

# 盈建科钢制储罐地基基础

## 设计软件

### 用户手册

北京盈建科软件股份有限公司



目 录

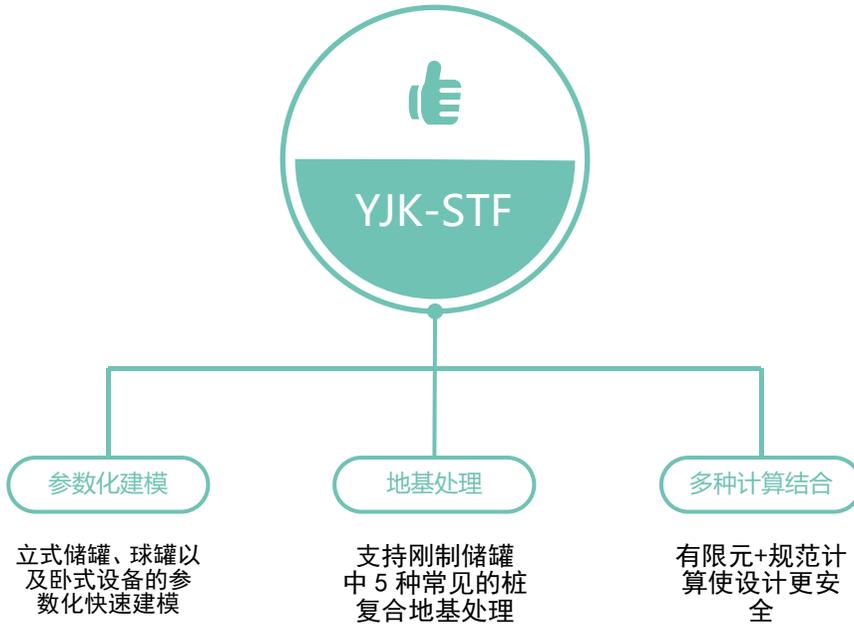
<b>盈建科钢制储罐地基基础</b> .....	<b>I</b>
<b>设计软件</b> .....	<b>I</b>
<b>第一章 概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 参数化快速输入模型 .....	1
1.2 环形群桩布置 .....	3
1.3 支持桩复合地基处理 .....	3
1.4 自动生成符合水池规程要求荷载组合 .....	4
1.5 支持储罐专用沉降计算书 .....	5
1.6 支持两种环墙设计 .....	6
<b>第二章 模型荷载输入</b> .....	<b>8</b>
2.1 参数化建模 .....	8
2.1.1 立式储罐建模 .....	8
2.1.2 球罐建模 .....	18
2.1.3 卧式设备建模 .....	24
2.2 操作步骤 .....	35
2.2.1 轴网布置 .....	35
2.2.2 构件布置 .....	37
2.2.3 基础布置 .....	44
2.4.4 荷载输入 .....	58
2.4.5 楼层组装 .....	59
2.4.6 地质资料 .....	62
2.2 储罐构件 .....	79
2.2.1 储罐 .....	79
2.2.2 环墙 .....	80
2.2.3 支柱与支墩 .....	81
2.3 储罐荷载 .....	81
2.3.1 荷载参数及荷载类型 .....	81
2.3.2 填料荷载 .....	81
2.3.3 罐体自重 .....	82
2.3.4 固定顶活荷载 .....	83
2.3.5 平台上的活荷载 .....	83
2.3.6 储液荷载 .....	84
2.3.7 试水静压 .....	84

2.3.8 雪荷载 .....	85
2.3.9 水浮力 .....	85
2.3.10 地震作用 .....	85
2.3.11 风荷载 .....	86
2.3.12 生成荷载 .....	87
2.4 荷载组合详解 .....	87
2.4.1 分项系数、组合系数 .....	87
2.4.3 基本组合 .....	91
2.4.4 标准组合 .....	91
2.4.5 准永久组合 .....	92
2.4.6 分析类型：线性/非线性 .....	92
<b>第三章 计算分析与设计 .....</b>	<b>93</b>
3.1 计算参数 .....	93
3.1.1 总参数 .....	93
3.1.2 筏板单参修改 .....	94
3.2 静力荷载工况 .....	97
3.3 抗浮组合非线性计算 .....	99
3.4 环墙配筋设计 .....	100
3.4.1 环墙配筋设计-公式法 .....	100
3.4.2 配筋简图-有限元 .....	102
3.5 支柱配筋设计 .....	104
3.5.1 正截面配筋 .....	105
3.5.2 斜截面配筋 .....	108
3.5.3 轴压比控制 .....	109
3.6 基础计算分析与设计 .....	110
3.6.1 地基承载力验算 .....	110
3.6.2 桩承载力验算 .....	113
3.6.3 桩（锚杆）抗拔承载力验算 .....	114
3.6.4 底板配筋设计 .....	115
3.6.5 冲切验算 .....	116
3.6.6 沉降计算 .....	120
3.7 裂缝计算 .....	123
3.8 计算结果输出 .....	124
3.8.1 等值线图、云图 .....	125

3.8.2 应用“切割线”查看任意剖面弯矩、剪力 .....	127
<b>第四章 储罐基础施工图 .....</b>	<b>129</b>
4.1 基础施工图 .....	129
4.1.1 筏板板区设置 .....	129
4.2.2 重新读取、新绘底图与打开旧图 .....	129
4.3.3 选筋标注 .....	130
4.5.4 区域补强 .....	132
4.5.5 筏板剖面图 .....	134
4.5.6 基础构件剖面图 .....	135
<b>第五章 典型案例 .....</b>	<b>140</b>
5.1 立式储罐 .....	140
5.2 球罐 .....	141
5.3 卧式设备 .....	141

# 第一章 概述

盈建科钢制储罐地基基础设计软件（YJK-STF）是一款石油化工行业钢制储罐专用的地基基础设计软件。软件集成了上部与基础整体参数化建模、桩复合地基处理、规范与有限元结合计算、基础施工图绘制等多个功能，是一款真正体现制储罐地基基础设计特点、结合储罐地基基础设计规范及其出图标准的全流程结构设计软件。



由于液体能源燃料分布范围广，存储难度大，危险性高等特点，行业需要更加符合实际的、有针对性的、有效的油储地基基础设计方案，便于适用不同地质环境的石化储备需求，特别是基于更可靠的设计理论地基处理方法和设计计算方法的提出则显得尤为迫切。另外，因目前尚无专门针对于储罐地基基础的设计规范设计的专业软件辅助石化企业的储罐设计，一些大型石化企业设计项目采取的设计标准更侧重于安全保障，由此导致项目成本投入偏高，一定程度影响了行业的经济效益。

为了解决行业缺失困窘，方便设计师们更加经济、安全地进行液体储罐地基设计，盈建科推出储罐地基基础设计软件（简称 Y-STF）。

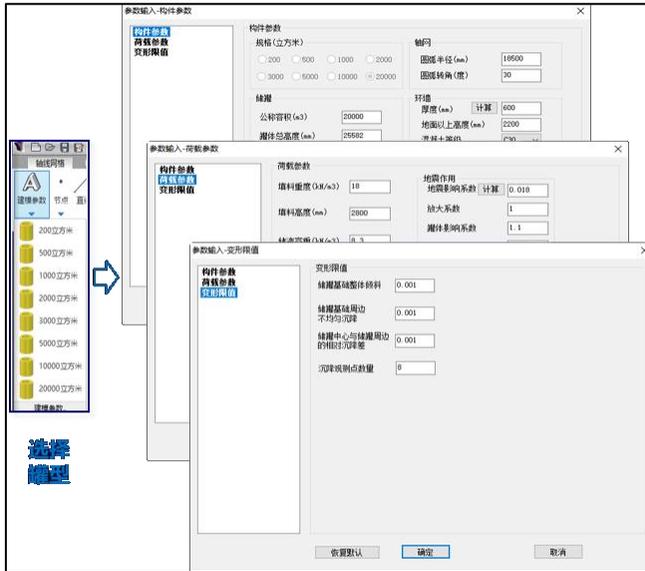
全新的钢制储罐地基基础设计软件，包含以下几大特点。

## 1.1 参数化快速输入模型

YJK-STF 结合钢制储罐的设计特点，将常见的立式储罐、球罐以及卧式设备三类设备单独集成菜单，进行参数化快速建模。

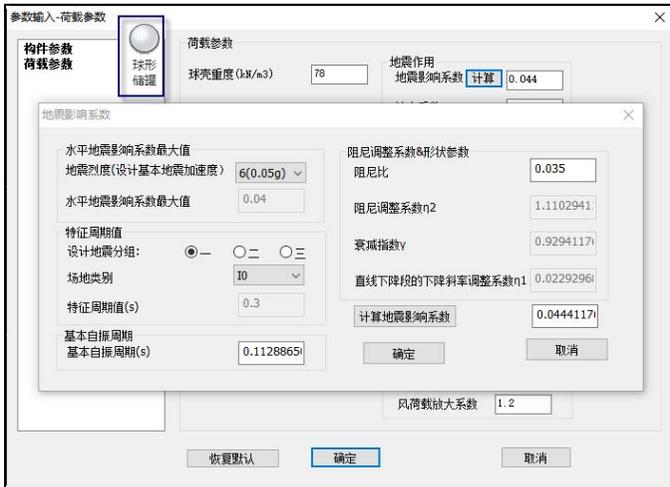
### 1.1.1 立式储罐

立式储罐中 8 种容积的惯用储罐类型均被集成到模型参数化输入菜单中，且支持环墙厚度的一键计算功能，对于储罐所独有的不均匀沉降及检测点的设置，程序同样予以支持。



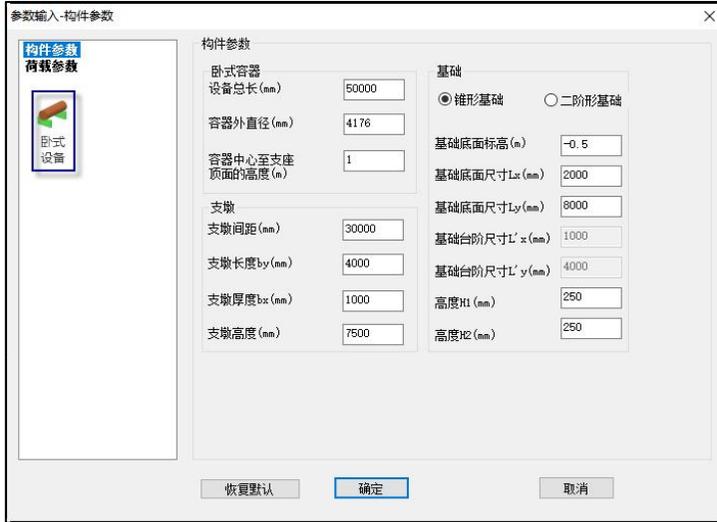
### 1.1.2 球罐

程序支持球罐的建模绘制，同时可以在参数化建模时进行地震影响系数的计算。



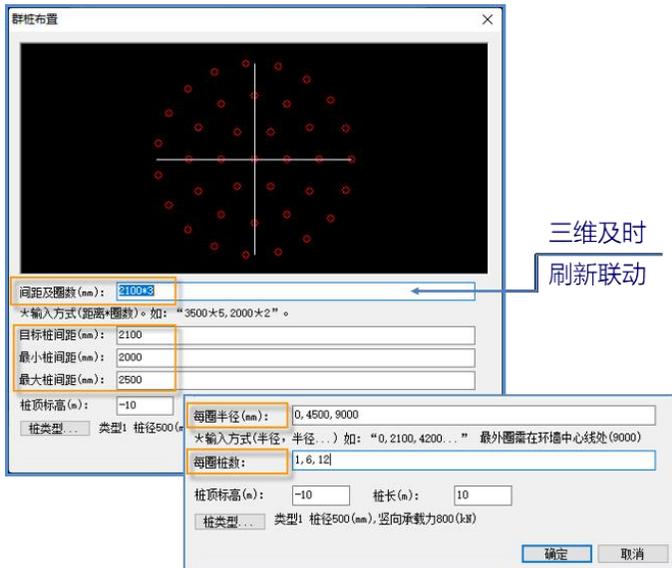
### 1.1.3 卧式设备

对于卧式设备，程序目前也支持带有支墩的两种独基基础的参数设置。



## 1.2 环形群桩布置

为适应立式储罐的环形地基形式，程序支持间距或桩数控制的环形群桩布置方式：



## 1.3 支持桩复合地基处理

为了满足储罐地基的使用需求，YJK-STF 不仅支持建立常规的常规的基础形式，同时还支持复杂的桩复合地基处理，主要包括碎石桩、水泥粉煤灰碎石桩、水泥土搅拌桩、灰土挤密桩、钢筋混凝土桩复合地基 5 种地基处理方法。

地基处理方法	软件实现要点
碎石桩	按第 8.2.7 条计算复合地基承载力。

# 第一章 概述

	按第 8.2.8 条计算复合地基变形。
水泥粉煤灰碎石桩	按第 9.2.6 条计算环墙内填料层厚度。 按第 9.2.7 条计算复合地基承载力。 按第 9.2.8 条计算单桩竖向承载力特征值 Ra。 按第 9.2.9 条验算桩身强度。 按第 9.2.10 条计算复合地基变形。
水泥土搅拌桩	按第 10.2.6 条计算复合地基承载力。 按第 10.2.7 条计算单桩竖向承载力特征值 Ra。 按第 10.2.9 条计算复合地基变形。
灰土挤密桩	按第 11.2.8 条计算复合地基承载力。 按第 11.2.9 条计算复合地基变形。
钢筋混凝土桩 复合地基	按第 12.2.8 条计算环墙内填料层厚度。 按第 12.2.9 条验算加筋垫层强度。 按第 12.2.10 条计算复合地基承载力。 按第 12.2.11 条计算单桩竖向承载力特征值 Ra。 按第 12.2.12 条计算复合地基变形。

## 1.4 自动生成符合水池规程要求荷载组合

在不同的使用情况下，水池的设计需要采用多种多样的荷载组合，针对闭水试验、满水、无水等情况，YJK-POOL 严格按照水池设计规程（CECS 138:2002）规定的荷载组合表进行执行。

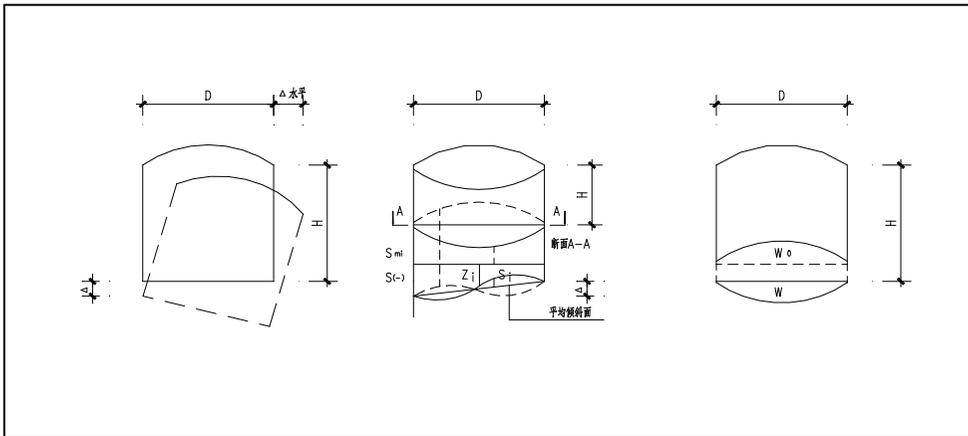


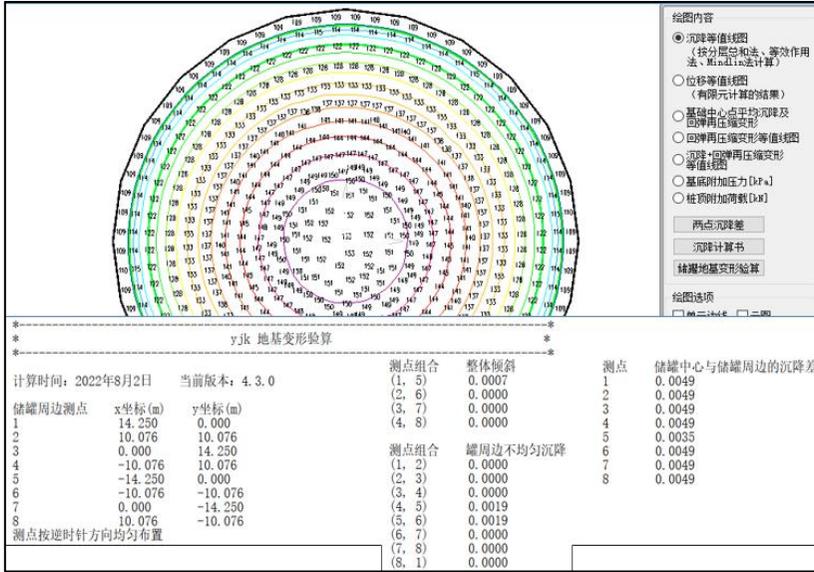
生成荷载组合表之前，可根据实际情况灵活选择需要考虑的荷载工况，输入分项系数、组合系数、准永久值系数等。程序根据输入参数生成荷载组合表。



### 1.5 支持储罐专用沉降计算书

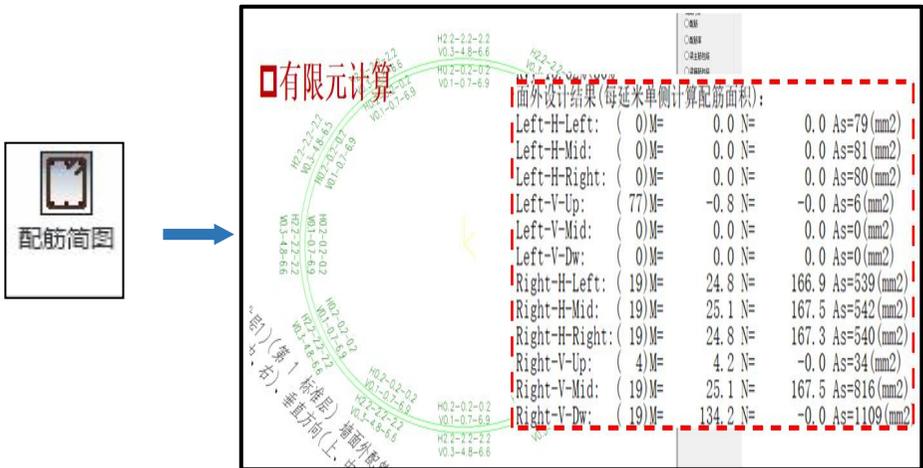
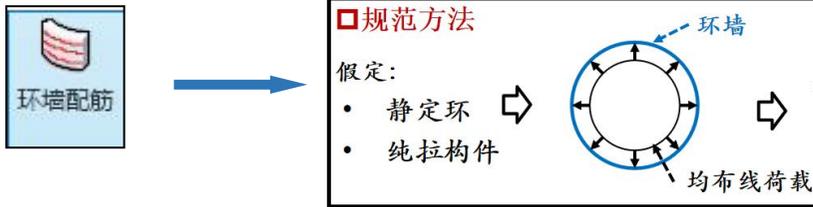
程序在基础计算结果中输出储罐专用沉降计算书，该计算书进行三种储罐沉降监测验算的结果展示。





### 1.6 支持两种环墙设计

水程序支持规范方法与有限元+规范设计两种环墙设计方式，可以有效考虑筏板对受力的有利影响，并且可以支持环墙竖向钢筋校核，增加了设计的经济性与安全性。





## 第二章 模型荷载输入

## 2.1 参数化建模

## 2.1.1 立式储罐建模

软件既支持参数化方式快速建模，又支持人工布置轴网、构件、荷载方式手工建模，基于三维可视化的图形引擎，支持八种常用罐型的参数化建模，可一键生成储罐三维模型及荷载。

表 3.2.1 八种常用罐型参数

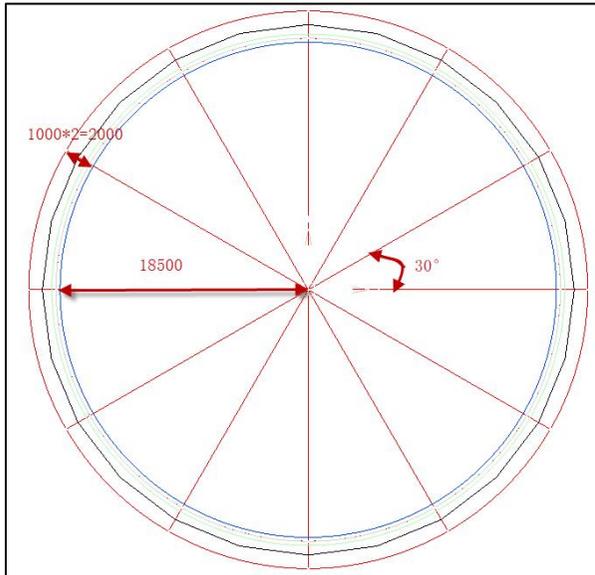
公称容积 (m <sup>3</sup> )	罐体总高 (mm)	罐壁高度 (mm)	罐体内径 (mm)	罐底 坡度	设计液位 (mm)	试水液位 (mm)	储罐净重 (kg)	操作时总重 (kg)	充水后总重 (kg)
200	7835	7120	6500	1: 30	6320	6620	12530	187660	233530
500	9908	8920	9000	1: 50	8020	8020	25500	450460	537500
1000	11235	9920	12000	1: 50	8820	9120	42200	873860	1078200
2000	13595	11900	15500	1: 50	10800	11100	67800	1767640	2171800
3000	15847	13880	18000	1: 50	12780	13080	95000	2806610	3439000
5000	19626	17400	20000	1: 50	16240	16540	127100	4379190	5344100
10000	20549	17440	28500	1: 50	16340	16640	234300	8933850	10719300
20000	25582	20600	37000	1: 50	19500	19800	17971270	17971270	21969100



参数化建模可按填入的设计参数自动生成轴网、环墙、筏板，相关参数见下图：



与轴网相关参数有 3 项：圆弧半径、圆弧转角、外挑长度。内、外圈圆弧轴线距离等于 2 倍外挑长度。



与环墙相关参数有 5 项：厚度、地面以上高度、混凝土等级、钢筋等级、筏板底标高。

双击环墙，显示材质为混凝土 C30，厚度为 600mm。

查看各层信息，显示墙主筋、水平分布筋、竖向分布筋均为 HRB400。

查看楼层组装表，显示层底标高-0.6，层高 2800mm。

其中 2800 由地面以上高度、筏板底标高 2 参数计算得到：2200+600=2800 mm。

与筏板相关参数有 5 项：厚度、底标高、外挑长度、混凝土等级、钢筋等级。

双击筏板，显示厚 900mm，相对层底标高-0.9m。

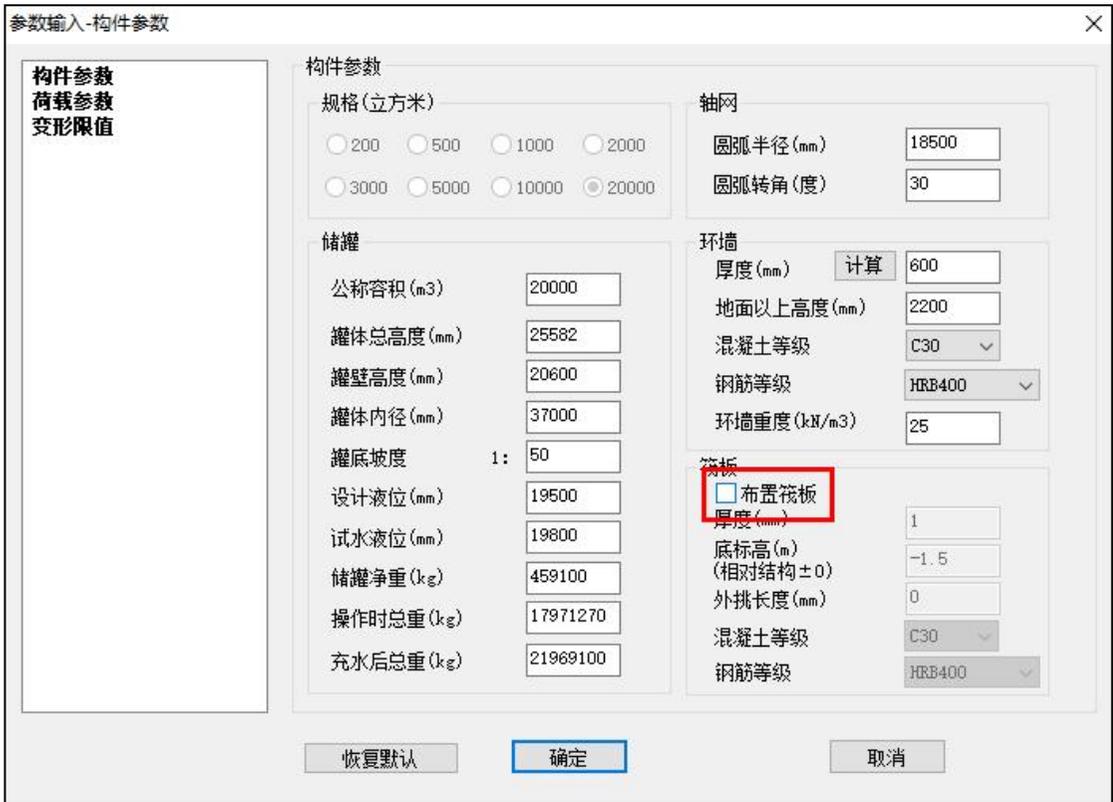
筏板底标高 = 层底标高 + 相对层底标高 = -0.6-0.9 = -1.5m。

外挑长度表示筏板边界到内圈圆弧轴网距离。

在【基础布置】菜单下点【布置参数】按钮，可查看筏板混凝土等级、钢筋级别

### 1) 支持有/无筏板两种情况

软件支持支持两种基础形式：一是环墙加筏板的基础形式，二是无筏板、仅环墙的基础形式。不勾选【布置筏板】时，按无筏板、仅环墙方式建模，此时按 1mm 厚度生成筏板。默认勾选【布置筏板】，按环墙加筏板形式建模。



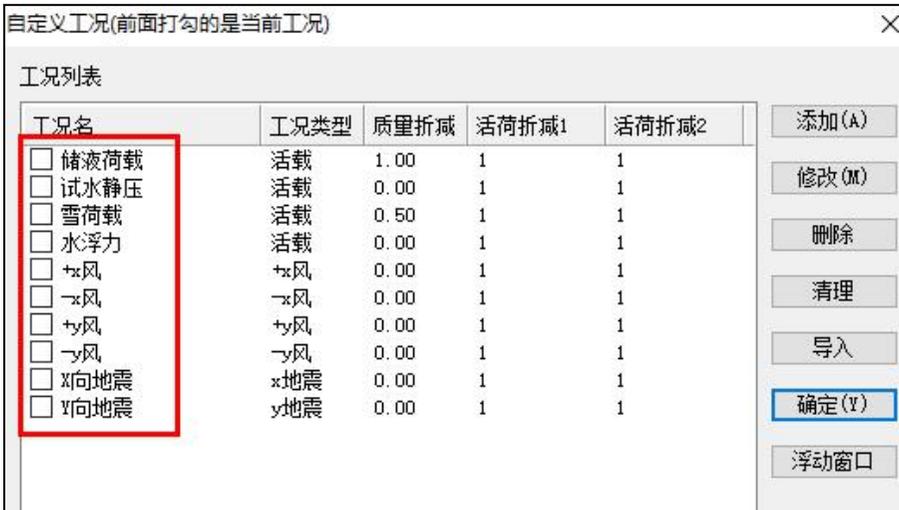
### 2) 试算环墙厚度

软件支持按《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473-2008 第 4.1.2 条计算环墙厚度。在参数输入对话框点【计算】按钮，计算完成后弹出提示“是否使用该厚度”。点【是】时环墙厚度值随之改变，并弹出文本文件，显示环墙厚度计算过程；点【否】时只查看文本文件，不自动改变环墙厚度值。



### 3) 自动生成荷载

参数化建模时自动生成荷载工况。默认生成 10 个荷载工况，储液荷载、试水静压、雪荷载、水浮力、风荷载 4 个、地震作用 2 个。



### 1. 填料荷载

与填料荷载相关参数有 3 项：填料重度、填料高度、侧压力系数。

### 2. 罐体自重

与罐体自重相关参数有 2 项：储罐净重、圆弧半径。

### 3. 固定顶活荷载

与固定顶活荷载相关参数有 2 项：固定顶活荷载标准值、圆弧半径，需要注意的是，在活载计算中，将固定顶活荷载与雪荷载取大进行计入；

### 4. 储液荷载

与储液荷载相关参数有 5 项：设计液位、环墙厚度、储液容重、罐壁伸入环墙顶面宽度系数、侧压力系数。

### 5. 试水静压

试水静压作用机理与储液荷载相同。与试水静压相关参数有 5 项：试水液位、环墙厚度、水容重、罐壁伸入环墙顶面宽度系数、侧压力系数。

### 6. 雪荷载

与雪荷载相关参数有 2 项：基本雪压、圆弧半径。雪荷载按均布线荷载方式作用于环墙，在雪荷载工况查看。

### 7. 水浮力

与水浮力相关参数有 2 项：筏板底标高、设防水位。水浮力按均布面荷载方式作用于筏板，方向向上。

## 4) 地震作用

《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 对罐-液耦联振动的计算规定如下：

19.2.5 储罐的总水平地震作用标准值应按下列公式计算:

$$F_{Ek} = \alpha \eta m_{eq} g \quad (19.2.5-1)$$

$$m_{eq} = m_L \Psi_w \quad (19.2.5-2)$$

式中:  $F_{Ek}$ ——储罐的总水平地震作用标准值;

$\eta$ ——罐体影响系数, 可采用1.1;

$m_{eq}$ ——储液等效质量;

$m_L$ ——罐内储液总质量;

$\Psi_w$ ——动液系数, 应根据D/H<sub>w</sub>值按表19.2.5采用, 中间值可采用线性插入法计算。

19.2.6 设置地脚螺栓的环墙式基础或桩基基础, 其总水平地震作用在罐基础顶部产生的力矩应按下式计算:

$$M_1 = 0.45 F_{Ek} H_w \quad (19.2.6)$$

式中:  $M_1$ ——总水平地震作用在罐基础顶部产生的力矩标准值。

下图为地震影响系数曲线, 根据该曲线确定上述计算中所需的地震影响系数。

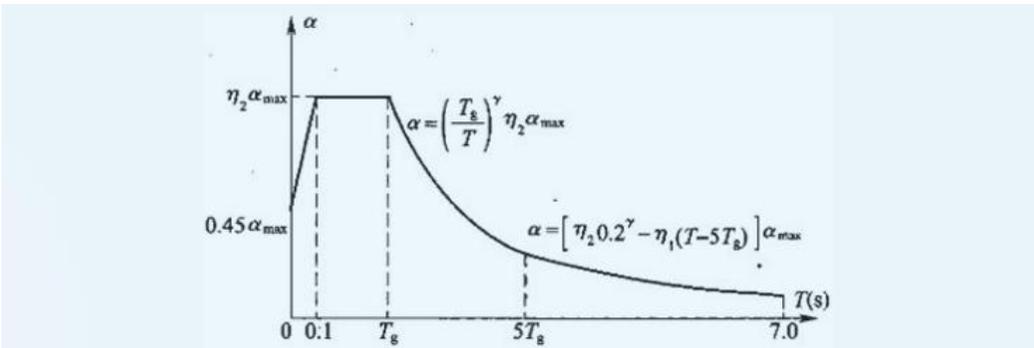


图5.1.6 地震影响系数曲线

$\alpha$ —地震影响系数;  $\alpha_{max}$ —地震影响系数最大值;  $\eta_1$ —直线下降段的下降斜率调整系数;

$\gamma$ —衰减指数;  $T_g$ —特征周期;  $\eta_2$ —阻尼调整系数;  $T$ —结构自振周期

软件可在参数化建模对话框中进行地震作用计算参数的交互输入:

地震影响系数	计算	<input type="text" value="1"/>
罐体影响系数		<input type="text" value="1.1"/>
动液系数		<input type="text" value="0.755"/>

点击上图中的“计算”按钮可弹出如下对话框，按照规范要求对地震影响系数进行计算。

### 【算例 1】计算环墙地震作用

#### 1、计算条件

构件参数：

设计液位=19.5m，储罐净重=459100 kg，操作时总重=17971270 kg，圆弧半径=18.5m，圆弧转角=30 度，环墙厚度=600mm。

荷载参数：

地震影响系数=0.018，放大系数 1.0，罐体影响系数 1.1，动液系数 0.567。

#### 2、计算过程

储液等效质量  $m_{eq}=(17971270-459100)\times 0.567=9929400\text{ kg}=9929.4\text{ 吨}$ ，

总水平地震作用标准值  $F_{EK}=0.018\times 1.1\times 9929.4\times 10=1966.0\text{ kN}$ ，

总水平地震作用在罐基础顶面产生的力矩标准值  $M_1=0.45\times 1966\times 19.5=17251.8\text{ kN.m}$ 。

圆弧角度为 30 度，总节点数为  $360/30=12$  个，

每个节点的水平力为  $1966/12=163.8\text{ kN}$ 。

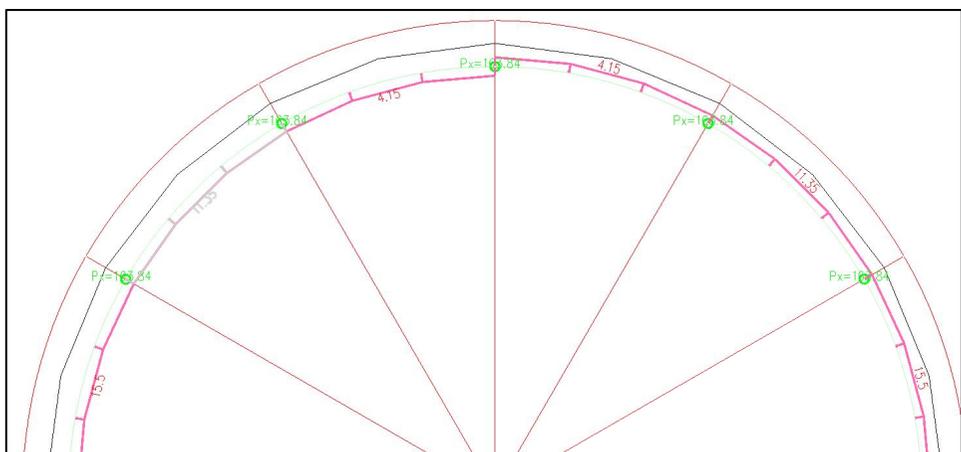
环墙绕 y 轴总惯性矩： $I_y=1/64\times \pi\times (18.5\times 2)^4-1/64\times \pi\times (18.5\times 2-600/1000)^4=5823.8\text{ m}^4$ ，

单段环墙的轴向力为： $N_i=M_1/I_y\times x_i/t_w$ ， $x_i$  为单段环墙中心点到圆心距离， $t_w$  为环墙厚度。

表 3.2.5-1 环墙地震作用计算表

序号	起始角 (度)	终止角 (度)	单段环墙中心点到圆心 距离 $x_i$ (m)	轴向力 $N_i$ (kN/m)
1	0	30	17.9	15.5
2	30	60	13.1	11.3
3	60	90	4.8	4.2
4	90	120	-4.8	-4.2
5	120	150	-13.1	-11.3
6	150	180	-17.9	-15.5
7	180	210	-17.9	-15.5
8	210	240	-13.1	-11.3
9	240	270	-4.8	-4.2
10	270	300	4.8	4.2
11	300	330	13.1	11.3
12	330	360	17.9	15.5

下图为软件计算结果，与手算结果一致。



### 【算例 2】计算地震影响系数 $\alpha$

#### 1、计算条件

(1)地震烈度=6 度、设计基本地震加速度=0.05g;

(2) 设计地震分组=第一组、场地类别= I<sub>0</sub>;

(3) 罐壁距底板 1/3 高度出的名义厚度=5mm, 储罐设计最高液位=19500mm, 储罐内直径=37000mm;

(4) 阻尼比=0.04。

2、计算过程

(1) 根据《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 第 5.1.5 条, 水平地震影响系数最大值  $\alpha_{max}=0.04$ , 场地特征周期  $T_g=0.2s$ 。

表5.1.5-1 水平地震影响系数最大值

地震影响	6 度	7 度	8 度	9 度
多遇地震	0.04	0.08(0.12)	0.16(0.24)	0.32
设防地震	0.12	0.23(0.34)	0.45(0.68)	0.90
罕遇地震	0.28	0.50(0.72)	0.90(1.20)	1.40

表5.1.5-2 特征周期值(s)

设计地震 分组	场地类别				
	I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>	II	III	IV
第一组	0.20	0.25	0.35	0.45	0.65
第二组	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75
第三组	0.30	0.35	0.45	0.65	0.90

(2) 根据《石油化工钢制设备抗震设计标准》GB/T 50761-2018 第 10.2.1 条 计算基本自振周期  $T_1$ 。

$$T_1 = K_c H_w \sqrt{\frac{R}{\delta^{1/3}}} \times 10^{-3}$$

表 10.2.1 罐液耦联振动周期系数  $K_c$

$D/H_w$	0.6	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$K_c$	$0.514 \times 10^{-3}$	$0.44 \times 10^{-3}$	$0.425 \times 10^{-3}$	$0.435 \times 10^{-3}$	$0.461 \times 10^{-3}$	$0.502 \times 10^{-3}$

续表 10.2.1

$D/H_w$	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
$K_c$	$0.537 \times 10^{-3}$	$0.58 \times 10^{-3}$	$0.62 \times 10^{-3}$	$0.681 \times 10^{-3}$	$0.736 \times 10^{-3}$	$0.791 \times 10^{-3}$

注:  $D$  为储罐的内直径(mm)。

本例 储罐内直径  $D=37000$  mm、设计最高液位  $H_w=19500$  mm,  $D/H_w=1.9$ , 查表得  $K_c=0.433 \times 10^{-3}$ 。

代入公式 (10.2.1), 得  $T_1 = 0.433 \times 10^{-3} \times 19500 \times \sqrt{(18750/5)} \times 10^{-3} = 0.514$  s。

