

钢围堰设计软件 (SCE)

使用说明书

建研地基基础工程有限责任公司

2026

免责声明

钢围堰设计软件在开发阶段经过了严格的测试，软件提供了详尽的计算过程表达，但用户应该清楚在程序的准确性或可靠性方面，开发者未做任何直接或者暗示性担保，使用者必须了解程序的假定并在正式应用前独立核查结果，对于软件在使用过程中的疑难问题应该及时和开发者联系。

联系人：陈伟

联系电话：(010)-64694958

目录

第 1 章	软件概况	1
1.1	功能	1
1.2	运行环境	1
第 2 章	界面及基本操作	3
2.1	菜单栏	3
2.1.1	文件菜单	3
2.1.2	编辑菜单	5
2.1.3	查看	5
2.1.4	支护结构类型	5
2.1.5	稳定验算	5
2.1.6	结构计算	6
2.1.7	详细计算书和简版计算书	6
2.1.8	生成施工图	7
2.1.9	帮助	7
2.2	工具栏	7
2.3	状态栏	7
2.4	图形平台	7
第 3 章	模块详解	8
3.1	钢管桩围堰	8
3.1.1	参数输入	8
3.1.2	稳定验算	20
3.1.3	结构计算	27
3.1.4	生成计算书	36
3.1.5	生成施工图	37
3.2	钢板桩围堰	38
3.2.1	参数输入	39
3.2.2	稳定验算	39
3.2.3	结构计算	43
3.2.4	生成计算书	46
3.2.5	生成施工图	46

3.3	土钉墙	47
3.3.1	参数输入	47
3.3.2	稳定验算	50
3.3.3	结构计算	53
3.3.4	生成计算书	54
3.3.5	生成施工图	54
3.4	放坡	56
3.4.1	参数输入	56
3.4.2	稳定验算	56
3.4.3	结构计算	56
3.4.4	生成计算书	57
3.4.5	生成施工图	57
3.5	钢套箱围堰	58
3.5.1	参数输入	58
3.5.2	稳定验算	59
3.5.3	结构计算	67
3.5.4	生成计算书	67
3.5.5	生成施工图	67
3.6	双排桩围堰	68
3.6.1	参数输入	68
3.6.2	稳定验算	69
3.6.3	结构计算	73
3.6.4	生成计算书	77
3.6.5	生成施工图	78
第 4 章	技术条件	79
4.1	基坑土压力计算	79
4.2	稳定性验算	82
4.3	结构计算	85
4.3.1	结构分析	85
4.3.2	矩形正截面构件	89
4.3.3	圆形正截面构件	90
4.3.4	锚杆	92
4.3.5	内支撑	93
4.4	钢管桩围堰	97

4.5	钢板桩围堰	99
4.6	双排桩围堰	100
4.7	钢套箱围堰	102
4.8	土钉墙	102
4.9	放坡	105
附 录	107

第1章 软件概况

基坑工程问题是一个古老而又具有时代特点的岩土工程问题。人们为改善生存条件而频繁的从事土木工程活动促进了基坑工程的发展。特别是 20 世纪中叶以来，随着国内外大量高层建筑及地下工程的兴建，相应的基坑工程数量不断增多，与此同时，各类用途的地下空间和设施也得到了空前的发展，包括高层建筑地下室、地铁、隧道、地下商业街等各种形式。建造这些地下空间和设施，必须进行大规模的深基坑开挖，这样对基坑工程的要求越来越高，出现的问题也越来越多，这为合理设计与施工基坑工程提供了许多紧迫而重要的研究课题。

为满足现代基坑工程建设需求，建研地基基础工程有限责任公司软件开发部利用中国建筑科学研究院强大的专业技术背景，总结全国各地数以千计的工程经验，依据现行国家、行业和地方标准，开发了这款钢围堰设计软件。

软件为用户提供了友好的界面，明确的设计思路，专业的图形显示和详尽的计算结果，相信定能为用户提供高效优质的钢围堰设计。

1.1 功能

软件主要按基坑支护形式分为 6 个计算模块，包括钢管桩围堰、钢板桩围堰、土钉墙、放坡、钢套箱围堰和双排桩围堰。各个计算模块中又包含了土压力计算、结构计算、稳定性计算等内容。软件主要功能特点如下：

(1) 包含主要基坑支护形式设计计算，满足绝大多数计算需求。提供了两种完整的工作模式：设计和复核。

(2) 计算示意图同步显示，随时监控数据录入情况。

(3) 计算方法理论多样，满足不同理论体系下和不同规范的设计要求。

(4) 计算内容丰富全面，除了整体结构强度和稳定性验算，软件还包含了结构构件的设计，如桩身配筋、腰梁配筋和锚杆设计等。

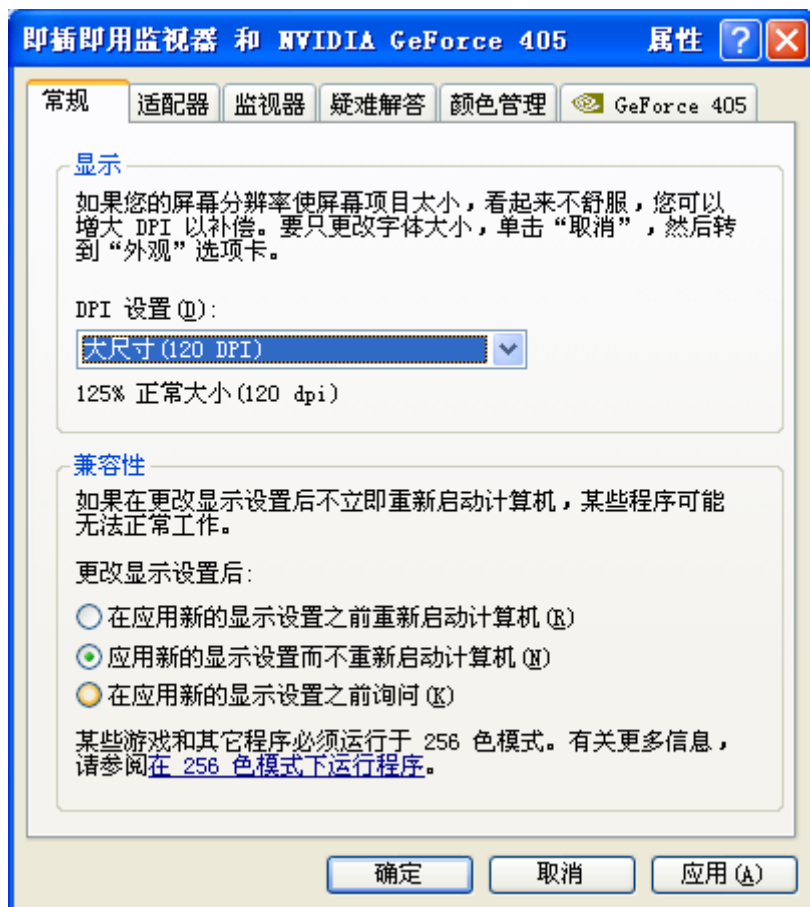
(5) 计算结果采用自动生成的计算书形式，提供详细版和简版计算书。详细版计算书图文并茂、计算过程可媲美教科书，尤其适用于年轻技术干部；简版计算书适用于专家。设计和复核两种工作模式下均提供了详细和简版计算书。

(6) 软件可直接导出施工图，且所有平台中的图形均可便捷地实时平移、缩放、拷贝到剪贴板、打印预览、打印和转成 dxf 文件，方便高效。

1.2 运行环境

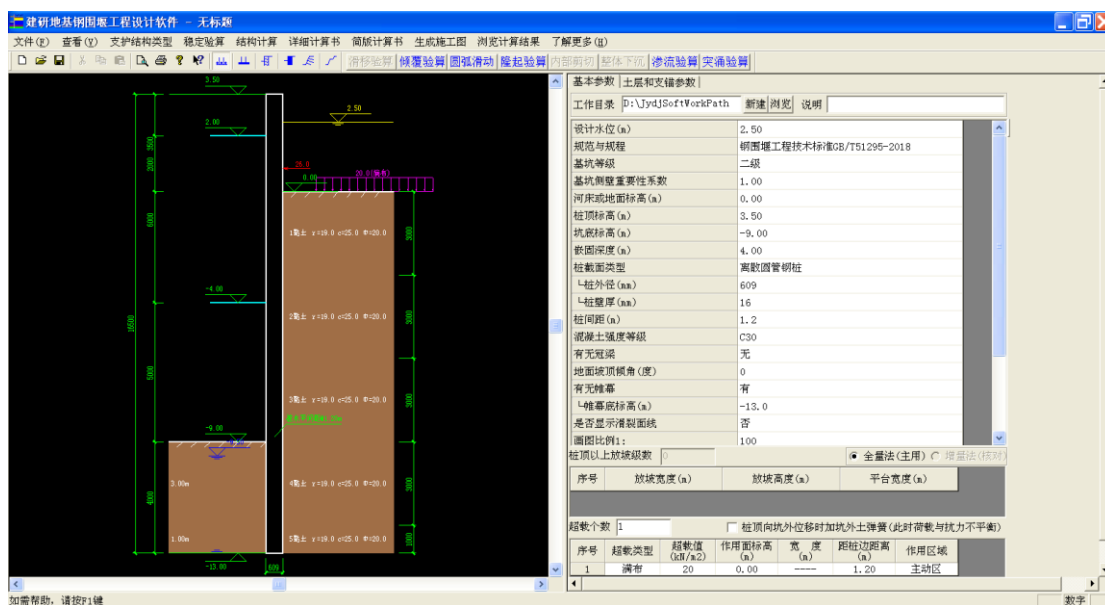
钢围堰设计软件是 Windows 应用程序，可以在 Windows XP、Windows 7、Windows 10 和 Windows 11 操作系统下运行。

软件的最佳分辨率：dpi=120，即是标准字体 dpi=96 的 1.25 倍，在 Windows XP 下的设置对话框如下图所示：



第2章 界面及基本操作

软件界面友好简练，操作简单，基本流程即“输入参数-稳定性/结构计算-生成计算书/施工图”。采用表格输入参数，整齐美观，一目了然。主窗口分为两个区域，参数输入区（右侧），图形显示区（左侧），使输入输出极大的显示在了一个界面里，省掉了很多多余繁琐的操作。基本界面如下图：



可以看到，界面还包含了菜单栏、工具栏和状态栏等部分。下面就对这些部分的基本操作进行介绍。

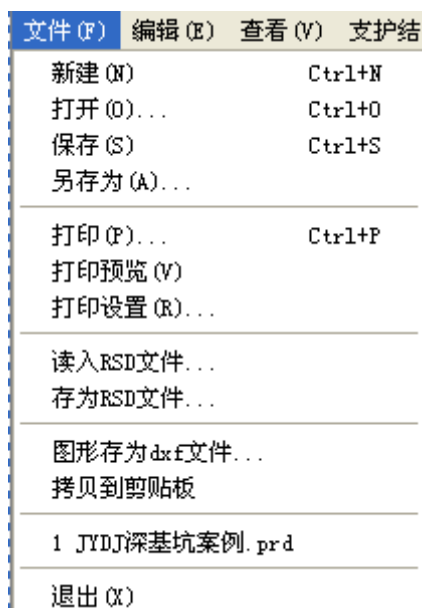
2.1 菜单栏

菜单栏包含常规的文件、编辑、查看和帮助操作，如打开和保存、复制粘贴和撤销等操作。还包含了软件各个主要设计计算流程步骤：支护结构类型-稳定验算-结构计算-生成计算书(详细版或简版)-生成施工图。下面来具体介绍各菜单的具体功能。



2.1.1 文件菜单

点击文件菜单即出现下图下拉菜单：

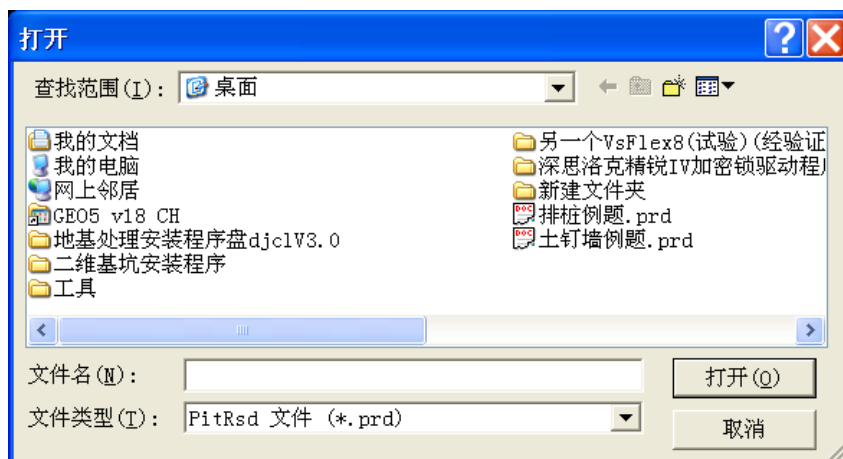


选项说明如下：

新建	重新建立一个新的工程，之前界面的数据全部恢复默认值
打开	新打开一个已经存盘的工程，用该工程的数据覆盖之前界面数据
保存	保存当前工程数据到文件，如果第一次保存该工程，将会弹出另存为对话框以设置保存路径
另存为	将当前工程重新保存到其他路径或者保存为其他名称
打印	打印当前界面显示图形
打印预览	预览当前界面显示图形
打印设置	打印相关的参数设置
图形存为 dxf 文件	将界面上的图形保存为 dxf 格式文件，以便在软件以外使用
拷贝到剪切板	将当前图形平台中的图形复制到剪切板
退出	退出软件

文件菜单还列出了最近打开文件列表。

软件将工程数据保存为扩展名为 prd 格式的文件。如下图所示：

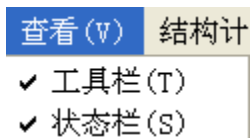


2.1.2 编辑菜单

包含 Windows 系统标准操作，如撤销、剪切、复制、粘贴等。

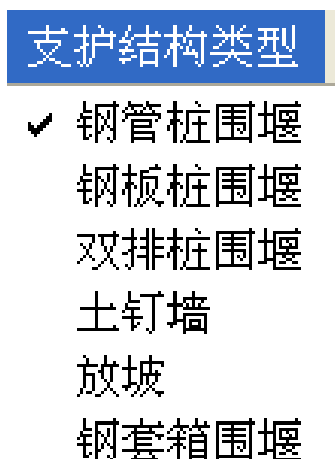
2.1.3 查看

用于选择是否显示工具栏和状态栏，勾选就会显示相应栏，取消勾选就会隐藏该栏。



2.1.4 支护结构类型

用于选择要进行计算的支护结构类型，勾选其中一项即可选择该项支护形式进行计算。



2.1.5 稳定验算

用于选择要进行稳定性验算的项目，勾选其中一项即可选择该项进行验算。

稳定验算

滑移验算

倾覆验算

圆弧滑动

隆起验算

内部剪切

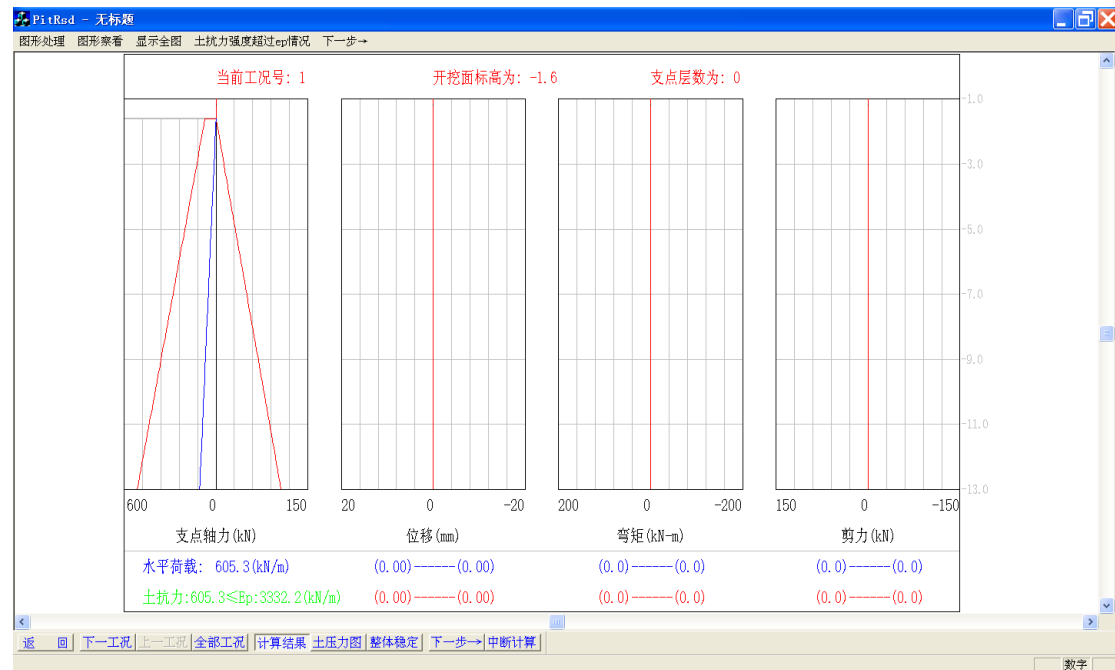
整体下沉

渗流验算

突涌验算

2.1.6 结构计算

点击该菜单将会进入结构计算步骤，界面会跳转到结构计算模式，如下图所示。



2.1.7 详细计算书和简版计算书

当计算完成某个计算模块时，点击这两个菜单将会弹出由该模块的计算过程生成的计算书的对话框。用户可以点击界面中的“拷贝到剪切板按钮”和“保存计算书”按钮来对计算书进行操作。同时用户也可对计算书进行修改和部分复制等操作。在计算书上点击鼠标右键便可弹出下图菜单进行操作。

全选

剪切

拷贝

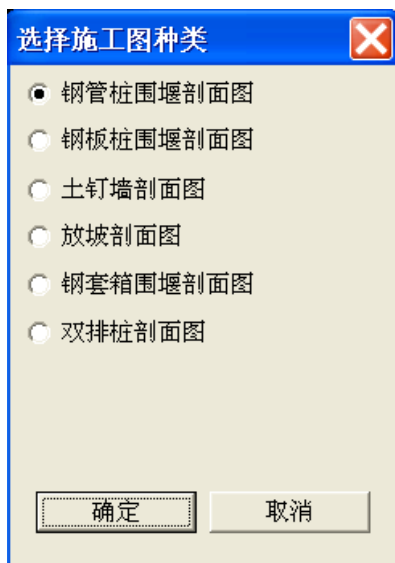
粘贴

打开RTF

保存RTF

2.1.8 生成施工图

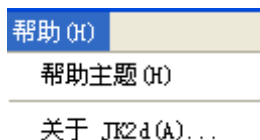
该菜单用于查看该次计算生成的施工图，点击该菜单会弹出如下图对话框，用于选择施工图类别。



另外，用户可通过以下窗口对施工图做一些细部的设定，对剖面图进行数据补充，如设置图单元名称、图块比例以及构件数据信息调整等。

2.1.9 帮助

提供软件版本信息和帮助文档。



2.2 工具栏

除了包含新建、打开、保存、剪切、复制、粘贴、打印、打印预览、关于和帮助等标准按钮，还有支护结构类型选择的快捷按钮，以及稳定验算的快捷按钮。如下图所示：



2.3 状态栏

包含 Windows 系统标准状态提示，如大小写切换、数字小键盘锁定等。


2.4 图形平台

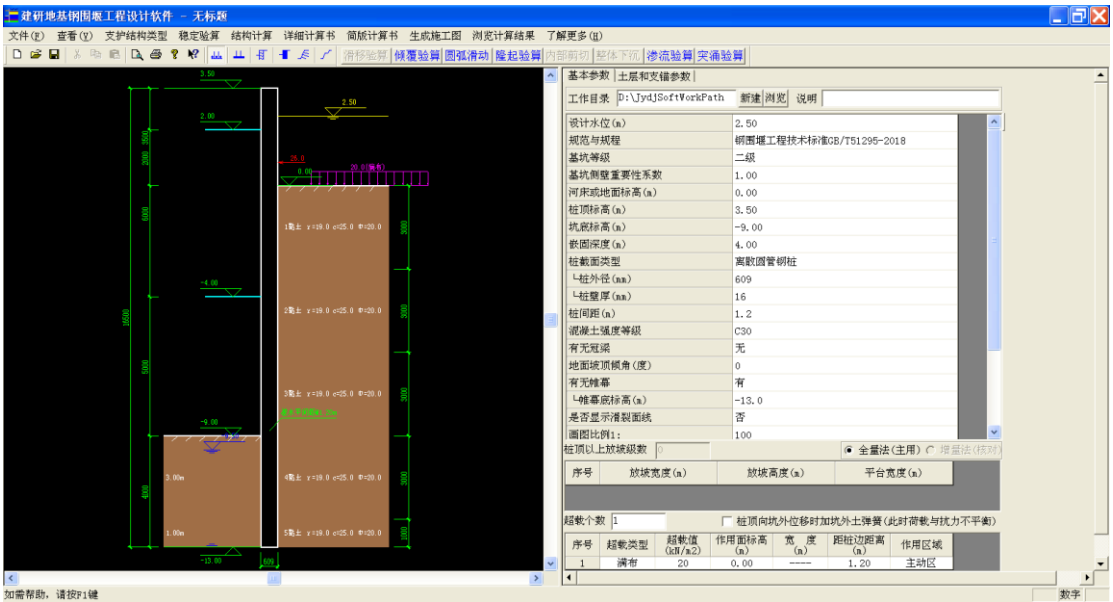
在主窗口左侧区域是图形显示区，该区域主要用于同步显示输入输出参数图示，让用户对输入输出参数有个视觉上的认知，便于检查问题。

第3章 模块详解

软件集合了基坑工程设计计算过程中会用到主要的几个支护形式，将其分成了不同的计算模块供设计人员使用，基本操作大同小异，都是输入-计算-输出，而各个模块计算又有自己特点和注意事项，下面就将对每个模块进行详尽说明，帮助用户更快的熟悉操作界面和流程，理解设计计算意图，提高计算效率。

3.1 钢管桩围堰

通过菜单栏的“支护结构类型”或工具栏的钢管桩围堰图标，选择进行钢管桩围堰设计计算。此时主界面如下图：



3.1.1 参数输入

主界面右侧为钢管桩围堰支护结构设计主要参数输入区，用于输入钢管桩围堰参数、荷载参数、地层参数和支锚参数。参数分两页显示，通过选择选项卡 **基本参数** | **土层和支锚参数** 来切换输入参数内容。

具体参数及相关说明如下：


点击“基本参数”选项卡时可输入基本参数、放坡参数和超载参数。

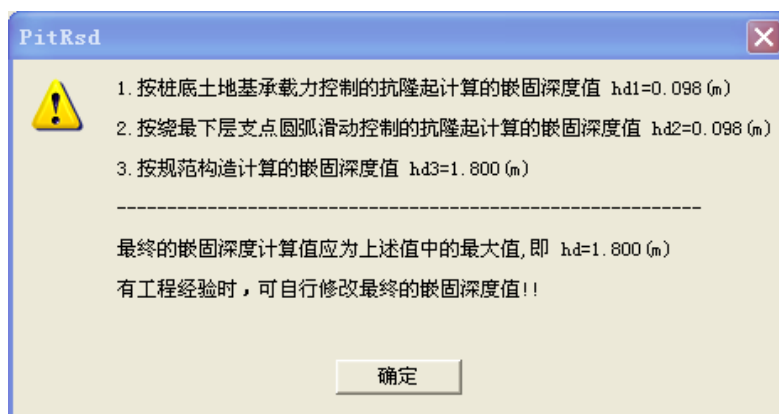
基本参数		土层和支锚参数				
工作模式	设计					
规范与规程	建筑基坑支护技术规程JGJ120-2012					
基坑等级	二级					
基坑侧壁重要性系数	1.00					
地面标高 (m)	1.00					
坑底标高 (m)	-9.00					
嵌固深度 (m)	1.800					
桩截面类型	高强薄壁连锁桩					
└─高强薄壁连锁桩型号	CHFP-II 600 (400)					
桩间距 (m)	0.60					
混凝土强度等级	C80					
有无构造冠梁	有					
└─冠梁宽度 (m)	1.0					
└─冠梁高度 (m)	0.6					
地面坡顶倾角 (度)	0					
有无帷幕	有					
└─帷幕底标高 (m)	-12.45					
是否显示滑裂面线	否					
画图比例1:	100					
地面返边长度 (m)	1.0					
整体稳定计算中是否考虑地震力	是					
└─综合水平地震系数 α_w :	0.025					
整体稳定计算中锚杆以支点力代入	是					
整体稳定计算采用总应力法	是					
桩顶以上放坡级数 <input type="text" value="2"/> <input checked="" type="checkbox"/> 放坡数据取自土钉墙						
序号	放坡宽度 (m)	放坡高度 (m)	平台宽度 (m)			
1	0.70	3.50	0.80			
2	0.90	4.50	0.00			
超载个数 <input type="text" value="1"/>						
序号	超载类型	超载值 (kN/m ²)	作用面标高 (m)	宽 度 (m)	距桩边距离 (m)	作用区域
1	满布	20	0.00	----	1.20	主动区


基本参数:

参数	单位	说明
工作模式		通过鼠标左键双击自动切换：设计模式与复核模式
规范与规程		通过下拉选项选择：钢围堰工程技术标准 GB/T 51295-2018、朗肯土压力
基坑等级		通过下拉选项选择：一级、二级、三级
基坑侧壁重要性系数		基坑侧壁重要性系数
地面标高	m	地面标高
桩顶标高	m	桩顶标高
坑底标高	m	坑底标高
嵌固深度	m	嵌固深度

桩截面类型		通过下拉选项选择：圆形、矩形、椭圆、普通薄壁连锁桩、高强薄壁连锁桩、普通厚壁连锁桩、高度厚壁连锁桩、多段截面、自定义
桩截面宽度 B	m	(矩形桩) 桩截面宽度
桩截面高度 H	m	(矩形桩) 桩截面高度
桩直径 D	m	(圆形桩) 桩直径
桩间距	m	桩间距
混凝土强度等级		通过下拉选项选择：混凝土强度等级
有无冠梁		通过鼠标左键双击自动切换：有、无
冠梁宽度	m	冠梁宽度
冠梁高度	m	冠梁高度
地面坡顶倾角	°	地面坡顶倾角
有无帷幕		通过鼠标左键双击自动切换：有、无
帷幕底标高	m	帷幕底标高
是否显示滑裂面线		通过下拉选项选择：是、否
画图比例 1:		画图比例
地面返边长度	m	地面返边长度
整体稳定计算中是否考虑地震力		通过鼠标左键双击自动切换：是、否
综合水平地震系数		综合水平地震系数
整体稳定计算中锚杆以支点力代入		通过鼠标左键双击自动切换：是、否
整体稳定计算采用应力法		通过鼠标左键双击自动切换：是、否

当用户无法确定嵌固深度时，可以点击该参数单元格右侧图标按钮，程序会自动计算嵌固深度，并弹出计算结果对话框：



用户可以点击单元格右侧图标按钮, 程序会自动计算帷幕底标高。

放坡参数:

参数	单位	说明
坡顶以上放坡级数		坡顶以上放坡级数
放坡数据取自土钉墙		可以直接从土钉墙中获取数据
放坡高度	m	各级放坡高度
放坡宽度	m	各级放坡宽度
平台宽度	m	各级平台宽度

超载参数:

参数	单位	说明
超载个数		超载个数
超载类型		通过下拉选项选择: 满布、局部、左三角形、右三角形
超载值	kN/m^2	超载的数值
作用面标高	m	超载作用面标高
宽度	m	超载垂直于坡面方向作用范围宽度
距桩边距离	m	超载距离桩最近距离
作用区域		通过鼠标左键双击自动切换: 主动区、被动区

点击“土层和支锚参数”选项卡时可输入土层水层参数、支锚参数、拆撑换撑计算参数以及软弱下卧层验算参数等。

基本参数 土层和支锚参数

土层数 修正系数 ☐ m法 $\Delta =$ mm ☐ 坑内反压土台

☐ k法 ☐ 按静止土压力计算

序号	土层名称	层厚 (m)	层底标高 (m)	容重 (kN/m ³)	黏聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	M值 (kN/m ⁴)	水土荷载 计算模式	摩阻力 (kPa)	E _s (MPa)
1	黏土	3	-3.00	19	25	20	8500	水土合算	80	6
2	黏土	3	-6.00	19	25	20	8500	水土合算	80	6
3	黏土	3	-9.00	19	25	20	8500	水土合算	80	6
4	黏土	3	-12.00	19	25	20	8500	水土合算	80	6
5	黏土	3	-15.00	19	25	20	8500	水土合算	80	6
6	黏土	3	-18.00	19	25	20	8500	水土合算	80	6
7	黏土	3	-21.00	19	25	20	8500	水土合算	80	6
8	黏土	3	-24.00	19	25	20	8500	水土合算	80	6

注:层厚和层底标高只输入1项,另1项自动计算;摩阻力供锚杆使用;E_s(压缩模量)供双排桩使用。

水层数 (注:承压水应填测压管水顶标高) ☐ 考虑被动区加固

序号	水层顶标高 (m)	水层底标高 (m)	分布区域
1	-2	-10.80	坑外
2	-9.50	-10.80	坑内

支锚层数

序号	支锚标高 (m)	施工面标高 (m)	水平间距 (m)	入射角 (度)	轴向刚度 (kN/m)	轴向预加力 (kN)	支锚类型
1	-3	-3.5	2.4	25	11000	0	锚杆
2	-7	-7.5	1.0	0	20000	0	支撑

☒ 拆换撑计算 换撑的楼层层数 拆换撑步骤数 ☐ 换楼板

层号	楼板标高 (m)	每延米楼板 刚度 (MN/m)	预加力 (kN/m)	转刚 (MN·m)
1	-4.0	1000	0	0
2	-8.5	1000	0	0

序号	新加楼板层号	被拆支锚层号
1	2	2
2	1	1

☐ 指定土压力强度0点 ☐ 验算软弱下卧层

土层参数:

参数	单位	说明
土层数		天然土层数
土层名称		通过下拉选项选择
层厚	m	每层土厚度
层底标高	m	每层土底面标高
容重	kN/m ³	土的容重
黏聚力	kPa	土的黏聚力
内摩擦角	°	土的内摩擦角
m 值	kN/m ⁴	土的水平反力系数的比例系数
k 值	kN/m ³	基坑内侧土的水平反力系数

水土荷载计算模式		通过鼠标左键双击自动切换：水土分算、水土合算
摩阻力	kPa	土的摩阻力
压缩模量	MPa	土的压缩模量

注意此处层厚和层底标高选择一项输入即可，另一项会自动更改。

对于土层参数可进行每一行的增删改操作，按钮如下图：

基本参数

土层和支锚参数

土层数

6

修正系数

取公共参数

插入行

删除行

选中某一土层行点击“插入行”，即在该行上方插入新土层，点击“删除行”，即将该行删除。

点击“取公共参数”会弹出如下图对话框，用以获取公共参数。即按照勘察规范土层编号和名称进行土层参数输入。**注意将土层编号和土层名称对应输入，土层编号和土层名称之间要用空格隔开。**如共用的土层名称为“①1 杂填土”，如果存在该土层且该土层位于第 1 层，则在“输入土层的编号”表格中的第一行应输入“①1”，以此类推。

土层共用指标对话框

输入土层的编号

序号	土层编号
1	①1
2	①2
3	②1
4	②2
5	③1
6	④
7	⑤
8	⑥1

共用的土层名称
按“①1 粉砂”等顺序填

①1 杂填土
①2 黏质粉土
②1 砂质粉土
②2 砂质粉土
③1 砂质粉土
④ 粉质黏土
⑤ 粉质黏土
⑥1 砂质粉土
⑥2 粉质黏土
⑦ 粉细砂
⑧ 重粉质黏土

共用的土层
天然重度 (kN/m³)

18.5
19.5
19.6
19.2
19.6
19.8
19.7
20.3
20.3
19.6
20.0
20.0

共用的土层
饱和重度 (kN/m³)

18.5
19.5
20.1
19.9
19.9
19.9
19.7
20.4
20.4
19.6
20.0
20.0

共用的土层
黏聚力 (kPa)

0
14.9
19.4
12.4
12.4
15.2
26.2
13.8
24.5
27.3
14.9
31.9
0.0
39.0

共用的土层
内摩擦角 (°)

18.0
20.5
17.6
26.8
27.2
19.2
13.9
24.5
11.8
23.5
11.8
30.0
12.0

共用的土层与
锚杆摩阻力 (kPa)

40.0
40.0
100.0
100.0
100.0
100.0
55.0
100.0
55.0
100.0
55.0
100.0
80.0

共用的土层与
土钉摩阻力 (kPa)

30.0
30.0
80.0
80.0
80.0
80.0
45.0
80.0
45.0
80.0
45.0
75.0
70.0

共用的土层
压缩模量 (MPa)

3
6
8
11
12
9
6
12
6
13
8
12
7

共用的土层
泊松比

0.35
0.35
0.3
0.33
0.31
0.3
0.34
0.32
0.34
0.3
0.32
0.28
0.37

注：小层用“①2、③1”等表示，锚杆/土钉摩阻力根据需要填写

☒ 取天然重度

☐ 取饱和重度

从Excel中读入土指标

根据土层编号选用公共参数并退出

取消

对话框中共用土层的名称、天然重度、饱和重度、黏聚力、内摩擦角、锚杆摩阻力、土钉摩阻力、压缩模量、泊松比等土参数既可以手动输入、从文件黏贴，也可以从 Excel 文件中直接读入。为此，需在 Excel 文件中先按如下格式准备好土参数：

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	土层编号	土层名称	天然重度	饱和重度 γ_s	黏聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (度)	二次注浆锚杆 q_{sl}	土钉侧摩阻力	压缩模量	泊松比
2	①1	杂填土	18.5	18.5	0	18.0	40	30	3	0.35
3	①2	黏质粉土	19.5	19.5	14.9	20.5	40	30	6	0.35
4	②1	黏质粉土	19.6	20.1	19.4	17.6	100	80	8	0.3
5	②2	砂质粉土	19.2	19.9	13.5	26.8	100	80	11	0.33
6	③1	砂质粉土	19.6	19.9	12.4	27.2	100	80	12	0.31
7	③2	黏质粉土	19.8	19.9	15.2	19.2	100	80	9	0.3
8	④	粉质黏土	19.7	19.7	26.2	13.9	55	45	6	0.34
9	④1	砂质粉土	20.3	20.4	13.8	24.5	100	80	12	0.32
10	⑤	粉质黏土	19.6	19.6	27.3	11.8	55	45	6	0.34
11	⑥1	砂质粉土	20.3	20.4	14.9	23.5	100	80	13	0.3
12	⑥2	粉质黏土	19.6	19.7	31.9	11.8	55	45	8	0.32
13	⑥3	粉细砂	20	20	0	30	100	75	12	0.28
14	⑦	重粉质黏土	20	20	39.0	12.0	80	70	7	0.37

准备完成后，在上面的“土层共用指标对话框”中点击“从Excel中读入土指标”按钮，选择刚才准备好土参数的 Excel 文件，则软件会自动从 Excel 文件中读入相应的共用土层参数。

点击“土层共用指标对话框”中的“根据土层编号选用公共参数并退出”按钮，软件会根据左侧表格输入的各土层编号自动匹配土参数。比如根据左侧输入

入的各土层编号

序号	土层编号
1	①1
2	①2
3	②1
4	②2
5	③1
6	④
7	⑤
8	⑥1

，匹配的各层土参数如下所示：

编号	土层名称	层厚(m)	层底标高(m)	重度(kN/m ³)	黏聚力(kPa)	内摩擦角(度)	M值(kN/m ⁴)	水土荷载计算模式	摩阻力(kPa)
①1	杂填土	3.00	-3.00	18.5	0	18.0	4680.0	水土分算	40.0
①2	黏质粉土	3.00	-6.00	19.5	14.9	20.5	7845.0	水土分算	40.0
②1	黏质粉土	3.00	-9.00	19.6	19.4	17.6	6375.2	水土合算	100.0
②2	砂质粉土	3.00	-12.00	19.2	13.5	26.8	13034.8	水土分算	100.0
③1	砂质粉土	3.00	-15.00	19.6	12.4	27.2	13316.8	水土分算	100.0
④	粉质黏土	3.00	-18.00	19.7	26.2	13.9	5094.2	水土合算	55.0
⑤	粉质黏土	3.00	-21.00	19.6	27.3	11.8	4334.8	水土合算	55.0
⑥1	砂质粉土	3.00	-24.00	20.3	14.9	23.5	10185.0	水土分算	100.0

点击“修正系数”按钮会弹出如下对话框用于输入修正系数对土层参数进行修正，点击“确定”保存修改并退出该对话框，“取消”则放弃此次修改。

修正系数							
土层名称	层厚(m)	粘聚力修正系数	内摩擦角修正系数	水压力修正系数	主动土压力修正系数	被动土压力修正系数	m值修正系数
黏土	3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
黏土	3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
黏土	3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
黏土	3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
黏土	3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
黏土	3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
黏土	3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

软件提供了不同的土的水平反力计算方式，主要通过选择土的水平反力系数来体现，如下图：

☒ m法

$\Delta =$ mm

计算m值

☐ K法

☒ 按静止土压力计算

此处可选择 m 法或 K 法计算土的水平反力， Δ 为挡土构件在坑底处的水平位移量。其中 m 法可以点击“计算 m 值”按钮计算水平反力系数比例系数，此时土层参数表格中的 m 值将不再是用户输入值，而是程序计算值。

通过勾选 ☒ 按静止土压力计算 可按静止土压力计算 m 法和 k 法的值。单击“有效内摩擦角计算 Ko”按钮可以自动计算得到各层土的静止土压力系数。

输入土层静止土压力Ko

可直接输入Ko或通过 ϕ' 计算

序号	有效内摩擦角 (度)	静止土压力 系数Ko
1	20	0.658
2	20	0.658
3	20	0.658
4	20	0.658
5	20	0.658
6	20	0.658
7	20	0.658
8	20	0.658

由有效内摩擦角计算Ko

确定取消

通过勾选 ☒ 坑内反压土台 可弹出坑内反压土台参数输入界面。

坑内反压土台输入参数

反压土台级数4

☐ 土台加固

序号	坡宽(m)	坡高(m)
1	3	0
2	1	2
3	1	0
4	1	2

注:未加固土层的参数不能改变!

