

基础设计软件 YJK-F

用户手册及技术条件

北京盈建科软件股份有限公司

2022.1

目 录

第一章 基础设计软件 YJK-F 特点	1
一、建模、计算、结果输出三条主线.....	2
二、Revit 界面风格.....	2
三、继承上部楼层的节点网格和柱墙构件.....	2
四、筏板布置适应自身的多边形形状.....	3
五、接力上部荷载.....	3
六、核心计算功能强大.....	4
七、基础拉梁的设计计算.....	4
八、完善的冲切、抗剪计算.....	4
九、自动考虑防水板特征的计算.....	5
十、对可能出现受拉状况的基础按照迭代过程准确计算.....	5
十一、统一的基础沉降计算.....	5
十二、对于计算结果集中统一管理.....	6
十三、提供系列优化基础设计的措施.....	6
十四、基于 BIM 数据中心，面向上、下游全面开放数据格式.....	7
十五、其他特色.....	8
第二章 菜单总说明、软件启动和读取菜单	9
第一节 基础设计软件菜单.....	9
第二节 操作界面说明.....	10
第三节 软件启动.....	13
一、基础软件需在上部结构建模完成后启动.....	13
二、读取上部结构传来的荷载.....	13
三、基础设计和上部结构建模、上部结构计算模块的协同工作.....	14
第四节 文件管理.....	14
第五节 读取菜单.....	15
一、重新读取.....	15
二、选项.....	15
第三章 地质资料	19
第一节 地质资料综述.....	19
一、地质资料概述.....	19
二、地质资料输入步骤.....	19

三、重要说明.....	19
第二节 地质资料主界面.....	21
第三节 新版地质资料操作菜单说明.....	22
一、地质资料.....	23
二、读取旧版.....	23
三、读取理正.....	23
四、新建文件.....	24
五、打开文件.....	24
六、合并 dwg 图.....	24
七、导入平、剖面图.....	25
八、土层信息参数表:	30
九、输入孔点.....	33
十、复制孔点.....	33
十一、删除孔点.....	34
十二、编辑孔点.....	34
十三、平移对位.....	35
十四、旋转对位.....	35
十五、缩放对位.....	35
十六、线段剖面图.....	35
十七、孔点剖面图.....	36
十八、土层三维图.....	37
十九、保存为 dwg 图.....	37
二十、切换旧版地质资料.....	37
第四节 旧版地质资料操作菜单说明.....	37
一、地质资料.....	38
二、新建地质资料.....	38
三、打开地质资料.....	38
四、导入 Dwg 孔点.....	38
五、土参数.....	39
六、标准孔点.....	40
七、输入孔点.....	44
八、复制孔点.....	45
九、删除孔点.....	45
十、孔点编辑.....	45
十一、平移对位.....	46
十二、旋转对位.....	46

十三、土剖面图.....	46
十四、孔点剖面图.....	47
十五、土层三维图.....	47
十六、地质资料数据文件格式.....	48
第四章 荷载.....	50
第一节 荷载组合.....	51
一、平面荷载 (PM 恒活标准值)	54
二、上部结构三维计算传来的荷载.....	55
三、上部荷载显示.....	56
第二节 附加荷载.....	57
一、点附加荷载.....	57
二、墙梁附加荷载.....	57
三、删除附加荷载.....	58
第三节 各类荷载工况说明.....	58
一、恒荷载.....	58
二、活荷载.....	59
三、风荷载.....	59
四、地震作用荷载.....	60
五、人防荷载.....	60
六、吊车荷载.....	64
七、自定义荷载.....	64
八、水浮力荷载.....	65
九、荷载修改.....	66
十、荷载方向.....	67
第五章 参数设置.....	69
一、总参数.....	69
二、地基承载力计算参数.....	72
三、独基自动布置参数.....	78
四、条基自动布置参数.....	80
五、承台自动布置参数.....	81
六、沉降计算参数.....	82
七、桩筏板弹性地基梁计算参数.....	89
八、水浮力-人防-荷载组合表.....	95
九、材料表.....	100

十、性能设计.....	100
十一、基础标高的使用方法.....	102
第六章 基础模型输入.....	103
第一节 基础建模布置要点.....	103
一、继承上部楼层的轴线网格和柱墙构件.....	103
二、多个楼层接基础布置.....	104
三、已经布置的基础构件可随着上部楼层的改动而联动.....	104
四、基础布置的底标高参数.....	104
五、基础布置的偏心转角参数.....	106
六、布置的平面视图和空间轴测视图.....	106
七、基础布置的一般步骤和要素.....	107
八、基础的属性框方式查看和修改.....	108
第二节 独立基础.....	108
一、人工布置.....	109
二、独基自动布置参数.....	112
三、单柱自动布置.....	113
四、双柱基础.....	113
五、多柱基础.....	114
六、墙下独基的自动生成.....	115
七、双柱基础梁式独基.....	115
八、四柱双梁独基.....	116
九、独基归并.....	116
十、属性修改.....	117
十一、计算书.....	117
第三节 地基梁.....	119
一、手动布置和加腋.....	120
二、自动布置.....	122
三、地基梁计算.....	122
第四节 筏板.....	124
一、筏板（防水板）布置.....	125
二、加厚区.....	126
三、电梯井.....	127
四、减薄区.....	128
五、洞口及洞口删除.....	128
六、后浇带.....	129

七、加腋及加腋删除.....	129
八、集水坑.....	129
九、排水沟.....	129
十、筏板编辑.....	130
十一、属性修改.....	132
第五节 桩基承台.....	132
一、选当前桩（锚杆）.....	133
二、人工布置.....	134
三、承台自动布置参数.....	137
四、单柱自动布置.....	137
五、任意多边形布置.....	137
六、多柱墙自动布置.....	138
七、围桩承台.....	138
八、多边形围桩承台.....	139
九、属性修改.....	139
十、承台归并.....	140
十一、计算书.....	141
第六节 桩.....	143
一、桩长计算.....	144
二、桩长计算书.....	144
三、桩长修改.....	145
四、桩数量图.....	145
五、定义布置.....	146
六、群桩布置.....	150
七、两点布桩.....	150
八、承载力布桩.....	151
九、桩编辑——复制.....	152
十、桩编辑——移动.....	152
十一、桩编辑——镜像.....	152
十二、桩重心校核.....	152
十三、清理桩计算文字.....	152
十四、配筋参数.....	152
第七节 条形基础.....	153
一、人工布置.....	154
二、条基自动布置参数.....	156
三、单墙自动布置.....	156

四、双墙自动布置.....	157
五、计算书.....	157
第八节 柱墩.....	159
一、手工布置.....	159
二、自动布置.....	160
三、柱墩归并.....	162
四、柱墩裁剪.....	162
第九节 拉梁.....	163
一、拉梁布置.....	163
二、拉梁计算.....	164
第十节 拾取布置.....	165
第十一节 替换.....	165
第十二节 删除.....	166
第十三节 统一修改.....	167
一、标高.....	167
二、相对标高.....	168
三、地基承载力.....	168
四、一阶高.....	169
五、拉梁荷载.....	169
六、偏心距.....	169
七、梁端铰接.....	170
八、板面荷载.....	170
九、覆土厚度.....	170
第十四节 辅助工具.....	171
一、构件管理.....	171
二、绘图选项.....	171
三、数据检查.....	172
四、工程量统计.....	173
五、构件刷.....	174
六、柱墙探伸.....	174
七、备份.....	174
第十五节 导入 DWG.....	174
第十六节 导入衬图.....	175
第十七节 网格节点.....	176
第七章 基础计算及结果输出.....	179

第一节 生成数据.....	180
第二节 计算简图.....	180
第三节 网格划分.....	182
第四节 基床系数.....	185
第五节 桩刚度.....	186
第六节 补充定义.....	189
第七节 上部荷载.....	193
第八节 附加荷载.....	195
第九节 板面荷载.....	195
第十节 覆土重.....	196
第十一节 基础自重.....	197
第十二节 计算分析.....	197
第十三节 计算选项（高级参数）.....	198
一、筏板/防水板参数页.....	199
二、地基梁/拉梁/砌体条基设计参数页.....	207
三、承台/独基设计参数页.....	211
四、冲切/剪切/局部受压验算参数页.....	215
五、沉降计算参数页.....	225
六、有限元分析求解器.....	229
七、其他选项参数页.....	231
第十四节 基底压力.....	237
第十五节 桩反力.....	241
第十六节 地基承载力、桩承载力验算.....	242
第十七节 内力.....	249
第十八节 基础沉降.....	254
第十九节 冲剪局压.....	261
第二十节 重心校核.....	284
第二十一节 抗浮稳定.....	285
第二十二节 基础配筋.....	292
第二十三节 文本结果.....	296
第二十四节 构件信息.....	297
第二十五节 防水板设计.....	298
第二十六节 送审报告与批量存图.....	303
第二十七节 绘图选项.....	304
第八章 基础施工图.....	306

第一节 基础平法施工图.....	306
一、基础平面布置图.....	307
二、独立基础.....	307
三、地基梁.....	307
四、梁板式筏形基础.....	308
五、平板式筏形基础.....	309
六、桩基承台.....	310
七、灌注桩.....	311
第二节 基础钢筋选配.....	311
一、独立基础.....	311
二、桩基承台基础.....	314
三、柱墩.....	315
四、地基梁.....	315
五、筏板.....	318
六、拉梁.....	323
第三节 软件操作步骤.....	323
一、参数设置.....	324
二、筏板板区设置.....	325
三、重新读取、绘制新图、打开旧图与底图绘制参数.....	326
四、选筋标注.....	327
五、编辑.....	342
六、显示.....	359
七、桩位图.....	362
八、裂缝图.....	362
第九章 技术条件.....	365
第一节 独基计算技术条件.....	365
一、地基承载力计算.....	365
二、冲切计算.....	366
三、剪切计算.....	368
四、配筋计算.....	371
五、局部承压计算.....	374
第二节 承台桩基础计算技术条件.....	375
一、桩计算.....	375
二、承台计算.....	379
第三节 筏板冲剪计算技术条件.....	392

一、柱、短肢组合墙冲切($L/b \leq 8$).....	392
二、桩冲切.....	397
三、长肢组合墙冲切 $L/b > 8$	398
四、内筒冲切.....	399
五、抗剪计算.....	399
第四节 独基承台+防水板计算技术条件.....	400
一、概述.....	400
二、计算模型.....	400
三、防水板计算的荷载组合.....	402
第五节 整体式基础的有限元计算.....	403
一、概述.....	403
二、荷载.....	404
三、网格划分.....	406
四、板单元.....	408
五、Winkler 梁单元.....	413
六、地基模型.....	415
七、上部刚度.....	418
八、应力钝化.....	421
九、筏板及有限元计算的各类基础配筋设计.....	421
第六节 沉降计算.....	428
一、概述.....	428
二、基本流程.....	428
三、基底附加压力、桩顶附加荷载.....	429
四、附加应力.....	432
五、沉降计算方法.....	438
六、回弹再压缩.....	448
七、地质资料.....	451
参考文献.....	453

第一章 基础设计软件 YJK-F 特点

基础设计软件 YJK-F 用于工程实践中各种类型的基础设计，包括柱下独立基础、墙下条形基础、弹性地基梁基础、桩基承台基础、筏板基础、桩筏基础等基础设计，还可进行由上述多类基础组合的大型混合基础设计。

接力上部结构模型，基础的建模可接力上部结构与基础连接的楼层进行，这样即使对于不同底标高的多层基础，操作模式也与单层基础一致，操作过程简洁方便。同时程序自动读取上部结构计算生成的荷载，用于基础设计。

基础布置采用二维和三维结合方式进行，方便直观顺畅。程序提供 UNDO、REDO 功能，编辑修改功能，适用于基础方案的反复调整。程序对于多边形、不等厚筏板、任意形状桩承台布置和修改尤其方便。

程序自动按照荷载规范和地基基础规范的有关规定，在计算基础的不同内容时采用不同的荷载组合类型。

基础设计时可考虑上部结构刚度的计算，从而控制整体性基础的沉降差和整体弯曲。

对于柱下独立基础、桩承台基础和条形基础，软件可实现自动生成基础的全面设计，但是对于筏板、桩筏、地基梁、各类多柱复杂承台、基础拉梁以及多种类型基础组成的混合基础采用通用有限元方法计算，程序自动进行单元划分，计算容量大、速度快，稳定性强。无论是哪一种基础形式，程序都提供承载力计算、配筋计算、沉降计算、冲切抗剪计算、局部承压计算等全面的计算，程序还针对防水板特点完成防水板的设计计算。

YJK-F 提供统一集成的设计结果输出，无论采用单一的基础类型或是同时采用多种基础类型，程序都会提供统一的设计结果输出方式，有图形和文本两大方式，内容包括荷载布置、基底反力、覆土重、基础自重，包括基础沉降、弯矩、剪力、配筋结果，还包括抗剪、冲切、局部承压等计算结果。文本结果图文并茂、内容详实。

YJK-F 还可以完成各种类型基础的施工图设计，包括平面图、详图及剖面图。

目前基础工程的平面规模越来越大、主楼、裙房下不同基础形式的混合基础非常普遍。YJK-F 计算容量不受限、计算速度快、适应能力强，显示出明显的技术优势。

同时，软件提供一系列优化基础设计的措施，可使基础钢筋和混凝土材料用量大幅

降低。

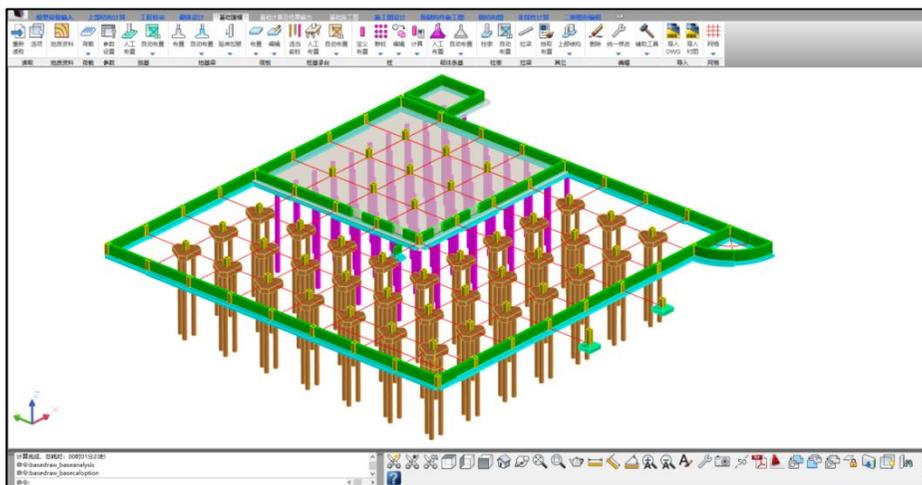
相比其它同类的基础设计软件，本软件的主要特点是：

一、建模、计算、结果输出三条主线

建模、计算、结果输出三条主线十分清晰，不论单一的基础形式，或是多种基础的混合布置，都是统一的这三条主线。改变其它基础设计软件的不同基础形式采用不同菜单，用户难于掌握的状况。

二、Revit 界面风格

与上部结构建模、上部结构计算集成在同一个界面下。基础布置时既可在平面视图下布置，又可在三维的实体模型下布置，三维下的布置更加逼真直观，突出了三维空间的主流建模方式。



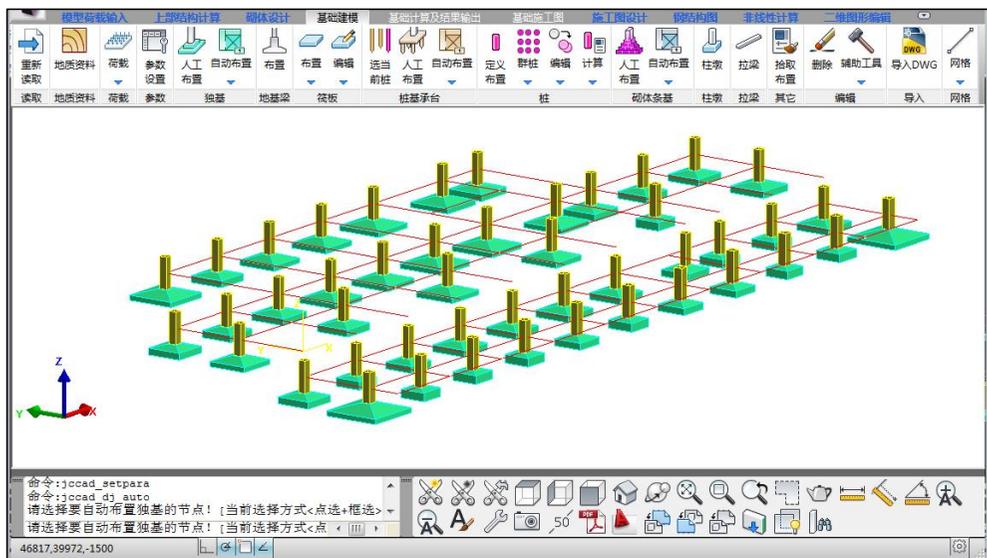
Revit 界面风格

YJK-F 和上部结构建模采用统一的操作模式，双击基础构件的属性查询修改方式，布置过程中提供完备的 Undo、Redo 机制等。对基础模型布尔裁剪，显示效果好。

程序提供模型数据检查功能，提示用户修改不合理的基础布置。如基础底标高设置不对造成地梁和筏板脱离状态，独基、承台和筏板之间的脱离状态，或桩和其它基础的脱离状态等。

三、继承上部楼层的节点网格和柱墙构件

本软件对于错层基础网格标高不同，如图：



错层基础网格

基础布置在和上部结构相连层的节点网格和柱、墙构件下进行，已经布置的基础构件可随着上部楼层的改动而联动，如柱下独基、桩承台会随着上部楼层柱的位置改变而改变，地梁长度随着两节点间距离的改变而改变。

遇有多个楼层下布置基础的情况时，上部结构相连层的轴线网格和柱、墙构件会显示布置在不同的楼层标高上，不同层下的基础布置也显示在不同的楼层标高下。

四、筏板布置适应自身的多边形形状

筏板布置不再只依赖上部结构的平面网格确定外轮廓形状，提供任意多边形输入和编辑修改手段，适应各种多边形筏板和复杂承台。

筏板布置、筏板局部加厚、筏板开洞等可通过面片合并、裁剪方式实现任意多边形编辑。

对于多柱基础或剪力墙下基础的联合承台可以采用用户定义的任意多边形形状。

五、接力上部荷载

上部荷载自动读取平面恒活或盈建科计算结果（也可以读取 SATWE 的计算结果），没有了其它基础设计软件那么多上部计算软件的选项。对于剪力墙下的基础，程序读取的是上部结构计算模型的墙柱底部的调整前的荷载标准值，这样保证了基础使用的荷载

和上部结构计算荷载保持一致，同时程序对于读入基础荷载的显示方式也同上部计算的柱、剪力墙下的内力计算结果一致，便于用户核对。

程序可导入的上部荷载有恒载、活载、风载、地震荷载、吊车荷载、人防荷载、自定义荷载，同时还可对这些荷载分荷载工况显示。

程序同时提供单独作用于基础的附加荷载输入，附加荷载可以布置在柱或墙上。对于有些上部结构分析软件中没有考虑而基础软件中需要考虑的荷载，用户可以通过附加荷载的方式在基础人机交互输入程序中补充添加，如首层填充墙的重量、拉梁重量、首层设备重等。可以添加的附加荷载包括节点荷载、线荷载两种形式。附加荷载以恒载标准值和活载标准值的方式布置到节点或网格上。附加荷载既可以和原节点或网格上的上部结构传来的荷载的荷载标准值叠加，也可以单独作为一种荷载工况进行组合并参与基础的设计计算。

六、核心计算功能强大

计算采用统一的通用有限元计算程序，计算核心是与上部结构计算采用同样的通用有限元计算，自动处理筏板单元、弹性地基梁单元、桩刚度的各种类型基础的计算问题。程序对除了简单的单柱独立基础和桩承台、砖混条基外的大多数基础类型都采用通用有限元程序计算，如对多柱基础、多柱承台、墙下承台及多种类型基础组成的混合基础也采用通用有限元计算。

程序采用全新的自动单元划分方法，计算稳定、容量不再受限，特别适应大平面、复杂类型基础的计算。计算速度非常快，操作的效率很高，便于随时调整计算方案，64位机上支持大内存，效果更好。其结果通过等值线表示，直观可信。提供接口还可与Midas等随时核对。

七、基础拉梁的设计计算

程序补充了一般基础软件缺乏的拉梁设计计算，计算模型采用交叉梁体系。按照规范要求考虑拉梁的拉力，并按照用户输入的拉梁应分担柱下弯矩的比例来计算。

八、完善的冲切、抗剪计算

桩的冲切计算采用经基础计算得出的实际受力值，而不是它的承载力设计值，避免由于冲切计算不够导致的筏板或承台加厚。并且桩的冲切计算时自动查找该桩冲切角内

是否存在柱或墙，如果存在则根据桩反力和柱墙底部荷载的差值计算冲切，也是避免由于冲切计算不够导致的筏板、承台加厚。

扩充完善墙下冲切计算适应各种剪力墙的冲切计算。对于每肢墙的长厚比不大于 8 的短肢墙自动按照组合截面计算冲切，对于带边框柱的短肢墙还自动组合边框柱进行冲切计算。对于组合墙除了自动计算外，还提供人机交互选择需组合计算的相连墙肢（以及边框柱）一起做冲切计算的方式。

上柱下桩的冲垮比计算默认按照规范规定的柱下 45-75 度范围自动判断冲切破坏锥体，避免安全隐患并指导优化设计。

九、自动考虑防水板特征的计算

如果输入的筏板是防水板，可在筏板定义时定义该筏板的防水板属性。

程序自动对防水板进行两步设计计算。第一步将上部墙柱设为没有竖向位移的支座，防水板内基础设定为加厚区域考虑刚度，单独对防水板划分单元并计算；第二步计算其它基础；并考虑防水板的计算结果传给基础的弯矩剪力等内力和承载力的影响。

对于两步计算的结果统一输出，这样的处理大大减少了用户的操作。

十、对可能出现受拉状况的基础按照迭代过程准确计算

考虑到土只能承担压力而不能承担拉力，普通桩、抗拔锚杆等拉压刚度不同，差异很大，所以当部分土或者桩出现了受拉的情况，软件按照考虑土桩抗拉、抗压刚度不同的非线性迭代计算方法进行分析和设计。软件把组合后的荷载加载到基础上；对于处于受压的区域，桩（包括锚杆）采用抗压刚度进行计算，考虑土的刚度；而对受拉的的区域，桩（包括锚杆）采用抗拉刚度进行计算且不能考虑土的刚度；每次计算如果出现受压拉的状态和相应刚度不一致则重新组织刚度计算，最终的受拉、受压区域是通过多次迭代的非线性计算方法得出的。迭代计算一般用于抗浮设防水位比较高的工程，进行人防设计的工程，上部结构荷载特别不均匀的工程，上部较大水平力造成较大倾覆弯矩的工程等。

十一、统一的基础沉降计算

采用一个统一的菜单计算沉降，对所有类型的基础可以同时计算沉降，并考虑互相之间的影响。对于基础类型中包含整体式基础，如桩筏、筏板、地基梁或复杂承台类型

基础，首先由沉降试算确定初始桩刚度和基床反力系数，代入总刚度计算得出桩反力和基底压力，再用分层总和法计算沉降。还提供沉降的二次算法，即将由第一次计算沉降算出的桩、土刚度回代到有限元计算再算一次，最终沉降通过二次计算得出。对于分离式基础，如独基、单柱承台、条基由规范相关公式直接计算得出。

十二、对于计算结果集中统一管理

对于计算结果集中统一管理,改变原来不同类型基础的计算结果要在不同菜单查找,且表示方式多样化、不统一的状况。输出内容主要有:

显示上部荷载、附加荷载、覆土重和基础自重;

基底反力、桩反力、基底附加压力和桩顶附加荷载;

基础刚度系数、桩刚度和地基承载力验算;

弯矩、剪力、配筋图;

文本显示荷载总量(如各类荷载竖向力、水平力总值)、单基础布置与计算信息汇总;

基础沉降、等值线、沉降差、三维动态沉降模拟;

三维地质资料分层显示。

对于很多输出结果,程序提供了多种荷载工况的显示结果,如对于基底反力,既有各个位置最大结果的输出,又可以根据用户的选择输出单工况荷载或某种组合的荷载工况的结果。

单构件计算书内容全面详实,包括了软件所有方面的计算及中间变量。

十三、提供系列优化基础设计的措施

1、自动划分的有限元形状好,避免大量计算奇异导致的配筋量过大现象;

2、采取了有效避免应力集中的措施

当柱、墙、桩传力作用在筏板、承台上时、软件自动考虑柱、墙、桩截面尺寸和筏板承台的厚度影响,把集中力分散作用到基础有限元上,有效避免这些部位常见的应力集中现象导致的配筋过大现象;

3、有效考虑上部结构刚度

基础计算分析时考虑上部刚度,可有效提高整体刚度减少基础内力和配筋。软件提供的算法合理稳定,特别是可以考虑用户指定的上部几层的刚度,不一定非要考虑全部楼层的刚度,设计结果更加合理。

4、对联合基础按照协同工作方式受力

如独基和地梁、桩承台和地梁的联合基础，使独基和地梁、桩承台和地梁按照壳元和杆元联合的有限元计算，从而共同受力承担荷载。这方面其它软件是按照分别独自承担上部荷载计算，重复受力造成了浪费。

对塔楼下桩筏、裙房下筏板联合计算协同受力。

5、合理考虑后浇带

6、合理的基础冲剪和冲跨比计算避免基础厚度过大

基础冲剪计算是判定基础厚度的主要因素。在内筒冲剪、桩冲切计算时按照计算结果得出的桩土实际受力计算，从而给出基础厚度的合理结果。而传统软件按照平均反力或者桩的承载力特征值计算，常造成基础厚度过大。

软件提供准确的冲跨比结果指导合理布桩。对于桩承台和桩筏基础，在柱墙对承台筏板和桩对承台筏板的冲切计算中，自动考虑上柱和下桩的位置关系，给出冲跨比结果，引导用户合理排布桩的位置，从而最大幅度利用基础的抗冲切承载力，有效减少基础的厚度。

7、柱墩的合理利用

利用柱墩可在受力大的部位局部加厚，避免筏板整体厚度增加。软件提供了柱在柱墩的冲切、柱墩冲切、柱墩处的有限元计算和配筋的全面处理。

8、提供承载力布桩等优化布桩方式

提供各种方式，给出满足设计要求的桩数量，指导合理的最少的布桩数量。

9、施工图实配钢筋的系列优化措施

可用两种不同直径钢筋级配配筋，从而更接近计算结果。

筏板配筋时可将配筋计算结果等值线图衬底，指导用户通过各种局部补强方式加强局部配筋，减少贯通钢筋数量，从而有效节省钢筋。如筏板上部配筋时可使用软件提供的区域补强方式，对局部配筋结果大的部位局部补强，减少筏板上部贯通钢筋的数量。对筏板下部贯通钢筋，用户可通过贯通筋取筏板最大计算钢筋的比例控制。

十四、基于 BIM 数据中心，面向上、下游全面开放数据格式

采用基于 BIM 数据中心的后台数据管理系统。从“建模模型”、“计算模型”、“施工图模型”三方面集成数据，所有数据表格全部面向上、下游软件开放，且提供配套的

说明文档。该系统已成功应用于盈建科接口软件和审图软件。如接口软件，可将第三方软件的上部结构和荷载信息读入 BIM 数据中心，再接力到盈建科完成基础设计。如审图软件，可从 BIM 数据中心读取建模、计算、施工图三方面信息，自动按规范条目校审。

十五、其他特色

独立基础增加墙下布置独立基础的功能；可以布置双柱地基梁独基、四柱双地基梁独基等形式。

可以根据软土的 e-p 曲线计算软土地区的沉降。

归并参数设置菜单，对于基础参数和荷载参数统一管理，统一各类基础底标高等设置方式。

完善并扩充柱下独立基础、桩承台基础、墙下条形基础的计算书。

对计算书采用图文并茂的 RTF 文档的输出格式。

改进了筏板的配筋后处理，使计算结果更加实用。

第二章 菜单总说明、软件启动和读取菜单

第一节 基础设计软件菜单

基础设计软件 YJK-F 的菜单分为四部分：基础建模、基础计算结果、基础施工图和地质资料。打开基础设计软件的方式就是点取屏幕上方蓝色菜单“基础设计”。随后“基础设计”变为四项副标题：“基础建模”、“基础计算及结果输出”、“基础施工图”和“地质资料”，被点开的副标题呈现黑色，可以分别启动基础建模、基础计算结果、基础施工图和地质资料相关的菜单项。

菜单“基础建模”完成各种类型基础的输入和荷载的输入。

基础建模部分的菜单栏主项包括以下内容：



基础建模部分菜单

菜单“基础计算及结果输出”完成基础的主要计算和设计计算结果的显示输出。

基础计算结果菜单栏主项包括以下内容：



基础计算结果菜单

菜单“基础施工图”说明详见《YJK 结构施工图设计软件用户手册》。

菜单“地质资料”完成地质资料的输入。

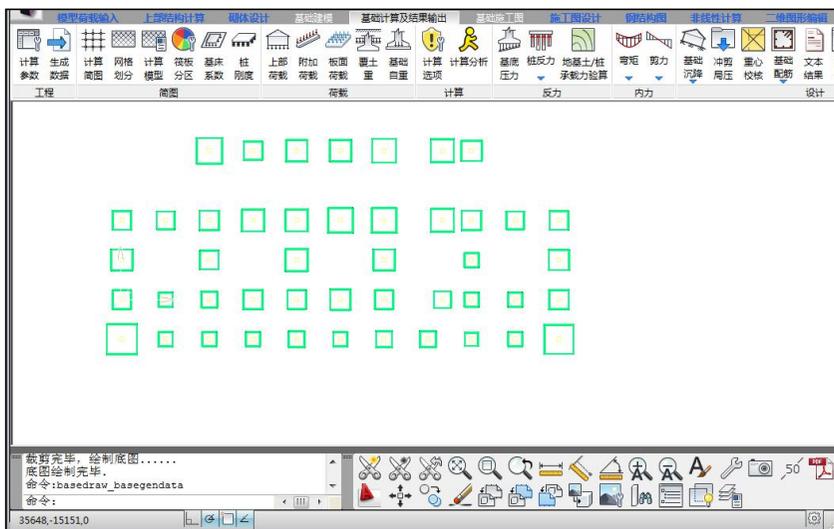
地质资料部分的菜单栏主项包括以下内容：



地质资料菜单

第二节 操作界面说明

操作界面分为四个部分：菜单栏、视图窗口、命令窗口、常用工具窗口。



视图窗口



命令窗口



常用工具窗口

常用工具的具体使用说明如下：

(1) 最上部排列的是最通用的菜单，主要用来新建工程、打开已有工程、保存、打印及 Undo、Redo 等对工程的操作，分别说明如下：



通用菜单窗口

新建：新建一个结构模型文件；

打开：打开已有项目的结构模型文件（工程名_F.yjc）；

保存：将当前结构模型文件进行保存；

另存为：将当前结构模型文件另存为其它名称的项目文件；

Undo：撤销上一次操作。这种回退限于二级菜单项内的操作，如基础建模置菜单内的操作，如果切换了菜单，或者有了存盘的操作等，之前的操作不再能够撤销；

Redo：恢复上一次操作，条件同 Undo；

打印：打印当前图形；

关闭当前工程：关闭当前工程，但并不退出程序，而是进入到启动界面。该菜单用来使用启动界面上各菜单项的功能；

帮助：打开帮助文档。

(2) 右下部通用透明菜单

1、裁剪和裁剪恢复

左侧是裁剪菜单，可从整体模型中挑选出某一部分显示或操作，被裁减部分将被加亮，可连续裁剪，裁剪结束点右键，此后只显示加亮的裁剪部分的局部模型。用户可在此局部模型上观察、作布置和编辑等各种操作。

在三维整体模型上裁剪出某一局部进行显示和操作，可以大大方便对复杂空间模型的建模输入。

右侧是裁剪恢复菜单，可以马上恢复到裁剪之前的整体模型。因此，裁剪和裁剪恢复是两个互相配合使用的菜单。

2、视图状态切换类

各种视图状态，分别为平面视图、左侧视图、正面视图、空间轴侧视图等显示状态。如下图：



视图菜单

对空间显示的模型选择观察视角最常见的操作方式是：同时按住【Ctrl】+鼠标中键，再移动鼠标即可在屏幕上变换空间轴侧视图的不同视角，可把视图从平面视图（或立面视图）切换到空间轴侧视图。

3、缩放显示类

分别为图形的充满全屏显示，窗口放大显示，回到前一个视图的操作按钮。



缩放菜单

对图形缩放最常见的操作方式是：

鼠标中滚轮往上滚动：连续放大图形；

鼠标中滚轮往下滚动：连续缩小图形；

鼠标中滚轮按住滚轮平移：拖动平移显示的图形。

4、实体、线框显示切换



在图形的线框显示方式和实体显示方式之间切换。在建模时，程序对平面显示状态自动采用线框方式显示，为的是在线框方式下，便于鼠标捕捉轴线、节点的操作，在线框方式下网格轴线、构件之间不会形成遮挡。程序在空间轴测状态下，自动按照实体模型方式显示，因为空间状态下，在线框模型下很难辨别构件之间的关系。

对于程序隐含设置的显示状态，用户可用本菜单临时变换显示方式。

本菜单按照用户的使用频率布置，带有下箭头的菜单包括很多子项的操作功能，如下：



下拉菜单

第三节 软件启动

一、基础软件需在上部结构建模完成后启动

基础设计软件 YJK-F 执行的必要条件就是完成上部结构的建模，或者至少完成上部结构中和基础相连楼层的建模。这是因为基础布置依据的网格轴线节点和柱、墙构件需从上部结构中读入，基础设计软件本身不提供基础依托的柱、墙构件布置的功能。

新建一个基础项目时，屏幕上首先出现上部结构底层的轴线网格节点，还有柱和剪力墙（或砌体墙）的平面布置图。

程序将上部结构最底层作为和基础相连的楼层，且只有 1 个楼层和基础相连。如果有上部多个楼层需要和基础设计相接，则需要用户在基础设计参数中修改参数“和基础相接的楼层数”，将其改为需要连接的楼层数（大于 1），此后程序自动读取上部多个楼层的平面布置数据。

需要多个楼层接基础时，程序优先选取最下层的平面和其连接，比如先选取第 1 层的布置，在第一层的外围轮廓以外再选择第二层的平面布置和基础相接。这样，第二层平面的和第一层重叠的部分是不可能和基础相接的。

二、读取上部结构传来的荷载

基础读取的上部结构荷载可以来自于两处：

(1) 平面恒活荷载

这是上部结构建模退出时的竖向导荷计算形成的荷载，它只包括恒荷载和活荷载两部分。竖向导荷菜单生成的荷载主要用于基础设计和砌体结构设计。

这项荷载生成的条件是上部结构需要完整建模，只局部几个楼层的建模得不到正确的平面恒活荷载。另外必须在上部结构建模退出时执行了“竖向导荷”选项。

(2) 计算结果荷载

通过上部结构计算程序 YJK-A（或 SATWE）的计算生成的荷载，包括恒载、活载、风荷载、地震作用荷载，以及人防荷载、吊车荷载等。

这项荷载生成的条件是完成了上部结构计算。

三、基础设计和上部结构建模、上部结构计算模块的协同工作

执行基础设计软件时，常需要调整上部结构布置，或者重新进行上部结构计算，当从其它模块菜单重新回到基础设计模块时，需要执行菜单“重新读取”。

【重新读取】的使用条件：

(1) 没有基础数据；(2) 上部结构的模型进行了修改；(3) 上部结构进行了重新计算。

使用结果：

(1) 自动读入上部结构的网格和节点、基础连接构件（柱或墙）、YJK-A 的计算荷载与竖向导荷的荷载；(2) 保留当前基础中已经布置，且有上部结构的网格和节点对应的基础构件；(3) 保留当前基础中的各种参数。

对于不等标高的多层基础，需在【参数设置】中【总参数】的“多层基础的楼层总数”中输入，通常为 1 层。

其它各菜单功能在以下各章分别介绍。

第四节 文件管理

“工程路径\\工程名_f.yjc”	记录建模数据
“工程路径\\jccad.dat”	记录基本参数
“工程路径\\jccad_0.mdb”	记录上部结构数据
“工程路径\\jccad_1.mdb”	记录有限元网格划分结果
“工程路径\\jccad_2.mdb”	记录防水板数据
“工程路径\\中间文件\\jccad.result”	保存计算中间结果（二进制）
“工程路径\\设计结果\\jc*.out”	保存设计结果（文本文件）
“工程路径\\设计结果\\jc*.dwy”	保存设计结果（图文件）

如果用户需要发送工程文件的邮件，只需要邮寄“工程名_f.yjc”、“jccad_0.dat”和旧版地质资料*.dz 或新版地质资料*.dzn。

第五节 读取菜单

读取目录栏中有两项内容，重新读取和选项。用来读入其他模块或其他软件的相关内容。



一、重新读取

进行基础设计时，常需要调整上部结构布置，或者重新进行上部结构计算，当从其它模块菜单重新回到基础设计模块时，需要执行菜单“重新读取”。

【重新读取】的使用条件：

(1) 没有基础数据；(2) 上部结构的模型进行了修改；(3) 上部结构进行了重新计算。

使用结果：

(1) 自动读入上部结构的网格和节点、基础连接构件（柱或墙）、YJK-A 的计算荷载与竖向导荷的荷载；(2) 保留当前基础中已经布置，且有上部结构的网格和节点对应的基础构件；(3) 保留当前基础中的各种参数。

二、选项

选项中可导入不同软件的设计内容。



目前提供了 YJK-A 和 SAP2000 的计算结果。

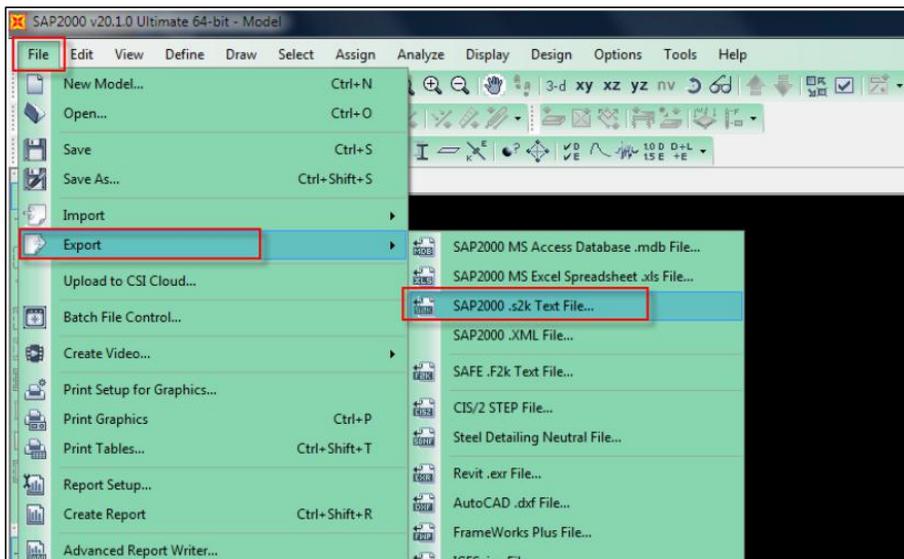
YJK-A 用到的选项有“重置基础网格”和“荷载组合”选项。

重置基础网格：勾选时，点<重新读取>会先清除当前节点、网格，再读取上部模型节点、网格；不勾选时，点<重新读取>会保留当前节点、网格，读取上部模型节点、网格后，与当前轴网对位。默认为不勾选状态。

荷载组合：勾选时，基础参数设置中的组合表会读取上部结构计算参数设置中的荷载组合表；不勾选时，采用基础自己默认生成的荷载组合表。对于上部自定义工况和自定义组合较多的模型，可采用该选项快速读取上部结构荷载组合。

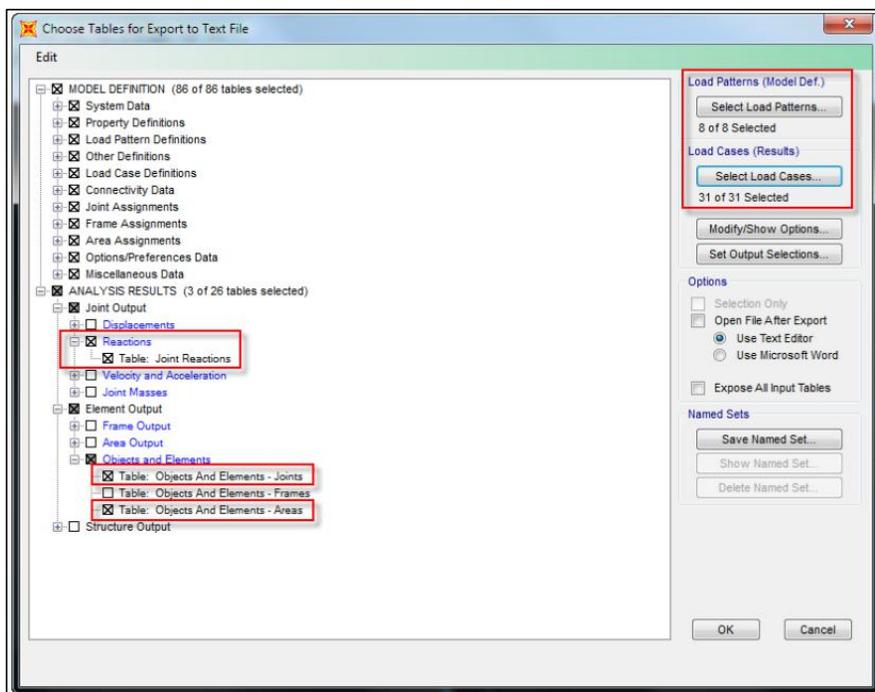
盈建科基础可接力 SAP2000 的上部结构模型和计算结果，在 YJK 的基础模块中进行各式基础的计算与设计。设计步骤如下：

首先在 SAP2000 中进行分析计算，然后导出 s2k 文件，见下图：



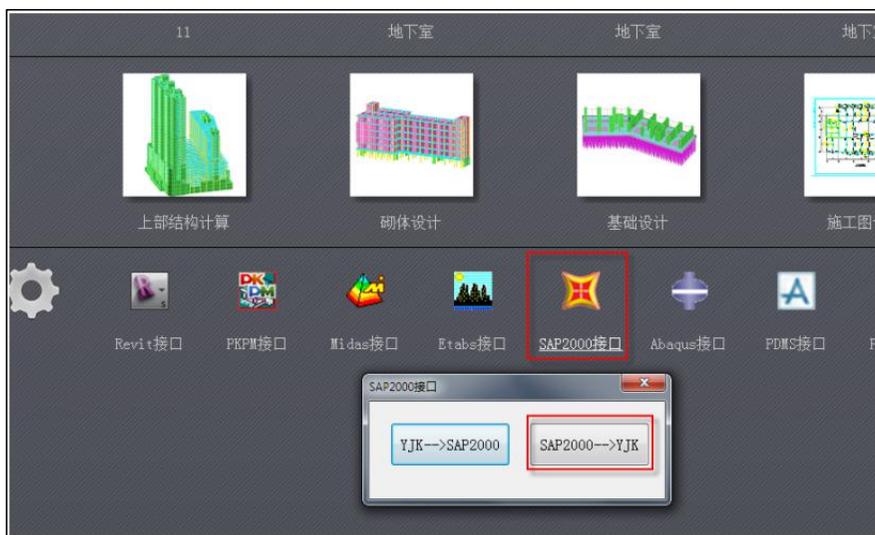
SAP2000 导出 s2k

导出的文件需要包括：模型定义(MODEL DEFINITION)、荷载模式(Load Patterns)、荷载工况(Load Cases)以及分析结果(ANALYSIS RESULTS)中的一部分，即节点输出(Joint Output)中的反力(Joint Reactions)、对象与单元(Objects and Elements)中的 Objects And Elements-Joints、Objects And Elements-Areas，见下图：



s2k 中包含的文件

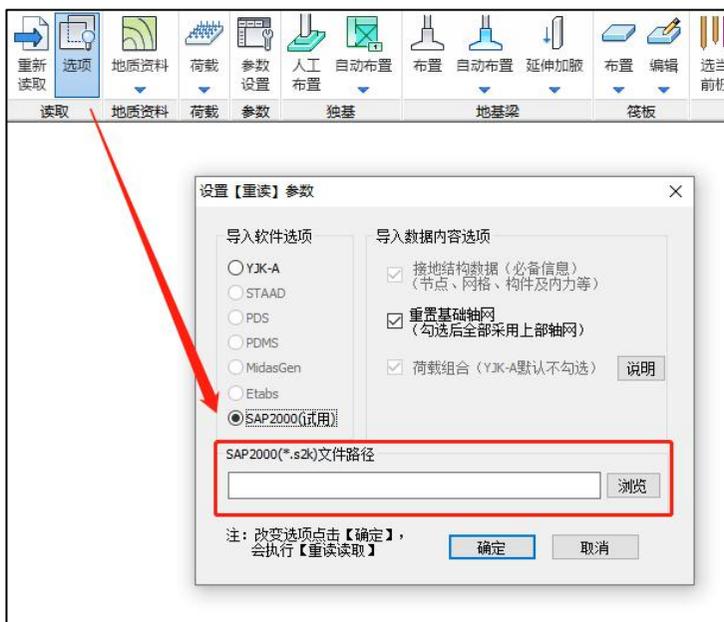
使用 YJK 的 SAP2000-YJK 接口将 s2k 文件导入 YJK 中，见下图：



SAP2000-YJK 接口

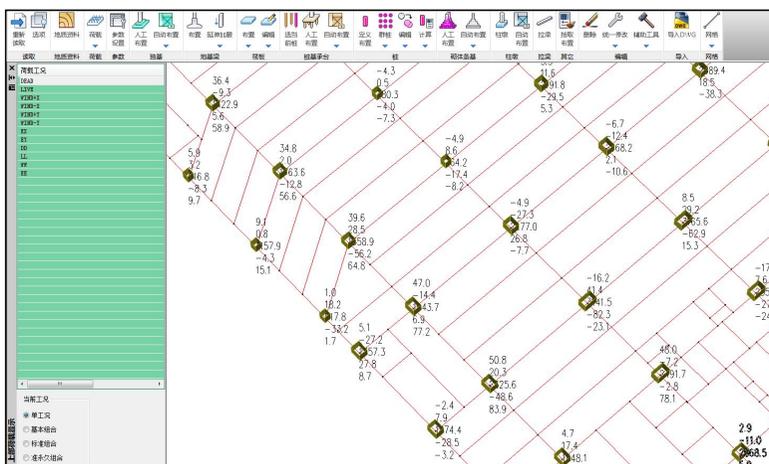
导入成功后，在盈建科中完成上部结构的分析计算（这样导入 YJK-F 的 SAP2000

结果可以考虑上部结构刚度)后切换到 YJK-F,在选项中的导入软件选项选择“SAP2000”,“浏览”导出的路径,见下图:



接力 SAP2000 计算结果

导入成功后,可以在“上部荷载显示”中查看导入的反力,见下图:



查看导入的反力

第三章 地质资料

第一节 地质资料综述

一、地质资料概述

地质资料是建筑物周围场地地基状况的描述，是基础设计的重要信息。进行沉降计算必须有地质资料数据，在进行桩基础设计时也需要地质资料数据。

盈建科基础 YJK-F 提供了友好的图形交互界面，方便用户修改和生成新的地质资料数据文件。4.0 版本的地质资料文件为.csv 格式，此格式可以支持使用 excel 打开查看上面的钻孔平面信息以及每个探孔的土层相关信息。此外，可以在 excel 中直接编辑该文件，编辑完成后软件将按最近编辑的内容执行后续操作。本章只对 YJK-F 地质资料图形交互的操作进行详细说明。

二、地质资料输入步骤

地质资料输入的步骤一般应为：

(1) 打开或者是新建一个地质资料工程文件(新版文件扩展名为 csv，旧版为 dzn 或 dz)。

(2) 对于新版地质资料，先输入土层信息参数表；而对于旧版地质资料，则输入标准孔点，标准孔点本身不是一个真正的孔点，而是用于生成各实际勘探孔点的模板。

(3) 点击“输入孔点”菜单，在屏幕的相应位置布置孔点。布置的孔点与土层信息参数表或标准孔点土层信息完全相同。

(4) 点击“孔点编辑”菜单，编辑勘探孔点与实际不符的相关参数。

(5) 重复步骤(2) (3) (4)步骤完成地质资料输入的全部工作。

三、重要说明

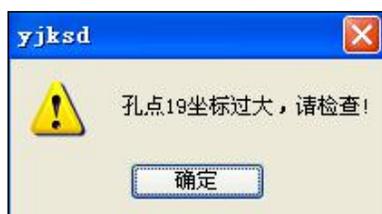
(1) 对于旧版地质资料程序要求各孔点的土层数相同，且从上到下的土层分布一致

程序要求各孔点的土层分布必须一致，所以用户添加和删除孔点都必须在“标准孔点”中进行。如果一些勘探孔点没有某一土层，只需在“孔点编辑”中将这些孔点的该

土层厚度设为 0，如果某勘探孔点有“标准孔点”中没有的土层，则必须在标准孔点中插入该土层。注意：如果在“标准孔点”中删除土层，则所有孔点的该土层将删除；如果是增加土层，则所有孔点均会在相应的位置增加该土层，但是已经布置孔点的该土层，厚度将会自动设为 0，而新布置的孔点将按照“标准孔点”的土层厚度布置。而对于新版地质资料无此要求。

(2) 孔点坐标输入以米为单位

盈建科基础 YJK-F 中输入的地质资料，所涉及的孔点坐标均以“m”为单位。提示：由于用户输入孔点时，可能将单位“m”作为“mm”，所以输入孔点的坐标会很大，软件就会自动弹出如下警告：



警告窗口

(3) 孔点编辑对话框中修改的数据只对当前孔点有效，不修改土层信息参数表或标准孔点的参数。使用新版地质资料时，修改土层信息参数表的数据，会对所有孔点有效；而使用旧版地质资料时，修改标准孔点的数据，只对新布置的孔点有效。

(4) 如果程序已经打开一个 YJK 工程，且在此基础上打开或者新建一个地质资料文件，那么该地质资料文件将自动关联到该 YJK 工程，下次再打开该 YJK 工程时，点击“地质资料”菜单，软件将会自动加载该地质资料文件，并且将该工程的基础建模图形作为地质资料的底图，以使用户参考基础底图布置孔点，基础计算时，软件将会自动查找对应的地质资料文件。

(5) 软件没有提供专门的地质资料文件保存菜单，因为，软件在操作过程中都会自动保存已经修改的数据。“土参数”、“标准孔点”、“编辑孔点”，均会在相应对话框中点击“确定”按钮时保存修改的数据，而“增加孔点”、“复制孔点”、“删除孔点”，均会在该菜单执行完毕时保存数据。

(6) 进入地质资料模块之后，YJK-F 将以二维模式显示图形，除土层三维图外包括

底图在内的任何图形均不能以三维模式显示。

第二节 地质资料主界面

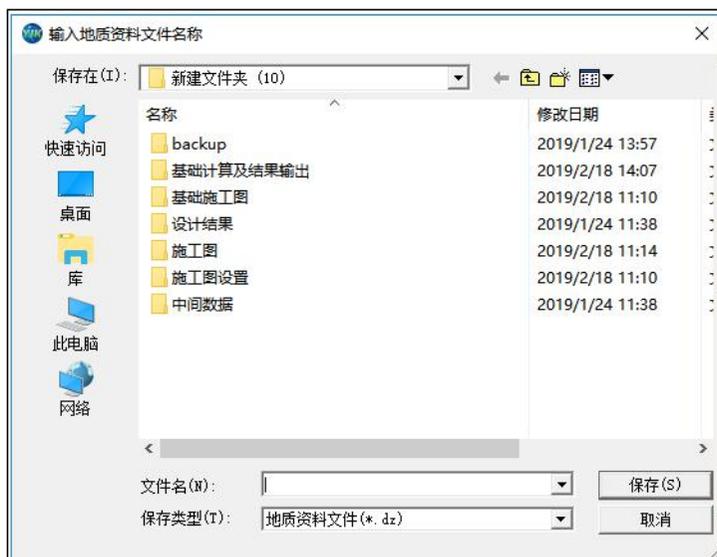
【地质资料】功能菜单如图所示：

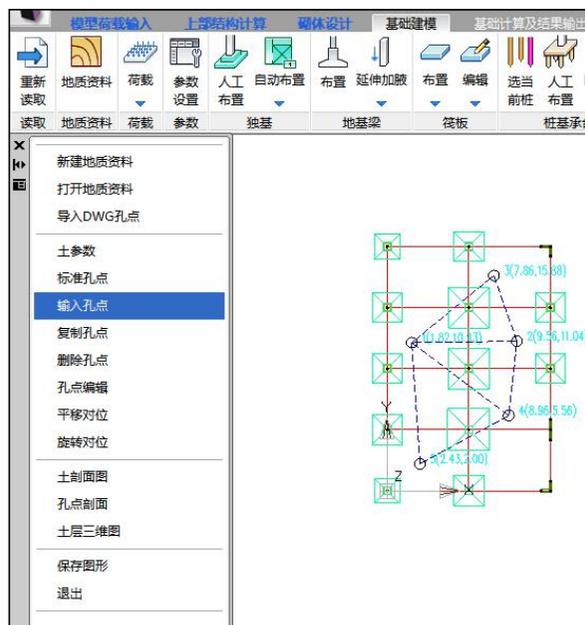


地质资料菜单示意

单击【地质资料】菜单栏包括读取旧地质资料，新建地质资料，打开地质资料，从DWG图导入，读取识图数据，土层信息参数表，输入孔点，复制孔点等菜单项。

单击【切换旧版地质资料】，将出现旧版地质资料的系列子菜单停靠于主界面左侧，如果用户已经打开一个YJK工程，而且该工程已关联地质资料文件，则软件自动加载该地质资料文件，否则，将直接弹出打开地质资料文件对话框。如图所示：





地质资料的操作菜单和孔点图

上图屏幕左边停靠的菜单为地质资料操作菜单，包括新建地质资料，打开地质资料，导入 DWG 孔点，土参数，标准孔点，输入孔点，复制孔点等菜单项，而主屏幕显示地质资料孔点图，图中小圆圈表示一个孔点。孔点图还包括孔点编号、孔点坐标、孔点三角形连线等。

一旦用户点击“地质资料”菜单，进入地质资料模块，那么盈建科基础 YJK-F 就进入二维显示模式，当关闭地质资料模块，或者是点击任何其它主菜单，YJK-F 将退出地质资料模块，并恢复三维模式。

第三节 新版地质资料操作菜单说明

新版地质资料的操作菜单，如下图：



地质资料

一、地质资料

地质资料数据文件名为*.csv。

二、读取旧版

【读取旧版】用于老版地质资料（.dzn 或.dz 文件）转换为新版地质资料（.csv 文件）。

有一点需要注意，对于新老地质资料，软件在后续设计中默认使用最后一次打开的地质资料，因此需要确保最后一次打开的地质资料是否为正确文件。

三、读取理正

前支持导入理正 9.0 PB4（工勘版）的 mdb 数据。打开功能按钮界面如下图：



界面参数释义：

文件路径：理正库文件路径。

绘图比例：理正库对应图形是否需要缩放放入 yjk 软件内。

基点坐标：默认按理正库的平面中心点对钻孔资料进行平移到图纸位置处，z 值考虑相对高程的移动。

导入功能：将理正数据转换到 yjk 文件内，以新建地质资料的方式进行存储，后续可根据土层参数编辑孔点进行查看。

操作流程：读取理正按钮 -选择文件路径-导入地质资料 -选择新建地质资料文件的存储位置。

使用时的注意事项：

- 1.由于不同版本理正的版本数据库结构存在差异，尽量不要跨版本转换。
- 2.文件路径选择后请不要移动文件，可能导致地址不匹配。
- 3.导入文档时尽量保证文件为未打开状态，以免文件被占用造成不良影响。

四、新建文件

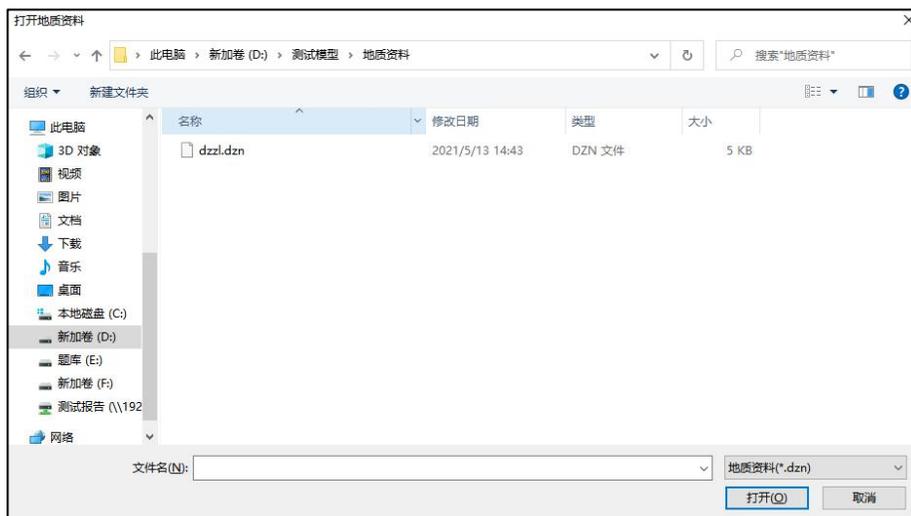
【新建文件】用于新建地质资料文件。

点击【新建文件】菜单后，屏幕弹出新建文件对话框。用户在此对话框中，指定文件的路径和文件名称。输入文件名称时，可以带扩展名 csv，也可以不带，如果用户没有输入扩展名，软件将自动添加扩展名 csv。如果用户在此选择一个已经存在的地质资料文件，软件将自动打开该文件。

五、打开文件

【打开文件】用于打开已经存在的地质资料文件。

点击【打开文件】菜单后，屏幕弹出的对话框与【新建文件】菜单弹出对话框相同（图 3.4）。用户在此对话框中选择已经存在的地质资料文件，注意，如果选择的文件不存在，软件将自动按照新建地质资料文件处理。

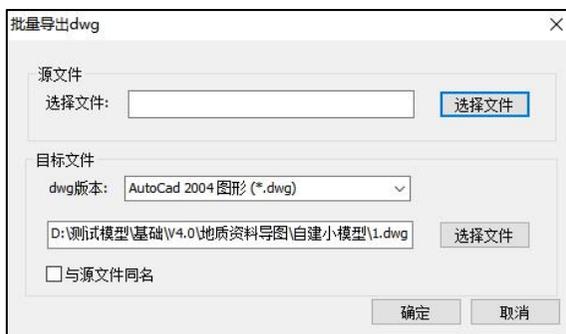


打开文件对话框

六、合并 dwg 图

为了减少人工操作，新版本将平面图和剖面图分开进行转换。同时，地勘单位提供的原始钻孔剖面有时为每个孔点一张 dwg 图，在进行剖面转图时，用户可以利用此功能，将多张 dwg 剖面图合为一张。

单击“合并 dwg 图”按钮，弹出下列对话框：



上面选择需要合并的多张 dwg 图原路径，下面为合图导出的路径，默认为模型的根目录。



批量选择要合并的图纸，点击“打开”，再点击确定，生成合并图纸，目标文件目录下可查看导出的指定版本合并完成的 cad 图纸。

七、导入平、剖面图

【导入平面图】用于直接导入 CAD 中的孔点平面信息

【导入剖面图】用于将地勘单位提供的孔点剖面图中的土层信息，包括土层主层号、亚层号及标高等信息导入 YJK 地质资料中，并可在土层信息中查看和修改导入的结果。需注意必须先进行平面图导入才能进行剖面的导入。

导图的操作步骤如下：

1. 导入平面图

1) 打开文件

点击“导入平面图”按钮后，软件将进入平面图识图界面，该功能用于将地勘单位提供的孔点平面位置图导入 YJK 地质资料模型，可以识别孔点的编号、坐标及孔点标高信息。区别于 v3.1.0 及 v3.1.1，v4.0 版本的地质资料转图不再要求用户以衬图的方式插入图纸，而是当选取完图纸后，程序将自动进入识图界面。



软件自动加载平面图

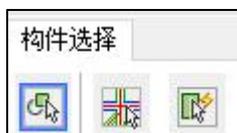
2) 选取图素

操作左侧菜单，识别图上孔点的各项内容。

平面图需要拾取的图素，包括下面几种：



为了保证用户能够快速准确的选取到图纸中的有效图素，软件提供了 3 种不同的选取方式，分别为：（1）选择图层；（2）选择图素；（3）按特征选择同类图素。分别对应下图中的 3 个按钮：



(1) 选择图层：

鼠标点选图面上的某一图素，软件将把与该图素相同图层的所有内容加入到所选集中。

比如点选某一个孔点位置的圆孔图素，如果屏幕上显示的是所有圆孔的图形，没有与圆孔无关的内容，且圆孔本身没有遗漏，这样的孔点位置图层是满足转换要求的。

如果还显示了其他构件的图形，说明该图层被多个构件类型混用，此时应定义新的图层，把其他的非圆孔的图形放到新的图层上。

如果显示的圆孔的内容不全，说明圆孔还使用了其他的图层，此后选圆孔时需要选择多个圆孔的图层。

(2) 选择图素：

通过点选衬图中的单一图素，可以直接将该图素加入到选择集中。

(3) 按特征选择同类图素

需要根据某种图形特征快速选择所有该特征的图素时，可使用本菜单。这样的特征包括颜色、线型、直线或者曲线、填充等属性，以及文字的不同属性。

鼠标点选图形中符合特征的某一图形，软件首先弹出该图形的属性特征表，确认后当前图形上的所有符合该特征的图形加亮标记，如果符合要求，用户点击空格键即可直接导入选择集。

最常用的是对构件进行图层分离的操作，即对原来内容混用的图层，通过特征选出需剥离内容的图形，再为剥离的内容建立新的图层，也就是说对剥离内容的图形重新定义新的图层名称。



当需要选出特定的文字字符时，在点取字符图形后，弹出如下对话框，应勾选“文字内容”项，下面弹出“文字匹配通配符含义”文字过滤的说明。可见#（井号）代表数字字符，@（At）代表字母字符，.（句点）匹配任意非字母数字字符，*（星号）代表任意字符，等等。

例如，输入#，可选出一位的数字，输入##，可选出二位的数字；输入@，可选出一位的字母，输入@@，可选出二位的字母；

例如，由于平面图中的孔点编号和孔点标高都在同一图层，且字高、角度、对齐方式均相同，两者唯一的区别是孔点编号没有小数点，孔点标高存在小数点。此时，在【文字内容】中输入筛选命令“~*.*”，即代表需要排除包含“.”的字符串。

3) 生成平面图数据

使用已选图形查看选择结果，确认无误后点击上方菜单中的“生成地勘数据”：



弹出地勘识图结果对话框，点击“导出数据”导出平面图识图数据。

序号	孔点编号	孔点X坐标	孔点Y坐标	土层标高
1	1孔点	10808.27	4035.04	0.00
2	2孔点	11071.33	4183.04	0.00
3	3孔点	10795.18	4011.48	0.00
4	4孔点	10831.52	4032.41	0.00
5	5孔点	10914.97	4074.87	0.00
6	6孔点	10822.16	4010.94	0.00
7	7孔点	10850.26	4029.34	0.00
8	8孔点	10873.03	4042.44	0.00
9	9孔点	10895.78	4055.57	0.00
10	10孔点	10941.28	4081.83	0.00
11	11孔点	10964.03	4094.95	0.00
12	12孔点	10986.77	4108.10	0.00
13	13孔点	11003.49	4117.72	0.00
14	14孔点	11023.55	4129.30	0.00

2.导入剖面图

1) 打开文件

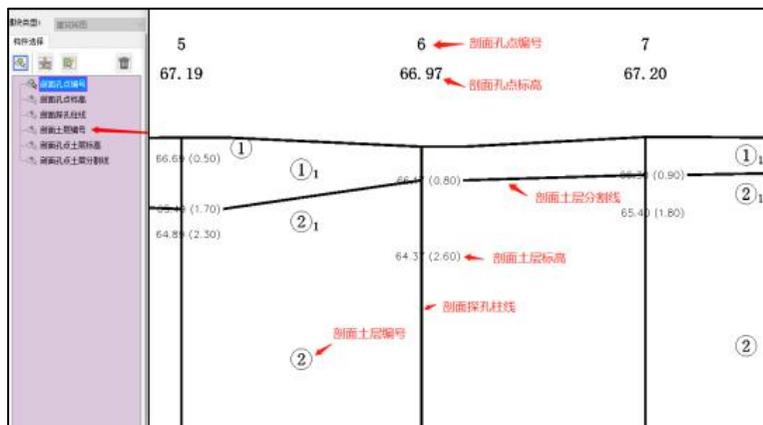
点击“导入剖面图”，与平面图相同，选取图纸后程序直接进入导图界面。



软件自动加载剖面图

2) 选取图素

剖面图中的图素包括下面几种：



3) 生成剖面图数据

使用已选图形查看选择结果，确认无误后点击上方菜单中的“生成地勘数据”：



弹出地勘识图结果对话框，查看并修改识别结果，点击“导出数据”导出剖面图识图数据。

孔点编号	层号	土层主层号	土层亚层号	土层标高
26孔点				
	1	1	0	26.67
	2	2	0	23.47
	3	3	0	21.17
	4	4	0	19.07
25孔点				
	1	1	0	26.95
	2	2	0	23.95
	3	3	0	20.95
	4	4	0	18.75
7孔点				
	1	1	0	27.19
	2	2	0	23.69
	3	3	0	21.69

平面图绘图比例
1: 1000

导出数据
取消

修改生成的地勘数据

八、土层信息参数表：

【土层信息参数表】用于设定各类土的物理力学指标。

【土层信息参数表】界面如下图所示。所有参数均放开修改，用户可根据实际地勘报告增减土层、分别输入主层号及亚层号，同时支持修改每个土层的状态参数。软件还在该界面的右下角增加了【标准参数表】按钮，其中的内容与旧版地质资料中的【土层信息参数表】完全一致，方便用户查询使用。

在土层参数信息表中，点击土层名称，名称右侧会出现下拉菜单，下来菜单中的内容与右下角的【标准参数表】中的内容一致，当选取下拉菜单中的内容后，程序将会自动填写【标准参数表】中的相关土参数。

第三章 地质资料

土层参数信息表

土层压缩模量获取方式: 添加行 插入行 删除行

土名称	主层号	亚层号	极限桩侧阻力(kPa)	极限桩端阻力(kPa)	回弹模量(MPa)	压缩模量(MPa)	重度(kN/m ³)	摩擦角(°)	粘聚力(kPa)	状态参数	状态参数含义	地基特征值
数据修改后, 是否关联至孔点												
			是	是	是	是	是	是	是	是		
填土	1	0	0.00	0.00	4.80	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)	180.0
淤泥质土	2	0	0.00	0.00	4.80	3.00	16.00	2.00	5.00	1.00	(定性/-IL)	180.0
红黏土	3	0	0.00	0.00	4.80	10.00	18.00	5.00	0.00	0.20	(含水量)	180.0
细砂	4	0	0.00	0.00	4.80	31.50	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)	180.0
砾砂	5	0	0.00	0.00	4.80	40.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)	180.0
中风化岩	6	0	0.00	0.00	4.80	20000.00	24.00	50.00	200.00	200000...	(单轴抗压)	180.0
新鲜岩	7	0	0.00	0.00	4.80	40000.00	24.00	50.00	200.00	400000...	(单轴抗压)	180.0
漂石	8	0	0.00	0.00	4.80	50.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(单轴抗压)	180.0

标高参数
 结构物±0对应的地质资料标高(m): 孔口标高(m): 探孔水头标高(m): 标高说明 标准参数表

将土层参数应用到全部钻孔 确定 取消

土层信息参数表

标准参数表

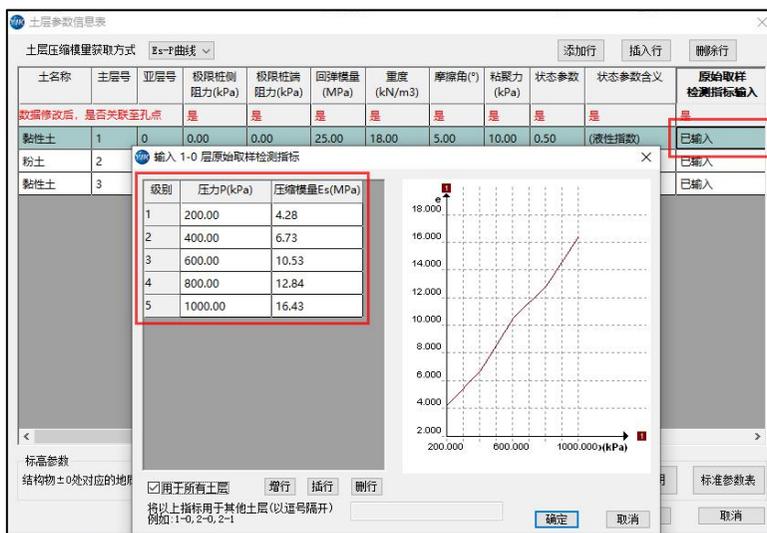
土名称	压缩模量(MPa)	重度(kN/m ³)	摩擦角(°)	粘聚力(kPa)	状态参数	状态参数含义
填土	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)
淤泥	2.00	16.00	0.00	5.00	1.00	(定性/-IL)
淤泥质土	3.00	16.00	2.00	5.00	1.00	(定性/-IL)
黏性土	10.00	18.00	5.00	10.00	0.50	(液性指数)
红黏土	10.00	18.00	5.00	0.00	0.20	(含水量)
粉土	10.00	20.00	15.00	2.00	0.20	(孔隙比e)
粉砂	12.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
细砂	31.50	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
中砂	35.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
粗砂	39.50	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
砾砂	40.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
角砾	45.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
圆砾	45.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
碎石	50.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
卵石	50.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
风化岩	10000.00	24.00	50.00	200.00	100000.00	(单轴抗压)
中风化岩	20000.00	24.00	50.00	200.00	200000.00	(单轴抗压)
微风化岩	30000.00	24.00	50.00	200.00	300000.00	(单轴抗压)
新鲜岩	40000.00	24.00	50.00	200.00	400000.00	(单轴抗压)

确定 取消

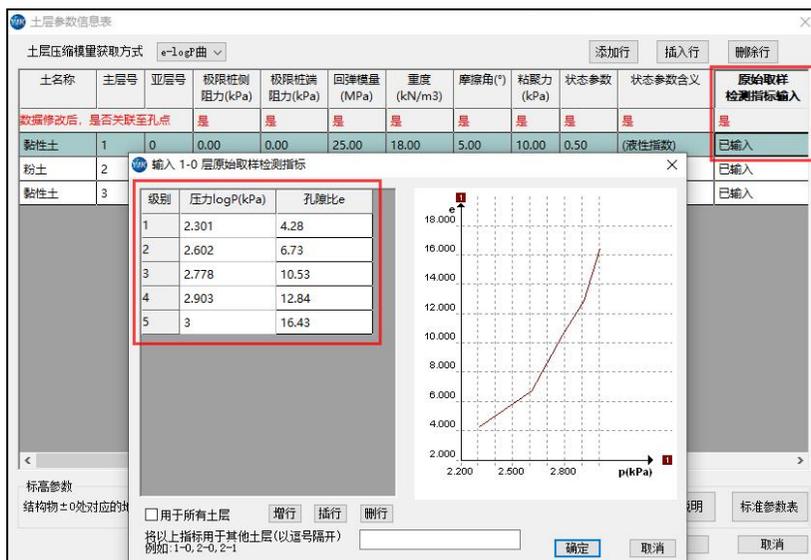
标准参数表

【土层压缩模量获取方式】

选择 Es-P 曲线获取土层压缩模量后，土层参数信息表中压缩模量列消失，参数表中增加“原始取样检测指标输入”列，点击输入后弹出 Es-P 曲线输入列表，然后根据岩土工程勘察报告中提供的地质资料输入对应的压力和压缩模量即可输入 Es-P 曲线，如下图。



与“Es-P”曲线输入方式类似，选择“e-lg P”曲线获取土层压缩模量后，土层参数信息表中压缩模量列消失，在参数表中“原始取样检测指标输入”列中输入数据。在“e-lg P”列表中输入对应的压力和孔隙比即可，如下图所示。



由于地基变形具有非线性性质，因此采用某一固定压力段 E_s 计算时，沉降计算会产生一定误差。输入 E_s - P 或 e - $\lg P$ 曲线后，软件可以根据基底下计算土层的自重应力和附加应力读取对应压力的压缩模量进行变形计算，每个计算压缩土层均计算出了其压缩模量，从而得到更为准确的地基沉降量。单构件沉降局部计算书见下图。

*YJK-F独立基础56 - 记事本				
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)				
总荷载(kN)	$\Sigma(F+G)=0.0$			
独基底面积(m ²)	AREA=44.9			
基底上土自重压力(kPa)	P _c =287.2			
基底附加压力(kPa)	P ₀ =0.0			
沉降经验系数	$\psi=0.620$			
计算土层厚度	$\Delta Z=0.8$			
压缩层序号	压缩模量(MPa)	土层厚度(m)	附加应力(kPa)	压缩量(mm)
(1)	5.39	0.80	0.4	0.0557
(2)	5.47	0.80	0.0	0.0042
(3)	5.55	0.80	0.1	0.0113
(4)	5.64	0.80	0.5	0.0737
(5)	5.73	0.80	1.3	0.1812

【将土层参数应用到全部钻孔】用于将全部土层信息赋予到所有已经建立的孔点中。

当某一孔点内的土参数与总表中的参数不一致时，程序将优先按单独孔点中的土参数执行，当相邻孔点中的土参数不一致时，孔点与孔点之间位置的计算，将采用线性差值法进行计算。

九、输入孔点

【输入孔点】用于增加新的孔点，并将孔点布置在相应的位置。

点击【输入孔点】菜单后，用户需要输入新增孔点的位置，用户可以在屏幕上鼠标左键点取相应位置，也可以在命令行输入孔点坐标（单位 m）进行孔点布置。用户一次可以布置任意多个孔点，点击鼠标右键，完成输入，如果鼠标左键点取过程中，输入键盘“Esc”键，则将取消输入孔点操作。

十、复制孔点

【复制孔点】用于土层参数相同的孔点布置。也可以将对应的土层厚度相近的孔点用该菜单进行输入，然后再编辑孔点参数。

点击【复制孔点】，先选择需要复制的孔点(可以选择多个)，鼠标右键结束选点，然后用户选择复制孔点的实际插入位置完成命令。孔点生成之后，其土层与被复制孔点的土层参数相同，而不是与土层信息参数表相同。

十一、删除孔点

【删除孔点】用于删除多余的勘探孔点。

点击【删除孔点】，软件提示选择要删除的孔点，软件支持鼠标左键框选：用户按鼠标左键不放，移动鼠标，框选需要删除的任意多个孔点，然后放开鼠标左键，软件即可删除选中的孔点，完成删除孔点命令。

十二、编辑孔点

【编辑孔点】用于修改与实际参数不相符的孔点参数，包括孔点坐标，土层参数等。

点击【编辑孔点】菜单后，弹出“孔点土层参数表”对话框。对话框包括孔口标高、探孔水头标高、孔口的 X、Y 坐标，以及土层相关的各土层物理指标参数。以上的这些参数都可修改。若想添加或删除某一层土可以使用增行或删除命令。

当前操作的孔点编号：列出了当前地质资料文件的所有孔点的编号，用户在下拉框中选择要进行修改的孔点编号，然后进行修改其相关参数，修改的相关参数只对该编号的孔点有效，目前只支持孔口标高和探孔水头标高对所有孔点有效，选择该“应用于所有点”即可。

孔点土层参数表

当前操作的孔点编号: 24

孔口标高(m): 4.37 用于所有点

孔点坐标X(m): 79.71

探孔水头标高(m): 4.37 用于所有点

孔点坐标Y(m): 8.28

增行 插行 删行

层号	土名称	土层厚度(m)	极限控制阻力(kPa)	极限桩端阻力(kPa)	压缩模量(Mpa)	重度(kN/m ³)	摩擦角(度)	粘聚力(kPa)	状态参数	状态参数含义
1层	1-1 填土	2.30	300.00	1800.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	
2层	1-2 填土	1.20	300.00	1800.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)
3层	2-2 填土	4.80	300.00	1800.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)
4层	3-0 填土	11.20	300.00	1800.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)
5层	4-1 填土	15.50	300.00	1800.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)
6层	4-2 填土	21.20	300.00	1800.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)
7层	4-3 填土	3.50	300.00	1800.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)

按标高输入土层

确定 取消

单点编辑

孔口标高：用于计算各层土的层底标高。第一层土的底标高为孔口标高减去第一层土的厚度；其它层土的底标高为相邻上层土的底标高减去该层土的厚度。

十三、平移对位

【平移对位】用于整体平移地质资料孔点，使其与目标位置进行准确对位。

点击【平移对位】菜单，软件自动拾取全部孔点，然后根据命令行提示“拾取基点”点取基点位置（也可以在命令行输入坐标位置），将地质资料孔点图移到目标位置完成操作。本操作完成后，所有的孔点坐标均按照实际情况重新计算。

厚度；其它层土的底标高为相邻上层土的底标高减去该层土的厚度。

十四、旋转对位

【旋转对位】用于旋转孔点，使其与目标位置进行准确定位。

点击【旋转对位】菜单，软件自动拾取全部孔点，然后根据命令行提示“拾取基点”点取基点位置（也可以在命令行输入坐标位置），此基点是旋转圆的圆心，将地质资料孔点图移到目标位置完成操作。

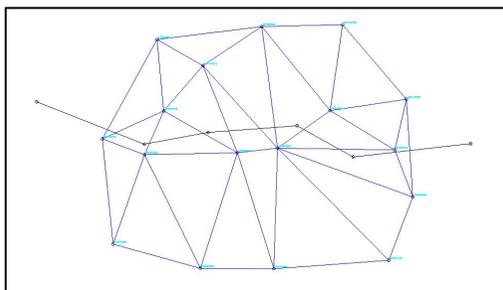
十五、缩放对位

【缩放对位】用于整体缩放地质资料平面图的大小，相当于改变孔点之间的距离。

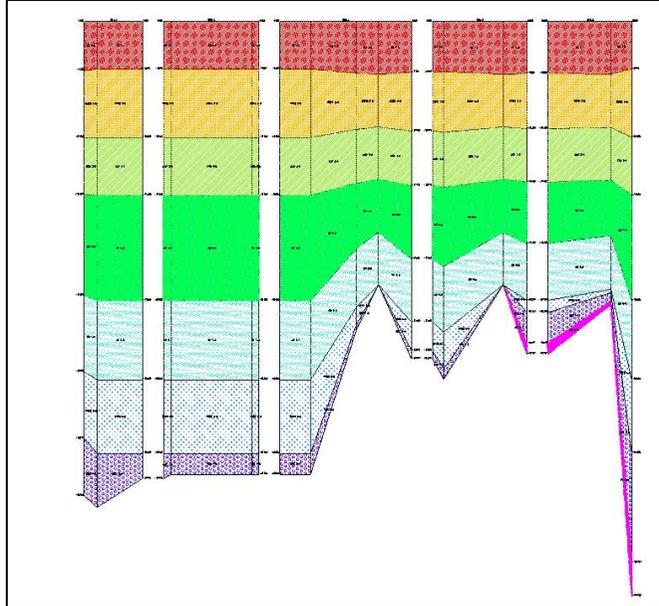
点击【缩放对位】菜单，软件自动拾取全部孔点，然后根据命令行提示“拾取基点”点取基点位置（也可以在命令行输入坐标位置），此基点是整体缩放的基点，输入缩放比例后完成整体的缩放。

十六、线段剖面图

单击“线段剖面图”，根据命令栏的提示依次按鼠标左键在地质剖面平面中绘制一段多段线，当绘制完毕时点击鼠标右键完成绘制：

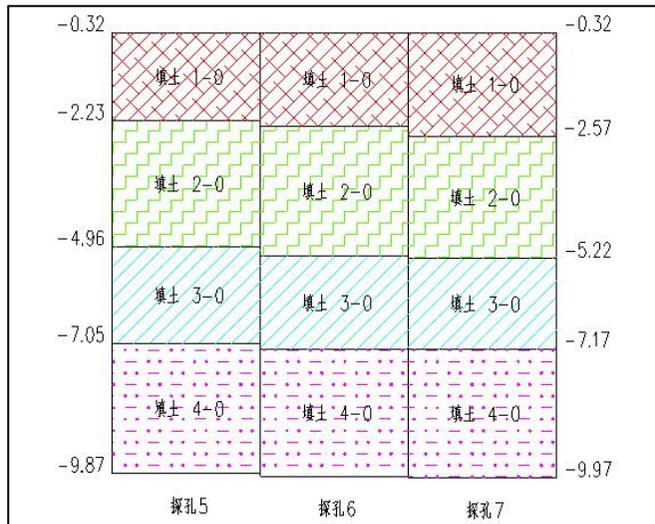


然后点击空白位置，即可绘制当前多段线路径上对应的土层剖面图，如下图所示：



十七、孔点剖面图

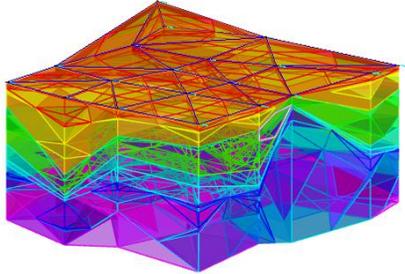
点击【孔点剖面】菜单，用户点取要生成孔点剖面的位置，一次可以选择多个位置，然后点击右键，软件自动生成孔点剖面图。



孔点剖面图

十八、土层三维图

绘制土层三维图：



土层三维图

十九、保存为 dwg 图

可以将当前的图形保存为 dwg 格式的文件。

二十、切换旧版地质资料

点击【切换旧版地质资料】，可以使用先前版本旧版地质资料的输入方式进行地质资料的输入。

第四节 旧版地质资料操作菜单说明

旧版地质资料的操作菜单，如下图：



地质资料

一、地质资料

地质资料数据文件名为*.DZ。

二、新建地质资料

【新建地质资料】用于新建地质资料文件。

鼠标在此处延迟，将显示当前使用地质资料的路径。

点击【新建地质资料】菜单后，屏幕弹出新建文件对话框。用户在此对话框中，指定文件的路径和文件名称。输入文件名称时，可以带扩展名 dz，也可以不带，如果用户没有输入扩展名，软件将自动添加扩展名 dz。如果用户在此选择一个已经存在的地质资料文件，软件将自动打开该文件。

三、打开地质资料

【打开地质资料】用于打开已经存在的地质资料文件。

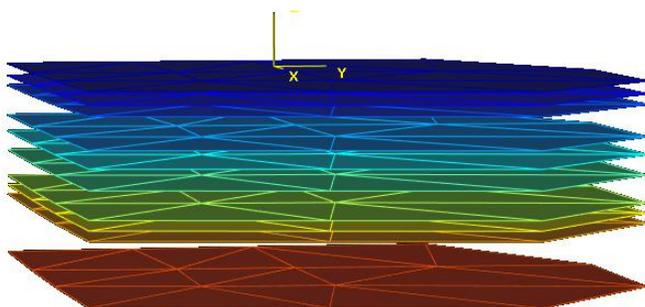
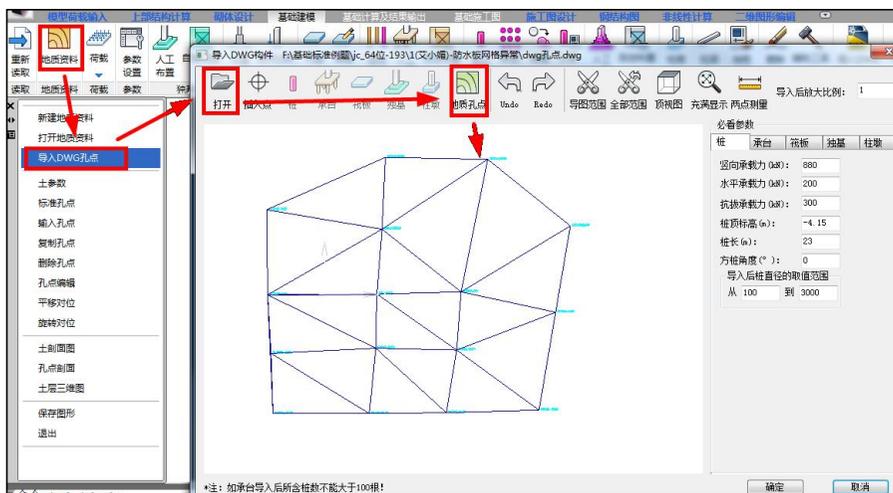
点击【打开地质资料】菜单后，屏幕弹出的对话框与【新建地质资料】菜单弹出对话框相同（图 3.4）。用户在此对话框中选择已经存在的地质资料文件，注意，如果选择的文件不存在，软件将自动按照新建地质资料文件处理。



打开文件对话框

四、导入 Dwg 孔点

【导入 Dwg 孔点】用于将用户已经布置好的地质资料孔点 dwg，通过导入孔点方式导入 YJK 当前例题中。孔点带原有土层信息一并导入。



导入 Dwg 孔点

五、土参数

【土参数】用于设定各类土的物理力学指标。

点击【土参数】菜单后，屏幕弹出“默认土参数表”对话框。表中列出了 19 类常见的岩土类号、名称、压缩模量、重度、内摩擦角、粘聚力、状态参数。

用户应根据自己实际的土质情况对默认参数修改，特别是需要用到的那些土层的参数。程序给出“默认土参数表”数据，是为了方便用户在此基础上修改。用户修改后，点击“确定”按钮使修改数据生效。

如果用户修改了“默认土参数表”数据。修改信息并不存入地质资料文件(dz 文件)中，程序将此数据保存到 YJK 安装目录下的 dzzl.dat 文件当中，以便多个地质资料文件共享。

土名称	压缩模量 (MPa)	重度 (kN/m ³)	摩擦角 (度)	粘聚力 (kPa)	状态参数	状态参数含义
1 填土	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/孔)
2 淤泥	2.00	16.00	0.00	5.00	1.00	(定性/孔)
3 淤泥质土	3.00	16.00	2.00	5.00	1.00	(定性/孔)
4 黏性土	10.00	18.00	5.00	10.00	0.50	(液性指数)
5 红黏土	10.00	18.00	5.00	0.00	0.20	(含水量)
6 粉土	10.00	20.00	15.00	2.00	0.20	(孔隙比e)
71 细砂	12.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
72 细砂	31.50	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
73 中砂	35.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
74 粗砂	39.50	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
75 砾砂	40.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
76 角砾	45.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
77 圆砾	45.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
78 碎石	50.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
79 卵石	50.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
81 风化岩	10000.00	24.00	50.00	200.00	100000.00	(单轴抗压)
82 中风化岩	20000.00	24.00	50.00	200.00	200000.00	(单轴抗压)
83 微风化岩	30000.00	24.00	50.00	200.00	300000.00	(单轴抗压)
84 新鲜岩	40000.00	24.00	50.00	200.00	400000.00	(单轴抗压)

土层参数表

1、当用户完成一个单元格的输入时，用户按键盘的 Tab 键，或者是回车键，输入焦点将会自动转到下一个单元格，方便用户快速输入。该操作对地质资料的其它表格同样有效。

2、点击“确定”按钮将保存表格的修改，然后关闭对话框；如果点击“取消”按钮，将直接关闭对话框，不做保存操作，点击对话框右上角的小叉，与“取消”按钮操作相同。地质资料其它相关的对话框，“确定”，“取消”，功能与此相同，不再介绍。

3、表格中的蓝色部分，代表固定行或者是列，用户不可以修改。

4、无桩基础只需压缩模量参数，不需要修改其它参数。

5、所有土层的压缩模量不得为零。

六、标准孔点

【标准孔点】用于生成标准土层参数表，作为生成各个孔点土层数据的模板。每层土的参数包括层号、土名称、土层厚度、极限侧摩擦力、极限桩端阻力、压缩模量、重度、内摩擦角、粘聚力和状态参数等 10 个信息。

首先用户应根据所有勘探点的地质资料，将建筑物场地地基土统一分层。分层时，可暂不考虑土层厚度，把土层其它参数相同的土层视为同层。再按实际场地地基土情况，从地表面起向下逐一输入土层，形成地基土分层表。这个孔点可以作为输入其它孔点的

“标准孔点土层”。

点击【标准孔点】菜单后，屏幕弹出标准孔点的土层参数表。

层号	土名称 (单位)	土层厚度 (m)	极限抗侧 阻力(qsk)kPa	极限桩端 阻力(qpk)kPa	重度 (dN/m ³)	摩擦角 (度)	粘聚力 (kPa)	状态参数	状态参数含义	原始取样检 测指标输入
1层	4 黏性土	10.00	20.00	0.00	19.00	4.10	42.00	0.50	(液性指数)	未输入
2层	4 黏性土	10.00	30.00	1200.00	19.00	4.10	41.00	0.50	(液性指数)	未输入
3层	32 中风化岩	10.00	55.00	2400.00	24.00	50.00	35.00	100000.00	(单轴抗压)	未输入
4层	33 微风化岩	10.00	80.00	4000.00	24.00	50.00	50	200000.00	(单轴抗压)	未输入

标高
 结构物±0.000对应的地质资料标高 (m) 6.35 孔口标高 (m) 5 探孔水头标高 (m) 4.5 标高说明

标准孔点

“**增行**”按钮，用于在表格最末增加一行。新增行的数据是复制最后一行的数据，用户根据实际情况修改。

“**插行**”按钮，用于在表格当前选择行之前插入一行，新插入行的数据，是复制当前行数据，用户根据实际情况修改。

增行和插行产生的新行的文字，软件用蓝色表示，以方便用户识别。

“**删行**”按钮，用于删除用户选中的当前行。用户选择的当前行，软件将其背景设为灰色,方便用户识别。勾选时按照标高方式输入每层土的地面标高

“**按照标高输入孔点**”，不勾选该选项，那么孔点输入是按照土层厚度的方式输入，反之，按照土层底面标高的方式输入，本参数不只是控制标准孔点的输入，在孔点编辑对话框中，同样也是本开关控制。在切换开关时，土层厚度转换为底层标高，或者标高转换为厚度，软件自动计算，如上图：孔口标高 5m,第一层土厚度为 10m,那么勾选本参数，底面标高自动设置为-5m。

“**标高说明**”按钮，弹出对话框，对“结构物±0.000 对应的地质资料标高”、“孔口标高”、“探孔水头标高”进行说明：

“**土层压缩模量采用土层原始采样指标计算**”选项：

土层压缩模量输入方式有两种，一种是用用户直接输入压缩模量，另外一种勾选土层压缩模量采用土层原始取样指标计算。勾选“土层压缩模量采用土层原始取样指标计算”，点击图上的“未输入”，可以输入土的原始取样指标。

根据《建筑地基基础设计规范》GB5007-2011 的 5.3.5 条文说明：

1 压缩模量的取值，考虑到地基变形的非线性性质，一律采用固定压力段下的 E_s 值必

然会引起沉降计算的误差，因此采用实际压力下的 E_s 值，即

$$E_s = (1 + e_0) / \alpha$$

式中： e_0 ——土自重压力下的孔隙比；

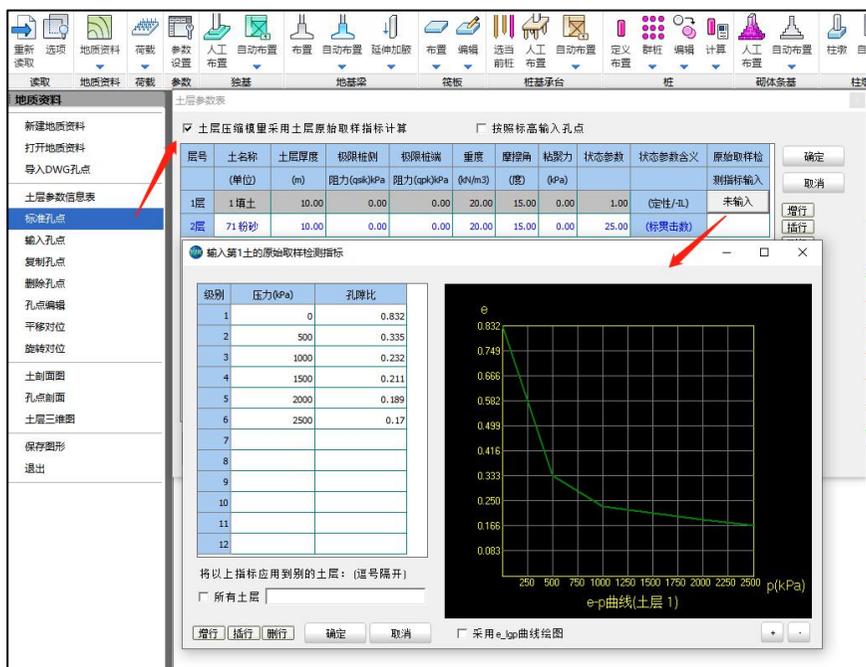
α ——从土自重压力至土的自重压力与附加压力之和压力段的压缩系数。

直接输入 E_s 进行沉降有关计算，见下图：



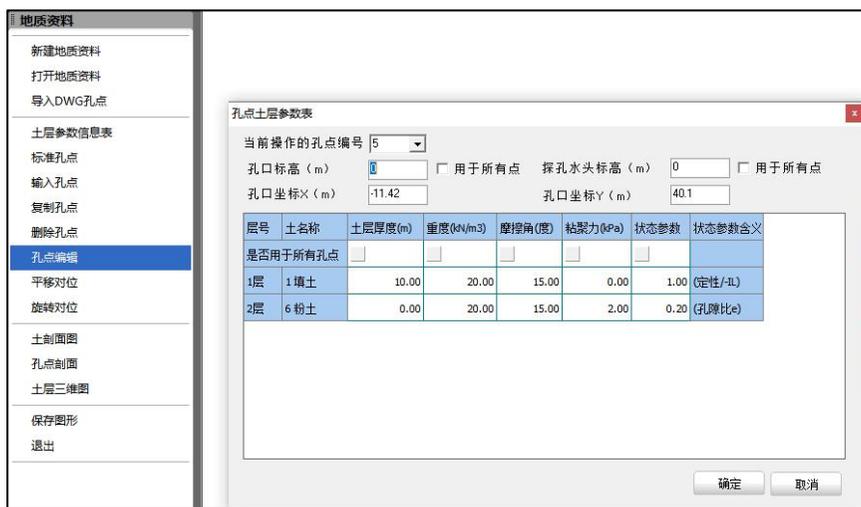
按 EP 曲线方式输入，软件自动根据实际压力按规范要求计算 E_s 。EP 曲线输入见下

图：



注意事项:

- 1) 软件目前只支持按 EP 曲线方式进行计算。未实现对 e-logP 曲线方式进行有关计算。
- 2) 各孔点的 EP 曲线必须同标准孔点, 见下图, EP 曲线方式不允许在【孔点编辑】中再编辑 (无原始取样检验指标输入一栏)。



按 EP 曲线方式进行沉降计算时，即使整个工程是只有一种均值土层，不同位置不同深

度的沉降计算点也取土自重压力至土的自重压力与附加压力之和压力段测算的的压缩模量，

示例见下图：

YJK-计算元4612.out - 记事本

* 按修正的分层总和法计算板元中心处的沉降($s = \psi * \sum s$)

* ψ : 沉降经验系数(取参数对话框中输入的值,输入1.0时按地基规范第5.3.5条计算)

* ΔZ : 计算土层的厚度(m)

* P_0 : 基底附加压力(kPa)

* E' : 压缩模量(MPa)

* Z_n : 压缩层厚度(m)

* $\sum s$: 分层压缩量之和(mm)

* s : 地基最终变形量(mm)

沉降经验系数 $\psi=0.758$

计算土层厚度 $\Delta Z=1.0$

基底附加压力 $P_0=193.6$

压缩层序号	压缩模量(MPa)	土层厚度(m)	附加应力(kPa)	土的自重应力(kPa)	压缩量(mm)
(1)	5.38	1.00	193.3	16.3	36.8278
(2)	5.88	1.00	202.0	26.5	24.5186
(3)	6.34	1.00	200.3	36.7	31.5867
(4)	6.86	1.00	195.0	46.9	28.4168
(5)	7.20	1.00	188.4	57.1	26.1733
(6)	7.45	1.00	181.1	67.3	24.3163
(7)	7.73	1.00	173.2	77.5	22.4094
(8)	8.07	1.00	165.1	87.7	20.4702
(9)	8.45	0.90	157.3	97.4	16.7511
(10)	8.65	1.00	149.5	107.0	17.2808
(11)	8.79	1.00	141.5	117.2	16.0986
(12)	8.95	1.00	132.7	127.4	14.9238
(13)	9.15	1.00	126.2	137.6	13.7915
(14)	9.40	1.00	119.1	147.8	12.6750
(15)	9.70	1.00	112.3	158.0	11.5860
(16)	10.07	1.00	106.0	168.2	10.5252
(17)	10.53	1.00	100.0	178.4	9.4928
(18)	11.11	1.00	94.3	188.6	8.4880
	$E' = 7.56$	$Z_n = 17.90$			$\sum s = 256.2418$
					$s = 270.2000$

一律采用固定压力段下的 E_s 值必然会引起沉降计算的误差，相比传统方式采用录入 EP

曲线的采用实际压力下的 E_s 值，可以提升沉降有关计算的精确性。

传统采用的固定压力段一般是 100~200kp 值。相比采用 EP 曲线，如果实际压力段小于

100~200kp，沉降计算采用的 ES 会偏大，沉降计算结果产生偏小的误差；如果实际压力段大于 100~200kp，沉降计算采用的 ES 会偏小，沉降计算结果产生偏大的误差。

七、输入孔点

【输入孔点】用于增加新的孔点，并将孔点布置在相应的位置。

点击【输入孔点】菜单后，用户需要输入新增孔点的位置，用户可以在屏幕上鼠标左键点取相应位置，也可以在命令行输入孔点坐标（单位 m）进行孔点布置。用户一次

可以布置任意多个孔点，点击鼠标右键，完成输入，如果鼠标左键点取过程中，输入键盘“Esc”键，则将取消输入孔点操作。

如果用户一次布置多个孔点，而且采用在命令行输入坐标的方式，那么一定注意，第一次输入的是相对于坐标原点的坐标，第二次输入的坐标为相对于第一次输入点的坐标，第三次为相对于第二次输入点的坐标，以此类推。用户可以根据孔点图中显示的坐标来判断输入的坐标是否正确。一旦孔点生成，其土层分层数据自动取【标准孔点】菜单中“土层参数表”的内容。

八、复制孔点

【复制孔点】用于土层参数相同的孔点布置。也可以将对应的土层厚度相近的孔点用该菜单进行输入，然后再编辑孔点参数。

点击【复制孔点】，先选择需要复制的孔点(可以选择多个)，鼠标右键结束选点，然后用户选择复制孔点的实际插入位置完成命令。孔点生成之后，其土层与被复制孔点的土层参数相同，而不是与标准孔点土层参数相同。

九、删除孔点

【删除孔点】用于删除多余的勘探孔点。

点击【删除孔点】，软件提示选择要删除的孔点，软件支持鼠标左键框选：用户按鼠标左键不放，移动鼠标，框选需要删除的任意多个孔点，然后放开鼠标左键，软件即可删除选中的孔点，完成删除孔点命令。

十、孔点编辑

【孔点编辑】用于修改与实际参数不相符的孔点参数，包括孔点坐标，土层参数等。

点击【孔点编辑】菜单后，弹出“孔点土层参数表”对话框。对话框包括孔口标高、探孔水头标高、孔口的 X、Y 坐标，以及土层相关的各土层物理指标参数。以上的这些参数都可修改。如果用户想去掉某层多余的土层，直接将其厚度改为 0。

当前操作的孔点编号：列出了当前地质资料文件的所有孔点的编号，用户在下拉框中选择要进行修改的孔点编号，然后进行修改其相关参数，修改的相关参数只对该编号的孔点有效，如果希望该修改对其他的孔点也有效，那么选择该参数对应的“应用于所有点”即可。

孔点土层参数表

当前操作的孔点编号: 1

孔口标高(m): 0 用于所有点 探孔水头标高(m): 0 用于所有点

孔口坐标X(m): 12.71 孔口坐标Y(m): -0.2

层号	土名称	土层厚度(m)	压缩模量(Mpa)	重度(kN/m ³)	摩擦角(度)	粘聚力(kPa)	状态参数	状态参数含义
是否用于所有孔点	<input type="checkbox"/>							
1层	1 填土	10.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/FL)

确定 取消

单点编辑

孔口标高: 用于计算各层土的层底标高。第一层土的底标高为孔口标高减去第一层土的厚度; 其它层土的底标高为相邻上层土的底标高减去该层土的厚度。

十一、平移对位

【平移对位】 用于整体平移地质资料孔点, 使其与目标位置进行准确对位。

点击**【平移对位】**菜单, 先选择需要平移的孔点(可以选择多个), 鼠标右键结束选点, 然后根据命令行提示“拾取基点”点取基点位置(也可以在命令行输入坐标位置), 将地质资料孔点图移到目标位置完成操作。本操作完成后, 所有的孔点坐标均按照实际情况重新计算。

厚度; 其它层土的底标高为相邻上层土的底标高减去该层土的厚度。

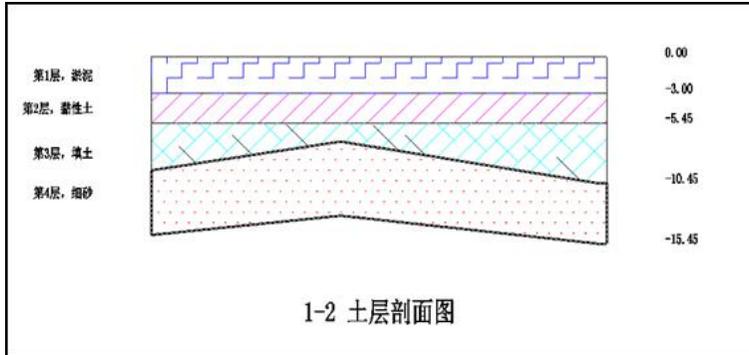
十二、旋转对位

【旋转对位】 用于旋转孔点, 使其与目标位置进行准确定位。

点击**【旋转对位】**菜单, 先选择需要旋转的孔点(可以选择多个), 鼠标右键结束选点, 然后根据命令行提示“拾取基点”点取基点位置(也可以在命令行输入坐标位置), 此基点是旋转圆的圆心, 将地质资料孔点图移到目标位置完成操作。

十三、土剖面图

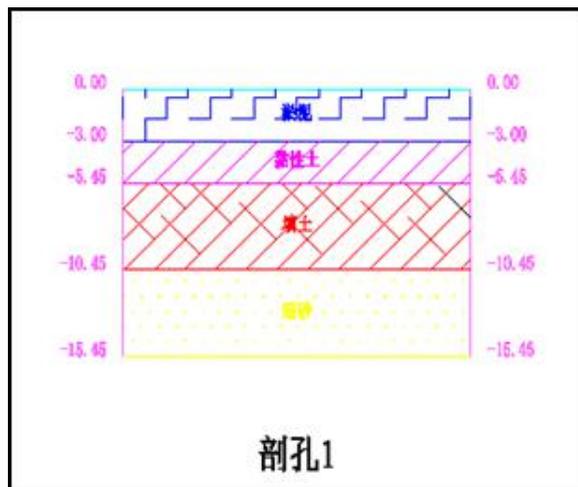
绘制两点连线的地质剖面图。点击**【土剖面图】**菜单, 软件提示选取第一点, 然后选取下一点, 软件自动绘制出用户所选位置的土层剖面图。



土层剖面图

十四、孔点剖面图

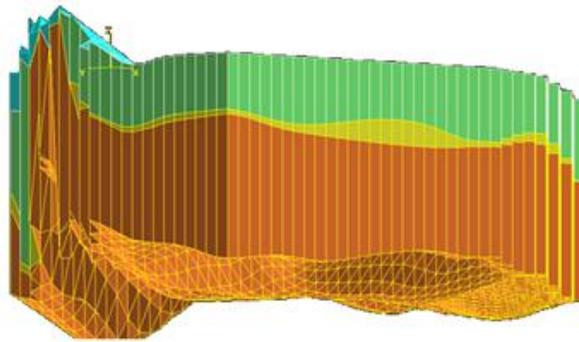
点击【孔点剖面】菜单，用户点取要生成孔点剖面的位置，一次可以选择多个位置，然后点击右键，软件自动生成孔点剖面图。



孔点剖面图

十五、土层三维图

绘制土层三维图：



土层三维图

十六、地质资料数据文件格式

选择一个地质资料文件（扩展名 dz），并用文本方式打开，显示如下：

第一行： 4, 2, 3, 10.200, 9.130, 9.2, 0, 0

4: 为孔点个数

2: 三角形划分个数

3: 为土层数

10.200: 为结构物正负 0.00 对应的地质资料标高

9.130 : 为孔口标高

9.20 : 为探孔水头标高

0: 为标志位, 1, 压缩模量采用计算, 0, 为用户输入

0: 为标志位, 1 按标高输入土层, 0 按厚度输入土层

第二行： 1, 1, 2, 3

1, 三角形序号

1, 2, 3 分别为三角形顶点的孔点号

第三行： 2, 3, 2, 4 同第二行

第四行： 2, 4, 72

共三层土, 每层土的编号

第五行： 1, 52.49, 27.12, 9.13, 9.20; POINT

1: 为孔点序号

52.49, 27.12: 为孔点坐标, 单位 m

9.13: 孔口标高, 单位 m

9.20: 探孔水头标高

第六行到第第八行, 第一孔点的土层信息

1, -8.42, 2.00, 14.80, 0.5, 1.5, 0.90

1, 为土层序号

-8.42, 土层层底标高

2.00, 压缩模量 MPa

14.80, 重度 kN/m³

0.50, 状态参数

1.50, 摩擦角度

0.9, 粘聚力

后面的行数到 Fs 行数之前的, 解释与第五行到第八行相同

Fs, Fp, DaTa: 之后的行数, 为标准孔点的土层信息

1 0.00 1000.00 17.55 2.00 14.80 1.50 0.90 0.50

1, 为土层序号

0.0, 极限桩侧阻力 kPa

1000.00, 极限桩端阻力 kPa

17.55, 土层厚度

14.80, 压缩模量

1.50, 摩擦角度

0.9, 粘聚力

0.50, 状态参数

e-p DATA: 之后的数据暂时不用, 不做解释

第四章 荷载

本软件按照如下方式处理荷载：

1、自动读取上部结构分析程序传下来的各单工况荷载标准值（包括恒、活、风、地震、人防和吊车）和平面荷载（建模退出时竖向导荷生成的荷载）。

可以读取上部结构自定义的恒、活、风、地震、人防荷载。

2、对于每一个上部结构分析程序传来的荷载工况，程序自动读出调整前的各种荷载工况下的内力标准值。柱传递荷载记录 N 、 M_x 、 M_y 、 Q_x 、 Q_y ；墙线传递荷载记录 N （轴力）、 M_x （平面内弯矩）、 M_y （平面外弯矩）、 Q_x 、 Q_y ，柱、墙荷载标注方式和上部结构计算中的柱底、墙底内力相同。

上部计算的挡土墙土、水荷载，自定义恒、活可以通过选择方式读入。

基础中用的荷载组合与上部结构计算所用的荷载组合是不完全相同的，读取内力标准值后根据基础设计需要，程序将其代入不同荷载组合公式，形成各种不同工况下的荷载组合。

3、程序自动按照《荷载规范》和《地基基础规范》的有关规定，在计算基础的不同内容时采用不同的荷载组合类型。

在计算地基承载力或桩基承载力时采用荷载的标准组合；在进行基础抗冲切、抗剪、抗弯、局部承压、配筋计算时采用荷载的基本组合；在进行沉降计算时采用准永久组合。在进行正常使用阶段的挠度、裂缝计算时取标准组合和准永久组合。程序在计算过程中会识别各组合的类型，自动判断是否适合当前的计算内容。

4、可输入用户自定义的附加荷载标准值，附加荷载标准值分为恒荷载与活荷载两种。

附加荷载可以单独进行荷载组合，并进行相应的计算；如果读取了上部结构分析程序传来的荷载，程序可以将用户输入的附加荷载标准值与读取的荷载标准值进行同工况叠加，然后再进行荷载组合。

5、可在筏板定义时输入筏板上的附加荷载，可输入的工况有恒、活、水浮力、人防荷载。对这些荷载输入和修改可按筏板细分的单元为单位进行。

6、覆土重可由统一的覆土厚度和容重生成，也可以以不同基础为单元或不同筏板单元为目标进行修改。

7、按工程用途定义相关荷载参数，满足基础设计的需要。

工程情况不同，荷载组合公式中的分项系数或组合值等系数也会有差异。对于每一种荷载组合类型，程序可自动取用相关规范规定的荷载分项系数、组合值系数等，这些系数可以人工修改。

第一节 荷载组合

本菜单用于选择需要的荷载组合、输入荷载分项系数、组合系数等参数。如下图：

请输入荷载组合参数

执行《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068)

重力荷载分项系数: 1.2

由永久荷载效应控制永久荷载分项系数: 1.35

由可变荷载效应控制永久荷载分项系数: 1.3

可变荷载分项系数: 1.5

活荷载组合值系数: 0.7

活荷载准永久值系数: 0.5

风荷载组合值系数: 0.6

地震作用组合风荷载组合系数: 0.2

活荷载重力代表值组合系数: 0.5

水平地震作用分项系数: 1.3

竖向地震作用分项系数: 0.5

吊车荷载组合值系数: 0.7

吊车荷载准永久值系数: 0

选择荷载来源

平面恒活标准值

YJK-A计算荷载

SATWE计算荷载

计算恒活标准值

风荷载标准值

地震荷载标准值

人防荷载标准值

不考虑顶板人防

吊车荷载标准值

自定义荷载

活荷载折减系数

自动按楼层折减活荷载

活荷载按楼层折减系数: 1

基础以上层数	折减系数
1	0.90
2-3	0.85
4-5	0.70
6-8	0.65
9-20	0.60
20层以上	0.55

<<建筑抗震规范>>6.2.3柱底弯矩放大系数: 1.0不放大

土压力,水压力,自定义荷载

抗浮力组合系数

确定 取消

荷载组合参数

对其中几个参数说明如下：

《建筑抗震规范》6.2.3 柱底弯矩放大系数:《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.4.17 条规定“对有抗震设防要求的结构,当地下一层结构顶板作为上部结构嵌固端时,嵌固端处的底层框架柱下端截面组合弯矩设计值应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定乘以其抗震等级对应的增大系数。

当平板式筏基的顶板作为上部结构的嵌固端、计算柱下板带截面组合弯矩设计值时,

底层框架柱下端内力应考虑地震作用组合及相应的增大系数”。

软件中提供了根据《建筑抗震规范》6.2.3 不同的框架等级，柱底弯矩需乘的不同增大系数的列表，供用户选择。

活荷载折减系数：当“自动按楼层折减活荷载”选项打‘√’后，程序会根据与基础相连接的每个柱、墙上面的楼层数进行活荷载折减。基础 YJK-F 读入的是上部未折减的调整前荷载标准值，用户可以在此基础上修改，所以上部结构分析程序中输入的活荷载按楼层折减系数对传给基础的荷载标准值没有影响。不选则按照用户输入的活荷载系数折减。

土压力-水压力-自定义荷载：用户自己控制是否将上部结构计算的挡土墙土压力、自定义恒载增加到计算恒载中；是否将上部结构计算的挡土墙水压力、自定义活载增加到计算活载中。

上部结构计算的挡土墙土压力和自定义恒载工况叠加到计算恒载中；将上部结构计算的挡土墙水压力和自定义活载工况叠加到计算活载中，从而实现考虑这些荷载对基础构件内力配筋等计算结果的影响。

注意：当上部结构计算没有土压力、水压力或自定义荷载工况时，本项按钮变灰。

点开本项按钮后出现如下选择框，用户在基础设计中需要考虑的荷载工况旁打钩即可。上面的选项控制土压力、水压力是否传到基础。下面框中显示控制上部结构自定义的恒载或者荷载工况。



土压力-水压力-自定义荷载

上部结构计算中对于存在地下室情况，会增加一个土压力和水压力工况，

上部结构中还可由用户自定义多个恒载和活载工况。这些工况如果选择了加入到计算荷载中，则在相应的荷载组合表的单工况就是 0 值，不管组合系数多少，即同一组组合不能两次重叠计算。

抗浮力组合系数：新版基础软件增加了对抗浮力组合系数的自定义功能。如果执行《建筑工程抗浮技术标准》第 6.3.7 条，在上部结构建模荷载输入时，需将《抗浮标准》表 6.3.7 列举的 3 类重力荷载分别输入。

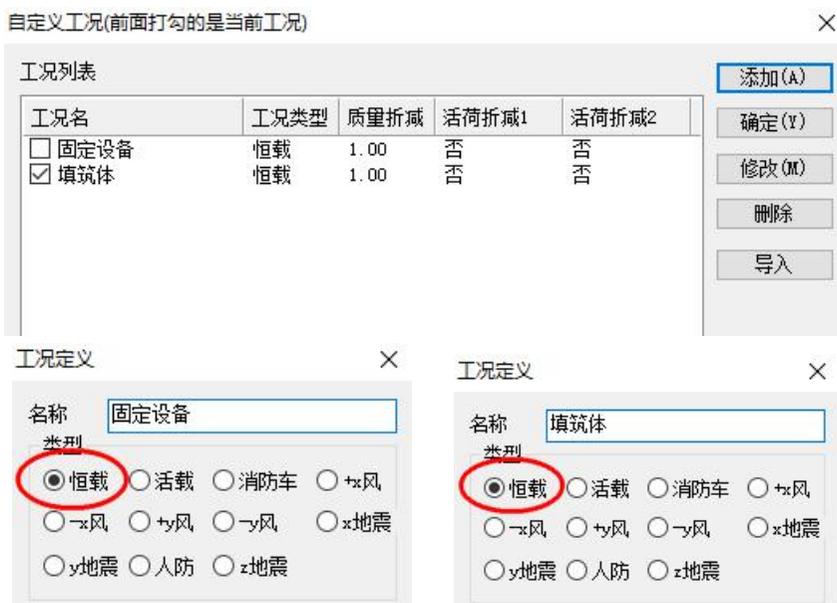
6.3.7 用于抗浮稳定性验算的总抗浮力应按表 6.3.7 组合系数计算确定。

表 6.3.7 抗浮力组合系数

荷载类型	对抗浮稳定不利时		对抗浮稳定有利时	
	甲级	乙级及以下	甲级及乙级	丙级
结构自重、结构和构件提供的抗拔力	1.10	1.05	1.0	1.05
结构内部固定设备、永久堆积物	1.05	1.0	0.95	1.0
结构上部填筑体、结构内部填筑体	1.0	0.95	0.9	0.95

第 1 类可按常规恒载工况输入，第 2 类、第 3 类，需按自定义恒载工况输入。

如下图所示，定义 2 个自定义工况，分别命名为“固定设备”和“填筑体”，工况类型选为“恒载”。



在<基础建模>模块点<荷载组合>，弹出对话框后点<抗浮力组合系数>按钮，然后设置抗浮力组合系数。

抗浮力组合系数的默认值，柱(墙)荷载、附加荷载、基础自重、覆土重、板面荷载为 1.0，自定义恒载为 0.9。

如果某个自定义恒载表示固定设备或永久堆积物的自重，按《抗浮标准》表 6.3.7，可将 0.9 修改为 0.95。



后续的抗浮稳定验算，按<抗浮力组合系数>计算总抗浮力。

荷载来源：若要选用某上部结构设计程序生成的荷载工况，则选取列表框中相应荷载项前显示☑，表示荷载选中，变灰的荷载表示此工况没有进行计算。程序读取相应程序生成的荷载工况的标准内力当做基础设计的荷载标准值，并自动按照相关规范的要求进行荷载组合。荷载来源包括如下内容：

一、平面荷载（PM 恒活标准值）

“平面荷载”是在“模型荷载输入”退出时执行的选项：“竖向导荷”后形成的，包括平面恒荷载标准值和平面活荷载标准值。它是各层平面荷载导算、再逐层下传的过程，简称“平面荷载”。

程序生成“平面荷载”的过程是：

- (1) 自动计算各楼层结构杆件的自重，作为恒荷载的一部分。
- (2) 各层的恒荷载和活荷载向作为支座的柱、墙和支撑传导计算。

程序首先将作用在每个房间楼板上的均布面荷载向房间周边的梁或墙杆件导算，包括恒荷载和活荷载，生成了作用在梁或墙杆件上的荷载值。楼板自重可以由用户选择直接输入或者由程序自动计算。再叠加用户在建模中输入在梁、墙、节点上的荷载。然

后对每一层分别作交叉梁系计算，生成作为支座的柱、墙和支撑上的荷载。恒荷载和活荷载分别导算。计算时，假定柱、墙和支撑没有竖向位移，都是固定的支座。

(3) 将柱、墙或支撑上的荷载逐层向下传递，形成每层柱、墙和支撑的底部的荷载。这种传递是沿着柱、墙或支撑杆件的直接传递，没有考虑竖向杆件本身的变形。逐层下传到底层后，即生成作用在基础的荷载，分别为恒荷载和活荷载，即“平面荷载”。

“平面荷载”为恒荷载和活荷载的标准值。对于活荷载，程序可以考虑活荷载考虑楼层数量的折减。是否考虑折减在程序中是一个选项，由用户选择。

“平面荷载”的主要特点：

“平面荷载”的生成过程和结果，与传统的手工导算荷载相近。由于假设柱、墙或支撑沿竖向没有位移，所以各柱、墙或支撑承担的荷载主要和它们支撑的荷载面积有关，而与它们本身的刚度无关。如果认为建筑结构在恒荷载下的变形在逐层施工的过程中已经完成或大部分完成，并且通过施工抄平消除了竖向位移差，那么这样的假定带来的误差是工程允许的。

