**桂林市平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害**

**防治工程施工图设计**

**编制单位：广西壮族自治区地质环境监测站**

**日 期：二0二四年十二月**

目 录

[1 工程概况 1](#_Toc27085)

[1.1 任务由来 1](#_Toc15327)

[1.2主要目的与任务 1](#_Toc19346)

[1.2.1 主要目的 1](#_Toc17647)

[1.2.2 主要任务 2](#_Toc28905)

[1.3防治原则 2](#_Toc12414)

[1.4 设计依据 2](#_Toc17446)

[1.5 前人资料评述 3](#_Toc31525)

[2 勘查报告评述 4](#_Toc1206)

[3 工程施工图设计 7](#_Toc3851)

[3.1 设计参数 7](#_Toc8928)

[3.1.1 设计工况及安全系数 7](#_Toc5909)

[3.1.2 设计采用的岩土参数 7](#_Toc4813)

[3.2治理方案 7](#_Toc8273)

[3.2.1 锚索工程 7](#_Toc6320)

[3.2.2锚索承台工程 10](#_Toc9215)

[3.2.3 排水工程 12](#_Toc24383)

[4 工程监测设计 15](#_Toc9897)

[4.1 监测工程的目的与任务 15](#_Toc29404)

[4.2 设计原则与依据 15](#_Toc15650)

[4.2.1 监测设计主要技术依据 15](#_Toc20255)

[4.2.2 监测设计方案的原则 15](#_Toc3693)

[4.2.3 监测工作现状 15](#_Toc22947)

[4.3 监测工程布置 15](#_Toc25042)

[4.3.1 监测工作实施步骤建议 16](#_Toc15425)

[5 工程实施效果评价 18](#_Toc687)

[5.1 环境影响评价 18](#_Toc25121)

[5.1.1 对土地资源的影响 18](#_Toc20427)

[5.1.2 施工废水对水质的影响 18](#_Toc13890)

[5.1.3 对空气质量的影响 18](#_Toc14891)

[5.1.4 对声环境的影响 18](#_Toc30578)

[5.2 经济、社会、减灾效益评价 18](#_Toc22469)

[5.2.1 经济效益评价 18](#_Toc21704)

[5.2.2 社会效益评价 18](#_Toc4219)

[5.2.3 减灾效益评价 18](#_Toc24346)

[6 项目施工组织设计 20](#_Toc24648)

[6.1 施工条件 20](#_Toc32523)

[6.1.1 交通条件 20](#_Toc16266)

[6.1.2 气候条件 20](#_Toc23716)

[6.1.3 水电供应 20](#_Toc2754)

[6.1.4 施工场地条件 20](#_Toc19605)

[6.2 料场选择与开采 20](#_Toc19787)

[6.3 项目施工技术要求 20](#_Toc14474)

[6.3.1 锚索施工技术要求 20](#_Toc11991)

[6.3.2承台施工技术要求 21](#_Toc25414)

[6.3.3 排水沟施工技术要求 22](#_Toc427)

[6.3.4 脚手架施工要求 22](#_Toc11861)

[6.4 施工交通运输 24](#_Toc8184)

[6.5 施工总体布置 24](#_Toc30362)

[6.6 施工总进度 24](#_Toc30916)

[7 环保规划设计 25](#_Toc1541)

[7.1 施工对环境影响评价 25](#_Toc28983)

[7.2 环境保护设计 25](#_Toc19503)

[7.3 环境管理与环境监测 25](#_Toc9555)

[8 工程管理 25](#_Toc23731)

[8.1 管理体制与组织机构 26](#_Toc11097)

[8.2 工程管理范围 26](#_Toc27009)

[8.3 工程监理 26](#_Toc22380)

[8.4 工程验收 26](#_Toc24693)

[8.4.1 工程验收依据 26](#_Toc10541)

[8.4.2 工程验收要求 27](#_Toc20216)

[9 工程预算 28](#_Toc7020)

[9.1 地质灾害治理工程主要工程量 28](#_Toc898)

[9.2 治理工程预算 28](#_Toc3613)

[10 其他 29](#_Toc25638)

**附图**

1、平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害防治工程施工图设计平面布置图

附图1

2、1-1’设计剖面图 附图2-1

3、2-2’设计剖面图 附图2-2

4、3-3’设计剖面图 附图2-3

5、4-4’设计剖面图 附图2-4

6、立面图 附图3-1

7、270KN级锚索结构图1 L=12m 附图4-1

8、270KN级锚索结构图2 L=12m 附图4-2

9、200KN级锚索结构图1 L=12m 附图4-3

10、200KN级锚索结构图2 L=12m 附图4-4

11、承台大样图及配筋结构图 1 附图5-1

12、承台大样图及配筋结构图 2 附图5-2

13、截排水沟及盖板结构图 附图6-1

14、脚手架剖面布置示意图 附图7-1

**附件**

1、计算书

2、预算书

# 1 工程概况

## 1.1 任务由来

桂林市平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害勘查区位于平乐县平乐镇新兴街2号，位于县城内，西北侧距桂林市约79.5km，北东侧距国道G65约1.84 km，南侧距桂江约0.29 km，具体位置见图1-1。据调查，平乐一中位于滑坡坡体上方，滑坡前缘为居民房屋后边坡，滑坡后缘为道路及平乐一中操场、食堂。



**治理区位置**

**图1-1 滑坡位置（引自91卫图）**

根据现场调查，滑坡所在山体坡型呈折线型（上缓下陡），山体自然坡度约25～45°，治理区滑坡前缘标高115.37m，后缘标高138.88m，相对高差23.51 m，主滑方向为252°，顺坡长约32.80m，坡宽约96.29 m，坡体平均厚度约7.3 m，总体积约2.3×104m³，滑坡体物质为第四系填土、残坡积层粉质粘土和强风化泥页岩、砂岩。根据《滑坡防治工程勘查规范》（GB T 32864-2016）中附录B分类，该滑坡规模为小型（体积＜10×104 m3）。

2023年3月17日，平乐县平乐镇第一中学后山发生一起滑坡突发性地质灾害。滑坡主滑方向270°，缘标高138.45m，滑坡前缘标高127.12m，相对高差11.33m，坡宽约650m，顺坡长约25m，滑坡体平均厚度约1.5m，滑坡体积约为2.43×104m3，规模为小型。该点已列入了自治区隐患点库，隐患点编号为450330010029。据统计滑坡体上方学校有97名教师1541名学生、滑坡体下方有30户居民，若坡体再次发生滑动形成滑坡，直接威胁总人数为1816人，威胁财产2000万元。

因此，对该滑坡地质灾害进行彻底勘查和治理，消除地质灾害隐患是十分必要和迫切的。地质灾害治理后，可以消除隐患，保护居民人身财产安全，同时改善当地居民居住环境，使当地居民安居乐业，所以对滑坡进行治理有重大意义。根据《自然资源部办公厅 财政部办公厅关于印发<中央财政自然资源领域转移支付资金项目储备库入库指南(2021年)>的通知》（自然资办函[2021]2055号），平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害治理工程施工图设计项目符合中央特大型地质灾害治理项目入库申报条件。入库项目的支持范围包括了特大型地质灾害综合治理，且要求地质灾害综合治理项目应完成工程勘查和施工图设计与审查等工作。该滑坡属特大型地质灾害，根据自然资源部2022年12月发布的《地质灾害防治单位资质管理办法》，属一级地质灾害治理工程项目。

依据《滑坡防治设计规范》(GB/T 38509-2020)中表1，确定本次平乐中南侧滑坡地质灾害的滑坡防治工程重要性等级为Ⅰ级。为彻底消除地质灾害隐患，受平乐县自然资源局的委托，广西壮族自治区地质环境监测站承担桂林市平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害治理工程勘查及施工图设计任务。

**1.2主要目的与任务**

**1.2.1 主要目的**

在桂林市平乐县平乐镇第一中学滑坡勘查成果的基础上，遵循地质灾害治理的基本原则，受业主平乐县自然资源局的委托，对桂林市平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害治理工程施工图设计进行编写，并进行滑坡地质灾害治理工程预算，为滑坡治理提供施工依据。

**1.2.2 主要任务**

（1）确定治理范围、目标及标准；

（2）稳定性检算；

（3）优化工程治理方案；

（4）治理工程的结构设计；

（5）防治实施效果预测；

（6）提出工程施工组织及工程监测设计方案。

## 1.3防治原则

防治工程以对症下药、综合治理、安全可靠、技术可行、经济合理、方案优化、施工方便为总的原则，具体地讲：

（1）根据滑坡体的危险性和危害性大小，确定本治理工程为一般永久性工程，各级防治工程必须安全可靠，力求长治久安地确保滑坡山体的整体稳定。

（2）防治工程设计要针对滑坡体各部位的实际情况，因地制宜，遵循各类工程配合使用、综合整治的原则，并尽可能缩短施工周期。

（3）在治理工程中，应在滑坡体上建立监测、观测网络，实时监控治理工程和治理后的斜坡动态，检验治理效果，同时为今后斜坡的监测预警提供依据。

## 1.4 设计依据

本施工图设计依据的主要文件、规范、规程为：

1）《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）；

2）《滑坡防治工程勘查规范》（GB T 32864-2016）；

3）《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；

4）《地质灾害防治工程设计规范》（DB50/5029-2004）；

5）《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；

6）《岩土工程勘察规范》（DGJ32/TJ208-2016）2009版；

7）《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》（DBJ/T45-066-2018）；

8）《地质灾害防治工程勘察规范》（DB50 143-2016）；

9）《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T0221-2019)；

10）《工程地质调查规范》（ZBD14003-89）；

11）《工程测量规范》（GB50026-2020）；

12）《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）；

13）《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014）；

14）《工程岩体试验方法标准》（GB/T50266-2013）；

15）《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）；

16）《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086-2015）；

17） 《建筑施工模板及作业平台钢管支架构造安全技术规范》（DB46/T618-2009）；

18）《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ130－2018）；

19）《建筑变形测量规程》（JGJ8-2016）；

20）《精密工程测量规范》（GB/T15314-1994）；

21）《岩土工程测试技术》；

22）《中国地震动参数区划图》（GB 18306－2015）

23）其他有关的规范、规程。

主要参考用书：

（1）《工程地质手册》（第五版）；

（2）《岩土工程手册》；

（3）《岩土工程勘察设计手册》；

（4）《岩土工程标准规范实施手册》；

（5）《岩土工程治理手册》；

（6）《支挡结构设计手册》；

（7）《结构力学》；

（8）《混凝土结构及砌体结构》。

## 1.5 前人资料评述

勘查区前人开展了如下工作成果，为本次勘查工作提供了基础资料。

1）《平乐县平乐一中崩塌地质灾害调查简报》（广西桂林地质环境监测站，2007年），方便查阅勘查区在区域上的工程地质条件；

2）《广西桂林平乐县平乐镇第一中学滑坡应急治理工程勘查报告》（广西桂林水文工程地质勘察院，2009年），方便查阅勘查区在区域上的工程地质条件；

3）《平乐县地质灾害报告详细调查报告》（广西壮族自治区地质环境监测总站，2014年9月），方便查阅勘查区在区域上的工程地质条件。

# **2 勘查报告评述**

1、通过勘查查明了边坡岩土体的分布及参数，查明了滑坡成因及其稳定性，提供了治理措施，因此本报告可作为业主治理边坡的地质依据。

2、通过勘查查明了治理区滑坡工程地质条件如下：

（1）平乐县平乐镇第一中学勘查区位于广西桂林市平乐县平乐镇新兴街2号，西北侧距桂林市约79.5km，北东侧距国道G65约1.84 km，南侧距桂江约0.29 km，滑坡中心地理坐标为：东经110°38′35.5″，北纬24°37′50.6″（X：2465503，Y：36659955）。

