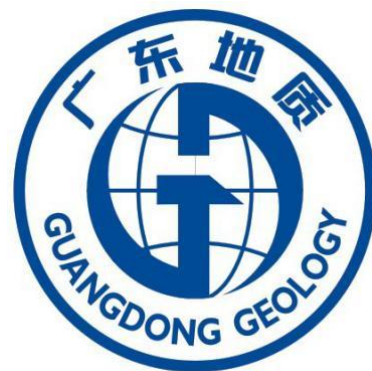


英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程

施工图设计



广东省地球物理勘查院

二〇二五年七月

英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程

施工图设计

| 职 责 | 姓 名 | 签 名 |
|---------|-----|-----|
| 项目负责 | 王 恒 | |
| 设 计 | 陈广任 | |
| 校 对 | 孙 伟 | |
| 审 核 | 赵 魁 | |
| 审 定 | 赵建军 | |
| 单位技术负责人 | 黄志华 | |
| 单位负责人 | 刘祚坚 | |

广东省地球物理勘查院

二〇二五年七月



地质灾害防治单位资质证书

单位名称：广东省地球物理勘查院

资质类别：地质灾害评估和治理
工程勘查设计资质

住 所：广东省广州市花都区工业大道17号之五

资质等级：甲级

证书编号：440020251130022

有效期至：2028 年 10 月 26 日



发证机关：



发证日期：2025年02月12日

目 录

第一部分 设计总说明

| | |
|----------------------------|----|
| 一、工程概况..... | 1 |
| 1.1 工作任务由来..... | 1 |
| 1.2 治理目标及原则..... | 1 |
| 二、设计依据..... | 1 |
| 2.1 规程、规范与资料..... | 1 |
| 2.2 设计工况、设计标准和参数..... | 2 |
| 三、地质环境条件..... | 3 |
| 3.1 气象..... | 3 |
| 3.2 水文..... | 3 |
| 3.3 地形地貌..... | 3 |
| 3.4 地层岩石及构造..... | 4 |
| 3.5 岩土体类型及工程地质条件..... | 4 |
| 3.5 地下水类型及腐蚀性评价..... | 6 |
| 3.6 滑坡灾害基本特征及稳定性分析..... | 6 |
| 四、防治方案设计..... | 8 |
| 4.1 防治设计基本原则..... | 8 |
| 4.2 防治设计目标..... | 8 |
| 4.3 防治范围..... | 8 |
| 4.4 防治设计工况和计算方法及稳定性评价..... | 8 |
| 4.5 治理设计..... | 9 |
| 五、施工技术要求..... | 11 |
| 5.1 土方开挖及回填施工技术要求..... | 11 |
| 5.2 截排水工程施工技术要求..... | 11 |
| 5.3 锚杆施工技术要求..... | 12 |

| | |
|--------------------|----|
| 5.4 锚索施工技术要求..... | 12 |
| 5.5 格构梁施工技术要求..... | 13 |
| 5.6 挡土墙施工技术要求..... | 13 |
| 5.7 绿化施工..... | 14 |
| 5.8 其它注意事项..... | 14 |
| 六、施工组织和安全施工要求..... | 15 |
| 6.1 施工组织..... | 15 |
| 6.2 安全施工要求..... | 15 |
| 七、风险分析及工程应急预案..... | 16 |
| 7.1 施工风险源分析..... | 16 |
| 7.2 应急预案..... | 16 |
| 八、工程监测..... | 17 |
| 8.1 监测内容及技术要求..... | 17 |
| 8.2 监测预警值及报警值..... | 17 |
| 8.3 监测技术要求..... | 17 |
| 8.4 人工巡视..... | 17 |
| 九、质量检验与验收..... | 17 |
| 十、工程维护要求..... | 18 |
| 十一、其他相关重要说明..... | 18 |
| 十二、主要工程量一览表..... | 18 |

第二部分 施工图设计图纸

| 序号 | 图号 | 图 名 | 张数 |
|----|----|----------------|----|
| 1 | 01 | 工程周边环境及治理范围图 | 1 |
| 2 | 02 | 工程治理平面布置图 | 1 |
| 3 | 03 | 工程排水平面布置图 | 1 |
| 4 | 04 | 1-1 剖面图 | 1 |
| 5 | 05 | 2-2 剖面图 | 1 |
| 6 | 06 | 立面展开示意图 | 1 |
| 7 | 07 | 大样图<一> | 1 |
| 8 | 08 | 大样图<二> | 1 |
| 9 | 09 | 大样图<三> | 1 |
| 10 | 10 | 大样图<四> | 1 |
| 11 | 11 | 大样图<五> | 1 |
| 12 | 12 | 大样图<六> | 1 |
| 13 | 13 | 大样图<七> | 1 |
| 14 | 14 | 工程监测平面布置图 | 1 |
| 15 | 15 | 施工围蔽及施工通道平面布置图 | 1 |

第三部分 计算书

第四部分 工程概算书（单独成册）

第一部分 设计总说明

一、工程概况

1.1 工作任务由来

英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害隐患点，为英德市在册地质灾害隐患点。2024年4月21日凌晨，受连续强降雨天气影响，连江中学食堂后侧山体发生中~高位浅层土质滑坡，部分滑坡体受雨水冲刷及地表径流作用，沿滑坡前缘外侧自然冲沟内的排水沟流至山脚连江中学食堂后侧，并有泥沙、块石从山脚排水沟外溢至食堂后侧空地，对连江中学食堂及师生安全构成威胁，严重影响了学校的安全环境，潜在威胁人数约924人，威胁财产约50万元。

目前，该处地质灾害隐患点仍有大量滑坡堆积体堆积于坡面，在强降雨作用下，仍存在再次失稳破坏的风险。且由于滑坡区内坡面裸露，坡面受冲刷潜蚀作用形成大量冲蚀浅沟，进一步加剧了坡体失稳的风险。受该处地质灾害隐患点影响，连江中学食堂已暂停使用，并在教学楼一层架空层内修建临时食堂，由此给学校的日常教学与管理造成诸多不便，并加重了校方安全管理的负担。由于连江中学在校师生众多，一旦受到滑坡地质灾害的直接危害，将对在校师生的生命财产安全构成严重威胁，并可能对社会舆论造成不良影响，有必要及时对该处地质灾害隐患点采取综合整治措施。

为保障连江中学师生及滑坡前缘道路行人的生命财产安全，现拟对该处隐患点采取综合整治措施。2025年6月，英德市自然资源局委托英德市公共资源交易中心，通过广东省网上中介服务超市直接选取方式进行公开选取，并经过业主确认，由我院（广东省地球物理勘察院）中选“英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程勘察设计服务”项目的工作任务。

1.2 治理目标及原则

1.2.1 治理目标

保证英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程在设计年限的稳定和安全，使边坡变形破坏得到有效的控制，不出现新的变形破坏，降低崩塌、滑坡地质灾害的

危害程度，保障坡体下方的连江中学师生及当地受威胁村民的生命财产安全。

1.2.2 治理工程设计原则

1、治理工程应遵循“安全、可靠、长效、美观、环保”的原则，治理工程实施后，保护主体工程在有效使用期内安全有效运行，保证连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程在各种不利荷载组合下不产生整体或较大规模的局部滑移破坏；

2、设计方案尽量采用先进技术方法，使工程达到安全可靠、经济合理、美观适用；

3、充分考虑当地的经济条件、施工水平和交通条件，在现有的技术条件下，防治工程应做到技术成熟、施工简单易行、安全可靠和经济合理，设计方案尽可能因地制宜、就地取材；

4、治理工程布置与施工必须与当地环境相协调，优化设计方案，尽可能美化环境，尽量减少对当地自然环境的破坏；

5、布置适量的安全监测设备，了解和掌握边坡在防治工程施工期及运行期的稳定性；

6、治理工程施工应不对当地群众的正常生产与生活造成严重影响。

1.2.3 设计工作概况

我单位于2025年6月初开始收集资料、野外踏勘及治理区1:500形图测量，2025年6月11日完成行野外地质调查及地质钻探工作，在提供了地勘资料后，利用现有成果、收集的资料，结合现场调查情况，在充分分析了现场地质条件及施工条件后进行治施工图设计工作，于2025年6月23日完成施工图设计。

