

中云街道云门寺村委西南 150m  
边坡崩塌地质灾害治理工程设计

委托单位：连云港连云区中云街道办事处

编制单位：江苏省地质调查研究院

日期：二零二四年十二月

中云街道云门寺村委西南 150m  
边坡崩塌地质灾害治理工程设计

委托单位：连云港连云区中云街道办事处

编制单位：江苏省地质调查研究院

编制人员：黄世雄

项目负责：王振海

审 核：喻永祥

主 任：蒋 波

总工程师：于 军

院 长：朱锦旗

日 期：二零二四年十二月



# 地质灾害防治单位资质证书

单位名称: 江苏省地质调查研究院

资质类别: 地质灾害评估和治理工程勘查设计

住 所: 南京市珠江路700号

资质等级: 甲级

证书编号: 320020241120025

有效期至: 2029 年 01 月 30 日

发证机关: 江苏省自然资源厅

地质灾害防治单位

发证日期: 2024年01月31日

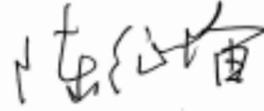
### 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌

#### 地质灾害治理工程设计审查意见

2024 年 12 月 26 日，中云街道办事处组织有关专家（名单附后），对江苏省地质调查研究院编制的“中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程设计”（以下简称设计）进行审查。专家组查看现场，听取汇报，审阅有关资料，经质询讨论，形成意见如下：

- 1、设计在收集项目区水工环地质资料的基础上，进行了野外地质灾害调查和工程地质测绘工作，所获资料详实，依据充分。
  - 2、设计分析了边坡地质环境条件和崩塌地质灾害发育特征，开展了崩塌地质灾害稳定性分析和危害评价，结果可信。
  - 3、设计采用危石清理、锚杆主动防护网、坡脚被动防护网等治理措施，技术可行，针对性强。
  - 4、工期工序安排合理，工程量计算准确，经费预算合理。
- 同意通过。按专家意见修改完善后可作为项目实施的依据。

专家组组长：



2024 年 12 月 26 日

### 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程设计 专家名单

姓名	单位	职称	签名
陈征宙	南京大学	教授	
楚永志	江苏省地质矿产局第六地质大队	高级工程师	
汪燕宁	中蓝连海设计研究院	正高级工程师	

## 目录

第一章 前言	1	一. 设计的目标及原则	25
一. 任务来由	1	二. 防治工程等级	25
二. 任务目的	2	三. 设计工况及安全等级	25
三. 工作依据	2	四. 参数选取	25
四. 工作方法	2	五. 施工条件分析	26
五. 完成的工作量	3	六. 总体设计思路	28
第二章 自然地理及地质环境条件	4	七. 治理工程设计	28
一. 气象、水文	4	第七章 监测要求	31
二. 地形地貌	4	一. 监测目的	31
三. 地质构造、地震	5	二. 监测基本要求	31
四. 地层岩性	6	三. 施工期间安全监测	31
五. 水文地质条件	7	四. 防治效果监测	31
六. 工程地质条件	7	五. 监测工作量	31
七. 人类工程活动情况	7	第八章 施工技术要求	32
八. 不良地质情况	8	一. 危岩及浮石清理	32
第三章 地质灾害特征及变形破坏机制分析	9	二. 锚杆	32
一. 地质灾害特征特征	9	三. 主动防护网施工	32
二. 边坡稳定性影响因素	16	四. 被动防护网	33
三. 边坡破坏模式及破坏机理	16	第九章 工程安全与环保	34
第四章 边坡稳定性分析及评价	17	一. 施工安全	34
一. 边坡稳定性分析方法	17	二. 环境保护	34
二. 边坡析稳定性分析	18	第十章 工程质量评定及工程验收	36
第五章 地质灾害危险性评价	20	一. 验收的质量指标	36
一. 边坡危险性分析	20	二. 工程验收	38
二. 地质灾害危险区划分	23	第十一章 施工工期及进度计划	41
三. 地质灾害危险性评价	23	一. 施工工期	41
第六章 边坡治理设计方案	25	二. 施工进度计划	41
		第十二章 工程量计经费预算	42

---

一. 项目预算依据及取费标准 .....	42
二. 工程量及经费预算 .....	42
第十三章 补充说明 .....	44
附图 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程设计图纸 .....	45
附图一. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程平面图 .....	45
附图二. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 1-1 剖面图 .....	46
附图三. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 2-2 剖面图 .....	47
附图四. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 3-3 剖面图 .....	48
附图五. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 4-4 剖面图 .....	49
附图六. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 5-5 剖面图 .....	50
附图七. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程锚杆、主动防护网节点大样图 .....	51
附图八. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程被动防护网节点大样图(一) .....	52
附图九. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程被动防护网节点大样图(二) .....	53
附图十. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程坡脚、坡顶围挡 .....	54
附图十一. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程宣传牌 1 .....	55
附图十二. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程宣传牌 2 .....	56

## 第一章 前言

### 一. 任务来由

质灾害点位于地质灾害点位于连云区中云街道云门寺村村委西南 150m，中心点地理坐标为东经  $119^{\circ} 23' 53.6''$ ，北纬  $34^{\circ} 40' 32.6''$ 。由于开山采石形成了有滑坡隐患的陡峭边坡。

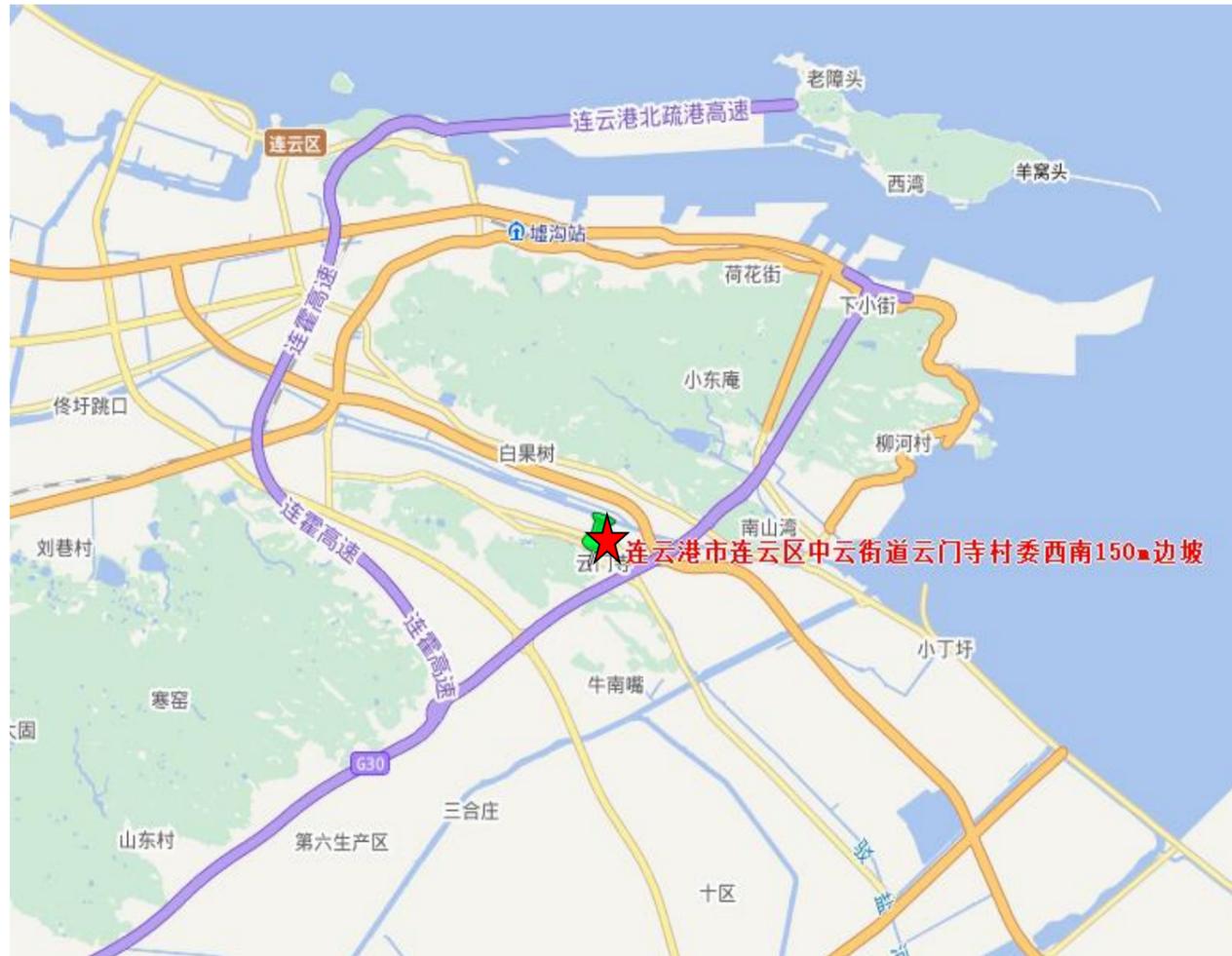


图 1-1 项目区地理位置

边坡总长约  $56+85=141\text{m}$ ，坡向西南，最大高差  $20\sim 30\text{m}$ ，整体坡度在  $70^{\circ}$  左右（航拍见照片 1-2）。地层岩性为云台岩群花果山岩组变粒岩，产状  $160^{\circ} \angle 30^{\circ}$ 。岩体破碎，节理裂隙发育，主要发育两组裂隙，裂隙产状  $240^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 、 $30^{\circ} \angle 40^{\circ}$ ，边坡坡顶为残坡积层（粉质粘土夹碎石）所覆盖，残坡积层厚度一般  $0.2\sim 0.5\text{m}$ ，山体植被发育，坡顶上部分布有危岩体及浮石（照片 1-3、照片 1-4，坡顶、坡下为居民住房（照片 1-5、照片 1-6）



图 1-2 崩塌隐患点航拍照



图 1-3、图 1-4 坡顶危岩体分布照片



图 1-5 、图 1-6 坡下房屋紧邻坡体

为消除崩塌地质灾害隐患，群众人身生命财产安全，连云港连云港连云区中云街道办事处（业主）（业主）委托我院编制治理工程设计方案。我院在接受委托后，收集了治理区以及周边相关资料，随后组织专业技术人员进行了现场地质灾害调查、无人机航拍、地形测量、三维激光雷达扫描等工作；在此基础上，根据相关法律法规及技术规范的要求，于 2024 年 09 月编制完成了中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程设计及相关图件的编制工作。

## 二. 任务目的

本次工作主要目的为查明项目区崩塌地质灾害发育的地质环境条件及地质灾害的分布发育特点，分析其成灾的原因和条件，对边坡的稳定性进行分析与评价，预测边坡稳定性及发展趋势，进行崩塌地质灾害治理工程设计。

本项目的任务如下：

1. 查明项目区及周边地质环境条件：通过资料收集、现场地质灾害调查、地形测量等手段，查明项目区及周边地质环境条件，包括自然地理、气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、外动力地质现象以及人类工程活动情况等。

2. 查明项目区岩土体工程地质条件：包括岩体结构面的类型、产状、发育程度、延伸程度、结合程度、充填状况、组合关系、力学属性和临空面的关系等以及土体物质组成、厚度、分布及发育特征、物理力学性质等，并分析其对边坡稳定性的影响程度。

3. 查明崩塌地质灾害发育特征：包括坡体物质组成、结构特性、空间分布、边界、影响范围及所在斜坡坡体结构、斜坡组合类型等，分析其形成机制、变形破坏类型。

4. 进行坡体的稳定性、危害性分析评价：结合现场地质灾害调查、地形测量等结果，通过资料集成整合，采用定性、定量的方法对坡体稳定性、危害性进行计算分析及评价。

5. 根据勘查结果，编制技术可行、经济合理、可操作性强的地质灾害治理工程设计方案

## 三. 工作依据

1. 《地质灾害防治条例》（国务院第 394 号令）；
2. 《江苏省地质环境保护条例》（江苏省第十一届人民代表大会常务委员会第 4 号公告）；
3. 《江苏省地质灾害防治“十四五”规划》（苏自然资发[2021]135 号）；
4. 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001（2009 版））；
5. 《崩塌防治工程勘察规范（试行）》（T/CAGHP 011-2018）；
6. 《工程岩体分类标准》（GB50218—2014）；
7. 《工程测量规范》（GB50026-2020）；
8. 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
9. 《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/CAGHP 032-2018）；
10. 《崩塌防治工程施工技术规范（试行）》（T/CAGHP 041-2018）；
11. 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
12. 《地质灾害治理工程施工安全监测规范（试行）》（T/CAGHP 044-2018）；
13. 《地质灾害防治排水工程施工技术规程（试行）》（T/CAGHP 057-2019）；
14. 《江苏省地质勘查基金项目预算标准（试行）》（江苏省国土资源厅、江苏省财政厅 2012.7）；
15. 连云港市类似工程综合造价指标。

## 四、工作方法

根据项目的工作目的和要求，结合本工程的具体条件，本次工作主要采用地形测量、工程地质测绘、野外地质灾害调查、无人机航测及室内资料整理分析相结合的方法，以查明治理区不稳定边坡的地质环境条件及分布、发育特点，分析地质灾害形成原因、形成条件，评价坡体的稳定性，编制切实可行的地质灾害治理方案。

### 1. 资料收集

系统地收集区内已有遥感、气象水文、地形地貌、地质构造、第四纪地质、水文地质条件、

生态环境以及人类工程活动和本区的规划建设、已有治理工程等资料。

## 2. 地形测量

地形测量精度按 1:500 的要求进行，测量范围包括崩塌、滑坡地质灾害隐患区域及影响范围并适当外扩一定距离。

## 3. 工程地质测绘

在资料收集和地形测量工作的基础上，开展精度为 1:500 的工程地质测绘，查明地质灾害体所处的地质环境条件，包括地形地貌、地质构造、地层岩性、水文地质条件、工程地质条件、人类工程活动等。

## 4. 野外地质灾害调查

在系统分析区内基础地质、水文地质、工程地质和环境地质等相关资料和本次工程地质测绘的基础上，对区内已发生及潜在发生的崩塌、滑坡地质灾害进行详细调查，查清其分布范围、规模、结构特征、影响因素、诱发因素等情况。

## 5. 无人机航测

在野外地质灾害调查的基础上，采用无人机航测技术进一步查明地质灾害隐患点的规模、发育特征、危害程度及地质环境条件等。

## 6. 边坡稳定性评价

根据野外地质灾害调查结合室内收集资料，采用定性评价和定量评价相结合的方法，研究治理区边坡现状稳定性，并预测其发展趋势及危害程度。

## 7. 灾害治理方案设计

根据经济合理、技术可行的原则，制定切实可行的崩塌、滑坡地质灾害治理方案，为下一步的工程施工提供依据。

## 五、完成的工作量

本次勘查工作内容包括地质资料收集、地形测量、工程地质测绘、野外地质灾害调查、航测、室内综合研究及报告编写等。本次工作收集了勘查区周边区域地质、水工环地质资料 10 余份，在充分分析已有地质资料的基础上，对治理区及周边开展了地形测量、工程地质测绘、地质灾害调查以及无人机航测，查明治理区地质环境条件及地质灾害发育规律等，通过室内分析获得了边坡稳定性的定性、定量评价参数，并编制了崩塌、滑坡地质灾害治理方案。本次工作投入的实物工作量见

表 1-1。

表 1-1 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程设计实物工作量

资料收集（份）	野外地质灾害调查（m <sup>2</sup> ）	地形图测量（m <sup>2</sup> ）	工程地质测绘（m <sup>2</sup> ）	无人机航测（m <sup>2</sup> ）	拍摄照片（张）
10	4×105	4×105	4×105	4×105	300 余张

## 第二章 自然地理及地质环境条件

### 一. 气象、水文

#### (一) 气象

连云港地处中纬度，属暖温带与北亚热带过渡地带，既有暖温带气候特征，又具有北亚热带气候特征。其基本特征是季风气候显著。冬冷夏热，四季分明，具有海洋性气候和大陆性气候双重特点。冬季气候干燥寒冷，夏季潮湿多雨，气温偏高。

据近年来气象资料，年平均气温 14.5℃，最高气温在 8 月份，高达 38.5℃，最低气温在 1 月份，达 -14.7℃。冬季表土封冻，一般为 0.20~0.30m，局部 0.50m。根据西连岛气象观测站资料全年平均降水量为 900mm，主要集中于 6、7、8、9 四个月，其中 7、8、9 月份的降雨量占全年降雨量的确良 2/3。降水量的季节变化主要受东亚季风进退的影响，夏季降水多而集中，冬季降水稀少。全年降水天数平均为 87.6 天，七月份多年平均降水量达 216.3mm，12 月份仅为 13.1mm。年最大降水量度 1380.7mm，最小降水量仅 520.7mm，月最大降水量为 519.2mm，最小降水量 10.3mm。各季日降水量大于等于 50mm 的暴雨、大暴雨及特大暴雨的日数多集中在每年的 7—8 月份。日最大降雨量 264.4mm，最长连续雨日 14 天。降雪集中于 12 月至次年 2 月，最大积雪厚度 280mm。

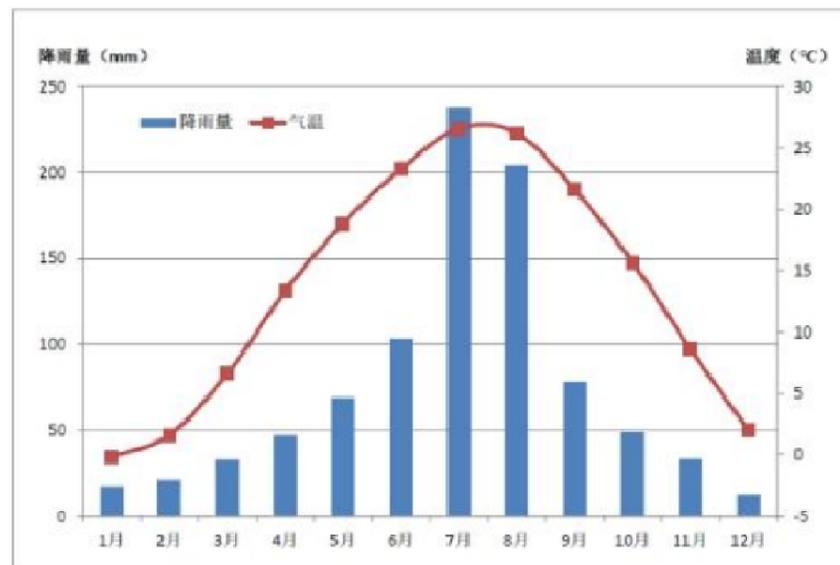


图 2-1 连云港市月降雨量、气温分布图

本区多风，春季多大风、疾风，一般风向为东—东北风，风力 3 级，最大风力 11 级以上，一般风速成 4.0m/s，最大风速 33.0 m/s，风荷载 750Pa。

#### (二) 水文

连云港市水系基本属于淮河流域沂沭泗水系。沂沭地区的主要排洪河道新沂河、新沭河等均从市内入海，故有“洪水走廊”之称。境内还有玉带河、龙尾河、兴庄河、青口河、锈针河、柴米河、蔷薇河、善后河、盐河等大小干支河道 40 余条，有 17 条为直接入海河流，有盐河等河直接与运河及长江相通。项目区附近主要河流有排淡河，以东西走向为主。

#### 二. 地形地貌

连云港市位于鲁中南丘陵与淮北平原的结合处，山海齐观，平原、大海、低山丘陵齐全，河湖、滩涂、湿地、海岛兼备。地势由西北向东南倾斜，形如一只飞向海洋的彩蝶。境内以平原为主，中部、西北部点缀有大小山峰 214 座，其中，云台山主峰玉女峰海拔 624.4 米，为江苏省最高峰。根据地貌形态、成因等，连云港市地貌可划分为低山丘陵、残丘、剥蚀准平原、冲洪积平原、冲积平原及海积平原六种地貌类型，连云港市地处暖温带和北亚热带过渡地带，有南北兼容的生物群落，以暖温带植物为主，全市有木本植物资源 75 科 166 属 311 种，主要有杨树、泡桐、刺槐、黑松、杉木等用材林树种。果树资源有 20 个科，218 个品种，以苹果、梨、葡萄、板栗为多。有银杏、红楠、杜仲、核桃等珍贵林木。

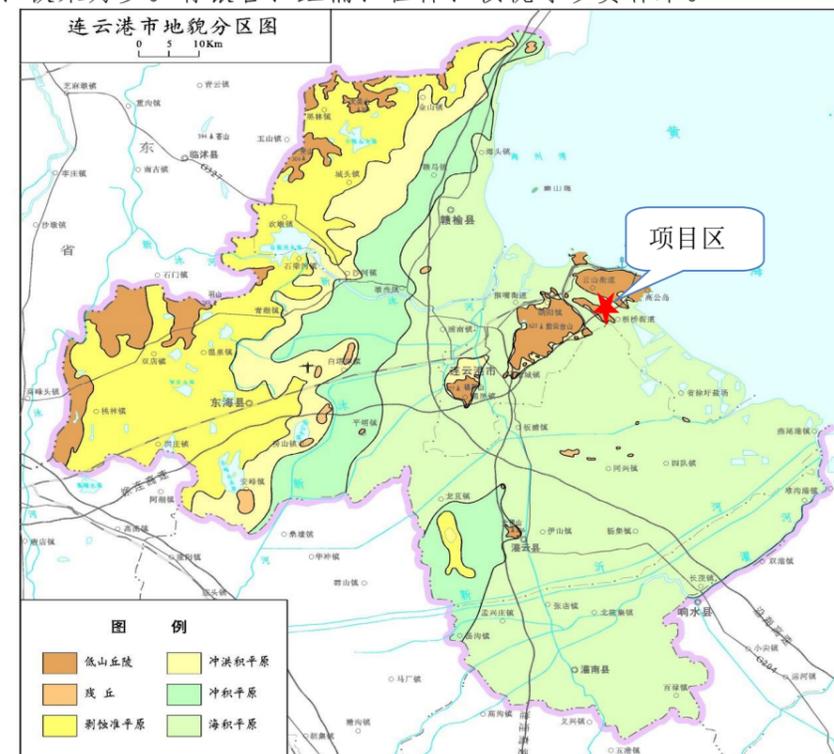


图 2-2 项目区周边地貌

工作区总体地势呈北高南低，山体自然坡度 10~20° 左右，受开山采石影响，项目区地形变化很大，切坡处坡顶标高一般为+8.0~+40.0m，坡底标高为+6.0~+8.0m，最大切坡坡高约 70m，整体坡度约 65°，切坡处坡面基本裸露，植被发育不良。



照片 2-3 项目区地形地貌景观（航拍照片）

### 三. 地质构造、地震

#### (一) 构造

连云港市大地构造上处于秦岭造山带被郯庐断裂切割的东延部分-苏鲁造山带南部，同时又处在苏鲁超高压变质带上，是秦岭造山带折返抬升较高部位，具有较典型的造山带根部特征，构造发育复杂。

根据区域地质调查成果，连云港市构造总体上分为塑性流变和脆性断裂两种类型构造系统。这两个构造系统分别发生在不同的时间，大致以侏罗纪和白垩纪为界，侏罗纪以前为塑性流变构造系统演化阶段，白垩纪以来为脆性断裂构造系统演化阶段。在空间上脆性断裂构造系统叠加在塑性流

变构造系统之上。

塑性流变构造系统是区内变质岩中的主要构造形迹，其中又以韧性剪切带为重要，它构成了区内塑性流变构造系统格架。多期次的韧性剪切作用使得区内变质岩被切割成不同规模岩片并堆叠在一起，在平面上形成网结状或透镜状的复杂格局。

塑性流变构造主要表现形式有面理（片理、片麻理、糜棱面理）、线理（矿物拉伸线理、窗棂线理等）、褶皱、韧性剪切带和构造岩片等。

脆性断裂系统是白垩纪以来的主要构造形迹，可分为北北东向、北东向和北西向三组，以北北东、北东向两组为早且重要，是控岩控盆的主要构造。在区域上北北东、北东向两组断裂表现为分区分带特征，北西向断裂表现为分块特征。

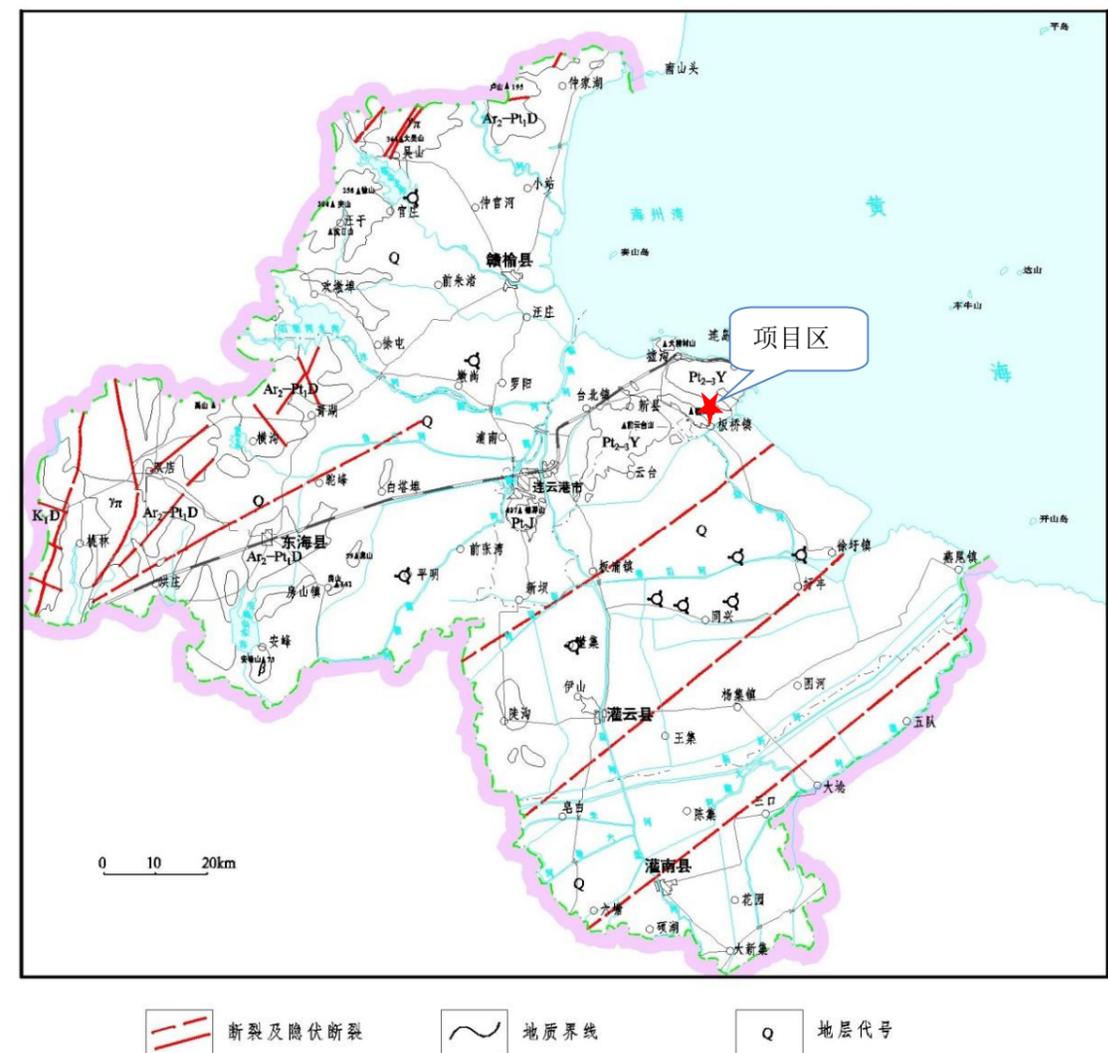


图 2-4 连云港市构造地质图

根据有关区域地质研究成果，连云港市新构造运动的主要特征是：①自晚第三纪至第四纪更新世中期，具有强烈的继承性活动；②断块差异运动显著，不平衡升降运动明显。运动特征是：在上新世至更新世早期，断块差异运动比较明显，至更新世中期大为减弱，为差异升降运动所替代，全新世以来主要表现为区域性的缓慢上升。

连云港市境内发育的基底断裂，在第四纪早期大多有活动迹象，但除郯庐断裂外，至更新世中期其它断裂活动迹象已不明显。

## (二)地震

据史料记载，连云港市境内历史上仅发生4级地震一次，未发现4级以上地震记录。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001)，连云港市境内抗震设防烈度自东海县西部(大致在横沟-石湖一线以西)的8度(设计基本地震加速度值为0.2g)，向东至灌云县东部地区、灌南县(大致在板桥-灌南汤沟一线以东)，渐变为6度(设计基本地震加速度值为0.05g)。治理区一带抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为0.1g。

## 四. 地层岩性

### 1、第四纪地层

连云港市第四系发育分布广泛，分布面积占全市总面积的2/3以上，其厚度总体上呈自西北、西向东南、东逐渐增厚的变化规律，灌云县东南部至灌南县南部地区发育较全，灌河口一带最大厚度约200m。

(1) 下更新统：分布在板桥镇-东辛农场-东陬山-灌云县城一线以东、以南的灌云县东部、南部和灌南县地区，厚度约5~50m，以冲洪积、冲积成因为主，岩性主要为中粗细砂夹粉质粘土薄层。该统砂层是区域上第III孔隙承压水赋水层位。

(2) 中更新统：分布在赣榆县官河-沙河-东海县平明一线以东的平原地区，厚度5~45m，总体上呈自西北向东南渐厚的变化特征。在板桥镇-灌云县杨集一线以西地区以冲洪积成因为主，岩性主要为中粗砂、中细砂，夹粉质粘土薄层，部分地区含砾；该一线以东以河流相为主，岩性主要为粉质粘夹粉细砂、粉土。该统砂层是区域上第II孔隙承水的赋水层位。

(3) 上更新统：广泛分布于平原、山前、山间洼地等地区。在板桥镇-板蒲镇-灌云县城-南岗一线以西地区，岩性主要为冲洪积、坡洪积相含钙质和铁锰质结核粉质粘土，赣榆县城-赣马镇及灌云县城西南部一带上部为透镜状中细粉层，厚度一般在5~30m；板桥镇-板蒲镇-灌云县城-南岗一线以南地区，岩性主要为冲积、冲洪积相粉质粘土夹粉细砂、粉土层，或粉质粘土、粉细砂、粉

土互层(微层理发育、呈千层饼状)，新沂河以南地区上部夹淤泥质粉质粘土，厚度15~80m。

(4) 全新统：广泛发育分布在赣榆县东部、东海县东部、连云港市区及灌云、灌南县的冲积和海积平原地区。在海积平原区岩性主要为深灰色、灰黑色淤泥质粉质粘土和淤泥，大部份地区上覆有薄层粉质粘土或填土，局部地段出露地表，厚度一般在5~25m。在冲积平原区岩性主要为灰黄色粉质粘土，局部见河流相粉砂层(呈透镜状)，厚度一般小于8m。