（2）平乐县属亚热带季风气候，多年平均气温19.9℃，极端最高气温39.4℃，最低气温- 4.1℃。城区雨量充沛，多年平均降雨量1563.8mm。

（3）通过野外调查得知，桂江多年平均流量为4080.90 m3/S，多年平均水位89.60m，警戒水位94m，历史上最高洪峰水位达102m，治理区平乐县第一中学不稳定斜坡地面标高为108.95～150.75m，高于桂江历史最高水位，为非洪水淹没区，地表水对治理区影响小。

（4）勘查区属于构造剥蚀—侵蚀丘陵地貌区。

（5）根据地面测绘调查及本次勘探揭露，治理区内出露的地层由新至老为第四系人工填土层（Q4ml），第四系残坡积层（Qel+dl）粉质粘土，下泥盆统信都组（D2*x*）强风化泥页岩、砂岩，下泥盆统信都组（D2*x*）中风化泥页岩、砂岩。其中第四系人工填土层（Q4ml），岩性为素填土，呈褐黄色，松散稍密状；第四系残坡积层（Qel+dl）岩性为粉质粘土，可塑状，与岩石面交接处局部为可～软塑状，干湿度中等，韧性中等，光泽反应稍有光滑，摇振反应无。下泥盆统信都组（D2*x*）强风化泥页岩、砂岩，呈褐黄色，风化裂隙很发育，岩石结构大部分被破坏，粘土矿物成分显著变化部分风化后成粘土状，砂岩风化成团块状，遇水崩解软化，强度低。下泥盆统信都组（D2*x*）中风化泥页岩、砂岩，呈浅灰色，灰白色，薄—厚层状，结构部分破坏，裂隙较发育，岩体被切割成岩块，岩体完整程度为较完整～较破碎，岩体质量等级为Ⅱ～Ⅲ级。

（6）影响治理区的主要地质构造有：平乐—荔浦区域性大断裂（编号，从滑坡区南侧1.0 km处通过，走向北东40°～45°，倾向325°～330°，倾角一般为30°～35°；上车—铜鼓岭背斜（编号[6]），平乐县城位于上车——铜鼓岭背斜的北东端，背斜轴向30°～40°，岩层倾角一般为15°～35°，北西翼岩层倾角为40°～70°。

（7）根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2016），平乐县地震动峰值加速度为＜0.05g，反应谱特征周期为0.35s。虽然区内地震级别较低和活动频率低，但震感明显，对本区地质灾害诱发仍有一定的影响。

（8）根据地下水赋存条件，结合区域水文地质资料揭示（本次勘查期间未揭露地下水水位），这两类地下水通过孔隙、裂隙有一定的水力联系。丰水季节，雨量增大，导致勘查区各类地下水水力联系加强，地下水径流增大；降雨所产生的水量一部分形成地表水沿坡面径流，其余部分形成地下水向下渗透，在渗透至结构松散的粉质粘土与强风化泥页岩、砂岩互层接触面时岩该层面径流，从而降低了该层面的力学性质，形成滑动面，地下水下渗导致滑体容重增大，最终导致滑体沿滑动面滑动形成滑坡。地下水水化学类型属HCO3-Ca、HCO3-Ca•mg、HCO3-Ca•Na型等，PH值6.0～7.54，矿化度为136.17mg/L。地下水对混凝土结构及钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀。

3、通过勘查已查明滑坡平面形态呈舌状，治理区滑坡前缘标高115.37m，后缘标高138.88m，相对高差23.51 m，主滑方向为252°，顺坡长约32.80m，坡宽约96.29 m，坡体平均厚度约7.3 m，总体积约2.3×104m³，滑坡规模为小型，属于岩土质滑坡。后缘发育5处裂缝，呈近东西走向，长4.6～7.3m不等，裂缝宽度8～50mm.

滑坡处于蠕动变形状态，每逢雨季该滑坡均产生不同程度的变形现象。在天然状态下，滑坡现阶段处于暂时欠稳定状态，若发生局部集中的大强度降雨，地表水渗入地下并沿该潜在滑动面向下径流，滑坡将处于极有可能发生更大规模滑动。根据《滑坡防治工程勘查规范》（GB32864-2016）,该滑坡防治工程重要性等级为Ⅰ级。



**照片2-1 滑坡全景照**



**照片2-2 滑坡俯视照**

 

**照片2-3 滑坡后缘发育裂缝 照片2-4 滑坡后缘发育裂缝**

4、通过对滑坡稳定性定性分析和定量计算：

1. 在工况Ⅰ即基本荷载状态下：1-1′、3-3′剖面稳定性系数K值为1.139、1.071，处于基本稳定状态；2-2′剖面稳定性系数K值为1.014，处于欠稳定状态，4-4′剖面稳定性系数K值分别为1.212，处于稳定状态。
2. 在工况Ⅱ即基本荷载+降雨荷载状态下：1-1′、3-3′剖面稳定性系数K值分别为1.022、1.035，均处于欠稳定状态；2-2′剖面稳定性系数K值为0.983，处于不稳定状态。4-4′剖面稳定性系数K值为1.197，处于稳定状态

5、根据滑坡剩余下滑力计算结果，选取最大下滑力作为剖面最终下滑力，滑坡1-1'剖面在工况Ⅱ时的剩余下滑力最大，为80.343 kN；2-2'剖面在工况Ⅱ时的剩余下滑力最大，为167.019 kN；剖面3-3'剖面在工况Ⅱ时的剩余下滑力最大，为111.44 kN；4-4'剖面在工况Ⅱ时的剩余下滑力最大，为32.503kN。

6、边坡产生滑坡的主要原因为：地下水在下渗过程中遇到位于粉质粘土与强风化泥页岩、砂岩互层接触面，并在该层面以上滞留。从而使该层面被软化形成了软弱结构面，即形成了滑坡的滑带，同时地表水渗入滑带以上的滑体土中，增大了滑体的容重，最终导致滑体沿着滑带向下滑动形成滑坡地质灾害。

**表2-1 现状滑坡剩余下滑力计算结果一览表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 剖面编号 | 工况组合 | 荷载组合内容 | 稳定系数 | 稳定性 | 安全系数 | 剩余下滑力(kN) |
| 1-1' | Ⅰ | 基本荷载 | 1.139 | 欠稳定 | 1.30 | 52.875 |
| Ⅱ | 基本荷载+降雨荷载 | 1.022 | 不稳定 | 1.25 | 80.343 |
| 2-2' | Ⅰ | 基本荷载 | 1.014 | 欠稳定 | 1.30 | 98.663 |
| Ⅱ | 基本荷载+降雨荷载 | 0.983 | 不稳定 | 1.25 | 167.019 |
| 3-3' | Ⅰ | 基本荷载 | 1.071 | 基本稳定 | 1.30 | 79.313 |
| Ⅱ | 基本荷载+降雨荷载 | 1.035 | 欠稳定 | 1.25 | 111.44 |
| 4-4' | Ⅰ | 基本荷载 | 1.212 | 稳定 | 1.30 | 27.014 |
| Ⅱ | 基本荷载+降雨荷载 | 1.197 | 稳定 | 1.25 | 32.503 |

**表2-2 滑坡剖面各条块剩余下滑力及条块下滑力**

| 条块编号 | 1-1'剖面 | | 2-2'剖面 | | | 3-3'剖面 | | 4-4'剖面 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况Ⅰ各条块剩余下滑力(kN/m) | 工况Ⅱ各条块下滑力(kN/m) | 工况Ⅰ各条块剩余下滑力(kN/m) | 工况Ⅱ各条块下滑力(kN/m) | | 工况Ⅰ各条块剩余下滑力(kN/m) | 工况Ⅱ各条块下滑力(kN/m) | 工况Ⅰ各条块剩余下滑力(kN/m) | 工况Ⅱ各条块下滑力(kN/m) |
| 1 | 5.647 | 14.881 | 9.405 | | 33.376 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 29.119 | 43.098 | 39.184 | | 100.746 | 41.365 | 55.517 | 19.060 | 20.385 |
| 3 | 117.921 | 127.027 | 84.729 | | 178.297 | 108.742 | 134.503 | 28.204 | 30.709 |
| 4 | 124.577 | 125.447 | 118.217 | | 200.736 | 195.693 | 235.323 | 61.022 | 65.656 |
| 5 | 52.875 | 80.343 | 98.663 | | 167.019 | 79.313 | 111.44 | 27.014 | 32.403 |

**3 工程施工图设计**

**3.1 设计参数**

**3.1.1 设计工况及安全系数**

本次设计的滑坡稳定性及剩余下滑力计算分为设计工况Ⅰ（荷载组合为基本组合）、校核工况Ⅱ（荷载组合为特殊组合）来进行。该滑坡安全系数取值如下：

工况Ⅰ：设计工况 基本荷载，Ks=1.30

工况Ⅱ：校核工况 基本荷载+降雨荷载，Ks=1.25

**3.1.2 设计采用的岩土参数**

设计参数采用《平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害治理工程勘查报告》推荐参数，见表3-1。