二、设计依据

2.1 规程、规范与资料

1、《英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程勘察报告》（广东省地球物理勘察院，2025年6月）；

2、《滑坡防治设计规范》（GBT38509-2020）；

3、《崩塌防治工程设计规范》（T/CAGHP 032-2018）；

- 4、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ0219-2006）；
- 5、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330--2013）；
- 6、《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010(2015年修改版)）；
- 7、《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；
- 8、广东省《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）；
- 9、《室外排水设计规范》（GB 50014-2006）（2014年版）；
- 10、《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086-2015）；
- 11、《建筑地基基础工程施工规范》（GB51004-2015）；
- 12、《工程结构通用规范》（GB55001-2021）；
- 13、《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003-2021）；
- 14、《混凝土结构通用规范》（GB55008-2021）；
- 15、《工程测量通用规范》（GB55018-2021）；
- 16、《安全防范工程通用规范》（GB55029-2021）；
- 17、其他相关资料等。

2.2 设计工况、设计标准和参数

2.2.1 设计工况

英德市处于亚热带向中亚热带的过渡地区，属亚热带季风气候，热量丰富、雨量充足，雨季多集中在4~9月，降雨量为全年的80%。春夏常出现强对流及台风雨等灾害性天气，易诱发崩塌、滑坡等地质灾害。

拟治理滑坡地质灾害位于英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山体，山体高约96~118m，中间高、南北两侧低，山脚紧邻连江中学后侧食堂、围墙等，坡脚距离约1.0~5.0m。2024年4月21日凌晨，受连续强降雨天气影响，连江中学食堂后侧山体发生中~高位浅层土质滑坡，部分滑坡体受水流冲刷作用，沿冲沟及坡面排水沟流至坡脚连江中学食堂后侧，并有泥沙、块石从坡脚排水沟外溢至食堂后侧空地，对连江中学食堂及师生安全构成威胁，严重影响了学校

的安全环境，潜在威胁人数约924人，威胁财产约50万元。目前，仍有大量滑坡体堆积于坡面，加之滑坡区内坡面裸露，受雨水冲刷作用影响，坡面形成大量冲蚀浅沟，水土流失严重，同时加剧了坡体再次失稳的风险。因此急需进行勘查和治理。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）中边坡工程安全等级和《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）的规定，英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程等级定为一类。防治工程设计工况确定为暴雨工况。根据《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）中边坡稳定安全系数的规定，本防治工程设计工况下安全系数取1.35。

2.2.2 设计标准

英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程，按永久地质灾害治理工程进行设计。防治工程主体工程设计标准按50年考虑。

2.2.3 设计参数

根据《英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程勘查报告》，岩土物理力学参数根据现场取土试验资料，并参考有关规范及地区经验，施工图设计所采用的岩土物理力学参数见下表。

表1 各岩土层重度及抗剪强度指标计算参数表

| 土的类型 | 重度 (kN/m ³) | | 承载力特征值 (kPa) | 抗剪强度 (天然) | | 抗剪强度 (饱和) | | 与挡土墙底摩擦系数 (μ) | 极限粘结强度标准值 (kPa) |
|----------|-------------------------|------|--------------|-----------|----------|-----------|----------|---------------|-----------------|
| | 天然 | 饱和 | | 凝聚力 (kPa) | 内摩擦角 (°) | 凝聚力 (kPa) | 内摩擦角 (°) | | |
| ③砂质黏性土 | 18.5 | 19.5 | 140 | 28 | 18 | 22.5 | 16 | 0.20 | 60 |
| ④1全风化花岗岩 | 19.0 | 20.0 | 300 | 30 | 22 | 24 | 18 | 0.30 | 100 |
| ④2强风化花岗岩 | 20.0 | 21.0 | 500 | 36 | 27 | 29 | 22 | 0.40 | 150 |
| ④3中风化花岗岩 | 23.0 | 24.0 | 1500 | 100 | 35 | 90 | 32 | 0.60 | 1200 |

三、地质环境条件

3.1 气象

英德市处于亚热带向中亚热带的过渡地区，属亚热带季风气候，夏季盛行偏南的暖湿气候，冬季盛行干冷的偏北风。英德的自然季节特色为：春季（3月~4月）冷暖异常，多阴雨；夏季（5月~9月）炎热，多雨偶旱；秋季（10月~11月）清凉干爽、常旱；冬季（12月~次年2月）少冷偶寒，云多雨细。

多年平均气温 21.1℃，7月为盛夏，极端最高气温达 40.1℃（2003年7月23日），极端最低气温为-3.6℃（1961年1月19日），年平均日照时数为 1637.1 小时，年平均蒸发量为 1717.9mm，年平均相对湿度 77%，年平均霜降日 6 天。

根据英德市气象局资料（1960~2024年），英德市多年平均降雨量 1982.4mm，丰水年最多达 3450.5mm（1997年），枯水年最少为 1285.9mm（1989年），日最大降水量 335.5mm（2022年6月23日），1小时最大降雨强度 120.5mm/h（1985年7月2日17~18时）。一年中，4~9月降水量 1524.2mm，占全年降水量的 80.2%，其中4~6月降水量 921.7mm，占全年降水量的 48.5%（图 2-2）。因本区地势高低变化悬殊、植被覆盖差异大，影响降雨量在各地的分布也不均匀，横垣西北部的中山地形，北阻寒冷干燥偏北风，迎来温暖、湿润偏南风，因此，降雨多，季风雨及地形雨续接和叠加，成为广东省内五大降雨中心之一。英德南、北部形成降水较多的两个地带：黎溪镇南部至连江口镇，年平均 2100~2500mm；横石塘镇北部山地，年平均 2100mm；县内其他大部分地区为 1900mm 左右。

根据英德市三防指挥部数据，2024年4月1日至4月21日（截止4月21日14时），英德国家基本气象站录得降雨量 627.1mm，已突破该站自有连续气象记录以来4月雨量历史极值。连江中学后山滑坡发生时（2024年4月21日凌晨），连江口镇日降雨量达到 132mm（2024年4月20日20时至21日08时之间录得），为连江口镇近年来最大日降雨量。2024年4月4日下午，英德市区录得1小时降雨量达到 103mm/h，打破当地国家气象站有气象记录以来4月同期历史极值。

由于勘查区地处东北信风带，常年多吹东北风，夏季有时吹南风或西北风。年平均风速 1.7~2.7m/s，最大可达 14~18m/s。每年7~9月间受台风及热带风暴气候影响常产生大雨、暴雨灾害性降雨。

3.2 水文

英德市境内主要分布有北江、滄江、连江三大过境河流水系，集雨面积 100km² 以上的支流 16 条。连江口镇位于英德市南部，境内主要地表水系为北江及连江。

（1）北江：为珠江水系第二大河流，有东西两源，东源浈水发源于江西省信丰县石碣大茅山，西源武水发源于湖南省临武县麻石坤，两水汇合于韶关市区始称北江。北江自连江口镇区北部流入，向南流至黎溪镇境内。区内北江河面宽阔，除个别峡谷地段外，其余河面宽在 400m 以上，且河道坡度平缓，河床平均坡度比 0.7‰，在区内流程约 17km，常年可通航，上通韶关，下达广州等地。北江自勘查区北侧通过，距离勘查区直线距离约 500m。

（2）连江：又名小北江，古称涯水，北江干流的最大支流，发源于连州星子圩磨面石，上段称东陂水，至连州市区后称连江，经连州、阳山、英德 3 地于连江口镇境内汇入北江，全长 262km，全流域面积 1 万 km²。干流自阳山县在英德市境内西北部入境，境内流程 80km，河床平均坡度 0.77‰，集雨面积 2572.4 km²，占全市总面积的 45.4%。干流在英德市境内经大湾镇青坑、浣洸镇张陂、西牛镇、石灰铺镇、水边镇、连江口镇在江口咀注入北江，沿岸有波罗水、田心水、黄洞水、竹田水、青松水、水边水 6 条支流汇入，雨量亦较充沛，汛期平均径流量 84.04 亿 m³，占全年径流量的 81.3%。河床较平缓，易发生洪灾。干流是沟通连州、阳山、韶关、广州等主要水运航道。

