

# 扶壁式挡土墙设计软件 (DTQ)

## 使用说明书

建研地基基础工程有限责任公司

2026

# 免责声明

挡土墙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

电子邮箱：JydjSoft@163.com

## 目录

<b>第 1 章</b>	<b>软件概况</b>	<b>1</b>
1.1	功能	1
1.2	运行环境	1
<b>第 2 章</b>	<b>界面及基本操作</b>	<b>3</b>
2.1	菜单栏	3
2.1.1	文件菜单	3
2.1.2	编辑菜单	4
2.1.3	帮助菜单	5
2.1.4	受力分析	5
2.1.5	生成计算书	5
2.2	工具栏	5
2.3	状态栏	5
2.4	图形平台	6
<b>第 3 章</b>	<b>操作详解</b>	<b>7</b>
3.1	参数输入	7
3.2	受力分析	11
3.3	配筋计算	17
3.4	生成计算书	19
<b>第 4 章</b>	<b>技术条件</b>	<b>20</b>
4.1	稳定性验算	20
4.2	侧向土压力	21
4.3	锚杆	24
4.4	锚杆挡墙	25
<b>附</b>	<b>录</b>	<b>27</b>

## 第1章 软件概况

挡土墙是用来支撑天然边坡或人工填土边坡以保持土体稳定的建筑物。在公路工程中，它广泛应用于支撑路堤或路堑边坡、隧道洞口、桥梁两端及河岸壁等。

随着祖国经济的发展，工程建设项目越来越多，而且社会分工也越来越细。在边坡支护和治理方面，挡土墙的应用越来越多。相应地各种挡土墙失稳事故也不断发生；如何合理地确定挡土墙的设计、施工方案，避免因稳定问题引发的工程事故频发的现象，同时节约投资，创造良好的技术经济效益，就成为当前工程技术人员亟待解决的现实问题。

为满足现代边坡工程建设需求，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，开发了这款挡土墙设计软件。

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挡土墙设计。

### 1.1 功能

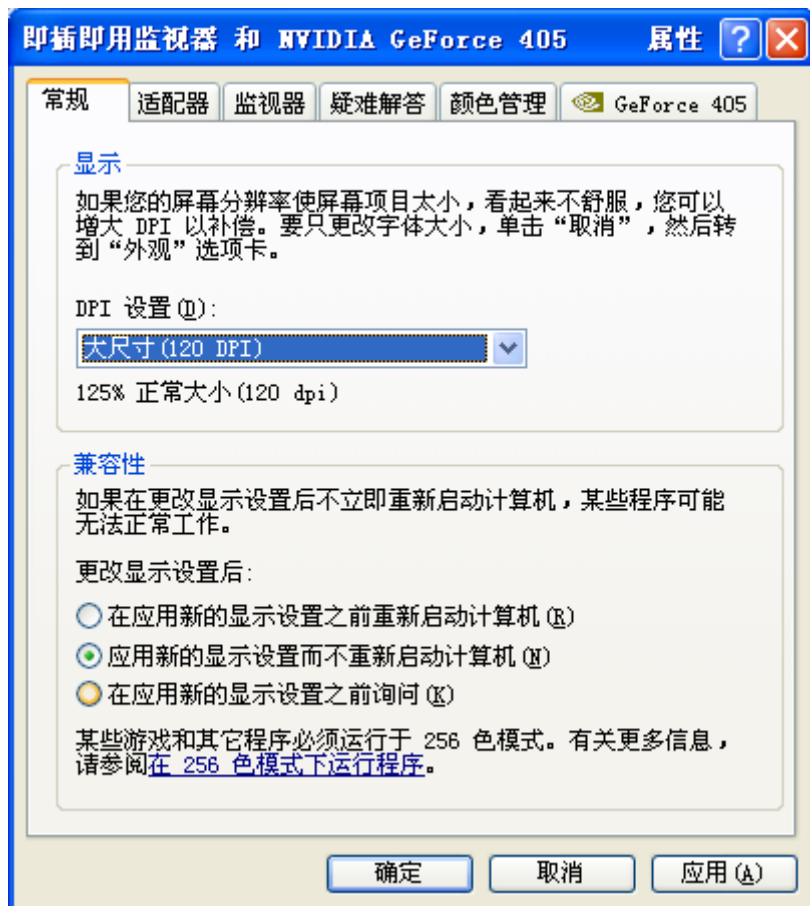
软件主要功能特点如下：

- (1) 包含主要挡土墙支护形式设计计算，满足绝大多数计算需求。
- (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，能验算滑移、倾覆、整体稳定性和计算墙体结构受力配筋。
- (5) 计算结果采用自动生成的计算书形式，工整详尽，图文并茂，整个计算过程一目了然。可直接导出计算书和施工图，方便高效。

### 1.2 运行环境

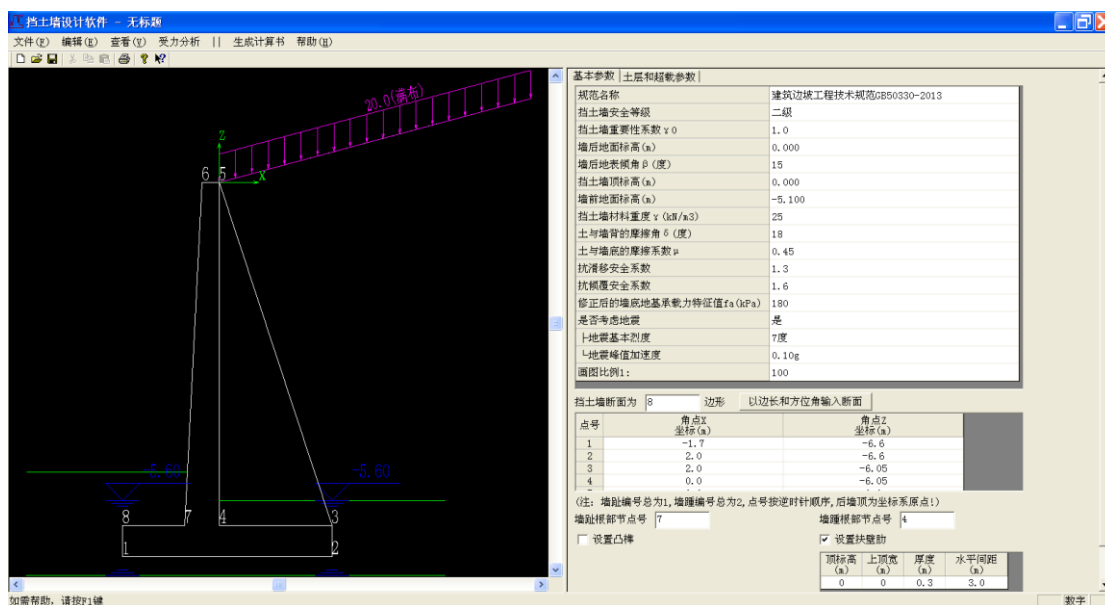
挡土墙设计软件是 Windows 应用程序，可以在 Windows XP、Windows 7、Windows 10 和 Windows11 操作系统下运行。

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-受力分析计算-生成计算书”。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。

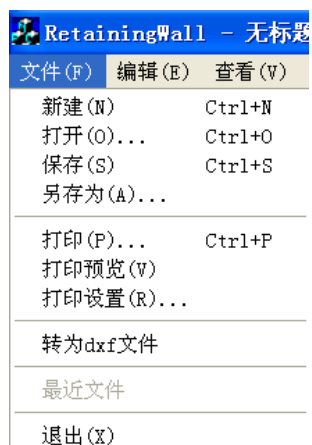
### 2.1 菜单栏

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：受力分析-生成计算书。下面来具体介绍各菜单的具体功能。

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 受力分析 || 生成计算书 帮助(H)