表3-1 滑坡稳定性计算物理力学主要参数建议值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 岩土名称 | 天然重度 | 饱和重度 | 天然状态 | | 饱和状态 | | 地基承载力 | 岩土体与锚固体极限粘结强度标准值 |
| kN/m3 | kN/m3 | C  (kPa) | φ(°) | C’  (kPa) | φ’  (°) | （kPa） |
| 素填土(滑体) | 19.90 | 20.30 | 12.40 | 11.90 | 11.10 | 10.60 | - | - |
| 粘土(滑体) | 19.50 | 19.91 | 21.10 | 21.40 | 20.50 | 19.95 | 220 | - |
| 含碎石粉质粘土(滑带) | 17.21 | 18.22 | 19.30 | 18.80 | 18.70 | 18.35 | - | - |
| 强风化页岩、砂岩互层(滑床) | 20.65 | 21.21 | 24.25 | 23.02 | 23.36 | 21.58 | 500 | 360 |
| 中风化页岩、砂岩互层(滑床) | 23.20 | 24.61 | 25.34 | 26.2 | 24.12 | 25.40 | 1000 | - |

**3.2治理方案**

根据《桂林市平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害治理工程勘查报告》分析，在充分掌握滑坡影响因素、稳定性状况以及危害特征等的基础上，提出了滑坡的治理工程方案为：锚索工程+承台工程+截排水工程，并辅以监测措施。设计年限为50年。

### 3.2.1 锚索工程

为防止滑坡体剪出变形破坏，在保证滑坡体威胁对象安全的前提下，考虑加固工程的施工可操作性，根据各剖面剩余下滑力计算结果，对滑坡体采用锚索、承台进行加固。

治理工程设计在滑坡A区1-1′剖面控制区域布设2排锚索，单束锚索设计抗拔力为270KN；锚索水平间距为3m，竖向坡面间距为3m，设计锚索孔径*φ*130mm，锚索长度12.0m，锚固段长5.0m（锚固段位于强风化泥页岩、砂岩中），锚索入射角度为25°，锚索采用3*φ*15.24mm钢绞线等材料组成，锚索孔内灌注M30水泥砂浆。

治理工程设计在滑坡B区2-2′剖面控制区域布设5排锚索，在3-3′剖面控制区域布设4排锚索，在4-4′剖面控制区域布设3排锚索，单束锚索设计抗拔力为200KN。锚索水平间距为3m，竖向坡面间距为3m，设计锚索孔径*φ*130mm，锚索长度12.0m，锚固段长5.0m（锚固段位于强风化泥页岩、砂岩中），锚索入射角度为25°，锚索采用2*φ*15.24mm钢绞线等材料组成，锚索孔内灌注M30水泥砂浆。

#### 3.2.1.1 锚索锚固力的计算

**（1）A区锚索锚固力的计算**

锚索横向间距按3m布置，单束锚索设计锚固力*Q*=270kN，*k*0取1.3；锚固角*β*=25°，滑动面与水平夹角*α*，1-1′剖面*α*=41°；饱和状态滑动面内摩擦角*φ*=18.35°，利用极限平衡法计算设计锚固力。

1-1′剖面：

——《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZT 0219-2006)

则单根锚索饱和状态可提供滑面方向锚固力为：



式中：

*F*1-1′——锚索提供滑面方向抗滑力（kN）;

*k0*——安全系数，取1.3;

*Q*1-1′——设计锚固力（kN）;

*φ*——滑动面内摩擦角（°）;

*α*——锚索与滑动面相交处，滑动面与水平面夹角（°）;

*β*——锚索与水平面的夹角（°）;

*λ*——折减系数，取0.9。

经计算：1-1′剖面工况Ⅱ条件下布置2排设计锚固力为270kN锚索，可提供锚固力132.67kN×2=265.34 kN，大于80.343kN×3=241.029 kN。满足设计要求。

**（1）B区锚索锚固力的计算**

锚索横向间距按3m布置，单束锚索设计锚固力*Q*=200kN，*k*0取1.3；锚固角*β*=25°，滑动面与水平夹角*α*，2-2′剖面*α*=36°、3-3′剖面*α*=43°、4-4′剖面*α*=40°；饱和状态滑动面内摩擦角*φ*=18.35°，利用极限平衡法计算设计锚固力。

2-2′剖面：

——《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZT 0219-2006)

则单根锚索饱和状态可提供滑面方向锚固力为：



3-3′剖面：

——《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZT 0219-2006)

则单根锚索饱和状态可提供滑面方向锚固力为：



4-4′剖面：

——《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZT 0219-2006)

则单根锚索饱和状态可提供滑面方向锚固力为：



式中：

*F*1-1′——锚索提供滑面方向抗滑力（kN）;

*k0*——安全系数，取1.3;

*Q*1-1′——设计锚固力（kN）;

*φ*——滑动面内摩擦角（°）;

*α*——锚索与滑动面相交处，滑动面与水平面夹角（°）;

*β*——锚索与水平面的夹角（°）;

*λ*——折减系数，取0.9。

经计算：2-2′剖面工况Ⅱ条件下布置5排设计锚固力为200 kN锚索，可提供锚固力107.30kN×5=536.50 kN，大于167.019 kN×3=501.057 kN；3-3′剖面工况Ⅱ条件下布置4排设计锚固力为200 kN锚索，可提供锚固力94.45 kN×4=377.80 kN，大于111.44 kN×3=334.32 kN；4-4′剖面工况Ⅱ条件下布置3排设计锚固力为200kN锚索，可提供锚固力100.14kN×3=300.42 kN，大于32.403kN×3=97.21 kN。满足设计要求。

#### **3.2.1.2 锚索设计**

**A区锚索设计：**

（1）锚索材料选项

锚索材料选用1×4φs钢绞线（钢绞线强度设计值*fpy*=1860N/mm2），钢绞线公称直径选用φ15.2mm，注浆材料采用M30水泥砂浆，则钢绞线抗拉强度设计值（fptk=1860N/mm2）。

（2）锚索设计计算

锚索横向间距取3m；取锚索与水平面倾角为25°。单根锚索设计锚固力为270KN。

①单元锚索的钢绞线根数设计：



——《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020），式35

式中：*F*b─锚索锚固体抗拔安全系数，取值2.2，见《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020）附录J.1；

*T*k─锚索设计锚固力，单位为（N），取值270000N；

ηm─锚具效率系数，取值一般为0.95，本设计取值0.95；

Fm─单根钢绞线的最大力，单位为（N），钢绞线公称直径选用φ15.2mm，一般截面积按139mm2计算，极限强度标准值为1860N/mm2，则单根钢绞线的最大力Fm理论破断值=139\*1860=258.54kN。

n─组成锚索的钢绞线根数，单位为根，经过计算，取3根。

②锚索锚固段长度设计：



——《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020），式33



——《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020），式34

式中：*F*b─锚索锚固体抗拔安全系数，取2.6，见《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020）附录J.1；

*T*k─锚索设计锚固力，单位为牛（N）；

*L*a1、*L*a2─锚固段长度，单位为毫米（mm）；

*f*ms─注浆体与锚索界面粘结强度设计值，单位为兆帕(MPa)，设计中取M30，*fms*=2.0aMPa，见《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020）附录J.2，采用环氧涂层七丝预应力钢绞线，粘结强度降低25%；

*f*mg─注浆体与钻孔界面极限粘结强度标准值，单位为兆帕(MPa)，锚固段设计位于中风化泥页岩、砂岩中，取值0.80MPa，见《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020）附录J.3；

*D*─锚固段钻孔直径，取130.0mm；

*d*─钢绞线直径(mm)；本次设计取15.2mm；

*n*─钢绞线根数，取值为3。

其余符号同上。实际内锚固段将*L*a1与*L*a2相比取大值。

计算得：锚固力为270kN锚索锚固长度：*La1*=3.268 m，*La2*=2.149 m，取大值3.268m；根据治理区周边治理工程反映该治理区区域地层较为复杂及我站经验，本次设计该治理区锚固长度取5 m；治理区揭露素填土、第四系粉质粘土厚度为1.97m-6.36m，布设锚索12m，符合要求。

根据规范和相应施工条件，最终确定锚索的长度为12m，锚索锚固段长度取5m，自由段长度7m。承台锚索区锚索横向间距3m，垂向间距3m。

**B区锚索设计：**

（1）锚索材料选项

锚索材料选用1×4φs钢绞线（钢绞线强度设计值*fpy*=1860N/mm2），钢绞线公称直径选用φ15.2mm，注浆材料采用M30水泥砂浆，则钢绞线抗拉强度设计值（fptk=1860N/mm2）。

（2）锚索设计计算

锚索横向间距取3m；取锚索与水平面倾角为25°。单根锚索设计锚固力为200KN。

①单元锚索的钢绞线根数设计：



——《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020），式35

式中：*F*b─锚索锚固体抗拔安全系数，取值2.2，见《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020）附录J.1；

*T*k─锚索设计锚固力，单位为（N），取值200000N；

ηm─锚具效率系数，取值一般为0.95，本设计取值0.95；

Fm─单根钢绞线的最大力，单位为（N），钢绞线公称直径选用φ15.2mm，一般截面积按139mm2计算，极限强度标准值为1860N/mm2，则单根钢绞线的最大力Fm理论破断值=139\*1860=258.54kN。

n─组成锚索的钢绞线根数，单位为根，经过计算，取2根。

②锚索锚固段长度设计：



——《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020），式33



——《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020），式34

式中：*F*b─锚索锚固体抗拔安全系数，取2.6，见《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020）附录J.1；

*T*k─锚索设计锚固力，单位为牛（N）；

*L*a1、*L*a2─锚固段长度，单位为毫米（mm）；

*f*ms─注浆体与锚索界面粘结强度设计值，单位为兆帕(MPa)，设计中取M30，*fms*=2.0aMPa，见《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020）附录J.2，采用环氧涂层七丝预应力钢绞线，粘结强度降低25%；

*f*mg─注浆体与钻孔界面极限粘结强度标准值，单位为兆帕(MPa)，锚固段设计位于中风化泥页岩、砂岩中，取值0.80MPa，见《滑坡防治设计规范》（GB/T/38509-2020）附录J.3；