相对于上部结构三维计算传来的荷载，由于计算与柱、墙或支撑的刚度有关，其计算结果常造成墙类杆件下的荷载过大，而与墙相邻的柱下荷载过小的失真现象；而“平面荷载”分布比较均衡。

在“平面荷载”中，柱、墙或支撑下的力只有作用在杆件形心的轴向力，没有弯矩和剪力。

“平面荷载”用于整体型基础和条形基础的设计，一般可以得到比较理想的结果。

二、上部结构三维计算传来的荷载

基础程序可以读取上部结构分析程序计算结果中的柱、墙内力作为基础设计的外荷载。可以选择 YJK-A 计算结果荷载或 SATWE 计算结果荷载。

上部结构分析程序传来的荷载工况包括恒载、活载、风载(双向)、地震作用(三向)、吊车荷载、人防荷载。

注：SATWE 计算结果荷载与 YJK-A 计算结果荷载只能二选一，并且使用 SATWE 计算结果荷载前必须使用 YJK-A 计算完成后，并且二者要在相同的路径下面。

在上部结构设计中有一部分荷载是没有输入的，如首层填充墙重量，底层设备重量等。这些荷载需要在基础设计时以附加荷载的形式补充输入。当输入了附加荷载后，上部结构分析程序传来的单工况内力中的恒载和活荷载要分别叠加输入的附加荷载中的恒

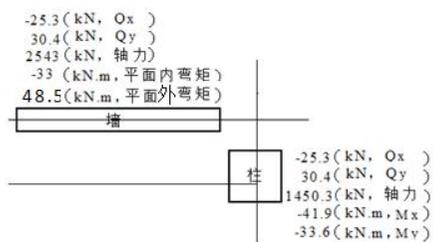
载和活荷载后在进行荷载组合。

上部结构分析程序传来的荷载标准值中，恒载和活荷载各一组，风荷载分为 X 向风荷载和 Y 向风荷载，地震作用分 X 向地震作用、Y 向地震作用和竖向地震作用。上部结构分析程序中吊车荷载有很多组互斥的荷载工况，程序从这些荷载工况找到一些有代表性的荷载组合传给基础程序。这些吊车荷载工况我们称之为预组合内力。基础程序读取其中的 8 组预组合内力，即：

- 1) 吊车 1：非地震作用 N_{max} 及对应的 $+M_{x_{max}}$
- 2) 吊车 2：非地震作用 N_{max} 及对应的 $-M_{x_{max}}$
- 3) 吊车 3：非地震作用 N_{max} 及对应的 $+M_{y_{max}}$
- 4) 吊车 4：非地震作用 N_{max} 及对应的 $-M_{y_{max}}$
- 5) 吊车震 1：地震作用 N_{max} 及对应的 $+M_{x_{max}}$
- 6) 吊车震 2：地震作用 N_{max} 及对应的 $-M_{x_{max}}$
- 7) 吊车震 3：地震作用 N_{max} 及对应的 $+M_{y_{max}}$
- 8) 吊车震 4：地震作用 N_{max} 及对应的 $-M_{y_{max}}$

三、上部荷载显示

显示选择的单工况或荷载组合的上部传递荷载。单工况为某种单个工况的荷载值，荷载组合基本组合、标准组合和准永久组合，荷载组合是采用了荷载参数定义中各种分项系数的组合值。



上部荷载显示内容

此功能只有显示作用，【基础计算及结果输出】也有【上部荷载】显示菜单，功能更为强大，可以打印编辑，可以输出 DWG 图，可以显示荷载目标组合等。

第二节 附加荷载

本菜单用于用户输入附加荷载，允许输入点荷载和均布线荷载。附加荷载包括恒载效应标准值和活载效应标准值，附加荷载会与上部结构传下来的荷载工况进行同工况叠加，然后再进行荷载组合。

通过【点附加荷载】、【墙梁附加荷载】、【删除附加荷载】等菜单实现对于附加荷载的编辑。点荷载中弯矩的方向遵循右手螺旋定则，轴力方向向下为正，剪力沿坐标轴方向为正。

一般来说，框架结构首层填充墙或设备重，在上部结构建模时没有输入。当这些荷载是作用在基础上时应按附加荷载输入。

一、点附加荷载

	N_x (kN)	N_y (kN)	N (kN)	M_x (kN·m)	M_y (kN·m)
恒载标准值:	1000	100	120	0	0
活载标准值:	1000	0	0	0	0

点附加荷载

点附加荷载布置在有柱或有墙构件的节点上，输入值允许向下轴力 N (kN)、力矩 M_x 和 M_y ($kN \cdot m$)、水平力 Q_x 和 Q_y (kN)。输入值后，在平面布置图上按柱或节点显示。

二、墙梁附加荷载

	Q (kN/m)	M 内 (kN·m)	M 外 (kN·m)
恒载标准值:	10	0	0
活载标准值:	0	0	0

墙梁附加荷载

墙梁附加荷载布置在上部结构墙、地基梁或拉梁上。输入值向下轴力 Q (kN/m)、平面内力矩 M 内、平面外弯矩 M 外。输入值后，在平面布置图上按墙、地基梁或拉梁显示。

三、删除附加荷载



删除附加荷载

首先选择需要删除的荷载类型：点附加荷载或墙梁附加荷载；然后选择构件或节点网格，直接删除已经布置的荷载。

第三节 各类荷载工况说明

基础承受的各类荷载工况的荷载，除了在基础中输入的附加荷载外，都是由上部结构计算结果传来的，是通过柱、墙杆件传来的，程序将与基础相连的柱、墙杆件计算结果得到的荷载效应转换成作用于基础的外荷载。

一、恒荷载

恒荷载即荷载规范中的永久荷载，其主要包括结构自重、土压力、预应力等。在基础程序中恒荷载主要由上部结构传来，另外首层填充墙的自重（包括面层做法）、拉梁自重应该在基础程序中补充；覆土重是在基础程序中根据需要补充定义的；在一些情况下稳定水头的水浮力也可以当作恒荷载输入。

对于层数较高的建筑，“平面荷载”和“上部结构三维计算程序传来的荷载”中的恒载分布有时有较大的不同。

“平面荷载”是在“模型荷载输入”退出时执行的选项：“竖向导荷”后形成的，它的生成过程和结果，和传统的手工导算荷载相近。由于假设柱、墙或支撑沿竖向没有位移，所以各柱、墙或支撑承担的荷载主要和它们支撑的荷载面积有关，而与它们本身的刚度无关。

“上部结构三维计算程序”传来的荷载向基础传导时考虑了各层柱、墙或支撑的刚度。由于剪力墙和柱在单位面积下竖向荷载差异大，且层数越多累计竖向变形差越大。这就造成竖向变形小的剪力墙吸收了较多的荷载，而与其相邻的柱由于单位面积竖向荷载大，竖向变形大，其下荷载较小甚至出现负值。这种情况的计算结果常常与工程实际的受力状态有较大差距。

“上部结构三维计算程序”在计算恒载时采用一次性加载、模拟施工 1、模拟施工 3 的三种选项对于传到基础的荷载分布也有较大影响。

因此，“平面荷载”下的荷载分布比较均衡。在“平面荷载”中，柱、墙或支撑下的力只有作用在杆件形心的轴向力，没有弯矩和剪力。“平面荷载”用于整体型基础和条形基础的设计，一般可以得到比较理想的结果。

二、活荷载

程序中的活荷载是指荷载规范中的可变荷载中的楼面活荷载、屋面活荷载、积灰荷载和雪荷载等。其它可变荷载如人防荷载、吊车荷载、风荷载、温度荷载需要另外输入。

在《荷载规范》4.1.2 条中规定：计算柱、墙、基础时活荷载应做相应的折减。软件提供两种活荷载折减方式：直接输入活荷载折减系数和自动按楼层数进行折减。

直接输入折减系数时要根据上部结构层数输入相应的折减系数。这种方法仅适用于同一批计算的基础上楼层数相同或相近的情况。例如一个工程裙房是 3 层，主体是 20 层。它们之下基础取用的活荷载折减系数应分别为 0.85 和 0.6，但是此时我们只能输入一个系数。

当选择“自动按楼层折减活荷载”后，程序会自动根据与基础相连接的每个柱、墙上面的楼层数进行活荷载折减。这时查询活荷载的标准值时会发现活荷载的数值已经发生变化，比如在 3 层裙房下程序取活荷载折减系数 0.85，在 20 层主体结构下程序取活荷载折减系数 0.6。

三、风荷载

按照《抗震规范》5.4.1 条的规定：一般结构风荷载不参与地震荷载组合，仅风荷载起控制作用的高层建筑风荷载才参与地震作用组合，其组合值系数为 0.2。并在条文说明中解释：所谓风荷载起控制作用，指风荷载和地震作用产生的总剪力和倾覆力矩相当的情况。

风荷载地震作用组合值系数可以在荷载参数的对话框中填写，即“地震作用组合风荷载组合系数”，当风荷载不需要参与地震作用组合时可以将其填为 0。

如果该值不为 0，则程序会根据同方向原则将风荷载组合入地震作用，即 X 向风和 X 向水平地震作用组合，Y 向风和 Y 向水平地震作用组合，且符号相同。

四、地震作用荷载

在《抗震规范》5.4.1条给出地震作用效应和其它荷载效应的基本组合，见下式：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \psi_w \gamma_w S_w$$

水平地震作用和竖向地震作用分项系数 γ_{Eh} 和 γ_{Ev} 取值为：当仅考虑其中之一时取1.3，当同时作用时竖向地震作用分项系数取0.5。

而对于地震作用效应的标准组合公式规范中并没有规定。程序参照荷载规范中标准组合公式处理方法得到地震作用效应的标准组合公式，即：

$$S = S_{GE} + S_{Ehk} + \psi_{Ev} S_{Evk} + \psi_w \gamma_w S_w$$

其中 ψ_{Ev} 为同时考虑水平地震作用和竖向地震作用时竖向地震作用的组合值系数，取 $0.5/1.3=0.38$ 。这与《抗震规范》条文说明5.4.1条中的0.4相当。

《抗震规范》5.3.1条、5.3.2条和5.3.3条规定以下工程考虑竖向地震作用：

- (1) 9度时的高层建筑
- (2) 平板型网架屋盖和跨度大于24m屋架
- (3) 长悬臂和其它大跨度结构

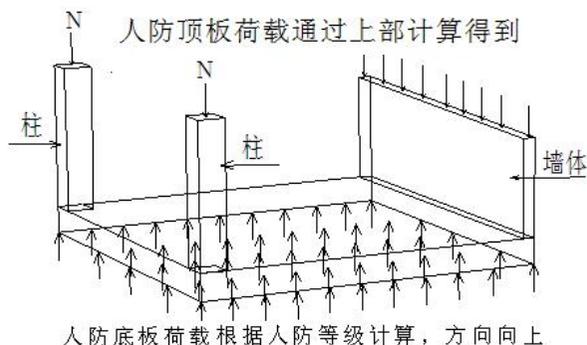
在计算程序中竖向地震作用作为单工况单独计算。

五、人防荷载

人防荷载的等效静荷载需要在“模型荷载输入”菜单的“人防荷载”子菜单中输入，输入的是作用在有人防要求的楼面上的人防面荷载。在此项子菜单里，设计人员可以对不同房间的人防荷载进行修改，也可以只在局部平面的房间布置人防。还可以考虑多层人防情况，多层人防时，程序只选取对基础效应最大的那一层传来的人防荷载，不会将多层人防传来的荷载累加。

人防顶部荷载是否考虑可以通过开关键控制。

人防荷载通过“上部结构计算”的计算结果传来，基础程序读到的是通过柱或墙传来的人防荷载。



人防荷载导算示意图

如果用户要同时考虑作用于基础底板的人防荷载，可以在基础的人防荷载参数中输入人防底板的面荷载。

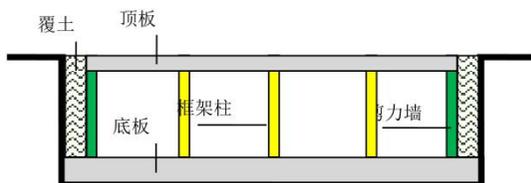
基础底板人防设计时【不考虑顶板人防】参数。勾选该参数将不考虑上部结构计算结果中的通过柱墙传递过来的顶板以及人防墙的人防荷载对基础的影响。用户界面见下图：



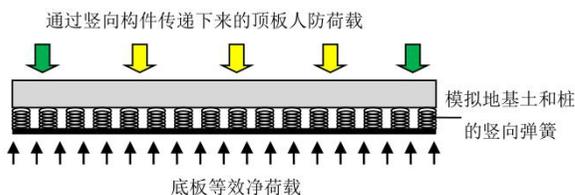
荷载组合对话框

人防荷载下基础底板内力计算通常采用两种力学模型，第 1 种是弹性地基梁板模型，第 2 种是倒楼盖模型。当采用弹性地基梁板模型时，将地基土和桩视为弹性支座，底板上除了要施加方向向上的等效静荷载外，还要施加通过竖向构件传递下来的、方向

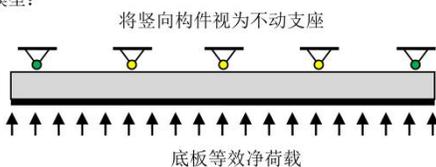
向下的顶板人防荷载。当采用倒楼盖模型时，将竖向构件视为不动支座，底板上只需要施加等效静荷载。



1、弹性地基梁板模型：

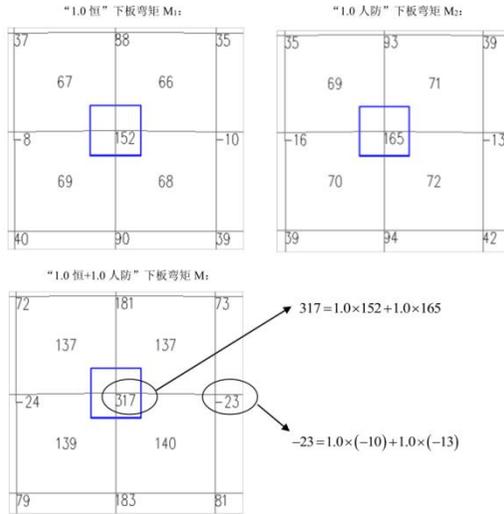


2、倒楼盖模型：



按第 2 种模型计算时，需在【荷载组合】的【请输入荷载组合参数】对话框中勾选“不考虑顶板人防”。

按倒楼盖模型计算时，程序按“线性叠加”原则对人防组合下的弯矩、剪力进行取值。以板弯矩为例，“1.0 恒”作用下弯矩值为 M_1 ，“1.0 人防”作用下的弯矩值为 M_2 ，那么“1.0 恒+1.0 人防”作用下的弯矩值 M 为 $1.0 \cdot M_1 + 1.0 \cdot M_2$ 。框架柱周围的弯矩示意图如下，图中弯矩单位为 $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ ：



无人防情况根据《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）第 8.5.2 条规定“卧置于地基上的混凝土板，板中受拉钢筋的最小配筋率可适当降低，但不应小于 0.15%。”软件默认最小配筋率取 0.15%，用户可以通过参数修改该最小配筋率取值。所以无人防荷载情况下，软件按用户指定最小配筋率控制配筋。



参数输入-材料表

有人防情况下，软件执行《人防规范》4.11.7 规定的构件最小配筋率要求，具体是：

- (1) 软件对于 4 级（核）、4B 级（核）的基础板，如果有板面人防荷载（视为作用有动力荷载）就按混凝土强度等级执行最小配筋率为（0.25%,0.30%,0.35%）。
- (2) 对于核 5、核 6 和核 6B 以及常规人防的基础板，如果是人防组合控制配筋，执行最小配筋率为（0.25%,0.30%,0.35%），如果是非人防组合控制，执行用户设定的最

小配筋率。

- (3) 对于人防组合控制，软件是这样判断的：人防计算配筋大于其他组合计算配筋和按最小配筋率计算的构造配筋。

六、吊车荷载

吊车荷载归于可变荷载，但又有其自身的规律。吊车荷载是移动的荷载，处于不同位置是互斥的不同工况，这一点在处理整体基础时很重要。

上部结构计算传来的吊车荷载是吊车荷载的八种预组合力，即：

- 1) 吊车 1：非地震作用 N_{max} 及对应的 $+M_{xmax}$
- 2) 吊车 2：非地震作用 N_{max} 及对应的 $-M_{xmax}$
- 3) 吊车 3：非地震作用 N_{max} 及对应的 $+M_{ymax}$
- 4) 吊车 4：非地震作用 N_{max} 及对应的 $-M_{ymax}$
- 5) 吊车震 1：地震作用 N_{max} 及对应的 $+M_{xmax}$
- 6) 吊车震 2：地震作用 N_{max} 及对应的 $-M_{xmax}$
- 7) 吊车震 3：地震作用 N_{max} 及对应的 $+M_{ymax}$
- 8) 吊车震 4：地震作用 N_{max} 及对应的 $-M_{ymax}$

上部结构传来的吊车荷载已经根据吊车的台数计算出最大轮压、最小轮压、刹车力等，多台已经乘过荷载折减系数。软件中增加了吊车荷载的基本组合、标准组合等若干种组合项，在各种基础的设计中使用。

七、自定义荷载

上部结构中还可由用户自定义多个恒载、活载、风荷载、地震荷载以及人防荷载工况，并且荷载组合表可以任意修改组合系数：工况。这些工况有两种选择，其一如果通过“土压力—水压力—自定义荷载”选择了增加到计算荷载中，则在相应的荷载组合表的单工况就是 0 值，不管组合系数多少，即同一组组合不能两次重叠计算；其二，通过自定义荷载组合系数增加到每个荷载组合的计算中。



八、水浮力荷载

《建筑地基基础设计规范》第 3.0.2 条第 6 款规定：当地下水埋藏较浅，建筑地下室或地下构筑物存在上浮问题时，尚应进行抗浮验算。

《高规》第 5.0.6 条第 1 款规定：“对地基基础、地下结构应考虑在最不利组合情况下，地下水对结构的上浮作用”；

在<参数输入><水浮力、人防、荷载组合表>对话框输入“水浮力的基本组合系数”。

以前版本的默认值为 1.2，参考了较早发布的《广东省建筑工程抗浮设计规程》(DBJ/T15-125-2017)第 3.0.7 条的要求。

根据《抗浮标准》第 3.0.9 条，新版将“水浮力的基本组合系数”的默认值调整为 1.35。

需注意，老工程的“水浮力的基本组合系数”不会自动改为 1.35。

水浮力参数		
水浮力的标准组合系数：	<input type="text" value="1"/>	<input type="checkbox"/> 历史最低水位参与荷载组合
水浮力的基本组合系数：	<input type="text" value="1.35"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 底板抗浮验算(增加抗浮组合)
历史最低水位(参与组合)(m)：	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 基本组合高水归并
历史最高水位(抗浮设计水位)(m)：	<input type="text" value="0"/>	<input type="checkbox"/> 防水板荷载所有组合都传递到基础 (不勾选只传高水组合)
(*注:水位,相对结构正负0)		

水浮力参数

“历史最低水位参与组合”在每个荷载组合中（准永久、标准、基本组合）计入水浮力，不新增组合，如下：

(1) 准永久组合	1.0恒+0.5活	(1) 准永久组合	1.0恒+0.5活
(2) 标准组合	1.0恒+1.0活	(2) 标准组合	1.0恒 +1.0活-1.05浮(低)
(3) 基本组合	1.2恒+1.4活	(3) 基本组合	1.2恒 +1.4活-1.2浮(低)
(4) 基本组合	1.35恒+0.98活	(4) 基本组合	1.35恒+0.98活-1.2浮(低)

未选择低水位

选择低水位

“底板抗浮验算（增加抗浮组合）”对应“历史最高水位”，勾选此项后，增加标准抗浮组合（1.0 恒-水浮力标准组合系数*水浮力）；原来基本组合增加抗浮（1.2 恒+1.4 活-水浮力基本组合系数*水浮力）等，各项计算（地基土/桩承载力验算、配筋计算等），会随之考虑上述两种组合。

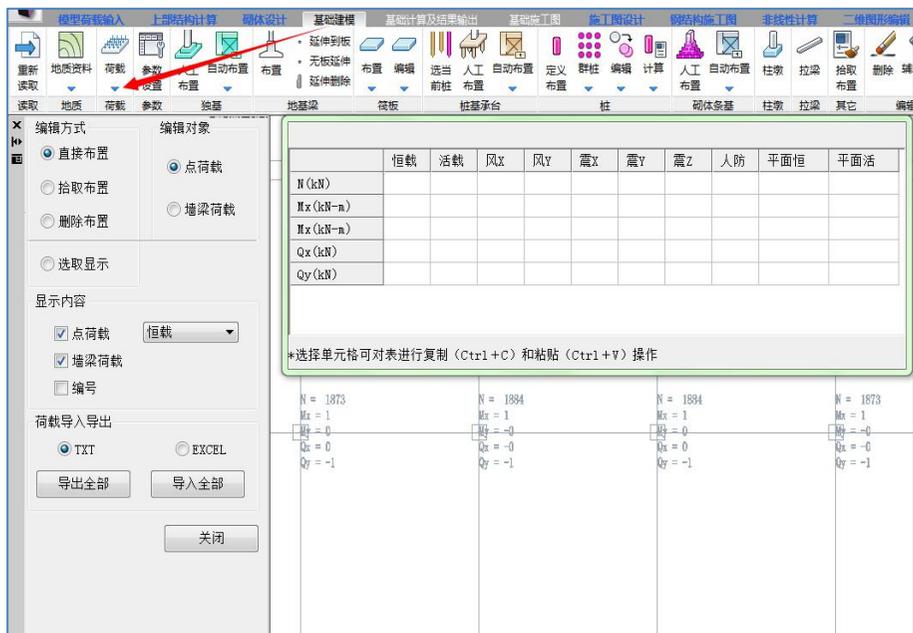
(1)	准永久组合	1.0恒+0.5活	
(2)	标准组合	1.0恒+1.0活	
(3)	标准组合	1.0恒-1.05浮(高)	→ 新增加抗浮标准组合
(4)	基本组合	1.2恒+1.4活	
(5)	基本组合	1.35恒+0.98活	
(6)	基本组合	1.2恒 +1.4活 -1.2浮(高)	
(7)	基本组合	1.35恒+0.98活-1.2浮(高)	
(8)	基本组合	1.0恒 -1.2浮(高)	→ 新增加抗浮基本组合

水浮力荷载组合

“防水板荷载所有组合都传递到基础” 防水板计算模型中不承受上部计算荷载，防水板承受的荷载除水浮力（有时还有人防荷载）外，包括防水板自身的自重、覆土重、用户输入的恒活荷载。一般认为，防水板的恒活荷载可以由防水板的垫层独立承担，所以软件默认该选项不勾选，即认为只含恒活荷载的荷载组合不传递到非防水板基础。勾选此参数后，软件不仅将含高水、含人防荷载的荷载组合传给其他基础，还将其他所有荷载组合都传给其他非防水板基础。由于勾选后考虑了只含恒活荷载的组合到其他基础的传递，其他基础的最大桩土压反力会增加，承载力验算结果更容易出现不满足的情况。

九、荷载修改

对于某些工程项目，上部结构分析是由国外软件设计的，为方便把第三方软件的上部结构荷载导入到 YJK 基础中。在【基础建模】中增加了可以导入导出外部荷载文件、支持多种编辑方式的【荷载编辑】功能，用户界面见下图：



荷载修改

其具体功能包括：

- 1) 可批量导入导出 TXT 或 EXCEL 格式的荷载。
- 2) 可对每个点或墙梁荷载的单工况进行编辑

提供的编辑方式包括：

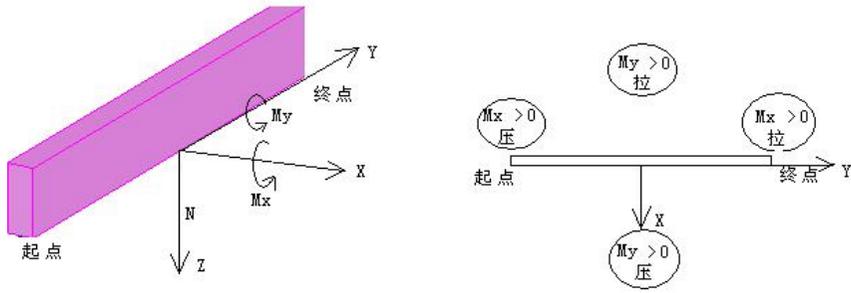
- 1) 【直接布置】：将表格中的荷载对选择的点或墙梁进行单一或批量布置；
- 2) 【拾取布置】：拾取对象的荷载(拾取后也可修改)，并将其布置在其它对象上；
- 3) 【删除布置】：删除选择对象的荷载。

其他按钮功能包括：

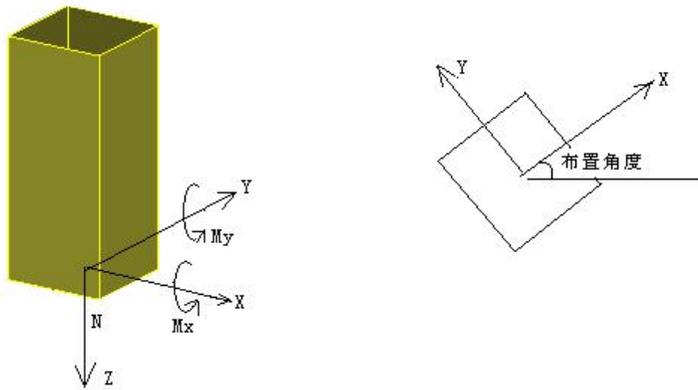
- 1) 【选取显示】用于显示所选对象的全部详细单工况值；
- 2) 【编辑对象】用于限定编辑的范围；
- 3) 【显示内容】控制要显示的各种内容如控制只显示点荷载的风 X 工况；
- 4) 【导入导出】要对全工况的荷载批量导入和导出，支持 TXT 与 EXCEL 文件格式。

十、荷载方向

基础荷载显示的坐标系都是局部坐标系的结果，弯矩、剪力与上部是完全一致的，轴力考虑到基础的设计习惯，与上部的轴力是反向的，如下：



基础墙荷载的方向



基础柱荷载的方向

考虑输入习惯，程序中水浮力与底板人防荷载向上为正值。

第五章 参数设置

YJK-F 基础设计软件中的参数设置用于设置各类基础的设计参数，以适合当前工程的基础设计，包括总参数、地基承载力计算参数、条基自动布置参数、独基自动布置参数、承台自动布置参数、承台规范计算参数、沉降计算参数、桩筏筏板弹性地基梁有限元计算参数、水浮力-人防-荷载组合表，材料表。

参数表中的参数提供导入和导出的功能，可在不同工程之间快速调用相同的参数设置。

当点击【导出】按钮时，会生成一个“模型名称_F.jcpar”的文件，该文件内存有基础计算参数中的所有设置（荷载组合表除外）。将该文件放在需要导入该计算参数的模型文件夹下，点击【导入】按钮即可将文件中包含的计算参数导入到目标模型中。

一、总参数

总参数适用于所有基础的缺省参数。

参数输入-总参数

总参数

结构重要性系数: 1

基础底面以上覆土厚度(m): 0 * 筏板覆土重在筏板布置对话框中设置, 与此参数无关

覆土重度(kN/m³): 20

拉梁承担弯矩比例: 0 * 拉梁承担弯矩比例只影响独基和桩承台的计算

独基、承台自动布置、抗压桩数量图考虑板面恒活低水 [使用说明](#)
 抗拔桩数量图考虑板面恒活高水

抗浮设计

抗浮工程设计等级: 乙级

抗浮稳定安全系数: 1.5

采用通用规范

以下参数变动会引起重读数据

上部门洞墙线是否打断

否 (多用于桩筏筏板弹性地基梁式基础)

是 (多用于独基, 承台式基础)

与基础相接的楼层号输入方式

普通楼层 与基础相接的最大楼层号: 1

广义楼层 与基础相接的楼层号:

(楼层号之间请用, 隔开, 如: 1,2,... 最多9个楼层)

读取空间层(只读取有支座的节点)

导入 导出 确定 取消

总参数

结构重要性系数: 对所有部位的混凝土构件都有效，应按《混凝土结构设计规范》

GB 50010-2010 第 3.3.2 条采用，但不应小于 0.9，其初始值为 1.0。

覆土厚度(m)，覆土重度(kN/m³)：此参数对于承台、独立基础、条形基础的基础设计影响比较大，当计算覆土重时，软件按室内覆土厚度×覆土重度计算；对于筏板是在布置对话框内直接输入，单位 kPa；如果覆土厚度在各处不同，可在前处理的覆土重菜单下修改。

从基础底面开始输入，程序自动扣除基础自重，实际取值为覆土与基础自重的最大值。

拉梁承担弯矩比例：指由拉梁来承受独立基础或桩承台柱底弯矩沿梁方向上的弯矩，以减小独基底面积，影响独基和桩承台的计算，以平衡柱底弯矩。承受的大小比例由所填写的数值决定，如填 0.5 就是承受 50%，填 1 就是承受 100%，其初始值为 0，即拉梁不承担弯矩。

独基承台自动布置、桩数量图考虑低水水浮力：某些临海地区工程需要考虑低水的有利作用，而在建模阶段的基础自动布置功能只考虑了上部荷载。为解决在独基承台自动布置、桩数量图中可以考虑防水板的传递过来的低水有利作用，减少基础的尺寸和桩数量，软件在【基础建模】【参数设置】【总参数】增加了选项。

用户需要先布置一个临时防水板，然后在【基础计算及结果输出】模块完成防水板的计算分析后，再回到【基础建模】删掉防水板，再布置独立基础、承台或者查看需要的桩数量图。

抗浮工程设计等级：应按《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476-2019 第 3.0.1 条填写。抗浮设计时，如果需要考虑结构重要性系数，例如抗浮稳定验算、配筋、抗剪、冲切等，结构重要性系数将受该参数影响，甲/乙/丙级分别取 1.1/1.05/1.0。

需要说明，“结构重要性系数”这个参数以前版本就有，且影响抗浮设计。

改版后，对抗浮设计，结构重要性系数受参数“结构重要性系数”和“抗浮工程安全等级”双控，二者取大。

例如，地基基础设计等级为甲级，抗浮工程设计等级为乙级，此时抗浮设计采用结构重要性系数取 1.1 和 1.05 的较大值，即：1.1。

抗浮稳定安全系数：根据《抗浮标准》第 3.0.3 条，甲、乙、丙级可分别填写 1.1、

1.05、1.0。一般情况下，填写的是使用期的抗浮稳定安全系数。以前执行《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)第 5.4.3 条规定,抗浮稳定安全系数 K_w 一般情况下取 1.05,相当于《建筑工程抗浮技术标准》乙级工程、使用期的抗浮稳定安全系数。

采用通用规范:勾选后程序将按照 2021 通用规范系列执行。不勾选则按照全国规范 2010 版本执行。

当勾选该参数后,后续生成的各项计算书中,相关条文都会被替换:



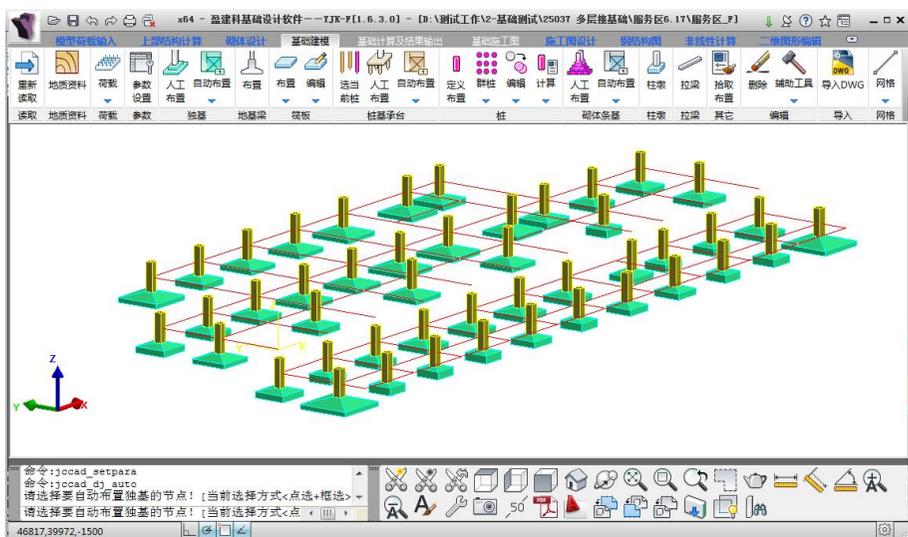
门洞墙线是否打断:对上部结构数据读取时,门洞位置是否增加断点的控制参数,对于分离式基础,参数可以很好处理墙垛;对于筏板基础,如果存在有限元计算应力集中现象,不建议使用。

与基础相接的楼层号输入方式:

1、普通楼层——与基础相接的最大楼层号:用于不等标高的多层基础设计;

由于平面建模程序在进行楼层组装时自动将与“基础相连的最大底标高”参数以下的竖向构件设为支座。当上部结构数据中不存在错层信息,只有一层结构数据(最底层)与基础相连时,平面建模程序将首层柱所在节点、墙左右两端节点、斜撑下节点设为支座。当上部结构数据有多层与基础相连(上部结构数据底层有错层,有多层构件同基础相连)时,平面建模程序会将柱、墙、斜撑下端在“与基础相连的最大底标高”以下并且下端不于其他构件相连的节点设为支座。

每次读入上部模型文件时,软件将设定为支座的节点和其上的构件都会传到基础建模程序中,而不读没有支座节点的墙柱构件,但具体读入的楼层数需要用户输入。



多层基础模型

2、**广义楼层——与基础相接的楼层号**：用于如下图方式建模使用标准层时，基础数据的重新读取方式，“与基础相接的楼层号”输入“1, 16”,表示第1层与第16层与基础相连：

15		15
14		14
⋮		⋮
2	17	2
1	16	1

广义楼层基础模型

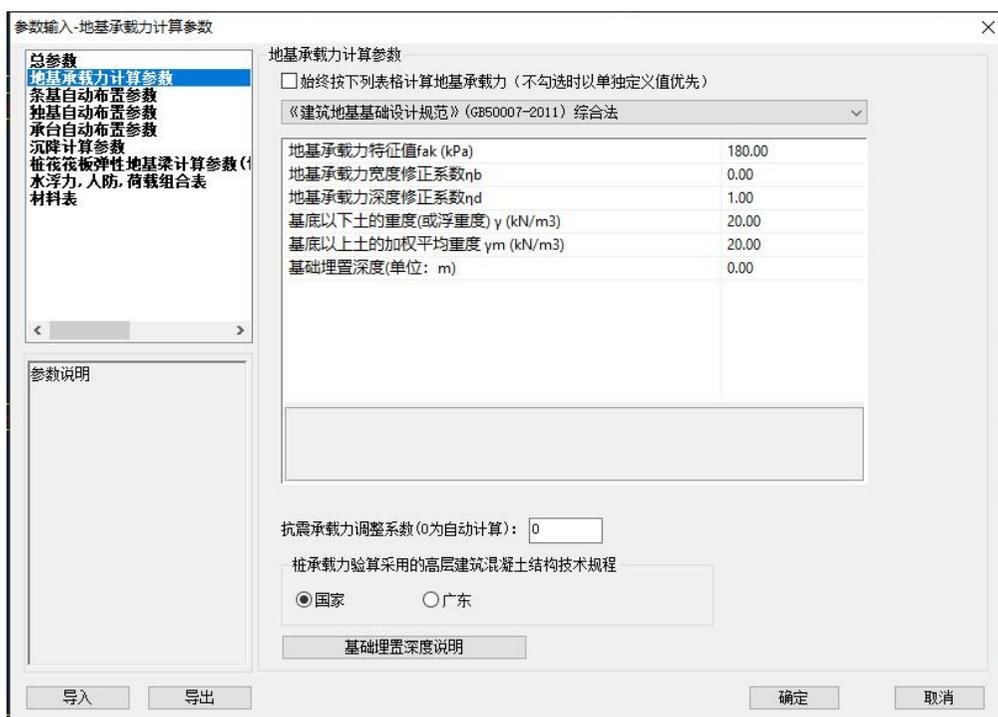
读取空间层：当空间层中有形成支座的节点，勾选后，重新读取时会读取空间层的支座和荷载信息。

二、地基承载力计算参数

这里输入作为总参数的地基承载力特征值、基础宽度和埋深的地基承载力修正系数、基础埋置深度，如果它们在不同基础上数值不同，可在基础定义时修改，如可以通过鼠标双击布置的每个基础（包括独基、条基、承台、筏板、地基梁等），在属性中可以进行单独修改。

程序提供了规范规定的两种确定地基承载力的方法：国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 综合法（载荷试验或其它原位测试、经验值）、国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 抗剪强度指标法（第 5.2.5 条）。还有三种地方规范确定地基承载力的方法：《上海市工程建设规范》DGJ08-11-2010 静桩试验法、《上海市工程建设规范》DGJ08-11-2010 抗剪强度指标法和《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ01-501-2009 综合法。

1、国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011——综合法或《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ01-501-2009——综合法如下：



地基承载力计算参数

计算公式：

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b-3) + \eta_d \gamma_m (d-0.5)$$

式中：

f_{ak} ——地基承载力特征值(kPa)，由用户输入；

b ——基础底面宽度(m), 当基宽小于 3m 按 3m 取值大于 6m 按 6m 取值, 由软件自动按基础底面长、宽的较小值计算;

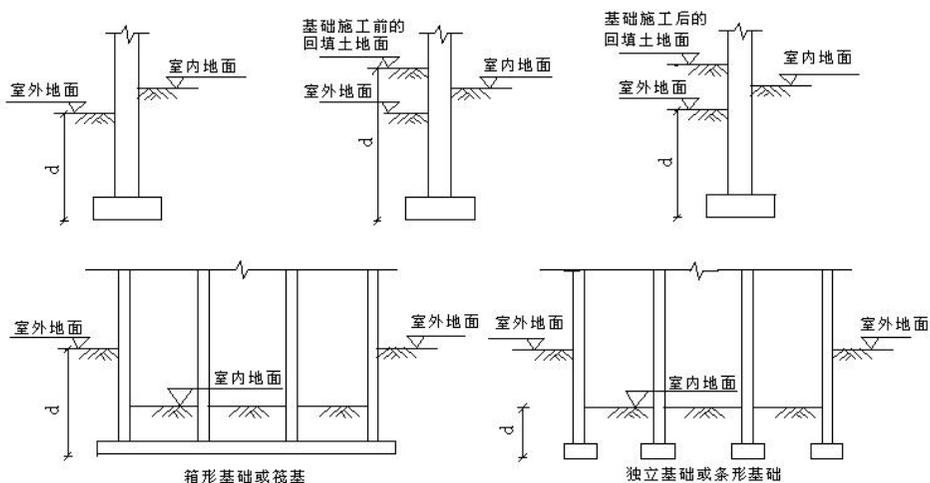
γ ——基础底面以下土的重度, 地下水位以下取浮重度(kN/m³), 由用户输入;

γ_m ——基础底面以上土的加权平均重度, 地下水位以下取浮重度(kN/m³), 由用户输入;

d ——基础埋置深度(m), 一般自室外地面标高算起。在填方整平地区可自填土地面标高算起, 但填土在上部结构施工后完成时应从天然地面标高算起。对于地下室如采用箱形基础或筏基时, 基础埋置深度自室外地面标高算起; 当采用独立基础或条形基础时, 应从室内地面标高算起;

η_b 、 η_d —— 基础宽度和埋深的地基承载力修正系数。

基础埋置深度取值如下:



基础埋置深度 d 的计算

表 5.1 η_b 、 η_d 的取值

土的种类	η_b	η_d
淤泥和淤泥质土	0	1.0

	人工填土 e 或 IL 大于等于 0.85 的粘性土	0	1.0
红粘土	含水比 $aw > 0.8$	0	1.2
	含水比 $aw \leq 0.8$	0.15	1.4
大面积压 实土填土	压实系数大于 0.95, 粘粒含量 $pc \geq 10\%$ 的粉土	0	1.5
	最大干密度大于 $2.1t/m^3$ 的级配砂石	0	2.0
粉土	粘粒含量 $pc \geq 10\%$ 的粉土	0.3	1.5
	粘粒含量 $pc \leq 10\%$ 的粉土	0.5	2.0
	e 及 IL 均小于 0.85 的粘性土	0.3	1.6
	粉砂、细砂(不包括很湿与饱和时的稍密状态)	2.0	3.0
	中砂、粗砂、砾砂和碎石土	3.0	4.4

2、国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011——抗剪强度指标法或《上海市地方标准》DGJ08-11-2010——抗剪强度指标法如下：

参数输入-地基承载力计算参数

总参数

- 地基承载力计算参数
- 条形自动布置参数
- 独基自动布置参数
- 承台自动布置参数
- 沉降计算参数
- 桩筏板弹性地基梁计算参数(水浮力,人防,荷载组合表材料表)

地基承载力计算方法

此参数用于控制地基承载力计算方法。提供5种不同的地基承载力计算方法：**国标2种，上海地标2种，重庆地标1种**。双击构件（独基、条形、筏板、地基梁等），可在属性栏单独修改地基承载力计算参数。

地基承载力计算参数

始终按下列表格计算地基承载力（不勾选时以单独定义值优先）

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011) 抗剪强度指标法

土的粘聚力标准值 c_k (kPa)	10.00
土的内摩擦角标准值 ϕ_k (°)	30.00
基底以下土的重度(或浮重度) γ (kN/m ³)	20.00
基底以上土的加权平均重度 γ_m (kN/m ³)	20.00
<input checked="" type="checkbox"/> 砂土	
基础埋置深度(单位: m)	0.00

抗震承载力调整系数(0为自动计算):

桩承载力验算采用的高层建筑混凝土结构技术规程

国家 广东

基础埋置深度说明

地基承载力计算参数

计算公式：

$$f_a = M_b \gamma b + M_d \gamma_m d + M_c c_k$$

式中：

c_k — 基底下一倍短边宽深度内土的粘聚力标准值(kPa)，由用户输入；

φ_k — 内摩擦角标准值，由软件自动按土的根据内摩擦角标准值，按《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011，表 5.2.5 确定承载力系数 M_b 、 M_d 和 M_c 。

3、《上海市地方标准 DGJ08-11-2010》——静桩试验法



地基承载力计算参数

计算公式：

$$f_a = f_d / \gamma_{RE}$$

式中：

f_d — 地基承载力设计值，由用户输入；

γ_{RE} — 浅基础地基承载力抗震调整系数。

地震作用时承载力的调整：

《抗震规范》4.2.2 条天然地基基础抗震验算时，应采用地震作用效应标准组合，且地基抗震承载力应取地基承载力特征值乘以地基承载力抗震调整系数计算。

《抗震规范》4.2.3 条地基抗震承载力应按下列式计算：

$$f_{aE} = \zeta_a \cdot f_a$$

式中：

f_{aE} — 调整以后的地基抗震承载力；

ζ_a — 地基土抗震承载力调整系数；应按《抗震规范》表 4.2.3 采用；

f_a — 深宽修正后的地基承载力特征值，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 采用。

表 4.2.3 地基土抗震承载力调整系数

岩土名称和性状	ζ_a
岩石，密实的碎石土、密实的砾、粗、中砂， $f_{ak} \leq 300$ 的黏性土和粉土	1.5
中密、稍密的碎石土，中密、稍密的砾、粗、中砂，密实、中密的细、粉砂， $150 \leq f_{ak} < 300$ 的黏性土和粉土，坚硬黄土	1.3
稍密的细、粉砂， $100 \leq f_{ak} < 150$ 的黏性土和粉土，可塑黄土	1.1
淤泥，淤泥质土，松散的砂，杂填土。新近堆积黄土及流塑黄土	1.0

程序可自动得出抗震承载力调整系数 ζ_a 参考抗震规范表 4.2.3 按以下原则取值：

$f_{ak} < 100$ kPa 时 $\zeta_a = 1$

$100 \leq f_{ak} < 150$ kPa 时 $\zeta_a = 1.1$

$150 \leq f_{ak} < 300$ kPa 时 $\zeta_a = 1.3$

$f_{ak} \geq 300$ kPa 时 $\zeta_a = 1.5$

1.7 版本之后放开地震组合的地基承载力调整系数，可以按照用户的输入系数取值。输入为 0 为自动计算。

参数输入-地基承载力计算参数

总参数

地基承载力计算参数

条形自动布置参数

独基自动布置参数

承台自动布置参数

沉降计算参数

桩筏板弹性地基梁计算参数(水浮力,人防,荷载组合表材料表)

抗震承载力调整系数(0为自动计算)

应按《建筑抗震设计规范》GB50011-2010第4.2.3条填写。填0表示程序自动计算,计算条件为基底标高处的土层类别和地基承载力标准值 f_{ak} ,无地质资料时仅考虑 f_{ak} 。

地基承载力计算参数

始终按下列表格计算地基承载力(不勾选时以单独定义值优先)

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011) 综合法

地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)	180.00
地基承载力宽度修正系数 η_b	0.00
地基承载力深度修正系数 η_d	1.00
基底以下土的重度(或浮重度) γ (kN/m ³)	20.00
基底以上土的加权平均重度 γ_m (kN/m ³)	20.00
基础埋置深度(单位: m)	0.00

抗震承载力调整系数(0为自动计算):

桩承载力验算采用的高层建筑混凝土结构技术规程

国家 广东

基础埋置深度说明

导入 导出 确定 取消

抗震承载力调整参数的交互位置

三、独基自动布置参数

参数输入-独基自动布置参数

总参数

地基承载力计算参数

条形自动布置参数

独基自动布置参数

承台自动布置参数

沉降计算参数

桩筏板弹性地基梁计算参数(水浮力,人防,荷载组合表材料表)

独基自动布置参数

最小高度(mm):

阶形基础阶数:

独基底面长宽比: * 输入0 根据柱子尺寸自动调整长宽比

最大宽高比:

剪切系数: 按规范8.2.7单柱正方形独基进行剪切计算

锥形基础坡度(规范8.2.1) 1:

自动布置放大系数:

承载力计算时基础底面受拉面积/基础底面积(0~0.3):

计算独基时考虑基础底面范围内的线荷载作用

独基自动布置参数

最小高度(mm): 指程序确定独立基础尺寸的起算高度。若冲切计算不能满足要求时,程序自动按照 100mm 的尺度逐渐增加基础各阶,默认值为 600mm;

阶形基础阶数: 可以直接指定独立基础的阶数,通过下拉框设置,允许 1、2、3 阶,见下图:



独基设置阶数

剪切系数:单柱正方形独立基础,即使满足短边尺寸小于柱宽+两倍 h_0 要剪切计算,还要看规范的条文解释阐明:只需计算柱下独立基础底面两个方向的边长比值有可能大于 2 的短边,而程序中对于长短边不容易界定,所以对于正方形单柱独立基础的剪切计算,需要指定是否进行计算。

规范公式对于 0.7 剪切系数对于岩石地基过于保守,有些地区需要适当放大;

独基底面长宽比:用来调整基础底板长和宽的比值。其初始值为 1,如果输入 0,将根据柱截面的尺寸自动调整长和宽的比值,该值仅对单柱基础起作用;

最大宽高比:布置独基时,会自动判断 $B/H < [B/H]$,式中, B 为底面较短边长度, H 为独基总高度。 $[B/H]$ 为最大宽高比。当判断结果为不满足时,每阶高度增加 50mm,直到满足要求。需注意,对锥形独基,考虑另一参数“锥形基础坡度”,不增加第 2 阶(斜坡阶)的高度;

锥形基础坡度:按照规范 8.2.1 第一条输入锥形基础坡度控制比例,不大于 1:3,即输入值应大于等于 3.0;

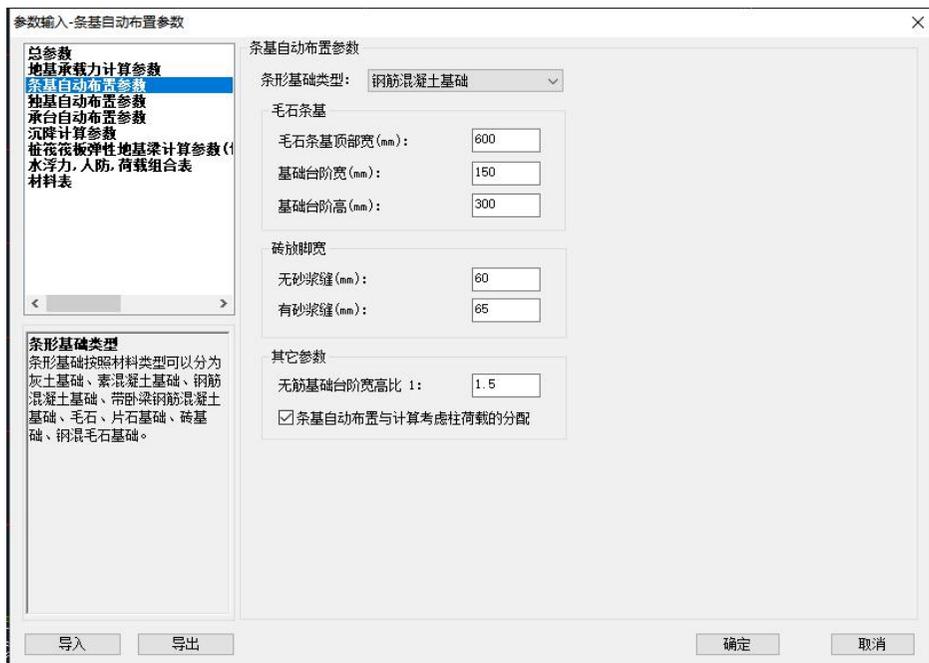
自动布置放大系数:自动布置时,荷载轴力的放大系数;

承载力计算时基础底面受拉面积/基础底面积(0~0.3):程序在计算基础底面积时允许基础底面局部不受压。填 0 时全底面受压(相当于规范中偏心距 $e < b/6$)情况;

计算独立基础时考虑独立基础底面范围内的线荷载作用:如果选择此项,则计算独立基础时取节点荷载和独立基础底面范围内的线荷载矢量和作为计算依据,否则不考虑线荷载;

独基自动布置时还需要以下缺省参数:覆土厚度、地基承载力特征值、基础宽度和埋深的地基承载力修正系数、基础埋置深度等,这些参数在自动布置时取总参数中数据,另外软件中提供属性修改功能修改每个独基的以上缺省参数。

四、条基自动布置参数



条基自动布置参数

条形基础类型：条形基础按照材料类型可以分为灰土基础、素混凝土基础、钢筋混凝土基础、带卧梁钢筋混凝土基础、毛石、片石基础、砖基础、钢混毛石基础；

基础台阶宽 (mm)：用来调整毛石基础放角的尺寸，用户应按毛石的尺寸来填写。其初始值为 150；

基础台阶高 (mm)：用来调整毛石基础放角的尺寸，用户应按毛石的尺寸来填写。其初始值为 300；

毛石条基顶部宽 (mm)：其初始值为 600；

砖放脚宽：是砖放脚的模数，其初始值为，对于普通粘土砖，无砂浆缝可填 60，有砂浆缝填 65；

无筋基础台阶宽高比：用来设置无筋基础台阶宽高比，其初始值为 1: 1.5；

五、承台自动布置参数

参数输入-承台自动布置参数

总参数
地基承载力计算参数
条形自动布置参数
独立自动布置参数
承台自动布置参数
沉降计算参数
桩筏板弹性地基梁计算参数(水浮力,人防,荷载组合表材料表)

承台自动布置参数

选桩类型... 类型1 桩径500(mm), 竖向承载力800(kN)

桩间距: 1500 mm
桩边距: 750 mm

承台桩长(m): 10

承台尺寸模数(mm): 100

最小高度(mm): 500

自动布置放大系数: 1

承台形状
 阶梯形
 倒锥形

施工方法
 预制
 现浇

四桩及四桩以上矩形承台
阶数: 1
阶高(mm): 300

多阶承台归并时考虑每阶高度
 角桩冲切计算考虑锥形承台坡度(规范不考虑)

参数说明

承台自动布置参数

桩间距：指承台内桩形心到桩形心的最小距离，单位为 mm 或桩径倍数。此参数用来控制桩布置情况，程序在计算承台受弯时，要根据此参数调整布桩情况，程序以用户填写的【桩间距】为最小距离计算抵抗弯矩所需的桩间距和桩布置。填写这个参数需满足规范要求，可参见《桩基规范》第 3.3.3 表 3.3.3 及 4.2.1 条填写；

桩边距：指承台内桩形心到承台边的最小距离。单位为 mm 或桩径倍数；

承台尺寸模数(mm)：承台尺寸模数在计算承台底面积时起作用，即根据用户填入的数值计算得到承台的最终的长、宽为此值的倍数；

单桩、承台桩长度(m)：该值用于为每根桩赋初始桩长值，初始值为 10m，单桩桩长参数仅用来为桩长赋予初始值，最终选用的桩长还需要在桩长计算、修改中进行计算及修改；

承台形状：分为锥形和阶形基础，此参数仅对四桩及以上的承台起作用，三桩以下承台顶面均为一阶的阶形；

施工方法：分为锥形和阶形现浇承台和预制承台，施工方法指承台上接的独立柱的施工方法；

四桩及四桩以上矩形承台阶数：根据类型确定；

四桩以上矩形承台阶高 (mm)：此参数对所有承台均起作用，此值为承台阶高的

初值，承台最终的高度由冲切及剪切结果控制；

桩与承台连接：在承台自动布置时起作用，是否考虑承台与基桩协同工作和土的弹性抗力作用的计算，铰接不考虑，刚接考虑；选择刚接时必须要有地质资料；

角桩计算考虑锥形承台坡度：规范对于角桩冲切计算 h_0 只考虑一阶高度，没有考虑二阶坡度后产生的平均高度，所以增加此选择项；

承台自动布置还需要以下缺省参数：覆土厚度、地基承载力特征值、基础宽度和埋深的地基承载力修正系数、基础埋置深度等，这些参数在自动布置时取总参数中数据，另外软件中提供属性修改功能修改每个基础的以上缺省参数。

六、沉降计算参数

参数输入-沉降计算参数

总参数
地基承载力计算参数
系基自动布置参数
抽基自动布置参数
承台自动布置参数
沉降计算参数
桩筏板弹性地基梁计算参数(水浮力,人防,荷载组合表材料表)

迭代计算
根据《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011第5.3.12条,设置此参数。勾选后按迭代方法计算沉降。迭代方法由2部分组成,1是采用有限元法(考虑上部刚度)计算竖向位移,2是采用分层总和法计算沉降,程序自动调整地基刚度使竖向位移与沉降趋于一致,实现“上部结构、基础与地基共同作用”。

沉降计算参数

迭代计算(适用于桩筏板弹性地基梁)

计算参数

考虑相邻荷载的水平影响范围(m): 20 (分层总和、等效作用法)

沉降计算经验系数: 1 (分层总和、等效作用法)
(输入1.0取规范的经验系数,否则直接取输入的数值)

考虑相邻基桩的水平影响范围(几倍桩长): 0.6 (Mindlin法)

沉降计算经验系数: 1 (Mindlin法)

承台沉降计算采用

等效作用法 *若采用上海规范的mindlin方法,请在“地基承载力计算参数”中设置上海规范

Mindlin方法

回弹再压缩

考虑回弹再压缩 再压缩变形增大系数(r' ($R'=1.0$)): 1

回弹变形经验系数(ψ_0): 1 临界再压缩比率(r_0'): 0.42

回弹压缩模量与压缩模量之比: 2 临界再加荷载比(R_0'): 0.25

桩端阻力比 α ,均匀分布侧阻力比 β <<桩基规范>>附录F

自动计算Mindlin应力公式中的桩端阻力比

桩端阻力比值[端阻/(端阻+侧阻)]: 0.05

均匀分布侧阻力/总侧阻力: 1
(输入 $\beta/(1-\alpha)$; 0侧阻力沿桩身线性增长; 1侧阻力沿桩身均匀分布)

导入 导出 确定 取消

1、迭代计算：

整体有限元基础选择【弹性地基梁板法】时，沉降计算采用有限元计算得到的反力分布计算，并允许进行迭代计算以更准确的反力分布计算沉降。

考虑到大部分情况下基础与桩土未脱离，板底桩底沉降和位移从理论上数值应该是相等的。而线性分析无法一次计算得到一致的位移和沉降，于是桩刚度和土基床系数的非线性属性和沉降计算的非线性就有必要考虑了，程序提供了需要两者协调时的迭代计

算方法进行求解。

基础沉降的多次迭代计算过程如下：

(1) 沉降试算，确定初始桩刚度和基床系数的初始值 K_0 ；

(2) 有限元计算，得到基底压力 P_i 和位移 δ_i ；

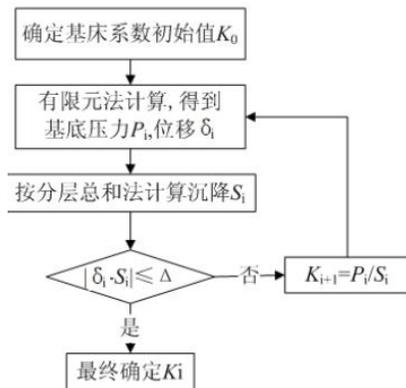
(3) 按分层总和法计算沉降 S_i ；

(4) 判断位移 δ_i 是否等于沉降 S_i ，若不等于，说明 K 需要修正。按 P_i/S_i 修正基床系数 K 。若等于，说明 K 取值合理，位移等于沉降；

(5) 多次迭代直到位移和沉降重合。

从迭代过程可以看出，由于基础计算中考虑了上部结构刚度，基础计算采用了整体有限元计算，沉降计算采用分层总和法，并考虑基础间的互相影响，迭代以有限元位移值和沉降值一致为目标，因此，这种沉降计算体现了上部结构、基础、地基的综合因素。

比较沉降不迭代和迭代计算结果，一般迭代后的沉降值和沉降差减少，土和桩之间的反力差增大，刚度呈现外大里小的倒锅盖形分布。



2、“考虑相互影响距离”参数，区分 Mindlin 方法（单桩）、分层总和法（土）

根据《桩基规范》5.5.14 条，考虑相互影响距离建议取 0.6 倍桩长为半径的范围。旧版本的参数按固定距离，不能适应桩长不同情况，也不能适应桩、土影响距离不同的需求；新版本修改为区分 Mindlin 方法（单桩）、分层总和法（土）两个参数。

计算参数		
考虑相邻荷载的水平面影响范围(m):	20	(分层总和、等效作用法)
沉降计算经验系数:	1	(分层总和、等效作用法) (输入1.0取规范的经验系数, 否则直接取输入的数值)
考虑相邻基桩的水平面影响范围(几倍桩长)	0.6	(Mindlin法)
沉降计算经验系数:	1	(Mindlin法)
承台沉降计算采用		
<input checked="" type="radio"/> 等效作用法	*若采用上海规范的mindlin方法, 请在“地基承载力计算参数”中设置上海规范	
<input type="radio"/> Mindlin方法		

沉降计算参数

相互影响距离越大, 沉降计算结果就越大。对该参数的使用建议是: (1) 使用 mindlin 方法, 可按规范规定取 0.6 倍桩长; (2) 分层总和法、等效作用法的相互影响距离无具体规范规定, 建议一般取值在 20m 以内。

3、“沉降经验系数”参数, 区分 Mindlin 方法(单桩)、分层总和法(土)

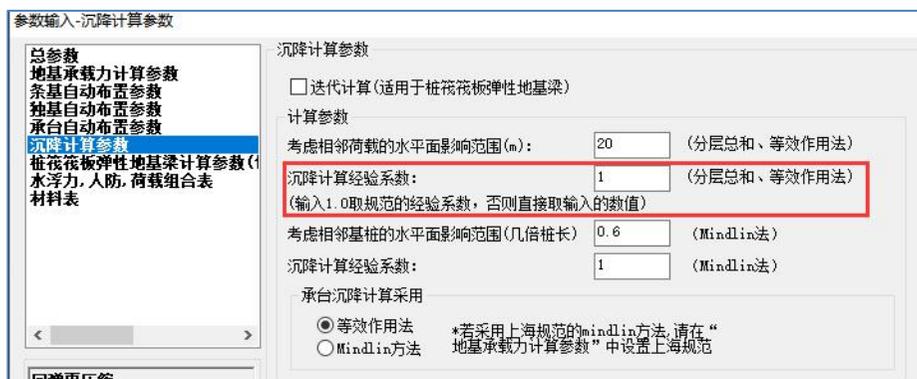
沉降经验系数区分 Mindlin 方法(单桩)、分层总和法(土), 见下图:

计算参数		
考虑相邻荷载的水平面影响范围(m):	20	(分层总和、等效作用法)
沉降计算经验系数:	1	(分层总和、等效作用法) (输入1.0取规范的经验系数, 否则直接取输入的数值)
考虑相邻基桩的水平面影响范围(几倍桩长)	0.6	(Mindlin法)
沉降计算经验系数:	1	(Mindlin法)
承台沉降计算采用		
<input checked="" type="radio"/> 等效作用法	*若采用上海规范的mindlin方法, 请在“地基承载力计算参数”中设置上海规范	
<input type="radio"/> Mindlin方法		

沉降计算参数

【分层总和、等效作用法的沉降经验系数】

该经验系数适用于独立基础、地基梁、条基、筏板及选择【等效作用法】的承台基础, 界面见下图:



分层总和法沉降经验系数

计算独立基础、地基梁、条基、筏板等非桩基础时，《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 第 5.3.5 节给出了分层总和法的沉降计算经验系数计算方法，见表 5.3.5。如果用户填写沉降经验系数为 1，软件将执行该条规定。

表 5.3.5 沉降计算经验系数 ψ_s

	\bar{E}_s (MPa)	2.5	4.0	7.0	15.0	20.0
基底附加压力						
$p_0 \geq f_{ak}$		1.4	1.3	1.0	0.4	0.2
$p_0 \leq 0.75f_{ak}$		1.1	1.0	0.7	0.4	0.2

选择【等效作用法】的承台基础，按 5.5.9 条计算桩基等效沉降系数。

输入 1.0 时，桩基沉降经验系数执行《桩基规范》5.5.11 条规定，见下图。非 1.0 时，取用户输入值。

表 5.5.11 桩基沉降计算经验系数 ψ

\bar{E}_s (MPa)	≤ 10	15	20	35	≥ 50
ψ	1.2	0.9	0.65	0.50	0.40

最终沉降要乘以上述两个系数。承台计算书示意如下：

八、沉降计算

```

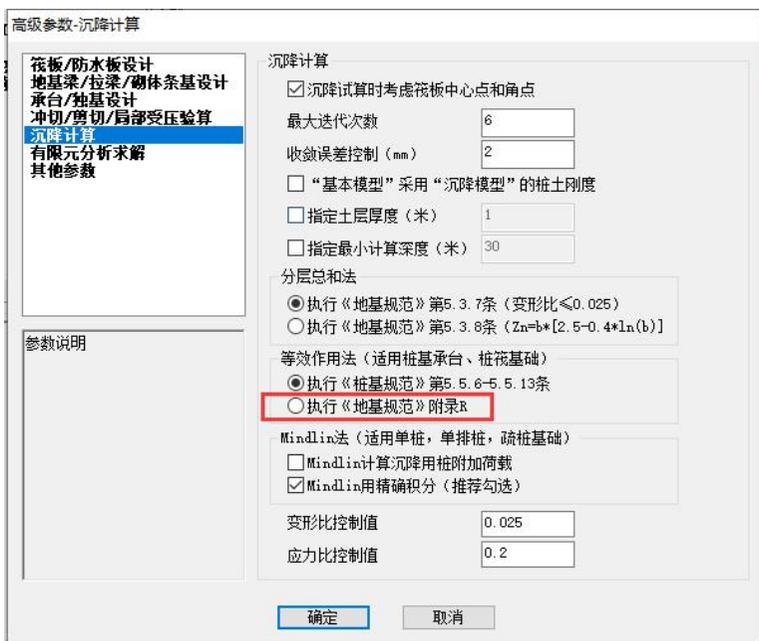
*-----*
* 依据规范：建筑桩基技术规范(JGJ94-2008)第5.5.7条 *
* 桩承台中心点处的沉降值，按等效作用分层总和法计算( $s = \psi * \psi_e * \sum s$ ) *
*-----*
* 以下输出承台的沉降计算结果 *
*  $\psi$ ： 沉降经验系数(取参数对话框中输入的值，输入1.0时按桩基规范第5.5.11条计算) *
*  $\psi_e$ ： 桩基等效沉降系数，按桩基规范5.5.9计算 *
*  $\Delta Z$ ： 计算土层的厚度(m) *
*  $P_0$ ： 桩端面的等效基底附加压力(kPa) *
*  $E'$ ： 压缩模量当量(MPa) *
*  $Z_n$ ： 压缩深度(m) *
*  $\sum s$ ： 分层压缩量之和(mm) *
*  $s$ ： 地基最终变形量(mm) *
*-----*

```

沉降经验系数	$\psi = 1.20$
桩基等效沉降系数	$\psi_e = 0.07$
计算土层厚度	$\Delta Z = 0.3$
基底附加压力	$P_0 = 0.0$

压缩层序号	压缩模量(MPa)	土层厚度(m)	附加应力(kPa)	土的自重应力(kPa)	压缩量(mm)
(1)	5.31	0.30	39.0	277.2	2.2059
	$E' = 5.31$	$Z_n = 0.30$			$\sum s = 2.2059$
					$s = 0.1853$

程序还提供按《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 附录 R 计算等效作用法下承台基础沉降，如下图所示：



输入 1.0 时，桩基沉降经验系数执行《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 附录 R.0.3 规定（见下图）。非 1.0 时，取用户输入值。

表R. 0. 3 实体深基础计算桩基沉降经验系数 ψ_{ps}

\bar{E}_s (MPa)	≤ 15	25	35	≥ 45
ψ_{ps}	0.5	0.4	0.35	0.25

【Mindlin 法的沉降经验系数】

而按 Mindlin 计算方法计算单桩沉降，规范没有给出沉降经验系数的计算方法，需要用户直接指定。

【沉降经验系数取值位置】

筏板、地基梁计算时，同一筏板（相连地基梁组）取统一沉降经验系数。存在一个取哪个位置作为代表值的问题。

程序取筏板多板块元（筏板范围内的地质孔点、形心点、形心点与边界各顶点的中心点为代表点）计算的沉降经验系数进行代数平均作为代表值；地基梁组，取各地基梁中心点为代表点，取这些点的沉降经验系数代数平均值作为代表值。

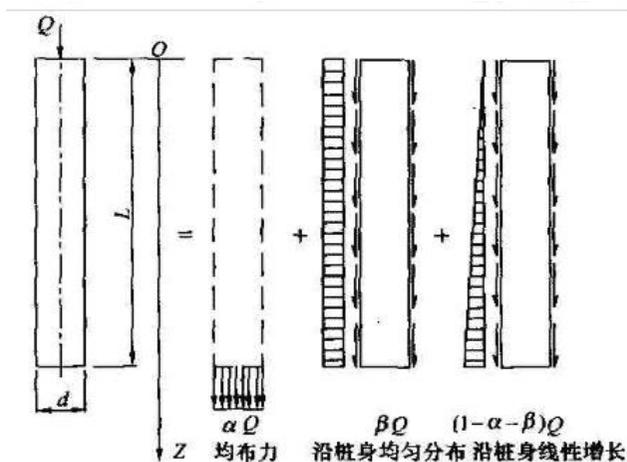
在沉降经验系数及沉降计算中，还对地质资料中的异常小压缩模量进行保护处理，压缩模量小于 1.0 计算时按 1.0 进行计算。异常小的典型用户地质资料见下图：



用户地质资料信息

4、Mindlin 方法的端阻力、侧阻力参数调整

根据《桩基规范》附录 F 有关规定，桩反力的分布包括桩端、桩身均匀、桩身线性增长三种模式，其比例分别为 α 、 β 、 $1-\alpha-\beta$ ，见下图：



mindlin 沉降计算

模拟侧阻力按桩身均匀分布可以设置 $\beta / (1 - \alpha)$ 为 1，而取 0 将模拟侧阻力沿桩身线性增长。

桩端阻力比 α ，均匀分布侧阻力比 β <<桩基规范>>附录F	
<input checked="" type="checkbox"/>	自动计算Mindlin应力公式中的桩端阻力比
桩端阻力比值 [端阻 / (端阻+侧阻)]:	<input type="text" value="0.05"/>
均匀分布侧阻力/总侧阻力的比值	<input type="text" value="0"/>
(输入 $\beta / (1 - \alpha)$; 0侧阻力沿桩身线性增长; 1 侧阻力沿桩身均匀分布)	

mindlin 沉降计算参数

5、回弹再压缩

当勾选“沉降计算考虑回弹再压缩”时，计算最终沉降量时计入回弹再压缩变形，并认为各层地基土的回弹再压缩模量与压缩模量之比为定值——“回弹再压缩模量与压缩模量之比”。

七、桩筏板弹性地基梁计算参数

参数输入-桩筏板弹性地基梁计算参数(包括有限元计算的独基, 承台, 防水板)

总参数

地基承载力计算参数

条基自动布置参数

独基自动布置参数

承台自动布置参数

沉降计算参数

桩筏板弹性地基梁计算参数

水浮力, 人防, 荷载组合表

材料表

桩筏板弹性地基梁计算参数(包括有限元计算的独基, 承台, 防水板)

计算方法

弹性地基梁板法

倒楼盖法
(桩基础不建议用)

上部结构刚度

不考虑

考虑

剪力墙等效高度(m):
5

网格划分

控制长度(0.5m~2m):
1

节点修剪控制误差(mm):
100

生成三维实体网格

三维网格厚度(m):
0.5

地基类型

天然地基, 常规桩基(不考虑土分担荷载)

复合桩基(桩土共同分担荷载)

基底系数与桩刚度

根据地质资料按 $K=P/s$ 、 $K_p=Q/s$ 反算

自动计算地基土分担荷载比例

地基土分担荷载比例: 0.2

直接取以下默认值:

基底系数 $[kN/m^3]$: 20000 参考值

桩竖向刚度 $[kN/m]$: 100000

按桩基规范附录C计算

配筋设计

板元弯矩取节点最大值(不勾选取平均值)

板元变厚度区域的边界弯矩磨平处理

取1米范围平均弯距计算配筋

柱底峰值弯矩考虑柱宽折减系数: 0.5

柱(墙)荷载施加方法: 考虑柱(墙)实际尺寸

箍筋间距(mm): 200

梁的抗震等级: 5 不考虑

其他

桩顶嵌固系数(铰接0°1刚接): 1

防水板内承台桩选设为固定支座

后浇带施工前的加荷载比例($\sigma^{\prime}1$): 0.5

【生成数据】时清除旧的前处理数据
(基底系数、桩刚度、板面荷载等)

导入 导出 确定 取消

该参数页也适用于有限元计算的独立基础和承台。

计算方法:

倒楼盖法和弹性地基梁板法, 具体为:

(1) 弹性地基梁板模型采用的是文克尔假定, 地基梁内力的大小受地基土弹簧刚度的影响, 而倒楼盖模型中的梁只是铺钢筋混凝土梁, 其内力的大小只与板传给它的荷载有关, 而与地基土弹簧刚度无关。

(2) 由于模型的不同, 实际梁受到的反力也不同, 弹性地基梁板模型支座反力大, 跨中反力小。而倒楼盖模型中的反力只是均布荷载。

(3) 弹性地基梁板模型考虑了整体弯曲变形的影响, 而倒楼盖模型的底板只是一块刚性板, 不受整体弯曲变形的影响。

(4) 由于倒楼盖模型的底板只是一块刚性板, 因此各点的反力均相同, 由此计算得到的梁端剪力无法与柱子的荷载相平衡, 而弹性地基梁板模型计算出来的梁端剪力与柱子的荷载是相平衡的。

89

上部结构刚度的影响：

《建筑地基基础设计规范》第 5.3.10 条规定：在同一整体大面积基础上建有多栋高层和低层建筑，应该按照上部结构、基础与地基的共同作用进行变形计算。

《建筑地基基础设计规范》第 7.1.3 条规定：软弱地基设计时，应考虑上部结构和地基的共同作用。对建筑体型、荷载情况、结构类型和地质条件进行综合分析，确定合理的建筑措施、结构措施和地基处理方法。

YJK-F 软件将上部结构刚度与荷载凝聚到与下部基础相连的墙两端节点上，在基础计算时只要叠加上部结构凝聚刚度和荷载向量，其计算结果对于下部基础而言就是上下部结构共同作用计算的理论解。

为进一步提升软件易用性，基础计算中可自动判断并调用生成上部结构的凝聚刚度。即上部计算时即使不生成传给基础刚度，基础计算时只要勾选【考虑上部结构刚度】，软件可以实现自动调用生成上部结构的凝聚刚度，考虑的上部结构刚度的楼层数按照上部结构计算中的参数（默认为 5 层），这样实现上部基础共同分析。

同时软件对上部结构刚度的默认设置为考虑。

板上剪力墙计算方案：

考虑到上部墙肢刚度只凝聚到墙肢两端节点，设置此参数、用等效梁元补充两节点之间的剪力墙刚度。考虑一般情况的地下室高度，缺省 5 米。

配筋设计参数（QQ 群共享下载《基础答疑分类汇总》查看详细介绍）：

(1) 板元弯矩取节点最大值：YJK 的有限元计算是四节点单元，每个单元有四个高斯积分点，最终得到弯矩处理到单元的四个角点位置，如果不勾选此项，每个单元最终配筋是根据四节点的 $(M1+M2+M3+M4)$ 的平均弯矩完成的。如果勾选此项，用最大值配筋 $\max(M1, M2, M3, M4)$ 。

(2) 柱底峰值弯矩考虑柱宽折减：柱集中力作用在筏板上的计算由于应力集中常造成柱底弯矩过大，软件的方式是将柱形心处的计算弯矩折减（隐含折减 0.5），再找到柱边涉及的所有单元，对最外单元点不折减，中间部分差值折减。

(3) 筏板内变厚度区域边界的弯矩磨平处理：

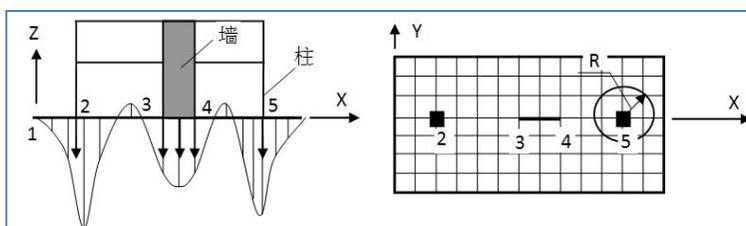
当厚度差比较大建议选择此项。选择此项变厚度位置配筋减小。

(4)取 1m 范围平均弯矩计算配筋：

当承台、独立基础或筏板区域比较小建议选择此项。

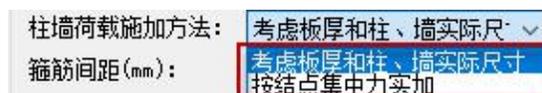
筏板计算模型中，将柱荷载理想化成了集中力，而在板的理论解中，集中力处的内力趋于无穷大。因此，柱下板带弯矩会出现不合理的峰值，例如图中的 2、5 结点。因为墙荷载已分配到 N 个结点上，墙下板带的弯矩出现峰值的现象没有柱下板带明显。真实情况是，柱有实际的尺寸，柱荷载在筏板中的传递有一定的扩散角度而不是理想化的点荷载。所以，按柱下板带的峰值弯矩进行配筋是没有意义的。软件中采用“应力钝化”的方法，将柱下板带的峰值弯矩适当削平，以使柱下板带的弯矩值不再偏离工程实际情况。

“应力钝化”的具体方法是：找柱下结点（以上图为例，2、5 为柱下结点），然后将钝化半径 R 范围内所有的正弯矩取平均，作为柱下结点的弯矩。钝化半径 R 取筏板厚度 T。



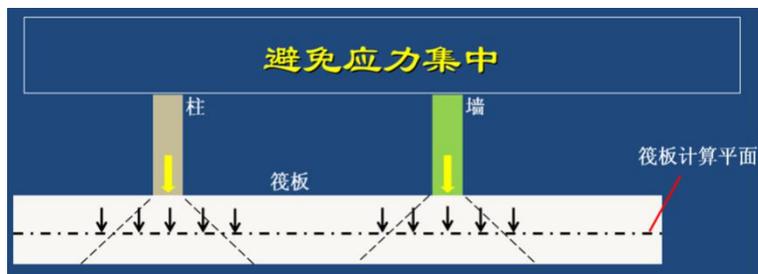
柱下板带弯矩的峰值现象

柱墙荷载施加方法：提供两种选项，见下图：



柱墙荷载的两种施加方法

默认选项是“考虑板厚和柱、墙实际尺寸”，可以一定程度上减缓应力集中现象，示意如下图：



柱墙荷载应力扩算示意图

如果偏于安全考虑，可以选择“按节点集中力施加”，将不再按板厚作用范围分散。

梁箍筋间距和加密的抗震等级参数：基础工程中一般不考虑抗震设防，为满足个别需考虑地基梁抗震设防的工程设计需求，在这里设置了地基梁箍筋加密的抗震等级的参数，选择不考虑时无加密区。地基梁、拉梁、两桩承台梁均使用此参数。

桩顶的嵌固系数(铰接 0~1 刚接)：

该参数在 0~1 之间变化反映嵌固状况，无桩时此项系数不出现在对话框上。其隐含值为 0。对于铰接的理解比较容易，而对于桩顶和筏板现浇在一起也不能一概按刚接计算，要区分不同的情况，对于混凝土受弯构件（或节点），需要混凝土、纵向钢筋、箍筋一起受力才能完成弯矩的传递。由于一般工程施工时桩顶钢筋只将主筋伸入筏板，承载时常见的状况是在连接处出现类似塑性铰的工作状态，故它很难完成弯矩的传递工作，只起到传递竖向力的功能。如果是钢桩或预应力管桩伸入筏板一倍桩径以上的深度，就可以认为是刚接。此参数对于有限元计算影响不大。计算中的弯曲刚度会乘以这个系数。如果选择刚接，在防水板内的承台桩也将设定为固定支座，等同于墙柱；

施工前的加荷比例：

只对恒载计算起作用，后浇带影响计算参数，如设后浇带，浇后浇带时的荷载系数 (0~1)：这个参数与后浇带的布置配合使用，解决后浇带设置后的内力、沉降计算和配筋计算等结果的取值。后浇带将筏板分割成几块独立的筏板，程序将计算有、无后浇带两种情况，并根据两种情况的结果求算内力、沉降及配筋。填 0 取整体计算结果（等同于没有后浇带），填 1 取分别计算结果（等同于两块分开的板，计算结果恒载下的单工况弯矩为 0），取中间值 α 计算结果按下式计算：

实际结果=整体计算结果 $\times(1-\alpha)$ +分别计算结果 $\times\alpha$

α 值与浇后浇带时沉降完成的比例相关。

【生成数据】恢复默认值：

修改有限元单元基床系数、板面荷载、局部水头标高、局部人防荷载、覆土重量和桩刚度程序是自动保留的，勾选此项用户的以上修改全部恢复为默认值。

防水板内的承台桩选刚接时设置为固定支座：

不选刚接时所有桩都是弹性支座，这样可能在有承台部位支座效应比较弱，造成弯矩配筋过大；如果将承台桩考虑为支座，效果会好很多。

地基类型：

有 2 个选项：1、对于天然地基、常规桩基（不考虑土分担荷载），不考虑土分担基础荷载，即一般桩基础时不考虑土的作用；2、复合地基（桩土共同分担荷载），可以考虑土分担基础荷载。

注意：对于部分桩筏和部分筏板共同组成的的基础形式，如果选择 1，则全部荷载都由桩筏基础下的桩承担，没有考虑筏板下土的承载作用，这样做显然不对。因此应选择 2，按照复合地基模型计算；

对于部分桩筏和部分筏板共同组成的的基础形式应选择复合桩基，桩筏和筏板组成的混合型基础常见在塔楼下布置桩筏，在裙房下布置筏板的基础形式。对于这样的基础形式不能选择常规桩基，因为常规桩基模型不考虑土分担荷载，计算结果是桩承担了所有的荷载，而筏板部分的计算反力都为 0。因此对于桩筏和筏板组成的基础必须采用复合桩基的计算模型。

如果不希望桩筏下的土承担上部荷载，则可把桩筏部分土的刚度置为 0。

采用复合桩基时用户要注意桩和土的刚度取值对计算结果有较大影响，如下节所述软件对桩土刚度可以采用用户直接定义的数值，也可以根据用户输入的地质资料自动计算出桩刚度和土刚度。

对于桩筏和筏板组成的基础，一般的工程实践希望在桩筏的下面由桩承担全部荷载，桩间土不再承担荷载，为了实现这种计算，用户可将桩筏部分的土的刚度赋值为 0，这样仅在筏板部分土的基床反力系数存在，但在桩筏部分土的基床反力系数为 0。

基床系数和桩刚度：

直接取默认值：

对于没有输入地质资料或有地质资料但勾选“直接取默认值”时，程序出沉降计算外所采用的桩土刚度均取自填写的数值。

根据地质资料反算桩土刚度：

软件可以根据输入的地质资料，按平均反力假定计算沉降。然后按照 $K=p/s$ 、 $K_p=Q/s$ 反算基床系数及桩刚度。具体技术条件如下：

1) 以连通的筏板区域（包括其中的子板、加厚区、桩、地基梁、承台、独基）为计算基本单元；筏板外的地基梁以连通的地基梁组为基本单元；

2) 地基反力或桩反力，以连通区域或连通组为对象统计总荷载，按比例（桩土分担比例参数见下节）确定土反力或桩反力总值，然后按平均方法计算地基反力或桩反力。

3) 连通区域内取各处的若干板元为代表值，计算板元沉降值；连通区域内所有桩均作为代表值，计算桩沉降；连通地基组各地基梁均作为代表值，计算地基梁沉降；

4) 得到各代表值的沉降后，按照 $K=p/s$ 、 $K_p=Q/s$ 反算基床系数及桩刚度，得到各代表处的基床系数及桩刚度；

5) 各单元代表值测算的基床系数，加权平均得到该连通区域内各板元的基床系数；同理按加权平均，得到有限元承台桩的抗压刚度、地基组的基床系数；筏板内的桩的抗压刚度不做平均处理，直接取用 $K_p=Q/s$ 反算的桩抗压刚度。

6) 连通筏板区域内的地基梁基床系数默认自动为 0，避免与板元的基床系数重复考虑；

7) 桩抗拔刚度按“抗拔承载力 KN/0.01 米”得到。如果是锚杆类的桩，抗压刚度自动默认为 0。

根据桩基规范附录 C 计算桩刚度：

软件支持根据《桩基规范》附录 C 来计算桩刚度，计算公式来自表 C.0.3-2 第 4 行，即：桩顶发生单位竖向位移时，在桩顶引起的内力。

按桩基规范附录 C 计算桩刚度，软件操作时应注意以下几点：

(1) “基床系数和桩刚度”选择“直接取以下默认值”时，才能勾选“按桩基规范附录 C 计算”；

- (2) 未输入地质资料时，即使勾选“按桩基规范附录 C 计算”，仍取默认值；
- (3) 对桩基承台，每个桩分别计算，最后取平均值；
- (4) 打开桩“构件信息”，可查看计算过程。

$$P_{NN} = \frac{1}{\xi_N h + \frac{1}{EA} + \frac{1}{C_0 A_0}}$$

八、水浮力-人防-荷载组合表

软件会根据上部结构的荷载工况情况及用户设置自动生成荷载组合，同时可在这里设置水浮力、人防荷载，并可设置自定义荷载组合。

参数输入-水浮力,人防,荷载组合表

水浮力,人防,荷载组合表

序号	分析	恒载	活载	风 X	风 Y	震 X	震 Y	震 Z	低水	高水
1	线性	1.00	1.00						—	—
2	线性	1.00		1.00					—	—
3	线性	1.00			1.00				—	—
4	线性	1.00		-1.00					—	—
5	线性	1.00			-1.00				—	—
6	线性	1.00	1.00	0.60					—	—
7	线性	1.00	1.00	-0.60					—	—
8	线性	1.00	1.00		0.60				—	—
9	线性	1.00	1.00		-0.60				—	—

水浮力参数

水浮力的标准组合系数: 1

水浮力的基本组合系数: 1.35

历史最低水位(参与组合)(m): 0

历史最高水位(抗浮设计水位)(m): 0

(*注:水位,相对结构正负0)

人防荷载参数

人防等级: 5级(核)

底板等效静荷载(kPa): 75

其他

混凝土容重(kN/m³): 0

水容重(kN/m³): 9.8

历史最低水位参与荷载组合

底板抗浮验算(增加抗浮组合)

基本组合高水归并

防水板荷载所有组合都传递到基础 (不勾选只传高水组合)

水浮力-人防-荷载组合表

用户通过设置水浮力水位值控制水浮力大小，并可以设置水浮力标准组合和基本组合的分项系数。可以选择【历史最低水位参与荷载组合】，实现所有工况组合都考虑低水的作用；可以选择【底板抗浮验算（增加抗浮组合）】，软件将增加一个抗浮标准组合，并增加与原基本组合数目相同的含高水荷载的基本组合。

这里允许用户自定义荷载组合（标准组合和基本组合），包括增删荷载组合项、指定修改表中各组合的分项系数以及指定工况的分析属性（线性、非线性）。对准永久组

合不允许用户修改。

导入导出:新版荷载组合表导入导出为 excel 格式,导出 Excel 文件后,可打开 Excel 编辑分项系数,或添加、删除组合。

具体操作步骤如下:

第 1 步: 将当前荷载组合表导出 Excel 文件。

第 2 步: 打开 Excel 编辑分项系数,或添加、删除组合,然后关闭 Excel。

第 3 步: 导入编辑后的 Excel 文件,提示“荷载组合表导入完成”,说明导入成功。

序号	分析	恒载	活载	风 X	风 Y	震 X	震 Y	震 Z	人防	低水	高水
1	线性	1.00	1.00							—	—
2	线性	1.00		1.00						—	—
3	线性	1.00			1.00					—	—
4	线性	1.00		-1.00						—	—
5	线性	1.00			-1.00					—	—
6	线性	1.00	1.00	0.60						—	—
7	线性	1.00	1.00	-0.60						—	—
8	线性	1.00	1.00		0.60					—	—
9	线性	1.00	1.00		-0.60					—	—

线性、非线性选项:非线性分析适用于高水、有人防等可能出现局部上抬情况的组合,这时采用组合的荷载进行迭代计算分析,直到土不出现拉力为收敛原则;

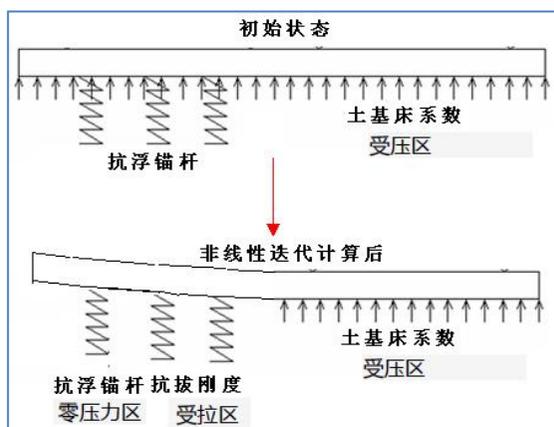
在基础工程中: 1) 土只能承担压力,不能承担拉力; 2) 普通桩、抗拔锚杆等拉压刚度不同,差异很大。所以如果土或者桩出现了部分受拉的情况,就应该考虑土桩抗拉、抗压刚度不同的非线性迭代计算方法进行分析和设计。

非线性本质要求不能使用叠加原理,所以不能按单工况分别计算、并把各荷载效应进行组合叠加作为设计依据的方法。

应该把组合后的荷载加载到基础上进行计算,考虑结构的实际变形,对于处于受压的区域,桩(包括锚杆)采用抗压刚度进行计算,考虑土的刚度;而对于处于受拉的区域,桩(包括锚杆)采用抗拉刚度进行计算,且不能考虑土的刚度;每次计算如果出现受压拉的状态和相应刚度不一致则重新组织刚度计算,最终的受拉、受压区域是通过多次迭代计算得出的。迭代的非线性计算方法一般用于以下情况:

- 1) 进行人防设计的工程;
- 2) 抗浮设防水位比较高的工程;

- 3) 上部结构荷载特别不均匀的工程；
- 4) 上部较大水平力荷载的工程；



水浮力计算

软件默认对**含高水的组合、含人防的组合**采用非线性分析方法，对其它工况组合如果需要采用非线性分析方法可由用户自己在这里设置，在将来的版本软件将实现对所有需要情况自动采用迭代计算。

软件在【基础计算及结果输出】【文本结果】【组合工况上抬检验】会给出各工况组合是否需要非线性分析的建议。用户可以在完成基础计算分析后，点击查看。

在非线性分析中，为了准确得到分析结果，需要：1) 考虑上部结构刚度；2) 较准确地设置桩土刚度系数。

另外，非线性分析方法由于不适用叠加原理，所以不适用于：1) 基于二阶段分析的带防水板的工程；2) 设置后浇带的工程。

水浮力计算标准组合系数：缺省 1.0，用户可以根据需要修改；

水浮力计算基本组合系数：以前版本的默认值为 1.2，参考了较早发布的《广东省建筑工程抗浮设计规程》(DBJ/T15-125-2017)第 3.0.7 条的要求。

根据《抗浮标准》第 3.0.9 条，新版将“水浮力的基本组合系数”的默认值调整为 1.35。需注意，老工程的“水浮力的基本组合系数”不会自动改为 1.35。

历史最低水位（参与组合）（m）：最低水位的作用一般是减少基础底面压力，考

考虑它的有利作用；

历史最高水位（抗浮设计水位）（m）：底板的抗浮验算，用户需输入历史最高水位；

历史最低水位参与荷载组合：对应“历史最低水位”，勾选此项后，在每个荷载组合中（准永久、标准、基本组合）计入水浮力，不新增组合：

底板抗浮验算（增加抗浮组合）：对应“历史最高水位”，勾选此项后，增加标准抗浮组合（1.0 恒-水浮力标准组合系数*浮），原来基本组合增加抗浮（1.2 恒+1.4 活-水浮力基本组合系数*浮）等。各项计算（地基土/桩承载力验算、配筋计算等），会随之考虑上述两种组合。

这样，考虑最高水位后，可能增加基础的弯矩、配筋，增加桩及抗拔桩承受的向上的拉力或减少压力。

布置防水板时，浮（高）荷载为防水板传到基础的水浮力荷载。

对防水板本身的设计中仍保持原有的组合。

这里输入的是整个基础统一的最高水位，如果基础某些部分最高水位不同，可在计算前处理的板面荷载菜单中个别修改。

水浮力作用于筏板底面，按阿基米德定律计算，浮力 F 的单位是 kN/m²：

$F=9.8 \times (h_w - d)$ ， h_w 为水头标高， d 为筏板底标高， F 为浮力。当水头标高小于筏板底标高时，浮力为零。

考虑到大部分高水组合不起控制作用，而且含高水组合采用非线性分析计算耗时较多。软件提供了减少高水组合数目的选项【基本组合高水归并】，只考虑恒载与高水的组合（大部分工程够用），见下图：

标准组合	基本组合	准永久组合		生成默认组合			增行	删行		
序号	分析	恒载	活载	风 x	风 y	震 x	震 y	震 z	低水	高水
20	线性	1.20	0.60		0.28		1.30	0.50	—	—
21	线性	1.20	0.60	-0.28		-1.30		0.50	—	—
22	线性	1.20	0.60		-0.28		-1.30	0.50	—	—
23	线性	1.20	0.60	0.28		-1.30		0.50	—	—
24	线性	1.20	0.60		0.28		-1.30	0.50	—	—
25	线性	1.20	0.60	-0.28		1.30		0.50	—	—
26	线性	1.20	0.60		-0.28		1.30	0.50	—	—
27	非线性	1.20							—	1.20
28	非线性	1.00							—	1.20

防水板荷载所有组合都传递到基础：

防水板计算结果影响独立基础和承台、筏板等其他基础的前提是，勾选图中的参数【底板抗浮验算（增加抗浮组合）】。

防水板计算模型中不承受上部计算荷载，防水板承受的荷载除水浮力（有时还有人防荷载）外，包括防水板自身的自重、覆土重、用户输入的恒活荷载。

一般认为，防水板的恒活荷载可以由防水板的垫层独立承担，所以软件默认该选项不勾选，即认为只含恒活荷载的荷载组合不传递到非防水板基础。

勾选此参数后，软件不仅将含高水、含人防荷载的荷载组合传给其他基础，还将其他所有荷载组合都传给其他非防水板基础。由于勾选后考虑了只含恒活荷载的组合到其他基础的传递，其他基础的最大桩土压反力会增加，承载力验算结果更容易出现不满足的情况。

人防荷载：

这里输入的是作用于基础底板的人防荷载，输入人防底板的面荷载，它的作用方向是向上的。

这里定义的人防荷载将作用于所有筏板底部，如果某些筏板底部不需要考虑人防荷载，可在计算前处理的板面荷载菜单下作局部筏板人防荷载的修改。

上部结构传来的人防荷载的等效静荷载需要在“模型荷载输入”菜单的“人防荷载”子菜单中输入，输入的是作用在有人防要求的楼面上的人防面荷载。在那项子菜单里，设计人员可以对不同房间的人防荷载进行修改，也可以只在局部平面的房间布置人防。还可以考虑多层人防情况，多层人防时，程序只选取对基础效应最大的那一层传来的人防荷载，不会将多层人防传来的荷载累加。

人防荷载通过“上部结构计算”的计算结果传来，基础程序读到的是通过柱或墙传来的人防荷载。

混凝土容重：对所有基础所有组合的基础自重计算其作用。

水容重：缺省位 9.8kN/m³。

九、材料表

输入独基、条基、承台、桩、地基梁、筏板、拉梁的混凝土强度、钢筋级别、箍筋级别和保护层厚度，各类基础最小配筋率的设置也在表中，在计算和施工图中使用此参数表数据。



材料表

这里按板顶、板底分别设置筏板的保护层高度；

冲切抗剪计算的时候计算有效截面高度时，保护层均按板底保护层厚度；

钢筋强度可以由用户指定任意修改。

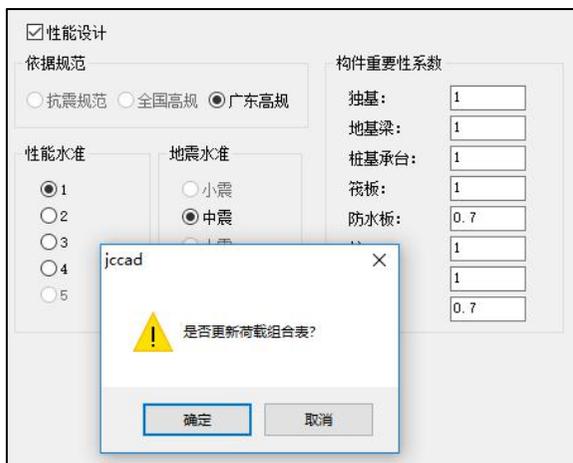
十、性能设计

目前，基础软件支持按 2021 年新版广东高规进行性能设计。

根据广东高规，基础设计按中震考虑，可选择第 1~4 性能水准。

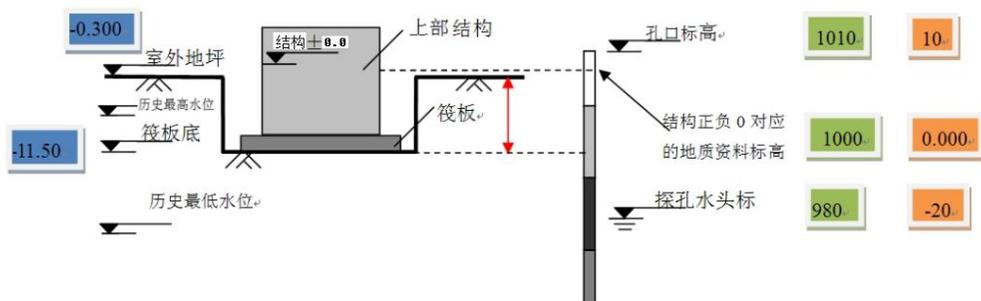


勾选性能设计或者性能水准时，会弹出【是否重设荷载组合】对话框。点击确定时，将同步修改荷载组合表里的组合系数（基本组合下的地震系数）。



荷载组合系数通过地震力折减系数 c 和广东高规《高层建筑混凝土结构技术规程》DBJ 15-92-2020 公式 3.9.5-1 综合考虑等效得到。

十一、基础标高的使用方法



右边 3 个标高，既可以输入相对结构±0.000 的“相对标高”，也可以输入地勘报告中给出的“绝对高程”。室外自然地坪标高和筏板底标高都会是相对于结构±0.000 的“相对标高”。
 左边 4 个标高，主要是按照相对于结构正负 0.000 的相对标高输入。

绝对标高	标高 结构物±0.000对应的地质资料标高 (m) 1000	孔口标高 (m) 1010	探孔水头标高 (m) 980
相对标高	标高 结构物±0.000对应的地质资料标高 (m) 0	孔口标高 (m) 10	探孔水头标高 (m) -20

基础标高

基础底标高 (如筏板底)：软件中基础的网格是有底标高的，取上部的楼层组装中参数值，这样基础底标高有两种输入方式，一种相对于柱底（即基础的网格是有底标高），另外一种直接输入底标高。

第六章 基础模型输入

第一节 基础建模布置要点

一、继承上部楼层的轴线网格和柱墙构件

基础布置在和上部结构相连层的轴线网格和柱、墙构件下进行。

1、轴线网格

轴线节点网格是基础构件准确定位的依据，比如筏板布置时，可以参照网格形成的外多边形再外扩，形成筏板基本形状，绘制任意多边形筏板时，其准确的尺寸定位也要参照网格节点等等。

轴线网格是条形类型基础布置的依托，弹性地梁、拉梁、条形基础等都要依托轴线网格布置，也就是说，布置这类基础的地方必须有轴线。

以节点网格作参照的方式就是通用绘图采用的参照定位的方式，比如需要以节点为参照输入某一点时，可从该节点引出 0 度或 90 度的白色虚线追踪线，沿着该追踪线直接输入数值就可得到在追踪线方向相距节点一定距离的点；如果该输入点不在 0 度或 90 度方向，可将鼠标停留在参照节点上，将该输入点距参照节点的 X、Y 相对距离从键盘直接输入即可。

2、柱墙构件

基础软件将与基础相连层的柱和墙构件自动导入。

上部结构计算结果的荷载是通过柱和墙传到基础的，无论是平面恒活、还是结构计算生成的荷载都必须通过柱或墙才能传到基础。

在基础建模中补充输入的荷载可以在没有柱和墙的地方输入。

柱下独立基础、桩承台基础、柱墩的布置一般是依托柱或墙来布置的。软件也允许在没有柱墙的任何节点下布置独立基础或桩承台基础。

柱、墙构件在网格平面上保留约 1 米高度，在没有布置基础的位置，程序将柱、墙构件下端与网格平面底部对齐，布置基础后将自动和基础相接。

二、多个楼层接基础布置

遇有多个楼层下布置基础的情况时，上部结构相连层的轴线网格和柱、墙构件会显示布置在不同的楼层标高上，不同层下的基础布置也显示在不同的楼层标高下。

三、已经布置的基础构件可随着上部楼层的改动而联动

已经布置的基础构件可随着上部楼层的改动而联动，这是因为程序记录了基础构件所依托的上部结构构件、节点和网格的编号。

1、可以和柱、墙构件联动的基础

柱下独基、桩承台会随着所依托的上部楼层柱的位置改变而改变，也可随着所布置依托的墙节点的位置改变而改变。多柱基础、多边形承台也会随着所依托的柱或墙节点的位置改变而改变。

2、可以和轴线网格联动的基础

地基梁、拉梁将随着其所在网格的变动而联动，比如随着网格的平移而平移，其长度随着网格两节点间距离的改变而改变。

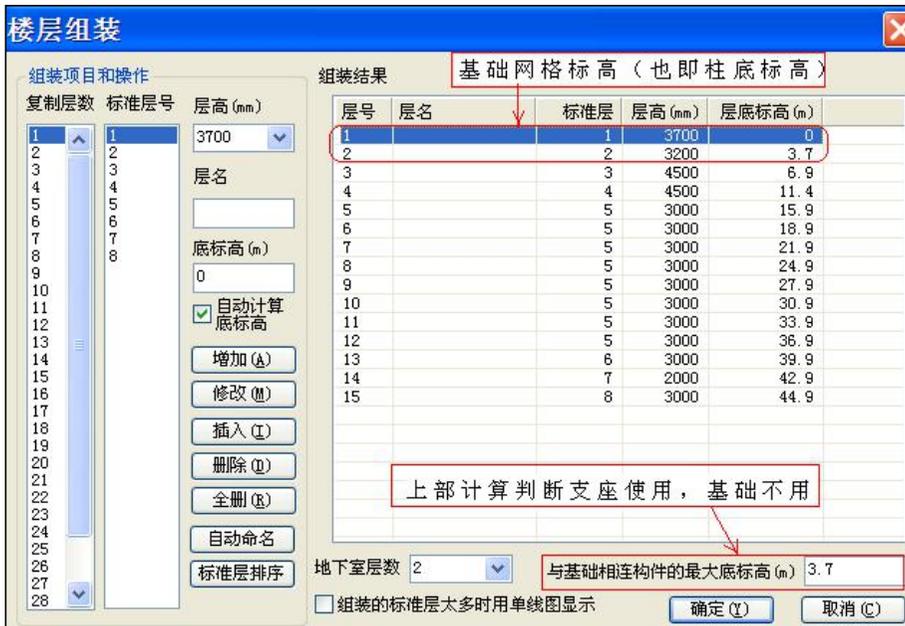
3、筏板、桩等保持平面位置不变

对于筏板、围桩承台、单独布置的桩等基础构件，程序只记录了它们的平面坐标位置，因此，当上部结构变动时，它们将维持原有的平面位置不变。

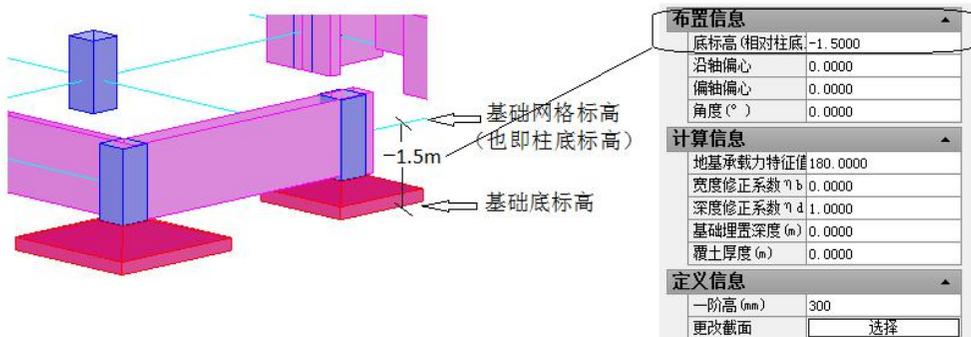
四、基础布置的底标高参数

基础布置时的重要参数之一是设置基础的底标高，底标高是相对于正负 0 的标高。

用户可以用两种方式输入底标高：1、相对于柱底的距离；2、相对于结构正负 0 的底标高。与上部楼层组装的标高关系如下：



楼层组装与基础标高的关系



基础建模

第一种方式输入相对于柱底的距离，基础实际的底标高程序自动根据柱底的标高换算，这种方式输入比较方便。柱底标高就是上部结构建模的楼层组装时在最底的接基础层的底部标高，如地下2层为上部建模的第一层，为接基础层，它的底标高是-8.0米，在基础建模时输入相对柱底标高-2.0米，则程序求出的基础实际底标高为-10.0米。

第二种输入方式是直接输入相对于正负0的底标高，要求用户确切明了底标高的数值再输入。对于如上例需要输入-10.0米。

在平面视图上看不出底标高的输入状况，在三维轴测状态可以清楚地看到各个基础底标高的输入状况。

程序在“辅助工具”菜单下设置了“统一修改底标高”菜单，可用来集中修改调整各类基础的底标高或顶标高，这里输入的是相对于结构±0的标高值，不能按照相对于柱底的底标高的数值输入。可以只修改底标高一个参数，省去为了修改标高而重新布置基础的工作。

基础底标高对于水浮力、沉降计算等有重要影响。

五、基础布置的偏心转角参数

柱下独基、柱下桩承台基础布置时，虽然柱相对于轴线网格可能有偏心 and 转角，但独基、桩承台的形心将自动保持和柱的形心一致。

用户可以输入基础的偏心 and 转角，这是相对于柱形心位置、沿着柱布置方向的的偏心 and 转角，偏心有沿轴偏心和垂直轴偏心两个值，分别指沿着柱布置方向和垂直于柱的布置方向。墙下独基、墙下承台的布置方向为整体平面全局的 X、Y 正向方向。

墙下条形基础布置时，虽然墙相对于轴线网格可能有偏心，但条形基础的中心线将自动保持和墙的中心线一致。用户可以输入条形基础的偏心，这是相对于墙的偏心。

地基梁和拉梁是参照轴线网格来布置的，用户可以输入地基梁和拉梁的偏心，这是相对于轴线网格的偏心。

六、布置的平面视图和空间轴测视图

基础的布置可以在平面视图状态下进行，也可以在空间轴测状态下进行。在平面状态下，可以点取屏幕右下的空间按钮，即可切换到空间轴测状态；或者同时按住【Ctrl】+鼠标中建，再移动鼠标，即可逐渐从平面视角变换到空间用户需要的视角状态。

在平面状态下，程序以线框图方式表现基础构件，一旦切换到空间状态下，程序即自动转变到实体模型状态。程序在平面状态用线框方式显示是因为，线框显示方式不会造成构件之间、构件和轴线网格之间的遮挡。但是在三维时自动切换到实体模型方式显示是因为，在三维下只有实体方式才能清晰地表现布置的状态。同时，程序设置了【实体】和【线框】两种显示方式互相切换的菜单。

在空间下可以看到基础标高的设置状况，以及多层接基础时的基础连接不同楼层时

的状况。

七、基础布置的一般步骤和要素

这里归纳一下基础布置的一般过程

1、基础布置对话框

点取某类基础布置后，程序即弹出该类基础布置的对话框在左侧，并弹出基础布置的参数对话框在相邻位置。

在基础布置对话框上的一般设置的按钮是：添加、修改、删除、显示、清理，它们的说明如下：

添加：定义一类新的基础截面类型，并将其增加到布置表格中，供布置使用；

修改：修改已有的基础截面参数，平面上使用此独基截面的基础自动修改；

删除：删除列表中的某一基础截面类型，如果平面的已经布置的这个类型截面的基础同时被删除；

显示：在平面中加亮显示选择类型的某一类基础截面；

清理：删除基础截面列表中没有使用过的类型。

2、基础的截面类型定义

布置基础前需要先定义它的截面尺寸，即定义一个截面类型并添加到列表中，在基础布置对话框上点取“添加”，即出现该类型基础的定义对话框，用户逐项填写定义对话框中的参数即可完成一个类型的截面定义。不同的基础类型其定义对话框中的参数不一样。

3、基础布置方式

这里讲的是柱下独基、桩承台、地基梁、拉梁、墙下条基等基础的布置方式。在构件截面框中选择了一个需要布置的截面类型后，用户可以采用两种布置方式布到平面上：任意布置、沿轴线布置，任意布置根据鼠标是否选到实体，分为点取布置和窗口布置。

点取布置方式和窗口布置方式是自动切换的，即如果鼠标第一下选中了布置目标，则实现点取布置方式；如果鼠标第一下没有选中目标，则随着鼠标的移动程序自动拉开一个窗口，由鼠标第二下确定了窗口大小，程序在窗口范围内选择目标。

选择需要布置基础的目标，对于不同类型基础的布置目标不同，如独基和桩承台布置的目标为节点或柱，程序选取节点或选取柱都是选中了目标。

在屏幕布置参数框下是布置方式选项：任意布置、沿轴线布置，用户可随时选择切换。

布置参数：根据基础类型不同一般有 2~4 个，如沿轴偏心、偏轴偏心、转角、基础底标高的相对标高。参数“基础底标高的相对标高”是共有的参数，基础底标高的相对标高输入有两种方式，相对于柱（墙）底，或相对于结构正负 0。

八、基础的属性框方式查看和修改

对于已经布置好的基础，移动鼠标加亮时双击该基础则弹出该基础的属性框，通过该属性框可以详细查看该基础的详细信息，包括布置信息和截面信息，还可对这些信息作即时的修改。

比如双击某一独立基础后弹出独基的属性修改列表，可以修改每个布置独基的覆土厚度、基础底标高、基础底标高的相对位置、地基承载力特征值、基础宽度和埋深的地基承载力修正系数，以及偏心与角度，此偏心是基础底面中心相对于节点的偏心。点该属性框上的“更改截面”选项，还可以直接修改独基的截面定义信息。修改截面时将弹出独基的截面定义对话框，如果修改后的截面和已定义的其它截面都不相同则自动增加新的独基截面类别。

布置信息	
底标高 (m)	-2.0000
沿轴偏心	0.0000
偏轴偏心	0.0000
角度 (°)	0.0000
计算信息	
地基承载力特征	180.0000
宽度修正系数 η_1	0.0000
深度修正系数 η_2	1.0000
基础埋置深度 (m)	-2.0000
覆土厚度 (m)	1.5000
更改截面	<input type="button" value="选择"/>

基础属性框查看

第二节 独立基础

柱下独立基础是一种分离式的浅基础。它承受一根或多根柱传来的荷载，基础之间

一般用拉梁连接在一起以增加其整体性。程序可以设计的独立基础设计包括单柱下独立基础、多柱下独立基础、柱墙下独立基础。

程序可实现功能如下：

- 1、可根据用户指定的设计参数和读入的荷载自动生成柱下独立基础，计算独基尺寸、自动配筋，并可人工干预；也可人工定义独立基础，交互布置到基础平面；
- 2、对双柱基础或多柱基础可以通过【多柱基础】菜单自动生成；
- 3、可在柱墙下自动布置独立基础，是通过围区方式选择柱墙，自动生成；
- 4、可以布置双柱下独基与地基梁结合基础，布置四柱下独基与双地基梁结合基础；
- 5、无论程序自动生成的基础类型、还是人工定义的基础类型，都可将它们直接布置到基础平面任何位置，即可将已定义的基础类型布置到柱下、墙下或任一节点；
- 6、无论是自动生成的还是人工定义布置的基础，程序均可提供计算书。计算书包括所有软件设计内容：基本信息、荷载信息、正截面受弯计算、承载力计算、冲切验算、受剪验算、局部受压验算、地基承载力验算、沉降计算等；可对计算结果生成图文并茂的计算书；
- 7、基础计算时，可考虑拉梁的作用，对承担的柱的弯矩折减。

【独基】菜单如图所示：



独基菜单

一、人工布置

可将人工定义的独基布置在基础平面上。

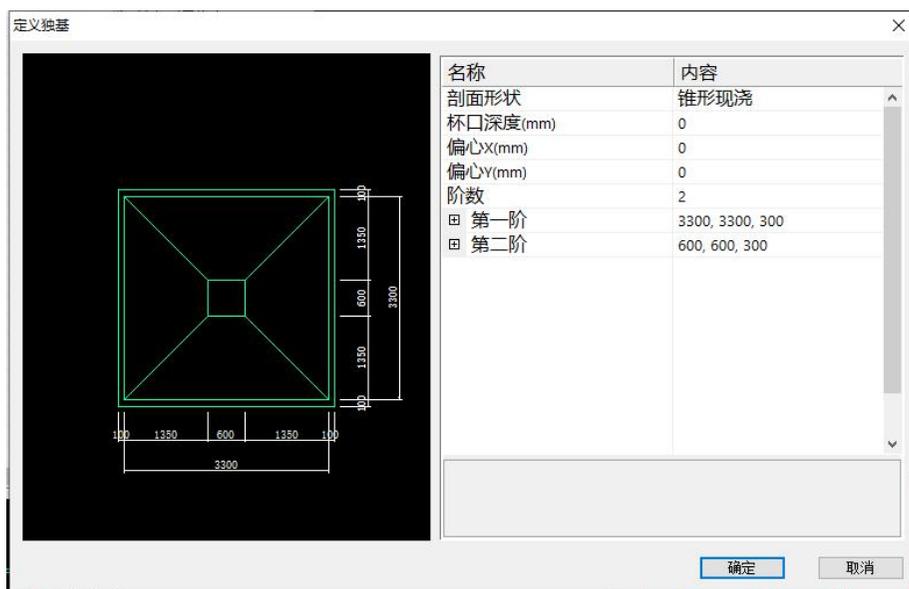
- (1) 布置条件：任何节点可以布置（不限制只有柱的节点），但不能有承台，新

布置的独基将替换已经布置的独基。

(2) 独基定义：

人工布置前，需要定义独基的截面类型。独基截面类型的参数如下：

根据参数设置中的地基承载力参数和截面参数生成基础。



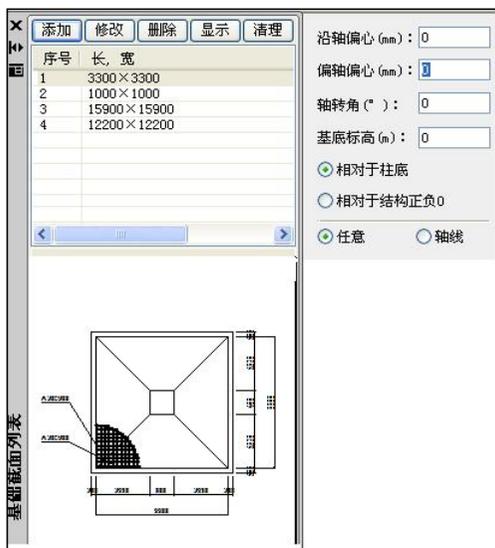
独基截面参数

剖面形状：独立基础类型主要包括锥形现浇基础、锥形预制基础、阶形现浇基础、阶形预制基础；

偏心 X、偏心 Y (mm)：适用于多阶基础，是基础上表面相对于基础底面的偏心；

阶数：独基最多三阶；

第一阶、第二阶 (mm)：每阶基础平面的长度、宽度和高度。



独基布置参数

在独基布置对话框上的按钮如下：

添加：将定义完成的独基截面增加到表格中，供布置使用；

修改：修改定义完成的独基截面参数，平面上使用此独基截面的基础自动修改；

删除：删除选择的独基截面，已经在平面上使用此截面的独基同时删除；

显示：在平面中加亮显示选择类型的独基截面；

清理：删除独基截面表中没有使用的类型。

(1) 布置方式选项：任意布置、沿轴线布置，用户可随时选择切换。

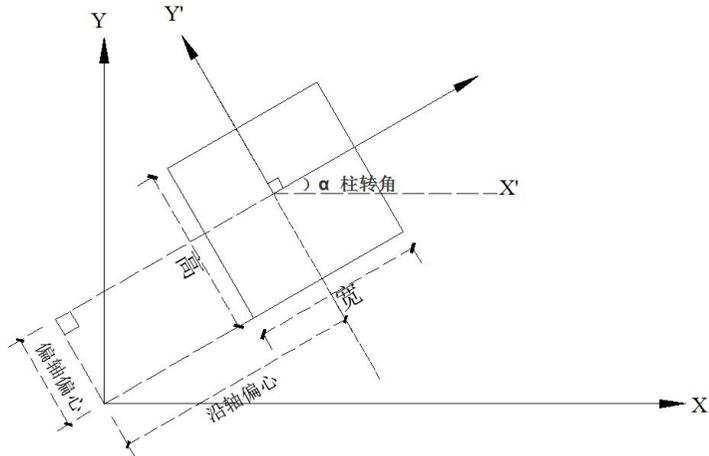
首先选择基础截面形式，然后在平面图上通过任意布置、沿轴线布置方式选择需要布置独立基础的目标。独基布置的目标任意有节点位置。

直接布置方式和窗口布置方式是自动切换的，即如果鼠标第一下选中了布置目标，则实现直接布置方式；如果鼠标第一下没有选中目标，则随着鼠标的移动程序自动拉开一个窗口，由鼠标第二下确定了窗口大小，程序在窗口范围内选择目标。

(2) 布置参数：沿轴偏心、偏轴偏心、转角、基础底标高的相对标高。基础底标高的相对标高输入有两种方式，相对于柱（墙）底，或相对于结构正负0。

转角偏心：独基相对于柱可以有偏心和转角，独基宽边方向与平面坐标系 x 轴的夹

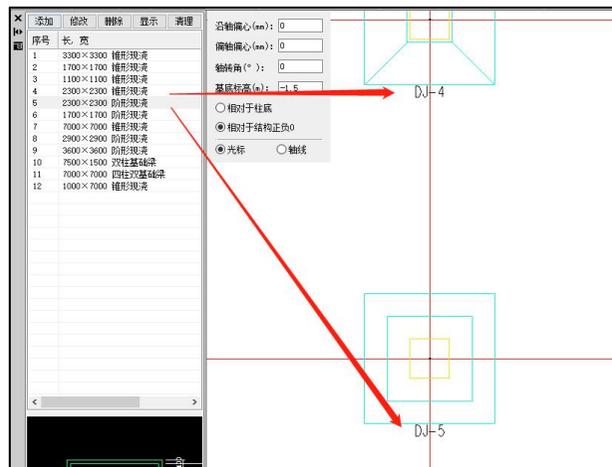
角称为转角。沿轴偏心、偏轴偏心中的轴指独基截面局部坐标系的 x 轴，即：沿独基宽方向（转角方向）的偏心称为沿轴偏心，右偏为正，沿独基截面高方向的偏心称为偏轴偏心，以向上为正。独基沿轴线布置时，独基方向自动取轴线的方向。