勘查区内坡体汇水范围主要由自山顶向东北、东南两个方向延伸的分水岭所圈定，山体表面形成上宽下窄的“漏斗型”山坳地貌，汇水面积约 23000m²，汇水来源主要为大气降水及地表径流。受地形条件限制，坡面径流主要汇集到滑坡前缘的自然冲沟内，沿冲沟内现状排水沟流至连江中学食堂后侧，最后流入校园内的地下盲沟排泄。

勘查区距离地表水系较远，且位于丘陵地貌前缘处，区内建筑物设计地坪标高高于附近水系标高，水系影响较小。由于勘查区雨量充沛，特别是雨季带来强降雨，是崩塌、滑坡等地质灾害的直接诱发因素。

3.3 地形地貌

连江口镇位于英德市南部丘陵山区，境内沿北江以河谷小平原和阶地为主，其余大部分为丘陵地貌，山岭广布，局部丘陵间有少量山间洼地分布，山脉走向多呈北东向和东西向，局部呈南北向。

勘查区位于连江口镇城樟社区连江中学后山，所处地貌类型为剥蚀残丘地貌，该山体自残丘顶部分别向东北、西南方向延伸出两条山脊线，北侧山脊线（沿勘查边界 L4—L3—L2）走向约 $54^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，该山脊线南侧坡面坡向 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ；西南侧山脊线（沿勘查边界 L4—L5—L6）走向约 $120^{\circ} \sim 130^{\circ}$ ，该山脊线东侧坡面坡向 $40^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。由上述两条交角约 70° 的山脊线所夹山体表面形成上宽下窄的“漏斗型”山坳地貌，并在山坳下侧出口至山脚间形成自然冲沟。勘查山体整体高度约 96~118m，分布高程为+36.0~+155.1m，整体坡向约 $30^{\circ} \sim 120^{\circ}$ ，坡面形态整体呈上陡下缓。以横亘于山腰的水泥路为界，将山体分为上下两部分描述：

（1）水泥路以上自然斜坡：整体高度约 79~100m，坡度一般为 40° 左右，坡面形态基本呈直线形，局部较缓，坡面植被发育，以灌木、竹林及小乔木等为主。因人工种植、砍伐树木，坡面有人工开挖形成的山间土路，宽约 2.5~3.5m。该山体自残丘顶部分别向东北、西南方向延伸出两条山脊线，北侧山脊线（沿勘查边界 L4—L3—L2）走向约 $54^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，该山脊线南侧坡面坡向 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ；西南侧山脊线（沿勘查边界 L4—L5—L6）走向约 $120^{\circ} \sim 130^{\circ}$ ，该山脊线东侧坡面坡向 $40^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。由上述两条交角约 70° 的山脊线所夹山体表面微地貌形态呈现上宽下窄的“漏斗型”山坳汇水地貌，坡面形态呈“圆弧形”展布，坡面径流均汇聚至“圆弧”核部，并在其下部至山脚间常年冲刷形成自然冲沟。

（2）水泥路以下自然斜坡：坡高约 18~21m，坡度一般为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，局部坡度较陡，坡面形态基本呈直线形或凸形，坡面植被发育，以灌木、竹林及小乔木等为主。山脚紧邻连江中学后侧围墙及食堂，存在人工开挖坡脚现象，开挖高度一般为 1.5~3m，局部可达 7~9m，坡度约 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，学校食堂后侧及其北侧坡段采用净高约 2.5m 的浆砌石挡土墙支护。一级斜坡内发育一条“V”字形冲沟，沟底宽约 2~6m，冲沟走向约 $55^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，两侧坡体高约 6~18m，坡度约 $35^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，坡面植被较发育，以竹林、灌木及小乔木为主，沿沟底修筑有一条排水沟，水沟规格 600mm（宽） \times 200~400mm（深），局部堵塞、破损，水沟延伸至连江中学食堂后侧，之后接入暗渠延伸至学校校园内。

山脚外侧为冲积平原地貌，地形较为平坦，地坪标高约为+30.0~+37m，沿坡脚线主要为学校分布，由于兴建学校时开挖山脚，山脚处普遍存在高度约 1.5~3m 的人工边坡，局部可达 7~9m，坡度约 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，学校食堂后侧及其北侧坡段采用净高约 2.5m 的浆砌石挡土墙支护。

3.4 地层岩石及构造

（一）根据区域地质资料和钻探揭露，勘查区及附近区域主要为早侏罗世侵入岩（ $J_1^c\eta\gamma$ ）分布，地表多为第四系地层（Q）覆盖，主要特征描述如下：

1、早侏罗世侵入岩（ $J_1^c\eta\gamma$ ）：该侵入岩分布于勘查区及附近区域，岩性为中粒斑状黑云母二长花岗岩，岩石具斑状或似斑状结构，块状构造，斑晶成分主要为钾长石，呈半自形板柱状，见有卡氏双晶，含量约 15%，大小一般介于 0.3~0.5cm \times 0.5~1.0cm 之间，内部一般包含有细小的长石、黑云母矿物。基质具花岗结构，矿物成分主要由钾长石、斜长石、石英和黑云母组成。

2、第四系地层（Q）：第四系发育于自然斜坡表部及山麓前缘的人文活动区域，主要为冲积、洪积、坡积及残积层，成分主要为砂质黏性土、含砾黏土、砂砾、粉砂、粉质黏土等组成。

（二）根据区域地质资料，结合现场调查及钻探揭露，勘查区内未见断裂构造通过迹象，区域性断裂构造距离勘查区均在 1.5km 以上，对勘查区影响较小。根据钻探揭露，勘查区内下伏基岩受区域地质构造运动影响，主要表现为局部岩体节理裂隙较发育。

（三）根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），勘查区地震动峰值加速度值为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，地震基本烈度为 VI 度区。根据《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T50011-2010），勘查区处于抗震设防烈度 6 度区，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组，建筑场地类别为 II 类，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

3.5 岩土体类型及工程地质条件

根据钻探揭露及野外调查，勘查区内的岩土层按地质年代和成因类型自上而下可划分为：第四系滑坡堆积体（ Q_4^{del} ）、第四系人工填土（ Q_4^{ml} ）、第四系坡残积层砂质黏性土（ Q_4^{el+dl} ）及早侏罗世侵入花岗岩（ $J_1^c\eta\gamma$ ），各岩土层的分布及特征分述如下：

1、第四系滑坡堆积体（ Q_4^{del} ，层号①）

滑坡堆积体：本层有 2 个钻孔揭露（钻孔 ZK1、ZK2），层顶标高 57.13~86.05m，层厚 1.30~2.60m。呈灰黄、灰褐色，松散，稍湿，岩芯主要呈散体状，少量呈土柱状，主要成分为砂粒、粉黏粒，坡面局部夹杂少量树木枝干，欠固结，干强度中等，黏性较差，遇水易软化崩解，堆积年限约 1 年，其力学性质差。

2、第四系人工填土层 (Q_4^{ml} , 层号②)

素填土: 本层有 2 个钻孔揭露 (钻孔 ZK8、ZK9), 层顶标高 36.85~54.20m, 层厚 0.90~1.00m。呈灰白、灰黄、灰褐色, 松散, 稍湿, 岩芯主要呈散体状、团块状及土柱状, 主要成分为粉黏粒、砂粒, 黏性一般~较差, 遇水易软化崩解, 堆填年限约 5~10 年, 其力学性质差。

3、第四系坡残积层 (Q_4^{el+dl} , 层号③)

砂质黏性土: 本层有 7 个钻孔 (钻孔 ZK1~ZK7) 揭露, 层顶标高 54.53~130.42m, 层厚 0.90~13.00m, 平均 5.33m。呈土黄、黄褐、灰褐色, 可塑~硬塑状, 稍湿, 岩芯主要呈散体状及团块状, 少量呈扁柱状、土柱状, 主要成分为砂粒、粉黏粒, 夹杂较多碎石岩屑, 切面较粗糙, 黏性较差, 干强度中等, 遇水易软化崩解, 在勘查坡体表面广泛分布, 其力学性质较差。