*D*─锚固段钻孔直径，取130.0mm；

*d*─钢绞线直径(mm)；本次设计取15.2mm；

*n*─钢绞线根数，取值为2。

其余符号同上。实际内锚固段将*L*a1与*L*a2相比取大值。

计算得：锚固力为200kN锚索锚固长度：*La1*=3.631 m，*La2*=1.592 m，取大值3.631m；根据治理区周边治理工程反映该治理区区域地层较为复杂及我站经验，本次设计该治理区锚固长度取5 m；治理区揭露素填土、第四系粉质粘土及中风化泥页岩、砂岩厚度为1.97m-6.36m，布设锚索12m，符合要求。

根据规范和相应施工条件，最终确定锚索的长度为12m，锚索锚固段长度取5m，自由段长度7m。承台锚索区锚索横向间距3m，垂向间距3m。

#### 3.2.1.3 锚索工程量

通过计算，锚索工程量见表3-2。

**表3-2 锚索工程量表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **编号** | **工程或项目名称** | | **单位** | **工程量** | **备注** |
| 1 | 锚索工程 | 3φ15.24 L=12.0m锚索 | 根 | 12 | 含材料、灌浆及锚索相应配件 |
| 2 | 2φ15.24 L=12.0m锚索 | 根 | 107 | 含材料、灌浆及锚索相应配件 |
| 3 | 施工平台脚手架1-10m | m2 | 1000 |  |
| 4 | 锚索成孔（φ130mm） | m | 1428 |  |

### 3.2.2锚索承台工程

**(1）A区锚索承台工程**

综合考虑斜坡坡度、坡面植被等因素，设计承台沿锚索位置布设，局部地段根据树木、坡面作相应的调整。

锚索承台底面积大小主要取决于锚索设计抗拔力和地基承载力，滑坡加固采用的承台设计按天然地基上扩展基础设计；基础埋深0.4m，保护层为50mm，混凝土采用C25（fc=11.9N/m）；纵向受力钢筋采用HRB400(fy=360N/mm2)，箍筋采用HPB300(fy=270N/mm2)，基础底面积采用下式计算：

人工素填土（硬塑） =1.91m2

粉质粘土 =1.28 m2

强风化泥页岩、砂岩=0.55m2

中风化泥页岩、砂岩=0.27 m2

式中：FA─设计锚索抗拔力；

f─地基承载力设计值，人工素填土取150 kPa，含碎石粉质粘土取220 kPa，强风化粉砂岩夹泥岩取500 kPa，中风化粉砂岩夹泥岩取1000 kPa；

d─承台埋置深度；取0.4 m；

─承台与土的平均容重；取22.5 KN/m3。

计算得：锚固力为270 KN，持力层为人工素填土，设计承台，长、宽取1.4m，高度取0.8m，底面积为1.4×1.4=1.96 m2＞1.91 m2，满足要求。

**（1）B区锚索承台工程**

综合考虑斜坡坡度、坡面植被等因素，设计承台沿锚索位置布设，局部地段根据树木、坡面作相应的调整。

锚索承台底面积大小主要取决于锚索设计抗拔力和地基承载力，滑坡加固采用的承台设计按天然地基上扩展基础设计；基础埋深0.4m，保护层为50mm，混凝土采用C25（fc=11.9N/m）；纵向受力钢筋采用HRB400(fy=360N/mm2)，箍筋采用HPB300(fy=270N/mm2)，基础底面积采用下式计算：

人工素填土（硬塑） =1.42 m2

粉质粘土 =1.23 m2

强风化泥页岩、砂岩=0.53 m2

中风化泥页岩、砂岩=0.26 m2

式中：FA─设计锚索抗拔力；

f─地基承载力设计值，人工素填土取150 kPa，含碎石粉质粘土取220 kPa，强风化粉砂岩夹泥岩取500 kPa，中风化粉砂岩夹泥岩取1000 kPa；

d─承台埋置深度；取0.4 m；

─承台与土的平均容重；取22.5 KN/m3。

计算得：锚固力为200 KN，持力层为人工素填土，设计承台，长、宽取1.2m，高度取0.8m，底面积为1.2×1.2=1.42 m2＞1.36 m2，满足要求。

承台间距根据各剖面锚索设计间距布置，锚索布设于承台中间部位，经计算200kN承台中最大弯矩为195.0 KN m，最大剪力为93.7 kN，承台截面尺寸为1200 mm×800 mm验算满足。详见计算书。

纵向钢筋配筋计算如下：



查《《混凝土结构设计原理》（同济大学出版社）附表15得*γs*=0.45；



纵向钢筋选用HRB400级8*φ*18(*As* =2036mm2)；

架力筋按构造配筋选用8*φ*18。

适用条件演算：



《混凝土结构设计原理》（同济大学出版社） （p69） 4-20



（P69一侧受拉*ρ*取0.002 附表14）

又由公式



（《混凝土结构设计原理》（同济大学出版社）P67）(混凝土极限应变P65(C80砼以下均取0.0033))

*β1*受压混凝土简化应力图形系数取0.8 （P67）

因

故符合要求。

式中：M——压力横梁所受弯矩设计值；

*fc*、*ft*——混凝土轴心抗压、抗拉强度设计值；

*As*——纵向受拉钢筋的截面面积；

*h0*——梁截面有效高度；

*b*——格构梁截面宽度(mm)；

*α1*、*β1*——受压混凝土的简化应力图形系数；

*ξ*、*αs、γs*——钢筋混凝土受弯构件正截面抗弯能力计算系数；

承台工作量见表3-3。

表3-3 承台工程主要工程量表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **编 号** | **工程或项目名称** | | **单位** | **工程量** | **备注** |
| 1 | 承台  工程 | A区承台C25混凝土 | m3 | 18.72 | 1.4×1.4×0.8m |
| 2 | B区承台C25混凝土 | m3 | 123.27 | 1.2×1.2×0.8m |
| 3 | *φ*18钢筋制作安装 | t | 6.95 | 2kg/m |
| 4 | 承台模板 | m2 | 465 |  |
| 5 | 土方开挖 | m3 | 71.04 | 承台基础埋深0.4m |
| 6 | 土方外运 | m3 | 101.5 | 松方系数1.43 |
| 7 | 材料运输（混凝土） | t | 327 | 人力搬运50m |
| 8 | 材料运输（钢筋） | t | 6.95 | 人力搬运50m |

### 3.2.3 排水工程

#### 3.3.3.1 设计参数的选取

设计暴雨强度重现期为50年，校核暴雨强度重现期为100年，不考虑地震荷载影响。

按50年重现期设计，据桂林市气象局提供的资料，排水工程设计暴雨强度取83.9 mm/h(50年一遇)，校核暴雨强度取206 mm/h(100年一遇)，历时为1小时。

#### 3.3.3.2 截排水工程设计

（1）布置原则：最大限度地拦截斜坡体上部及外围降雨形成的地表水流；截排水沟尽量沿地形等高线布置；截排水沟尽量沿垂直等高线最大坡降方向的天然冲沟或凹部位布置，使沟渠能最大限度截水，同时又有利于排水；截排水沟的渠底应保证沟渠不冲不淤，即保证一定的水流，使之既不冲刷沟渠结构，又不出现泥沙淤积；尽量减少湾道。

①截排水沟设置内尺寸300×300mm，外断面尺寸500×500mm，壁厚100mm，底厚200mm，C25混凝土砌筑。排水沟沟底坡度大于30%的地段需按阶梯型砌筑，每节阶梯降深300mm，阶梯长随斜率变化但不超过1m。

②排水沟每10～15m设变形缝一个，缝宽2cm。

③通过道路的排水沟需放置盖板，设计长度15m。

（2）平面布置：平乐一中北侧食堂周围布设截排水沟TG1，沿路边布设，最终接入治理区西北侧原有排水管，流入公路的排水系统（详见设计平面布置图），截排水沟总长220 m。

地表汇水流量是进行截(排)水沟水力设计必不可少的基本参数，地表雨水设计流量按以下公式计算：

*Q*= *qΦF*

式中：

*Q*——雨水设计流量（m3/s），

*Φ*——径流系数，取0.8；

*q*——计暴雨强度(mm/ha)，取值83.9；

*F*——汇水面积（km2）,TG1取0.01km2。

代入参数，上述设计流量公式为：

*Q*=0.8×*F*×83.9×1000/3600

校核流量公式为：

*Q*=0.8×*F*×206×1000/3600

按上述公式计算出截水沟的设计和校核流量见表3-4。

**表3-4 排水工程流量表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排水天沟编号 | 长度 | 控制面积 | 设计流量 | 校核流量 | 比降 | |
| (m) | (Km2) | (m3/s) | (m3/s) | 自然 | 设计 |
| TG1 | 220 | 0.01 | 0.19 | 0.46 | 0.143 | 0.143 |

#### 3.3.3.3 截水的水力设计

（1）、水力计算公式的选择

选择均匀计算公式进行各项水力要素的计算。

明渠均匀流的基本公式为：

① 流速计算公式：



式中：

*V*——平均流速(m/s)；

*R*——水力半径(m)；

*i*——渠底纵坡；

*C*——流速系数，可采用满宁公式计算：



式中*n*——糙率，本设计排水工程采用C20混凝土渠道，取*n*=0.025。

② 渠道排水能力计算



式中*W*——过水断面面积(m2)

对于矩形过水断面：

*W=bh*

**

式中：

*b*——渠道底宽(m)；

*h*——水深(m)；

*m*——滑坡系数；

*m*=*tgα*，对于矩形渠道*m*=0。

排水天沟结构设计：

假定底宽*b*=0.3m 水深*h*=0.2m *m*=0











*Q*均大于TG1的设计流量和校核流量

符合实际要求。

设沟内高H  则  取

截水沟的断面设计和过水流量、流速计算结果列于表3-5。

**表3-5 截水沟水力计算结果和断面设计表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 底宽(m) | 口宽( m) | 内高( m) |
| 1 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |

#### 3.3.3.4 排水工程量

工程共设计截（排）水沟1条，设计总长220m。详见表3-6。

**表3-6 截排水沟工程量表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **编号** | **工程或项目名称** | | **单位** | **工程量** | **备注** |
| 1 | 截排水沟 | C25混凝土 | m3 | 35.2 | 220m |
| 2 | 挖土方 | m3 | 55 |  |
| 3 | 土方外运 | m3 | 78.7 | ＜3km |
| 6 | 模板 | m2 | 352 |  |
| 7 | 盖板 | m | 13 |  |
| 8 | 材料运输(混凝土） | t | 81 | 人力搬运50m |