转角偏心

相对标高：可以选择基础相对于柱底标高或者结构正负 0 标高。

如下图所示，在布置界面下，所有已布置的独基下方为独基的编号，编号与左侧独基构件表中的编号相对应，方便在布置时直观的查看布置状态。



二、独基自动布置参数

程序可根据荷载组合完成单柱下独立基础、多柱下独立基础、墙下独立基础、双柱

基础梁式独基、四柱双梁独基的自动布置。

独基自动布置参数请详见第五章“独基自动布置参数”章节。

三、单柱自动布置

(1) 布置条件：布置的节点位置必须有柱，不能有承台、条基、基础梁，但可以有筏板基础、新布置的独基将替换已经布置的独基。截面尺寸不能超过 30m。

(2) 布置方式：在平面图上通过窗口布置或直接布置等方式布置柱下独立基础，根据荷载数据、地基基础参数等相关数据自动生成基础尺寸及高度截面尺寸。

在没有独基的柱下生成基础时，是以柱的中心点为基础底面形心，柱的布置角度为基础转角的原则来生成基础；在已有独基的柱下生成基础时，程序自动删除原来布置的独基。

生成基础时软件按矢量平移的规则将节点荷载导算到相对基础底面形心和布置角度的局部坐标系下，并将柱底剪力换算成基底附加弯矩再进行基础计算。

(3) 自动生成独基的技术条件：首先计算各荷载标准组合作用下满足地基承载力要求的基础底面尺寸，并按取整后的最大值作为基础底面尺寸。然后进行各基本组合作用下基础抗冲切计算，得到满足冲切要求的基础最小高度，并与独基参数中的“独立基础最小高度”比较取大值。另外还要保证底板挑出长度与基础高度比值小于 2.5，对于锥型基础要保证锥型基础坡度不大于 1:3，否则增加基础端部高度。柱边缘与最上阶基础边缘控制在 50mm 以内。

拉梁——如果有拉梁存在，那么根据“拉梁承担弯矩比例”，对于柱底弯矩进行折减；拉梁的荷载与自重按照 1/2 加到节点上，实际最终拉梁计算是连续梁的支座力传递下来的，所以会有些差异。

四、双柱基础

当两柱距离比较近时各自生成独立基础会发生相互碰撞。在这种情况下可以用【双柱基础】菜单在两个柱下自动生成一个独立基础，即双柱基础。

基础类型:	锥形现浇
基础底面形心位置	
<input checked="" type="radio"/>	几何形心
<input type="radio"/>	按标准组合: 恒+活合力作用点
基础标高	
基础标高(m):	-4
<input type="radio"/>	相对于柱底
<input checked="" type="radio"/>	相对于结构正负0
布置参数	
最小高度(mm):	600
最大宽高比:	2.5

双柱基础布置参数

基础底面形心位置: 自动布置多柱基础或墙下独基时, 基础底面形心可以是几何中心, 也可以是多个柱“恒+活”荷载组合的合力作用点;

(1) 布置条件: 选择布置的节点位置必须有柱, 不能有承台、条基、基础梁和已经布置的独基, 但可以有筏板基础。截面尺寸不能超过 30m。

(2) 布置方式: 依次点取两根柱(也可以窗选), 程序会根据两个柱所在节点上的荷载情况以及输入的独立计算参数等内容生成双柱基础, 双柱基础的底面形心根据【布置参数】基础底面形心位置确定: 可以是双柱的几何中心, 也可以是双柱“恒+活”荷载组合的合力作用点。

在设计双柱基础时要注意柱距不要过大, 否则计算模型(独立基础计算模型)与实际情况出入较大, 计算结果的准确性不确定, 对于柱距大的双柱基础按筏板计算更合理。

五、多柱基础

当多柱距离比较近时各自生成独立基础会发生相互碰撞。在这种情况下可以用【多柱基础】菜单在多个柱下自动生成一个独立基础, 即多柱基础。

(1) 布置条件: 选择布置的节点位置必须有柱, 不能有承台、条基、基础梁和已经布置的独基, 但可以有筏板基础。截面尺寸不能超过 30m。

(2) 布置方式: 依次点取多根柱, 但不能超过 10 个, 程序会根据多柱所在节点上的荷载情况以及输入的独立计算参数等内容生成多柱基础, 多柱基础的底面形心根据【布置参数】基础底面形心位置确定: 可以是多个柱的几何中心, 也可以是多个柱“恒+活”

荷载组合的合力作用点。

在设计多柱基础时要注意柱距不要过大，否则计算模型（独立基础计算模型）与实际情况出入较大，计算结果的准确性不确定，对于柱距大的多柱基础按筏板计算更合理。

六、墙下独基的自动生成

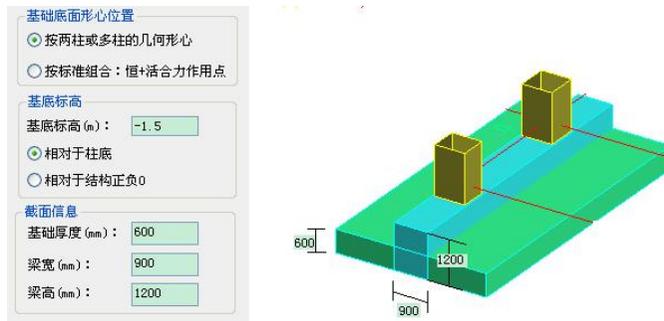
(1) 布置条件：选择布置的节点位置必须有墙，柱可有可无；不能有承台、条基、基础梁，但可以有筏板基础。截面尺寸不能超过 30m。新布置的独基将替换已经布置的独基。

(2) 布置方式：在窗选范围内程序找出所有的墙与柱，并沿着最长墙肢的方向作为布置主方向。根据荷载数据、地基基础参数等相关数据自动生成基础尺寸，独基的底面形心可以选择几何中心，也可以是所有墙柱“恒+活”荷载组合的合力作用点。

在设计墙下独基时要注意剪力墙不要过长，程序不做长度控制，否则计算模型（独立基础计算模型）与实际情况出入较大，计算结果的准确性不确定。

七、双柱基础梁式独基

按照《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》11G101-3 推荐的设置基础梁的双柱独立基础设计。



双柱基础梁布置参数

当为双柱基础且柱距较小时，通长仅配置基础底部钢筋；当柱距较大时，尚需在两柱之间配置基础顶部钢筋或设置基础梁；当为四柱独立基础时，通常可设置两道平行的基础梁。这里就是自动布置带基础梁的双柱独基。设置的基础梁在双柱间布置且外伸到基础两端，这样基础底板则采用受力明确、构造简单的单向受力配筋与分布筋。

基础梁的截面需要用户自定义输入，基础梁的梁宽宜比柱截面宽出不小于 100mm（每边不小于 50mm），基础厚度也需用户输入，软件可自动计算出基础平面截面尺寸。

基础梁的计算采用双柱支撑的简支梁计算。

基础底面形心位置：基础底面形心可以是几何中心，也可以是多个柱“恒+活”荷载组合的合力作用点；

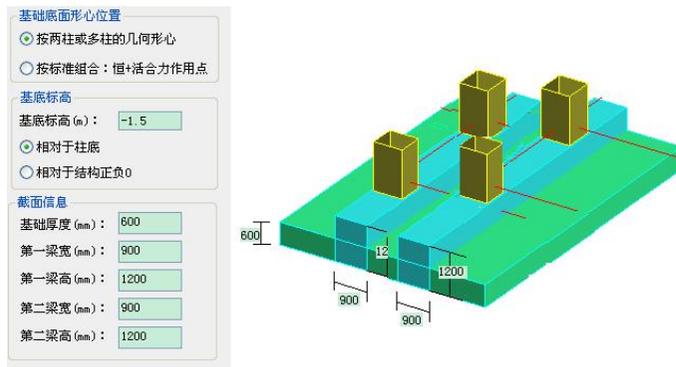
截面信息：输入独基的底板厚度、独基内地基梁的宽度和高度（mm）。

(1) 布置条件：选择布置的节点位置必须有柱，不能有承台、已经布置的独基。

(2) 布置方式：依次点取两根柱（也可以窗选）。

八、四柱双梁独基

按照《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》的四柱独立基础设计。



四柱双梁独基布置参数

(1) 布置条件：选择布置的节点位置必须有柱，不能有承台、条基、基础梁和已经布置的独基，但可以有筏板。截面尺寸不能超过 30m。

(2) 布置方式：依次点取四根柱（不可以窗选），选择的前两个柱下布置第一梁、后两个柱下布置第二梁。

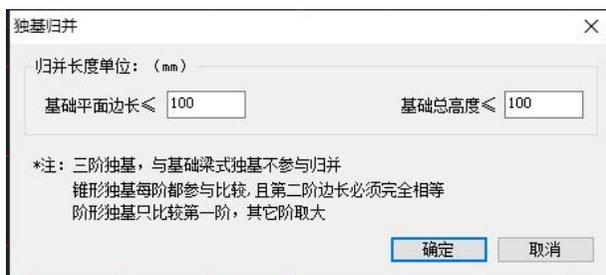
基础梁的计算采用双柱支撑的简支梁计算。

九、独基归并

软件自动计算出的独基可能种类很多，因此将自动进行归并以减少独基种类。软件把平面尺寸和高度相近的独基归并到一起。本菜单可以调整归并的尺寸，归并尺寸值取

得越大则自动生成的独基种类越少。

独立基础截面归并对话框如下，其中的说明补充了归并的条件：



独立基础截面归并参数

十、属性修改

双击基础实现。

通过平台右侧提供的属性修改列表，可以修改每个布置独基的覆土厚度、基础底标高、基础底标高的相对位置、地基承载力特征值、基础宽度和埋深的地基承载力修正系数，以及偏心与角度，此偏心是基础底面中心相对于节点的偏心。点该属性框上的“更改截面”选项，还可以直接修改独基的截面定义信息。修改截面时将弹出独基的截面定义对话框，如果修改后的截面和已定义的其它截面都不相同则自动增加新的独基截面类别。

布置信息	
底标高(m)	-1.5000
沿轴偏心	0.0000
偏轴偏心	0.0000
角度(°)	0.0000
计算信息	
地基承载力特征值	180.0000
宽度修正系数 η_b	0.0000
深度修正系数 η_d	1.0000
基础埋置深度(m)	0.0000
覆土厚度(m)	0.0000
定义信息	
一阶高(mm)	300
更改截面	选择

独基的属性表

十一、计算书

这里提供的计算书限于简单的、初设阶段的内容，最终计算书应在“基础计算和结

果输出”里取得，应在总的基础计算完成后取得，特别是剪力墙下基础、双柱连梁基础等只有在总的计算后才能给出完整全面的计算书。

这里程序提供两种计算书输出方式：全部独基和单选的独基，分别通过菜单【全部计算书】和【单独基计算书】形成。

【全部计算书】：生成基础平面上所有独立基础的计算书，即时生成，包括独基在所有荷载组合下，满足规范要求的地基承载力计算、冲切计算、剪切计算和配筋计算结果时的基础最小尺寸，计算书采用标准的 RTF 文档格式，图文并茂。

对于全部计算书中，显示不能满足要求的独基，在图上用红色表示出来。

全部独立基础计算书

计算依据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)。

序号	中心点X,Y(mm)	Fa(kPa)	Pkmax(kPa)	Pkmin(kPa)	冲切系数	剪切系数	结论
1	28324,21992	235.30	56.11(20)	-7.56(20)	20.45(24)	50.00(23)	满足
2	31324,27188	235.30	58.52(20)	-7.93(20)	19.41(24)	50.00(23)	满足
3	33520,18992	235.30	63.09(20)	-8.13(20)	16.16(24)	50.00(23)	满足
4	36520,24188	235.30	66.72(20)	-7.67(20)	15.02(24)	50.00(23)	满足
5	38716,15992	235.30	62.24(20)	-7.11(20)	17.40(24)	50.00(23)	满足
6	39520,29384	235.30	159.52(20)	-18.81(20)	4.11(24)	50.00(23)	满足
7	41716,21188	235.30	64.99(20)	-7.23(20)	14.16(24)	50.00(23)	满足
8	44716,26384	235.30	73.33(20)	-101.48(20)	50.00(23)	50.00(23)	满足

其中括号内为对应的荷载组合号。冲切计算、剪切计算为安全系数，大于1.0满足要求。

全部独基计算书

【单独基计算书】：由用户单独选择某一独基生成它的计算书，即时生成，包括选择计算独基在每个荷载组合下地基承载力计算、冲切计算、剪切计算和配筋计算结果。

建模—单独立基础计算书.TXT - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

第1号独立基础计算书

计算依据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)。
 对应节点号30,中心点坐标(28323,21991)mm,相对柱转角0.0°
 地基承载力特征值181.0kPa
 地基承载力特征值修正的基础埋深d=0.00m
 地基承载力修正系数 $\eta_d=0.00$, $\eta_d=1.00$
 钢筋抗拉设计强度 $f_y=300.0N/mm^2$,混凝土强度C25.0
 基础底标高-1.50m
 覆土厚度0.00m
 覆土压强0.00kPa(冲切、剪切计算不考虑)
 基础自重16.61kN
 基础共2阶
 第1阶长7000mm×宽7000mm×高300mm
 第2阶长600mm×宽600mm×高1000mm
 冲切剪切计算对应的基础内部构件的外包区域截面508×508mm

一、地基承载力计算
 按照规范5.2计算,对不同的荷载组合计算地基承载力结果为:
 Mx、My为相对于基础底面形心的绕x轴、y轴弯矩标准组合值;
 Pkmax、Pkmin为基础底面边缘最大、最小压力值;
 Fk为相对于基础底面形心的轴力标准组合值;
 fa为修正后的承载力特征值。

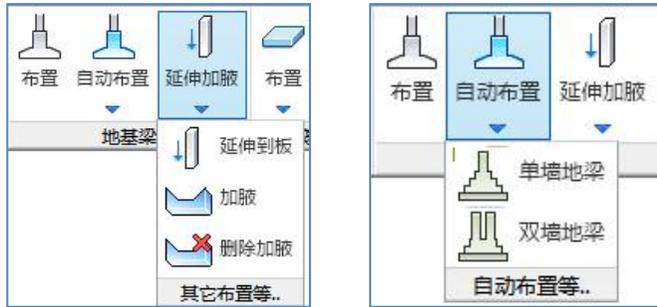
序号	荷载组合	Mx(kN.m)	My(kN.m)	Fk(kN)	Pkmax(kPa)	Pkmin(kPa)	fa(kPa)
2	2	402.64	923.61	417.82	48.34	1.94	181.00
3	3	394.36	921.51	325.06	46.26	0.22	181.00
4	4	396.62	920.38	326.37	46.31	0.23	181.00
5	5	397.64	929.08	325.78	46.47	0.05	181.00
6	6	395.38	930.21	324.46	46.42	0.04	181.00
7	7	401.65	921.35	417.61	48.27	1.99	181.00
8	8	403.62	925.88	418.04	48.40	1.88	181.00
9	9	403.01	920.66	418.40	48.30	1.99	181.00
10	10	402.26	926.56	417.25	48.37	1.88	181.00
11	11	399.01	920.34	389.74	47.64	1.48	181.00

单个独基的计算书

第三节 地基梁

地基梁（也称基础梁或柱下条形基础）是整体式基础。设计过程是由用户定义基础尺寸，然后采用有限元分析计算弹性地基梁基础，从而判断基础截面是否合理并给出配筋。基础尺寸选择时，不但要满足承载力的要求，更重要的是要保证基础的内力和配筋要合理。

本菜单用于输入各种钢筋混凝土基础梁，包括普通交叉地基梁、有桩无桩筏板上的肋梁、桩承台梁等。



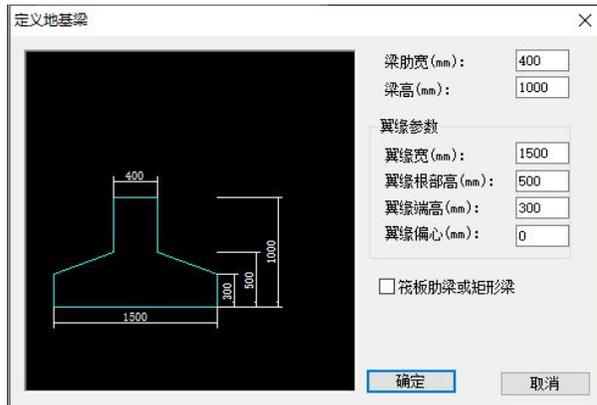
地基梁菜单

各菜单功能说明如下：

一、手动布置和加腋

- (1) 布置条件：网格线上。
- (2) 地基梁截面定义：

布置的地基梁需要先定义它的截面尺寸，布置对话框上点取“添加”，即出现如下对话框。

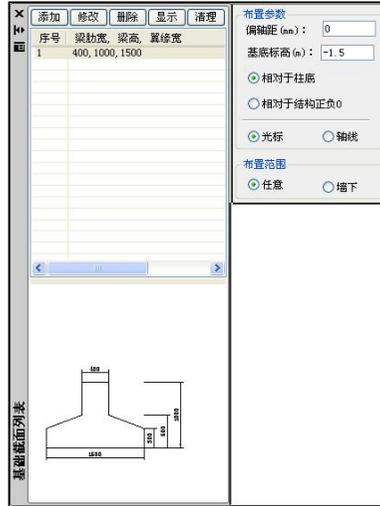


地基梁截面

如果是筏板肋梁或矩形梁则需要定义梁肋宽、梁高两个参数；如果是带翼缘的地基梁则需要再输入 4 个参数：翼缘宽、翼缘根部高、翼缘端部高、翼缘偏心。

翼缘偏心:翼缘相对于地梁梁肋的偏心，鉴于这个偏心如果过大，受扭比较严重会影响基础的安全，故建议此值不宜输入过大数值。1

地基梁布置对话框上的按钮如下：



地基梁布置参数

添加：将定义完成的截面增加到表格中，供布置使用；

修改：修改定义完成的截面参数，图中使用此截面的基础自动修改；

删除：删除选择的截面，已经在图中使用此截面的地基梁同时删除；

显示：在图中加亮显示选择类型的截面；

清理：删除截面表中没有使用的类型；

(1) 布置方式：首先选取地基梁类型，然后在平面图上用任意布置（包括直接布置和窗口布置）、轴线布置等方式沿着网格线布置地基梁。

直接布置方式和窗口布置方式是自动切换的，即如果鼠标第一下选中了布置目标，则实现直接布置方式；如果鼠标第一下没有选中目标，则随着鼠标的移动程序自动拉开一个窗口，由鼠标第二下确定了窗口大小，程序在窗口范围内选择目标。

在屏幕布置参数框下是布置方式选项：任意布置、沿轴线布置和墙下布置，用户可随时选择切换。

(2) 布置参数：有两个，沿轴偏心、基础底标高的相对标高。基础底标高的相对标高输入有两种方式，相对于柱（墙）底，或相对于结构正负0。

地基梁加腋：支持对地基梁进行水平加腋和竖向加腋的布置及设计。



地基梁加腋布置参数

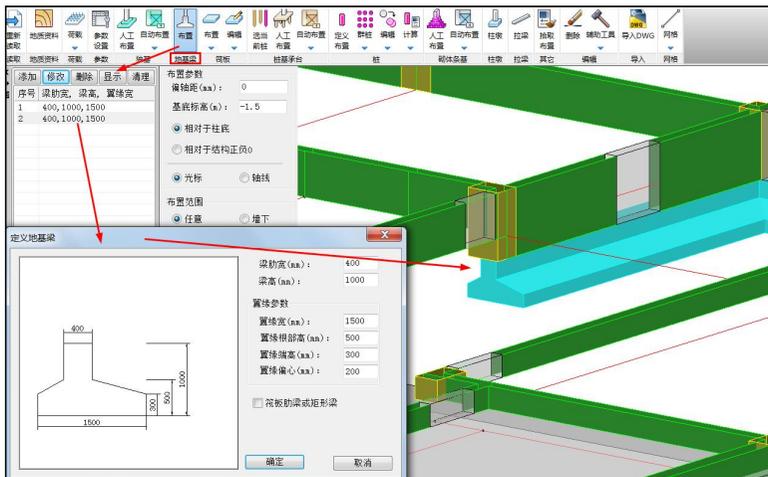
二、自动布置

程序提供单墙、双墙下自动布置地基梁的功能，自动布置按倒 T 形梁设置。

翼缘宽度按地基承载力确定；翼缘底部高度按受剪确定；翼缘放坡尺寸为 1:3；腹板宽度取墙轮廓两侧各外扩 50mm；腹板高度根据翼缘高度成比例输出。

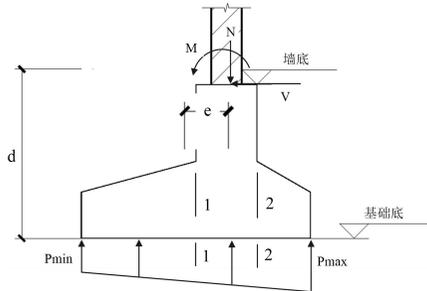
三、地基梁计算

地下室外墙由于承受比较大的水土压力，有较大的面外弯矩。所以在工程实践中地下室外墙多采用倒 T 型地基梁（不推荐采用砌体条基）的基础形式。定义地基梁用户见下图：



墙下地基梁布置

其面外弯矩考虑类似于软件中的砌体条形基础，面外弯矩包括几部分：1) 墙底的面外弯矩 M ；2) 墙底水平剪力产生的附加弯矩 $V*d$ ；3) 墙轴力作用点与地基梁中心点偏心引起的附加弯矩 $-N*e$ 。计算模型示意图见下图：



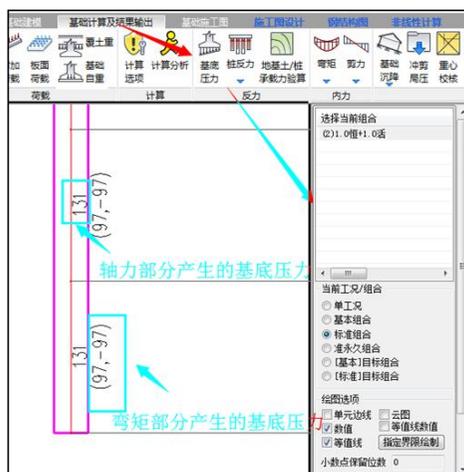
不对称地基梁

底板配筋弯矩按照单位长度土反力产生的效应，按线性基底压力分布假定，计算图示 1-1 和 2-2 两个最不利截面的最大底板弯矩。

基础底板配筋按照如下经验公式计算：

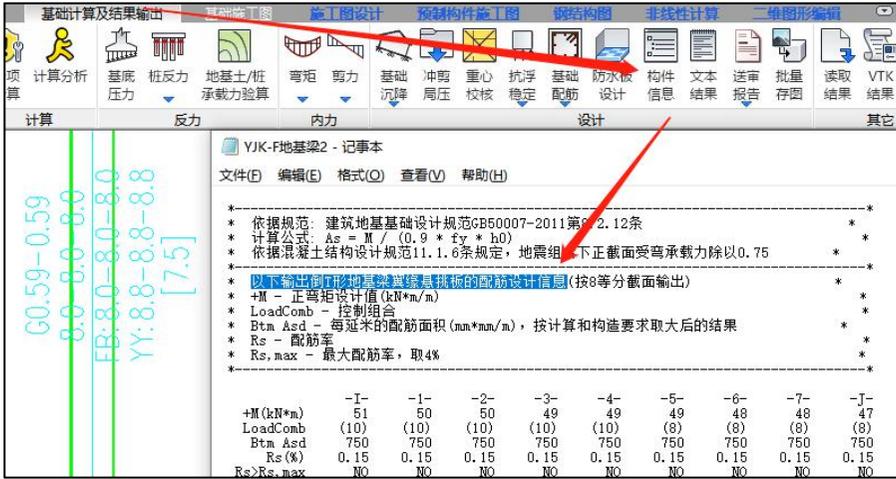
$$A_s = \frac{M}{0.9f_y h_0}$$

地梁横向地基压力按线性分布，【计算基础及结果输出】 【基底压力】中按轴力产生的均匀压力值、弯矩部分产生的压力值分别给出，实际压力分布是两者叠加后的值（承载力验算采用），用户界面见下图：



地基梁基地反力

构件信息的计算书中给出配筋计算过程，见下图：



地基梁计算书

第四节 筏板

程序提供多种筏板布置和编辑的方法，用于适应基础筏板多样的形状。输入筏板的主要工作就是布置它的平面形状，布置筏板形状的参照是基础平面节点和网格，已经布置好的筏板也可用于新定义筏板的参照。

筏板可以用围区方式生成，即求出用户围区圈定的网格的最外轮廓，再将其外挑一段形成一块筏板。也可以用在平面上绘制多边形的方式生成，绘制多边形是将以网格节点或者已经布置好的筏板为参照定位，采用通用绘图的方法绘制。

程序提供“加厚区域”、“减薄区域”与“筏板开洞”菜单，用于布置不等厚度筏板加厚部分和筏板的开洞。

对于平面上互相连接或重叠的、同厚度同标高的筏板，程序自动将它们合并为一块新的筏板，形状是经过面片合并的最外轮廓，因此可以通过多次布置的方式完成复杂形状筏板的定义。

程序提供对筏板形状的多种编辑修改方式，最主要的方式新绘制多边形的叠加或裁减方式，即在原筏板上绘制多边形，将此多边形对原有筏板叠加或切割，形成新的筏板

边界形状。

防水板是通过在筏板上定义防水板属性而形成的，其它布置方式和筏板相同。

【筏板】菜单设置了两项，筏板布置和筏板编辑，如下图所示：



筏板布置和编辑

一、筏板（防水板）布置

筏板（防水板）的记录不再依靠网格线和节点，但是布置方式仍保留参考网格线方式。筏板（防水板）间如有交集的关系，在有限元计算时会进行合并处理。

筏板（防水板）布置对话框如下：

筏板及防水板布置		标高设置	
布置类型 <input checked="" type="radio"/> 筏板 <input type="radio"/> 防水板	板厚(mm): 500 覆土荷载(kPa): 0	基底标高(m): 0 <input type="radio"/> 相对于柱底 <input checked="" type="radio"/> 相对于结构正负0	
布置方式 <input checked="" type="radio"/> 围区生成 <input type="radio"/> 任意轮廓	挑出宽度(mm): 600 <input checked="" type="radio"/> 多边形 <input type="radio"/> 圆形	板面恒载(kN/m ²): 0 板面活载(kN/m ²): 0	
人防设计 人防等级: 非人防 底板等效静荷载(kN/m ²): 0 <input checked="" type="checkbox"/> 同总参数		配筋方向(度): 0	
<input type="button" value="确定"/>		<input type="button" value="取消"/>	

筏板及防水板布置

布置类型分为筏板和防水板。

可选择围区生成或任意轮廓布置方式。

围区生成：这是参照网格线外围的方式。用户在平面上用鼠标勾画多边形围住筏板所在的全部网格线，程序自动找出这批网格线的外包轮廓，再在该轮廓上外挑出用户定义的挑出长度，即生成出所需筏板。

任意轮廓：这是用户勾画任意多边形方式。用户需直接在平面上用鼠标画出筏板多边形。画多边形时可以参照已有的节点和网格来准确定位。任意轮廓可以选择任意多边形或圆形。

厚度（mm）：筏板（防水板）的厚度；

挑出宽度：用于围区方式布置，输入围区内网格外轮廓边界的挑出距离，用来定义筏板（防水板）的尺寸形状。该参数在“任意轮廓”方式下没有用。

底部相对标高：有两种输入方式，即分别为该参数下面的相对于柱底、相对于结构正负 0。

覆土荷载：用于输入板面的覆土荷载。

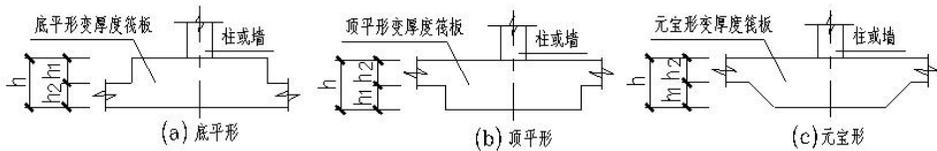
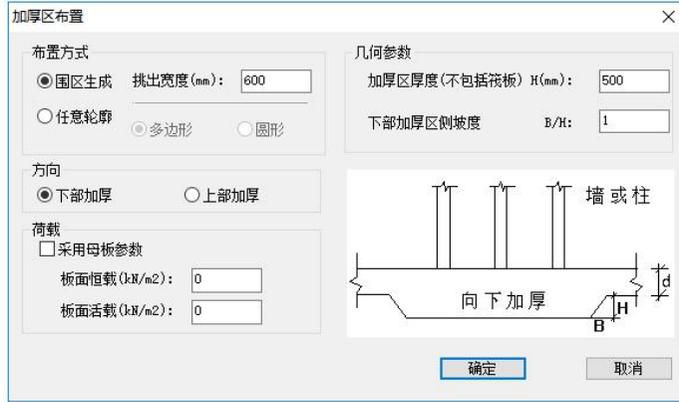
板面恒、活：用于输入板面上的恒、活荷载。

配筋方向：当建筑布置方向与整体坐标系有夹角时，板面配筋方向也需要根据房间实际方向进行调整，该参数用于调整底板配筋与世界坐标系的夹角。

人防设计：可以设置底板的人防等级和底板等效静荷载，如果勾选通总参数时，板块的人防等级和等效静荷载同总参数中数值。

二、加厚区

加厚区的布置方式与筏板相同，只是应在已有的筏板范围内进行，输入的是加厚区部分增加的厚度。



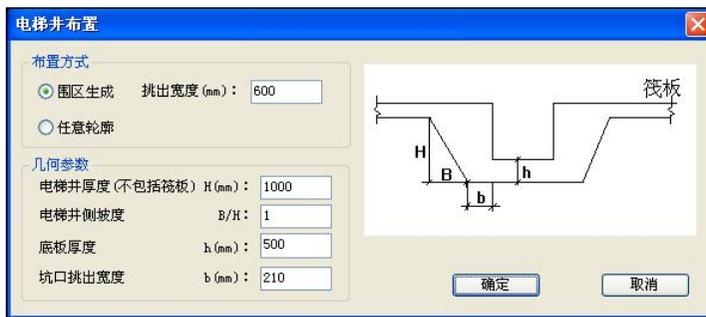
(a)上部加厚 h_1 (筏板厚度 h_2)

(b)、(c)下部加厚 h_1 (筏板厚度 h_2)

筏板中的加厚区

三、电梯井

电梯井的布置方式与筏板相同，只是应在已有的筏板范围内进行，根据下图的提示，输入布置电梯井的相应的参数，选择布置方式，即可。筏板的核心筒内电梯井的布置采用大筏板套小筏板方式，不能用加厚区。



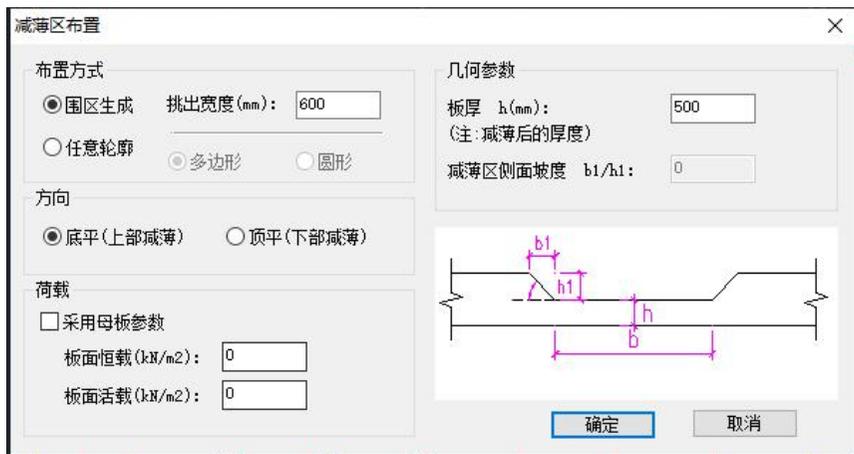
筏板中的电梯井

对电梯井部分的筏板计算按照不同厚度筏板计算，底板部分取底板厚度，其侧壁部分 $(B+b)$ ，侧壁部分的厚度按 $(\text{筏板厚度}+H/2)$ 计算 (旧网格)，也可以不考虑侧壁

部分的厚度（新网格）。

四、减薄区

减薄区的布置方式与筏板相同，只是应在已有的筏板范围内进行，根据下图的提示，输入布置减薄区并的相应的参数，选择顶平或者底平的布置方式，即可。筏板的核心筒内不能用减薄区。

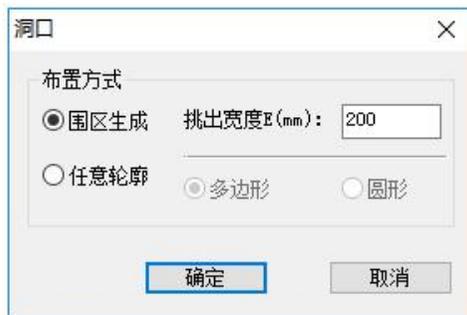


筏板中的减薄区

对减薄部分的筏板计算按照薄的厚度和标高进行，但是必须采用新网格。

五、洞口及洞口删除

筏板开洞的布置方式与筏板相同，只是必须完全在筏板内部，且与其它加厚区域不能有交集，与其它开洞区域不能有交集。



洞口删除：删除筏板洞区域。

六、后浇带

在筏板上布置后浇带，程序自动默认宽度 1m，直接在筏板内部选择布置点连线完成。

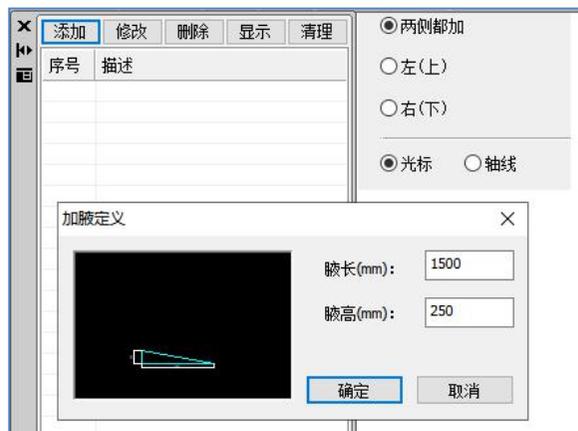
施工前的加荷比例：只对恒载计算起作用，后浇带影响计算参数，如设后浇带，浇后浇带时的荷载系数（0~1）：这个参数与后浇带的布置配合使用，解决后浇带设置后的内力、沉降计算和配筋计算等结果的取值。后浇带将筏板分割成几块独立的筏板，程序将计算有、无后浇带两种情况，并根据两种情况的结果求算内力、沉降及配筋。填 0 取整体计算结果（等同于没有后浇带），填 1 取分别计算结果（等同于两块分开的板，计算结果恒载下的单工况弯矩为 0），取中间值 α 计算结果按下式计算：

$$\text{实际结果} = \text{整体计算结果} \times (1 - \alpha) + \text{分别计算结果} \times \alpha$$

α 值与浇后浇带时沉降完成的比例相关。

七、加腋及加腋删除

墙下和地基梁下程序提供筏板加腋布置功能。



八、集水坑

程序提供集水坑布置、设计、施工图绘制的功能。

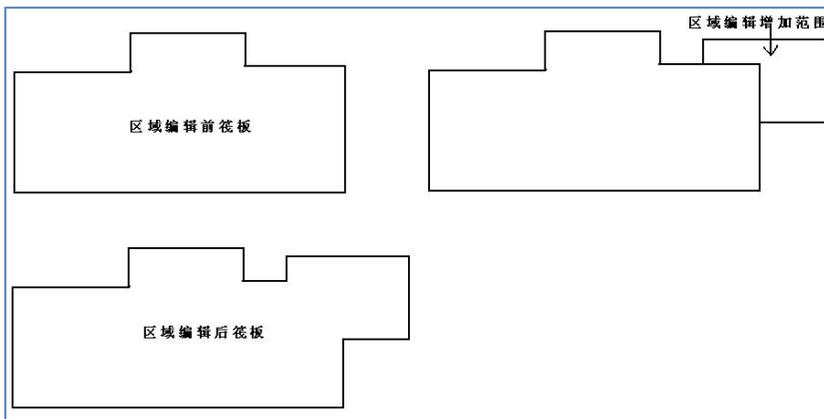
九、排水沟

程序提供排水沟布置、设计、施工图绘制的功能。

十、筏板编辑



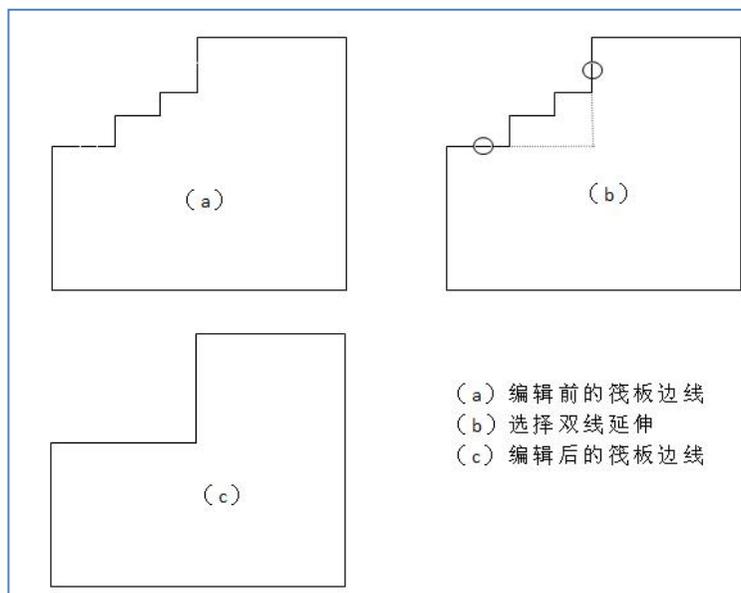
区域编辑：此功能只适用于多边形筏板、防水板，不能用于筏板内加厚区域与筏板开洞边线编辑。用于在筏板的外区域增加筏板或删除部分区域。



【区域编辑】操作结果

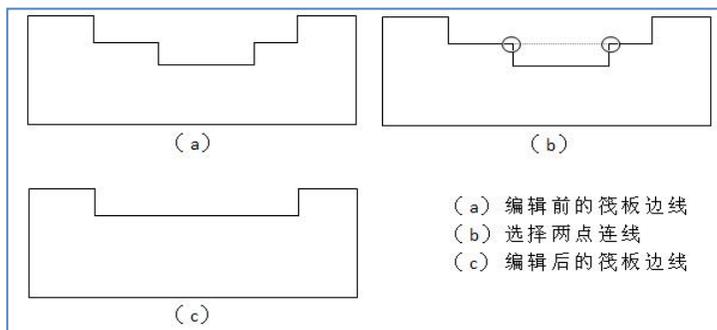
以下功能适用于多边形筏板、防水板、筏板内加厚区域与筏板开洞边线编辑。

双线延伸：自动布置或任意布置的多边形筏板、防水板、筏板内加厚区域与筏板开洞边线会出现奇异的情况，可以通过“双线延伸”功能完成编辑，操作步骤如下图：



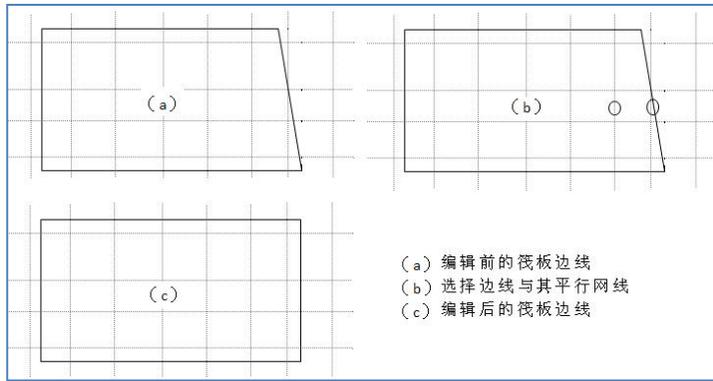
【双线延伸】操作结果

点点连线：自动布置或任意布置的多边形筏板、防水板、筏板内加厚区域与筏板开洞边线会出现奇异的情况，可以通过“点点连线”功能完成编辑，操作步骤如下图：



【点点连线】操作结果

外挑长度：任意布置的多边形筏板、防水板、筏板内加厚区域与筏板开洞边线不会与内部网格线平行，可以通过“外挑长度”功能完成编辑，需首先在命令行输入边线与网格线距离。操作步骤如下图：



【外挑长度】操作结果

此命令也可以用于修改筏板边线与网格线的距离。

十一、属性修改

双击基础实现。

通过平台右侧提供的属性修改列表，可以修改筏板的覆土厚度、基础底标高、基础底标高的相对位置、地基承载力特征值、基础宽度和埋深的地基承载力修正系数。

第五节 桩基承台

桩按其与上部结构的连接方法分为承台桩和非承台桩。通过承台与上部结构的框架柱或墙相连的桩称为承台桩，其输入方法可由【承台桩设计】菜单实现；程序还提供【桩】菜单单独布置桩，用于筏板下、地基梁下的桩的布置，可以将其称为非承台桩；对于任意形状的较复杂承台，可在【桩】菜单下先完成桩的布置，再在【承台桩】菜单下使用“任意多边形”菜单的绘制多边形方式生成承台，或者用【围桩承台】的方式生成承台。

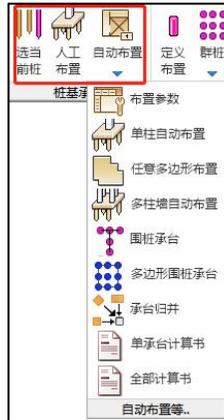
在本程序中，承台桩基础的设计过程为：

用户定义桩的形式、桩的尺寸和单桩承载力特征值；程序提供各种生成承台桩的方式；对于单柱下的承台桩可以自动计算生成，包括给出桩的根数、确定承台的形状、尺寸等；程序还提供了【多墙柱自动布置】菜单用于多柱、墙承台自动生成；对于较复杂形状承台，可在桩布置完成后，使用【任意多边形布置】或者【围桩承台】菜单生成承台；对于较规则的常用承台类型，用户还可以自己定义它的形状类型、桩数等。

各种方式生成的承台均列入承台桩定义列表，用户可将这些承台交互布置到平面，可以布置在柱下，也可以布置在剪力墙下，甚至布置在任一节点下。

承台桩基础之间可以通过设计拉梁，使其连接在一起增加其整体性。

【承台桩布置】菜单如图所示：

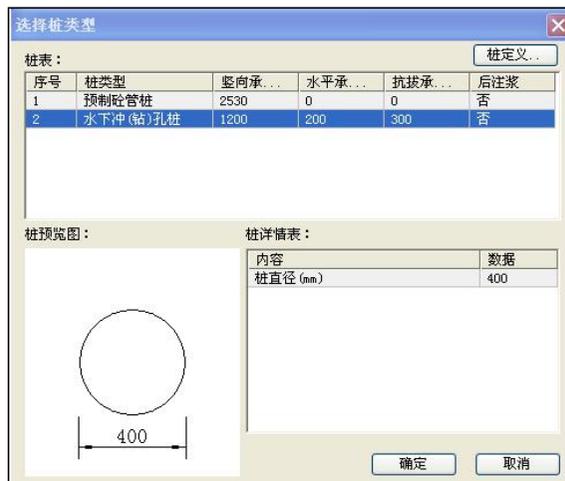


桩基承台的布置菜单

一、选当前桩（锚杆）

在很多与桩有关的命令中，必须先选择某种桩类型作为当前桩。

如果有桩类型可以直接选择，否则通过以下操作完成桩的定义：



选择当前桩

桩类型：包括预制方桩、水下冲(钻)孔桩、沉管灌注桩、干作业钻(挖)孔桩、预制砼

管桩、钢管桩和双圆桩等。其参数随分类不同而不同，有单桩承载力和桩直径或边长，对于干作业钻(挖)孔桩包括扩大头数据等。桩分类及其输入参数参见下表。

表 6.5.1 桩基础分类与输入参数表

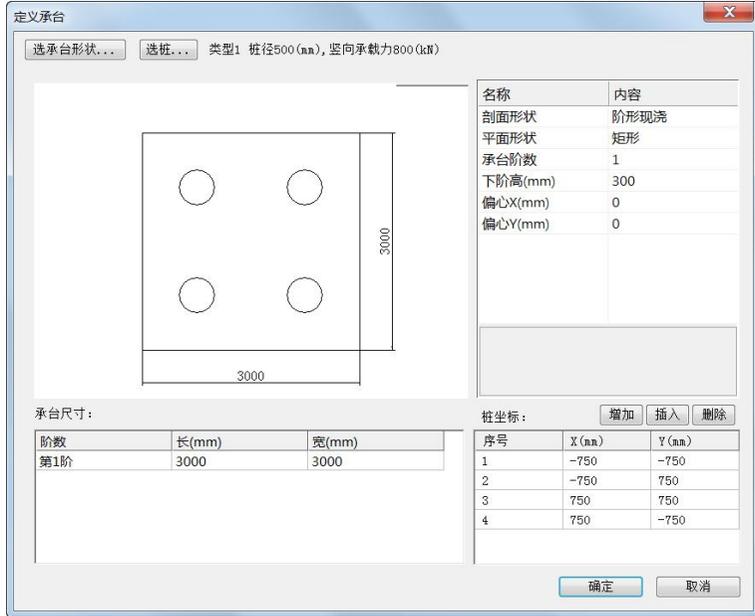
桩基础分类	输入参数
预制方桩	单桩承载力、柱边长
水下冲(钻)孔桩	单桩承载力、桩直径
沉管灌注桩	单桩承载力、桩直径
干作业钻(挖)孔桩	单桩承载力、桩直径、扩大头直径、扩大头上段长、扩大头中段长、扩大头下段长
预制混凝土管桩	单桩承载力、桩直径、壁厚
钢管桩	单桩承载力、桩直径、壁厚
双圆桩	单桩承载力、右圆半径、左圆半径、圆心距
锚杆	抗拔承载力、预拉应力标准值、锚杆直径

二、人工布置

本菜单可实现定义新承台、修改已定义承台，并将所定义的承台布置到结构平面。

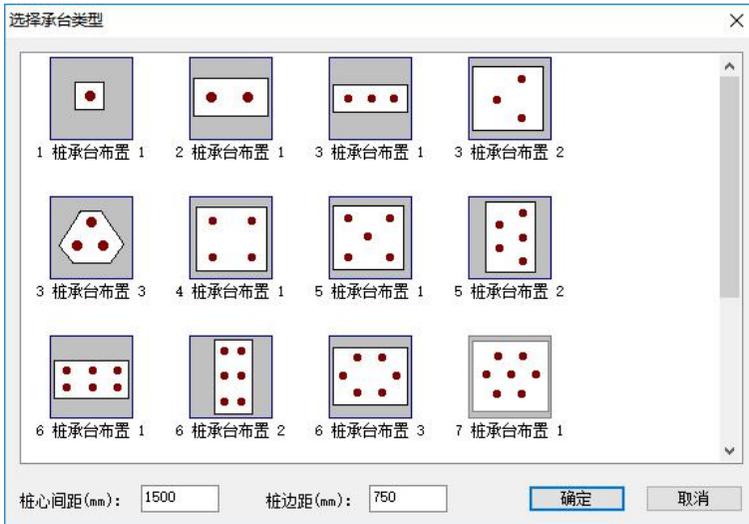
(1) 布置条件：布置的节点位置有柱或墙（也可在无柱墙的节点直接布置），不能有独基、条基、基础梁，但可以有筏板基础，已经布置的承台会被新承台自动替换。

(2) 承台定义：人工布置前需先定义承台。在布置对话框上点取“添加”即出现承台定义对话框如下：



承台定义

选承台形状：程序给出了常规桩承台的种类供用户选择；



剖面形状：分为锥形现浇基础、锥形预制基础、阶形现浇基础、阶形预制基础；

移心：承台定义中的偏心适用于多阶基础，是基础上表面相对于基础底面的移心；

阶数：承台最多二阶；



承台布置参数

承台布置对话框中的按钮如下：

添加：将定义完成的截面增加到表格中，供布置使用；

修改：修改定义完成的截面参数，图中使用此截面的基础自动修改；

删除：删除选择的截面，已经在图中使用此截面的承台同时删除；

显示：在图中加亮显示选择类型的基础；

清理：删除截面表中没有使用的类型；

(1) 布置条件：程序自动按承台参数中的桩间距，桩边距，承台高度等信息生成承台的几何尺寸及布置数据的初值，用户可以根据需要进行修改。

(2) 布置方式：首先在布置对话框上选择承台基础截面类型，然后在平面图上通过直接布置、沿轴线布置、窗口布置方式选择需要布置承台桩基础的目标。承台桩基础布置的目标有节点或柱，节点一般是布置了柱或者剪力墙节点，用户点上节点或点上柱都是选中了目标。

直接布置方式和窗口布置方式是自动切换的，即如果鼠标第一下选中了布置目标，则实现直接布置方式；如果鼠标第一下没有选中目标，则随着鼠标的移动程序自动拉出一个窗口，由鼠标第二下确定了窗口大小，程序在窗口范围内选择目标。

(3) 布置方式选项：任意布置、沿轴线布置，用户可随时选择切换。

布置参数有沿轴偏心、偏轴偏心、转角、基础底标高的相对标高。基础底标高的相对标高输入有两种方式，相对于柱（墙）底，或相对于正负 0。

三、承台自动布置参数

承台自动布置参数请详见第五章“承台自动布置参数”章节。

四、单柱自动布置

在单柱下自动根据外荷载计算出桩的根数、选择承台的形状和尺寸。

(1) 布置条件：布置的节点位置必须有柱或剪力墙，不能有独基、条基、基础梁和已经布置的承台，但可以有筏板基础，已经布置的承台会被新承台自动替换。

(2) 布置方式：首先用户选取的桩类型，在平面图上通过窗口布置或直接布置等方式布置承台桩基础，根据输入荷载的所有工况和单桩承载力计算出指定柱下承台所需桩的根数，并以承台参数中桩间距为最小距离计算抵抗弯矩所需的桩间距和桩布置情况，再按照承台参数中的桩边距和承台高度生成承台的几何尺寸。

(3) 自动生成承台的技术条件：首先计算各荷载标准组合作用下满足桩承载力要求的基础底面尺寸，并按取整后的最大值作为承台底面尺寸。然后进行各基本组合作用下基础抗冲切、抗剪切计算，得到满足冲剪要求的基础最小高度。

拉梁——如果有拉梁存在，那么根据“拉梁承担弯矩比例”，对于柱底弯矩进行折减；拉梁的荷载与自重按照 1/2 加到节点上，实际最终拉梁计算是连续梁的支座力传递下来的，所以会有些差异。

五、任意多边形布置

用直接绘制多边形方式生成承台。

(1) 布置条件：多边形内的柱不能超过 10 根，多边形的边数不能超过 20，承台内的桩根数最多限制在 50 根。

(2) 布置方式：通过用户需直接在平面上用鼠标画出任意多边形完成承台布置，画多边形时可以参照已有的节点和网格来准确定位。

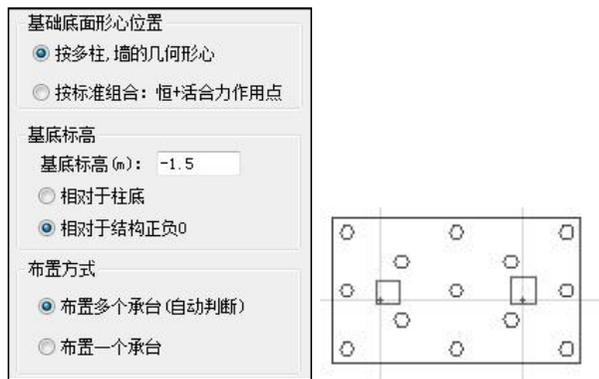
如果任意布置的多边形承台边线可能不会与内部桩点的连线平行，可以通过下面【对齐桩线】功能完成多边形编辑。

六、多柱墙自动布置

布置包含多根柱或包含柱墙联合承台。

- (1) 布置条件：至少 3 根桩，且不多于 30 根桩，只能生成矩形承台。
- (2) 布置方式：按程序提示输入一个多边形区域，包括需要布置在一个承台内的所有墙柱，程序根据多边形范围内所有墙柱的合力生成一个多柱墙承台。

多柱墙承台形成后，程序将其上各柱的荷载按矢量合成的原则叠加成为多柱墙承台的设计荷载。



自动生成双柱承台

(3) 自动生成多柱墙承台的技术条件：首先计算各荷载标准组合作用下满足桩承载力要求的基础底面尺寸，并按取整后的最大值作为承台底面尺寸(只能布置矩形承台)。然后进行各基本组合作用下基础抗冲切、抗剪切计算，得到满足冲剪要求的基础最小高度。

如果选择“恒+活合力作用点”布置，会在承台内出现十字叉表示的承台内所有荷载恒+活合力的荷载中心点，可以通过【删除】命令删掉。

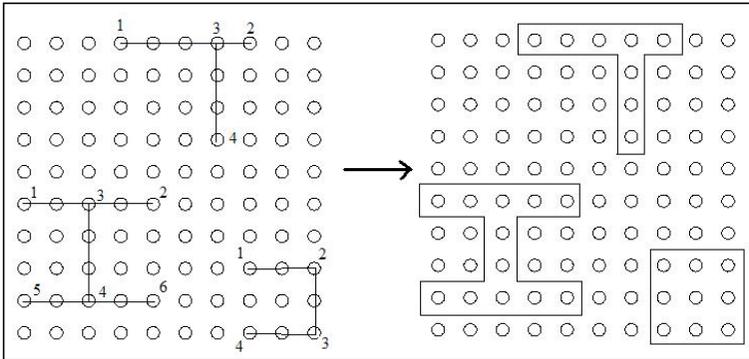
布置方式如果选择“布置多个承台”，会自动判断圈选区域的联通墙，比如 T 字墙、十字墙、拐角墙等，每个联通墙布置一个承台；如果选择“布置一个承台”，不做任何判断，所有的墙只布置唯一的一个承台。

七、围桩承台

沿着已经布好的桩的外轮廓生成一个承台。

(1) 布置条件：至少 3 根桩，且不多于 50 根桩。桩已经布置在相应的位置。

(2) 布置方式：用户用一个多边形把组成该承台的桩围起来，随后，程序自动沿着这批桩的最外轮廓生成一个承台。承台外缘和桩的距离按照用户在桩承台参数中定义的桩边距给出。逐个点取桩的中心点形成一个多边形，程序沿着多边形外扩，从而形成一个多边形桩承台。点取的桩应位于多边形的角点处。如果是单排桩承台，如单排桩 T 形承台，则用户逐个点取桩形成的某些路径需要重复。选择桩过程如下：



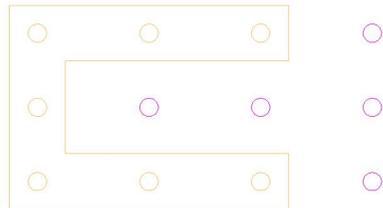
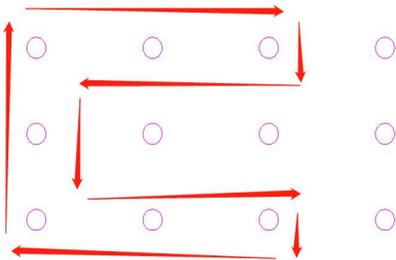
T 形、工字形、矩形围桩承台的选择顺序

八、多边形围桩承台

这种布置方式结合了“任意多边形布置”和“围桩承台”的特点，采用围区的方式框选所有想要纳入承台的桩，程序会根据轮廓内所有桩的数量以及几何关系，自动生成满足参数要求的承台。

布置方式

生成效果



九、属性修改

双击基础实现。

通过平台右侧提供的属性修改列表，可以修改每个布置独基的覆土厚度、基础底标高、基础底标高的相对位置、地基承载力特征值、基础宽度和埋深的地基承载力修正系数，以及偏心与角度，此偏心是基础底面相对于节点的偏心。还可以通过“更改截面”项修改承台本身的尺寸定义等值。

布置信息	
底标高 (m)	-2.0000
沿轴偏心	0.0000
偏轴偏心	0.0000
角度 (°)	0.0000
桩长 (m)	10.0000
计算信息	
地基承载力特征值	180.0000
宽度修正系数 η_1	10.0000
深度修正系数 η_2	1.0000
基础埋置深度 (m)	-2.0000
覆土厚度 (m)	1.5000
更改截面	<input type="button" value="选择"/>

承台的属性

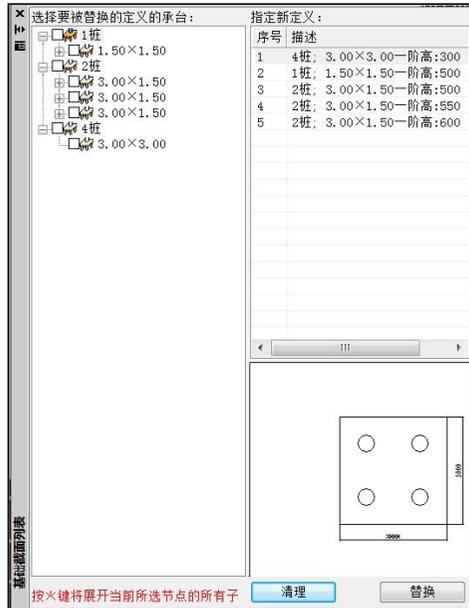
十、承台归并

对于承台截面过多的工程，可进行承台归并。可将桩数相同，形状相近的承台调整为同一截面。软件还提供了清理命令，来清理归并后产生的无用的截面。

点承台归并菜单后，弹出承台类别对话框，其左侧为当前各类承台的目录树，以承台截面所含桩楼从小到大排序，分为3级，1级为桩数，2级为该桩数下的各种承台，3级为每种承台在当前基础的各个应用。用户可在左侧承台构件树中选取要修改的承台（如下图），也可在基础平面上直接选取要归并的承台，二者是联动的。

当在基础平面上选取时，如果选取错误，可按住 shif 反选来取消选择。如果想取消合并选择，可单击右键或【Esc】来取消全部选择。双击右键或【Esc】键侧退出当前命令。

选择要归并后的承台后，还须在对话框右侧选取归并后的承台截面类型。单击“替换”按钮就可完成归并操作。



承台归并

十一、计算书

这里提供的计算书限于简单的、初设阶段的内容，最终计算书应在“基础计算和结果输出”里取得，应在总的基础计算完成后取得，特别是剪力墙下承台、围桩承台等复杂承台只有在总的计算后才能给出完整全面的计算书。

这里计算书内容包括：

1、受弯计算：首先根据读入的荷载组合，自动挑出用于受弯计算的所有基本组合，求出净反力，得到弯矩设计值，最后根据《混凝土结构设计规范》及用户提供的相应参数求出控制截面的配筋值。

2、冲切计算：按规范要求验算了柱对承台的冲切及角桩对承台的冲切，程序对承台的冲切计算采用荷载效应的基本组合。

3、剪切计算：按规范要求验算了柱对承台的剪切，程序对承台的冲切计算采用荷载效应的基本组合。

计算书采用标准 RTF 文档格式，图文并茂。计算书包括全部承台全部工况、单个承台全部荷载组合等内容，全部都是即时生成。

计算后会在平台上显示承台编号，不满足桩承载力或冲剪计算的承台会红色显示。

建模-全部承台计算书.TXT - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

全部承台计算书

计算依据《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)。

一、冲切、剪切计算

序号	截面号	柱冲切	柱冲切	剪切	结论
1	1	1.47	0.93	1.09	不满足
2	1	1.31	0.95	1.09	不满足
3	1	1.26	1.03	1.16	满足
4	1	1.28	1.14	1.27	满足
5	1	1.43	0.87	1.08	不满足
6	1	1.21	0.89	1.08	不满足
7	1	1.23	0.95	1.17	不满足
8	1	1.23	1.07	1.25	不满足
9	1	1.40	0.81	1.06	不满足
10	1	1.26	0.85	1.10	不满足
11	1	1.26	0.90	1.17	不满足
12	1	1.27	1.01	1.26	不满足
13	1	0.23	0.11	0.12	不满足
14	1	2.29	0.87	0.88	不满足
15	1	5.00	0.88	0.89	不满足
16	1	0.26	0.09	0.11	不满足

二、桩承载力计算

序号	水平承载力(kN)	竖向承载力(kN)	抗拔承载力(kN)	最大反力(kN)	最小反力(kN)	平均反力(kN)	水平力(kN)	结论
1	200	800	300	902.28(10)	-267.61(21)	406.89(10)	95.92(12)	满足
2	200	800	300	912.14(10)	-199.45(21)	451.85(7)	91.98(12)	满足
3	200	800	300	869.65(10)	-104.33(21)	473.68(7)	78.92(5)	满足
4	200	800	300	778.40(8)	-30.54(21)	443.88(9)	66.37(12)	满足
5	200	800	300	953.21(10)	-385.61(21)	415.53(10)	97.86(12)	不满足
6	200	800	300	970.13(10)	-190.57(21)	485.05(9)	86.79(12)	不满足
7	200	800	300	922.99(10)	-148.60(21)	479.11(10)	77.81(12)	满足
8	200	800	300	834.31(8)	-61.63(21)	461.34(9)	66.94(5)	满足
9	200	800	300	1018.35(10)	-346.68(21)	426.37(10)	102.71(12)	不满足
10	200	800	300	1005.89(10)	-257.02(21)	469.23(8)	98.33(5)	不满足
11	200	800	300	962.19(8)	-207.93(21)	469.84(8)	80.91(5)	不满足
12	200	800	300	861.02(8)	-127.53(21)	482.66(8)	70.28(5)	不满足

全部承台全部工况计算书

建模-单承台计算书.TXT - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

第4号承台计算书

计算依据《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)。

一、基本信息

1. 编号 CT-4

2. 节点号 Node-16

坐标(7324,16896)mm, 转角180.0°

3. 构件材料信息 混凝土

4. 底面积(m²)

第1阶高500mm, 面积9.00m²

5. 底标高(m) -1.50

6. 覆土厚度(m) 0.00

7. 承台形状 矩形

8. 桩长(m) L=10.0

9. 桩径(mm) D=0.5

10. 桩数 np=4

二、桩竖向承载力计算(荷载组合号8)

* 依据规范: 建筑桩基技术规范(JGJ94-2008)第5.2.1条

* 验算公式: 非地震组合, $N_{k,avg} \leq R$, $N_{k,max} \leq 1.2R$

* 地震组合, $N_{k,avg} \leq 1.25R$, $N_{k,max} \leq 1.5R$

(1)、上部荷载

序号	桩墙截面(mm)	N(kN)	Mx(kN.m)	My(kN.m)	Qx(kN)	Qy(kN)
1	500×500	1657.91	548.89	39.62	264.94	14.31

表中坐标为柱中心点相对与承台中心点坐标。

承台底面弯矩扣除了拉梁承担的弯矩60.00

承台及土自重112.50kN

最终得到承台底面荷载(非地震组合):

竖向荷载(包括承台及土自重)1770.41kN

X向弯矩946.31kN.m

Y向弯矩61.09kN.m

X向水平力264.94kN

Y向水平力14.31kN

单承台全部荷载组合计算书

第六节 桩

这里提供各种桩的布置方式，最基本的是单桩布置、群桩布置、桩复制等。在单桩布置、群桩布置、桩复制时，程序提供节点网格作为布置时的位置参照要素，便于用户准确定位。

程序提供【两点布桩】菜单专门用于在地基梁或墙下的布桩操作，梁下布桩前应先 把地基梁布置好。

程序还提供了【承载力布桩】菜单，可根据承载力要求自动布桩；提供了【变刚度布桩】菜单，用于根据变刚度调平功能自动布桩。

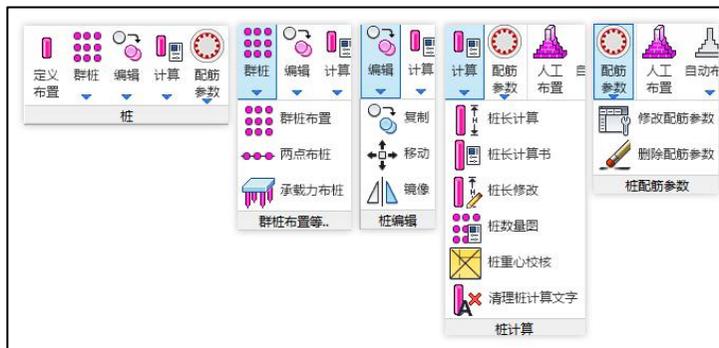
【桩数量图】菜单可以根据上部荷载计算各个柱下、墙下桩的数量，用来给用户布置桩时参照。

【桩长计算】菜单可以根据承载力和地质资料计算承台或筏板下桩长。

在桩的定义时，用户必须输入桩的极限承载力，桩的长度是程序根据地质资料中用户所选的孔点计算出的。如果用户重新定义或修改了桩的长度，程序并没有对该桩的极限承载力作相应调整。

在桩定义对话框中，程序提供根据地质资料、桩长反求桩的极限承载力的功能。程序分别给出跨越不同持力图层的桩长下，该桩的竖向承载力、水平承载力、抗拔承载力。

没有地质资料时，可以输入桩长，既可在桩布置参数中输入，也可在【桩长修改】菜单统一定义。



桩的菜单

一、桩长计算

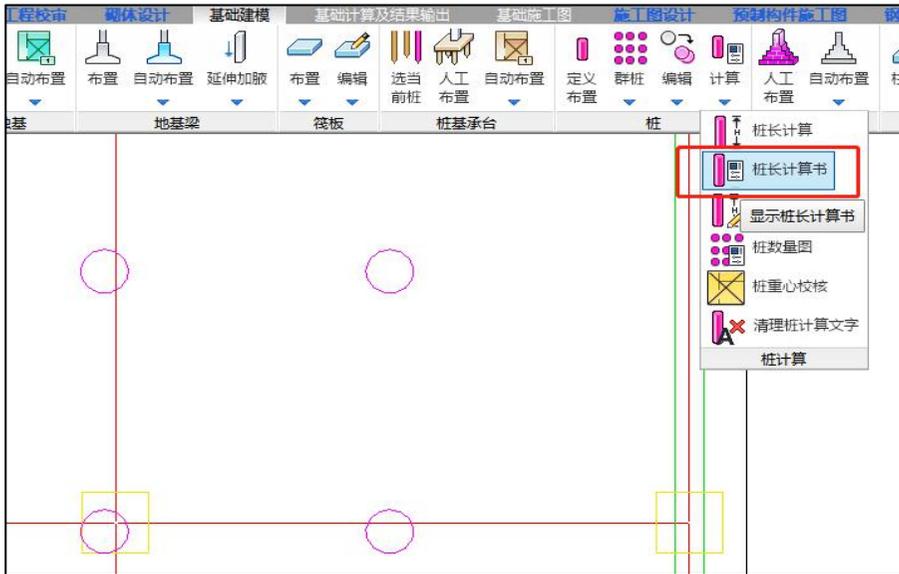
根据地质资料和每根桩的单桩承载力计算出桩长，计算中根据【布置参数】中的桩长归并长度,将桩长差在“桩长归并长度”参数中设定的数值之内的桩处理为同一长度。

无论是承台桩还是非承台桩，必须给定桩长值，否则会导致后续程序计算校核错误。

给定桩长值用【桩长计算】和【修改桩长】两个菜单来完成。

二、桩长计算书

选择单个或多个桩，输出详细计算过程。



点击“桩长计算书”按钮，选择要输出计算书的桩，右键确认。软件自动计算桩长，并输出详细计算过程。

第六章 基础模型输入

```

YJK-F桩长计算.out - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
-----*
*                               yjk-F 桩长计算                               *
*                               -----*
计算时间: 2021年4月1日  当前版本: 3.1.0

一、计算结果

* 以下输出桩长计算结果
* 依据规范: 建筑桩基技术规范(JGJ94-2008)第5.2节、第5.3节
* 建筑桩基技术规范(JGJ94-2008)第5.4.6节
* 计算公式:  $R_a = (1/K) * Q_{uk}$ , 式中 $K=2$ 
* 一般情况  $Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u * \sum (q_{sik} * L_i) + q_{pk} * A_p$  (5.3.5)
* 大直径桩  $Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u * \sum (\psi_{si} * q_{sik} * L_i) + \psi_p * q_{pk} * A_p$  (5.3.6)
* 钢管桩  $Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u * \sum (q_{sik} * L_i) + \lambda_p * q_{pk} * A_p$  (5.3.7-1)
* 混凝土空心桩  $Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u * \sum (q_{sik} * L_i) + q_{pk} * (A_i + A_p1)$  (5.3.8-1)
* 嵌岩桩  $Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{rk} = u * \sum (q_{sik} * L_i) + \xi_r * f_{rk} * A_p$  (5.3.9-1)
* 后注浆灌注桩  $Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{gsk} + Q_{gpk} = u * \sum (q_{sik} * L_i) + u * \sum (\beta_{si} * q_{sik} * L_{gi}) + \beta_p * q_{pk} * A_p$  (5.3.10)
* 抗拔桩  $T_{uk} = \sum (\lambda_i * q_{si} * u_i * L_i)$  (5.4.6-1)
-----*
* 各符号含义如下
* Ra: 竖向承载力特征值(kN)
* Rt: 抗拔承载力特征值(kN)
* Lp: 试算桩长(m)
* Quk: 竖向极限承载力标准值(kN)
* Tuk: 抗拔极限承载力标准值(kN)
* 注: 从桩顶自上而下逐层计算, Quk/2 > Ra, Tuk/2 > Rt时终止计算, 得到桩长Lp
-----*

桩编号      Ra      Rt      Lp      Quk      Tuk      控制项      计算公式
ZH-18      4000    200     32.95   4004.8    1511.7    受压        (5.3.10)
ZH-271     4000    200     32.95   4004.8    1511.7    受压        (5.3.10)
ZH-276     4000    200     32.95   4004.8    1511.7    受压        (5.3.10)
ZH-280     4000    200     32.95   4004.8    1511.7    受压        (5.3.10)
    
```

```

二、计算过程

* 以下输出每根桩的详细计算过程
* Dp: 桩径(mm)
* e: 孔隙比
* IL: 液限指数
* qsk: 桩侧阻力标准值(kPa)
* qpk: 桩端阻力标准值(kPa)
* βs: 后注浆灌注桩增强系数
* ψs: 大直径桩侧阻力系数
* ψp: 大直径桩端阻力系数
* λp: 桩端土效应系数(钢管桩、混凝土空心桩)
* λt: 抗拔系数
* Qsk1: 桩侧第1层土的极限阻力标准值(kN)
* Qpk: 桩端极限阻力标准值(kN)
* Tuk1: 桩侧第1层土的抗拔极限承载力标准值(kN)
-----*
ZH-18, 水下冲(钻)孔桩, Dp=300 mm, Lp由受压承载力控制, 计算公式(5.3.10)
-----*
计算深度(m)  土层名称      土层状态参数      阻力系数      Qsk1      Qpk      Tuk1
-10.00 ~ -10.75  粘土          e=0.73, qsk=43    βs=1.60, λt=0.75  129.7    0.0    60.8
-10.75 ~ -15.65  粘土          IL=0.54, qsk=43    βs=1.60, λt=0.75  847.3    0.0    397.2
-15.65 ~ -20.15  粘土          e=0.60, qsk=48    βs=1.60, λt=0.75  868.6    0.0    407.2
-20.15 ~ -24.55  粘土          IL=0.49, qsk=47    βs=1.60, λt=0.75  831.6    0.0    389.8
-24.55 ~ -27.35  粉土          e=0.69, qsk=52    βs=1.60, λt=0.75  585.5    0.0    274.4
-27.35 ~ -34.25  粉砂          e=25.00, qsk=60    βs=1.80, λt=0.60  1872.9    0.0    624.3
-34.25 ~ -38.95  粘土          IL=0.49, qsk=54    βs=1.60, λt=0.75  1020.6    0.0    478.4
-38.95 ~ -41.95  粉砂          e=25.00, qsk=64    βs=1.80, λt=0.60  868.6    0.0    289.5
-41.95 ~ -42.95  粘土          IL=0.51, qsk=54, qpk=650  βs=1.60, βp=2.35, λt=0.75  217.1    767.8    101.8
-----*
Lp=32.95 m, Quk/2=4004.8 kN, Tuk/2=1511.7 kN
    
```

桩长计算书

三、桩长修改

用于修改或输入桩长。既可修改已有桩长实现人工归并，也可对尚未计算桩长的桩直接输入桩长。

四、桩数量图

用于生成且显示各节点所需桩的数量参考值。程序根据（（恒载+活载的标准组合）-支座反力）/桩承载力特征值计算桩的数量，计算按每根桩和每片墙为单元进行，给出每根桩和每片墙下桩的数量，求墙下桩数量时，将每片墙的桩数量平分到两端节点上。

同时程序还提供了可以圈定区域，统计桩的数量。

总参数中“独基承台自动布置、抗压桩数量图考虑板面恒活低水,抗拔桩数量图考虑板面恒活高水”：需预先布置防水板，计算完成程序自动记录防水板的支座反力，再通过此参数计算桩数量图时会考虑水浮力。

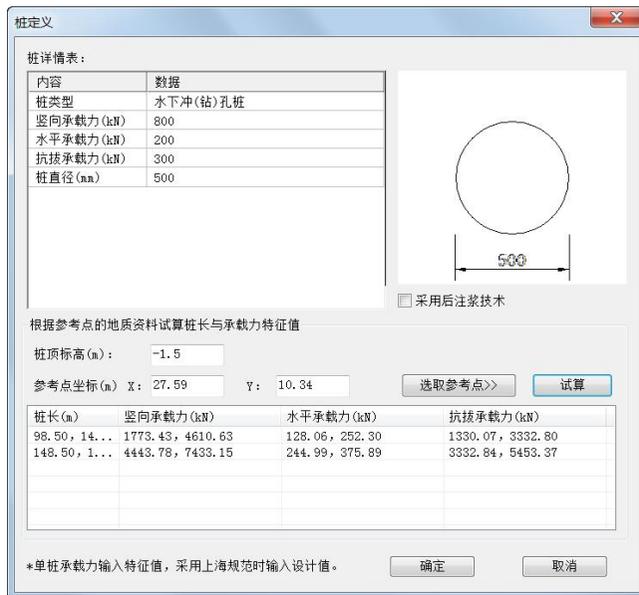
筏板内【桩数量图】的显示桩数量和可能小于【承载力布桩】，原因在于【承载力布桩】还要考虑桩间距，距离过大要增加桩。

五、定义布置

本菜单可实现定义新桩、布置单桩到结构平面。

(1) 布置条件：选择桩定义（存在当前桩）。

桩定义：布置桩前要先定义桩，在桩布置对话框上点取“添加”即出现桩定义对话框。

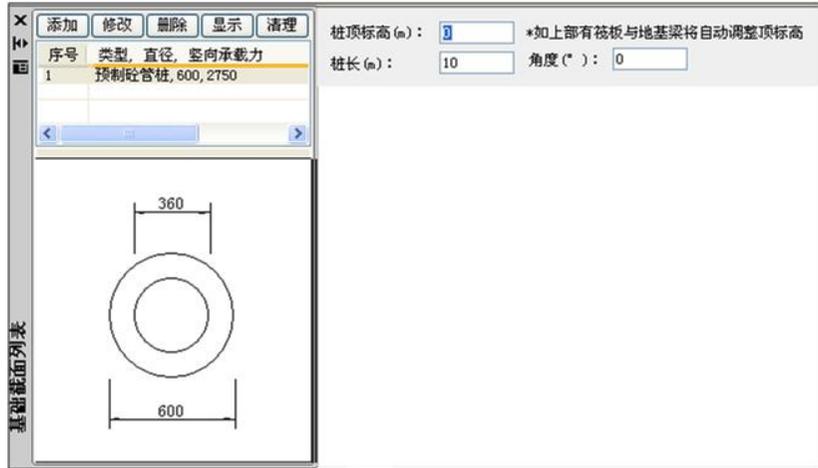


桩定义对话框

桩定义参数：桩类型、单桩承载力（竖向承载力、水平承载力、抗拔承载力）、桩直径等。

选择参考点：选择地质资料数据中需要计算单桩承载力的参考点，如果选择不在孔点位置，程序自动线性折算，如果孔点土参数变化不剧烈，计算结果变化不大；

试算：根据地质资料试算桩长与承载力特征值，根据桩顶标高与桩长计算桩底的持力层，程序按桩基规范 JGJ94-2008 表 5.3.5-1、表 5.3.5-2 自动取持力层处的桩端阻力、侧摩阻力值；否则根据土层参数与桩径，计算不同持力层的桩长范围，及对应的水平承载力特征值范围、竖向承载力特征值范围和抗拔承载力特征值范围。



桩布置参数

桩布置对话框上的按钮如下：

添加：将定义完成的截面增加到表格中，供布置使用；

修改：修改定义完成的截面参数，图中使用此截面的桩自动修改；

删除：删除选择的截面，但是已经在承台中使用的桩截面不能删除，筏板中同截面桩被自动删除；

显示：在图中加亮显示选择类型的桩；

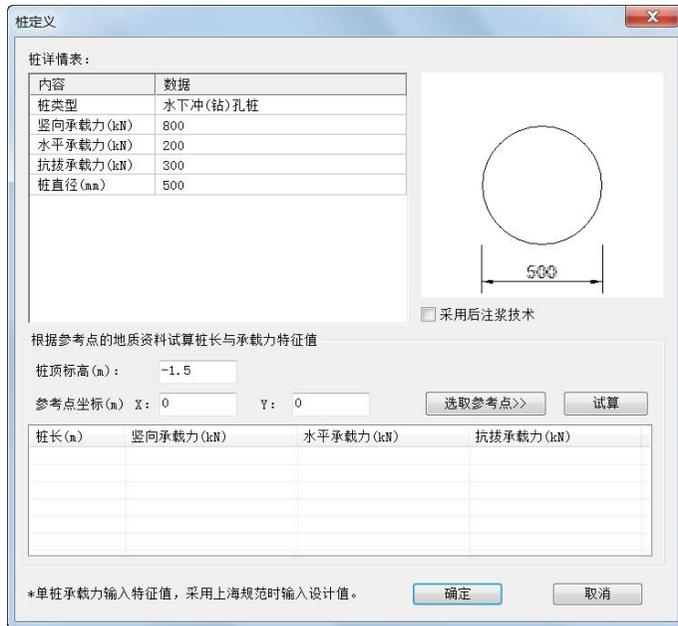
清理：删除截面表中没有使用的类型。

(2) 布置方式：用户选择桩布置对话框的某一类已经定义好的桩截面确定为当前桩，然后鼠标定位于图形平面，布置单桩。布置参数为桩顶标高和桩长。

桩的布置时可以参照定位的有节点网格和已经布置的桩，程序关闭了对平面上其它内容的捕捉。

1) 桩类型中新增支持预应力的纯拔锚杆类

以前模拟抗拔桩是使用普通桩，然后设置抗压抗拉刚度不同来模拟；如果模拟只抗拔锚杆可以把抗压刚度设为 0 来实现；普通桩定义界面见下图：



桩定义参数

纯拔锚杆，只起抗拔作用支持预应力、无抗压承载力和水平承载力，从 V1.6 起软件提供了专门用于模拟锚杆的桩类型，用户定义界面见下图：

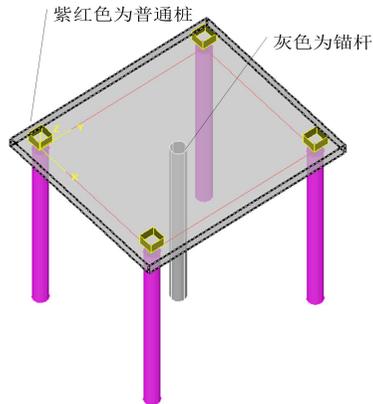


桩定义参数

2) 锚杆与普通桩模拟抗拔桩的区别

锚杆是专门用来模拟只抗拔的锚杆的，普通桩可以用于模拟承载竖向荷载兼具抗拔作用的桩。两者在软件中的区别表现在：

- (1) 图形中锚杆和普通桩、承台桩用了不同颜色，方便用户醒目地识别抗拔锚杆；



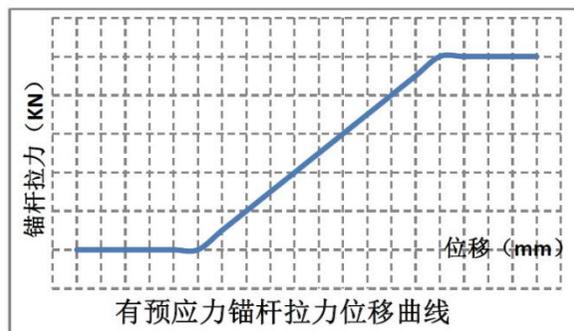
桩和锚杆示意图

(2) 桩刚度试算的时候，计算平均桩反力的时候，抗拔锚杆不分担荷载。锚杆的初始抗拔刚度按承载力设计值/允许位移（10mm）估算，抗压刚度自动设置为 0；普通桩的初始抗拔刚度也按承载力设计值/允许位移（10mm）估算，抗压刚度根据沉降试算估算。

(3) 假定锚杆不具备水平承载力，所以在水平承载力验算时，不考虑锚杆的作用，也不验算锚杆的水平承载力。

3) 锚杆计算分析的改进

【锚杆】支持按三段式刚度计算，可准确模拟受压、受拉、达到承载力后的三个阶段。也可以计算预应力锚杆，考虑预拉力对筏板配筋的影响。锚杆的拉力位移曲线示意图见下图：

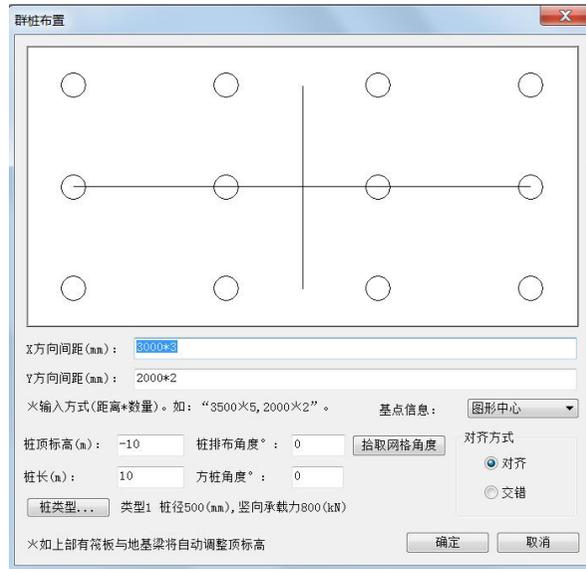


锚杆拉力位移曲线

六、群桩布置

通过对话框定义一批桩即群桩，这批桩按照指定的行列间距排列，并定义这批桩的基点位置，还可定义群桩布置角度，然后将其布置到平面相应位置。

- (1) 布置条件：选择桩定义（存在当前桩）。
- (2) 布置方式：用户选择对话框“桩定义”截面确定当前桩，然后鼠标定位于图形平面，布置桩，鼠标定位参见辅助工具。



群桩布置参数

X 方向间距 (mm)：“十”字线方向的桩心距离；

Y 方向间距 (mm)：“十”字线方向的桩心距离；

基点信息：可以选择图形中心、左下角点、左上角点、右下角点、右上角点；

桩排布角度：按照“十”字线中心点的转角在指定位置布置桩；还可以选择图上的网格自动拾取角度。

桩顶标高 (m)：布置桩时如果有基础，则直接取基础底标高；否则取此值。

七、两点布桩

按照用户输入的桩间距、排距在地基梁下或墙下布桩。

- (1) 布置条件：选择桩定义（存在当前桩），布置的节点有地基梁或墙。
- (2) 布置方式：用户选择对话框“桩定义”截面确定当前桩，然后鼠标定位于图

形平面的两点布置桩，选择的的节点位置必须布置了地基梁，鼠标定位参见辅助工具。



排布方式
 单排 双排 交错

间距
 固定距离 固定桩数

桩心间距 (mm): 3000 桩数量 (以单排计): 0

桩顶标高 (m): 0 *如上部有筏板与地基梁将自动调整顶标高

排间距 (mm): 1500 桩长 (m): 10

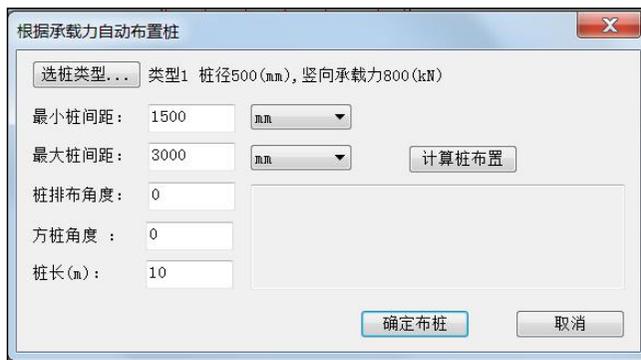
类型1 桩径500 (mm), 竖向承载力1000 (kN)

梁墙下桩布置参数

八、承载力布桩

自动布桩方式之一，是根据承载力要求自动布桩。在用户选定的筏板或者筏板内的加厚区域内，根据承载力计算和用户给定的布桩参数，计算桩的根数并布置在选定平面内。

- (1) 布置条件：选择桩定义（存在当前桩），筏板或者筏板内的加厚区域。
- (2) 布置方式：用户选择对话框“桩定义”截面确定当前桩，然后鼠标点选筏板或者筏板内的加厚区域的边界线。



根据承载力自动布置桩

类型1 桩径500 (mm), 竖向承载力800 (kN)

最小桩间距: 1500 mm

最大桩间距: 3000 mm

桩排布角度: 0

方桩角度: 0

桩长 (m): 10

承载力布桩参数

通过点击“计算桩布置”键，程序将根据所选用的桩型、桩间的最小间距和最大间距，结合该板块承受的荷载，计算出板块所需要的桩数，在点击“确定布桩”键后，自动生成桩位。

注:筏板所需的最小桩根数是用筏板上的总荷载(标准组合:1.0 恒+1.0 活)除以单桩承载力得到的参考值。由于筏板上的荷载是不均匀的,筏板实际所需的桩数一般要比该值大。

本功能自动保留筏板内已经布置的桩,“确定布桩”功能只是在此基础上增加桩。

九、桩编辑——复制

复制图面上已有单桩或者群桩。操作时首先应选取要复制的桩目标,并选取这批桩的基点,随后被复制的桩随光标移动并可适时以基点捕捉图面上的某一点为目标点,也可在命令行中输入相对坐标值进行目标点定位。桩复制时,网格节点和桩心都可作为基点和目标点的参照定位点,方法同节点输入。

十、桩编辑——移动

移动图面上已有单桩或者群桩。操作时首先应选取要移动的桩目标,并选取这批桩的基点,随后被移动的桩随光标移动并可适时以基点捕捉图面上的某一点为目标点,也可在命令行中输入相对坐标值进行目标点定位。桩移动时,网格节点和桩心都可作为基点和目标点的参照定位点,方法同节点输入。

十一、桩编辑——镜像

操作时首先应选取要移动的桩目标,然后通过两点选取这批桩镜像的参考线,生成新的目标桩,用户可以通过选择确定是否删除原位桩。

十二、桩重心校核

给出选择区域的桩承载力重心和上部荷载重心,鼠标放在相应位置会动态显示具体数值。

十三、清理桩计算文字

删除图中标示的数值。

十四、配筋参数

【修改配筋参数】用于定义灌注桩配筋计算参数和桩身承载力计算参数,点击后弹出设置参数对话框:

框选要设置参数的桩（非灌注桩无法选中且无法设置配筋参数），未设置配筋参数的灌注桩不会显示配筋参数。同时未设置稳定系数和成桩工艺系数的桩也不会进行桩身承载力验算，验算结果显示为 0。

【删除配筋参数】用于清除灌注桩配筋参数。

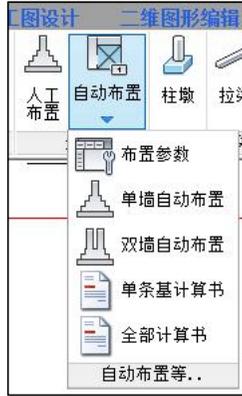
第七节 条形基础

墙下条形基础是扩展基础的一种，其作用是把墙的荷载侧向扩展到土中，使之满足地基承载力和变形的要求。其计算是按照单位长度线荷载进行计算的浅基础，因此常适用于砖混结构的基础设计。

程序可实现功能如下：

- 1、可根据用户指定的设计参数和读入的荷载自动生成条形基础，计算条基尺寸、自动配筋，并可人工干预；也可人工定义条形基础，交互布置到基础平面；
- 2、对于双墙条形基础可以通过“自动布置双墙条基”菜单自动生成；
- 3、无论程序自动生成的基础类型、还是人工定义的基础类型，都可将它们直接布置到基础平面任何位置；
- 4、无论是自动生成的还是人工定义布置的基础，程序均可提供计算书。可由用户自由选择条基的数目，既可以生成单条基计算书，也可以生成全部条基的计算书。

【条基】菜单如下图所示：



条基菜单

一、人工布置

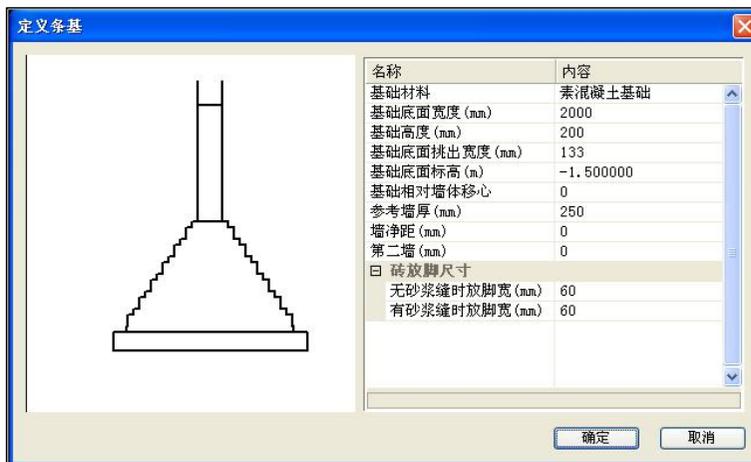
可将人工定义的条基布置在基础平面上。

(1) 布置条件：布置的位置必须有墙，不能有地基梁，但可以有独基、筏板、承台。

新布置的条基将替换已经布置的条基。

(2) 条基定义：人工布置前，需要定义条基的截面类型。条基截面类型的参数如下：

根据参数设置中的地基承载力参数和截面参数生成基础。



条形基础截面参数

基础材料：条形基础按照材料类型可以分为灰土基础、素混凝土基础、钢筋混凝土基础、带卧梁钢筋混凝土基础、毛石、片石基础、砖基础、钢混毛石基础；

基础底面宽度 (mm)： 其初始值为 2000；

基础高度 (mm)： 其初始值为 200；

基础底面挑出长度 (mm)： 指开始放脚的边到基础底面的水平距离，其初始值为 133；

基础底面标高 (m)： 其初始值为-1.5；

基础相对墙体移心： 是基础相对于墙的偏心，其初始值为 0；

参考墙厚 (mm)： 布置条基所参考的墙体的厚度，其初始值为 250；

墙净距(mm)： 所参考的两道墙之间的净间距，其初始值为 0；

第二墙 (mm)： 布置条基参考的第二道墙的厚度，其初始值为 0；

砖放脚尺寸： 是砖放脚的模数，其初始值为，对于普通粘土砖，无砂浆缝可填 60，条基布置对话框上的按钮如下：

添加： 将定义完成的条基截面增加到表格中，供布置使用；

修改： 修改定义完成的条基截面参数，平面上使用此条基截面的基础自动修改；

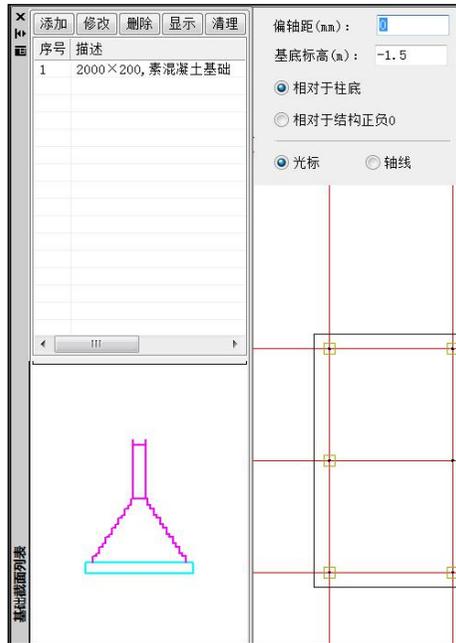
删除： 删除选择的条基截面，已经在平面上使用此截面的条基同时删除；

显示： 在平面中加亮显示选择类型的条基截面；

清理： 删除条基截面表中没有使用的类型；

(3) 布置方式：首先选择基础截面形式，然后在平面图上通过直接布置、沿轴线布置、窗口布置方式选择需要布置条形基础的目标。条形布置的目标是墙。

(4) 布置参数：有偏轴偏心 (mm) ，基础底标高 (m) ，基础底标高的相对标高输入有两种方式，相对于柱（墙）底，或相对于正负 0，布置可以任意布置和按照轴线布置两种方式。



条基布置参数

二、条基自动布置参数

条基自动布置参数请详见第五章“条基自动布置参数”章节。

三、单墙自动布置

(1) 布置条件：布置的节点位置必须有墙，不能有地基梁。但可以有独立基础、承台、筏板基础，新布置的条基将替换已经布置的条基。

(2) 布置方式：在平面图上通过窗口布置或直接布置等方式布置墙下条形基础，根据荷载数据、地基基础参数等相关数据自动生成基础尺寸及底板配筋钢筋，每个选择到的墙布置一个条基。

首先在条基自动布置参数的对话框中对所要布置的条基的基本参数进行设置，点击确定，然后点击【单墙自动布置】菜单下的单墙条基自动布置，选择所要布置的墙，就能生成所定义的条基。若想单独对所定义的某个条基的属性进行修改，双击已经布置的条基，就会在界面右侧出现属性对话框（如下图），可以对里面的数据进行修改。

布置信息	
基础材料	素混凝土基础
底标高(相对柱底)	-3.0000
偏轴距(mm)	0
计算信息	
地基承载力特征值	300.0000
宽度修正系数 η_b	0.0000
深度修正系数 η_d	1.0000
基础埋置深度(m)	0.0000
覆土厚度(m)	0.0000
定义信息	
更改截面	选择

条基属性对话框

四、双墙自动布置

当两墙距离比较近时各自生成条形基础会发生相互碰撞。在这种情况下可以用【双墙自动布置】菜单下的双墙条基自动布置，自动生成一个条形基础，即双墙条形基础。

(1) 布置条件：布置的位置必须有墙，不能有地基梁，但可以有独基、筏板、承台。

(2) 布置方式：根据命令对话框中的提示，先选择第一道墙，再选择第二道墙，两道墙必须是平行的，并且间距小于 5m，程序会根据所选择的两道墙上所在节点上的荷载情况以及输入的条形基础自动布置参数等内容生成双墙基础，双墙条基的底面形心程序默认的是墙的轴线。若要对条基进行偏心处理，需要在属性对话框中进行修改。

五、计算书

程序提供两种计算书输出方式：全部条基和单选条基，分别通过菜单【单条基计算书】和【全部计算书】形成。

【单条基计算书】：由用户单独选择某一条基生成它的计算书，即时生成，包括选择计算条基在不同荷载组合下，满足规范要求的地基承载力计算、冲切计算结果时的基础最小宽度和最小高度，计算书采用标准的 RTF 文档格式。

建模—条形基础计算书.TXT - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

第10号条形基础计算书

计算依据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)。
 地基承载力特征值300.0kPa
 地基承载力特征值修正的基础埋深d=0.00m
 地基承载力修正系数 $\eta_b=0.00$, $\eta_d=1.00$
 混凝土强度C20.0
 基础底标高-3.00m
 覆土厚度0.00m
 条基对应网格号22, 网格线坐标(-1, 12599)mm, (4199, 12599)mm

一、满足地基承载力规范5.2计算时, 对不同的荷载组合计算的条基最小宽度

序号	荷载号	线荷载 (kN/m)	Pkmax (kPa)	Pk (kPa)	fa (kPa)	b (mm)
1	2	161.47	321.85	298.51	300.00	550
2	3	146.76	323.84	298.97	300.00	499
3	4	147.73	324.34	298.88	300.00	503
4	5	147.45	322.84	298.32	300.00	503
5	6	146.47	323.80	299.67	300.00	497
6	7	161.27	323.63	299.99	300.00	547
7	8	161.68	322.23	298.88	300.00	550
8	9	161.85	323.01	299.19	300.00	550
9	10	161.10	322.85	299.68	300.00	547
10	11	156.82	323.80	299.76	300.00	532
11	12	157.51	322.87	299.14	300.00	535
12	13	157.79	324.22	299.67	300.00	535
13	14	156.53	322.44	299.23	300.00	532
14	15	138.92	516.83	449.07	450.00	313
15	16	169.66	494.74	449.26	450.00	382
16	17	181.11	504.50	449.18	450.00	408
17	18	127.46	498.54	449.18	450.00	287
18	19	138.85	516.61	448.85	450.00	313

单个条基计算书

【全部计算书】：生成基础平面上所有条形基础的计算书，即时生成，包括条基在所有荷载组合下，满足规范要求的地基承载力计算、冲切计算结果时的基础最小宽度和最小高度，计算书采用标准的 RTF 文档格式。

建模—全部条形基础计算书.TXT - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

全部条形基础计算书

计算依据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)。

序号	网格号	起点 (mm)	终点 (mm)	基础宽 (mm)	基础高 (mm)	剪切验算	冲切验算
1	3	-1, 8399	-1, 12599	400	300	2.60	1.00
2	2	-1, 4199	-1, 8399	400	300	2.75	1.00
3	1	-1, -1	-1, 4199	400	300	2.71	1.00
4	13	-1, -1	4199, -1	2000	200	1.17	1.50
5	14	4199, -1	8399, -1	2000	200	1.22	1.50
6	15	8399, -1	12599, -1	2000	200	1.17	1.50
7	10	12599, -1	12599, 4199	2000	200	1.17	1.50
8	11	12599, 4199	12599, 8399	2000	200	1.22	1.50
9	12	12599, 8399	12599, 12599	2000	200	1.17	1.50
10	22	-1, 12599	4199, 12599	2000	200	1.17	1.50
11	23	4199, 12599	8399, 12599	2000	200	1.22	1.50
12	24	8399, 12599	12599, 12599	2000	200	1.17	1.50
13	5	4199, 4199	4199, 8399	2000	200	1.07	1.50
14	6	4199, 8399	4199, 12599	2000	200	1.06	1.50
15	8	8399, 4199	8399, 8399	2000	200	1.07	1.50
16	9	8399, 8399	8399, 12599	2000	200	1.06	1.50
17	19	-1, 8399	4199, 8399	2000	200	1.06	1.50
18	20	4199, 8399	8399, 8399	2000	200	1.07	1.50
19	21	8399, 8399	12599, 8399	2000	200	1.06	1.50

最终计算书及配筋计算等见【基础计算及结果输出】菜单的【构件信息】！

所涉及的荷载组合如下： 48

- 1、准永久组合：恒载+0.50×活载
- 2、标准组合：恒载+活载
- 3、标准组合：恒载+风x
- 4、标准组合：恒载+风y

全部条基计算书

第八节 柱墩

柱墩布置分为手工布置和自动布置。

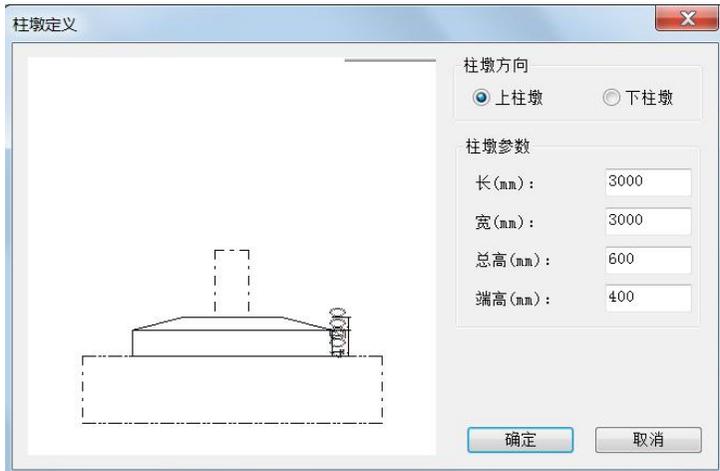


一、手工布置

本菜单用于输入平板基础的板上或板下柱墩。柱墩用于对筏板的局部加厚，增加筏板的抗冲切和抗剪能力。柱墩高是筏板的加厚部分，为板顶到柱根的距离；柱墩只能布置在柱下，没有柱不能布置柱墩；布置柱墩前必须先布置筏板，没有筏板的柱下也不能布置柱墩。

(1) 布置条件：在基础平面图上显示柱墩平面形状；柱墩布置仅用于筏板基础，但不能有独基、承台、地基梁和条基。

(2) 布置方式：窗选或点选板内柱。

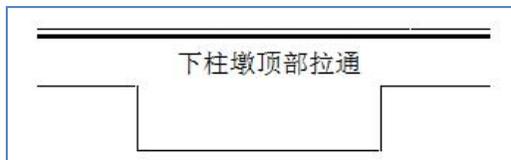


柱墩定义对话框

柱墩内力计算：上下柱墩都作为筏板的加厚区考虑，进行整体有限元计算，网格划分考虑柱墩的边界，如果用户布置柱墩随意比较大，可能影响网格划分的稳定性，计算式单元的计算厚度根据单元中心点是否在柱墩内，确定采用柱墩+筏板的厚度，还是采

用筏板的厚度；

柱墩配筋计算：上下柱墩的钢筋都采用柱墩+筏板的厚度作为配筋计算厚度；但是下柱墩构造按筏板厚度执行这样一般的配筋结果如下图：



下柱墩顶部钢筋

概括地讲：

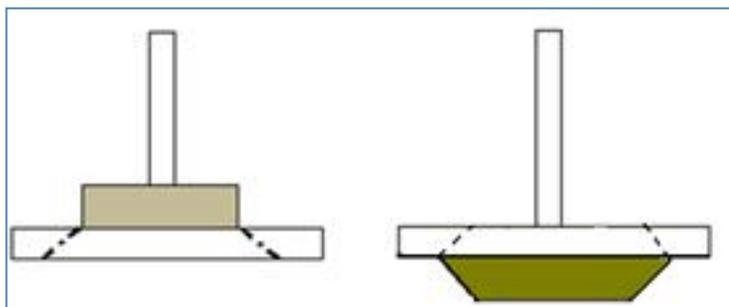
下柱墩底部钢筋：计算配筋——柱墩+筏板厚度，构造配筋——柱墩+筏板厚度

顶部钢筋：计算配筋——柱墩+筏板厚度，构造配筋——筏板厚度

上柱墩底部钢筋：计算配筋——柱墩+筏板厚度，构造配筋——柱墩+筏板厚度

顶部钢筋：计算配筋——柱墩+筏板厚度，构造配筋——柱墩+筏板厚度

柱墩冲切计算：上下柱墩冲板验算的冲切锥按照如下图确定：



上柱墩冲切锥

下柱墩冲切锥

二、自动布置

柱墩自动布置前需先按无柱墩筏板计算一次，因为需要得到桩土反力来确定冲切力。根据满足当前柱冲切条件选择柱墩尺寸，自动长宽高按 50mm 为级数递增，直到满足柱冲切要求。

柱墩自动布置参数页如下图所示。

柱墩类型:	下柱墩
R/S 控制值:	1.05
尺寸上限	
长(m):	2
宽(m):	2
高(m):	2
上/下柱墩参数	
端高(m):	2
放坡地面角度(度):	45
注: 需先按无柱墩筏板计算一次	

自动布置柱墩的操作步骤如下:

- (1) 点击“自动布置”按钮。
- (2) 选择柱墩类型: “上柱墩”或“下柱墩”
- (3) 點選一根柱或框选多根柱, 右击确认, 布置柱墩完成。

举例: 下图为自动布置柱墩前的抗冲切验算结果, $R/S=0.70$, 不满足。

下图为自动布置柱墩后的抗冲切验算结果, 柱冲切“筏板+柱墩” $R/S=0.70$, 柱墩冲切筏板 $R/S=1.10$, 满足要求。

同时, 柱墩自动布置时增加上柱墩端高、下柱墩放坡角度参数。

上柱墩端高参数控制自动布置上柱墩的端高最大高度, 体现在上柱墩是否采用放坡的形式。控制方式如下 (H 代表自动计算高度、 $H1$ 代表端高), 当 $H \leq H1$ 时, 自动布置后上柱墩端高等于总高, 高度为 H , 上柱墩为不放坡形式; 当 $H > H1$ 时, 自动布置后上柱墩总高为 H , 端高为 $H1$, 上柱墩为放坡形式。

下柱墩放坡高度: 该参数可控制自动布置下柱墩的放坡角度。



三、柱墩归并

对于柱墩截面过多的工程，可进行柱墩归并。功能按钮位于柱墩自动布置下拉菜单下部，如下图所示。



软件根据 4 个参数对柱墩进行归并，分别为：柱墩平面边长、柱墩总高度、上柱墩端高、下柱墩放坡角度。归并功能主要由边长及总高控制，同时针对上下柱墩分别辅以端高、放坡进行控制。

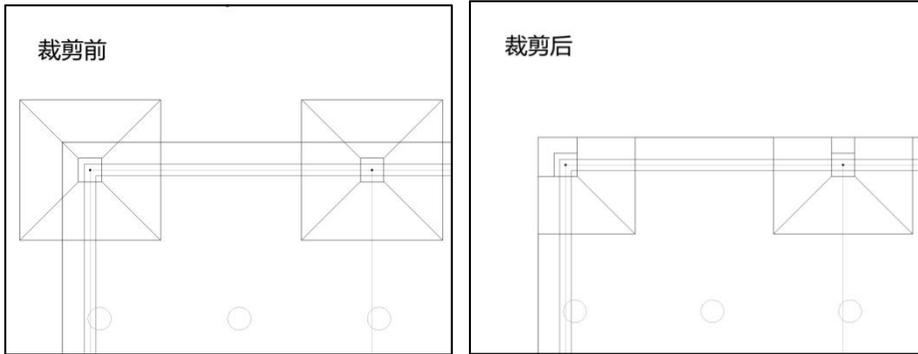


四、柱墩裁剪

V4.0 增加柱墩裁剪功能，功能位于基础建模的柱墩建模区，如下图所示：



对于布置在筏板边部或角部的柱墩，可以使用该功能进行交互选择，程序会对选中的柱墩进行自动裁剪，裁剪效果如下：



第九节 拉梁

柱下独立基础或者承台之间一般可以通过设置拉梁起到以下作用：

(1) 增加基础的整体性：拉梁使独立基础之间联系在一起，防止个别基础水平移动产生的不利影响。起该作用的拉梁可以取其左右柱最大轴力的 $1/10$ ，按拉杆或压杆进行计算。

(2) 平衡柱底弯矩：对于受大偏心荷载作用的独立基础，其底面尺寸通常是由偏心距控制的。设置拉梁后柱弯矩会降低，荷载偏心距随之减少，从而达到减少柱尺寸的目的。起该作用的拉梁可以在基础模型中输入拉梁在基本参数中输入，根据“拉梁承担弯矩的比例”，拉梁在基础程序中计算。

(3) 托填充墙：填充墙荷载通过拉梁作用到独基上。通过基础中的拉梁计算模块完成荷载倒算，平衡弯矩和拉梁配筋的工作。

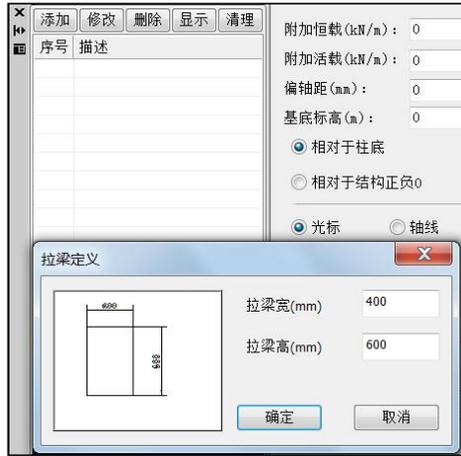
本软件对于拉梁设计提供以下功能：

- (1) 定义拉梁尺寸及标高，并将其布置在柱之间的网格线上。
- (2) 自动计算拉梁的内力和配筋。

一、拉梁布置

- (1) 布置条件：在网格线上布置，端部可以有柱，可以没有柱；

(2) 布置方式：直接选择网格线布置。



拉梁布置参数

添加：将定义完成的截面增加到表格中，供布置使用；

修改：修改定义完成的截面参数，图中使用此截面的基础自动修改；

删除：删除选择的截面，图中应用此截面的拉梁自动删除；

显示：在图中加亮显示选择类型的基础；

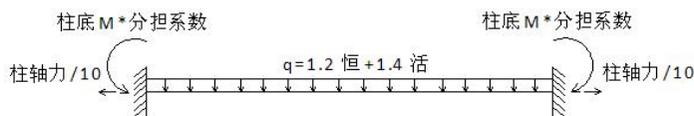
清理：删除截面表中没有使用的类型；

相对标高：可以选择基础相对于柱底标高或者结构正负 0 标高。

二、拉梁计算

拉梁的计算和配筋采用交叉梁的计算模型，柱、独立基础、承台为支座，只考虑地震作用的荷载组合，有柱时拉梁取柱最大轴力的 $1/10$ 按拉杆进行计算，拉梁本身的荷载恒活按照均布荷载考虑，同时考虑拉梁的覆土重与基础自重，计算配筋时按照拉弯构件。

拉梁本身的荷载在基础设计时会传递到基础。



单跨拉梁计算简图（多跨交叉梁）

第十节 拾取布置

拾取一个已经布置好的构件，从中提取的构件类型、截面数据和偏心等数据，随后即可将其布置到新的位置。因此拾取布置相当于复制已布置的基础构件，不但复制它的截面，还复制了它的布置信息，是一种方便的操作方式。拾取后将弹出相应的构件布置参数对话框和布置属性值，帮助用户确认或修改。

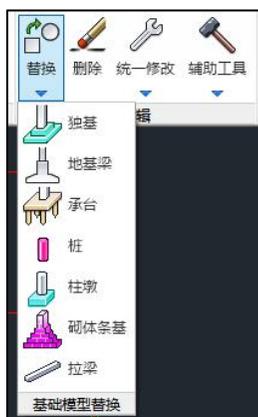
目前支持的构件类型有：独基；承台；地基梁；桩；条基；拉梁和柱墩。

例如，用户点取的是一根地基梁，则程序随后将按照地基梁的布置操作进行。

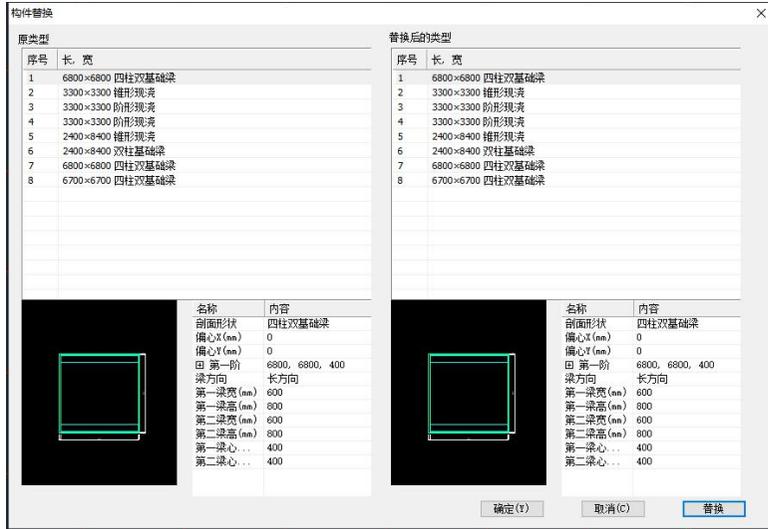
点取构件后程序将弹出该类构件的布置界面，包括构件截面列表和布置参数对话框，并在其中显示所选的截面数据和布置参数数据，供用户调整、布置。

第十一节 替换

替换功能用于对已建好的基础构件的建模属性进行一次性快速修改，功能位于下图所示的编辑菜单区，支持对独基、地基梁、承台、桩、柱墩、砌体条基、拉梁进行一对一或多对一的替换。



当点击其中任一构件类型按钮，程序将会弹出如下图所示的替换选择对话框：



左侧构件栏代表原构件类型，右侧代表目标替换构件类型。左侧的构件栏支持按住 ctrl 进行多选，右侧构件栏仅支持选择单一目标类型。当选取完毕后，点击右下角的替换按钮，即可完成一次构件替换。

第十二节 删除

软件设置了统一的删除菜单，点取后可以选择需要删除的基础类型，然后通过窗选或點選删除基础。其中“承台”显示 ，表示只删除承台保留下面桩；“含桩”显示 ，表示承台及下面桩同时删除。



删除下拉菜单

第十三节 统一修改

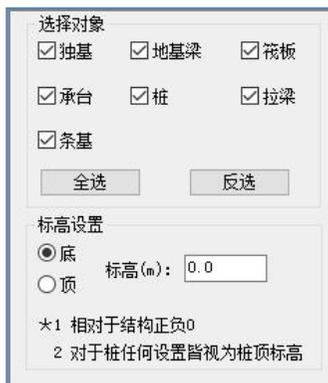
本菜单为统一修改工具。包括如下内容：标高、地基承载力、一阶高、拉梁荷载、偏心距、梁端铰接、板面荷载。



统一修改下拉菜单

一、标高

可统一修改已经布置基础的底标高或顶标高。



勾选需要修改的基础类型，设置标高值后框选基础，选择基础即可完成统一的标高修改。

二、相对标高

可输入一个基准标高，然后通过输入与此基准标高相对的标高值来修改各个构件的基底标高。同时，该功能也支持拾取某一构件的基底标高值，程序将此标高值作为基准标高从而进行后续操作。

该功能支持修改全类型的基础形式。点击该功能，会弹出如下对话框：

用户可以在【基点标高】栏输入基准标高值，同时也可以点击【基点】按钮，然后选取想要作为基准标高的构件，程序将会自动识别选取到的构件的基底标高，填入【基点标高】栏中。

当完成上述操作后，可以输入相对标高值并点选构件完成修改，程序支持以构件顶部或底部两种方式进行修改。

三、地基承载力

可统一修改已经布置基础的未修正的地基承载力标准值、修正系数和埋置深度，每个基础都设置不同的地基承载力。

勾选需要修改的基础类型，设置相应的承载力参数后，选择基础即可完成统一的地基承载力修改。

四、一阶高

可统一修改已经布置独立基础或承台的一阶基础高度。

The dialog box titled '选择对象' (Select Object) contains the following elements:

- Under '选择对象' (Select Object), there are two checkboxes: 独基 (Independent Foundation) and 承台 (Pier).
- Below the checkboxes is a text input field labeled '一阶高度(mm):' (One-step Height (mm)) with the value '100' entered.
- At the bottom, there is a red warning message: '*本功能会造成相关构件定义的冗余，请用【辅助选项】菜单下的【构件管理】中清理命令或其对应的构件定义命令中清理！' (This function will cause redundancy in the definition of related components. Please use the 'Clean' command in the 'Component Management' menu under 'Auxiliary Options' or the corresponding component definition command to clean up!)

勾选需要修改的基础类型，设置需要修改的一阶高，选择基础即可完成统一的一阶基础高度修改。

五、拉梁荷载

可统一修改已经布置拉梁的线荷载。

The dialog box titled '选择对象' (Select Object) contains the following elements:

- Under '选择对象' (Select Object), there is one checked checkbox: 拉梁 (Beam).
- Below the checkbox is a text input field labeled '附加恒载(kN/m):' (Additional Permanent Load (kN/m)) with the value '0' entered.
- Below that is another text input field labeled '附加活载(kN/m):' (Additional Live Load (kN/m)) with the value '0' entered.

设置需要修改的拉梁线荷载，选择基础即可完成统一的拉梁荷载修改。

六、偏心距

可统一修改已经布置拉梁和地基梁的偏心距。

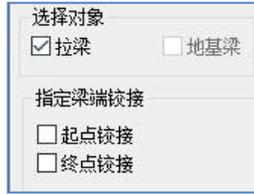
The dialog box titled '选择对象' (Select Object) contains the following elements:

- Under '选择对象' (Select Object), there are two checked checkboxes: 拉梁 (Beam) and 地基梁 (Foundation Beam).
- Below the checkboxes is a text input field labeled '偏心距(mm):' (Eccentricity (mm)) with the value '0' entered.