土台参与结构计算的模型

☒ 土台弹簧刚度打折,坑底刚度不连续

☐ 土台弹簧刚度打折,坑底刚度连续

土台水平作用力计算方法

☒ 取细分土条的摩擦力之差

☐ 按实际被动区面积折减

土台竖向细分长度(m)0.2

土层凝聚摩擦总力折减值1

注:土台反力同时考虑了凝聚力和摩擦力

被动区底部位置

☒ 桩墙底

☐ 桩墙土压力强度0点

☐ 自定义标高

自定义被动区底部标高(m)

☐ 土台保留不被挖掉

查看土台压重和水平力

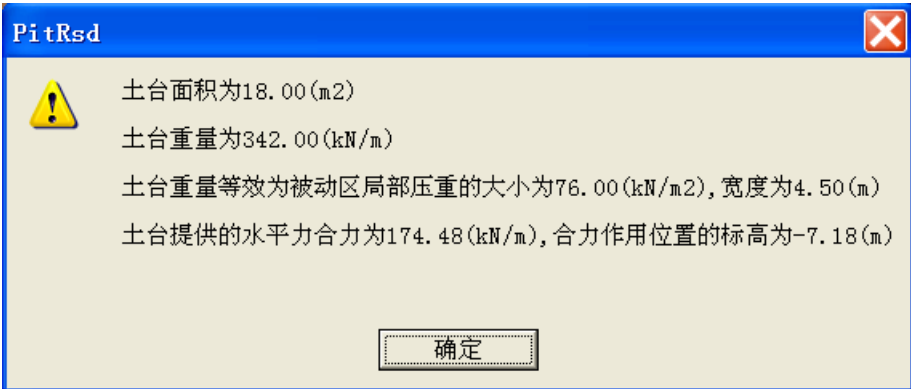
查看土台分段水平力

确定

取消

参数	单位	说明
反压土台级数		输入反压土台数
土台加固		通过勾选,可输入加固区宽度以及从地面算起到坑底的加固土层相关数据。
土台参与结构计算的模型		设定土台参与结构计算时的土弹簧刚度模式
土台水平作用力计算方法		设定按细分土条的摩擦力之差或实际被动去面积折减、土台竖向细分长度、土台土层摩擦系数折减值
被动区底部位置		可选择桩墙底、桩墙土压力强度 0 点、自定义标高
土台保留不被挖掉		土台最终是否被挖除,默认为最终挖除土台。

另外单击“查看土台压重和水平力”，软件将自动计算土台面积、土台重量、土台重量等效为被动区局部压重的大小与宽度、土台提供的水平合力、合力作用位置标高等数据。



水层参数:

参数	单位	说明
水层数		水层数
水层底标高	m	水层底标高
水层顶标高	m	水层顶标高
分布区域		通过鼠标左键双击自动切换：坑内、坑外

通过勾选“考虑被动区加固”来考虑是否加固被动区土，勾选表示考虑，不勾选表示不考虑。

☒ 考虑被动区加固
 加固层数

序号	层厚 (m)	容重 (kN/m ³)	C (kPa)	Φ (度)
1	3	20	30	32

参数	单位	说明
加固层数		加固土层数
层厚	m	加固后土的层厚
容重	kN/m ³	加固后土的容重
C	kPa	加固后土的黏聚力
φ	°	加固后土的内摩擦角

支锚参数:

参数	单位	说明
支锚层数		支撑和锚杆的总层数
支锚标高	m	支锚标高
施工面标高	m	施工面标高

水平间距	m	水平间距
入射角	°	入射角
轴向刚度	kN/m	轴向刚度
轴向预加力	kN	轴向预加力
支锚类型		通过下拉选项选择：锚杆、支撑

如需手动添加荷载，只需点击“人工增加外力”按钮，即可打开增加外力对话框：

增加外力对话框

增加集中力个数1

增加力矩个1

序号	集中力 标高 (m)	集中力 值 (kN)
1		

序号	力矩 标高 (m)	力矩值 (kN.m)
1		

加载方式

☐ 只加当前开挖面以上的力

☒ 全部加上, 参与每个工况计算

注：集中力和分布力均直接加在计算单元上
对桩：直接加在单根桩上
对墙：直接加在1m单位宽度的墙段上
力的方向：以与主动土压力一致为正！
弯矩方向：以逆时针为

增加梯形分布力个数11

分布力调整系1.0

序号	分布力上标高 (m)	分布力下标高 (m)	上标高处分布力值 (kN/m)	下标高处分布力值 (kN/m)
1				

确定

取消

外力参数：

参数	单位	说明
增加集中力个数		
集中力标高	m	
集中力值	kN	
增加力矩个数		
力矩标高	m	
力矩值	kN.m	
增加梯形分布力个数		

分布力上标高	m	
分布力下标高	m	
上标高处分布力值	kN/m	注意为线荷载，不是土压力强度的单位
下标高处分布力值	kN/m	注意为线荷载，不是土压力强度的单位
分布力调整系数		

通过勾选加载方式来选择增加的外力是否应用于所有工况。注意：集中力和分布力均直接加在计算单元上。对于桩，以桩间距为计算单元且直接加在单根桩上；对于墙，以 1m 宽度墙段为计算单元且直接加在 1m 宽度的墙段上。力的方向与主动土压力一致为正；弯矩则以逆时针方向为正。

当需要计算拆撑换撑时，可以勾选拆撑换撑计算复选框，勾选表示计算，不勾选表示不计算。

☒ 拆换撑计算

换撑的楼板层数

拆换撑步骤数

自动生成工况 ☐

☒ 换楼板

层号	楼板标高 (m)	每延米楼板刚度 (MN/m)	预加力 (kN/m)	转刚 (MN.m)
1	-4.0	1000	0	0
2	-8.5	1000	0	0

序号	新加楼板层号	被拆支锚层号
1	2	2
2	1	1

拆撑换撑参数：

参数	单位	说明
换撑楼板层数		换撑楼板层数
拆撑换撑步骤数		拆撑换撑步骤数
楼板标高	m	楼板标高
每延米楼板刚度	MN/m	每延米楼板刚度
预加力	kN/m	预加力
转刚度	MN.m	转动刚度

可根据用户自己设计需求设置拆撑换撑工况数和相应的工况状态，也可点击“自动生成工况”让程序自动计算拆撑换撑工况数和工况状态。

软件支持对已有楼板的拆换，输入界面如下：

拆换楼板参数对话框

换楼板的支座层数

层号	支座标高 (m)	每延米支座水平刚度 (MN/m)	预加力 (kN/m)	每延米支座转动刚度 (MN.m)/弧度
1	-3.5	10000	0	1000000
2	-8	10000	0	1000000

拆换楼板的步骤数

序号	新加支座层号	被拆楼板层号
1	2	2
2	1	1

用户可通过勾选指定土压力强度 0 点来手动设置土压力强度的 0 点位置，即 0 点距坑底距离，勾选则为手动指定土压力强度的 0 点位置并输入土压力强度的 0 点距坑底距离，不勾选则为程序自动计算土压力强度 0 点位置。

用户可通过勾选验算软弱下卧层来设置是否进行软弱下卧层验算，勾选则为进行软弱下卧层验算并需输入软弱下卧层顶面标高，不勾选则无需验算软弱下卧层。

3.1.2 稳定验算


软件提供了支护结构和土体的稳定性验算。包括滑移验算、倾覆验算、圆弧滑动、隆起验算、渗流验算和突涌验算。每种支护形式需要验算的项目不尽相同，用户只需按程序提供的验算项目可用与否进行操作即可。

本模块只可进行倾覆验算、整体稳定验算、隆起验算、渗流验算和突涌验算，滑移验算项目当前不可用。

倾覆验算：

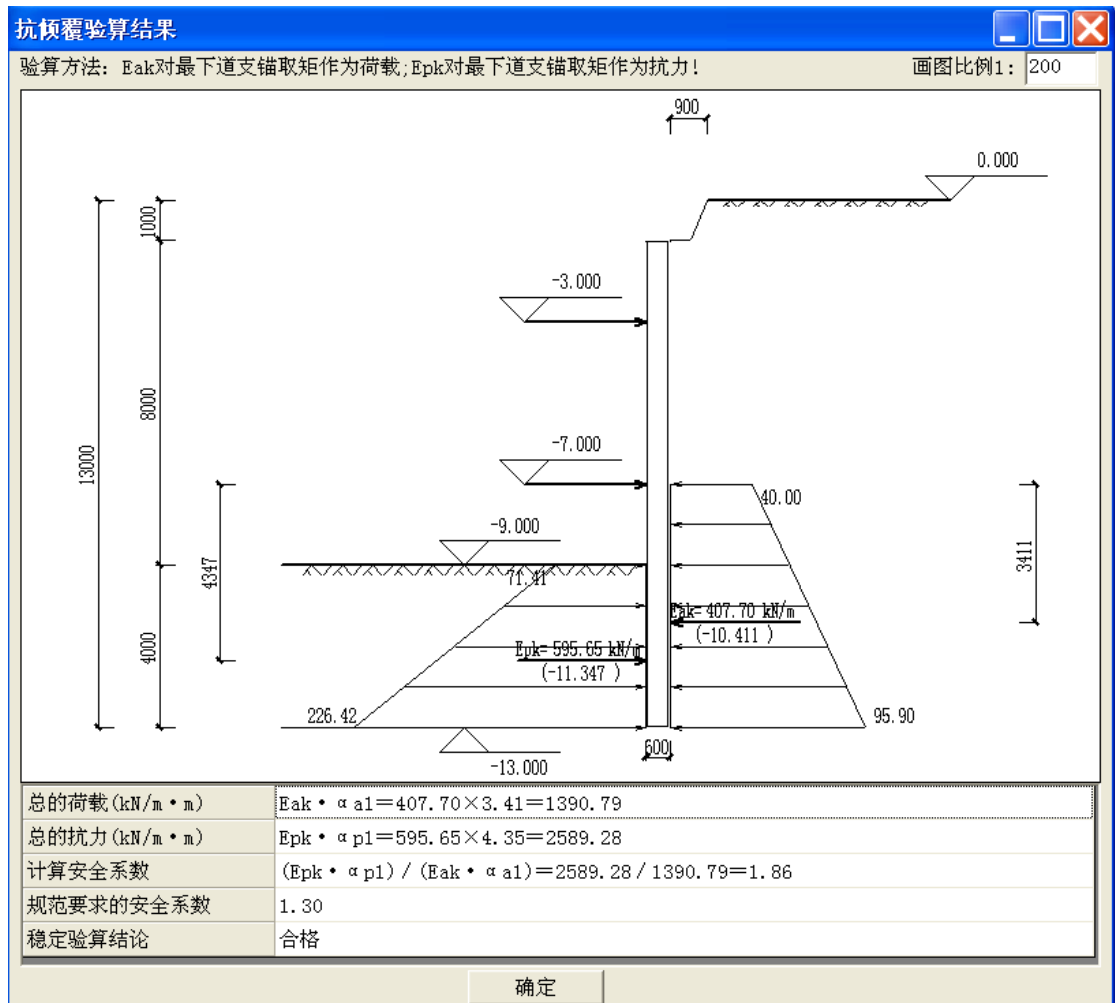
点击“倾覆验算”菜单并选择“倾覆验算”或直接点击工具栏“倾覆验算”按钮即可进入倾覆验算并打开验算结果对话框。

PitRsd

 JGJ120-2012没有规定多支点单排桩踢脚验算安全系数，依据<<建筑地基基础设计规范GB50007-2011>>附录V取为1.30。

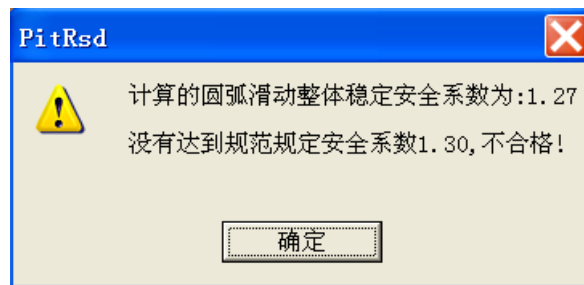
计算的绕最下一道支点(标高为-7.00m)的抗踢脚安全系数为:1.86
达到规范规定安全系数1.30, 合格!

点击确定即可进入倾覆验算详细计算界面。

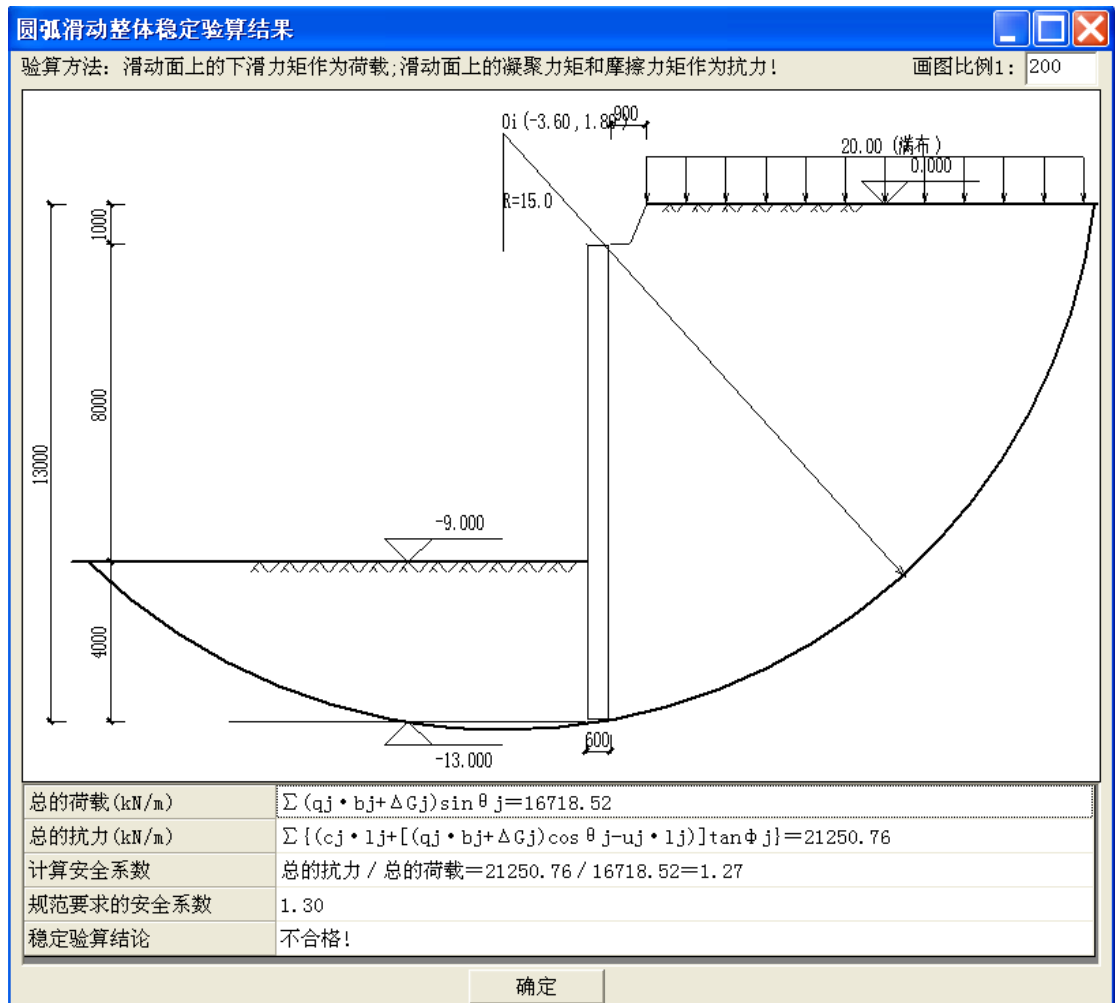


整体稳定验算:

点击“稳定验算”菜单并选择“圆弧滑动”或直接点击工具栏“圆弧滑动”按钮即可进入整体稳定验算并打开验算结果对话框。

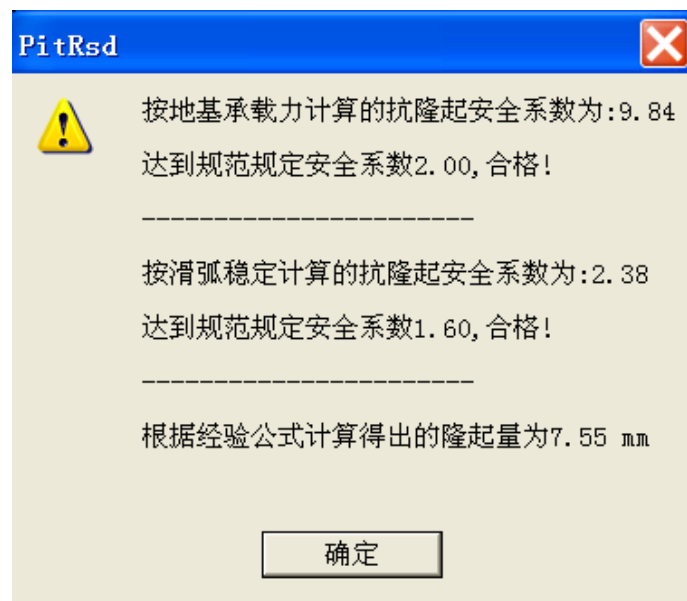


点击确定即可进入整体稳定验算详细计算界面。

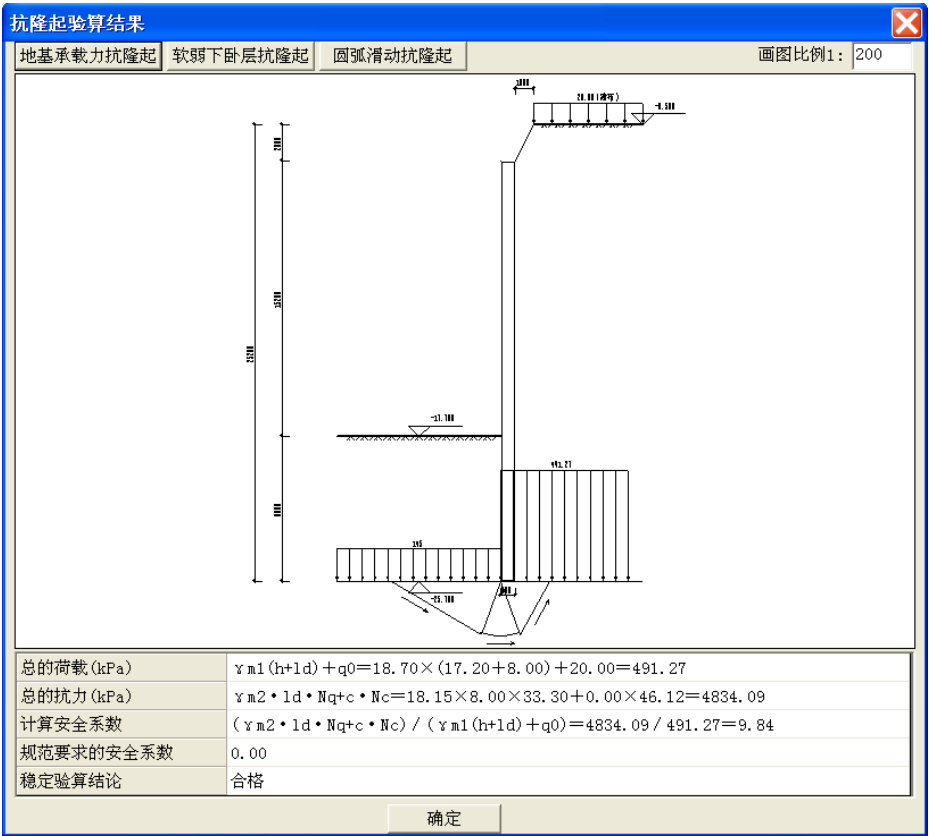


隆起验算：

点击“稳定验算”菜单并选择“隆起验算”或直接点击工具栏“隆起验算”按钮即可进入隆起验算并打开验算结果对话框。

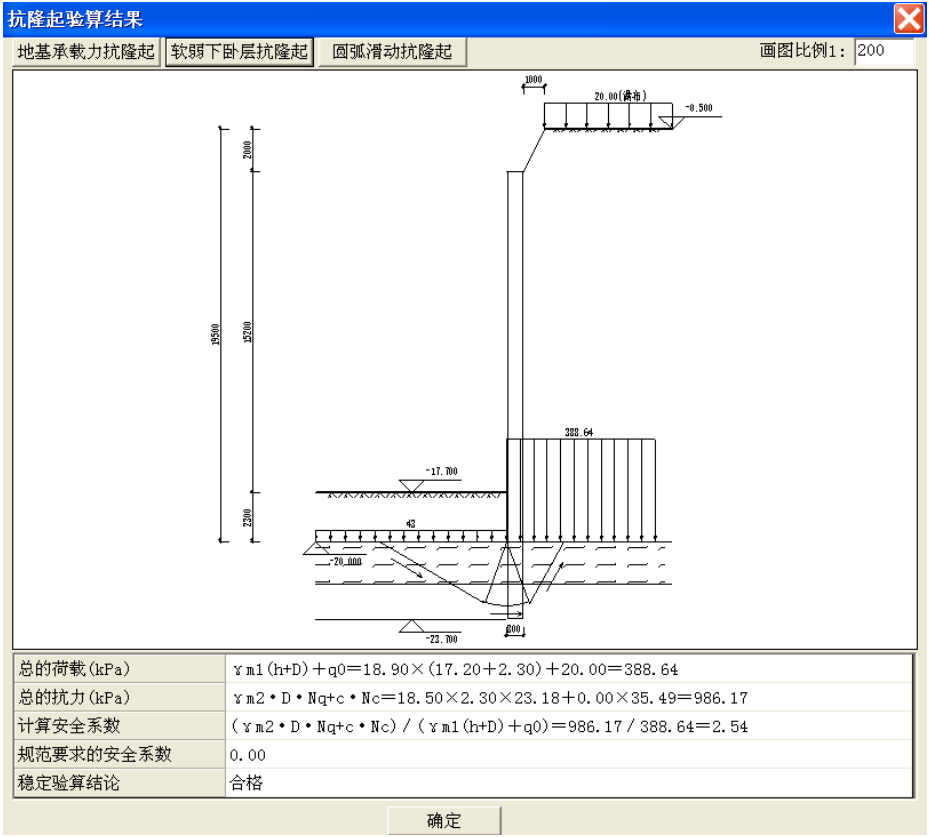


点击确定即可进入隆起验算详细计算界面。

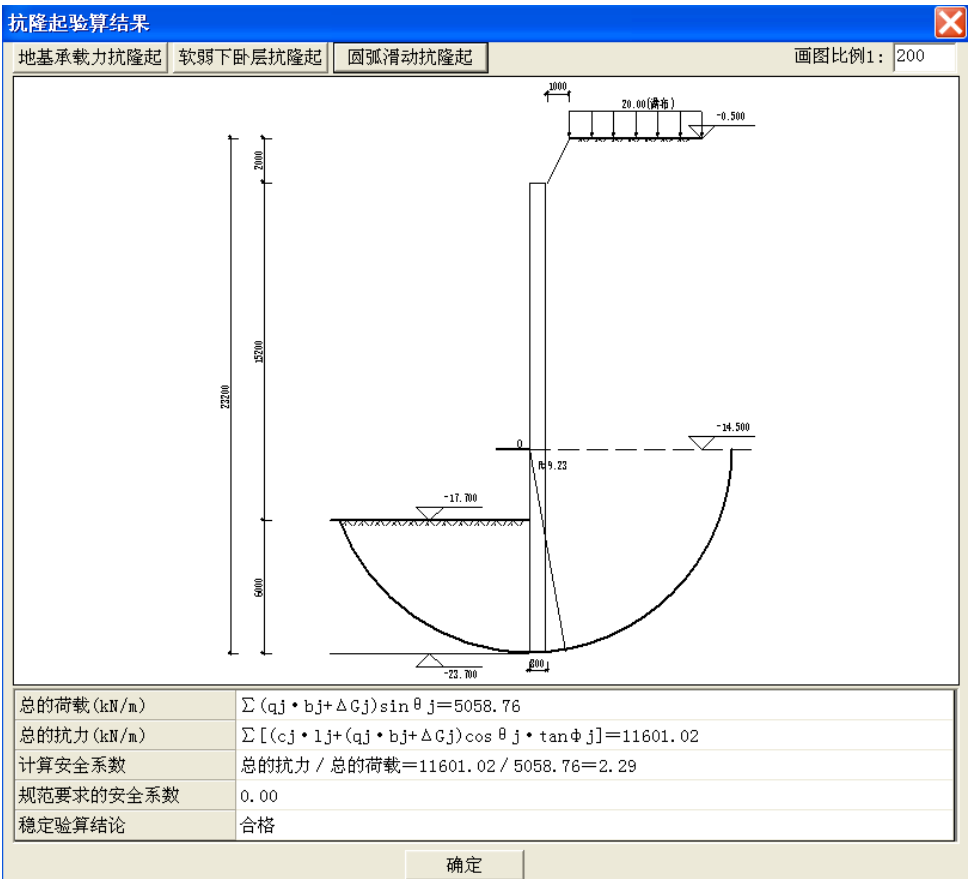


地基承载力抗隆起验算结果

通过点击上部按钮选择查看不同类型抗隆起验算结果。



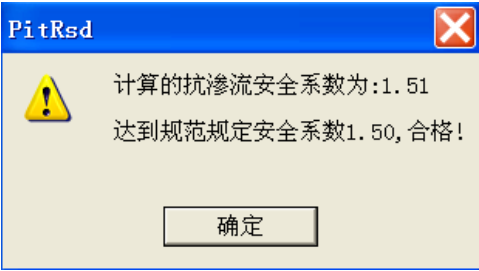
软弱下卧层抗隆起



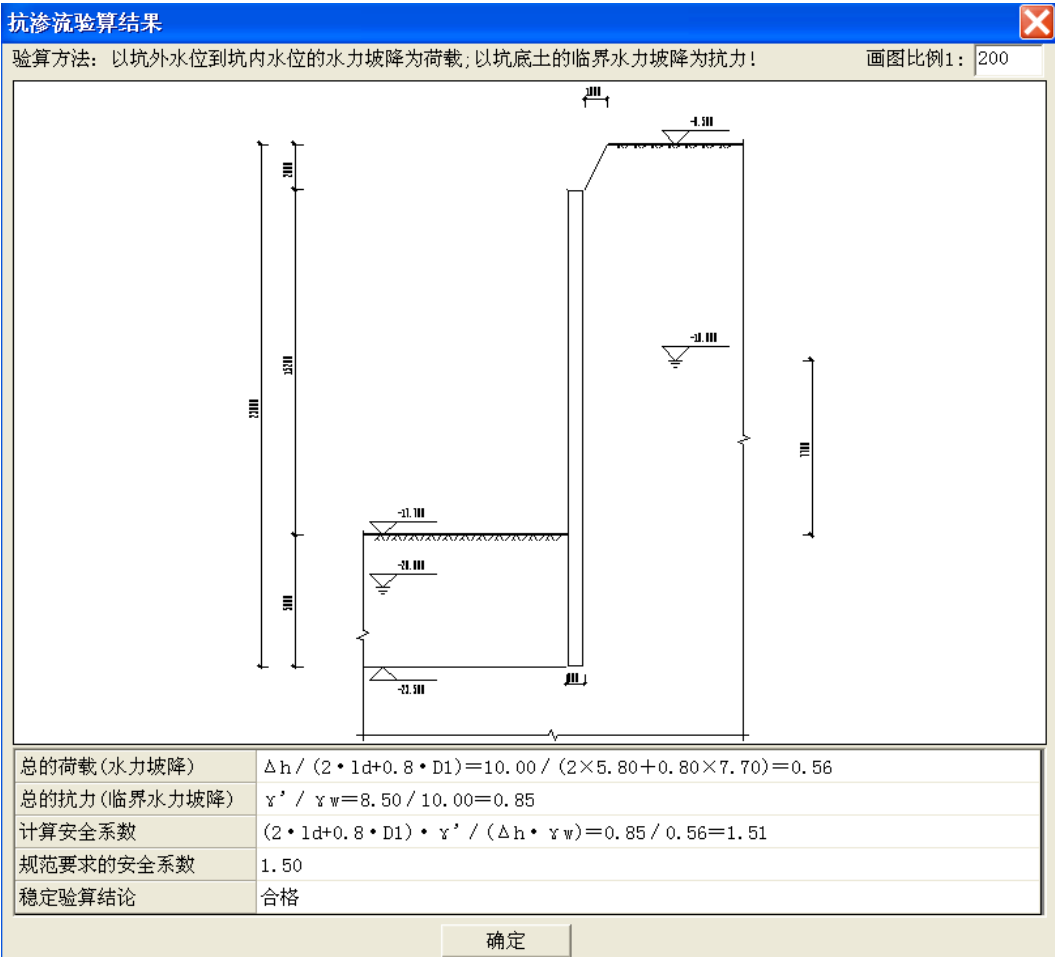
圆弧滑动抗隆起验算

渗流验算：

点击“稳定验算”菜单并选择“渗流验算”或直接点击工具栏“渗流验算”即可进入渗流验算并打开验算结果对话框。



点击“确定”可打开抗渗流验算对话框：



突涌验算：

点击“稳定验算”菜单并选择“突涌验算”或直接点击工具栏“突涌验算”即可进入突涌验算并打开验算设置对话框，用于设置验算参数，包括承压水顶板标高和承压水头。

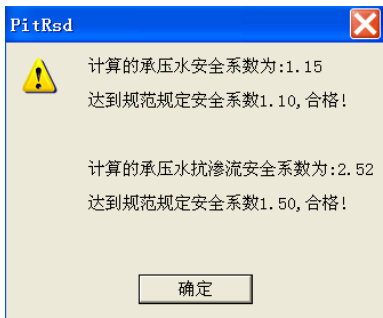
承压水验算数据对话框

承压水顶板标高(m)

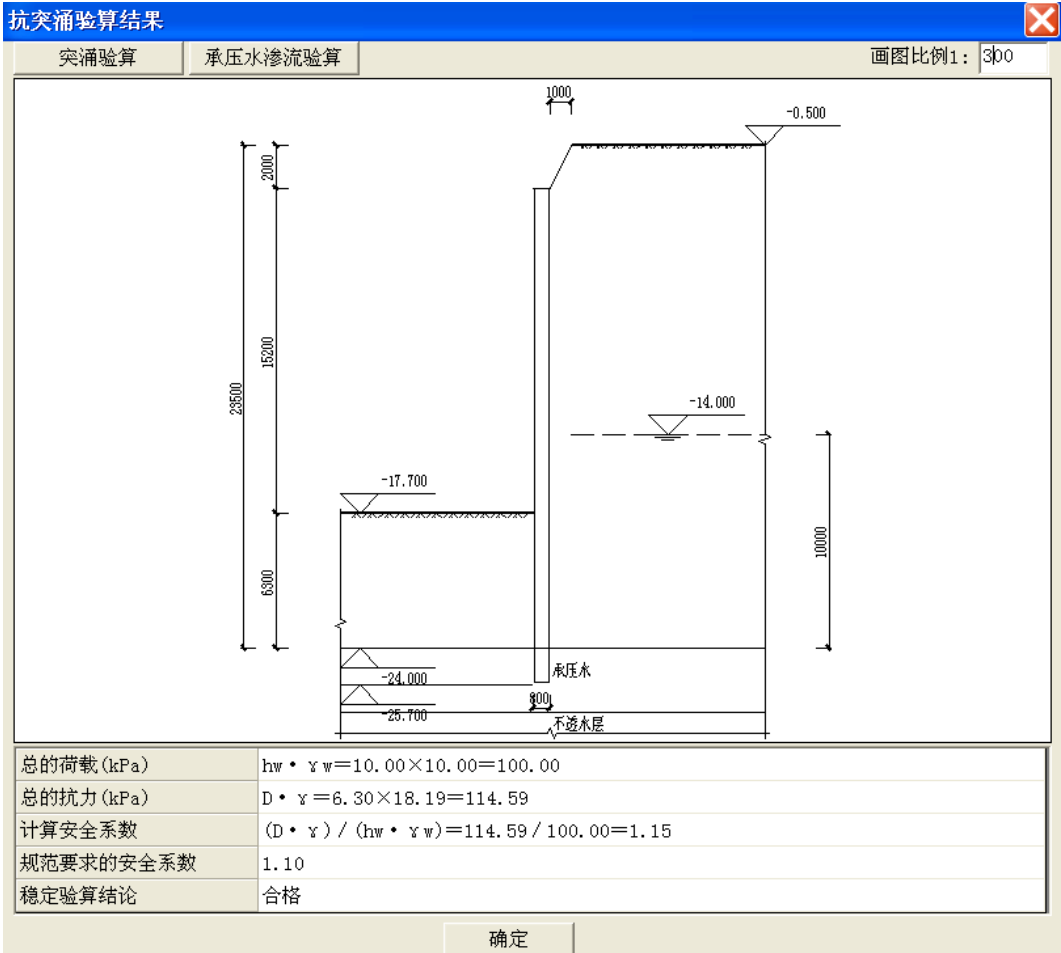
承压水头(m)

确定 取消

点击确定即可打开突涌验算结果对话框。

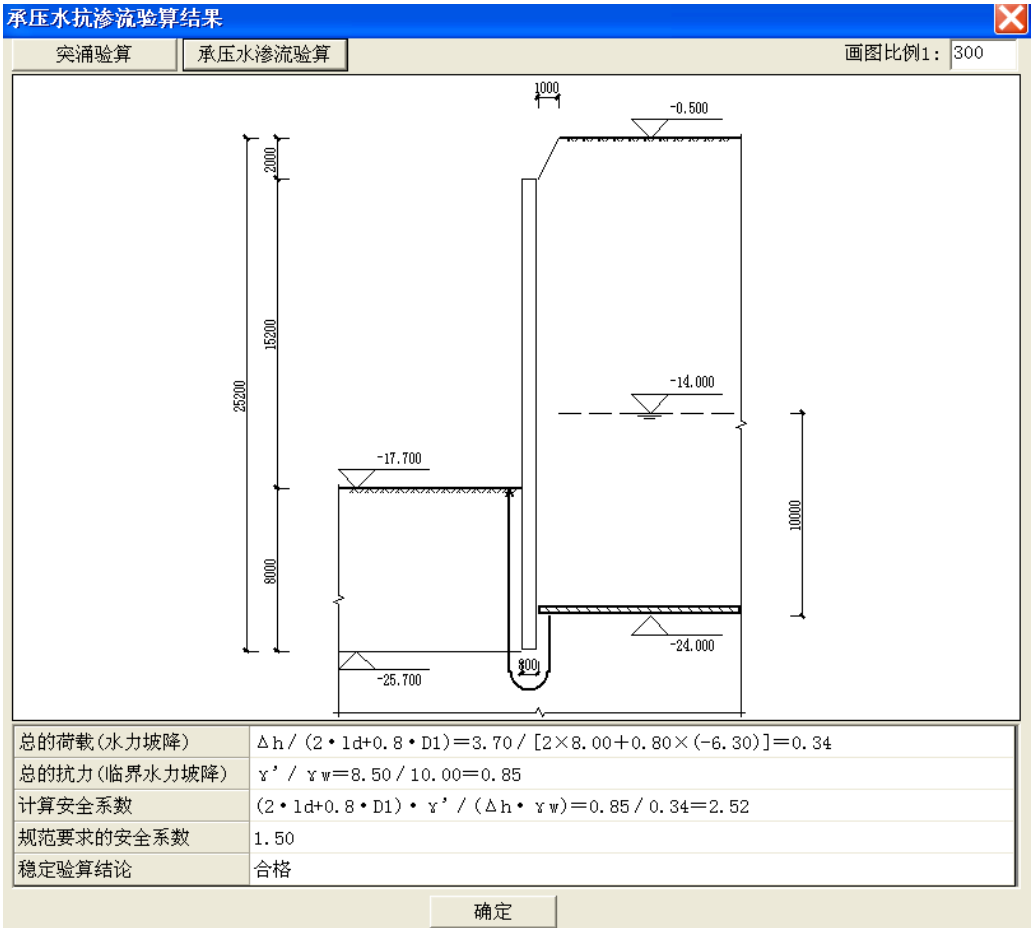


点击“确定”可打开抗突涌验算结果对话框：



突涌验算结果

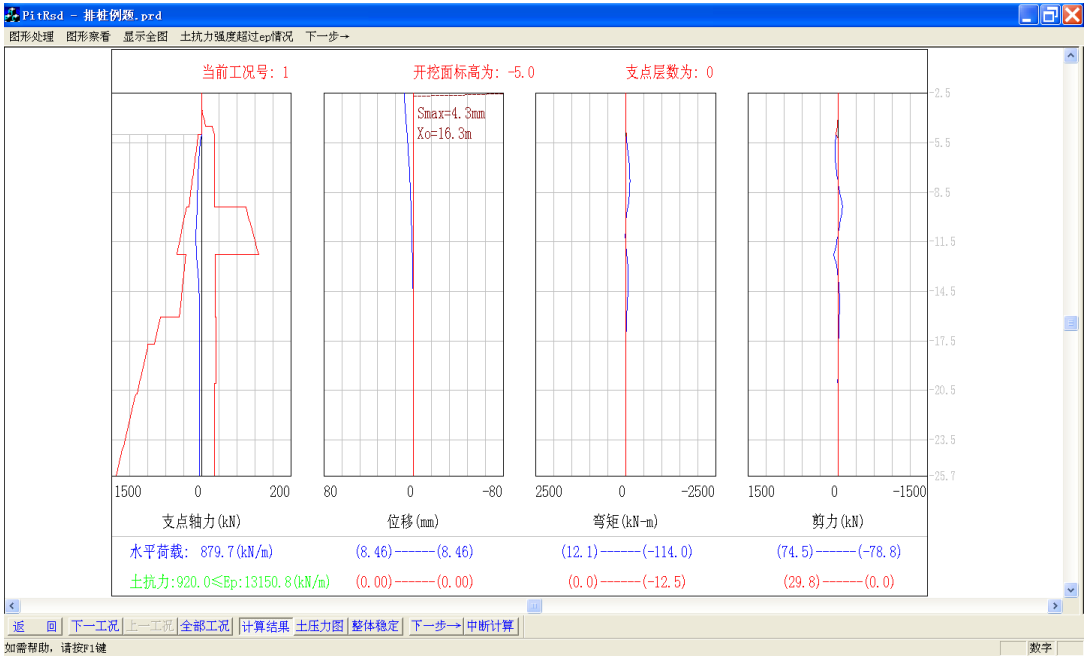
点击“承压水渗流验算”显示承压水抗渗流验算结果：



承压水抗渗流验算结果

3.1.3 结构计算

通过点击菜单栏的“结构计算”菜单即可进入结构计算主界面。

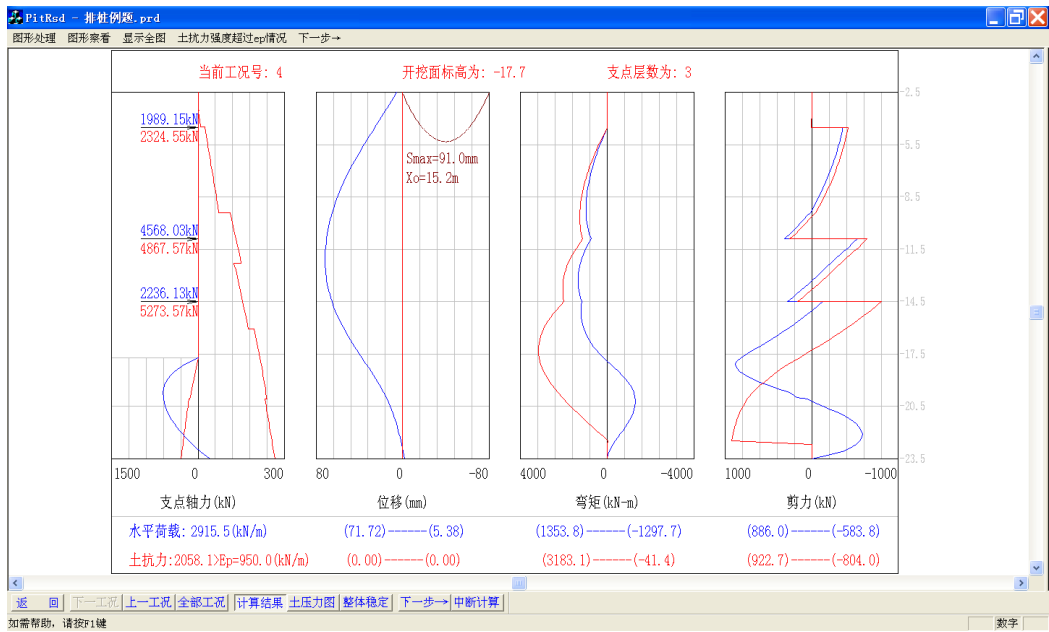


结构计算主界面包含上部菜单栏、中部图形显示区和下部工具栏。
菜单栏各菜单包含如下功能：

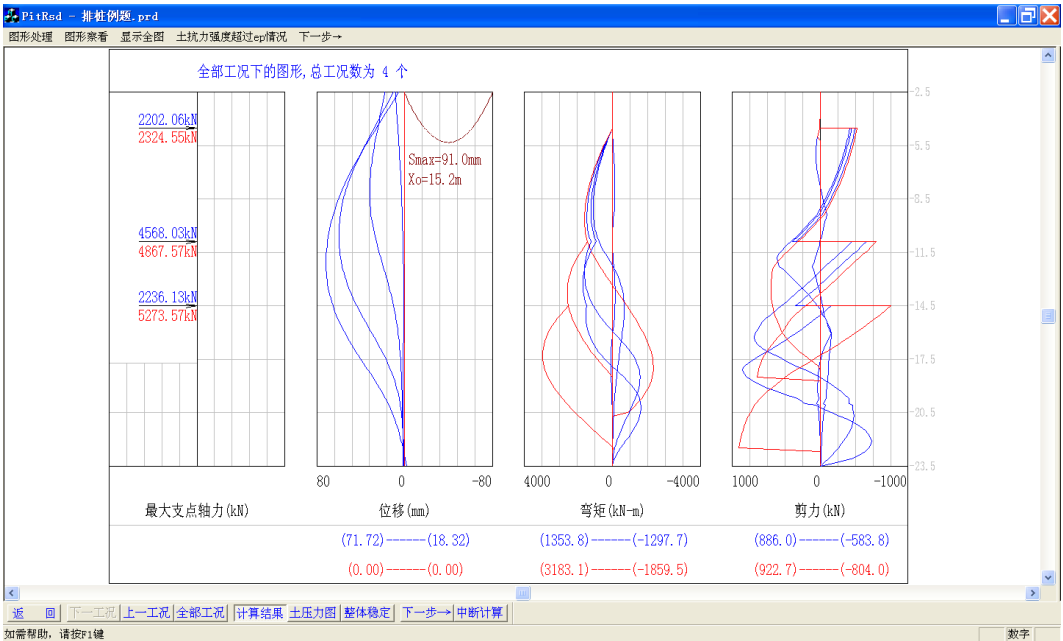
图形处理	返回主窗口：结束结构计算返回参数输入主界面
	打印：打印当前显示图形
	打印预览：打印当前图形前预览效果
	打印设置：打印当前图形的设置
	存为 dxf 文件：将当前图形保存为 dxf 文件
图形察看	下一工况(顺序察看)：察看下个工况计算结果
	上一工况(顺序察看)：察看上个工况计算结果
	全部工况：察看全部工况计算结果
	计算结果图：显示计算结果图(支点轴力、位移、弯矩、剪力)
	显示土压力：显示土压力计算结果
	整体稳定：显示整体稳定计算结果
显示全图	将所有图形显示在窗口中
下一步→	进入下个计算步骤