(3) 根据《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 第 5.1.6 条 计算地震影响系数。

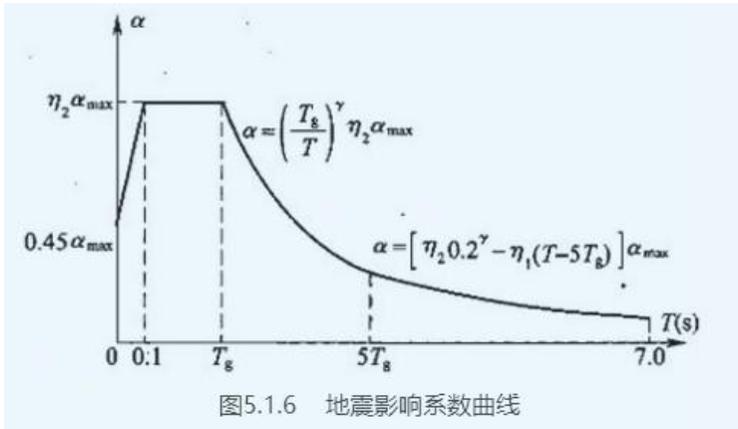


图5.1.6 地震影响系数曲线

依据《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 第 19.2.2 条, 阻尼比=0.04,

代入式 (5.1.6-1), 计算  $\gamma=0.919$ ;

代入 (5.1.6-2), 计算  $\eta_1=0.0219$ ;

代入 (5.1.6-3), 计算  $\eta_2=1.069$ ;

$T_g = 0.2$  s、 $T_1=0.514$  s, 所以地震影响系数位于曲线下降段,  $\alpha = (0.2/0.514)^{0.919} \times 1.069 \times 0.04 = 0.018$ 。

## 5) 风荷载

按《工程结构通用规范》GB 55001-2021 第 4.6.1 条计算风荷载标准值, 考虑参数有: 基本风压、风压高度变化系数、风荷载体型系数、地形修正系数、风向影响系数、考虑风荷载脉动的增大系数 (即风荷载放大系数)。

按《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 条文说明第 8.2.1 条计算风压高度变化系数,

考虑截断高度，A、B、C、D 场地粗糙度的风压高度变化系数分别不小于 1.09、1.00、0.65、0.51。考虑截断高度，A、B、C、D 场地粗糙度的风压高度变化系数分别不小于 1.09、1.00、0.65、0.51。

基本风压 (kN/m <sup>2</sup> )	0.45
地面粗糙度类别	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D
风荷载体型系数	0.5
地形修正系数	1
风向影响系数	1

$$\mu_z^A = 1.284 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.24}$$

$$\mu_z^B = 1.000 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.30}$$

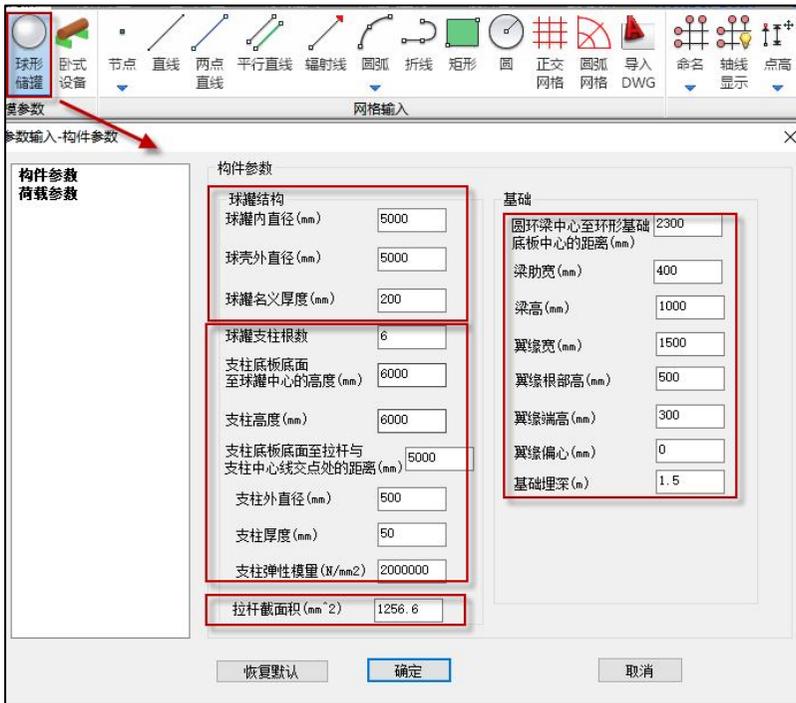
$$\mu_z^C = 0.544 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.44}$$

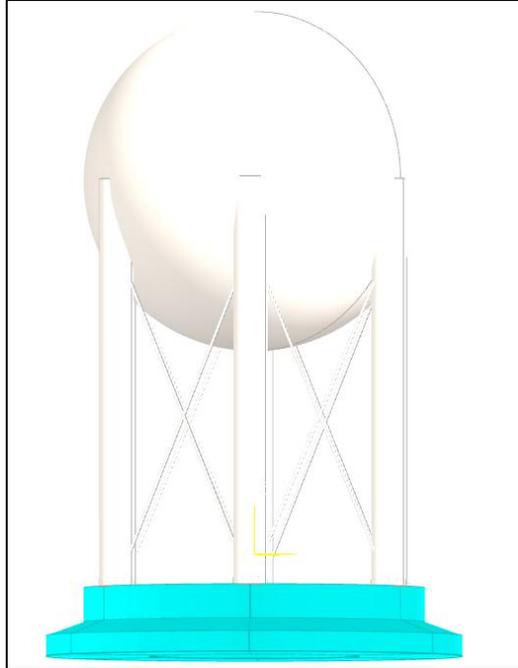
$$\mu_z^D = 0.262 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.60}$$

对罐体上的风荷载标准值进行积分计算后，便能得到储罐的总水平风荷载作用标准值及其在罐基础顶部产生的力矩。

### 2.1.2 球罐建模

软件支持球罐的参数化建模，可一键生成球罐三维模型及荷载。

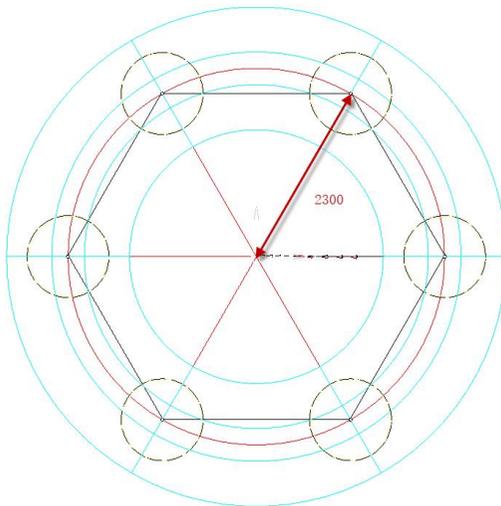




与球罐结构相关参数有 11 项：其中，球罐内直径、球壳外直径以及球罐的名义厚度为球壳的相关参数；球罐支柱根数到支柱弹性模型模量为支柱的尺寸及属性设置参数；拉杆截面积为立柱拉杆的参数设置项；

与基础相关参数有 8 项：因为目前仅支持圆环梁的基础形式，所以其中与地基梁基础相关的参数有 6 项，涵盖了肋梁尺寸、翼缘尺寸及其偏心的相关设置。

【圆环梁中心至环形基础底板中心的距离】：环形地基梁轴线到底板圆心的距离，如图所示：

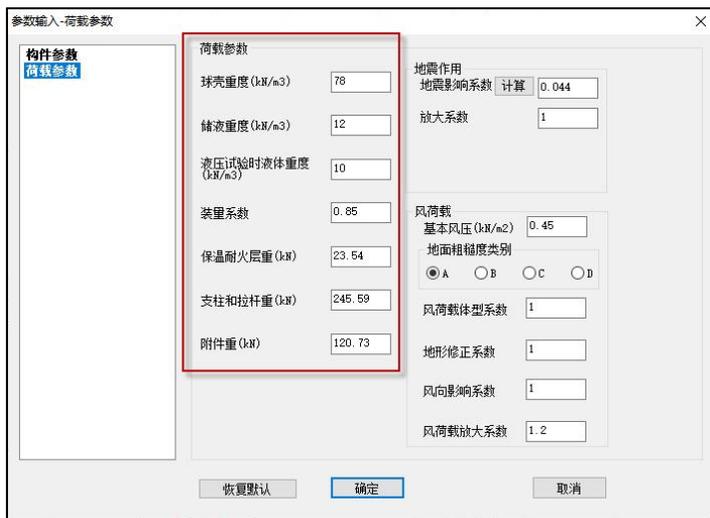


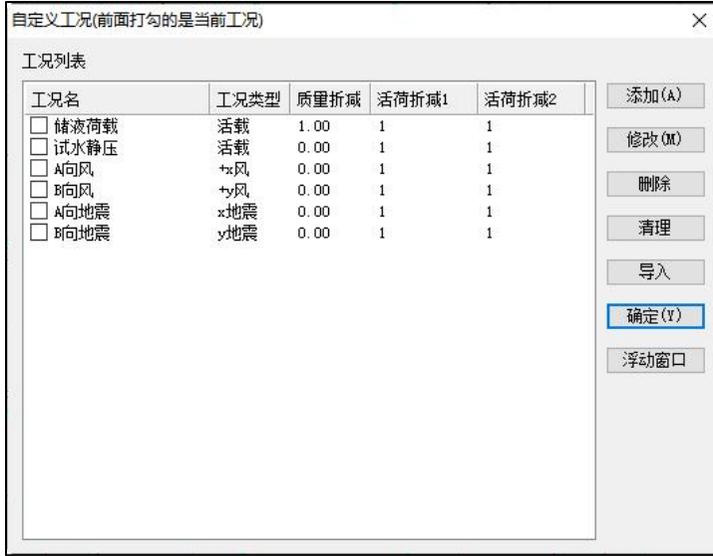
【基础埋深】：指相对基础顶面的埋深，只影响层底标高的数值，与真实覆土重无关；默认基础顶向下计算，如图，肋梁高 1m,基础埋深为 1.5m 时，基础底标高为： $1-1.5=-0.5\text{m}$ ;



### 1) 自动生成荷载

参数化建模时自动生成荷载工况。默认生成 6 个荷载工况，储液荷载、试水静压、A 向风、B 向风、A 向地震、B 向地震。荷载相关参数在建模界面的【荷载参数】下输入：





### 1. 储液荷载

与储液荷载相关参数有 2 项：球壳重度与储液重度。

### 2. 试水静压

试水静压作用机理与储液荷载相同，试水静压相关参数与液压实验时液体重度以及球壳重度有关。

### 2) 地震作用

《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 以及《石油化工球罐基础设计规范》SH/T 3062-2017 计算规定：

- 5.3.1 球罐基础，仅分别考虑 A、B 两个方向的水平地震作用（见图 5.2.3），并进行作用效应计算。
- 5.3.2 球罐基础的水平地震作用可采用单质点自由度体系计算，并应按 SH 3147 的有关规定确定地震影响系数。
- 5.3.3 球罐结构的阻尼比可取 0.035。
- 5.3.4 作用于球罐中心处的总水平地震作用标准值，应按下式计算：

$$F_{Ek} = \alpha_1 \zeta G_{eq} \quad (5.3.4-1)$$

式中：

- $F_{Ek}$  —— 作用于球罐中心处的总水平地震作用标准值（见图 5.2.3），kN；
- $\alpha_1$  —— 相应于球罐基本自振周期的水平地震影响系数，按 SH 3147 的有关规定采用；
- $G_{eq}$  —— 球罐在正常操作状态时的等效总重力荷载，kN，应按下列公式计算：

$$G_{eq} = m_{eq} g \quad (5.3.4-2)$$

$$m_{eq} = m_1 + m_2 + 0.5m_3 + m_4 + m_5 \quad (5.3.4-3)$$

$$m_2 = m_1 \varphi \quad (5.3.4-4)$$

式中：

- $g$  —— 重力加速度，取  $9.81 \text{ m/s}^2$ ；
- $m_{eq}$  —— 球罐在正常操作状态下的等效质量，t；
- $m_1$  —— 球壳质量，t；
- $m_2$  —— 球罐内储液的有效质量，t；
- $m_3$  —— 支柱和拉杆的质量，t；
- $m_4$  —— 球罐其他附件的质量，包括各开口、喷淋装置、梯子平台等，t；
- $m_5$  —— 球壳保温层、耐火层的质量，t；
- $m_L$  —— 球罐储液质量，t；
- $\varphi$  —— 储液的有效质量率系数，可根据球罐内液体的充满度按图 5.3.4 直取。

下图为地震影响系数曲线，根据该曲线确定上述计算中所需的地震影响系数。

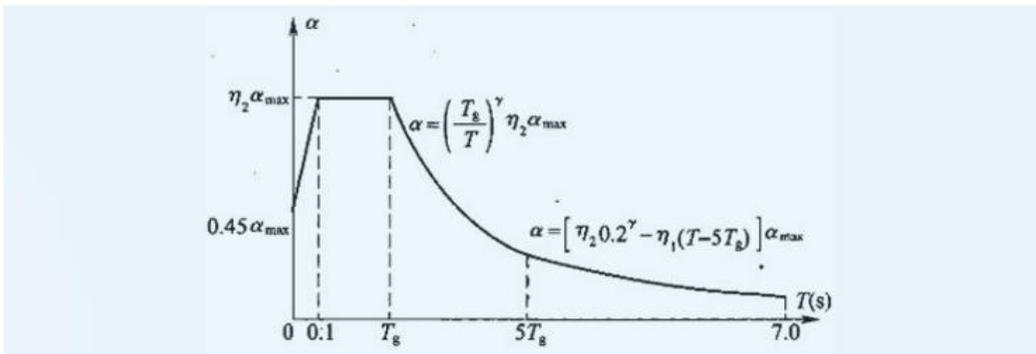


图5.1.6 地震影响系数曲线

$\alpha$ —地震影响系数； $\alpha_{max}$ —地震影响系数最大值； $\eta_1$ —一直线下降段的下降斜率调整系数；  
 $\gamma$ —衰减指数； $T_g$ —特征周期； $\eta_2$ —阻尼调整系数； $T$ —结构自振周期

软件可在参数化建模对话框中进行地震作用计算参数的交互输入

<b>地震作用</b>	
地震影响系数	<input type="button" value="计算"/> <input style="width: 50px;" type="text" value="0.044"/>
放大系数	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>

点击上图中的“计算”按钮可弹出如下对话框，按照规范要求对地震影响系数进行计

算。

### 3) 风荷载

按《工程结构通用规范》GB 55001-2021 第 4.6.1 条计算风荷载标准值，考虑参数有：基本风压、风压高度变化系数、风荷载体型系数、地形修正系数、风向影响系数、考虑风荷载脉动的增大系数（即风荷载放大系数）。

按《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 条文说明第 8.2.1 条计算风压高度变化系数，考虑截断高度，A、B、C、D 场地粗糙度的风压高度变化系数分别不小于 1.09、1.00、0.65、0.51。考虑截断高度，A、B、C、D 场地粗糙度的风压高度变化系数分别不小于 1.09、1.00、0.65、0.51。

$$\mu_z^A = 1.284 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.24}$$

$$\mu_z^B = 1.000 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.30}$$

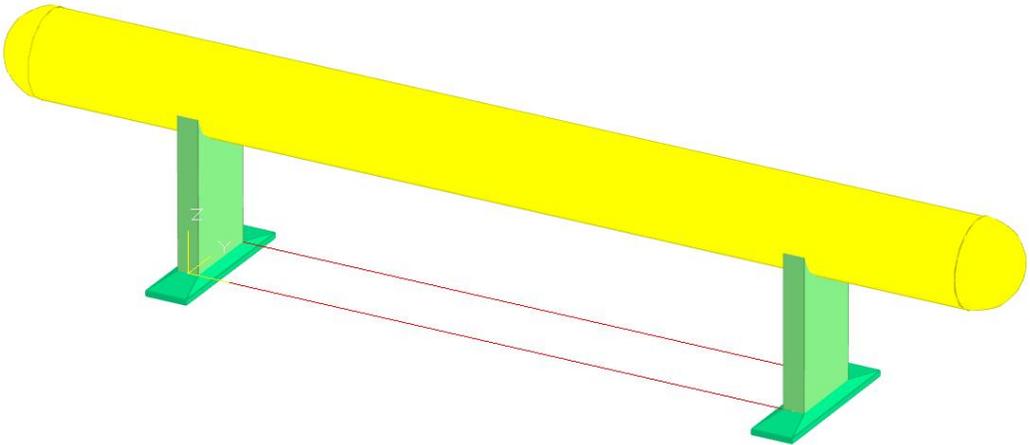
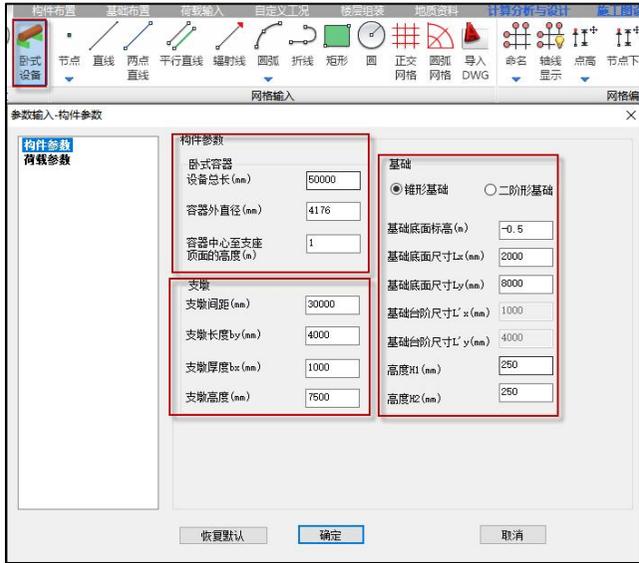
$$\mu_z^C = 0.544 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.44}$$

$$\mu_z^D = 0.262 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.60}$$

对罐体上的风荷载标准值进行积分计算后，便能得到储罐的总水平风荷载作用标准值及其在罐基础顶部产生的力矩。

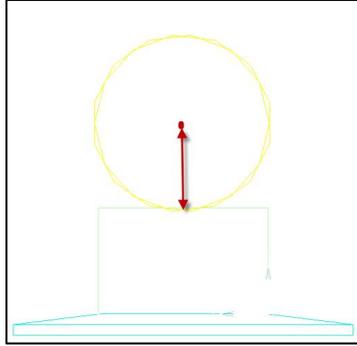
### 2.1.3 卧式设备建模

软件支持卧式设备的参数化建模，可一键生成卧式设备的三维模型及荷载。



与容器结构相关参数有 3 项：

【设备总长】为设备截面圆心到支墩上表面的距离，单位 m；



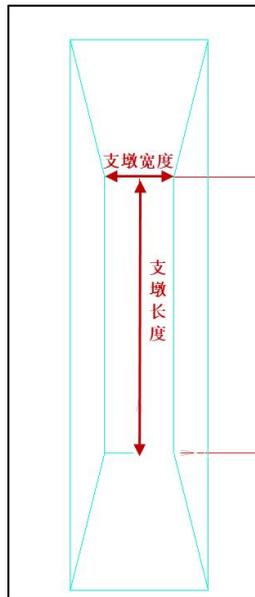
支墩即独基上方直接与罐体接触的单片墙。与支墩相关参数有 4 项：

【支墩间距】：两支墩间的计算距离，即墙轴线间距离，如图所示：

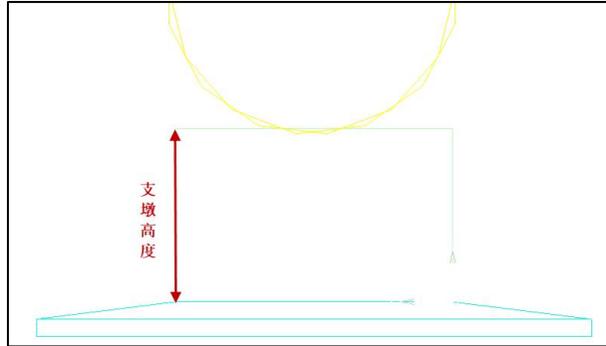


【支墩长度】：支墩俯视图的 Y 向长度；

【支墩宽度】：支墩俯视图的 X 向长度，如图所示：



【支墩高度】：墙身高度，如图所示：



对于卧式设备，程序目前仅支持独基的基础形式，其中又分为【锥形基础】与【二阶形基础】两类。与基础相关参数有 7 项：包含基础底面尺寸以及基础台阶尺寸，需要注意的是，程序默认选择【锥形基础】类型，且此时基础台阶尺寸无法修改，如需设置，可以先勾选【二阶形基础】激活菜单，如需的相关设置，可在设置台阶尺寸之后，再切回【锥形基础】选项，进行其他参数的设置。

基础	
<input checked="" type="radio"/> 锥形基础	<input type="radio"/> 二阶形基础
基础底面标高(m)	-0.5
基础底面尺寸Lx(mm)	2000
基础底面尺寸Ly(mm)	8000
基础台阶尺寸L'x(mm)	1000
基础台阶尺寸L'y(mm)	4000
高度H1(mm)	250
高度H2(mm)	250

【基础底面标高】：即基础底相对结构±0的高度，单位 m，即参数中 H1 与 H2 的加和；

与卧式设备荷载参数设置相关的菜单主要集中在三部分，分别是荷载参数、地震作用与风荷载。荷载参数主要包括【容器自重】、【设备内介质自重】、【充水试压荷载】、【基础底板顶面以上构件自重标准值】、【平台活荷载】、【摩擦力或弹力支座处摩擦系数】、【热膨胀量】以及【支墩的短期刚度】八项；地震作用以及风荷载也有其主要荷载参数，如下：

荷载参数	
容器自重 (kN)	220
设备内介质自重 (kN)	65
充水试压荷载 (kN)	65
基础底板顶面以上构件自重标准值 (kN)	60
平台活荷载 (kN)	4
摩擦力或弹力	
支座处摩擦系数	0.2
热膨胀量 (m)	0.01
支墩的短期刚度 (kN.m <sup>2</sup> )	10000

风荷载	
基本风压 (kN/m <sup>2</sup> )	0.45
地面粗糙度类别	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D
地形修正系数	1
风荷载体型系数 (x向)	1
风向影响系数 (x向)	1
风荷载放大系数 (x向)	1.2
x向挡风面积 (m <sup>2</sup> )	13.7
风荷载体型系数 (y向)	1
风向影响系数 (y向)	1
风荷载放大系数 (y向)	1.2
y向挡风面积 (m <sup>2</sup> )	130.6

【容器自重】主要为空罐体的自重，这里直接按照输入值计算，不会参考联动前面的罐体模型参数；

【设备内介质自重】主要进行设备内储液的施加设置，同理需要填写充液的总重，不需要换算；

【充水试压荷载】是充水预压法的一种参数设置方式，通过查看充水后罐体产生的沉降，对基础罐顶进行一定的抬高；

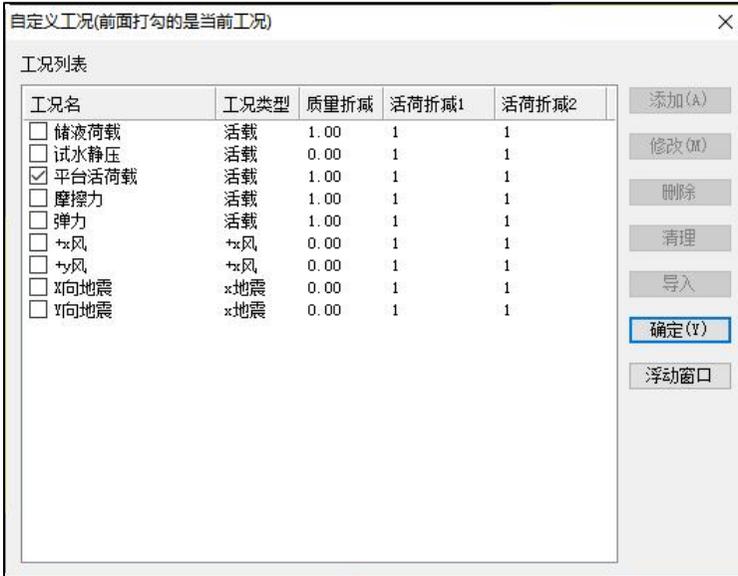
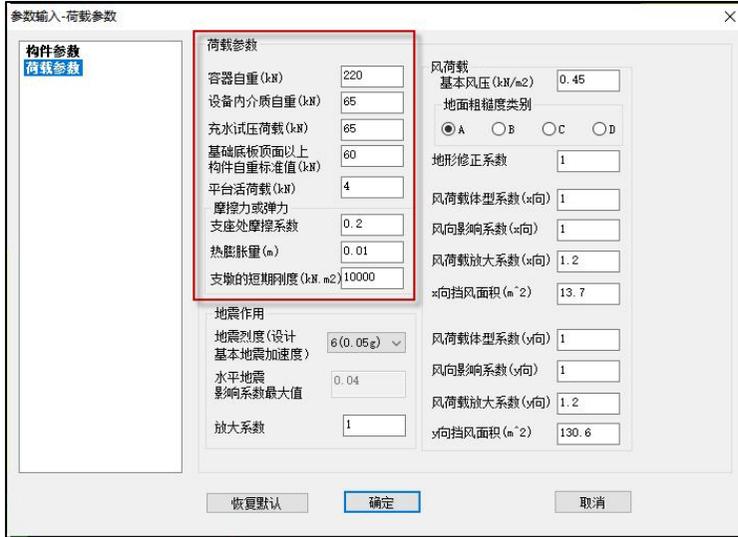
【平台活荷载】是指自行施加的活载值，相当于一个集中力平分在两个支座上；

【摩擦力或弹力支座处摩擦系数】该项主要用做摩擦力系数的自主输入，当支撑面为混凝土时取 0.45，支撑面为钢板时取 0.3；

注：在自定义工况中进行模型修改或者荷载修改后，需返回【荷载输入】再次进行【生成荷载】程序才会重新计算；

### 1) 自动生成荷载

参数化建模时自动生成荷载工况。默认生成 9 个荷载工况，储液荷载、试水静压、平台活荷载、摩擦力、弹力、+X 风、+Y 风、X 向地震、Y 向地震。荷载相关参数在建模界面的【荷载参数】下输入：



## 1. 储液荷载

与储液荷载相关参数有 2 项：容器自重与设备内介质自重，二者均直接按需输入即可。

## 2. 试水静压

试水静压作用机理与储液荷载相同，这里可以直接通过充水试压荷载控制。

### 3. 平台活荷载

平台活荷载用于支墩上活荷载的直接施加，【平台活荷载】中填写的是两个支墩的总平台活荷载值，实际按照填写值一半的集中力施加在每个支墩上。

### 4. 摩擦力

摩擦力直接由【摩擦力或弹力支座处摩擦系数】控制，按照《石油化工冷换设备和容器基础设计规范》SH/T3058-2016 5.1.1-5.1.8 条规定：

5.1.3 冷换设备内介质温度变化在设备支承面上引起的摩擦力标准值应按下式计算：

$$F_{ik} = \mu(G_{Bk} + G_{jk}) \quad \dots\dots\dots (5.1.3)$$

式中：

- $F_{ik}$  —— 摩擦力的标准值，kN；
- $G_{Bk}$  —— 正常操作状态下，冷换设备（或容器）永久荷载的标准值，kN；
- $G_{jk}$  —— 正常操作状态下，介质荷载的标准值，kN；
- $\mu$  —— 摩擦系数。当支承面为混凝土时，取 0.45；当支承面为钢板时，取 0.3。

摩擦力计算仅与填写的摩擦系数、【容器自重】以及【设备内介质自重】有关；

### 5. 弹力

按照《石油化工冷换设备和容器基础设计规范》SH/T3058-2016 5.1.1-5.1.8 条规定：

6.1.3 当容器内的介质温度大于 80℃时，应考虑介质温度变化产生的摩擦力或弹性的影响；其摩擦力或弹性的标准值，应按下列规定计算：

a) 摩擦力标准值，应按下式计算：

$$F_{ik} = \mu(G_{Bk} + G_{jk}) \quad \dots\dots\dots (6.1.3-1)$$

b) 弹性力标准值，应按下式计算：

$$F_{ik} = \frac{3B_s}{H^3} \Delta l \quad \dots\dots\dots (6.1.3-2)$$

式中：

- $F_{ik}$  —— 弹性力标准值，kN；
- $H$  —— 基础底板顶面至支墩或支架面的高度，m；
- $\Delta l$  —— 正常操作状态下，卧式容器的热膨胀量，m；
- $B_s$  —— 支墩、支架的短期刚度，应按 GB 50010 的有关规定计算， $kN \cdot m^2$ 。

弹力计算与支墩高度、容器热膨胀量以及支墩的短期刚度有关，三者均可在参数中设置；

## 2) 地震作用

《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 以及《石油化工冷换设备和容器基础设计规范》SH/T3058-2016 5.1.7 条计算规定：

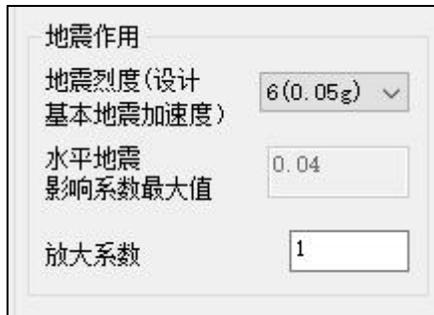
5.1.5 水平地震作用的标准值，应按下式计算：

$$F_{Ek} = \alpha_{\max} (G_{Bk} + G_{jk} + 0.5G'_{jk}) \dots\dots\dots(5.1.5)$$

式中：

- $F_{Ek}$  —— 水平地震作用标准值，kN；
- $\alpha_{\max}$  —— 多遇水平地震影响系数最大值，按 GB 50011 的规定采用；
- $G'_{jk}$  —— 地面以上的基础自重标准值。

软件可在参数化建模对话框中进行地震作用计算参数的交互选择：



程序提供两种地震工况的计算，分别为【X 向地震】与【Y 向地震】：

### 1. X 向地震

X 向地震分为水平向地震力以及竖向等偶等效力。

示例：

荷载参数

容器自重(kN) 240

设备内介质自重(kN) 100

充水试压荷载(kN) 80

基础底板顶面以上  
构件自重标准值(kN) 90

平台活荷载(kN) 6

摩擦力或弹力

支座处摩擦系数 0.45

热膨胀量(m) 0.05

支墩的短期刚度(kN.m<sup>2</sup>) 20000

地震作用

地震烈度(设计  
基本地震加速度) 7(0.1g) v

水平地震  
影响系数最大值 0.08

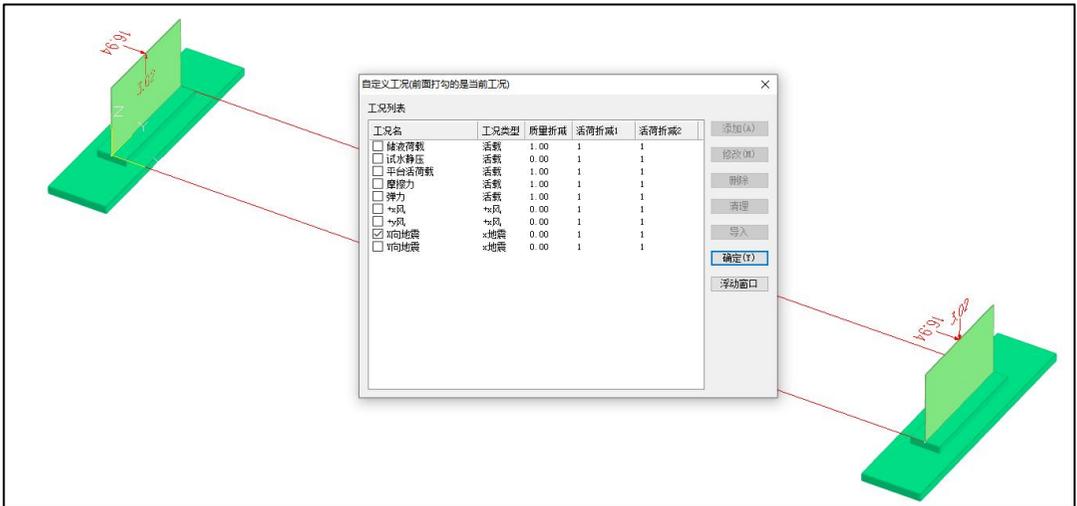
放大系数 1.1

由图可知：X 向地震

$$: F_{Ek} = \alpha_{max}(G_{Bk} + G_{jk} + 0.5 * G'_{JK}) = 1.1 * 0.08 * (240 + 100 + 0.5 * 90) = 33.88kN / m^2 ,$$

竖向力为  $33.88/2*2.5 / (28/2) = 3.02$ ;

进入自定义工况下的【X 向地震】查看：



## 2. Y 向地震

X 向地震分为水平向地震力以及竖向等偶等效力。

示例：

荷载参数	
容器自重 (kN)	240
设备内介质自重 (kN)	100
充水试压荷载 (kN)	80
基础底板顶面以上 构件自重标准值 (kN)	90
平台活荷载 (kN)	6
摩擦力或弹力	
支座处摩擦系数	0.45
热膨胀量 (m)	0.05
支墩的短期刚度 (kN.m <sup>2</sup> )	20000
地震作用	
地震烈度(设计 基本地震加速度)	7(0.1g)
水平地震 影响系数最大值	0.08
放大系数	1.0

由图可知：Y 向地震

:  $F_{Ek} = \alpha_{max}(G_{Bk} + G_{jk} + 0.5 * G'_{JK}) = 0.08 * (240 + 100 + 0.5 * 90) = 30.8 kN / m^2$  , 竖向力为  $30.8 / 2 * 2.5 / 4 = 9.625$  , 程序计算正确；

进入自定义工况下的【X 向地震】查看：

自定义工况(前面打勾的是当前工况)

工况名	工况类型	质量折减	活荷折减1	活荷折减2
<input type="checkbox"/> 排除荷载	活载	1.00	1	1
<input type="checkbox"/> 试水静压	活载	0.00	1	1
<input type="checkbox"/> 平台活荷载	活载	1.00	1	1
<input type="checkbox"/> 摩擦力	活载	1.00	1	1
<input type="checkbox"/> 弹力	活载	1.00	1	1
<input type="checkbox"/> x风	x风	0.00	1	1
<input type="checkbox"/> y风	y风	0.00	1	1
<input type="checkbox"/> x向地震	x地震	0.00	1	1
<input checked="" type="checkbox"/> y向地震	y地震	0.00	1	1

### 3) 风荷载

按《工程结构通用规范》GB 55001-2021 第 4.6.1 条计算风荷载标准值，考虑参数有：基本风压、风压高度变化系数、风荷载体型系数、地形修正系数、风向影响系数、考虑风荷载脉动的增大系数（即风荷载放大系数）。

按《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 条文说明第 8.2.1 条计算风压高度变化系数，考虑截断高度，A、B、C、D 场地粗糙度的风压高度变化系数分别不小于 1.09、1.00、0.65、0.51。考虑截断高度，A、B、C、D 场地粗糙度的风压高度变化系数分别不小于 1.09、1.00、0.65、0.51。

风荷载	
基本风压 (kN/m <sup>2</sup> )	<input type="text" value="0.45"/>
地面粗糙度类别	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D
风荷载体型系数	<input type="text" value="1"/>
地形修正系数	<input type="text" value="1"/>
风向影响系数	<input type="text" value="1"/>
风荷载放大系数	<input type="text" value="1.2"/>

$$\mu_z^A = 1.284 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.24}$$

$$\mu_z^B = 1.000 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.30}$$

$$\mu_z^C = 0.544 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.44}$$

$$\mu_z^D = 0.262 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.60}$$

《石油化工冷换设备和容器基础设计规范》SH/T3058-2016 5.1.2 条计算规定：

5.1.2 风荷载标准值，应按下式计算：

$$F_w = \mu_s \mu_z w_0 A \quad \dots\dots\dots (5.1.2)$$

式中：

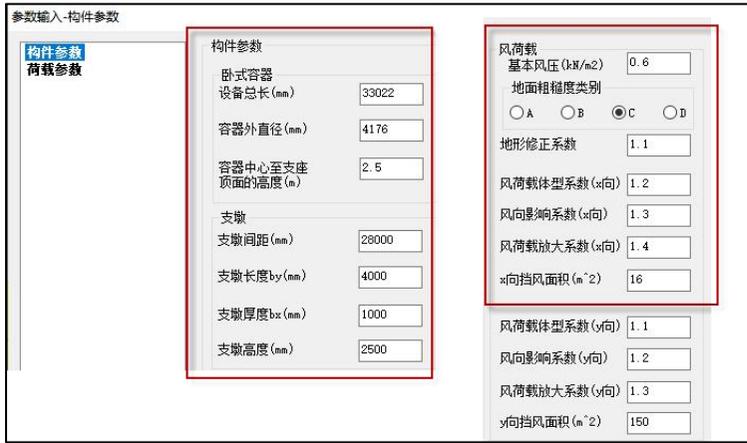
- $F_w$  —— 风荷载标准值，kN；
- $\mu_s$  —— 风荷载体型系数，沿设备纵向取 1.3，沿设备横向取 0.7；沿叠放设备横向取 1.2。
- $\mu_z$  —— 风压高度变化系数，按 GB 50009 的规定采用；
- $w_0$  —— 基本风压，kN/m<sup>2</sup>；
- $A$  —— 设备在风荷载作用方向的挡风面积。