本层做标准贯入试验 13 次, 实测击数 $N' = 11 \sim 39$ 击, 平均 $N' = 24.5$ 击, 标准值 $N_k = 19.5$ 击; 修正击数 $N = 10.7 \sim 36.1$ 击, 平均 $N = 22.1$ 击, 标准差 $s = 8.273$, 变异系数 $\delta = 0.374$, 修正系数 $\gamma_s = 0.813$, 标准值 $N_k = 18.0$ 击。

本层共取得 13 件原状土试样, 11 件为砾质黏性土、2 件为粉质黏土, 主要物理力学指标: 孔隙比平均值 $e = 0.74$ 、标准值 $e = 0.78$; 液性指数平均值 $I = 0.22$ 、标准值 $I = 0.30$; 压缩模量平均值 $E_s = 4.60$ 、标准值 $E_s = 4.40$ 。天然直剪粘聚力平均值 $C = 27.10\text{kPa}$ 、标准值 $C = 25.58\text{kPa}$, 内摩擦角平均值 $\varphi = 19.61^\circ$ 、标准值 $\varphi = 17.53^\circ$;

结合地区经验, 综合推荐本层地基承载力特征值的建议值 f_{ak} 取 140kPa。

4、早侏罗世侵入花岗岩 ($J_1^c \eta\gamma$, 层号④) $\eta\gamma$

根据钻探资料揭露, 勘查区内下伏基岩为花岗岩, 在钻孔控制深度范围内, 按岩石的风化程度可划分为全风化、强风化、中风化及微风化四个风化岩带, 各风化岩带的分布及特征描述如下:

1) 全风化花岗岩 (层号④₁)

本层所有钻孔均有揭露 (钻孔 ZK1~ZK9), 其层顶埋深 0.90~13.00m, 层顶标高 35.85~125.12m, 揭露厚度 2.10~11.90m, 平均揭露厚度 5.72m。呈土黄、灰褐、黄褐色, 岩芯多呈散粒状或坚硬土块状, 块径多为 1~6cm, 浸水后手可掰断, 矿物成分以石英、钾长石、斜长石为主, 含少量黑云母, 结构基本破坏, 但尚可辨认, 有残余结构强度, 局部沿裂面可见铁锰质浸染, 遇水易软化崩解, 属极软岩, 岩体基本质量等级属 V 类。

本层做标准贯入试验 9 次, 实测击数 $N' = 41 \sim 53$ 击, 平均 $N' = 44.3$ 击, 标准值 $N_k = 41.3$ 击; 修正击数 $N = 35.2 \sim 43$ 击, 平均 $N = 38.4$ 击, 标准差 $s = 2.688$, 变异系数 $\delta = 0.070$, 修正系数 $\gamma_s = 0.956$, 标准值 $N_k = 36.7$ 击。

本层共取得 14 件原状土试样, 均为砾质黏性土, 主要物理力学指标: 孔隙比平均值 $e = 0.68$ 、标准值 $e = 0.72$; 液性指数平均值 $I = 0.19$ 、标准值 $I = 0.24$; 压缩模量平均值 $E_s = 4.54$ 、标准值 $E_s = 4.12$ 。天然直剪粘聚力平均值 $C = 27.38\text{kPa}$ 、标准值 $C = 24.99\text{kPa}$, 内摩擦角平均值 $\varphi = 23.03^\circ$ 、标准值 $\varphi = 20.24^\circ$;

根据上述试验结果和野外鉴定情况, 结合地区经验, 综合推荐本层地基承载力特征值的建议值 f_{ak} 取 300kPa。

2) 强风化花岗岩 (层号④₂)

本层所有钻孔均有揭露 (钻孔 ZK1~ZK9), 其层顶深度 3.90~18.20m, 层顶标高 32.95~118.02m, 层厚 2.00~13.30m, 平均 6.20m。呈肉红、灰白、灰褐、黄褐等色, 中粒斑状结构, 块状构造, 岩芯多呈碎块状、块状, 局部呈半岩半土状, 矿物成分以石英、钾长石、斜长石为主, 含少量黑云母, 岩块块径多为 2~8cm, 结构大部分破坏, 风化裂隙发育, 岩芯破碎, 沿裂面可见铁锰质浸染, 遇水易软化崩解, 属于软岩, 岩体完整程度为破碎, 岩体基本质量等级属 V 类。

本层做标准贯入试验 1 次, 实测击数 $N' = 88$ 击, 修正击数 $N = 68.3$ 击。本层共取得 1 件原状土试样, 为砾质黏性土。

根据上述试验结果和野外鉴定情况, 结合地区经验, 综合推荐④₂ 层地基承载力特征值的建议值 f_{ak} 取 500kPa。

3) 中风化花岗岩 (层号④₃)

本层所有钻孔均有揭露 (钻孔 ZK1~ZK9), 其中有 4 个钻孔 (钻孔 ZK1、ZK7~ZK9) 穿透该层进入微风化层, 其层顶深度 6.40~25.70m, 层顶标高 30.45~104.72m, 厚度 7.60~12.80m, 平均厚度 9.25m。呈肉红、灰白、青灰、黄褐等色, 中粒斑状结构, 块状构造, 岩芯多呈短柱状~柱状, 少量呈块状、扁柱状及长柱状, 节长多为 3~25cm, 矿物成分以石英、钾长石、斜长石为主, 含少量黑云母, 结构部分破坏, 风化裂隙较发育, 局部发育倾角 $60^\circ \sim 80^\circ$ 的节理裂面, 裂面平整, 局部沿裂面可见铁锰质浸染。

取 10 件岩样做单轴抗压试验 (其中, 4 件岩样做饱和单轴抗压试验、4 件岩样做烘干单轴

抗压试验、2 件岩样做天然单轴抗压试验），饱和单轴抗压试验试验值为 25~58.2Mpa，平均 34.5Mpa，属较硬岩。岩体完整程度为较破碎，岩体基本质量等级属IV类。

根据上述试验结果和野外鉴定情况，结合地区经验，综合推荐本层地基承载力特征值的建议值 f_{ak} 取 1500kPa。

4) 微风化花岗岩（层号④₄）

本层有 4 个钻孔（钻孔 ZK1、ZK7~ZK9）揭露，其层顶深度 14.00~33.00m，层顶标高 22.85~47.41m，揭露厚度 4.30~5.50m，平均揭露厚度 4.75m。呈肉红、灰白、青灰色，中粒斑状结构，块状构造，岩芯多呈柱状~长柱状，少量呈短柱状、扁柱状，节长多为 5~35cm，岩质坚硬，敲击声清脆，矿物成分以石英、钾长石、斜长石为主，含少量黑云母，结构基本未变，有少量风化裂隙，局部节理裂隙较发育。

取 5 件岩样做单轴抗压试验（其中，2 件岩样做饱和单轴抗压试验、3 件岩样做烘干单轴抗压试验），饱和单轴抗压试验试验值试验值为 57.9~62.5Mpa，平均 60.2Mpa，属坚硬岩。岩体完整程度为较完整，岩体基本质量等级属II类。

根据上述试验结果和野外鉴定情况，结合地区经验，综合推荐本层地基承载力特征值的建议值 f_{ak} 取 5000kPa。

3.5 地下水类型及腐蚀性评价

3.5.1 地下水类型及其补径排条件

区内坡体主要由砂质黏性土、全~微风化花岗岩组成，地下水类型主要以松散岩类孔隙水及基岩裂隙水为主。各岩土层均为弱透水层，坡脚未见泉水。大气降水是本区地下水的主要补给来源，由于地形较陡，加之风化裂隙导水作用影响，该处地下水排泄条件较好。根据钻探揭露，山脚附近地下水埋藏较浅，至山顶地下水位埋藏逐渐加深。

3.5.2 地下水位及其动态变化

勘查期间处于丰水期，水位观测时间为 2025 年 5 月 24~6 月 11 日，在勘查区内施工的 9 个钻孔中，除位于山顶附近的 ZK4 钻孔外，其余 8 个钻孔均观察到地下水位，埋深为 0.60~16.60m，对应高程为 36.25~105.87m。本区地下水位的变化与地下水的赋存形式及排泄、补给方式关系密切，由于大气降水是地下水的主要补给来源，每年的 4~9 月为本区的雨季，大气