中部图形显示区用于显示各工况计算结果。

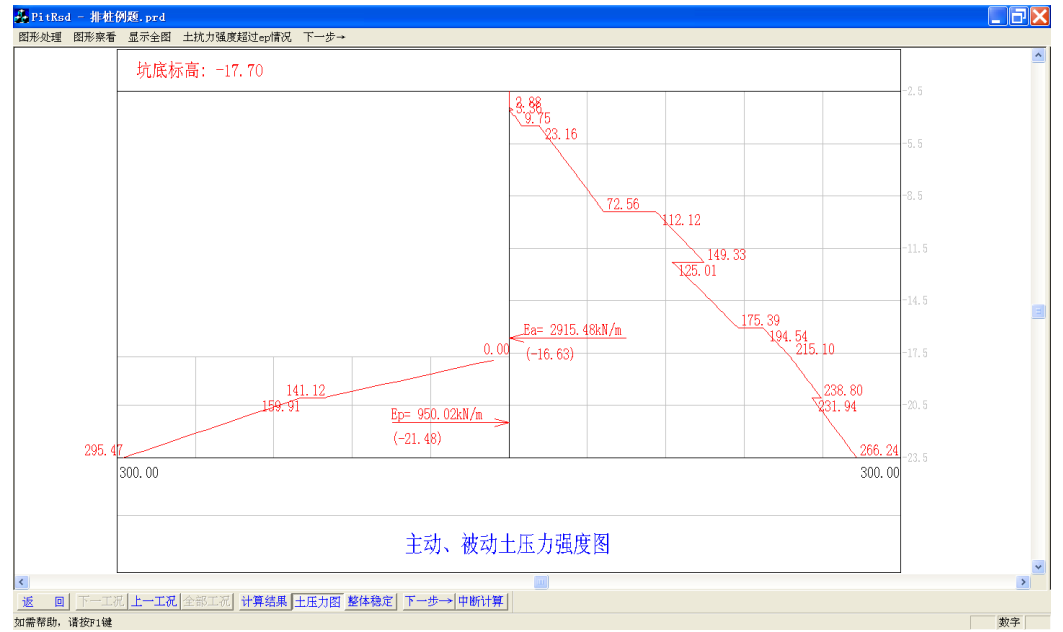
结构受力计算结果图中，红色曲线为经典法计算结果，蓝色曲线为弹性支点法计算结果。



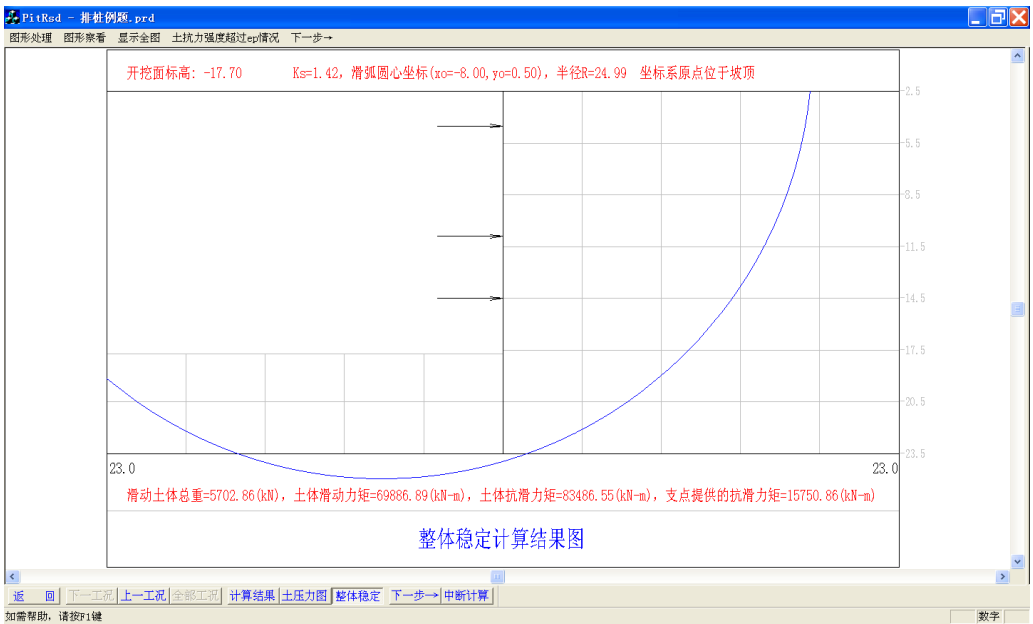
单一工况结构受力计算结果



全部工况结构受力计算结果



土压力计算结果



整体稳定计算结果

下部工具栏所列工具及其功能与菜单栏完全相同，点击“中断计算”或“返回”都将回到输入参数主界面。

点击“下一步→”则进入支锚计算界面进行支撑锚杆设计计算。

支锚计算对话框

补充输入土层的摩阻力:

序号	土层名称	土层厚度 (m)	土层摩阻力 (kPa)
1	黏土	3	80
2	黏土	3	80
3	黏土	3	80
4	黏土	3	80
5	黏土	3	80
6	黏土	3	80
7	黏土	3	80
8	黏土	3	80

内力取值: ☒ 弹性法 ☐ 经典法

锚杆层数 1 土压力强度0点标高 (m) -9.000 锚固注浆体弹性模量 (N/mm²) 18000 用实际刚度替换原始输入刚度并回主界面

序号	标高 (m)	水平荷载标准值 (kN)	钻孔直径 (mm)	水平间距 (m)	入射角 (度)	杆体材料	杆体直径 (mm)	锚杆抗拔安全系数	自由段长度 (m)	锚固段长度 (m)	杆体数量 (根)	实际刚度 (kN/m)	总长度 (m)
1	-3	181.26	150	2.4	25	钢绞线1860	15	1.60					

支撑层数 2

序号	标高 (m)	轴力标准值 (kN)	混凝土强度等级	钢筋级别	钢筋直径 (mm)	钢筋数量	计算长度 (m)	截面宽度 (m)	截面高度 (m)	稳定系数	稳定承载力设计值 (kN)	荷载安全系数
1	-7	200.00	C30	HRB400								

序号	标高 (m)	轴力标准值 (kN)	钢材牌号	计算长度 (m)	截面面积 (mm ²)	截面惯性矩 (mm ⁴)	稳定系数	稳定承载力设计值 (kN)	荷载安全系数
----	--------	------------	------	----------	-------------------------	--------------------------	------	---------------	--------

← 上一步 支锚计算 计算整体稳定 返回主界面重算整体稳定 下一步 → 荷载安全系数必须大于1.25 y 0!

首先为土层添加摩阻力参数，并计算出土压力强度 0 点标高；

然后添加锚杆参数值，此处会读取部分土层和支锚参数部分数据，但最终锚杆计算结果按此处输入的锚杆信息为依据。

锚杆参数：

参数	单位	说明
----	----	----

锚杆层数		锚杆层数
锚固注浆体弹性模量	N/mm ²	锚固注浆体弹性模量
标高	m	锚杆中心处标高
水平荷载标准值	kN	水平荷载计算值
荷载分项系数		荷载分项系数
钻孔直径	mm	锚杆钻孔直径
水平间距	m	锚杆水平间距
入射角	°	入射角
杆体材料		通过下拉选项选择杆体材料
杆体直径	mm	通过下拉选项选择杆体直径
锚杆抗拔安全系数		锚杆抗拔安全系数
自由段长度	m	自由段长度
锚固段长度	m	锚固段长度
杆体数量	根	杆体数量
实际刚度	kN/m	锚杆实际刚度
总长度	m	总长度

混凝土支撑参数：


参数	单位	说明
标高	m	支撑中心处标高
轴力标准值	kN	支撑所受轴力计算值
混凝土强度等级		C15-C80
钢筋级别		HRB335-HRBF500
钢筋直径	mm	支撑主筋直径
钢筋数量		支撑截面所配主筋根数
计算长度	m	支撑受压计算长度
截面宽度	m	混凝土支撑截面宽度
截面高度	m	混凝土支撑截面高度
稳定系数		支撑受压稳定系数
稳定承载力设计值	kN	支撑受压承载力设计值
荷载安全系数		应大于 1.25 γ_0

钢支撑参数：

参数	单位	说明
标高	m	支撑中心处标高
轴力标准值	kN	支撑所受轴力计算值
钢材钢号		Q235-Q345
计算长度	m	支撑受压计算长度
截面面积	m ²	钢支撑截面面积
截面惯性矩	m ⁴	钢支撑截面惯性矩
稳定系数		支撑受压稳定系数
稳定承载力设计值	kN	支撑受压承载力设计值
荷载安全系数		应大于 1.25 γ_0

点击内力计算方法单选按钮可以选择取弹性法或经典法的计算值作为水平荷载计算值。

点击“支锚计算”则会对支撑锚杆进行设计计算。

此处“用实际刚度替换原始输入刚度”按钮的作用是根据此处锚杆计算得到的刚度替换参数输入主界面土层和支锚参数输入的锚杆刚度。选择表格中实际刚度单元格会在单元格右侧出现按钮，点击此按钮就将此处的输入刚度替换为实际计算刚度。

完成锚杆计算后，此时按钮“计算整体稳定”和“返回主界面重算整体稳定”变为可用状态，用户可点击按钮进行相应的计算。

点击“←上一步”则关闭支锚计算对话框，返回桩配筋计算对话框。

点击“下一步→”进入离散钢桩强度验算对话框。

离散钢桩强度验算对话框

输入参数：

弯矩折减系数	1.00
剪力折减系数	1.00
荷载分项系数	1.25
内力分段数	一段
各分段长度(m)	16.50

钢桩应力值：

序号	弯曲应力(N/mm ²)	剪切应力(N/mm ²)
1		

内力取值：

☒ 弹性法

☐ 经典法

内力取设计值

段号	内力类型	弹性法标准值	经典法标准值	内力设计值	内力实用值
1	基坑内侧最大正弯矩(kN.m)	306.21	191.07	382.76	382.76
	基坑外侧最大负弯矩(kN.m)	-217.05	-351.16	-271.31	-271.31
	最大剪力(kN)	192.85	224.00	241.06	241.06

内力设计值=内力标准值×基坑侧壁重要性系数×内力折减系数×荷载分项系数

←上一步

强度验算

下一步→

输入参数：

参数	单位	说明
弯矩折减系数		弯矩折减系数
剪力折减系数		剪力折减系数
荷载分项系数		荷载分项系数
内力分段数		通过下拉选项选择内力分段数
各分段长度	m	各分段长度

内力取值参数：

参数	单位	说明
内力类型		包括基坑外侧最大负弯矩、基坑内侧最大正弯矩和最大剪力
弹性法计算值		弹性法计算值
经典法计算值		经典法计算值
内力设计值		内力设计值
内力实用值		内力实际采用值

点击内力计算方法单选按钮可以选择取弹性法或经典法的计算值作为内力设计值。内力取值表格只有最后一列用于用户输入，即最终用户最终采用的内力设计值。

点击“强度计算”即可算得各分段钢桩弯曲应力和剪切应力值。

序号	弯曲应力(N/mm ²)	剪切应力(N/mm ²)
1	88.89	16.17

点击“下一步→”则进入腰梁计算对话框。

腰梁计算对话框

选择每道支点所用的腰梁材料：

支点序号	支点种类	腰梁材料
1	冠梁	混凝土
2	锚杆	工字钢
3	支撑	工字钢
4	支撑	工字钢

内力取值

☒ 弹性法

☐ 经典法

混凝土腰梁总共有 1 层, 请补充混凝土腰梁的计算数据:

支点序号	支点标高	支点水平间距 (m)	水平荷载计算值 (kN)	荷载 分项系数	砼标号	截面宽度 b (mm)	截面高度 h (mm)	纵筋级别	箍筋级别	箍筋间距 (mm)	纵筋面积 (mm ²)	箍筋Asv (mm ²)
1	-2.80	1.00	8.75	1.25	C25	1000	600	HRB400	HPB300	200		

钢腰梁总共有 3 层, 请补充钢腰梁的计算数据:

支点序号	支点标高	支点水平间距 (m)	水平荷载计算值 (kN)	荷载 分项系数	钢腰梁名称	钢腰梁肢数	单肢钢腰梁 弯曲应力 (N/mm ²)	单肢钢腰梁 剪应力 (N/mm ²)
2	-4.50	8.70	1344.49	1.25	25a号工字钢	2		
3	-10.90	8.70	4136.60	1.25	25a号工字钢	2		
4	-14.50	8.70	1640.16	1.25	25a号工字钢	2		

腰梁计算

中断计算

首先设置支点处腰梁材料。

点击内力计算方法单选按钮可以选择取弹性法或经典法的计算值作为水平荷载计算值。

腰梁计算参数会读取部分基本参数和土层和支锚参数数据。

混凝土腰梁计算参数：

参数	单位	说明
水平荷载计算值	kN	
荷载分项系数		
砼标号		
截面宽度 b	mm	
截面高度 h	mm	
纵筋级别		
箍筋级别		
箍筋间距	mm	
纵筋面积	mm ²	
箍筋 Asv	mm ²	=n*Asv ₁ , n 为箍筋肢数

钢腰梁参数：

参数	单位	说明
水平荷载计算值	kN	
荷载分项系数		

钢腰梁名称		选择工字钢或槽钢腰梁的型号
钢腰梁肢数		
单肢钢腰梁弯曲应力	N/mm ²	
单肢钢腰梁剪应力	N/mm ²	

点击“腰梁计算”则会进行腰梁设计计算。

点击“上一步”则返回离散钢桩强度验算对话框。

点击“下一步”进入钢围堰封底混凝土计算对话框，如下：

钢围堰封底混凝土计算

桩基钢护筒与封底混凝土的粘结力 τ_1 (kPa)	150
钢围堰与封底混凝土的粘结力 τ_2 (kPa)	150
钢板桩及钢管桩与入土深度范围内土层的摩阻力 τ_3 (kPa)	80
所有桩基钢护筒与封底混凝土接触面积 S_1 (m ²)	573.4
钢围堰与封底混凝土接触面积 S_2 (m ²)	295.23
钢板桩及钢管桩围堰入土深度范围外侧接触面积之和 S_3 (m ²)	600
所有桩基钢护筒及桩基自重 G_z (kN)	100000
钢围堰自重 G_g (kN)	1000
扣除钢护筒面积后基底净面积 A_n (m ²)	2097.7
抗浮时围堰内外水头差 (m)	5.9
抗沉时围堰内外水头差 (m)	3.3
波峰时的波浪浮托力 P_{uc} (kN)	0
波谷时方向向下的波浪力 P_{ut} (kN)	0
施工期作用在封底混凝土上的承台自重及施工期最大活荷载 F_s (kN)	102188
封底混凝土标号	C25
封底混凝土每米宽度最大弯矩标准值 M_{p1} (N·mm)	110000000
水下混凝土可能与围堰底泥土混掺的增加厚度 h_u (mm)	400
抗浮安全系数	1.15
抗沉安全系数	1.10

计算封底混凝土厚度

根据封底混凝土厚度反算

封底混凝土厚度 h_t (m)	
封底混凝土自重 G_c (kN)	
G_z 和桩基钢护筒与封底混凝土粘结力 $\tau_1 S_1$ 的最小值 F_1 (kN)	
$G_g + \tau_3 S_3$ 和钢围堰与封底混凝土粘结力 $\tau_2 S_2$ 的最小值 F_2 (kN)	
抗浮时水浮力标准值 (kN)	
抗沉时水浮力标准值 (kN)	

← 上一步

结束计算

点击“计算封底混凝土厚度”，得到如下计算结果：

封底混凝土厚度 h_t (m)	1.57
封底混凝土自重 G_c (kN)	79278.31
G_z 和桩基钢护筒与封底混凝土粘结力 τ_{1S1} 的最小值 F_1 (kN)	86010.00
$G_g + \tau_{3S3}$ 和钢围堰与封底混凝土粘结力 τ_{2S2} 的最小值 F_2 (kN)	44284.50
抗浮时水浮力标准值 (kN)	123764.30
抗沉时水浮力标准值 (kN)	69224.10

也可点击“根据封底混凝土反算”，根据输入的封底混凝土厚度反算抗浮和抗沉安全系数。

至此结构计算就全部完成。

3.1.4 生成计算书

当所有的稳定验算和结构计算完成后就可以将计算成果转化为计算书。点击菜单栏“详细计算书”或“简版计算书”菜单，即可打开计算书对话框。

计算书

第一节 原始输入数据

基本参数:

内力计算方法	设计
规范与规程	建筑基坑支护技术规程JGJ120-2012
基坑等级	二级
基坑侧壁重要性系数	1.00
地面标高 (m)	0.00
桩顶标高 (m)	-1.00
坑底标高 (m)	-9.00
嵌固深度 (m)	4.00
桩截面类型	圆形
桩直径 D (m)	0.6
桩间距 (m)	1.2
混凝土强度等级	C25
有无构造冠梁	无
地面坡顶倾角 (度)	0
有无帷幕	无
是否显示滑裂面线	否

拷贝到剪贴板 保存计算书 退出

计算书详细呈现了整个设计过程，从输入参数、计算过程到采用原理公式，还包括计算示意图，到最终计算结果。

计算书主要包括下列各项：

- 1 原始输入数据；
- 2 嵌固深度计算；
- 3 计算简图；
- 4 可变、偶然作用计算
- 5 抗倾覆、整体稳定、抗隆起、抗渗流、承压水稳定验算结果；
- 6 结构计算结果和土压力图；
- 7 钢桩强度验算书；
- 8 支锚计算书；
- 9 腰梁截面强度验算书；
- 10 封底混凝土验算结果
- 11 基坑计算结果汇总表。

详细计算书与简版计算书，唯一的不同就是有十分细致的计算过程，而简版计算书则只有主要的结果图表。

3.1.5 生成施工图

最后软件提供了生成施工图菜单，用于生成施工图，为用户节省画图时间。

点击“生成施工图”菜单即可打开选择生成施工图种类对话框，选择当前项目需要的施工图即可，点击“确定”便进入剖面图补充数据对话框，对绘图参数进行补充。

剖面图补充数据对话框

图单元名称：

钢管桩围堰剖面图

图块比例：

1:100

锚杆层数：

0

序号	标高 (m)	直径 (mm)	非锚固段 长度(m)	锚固段长度 (m)

支撑层数：

2

序号	标高 (m)	支撑高度 (m)	腰梁高度 (m)	腰梁宽度 (m)
1	2	0.8	1.0	0.9
2	-4	0.8	1.0	0.9

桩顶以上放坡的土钉层数：

1

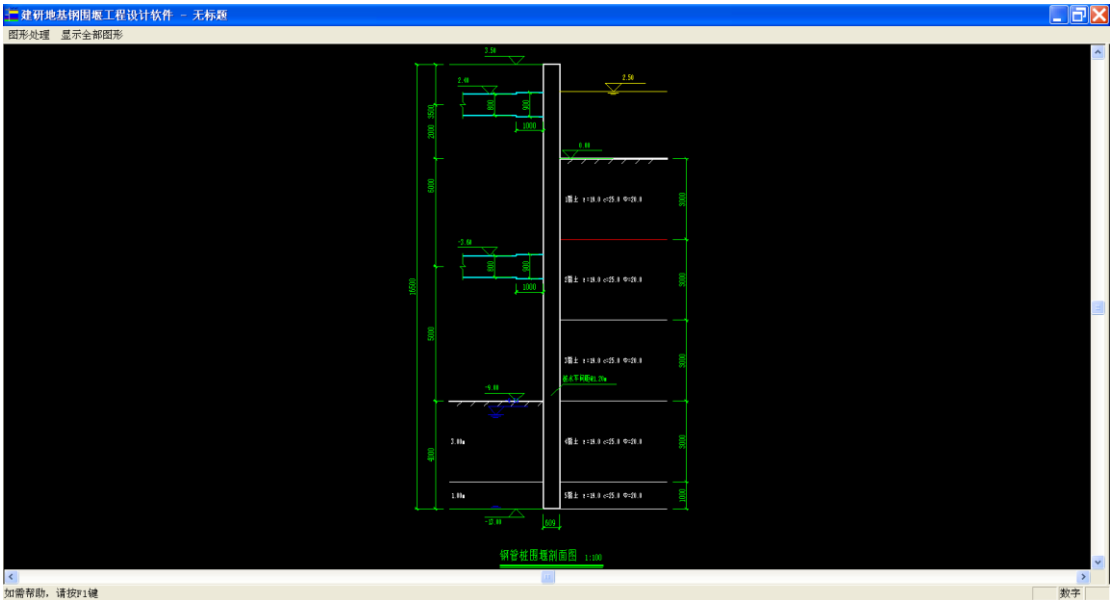
序号	标高 (m)	水平间距 (m)	倾角 (°)	钻孔直径 (mm)	长度 (m)	杆体直径 (mm)
1	-0.50	1.50	10	110	10	25

确定

取消


剖面图补充数据对话框中的锚杆参数和腰梁参数是根据之前输入和计算读取过来的，用户也可根据实际需求在此处增删改锚杆和腰梁参数，并不影响之前计算过程和结果。

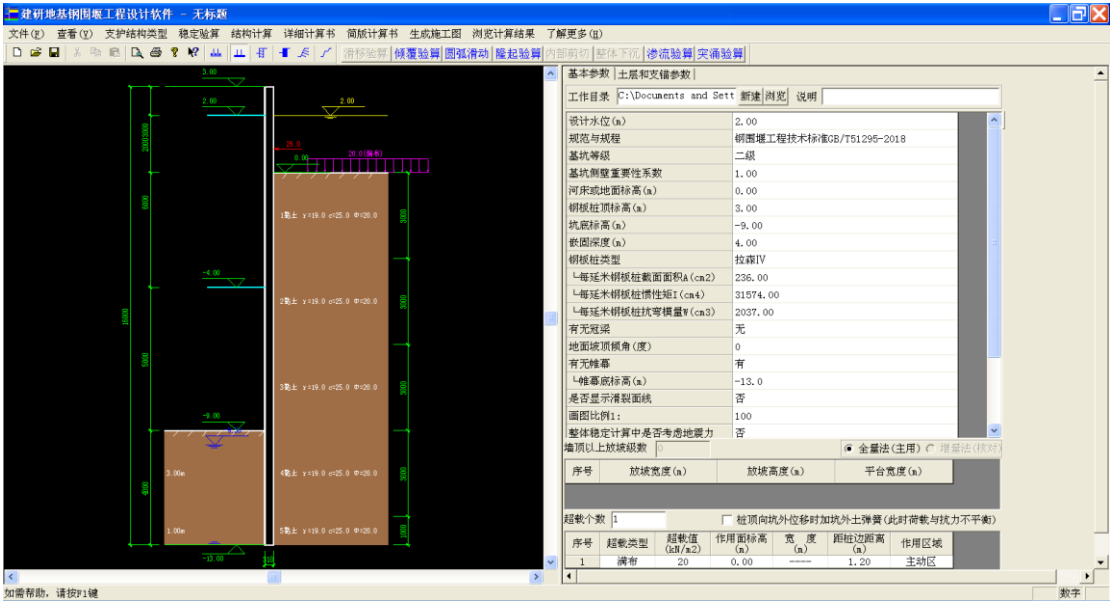
此处还可添加桩顶放坡土钉参数以及放坡砼面层相关参数用以绘制施工图，点击“确定”打开施工图显示窗口。



上部菜单功能与前面章节相同。
至此，一个钢管桩围堰项目的所有设计流程就完成了。

3.2 钢板桩围堰

通过菜单栏的“支护结构类型”或工具栏的钢板桩围堰图标，选择进行钢板桩围堰设计计算。此时主界面如下图：



由于各个模块的输入参数和计算流程基本相同，所以从本模块开始只介绍与钢管桩围堰设计计算模块的不同之处，相同之处详见本章 3.1 节钢管桩围堰相应内容。

3.2.1 参数输入

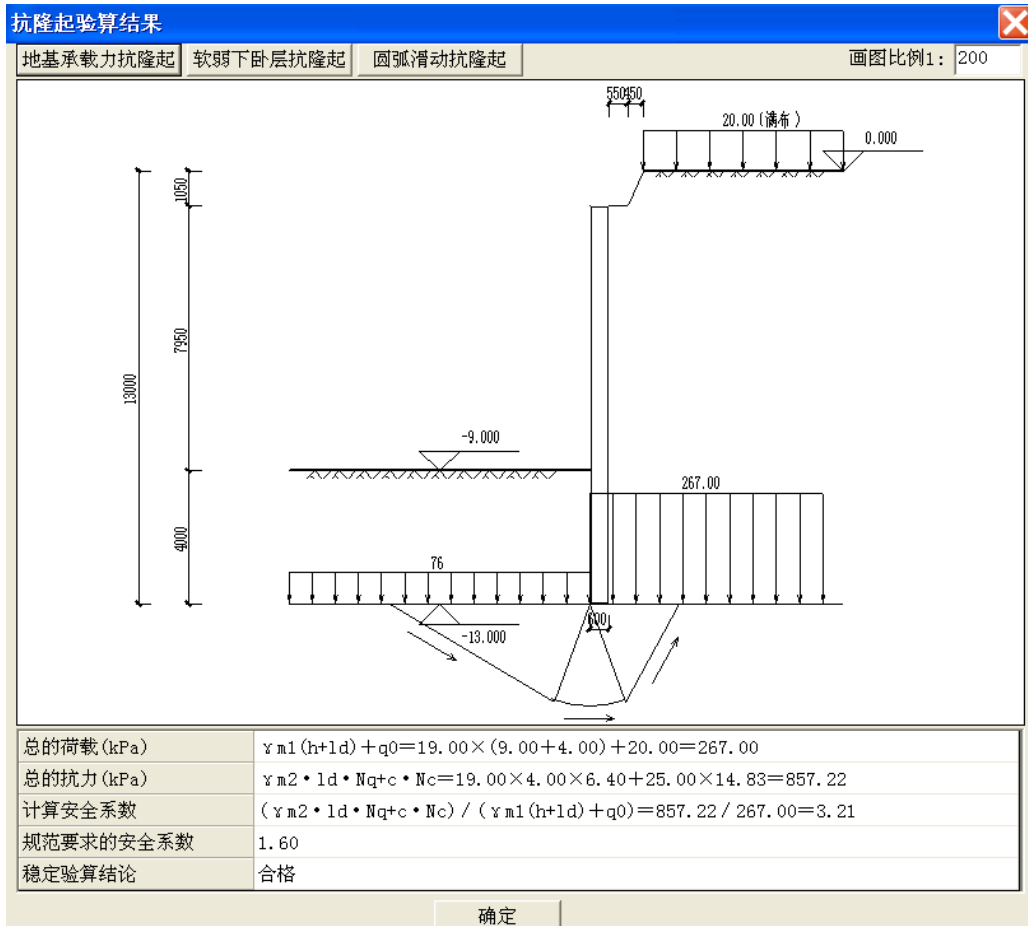
基本参数：

参数	单位	说明
墙顶标高	m	墙顶标高
连续墙/钢板桩类型		通过下拉选项选择
墙厚	m	墙厚度
每延米板桩截面面积 A	cm ²	每延米板桩截面面积
每延米板桩惯性矩 I	cm ⁴	每延米板桩惯性矩
每延米板桩抗弯模量 W	cm ³	每延米板桩抗弯模量