对罐体上的相应参数进行正确输入后，便能得到储罐的总水平风荷载作用标准值及其在罐基础顶部产生的力矩。

#### 1. +X 风

X 向风分为水平向风压力以及竖向等偶等效力。

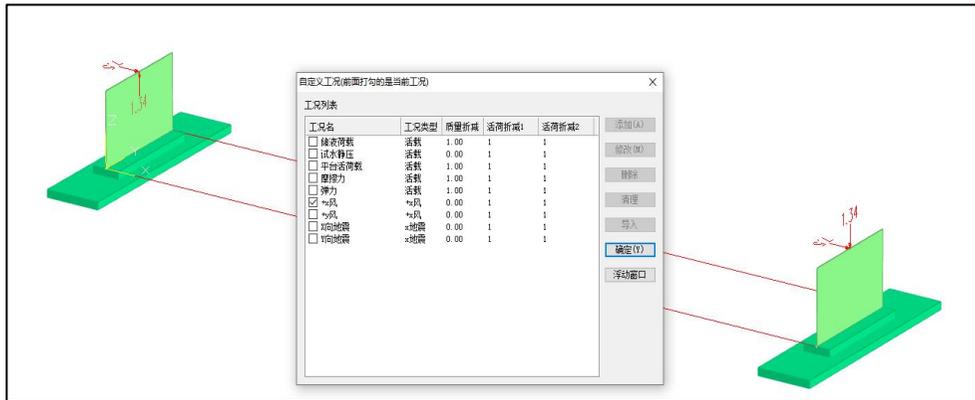
示例：



由图可知：

+X :  $F_w = \mu_s \mu_z w_o A = 1.2 * 0.65 * 0.6 * 16 = 7.488 \text{KN} / \text{m}^2$ ,  $1.1 * 1.3 * 1.4 * 7.488 / 2 = 7.5 \text{kN} / \text{m}^2$ , 竖向等效力为  $7.5 * 2.5 / (28 / 2) = 1.33$

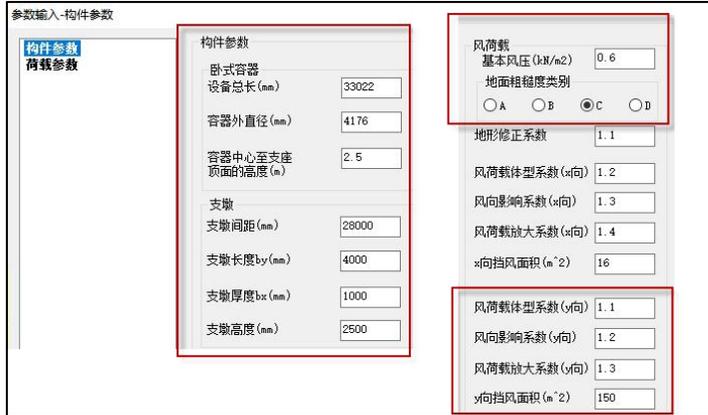
进入自定义工况下的【+X 风】查看：



## 2. +Y 风

试 Y 向风分为 4 个水平向风压力以及 4 个竖向等偶等效力。

示例：

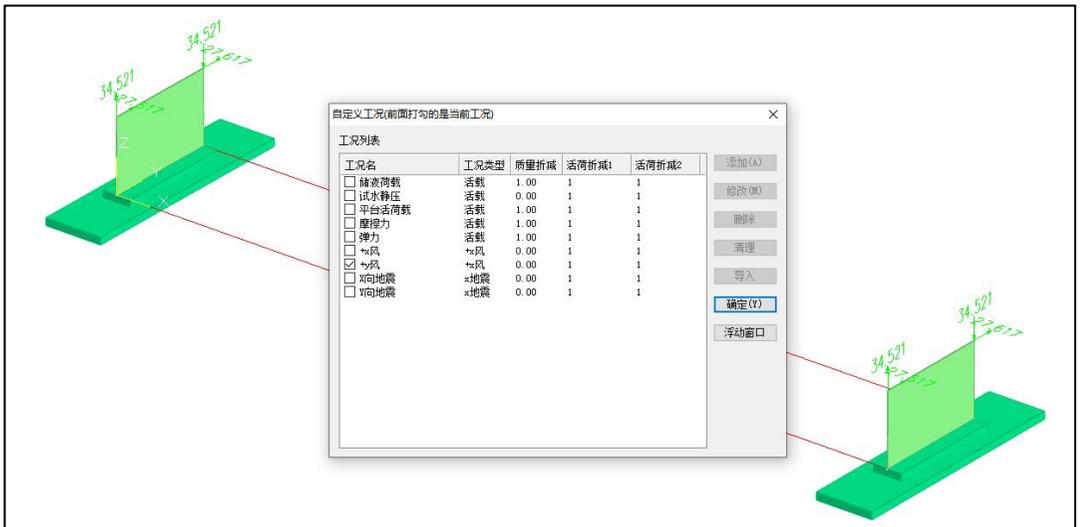


由图可知：

$$+Y : F_w = \mu_s \mu_z w_o A = 1.1 * 0.65 * 0.6 * 150 = 64.35 \text{ kN} / \text{m}^2, 1.1 * 1.2 * 1.3 * 64.35 / 4 = 27.61 \text{ kN} / \text{m}^2,$$

$$\text{竖向等效力为 } 2F_y * R / L_{\text{端}} = 2 * 27.61 * 2.5 / 4 = 34.51 \text{ kN} / \text{m}^2$$

进入自定义工况下的【+Y 风】查看：



## 2.2 操作步骤

### 2.2.1 轴网布置

盈建科水池结构的建模与盈建科上部结构建模比较类似，在平面上建立轴线网格是建模的第一步，按照各楼层输入平面模型时，程序要求用户首先输入轴线，因为楼层上的建筑构件都是布置在轴线上，以轴线为准参照定位的。

程序提供各种基本的画线图素如画直线、平行线、圆弧、放射线、矩形、点等，通过这些基本的二维图素来画出轴线。画图的操作方式与一般通用的图形平台如 AutoCAD 的操作方式相同，熟悉通用图形平台的用户很容易上手操作。



程序提供的基本画图命令有：节点、直线、两点直线、圆弧、平行直线、折线、矩形、辐射线、圆。

(1) 节点

用于直接绘制节点，供以节点定位的构件使用，绘制是连续进行的。并提供定数等分直线、定距离等分直线功能，在等分点自动形成节点。

(2) 直线

绘制连续的直线。

(3) 两点直线

点击两点形成直线。绘制是连续进行的。

(4) 圆弧轴线

提供多种方式绘制圆弧，可采用三点方式、圆心起点端点方式、起点圆心圆心角方式、起点圆心端点方式来绘制。

(5) 平行直线

绘制一组平行的直线。首先绘制第一条轴线，以第一条轴线为基准输入复制的间距和次数，间距值的正负决定了复制的方向。以“上、右为正”，可以分别按不同的间距连续复制，提示区自动累计复制的总间距。每组平行线绘制连续进行，Esc 键结束退出。

(6) 折线

绘制连续首尾相接的直线和弧轴线，按 Esc 可以结束一条折线，输入另一条折线或切换为切向圆弧。

(7) 矩形

通过点击或输入矩形两对角点，绘制一个与 X、Y 轴平行的、闭合的矩形轴线。

(8) 辐射线

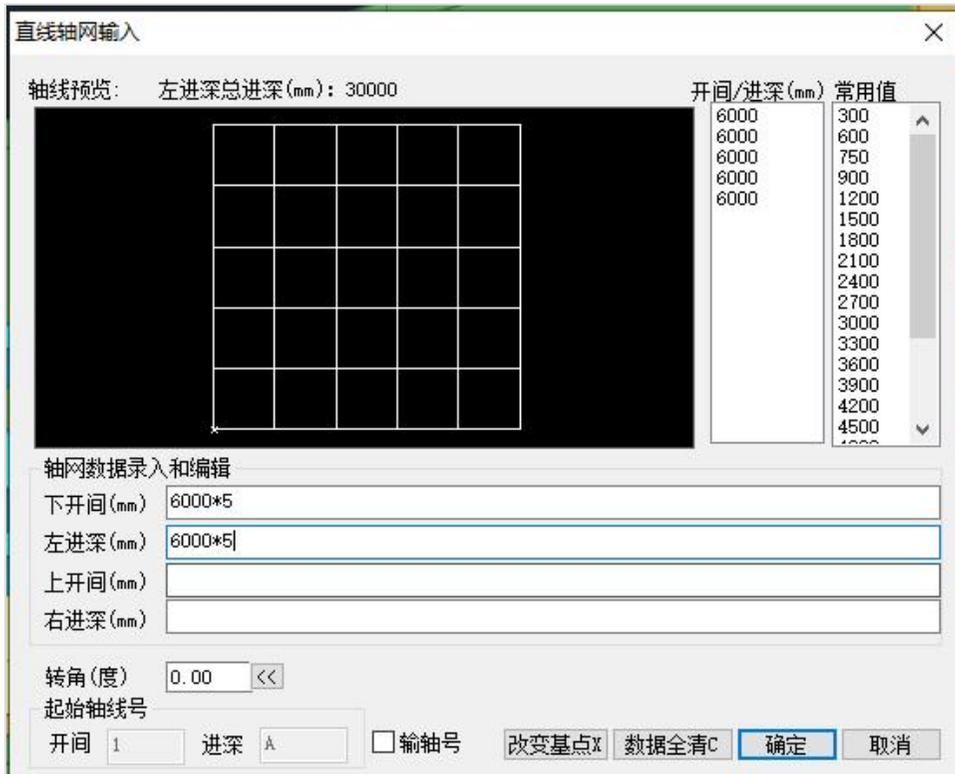
绘制一组辐射状直线；首先沿指定的旋转中心绘制第一条直线，输入复制角度和次数，角度的正负决定了复制的方向，以逆时针方向为正。可以分别按不同角度连续复制，提示区自动累计复制的总角度。每组辐射线绘制连续进行，Esc 键结束退出。

(9) 圆

输入圆心、半径完成一个圆的绘制。

对于较规则的正交轴线，程序提供“正交轴网”输入菜单，用对话框方式引导用户方便地输入纵向横向的各跨跨度和轴线号。对于不规则的轴线用户可用画线、画圆弧方

式补充输入。



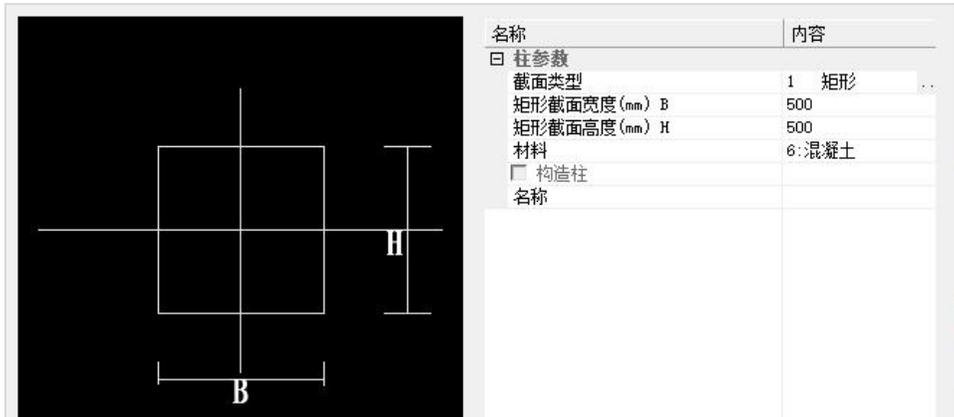
## 2.2.2 构件布置

当前标准层的轴线网格定义完毕后，即可在轴网上布置各类构件。

通过本菜单在轴网上布置柱、梁、墙、墙洞、斜杆、次梁等构件，并定义该标准层构件的材料属性等。



各种构件布置前必须要定义它的截面尺寸、材料、形状类型等信息。每类构件的每种截面都有专门的对话框指引用户按参数化的方式进行定义。所有定义过的截面都将在布置对话框中列出，选定后即可进行该截面的构件布置。



### 1、各类构件的主要性能及属性

**柱：**布置在平面节点上，必须垂直。上到楼层标高处，跟随上节点高，下到楼层底部，可由底标高控制缩短和延伸。

**梁：**布置于网格上，梁顶与楼面平齐，可随上节点高调整坡度，可由左、右标高控制其错层高差。

**墙：**墙布置于网格上，必须垂直。墙高度默认同层高，但墙顶会随上节点高和墙顶左右标高变动，墙底可通过墙底标高控制缩短或延伸。

**墙上洞口：**限于矩形，布置在墙上。

**斜杆支撑：**有两种布置方式，按节点布置和按网格布置。斜杆在本层布置时，其两端点的高度可以任意，即可越层布置，也可水平布置，用输标高的方法来实现。

**注意：**如果斜杆跨越本层层高范围与其它楼层相连，斜杆两端点所用的两个节点在当前标准层都须设置，在斜杆伸出本层和另一标准层相连的节点位置必须布置相应的杆件，否则该斜杆出现悬挑或悬空。

**次梁：**布置时是选取它首、尾两端相交的主梁或墙构件，连续次梁的首、尾两端可以跨越若干跨一次布置，不需要在次梁下布置网格线，次梁的顶面标高和与它相连的主梁或墙构件的标高相同。

**斜墙：**斜墙也是布置在网格上，但布置时对墙的层底位置增加 3 个参数：下端偏轴距离、下起点外扩距离、下终点外扩距离。如果输入了下端偏轴距离，则该墙平面不再垂直；如果输入了下起点外扩距离或下终点外扩距离，则该墙左边或右边不再垂直。

可以看出，斜墙就是墙平面不垂直的墙，或者墙左边或右边不再垂直的墙。

对于构件的布置，软件将其属性分为两个层次，第一是截面定义，第二是布置时的偏心等参数属性。通过截面定义的截面可以在全楼通用，可以属于通用属性。布置时的参数属性是平面上每一根杆件单独具有的属性，即每根杆件都可单独赋值，与其他杆件可以不同。

### 2、构件截面定义

各种构件布置前必须要定义它的截面尺寸、材料、形状类型等信息。每类构件的每种截面都有专门的对话框指引用户按参数化的方式进行定义。所有定义过的截面都将在布置对话框中列出，选定后即可进行该截面的构件布置。

构件截面定义数据与平面上布置的构件数据是分别管理的。这种管理方式的优点是：

(1) 构件截面定义数据全楼统一，参数相同的截面定义一次即可，不必重复定义。定义好后可在任一楼层进行布置。因为柱、梁、墙的截面数量都是有限的。

(2) 构件布置到平面上后，其截面信息仍然和其对应的截面类型绑定。例如按 1 号截面  $500 \times 500$  布置的矩形柱，布置完成后将 1 号截面改为  $600 \times 600$ ，则所有楼层上原先按 1 号截面布置的矩形柱尺寸都自动变为  $600 \times 600$ 。

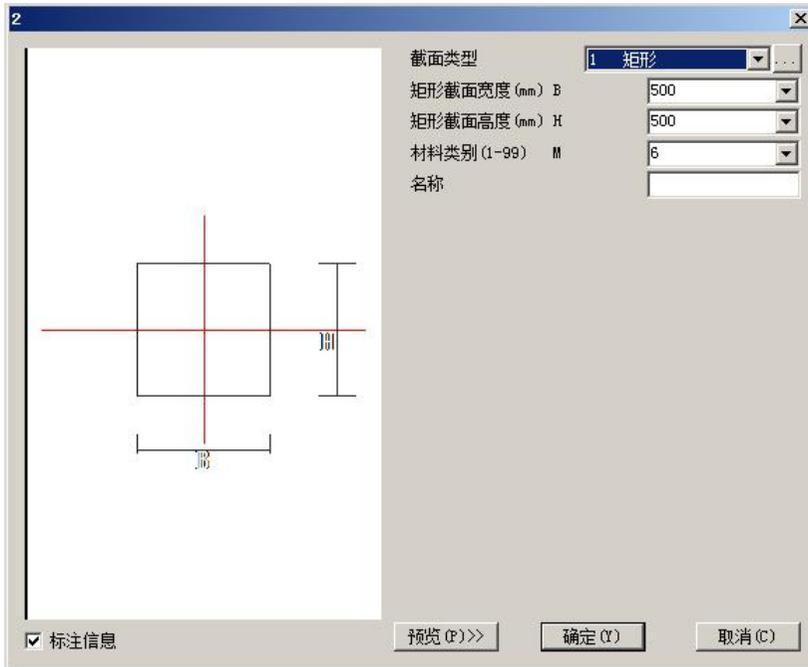
(3) 删除一类截面类型，则按该截面类型布置的所有构件将同时从各层平面中删除。截面定义列表框如下图所示：



截面定义列表框上的各个功能按钮说明如下：

**添加：**新建一个新的截面类型。点击此按钮，弹出构件截面定义对话框，输入构件截面类型、几何尺寸、材料类别等相关参数。点击确定完成新截面的添加。





**修改：**修改已经定义过的构件截面形状类型、尺寸及材料，对于已经布置于各层的这种构件的属性也会自动改变。操作方式与添加相同。

**删除：**删除已经定义过的构件截面定义，已经布置于各层的这种构件也将自动删除。

**显示：**用于查看指定的构件类型在当前标准层或全楼模型上的布置状况。操作方式：例如先在柱截面列表中选择 1 号截面，再点击“显示”按钮，标准层上或全楼模型上所有属于 1 号截面的柱子亮显。

显示杆件的操作最好在三维显示状态下进行，这样查看的效果更加直观。

**清理：**自动清除定义了但在整个工程中未使用的截面类型，这样便于在布置或修改截面时快速的找到需要的截面。



可以任意调整截面、荷载定义项在列表中的顺序，有四种调整方式，分别为向上一行、向下一行、到顶、到底。

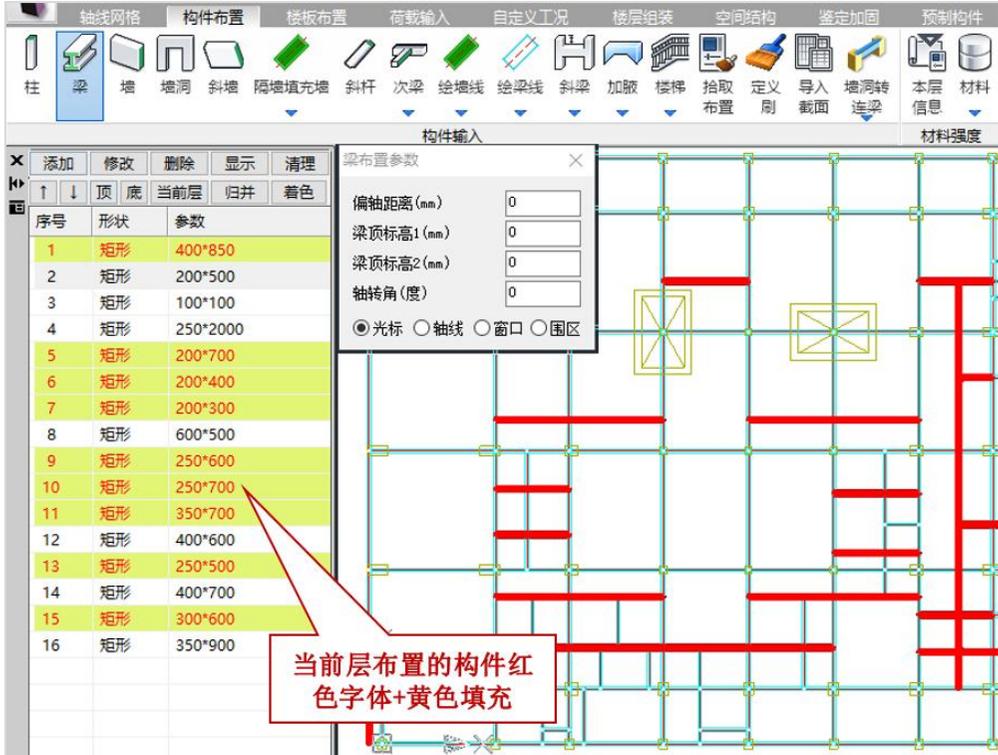
**当前层：**点击当前层，截面定义自动将当前层已布置的截面调整到截面定义列表的上部，如下图所示：

X				
添加	修改	删除	显示	清理
↑	↓	顶	底	当前层
序号	形状	参数		
1	矩形	1400*700		
4	矩形	700*900		
5	矩形	600*700		
6	矩形	900*700		
7	矩形	500*500		
8	矩形	900*900		
2	矩形	400*400		
3	矩形	300*300		
9	矩形	400*700		

**去重：**执行去重后可以将截面定义列表中完全相同的截面定义及该截面已布置构件自动进行归并，如下图所示：

X				X					
添加	修改	删除	显示	清理	添加	修改	删除	显示	清理
↑	↓	顶	底	当前层	↑	↓	顶	底	当前层
序号	形状	参数			序号	形状	参数		
1	矩形	1400*700			1	矩形	1400*700		
3	矩形	300*300			3	矩形	300*300		
2	矩形	400*400			2	矩形	400*400		
11	矩形	400*460			11	矩形	400*460		
10	矩形	400*600			10	矩形	400*600		
12	矩形	400*600			9	矩形	400*700		
9	矩形	400*700			7	矩形	500*500		
7	矩形	500*500			5	矩形	600*700		
5	矩形	600*700			4	矩形	700*900		
4	矩形	700*900							

构件荷载布置时对当前层布置的构件衬出底色：构件布置和荷载布置时，对于已经在当前层布置的构件，定义列表中将变色显示。当选择多层显示时，在这些层中布置的构件也都会被显示：



选择截面定义中有颜色填充的截面定义，点【显示】，模型中已布置构件红色高亮显示，鼠标连续单击选择不同的截面定义，模型框中已布置构件自动连续刷新显示。

### 3、基本构件的布置及参照定位

构件布置是将定义好的构件截面类型布置到平面上，真正建立本层结构模型的过程。

构件的布置是完全依赖节点、网格进行定位的。布置时需要指定相对于定位网点的偏移、转角以及相对于楼层上下面的标高。构件即使布置到平面后，仍然会随着网点的变动而变动。网点拖拽、删除、归并都会带动网点关联的构件。

柱布置在节点上，每节点上只能布置一根柱。

梁布置在网格上。一道网格上可以布置多道梁，但各梁标高不应重合。用此功能可以实现层间梁的建模。

墙布置在网格上，两节点之间的一段网格上仅能布置一道墙，但斜墙和直墙可以布置在同一条网格上。

洞口需布置在有墙的网格上，洞口在平面上可以超出关联墙体的范围而跨入同轴相连墙体内部，但本软件不允许一个洞口跨越2片以上的墙体，并且洞口高度不可超出所在墙体顶部。

可见，在节点、网格上布置构件具有唯一性：一个节点上仅能布置一根柱，再往上布置其他柱时，原柱被删除；在一段网格上仅能布置一片墙或指定标高上的唯一一道

梁。另外，当两节点之间既布置了直网格又布置了圆弧网格时，虽然两段网格都能布置上构件，但后续程序也无法处理，正确的做法是在圆弧上增加一个节点，将圆弧打断为2段网格。需要说明的是，唯一性仅针对于同类构件有效，不同的类型的构件则是可以重复布置的，比如在柱的同样位置可同时布置斜杆，在同一网格可同时布置梁和墙、梁和斜杆、或墙和斜杆，也可以布置标高不同的梁。

软件的建模方式之所以设计如此，是因为这样做适合于大多数建筑工程的建模和设计：

1) 根据最主要特征，如柱垂直，从底到顶，用节点定位；梁与楼层齐平；墙垂直，与上顶下底齐平，用网格定位等，这样的设计使建模步骤大大简化。

2) 网格相交性、布置的唯一性等保证后续设计的顺利进行。

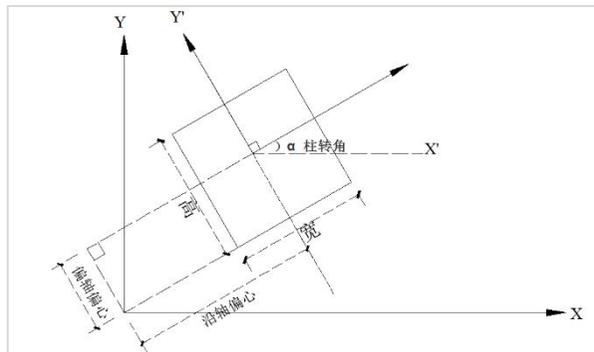
这两种特性的必要性在于：网格、构件如果互相跨越，则软件无法自动生成楼板、房间，从而无法正确进行荷载导算和楼板设计等工作，也将导致软件出现死循环等现象。而构件布置的唯一性在交互过程中直接规避了同一位置存在多个同类构件的问题，该处理对于后续各软件是不可或缺的，否则重叠的构件将引起计算和设计的异常，却很难在模型中检查出问题。

3) 构件布置，截面公有属性与偏心等参数的个别属性、构件截面库的使用也使建模过程和模型数据得以简化。

#### 4、柱、梁、墙、支撑的偏心布置

构件布置虽然完全按节点网格对应，但相对定位的网格节点可以有偏离。

柱相对于节点可以有偏心和转角，柱宽边方向与平面坐标系  $x$  轴的夹角称为转角。沿轴偏心、偏轴偏心中的轴指柱截面局部坐标系的  $x$  轴，即：沿柱宽方向（转角方向）的偏心称为沿轴偏心，右偏为正，沿柱截面高方向的偏心称为偏轴偏心，以向上为正。柱沿轴线布置时，柱的方向自动取轴线的方向。



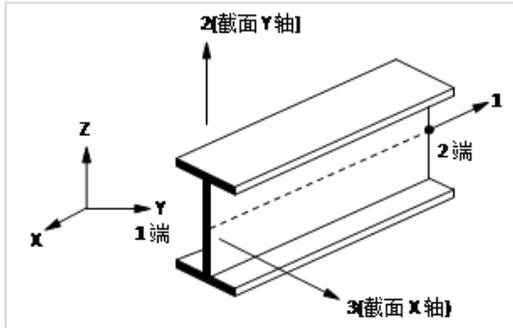
墙、梁的偏心指墙、梁中心线偏离定位网格的距离。

斜杆在建模中的局部坐标系与斜杆两端点的定义顺序有关。如下图所示，杆件的局部坐标系 1 轴方向，是由杆件定义时指定的第一个节点指向第二个节点的方向，2 轴方向即杆件截面的  $Y$  轴，3 轴方向为杆件截面  $X$  向，1、2、3 轴构成右手系。斜杆的  $x,y$  偏心、

转角，均按局部坐标系讨论，其中转角方向绕 1 轴逆时针转动为正。

对于斜杆输入为完全竖直的杆件时则有所特殊，杆件 1 轴仍为起点指向终点，杆件 2 轴始终对应全局坐标系 Y 轴，由 1,2 轴确定 3 轴。

另外，当斜杆定义为连接属性时，其局部坐标系与杆件一致，即仍符合上述原则。



布置墙上洞口时，输入洞口左下节点距网格左节点距离和与层底面的距离。除此之外，还有中点定位方式，右端定位方式和随意定位方式，在提示输入洞口距左（下）点距离时，若键入大于 0 的数，则为左端定位，若键入 0，则该洞口在该网格线上居中布置，若键入一个小于 0 的负数（如 -D），程序将该洞口布置在距该网格右端为 D 的位置上。如需洞口紧贴左或右节点布置，可输入 1 或 -1（再输窗台高），如第一个数输入一个大于 0 小于 1 的小数，则洞口左端位置可由光标直接点取确定。

软件也提供了拾取功能，可以直接取得已有构件的偏心等布置信息。

### 5、柱、梁、墙的标高参数

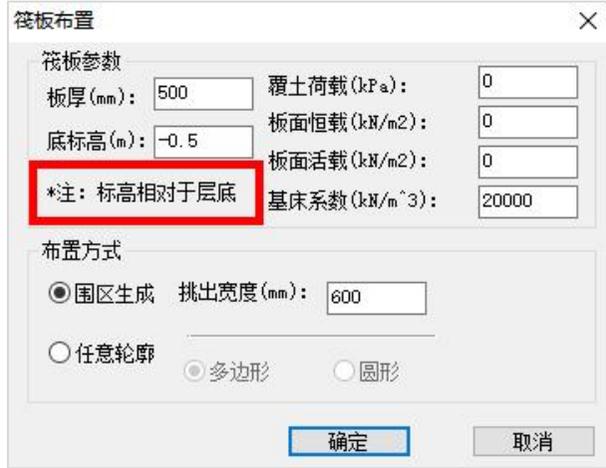
除偏心参数外，柱、梁、墙在布置时还可以指定其端部标高。其中柱可指定柱底标高，控制柱底伸长或缩短（柱顶的与层高的偏差可以用输入“上节点高”来调整）；梁可指定两端各自的标高，指的是与楼层高的差值，为 0 时即和层高相同；墙可指定两端各自的标高和底标高，顶标高的概念同梁，墙底标高的概念同柱底标高。其具体内容详见下节讨论。

### 2.2.3 基础布置

与盈建科结构设计软件不同的是，在盈建科钢制储罐设计软件中，基础的建模无需切换到专属的基础设计模块进行，而是与上部模型进行整体建模。该模块可用于设置基础参数（重要性系数、地基承载力等）、布置筏板、柱墩、独基、地基梁以及各类桩基。

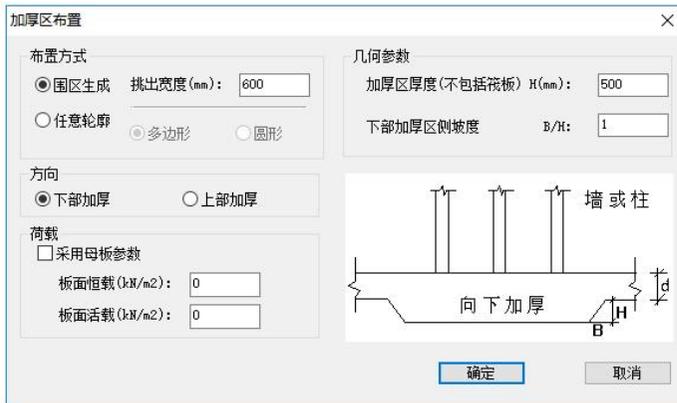


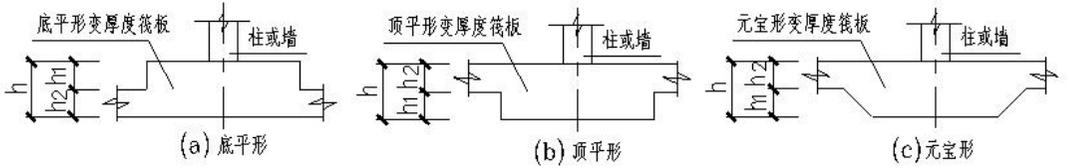
在进行基础建模时，建模是在当前标准层中进行的，因此如下图所示，在建立基础构件的同时，可以直观的看到所有本层的上部构件。基础构件的布置方式与上部构件类似，除筏板和单桩外，均基于此前已经建立好的轴线网格。不过需要注意的是，在软件中各类基础构件的底标高是基于所属标准层的层底标高的，因此需要注意构件厚度与标准层层底的相对关系。



### 1) 筏板加厚区布置

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。

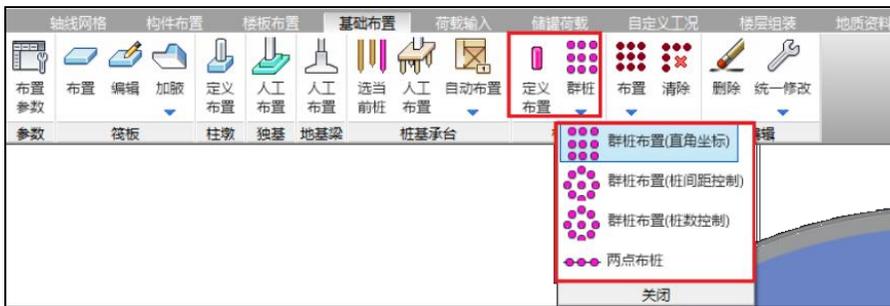




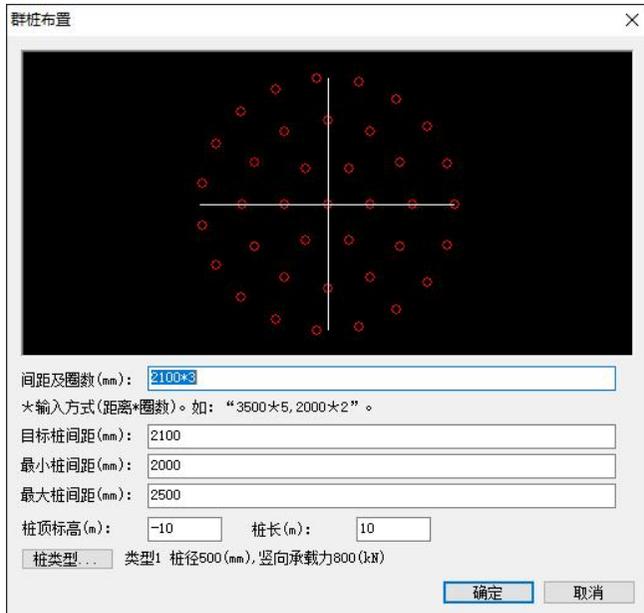
(a)上部加厚  $h_1$  (筏板厚度  $h_2$ ) (b)、(c)下部加厚  $h_1$  (筏板厚度  $h_2$ )  
筏板中的加厚区

## 2) 环形布桩

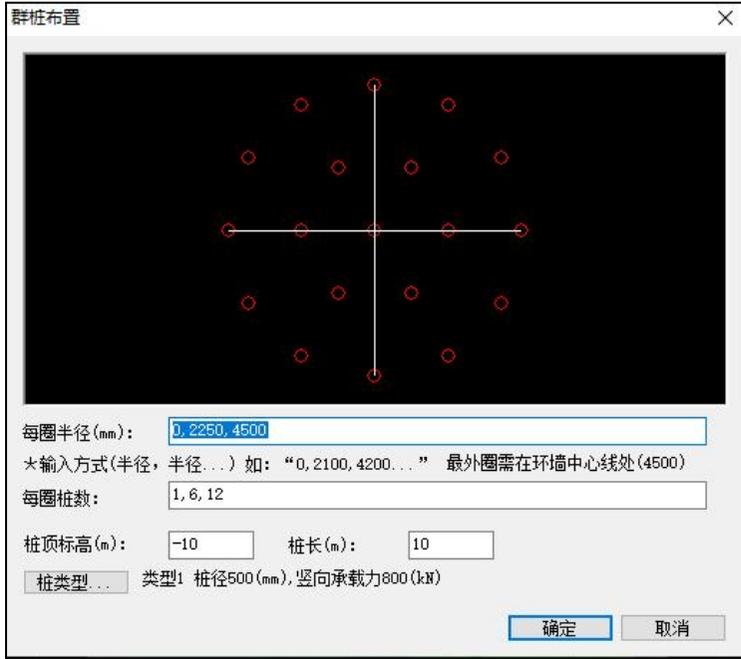
针对圆形筏板，提供了两种参数化环形布桩工具：群桩布置（桩间距控制）、群桩布置（桩数控制）。



桩间距控制即按照间距和圈数进行布置，设置界面如下：

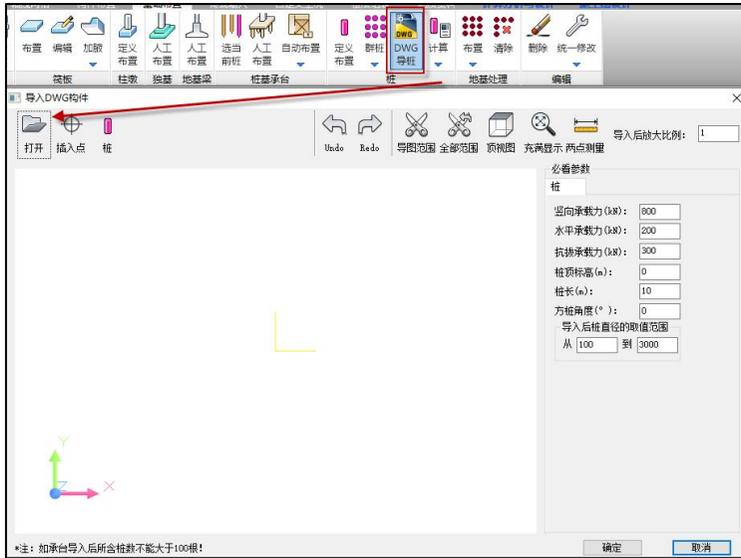


桩数控制即通过指定每圈桩的半径及桩数确定群桩布置方案，设置界面如下：

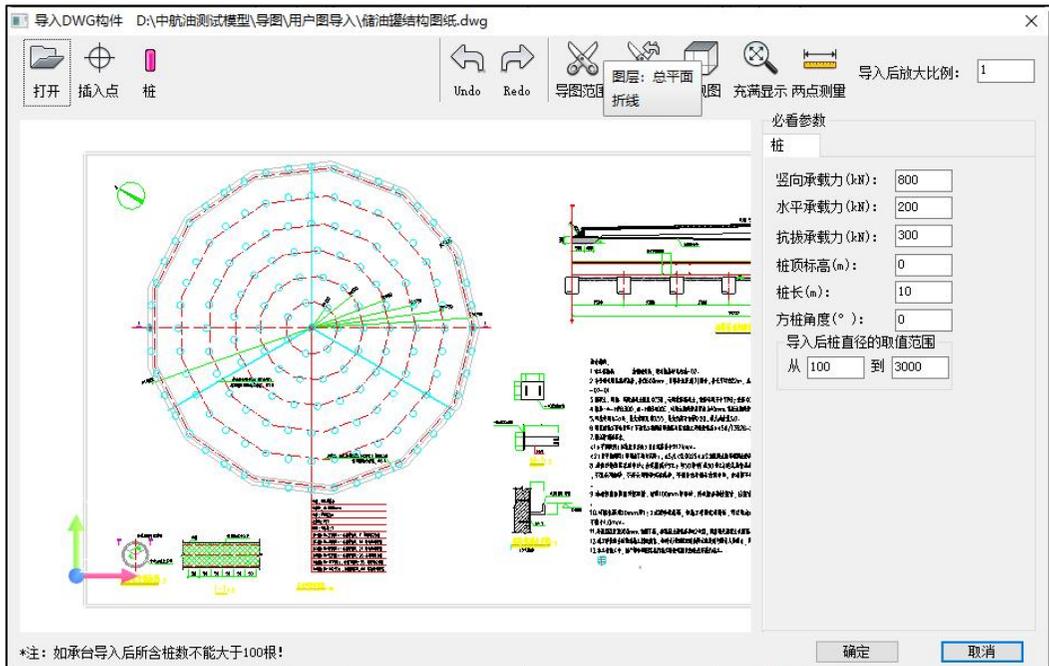


### 3) 导入 CAD 桩位

除参数化群桩布置外，软件还提供了 DWG 导桩功能，使得桩基布置更加便捷、适应更多情况。DWG 导桩按钮位于基础布置菜单，点击按钮便能弹出"导入 DWG 构件"对话框，对话框的最上层是一排 DWG 操作按钮，左下角是 DWG 显示窗口，右下角是桩定义的相关信息。