勾选需要修改的基础类型，设置需要修改的偏心距，选择基础即可完成统一的偏心距修改。

七、梁端铰接

可统一修改已布置拉梁的梁端支座形式，包括铰接或固接。



选择对象
 拉梁 地基梁
 指定梁端铰接
 起点铰接
 终点铰接

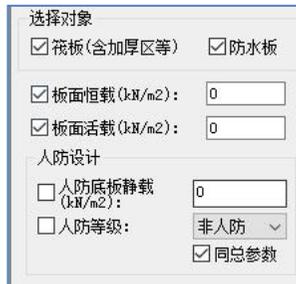
拉梁铰接修改菜单包括指定起点铰接和终点铰接，勾选后生效，默认为固接即不勾选。设置铰接参数后，在基础模型中选择需要修改的拉梁，选择完成后单击鼠标右键完成修改。修改拉梁铰接后，提示文字会改变颜色。

设置铰接后拉梁计算与设计技术条件如下：

- 1、点铰后柱底弯矩不向铰接端传递（固接时拉梁分担柱底弯矩，默认比例为 0）。
- 2、含铰接节点的拉梁，按受弯构件设计，不再按拉弯构件设计（固接时按拉弯构件设计，默认轴力为 0.1 倍柱轴力）。

八、板面荷载

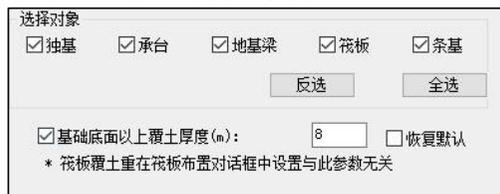
可统一修改已经布置筏板和防水板的板面荷载与人防等级。



选择对象
 筏板(含加厚区等) 防水板
 板面恒载 (kN/m²): 0
 板面活载 (kN/m²): 0
 人防设计
 人防底板静载 (kN/m²): 0
 人防等级: 非人防
 同总参数

九、覆土厚度

可按类型统一修改已经布置基础的覆土厚度。



选择对象
 独基 承台 地基梁 筏板 条基

 基础底面以上覆土厚度 (m): 8 恢复默认
 * 筏板覆土重在筏板布置对话框中设置与此参数无关

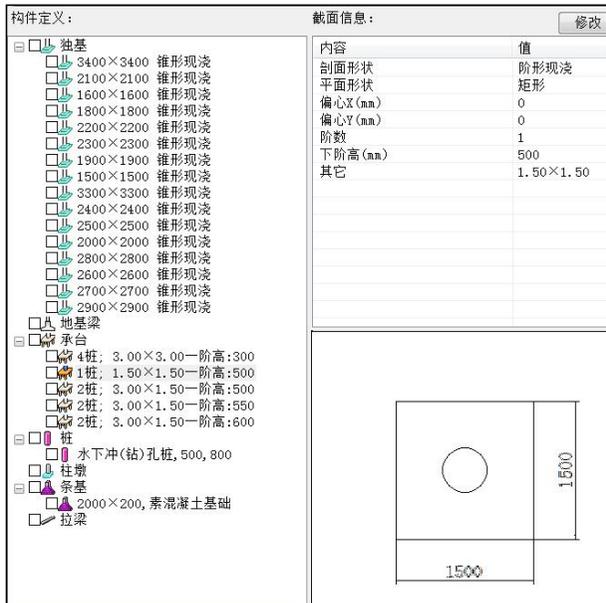
第十四节 辅助工具

本菜单为各类辅助工具。包括如下内容：构件管理、工程量统计、绘图选项、定义刷、数据检查、墙柱下探、备份和删除备份。



辅助工具下拉菜单

一、构件管理



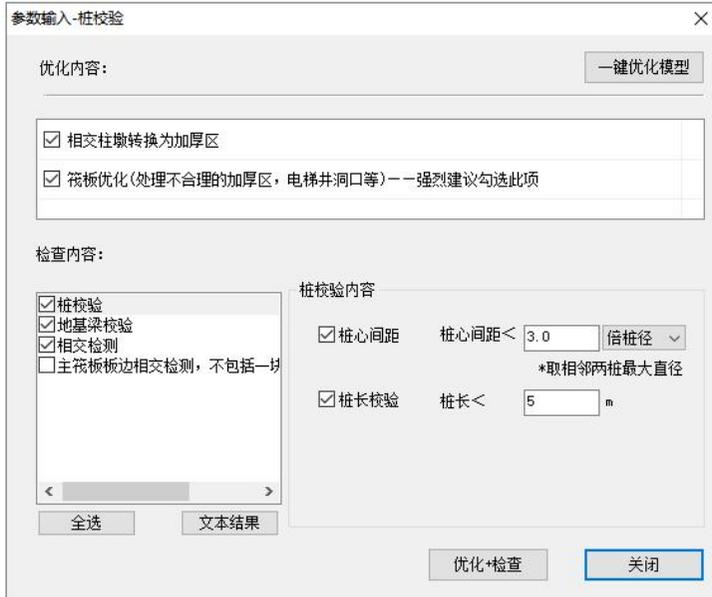
构件管理对话框

二、绘图选项

可以设置要显示的构件截面信息。

三、数据检查

功能包括：（1）相交柱墩变加厚区，原则是根据最厚的柱墩合并成上或下加厚区；
（2）筏板模型自动优化，处理不合理的加厚区、电梯井、洞口等，如删除或裁减筏板外的加厚区、洞口、电梯井；



数据检查对话框

【检查】新增索引列表功能，可索引到相关有问题的构件

索引列表功能，实现索引列表与图中有问题构件的关联联动，以桩间距检查结果为例，见下图：



桩间距检查

软件提供的模型检查功能包括：

桩校验：检查列出间距、桩长小于设置值的桩，见下图：

地基梁校验：列出地梁延伸长度与其他地基梁有重合部分，见下图：

相交检测：实现对柱墩、独立基础、承台相互之间相交的检测，见下图：

主筏板板边相交检测：检测和输出有相交的筏板，列表输出相交筏板的编号。

四、工程量统计

用于计算已经布置的基础的工程量，主要是混凝土的工程量，钢筋的工程量在施工图模块进行。软件可在平面模型上标出每个构件的工程量，还可用文本方式给出工程量计算结果，包括各个构件工程量和全部工程量的汇总。

弹出工程量统计对话框，上部的构件类型选择是选择在平面模型上标注基础构件工程量的构件类别，点确定后将在每个构件旁标出该构件的工程量。



工程量统计

点下部的“统计文本”选项将输出基础工程量的文本结果。

针对于筏板与其内部构件的重叠关系判别，会扣除他们的重叠部分体积，判别原则主要有以下几点：

1. 工程量统计可以正确识别筏板减薄区，扣除减薄区的混凝土土方量；

2. 对筏板内的地基梁进行判别，扣除地基梁与筏板的重叠体积，原则为首先判别地基梁与筏板的重叠高度，然后根据该高度与地基梁的总高度之比，按比例扣除地基梁的体积，例如地基梁总高为 800mm，筏板厚度 300mm，两者底平，重叠高度为 300mm，则地基梁按其体积的 3/8 进行扣除；

3.对筏板内的承台进行判别，扣除其与筏板重叠的体积。

五、构件刷

点击已经布置好的构件，将其属性设置到其他同类构件上。

六、柱墙探伸

柱墙自动向下寻找构件，找到则探伸，否则保持不变。

七、备份

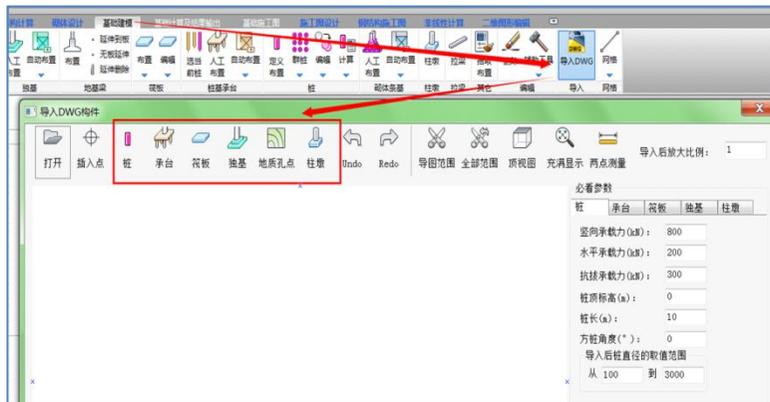
备份分为人工备份和自动备份。用户所能操作的是人工备份(即菜单中的备份)。此功能将在工程目录中的“基础备份”目录下生成以“人工”+时间的备份文件。

自动备份，是在模型有修改的情况下，每间隔一小时,此功能将在工程目录中的“基础备份”目录下生成以“自动”+时间的备份文件。最多生成 10 个文件。超过 10 个时新生成的文件将自动替换最老的自动备份文件。

无论是自动备份的文件，还是人工备份的文件都可以在打开对话框中直接打开，无需复制，程序将自动还原备份文件。

第十五节 导入 DWG

导入 AutoCAD2012 版以下的 dwg 图形中的桩、独立基础（可以多阶）、承台（可以二阶）、筏板、柱墩、加厚区到基础中。



导入 dwg 对话框

独立基础导入新增“对柱心的调整”选项

由于 cad 图中，独立基础中心和柱中心可能不重合。对于独立基础范围内只有一个柱子（或者节点）时，增加了可以自动调整独立基础中心与柱中心对齐功能。

必看参数	
桩	承台 筏板 独基 柱墩
竖向承载力 (kN):	800
水平承载力 (kN):	200
抗拔承载力 (kN):	300
桩顶标高 (m):	0
桩长 (m):	10
方桩角度 (°):	0
导入后桩直径的取值范围	
从 100	到 3000

导 DWG 图界面

打开：选择 dwg 文件位置；

设置插入点：dwg 图插入基础的基点；

插入点直径：因各 DWG 原图比例不同，可通过设置插入点比例来获得更好的显示效果。避免插入点显示的太大或太小；

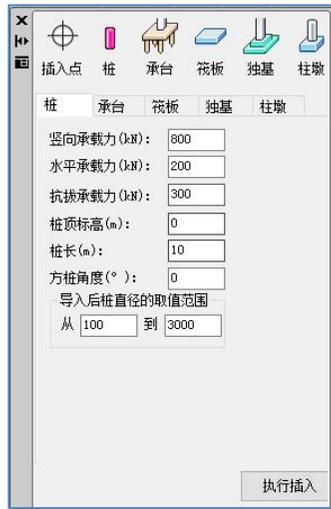
缩放比例：dwg 图相对于基点的缩放比例；

选择导入图层范围：选择 dwg 图中桩所在的图层。

桩承载力、桩顶标高、桩长、承台（只能导入一阶）厚度、筏板厚度等参数需在导入前通过输入参数确定。

第十六节 导入衬图

盈建科基础软件提供有衬图直接生成基础模型的功能，用户可以直接将衬图中的基础构件读入基础直接生成基础模型。各类基础的布置参数同导入 dwg 功能。



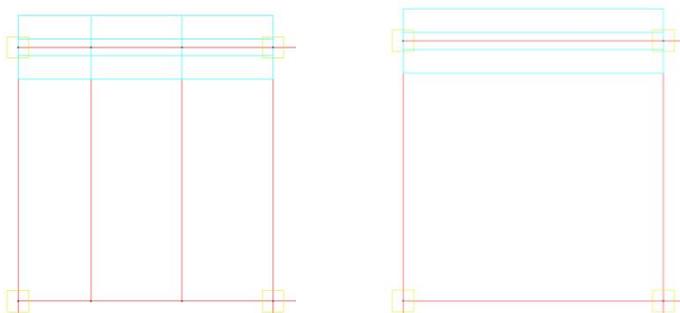
导入衬图对话框

第十七节 网格节点

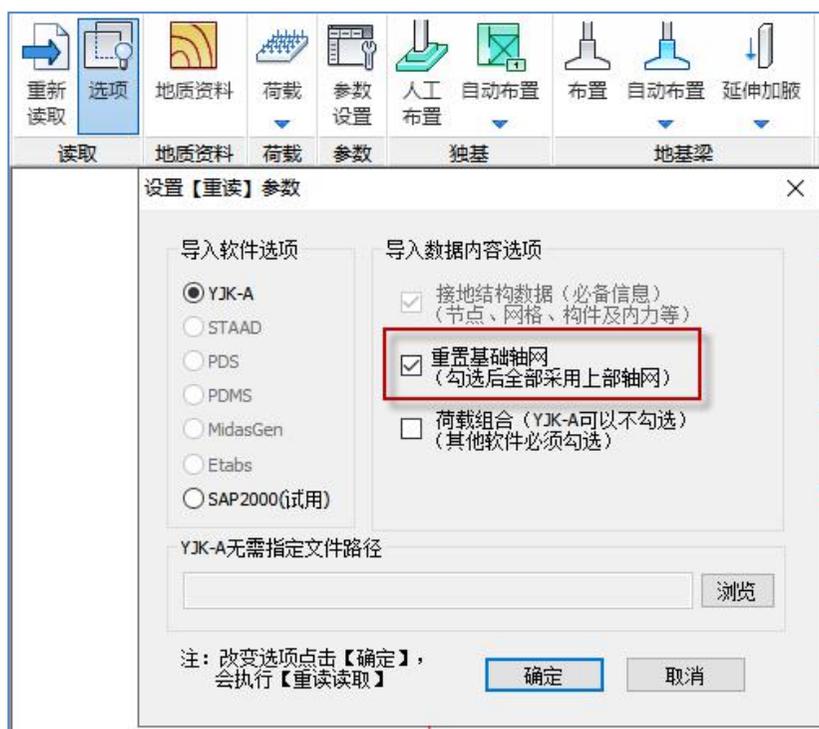
盈建科基础 YJK-F 支持对上部传递下来的网格进行编辑。此时基础中新布置的节点网格与上部传递下来的节点网格处于同等地位，不再区分节点(网格)是新增的、还是从上部接力下来的，除了与竖向构件关联的节点(网格)，其他都允许删除，并且基础新增节点可打断上部传下来的网格。进行网格编辑前，需要了解以下软件做法。

新增节点打断已有网格时，建模时应注意以下几点：1、打断网格的同时，会打断网格上的构件，如地基梁、拉梁；2、打断网格后，墙荷载按静力等效原理分配在每段网格上；3、打断网格后，网格上的附加线荷载不再保留。由于新增节点可以打断上部传下来的网格。

删除节点、网格时，不再区分节点(网格)是新增的、还是从上部接力下来的，除了与竖向构件关联的节点(网格)，其他都允许删除。例如删除同一段地基梁间上部传下来的次梁节点增加删除上部传递下来的节点功能后，在一个柱跨之间只需要布置 1 段地基梁即可。



基础建模的“选项”菜单下增加“重置基础网格”的参数。勾选后如果执行重新读取，程序会删除基础网格的相关修改，全部采用上部结构传下来的节点网格。需要注意的是，该参数默认勾选，如果重新读取想保留基础模块对网格进行的修改，要取消勾选该项。



基础网格编辑菜单如下：



网格编辑菜单

【节点】：通过输入绝对坐标或相对坐标在基础增加节点；

【连续直线】：通过连续输入坐标或者屏幕连续点选位置绘制网格；

【两点直线】：输入起点、终点坐标或点选屏幕中的两点，绘制一条网格线；

【删除】：可删除处竖向构件外的所有节点和网格；

【形成网点】：自动打断清理基础增加的网格；

【清理网点】：自动清理没有竖向构件、基础、或附加荷载的网格；

【延伸生成新网格】：通过输入网格的挑出长度增加网格，具体操作选择需要进行外挑的网格端点并输入距离，尤其适合于筏板内的地基梁外挑布置网格。

第七章 基础计算及结果输出

YJK-F 基础设计软件的计算分析和结果显示模块集成在一个界面内，其主要功能特点说明如下：

- (1) 读取各类基础的建模数据，包括独基、条基、地基梁、筏板、承台、桩。
- (2) 显示上部结构的底层墙、柱荷载。
- (3) 自动进行网格划分。
- (4) 按基础类型自动选择有限元或非有限元方法，计算基底压力，桩反力，筏板、承台、地基梁、独基、条基的弯矩和剪力，计算结果作为设计条件。
- (5) 对所有类型的基础同时计算沉降，并考虑互相之间的影响。
- (6) 依据现行规范及计算结果，辅助用户进行各类基础的配筋设计，具体项目如下：

表 7.1 各类基础的设计条目

基础类型 设计条目	分离式基础			整体式基础			
	柱下独立基础	墙下条形基础	桩承台	筏板	地基梁	桩筏	桩梁
地基承载力验算	√	√	√	√	√	√	√
桩承载力验算	×	×	√	×	×	√	√
沉降验算	√	√	√	√	√	√	√
冲切验算	√	√	√	√	√	√	√
抗剪验算	√	√	√	√	√	√	√
重心校核	×	×	√	√	×	√	×
整体抗浮验算	×	×	×	√	×	√	×
配筋计算	√	√	√	√	√	√	√

菜单栏主项包括以下内容：



程序输出计算结果常以基础或划分好的有限元单元为目标，下文所说的“每个基础”是指每一个独立的基础构件，如单独的柱下独立基础、桩承台、地梁、筏板等。

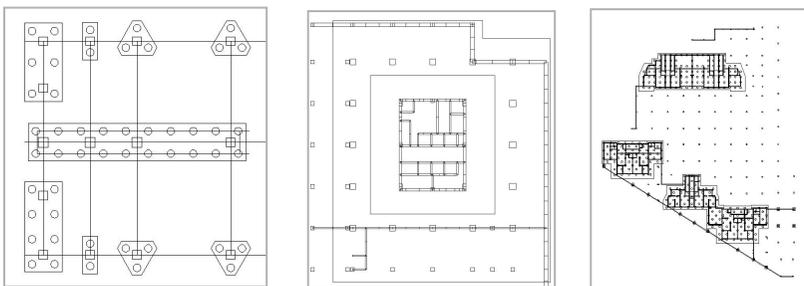
第一节 生成数据

当模型建立完成以后，必须【生成数据】后才能进行基础的计算分析，此功能主要是完成有限元计算的筏板（防水板）、复杂承台的单元网格划分等前处理功能。

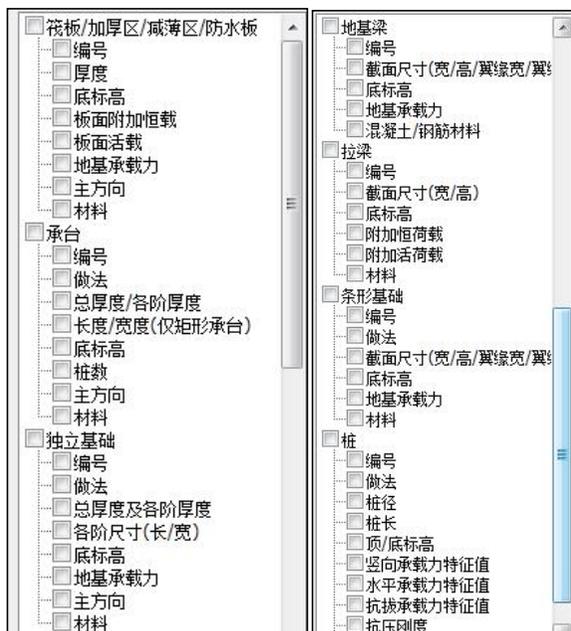
基础模型修改后必须重新【生成数据】进行基础的计算分析。

第二节 计算简图

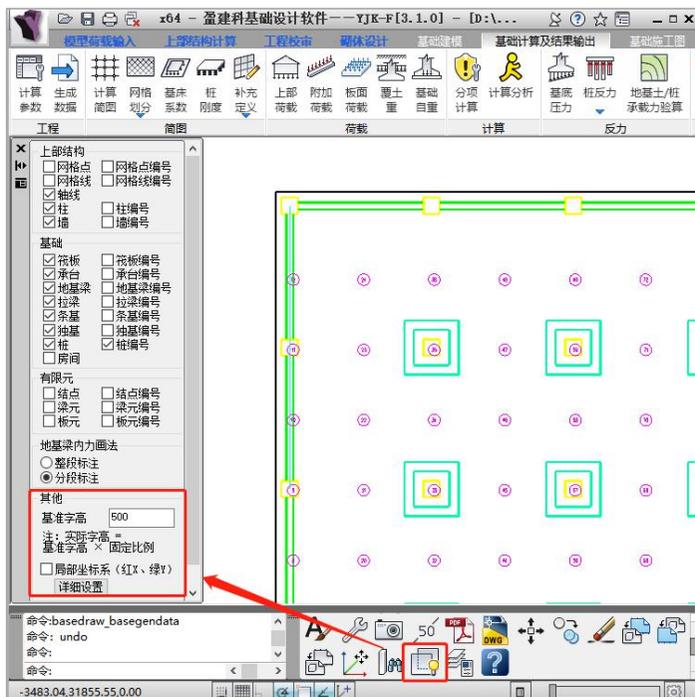
计算简图中可显示轴线、墙、柱、柱下独立基础、墙下条形基础、地基梁、拉梁、筏板、承台、桩等基础构件及信息，见下图。各类图素配以不同的颜色。支持修改文字高度，提供一个参数，可以指定基准的文字高度，见下图：



各类基础的计算简图



计算简图显示信息控制



基准文字高度修改位置

表 7.2 计算简图的图素、线型和颜色

图素	颜色		图素	颜色	
轴线		红色	承台		橙色
柱		黄色	柱下独基		绿色
剪力墙		绿色	墙下条基		蓝色
填充墙		紫色	地基梁		蓝色
筏板		白色	桩		紫色

第三节 网格划分

网格划分菜单包含网格划分、修改厚度、实体网格、计算模型四项内容。



1、网格划分

网格划分是有限元分析的前提和基础，网格质量的好坏将直接影响有限元分析结果。在二维平面中网格单元的形状分为四边形单元和三角形单元，鉴于以四节点构成的四边形单元在解题时为线性应变，而以三节点构成的三角形在解题时为常应变，由此，从解题的效果来看，四边形单元比三角形单元的有限元精度更高，更能保证解题结果的正确性。

网格划分的尺寸参数在计算参数的筏板参数中填写，即有限元单元尺寸大小。程序隐含设置为 1 米，但对于面积不大的桩承台、独基等为了保证计算质量，程序常自动采用更小尺寸的单元划分。

网格划分的依托是依赖墙柱和地梁，将使单元节点位于上部墙、柱位置以及布置了地梁的位置。



依赖墙梁单元划分结果

2、修改厚度

实际设计时还需要对网格划分的结果进行干预，其中最为常见的是修改板单元的厚度。盈建科基础 YJK-F 提供了人工干预板单元厚度的功能，操作界面如下。

需要注意的是，目前版本修改厚度后只对内力和配筋产生影响，对自重、冲切等不考虑厚度的调整。

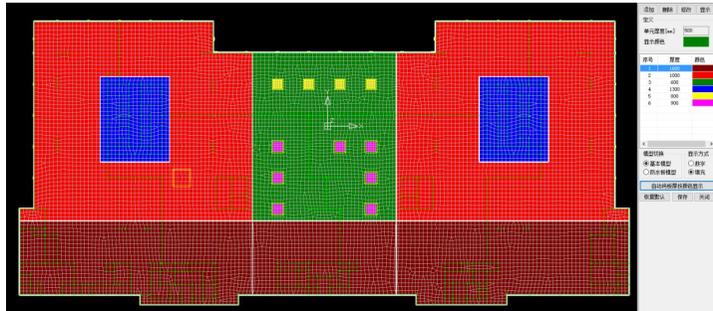
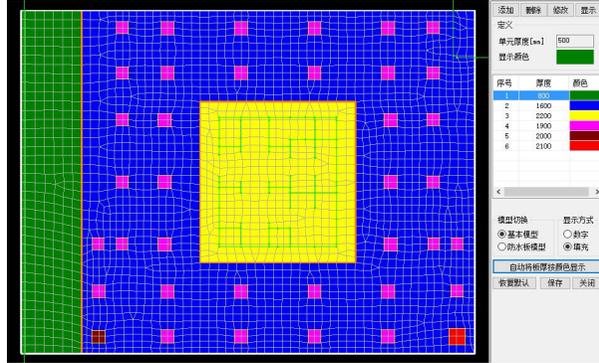


自定义板厚有“单元厚度”和“显示颜色”两个属性。

单击列表项，可将当前厚度值和颜色赋值于所选择的单元。

软件自动在列表框内生成对应的厚度值，并自动切换到按“填充”方式显示板厚。

下图是按填充方式显示板厚的效果：

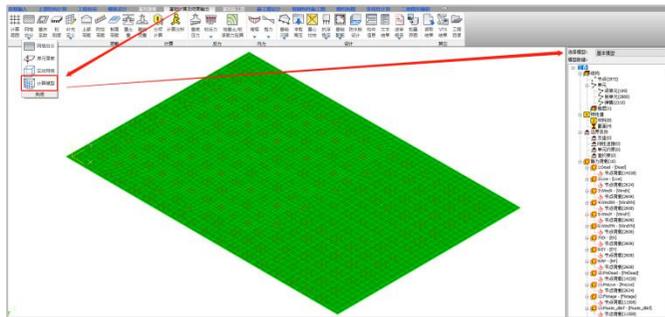


3、实体网格

显示实体网格划分效果。

4、计算模型

为方便用户查看 YJK 采用的有限元计算模型，有限元计算模型的功能，用户界面见下图：



计算模型

目前完成的功能包括：1) 包括基本模型、防水板模型、拉梁模型等多个模型的显示；2) 可以查看梁元、板元及弹簧、支座等。

第四节 基床系数

对基床系数，既可以让软件根据地质资料自动计算，也可以人工直接指定，在筏板计算参数中用户须对这两种方式选择确定。在生成数据菜单执行后，软件生成所有构件或单元的基床系数，在这里可对基床系数查看和修改。

基床系数理论计算结果如果比较小，只能取经验值，可以参照承载力的 50~100 倍(比如 200kPa 对应 20000 kN/m³)；或者根据地基特性与土的种类取值；或者根据当地同位置地区的沉降经验值估算。

点击“基床系数”后，左侧工具栏上弹出“查改基床系数”对话框。用户可以根据地基土的类型或现场试验结果，将特定的基床系数布置到指定的区域中。

推荐值：不同类型土的基床反力系数参考值；

布置方式：特别为筏板模拟防水板计算模型的快速修改设置的，【按构件布置】通过选择筏板的基床系数修改为 0，保留独立基础的基床系数；【按单元布置】任意修改选定区域的单元网格的基床系数；

模型切换：【基本模型】为承载力、弯矩等有限元计算的基床系数，以及不迭代计算沉降的基床系数；【沉降模型】为迭代计算沉降的基床系数，不影响承载力、弯矩等有限元计算，并且此参数是自动计算的，不能修改；

恢复默认：恢复图中已经修改的基床反力系数为未改之前的状态；



基床系数

添加：将定义完成的基床系数增加到表格中，供布置使用；

修改：修改定义完成的基床系数参数，图中使用此基床系数的单元自动修改；

删除：删除选择的基床系数，但是已经在图中基床系数不能删除；

显示：显示基床系数表中在图中使用的；

操作方式：选择基床系数表中项，然后窗选单元进行布置。

第五节 桩刚度

对桩刚度，既可以让软件根据地质资料自动计算，也可以人工直接指定，在筏板计算参数中用户须对这两种方式选择确定。在生成数据菜单执行后，软件生成每根桩的桩刚度，在这里可对桩刚度查看和修改。

桩筏基础的计算结果是桩刚度决定的，桩刚度包括抗压刚度、抗拔刚度和弯曲刚度。

抗压刚度计算如果没有地质资料，可以根据经验或桩竖向承载力 50~100 倍大致估计。

抗拔刚度应该能保持与抗压刚度同样的数量级，保证计算结果的准确性。如果抗压、抗拔刚度完全相同，即使桩出现拔力，也不会进行非线性迭代。

抗拔刚度可以根据实验数据或桩抗拔承载力 50~100 倍大致估计。

弯曲刚度对于筏板一般影响不大，但是对于线性分布的桩或单桩，由于约束点只有一个或两个方向，不能是筏板形成一个面的约束，要通过增大弯曲刚度平衡弯矩的作用，特别是墙的面外弯矩，增加到 50 万~100 万的弯曲刚度比较好，抵消面外弯矩的作用。

点击“桩刚度”后，左侧工具栏上弹出“查改桩刚度”对话框。用户可以根据桩的类型或现场试验结果，将特定的桩刚度布置到指定的区域中。

对于桩如果水浮力较大一般要有抗拔桩刚度，不考虑水浮力或其他桩受拉情况抗拔桩刚度可以不输入。对于平筏板+抗拔桩计算规范要选择复合桩基：对于桩筏板+抗拔桩计算规范如果选择复合桩基要考虑土 K；常规桩基不考虑土 K。

添加 删除 修改 显示

定义

抗压刚度 [kN/m] 100000

抗拔刚度 [kN/m] 10000

弯曲刚度 [kN-m/rad] 0

序..	抗压	抗拔	弯曲
1	1...	1...	0
2	1...	1...	0

模型切换

基本模型

沉降模型 (自动计算)

按【桩定义】修改刚度

恢复默认 关闭

桩刚度

恢复默认：恢复图中已经修改的桩刚度为未改之前的状态；

添加：将定义完成的桩刚度增加到表格中，供布置使用，修正图中的桩刚度必须先添加表项；

修改：修改定义完成的桩刚度参数，图中使用此桩刚度的单元自动修改；

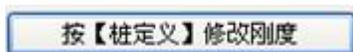
删除：删除选择的桩刚度，但是已经在图中桩刚度不能删除；

清理：显示桩刚度表中在图中使用的。



：方括号选择项确定是否更改选中桩刚度，勾选则选择桩的抗拔刚度会修改；不勾选则选择桩的抗拔刚度不会修改；

操作方式：选择桩刚度表中项，点击“布置”，然后窗选桩。



：弹出所有桩定义的对话框，用户根据桩定义的类型修改桩刚度；

$$s = \psi \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zi} + \sigma_{zci}}{E_{si}} \Delta z_i + s_e \quad (\text{复合桩基})$$

各参数意义参见桩基规范《JGJ94-2008》第 5.5.14 条。

σ_{zi} 根据 Mindlin 应力解计算。

σ_{zci} 根据 Boussinesq 应力解计算。

第六节 补充定义

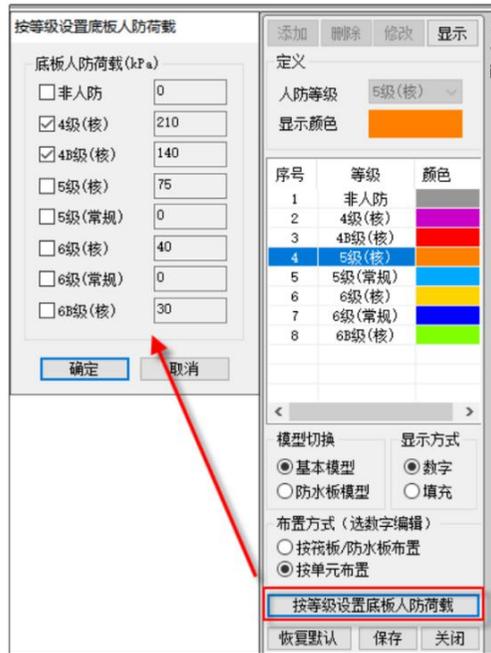
补充定义菜单包括人防等级、配筋方向、筏板分区四项内容。



1、人防等级

基础建模和计算模块共有 4 处可调整人防荷载等级和底板等效静荷载，分别为：参数设置“水浮力、人防，荷载组合表”参数页；建模中筏板防水板布置时定义界面；建模中双击板块弹出的筏板信息栏；计算模块的补充定义人防等级命令下。其中参数设置、筏板定义、双击修改参数用于整块板的人防等级修改，补充定义中的人防等级命令用于同一板块不同区域指定不同的人防等级。

人防等级的参数任务栏如下图所示：



模型切换：用于筏板与防水板的切换。

显示方式：单个板元人防等级显示方式，可选择数字显示和填充显示。

布置方式：分为按单元布置、按筏板/防水板布置。由于此功能主要处理的是同一板块不同区域指定不同的人防等级，所以多数情况下采用按单元布置方式，如向整体修改某一块板的人防等级和等效底板静荷载，建议采用三种修改方式。

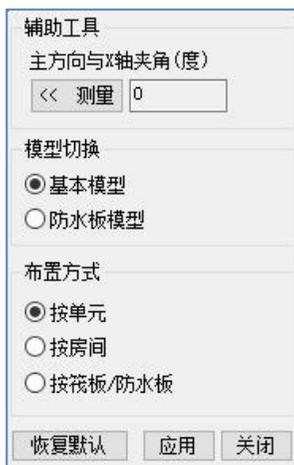
按等级设置底板人防荷载：修改完不同区域的人防等级后，需点击按按钮，在弹出的等效静荷载参数页中勾选用到的人防等级和设置相应的底板等效静荷载。这一步为必须操作的步骤，否则点等效静荷载设置可能出现异常，底板等效静荷载可在板面荷载菜单下查看。

2、配筋方向

程序先将内力根据配筋方向进行调整然后再进行配筋。

基础建模和计算模块共有 3 处可调整底板配筋方向，分别为建模中筏板布置时、建模中双击板块弹出的筏板信息栏以及计算模块的该功能下。他们的效力为筏板布置<双击修改参数<计算模块中修改。

配筋方向的参数任务栏如下图所示：



主方向与 X 轴夹角：出入需要调整后的配筋角度。

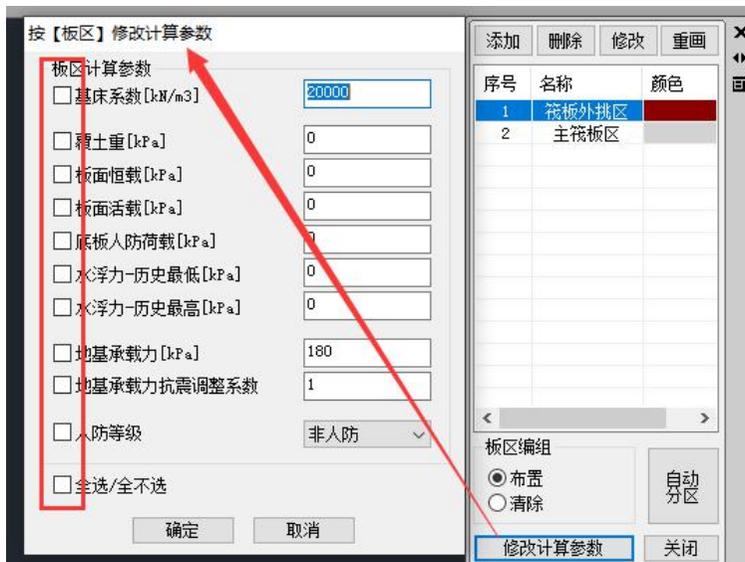
模型切换：用于筏板与防水板的切换。

布置方式：分为按单元、按房间、按筏板/防水板。配筋结果输出分为按房间输出和按板元结果输出，按板元输出配筋结果时读取的是按单元布置的角度，按房间输出配筋结果时读取的是按房间布置的角度，按筏板/防水板布置对实际的配筋方向不产生影响，仅提供查看的效果。

3、筏板分区

早期版本的板区划分只能按“先定义分组再框选单元”的顺序手工分区，操作繁琐、容易出错。尤其当底板尺寸较大、单元数目较多时，手工分区的工作量几乎不可接受。新版本在手工分区的基础上增加了自动分区的功能，程序自动识别筏板外挑区、局部加厚区、局部减薄区等。支持按板区定义计算参数，例如基床系数、覆土重、板面荷载等等。当被勾选时，按板区定义的计算参数生效。

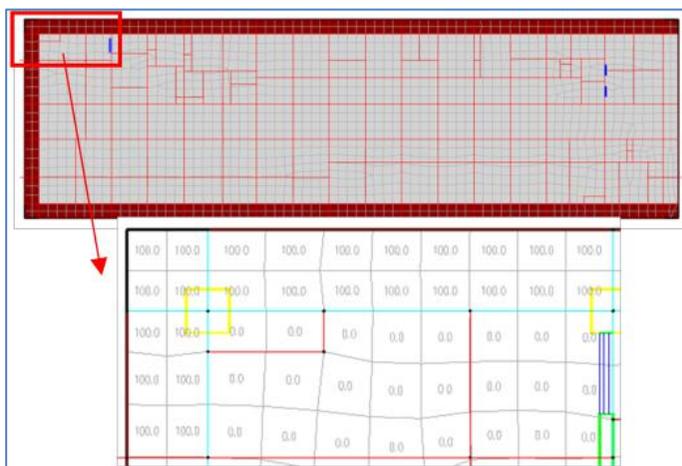
需要说明，按板区定义的计算参数，优先级低于按单元定义的计算参数。



以下举例说明自动分区功能的两个典型应用场景。

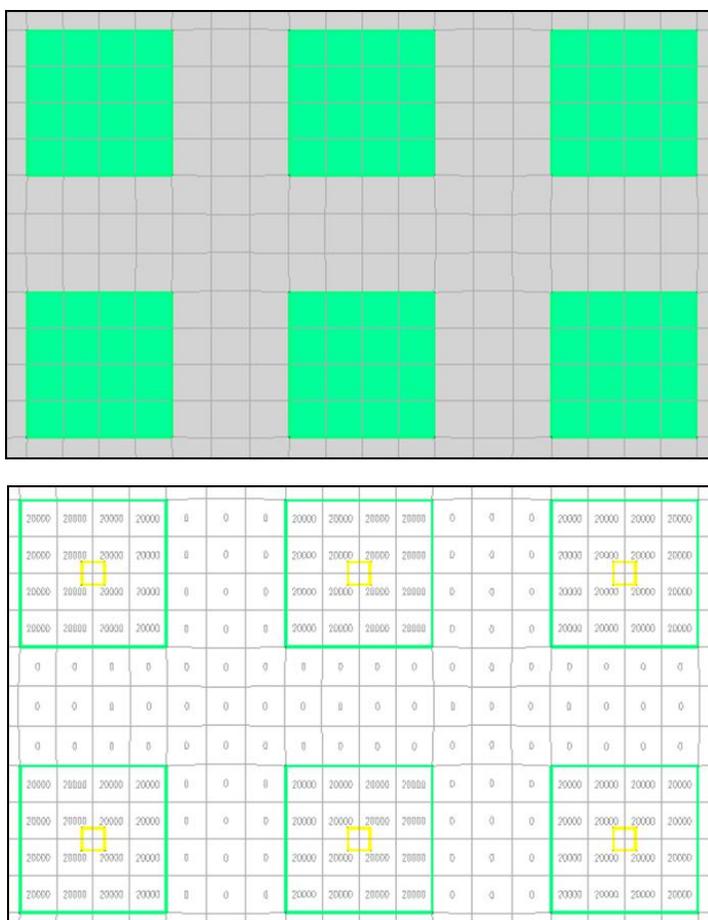
(1) 外挑区施加覆土重

地下室完工后进行基坑回填，基坑和地下室外墙之间的填土将作为外荷载施加于基础底板。覆土荷载会影响基底压力值、基础内力等，当有水浮力时，覆土重还会提供一部分抗浮作用。下图是某筏板基础的外挑区被自动识别的效果。点击按钮【修改计算参数】，勾选【覆土重】，输入数值 100kPa，外挑区的所有单元上就会自动施加 100kPa 的均布荷载。



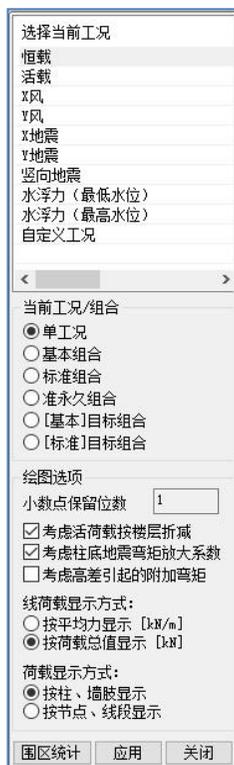
(2) 防水板按筏板建模时的抗浮计算

防水板的计算假定是柱、墙为不动支座。但是当荷载分布不均匀、局部柱、墙的荷载相对较小时，支座假定不成立。此时应该将防水板按筏板来建模，并按照“地基土不受拉”的非线性方法进行抗浮计算。考虑到防水板本身的做法，当板下褥垫层不受力时，竖向荷载全部通过独立基础传给地基，此时可以点击【修改计算参数】，把筏板以内、独基以外的区域的基床系数指定成 0。



第七节 上部荷载

可显示柱、墙、支撑下的单工况、组合工况、目标组合下的柱底内力，荷载组合中的分项系数采用基础参数组合表中的数值。



上部荷载任务栏

绘图选项栏中包含了荷载显示的调整项，包括小数点位数、荷载内力调整显示选项、线荷载显示方式、荷载显示方式。

荷载内力调整显示选项包括“考虑活荷载按楼层折减”、“考虑柱底地震弯矩放大系数”、“考虑高差引起的附加弯矩”。

“考虑活荷载按楼层折减”和“考虑柱底地震弯矩放大系数”具体意义可查看第四章荷载组合相关内容，“考虑高差引起的附加弯矩”具体意义可查看第十四章计算选项相关内容。勾选时会显示调整后的荷载数值。

线荷载显示方式是指对于上部墙传到基础的荷载的显示方式，有两个选项：按平均力即为按照 kN/m 显示，按照荷载总值即是显示该墙段上的荷载总值。

荷载显示方式包括“按柱、墙肢显示”和“按节点、线段显示”。按柱、墙肢显示会直接读取柱墙底形心处的内力进行显示；按节点、线段显示会将柱墙底内力等效到节点或轴线上，基础实际计算用到的荷载可查看节点、线段显示的结果。

围区统计命令可通过框选模型范围，查看围区范围内上部荷载与基础恒、活、水浮力的统计结果。

第八节 附加荷载

显示用户输入的附加荷载。

第九节 板面荷载

定义或修改筏板板面上的各种荷载，可修改的荷载类型有恒荷载、活荷载、水浮力、人防荷载。

在筏板定义中也设置了筏板上的恒活荷载参数，那里定义的是整个一块筏板或一个加厚区统一的恒活板面荷载值。这里输入的是和统一值不同的个别数值。这里可有两种方式输入恒活荷载，第1种是按照筏板/加厚区布置，它的作用和前面筏板定义时输入恒活荷载的作用相同；第二种是按照单元布置，这种方式可以以筏板细分的有限元单元为对象进行恒活荷载输入。

按照单元输入时，基础类型不仅限于筏板，还包括复杂桩承台、柱下独基等所有按照有限元计算的基础形式。

水浮力（最高水位）和人防荷载可在筏板计算参数中定义，在那里定义的是整个基础统一的数值，对于最高水位不同的基础可在这里调整修改，对于局部人防荷载情况可在这里定义人防荷载。

这里对水浮力（最高水位）和人防荷载的修改限于以有限元的单元为目标进行。



板面荷载

当前工况：选择输入的是恒载、活载、水浮力或人防荷载工况；

布置方式：有两种布置方式：

1) 按照筏板\加厚区布置：选择一个筏板或加厚区，在整个区域内布置局部单元恒或活荷载。操作时鼠标必须点选筏板中间白圈中的数字，否则输入不上。

2) 按照单元布置：以有限元单元为布置对象，窗口方式选择需布置荷载的单元，即可在单元内布置恒或活荷载。

第十节 覆土重

定义、显示或修改各基础的覆土重。

对于柱下独基、地基梁、桩承台、墙下条基等分离式基础，每个基础一个值；对于筏板、多柱或墙下独基、复杂承台基础等，即可按照单个基础赋值和修改，也可按照细分的有限元单元为单位修改，单位 kPa。

非矩形截面的地基梁、独基、承台的覆土重计算按精确扣除基础体积求解，按实际体积扣基础体积，但不扣柱墙构件体积。

第十一节 基础自重

显示各基础的自重，每个基础一个值，单位 kPa。

第十二节 计算分析

1、不同基础类型调用不同计算方法

程序自动识别不同的基础类型，调用不同的方法，对基础进行分析计算。

(1) 整体式基础，包括筏板、桩筏、地基梁等，调用有限元求解器计算，计算时可以考虑上部刚度。

软件对复杂承台、复杂独基基础，包括多柱承台、墙下承台、多柱独基、墙下独基也按照有限元方法计算。

(2) 分离式基础，包括单柱独基、单柱承台、墙下条基等分离式基础，调用相应的单构件基础算法。

但是，如果单柱独基、单柱承台与地基梁连接，或者与筏板连接，软件也将它们按照有限元方法计算，为的是可以考虑它们和地梁或者和筏板的协同工作。

无论采用有限元方法还是单基础算法，可以在统一的视图中查看计算结果。

2、计算过程

详细计算过程如下：

1、导算荷载(覆土重、自重、水浮力、人防荷载)；

2、拉梁计算；

3、整体式基础设计计算；

沉降试算；

有限元计算；必要时进行迭代的非线性计算；

勾选迭代计算基床系数和桩刚度时重新形成弹簧刚度，并第二次有限元计算；

筏板内力计算；

地基梁内力计算；

复杂桩承台计算；

4、分离式基础设计计算；

单柱独基计算；

单柱桩承台计算；

墙下条基计算；

5、冲切抗剪计算；

6、沉降计算（沉降计算考虑不同类型基础之间影响）；

7、地基承载力验算。

统一的基础“一键”计算，是YJK-F的特色，因为基础计算分析是个协同计算的过程。不同类别基础按需要按照固定次序计算：如按照拉梁—独基、防水板—承台的先后顺序计算；不同类别基础需要协调计算：如独基和地基梁同时布置时，由二者共同承担上部荷载；不同计算内容顺序进行：一般为有限元—承载力—冲切—抗剪—配筋—沉降等这样的顺序，比如冲切计算应在承载力计算之后进行，等等；最后的沉降计算考虑不同类型基础之间影响。

3、布置防水板基础的计算

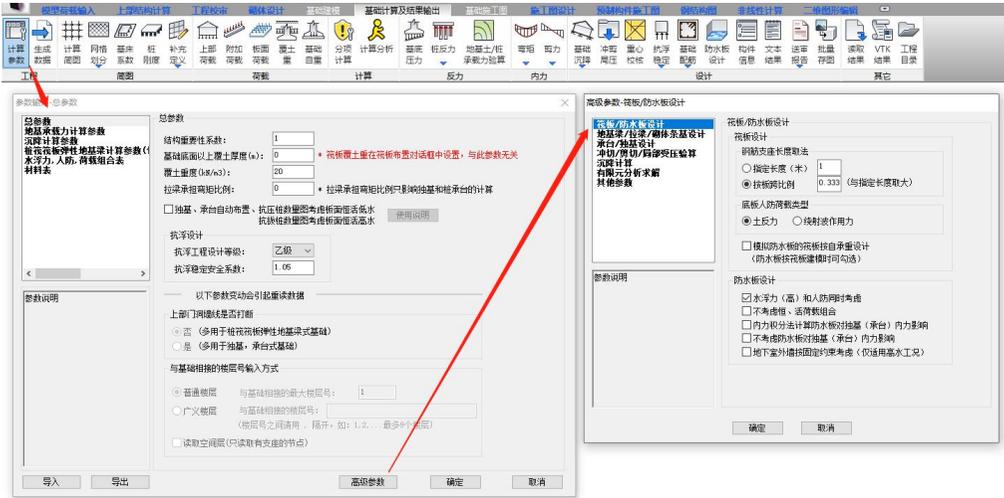
对于布置有防水板的基础，程序自动进行二步计算：

第一步计算将柱底、墙底作为支撑防水板的不动支座，对防水板进行有限元计算和配筋计算。如果防水板内有地基梁，将地基梁作为支撑防水板的弹性支座，地基梁按照有限元交叉梁体系进行计算和配筋；

第二步计算非防水板基础，如独立基础、桩承台、筏板、地梁等，此时考虑防水板传递过来的荷载。

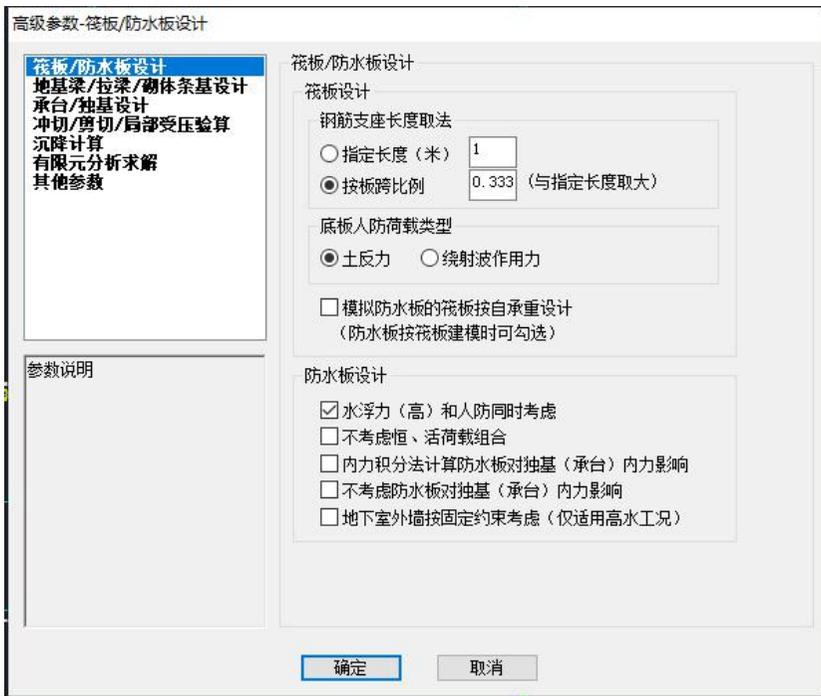
第十三节 计算选项（高级参数）

【基础计算及结果输出】模块的【计算参数】和【计算选项】有【高级选项】可供用户进一步对计算的某些选项进行调整，具体位置见下图：



计算选项位置

一、筏板/防水板参数页

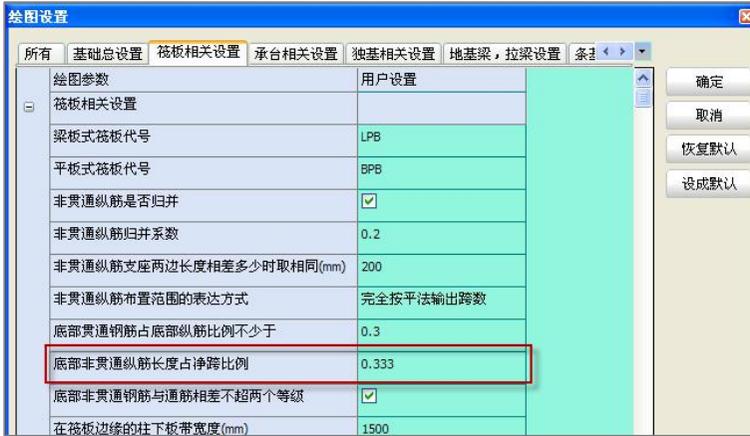


筏板/防水板参数页

1、钢筋支座长度取法

《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》（独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台）11G101-3 第 82 页给出了支座区域非贯通筋长度按净跨的 1/3 设置的要求。

YJK【基础施工图】模块按此规定执行，并提供参数控制，见下图：



底部非贯通筋长度控制参数

软件取区域内各单元的最大值作为支座或跨中的钢筋计算结果。

支座跨中区域的计算原则，默认取平法施工图的计算原则，并在【计算选项】菜单提供了参数进行控制，见下图：



支座长度取法：

1) 指定长度（米），默认为 1m。

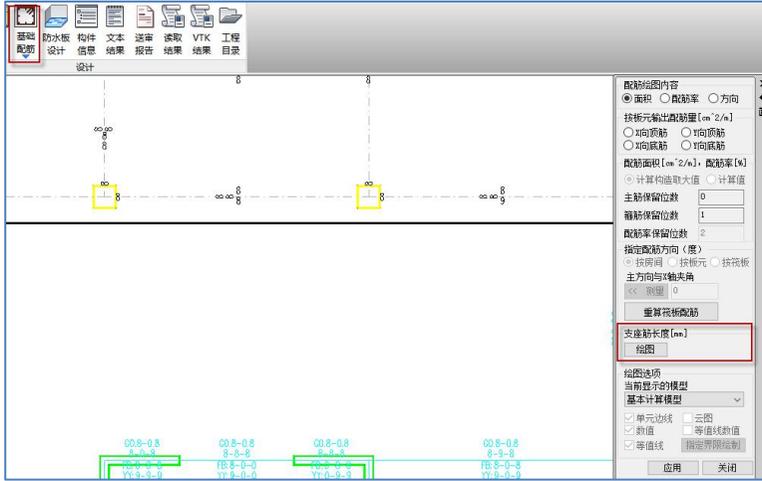
以前版本采用 1m 和网格划分尺度的较大者，所以该选项对应旧方案。选用此方案，软件直接按该指定值确定支座两边长度。

2) 按等效跨度比例，默认同平法施工图，按 0.333。

选择此选项，软件计算部分按等效跨度乘以该比例值，并且按不小于指定长度（默认 1m）取值确定支座长度。

与施工图的细微区别是：施工图计算时没有最小长度限制，但进行了按 50mm 的取整。

为方便用户查看支座统计实际采用的区域长度，【基础计算及结果输出】【配筋】的用户界面上增加了绘制支座长度功能。见下图：



支座筋长度示意

2、底板人防荷载类型

以前版本筏板基础当勾选“不考虑顶板人防”时，人防荷载下内力计算采用倒楼盖法，底板人防等效静荷载当作“土反力”类型进行施加，此时人防组合内力按“叠加模式”得到，相关组合内力取值算例如下所示：



不考虑顶板人防选项

表 1 “土反力”类型下人防组合例的内力取值

组合例	内力取值（叠加模式）
1.0 恒+1.2 人防	$M=M_d+1.2*M_r$
1.0 恒+1.2 人防-1.2 高水	当 $M_d+1.2*M_r$ 和 M_w 同号时, $M=\max(M_d+1.2*M_r, 1.2*M_w)$; 当 $M_d+1.2*M_r$ 和 M_w 不同号时, $M=1.2*M_w$

注：1、 M_d 为恒载工况弯矩、 M_r 为人防工况弯矩、 M_w 为高水工况弯矩；2、勾选“不考虑顶板人防”时，程序自动按弹性地基梁板法计算 M_d 、按倒楼盖法计算 M_r 和 M_w 。

但对于饱和土中的桩筏基础等情况，当上部人防荷载认为全由桩承担时，核武器爆炸时会产生压缩波从侧面绕射到底板上的人防荷载，此时荷载类似于水浮力，如按上述土反力类型施加底板人防荷载则不能满足需求。

高级选项中提供了“底板人防荷载类型”参数，包含了“土反力”和“绕射波作用力”两种类型。

当采用“绕射波作用力”类型施加时，人防组合内力按“包络模式”得到，相关组合内力取值算例如下所示：

表 2 “绕射波作用力”类型下人防组合例的内力取值

组合例	内力取值（包络模式）
1.0 恒+1.2 人防	当 M_d 和 M_r 同号时, $M=\max(M_d, 1.2*M_r)$; 当 M_d 和 M_r 不同号时, $M=1.2*M_r$
1.0 恒+1.2 人防-1.2 高水	当 M_d 和 $1.2*M_r+1.2*M_w$ 同号时, $M=\max(M_d, 1.2*M_r+1.2*M_w)$; 当 M_d 和 $1.2*M_r+1.2*M_w$ 不同号时, $M=1.2*M_r+1.2*M_w$

注：1、 M_d 为恒载工况弯矩、 M_r 为人防工况弯矩、 M_w 为高水工况弯矩；2、勾选“不考虑顶板人防”时，程序自动按弹性地基梁板法计算 M_d 、按倒楼盖法计算 M_r 和 M_w 。

3、模拟防水板的筏板按自承重设计

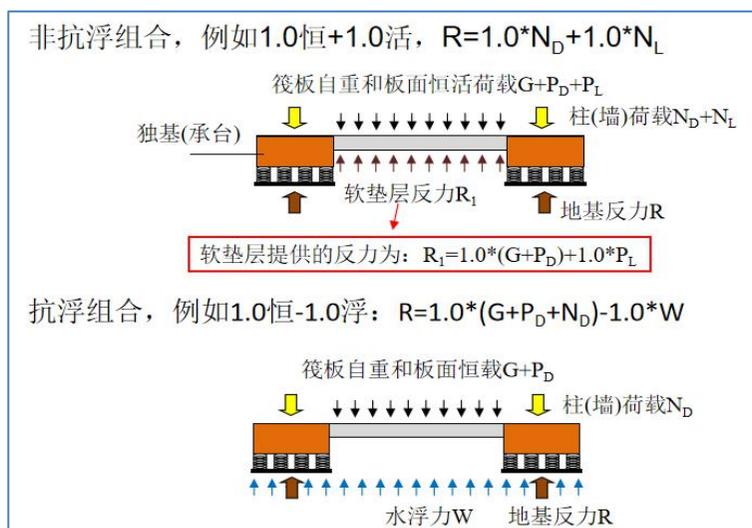
1.9 之前版本可用筏板模拟防水板进行底板抗浮设计。将防水板按筏板建模的优势

在于：可以准确考虑不同位置竖向构件的荷载差异；可以准确考虑底板的整体弯曲变形；可以准确考虑地基土和抗拔锚杆的非线性特性，即：地基土只受压、不受拉，抗拔锚杆只受拉、不受压；可以得到更为准确的底板变形、内力以及锚杆拉力。

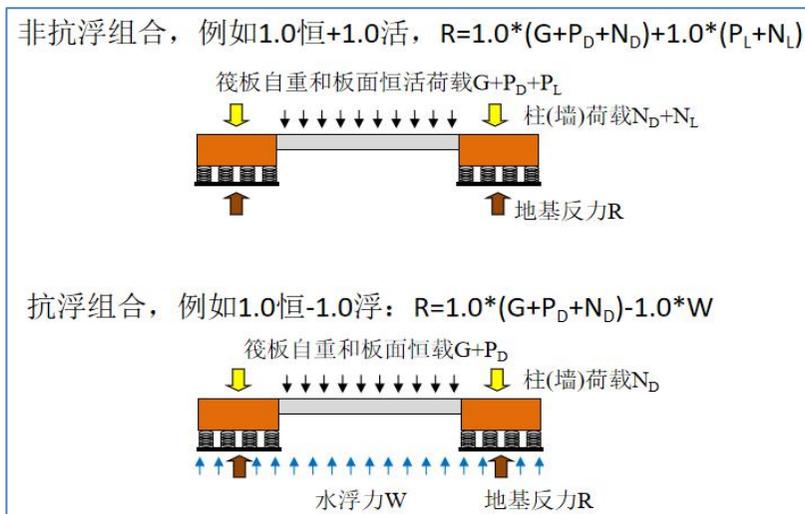
考虑到防水板下设置软垫层，用筏板模拟防水板进行底板抗浮设计时，需将独基（承台）以外、筏板以内区域的基床系数应指定为 0。此时柱、墙竖向荷载全部由独基（承台）承担，符合设计假定；筏板自重、板面荷载也全部由独基（承台）承担，往往和设计假定不符，并造成筏板配筋不合理增加。

新版本在“高级选项”对话框里增加了“筏板自承重”的选项。用筏板模拟防水板，当筏板下设置软垫层时勾选，否则不勾选。

勾选时，非抗浮组合下筏板自重和板面荷载直接传给软垫层，不再传给独基（承台），抗浮组合下水浮力荷载先抵消筏板自重和板面荷载，剩下的再传给独基（承台）。



当不勾选时，非抗浮组合下筏板自重、覆土重、板面荷载直接传给独基（承台），抗浮组合下水浮力荷载先抵消筏板自重、覆土重、板面荷载，剩下的再传给独基（承台）。



4、水浮力（高）和人防同时考虑

《人民防空地下室设计规范》（GB 50038-2005）4.9.4条提出：在确定核武器爆炸等效静荷载与静荷载同时作用下防空地下室基础荷载组合时，当地下水位以下无桩基防空地下室基础采用箱基或筏基，且按表4.9.2及表4.9.3规定的建筑物自重大于水的浮力，则地基反力按不计入浮力计算时，底板荷载组合中可不计入水压力；若地基反力按计入浮力计算时，底板荷载组合中应计入水压力。对地下水位以下带桩基的防空地下室，底板荷载组合中应计入水压力。

注意两点：

- 1) 该条文未明确指出是低水还是抗浮设防水位；
- 2) 软件计算地基反力时均是按全部荷载考虑的，所以只要考虑水浮力和人防荷载同时作用，就应该有同时包括水浮力、人防的荷载组合；

软件目前认为人防荷载、抗浮设防水两种极端荷载情况不会同时出现，所以默认组合中只考虑人防和低水组合（如果勾选考虑低水）、不考虑人防和高水同时组合。

如果工程设计中需要考虑人防和高水同时作用，可以通过自定义荷载组合增加组合，见下图：



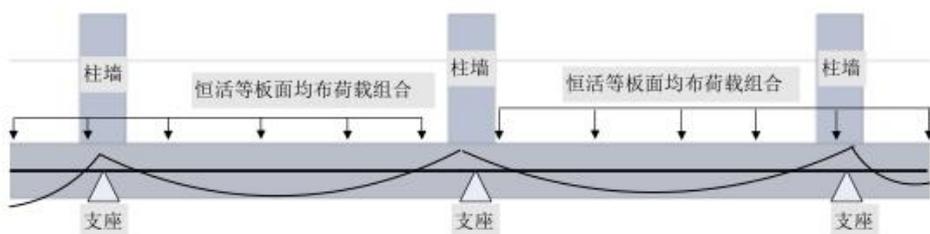
人工交互添加的 1.0 恒+1.0 人防+1.2 高水组合

而防水板如果要想实现水浮力（高）和人防同时考虑，需要在【基础计算及结果输出】模块的【计算选项】【高级选项】勾选。

5、不考虑恒载活载组合

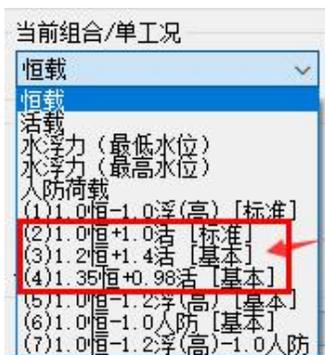
防水板自身的计算模型是柱墙位置为不动支座的倒楼盖计算模型，并不考虑防水板下的

土支撑作用。在板面恒活作用下，其变形见下图：

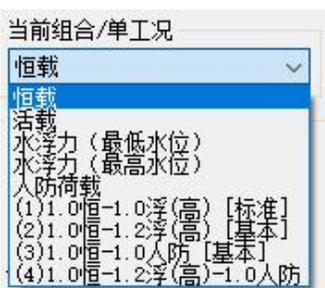


所以，如果防水板的板面恒活荷载比较大，则防水板跨中底部、支座顶部出现较大配筋。如某些实际工程可以考虑防水板下的土对板面恒活的支撑作用，则可以勾选该选项，“不考虑恒载活载组合”，避免出现“防水板跨中底部、支座顶部出现较大配筋”。

不勾选时，防水板的荷载组合见下图：



勾选时，防水板荷载组合会去掉恒与活的组合，见下图：



6、内力积分法计算对独基影响（新）

软件缺省的防水板对独立基础影响的弯矩计算方法，是将防水板有限元计算在独立基础边界产生的弯矩与防水板单工况在柱底产生的弯矩最大值，传递给独立基础（详见基础答疑 P72），但是没有考虑水剪力在边界产生的弯矩。

为了将水剪力在边界产生的弯矩也考虑进来，软件给出了柱底弯矩的内力积分算法的准确值。此参数仅限于非有限元计算的独立基础。

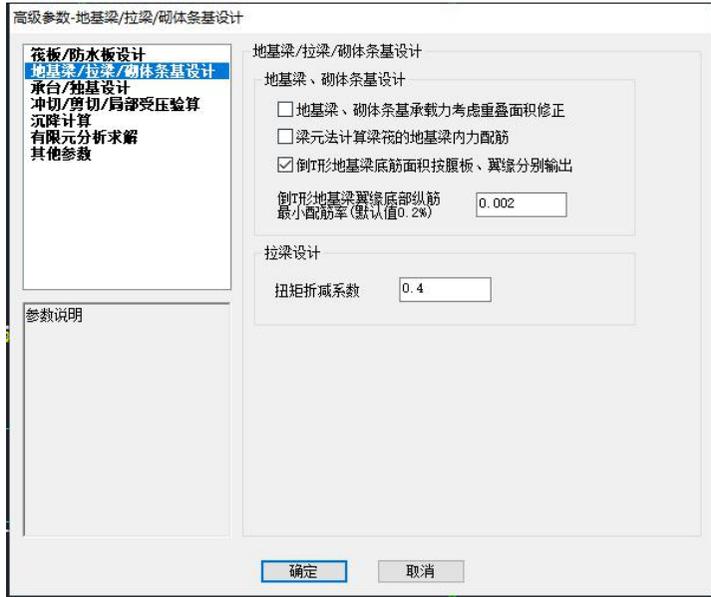
7、不考虑防水板刚度对承台弯矩、剪力影响

目前软件缺省的防水板对独立基础影响的弯矩计算方法，是将防水板有限元计算在独立基础边界产生的弯矩与防水板单工况在柱底产生的弯矩最大值，传递给独立基础，但是没有考虑水剪力在边界产生的弯矩。

8、地下室外墙按固定约束考虑

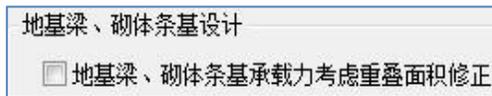
此参数用于控制高水工况地下室外墙对防水板的约束条件。水浮力工况下，由于侧土约束，外墙下底板转动受限。勾选此项可考虑上述约束作用。

二、地基梁/拉梁/砌体条基设计参数页



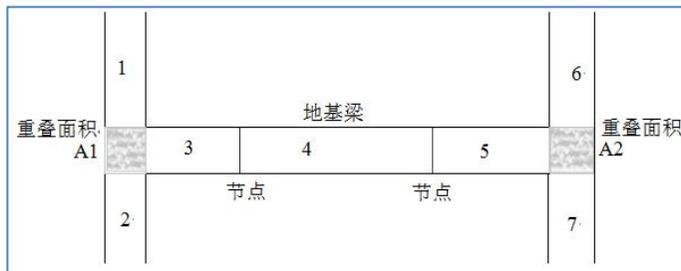
地基梁/拉梁/砌体条基设计参数页

1、地基梁、砌体条基承载力考虑重叠面积修正



技术条件：按联通的地基梁/砌体条基面积重叠之和与地基梁/砌体条基总面积的比值平均分配到每段梁上，并且可以通过参数确定是否考虑地基梁/砌体条基的面积重叠。

举例来说，如下共七段地基梁，重叠面积 A1 和 A：



连通的地基梁分段示意

地基梁每段扣减面积的百分比均为 $(A1+A2) / (1\sim 7 \text{号地基梁面积和})$

参数使用的建议：

1) 由于地基梁、砌体条基基础在计算时把两个方向的梁在交叉节点处的底面积重复计算了一次，而使地基梁地基反力有所减少，这对于地基承载力验算来说是偏于不安全的。勾选该参数，可以确保地基承载力的安全性；

2) 由于基础设计时一些有利因素没有考虑到，特别是高层建筑。软件对于该参数，默认为不勾选，即不考虑重叠面积修正。因此，计算中是否考虑进行底面积重复利用修正应根据具体情况，或根据经验来决定。

2、梁元法计算梁筏的地基梁内力配筋

梁元法计算梁筏的地基梁内力配筋

技术条件如下：

(1) 只地基梁的内力配筋采用梁元计算模型的结果，软件自动计算梁元法、板元法两个计算模型，承载力、沉降、冲切等其它结果仍采用板元法结果。

(2) 梁元法中筏板的刚度贡献简化为地基梁翼缘，翼缘宽度确定方法是：按各房间面积除周长，将其加到梁一侧，另一侧采用同样方法有另一房间确定，最后两侧宽度叠加成整体后形成梁的总翼缘宽度。

(3) 等效 T 型地基梁的梁肋是在上部还是下部不影响内力计算结果，但是会影响配筋结果。与传统软件提供肋梁肋向上控制参数不同，YJK 通过比较地基梁底标高与板底标高来自动识别：如果筏板底标高于地基梁底标高（+1 毫米），即为 T 型地基梁；否则为倒 T 型梁。

(4) 梁元模型的荷载，只考虑上部结构荷载的影响，对于筏板的板面荷载不传递到梁元上，即认为筏板的板面荷载还是由板元下面的土来承担。

(5) 只有“弹性地基梁板法”支持该功能，“倒楼盖法”不支持。

3、倒 T 形地基梁底筋面积按腹板、翼缘分别输出

倒 T 形截面地基梁的底部纵向钢筋配置于腹板和翼缘内，183 及以前的版本中，“基础计算及结果输出”模块给出了面积总值，但是没有分别给出腹板和翼缘的配筋面积。

191 版本分别给出了腹板和翼缘的配筋面积。下表为 183 和 191 版本的配筋面积对比。需注意，当梁底纵筋面积由构造要求控制时，183 版本输出的是腹板和翼缘的配筋面积之和；当梁底纵筋面积由计算要求控制时，183 版本输出的是腹板的配筋面积。

	183 及以前的版本:		191 版本	
	配筋面积	配筋率	配筋面积	配筋率
梁底纵筋面积由构造要求控制	$\frac{G1.0-1.0}{10-11-10}$ $\frac{10-10-10}{[5]}$	$\frac{G0.13-0.13}{0.47-0.47-0.46}$ $\frac{0.20-0.20-0.20}{[0.15]}$	$\frac{G1.0-1.0}{10-11-10}$ $\frac{FB:5-5-5}{YY:5-5-5}$ $\frac{5-5-5}{[5]}$	$\frac{G0.13-0.13}{0.47-0.47-0.46}$ $\frac{FB:0.20-0.20-0.21}{YY:0.20-0.20-0.20}$ $\frac{0.20-0.20-0.20}{[0.15]}$
梁底纵筋面积由计算要求控制	$\frac{G2.7-2.7}{5-7-9}$ $\frac{12-10-0}{[5]}$	$\frac{G0.34-0.34}{0.20-0.29-0.40}$ $\frac{0.52-0.20-0.00}{[0.15]}$	$\frac{G2.7-2.7}{5-7-9}$ $\frac{FB:12-5-0}{YY:5-5-0}$ $\frac{5-5-0}{[5]}$	$\frac{G0.34-0.34}{0.20-0.29-0.40}$ $\frac{FB:0.48-0.20-0.00}{YY:0.20-0.20-0.00}$ $\frac{0.20-0.20-0.00}{[0.15]}$

(1) 梁底纵筋面积 A_s 由构造要求控制时

根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)第 8.5.1 条“受弯构件、大偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率应按全截面面积扣除受压翼缘面积 $(b'_f - b)h'_f$ 后的截面面积计算”，计算梁底纵筋面积时倒 T 形截面的翼缘位于受拉区，所以 A_s 按倒 T 形截面的全截面面积 A 计算：

$$A_s = A \cdot \rho_{\min}$$

183 及以前的版本仅显示梁底纵筋面积 A_s 。

191 版中腹板，翼缘分别按最小配筋率 ρ_{\min} 配筋：

$$\text{腹板: } A_{s,FB} = A_{FB} \cdot \rho_{\min}$$

$$\text{翼缘: } A_{s,YY} = A_{YY} \cdot \rho_{\min}$$

(2) 梁底纵筋面积 A_s 由计算要求控制时

根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)第 6.2.10 条“矩形截面或翼缘位于受拉边的倒 T 形截面受弯构件，其正截面承载力应符合下列规定……”，计算倒 T 形截面的受弯承载力时不考虑受拉翼缘。所以 A_s 按腹板宽度 b 计算：

$$2a'_s \leq x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2M}{\alpha_1 f_c b}} \leq \xi_b h_0$$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b x}{f_y}$$

当 $x > \xi_b h_0$ 时按 $x = \xi_b h_0$ 计算。

当 $x < 2a'_s$ 时按《混凝土规范》第 6.2.14 条计算：

$$A_s = \frac{M}{f_y (h - a_s - a'_s)}$$

183 及以前的版本仅显示梁底纵筋面积 A_s 。

191 版中将 A_s 全部配置于腹板，翼缘按最小配筋率 ρ_{\min} 配筋：

$$\text{腹板： } A_{s,FB} = A_s$$

$$\text{翼缘： } A_{s,YY} = A_{YY} \cdot \rho_{\min}$$

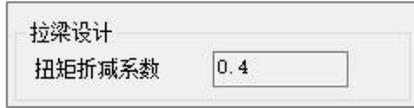
如果仍然需要按 183 及以前版本的方式输出倒 T 形地基梁底部纵向钢筋面积 A_s ，在高级选项对话框中不要勾选“倒 T 形地基梁底筋面积按腹板、翼缘分别输出”。

4、倒 T 形地基梁底部纵筋最小配筋率（默认值 0.2%）

用来定义倒 T 形地基梁底部纵筋的最小配筋率。

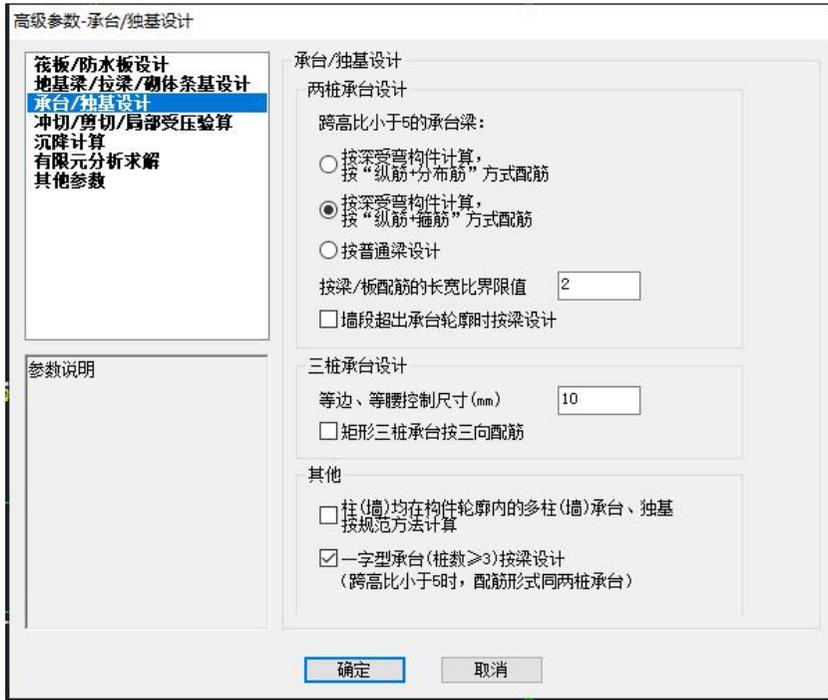
5、拉梁扭矩折减系数

软件在【计算选项】【高级选项】中增加【拉梁扭矩折减系数】参数，允许对拉梁的扭矩进行折减，默认值为 0.4。



若拉梁因为扭矩导致箍筋过大，可以进行折减。

三、承台/独基设计参数页

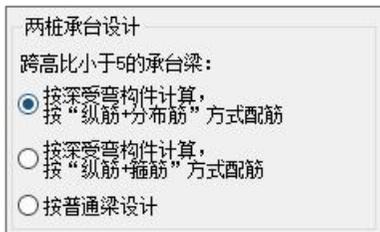


承台/独基设计参数页

1、两桩承台设计

《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)第 5.9.7 条提出：“对于柱下两桩承台，宜按深受弯构件 ($l_0/h < 5.0$, $l_0 = 1.15 l_n$, l_n 为两桩净距) 计算受弯、受剪承载力，不需要进行受冲切承载力计算。”

软件对于跨高比小于 5 的两桩承台设计提供了三种设计选项，用户界面见下图：



1) 按深受弯构件计算，按“纵筋+分布筋”方式配筋

受弯计算按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G 的第 G.0.2 条的相关规定进行；抗剪计算按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G 的第 G.0.4 条的相关规定进行，并按适用于受集中力作用的 G.0.4-2 公式进行计算，此时按水平分布筋和竖向分布筋相同计算；

纵筋和分布筋在构造上执行《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G 的第 G.0.12 条的深梁有关构造要求。

2) 按深受弯构件计算，按“纵筋+箍筋”方式配筋

受弯计算按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G 的第 G.0.2 条的相关规定进行；抗剪计算按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G 的第 G.0.4 条的相关规定进行，并按适用于受集中力作用的 G.0.4-2 公式进行计算，此时按水平分布筋为 0 计算；

纵筋构造上执行《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G 的第 G.0.12 条的深梁有关构造要求。

箍筋构造上不执行《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G 的第 G.0.12 条的深梁有关构造要求，执行普通梁的有关规定。

3) 按普通梁设计

对于跨高比小于 5 的两桩承台设计不执行《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)第 5.9.7 条的规定，按普通梁进行抗弯和抗剪计算配筋，并执行普通梁的构造要求。

2、按梁/板配筋的长宽比界限值

以前版本筏板内两桩承台，如果柱墙轮廓不超过承台边界，配筋结果按梁式输出。新版本改进筏板内两桩承台的配筋方式，配筋结果增加按板配筋方式输出。

在高级参数中新增“按梁/板配筋的长宽比界限值”选项。当筏板内两桩承台长宽比大于等于所填数值时，按所选的梁式配筋输出；当小于所填数值时，按板配筋方式输出，即表达为双层双向配筋形式。默认值为 2.0，填 0 时，表示不执行长宽比判断，全部都按梁配筋。

3、三桩承台等边/等腰控制尺寸

用来判断等边、等腰三桩承台的尺寸控制条件。

4、矩形三桩承台按三向配筋

此参数用于控制矩形三桩承台配筋形式。勾选此项后，矩形三桩承台按三向配筋，等同于等腰或等边三桩承台。不勾选时按正交方式配筋。

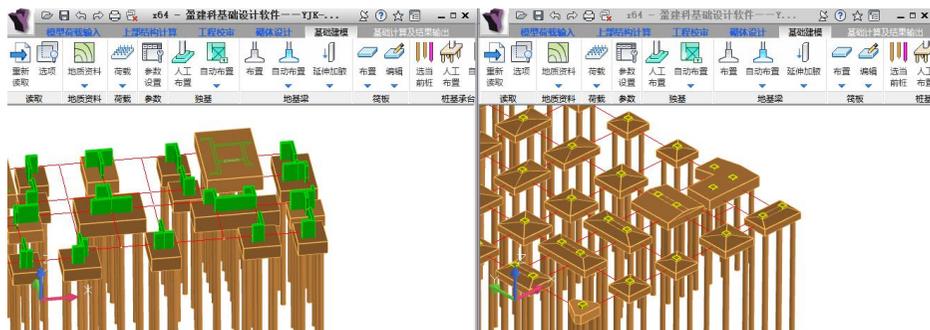
5、柱墙均在构件轮廓内的多柱墙承台、独基按规范算法

规范中有关承台、独基的反力、内力、冲切等计算公式，都是限定于单柱下的承台、独基，基于刚性假定（线性分布桩土反力假定）推导的。

软件之前只对单柱下的承台、独基采用规范的计算假定及计算公式。而对于多柱墙下的承台、独基主要采用有限元的计算方法，把多柱墙承台当做类似桩筏、多柱墙独基当做类似平筏进行有关计算、设计。

多柱墙下的承台、独基采用有限元计算方法，可以处理非常复杂的情况。但是也存在一定的不足，比如：1) 多柱墙下的两桩承台，存在有限元计算模型面外抵抗能力不足导致失稳问题；2) 有限元计算的承台、独基给出的配筋方案为顶底配筋方式（两桩、三桩承台软件已经处理为非有限元承台配筋方式），不符合工程习惯等。

而部分多柱墙下的承台、独基，受作用情况类似单柱，是可以采用规范简化算法的。比如下图：



高级选项中增加“柱墙均在构件轮廓内的多柱墙承台、独基按规范算法”选项，勾

选后，对于轮廓全部在承台或独基中的多柱墙承台、独基基础，按规范算法（刚体假定）计算，默认不勾选。

多柱墙独基、承台规范算法技术条件可以归纳为：刚体假定、外包矩形、刚体形心支座。

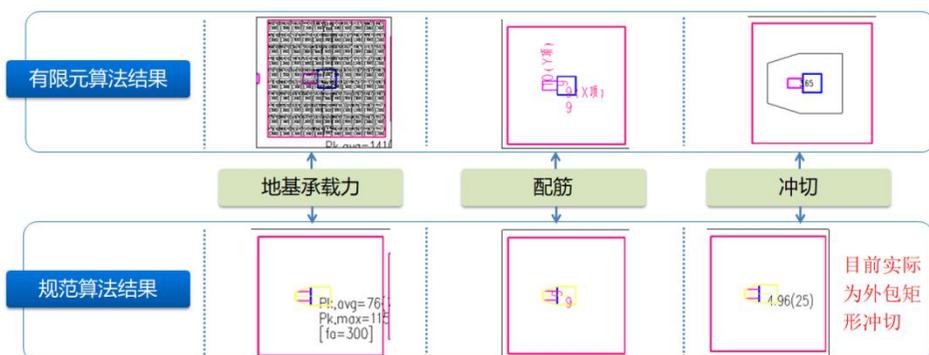
刚体假定：将独基和承台看做不变形体，假定其地基反力及内力只和本柱荷载有关，不考虑上部结构及其他基础的相互影响。

外包矩形：计算分析时，将多柱墙等效为外轮廓外包矩形。

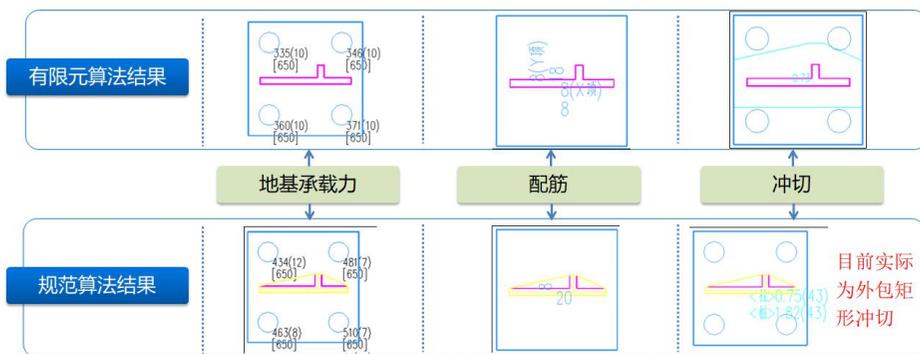
刚体形心假定：所有竖向构件的荷载均等效到刚体形心。

计算结果示例如下

➤ 复杂独基示例



➤ 复杂承台示例



6、一字型承台(桩数 ≥ 3)按梁设计

此参数用于控制一字型多桩承台设计，对桩数 ≥ 3 、且所有桩在同一直线的承台有效。勾选此项后，符合上述条件的承台按梁设计。

应注意以下几点。

(1) 勾选<一字型承台按梁设计>时，与两桩承台类似，也可选择两种配筋形式：纵筋+箍筋，或纵筋+水平&竖向分布筋。

(2) 当一字型承台按梁设计时，不验算冲切，冲切安全系数为 50。

(3) 当一字型承台按梁设计时，受剪验算会考虑箍筋或分布筋面积。

四、冲切/剪切/局部受压验算参数页

高级参数-冲切/剪切/局部受压验算

筏板/防水板设计
地基梁/拉梁/砌体条基设计
承台/独基设计
冲切/剪切/局部受压验算
沉降计算
有限元分析求解
其他参数

冲切/剪切/局部受压验算

冲切验算

考虑各方向冲切厚度不相等的情况

剪力墙冲切筏板考虑不平衡力矩

组合墙冲切按等效矩形验算

临界冲跨比[λ]

0.25 (0~0.25)

短肢墙宽厚比限值[L/B]

8 (8~10)

自动组合成长肢墙进行冲切验算

参数说明

确定 取消

冲切/剪切/局部受压验算参数页

1、考虑各方向冲切厚度不相等的情况

对于典型的冲切破坏，锥体各方向的厚度相等。规范也是按“临界截面的截面高度沿周长保持 h_0 不变”的原则验算冲切承载力。

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)第 8.4.7 条:

$$\tau_{\max} = \frac{F_l}{u_m h_0} + \alpha_s \frac{M_{\text{unb}} C_{AB}}{I_s} \quad (8.4.7-1)$$

$$\tau_{\max} \leq 0.7(0.4 + 1.2 / \beta_s) \beta_{hp} f_t \quad (8.4.7-2)$$

$$\alpha_s = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{c_1}{c_2}\right)}} \quad (8.4.7-3)$$

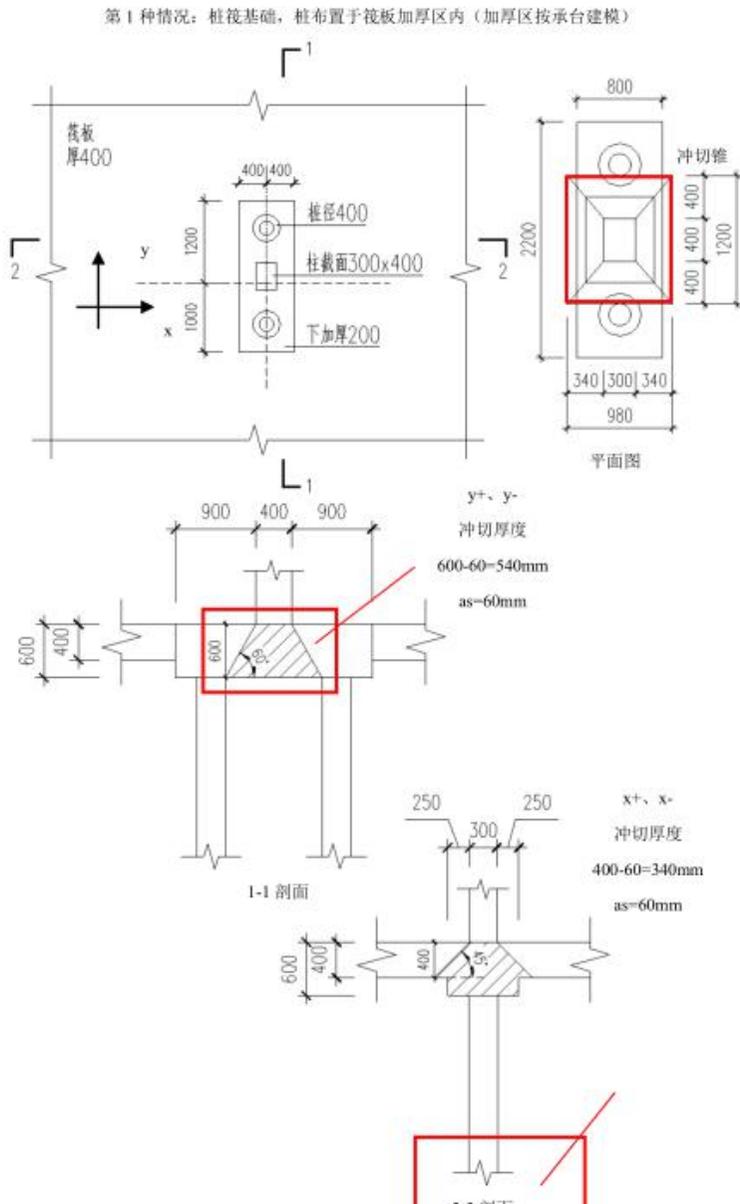
《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)第 5.9.7 条:

$$F_l \leq \beta_{hp} \beta_0 u_m f_t h_0 \quad (5.9.7-1)$$

$$F_l = F - \sum Q_i \quad (5.9.7-2)$$

$$\beta_0 = \frac{0.84}{\lambda + 0.2} \quad (5.9.7-3)$$

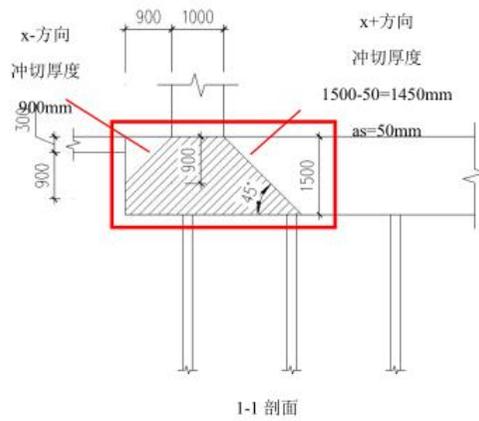
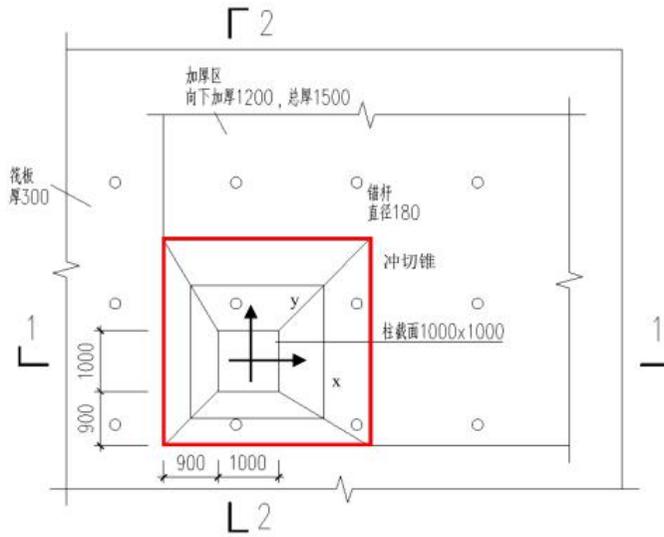
实际工程可能遇到各方向冲切厚度不相等的情况，以下两种较为常见。第 1 种是桩布置于筏板加厚区内，如下图所示，y+和 y-向的冲切厚度为承台厚度 400+200-60=540mm，x+和 x-向承台边缘距离柱边缘较近，冲切厚度为筏板厚度 400-60=340mm。



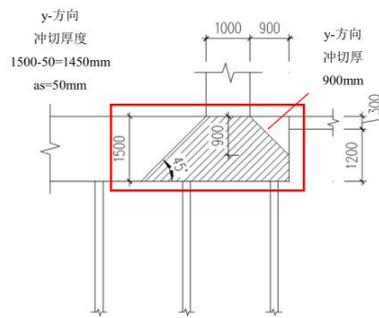
第 2 种是柱布置于筏板加厚区附近，如下图所示，x-和 y-方向的冲切厚度位柱边缘和加厚区边缘的距离 900mm，x+和 y+方向的冲切厚度为“筏板+加厚区”的总厚度 1500-50=1450mm。

第七章 基础计算及结果输出

第 2 种情况：平板筏基，柱布置于筏板加厚区附近

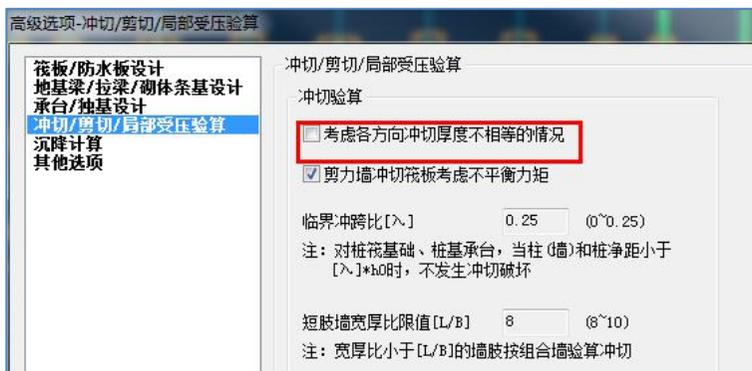


1-1 剖面



2-2 剖面

对于上述两种情况，可通过“高级选项”对话框中增加了选项“考虑各方向冲切厚度不相等的情况”参数进行设置。



当出现本节所述的两种情况时建议勾选，程序对规范公式的适用范围进行适当扩大。

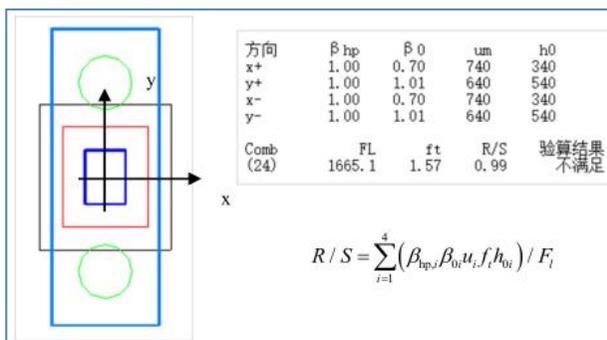
《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)第 8.4.7 条按下式执行：

$$\tau_{\max} = \frac{F_l}{\sum_{i=1}^4 u_{mi} h_i} + \alpha_s \frac{M_{unb} C_{AB}}{I_s}$$

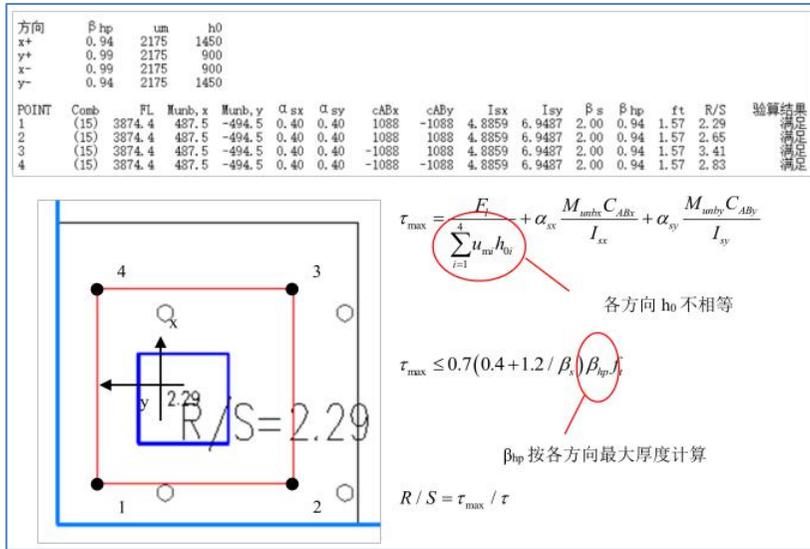
《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)第 5.9.7 条按下式执行：

$$F_l \leq \sum_{i=1}^4 (\beta_{hp,j} \beta_{0i} u_i f_t h_{0i})$$

下图是情况 1 的计算结果：



下图是情况 2 的计算结果：

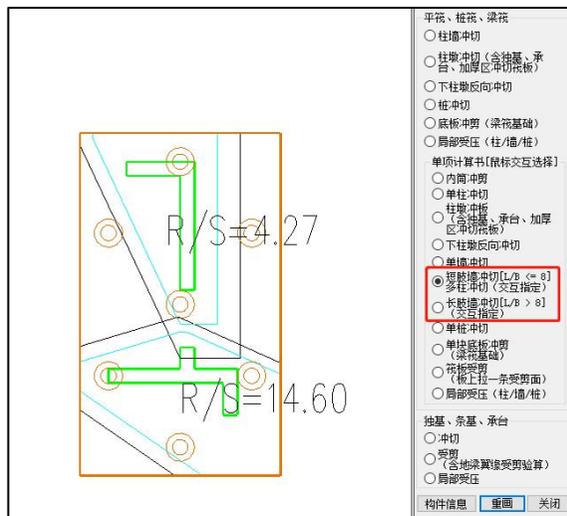


2、剪力墙冲切筏板考虑不平衡弯矩

默认勾选，不勾选时剪力墙冲切筏板基础不考虑不平衡弯矩影响。

3、组合墙冲切按等效矩形计算

勾选后，所有组合墙都先等效成矩形柱，再执行冲切验算。等效矩形柱的转角为最长墙肢方向，等效矩形柱的长、宽按矩形包围盒确定。

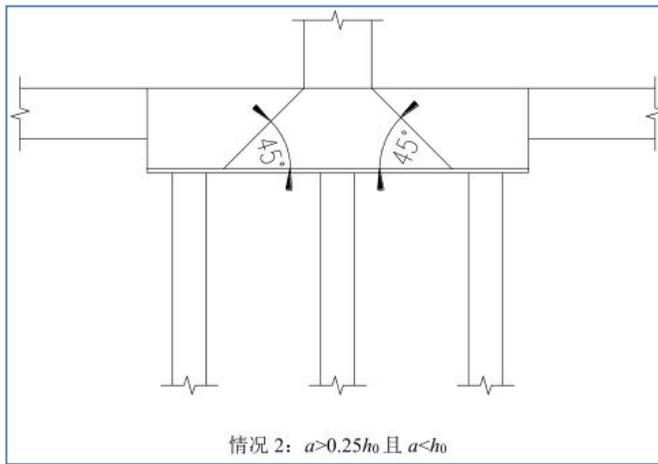


4、临界冲跨比 λ

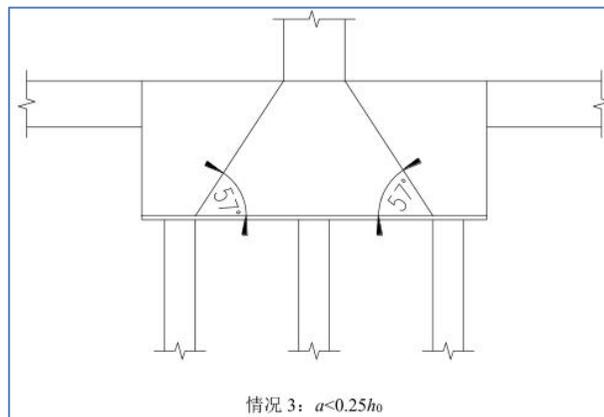
桩筏基础的柱冲切和平板筏基有所不同，平板筏基的柱冲切锥角度为 45 度，桩筏基础的柱冲切锥角度则取决于两个因素：柱和桩距离 a 、筏板有效厚度 h_0 。分 3 种情况进行说明。

情况 1: $a > h_0$

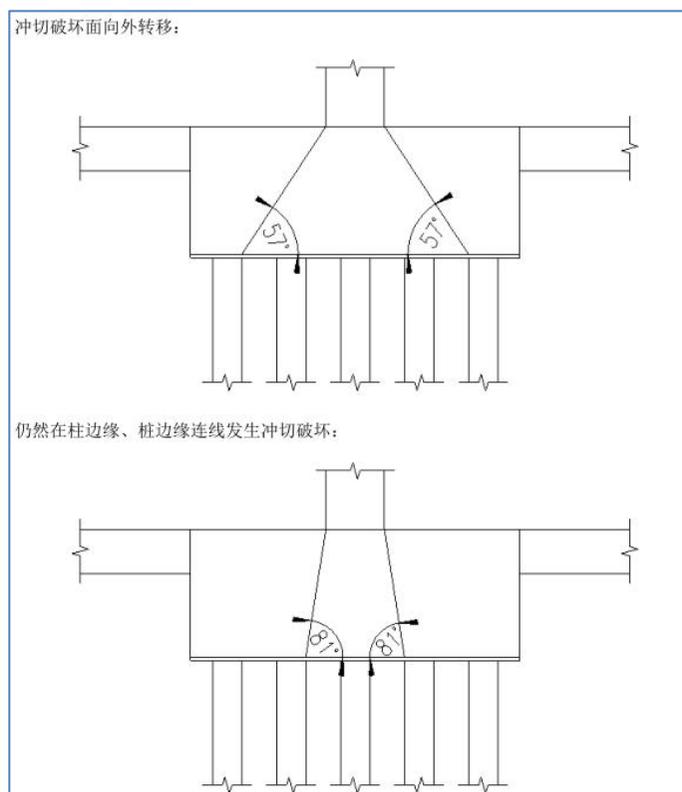
当柱和桩距离 a 大于筏板有效高度 h_0 时，冲切锥角度是 45 度，破坏模式如下图所示：



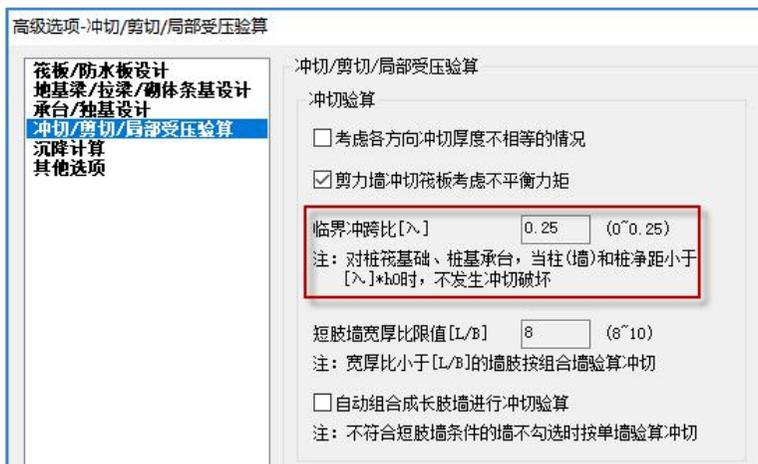
当柱和桩距离 a 大于 0.25 倍筏板有效高度 h_0 且小于 1 倍 h_0 时，冲切锥角度介于 45 度和 75 度之间，破坏模式如下图所示：



当柱和桩距离 a 小于 0.25 倍筏板有效高度 h_0 时，设计时有两种观点。第一种观点是“冲切破坏面向外转移”，按情况（1）或情况（2）发生破坏，冲切破坏锥角度介于 45 度和 75 度之间。第二种观点是“仍然在柱边缘、桩边缘连线发生冲切破坏”，冲切锥角度介于 75 度和 90 度之间。冲切力 F_l 等于柱荷载 N 减去桩反力 ΣQ ，考虑到冲切锥角度的不同，当按第一种观点设计时， ΣQ 的统计范围大于第二种观点。如下图，按第一种观点设计时扣减中间 3 根桩的反力，而按第二种观点设计时只扣减中间 1 根桩的反力。



对情况 1 和情况 2，发生冲切破坏的位置较为明确，设计时也有非常明确的规定。但是对情况 3，既有可能是“冲切破坏面向外转移”较为不利”，也有可能是“仍然在柱边缘、桩边缘连线发生冲切破坏”较为不利，结论并不一定。以前的版本按照第 1 种破坏模式验算冲切，不支持按第 2 种破坏模式验算。新版本在【计算选项】里增加了设计参数：临界冲跨比 $[\lambda]$ 。



当临界冲跨比 $[\lambda]$ 填写为 0.25 时，按“冲切破坏面向外转移”验算。

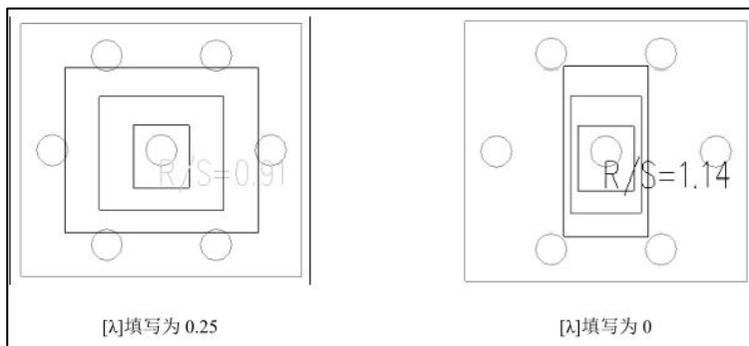
桩基础冲跨比小于 * h_0 时不发生冲切
(0~0.25)

当临界冲跨比 $[\lambda]$ 填写为 0 时，按“仍然在柱边缘、桩边缘连线发生冲切破坏”验算。

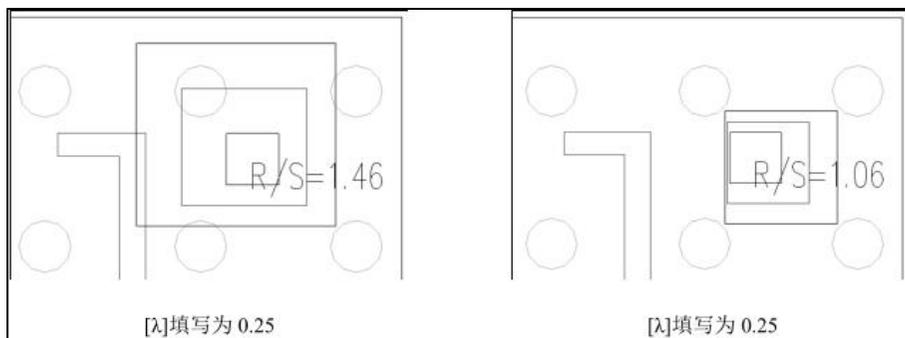
桩基础冲跨比小于 * h_0 时不发生冲切
(0~0.25)

以下为两组对比结果。

第 1 例为框架柱对 7 桩承台的冲切，当 $[\lambda]$ 填写为 0.25 时较为不利：



第 2 例为框架柱对满堂布桩的筏板的冲切，当 $[\lambda]$ 填写为 0 时较为不利：



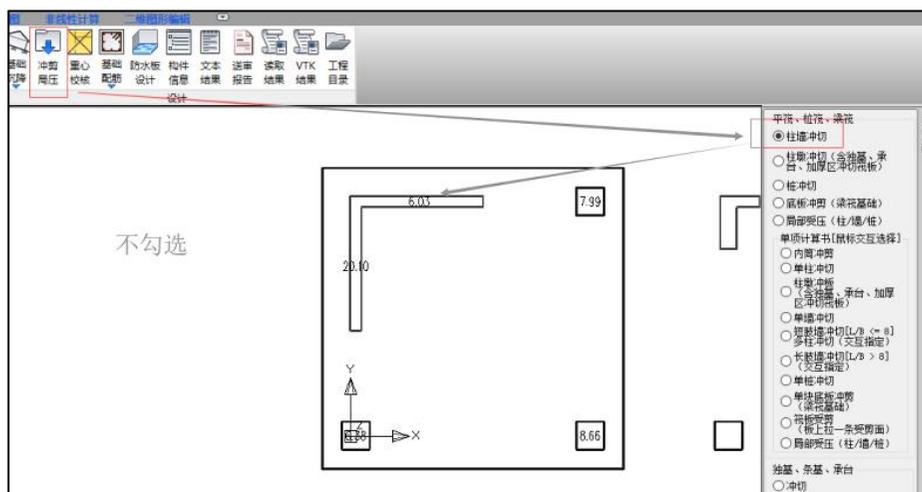
5、短肢墙宽厚比限值

长宽比小于所填数值时判断为短肢墙。

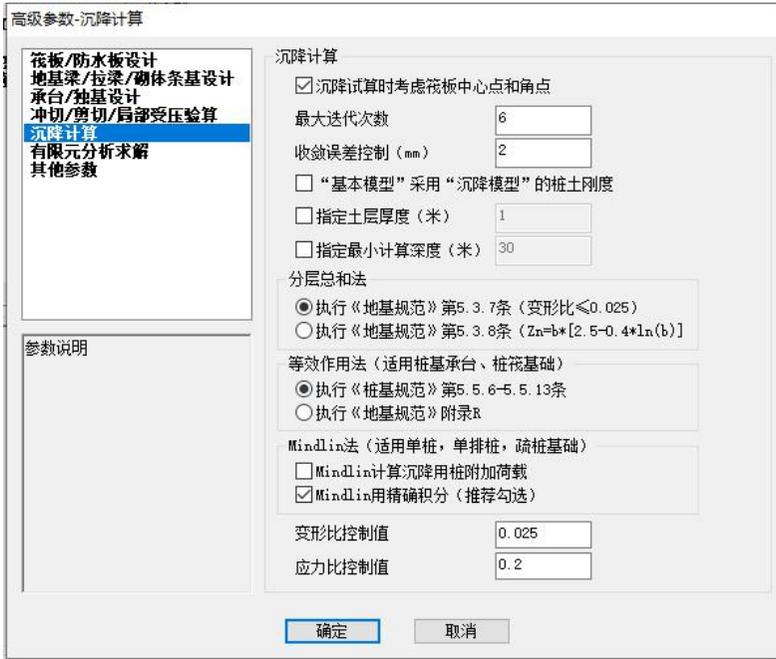
6、自动组合成长肢墙进行验算

柱墙冲切查看时，长肢墙默认按单墙输出。查看组合墙冲切是需交互选择。

在高级参数中新增“自动组合长肢墙进行冲切验算”选项。如勾选，则查看长肢墙柱冲切时自动按组合墙输出。



五、沉降计算参数页



沉降计算参数页

1、沉降试算时考虑筏板中心点和角点

此参数用于控制筏板沉降试算。勾选时，沉降试算考虑中心点和角点，基床系数取各点均值。不勾选时，只考虑中心点。

2、沉降迭代控制参数

包括两项：最大迭代次数、收敛误差控制，见下图：

最大迭代次数	6
收敛误差控制 (mm)	2

一般采用默认值即可。

如果沉降迭代后位移和沉降误差还是比较大，可以适当增加收敛误差控制值，可以取最大沉降值的 5~10%。

最大迭代次数一般不建议超过 10 次。软件迭代算法收敛速度较快，如果 10 次尚不能收敛，说明沉降迭代进入了震荡，单纯增加迭代次数是不能改善计算结果的，可以考

考虑适当增加控制误差。

3、“基本模型”采用“沉降模型”的桩土刚度

“基本模型”采用“沉降模型”的桩土刚度

软件计算流程是先进行内力配筋等基本模型计算，然后进行沉降计算。所以，若需要实现承载力、配筋结果计算用的基本模型也采用沉降迭代后的刚度，则需要计算两次：

第一次在【高级选项】不勾选【“基本模型”采用“沉降模型”的桩土刚度】，得到沉降迭代后的基础刚度；

第二次不要再【生成数据】，勾选【“基本模型”采用“沉降模型”的桩土刚度】进行计算。

注意：一旦重新【生成数据】，沉降模型的桩土刚度将重新置 0，需要重新按上述两步进行操作方可。

现在一般工程的基础承载力、配筋设计都不考虑沉降迭代的桩土刚度，这种做法已经比较成熟。而迭代的桩土刚度减小沉降差同时会使大多数工程的内力配筋增大很多，除非是上部荷载与地质资料都比较均匀的基础类型。

4、【指定土层最大厚度】、【指定计算最小深度】

指定土层最大厚度（米） 1
 指定计算最小深度（米） 30

《地基规范》、《桩基规范》关于土层厚度和总深度的规定见下文。

《地基规范》第 5.3.7 地基变形计算深度 z_n 应符合式(5.3.7)的规定。当计算深度下部仍有较软土层时，应继续计算。

$$\Delta s'_n \leq 0.025 \sum_{i=1}^n \Delta s'_i \quad (5.3.7)$$

式中： $\Delta s'_i$ ——在计算深度范围内，第 i 层土的计算变形值(mm)；

$\Delta s'_n$ ——在由计算深度向上取厚度为 Δz 的土层计算变形值(mm)， Δz 按表 5.3.7 确定。

表 5. 3. 7 Δz

b(m)	≤ 2	$2 < b \leq 4$	$4 < b \leq 8$	$b > 8$
Δz (m)	0.3	0.6	0.8	1.0

《桩基规范》第 5.5.15 条：对于单桩、单排桩、疏桩复合桩基础的最终沉降计算深度 Z_n ，可按应力比法确定，即 Z_n 处由桩引起的附加应力 σ_z 、由承台土压力引起的附加应力 σ_{zc} 与土的自重应力 σ_c 符合下式要求：

$$\sigma_z + \sigma_{zc} = 0.2\sigma_c$$

而上海市的《地基基础设计规范》第 7.4.3 条：压缩层厚度应自计算点所处桩位的桩端平面算至土层附加应力等于土层自重应力的 10% 处止。附加应力计算时应考虑相邻基础的影响。

软件默认执行上述规范规定，而【指定土层最大厚度】、【指定计算最小深度】提供了用户自行指定最大厚度及最小深度的功能。

一般不需要指定。但某些工程的地质资料比较复杂多变，按规范自动确定的最小深度可能各处差异过大导致沉降差也偏大，此时可以人为确定【指定计算最小深度】。

5、Mindlin 计算沉降用桩附近荷载

按照桩基有关设计规范（如《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 第 5.5.14 条、《上海市地基基础设计规范》第 7.4.1 条），单桩 mindlin 沉降计算的桩顶力应采用桩顶附加荷载。

以前版本偏于保守地按未扣除土自重应力的桩总反力来计算沉降。本版本增加了按桩顶附加荷载计算单桩 mindlin 沉降的选项，见下图：

Mindlin 计算沉降用桩附加荷载
 Mindlin 用精确积分（长径比小于 10 应勾选）

桩附加荷载的计算原则是：

- 1) 桩反力，减去桩分担的土自重荷载，并增加了桩自重（按桩体积乘以混凝土容重 25）；
- 2) 非有限元计算的承台桩，桩分担的土自重，按承台中心点计算土自重应力，乘以总面积得到总自重荷载，平均分配给各桩。

3) 有限元计算的承台桩或筏板桩，桩分担的土自重比例按单桩反力与总反力的比例确定。

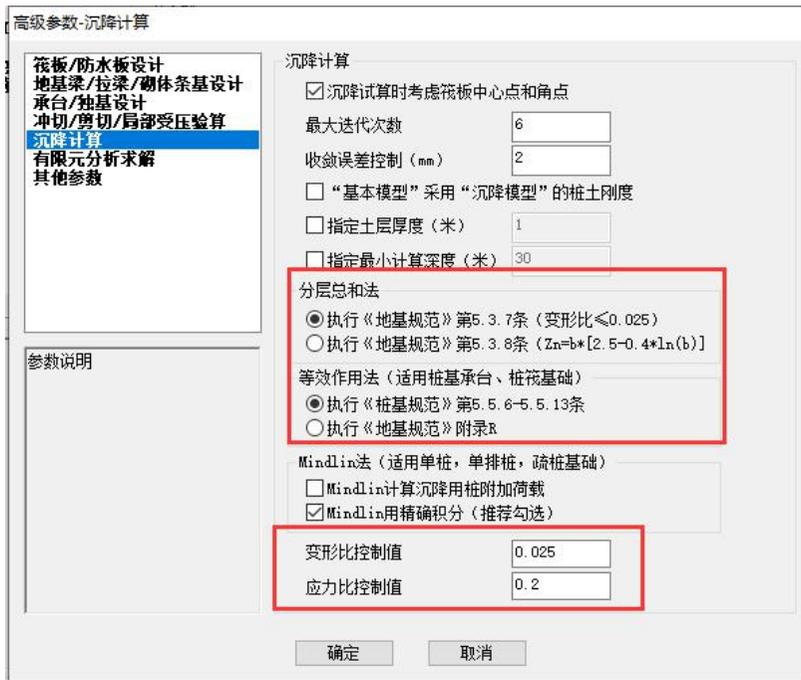
6、Mindlin用精确积分（长径比小于10应勾选）

Mindlin 计算沉降时，依据《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 附录 F，按考虑柱径影响的 Mindlin(明德林)解计算应力影响系数。

规范给出了应力影响系数表。如果不勾选【Mindlin用精确积分（长径比小于10应勾选）】，软件中将按该表数据进行沉降求解。我们注意到规范的表格，只给出了桩长径比 L/D 在 10~100 的结果，那么对于长径比小于 10 的情况，软件只能按 10 的表格结果来进行计算，可能会存在较大误差。另外，长径比 L/D、深度参数 $M = Z/L$ 、距离参数 $N = \rho/L$ ，表格给出的查表间隔也较大，这也会带来一定计算误差。

通过该选项，软件提供了完全基于考虑柱径影响的 Mindlin(明德林)解的数值积分精确解，可以大大提供计算精度。

7、其他沉降计算参数



高级选项中“沉降计算”参数中增加分层总和法沉降计算深度方法选用，等效作用

法计算方法选用，变形比、应力比控制值修改项。具体内容请见第八章第六节。

六、有限元分析求解器



启用并行求解器

勾选该选项将启用多核并行版本求解器，此时“使用 cpu 核心数量”选项将激活。

使用 CPU 核心数量

该参数用于控制多核并行求解器所使用的 cpu 核心数量。0 表示自动使用全部 cpu 核心，-1 表示内部禁用多核，-2 表示使用一半的 cpu 核心。如果指定数量超出 cpu 核心数，则取 cpu 实际核心数量。实际测试结果显示，超线程并不能提高计算效率，一般建议取值-2。

设定内存大小(GB)

此参数用于有限元分析，缺省为“自动分配”。软件根据模型大小自动分配内存，但也有些规模较大、含非线性组合的模型，自动分配的内存不足，导致计算失败。将“自动分配”修改为固定值，可解决上述问题。应注意，指定内存大小不要超过硬件内存。

求解器类型

非线性求解器目前支持多种求解器核心，分别为 CSFD、Pardiso Direct、Pardiso Iterative 和 Pardiso Couple。如有特别需要，可以调节控制。

非线性分析加载步数：

默认为 2 步，取默认值计算即可。

非线性组合最大迭代数：

该参数控制非线性计算时，最大的迭代计算次数，当达到设置的迭代次数后，即使还有个别单元没有收敛到允许误差，也会结束计算。

非线性计算增加误差控制参数：

当指定分析类型为非线性时，计算过程需要考虑地基土和锚杆的非线性属性，土弹簧只受压，锚杆弹簧只受拉。以土弹簧为例，按下式判断是否收敛：

$$s \geq \text{TOL}$$

式中 s 表示土弹簧的的变形值，受压为正。TOL 表示允许误差。

默认值为 0.001。某些情况下，例如恒载略大于水浮力时，非线性计算难以收敛时，此时可将 TOL 的数值适当放大。

非线性分析收敛准则：

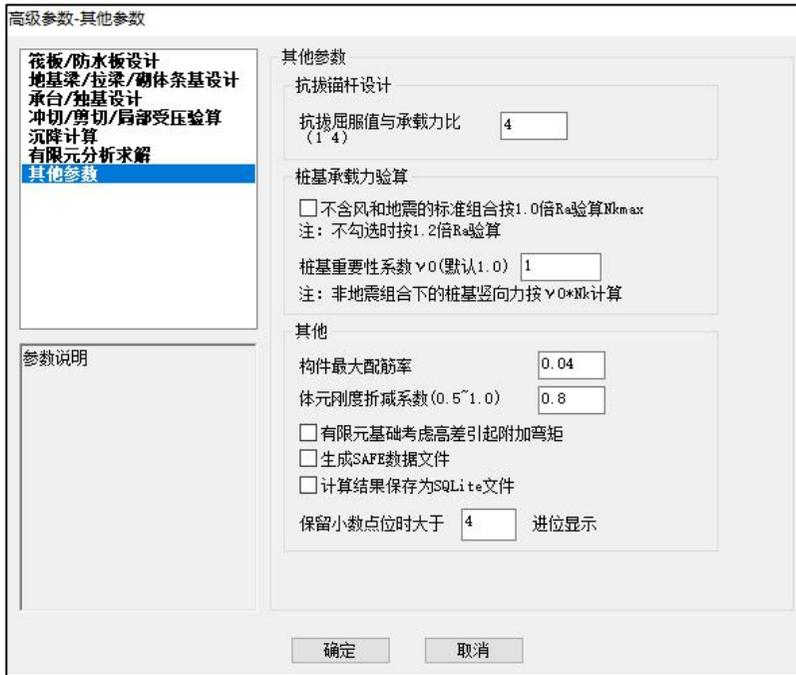
分为位移控制和荷载控制，建议都勾选。

考虑上部刚度：

由于上部结构凝聚到基础的刚度存在于所有竖向构件位置，当一部分竖向构件未布置筏板等有限元基础时，考虑上部刚度可能导致计算结果失真、荷载/反力无法平衡。故开放该参数用于手工指定考虑上部刚度的限制条件。