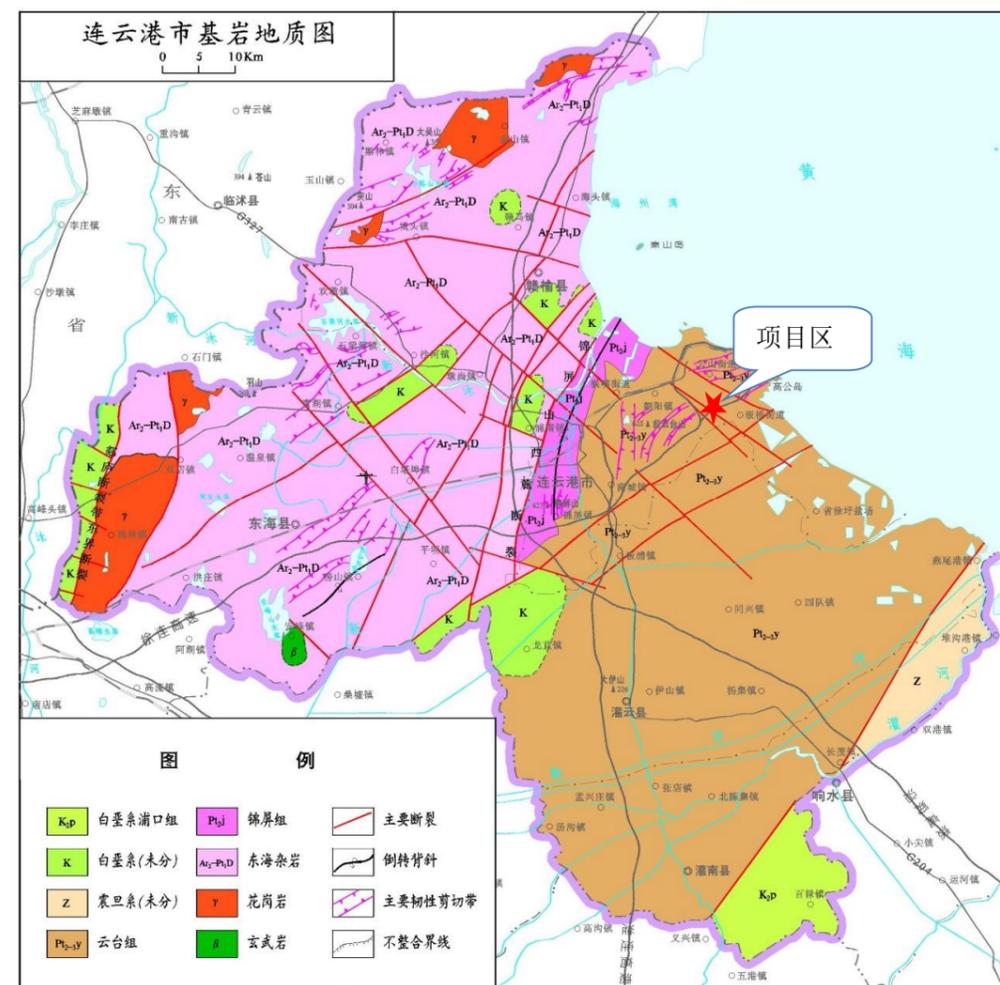


图 2-5 连云港市基岩地质图

### 2、前第四纪地层

根据《江苏省岩石地层》(江苏省地质矿产局编著)，连云港市前第四系地层以海(州)-泗(阳)断裂(连云港市境内大致在临洪河入海口处-新海发电有限公司-灌云新坝西一线、俗称锦屏山西麓断裂)为界，以西属华北地层大区鲁东地层分区，以东属扬子地层区连云港地层分区。

### (1) 鲁东地层分区

该区主要发育分布有中太古界-下元古界东海杂岩 (Ar2-Pt1D)、中生界白垩系碎屑岩 (K)、中生代花岗岩 ( $\gamma$ ) 和新生代玄武岩 ( $\beta$ )。

①中太古界-下元古界东海杂岩 (Ar2-Pt1D)：大面积分布在赣榆县、东海县和新浦区西北部地区，为区域中深变质表壳岩 (沉积岩、火山岩及碎屑岩) 和变质深成侵入体，经构造混合而成的杂岩。主要岩石类型有 (透辉) 石英岩、(长英、云英) 云母片岩、(含硅质) 白云大理岩、十字砂线白云片岩、绿片岩类、(斜长) 角闪岩、浅 (变) 粒岩、榴辉岩、(角闪) 黑云斜长片麻、二云二长 (钠长) 片麻岩等。

②中生界白垩系 (K)：呈北北东、北东向条带状分布在东海县山左口镇和桃林镇西部、桥头、赣榆县东南部、新浦区浦南镇及灌云县穆圩一带。岩性主要为紫、灰紫、紫红、黄绿等色中粗粒岩屑杂砂岩、砂砾岩、钙质细砂岩、页岩及粉砂质页岩，厚度大于 1000m。

③中生代花岗岩 ( $\gamma$ )：主要分布在东海县桃林-山左口-李埏一带、赣榆县双墩及金山-石桥的北部地区，为燕山期酸性、中酸性岩浆活动的产物，以岩株、岩脉产出。

④新生代玄武岩 ( $\beta$ )：仅在东海县安峰山、平明山一带有所分布，为一套陆相火山岩喷发的基性霞石玄武岩，垂直节理极为发育。

### (2) 连云港地层分区

该区主要发育分布有中元古界-上元古界变质岩 (Pt2-3)、震旦系 (Z) 和中生界白垩系上统浦口组 (K2p)。

①中元古界锦屏组 (Pt2j)：分布在锦屏山及临洪河沿岸地带。下部岩性为暗绿色绿泥 (云母) 片岩夹大理岩、磷灰岩、石英岩、石墨片岩、和锰磷矿凸镜体；中部岩性为灰绿色钙质云母片岩，具白色斑点；上部岩性为灰白色 (含磷) 大理岩夹磷灰岩与灰绿色绿泥钙质云母片岩互层。

②中元古界-上元古界云台组 (Pt2-3y)：大面积分布于云台山及其以南的灌云县和灌南县中西部地区。下部岩性为灰白色白云钠长变粒岩；中部岩性为肉色 (含、富) 塑性岩屑 (块) 浅粒岩夹白云钠长变粒岩，其底为 (含蓝晶石) 白云石英片岩夹蓝晶石英岩；上部岩性为灰白、肉红色 (含、富) 塑性岩屑二长浅粒岩夹白云 (石英) 片岩，含黄铁矿 (塑性岩屑) 二长浅粒岩。

③震旦系 (Z)：分布在灌云县东部田楼-五队-堆沟港一带。下部岩性主要为千枚岩、千枚状粉砂岩、细粒长石砂岩、细粒石英砂岩组成韵律；中部岩性主要为含砾砂质千枚岩、砂质千枚岩、石英砂岩，含较多凝灰质；上部岩性为千枚状泥岩、粉砂质泥岩、内碎屑灰岩、灰岩夹泥质白云岩、

泥灰岩和千枚状粉砂质泥岩。

④中生界白垩系上统浦口组 (K2p)：分布在灌南县新集、百禄、花园一带。岩性主要为灰、棕、暗咖啡色、棕红色砂砾岩、砂岩、泥岩，局部夹盐岩。

**治理区工程地质岩性：**项目区内地层简单，仅见云台 (岩) 组及第四系分布。

云台 (岩) 组 (Pt2-3hy1-5)：项目区出露地层为中上元古界云台 (岩) 组下段第五层的一部分 (Pt2-3hy1-5)，岩性为云台岩群花果山岩组变粒岩，分布于整个项目区。其岩性特征：浅灰色、风化后浅灰黄色，鳞片粒状变晶结构，块状构造。局部有混合岩化作用形成的条带状构造。矿物成分主要由钾长石 (35~40%)、斜长石 (10~15) 石英 (40~45%)，少量云母、磁铁矿、绿帘石等。

第四系 (Q)：项目区内岩石大部分裸露，边坡坡顶为残坡积层 (粉质粘土夹碎石) 所覆盖，残坡积层厚度一般 0.2~0.5m。

### 五. 水文地质条件

项目区所处位置为中云台山中中部，为剥蚀低山，划为基岩裂隙水水文地质区。水位埋深由山顶向坡地渐浅，富水性差异较大。基岩裂隙水仅赋存于裂隙发育、构造破碎带中。

局部节理裂隙发育地段渗透系数一般为 0.02~0.04m/d，单位涌水量一般为 0.007~0.12 L/s·m，最高达 1Ls·m，矿化度都小于 0.2g/L，水化学类型为  $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} \sim \text{Na} \cdot \text{Ca}$  型。

地下水的补给、径流、排泄：项目区为基岩裸露区，大气降水是其补给的唯一来源，并且仅在地形较缓，植被茂盛，裂隙发育部位，渗入补给较强。大气降水沿裂隙渗入地下，形成地下径流，以潜流的形式，由补给区呈放射状散流下泄。排泄方式有蒸发、蒸腾、径流、泉及人工开挖。项目区水文地质条件属简单类型。

### 六. 工程地质条件

地层岩性为云台岩群花果山岩组变粒岩，产状  $160^\circ \angle 30^\circ$ 。岩体破碎，节理裂隙发育，主要发育两组裂隙，裂隙产状  $240^\circ \angle 60^\circ$ 、 $30^\circ \angle 40^\circ$ ，边坡坡顶为残坡积层 (粉质粘土夹碎石) 所覆盖，残坡积层厚度一般 0.2~0.5m，山体植被发育，坡顶上部分布有危岩体及浮石。

### 七. 人类工程活动情况

治理区及周边范围围内人类工程活动强烈，受特定历史时期的开山采石影响，矿山地质环境问题突出，地质灾害隐患丛生，生态环境恶劣，对中云台山地区造成了严重的视觉污染。

## 八. 不良地质情况

治理区内除危岩崩塌外，未发现滑坡，泥石流，地面塌陷等不良地质现象。

表 2-3 项目区崩塌地质环境复杂程度划分表

判定条件	地质环境复杂程度		
	复杂	★ 中等复杂	简单
地形地貌	崩塌分布区陡崖相对高度 > 50 m, 周边环境地形变化大, 地形零碎, 可能的崩塌破坏方向多	15 m < 崩塌分布区陡崖相对高度 ≤ 50 m, 周边环境地形变化大, 可能的崩塌破坏方向较多	崩塌分布区陡崖相对高度 ≤ 15m, 地形单一
地质构造	地震频发, 地震加速度 > 0.1 g, 结构面发育, 陡崖不利结构面 (包括软弱夹层) 3 组以上	地震较频发, 0.05 g < 地震加速度 ≤ 0.1g, 结构面较发育, 陡崖不利结构面 (包括软弱夹层) 2~3 组	地震少, 地震加速度 ≤ 0.05g, 结构面不发育, 陡崖不利结构面 (包括软弱夹层) 小于 2 组
岩土体特征	岩土体破碎, 分层多, 岩性变化大, 风化卸荷裂隙发育	岩土体较破碎, 分层较多, 岩性变化较大, 风化卸荷裂隙较发育	岩土体较完整, 分层少, 岩性稳定, 风化卸荷裂隙不发育
水文及水文地质特征	地表、地下水对崩塌稳定性的影响大	地表、地下水对崩塌稳定性的影响中等	地表、地下水对崩塌稳定性的影响小
破坏地质环境的人类工程活动	地面开挖边坡高度 > 30 m, 地下采空区开采深厚比 < 120	15 m < 地面开挖边坡高度 ≤ 30m, 120 ≤ 地下采空区开采深厚比 ≤ 200	地面开挖边坡高度 ≤ 15 m, 地下采空区开采深厚比 > 200
<p>注 1: 从复杂条件向简单条件推定, 除地形地貌、破坏地质环境的人类工程活动, 首先满足其中两项条件者, 即为该等级。</p> <p>注 2: 地形地貌、破坏地质环境的人类工程活动两项中, 任一项为复杂时即为复杂条件, 任一项为中等复杂时即为中等复杂条件。</p> <p>注 3: 长度较大、地质环境复杂程度差异较大的崩塌带地质环境复杂程度应根据其差异分段划分。</p>			

### 第三章 地质灾害特征及变形破坏机制分析

#### 一. 地质灾害特征特征

##### (一) 边坡物理几何特征

中云街道云门寺村委西南 150m 边坡地质灾害点所在区域属丘陵地貌，自然坡度较平缓，一般在  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，植被发育一般。由于开山采石形成了坡度陡峭的岩质边坡。

隐患点 I 区边坡总长约 56.0mm，坡面面积约  $675.0\text{m}^2$ ，边坡整体坡向东西向，坡脚标高 +7.0~+10.00m，坡顶标高 +9.0~+26.0m，平均高差 8.00m，中间最高处高差 14.0.m，地形西高，东侧逐渐变低，边坡平均坡度  $67^{\circ}$ ，坡面局部裸露无植被。

隐患点 II 区边坡总长约 84.0mm，坡面面积约  $2860.0\text{m}^2$ ，边坡整体坡向南北向，坡脚标高 +9.0~+10.00m，坡顶标高 +28.0~+40.0m，平均高差 22.00m，中间最高处高差 32.0.m，地形中间高，南北两侧逐渐变低，边坡平均坡度  $65^{\circ}$ ，坡面局部裸露无植被。

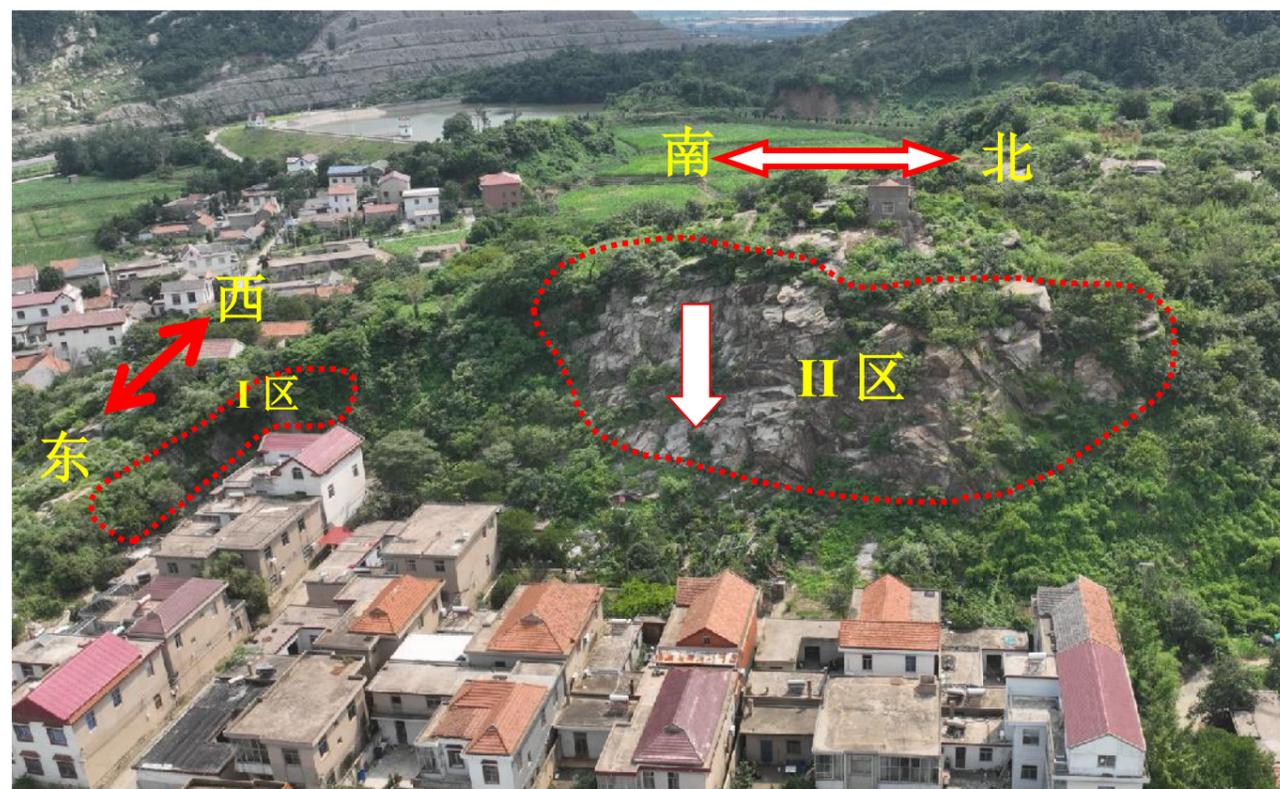


图 3-1 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡地质灾害隐患点全景照

##### (二) 崩塌特征

中云街道云门寺村委西南 150m 边坡坡度陡、高度大，斜坡面上不稳定危岩（体）较多，主要

分布在坡面的上部，严重威胁到坡顶及坡脚居民人身安全及财产安全。



图 3-2 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡地质灾害隐患点现状



图 3-3 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡地质灾害隐患点坡顶危石



图 3-4 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡地质灾害隐患点坡脚房屋



图 3-6 边坡与坡顶、脚建筑位置关系



图 3-5 山顶农民菜地

图 3-6 山脚警示牌

### (三) 边坡工程地质特征

中云街道云门寺村委西南 150m 边坡地质灾害点边坡组成岩性为云台岩群花果山岩组变粒岩，岩层产状  $160^{\circ} \angle 30^{\circ}$ 。岩体破碎，节理裂隙发育，主要发育两组裂隙，裂隙产状  $240^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 、 $30^{\circ} \angle 40^{\circ}$ ，边坡坡顶为残坡积层（粉质粘土夹碎石）所覆盖，残坡积层厚度一般 0.2~0.5m，山体植被发育，坡顶上部分布有危岩体及浮石。

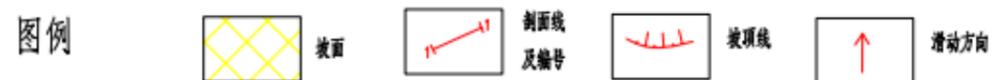
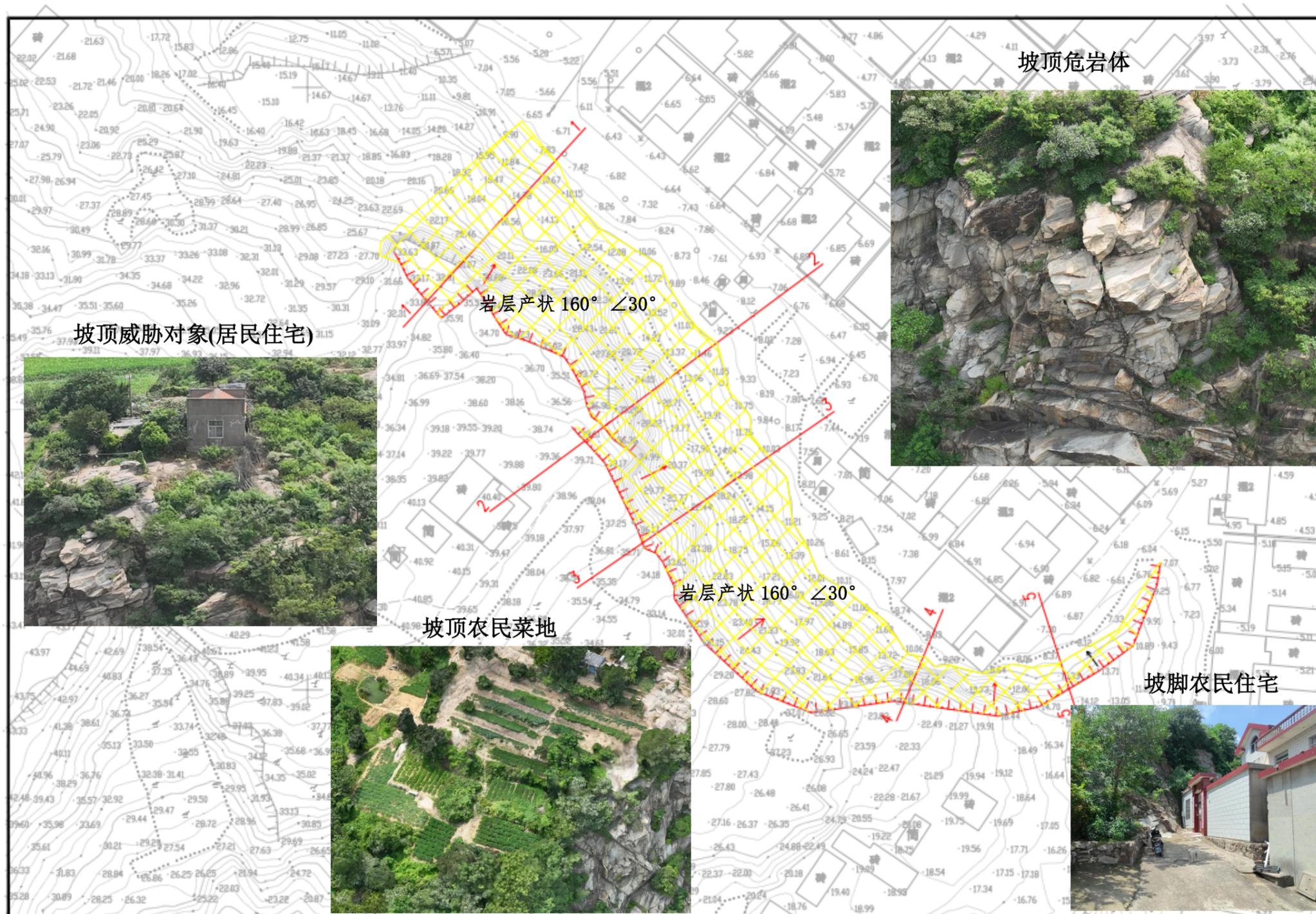
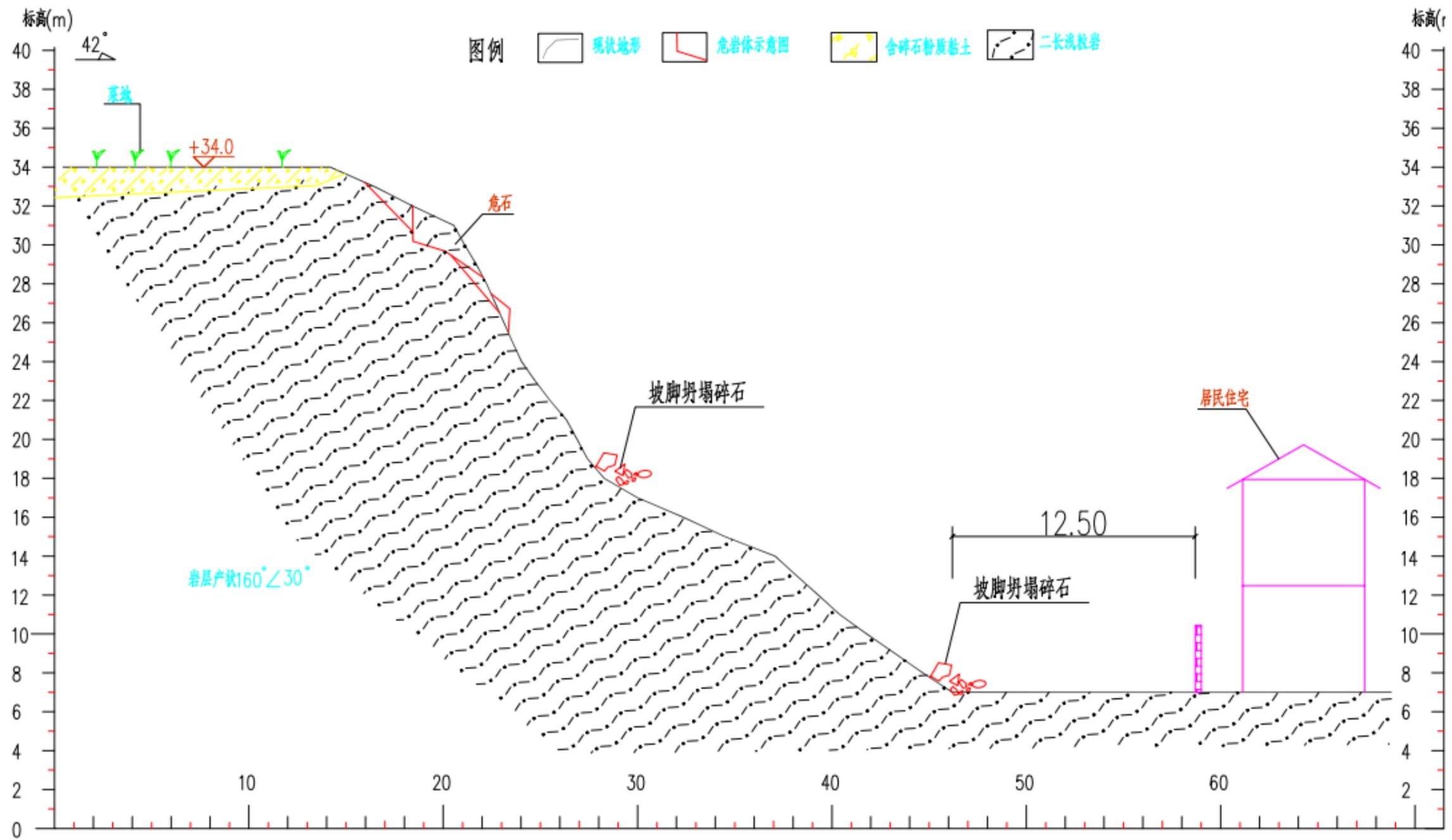
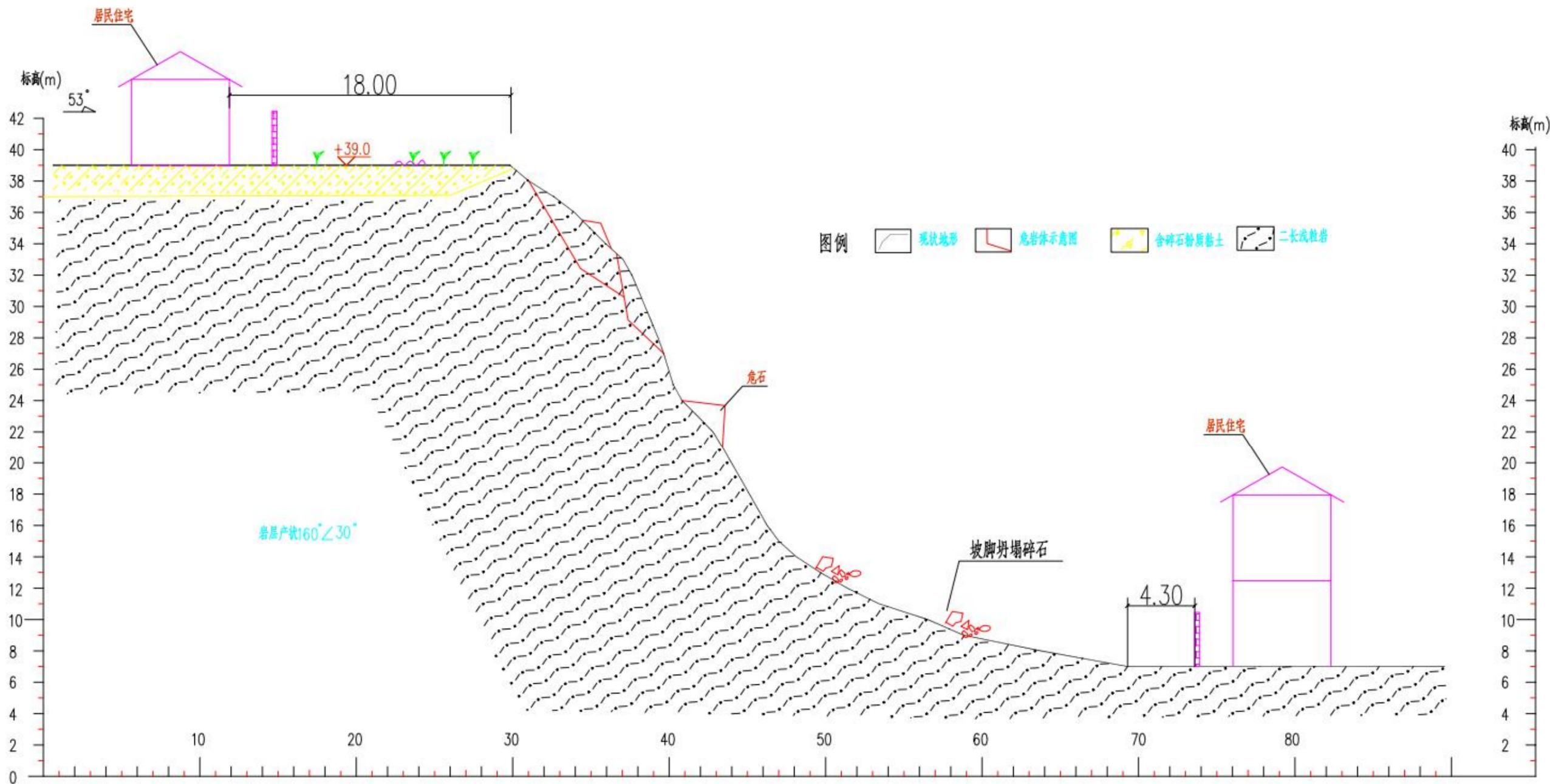