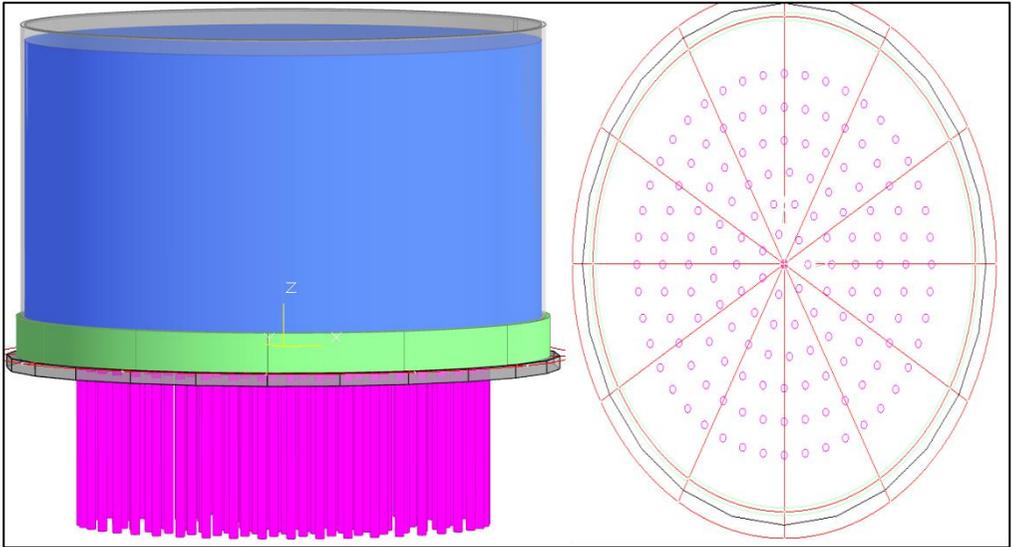


打开需要导入的 DWG 文件后，DWG 显示窗口便能显示该文件中的全部信息。点击最上排的“桩”按钮后，便可以在 DWG 显示窗口中选择需要导入的图素，若图素从 DWG 显示窗口中消失，则表示已添加至选择，若选择了多余图素，则可点击“Undo”按钮进行回退。



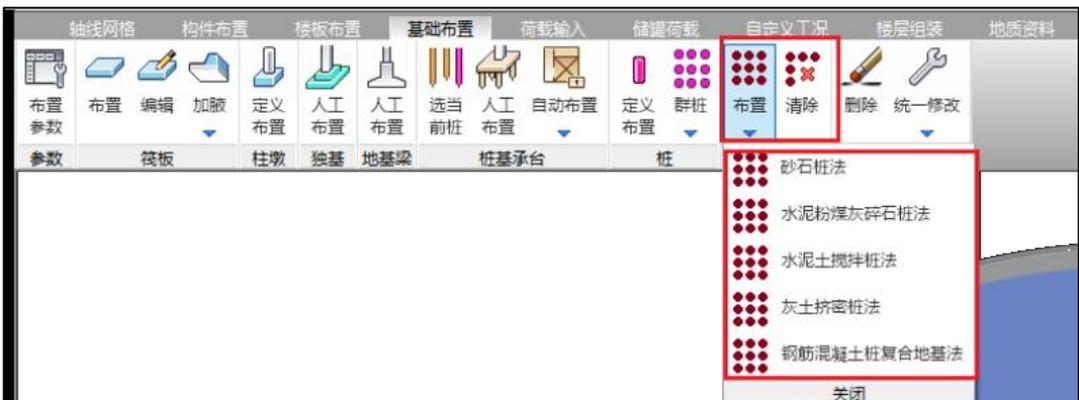
选择完成后，点击【插入点】按钮，在 DWG 显示窗口中指定插入点，最后点击【确

认】完成导入操作。



#### 4) 地基处理

设计软件拟提供五种地基处理方法（碎石桩、水泥粉煤灰碎石桩、水泥土搅拌桩、灰土挤密桩、钢筋混凝土桩复合地基）。



##### 1. 碎石桩

复合地基承载力计算方法：

$$f_{spk} = [1 + m(n-1)]f_{sk} \quad (7.2.8-1)$$

$$m = d^2 / d_e^2 \quad (7.2.8-2)$$

式中： $f_{spk}$ ——振冲桩复合地基承载力特征值(kPa)；

$f_{sk}$ ——处理后桩间土承载力特征值(kPa)，宜通过桩间土载荷试验确定或按当地经验取值，如无试验或经验时，可取天然地基承载力特征值；

$m$ ——桩土面积置换率；

$n$ ——桩土应力比，在无实测资料时，对黏性土可取 2~4，对粉土和砂土可取 1.5~3.0，原土强度低取大值，原土强度高取小值；

$d$ ——桩身平均直径(m)；

$d_e$ ——单桩分担的处理地基面积的等效圆直径，等边三角形布桩时取 1.05s，正方形布桩时取 1.13s，矩形布桩时取  $1.13 \sqrt{s_1 s_2}$ ， $s$ 、 $s_1$ 、 $s_2$  分别为桩间距、纵向间距和横向间距。

复合土层的压缩模量：

$$E_{sp} = [1 + m(n-1)]E_s \quad (7.2.9)$$

式中： $E_{sp}$ ——复合土层压缩模量(MPa)；

$E_s$ ——桩间土压缩模量(MPa)，宜按当地经验取值，如无经验时，可取天然地基压缩模量。

软件的设置、自动计算、自动布置界面如下：

布桩参数		计算参数	
桩径(mm)	500	基础底面处天然地基承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)	500
桩距(mm)	2000	处理后桩间土承载力特征值 $f_{sk}$ (kPa)	500
桩长(m)	10	桩身平均直径 $d$ (m)	0.5
在基础外边缘扩大宽度(m)	5	桩土应力比 $n$	2
垫层厚度(mm)	500	计算结果	
		单桩分担的处理地基面积的等效圆直径 $d_e$ (m)	0
		桩土面积置换率 $m$	0
		复合地基承载力特征值 $f_{spk}$ (kPa)	0
		各复合土层的压缩模量与该层天然地基压缩模量的比值 $c$	0

## 2. 水泥粉煤灰碎石桩

环墙内填料层厚度应满足下式要求:

$$H \geq \frac{s(P_k - \beta f_{sk})}{2P_k \tan \theta} \quad (9.2.6)$$

式中:  $H$ ——罐基础环墙内填料层厚度(m);

$s$ ——桩间净距(m),无桩帽时取桩间距与桩径之差,有桩帽时取桩间距与桩帽直径之差;

$P_k$ ——相应于荷载效应标准组合时,罐基础底面处的平均压力值(kPa);

$\beta$ ——桩间土承载力折减系数,无桩帽时可取 0.5~0.7,有桩帽时可取 0.7~0.8,桩间土承载力较高时取大值;

$\theta$ ——压力扩散角,碎石或砂石取  $15^\circ$ ,灰土、水泥土取  $28^\circ$ ,填料层由多种材料组成时,取加权平均值。

复合地基承载力特征值:

$$f_{spk} = m \frac{R_n}{A_p} + \beta(1-m)f_{sk} \quad (9.2.7)$$

式中:  $f_{spk}$ ——复合地基承载力特征值(kPa);

$m$ ——面积置换率,有桩帽时按桩帽面积计算,无桩帽时按桩身截面积计算;

$R_n$ ——单桩竖向承载力特征值(kN);

$A_p$ ——桩身截面积或桩帽面积( $m^2$ )。

单桩竖向承载力特征值  $R_n$ :

$$R_n = \mu_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_i + q_p A_p \quad (9.2.8)$$

式中:  $\mu_p$ ——桩的周长(m);

$n$ ——桩身范围内划分的土层数;

$q_{si}$ ——第  $i$  层土的桩侧摩阻力特征值(kPa);

$q_p$ ——桩端土承载力特征值(kPa);

$l_i$ ——第  $i$  层土的厚度(m);

$A_p$ ——桩身截面积( $m^2$ )。

验算桩身强度:

$$f_{cu} \geq 3 \frac{R_n}{A_p} \quad (9.2.9)$$

式中:  $f_{cu}$ ——桩体混合料试块(边长 150mm 立方体)标准养护 28d 立方体抗压强度平均值(kPa);

$A_p$ ——桩身截面积( $m^2$ )。

计算复合地基变形:

$$E_{sp} = \frac{f_{spk}}{f_{ak}} E_s \quad (9.2.10)$$

式中:  $E_{sp}$ ——各复合土层的压缩模量(MPa);

$E_s$ ——各天然土层的压缩模量(MPa);

$f_{ak}$ ——基础底面处天然地基承载力特征值(kPa)。

软件的设置、自动计算、自动布置界面如下:

### 3. 水泥土搅拌桩

复合地基承载力:

$$f_{spk} = m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m)f_{ak} \quad (9.2.7)$$

式中:  $f_{spk}$ ——复合地基承载力特征值(kPa);

$m$ ——面积置换率,有桩帽时按桩帽面积计算,无桩帽时按桩身截面积计算;

$R_a$ ——单桩竖向承载力特征值(kN);

$A_p$ ——桩身截面积或桩帽面积( $m^2$ )。

单桩竖向承载力特征值  $R_a$ :

$$R_a = u_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_i + \alpha q_p A_p \quad (10.2.7-1)$$

$$R_a = \eta f_{cu} A_p \quad (10.2.7-2)$$

式中:  $f_{cu}$ ——与搅拌桩桩身水泥土配比相同的室内加固土试块(边长为 70.7mm 的立方体,也可采用边长为 50mm 的立方体)在标准养护条件下 90d 龄期的立方体抗压强度平均值(kPa);

$\eta$ ——桩身强度折减系数,干法可取 0.20~0.30,湿法可取 0.25~0.33;

$u_p$ ——桩的周长(m);

$n$ ——桩长范围内所划分的土层数;

$q_{si}$ ——桩周第  $i$  层土的侧摩阻力特征值,对淤泥可取 4 kPa~7kPa,对淤泥质土可取 6kPa~12kPa,对软塑状态的黏性土可取 10kPa~15kPa,对可塑状态的黏性土可以取 12kPa~18kPa;

$l_i$ ——桩长范围内第  $i$  层土的厚度(m);

$q_p$ ——桩端地基土未经修正的承载力特征值(kPa);

$\alpha$ ——桩端天然地基土的承载力折减系数,可取 0.4~0.6,承载力高时取低值。

计算复合地基变形:

$$E_{sp} = \frac{f_{spk}}{f_{ak}} E_s \quad (9.2.10)$$

式中:  $E_{sp}$ ——各复合土层的压缩模量(MPa);

$E_s$ ——各天然土层的压缩模量(MPa);

$f_{ak}$ ——基础底面处天然地基承载力特征值(kPa)。

软件的设置、自动计算、自动布置界面如下:

布桩参数		计算参数	
工法 <input checked="" type="radio"/> 干法 <input type="radio"/> 湿法		基础底面处天然地基承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)	100
桩径(mm)	500	处理后桩间土承载力特征值 $f_{sk}$ (kPa)	100
桩长(m)	10	单桩竖向承载力特征值(kN)	100
垫层厚度(mm)	500	桩身平均直径 $d$ (m)	0.5
布桩型式 <input checked="" type="radio"/> 环形 <input type="radio"/> 正方形		桩间土承载力折减系数 $\beta$	0.4
径向间距(mm)	1500	桩土立方体抗压强度(kPa)	2000
环向间距(mm)	1500	桩身强度折减系数 $\eta$	0.25
桩距(mm)	1500		
计算结果		桩身强度验算 <input checked="" type="radio"/> 满足 <input type="radio"/> 不满足	
单桩分担的处理地基面积的等效圆直径 $d_e$ (m)	0	复合地基承载力特征值 $f_{spk}$ (kPa)	0
桩身截面积 $A_p$ ( $m^2$ )	0	各复合土层的压缩模量与该层天然地基压缩模量的比值 $\xi$	0
桩土面积置换率 $m$	0		
计算		确定	取消

#### 4. 灰土挤密桩

复合地基承载力：

灰土挤密桩复合地基承载力特征值，对于大型储罐应通过现场单桩或多桩复合地基载荷试验并结合当地经验确定。对中、小型储罐，当无实验资料时，可按当地经验确定。对于灰土挤密桩复合地基的承载力特征值，不宜大于处理前的 2.0 倍，且不宜大于 250kPa。

计算复合地基变形：

应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的有关规定，其中复合土层的压缩模量，可采用载荷试验的变形模量代替。

软件的设置、自动计算、自动布置界面如下：

灰土挤密桩法		计算参数	
布桩参数		复合地基承载力特征值 f <sub>spk</sub> (kPa)	200
桩径(mm)	300	各复合土层的压缩模量与该层天然地基压缩模量的比值ε <sub>s</sub>	1
桩距(mm)	600		
桩长(m)	10		
在基础外边缘扩大宽度(m)	2		
垫层厚度(mm)	500		
<input type="button" value="计算"/> <input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/>			

## 5. 钢筋混凝土桩复合地基

环墙内填料层厚度应满足下式要求：

$$H \geq \frac{s(P_k - \beta f_{sk})}{2P_k \tan \theta} \quad (9.2.6)$$

式中： $H$ ——罐基础环墙内填料层厚度(m)；

$s$ ——桩间净距(m)，无桩帽时取桩间距与桩径之差，有桩帽时取桩间距与桩帽直径之差；

$P_k$ ——相应于荷载效应标准组合时，罐基础底面处的平均压力值(kPa)；

$\beta$ ——桩间土承载力折减系数，无桩帽时可取 0.5~0.7，有桩帽时可取 0.7~0.8，桩间土承载力较高时取大值；

$\theta$ ——压力扩散角，碎石或砂石取 15°，灰土、水泥土取 28°，填料层由多种材料组成时，取加权平均值。

加筋垫层强度应满足以下要求：

1 加筋体铺设层数不宜大于 2 层,单层铺设时厚度宜取 300mm,两层铺设时加筋体间距为 150mm;

2 加筋体宜采用双向土工格栅,加筋体的拉伸屈服强度宜大于 30kN/m,屈服延伸率宜大于 10%,应变为 5%时的双向拉伸强度不宜低于 15kN/m;

3 应变为 5%时加筋体的总拉伸强度应满足下式要求:

$$nT_r \geq \left( P_k - \frac{2H \tan \theta}{s - 2H \tan \theta} f_{sk} \right) / \frac{2 \sin \alpha}{s - 2H \tan \theta} \quad (12.2.9)$$

式中: $n$ ——加筋体铺设层数;

$T_r$ ——应变为 5%时对应的加筋体拉伸强度(kN/m),无相关资料时宜通过张拉试验确定;

$\alpha$ ——加筋体拉力方向与桩顶水平面的夹角宜取 10°。

复合地基承载力特征值:

$$f_{spk} = m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m)f_{sk} \quad (9.2.7)$$

式中: $f_{spk}$ ——复合地基承载力特征值(kPa);

$m$ ——面积置换率,有桩帽时按桩帽面积计算,无桩帽时按桩身截面积计算;

$R_a$ ——单桩竖向承载力特征值(kN);

$A_p$ ——桩身截面积或桩帽面积(m<sup>2</sup>)。

单桩竖向承载力特征值  $R_a$ :

$$R_a = \mu_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_i + q_p A_p \quad (9.2.8)$$

式中: $\mu_p$ ——桩的周长(m);

$n$ ——桩身范围内划分的土层数;

$q_{si}$ ——第  $i$  层土的桩侧摩阻力特征值(kPa);

$q_p$ ——桩端土承载力特征值(kPa);

$l_i$ ——第  $i$  层土的厚度(m);

$A_p$ ——桩身截面积(m<sup>2</sup>)。

计算复合地基变形:

$$E_{sp} = \frac{f_{spk}}{f_{ak}} E_s \quad (9.2.10)$$

式中： $E_{sp}$ ——各复合土层的压缩模量(MPa)；

$E_s$ ——各天然土层的压缩模量(MPa)；

$f_{ak}$ ——基础底面处天然地基承载力特征值(kPa)。

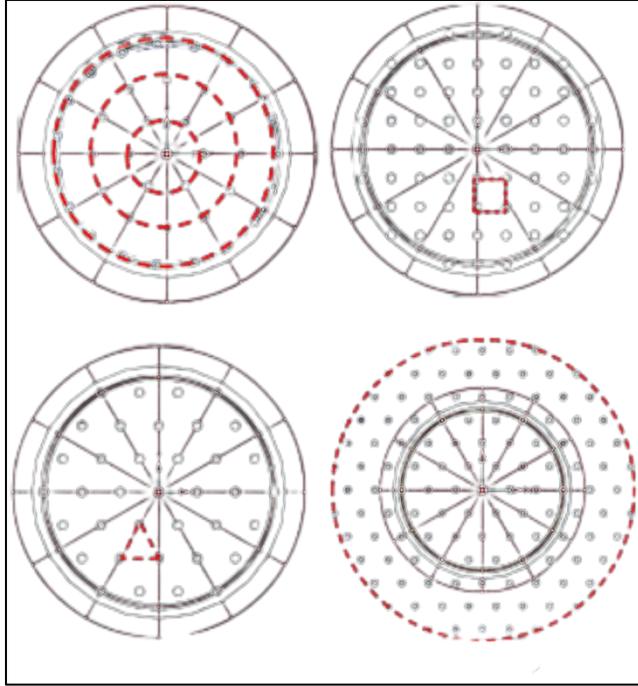
软件的设置、自动计算、自动布置界面如下：

钢筋混凝土桩复合地基法
✕

<p><b>布桩参数</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 桩顶是否设置桩帽</p> <p>桩径(mm) <input style="width: 80px;" type="text" value="300"/></p> <p>桩长(m) <input style="width: 80px;" type="text" value="10"/></p> <p>桩帽厚度(mm) <input style="width: 80px;" type="text" value="300"/></p> <p>桩帽直径(mm) <input style="width: 80px;" type="text" value="1000"/></p> <p>垫层厚度(mm) <input style="width: 80px;" type="text" value="500"/></p> <p>布桩型式</p> <p><input checked="" type="radio"/> 环形      <input type="radio"/> 正方形</p> <p>径向间距(mm) <input style="width: 80px;" type="text" value="1500"/></p> <p>环向间距(mm) <input style="width: 80px;" type="text" value="1500"/></p> <p>桩距(mm) <input style="width: 80px;" type="text" value="1500"/></p>	<p><b>计算参数</b></p> <p>基础底面处天然地基承载力特征值<math>f_{ak}</math>(kPa) <input style="width: 80px;" type="text" value="100"/></p> <p>处理后桩间土承载力特征值<math>f_{sk}</math>(kPa) <input style="width: 80px;" type="text" value="100"/></p> <p>单桩竖向承载力特征值(kN) <input style="width: 80px;" type="text" value="100"/></p> <p>桩身平均直径<math>d</math>(m) <input style="width: 80px;" type="text" value="0.3"/></p> <p>桩间土承载力折减系数<math>\beta</math> <input style="width: 80px;" type="text" value="0.7"/></p> <p>桩土立方体抗压强度(kPa) <input style="width: 80px;" type="text" value="2000"/></p>
<p><b>计算结果</b></p> <p>单桩分担的处理地基面积的等效圆直径<math>d_e</math>(m) <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/></p> <p>桩身截面积<math>A_p</math>(m<sup>2</sup>) <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/></p> <p>桩土面积置换率<math>m</math> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/></p>	<p><b>桩身强度验算</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> 满足      <input type="radio"/> 不满足</p> <p>复合地基承载力特征值<math>f_{spk}</math>(kPa) <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/></p> <p>各复合土层的压缩模量与该层天然地基压缩模量的比值<math>\xi</math> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/></p>

计算
确定
取消

按照上述的设置，地基处理桩体可按照环形、正方形、三角形进行布置，也可考虑规范对在基础外缘扩大宽度等因素的要求。



#### 2.4.4 荷载输入

结构建模软件除了要完成结构模型的建立，还有一个重要的功能就是进行结构荷载的输入和导算。盈建科钢制储罐设计软件的荷载主要分为常规结构荷载及储罐荷载，均在此“荷载输入”模块进行输入；



荷载按照类型分别输入，包括恒载、活载及底板荷载。荷载逐层输入，层之间可以拷贝复制。

恒载、活载分为楼板荷载、梁墙荷载、柱间荷载、节点荷载、次梁荷载、板间荷载、墙洞荷载共七种情况，按照各自的菜单输入，输入的荷载都显示在各自的位置。恒载或者活载是分别显示的，即进入恒载菜单后可显示所有梁、柱、墙、楼板及节点上的的恒载，不显示活荷载，只在活荷载菜单下显示活荷载。软件对恒载和活载分别用白色和红色显示以便区别。

荷载的显示和输入也可以在三维视图下进行。在三维视图下对于柱间荷载、层间梁荷载等的输入和显示更加方便和直观。在平面视图和三维视图下的构件、荷载的显示有些区别，在平面视图下，用单线显示建筑构件，为了避免荷载图和构件重叠，把荷载画在杆件的侧边，把梁墙杆件上的竖向荷载改为平面上垂直于杆件显示，如把梁墙上的集中力在平面上垂直于梁墙显示。在三维视图下，杆件改为实体方式显示，荷载按照实际

的作用位置和方向显示，如把梁墙上的荷载画在杆件的上方，对于竖向荷载画在竖直的方向，对于水平荷载画在水平的方向。

在平面布置过程中，随着杆件的被打断、合并或延伸，它上面的荷载可以随之自动地拆分合并。对于各个房间上的楼板荷载，程序自动进行楼面荷载分配至梁、墙上的导算及荷载竖向传导至基础的导算。

程序对于恒载、活载的楼面荷载自动完成荷载导算工作。即将房间的竖向均布面荷载和次梁荷载导算到房间周边的梁、墙上。其中现浇楼板自重可以直接输入至楼面恒活荷载中，也可以由软件自动计算。

楼面荷载的导算是非常重要的，是为了后面结构计算而必须要做的。由于上部结构计算程序把楼板大多当作刚性板或弹性膜处理，即不考虑楼板的平面外的刚度，因此上部结构计算程序不可能计算楼板本身。所以，应该把作用在楼板上的恒、活面荷载事先导算到房间周围的梁或墙上，上部结构计算程序直接读取导算后的梁墙荷载，计算程序的这种处理方式和传统的手工设计模式一致。按照传统设计模式，楼板本身的设计是在施工图设计模块的结构平面和楼板配筋菜单中完成。

## 2.4.5 楼层组装

楼层组装模块主要用于将水池及上部附属结构层进行拼装，同时，可以进行多工程的拼装、链接、数据检查以及全楼工程量统计。下图为楼层组装模块的菜单展示：



楼层组装就是建立楼层表，即将已经输入的各个标准层按照需要的顺序逐层录入，搭建出完整的建筑模型。

楼层组装中的基本概念：

**自然层：**楼层表中组装成实际建筑的楼层称为自然层，楼层组装就是有序的布置自然层的过程，这是由用户手工完成的。每个自然层在布置时的参数有“标准层号”，“层高”，“层底标高”，其含义如下：

**标准层号：**自然层的结构平面布置、楼面信息、荷载信息和层高完全来源于其对应的标准层，不同的自然层可以对应同一个标准层；反言之，若几个自然层对应了同一个标准层，则这几层的各项信息必然相同。

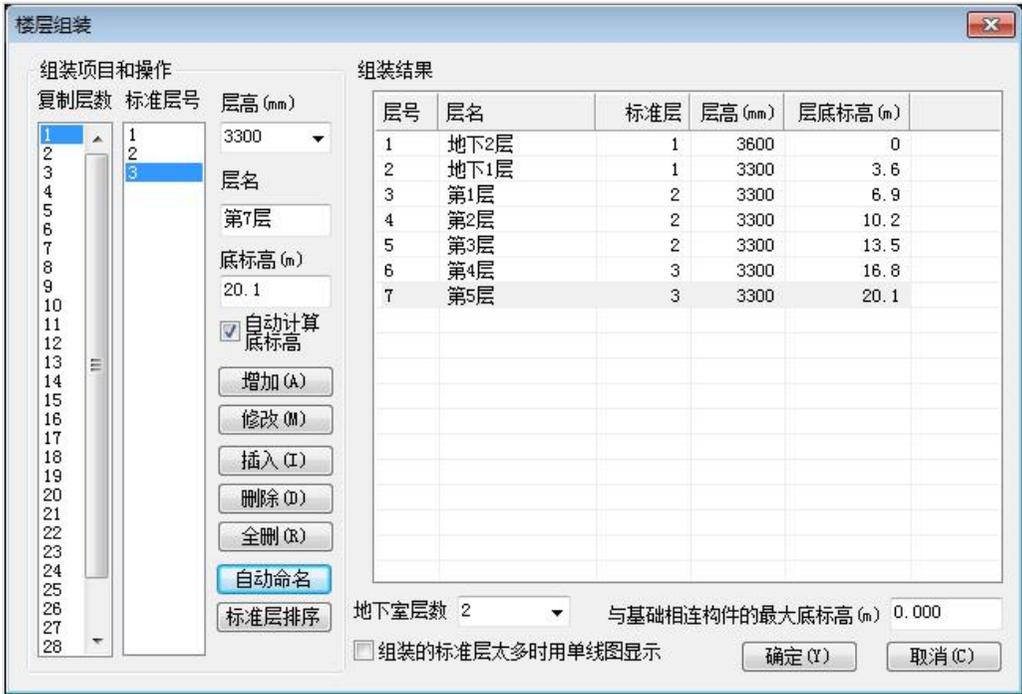
**层高：**标准层的高度，也是自然层的层高，该高度是指结构层高，即本层楼板上皮与上层楼板上皮的垂直距离。

**层底标高：**该标高为一个绝对标高值，对于一个工程来说所有楼层的底标高只能有一个唯一的参照（比如±0.000），该标高即为每个自然层相对于唯一参照的高差。通过该参数即可完全获知楼层的上下顺序。

结合标准层平面布置、层高、层底标高三个参数可以完全确定一个楼层在空间中的实际位置，楼层的上下串联组装即以这三个参数作为依据。

**楼层名称：**楼层名称是自然层的建筑楼层属性，如地下2层，地下1层，地上1层等。程序可以根据地下室层数自动生成自然层的名称属性，即将地下室部分从上至下称地下1层、地下2层等；其余自下至上从1层顺序排列起名。

对话框上的“自动命名”按钮用来自动设置各层的层名称。如果用户设置了该名称，将在后面的各种计算简图、文本文件输出时，在标注建模的自然层名称的同时，也标注这里定义的楼层属性名称。



下面介绍楼层组装对话框中的各项栏目。

**标准层号：**指定要添加的楼层所属的标准层，交互框的下拉列表中列出了所有已定义的标准层名称；

**复制层数：**定义采用当前标准层要添加的楼层数量；

**层高：**定义需要添加的楼层的层高；

**楼层名称：**是自然层的建筑楼层属性，如地下2层，地下1层，地上1层等。定义了楼层的层名后，程序在后续计算程序的各种计算简图、文本文件输出时，在标注建模的自然层名称的同时，也标注这里定义的楼层属性名称；在施工图设计程序中将以“楼层名称”代替自然层名标识某个楼层；

标准层或楼层列表可显示自然楼层层名，层名就是在建模的楼层组装时用户定义的名称，或者用组装表上的“自动命名”按钮自动生成的层名。

在建模、计算和施工图模块显示的楼层表中，在列出自然层号的同时，标注层名。



**层底标高：**指定或修改层底标高；

**自动计算底标高：**勾选则新增加的楼层将根据上一层（此处所说的上一层，指“组装结果”列表中光标选中的那一层）的标高加上层高层获得一个默认的底标高数值；

**增加：**按以上参数设置添加若干楼层；

**修改：**将当前对话框内设置的“标准层”、“层高”、“层名”、“层底标高”替换在组装结果楼层列表中选中的楼层；

**插入：**将当前对话框内参数设置选中的楼层前插入指定数量的楼层；

**删除：**删除楼层组装框中选定的标准层；

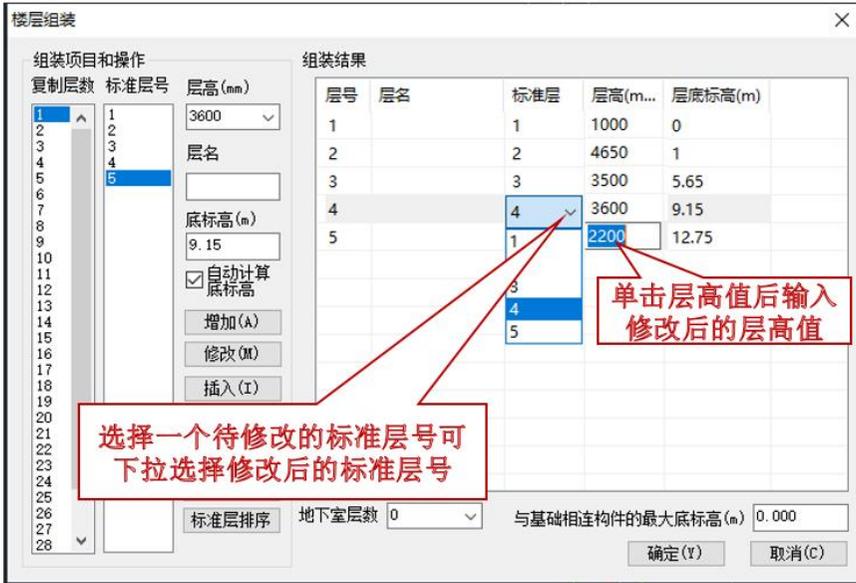
**全删：**清空当前所有楼层组装信息；

**自动命名：**由程序对组装好的楼层自动取楼层名称。程序可以根据地下室层数自动生成自然层的名称属性；

**标准层排序：**将已有的标准层号重新按照楼层组装中自下至上的顺序重新排列。用户逐层输入标准层时，标准层号是按照输入的顺序排列的，在这里按照自下至上的顺序重新排列，更便于查找，更符合工程习惯；

**地下室层数、与基础相连构件的最大底标高：**这是两个建模的必要参数，同时放在这里便于楼层命名时使用。

组装结果中的各个值可以直接在组装结果框中修改，修改完成后点确定即可，在中间栏层高、层名、底标高位置属性修改后的值后，需要点【修改】来确认，如下图所示：



## 2.4.6 地质资料

地质资料是建筑物周围场地地基状况的描述，是储罐及其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。

盈建科钢制储罐结构设计软件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。用户也可以通过 Excel 软件打开地质资料文件进行编辑。下图为盈建科钢制储罐设计软件地质资料模块的菜单展示：



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 dz、dzn)。
- (2) 输入土层信息参数表。
- (3) 点击“输入孔点”菜单，在屏幕的相应位置布置孔点。
- (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。

以下为地质资料各项功能详细介绍：

### 1、地质资料

地质资料数据文件名为\*.csv。

### 2、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。

### 3、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。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。

### 4、读取旧版

【读取旧版】用于老版地质资料（.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。

### 5、保存为 DWG 图

【保存为 DWG 图】用于将图中布置好的孔点图，导出为 DWG 图供用户出图或者留存使用。

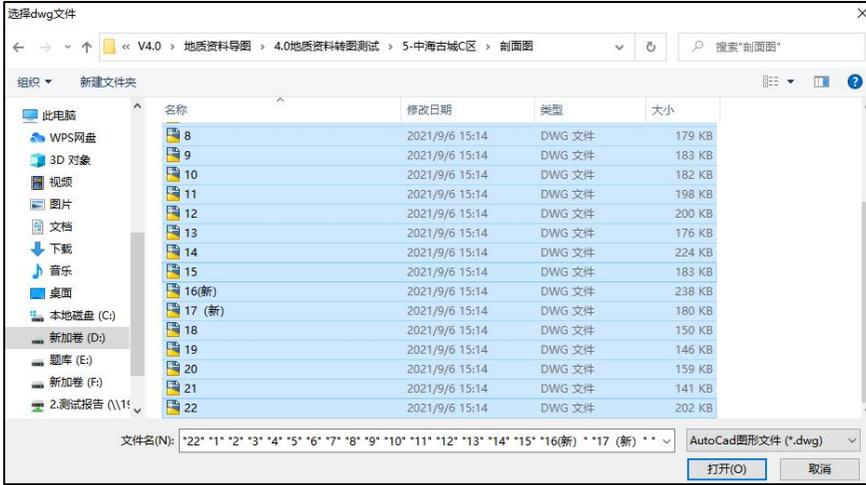
### 6、合并 dwg 图

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。



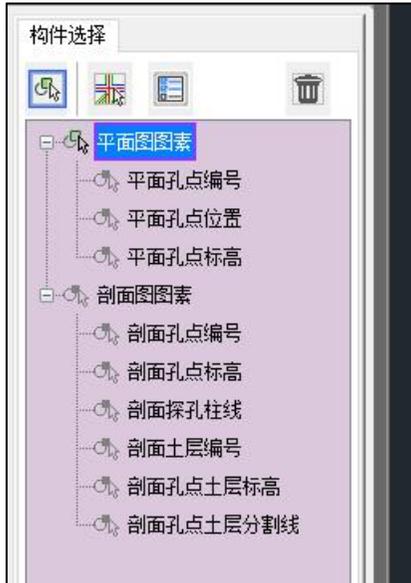
批量选择要合并的图纸，点击“打开”，再点击确定，生成合并图纸，目标文件目录下可查看导出的指定版本合并完成的 cad 图纸。

### 7、导入 DWG 图

该功能将导入平面、剖面集成到同一个按钮中，即【导入 DWG 图】：



点击该按钮后，进入导图页面，左侧构件选择列表整合：



右侧增加功能选择树：



生成数据按钮进行区分，分为平面与剖面两个单独的按钮：



平面图用于直接导入 CAD 中的孔点平面信息，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，并可在孔点编辑中查看和修改导入的结果。

在生成地勘数据时，需要遵循该原则：**必须先成功生成平面图数据后才能生成剖面数据**。程序会将生成的地勘读图数据记录在模型根目录下的“地勘 dwg 读图数据文件”文件夹中。若成功生成了平面图数据，该文件夹中会生成“地勘数据.csv”，剖面图数据会在该文件中续写：



因此，目前这种合并模式支持以下几种操作流程：

1) 平面图 dwg 与剖面图 dwg 是两张单独的 dwg 图，先在地质资料转图中打开平面图 dwg，选取平面图图层并成功生成平面图数据后，再打开剖面图 dwg，选取剖面图图层后生成剖面图数据；

2) 平面图与剖面图在同一张 dwg 图中，打开该图后，分别选取平面图图层与剖面图图层，然后分别进行平面图数据生成与剖面图数据生成；

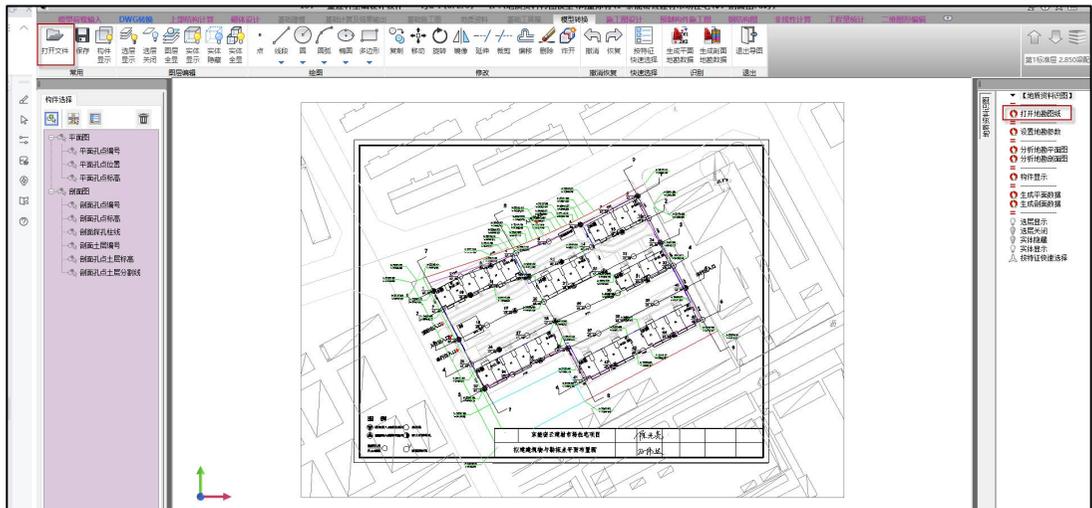
3) 平面图与剖面图在同一张 dwg 图中，打开该图后，先选取平面图图层并成功生成平面图数据，再选取剖面图图层并生成剖面图数据。

下面以第一种操作方式为例，进行导图操作的讲解：

### 1.生成平面数据

#### 1) 打开文件

点击“导入 DWG 图”按钮后，点击右侧功能树的【打开地勘图纸】，选择一张平面图，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。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) 设置地勘参数

由于部分地勘图纸是采用绝对标高进行绘制的，若不行进行处理，在生成地质资料后，会出现地质资料飘在结构上面的情况。所以程序添加【设置地质资料】参数功能，单击该按钮后，会弹出结构土0 对应标高的填写窗口：