**4 工程监测设计**

在滑坡地质灾害治理工程中，应在坡体上设置监测措施，实时监控治理工程，出现异常及时预警。施工完成通过初验后，业主必须委托第三方专业公司监测，并形成专业监测报告，监测期限为一个水文年。

根据当地的实际情况，设置过于复杂的监测系统是不太现实的。所以简易监测措施主要以坡体表部地表变形监测为主。

在滑坡体上把简易监测点设置于相对稳定的坡体及治理工程上。

简易地表位移监测应派专人进行，定期巡查，超前预报，主要以肉眼观察为主，必要时可设置简易监测桩、点。特别是在降雨过后应巡视坡体及加固治理工程是否有明显变形或位移。若发现坡体出现宏观变形或有明显位移变形，应迅速上报主管机构，以便及时妥善处理和决策，确保滑坡区下方、上方的生命财产设施的安全。

## 4.1 监测工程的目的与任务

滑坡在不利工况下处于不稳定状态，一旦失稳，其危害性极大。因此，系统监测的意义十分重要。监测工作的主要任务是对滑坡体进行变形监测、施工安全监测、治理效果监测。在施工期间，监测成果作为判断滑坡体稳定状态、指导施工、反馈设计和防治效果检验的重要依据。在充分利用现有监测设施的基础上，突出重点，建立较完整的监测剖面和监测网，使之系统化、立体化。监测应达到以下目的：

（1）形成立体监测网；

（2）监测的滑坡体变形动态，对滑坡体变形发展趋势作出预测；

（3）施工过程中进行跟踪监测，超前预报，确保施工安全；

（4）反馈设计，指导施工；

（5）检验防治效果。

## 4.2 设计原则与依据

### 4.2.1 监测设计主要技术依据

（1）《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；

（2）《建筑变形测量规范》（JGJ8-2016）；

（3）《精密工程测量规范》（GB/T15314-94）；

（4）《水工建筑观测工作手册》；

（5）《岩土工程测试技术》；

（6）《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497-2009）。

### 4.2.2 监测设计方案的原则

充分利用现有监测设施及监测资料，建立系统化、立体化监测系统，在治理工程施工全过程及时量测和预报滑坡体的变形及地下水等变化情况，确保施工安全，并为长期稳定性预测研究提供资料。

全过程监测包括滑坡体变形监测、施工安全监测、防治效果监测，以监测效果作为指导施工、反馈设计和防治效果检验的重要依据。

变形监测、施工安全监测、防治效果监测的设施应尽可能统一考虑和利用。

方法选定和仪器选择要考虑其能准确反映不滑坡体的变形动态，并节省投资。

监测仪器的选择应遵循以下原则：

（1）仪器设备性能应符合各监测方法的要求，具有可靠性和长期稳定性；

（2）仪器有能与不稳定斜坡变形相适应的足够精度、灵敏度及相应量程；

（3）现场使用比较方便、简单；

（4）仪器不易损坏，在长期监测中具有防风、防尘、防雨、防潮、防震、防雷、防腐等与环境相适应的性能。

### 4.2.3 监测工作现状

目前平乐县平乐镇第一中学南侧下边坡安排专人进行滑坡变形巡视监测。

## 4.3 监测工程布置

继续利用已建的坡体表面简易变形监测点，增补坡体表面绝对位移监测点。建立较完善的监测剖面和监测网，使之系统化、立体化。整个监测系统应包括监测仪器、数据采集、储存和传输、数据处理、信息反馈等环节，以便能及时、快速对施工中滑坡变形破坏情况进行反馈设计。

施工期间主要监测内容为地质巡查；施工后监测主要对象为滑坡坡面位移监测、地表裂缝动态监测和地质巡查。设专门的监测人员，主要以地质巡查为主，辅以适量仪器监测工作。在平乐一中滑坡监测设置3个控制点（位于通室较好的民房房顶）和承台位移监测4个。监测工程量见下表4-1。

**表4-1 监测网点工程量表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测项目 | 监测仪器 | 监测点数 | 观测周期  （天/次） | 观测期（年） | 备注 |
| 监测目的 |
| 监测基准点 |  | 3 |  |  | 分布于变形体外围 |
| 地质灾害位移监测点 | 全站仪 | 4 | 15 | 一个水文年 | 用于锚索承台位移监测 |
| 地质巡查 |  |  | 15 | 一个水文年 | 降雨超过15mm第2天须监测 |

### 4.3.1 监测工作实施步骤建议

（1）施工期间监测

由施工单位实施，地质巡查每天进行，随时掌握坡体变形动态特征，用于指导施工，防止因施工造成灾害。重点检查坡体是否出现地裂缝、变形、下挫等异常现象，以及异形梁是否出现变形等。雨季期间加强巡查。

（2）施工完成后的后效果监测

应委托有资质监测单位派专门的监测人员进行简易监测，以地质巡查为主，辅以少量仪器监测。所有监测桩务必采用强制对中螺栓以保证监测精度。

横向视准线法监测：是在坡体两侧边界外的不稳定斜坡上，分别设置镜桩和照准桩，利用经纬仪定期监测坡体表面上的监测桩偏离镜桩与照准桩之间的视准线的距离来确定坡体位移状况。

横向视准线布设：由置镜桩、照准桩、监测桩、护桩和水准基点组成。

置镜桩：是一条视准线的基桩。桩位根据坡体两侧界外的地形、地质情况而定。一般距潜在或变形中的滑体周界15～30 m，大体接近不稳定斜坡地面高程，仰、俯角不超过30°，与照准桩距离50m以上。

照准桩：桩规格、桩体选择、布置要求大体与置镜桩相同。只是桩顶露出地面0.4m，用黑白将桩绘成四份，其中线与桩顶中心的十字线处于同一视线上，并与置镜桩保持良好的通视，形成监测其它变形桩的基准线。

监测桩：它是坡体运动的标志，置于坡体表面。观测桩示意图见图4-1：



图4-1 监测桩示意图

由全站仪在置镜桩处，通过照准桩观测坡体上各观测桩的位移情况。

水准基点桩（可由置镜桩代替）：对观测点的高程变化进行水准测量，了解坡体位移后的高程变化情况。

横向视准线法监测的数据，能够直观的显现出坡体周界及坡体变化的情况。因此野外监测后及时对原始资料进行整理，将水平位移、垂直位移值填记在“坡体横向视准线监测报表”中，并绘制历时位移曲线图。若发现坡体运动可能带来危险时，必须立即报告，防止发生恶性事故。

监测周期：按照规范要求，每天监测一次，特殊情况大雨及大雨以上2小时监测一次直至连续跟踪监测。

成果整理与预测预报：监测数据要求当天及时整理，内容包括数据检查、校核、误差处理、绘制时序曲线，并根据分析结果及时预测预报。

（3）检测内容

工程施工完毕后对锚索进行检测监测，监测其受力及位移情况。主要应力传感器对锚索受力状况监测点，监测预警值根据经验确定，锚索监测预警值分别取不稳定斜坡相对高差的1‰。

（4）监测设施运行与维护

监测仪器长期不使用时，应按照使用说明书要求定期检测，其技术指标应符合质量标准的要求；长途搬运时，仪器应装在有防震措施的仪器箱内；测量前应对监测设施（如应力监测和地面位移监测点、监测仪器、装备等）进行检查、维护和保养，以消除认为因素的影响而使监测结果失真，保证监测设施性能优良、稳定和监测结果的真实、客观。

（5）监测数据采集

监测数据应及时整理，包括检查、效核，绘制时值曲线图，对数据作周期分析与相关分析，并根据分析结果及时预报位移动态。

①数据采集时间间隔：施工期安全检测24小时，治理效果检测为7～10天，长期监测为半个月，在外界扰动较大时，如暴雨期间，应加密监测次数，宜每天一次或数小时一次直至连续跟踪监测；

②监测工作须定期进行，数据采集必须做到及时、准确，监测误差应小于变形量1/5-1/10；

③采集到的监测数据必须现场作好记录和整理工作；

④采集到的数据必须及时作好分析和备注工作，分析采集到的数据的实际含义，是否具有偶然性，同时作好监测时间、天气等备注工作；

⑤不同的监测对象和设备，监测时间的长短、周期和频率是不一样的。因此，监测数据的采集密度应与监测对象的监测周期和频率相匹配；

⑥监测数据的采集应尽可能采用自动化方式。监测单位须定期向建设单位、监理单位、设计单位和施工单位提交监测报告，必要时应提交实测监测数据原始资料。

# 5 工程实施效果评价

## 5.1 环境影响评价

环境影响评价工作与治理工程活动紧密相联，构成治理工程前期工作的一部分，其内容直接由治理工程项目的内容所决定，它基本上只涉及治理工程活动能产生影响的那些环境要素。和环境过程中以及环境对治理工程活动的制约，因此要密切围绕具体治理工程项目进行评价。一个工程项目对环境的影响是多方面的，对治理工程项目进行综合评价，给出工程建设对环境的总体影响及其影响程度，为工程项目方案选择的决策和提出减免或改善不利影响的措施提供科学依据，这显然是十分重要的。

环境影响综合评价的方法较多，如矩阵法、图形叠置法、指数法和模糊综合评判法等。由于本工程有很多不确定因素，因此很难进行定量的环境影响综合评价，只能进行定性评价。结合滑坡地质灾害治理工程的特征，其治理目的本身就是保护和改善环境，属环境治理工程项目，这种工程项目对环境的负面影响较小，其影响方面主要有工程噪声、大气环境、地表水体、工程废渣等。

**5.1.1 对土地资源的影响**

工程建设所需石料需在附近采取，砼生产系统、综合加工系统、停车场、办公生活系统、机械修配系统、水电供应系统等需要占用部分土地，这些问题应在施工时加以控制，尽量避免或减少对土地资源的影响或形成新的环境地质问题。

**5.1.2 施工废水对水质的影响**

施工期生产废水主要来源于砂石料冲洗、砼拌和养护、机械及生活废水，主要污染物为悬浮物及少量油物，砼骨料的加工处堆放石料场，砼搅拌站的废水，采取静置沉淀后排放。施工营地排放的生活废水量少，生活污水经化粪池沉淀排放，机械废水含有油物，应经过滤后排放。总之，施工废水量少，污染物含量少，采取一定措施后排放。