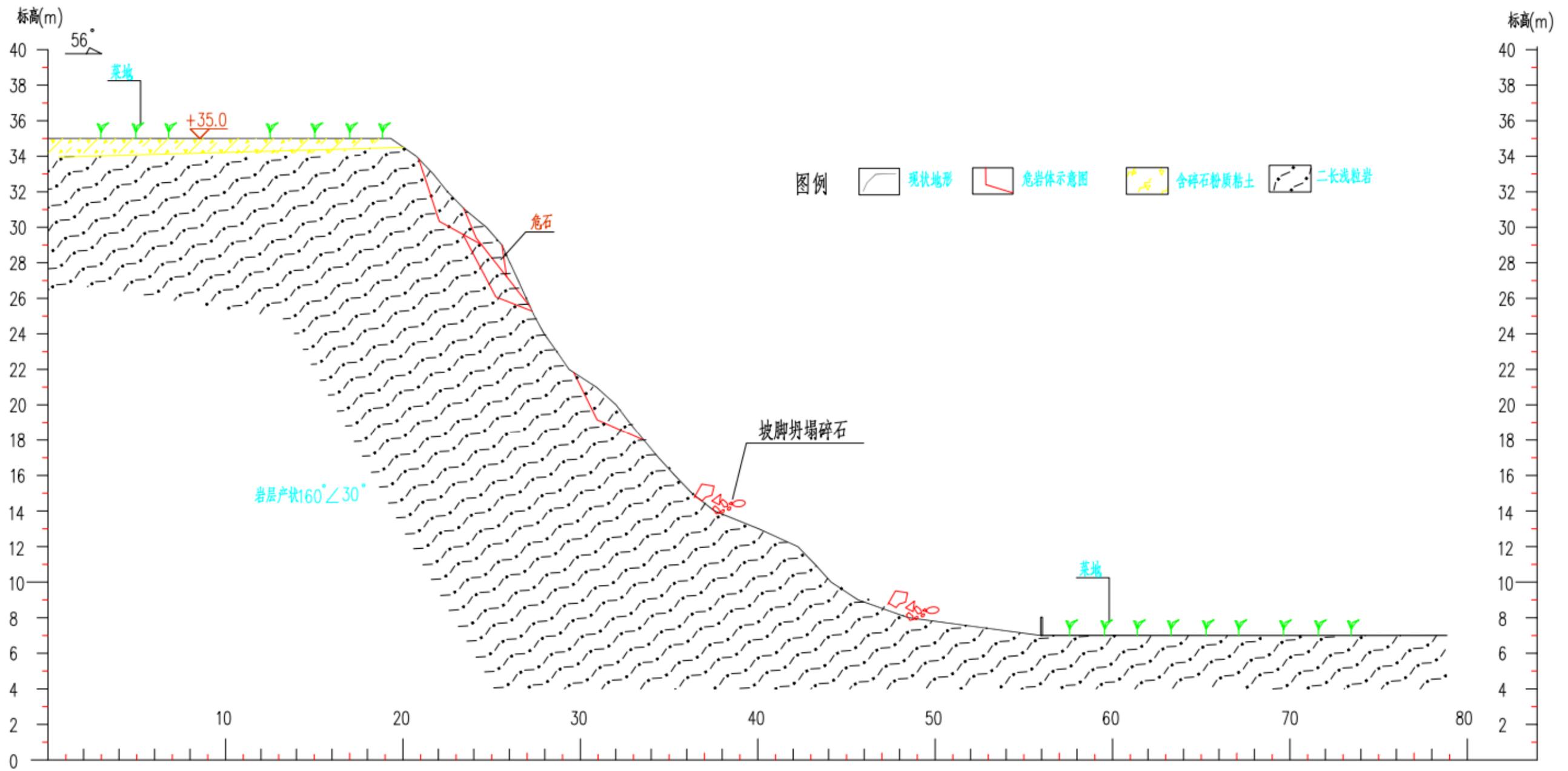
图 3-7 地质平面图



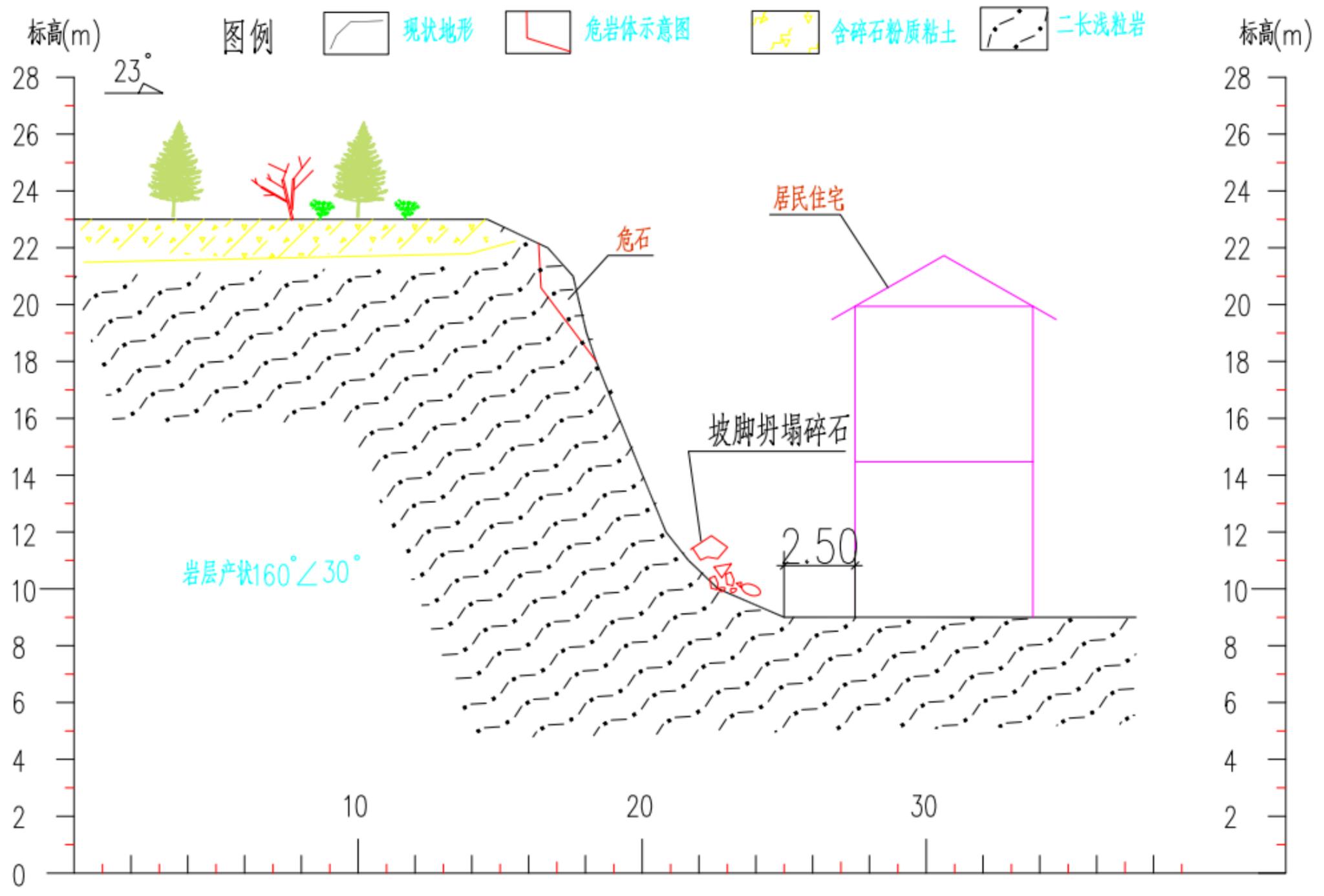
1-1 剖面图



2-2剖面图



3-3剖面图



4-4 剖面图

## 二. 边坡稳定性影响因素

### (一) 内部因素

#### 1. 地形地貌条件

受过去开山采石影响,导致原始山体被切坡,形成了高度 27.0~32.0m 的边坡,坡度在 60° ~ 70°,中上部坡面更加陡立,局部反倾,陡峭的临空面为斜坡变形、破坏和运动提供了有利的空间条件,决定着其潜在的不稳定性。自然状态下,受坡体自身重力作用具有向临空方向变形的趋向。

#### 2. 坡体地层结构和岩性特征

山体组成岩性主要为云台岩群花果山岩组变粒岩,发育有多组节理,结构面相互交切,将岩石切割成块体,破坏了岩体的完整性,岩体质量等级降低,并有利于雨水入渗,软化坡体,并形成净水压力。

### (二) 外部因素

#### 1. 切坡活动

切坡活动一般采用爆破法,爆破震动使得岩体结构受到损伤,变得更加破碎。不规则切坡以一面墙形式为主,陡立边坡应力重分布后,容易形成卸荷裂隙和局部应力集中。

#### 2. 水体作用

雨季坡面汇流,加之雨后排水滞后,导致表层土体、基岩裂隙饱水,强度降低,干湿循环,导致岩体风化加剧,裂隙深切。连云港市属暖温带与北亚热带过渡地带,年降雨量超过 1000mm,特别是持续的梅雨和汛期的集中降雨,雨水容易沿着岩体中的裂隙渗入岩层内,导致岩体松动,脱离母岩,诱发岩体崩塌。

## 三. 边坡破坏模式及破坏机理

### (一) 常见的边坡破坏类型

常见到的边坡变形破坏主要有松弛张裂、蠕变变形、崩塌、滑坡四种类型。此外尚有塌滑、错落、倾倒等过渡类型,另外泥石流也是一种边坡破坏的类型。

### (二) 边坡崩塌破坏形成机理

治理区地质灾害类型为崩塌,主要发育崩塌落石灾害,崩塌落石大多堆积于坡脚,个别落石存在触底反弹现象。根据本次地面调查场地内危岩体的形成主要受裂隙、温差效应及高陡的临空面及暴雨冲刷的影响。

#### 1. 裂隙

砂岩中的层理、构造裂隙、卸荷裂隙共同控制了危岩发育规模和变形特征。区内危岩体发育的节理裂隙基本与危岩带走向、倾向相近,沿构造裂隙在陡崖处发育卸荷裂隙,卸荷裂隙多呈弧状、弯折状,产状不规则,裂隙张开度较大,部分被粘土或碎石充填,为陡崖带形成危岩体的主控因素。

#### 2. 温差效应

温差效应产生的疲劳破裂和软弱夹层的塑性流动是使硬层砂岩产生次生拉裂缝的主要力学原因。斜坡岩体在冬夏温差应力作用下,冬天因收缩在砂岩突出体部位产生拉应力集中,夏天由于膨胀产生压应力集中。因为岩石的抗拉强度低,在年复一年的拉、压互换循环荷载下,砂岩体易于产生张性破坏。

#### 3. 高陡临空面

局部危岩体前缘临空,后缘及两侧还受两组裂隙切割呈块体状,为危岩的形成提供了必备的地形条件。

#### 4. 危岩崩塌诱发因素

暴雨、地震为危岩发生崩塌的主要诱发因素,其次植物根劈作用和温度也有一定影响。

暴雨是诱发危岩崩塌的主要因素,降水后通过陡崖后缘的卸荷裂缝渗漏到陡崖裂隙内,降低了裂缝的力学性能,同时,增加了裂缝内的水压力,诱发危岩崩塌的发生;地震等震动可促进陡倾结构面(裂缝)的扩展,促进危岩崩塌的产生;植物的根劈作用使岩体的稳定性有所降低,根茎沿危岩裂隙生长、裂隙扩大,使危岩体产生向临空方向的变形破坏;区内昼夜温差较大,温度作用的差异使危岩体呈现不均匀受热状态,加快岩体的风化作用,尤其对软质岩体和裂缝的充填物尤为明显,在温度变化过程中产生的热胀冷缩作用始终保持向下位移的总趋势,为崩塌发育中的因素之一。

## 第四章 边坡稳定性分析及评价

### 一. 边坡稳定性分析方法

治理区地质灾害类型为**岩质崩塌**，(1)首先根据边坡的变形破坏特征，崩塌地质灾害现状，采用《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112—2021)进行定性评价；(2)根据《崩塌防治工程勘查规范》(TCAGHP011-2018)和《崩塌防治工程设计规范》(TCAGHP032-2018)，针对岩质崩塌，根据野外详细的结构面调查资料对结构面进行分组统计，采用赤平投影法进行半定性评价。

#### (一) 定性评价

崩塌地质灾害稳定性评价根据《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112—2021)中崩塌发育程度分级表进行评价(表 4-1)。

表 4-1 崩塌发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	崩塌处于欠稳定—不稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布多，大多已发生。崩塌体上方发育多条平行沟谷的张性裂隙，主控裂隙面上宽下窄，且下部向外倾，裂隙内近期有碎石土流出或掉块，底部岩土体有压碎或压裂状；崩塌体上方平行沟谷的裂隙明显
中等发育	崩塌处于欠稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布较少，有个别发生。危岩体主控破裂面直立呈上宽下窄，上部充填杂土生长灌木杂草，裂面内近期有掉块现象；崩塌上方有细小裂隙分布
弱发育	崩塌处于稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布但均无发生，危岩体破裂面直立，上部充填杂土，灌木年久茂盛，多年来裂面内无掉块现象；崩塌上方无新裂隙分布

参照表 4-1 中关于崩塌定性评价的标准，并结合边坡的变形破坏特征、崩塌地质灾害现状，分析认为，治理区崩塌处于欠稳定—不稳定状态，周边同类崩塌分布多。崩塌体上方发育多条张性裂隙，主控裂隙面上宽下窄，且下部向外倾，崩塌上方裂隙明显发育程度强。因此定性评价认为，治理区崩塌发育程度强，稳定性差。

#### (二) 边坡 CSMR 法

在评价岩质边坡稳定性方面，SMR (Slope Mass Rating) 体系在国际上获得广泛应用。它综合考虑了岩体的单轴抗压强度、RQD、节理条件、结构面倾向、倾角与坡面倾角的相互关系、地下水等方面的因素对边坡稳定性的影响。Romama 于 1985 年引入了考虑节理和边坡相互关系的 SMR 系统，

是国际上应用比较广泛的边坡总体稳定性评价方法，在此基础上，我国学者提出并引入了边坡高度和结构面条件因素的修正，形成了 CSMR 分类体系 (Chinese System for SMR)。在 CSMR 体系中，CSMR 值的计算是依据经验或回归方法进行的，并把其对应的边坡稳定状态分为 5 级，用评分的方法进行边坡稳定性判断(如表 4-2)。

表 4-2 CSMR 体系评价边坡稳定性评分表

	V	IV	III	II	I
CSMR 评分	0~20	21~40	41~60	61~80	81~100
岩体特征	非常差	差	一般	好	非常好
稳定性	极不稳定	不稳定	部分稳定	稳定	极稳定
破坏模式	平面滑动，类似土质滑坡	大规模的平面或楔形体	小规模的平面或楔形体	掉块	无
加固方式	重建	大规模加固	系统加固	局部加固	无

表 4-3 RMR 分类参数及评价标准表

参数		评分标准							
1	岩石强度 (MPa)	点荷载强度	>10	4~10	2~4	1~2	使用单轴抗压强度		
		单轴抗压强度	>250	100~250	50~100	25~50	5~25	1~5	<1
	评分	15	12	7	4	2	1	0	
2	岩石质量指标 RQD (%)	90~100	75~90	50~75	25~50	<25			
	评分	20	17	13	8	3			
3	不连续结构面间距 (cm)	>200	60~200	20~60	6~20	<6			
	评分	20	15	10	8	5			
4	不连续面条件	非常粗糙的面，不连续，未张开，节理壁未风化	轻微粗糙的面，张开度小 1mm，轻微风化节理壁	轻微粗糙的面，张开度小 1mm，强风化节理壁	摩擦光面或断层泥大于 1~5mm，张开度 1~5mm. 连续	软到断层况小子 1~5mm，或张开度大于 5mm，连续			
		评分	30	25	20	10	0		
5	地下水条件	每 10m 洞身的流量 (L/min)	无	<10	10~25	25~125	>125		
		节理水压力/主	0	<0.1	0.1~0.2	0.2~0.5	>0.5		

	应力 $\sigma$					
	总体条件	完全干燥	潮湿	湿润	滴水	流水
评分		15	10	7	4	0

表 4-4 不连续结构面分类

参数	评分标准				
不连续结构面长度 (延展性)	<1m	1~3m	3~10m	10~20m	>20m
评分	6	4	2	1	0
张开度	无	<0.1mm	0.1~1.0mm	1~5mm	>5mm
评分	6	5	4	1	0
粗糙度	很粗糙	粗糙	轻微粗糙	光滑	摩擦镜面
评分	6	5	3	1	0
充填物	无	坚硬充填物小于 5mm	坚硬充填物大于 5mm	软弱充填物小于 5mm	软弱充填物大于 5mm
评分	6	4	2	1	0
风化作用	未风化	微风化	弱风化	强风化	分解
评分	6	5	3	1	0

表 4-5 结构面方向修正

情况		非常有利	有利	一般	不利	非常不利
平面滑动	$\gamma 1 =  \alpha_j - \alpha_s $	>30°	30° ~20°	20° ~10°	10° ~5°	<5°
倾倒滑动	$\gamma 1 =  \alpha_j - \alpha_s - 180^\circ $					
平面滑动	F1	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
倾倒滑动						
平面滑动	$\gamma 2 =  \beta_j $	<20°	20° ~30°	30° ~35°	35° ~45°	>45°
平面滑动	F2	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
倾倒滑动	F2	1	1	1	1	1
平面滑动	$\gamma 3 = \beta_j - \beta_s$	>10°	10° ~0°	0°	0° ~-10°	<-10°
倾倒滑动	$\gamma 1 = \beta_j + \beta_s$	<110°	110° ~120°	>120°		
平面滑动	F3	0	5	25	50	60
倾倒滑动						

注： $\alpha_s$  为边坡倾向； $\beta_s$  为边坡倾角； $\alpha_j$  为结构面倾向； $\beta_j$  为结构面倾角

表 4-6 边坡开挖方法修正

方法	自然边坡	预裂边坡	光面爆破	常规爆破	无控制爆破
F4	+15	+10	+8	0	-8

### (三) 赤平投影分析

岩质边坡的变形和破坏主要受岩体中发育的结构面控制。采用赤平投影方法分析岩质边坡的稳定性时，主要是基于“结构面组合交线的倾向和倾角”2个要素进行。利用赤平投影方法进行岩质边坡稳定性的分析，可直观地表明各组结构面的组合关系、组合切割体与边坡的相对关系、不稳结构体可能变形失稳的方向等，由此得到边坡变形的边界条件，对边坡的稳定性作出定性分析和评价。

对于单一软弱结构面，顺向坡且弱面倾角  $\alpha < \beta$  时，赤平投影表现为坡面与弱面在同一侧，但坡面投影弧在弱面投影弧的内侧，弱面在坡面上临空，岩体易于滑动，故边坡不稳定。但当顺向坡弱面倾角  $\alpha > \beta$  时，则是比较稳定的。逆向坡时，软弱面倾向坡内，赤平投影表现为坡面与弱面相对，此时边坡一般是稳定的。斜交坡的情况需视弱面倾向与坡面倾向之间的夹角  $\gamma$  而定，若  $\gamma > 40^\circ$ ，边坡是比较稳定的；反之，若  $\gamma < 40^\circ$ ，则边坡不太稳定。

对于两组软弱结构面的边坡，其稳定性由弱面交线的产状控制，可分为三种情况：①交线倾向坡内，在赤平投影图上，两组结构面投影弧交线与坡面投影弧相对，边坡是稳定的；②交线的倾向与坡面倾向一致，但其倾角小于坡角，在赤平投影图上，结构面投影弧交线与坡面弧同在一侧，但位于坡面弧的外侧，此时边坡不稳定。③交线的倾向与坡面倾向一致，但其倾角大于坡角，此时边坡比较稳定。

三组软弱结构面的边坡，可以转化为两组软弱结构面的情况加以分析，亦可以判断边坡的稳定性。

### 二. 边坡析稳定性分析

#### (一) 采用言土赤平投影软件分析

边坡坡向  $232^\circ$ ，坡度为  $70^\circ$ ，岩层产状  $160^\circ \angle 30^\circ$ 。岩体破碎，节理裂隙发育，主要发育两组裂隙，裂隙产状  $240^\circ \angle 60^\circ$ 、 $30^\circ \angle 40^\circ$ 。

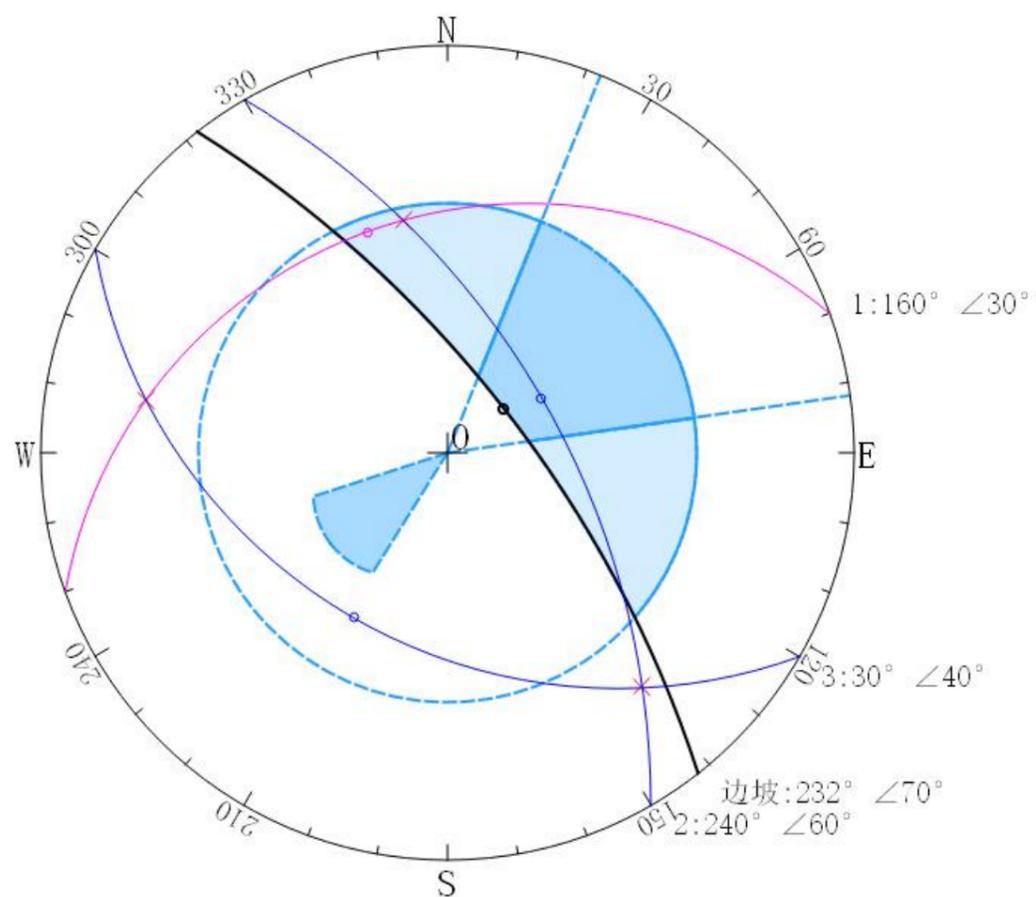


图 4-1 赤平面投影分析图

表 4-7 赤平面投影分析表

滑动破坏	楔形体破坏	倾倒破坏
<p>1、层理 160°∠30°: 结构面倾角缓于边坡换算倾角且大于摩擦角 27°, 但与边坡的倾夹角大于 30°, 状态为稳定</p> <p>2、节理 240°∠60°: 结构面倾角缓于边坡换算倾角且大于摩擦角 27°, 倾向与边坡的倾夹角小于 30°, 状态为不稳定</p> <p>3、节理 30°∠40°: 结构面倾向与边坡反向, 状态为稳定</p>	<p>1×2、169.2°∠29.7°: 楔形体倾角缓于边坡换算倾角且大于摩擦角 27°, 状态为不稳定</p> <p>1×3、99.9°∠16.1°: 楔形体倾向与边坡反向, 状态为稳定</p> <p>2×3、320.3°∠16.2°: 楔形体倾角陡于边坡换算倾角, 状态为稳定</p>	无

从图分析结果可见, 边坡受结构面组合影响, 会出现局部平缓、楔形体滑动破坏。现场调查

情况与分析结果一致, 目前未见典型的大崩塌迹象。但边坡上部的风化岩体和坡顶的残坡积层在降雨、风化作用下, 局部出现剥落、崩塌。其它结构面相互组合关系对边坡整体影响较小, 但多组裂隙将边坡岩石切割成破碎状, 给边坡浮石、危岩形成提供条件。

综上所述, 边坡存在崩塌地质灾害隐患, 在强降雨等因素作用下边坡会发生局部失稳崩塌地质灾害。

(二) 采用 CSMR 法分析

表 4-8 SMR 体系综合评价

分类	评分参数及分类		参数描述及数值	评分值	备注	
RMR	1	岩石强度	点荷载强度	-	-	
			单轴抗压强度	100~250MPa	12	
	2	岩石质量指标 RQD (%)		50~75	13	据节理体密度换算, JV 取值 6
	3	裂隙	间距 (cm)	20~60	10	调查统计结果
	4	粗糙度		轻微粗糙	3	
		充填物		无	6	
		张开度		小于 0.1mm	5	
连续性		10~20m	1			
	岩石风化程度		弱风化	3		
5	裂隙水		完全干燥	15		
	总分	68				
CSMR	CSMR = $\xi RMR - \lambda F_1 F_2 F_3 + F_4$			评分	备注	
	结构面方向修正	F1	0.4	53.1	$\gamma 1 =  \alpha_j - \alpha_s  = 24^\circ$	
		F2	1		$\gamma 3 = \beta_j - \beta_s = 142^\circ$	
		F3	0		常规爆破	
	边坡开挖方法修正	F4	0		80m 以下取值 1	
边坡高度修正	$\xi$	1	节理面			
结构面条件修正	$\lambda$	0.7				

本项目边坡整体为切向坡, 边坡平均高差约 9.0m, 边坡整体坡度 50°~60°。根据评分结果 (如表 4-8), RMR 综合评分为 68 分, CSMR 综合评分为 53.1, 属“II 类”边坡, 说明本区边坡岩体质量“好”, 边坡处于“稳定”状态, 主要破坏模式为“掉块”, 需要进行“局部加固”。

## 第五章 地质灾害危险性评价

### 一. 边坡危险性分析

#### (一) 基本原理

崩塌落石是斜坡或高陡坡上的个别危岩体在重力和其他外力作用下,突然向下滚落的现象。通过分析落石的运动学原理,计算分析崩塌落石的运动轨迹,可以为实际工程提供依据。分析落石运动学方法主要是以牛顿三大定律和碰撞理论为指导,对科研和生产实践中大量的模型试验和现场试验的研究结果进行分析,总结出对落石轨迹影响较大的特征参数,结合运动学公式对落石轨迹进行模拟研究,预测落石的速度,弹跳运动和动能等结果。根据运动学原理,落石运动状态主要分为坠落、滑动、碰撞弹跳、滚动4种类型。以下主要介绍滚动及弹跳模式下的落石速度计算方法、能量计算、终止条件等。

#### 1. 滚动模式下落石速度计算方法

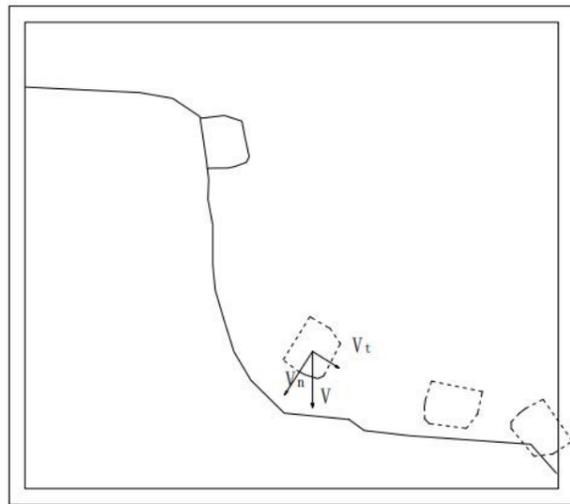


图 5-1 危岩崩塌运动轨迹示意图

当落石以滚动模式运行时,其运动轨迹即为坡面形状,其运动变化主要受坡面摩擦作用控制,则平行于坡面的运动速度可计算为:

$$v' = (v'^2 + 2as)^{1/2}$$

$$a = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$$

$$v' = v_1' \cos(\theta_1 - \theta) \quad \square \quad \square$$

式中:  $v'$ ——计算点的落石运动速度(m/s),  $v_1'$ ——计算段初始点的落石运动速度(m/s),

$v_1'$ ——前一计算点的运动速度(m/s),  $g$ ——重力加速度,  $9.8\text{m/s}^2$ ,

$a$ ——计算段内落石运动加速度 ( $\text{m/s}^2$ ),  $s$ ——计算段坡面长度(m),

$\theta$ ——计算段坡角( $^\circ$ ),  $\mu$ ——摩擦系数。

#### 2. 弹跳模式下落石速度与轨迹计算方法

在弹跳运动模式下,其运动轨迹为各触地点间落石抛物线段的组合,其运动速度的大小和方向均受坡面阻尼作用的影响,则触地后的落石弹起速度可计算为:

$$v_x' = A_1 \cos \theta - A_2 \sin \theta$$

$$v_y' = -A_1 \sin \theta - A_2 \cos \theta$$

$$A_1 = R_t(v_x' \cos \theta - v_y' \sin \theta)$$

$$A_2 = R_n(v_x' \sin \theta - v_y' \cos \theta)$$

式中:  $v_x'$ ——落石触地弹跳前 x 方向的速度(m/s),  $v_y'$ ——落石触地弹跳前 y 方向的速度(m/s),

$v_x''$ ——落石触地弹跳后 x 方向的速度(m/s),  $v_y''$ ——落石触地弹跳后 y 方向的速度

(m/s),  $R_t$ ——计算点处坡面的切向阻尼系数,  $R_n$ ——计算点处坡面的法向阻尼系数。

以计算所得的 x 与 y 方向的速度,以此作为落石抛物线运动轨迹的初始速度,计算下一触点前的瞬间速度大小和方向、触地点的位置(运动抛物线与坡面线的解析交点)。

#### 3. 落石能量计算方法

石块在坡体上的运动较复杂,可简单为平动和转动的复合,所以石块运动过程中除产生平动动能  $E_1$  外,还由转动产生转动动能  $E_2$ ,石块动能  $E$  为两者之和,即:

$$E = E_1 + E_2$$

据经验,转动动能  $E_2$  约为平动动能  $E_1$  的 0.2 倍,即:

$$E_2 = 0.2E_1 \quad \text{则} \quad E = 1.2E_1 = 0.2mv^2$$

式中:  $m$ ——崩落块石质量, kg;

$v$ ——块石运动速度, m/s。

#### 4. 崩落距离计算

落石终止速度  $< 0.1\text{m/s}$  即可认为该落石停止运动,据此验算落石崩落最终距离。

### (二) RocFall 软件评价边坡落石风险统计分析简介

RocFall 是由瑞士布鲁克公司开发的一款用来评价边坡落石风险的统计分析(Statistical Analysis of Rockfalls)软件,它可以分析出整个边坡落石的动能、速度和

弹跳高度包络线，落石滚动终点的位置，沿坡面线的动能、速度和弹跳高度分布等，并自动计算其统计学规律。边坡上部的危石块体相对边坡中下部有较大的势能，危石在自然营力的作用下从静止开始向下运动，危石变成落石，速度以重力加速度增长，势能转换为动能，当落石与坡面接触发生反弹，根据坡面接触点的法向阻尼系数和切向阻尼系数的不同，落石的弹跳高度亦不同。此时接触坡面对落石产生消能作用，致使落石的动能衰减，直至落石停留动能为零。整个过程遵循能最的转化和守恒定律。通过对项目区典型剖面上落石运动轨迹的模拟计算，分析确定落石集中区、最大弹跳高度、最远落石距离等，为落石的防护提供设计参考。

### (三) 参数选取

针对项目区崩塌落石，落石风险统计分析选取 1-1、2-2、3-3、4-4 剖面进行计算分析。计算坡面选用介质类型为裸露基岩，落石崩塌计算参数如表 5-1。

表 5-1 落石崩塌计算参数取值表

介质类型	法向阻尼系数 Rn	切向阻尼系数 Rt	摩擦系数
基岩	0.40	0.86	0.58
草地	0.32	0.80	0.58

### (四) RocFall 计算结果

通过 RocFall 软件对 1-1、2-2、3-3、4-4、5-5 剖面坡顶落石的模拟崩塌路径进行计算，计算结果如表 5-2 所示。

表 5-2 崩塌落石覆盖范围计算结果统计表

计算剖面	落石最大弹跳高度 (m)	最远水平距离 (距坡脚) (m)
剖面 1-1	1.00	39.70
剖面 2-2	0.28	30.96
剖面 3-3	1.65	34.25
剖面 4-4	0.35	21.16