该位置默认灰显，即程序自动按照图所有孔点的最高标高设置为正负 0 标高；若需要自行设置±0 标高，则去掉勾选【自动考虑】，点击确定即可。

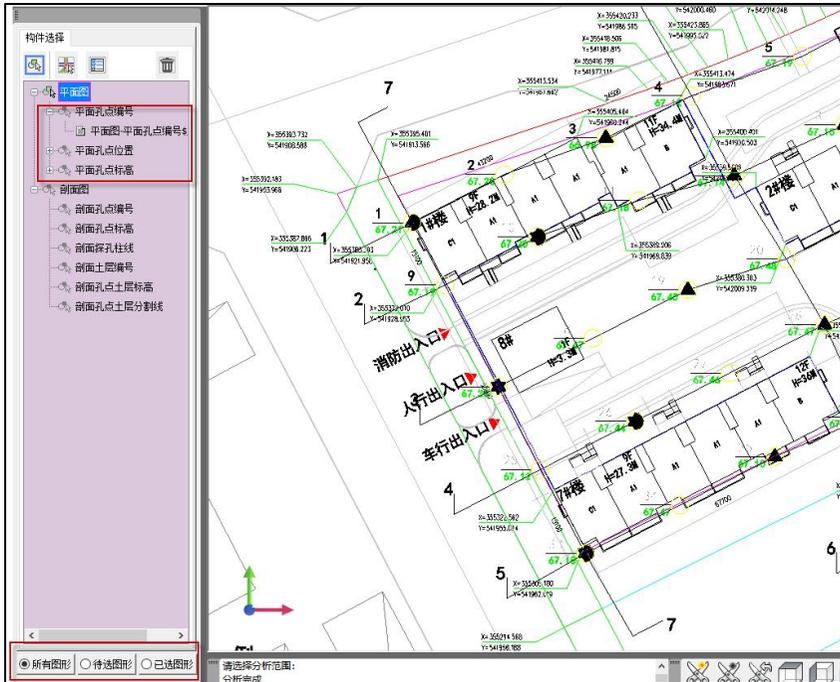
### 3) 分析地勘平面图

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，程序提供一键分析拾取图素功能-【分析地勘平面图】，点击按钮后，框选图上需要进行识别的位置，程序会自动将图层设置规范的图素分类识别入左侧图层树的【平面图】菜单下，加号代表图中有相应图层被拾取到，点击加号，可以展开查看包含哪些图层。除此之外，图中被识别的图素图层颜色也会随之改变，如平面孔点编号的小圆圈会变成浅黄色，便于用户查看。

其中，【所有图形】、【待选图形】、【已选图形】可以分别切换查看图素的拾取情况；



### 4) 选取图素

由于部分图纸没有将各类图素分图层设置，或者图素设置较为不规范，导致程序不能自动正确识别，所以程序也提供了手动交互选择的图素图层拾取模式，主要包括以下三种：

(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:

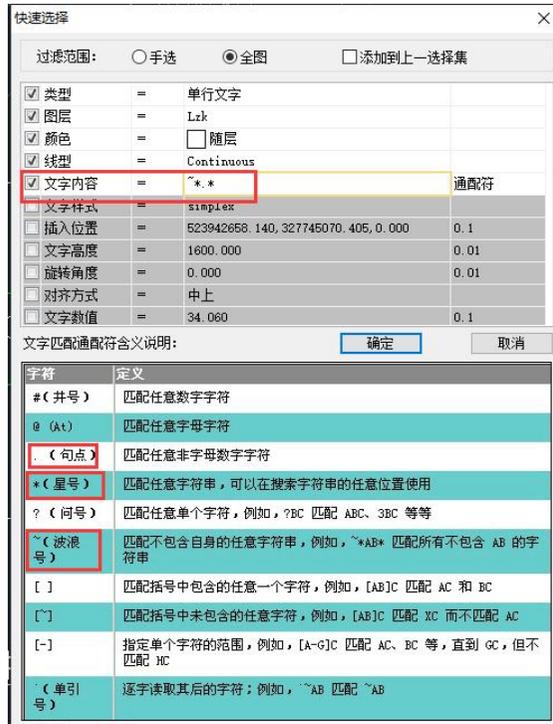
通过点选衬图中的单一图素，可以直接将该图素加入到选择集中。

## (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；

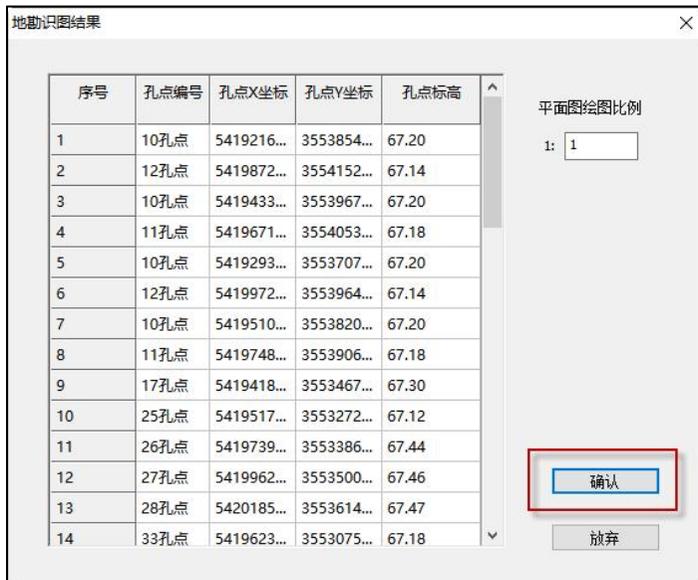
例如，由于平面图中的孔点编号和孔点标高都在同一图层，且字高、角度、对齐方式均相同，两者唯一的区别是孔点编号没有小数点，孔点标高存在小数点。此时，在【文字内容】中输入筛选命令“~\*.\*”，即代表需要排除包含“.”的字符串。

### 5) 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”或者右侧功能选择树的【生成平面数据】，均可进行平面数据的生成：



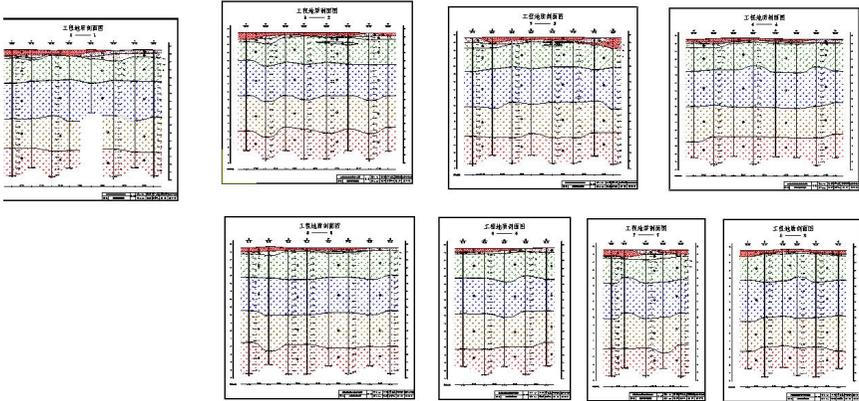
弹出地勘识图结果对话框，点击“确定”导出平面图识图数据。



## 2. 导入剖面图

### 1) 打开文件

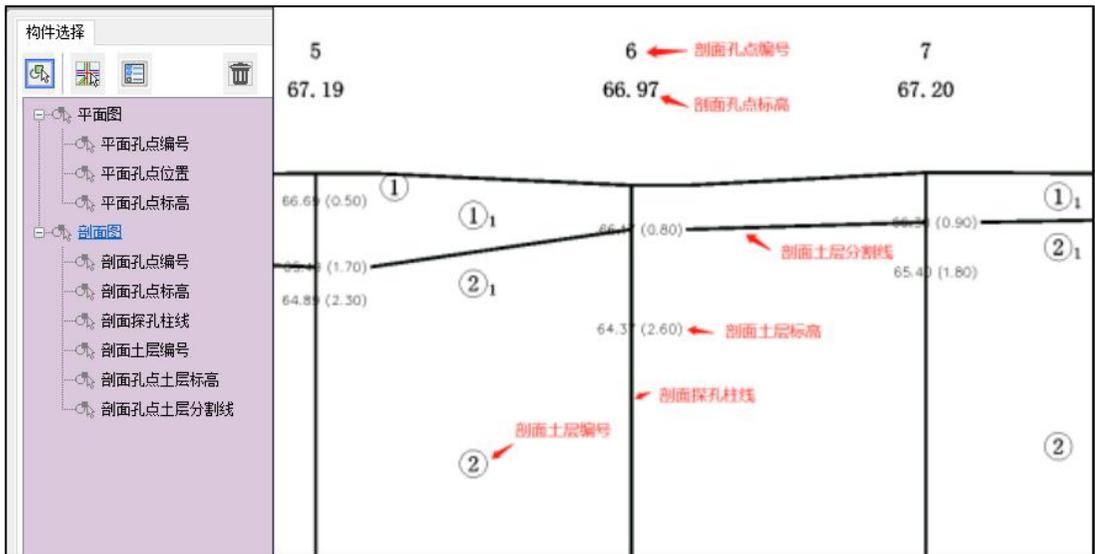
与平面图相同，直接点击左上角的【打开文件】，或者右侧功能树的【打开地勘图纸】，打开与平面图对应的剖面图。



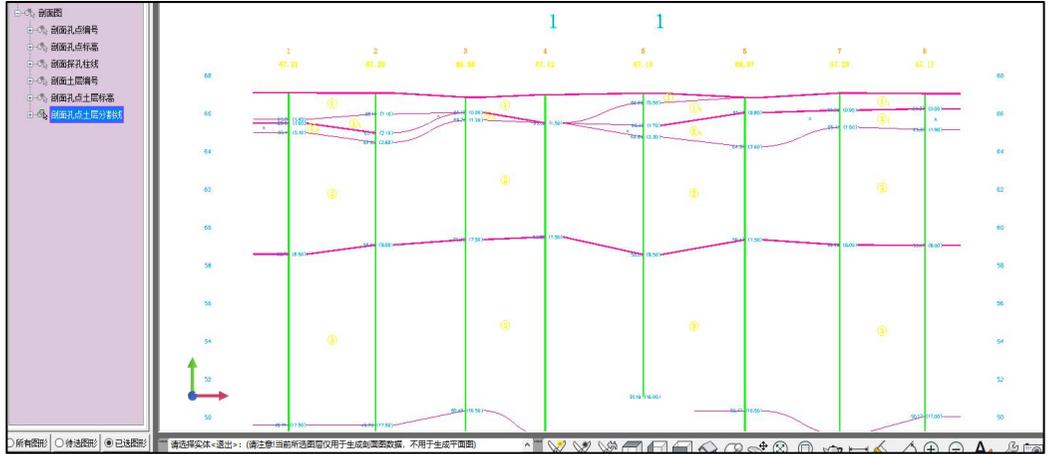
软件自动加载剖面图

2) 分析地勘剖面图

剖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，程序提供一键分析拾取图素功能-【分析地勘平剖面图】。与平面图类似，点击按钮后，框选图上需要进行识别的位置，程序会自动将图层设置规范的图素分类识别入左侧图层树的【剖面图】菜单下，加号代表图中有相应图层被拾取到，点击加号，可以展开查看包含哪些图层。图中被识别的图素图层颜色也会随之改变，如土层分割线会变成粉红色，便于用户查看。



**注：**

目前，剖面图识图支持识别圆圈文字、块参照、属性定义等特殊图素；

下图的几种特殊图素在都得以正确识别：



圈文字



块参照



属性定义

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“生成剖面地勘数据”或右侧功能树中的【生成剖面地勘数据】：



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

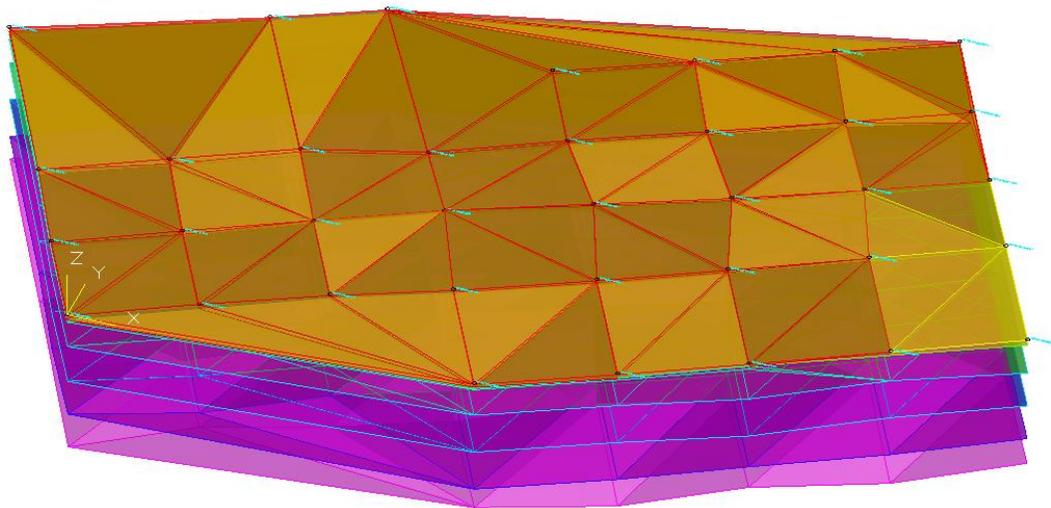
孔点编号	层号	土层主层号	土层亚层号	土层标高
10孔点				
	1	1	0	66.40
	2	1	1	65.70
	3	2	1	64.40
	4	2	0	58.70
	5	3	0	49.70
	6	4	0	40.70
	7	5	0	35.20
12孔点				
	1	1	0	66.54
	2	2	1	66.34
	3	2	0	59.14
	4	3	0	50.14
	5	4	0	42.64

平面图绘图比例  
1:

生成地勘数据

### 3. 退出导图

点击右上角的【退出导图】，即可看到生成的地质资料图。



土层三维图

**注：**

生成的孔点数取决于平剖面孔点编号的对应情况，按照二者可对应的孔点生成。

### 6、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

## 第二章 模型荷载输入

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。

土层参数信息表
×

土层压缩模量采用土层原始取样指标计算

土名称	主层号	亚层号	极限性侧阻力(kPa)	极限性端阻力(kPa)	压缩模量(MPa)	重度(kN/m3)	摩擦角(°)	粘聚力(kPa)	状态参数	状态参数含义
数据修改后, 是否关联至孔点			是	是	是	是	是	是	是	是
填土	1	0	500.00	0.00	10.00	20.00	15.00	0.00	1.00	(定性/-IL)
淤泥质土	2	0	600.00	100.00	3.00	16.00	2.00	5.00	1.00	(定性/-IL)
红黏土	3	0	700.00	500.00	10.00	18.00	5.00	0.00	0.20	(含水量)
细砂	4	0	800.00	200.00	31.50	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
砾砂	5	0	500.00	2000.00	40.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(标贯击数)
中风化岩	6	0	0.00	10000.00	20000.00	24.00	50.00	200.00	200000...	(单轴抗压)
新鲜岩	7	0	0.00	20000.00	40000.00	24.00	50.00	200.00	400000...	(单轴抗压)
漂石	8	0	0.00	30000.00	50.00	20.00	15.00	0.00	25.00	(单轴抗压)

标高参数

结构物±0处对应的地质资料标高(m):     孔口标高(m):     探孔水头标高(m):

土层信息参数表

标准参数表
×

土名称	压缩模量(MPa)	重度(kN/m3)	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)

### 标准参数表

#### 6、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。

#### 7、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。

#### 8、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。

#### 9、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行命令。

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

孔点坐标X(m): 79.71

孔点坐标Y(m): 8.28

孔口标高(m): 4.37  用于所有点

探孔水头标高(m): 4.37  用于所有点

增行 插入 删除

层号	土名称	土层厚度(m)	极限桩侧阻力(kPa)	极限桩端阻力(kPa)	压缩模量(Mpa)	重度(kN/m3)	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	(定性/-IL)
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。

#### 10、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。

#### 11、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。

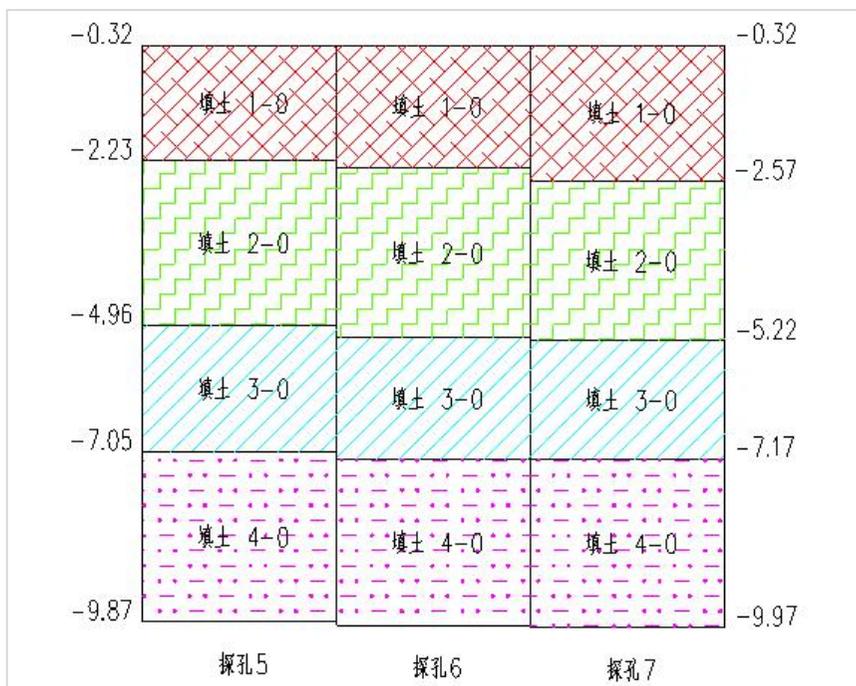
#### 12、缩放对位

【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。

#### 13、孔点剖面图

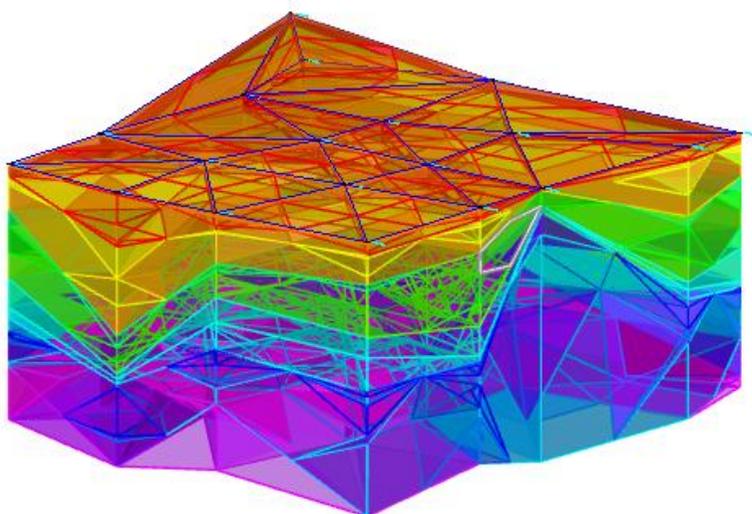
点击【孔点剖面】菜单，用户点取要生成孔点剖面的位置，一次可以选择多个位置，然后点击右键，软件自动生成孔点剖面图。



孔点剖面图

#### 14、土层三维图

绘制土层三维图：



土层三维图

#### 15、保存为 dwg 图

可以将当前的图形保存为 dwg 格式的文件。

## 2.2 储罐构件

### 2.2.1 储罐

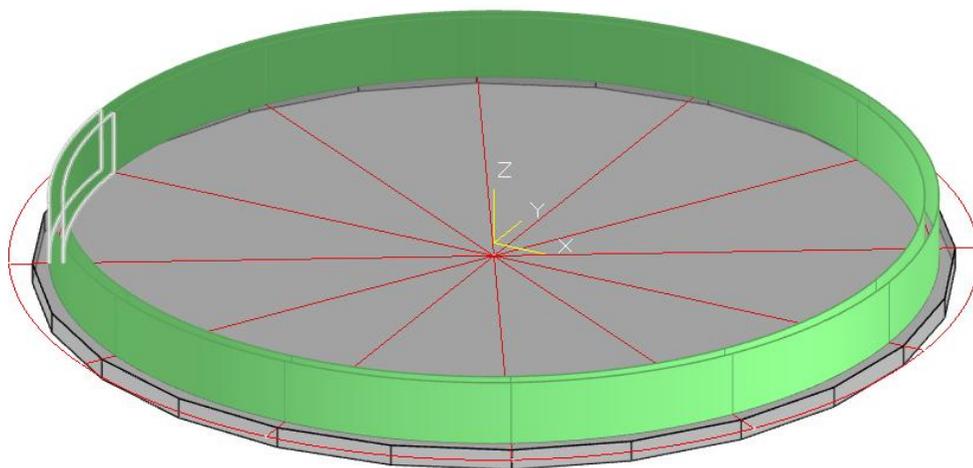
软件中，三种钢制罐体（立式储罐、球罐、卧式设备）均可在参数建模时进行展示：



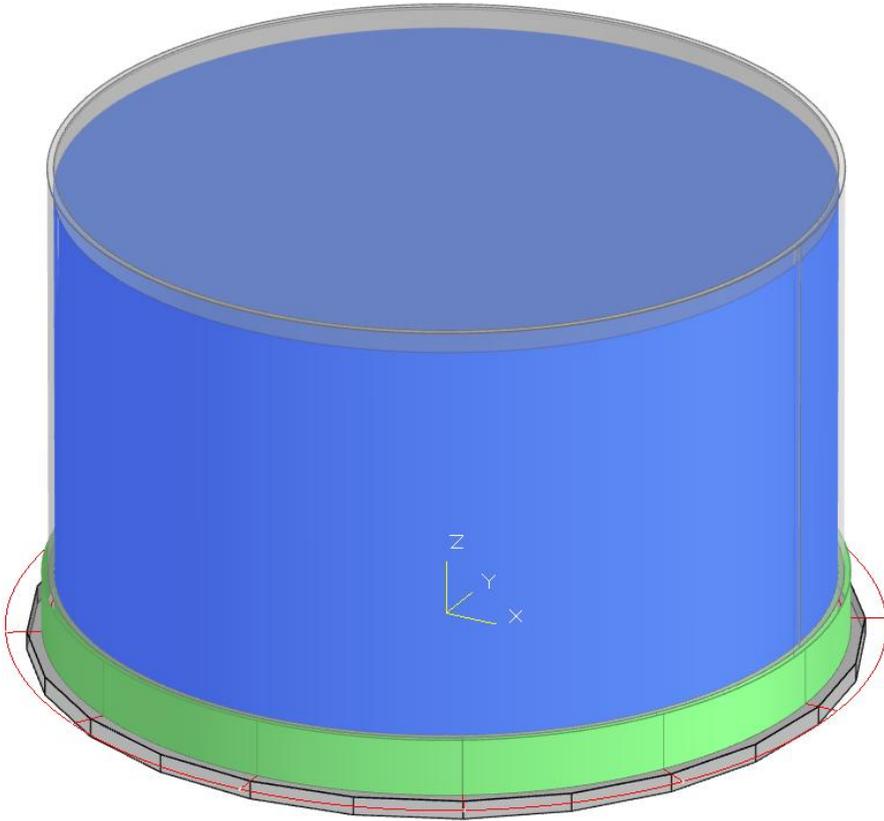
当成功建立储罐后，若因储罐，导致在查看荷载或者其他位置时视线被遮挡，可以通过罐体隐藏按钮进行罐体的隐藏和展示：



单击按钮，既可进行隐藏：

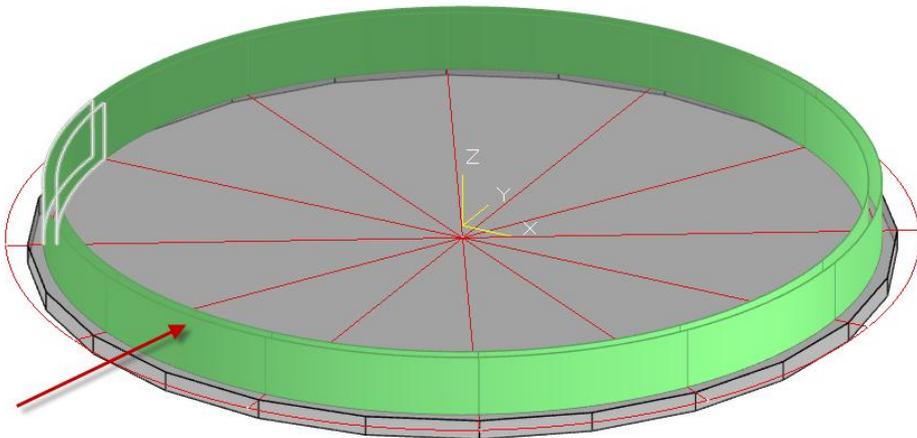


再次单击按钮，既可对隐藏的储罐恢复显示：



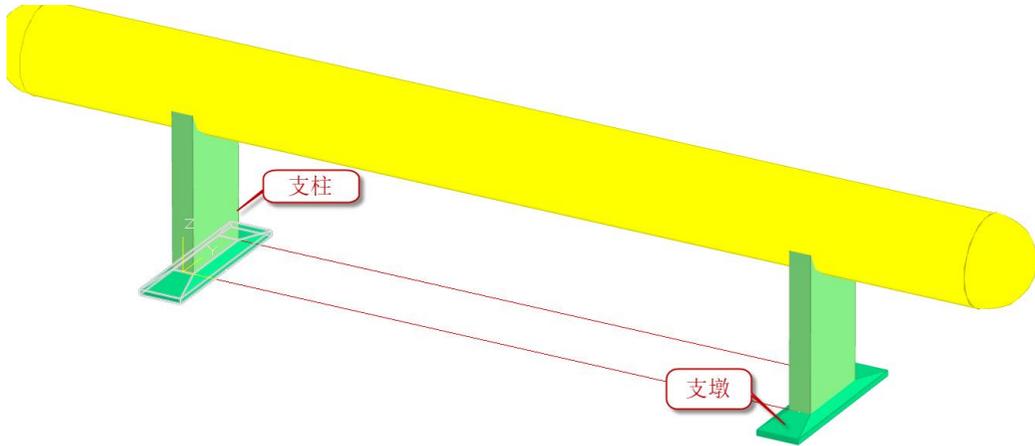
### 2.2.2 环墙

在软件中，立式储罐的基础主要是其特有的环墙，至于是否布置筏板，取决于用户的需要。



### 2.2.3 支柱与支墩

在软件中，卧式设备的基基础主要与墙类似的支柱以及类似于独基的支墩构成；支柱的配筋主要在设计结果的配筋简图中可以查看，支墩在基础的施工图中查看配筋结果；



## 2.3 储罐荷载

### 2.3.1 荷载参数及荷载类型

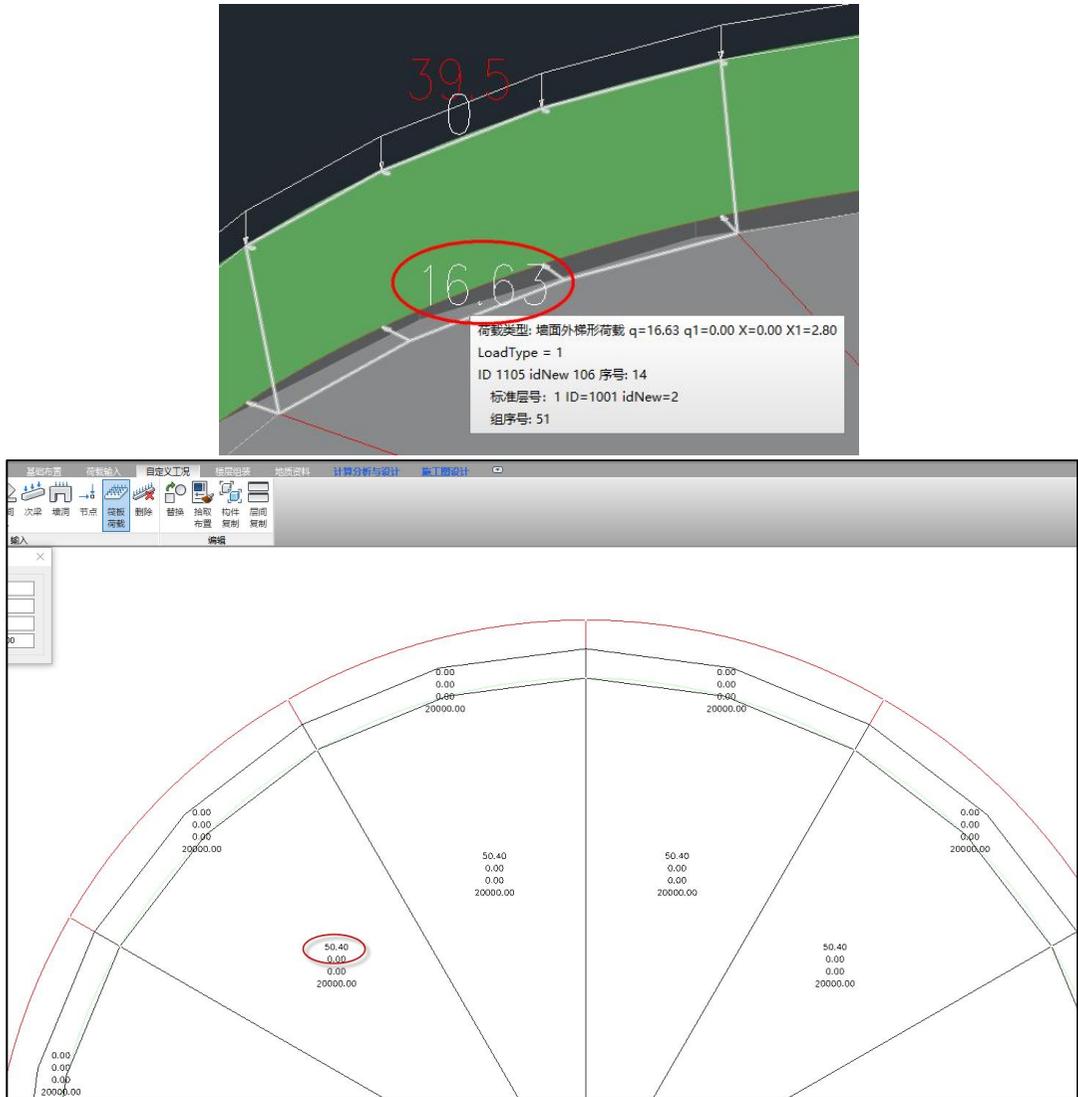
钢制储罐基础的受力情况往往比较复杂，需要考虑多种不同的池内外荷载作用。软件采用参数化的方式输入荷载，在建模的同时，进行相关参数输入，程序在建模完成时，分别自动将荷载施加到基础的传力构件上，并完成计算。

储罐基础的主要荷载包括：填料荷载、罐体自重、固定顶活荷载、平台上的活荷载、储液荷载、试水静压、水浮力、地震作用、风荷载等。

用户需要根据工程实际情况输入以上各项荷载参数，程序后续将根据这些参数对各类构件进行荷载初始赋值。

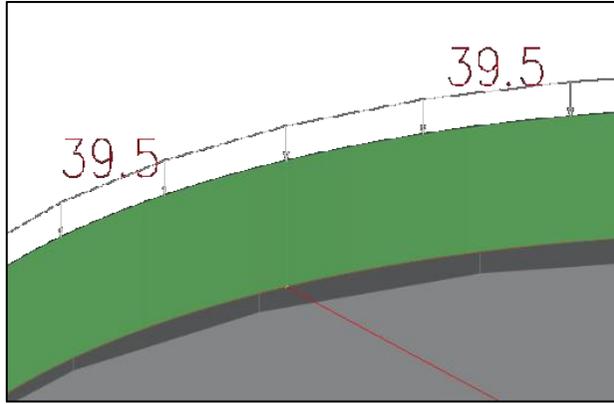
### 2.3.2 填料荷载

填料荷载按三角形面外荷载方式作用于环墙、按均布荷载方式作用于筏板，在恒载工况查看。如下图所示，填料重度=18kN/m<sup>3</sup>，填料高度=2.8m，侧压力系数=0.33，墙底荷载值为  $18 \times 2.8 \times 0.33 = 16.63$  kN/m<sup>2</sup>，筏板荷载值为  $18 \times 2.8 = 50.4$  kN/m<sup>2</sup>。



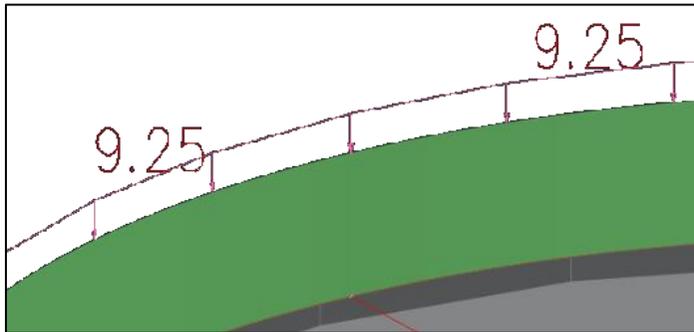
### 2.3.3 罐体自重

罐体自重按均布线荷载方式作用于环墙顶面，在恒载工况查看。如下图所示，储罐净重=459.1吨，圆弧半径=18500mm，均布线荷载数值为  $459.1 \times 10 / (3.14 \times 2 \times 18.5) = 39.5$  kN/m。



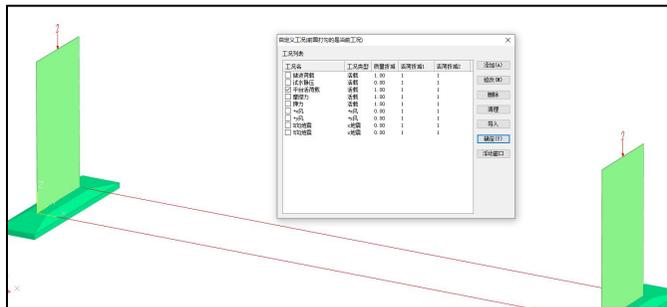
### 2.3.4 固定顶活荷载

固定顶活荷载按均布线荷载方式作用于环墙，在活载工况查看。如下图所示，固定顶活荷载标准值 =1 kPa，圆弧半径 =18500mm，均布线荷载值为：  
 $1 \times (3.14 \times 18.5^2) / (3.14 \times 2 \times 18.5) = 9.25 \text{ kN/m}$ 。



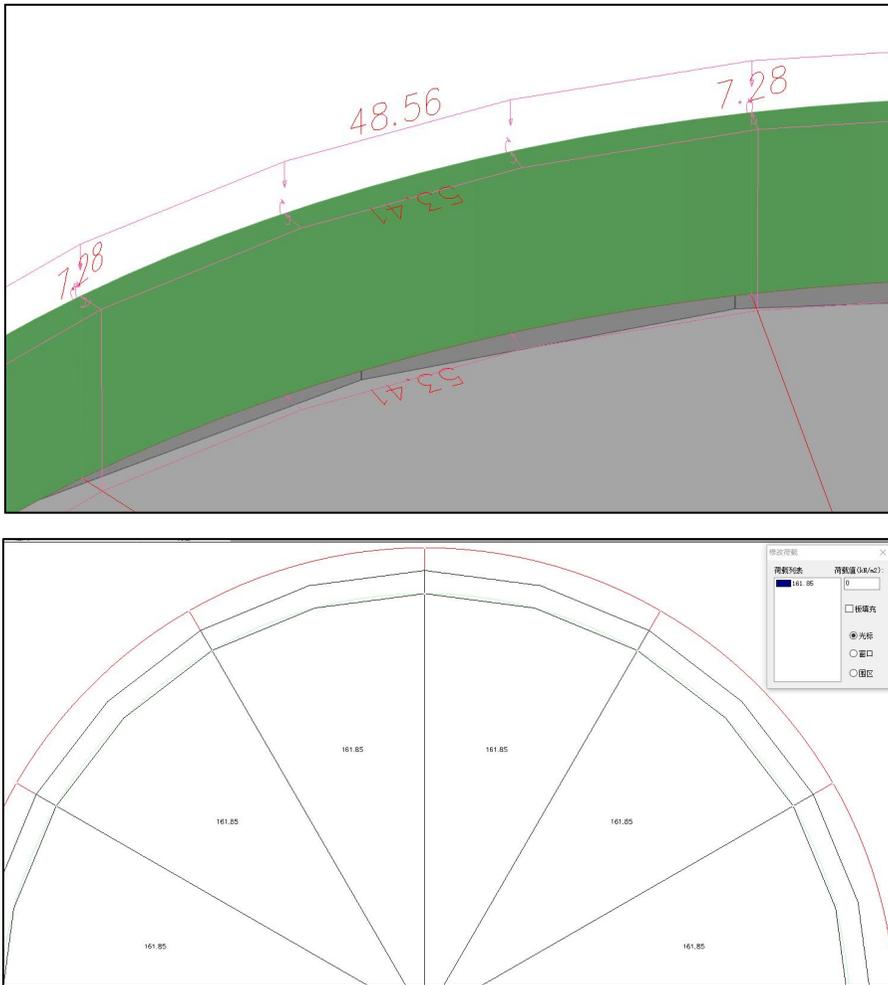
### 2.3.5 平台上的活荷载

卧式设备以及球罐支座上的活荷载均采用参数输入的方式作用于支墩，在自定义工况工况查看。



### 2.3.6 储液荷载

储液荷载按 3 种方式作用于环墙，分别为：均布线荷载、均布弯矩、面外荷载，按均布面荷载方式作用于筏板，在储液荷载工况查看。设计液位=19.5m，环墙厚度=600mm，储液容重=8.3kN/m<sup>3</sup>，罐壁伸入环墙顶面宽度系数=0.5，侧压力系数=0.33，均布线荷载为  $19.5 \times 8.3 \times 0.6 \times 0.5 = 48.56$  kN/m，均布弯矩为  $48.56 \times 0.6 \times (1-0.5)/2 = 7.28$  kN.m/m，面外荷载为  $19.5 \times 8.3 \times 0.33 = 53.41$  kN/m<sup>2</sup>，均布面荷载值为  $19.5 \times 8.3 = 161.85$  kN/m<sup>2</sup>。