**5.1.3 对空气质量的影响**

在工程建设期将增加施工机械与车辆尾气粉尘的污染，影响局部地区的空气质量。施工期间附近空气质量将受到一定程度的不利影响，但不致于影响居民健康。

**5.1.4 对声环境的影响**

施工过程中，工程机械的使用会带来噪声污染问题，对居民的生活、工作有一定的影响。

## 5.2 经济、社会、减灾效益评价

**5.2.1 经济效益评价**

滑坡危险区的人员活动频繁，人流量较大，一旦滑坡发生，其间的人员和财产安全将会受到严重威胁，受地质灾害滑坡直接威胁平乐县平乐镇第一中学滑坡体上方学校有97名教师1541名学生安全，滑坡体下方有30户居民，1816人生命安全，潜在经济损失2000万元。通过对滑坡进行勘查治理，将带来以下良好的经济效益：

（1）保护了当地居民赖以生存土地、河流，减少了林地的破坏和浪费。因为治理了隐患，百姓安居乐业，不仅减轻了国家的负担，而且给当地带来经济收入，也给国家带来经济效益。

（2）充分利用了当地剩余劳动力，促进当地经济发展。治理施工需要大量的人力、物力，将有效的利用当地劳动力，给当地百姓带来效益。

**5.2.2 社会效益评价**

受地质灾害滑坡直接威胁平乐县平乐镇第一中学滑坡体上方学校有97名教师1541名学生安全，以及滑坡体下方有30户居民，1816人生命财产安全。滑坡特别是在暴雨状态下，需要大量人力、精力进行滑坡监测及预警预报，该滑坡成为平乐县政府的一块心病。滑坡存在严重影响平乐一中及坡下居民的生活生产，影响了当地经济发展。对滑坡进行勘查治理，将消除滑坡对当地村民生命财产的威胁，为当地村民的正常工作、生活营造一个良好的环境。对滑坡进行勘查治理体现了“以人为本”的思想，构造和谐社会。对滑坡进行勘查治理，同时给当地百姓一种安全感，也是他们对国家和党的信任，将产生巨大社会效益。

**5.2.3 减灾效益评价**

滑坡治理工作可改善当地地质环境条件，减少水土流失，有利于保护土地，以及坡面植被及经济林的生长，因此可带来良好的环境效益。

总之，治理滑坡地质灾害隐患点既有利地保护国家和人民生命财产安全，保证了当地村民的安居乐业，又给国家和人民带来了巨大的经济、社会、环境及减灾的多层效益，有百利而无一害，并实现了效益和安全双赢。因此，对滑坡采取有效的治理措施是利国利民的重大举措。

# 6 项目施工组织设计

## 6.1 施工条件

**6.1.1 交通条件**

项目区位于平乐县平乐镇新兴街2号，由城镇公路及过道环绕治理区底部，但是施工材料需二次搬运，施工场地较狭窄，施工条件较差，施工难度较大。运距小于5km。

**6.1.2 气候条件**

根据施工工序要求，气候条件对施工影响不大，但降雨期间必须停工监测。

**6.1.3 水电供应**

施工区位于平乐县平乐镇新兴街2号，可临时接用坡脚住户的水源及电力。

**6.1.4 施工场地条件**

坡脚施工场地较开阔，施工条件良好。

## 6.2 料场选择与开采

施工区位于平乐县平乐镇新兴街2号平乐一中下边坡，天然建材如河沙、碎石等均可在周边购买。

## 6.3 项目施工技术要求

### 6.3.1 锚索施工技术要求

**一、施工顺序**

承台基础开挖→锚索成孔、下锚、注浆→承台施工→锚索张拉锁定。

**二、锚索施工技术要求**

（1）锚索采用高强度，低松驰钢铰线。采用机械切割，严禁采用电弧切割，钢铰线必须清污除锈处理后，涂刷强力防腐涂料，在自由段再涂防护油并套上聚乙烯塑料管。自由段与锚固段分界处采用粘胶带，或其他止水材料缠封，最后用特作的扩张环，紧箍环等按设计图组合在一起制作成锚索，扩张环可采用聚乙稀材料模塑加工。锚索制作完成后，应进行检验，签发合格证，并按锚索长度规格进行编号，应注意运输中不改变锚索结构，不损伤锚索及其防护涂料。使用前应经工程师认可，并须进行抽样及试拉后，方可进行使用。

（2）锚索孔的施工

钻孔孔径φ130mm，深应较锚索超长0.5m，有效高速地钻凿满足要求的锚索孔，是预应力锚索技术的关键。除孔深、孔径、倾角、方位角应符合设计要求外，应当根据地层情况、孔径、孔深及施工现场条件选取钻孔设备，特建议：在塑性粘土层中可以采用螺旋钻凿或取芯钻凿设备，在岩层中一般采用以压缩空气为动力的潜孔冲击钻机，在岩层破碎或松散地层中应采用跟套管钻进技术。以保证钻孔完整不坍，土中不宜采用水钻。工作场地受限制地段应搭设满足相应承重能力的脚手架。在成孔中完全清孔后才能下锚注浆。

（3）设锚与注浆

①、设锚采用人力抬塞锚索入钻孔中，若遇坍孔或物阻未能达设计深度时，应拔出重新清孔，再下锚至满足要求为止。

②、注浆：浆料采用水灰比0.3～0.4，强度30MPa的纯水泥浆，对于岩层较好地段锚索，可采用自孔底朝上一次灌满方式，对块石土等松散地层中的锚索，应采用高压注浆或二次劈裂注浆技术。注浆时，一般采用注浆孔内插入*φ*22聚乙烯管进行注浆。注浆压力0.2～0.3MPa。

（4）张拉锁定与封锚

注浆达龄期后，先标定张拉设备（张拉设备标定间隔期不宜超过六个月），张拉设备、锚具必须采用质量好，有信誉的大厂合格产品。避免因张拉设备原因出现误差，用穿心式千斤顶对锚索施加预应力。要求分级张拉，要记录每级荷载与锚索位移关系，最后的张拉值应超过设计值的10%，达到张拉荷载后即行锁定。

张拉结束后，切除多余外露钢铰线，应在锚具顶面外预留80～100mm线头（预留外露线不宜太短，以防钢铰线滑曳掉入孔中而失效）。然后采用特殊防腐涂料仔细涂刷外露钢件（锚具、楔片、钢铰线、钢垫板等），最后用C25混凝土将其封闭，防止锈蚀。

（5）锚索原材料应按有关国家标准进行抽样检查，钢铰线按来料盘数的10%随机检查，锚具按每批外观检查10%，硬度检查5%，硬度检查要求同一部件应不少于三点。锚孔孔位、孔深、倾角及布置形式应符合图纸要求，当孔位因地形条件限制，无法施工时，应反馈设计单位作出调整，不得对设计倾角作任何修改。锚索的承力面应平整，且与锚索受力方向垂直，锚索锁定48小时内，若发现有明显应力松驰时，应进行补偿张拉。如发现异常及时反映，以便尽快调整处理。

锚索允许偏差如下表6-1：

**表6-1 锚索允许偏差项目表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法 |
| 1 | 水泥浆强度 | 30MPa | 每个工点取9组试样试验 |
| 2 | 孔距偏差（mm） | 200 | 每20孔用经纬仪检查3孔 |
| 3 | 孔口高程（mm） | 100 | 每项20孔用水准仪检查3孔 |
| 4 | 锚索轴线误差 | 3° |  |
| 5 | 锚索孔深误差（mm） | ±200 |  |
| 6 | 锚索抗拔力 | 最小抗拔力不小于设计值1.5倍 | 查试验记录，按锚索数5%做抗拔力试验，且不少于3根 |

**三、锚索质量检验**

（1）验收试验的锚索数量不得少于锚索总数的5％，且不得少于3根。对有特殊要求的工程，可按设计要求增加验收锚索的数量。本次试验的锚索数量为145根，验收数量为8根。

（2）永久性锚索的最大试验荷载应取锚索轴向拉力设计值的1.5 倍。

（3）验收试验应分级加荷，初始荷载宜取锚索轴向拉力设计值的0.10 倍，分级加荷值宜取锚索轴向拉力设计值的0.50、0.75、1.00、1.20、1.33 和1.50 倍。

（4）验收试验中，每级荷载均应稳定5～10min，并记录位移增量。最后一级试验荷载应维持10min。如在1～10min 内锚头位移增量超过1.0mm，则该级荷载应再维持50min，并在15、20、25、30、45 和60min 时记录锚头位移增量。

（5）加荷至最大试验荷载并观测10min，待位移稳定后即卸荷至0.1N。，然后加荷至锁定荷载锁定。

（6) 锚索的质量检验应符合表6-2 的规定。

**表6-2 锚索工程质量检验标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检查项目 | | 允许偏差或允许值 | 检查方法 |
| 主控  项目 | 1 | 锚索杆体长度(mm) | | +100 －30 | 用钢尺量 |
| 2 | 锚索拉力设计值 | | 设计要求 | 现场抗拔试验 |
| 一般 项目 | 1 | 锚索位置(mm) | | ±100 | 用钢尺量 |
| 2 | 钻孔倾斜度(°) | | ±1 | 测斜仪等 |
| 3 | 浆体强度 | | 设计要求 | 试样送检 |
| 4 | 注浆量 | | 大于理论计算浆量 | 检查计量数据 |
| 5 | 杆体插  入长度 | 全长粘结型锚索 | 不小于设计长之度的 95％ | 用钢尺量 |
| 6 | 预应力锚索 | 不小于设计长三度的 98％ |

**四、不合格锚索处理**

（1）锚索验收试验不合格时，应增加锚索试件数量。增加的锚索试件应为不合格锚索的3 倍。

（2）对不合格的锚索，在具有二次高压注浆的条件下应进行注浆处理，然后再按验收试验标准进行试验。否则，应按实际达到的试验荷载最大值的50％进行锁定。

（3）按不合格锚索占锚索总量的百分率推算工程锚索实际总抗力与设计总抗力的差值，并应按差值增补锚索予以补偿。

### 6.3.2承台施工技术要求

（1）钢筋砼承台依实地现浇，砼强度等级为C25，承台中心预留φ130mm锚索通孔，承台大面与锚杆垂直，通孔方位应满足锚杆顺直外延。

（2）锚索通孔与承台大面之间用φ20mm塑料管座灌浆预留孔，锚索张拉锁定后，灌注水泥砂浆封闭锚孔及预留锚杆通孔。

（3）侧模板与坡面间缝隙采用1:2.5水泥砂浆堵塞，模板之间采用U型卡连接。每次浇筑混凝土前要进行模板及支撑的检查校对，确保模板位置正确，表面平整无错台，支撑牢固，连接紧密无间隙。