降水丰沛，该时段地下水位将明显抬升，推测该处地下水位年变化幅度约为 5~10m，水位自坡顶向坡脚变化幅度逐渐减小。

3.5.3 腐蚀性评价

1、地下水腐蚀性评价

本次勘查期间，除 ZK4 钻孔外，其余 8 个钻孔深度范围内均揭露地下水位，分别在 ZK1、ZK9 钻孔中，以及 ZK9 钻孔附近地表水沟中各取一组水样进行地下水腐蚀性分析（试验报告详见附件），根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）第 12.2 条和附录 G 判定如下：本场地环境类型为II类，弱透水层，按环境类型地下水对混凝土结构具微腐蚀性。按地层渗透性 B 类，地下水对混凝土结构具微腐蚀性；在长期浸水条件下，地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性；在干湿交替条件下，地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

2、土腐蚀性评价

本次勘查期间，利用 ZK3-1、ZK8-1 土样进行场地土腐蚀性分析（试验报告详见附件），根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）第 12.2 有关条款，本场地土腐蚀性综合评价如下：本场地环境类型为II类，场地地基土按弱透水层（B 类）考虑，存在干湿交替作用，土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中钢筋、钢结构均具微腐蚀性。

3.6 滑坡灾害基本特征及稳定性分析

3.6.1 滑坡灾害基本特征

2024 年 4 月 21 日凌晨，受连续强降雨天气影响，连江中学食堂后侧山体发生中~高位浅层土质滑坡，滑坡体整体呈“h”形分布，西南侧滑坡体高差约 70~74m，北侧滑坡体高差约 28~30m，滑坡整体宽度约 15~60m，滑坡体厚度约 1~3m，滑坡方量估算约 2600m³，滑动面形态为直线形，且上部滑动面已暴露在表面，下部滑动面为滑坡堆积体所覆盖，滑床岩土组成为坡残积土。大部分滑坡体受雨水冲刷及地表径流作用，沿滑坡前缘外侧自然冲沟内的排水沟流至山脚连江中学食堂后侧，并有泥沙从山脚排水沟外溢至食堂后侧空地，对连江中学食堂及师生安全构成威胁，严重影响了学校的安全环境。目前，仍有大量滑坡堆积体堆积于坡面至坡

脚处，堆积方量约 900m^3 。为便于表述，将滑坡区内的西南侧滑坡体命名为 HP1（对应剖面图 1-1'），北侧滑坡体命名为 HP2（对应剖面图 2-2'），详细特征分述如下：

1、西南侧滑坡（HP1）

该处滑坡体位于整个滑坡区的西南部，滑坡前缘临近坡脚水泥道路平台（标高约+55m），滑坡后缘临近山顶分水岭（标高约+125m~+129m），高差约 70~74m，滑坡宽约 15~20m，滑动方向为 46° 。滑坡后缘陡坎高约 2~3m，陡坎坡度约 $50^\circ \sim 60^\circ$ ，坡面裸露；滑坡两侧侧壁高约 1~2.5m，坡度约 $35^\circ \sim 40^\circ$ ，坡面裸露，局部发育杂草。根据现场调查及钻探揭露，滑坡体厚度约 1~3m，成分主要为坡残积砂质黏性土，局部夹杂强风化碎石岩块及树木枝干等，部分滑坡体已被雨水冲刷及地表径流裹挟流失，但仍有大量滑坡体堆积于坡脚（标高约+55m）至钻孔 ZK2 所处原山间土路平台（标高约+85m）间的坡面处，堆积厚度约 1~3m，堆积坡度约 $30^\circ \sim 40^\circ$ ，上陡下缓，标高约+85m 原土路平台以上坡面局部也有少量滑坡堆积体残留。滑坡堆积体之上的滑床表面受雨水冲刷及地表径流作用，形成大量冲蚀浅沟，局部掏蚀形成壶穴，水土流失严重。根据现场调查，该处滑坡体内未见拉张裂缝，滑坡后缘外侧坡面植被发育，坡面未见拉张裂缝发育。

2、北侧滑坡体（HP2）

该处滑坡体位于整个滑坡区的北部，滑坡前缘临近坡脚水泥道路平台（标高约+55m），滑坡后缘位于标高约+85m 山间土路平台外侧边缘，高差约 28~30m，滑坡宽约 15~40m，上宽下窄，整体呈“扇形”分布，滑动方向约为 $80^\circ \sim 100^\circ$ 。滑坡后缘陡坎高约 2~3m，陡坎坡度约 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，坡面裸露；该处滑坡体南侧与 HP1 滑坡体相连，北侧侧壁较平缓，未形成明显陡坎。根据现场调查及钻探揭露，滑坡体厚度约 1~3m，成分主要为坡残积砂质黏性土，局部夹杂强风化碎石岩块及树木枝干等，部分滑坡体已被雨水冲刷及地表径流裹挟流失，但仍有大量滑坡体堆积于坡脚至坡面，堆积体分布高程约+55m~+80m，堆积厚度约 1~4m，堆积坡度约 $20^\circ \sim 35^\circ$ ，上陡下缓，堆积体表面发育杂草。滑坡堆积体之上的滑床表面受雨水冲刷及地表径流作用，形成大量冲蚀浅沟，水土流失较严重。根据现场调查，该处滑坡体内未见张拉裂缝，滑坡后缘外侧为山体自然斜坡及山间土路，坡面植被发育，未见拉张裂缝。

3、已发滑坡地质灾害与连江中学的空间关系

已发滑坡地质灾害的滑坡堆积体前缘位于标高+55m 的水泥路边缘，连江中学位于滑坡堆积体前缘 $EN70^\circ$ 方向，直线距离约 55m，连江中学食堂后侧地面标高约+37m，高差约 18m。

滑坡堆积体前缘至连江中学食堂后侧间坡面发育自然冲沟，滑坡发生时，部分滑坡体受雨水冲刷及地表径流作用，沿自然冲沟内的排水沟流至连江中学食堂后侧，并有泥沙、块石从排水沟外溢至食堂后侧空地，对连江中学食堂及师生安全构成威胁。

4、已发滑坡地质灾害监测情况

该处滑坡地质灾害发生后，相关管理部门随即委托第三方专业监测机构在该处滑坡体内布置多台位移、雨量实时监测设备。根据清远市地质环境监测站提供的数据，监测设备运行一年以来，排除设备误报的情况下，该处滑坡体位移监测未出现异常。

3.6.2 滑坡类型、规模及防治等级

1、滑坡类型

勘查坡体为自然山体斜坡，已发滑坡体物质成分以坡残积砂质黏性土为主，厚度 1.0~3.0m，依据《滑坡防治工程勘查规范》（DZ/T 0218-2016）附录 B，根据滑体厚度、发生原因，属**浅层自然滑坡**；根据滑坡岩土体类型，属**残坡积层滑坡**；该滑坡以坡面浅层溜滑为主，滑动面形态为直线形，上部岩土体滑动，挤压下部产生变形，局部滑坡体表面见波状起伏，滑坡发生时，滑动速度较快，根据滑坡的滑动形式，属**推移式滑坡**。

2、滑坡规模等级

勘查滑坡属于浅层土质滑坡，推测滑坡方量约 2600m^3 ，根据《滑坡防治工程勘查规范》（DZ/T 0218-2016）滑坡规模为**小型**（ $<10\text{万 m}^3$ ），根据《广东省地质灾害特征认定和分级标准（2021年版）》滑坡规模为**小型**（ $0.5\text{万} \sim 5\text{万 m}^3$ ）。

3、灾情与险情等级

该处滑坡地质灾害未造成人员伤亡及较大直接经济损失，地质灾害的危害对象为坡脚临近连江中学食堂及在校师生。根据当地有关部门统计结果，该处滑坡地质灾害威胁人数为 924 人，威胁财产约 50 万元，根据《广东省地质灾害特征认定和分级标准（2021年版）》，灾情等级为**一般**，险情等级为**大型**。