#### 2.1.1 文件菜单

点击文件菜单即出现下图下拉菜单：

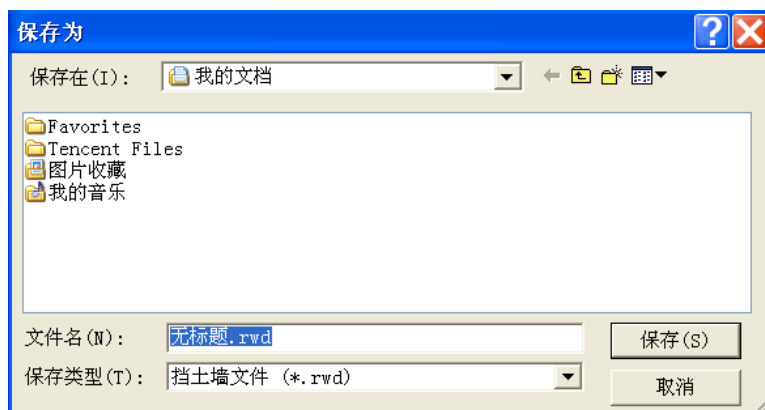


选项说明如下：

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
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。
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 rwd 格式的文件。如下图所示：



### 2.1.2 编辑菜单

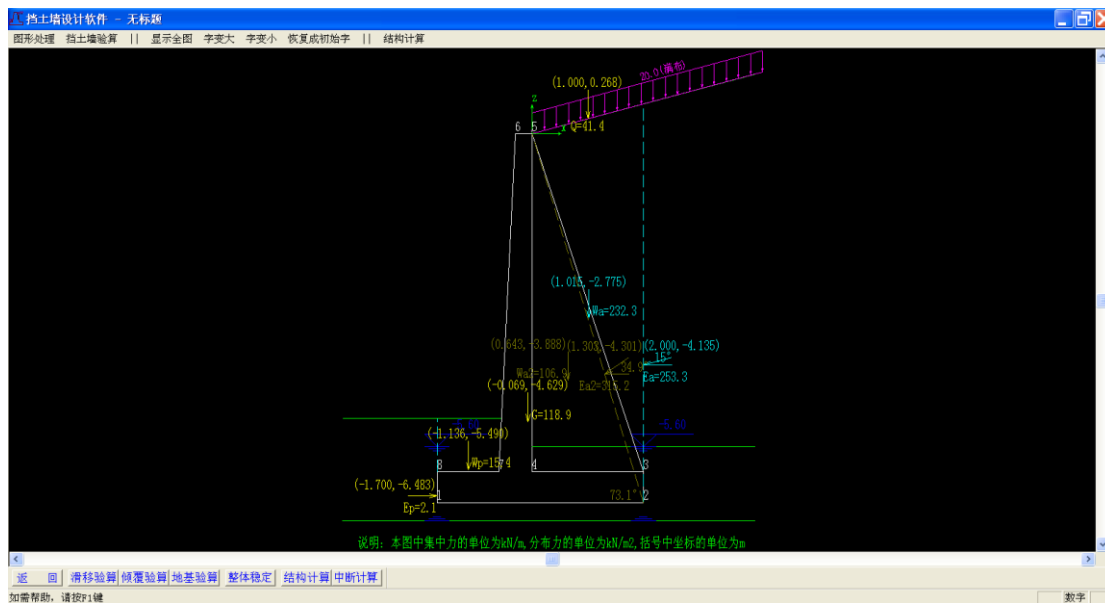
包含 Windows 系统标准操作，如撤销、剪切、复制、粘贴等。

### 2.1.3 帮助菜单

包括关于软件信息和帮助文档。

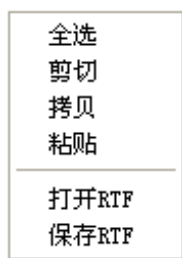
### 2.1.4 受力分析

点击该菜单将进入结构受力和稳定验算界面。



### 2.1.5 生成计算书

当计算完成受力分析结构计算和稳定性验算时, 点击此菜单将会弹出计算过程生成的计算书的对话框, 并允许用户对计算书进行修改复制等操作。在计算书上点击鼠标右键便可弹出下图菜单进行操作。



## 2.2 工具栏

除了包含新建、打开、保存、剪切、复制、粘贴、打印、关于和帮助等标准按钮。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 操作详解

软件界面简洁、功能全面、操作简单，下面就将对整个计算设计操作流程进行详尽说明，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 参数输入

主界面右侧为挡土墙设计主要参数输入区，用于输入挡土墙参数、荷载参数、土层参数和支锚参数。参数分两页显示，通过选择选项卡来切换输入参数内容。

具体参数及相关说明如下：

点击“挡土墙参数”选项卡时可输入挡土墙相关参数。

基本参数 | 土层和超载参数

规范名称	建筑边坡工程技术规范GB50330-2013		
挡土墙安全等级	二级		
挡土墙重要性系数 $\gamma_0$	1.0		
墙后地面标高(m)	0.000		
墙后地表倾角 $\beta$ (度)	15		
挡土墙顶标高(m)	0.000		
墙前地面标高(m)	-5.100		
挡土墙材料重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	25		
土与墙背的摩擦角 $\delta$ (度)	18		
土与墙底的摩擦系数 $\mu$	0.45		
抗滑移安全系数	1.3		
抗倾覆安全系数	1.6		
修正后的墙底地基承载力特征值 $f_a$ (kPa)	180		
是否考虑地震	是		
I 地震基本烈度	7度		
II 地震峰值加速度	0.10g		
画图比例1:	100		

挡土墙断面为

8

边形

以边长和方位角输入断面

点号	角点X坐标(m)	角点Z坐标(m)
1	-1.7	-6.6
2	2.0	-6.6
3	2.0	-6.05
4	0.0	-6.05

(注：墙趾编号总为1, 墙踵编号总为2, 点号按逆时针顺序, 后墙顶为坐标系原点!)

基本参数：

参数	单位	说明
----	----	----

规范名称		通过下拉选项选择
挡土墙安全等级		通过下拉选项选择：一级、二级、三级
挡土墙重要性系数		挡土墙重要性系数
墙后地面标高	m	墙后地面标高
墙后地面倾角	°	墙后地面倾角
挡土墙顶标高	m	挡土墙顶标高
墙前地面标高	m	墙前地面标高
挡土墙材料重度 $\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	挡土墙材料重度
土与墙背的摩擦角 $\delta$	°	土与墙背的摩擦角
土与墙底的摩擦系数 $\mu$		土与墙底的摩擦系数
抗滑移安全系数		抗滑移安全系数
抗倾覆安全系数		抗倾覆安全系数
修正后的墙底地基承载力特征值 $f_a$	kPa	墙底地基承载力特征值
是否考虑地震		选择“是”或“否”
地震基本烈度		选择 7 度到 9 度
地震峰值加速度		与地震烈度对应的加速度
画图比例 1:		画图比例

挡土墙断面尺寸参数：

参数	单位	说明
挡土墙断面边数		挡土墙断面几何外轮廓图形的边数
角点 X 坐标	m	挡土墙断面几何外轮廓图形的角点 X 坐标
角点 Y 坐标	m	挡土墙断面几何外轮廓图形的角点 Y 坐标
墙趾根部节点号		墙趾根部节点号
墙踵根部节点号		墙踵根部节点号

墙趾编号总为 1，墙踵编号总为 2，点号按逆时针顺序，后墙顶为坐标系原点。

勾选“☒ 设置凸榫”，可以在如下的凸榫参数表格中输入凸榫参数。

凸榫距挡墙左侧距离(m)	1
凸榫宽度(m)	1.1
凸榫高度(m)	1.2
凸榫被动土压力修正系数	0.6

勾选“☒ 设置扶壁肋”，可以在如下的扶壁肋参数表格中输入扶壁肋参数。

顶标高 (m)	上顶宽 (m)	厚度 (m)	水平间距 (m)
0	0	0.3	3.0

点击“挡土墙土层和支锚和荷载参数”选项卡可输入土层、支锚和荷载参数。

挡土墙基本参数

挡土墙土层和支锚和荷载参数

土层数 4

序号	土层名称	层厚 (m)	层底标高 (m)	容重 (kN/m <sup>3</sup> )	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	M值 (kN/m <sup>4</sup> )	水土荷载 计算模式
1	粘土	3	-3	19	25	20	8500	水土合算
2	粘土	3	-6	19	25	20	8500	水土合算
3	粘土	3	-9	19	25	20	8500	水土合算
4	粘土	3	-12	19	25	20	8500	水土合算