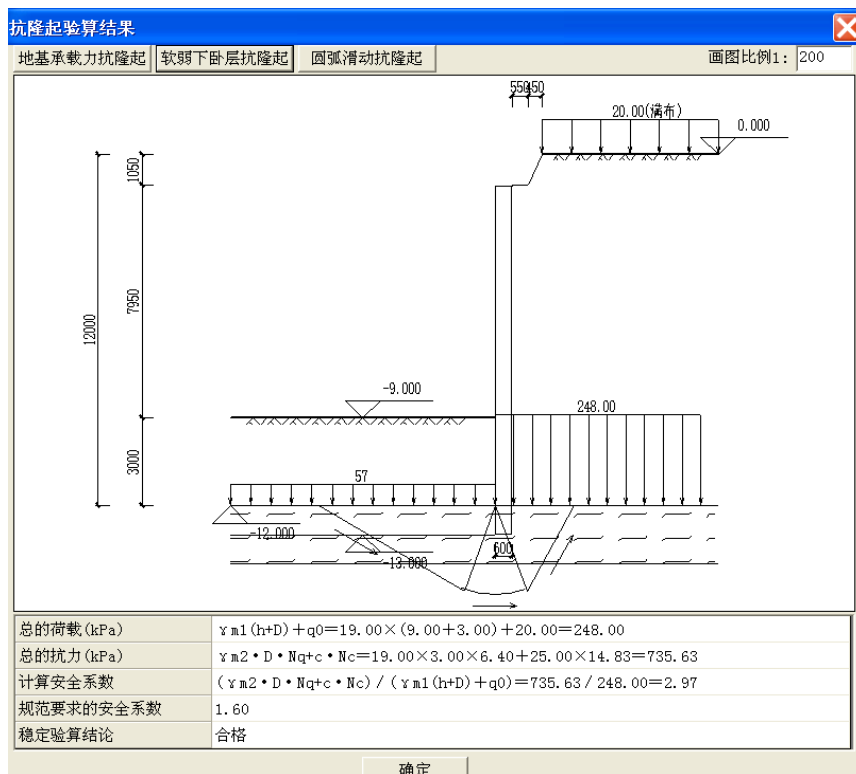
基本参数的其他参数和土层与支锚参数与 3.1.1 节相同。

3.2.2 稳定验算

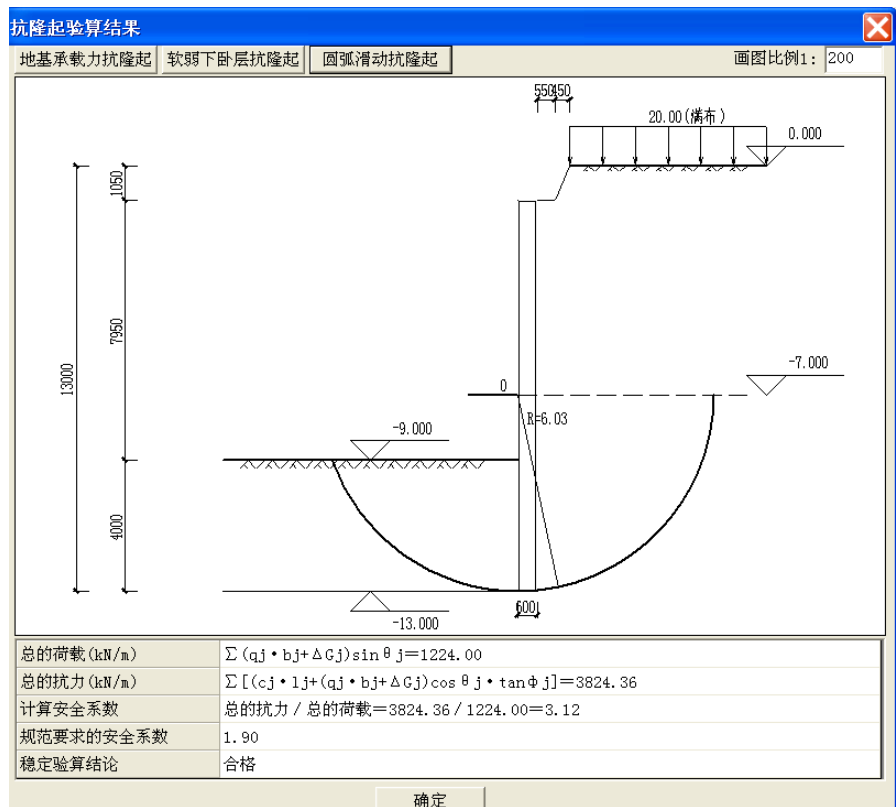
稳定验算与 3.1.2 节相同。



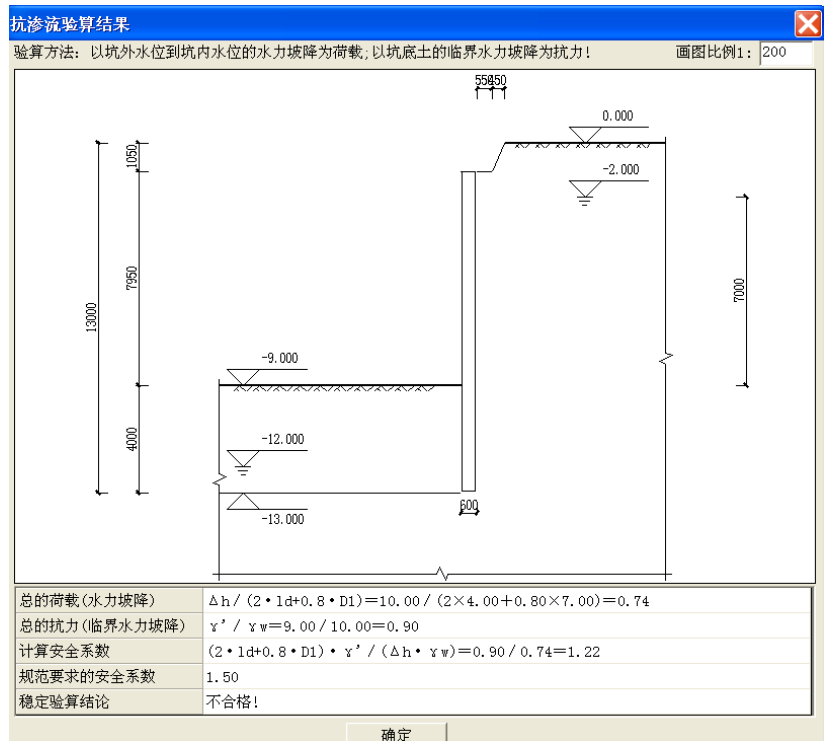
地基承载力抗隆起验算结果



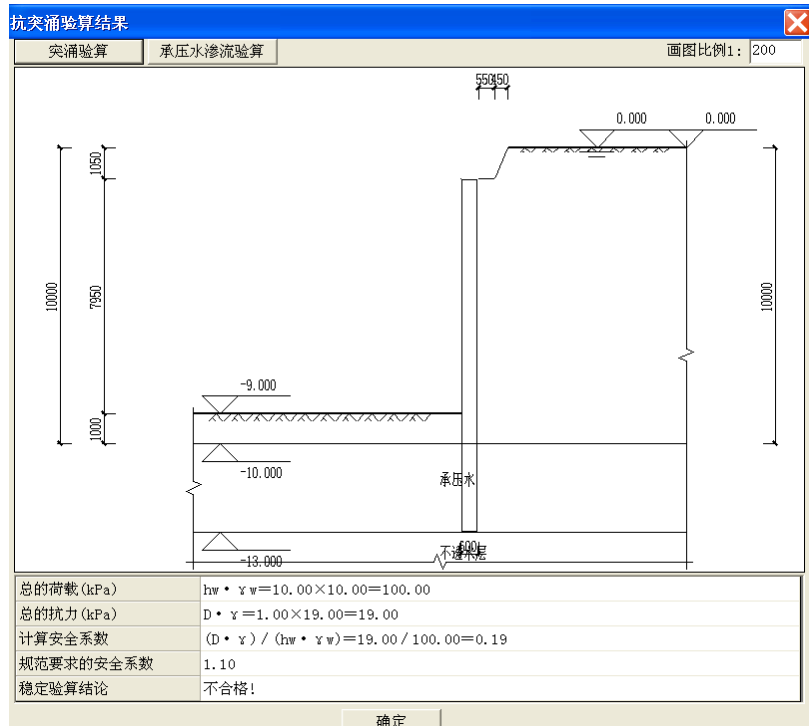
软弱下卧层抗隆起验算结果



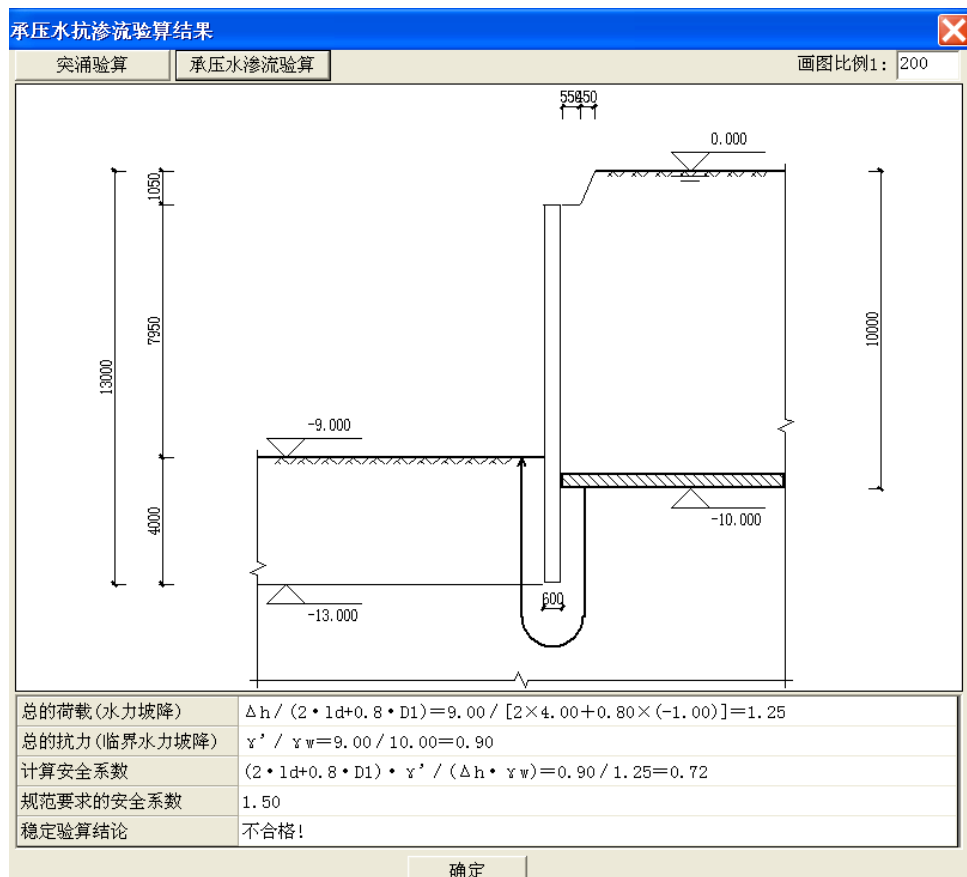
圆弧滑动抗隆起验算结果



抗渗流验算结果



抗突涌验算结果



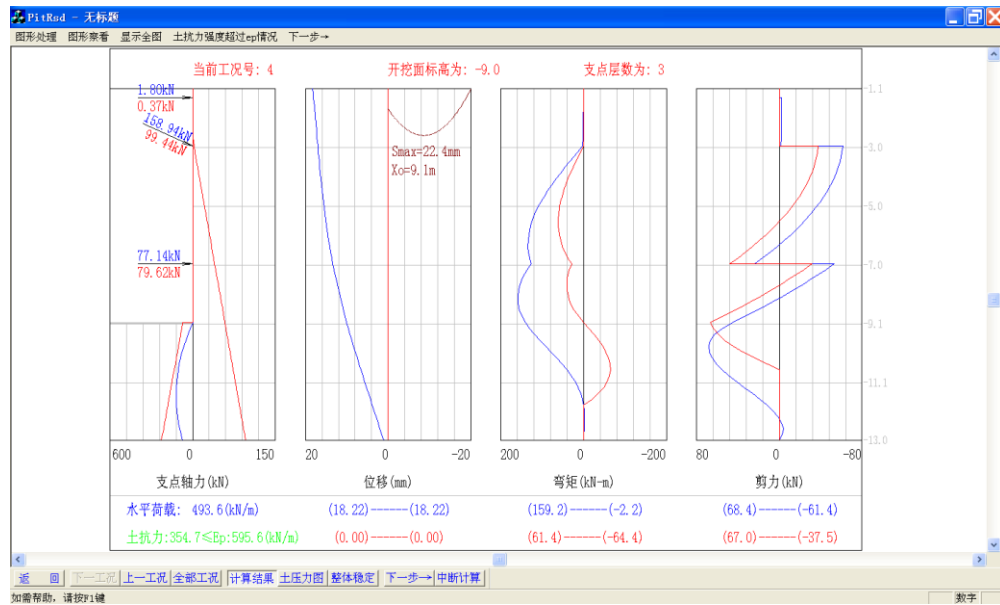
承压水抗渗流验算结果

3.2.3 结构计算

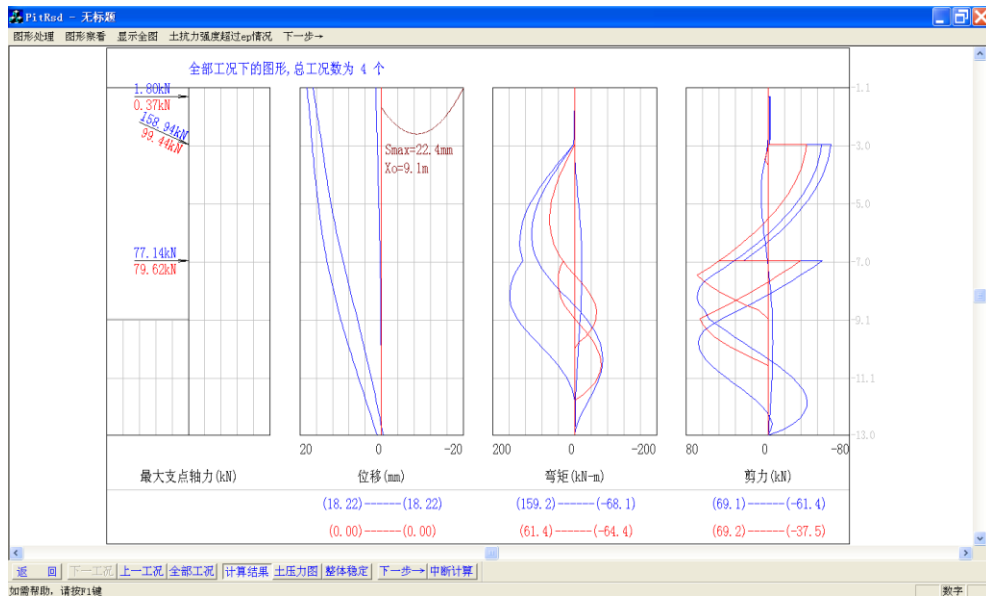
通过点击菜单栏的“结构计算”菜单即可进入结构计算主界面。

结构计算主界面与 3.1.3 节相同。

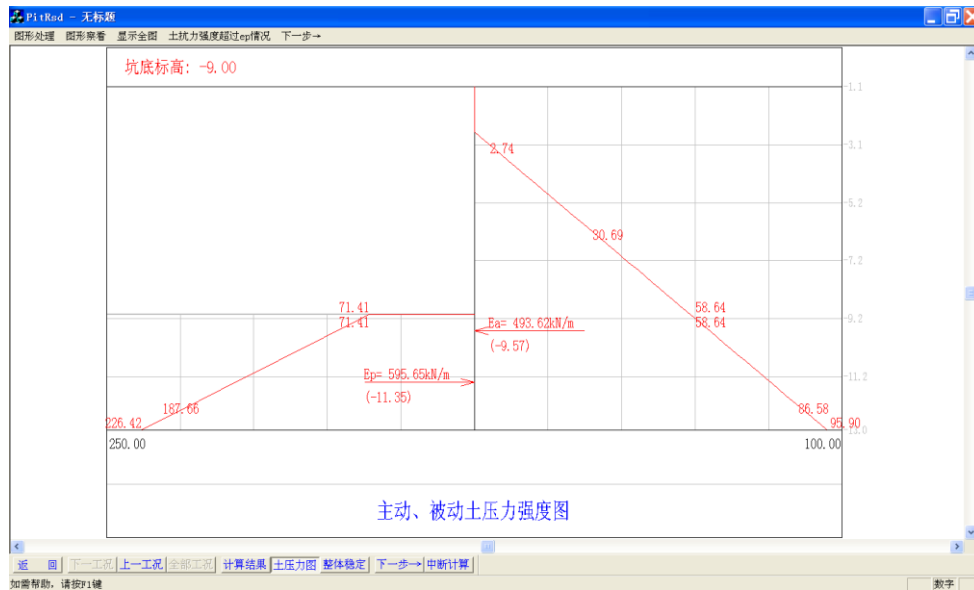
结构受力计算结果图中，红色曲线为经典法计算结果，蓝色曲线为弹性支点法计算结果。



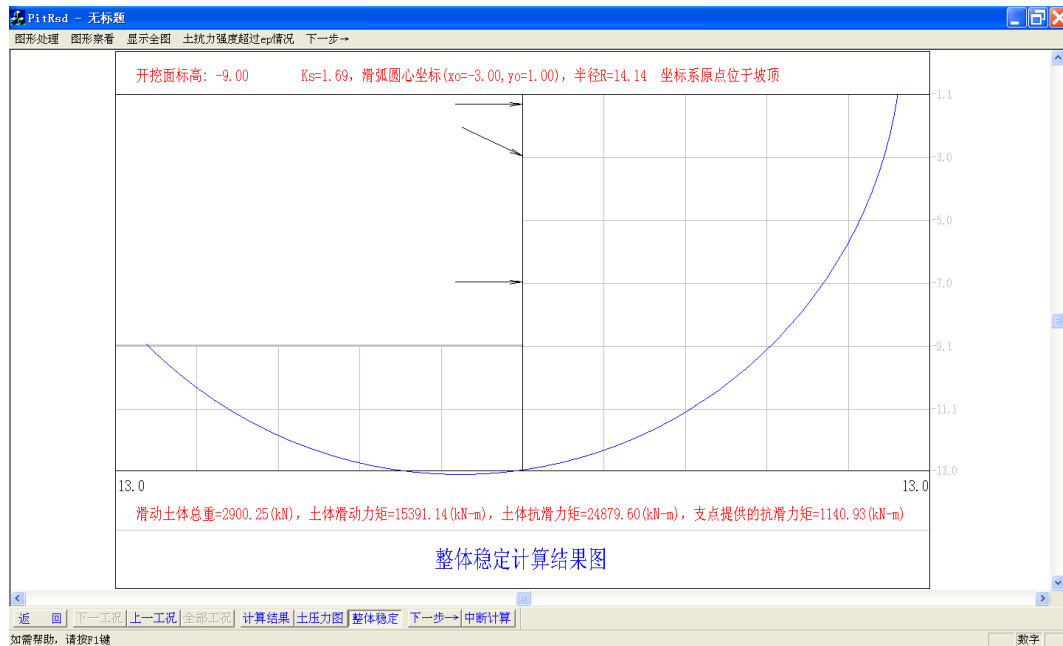
单一工况结构受力计算结果



全部工况结构受力计算结果



土压力计算结果



整体稳定计算结果

点击“下一步→”打开钢板桩强度验算对话框。

钢板桩强度验算对话框

输入参数:

弯矩折减系数	1.00
剪力折减系数	1.00
荷载分项系数	1.25
内力分段数	一段
各分段长度(m)	16.00

钢桩应力值:

序号	弯曲应力(N/mm ²)	剪切应力(N/mm ²)
1		

内力取值:

☒ 弹性法 ☐ 经典法

内力取设计值

段号	内力类型	弹性法标准值	经典法标准值	内力设计值	内力实用值
1	基坑内侧最大正弯矩(kN.m)	174.79	150.19	218.49	218.49
	基坑外侧最大负弯矩(kN.m)	-140.14	-261.48	-175.17	-175.17
	最大剪力(kN)	140.37	168.86	175.46	175.46

内力设计值=内力标准值×基坑侧壁重要性系数×内力折减系数×荷载分项系数

← 上一步

强度验算

下一步 →

输入参数:

参数	单位	说明
弯矩折减系数		弯矩折减系数
剪力折减系数		剪力折减系数
荷载分项系数		荷载分项系数
内力分段数		通过下拉选项选择内力分段数
各分段长度	m	各分段长度

内力取值参数:

参数	单位	说明
内力类型		包括基坑外侧最大负弯矩、基坑内侧最大正弯矩和最大剪力
弹性法计算值		弹性法计算值
经典法计算值		经典法计算值
内力设计值		内力设计值
内力实用值		内力实际采用值

点击内力计算方法单选按钮可以选择取弹性法或经典法的计算值作为内力设计值。内力取值表格只有最后一列用于用户输入，即最终用户最终采用的内力设计值。

点击“强度计算”即可算得各分段钢桩弯曲应力和剪切应力值。

序号	弯曲应力(N/mm2)	剪切应力(N/mm2)
1	107.26	14.87

若点击“上一步”，则退出钢板桩强度验算界面返回软件主界面。

点击“下一步→”则进入腰梁计算界面进行腰梁设计计算和封底混凝土验算。

至此钢板桩围堰结构计算就算完成了。

3.2.4 生成计算书

与 3.1.4 节相同。

计算书主要包括下列各项：

- 1 原始输入数据；
- 2 嵌固深度计算；
- 3 计算简图；
- 4 可变、偶然作用计算
- 5 抗倾覆、整体稳定、抗隆起、抗渗流、承压水稳定验算结果；
- 6 结构计算结果和土压力图；
- 7 钢桩强度验算书；
- 8 支锚计算书；
- 9 腰梁截面强度验算书；
- 10 封底混凝土验算结果
- 11 基坑计算结果汇总表。

3.2.5 生成施工图

与 3.1.5 节相同。

剖面图补充数据对话框

图单元名称: 钢板桩围堰剖面图

图块比例: 1:100

锚杆层数: 0

桩顶以上放坡的砼面层数: 2

序号	标高(m)	直径(mm)	非锚固段长度(m)	锚固段长度(m)

第一层厚度(mm): 50

第二层厚度(mm): 50

上覆面板长(m): 1

支撑层数: 2

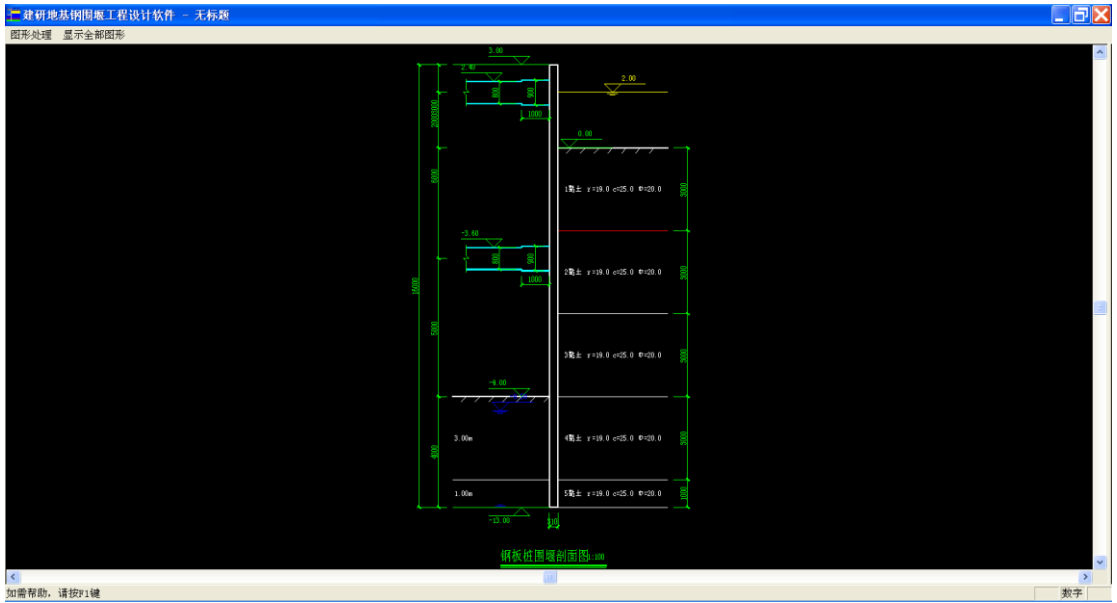
序号	标高(m)	支撑高度(m)	腰梁高度(m)	腰梁宽度(m)
1	2	0.8	1.0	0.9
2	-4	0.8	1.0	0.9

桩顶以上放坡的土钉层数: 1

序号	标高(m)	水平间距(m)	倾角(°)	钻孔直径(mm)	长度(m)	杆体直径(mm)
1	-0.50	1.50	10	110	10	25


确定

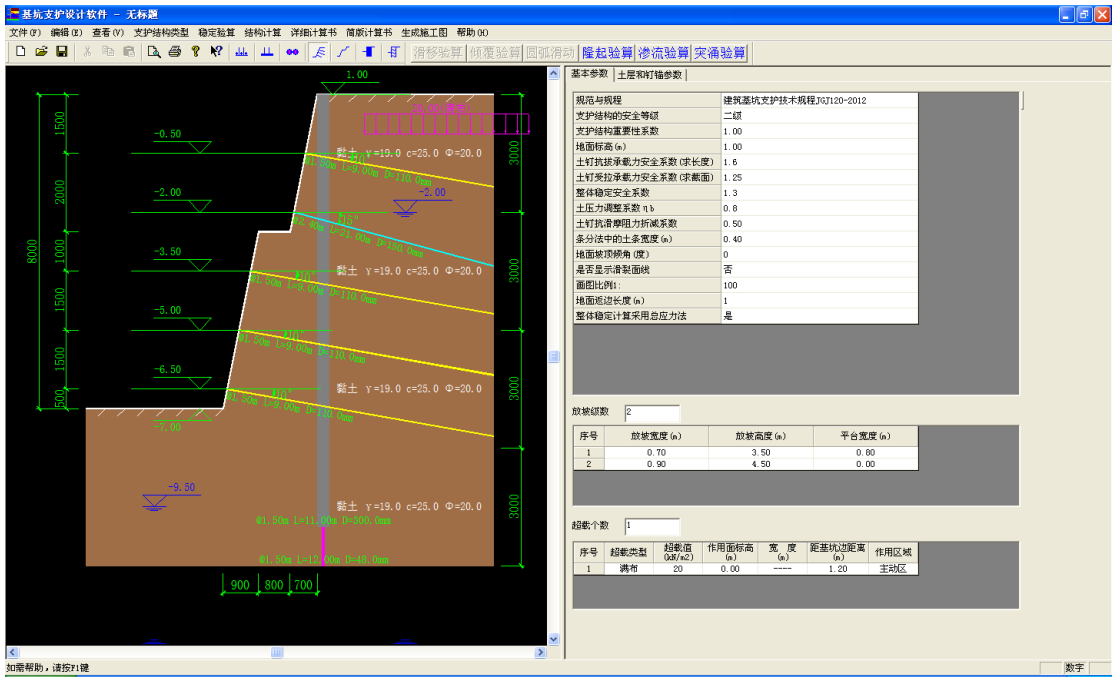
取消



至此一个钢板桩围堰项目就算设计计算完成了。

3.3 土钉墙

通过菜单栏的“支护结构类型”或工具栏的土钉墙图标，选择进行土钉墙设计计算。此时主界面如下图：



3.3.1 参数输入

基本参数：

参数	单位	说明
支护结构的安全等级		通过下拉选项选择选择支护结构的安全

		等级
支护结构的重要性系数		支护结构的重要性系数
土钉抗拔承载力安全系数(求长度)		土钉抗拔承载力安全系数
土钉受拉承载力安全系数(求截面)		土钉受拉承载力安全系数
整体稳定安全系数		整体稳定安全系数
土压力调整系数		土压力调整系数
土钉抗滑摩阻力折减系数		土钉抗滑摩阻力折减系数
条分法中的土条宽度	m	条分法中的土条宽度

放坡参数：

参数	单位	说明
放坡级数		边坡放坡级数
放坡高度	m	各级放坡高度
放坡宽度	m	各级放坡宽度
平台宽度	m	各级平台宽度

其他参数和超载参数与 3.1.1 节相同。

土层与钉锚参数选项卡页包含土层参数、水层参数、土钉参数、锚杆参数和竖向增强体参数。

土层参数：

参数	单位	说明
与锚固体摩阻力	kPa	土层与锚杆的摩阻力
与土钉摩阻力	kPa	土层与土钉的摩阻力

其他参数和水层参数与 3.1.1 节相同。

土钉参数：

参数	单位	说明
土钉层数		土钉层数
土钉标高	m	土钉标高
水平间距	m	水平间距
入射角	°	入射角
钻孔直径	mm	钻孔直径
土钉长度	m	土钉长度(可通过初算钉锚进行确定)

材料		通过下拉选项选择土钉材料
土钉施工超挖深度	m	土钉施工超挖深度

锚杆参数：

参数	单位	说明
锚杆层数		锚杆层数
锚杆标高	m	锚杆标高
水平间距	m	水平间距
入射角	°	入射角
总长度	m	总长度
锚固段长度	m	锚固段长度
锚固体直径	mm	锚固体直径
抗拉力	kN	抗拉力
发挥系数		锚杆承载力的发挥系数
锚杆材料		通过下拉选项选择锚杆材料
锚杆施工超挖深度	m	锚杆施工时的超挖深度，一般为 0.5m

点击“锚杆扩大头信息”按钮可打开锚杆扩大头信息对话框设置扩大头尺寸信息。

锚杆扩大头信息表

序号	锚杆标高 (m)	总长度 (m)	锚固段总长 (m)	锚固段1长度 (m)	锚固段1直径 (mm)	锚固段2长度 (m)	锚固段2直径 (mm)	锚固段3长度 (m)	锚固段3直径 (mm)	锚固段4长度 (m)	锚固段4直径 (mm)
1											

注：应确保各个锚固段的总和等于锚杆总的锚固长度。如果某根锚杆没有扩大头，则不填其对应的行！

确定 取消

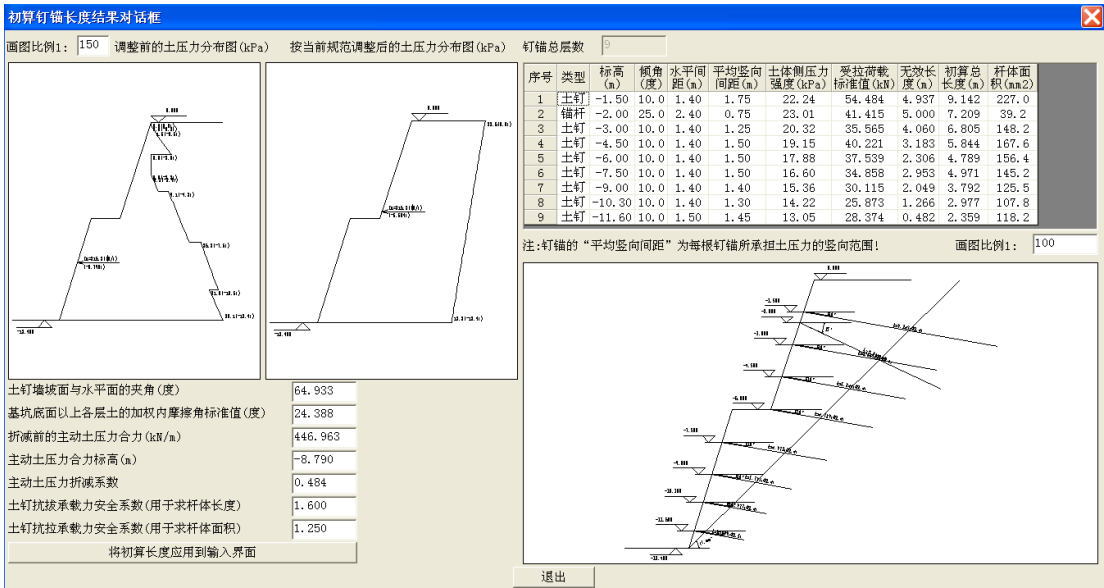
竖向增强体参数：

参数	单位	说明
竖向增强体道数		竖向增强体道数
到坡顶距离	m	到坡顶距离
水平间距	m	水平间距
入射角	°	入射角
钻孔直径	mm	钻孔直径
有效长度	m	有效长度

发挥系数		竖向增强体承载力的发挥系数
抗剪力	kN	抗剪力
材料		通过下拉选项选择材料

如果未设置竖向增强体，则无需验算隆起和渗流。

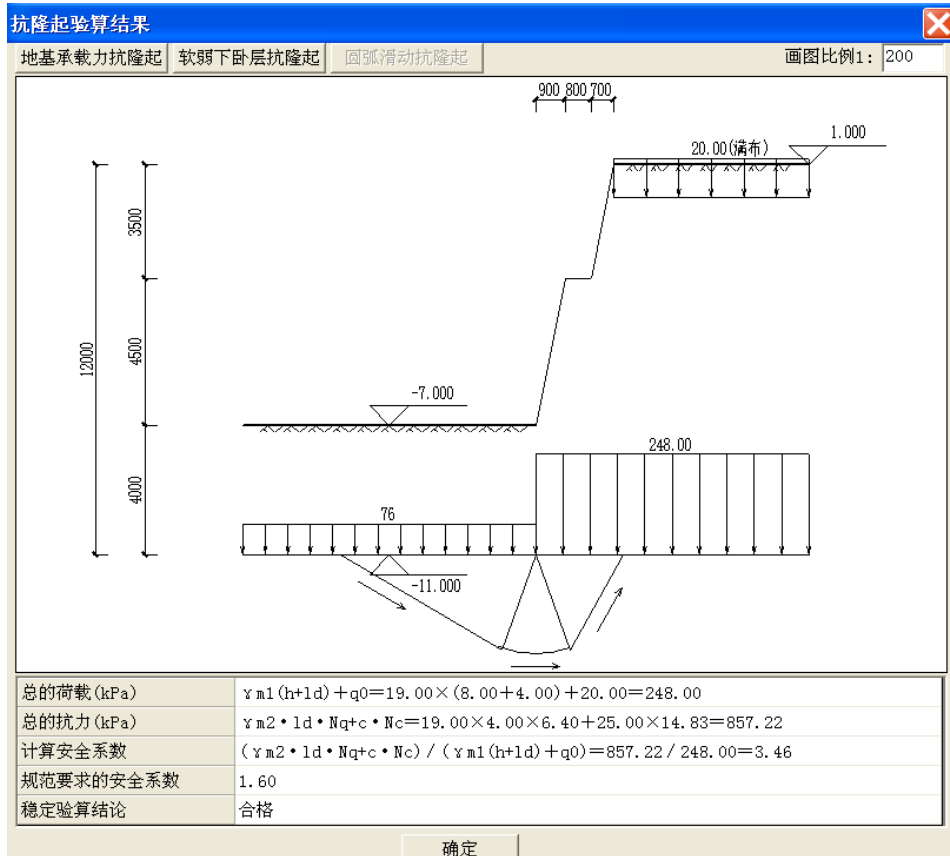
点击“初算土钉”打开初算钉锚长度结果对话框，可以查看通过计算得到的土钉长度及相关参数。



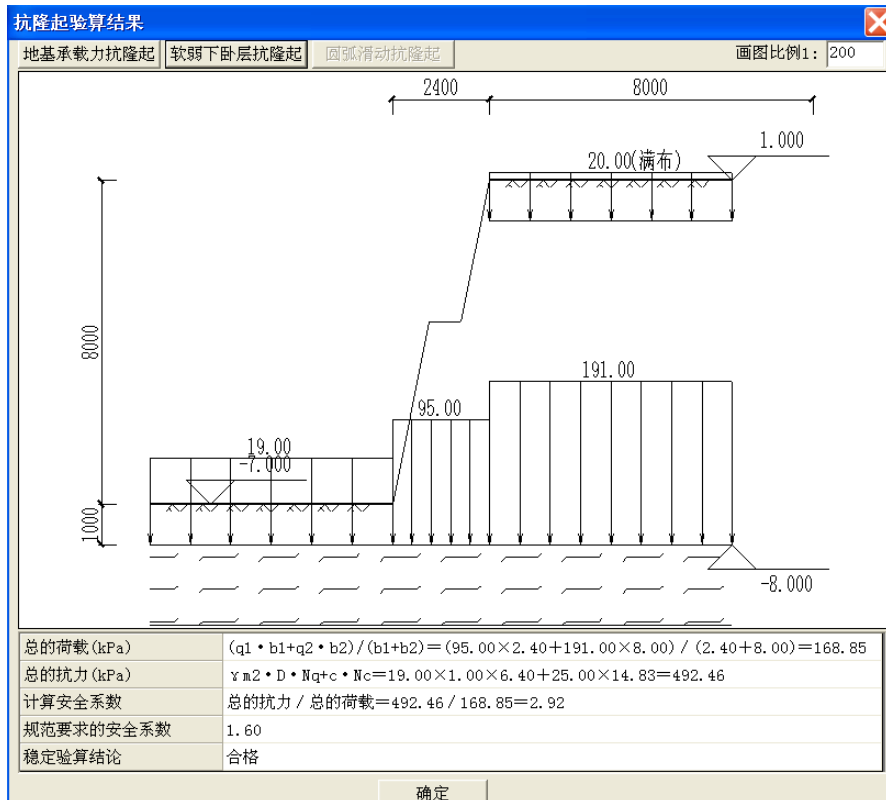
点击“将初算长度应用到输入界面”即可用计算长度替换掉土钉参数界面的土钉长度。

3.3.2 稳定验算

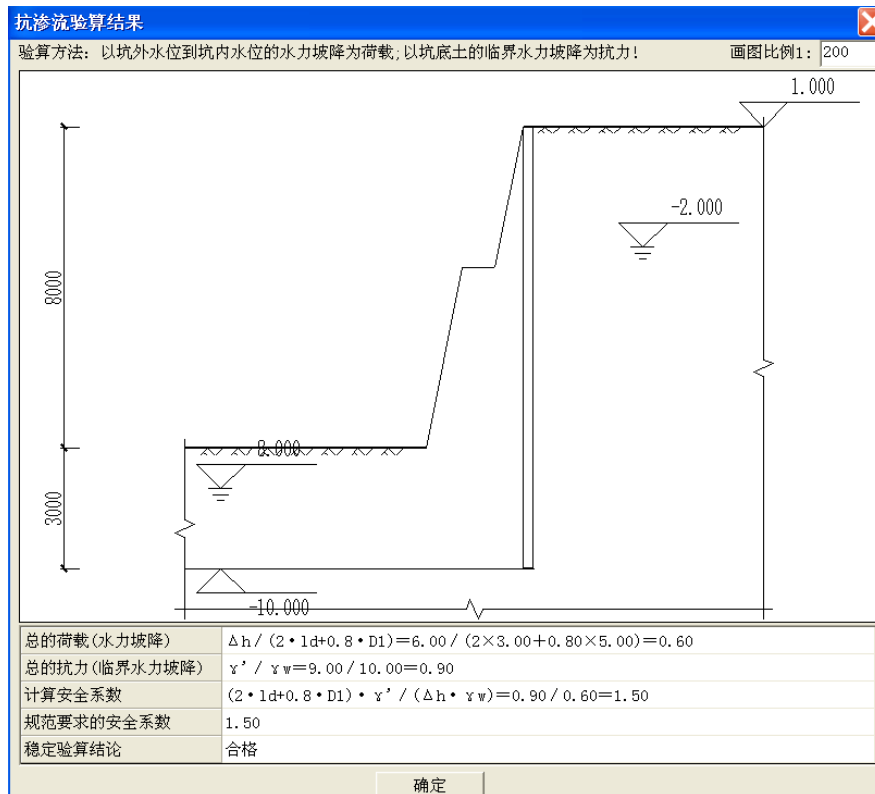
稳定验算与 3.1.2 节相同。



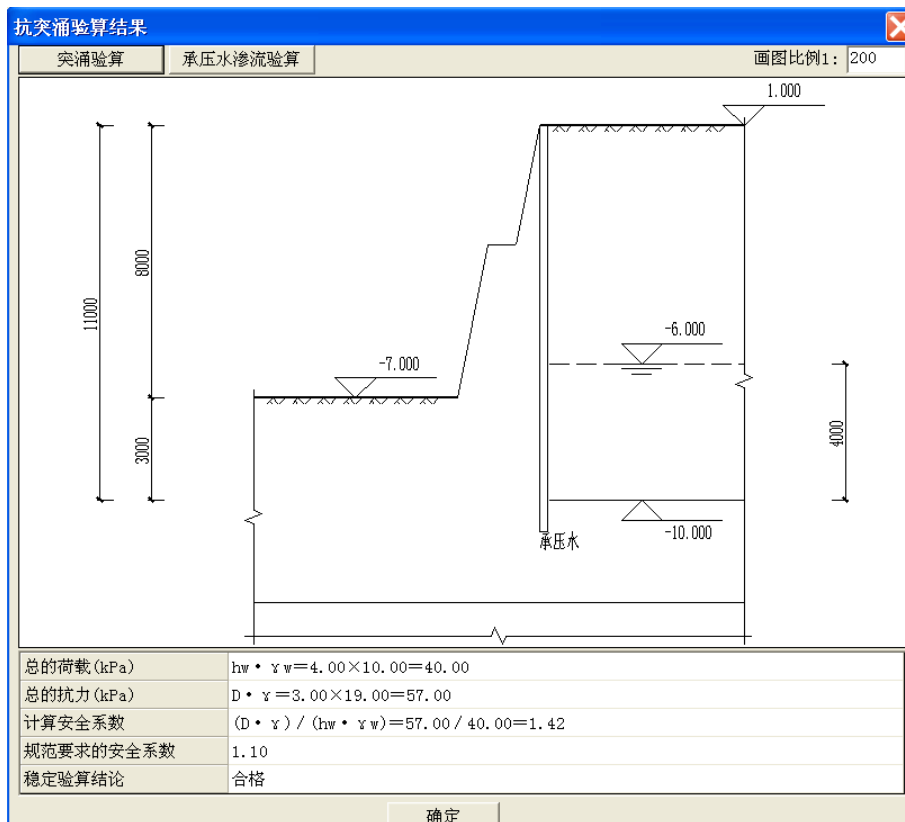
地基承载力抗隆起验算结果



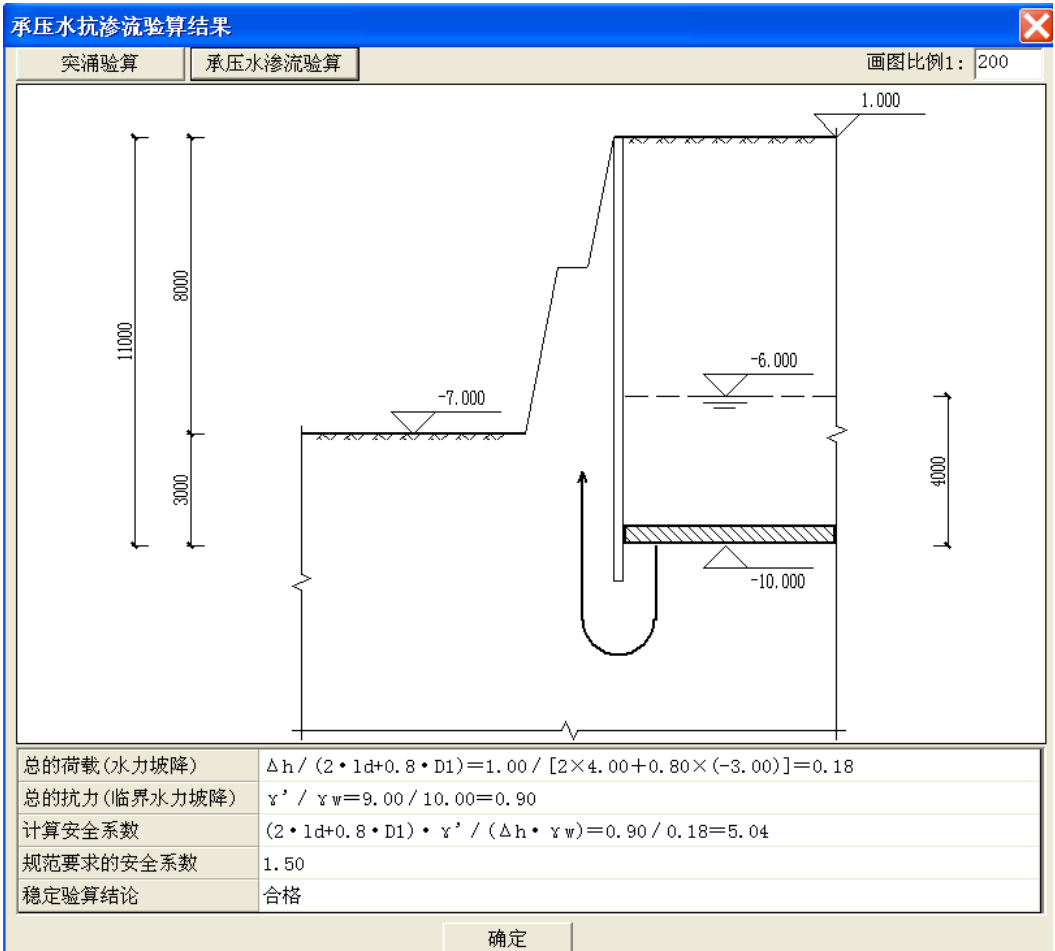
软弱下卧层抗隆起验算结果



抗渗流验算结果



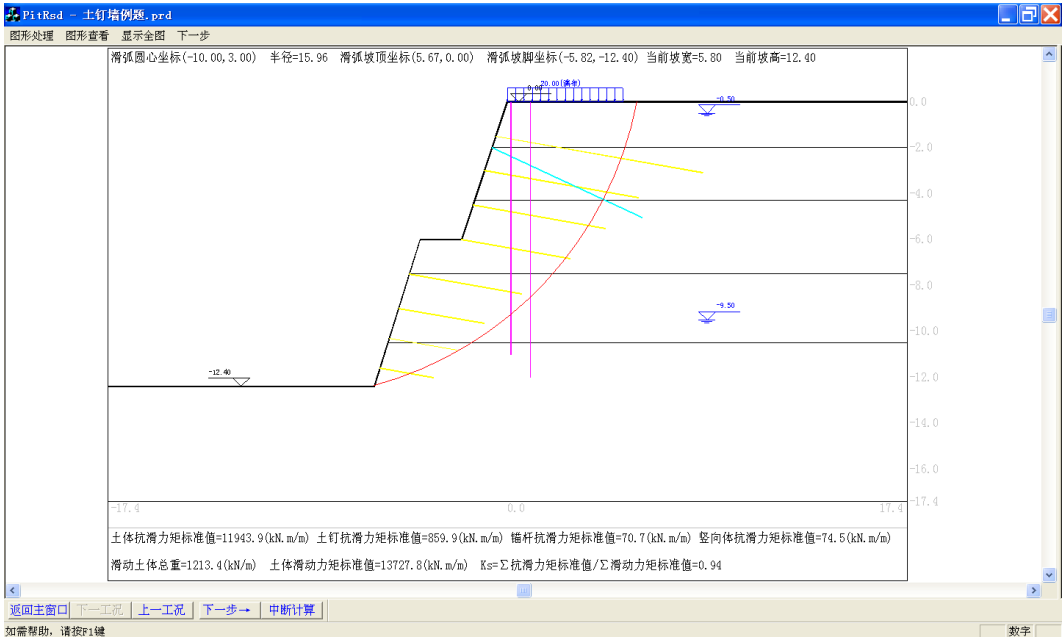
抗突涌验算结果



承压水抗渗流验算结果

3.3.3 结构计算

通过点击菜单栏的“结构计算”菜单即可进入结构计算主界面。



结构计算主界面菜单和按钮功能与 3.1.3 节相同。

点击“下一步→”打开土钉墙变形估算对话框。

土钉墙变形估算对话框

补充输入土层压缩模量 E_s 和泊松比 μ 数据:

序号	土层名称	土层厚度 (m)	压缩模量 E_s (MPa)	泊松比 μ
1	素填土	2.00	15	0.2
2	粘土	2.30	15	0.2
3	粉土	3.20	15	0.2
4	细砂	3.00	15	0.2
5	粉土	16.00	15	0.2

墙顶水平位移(mm)

墙顶沉降(mm)

输入各土层的压缩模量和泊松比，点击“变形估算”即可估算得到墙顶水平位移和墙顶沉降。

至此，土钉墙的结构计算完成。

3.3.4 生成计算书

与 3.1.4 节相同。

计算书主要包括下列各项：

- 1 原始输入数据；
- 2 计算简图；
- 3 稳定验算；
- 4 土钉、锚杆承载力验算；
- 5 整体稳定验算；
- 6 变形估算。

3.3.5 生成施工图

点击“生成施工图”菜单即可打开选择生成施工图种类对话框，选择土钉墙剖面图点击确定即可打开剖面图补充数据对话框：

剖面图补充数据对话框

图单元名称:

图块比例:

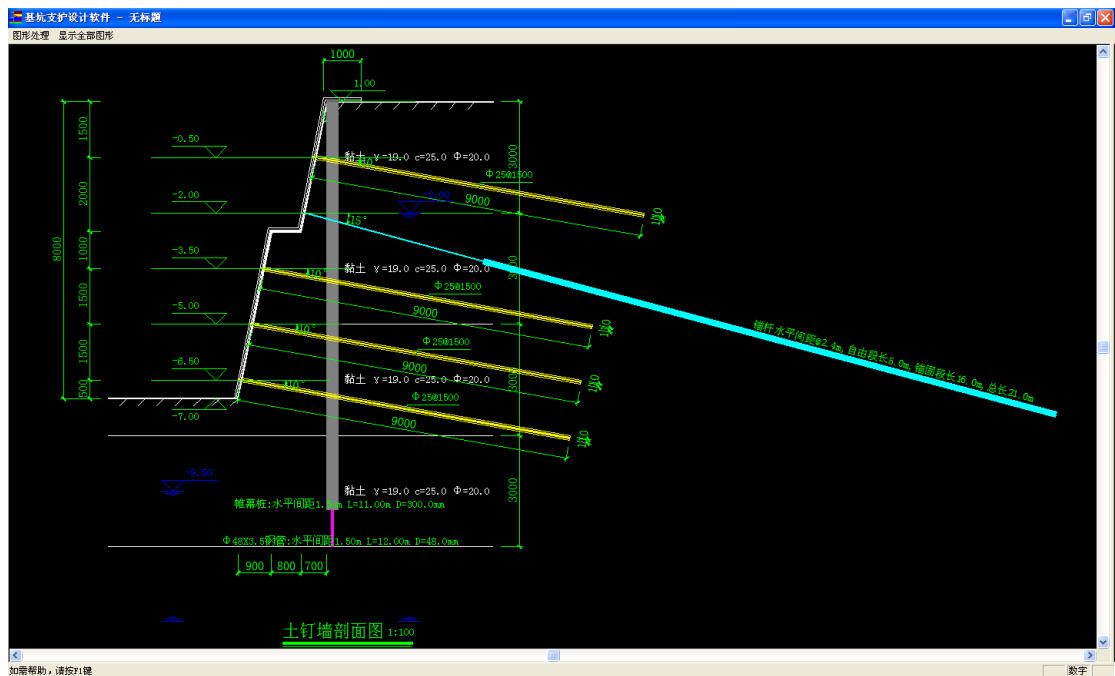
桩顶以上放坡的砼面层数:

第一层厚度 (mm):

第二层厚度 (mm):


上覆面板长 (m):

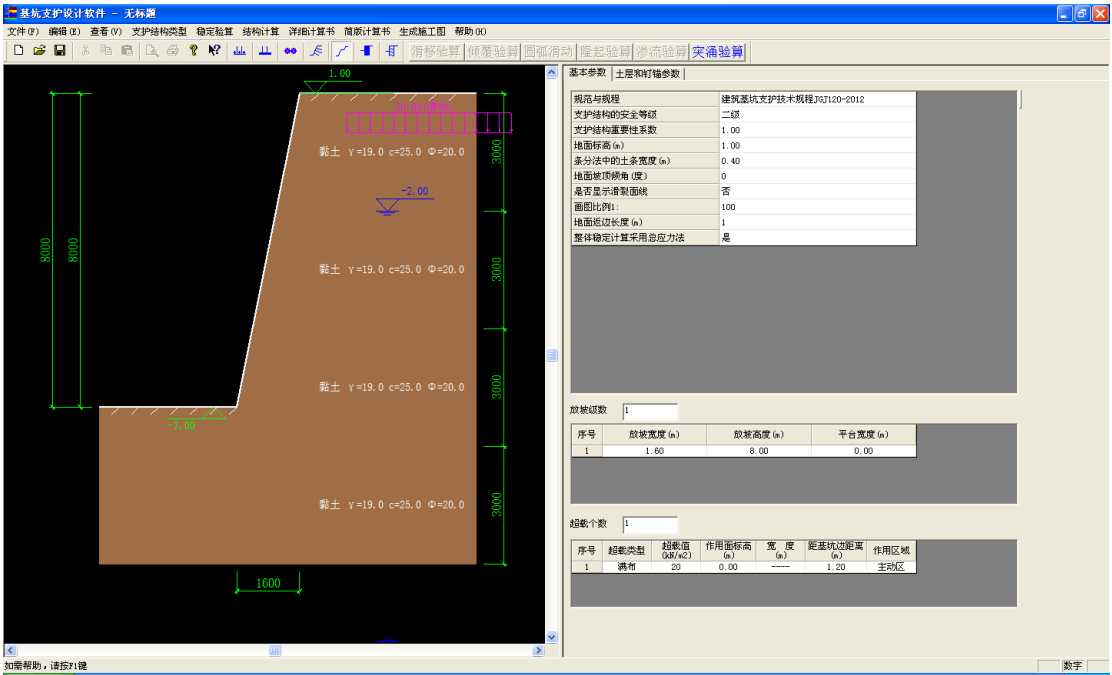
点击“确定”即可进入施工图界面，与 3.1.5 节相同。



至此一个土钉墙项目就算设计计算完成了。

3.4 放坡

通过菜单栏的“支护结构类型”或工具栏的放坡图标，选择进行放坡设计计算。此时主界面如下图：



3.4.1 参数输入

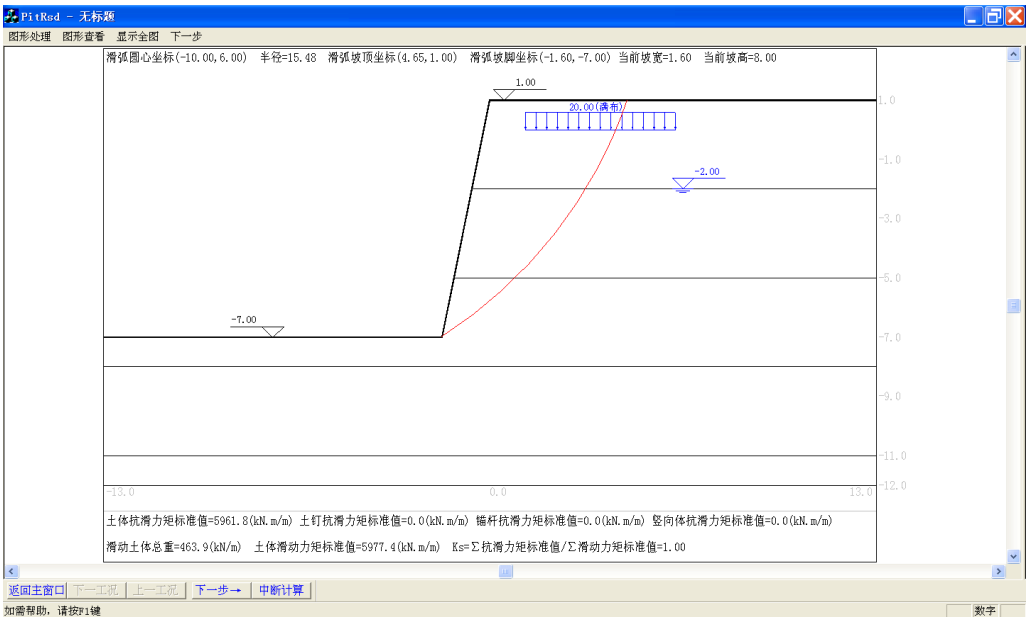
主界面的基本参数和土层钉锚参数与 3.4.1 节相同。

3.4.2 稳定验算

稳定验算与 3.1.2 节相同。

3.4.3 结构计算

结构计算与 3.4.3 节相同。



3.4.4 生成计算书


与 3.1.4 节相同。

计算书主要包括下列各项：

- 1 原始输入数据；
- 2 计算简图；
- 3 稳定验算；
- 4 整体稳定验算；
- 5 变形估算。

3.4.5 生成施工图

点击“生成施工图”菜单即可打开选择生成施工图种类对话框，选择放坡剖面图点击确定即可进入施工图界面，与 3.1.5 节相同。选择放坡剖面图点击确定即可打开剖面图补充数据对话框：



剖面图补充数据对话框

图单元名称: 放坡剖面图

图块比例: 1:100

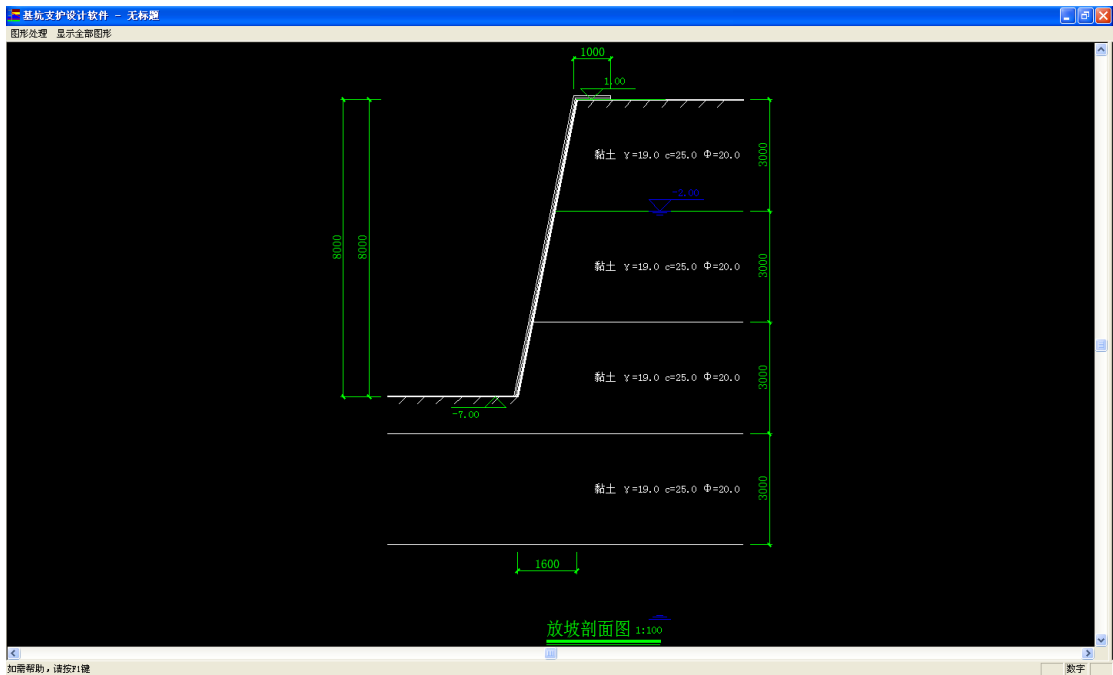
桩顶以上放坡的砼面层数: 2

第一层厚度 (mm): 50

第二层厚度 (mm): 50


上覆面板长 (m): 1

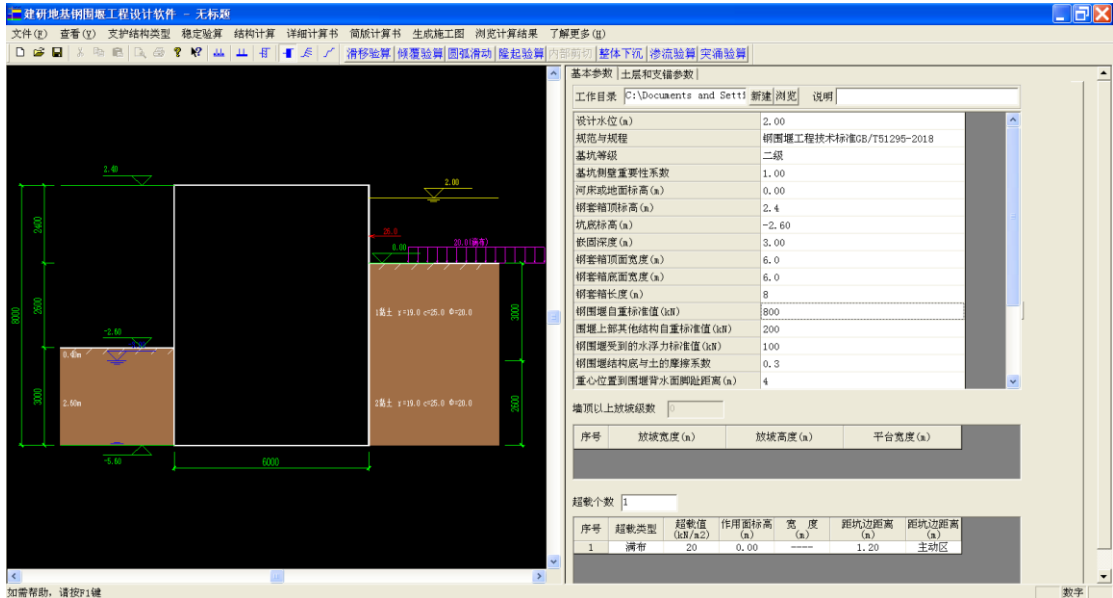
确定 取消



至此一个放坡项目就算设计计算完成了。

3.5 钢套箱围堰

通过菜单栏的“支护结构类型”或工具栏的钢套箱围堰图标，选择进行钢套箱围堰设计计算。此时主界面如下图：



3.5.1 参数输入

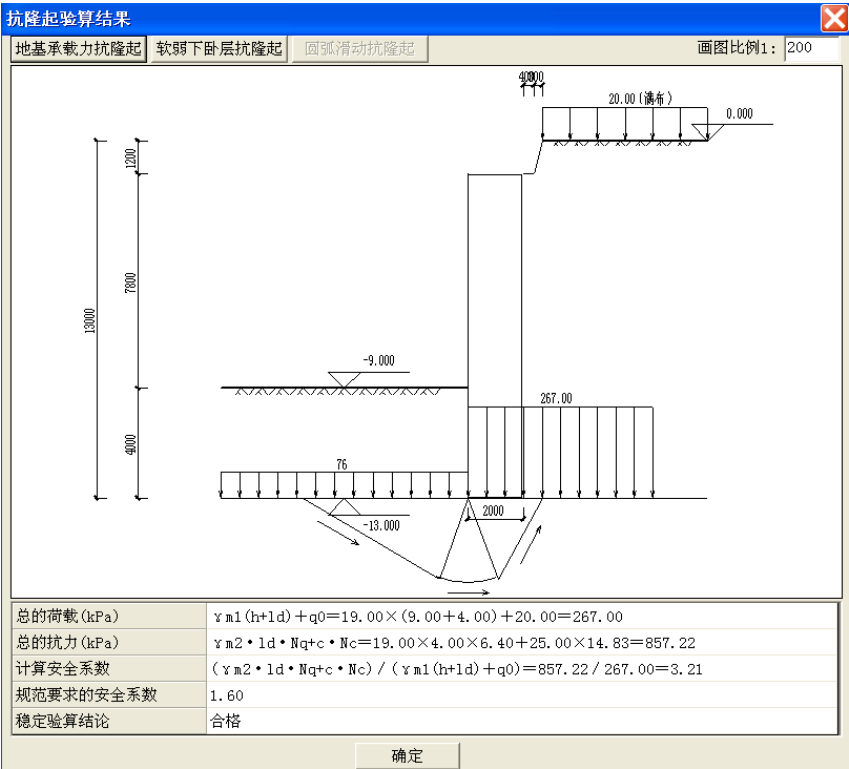
基本参数：

设计水位(m)	2.00	
规范与规程	钢围堰工程技术标准GB/T51295-2018	
基坑等级	二级	
基坑侧壁重要性系数	1.00	
河床或地面标高(m)	0.00	
钢套箱顶标高(m)	2.4	
坑底标高(m)	-2.60	
嵌固深度(m)	3.00	
钢套箱顶面宽度(m)	6.0	
钢套箱底面宽度(m)	6.0	
钢套箱长度(m)	8	
钢围堰自重标准值(kN)	800	
围堰上部其他结构自重标准值(kN)	200	
钢围堰受到的水浮力标准值(kN)	100	
钢围堰结构底与土的摩擦系数	0.3	
重心位置到围堰背水面脚趾距离(m)	4	
浮力合力点到围堰背水面脚趾距离(m)	4.5	
外壁单位面积摩阻力标准值平均值(kPa)	40	
是否显示滑裂面线	否	
画图比例1:	100	
整体稳定计算是否采用总应力法	是	
整体稳定计算方法	简单条分法	

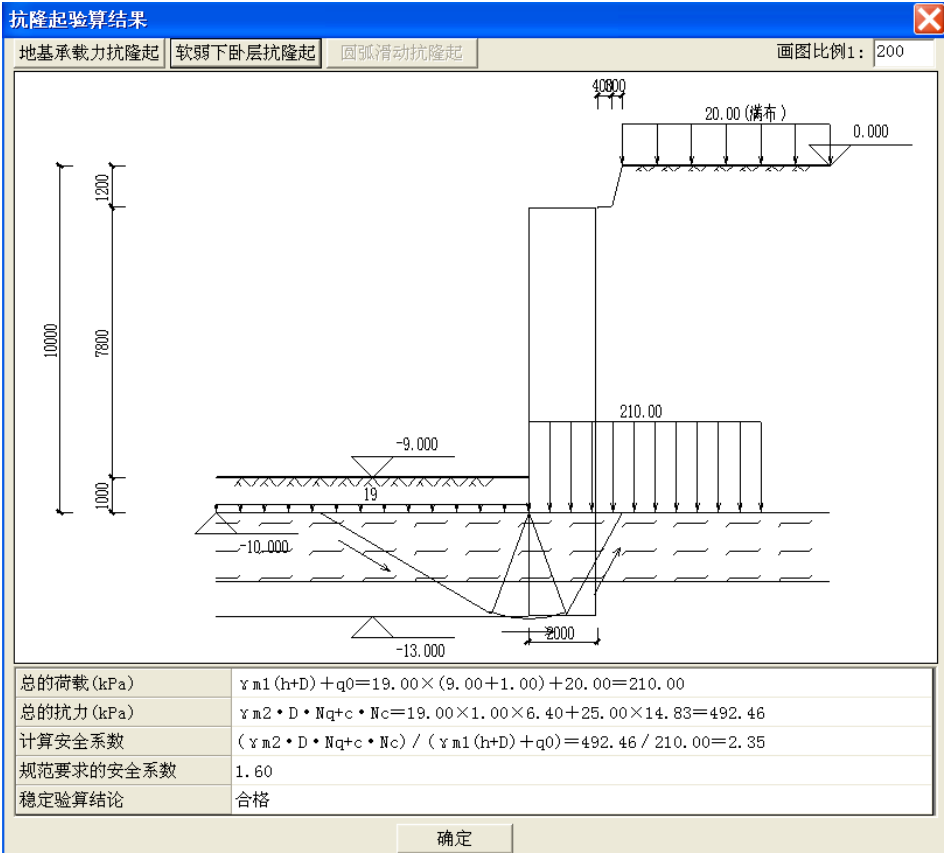
该选项卡内其余参数和土层与钉锚选项卡内参数与 3.2.1 节相同。

3.5.2 稳定验算

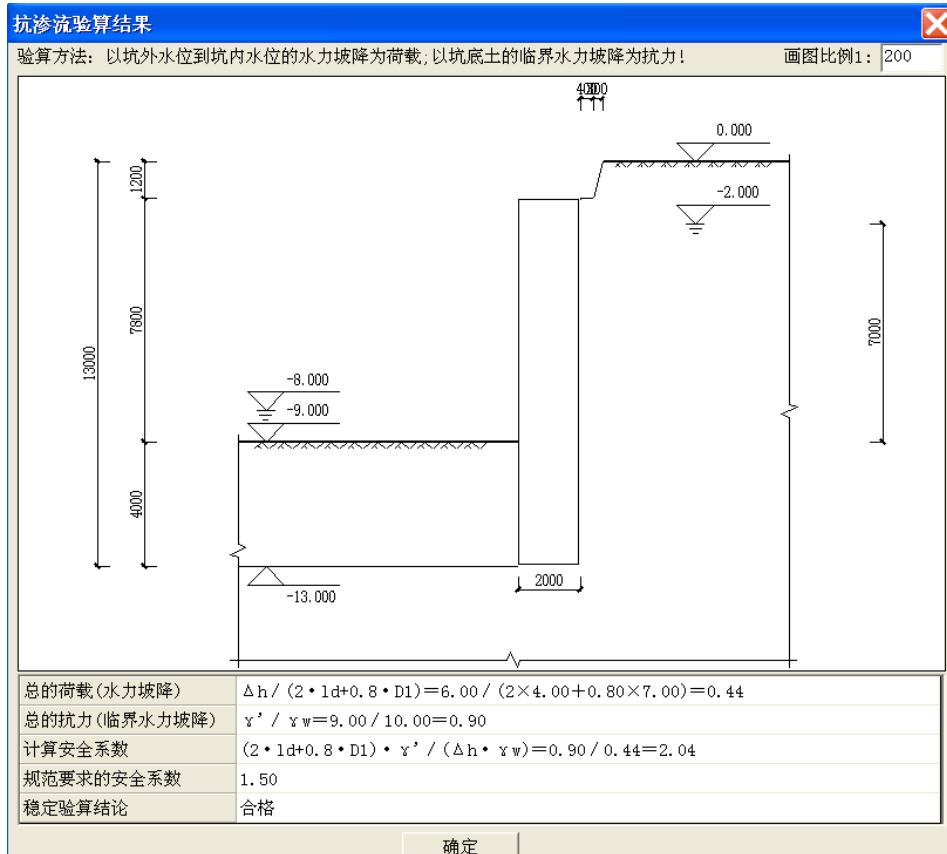
本模块需进行滑移验算、倾覆验算、圆弧滑动、隆起验算、整体下沉、渗流验算和突涌验算。隆起验算、渗流验算和突涌验算与 3.1.2 节相同。



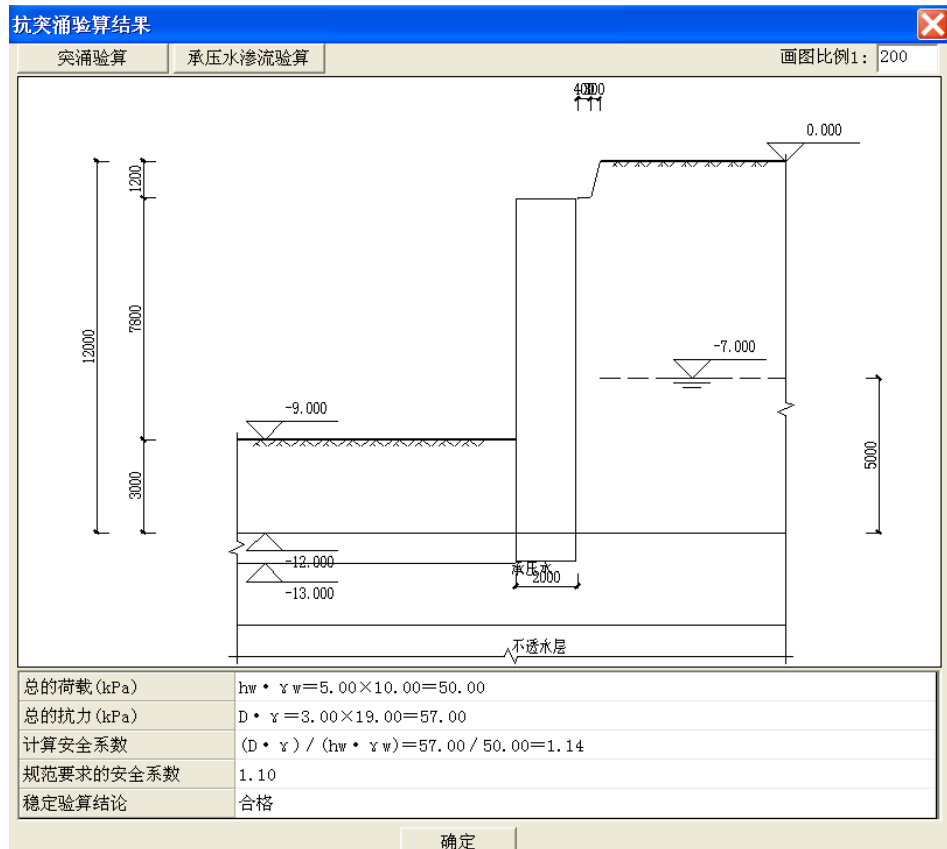
地基承载力抗隆起验算结果



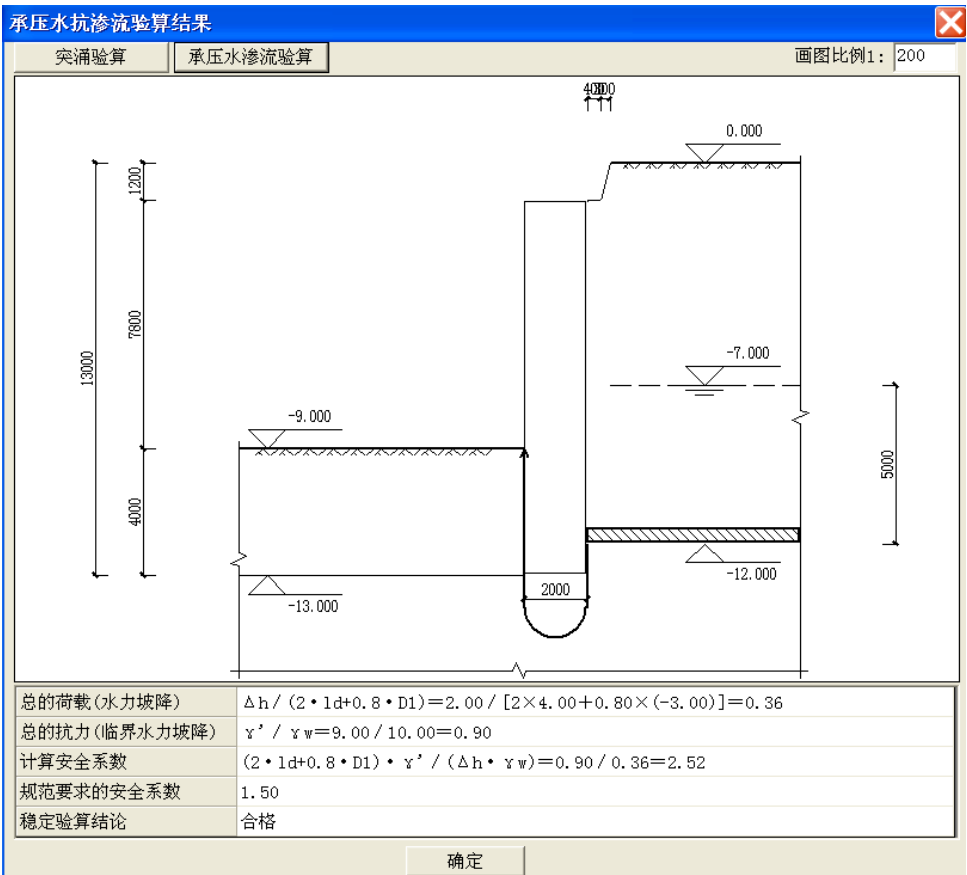
软弱下卧层抗隆起验算结果



抗渗流验算结果



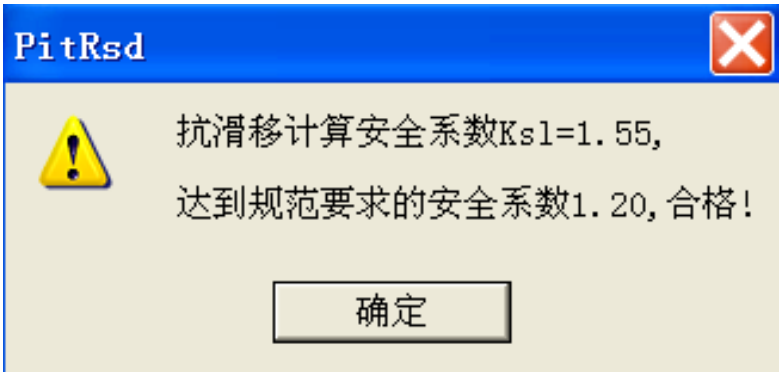
抗突涌验算结果



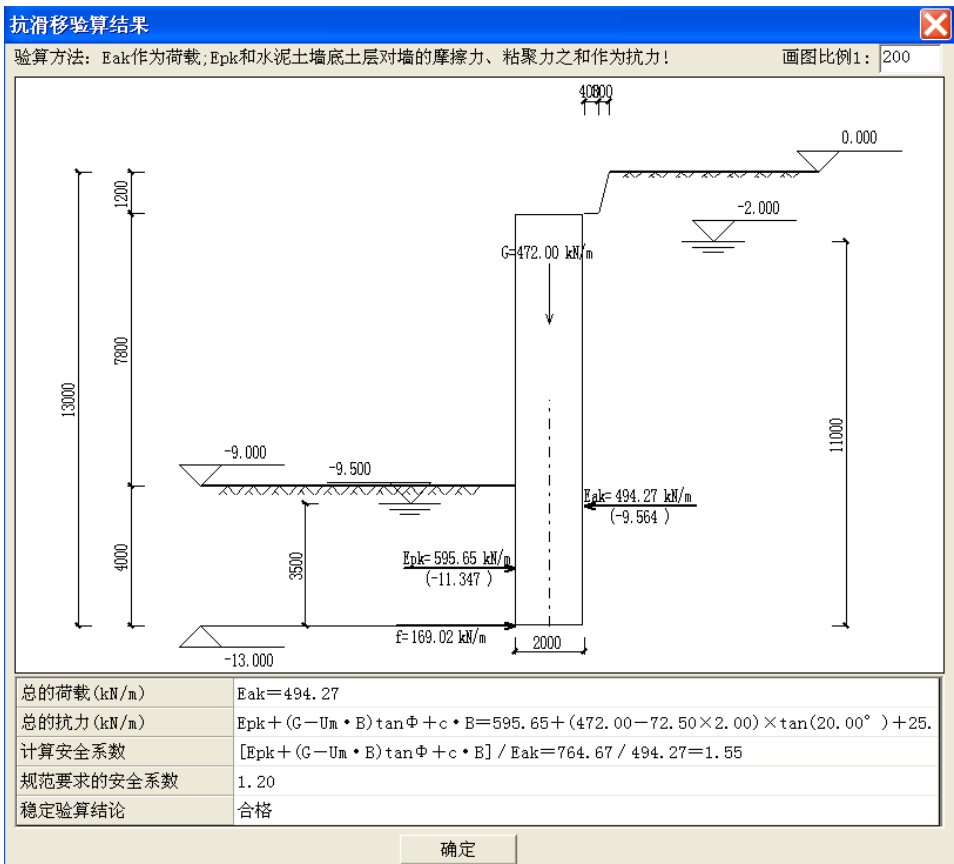
承压水抗渗流验算结果

滑移验算：

点击“稳定验算”菜单并选择“滑移验算”或直接点击工具栏“滑移验算”按钮即可进入滑移验算并打开验算结果对话框。

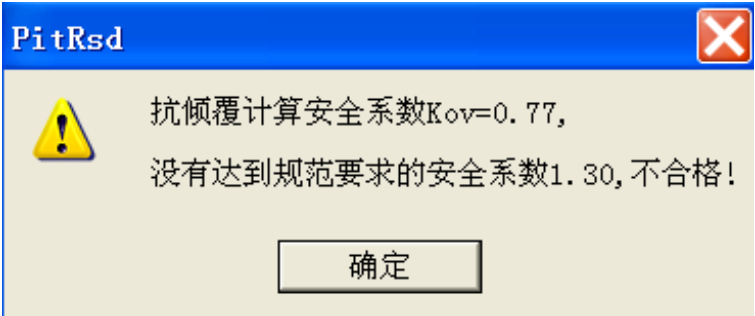


点击确定即可进入滑移验算详细计算界面。

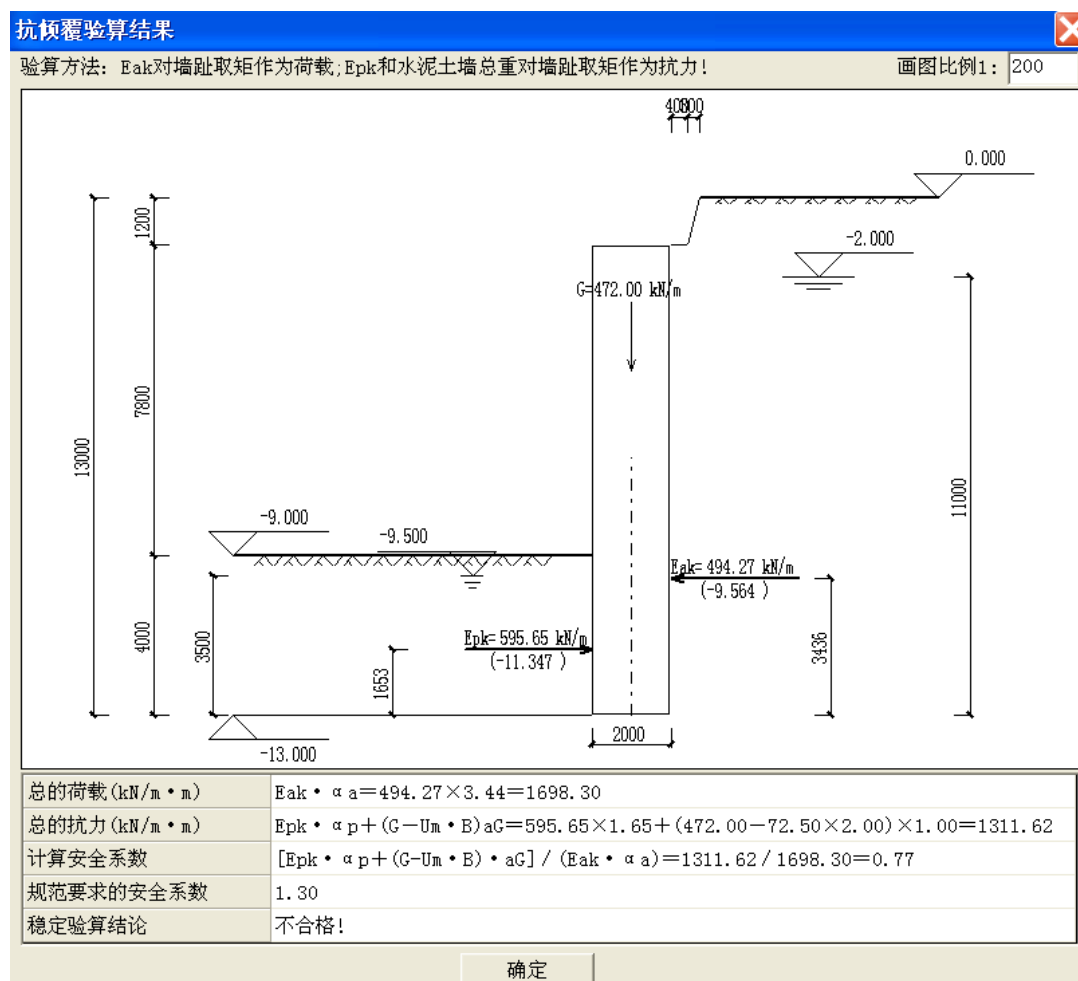


倾覆验算:

点击“稳定验算”菜单并选择“倾覆验算”或直接点击工具栏“倾覆验算”按钮即可进入倾覆验算并打开验算结果对话框。

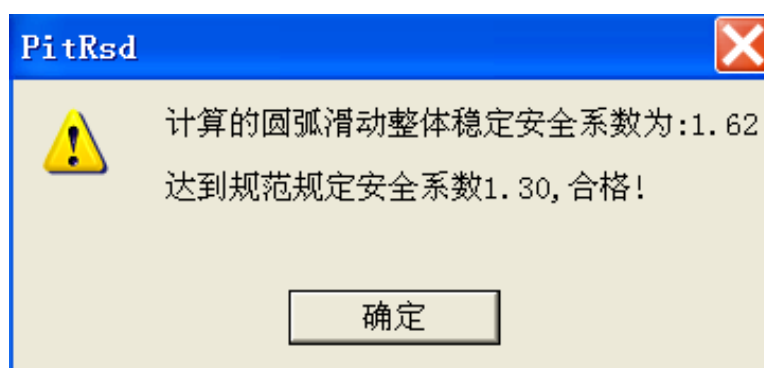


点击确定即可进入倾覆验算详细计算界面。

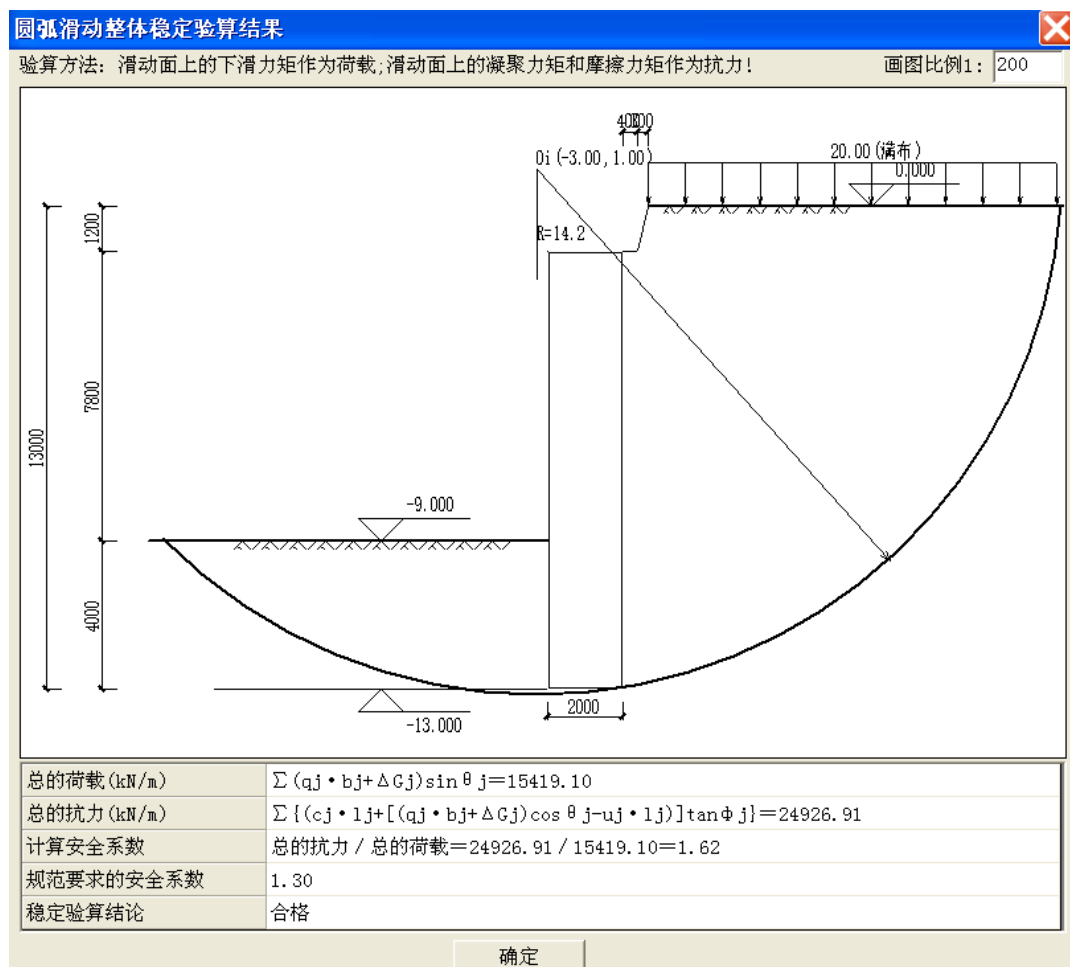


圆弧滑动验算:

点击“稳定验算”菜单并选择“圆弧滑动”或直接点击工具栏“圆弧滑动”按钮即可进入圆弧滑动验算并打开验算结果对话框。

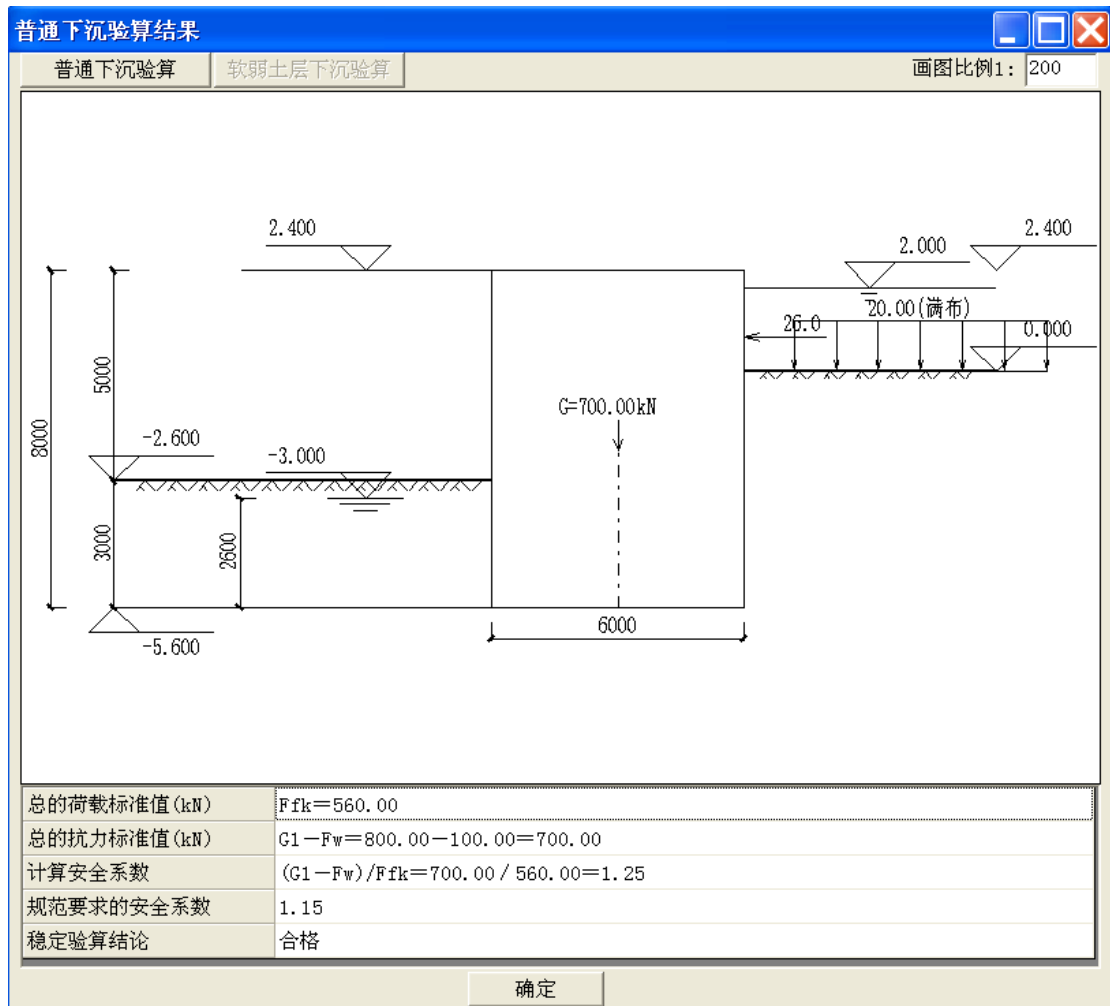


点击确定即可进入圆弧滑动验算详细计算界面。

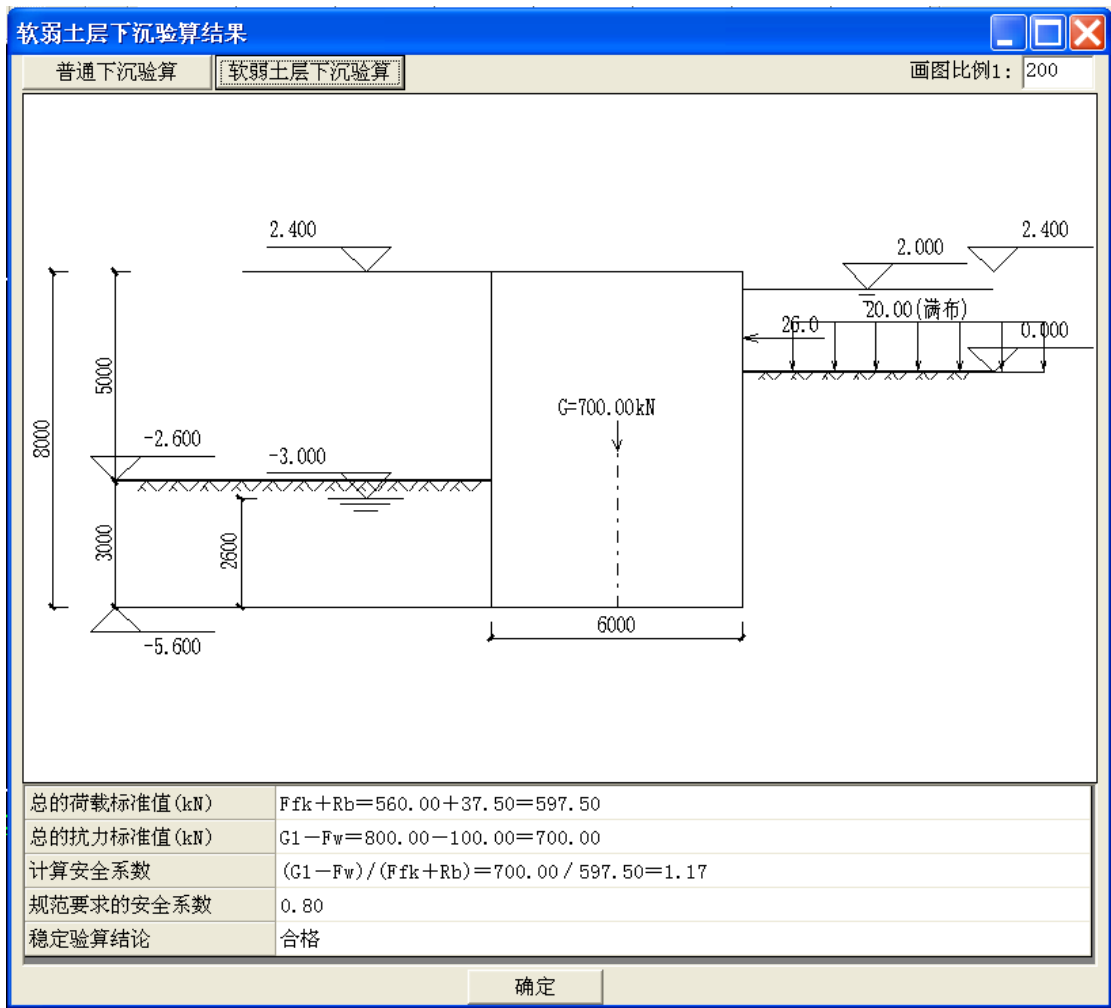


整体下沉验算:

点击“稳定验算”菜单并选择“整体下沉”或直接点击工具栏“整体下沉”按钮即可进入整体下沉验算详细计算界面。



如果进行软弱土层下沉验算，结果如下：



3.5.3 结构计算

钢套箱围堰无需进行结构计算。

3.5.4 生成计算书

与 3.1.4 节相同。

计算书主要包括下列各项：

- 1 原始输入数据；
- 2 嵌固深度计算；
- 3 计算简图；
- 4 可变、偶然作用计算
- 5 钢套箱围堰稳定验算书；


3.5.5 生成施工图

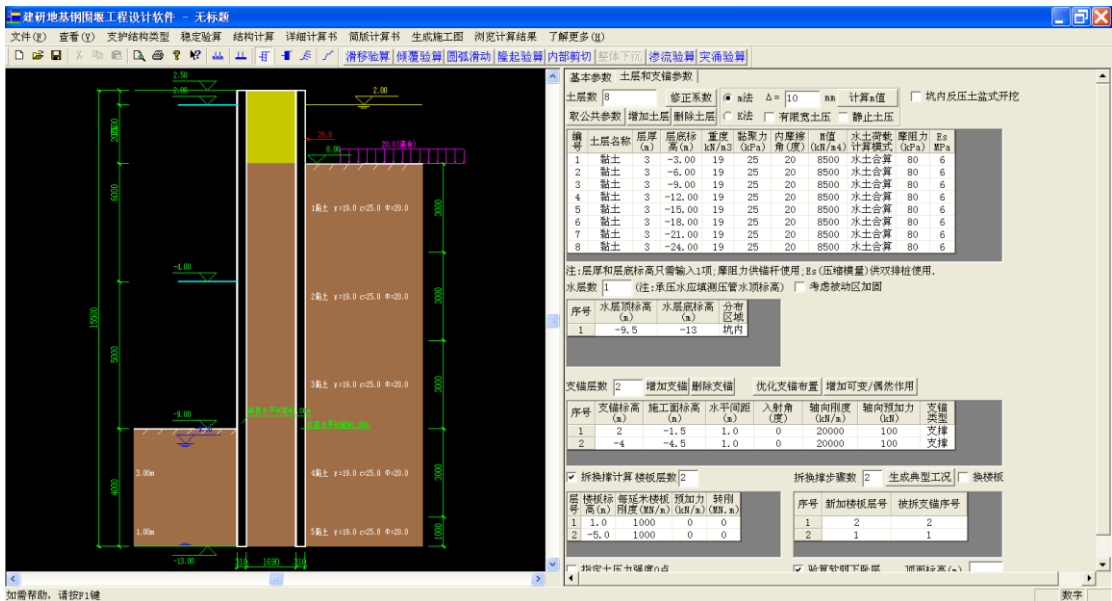
点击“生成施工图”菜单即可打开选择生成施工图种类对话框，选择钢套箱围堰剖面图点击确定即可进入施工图界面，与 3.1.5 节相同。



至此一个钢套箱围堰项目就算设计计算完成了。

3.6 双排桩围堰

通过菜单栏的“支护结构类型”或工具栏的双排桩围堰图标，选择进行双排桩围堰设计计算。此时主界面如下图：



3.6.1 参数输入

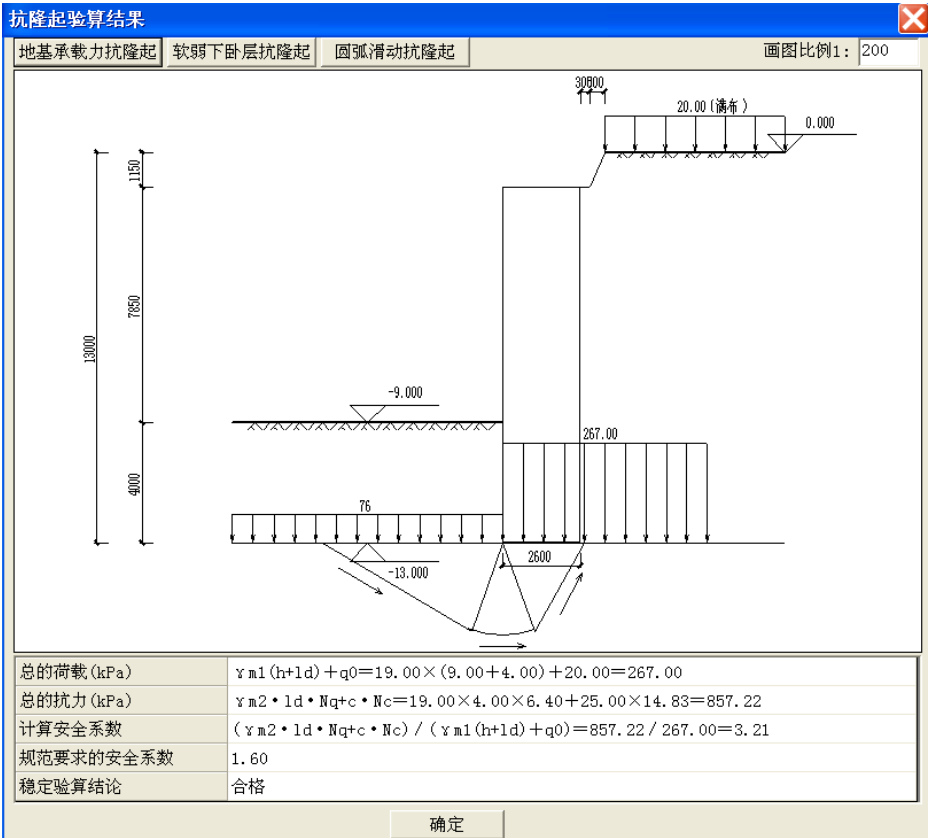
基本参数：

设计水位(m)	2.00
规范与规程	钢围堰工程技术标准GB/T51295-2018
基坑等级	二级
基坑侧壁重要性系数	1.00
河床或地面标高(m)	0.00
桩顶标高(m)	2.5
坑底标高(m)	-9.00
嵌固深度(m)	4.00
前排桩截面类型	拉森IV
└每延米钢板桩截面面积A(cm ²)	236.00
└每延米钢板桩惯性矩I(cm ⁴)	31574.00
└每延米钢板桩抗弯模量W(cm ³)	2037.00
前排桩有无冠梁	无
地面坡顶倾角(度)	0
后排桩截面类型	拉森IV
└每延米钢板桩截面面积A(cm ²)	236.00
└每延米钢板桩惯性矩I(cm ⁴)	31574.00
└每延米钢板桩抗弯模量W(cm ³)	2037.00
后排桩有无冠梁	无
前后排桩中心距(m)	2.0
前排桩受力系数[0-1]	0
有无帷幕	有
└帷幕底标高(m)	-13.0
是否显示滑裂面线	否
画图比例1:	100
整体稳定计算中是否考虑地震力	否
整体稳定计算是否采用总应力法	是
前桩底转动弹簧刚度(MN.m/弧度)	0
后桩底转动弹簧刚度(MN.m/弧度)	0
整体稳定计算方法	简单条分法
联系梁是否作为桁架计算	否
整体稳定计算是否考虑内支撑作用	否
是否采用 τ_0 验算抗隆起	否
前后排桩间内部填料重度(kN/m ³)	22
前后排桩间内部填料内摩擦角(°)	34
前后排桩间内部填料压缩模量(MPa)	25

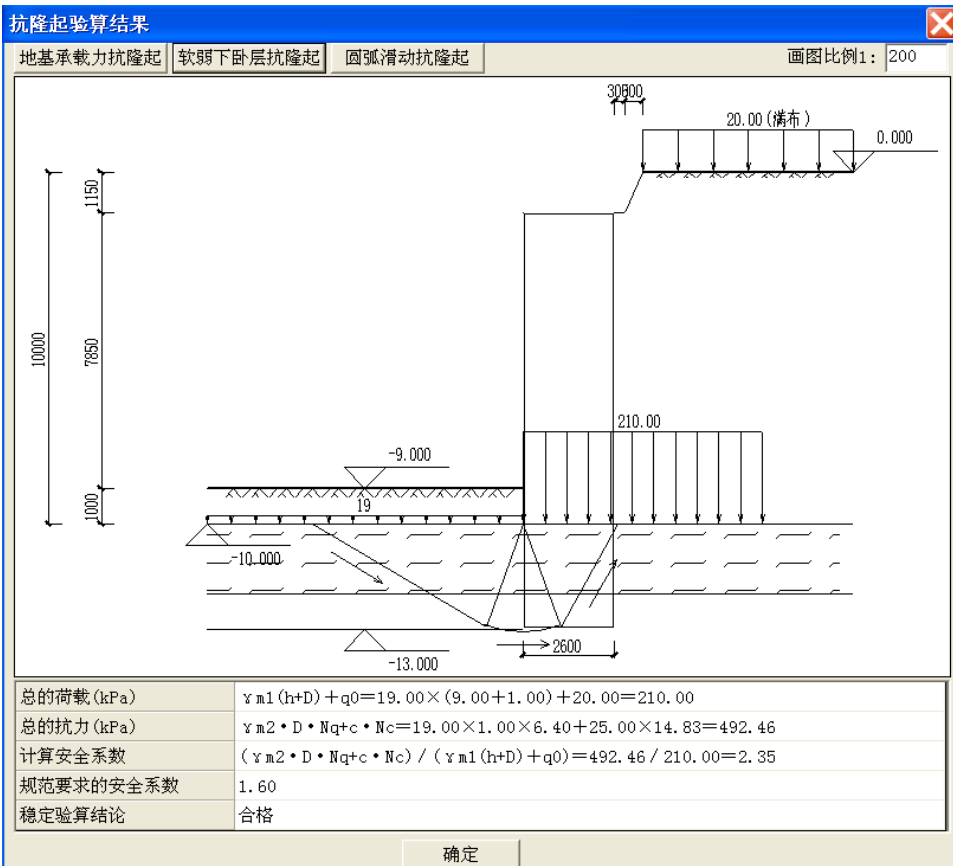
基本参数选项卡内的其他参数和土层和支锚参数选项卡内参数与 3.1.1 节相同。

3.6.2 稳定验算

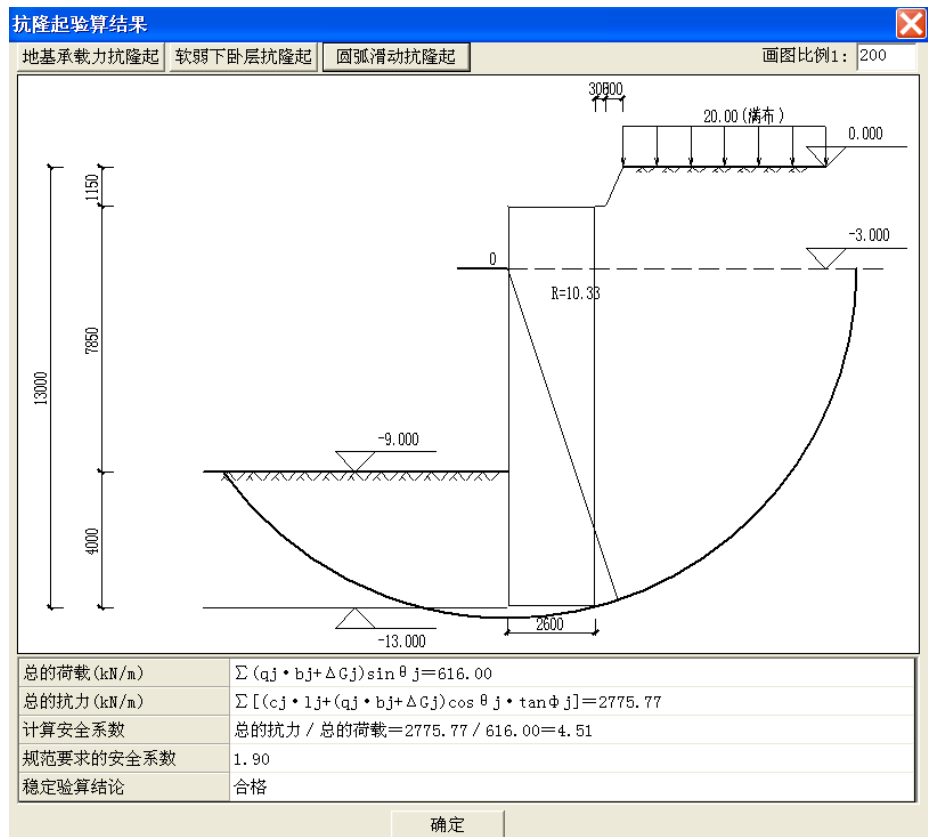
稳定验算与 3.1.2 相同。



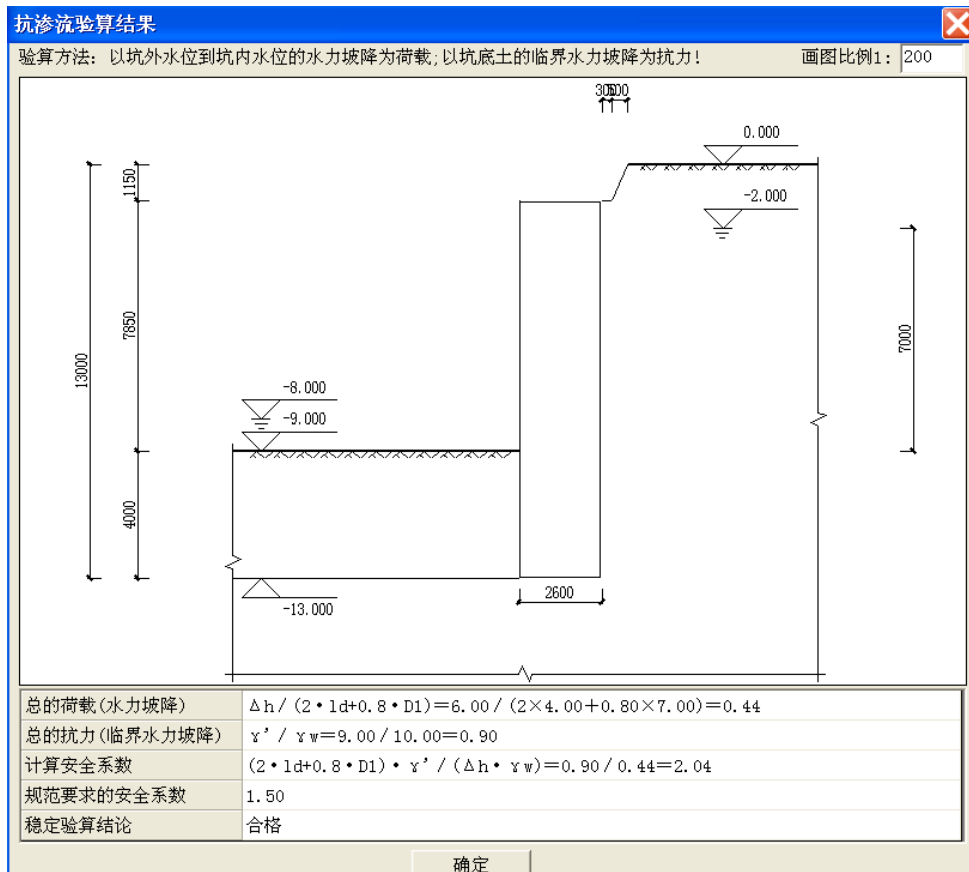
地基承载力抗隆起验算结果



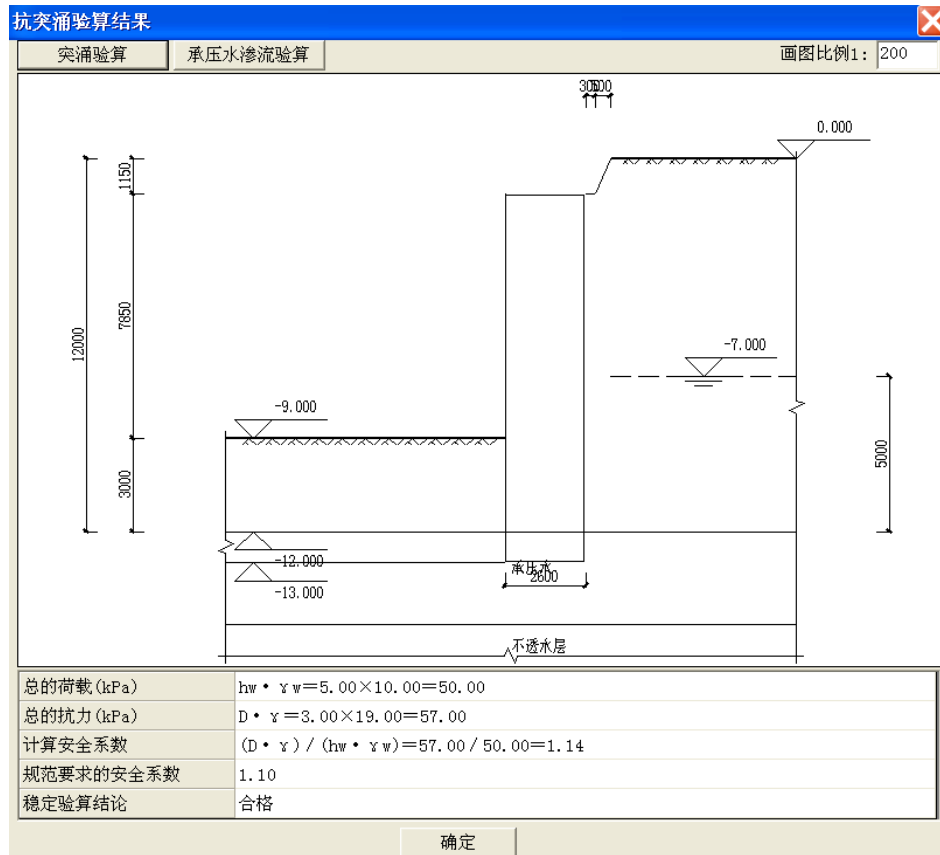
软弱下卧层抗隆起验算结果



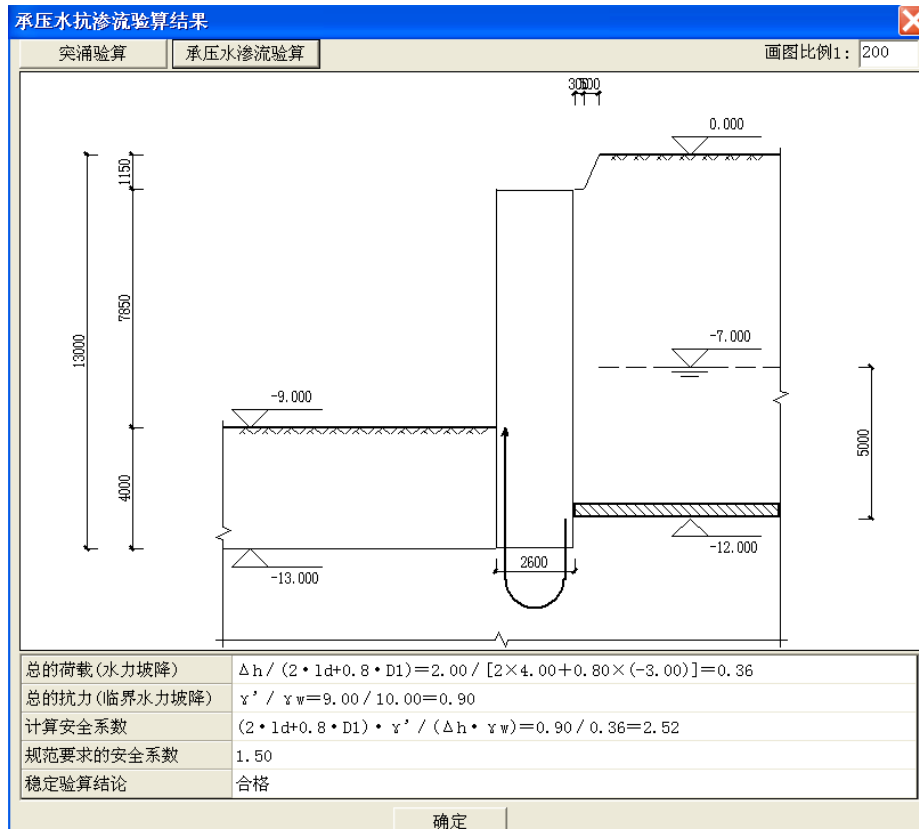
圆弧滑动抗隆起验算结果



抗渗流验算结果



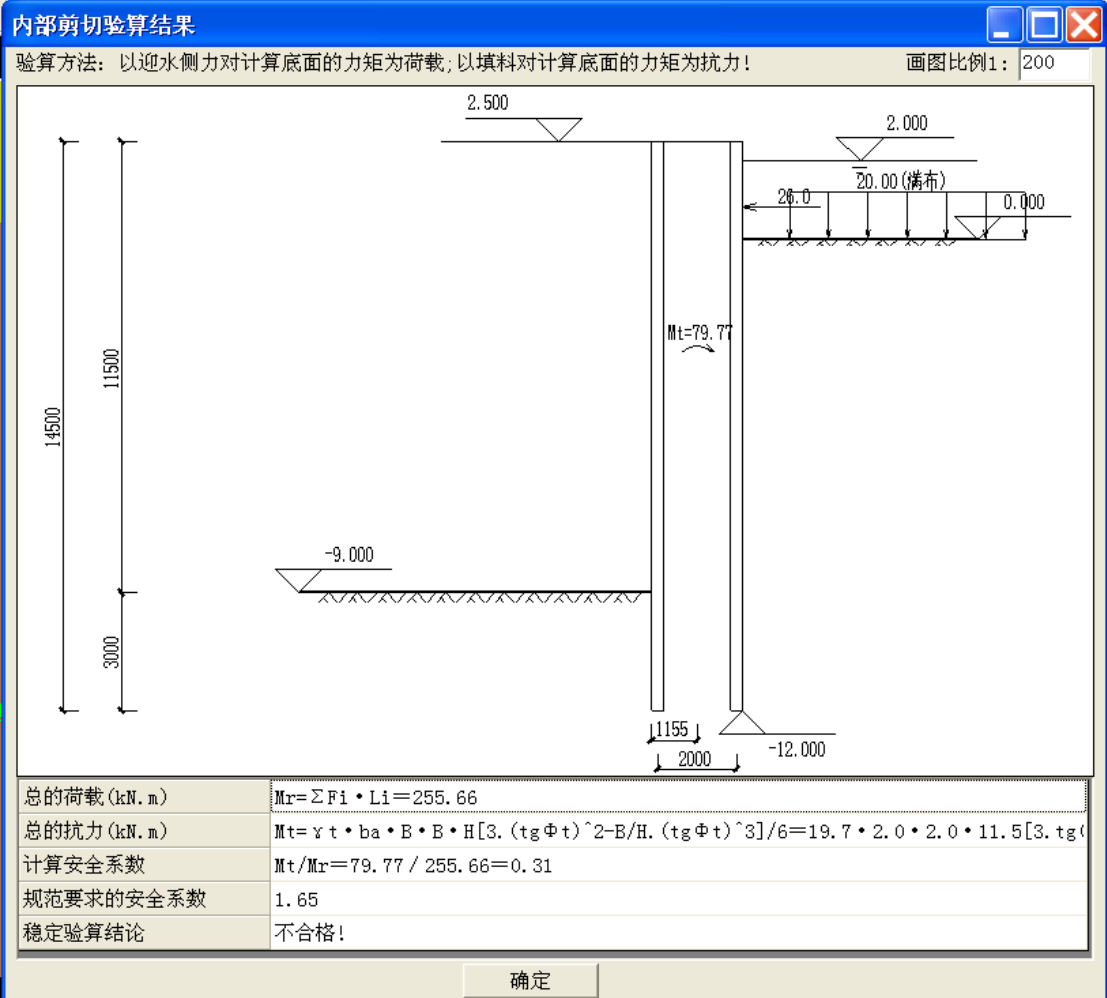
抗突涌验算结果



承压水抗渗流验算结果

内部剪切验算：

点击“稳定验算”菜单并选择“内部剪切”或直接点击工具栏“内部剪切”按钮即可进入内部剪切验算详细计算界面。



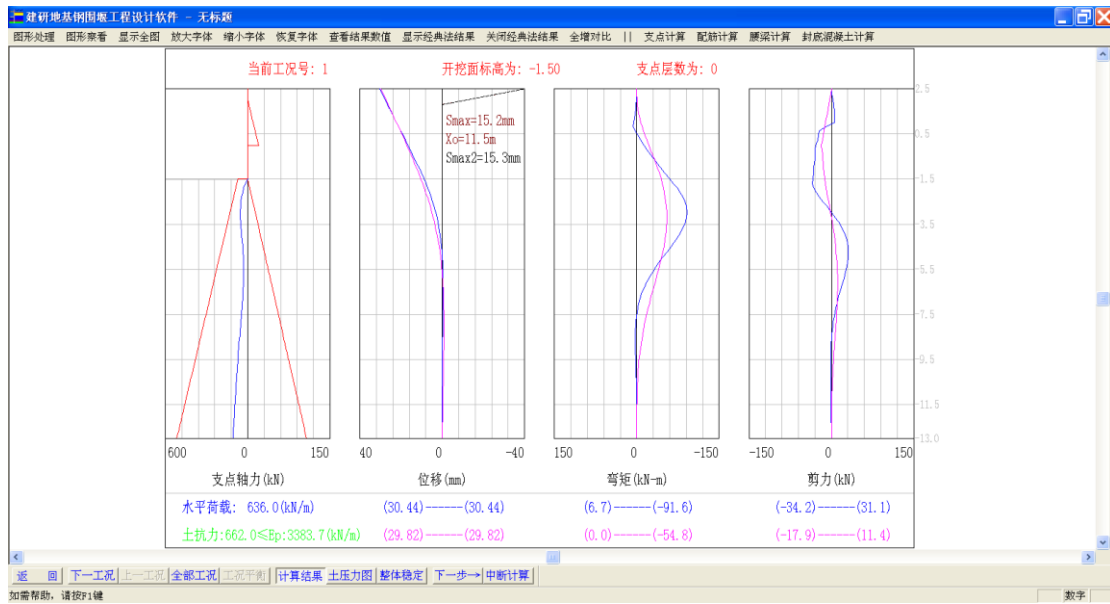
3.6.3 结构计算

通过点击菜单栏的“结构计算”菜单即可进入结构计算主界面。

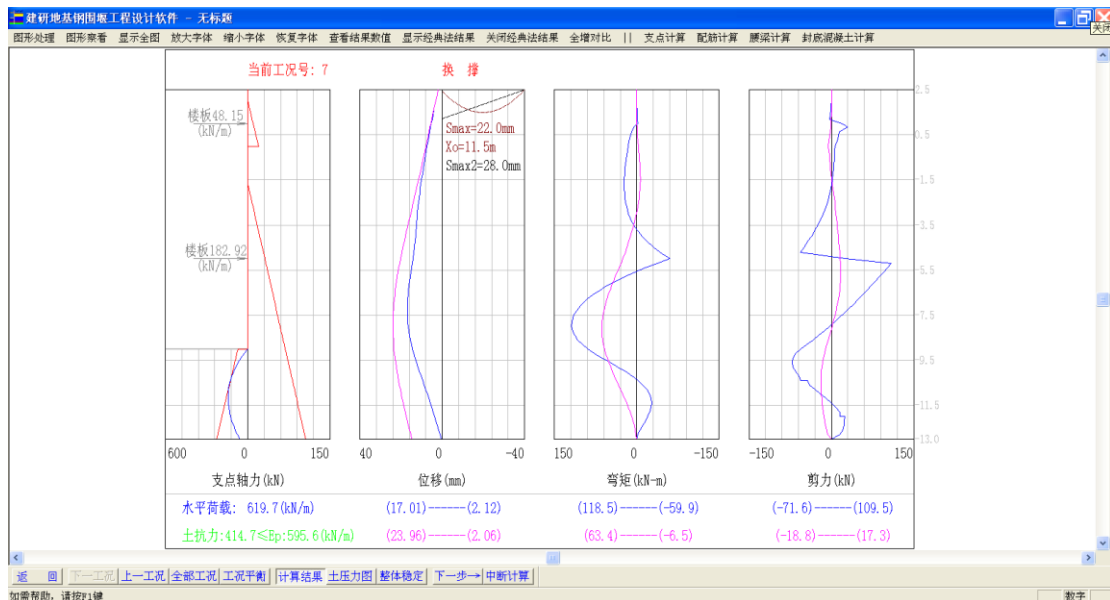
点击各按钮可得到各工况计算结果：

结构受力计算结果图中，红色曲线为后钢桩围堰计算结果，蓝色曲线为前钢桩围堰计算结果。

第3章 模块详情

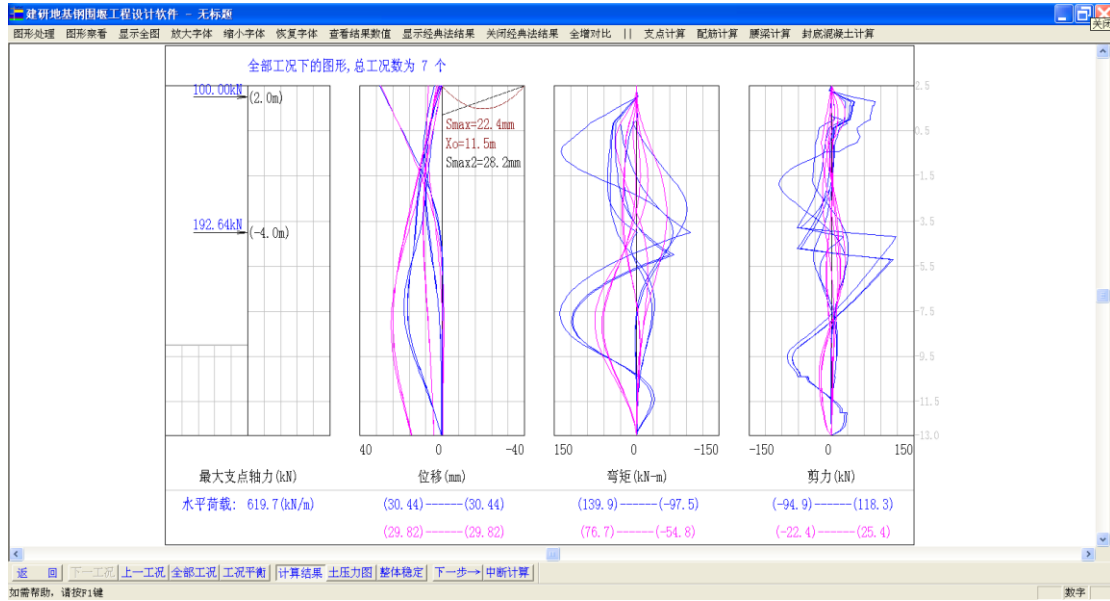


单一工况计算结果

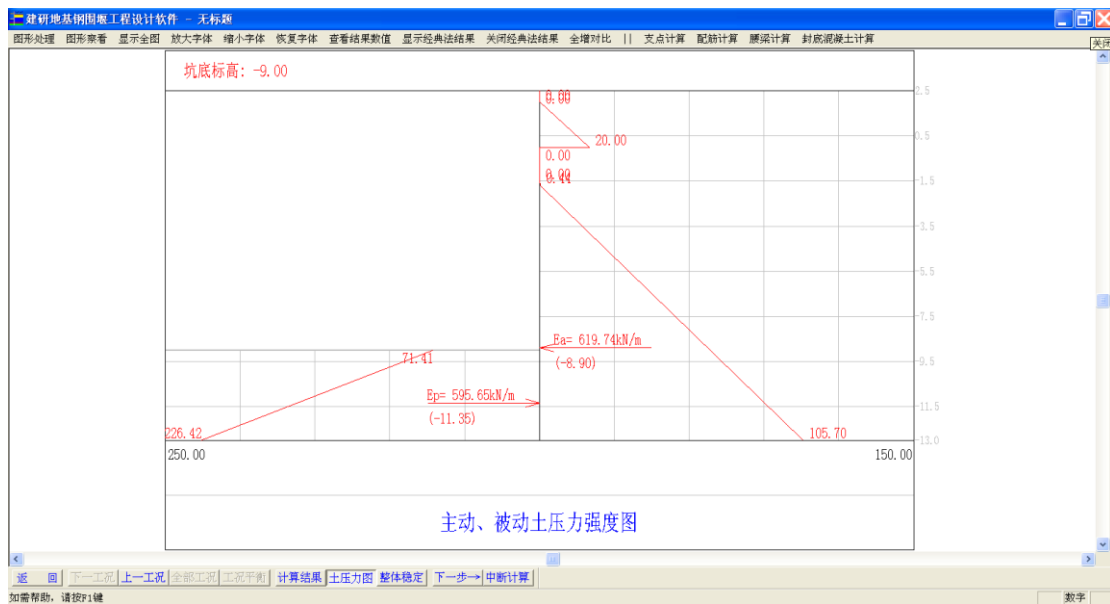


换撑完成后工况计算结果

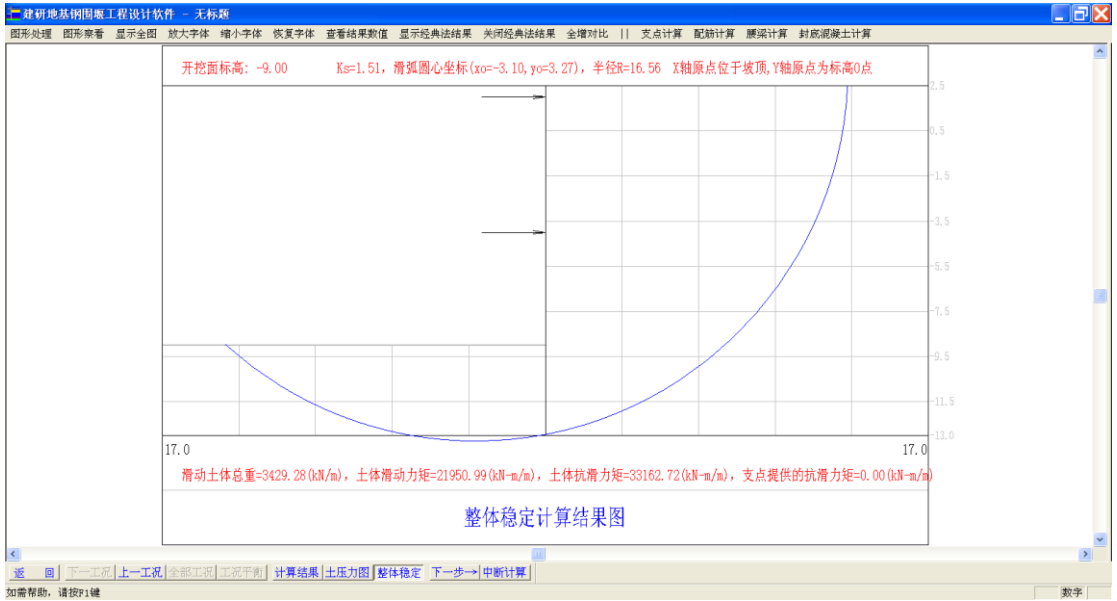
第3章 模块详情



全部工况计算结果



土压力计算结果



整体稳定计算结果

点击“下一步→”打开桩强度验算对话框，如下：

桩强度验算计算对话框

输入参数：

弯矩折减系数	1.00
剪力折减系数	1.00
荷载分项系数	1.25
内力分段数	一段
各分段长度 (m)	15.50

内桩应力值：

序号	弯曲应力 (N/mm ²)	剪切应力 (N/mm ²)
1		

内力取值： 前排桩轴力 (kN) 0.0 后排桩轴力 (kN) 0.0

段号	内力类型	前排桩 标准值	后排桩 标准值	前排桩 设计值	后排桩 设计值
1	基坑内侧最大正弯矩 (kN.m)	139.94	76.94	174.93	96.17
	基坑外侧最大负弯矩 (kN.m)	-97.52	-54.76	-121.90	-68.45
	最大剪力 (kN)	118.31	25.47	147.89	31.84