该参数中，N1 表示筏板等有限元基础内、与竖向构件相连节点数目，N2 表示与竖向构件相连节点总数。选择<考虑上部刚度>时，此参数生效。默认 N1/N2 小于 0.7 时不考虑上部刚度。如果在任何情况下均需要强制考虑上部刚度，可将此参数改为 0。

七、其他选项参数页



其他选项参数页

1、抗拔屈服值与承载力比

此参数用于抗拔锚杆（桩）非线性分析。锚杆（桩）拔力-位移曲线由线性增长段和平台段组成，非线性分析需要考虑锚杆（桩）屈服后拉力不再继续增大。当输入 1.0 的时候，达到 1.0 倍的承载力就屈服了，锚杆退出工作；当输入很大比如 100，锚杆永远不会退出工作；理想输入 1.0，但是非线性计算的不稳定，过于严格，锚杆很容易失效，所以应该尽量放大几倍；考虑到抗拔承载力一般不超过线性增长段的 1/4，缺省值取 4。

对于所有锚杆没有达到承载力，应该没有影响。

2、不含风和地震的标准组合按 1.0 倍 Ra 验算单桩承载力

1.8 及以前版本将所有标准组合看作“偏心竖向力作用”，例如“1.0 恒+1.0 活”和“1.0 恒+0.7 活+1.0 风”按 1.2 倍 Ra 验算单桩竖向承载力，“1.0 重力荷载代表值+1.0 地震”则按 1.5 倍 Ra 验算单桩竖向承载力。新版本在“高级选项”对话框增加了选项“不含风和地震的标准组合按 1.0 倍 Ra 验算单桩承载力”。

勾选该选项时，将不含风和地震的标准组合按 1.0 倍 R_a 验算单桩承载力，不勾选该选项时，按 1.2 倍 R_a 验算，其他两种情况不受影响。

组合类型	勾选	不勾选
不含风和地震的标准组合： 1.0恒+1.0活 1.0恒-1.0浮	$N_k \leq 1.0R_a$	$N_k \leq 1.2R_a$
含风、不含地震的标准组合： 1.0恒±1.0风 1.0恒+0.7活±1.0风	$N_k \leq 1.2R_a$	
含地震的标准组合： 1.0重力荷载±1.0地震 1.0重力荷载±0.2风±1.0地震	$N_k \leq 1.5R_a$	

3、桩基重要性系数

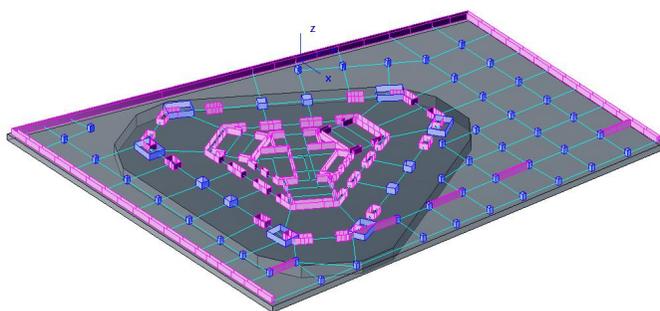
当填写非 1.0 的数值时，桩承载力验算时 N_k 和 N_{kmax} 均乘以该重要性系数再与承载力特征值进行比较。

4、构件最大配筋率

支持交互修改构件最大配筋率，默认值为 0.04。当构件配筋率大于此值时，在基础配筋图中将显红。

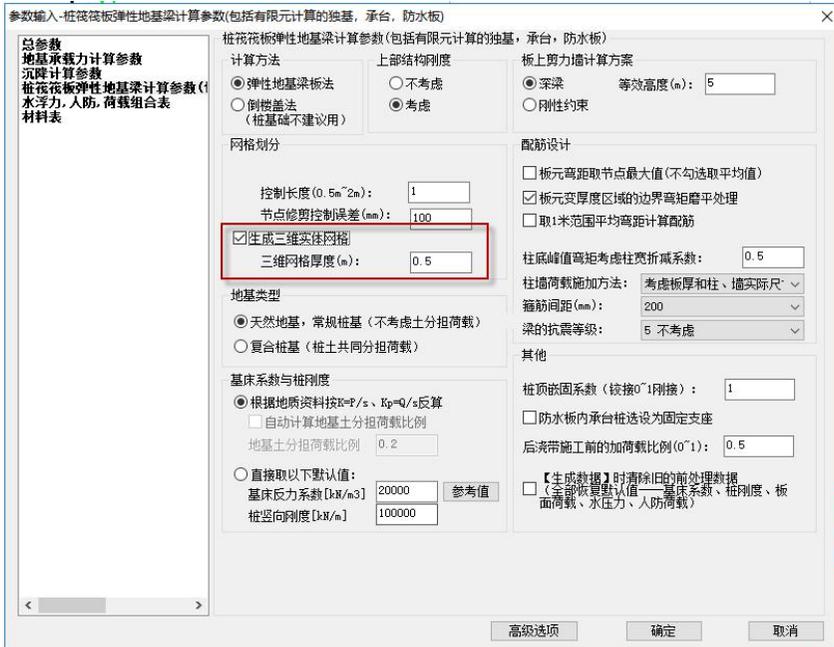
5、体元刚度折减系数

对于图示较厚的筏板，软件提供了三维实体元计算功能。



三维实体单元计算实例

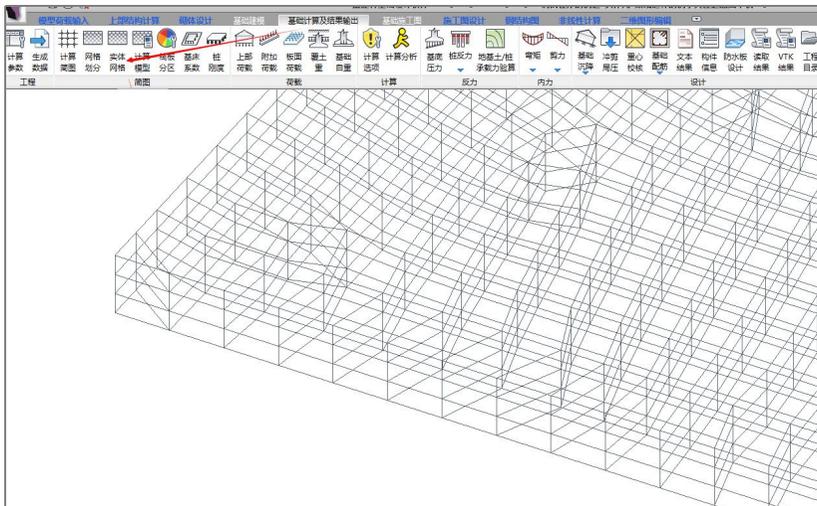
参数选项见下图：



三维实体单元计算控制参数

三维网格厚度，默认为 0.5 米。

【生成数据】后，提供【实体网格】供用户查看三维实体网格的划分结果，见下图：

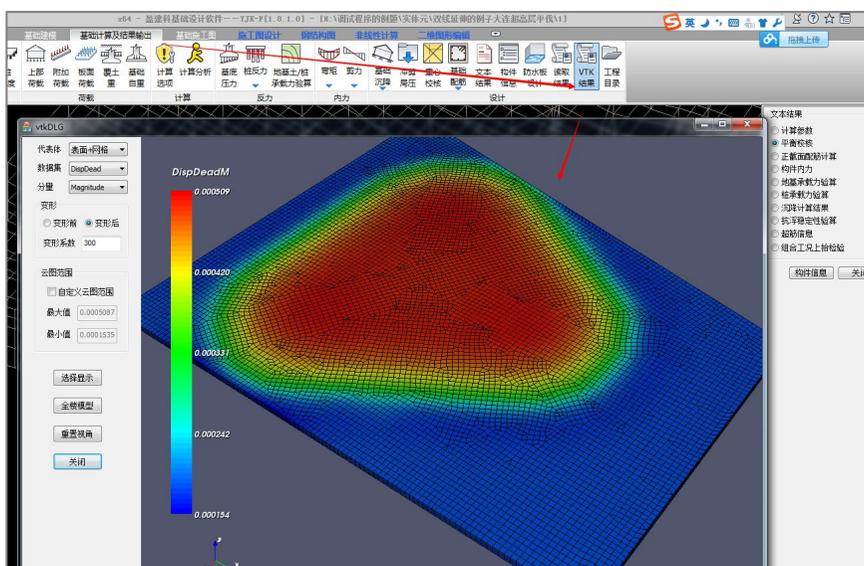


三维实体单元网格划分效果

勾选实体元参数后，有如下特点：

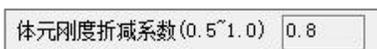
- 1) 计算时，软件会对所有原来板元计算的构件采用实体元进行基本模型的有限元计算。
- 2) 而沉降、抗浮非线性分析仍然采用板元进行有限元计算。
- 3) 其所有计算及设计结果仍然通过原来的菜单进行查看，包括反力、承载力、内力、配筋及冲切抗剪等。

软件还提供了 VTK 模式查看实体有限元的计算结果，见下图：



三维实体单元计算实例的 VTK 三维变形图

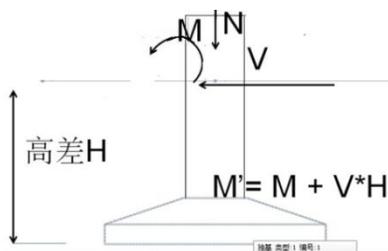
体元相比板元偏刚一些，软件提供了体元刚度折减系数参数，见下图：



一般采用默认值即可。

6、有限元基础考虑高差引起附加弯矩

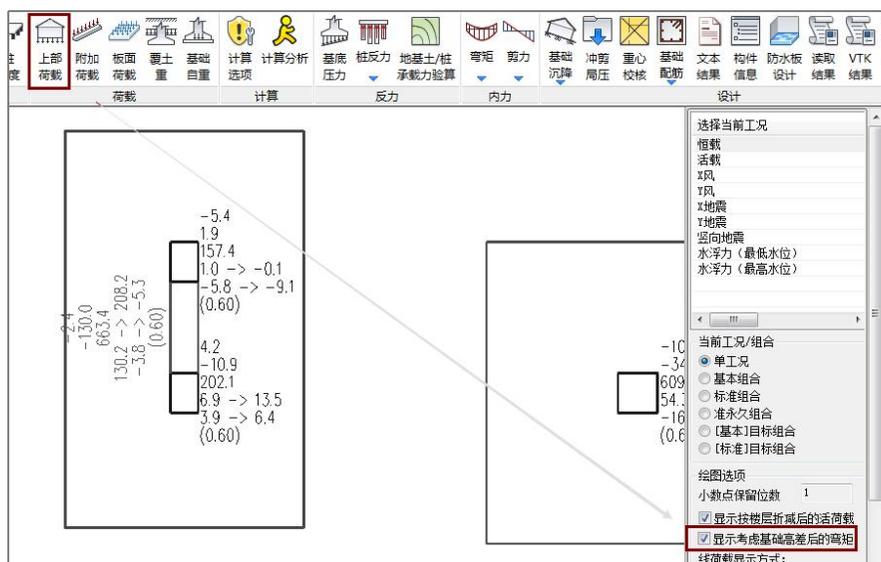
基础接上部荷载（力）的作用点是上部结构底部。一般来说，上部结构的底部与基础顶部有一定高差。所以在基础计算中，应考虑上部传递下来的水平荷载效应，即水平力引起的附加弯矩。见下图：



水平力在高差下产生附加弯矩示意

高差引起的附加弯矩对非有限元基础（简单独基、简单承台）影响在之前版本中均已考虑。本版本增加了高差引起的附加弯矩对有限元计算基础的影响功能，并通过参数控制是否考虑其影响（默认不考虑）。

软件还在【基础计算及结果输出】【上部荷载】菜单下，增加可以显示基础高差及考虑附加弯矩后的弯矩值的功能，见下图：

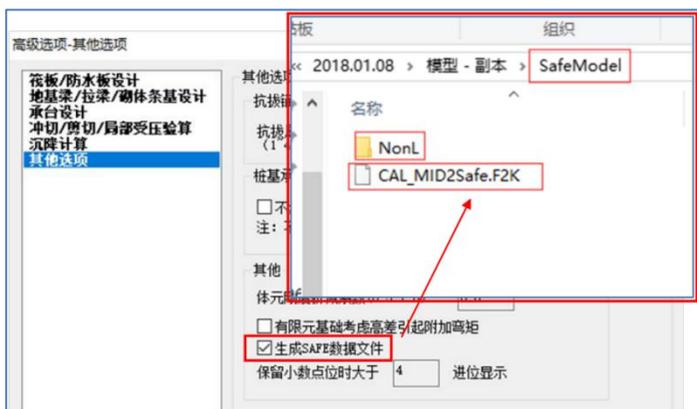


考虑附加弯矩后引起的柱底内力变化

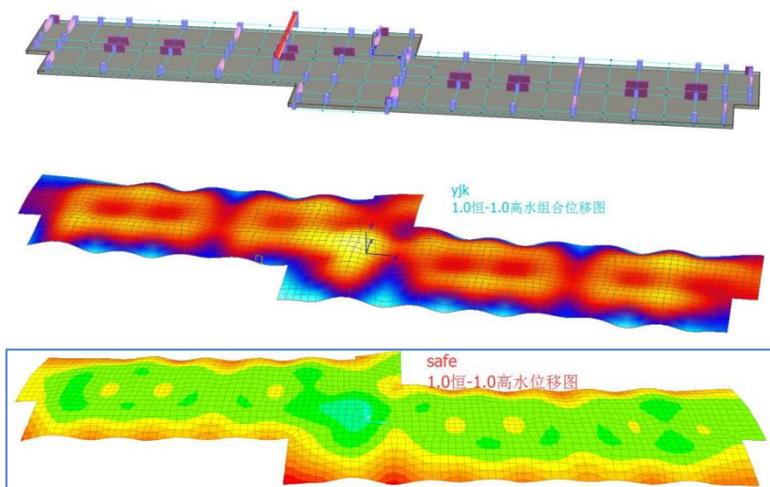
7、生成 SAFE 数据文件

为便于工程师对比不同软件的计算结果，YJK-F 提供了 YJK 基础模型到 SAFE 模型的单向接口。在“基础计算及结果输出”的“高级选项”对话框中勾选“生成 SAFE 数据文件”，YJK 执行计算分析时会同时生成 SAFE 数据文件（后缀为 F2K），保存在工

程目录的 SafeModel 文件夹中。在 SAFE 软件中导入 F2K 文件，即可将 YJK 基础模型转换成 SAFE 模型。



下图为某工程 YJK 和 SAFE 计算结果对比：



8、计算结果保存为 SQLite 文件

此参数用于控制 SQLite 文件是否生成。勾选此项后，计算完成时自动保存 SQLite 文件。此文件是盈建科 BIM 数据中心的一部分，开放数据格式，为下游软件（例如盈建科自动校审软件）提供基础设计相关信息。考虑到该文件的应用范围目前尚不广泛，为节省“计算分析”时间，默认不勾选。

需要注意的是，当需要使用【工程校审】中的基础校审时，该参数必须勾选。

9、保留小数点的进位控制

软件图面的数值标注默认是按用户指定的保留小数点位数，按照 4 舍 5 入原则进行标注的。软件在【计算选项】【高级选项】中增加参数，允许用户指定大于 N 时就执行进位。

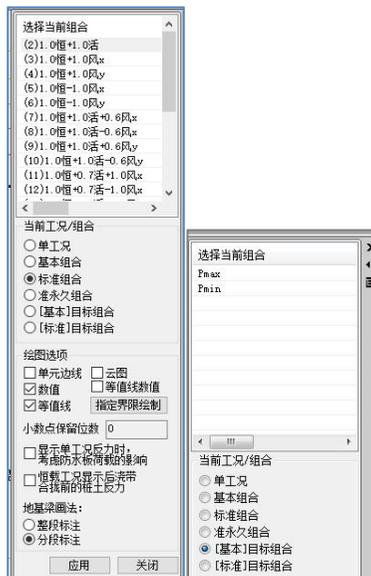
如该参数指定为 1,那么一个数值 10.112，保留两位是 10.12，保留一位是 10.2。

第十四节 基底压力

显示用户选择的单工况或者荷载组合下的基底压力计算结果，对整体式基础和有限元计算的分离式基础按照单元显示；对非有限元计算的分离式基础按照基础显示，每个基础一个值。准永久组合下的基底压力用于沉降计算，标准组合下的基底压力用于地基承载力验算，基本组合下的基底压力用于基础构件截面设计。

准永久组合和标准组合下，基底压力计算结果包括基础自重与覆土重；基本组合下，基底压力计算结果不包括基础自重与覆土重。

可以同时显示基底压力的等值线图，从而直观看出基底压力的分布趋势，等值线图左侧标注等值线图例，标注不同颜色代表的压力数值。



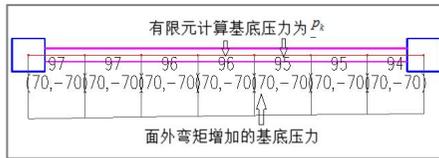
基底压力

零压力区域：《建筑抗震设计规范》4.2.4 条:高宽比大于 4 的高层建筑，在地震作用下基础底面不宜出现脱离区(零应力区)；其他建筑，基础底面与地基土之间脱离区(零应力区)面积不应超过基础底面面积的 15%。

《高规》12.1.7：在重力荷载与水平荷载标准值或重力荷载代表值与多遇水平地震标准值共同作用下，高宽比大于 4 的高层建筑，基础底面不宜出现零应力区；高宽比不大于 4 的高层建筑，基础底面与地基之间零应力区面积不应超过基础底面面积的 15%。质量偏心较大的裙楼与主楼可分别计算基底应力。

- (1) 筏板按照有限元计算的零应力区域采用非线性计算分析的结果；
- (2) 筏板零应力统计是以向联通的多块筏板区域为对象统计的；
- (3) 筏板零应力百分比是不包括高水组合的所有组合最不利组合；
- (4) 基床系数=0 的单元不参与统计。

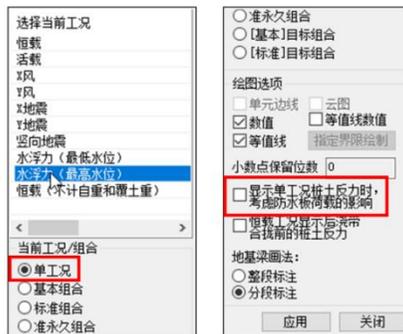
有翼缘地基梁基底压力：



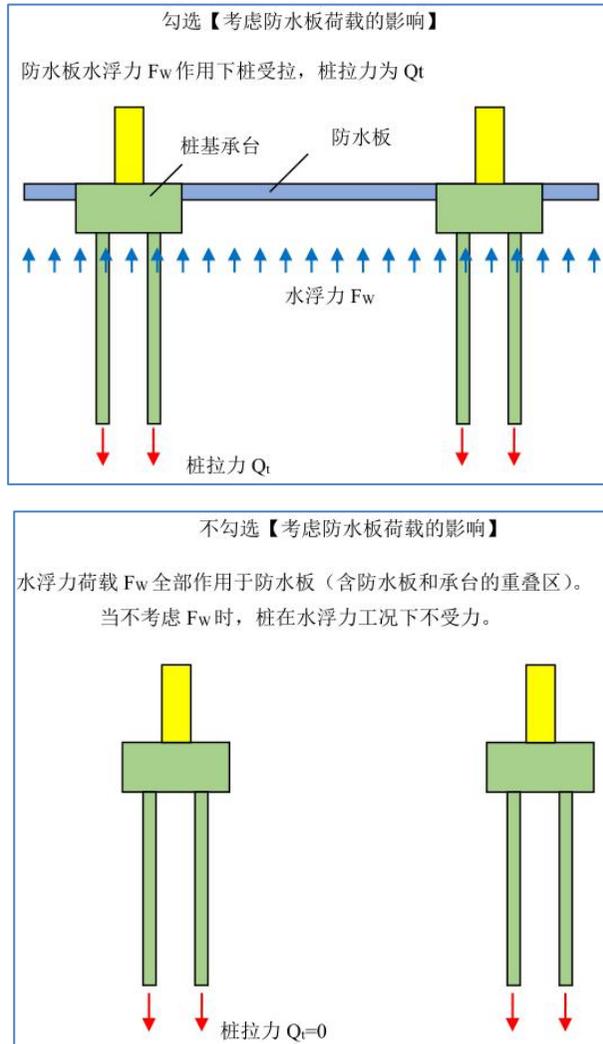
考虑面外弯矩的地基梁基底压力

显示单工况桩土反力时，考虑防水板荷载的影响：

在“基底压力”和“桩反力”菜单下提供了一个和防水板荷载相关的选项“显示单工况桩土反力时考虑防水板荷载的影响”，这个选项会影响单工况基底压力、桩反力的显示结果。当校核组合工况的基底压力和桩反力时，应注意根据具体情况勾选或不勾选这个选项。

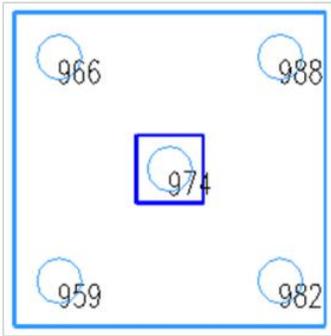


以水浮力荷载为例，下图为是否考虑防水板荷载影响的对比。水浮力荷载全部作用于防水板，当不考虑时，桩在水浮力单工况下的拉力 Q_t 为零。

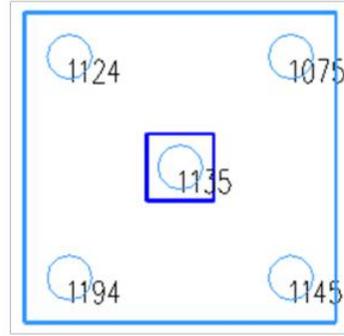


校核组合工况的桩土反力时，可根据具体情况选择是否勾选“考虑防水板荷载的影响”。恒活组合“1.0 恒+1.0 活”，防水板的荷载不传给桩基承台，此时查看单工况恒载、活载的桩反力时不应勾选。高水组合“1.0 恒-1.0 浮(高)”，防水板的荷载需要传给桩基承台，此时查看单工况恒载、水浮力荷载的桩反力时应勾选。如果勾选了另一个参数“防水板荷载所有组合都传基础”，那么校对恒活组合的桩反力时，也应该勾选“考虑防水板荷载的影响”。

恒载下的桩反力为:

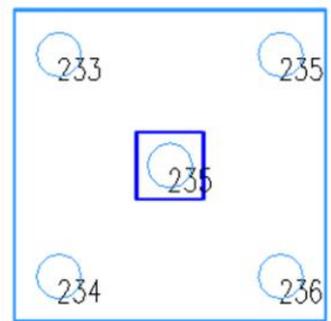


不勾选【考虑防水板荷载的影响】

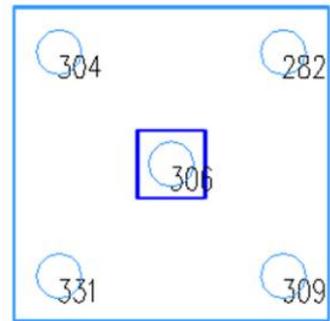


勾选【考虑防水板荷载的影响】

活载下的桩反力为:

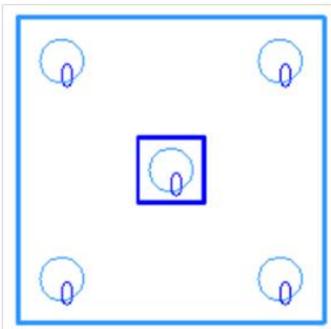


不勾选【考虑防水板荷载的影响】

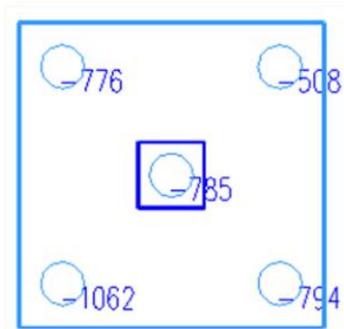


勾选【考虑防水板荷载的影响】

水浮力荷载下的桩反力为:

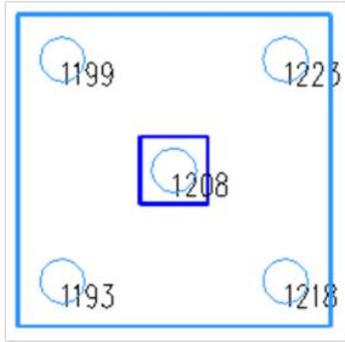


不勾选【考虑防水板荷载的影响】



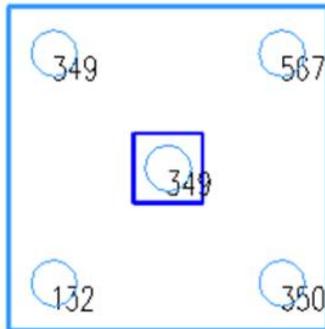
勾选【考虑防水板荷载的影响】

校核“1.0恒+1.0活”的桩反力



$$\begin{aligned} 966+233 &= 1199 \\ 988+235 &= 1223 \\ 974+235 &= 1209 \\ 959+234 &= 1193 \\ 982+236 &= 1218 \end{aligned}$$

校核“1.0恒-1.0浮”的桩反力



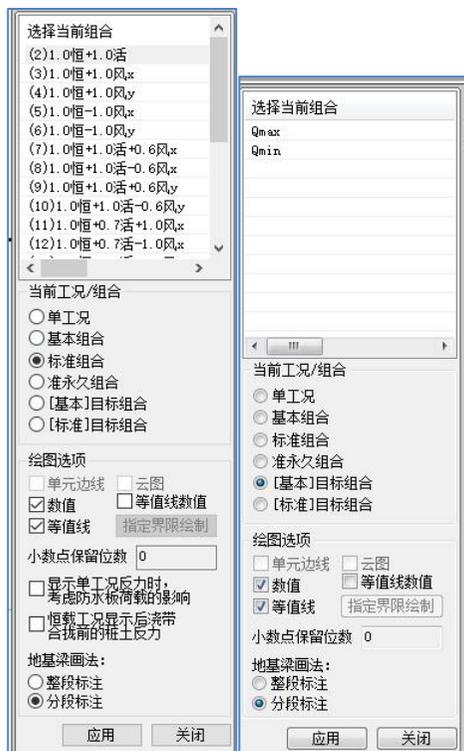
$$\begin{aligned} 1124-776 &= 348 \\ 1075-508 &= 567 \\ 1135-785 &= 350 \\ 1194-1062 &= 132 \\ 1145-794 &= 351 \end{aligned}$$

第十五节 桩反力

显示用户选择的单工况或荷载组合下的桩反力计算结果，每根桩标注一个值。准永久组合下桩反力用于沉降计算，标准组合下桩反力用于桩身承载力验算。

准永久组合和标准组合下，桩反力计算结果包括基础自重与覆土重；基本组合下，桩反力计算结果不包括基础自重与覆土重。

可以同时显示桩反力的等值线图，从而直观看出桩反力的分布趋势，等值线图左侧标注等值线图例，标注不同颜色代表的压力数值。



桩反力等值线图

显示单工况桩土反力时，考虑防水板荷载的影响：见第十五节 基底反力。

第十六节 地基承载力、桩承载力验算

给出地基承载力和桩承载力验算图，标注最大压力和该处承载力特征值，对承载力特征值用括号括起来，当最大压力大于承载力特征值时，该压力用红色标示以提示用户超限信息。

1、地基承载力与桩承载力

对地基承载力和桩承载力调用右侧不同的菜单分别显示验算结果，而且每项又对非地震作用组合与地震作用组合分别显示。

地基承载力验算显示内容是：

对整体式基础和有限元计算的分离式基础按照单元显示，每单元给出最大压力和承

承载力特征值；

对非有限元计算的分离式基础按照基础显示，每个基础给出最大压力、平均压力及相应的组合号，承载力特征值；

对条基及地基梁承载力验算，考虑 L、十、T 形相交部分的重叠面积的影响。

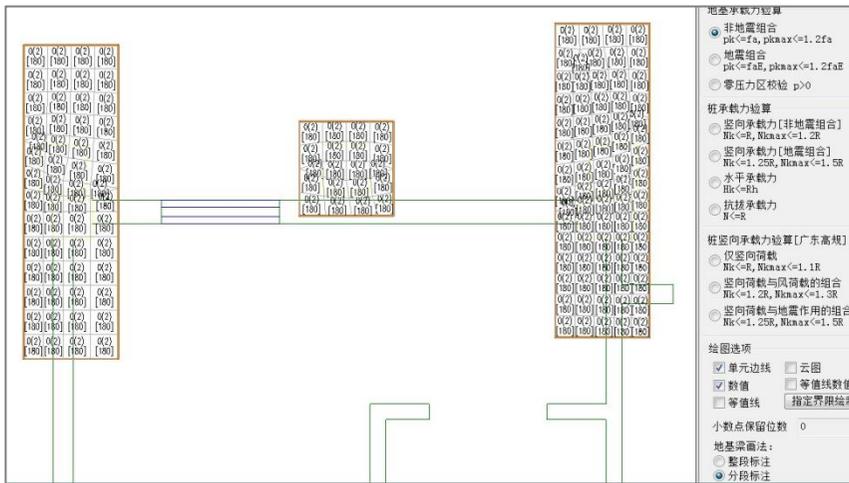
桩承载力验算显示内容是：

对每根桩标注：最大压力、对应组合号和承载力特征值；如果是承台桩，对每个承台标注该承台下桩的平均压力、最大反力、对应组合号和承载力特征值。

对桩还可进行水平承载力、抗拔承载力以及桩身承载力验算。

不满足规范要求为红色显示。

注意：1、复杂筏板嵌套独基、承台情况，地基承载力取值原则调整优先取子构件的承载力，即筏板内的独基、承台区域，其承载力取独基、承台的承载力结果。以适应筏板实际为模拟防水板，而独基的承载力是不同的工程情况



地基承载力验算

2、若要输出桩身承载力验算结果，需在建模时定义相关参数，否则验算结果显示为 0（不验算），具体见第六章第六节第十四项。

2、零应力区

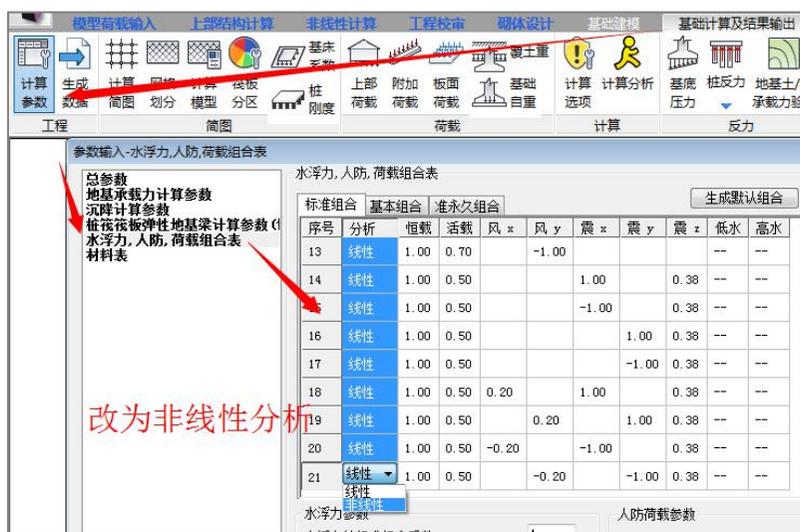
《建筑抗震设计规范》4.2.4 条:高宽比大于 4 的高层建筑，在地震作用下基础底面

不宜出现脱离区(零应力区);其他建筑,基础底面与地基土之间脱离区(零应力区)面积不应超过基础底面面积的 15%。

《高规》12.1.7 条:在重力荷载与水平荷载标准值或重力荷载代表值与多遇水平地震标准值共同作用下,高宽比大于 4 的高层建筑,基础底面不宜出现零应力区;高宽比不大于 4 的高层建筑,基础底面与地基之间零应力区面积不应超过基础底面面积的 15%。质量偏心较大的裙楼与主楼可分别计算基底应力。

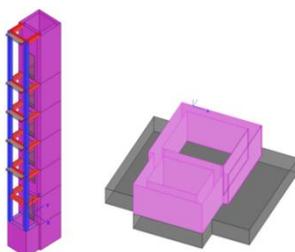
具体技术条件:

1) 零应力区验算意味着筏板下部分区域的可能出现脱离区(零应力区),考虑到土的单压特点,必须以非线性分析结果为准。需用户指定所有标准组合的分析属性为非线性,用户界面见下图:



荷载组合

- 2) 筏板零应力区统计是以相联通的多筏板区域为对象进行的;
 - 3) 零应力区百分比统计是除含高水组合外的所有标准组合中的最不利组合;
 - 4) 基床系数为(不考虑土作用)的单元不参与筏板零应力区面积统计;
- 以某高耸结构工程进行示例说明,模型见下图:



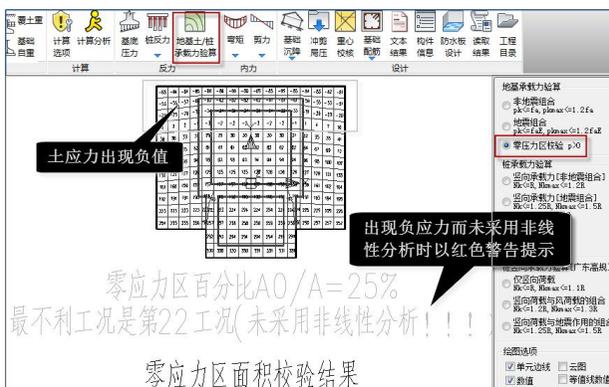
计算模型

上部结构计算的 Wmass.out 文件的零应力区验算结果，是基于上部的外包轮廓计算的，没有考虑实际基础的尺寸大小，所以不推荐将其结果作为计算依据。其文本结果见下图：



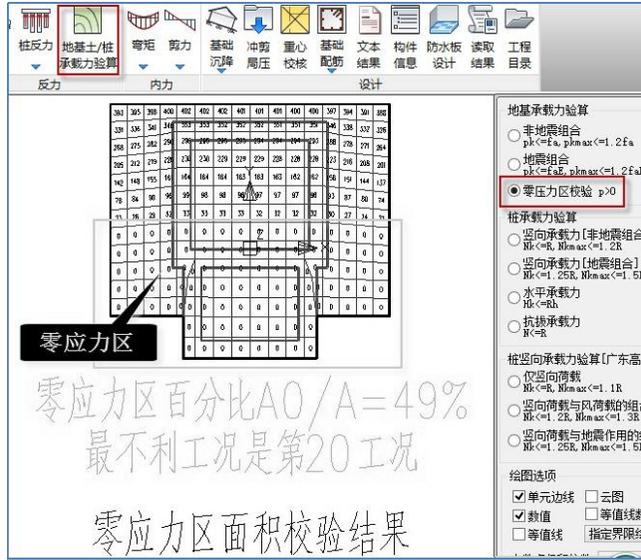
抗浮计算书

采用线性分析方法，脱离区的基底压力会出现负值，由于土不能承担拉力，所以是不合理的，软件会在零应力图上提示应采用非线性分析计算，示例工程的线性分析结果见下图：



零应力区验算

应该采用非线性分析的结果，见下图：



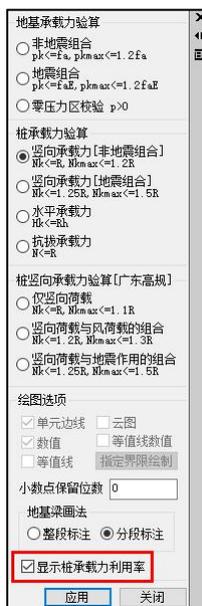
零应力区验算

3、桩承载力利用率

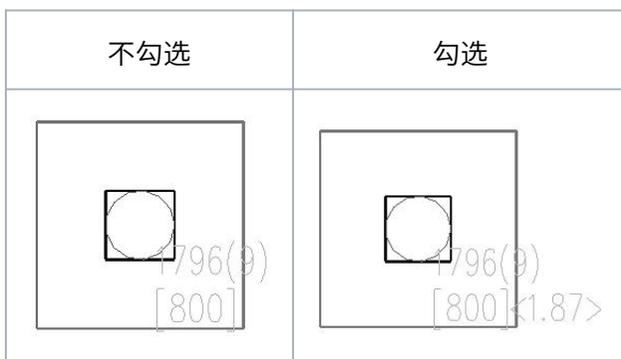
桩承载力利用率按下表计算：

类别	执行规范	组合	承载力利用率计算方法
竖向承载力	桩基规范 JGJ 94-2008 第 5.2.1 条	非地震组合	$r=N_{k,max}/(1.2 \times R_a)$
		地震组合	$r=N_{k,max}/(1.5 \times R_a)$
	广东高规 DBJ 15-92-2013	非地震组合(不含风)	$r=N_{k,max}/(1.1 \times R_a)$
		非地震组合(含风)	$r=N_{k,max}/(1.3 \times R_a)$
		地震组合	$r=N_{k,max}/(1.5 \times R_a)$
水平承载力	桩基规范 JGJ 94-2008 第 5.7.1 条	全部标准组合	$r=H_{k,max}/R_h$
抗拔承载力	桩基规范 JGJ 94-2008 第 5.4.5 条	全部标准组合	$r=N_{tk,max}/(R_t+G_p)$

如下图所示，对话框勾选对应选项，即可显示桩承载力利用率。



下图为一个示例。勾选【显示桩承载力利用率】时，尖括号 <> 中的数值即承载力利用率。



组合(9)为：1.0 恒+1.0 活+0.6Y 风，桩承载力利用率 $r = 1796 / (1.2 \times 800) = 1.87$ 。

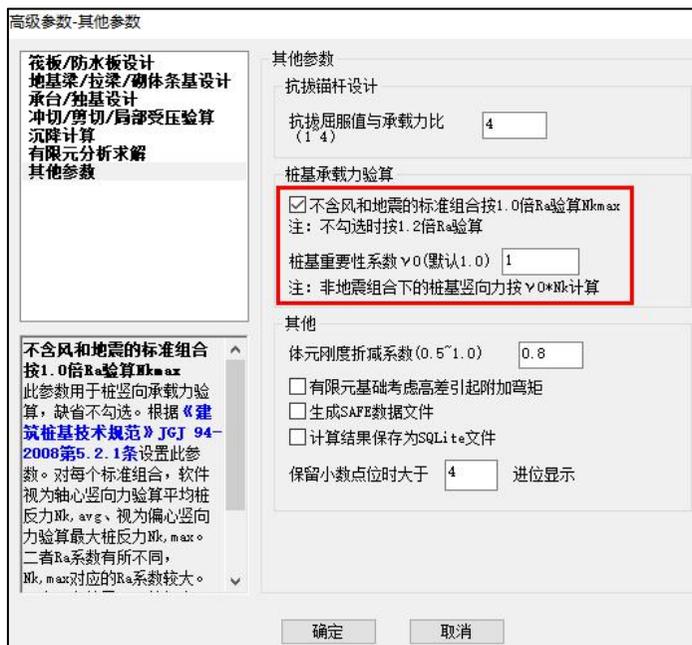
使用该功能时应注意 2 点：

(1) 当勾选【不含风和地震的标准组合按 1.0 倍 R_a 验算 N_{kmax} 】时，对应桩基规范、非地震组合的计算方法为：

不含风荷载的非地震组合， $r = N_{k,max} / (1.0 \times R_a)$ ；

含风荷载的非地震组合， $r=N_{k,max}/(1.2 \times R_a)$ 。

(2) 桩基重要性系数 γ_0 不是 1.0 时，桩基规范、非地震组合的 $N_{k,max}$ 需乘以 γ_0 。



4、软弱下卧层验算

根据《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003-2021）4.2.5 条规定，程序在本次升级中增加软弱下卧层验算功能。具体改进如下：

1) 在地质资料中的土层参数表后部增加两列新的参数列：地基承载力特征值与是否进行软弱下卧层验算。当选择【是】时，软件将会根据此处输入的地基承载力特征值进行验算。

亚层号	极限桩侧阻力(kPa)	极限桩端阻力(kPa)	回弹模量(MPa)	压缩模量(MPa)	重度(kN/m ³)	摩擦角(°)	粘聚力(kPa)	状态参数	状态参数含义	地基承载力特征值(kPa)	软弱下卧层验算
数据修...	是	是	是	是	是	是	是	是	是		
0	0.00	18.00	25.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)	180.000	否
0	10.00	18.00	25.00	2.00	16.00	0.00	5.00	1.00	(定性/-IL)	180.000	否

2) 在基础计算模块中的地基承载力验算功能中，增加软弱下卧层的显示。如图所示，

当软弱下卧层验算超限时，将会显红提示。

地基承载力验算

非地震组合
 $p_k \leq f_a, p_{kmax} \leq 1.2f_a$

地震组合
 $p_k \leq f_{aE}, p_{kmax} \leq 1.2f_{aE}$

零压力区 $A_0/A \leq [A_0/A]$

软弱下卧层 $p_z + p_{cz} \leq f_{az}$

第十七节 内力

1、弯矩图

显示用户选择的各种荷载工况或组合下的弯矩图。

各类形式基础显示的格式不同，分别为：

地基梁：以弯矩图的形式表现，并标注梁左端、跨中最大处、梁右端的弯矩值；

独立基础：每个基础输出 2 个值，分别为 X 向和 Y 向弯矩；

桩基承台：每个基础输出 2 个值，分别为 X 向和 Y 向弯矩；

拉梁：以弯矩图的形式表现，并标注梁左端、跨中最大处、梁右端的弯矩值；

对于筏板基础，弯矩显示内容有：

(1) 柱下弯矩：输出 2 个数，表示 X、Y 两个方向的值；

(2) 房间中部配筋：输出 4 个数，分 2 组写出，分别为 X 向的最大、最小弯矩和 Y 向的最大、最小弯矩。这 4 个数是房间范围内各个单元的最大值。

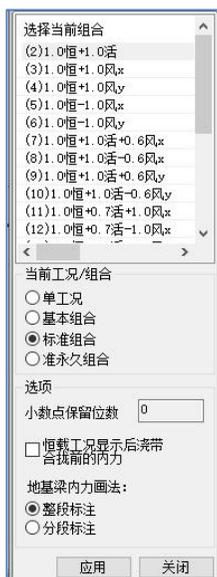
房间可由多种元素形成，首先由墙、地梁围成，在没有布置墙和地梁的位置可由网格线围成。

(3) 墙底弯矩：输出 1 个数，为墙下筏板底部垂直于墙方向的弯矩；

(4) 地基梁位置弯矩：输出 2 个数，分别为垂直于梁的最大弯矩和最小弯矩；

(5) 网格线位置弯矩：输出 4 个数，分 2 组写出，分别为网格线方向的最大、最小弯矩和垂直于网格方向的最大、最小弯矩；

在右侧菜单中选择各种荷载工况或者荷载组合。



各工况及组合

2、弯矩包络

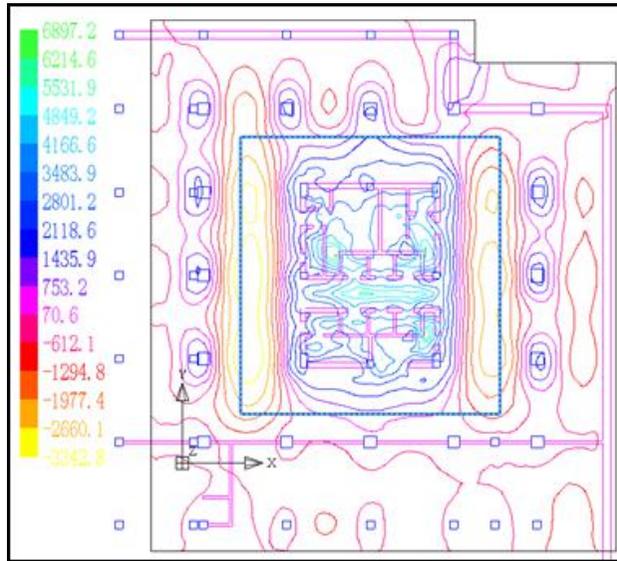
显示用户选择的各荷载工况组合下的弯矩包络图，在弯矩包络图上，除了数值外，还在数值旁的括号中注明该数值的组合号。

其它方面的表示和弯矩图相同。

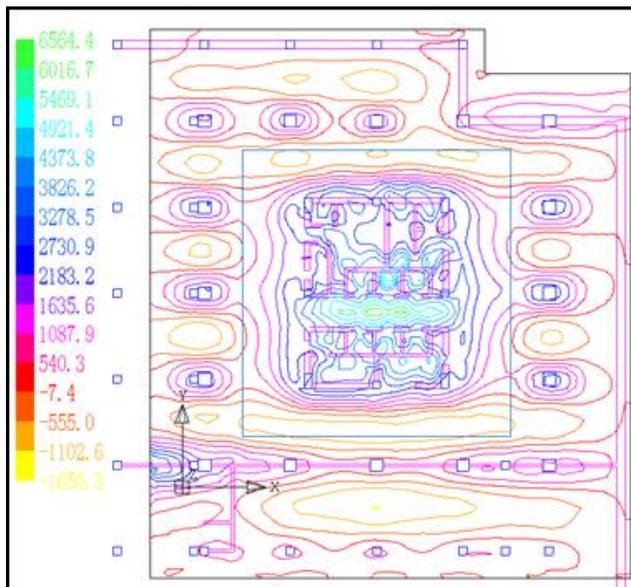
在右侧的菜单中可选择同时显示等值线图，分为 X 向正弯矩、X 向负弯矩、Y 向正弯矩、Y 向负弯矩。



以某框筒结构为例，下图为 M_x ，从图中看出，最大正弯矩出现在核心筒内，最大负弯矩出现在框架柱与核心筒之间的跨中。

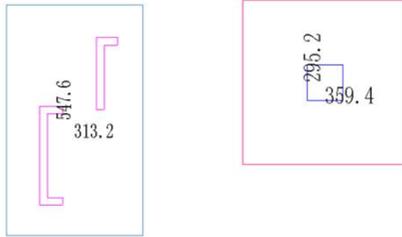


筏板弯矩 M_x



筏板弯矩 M_y

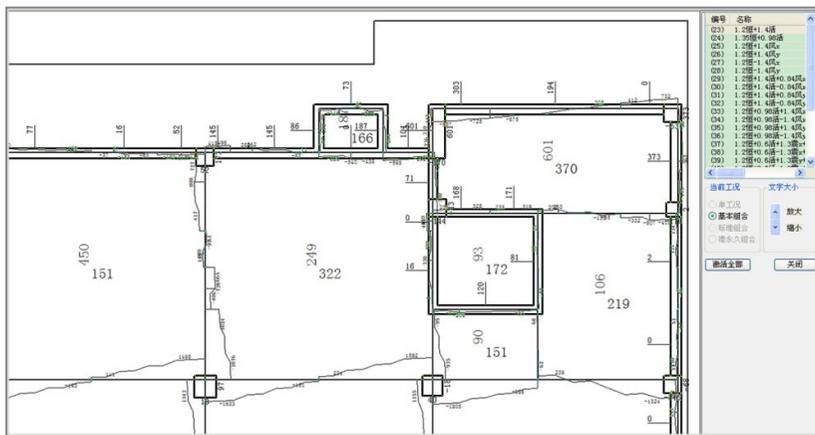
独立基础、承台的弯矩， M_x 和 M_y ，定义方式与筏板相同



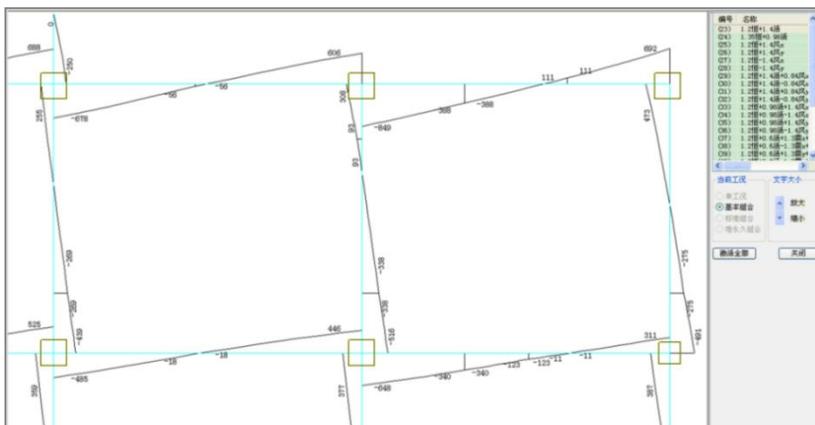
承台弯矩 Mx 和 My 独立基础弯矩 Mx 和 My

5、剪力图

剪力图、剪力包络、板剪力 Vx、板剪力 Vy，这几项菜单概念和操作与弯矩图系列菜单类似，不再重复。



筏板剪力图



地基梁剪力图

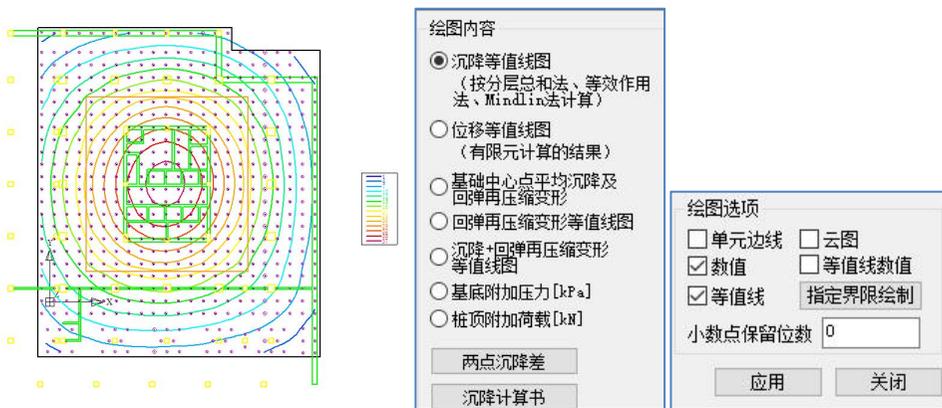
第十八节 基础沉降

按照分离式基础和整体式基础分别计算，计算方法的选择见技术条件。

分离式基础：包括独基、条基、单柱承台等，根据基底附加压力和桩顶附加荷载由规范相关公式直接计算得出进行沉降计算；

整体式基础：如筏板、桩筏、地基梁、复杂承台等，YJK-F 基础软件沉降可采用有限元计算后二次算法（即在筏板计算参数中勾选“迭代计算基床系数和桩刚度”），特别适合于不均匀沉降基础的计算，且考虑不同基础互相影响。详细计算过程如下：

- 1、沉降试算确定初始桩刚度和基床反力系数；
- 2、总刚度方程有限元求解；
- 3、节点位移换算成桩、土等效弹簧的变形量，得到桩顶荷载（桩反力）和基底压力；

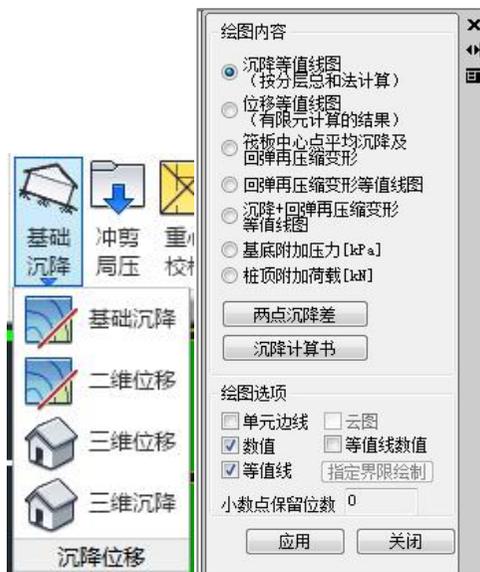


沉降等值线图

4、已知桩顶附加荷载和基底附加压力，计算沉降，如果没有选择二次计算，作为最终沉降计算结果；

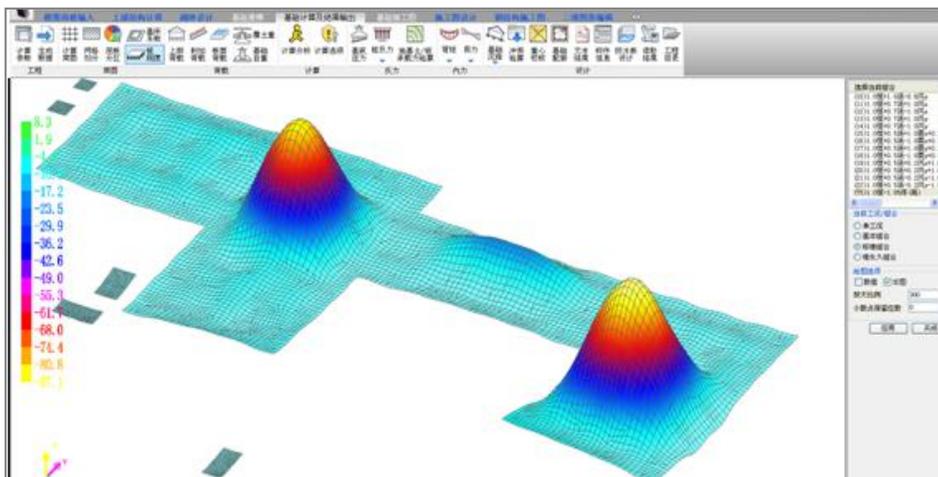
5、如果选择了二次计算，用桩顶沉降和桩顶附加荷载，重新计算桩竖向刚度；用板单元中心处的沉降和基底附加压力，重新计算基床系数；再代入第 2-4 步计算最终沉降。

除了沉降图外，软件还提供位移图、回弹再压缩变形图等多种结果，菜单见下图



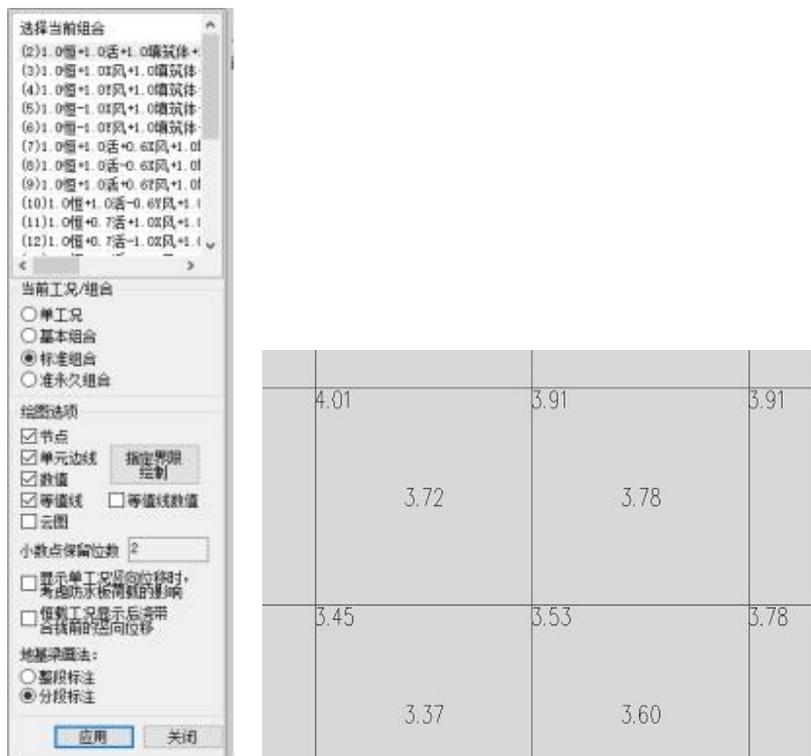
【基础沉降】菜单

三维位移：以三维渲染云图的方式显示板位移变形；



位移变形

二维位移：可按工况或组合绘制二维位移图。默认不勾选<节点>，勾选时，程序绘制节点位置的竖向位移值，单元的竖向位移值为周边节点的平均值。



二维位移

三维沉降：以三维渲染云图的方式显示基础变形规范解；

等值线图：位移、沉降等值线图；

指定界限绘制：只对在选择区域内的数据进行等值线的绘制；

云图：以三维渲染云图的方式显示位移、沉降等值线图；

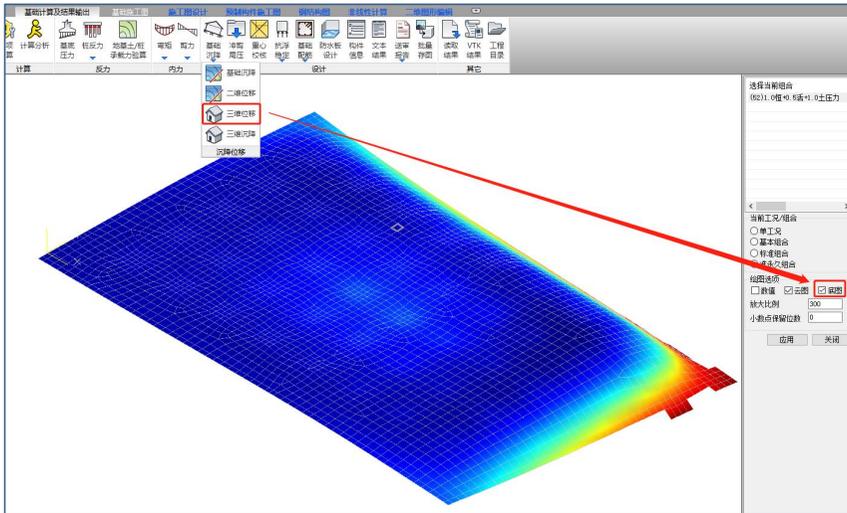
绘图选项：选择图中显示的沉降结果内容开关；

针对变形图，绘图选项中增加可以绘制底图的功能选项，默认不绘制

为凸显【三维位移】变形图与实际结构的相对位置，更方便用户了解基础的变形，

软件

在【三维位移】变形图，增加可以绘制底图的功能选项，默认不绘制，用户界面见下图：



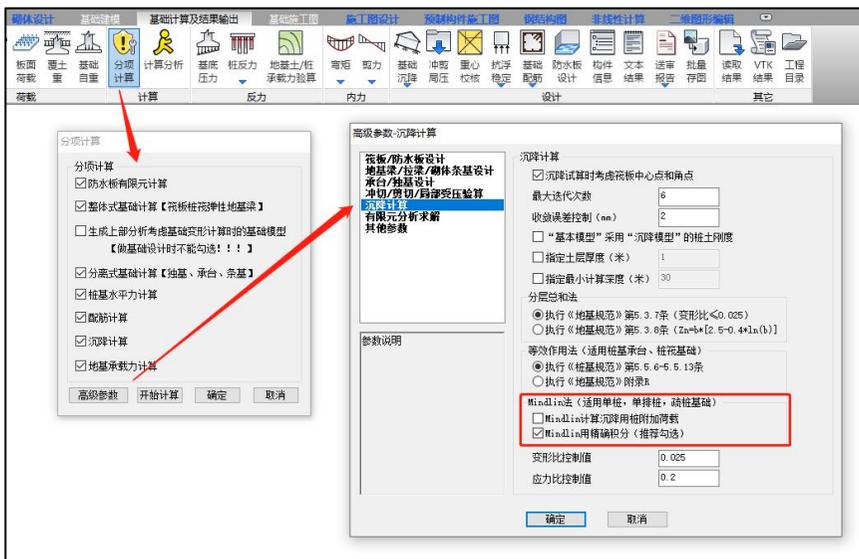
基础变形底图开关

基底附加压力：显示准永久组合下的基底附加压力，基底附加压力用于沉降计算；

桩顶附加荷载：显示准永久组合下的桩顶附加荷载，桩顶附加荷载用于沉降计算。

桩基础 mindlin 沉降计算可以选择采用桩反力或桩顶附加荷载。非有限元计算的承台桩，扣除等体积的土体重量后的自重。按承台中心点计算土自重应力，乘以总面积得到总自重荷载，平均分配给各桩。

有限元计算的承台桩或筏板桩，桩顶附加荷载按照平均土自重应力扣除。

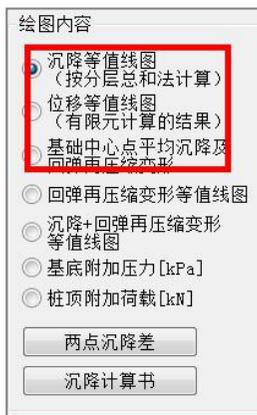


计算沉降差：用户可以选择任意两点的沉降差计算，操作如下：（1）鼠标选择第一点；（2）鼠标选择第二点；（3）图中查看计算结果。

YJK 明确了“沉降”和“位移”的区别。

沉降：参考地质资料数据，按规范要求方法（分层总和法或 Mindlin 方法）解。

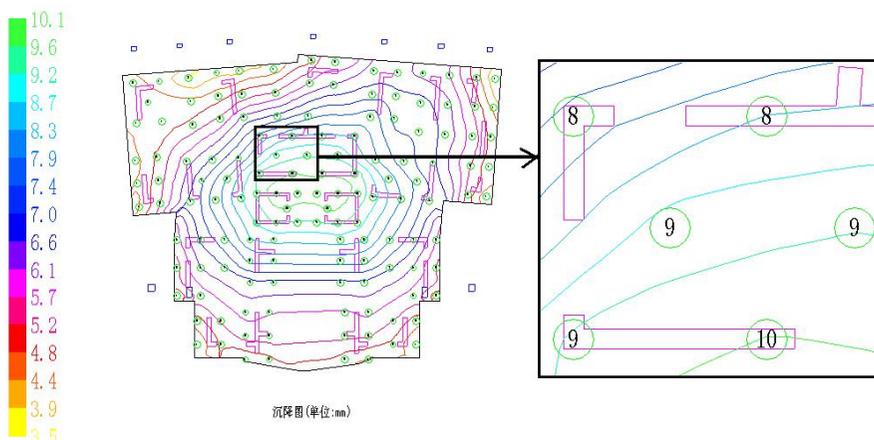
位移：按有限单元法计算的板变形理论解。



【基础沉降】菜单

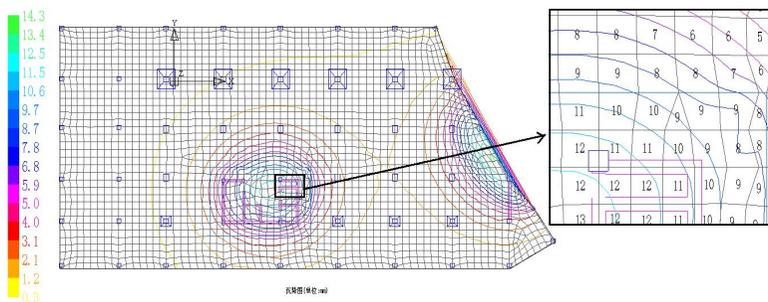
选择“沉降等值线”时，绘图规则如下：

1、有桩筏板，显示每根桩的桩顶沉降量。



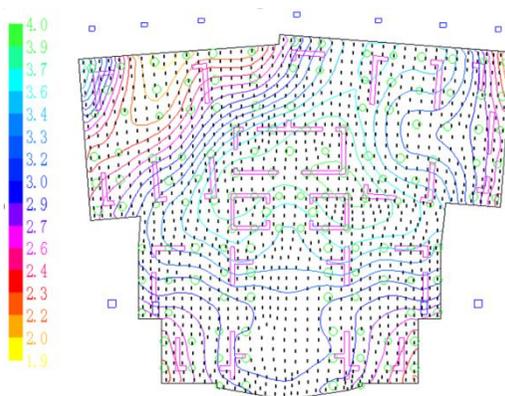
桩基础沉降

2、无桩筏板，显示每个单元形心位置的沉降量。

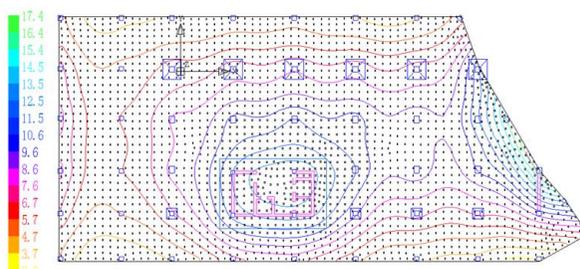


平筏基础沉降

3、选择“位移等值线”时，根据每个结点的位移绘制等值线。

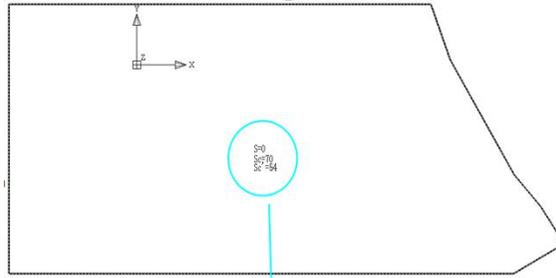


桩基础沉降等值线



平筏基础沉降等值线

4、选择“筏板中心点平均沉降及回弹再压缩变形”时，每块筏板只标注一组沉降量（平均沉降、回弹量、回弹再压缩变形量），通过“沉降计算书”，可以查看详细的计算过程。



筏板平均沉降及回弹再压缩变形计算结果图(单位:mm)
 S-平均沉降, Sc-回弹量 Sc'-回弹在压缩变形量
 最终沉降 = 沉降量S + 回弹再压缩变形量Sc'

回弹再压缩变形计算

沉降量的计算过程:

总荷载	$\Sigma(F+G)=302075.6$
筏板面积	AREA=1988.7
基底土自重压力	Pc=220.1
基底附加压力	P0=0.0
沉降经验系数	$\psi=1.10$
计算土层厚度	$\Delta Z=1.0$

压缩层序号	压缩模量(MPa)	土层厚度(m)	附加应力(kPa)	压缩量(mm)
(1)	37.80	1.00	0.0	0.0000
	E'=0.80	Zn=1.00		$\Sigma s=0.0000$
				s=0.0000

沉降计算书

回弹再压缩的计算过程如下:

回弹变形经验系数	$\psi=1.00$
基底土自重压力	Pc=220.1
计算土层厚度	$\Delta Z=1.0$

压缩层序号	回弹模量(MPa)	土层厚度(m)	自重应力(kPa)	回弹量(mm)
(1)	75.60	1.00	176.4	2.3330
(2)	75.60	0.75	239.2	2.3729
(3)	100.00	1.00	233.7	2.3370
(4)	100.00	1.00	227.1	2.2711
(5)	100.00	1.00	221.6	2.2177
(6)	100.00	0.50	219.5	1.0976
(7)	22.00	1.00	213.7	9.7115
(8)	22.00	1.00	210.0	9.5477
(9)	22.00	1.00	206.4	9.3827
(10)	22.00	1.00	202.6	9.2113
(11)	22.00	0.80	202.1	7.3479
(12)	76.00	1.00	194.5	2.5593
(13)	76.00	0.70	194.9	1.7954
(14)	100.00	1.00	185.6	1.8560
(15)	28.00	0.70	187.4	4.6858
(16)	100.00	1.00	176.1	1.7614
	E'=42.88	Zn=14.45		$\Sigma s=70.4883$
				s=70.4883

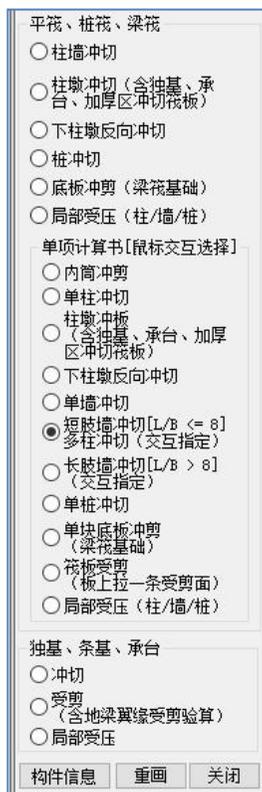
计算回弹变形量	sc=70.4883
再加载量(大于Pc时取Pc)	P=152.5
总加载量(基底以上土自重压力)	Pc=220.1
临界再加载系数	R0=0.25
临界再压缩比率	r'=0.42
再压缩变形增大系数	r'(R'=(0.6930))=1.00
回弹再压缩变形量	sc'=53.7511

工况序号	再加载量P(kPa)	再加载比R'	再压缩变形s1(p<R0*pc)	再压缩变形s1(R0*pc<p<pc)
1	15.25	0.1	8.2060	--
2	30.50	0.2	16.4121	--
3	45.75	0.3	24.6181	--
4	61.01	0.4	--	31.0869
5	76.26	0.5	--	34.8642
6	91.51	0.6	--	38.6416
7	106.76	0.7	--	42.4190
8	122.01	0.8	--	46.1964
9	137.26	0.9	--	49.9737
10	152.51	1.0	--	53.7511

回弹再压缩计算书

第十九节 冲剪局压

冲切受剪计算时采用的是荷载的基本组合，冲剪局压计算的任务栏如下图所示：

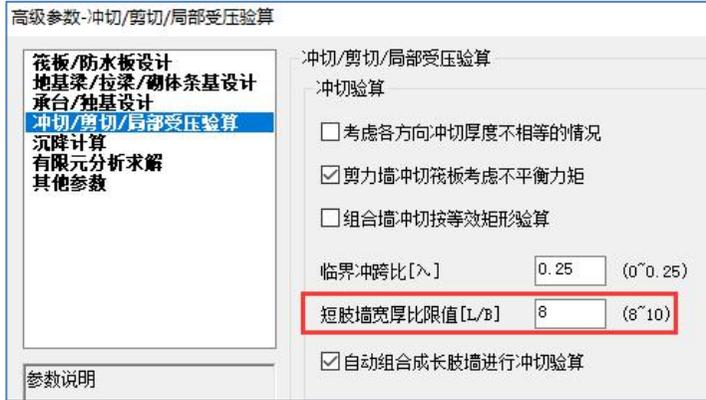


该任务栏分为三部分：平筏、桩筏、梁筏基础上所有构件的冲剪局压计算结果简图输出；交互选择单构件冲剪局压详细计算结果输出，包括简图和计算书；独基、条基、承台的冲剪局压计算结果。

1、柱墙冲切

计算并在图形上显示全部柱、墙的冲切安全系数，简图中冲切输出形式分为柱、短肢墙和长肢墙。计算冲切时，程序默认将宽厚比 $L/B < 8.0$ 的墙值认定为短肢墙，同时也通过参数更改短肢墙的认定宽厚比限值。

简图中显示的冲切安全系数大于等于 1.0 为满足冲切要求，小于 1.0 为不满足冲切要求显示红色。



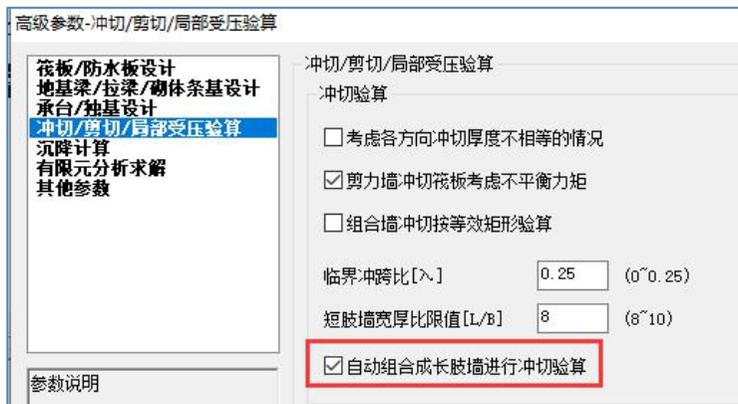
判定短肢墙的宽厚比限值参数

柱冲切输出冲切安全系数，不绘制冲切锥轮廓。可通过“单柱冲切”交互选择某根柱查看单柱的详细冲切结果和冲切锥轮廓。

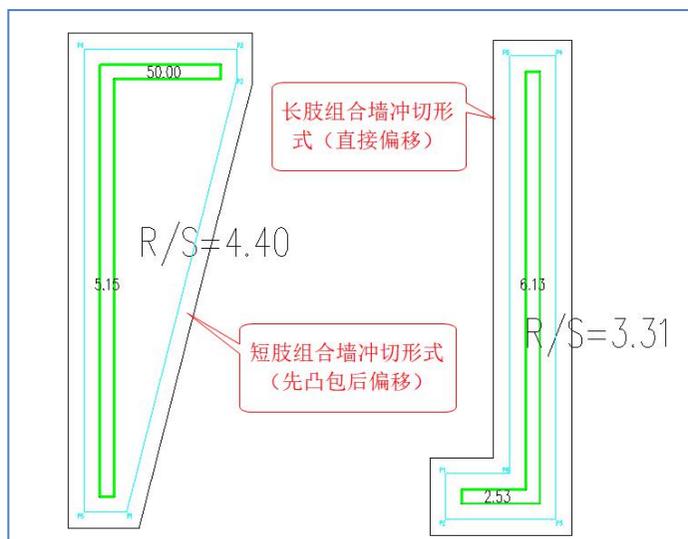
当有多片短肢墙肢相连时（L形、T形、十字形，且每片墙肢宽厚比 $L/B \leq 8.0$ ），简图中程序按组合墙计算冲切并输出冲切安全系数和冲切锥轮廓，冲切锥形成方法为先凸包后偏移。可通过“短肢墙冲切（交互指定）”查看单肢墙和组合墙的详细计算书，交互指定时不管所选择的墙肢是否为短肢墙，程序均按短肢墙形式输出冲切结果。

有多片墙肢相连且某片墙肢为长肢墙时（L形、T形、十字形，且某一片墙肢宽厚比 $L/B > 8.0$ ），简图中默认按单墙输出冲切安全系数，不绘制冲切锥轮廓。但程序提供参数使该类组合墙按组合墙形式输出，可输出长肢组合墙的冲切安全系数和冲切锥轮廓，冲切锥形成方法为直接偏移。用户也可通过“长肢墙冲切（交互指定）”查看单肢墙和组合墙的详细计算书，交互指定时不管所选择的墙肢是否为长肢墙，程序均按长肢墙形式输出冲切结果。

当组合墙中包含边框柱时，边框柱也加入该组合截面，也就是说，该组合墙的冲切荷载是边框柱和组合墙上相加的荷载。



柱墙冲切简图中长肢墙自动按组合墙形式冲切参数

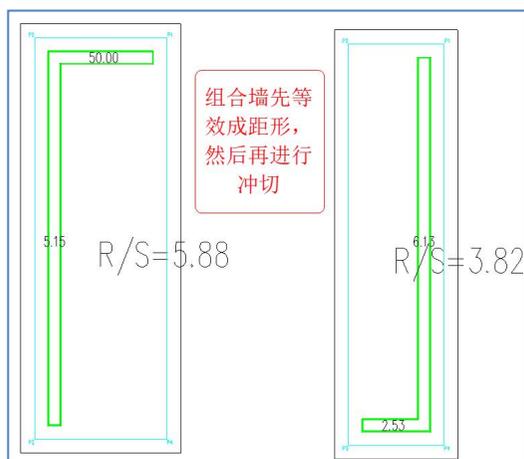


长肢组合墙和短肢组合墙冲切形式

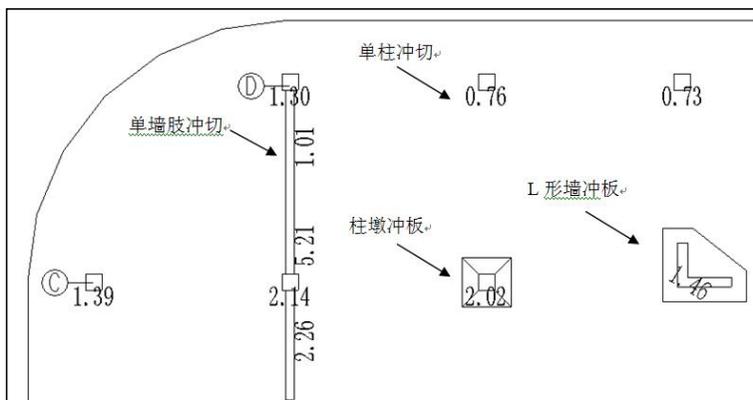
长肢组合墙冲切默认按直接偏移形成冲切锥，短肢组合墙默认按先凸包后偏移形成冲切锥。除此之外，程序还提供参数将组合墙先等效成矩形然后再形成冲切锥。



组合墙冲切按等效矩形验算参数



组合墙等效成矩形再进行冲切



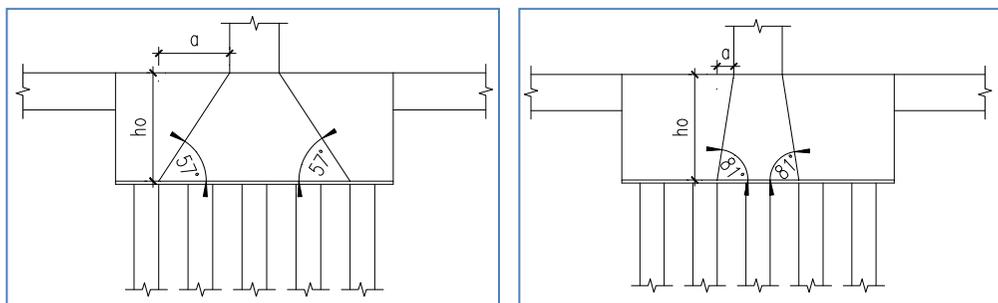
【柱墙冲切】冲切简图显示效果

对于平筏基础或桩筏基础但不与周围桩产生关系（45度冲切锥不与桩产生关系）的柱墙冲切，程序按地基规范（GB 50007-2011）第 8.4.7 条进行冲切验算。冲切荷载 F_l 等于柱底竖向上部总荷载减去冲切破坏锥体内的基底压力：



冲切破坏锥体内无桩时基底压力计算

对于桩筏基础，柱、墙冲切（冲垮比小于 1）计算时按照桩基规范（JGJ-2008）第 5.9.7 条计算冲垮比。柱、墙冲切最小冲切角度为 45° 即冲垮比最大为 1，对于冲垮比小于 0.25 时即冲切角度大于 75° ，工程中有两种观点：冲切锥需要外扩；冲切锥不需外扩，冲切系数取 0.25。

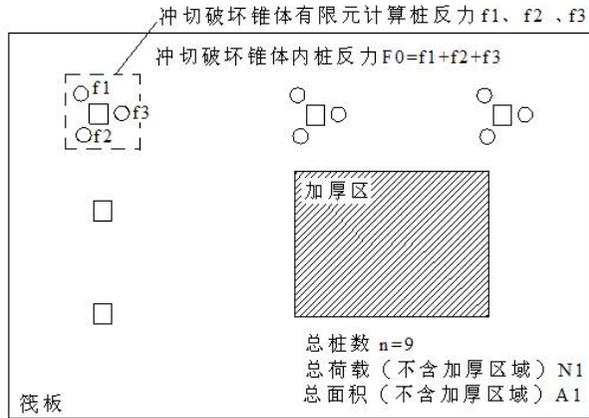


冲切锥外扩

冲切锥不外扩

对于该类情况，程序提供了参数“临界冲垮比”来满足不同观点的计算需求。但临界冲垮比填写为某一数值时，实际冲垮比如果小于这一数值程序会将冲切锥外扩，默认数值为 0.25。当用户填写临界冲垮比为 0 时，冲切锥不会外扩，最大冲切角度可以达到 90° 。

对于有桩筏板，冲切力 F_l 等于上部总荷载减去冲切破坏锥体内的总的桩反力：



冲切破坏锥体内有桩时总桩反力计算

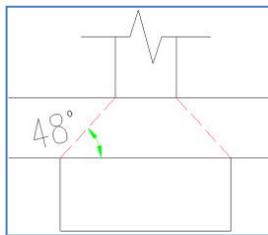
对于单柱冲切，程序会自动判断中柱、边柱、角柱，进行冲切力的放大。

2、柱墩冲切

计算并在图形上显示全部柱墩的冲切安全系数。对于筏板内的独基、承台、加厚区冲切筏板也会在此输出冲切系数。

需要注意的是，该计算结果下的下柱墩冲切是按内缩冲切锥形式进行的验算，对于冲切隔离体上部荷载大于反力时，应采用这种冲切形式。

当下柱墩尺寸较小，内缩 45° 冲切如果冲切到柱内，2.0.3 之前的版本会输出安全系数为 50 (刚性)，新版本引进了冲垮比的概念，当下柱墩边界与柱墙边界连线形成的角度大于 45° 度时，程序会将冲切破坏底面画到柱墙边界，此时冲切破坏角度会大于 45° ，验算时会计算冲垮比，冲切系数取值与柱冲桩筏基础类似即“对于不对称冲切破坏锥，需按各方向分别计算冲跨比 λ 和柱(墙冲切系数) β_0 ，最终冲切系数取值 $\beta_0 = \frac{\sum (u_{mi} \cdot \beta_{0i})}{\sum u_{mi}}$ ”。

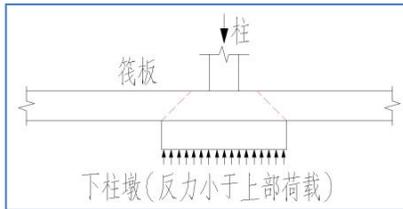


下柱墩正向冲切冲切角度大于 45° 情况

3、下柱墩反向冲切

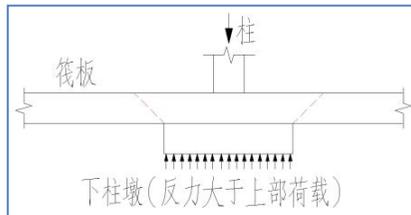
计算并在图形上显示下柱墩反向冲切的安全系数。

由上面可知，当冲切隔离体内柱(墙)荷载大于桩、土反力，此时，冲切锥“上小下大”，与柱(墙)冲切筏板类似，如下图所示：



下柱墩反力小于上部荷载冲切形式

但是当板面荷载较大或是桩土刚度不均匀时，可能会出现冲切隔离体内反力大于上部荷载，此时下柱墩冲板形式如下图所示：



下柱墩反力大于上部荷载冲切形式

下柱墩反向冲切计算实例见下图：

四、验算结果

下柱墩反向冲切

下柱墩反向冲切验算结果

- * Comb: 梁不利组合
- * FL: 相应于最不利组合的冲切力(kN)
- * β_s : 等效矩形柱长边与短边的比值
- * β_{hp} : 截面高度影响系数
- * β_0 : 柱(墙)冲切系数
- * u_m : 冲切破坏锥体 $1/2h_0$ 处的周长(mm)
- * f_t : 混凝土轴心抗压强度设计值(MPa)
- * h_0 : 冲切锥体的有效高度(mm)
- * R/S: 冲切安全系数, 小于1.0时不满足要求
- * 当有剪力墙跨中冲切面时, 不验算冲切, R/S输出50.00
- * 注: 对于不对称冲切破坏锥, 按各方向分别计算冲切比入和柱(墙)冲切系数 β_0 ,
- * 输出的 β_0 为各方向加权平均的结果: $\beta_0 = \frac{\sum(u_m \cdot \beta_{0i})}{\sum u_m}$

Comb	FL	β_{hp}	β_0	u_m	f_t	h_0	R/S	验算结果
(29)	-662.9	1.00	0.70	11200	1.43	550	9.32	满足

附：荷载组合表

编号	类型	组合项
(1)	准永久组合	1.0恒+0.5活

承台下柱墩方向冲切验算过程

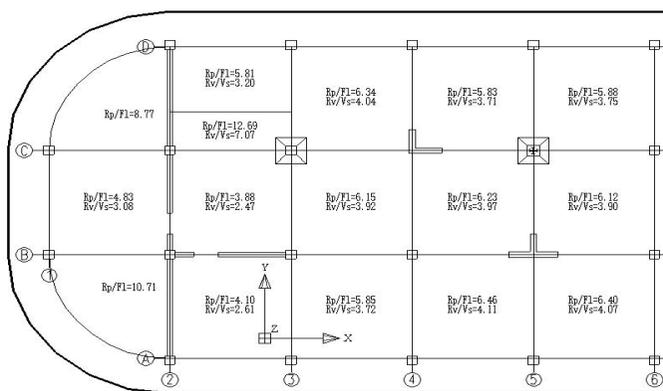
4、桩冲切

计算并在图形上显示全部桩的冲切安全系数。

桩冲切计算时会考虑桩与竖向构件的位置关系。当冲切锥落在剪力墙上时，冲切安全系数输出为 50；当桩与相邻竖向构件形成小于 1 的冲垮比时，冲切计算会考虑冲垮比的影响，冲切锥会冲到竖向构件边；当冲切锥内无竖向构件并且不与竖向构件形成冲垮比时，按 45°冲切锥进行冲切计算；当冲切锥内有竖向构件并且竖向构件轮廓均在冲切锥内，桩反力较大导致隔离体冲切力向上时，会输出正确的桩冲切计算结果。

5、底板冲剪

自动给出在平面图上地基梁围成的矩形房间对筏板冲剪计算，屏幕显示筏板冲切和受剪承载力验算结果。依据规范是《建筑地基基础设计规范》第 8.4.12 条。Rp、Rv 表示底板抗冲切、抗剪承载力，Fl、Vs 表示底板冲切力、剪力设计值。



底板冲剪显示效果

以下内筒冲剪、单柱冲剪、柱墩冲板、单墙冲剪、短肢墙冲切 $L/b \leq 8$ 、多柱冲切、长肢墙冲切 $L/b > 8$ 、单桩冲切、单块底板冲剪是由用户选择某个基础构件，软件给出该构件的详细计算书。

6、内筒冲剪

在平面图上点取内筒外轮廓，给出内筒冲剪计算书。计算原理参见《建筑地基基础设计》第 8.4.8 条和第 8.4.10 条要求。需要指出，冲切力=上部轴力-桩土反力。桩土反力的值，来自计算结果。对于桩筏基础，如果内筒冲切锥与周边桩形成小于 1 的冲垮比，在冲切计算时会考虑冲切系数的影响。

```

*-----*
*                yjk-F 内筒冲切、剪切计算书                *
*-----*

荷载效应基本组合时，内筒所受的轴力设计值和地基反力：
*-----*
组合号      轴力设计值      地基反力(桩+土)      总冲切力
(23)          510128.5          355151.0          154977.4
(24)          530278.4          369087.0          161191.5

冲切验算：
*-----*
Comb        (24)
F1          161191.5
um          76.0
h0          2700
β hp        0.90
Ft          1.43
η           1.25
RS          0.92
验算结果    不满足

剪切验算：
*-----*
截面号      Comb      Us      β hs      Ft      bw      h0      RS      验算结果
No.1        (43)      283.2    0.80      1.43    1.0    2700    7.61    满足
No.2        (48)      1496.9   0.80      1.43    1.0    2700    1.44    满足
No.3        (41)      255.8    0.80      1.43    1.0    2700    8.42    满足
No.4        (46)      1290.7   0.80      1.43    1.0    2700    1.67    满足
    
```

内筒冲剪计算书

7、单柱冲切

指定某一根柱，给出对应的冲切验算计算书。依据规范是《建筑地基基础设计规范》第 8.4.7 条，并根据《混凝土结构设计规范》附录 F 的原理，将单向受弯验算公式扩充为双向受弯。计算书包括 4 部分内容：(1)基本信息：输出柱的类型（中柱、边柱、角柱），柱编号等信息；(2)几何信息：输出冲切临界截面的几何坐标、冲切锥与筏板底板交线的几何坐标等；(3)荷载信息：输出各基本组合下的上部荷载、桩土反力；(4)验算结果：输出冲切临界面上每个角点上的剪切应力验算结果。

```

*-----*
*                yjk-F 单柱冲板计算书                *
*-----*

一、基本说明
冲切类型      中柱冲板
构件编号      2-19
冲切锥形成方法 先凸包后偏移(参照屏幕简图)
是否考虑不平衡弯矩 考虑

二、几何信息
冲切临界截面重心a的坐标：
Xg = 19324
Yg = 10796

冲切临界截面的主方向，按tan(2θ)=2Ixy/(Iy-Ix)计算：
θ x = 0度
θ y = 90度

等效矩形柱的边长(用于计算βs)：
hc = 500
hc = 500

等效矩形临界截面的边长(用于计算不平衡弯矩分配系数αsx和αsy)：
c1 = 950
c2 = 950

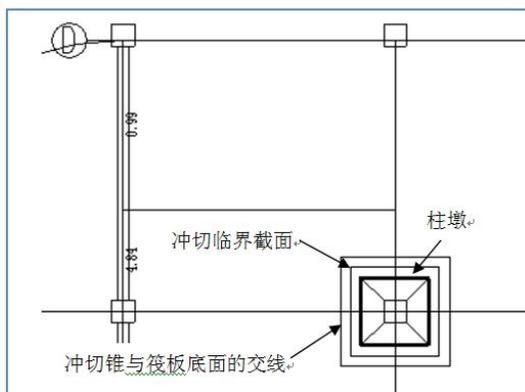
三、荷载信息
组合号      F1      Hnub,x      Hnub,y
( 3)      2357.2      0.0      0.0
( 4)      2305.1      0.0      0.0
( 5)      1454.7      0.0      0.0

四、验算结果
POINT  Comb      F1      Hnub,x      Hnub,y      um      h0      αsx      αsy      c00x      c00y      Isx      Isy      βs      βhp      Ft      RS      验算结果
1      ( 3)      2357.2      0.0      0.0      3800      450      0.40      0.40      -475      -475      0.26      0.26      2.00      1.00      1.43      0.73      不满足
2      ( 3)      2357.2      0.0      0.0      3800      450      0.40      0.40      -475      475      0.26      0.26      2.00      1.00      1.43      0.73      不满足
3      ( 3)      2357.2      0.0      0.0      3800      450      0.40      0.40      475      475      0.26      0.26      2.00      1.00      1.43      0.73      不满足
4      ( 3)      2357.2      0.0      0.0      3800      450      0.40      0.40      475      -475      0.26      0.26      2.00      1.00      1.43      0.73      不满足
    
```

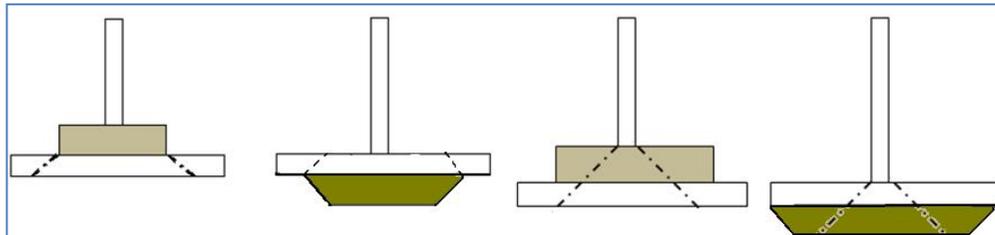
单柱冲板计算书

8、柱墩冲板

指定某一个柱墩，给出柱墩对筏板的冲切验算计算书。需要指出的是，一般对于刚性柱墩仅需做柱墩冲板验算，且上下柱墩的计算原理相同。对于下图(c)所示的柔性柱墩，“单柱冲板”冲切验算冲切锥的高度取“柱墩厚度加筏板厚度”，“柱墩冲板”冲切验算冲切锥的高度取“筏板厚度”。



柱墩冲切截面



(a)上柱墩(刚性)

(b)下柱墩(刚性)

(c)上柱墩(柔性)

(d)下柱墩(柔性)

不同类型柱墩对筏板冲切的计算模式

9、下柱墩反向冲板

输出单个下柱墩反向冲板的详细计算书和冲切锥形式。

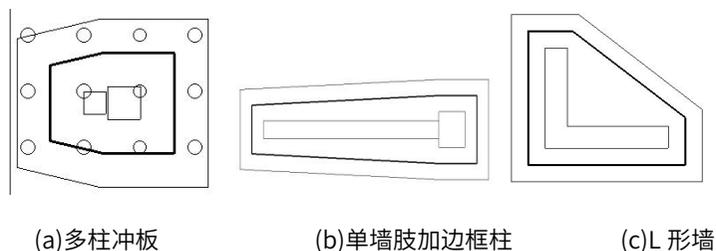
10、单墙冲切

选择单墙肢，自动生成计算书。计算方法与“单柱冲切”相同，但是不考虑不平衡弯矩的影响。

11、短肢墙冲切 $L/b \leq 8$ 、多柱冲切

交互选择多个需要在一起验算冲切的墙肢或柱，自动生成计算书。对于和墙肢相连的边框柱也可以和墙肢一起选择计算，这样软件可按边框柱和墙肢的组合截面计算冲切。

在这个菜单下，用户需根据实际情况选择墙肢和柱，程序按“先凸包后偏移”的原则形成冲切临界面。下图给出了三种常见的冲切计算模式：距离比较近的两根柱、墙肢和边框柱、L形墙。

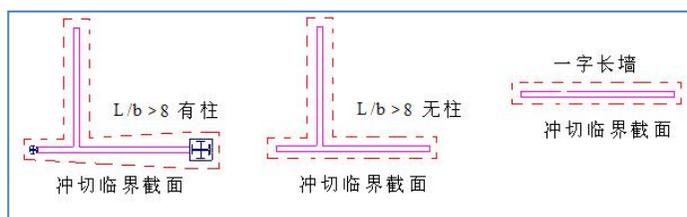


【短肢墙冲切 $L/b \leq 8$ 、多柱冲切】示意图

12、长肢墙冲切 $L/b > 8$

实际工程中常有单独的长墙肢或几个相连的长墙肢位于筏板基础上，这种情况不满足多墙冲剪的计算条件，但也可能对平板的厚度起控制作用。需要指出，规范中规定 β_s 的取值不宜大于4，在程序中对 β_s 大于4时，程序按照 β_s 的实际值也进行了计算，因此此时的计算超出规范约定范围，其结果仅供用户参考。

用户可将墙肢和与其相连的边框柱一起选择计算，这样软件可按边框柱和墙肢的组合截面计算冲切。



长肢组合墙冲切 $L/b > 8$ 冲切临界面

组合墙对筏板的冲切计算实际上是两个公式：《建筑地基基础设计规范》第8.4.7条规定和《桩基规范》5.9.7-1，对于在冲切破坏锥体内有桩的组合墙采用《桩基规范》5.9.7-1；对于在冲切破坏锥体内无桩的组合墙采用《建筑地基基础设计规范》第8.4.7

条。

13、单桩冲切

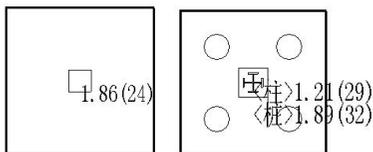
指定桩，生成单桩冲切计算书。本计算书按照规范要求，详细描述了单桩与筏板的位置关系，以及单桩对筏板冲切计算的详细过程和计算公式，便于用户进行校核。

14、单块底板冲剪

选择需要计算的地基梁围成的房间，进行房间内地基梁围成的矩形区域对于筏板的冲剪计算，给出详细的计算书。

15、独基、承台冲切

计算并在图中显示独基、承台的冲切安全系数。括号里的数是控制组合号，用户可以通过“构件信息”按钮查看详细的计算过程。



(a) 独基冲切验算结果 (b) 承台冲切验算结果

短肢墙冲切 $L/b \leq 8$ 、多柱冲切示意图

```

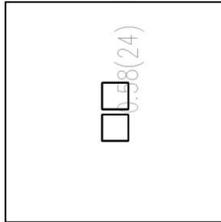
* 以下输出柱下独立基础冲切锥体各侧面的验算结果
* 依据规范：建筑地基基础设计规范GB50007-2011第8.2.8条
* 验算公式：F1 <= 0.7 * β hp * ft * an * h0
*          an = (at + ab) / 2
*          F1 = β1 * a1
* STEP:    锥面内包含的台阶数目，柱边缘截面对应总台阶数
* Direct:  冲切锥最不利一侧的连线方向(X+,X-,Y+,Y-)
* Comb:    最不利冲切力对应的组合号
* F1:      相应了作用的基本组合时作用在a1上的地基土净反力设计值(kPa)
* β hp:    受冲切承载力截面高度影响系数
* ft:      混凝土轴心抗拉强度设计值(MPa)
* an:      冲切破坏锥体一侧(*X-X+*Y-Y-)的计算长度(mm)
* h0:      冲切计算截面的有效高度(mm)
* at:      冲切破坏锥体一侧斜截面的上边长(mm)
* ab:      冲切破坏锥体一侧斜截面在基础底面积范围内的下边长(mm)
* 当45度冲切锥的底面落到独基底面之外时，不验算冲切
* 依据混凝土结构设计规范11.1.6条规定，地震组合下受冲切承载力除以0.85
* 多柱独基，按柱对筏板的冲切验算，依据地基规范GB50007-2011第8.4.7条执行
    
```

锥侧编号	STEP	Direct	Comb	F1	β hp	ft	an	h0	at	ab	R/S	验算结果
No.1	3	x+	(24)	267.2	0.99	1.27	1450	950	500	2400	4.52	满足
No.2	3	x-	(24)	268.0	0.99	1.27	1450	950	500	2400	4.52	满足
No.3	3	y+	(24)	256.9	0.99	1.27	1450	950	500	2400	4.71	满足
No.4	3	y-	(24)	278.4	0.99	1.27	1450	950	500	2400	4.35	满足
No.5	2	x+	(24)	379.3	1.00	1.27	1250	650	600	1900	1.91	满足
No.6	2	x-	(24)	380.3	1.00	1.27	1250	650	600	1900	1.90	满足
No.7	2	y+	(24)	365.6	1.00	1.27	1250	650	600	1900	1.98	满足
No.8	2	y-	(24)	394.0	1.00	1.27	1250	650	600	1900	1.83	满足
No.9	1	x+	(24)	187.5	1.00	1.27	2350	350	2000	2700	3.90	满足
No.10	1	x-	(24)	188.1	1.00	1.27	2350	350	2000	2700	3.89	满足
No.11	1	y+	(24)	179.9	1.00	1.27	2350	350	2000	2700	4.07	满足
No.12	1	y-	(24)	195.7	1.00	1.27	2350	350	2000	2700	3.74	满足

独立基础冲切计算书

二阶双柱独立基础变阶位置冲切，软件自动判断两个单柱的冲切锥体是否会合并为

一个冲切锥体。判断原则为：两柱净距是否小于 h_0 ，若小于则合并为一个单柱，若大于则仍然按两个单柱验算；当按等效单柱验算时，考虑多阶独基上阶对下阶的冲切。



```

-----
* 以下输出柱下独立基础冲切锥体各侧面的验算结果
* 依据规范：建筑地基基础设计规范GB50007-2011第8.2.8条
* 验算公式：F1 <= 0.7 * βhp * ft * am * h0
* am = (at + ab) / 2
* F1 = pj * A1
* STEP: 锥侧面包含的台阶数目，柱墙边缘截面对应总台阶数
* Direct: 冲切锥最不利一侧的法线方向(X+,X-,Y+,Y-)
* Comb: 最不利冲切对应的组合号
* F1: 相应于作用的基本组合时作用在A1上的地基土净反力设计值(kPa)
* βhp: 受冲切承载力截面高度影响系数
* ft: 混凝土轴心抗拉强度设计值(MPa)
* am: 冲切破坏锥体一侧(+X -X +Y -Y)的计算长度(mm)
* h0: 冲切验算截面的有效高度(mm)
* at: 冲切破坏锥体一侧斜截面的上边长(mm)
* ab: 冲切破坏锥体一侧斜截面在基础底面积范围内的下边长(mm)
* 当45度冲切锥的底面落到独基底面之外时，不验算冲切
* 依据混凝土结构设计规范11.1.6条规定，地震组合下受冲切承载力除以0.85
* 多柱独基，按柱对筏板的冲切验算，依据地基规范GB50007-2011第8.4.7条执行
-----

```

锥侧编号	STEP	Direct	Comb	F1	β _{hp}	f _t	a _m	h ₀	a _t	a _b	R/S	验算结果
No.1	2	x+	(24)	783.5	1.00	1.27	1350	750	600	2100	1.15	满足
No.2	2	x-	(24)	996.0	1.00	1.27	1350	750	600	2100	0.90	不满足
No.3	2	y+	(24)	1548.4	1.00	1.27	2069	750	1319	2819	0.90	不满足
No.4	2	y-	(24)	1540.6	1.00	1.27	2069	750	1319	2819	0.90	不满足
No.5	1	x+	(24)	995.7	1.00	1.27	2350	350	2000	2700	0.73	不满足
No.6	1	x-	(24)	1260.2	1.00	1.27	2350	350	2000	2700	0.58	不满足
No.7	1	y+	(24)	1127.6	1.00	1.27	2350	350	2000	2700	0.65	不满足
No.8	1	y-	(24)	1121.5	1.00	1.27	2350	350	2000	2700	0.65	不满足

二阶双柱独立基础冲切计算

16、筏板受剪

《建筑地基基础设计规范》第 8.4.9 条规定：平板式筏板除满足受冲切承载力外，尚应验算距内筒边缘或柱边缘 h_0 处筏板的受剪承载力。受剪承载力应按下列公式验算：

$$V_s \leq 0.7 \beta_{hs} f_t b_w h_0$$

式中：

V_s —— 荷载效应基本组合下，地基土净反力平均值产生的距内筒或柱边缘 h_0 处筏板单位宽度的剪力设计值；

b_w —— 筏板计算截面单位宽度；

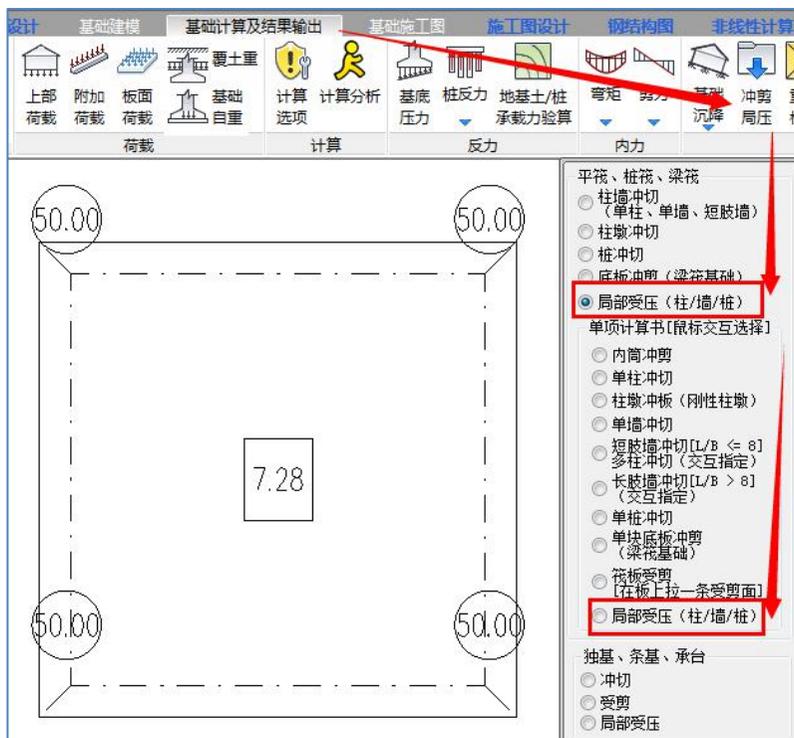
h_0 —— 距内筒或柱边缘 h_0 处筏板的截面有效高度。

用户指定筏板内的一条边，软件自动计算此边上的剪力平均值，进行剪切验算。通

过筏板有限元结果的“板剪力图”查看最大剪力位置。

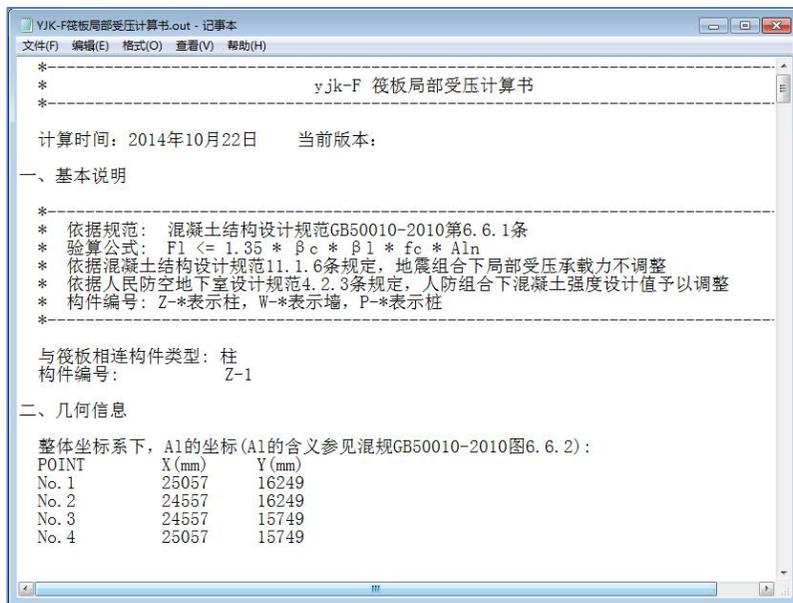
《地基基础设计规范》第 8.4.18 条提出了基础筏板进行局部承压验算的要求：梁板式筏基基础梁和平板式筏基的顶面应满足底层柱下局部承压承载力的要求。对抗震设防烈度为 9 度的高层建筑，验算柱下基础梁、筏板局部承压承载力时，应计入竖向地震作用对柱轴力的影响。

17、筏板局部压力



筏板局部承压

软件依据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.6.1 条进行相关验算。可以处理复杂的边柱墙、角柱墙情况。筏板局部承压计算书示例见下图：



筏板局部受压计算书

18、独基、承台、条基受剪

程序计算并在图中显示独基、承台、条基的受剪安全系数，并可通过构件信息查看具体受剪验算结果。

有限元计算独基、承台的剪切计算与非有限元计算独基、承台计算方法不同。

非有限元计算的简单承台受剪计算依据《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）第5.9.10 柱下独立桩基承台斜截面受剪承载力有关规定。其受剪截面规范有明确要求，软件自动选用。

桩承台通常独立布置，称之为独立桩基承台，但含地下室的结构经常出现承台与筏板连成整体的情况。

当筏板与承台连成整体时，如何验算承台受剪承载力？

v3.0.2，软件根据《桩基规范》承台受剪承载力公式和《地基规范》筏板受剪承载力公式，按相对保守方法计算。

以上方法往往导致承台厚度过大，实际工程难以实现。

v3.1.0，从两个方面改进了计算方法，解决了筏板内承台厚度过大的问题。

一是采用剪切面网格剪力平均值计算柱(墙)边缘剪力，二是考虑剪跨比，详细情况如下。

一、v3.0.2:

按下式计算： $V \leq \beta_{hs} \times 0.7 \times f_t \times 1.0 \times h_0$ ， V 为每延米剪力值。

上式来自于《桩基规范》第 5.9.10 条和《地基规范》第 8.4.10 条， $\alpha=0.7$ ， $b_0=b_w=1.0\text{m}$ 。

$$V \leq \beta_{hs} \alpha f_t b_0 h_0 \quad (5.9.10-1)$$

$$\alpha = \frac{1.75}{\lambda + 1} \quad (5.9.10-2)$$

$$\beta_{hs} = \left(\frac{800}{h_0} \right)^{1/4} \quad (5.9.10-3)$$

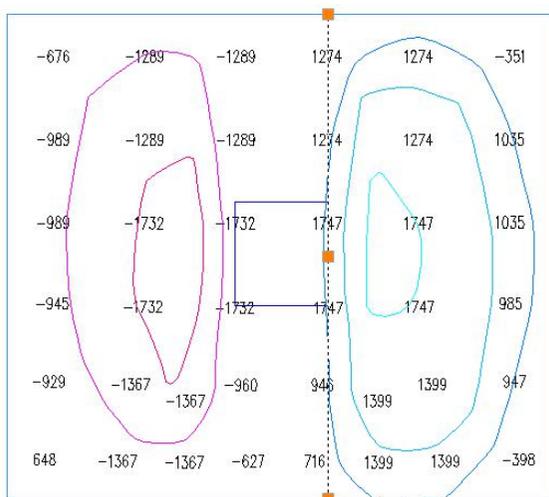
$$V_s \leq 0.7 \beta_{hs} f_t b_w h_0 \quad (8.4.10)$$

应注意 2 点：

(1) V 按单元剪力最大位置取值

下图为承台 Q_x 剪力分布图，最大剪力为 1747kN/m。

沿此单元中点作 y 向直线与承台边界相交，得到法线 x 向的受剪截面（下图虚线），采用积分法计算此截面总剪力。



(2) 不考虑剪跨比 λ 影响

可以看出，受剪截面所在位置不一定在柱(墙)边缘，因此 v3.0.2 将剪切系数 α 取为

0.7。依据为《地基规范》第 8.4.10 条。

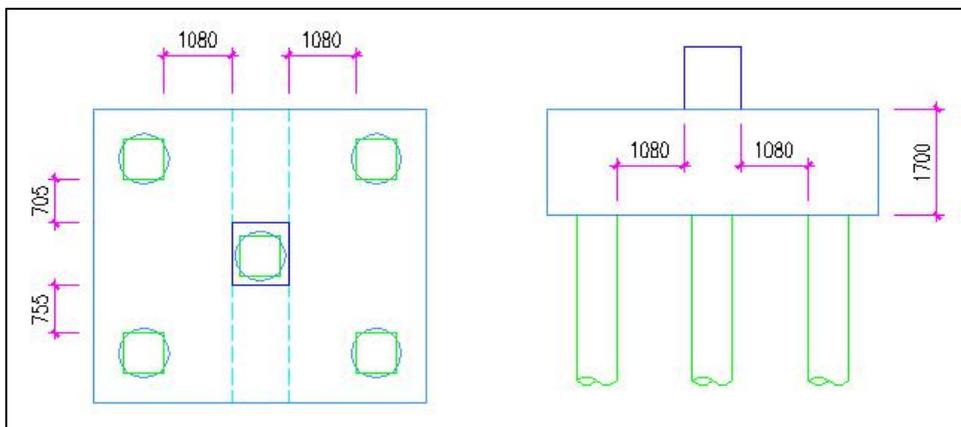
二、v3.1.0

计算公式改进为： $V \leq \beta h_s \times \alpha \times f_t \times b_0 \times h_0$ ，同《桩基规范》式 5.9.10-1。应注意 2 点。

(1) V 仍取有限元结果，其值为剪切面所经过网格的剪力平均值，但积分线的位置在柱(墙)边缘。

(2) 考虑剪跨比 λ 影响，按柱(墙)与桩相对位置计算剪切系数 α

例如，下图法线 X 向的受剪剪切， $a=1080\text{mm}$ ， $h_0=1700-110=1590\text{mm}$ ， $\lambda=0.68$ ， $\alpha=1.75/(\lambda+1)=1.04$



在后续实际受剪验算中， α 将按上述计算中的 1.04 取值。

对独立基础（无论按有限元或非有限元计算的独基）依据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）第 8.2.9 条有关规定。其受剪截面规范有明确要求，软件自动选用。

承台计算书受剪部分内容，见下图：

五、受剪验算

```

*-----*
* 以下输出承台受剪验算结果 *
* 单柱简单承台受剪，按建筑桩基技术规范(JGJ94-2008)第5.9.10条验算: *
*  $U \leq \beta_{hs} * \alpha * ft * b_0 * h_0$  *
*  $\alpha = 1.75 / (\lambda + 1)$  *
*  $\beta_{hs} = (800/h_0)^{0.25}$  *
* Comb: 设计剪力对应的组合号 *
* 其他变量意义参见相应规范条文 *
* 依据混凝土结构设计规范11.1.6条规定，地震组台下斜截面受剪承载力除以0.85 *
* 多柱复杂承台受剪，按建筑地基设计规范(GB50007-2011)第8.4.10条验算 *
*  $Us \leq 0.7 * \beta_{hs} * ft * bu * h_0$  *
* 剪力设计值Us直接取有限元计算结果，受剪面计算宽度bu取1米 *
* Type: COL-柱墙根部断面 STEP-变阶处的断面 FEA-复杂承台按每延米板带计算 *
*  $\theta_n$ : 正截面法向与x轴的夹角(度) *
*-----*

```

截面号	Type	θ_n	Comb	U(Us)	β_{hs}	α	ft	b0(bw)	h0	λ	R/S	验算结果
No.1	COL	0	(24)	1700.1	0.91	1.40	1.57	2500	1150	0.25	3.40	满足
No.2	COL	90	(24)	1699.0	0.91	1.40	1.57	2500	1150	0.25	3.41	满足
No.3	COL	180	(24)	1694.1	0.91	1.40	1.57	2500	1150	0.25	3.42	满足
No.4	COL	270	(24)	1695.2	0.91	1.40	1.57	2500	1150	0.25	3.41	满足

承台受剪计算书

独立基础计算书受剪部分内容，见下图：

五、受剪验算

```

*-----*
* 以下输出柱与基础交界处4个方向截面上的受剪验算结果 *
* 依据规范：建筑地基基础设计规范GB50007-2011第8.2.9条 *
* 验算公式： $Us \leq 0.7 * \beta_{hs} * ft * A_0$  *
*  $\beta_{hs} = (800/h_0)^{0.25}$  *
* STEP: 剪切面包含的台阶数目，柱墙边缘截面对应总台阶数 *
* Direct: 受剪截面的法线方向(X+,X-,Y+,Y-) *
* Comb: 最大剪力对应的组合号 *
* Us: 相应于作用的基本组合时，柱与基础交接处的剪力设计值(kN) *
*  $\beta_{hs}$ : 受剪切承载力截面高度影响系数 *
*  $A_0$ : 验算截面处基础的有效截面积(mm*mm) *
*  $h_0$ : 截面有效高度(mm) *
* ft: 混凝土轴心抗压强度设计值(MPa) *
* 当基础底面短边尺寸大于柱宽加两倍基础有效高度时，不验算受剪承载力 *
* 依据混凝土结构设计规范11.1.6条规定，地震组台下斜截面受剪承载力除以0.85 *
*-----*

```

截面号	STEP	Direct	Comb	Us	β_{hs}	A_0	h0	ft	R/S	验算结果
-----	------	--------	------	----	--------------	-------	----	----	-----	------

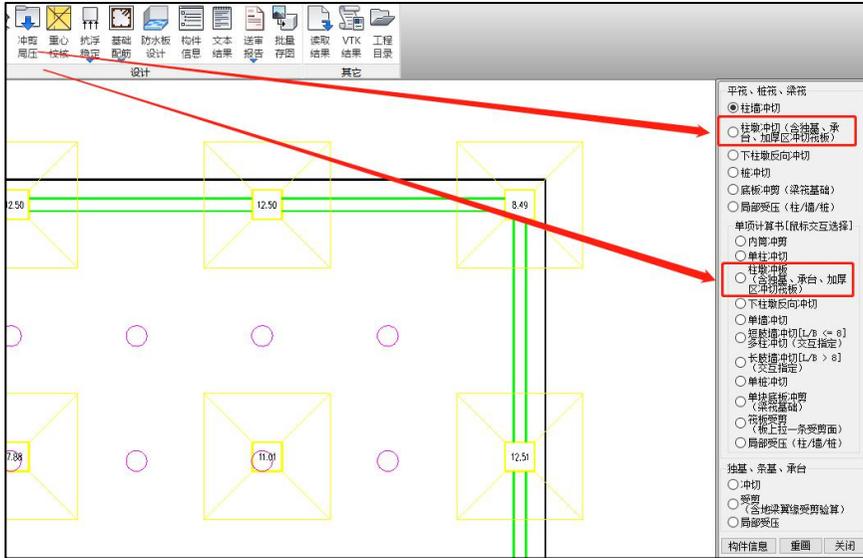
独基受剪计算书

19、独基、承台、条基局部受压

计算并在图中显示独基、承台、条基的局部受压安全系数。

20、增加筏板中独基、承台、加厚区等变厚度位置的冲切计算

增加筏板变厚度位置，包括筏板内的独立基础、筏板内的桩基承台、加厚区等冲切计算，计算原理与柱墩是一致的。查看验算结果界面见下图：



独基、承台、加厚区等变厚度位置的冲切结果查看位置

软件的计算原理如下：

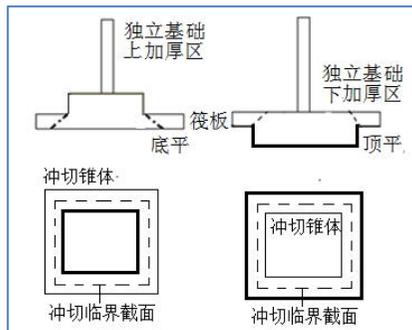
1) 平板式筏板，变厚度位置的冲切计算

根据《建筑地基基础设计规范》第 8.4.7 条规定：计算时应考虑作用在冲切临界面中重心上的不平衡弯矩产生的附加剪力，程序将公式(8.4.7-1)扩充为双向受弯公式，距柱边 $h_0/2$ 处冲切临界截面的最大剪应力应按下列公式计算：

$$\tau_{\max} = F_l / u_m h_0 + \alpha_{sx} M_{\text{unb},x} c_{ABx} / I_{sx} + \alpha_{sy} M_{\text{unb},y} c_{ABy} / I_{sy}$$