4、滑坡防治工程等级

根据《滑坡防治工程勘查规范》（DZ/T 0218-2016）第 6.3 条规定，该处地质灾害威胁人数 924 人（ ≥ 500 人），威胁财产约 50 万元（ < 500 万元），综合确定滑坡防治工程等级为**一级**；根据《滑坡防治设计规范》（GB/T 38509-2020）第 6.1.1 条规定，滑坡地质灾害威胁人数

930 人（≥500 人），威胁对象为学校，威胁设施重要性为重要，确定滑坡防治工程重要性等级为I级。

5、边坡工程安全等级

勘查坡体的岩土体物质组成主要为砂质黏性土、全~强风化花岗岩组成，属土质边坡。勘查坡体坡脚人工边坡高约 1.5~10m，勘查自然山体高度约 96~118m，坡脚临近学校食堂，边坡破坏后果很严重，且该处为已发工程滑坡地段，根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），确定边坡工程安全等级为一级。

3.6.3 滑坡稳定性分析

滑坡体在天然工况（工况1）条件下，边坡稳定系数为 1.032~1.202，滑坡处于欠稳定或稳定状态；在暴雨工况（工况2）条件下，滑坡土层的重度增大，而粘聚力和内摩擦角均减小，边坡稳定系数为 0.733~1.064；滑坡处于不稳定或基本稳定状态。

通过上述分析，说明该滑坡在暴雨条件下稳定性差，有再次发生滑移的可能。对连江中学食堂及师生安全构成威胁，严重影响了学校的安全环境，潜在威胁人数约 924 人，威胁财产约 50 万元，带来严重的社会影响和政治影响。

四、防治方案设计

本边坡设计应遵循“固脚、强腰、排水”的原则，贯彻“恢复自然、水土保持、综合治理、因地制宜、技术先进、经济安全、环境协调”的理念，根据边坡高度、周边环境和边坡岩土体性状，选取合理的支护方案，并进行施工图设计。

4.1 防治设计基本原则

（1）防治并举、消除隐患滑坡的发生、滑动受多种因素的影响，滑坡的形成与发展受多种因素的影响，主要包括滑坡的地形条件、岩土结构和物质组成、地质构造、气象水文条件、人类工程活动等。有些因素是人为不可改变的，有些因素是人类可以控制的，特别是人类自身的工程活动是可以调控和规划的，控制不利因素的发展，同时发展有利因素，达到以防为主，防治并举的原则，从而消除滑坡地质灾害隐患。

（2）设计合理、安全可靠

滑坡灾害治理工程应以保护环境、美化环境为原则，精心布置，合理设计，力求工程技术措施可行，特别是与当地实际地形结合起来，做到尽量少拆迁，少搬迁，减少工程间接费用。另一方面，治理工程必须安全可靠，彻底根治，不留隐患。

4.2 防治设计目标

本次滑坡防治目标是采用工程措施防止滑坡体在降雨及人为活动等因素诱发的局部或整体失稳下滑，保护村民的生命生产安全。

（1）保护坡前人员生命及财产安全；

（2）在确保滑坡治理工程安全的前提下，提出能够达到防治效果的治理方案；

（3）防治工程实施后，保障坡体在降雨等自然诱发因素条件下不产生变形破坏。

（4）防治工程布置与施工应与村民正常生产生活相协调。

（5）防治工程施工要避开雨季，尽快实施。工程防治实施施工过程中，合理利用工程弃土，避免水土流失造成新的地质灾害和环境污染。

4.3 防治范围

根据现状地质灾害的特征，潜在地质灾害对周边环境的影响范围以及灾害危害对象分布情况，确定本次地质灾害应急治理设计范围，详见平面图。

4.4 防治设计工况和计算方法及稳定性评价

4.4.1 防治设计工况和计算方法

设计荷载组合均按最不利的工况计算：

根据勘查报告、现场调查资料分析，采用理正岩土工程设计软件（7.0 版本），对分段 2 个剖面进行边坡稳定性计算。本次计算先通过软件自动搜索危险滑动面来确定边坡的最危险滑裂面，然后结合本工程实际情况，并参考类似已发崩塌或滑坡的滑裂面，给定圆心、半径进一步搜索计算得出的最可能滑裂面和稳定系数。设计荷载组合均按最不利的工况计算：

设计工况：自重+暴雨（土体饱和）+地下水

治理后边坡设计工况安全系数不小于 1.35。

4.4.2 岩土物理力学参数选择

计算所选的岩土物理力学参数参考勘察资料结合地区经验确定。计算采用的岩土物理力学参数见表 1。

4.5 治理设计

4.5.1 治理工程概述

根据该边坡现有的形态特征和地质情况，将治理工程边坡分为 2 个剖面。沿坡脚总支护长度约 65m。根据分析，结合主要发生的灾害种类，综合考虑施工条件和经济条件，本设计在勘察报告提出治理工程方案建议的基础上，进行分析论证，治理工程采用“放坡+锚杆（索）+现浇钢筋混凝土格梁+坡脚挡土墙+绿化+截排水”的总体治理方案，具体如下。

A~B 段：1-1 剖面，沿坡脚支护长度约 58.50m，边坡高度约 70m，支护采用放坡+锚索（杆）+格梁+护脚墙的支护方案。本段边坡分六级放坡，坡率约 1: 0.9~1:1.5。锚索长度 16m~20m，锚杆长度 9~12m，格梁 2.50m×2.50m，护脚墙高度 1.0m。平台及坡顶与截水沟间采用 C30 砼硬化 10cm。

B~C 段：2-2 剖面，沿坡脚支护长度约 63.5m，立面展开成扇形，边坡高度 31m~61.5m。支护采用放坡+锚索（杆）+格梁+柱板式挡+重力式挡土墙的支护方案。本段边坡分七级放坡，坡率 1: 0.75~1: 3。锚杆长度 9~12m，锚索长度 20m~22m，格梁 2.50m×2.50m，柱板式挡墙高 3.0m，重力式挡土墙高度 3.80m。平台及坡顶与截水沟间采用 C30 砼硬化 10cm。

坡顶采用 400mm×400mm 截排水沟、坡中平台采用 300mm×300mm 排水沟，在边坡中间纵向设置跌水台阶将坡顶、坡中排水沟引到坡脚排水沟 600mm×600mm，排入现状排水系统，具体位置详见施工图。

治理后计算安全系数如下表 2，详细计算过程见计算书。

表 2 边坡稳定计算结果表

| 序号 | 剖面编号 | 安全系数 | 备注 |
|----|------|-------|----|
| | | 设计工况 | |
| 1 | 1-1 | 1.376 | |
| 2 | 2-2 | 1.399 | |

4.5.2 削坡、坡面整理

削坡坡率：

1-1 剖面：一级坡坡率 1: 1.5，二~五级坡坡率 1: 1，六级坡坡率 1: 0.9。

2-2 剖面：一级坡坡率 1: 3，二级坡坡率 1: 1.5，三级坡坡率 1: 1，四级坡坡率 1: 0.75，五级坡坡率 1: 1，六级坡坡率 1: 1-1:1.4，七级坡为垂直柱板式挡墙。

若现状坡面已缓于设计坡率，则以现状坡率为准，不再按设计坡率填土平整，只做简单坡面修整。局部在坡顶线与截水沟、坡脚线与排水沟之间形成的平台采用 10cm 厚 C30 砼硬化。施工须采用逆作法（由上到下）逐级开挖施工。

根据当地实际情况，结合建设单位意向，弃土场暂定于连江口镇红溪村，运距 12km，最终结算以实际运距为准。

4.5.3 回填土方

边坡坡面非必需的情况下，不采取填方措施。挡墙墙背和水沟沟壁填方应分层满面积堆放，并均匀压实，回填分层厚度应小于 40cm，采用轻型打夯机或钩机、柴油锤分层夯实，压实的密实度不小于 93%。材料应优先选择渗水性良好的砂质粘性土，填料不应含有有机物、草皮、树根等杂物及生活垃圾。

4.5.4 截排水工程设计

(1) 截排水工程布置

结合边坡地形、变形特征，按设计标准，边坡区降雨汇水面积及其所需排出的地表径流量，进行了地表截排水工程的设计和布置。考虑尽量利用天然冲沟排水和已有排水沟的排水，考虑与