通过对勘察区危岩带各危岩体崩落距离的预测，一般水平落距为 15.0~35.0m，最大水平落距近 40m，预测分析结果与实地调查落距基本一致。

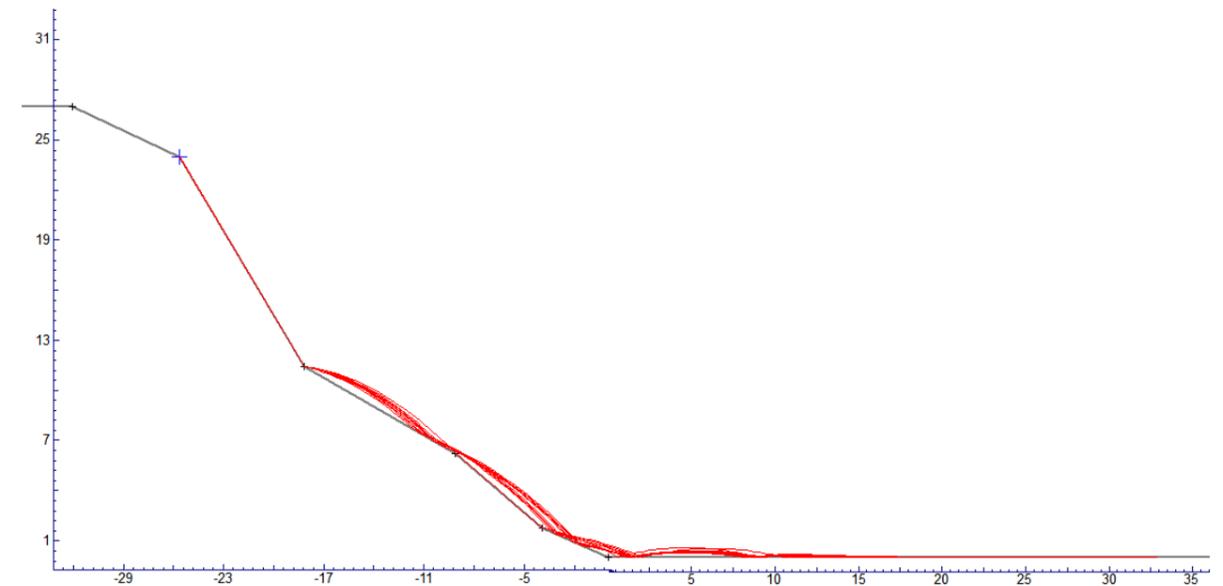


图 5-2 1-1' 剖面计算结果简图

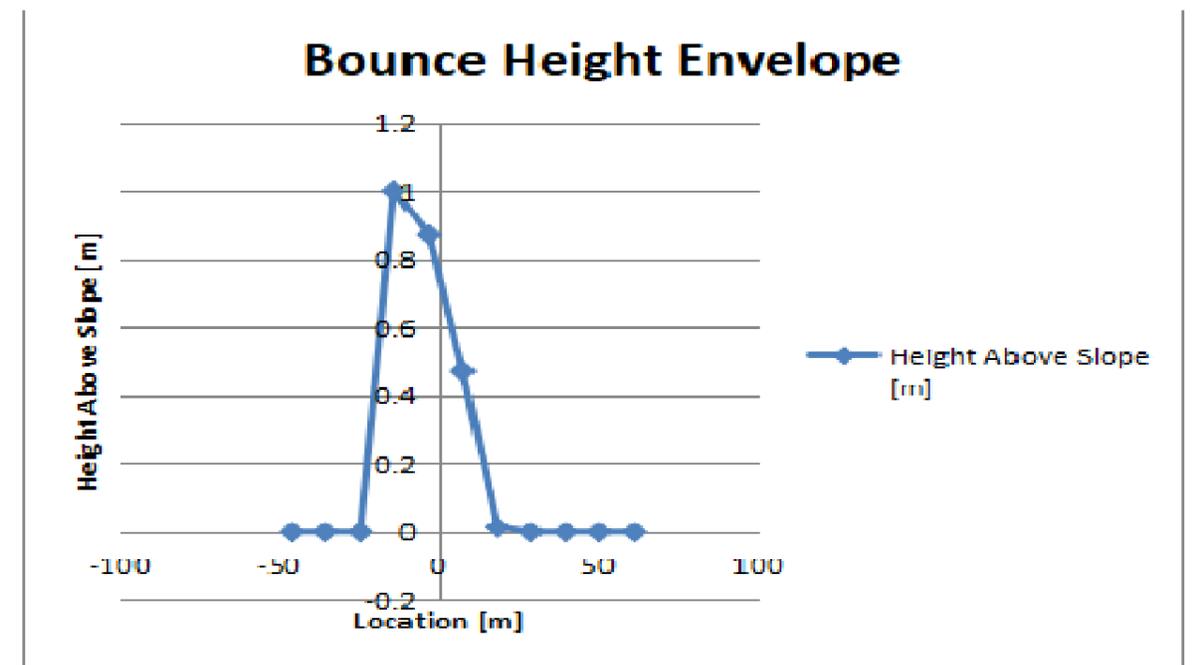


图 5-3 1-1' 剖面计算结果简图

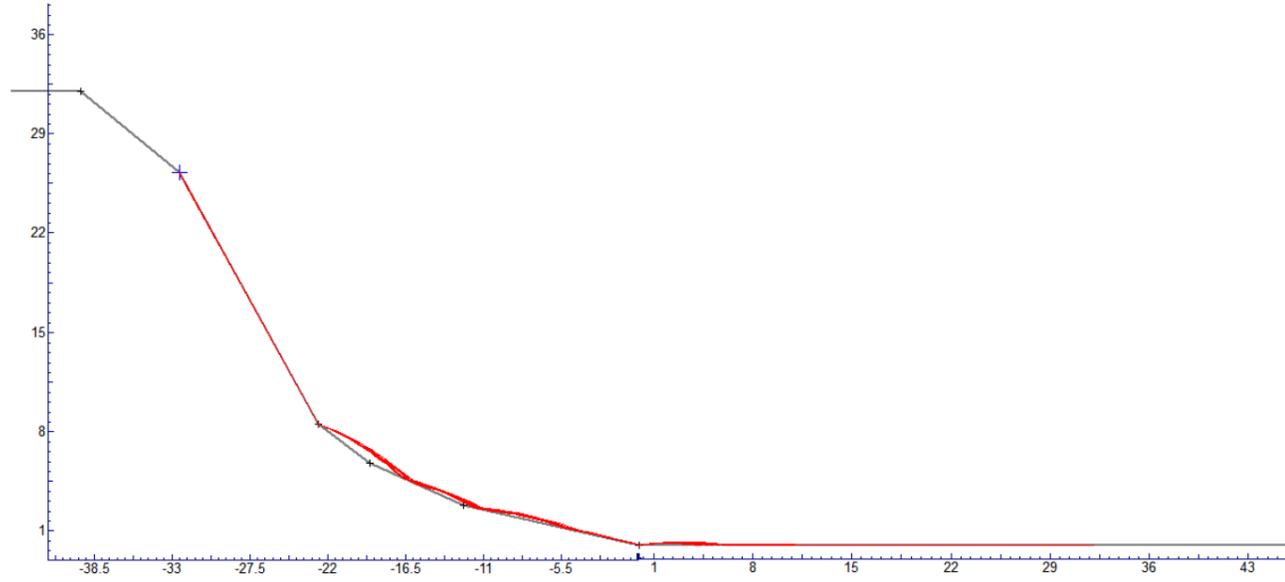


图 5-4 2-2' 剖面计算结果简图

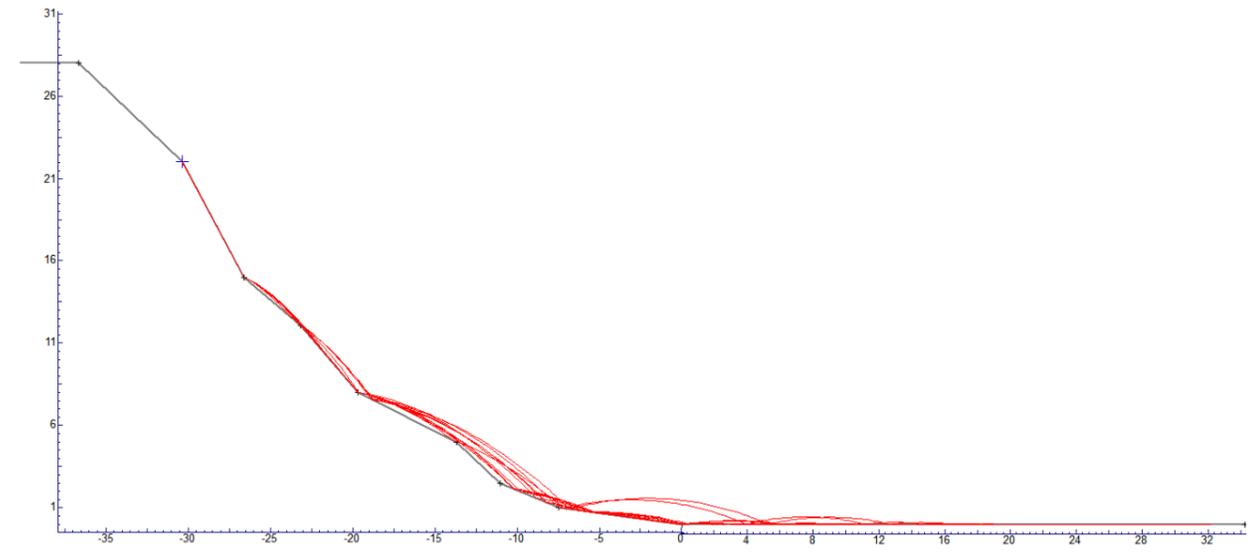


图 5-6 3-3' 剖面计算结果简图

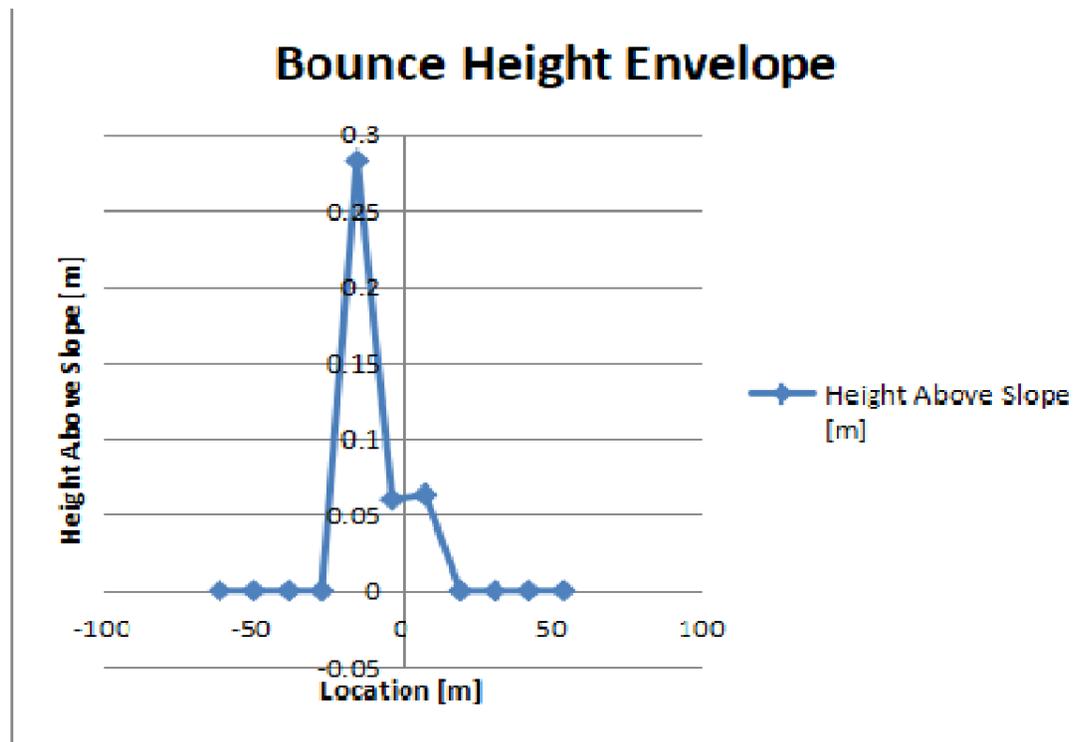


图 5-5 2-2' 剖面计算结果简图

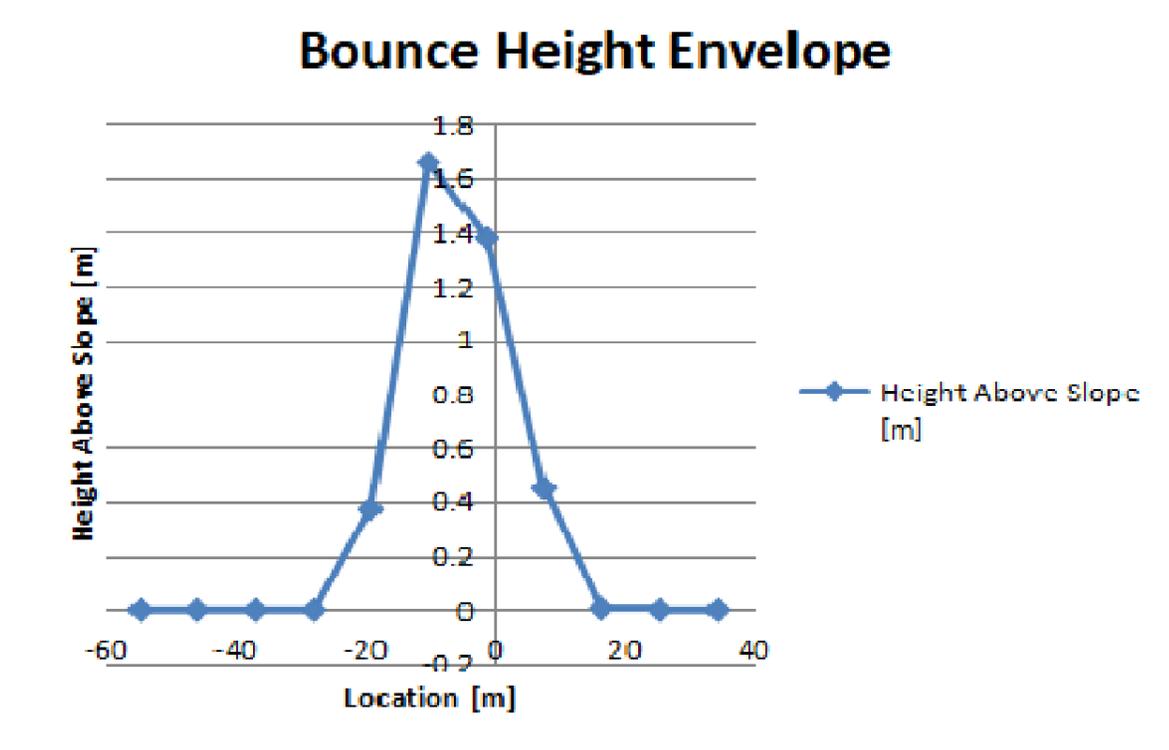


图 5-7 3-3' 剖面计算结果简图

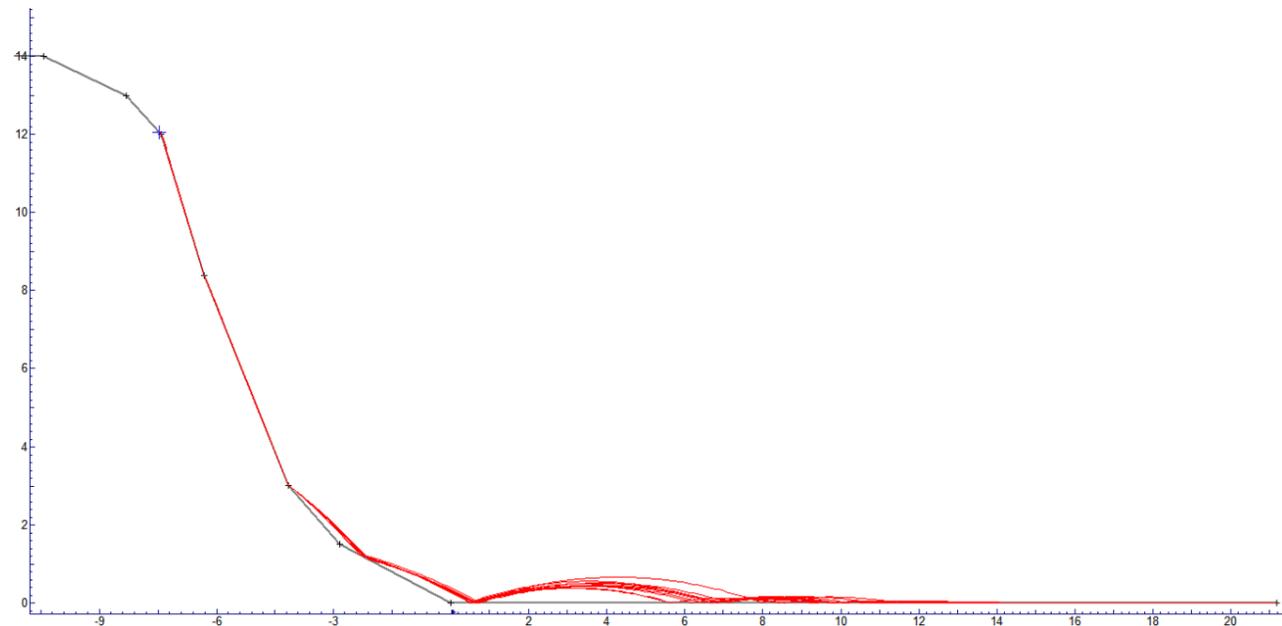


图 5-8 4-4' 剖面计算结果简图

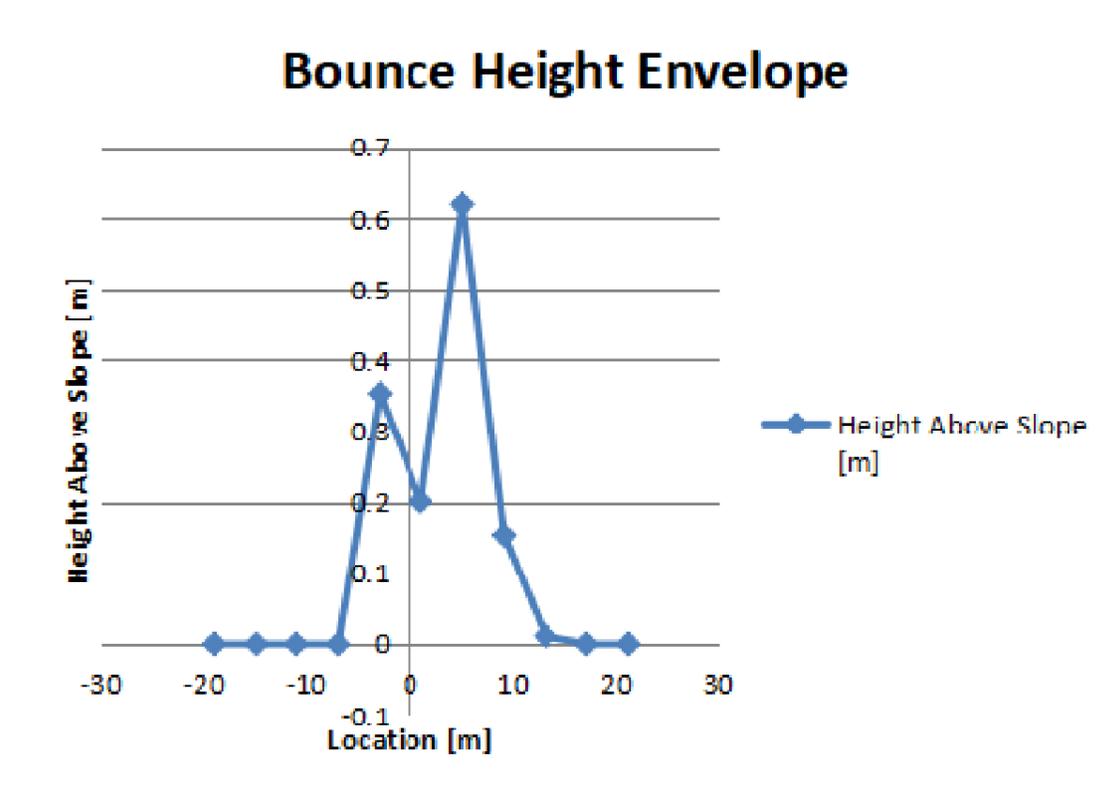


图 5-9 4-4' 剖面计算结果简图

## 二. 地质灾害危险区划分

### (一) 致灾区

致灾区即为崩塌体本身的区域（含潜在崩塌区），项目区潜在崩塌区面积约 2550m<sup>2</sup>。致灾区范围见图 5-10。

### (二) 承灾区

承灾区是因崩塌造成人员伤亡和财产损失的区域，根据实地对崩落砂岩块石位置的调查和对危岩体崩落水平距离的计算，按大值确定危岩影响范围。根据现场调查，其影响距离为 15.0~35.0m 左右，面积为 3110m<sup>2</sup>。



图 5-10 危险区范围图

## 三. 地质灾害危险性评价

### (一) 地质灾害发育程度

崩塌地质灾害发育程度参照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112—2021），按表 5-3 进行评价。

表 5-3 崩塌发育地质灾害分级表

发育程度	发育特征
强发育	崩塌处于欠稳定~不稳定状态,评估区或周边同类崩塌分布多,大多已发生;崩塌体上方发育多条平行沟谷的张性裂隙,主控裂隙面上宽下窄,且下部向外倾,裂隙内近期有碎石土流出或掉块.底部岩(土)体有压碎或压裂状;崩塌体上方平行沟谷的新生裂隙明显。
中等发育	崩塌处于欠稳定状态,评估区或周边同类崩塌分布较少.有个别发生;危岩体主控破裂面直立呈上宽下窄,上部充填杂土生长灌木杂草,裂面内近期有碎石土流出或掉块现象;崩塌上方有新生的细小裂隙分布。
弱发育	崩塌处于稳定状态,评估区或周边同类崩塌分布但均无发生;危岩体破裂面直立,上部充填杂土,灌木年久茂盛,多年来裂面内无掉块现象;崩塌上方无新裂隙分布。

参照上表标准,并结合边坡的变形破坏特征、崩塌地质灾害现状,分析认为本工程崩塌发育程度中等。

### (二)地质灾害危害程度

同样参照《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112—2021),按表 5-4 进行地质灾害危害程度评价。评价认为本工程地质灾害危害程度小。

表 5-4 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数/人	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	>3~ <10	>100~ <500	>10~ <100	>100~ <500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

注 1: 灾情,指已发生的地质灾害,采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。注 2: 险情:指可能发生的地质灾害,采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。注 3: 危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。

### (三)地质危险性评价

地质灾害危险性评价等级分为危险性大、危险性中等和危险性小三个等级,以地质灾害发育程度和危害程度作为因素综合评价。根据下表,本工程边坡崩塌地质灾害发育程度中等、危害程度小,地质灾害危险性小。

表 5-5 崩塌发育程度分级表

发育程度			危害程度	诱发因素
强发育	中等发育	弱发育		
危险性大	危险性大	危险性中等	危害大	自然,人为
危险性大	危险性中等	危险性中等	危害中等	
危险性中等	危险性小	危险性小	危害小	

## 第六章 边坡治理设计方案

### 一. 设计的目标及原则

防治工程目标是通过工程治理和其它综合措施，达到消除地质灾害隐患，确保崩塌滑坡影响区范围内居民的生命财产安全。治理工程遵循以下原则：

1. 贯彻“以人为本”的原则，全面规划、突出重点、兼顾其它。
2. 确保治理工程的科学性，尽可能做到既切实可行又安全有效，治理方案的地质依据充分。
3. 治理方案应体现技术可行、经济合理、结构简单，实施过程安全可靠、可操作性强。
4. 因地制宜，就地取材，节省防治费用。
5. 工程治理与项目区相关规划相结合，工程措施与长期监测、群防措施相结合。
6. 工程治理兼顾文物保护的需要。

### 二. 防治工程等级

根据《崩塌防治工程勘察规范（试行）》（T/CAGHP 011-2018），崩塌防治工程等级可根据崩塌灾害威胁对象及其重要性等因素，按表 6-1 进行划分。受崩塌威胁设施的重要性分类按表 6-2 确定。

表 6-1 崩塌防治工程等级划分

崩塌防治工程等级		特级	I 级	II 级	III 级
威胁对象	威胁人数/人	≥5000	≥500 且 <5000	≥100 且 <500	<100
	威胁设施的重要性	非常重要	重要	较重要	一般

注：表中只要满足 1 项即可按就高原则划分为对应等级。

表 6-2 受崩塌威胁设施重要性分类

重要性	设施类别
非常重要	放射性设施、核电站、大型地面油库、危险品生产仓储、政治设施、军事设施等
重要	城市和城镇重要建筑（含 30 层以上的高层建筑）、国家级风景名胜区的寺庙、列入全国重点文物保护单位的寺庙、高等级公路、铁路、机场、学校、大型水利水电工程、电力工程、大型港口码头、大型矿山、油（气）管道和储油（气）库等
较重要	城市和城镇一般建筑、居民聚居区、省级风景名胜区、列入省级文物保护单位的寺庙、边境口岸、普通二级（含）以下公路、中型水利工程、电力工程、通信工程、港口码头、矿山、城市集中供水水源地等

一般	居民点、小型水利工程、电力工程、通信工程、港口码头、矿山、乡镇集中供水水源地、村道等
注：表中未列项目可根据有关技术标准和规定按大、中、小型分别确定其重要性等级。大型为重要，中型为较重要，小型为一般。	

项目区崩塌地质灾害威胁人数 < 100、威胁设施的重要性为较重要，地质灾害防治工程等级为 II 级。

### 三. 设计工况及安全等级

根据《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/CAGHP 032-2018），各种工况下的安全系数取值如下：

1. 天然工况，安全系数取 1.30；
2. 自重+降雨工况，安全系数取 1.30。
3. 地震工况（校核工况），安全系数取 1.10。

表 6-3 危岩稳定设计安全系数

崩塌破坏类型	崩塌防治工程等级							
	特级		I 级		II 级		III 级	
	一般工况	校核工况	一般工况	校核工况	一般工况	校核工况	一般工况	校核工况
滑移式	1.40	1.15	1.40	1.15	1.30	1.10	1.20	1.05
倾倒式	1.50	1.20	1.50	1.20	1.40	1.15	1.30	1.10
坠落式	1.60	1.25	1.60	1.25	1.50	1.20	1.40	1.15

注：一般工况指天然工况和暴雨（融雪）工况，校核工况指地震工况。

### 四. 参数选取

#### （一）岩土体强度参数

参照《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）4.3.1 条中结构面强度指标标准值（表 6-3），结合我院在无锡地区通过室内试验获得的同类岩土体测试结果，综合取值如表 6-4。

表 6-4 结构面抗剪强度指标标准值

结构面类型	结构面结合程度	内摩擦角 $\phi$ (°)	内聚力 c (kPa)
-------	---------	-----------------	-------------

硬性结构面	1	结合好	> 35	> 130
	2	结合一般	35~27	130~90
	3	结合差	27~18	90~50
软弱结构面	4	结合很差	18~12	50~20
	5	结合极差(泥化层)	<12	<20

注：1、除第1项和第5项外，结构面两壁岩性为极软岩、软岩时取低值；  
2、取值时应考虑结构面的贯通程度；  
3、结构面浸水时取较低值；  
4、临时边坡可取高值；  
5、已考虑结构面的时间效应；  
6、未考虑结构面参数在施工期和运行期受其他因素影响发生的变化，当判定不利因素时，可进行适当折减。

表 6-5 边坡稳定性计算参数表

岩土体类型	天然工况			暴雨工况		
	天然重度 (kN/m <sup>3</sup> )	C (kPa)	$\varphi$ (°)	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	C (kPa)	$\varphi$ (°)
碎石土	19.0	12.0	9.0	20.0	10.0	8.0
岩体结构面	26.0	35.0	22.0	27.0	32.0	20.0

### (二) 岩土施工难度分级

参照《岩土工程勘察规范》(DGJ/TJ 208-2016)附录 A，根据岩土性质和施工难易程度进行岩土施工工程分级，如表 6-6。

表 6-6 岩土施工工程分级

岩土名称	等级	分类	开挖方法
碎石土	III	硬土	必须用镐先全部松动才能用锹挖。挖掘机、带齿尖口装卸机不能满载、大部分采用松土器松动方能铲挖装卸
破碎—较破碎砂岩,局部泥岩夹层	VI	较软岩	能用液压冲击镐解碎,大部分需用爆破法开挖

### (三) 锚固体极限粘结强度

参照《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013) 8.2.3 条中岩石与锚固体极限粘结强度标准值，项目区岩体为茅山组中风化石英砂岩夹粉砂质泥岩，属较硬岩夹较软岩， $f_{rbk}$ 取 1200kPa。杆体抗拉安全系数取 2.0，锚固体抗拔安全系数取 K=2.4。

表 6-7 岩石与锚固体极限粘结强度标准值

岩石类别	$f_{rbk}$ 值 (kPa)
极软岩	270~360
软岩	360~760
较软岩	760~1200
较硬岩	1200~1800
坚硬岩	1800~2600

## 五. 施工条件分析

### (一) 交通条件

项目区位于连云港连云区中云街道云门寺村村委西南 150m，人员设备通过云门寺村路运输，材料、设备容易运输和堆放。

### (二) 场地条件

1. 坡脚紧临居民楼，**施工中产生的噪声、震动、粉尘污染等会对小区居民楼、道路及居民正常生活造成一定程度的影响**；施工单位进场前需会同甲方与当地居民进行沟通，确保项目顺利进行。

边坡坡面陡峭，地形起伏明显，高差大，施工条件差，施工难度大，同时施工安全要求高，施工单位进场前需要对施工条件进一步进行详细调查并制订应急预案，施工期间需要加强安全防护措施，采取临时性围挡，保证施工安全及周边小区安全；

2. 项目区坡顶需要开拓施工便道，对部分原有林地会有局部破坏，施工完成后需对施工便道进行植被恢复。

### (三) 施工水电

施工用水可从项目云门寺村小区管网汲取；施工用电可从周边输电线路接入，能够满足施工要求。

### (四) 施工材料

施工材料主要有钢丝绳、水泥、砂子、防护网等，均可从连云港市及周边市场采购。

### (五) 综合分析

治理区施工条件差，施工单位进场前需要对施工条件进一步进行详细调查并制订应急预案，施工期间需采取安全环保等措施。



图 6-1 施工区域及材料、机械运输路线示意

## 六. 总体设计思路

根据边坡治理“卸、排、挡”的基本原则，本工程边坡可采取的方案有坡率法、锚固、挡墙支护等，就本工程而言，边坡为开山采石而成，为岩质边坡，山坡陡峭，山顶危石、悬石较多，稳定性差，易发生崩塌分险。因边坡坡顶和坡脚均有居民生活，紧邻坡脚有居民菜地、果树和住宅，边坡山崖顶部住宅有老人生活。如边坡卸载削坡，则需涉及到修路、大型机械进场及居民协调补偿、石料运输等问题，因此本边坡不适于采用削坡治理方案。综合考虑，本方案以锚杆锚固+主动网防护、坡脚设置被动防护网为主，兼以人工清坡等工程措施。

## 七. 治理工程设计

根据项目区边坡地形条件的不同，把治理区分为2个区（见3-1），I区边坡长56.0m，高度为2.0~14.0m，坡度约68°；II区边坡边长85.0m，高度为20.0~32.0m，坡度约65°；按照因地制宜的原则，采用坡脚被动网护网、坡面危石浮石清理及坡面修整、坡面锚杆主防护网(图6-2所示，II区坡顶部位锚杆锚头+主动网)等措施。具体施工顺序为：

坡脚被动防护网(以及居民楼与坡脚之间围挡)→人工清坡(静态爆破)→锚杆主动防护网→收尾→竣工交验。

### (一) 坡脚被动防护网

II区在清坡之前，需要在坡脚处设置一道被动防护网，被动防护网选用RXI-200型，设计高度2.0m，沿等高线设置；被动防护网具体高程见设计断面图，当施工条件不允许时，被动防护网走向可适当进行调整。