考虑变厚度多边形在筏板内部、边界和角部。

计算中的冲切临界截面对于顶平和底平基础时不一样的，如下图：



独基、承台、加厚区等变厚度位置的平板冲切示意

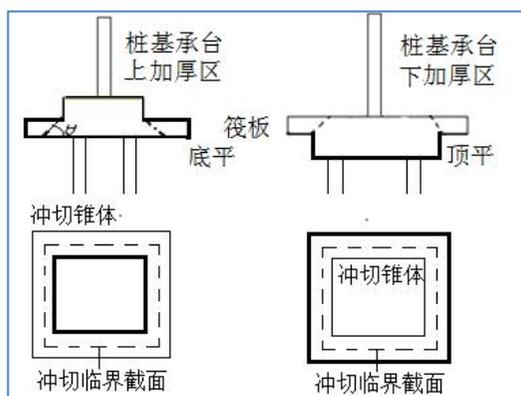
2) 桩筏基础，变厚度位置的冲切计算

根据《桩基规范》5.9.7 条规定：轴心竖向力作用下对于桩基承台受柱（墙）的冲切，可按下列规定计算：

$$F_l \leq \beta_{hp} \beta_0 f_t u_m h_0$$

冲垮比的计算考虑桩位与变厚度多边形的边界线的关系。

计算中的冲切临界截面对于顶平和底平基础时不一样的，如下图：

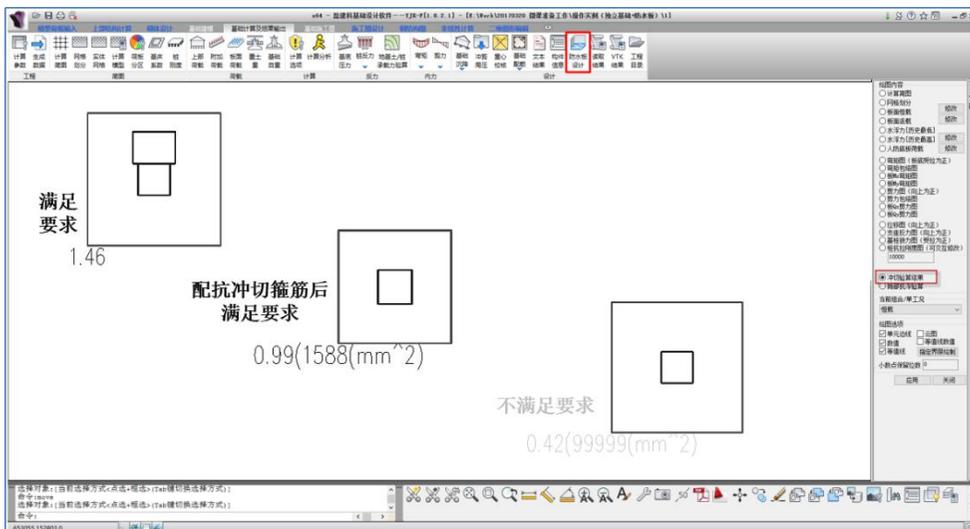


独基、承台、加厚区等变厚度位置的桩冲切示意

21、增加防水板变厚度位置冲切验算及抗冲切箍筋计算

防水板变厚度位置会进行防水板的抗冲切验算，包括独立基础、桩基承台与防水板的交界边缘，类似于筏板的柱墩冲切。点击“抗冲切验算”时程序会在图形结果中显示防水板抗冲切验算结果，再在图中点击独基或承台等，会输出该加厚区的抗冲切验算计算书，当需要配置抗冲切箍筋时，会给出箍筋计算过程。

图形结果中会输出不配抗冲切箍筋时的抗冲切验算安全系数（抗力效应比）：大于 1 时显示为白色；小于 1 时进行截面验算当小于 $0.7/1.2=0.583$ 显示为红色，表示抗冲切截面不满足；当安全系数为 $0.583\sim 1.0$ 时显示为黄色，需要配置抗冲切箍筋并按《混凝土规范》6.5.3 给出了抗冲切箍筋计算面积。如下图所示。



计算书中抗冲切箍筋的计算过程如下图所示：

```

*-----*
* 以下输出抗冲切箍筋面积计算过程
* 依据规范：混凝土结构设计规范(GB50010-2010)第6.5.1条，第6.5.3条，第6.5.4条
* 混凝土结构设计规范(GB50010-2010)附录F
* 人民防空地下室设计规范(GB50038-2005)附录D
* 验算公式：(1)  $F_{l,eq} \leq 1.2 \cdot f_t \cdot \eta \cdot u_m \cdot h_0$ 
* (2)  $F_{l,eq} \leq 0.5 \cdot f_t \cdot \eta \cdot u_m \cdot h_0 + 0.8 \cdot f_{yv} \cdot A_{svu}$  (非人防荷载控制)
* (3)  $F_{l,eq} \leq 0.5 \cdot f_{td} \cdot \eta \cdot u_m \cdot h_0 + 1.0 \cdot f_{yd} \cdot A_{svu}$  (人防荷载控制)
* 式中  $F_{l,eq}$  按GB50010-2010附录F公式(F.0.1-5)、(F.0.1-6)计算
*  $\eta$  取  $\eta_1, \eta_2$  的较小值， $\eta_1 = 0.4 + 1.2/\beta_s$ ， $\eta_2 = 0.5 + \alpha_s \cdot h_0 / (4 \cdot u_m)$ 
*  $f_{td}$  为调整后的混凝土抗拉强度设计值(MPa)
*  $f_{yd}$  为调整后的箍筋抗拉强度设计值(MPa)，不执行  $f_{yd} = 240$ MPa 的要求
* 单肢箍面积按下式计算： $A_{sv1} = A_{svu} / n$ 
* 式中  $n$  为与45度斜截面相交的箍筋肢数，中柱  $n = 4 \cdot h_0 / s$ ，边柱  $n = 3 \cdot h_0 / s$ ，角柱  $n = 2 \cdot h_0 / s$ 
* 依据混凝土结构设计规范11.1.6条规定，地震组合下受冲切承载力除以0.85
* 依据人民防空地下室设计规范4.2.3条规定，人防组合下混凝土强度设计值予以调整
*-----*
*  $F_{l,eq}$ ：等效冲切荷载设计值(kN)
*  $\beta_s$ ：局部荷载或集中反力作用面的长边与短边之比， $\beta_s$  不大于4且不小于2
*  $\alpha_s$ ：中柱取40，边柱取30，角柱取20
*  $f_{yv}$ ：箍筋强度设计值(MPa)
*  $A_{svu}$ ：抗冲切箍筋总面积(mm2)
*  $s$ ：箍筋间距(mm)
*  $n$ ：与45度斜截面相交的箍筋肢数
*  $A_{sv1}$ ：单肢箍面积(mm2)
*-----*

```

Comb	$F_{l,eq}$	β_s	α_s	η_1	η_2	η	f_{yv}	A_{svu}	s	n	A_{sv1}
(5)	2933.2	2.0	40	1.00	0.79	0.79	270	8459	200	5.0	1692

计算书中抗冲切箍筋面积计算过程

需要注意的是，独基、承台加防水板基础形式，对于顶平结构即下柱墩冲板，防水板和筏板相同，也分为普通冲切和下柱墩上反冲切。对于下柱墩冲切，“冲切验算结果”按钮下输出的是正常的内缩冲切形式，“下柱墩反向冲切结果”按钮下输出的是下柱墩

外扩反向冲切结果。

防水板下柱墩方向冲切与筏板不同的是防水板默认组合为四个，验算冲切的基本组合有两个，分别为 1.0 恒-1.2 高水、1.3 恒+1.5 活。

当参数中不勾选“防水板荷载所有组合都传递到基础”时，冲切验算只考虑 1.0 恒-1.2 高水，这时基本不会存在上反冲切验算形式，点击下柱墩反向冲切结果时，程序不会响应。

当参数中勾选“防水板荷载所有组合都传递到基础”时，冲切验算会考虑全部的 2 个基本组合。点击冲切验算结果时程序会验算 1.0 恒-1.2 高水组合，并在计算书中进行输出；点击下柱墩反向冲切结果时程序会验算 1.3 恒+1.5 活组合，并在计算书中进行输出。

下面为各种情况防水板冲切验算的技术条件：

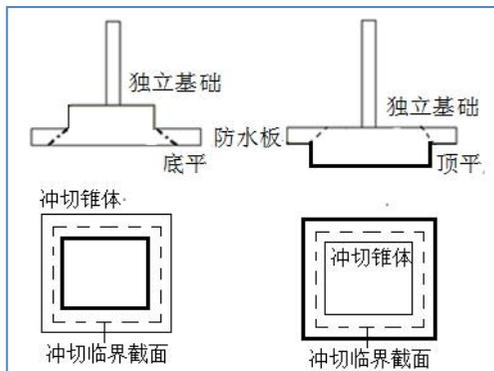
1、独立基础对防水板冲切计算

根据《建筑地基基础设计规范》第 8.4.7 条规定：计算时应考虑作用在冲切临界面中重心上的不平衡弯矩产生的附加剪力，程序将公式(8.4.7-1)扩充为双向受弯公式，距柱边 $h_0/2$ 处冲切临界截面的最大剪应力应按下列公式计算：

$$\tau_{\max} = F_l / u_m h_0 + \alpha_{sx} M_{\text{unb},x} c_{ABx} / I_{sx} + \alpha_{sy} M_{\text{unb},y} c_{ABy} / I_{sy}$$

考虑变厚度多边形在筏板内部、边界和角部。

计算中的冲切临界截面对于顶平和底平基础时不一样的，如下图：



独立基础对防水板冲切示意

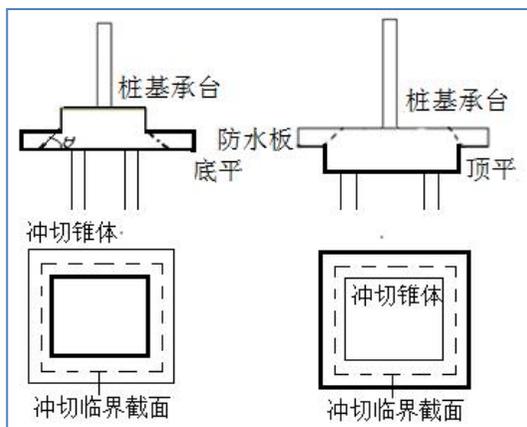
2、桩基承台对防水板冲切计算

根据《桩基规范》5.9.7 条规定：轴心竖向力作用下对于桩基承台受柱（墙）的冲切，可按下列规定计算：

$$F_l \leq \beta_{hp} \beta_0 f_t u_m h_0$$

冲跨比的计算考虑桩位与变厚度多边形的边界线的关系。

计算中的冲切临界截面对于顶平和底平基础时不一样的，如下图：



桩基承台对防水板冲切示意

3、防水板变厚度抗冲切箍筋计算原理：

防水板变厚度冲切验算安全系数小于 1.0，软件会仿照《混凝土规范》6.5.3 节：柱冲板配箍筋的计算公式进行抗冲切钢筋计算：

6.5.3 在局部荷载或集中反力作用下，当受冲切承载力不满足本规范第 6.5.1 条的要求且板厚受到限制时，可配置箍筋或弯起钢筋，并应符合本规范第 9.1.11 条的构造规定。此时，受冲切截面及受冲切承载力应符合下列要求：

1 受冲切截面

$$F_l \leq 1.2 f_t \eta u_m h_0 \quad (6.5.3-1)$$

2 配置箍筋、弯起钢筋时的受冲切承载力

$$F_l \leq (0.5 f_t + 0.25 \sigma_{pc,m}) \eta u_m h_0 + 0.8 f_{yv} A_{svu} + 0.8 f_y A_{sbu} \sin \alpha \quad (6.5.3-2)$$

第二十章 重心校核

考虑筏板输入的局部恒活荷载、自重、上部结构恒活荷载等的筏板重心。



重心校核

1、平筏重心校核

程序处理方式是计算上部荷载重心与筏板底面形心，将两者连线作为重心校核的 X 轴，截面模量对此 X 轴计算，然后验算偏心距比值 e_q ，计算结果如下：

竖向总荷载“O”位置：521095kN 坐标(31856, 10819)
底板平均反力：292kPa
形心坐标“X”位置：(32294, 13002)
偏心距比值： $e_q/(0.1W/A) = 6.14$
底边最大力：453.6kPa
底边最小力：140.0kPa

平筏中心校核

2、群桩重心

桩重心计算对比上部荷载重心与桩群承载力合力点，根据桩群承载力合力点由以下

公式计算： $\left(\frac{\sum Q_i x_i}{\sum Q_i}, \frac{\sum Q_i y_i}{\sum Q_i} \right)$ ，其中 (x_i, y_i) 为桩坐标， Q_i 为桩竖向承载力的特征值。

3、桩筏重心校核

按规范要求，桩筏基础宜尽量使桩群承载力合力点与竖向永久荷载组合的合力作用点重合，程序每块桩筏基础群桩重心如上方法，计算出桩群承载力合力点与准永久荷载

组合的上部荷载重心，但不做合理性判断。

4、桩承台重心

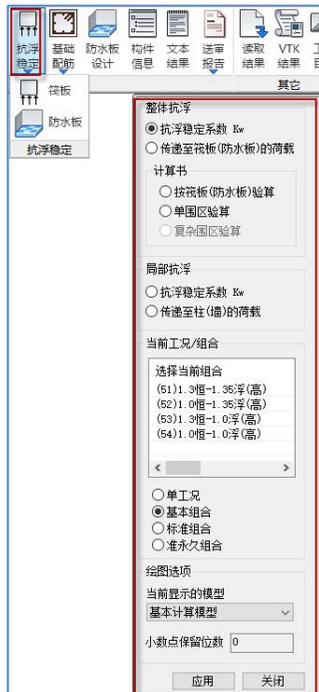
程序每个承台桩筏基础群桩重心如上方法，计算出承台内桩群承载力合力点与准永久荷载组合的上部荷载重心，但不做合理性判断。

第二十一节 抗浮稳定

根据住房和城乡建设部要求，《建筑工程抗浮技术标准》为行业标准，编号为 JGJ476-2019，自 2020 年 3 月 1 日起实施。其中，第 3.0.4 条为强制性条文，必须严格执行。

盈建科结构 BIM 基础设计软件从 2020 年新版本开始支持《抗浮标准》，在<基础计算及结果输出>模块增加了<抗浮稳定>按钮，点此按钮后，右侧面板显示相关命令。

这些命令分主要分两类：整体抗浮、局部抗浮。以下逐一介绍。

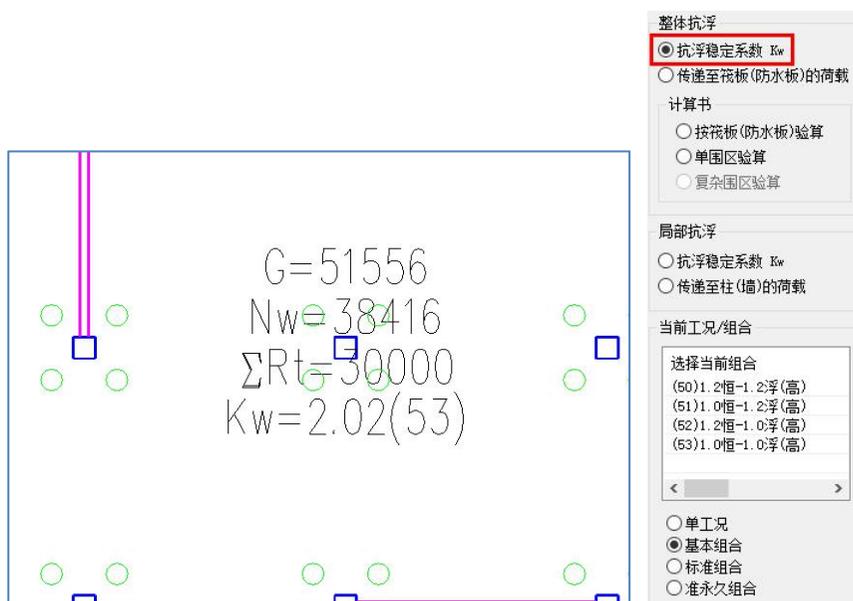


1) 整体抗浮, 抗浮稳定系数 K_w

此命令显示筏板(防水板)抗浮稳定验算结果。结果标注于筏板(防水板)中心位置。

图中各符号含义如下:

符号	单位	含义	说明
G	kN	自重及压重之和	$G=51556$, 表示自重与压重之和为 51556kN
Nw	kN	水浮力作用值	$Nw=38416$, 表示水浮力作用值为 38416kN
ΣRt	kN	抗拔桩(锚杆)抗拔承载力之和	$\Sigma Rt=30000$, 表示抗拔桩(锚杆)抗拔承载力之和为 30000kN, 不含抗拔桩(锚杆)时不输出此项
K_w	—	抗浮稳定系数	不含抗拔桩(锚杆)时, $K_w=G/Nw$; 含抗拔桩(锚杆)时, $K_w=(G+\Sigma Rt)/Nw$; 括号内数字为控制组合号, 图中(53)表示控制组合号为(53)1.0 恒-1.0 浮(高), $G=51556$ 来自 1.0 恒, $Nw=35416$ 来自 1.0 浮(高)。



2) 整体抗浮，传递至筏板(防水板)的荷载

此命令按当前工况或组合显示传递至筏板(防水板)的荷载总值。

以下图为例，当前组合为“(52)1.2 恒-1.0 浮(高)”，图中结果含义如下：

$G=61867$ ，表示自重及压重之和为 61867kN，G 由“1.2 恒”产生；

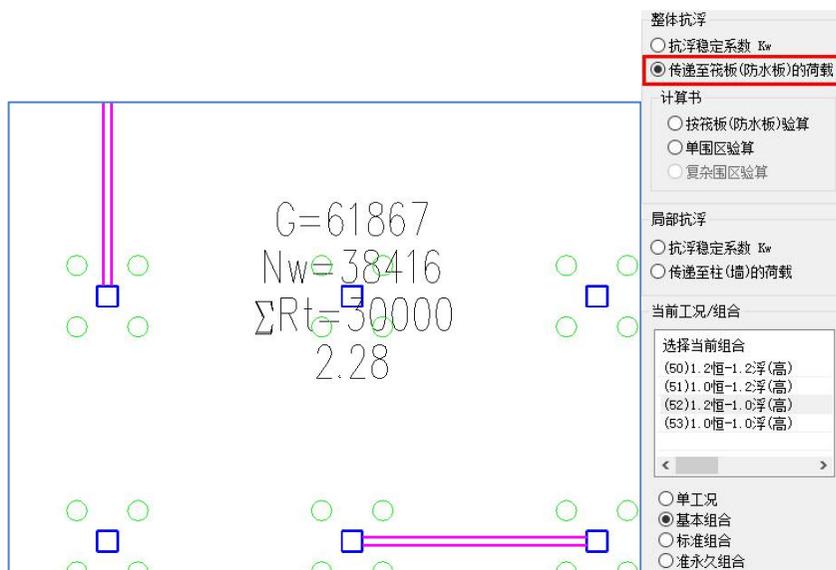
$N_w=38416$ ，表示水浮力为 38416kN， N_w 由“1.0 浮”产生；

$\Sigma Rt=30000$ ，表示抗拔桩(锚杆)抗拔承载力之和为 30000kN；

2.28，表示 $(G + \Sigma Rt) / (\gamma_0 \cdot w \cdot N_w)$ ， γ_0, w 表示抗浮设计的结构重要性系数，此例取 1.05。

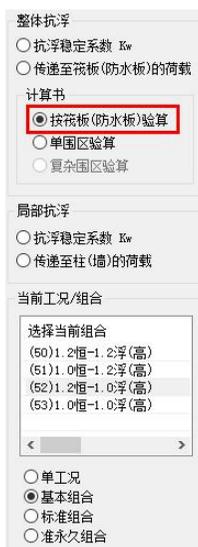
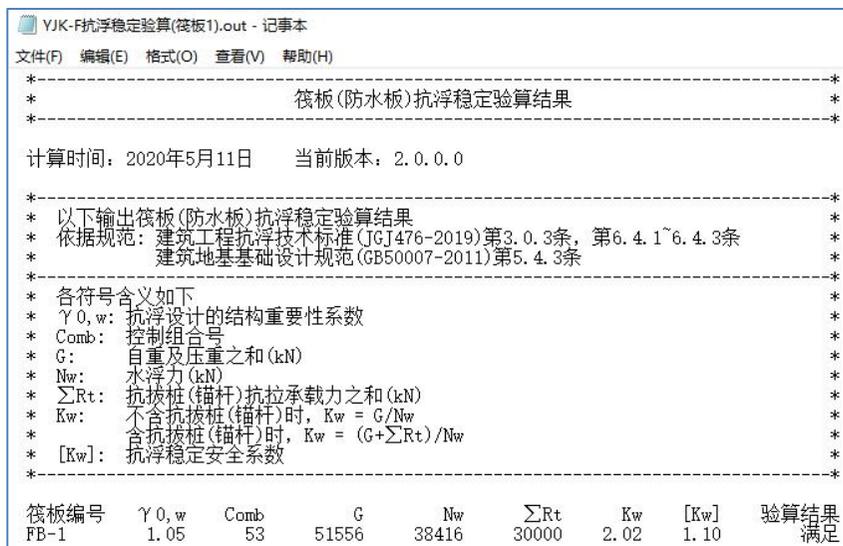
考虑到“(52)1.2 恒-1.0 浮(高)”为基本组合、且水浮力分项系数为 1.0，此值作为计算抗浮稳定系数 K_w 的依据。

如果当前组合不是基本组合、或水浮力分项系数不为 1.0，此值不作为计算抗浮稳定系数 K_w 的依据。



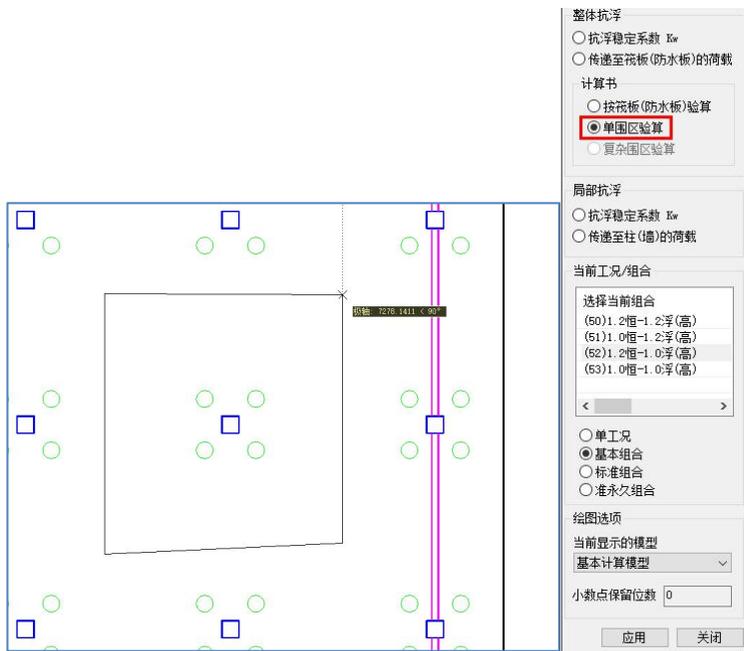
3) 整体抗浮计算书，按筏板(防水板)验算

鼠标单击需要计算的筏板(防水板)边界，弹出抗浮稳定验算计算书。



4) 整体抗浮计算书, 单围区验算

鼠标在视图窗口拉拽 1 个多边形, 弹出此区域的抗浮稳定验算计算书。



```

YJK-F抗浮稳定验算(交互围区).out - 记事本
文件(F)  编辑(E)  格式(O)  查看(V)  帮助(H)
-----*
*                                     yjk-F 抗浮稳定验算(交互围区)                                     *
*-----*
计算时间: 2020年5月11日   当前版本: 2.0.0.0
*-----*
* 以下输出筏板(防水板)抗浮稳定验算结果
* 依据规范: 建筑工程抗浮技术标准(JGJ476-2019)第3.0.3条, 第6.4.1~6.4.3条
*           建筑地基基础设计规范(GB50007-2011)第5.4.3条
*-----*
* 各符号含义如下
* Area: 多边形面积(m²m)
* γ0,w: 抗浮设计的结构重要性系数
* Comb: 控制组合号
* G:    自重及压重之和(kN)
* Nw:  水浮力(kN)
* ΣRt: 抗拔桩(锚杆)抗拉承载力之和(kN)
* Kw:  不含抗拔桩(锚杆)时, Kw = G/Nw
*     含抗拔桩(锚杆)时, Kw = (G+ΣRt)/Nw
* [Kw]: 抗浮稳定安全系数
*-----*
Area(m²m)  γ0,w  Comb  G      Nw      ΣRt     Kw      [Kw]  验算结果
39.85     1.05   53    2785   1953    1200    1.94   1.10  满足
    
```

5) 整体抗浮计算书, 复杂围区验算

鼠标在视图窗口拖拉多个多边形, 然后定义逻辑关系, 再输出复杂围区的抗浮稳定验算计算书。

此命令适用于回字形等复杂形状的分区抗浮稳定验算。

局部抗浮, 抗浮稳定系数 K_w

此命令显示柱(墙)位置的局部抗浮稳定系数 K_w 。

以下图为例，图中各数值含义如下：

$G=1680$ ，表示柱恒载为 1680kN；

$N_w=1206$ ，表示由筏板(防水板)传递给柱的水浮力为 1206kN；

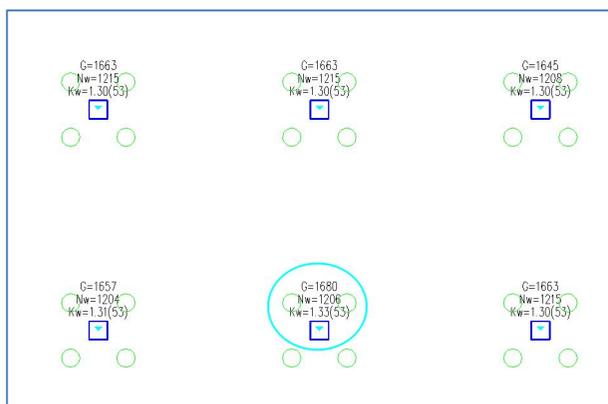
$K_w=1.33(53)$ ，表示 $G/(\gamma_{0,w} * N_w)$ ，此例抗浮设计的结构重要性系数 $\gamma_{0,w}$ 为 1.05，

括号中数字(53)为控制组合号，即：“1.0 恒-1.0 浮(高)”，说明 $G=1680$ 来自于 1.0 恒， $N_w=1206$ 来自于 1.0 浮(高)。

需要说明，局部抗浮稳定系数 K_w 不一定必须大于抗浮稳定安全系数 $[K_w]$ 。

当 $K_w < [K_w]$ 时，说明柱(墙)位置在水浮力作用下会上移，柱(墙)恒载不足以抵抗水浮力的部分，会通过筏板传递给其他位置。

防水板的计算假定为柱(墙)位置为不动支座， $K_w < [K_w]$ 说明柱(墙)位置的支座假定不成立，所以此时防水板计算结果是不可靠的。



计算墙位置的局部抗浮稳定系数 K_w 时，将墙和边框柱视为 1 个计算单元。

若两片墙共用 1 个边框柱，则计算这两片墙的 K_w 时，都会考虑这个边框柱的荷载。

以下图为例，图中各数值含义如下：

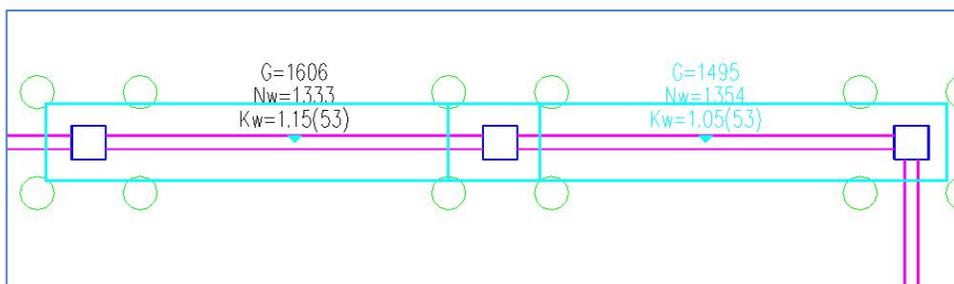
$G=1606$ ，表示墙和两侧边框柱的恒载之和为 1606kN；

$N_w=1333$ ，表示由筏板(防水板)传递给墙和两侧边框柱的水浮力为 1333kN；

$K_w=1.15(53)$ ，表示 $G/(\gamma_{0,w} \cdot N_w)$ ，此例抗浮设计的结构重要性系数 $\gamma_{0,w}$ 为 1.05，

括号中数字(53)为控制组合号，即：“1.0 恒-1.0 浮(高)”，说明 $G=1606$ 来自 1.0 恒， $N_w=1333$ 来自 1.0 浮(高)。

同理，筏板计算时，不需要必须满足 $K_w < [K_w]$ 。防水板计算时，必须满足 $K_w \leq [K_w]$ ，否则支座假定不成立。



6) 局部抗浮，传递至柱(墙)的荷载

此命令按当前工况或组合显示传递至柱(墙)的荷载。

以下图为例，当前组合为“(51)1.0 恒-1.2 浮(高)”，图中结果含义如下：

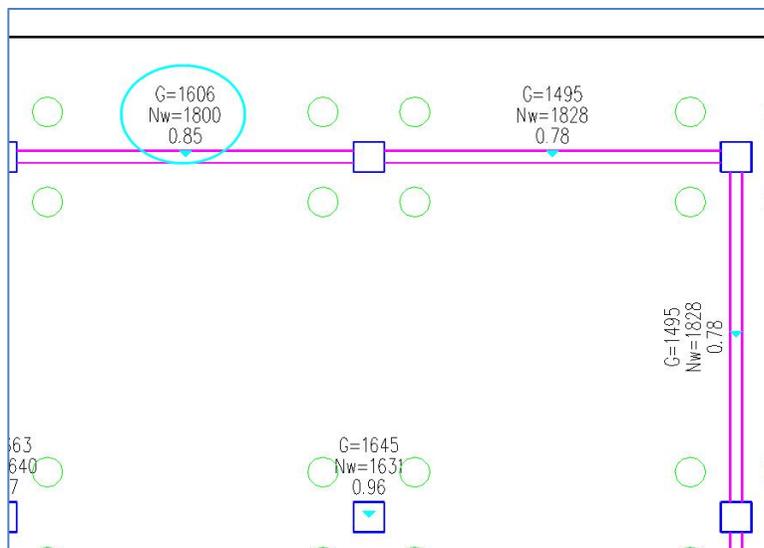
$G=1606$ ，表示柱恒载为 1606kN，来自于 1.0 恒；

$N_w=1800$ ，表示由筏板(防水板)传递给柱的水浮力为 1800，来自于 1.2 浮(高)；

0.85，表示 $G/(\gamma_{0,w} \cdot N_w)$ ， $\gamma_{0,w}$ 表示抗浮设计的结构重要性系数，此例取 1.05。

考虑到“(51)1.0 恒-1.2 浮(高)”为基本组合、且水浮力分项系数为 1.2，此值不作为计算抗浮稳定系数 K_w 的依据。

此时，即使 $G/(\gamma_{0,w} \cdot N_w) < [K_f]$ ，也不显示红色。



整体抗浮

抗浮稳定系数 K_w

传递至筏板(防水板)的荷载

计算书

按筏板(防水板)验算

单区验算

复杂区验算

局部抗浮

抗浮稳定系数 K_w

传递至柱(墙)的荷载

当前工况/组合

选择当前组合

(50) 1. 2恒-1. 2浮(高)

(51) 1. 0恒-1. 2浮(高)

(52) 1. 2恒-1. 0浮(高)

(53) 1. 0恒-1. 0浮(高)

单工况

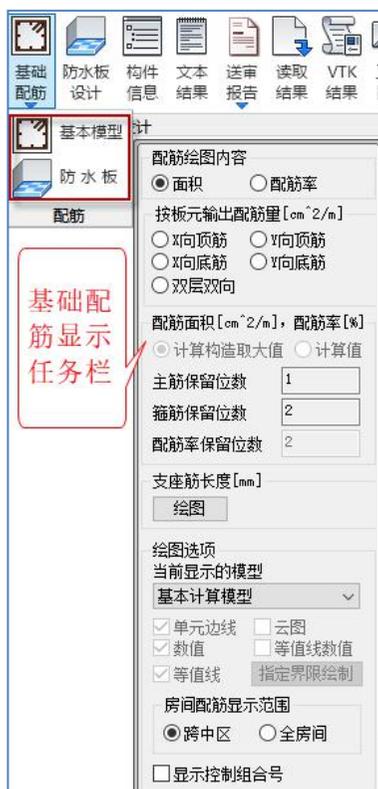
基本组合

标准组合

准永久组合

第二十二节 基础配筋

基础配筋包括基本模型和防水板模型两类，防水板基础的配筋结果可在防水板模型下查看，其他基础形式的配筋结果可在基本模型下查看。



基础配筋菜单

显示所有荷载基本组合计算的最大弯矩对应的配筋结果。配筋计算具体内容请详见技术条件。

各类形式基础显示的配筋格式不同，分别为：

地基梁：每根地基梁的纵筋、箍筋计算结果，纵筋输出上筋、下筋的左端、跨中、右端各 3 个值，格式和上部结构梁配筋格式相同；

独立基础：每个基础输出 2 个值，分别为底部的 X 向和 Y 向配筋结果，其颜色采用和独立基础相同的绿色显示；

桩基承台：每个基础输出 2 个值，分别为底部的 X 向和 Y 向配筋结果，其颜色采用和桩承台相同的橙黄色显示；严格按照规范的要求只处理柱下两桩承台的配筋方式为深梁方式（不管是否是有限元计算），而对于墙下两桩承台的配筋方式按双层双向的板式配筋方式；

拉梁：每根地基梁上纵筋、箍筋计算结果，格式和上部结构梁配筋格式相同；

灌注桩：每根灌注桩生成一个总的纵筋面积；

对于筏板基础，配给面积有两种输出方式：一种为按房间输出配筋面积；一种为按板元输出配筋面积。

按房间方式输出包括柱下、墙下、房间跨中、柱间部位的配筋，各部位显示内容如下：

(1) 柱下的筏板底部筋：输出 2 个数，表示 X、Y 两个方向的值；该钢筋是柱下筏板局部补强钢筋的设计依据，如果柱下布置了柱墩，该钢筋是柱墩下部钢筋的设计依据；

(2) 房间中部配筋：输出 4 个数，分 2 组写出，分别为 X 向的顶筋、底筋和 Y 向的顶筋、底筋，每组第 1 个数是顶筋。这 4 个数是房间范围内各个单元的最大值。

房间可由多种元素形成，首先由墙、地梁围成，在没有布置墙和地梁的位置可由网格线围成。房间中部配筋是布置筏板上下贯通钢筋的主要依据；这里的房间包括了虚线边界 1m 外的所有单元，不是跨中的配筋弯矩。

(3) 墙底钢筋：输出 1 个数，为墙下筏板底部垂直于墙方向的钢筋；是布置墙下非贯通筋的依据；

(4) 地基梁位置钢筋：地基梁配筋形式请详见第八章第五节第九款第五项的“地基梁配筋”；

(5) 网格线位置钢筋：输出 4 个数，分 2 组写出，分别为网格线方向的顶筋、底筋和垂直于网格方向的顶筋、底筋。其中垂直于网格方向的底筋是布置筏板底部局部加强筋的依据；

以上所述中的 X、Y 方向为整体坐标系下的方向，该方向可以在右侧菜单中的“配筋方向”中修改。

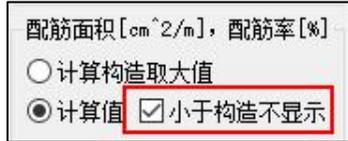
按板元方式输出显示内容包括 X 向顶筋、Y 向顶筋、X 向底筋、Y 向底筋、双层双向配筋，勾选“显示控制组合号”参数即可在各项板元配筋结果中增加控制该配筋的组合号。

防水板模型的配筋显示同筏板模型，也分为按房间显示和按板元显示两种，具体内容可参照上面的筏板配筋结果。

如模型中存在人防区域，则人防控制的底板配筋用粉色显示。

小于构造不显示：

当勾选了该选项后，程序将自动检索所有计算值，只要小于构造值的计算值，在图中均会被过滤。

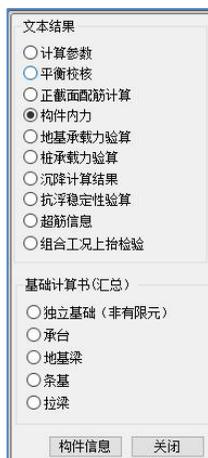


下面是一个实例，该位置的筏板构造配筋值为 7.5cm²/m，根据选择的显示参数，其绘图内容也做出了相应的改变。

计算构造取大值		7.5	14.2	16.8	
计算值		7.4	14.2	16.8	
小于构造不显示			14.2	16.8	
			15.1	17.5	

第二十三节 文本结果

文本结果输出内容包括：



计算参数：包括规范、地基承载力参数、沉降计算参数、整体式基础有限元计算参数、材料表、构件数目、荷载组合表。

平衡校验：上部总荷载与整体式基础有限元分析基础总反力的指标对比。包括恒载、活载、风荷载、地震荷载、人防荷载、平面恒载、平面活载、水浮力等。

按照用户阅读习惯，显示文本方式的各单独基础（包括独立基础、墙下条形基础、弹性地基梁基础、桩基承台基础、筏板基础、拉梁等基础）的基本信息。

正截面配筋计算：输出各个基础的配筋计算结果。

构件内力：输出各个基础构件的内力计算结果。

地基承载力验算：输出各个基础构件的地基承载力计算结果。

桩承载力验算：输出各个桩的承载力计算结果。

沉降计算结果：输出各个基础的沉降计算结果。

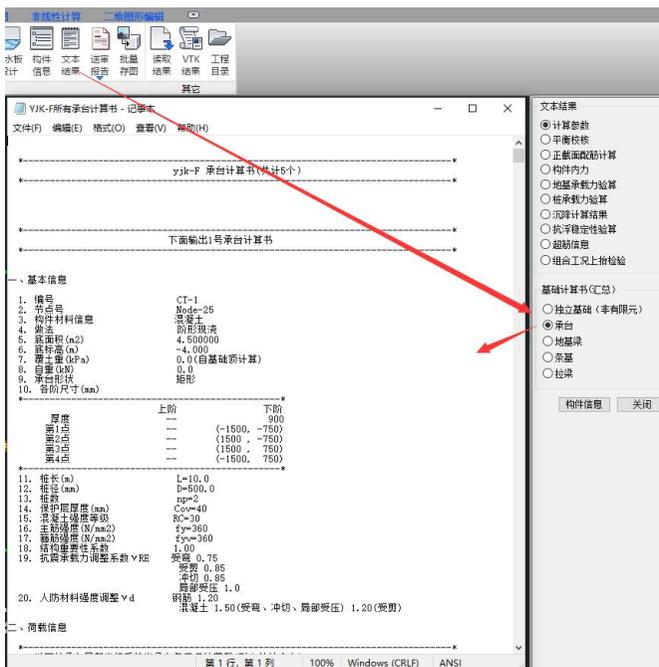
抗浮稳定性验算：输出整体抗浮验算结果。

超筋信息：输出各个构件超筋计算结果。

组合工况上抬检验：输出有局部上抬的工况组合。

承台、拉梁、地基梁、条基汇总计算书：方便用户一键式生成承台、拉梁、地基梁、条基等基础构件的计算书，【基础计算及结果输出】【文本结果】新增“基础计算书（汇

总)”功能，以承台为例示意见下图：



第二十四节 构件信息

输出各个构件的构件计算书，鼠标选择单个基础即可弹出构件信息。



拉梁信息文本（部分）



独基信息文本（部分）

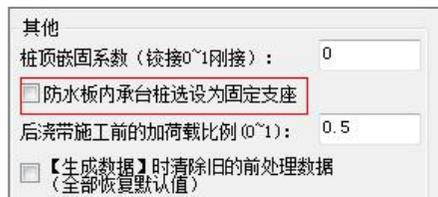
第二十五节 防水板设计

在独基加防水板、条基加防水板、桩承台加防水板基础中，防水板一般只用来抵抗水浮力，不考虑其地基承载能力，上部结构荷重全部由基础承担。作用在防水板上的荷载有：地下水浮力 q_w 、防水板自重 q_s 及其上建筑做法重量 q_a ，以及人防荷载，均为荷载效应基本组合时的设计值，即水浮力起控制作用时的荷载设计值，而不是荷载标准值。在建筑使用过程中由于地下水位变化，作用在防水板底面的地下水浮力也在不断改变，因此防水板是一种随荷载情况变化而变换支承情况的复杂板类构件。

防水板在筏板布置时定义，在筏板布置菜单下输入防水板，并一定要在筏板定义对话框中输入防水板的属性。

在基础计算时，程序对防水板自动进行二步计算：

第一步计算将柱底、墙底作为支撑防水板的不动支座，对防水板进行有限元计算和配筋计算。如果防水板内有地基梁，将地基梁作为支撑防水板的弹性支座，地基梁按照有限元交叉梁体系进行计算和配筋；防水板计算考虑独立基础、承台的厚度；防水板计算的承台桩可以通过选择项确定是否为支座；



防水板计算设置承台桩支座

第二步计算非防水板基础，如独立基础、桩承台等，此时考虑防水板传递过来的荷载。

如果用户在布置的桩承台基础之间布置了地基梁，则第二步计算时，程序仅将桩承台作为承受上部荷载的基础计算，而将桩承台之间的地基梁放在第一步和防水板共同计算，此时的地基梁既作为支撑防水板的弹性支座并和防水板共同受力，又作为筏板、承台、独立基础等有限元计算的协同构件承受上部荷载。

如果水浮力大于防水板自重+防水板上的覆土重，程序可将该部分反力施加到其它基础上，自动计算出防水板对其它基础的弯矩和剪力的增大值。

软件对防水板计算 7 种效应组合：

- (1)、标准组合 1.0 防水板恒载-水浮力标准组合系数*水浮力(最高)：用于计算水浮力对独立基础基底压力和承台桩反力的有利影响；
- (2)、标准组合 1.0 防水板恒载+1.0 防水板活载：用于防水板本身的裂缝计算；
- (3)、基本组合 1.2 防水板恒载+1.4 防水板活载-1.0*水浮力(最低)；用于计算防水板控制底筋；
- (4)、基本组合 1.35 防水板恒载+0.98 防水板活载-1.0*水浮力(最低)；用于计算防水板控制底筋；
- (5)、基本组合 1.0 防水板恒载-水浮力基本组合系数*水浮力(最高)：用于计算防水板控制顶筋；
- (6)、基本组合 1.0 防水板恒载-1.0 人防：用于计算防水板控制顶筋；
- (7)、基本组合 1.0 防水板恒载-1.0 人防-水浮力基本组合系数*水浮力(最高)：用于计算防水板控制顶筋；

其中第 (1) 的计算反力将传到支撑防水板的独基、桩承台、桩筏。

对防水板的计算结果查看要在防水板设计菜单下进行。点该菜单后，屏幕右侧出现防水板的荷载与结果内容选项菜单。这里可显示计算简图、防水板网格划分图、作用在防水板上的各种荷载（恒、活、水浮力、人防），防水板计算结果的弯矩、剪力、位移、反力，基桩拔力等，可在这里设置桩的抗拔刚度，查看桩或锚杆的抗拔计算结果。

绘图内容

- 计算简图
- 网格划分
- 板面恒载
- 板面活载
- 水浮力 [历史最低]
- 水浮力 [历史最高]
- 人防底板荷载
- 弯矩图 (板底受拉为正)
- 弯矩包络图
- 板 M_x 弯矩图
- 板 M_y 弯矩图
- 剪力图 (向上为正)
- 剪力包络图
- 板 Q_x 剪力图
- 板 Q_y 剪力图
- 位移图 (向上为正)
- 支座反力图 (向上为正)
- 基桩拔力图 (受拉为正)
- 桩抗拉刚度图 (可交互修改)

10000

- 冲切验算结果
- 下柱墩反向冲切结果
- 局部抗浮验算

当前组合/单工况

恒载

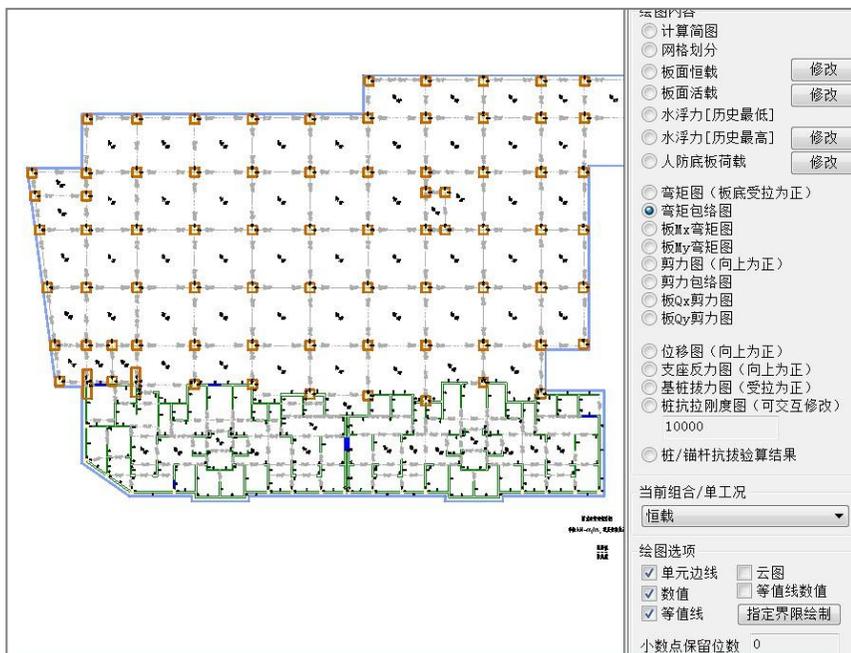
绘图选项

- 单元边线 云图
- 数值 等值线数值
- 等值线 指定界限绘制

小数点保留位数 0

应用 关闭

防水板计算菜单



防水板有限元计算的位移图

注意：防水板的配筋计算结果需要到“基础配筋”菜单下查看，在配筋菜单对话框中的“当前显示的模型”中，从基本计算模型切换到“防水板计算模型”即可

局部抗浮验算功能

在防水板分析模型中，柱、墙视为不动支座，该假定成立的前提为：由上部结构向下传递的柱、墙荷载大于由防水板向上传递的荷载。如图 1 所示，由上部结构向下传递的柱荷载为 F 、由防水板向上传递的荷载为 N_w ，柱视为不动支座的前提是：

$$F - N_w \geq 0 \quad (1)$$

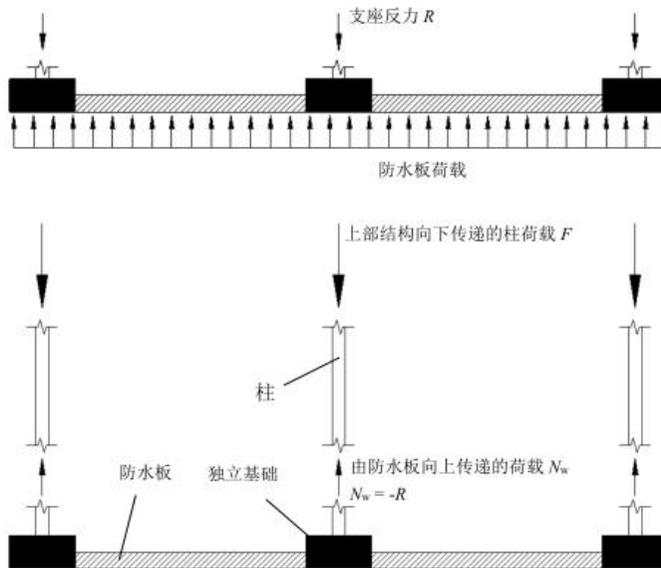


图1 防水板分析模型成立的前提条件

在“防水板设计”菜单下输出了局部抗浮验算结果，标注的数值为标准组合“1.0 恒-1.0 高水”下对应的 F 、 N_w 和 $F-N_w$ 。如果满足式 (1) 才可以用“防水板”方式建模和分析。如果不满足，改用“筏板”方式建模和分析，并在分析类型中指定为“非线性分析”。

1) 判断柱下支座是否成立，所标注的数字意义如下：

529 为由上部结构向下传递的荷载 F ，单位为 kN

2698 为由防水板向上传递的荷载 N_w ，单位为 kN

-2169 为 529 减 2698， F 不足以抵抗 N_w ，显示为红色

(1) 表示组合号

2) 判断墙下支座是否成立，所标注的数字意义如下：

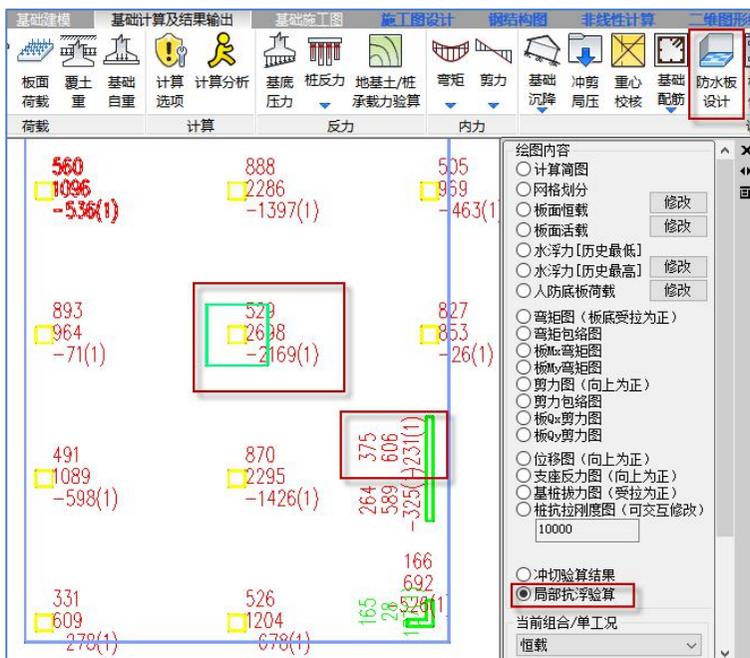
375 为由上部结构向下传递的墙荷载 F ，单位为 kN

606 为由防水板向上传递的荷载 N_w ，单位为 kN

-231 为 375 减 606， F 不足以抵抗 N_w ，显示为红色

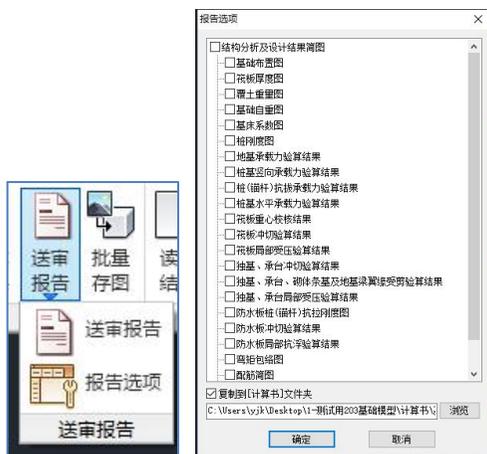
(1) 表示组合号

需要说明，墙荷载的单位为 kN，不是 kN/m。表示该墙肢的总荷载



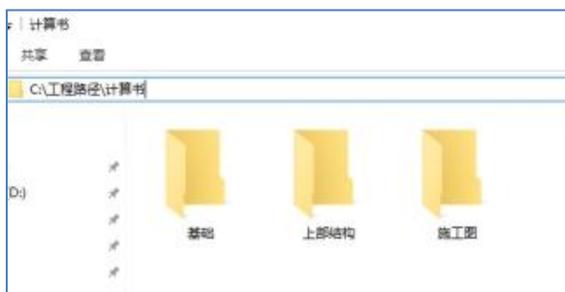
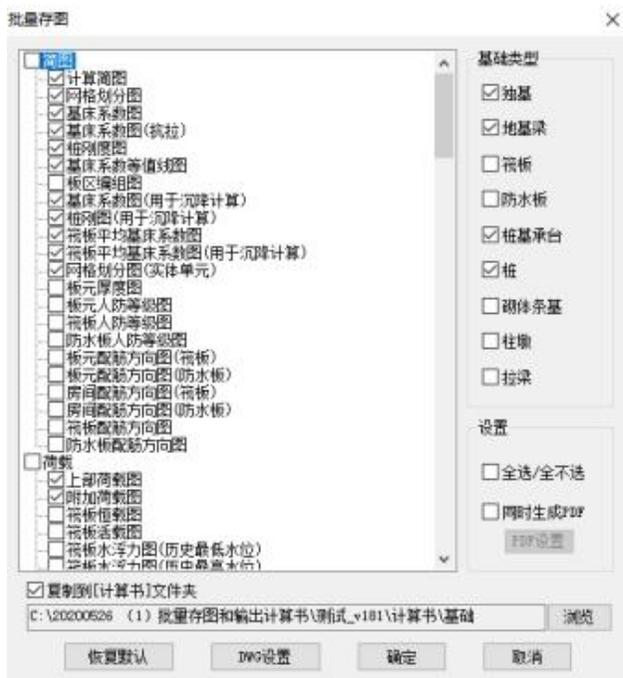
第二十六节 送审报告与批量存图

送审报告功能用于生成定制化的送审报告。报告选项可以设置需要在送审报告中添加的设计结果简图。



送审报告及报告选项

批量存图功能可将生成全部计算结果文件，以 dwg 或 pdf 的形式输出到指定的文件夹中。对于不同类型的基础，计算结果涵盖的范围有所不同。点击右侧<基础类型>，左侧列表随之更新，自动勾选需要的图纸类型。此外，批量保存的图纸，新版本会复制一份到工程目录的计算书文件夹，方便统一管理。



批量存图功能

第二十七节 绘图选项

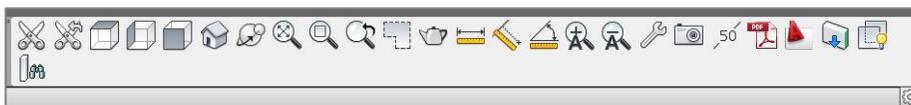
设置计算简图中显示的内容。控制显示内容可从两个方面，一个方面是控制构件的编号是否显示，另一个方面是控制不同构件的是否显示。构件显示内容分为三类，一是

上部结构，包括柱、墙、节点、网格线、轴线号；二是基础构件，包括筏板、承台、地基梁、桩、拉梁、柱墩、独立基础、墙下条基；三是有限元，包括结点、梁元、板元。

点取绘图选项菜单后，出现显示控制对话框。在显示控制对话框上还可以控制显示字符的大小。



绘图选项



	可以批量保存 YJK 图文件 (*dwy) ,批量转成 Autocad 图文件 (*dwg) ；
	可以保存当前图 YJK 文件格式 (*dwy) ， 或 Autocad 图文件格式 (*dwg) ；
	可以用户交互，根据构件编号，查询构件；
	可以单击单个基础构件，查看完整的设计信息及计算结果；
	可以设置当前视图中所要显示的内容；
	可以打开或者关闭所需要的图层。

基础计算常用菜单

第八章 基础施工图

盈建科基础设计软件可以对各种桩筏基础、独立基础、承台基础、地基梁基础、以及复杂联合基础进行施工图辅助设计。软件依据国家建筑标准设计图集 16G101《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》自动绘制施工图。同时软件提供各种功能，如剖面图、配筋表，筏板通长钢筋绘制等功能，方便用户生成传统施工图。

基础施工图软件是盈建科基础设计软件的后处理模块，需要接基础设计部分的计算结果进行配筋设计。盈建科基础设计软件的计算结果放在工程目录下的“\基础计算及结果输出”目录中、其中文件“jccad.ydb”是专门为绘制施工图而生成的。当用户绘制基础施工图时，软件会自动将“jccad.ydb”复制到施工图的工作目录中，然后使用这个文件进行施工图绘制。

各基础构件的施工图生成步骤，大体分为分组归并、自动选筋、施工图绘制、标注自动避让。这些步骤软件自动执行，用户可以通过参数控制执行过程。软件提供丰富的修改功能，方便用户进行施工图编辑。

基础施工图的工作目录为工程路径下的“\基础施工图”，基础施工图生成的施工图文件、板区分割信息文件、计算结果文件以及临时文件都将保存在这个目录中。

软件生成的施工图，在用户退出基础施工图模块时（切换盈建科主菜单、或者退出盈建科程序），会自动保存到工作目录中，文件名称为“JCPlan.dwy”和“JCPlan.ydb”，两者一一对应，前者为 YJK 图形文件，后者为数据文件。如果后者被删除或者与前者不能对应。那么用户将不能采用基础施工图模块提供的编辑功能（如钢筋统计，钢筋修改等）进行相应的编辑，但是可以用图形平台提供的功能（如删除、拷贝等命令）进行二维编辑。如果用户需要转 DWG 文件，在转换接口中弹出选择文件的对话框时，请选择“JCPlan.dwy”文件，生成的文件“JCPlan.dwg”仍然在工作目录中。

第一节 基础平法施工图

按照平面注写方式完成基础施工图。

一、基础平面布置图

当绘制基础平面布置图时，应将基础平面与基础所支撑的柱、墙一起绘制。对设置了独立基础、桩基承台连系梁的基础，也将连系梁（拉梁）绘制在基础平面图上。

当独立基础、桩承台的柱中心线或基础梁中心与建筑定位轴线不重合时，应标注其定位尺寸。编号相同且定位尺寸相同的基础，可仅选择一个进行标注。

二、独立基础

1、编号

普通独立基础——阶形：DJJ，坡形：DJP

杯口独立基础——阶形：BJJ，坡形：BJP

2、独立基础的平面注写方式

分为集中标注和原位标注两部分内容。

集中标注，系在基础平面图上集中引注：基础编号、截面竖向尺寸、配筋三项必注内容。

独立基础底板配筋的注写方式：

1) 以 B 代表各种独立基础的底板配筋。

2) X 向钢筋以 X 打头、Y 向钢筋以 Y 打头注写；当两向配筋相同时，则以 X&Y 打头注写。

原位标注，系在基础平面布置图上标注独立基础的平面尺寸。对编号相同的基础，可选择一个进行原位标注。

3、多柱独立基础

多柱独立基础（双柱或四柱等）的编号、几何尺寸和配筋的标注方法与单柱独立基础相同。

4、单梁独基与双梁独基

单梁独基、双梁独基，除了正常标注独立基础，还标注基础梁。包括梁的编号、几何尺寸和配筋，其标注方法参见地基梁部分。

三、地基梁

对于带翼缘的地基梁，平法施工图分解为基础梁和条形基础板分别进行表达。

1、编号

编号由代号加序号组成。

代号：基础梁——JL

2、基础梁的平面注写方式

基础梁的平面注写方式，分为集中标注和原位标注两部分内容。

集中标注的内容为：基础梁编号、截面尺寸、配筋三项必注内容。

原位标注的内容为：

- 1) 原位标注基础梁端或梁在柱下区域的底板全部纵筋；
- 2) 原位标注基础梁的附加箍筋或吊筋；
- 3) 原位标注基础梁外伸部位的变截面高度和尺寸；
- 4) 原位标注修正内容。

3、条形基础底板的平面注写方式

条形基础底板 TJBP、TJBJ 的平面注写方式，分集中标注和原位标注两部分内容。

集中标注的内容为：条形基础底板编号、截面竖向尺寸、配筋三项必注内容。

原位标注的内容为：

- 1) 原位标注条形基础底板的平面尺寸。对于相同编号的条形基础底板，可仅选择一个进行标注；
- 2) 原位标注集中标注中不适合某跨的修正内容。

四、梁板式筏形基础

梁板式筏形基础由基础主梁、基础次梁、基础平板等构成。对于钢筋混凝土剪力墙下的基础平板以下的规则同样适用。

1、编号

编号由代号+序号组成，代号如下：

基础主梁——JL

基础次梁——JCL

梁板筏基础平板——LPB。

2、基础主梁和基础次梁的平面注写方式

分集中标注和原位标注两部分内容，具体和基础梁相同。

3、梁板式筏形基础平板 LPB 的平面注写方式

分板底部与顶部贯通纵筋的集中标注与板底部非贯通钢筋的原位标注两部分内容。当仅设置贯通纵筋而未设置附加非贯通纵筋时，则仅做集中标注。

LPB 贯通纵筋的集中标注，应在所表达的板区双向均为第一跨（X 与 Y 双向首跨）的板上引出。

板区划分条件：板厚相同、基础平板底部与顶部贯通纵筋配置相同的区域为同一板区。

集中标注的内容：

1) 基础平板的编号。

2) 基础平板的截面尺寸。注写 $h=xxx$ 表示板厚。

3) 基础平板的底部与顶部贯通钢筋及其总长度。先注写 X 向底部（B 打头）贯通纵筋与顶部（T 打头）贯通纵筋及纵筋长度范围；再注写 Y 向底部（B 打头）贯通纵筋与顶部（T 打头）贯通纵筋及纵向长度范围。

贯通纵筋的总长度注写在括号中，注写方式为“跨数及有无外伸”。

原位标注的内容：主要表达板底部附加非贯通筋。

五、平板式筏形基础

平板式筏形基础可划分为柱下板带和跨中板带；也可以不分板带，按基础平板进行表达。

1、构件编号

由代号+序号组成。代号为：

柱下板带——ZXB

跨中板带——KZB

平板筏基础平板——BPB

2、柱下板带、跨中板带的平面注写方式

柱下板带 ZXB（视其为无箍筋的宽扁梁）、跨中板带的平面注写，分板带底部与顶

部贯通钢筋的集中标注与板带底部附加非贯通纵筋的原位标注两部分内容。

柱下板带、跨中板带的集中标注，应在第一跨（X 向为左端跨，Y 向为下端跨）引出。具体规定如下：

1) 注写编号。

2) 注写截面尺寸。注写 $b=xxxx$ 表示板带宽度（在图注中注明基础平板厚度）。确定柱下板带宽度应根据规范要求和结构实际受力需要。当柱下板带宽度确定后，跨中板带宽度亦随之确定（即相邻两平行柱下板带之间的距离）。

3) 注写底部与顶部贯通纵筋。

柱下板带与跨中板带原位标注的内容，主要为底部附加非贯通纵筋。

3、平板式筏形基础平板 BPB 的平面注写方式

BPB 的平面注写，分板底部与顶部贯通纵筋的集中标注与板底部附加非贯通纵筋的原位标注两部分内容。当仅设置底部与顶部贯通纵筋而未设置底部附加非贯通纵筋时，则仅作集中标注。

六、桩基承台

1、桩基承台编号

代号：独立承台：阶形——CT_J，坡形——CT_P；

承台梁——CTL

2、独立承台的平面注写方式

独立承台的平面注写方式，分为集中标注和原位标注两部分内容。

集中标注，系在承台平面上集中引注：独立承台编号、截面竖向尺寸、配筋三项必注内容。

原位标注，系在桩承台平面布置图上标注独立承台的平面尺寸，相同编号的独立承台，可仅选择一个进行标注，其他仅注编号。

3、承台梁的平面注写方式

承台梁的平面注写方式，分集中标注和原位标注两部分内容。

集中标注内容为：承台梁编号、截面尺寸、配筋三项必注内容。

原位标注内容为：

- 1) 承台梁的附加箍筋或吊筋；
- 2) 承台梁外伸部分的变截面高度尺寸；
- 3) 原位注写修正内容。

七、灌注桩

标注桩编号、桩箍筋及桩身纵筋。

第二节 基础钢筋选配

程序根据计算结果中的各种基础构件的钢筋计算面积自动选配钢筋。

一、独立基础

1、选筋

独立基础计算结果给出基础底板 X、Y 两个方向的配筋面积。

如果独基周围是筏板，属于筏板中的独基，则筏板的底部钢筋和顶部钢筋将穿过独基，此时图上标注的独基钢筋不包括筏板钢筋穿过的部分，仅为独基附加钢筋，也就是说独基部分的实际配筋应为标注的筏板钢筋+独基钢筋。此时用户应先布置筏板钢筋，再布置独基钢筋，软件配置的独基钢筋根据独基计算钢筋-筏板通长钢筋得出。

程序据此选筋，所选择的实配钢筋直径和间距来源于计算参数中的钢筋级配库。程序默认的钢筋级配库提供的钢筋直径范围从 10mm~32mm，钢筋间距分五个档次，100mm、150 mm、200mm、250mm、300mm。

程序根据用户设定的钢筋级配表选择适当的钢筋级配。用户通过如下图的钢筋参数设定级配表。参数包括选筋直径范围（最小直径和最大直径），钢筋间距的几个选项（中间用逗号分开），优选直径（如果是多个中间用逗号分开）。程序根据这几个参数就可列出所需的钢筋级配表。

独基钢筋最大直径(mm)	32
独基钢筋最小直径(mm)	12
独基钢筋优选直径	12, 14, 16
独基钢筋间距取值范围(mm)	100, 150, 200, 250, 300

独基参数设置

为了用户选出满意的钢筋，这里提供优选钢筋功能，用户可在这里输入一种或几种优先选择的钢筋直径。

具体选筋过程如下：

第一步：程序首先根据上面几个参数构筑两个钢筋级配表，第一个是优选级配表，第二个是一般级配表，如下所示，当用户采用默认参数生成的优选级配表：

表 6.1 优选配筋表

16@200	16@180	16@150	16@100
18@200	18@180	18@150	18@100

表 6.2 一般级配表

10@200	10@180	10@150	10@100
12@200	12@180	12@150	12@100
14@200	14@180	14@150	14@100
16@200	16@180	16@150	16@100
18@200	18@180	18@150	18@100
20@200	20@180	20@150	20@100
22@200	22@180	22@150	22@100
25@200	25@180	25@150	25@100
28@200	28@180	28@150	28@100
30@200	30@180	30@150	30@100
32@200	32@180	32@150	32@100

第二步：将两个级配表按照面积由小到大进行排序。

第三步：去除不满足规范要求的钢筋组合。规范规定钢筋最小直径为 10 mm，当钢筋选用 HPB300 时，最大直径为 22mm，HRB335、HRB400、HRB500 最大直径为 50 mm，而 CRB550 最大直径为 12 mm，最小间距 100 mm，最大间距 200 mm，不满足要求的钢筋组合将被淘汰。

第四步：用优选级配表进行独立基础板底 X 方向选筋。将优选级配表中的配筋组合，按照面积由小到大的顺序，将其与计算需要的 X 方向配筋面积进行比较，直到选出一个面积大于计算配筋面积的配筋组合。如果该组合的配筋面积比计算配筋面积大于不超过

10%。那么该组合就作为 X 方向的配筋，并不在进行第五步和第六步。如果超过 10%，或者整个优选级配表根本就没有面积大于计算面积的配筋组合，那么将进行第五步。

第五步：用一般级配表进行独立基础底板 X 方向的选筋。将一般级配表中的配筋组合，按照面积由小到大的顺序，将其与计算需要的 X 方向配筋面积进行比较，直到选出一个面积大于计算配筋面积的配筋组合。如果该组合的钢筋面积与优选级配库选出的钢筋面积范围相差不到 5%，那么还是采用优选库中选出的钢筋组合作为独立基础底板 X 方向的钢筋，否则采用一般级配表选出的钢筋组合，并不再进行第六步。如果整个一般级配表中根本就没有面积大于计算面积的配筋组合，那么程序选筋失败，说明不能采用一层钢筋配置，那么将进行第六步。

第六步：将钢筋增加一层。也就是将计算配筋面积除以配筋层数，算出一个单层配筋面积，再重新进行第四步，直到选出独立基础板底 X 方向钢筋。

第七步：选择独立基础 Y 方向板底钢筋，X 方向板顶钢筋、Y 方向板顶配筋方法同选 X 方向钢筋。

是否根据裂缝选筋	<input type="checkbox"/>
裂缝宽度限值	0.3

2、归并

出图前要对独立基础进行归并，归并后给出各基础编号。归并的条件如下：

- 1) 独基尺寸要相同，包括形式、阶数、杯口深度、平面尺寸等；
- 2) 独基所包含的柱的尺寸，柱间的相对位置、柱的根数相同；
- 3) 独立基础 X、Y 方向的配筋相差不超过归并系数。

系统默认的独基的归并系数为 0.2，用户也可以根据需要自定义。归并原则是：独基 X、Y 方向配筋面积的差别同时在归并系数范围之内的，并且也符合以上归并原则的，程序都自动归并为一组。如果用户将这个值设为 1.0，那么只要是几何条件相同的，都会归并为一组。如果设置为 0，那么只要是面积不同的，都不能够归并为一组。

独基设置	
归并系数	0.2

筏板中的承台，筏板的底部钢筋和顶部钢筋将穿过承台，此时图上标注的承台钢筋不包括筏板钢筋穿过的部分，仅为承台附加钢筋，也就是说承台部分的实际配筋应为标注的筏板钢筋+承台钢筋。此时用户应先布置筏板钢筋，再布置承台钢筋，软件配置的承台钢筋根据承台计算钢筋-筏板通长钢筋得出。

承台钢筋最大直径(mm)	32
承台钢筋最小直径(mm)	12
承台钢筋优选直径	12, 14, 16
承台钢筋间距取值范围(mm)	100, 150, 200

归并系数参数设置

2、归并

出图前要对桩基承台进行归并，归并后给出各承台编号。归并的条件如下：

- 1) 承台类型、阶数、每阶高度、桩数、平面尺寸等相同；
- 2) 承台所包含的柱的尺寸，柱间的相对位置、柱相对于承台的偏心和转角、柱的数量相同；
- 3) 承台所包含的桩的尺寸，桩间的相对位置、桩相对于承台的偏心和转角、桩的数量相同；
- 4) 承台基础 X、Y 方向的配筋相差不超过归并系数。

三、柱墩

柱墩的归并、选筋与包围在筏板中的独立基础类似。

首先筏板的底部钢筋和顶部钢筋将穿过柱墩，此时图上标注的柱墩钢筋不包括筏板钢筋穿过的部分，仅为柱墩附加钢筋，也就是说柱墩部分的实际配筋应为标注的筏板钢筋+柱墩钢筋。此时用户应先布置筏板钢筋，再布置柱墩钢筋，软件标注的柱墩钢筋根据柱墩计算钢筋-筏板通长钢筋得出。

四、地基梁

程序对地基梁给出的计算钢筋面积和上部结构计算软件的格式相同，即每根地梁从

左端到右端 8 等分生成 9 个截面，给出梁底、梁顶 9 个截面的计算配筋，包括纵筋和箍筋。



地基梁参数设置

程序对地基梁选筋过程是：

1) 基础连续梁的生成与归并

程序根据轴线信息，自动将相同轴线上的连续梁段串成一根连续梁，根据计算结果对连续梁选筋。根据连续梁的配筋结果和几何信息进行命名。

2) 梁跨划分

一个连续梁由几个梁跨组成。梁跨的划分对配筋会产生很大影响。程序将柱、墙作为连续梁的支座，对梁梁相交部分，互不为支座处理。

3) 连续梁的性质判断与命名

当整个连续梁中间没有任何支座（柱支座、墙支座），连续梁只搭放在其它连续梁之上，程序将其视为基础次梁。而相交的其它连续梁作为该次梁的支座并分跨。

连续梁采用类型前缀+序号的规则进行命名，默认的类型前缀为：JL，基础次梁为：JCL。

4) 基础施工图基础梁的归并规则

首先根据连续梁的几何条件进行归类。找出几何条件（梁跨数、每跨长度、每跨梁截面）相同的连续梁，然后比较钢筋条件，只有几何条件和钢筋（上部钢筋、下部钢筋、纵筋、箍筋、腰筋）条件完全相同的连续梁才被归为一类。

归并的过程为首先在几何条件相同的连续梁中进行自动配筋，将此实配钢筋作为比较基准；接着选择下一个几何条件相同的连续梁进行自动配筋，如果此实配钢筋与基准实配钢筋基本相同，则将两根梁归为一组。

5) 钢筋选取规则

《建筑地基基础设计规范》GB50007-2010 第 8.3.1.4 条：“条形基础梁顶部和底部纵向受力钢筋除满足计算要求外，顶部钢筋按计算配筋全部贯通，底部通长钢筋不应少于底部受力钢筋截面总面积的 1/3；”，程序按照该条执行。同时，地基梁的选筋规则和上部结构的非框架梁的选筋规则相同。可参见第三章梁施工图部分的说明，这里不再重复。

6) 带翼缘地基梁选筋规则

在基础施工图中，带翼缘的地基梁，施工图分为暗梁配筋(JL)和翼缘板配筋(TJB)。

从【基础计算及结果】中读取的地基梁顶部配筋面积，作为暗梁顶部的选筋依据；读取的翼缘板受力钢筋，作为翼缘板的受力钢筋选筋依据。

但是读取的地基梁底部配筋面积，被分为两部分，一部分作为暗梁底部选筋依据，另外一个部分作为翼缘板的分布筋选筋依据，具体分配原则如下：

假设最小配筋率为 R_o ，翼缘端部高度 h_0 ，左右翼缘宽度和 b_0 。那么：

如果地基梁配筋由计算值控制，地基梁底部计算配筋面积为 A_s mm²，则肋梁和翼缘板配筋分别为：

翼缘底板分布筋配筋： $A_{s0}=R_o \cdot h_0 \quad \text{mm}^2/\text{m}$

暗梁底部配筋： $A_{sd}=A_s \quad \text{mm}^2$

如果地基梁配筋由构造值控制，则肋梁和翼缘板配筋均为构造配筋。

五、筏板

1、程序对筏板计算钢筋的输出内容

筏板内力和配筋是以有限单元的每个单元为单位计算的，但是如果输出每个单元的配筋数据量太大，不便查看。为此程序一方面提供以等值线为特征的按照每个单元输出配筋结果的方式，另一方面提供针对用户便于查看和适应配筋方式的输出内容，这些内容是对局部范围内有限元结果的归并。

程序对筏板的计算钢筋输出以下几项内容：

1) 地基梁下、墙下

对每根地基梁下、墙下输出与梁墙垂直方向的板底钢筋；

2) 房间板块

对由地基梁、墙、柱围成的每个房间输出该房间 X、Y 方向的板底、板顶四个配筋值。

筏板内力和配筋是以有限单元的每个单元为单位计算的，但是如果输出每个单元的配筋数据量太大，不便查看。按照房间板块输出配筋清晰实用，每个房间的四个值是房间内包含的所有有限单元计算结果的四个方向的最大值。

3) 平板式筏板

对于平板式筏板，其柱之间、墙之间常没有地基梁相连，程序利用在柱之间、墙之间的网格划分房间板块，并以这样的房间板块为单元输出配筋，与普通房间同样输出该房间 X、Y 方向的板底、板顶四个配筋值。

由于平板式筏板板块较大，内部没有明确划分区域的元素，整块筏板输出一个总的计算配筋则不能反映筏板各部分之间的配筋差异。程序自动用网格划分房间可较好地表现平板式筏板配筋结果。

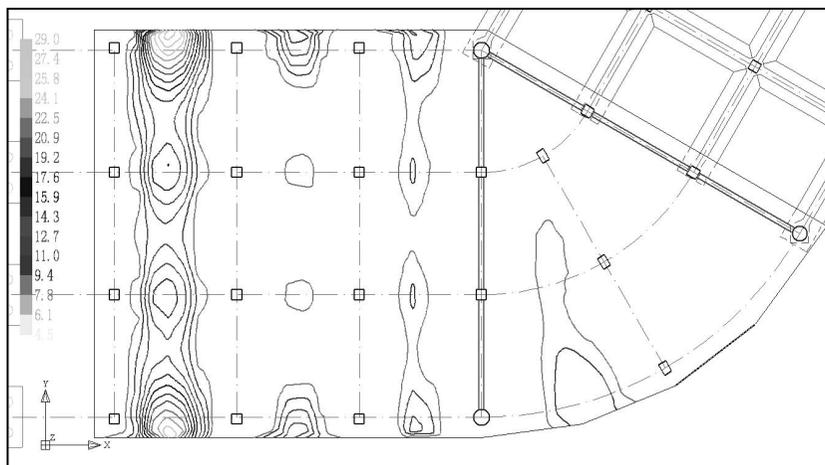
考虑到平板式筏板常需按照柱下板带、跨中板带方式实配钢筋，程序将柱之间、墙之间的网格同时作为假设的柱下板带，并给出这样的每个柱下板带方向的板底、板顶配筋。

4) 筏板配筋等值线图

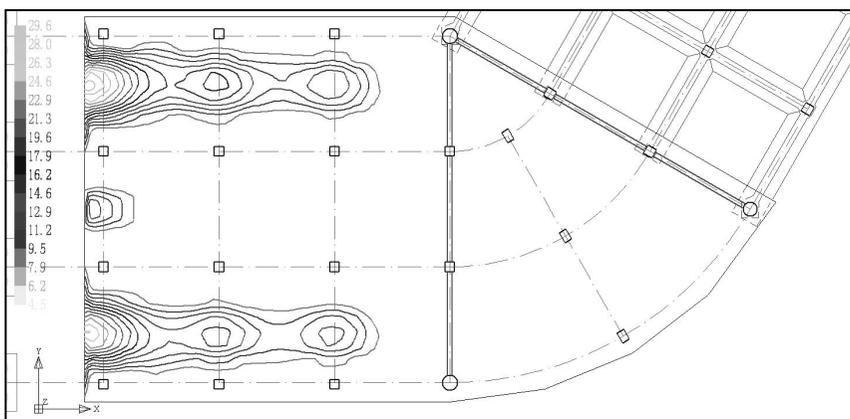
在基础配筋结果菜单中包含等值线方式输出内容，用来对筏板计算结果输出。

筏板内力和配筋是以有限单元的每个单元为单位计算的，程序将这种海量的数据结果以等值线方式输出，从而便于用户阅读查找。

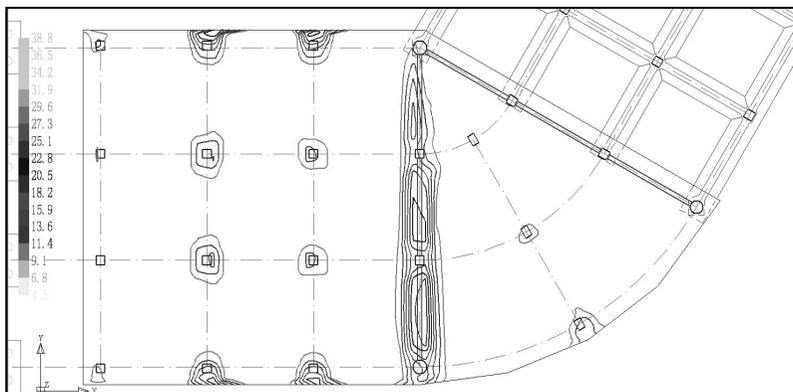
等值线分为四个部分分别显示输出：



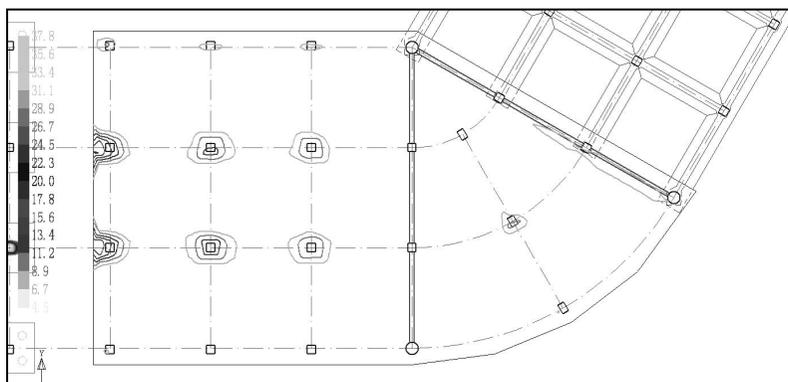
板顶 X 向配筋等值线



板顶 Y 向配筋等值线



板底 X 向配筋等值线



板底 X 向配筋等值线

使用等值线图可以给筏板配筋的分区配筋方式提供依据。在筏板平法配筋时，对于配筋不均匀的板块应按照分区配筋，首先划分板区，程序将以板区为单位进行筏板配筋。为此程序设置了板区划分菜单，由人工指定板区的划分。

在等值线图上，可以清晰地看到筏板配筋大小的分布，可以此作为板区划分的依据。

2、梁板式筏板的配筋

首先应由用户对筏板进行板区划分，程序以板区为单位进行配筋。如果用户不作板区划分，则程序按照筏板厚度对筏板自动划分板区。规范规定的板区划分条件：板厚相同、基础平板底部与顶部贯通钢筋配置相同的区域为同一板区。由于此时底部与顶部贯

通钢筋还没有进行选配，所以，用户将房间计算配筋面积大致相同的区域划分为一个板区，程序会将同一个板区的底部与顶部贯通钢筋选成一样的。板区划分直接影响筏板的配筋量，所以用户尽量将面积相差比较大的部分，划分成一个单独的板区。

梁板式筏板的自动选筋过程为：

1) 筏板顶部的贯通钢筋，分为 X、Y 两个方向。程序在筏板顶部既设置贯通钢筋，又设置附加非贯通钢筋。在同一个板区内，程序找出房间跨中 X 向或 Y 向计算钢筋的最大值，再找出整个房间（包括支座）X 向或 Y 向计算钢筋最大值，按照后者的一定比例和前者相比，取大者选择贯通钢筋。这个比例程序默认为 0.7，其含义为：软件将自动检索各个房间的板顶配筋值，其中 70%面积的板顶钢筋采用贯通配置，剩余 30%面积的顶筋采用区域补强的形式进行配筋。如果想要采用以往版本中的全部贯通形式，将该参数设置为 1 即可。

顶部X向贯通钢筋覆盖面积比例不少于	0.7
顶部Y向贯通钢筋覆盖面积比例不少于	0.7

2) 筏板底部的贯通钢筋，分为 X、Y 两个方向。程序在筏板底部既设置贯通钢筋，又设置附加非贯通钢筋。在同一个板区内，程序找出房间跨中 X 向或 Y 向计算钢筋的最大值，再找出整个房间（包括支座）X 向或 Y 向计算钢筋最大值，按照后者的一定比例和前者相比，取大者选择贯通钢筋。这个比例程序默认为 0.3。用户可以在参数对话框中进行修改，即参数“底部贯通钢筋占底部纵筋比例不少于”。注意，这个参数对配筋非常重要，直接影响整个板区的配筋量，以及补强钢筋多少。如果该参数越大，通长钢筋配得就越多，配筋量也越大，补强钢筋越少；反之，配筋量减少，补强钢筋增多。

底部贯通钢筋占底部纵筋比例不少于	0.3
------------------	-----

3) 允许两种钢筋直径通过前面两条，软件可以计算出板底、板顶的通长钢筋所需面积，然后依据该面积选择实配钢筋（具体选筋过程，参照独基选筋）。软件此时选择的实配钢筋已经满足面积要求和裂缝控制要求。但是有可能造成浪费。比如，假设计算需配筋面积为 2500mm^2 ，软件选出的钢筋为 $20@200(2\text{层})$ ，实配面积 3141mm^2 ，如果勾选允许两种钢筋直径，那么软件将选出的钢筋为 $20@200/16@200$ ，实配面积 2576mm^2 ，显然后者更为合理。

具体软件实现过程：

当按照正常选筋之后，如果选出的钢筋只有一层，如 20@200，软件首先试算 20/16@200（“隔一间一”的布筋方式，实际上是 20@400 与 16@200 隔一间一）是否满足要求，如果满足要求，即 20/16@200 作为实配钢筋；如果不满足要求，试算 20/18@200 是否满足要求，如果满足要求，即 20/18@200 作为实配钢筋。否则仍然采用 20@200 作为实配钢筋，此时，是否勾选“允许两种钢筋直径”没有区别。

如果选出的钢筋多于一层，如 20@200（2 层），那么软件试算 20@200/16@200（注意这种写法是指两层钢筋，下层为 20@200，上层为 16@200）是否满足要求，如果满足要求，即 20@200/16@200 作为实配钢筋；如果不满足要求，试算 20@200/18@200 是否满足要求，如果满足要求，即 20@200/18@200 作为实配钢筋。否则仍然采用 20@200(2 层)作为实配钢筋。

需要注意的是，第二种钢筋最多比第一种钢筋小两个档位，前面的例子中钢筋直径为 20，所以只能试算直径 16 和 18 的钢筋是否满足要求。

3、平板式筏板的配筋

对于平板式筏板用户可以选择两种配筋方式：一种是划分为柱下板带和跨中板带配筋的方式，另一种是不划分板带，按照基础平板 BPB 进行表达。选用哪种方式须由用户在计算参数中选择指定。程序默认采用 BPB 方式表达。但当本板区内有地基梁时，用户指定板带方式无效，程序只能用 BPB 方式绘制施工图。

1) 柱下板带跨中板带配筋方式

程序可以自动划分柱下板带和跨中板带，划分的方法是连接柱之间或墙之间的网格线作为柱下板带，柱下板带的宽度用户在计算参数中指定，程序隐含值为 1500mm。相邻的平行柱下板带之间就是跨中板带，跨中板带的宽度就是柱下板带之间剩余的距离。程序对每条柱下板带或跨中板带配筋，先配出底部与顶部贯通纵筋，再配置底部附加非贯通纵筋。

程序是根据柱下板带或跨中板带所包含的所有有限元单元的配筋计算结果选择钢筋的，计算结果与实配结果核对时，可以参照如上介绍的各种输出方式，特别是按房间、柱下、按照板带输出的计算结果。

2) 基础平板 BPB 配筋方式

和梁板式筏板 LPB 的配筋方式相同

六、拉梁

和地基梁的配筋方式基本相同，只是拉梁上筋和下筋均采用拉通配置。此处不在详细叙述，请参考地基梁部分。

第三节 软件操作步骤

基础施工图软件菜单如图：



基础施工图菜单

当软件切换到基础施工图模块时，只有“设置”、“参数设置”、“重新读取”、“新绘底图”、“打开旧图”能够使用，其他基础施工图大部分菜单都是灰色，不能使用，用户只能点击“重新读取”、“新绘底图”或者“打开旧图”菜单。或者在绘图之前进行参数设置。



基础施工图菜单

在主菜单前面几项是通用编辑菜单，包括设置、标注轴线、插入等，用于基础平面模板图的绘制，这里省略。这部分的操作参见第一章。



施工图通用编辑菜单

一、参数设置

基础施工图的参数如下图所示。主要包括筏板、桩承台、独立基础、地基梁，拉梁，条基梁的相关参数设置。



基础施工图中的参数设置

二、筏板板区设置

按照板区划分条件（厚度相同、基础平板底部与顶部贯通纵筋配置相同的区域划分为同一板区）对筏板进行分板区配筋，如果板区划分合理，可以极大的节省钢筋。软件提供了五个针对筏板板区的菜单项：板区显示、板区分割、板区恢复、板区设置。

板区显示：只是对当前板区绘制情况进行显示。

板区分割：用户可以通过该菜单对筏板进行板区任意分割。

撤销分割：相当于板区分割的 Undo 操作

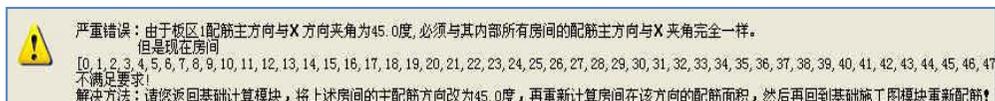
板区恢复：该功能将使筏板恢复到软件的初始板区分割情况。

程序初始板区划分原则：不是同一块筏板将分为不同的板区，不同厚度的筏板将会单独划分为一个板区。比如有两块筏板，第一块厚度完全相同，第二块有一加厚区，那么程序会将第一块筏板划分为一个板区，第二块筏板将被分割成两个板区。

板区设置：用户可以通过此菜单，对每个板区的配筋方向以及配筋方式进行设置。

1) 配筋角度设置：

板区的配筋方向必须与该板区所包含的房间计算配筋面积时的方向一致，而房间计算配筋面积时的方向是在基础计算模块中确定的。也就是说，如果用户将板区的配筋方向改为 45 度，而用户在计算配筋面积时，没有修改过房间的配筋方向，那么算出来的配筋方向就是水平方向，施工图程序就会错误的用这个配筋面积进行选筋，然后布置在 45 度的方向上。如果用户发生这样的问题，软件将会弹出如下的错误警告：



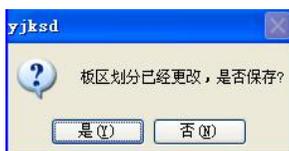
板区配筋方向错误警告

2) 配筋方式设置

筏板配筋方式有两种，一种是平板式配筋 BPB 方式，另外一种为板带式配筋，筏板将按照柱下板带，跨中板带方式配筋。用户可以按照实际工程情况选择一种配筋方式。

注意：如果用户编辑过板区，那么在点击“筏板防水板”菜单，软件将会提示用户“板区划分已经更改，是否保存？”，如果选择“否”那么软件将不保存用户对板区的

编辑，而用老的板区分割方案对筏板进行配筋，如果用户选择“是”，新的板区分割方案将被保存并生效。



板区划分保存提示

三、重新读取、绘制新图、打开旧图与底图绘制参数

重新读取为重新读取计算数据，将删除旧的施工图，删除所有之前的选筋信息，删除用户的施工图编辑信息。

点击“新绘底图”菜单，软件保留用户的对基础施工图选筋信息、编辑信息，只是重新绘制底图。

点击“打开旧图”菜单，软件保留用户对施工图的修改，根据现有的数据结果绘图。



绘图菜单

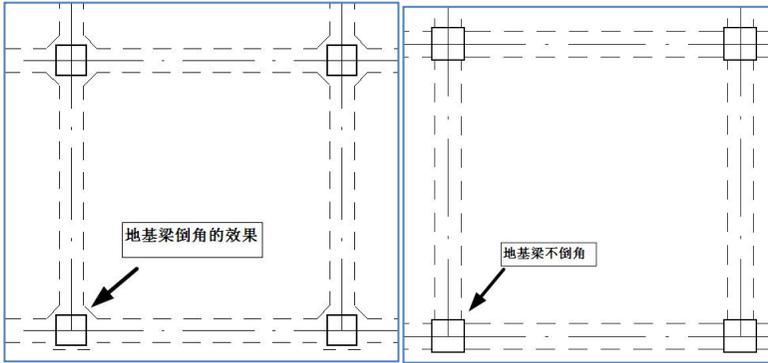
底图绘制参数如下图所示。

所有	基础总设置	筏板设置	承台设置	独基设置	地基梁、拉梁	余基板设置
	绘图参数					用户设置
	基础总设置					
	绘图比例					100
	剖面图绘图比例					30
	尺寸标注精度					5
	集中标注按多行文本输出					<input checked="" type="checkbox"/>
	标注文本行间距系数					0.85
	是否自动避让					<input checked="" type="checkbox"/>
	底图是否绘制网格线					<input checked="" type="checkbox"/>
	柱填充					<input type="checkbox"/>
	地基梁倒角					在承台和独基内部不倒角
	柱边缘至地基梁边缘距离					60
	承台的画法					详细绘制
	独基的画法					详细绘制
	地基梁的画法					四线(画翼缘)
	是否绘制桩编号					<input checked="" type="checkbox"/>
	是否导出Revit三维钢筋数据					<input type="checkbox"/>

底图绘制参数

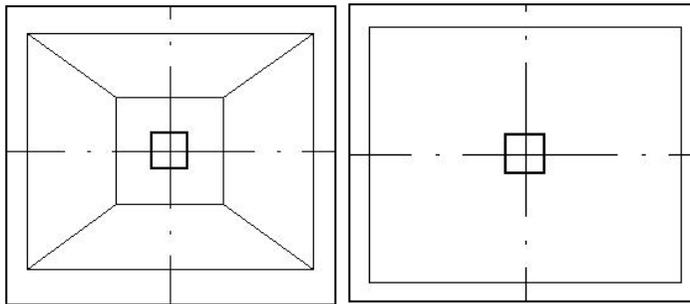
底图是否绘制网格线：勾选该参数，绘制底图时绘制网格线，否则不绘制；

地基梁倒角：共有三个选项，1，全倒角；2，不倒角；3，在承台和独基内部不倒角：



地基梁倒角效果

承台、独基的画法：两个选项 1，详细绘制；2，只绘第一阶：



(a) 独基详细绘制

(b) 独基只绘第一阶

独基画法比较

地基梁的画法：三个选项 1 单线；2 双线（不绘制翼缘）；3 四线（绘制翼缘），第 2、3 选项主要针对带翼缘梁的画法。

独基、承台、筏板的输出可接单行文本：对独基、承台、筏板的标注既可按多行文本，又可接单行文本，用户可修改参数的设置。增加参数：集中标注按多行文本输出，用户可以选择是多行文本，还是单行文本生成集中标注。

四、选筋标注

本菜单组对各种类型的基础分别进行配筋的平法标注：



基础配筋平法标注

各个构件完成平法标注之后，标注将会自动避让，是否避让用户可用通过避让开关控制，软件默认为自动避让：



避让选项

1、筏板、防水板

如果工程中有筏板或者防水板，那么在绘制底图之后，“筏板防水板”菜单将会变为可用状态，反之，是不可用状态。

本菜单的功能：以板区为单位，实现筏板的通长钢筋选取、板带补强钢筋选取，补强钢筋归并、编号。如果是板带式配筋，实现板带的划分和生成，柱下板带、跨中板带的通长钢筋，补强钢筋自动生成、归并、编号。最后绘制筏板的集中标注、原位标注。

不同位置的筏板、不同厚度的筏板、筏板加厚区自动划分为不同的板区。

点击“筏板防水板”菜单：如果用户第一次进行筏板配筋，那么软件自动对筏板进行选筋，归并。如果用户已经标注过筏板，那么软件将提示：



筏板重选钢筋提示

如果选择“是”，软件将重新选择钢筋，删除以前用户对筏板施工图的编辑。如果选择“否”，不再重新选筋归并，只是重新绘图。

注意：如果用户从来没有编辑过板区。那么在这个功能中，软件自动划分板区。划分的原则是，不同的筏板将划分为单独的板区，加厚区也将划分为单独的板区。

筏板设置	
梁板式筏板代号	LPB
平板式筏板代号	BPB
筏板加厚区的配筋方式	<input checked="" type="radio"/> 按照独立板区配筋 <input type="radio"/> 作为主板的补强筋
非贯通纵筋是否归并	<input checked="" type="checkbox"/>
非贯通纵筋标注方式	<input checked="" type="radio"/> 完全按平法 <input type="radio"/> 全部详细标注 <input type="radio"/> 只标注编号
非贯通纵筋画法	<input checked="" type="radio"/> 完全按平法 <input type="radio"/> 45度弯钩 <input type="radio"/> 90度弯钩
非贯通纵筋归并系数	0.2
非贯通纵筋支座两边长度相差多少时取相同(mm)	200
非贯通纵筋布置范围的表达方式	<input checked="" type="radio"/> 完全按平法输出跨数 <input type="radio"/> 输出跨数并且绘制范围 <input type="radio"/> 绘制范围
非贯通纵筋按跨归并	<input checked="" type="checkbox"/>
底部贯通钢筋占底部纵筋比例不少于	0.3
顶部X向贯通钢筋覆盖面积比例不少于	0.7
顶部Y向贯通钢筋覆盖面积比例不少于	0.7
区域补强钢筋按集中标注绘制	<input type="checkbox"/>
超2米厚板中层双向钢筋网	B12@200
底部非贯通纵筋长度占净跨比例	0.333
底部非贯通钢筋与通筋相差不超两个等级	<input checked="" type="checkbox"/>
在筏板边缘的柱下板带宽度(mm)	1500
柱下板带宽度占整跨宽度的比例	0.2
在筏板边时底部非贯通钢筋的长度a0(mm)	900
柱下板: 非贯通钢筋绘制时, 偏离轴线(mm)	-100
跨中板: 非贯通钢筋绘制时, 偏离轴线(mm)	-100
X向(或柱下板带)下部贯通筋放大系数	1
Y向(或跨中板带)下部贯通筋放大系数	1
X向(或柱下板带)上部贯通筋放大系数	1
Y向(或跨中板带)上部贯通筋放大系数	1
补强钢筋放大系数	1
允许两种钢筋直径	<input checked="" type="checkbox"/>
筏板钢筋最大直径(mm)	28
筏板钢筋最小直径(mm)	12
筏板钢筋优选直径	20,22,25
筏板钢筋间距取值范围(mm)	200,250,300
是否根据裂缝选筋	<input type="checkbox"/>
板顶裂缝宽度限值	0.3
板底裂缝宽度限值	0.3

筏板施工图的控制参数

梁板式筏板代号: 图集《16G101-3》规定, 梁板式筏板代号为 LPB。没有特殊要求, 用户不用修改。施工图中体现在梁板式筏板的集中标注中。

平板式筏板代号: 同上, 图集规定为 BPB。

非贯通纵筋是否归并: 默认值是选中该参数, 表示软件对非贯通钢筋自动进行归并; 如果不选中该参数, 表示非贯通钢筋不进行归并。

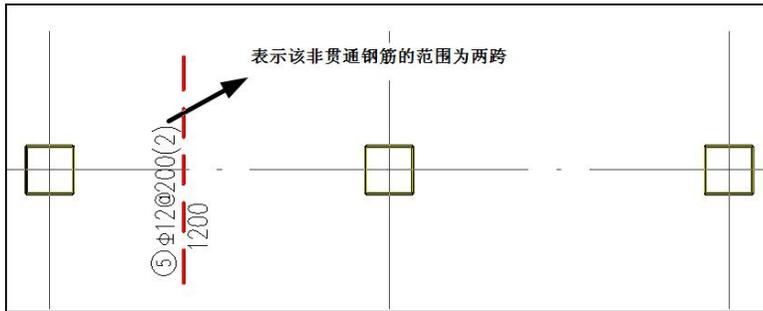
非贯通纵筋归并系数: 默认值为 0.2, 表示非贯通钢筋面积相差 20%以内, 长度相差在 20%以内的, 归并为一组。如果该参数为 1.0, 表示整个筏板就一种非贯通筋; 如果该参数为 0, 表示只有完全相同的(包括选筋相同, 长度相同)的非贯通钢筋才归并为一组。

非贯通纵筋支座两边长度相差多少时取相同: 默认值 200mm, 表示当非贯通钢筋支座两边长度相差在 200mm 以内时, 两边长度取相等(两者大值)。

非贯通纵筋布置范围的表达方式：有三个可选项：1)完全按平法输出跨数；2)输出跨数并且绘制范围；3)绘制范围。

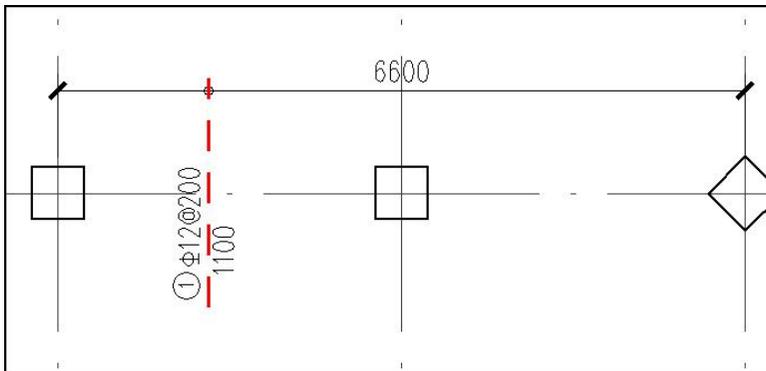
以一根布置范围为两跨的非贯通钢筋为例。

第一选项：完全按照平法表达跨数,如下图：



完全按平法输出跨数

第三选项：绘制范围：



补强钢筋的绘制范围

第二选项：输出跨数并且绘制范围，在绘制范围的基础上，同时文字写明跨数。

底部贯通钢筋占底部纵筋比例不少于：程序默认值为 0.3，用户根据实际情况修改，具体对施工图的影响，参考前面的筏板配筋章节。

顶部 X 向贯通钢筋占底部纵筋比例不少于：程序默认值为 0.7，用户根据实际情况修改，具体对施工图的影响，参考前面的筏板配筋章节。

顶部 Y 向贯通钢筋占底部纵筋比例不少于：程序默认值为 0.7，用户根据实际情况修改，具体对施工图的影响，参考前面的筏板配筋章节。

底部非贯通纵筋长度占净跨的比例：该参数控制补强钢筋在网格两边的长度。分别为网格两边房间净跨乘以本系数，即为补强钢筋的长度。

在筏板边缘的柱下板带宽度：由于筏板边缘没有房间，所以软件不能够按照房间跨度的比例取柱下板带宽度，只能根据这个参数定柱下板带的宽度。

柱下板带宽度占整跨宽度比例：软件根据本参数决定柱下板带的宽度。分别取网格两边房间跨度乘本系数，作为柱下板带宽度。

在筏板边时底部非贯通钢筋的长度 a_0 ：由于筏板边缘没有房间，所以不能够确定补强钢筋长度，软件取本参数作为筏板边的底部非贯通钢筋长度。

柱下板：非贯通钢筋绘制时偏离轴线：用于控制非贯通钢筋的位置，一般情况下用户可以不做修改。

跨中板：非贯通钢筋绘制时偏离轴线：同上。

X向（或柱下板带）下部贯通钢筋放大系数：通过筏板选筋原则，如果确定X向下部通长钢筋的面积为 A_s ，那么将 A_s 按照本系数放大之后，再进行选筋。其他几个放大系数参数含义相同。

允许两种钢筋直径：本参数控制筏板选择通长钢筋时，可以采用两种直径钢筋。具体参考筏板选筋中的允许两种钢筋直径章节。

筏板钢筋最大直径、筏板钢筋最小直径、优选直径、间距范围：这几个参数一起构成筏板的选筋级配表。级配表生成方法参考独立基础选筋相关章节。

是否根据裂缝选筋：勾选本参数之后，筏板在选筋时，将试算是否满足裂缝要求，如果不满足裂缝要求的，将重新选择钢筋，直到满足为止。

板顶、板底裂缝宽度限值：筏板裂缝控制时，裂缝宽度不能够超过本参数值。

2、承台

承台分为独立承台和筏板或者防水板中的承台。

如果工程中只有独立承台的情况，在绘制底图之后，平法标注中的“承台”菜单将会变为可用状态，反正，是不可用状态。

如果存在筏板或者防水板中的承台，在绘制底图之后，首先得进行筏板配筋之后，平法标注中的“承台”菜单才会变为可用状态，否则是不可用状态。

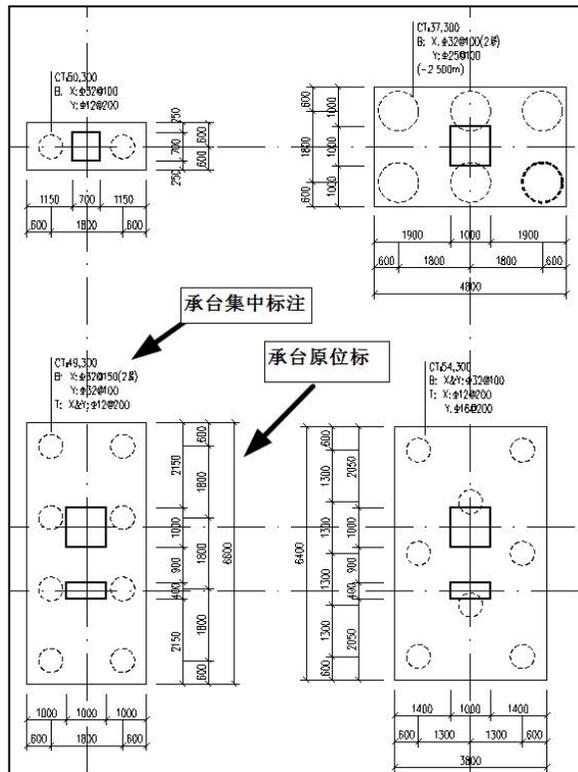
本菜单的功能：对承台进行归并、编号、选筋，并进行承台的集中标注，原位标注。

点击“承台”菜单：如果用户第一次进行承台标注，那么软件自动对承台进行平法标注。如果用户已经标注过筏板，那么软件将提示：



承台重选钢筋提示

如果选择“是”，软件将重新选择钢筋，删除以前用户对承台施工图的编辑。如果选择“否”，不再重新选筋归并，只是重新绘图。



承台施工图标注

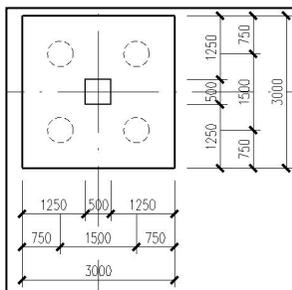


承台施工图的控制参数

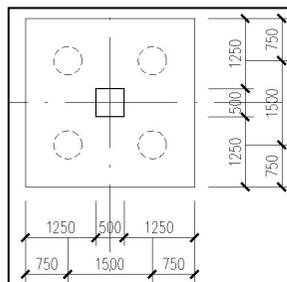
归并时是否考虑柱偏心：承台在归并时，是否考虑上部柱偏心的影响。

归并系数：承台在归并时，如果几何条件相同的承台，面积相差在归并系数范围内的将归并为一组，统一编号。

原位标注时是否标注总尺寸：共有三个选项，1 详细尺寸标注超过三次，标注总尺寸、2 标注总尺寸、3 不标注总尺寸。



(a) 标注总尺寸

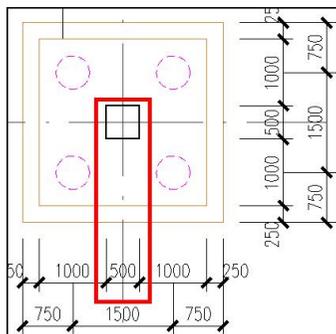


(b) 不标注总尺寸

原位标注时是否标注总尺寸

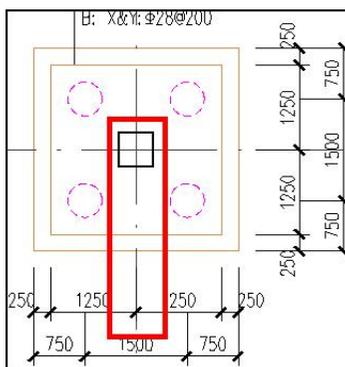
原位标注时，柱的定位方式：有三种定位方式

1) 柱边线定位：



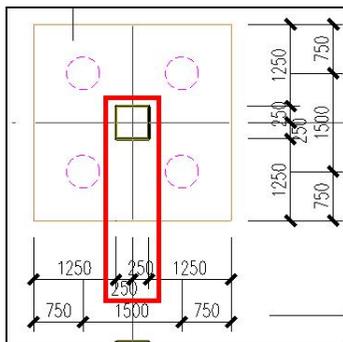
柱边线定位

2) 轴线定位



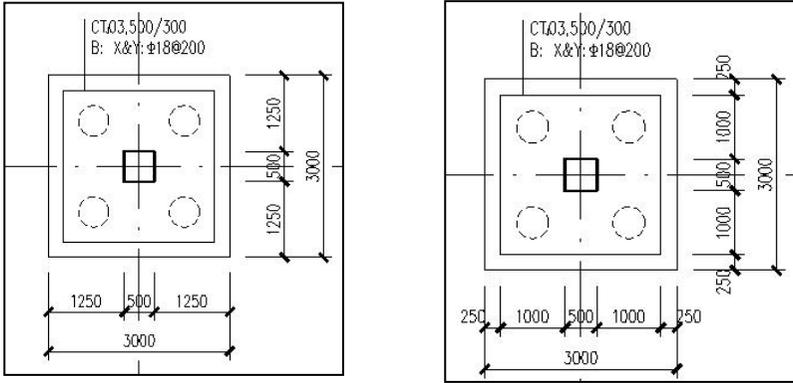
轴线定位

3) 柱边线和轴线定位



柱边线和轴线定位

原位标注时，只标注第一阶尺寸：控制承台第二阶是否标注，勾选为不标注，不勾选标注第二阶承台：

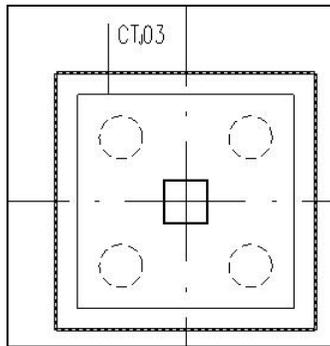


不勾选该选项

勾选该选项

原位标注

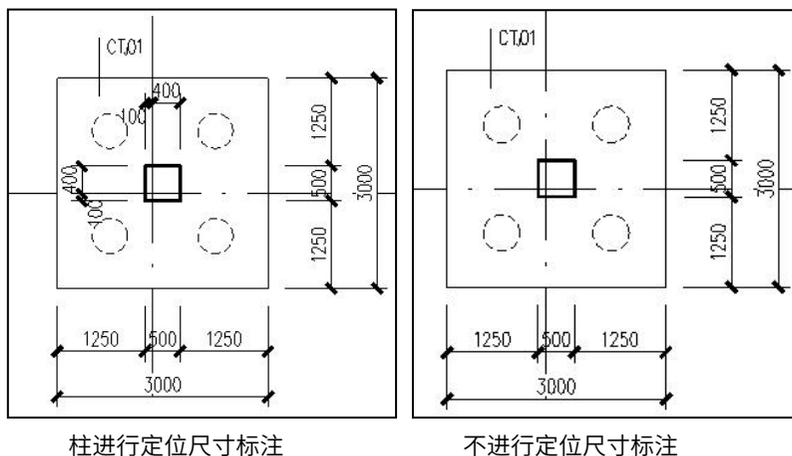
集中标注只显示编号：集中标注不标注钢筋等信息，只标注承台编号：



集中标注

所有承台都进行尺寸标注：勾选本参数，所有的承台都进行尺寸标注（原位标注），否则相同编号的承台只选择一个承台进行尺寸标注。

偏心柱是否进行尺寸标注：勾选本参数，当承台基础的柱中心线与建筑轴线不重合时，标注其定位尺寸，不勾选本参数，不标注定位尺寸：



阶型承台代号、坡型承台代号：图集《16G101-3》规定为 CTJ、CTP，*J*、*P*，表示在绘制施工图时，将 J，P 写为下标。

X 向下筋放大系数：通过承台选筋原则，如果确定 X 向下部通长钢筋的面积为 A_s ，那么将 A_s 按照本系数放大之后，再进行选筋。其他几个放大系数参数含义相同。

删除上部钢筋：勾选本参数，所有承台将不选择上部钢筋。反之，有限元计算的复杂承台，有可能出现上部钢筋。规范公式计算的简单承台不会出现上部钢筋

承台钢筋最大直径、承台钢筋最小直径、优选直径、间距范围：这几个参数一起构成承台的选筋级配表。级配表生成方法参考独立基础选筋相关章节。

是否根据裂缝选筋：勾选本参数之后，承台在选筋时，将试算是否满足裂缝要求，如果不满足裂缝要求的，将重新选择钢筋，直到满足为止。

裂缝宽度限值：承台裂缝控制时，裂缝宽度不能够超过本参数值。

注意：如果承台位于筏板之中，则筏板的顶部和底部通长钢筋将穿过承台，此处标注的承台钢筋仅为承台的局部补强钢筋，也就是说，承台处的实际配筋为筏板通长钢筋+承台的局部补强钢筋。标注的承台局部补强钢筋是根据承台钢筋计算结果-筏板通长钢筋实配结果得出的。要求用户先运行筏板配筋菜单，再运行承台配筋菜单。

3、独基

独基分为独立基础和筏板或者防水板中的独基。

如果工程中只有独立基础的情况，在绘制底图之后，平法标注中的“独基”菜单将会变为可用状态，反之，是不可用状态。

如果存在筏板或者防水板中的独基，在绘制底图之后，首先得进行筏板配筋之后，平法标注中的“独基”菜单才会变为可用状态，否则是不可用状态。

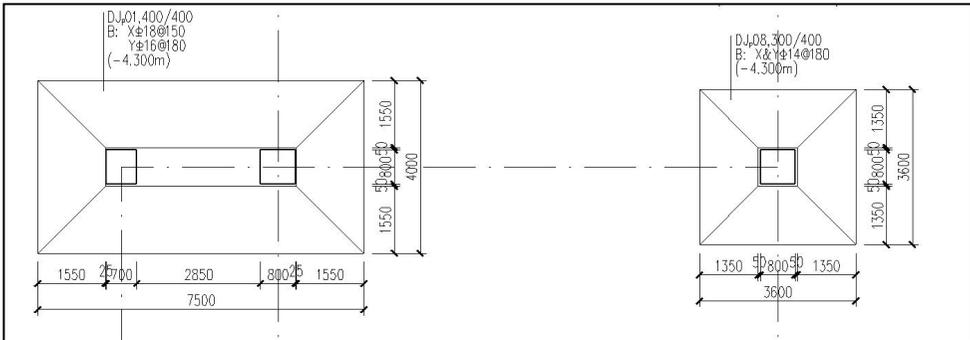
本菜单的功能：对独基、独基梁进行归并、编号、选筋，并进行独基、独基梁的集中标注，原位标注。

点击“独基”菜单：如果用户第一次进行独基标注，那么软件自动对独基进行平法标注。如果用户已经标注过独基，那么软件将提示：

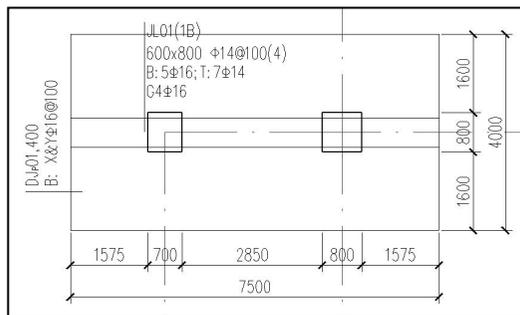


独基重选钢筋提示

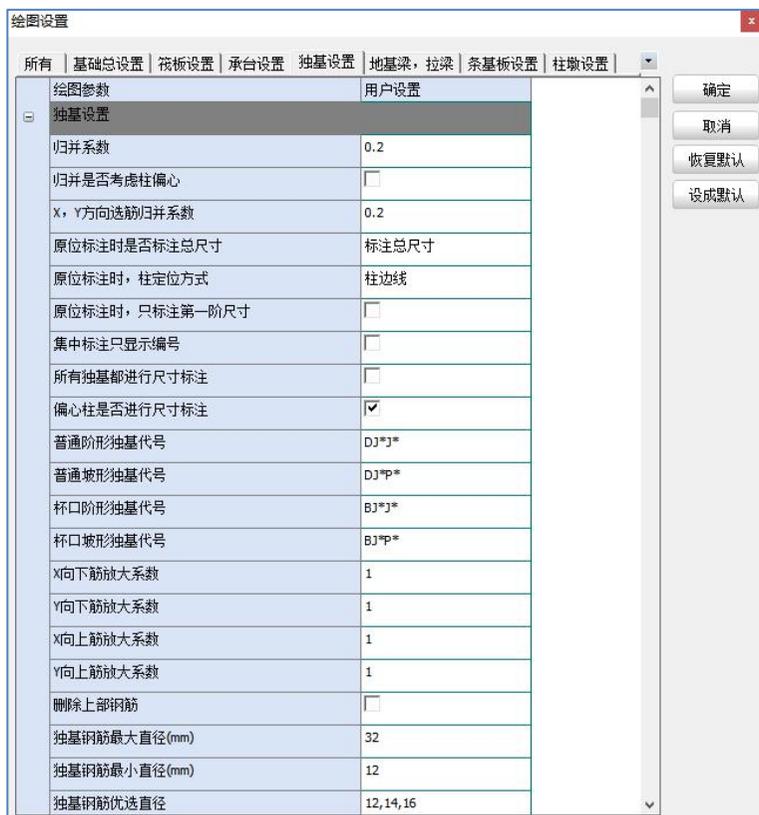
如果选择“是”，软件将重新选择钢筋，删除以前用户对独基施工图的编辑。如果选择“否”，不再重新选筋归并，只是重新绘图。



独基施工图标注



双柱独基施工图标注



独基施工图的控制参数

参数解释参考承台的控制参数。

注意：如果独基位于筏板之中，则筏板的顶部和底部通长钢筋将穿过独基，此处标注的独基钢筋仅为独基的局部补强钢筋，也就是说，独基处的实际配筋为筏板通长钢筋+独基的局部补强钢筋。标注的独基局部补强钢筋是根据独基钢筋计算结果-筏板通长钢筋实配结果得出的。要求用户先运行筏板配筋菜单，再运行独基配筋菜单。

4、地基梁

如果工程中有地基梁，那么在绘制底图之后，平法标注中的“地基梁”菜单将会变为可用状态，反正，是不可用状态。

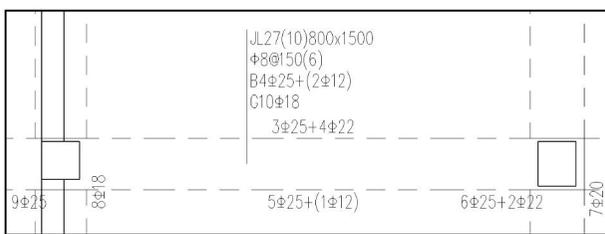
本菜单的功能：对地基梁进行连续梁生成、次梁主梁判断、连续梁分跨、连续梁的归并、编号和选筋，并进行独基梁的集中标注，原位标注。

点击“地基梁”菜单：如果用户第一次进行地基梁标注，那么软件自动对地基梁进行平法标注。如果用户已经标注过独基，那么软件将提示：



地基梁重选钢筋提示

如果选择“是”，软件将重新选择钢筋，删除以前用户对地基梁施工图的编辑。如果选择“否”，不再重新选筋归并，只是重新绘图。



地基梁施工图标注

绘图设置	
所有	基础总设置 筏板设置 承台设置 独基设置 地基梁, 拉梁 条基板设置 柱墩设置
绘图参数	用户设置
[-] 地基梁, 拉梁	
归并系数	0.2
地基梁代号	JL
拉梁代号	JLL
地基梁是否选筋	<input checked="" type="checkbox"/>
下筋放大系数	1
上筋放大系数	1
主筋选筋库	16, 18, 20, 22, 25, 28, 32
上筋优选直径	25
下筋优选直径	20
至少两根通长上筋	所有梁
选主筋允许两种直径	是
箍筋选筋库	6, 8, 10, 12, 14, 16
12mm以上箍筋等级	不变
架立筋直径	按混规9.2.6计算
最小腰筋直径	12
地基梁是否根据裂缝选筋	<input type="checkbox"/>
裂缝宽度限值	0.3

地基梁施工图的控制参数

地基梁是否选筋: 控制地基梁肋梁是否进行选筋，默认勾选进行选筋。

至少两根通长上筋：地基梁选择钢筋时，上部至少选择两根通长钢筋。

选主筋允许两种直径：选择上部纵向钢筋，或者下部纵向钢筋时，程序可以选择两种钢筋直径。

12mm 以上箍筋等级：当梁选择的实配箍筋直径大于 12mm 时，钢筋等级不再采用原来的钢筋等级，而是替换为本参数设置的钢筋等级。

架立筋直径：可以采用混规 9.2.6 程序计算，也可以用户在此参数中指定。

最小腰筋直径：程序选择腰筋时，可以选择的最小直径。

其他参数不再做说明，请参考前面的承台参数说明。

5、拉梁

参考地基梁的标注说明。

拉梁标注实例：



拉梁施工图标注

6、柱墩

柱墩配筋必须在筏板配筋之后，筏板未配筋时，“柱墩”为不可用状态，只有在筏板配筋之后，“柱墩”菜单才会变为可用状态。

柱墩集中标注的钢筋只是筏板底部钢筋的一种补强筋，因为筏板底部和顶部配置的通长钢筋也必须布置在柱墩处。软件标注的柱墩钢筋是根据柱墩计算钢筋-筏板通长钢筋得出。筏板通长钢筋在遇到上柱墩时，钢筋必须贯通；遇到下柱墩时虽然截断，但是在柱墩底部必须布置相同的钢筋。