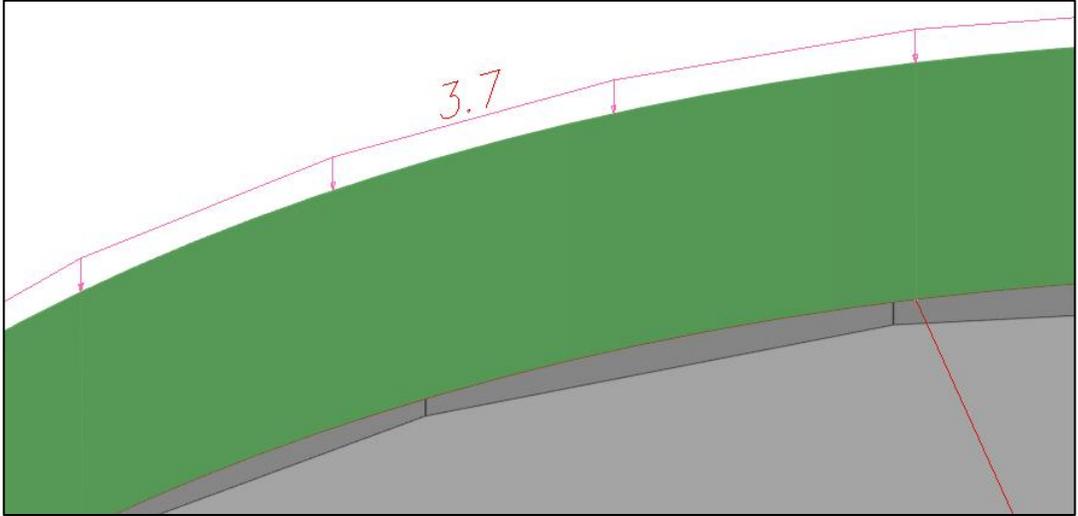


### 2.3.7 试水静压

试水静压作用机理与储液荷载相同。水静压按 3 种方式作用于环墙，分别为：均布线荷载、均布弯矩、面外荷载，按均布面荷载方式作用于筏板，在试水静压工况查看。

### 2.3.8 雪荷载

雪荷载按均布线荷载方式作用于环墙，在雪荷载工况查看。如下图所示，基本血压=0.4kPa，圆弧半径=18.5m，均布线荷载值为  $0.4 \times (3.14 \times 18.5^2) / (3.14 \times 2 \times 18.5) = 3.7$  kN/m。



### 2.3.9 水浮力

水浮力按均布面荷载方式作用于筏板，方向向上。

### 2.3.10 地震作用

《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 对罐-液耦联振动的计算规定如下：

19.2.5 储罐的总水平地震作用标准值应按下列公式计算：

$$F_{Ek} = \alpha \eta m_{eq} g \quad (19.2.5-1)$$

$$m_{eq} = m_L \Psi_w \quad (19.2.5-2)$$

式中： $F_{Ek}$ ——储罐的总水平地震作用标准值；

$\eta$ ——罐体影响系数，可采用1.1；

$m_{eq}$ ——储液等效质量；

$m_L$ ——罐内储液总质量；

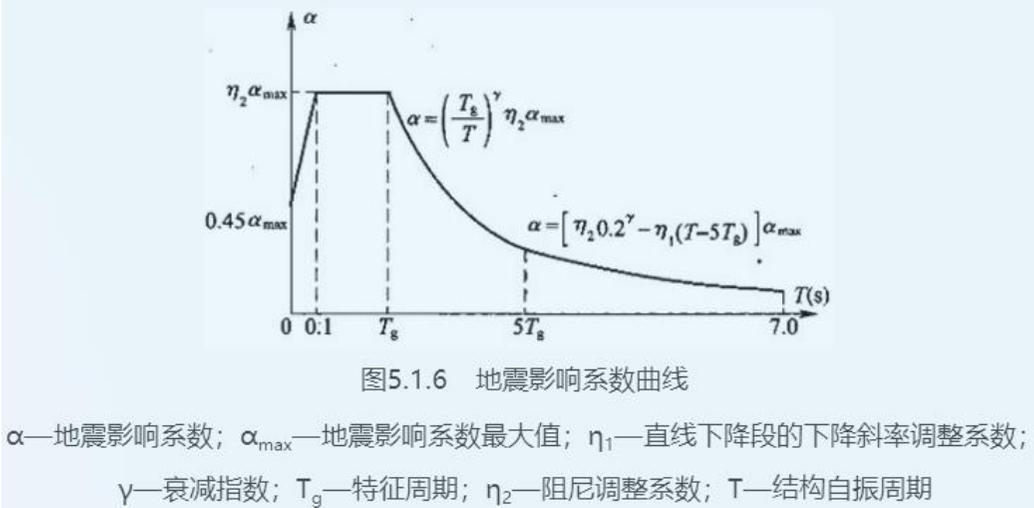
$\Psi_w$ ——动液系数，应根据D/H<sub>w</sub>值按表19.2.5采用，中间值可采用线性插入法计算。

19.2.6 设置地脚螺栓的环墙式基础或桩基基础，其总水平地震作用在罐基础顶部产生的力矩应按下式计算：

$$M_1 = 0.45F_{Ek}H_w \quad (19.2.6)$$

式中： $M_1$ ——总水平地震作用在罐基础顶部产生的力矩标准值。

下图为地震影响系数曲线，根据该曲线确定上述计算中所需的地震影响系数。



软件可在参数化建模对话框中进行地震作用计算参数的交互输入

地震影响系数	计算	1
罐体影响系数		1.1
动液系数		0.755

点击上图中的“计算”按钮可弹出如下对话框，按照规范要求对地震影响系数进行计算。

注：不同类型的储罐采用的计算方式不同，各自计算方式可参考 2.1.1-2.1.3 中单独的地震作用介绍。

### 2.3.11 风荷载

按《工程结构通用规范》GB 55001-2021 第 4.6.1 条计算风荷载标准值，考虑参数有：基本风压、风压高度变化系数、风荷载体型系数、地形修正系数、风向影响系数、考虑风荷载脉动的增大系数（即风荷载放大系数）。

按《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 条文说明第 8.2.1 条计算风压高度变化系数，考虑截断高度，A、B、C、D 场地粗糙度的风压高度变化系数分别不小于 1.09、1.00、0.65、0.51。考虑截断高度，A、B、C、D 场地粗糙度的风压高度变化系数分别不小于 1.09、1.00、0.65、0.51。

基本风压 (kN/m <sup>2</sup> )	<input type="text" value="0.45"/>	$\mu_z^A = 1.284 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.24}$ $\mu_z^B = 1.000 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.30}$ $\mu_z^C = 0.544 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.44}$ $\mu_z^D = 0.262 \left( \frac{z}{10} \right)^{0.60}$
地面粗糙度类别	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D	
风荷载体型系数	<input type="text" value="0.5"/>	
地形修正系数	<input type="text" value="1"/>	
风向影响系数	<input type="text" value="1"/>	

对罐体上的风荷载标准值进行积分计算后，便能得到储罐的总水平风荷载作用标准值及其在罐基础顶部产生的力矩。

**注：**不同类型的储罐采用的计算方式不同，各自计算方式可参考 2.1.1-2.1.3 中单独的风荷载计算方式介绍。

### 2.3.12 生成荷载

由于程序是按照参数化建模后自动生成荷载执行的，所以若需要更改组合工况，需要在重新生成荷载组合表后，击【生成荷载】按钮，程序将会自动对各种荷载进行计算，以墙梁荷载或面荷载的方式将所有荷载施加到模型上。



所有这些荷载都会以自定义单工况的形式施加到模型进行后续计算，想要查看或修改这些荷载，需要进入自定义工况模块，点击【工况设置】进行查看和修改。

## 2.4 荷载组合详解

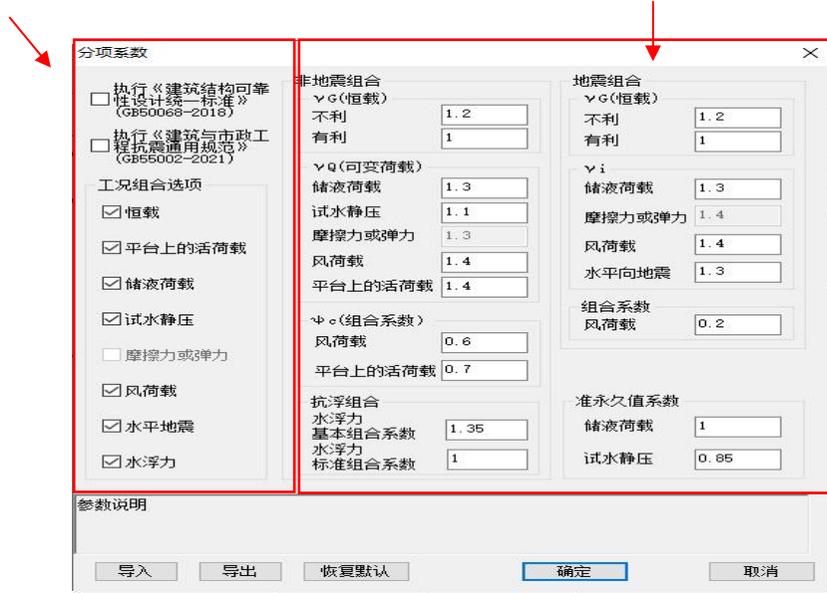
### 2.4.1 分项系数、组合系数

储罐荷载模板支持荷载自动组合，目前支持的工况有恒载、平台上的活荷

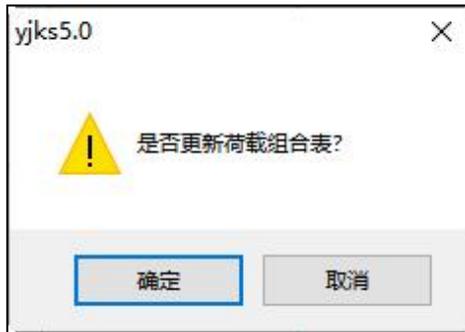
载、储液静压、充水试验静液压、风荷载、基本雪压、水浮力、地震作用。生成荷载组合表之前，可根据实际情况灵活选择需要考虑的荷载工况，输入分项系数、组合系数、频遇值系数、准永久值系数等。

按实际情况不同，选择荷载工况

设置分项系数、组合值系数



用户在【分项系数】对话框可以设置不同荷载工况的分项系数和组合值系数，点击【确定】时软件询问“是否更新荷载组合表”，点击【确定】时软件根据输入参数自动进行荷载组合。



程序根据输入参数，依据《钢制储罐地基基础设计规范》、《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》自动生成荷载组合表。程序自动按照荷载规范和地基基础规范的有关规

## 第二章 模型荷载输入

定，在计算基础的不同内容时采用不同的荷载组合类型。下图为软件自动生成的荷载组合表。此表格可导出 Excel 格式文件，还支持编辑后再导入。

### 荷载工况

名称	类型	重力荷载	非地震分项(不利)	非地震分项(有利)	地震分项(不利)	地震分项(有利)	非地震组合值	地震组合值	频遇值	准永久值	墙柱折减	折减系数	楼面梁折减	主梁	次梁
脉动荷载	活载	1	1.3	0	1.2	1	0.9	1	1	1	0	1	0	1	1
试水静压	活载	0	1.1	0	1.2	1	0.9	1	1	0.85	0	1	0	1	1
+x风	+x风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0.4	0	0	1	0	1	1
-x风	-x风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0.4	0	0	1	0	1	1
+y风	+y风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0.4	0	0	1	0	1	1
-y风	-y风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0.4	0	0	1	0	1	1
雪荷载	活载	0.5	1.4	0	1.2	1	0.7	1	0.6	0	0	1	0	1	1

组合号	分析方法	恒载	脉动荷载	试水静压	活载	雪...	水...	+x风	-x风	+y风	-y风	X向地震	Y向地震
1	线性	1.2	1.3										
2	线性	1	1.3										
3	线性	1.2		1.1									
4	线性	1		1.1									
5	线性	1.2						1.4					
6	线性	1						1.4					
7	线性	1.2			0.98			0.84					
8	线性	1			0.98			0.84					
9	线性	1.2				0.98		0.84					
10	线性	1				0.98		0.84					
11	线性	1.2	1.3					0.84					
12	线性	1	1.3					0.84					
13	线性	1.2	1.3		0.98			0.84					
14	线性	1	1.3		0.98			0.84					
15	线性	1.2	1.3			0.98		0.84					
16	线性	1	1.3			0.98		0.84					
17	线性	1.2		1.1				0.84					
18	线性	1		1.1				0.84					
19	线性	1.2		1.1	0.98			0.84					
20	线性	1		1.1	0.98			0.84					

荷载组合    基本组合    ▼    增行    插入一行    删行  
保存为系统模板    确定    关闭

注：1、用户在【分项系数】-【工况组合选项】中勾选“竖向地震”后，程序会自动生成带有竖向地震的组合，但若需要计算竖向地震作用，仍需在前处理【结构总体信息】-【地震作用计算信息】中选择带有竖向地震作用的计算方法。



### 2.4.3 基本组合

按承载能力极限状态设计时取荷载基本组合。根据《石油化工构筑物抗震设计规范》SH3147-2014、《石油化工冷换设备和容器基础设计规范》SHT3058-2016、《石油化工钢制设备抗震设计标准》、《石油化工球罐基础设计规范》SHT3062-2017和《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 要求，设置三种储罐类型对应的基本组合。

以立式储罐为例，下图为软件自动生成的荷载组合表，共 14 个基本组合。

序号	名称	类型	重力荷载	非地震分项(不利)	非地震分项(有利)	地震分项(不利)	地震分项(有利)	非地震组合值	地震组合值	频遇值	准永久值	恒柱折减	折减系数	楼面活折减	备注
1	静液荷载	荷载	1	1.3	0	1.3	1	0.9	0	0	1	0	1	0	1
2	试水静压	荷载	0	1.1	0	1.2	1	0.9	0	0	0.85	0	1	0	1
3	+x风	+x风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0	0	0	1	0	1
4	x向地震	x地震	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

组合号	分析方法	恒载	静液荷载	试水静压	活载	+x风	x向地震
1	线性	1.2	1.3				
2	线性	1	1.3				
3	线性	1.2	1.3			0.84	
4	线性	1	1.3			0.84	
5	线性	1.2	1.3	0.98			
6	线性	1	1.3	0.98			
7	线性	1.2	1.3	0.98	0.84		
8	线性	1	1.3	0.98	0.84		
9	线性	1.2	1.1				
10	线性	1	1.1				
11	线性	1.2	1.1	1.4			
12	线性	1	1.1	1.4			
13	线性	1.2	1.3				1.3
14	线性	1	1.3				1.3

### 2.4.4 标准组合

按正常使用极限状态设计时取荷载标准组合。同理以立式储罐为例，下图为荷载组合表，共 8 个标准组合。

组合号	恒载	静液荷	试水静	活载	+x风	x向地震
1	1	1				
2	2	1	1		0.6	
3	3	1	1	0.7		
4	4	1	1	0.7	0.6	
5	5	1		1		
6	6	1		1	1	
7	7	1	1			1

### 2.4.5 准永久组合

沉降计算时取荷载准永久组合，以立式储罐为例，下图为荷载组合表：

序号	名称	类型	重力荷载	非地震分项(不利)	非地震分项(有利)	地震分项(不利)	地震分项(有利)	非地震组合值	地震组合值	频遇值	准永久值	墙柱折减	折减系数	楼面梁折减	备注
1	静液荷载	活载	1	1.3	0	1.2	1	0.9	1	1	1	0	1	0	1
2	试水静压	活载	0	1.1	0	1.2	1	0.9	1	1	0.85	0	1	0	1
3	++风	++风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0.4	0	0	1	0	1
4	-x风	-x风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0.4	0	0	1	0	1
5	++风	++风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0.4	0	0	1	0	1
6	-y风	-y风	0	1.4	0	1.4	1	0.6	0.2	0.4	0	0	1	0	1

组合号	分析方法	恒载	静液荷载	试水静压	活载	雪荷载	水浮力	++风	-x风	++风	-y风	x向地震	y向地震
1	线性	1	1										

### 2.4.6 分析类型：线性/非线性

在水浮力作用下可能出现部分筏板与地基土脱离的受力状态；对桩筏基础，可能出现部分桩受压、部分桩受拉的受力状态；采用锚杆抗浮时，可能出现部分锚杆受拉、部分锚杆不受拉的受力状态。地基土仅能受压、锚杆仅能受拉、桩拉/压刚度可能不同，因此水浮力参与的组合，程序默认按非线性方法计算。其它任意组合，可能出现非线性受力状态时，都可以将其指定为“非线性”组合。

组合号	分析方法	恒载	池内水压力	竖向土压力	池外土侧压力	活载	地面荷载	池外水压力	温(湿)度作用	水浮力	x地震	y地震	竖向地震
22	线性	1		1.27	1.27	1.26	1.26	1.27					
23	线性	1.2	1	1	1	1.26	1.26	1.27					
24	线性	1	1	1	1	1.26	1.26	1.27					
25	非线性	1.2	1.27	1.27	1.27					1.35			
26	非线性	1	1.27	1.27	1.27					1.35			
27	非线性	1.2	1	1	1					1.35			
28	非线性	1	1	1	1					1.35			
29	非线性	1.2	1.27	1.27	1.27					1			
30	非线性	1	1.27	1.27	1.27					1			
31	非线性	1.2	1	1	1					1			
32	非线性	1	1	1	1					1.27			
33	线性	1.2	1.2	1.2	1.2	0.6	1.2	1.2			1.3		
34	线性	1	1	1	1	0.5	1	1			1.3		
35	线性	1.2	1.2	1.2	1.2	0.6	1.2	1.2			-1.3		
36	线性	1	1	1	1	0.5	1	1			-1.3		
37	线性	1.2	1.2	1.2	1.2	0.6	1.2	1.2				1.3	
38	线性	1	1	1	1	0.5	1	1				1.3	
39	线性	1.2	1.2	1.2	1.2	0.6	1.2	1.2				-1.3	
40	线性	1	1	1	1	0.5	1	1				-1.3	
41	线性	1.2	1.2	1.2	1.2	0.6	1.2	1.2					1.3

水浮力参与组合  
按非线性方法计算

组合号	分析方法
25	非线性
26	线性
27	非线性

每个组合都支持选择 线性/非线性 计算方法

## 第三章 计算分析与设计

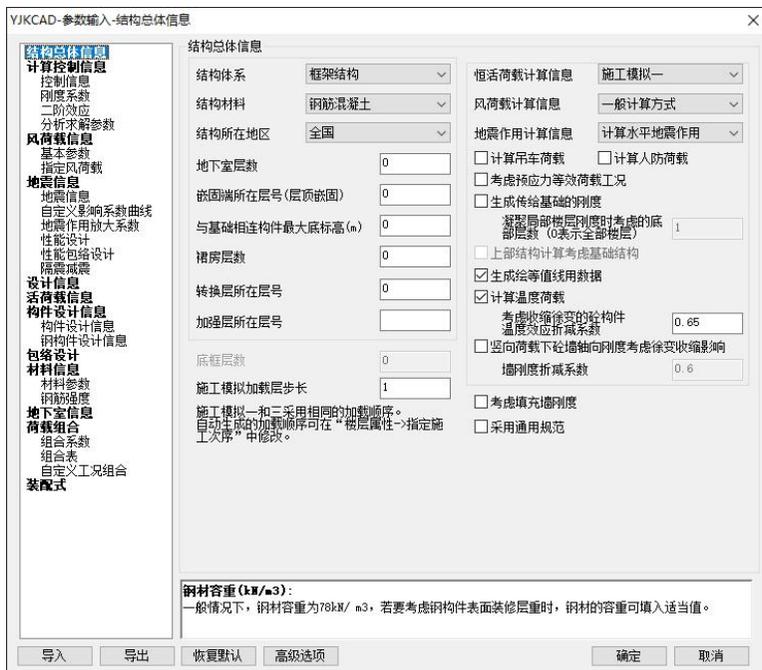
### 3.1 计算参数

#### 3.1.1 总参数

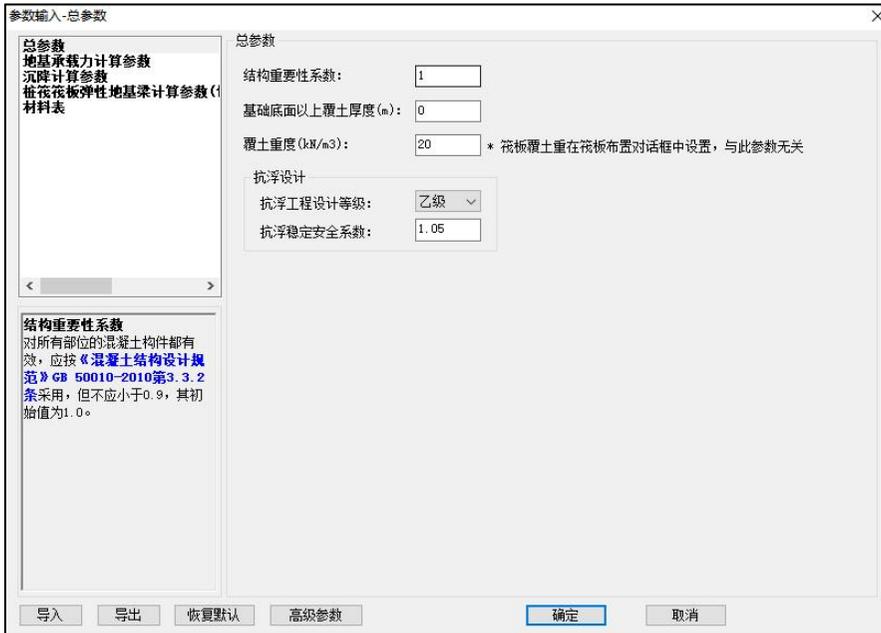
计算参数是控制结构计算必须正确填写的部分，在第一次执行计算前必须要执行计算参数菜单。YJK-STF 的计算参数在“前处理及计算”菜单中，由两大部分组成：上部结构以及地基基础。



上部结构计算参数包括结构总体信息、计算控制信息、风荷载信息、地震信息、设计信息、活荷载信息、构件设计信息、包络设计、材料信息、地下室信息、荷载组合、装配式。分类标题列于左侧，点开每项得到右侧不同的参数对话框，参数分类和传统软件相同，每页的内容有较多区别，出现了很多体现新功能特点的参数。对于不熟悉的参数，用户可以将鼠标悬停在对应的参数对话框上，即可显示参数的详细说明：



地基基础计算参数包括总参数、地基承载力计算参数、沉降计算参数、桩筏板弹性地基梁有限元计算参数、材料表。参数说明的查看方法与上部结构计算参数相同。



### 3.1.2 筏板单参修改

由于储罐的基础是与上部模型整体建模的，所以程序在前处理中提供了按筏板单元进行参数的修改，包括：基床系数、配筋方向、板面荷载和覆土重。功能集成在前处理及计算模块“筏板单参修改”菜单下，如下图所示：



## 一、基床系数

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。

## 二、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。

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。

### 三、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。

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。



#### 四、覆土重

定义、显示或修改各基础的覆土重。

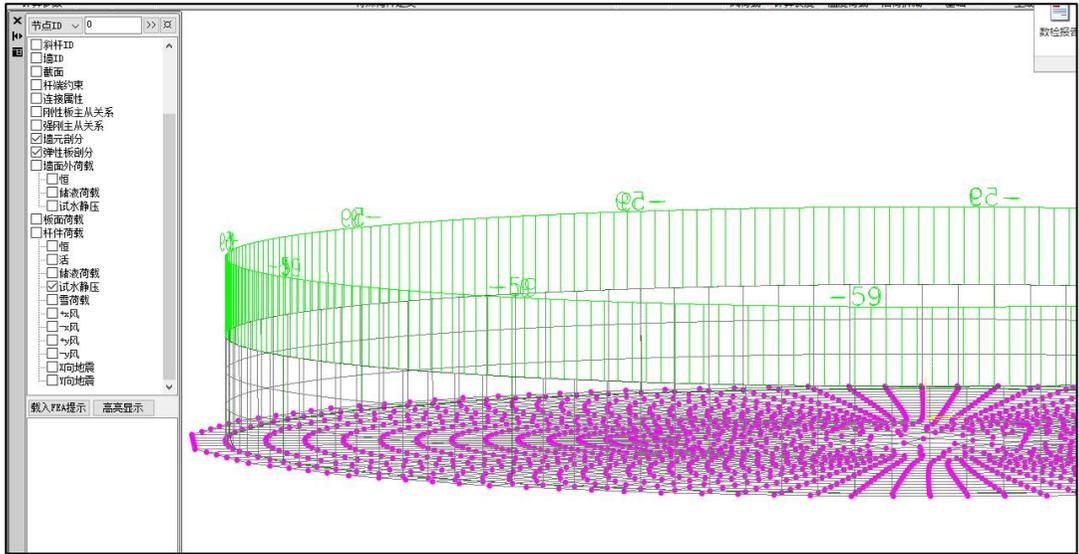
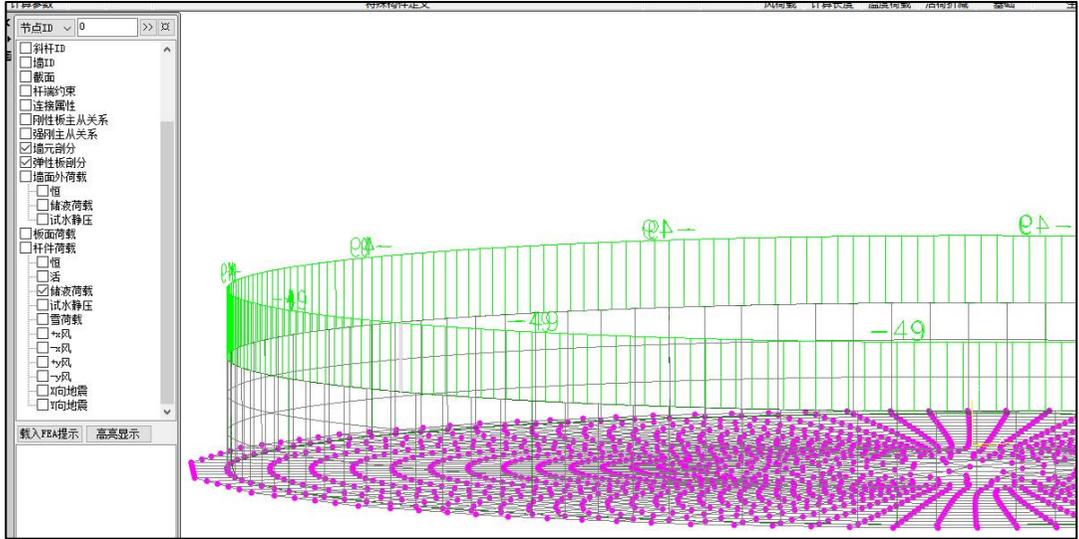
对于柱下独基、地基梁、桩承台、等分离式基础，每个基础一个值；对于筏板、多柱或墙下独基、复杂承台基础等，即可按照单个基础赋值和修改，也可按照细分的有限元单元为单位修改，单位 kPa。

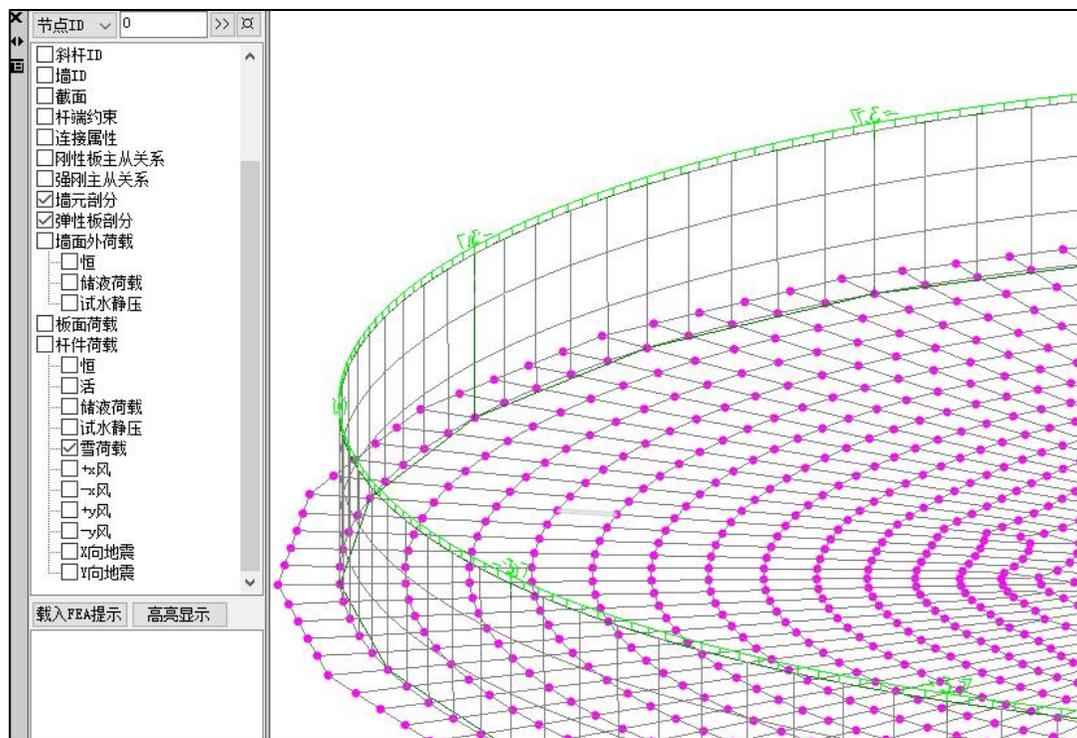
非矩形截面的地基梁、独基、承台的覆土重计算按精确扣除基础体积求解，按实际体积扣基础体积，但不扣柱墙构件体积。

### 3.2 静力荷载工况

本软件可以计算的荷载类型比较全面，除了恒载、活载等基本的荷载类型外，还包括储液荷载、试水静压、雪荷载、地震效应等，从而使软件可以适应多种结构类型、满足多种功能的设计需要。

以一 500m<sup>3</sup>，默认参数的立式储罐为例，下图分别展示了池壁单元上储液荷载、试水静压、雪荷载的分布。

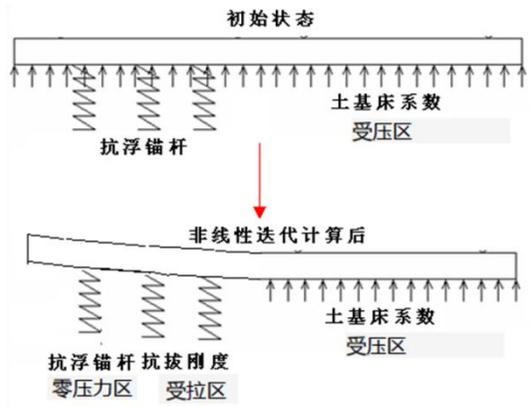




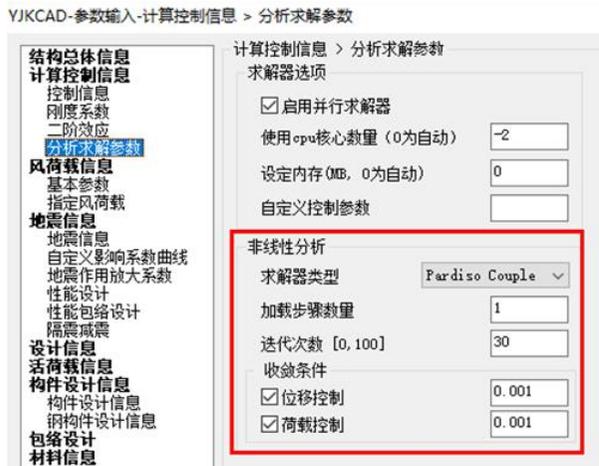
### 3.3 抗浮组合非线性计算

当立式储罐储罐底板位于地下水水位以下时需要抗浮设计。水浮力作用下，筏板和地基土可能部分接触、部分脱离。由于地基土仅受压、不受拉，接触部分应采用抗压刚度计算，脱离部分应采用零刚度。同理，桩拉压刚度不同，受压桩应采用抗压刚度、受拉桩应采用抗拉刚度；锚杆仅受拉、不受压，受力锚杆应采用抗拉刚度、不受力锚杆采用零刚度。由于需要多次迭代才能使土、桩、锚杆的计算刚度与受力状态达到一致，所以 YJK-STF 支持在荷载组合表切换线性、非线性计算方式，可以满足抗浮组合按非线性方法计算的要求。

如下图所示，初始状态下假定筏板全部受压，此时土基床系数取抗压刚度、桩取抗压刚度、抗浮锚杆刚度取 0。第 1 次计算后，得到受压区、受拉区（即零压力区）分布结果，从而判断出受拉区土、桩、锚杆计算刚度与受力状态不符。将受拉区的土基床系数修正为 0，桩刚度、锚杆刚度修正为抗拉刚度再计算一次。如此反复，直到土、桩、锚杆的计算刚度与受压区、受拉区计算结果保持一致，即计算结果收敛，停止计算。此时受压区土取抗压刚度、桩取抗压刚度、锚杆刚度为 0；受拉区土基床系数为 0、桩和锚杆取抗拉刚度。



非线性方法难点是计算结果的反复震荡，YJK 采用的分步加载制度可以很好的解决这个问题。下图为非线性计算的控制参数，默认加载步骤数量为 1、迭代次数为 30，即：全部荷载 1 次加载、每个加载步最多迭代计算 30 次。当计算结果不收敛时，可先尝试增加迭代次数。如果增加到 100 仍不收敛，可尝试增加加载步骤数量，改为分步加载。



### 3.4 环墙配筋设计

软件对环墙支持两种算法，一种是按照规范公式进行的计算，另一种是结合 YJK 特色优势的有限元计算，程序采用不同菜单进行选择输出。

#### 3.4.1 环墙配筋设计-公式法

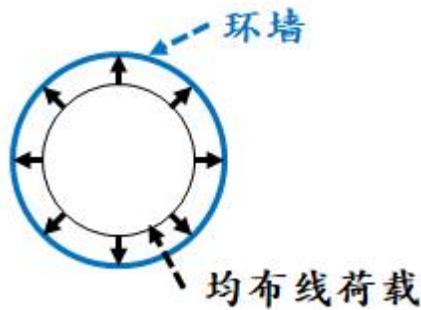
《钢制储罐地基基础设计规范》GB50473-2008 第 4 章中给出了环墙截面配筋设计的方法。

规范方法引入了如下假定：

1. 将环墙简化为静定圆环

2. 将环墙简化为纯拉构件

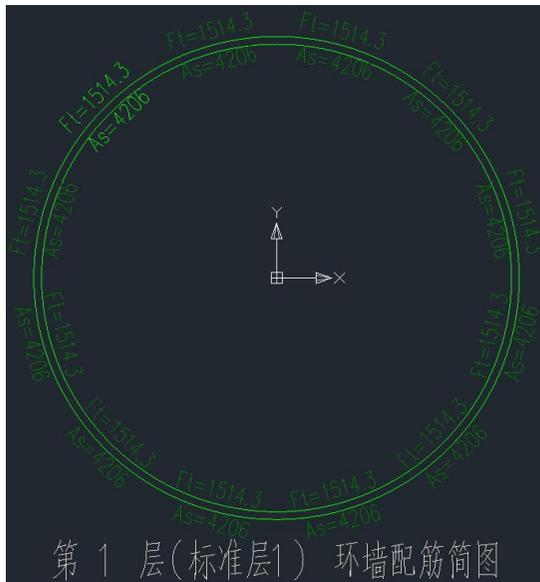
基于以上假定，环墙的受力图可简化如下：



规范方法的设计结果可点击【设计结果】菜单下的【环墙配筋】按钮进行查看：



下图结果显示：环墙单位高度环向力设计值为 1514.3(kN/m)，环墙单位高度环向钢筋的截面面积为 4206(mm<sup>2</sup>/m)。

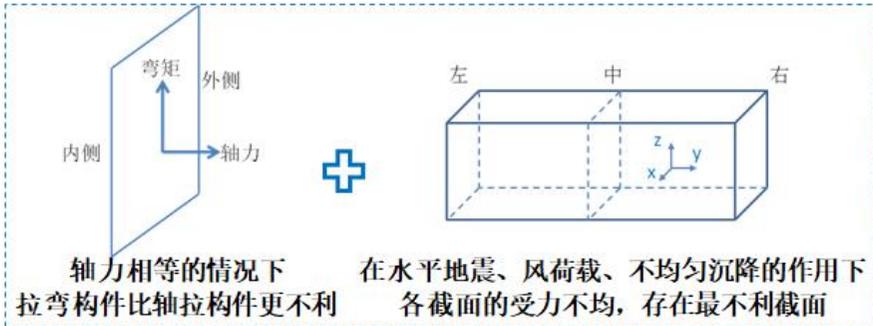


规范方法有如下三个缺陷：

1. 设置筏板的情况下，环向力靠环墙自平衡+筏板拉弯共同平衡，将环墙简化为静定圆环，

而忽略筏板的约束作用，会使得对于环向筋的设计过于保守。

2. 环墙下不设筏板的情况下，基于以下两个事实，规范方法可能偏危险



3. 规范方法未对环墙竖向钢筋进行校核。

因此软件采用了有限元计算与规范方法相结合的方法，在环墙构件信息中，也可进行规范方法的计算结果的查看。

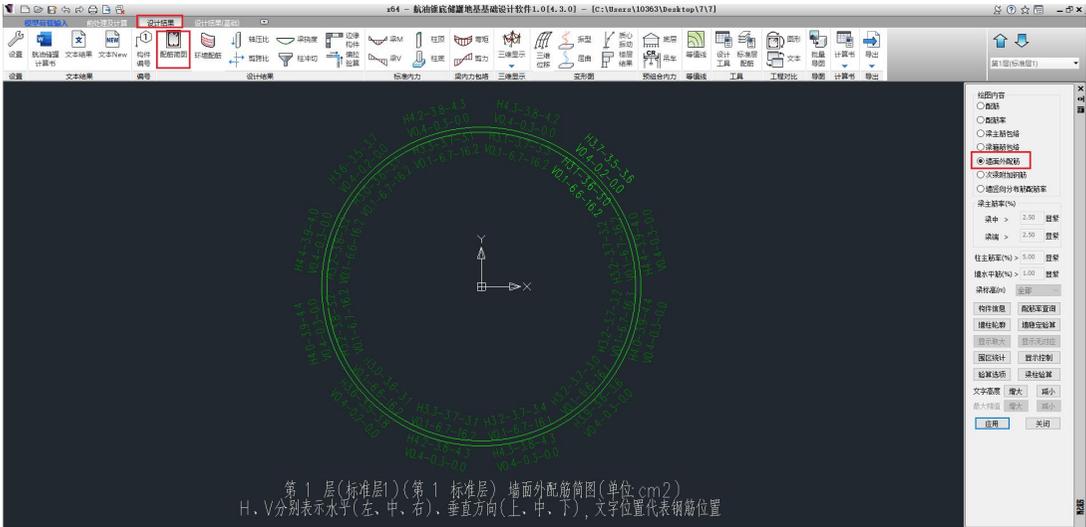
```

N-WC=1 (I=1000002 J=1000003) B*H*Lwc (m)=0.60*9.69*2.80
Cover= 40(mm) aa=484(mm) Nfw=3 Nfw_gz=3 Rcw=30.0 Fy=360 Fyv=360 Fyw=360 Rvw=0.30
砼墙 C30 加强区
livec=1.000
η mu=1.000 η vu=1.200 η md=1.000 η vd=1.200
(119)M= 318.3 V= -477.6 λ w= 0.072
Nu= -8778.9 Uc=0.07
( 1)M= -0.4 N= -2364.9 As= 0.0
(119)V= -573.1 N= -7859.8 Ash= 300.0 AshCal= 0.0 Rsh= 0.25
环墙截面按环向力配筋 As = 4206.35, Ft = 1514.28
Rvx=1.14%<30%
Rvy=15.53%<30%
    
```