水层数 1

序号	水层顶标高 (m)	水层底标高 (m)	分布
1	-5.6	-8	坑外

超载个数 1

序号	超载类型	超载值 (kN/m <sup>2</sup> )	作用面标高 (m)	宽 度 (m)	距外墙边距离 (m)	作用区域
1	满布	20	0.00	----	0.00	主动区

支锚层数 1

序号	支锚标高 (m)	施工面标高 (m)	水平间距 (m)	入射角 (度)	水平刚度 (kN/m)	水平预加力 (kN)	支锚 类型
1	-3	-3.5	2.4	25	11000	0	锚杆

土层参数：

参数	单位	说明
土层数		土层数

土层名称		土层名称 X 坐标
层厚	m	层厚
层底标高		层底标高
容重		容重
黏聚力		黏聚力
内摩擦角		内摩擦角
M 值		土的水平反力系数的比例系数
水土荷载计算模式		水土荷载计算模式

## 水层参数：

参数	单位	说明
水层数		水层数
水层顶标高	m	水层顶标高
水层底标高	m	水层底标高
分布		通过下拉选项选择分布位置

## 超载参数：

参数	单位	说明
超载个数		超载个数
超载类型		通过下拉选项选择超载类型
超载值	kN/m <sup>2</sup>	超载值
作用面标高	m	作用面标高
宽度	m	宽度
距外墙边距离	m	距外墙边距离
作用区域		通过下拉选项选择作用区域

## 支锚参数：

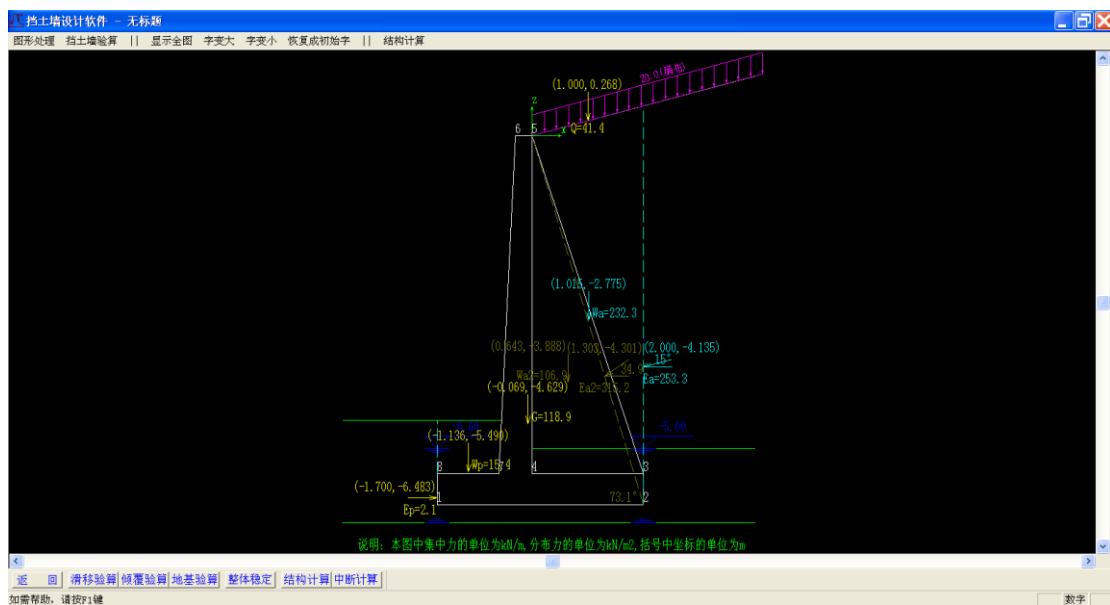
参数	单位	说明
支锚层数		支锚层数
支锚标高	m	支锚标高
施工面标高	m	施工面标高
水平间距	m	水平间距

入射角	°	入射角
水平刚度	kN/m	水平刚度
水平预加力	kN	水平预加力
支锚类型		通过下拉选项选择支锚类型

## 3.2 受力分析

该步骤用于进行墙体和边坡受力分析、稳定验算和墙体承载力计算。软件提供了两种假想墙背模型：一是以通过墙踵的竖向面为假想墙背；二是以墙踵和墙顶内缘作为假想墙背。如果出现了第二滑裂面，则以粉红色的虚线标明第二滑裂面。

点击“受力分析”菜单即可进入受力分析主界面。



通过点击菜单栏或工具栏相关菜单和按钮进行分析计算。

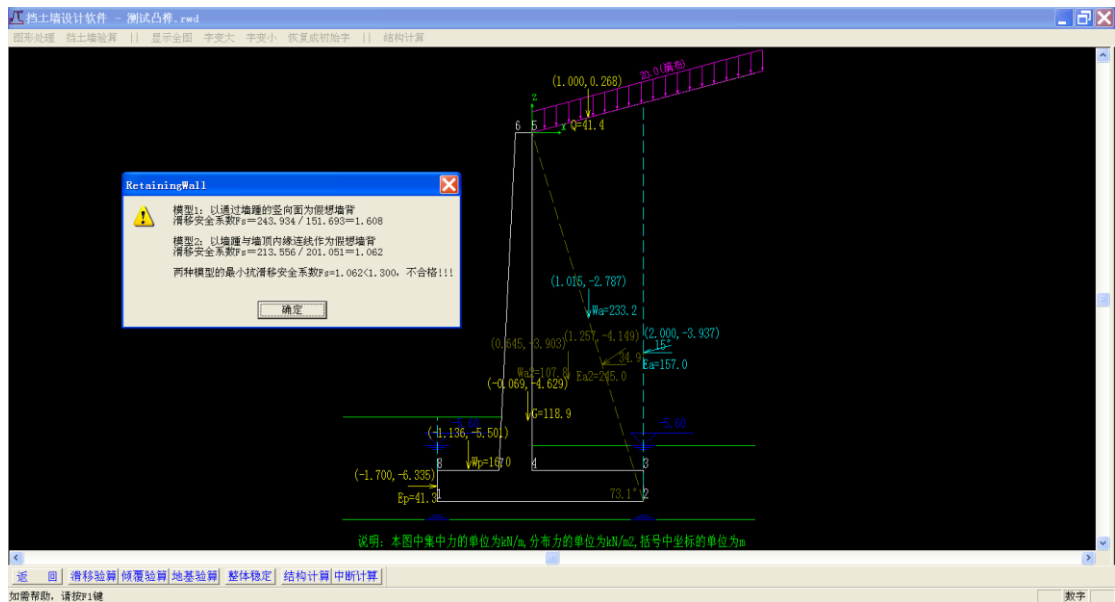
下面对菜单栏进行详细介绍，工具栏按钮与菜单栏选项一一对应，就不对工具栏进行单独介绍了。

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
挡土墙验算	滑移验算：计算抗滑移安全系数，验算抗滑移稳定
	倾覆验算：计算抗倾覆安全系数，验算抗倾覆稳定