软件标注的柱墩钢筋只是柱墩底部的分布钢筋，柱墩配筋时采用的是筏板的配筋级配表（由筏板的选筋参数生成，详细参考筏板的参数说明）。

五、编辑

用户在绘制底图，生成施工图之后，进行施工图的编辑，软件提供了以下编辑类菜单项：



施工图编辑菜单

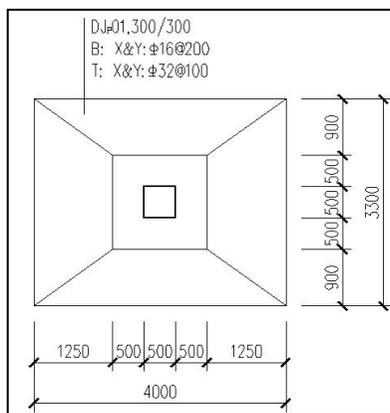
在用户生成底图，生成基础施工图之前，编辑类菜单不可用。

1、修改钢筋

本功能可以对筏板、独基、承台、地基梁、拉梁、独基梁等各基础构件的集中标注或原位标注钢筋进行修改。

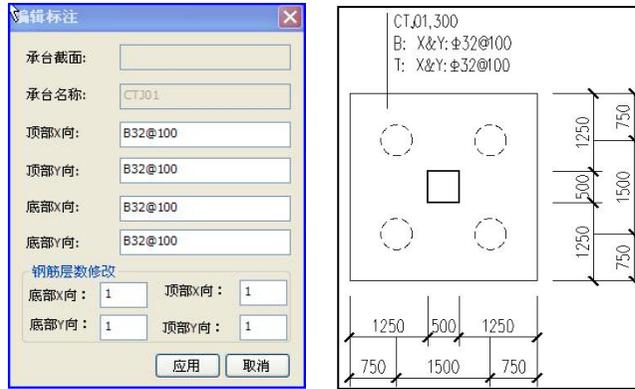
用户通过鼠标点取相应的构件或集中标注或原位标注（如筏板的补强钢筋就属于原位标注），软件自动识别用户选取的对象，并弹出相应对话框，用户修改钢筋之后，点击“应用”按钮，软件就会自动修改钢筋。

1) 修改独立基础的配筋



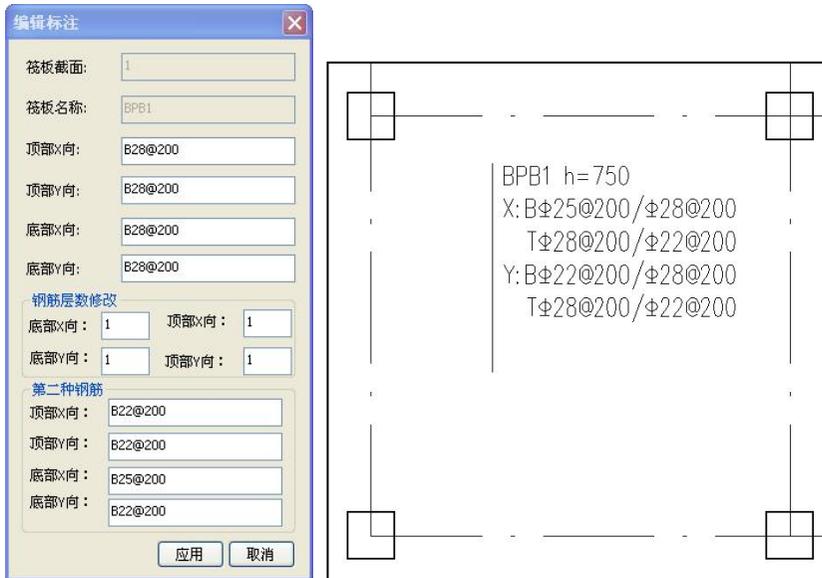
独基修改钢筋

2) 修改桩基承台的配筋



承台修改钢筋

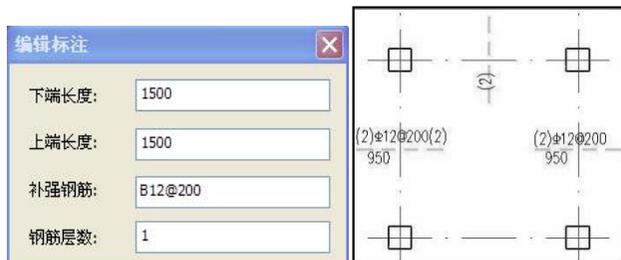
3) 修改筏板的配筋



筏板修改钢筋

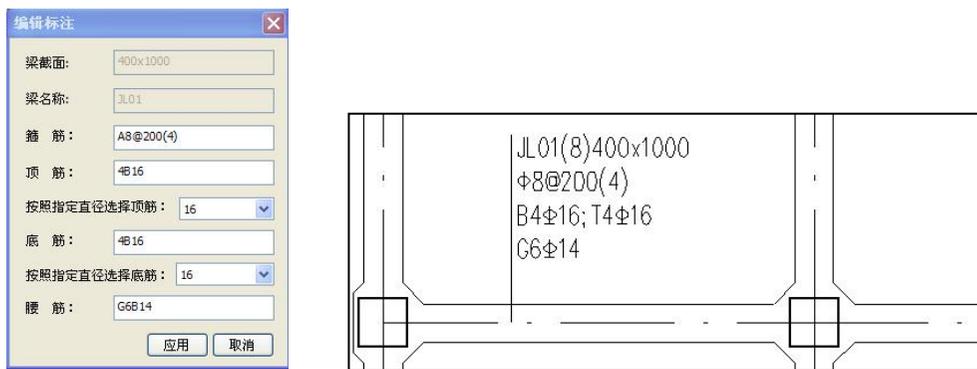
需要说明的是：钢筋层数修改，只是第一种钢筋的层数，不包括第二种钢筋。第二种钢筋始终为一层。

4) 修改筏板补强钢筋



补强钢筋修改

5) 修改地基梁的配筋



地基梁修改钢筋

对集中标注的修改可以连续进行，可以修改底筋、顶筋、箍筋、腰筋。

定直径改筋：修改钢筋的时候，可以按照指定直径选择底筋以及按照指定直径选择顶筋，也就是按照所选择的直径，依据规范的要求重新选择钢筋。

对不同类型基础构件的修改也可以连续进行，即修改可在独立基础、桩基承台、地基梁、筏板等各类构件之间连续进行，点击到那一类构件，程序即可自动切换到该类构件的钢筋修改对话框。

2、标注换位

可在多个同名的构件中指定选取哪一个做详细注写。

对于标号相同的（尺寸和配筋完全一样而且同名的）多个构件，程序在平面图中只选一个详细做出集中标注和原位标注，包括标注各种尺寸、配筋数据，其余只标构件名称。如果希望标注的位置与程序选择的不同，可使用此功能。点选要详细注写的构件名，程序将注写内容及详图标注于指定的构件位置，而原有位置的构件只作简化标注。

可用此命令调整图面布置，使各部分图形疏略适中。

3、移动标注

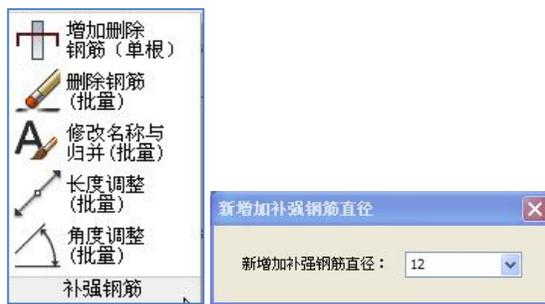
可以移动截面注写上的各项标注，如集中标注、尺寸标注、钢筋标注、简化标注等。操作中标注内容是整体拖动的。

通过移动标注使图面避免字符重叠，布局合理。

4、补强钢筋（筏板非贯通钢筋）

点击“补强钢筋”菜单,弹出下拉子菜单（如图）

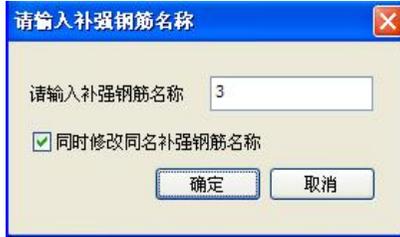
增加删除钢筋（单根）：本功能用于增加补强钢筋和删除补强钢筋，如果用户选中的是施工图中的网格，该功能为增加补强钢筋，在下面对话框中输入新增加补强钢筋的直径。如果选中的是补强钢筋，那么软件将删除该补强钢筋。本功能只用于增加删除单根补强钢筋。



增删钢筋菜单

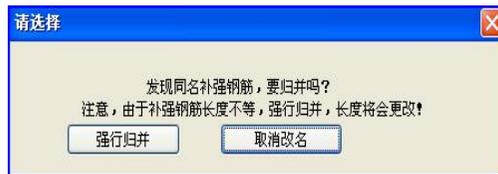
删除钢筋（批量）：本功能用于批量删除补强钢筋，用户可用框选补强钢筋，选中的补强钢筋，将全部被删除。

修改名称与归并（批量）：框选补强钢筋，软件弹出对话框：“请输入补强钢筋名称”，软件会自动给出补强钢筋新的编号，用户可用修改；“同时修改同名补强钢筋名称”，如果用户选中了编号1的补强钢筋，给出新编号为3，选中这个参数，那么同为1的所有补强钢筋的编号都会被改为3，否则只是将选中的补强钢筋编号设为3,而其他同名钢筋仍然为1。



补强钢筋名称输入

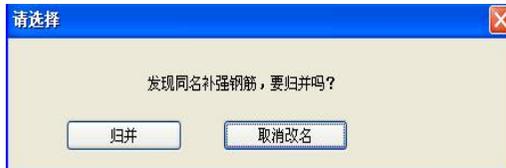
如果名称为 3 的补强钢筋已经存在，且两种补强钢筋的长度并不相等，那么程序弹出对话框：



同名补强钢筋归并提示

“强行归并”，表示继续修改名称，软件将修改钢筋的长度，将两者归并。“取消改名”程序返回。

如果名称为 3 的补强钢筋存在，但两者长度相等，可用直接归并，弹出的对话框：



同名补强钢筋归并提示

“归并”，表示继续修改名称，将两者归并。“取消改名”程序返回。

长度调整（批量）：本功能批量调整补强钢筋的长度，弹出下面对话框：



批量修改补强钢筋长度

长度调整方式有：1) “支座两边长度相等，取大”，软件将选中的补强钢筋，按照支座两边取大值的方式，两边长度设为相等；2) “支座两边长度相等，取小”，同上条，只是长度取小；3) “修改两端长度”，软件按照用户输入的下端或左端长度，上端或者右端长度，修改补强钢筋长度；4) “修改下端或左端长度”，软件只修改一端长度；5) “修改上端或右端长度”；软件只修改一端长度。

注意：

1) 本功能必须先进行该对话框的设置，再进行补强钢筋选择，方能生效，如果先选择补强钢筋，在进行对话框的设置操作，操作无效；

2) 必须选择有详细标注的补强钢筋，如果框选选择中多根补强钢筋，那么只有详细标注的补强钢筋有效；

3) 修改钢筋长度时，同组补强钢筋（编号相同）将按照相同的设置修改，以保证他们的长度相同，继续成为一组。

角度调整（批量）：修改补强钢筋的方向角度。一个两种方式，1) “与水平x方向夹角”，将补强钢筋与水平方向夹角设置为固定的值；2) “逆时针方向旋转”将补强钢筋旋转一定的角度。



补强钢筋角度输入

5、区域补强

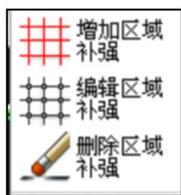
软件在自动配筋时，顶部钢筋全部贯通，但是由于筏板在受力较大处常出现局部的计算配筋较大的情况，如果整块筏板贯通钢筋按局部大的结果去配，可能导致整个筏板顶部配筋量大增的情况。为了解决这个问题，软件引入了区域补强。

所谓区域补强就是在某一区域进行钢筋补强，如：某局部需配钢筋量大，那么只是对该区域进行补强，减少拉通钢筋，从而减少配筋量，使配筋更加合理。

点击“区域补强”弹出下拉子菜单（如图）

增加区域补强：用户通过围区的方式，勾画筏板顶部计算配筋钢筋量大的区域，如

果筏板中有多个区域需要补强，那么用户应该一次性选取所有的补强区域，然后按“Esc”键确认，确认之后，软件将自动生成补强区域内的补强钢筋，并且重新选择整个筏板顶部通长钢筋。



增加区域补强菜单

编辑区域补强：点击“编辑区域补强”菜单，用户将鼠标移到需要修改的区域补强范围内，点击鼠标右键确认，弹出下面的对话框（如图），用户输入相应位置的补强钢筋，即可修改区域补强钢筋。如果勾选“重新选择板顶通长钢筋”选项，那么筏板将会重新选择筏板通长钢筋，否则通长钢筋不变。



区域补强编辑菜单

删除区域补强：点击“删除区域补强”子菜单，用户将鼠标移到需要删除的区域补强范围内，点击鼠标右键确认，软件自动删除该区域补强钢筋，筏板的通长钢筋将会重新选择。

区域操作方法：

区域补强的操作方式有两种，第一种是人工确定通长钢筋，再进行区域补强，第二种是用户确定所有补强区域，软件自动选取通长钢筋，和区域补强钢筋。

举例说明

假设筏板一共有 10 个房间，其中八个房间在板顶 X 方向的钢筋需配量为 2500mm^2 ，

而另外两个房间都在 4500mm^2 左右。软件自动配筋时，采用 4500mm^2 （所有房间的最大值）作为板顶 X 方向通筋选择依据，所以选出钢筋之后，每个房间的实配钢筋面积都会大于 4500mm^2 ，造成配筋不合理，该工程需要区域补强。

第一种操作方式：

采用第一种方式进行区域补强，依据 2500mm^2 的面积进行通筋选择，比如 $32@300$ （面积为 2680mm^2 ），点击“修改钢筋”将通长钢筋改为 $32@300$ ，点击“增加区域补强”菜单，软件弹出右侧对话框，不勾选“是否重新选择通长钢筋”，然后对房间面积超过 2680mm^2 的区域进行区域进行补强，软件自动选取区域补强的钢筋。

第二种操作方式：

首先点击“增加区域补强”菜单，勾选“是否重新选择通长钢筋”。将需配面积大的两个房间框选出来，那么软件将会依据 2000mm^2 ($4500-2500=2000$) 选择区域补强钢筋，而筏板通长钢筋则依据 2500mm^2 （补强区域外的最大需配面积）进行选筋。所以选出的钢筋在补强区域内大于 4500mm^2 ，区域外仅仅大于 2500mm^2 ，满足配筋要求。

如果采用第二种操作方式，注意：同一板区，软件要求用户一次性选出所有需要补强的区域，否则软件可能不能够正确选择补强钢筋，因为软件自动选择区域补强钢筋时，采用的是区域内最大钢筋面积减去区域外最大钢筋面积，如果区域外还有需配面积大的区域，那么软件不能够选出正确的区域补强钢筋。

技巧提示：操作区域补强时，可用面积显示菜单打开计算结果的钢筋等值线图或者其它各类钢筋面积显示，据此可方便地找到需要补强的区域。特别是第一种操作方式，当选定实配钢筋之后，面积显示时，在实配面积小于计算配筋面积的房间将显示为红色，所以很容易找到需要补强的区域

6、修改名称

本功能可用对筏板板区的集中标注、筏板补强钢筋、独立基础、承台基础、地基梁、拉梁、柱墩等进行名称修改与归并，下面以独基名称修改为例

点击“修改名称”菜单，选中要修改名称的独立基础，弹出对话框：

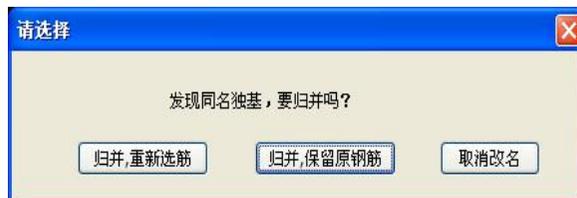


独基名称输入

“请输入独基名称”：软件会自动给出独立基础新的名称，用户可以修改；

“同时修改同名独基名称”：如果用户选中了名称为 DJ_p01 独基，给出新名称为 DJ_p04，勾选本参数，那么同为 DJ_p01 的所有独基的名称都会被改为 DJ_p04，否则只是将选中的独基名称编号设为 DJ_p04，而其他同名钢筋仍然为 DJ_p01。

如果名称为 DJ_p04 的独立基础已经存在，如果两者不能够归并（参考独基归并相关章节），则修改名称无效；如果两者可用归并，弹出如下对话框：



同名独基归并提示

“归并，重新选筋”：继续修改名称，将两者归并为一组，新的独基组将重新选择钢筋。选筋原理参考独基选筋相关章节。

“归并，保留原钢筋”：继续修改名称，将两者归并为一组，但是采用原来 DJ_p04 的钢筋作为新独基组的实配钢筋。

“取消改名”：不再修改名称，关闭对话框。

注意事项：

- 1) 用户只能够修改编号，不能够修改独基代号，否则软件认为修改无效。即 DJ_p04 中的 DJ_p 是不能够修改的。只能够修改编号 04。
- 2) 本修改不能够批量进行，只能够逐一修改，如果需要批量修改补强钢筋，请采用“补强钢筋”菜单下的“修改名称与归并（批量）”子菜单，详见第 4 条。

其他基础构件的名称修改，当前版本没有提供批量功能。

3) 软件自动识别需要修改名称的对象，如：用户选择的是承台，那么该功能为承台名称修改，选择的是独基，那么进行独基名称修改，其他基础构件同理。

技巧提示：由于软件的自动归并，不一定满足用户的要求。用户可以用此功能重新分组归并，虽然本菜单名称为“修改名称”，实际上多用于用户自定义分组、归并。

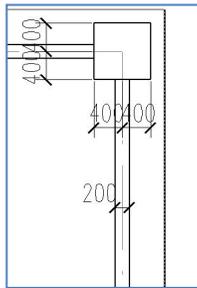
7、标注尺寸

该功能用于标注基础构件的尺寸或者删除已有尺寸标注。用户可以在不切换菜单的情况下，自由的进行尺寸标注，也可以随时删除不需要的尺寸标注，方便用户。

用户可以使用该功能对墙、柱、独立基础、承台、柱墩、地基梁、拉梁、条基板，独基梁进行尺寸标注，但是对筏板不起作用。

(1) 墙、柱的尺寸标注

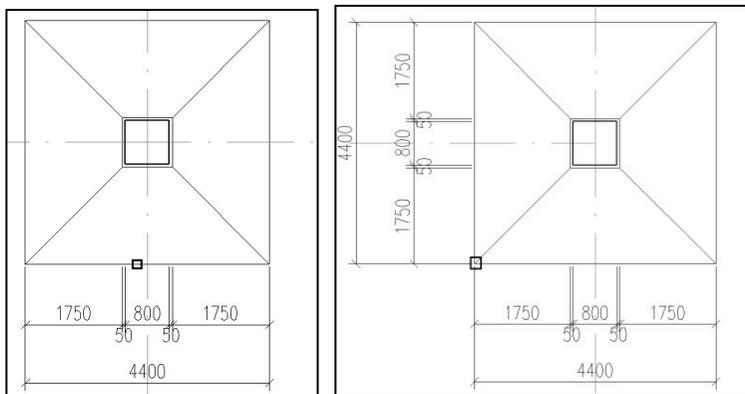
墙的尺寸标注，标注墙厚；柱的尺寸标注，标注柱边相对轴线的尺寸，具体如下图所示。使用鼠标再选中所标注的尺寸，可以删除。



墙、柱的尺寸标注

(2) 独基、承台的尺寸标注

标注独基和承台的尺寸时，当鼠标移动到独基或者承台某边中部 1/3 范围内时，只标注所选的这条边(下图中的左图)；如果鼠标移到该边端部 1/3 范围内时，程序会自动标注两边的尺寸(下图中的右图)。选中所标注的尺寸线，点击右键，可以删除尺寸标注。



独基的尺寸标注

8、通筋

本功能辅助用户绘制筏板通长钢筋，包括绘制板底、板顶的 X 方向、Y 方向通长钢筋。

点击“通筋”菜单，弹出子菜单：



绘制通常钢筋菜单

“绘制通长钢筋”，点击该子菜单：

1) 弹出对话框：

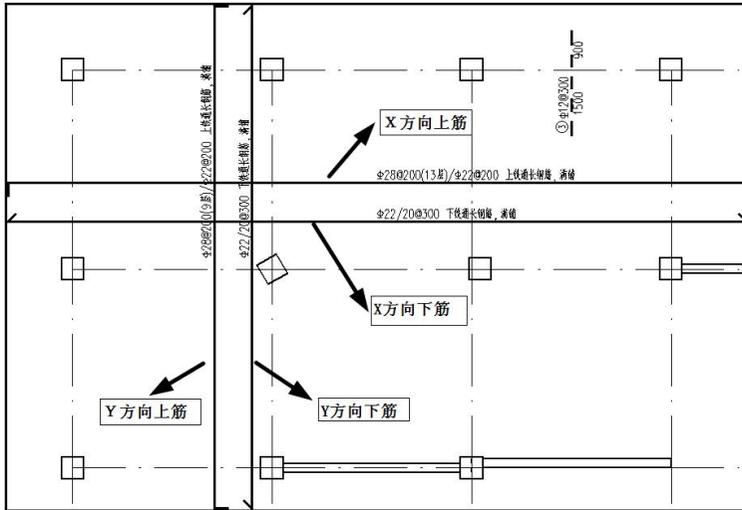


通筋绘制参数

2) “X 方向文字位置”，X 方向通筋的说明文字的输出位置，取值范围 0 到 1，0 为最左端，1 为最右端，0.5 为中间。“Y 方向”参数同理。

“上筋说明”，上筋的说明文字，用户可以修改，软件将该内容实时的显示在通长钢筋上。“下筋说明”同理。

3) 用户在施工图中移动鼠标，软件即可绘制通长钢筋，如果鼠标在一个板区内，那么软件在板区边缘截断通长钢筋，如果鼠标在一个区域补强内，软件绘制区域补强钢筋，在区域边缘截断。根据用户所选钢筋，自动标注文字。



通常钢筋

“删除通长钢筋”，点取要删除的通长钢筋，右键确认，即可删除通长钢筋：

9、剖面图

构件剖面图：

本功能用于对承台、独立基础、柱墩、地基梁、拉梁、条形基础、集水坑、电梯井、排水沟、灌注桩绘制剖面图。

构件剖面图

截面类型

地基梁、拉梁、条基

承台剖面图 独基剖面图

柱墩剖面图 灌注桩剖面图

集水坑、电梯井

如果不是批量生成，那么直接在图中拾取剖面对象

垫层厚度（0不绘）：

柱或墙绘制长度：

承台剖面控制

桩深入承台长度：

桩绘制长度（0不绘）：

板中承台或独基采用棱柱形

条形基础控制

圈梁或防潮层高度：

箍筋：

底筋：

顶筋：

地圈梁剖面名：

如果是杯口独基，需要输入：

杯口深度：

尺寸按示意图

基础剖面图参数设置

如果用户未进行上述基础构件配筋，那么该菜单为不可用状态，一旦对其中的任意基础构件配筋，该菜单变为可用状态。

剖面图的绘图比例由“剖面图绘图比例”参数控制：

剖面图绘图比例	<input type="text" value="30"/>
---------	---------------------------------

基础剖面图绘制比例

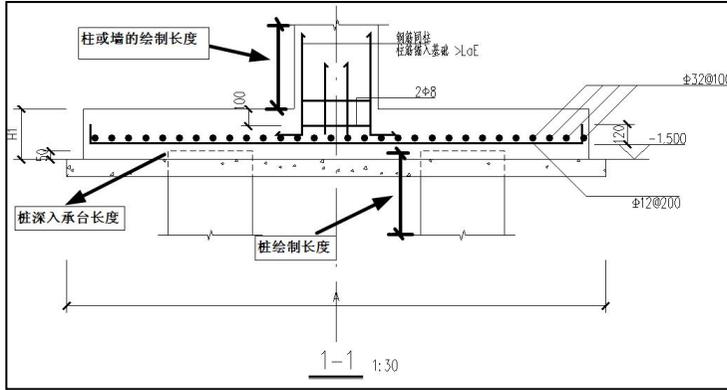
点击“剖面图”菜单：

- 1) 弹出对话框（如图）：

“剖面类型”，用户勾选要进行的剖面图类型，如果勾选“承台剖面图”，那么用户只能在施工图中拾取承台构件，其他选项同理。

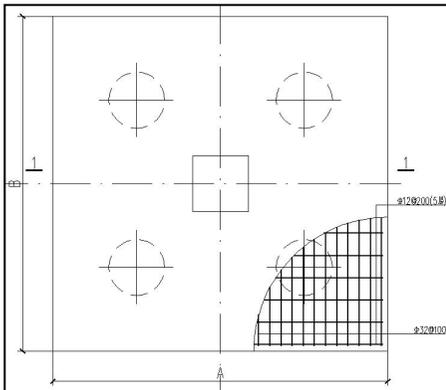
“垫层厚度”，用户控制绘制施工图时，垫层的绘制厚度，如果输入0，不绘制垫层。

“柱或墙绘制长度”，“桩深入承台长度”、“桩绘制长度”，参数见下图所示：

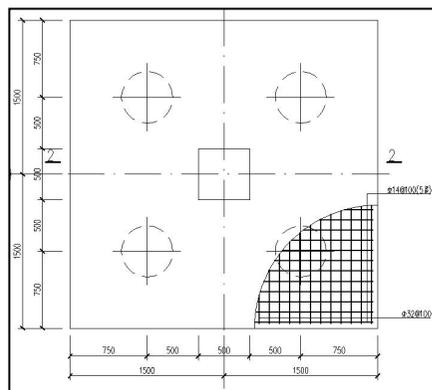


柱或墙的绘制长度示意图

“独基、矩形承台尺寸按示意图”：勾选后，尺寸按照字母表示（左图），未勾选，程序将按照实际尺寸标注（右图），独基、承台尺寸按示意图绘制，主要用于配合承台、独基的“配筋表”使用。



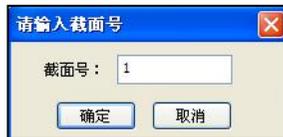
(a) 按示意图绘制



(b) 按实际尺寸绘制

矩形承台尺寸绘制效果比较

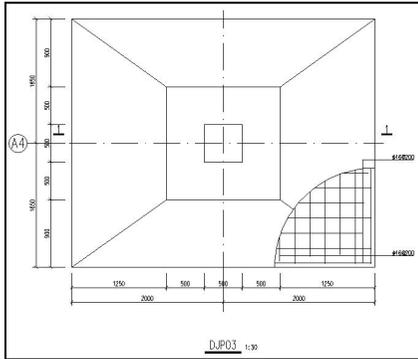
2) 选中需要生成剖面图的基础构件，如独立基础，软件弹出对话框：



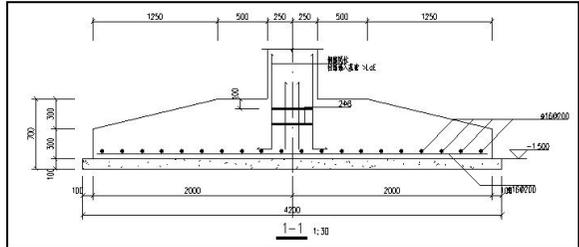
基础剖面图截面号输入

输入截面编号，点击确定，软件实时的画出独立基础平面图，用户选择平面图搁放位置，点击右键确认，平面部分绘制完毕，软继续显示剖面部分，要求用户重新选择搁

放位置，然后点击右键确认，独立基础剖面图绘制完毕。



独立基础平面部分



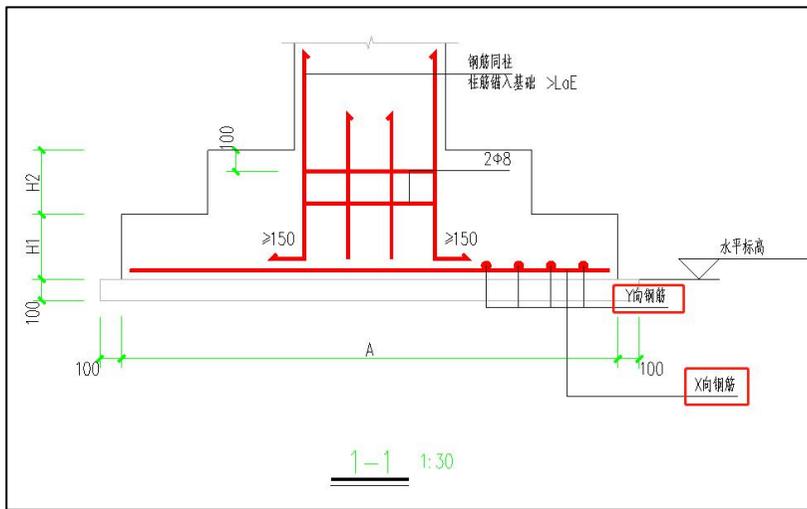
独立基础剖面部分

独立基础剖面图

可以对剖面图进行批量绘制，点击“批量绘图”即可绘制所选基础类型的全部剖面图。

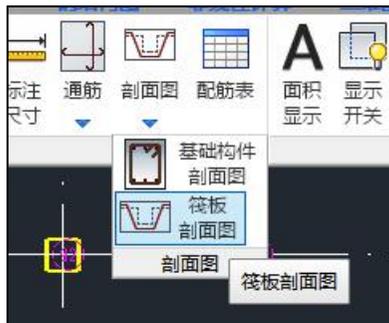
勾选【独基、承台、柱墩按示意图】时，不仅尺寸标注会以示意图的形式表达，配筋也会进行简化表达，如下图所示：

圈梁或防潮层高度：	240.0
箍筋：	A6@200(2)
底筋：	2A8
顶筋：	2A8
地圈梁剖面名	DQL1
如果是杯口独基,需要输入：	
杯口深度：	300.0
<input checked="" type="checkbox"/> 独基、承台、柱墩按示意图	



筏板剖面图：

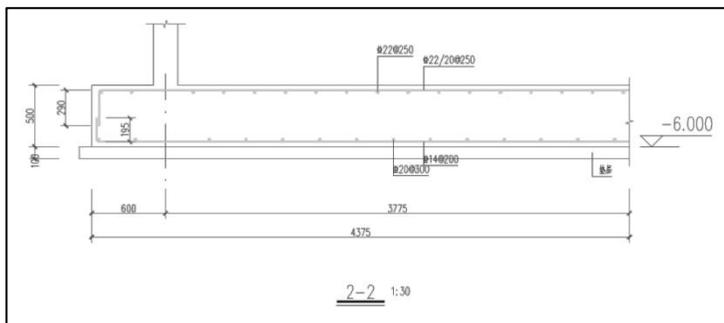
支持绘制多种多样的筏板剖面图，例如，筏板整体剖面图、局部剖面图、加厚区、减薄区、梁筏剖面等情况，均支持绘制。



当点击该功能按钮后，程序将弹出如下对话框，需要用户指定剖面编号以及剖切位置，指定完成后，选取插入剖面图的位置，程序将自动生成所选剖面的剖面详图。



下图为一个局部筏板剖面图的实例：



10、配筋表

本功能用于生成筏板补强筋、独立基础、承台基础、柱墩、桩的配筋列表，即采用列表法作筏板补强筋、独基、承台的施工图表达。



基础配筋表式注写

如果用户未进行上述基础构件配筋，那么该菜单为不可用状态，一旦对其中的任意基础构件配筋，该菜单变为可用状态。

点击“配筋表”菜单，弹出对话框，如果未配筋的基础构件将显示为不可用状态。如勾选“独基”，点击确认，程序自动生成配筋表：

基础编号	基底标高(m)	A(长边)	B(短边)	H1	H2	X向钢筋	Y向钢筋
DJK01	-1.500	4000	3300	300	300	Φ16@200	Φ16@200
DJK02	-1.500	4000	3300	300	300	Φ16@200	Φ16@200
DJK03	-1.500	4000	3300	300	300	Φ16@200	Φ16@200

六、显示

1、面积显示

可在平面上分别显示各种基础构件的计算钢筋面积和实配的钢筋面积，便于用户查看、校核选筋的结果。点取本菜单后屏幕弹出菜单选项。

钢筋面积显示开关 (mm²)

独基配筋面积

承台配筋面积

柱墩配筋面积

梁纵向配筋面积(不含翼缘)

条基板、梁翼缘配筋面积

梁箍筋配筋面积

筏板配筋面积显示

筏板房间配筋面积

符合下列条件的计算配筋面积才显示:

板顶x方向大于

板顶y方向大于

板底x方向大于

板顶y方向大于

板带配筋面积显示

柱下板带配筋面积

跨中板带配筋面积

配筋面积等值线图

筏板顶部x方向等值线

筏板顶部y方向等值线

筏板底部x方向等值线

筏板底部y方向等值线

筏板配筋弯矩显示

柱下板带弯矩

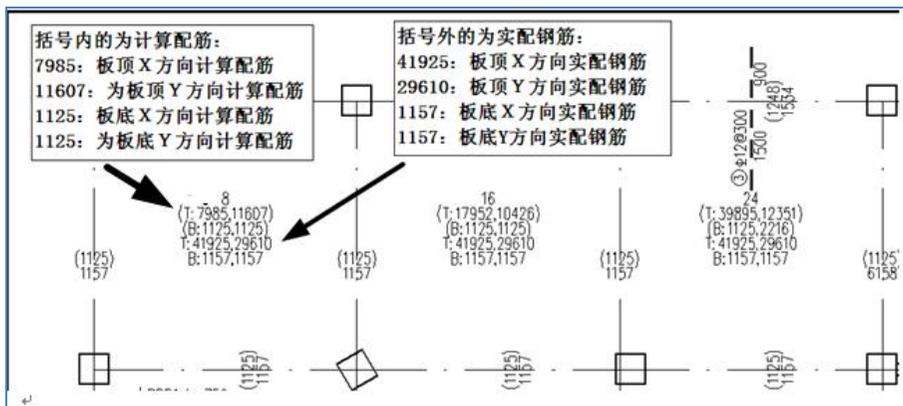
跨中板带弯矩

钢筋面积显示开关

对于各种基础的钢筋面积，程序在平面上每个基础旁边注写出该基础的计算钢筋面积和实配钢筋面积，括号内为计算钢筋面积，括号外的为实配面积。

对于筏板基础，“筏板房间配筋面积”是按照筏板的房间板块输出房间周边支座和跨中的配筋面积，包括计算面积和实配钢筋的面积。同时提供筏板配筋面积的等值线图

显示，这些等值线图 and 基础设计模块中计算结果输出的形式是相同的。

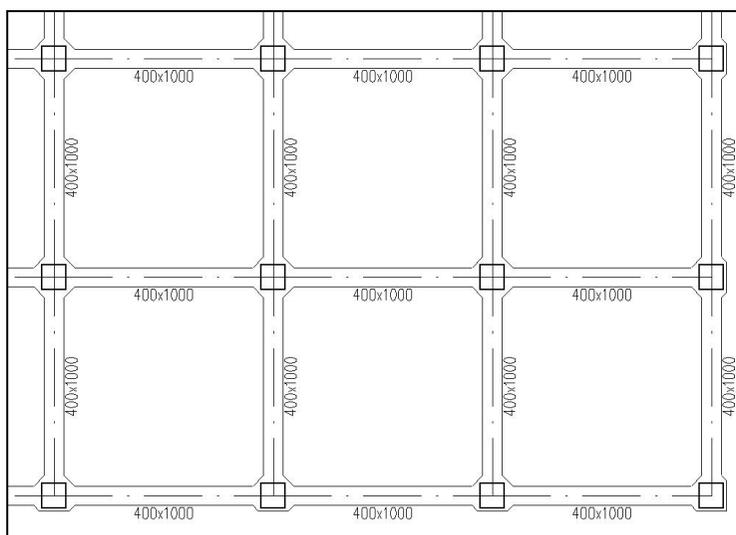


筏板房间配筋面积显示

2、显示开关

本功能用于控制施工图中各图素的显示与隐藏。

由于该功能可控制的图素众多，不做一一介绍。只是对图中最下面的“截面信息”简要说明：显示或隐藏地基梁截面信息；拉梁截面信息，条基截面信息。如果勾选“地基梁”，施工图中显示地基梁的截面信息：



地基梁截面信息图

3、构件查询

本功能主要依据编号用于查找独立基础、承台基础、地基梁、拉梁等，也可以依据

配筋分组标号查找相应的配筋组。

点击“构件查询”菜单，弹出对话框，在构件类型中选择要查找的类型，编号参数中输入查找编号，点击应用。软件找出符合要求的对象，并高亮显示。



构件查询

4、钢筋统计

本功能由于对已经配筋的基础构件，进行钢筋统计。

点击钢筋统计的按钮，生成一个钢筋统计量文本，分别统计不同基础构件的钢筋用量，如下图所示。

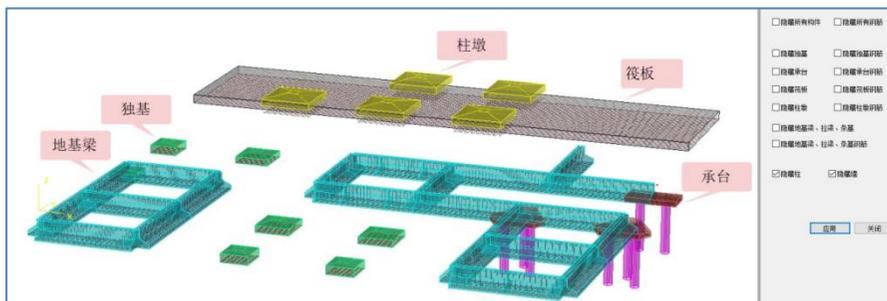
钢筋用量统计:			
承台钢筋统计:			
承台编号	承台个数	单个配筋(吨)	钢筋合计(吨)
1	2	0.24	0.48
			合计
			0.48
独基钢筋统计:			
独基编号	独基个数	单个配筋(吨)	钢筋合计(吨)
1	1	0.11	0.11
2	1	0.06	0.06
3	1	0.37	0.37
4	1	0.50	0.50
5	1	0.28	0.28
6	1	0.10	0.10
7	1	0.22	0.22
8	1	0.49	0.49
9	1	0.22	0.22
			合计
			2.36

钢筋量统计

5、三维钢筋

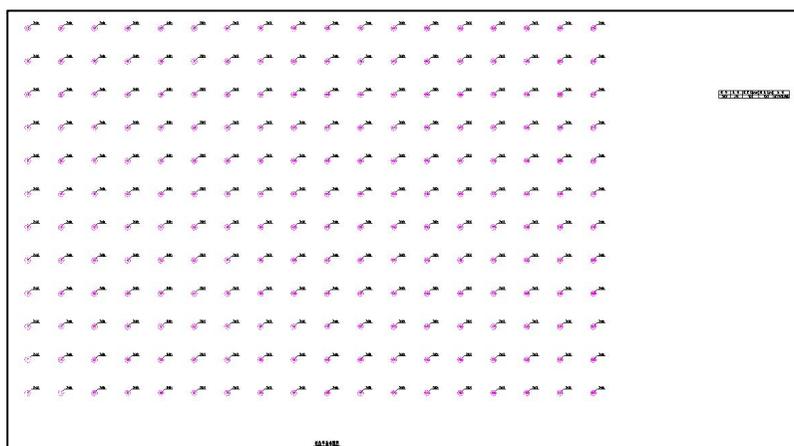
本功能可显示基础的三维钢筋效果。

点击三维钢筋按钮，即可弹出三维钢筋显示界面，右侧菜单栏可控制构件显隐功能。



七、桩位图

软件可以生成桩位布置图，例图如下所示：



八、裂缝图

软件可以对筏板、承台、独基、地基梁、拉梁都进行了裂缝计算，并且可以进行裂缝控制选筋。

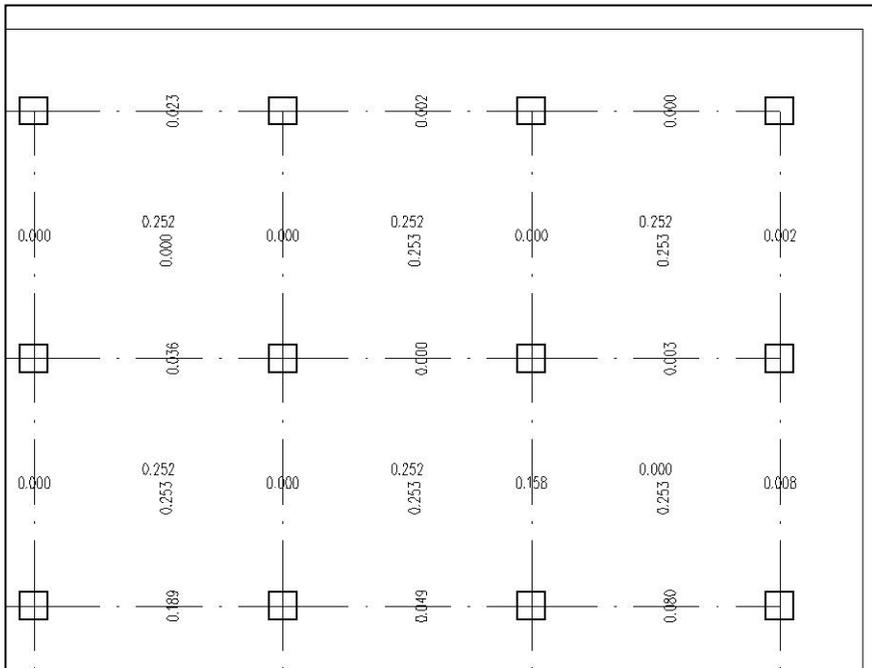


裂缝显示开关

如果筏板、承台、独基、地基梁、拉梁中没有任何一个进行过配筋，那么“裂缝图”菜单为不可用状态、否则将会变为可用状态。

点击“裂缝图”菜单，弹出对话框。

以筏板裂缝为例，勾选裂缝显示开关中的“筏板”，点击应用，那么软件就会生成筏板的裂缝图，包括房间中部板顶裂缝、支座板底裂缝。如果超过裂缝限值，将以红色显示；满足要求的裂缝将以绿色显示。



筏板裂缝图

裂缝限值在筏板参数中设置（详细参考筏板的参数设置相关章节）：

是否根据裂缝选筋	<input type="checkbox"/>
裂缝宽度限值	0.3

筏板裂缝参数设置

如果用户需要生成筏板裂缝计算书，选择下拉框中的“筏板房间”，然后点击计算书。软件要求用户选择需要生成裂缝计算书的房间，选择房间，软件生成裂缝计算书：

JCCrack.txt - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

基础裂缝计算书

一、基本资料：
 1、房间编号：63
 2、混凝土等级：C30
 3、钢筋等级：2
 备注：计算裂缝时，只计算跨中顶部裂缝和支座底部裂缝

二、计算结果：
 1、X方向房间顶部跨中裂缝：
 恒载：Mgk=0.00 kN·m、活载：Mqk=0.00 kN·m
 Mq = Mgk+Mqk= 0.00 kN·m，Ftk = 2.01 N/mm²，h0 = 0 mm，As = 232808 mm²
 矩形截面，Ate=0.5*b*h=0.5*1000*750 = 375000 mm²
 $\rho_{te} = 232808/375000 = 0.621$
 $\sigma_{sq} = Mq / (0.87 * h_0 * A_s)$ (混凝土规范式 7.1.4-3)
 $\sigma_{sq} = 0.00 \times 10^6 / (0.87 \times 0 \times 232808) = -1.010 \text{ N/mm}^2$
 裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ ，按下列公式计算：
 $\psi = 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq})$ (混凝土规范式 7.1.2-2)
 $\psi = 1.1 - 0.65 * 2.01 / (0.62 * -1.010) = -1.010$
 $\omega_{max} = \alpha_{cr} * \psi * \sigma_{sq} / E_s * (1.9c + 0.08d_{eq} / \rho_{te})$ (混凝土规范式 7.1.2-1)
 $\omega_{max} = 0.0 * -1.010 * -1.010 / 200000 * (1.9 * 40 + 0.08 * 27.94 / 0.62) = 0.000$
 $\omega_{max} = 0.000 < 0.30 \text{ mm}$ ，满足规范要求！

2、Y方向房间顶部跨中裂缝：
 恒载：Mgk=-305.31 kN·m、活载：Mqk=-10.52 kN·m
 Mq = Mgk+Mqk= 315.83 kN·m，Ftk = 2.01 N/mm²，h0 = 0 mm，As = 217968 mm²
 矩形截面，Ate=0.5*b*h=0.5*1000*750 = 375000 mm²
 $\rho_{te} = 217968/375000 = 0.581$
 $\sigma_{sq} = Mq / (0.87 * h_0 * A_s)$ (混凝土规范式 7.1.4-3)
 $\sigma_{sq} = 315.83 \times 10^6 / (0.87 \times 0 \times 217968) = 1.010 \text{ N/mm}^2$
 当 $\sigma_{sq} > f_{yk} = 333$ 时，取 $\sigma_{sq} = 333 \text{ N/mm}^2$
 裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 ψ ，按下列公式计算：
 $\psi = 1.1 - 0.65 * f_{tk} / (\rho_{te} * \sigma_{sq})$ (混凝土规范式 7.1.2-2)
 $\psi = 1.1 - 0.65 * 2.01 / (0.58 * 333.00) = 1.093$

筏板裂缝计算书

第九章 技术条件

第一节 独基计算技术条件

本节内容没有特殊说明为单柱基础计算的技术条件，对于多柱基础、墙下独立基础、筏板内的独立基础、地基梁连接的独立基础软件均采用有限元计算模型，此时独立基础等同于一小块筏板或者筏板加厚区。

一、地基承载力计算

独立基础地基承载力计算采用荷载的标准组合，并满足地基规范 5.2.1 条和 5.2.2 条的规定。见以下公式：

当轴心受压时：

$$p_k \leq f_a$$

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{A}$$

式中：

F_k —— 相应于荷载效应标准组合时上部结构传至基础顶面的竖向力值；

G_k —— 基础自重和基础上的土重；

f_a —— 修正以后的地基承载力特征值。当荷载组合中包含地震作用时取 $f_a E$ ，参见前一节的内容。

当偏心受压时要同时满足：

$$p_k \leq f_a$$

$$p_{k \max} \leq 1.2 f_a$$

$$p_{k \max} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_k}{W}$$

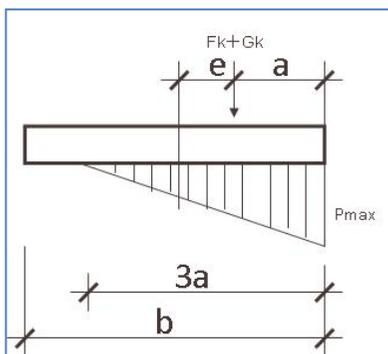
$$p_{k \min} = \frac{F_k + G_k}{A} - \frac{M_k}{W}$$

在上式中 $p_{k \min}$ 小于 0（等价于 $e \leq b/6$ ），即出现拉应力时上式的 $p_{k \max}$ 的计算方法

不成立；而应该按下式计算：

$$p_{k\max} = \frac{2(F_k + G_k)}{3la}$$

各参数的含义参见下图：



偏心荷载下的基底压力计算示意图

上述规范中给出的计算方法是针对单向偏心荷载作用下的结果。实际工程中双向偏心荷载作用情况相当普遍，程序采用以下公式进行双向偏心荷载作用下承载力的计算：

$$p_{k\max} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_{kx}}{W_x} + \frac{M_{ky}}{W_y}$$

$$p_{k\min} = \frac{F_k + G_k}{A} - \frac{M_{kx}}{W_x} - \frac{M_{ky}}{W_y}$$

当 $P_{k\min}$ 小于 0 时按数值积分计算土反力分布。该方法假定土反力分布函数 $p(x,y)=aX+bY+c$ 且当 $p(x,y)<0$ 时令 $p(x,y)=0$ 。

在这种情况下，计算结果文件中不但包括最大基底反力而且包括不受压面积与基础底面积的比值。

二、冲切计算

基础内力计算采用荷载的基本组合，并且采用基底静反力计算，即在所有荷载作用下产生的基底反力扣除土重和基础自重。

冲切计算是独立基础设计的一项重要内容。《建筑地基基础设计规范》8.2.7 条规定，“对矩形截面柱的矩形基础，应验算柱与基础交接处以及基础变阶处的受冲切承载力；”（强制条文）。“受冲切承载力应按以下公式验算：

$$F_l \leq 0.7\beta_{hp}f_t a_m h_0 \quad (8.2.7-1)$$

$$a_m = (a_l + a_b)/2 \quad (8.2.7-2)$$

式中：

a_l —— 柱宽或变阶处阶宽；

a_b —— 柱宽加 2 倍基础有效高度或阶宽加 2 倍冲切有效高度，当其值大于基础底面尺寸时取基础底面尺寸；

β_{hp} —— 受冲切承载力截面高度影响系数

P_j —— 地基净反力；

A_l —— 考虑冲切荷载时取用的多边形面积；

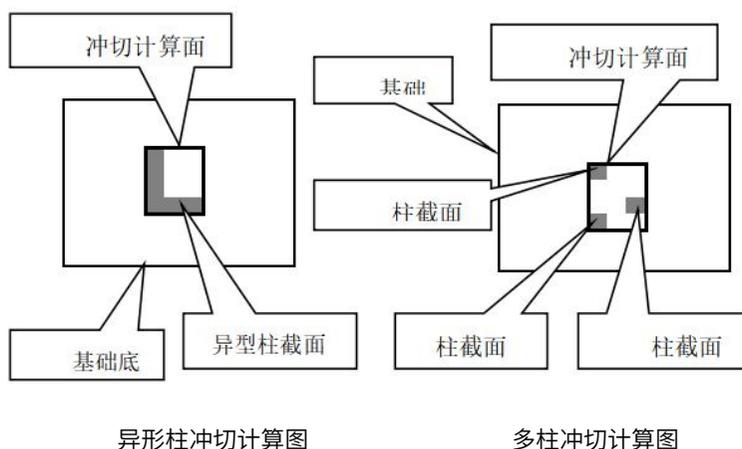
h_0 —— 冲切破坏锥体的有效高度；

f_t —— 砼抗拉设计强度。

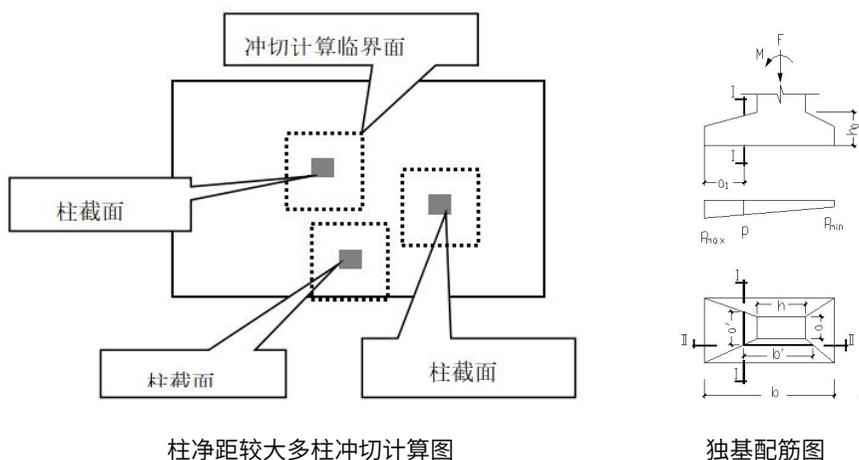
$$F_l = p_j A_l \quad (8.2.7-3)$$

冲切计算采用承载能力极限状态下荷载的基本组合。程序在计算独立基础时考虑了柱四个边对基础的冲切，对于阶梯形基础还进行了每个变截面处的冲切计算。对于异型柱，程序取其外接矩形作为冲切计算时柱的截面尺寸。

对于多柱基础、墙下独立基础多柱基础，“**基础建模**”的【自动布置】命令程序取多根柱的外接矩形作为冲切计算时柱的截面尺寸，但这种计算结果比较保守。采用此计算模型不合理，没有计算柱间的冲切或剪切计算。见下图：



“基础计算及结果”由于对于多柱基础和墙下独基的设计采用筏板有限元计算模型，此时可以平板式筏板基础的冲切计算模式对各柱单独计算，按照冲切计算面外扩 0.5 倍基础高度作为冲切临界面。



三、剪切计算

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011) 第 8.2.9 条规定了独立基础受剪承载力验算内容，当基础底面短边尺寸小于或等于柱宽加两倍基础有效高度时，应按下式验算柱与基础交接处截面受剪承载力：

$$V_s \leq 0.7\beta_{hs}f_t b_w h_0$$

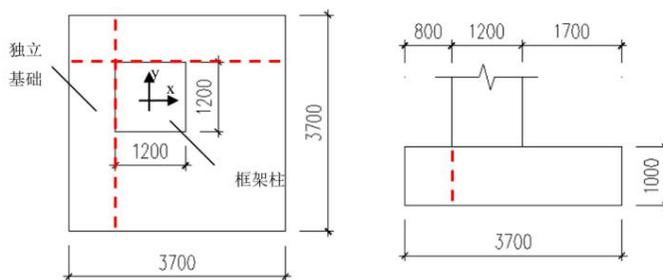
式中：

V_s —— 荷载效应基本组合下地基土净反力平均值产生的距内筒或柱边缘 h_0 处筏板单位宽度的剪力设计值；

b_w —— 计算截面单位宽度；

h_0 —— 距内筒或柱边缘 h_0 处筏板的截面有效高度。

由于实际工程中，会出现柱与独基中心不对齐的情况，如下图所示：



按短边尺寸小于或等于柱宽加两倍基础有效高度判断结果为不需要验算受剪。实际上，x-和 y+两个方向上，柱边缘到独基边缘的距离小于有效高度，这两个方向可能形成受剪破坏面。

同时对于多阶独立基础，会出现柱边缘出满足不需进行受剪验算的条件，而变阶处满足需要进行受剪验算的条件。

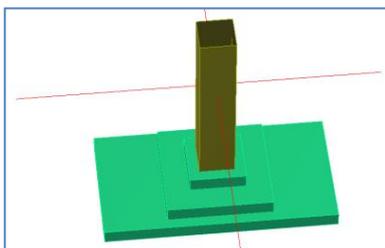
因此程序在判断是否需验算柱与基础交接处或变阶处截面受剪承载力时，分别判断柱边和变阶处各个方向是否需要验算受剪，程序按如下公式判断：

$$\text{dist} \leq h_0$$

式中 dist 为柱或变阶处边缘到独基边缘的距离。

程序判断柱边缘位置或变阶位置，如果 4 个方向的受剪面的宽厚比(a_0/h_0)都大于 1.0，则不再验算剪切，R/S 输出 50；4 个方向，只要有 1 个方向的宽厚比(a_0/h_0)小于等于 1.0，4 个方向都进行受剪验算。

下图为某独立基础的受剪验算结果。2 阶截面和柱边缘截面四个边宽厚比 (Dist/h_0) 均大于 1，所以不验算冲切，输出 R/S=50；1 阶处 y+、y-截面宽厚比小于等于 1，所以四个截面均验算受剪承载力：



方向	b	bc	h0	验算结果							
x	3300	500	550	$b > bc + 2 * h_0$	$Dist[x+] > h_0$	$Dist[x-] > h_0$					
y	1800	500	550	$b > bc + 2 * h_0$	$Dist[y+] > h_0$	$Dist[y-] > h_0$					
截面号	STEP	Direct	Comb	Vs	βhs	A0	h0	ft	Dist/h0	R/S	验算结果
No. 1	3	x+	(47)	516.1	1.00	730000	550	1.27	2.55	50.00	满足
No. 2	3	x-	(47)	567.1	1.00	730000	550	1.27	2.55	50.00	满足
No. 3	3	y+	(47)	519.3	1.00	955000	550	1.27	1.18	50.00	满足
No. 4	3	y-	(47)	402.7	1.00	955000	550	1.27	1.18	50.00	满足
No. 5	2	x+	(47)	459.2	1.00	570000	350	1.27	3.57	50.00	满足
No. 6	2	x-	(47)	507.9	1.00	570000	350	1.27	3.57	50.00	满足
No. 7	2	y+	(47)	405.3	1.00	795000	350	1.27	1.43	50.00	满足
No. 8	2	y-	(47)	303.9	1.00	795000	350	1.27	1.43	50.00	满足
No. 9	1	x+	(28)	381.8	1.00	270000	150	1.27	6.00	0.63	不满足
No. 10	1	x-	(29)	441.8	1.00	270000	150	1.27	6.00	0.54	不满足
No. 11	1	y+	(30)	127.3	1.00	495000	150	1.27	1.00	3.46	满足
No. 12	1	y-	(31)	126.5	1.00	495000	150	1.27	1.00	3.48	满足

独基剪切计算书

对于梁式独基（双柱单梁、四柱双梁），程序会对底板与肋梁交接处截面进行受剪验算，剪力设计值取值和受剪承载力验算方式同普通独基。

0.39(49)

五、受剪验算

```

*-----*
* 以下输出独基与独基桥交界处2个方向的受剪验算结果
* 依据规范：建筑地基基础设计规范GB50007-2011第8.2.9条
* 验算公式：Vs <= 0.7 * βhs * ft * A0
* βhs = (800/h0) 0.25
* STEP:  剪切面包含的台阶数目，柱墙边缘截面对应总台阶数
* Direct:  受剪截面的法线方向(X+, X- 或 Y+, Y-)
* Comb:  最大剪力对应的组合号
* Vs:  相应于作用的基本组合时，底板交接处的剪力设计值(kN)
* βhs:  受剪承载力截面高度影响系数
* A0:  验算截面处基础的有效截面积(mm²)
* h0:  截面有效高度(mm)
* ft:  混凝土轴心抗拉强度设计值(MPa)
* Dist:  独基梁边缘到独基边缘的距离(mm)
* 依据混凝土结构设计规范11.1.6条规定，地震组合下斜截面受剪承载力除以0.85
*-----*

```

截面号	STEP	Direct	Comb	Vs	βhs	A0	h0	ft	Dist/h0	R/S	验算结果
No. 1	1	y+	(49)	4127.3	1.00	1820000	350	1.27	4.86	0.39	不满足
No. 2	1	y-	(49)	4127.3	1.00	1820000	350	1.27	8.29	0.39	不满足
No. 3	1	y+	(49)	4127.3	1.00	1820000	350	1.27	8.29	0.39	不满足
No. 4	1	y-	(49)	4127.3	1.00	1820000	350	1.27	4.86	0.39	不满足

四柱双梁独基受剪验算

四、配筋计算

1、内力计算

《建筑地基基础设计规范》8.2.7-3 条给出如图单向偏心荷载作用下，台阶高宽比不大于 2.5，偏心距小于等于 1/6 基础宽度时任意截面的弯矩公式，见下式：

沿长边方向的截面 I—I 处的弯矩：

$$M_I = \frac{1}{12} a_1^2 [(2l + a')(P_{\max} + P - \frac{2G}{A}) + (P_{\max} - P)l]$$

另一方向上截面 II—II 处的弯矩：

$$M_{II} = \frac{1}{48} (l - a')^2 (2B + b')(P_{\max} + P_{\min} - \frac{2G}{A})$$

式中：

P_{\max} 、 P_{\min} ——分别为基础底面边缘的最大和最小设计反力(kN/m²)；

G ——考虑分项系数的基础自重与其上的覆土自重；

A ——基础底面积(m²)；

a_1 ——任意截面 I—I 至基底边缘最大净反力处的距离(m)；

P_f ——任意截面 I—I 处基础底面的设计反力(kN/m²)；

B 、 L ——基础的长、短边尺寸(m)；

b' 、 a' ——验算截面处的上部宽和高(m),如图所示；

M_I 、 M_{II} ——分别用于独基底板长向和短向的配筋；

2、配筋计算

基础底板配筋按下述经验公式计算：

$$A_s = \frac{M}{0.9 f_y h_0}$$

3、配筋率的计算

按照《混凝土结构设计规范》8.5.1 的注释 5 的描述，“受弯构件、大偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率应按全截面面积扣除受压翼缘面积 $(b_f' - b)h_f'$ 后的截面面积计

算”。对于独立基础，底板没有受压翼缘，如果用户填写了最小配筋率参数则程序按钢筋面积/混凝土全截面面积计算。

程序在进行独立基础底板配筋计算时作了以下处理：

取荷载的基本组合按单向偏心计算，即分别计算 N 与 M_x 作用下的基底反力和 N 与 M_y 作用下的基底反力。

弯矩计算公式仅采用规范中 M_l 的计算公式计算柱 4 个边的计算弯矩，并取使计算面一侧基础边缘产生最大弯矩的荷载。这样 M_l 的计算公式成立。

当基础底面为长宽相等时，配筋计算时基础有效高度 h_0 取双向较小值。

用户可以人为指定独立基础底板配筋是否受最小配筋率控制。在独立基础参数中，如果最小配筋率填 0 则程序按《建筑地基基础设计规范》8.2.2-3 条“最小间距不宜小于 10mm，间距不宜大于 200mm，也不宜小于 100mm”来控制最小配筋；如果最小配筋率不填 0 则程序按用户指定的配筋率来控制最小配筋。

4、独立基础的最小配筋面积按折算截面计算

根据《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）第 8.2.12 条：基础底板配筋除满足计算和最小配筋率要求外，尚应符合本规范第 8.2.1 条第 3 款的构造要求。计算最小配筋率时，对阶形或锥形基础截面，可将其截面折算成矩形截面，截面的折算宽度和截面的有效高度，按附录 U 计算。

之前版本按全截面计算最小配筋，新版本改为按折算面积计算最小配筋。

下面以锥形截面为例进行简单推导，说明按“全截面”和按“折算截面”有何区别。

《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）按图 14 确定计算宽度，式 U.0.2-1、式 U.0.2-2 由面积相等原则推导而来。如图 15、图 16 所示，阴影部分面积相等：

$$B_1 H_1 + \frac{(B_1 + B_2) H_2}{2} - B_1 a_s = B_0 (H_1 + H_2 - a_s)$$

令 $B_1 = b_{y1}$ 、 $B_2 = b_{y2}$ 、 $H_2 = h_1$ 、 $H_1 + H_2 - a_s = h_0$ 、 $B_0 = B_{y0}$ ，上式经过化简即式 U.0.2-1。

计算宽度为：

$$B_0 = \frac{A - B_1 a_s}{H_0}$$

折算截面的面积为：

$$A_{\text{折算}} = B_0 (H_1 + H_2)$$

全截面的面积为：

$$A_{\text{全}} = B_1 H_1 + \frac{(B_1 + B_2) H_2}{2}$$

代入 B_0 ，折算截面和全截面面积之差为：

$$(A_{\text{折算}} - A_{\text{全}}) = (B_0 - B_1) a_s$$

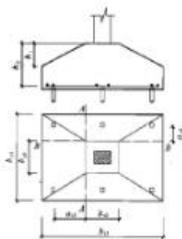
假定： $B_1 = 3300\text{mm}$ 、 $B_2 = 600\text{mm}$ 、 $H_1 = H_2 = 600\text{mm}$ 、 $a_s = 50\text{mm}$

则全截面面积 $A = B_1 H_1 + \frac{(B_1 + B_2) H_2}{2} = 3150000\text{mm}^2$

计算宽度 $B_0 = \frac{A - B_1 a_s}{H_0} = 2596\text{mm}$

折算截面面积 $A_{\text{折算}} = B_0 (H_1 + H_2) = 3115200\text{mm}^2$

全截面比折算截面大 1.1%，反映在配筋上，如果配筋面积由构造要求控制，用全截面计算的配筋面积将折算截面大 1.1%。



U.0.2 对于锥形承台应对 A-A 及 B-B 两个截面进行受剪承载力计算（图 U.0.2），截面有效高度均为 h_0 ，截面的计算宽度按下式计算：

$$\text{对 A-A} \quad b_{so} = \left[1 - 0.5 \frac{h_1}{h_0} \left(1 - \frac{b_{y2}}{b_{y1}} \right) \right] b_{y1} \quad (\text{U.0.2-1})$$

$$\text{对 B-B} \quad b_{so} = \left[1 - 0.5 \frac{h_1}{h_0} \left(1 - \frac{b_{y2}}{b_{y1}} \right) \right] b_{y1} \quad (\text{U.0.2-2})$$

图 14 计算宽度公式

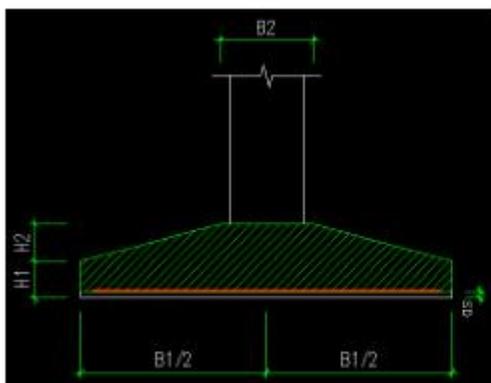


图 15 全截面

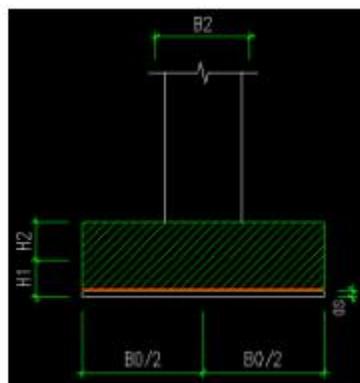


图 16 折算截面

五、局部承压计算

《混凝土结构设计规范》附录 D.4.1 条规定，在结构截面尺寸急剧变化处应配置局部构造钢筋。D.5.1 条给出素混凝土构件局部受压承载力应满足：

$$F_l \leq \omega \beta_l f_{cc} A_l$$

式中：

ω —— 荷载分布影响系数：当局部受压面上的荷载为均匀分布时，取 ω 受压；当局部荷载为非均匀分布时（如梁、过梁等的端部支承面），取 $\omega=0.75$ ；

β_l —— 混凝土局部承压时的强度提高系数；

f_{cc} —— 素混凝土构件的轴心抗压强度设计值，取 $0.85f_c$ ；

《混凝土结构设计规范》6.6.1 条规定：配置间接钢筋的混凝土结构构件，其局部受压区的截面尺寸应符合下列要求：

$$F_l \leq 1.35 \beta_c \beta_l f_c A_{ln} \quad (6.6.1-1)$$

$$\beta_l = \sqrt{\frac{A_b}{A_l}}$$

《混凝土结构设计规范》6.6.2 条给出几种典型状态下的局部受压计算面积 A_b 的计算方法，其原则是“局部受压面积与计算面积按同心对称的原则确定”可见混规图 6.2.2。

第二节 承台桩基础计算技术条件

承台桩设计计算软件分为有限元计算与非有限元计算两部分,对于单柱承台桩基础,受力比较明确,完全采用规范的计算方法;对于多柱承台桩基础、墙下承台桩基础等复杂的桩基础,软件同时提供与筏板相同的有限元分析模式和单柱承台桩基础规范的计算方法(考虑多柱和墙的多边形外包区域作为单柱)。

非有限元计算时,当承台上为多柱和剪力墙或者短肢剪力墙等构件,用户用围桩承台布置好桩承台,在桩承台计算程序中,程序首先统计承台上所有竖向构件传来的荷载。对于桩反力计算,计算原理同标准承台。

对于承台受弯计算,程序将计算承台下每个桩截面及承台上每个上部构件截面两端的弯矩值,找出不利截面、求出控制弯矩,得到计算配筋面积。

上部构件对承台的冲切、剪切计算,程序将承台上所有的构件外轮廓围区得到一个总体形状,然后对此形状进行冲切、剪切计算校核。

在承台桩自动布置阶段,内力分析与冲切、剪切计算均采用单柱承台桩基础规范的计算方法;在计算分析阶段;对于多柱承台桩基础、墙下承台桩基础采用有限元计算分析,内力分析、沉降、冲剪计算等各种计算结果也以有限元计算分析结果为最终结果。

一、桩计算

1、桩顶作用效应计算

《桩基规范》5.1.1条规定,对于一般建筑物和受水平力(包括力矩与水平剪力)较小的高层建筑群桩基础,应按下列公式计算柱、墙、核心筒群桩中基桩或复合基桩的桩顶作用效应。

轴心竖向力:

$$N_k = \frac{F_k + G_k}{n}$$

偏心竖向力:

$$N_{ik} = \frac{F_k + G_k}{n} \pm \frac{M_{xk} y_i}{\sum y_j^2} \pm \frac{M_{yk} x_i}{\sum x_j^2}$$

水平力：

$$H_{ik} = \frac{H_k}{n}$$

2、桩基竖向承载力计算

《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）第 5.2.1 条要求：

5.2.1 桩基竖向承载力计算应符合下列要求：

1 荷载效应标准组合：
轴心竖向力作用下

$$N_k \leq R \quad (5.2.1-1)$$

偏心竖向力作用下除满足上式外，尚应满足下式的要求：

$$N_{k\max} \leq 1.2R \quad (5.2.1-2)$$

2 地震作用效应和荷载效应标准组合：
轴心竖向力作用下

$$N_{Ek} \leq 1.25R \quad (5.2.1-3)$$

偏心竖向力作用下，除满足上式外，尚应满足下式的要求：

$$N_{Ek\max} \leq 1.5R \quad (5.2.1-4)$$

式中 N_k ——荷载效应标准组合轴心竖向力作用下，基桩或复合基桩的平均竖向力；
 $N_{k\max}$ ——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下，桩顶最大竖向力；
 N_{Ek} ——地震作用效应和荷载效应标准组合下，基桩或复合基桩的平均竖向力；
 $N_{Ek\max}$ ——地震作用效应和荷载效应标准组合下，基桩或复合基桩的最大竖向力；
 R ——基桩或复合基桩竖向承载力特征值。

以前版本将所有标准组合看作“偏心竖向力作用”，例如“1.0 恒+1.0 活”和“1.0 恒+0.7 活+1.0 风”按 1.2 倍 R_a 验算单桩竖向承载力，“1.0 重力荷载代表值+1.0 地震”则按 1.5 倍 R_a 验算单桩竖向承载力。新版本在“高级选项”对话框增加了选项“不含风和地震的标准组合按 1.0 倍 R_a 验算单桩承载力”。



勾选该选项时，将不含风和地震的标准组合按 1.0 倍 R_a 验算单桩承载力，不勾选该选项时，按 1.2 倍 R_a 验算，其他两种情况不受影响。

组合类型	勾选	不勾选
不含风和地震的标准组合： 1.0 恒+1.0 活 1.0 恒-1.0 浮	$N_k \leq 1.0R_a$	$N_k \leq 1.2R_a$
含风、不含地震的标准组合： 1.0 恒±1.0 风 1.0 恒+0.7 活±1.0 风	$N_k \leq 1.2R_a$	
含地震的标准组合： 1.0 重力荷载±1.0 地震 1.0 重力荷载±0.2 风±1.0 地震	$N_k \leq 1.5R_a$	

3、桩基水平承载力计算

《桩基规范》5.7.1 规定：受水平荷载的一般建筑物和水平荷载较小的高大建筑物单桩基础和群桩中基桩应满足：

$$H_{ik} \leq R_h$$

式中：

H_{ik} —— 在荷载效应标准组合下，作用于基桩 i 桩顶处的水平力；

R_h —— 单桩基础或群桩中基桩的水平承载力特征值，单桩基础 $R_h = R_{ha}$ 。

4、程序对承台下桩的竖向承载力计算

程序对于桩的竖向承载力计算时，采用作用在承台底面的荷载效应的标准组合。

程序计算桩反力时，将对每一组标准荷载工况组合分别计算。每次计算时，根据承台下桩的布置，求出在该标准荷载组合下各桩的反力值。根据所有荷载组合工况的计算结果找出每根桩反力的最大值、最小值和平均值，程序输出该承台下所有桩中的具有桩反力的最大值、最小值和平均值的桩计算结果和对应的荷载组合号，与桩承载力特征值比较，判断桩反力验算结果是否满足规范要求。

5、程序对承台下桩的水平承载力校核

在每组荷载工况下，桩承台将承受其上柱或墙传来的水平荷载，该水平荷载分为 X 方向和 Y 方向的两个力，程序将两个力矢量求和得到该承台的总水平力。程序再根据该承台下桩的总数，求出平均到每根桩的单桩水平荷载。

6、程序对灌注桩配筋的计算

根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008，第 5.8.2 条，受压桩配筋应符合下列规定：当桩顶一下 5d 范围的桩身螺旋式箍筋间距不大于 100mm，且符合本规范第 4.1.1 条规

$$\text{定时： } N \leq \psi_c f_c A_{ps} + 0.9 f_y' A_s'$$

当桩身配筋不符合上述 1 款规定时：

$$N \leq \psi_c f_c A_{ps}$$

对于满足上述 1 款规定时，如果考虑箍筋受力作用时，箍筋配置应符合《混凝土结构设计规范》GB50010，第 6.2.16 条：

$$N \leq 0.9 (f_c A_{cor} + f_y' A_s' + 2 \alpha f_{yv} A_{ss0})$$

根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008，第 5.8.7 条，抗拔桩配筋应符合下列规定： $N \leq f_y A_s + f_{py} A_{py}$

7、程序对桩身承载力的计算

V4.0 版本增加桩身承载力验算功能。对于用户是否在基础建模中进行了桩身配筋定义，程序将使用不同的计算公式进行验算：

1) 当用户进行过桩身配筋参数定义并且程序计算结果中输出了桩身配筋计算结果时，程序将按《桩基规范》5.8.2-1 公式进行桩身承载力验算：

$$N \leq \psi_c f_c A_{ps} + 0.9 f_y' A_s' \quad (5.8.2-1)$$

2) 不考虑桩身配筋时，程序将按《桩基规范》5.8.2-2 素混凝土公式进行桩身承载力验算：

2 当桩身配筋不符合上述 1 款规定时：

$$N \leq \psi_c f_c A_{ps} \quad (5.8.2-2)$$

式中 N ——荷载效应基本组合下的桩顶轴向压力设计值；

ψ_c ——基桩成桩工艺系数，按本规范第 5.8.3 条规定取值；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y' ——纵向主筋抗压强度设计值；

A_s' ——纵向主筋截面面积。

二、承台计算

承台的计算内容包括：

- 1) 承台的弯矩计算；
- 2) 承台的冲切承载力计算；
- 3) 柱下桩基承台的斜截面承载力验算；
- 4) 局部承压验算。

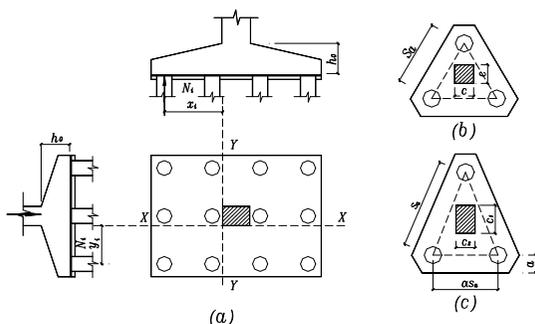
1、受弯计算

《桩基规范》5.9.2 规定：柱下独立桩基承台的正截面弯矩设计值可按下列规定计算：

1 两桩条形承台和多桩矩形承台弯矩计算截面取在柱边和承台变阶处下(图 (a) ， h_0 为柱边承台有效高度)，可按下列公式计算：

$$M_x = \sum N_i y_i \quad (5.9.2-1)$$

$$M_y = \sum N_i x_i \quad (5.9.2-2)$$



(a) 矩形承台； (b) 等边三桩承台； (c) 等腰三桩承台

承台弯矩计算示意

式中：

M_x 、 M_y —— 分别为绕 X 轴和绕 Y 轴方向计算截面处的弯矩设计值；

x_i 、 y_i —— 垂直 Y 轴和 X 轴方向自桩轴线到相应计算截面的距离；

N_i —— 不计承台及其上土重，在荷载效应基本组合下第 i 桩竖向净反力设计值。

2 三桩承台

(1) 等边三桩承台 (上图 (b))

$$M = \frac{N_{\max}}{3} \left(s_a - \frac{\sqrt{3}}{4} c \right)$$

式中:

M —— 由承台形心至承台边缘距离范围内板带的弯矩设计值;

N_{\max} —— 不计承台及其上土重, 在荷载效应基本组合下三桩中最大基桩竖向净反力设计值;

s_a —— 桩中心距;

c —— 方柱边长, 圆柱时 $c=0.8d$ (d 为圆柱直径)。

(2) 等腰三桩承台(上图 (c))

$$M_1 = \frac{N_{\max}}{3} \left(s_a - \frac{0.75}{\sqrt{4-\alpha^2}} c_1 \right)$$

$$M_2 = \frac{N_{\max}}{3} \left(\alpha s_a - \frac{0.75}{\sqrt{4-\alpha^2}} c_2 \right)$$

程序首先根据读入的荷载组合, 自动挑出用于受弯计算的所有基本组合, 求出净反力, 得到弯矩设计值, 最后根据《混凝土结构设计规范》及用户提供的相应参数求出控制截面的配筋值。

2、受冲切计算

《桩基规范》5.9.6 条规定: 桩基承台厚度应满足柱 (墙) 对承台的冲切和基桩对承台的冲切承载力要求。

《桩基规范》5.9.7 条规定: 轴心竖向力作用下对于桩基承台受柱 (墙) 的冲切, 可按下列规定计算:

1) 冲切破坏锥体应采用自柱 (墙) 边或承台变阶处至相应桩顶边缘连线所构成的锥体, 锥体斜面与承台底面之夹角应不小于 45° 。

2) 受柱 (墙) 冲切承载力可按下列公式计算:

$$F_l \leq \beta_{hp} \beta_0 f_t u_m h_0$$

$$F_l = F - \sum Q_i$$

$$\beta_0 = \frac{0.84}{\lambda + 0.2}$$

式中:

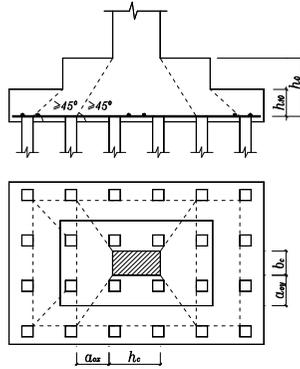
- F_l —— 不计承台及其上土重,在荷载效应基本组合下作用于冲切破坏锥体上的冲切力设计值;
- f_t —— 承台混凝土抗拉强度设计值;
- β_{hp} —— 承台受冲切承载力截面高度影响系数,当 $h \leq 800\text{mm}$ 时, β_{hp} 取 1.0, $h \geq 2000\text{mm}$ 时, β_{hp} 取 0.9,其间按线性内插法取值;
- u_m —— 承台冲切破坏锥体一半有效高度处的周长;
- h_0 、 h_0 —— 分别为柱(墙)边和变阶处承台冲切破坏锥体的有效高度;
- β_0 —— 柱(墙)冲切系数;
- λ —— 冲跨比, $\lambda = a_0 / h_0$, a_0 为柱(墙)边或承台变阶处到桩边水平距离;当 $\lambda < 0.25$ 时,取 $\lambda = 0.25$;当 $\lambda > 1.0$ 时,取 $\lambda = 1.0$;
- F —— 不计承台及其上土重,在荷载效应基本组合作用下柱(墙)底的竖向荷载设计值;
- $\sum Q_i$ —— 不计承台及其上土重,在荷载效应基本组合下冲切破坏锥体内各基桩或复合基桩的净反力设计值之和。

3) 对于柱下矩形独立承台受柱冲切的承载力可按下列公式计算

$$F_l \leq 2 \left[\beta_{0x} (b_c + a_{0y}) + \beta_{0y} (h_c + a_{0x}) \right] \beta_{hp} f_t h_0$$

式中:

- β_{0x} 、 β_{0y} —— 由公式 (5.9.7-3) 求得, $\lambda_{0x} = a_{0x} / h_0$, $\lambda_{0y} = a_{0y} / h_0$; λ_{0x} 、 λ_{0y} 均应满足 0.25~1.0 的要求;
- h_c 、 b_c —— 分别为 x 、 y 方向的柱截面(变阶承台)的边长;
- a_{0x} 、 a_{0y} —— 分别为 x 、 y 方向柱边(承台变阶处)离最近桩边的水平距离。



柱对承台的冲切计算示意

对于圆柱及圆桩，计算时应将其截面换算成方柱及方桩，即取换算柱截面边长 $b_c = 0.8d_c$ (d_c 为圆柱直径)，换算桩截面边长 $b_p = 0.8d$ (d 为圆桩直径)。

对于柱下两桩承台不需进行受冲切承载力计算，宜按受弯构件 ($l/h < 5.0$) 计算受弯、受剪承载力，以此确定承台尺寸和配筋。

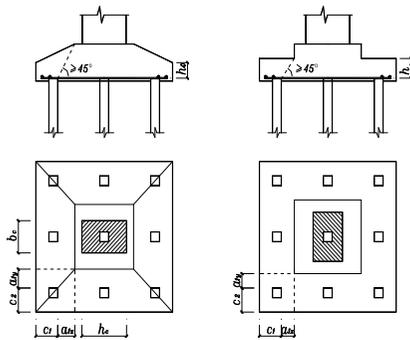
角桩对承台的冲切规定如下：

对位于柱（墙）冲切破坏锥体以外的基桩，可按下列规定计算承台受基桩冲切的承载力。

1) 四桩以上（含四桩）承台受角桩冲切的承载力可按下列公式计算：

$$N_l \leq [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)] \beta_{hp} f_t h_0$$

$$\beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2} \quad \beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2}$$



(a) 锥形承台

(b) 阶形承台

四桩以上（含四桩）承台角桩冲切计算示意

式中:

N_l —— 不计承台及其上土重, 在荷载效应基本组合作用下角桩 (含复合基桩) 净反力设计值;

β_x, β_y —— 角桩冲切系数;

a_{1x}, a_{1y} —— 从承台底角桩顶内边缘引 45° 冲切线与承台顶面相交点至角桩内边缘的水平距离; 当柱 (墙) 边或承台变阶处位于该 45° 线以内时, 则取由柱 (墙) 边或承台变阶处与桩内边缘连线为冲切锥体的锥线;

h_0 —— 承台外边缘的有效高度;

$\lambda_{1x}, \lambda_{1y}$ —— 角桩冲跨比, $\lambda_{1x} = a_{1x}/h_0$, $\lambda_{1y} = a_{1y}/h_0$, 其值均应满足 $0.25 \sim 1.0$ 的要求。

2) 对于三桩三角形承台可按下列公式计算受角桩冲切的承载力

底部角桩

$$N_l \leq \beta_{11} (2c_1 + a_{11}) \beta_{hp} \operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2} f_t h_0$$

$$\beta_{11} = \frac{0.56}{\lambda_{11} + 0.2}$$

顶部角桩

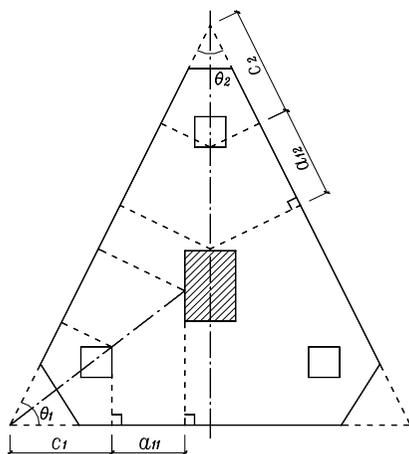
$$N_l \leq \beta_{12} (2c_2 + a_{12}) \beta_{hp} \operatorname{tg} \frac{\theta_2}{2} f_t h_0$$

$$\beta_{12} = \frac{0.56}{\lambda_{12} + 0.2}$$

式中:

$\lambda_{11}, \lambda_{12}$ —— 角桩冲跨比, $\lambda_{11} = a_{11}/h_0$, $\lambda_{12} = a_{12}/h_0$, 其值均应满足 $0.25 \sim 1.0$ 的要求;

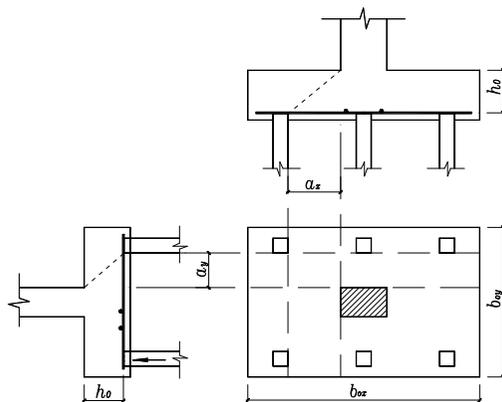
a_{11}, a_{12} —— 从承台底角桩顶内边缘引 45° 冲切线与承台顶面相交点至角桩内边缘的水平距离; 当柱 (墙) 边或承台变阶处位于该 45° 线以内时, 则取由柱 (墙) 边或承台变阶处与桩内边缘连线为冲切锥体的锥线。



三桩三角形承台角桩冲切计算示意

3、受剪计算

简单承台受剪计算按照《桩基规范》5.9.9 条规定，柱（墙）下桩基独立承台，应分别对柱（墙）边、变阶处和桩边连线形成的贯通承台的斜截面的受剪承载力进行验算。当柱（墙）承台悬挑边有多排基桩形成多个斜截面时，应对每个斜截面的受剪承载力进行验算。见图：



承台斜截面受剪计算示意

承台斜截面受剪承载力可按下列公式计算：

$$V \leq \beta_{hs} \alpha f_t b_0 h_0$$

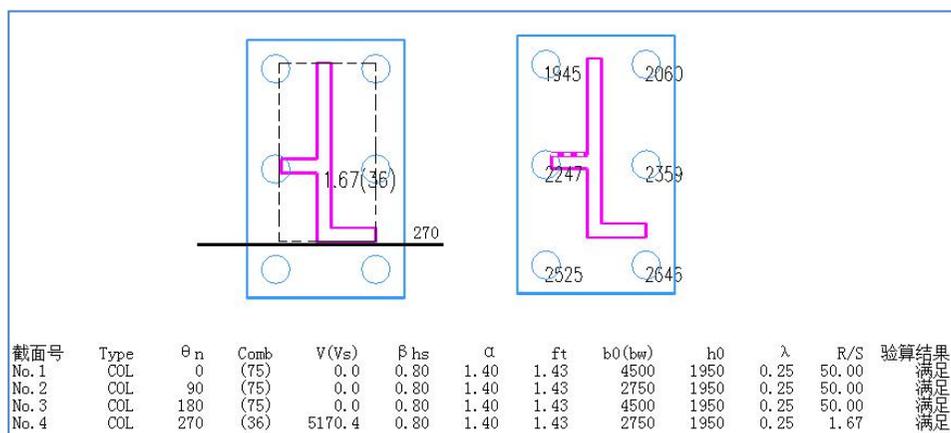
$$\alpha = \frac{1.75}{\lambda + 1}$$

$$\beta_{hs} = \left(\frac{800}{h_0}\right)^{1/4}$$

式中:

- V ——不计承台及其上土自重,在荷载效应基本组合下,斜截面的最大剪力设计值;
- f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值;
- b_0 ——承台计算截面处的计算宽度;
- h_0 ——承台计算截面处的有效高度;
- α ——承台剪切系数;
- λ ——计算截面的剪跨比, $\lambda_x = a_x / h_0$, $\lambda_y = a_y / h_0$, 此处, a_x, a_y 为柱边(墙边)或承台变阶处至 y, x 方向计算一排桩的桩边的水平距离, 当 $\lambda < 0.25$ 时, 取 $\lambda = 0.25$; 当 $\lambda > 3$ 时, 取 $\lambda = 3$;
- β_{hs} ——受剪切承载力截面高度影响系数; 当 $h_0 < 800\text{mm}$ 时, 取 $h_0 = 800\text{mm}$; 当 $h_0 > 2000\text{mm}$ 时, 取 $h_0 = 2000\text{mm}$; 其间按线性内插法取值。

有限元计算的承台新版本完全参照《桩基规范》5.9.9 条公式, 可以如下调整取墙柱外包区域的多边形, 然后计算剪切面与剪跨比的计算长度, 如下图:



不同承台剪跨比的计算长度

如果在外包多边形内部, 即剪跨比小于 0.0 程序就不计算了。算例分析: 墙下承台, 右侧 36 号组合的桩反力图, 剪切计算只验算了 270° 方向, 其它的桩都在外包区域内部。

4、局部受压计算

《桩基规范》5.9.15 条规定，对于柱下桩基，当承台混凝土强度等级低于柱的强度等级时，应验算柱下或桩上承台的局部受压承载力。

局部受压计算见相应章节。

5、对跨高比小于 5 的两桩承台按深梁计算配筋

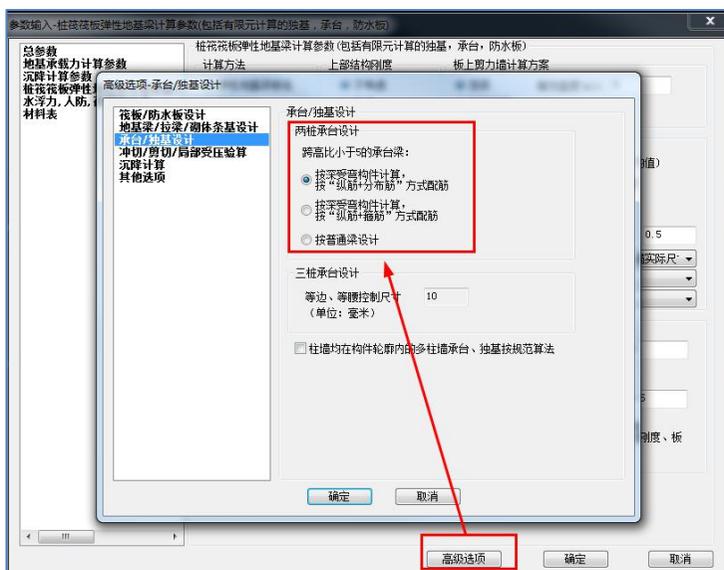
按照《建筑桩基技术规范》JCJ 94-2008 第 5.9.7 条的要求，“对于柱下两桩承台，宜按深受弯构件 ($L_0/h < 5.0$, $L_0 = 1.15L_n$, L_n 为两桩净距) 计算受弯、受剪承载力，不需要进行受冲切承载力计算。

盈建科基础软件对于独立的两桩承台执行该条规定，按深梁进行配筋计算；而对于筏板中的两桩承台，视为普通有限元承台按普通受弯构件进行设计配筋。

两桩承台的受剪验算，显示 R/S 时需要考虑箍筋或者分布筋的贡献。

按照《建筑桩基技术规范》JCJ 94-2008 第 5.9.7 条的要求，“对于柱下两桩承台，宜按深受弯构件 ($L_0/h < 5.0$, $L_0 = 1.15L_n$, L_n 为两桩净距) 计算受弯、受剪承载力，不需要进行受冲切承载力计算。所以：

$l_0/h \geq 5$ 的两桩承台，按照《建筑桩基技术规范》JCJ 94-2008 第 5.9.14 条的要求计算剪切安全系数； $l_0/h < 5$ 的两桩承台，通过以下选择确定：



(1) 纵筋+分布筋

配筋计算采用《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 条文说明中的附录 G 的公式，考虑计算的竖向分布钢筋 A_{sv} 和水平分布钢筋 A_{sh} 的有利影响。

(2) 纵筋+箍筋

配筋计算采用《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 条文说明中的附录 G 的公式，考虑计算的箍筋 A_{sv} 的有利影响。

(3) 普通梁

按照《建筑桩基技术规范》JCJ 94-2008 第 5.9.14 条的要求计算。

剪切计算的安全系数统一采用不等式右侧的结果与计算最大剪力 V 的比值得到。

新版本基础软件重新归纳了两桩承台抗剪设计的 3 类情况（深梁+分布筋、深梁+箍筋、普通梁+箍筋）、3 类组合（非地震组合、地震组合、人防组合），解决了某些情况下程序结果与手算结果有偏差的问题。需要指出，两桩承台抗剪设计的选项只适用于跨高比 (l_0/h) 小于等于 5 的两桩承台， $l_0/h > 5$ 的两桩承台永远按普通梁计算、配箍筋。

1) 按深梁计算、配分布筋

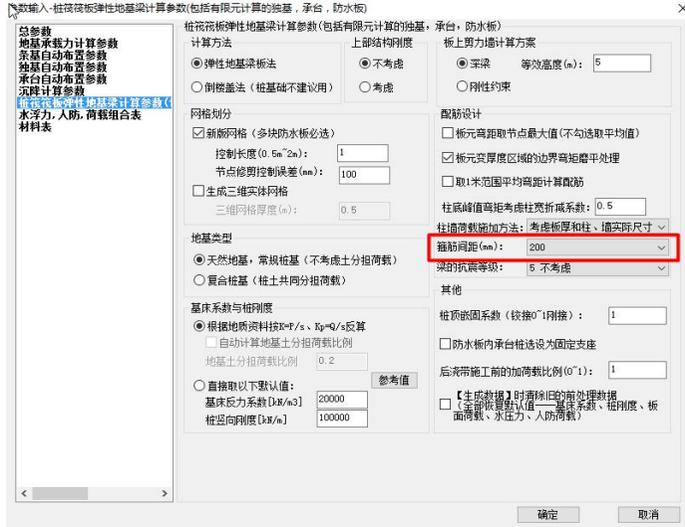
【非地震组合】

根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) 附录 G.0.4，对集中荷载作用下的深受

弯构件（包括作用有多种荷载，且其中集中荷载对支座截面所产生的剪力值占总剪力值的 75% 以上的情况），其斜截面受剪承载力应符合下列规定：

$$V \leq \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + \frac{(l_0/h - 2)}{3} f_{yv} \frac{A_{sv}}{s_h} h_0 + \frac{(5 - l_0/h)}{6} f_{yh} \frac{A_{sh}}{s_v} h_0 \quad (\text{G.0.4-2})$$

程序中令 $s_h = s_v$ 、 $f_{yv} = f_{yh}$ ，并令 $A_{sv} = A_{sh}$ ，从而求解 A_{sv} 和 A_{sh} 。在图 8 位置设置 $s_h \times s_v$ ，在图 9 所示位置设置 $f_{yv} \times f_{yh}$ 。



设置 h_s 、 s_v 的位置



设置 f_{yv} 、 f_{yh} 的位置

受剪截面限制条件（即最大剪力验算）按《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）

附录 G.0.3 执行：

当高宽比 hw/b 不大于 4 时

$$V \leq \frac{1}{60} (10 + l_0 / h) \beta_c f_c b h_0 \quad (G.0.3-1)$$

当高宽比 hw/b 不小于 6 时

$$V \leq \frac{1}{60}(7+l_0/h)\beta_c f_c b h_0 \quad (\text{G.0.3-2})$$

当高宽比 h_w/b 大于 4 且小于 6 时, 按线性内插法取值。

【地震组合】

根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) 第 11.3.4, 考虑地震组合的矩形、T 形和 I 形截面的框架梁, 其斜截面受剪承载力应符合下列规定:

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[0.6\alpha_{cv} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \right] \quad (11.3.4)$$

将 $\alpha_{cv} = \frac{1.75}{\lambda+1}$ 代入式(11.3.4), 得:

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1.05}{\lambda+1} f_t b h_0 + \frac{(l_0/h-2)}{3} f_{yv} \frac{A_{sv}}{s_b} h_0 + \frac{(5-l_0/h)}{6} f_{yh} \frac{A_{sh}}{s_v} h_0 \right]$$

根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) 第 11.1.6 条, γ_{RE} 取 0.85。

受剪截面限制条件按《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) 第 11.3.3 条执行:

当跨高比 l_0/h 大于 2.5 时

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.20\beta_c f_c b h_0) \quad (11.3.3-1)$$

当跨高比 l_0/h 不大于 2.5 时

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.15\beta_c f_c b h_0) \quad (11.3.3-2)$$

【人防组合】

斜截面受剪承载力及截面限制条件的验算公式与【非抗震组合】相同。根据《人民防空地下室设计规范》第 4.2.3 条, 材料强度设计值按下式调整:

$$f_d = \gamma_d f \quad (4.2.3)$$

式中, γ_d —动荷载作用下材料强度综合调整系数, 按人防规范表 4.2.3 的规定采用。

另外, 根据《人民防空地下室设计规范》第 4.10.6 条, 进行斜截面承载力验算时, 混凝土的强度设计值应乘以折减系数 0.8。表 1 为对应【人防组合】的最终的材料强度调整系数。

表1 对应【人防组合】的材料强度调整系数

材料种类	按 4.2.3 条调整	按 4.10.6 条调整	最终的调整系数	
热轧 钢筋	HPB235 HPB300	1.50	无	1.50
	HRB335	1.35	无	1.35
	HRB400	1.20	无	1.20
	HTRB600 HTRB630	1.07	无	1.07
	其他	1.20	无	1.20
混 凝 土	C55 及以下	1.50	0.8	1.20
	C60~C80	1.40	0.8	1.12

2) 按深梁计算、配箍筋

【非地震组合】

斜截面受剪承载力验算公式与配分布筋时不完全相同，配箍筋时 A_{sh} 为 0，水平分布筋的剪力贡献项为 0，代入《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) 附录 G.0.4-2，即：

$$V \leq \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + \frac{(l_0/h-2)}{3} f_{yv} \frac{A_{sv}}{s_b} h_0$$

当 l_0/h 小于 2 时，箍筋的剪力贡献项也为 0，箍筋对抗剪也不起作用。所以，遇到 l_0/h 小于 2 且 $V > \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0$ 的情况，程序给出的箍筋面积 A_{sv} 为 99999，且显示为红色。

受剪截面限制条件与配分布筋时完全相同。

【地震组合】

A_{sh} 为 0，水平分布筋的剪力贡献项为 0，则：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1.05}{\lambda+1} f_t b h_0 + \frac{(l_0/h-2)}{3} f_{yv} \frac{A_{sv}}{s_b} h_0 \right]$$

受剪截面限制条件与配分布筋时完全相同。

【人防组合】

斜截面受剪承载力和截面限制条件的验算公式与【非地震组合】相同，需要考虑材料强度调整。

3) 按普通梁计算、配箍筋

【非地震组合】

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010) 第 6.3.4 条，斜截面受剪承载力验算公

式为:

$$V \leq V_{cs} \quad (6.3.4-1)$$

$$V_{cs} = \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (6.3.4-2)$$

受剪截面限制条件按《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)第 6.3.1 条执行:

当 h_w/b 不大于 4 时

$$V \leq 0.25 \beta_c f_c b h_0 \quad (6.3.1-1)$$

当 h_w/b 不小于 6 时

$$V \leq 0.2 \beta_c f_c b h_0 \quad (6.3.1-2)$$

当高宽比 h_w/b 大于 4 且小于 6 时,按线性内插法取值。

【地震组合】

根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)第 11.3.4,考虑地震组合的矩形、T 形和 I 形截面的框架梁,其斜截面受剪承载力应符合下列规定:

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[0.6 \alpha_{cv} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \right] \quad (11.3.4)$$

将 $\alpha_{cv} = \frac{1.75}{\lambda+1}$ 代入式(11.3.4),得:

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1.05}{\lambda+1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \right]$$

受剪截面限制条件按《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)第 11.3.3 条验算:

当 l_0/h 大于 2.5 时

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.20 \beta_c f_c b h_0) \quad (11.3.3-1)$$

当 l_0/h 不大于 2.5 时

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.15 \beta_c f_c b h_0) \quad (11.3.3-2)$$

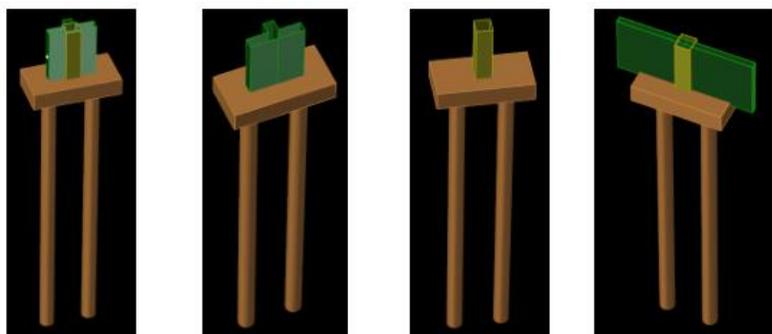
【人防组合】

斜截面受剪承载力和截面限制条件的验算公式与【非地震组合】相同,需考虑材料强度调整。

6、墙下两桩承台设计方法

对布置于多段墙肢下的两桩承台(见图 10a),当墙肢长度不超出两桩承台范围,则按等效的单柱两桩承台(图 10c)设计;当墙肢长度超出两桩承台范围,则按墙下两

桩承台（图 10d）设计。以前的版本中，要求承台上有且仅有 1 根柱，才能按等效的单柱两桩承台设计。新版本取消了“至少有 1 根柱”的限制，对图 10b 所示的两桩承台，也按等效的单柱两桩承台设计。图 11 为配筋结果，可以看出图 10a、图 10b、图 10c 是按梁（深梁或框架梁）设计的，而图 10d 是按双向板设计的。



(a)布置于“1根柱+多段墙肢”下的两桩承台 (b)布置于“多段墙肢”下的两桩承台 (c)单柱两桩承台 (d)墙下两桩承台

图 10 两桩承台示意图

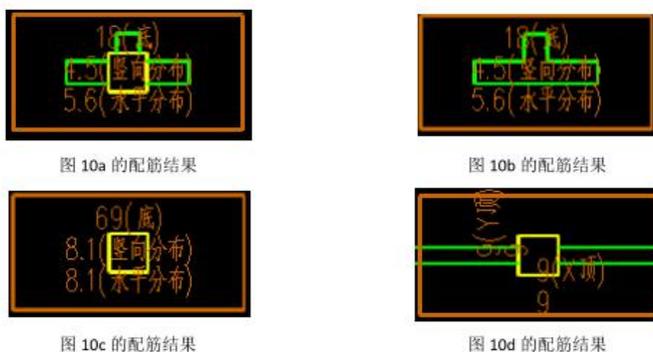


图 10a 的配筋结果

图 10b 的配筋结果

图 10c 的配筋结果

图 10d 的配筋结果

图 11 两桩承台的设计结果

第三节 筏板冲剪计算技术条件

一、柱、短肢组合墙冲切($L/b \leq 8$)

1) 本公式对于矩形柱、异形柱、桩、同节点多墙的冲切计算采用以下公式。

同节点多墙计算对象是同一节点周围的多组墙肢。该组墙肢的各墙肢要满足两个条件：一、每个墙肢的另一端没有其它的墙与之相连，二、每段墙肢的长厚比必须小于 8，

这与短肢剪力墙的判断原则一致。

矩形柱、桩按照矩形截面计算；异形柱、同节点多墙按照实际的外包多边形区域计算。

《建筑地基基础设计规范》第 8.4.7 条规定：计算时应考虑作用在冲切临界面中重心上的不平衡弯矩产生的附加剪力。距柱边 $h_0/2$ 处冲切临界截面的最大剪应力应按下列公式计算：

$$\tau_{\max} = F_l / u_m h_0 + \alpha_s M_{\text{unb}} c_{AB} / I_s$$

$$\tau_{\max} \leq 0.7(0.4 + 1.2\beta_s / \beta_{hp} f_t)$$

$$a_s = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{(c_1 / c_2)}}$$

式中：

F_l ——相应于荷载效应基本组合时的集中力设计值，对内柱取轴力设计值减去筏板冲切破坏锥体内的地基反力设计值；对边柱和角柱，取轴力设计值减去筏板冲切临界截面范围内的地基反力设计值；地基反力值应扣除底板自重；

u_m ——距柱边 $h_0/2$ 处冲切临界截面的周长，按本规范附录 P 计算；

h_0 ——筏板的有效高度；

M_{unb} ——作用在冲切临界截面重心上的不平衡弯矩设计值；

c_{AB} ——沿弯矩作用方向，冲切临界截面重心至冲切临界截面最大剪应力点的距离，按附录 P 计算；

I_s ——冲切临界截面对其重心的极惯性矩，按规范附录 P 计算；

β_s ——柱截面长边与短边的比值，当 $\beta_s < 2$ 时， β_s 取 2，当 $\beta_s > 4$ 时， β_s 取 4；

c_1 ——与弯矩作用方向一致的冲切临界截面的边长，按规范附录 P 计算；

c_2 ——垂直于 c_1 的冲切临界截面的边长，按规范附录 P 计算；

a_s ——不平衡弯矩通过冲切临界截面上的偏心剪力传递的分配系数。

2) 柱冲切验算考虑了 45 度冲切锥与筏板下加厚区侧边相交的情况

承台和筏板顶齐时的冲切验算有三种情况，分别是冲切锥碰到桩时落在桩内（图 4）、冲切锥落在桩外（图 5）和冲切锥与承台侧面相交（图 6）。下面举例说明：

1) 桩边距柱边 400mm，冲跨比 0.26 大于 0.25，冲切锥为内侧的虚线，见图 4。

2) 桩边距柱边 320mm，冲跨比 0.21 小于 0.25，冲切锥角度为 45 度，45 度线首先与底边相交，因此有效厚度为 1550mm，见图 5。

3) 桩边距柱边 320mm，冲跨比 0.21 小于 0.25，冲切锥角度为 45 度，但是 45 度线首先与加厚区的侧边相交，因此有效厚度为 1200mm，见图 6。

之前版本只考虑了图 4 和图 5 的情况，新版本增加考虑了图 6 的情况。

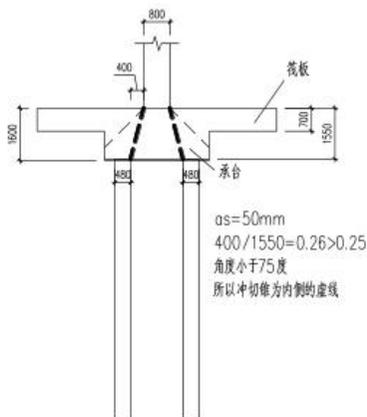


图 4 有效高度取 1550mm

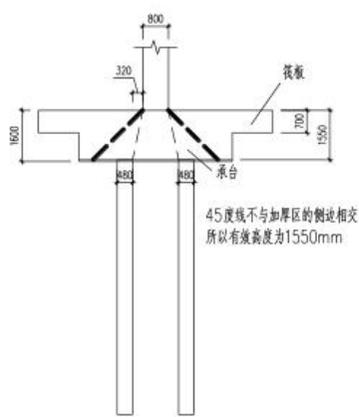


图 5 有效高度取 1550mm

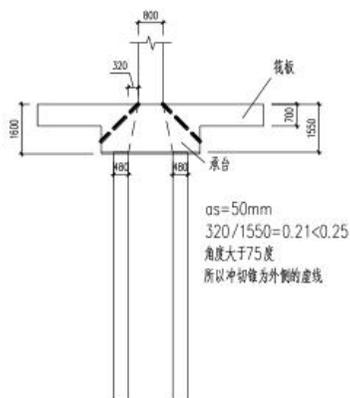


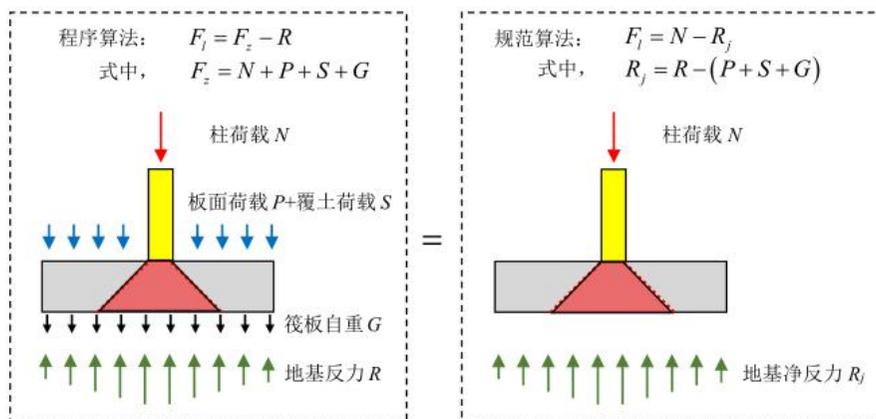
图 6 有效高度取 1200mm

3) 调整平板筏基冲切荷载 F_1 的计算方法

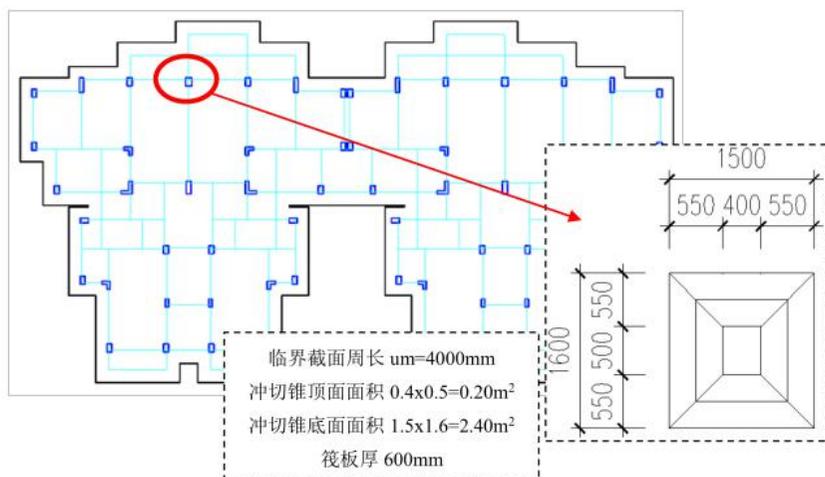
柱对平板筏基的冲切验算，程序按总竖向荷载 F_z 和总反力 R 计算冲切力

$F_1 = F_z - R$ ，《地基规范》(GB50007-2011)第 8.4.7 条按柱荷载 N 、地基净反力 R_j 计算冲切力 $F_1 = N - R_j$ 。两种算法是等效的，因为 R' 即总反力 R 和净反力 R_j 之差：

$$P + S + G = R' = R - R_j$$



以前的版本，冲切锥自重按锥体体积计算，覆土重、板面荷载按锥体顶面面积计算。按上述方法计算，虽然符合隔离体力学平衡，但是改变筏板自重、覆土荷载、板面荷载时冲切力 F_1 会有稍许变化。而按照规范采用净反力 R_j 计算冲切力 F_1 时，改变上述荷载时冲切力 F_1 不会变化。



老版柱冲切计算

冲切计算指标	板面恒载取 15kPa	板面恒载取 0kPa
控制组合	1.35 恒+1.4×0.7 活	1.35 恒+1.4×0.7 活
柱荷载 N (kN)	1928.5	1928.5
板面荷载 P (kN)	$15 \times 0.2 = 3$	0
覆土荷载 S (kN)	0	0
自重荷载 G (kN)	$25 \times V = 16.5$ (V 按棱台体计算)	$25 \times V = 16.5$
竖向总荷载 F_z (kN)	$1928.5 + 1.35 \times 3$ $+ 1.35 \times 16.5 = 1954.8$	$1928.5 + 1.35 \times 16.5 = 1950.8$
扣除地基反力 R (kN)	318.5	269.9
冲切力 F_l	1636.3	1680.9

新版本冲切锥自重、覆土荷载、板面荷载都按锥体底面面积计算。此时，只要自重、覆土重、板面荷载产生等值反向的地基反力，修改板厚、覆土重、板面荷载都不会导致冲切力发生变化。见下表，板面恒载从 15kPa 变化到 0kPa，竖向总荷载 F_z 减小 $36 \times 1.35 = 48.6\text{kN}$ ，扣减的地基反力 R 从也减小了 48.6kN ($318.5 - 269.9 = 48.6\text{kN}$)。因此冲切力 F_l 保持不变。

新版柱冲切计算

冲切计算指标	板面恒载取 15kPa	板面恒载取 0kPa
控制组合	1.35 恒+1.4×0.7 活	1.35 恒+1.4×0.7 活
柱荷载 N (kN)	1928.5	1928.5
板面荷载 P (kN)	$15 \times 2.4 = 36$	0
覆土荷载 S (kN)	0	0
自重荷载 G (kN)	$25 \times 0.6 \times 2.4 = 36$ (V 按柱体计算)	$25 \times 0.6 \times 2.4 = 36$
竖向总荷载 F_z (kN)	$1928.5 + 1.35 \times 36$ $+ 1.35 \times 36 = 2025.7$	$1928.5 + 1.35 \times 36 =$ 1977.1
扣除地基反力 R (kN)	312.7	264.1
冲切力 F_l (kN)	1713.0	1713.0

二、桩冲切

对于角桩，按照《桩基规范》5.9.8 条执行：

对位于柱（墙）冲切破坏锥体以外的基桩，按下列规定计算承台受基桩冲切的承载力。

角桩：四桩以上（含四桩）承台受角桩冲切的承载力可按下列公式计算：

$$N_l \leq [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)] \beta_{hp} f_t h_0$$

$$\beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2}$$

$$\beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2}$$

内桩：对于箱形、筏形承台，按下列公式计算承台受内部基桩的冲切承载力：

$$N_1 \leq 2.8(b_p + h_0)\beta_{hp}f_t h_0$$

三、长肢组合墙冲切 $L/b > 8$

本公式适用于墙长厚比较大的墙体。由于一般墙长厚比比柱截面大，墙平面内弯矩对剪应力的贡献相对要小，因此程序采用《混凝土结构设计规范》的 6.5.1 条给出的计算公式进行抗冲切计算时，没有考虑墙平面内弯矩对剪应力的影响，并在公式中去掉预应力部分，公式如下所示：

$$F_l \leq (0.7\beta_h f_t + 0.25\sigma_{pc,m})\eta u_m h_0 \quad (6.5.1-1)$$

公式(6.5.1-1)中的系数 η ，应按下列两个公式计算，并取其中较小值：

$$\eta_1 = 0.4 + \frac{1.2}{\beta_s} \quad (6.5.1-2)$$

$$\eta_2 = 0.5 + \frac{\alpha_s h_0}{4u_m} \quad (6.5.1-3)$$

式中：

F_l ——局部荷载设计值或集中反力设计值；对板柱结构的节点，取柱所承受的轴向压力设计值的层间差值减去冲切破坏锥体范围内板所承受的荷载设计值；当有不平衡弯矩时，应按本规范第 6.5.6 条的规定确定；

β_h ——截面高度影响系数：当 $h \leq 800\text{mm}$ 时，取 $\beta_h = 1.0$ ；当 $h \geq 2000\text{mm}$ 时，取 $\beta_h = 0.9$ ，其间按线性内插法取用；

σ_{pc} ——计算截面周长上两个方向混凝土有效预压应力按长度的加权平均值，其值宜控制在 $1.0\text{N/mm}^2 \sim 3.5\text{N/mm}^2$ 范围内；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

- u_m ——临界截面的周长：距离局部荷载或集中反力作用面积周边 $h_0/2$ 处板垂直截面的最不利周长；
- h_0 ——截面有效高度，取两个配筋方向的截面有效高度的平均值；
- η_1 ——局部荷载或集中反力作用面积形状的影响系数；
- η_2 ——临界截面周长与板截面有效高度之比的影响系数；
- β_s ——局部荷载或集中反力作用面积为矩形时的长边与短边尺寸的比值， β_s 不宜大于 4；当 $\beta_s < 2$ 时，取 $\beta_s = 2$ ；当面积为圆形时，取 $\beta_s = 2$ ；
- α_s ——板柱结构中柱类型的影响系数：对中性，取 $\alpha_s = 40$ ；对边柱，取 $\alpha_s = 30$ ；对角柱，取 $\alpha_s = 20$ 。

四、内筒冲切

本公式适用于筏板的内筒区域，以及复杂墙体（不考虑与墙体连接的其它墙，按照单片墙计算）。

《建筑地基基础设计规范》第 8.4.8 条规定：平板式筏基内筒下的板厚应满足受冲切承载力的要求，其受冲切承载力按下式计算：

$$F_l / u_m h_0 \leq 0.7 \beta_{hp} f_t / \eta$$

式中：

- F_l ——相应与作用的基本组合时，内筒所承受的轴向力设计值减去内筒下筏板冲切破坏锥体内的基底净反力设计值；
- u_m ——距内筒外表面 $h_0/2$ 处冲切临界截面的周长；
- h_0 ——距内筒外表面 $h_0/2$ 处筏板的截面有效高度；
- η ——内筒冲切临界截面周长影响系数，取 1.25。

当需要考虑内筒根部弯矩的影响时，距内筒外表面 $h_0/2$ 处冲切临界截面的最大剪应力可按公式(8.4.7-1)计算，此时 $\tau_{\max} \leq 0.7 \beta_{hp} f_t / \eta$ 。

五、抗剪计算

《建筑地基基础设计规范》第 8.4.9 条规定：平板式筏板除满足受冲切承载力外，尚

应验算距内筒边缘或柱边缘 h_0 处筏板的受剪承载力。

受剪承载力应按下式验算：

$$V_s \leq 0.7\beta_{hs}f_t b_w h_0$$

式中：

V_s ——荷载效应基本组合下，地基土净反力平均值产生的距内筒或柱边缘 h_0 处筏板单位宽度的剪力设计值；

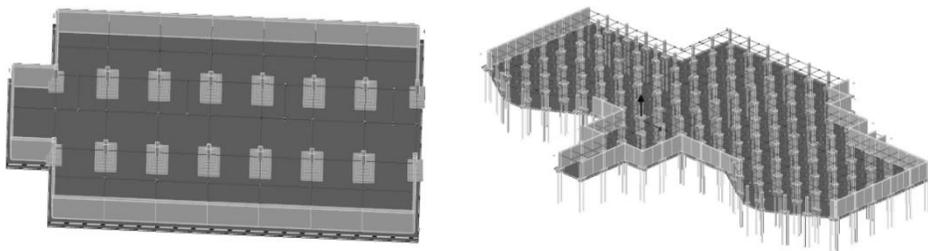
b_w ——筏板计算截面单位宽度；

h_0 ——距内筒或柱边缘 h_0 处筏板的截面有效高度。

第四节 独基承台+防水板计算技术条件

一、概述

独基加防水板基础、桩承台加防水板基础是近年来伴随基础设计与施工发展而形成的一种新的基础形式，由于其传力简单、明确及费用较低，因此在工程中应用相当普遍。在防水板设计中，除防水板内力、配筋计算外，还应考虑防水板对独立基础内力的不利影响。防水板只用来抵抗水浮力，不考虑防水板下的地基承载力。下图是两个典型的“独立基础加防水板”模型。

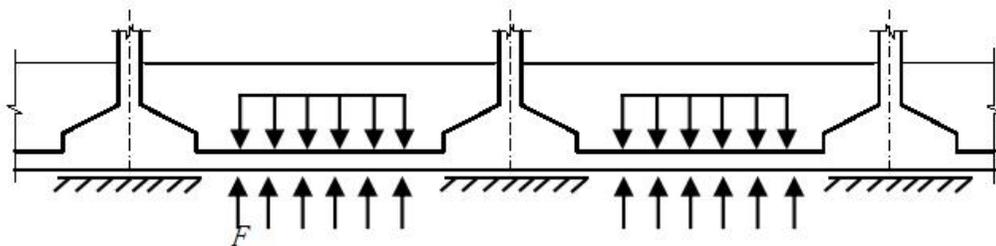


柱下独立基础加防水板

二、计算模型

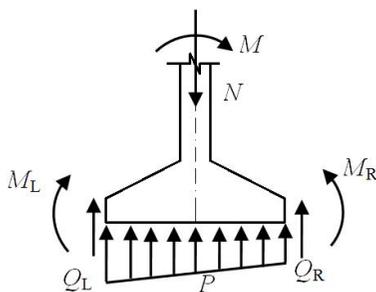
防水板下一般都设置软垫层，这也是防水板和普通筏板最显著的区别。因此，防水板只承担本身自重、覆土重、附加面荷载及水浮力，不承担任何上部结构的荷载，且无

需验算地基承载力。程序假定底层柱、墙、独立基础作为板的固定支座，采用“倒楼盖模型”计算防水板的内力和挠度。水浮力按设计水位与基底标高确定。建模时，用户可以在防水板中布置地基梁，形成梁、板同时抗浮的结构体系。与普通筏板中的梁不同，程序采用“普通梁单元”（考虑剪切）模拟地基梁对防水板的加强作用。



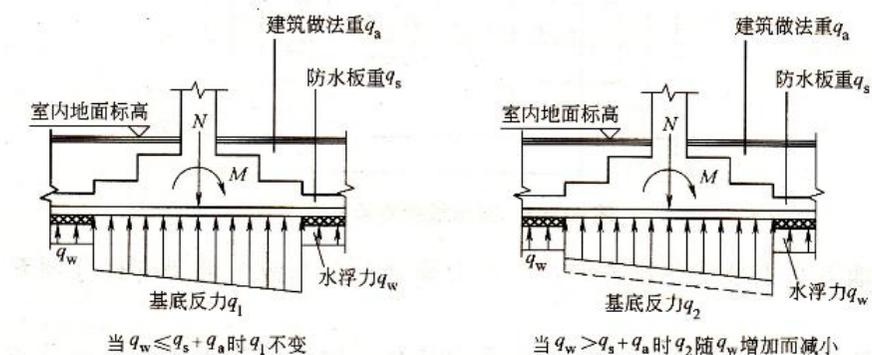
防水板计算模型

作为防水板固定支座的独立基础，设计时还应考虑由防水板传递过来的弯矩和剪力。否则，当浮力大于自重时，可能会使设计偏于不安全。在程序中，若计算出的防水板支座（独基边缘）弯矩、剪力与图示方向相同，在确定独立基础的设计弯矩和剪力时，叠加 M (M_L 、 M_R) 和 Q (Q_L 、 Q_R) 的影响。



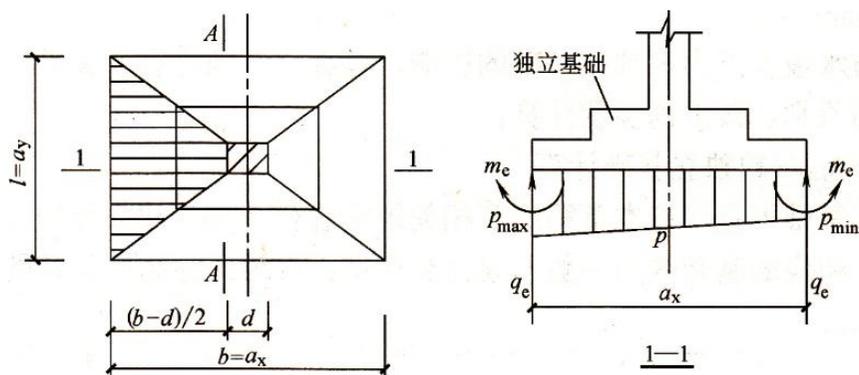
独立基础计算模型

当 $qw < qs + qa$ 时，防水板及其上部重量直接传递给地基土，独立基础对其不起支承作用；当 $qw > (qs + qa)$ 时，防水板在水浮力作用下，将净水浮力 $qw > (qs + qa)$ 传递给独立基础，并加大了独立基础的弯矩。



防水板弯矩的计算

YJK-F 基础软件自动计算防水板对独立基础的弯矩和剪力计算影响。



防水板的计算简图

三、防水板计算的荷载组合

如果水浮力大于防水板自重+防水板恒活+防水板上的覆土重，程序可将该部分反力施加到其它基础上，自动计算出防水板对其它基础的弯矩和剪力的增大值。

对防水板计算包括 7 种效应组合：

(1) 标准组合 1.0 防水板恒载-水浮力标准组合系数*水浮力(最高)：用于计算水浮力对独立基础基底压力和承台桩反力的有利影响；

(2) 标准组合 1.0 防水板恒载+1.0 防水板活载：用于防水板本身的裂缝计算；

(3) 基本组合 1.2 防水板恒载+1.4 防水板活载-1.0*水浮力(最低); 用于计算防水板控制底筋;

(4) 基本组合 1.35 防水板恒载+0.98 防水板活载-1.0*水浮力(最低); 用于计算防水板控制底筋;

(5) 基本组合 1.0 防水板恒载-水浮力基本组合系数*水浮力(最高): 用于计算防水板控制顶筋;

(6) 基本组合 1.0 防水板恒载-1.0 人防: 用于计算防水板控制顶筋;

(7) 基本组合 1.0 防水板恒载-1.0 人防-水浮力基本组合系数*水浮力(最高): 用于计算防水板控制顶筋。

(5)~(7) 组合, 每个单元水浮力的计算弯矩与无水工况的计算弯矩进行简单叠加。

比如恒载 24.55kN.m, 水-37.42 kN.m, 人防-200.35 kN.m,则对于

1.0 恒 -1.2 水-人防: $M=24.55-200.35-1.2*37$.