内力设计值=内力标准值×基坑侧壁重要性系数×内力折减系数×荷载分项系数

← 上一步 强度验算 下一步 →

输入参数：

参数	单位	说明
弯矩折减系数		弯矩折减系数
剪力折减系数		剪力折减系数
荷载分项系数		荷载分项系数
内力分段数		通过下拉选项选择内力分段数
各分段长度	m	各分段长度

内力取值参数：

参数	单位	说明
内力类型		包括基坑外侧最大负弯矩、基坑内侧最大正弯矩和最大剪力
弹性法计算值		弹性法计算值
经典法计算值		经典法计算值
内力设计值		内力设计值
内力实用值		内力实际采用值

点击内力计算方法单选按钮可以选择取弹性法或经典法的计算值作为内力设计值。内力取值表格只有最后一列用于用户输入，即最终用户最终采用的内力设计值。

点击“强度验算”则可查看前、后钢桩强度验算结果，与 3.1.3 节相同。

序号	弯曲应力(N/mm ²)	剪切应力(N/mm ²)
1	前85.88/后47.21	前12.53/后2.70

锚杆和腰梁、封底混凝土的计算与 3.1.3 节相同。

安全等级为一级、二级、三级的支护结构，锚杆抗拔安全系数分别不小于 1.8、1.6、1.4。

至此双排桩围堰的结构计算就完成了。

3.6.4 生成计算书

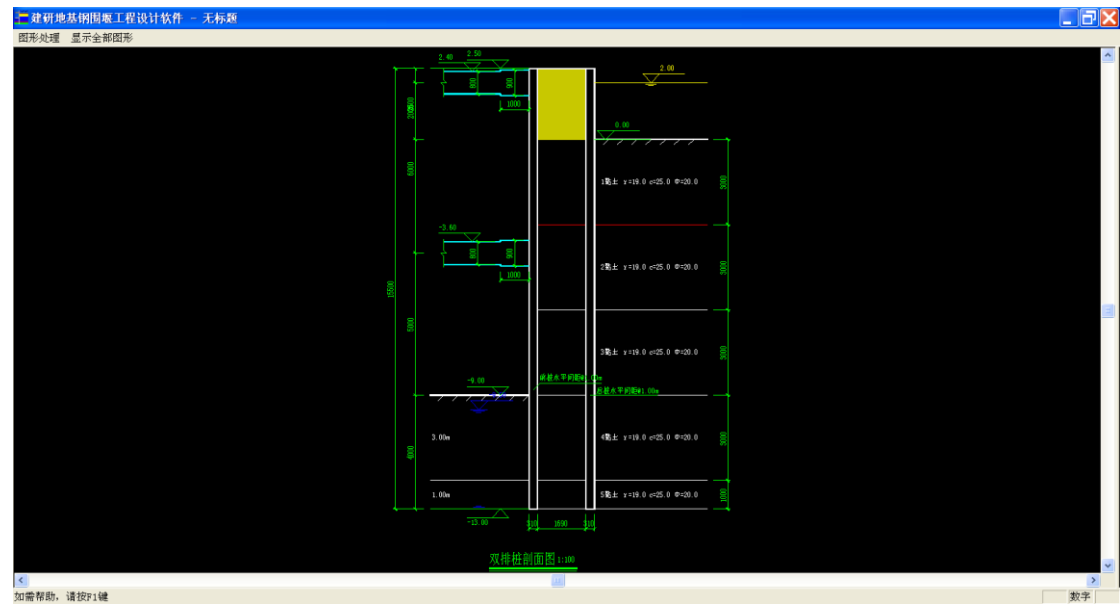
与 3.1.4 节相同。

计算书主要包括下列各项：

- 1 原始输入数据；
- 2 嵌固深度计算；
- 3 计算简图；
- 4 抗倾覆、整体稳定、抗隆起、抗渗流、承压水稳定验算结果；
- 5 结构计算结果和土压力图；
- 6 前后钢桩强度验算书；
- 7 支锚计算书；
- 8 腰梁截面强度验算书。
- 9 封底混凝土验算书
- 10 基坑计算结果汇总表

3.6.5 生成施工图

与 3.1.5 节相同。



至此一个双排桩围堰项目就算设计计算完成了。

第4章 技术条件

软件主要依据国家现行的建筑设计施工规范规程等技术标准进行开发，即《钢围堰工程技术标准 GB/T 51295-2018》和《建筑基坑支护技术规程 JGJ 120-2012》，本章主要根据 JGJ 120-2012 列出技术条件，其余请参照 GB/T 51295-2018。

4.1 基坑土压力计算

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

3.4.2 作用在支护结构上的土压力应按下列规定确定：

1 支护结构外侧的主动土压力强度标准值、支护结构内侧的被动土压力强度标准值宜按下列公式计算(图 3.4.2)：

1)对于地下水位以上或水土合算的土层

$$p_{ak} = \sigma_{ak} K_{a,i} - 2c_i \sqrt{K_{a,i}} \quad (3.4.2-1)$$

$$K_{a,i} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_i}{2} \right) \quad (3.4.2-2)$$

$$p_{pk} = \sigma_{ak} K_{p,i} + 2c_i \sqrt{K_{p,i}} \quad (3.4.2-3)$$

$$K_{p,i} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_i}{2} \right) \quad (3.4.2-4)$$

式中： p_{ak} — 支护结构外侧，第 i 层土中计算点的主动土压力强度标准值(kPa)；当 $p_{ak} < 0$ 时，应取 $p_{ak} = 0$ ；

σ_{ak} 、 σ_{pk} — 分别为支护结构外侧、内侧计算点的土中竖向应力标准值(kPa)，按本规程第 3.4.5 条的规定计算；

$K_{a,i}$ 、 $K_{p,i}$ — 分别为第 i 层土的主动土压力系数、被动土压力系数；

c_i 、 φ_i — 分别为第 i 层土的粘聚力(kPa)、内摩擦角($^\circ$)；按本规程第 3.1.14 条的规定取值；

p_{pk} — 支护结构内侧，第 i 层土中计算点的被动土压力强度标准值(kPa)。

2)对于水土分算的土层

$$p_{ak} = (\sigma_{ak} - u_a) K_{a,i} - 2c_i \sqrt{K_{a,i}} + u_a \quad (3.4.2-5)$$

$$p_{pk} = (\sigma_{ak} - u_p) K_{p,i} + 2c_i \sqrt{K_{p,i}} + u_p \quad (3.4.2-6)$$

式中： u_a 、 u_p — 分别为支护结构外侧、内侧计算点的水压力(kPa)，对静止地下水，按本规程第 3.4.4 条的规定取值；当采用悬挂式截水帷幕时，应考虑地下水从帷幕底向基坑内的渗流对水压力的影响。

2 在土压力的影响范围内, 存在相邻建筑物地下墙体等稳定的刚性界面时, 可采用库仑土压力理论计算界面内有限滑动楔体产生的主动土压力, 此时, 同一土层的土压力可采用沿深度线性分布形式, 支护结构与土之间的摩擦角宜取零;

3 需要严格限制支护结构的水平位移时, 支护结构外侧的土压力宜取静止土压力;

4 有可靠经验时, 可采用支护结构与土相互作用的方法计算土压力。

3.4.3 对成层土, 土压力计算时的各土层计算厚度应符合下列规定:

1 当土层厚度较均匀、层面坡度较平缓时, 宜取邻近勘察孔的各土层厚度, 或同一计算剖面内各土层厚度的平均值;

2 当同一计算剖面内各勘察孔的土层厚度分布不均时, 应取最不利勘察孔的各土层厚度;

3 对复杂地层且距勘探孔较远时, 应通过综合分析土层变化趋势后确定土层的计算厚度;

4 当相邻土层的土性接近, 且对土压力的影响可以忽略不计或有利时, 可归并为同一计算土层。

3.4.4 静止地下水的水压力可按下列公式计算:

$$u_a = \gamma_w h_{wa} \quad (3.4.4-1)$$

$$u_p = \gamma_w h_{wp} \quad (3.4.4-2)$$

式中: γ_w —地下水的重度(kN/m³), 取 $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$;

h_{wa} —基坑外侧地下水位至主动土压力强度计算点的垂直距离(m); 对承压水, 地下水位取测压管水位; 当有多个含水层时, 应以计算点所在含水层的地下水位;

h_{wp} —基坑内侧地下水位至被动土压力强度计算点的垂直距离(m); 对承压水, 地下水位取测压管水位。

3.4.5 土中竖向应力标准值应按下列公式计算:

$$\sigma_{ak} = \sigma_{ac} + \sum \Delta\sigma_{k,j} \quad (3.4.5-1)$$

$$\sigma_{pk} = \sigma_{pc} \quad (3.4.5-2)$$

式中: σ_{ac} —支护结构外侧计算点, 由土的自重产生的竖向总应力(kPa);

σ_{pc} —支护结构内侧计算点, 由土的自重产生的竖向总应力(kPa);

$\Delta\sigma_{k,j}$ —支护结构外侧第 j 个附加荷载作用下计算点的土中附加竖向应力标准值(kPa), 应根据附加荷载类型, 按本规程第 3.4.6~3.4.8 条计算。

3.4.6 均布附加荷载作用下的土中附加竖向应力标准值应按下列公式计算(图 3.4.6):

$$\Delta\sigma_k = q_0 \quad (3.4.6)$$

式中： q_0 —均布附加荷载标准值(kPa)。

3.4.7 局部附加荷载作用下的土中附加竖向应力标准值可按下列规定计算：

1 对于条形基础下的附加荷载(图 3.4.7a)：

当 $d + a / \tan \theta \leq z_a \leq d + (3a + b) / \tan \theta$ 时

$$\Delta\sigma_k = \frac{p_0 b}{b + 2a} \quad (3.4.7-1)$$

式中： p_0 —基础底面附加压力标准值(kPa)；

d —基础埋置深度(m)；

b —基础宽度(m)；

a —支护结构外边缘至基础的水平距离(m)；

θ —附加荷载的扩散角，宜取 $\theta = 45^\circ$ ；

z_a —支护结构顶面至土中附加竖向应力计算点的竖向距离。

当 $z_a < d + a / \tan \theta$ 或 $z_a > d + (3a + b) / \tan \theta$ 时，取 $\Delta\sigma_k = 0$ 。

2 对于矩形基础下的附加荷载(图 3.4.7a)：

当 $d + a / \tan \theta \leq z_a \leq d + (3a + b) / \tan \theta$ 时

$$\Delta\sigma_k = \frac{p_0 bl}{(b + 2a)(l + 2a)} \quad (3.4.7-2)$$

式中： b —与基坑边垂直方向上的基础尺寸(m)；

l —与基坑边平行方向上的基础尺寸(m)。

当 $z_a < d + a / \tan \theta$ 或 $z_a > d + (3a + b) / \tan \theta$ 时，取 $\Delta\sigma_k = 0$ 。

3 对作用在地面的条形、矩形附加荷载，按本条第 1、2 款计算土中附加竖向应力标准值 $\Delta\sigma_k$ 时，应取 $d=0$ (图 3.4.7b)。

3.4.8 当支护结构顶部低于地面，其上方采用放坡或土钉墙时，支护结构顶面以上土体对支护结构的作用宜按库仑土压力理论计算，也可将其视作附加荷载并按下列公式计算土中附加竖向应力标准值(图 3.4.8)：

1 当 $a / \tan \theta \leq z_a \leq (a + b_1) / \tan \theta$ 时

$$\Delta\sigma_k = \frac{\gamma h_1}{b_1} (z_a - a) + \frac{E_{ak1} (a + b_1 - z_a)}{K_a b_1^2} \quad (3.4.8-1)$$

$$E_{ak1} = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 K_a - 2ch_1 \sqrt{K_a} + \frac{2c^2}{\gamma} \quad (3.4.8-2)$$

2 当 $z_a > (a + b_1) / \tan \theta$ 时

$$\Delta\sigma_k = \gamma h_1 \quad (3.4.8-3)$$

3 当 $z_a < a / \tan \theta$ 时

$$\Delta \sigma_k = 0 \quad (3.4.8-4)$$

式中: z_a —支护结构顶面至土中附加竖向应力计算点的竖向距离(m);

a —支护结构外边缘至放坡坡脚的水平距离(m);

b_1 —放坡坡面的水平尺寸(m);

θ —扩散角($^\circ$), 宜取 $\theta = 45^\circ$;

h_1 —地面至支护结构顶面的竖向距离(m);

γ —支护结构顶面以上土的天然重度(kN/m^3); 对多层土取各层土按厚度加权的平均值;

c —支护结构顶面以上土的粘聚力(kPa); 按本规程第 3.1.14 条的规定取值;

K_a —支护结构顶面以上土的主动土压力系数; 对多层土取各层土按厚度加权的平均值;

E_{ak1} —支护结构顶面以上土体的自重所产生的单位宽度主动土压力标准值(kN/m)。

4.2 稳定性验算

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

4.2.1 悬臂式支挡结构的嵌固深度(l_d)应符合下列嵌固稳定性的要求:

$$\frac{E_{pk} a_{p1}}{E_{ak} a_{a1}} \geq K_e \quad (4.2.1)$$

式中: K_e —嵌固稳定安全系数; 安全等级为一级、二级、三级的悬臂式支挡结构, K_e 分别不应小于 1.25、1.2、1.15;

E_{ak} 、 E_{pk} —分别为基坑外侧主动土压力、基坑内侧被动土压力合力的标准值(kN);

a_{a1} 、 a_{p1} —分别为基坑外侧主动土压力、基坑内侧被动土压力合力作用点至挡土构件底端的距离(m)。

4.2.2 单层锚杆和单层支撑的支挡式结构的嵌固深度(l_d)应符合下式嵌固稳定性的要求:

$$\frac{E_{pk} a_{p1}}{E_{ak} a_{a1}} \geq K_e \quad (4.2.2)$$

式中: K_e —嵌固稳定安全系数; 安全等级为一级、二级、三级的锚拉式支挡结构和支撑式支挡结构, K_e 分别不应小于 1.25、1.2、1.15;

a_{a2} 、 a_{p2} —基坑外侧主动土压力、基坑内侧被动土压力合力作用点至支点的距离(m)。

4.2.3 锚拉式、悬臂式支挡结构和双排桩围堰应按下列规定进行整体稳定性验算：

- 1 整体滑动稳定性可采用圆弧滑动条分法进行验算；
- 2 采用圆弧滑动条分法时，其整体滑动稳定性应符合下列规定：

$$\min\{K_{s,1}, K_{s,2}, \dots, K_{s,i}, \dots, K_{s,n}\} \geq K_s \quad (4.2.3-1)$$

$$K_{s,i} = \frac{\sum \{c_j l_j + [(q_j b_j + \Delta G_j) \cos \theta_j - u_j l_j] \tan \varphi_j\} + \sum R'_{k,k} [\cos(\theta_k + \alpha_k) + \psi_v] / s_{x,k}}{\sum (q_j b_j + \Delta G_j) \sin \theta_j} \quad (4.2.3-2)$$

式中： K_s —圆弧滑动稳定安全系数；安全等级为一级、二级、三级的支挡结构， K_s 分别不应小于 1.35、1.3、1.25；

$K_{s,i}$ —第 i 个圆弧滑动体的抗滑力矩与滑动力矩的比值；抗滑力矩与滑动力矩之比的最小值宜通过搜索不同圆心及半径的所有潜在滑动圆弧确定；

c_j 、 φ_j —分别为第 j 土条滑弧面处土的粘聚力(kPa)、内摩擦角($^\circ$)，按本规程第 3.1.14 条的规定取值；

b_j —第 j 土条的宽度(m)；

θ_j —第 j 土条滑弧面中点处的法线与垂直面的夹角($^\circ$)；

l_j —第 j 土条的滑弧段长度(m)，取 $l_j = b_j / \cos \theta_j$ ；

q_j —第 j 土条上的附加分布荷载标准值(kPa)；

ΔG_j —第 j 土条的自重(kN)，按天然重度计算；

u_j —第 j 土条滑弧面上的水压力(kPa)；采用落底式截水帷幕时，对地下水位以下的砂土、碎石土、砂质粉土，在基坑外侧，可取 $u_j = \gamma_w h_{wa,j}$ ，在基坑内侧，可取 $u_j = \gamma_w h_{wp,j}$ ；滑弧面在地下水位以上或对地下水位以下的黏性土，取 $u_j = 0$ ；

γ_w —地下水重度(kN/m³)；

$h_{wa,j}$ —基坑外侧第 j 土条滑弧面中点的压力水头(m)；

$h_{wp,j}$ —基坑内侧第 j 土条滑弧面中点的压力水头 (m)；

$R'_{k,k}$ —第 k 层锚杆在滑动面以外的锚固体极限抗拔承载力标准值与锚杆杆体受拉承载力标准值($f_{ptk} A_p$)的较小值(kN)；锚固体的极限抗拔承载力应按本规程第 4.7.4 条的规定计算，但锚固段应取滑动面以外的长度；对悬臂式、双排桩围堰支挡结构，不考虑 $\sum R'_{k,k} [\cos(\theta_k + \alpha_k) + \psi_v] / s_{x,k}$ 项；

α_k —第 k 层锚杆的倾角($^\circ$)；

θ_k —滑弧面在第 k 层锚杆处的法线与垂直面的夹角($^\circ$)；

$s_{x,k}$ —第 k 层锚杆的水平间距(m)；

ψ_v —计算系数；可按 $\psi_v = 0.5 \sin(\theta_k + \alpha_k) \tan \varphi$ 取值；

φ —第 k 层锚杆与滑弧交点处土的内摩擦角($^\circ$)。

3 当挡土构件底端以下存在软弱下卧土层时，整体稳定性验算滑动面中应包括由圆弧与软弱土层层面组成的复合滑动面。

4.2.4 支挡结构的嵌固深度应符合下列坑底隆起稳定性要求：

1 锚拉式支挡结构和支撑式支挡结构，其嵌固深度应满足坑底隆起稳定性要求，抗隆起稳定性可按下列公式验算：

$$\frac{\gamma_{m2} l_d N_q + c N_c}{\gamma_{m1} (h + l_d) + q_0} \geq K_b \quad (4.2.4-1)$$

$$N_q = \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) e^{\pi \tan \varphi} \quad (4.2.4-2)$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi \quad (4.2.4-3)$$

式中： K_b —抗隆起安全系数；安全等级为一级、二级、三级的支护结构， K_b 分别不应小于 1.8、1.6、1.4；

γ_{m1} 、 γ_{m2} —分别为基坑外、基坑内挡土构件底面以上土的天然重度 (kN/m^3)；对多层土取各层土按厚度加权的平均重度；

l_d —挡土构件的嵌固深度(m)；

h —基坑深度(m)；

q_0 —地面均布荷载(kPa)；

N_c 、 N_q —承载力系数；

c 、 φ —分别为挡土构件底面以下土的黏聚力(kPa)、内摩擦角($^\circ$)，按本规程第 3.1.14 条的规定取值。

2 当挡土构件底面以下有软弱下卧层时，抗隆起稳定性验算部位尚应包括软弱下卧层。软弱下卧层的隆起稳定性可按公式(4.2.4-1)验算，但式中的 γ_{m1} 、 γ_{m2} 应取软弱下卧层顶面以上的重度， l_d 应以 D 代替。

注：D 为基坑地面至软弱下卧层顶面的土层厚度(m)。

3 悬臂式支挡结构可不进行隆起稳定性验算。

4.2.5 锚拉式支挡结构和支撑式支挡结构，当坑底以下为软土时，其嵌固深度应符合下列以最大层支点为轴心的圆弧滑动稳定性要求：

$$\frac{\sum [c_j l_j + (q_j b_j + \Delta G_j) \cos \theta_j \tan \varphi_j]}{\sum (q_j b_j + \Delta G_j) \sin \theta_j} \geq K_r \quad (4.2.5)$$

式中： K_r —以最下层支点为轴心的圆弧滑动稳定安全系数；安全等级为一级、二级、三级的支挡式结构， K_r 分别不应小于 2.2、1.9、1.7。

c_j 、 φ_j —分别为第 j 土条在滑弧面处土的黏聚力(kPa)、内摩擦角($^{\circ}$)，按本规程第 3.1.14 条的规定取值；

l_j —第 j 土条的滑弧段长度(m)，取 $l_j = b_j / \cos \theta_j$ ；

q_j —第 j 土条顶面上的竖向压力标准值(kPa)；

b_j —第 j 土条的宽度(m)；

θ_j —第 j 土条滑弧面中点处的法线与垂直面的夹角($^{\circ}$)；

ΔG_j —第 j 土条的自重(kN)，按天然重度计算。

4.2.6 采用悬挂式截水帷幕或坑底以下存在水头高于坑底的承压含水层时，应按本规程附录 C 的规定进行地下水渗透稳定性验算。

4.2.7 挡土构件的嵌固深度除应满足本规程第 4.2.1 条~4.2.6 条的规定外，对悬臂式结构，尚不宜小于 $0.8h$ ；对单支点支挡式结构，尚不宜小于 $0.3h$ ；对多支点支挡式结构，尚不宜小于 $0.2h$ ；

注：h 为基坑深度。

4.3 结构计算

4.3.1 结构分析

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

4.1.1 支挡式结构应根据具体形式与受力、变形特性等采用下列分析方法：

1 锚拉式支挡结构，可将整个结构分解为挡土结构、锚拉结构(锚杆及腰梁、冠梁)分别进行分析；挡土结构宜采用平面杆系结构弹性支点法进行分析；作用在锚拉结构上的荷载应取挡土结构分析时得出的支点力；

2 支撑式支挡结构，可将整个结构分解为挡土结构、内支撑结构分别进行分析；挡土结构宜采用平面杆系结构弹性支点法进行分析；内支撑结构可按平面结构进行分析，挡土结构传至内支撑的荷载应取挡土结构分析时得出的支点力；对挡土结构和内支撑结构分别进行分析时，应考虑其相互之间的变形协调；

3 悬臂式支挡结构、双排桩围堰支挡结构，宜采用平面杆系结构弹性支点法进行结构分析；

4 当有可靠经验时，可采用空间结构分析方法对支挡式结构进行整体分析或采用结构与土相互作用的分析方法对支挡结构与基坑土体进行整体分析。

4.1.2 支挡结构应对下列设计工况进行结构分析，并按其中最不利作用效应进行支护结构设计：

1 基坑开挖至坑底时的状况；

2 对锚拉式和支撑式支挡结构, 基坑开挖至各层锚杆或支撑施工面时的状况;

3 在主体地下结构施工过程中需要以主体结构构件替换支撑或锚杆的状况; 此时, 主体结构构件应满足替换后各设计工况下的承载力、变形及稳定性要求;

4 对水平内支撑式支挡结构, 基坑各边水平=荷载不对等的各种状况。

4.1.3 采用平面杆系结构弹性支点法时, 宜采用图 4.1.3-1 所示的结构分析模型, 且应符合下列规定:

1 主动土压力强度标准值可按本规程第 3.4 节的有关规定确定;

2 土反力可按本规程第 4.1.4 条的有关规定确定;

3 挡土结构采用钢管桩围堰时, 作用在单根支护桩上的主动土压力计算宽度应取钢管桩围堰间距, 土反力计算宽度(b_0)应按本规程第 4.1.7 条确定;

4 挡土结构采用钢板桩围堰时, 作用在单幅钢板桩围堰上的主动土压力计算宽度和土反力计算宽度(b_0)应取包括接头的单幅墙宽度;

5 锚杆和内支撑对挡土结构的约束作用应按弹性支座考虑, 并按本规程第 4.1.8 条确定。

4.1.4 作用在挡土构件上的分布土反力应符合下列规定:

1 分布土反力可按下式计算:

$$p_s = k_s v + p_{s0} \quad (4.1.4-1)$$

2 挡土构件嵌固段上的基坑内侧土反力应符合下列条件, 当不符合时, 应增加挡土构件的嵌固长度或取 $P_{sk} = E_{pk}$ 时的分布土反力。

$$P_{sk} \leq E_{pk} \quad (4.1.4-2)$$

式中: p_s —分布土反力(kPa);

k_s —土的水平反力系数(kN/m³), 按本规程第 4.1.5 条的规定取值;

v —挡土构件在分布土反力计算点使土体压缩的水平位移值(m);

p_{s0} —初始分布土反力(kPa); 挡土构件嵌固段上的基坑内侧初始分布土压力可按本规程公式(3.4.2-1)或公式(3.4.2-5)计算, 但应将公式中的 p_{ak} 用 p_{s0} 代替、 σ_{ak} 用 σ_{pk} 代替、 u_a 用 u_p 代替, 且不计 $(2c_i \sqrt{K_{a,i}})$ 项;

P_{sk} —挡土构件嵌固段上的基坑内侧土反力标准值(kN), 通过按公式(4.1.4-1)计算的分布土反力得出;

E_{pk} —挡土构件嵌固段上的被动土压力标准值(kN), 通过按本规程公式(3.4.2-3)或公式(3.4.2-6)算的被动土压力强度标准值得出。

4.1.5 基坑内侧土的水平反力系数可按下列公式计算:

$$k_s = m(z - h) \quad (4.1.5)$$

式中： m —土的水平反力系数的比例系数(kN/m^4)，按本规程第 4.1.6 条确定。

z —计算点距地面的深度(m)；

h —计算工况下的基坑开挖深度(m)。

4.1.6 土的水平反力系数的比例系数宜按桩的水平荷载试验及地区经验取值，缺少试验和经验时，可按下列经验公式计算：

$$m = \frac{0.2\varphi^2 - \varphi + c}{v_b} \quad (4.1.6)$$

式中： m —土的水平反力系数的比例系数(MN/m^4)

c 、 φ —分别为土的粘聚力 (kPa)、内摩擦角 ($^\circ$)，按本规程第 3.1.14 条的规定确定；对多层土，按不同土层分别取值；

v_b —挡土构件在坑底处的水平位移量(mm)，当此处的水平位移不大于 10mm 时，可取 $v_b = 10 \text{ mm}$ 。

4.1.7 钢管桩围堰的土反力计算宽度应按下列规定计算：

对圆形桩

$$b_0 = 0.9(1.5d + 0.5) \quad (d \leq 1\text{m}) \quad (4.1.7-1)$$

$$b_0 = 0.9(d + 1) \quad (d > 1\text{m}) \quad (4.1.7-2)$$

对矩形桩或工字型桩

$$b_0 = 1.5b + 0.5 \quad (d \leq 1\text{m}) \quad (4.1.7-3)$$

$$b_0 = b + 1 \quad (b > 1\text{m}) \quad (4.1.7-4)$$

式中： b_0 —单根支护桩上的土反力计算宽度(m)；当按公式 (4.1.7-1)~公式 (4.1.7-4)计算的 b_0 大于钢管桩围堰间距时，取 b_0 等于钢管桩围堰间距；

d —桩的直径(m)；

b —矩形桩或工字形桩的宽度(m)。

4.1.8 锚杆和内支撑对挡土结构的作用力应按下列式确定：

$$F_h = k_R(v_R - v_{R0}) + P_h \quad (4.1.8)$$

式中： F_h —挡土构件计算宽度内的弹性支点水平反力(kN)；

k_R —挡土结构计算宽度内弹性支点刚度系数(kN/m)；采用锚杆时可按本规程第 4.1.9 条的规定确定，采用内支撑时可按本规程第 4.1.10 条的规定确定；

v_R —挡土构件在支点处的水平位移值(m)；

v_{R0} —设置锚杆或支撑时，支点的初始水平位移值(m)；

P_h —挡土构件计算宽度内的法向预加力(kN)；采用锚杆或竖向斜撑时，取 $P_h = P \cos \alpha \sin \alpha / s$ ；采用水平对撑时，取 $P_h = P \sin \alpha / s$ ；对不预加轴向压力的支

撑，取 $P_h=0$ ；采用锚杆时宜取 $P=0.7N_k \sim 0.9N_k$ ，采用支撑时宜取 $P=0.5N_k \sim 0.7N_k$ ；

P —锚杆的预加轴向拉力值或支撑的预加轴向压力值；

α —锚杆倾角或支撑仰角($^\circ$)；

b_a —挡土结构计算宽度(m)，对单根支护桩，取钢管桩围堰间距，对单幅钢板桩围堰，取包括接头的单幅墙宽度；

s —锚杆或支撑的水平间距(m)；

N_k —锚杆轴向拉力标准值或支撑轴向压力标准值(kN)。

4.1.9 锚拉式支挡结构的弹性支点刚度系数应按下列规定确定：

1 锚拉式支挡结构的弹性支点刚度系数宜通过本规程附录 A 规定的基本试验按下式计算：

$$k_R = \frac{(Q_2 - Q_1)b_a}{(s_2 - s_1)s} \quad (4.1.9-1)$$

式中： Q_1 、 Q_2 —锚杆循环加荷或逐级加荷试验中(Q~s)曲线上对应锚杆锁定值与轴向拉力标准值的荷载值(kN)；对锁定前进行预张拉的锚杆，应取循环加荷试验中在相当于预张拉荷载的加载量下卸载后的再加载曲线上的荷载值；

s_1 、 s_2 —(Q~s)曲线上对应于荷载为 Q_1 、 Q_2 的锚头位移值(m)；

s —锚杆水平间距(m)。

2 缺少试验时，弹性支点刚度系数也可按下式计算：

$$k_R = \frac{3E_s E_c A_p A b_a}{[3E_c A l_f + E_s A_p (l - l_f)]s} \quad (4.1.9-2)$$

$$E_c = \frac{E_s A_p + E_m (A - A_p)}{A} \quad (4.1.9-3)$$

式中： E_s —锚杆杆体的弹性模量(kPa)；

E_c —锚杆的复合弹性模量(kPa)；

A_p —锚杆杆体的截面面积(m²)；

A —锚杆固结体的截面面积(m²)；

l_f —锚杆的自由段长度(m)；

l —锚杆长度(m)；

E_m —注浆固结体的弹性模量(kPa)。

3 当锚杆腰梁或冠梁的挠度不可忽略不计时，应考虑梁的挠度对弹性支点刚度系数的影响。

4.1.10 支撑式支挡结构的弹性支点刚度系数宜通过对内支撑结构整体进行线弹性结构分析得出的支点力与水平位移的关系确定。对水平对撑，当支撑

腰梁或冠梁的挠度可忽略不计时，计算宽度内弹性支点刚度系数可按下式计算：

$$k_R = \frac{\alpha_R E A b_a}{\lambda l_0 s} \quad (4.1.10)$$

式中： λ —支撑不动点调整系数：支撑两对边基坑的土性、深度、周边荷载等条件相近，且分层对称开挖时，取 $\lambda = 0.5$ ；支撑两对边基坑的土性、深度、周边荷载等条件或开挖时间有差异时，对土压力较大或先开挖的一侧，取 $\lambda = 0.5 \sim 1.0$ ，且差异大时取大值，反之取小值；对土压力较小或后开挖的一侧，取 $(1-\lambda)$ ；当基坑一侧取 $\lambda = 1$ 时，基坑另一侧应按固定支座考虑；对竖向斜撑构件，取 $\lambda = 1$ ；

α_R —支撑松弛系数，对混凝土支撑和预加轴向压力的钢支撑，取 $\alpha_R = 1.0$ ，对不预加支撑轴向压力的钢支撑，取 $\alpha_R = 0.8 \sim 1.0$ ；

E —支撑材料的弹性模量(kPa)；

A —支撑截面面积(m²)；

l_0 —受压支撑构件的长度(m)；

s —支撑水平间距(m)。

4.1.11 结构分析时，按荷载标准组合计算的变形值不应大于按本规程第3.1.8条确定的变形控制值。

4.3.2 矩形正截面构件

依据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010。

6.2.10 矩形截面或翼缘位于受拉边的倒 T 形截面受弯构件，其正截面受弯承载力应符合下列规定：

$$M \leq \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') - (\sigma_{p0}' - f_{py}') A_p' (h_0 - a_p') \quad (6.2.10-1)$$

混凝土受压区高度应按下列公式确定：

$$\alpha_1 f_c b x = f_y A_s - f_y' A_s' + f_{py} A_p + (\sigma_{p0}' - f_{py}') A_p' \quad (6.2.10-2)$$

混凝土受压区高度尚应符合下列条件：

$$x \leq \xi_b h_0 \quad (6.2.10-3)$$

$$x \geq 2a' \quad (6.2.10-4)$$

式中： M —弯矩设计值；

α_1 —系数，按本规范第 6.2.6 条规定计算；

f_c —混凝土轴心抗压强度设计值，按本规范表 4.1.4-1 采用；

A_s 、 A_s' —受拉区、受压区纵向普通钢筋的截面面积；

A_p 、 A_p' —受拉区、受压区纵向预应力筋的截面面积；

σ'_{p0} —受压区纵向预应力筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力；

b —矩形截面的宽度或倒 T 形截面的腹板宽度；

h_0 —截面有效高度；

a'_s 、 a'_p —受压区纵向普通钢筋的合力点、预应力筋合力点至截面受压边的距离；

a' —受压区全部纵向钢筋合力点至截面受压边缘的距离，当受压区未配置纵向预应力筋或受压区纵向预应力筋应力($\sigma'_{p0} - f'_{py}$)为拉应力时，公式(6.2.10-4)中的 a' 用 a'_s 代替。

6.3.4 当仅配置箍筋时，矩形、T 形和 I 形截面受弯构件的斜截面受剪承载力应符合下列规定：

$$V \leq V_{cs} + V_p \quad (6.3.4-1)$$

$$V_{cs} = \alpha_{cv} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (6.3.4-2)$$

$$V_p = 0.05 N_{p0} \quad (6.3.4-3)$$

式中： V_{cs} —构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值；

V_p —由预加力所提高的构件受剪承载力设计值；

α_{cv} —斜截面混凝土受剪承载力系数，对于一般受弯构件取 0.7；对集中荷载作用下（包括作用有多种荷载，其中集中荷载对支座截面或节点边缘所产生的剪力值占总剪力的 75% 以上的情况）的独立梁，取 α_{cv} 为 $\frac{1.75}{\lambda + 1}$ ， λ 为计算截面的剪跨比，可取 λ 等于 a/h_0 ，当 λ 小于 1.5 时，取 1.5，当 λ 大于 3 时，取 3， a 取集中荷载作用点至支座截面或节点边缘的距离；

A_{sv} —配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积，即 nA_{sv1} ，此处， n 为在同一截面内箍筋的肢数， A_{sv1} 为单肢箍筋的截面面积；

s —沿构件长度方向的箍筋间距；

f_{yv} —箍筋的抗拉强度设计值，按本规范第 4.2.3 条的规定采用；

N_{p0} —计算截面上混凝土法向预应力等于零时的预加力，按本规范第 10.1.13 条计算；当 N_{p0} 大于 $0.3f_c A_0$ 时，取 $0.3f_c A_0$ ，此处， A_0 为构件的换算截面面积。

4.3.3 圆形正截面构件

依据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010。

E.0.2 环形和圆形截面受弯构件的正截面受弯承载力，应按本规范第 E.0.3 条和第 E.0.4 条的规定计算。但在计算时，应在公式(E.0.3-1)、公式(E.0.3-

3)和公式(E.0.4-1)中取等号，并取轴向力设计值 $N=0$ ；同时，应将公式(E.0.3-2)、公式(E.0.3-4)和公式(E.0.4-2)中 Ne_i 以弯矩设计值 M 代替。

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

B.0.1 沿周边均匀配置纵向钢筋的圆形截面钢筋混凝土支护桩，其正截面受弯承载力应符合下列规定：

$$M \leq \frac{2}{3} f_c A r \frac{\sin^3 \pi \alpha}{\pi} + f_y A_s r_s \frac{\sin \pi \alpha + \sin \pi \alpha_t}{\pi} \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$\alpha f_c A \left(1 - \frac{\sin 2\pi \alpha}{2\pi \alpha}\right) + (\alpha - \alpha_t) f_y A_s = 0 \quad (\text{B.0.1-2})$$

$$\alpha_t = 1.25 - 2\alpha \quad (\text{B.0.1-3})$$

式中： M —桩的弯矩设计值(kN.m)，按本规程第 3.1.7 的规定计算；

f_c —混凝土轴心抗压强度设计值(kN/m²)；当混凝土强度等级超过 C50 时， f_c 应以 $\alpha_1 f_c$ 代替，当混凝土强度等级为 C50 时，取 $\alpha_1 = 1.0$ ，当混凝土强度等级为 C80 时，取 $\alpha_1 = 0.94$ ，其间按线性内插法确定；