（4）浇筑前，应按设计图纸要求，对钢筋规格、型号、数量、间距、搭接和锚固等情况进行检查，并作好记录，经有关部门签认后，方可进行混凝土浇筑。

（5）施工前应对模板进行检查，保证几何尺寸准确，并将模板内杂物和钢筋上的油污等清除干净。搭设好混凝土浇筑操作架，做好钢筋保护层的垫块定位。

（6）将模板的缝隙和孔洞堵严，模板与混凝土的接触面涂隔离剂，严禁隔离剂玷污钢筋。

（7）混凝土采用50型插入式振动棒振捣，操作时，振捣间距不大于30cm，采用梅花式插点，快插慢拔，振捣时间每点不少于30S，贯入下层不少于50mm。振捣时间宜为10～30s，以混凝土开始泛浆和不冒气泡为止。

（8）钢筋的保护层必须留足，混凝土浇筑施工中，必须保证钢筋的正确位置，浇捣梁混凝土时不许踩踏钢筋，振动棒应避免碰撞钢筋。

**（9）混凝土试验取样及送检严格执行《混凝土强度检验评定标准》GB50107—2010。砼抗压试块每拌制100盘且不超过100m3的同配合比的混凝土不少于1次；每一工作班拌制的同配合比砼不足100盘时不少于1次；当一次连续浇筑起过1000m3时，同一配合比的混凝土每200m3 不少于1次。本次使用混凝土141.99m3，试验取样及送检不少于2次。**

（10）混凝土应连续对称浇筑，每层混凝土浇筑厚度不大于600mm，并要振捣密实，模板、钢筋预埋件周围的空间应用混凝土封堵，不留缝隙。

（11）用于混凝土浇筑的方法和设备要满足规定的坍落度，不离析的要求，拌合到卸料区的时间间隔不应超过45分钟。

（12）当浇筑混凝土强度达到或超过该混凝土设计强度的30%时，采用适当的方法进行拆模。

（13）混凝土的养护：混凝土在浇筑完毕10—12h后进行浇水养护,浇水次数应根据能保持混凝土处于湿润状态来定，养护用水与拌制水相同。在养护过程中发现混凝土表面泛白或出现干缩细小裂纹时，要加强养护工作，充分浇水，并延长浇水时间，必要时加草袋覆盖，加以补救。

### 6.3.3 排水沟施工技术要求

**一、施工顺序**

截、排水沟的施工顺序为：挖截、排水沟→C25砼浇注→抹面。同时应采用分段开挖，开挖一段，浇注一段。

**二、施工技术要求**

（1）排水沟每隔15～20m要分缝设置沉降缝、伸缩缝，缝内填塞沥青麻筋等。

（2）开挖的基坑严禁暴晒，雨淋和被水浸泡。

（3）严格按设计尺寸施工，开挖基底时，必须达到设计的坡度。

（4）排水沟施工材料要求进行混凝土强度试验，取样原则参照以下：

①每拌制100盘且不超过100m3时，取样不得少于一次;

②每工作班拌制不足100盘时，取样不得少于一次;

③连续浇筑超过1000m3时，每200m3取样不得少于一次。

**本次使用混凝土量35.2m3，取样一次。**

### 6.3.4 脚手架施工要求

一、基本要求

（1）滑坡治理工程应根据本规范和《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130和《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）的要求安装、使用、拆除脚手架，并按相关技术要求计算、分析脚手架在工作状态下的稳定性，确保其安全使用。

（2）脚手架工程应采用落地式或型钢悬挑式双排及以上扣件式钢管脚手架。

（3）脚手架工程应根据工程的实际情况编制安全专项施工方案。

（4）搭设高度40m及以上落地式钢管脚手架工程、架体高度15m及以上悬挑式脚手架等超过一定规模的脚手架工程应进行专家技术论证，并在确定施工单位后要求其在施工组织设计中设计脚手架的专项搭设方案。

二、脚手架搭设流程及要求

落地脚手架搭设的工艺流程为：材料配备→定位→钻孔→植立杆生根锚杆→立杆→纵向扫地杆→横向扫地杆→大横杆→小横杆(搁栅)→剪刀撑→安装拉结件(钻孔、植拉结件锚杆)→铺竹跳板→扎安全网。

（1）立杆

①首先搭设材料运至搭设点，用石灰粉及尺子放出立杆位置。清理立杆基底浮土、浮石及杂物，直到坚实的岩石基础。然后在岩石基础上钻立杆生根锚杆孔，并安装生根锚杆，生根锚杆采用φ25×750mm长的螺纹钢，注浆埋深500mm，外露250mm，立杆插入生根锚杆。

②脚手架立杆纵距1.50m，横距1.05m，步距1.80m。

③脚手架的底部立杆采用不同长度的钢管参差布置，使钢管立杆的对接接头交错布置，高度方向相互错开500mm以上，且要求相邻接头不应在同步同跨内，以保证脚手架的整体性。

④立杆的垂直偏差应控制在不大于架高的1/400。

（2）大横杆、小横杆、扫地杆设置

①大横杆在脚手架高度方向的间距为1.80m，以便立网挂设，大横杆置于立杆内侧，长度不小于3跨，两根相邻纵向水平杆的接头不得设置在同步同跨内，不同步或不同跨两个相邻接头在水平方向错开的距离大于500mm，各接头中心至最近主节点的距离小于纵距的1/3。

②主节点处必须设置一根小横杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。主接点处两个直角扣件的中心距小于150 mm，靠岩壁一端的外伸长度小于0.4L，且小于500mm。

③脚手架必须设置纵、横扫地杆，纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座上层小于200mm处的立杆上，横向扫地杆用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。

④钢管杆件端头外伸超出扣件边以外100mm。

（3）剪刀撑

脚手架外侧立面在整个长度方向上由底至顶连续设置，剪刀撑斜杆的接长采用搭接，搭接长度不小于lm，采用不少于3个旋转扣件固定。剪刀撑斜杆应用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端或立杆上，旋转扣件中心线离主节点的距离不大于150mm。

（4）竹跳板的铺设要求

①竹跳板铺设于小横杆上，竹跳板平铺时，接头处必须设两根横向水平杆，竹跳板外伸长度130～150mm，两块竹跳板外伸长度之和应小于300mm，竹跳板搭接时，接头必须支在横向水平杆上，搭接长度大于200mm，其中伸出水平杆的长度大于100mm。

②脚手架首层、作业层满铺竹跳板，无探头板。

③满铺层竹跳板必须铺设到位，不留空位，不能满铺处必须采取有效的防护措施。

④竹跳板须用14#铁丝双股并联绑扎，不少于2点，要求绑扎牢固，交接处平整，铺设时要选用完好无损的竹跳板，发现有破损的要及时更换。

（5）防护栏杆

①脚手架外侧使用合格竹跳板安全网封闭，且将安全网固定在脚手架外立杆里侧。

②安装竹跳板要求严密、牢固。

③脚手架操作层外侧必须设1.2m高的防护栏杆和18cm高踢脚板，顶排防护栏杆不少于2道，高度分别为0.6m和1.2m。

（6）连岩拉结件

①在架体附近的岩壁上钻孔植锚杆，用作架体的拉结。拉结锚杆采用φ14，L=750mm的螺纹钢，埋深500mm，外露250mm (含弯头)。锚杆孔方向为水平向下倾斜，倾角视现场岩壁情况而定，但不能小于30°。锚杆砂浆采用1:1～1:1.2水泥砂浆，标号为M30砂浆。且每20m2架体不少于4根拉结绳。

②脚手架每上升3.0m，水平间距3.0m必须用φ12钢丝绳作为拉结绳，拉结绳一端穿过拉结锚杆弯头，一端穿过脚手架横、立杆交接处，用钢丝绳卡锁紧系牢于岩壁，以防架体摇摆向外倾斜，同时在拉结点处设置钢管顶撑。

③拉结点应保证牢固，防止其移动变形，且尽量设置在外架外立杆主接点附近，连岩拉结件应水平设置，当不能水平设置时，与脚手架连接的一端应下斜连接。

④施工中需要除去原拉结点时，必须重新补设可靠，有效的临时拉结，以确保外架安全可靠。

（7）架体内封闭

①脚手架的首层和作业层必须满铺竹跳板，内立杆与山体的距离小于120~150mm。

②施工层及作业层以下外架每隔10m用密目网或其他措施进行封闭。

## 6.4 施工交通运输

施工区内交通方便，但是施工材料需二次搬运，施工场地较狭窄，施工条件较差，施工难度较大。

## 6.5 施工总体布置

施工总体布置详见平面布置图。

## 6.6 施工总进度

治理工程计划工期计划4个月，预估总工期121天。工程施工进度计划见表6-3。

**表6-3 工程施工进度计划**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 时间  工程施工单元 | 预计2024年施工 | | | |
| 第一个月 | 第二个月 | 第三个月 | 第四个月 |
| 锚索工程 |  |  |  |  |
| 承台工程 |  |  |  |  |
| 排水工程 |  |  |  |  |
| 监测工程 |  |  |  |  |
| 竣工验收及退场 |  |  |  |  |

# 7 环保规划设计

## 7.1 施工对环境影响评价

（1）对土地资源的影响

工程建设所需石料需在附近采取，砼生产系统、综合加工系统、停车场、办公生活系统、机械修配系统、水电供应系统等需要占用部分土地，这些问题应在施工时加以控制，尽量避免或减少对土地资源的影响或形成新的环境地质问题。

（2）施工废水对水质的影响

施工期生产废水主要来源于泥浆护壁后污水、砂石料冲洗、砼拌和养护、机械及生活废水，主要污染物为悬浮物及少量油物，砼骨料的加工处堆放石料场，砼搅拌站的废水，采取静置沉淀后排放。施工营地排放的生活废水量少，生活污水经化粪池沉淀排放，机械废水含有油物，应经过滤后排放。总之，施工废水量少，污染物含量少，采取一定措施后排放。