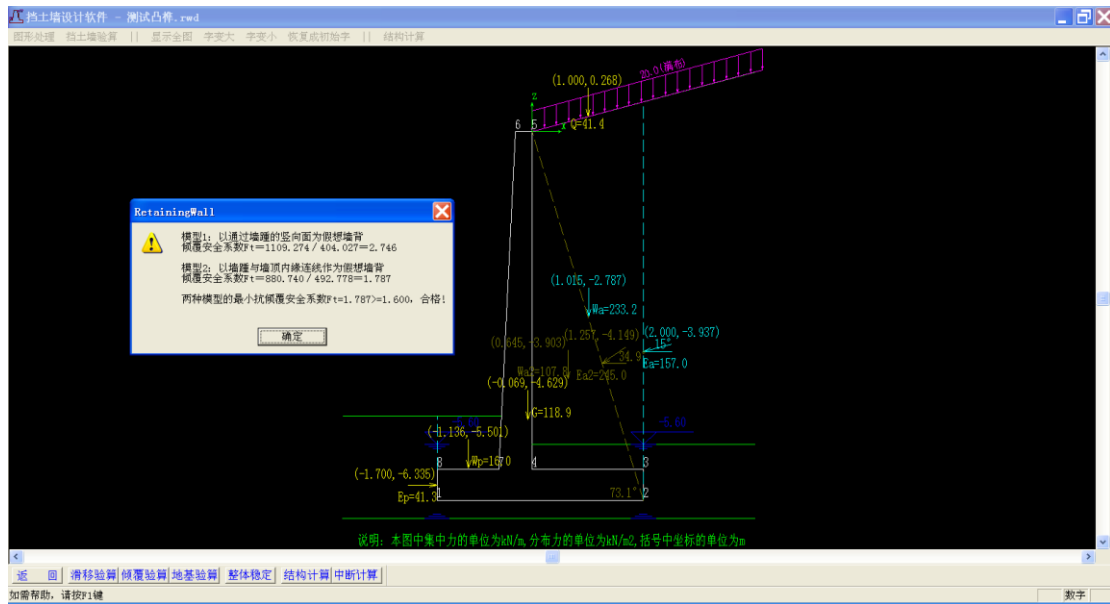
	地基验算：计算地基最大应力，验算地基承载力
	墙身应力：计算墙身所受应力
	整体稳定：搜寻最危险滑弧，计算整体稳定安全系数，验算整体稳定
显示全图	将所有图形显示在窗口中
字变大	将图形中的字增大
字变小	将图形中的字减小
恢复成初始字	将图形中的字恢复到初始大小
结构计算	进入结构计算界面