第五节 整体式基础的有限元计算

一、概述

《建筑地基基础设计规范》第 8.4.10 条规定: “当地基土比较均匀, 上部结构刚度较好, 梁板式筏基梁的高跨比或平板式筏基板的厚跨比不小于 1/6, 且相邻柱荷载及柱间距的变化不超过 20%时, 筏形基础仅要考虑局部弯曲作用。筏形基础的内力, 可按基底反力直线分布进行计算, 计算时基底反力应扣除板自重及其填土的自重及上填土的自重。当不满足上述要求时, 筏基内力应按弹性地基梁板方法进行分析计算。”

《建筑地基基础设计规范》第 5.3.10 条规定: “在同一整体大面积基础上建有多栋高层和低层建筑, 应该按照上部结构、基础与地基的共同作用进行变形计算。”

YJK-F 软件中, 对于由筏板、地基梁组成的整体性基础, 或筏板内布置独基、桩承台、柱墩的整体式基础, 或分离式的复杂独基复杂承台基础, 或独基和地梁、桩承台和地梁联合布置的基础, 统一按“考虑上部刚度的弹性地基梁板法”分析, 计算流程如下:

第 1 步: 读入各类荷载, 包括底层墙、柱荷载, 附加荷载, 覆土重, 基础自重, 水

浮力，人防荷载，吊车荷载；

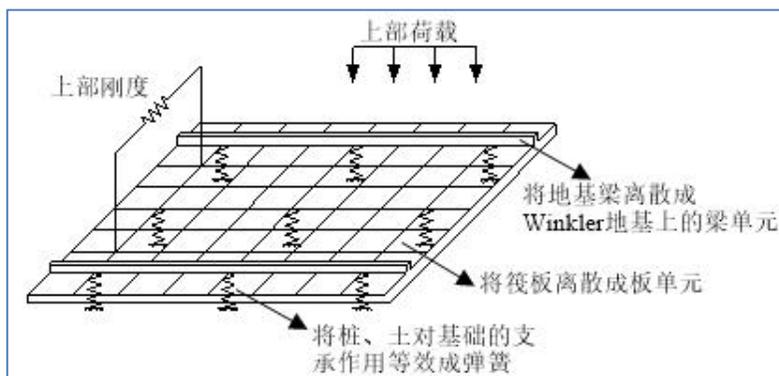
第 2 步：网格自动划分；

第 3 步：形成地基梁、板的单元刚度矩阵，并进行组装；

第 4 步：读入上部结构凝聚到基础的刚度；

第 5 步：形成桩、土刚度矩阵；

第 6 步：形成总刚度矩阵，代入求解器，计算结点位移、弹簧反力、筏板内力，并将弹簧反力换算成基底压力、桩反力，为配筋设计、沉降计算及地基土/桩承载力验算做准备。



由筏板、地基梁组成的整体性基础

$$([K_b] + [K_r] + [K_{ps}]) \cdot \{\delta\} = \{P\}$$

式中：

$[K_b]$ ——上部结构凝聚到基础的刚度矩阵；

$[K_r]$ ——由地基梁、板的单元刚度矩阵组装而成的基础刚度矩阵；

$[K_{ps}]$ ——桩、土刚度矩阵；

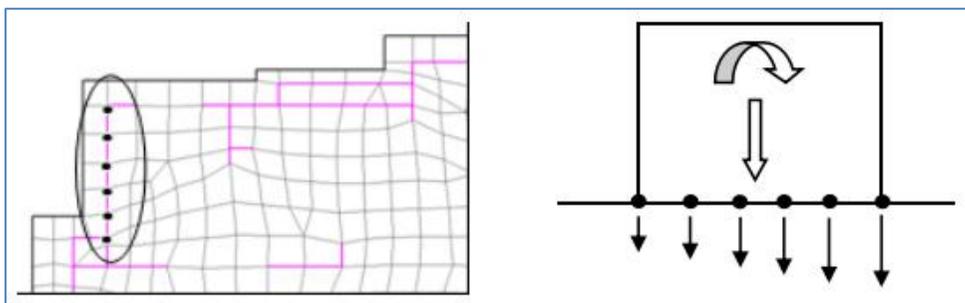
$\{\delta\}$ ——结点位移向量；

$\{P\}$ ——荷载向量。

二、荷载

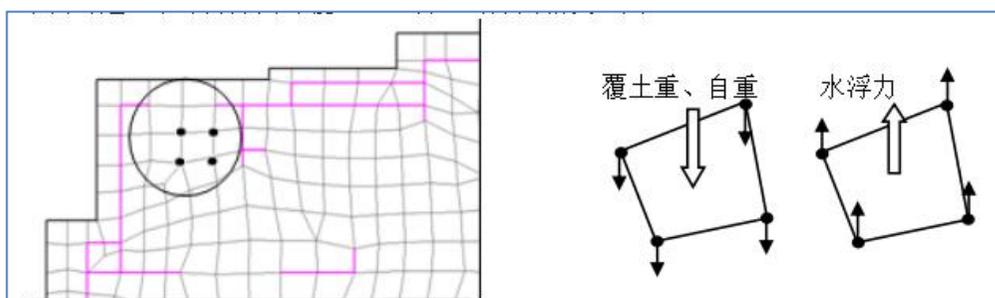
【生成数据】时自动读入底层墙、柱荷载，附加荷载，覆土重，基础自重，水浮力，人防荷载，吊车荷载。底层柱的荷载，直接等效成节点荷载。底层墙的荷载，按墙线上

的结点之间的距离，等效成若干个集中荷载（下图）。



将底层墙荷载等效成结点荷载

每个梁、板单元上，可定义不同的覆土重，用于区分室内、外差别。程序中，自动将覆土重均分成梁、板单元结点集中荷载。板面附加荷载、基础自重、水浮力，亦按相同方法处理，不同的是，水浮力方向与覆土重、自重的方向相反（下图）。

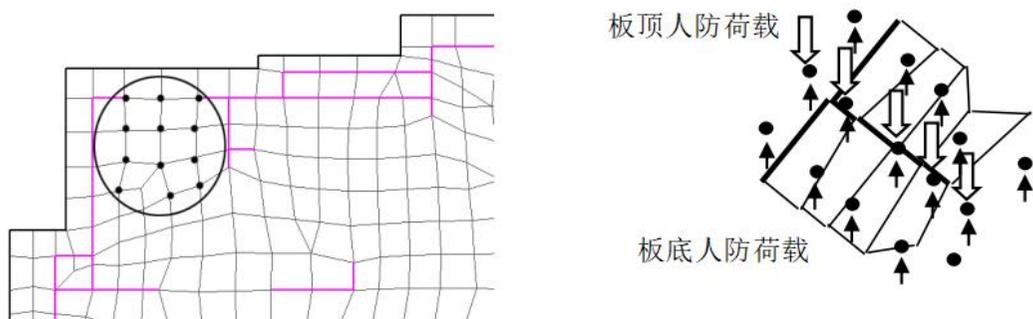


将覆土重、自重和水浮力等效成结点荷载



在“基础建模”中输入、修改板面附加恒载、附加活载

人防荷载分筏板顶、底两部分，其中板顶的人防荷载，由底层墙、柱传下来，板底人防荷载，按垂直向上的均布力处理。吊车荷载全部由底层墙、柱传下来。



人防荷载示意图

在计算参数对话框中，与水浮力有关的参数有 5 项，见参数说明。

与“人防荷载”有关的计算参数有两项，见参数说明。

三、网格划分

采用有限元法分析桩筏、筏板基础，首先应解决筏板的网格划分问题。【生成数据】时，软件可根据用户设置的控制尺寸，自动完成筏板的网格划分，不需要额外的干预。程序内置的划分原则如下：

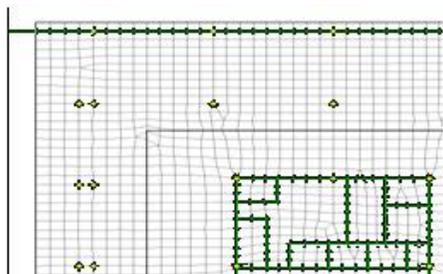
1、对于不等厚筏板，将不同厚度板块的分界线作为网格划分的控制线。对于筏板上的洞口，将洞口边线作为控制线。对于嵌入筏板的独立基础、桩承台、柱墩，也以它们的轮廓线作为网格划分的控制线，并且独立基础、桩承台、柱墩的单元有自己独立的单元厚度。对于复杂桩承台或柱下独立基础，如多柱下承台或独立基础、墙下承台或独立基础、与地基梁相连的承台或独立基础，也进行单元划分，考虑到它们的轮廓相对较小，自动采用尺寸更小的精细单元划分。

2、底层墙作为控制线；底层柱作为控制点。

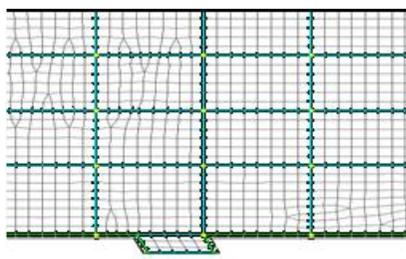
3、梁板式筏基内的地基梁作为控制线。考虑到筏板布桩方案的多样性，对于筏板下的桩，不作为网格划分的控制点。

4、筏板外的地基梁，按用户输入的控制尺寸划分成若干个小梁段。当梁下布桩时，桩作为划分小梁端的控制点。

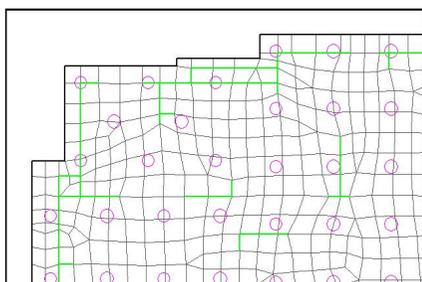
5、内置最少单元数，以适应面积较小的承台，此时单元大小不受控制尺寸约束。



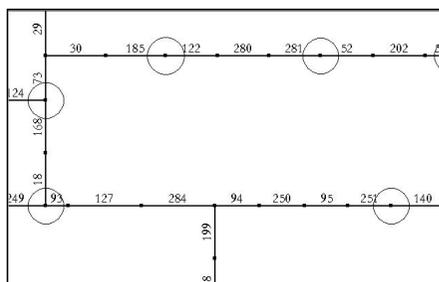
底层墙、柱，筏板边界作为控制线



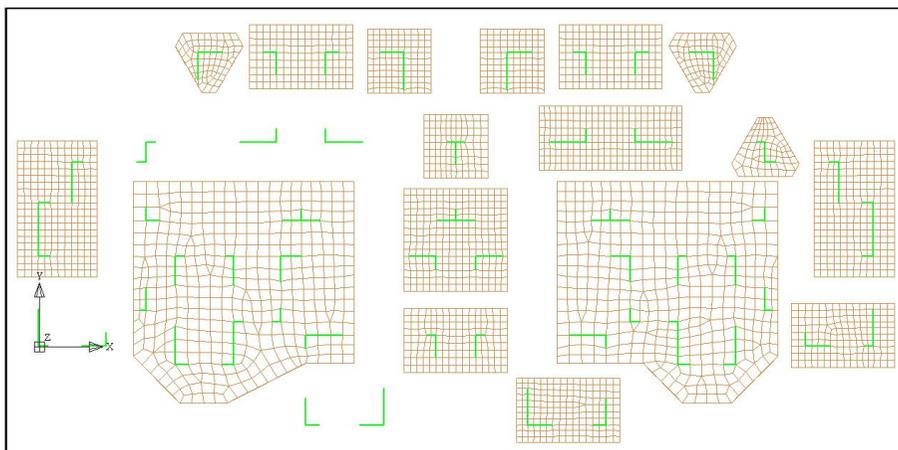
筏板内的地基梁作为控制线



筏板内的桩不作为控制点图



筏板外的桩作为控制点



面积较小的承台，由最小单元数控制网格划分

经过网格划分，对于筏板，将形成以四边形为主、三角形为辅的有限元网格，对于地基梁，将形成长度小于控制尺寸的小梁段。这种划分方法的特点如下：

- 1、底层墙、柱，地基梁、筏板边线、嵌入筏板的独立基础、桩承台、柱墩作为控制点、线，能够保证计算结果的准确性；
- 2、单元数量与控制尺寸相关，对于大面积筏板，初步设计时可适当增加尺寸，节

省反复计算的时间，最后适当减小尺寸，得到比较高的精度。

3、筏板内、外的桩，区别对待，既考虑到了筏板布桩的多样性，避免因桩位较近使单元尺寸大小不一，影响计算效果，又考虑到了筏板外的梁下桩应作为梁单元端点的特性。

4、内置最小单元数，对于面积较小的承台，按最小单元数，而不是控制尺寸进行网格划分，保证了计算精度。

四、板单元

【计算分析】时将筏板、复杂承台离散成板元，并将地基土对板的支撑作用等效到对应的结点上，等效的方法将在 8.6 小节中介绍。高层建筑筏板基础的厚度较大，需要考虑剪切应力引起的变形，不能采用基于经典薄板理论的弯曲板单元，所以筏板基础的有限元分析通常使用基于 MINDLIN 的中厚板理论的板单元。但是基于 MINDLIN 的中厚板理论的板单元在计算薄板时也会发生剪切自锁和存在多余零能模式问题。

本软件选用了适用于高层建筑筏板基础计算的厚薄通用板元。其优点是单元的转角场和剪应变场是根据单元各边按厚梁理论确定的分布函数进行合理插值而导出，因此在薄板情况下剪应变场自动退化为零，不出现剪切闭锁现象。数值算例也表明：其具有明确的物理概念，列式简单，计算效率高；对厚板和薄板都具有良好的性能，收敛速度快，对几何畸变不敏感。

本软件的网格自动划分程序把高层建筑的筏板划分为四边形为主、三角形为辅的有限元网格。本软件的地基板的有限元计算采用了三角形厚薄通用单元 TMT 和厚薄板通用四边形单元 TMQ。下面分别简单介绍：

1、三角形厚薄通用单元 TMT

三节点板单元采用了三角形厚薄通用单元 TMT，三节点板单元单刚的推导过程见文献文献（龙志飞，岑松编著. 有限元法新论[M]. 北京：中国水利水电出版社，2001）的第七章第三节中有关三角形厚薄板元内容（P143-147）。其单元刚度矩阵 K^e 由两部分组成：

$$K^e = K_b^e + K_s^e$$

式中：

K_b^e ——弯曲刚度矩阵。

$$K_b^e = \iint_{\Omega_e} B_b^T D_b B_b dA$$

K_s^e ——剪切刚度矩阵。

$$K_s^e = \iint_{\Omega_e} B_s^T D_s B_s dA$$

$$B_b = B_b^0 + F\Delta G$$

$$B_b^0 = -\frac{1}{2A} \begin{bmatrix} 0 & b_1 & 0 & 0 & b_2 & 0 & 0 & b_3 & 0 \\ 0 & 0 & c_1 & 0 & 0 & c_2 & 0 & 0 & c_3 \\ 0 & c_1 & b_1 & 0 & c_2 & b_2 & 0 & c_3 & b_3 \end{bmatrix}$$

$$F = \frac{-3}{2A} \begin{bmatrix} \frac{c_1}{l_1^2}(b_2L_3 + b_3L_2) & \frac{c_2}{l_2^2}(b_3L_1 + b_1L_3) & \frac{c_3}{l_3^2}(b_1L_2 + b_2L_1) \\ -\frac{b_1}{l_1^2}(c_2L_3 + c_3L_2) & -\frac{b_2}{l_2^2}(c_3L_1 + c_1L_3) & -\frac{b_3}{l_3^2}(c_1L_2 + c_2L_1) \\ M_1 & M_2 & M_3 \end{bmatrix}$$

$$M_1 = \frac{1}{l_1^2} [(c_1c_2 - b_1b_2)L_3 + (c_3c_1 - b_3b_1)L_2]$$

$$M_2 = \frac{1}{l_2^2} [(c_2c_3 - b_2b_3)L_1 + (c_1c_2 - b_1b_2)L_3]$$

$$M_3 = \frac{1}{l_3^2} [(c_3c_1 - b_3b_1)L_2 + (c_2c_3 - b_2b_3)L_1]$$

L1、L2、L3 为面积坐标。

$$\Delta = \begin{bmatrix} 1-2\delta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 1-2\delta_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1-2\delta_3 \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -2 & -c_1 & b_1 & 2 & -c_1 & b_1 \\ 2 & -c_2 & b_2 & 0 & 0 & 0 & -2 & -c_2 & b_2 \\ -2 & -c_3 & b_3 & 2 & -c_3 & b_3 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B_S = [B_{S1} \quad B_{S2} \quad B_{S3}]$$

其中

$$B_{Si} = \frac{1}{2A} \begin{bmatrix} 2\delta_i(b_i L_m - b_m L_i) - 2\delta_m(b_j L_i - b_i L_j) & -c_j d_j(b_i L_m - b_m L_i) - c_m \delta_m(b_j L_i - b_i L_j) \\ 2\delta_j(c_i L_m - c_m L_i) - 2\delta_m(c_j L_i - c_i L_j) & -c_j \delta_j(c_i L_m - c_m L_i) - c_m \delta_m(c_j L_i - c_i L_j) \end{bmatrix}$$

$$\left. \begin{array}{l} b_j \delta_j(b_i L_m - b_m L_i) + b_m \delta_m(b_j L_i - b_i L_j) \\ b_j \delta_j(c_i L_m - c_m L_i) + b_m \delta_m(c_j L_i - c_i L_j) \end{array} \right\} \begin{array}{l} \vec{m} \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} (i, j, m = 1, 2, 3)$$

$$\begin{aligned} b_1 &= y_2 - y_3 & b_2 &= y_3 - y_1 & b_3 &= y_1 - y_2 \\ c_1 &= x_3 - x_2 & c_2 &= x_1 - x_3 & c_3 &= x_2 - x_1 \end{aligned}$$

$$\delta_i = \frac{\left(\frac{t}{l_i}\right)^2}{\frac{5}{6}(1-\nu) + 2\left(\frac{t}{l_i}\right)^2} \quad (i=1, 2, 3)$$

式中：

t —— 板厚；

ν —— 泊松比。

2、厚薄板通用四边形单元

四节点板单元采用了对转角场和剪应变长进行合理插值的厚薄板通用四边形单元。具体参见文献(龙志飞, 岑松编著. 有限元法新论[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001)的第七章第三节中有关四边形厚薄通用板元内容(P147-154)和文献(岑松, 龙志飞. 对转角场和剪应变长进行合理插值的厚薄板通用四边形单元. 1999, 16(4): 1-15)。

单元刚度矩阵 K_e 由两部分组成：

$$K^e = K_b^e + K_s^e$$

式中:

K_b^e ——弯曲刚度矩阵:

$$K_b^e = \iint_{\Omega_e} B_b^T D_b B_b dA = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 B_b^T D_b B_b |J| d\xi d\eta$$

K_s^e ——剪切刚度矩阵:

$$K_s^e = \iint_{\Omega_e} B_s^T D_s B_s dA = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 B_s^T D_s B_s |J| d\xi d\eta$$

$$B_b = - (H_0 + H_1\alpha + H_2\beta)$$

$$H_0 = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\partial N_1}{\partial x} & 0 & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial x} & 0 & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial x} & 0 & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial x} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial N_1}{\partial y} & 0 & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial y} & 0 & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial y} & 0 & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial y} \\ 0 & \frac{\partial N_1}{\partial y} & \frac{\partial N_1}{\partial x} & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial y} & \frac{\partial N_2}{\partial x} & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial y} & \frac{\partial N_3}{\partial x} & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial y} & \frac{\partial N_4}{\partial x} \end{bmatrix}$$

$$H_1 = \begin{bmatrix} \frac{\partial N_5}{\partial x} & \frac{\partial N_6}{\partial x} & \frac{\partial N_7}{\partial x} & \frac{\partial N_8}{\partial x} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\partial N_5}{\partial y} & \frac{\partial N_6}{\partial y} & \frac{\partial N_7}{\partial y} & \frac{\partial N_8}{\partial y} \end{bmatrix}, \quad H_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\partial N_5}{\partial y} & \frac{\partial N_6}{\partial y} & \frac{\partial N_7}{\partial y} & \frac{\partial N_8}{\partial y} \\ \frac{\partial N_5}{\partial x} & \frac{\partial N_6}{\partial x} & \frac{\partial N_7}{\partial x} & \frac{\partial N_8}{\partial x} \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} N_1 = -\frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta)(1+\xi+\eta) & N_5 = \frac{1}{2}(1-\eta^2)(1+\xi) \\ N_2 = -\frac{1}{4}(1+\xi)(1-\eta)(1-\xi+\eta) & N_6 = \frac{1}{2}(1-\xi^2)(1+\eta) \\ N_3 = -\frac{1}{4}(1+\xi)(1+\eta)(1-\xi-\eta) & N_7 = \frac{1}{2}(1-\eta^2)(1-\xi) \\ N_4 = -\frac{1}{4}(1-\xi)(1+\eta)(1+\xi-\eta) & N_8 = \frac{1}{2}(1-\xi^2)(1-\eta) \end{cases}$$

其中 ξ 和 η 为单元等参坐标。

$$B_s = \begin{bmatrix} N_s^0 X_s \Gamma^* \\ N_s^0 Y_s \Gamma^* \end{bmatrix}$$

$$N_s^0 = [N_1^0 N_2^0 N_3^0 N_4^0]$$

$$\begin{cases} N_1^0 = \frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta) \\ N_2^0 = \frac{1}{4}(1+\xi)(1-\eta) \\ N_3^0 = \frac{1}{4}(1+\xi)(1+\eta) \\ N_4^0 = \frac{1}{4}(1-\xi)(1+\eta) \end{cases}$$

$$\Gamma^* = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -2\delta_1 & -c_1\delta_1 & b_1\delta_1 & 2\delta_1 & -c_1\delta_1 & b_1\delta_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2\delta_2 & -c_2\delta_2 & b_2\delta_2 & 2\delta_2 & -c_2\delta_2 & b_2\delta_2 \\ 2\delta_3 & -c_3\delta_3 & b_3\delta_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2\delta_3 & -c_3\delta_3 & b_3\delta_3 \\ -2\delta_4 & -c_4\delta_4 & b_4\delta_4 & 2\delta_4 & -c_4\delta_4 & b_4\delta_4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$b_1=y_2-y_3, \quad b_2=y_3-y_4, \quad b_3=y_4-y_1, \quad b_4=y_1-y_2$$

$$c_1=x_3-x_2, \quad c_2=x_4-x_3, \quad c_3=x_1-x_4, \quad c_4=x_2-x_1$$

$$\delta_i = \frac{\left(\frac{t}{l_i}\right)^2}{\frac{5}{6}(1-\nu) + 2\left(\frac{t}{l_i}\right)^2} \quad (i=1, 2, 3, 4)$$

3、板单元的应力磨平

本软件使用的 TMT 和 TMQ 板单元都是位移元，求解方程得到的是各个节点的位移值。实际工程还要求解应力值，由于从节点位移求解单元应力过程中，经过了导数运算，得到的应力精度较位移有所降低。为了从有限元的位移解得到较好的应力解，需要对应力解进行处理解决应力不连续和改善精度，这就需要进行应力磨平，包括单元应力磨平和总体应力磨平。

单元应力磨平：利用精度较高的高斯积分点（最佳应力点）的应力值可以改进等参元节点应力的精度。本软件先求出 2×2 的高斯点应力，然后外推求出节点应力值，得

到了具有双线性的应力。

总体应力磨平：由于应力解的精度较位移低一阶，其结果有一定近似性，一个明显现象就是单元与单元的交界面上应力不连续。所以软件在单元应力磨平后，还用总体应力磨平的方法来改进应力结果，得到在全域连续的应力场。本软件采用的是取围绕节点的各单元应力进行算术平均的处理方法。应力磨平具体内容参见文献（王瑁成编著. 有限元单元法[M]. 北京：清华大学出版社，2003）

五、Winkler 梁单元

软件将地基梁离散成梁元，并在 Winkler 假定基础上，建立地基梁的单元刚度矩阵，下面介绍软件的处理方案。

1867 年，文克尔（E. Winkler）提出一个非常著名的假定：地基表面任一点的沉降 ω 与该点单位面积上所受的力 p 成正比。按照该假定，沉降 ω 只发生在荷载施加的地方，对周围的基础无任何影响；基础底面和地基表面在受荷变形的过程中始终是贴合的，因此沉降与梁的挠度处处相等。Winkler 地基模型的数学表达式为：

$$p = K\omega$$

式中：

K ——基床反力系数，表示使地基产生单位沉降所需的单位面积土的压力。

软件采用上述 Winkler 地基模型，将土对地基梁的支撑作用借助线性弹簧来模拟，弹簧刚度 β 取基床反力系数 K 与梁单元底面积 A 的乘积：

$$\beta = K \cdot A$$

应用能量概念，可以将线性弹簧的刚度叠加到框架梁的单元刚度矩阵中，形成 Winkler 梁的单元刚度矩阵。

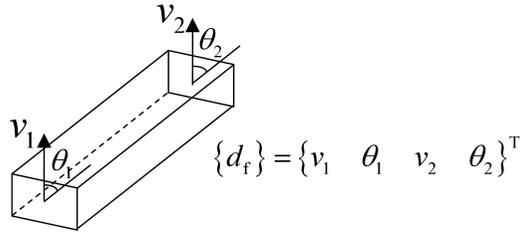
宽 b ，长 L 的地基梁，发生挠曲变形 ω 时，线性弹簧的应变能 U 为：

$$U = \frac{1}{2} \int_0^L \beta \omega^2 \cdot b dx = \frac{1}{2} \int_0^L \omega^T \beta \omega \cdot b dx = \frac{1}{2} \{d_f\}^T [K_f] \{d_f\}$$

式中：

β ——线性弹簧的刚度；

$\{d_i\}$ ——Winkler 梁的结点自由度， $\{d_f\}$ 含有两个平动、两个转动共四个自由度。



Winkler 梁的结点自由度

$[K_f]$ 为 Winkler 梁的单元刚度矩阵的修正项，按下式计算：

$$[K_f] = \int_0^L \beta [N]^T [N] b dx$$

式中：

$[N]$ ——框架梁的形函数。

$$\begin{cases} N_1 = 1 - \frac{3x^2}{L^2} + \frac{2x^3}{L^3} \\ N_2 = x - \frac{2x^2}{L} + \frac{x^3}{L^2} \\ N_3 = \frac{3x^2}{L^2} - \frac{2x^3}{L^3} \\ N_4 = -\frac{x^2}{L} + \frac{x^3}{L^2} \end{cases}$$

将修正 $[K_f]$ 叠加到框架梁的单元刚度矩阵 $[K_b]$ 中，得到 Winkler 梁的单元刚度矩阵 $[K_{wb}]$ ：

$$[K_{wb}] = [K_b] + [K_f]$$

按照 Winkler 地基模型的离散弹簧假定，梁下地基土反力（基底压力）的分布 $p(x)$ 与挠度 $\omega(x)$ 成正比：

$$p(x) = \beta \cdot \omega(x)$$

式中：

β ——线性弹簧的刚度。

六、地基模型

整体式基础有限元分析时，选择合适的地基模型，模拟桩、土的对筏板的弹性支撑作用，是计算结果接近真实、可以作为设计依据的关键。从大量实际工程的测量结果来看，基础与地基相互作用性状基本上都介于文克尔与弹性半无限体地基模型的计算结果之间。具有一定刚度的筏板下，基底压力和桩反力呈现周边大、中间小的马鞍形分布，11版《箱筏规范》（JGJ6-2011）附录 E 给出的“地基反力系数”也遵循上述规律。软件采用“广义 Winkler 地基模型”建立桩、土弹簧刚度矩阵，有机的将文克尔和弹性半无限体地基模型结合起来，并考虑了土的分层性。

软件建立桩、土弹簧刚度矩阵时采用“一次计算”或“二次计算”的方法。“一次计算”就是用沉降试算求出桩土刚度，“沉降试算”考虑了地质资料、上部荷载大小、桩布置形式对桩、土等效弹簧刚度的影响；“二次计算”就是用第一次沉降再算一次桩土刚度，并启动第二次有限元计算。“二次计算”考虑了上部荷载不均匀性、筏板刚度的影响。

用户也可以根据基床系数载荷试验 p-s 曲线、试桩报告 Q-s 曲线的斜率，指定基床反力系数和桩刚度。此时，软件以用户指定的值为准，不再使用“二次算法”。

1、沉降试算

将准永久值组合下的竖向荷载求和，均分到整块筏板上。若是桩筏基础，按桩、土分担荷载比例，将荷载分配到桩和地基土，此时所有桩的反力相同，地基梁、板下的基底压力也相同。用上述桩反力和基底压力，按“Mindlin 应力解+Boussinesq 应力解”的方法，考虑互相影响，计算地基土中的附加应力。考虑土的分层性，按“分层总和法”试算桩端和梁、板的沉降量。

已知桩反力 Q 和桩顶沉降量 s ，按下式反算桩竖向刚度初始值 K_p (单位：kN/m)：

$$K_p = \frac{Q}{s}$$

式中：

s —— 桩端沉降量与桩身压缩量之和。

已知梁单元、板单元下基底压力 p 、沉降量 s ，按下式反算基床反力系数初始值 K (单位: kN/m^3):

$$K = \frac{p}{s}$$

一般情况下，反算得到的桩刚度和基床反力系数由内向外逐渐递增，符合实际观测的结果。

2、有限元计算

通过沉降试算获得桩刚度、基床反力系数的初始值之后，换算成等效弹簧刚度并形成桩、土刚度矩阵 K_{ps} 。步骤如下:

第 1 步: 试算前先进行恒、活荷载的准永久值组合，将它看做一个单独的工况，形成的荷载向量 $\{P\}$ 。

第 2 步: 将 K_b 、 K_r 、 K_{ps} 、 $\{P\}$ 代入求解器，计算出弹簧反力。

第 3 步: 根据弹簧刚度中桩、土的贡献比例，将弹簧反力换算成桩反力和基底压力。

第 4 步: 求出桩反力、基底压力后，按“分层总和法”并考虑互相影响，重新计算沉降量。

与“沉降试算”不同：“有限元计算”后，筏板不同位置上的桩反力和基底压力不再是均匀分布的。原因是：①考虑荷载不均匀性，按墙、柱荷载的实际位置计算反力，而不是将均匀分配；②将筏板看作弹性体，而不是完全刚性体。

通过有限元分析将得到结点位移、弹簧反力，将弹簧反力换算成桩反力和基底压力后，可以用于后续的设计和计算，如配筋设计、沉降计算、地基土/桩承载力验算等。

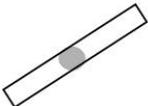
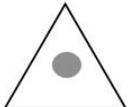
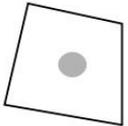
如果用户在计算参数中选择了“迭代计算桩土刚度”，则需要根据沉降结果重算桩土刚度，此时软件自动进行第 5 步：重新计算桩刚度和基础反力系数，然后再做第二次有限元计算，以第二次有限元结果及沉降结果作为最终设计依据。勾选此项后的计算常使桩、土反力差距加大，和实测结果有一定差距，因此这种计算常仅限于沉降计算。

3、等效弹簧刚度

桩、土刚度矩阵 K_{ps} 实际是由各结点的弹簧刚度组装而成。因为桩不作为网格划分

时的“依赖位置”，所以要将桩的刚度等效成结点的弹簧刚度。按桩所在的位置，将桩分为三类：点下桩，梁下桩，板下桩。点下桩的刚度，全部换算到对应的结点上；梁下桩、板下桩的刚度，用下表梁单元、板单元插值函数和位置函数，等效成结点的弹簧刚度。程序中，已知桩位置 (x, y) ，结点坐标 (x_i, y_i) ，联立插值函数和位置函数，可以求出插值函数值 N_i ， N_i 乘以桩刚度 K_p 即为结点 i 由桩等效过来的弹簧刚度。

表 8.5.1 梁下桩、板下桩的等效弹簧刚度

	插值函数	位置函数	等效弹簧刚度
梁下桩 	$\begin{cases} N_1 = \frac{1.0-s}{2} \\ N_2 = \frac{1.0+s}{2} \end{cases}$	$\begin{cases} x = N_1x_1 + N_2x_2 \\ y = N_1y_1 + N_2y_2 \end{cases}$	$\begin{cases} k_1 = N_1K_p \\ k_2 = N_2K_p \end{cases}$
板下桩(三角形) 	$\begin{cases} N_1 = s \\ N_2 = t \\ N_3 = 1-s-t \end{cases}$	$\begin{cases} x = N_1x_1 + N_2x_2 + N_3x_3 \\ y = N_1y_1 + N_2y_2 + N_3y_3 \end{cases}$	$\begin{cases} k_1 = N_1K_p \\ k_2 = N_2K_p \\ k_3 = N_3K_p \end{cases}$
板下桩(四边形) 	$\begin{cases} N_1 = (1-s)(1-t) / 4 \\ N_2 = (1+s)(1-t) / 4 \\ N_3 = (1+s)(1+t) / 4 \\ N_4 = (1-s)(1+t) / 4 \end{cases}$	$\begin{cases} x = \sum_{i=1}^4 N_i x_i \\ y = \sum_{i=1}^4 N_i y_i \end{cases}$	$\begin{cases} k_1 = N_1K_p \\ k_2 = N_2K_p \\ k_3 = N_3K_p \\ k_4 = N_4K_p \end{cases}$

表中 N_i 为结点的插值函数值， (x_i, y_i) 为结点坐标， (x, y) 为桩的坐标， k_i 为桩分配到结点上的等效弹簧刚度， K_p 为桩竖向刚度， (s, t) 为桩位的自然坐标。

梁下地基土的刚度，已内置到 Winkler 梁元的单元刚度矩阵中，因此在这里不做处理。对于板下地基土的刚度，亦按表 1 等效到对应的结点上。不同之处在于， (x, y) 为单元的形心坐标， K_p 由基床反力系数 K 和单元面积 A 相乘得到：

$$K_p = K \cdot A$$

通过有限元分析将得到结点位移、弹簧反力，将弹簧反力换算成桩反力和基底压力后，才能用于后续的设计和计算，如配筋设计、沉降计算、地基土/桩承载力验算等。以

四结点板单元为例，其内部有一根桩，在已知 1~4 号结点位移 s_i 的前提下，按下式换算桩反力 Q

$$Q = \sum_{i=1}^4 K_i s_i$$

式中：

K_i —— 桩等效到结点 i 的刚度，按表计算。

七、上部刚度

实际工程中，上部结构、基础和地基协同工作、相互影响。软件采用的“弹性地基梁板理论分析方法”考虑了基础和地基的共同作用，在此基础上，引入由上部结构支座处凝聚下来的刚度矩阵，反映基础和上部结构的共同作用。考虑上部刚度可以有效的控制基础的整体弯矩和非倾斜性沉降差，使基础设计更经济、合理。需要指出的是，软件在上部结构的计算中，不考虑与基础的共同作用。

1、计算原理

YJK-F 考虑上部结构和基础共同作用时，是通过上部结构刚度凝聚实现的。其计算模型的节点编号，采用了内部自由度在前、外部自由度在后的分块方案，见下式：

$$\begin{bmatrix} K_{NIN,NIN} & K_{NIN,NOUT} \\ K_{NOUT,NIN} & K_{NOUT,NOUT} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_{NIN} \\ \delta_{NOUT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{NIN} \\ P_{NOUT} \end{bmatrix}$$

式中：

$K_{NIN,NIN}$ —— 上部结构内部自由度刚度阵，是 NIN 阶方阵；

$K_{NOUT,NOUT}$ —— 上部结构支座处即外部自由度刚度阵，是 $NOUT$ 阶方阵；

$K_{NIN,NOUT}$ —— 内外部自由度相关刚度阵，是 $NIN \cdot NOUT$ 阶矩阵。

由上式的第一式可以得到：

$$\delta_{NIN} = K_{NIN,NIN}^{-1} \cdot (P_{NIN} - K_{NIN,NOUT} \cdot \delta_{NOUT})$$

把该式子代入第二式，就得到凝聚后的平衡方程为：

$$(K_{NOUT,NOUT} - K_{NOUT,NIN} \cdot K_{NIN,NIN}^{-1} \cdot K_{NIN,NOUT}) \cdot \delta_{NOUT} = P_{NOUT} - K_{NOUT,NIN} \cdot K_{NIN,NIN}^{-1} \cdot P_{NIN}$$

凝聚后的上部结构和基础共同作用的平衡方程简化表示为：

$$K_{\text{NOUT,NOUT}} \cdot \delta_{\text{NOUT}} = P_{\text{NOUT}}^*$$

其中 $K_{\text{NOUT,NOUT}}^*$ 为凝聚后的上部结构刚度，其计算表达为：

$$K_{\text{NOUT,NOUT}}^* = K_{\text{NOUT,NOUT}} - K_{\text{NOUT,NIN}} \cdot K_{\text{NIN,NIN}}^{-1} \cdot K_{\text{NIN,NOUT}}$$

式中：

P_{NOUT}^* —— 凝聚后的上部结构等效节点荷载，其计算表达为：

$$P_{\text{NOUT}}^* = P_{\text{NOUT}} - K_{\text{NOUT,NIN}} \cdot K_{\text{NIN,NIN}}^{-1} \cdot P_{\text{NIN}}$$

YJK-F 在上述求解上部结构凝聚刚度过程后没有使用超单元的凝聚计算函数，而是使用 YJK-A 核心求解器完成上述计算。可以利用上部结构计算中已有的结构单元刚度矩阵和上部结构整体刚度矩阵的三角分解结果，大大提升了软件的计算容量和凝聚计算效率。内部自由度凝聚的原理和推导过程参见文献（王勖成编著. 有限单元法[M].北京：清华大学出版社，2003，P188-190）。

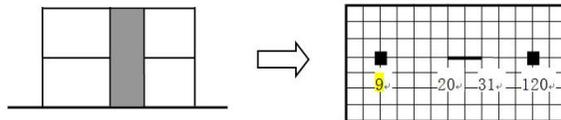
2、软件实现

在上部结构计算参数中，勾选“生成传给基础的刚度”，这样在计算时将生成两个文件：“KF.dat”用于记录上部结构凝聚到出口结点的刚度矩阵；“spretoibase.dat”用于记录底层墙、柱与上部结构计算结点之间的对应关系。



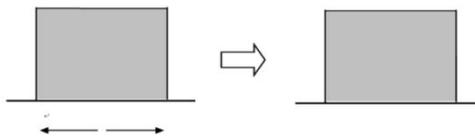
YJK-A 软件关于“生成传给基础的刚度”参数对话框

上、下结点采用了完全不同的编码序列，因此，建立上、下结点的对应关系，是在计算时反映上部刚度贡献的前提。程序中根据底层墙、柱与上部结点的对应关系建立上部结点与基础结点的对应关系。采用这种方法，可以有效的避免上、下结点之间直接几何对位带来的不确定性。



按底层墙、柱建立结点对应关系

在生成上、下结构的计算模型时，底层墙上的结点数目不一定相同。程序只在墙线两端建立上、下结点的对应关系，因此需要先对“KF.dat”文件中的上部刚阵进行处理。处理方法是采用“二次凝聚法”：将墙内部结点的刚度元素向两端结点凝聚，然后再叠加上部结构、基础和地基共同作用分析的总刚度矩阵中。采用这种方法，可以有效提高上部结构刚度的利用效率，避免因上、下结点数不同而丢失精度的现象。

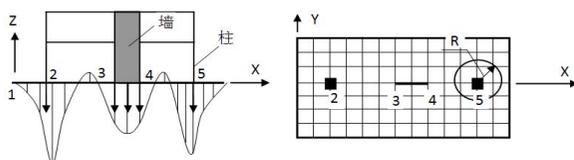


底层墙内部结点对应刚度元素向端结点“二次凝聚”

八、应力钝化

筏板计算模型中，将柱荷载理想化成了集中力，而在板的理论解中，集中力处的内力趋于无穷大。因此，柱下板带弯矩会出现不合理的峰值，例如图中的 2、5 结点。因为墙荷载已分配到 N 个结点上，墙下板带的弯矩出现峰值的现象没有柱下板带明显。真实情况是，柱有实际的尺寸，柱荷载在筏板中的传递有一定的扩散角度而不是理想化的点荷载。所以，按柱下板带的峰值弯矩进行配筋是没有意义的。软件中采用“应力钝化”的方法，将柱下板带的峰值弯矩适当削平，以使柱下板带的弯矩值不再偏离工程实际情况。

“应力钝化”的具体方法是：找柱下结点（以上图为例，2、5 为柱下结点），然后将钝化半径 R 范围内所有的正弯矩取平均，作为柱下结点的弯矩。钝化半径 R 取筏板厚度 T。



柱下板带弯矩的峰值现象

九、筏板及有限元计算的各类基础配筋设计

对于由筏板和地基梁组成的整体式基础，软件自动计算以下位置上的配筋值：柱下板带的底筋，墙下板带的底筋，各房间的底筋和顶筋，地基梁的主筋和箍筋。配筋结果以 cm^2 为单位标注在相应的位置上。对于嵌入筏板的独立基础、桩承台、柱墩，或者按照有限元计算的复杂独基、承台，同时给出它们单独的内力和配筋，此时筏板的内力配筋为独立基础、桩承台、柱墩轮廓之外的数值。

1、荷载效应组合

与传统基础 CAD 软件不同，盈建科基础 YJK-F 按单工况进行有限元计算，因此应首先进行荷载效应组合。软件在进行构件（柱下板带、墙下板带、房间、地基梁）配筋设计时，主要使用基本组合。

对于非地震组合，软件主要依据《荷载规范》3.2.3 条执行，分别考虑恒载控制的组合、活载控制的组合。对于基本组合中的地震组合，软件按照《抗震规范》5.4.1 条执行，当计算竖向地震作用时，软件分别考虑只有水平地震参与的组合、只有竖向地震参与的

组合、水平地震为主的组合、竖向地震为主的组合。对于人防组合，软件考虑 2 种组合。另外，若勾选“底板抗浮验算”，则生成一组抗浮组合，恒载的分项系数取 1.0（认为恒载对抗浮有利）。

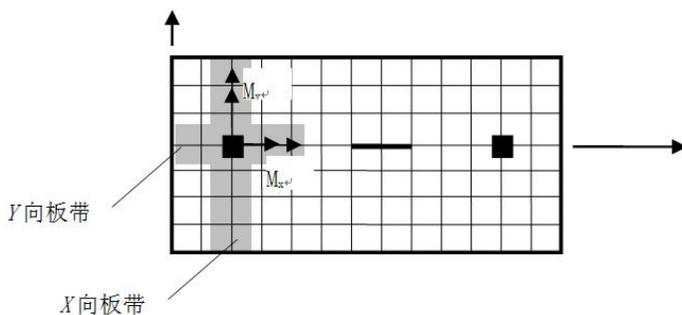
表 8.5.2 按程序默认的分项系数和组合系数生成的基本组合结果

	恒	活	风 X	风 Y	震 X	震 Y	竖震	人防	水浮力	
非地震组合	1.2	1.4	—	—	/	/	/	/	/	
	1.35	0.98	—	—						
	1.2	—	1.4	—						
	1.2	—	-1.4	—						
	1.2	—	—	1.4						
	1.2	—	—	-1.4						
	1.2	1.4	0.84	—						
	1.2	1.4	-0.84	—						
	1.2	1.4	—	0.84						
	1.2	1.4	—	-0.84						
地震组合	1.2	0.6	—	—	1.3	—	0.5	/	/	
	1.2	0.6	—	—	-1.3	—	0.5			
	1.2	0.6	—	—	—	1.3	0.5			
	1.2	0.6	—	—	—	-1.3	0.5			
	1.2	0.6	0.28	—	1.3	—	—			
	1.2	0.6	0.28	—	-1.3	—	—			
	1.2	0.6	0.28	—	—	1.3	—			
	1.2	0.6	0.28	—	—	-1.3	—			
	1.2	0.6	-0.28	—	1.3	—	—			
	1.2	0.6	-0.28	—	-1.3	—	—			
	1.2	0.6	-0.28	—	—	1.3	—			
	1.2	0.6	-0.28	—	—	-1.3	—			
人防组合	1.2	/						1.0	/	/
	1.0	/						1.0		
底板抗浮组合	1.0	/						/		1.4

当用户勾选“各工况自动考虑水浮力”时取 1.4，否则取 0。

2、柱下板带配筋设计

经过“应力钝化”之后，柱下板带不合理的峰值弯矩被削平。软件分别采用三类组合（非地震组合、地震组合、人防组合，底板抗浮组合纳入非地震组合）中的正弯矩最大值，按 1m 板带做正截面设计，最后取板底配筋量包络值。按 1m 板带做正截面设计时，不考虑受压钢筋面积，使设计偏于安全。当柱有转角时，按柱局部坐标系的 x 、 y 方向计算配筋。需要强调的是， X 向板带配筋量 A_{sx} 的意思是：假设按 A_{sx} 实配钢筋为 $\Phi 10@200$ ，则应沿 X 向每隔 200mm 配一根直径为 10mm 的一级钢筋。



柱下板带配筋设计

(X 向板带的配筋量为 A_{sx} ， Y 向板带的配筋量为 A_{sy})

3、墙下板带配筋设计

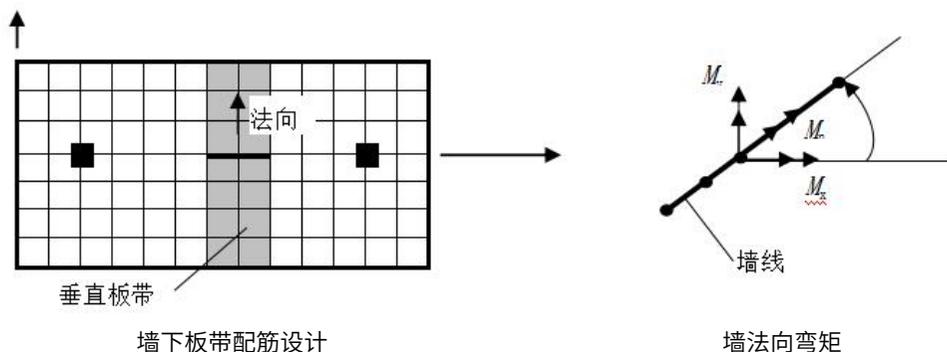
沿墙线有若干结点，每个结点上的都有一组正弯矩： M_x 和 M_y 。先将 M_x 和 M_y 向墙法线方向投影，得到法向正弯矩 M_n ，以 M_n 作为墙下板带配筋设计的依据。 M_n 按下式计算：

$$M_n = \frac{M_x + M_y}{2} + \frac{M_x - M_y}{2} \cdot \cos(2\theta) - M_{xy} \cdot \sin(2\theta)$$

式中：

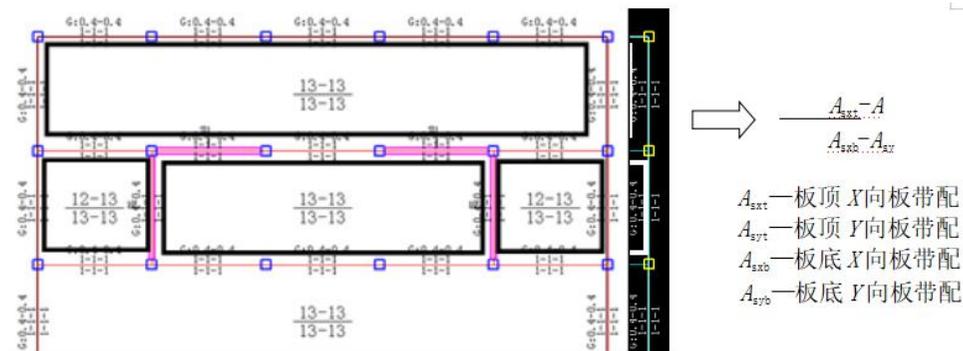
M_{xy} ——扭矩

θ ——+X 与墙线方向的夹角。



4、筏板按房间配筋设计

除了柱下、墙下板带的板底配筋，程序还按房间计算板的配筋量。软件中对房间的定义是：由地基梁或剪力墙围成的封闭区域。对每个房间，搜索房间内各结点正、负弯矩最大值，在整体坐标系下按 X 向和 Y 向的正弯矩最大值计算板底配筋，按 X 向和 Y 向的负弯矩最大值计算板顶配筋。最后取板底、板顶在三类组合下配筋量的最大值。

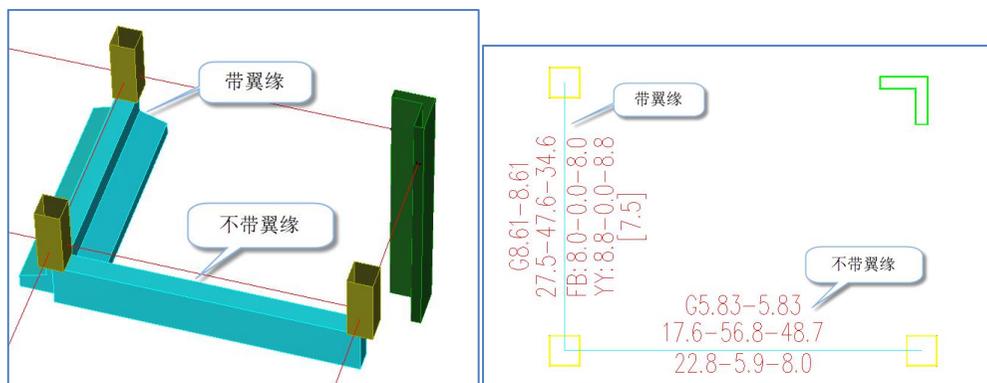


按房间计算筏板的配筋

5、地基梁配筋设计

软件将地基梁 8 等分 (9 个截面)，先求出每类组合工况 (非地震组合、地震组合、人防组合) 的内力包络，再按支座区和跨中区进行正截面设计，按纯剪构件进行斜截面设计。最后，取主筋及箍筋最大值作为设计结果。软件判断支座区的依据是：梁端有墙或柱，则认为是支座区，否则一律按跨中区计算。详细的配筋计算方法参见 YJK-A 用户手册第六章“钢筋混凝土与钢结构构件设计”。

地基梁分为带翼缘和不带翼缘两种，模型和配筋结果如下图所示：



不带翼缘的配筋输出形式如下图所示:

G5.83-5.83
17.6-56.8-48.7
22.8-5.9-8.0

第一行为箍筋面积，分别为加密区、非加密区抗剪箍筋面积和扭剪箍筋面积的较大值 (cm^2)。

第二行为梁顶纵筋配筋面积，分别为梁顶左端、跨中、右端配筋面积 (cm^2)。

第三行为梁底纵筋配筋面积，分别为梁底左端、跨中、右端配筋面积 (cm^2)。

带翼缘的配筋输出形式如下图所示:

G8.61-8.61
27.5-47.6-34.6
FB: 8.0-0.0-8.0
YY: 8.8-0.0-8.8
[7.5]

第一行为箍筋面积，分别为加密区、非加密区抗剪箍筋面积和扭剪箍筋面积的较大值 (cm^2)。

第二行为梁顶纵筋配筋面积，分别为梁顶左端、跨中、右端配筋面积 (cm^2)。

第三行为肋梁梁底纵筋配筋面积，分别为梁底左端、跨中、右端配筋面积 (cm^2)。

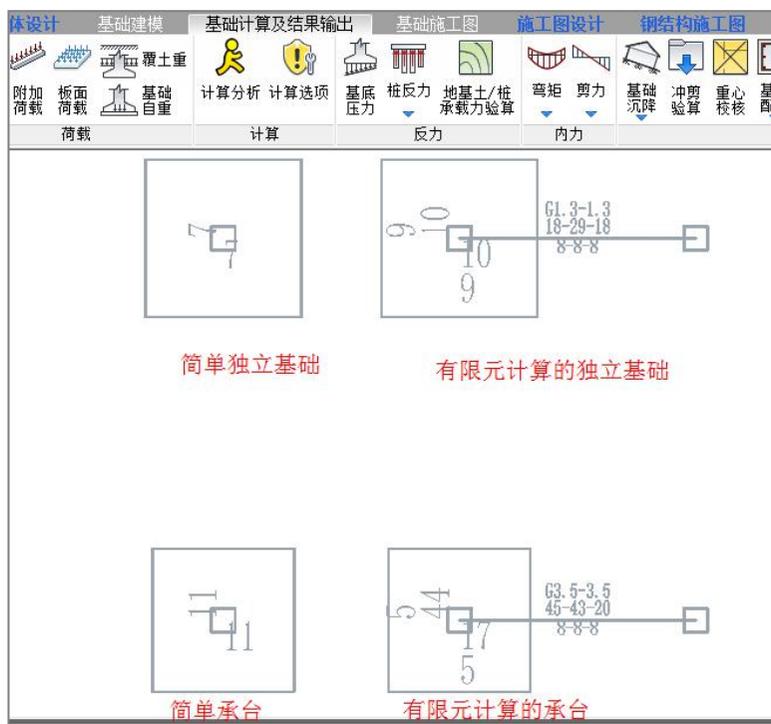
第四行为翼缘中平行于肋梁方向钢筋面积，分别为左端、跨中、右端配筋面积 (cm^2)。

第五行为翼缘中垂直于肋梁方向按悬挑计算的钢筋配筋面积 (cm^2)。

6、按有限元方法计算的独基、承台的计算结果

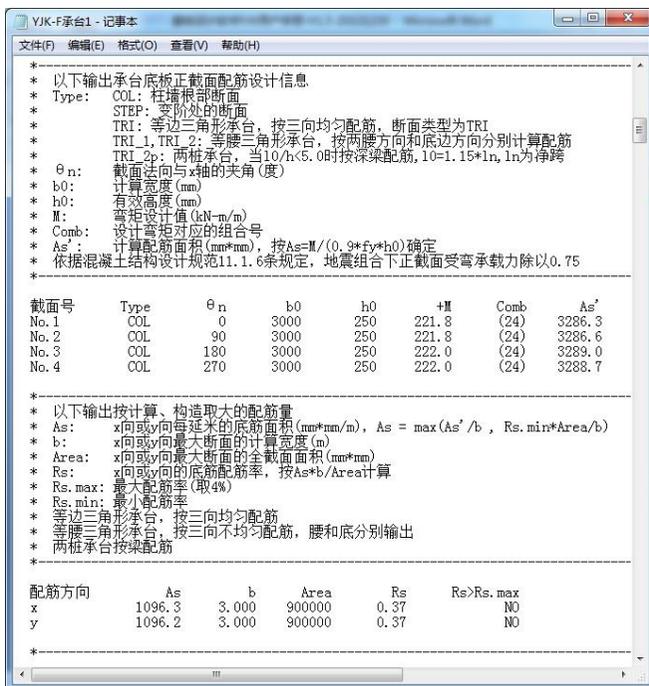
对于单柱桩承台或单柱独立基础，由于受力比较明确，软件按照规范相关公式的计算方法计算内力、进行各项验算和配筋并给出计算书，该类承台独基只配置板底钢筋。

对于复杂桩承台或柱下独立基础，如多柱下承台或独立基础、墙下承台或独立基础、与地基梁相连的承台或独立基础、包围在筏板中的承台或独立基础等，软件按照细分的有限元计算方法进行内力、各项验算和配筋，并同时计算板顶部、底板配筋。见下图：

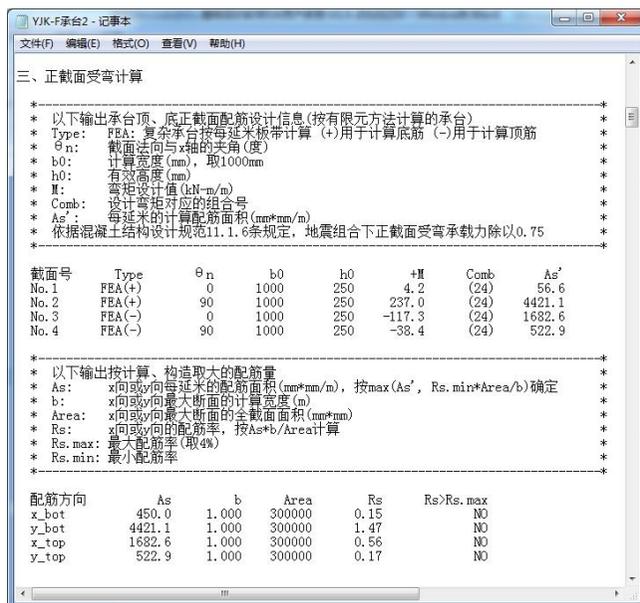


各种基础配筋

因此软件区分有限元、非有限元计算的承台或独立基础进行配筋设计，并分别给出计算书。



简单承台计算书



有限元计算承台计算书

第六节 沉降计算

一、概述

在荷载作用下，地基土将在 x , y , z 三个方向发生变形，其中 z 向的变形将引起基础的沉降。沉降的大小主要取决于土的压缩性和建筑物的荷载，并与基础的面积、埋深和形状有关。过大的沉降不仅影响建筑物的正常使用，而且还会造成建筑物结构的损坏，为保证建筑物的安全性和正常使用性，必须对地基变形特别是不均匀沉降加以控制。《建筑地基基础设计规范》第 3.0.2 条规定“设计等级为甲级、乙级的建筑物，均应按地基变形设计”，并规定六类情形下的丙类建筑物，“仍应作变形验算”。所谓地基变形验算，即要求地基的变形在允许的范围内：

$$\Delta \leq [\Delta]$$

式中：

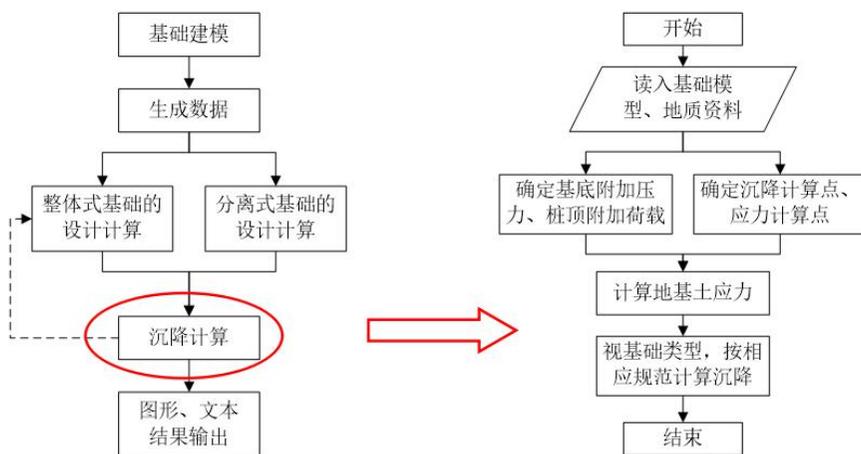
$[\Delta]$ ——地基的允许变形值，按《建筑地基基础设计规范》5.3.4 条取值。

地基总是由不同的土层组成，因此分层总和法是计算沉降量最常用的方法。但是，由于理论上做了一些与实际情况不完全符合的假设以及其他影响因素，计算值往往与实测值不尽相符，甚至相差很大。我国规范通过引入沉降计算经验系数，对分层总和法的结果进行修正，得到最终沉降量。另一方面，基坑开挖引起地基土卸载，土的弹性效应使基坑底面产生一定的回弹，随着基础施工进度直至建筑物加载等于开挖基坑的土重，会发生回弹后的再压缩变形。这部分变形引起的沉降也应计入最终沉降量。

本节详细介绍沉降计算程序的编制原理。

二、基本流程

沉降计算程序是盈建科基础设计软件（YJK-F）的一部分，它处于整个计算流程的后半部分。



沉降计算在总流程中的位置

沉降计算流程图

沉降计算的流程如下：

第 1 步：接力 YJK-F 软件“基础建模”模块，读入各类基础的尺寸、埋深等信息；接力“地质资料”模块，读入各勘探点下的土层分布信息；接力“设计分析”模块，读入基底压力和桩反力。

第 2 步：扣除土自重应力，得到基底附加压力和桩顶附加荷载。

第 3 步：计算地基土附加应力分布。

第 4 步：视不同基础类型，按相应规范条文计算最终沉降量。

第 5 步：以图形和文本的方式表达计算结果。在图形显示时，可切换至“等值线模式”或“二维云图模式”，更直观的查看计算结果。

三、基底附加压力、桩顶附加荷载

一般的天然土层，在自重应力的长期作用下，变形早已完成，只有增加于地基上的压力 P_0 ，才能引起地基产生新的变形。基底附加压力 P_0 按下式计算：

$$P_0 = P - rd$$

式中：

P —— 由上部荷载、基础自重、覆土（回填土）重引起的基底压力。这种压力分布在基础与地基的接触面上，因此又被称为“接触压力”；

- r —— 基底以上土的加权平均重度(不考虑水), 根据地质资料各层土的重度确定;
- d —— 埋深, 根据地质资料的孔口标高与基础底标高的高度差确定。

孔点土层参数表

当前操作的孔点编号 1

孔口标高 (m) 1.12 用于所有点 探孔水头标高 (m) -1.8 用于所有点

孔口坐标 X (m) 8.17 孔口坐标 Y (m) 9.09

层号	土名称	土层厚度(m)	压缩模量(MPa)	重度(kN/m ³)	摩擦角(度)	粘聚力(kPa)	状态参数	状态参数含义
是否用于所有孔点								
1层	1 填土	5.20	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/IL)
2层	6 粉土	0.00	7.10	18.90	18.00	13.00	0.88	(孔隙比e)
3层	4 黏性土	0.00	4.60	19.10	9.00	20.00	0.76	(液性指数)
4层	6 粉土	2.20	8.80	19.40	19.00	12.00	0.85	(孔隙比e)
5层	4 黏性土	3.80	4.40	19.20	9.40	29.40	0.69	(液性指数)
6层	6 粉土	3.60	12.90	19.60	20.00	12.00	0.86	(孔隙比e)

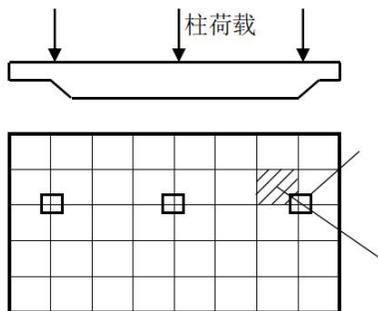
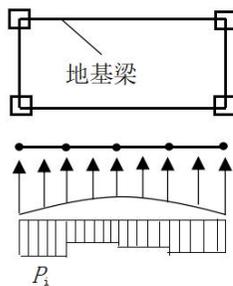
确定 取消

计算参数对话框

不同类型的基础, 基底压力 P 的含义不同, 程序自动按基础类型取相应的值:

(1) **筏板**: 每个单元下的基底压力 P 各不相同, 它们来自“整体式基础有限元分析”的结果。

(2) **地基梁**: 有限元计算时一根地基梁被划分成 N 个小梁段。因此, 程序将连续分布的基底压力离散成每个小梁段的基底压力 P_i 。

筏板基底压力 P 示意图地基梁基底压力 P 示意图

(3) **独立基础**: 认为独立基础下的基底压力均匀分布。

(4) **桩承台基础**: 将承台、桩、桩间土看做整体, 基底压力均匀分布, 作用面位于桩端平面, 而不是承台底面。

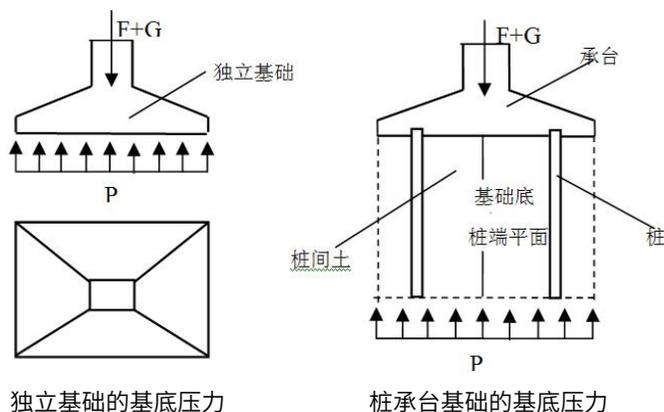
独立基础和桩承台基础的基底压力 P 按下式计算：

$$P = \frac{F + G}{A}$$

式中：

F —— 上部荷载的准永久值组合；

G —— 基础自重和覆土重之和。



桩筏基础的压缩层位于桩端平面以下，只有在新增应力的作用下，地基土才会发生新的变形。新增应力与桩顶附加荷载有关，当考虑桩间土分担荷载时，还与承台底的土压力有关。程序中，桩筏基础桩顶附加荷载就是准永久值组合下的桩反力，承台桩顶附加荷载 Q_0 按下式计算：

$$Q_0 = Q - \frac{r \cdot d \cdot A}{n}$$

式中：

Q —— 桩顶反力，由上部结构荷载、筏板自重、覆土重引起。程序中用的 Q 是“整体式基础有限元分析”的结果；

r —— 基底以上土的加权平均重度；

d —— 筏板的埋深；

A —— 筏板的面积；

n —— 桩数。

四、附加应力

基底附加压力和桩顶附加荷载的作用下，土中产生附加应力，进而产生变形，造成基础沉降。计算附加应力，是沉降计算的关键一步。程序中，采用“弹性半无限体地基模型”的 Boussinesq 解和 Mindlin 解，考虑基础之间的互相影响，采用应力叠加原理，计算附加应力。其中，Boussinesq 解给出的是荷载作用于弹性半无限体表面的应力解，可用于计算独立基础、桩承台基础、筏板下的附加应力；Mindlin 解给出的是荷载作用于弹性半无限体内部的应力解，可用于计算桩基础下的附加应力。

1、独基、桩承台、筏板下的附加应力

独立基础形心下的附加应力按下式计算：

$$\sigma_i(z) = P_i \cdot \sigma_{ii}(z) + \sum_{j=1, j \neq i}^n [P_j \cdot A_j \cdot \sigma_{ij}(z)]$$

式中：

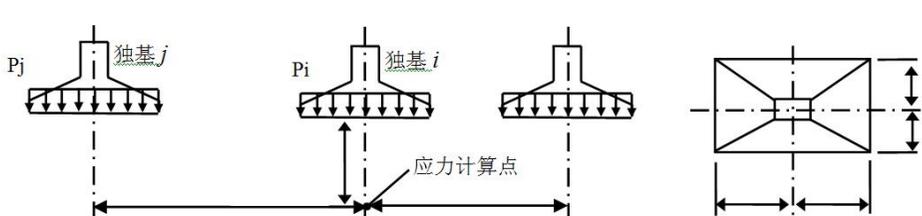
P_i ——第 i 个独立基础下的基底附加压力 (kN/m²) ；

$\sigma_{ij}(z)$ ——第 j 个独基单位均布压力下，对第 i 个独基中心点深度 z 处引起的竖向应力。

由 Boussinesq 公式及其积分形式给出：

$$\sigma_{ij} = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \left[\arcsin \frac{ab}{\sqrt{a^2+z^2} \cdot \sqrt{b^2+z^2}} + \frac{abz(a^2+b^2+2z^2)}{(a^2+z^2)(b^2+z^2) \cdot \sqrt{a^2+b^2+z^2}} \right] & (\text{当 } i=j) \\ \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{(z^2+r^2)^{5/2}} & (\text{当 } i \neq j) \end{cases}$$

式中各变量的含义见下图：



独立基础附加应力计算简图

桩承台基础形心下的附加应力采用与独立基础相同的方法，不同的是：独立基础中 z 为应力计算点到独基底面的深度，桩承台基础中 z 为应力计算点到桩端平面的深度。

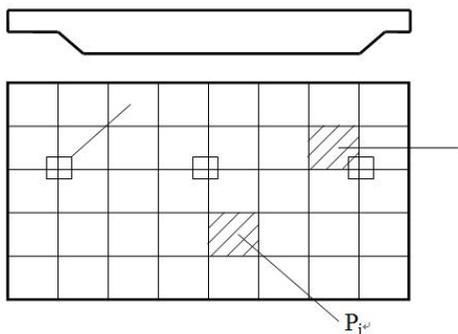
对于筏板基础、地基梁基础，程序将其划分成若干单元，认为每个单元下的基底附加压力各不相同，各单元形心下的附加应力，不仅受本单元下基底压力的影响，还受其他单元的影响。软件中采用“分块集中力法”计算各板元下的应力分布：

$$\sigma_i(z) = P_i \cdot \sigma_{ii}(z) + \sum_{j=1, j \neq i}^n [P_j \cdot A_j \cdot \sigma_{ij}(z)]$$

式中：

P_i —— i 单元下的基底附加压力；

$\sigma_{ij}(z)$ —— j 单元单位均布压力下，对 i 单元中心点深度 z 处引起的压应力。由 Boussinesq 公式及其积分形式给出。



筏板附加应力计算简图

2、常规桩基下的附加应力

桩基础压缩层的附加应力，由桩顶附加荷载引起。程序根据桩在土中的工作性状，将桩侧阻力和桩端阻力简化为作用在弹性半无限体内不同深度处的集中力，按《桩基规范》（JGJ94-2008）附录 F 给出的“考虑桩径影响的 Mindlin 应力影响系数”，求解桩端压缩层的附加应力。群桩荷载作用下，桩端压缩层深度 z 处的附加应力，不仅由本桩引起，还受其他桩的影响，二者按下式叠加：

$$\sigma_{z, i} = (\sigma_{zp, ii} + \sigma_{zsr, ii} + \sigma_{zst, ii}) + \sum_{j=1, j \neq i}^m (\sigma_{zp, ij} + \sigma_{zsr, ij} + \sigma_{zst, ij})$$

式中：

- m ——桩数；
- $\sigma_{z,i}$ ——桩端压缩层的竖向应力， z 为应力计算点距离桩顶的深度；
- $\sigma_{zp,ij}$ ——端阻力对应力计算点引起的附加应力；
- $\sigma_{zsr,ij}$ ——均匀分布侧阻力对应力计算点产生的附加应力；
- $\sigma_{zst,ij}$ ——三角分布侧阻力对应力计算点产生的附加应力。

$$\sigma_{zp} = \frac{\alpha Q}{l^2} I_p, \quad \sigma_{zsr} = \frac{\beta Q}{l^2} I_{sr}, \quad \sigma_{zst} = \frac{(1-\alpha-\beta)Q}{l^2} I_{st}$$

式中：

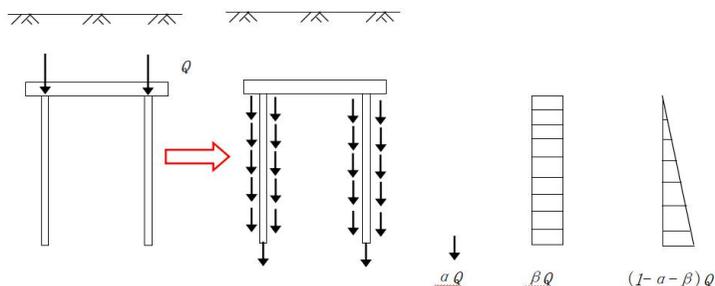
- l ——桩长；
- I_p 、 I_{sr} 、 I_{st} ——考虑桩径影响的 Mindlin 应力影响系数，软件已将《桩基规范》（JGJ94-2008）附录 F 的“Mindlin 应力影响系数表”编制到程序中；
- Q ——桩顶附加荷载。

桩顶附加荷载与桩侧阻力、桩端阻力组成平衡力系：

$$Q = \alpha Q + \beta Q + (1-\alpha-\beta)Q$$

式中：

- αQ ——桩端阻力；
- βQ ——均匀分布桩侧阻力；
- $(1-\alpha-\beta)Q$ ——三角分布桩侧阻力；
- α ——桩端阻力比；
- β ——均匀分布侧阻力占总侧阻力的比例，程序默认取 0。



桩顶附加荷载与端阻力、侧阻力组成的平衡力系

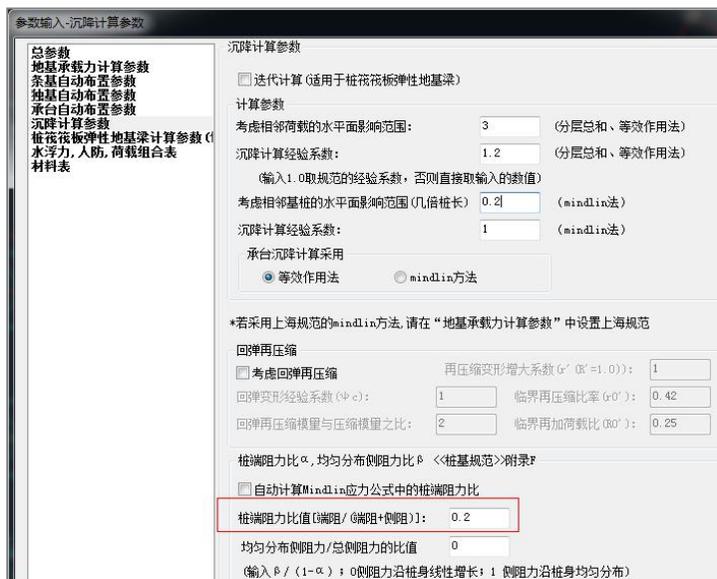
当勾选“自动计算 Mindlin 应力公式中的桩端阻力比”时，程序根据极限端阻力、侧阻力标准值计算 α ，否则以用户指定的 α 为准。自动计算 α 遵循下式：

$$\alpha = \frac{Q_{pk}}{Q_{sk} + Q_{pk}}$$

式中：

Q_{pk} —— 极限端阻力标准值；

Q_{sk} —— 极限侧阻力标准值，程序中按《桩基规范》（JGJ94-2008）5.3 节相关规定计算 Q_{pk} 和 Q_{sk} 。

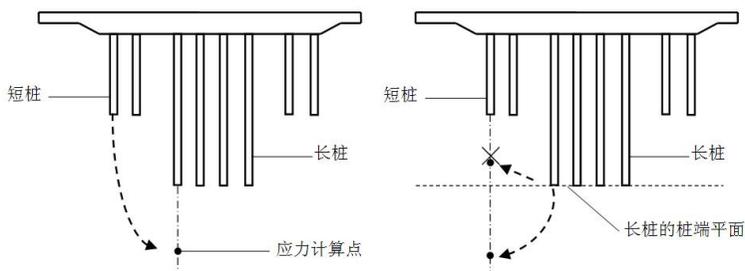


在计算参数对话框中输入桩端阻力比 α

对于变刚度布桩的基础，长、短桩之间的互相影响按以下原则计算：

①长桩下的计算点，计入短桩引起的附加应力

②短桩下的计算点，若位于长桩的桩端平面以上，则不计长桩影响，若位于桩端平面以下，则计入长桩引起的附加应力。



长、短桩之间的互相影响

3、复合桩基下的附加应力

对于考虑桩间土贡献的复合桩基，计算桩端压缩层的附加应力时还应考虑承台底的土压力。其中，承台底土压力对地基中某点产生的附加应力按 Boussinesq 解计算，并与基桩产生的附加应力叠加：

$$\sigma_{z, i} = \sum_{j=1}^n (P_j \cdot A_j \cdot \sigma_{ij}) + \sum_{j=1}^m (\sigma_{zp, ij} + \sigma_{zsr, ij} + \sigma_{zst, ij})$$

式中：

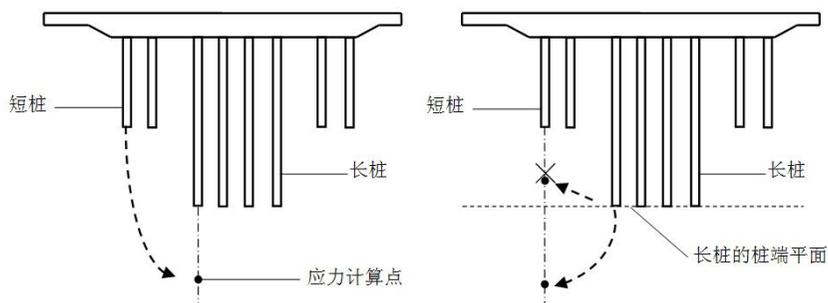
n —— 板单元数目；

m —— 桩数；

$\sigma_{z, i}$ —— 桩 i 下的附加应力；

σ_{ij} —— 单元 j 下基底附加压力 P_j 对计算点引起的附加应力；

$\sigma_{zp, ij}$, $\sigma_{zsr, ij}$, $\sigma_{zst, ij}$ —— 桩 j 的端阻力、均匀分布侧阻力、三角分布侧阻力对计算点引起的附加应力。



复合桩基下附加应力计算简图

当用户在计算参数对话框里选择“承台底地基土分担荷载的复合桩基”时，程序按“Boussinesq 应力+Mindlin 应力”计算桩端压缩层的附加应力。桩、土分担荷载比例，可以由程序自动计算，也可以直接指定。当勾选“自动计算地基土分担荷载比例”时，程序认为桩优先承担竖向荷载，超过桩“竖向极限承载力标准值”的部分由土承担。

4、基础之间的互相影响

基础之间的互相影响是普遍存在的，最终的附加应力，都应按“叠加原理”求和计算。特别对于一些带裙房的高层建筑，主楼下采用桩筏基础，裙房下采用桩承台基础或独立基础，主楼基础对群房基础的沉降有显著的影响。在程序中，对不同的基础下的附加应力，都按照“Boussinesq 解+Mindlin 解”的原理进行计算。

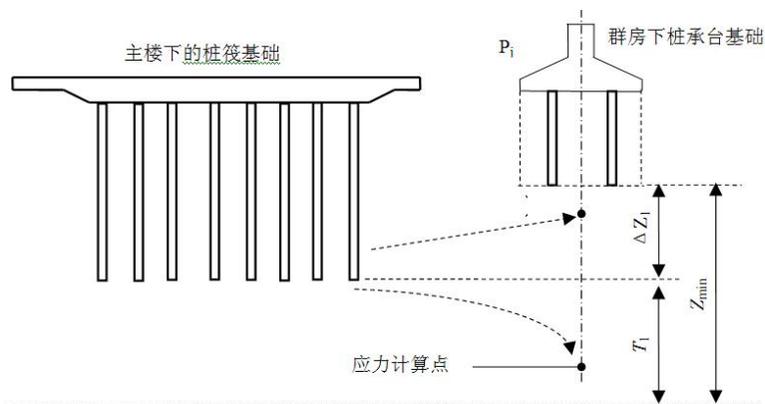
对于多个不等高基础，埋深较浅基础下的附加应力，会出现趋向于 0 之后又出现较大增量的情况。因此，程序在确定压缩层深度时，不仅由“应力比”或“变形比”控制，还另增了一项控制指标“最小计算深度”。最小计算深度 Z_{\min} 按下式计算：

$$Z_{\min} = \Delta Z_1 + T_1$$

式中：

ΔZ_1 —— 基础埋深差；

T_1 —— 深处基础的压缩层厚度。



不同类型基础之间的互相影响

五、沉降计算方法

实际上，地基总是由不同的土层组成，《建筑地基基础设计规范》、《桩基规范》和《箱筏规范》中关于最终变形量的计算公式，都是基于分层总和法的基本原理，并考虑实际观测值和理论计算值的统计误差，加以修正。压缩层厚度，根据规范要求，按“应力比”或“变形比”控制，程序中还另增加一项控制指标——“最小计算深度”。每个计算土层的厚度，由基础尺寸决定。

1、独立基础的沉降

只计算中心处的沉降，每个独立基础给出一个沉降值：

$$S = \psi_s \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_i}{E_{si}} \Delta Z$$

式中：

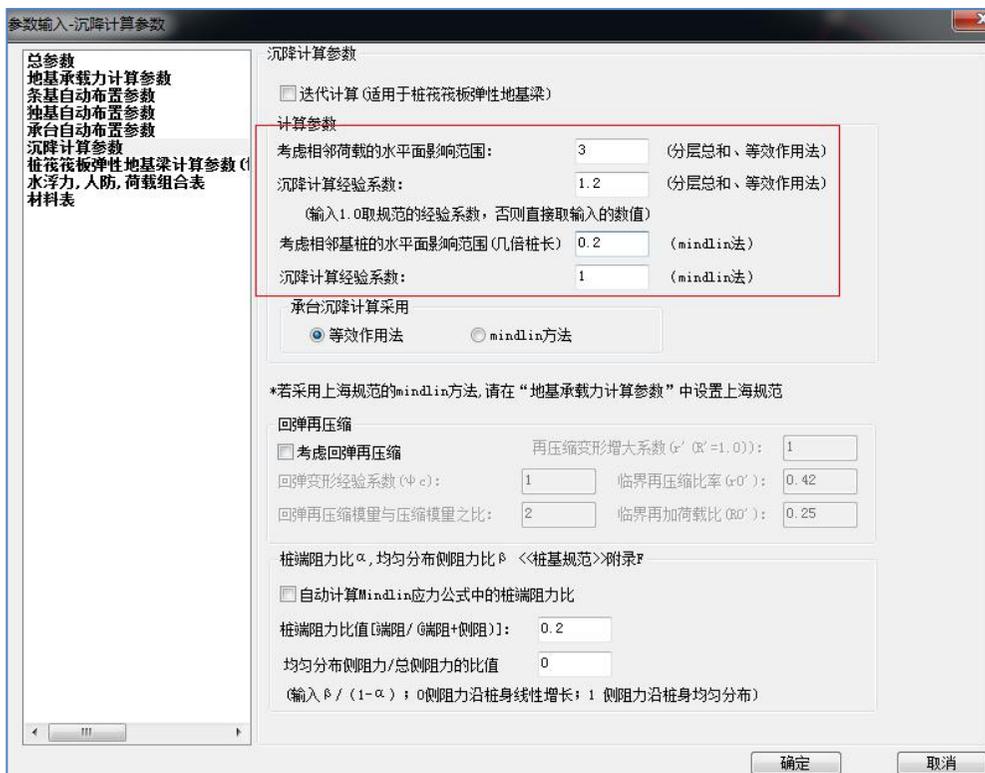
ψ_s ——与压缩模量均值 \bar{E}_s 、基底附加压力有关的修正系数，输入 1.0 按下表 8.6.1 取值；输入非 1.0 值，按照用户的实际输入取值；

N ——计算土层数；

σ_i ——独立基础中心线上，第 i 计算土层的平均附加应力；

E_{si} ——第 i 计算土层的压缩模量；

ΔZ ——计算土层厚度。



与“沉降计算经验系数”有关的对话框

表 8.6.1 独立基础 ψ 的取值

基底附加压 $\bar{E}s$	2.5	4.0	7.0	15.0	20.0
$P_0 \geq f_{ak}$	1.4	1.3	1.0	0.4	0.2
$P_0 \leq 0.75 f_{ak}$	1.1	1.0	0.7	0.4	0.2

注: $\bar{E}s$ 为变形计算范围内压缩模量的当量值, 按《建筑地基基础设计规范》5.3.5 条取值。

需要指出的是,《建筑地基基础设计规范》第 5.3.5 条中的“沉降计算经验系数 ψ_s ”, 在软件中被认为是两个系数 (ψ 、 ψ_1) 的积。用户在输入 ψ 时, 应特别注意。

计算土层是相对自然土层来说的。计算土层的厚度 ΔZ 取决于计算精度, 与真实土层的分布没有关系, 计算土层的物理特性取决于真实土层, 譬如压缩模量 E_s 。计算土层数 N 按“变形比”确定, 直到 $\Delta s'$ 满足下式, 认为取到了足够的 N :

$$\Delta s'_n \leq 0.025 \sum_{i=1}^n \Delta s'_i$$

式中：

$\Delta s'_i$ ——在计算深度范围内，第 i 层土的计算变形值；

$\Delta s'_n$ ——在由计算深度向上取厚度为 ΔZ 的土层计算变形值。

对于变形比控制计算深度，程序放开了变形比限值控制，在高级选项中提供参数对变形比限值进行修改，默认为 0.025。

高级选项-沉降计算

筏板/防水板设计
地基梁/拉梁/砌体条基设计
承台/独基设计
冲切/剪切/局部受压验算
沉降计算
其他选项

沉降计算

采用新沉降试算方法

最大迭代次数

收敛误差控制 (mm)

“基本模型”采用“沉降模型”的桩土刚度

指定最大土层厚度 (米)

指定最小计算深度 (米)

分层总和法

执行《地基规范》第5.3.7条 (变形比 ≤ 0.025)

执行《地基规范》第5.3.8条 ($Z_n=b*[2.5-0.4*\ln(b)]$)

等效作用法 (适用桩基承台)

执行《桩基规范》第5.5.6-5.5.13条

执行《地基规范》附录R

Mindlin法 (适用单桩, 单排桩, 疏桩基础)

Mindlin计算沉降用桩附加荷载

Mindlin用精确积分 (推荐勾选)

变形比控制值

应力比控制值

确定 取消

除变形比控制之外，对于分层总和法，程序还可按《建筑地基基础设计规范》第 5.3.8 条确定计算深度。

$$Z_n = b(2.5 - 0.4 \ln b)$$

高级选项-沉降计算

筏板/防水板设计
 地基梁/拉梁/砌体条基设计
 承台/独基设计
 冲切/剪切/局部受压验算
 沉降计算
 其他选项

沉降计算

采用新沉降试算方法

最大迭代次数

收敛误差控制 (mm)

“基本模型”采用“沉降模型”的桩土刚度

指定最大土层厚度 (米)

指定最小计算深度 (米)

分层总和法

执行《地基规范》第5.3.7条 (变形比 ≤ 0.025)

执行《地基规范》第5.3.8条 ($Z_n=b*[2.5-0.4*\ln(b)]$)

等效作用法 (适用桩基承台)

执行《桩基规范》第5.5.6-5.5.13条

执行《地基规范》附录R

Mindlin法 (适用单桩, 单排桩, 疏桩基础)

Mindlin计算沉降用桩附加荷载

Mindlin用精确积分 (推荐勾选)

变形比控制值

应力比控制值

计算土层的厚度 ΔZ 按下表确定:

表 8.6.2 独立基础 ΔZ 的取值

b (m)	$b \leq 2$	$2 < b \leq 4$	$4 < b \leq 8$	$8 < b$
ΔZ (m)	0.3	0.6	0.8	1.0

注: b 为独立基础的宽度。

2、桩承台基础的沉降

按承台、桩、桩间土组成的等代墩体, 按《桩基规范》5.5.6条“等效作用分层总和法”计算墩体形心处的沉降, 每个墩体给出一个沉降值:

$$S = \psi \cdot \psi_e \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_i}{E_{si}} \Delta Z$$

式中:

ψ ——与压缩模量均值 \bar{E}_s 有关的修正系数, 输入 1.0 按下表 8.6.3 取值; 输入非 1.0 值, 按照用户的实际输入取值;

ψ_e ——桩基等效沉降系数;

σ_i ——等代墩形心下, 第 i 层土的平均附加应力;

E_{si} ——第 i 层土的压缩模量;

ΔZ ——计算土层厚度。

需要指出的是, 《桩基规范》5.5.6 条中“桩基沉降计算经验系数 ψ ”, 在软件中认为是两个系数 (ψ 、 ψ_1) 的积。用户在输入 ψ 时, 应特别注意。

ψ_1 按下表取值:

表 8.6.3 桩承台基础 ψ 的取值

\bar{E}_s	≤ 10	15	20	35	≥ 50
ψ_1	1.2	0.9	0.65	0.50	0.40

注: \bar{E}_s 为变形计算范围内压缩模量的当量值, 按《桩基规范》5.5.11 条取值。

ψ_e 按下式取值:

$$\psi_e = C_0 + \frac{n_b - 1}{C_1(n_b - 1) + C_2}$$

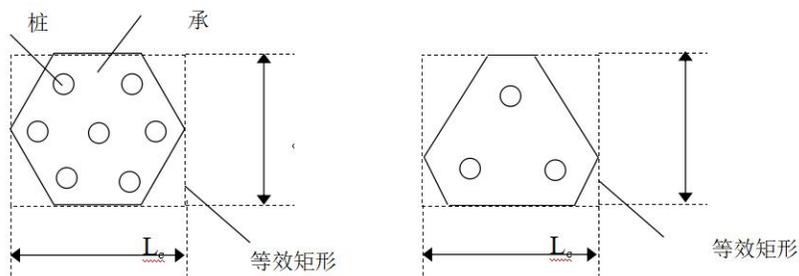
$$n_b = \sqrt{n \cdot B_c / L_c}$$

式中:

n_b ——承台的短边布桩数;

C_0 、 C_1 、 C_2 ——计算参数, 与群桩距径比 sa/d 、长径比 l/d 及基础长宽比 L_c/B_c 有关, 按《桩基规范》附录 E 确定。软件已将表格录入到系统中, 并实现了自动查表确定 C_0 、 C_1 、 C_2 的功能;

L_c 、 B_c 、 n ——矩形承台的长、宽及总桩数。对不规则承台, 按等效矩形确定 L_c 和 B_c 。程序中, 按“最小外包盒”原理确定等效矩形:



按“最小包围盒”原理确定等效矩形

群桩距径比 s_a/d 按下式计算：

圆形桩：
$$s_a / d = \sqrt{A} / (\sqrt{n} \cdot d)$$

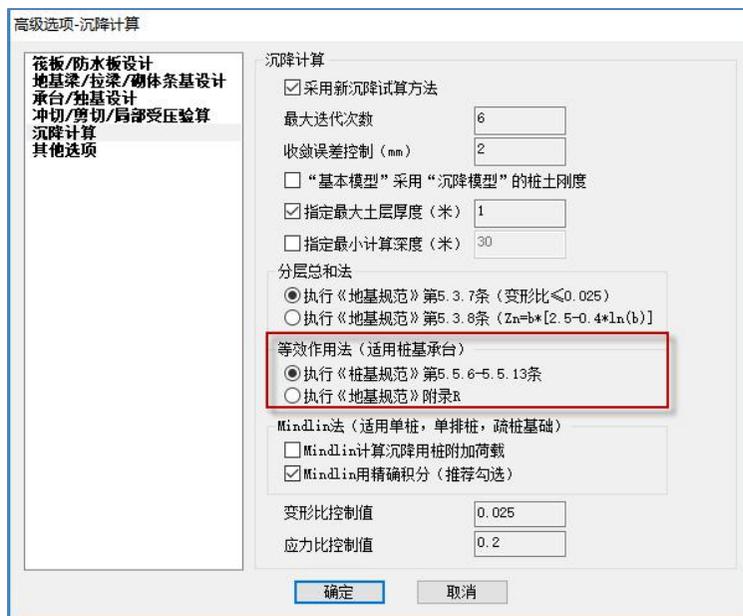
方形桩：
$$s_a / d = 0.886\sqrt{A} / (\sqrt{n} \cdot b)$$

式中：

A ——承台面积；

b ——方桩边长。

除按《桩基规范》计算等效作用法下桩承台基础的沉降外，程序还提供了按《地基规范》附录 R 计算等效作用法下的桩承台基础的沉降。



等效作用法计算时，《桩基规范》和《地基规范》附录 R 计算的区别为。

	《桩基规范》第 5.5.6-5.5.13 条	《地基规范》附录 R
计算深度	按变形比 ≤ 0.025 或经验公式确定	按应力比 ≤ 0.2 确定
土层厚度	按《地基规范》表 5.3.7 确定	按《地基规范》表 5.3.7 确定
经验系数	按《地基规范》表 5.3.5 和《桩基规范》表 5.5.11 确定	按《地基规范》表 5.3.5 确定

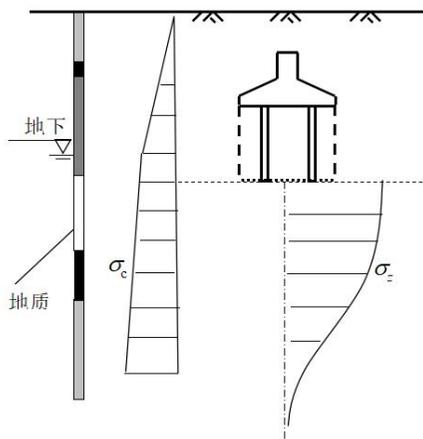
计算土层数 N 按“应力比”确定，直到 σ_z 满足下式，认为取到了足够的 N ：

$$\sigma_z \leq 0.2\sigma_c$$

式中：

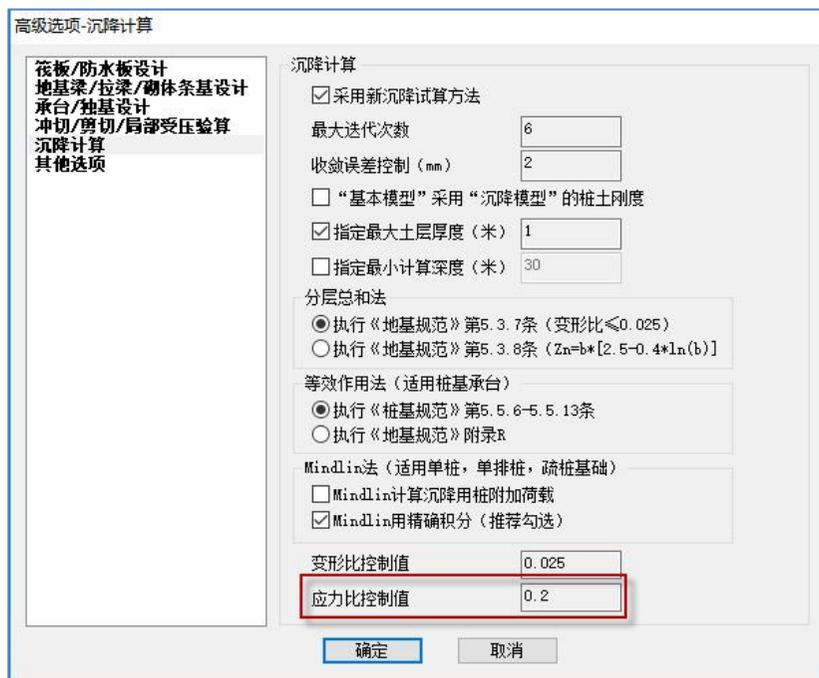
σ_z —— 深度 z 处的附加应力；

σ_c —— 深度 z 处土的自重应力。取决于基底标高与地质资料，地下水位以下扣除水浮力。



“应力比法”确定计算土层数

对于应力比控制计算深度，程序放开了应力比限值控制，在高级选项中提供参数对应力比限值进行修改，默认为 0.2。



3、筏板、地基梁的沉降

计算每个板单元中心处的沉降，一块筏板按单元给出若干个沉降值。同理，计算每个梁单元中心处的沉降，一根地基梁按单元给出若干个沉降值。

每个单元下的沉降，按考虑修正系数的分层总和法计算：

$$S = \psi \cdot \psi_e \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_i}{E_{si}} \Delta Z$$

式中：

ψ ——与压缩模量均值 \bar{E}_s 有关的修正系数，输入 1.0 按下表 8.6.4 取值；输入非 1.0 值，按照用户的实际输入取值；

ψ_e ——桩基等效沉降系数；

N ——计算土层数，按“变形比”确定；

σ_i ——第 i 层的平均附加应力；

E_{si} ——第 i 层土的压缩模量；

ΔZ ——计算土层厚度。

需要特别指出，同一块筏板内所有板单元，采用相同的修正系数 ψ_1 和土层厚度 ΔZ 。 ψ_1 取决于筏板的平均附加基底压力和压缩模量当量：

表 8.6.4 筏板 ψ 的取值

平均附加压 $\bar{E}s$	2.5	4.0	7.0	15.0	20.0
$P_0 \geq fak$	1.4	1.3	1.0	0.4	0.2
$P_0 \leq 0.75fak$	1.1	1.0	0.7	0.4	0.2

注： $\bar{E}s$ 为变形计算范围内压缩模量的当量值，按《建筑地基基础设计规范》5.3.5条取值。

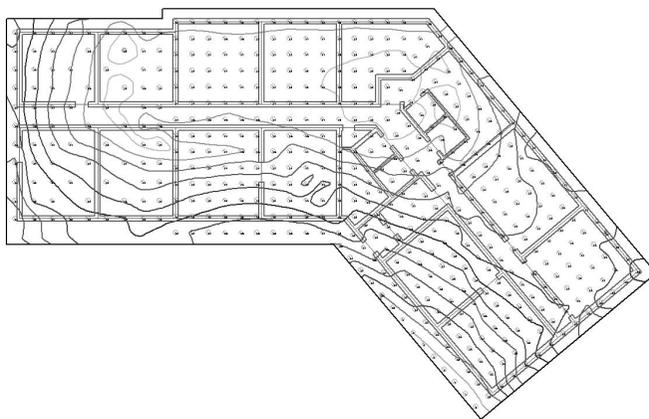
土层厚度 ΔZ 取决于整块筏板的宽度 b ，一般来说，筏板宽度大于8米，所以 ΔZ 默认取1.0m。

表 8.6.5 筏板 ΔZ 的取值

b (m)	$b \leq 2$	$2 < b \leq 4$	$4 < b \leq 8$	$8 < b$
ΔZ (m)	0.3	0.6	0.8	1.0

4、桩筏基础的沉降

计算每根桩的桩端沉降和桩身压缩，取二者之和作为桩顶的沉降。筏板的沉降，通过等值线图来表达：



桩筏基础的沉降等值线图

桩顶位移取桩端沉降与桩身压缩之和：

桩端沉降：

$$s = \psi \cdot \sum_{i=1}^N \left(\frac{\sigma_i}{E_{si}} \cdot \Delta Z \right)$$

桩身压缩：

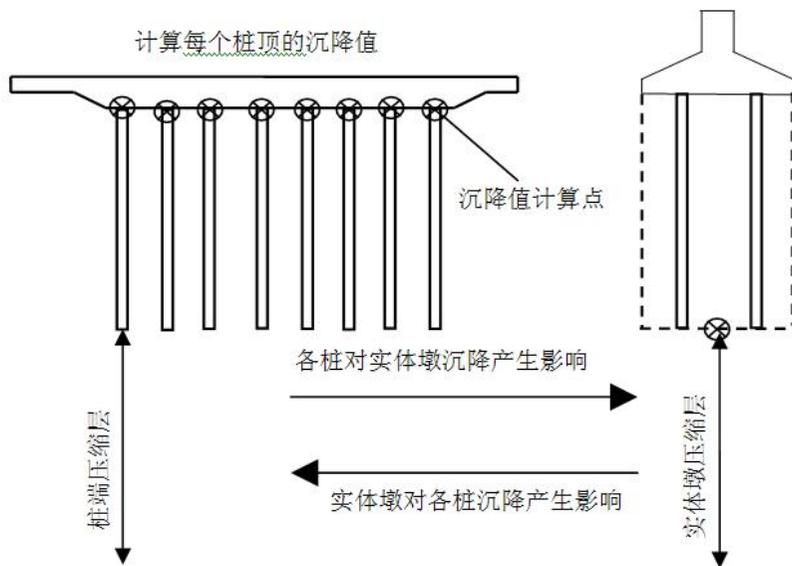
$$s_e = \xi_e \frac{Ql}{E_c A_{ps}}$$

式中：

- ψ —— 用户输入的沉降计算经验系数；
- N —— 计算土层数，按“应力比”确定；
- σ_i —— 桩端压缩层的附加应力。对常规桩基（不考虑桩间土分担荷载），仅由群桩附加荷载引起，对复合桩基（考虑桩间土分担荷载），除群桩外，还由承台底的土压力引起；
- E_{si} —— 第 i 层土的压缩模量；
- ΔZ —— 计算土层厚度，程序中取 1.0m。
- ξ_e —— 桩身压缩系数；
- Q —— 桩顶附加荷载；
- l —— 桩长；
- E_c —— 桩身混凝土弹性模量；
- A_{ps} —— 桩身截面积。

5、桩承台与桩筏基础沉降算法的区别

需要指出的是，桩承台和桩筏基础的沉降计算方法，在软件里是不同的。用户定义的各种形式的承台，包括围桩承台、复杂承台，甚至面积较大的承台在软件里都当做桩承台处理，桩承台基础采用“等效作用分层总和”法，将整个桩承台看做一个实体墩，只计算实体墩中心的沉降值。而对于桩筏基础，按基于 Mindlin 应力解的方法，计算每个桩顶位置的沉降。

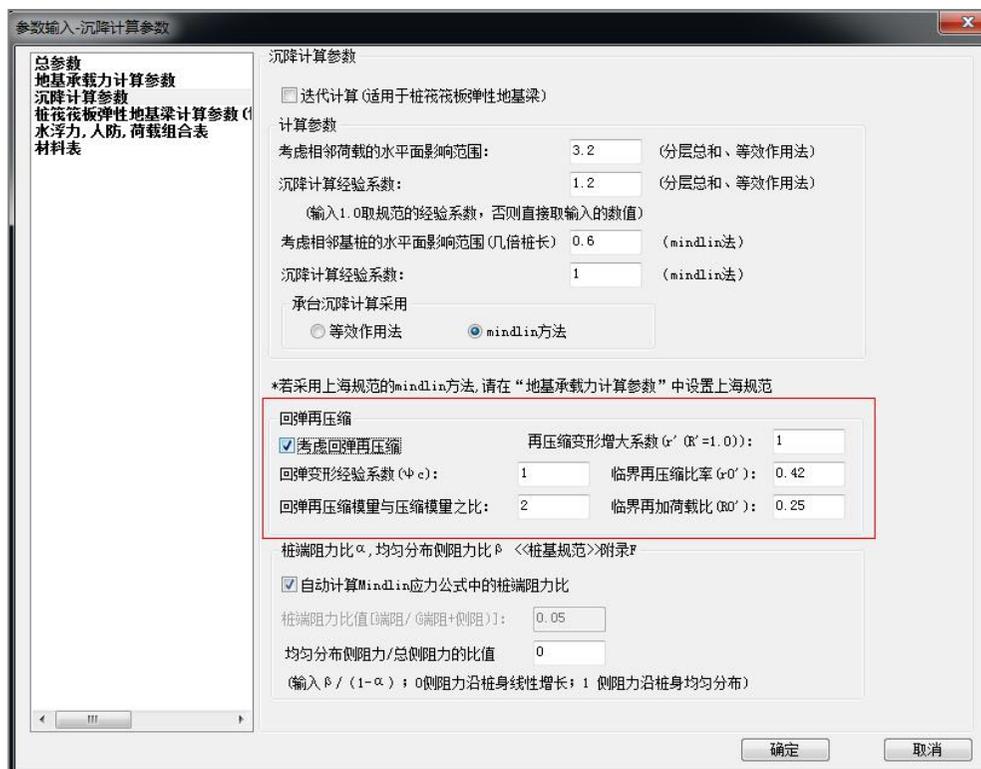


桩承台基础、桩筏基础沉降计算方法的不同

六、回弹再压缩

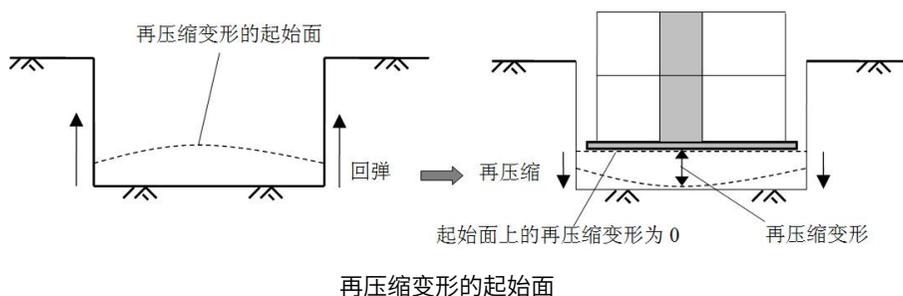
基坑开挖后，由于地基卸载，基坑底会出现回弹变形。在新增荷载作用下，又发生再压缩变形。特别对于一些高层建筑，由于基础埋置较深，地基的回弹再压缩变形往往在总沉降中占重要地位。某些高层建筑设置 3~4 层（甚至更多）地下室时，总荷载有可能等于或小于该深度土的自重压力，这时高层建筑地基沉降变形将由地基回弹再压缩变形决定。

软件中，当勾选“沉降计算考虑回弹再压缩”时，计算最终沉降量时计入回弹再压缩变形，并认为各层地基土的回弹再压缩模量与压缩模量之比为定值——“回弹再压缩模量与压缩模量之比”。



关于“回弹再压缩”的计算参数对话框

一般来说，坑底土的回弹变形受到侧壁的约束，呈现边缘小、中间小的趋势。因此，再压缩变形的起始面应该是一个曲面。软件中，认为起始面的再压缩变形量都为 0。



在软件中，筏板被划分成若干板单元，认为每个板单元下的基底压力各不相同，因此，各个板单元下的再压缩变形也各不相同。软件按下式计算各个板元下地基土的再压缩变形：

$$s' = \psi_c \cdot \sum_{i=1}^N \left(\frac{\sigma_i}{E_{ci}} \cdot \Delta Z \right)$$

式中:

- ψ_c —— 再压缩变形经验系数, 取 1.0;
- N —— 计算土层数, 按“变形比”确定;
- σ_i —— 第 i 层土, 用于计算再压缩变形的竖向应力;
- E_{si} —— 第 i 层土的压缩模量;
- ΔZ —— 计算土层厚度, 程序中取 1.0m。

用于计算再压缩变形的竖向应力 σ_z 由本单元及其附近单元下的基底压力 P'_c 引起, 其值符合 Boussinesq 解及其积分形式。用于计算再压缩变形的基底压力 P'_c 符合以下规定:

$$\text{当 } P \geq P_c \quad P'_c = P_c$$

$$\text{当 } P < P_c \quad P'_c = P$$

式中:

- P —— 上部荷载准永久值组合下, 各板元下的基底压力;
- P_c —— 开挖土的自重应力。

由于受到桩的约束, 桩基础下, 地基土的回弹变形一般较小。软件中, 认为桩筏基础的回弹再压缩变形完全取决于桩端土层的再压缩变形, 每根桩下的再压缩变形按下式计算:

$$s' = \psi_c \cdot \sum_{i=1}^N \left(\frac{\sigma_i}{E_{ci}} \cdot \Delta Z \right)$$

式中:

- ψ_c —— 再压缩变形经验系数, 取 1.0;
- N —— 计算土层数, 按“应力比”确定;
- σ_i —— 第 i 层土, 用于计算再压缩变形的竖向应力;
- E_{si} —— 第 i 层土的压缩模量;

ΔZ ——计算土层厚度，程序中取 1.0m。

用于计算再压缩变形的竖向应力 σ_z 由当前桩及其附近桩的反力 Q'_c 引起，其值按“考虑桩径影响的 Mindlin 应力影响系数”计算。当考虑桩间土贡献时，计算 σ_z 时还叠加了承台底土压力引起的 Boussinesq 应力。用于计算再压缩变形的桩反力 Q'_c 符合以下规定：

$$\text{当 } Q \geq Q_c \quad Q'_c = Q_c$$

$$\text{当 } Q < Q_c \quad Q'_c = Q$$

式中：

Q ——上部荷载准永久值组合下的桩反力；

Q_c ——开挖土方的自重除以桩数。

七、地质资料

地质资料是影响沉降计算结果的关键因素。因为“地质勘察报告”提供的探孔数目有限，不可能每一个沉降计算点（独基中心点、桩承台中心点、板单元中心、梁单元中心点、桩）下都有与之对位的探孔。软件中，采用“三角形面积坐标”法，在任意位置处形成虚拟探孔，虚拟探点下各层土的压缩模量 E_i 、厚度 T_i 按下式计算：

$$E_i = \sum_{j=N_1, N_2, N_3} (E_{ij} \cdot \alpha_j)$$

$$T_i = \sum_{j=N_1, N_2, N_3} (T_{ij} \cdot \alpha_j)$$

式中：

N_1 、 N_2 、 N_3 ——探孔号；

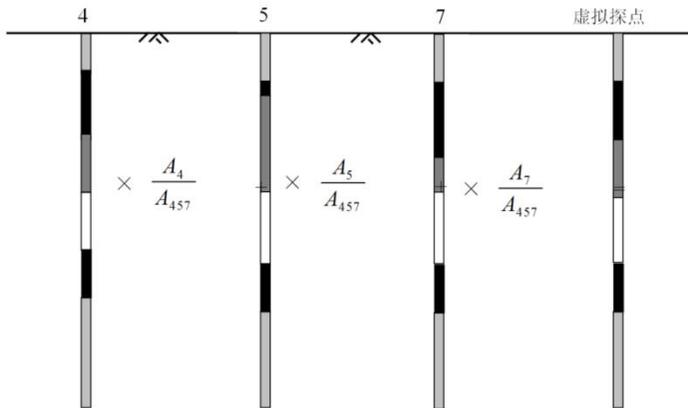
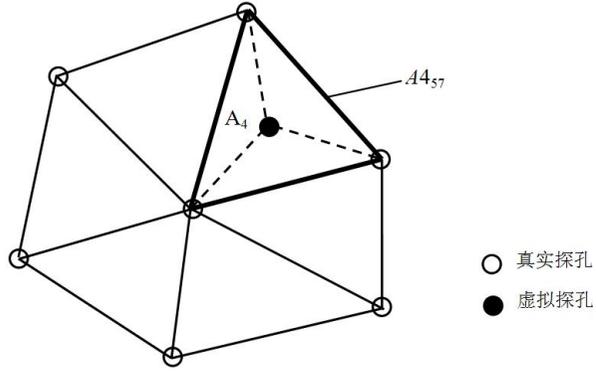
E_{ij} ——第 j 探孔下第 i 层土的压缩模量；

T_{ij} ——第 j 探孔下第 i 层土的厚度；

α_j ——第 j 探孔的插值系数，按“面积坐标”计算：

$$\alpha_j = \frac{A_j}{A}$$

以 $N_1=4$, $N_2=5$, $N_3=7$ 为例, A_j 为下图中的 A_4 , A_5 , A_7 , A 为下图中的 A_{457} 。



虚拟探孔的生成

参考文献

- 1.中华人民共和国国家标准. 建筑地基基础设计规范 (GB50007-2011) .北京: 中国建筑工业出版社, 2012
- 2.中华人民共和国国家标准. 混凝土结构设计规范 (2015 年版) GB50011-2010, 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2015
- 3.中华人民共和国行业标准. 建筑桩基技术规范 (JGJ94-2008) .北京: 中国建筑工业出版社, 2008
- 4.中华人民共和国行业标准. 高层建筑箱型与筏形基础技术规范 (JGJ6-2011) .北京: 中国建筑工业出版社, 2011
- 5.北京地区建筑地基基础勘察设计规范(DBJ11-501-2016).
- 6.上海市地基基础设计规范(DGJ08-11-2010).
- 7.广东省建筑地基基础设计规范(DBJ15-31-2016).
- 8.国家建筑标准设计图集 16G101-3, 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图 (现浇混凝土独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台), 中国建筑标准设计研究院, 2016
- 9.中国建筑科学研究院建筑工程软件研究所. PKPM 基础设计软件功能详解. 中国建筑工业出版社, 2009
- 10.中国建筑科学研究院 PKPM CAD 工程部. 独基、条基、钢筋混凝土地基梁、桩基础和筏板基础设计软件 JCCAD 用户手册, 2011
- 11.北京迈达斯技术有限公司. 基础大师用户手册, 2010
- 12.Robert D. Cook, David S. Malkus, etc., 有限元分析的概念与应用, 西安交通大学出版社, 2007
- 13.顾晓鲁. 地基与基础 (第三版) .北京: 中国建筑工业出版社, 2003
- 14.刘金砺, 高文生, 邱明兵. 建筑桩基技术规范应用手册.北京: 中国建筑工业出版社, 2010