### (二) 危岩、浮石清理、坡面修整

保持现有坡面坡度不变，在锚杆、主动防护网施工前，需要清除治理区坡面危岩、松散浮石，确保坡面无大的危岩及松散浮石分布，方便后续锚杆及主动防护网施工。

### (三) 锚杆+主动防护网(锚头锚杆+主动网)

I区、II区采用锚杆+主动防护网(II区坡顶部位锚杆锚头+主动网)进行主动防护。

#### 1、I区锚杆+主动网

本区域全长粘结钢丝绳锚杆，锚孔直径D=90mm，倾角20°，锚杆水平向间距4.0m，竖向间距3.0m；坡面及坡顶锚杆设计长度3.0m，最顶部一排锚杆为翻边锚杆，主动网翻过坡顶线2m；锚杆均采用2根直径 $\phi$ 16钢丝绳，钢丝绳抗拉强度设计为1390MPa，标准值为1960MPa，注浆材料为M30水泥静浆。

主动防护网型号为GPS2型。钢丝绳网型为D0/08/300/4×4（即钢丝绳直径为8mm，网孔边长为300mm，网块张紧后外缘边长为4.0m的矩形镀锌钢丝绳网），钢丝格栅网型为S0/2.2/50（即直径为2.2mm的镀锌高强度钢丝、网孔尺寸为50mm的格栅网），纵横向支撑绳为直径16mm钢丝绳，缝合绳为直径8mm镀锌钢丝绳。根据实际地形起伏等因素，钢丝绳网型和钢丝格栅网型的网块规格需进行适当调整以满足实际施工需要。

#### 2、II区危岩体发育部位(图6-2所示)锚头锚杆+主动网

本区域为全长粘结钢丝绳锚杆，锚孔直径D=90mm，倾角20°，锚杆水平向间距2.0m，竖向间距2.0m(锚杆间距水平间距及竖向间距控制在2.0m，如施工困难时，可适当调整，调整后的间距不大于2.5m)；坡面锚杆设计长度6.0m，最顶部一排锚杆为翻边锚杆，长度3.0m，主动网翻过坡顶线2m；锚杆均采用2根直径 $\phi$ 16钢丝绳，钢丝绳抗拉强度设计为1390MPa，标准值为1960MPa，注浆材料为M30水泥静浆。

锚头设置处如凹凸不平处，需用C25素砼填平后再进行锚头施工，锚头为钢筋混凝土，尺寸为0.4m×0.4m×0.3m，混凝土为C25砼，配筋详见大样图。

主动防护网型号为GPS2型。钢丝绳网型为D0/08/300/2×2（即钢丝绳直径为8mm，网孔边长为300mm，网块张紧后外缘边长为2.0m的矩形镀锌钢丝绳网），钢丝格栅网型为S0/2.2/50（即直径为2.2mm的镀锌高强度钢丝、网孔尺寸为50mm的格栅网），纵横向支撑绳为直径16mm钢丝绳，缝合绳为直径8mm镀锌钢丝绳。根据实际地形起伏等因素，钢丝绳网型和钢丝格栅网型的网块规格需进行适当调整以满足实际施工需要。

#### 3、II区其它部位锚杆+主动网

本区域全长粘结钢丝绳锚杆，锚孔直径D=90mm，倾角20°，锚杆水平向间距4.0m，竖向间距3.0m；坡面及坡顶锚杆设计长度3.0m，最顶部一排锚杆为翻边锚杆，主动网翻过坡顶线2m；锚杆均采用2根直径 $\phi$ 16钢丝绳，钢丝绳抗拉强度设计为1390MPa，标准值为1960MPa，注浆材料为M30水泥静浆。

主动防护网型号为GPS2型。钢丝绳网型为D0/08/300/4.0×4.0（即钢丝绳直径为8mm，网孔边长为300mm，网块张紧后外缘边长为4.0m的矩形镀锌钢丝绳网），钢丝格栅网型为S0/2.2/50（即直径为2.2mm的镀锌高强度钢丝、网孔尺寸为50mm的格栅网），纵横向支撑绳为直径16mm钢丝绳，缝合绳为直径8mm镀锌钢丝绳。根据实际地形起伏等因素，钢丝绳网型和钢丝格栅网型的网块规格需进行适当调整以满足实际施工需要。

---

#### (四)附属工程

##### 1、坡脚围挡

因施工时需要材料加工场地，且防止居民进入施工场地，在紧靠居民楼处设置防护墙进行围挡(施工期间需占用农民菜地)。

##### 2、坡顶居民搬迁

因边坡山崖顶部住宅有老人生活，长期在悬崖部位活动存在极大的安全隐患，坡顶区域居住的居民需要搬迁。

##### 3、宣传牌

为进一步加强地质灾害防治工作的宣传力度，提高周边人员防范地质灾害、保护地质环境的意识，宣传、普及相关科学知识，在治理区周边显著位置树立1套宣传牌。

##### 4、道理及场地修复

在进行清坡过程中，清坡产生的块石可能会对坡脚道理及场地造成毁坏，施工完成后需要进行修复。

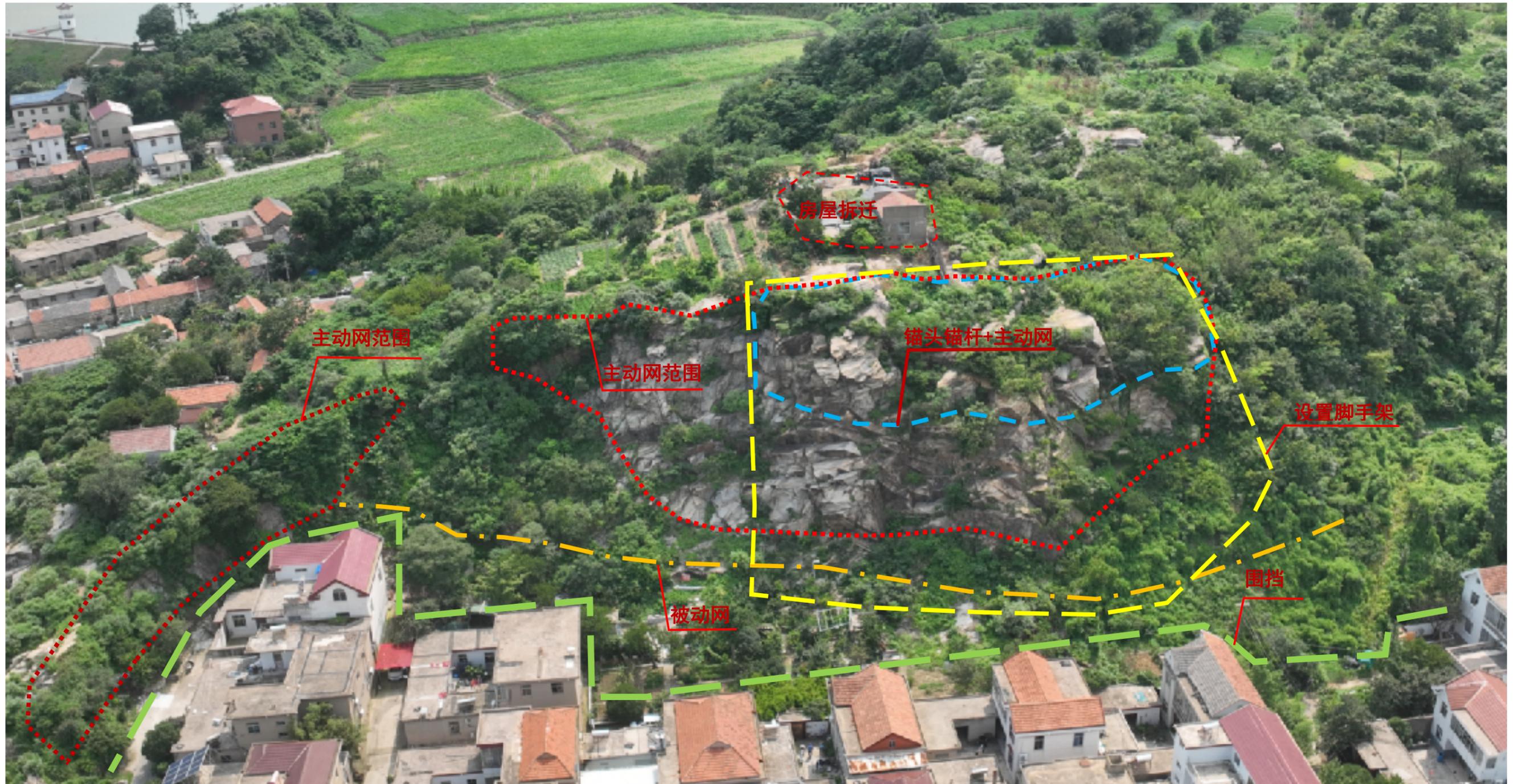


图 6-2 I 区、II 区地质灾害治理平面示意图

## 第七章 监测要求

### 一. 监测目的

1. 掌握地质灾害体在治理工程施工期的动态变化规律，并对地质灾害危险性进行预警。
2. 对地质灾害体在治理工程施工期影响、危及工程施工安全的地质现象和构筑物进行监测并进行预警，确保施工人员与财产安全。
3. 反馈信息，指导治理工程设计及施工。

### 二. 监测基本要求

1. 监测工作应由具有监测资质和相关工作经验的单位承担，参照本设计提出的监测要求和相关规范制定详细的监测方案。

#### 2. 监测等级和监测阶段

本地质灾害防治工程等级为 II 级，监测阶段包括施工期安全监测和防治效果监测。施工期安全监测与治理工程施工同步进行，监测结果作为判断坡体稳定状态、指导施工、反馈设计和防治效果检验的依据。防治效果监测主要用以对坡体进行动态跟踪，了解坡体稳定变化特征，为验证治理工程的可靠性提供科学依据。

### 三. 施工期间安全监测

#### 1. 监测内容

施工期监测内容包括地表大地变形监测和宏观地质巡查两部分。

#### 2. 监测点位布设

施工期地表大地变形监测点位为动态变化点位，本方案不设置施工期间的大地变形监测点位，由监测单位根据地质灾害治理过程中的地质体变化情况，灵活机动布置在稳定性较差部位指导施工。

#### 3. 监测频率

施工安全监测，应从施工开始前至施工竣工初步验收合格后结束。宏观地质巡查每天 1 次，大地变形监测每 1 天一次，如果在施工过程中，地质体发生快速变化，应由监测单位根据实际情况加大监测频率。

### 四. 防治效果监测

#### 1. 监测内容

防治效果监测内容包括地表大地变形监测和宏观地质巡查两部分。

#### 2. 监测点位布设

本次地质灾害治理工程设计布置 5 个地表大地变形监测点，主要位于坡体坡顶位置，具体位置见附图 1 平面布置图。

#### 3. 监测频率

治理工程施工完成后前三个月 15 天监测 1 次，三个月后每月一次，同时在汛期、雨季及有异常情况出现时应加密监测，防治效果监测期为治理工程竣工后 1 个完整水文年，巡视观测同步进行。

### 五. 监测工作量

1. 监测工作量统计见表 7-1。

表 7-1 监测工程量表

阶段	监测内容	点数及点位	监测周期	频率	合计点·次
施工期监测	水平位移	暂定 5 个，具体监测点位由监测单位根据工程实际情况布设。	与施工同步进行，1 个月（30 天）	1 次/1 天，如果在施工过程中，地质体发生快速变化，应由监测单位根据实际情况加大监测频率。	150
	沉降				150
	宏观地质巡查			1 次/天。	30
防治效果监测	水平位移	5 个，具体点位见工程部署图	治理工程竣工后 1 个完整水文年	前 3 个月按照每 15 天 1 次进行，以后按照 1 次/月进行长期监测，一个水文年共计 15 次。	18
	沉降				45
	宏观地质巡查			一个水文年共计 15 次。	15

## 第八章 施工技术要求

### 一. 危岩及浮石清理

1. 对边坡清理危岩、浮石时，在保证按设计要求的坡顶线及坡度的基础上尽量减少坡顶土石方的开挖。危岩体清除顺序为从上至下进行。形成坡度后应结合人工清坡，清除坡面凹凸不平土石层，要求坡面平整、平顺、美观。

2. 施工时根据本施工图设计，结合实际地形进行测量放线，在坡度变化处设控制点。土石方开挖前，应对坡顶及坡脚控制点坐标及高程进行复核。

3. 禁止在不利于边坡稳定的区域内临时弃土、停放设备等加载活动。禁止在暴雨和保水状态下施工作业。清理过程中出现异常变形迹象时应立即暂停施工并及时反馈信息，通知有关单位及时处理。

4. 作业人员按相关安全法规要求系安全带、戴安全帽。施工前在坡下适当位置铺设松散填土及修筑拦渣坎，减少岩块滚动距离，并在坡下设置必要的警戒范围，设置明显的警示牌，禁止任何人员进入警戒区。

5. 清除危岩应严格按自上而下的顺序进行，从高分条带向下逐层依次清理，避免交叉施工引发安全事故。

6. 施工人员首先采用手持凿岩机对岩体进行密集打孔，使岩体变的尽量破碎，之后利用人工方法进行撬除。

7. 清除松散土层及危岩过程中，安排专人进行施工面上方的坡面岩体裂隙观测，如出现变形增大迹象，应立即暂停施工并将施工人员及设备撤至安全区域，在查清原因、采取可靠的安全措施后方可恢复施工。

### 二. 锚杆

#### (一) 原材料及砂浆配合比要求

##### 1. 水泥：

- (1) 水泥采用 42.5 级普通硅酸盐水泥；
- (2) 符合国家有关规范要求，并做相应检验。

##### 2. 钢筋及钢材料要求：

- (1) 本设计中钢筋均为 HRB335 钢。
- (2) 钢筋必须采用焊接或机械连接，如果采用焊接接头必须按施工条件进行试焊，合格后方可正式施作。

4. 焊条：HRB335 采用 E50xx 型。

#### (二) 施工要求

1. 锚杆施工前在现场选取有代表性的岩土层作锚杆抗拔试验，以确定锚固体与地层间的粘结强度及检验锚杆的施工工艺参数，试验锚杆地质条件、锚杆材料和施工工艺与设计锚杆一致。

2. 进场施工前，施工单位需掌握锚杆施工区建（构）筑物基础、地下管线等情况，判断锚杆施工对临近建筑物和地下管线的不良影响，并拟定相应预防措施；

3. 锚杆施工前应检验锚杆的制作工艺；检查原材料的品种、质量和规格型号，以及相应的检验报告。

4. 钻孔机械应考虑钻孔通过的岩土类型、成孔条件、锚固类型、锚杆长度、施工现场环境、地形条件、经济性和施工速度等因素进行选择。可用凿岩机或轻型钻机造孔。

5. 按照锚杆设计深度进行钻锚杆孔，孔深应比设计锚杆长度长 0.5m 以上，钻孔结束后应及时用高压风清除孔内岩体碎屑、粉尘。

6. 锚杆杆体在入孔前清洗孔，除锈、除油，每隔 2.0m 设对中支架，钢筋锚杆需要连接的，可采用机械连接（具体按《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107-2010）执行）。

7. 锚杆放入锚孔前检查杆体质量与长度，安放时要防止杆体弯曲、扭压，不得损坏注浆管和对中支架。钢筋插入深度不少于锚杆设计长度的 95%，钢筋外露孔口长度 50cm。

8. 锚杆注浆灌浆前排放孔内积水；注浆管与锚杆同时放入孔内，注浆管端头到孔底距离为 100mm。

9. 锚孔定位偏差不大于 20mm；锚孔偏斜度不大于 5%；钻孔深度超过锚杆设计长度不小于 0.5m。

10. 注浆并插入锚杆，锚杆外露环套顶端不能高出坡面，且环套段不能注浆，注浆浆体采用 M30 水泥浆，水灰比 0.5，水泥采用 P.042.5 普通硅酸盐水泥，注浆压力为 1.0Mpa。注浆时应确保孔内浆液饱满，注浆完毕，凝固收缩后，孔口应进行补浆，在进行下一道工序前注浆体养护不少于 3 天。

11. 浆体强度检验用试块的数量每 15 根锚杆一组，每组试块 6 个；

12. 锚杆施工结束并经过养护期后，需根据相关规范要求对锚杆验收试验，验收试验的锚杆应随机抽样。监理、建设或设计单位对质量有疑问的锚杆也应抽样作验收试验。

### 三. 主动防护网施工

1. 主动防护网施工前应对坡面上威胁施工人员安全的浮石进行清理。

2. 从防护区域下沿中部开始向上和两侧放线测量确定锚杆孔位，并在每一孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套长度的凹坑，以确保支撑绳张拉后尽可能紧贴地表，凹坑直径 20cm，深 15cm。

3. 支撑绳下料安装前，应准确量测每根支撑绳两端锚杆间的距离，支撑绳下料时其长度应在测得每根长度的基础上两端各增加 1.0m。将支撑绳从一端锚杆开始依次穿过各锚杆的外露环套，并用拉紧力不小于 5kN 的紧绳器或葫芦张紧，其间若长度较长，因支撑绳与锚杆和坡面间的摩擦力大而不能张紧时，可逐段张紧，最后将尾绳用绳卡固定。支撑绳两端绳卡各用 2~4 个（支撑绳长度小于 15m 时为 2 个，大于 30m 时为 4 个，其间为 3 个）。

4. 从上向下铺挂高强度钢丝格栅，格栅网之间重叠宽度不小于 10cm，两张格栅网间缝合用直径不小于 1.2mm 的铁丝扎结，格栅网与支撑绳间用直径不小于 2.2mm 的铁丝或钢绳扎结，扎结点间距不大于 1.0m。格栅网铺设的同时，从上向下铺设钢丝绳网并用直径为 8mm 的钢绳缝合，每张钢丝绳网用缝合绳与四周支撑绳进行缝合并张拉，缝合绳的两端各用两个绳卡进行固定连接。

5. 用直径不小于 1.2mm 的铁丝对钢丝绳网和格栅网间进行相互扎结，扎结点纵横向间距不大于 1m。

6. 为确保工程设计寿命期内系统功能的正常发挥和防护能力不被降低，对系统的工作状态进行检查，并在必要时进行适当的维护、维修。当检查发现有大块岩石或堆积物使系统处于张紧状态时，因系统的柔性会降低，防护能力也相应降低，在拦截下一次落石时得不到充分保证，因此应予以清除。

#### 四. 被动防护网

1. 被动防护网由钢丝绳网、固定系统（锚杆、拉锚绳、基座和支撑绳）、减压环和钢柱四个主要部分组成。

2. 被动防护网应包括以下施工工序：清坡、放线、基础施工、基座及锚杆安装、钢柱及拉锚绳的安装和调试、支撑绳的安装和调试、柔性网的铺挂与缝合、格栅铺挂等。

3. 对于坡面上的浮石或孤危石，宜先进行清除处理。

4. 施工前按设计要求并结合现场地形对钢柱和锚杆基础进行测量定位，防护系统的横向位置和纵坡位置不得随意改变，钢柱的设计柱间距可在 20% 范围内调整。

5. 对基岩或坚硬岩土地基可直接在锚孔位置钻凿锚杆孔，对不能直接成孔的松散岩土体应进行基础开挖，浇筑混凝土锚杆基础。

6. 对直接成孔的锚杆采用灌注砂浆方式安装，对采用混凝土基础的锚杆，应在浇筑混凝土基础时预先埋设。

7. 安装基座的基础顶面应平整，不应高出地面 10cm，下支撑绳宜紧贴地面；基座顶面埋深也不宜较深，以免防护网防护高度降低或基座坑积水。

8. 混凝土基座采用人工开挖，混凝土基座顶面与拦石网系统走向中心线处地面齐平。

9. 与锚垫板配套的钢筋锚杆采用精轧螺纹钢筋，也可采用普通螺纹钢筋在一端加工不小于 150mm 的加工螺纹段，螺纹规格应能承受不小于 30kN 的紧固力。

10. 钢柱基座长轴方向与该基座中心线和其左右基座中心连线夹角的平分线方向一致。钢柱混凝土基座侧壁外露高度超过 30cm 时，采用 C30 钢筋混凝土，纵向钢筋采用  $\Phi 16$  螺纹钢筋，箍筋采用  $\Phi 8$  圆钢。

11. 地面以下的埋入式钢柱基座和拉锚绳锚杆基座采用 C20 素混凝土。钻孔注浆锚杆采用 M30 水泥砂浆。地脚螺栓锚杆用  $\Phi 32$  螺纹钢筋加工制作，总长为 1.0m，顶端丝口 M27 $\times$ 100，并配相应垫片和螺母。

12. 钢柱宜与拉锚绳同时安装，安装后通过拉锚绳张拉段的长度调整钢柱安装倾角至符合设计要求。钢柱及拉锚绳安装须在锚杆砂浆凝固 3 天后进行。

13. 拉锚绳的安装位置应准确，事先将减压环调整到正确位置。拉锚绳安装就位后须予以张紧，缝合绳应按钢丝绳规格预先切断。

14. 上拉锚绳须在柔性网铺挂前安装，通过上拉锚绳按设计方位调整钢柱的方位，拉紧上拉锚绳并用绳卡固定。

15. 上拉锚绳的挂环挂于钢柱顶端挂座上，上拉锚绳的另一端与对应的上拉锚杆套连接，用绳卡或铝合金紧固套管固定。

16. 柔性网的缝合绳宜在网与支撑绳或不同网块间连接，不得与钢柱、基座、拉锚绳连接。对支撑绳上带有减压环的系统，缝合绳不应连接在带减压环的支撑绳上。

17. 格栅与柔性网间须用扎丝扎结，宜翻越网顶上沿适当宽度。格栅下部宜留有一定富余，使其自然平铺在网后地面上。

18. 格栅底部应沿斜坡向下敷设 0.5m，避免下支撑绳与地面间留缝隙，用石块将格栅底部压住，避免落石将格栅向上掀起。

19. 未尽事宜，参照《坡面防护工程施工技术规范（试行）》（T/CAGHP 028-2018）、《坡面防护工程设计规范（试行）》（T/CAGHP 027-2018）、《铁路沿线斜坡柔性安全防护网》（TB/T 3089-2004）等技术规范执行

## 第九章 工程安全与环保

### 一. 施工安全

#### (一) 总体要求

1. 项目管理机构应设置安全职能部门，建立完善的安全保证体系和安全生产制度。安全管理人员的配备应符合国家安全生产的相关规定。
2. 在编制施工组织设计时，应针对工程施工的特点，认真进行危险源的识别与评价，并制定相应的安全管理措施和技术措施。
3. 按所识别的危险源编制相应的应急预案，一旦出现突发性的危险情况，及时启动应急预案。
4. 指定专职安全员，定期检查各处边坡状况。发现问题，及时组织处理，必要时划定危险区，设立醒目标志，并立即组织撤离危险区工作人员，进行排险。
5. 施工区域周边应设置警示标识，非施工人员不得随意进入施工场地。危险地点应悬挂醒目的安全标识，现场人员均应规范配戴劳动保护用品。
6. 特殊工种，如爆破工、电气焊工、起重工、工程机械操作手、车辆驾驶员等均应持证上岗。
7. 在治理施工过程中，施工人员必须佩带安全帽，进行坡面施工的人员需系带安全绳、防滑鞋等防护设施。
8. 应进行施工监测，监测坡体水平位移、垂向位移和裂缝发展情况，出现位移突变等失稳迹象时，应立即暂停施工，施工人员和机械撤至安全地点。
9. 施工时发现文物、化石、爆炸物、电缆等应暂停施工，保护好现场，并及时报告有关部门，按规定处理后方可继续施工。
10. 作业结束后，应将机械设备停到安全地带。操作人员非作业时间不得停留在机械设备内

#### (二) 人工清坡工程安全

1. 安全绳的设置必须牢固，作业人员安全帽、安全带等防护用品配置齐全且安全有效。
2. 禁止多人在同一工作面上垂直作业，不同高度作业面间的水平距离不小于 20m。
3. 清坡作业时，禁止用身体的任何部位当作生产工具来撬挖土石或悬挂重物等，并确保作业面上方无滚石、浮石（土）等安全隐患。
4. 禁止抛接工具或其他材料。

#### (三) 脚手架工程安全

1. 脚手架的搭设和拆除，必须由专业人员操作。
2. 拆除脚手架应遵守由上而下，先搭后拆的原则，即先拆拉杆、安全网、脚手板、剪刀撑、斜撑，而后拆大横杆、小横杆、立杆等。
3. 根据工程情况确定确定脚手架搭设人员数量，所有人均要有上岗作业证书。
4. 脚手架搭设前，需对脚手架沿线清理浮石，在山坡横向设置两道围挡，脚手架架体纵向全部拉牢安全网，有效杜绝落石、材料的下落，造成不安全因素。
5. 安全带的挂钩应挂在牢固的构件上或专为挂安全带的钢丝绳上。
6. 不准将工具及材料上下抛掷，要用绳系牢后往上或往下吊送，以免打伤下方工作人员或电气设备。
7. 禁止登在不坚固的结构上进行工作；在六级及以上的大风或暴雨、打雷、大雾等恶劣天气下，应停止露天高空作业。
8. 在悬吊式脚手架或吊篮上工作，钢丝绳的直径和安全系数应满足工作要求

#### (四) 锚杆、防护网工程安全

1. 锚杆、防护网作业在确保边坡安全稳定的条件下进行，现场专职安全员应全程监督。
2. 作业人员安全帽、安全带等防护用品佩戴齐全，安全绳必须设置牢固。
3. 锚杆施工、防护网安装等等禁止在同一工作面上垂直作业，不同高度作业面间的水平距离不小于 20m。
4. 锚杆施工、防护网安装等用电线路、工具及设备必须安全有效。
5. 严禁将管口朝向人或机械设备，清理堵塞时管口必须固定牢固，周围严禁站人。
6. 锚杆施工、防护网安装等工作结束后应有序安全撤离。

### 二. 环境保护

施工单位应当遵守有关环境保护和安全生产的法律、法规的规定，采取控制和处理施工现场的各种粉尘、废气、废水、固体废弃物以及噪声、振动对环境的污染和危害的措施，在环境保护方面应采取如下措施：

#### (一) 防治大气污染措施

1. 施工现场应采取覆盖、固化、绿化、洒水等有效措施，做到不泥泞、不扬尘。施工现场的材料存放区、大模板存放区等场地必须平整夯实。
2. 遇有五级风以上天气不得进行土方回填、转运以及其他可能产生扬尘污染的施工。

---

3. 施工现场应有专人负责环保工作，配备相应的洒水设备，及时洒水，减少扬尘污染。

4. 从事土方、渣土和施工垃圾的运输，必须使用密闭式运输车辆。施工现场出入口处设置冲洗车辆的设施，出场时必须将车辆清理干净，不得将泥沙带出现场。

5. 施工现场严禁焚烧建筑垃圾、生活垃圾、废料、及释放有毒、有害、有异味气体的物质。

#### **(二)防止水污染**

1. 严禁将非雨水类的其他水体排入市政雨水管网

2. 现场存放油料，必须对库房进行防渗漏处理，储存和使用都要采取措施，防止油料泄漏，污染土壤水体。

#### **(三)防止施工噪声污染**

1. 施工单位应根据施工现场实际情况制定降噪措施。施工现场的电锯、电刨、搅拌机、固定式混凝土输送泵、大型空气压缩机等强噪声设备应搭设封闭式机棚，以减少噪声污染。

2. 对人为的施工噪声应有管理制度和降噪措施，进行严格控制。

3. 施工现场噪声值不应超过国家或地方噪声排放标准。

#### **(四)对土地植被的保护措施**

1. 施工车辆出场必须清洗，冲车轮、泵车，减少施工场地内的废渣、土对周围土地的污染，将对周围土地植被的污染降低到最小程度。

2. 减少施工的非废气排出、使用清洁能源。

3. 对施工废水不得直接排放，必须经过沉淀后才能排入市政管道，减少对周围植被的污染。

4. 对工人进行安全环保教育，不得对周围土地植被进行损害。

## 第十章 工程质量评定及工程验收

### 一. 验收的质量指标

工程质量检验要求依据设计方案、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T0219-2006)、《江苏省矿山地质环境整治项目工程质量评定标准》(苏国土资发[2010] 373号)等相关技术规范规定执行。

#### (一) 清坡

1. 清坡工程质量检验项目包括：清除范围、清除厚度、清除后边坡坡度等。
2. 清坡工程质量检验评定标准应符合表 10-1 的规定。

表 10-1 清坡工程质量检验评定标准

项	序	检查项目	规定值或允许偏差		检查方法	检查数量
			单位	数值		
主控项目	1	清坡范围	符合设计要求		用经纬仪测或尺量，实测	沿边界每 20 m 测一点， ≥3 点
	2	清除厚度	符合设计要求		用尺量	
	3	清坡后边坡坡度	符合设计要求		用坡度尺量	
一般项目	1	清坡后边坡平整度	符合设计要求		用尺量	每坡长 20 m 为一组， 量上、中、下各 1 点， ≥3 组

#### (二) 非预应力锚杆(索)

表 10-2 非预应力锚杆(索)工程质量检验标准

项	序	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法	
			单位	数值		
主控项目	1	锚杆的强度、规格和质量	设计及相关规范要求		检查合格证、检测报告等质量证明文件	
	2	锚杆的锚固段长度	土层锚杆	m	≥4, <10	现场全数实测
	3		岩层锚杆(拉力型)	m	≥3, <45D (或 6.5)	
	4	锚杆拉力设计值	设计要求		按附录 H 执行, 现场抗拔试验	
	5	外锚头、台座、腰梁和辅助件	设计要求		现场全数检查	
一般项目	1	锚杆位置	mm	20	现场全数实测	
	2	锚杆倾斜度	°	3	测斜仪全数检查	
	3	浆体强度	设计要求		按《砌筑砂浆配合比设计规程》(JGJ / T	

				98-2000) 检查	
4	注浆量	大于理论计算用浆量		全数检查计量数据	
5	杆体插入深度	不小于设计长度的 95%		现场全数实测(钢尺量)	
6	锚杆隔离架设置间距	土层	m	1	现场全数实测
7		岩层	m	3	
8	岩体破碎、渗水量大等不良区域的处置	施工前按设计要求对岩体作固结灌浆处理		现场全数检查	
9	永久性锚杆的防腐蚀处理	设计要求		现场全数检查, 无设计要求时可参照本表注 1	
10	临时性锚杆的防腐蚀处理	设计要求		现场全数检查, 无设计要求时可参照本表注 2	

注：(1)永久性锚杆的防腐蚀处理一般要求为：自由段位于土层可采用除锈、刷沥青船底漆、沥青玻纤布缠裹（其层数不少于 2 层）；无腐蚀性岩土层内的锚固端应除锈，砂浆保护层厚度应不小于 25mm；经防腐处理锚杆自由段外端应埋入混凝土构件内 50mm 以上。

(2)临时性锚杆的防腐蚀处理一般要求为：自由段可采用除锈后刷沥青防锈漆，外锚头可采用外涂防腐材料或外包混凝土。

(3)锚杆边坡加固工程其他验收标准参照相应的分项工程质量检验标准；

D 为锚杆直径。

非预应力锚杆(索)工程质量验收时应检查以下各项：

1. 杆的强度、规格和质量；
2. 锚杆的锚固长度；
3. 锚杆隔离架的设置；
4. 锚杆拉力设计值
5. 岩体破碎、渗水量大等不良区域的处置；
6. 锚杆外锚头、台座、腰梁和辅助件等的设置；
7. 锚杆位置
8. 锚杆倾斜度
9. 浆体强度