进行结构计算前，务必验算地基承载力。

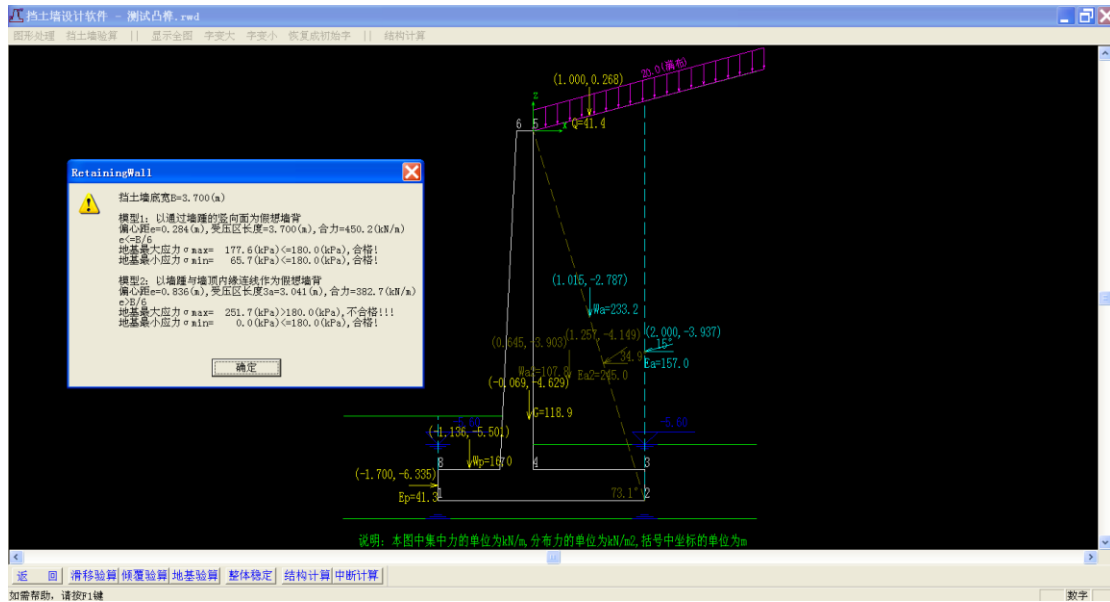
点击相应计算按钮会弹出验算结果对话框，并在图形显示区显示图示。



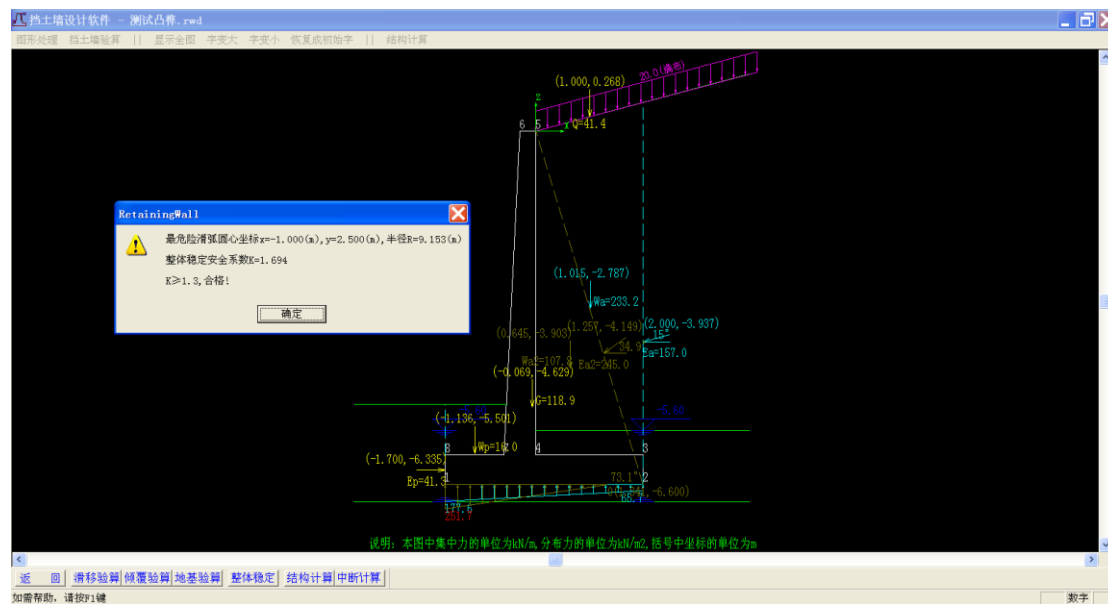
滑移验算结果



倾覆验算结果



地基验算结果



整体稳定计算结果

点击“中断计算”按钮即可退出受力分析主界面回到参数输入主界面。

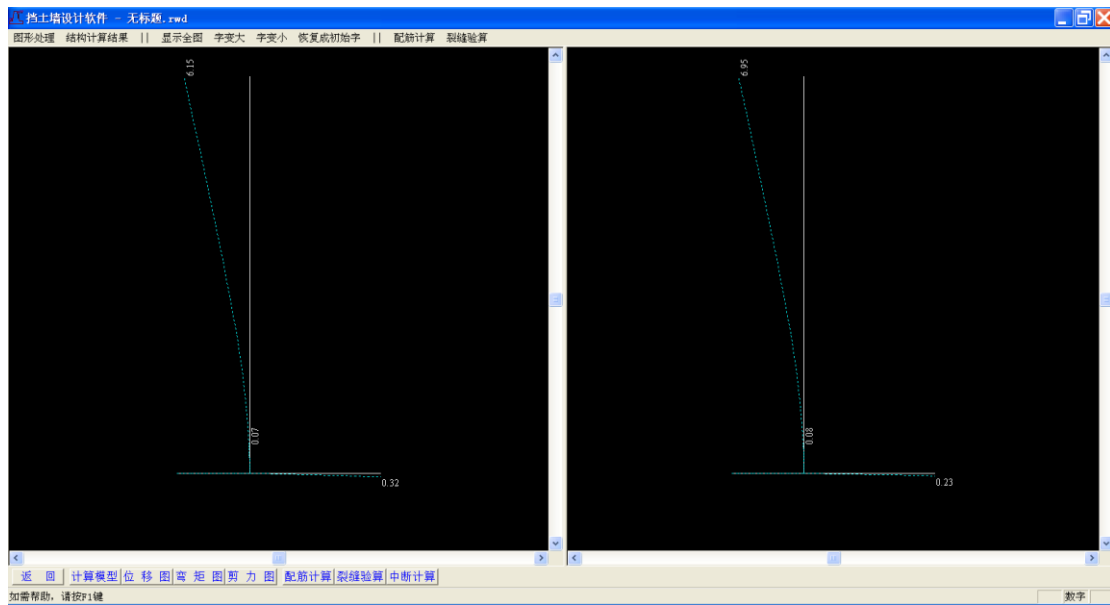
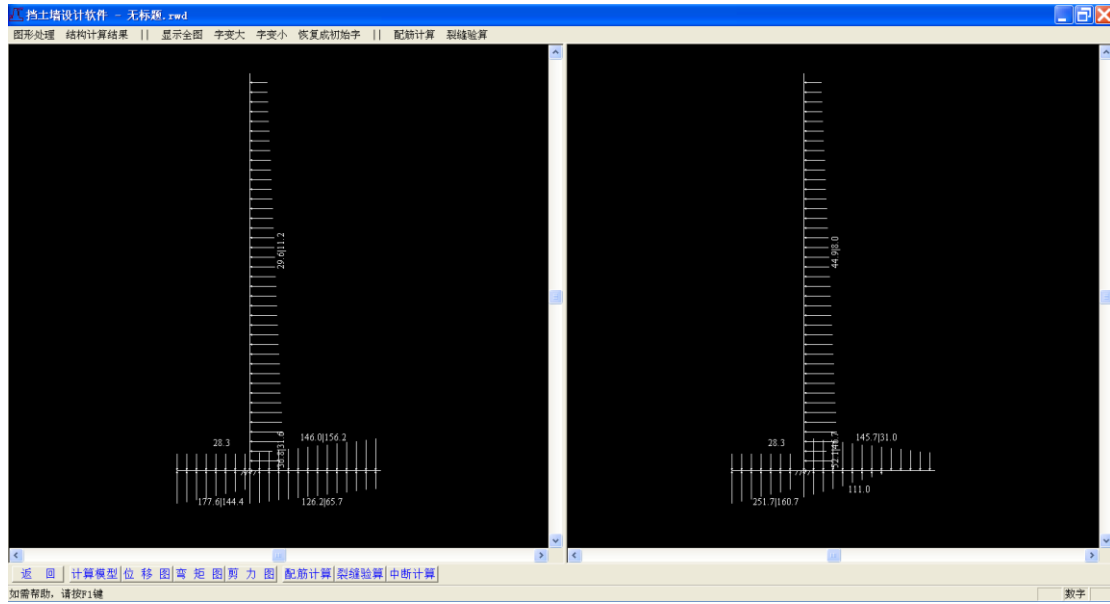
点击“结构计算”进入结构计算主界面。

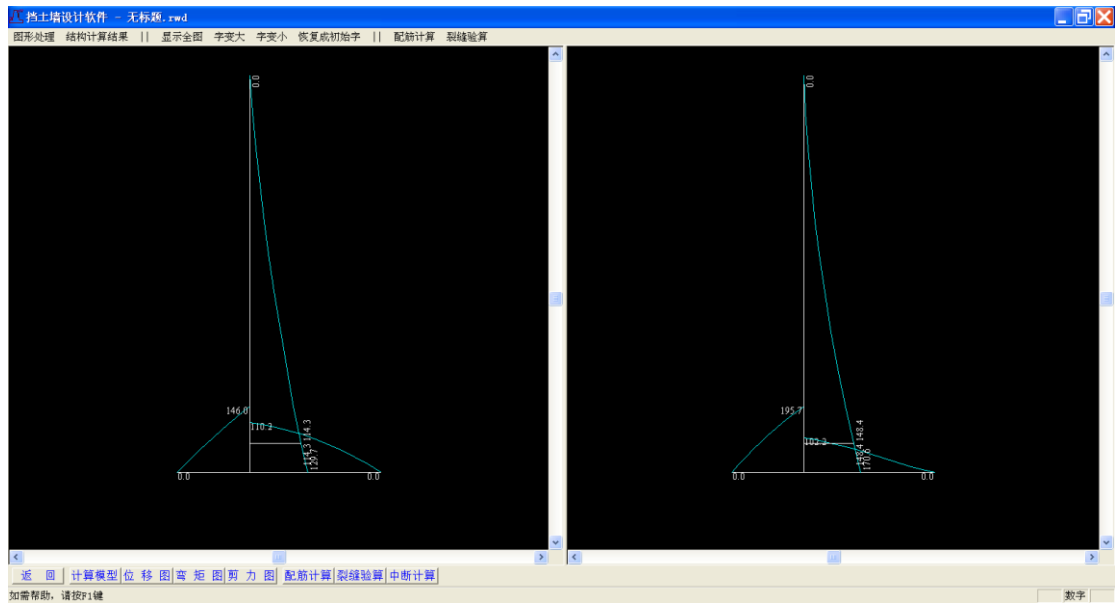
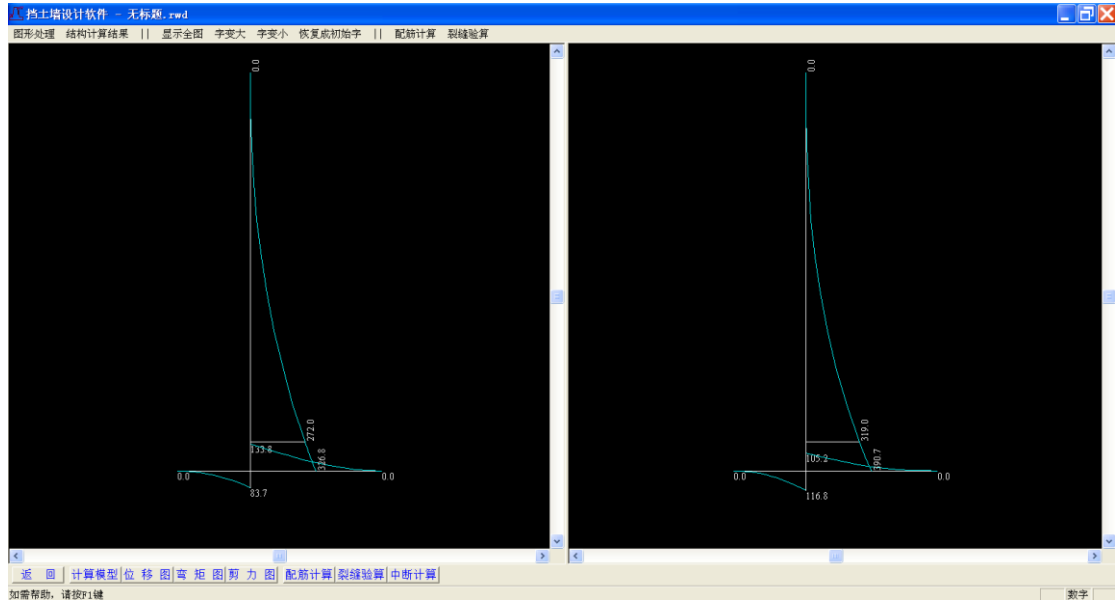
通过点击菜单栏或工具栏相关菜单和按钮进行计算和显示。

下面对菜单栏进行详细介绍，工具栏按钮与菜单栏选项一一对应，就不对工具栏进行单独介绍了。

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
结构计算结果	计算模型：显示挡土墙受力计算模型
	位移图：显示挡土墙结构位移图
	弯矩图：显示挡土墙结构弯矩图
	剪力图：显示挡土墙结构剪力图
显示全图	将所有图形显示在窗口中
字变大	将图形中的字增大
字变小	将图形中的字减小
恢复成初始字	将图形中的字恢复到初始大小
配筋计算	打开配筋计算对话框
裂缝验算	计算裂缝宽度