### 3.4.2 配筋简图-有限元

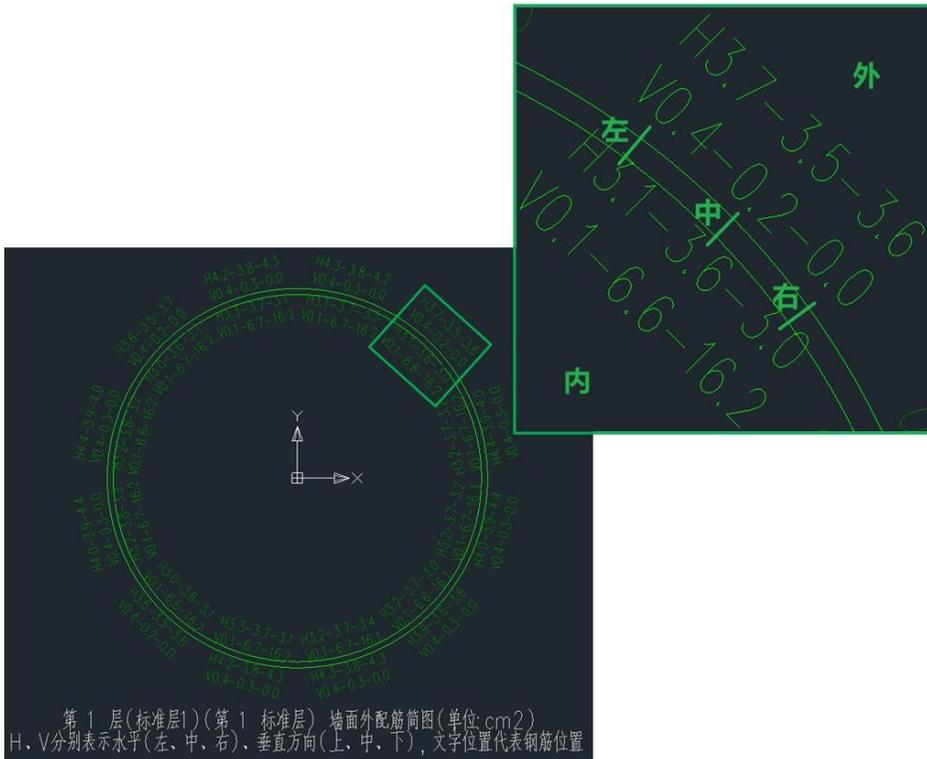
有限元计算结果通过点击【设计结果】菜单下的【配筋简图】，并在右侧菜单中选择“墙面外配筋”查看：

### 第三章 计算分析与设计

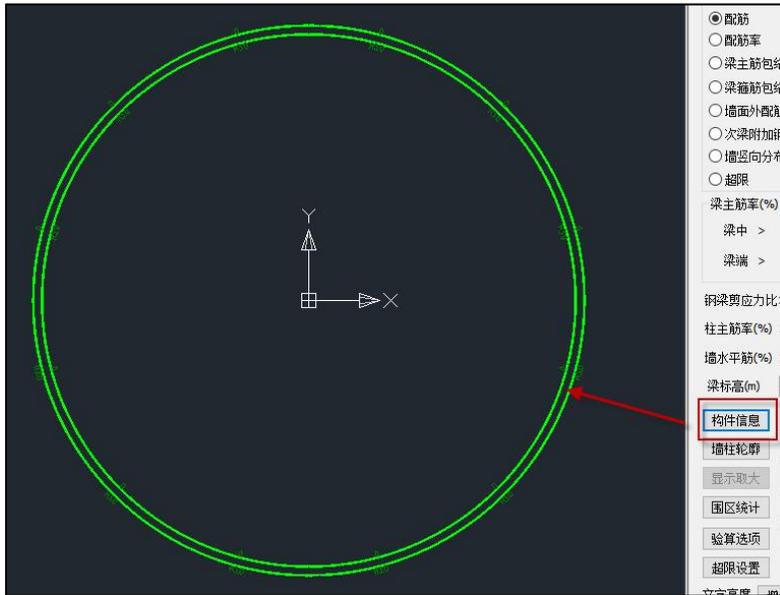


由于环墙有可能受土压力这样的墙的面外荷载,设计的重点是墙的横向和竖向分布钢筋。软件在配筋结果菜单下设置了“墙面外钢筋”菜单,对承受面外荷载的墙输出分布钢筋的 12 个数值,适应墙分布筋内外侧不同、上下左右加密的布置状况。

对每片墙的两侧分别输出分布钢筋, H 代表水平分布钢筋,给出上、中、下三个数值; V 代表竖向分布钢筋,给出左、中、右三个数值:



配筋结果文件给出这 12 个数值的详细计算过程，并在其中体现出。



```

N-WC=1 (I=1000002 J=1000003) B*H*Lwc (m)=0.60*9.69*2.80
Cover= 40 (mm) aa=484 (mm) Nfw=3 Nfw_gz=3 Rcw=30.0 Fy=360 Fyv=360 Fyw=360 Rvw=0.30
砌墙 C30 加强区
livec=1.000
η mu=1.000 η vu=1.200 η md=1.000 η vd=1.200
(119)M= 318.3 V= -477.6 λ w= 0.072
Nu= -8778.9 Uc=0.07
( 1)M= -0.4 N= -2364.9 As= 0.0
(119)V= -573.1 N= -7859.8 Ash= 300.0 AshCal= 0.0 Rsh= 0.25
环墙截面按环向力配筋 As = 4206.35, Ft = 1514.28
Rvx=1.14%<30%
Rvy=15.53%<30%
面外设计结果(每延米单侧计算配筋面积):
Left-H-Left: ( 0)M= 0.0 N= 0.0 As=67 (mm2)
Left-H-Mid: ( 0)M= 0.0 N= 0.0 As=67 (mm2)
Left-H-Right: ( 0)M= 0.0 N= 0.0 As=67 (mm2)
Left-V-Up: ( 77)M= -3.5 N= -0.0 As=18 (mm2)
Left-V-Mid: ( 0)M= 0.0 N= 0.0 As=0 (mm2)
Left-V-Dw: ( 0)M= 0.0 N= 0.0 As=0 (mm2)
Right-H-Left: ( 77)M= 112.9 N= 406.3 As=1186 (mm2)
Right-H-Mid: ( 77)M= 113.2 N= 405.6 As=1186 (mm2)
Right-H-Right: ( 77)M= 112.8 N= 406.2 As=1185 (mm2)
Right-V-Up: ( 36)M= 4.4 N= -0.0 As=22 (mm2)
Right-V-Mid: ( 77)M= 452.1 N= -0.0 As=2467 (mm2)
Right-V-Dw: ( 77)M= 684.6 N= -0.0 As=3870 (mm2)
抗剪承载力: WS_XF= 1842.89 WS_YF= 6877.77
    
```

### 3.5 支柱配筋设计

软件对每根柱取顶、底两个截面进行承载力配筋计算。

### 3.5.1 正截面配筋

#### 一、轴心受压

当柱中轴力为压力时，软件按照轴心受压状态根据《混凝土规范》6.2.15 确定配筋。如截面还存在弯矩(偏心受压)，则与偏压配筋结果两者取大作为计算配筋。

#### 二、偏心受压

在大多数情况下，柱中不但存在轴力，还存在绕截面两个主轴方向的弯矩。软件对柱提供了“单偏压”和“双偏压”两种配筋模式。

“单偏压”配筋模式是指在确定绕截面一个主轴的配筋时，忽略绕另一个主轴实际存在的弯矩；“双偏压”配筋模式是指在确定截面配筋时，同时考虑绕截面两个主轴的弯矩。需要指出的是，对于角柱(需用户指定)、异形柱(T形、L形、十字形)、圆形柱，该选项不起作用(角柱、异形柱按照“双偏压”模式配筋；圆形按照“单偏压”模式配筋)。

#### 三、单偏压计算

##### 1、弯矩增大系数和附加偏心距

软件根据《混凝土规范》6.2.3 条、6.2.4 条确定由于 P- $\delta$  引起的弯矩增大系数，根据 6.2.5 条确定附加偏心距  $ea$ 。

##### 2、承载力计算

对于矩形截面柱，软件采用对称配筋方式根据《混凝土规范》6.2.17 条进行承载力计算；对于圆形截面柱，软件根据《混凝土规范》附录 E.0.4 条进行承载力计算。

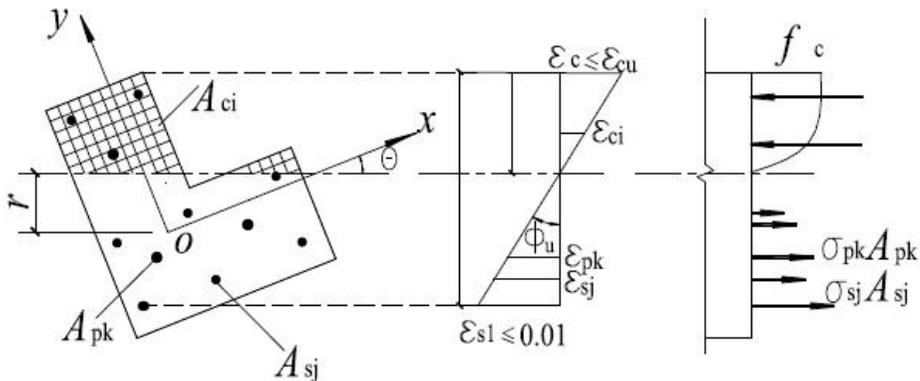
#### 四、双偏压计算

##### 1、弯矩增大系数和附加偏心距

对于矩形截面柱，软件在截面两个主轴方向分别按照与单偏压一致的方法考虑本方向的弯矩增大系数和附加偏心距；对于异形截面柱，软件根据《混凝土异形柱结构技术规程》(JGJ149-201)5.1.2 条第 4 款、5.1.4 条确定偏心距增大系数和附加偏心距。

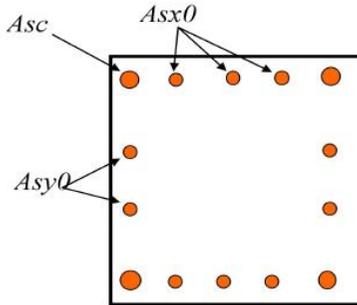
##### 2、承载力计算

软件根据《混凝土规范》附录 E.0.1 条进行双偏压承载力计算，如下图所示。

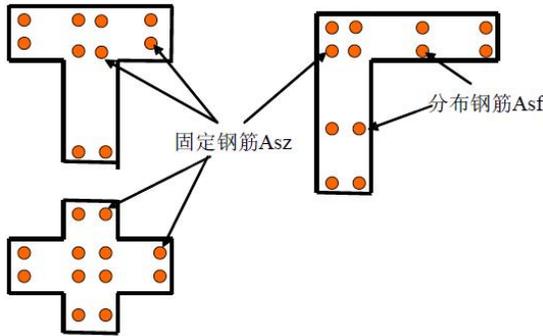


从上图可以看出，钢筋距中和轴距离不同，其应力也各不相同，距中和轴越远钢筋应力越大，距中和轴越近钢筋应力越小。比较理想的方式是将钢筋布置在远离中和轴的位置，以便更大程度的发挥钢筋的作用。但是，由于不同组合的设计内力不同，中和轴的位置也各有差异，软件在综合考虑各种受力情况和规范构造要求的基础上确定了较为合理的布筋原则。

对于矩形截面柱，软件按照对称布筋的方式将钢筋分为角部钢筋  $A_{sc}$ 、上下侧面钢筋  $A_{sx0}$  和左右两侧钢筋  $A_{sy0}$  三部分，如下图所示，软件在文件中输出的单侧钢筋面积：



对于异形截面柱，软件将钢筋分为固定钢筋  $A_{sz}$  和分布钢筋  $A_{sd}$ ，如下图所示。固定钢筋是指布置在截面各个肢的交叉点和肢端的钢筋，分布钢筋是指布置在肢长超过某一限值(软件取 250mm)后布置在肢的中间部位的钢筋。



### 五、矩形截面柱角筋

对于矩形截面柱，软件在文件中输出了单根角筋面积  $A_{sc}$ 。当选择双偏压配筋模式时，该面积由程序计算确定；当选择单偏压配筋模式时，软件按照截面长边尺寸  $h$  确定角筋面积。具体如下：

$h \leq 410\text{mm}$ 时	$A_{sc} = 153\text{mm}^2$ (直径为14mm)
$410\text{mm} \leq h \leq 560\text{mm}$ 时	$A_{sc} = 201\text{mm}^2$ (直径为16mm)
$560\text{mm} \leq h \leq 710\text{mm}$ 时	$A_{sc} = 254\text{mm}^2$ (直径为18mm)
$710\text{mm} \leq h \leq 860\text{mm}$ 时	$A_{sc} = 314\text{mm}^2$ (直径为20mm)
$860\text{mm} \leq h \leq 1010\text{mm}$ 时	$A_{sc} = 380\text{mm}^2$ (直径为22mm)
$h > 1010\text{mm}$ 时	$A_{sc} = 490\text{mm}^2$ (直径为25mm)

按上述截面尺寸确定的角筋面积还应满足:

$$A_{sc} \leq 0.1\% bh$$

## 六、构造配筋

### 1、矩形、圆形截面柱

根据《混凝土规范》11.4.12 条，软件中柱全部纵向钢筋最小配筋率按下表取值。

柱类型	抗震等级					
	特一级	一级	二级	三级	四级	非抗震
中柱、边柱	1.3(1.4)	0.9(1.0)	0.7(0.8)	0.6(0.7)	0.5(0.6)	0.5
角柱	1.5	1.1	0.9	0.8	0.7	0.5
框支柱	1.5	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7

### 2、异形截面柱

根据《混凝土异形柱结构技术规程》6.2.5 条，软件中异形柱全部纵向钢筋最小配筋率按下表取值。

柱类型	抗震等级				
	一级	二级	三级	四级	非抗震
中柱、边柱	1.0	0.8(0.9)	0.8(0.8)	0.8(0.8)	0.6
角柱	1.2	1.0	0.9	0.8	0.8

注:

1. 表中括号内数值用于框架结构的柱;
2. 采用 400MPa 级纵向受力钢筋时, 应分别按表中数值减小 0.05 采用。

根据《混凝土异形柱结构技术规程》6.2.6 条，软件中异形柱全部纵向钢筋最大配筋率非抗震设计取 4%，抗震设计取 3%。

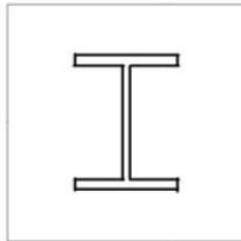
当柱全部纵向钢筋配筋率超出最大配筋率限值时，软件会给出相应提示。另外，根

据《抗震规范》6.3.8 条要求，对于一级且剪跨比小于 2 的矩形截面柱，当单侧纵向钢筋配筋率大于 1.2%时，软件会给予相应提示。

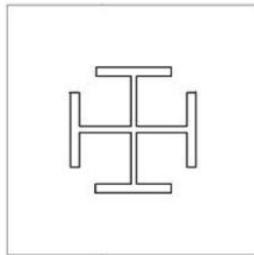
### 七、型钢混凝土柱

用户选用《组合结构设计规范》时，软件根据该规程 6.2.2 条进行承载力计算；当用户选用《钢筋混凝土结构技术规程》时，软件根据该规程 6.3.2 条、6.3.3 条及 6.3.7 条进行承载力计算。目前软件对型钢混凝土柱只支持单偏压配筋模式。

需要指出的是，当型钢混凝土柱只配置单面工字钢时，如下图所示，如选用《组合结构设计规范》，软件在与型钢腹板平行方向按型钢混凝土柱进行配筋计算，在与型钢腹板垂直方向忽略型钢作用，按普通混凝土柱进行配筋计算(构造仍按型钢混凝土柱采用)；如选用《钢筋混凝土结构技术规程》计算，软件在两个方向均能考虑型钢作用，按型钢混凝土柱进行配筋计算。



当型钢混凝土柱配置垂直交叉工字钢时，如下图所示，两种规程在两个方向都按型钢混凝土柱进行配筋计算，但是选用《组合结构设计规范》时只考虑本方向工型钢的作用，而忽略另一个方向工型钢；采用《钢筋混凝土结构技术规程》时在每个方向都考虑交叉工型钢的作用。



## 3.5.2 斜截面配筋

### 一、最小截面尺寸

软件根据《混凝土规范》6.3.16 条、11.4.9 条确定框架柱受剪最小截面尺寸。当柱为圆形截面柱时，根据《混凝土规范》6.3.15 条，软件将其化为矩形截面柱处理。

当柱受剪截面尺寸超限时，软件会给出相应提示。

## 二、承载力计算

软件根据《混凝土规范》6.3.12条、6.3.14条、6.3.17条、11.4.7条、11.4.8条及11.4.10条进行拉剪、压剪承载力配筋计算，对于非地震组合和人防组合，当柱中存在扭矩时，软件还根据规范有关条款进行拉剪扭、压剪扭配筋计算。

## 三、异形柱

对于异形截面柱，软件根据两个垂直柱肢的面积比将轴向力  $N$  分配为  $N_x$ 、 $N_y$ ，根据两个柱肢的受扭塑性抵抗矩比将扭矩  $T$  分配为  $T_x$ 、 $T_y$ ，并将  $N_x$ 、 $T_x$  与相应肢平行的剪力(假定为  $V_x$ )， $N_y$ 、 $T_y$  与相应肢平行的剪力(假定为  $V_y$ )分别按照矩形截面单向受剪进行配筋计算，单肢受剪最小截面尺寸要求与矩形截面柱单向受剪要求一致。

## 四、构造配筋

对于矩形、圆形截面柱，软件根据《混凝土规范》11.4.17条确定框架柱、框支柱箍筋最小体积配箍率；对于异形截面柱，除符合上述规定外，尚不小于按《混凝土异形柱结构技术规程》6.2.9条确定的体积配箍率。需要指出的是，在按轴压比确定最小配箍特征值时，软件一般采用地震作用组合的轴压比，但是对于不计算地震作用但采取抗震构造措施的结构，软件采用非地震作用组合的轴压比确定最小配箍特征值。

## 五、型钢混凝土柱

当用户选择《组合结构设计规范》时，软件按照该规程6.2.14条进行型钢混凝土柱受剪最小截面尺寸验算；当用户选择《型钢混凝土结构技术规程》时，软件按照该规程6.3.11条、6.3.10条第3款分别按照型钢混凝土柱和钢筋混凝土柱进行受剪最小截面尺寸验算。

当截面抗剪超出规程限制时，软件会给出相应提示。

对于承载力配筋计算，软件按照《组合结构设计规范》6.2.16、6.2.17、6.2.18条或《型钢混凝土结构技术规程》6.3.8条及6.3.10条确定箍筋面积。

### 3.5.3 轴压比控制

根据《混凝土规范》11.4.16条，软件中矩形、圆形截面柱的轴压表限值按下表取值。

结构体系	抗震等级			
	一级	二级	三级	四级
框架结构	0.65	0.75	0.85	0.90
框架-剪力墙结构、筒体结构 板柱-剪力墙结构	0.75	0.85	0.90	0.95
部分框支剪力墙结构	0.60	0.70	—	

注:

1. 轴压比指柱地震作用组合的轴压力设计值与柱的全截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比; 不进行地震作用计算但取抗震构造措施的结构, 取无地震作用组合的轴力设计值计算;
2. 当混凝土强度等级为 C65~C70 时, 轴压比限值按表中数值减小 0.05; 混凝土强度等级为 C75~C80 时, 轴压比限值直接表中数值减小 0.10;
3. 剪跨比不大于 2 的框架柱轴压比限值应降低 0.05; 剪跨比小于 1.5 的框架柱, 轴压比限值应降低 0.1;
4. 柱经采用上述加强措施后, 其最终的轴压比限值不应大于 1.05。

根据《混凝土异形柱结构技术规程》6.2.2 条, 软件中异形截面柱轴压比限值按下表取值。

结构体系	截面形式	抗震等级			
		一级	二级	三级	四级
框架结构	L 形、Z 形	—	0.50	0.60	0.70
	T 形	—	0.55	0.65	0.75
	十字形	—	0.60	0.70	0.80
框剪结构	L 形、Z 形	0.40	0.55	0.65	0.75
	T 形	0.45	0.60	0.70	0.80
	十字形	0.50	0.65	0.75	0.85

当计算最大轴压比超出轴压比限值时, 软件会给予相应提示。

### 3.6 基础计算分析与设计

YJK-STF 将基础与上部结构联合建模、联合计算, 是一款真正体现储罐地基基础设计特点、结合储罐地基基础设计规范的基础结构设计软件。

#### 3.6.1 地基承载力验算

本软件假定基底反力成直线分布。计算依据为《建筑地基基础设计规范

GB50007-2011》。

### 一、地基基础压力满足条件

地基基础压力应满足如下要求：

(a) 轴心荷载作用

$$p_k \leq f_a$$

(b) 偏心荷载作用

$$p_{k \max} \leq 1.2f_a$$

式中：

$f_a$  —— 修正后地基承载力特征值 (kPa) ；

$p_k$  —— 相应于荷载效应标准组合时，基础底面处的平均压力设计值 (kPa) ；

$p_{k \max}$  —— 相应于荷载效应标准组合时，基础底面边缘的最大压力值 (kPa) 。

### 二、基础底面压力的计算

基础底面荷载的统计范围为：柱荷载、墙荷载、荷载作用面标高以下的上部结构自重、基础荷载、基础覆土重以及基础构件自重。

荷载效应标准组合计算公式：

$$S = S_{GK} + S_{Q1K} + \sum_{i=2}^n \psi_{ci} S_{QiK}$$

式中：

$S_{GK}$  —— 按永久荷载标准值计算的荷载效应值；

$S_{Q1K}$  —— 按可变荷载标准值计算的荷载效应值， $S_{Q1K}$  为诸可变荷载效应中起控制作用者；

$\psi_{ci}$  —— 可变荷载的组合值系数；

$n$  —— 参与组合的可变荷载数。

(a) 当轴心荷载作用时

$$p_k = \frac{N}{A}$$

(b) 当偏心荷载作用时

$$p_{ki} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_x}{I_x} y_i \pm \frac{M_y}{I_y} x_i$$

$$p_{k \max} = \max(p_{k1}, p_{k2}, p_{k3} \cdots, p_{ki})$$

$$p_{k \min} = \min(p_{k1}, p_{k2}, p_{k3} \cdots, p_{ki})$$

式中：

$p_{ki}$  —— 偏心荷载作用下，每块筏板形心处的压力值；

$p_{kmax}$  —— 基础底面的最大压力值；

$p_{kmin}$  —— 基础底面的最小压力值；

$M_x$ 、 $M_y$  —— 相应于荷载效应标准组合时，基础底面的力矩值；

$I_x$ 、 $I_y$  —— 筏板基础的总惯性矩；

$x_i$ 、 $y_i$  —— 第  $i$  块筏板每个角点到筏板总形心的距离。

注意：建模需注意上部构件不能超出底板围区范围。如超出，超出部分构件荷载不会被统计。因此会导致计算错误。

### 三、地基承载力特征值修正

地基承载力特征值修正的计算公式：

$$f_{a,i} = f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

式中：

$f_{a,i}$  —— 第  $i$  块筏板的修正后地基承载力特征值 (kPa) ；

$f_{ak}$  —— 地基承载力特征值 (kPa)，考虑地基处理后的土层，取自地勘资料；

$\eta_d$  —— 基础埋深的地基承载力修正系数，取自地勘资料；

$\gamma$  —— 基底下土的天然重度，地下水位以下为浮重度 ( $\gamma_{sat} - 10$ ) (kN/m<sup>3</sup>) ；

$\gamma_m$  —— 基底以上土的加权平均重度 (kN/m<sup>3</sup>)，地下水位以下取浮重度；

$d$  —— 基础埋置深度 (m)，从室外地坪标高算起。当  $d < 0.5m$  时，取  $d = 0.5m$ 。计算时，不考虑宽度修正。

### 四、满足系数

对于整块板，满足系数公式为：

当轴心荷载作用时：

$$\alpha = \frac{f_a}{P_k}$$

当偏心荷载作用时：

$$\alpha = \frac{1.2f_a}{P_{k\max}}$$

对于单块板，满足系数公式为：

当轴心荷载作用时：

$$\alpha = \frac{f_{a,i}}{P_k}$$

当偏心荷载作用时：

$$\alpha = \frac{1.2f_{a,i}}{P_{ki}}$$

本软件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。

### 3.6.2 桩承载力验算

依据《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）5.3 条计算单桩竖向承载力特征值。

桩受压承载力需要满足的条件：

（a）荷载效应标准值：

轴心竖向力作用下

$$N_k \leq R$$

偏心竖向力作用下，除满足上式外，尚应满足下式的要求：

$$N_{k\max} \leq 1.2R$$

（b）地震作用效应和荷载效应标准组合：

轴心竖向力作用下

$$N_{Ek} \leq 1.25R$$

偏心竖向力作用下，除满足上式外，尚应满足下式的要求：

$$N_{Ek \max} \leq 1.5R$$

式中：

$R$  —— 单桩竖向承载力特征值。

注：单桩竖向承载力特征值没有考虑桩承台效应。 $R=Ra$ 。

本软件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。

### 3.6.3 桩（锚杆）抗拔承载力验算

依据《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）5.4.5、5.4.6 条计算抗拔承载力标准值。承受拔力的桩基，应满足下式的要求：

$$N' \leq T_{uk} / 2 + G_p$$

抗拔承载力标准值为  $T_{uk} / 2 + \zeta_p G_p$

$$T_{uk} = \sum \lambda_i q_{sik} u_i l_i$$

式中：

$T_{uk}$  —— 群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值（kN）；

$G_p$  —— 基桩自重（kN），地下水位以下取浮重度，对于扩底桩应按  $u_i$  的参数解释确定桩、土柱体周长，计算桩、土自重；抗拔大直径长度（ $d$  的  $n$  倍）范围内，桩容重计算公式为： $\gamma = \gamma_s + d^2/D^2 * (\gamma_p - \gamma_s)$ ；

$\gamma_s$  —— 土层的天然重度，地下水位以下取浮重度（kN/m<sup>3</sup>）；天然重度与饱和重度均在地勘资料中交互，浮重度为对应的饱和重度-10；

$\gamma_p$  —— 桩容重，地下水位以下取桩容重-10；此参数在工程信息界面交互，根据桩的材料类型，可取混凝土桩容重或钢桩容重；

$d$  —— 桩身直径（m）；

$D$  —— 扩底端直径（m）；

$\lambda_i$  —— 抗拔系数，由用户在地勘资料模块交互；

$q_{sik}$  —— 桩侧表面第  $i$  层土的抗压极限侧阻力标准值 (kPa)，由用户交互；

$u_i$  —— 桩身周长 (m)，对于等直径桩取  $u = \pi d$ ；对于扩底桩：按照计算参数“抗拔大直径长度 ( $d$  的倍数)”交互的数值 (假设为)  $n$ ；则  $nd$  长度以下，按扩底端直径  $D$  计算周长； $nd$  长度以上，按非扩底直径  $d$  计算周长；

$l_i$  —— 桩周第  $i$  层土的厚度 (m)；

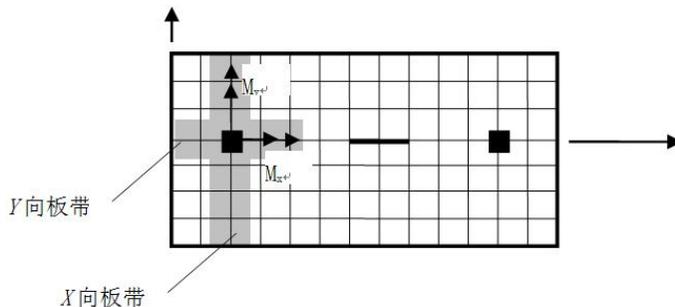
$\zeta_p$  —— 抗拔桩自重折减系数，在“计算参数”界面交互；默认取 1.0。

注意：计算扩底抗拔桩自重时，不考虑扩底段矢高。

### 3.6.4 底板配筋设计

#### 一、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  $As_x$  的意思是：假设按  $As_x$  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。



#### 二、墙下板带配筋设计

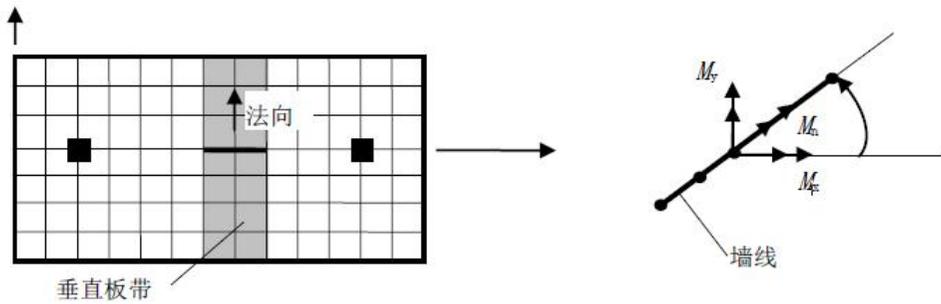
沿墙线有若干结点，每个结点上的都有一组正弯矩： $M_x$  和  $M_y$ 。先将  $M_x$  和  $M_y$  向墙法线方向投影，得到法向正弯矩  $M_n$ ，以  $M_n$  作为墙下板带配筋设计的依据。 $M_n$  按下式计算：

$$M_n = \frac{M_x + M_y}{2} + \frac{M_x - M_y}{2} \cdot \cos(2\theta) - M_{xy} \cdot \sin(2\theta)$$

式中：

$M_{xy}$  —— 扭矩

$\theta$  ——  $+X$  与墙线方向的夹角。



### 三、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。

### 3.6.5 冲切验算

#### 一、板冲切

##### 1、验算对象：

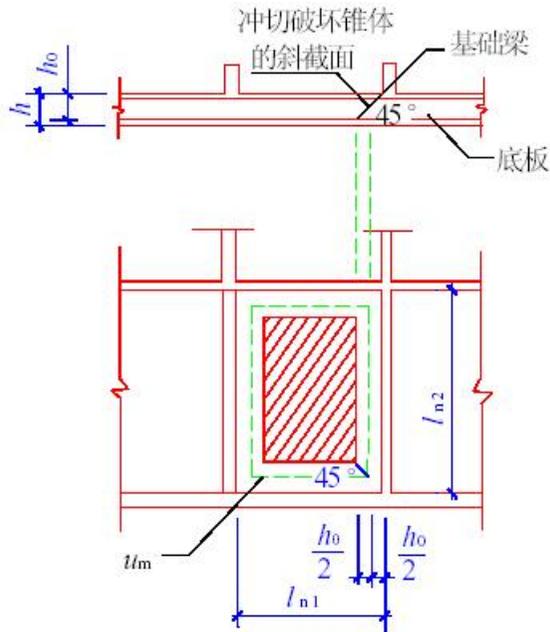
板冲切以单块板为单位，只能验算矩形板。且底板的倾斜角度不应大于  $5^\circ$ 。

##### 2、板冲切验算：

根据《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 的 8.4.12 条进行板冲切计算。

底板受冲切承载力按下式计算：

$$F_l \leq 0.7 \beta_{hp} f_t u_m h_0 / \gamma_{RE}$$



式中：

$F_l$  —— 作用在上图中阴影部分面积上的地基土平均净反力设计值；

$\beta_{hp}$  —— 受冲切承载力截面高度影响系数，当  $h$  不大于 800mm 时， $\beta_{hp}$  取 1.0；当  $h$  大于等于 2000mm 时， $\beta_{hp}$  取 0.9；其间按线性内插法取用；

$f_t$  —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；

$u_m$  —— 距冲切截面边  $h_0/2$  处冲切临界截面的周长；

$h_0$  —— 冲切锥的有效截面高度；

$\gamma_{RE}$  —— 抗震承载力调整系数；

注意：

(1)当底板有倾斜角度时，荷载会转换到板的局部坐标上进行冲切计算。

(2)未对板的边界条件做判断。支撑边为虚梁、或墙开有洞口等情况，计算结果不可作为设计依据。

## 二、柱冲切

### 1、验算对象：

只能验算位于底板墙、底板梁之外独立柱。且底板的倾斜角度不应大于  $5^\circ$ 。

### 2、板冲切验算：

矩形柱冲切计算，由《建筑地基基础设计规范》8.4.7-1 和 8.4.7-2 得出：

$$F_l \leq [0.7(0.4 + 1.2/\beta_s)\beta_{hp}f_t - \alpha_s M_{umb} c_{AB} / I_s] u_m h_0$$

$$F_l = \eta(N + qA - p_j A - F_p)$$

$$\alpha_s = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{(c_1/c_2)}}$$

式中：

$F_l$  —— 相应于荷载效应基本组合时的集中力设计值；

$\eta$  —— 冲切力增大系数；

$\beta_s$  —— 柱（柱墩）截面长边与短边的比值，当 $\beta_s < 2$ 时，取2；当 $\beta_s > 4$ 时，取4；

$\beta_{hp}$  —— 受冲切承载力截面高度影响系数，当 $h$ 不大于800mm时， $\beta_{hp}$ 取1.0；当 $h$ 大于等于2000mm时， $\beta_{hp}$ 取0.9；其间按线性内插法取用；

$f_t$  —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；

$\alpha_s$  —— 不平衡弯矩通过冲切临界截面上的偏心剪力来传递的分配系数；

$c_1$  —— 与弯矩作用方向一致的冲切临界截面的边长；

$c_2$  —— 垂直于 $c_1$ 的冲切临界截面的边长；

$M_{umb}$  —— 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；

$I_s$  —— 冲切临界截面对其重心的极惯性矩；

$u_m$  —— 距冲切截面边 $h_0/2$ 处冲切临界截面的周长；

$h_0$  —— 冲切锥的有效截面高度；

$N$  —— 柱轴力设计值；

$q$  —— 冲切锥顶面的基础面荷载，柱墩上反时 $q=0$ ；

$p_j$  —— 基础全反力；

$A$  —— 冲切破坏锥体面积；

$F_p$  —— 相应于荷载效应基本组合时的桩顶效应，如果冲切锥范围内没有桩，那 $F_p=0$ 。

中柱、角柱、边柱（弯矩作用平面垂直于自由边）冲切计算参数的计算公式由《建筑地基基础设计规范》附录P得。

### 三、桩冲切

#### 1、单桩冲切

验算对象：验算板和虚梁、柱下桩。且底板的倾斜角度不应大于5°。对墙、基础实梁下的桩，不验算。

方桩（《建筑桩基技术规范》的5.9.8-8条）：

$$N_l \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 2.8(b_p + h_0)\beta_{hp}f_t h_0$$

圆桩（《混凝土结构设计规范》的 7.6.2.1 条），经推导可得：

$$N_l \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 2.2(b_p + h_0)\beta_{hp}f_t h_0$$

式中：

$N_l$  —— 基本组合下的基桩净反力设计值；

$N_p$  —— 桩顶作用效应；

$q$  —— 板上荷载设计值(含板自重)；

$b_p$  —— 桩径或边长；

$h_0$  —— 板有效截面高度；

$\beta_{hp}$  —— 冲切承载力高度影响系数。 $h \leq 800$  时， $\beta_{hp} = 1.0$ ， $h \geq 2000$  时， $\beta_{hp} = 0.9$ ，

中间线性插值；

$f_t$  —— 砼抗拉强度设计值；

$\gamma_{RE}$  —— 抗震承载力调整系数，默认为 0.85。

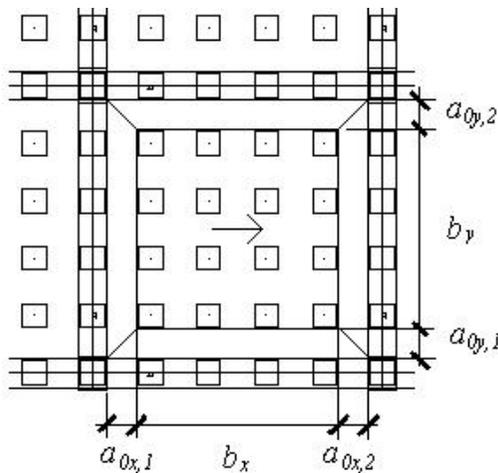
## 2、群桩冲切

群桩冲切以板为单位，只能验算矩形板下的桩。且底板的倾斜角度不应大于  $5^\circ$ 。

根据《建筑桩基技术规范》5.9.8-8 条，可得

$$N_l \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} [(\beta_{0y,1} + \beta_{0y,2})(b_x + \frac{a_{0x,1} + a_{0x,2}}{2}) + (\beta_{0x,1} + \beta_{0x,2})(b_y + \frac{a_{0y,1} + a_{0y,2}}{2})] \beta_{hp} f_t h_0$$

其中： $a_{0y,1}$ ， $a_{0y,2}$ ， $a_{0x,1}$  和  $a_{0x,2}$  的几何意义如下图所示：



### 3.6.6 沉降计算

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內：

$$\Delta \leq [\Delta]$$

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。

#### 一、筏板基础沉降

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：

$$S = \psi \cdot \psi_e \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_i}{E_{si}} \Delta Z$$

$\psi$ ——与压缩模量均值  $E_s$  有关的修正系数

$\psi_e$ ——桩基等效沉降系数；

$\sigma_i$ ——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；

$\Delta Z$ ——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  $\psi$  和土层厚度  $\Delta Z$ 。 $\psi$  取决于筏板的平均附加基底压力和压缩模量当量：