- 10. 注浆量
- 11. 杆体插入深度
- 12. 永久性锚杆的防腐蚀处理；
- 13. 临时性锚杆的防腐蚀处理；
- 14. 工程施工验收记录、材料合格证明文件、检测检验报告等资料。

非预应力锚杆（索）工程质量检验标准应符合表 9-2 的规定。

### (三) 主动防护网

1. 主动防护网工程质量检验内容和要求如下：

(1) 检验内容：构件尺寸、安装位置、防护范围、基础及锚杆、注浆和网片安装符合性等。

(2) 实测项目：

- 1) 基础：位置、基坑尺寸、混凝土配合比、混凝土强度等。
- 2) 锚孔：孔位、孔径、锚孔角度、锚孔深度等。
- 3) 注浆：水泥浆或砂浆的配合比和强度等。
- 4) 锚杆体组装：钢丝绳和杆体长度，钢丝绳弯折固定。
- 5) 每个主动防护网单元工程均应进行锚杆抗拔力检验。宜随机抽取总数的 3%且不少于 5 根进行抗拔力检验。当设计对锚杆有特殊要求时，应按设计要求进行检查和试验。
- 6) 网孔尺寸、网片及钢丝绳强度。
- 7) 钢丝绳绳卡的规格、数量。
- 8) 布置范围、加固面积。

2. 工程质量检验标准参照表 10-3。

表 10-3 主动防护网工程质量检验标准

项	序	检验项目	允许偏差或允许值		检查方法	检查数量	
			单位	数值			
主控项目	1	钢丝绳网、锚杆、绳卡、卸扣、钢丝绳、钢丝等规格、型号、材质	符合设计要求		查出厂合格证、检验检测报告	参照规范 5.9.7.1	
	2	基础混凝土原材料材质	符合设计要求			参照 5.5.8.2.4	
	3	加固范围	符合设计要求		经纬仪或全站仪	沿边界每 20 m 测 1 点	
	4	锚杆基础	基础位置	符合设计要求		尺量	抽查总数的 10%
	5		混凝土配合比	达到设计要求		现场称重，查混凝土配合比试	参照 5.5.8.2.4

一般项目	6		混凝土强度	符合设计要求	查试块试验报告	按 5.5.5.2.13、5.5.5.2.14 规定	
	7	锚孔	孔位	符合设计要求	尺量	抽查总数的 10%	
	8		孔径	符合设计要求	尺量	抽查总数的 10%	
	9		锚孔深度	符合设计要求	尺量	抽查总数的 10%	
	10	锚杆注浆	配合比	符合设计要求	查配合比试验报告	参照 5.5.8.2.4	
	11		强度	符合设计要求	查试块试验报告	按 5.6.4.5 规定	
	12		杆体长度	符合设计要求	尺量	抽查总数的 10%	
	13		抗拔力	符合设计要求	检测报告	总数的 3%且不少于 5 根	
	14		网片安装	符合设计要求	观察检查	抽检 5%，≥5 张	
	1		锚杆孔距	mm	±100	尺量	抽查总数的 10%
	2		锚杆锚固角度	°	<2.5	钻孔测斜仪	抽查总数的 10%
	3		柔性网网孔尺寸	%	<2.5	钢尺测量	抽检 5%，≥5 张
	4		防护区顶底高程	mm	±50	用水准仪测	每 20 m 上、下各检查 1 点，且 ≥2 点

注：表中参照指《矿山生态修复工程技术规程 第 3 部分：施工与监理》（DB 32/T 4077.3—2021）

### (四) 被动防护网

被动防护网工程质量检验内容和要求如下：

a) 检验内容：构件尺寸、锚孔、锚杆组装与安放、注浆、混凝土基础，支撑结构安装、网片安装等。

b) 实测项目：

- 1) 基础：位置、基坑尺寸、混凝土配合比、混凝土强度等。
- 2) 锚孔：孔位、孔径、锚孔角度、锚孔深度等。
- 3) 注浆：水泥浆或砂浆的配合比和强度等。
- 4) 锚杆体组装：钢丝绳和杆体长度，钢丝绳弯折固定。
- 5) 每个主动防护网单元工程均应进行锚杆抗拔力检验。宜随机抽取总数的 3%且不少于 5 根进行抗拔力检验。当设计对锚杆有特殊要求时，应按设计要求进行检查和试验。

- 6) 网孔尺寸、网片及钢丝绳强度。
- 7) 钢丝绳绳卡的规格、数量。
- 8) 布置范围、加固面积。

c) 被动防护网工程质量检验标准应符合表 10-4 规定。

表 10-4 被动防护网工程质量检验标准

项	序	检验项目	允许偏差或允许值	检查方法	检查数量
---	---	------	----------	------	------

			单位	数值			
主控项目	1	钢丝绳网、格栅、锚杆、钢丝绳、钢丝及配件规格、型号、材质	符合设计要求		查出厂合格证、检验检测报告	参照 5.9.7.1	
	2	基础混凝土原材料规格、型号、材质	符合设计要求			参照 5.5.8.2.4	
	3	加固范围	符合设计要求		经纬仪或全站仪	沿边界每 20 m 测 1 点	
主控项目	4	基础	基础位置	符合设计要求	尺寸	抽查总数的 10%	
	5		基坑尺寸	符合设计要求	尺寸	抽查总数的 10%	
	6		混凝土配合比	符合设计要求	查配合比报告	参照 5.5.8.2.4	
	7		混凝土强度	符合设计要求	查试块试验报告	按 5.5.5.2.13、5.5.5.2.14 规定	
	8	锚杆	锚孔	孔位	符合设计要求	尺寸	抽查总数的 10%
	9			孔径	符合设计要求	尺寸	抽查总数的 10%
	10			锚孔深度	符合设计要求	尺寸	抽查总数的 10%
	11	注浆	配合比	符合设计要求	查配合比报告	参照 5.5.8.2.4	
	12		强度	符合设计要求	查试块试验报告	按照 5.6.4.5 规定	
	13	杆体长度	符合设计要求		尺寸	抽查总数的 10%	
	14	抗拔力	符合设计要求		检测报告	总数的 5%且≥3 根	
	15	钢柱及底座	型号、材质、规格尺寸	符合设计要求	查出厂合格证、检验检测报告	每批不少于 3 件	
	16		连接方式及标称防护能级	符合设计要求	查检验检测报告	按相关规范要求	
	17		防腐性能	符合设计要求	查检验检测报告	按相关规范要求	
	18	被动网防护高度	mm	±100	测量	每 20 m 长测 1 点	
	19	被动网防护长度	符合设计要求		测量		
	20	被动网钢柱间距	mm	±100	测量		
21	被动网分段距离	符合设计要求		测量			
22	被动网安装角度	符合设计要求		测量			
23	被动网消能装置安装位置	符合设计要求		测量			
一般项目	1	锚杆位置与间距	水平方向	mm	±50	尺寸	抽查总数的 10%
	2		垂直方向	mm	±100	尺寸	抽查总数的 10%
	3	锚杆锚固角度	(°)	<2.5	钻孔测斜仪	抽查总数的 10%	
	4	基础轴线间距	mm	±200	尺寸	抽查总数的 10%	
	5	基础断面尺寸	mm	±20	尺寸	抽查总数的 10%	
	6	标称高度	mm	±50	尺寸	抽查总数的 10%	
	7	菱形网或环形网孔尺寸	mm	±50	尺寸	抽检 5%，≥5 张	

8	格栅网或双绞六边形网孔尺寸	mm	±10	尺寸	抽检 5%，≥5 张
---	---------------	----	-----	----	------------

注：锚杆分钢柱基础锚杆及上、下、中间、侧、斜拉绳锚杆等，按不同类型分别检验。

注：表中规范指《矿山生态修复工程技术规程 第 3 部分：施工与监理》（DB 32/T 4077.3—2021）

## 二. 工程验收

### (一) 工程施工质量应按下列要求进行验收

1. 工程质量的验收与评定应包括中间验收、竣工初验及最终验收三个阶段。
2. 工程施工质量应符合相关专业验收规范的规定。
3. 工程施工应符合设计文件的要求。
4. 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。
5. 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行。
6. 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位及时通知有关单位进行验收，并形成验收文件。
7. 涉及工程安全、环境保护的产品及有关材料，应按规定进行见证取样检测。
8. 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收。
9. 对涉及工程安全、环境保护的重要分项、分部工程应进行抽样检测。
10. 承担见证取样检测及有关工程安全检测、监测的单位应具有相应资质。
11. 工程的观感质量应由验收人员通过现场检查，并应共同确认。
12. 对于不合格工程的返修（加固）与返工，应由有相应资质的设计单位给出施工方案（包括施工图），对涉及工程安全、环境保护的重要分项、分部工程应经专家审查通过后实施。

### (二) 工程质量验收划分

工程质量验收应划分为单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批。其划分原则参照《江苏省矿山地质环境整治项目工程质量评定标准》。

### (三) 工程质量验收标准

1. 工程质量验收依次为检验批、分项工程、分部（子分部）工程、单位（子单位）工程。
- (1) 检验批的质量验收应包括实物检查和资料检查。
- I 实物检查按下列方式进行：
- a 对原材料、构配件和器具等产品的进场复检，应按进场的批次和产品的抽样方案进行；
  - b 对砂浆强度、混凝土强度、预制构件结构性能等，应按国家现行有关标准和抽样检验方案进行检验；
  - c 对采用计数检验的项目，应按抽检总点数的合格数进行检查。

II 资料检查：包括原材料、构配件和器具等产品合格证（中文质量合格证明文件、规格、型号和性能检测报告等）及进场复检报告、施工过程中重要工序的自检和交接检记录、抽样检验报告，见证检测报告、隐蔽验收记录、工程施工验收记录等。

(2) 检验批质量的合格条件如下：

I 主控项目的质量经抽样检验合格；当采用计数检验时，除有专门要求外，合格点率应达到 90%以上。

II 一般项目的质量经抽样检验合格；当采用计数检验时，除有专门要求外，合格点率应达到 80%以上。

III 具有完整的施工操作依据、施工记录、质量检查记录等资料。

(3) 分项工程质量验收在检验批验收完成的基础上进行。分项工程的合格条件：

I 分项工程所含的检验批均应符合合格质量的规定。

II 分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

(4) 分部（子分部）工程质量验收在其所含各分项工程验收完成的基础上进行。分部工程的合格条件：

I 分部（子分部）工程所含分项工程的质量均应验收合格。

II 质量控制资料应完整。

III 边坡地形整治与防护及边坡植被恢复等有关工程安全、环境保护及治理效果的关键工序的检验和抽样检测结果应符合有关规定。

IV 观感质量的得分率（实得分与应得分之百分比）在 80%以上。

(5) 单位（子单位）工程质量验收合格应符合下列规定：

I 单位（子单位）工程所含分部（子分部）工程的质量均应验收合格。

II 质量控制资料应完整。

III 单位（子单位）工程所含分部工程有关工程安全和环境保护的分项工程检测资料应完整。

IV 关键工序（分项工程）的抽查结果应符合相关专业质量验收规范的规定。

V 所有分部工程观感质量达到合格标准。

2. 工程质量验收记录应符合《江苏省矿山地质环境整治项目工程质量评定标准》：

3. 工程竣工验收条件、程序及资料要求除符合《江苏省矿山地质环境整治项目工程质量评定标准》外，还应按《江苏省矿山地质环境治理工程竣工资料编制要求》执行。

4. 当工程质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

(1) 经返工重做的检验批，应重新进行验收。

(2) 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的检验批，应予以验收。

(3) 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求、但经原设计单位核算认可能够满足工程安全、环境保护的检验批，可予以验收。

(4) 经返修后或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足工程安全使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

(5) 对于技术含量较高、专业性较强的分项、分部工程，在返修或返工后难以确定是否合格或各方存在争议的情况下，可由项目承担单位组织专家组进行现场审定。

(6) 通过返修或加固处理仍不能满足工程安全、环境保护的分部工程、单位（子单位）工程，严禁验收。

5. 工程最终验收质量评定等级参照《江苏省矿山地质环境整治项目工程质量评定标准》附录 G。

#### (四) 工程质量验收阶段划分

工程质量验收阶段划分为工程中间验收、工程竣工初步验收、工程最终验收三个阶段。

1. 工程中间验收：施工单位应在每道工序（包括分项、分部工程）完成后进行相应的自检和验收，隐蔽工程应在工程隐蔽前进行，并做好记录，报监理工程师检查验收。验收不合格不允许进入下道施工工序。关键工序的中间工程和隐蔽工程检查应由项目承担单位代表、总监理工程师和设计单位代表共同参加检查验收并签字认可。

2. 工程竣工初步验收：治理工程完成后，施工单位应对工程质量进行全面自检和评定，自检合格后报监理单位（监理总工程师）检查和评定，在监理单位（监理总工程师）检查合格的基础上，报项目承担单位。由项目承担单位组织施工、监理、设计等相关单位项目负责人成立验收组，共同参加检查验收，形成验收意见。

3. 工程最终验收：在工程竣工初步验收合格、工程养护期满且治理效果达到设计要求的基础上，依据国家和地方现行相关规定，由项目承担单位或上级主管部门组成（专家）验收组，结合工程保修质量和养护措施对工程进行全面验收，形成最终验收意见。

#### (五) 工程质量验收组织程序

1. 检验批及分项工程由监理工程师组织施工单位项目质量（技术）负责人等进行验收。涉及工程安全、环境保护的检验批及分项工程会同项目承担单位、设计单位项目负责人共同参加并签字认可。

2. 分部（子分部）工程由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等进行验收。涉及工程安全、环境保护的分部（子分部）工程会同项目承担单位、设计单位项目负

---

责人共同参加并签字认可。

3. 单位工程完工后，施工单位应自行组织项目负责人和技术、质量负责人等有关人员进行检查评定，在自检合格的基础上，报监理单位验收合格后并经总监理工程师批准后，向项目承担单位提交工程验收申请报告，并提交相关的工程竣工验收资料。

4. 项目承担单位在收到施工单位提交的工程验收申请报告后，应尽快组织施工（含分包单位）、设计、监理单位项目负责人及相关单位代表进行单位（子单位）工程竣工初步验收，并将各方意见汇总形成工程初步验收意见。由总监理工程师或项目承担单位项目负责人依据各方意见，具体负责工程整改的监督和检查，直至工程合格并项目承担单位签署工程初步验收评定意见。

5. 工程最终验收应由项目承担单位组织相关专家成立专家组进行验收。国家及省财政项目，由项目承担单位向省国土资源厅提交工程初步验收评定意见并提出最终验收申请，再由省国土资源厅组织专家组进行最终验收。通过现场检查，听取项目承担单位、施工单位、监理单位、设计单位、审计单位汇报，查阅工程竣工验收资料，进行专家评审，将各专家意见汇总形成工程最终验收意见。专家组组长依据验收意见对施工等相关单位的整改和完善进行检查和监督，符合要求后，签署评定意见。

6. 项目参与各方协助项目承担单位应按照《江苏省矿山地质环境治理工程竣工资料编制要求》的相关要求进行竣工验收资料的编制、汇集、归档、提交和备案。



## 第十二章 工程量计经费预算

### 一. 项目预算依据及取费标准

本项目经费预算主要依据现行的类似工程计价标准，结合连云港地方市场行情确定，主要参考如下标准：

1. 《江苏省地质勘查基金项目预算标准（试行）》（江苏省国土资源厅、江苏省财政厅 2012.7）
2. 《建设工程工程量清单计价规范》（GB50500-2013）
3. 《工程勘察设计收费标准》（国家发展计划委员会、建设部 2002 年）
4. 《江苏省建设工程工程量清单计价项目指引》（江苏省建设厅）
5. 《江苏省建筑安装工程计价表》（江苏省建设厅）
6. 《江苏省市政工程计价表》（江苏省建设厅 2004 年）
7. 《连云港工程造价信息》
8. 《江苏省机械台班定额》
9. 连云港市类似工程综合造价指标

### 二. 工程量及经费预算

治理工程所需要投入的工作量，参照现行相关行业预算指标，并结合当地市场实际情况进行预算。[中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程](#)经费总预算约 **1850000.00** 元，其中工程费用约 **1320902.59** 元。工程量及经费预算详见表 12-1

工程量及经费预算详见表 12-1

序号	工程名称	工程量	单位	综合单价（元）	预算（元）	说明	标准
1	<b>一、工程施工费</b>				<b>1320902.59</b>		
2	<b>（一）分部分项工程费</b>				<b>1009113.19</b>		
3	<b>1、土石方工程</b>						
4	(1)坡面修整	3162.6	平方米	10.0	31625.80	含植被清理、外用	
5	(2)危岩清理	400.0	立方米	500.0	200000.00	采用静态爆破。	
6	<b>2、加固工程</b>						
7	(1)被动防护网	256.0	平方米	350.0	89600.00	包括锚杆、立柱、被动网等	
8	(2)钢丝绳锚杆+主动网						
9	a) 钢丝绳锚杆	1518.0	米	160.0	242880.00		
10	b) 主动网	3162.6	平方米	130.0	411135.39		
11	(3)锚头	106.2	个	300.0	31872.00	包括锚墩施工时，遇到凹陷部位充填砼	
12	<b>3、附属工程</b>						
13	(1)宣传牌及警示标志	1.0	套	2000.0	2000.00	含 1 个宣传牌和 5 个警示标志	

14	<b>(二) 措施费</b>				<b>183640.00</b>	
15	1、现场安全文明施工费	1	项		1000.00	
16	2、扬尘污染防治增加费	1	项		3000.00	
17	3、临时设施费	1	项		5000.00	
18	4、坡脚临时围挡	356.4	平方米	100.0	35640.00	
19	5、锚杆拉拔试验	19.0		1000.0	19000.00	按照锚杆数量 5%
20	6、大型设备进出场	1	项		20000.00	
21	7、锚杆脚手架	2000	平方米	50.0	100000.00	
22	<b>(三) 规费</b>				<b>19084.05</b>	
23	1、环境保护税	1	项		1192.75	(分部分项工程费+措施费)×0.1%
24	2、社会保障费	1	项		11927.53	(分部分项工程费+措施费)×1.0%
25	3、住房公积金	1	项		5963.77	(分部分项工程费+措施费)×0.5%
26	<b>(四) 税金</b>				<b>109065.35</b>	
27	1、税金				109065.35	9.00%
28	<b>二、前期工作费</b>				<b>156418.05</b>	
29	1、治理工程设计费	1.0	项		130000.00	《工程勘察设计预算标准》
30	2、项目招标费	1.0	项		26418.05	《标准》P210 页，工程施工费×2%。
31	<b>三、其它费用</b>				<b>334231.00</b>	
32	1、监理费	1.0	项		50000.00	
34	2、竣工测量费	1.0	项		20000.00	
35	3、稳定性监测	1.0	项		20000.00	
36	4、房屋拆迁补偿	1.0	项		90817.00	
37	5、青苗及其它附属设施补偿	1.0	项		153414.00	
38	<b>四、不可预见</b>				<b>38448.36</b>	
39	<b>合计</b>				<b>1850000.00</b>	一+二+三+四

### 第十三章 补充说明

1. 本设计中未尽事宜，需要按照《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330—2013）等相关技术规范及文件执行。

2. 施工方进场之前需对项目区进行详细的调查，尤其是地下管线的分布情况需要进一步调查，并做好项目区内地下管线、坡顶坡脚房屋保护工作。

3. 施工方进场之后需按照设计方案中给出的治理边界进行测量放样，并由监理和设计单位确认后方能正式施工，以保证施工所采取的方案符合实际情况。

4. 本设计为具有应急抢险性质，工程规模较小，地区经验较丰富，没有进行前期工程勘查，所采取的工程措施主要采用工程类比法结合近年来无锡地区类似崩塌、滑坡的防治经验。工程可靠性有待检验，因此地质灾害应急消险工程措施实施后，应加强后期监测，发现异常情况，应及时通知相关单位，采取补救措施。

5. 本次治理工程涉及锚杆、脚手架、排水沟等施工工艺，安全隐患多，应确定合理的施工顺序、施工方法、安全防护措施及环境保护事项，同时应加强监测，健全安全施工保障制度，注意施工安全。工程施工期间要做好地表位移和变形监测，如出现异常情况，应及时反馈给业主和设计单位采取措施。

6. 本项目在施工过程中应注意施工产生的噪声及振动影响，同时采取措施控制粉尘排放，减少对环境质量的影响。

7. 受治理区场地条件的限制，部分界线为推测线，施工过程中施工方应及时反馈地质信息，如地质条件与设计相差较大，根据信息化施工的要求及时对该区段设计进行调整。

8. 治理工程中的锚杆工程需进行锚杆抗拔检测。锚杆工程施工完成后需选取5%比例进行锚杆专项抗拔试验，并由监理和设计单位进行确认，确保施工质量满足边坡稳定要求，抗拔试验必须在锚杆与挡墙基础钢筋绑扎之前进行。

9. 排水系统需与周边已有排水系统相联通，且须做好防渗处理，边坡治理工程竣工后，边坡使用单位应重视维护保养工作。对排水系统应于每年雨季前及暴雨后进行巡查、维护，确保排水系统通畅，发现沟顶地面出现水流形成的冲沟时及时用砂浆填平，排水沟内如出现因冲刷严重而磨损的现象应及时用水泥砂浆补厚或贴瓷砖防磨。如发现边坡有开裂、鼓胀等异常现象，应及时

通知本边坡治理工程的建设单位和设计单位。

10. 因危岩崩塌地质灾害具有突发性和不可预见性，建议各相关部门应抓紧对危岩治理下步工作的进行，尽早完成对其的治理工程

11. 施工过程中应始终与工程参与各方及相关主管部门保持紧密联系，以便及时有效解决工程实施过程中发现或产生的新问题，确保工程的圆满实施。

---

## 附图 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程设计图纸

附图一. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程平面图

附图二. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 1-1 剖面图

附图三. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 2-2 剖面图

附图四. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 3-3 剖面图

附图五. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 4-4 剖面图

附图六. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程 5-5 剖面图

附图七. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程锚杆、主动防护网节点大样图

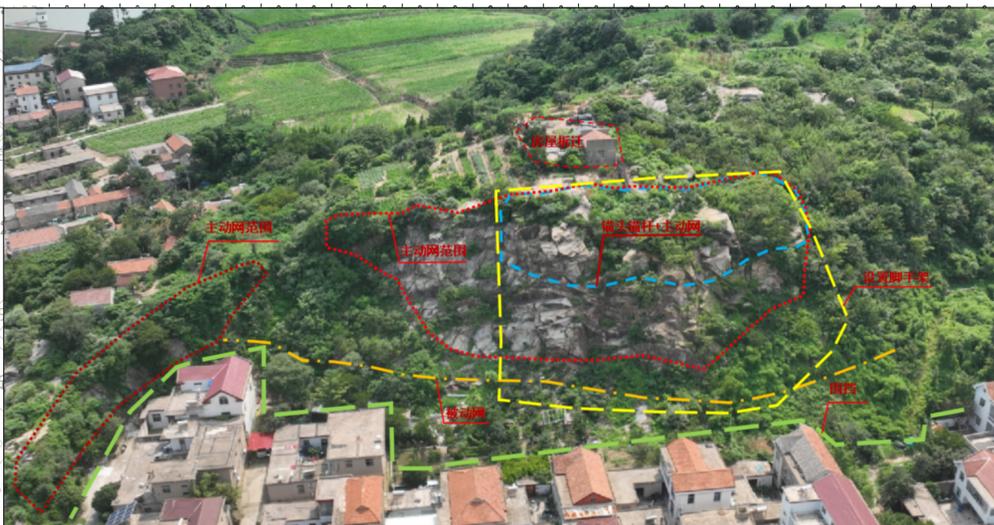
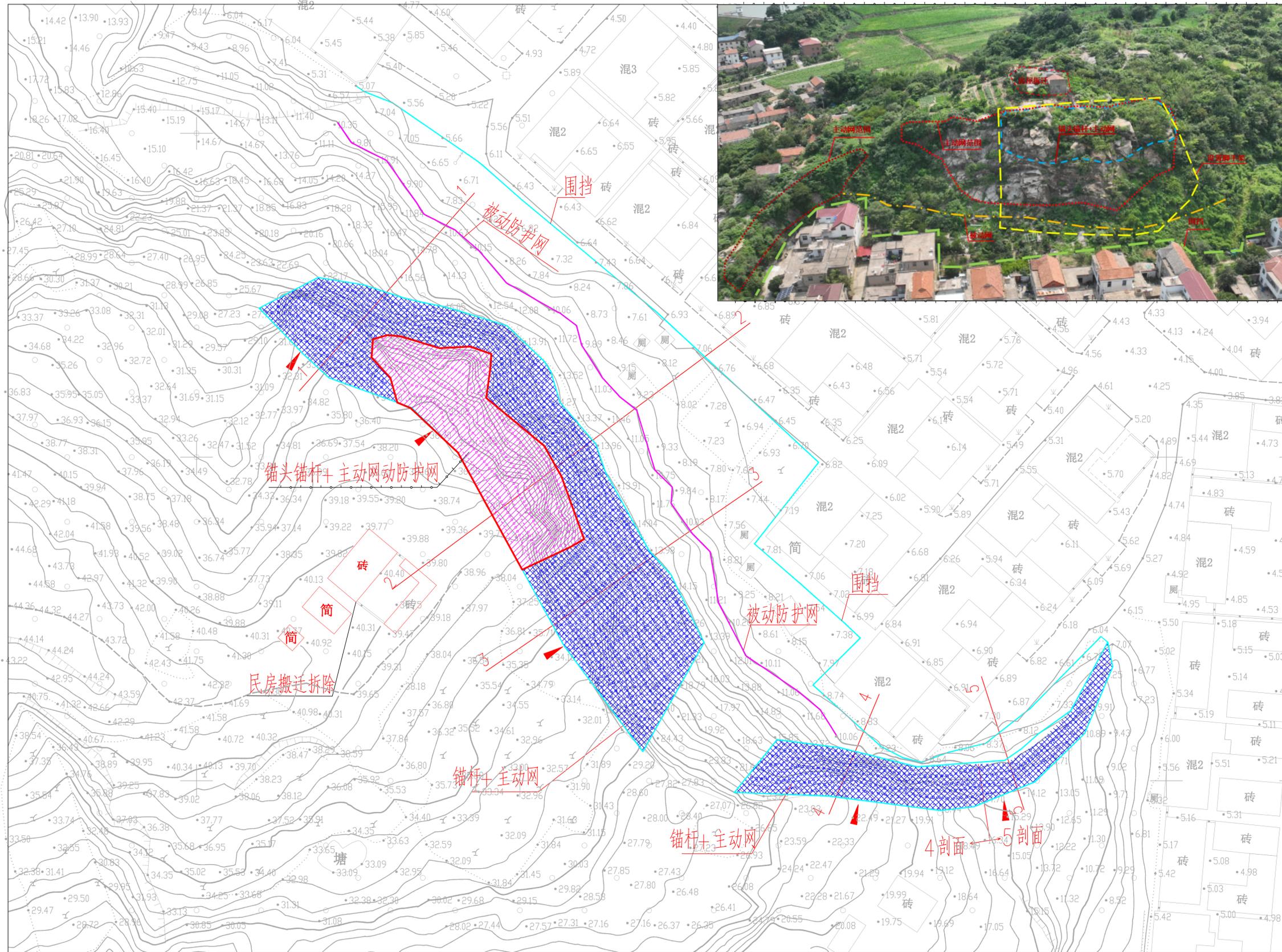
附图八. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程被动防护网节点大样图(一)

附图九. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程被动防护网节点大样图(二)

附图十. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程坡脚、坡顶围挡

附图十一. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程宣传牌 1

附图十二. 中云街道云门寺村委西南 150m 边坡崩塌地质灾害治理工程宣传牌 2



### 设计说明

#### 一、工程概况:

边坡是由于开山采石形成了坡度陡峭的岩质边坡,隐患点区边坡坡长为56.0m,边坡高度为2.0~14.0m,边坡坡度约68度;II区边坡坡长为84.0m,高度为20.0~32.0m,边坡坡度约65度;两区段边坡陡峭,局部近乎直立,有危岩耸立,易产生局部崩塌,均采用坡脚被动防护网、坡面锚杆+主动防护网(危岩体发育部位采用锚杆+主动网)措施,以彻底根治地质灾害。

#### 二、治理措施:

##### (一)坡脚被动防护网

I区、II区在清坡之前,需要在坡脚处设置一道被动防护网,被动防护网选用RXI-200型,设计高度2.0m,沿等高线设置;被动防护网具体高程见设计断面图,当施工条件不允许时,被动防护网走向可适当进行调整。

##### (二)危岩、浮石清理、坡面修整

保持现有坡面坡度不变,在锚杆、主动防护网施工前,需要清除治理区坡面危岩、松散浮石,确保坡面无大的危岩及松散浮石分布,方便后续锚杆及主动防护网工程施工。

##### (三)锚杆+主动防护网(锚杆+主动网)

I区、II区采用锚杆+主动防护网(II区坡顶部位锚杆+主动网)进行主动防护。本区域全长粘锚钢丝绳锚杆,锚杆直径 $D=90\text{mm}$ ,倾角 $20^\circ$ ,锚杆水平向间距4.0m,竖向间距3.0m(II区危岩体发育区域水平间距及竖向间距均为2.0m);坡面及坡顶锚杆设计长度3.0m(II区危岩体发育区域为4.5m),最顶部一排锚杆为锚杆,主动网翻过坡顶线2m;锚杆均采用2根直径 $\phi 16$ 钢丝绳,钢丝绳抗拉强度设计为1390MPa,标准值为1960MPa,注浆材料为M30水泥砂浆。锚头设置处如凹凸不平处,需用C25素砼填平后再进行锚头施工,锚头为钢筋混凝土,尺寸为 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.3\text{m}$ ,混凝土为C25砼,配筋详见大样图。

主动防护网型号为GPS2型,钢丝绳网型为 $D0/08/300/4.0\times 4.0$ (II区危岩体发育区域 $D0/08/300/2.0\times 2.0$ ) (即钢丝绳直径为8mm,网孔边长为300mm,网块张紧后外缘边长为4.0m(2.0m)的矩形镀锌钢丝绳网,钢丝网型为 $S0/2.2/50$  (即直径为2.2mm的镀锌高强度钢丝,网孔尺寸为50mm的格网),纵横向支撑绳为直径16mm钢丝绳,缝合绳为直径8mm镀锌钢丝绳。根据实际地形起伏等因素,钢丝绳网型和钢丝格网型的网块规格需进行适当调整以满足实际施工需要。