现有排水系统的整体连接，同时兼顾工程区建筑物情况及施工的便利情况，科学合理地进行截排水工程布置。

设计坡面在每个平台设置 1 条排水沟，坡脚新建排水沟，坡面在中部设置共 2 个跌水台阶。边坡坡面排水沟总体排水方向由两端向中间通过跌水台阶接入坡脚排水沟；坡脚排水沟排水方向主要由山沟底部通过重建的现状排水沟接入现状排水系统。

为防冲防渗、设计采用厚度 100mm C20 素混凝土垫层，排水沟壁厚 150mm，采用 C30 钢筋混凝土浇筑，纵向排水沟坡度大于 1:2.5 地段增设沟底跌水结石加糙消能措施。跌水结石在砼浇筑时梅花状嵌结沟底，间距 50cm。

本项目汇水面积以治理区所在山沟分水岭计算汇水面积。

(2) 截排水工程结构设计

1) P3 排水沟

工程拟在坡面每个平台设置 0.3m×0.3m 排水沟，用于截排坡面的流水。排水断面 300mm×300mm，沟壁厚度为 150mm，采用 C30 混凝土进行浇筑，配筋 $\Phi 10@200$ 底部铺设 100mm 厚 C20 垫层。

2) P2 排水沟

工程拟在治理区坡顶设置 0.4m×0.4m 截排水沟，用于截排自然坡面的流水。排水断面 400mm×400mm，沟壁厚度为 150mm，采用 C30 混凝土进行浇筑，配筋 $\Phi 10@200$ ，底部铺设 100mm 厚 C20 垫层。

3) P1 排水沟

工程拟在治理区坡脚设置 0.6m×0.6m 截排水沟，用于截排治理区范围内汇水。排水断面 600mm×600mm，沟壁厚度为 150mm，采用 C30 混凝土进行浇筑，配筋 $\Phi 10@200$ ，底部铺设 100mm 厚 C20 垫层。

4) 跌水台阶和挡水板

工程拟在边坡中部和南部设置 0.6m×0.3m 跌水台阶，用于坡面的汇水引入坡脚排水沟。跌水台阶排水断面 600mm×300mm，边梁厚度为 300mm，底板厚 100mm，采用 C30 混凝土进行浇筑，

配筋详见大样图。在跌水台阶下部设置挡水板，用于防止水流冲力过大，冲出水沟。挡水板 0.8m×0.8m，厚 0.2m，根据实际情况调整安装位置。

5) 沉砂池

工程拟在坡脚修建沉砂池，沉砂池池长为 1.0m，宽为 1.0m，深 1.50m，壁厚 200mm，直接与 P1 排水沟相接，采用 C30 混凝土进行浇筑，配筋 $\Phi 10@200$ 。

6) D700 钢筋砼排水管涵

工程拟在坡脚盘山路采用 D700 钢筋砼承插式排水管，基础采用 C30 混凝土，连接处用水泥砂浆环形封口。

4.5.5 锚杆

锚杆设计为钢筋锚杆，杆体采用 $\Phi 28$ 钢筋，全长 9~12m，间距约 2.50m×2.50m，钻孔采用 130mm 钻孔直径，成孔角度 25°，全孔内注水泥砂浆或水泥浆，注浆体强度不小于 30MPa。

4.5.6 锚索

锚索采用 4 $\Phi 1 \times 7$ (15.2) 钢绞线，水平间距 2.5m，全长 16~22m，各段锚索长度见各剖面图，若提前进入中风化岩，则以进中风化岩 2m 控制。钻孔采用 $\Phi 150$ mm 孔径，成孔角度 25°，自由段 6m，注浆采用 P.042.5R 水泥，注浆体强度不小于 M30，具体位置见支护结构立面图。

4.5.7 格梁

使用现浇钢筋混凝土，顺边坡倾向和沿边坡走向以锚杆（索）为节点设置方格状格构，格构水平间距 2.50m，断面高×宽：400×400mm。格构浇筑混凝土强度等级不应低于 C30。每隔 10~25m 宽度设置伸缩缝，缝宽 2~3cm，填塞沥青麻筋或沥青木板。

4.5.8 重力式挡土墙

参考《国家建筑标准设计图集 17J008 挡土墙（重力式、衡重式、悬臂式）》图集。

新建挡土墙 1: 填料内摩擦角为 35°，基底摩擦系数为 0.30。墙基埋深 1.00m，总墙高 3.80m，墙顶宽 0.90m，墙底总宽 1.55m。墙底做成 1:0.1 逆坡，设 C20 砼垫层，厚 100mm，挡墙采用 C30

混凝土浇筑。

新建挡土墙 2: 填料内摩擦角为 35° , 基底摩擦系数为 0.30。墙基埋深 0.80m, 总墙高 2.80m, 墙顶宽 0.40m, 墙底总宽 1.0m。墙底做成 1:0.1 逆坡, 设 C20 砼垫层, 厚 100mm, 挡墙采用 C30 混凝土浇筑。

混凝土挡土墙泄水孔: 挡墙墙脚地面以上 20cm 设置 1 排泄水孔, 采用 $\Phi 100$ PVC 管预埋, 管口向外倾斜 5% 的坡度, 泄水孔间距为 2.0m, 孔后应设置 $0.5 \times 0.5 \times 0.5$ m 反滤包。

详细设计施工参数见施工图。

4.5.9 绿化工程

主体工程完成后, 对格构后的边坡坡面, 采用铺三维网后, 厚层基材喷混植生技术(主要喷草籽及少量灌木种籽) 进行边坡的绿化。

五、施工技术要求

5.1 土方开挖及回填施工技术要求

5.1.1 边坡土石方开挖

(1) 各项工程开挖轮廓位置和开挖断面应符合施工图的规定, 施工详图中所示的开挖线或坡度应视为最小开挖线(临时开挖坡线施工单位可根据实际施工条件变化, 但必须确保安全施工, 不应欠挖)。

(2) 本项目可采用机械开挖, 人工简单修整, 后机械转运。土方集中后用挖机装卸汽车外运。

(3) 土方的开挖顺序为从上至下进行。按锚固高度, 从上至下逐级开挖, 形成坡度后应结合人工清坡, 清除坡面凹凸不平土层、要求坡面平, 并进行锚固作业, 完成后再进行下一梯次的开挖。

(4) 开挖弃渣应即行运走, 不得随地堆放而诱发次生灾害。

(5) 施工时根据本设计, 结合实际地形进行测量放线, 在坡度变化处设控制点。土方开挖

前, 应对坡顶及坡脚控制点坐标及高程进行复核, 如与设计不符, 应及时通知设计单位进行调整。

(6) 开挖中如发现土层性质有变化, 应修改施工方案及挖方边坡, 并及时报请业主会同设计、监理、地勘研究。

(7) 支护工程在雨季施工或坡面植被防护未完成前, 应进行坡面人工防护, 防止坡面遇水冲刷, 支护完成后应及时植草。

(8) 开挖完成后, 应及时组织验收基槽和坡面, 合格后方可进入下道工序。

(9) 根据当地实际情况, 结合建设单位意向, 弃土场暂定于连江口镇红溪村, 运距 12km, 最终结算以实际运距为准。

5.1.2 土方排弃回填

(1) 本项目排水沟、挡土墙背等需进行土方回填。回填土料不得采用淤泥和淤泥质土, 有机质含量不大于 5%, 土料含水量应满足压实要求。箱涵处土方回填的边坡坡度应符合设计要求。

(2) 回填时应分层回填和分层夯实, 回填面积较大的区域, 应采取分层、分块(段) 回填压实的方法。压实系数应达到 0.93, 如采用人工打夯, 分层厚度一般小于 40cm, 每层压实遍数 3~4 遍。如采用机具, 应符合相应规范要求。

(3) 土方回填的填料可能来自削坡土体, 根据需要可在场临时存放, 临时堆放的土方应远离边坡或基坑, 严禁在基坑、边坡、建(构) 筑物周边影响范围内堆放土方

(4) 本工程削坡及开挖土方量较大, 有较多的土方需要排弃, 弃土地需另行寻找和确定, 可采用挖掘机装自卸车外运排弃, 本设计暂按外运 12km 考虑。

5.2 截排水工程施工技术要求

(1) 截排水沟、跌水台阶的位置应根据控制点按设计坐标使用测量仪器施放, 起止点应符合设计要求。按照设计坐标放出沟(管) 道总线, 每 20m 定出中桩、开挖后放出中线和两边顶线。各沟(管) 应按照测算的实际比降分段控制沟底、顶面高程, 并详细记录, 分段施工。