A: 对于没有扶壁肋的情况，结构计算结果如下：





B: 对于存在扶壁肋的情况，结构计算结果如下：



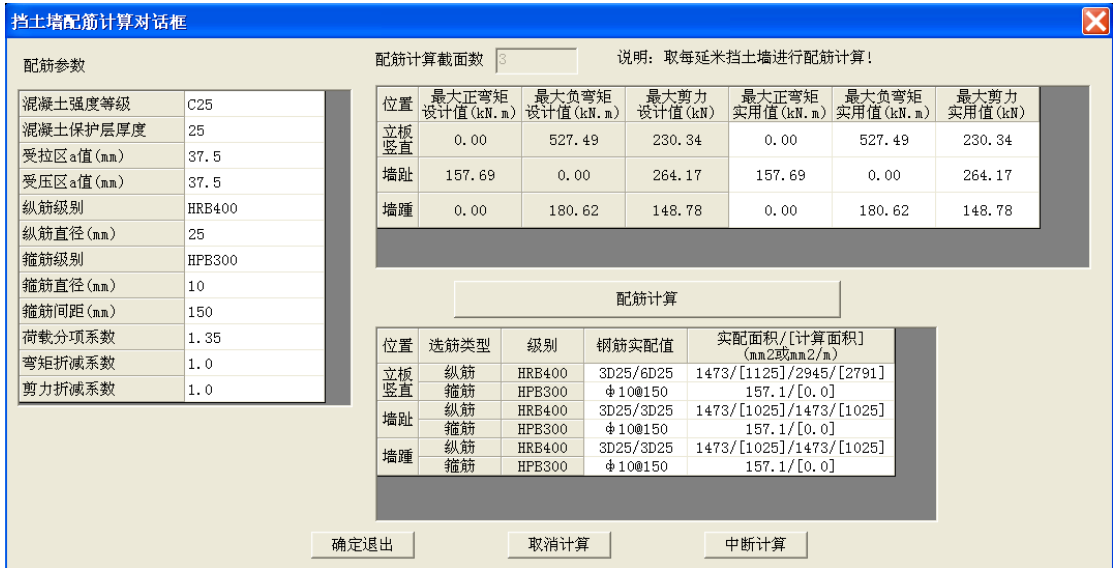
点击“返回”即可回到受力分析主界面。

点击“中断计算”即可回到参数输入主界面。

### 3.3 配筋计算

点击“配筋计算”按钮打开配筋计算对话框。

A：对于没有扶壁肋的情况，配筋计算对话框如下：



B：对于存在扶壁肋的情况，配筋计算对话框如下：

挡土墙配筋计算对话框

配筋参数

混凝土强度等级

C25

混凝土保护层厚度

25

受拉区a值 (mm)

37.5

受压区a值 (mm)

37.5

纵筋级别

HRB400

纵筋直径 (mm)

25

箍筋级别

HPB300

箍筋直径 (mm)

10

箍筋间距 (mm)

150

荷载分项系数

1.35

弯矩折减系数

1.0

剪力折减系数

1.0

配筋计算截面数

1

说明：取每延米挡土墙进行配筋计算！

位置	最大正弯矩 设计值 (kN.m)	最大负弯矩 设计值 (kN.m)	最大剪力 设计值 (kN)	最大正弯矩 实用值 (kN.m)	最大负弯矩 实用值 (kN.m)	最大剪力 实用值 (kN)
立板 竖置	49.26	197.02	541.27	49.26	197.02	541.27
墙趾	0.00	86.72	285.69	0.00	86.72	285.69
墙踵	72.44	148.05	0.00	72.44	148.05	0.00
立板 水平	213.83	287.85	365.13	213.83	287.85	365.13

配筋计算

位置	选筋类型	级别	钢筋实配值	实配面积/[计算面积] (mm <sup>2</sup> 或mm <sup>2</sup> /m)
立板 竖置	纵筋	HRB400	2D25/4D25	982/[725]/1963/[1619]
	箍筋	HPB300	Φ10@150	157.1/[335.6]
墙趾	纵筋	HRB400	3D25/3D25	1473/[1125]/1473/[1125]
	箍筋	HPB300	Φ10@150	157.1/[0.0]
墙踵	纵筋	HRB400	3D25/3D25	1473/[1125]/1473/[1125]
	箍筋	HPB300	Φ10@150	157.1/[0.0]
立板 水平	纵筋	HRB400	4D25/6D25	1963/[1769]/2945/[2458]
	箍筋	HPB300	Φ10@150	157.1/[65.7]

扶壁肋钢筋面积 (mm<sup>2</sup>)

4976

确定退出

取消计算

中断计算

与没有扶壁肋的情况比，多了扶壁肋钢筋面积的计算。

配筋参数：

参数	单位	说明
混凝土强度等级		通过下拉选项选择混凝土强度等级
混凝土保护层厚度	mm	混凝土保护层厚度
受拉区 a 值	mm	受拉区 a 值
受压区 a 值	mm	受压区 a 值
纵筋级别		纵筋级别
纵筋直径	mm	纵筋直径
箍筋等级		箍筋等级
箍筋直径	mm	箍筋直径
箍筋间距	mm	箍筋间距
荷载分项系数		荷载分项系数
弯矩折减系数		弯矩折减系数
剪力折减系数		剪力折减系数

点击“配筋计算”按钮即可进行配筋计算，得到配筋结果。

### 3.4 生成计算书

点击参数输入主界面“生成计算书”即可将计算过程和结果生成图文并茂的计算书供用户查阅。

计算书

#### 原始输入数据

基本参数:

规范名称	建筑边坡工程技术规范 GB50330-2002
挡土墙安全等级	二级
挡土墙重要性系数 $\gamma_0$	1.0
墙后地面标高(m)	0.000
墙后地表倾角 $\beta$ (度)	15
挡土墙顶标高(m)	0.000
墙前地面标高(m)	-5.100
挡土墙材料重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	25
土与墙背的摩擦角 $\delta$ (度)	22
挡土墙背与水平面的夹角 $\alpha$ (度)	20
滑裂面与水平面的夹角 $\theta$ (度)	55
土与墙底的摩擦系数 $\mu$	0.45
抗滑移安全系数	1.3
抗倾覆安全系数	1.6
墙底地基承载力特征值 $f_a$ (kPa)	180
墙身应力线标高(m)	-3, -6.05
墙体材料摩擦系数 $\mu_0$	0.65
土压力模式	朗肯土压力
主动土压力分项系数	1.3
土重和墙重分项系数	1.3

确定

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。

计算书主要包含以下项目：

- 1 原始输入数据；
- 2 计算简图；
- 3 挡土墙受力分析；
- 4 滑移稳定验算；
- 5 倾覆稳定验算；
- 6 墙底地基承载力验算；
- 7 墙身应力验算；
- 8 整体稳定验算；
- 9 结构计算；
- 10 配筋计算结果；
- 11 裂缝宽度计算。

至此，一个挡土墙设计计算就完成了。

## 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。

### 4.1 稳定性验算

依据《建筑边坡工程技术规范》GB 50330-2002。

**5.2.1** 在进行边坡稳定性计算之前，应根据边坡水文地质、工程地质、岩体结构特征以及已经出现的变形破坏迹象，对边坡的可能破坏形式和边坡稳定性状态做出定性判断，确定边坡破坏的边界范围、边坡破坏的地质模型，对边坡破坏趋势作出判断。

**5.2.2** 边坡稳定性计算方法，根据边坡类型和可能的破坏形式，可按下列原则确定：

- 1 土质边坡和较大规模的碎裂结构岩质边坡宜采用圆弧滑动法计算；
- 2 对可能产生平面滑动的边坡宜采用平面滑动法进行计算；
- 3 对可能产生折线滑动的边坡宜采用折线滑动法进行计算；
- 4 对结构复杂的岩质边坡，可配合采用赤平极射投影法和实体比例投影法分析；
- 5 当边坡破坏机制复杂时，宜结合数值分析法进行分析。