##### (四)附属工程

##### 1、坡脚围挡

因施工时需要材料加工场地,且防止居民进入施工场地,在紧邻居民楼处设置防护墙进行围挡(施工期间需占用农民菜地)。

##### 2、坡顶居民搬迁

因边坡山崖顶部住宅老人生活,长期在悬崖部位活动存在极大的安全隐患,坡顶区域居住的居民需要搬迁。

##### 3、宣传牌

为进一步加强地质灾害防治工作的宣传力度,提高周边人员防范地质灾害、保护地质环境的意识,宣传、普及相关科学知识,在治理区周边显著位置树立1套宣传牌。

##### 4、清理及场地修复

在进行清坡过程中,清坡产生的块石可能会对坡脚清理及场地造成破坏,施工完成后需要进行修复。

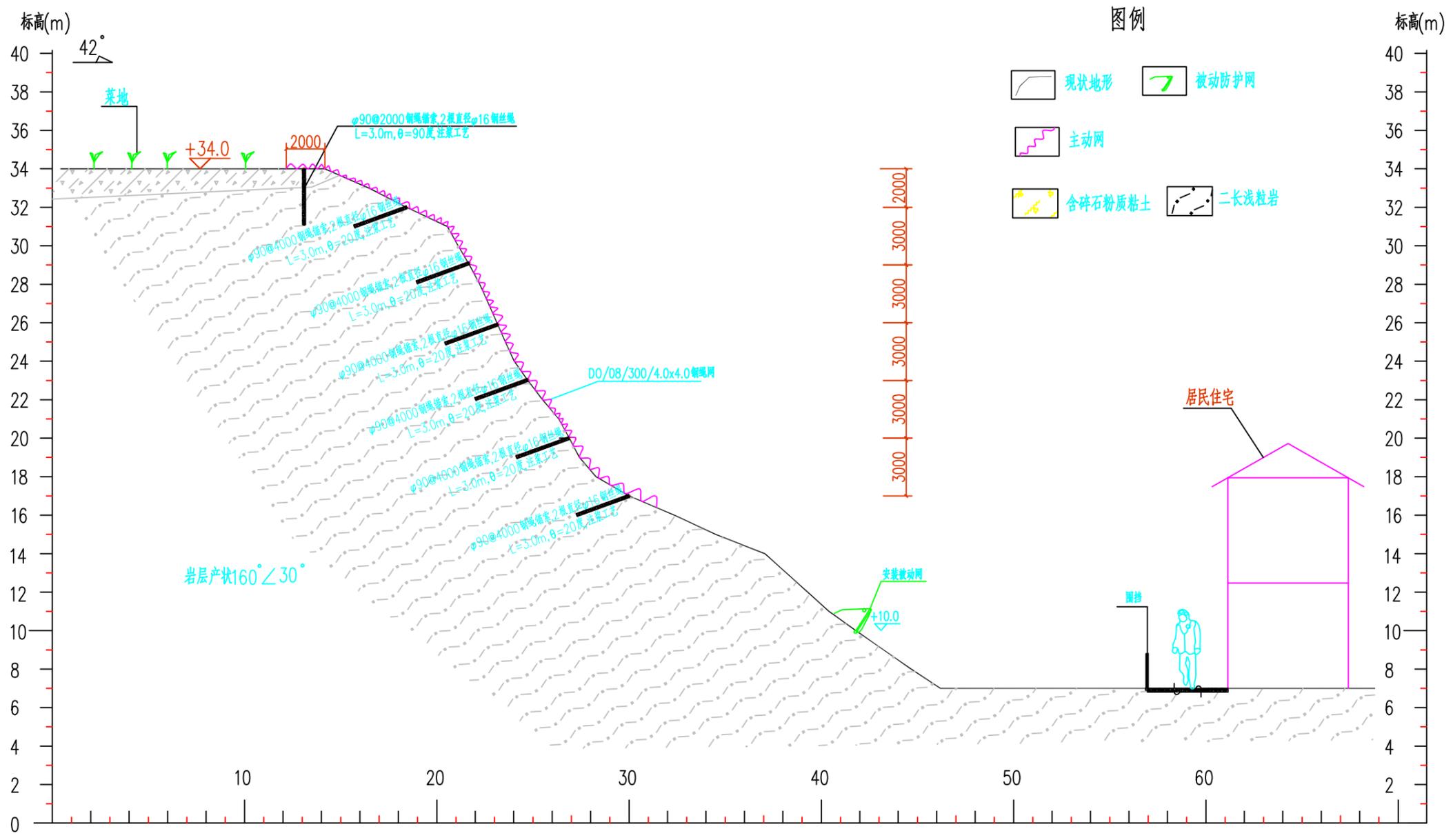
#### 三、其它说明:

本工程所注标高均为绝对标高,图中标高以米计,尺寸标注以毫米计。

### 图例

- 锚头锚杆+主动网动防护网
- 锚杆+主动网
- 被动防护网
- 坡脚围挡
- 剖面线及编号
- jc1 监测点

江苏省地质调查研究院					
项目名称	中云街连云港市村委西150m边坡地质灾害治理工程				
图名	平面图				
项目负责人	王淑梅	审核	喻永祥	图号	01
设计	黄世雄	主任	蒋放	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱德旗		
校对	宋京雷	资料来源	实测		



### 设计说明

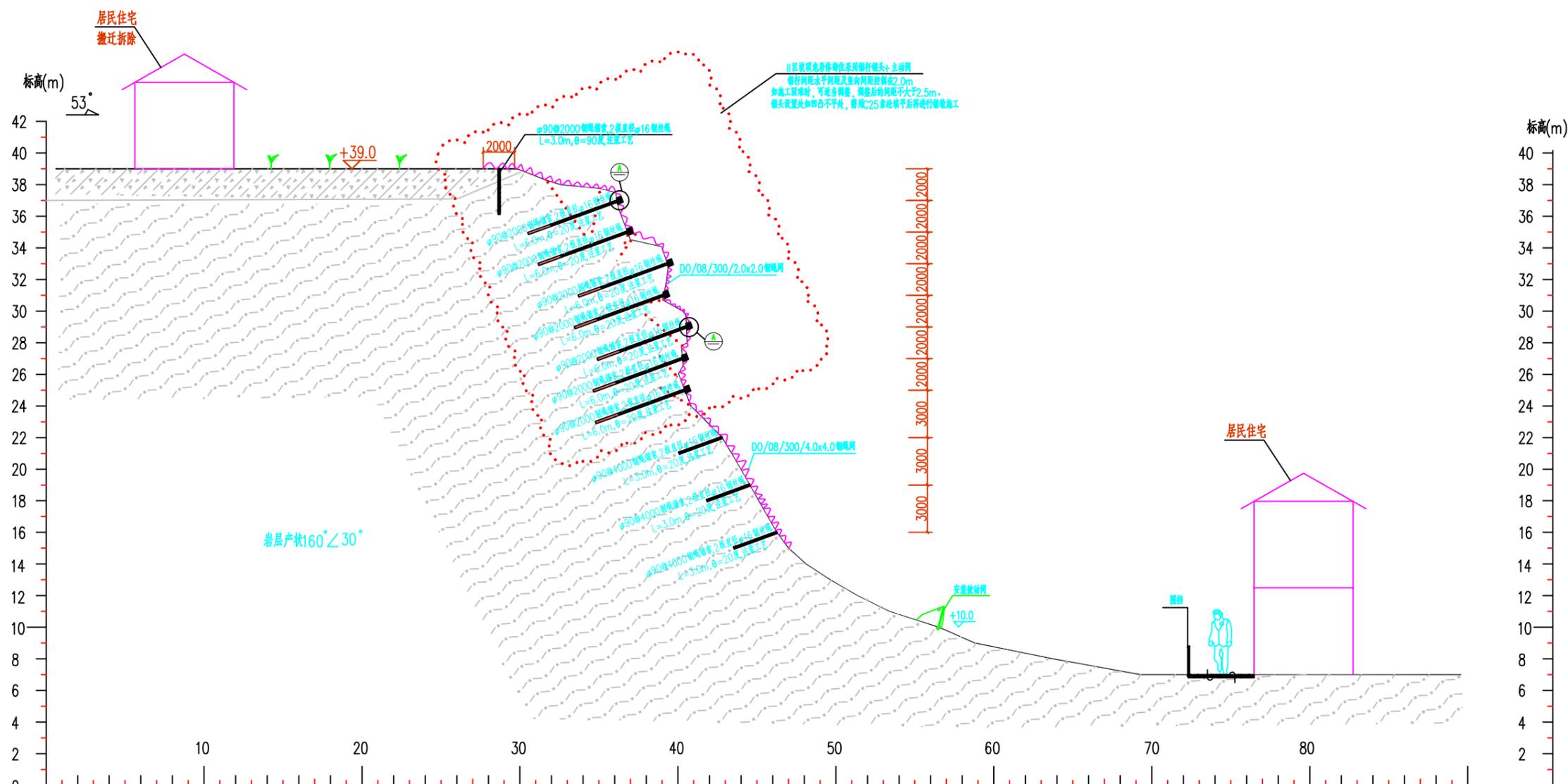
### 1-1 剖面图

- 图中未注明尺寸部分以m计；
- 本工程治理手段为清坡、被动防护网、钢绳锚索+主动防护网；
- 被动防护网：在清坡之前，需要在坡脚处设置一道被动防护网，被动防护网选用RXI-200型，设计高度2.0m，沿等高线设置；被动防护网具体高程见设计断面图，当施工条件不允许时，被动防护网走向可适当进行调整
- 危岩、浮石清理、坡面修整：保持现有坡面坡度不变，在锚杆、主动防护网施工前，需要清除治理区坡面危岩、松散浮石，确保坡面无大的危岩及松散浮石分布，方便后续锚杆及主动防护网施工；
- 锚杆+主动网：

锚杆及主动防护网加固：锚杆为全长粘结石浆锚杆，锚杆直径D=90mm，倾角20度，锚杆水平间距4.0m，竖向间距3.0m；锚杆长3.0m；边坡最顶设置一排竖向翻边锚杆，主动网翻过坡顶线2.0m；锚杆均采用2根直径φ16钢丝绳，钢丝绳抗拉强度设计为1390MPa，标准值为1960MPa，注浆材料为M30水泥净浆。

主动防护网型号为GPS2型。钢丝绳网型为D0/08/300/4.0x4.0（即钢丝绳直径为8mm，网孔边长为300mm，网块张紧后外缘边长为4.0m的矩形镀锌钢丝绳网），钢丝绳网型和钢丝格栅网型的网块规格可适当调整以满足实际施工需要；

江苏省地质调查研究院					
项目名称	连云港连云区中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	1-1剖面图 (II区)				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	02
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	宋京雷	资料来源	实测		



2-2剖面图

**设计说明**

- 1、图中未注明尺寸部分以m计；
- 2、本工程治理手段为清坡、被动防护网、钢绳锚索+主动防护网(顶部危岩体发育部位采用：锚头锚杆+主动网)；
- 3、被动防护网：在清坡之前，需要在坡脚处设置一道被动防护网，被动防护网选用RXI-200型，设计高度2.0m，沿等高线设置；被动防护网具体高程见设计断面图，当施工条件不允许时，被动防护网走向可适当进行调整
- 4、危岩、浮石清理、坡面修整：保持现有坡面坡度不变，在锚杆、主动防护网施工前，需要清除治理区坡面危岩、松散浮石，确保坡面无大的危岩及松散浮石分布，方便后续锚杆及主动防护网施工；
- 5、锚杆+主动网(锚头锚杆+主动网)：
 

锚杆及主动防护网加固：锚杆为全长粘结钢丝绳，锚孔直径D=90mm，倾角20度，锚杆水平向间距4.0m，竖向间距3.0m(顶部危岩体发育部位：水平向间距2.0m，竖向间距2.0m)；锚杆长3.0m(顶部危岩体发育部位：锚杆长6.0m)；边坡最顶设置一排竖向翻边锚杆，长度3.0m，主动网翻过坡顶线2.0m；锚杆均采用2根直径φ16钢丝绳，钢丝绳抗拉强度设计为1390MPa，标准值为1960MPa，注浆材料为M30水泥静浆。

主动防护网型号为GPS2型。钢丝绳网型为DO/08/300/4.0x4.0(顶部危岩体发育部位DO/08/300/2.0x2.0)(即钢丝绳直径为8mm，网孔边长为300mm，网块张紧后外缘边长为4.0m(2.0m)的矩形镀锌钢丝绳网)，钢丝格栅网型为S0/2.2/50(即直径为2.2mm的镀锌高强度钢丝、网孔尺寸为50mm的格栅网)，纵横向支撑绳为直径16mm钢丝绳，缝合绳为直径8mm镀锌钢丝绳。根据实际地形起伏等因素，**钢丝绳网型和钢丝格栅网型的网块规格可适当调整以满足实际需要；**

锚头设置处如凹凸不平处，需用C25素砼填平后再进行锚头施工，锚头为钢筋混凝土，尺寸为0.40mX0.4mX0.3m，混凝土为C25砼，配筋详见大样图。

江苏省地质调查研究院					
项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	2-2剖面图(II区)				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	03
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	宋京雷	资料来源	实测		

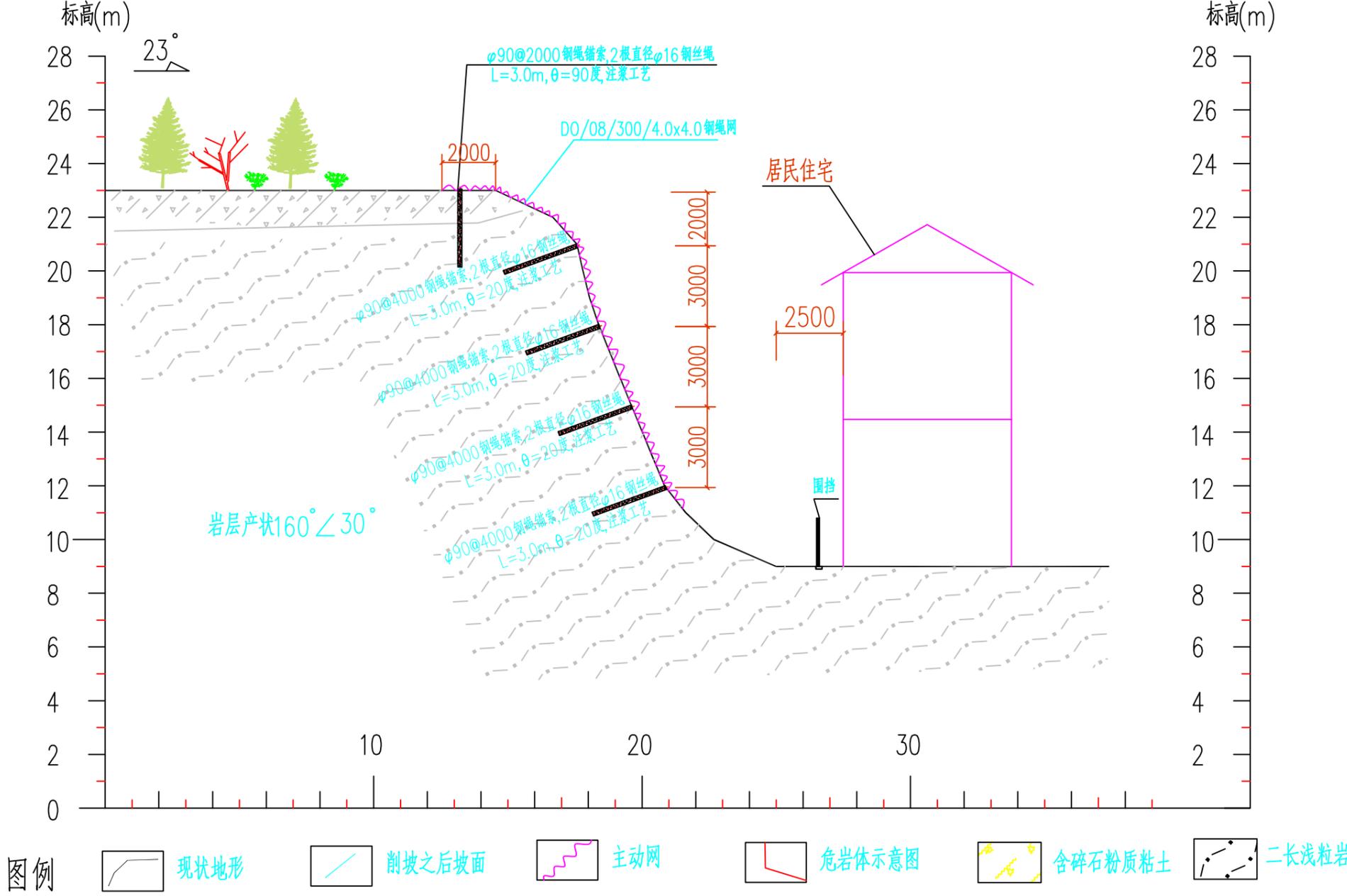


### 设计说明

- 1、图中未注明尺寸部分以m计；
- 2、本工程治理手段为清坡、钢绳锚索+主动防护网；
- 3、危岩、浮石清理、坡面修整：保持现有坡面坡度不变，在锚杆、主动防护网施工前，需要清除治理区坡面危岩、松散浮石，确保坡面无大的危岩及松散浮石分布，方便后续锚杆及主动防护网施工；
- 4、锚杆+主动网：

锚杆及主动防护网加固：锚杆为全长粘结钢丝绳，锚孔直径 $D=90\text{mm}$ ，倾角 $20^\circ$ ，锚杆水平向间距 $4.0\text{m}$ ，竖向间距 $3.0\text{m}$ ；锚杆长 $3.0\text{m}$ ；边坡最顶设置一排竖向翻边锚杆，主动网翻过坡顶线 $2.0\text{m}$ ；锚杆均采用2根直径 $\phi 16$ 钢丝绳，钢丝绳抗拉强度设计为 $1390\text{MPa}$ ，标准值为 $1960\text{MPa}$ ，注浆材料为M30水泥净浆。

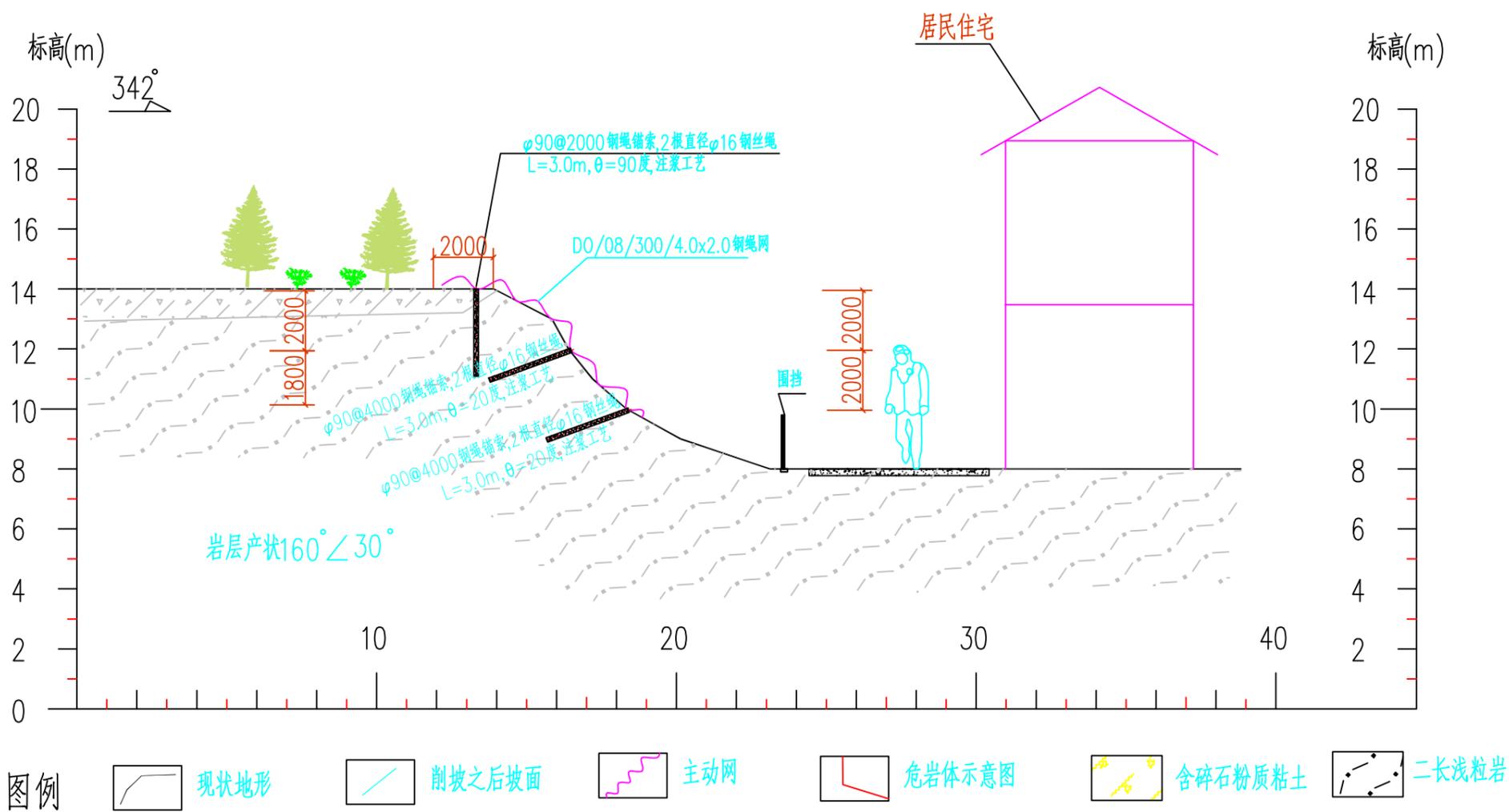
主动防护网型号为GPS2型。钢丝绳网型为D0/08/300/4.0x4.0（即钢丝绳直径为 $8\text{mm}$ ，网孔边长为 $300\text{mm}$ ，网块张紧后外缘边长为 $4.0\text{m}$ 的矩形镀锌钢丝绳网），钢丝格栅网型为S0/2.2/50（即直径为 $2.2\text{mm}$ 的镀锌高强度钢丝，网孔尺寸为 $50\text{mm}$ 的格栅网），纵横向支撑绳为直径 $16\text{mm}$ 钢丝绳，缝合绳为直径 $8\text{mm}$ 镀锌钢丝绳。根据实际地形起伏等因素，**钢丝绳网型和钢丝格栅网型的网块规格可适当调整以满足实际施工需要；**



图例 现状地形 削坡之后坡面 主动网 危岩体示意图 含碎石粉质粘土 二长浅粒岩

4-4剖面图

江苏省地质调查研究院					
项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	4-4剖面图 (I区)				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	05
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	宋京雷	资料来源	实测		



5-5剖面图

### 设计说明

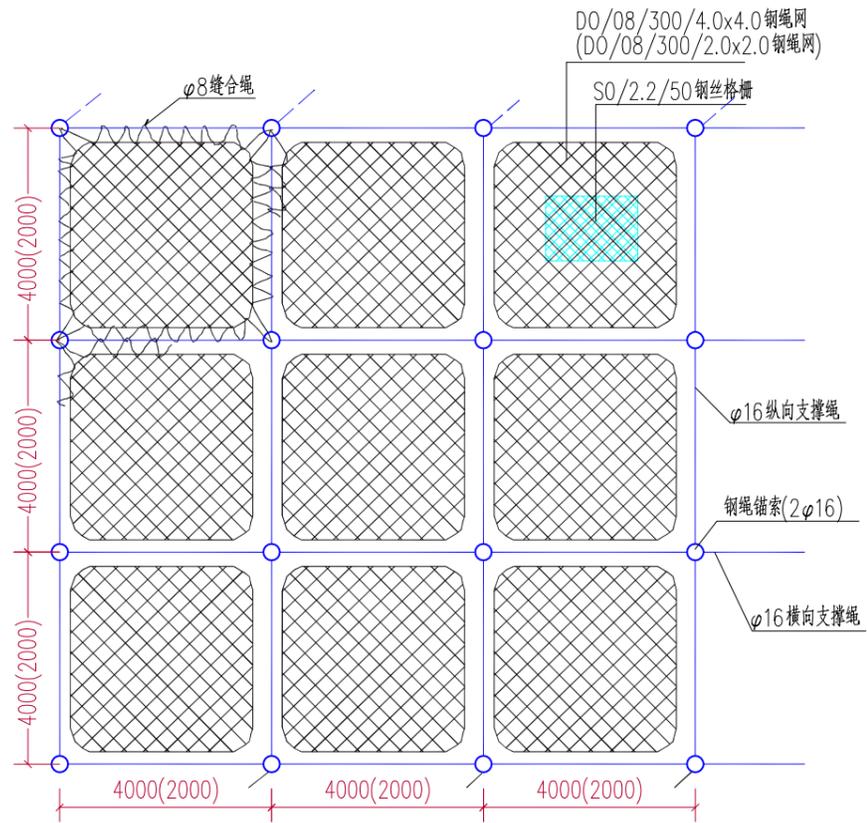
- 1、图中未注明尺寸部分以m计；
- 2、本工程治理手段为清坡、被动防护网、钢绳锚索+主动防护网；
- 3、危岩、浮石清理、坡面修整：保持现有坡面坡度不变，在锚杆、主动防护网施工前，需要清除治理区坡面危岩、松散浮石，确保坡面无大的危岩及松散浮石分布，方便后续锚杆及主动防护网施工；
- 4、锚杆+主动网：

锚杆及主动防护网加固：锚杆为全长粘结钢丝绳，锚孔直径 $D=90\text{mm}$ ，倾角 $20^\circ$ ，锚杆水平向间距 $4.0\text{m}$ ，竖向间距 $3.0\text{m}$ ；锚杆长 $3.0\text{m}$ ；边坡最顶设置一排竖向翻边锚杆，主动网翻过坡顶线 $2.0\text{m}$ ；锚杆均采用2根直径 $\phi 16$ 钢丝绳，钢丝绳抗拉强度设计为 $1390\text{MPa}$ ，标准值为 $1960\text{MPa}$ ，注浆材料为M30水泥净浆。

主动防护网型号为GPS2型。钢丝绳网型为D0/08/300/4.0x2.0（即钢丝绳直径为 $8\text{mm}$ ，网孔边长为 $300\text{mm}$ ，网块张紧后外缘边长为 $4.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ 的矩形镀锌钢丝绳网），钢丝格栅网型为S0/2.2/50（即直径为 $2.2\text{mm}$ 的镀锌高强度钢丝，网孔尺寸为 $50\text{mm}$ 的格栅网），纵横向支撑绳为直径 $16\text{mm}$ 钢丝绳，缝合绳为直径 $8\text{mm}$ 镀锌钢丝绳。根据实际地形起伏等因素，**钢丝绳网型和钢丝格栅网型的网块规格可适当调整以满足实际需要；**

### 江苏省地质调查研究院

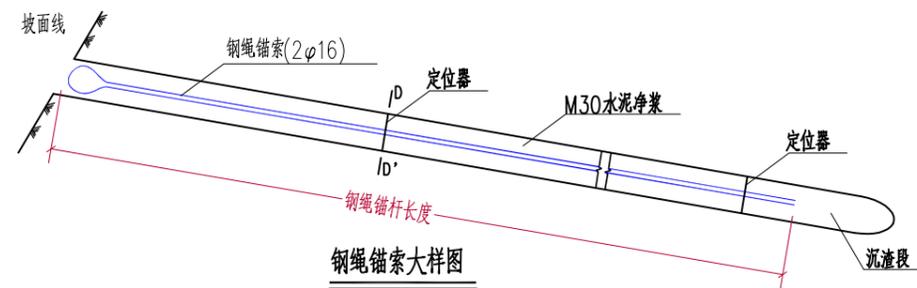
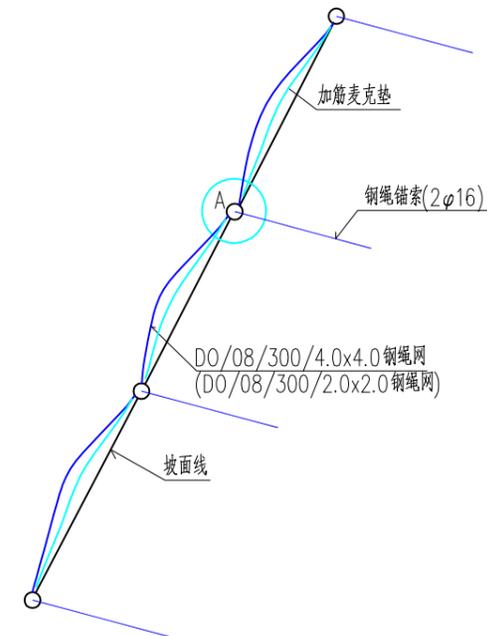
项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	5-5剖面图 (I区)				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	06
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	宋京雷	资料来源	实测		



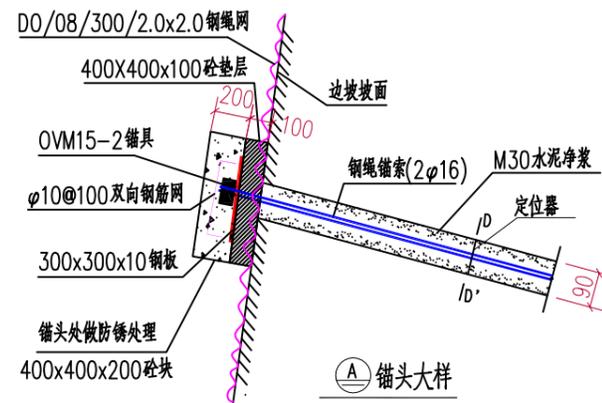
系统标准布置及缝合示意图



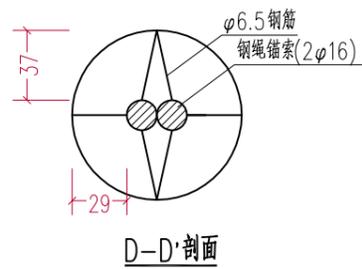
主动防护网示意照片



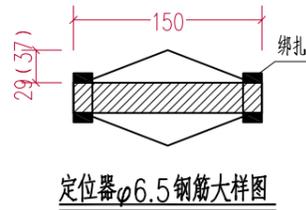
钢绳锚索大样图



锚头大样



D-D' 剖面



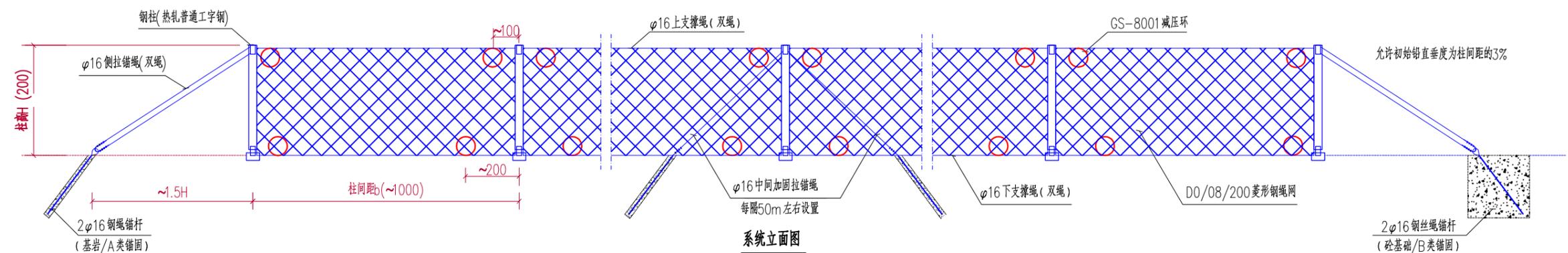
定位器φ6.5 钢筋大样图

设计说明:

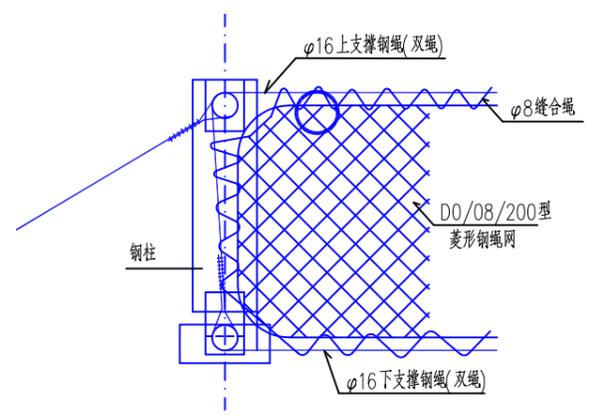
- 1、本图适用于主动防护系统，尺寸除注明外，其它均以mm计。
- 2、本主动防护网型号为GPS2型。钢丝绳网型为D0/08/300/4.0x4.0（顶部危岩体发育部位D0/08/300/2.0x2.0）（即钢丝绳直径为8mm，网孔边长为300mm，网块张紧后外缘边长为4.0m（2.0m）的矩形镀锌钢丝绳网），钢丝格栅网型为S0/2.2/50（即直径为2.2mm的镀锌高强度钢丝，网孔尺寸为50mm的格栅网），纵横向支撑绳为直径16mm钢丝绳，缝合绳为直径8mm镀锌钢丝绳。根据实际地形起伏等因素，钢丝绳网型和钢丝格栅网型的网块规格可适当调整以满足实际施工需要。
- 3、锚杆为全长粘结钢丝绳锚杆，锚孔直径D=90mm，倾角20度，锚杆均采用2根直径φ16钢丝绳，钢丝绳抗拉强度设计为1390MPa，标准值为1960MPa，注浆材料为M30水泥净浆，注浆材料为M30水泥净浆。
- 4、图中未尽事宜，参照有关技术规范进行。

江苏省地质调查研究院

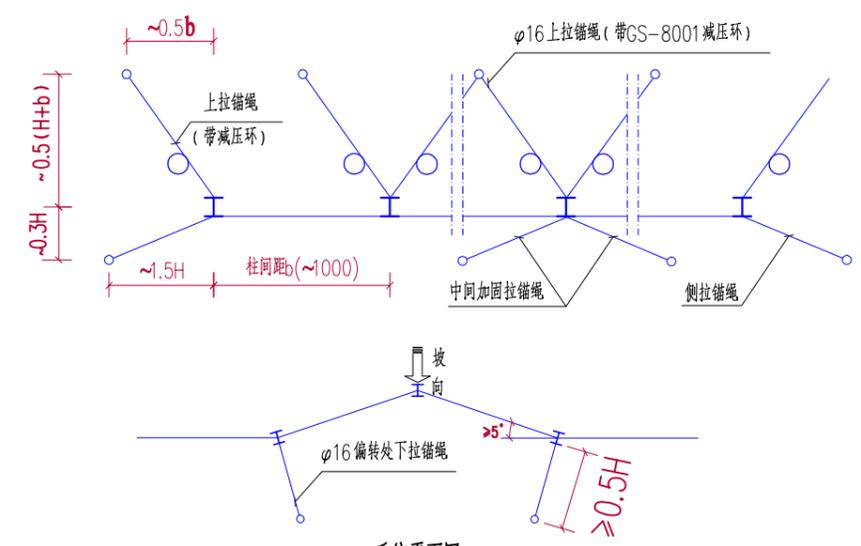
项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	锚杆+主动网大样图				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	07
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	宋京雷	资料来源	实测		



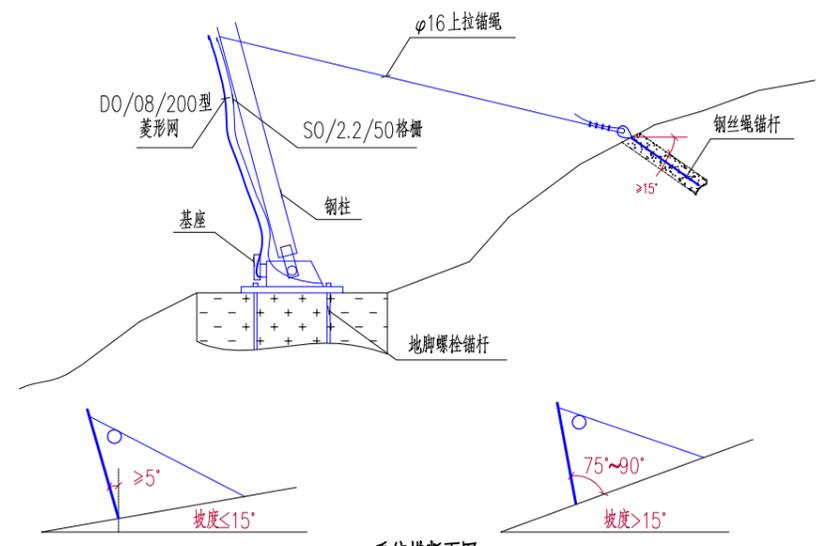
系统立面图



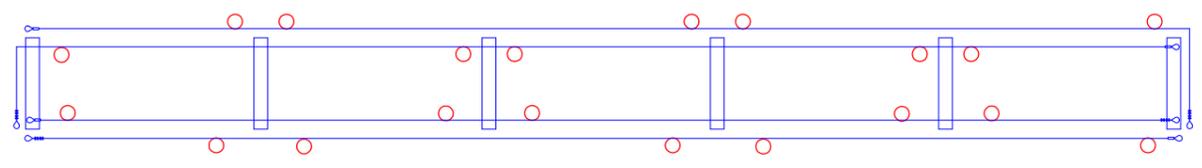
钢绳网缝合联结图



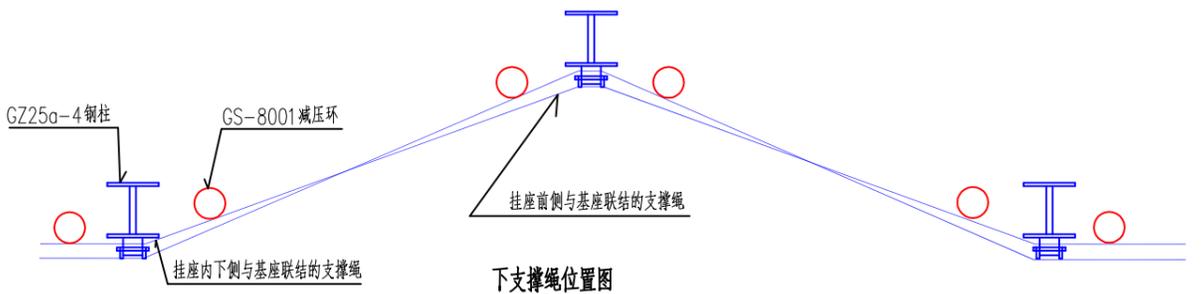
系统平面图



系统横断面图



支撑绳与减压环布置图



下支撑绳位置图

RX1-200型被动防护系统主要施工顺序:

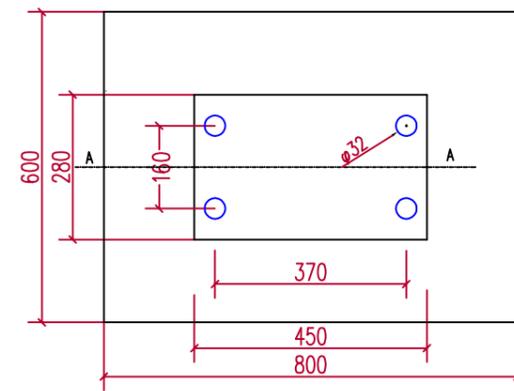
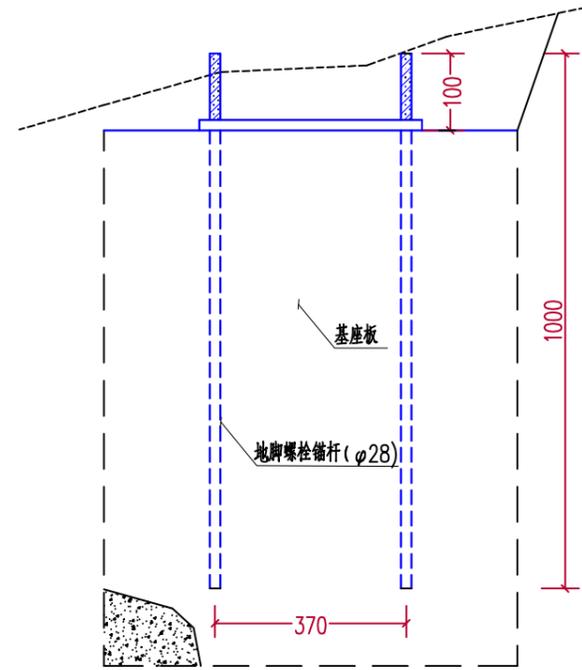
1. 锚杆及基座定位。
2. 钻凿锚杆孔。
3. 基座及锚杆安装。
4. 钢柱及拉锚绳安装与调试。
5. 支撑绳安装与调试。
6. 钢绳网的锚挂与缝合。
7. 格栅网的锚挂。

注:

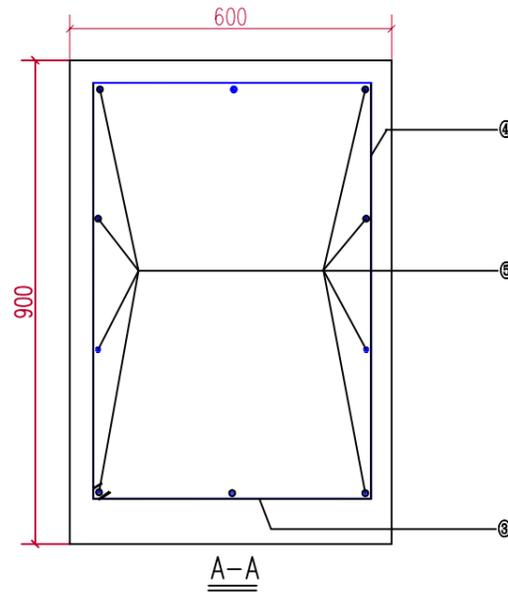
1. 图中尺寸材料规格以毫米计外,其余均以厘米为单位。
2. 本设计图为网高3m安装图。
3. 最大允许初始铅垂度为柱间距的3%。
4. 本设计RX-050型被动网防治落石的冲击动能为500千焦。

江苏省地质调查研究院

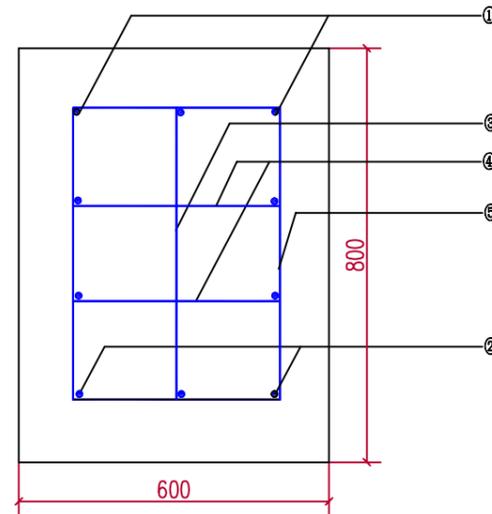
项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	被动防护网大样(一)				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	08
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	宋京雷	资料来源	实测		



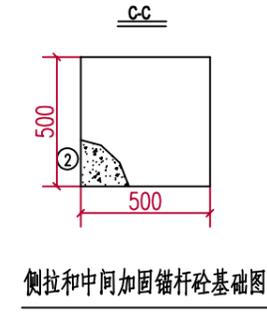
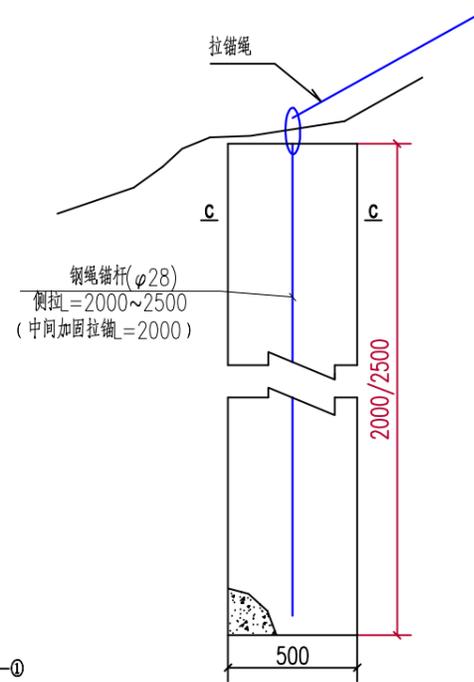
钢柱砼基础图



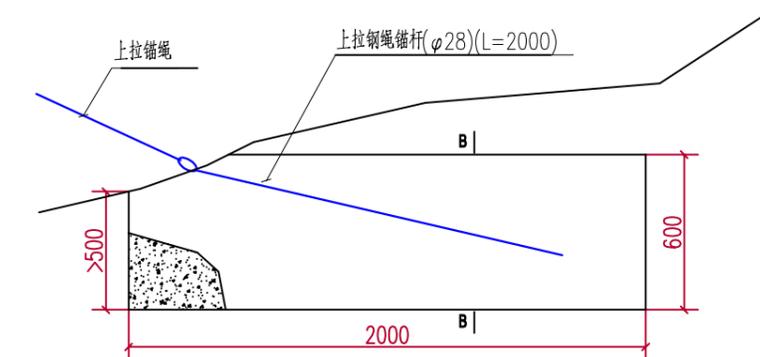
A-A



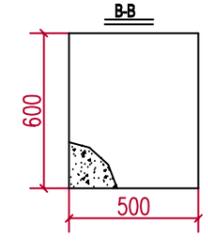
钢柱砼基础配筋图



侧拉和中间加固锚杆砼基础图



上拉锚杆砼基础图



B-B

说明:

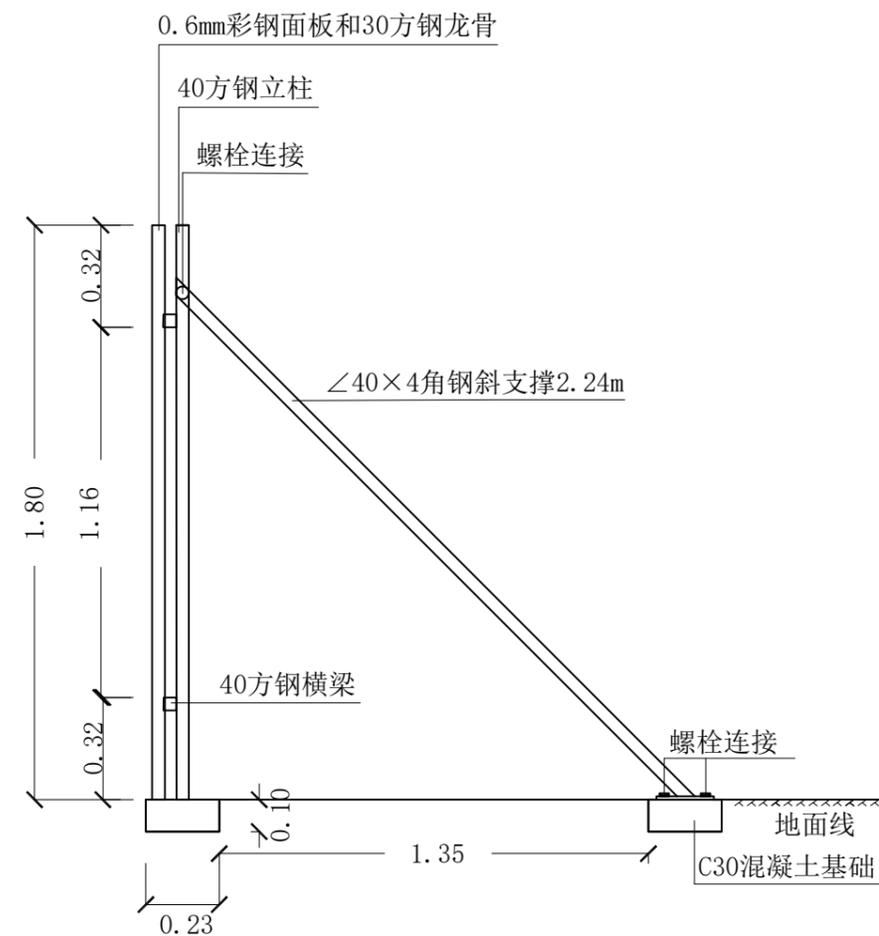
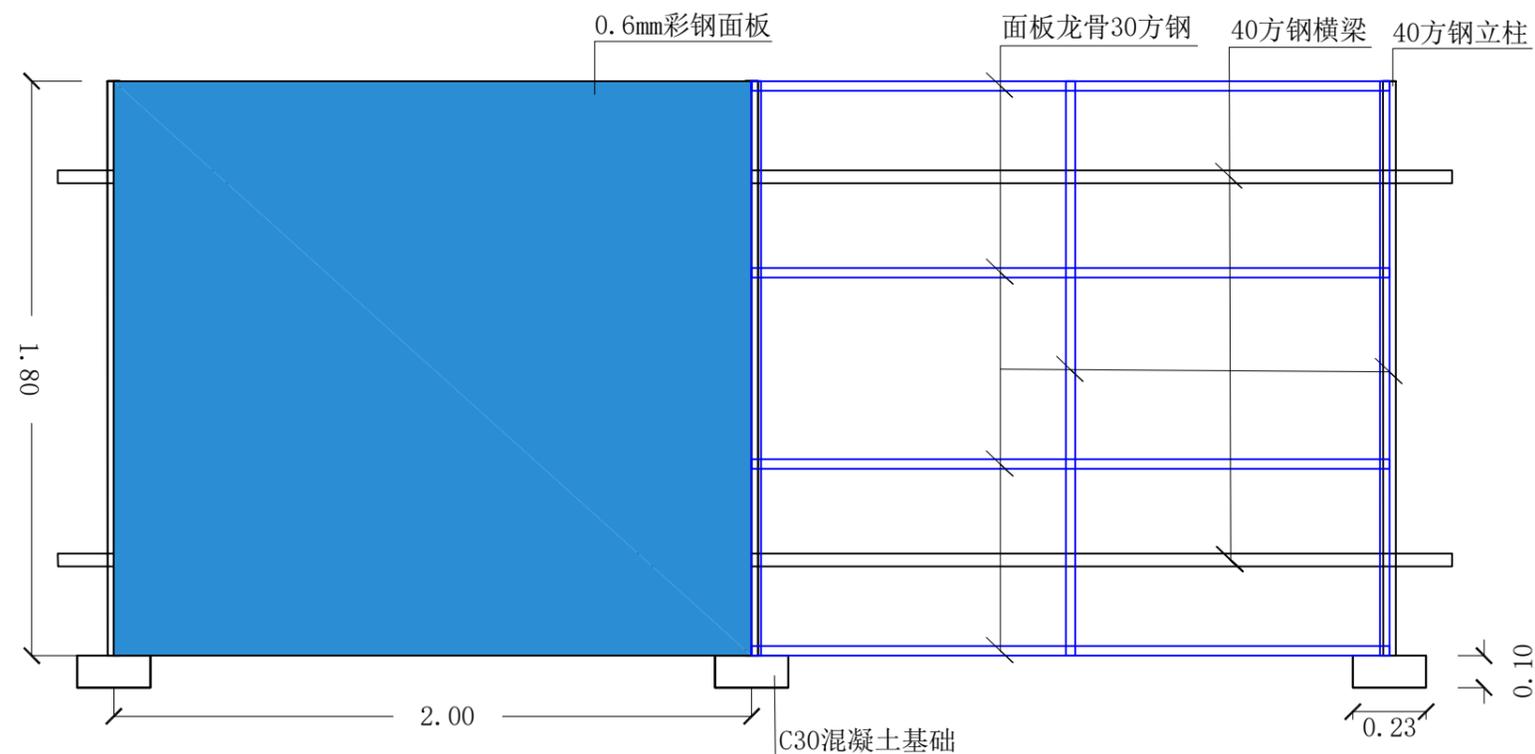
- 1 本图为最小砼基础尺寸,当基础所在位置覆盖层厚度不小于砼基础深度时采用,在确保锚固深度的前提下,可以加大砼基础尺寸;图中尺寸以mm为单位;
- 2 当基础位置处地层为基岩裸露或覆盖层很薄时,直接钻锚杆孔,其锚杆尺寸方位与本图同;钢柱砼基础地脚螺栓锚杆孔径不小于 $\phi 45$ ,基础顶面用薄层C20细石砼或M20水泥砂浆抹平;拉锚绳锚杆孔径不小于 $\phi 45$ ;
- 3 当基础位置处地层为厚度小于砼基础深度的覆盖层时,覆盖层部分用砼置换,下部直接钻锚杆孔,形成复合基础。
- 4 砼基础采用人工开挖,禁止爆破作业;
- 5 砼基础顶面与SNS系统走向中心线处地面齐平;
- 6 钢柱基础长轴(A--A)方向与该基础中心 和其左右基础中心连线的平分线方向一致;
- 7 钢柱砼基础侧壁外露高度超过30cm时,需采用C20钢筋砼,钢筋笼采用 $\phi 16$ 螺纹钢制作,钢筋保护层厚度不小于20mm;对地面以下的埋入式钢柱基础和各拉锚绳锚杆基础为C20素砼;
- 8 钻孔注浆锚杆采用M20水泥砂浆或纯水泥浆;
- 9 地脚螺栓锚杆由 $\phi 28$ 螺纹钢加工制作,总长 $L=1.0m$ ,顶端丝口M28\*00,并配相应垫片和螺母。

单座砼基础钢筋构造材料表

钢筋编号	形状	数量	单根长度	总长度
①	$\phi 16$ 900	4	900	3600
②	$\phi 16$ 900 600	1	3400	3400
③	$\phi 16$ 900 500	2	3200	6200
④	$\phi 16$ 600 500	4	2600	10400

江苏省地质调查研究院

项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	被动防护网大样(二)				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	09
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	宋京雷	资料来源	实测		

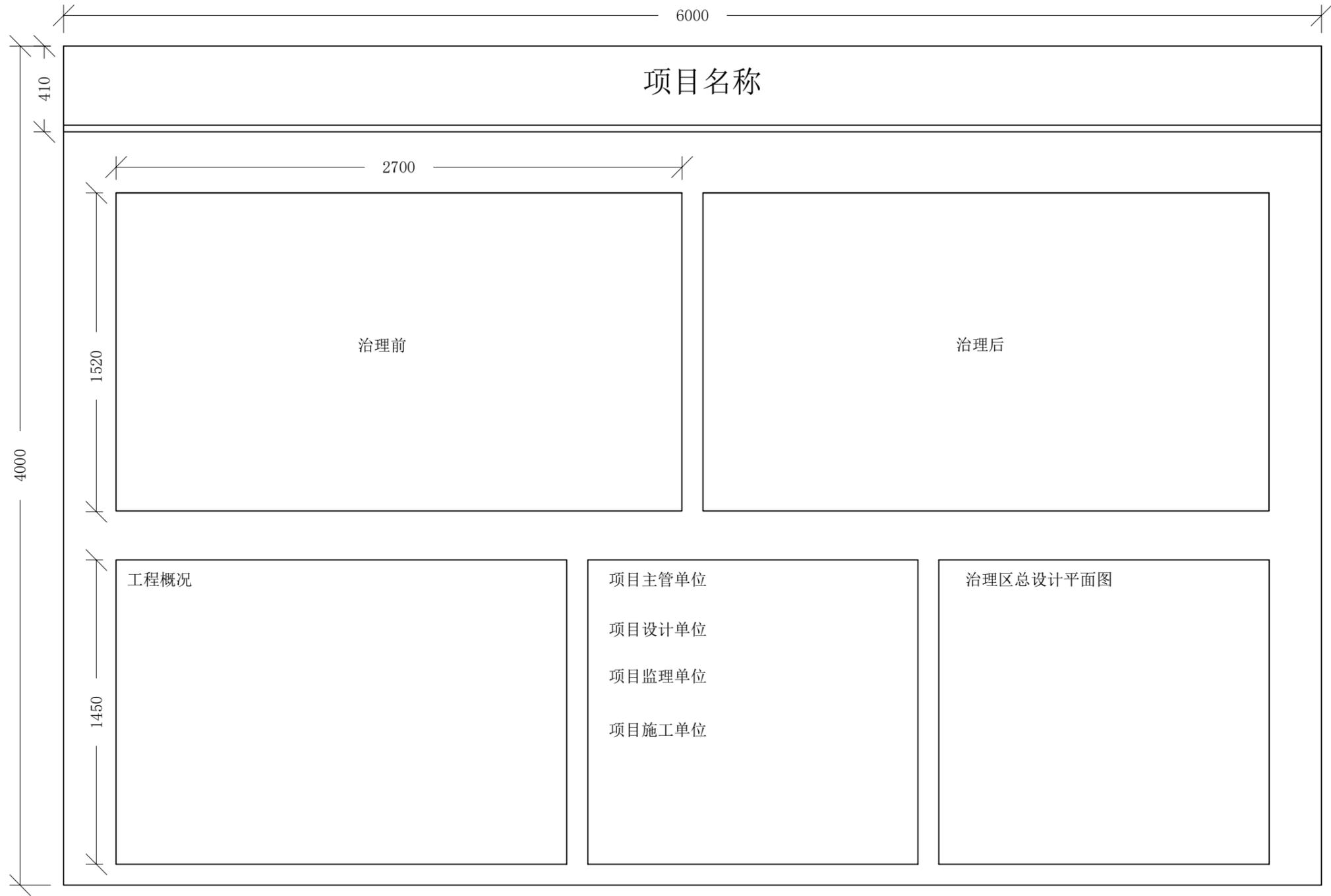


说明:

1. 图中未标注尺寸部分以m计。
2. 围挡方钢间距为2m, 柱下为C30混凝土基础, 基础尺寸为0.23×0.23×0.1, 混凝土基础顶面与地面齐平。
3. 每隔一个方管立柱加一道∠40×4斜支撑。
4. 角钢、方钢均需除锈刷两遍防锈漆。
5. 围挡总长度根据现场实际情况确定。
6. 未尽事宜, 请参照有关标准规范执行。

## 江苏省地质调查研究院

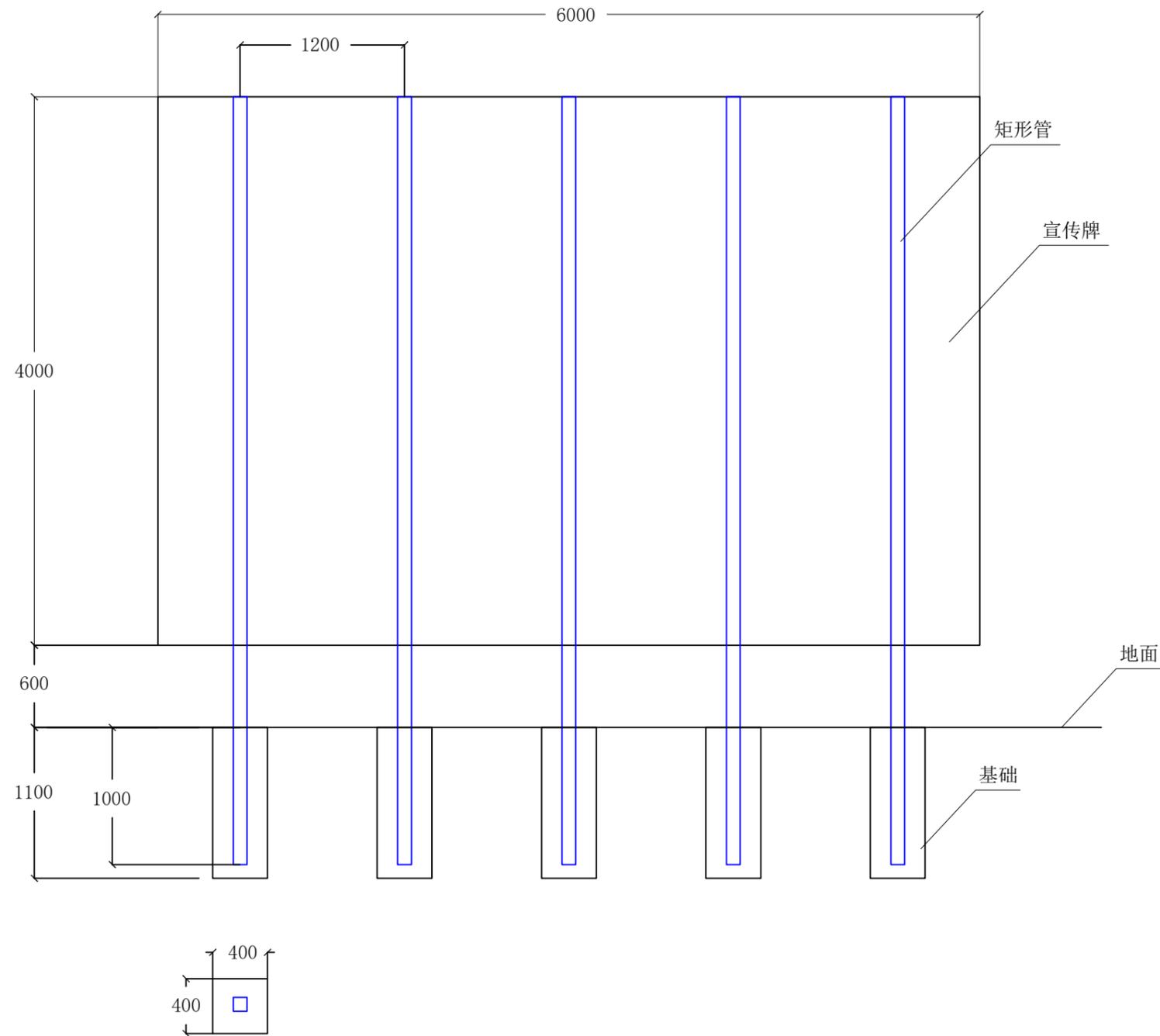
项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	坡脚围挡				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	10
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	刘超	资料来源	实测		



说明:

1. 图中除特殊注明外，单位按mm计。
2. 宣传板规格6m×4m（长×宽），板面采用电脑彩色喷绘，骨架与支撑采用角钢等与板面连接牢固，埋于下部基础中，基础要保证足够埋深。
3. 宣传板内部布局可稍微调整，但内容须包括项目名称、工程概况、项目主管单位、设计单位、监理单位、施工单位和项目设计总平面图。

江苏省地质调查研究院					
项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图 名	宣传牌				
项目负责	王振海	审 核	喻永祥	图 号	11-1
设 计	黄世雄	主 任	蒋 波	日 期	2024.12
制 图	黄世雄	院 长	朱锦旗		
校 对	刘超	资料来源	实 测		



设计说明:

- 1、图中尺寸以mm为单位;
- 2、矩形管采用无缝不锈钢管, 断面长×宽×壁厚为100×100×5mm;
- 3、基础采用为C20素砼, 长×宽×深为400×400×1100mm;
- 4、图中未尽事宜, 参照相关技术规范执行。

## 江苏省地质调查研究院

项目名称	中云街道云门寺村委西南150m边坡崩塌地质灾害治理工程				
图名	宣传牌				
项目负责	王振海	审核	喻永祥	图号	11-2
设计	黄世雄	主任	蒋波	日期	2024.12
制图	黄世雄	院长	朱锦旗		
校对	刘超	资料来源	实测		