A —支护桩截面面积(m²)；

r —支护桩的半径(m)；

α —对应于受压区混凝土截面面积的圆心角(rad)与 2π 的比值；

f_y —纵向钢筋的抗拉强度设计值(kN/m²)；

A_s —全部纵向钢筋的截面面积(m²)；

r_s —纵向钢筋重心所在圆周的半径(m)；

α_t —纵向受拉钢筋截面面积与全部纵向钢筋截面面积的比值，当 $\alpha > 0.625$ 时，取 $\alpha_t = 0$ 。

B.0.2 沿受拉区和受压区周边局部均匀配置纵向钢筋的圆形截面钢筋混凝土支护桩，其正截面受弯承载力应符合下列规定：

$$M \leq \frac{2}{3} f_c A r \frac{\sin^3 \pi \alpha}{\pi} + f_y A_{sr} r_s \frac{\sin \pi \alpha_s}{\pi \alpha_s} + f_y A'_{sr} r_s \frac{\sin \pi \alpha'_s}{\pi \alpha'_s} \quad (\text{B.0.2-1})$$

$$\alpha f_c A \left(1 - \frac{\sin 2\pi \alpha}{2\pi \alpha}\right) + f_y (A'_{sr} - A_{sr}) = 0 \quad (\text{B.0.2-2})$$

$$\cos \pi \alpha \geq 1 - \left(1 + \frac{r_s}{r} \cos \pi \alpha_s\right) \xi_b \quad (\text{B.0.2-3})$$

$$\alpha \geq \frac{1}{3.5} \quad (\text{B.0.2-4})$$

式中： α —对应于受压区混凝土截面面积的圆心角(rad)与 2π 的比值；

α_s —对应于受拉钢筋的圆心角(rad)与 2π 的比值； α_s 宜取 $1/6 \sim 1/3$ ，通常可取 0.25；

α'_s —对应于受压钢筋的圆心角(rad)与 2π 的比值, 宜取 $\alpha'_s \leq 0.5\alpha$;

A_{sr} 、 A'_{sr} —分别为沿周边均匀配置在圆心角 $2\pi\alpha_s$ 、 $2\pi\alpha'_s$ 内的纵向受拉、受压钢筋的截面面积(m^2);

ξ_b —矩形截面的相对界限受压区高度, 应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定取值。

4.3.4 锚杆

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

3.1.7 支护结构重要性系数与作用基本组合的效应设计值的乘积($\gamma_0 S_d$)可采用下列内力设计值表示:

轴向力设计值

$$N = \gamma_0 \gamma_F N_k \quad (3.1.7-3)$$

式中: N —轴向拉力设计值或轴向压力设计值(kN);

N_k —作用标准组合的轴向拉力或轴向压力值(kN)。

4.7.2 锚杆的极限抗拔承载力应符合下式要求:

$$\frac{R_k}{N_k} \geq K_t \quad (4.7.2)$$

式中: K_t —锚杆抗拔安全系数; 安全等级为一级、二级、三级的支护结构, K_t 分别不应小于 1.8、1.6、1.4;

N_k —锚杆轴向拉力标准值(kN), 按本规程第 4.7.3 条的规定计算;

R_k —锚杆极限抗拔承载力标准值(kN), 按本规程第 4.7.4 条的规定确定。

4.7.4 锚杆极限抗拔承载力应按下列规定确定:

1 锚杆极限抗拔承载力应通过抗拔试验确定, 其试验方法应符合本规程附录 A 的规定。

2 锚杆极限抗拔承载力标准值也可按下式估算, 但应通过本规程附录 A 规定的抗拔试验进行验证:

$$R_k = \pi d \sum q_{sk,i} l_i \quad (4.7.4)$$

式中: d —锚杆的锚固体直径(m);

l_i —锚杆的锚固段在第 i 土层中的长度(m); 锚固段长度为锚杆在理论直线滑动面以外的长度, 理论直线滑动面按本规程第 4.7.5 条的规定确定;

$q_{sk,i}$ —锚固体与第 i 土层之间的极限粘结强度标准值(kPa), 应根据工程经验并结合表 4.7.4 取值。

3 当锚杆锚固段主要位于黏土层、淤泥质土层、填土层时,应考虑土的蠕变对锚杆预应力损失的影响,并应根据蠕变试验确定锚杆的极限抗拔承载力。锚杆的蠕变试验应符合按本规程附录 A 的规定。

4.7.5 锚杆的非锚固段长度应按式(4.7.5)确定,且不应小于 5.0m(图 4.7.5):

$$l_f \geq \frac{(a_1 + a_2 - d \tan \alpha) \sin(45^\circ - \frac{\varphi_m}{2})}{\sin(45^\circ + \frac{\varphi_m}{2} + \alpha)} + \frac{d}{\cos \alpha} + 1.5 \quad (4.7.5)$$

式中: l_f —锚杆非锚固段长度(m);

α —锚杆倾角($^\circ$);

a_1 —锚杆的锚头中点至基坑底面的距离(m);

a_2 —基坑底面至基坑外侧主动土压力强度与基坑内侧被动土压力强度等值点 O 的距离(m);对多层土地层,当存在多个等值点时应按其中最深的等值点计算;

d —挡土构件的水平尺寸(m);

φ_m — O 点以上各土层按厚度加权的等效内摩擦角($^\circ$)。

4.7.6 锚杆杆体的受拉承载力应符合下式规定:

$$N \leq f_{py} A_p \quad (4.7.6)$$

式中: N —锚杆轴向拉力设计值(kN),按本规程第 3.1.7 的规定计算;

f_{py} —预应力钢筋抗拉强度设计值(kPa);当锚杆杆体采用普通钢筋时,取普通钢筋的抗拉强度设计值;

A_p —预应力钢筋的截面面积(m^2)。

4.3.5 内支撑

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

4.9.1 内支撑结构可选用钢支撑、混凝土支撑、钢与混凝土的混合支撑。

4.9.2 内支撑结构选型应符合下列原则:

- 1 宜采用受力明确、连接可靠、施工方便的结构形式;
- 2 宜采用对称平衡性、整体性强的结构形式;
- 3 应与主体地下结构的结构形式、施工顺序协调,应便于主体结构施工;
- 4 应利于基坑土方开挖和运输;
- 5 需要时,可考虑内支撑结构作为施工平台。

4.9.3 内支撑结构应综合考虑基坑平面形状及尺寸、开挖深度、周边环境条件、主体结构形式等因素,选用有立柱或无立柱的下列内支撑形式:

- 1 水平对撑或斜撑,可采用单杆、桁架、八字形支撑;

- 2 正交或斜交的平面杆系支撑；
- 3 环形杆系或板系支撑；
- 4 竖向斜撑。

4.9.4 内支撑结构宜采用超静定结构。对个别次要构件失效会引起结构整体破坏的部位宜设置冗余约束。内支撑结构的设计应考虑地质和环境条件的复杂性、基坑开挖步序的偶然变化的影响。

4.9.5 内支撑结构分析应符合下列原则：

1 水平对撑与水平斜撑，应按偏心受压构件进行计算；支撑的轴向压力应取支撑间距内挡土构件的支点力之和；腰梁或冠梁应按以支撑为支座的多跨连续梁计算，计算跨度可取相邻支撑点的中心距；

2 矩形基坑的正交平面杆系支撑，可分解为纵横两个方向的结构单元，并分别按偏心受压构件进行计算；

3 平面杆系支撑、环形杆系支撑，可按平面杆系结构采用平面有限元法进行计算；计算时应考虑基坑不同方向上的荷载不均匀性；计算时应考虑基坑不同方向上的荷载不均匀性；建立的计算模型中，约束支座的设置应与支护结构实际位移状态相符，内支撑结构边界向基坑外位移处应设置弹性约束支座，向基坑内位移处不应设置支座，与边界平行方向应根据支护结构实际位移状态设置支座；

4 内支撑结构应进行竖向荷载作用下的结构分析；设有立柱时，在竖向荷载作用下内支撑结构宜按空间框架计算，当作用在内支撑结构上的竖向荷载较小时，内支撑结构的水平构件可按连续梁计算，计算跨度可取相邻立柱的中心距；

5 竖向斜撑应按偏心受压杆件进行计算；

6 当有可靠经验时，宜采用三维结构分析方法，对支撑、腰梁与冠梁、挡土构件进行整体分析。

4.9.6 内支撑结构分析时，应同时考虑下列作用：

- 1 由挡土构件传至内支撑结构的水平荷载；
- 2 支撑结构自重；当支撑作为施工平台时，尚应考虑施工荷载；
- 3 当温度改变引起的支撑结构内力不可忽略不计时，应考虑温度应力；
- 4 当支撑立柱下沉或隆起量较大时，应考虑支撑立柱与挡土构件之间差异沉降产生的作用。

4.9.7 混凝土支撑构件及其连接的受压、受弯、受剪承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》BG50010 的规定；钢支撑结构构件及其连接的受压、受弯、受剪承载力及各类稳定性计算应符合现行国家标准《钢结构设计规范》BG50017 的规定。支撑的承载力计算应考虑安装偏心误差的影响。

响，偏心距取值不宜小于支撑计算长度的 $1/1000$ ，且对混凝土支撑不宜小于 20mm，对钢支撑不宜小于 40mm。

4.9.8 支撑构件的受压计算长度应按下列规定确定：

1 水平支撑在竖向平面内的受压计算长度，不设置立柱时，应取支撑的实际长度；设置立柱时，应取相邻立柱的中心间距；

2 水平支撑在水平平面内的受压计算长度，对无水平支撑杆件交汇的支撑，应取支撑的实际长度；对有水平支撑杆件交汇的支撑，应取与支撑相交的相邻水平支撑杆件的中心间距；当水平支撑杆件的交汇点不在同一水平面内时，水平平面内的受压计算长度宜取与支撑相交的相邻水平支撑杆件中心间距的 1.5 倍；

3 对竖向斜撑，应按本条第 1、2 款的规定确定受压计算长度。

4.9.9 预加轴向压力的支撑，预加力值宜取支撑轴向压力标准值的(0.5~0.8)倍，且应与本规程第 4.1.8 条中的支撑预加轴向压力一致。

4.9.10 立柱的受压承载力可按下列规定计算：

1 在竖向荷载作用下，内支撑结构按框架计算时，立柱应按偏心受压构件计算；内支撑结构的水平构件按连续梁计算时，立柱可按轴心受压构件计算；

2 立柱的受压计算长度应按下列规定确定：

1) 单层支撑的立柱、多层支撑底层立柱的受压计算长度应取底层支撑至基坑底面的净高度与立柱直径或边长的 5 倍之和；

2) 相邻两层水平支撑间的立柱受压计算长度应取此两层水平支撑的中心间距；

3 立柱的基础应满足抗压和抗拔的要求。

4.9.11 内支撑的平面布置应符合下列规定：

1 内支撑的布置应满足主体结构的施工要求，宜避开地下主体结构的墙、柱；

2 相邻支撑的水平间距应满足土方开挖的施工要求；采用机械挖土时，应满足挖土机械作业的空间要求，且不宜小于 4m；

3 基坑形状有阳角时，阳角处的支撑应在两边同时设置；

4 当采用环形支撑时，环梁宜采用圆形、椭圆形等封闭曲线形式；并按使环梁弯矩、剪力最小的原则布置辐射支撑；环形支撑宜采用与腰梁或冠梁交汇的布置形式；

5 水平支撑应设置与挡土构件应设置连接腰梁；当支撑设置在挡土构件顶部时，水平支撑应与冠梁连接；在腰梁或冠梁上支撑点的间距，对钢腰梁不宜大于 4m，对混凝土梁不宜大于 9m；

6 当需要采用较大水平间距的支撑时，宜根据支撑冠梁、腰梁的受力和承载力要求，在支撑端部两侧设置八字斜撑杆与冠梁、腰梁连接，八字斜撑杆宜

在主撑两侧对称布置，且斜撑杆的长度不宜大于 9m，斜撑杆与冠梁、腰梁之间的夹角宜取 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ；

7 当设置支撑立柱时，临时立柱应避开主体结构的梁、柱及承重墙；对纵横双向交叉的支撑结构，立柱宜设置在支撑的交汇点处；对用作主体结构柱的立柱，立柱在基坑支护阶段的负荷不得超过主体结构的设计要求；立柱与支撑端部及立柱之间的间距应根据支撑构件的稳定要求和竖向荷载的大小确定，且对混凝土支撑不宜大于 15m，对钢支撑不宜大于 20m；

8 当采用竖向斜撑时，应设置斜撑基础，但应考虑与主体结构底板施工的关系。

4.9.12 支撑的竖向布置应符合下列规定：

1 支撑与挡土构件连接处不应出现拉力；

2 支撑应避开主体地下结构底板和楼板的位置，并应满足主体地下结构施工对墙、柱钢筋连接长度的要求；当支撑下方的主体结构楼板在支撑拆除前施工时，支撑底面与下方主体结构楼板间的净距不宜小于 700mm；

3 支撑至坑底的净高不宜小于 3m；

4 采用多层水平支撑时，各层水平支撑宜布置在同一竖向平面内，层间净高不宜小于 3m。

4.9.13 混凝土支撑的构造应符合下列规定：

1 混凝土的强度等级不应低于 C25；

2 支撑构件的截面高度不宜小于其竖向平面内计算长度的 1/20；腰梁的截面高度(水平尺寸)不宜小于其水平方向计算跨度的 1/10，截面宽度(竖向尺寸)不应小于支撑的截面高度；

3 支撑构件的纵向钢筋直径不宜小于 16mm，沿截面周边的间距不宜大于 200mm；箍筋的直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 250mm。

4.9.14 钢支撑的构造应符合下列规定：

1 钢支撑构件可采用钢管、型钢及其组合截面；

2 钢支撑受压杆件的长细比不应大于 150，受拉杆件长细比不应大于 200；

3 钢支撑连接宜采用螺栓连接，必要时可采用焊接连接；

4 当水平支撑与腰梁斜交时，腰梁上应设置牛腿或采用其它能够承受剪力的连接措施；

5 采用竖向斜撑时，腰梁和支撑基础上应设置牛腿或采用其它能够承受剪力的连接措施；腰梁与挡土构件之间应采用能够承受剪力的连接措施；斜撑基础应满足竖向承载力和水平承载力要求。

4.9.15 立柱的构造应符合下列规定：

1 立柱可采用钢格构、钢管、型钢或钢管混凝土等形式；

2 当采用灌注桩作为立柱基础时,钢立柱锚入桩内的长度不宜小于立柱长边或直径的4倍;

3 立柱长细比不宜大于25;

4 立柱与水平支撑的连接可采用铰接;

5 立柱穿过主体结构底板的部位,应有有效的止水措施。

4.9.16 混凝土支撑构件的构造,应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。钢支撑构件的构造,尚应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017的有关规定。

4.4 钢管桩围堰

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

4.3.1 钢管桩围堰的桩型与成桩工艺应符合下列要求:

1 应根据土层的性质、地下水条件及基坑周边环境要求等选择混凝土灌注桩、型钢桩、钢管桩、钢板桩、型钢水泥土搅拌桩等桩型。

2 当支护桩的施工影响范围内存在对地基变形敏感、结构性能差的建筑物或地下管线时,不应采用挤土效应严重、易塌孔、易缩径或有较大振动的桩型和施工工艺。

3 采用挖孔桩且其成孔需要降水时,降水引起的地层变形应满足周边建筑物和地下水管线的要求,否则应采取截水措施。

4.3.2 混凝土支护桩的正截面和斜截面承载力应符合下列规定:

1 沿周边均匀配置纵向钢筋的圆形截面支护桩,其正截面受弯承载力宜按本规程第B.0.1条的规定进行计算。

2 沿受拉区和受压区周边局部均匀配置纵向钢筋的圆形截面支护桩,其正截面受弯承载力宜按本规程第B.0.2条的规定进行计算。

3 圆形截面支护桩的斜截面承载力,可用截面宽度为 $1.76r$ 和截面有效高度为 $1.6r$ 的矩形截面代替圆形截面后,按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010对矩形截面斜截面承载力的规定进行计算,但其剪力设计值应按本规程第3.1.7条确定,计算所得的箍筋截面面积应作为支护桩圆形箍筋的截面面积。

4 矩形截面支护桩的正截面受弯承载力和斜截面受剪承载力,应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定进行计算,但其弯矩设计值和剪力设计值应按本规程第3.1.7条确定。

4.3.3 型钢、钢管、钢板支护桩的受弯、受剪承载力应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017的有关规定进行计算,但其弯矩设计值和剪力设计值应按本规程第3.1.7条确定。

4.3.4 采用混凝土灌注桩时，对悬臂式钢管桩围堰，支护桩的桩径宜大于或等于 600mm；对锚拉式钢管桩围堰或支撑式钢管桩围堰，支护桩的桩径宜大于或等于 400mm；钢管桩围堰的中心距不宜大于桩直径的 2.0 倍。

4.3.5 采用混凝土灌注桩时，支护桩的桩身混凝土强度等级、钢筋配置和混凝土保护层厚度应符合下列规定：

1 桩身混凝土强度等级不宜低于 C25；

2 纵向受力钢筋宜选用 HRB400、HRB500 级钢筋，单桩的纵向受力钢筋不宜少于 8 根，其净间距不应小于 60mm；支护桩顶部设置钢筋混凝土构造冠梁时，纵向钢筋伸入冠梁的长度宜取冠梁厚度；冠梁按结构受力构件设置时，桩身纵向受力钢筋伸入冠梁的锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 对钢筋锚固的有关规定；当不能满足锚固长度的要求时，其钢筋末端可采取机械锚固措施；

3 箍筋可采用螺旋式箍筋，箍筋直径不应小于纵向受力钢筋最大直径的 1/4，且不应小于 6mm；箍筋间距宜取 100mm~200mm，且不应大于 400mm 及桩的直径；

4 沿桩身配置的加强箍筋应满足钢筋笼起吊安装要求，宜选用 HPB300、HRB400 级钢筋，其间距宜取 1000mm~2000mm；

5 纵向受力钢筋的保护层厚度不应小于 35mm；采用水下灌注混凝土工艺时，不应小于 50 mm；

6 当采用沿截面周边非均匀配置纵向钢筋时，受压区的纵向钢筋根数不应少于 5 根；当施工方法不能保证钢筋的方向时，不应采用沿截面周边非均匀配置纵向钢筋的形式；

7 当沿桩身分段配置纵向受力主筋时，纵向受力钢筋的搭接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的相关规定。

4.3.6 支护桩顶部应设置混凝土冠梁。冠梁的宽度不宜小于桩径，高度不宜小于桩径的 0.6 倍。冠梁钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 对梁的构造配筋要求。冠梁用作支撑或锚杆的传力构件或按空间结构设计时，尚应按受力构件进行截面设计。

4.3.7 在有主体建筑地下管线的部位，冠梁宜低于地下管线。

4.3.8 钢管桩围堰的桩间土应采取防护措施。桩间土防护措施宜采用内置钢筋网或钢丝网的喷射混凝土面层。喷射混凝土面层的厚度不宜小于 50mm，混凝土强度等级不宜低于 C20，混凝土面层内配置的钢筋网的纵横向间距不宜大于 200mm。钢筋网或钢丝网宜采用横向拉筋与两侧桩体连接，拉筋直径不宜小于 12mm，拉筋锚固在桩内的长度不宜小于 100mm。钢筋网宜采用桩间土内打入直径不小于 12mm 的钢筋钉固定，钢筋钉打入桩间土中的长度不宜小于钢管桩围堰净间距的 1.5 倍且不应小于 500mm。

4.3.9 采用降水的基坑，在有可能出现渗水的部位应设置泄水管，泄水管应采取防止土颗粒流失的反滤措施。

4.3.10 钢管桩围堰采用素混凝土桩与钢筋混凝土桩间隔布置的钻孔咬合桩形式时，支护桩的桩径可取 800mm~1500mm，相邻桩咬合不宜小于 200mm。素混凝土桩应采用强度等级不小于 C15 的超缓凝混凝土，其初凝时间宜控制在 40h~70h 之间，坍落度宜取 12mm~14mm。

4.5 钢板桩围堰

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

4.5.1 钢板桩围堰的正截面受弯承载力、斜截面受剪承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定进行计算，但其弯矩、剪力设计值应按本规程第 3.1.7 条确定。

4.5.2 钢板桩围堰的墙体厚度宜按成槽机的规格，选取 600mm、800mm、1000mm 或 1200mm。

4.5.3 一字形槽段长度宜取 4m~6m。当成槽施工可能对周边环境产生不利影响或槽壁稳定性较差时，应取较小的槽段长度。必要时，宜采用搅拌桩对槽壁进行加固。

4.5.4 钢板桩围堰的转角处或有特殊要求时，单元槽段的平面形状可采用 L 形、T 形等。

4.5.5 钢板桩围堰的混凝土设计强度等级宜取 C30~C40。钢板桩围堰用于截水时，墙体混凝土抗渗等级不宜小于 P6。当钢板桩围堰同时作为主体地下结构构件时，墙体混凝土抗渗等级应满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108 等相关标准的要求。

4.5.6 钢板桩围堰的纵向受力钢筋应沿墙身两侧均匀配置，可按内力大小沿墙体纵向分段配置，但通长配置的纵向钢筋不应小于总数的 50%；纵向受力钢筋宜选用 HRB400 级或 HRB500 钢筋，直径不宜小于 16mm，净间距不宜小于 75mm。水平钢筋及构造钢筋宜选用 HPB300 或 HRB400 级钢筋，直径不宜小于 12mm，水平钢筋间距宜取 200mm~400mm。冠梁按构造设置时，纵向钢筋锚入冠梁的长度宜取冠梁厚度。冠梁按结构受力构件设置时，桩身纵向受力钢筋伸入冠梁的锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 对钢筋锚固的有关规定。当不能满足锚固长度的要求时，其钢筋末端可采取机械锚固措施。

4.5.7 钢板桩围堰纵向受力钢筋的保护层厚度，在基坑内侧不宜小于 50mm，在基坑外侧不宜小于 70mm。

4.5.8 钢筋笼端部与槽段接头之间、钢筋笼端部与相邻墙段混凝土面之间的间隙不应大于 150mm，纵向钢筋下端 500mm 长度范围内宜按 1:10 的斜度向内收口。

4.5.9 钢板桩围堰的槽段接头应按下列原则选用：

1 钢板桩围堰宜采用圆形锁口管接头、波纹管接头、楔形接头、工字形钢接头或混凝土预制接头等柔性接头；

2 当钢板桩围堰作为主体地下结构外墙，且需要形成整体墙体时，宜采用刚性接头；刚性接头可采用一字形或十字形穿孔钢板接头、钢筋承插式接头等；当采取钢板桩围堰顶设置通长冠梁、墙壁内侧槽段接缝位置设置结构壁柱、基础底板与钢板桩围堰刚性连接等措施时，也可采用柔性接头。

4.5.10 钢板桩围堰墙顶应设置混凝土冠梁。冠梁宽度不宜小于墙厚，高度不宜小于墙厚的 0.6 倍。冠梁钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 对梁的构造配筋要求。冠梁用作支撑或锚杆的传力构件或按空间结构设计时，尚应按受力构件进行截面设计。

4.6 双排桩围堰

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

4.12.1 双排桩围堰可采用图 4.12.1 所示的平面刚架结构模型进行计算。

4.12.2 采用图 4.12.1 的结构模型时，作用在后钢管桩围堰上的主动土压力应按本规程第 3.4 节的规定计算，前钢管桩围堰嵌固段上的土反力应按本规程第 4.1.4 条确定，作用在单根后排支护桩上的主动压力计算宽度应取钢管桩围堰间距，土反力计算宽度应按本规程第 4.1.7 条的规定取值。前、后钢管桩围堰的桩间土对桩侧的压力可按式计算：

$$p_c = k_c \Delta v + p_{c0} \quad (4.12.2)$$

式中： p_c —前、后钢管桩围堰间土对桩侧的压力(kPa)；可按作用在前、后钢管桩围堰上的压力相等考虑；

k_c —桩间土的水平刚度系数(kN/m³)；

Δv —前、后钢管桩围堰水平位移的差值(m)；当其相对位移减小时为正值；当其相对位移增加时，取 $\Delta v=0$ ；

p_{c0} —前、后钢管桩围堰间土体对桩侧的初始压力(kPa)，按本规程第 4.12.4 条计算。

4.12.3 桩间土的水平刚度系数可按式计算：

$$k_c = \frac{E_s}{s_y - d} \quad (4.12.3)$$

式中： E_s —计算深度处，前、后钢管桩围堰间土的压缩模量(kPa)；当为成层土时，应按计算点的深度分别取相应土层的压缩模量；

s_y —双排桩围堰的排距(m);

d —桩的直径(m)。

4.12.4 前、后钢管桩围堰间土对桩侧的初始压力可按下列公式计算:

$$p_{c0} = (2\alpha - \alpha^2)p_{ak} \quad (4.12.4-1)$$

$$\alpha = \frac{s_y - d}{h \tan(45 - \varphi_m / 2)} \quad (4.12.4-2)$$

式中: p_{ak} —支护结构外侧, 第 i 层土中计算点的主动土压力强度标准值(kPa), 按本规程第 3.4.2 条的规定计算;

h —基坑深度(m);

φ_m —基坑底面以上各土层按厚度加权的等效内摩擦角平均值($^{\circ}$);

α —计算系数, 当计算的 α 大于 1 时, 取 $\alpha = 1$ 。

4.12.5 双排桩围堰的嵌固深度(l_d)应符合下式嵌固稳定性的要求:

$$\frac{E_{pk}a_p + Ga_G}{E_{ak}a_a} \geq K_e \quad (4.12.5)$$

式中: K_e —嵌固稳定安全系数; 安全等级为一级、二级、三级的双排桩围堰, K_e 分别不应小于 1.25、1.2、1.15;

E_{ak} 、 E_{pk} —分别为基坑外侧主动土压力、基坑内侧被动土压力的标准值(kN);

a_p 、 a_a —分别为基坑外侧主动土压力、基坑内侧被动土压力的合力作用点至双排桩围堰底端的距离(m);

G —双排桩围堰、刚架梁和桩间土的自重之和(kN);

a_G —双排桩围堰、刚架梁和桩间土的重心至前钢管桩围堰边缘的水平距离(m)。

4.12.6 双排桩围堰排距宜取 $2d \sim 5d$ 。刚架梁的宽度不应小于 d , 高度不宜小于 $0.8d$, 刚架梁高度与双排桩围堰排距的比值宜取 $1/6 \sim 1/3$ 。

4.12.7 双排桩围堰结构的嵌固深度, 对淤泥质土, 不宜小于 $1.0h$; 对淤泥, 不宜小于 $1.2h$; 对一般粘性土、砂土, 不宜小于 $0.6h$ 。前钢管桩围堰桩端宜置于桩端阻力较高的土层。采用泥浆护壁灌注桩时, 施工时的孔底沉渣厚度不应大于 50mm, 或应采用桩底后注浆加固沉渣。

4.12.8 双排桩围堰应按偏心受压、偏心受拉构件进行支护桩的截面承载力计算, 刚架梁应根据其跨高比按普通受弯构件或深受弯构件进行截面承载力计算。双排桩围堰结构的截面承载力和构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。

4.12.9 前、后钢管桩围堰与刚架梁节点处，桩的受拉钢筋与刚架梁受拉钢筋的搭接长度不应小于受拉钢筋锚固长度的 1.5 倍，其节点构造尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 对框架顶层端节点的有关规定。

4.7 钢套箱围堰

依据《钢围堰工程技术标准》GB/T 51295-2018。

4.8 土钉墙

依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012。

5.1.1 土钉墙应按下列规定对基坑开挖的各工况进行整体滑动稳定性验算：

- 1 整体滑动稳定性可采用圆弧滑动条分法进行验算；
- 2 采用圆弧滑动条分法时，其整体滑动稳定性应符合下列规定：

$$\min\{K_{s,1}, K_{s,2}, \dots, K_{s,i}, \dots, K_{s,n}\} \geq K_s \quad (5.1.1-1)$$

$$K_{s,i} = \frac{\sum [c_j l_j + (q_j b_j + \Delta G_j) \cos \theta_j \tan \varphi_j] + \sum R'_{k,k} [\cos(\theta_k + \alpha_k) + \psi_v] / s_{x,k}}{\sum (q_j b_j + \Delta G_j) \sin \theta_j} \quad (5.1.1-2)$$

式中： K_s —圆弧滑动稳定安全系数；安全等级为一级、二级、三级的支挡结构， K_s 分别不应小于 1.35、1.3、1.25；

$K_{s,i}$ —第 i 个圆弧滑动体的抗滑力矩与滑动力矩的比值；抗滑力矩与滑动力矩之比的最小值宜通过搜索不同圆心及半径的所有潜在滑动圆弧确定；

c_j 、 φ_j —分别为第 j 土条滑弧面处土的粘聚力(kPa)、内摩擦角($^\circ$)，按本规程第 3.1.14 条的规定取值；

b_j —第 j 土条的宽度(m)；

θ_j —第 j 土条滑弧面中点处的法线与垂直面的夹角($^\circ$)；

l_j —第 j 土条的滑弧段长度(m)，取 $l_j = b_j / \cos \theta_j$ ；

q_j —第 j 土条上的附加分布荷载标准值(kPa)；

ΔG_j —第 j 土条的自重(kN)，按天然重度计算；

$R'_{k,k}$ —第 k 层土钉或锚杆在滑动面以外的锚固段的极限抗拔承载力标准值与杆体受拉承载力标准值($f_{yk} A_s$ 或 $f_{ptk} A_p$)的较小值(kN)；锚固体的极限抗拔承载力应按本规程第 5.2.5 条和第 4.7.4 条的规定计算，但锚固段应取滑动面以外的长度；

α_k —第 k 层土钉或锚杆的倾角($^\circ$)；

θ_k —滑弧面在第 k 层土钉或锚杆处的法线与垂直面的夹角($^\circ$)；

$s_{x,k}$ —第 k 层土钉或锚杆的水平间距(m)；

ψ_v —计算系数；可取 $\psi_v = 0.5 \sin(\theta_k + \alpha_k) \tan \varphi$ ；

φ —第 k 层土钉或锚杆与滑弧交点处土的内摩擦角($^{\circ}$)。

3 水泥土桩复合土钉墙, 在需要考虑地下水压力作用时, 其整体稳定性应按本规程公式(4.2.3-1)、公式(4.2.3-2)验算, 但 $R'_{k,k}$ 应按本条的规定取值。

4 当基坑面以下存在软弱下卧土层时, 整体稳定性验算滑动面中应包括由圆弧与软弱土层层面组成的复合滑动面。

5 微型桩、水泥土桩复合土钉墙, 滑弧穿过其嵌固段的土条可适当考虑桩的抗滑作用。

5.1.2 基坑底面下有软弱土层的土钉墙结构应进行坑底隆起稳定性验算, 验算可采用下列公式。

$$\frac{\gamma_{m2}DN_q + cN_c}{(q_1b_1 + q_2b_2)/(b_1 + b_2)} \geq K_b \quad (5.1.2-1)$$

$$N_q = \tan^2(45^{\circ} + \frac{\varphi}{2})e^{\pi \tan \varphi} \quad (5.1.2-2)$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi \quad (5.1.2-3)$$

$$q_1 = 0.5\gamma_{m1}h + \gamma_{m2}D \quad (5.1.2-4)$$

$$q_2 = \gamma_{m1}h + \gamma_{m2}D + q_0 \quad (5.1.2-5)$$

式中: K_b —抗隆起安全系数; 安全等级为一级、二级、三级的支护结构, K_b 分别不应小于 1.8、1.6、1.4;

q_0 —地面均布荷载(kPa);

γ_{m1} —基坑底面以上土的天然重度(kN/m³); 对多层土取各层土按厚度加权的平均重度;

h —基坑深度(m);

γ_{m2} —基坑底面至抗隆起计算平面之间土层的天然重度(kN/m³); 对多层土取各层土按厚度加权的平均重度;

D —基坑底面至抗隆起计算平面之间土层的厚度(m); 当抗隆起计算平面为基坑底平时, 取 $D=0$;

N_c 、 N_q —承载力系数;

c 、 φ —分别为抗隆起平面以下土的黏聚力(kPa)、内摩擦角($^{\circ}$), 按本规程第 3.1.14 条的规定取值;

b_1 —土钉墙坡面宽度(m); 当土钉墙坡面垂直时取 $b_1=0$;

b_2 —地面均布荷载的计算宽度(m), 可取 $b_2=h$ 。

5.1.3 土钉墙与截水帷幕结合时, 应按本规程附录 C 的规定进行地下水渗透稳定性验算。

5.2.1 单根土钉的抗拔承载力应符合下式规定:

$$\frac{R_{k,j}}{N_{k,j}} \geq K_t \quad (5.2.1)$$

式中： K_t —土钉抗拔安全系数；安全等级为二级、三级的土钉墙， K_t 分别不应小于 1.6、1.4；

$N_{k,j}$ —第 j 层土钉的轴向拉力标准值(kN)，应按本规程第 5.2.2 条的规定计算；

$R_{k,j}$ —第 j 层土钉的极限抗拔承载力标准值(kN)，应按本规程第 5.2.5 条的规定确定。

5.2.2 单根土钉的轴向拉力标准值可按下式计算：

$$N_{k,j} = \frac{1}{\cos \alpha_j} \zeta \eta_j p_{ak,j} s_{x,j} s_{z,j} \quad (5.2.2)$$

式中： $N_{k,j}$ —第 j 层土钉的轴向拉力标准值(kN)；

α_j —第 j 层土钉的倾角($^\circ$)；

ζ —墙面倾斜时的主动土压力折减系数，可按本规程第 5.2.3 条确定。

η_j —第 j 层土钉轴向拉力调整系数，可按本规程公式(5.2.4-1)计算；

$p_{ak,j}$ —第 j 层土钉处的主动土压力强度标准值(kPa)，应按本规程第 3.4.2 条确定；

$s_{x,j}$ —土钉的水平间距(m)；

$s_{z,j}$ —土钉的垂直间距(m)。

5.2.3 坡面倾斜时的主动土压力折减系数可按下式计算：

$$\zeta = \tan \frac{\beta - \varphi_m}{2} \left(\frac{1}{\tan \frac{\beta + \varphi_m}{2}} - \frac{1}{\tan \beta} \right) / \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_m}{2} \right) \quad (5.2.3)$$

式中： β —土钉墙坡面与水平面的夹角($^\circ$)；

φ_m —基坑底面以上各土层按厚度加权的等效内摩擦角平均值($^\circ$)。

5.2.4 土钉轴向拉力调整系数可按下列公式计算：

$$\eta_j = \eta_a - (\eta_a - \eta_b) \frac{z_j}{h} \quad (5.2.4-1)$$

$$\eta_a = \frac{\sum (h - \eta_b z_j) \Delta E_{aj}}{\sum (h - z_j) \Delta E_{aj}} \quad (5.2.4-2)$$

式中： z_j —第 j 层土钉至基坑顶面的垂直距离(m)；

h —基坑深度(m)；

ΔE_{aj} —作用在以 $s_{x,j}$ 、 $s_{z,j}$ 为边长的面积内的主动土压力标准值(kN)；

η_a —计算系数；

η_b —经验系数,可取 0.6~1.0;

n —土钉层数。

5.2.5 单根土钉的极限抗拔承载力应按下列规定确定:

1 单根土钉的极限抗拔承载力应通过抗拔试验确定,试验方法应符合本规程附录 D 的规定。

2 单根土钉的极限抗拔承载力标准值也可按下式估算,但应通过本规程附录 D 规定的土钉抗拔试验进行验证:

$$R_{k,j} = \pi d_j \sum q_{sk,i} l_i \quad (5.2.5)$$

式中: d_j —第 j 层土钉的锚固体直径(m);对成孔注浆土钉,按成孔直径计算,对打入钢管土钉,按钢管直径计算;

$q_{sk,i}$ —第 j 层土钉在第 i 层土的极限粘结强度标准值(kPa);应根据工程经验并结合表 5.2.5 取值;

l_i —第 j 层土钉在滑动面外第 i 土层中的长度(m),直线滑动面与水平面的夹角取 $\frac{\beta + \varphi_m}{2}$ 。

3 对安全等级为三级的土钉墙,可按公式(5.2.5)确定单根土钉的极限抗拔承载力。

4 当按本条第(1~3)款确定的土钉极限抗拔承载力标准值大于 $f_{yk} A_s$ 时,应取 $R_{k,j} = f_{yk} A_s$ 。

5.2.6 土钉杆体的受拉承载力应符合下列规定:

$$N_j \leq f_y A_s \quad (5.2.6)$$

式中: N_j —第 j 层土钉的轴向拉力设计值(kN),按本规程第 3.1.7 的规定计算;

f_y —土钉杆体的抗拉强度设计值(kPa);

A_s —土钉杆体的截面面积(m²)。

4.9 放坡

依据《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2002。

12.2.1 土质边坡的坡率允许值应根据经验,按工程类比的原则并结合已有稳定边坡的坡率值分析确定。当无经验,且土质均匀良好、地下水贫乏、无不良地质现象和地质环境条件简单时,可按表 12.2.1 确定。

表12.2.1 土质边坡坡率允许值

边坡土体类别	状态	坡率允许值(高宽比)	
		坡高小于 5m	坡高 5~10m

碎石土	密实	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75
	中密	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00
	稍密	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25
黏性土	坚硬	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25
	硬塑	1:1.00~1:1.25	1:1.25~1:1.50

注：1 表中碎石土的充填物为坚硬或硬塑状态的黏性土；

2 对于砂土或充填物为砂土的碎石土，其边坡坡率允许值应按自然休止角确定。

12.2.2 在边坡保持整体稳定的条件下，岩质边坡开挖的坡率允许值应根据实际经验，按工程类比的原则并结合已有稳定边坡的坡率值分析确定。对无外倾软弱结构面的边坡，可按表 12.2.2 确定。

表12.2.2 岩质边坡坡率允许值

边坡岩体类型	风化程度	坡率允许值(高宽比)		
		H<8m	8m≤H<15m	15m≤H<25m
I类	微风化	1:0.00~1:0.10	1:0.10~1:0.15	1:0.15~1:0.25
	中等风化	1:0.10~1:0.15	1:0.15~1:0.25	1:0.25~1:0.35
II类	微风化	1:0.10~1:0.15	1:0.15~1:0.25	1:0.25~1:0.35
	中等风化	1:0.15~1:0.25	1:0.25~1:0.35	1:0.35~1:0.50
III类	微风化	1:0.25~1:0.35	1:0.35~1:0.50	
	中等风化	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75	
IV类	中等风化	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00	
	强风化	1:0.75~1:1.0		

注：1 表中H 为边坡高度；

2 IV类强风化包括各类风化程度的极软岩。

12.2.3 下列边坡的坡率允许值应通过稳定性分析计算确定：

- 1 有外倾软弱结构面的岩质边坡；
- 2 土质较软的边坡；
- 3 坡顶边缘附近有较大荷载的边坡；
- 4 坡高超过表 12.2.1 和表 12.2.2 范围的边坡。

12.2.4 填土边坡的坡率允许值应按现行有关标准执行，并结合地区经验确定。

12.2.5 土质边坡稳定性计算应考虑拟建建(构)筑物和边坡整治对地下水运动等水文地质条件的影响，以及由此而引起的对边坡稳定性的影响。

12.2.6 边坡稳定性计算应符合第 5 章的有关规定。

附 录

建研地基基础工程有限责任公司简介：建研地基基础工程有限责任公司（简称建研地基公司）是由中国建筑科学研究院地基基础研究所为主体成立的建筑业高新技术企业。公司以建筑工程勘察，地基基础工程设计、施工承包，地基基础新技术、新产品的研发应用、软件开发、技术咨询、技术服务，工程检测与监理、监测，地质灾害治理等为主业，具有“地基与基础工程专业承包”壹级、“工程勘察专业类岩土工程”甲级、“地质灾害治理工程施工”甲级、“地质灾害治理工程设计”甲级、“地质灾害危险性评估”丙级资质。

公司网址：

www.jianyandiji.com

公司研发中心软件开发部地址：

北京市北三环东路 30 号建研院新主楼 10 层 B1010 室

联系电话：010-64694958

邮编：100013

地图：



乘车路线：

公共汽车：300 路、302 路、731 路北三环内环方向安贞桥站下车，自西向东 100 米路南。

地 铁：5 号线和平西桥站下车，从西北口出，自东向西 300 米路南。