$\bar{E}_s$ 平均附加压	2.5	4.0	7.0	15.0	20.0
$P_0 \geq fak$	1.4	1.3	1.0	0.4	0.2
$P_0 \leq 0.75 fak$	1.1	1.0	0.7	0.4	0.2

注：  $E_s$  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  $\Delta Z$  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  $\Delta Z$  默认取 1.0m。

$b$ (m)	$b \leq 2$	$2 < b \leq 4$	$4 < b \leq 8$	$8 < b$
$\Delta Z$ (m)	0.3	0.6	0.8	1.0

## 二、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：

$$s_c = \xi_e \frac{Ql}{E_c A_{ps}}$$

式中：

$\psi$ ——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；

$\sigma_i$ ——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；

$\Delta Z$ ——计算土层厚度，程序中取 1.0m。

$\xi_e$ ——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。

### 三、储罐地基变形验算

按照《钢制储罐地基基础设计规范》GB50473-2008 6.1.1 条的规定，地基变形特征可分为储罐基础沉降、储罐基础整体倾斜（平面倾斜）、储罐基础周边不均匀沉降（非平面倾斜）及储罐中心与储罐周边的沉降差（储罐基础锥面坡度），软件按照《钢制储罐地基基础设计规范》GB50473-2008 6.1.2 条和 6.1.3 条的规定，考虑储罐型式和容积的不同，以表 6.1.3 中的允许值为基准，自动验算上述三种沉降差（其中程序默认按照浮罐顶进行设置，如需采用固定罐顶值，可以手动在参数的【变形限值】中修改）。

表 6.1.3 储罐地基变形允许值

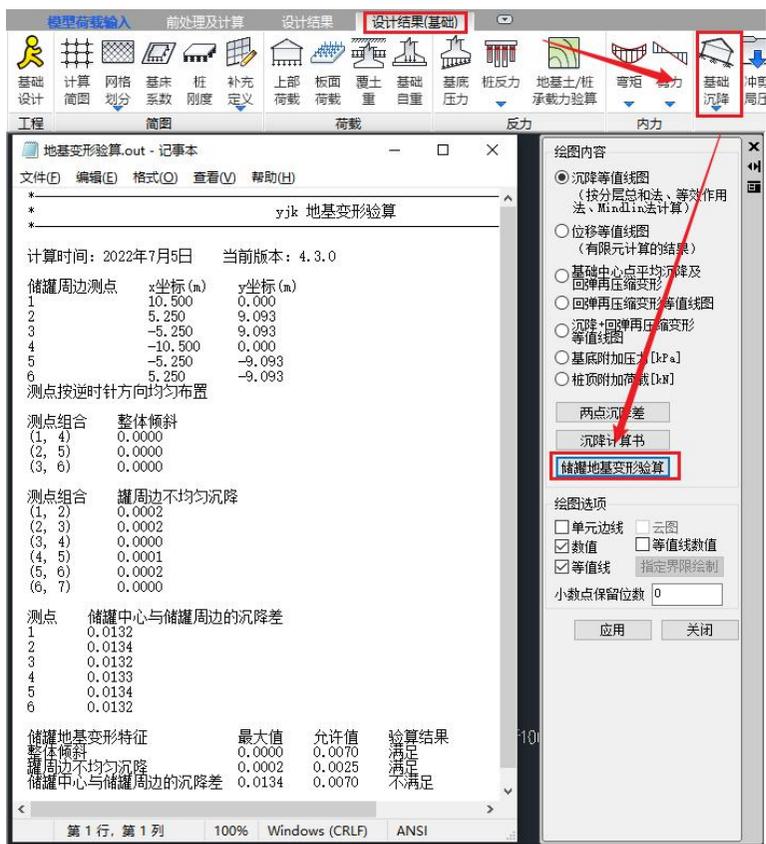
储罐地基变形特征	储罐型式	储罐底圈内直径	沉降差允许值
整体倾斜 (任意直径方向)	浮顶罐与内浮顶罐	$D_i \leq 22$ $22 < D_i \leq 30$ $30 < D_i \leq 40$ $40 < D_i \leq 60$ $60 < D_i \leq 80$ $D_i > 80$	$0.0070D_i$ $0.0060D_i$ $0.0050D_i$ $0.0040D_i$ $0.0035D_i$ $0.0030D_i$
	固定顶罐	$D_i \leq 22$ $22 < D_i \leq 30$ $30 < D_i \leq 40$ $40 < D_i \leq 60$	$0.015D_i$ $0.010D_i$ $0.009D_i$ $0.008D_i$

续表 6.1.3

储罐地基变形特征	储罐型式	储罐底圈内直径	沉降差允许值
罐周边不均匀沉降	浮顶罐与内浮顶罐	—	$\Delta S/l \leq 0.0025$
	固定顶罐	—	$\Delta S/l \leq 0.0040$
储罐中心与储罐周边的沉降差	沉降稳定后 $\geq 0.008$		

按《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB50341-2014 E.4.5、《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473—2008 条文说明 6.1，对非平面倾斜，沿罐壁圆周方向任意 10m

弧长内的沉降差应不大于 25mm，因此按 10m 弧长取沉降计算点。这里的 0.008 为锥坡度，即沉降差与半径的比值，他的限值范围是[0.008,0.035]，储罐地基变形验算的查看以及验算内容如下图所示。



## 3.7 裂缝计算

### 1、适用范围

根据钢筋混凝土柱截面的内力、截面形式、几何尺寸、材料强度等级、配筋情况进行轴心受拉、偏心受拉、受弯及大偏心受压裂缝（mm）计算。

注意：裂缝计算中，构件的受力状态由内力标准值确定；轴压构件不计算裂缝。

### 2、最大裂缝宽度计算

$$w_{\max} = \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_s}{E_s} \left( 1.9c_s + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}} \right)$$

$$w_{\max} \leq [w_{\max}]$$

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65 f_{ik}}{\rho_{te} \sigma_s}$$

$$\rho_{te} = \frac{A_s + A_p}{A_{te}}$$

$$\sigma_s = \sigma_{sq}$$

$w_{\max}$ ——按荷载效应的准永久组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度 (mm)；

$[w_{\max}]$ ——结构构件的最大裂缝宽度限值 (mm)，由用户交互；

$\psi$ ——裂缝间纵向受拉钢筋的应变不均匀系数；当 $\psi < 0.2$ 时，取 $\psi = 0.2$ ；当 $\psi > 1.0$ 时，取 $\psi = 1.0$ ；

$f_{ik}$ ——混凝土轴心抗拉强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)；

$\rho_{te}$ ——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率 (%)；当 $\rho_{te} < 0.01$ 时，取 $\rho_{te} = 0.01$ ；

$A_{te}$ ——有效受拉混凝土截面面积 (mm<sup>2</sup>)；

$A_p$ ——受拉区纵向预应力筋截面面积；

$\sigma_{sq}$ ——按荷载效应的准永久或标准组合计算的钢筋混凝土构件纵向受拉钢筋的应力 (N/mm<sup>2</sup>)

### 3、最大裂缝宽度限值

结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值

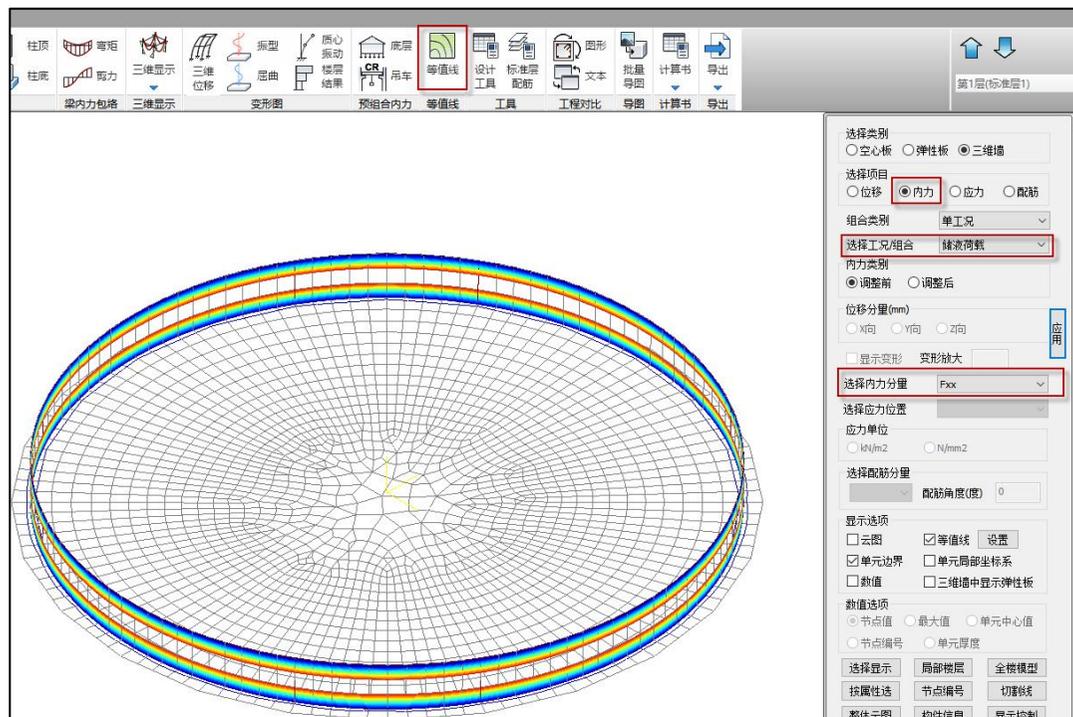
环境类别	钢筋混凝土结构	
	裂缝控制等级	$w_{lim}$ (mm)
一	三	0.3 (0.4)
二 a	三	0.2
二 b	三	0.2
三 a、三 b	三	0.2

### 3.8 计算结果输出

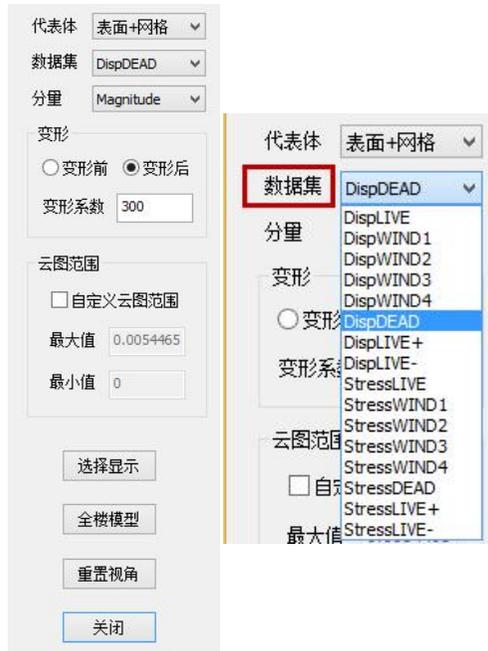
计算将完成储罐所有构件的内力、位移和配筋等的计算，按照所有结构类型通用的方式，可通过设计结果菜单查看设计计算结果，如通过配筋简图查看水池墙的配筋，通过二维和三维方式查看各个构件的单工况内力结果、位移结果和组合结果。

### 3.8.1 等值线图、云图

等值线菜单输出使用壳单元计算的弹性板和剪力墙的内力位移结果，表现壳单元的结果。

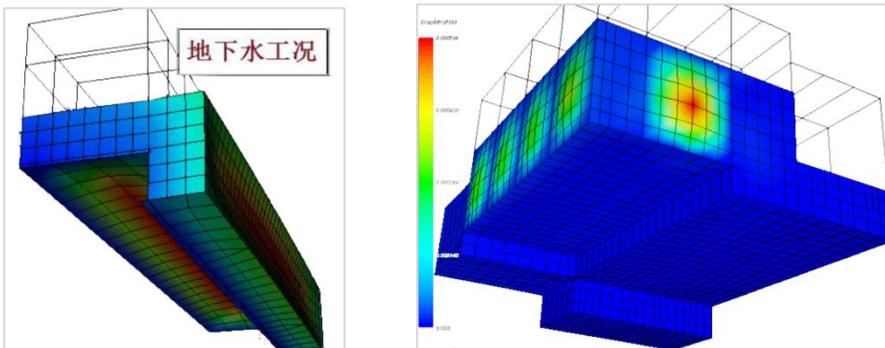


等值线菜单中设置了“整体云图”功能，这是软件提供的另一种有限元计算结果图形显示方式，可对全楼各类构件的结果整体显示，即可把梁柱杆件、弹性楼板、墙体壳元一起显示，并且显示速度快，效果更好。

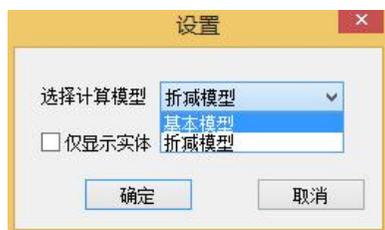


数据集下可以看到记录了用户计算过的各种荷载工况，其中以“Disp”开头的为变形位移结果，“Stress”开头的为应力结果。

可对任一荷载工况查看变形和内力云图，并且可在变形图上显示各种应力结果，一般可进行两步操作：先选择画出某一工况的变形图，再选择该工况的应力结果，比如先选择“DispDEAD”显示恒载的变形结果，再在数据集中选择“StressDEAD”，此后即可在恒载变形图上画出恒载的应力云图。

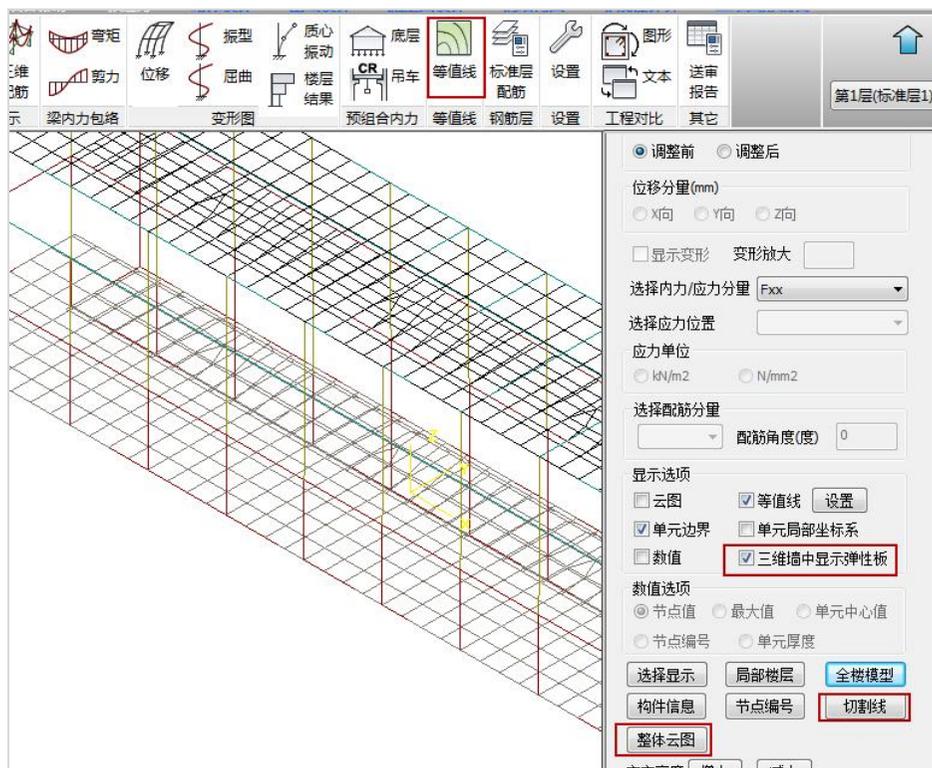


进入整体云图菜单弹出设置选项，对于地震各工况须选择“折减模型”。



### 3.8.2 应用“切割线”查看任意剖面弯矩、剪力

设计结果的等值线下的右侧对话框设置了“切割线”功能，如下图所示。



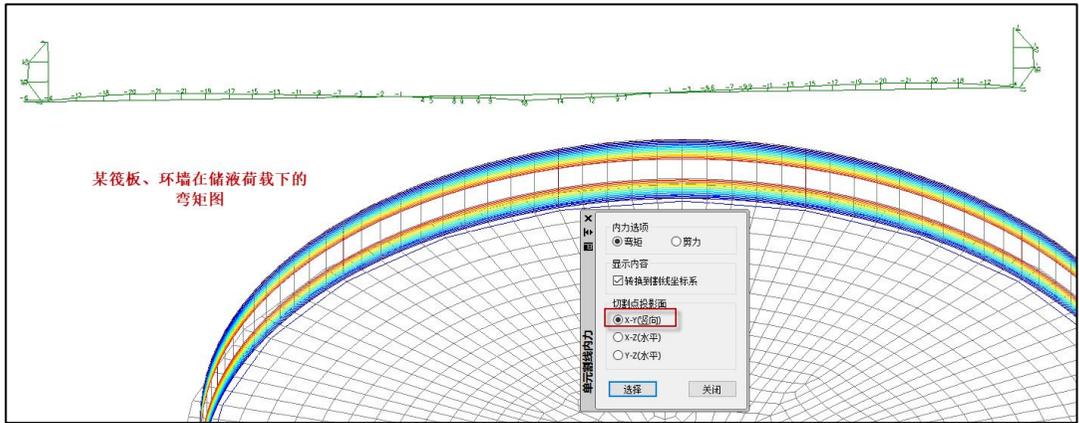
可对用户指定的任一剖切面输出弯矩、剪力图结果，该弯矩、剪力是根据弹性板、剪力墙有限元结果积分而成的。

为了同时显示楼板的弯矩，应勾选“三维墙中显示弹性板”。

先选择某一个荷载工况，点取“切割线”按钮后屏幕弹出如下对话框，其中“转换到割线坐标系”用来控制显示的内力是否投影到割线所在的局部坐标系。



鼠标点取“选择”按钮后用户可在屏幕上用鼠标对模型勾画剖切面的切割线，随后软件在屏幕上画出内力图。



可见切割线菜单输出的弯矩剪力图把环墙与底板组合在同一剖面图下，对内力连续表现的手法是储罐有限元结构设计所需的方法。

## 第四章 储罐基础施工图

### 4.1 基础施工图

基础施工图模块可以对桩筏基础、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》、05S804《矩形钢筋混凝土蓄水池》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。



#### 4.1.1 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。

#### 4.2.2 重新读取、新绘底图与打开旧图

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。



### 4.3.3 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：



#### 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。

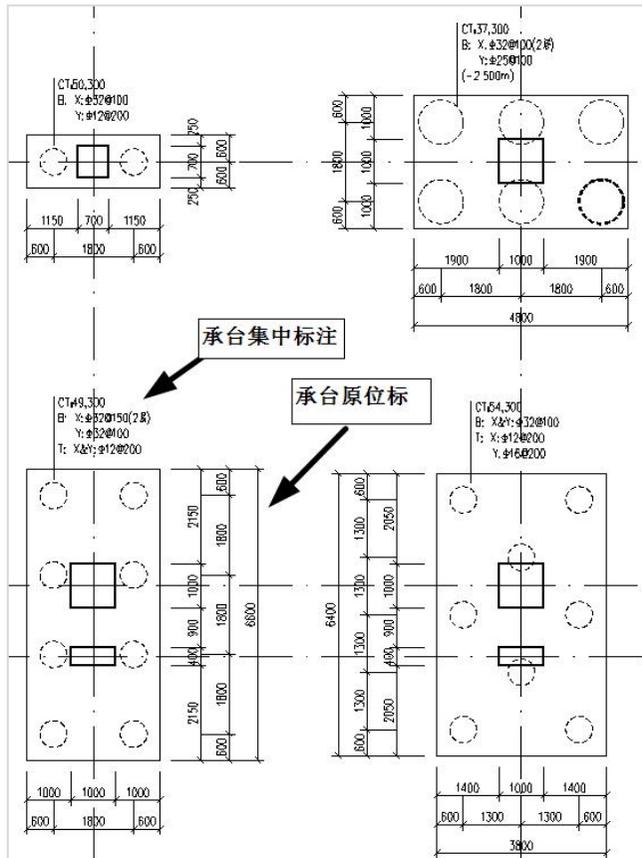
#### 2、承台

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。



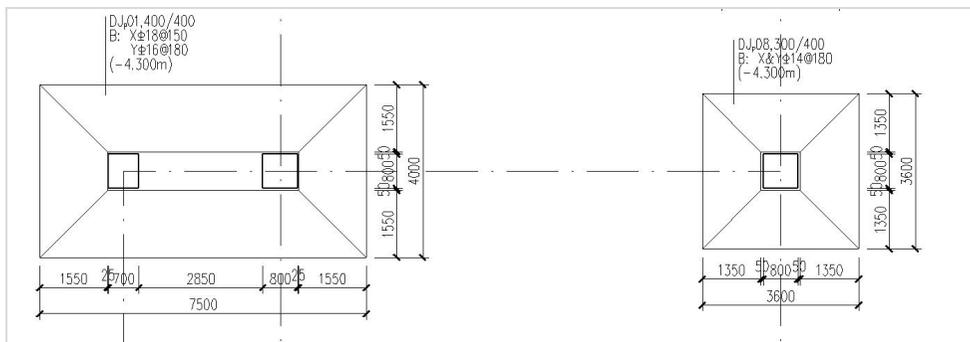
### 3、独基

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。

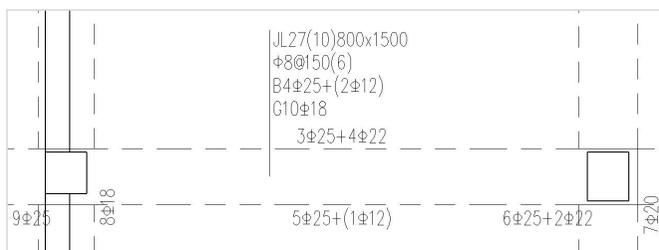


独基施工图标注

#### 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。



地基梁施工图标注

#### 5、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。

#### 4.5.4 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  $2500\text{mm}^2$ ，

而另外两个房间都在  $4500\text{mm}^2$  左右。软件自动配筋时，采用  $4500\text{mm}^2$ （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  $4500\text{mm}^2$ ，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  $2500\text{mm}^2$  的面积进行通筋选择，比如  $32@300$ （面积为  $2680\text{mm}^2$ ），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  $2680\text{mm}^2$  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  $2000\text{mm}^2$  ( $4500-2500=2000$ ) 选择区域补强钢筋，而筏板通长钢筋则依据  $2500\text{mm}^2$ （补强区域外的最大需配面积）进行选择。所以选出的钢筋在补强区域内大于  $4500\text{mm}^2$ ，区域外仅仅大于  $2500\text{mm}^2$ ，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

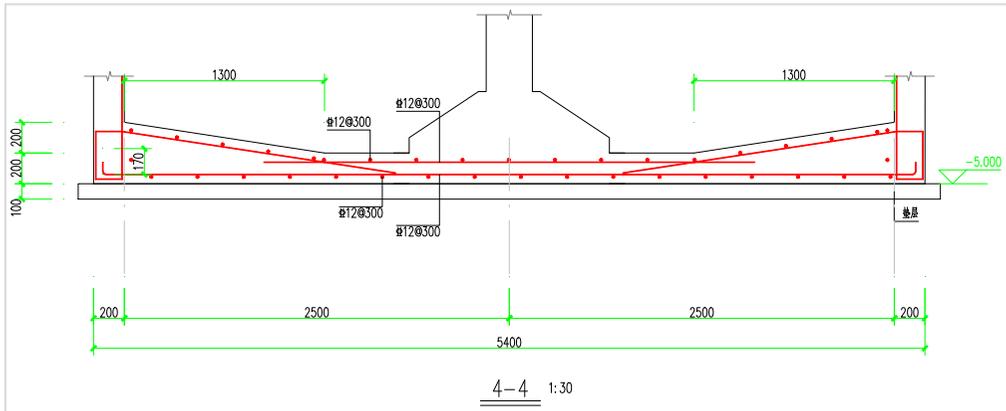
#### 4.5.5 筏板剖面图

基础施工图中“剖面图”功能用于绘制各类基础构件的剖面详图。绘制筏板剖面图时需要指定筏板剖切线的位置，程序会按照剖切范围绘制剖面图。绘制其他基础构件剖面图时，直接选择需要绘制剖面图的构件即可。



软件按照水池图集 05S804《矩形钢筋混凝土蓄水池》绘图习惯进行水池底板施工图

绘制，绘制效果如下图所示：



#### 4.5.6 基础构件剖面图

本功能用于对承台、独立基础、柱墩、地基梁、基坑绘制剖面图。

构件剖面图

**剖面类型**

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

基坑

如果不是批里生成，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）：

筏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。

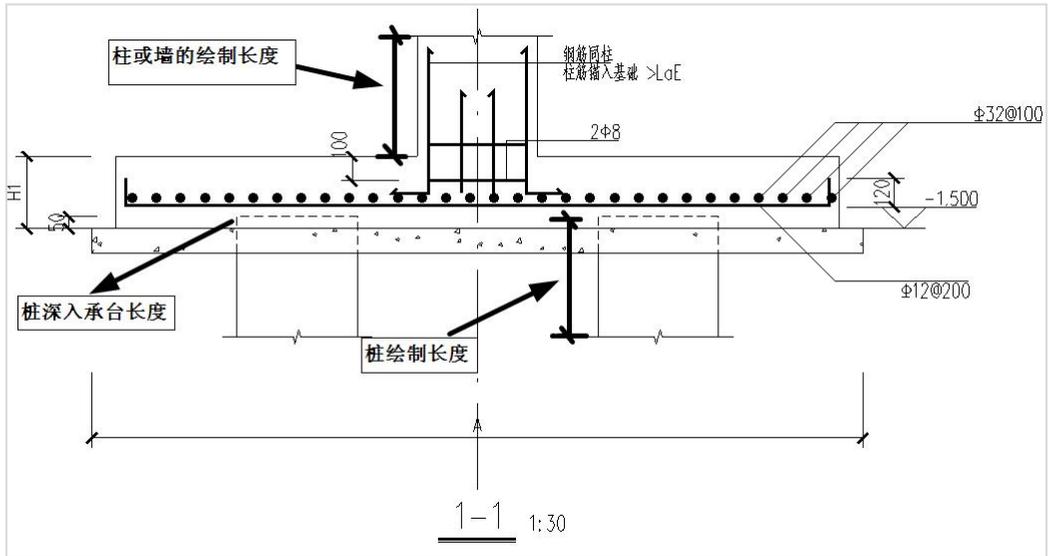
点击“基础构件剖面图”菜单：

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。

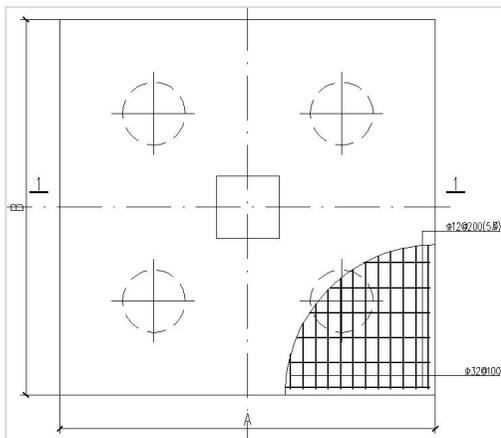
“垫层厚度”，用户控制绘制施工图时，垫层的绘制厚度，如果输入0，不绘制垫层。

“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：

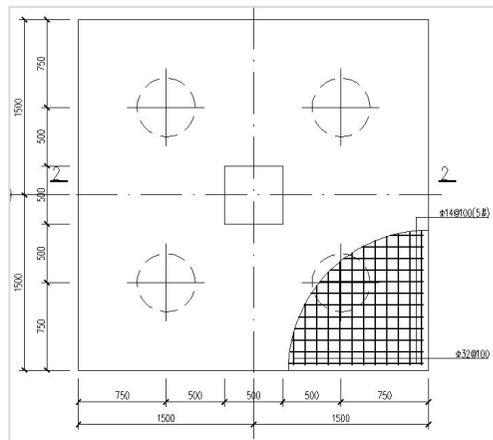


柱或墙的绘制长度示意图

“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



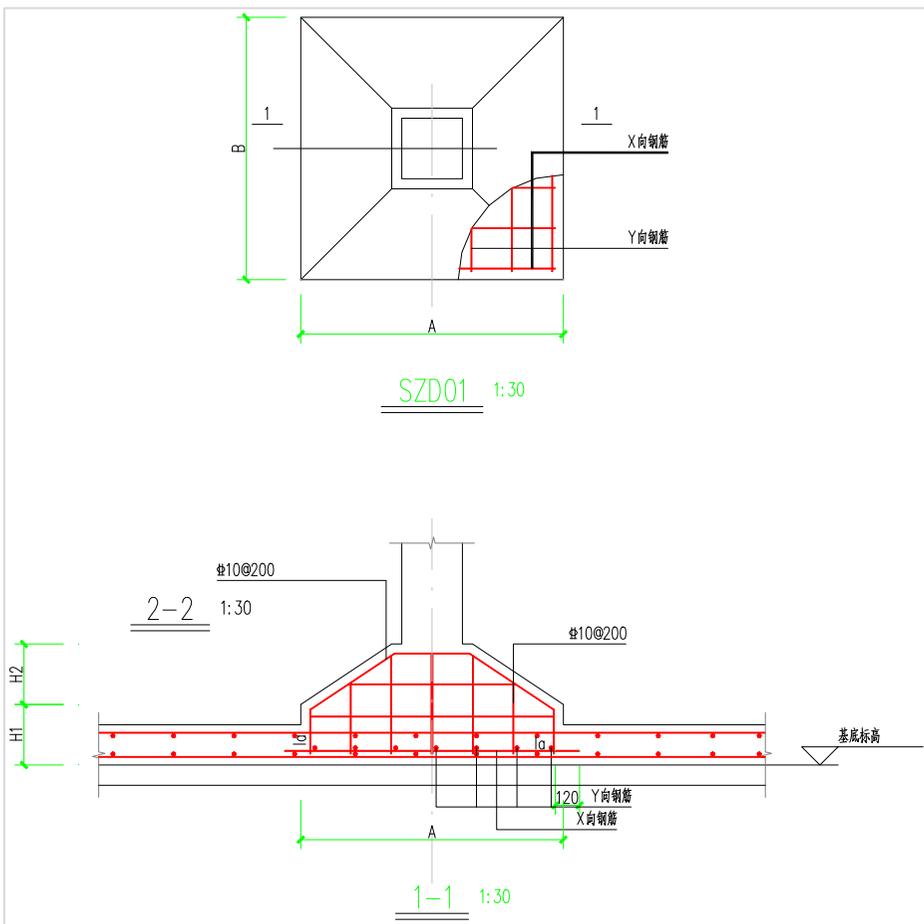
(b) 按实际尺寸绘制

2)选中需要生成剖面图的基础构件，如柱墩，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，软件实时的画出柱墩平面图，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，软件继续显示剖面部分，要求用户重新选择搁放位置，然后点击右键确认，柱墩剖面图绘制完毕。



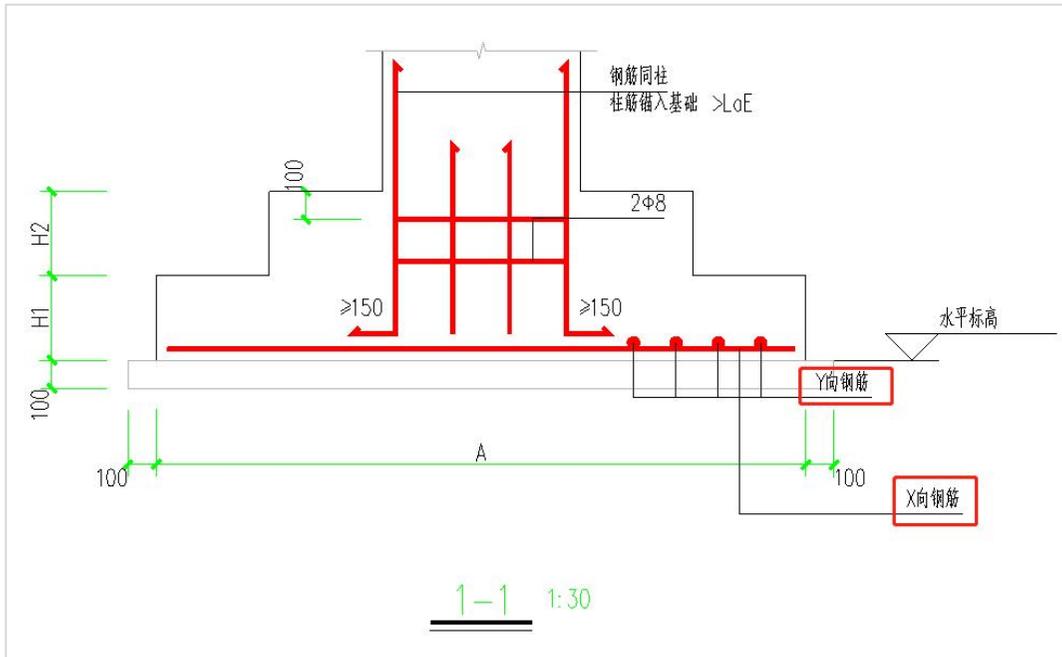
可以对剖面图进行批量绘制，点击“批量绘图”即可绘制所选基础类型的全部剖面图。

勾选【尺寸按示意图】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：

如果是杯口独基,需要输入:

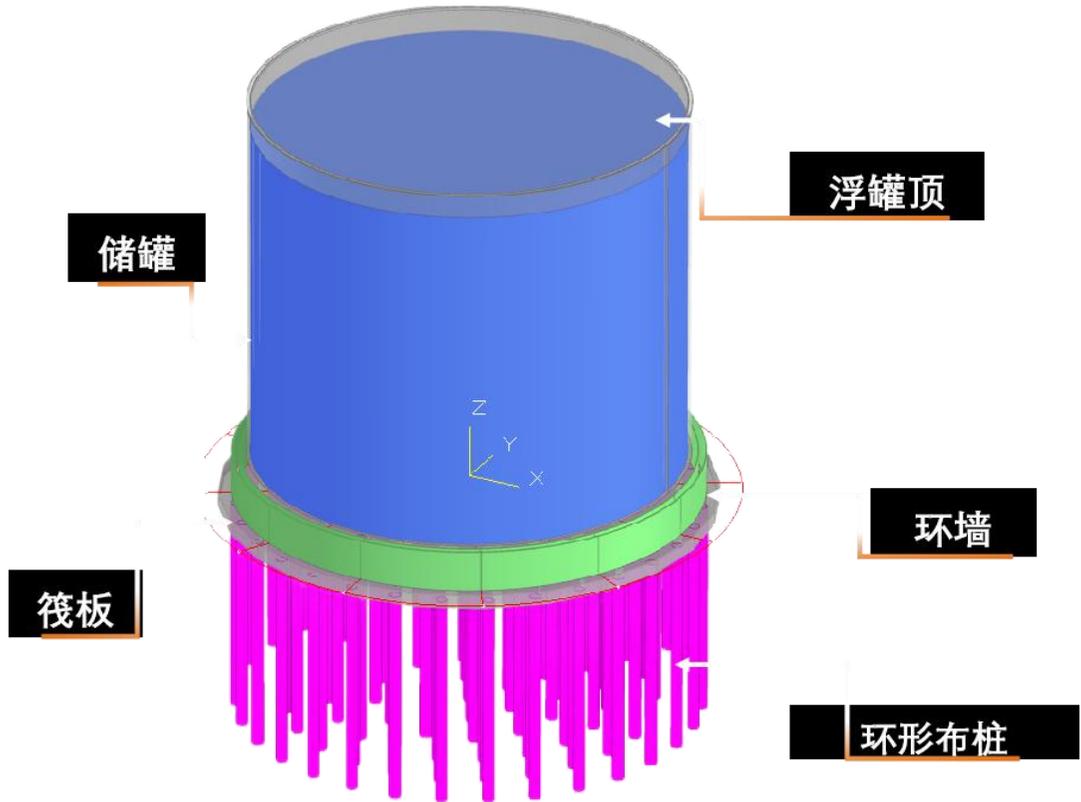
杯口深度: 300.0

尺寸按示意图

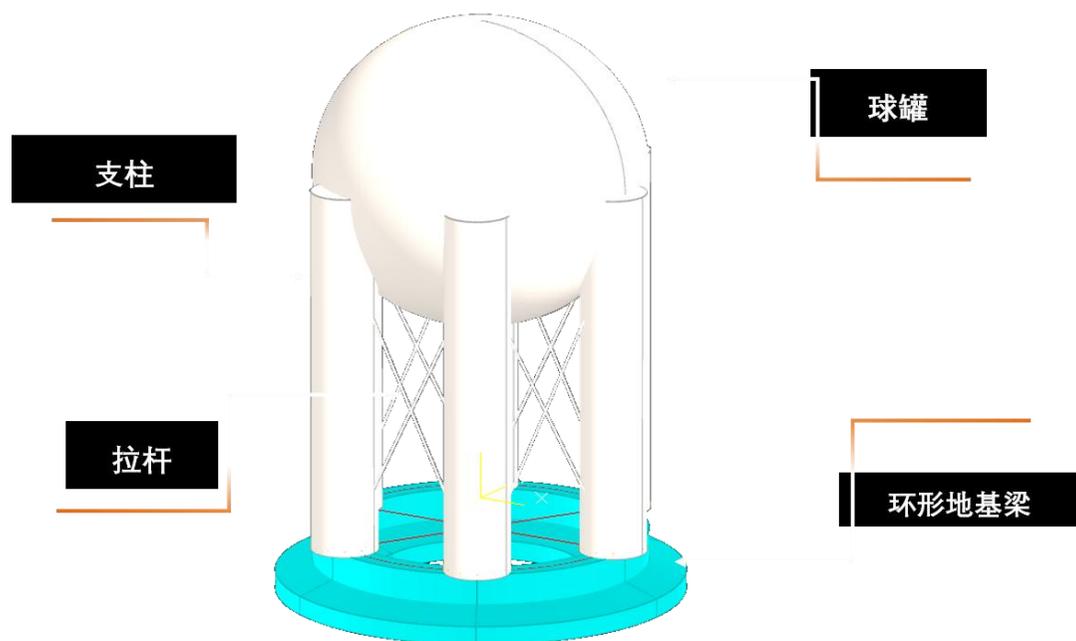


## 第五章 典型案例

### 5.1 立式储罐



## 5.2 球罐



## 5.3 卧式设备