**5.2.3** 采用圆弧滑动法时，边坡稳定性系数可按式(5.2.3-1)计算：

$$K_s = \frac{\sum R_i}{\sum T_i} \quad (5.2.3-1)$$

$$N_i = (G_i + G_{bi}) \cos \theta_i + P_{wi} \sin(\alpha_i - \theta_i) \quad (5.2.3-2)$$

$$T_i = (G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + P_{wi} \cos(\alpha_i - \theta_i) \quad (5.2.3-3)$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + c_i l_i \quad (5.2.3-4)$$

式中： $K_s$ —边坡稳定性系数；

$c_i$ —第  $i$  计算条块滑动面上岩土体的粘结强度标准值(kpa)；

$\varphi_i$ —第  $i$  计算条块滑动面上岩土体的内摩擦角标准值(°)；

$l_i$ —第  $i$  计算条块滑动面长度(m)；

$\theta_i$ 、 $\alpha_i$ —第  $i$  计算条块底面倾角和地下水位面倾角(°)；

$G_i$ —第  $i$  计算条块单位宽度岩土体自重(kN/m)；

$G_{bi}$ —第  $i$  计算条块滑体地表建筑物的单位宽度自重(kN/m)；

$P_{wi}$ —第  $i$  计算条块单位宽度的动水压力(kN/m)；

$N_i$ —第  $i$  计算条块滑体在滑动面法线上的反力(kN/m)；

$T_i$ —第  $i$  计算条块滑体在滑动面切线上的反力(kN/m)；

$R_i$ —第  $i$  计算条块滑动面上的抗滑力(kN/m)。

**5.2.4** 采用平面滑动法时, 边坡稳定性系数可按下式计算:

$$K_s = \frac{\gamma V \cos \theta \tan \varphi + Ac}{\gamma V \sin \theta} \quad (5.2.4)$$

式中:  $\gamma$ —岩土体的重度(kN/m<sup>3</sup>);

$c$ —结构面的粘聚力(kPa);

$\varphi$ —结构面的内摩擦角(°);

$A$ —结构面的面积(m<sup>2</sup>);

$V$ —岩体的体积(m<sup>3</sup>);

$\theta$ —结构面的倾角(°)。

**5.2.5** 采用折线滑动法时, 边坡稳定性系数可按下列方法计算:

1 边坡稳定性系数按下式计算:

$$K_s = \frac{\sum R_i \psi_i \psi_{i+1} L \psi_{n-1} + R_n}{\sum T_i \psi_i \psi_{i+1} L \psi_{n-1} + T_n}, (i=1, 2, 3, \dots, n-1) \quad (5.2.5-1)$$

$$\psi_i = \cos(\theta_i - \theta_{i+1}) - \sin(\theta_i - \theta_{i+1}) \tan \varphi_i \quad (5.2.5-2)$$

式中:  $\psi_i$ —第  $i$  计算条块剩余下滑推力向第  $i+1$  计算条块的传递系数。

2 对存在多个滑动面的边坡, 应分别对各种可能的滑动面组合进行稳定性计算分析, 并取最小稳定性系数作为边坡稳定性系数。对多级滑动面的边坡, 应分别对各级滑动面进行稳定性计算分析。

**5.2.6** 对存在地下水渗流作用的边坡, 稳定性分析应按下列方法考虑地下水的作用:

1 水下部分岩土体重度取浮重度;

2 第  $i$  计算条块岩土体所受的动水压力  $P_{wi}$  按下式计算:

$$P_{wi} = \gamma_w V_i \sin \frac{1}{2} (\alpha_i + \theta_i) \quad (5.2.6)$$

式中:  $\gamma_w$ —水的重度(kN/m<sup>3</sup>);

$V_i$ —第  $i$  计算条块单位宽度岩土体的水下体积(m<sup>3</sup>/m)。

3 动水压力作用的角度为计算条块底面和地下水位面倾角的平均值, 指向低水头方向。

## 4.2 侧向土压力

依据《建筑边坡工程技术规范》GB 50330-2002。

**6.2.1** 静止土压力标准值, 可按下式计算:

$$e_{0ik} = \left( \sum_{j=1}^i \gamma_j h_j + q \right) K_{0i} \quad (6.2.1)$$

式中：  $e_{0ik}$ —计算点处的静止土压力标准值(kN/m)；

$\gamma_j$ —计算点以上第  $j$  层土的重度(kN/m)；

$h_j$ —计算点以上第  $j$  层土的厚度(m)；

$q$ —地面均布荷载(kN/m<sup>2</sup>)

$K_{0i}$ —计算点处的静止土压力系数。

**6.2.2** 静止土压力系数宜由试验确定。当无试验条件时，对砂土可取 0.34~0.45，对粘性土可取 0.5~0.7。

**6.2.3** 根据平面滑裂面假定，主动土压力合力标准值可按下式计算：

$$E_{ak} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \quad (6.2.3-1)$$

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin^2 \alpha \sin^2(\alpha + \beta - \varphi - \delta)} \{ K_q [\sin(\alpha + \beta) \sin(\alpha - \delta) + \sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)] + 2\eta \sin \alpha \cos \varphi \cos(\alpha + \beta - \varphi - \delta) - 2\sqrt{K_q \sin(\alpha + \beta) \sin(\varphi - \beta) + \eta \sin \alpha \cos \varphi} \times \sqrt{K_q \sin(\alpha - \delta) \sin(\varphi + \delta) + \eta \sin \alpha \cos \varphi} \} \quad (6.2.3-2)$$

$$K_q = 1 + \frac{2q \sin \alpha \cos \beta}{\gamma H \sin(\alpha + \beta)} \quad (6.2.3-3)$$

$$\eta = \frac{2c}{\gamma H} \quad (6.2.3-4)$$

式中：  $E_{ak}$ —主动土压力合力标准值(kN/m)；

$K_a$ —主动土压力系数；

$H$ —挡土墙高度(m)；

$\gamma$ —土体重度(kN/m<sup>3</sup>)；

$c$ —土的粘聚力(kPa)；

$\varphi$ —土的内摩擦角(°)；

$q$ —地表均布荷载标准值(kN/m<sup>2</sup>)；

$\delta$ —土对挡土墙墙背的摩擦角(°)；

$\beta$ —填土表面与水平面的夹角(°)；

$\alpha$ —支挡结构墙背与水平面的夹角(°)；

$\theta$ —滑裂面与水平面的夹角(°)。

**6.2.4** 当墙背直立光滑、土体表面水平时，主动土压力标准值可按下式计算：

$$e_{aik} = \left( \sum_{j=1}^i \gamma_j h_j + q \right) K_{ai} - 2c_i \sqrt{K_{ai}} \quad (6.2.4)$$

式中:  $e_{aik}$ —计算点处的主动土压力标准值(kN/m<sup>2</sup>), 当  $e_{aik} < 0$  时取  $e_{aik} = 0$ ;

$K_{ai}$ —计算点处的主动土压力系数, 取  $K_{ai} = \tan^2(45^\circ - \varphi_i / 2)$ ;

$c_i$ —计算点处土的粘聚力(kPa);

$\varphi_i$ —计算点处土的内摩擦角( $^\circ$ )。

**6.2.5** 当墙背直立光滑、土体表面水平时, 被动土压力标准值可按式计算:

$$e_{pik} = \left( \sum_{j=1}^i \gamma_j h_j + q \right) K_{pi} + 2c_i \sqrt{K_{pi}} \quad (6.2.5)$$

式中:  $e_{pik}$ —计算点处的被动土压力标准值(kN/m<sup>2</sup>);

$K_{pi}$ —计算点处的被动土压力系数, 取  $K_{pi} = \tan^2(45^\circ + \varphi_i / 2)$ 。

**6.2.6** 土中有地下水但未形成渗流时, 作用于支护结构上的侧压力可按下列规定计算:

1 对砂土和粉土按水土分算原则计算;

2 对粘性土宜根据工程经验按水土分算或水土合算原则计算;

3 按水土分算原则计算时, 作用在支护结构上的侧压力等于土压力和静止水压力之和, 地下水位以下的土压力采用浮重度( $\gamma'$ )和有效应力抗剪强度指标( $c'$ 、 $\varphi'$ )计算;