（3）对空气质量的影响

在工程建设期将增加施工机械与车辆尾气粉尘的污染，影响局部地区的空气质量。施工期间附近空气质量将受到一定程度的不利影响，但不致于影响居民健康。

（4）对声环境的影响

施工过程中，工程机械的使用会带来噪声污染问题，对居民的生活、工作有一定的影响。

（5）对钢筋、砂石场地，水泥仓库，运输砂石应该采取的影响

① 施工所需的材料和工具，根据施工进度有计划地安排加工和进场。

② 材料的装卸、运输要做到文明施工，根据材料的品种特性选择合适的装运机械和装卸方法，保证材料、成品、半成品完好。

③ 材料的存放位置必须便于施工和符合总平面布置要求，挂牌标识，注明材料品种、规格数量、检验状态和管理责任人。

④ 各种散料堆放必须保证有合适的容器、包装。各种管件、杆件、散件应搭设架子码放，根据材料性能要求做好防雨、防潮、防腐等措施。

⑤ 做好限额领料，防止施工中浪费现象，减少物耗。加强边角余料的收集和堆放管理。根据使用情况做好料具的清退和转场。

（6）对社会经济与生活质量的影响

滑坡坡体的稳定问题是影响基地人员的正常生活秩序，制约经济发展的严重问题。施工过程中对当地居民有一定的影响，但工程完工后，可消除不稳定斜坡体对当地居民的不利影响，并将有效地保护影响区内居民点等公共设施。因此工程有利于社会经济的发展和生活质量的提高。

## 7.2 环境保护设计

（1）增强环保意识，加强环境保护，施工时，避免对周围环境造成不必要的损害，工程竣工后应对施工场地进行清理恢复，以保护环境，使本工程与当地环境协调一致，整齐、美观，美化环境。

（2）绿化后能够使施工现场环境与附近环境基本吻合，保护环境，符合环保施工的准则。

（3）搞好周围环境卫生，搞好饮食卫生，医务人员应经常检查督促，以保障职工、民工的身体健康，以使施工人员有充足的精力完成施工任务。施工期间要注意维护来往车辆的通行，及时保养维修原道路，保障车辆畅通，杜绝交通事故的发生，以保证施工的顺利进行。

（4）采取措施防止在工程利用或占用的范围内发生土壤流失。

（5）控制噪音和灰尘。

对堆料场用砼硬化，避免翻浆及尘土飞扬。尽量减小施工噪音的产生。

## 7.3 环境管理与环境监测

根据以上环保设计的要求，环境管理与监测工作在施工中可以由现场监理工程师监理监督完成，有必要时可由相关环保部门督促进行。

# 8 工程管理

## 8.1 管理体制与组织机构

滑坡直接威胁下方居民和上方学校1816人的生命安全，潜在经济损失2000万元。因此很有必要成立治理工程领导小组。领导小组下设地质灾害治理工程指挥部，由项目法人代表任指挥长。

领导小组职责：指导工程指挥部做好不稳定斜坡地质灾害治理工程实施工作，负责组织协政府各部门工作，尤其是资金运行的监管工作。

指挥部职责：以业主的身份主持整个治理工程的实施；负责工程设计、施工、监理的招投标工作，选择具备地质灾害防治甲级资质的施工单位进行设计、施工、监理；负责施工区的征地拆迁及三通一平工作；负责各项工程的竣工验收；负责工程建设资金的管理。

## 8.2 工程管理范围

工程管理部门应对本工程施工生产安全、工程质量、施工进度、经济效益和后勤保障、地方协调、精神文明建设、工资效益分配等全面负责，对工程所需的人员、资金、设备、材料等生产要素进行组织调度和优化组合，负责组织召开生产调度会议，制定各项管理制度和施工方案，定期或不定期组织检查工程实施情况，对项目施工进行动态管理，注重信息反馈，发现问题及时解决，促进项目每一阶段目标的实现。负责向主管部门报告生产情况。

## 8.3 工程监理

施工监理是保证地质灾害治理工程施工质量，控制施工工期和造价，提高工程效益和施工管理水平的重要办法。地质灾害治理工程施工必须由自然资源部执有监理证书的监理单位进行工程监理。

一、监理机构组织：

根据自然资源部颁发《地质灾害治理工程施工监理办法》，地质灾害治理工程的需要设总监、驻地监理工程师，共需监理工程师2人，辅助工作人员4～6人，其监理机构如下：

|  |
| --- |
|  |

**二、监理单位的主要工作内容**

（1）协助业主编制招标文件。

（2）协助业主组织招标活动。

（3）协助业主与中标单位签字承包合同。

（4）审批施工组织设计。

（5）检查工程使用的材料、构件、设备的规格和质量。

（6）检查施工技术措施和安全防护措施。

（7）督促履行承包合同，主持协商合同条款的变更，调解合同双方争议，处理索赔事项。

（8）检查工作和施工质量，验收分部分项工程，签署工程付款凭证。

（9）组织工程师竣工预验收、提出竣工验收报告。

**三、监理工程师的职责与权限**

监理工程师在计划管理、质量控制、计量与支付、合同管理等方面的职责权限按自然资源部颁发《地质灾害治理工程施工管理办法》执行。

## 8.4 工程验收

### 8.4.1 工程验收依据

（1）《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）；

（2）《建筑地基处理技术规范》（GB50330-2002）；

（3）《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB50202-2002）；

（4）《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；

（5）《喷射混凝土支护技术规范》（GB 50086-2001）；

（6）《铁路路基支挡结构设计规范》（TB10025 J127-2006）；

（7）《混凝土结构设计规范》）（GB50010-2010）；

（8）《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）；

（9）《岩土（索）技术规范》（CECS22-2005）.

（10）其它现行相关规范、规程；

（11）本施工图设计。

### 8.4.2 工程验收要求

（1）施工单位已全面完成按照经评审、批准的设计文件和施工合同要求的各项内容。

（2）各单位、分布、分项工程，均已由施工单位进行了自检，隐藏的分部、分项工程均已通过中间验收，且符合设计、合同及相关规范规程要求。

（3）各工程结构，莒南设计及相关规范要求通过了现场试验检测，工程设计的土样、试块等相关材料均已按规定进行了见证取样进行试验和检测，有真是齐全的检测数据和文字报告。

（4）验收必备的技术资料及相关图纸已经齐备，并按照要求进行了归类整理，验收必备的资料主要包括以下内容：

①设计文件（预算文件）图纸会审及变更资料；

②施工组织设计；

③放线定位验收记录；

④工程开、竣工报告；

⑤验材料出厂合格证及进场检（试）验报告；

⑥施工试验、见证取样报告；

⑦施工记录及汇总；

⑧隐蔽工程验收记录；

⑨单位、分部、分项检验评定资料；

⑩施工过程中遇到非正常情况记录及对工程质量影响分析；

⑪施工过程中如发生质量事故，经处理后达到设计要求的认可证明文件等；

⑫工程监测资料；

⑬工程竣工图；

⑭工程竣工报告；

⑮工程监理报告；

⑯项目下达文件；

⑰工程审计报告；

# 9 工程预算

## 9.1 地质灾害治理工程主要工程量

桂林市平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害防治工程预算总投资为1100069.36元。其中主体工程786799.07元；施工临时工程18190.80元；独立费用242695.23元；基本预备费52384.26元（详见预算书）。平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害防治工程工程量汇总如下表9-1。

**表9-1 防治工程工程量汇总表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **编号** | **工程或项目名称** | | **单位** | **工程量** | **备注** |
| 1 | 锚索工程 | 3φ15.2 L=12.0m锚索 | 根 | 12 | 含材料、灌浆及锚索相应配件 |
| 2 | 2φ15.2 L=12.0m锚索 | 根 | 107 | 含材料、灌浆及锚索相应配件 |
| 3 | 施工平台脚手架1-10m | m2 | 1000 |  |
| 4 | 锚索成孔（φ130mm） | m | 1428 |  |
| 5 | 承台工程 | A区承台C25混凝土 | m3 | 18.72 | 尺寸1.4×1.4×0.8m |
| 6 | B区承台C25混凝土 | m3 | 123.27 | 尺寸1.2×1.2×0.8m |
| 7 | φ18钢筋制作安装 | t | 6.95 | 2kg/m |
| 8 | 承台模板 | m3 | 465 |  |
| 9 | 土方开挖 | m3 | 71.04 | 承台基础埋深0.4m |
| 10 | 土方外运 | m3 | 101.5 | 松方系数1.43 |
| 11 | 材料运输（混凝土） | t | 327 | 人力搬运50m |
| 12 | 材料运输（钢筋） | t | 6.95 | 人力搬运50m |
| 13 | 截排水沟工程 | C25混凝土 | m3 | 35.2 | 220m |
| 14 | 人工挖土方 | m3 | 55.0 |  |
| 15 | 土方外运 | m3 | 78.7 | 松方系数1.43 |
| 16 | 模板 | m2 | 352 |  |
| 17 | 盖板 | m | 13 |  |
| 18 | 材料运输（混凝土） | t | 81 | 人力搬运50m |
| 19 | 监测  工程 | 控制点 | 个 | 4 |  |
| 20 | 变形监测点 | 个 | 3 |  |

## 9.2 治理工程预算

本设计费用预算包括建安及临时工程费、独立费（建设管理费、科研勘测设计费、其他费）、预算费等三大部分。

计价方法采用青山计价软件清单法计价。

（1）编制原则和依据

①《桂林市平乐县平乐镇第一中学南侧滑坡地质灾害防治工程勘查报告》；

②《广西壮族自治区财政厅广西壮族自治区自然资源厅关于印发广西地质灾害治理工程预算定额标准的通知》（桂财资环[2024]10号）；

③《关于印发广西壮族自治区地质灾害防治专项资金管理办法的通知》（桂财建[2011]373号）；

④ 国家计委（计价格[2002]1980号关于印发《招标代理服务收费管理暂行办法》的通知；

⑤ 主要材料价格参照《平乐县建筑工程造价信息》2024年第10期，没有的采用市场询价（含原材料价格、运杂费）；

⑥《关于印发降低社会保险费率实施方案的通知》（桂人社【2019】9号）。

# 10 其他

1、滑坡治理施工单位、监理单位应具备地质灾害治理、监理甲级资质。

2、当监测坡面发生明显位移时，应及时通知现场施工人员和受威胁人员撤离，并应立即向有关部门汇报，确保生命财产安全。

3、施工中出现与设计不符的情况时，应及时通知设计人员，并会同有关单位协商解决。

4、保护治理滑坡体的周边环境及自然地形，限制不利于滑坡体稳定的人类活动。

5、未尽事宜严格按现有规定执行。