4 按水土合算原则计算时, 地下水位以下的土压力采用饱和重度( $\gamma_{sat}$ )和总应力抗剪强度指标( $c$ 、 $\varphi$ )计算。

**6.2.7** 土中有地下水形成渗流时, 作用于支护结构上的侧压力, 除按 6.2.6 条计算外, 尚应计算动水压力。

**6.2.8** 当挡墙后土体破裂面以内有较陡的稳定岩石坡面时, 应视为有限范围填土情况计算主动土压力。有限范围填土时, 主动土压力合力标准值可按式计算:

$$E_{ak} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \quad (6.2.8-1)$$

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha - \delta + \theta - \delta_R) \sin(\theta - \beta)} \times \left[ \frac{\sin(\alpha + \theta) \sin(\theta - \delta_R)}{\sin^2 \alpha} - \eta \frac{\cos \delta_R}{\sin \alpha} \right] \quad (6.2.8-2)$$

式中:  $\theta$ —稳定岩石坡面的倾角( $^\circ$ );

$\delta_R$ —稳定且无软弱层的岩石坡面与填土间的摩擦角( $^\circ$ ), 宜根据试验确定。

当无试资料时, 粘性土与粉土可取  $\delta_R = 0.33\varphi$ , 砂性土与碎石土可取  $\delta_R = 0.5\varphi$ 。

6.2.9 当坡顶作用有线性分布荷载、均布荷载和坡顶填土表面不规则时,在支护结构上产生的侧压力可按附录 B 简化计算。

### 4.3 锚杆

依据《建筑边坡工程技术规范》GB 50330-2002。

7.2.1 锚杆的轴向拉力标准值和设计值可按下列式计算:

$$N_{ak} = \frac{H_{tk}}{\cos \alpha} \quad (7.2.1-1)$$

$$N_a = \gamma_Q N_{ak} \quad (7.2.1-2)$$

式中:  $N_{ak}$ —锚杆轴向拉力标准值(kN);

$N_a$ —锚杆轴向拉力设计值(kN);

$H_{tk}$ —锚杆所受水平拉力标准值(kN);

$\alpha$ —锚杆倾角( $^\circ$ );

$\gamma_Q$ —荷载分项系数,可取 1.30,当可变荷载较大时应按现行荷载规范确定。

7.2.2 锚杆钢筋截面面积应满足下列式的要求:

$$A_s \geq \frac{\gamma_0 N_a}{\xi_2 f_y} \quad (7.2.2)$$

式中:  $A_s$ —锚杆钢筋或预应力钢绞线截面面积( $m^2$ );

$\xi_2$ —锚筋抗拉工作条件系数,永久性锚杆取 0.69,临时性锚杆取 0.92;

$\gamma_0$ —边坡工程重要性系数;

$f_y$ 、 $f_{py}$ —锚筋或预应力钢绞线抗拉强度设计值(kPa)。

7.2.3 锚杆锚固体与地层的锚固长度应满足下列式要求:

$$l_a \geq \frac{N_{ak}}{\xi_1 \pi D f_{rb}} \quad (7.2.3)$$

式中:  $l_a$ —锚固段长度(m);尚应满足 7.4.1 条要求;

$D$ —锚固体直径(m);

$f_{rb}$ —地层与锚固体粘结强度特征值(kPa),应通过试验确定,当无试验资料时可按表 7.2.3-1 和表 7.2.3-2 取值;

$\xi_1$ —固体与地层粘结工作条件系数,对永久性锚杆取 1.00,对临时性锚杆取 1.33。

7.2.4 锚杆钢筋与锚固砂浆间的锚固长度应满足下列式要求:

$$l_a \geq \frac{\gamma_0 N_a}{\xi_3 n \pi d f_b} \quad (7.2.4)$$

式中： $l_a$ —锚杆钢筋与砂浆间的锚固长度(m)；

$d$ —锚杆钢筋直径(m)；

$n$ —钢筋(钢绞线)根数(根)；

$\gamma_0$ —边坡工程重要性系数；

$f_b$ —钢筋与锚固砂浆间的粘结强度设计值(kPa)，应由试验确定，当缺乏试验资料时可按表 7.2.4 取值；

$\xi_3$ —钢筋与砂浆粘结强度工作条件系数，对永久性锚杆取 0.60，对临时性锚杆取 0.72。

## 4.4 锚杆挡墙

依据《建筑边坡工程技术规范》GB 50330-2002。

### 8.2.1 锚杆挡墙设计应包括下列内容：

- 1 侧向岩土压力计算；
- 2 挡墙结构内力计算；
- 3 立柱嵌入深度计算；
- 4 锚杆计算和构造设计；
- 5 挡板、立柱(肋柱或排桩)及其基础设计；
- 6 边坡变形控制设计；
- 7 整体稳定性分析；
- 8 施工方案建议和监测要求。

8.2.2 坡顶无建(构)筑物且不需进行边坡变形控制的锚杆挡墙，其侧向岩土压力可按下式计算：

$$E'_{ah} = E_{ah}\beta_2 \quad (8.2.2)$$

式中： $E'_{ah}$ —侧向岩土压力合力水平分力修正值(kN)；

$E_{ah}$ —侧向主动岩土压力合力水平分力设计值(kN)；

$\beta_2$ —锚杆挡墙侧向岩土压力修正系数，应根据岩土类别和锚杆类型按表 8.2.2 确定。

8.2.3 确定岩土自重产生的锚杆挡墙侧压力分布，应考虑锚杆层数、挡墙位移大小，支护结构刚度和施工方法等因素，可简化为三角形、梯形或当地经验图形。

8.2.4 填方式锚杆挡墙和单排锚杆的土层锚杆挡墙的侧压力，可近似按库仑理论取为三角形分布。

8.2.5 对岩质边坡以及坚硬、硬塑状粘土和密实、中密砂土类边坡，当采用逆作法施工的、柔性结构的多层锚杆挡墙时，侧压力分布可近似按图 8.2.5 确定，图中  $e_{hk}$  按下式计算：

对岩质边坡:

$$e_{hk} = \frac{E_{hk}}{0.9H} \quad (8.2.5-1)$$

对土质边坡:

$$e_{hk} = \frac{E_{hk}}{0.875H} \quad (8.2.5-2)$$

式中:  $e_{hk}$ —侧向岩土压力水平分力标准值(kN/m<sup>2</sup>);

$E_{hk}$ —侧向岩土压力合力水平分力标准值(kN/m);

$H$ —挡墙高度(m)。

**8.2.6** 对板肋式和排桩式锚杆挡墙, 立柱荷载设计值取立柱受荷范围内的最不利荷载组合值。

**8.2.7** 岩质边坡以及坚硬、硬塑状粘土和密实、中密砂土类边坡的锚杆挡墙, 立柱和锚杆的水平分力可按下列规定计算:

1 立柱可按支承于刚性锚杆上的连续梁计算内力; 当锚杆变形较大时立柱宜按支承于弹性锚杆上的连续梁计算内力;

2 根据立柱下端的嵌岩程度, 可按铰结端或固定端考虑; 当立柱位于强风化岩层以及坚硬、硬塑状粘土和密实、中密砂土边坡内时, 其嵌入深度可按等值梁法计算。

**8.2.8** 除坚硬、硬塑状粘土和密实、中密砂土类外的土质边坡锚杆挡墙, 结构内力宜按弹性支点法计算。当锚固点水平变形较小时, 结构内力可按静力平衡法或等值梁法计算, 可参见附录 F。

**8.2.9** 根据挡板与立柱联结构造的不同, 挡板可简化为支撑在立柱上的水平连续板、简支板或双铰拱板; 设计荷载可取板所处位置的岩土压力值。岩质边坡挡墙或坚硬、硬塑状粘土和密实、中密砂土等且排水良好的挖方土质边坡挡墙, 可根据当地的工程经验考虑两立柱间岩土形成的卸荷拱效应。

**8.2.10** 当锚固点变形较小时, 钢筋混凝土格构式锚杆挡墙可简化为支撑在锚固点上的井字梁进行内力计算; 当锚固点变形较大时, 应考虑变形对格构式挡墙内力的影响。

## 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](http://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。