(2) 根据测量放出的边线及计算出的开挖深度, 沟槽一般采用人工开挖, 当需采用机械开挖时, 沟底宜预留 30cm 由人工清除, 不能扰动沟底原状岩土层, 不允许超挖, 沟槽表面应平整。

(3) 发现问题应及时与甲方、设计单位联系。本工程截排水沟位置可根据现场情况作适当调整。

(4) 沟槽开挖的沟槽边坡坡度根据现场的实际情况决定，确保施工期间边坡不坍塌。

(5) 开挖前应摸清地下障碍物和地面上架设高压线缆位置高度等情况，并采取严格的防护措施，确定挖土机在工作时的回转半径内有无障碍物。开挖沟槽土方应置于距沟边 0.8m 以外处，高度不宜超过 1.5m，须按要求放坡堆放，不得随意堆放，而影响到其它工程。

(6) 模板安装应平顺、牢固，不得晃动或混凝土浇筑时出现变形、松动现象。

(7) 混凝土应分段浇筑，分段位置宜设在沉降缝或伸缩缝位置，每段应一次浇筑完成，并振捣密实，不得有蜂窝麻面。

5.3 锚杆施工技术要求

(1) 由于锚固段地质情况复杂，锚杆其长度、锚固力等均根据地质条件和岩土参数设置，锚杆验收的数量取每种类型锚杆总数的 5%，且不少于 5 根，锚杆验收试验应符合《建筑边坡工程技术规范》（GB50330—2013）附录 C 的规定。

(2) 锚杆须采用专用锚杆钻机干成孔作业，锚杆孔径不小于 $\Phi 130$ ，成孔角度为 25° 。其它施工要求应符合《建筑边坡工程技术规范》（GB50330—2013）的有关规定。

(3) 锚杆方形布置，锚杆（ $\Phi 28$ ）采用 III 级热轧螺纹钢筋。锚杆安装前应进行防锈处理。

(4) 锚杆长度一般以施工图设计为准，若在设计深度内遇中风化基岩，需勘查设计单位和现场监理复核确认，并以入岩 1m 控制。

(5) 锚固注浆体采用纯水泥浆，水灰比为 0.45~0.5，采用 425# 普通硅酸盐水泥，必要时加入一定量早强剂或缓凝剂。

(6) 在各锚杆格构梁支护坡段间隔 25~30m 或在转拆处设置一纵向通长伸缩缝，缝宽 30mm，内填沥青麻筋。

(7) 钢筋接头的位置、搭接长度、锚固长度、钢筋直径、保护层厚度等要严格按照设计图和有关规范施工。

(8) 切坡顶应用 C30 砼镶边梁予以封闭，同时要作好排水系统。

5.4 锚索施工技术要求

(1) 锚索采用专用锚杆钻机干成孔作业，成孔直径为 150mm；锚孔定位偏差不应大于 20mm，成孔角度为 25° ，钻孔深度超过锚索设计长度不应小于 0.5m。

(2) 预应力锚索材料应采用直径 15.2mm，强度标准值为 1860N/mm² 的钢绞线。锚索体放入钻孔前应除污除锈。

(3) 灌浆前应清除孔内的石屑和岩粉，注浆管应与锚索同时放入孔内，注浆管端头到孔底距离为 100mm。

(4) 锚索长度一般以施工图设计为准，若在设计深度内遇中风化基岩，需勘查设计单位和现场监理复核确认，并以入中风化岩 2m 控制。

(5) 注浆材料采用水泥净浆，其水泥净浆水灰比宜为 0.45~0.55，应添加减水剂或其他掺加剂，增加浆体流动性、可泵性；浆体材料 28d 的无侧限抗压强度不应低于 30MPa。

(6) 锚索采用二次注浆施工工艺，第一次采用常压注浆，第二次注浆压力为 2.0~3.0MPa。二次注浆管的出浆孔和端头应密封，保证一次注浆时浆液不进入二次注浆管内；一次注浆待孔口溢浆，即可停止注浆。两次注浆时间间隔和压力可根据注浆工艺通过实验确定。

(7) 锚索的张拉要求宜在锚固体强度大于 30MPa 并在格构梁和锚固体达到设计强度的 80% 后进行方可进行张拉锁定；锚索张拉顺序应避免相近锚索相互影响。

(8) 锚索锚头承压板应安装平整、牢固，承压板面应与锚孔轴线垂直；承压板底部的混凝土应填筑密实，混凝土强度不低于 C30，锚具应采用专业厂家生产的合格产品。

(9) 锚索的防腐要求：

防腐保护等级：采用 I 级双层防腐保护。

锚索锚头防腐：钢垫板和锚具除锈——涂环氧树脂三遍——采用 C30 砼对锚头封闭，混凝土保护层厚度为 60mm。

自由段防腐：涂环氧类防锈漆三遍——裹聚酯薄膜——涂黄油——裹聚酯薄膜——套波纹管，自由段套管两端 200mm 长度范围内用黄油充填，外绕扎工程胶布固定。在张拉锁定后对其进行注浆，直到孔口冒浆为止。

锚固段防腐：采用 I 级防腐构造，水泥浆保护层厚度不小于 30mm。

本工程锚索的防腐要求按《岩土锚杆（索）技术规程》（CECS22：2005）有关永久性锚索的防腐要求执行。

5.5 格构梁施工技术要求

（1）格构梁施工之前要对坡面整平，坡面应夯实，无溜滑体、蠕滑体和松动岩块。格构梁下的坡面不能欠挖，对于超挖处挖成台阶，浆砌片石补齐。

（2）测放梁位置后，钢筋绑扎沿测定的格梁位置进行，坡面设保护层垫块，控制梁的保护层厚度，钢筋可在现场进行制作与安装，但钢筋的数量、配置按设计确定，接头应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的规定。钢筋绑扎好后按梁设计尺寸支立格构梁模板，梁的截面尺寸不小于设计值，且应注意各方向的观感质量。

（3）混凝土的浇注应架设模板，模板应加支撑固定，支模应牢固，防止砼浇筑时爆模。

（4）砼采用现浇工艺，浇筑时采取有效措施保证浇筑质量。每隔 20 米设置一道变形缝，缝宽 2cm~3cm，缝内填塞沥青麻筋。

（5）锚杆格构采用 C30 砼，格构梁浇砼前，应进行坡面、基槽及模板修正，使其平度达到规范及砼浇筑的要求。

（6）格构梁混凝土应进行抗压强度试验，试块数量为每 50m³ 一组；锚杆浆体强度检验用试块的数量每 30 根锚杆不应少于一组，每组试块不应少于 6 个。

（7）对已浇注完毕的格构梁，应及时派专人进行养护，养护期应在 7 天以上。

5.6 挡土墙施工技术要求

（1）挡土墙基础开挖

1) 挡土墙基础持力层为稳定硬实土层，地基基础承载力特征值不少于 150KPa。若挡墙基础持力层为填土，需进行地基处理，建议采用换填法，换填料建议采用级配块石，换填深度标准为穿过软弱土层不小于 0.20m，厚度不小于 1.0m。

2) 挡土墙基础开挖前必须先测量放线，并用木桩和线标识出基础开挖范围。

3) 挡土墙基槽采用分段、跳段开挖，每一分段长度不宜大于 10m，墙背临时边坡开挖坡率

应保证基槽临时边坡稳定。机械开挖至基底设计标高以上 30cm 时，再用人工施做基底反坡，防止基底土层受扰动。

4) 基础开挖到位后应将基底表面松渣、松软土石清理干净。通知质检工程师进行验槽和地基承载力试验，确保地基承载力满足要求。同时做好基础基坑的排水，避免基础地基土泡水软化。基础验收后，尽快垫层封底。

5) 挡土墙的基础最少埋置深度不少于 0.80m。

6) 基槽开挖到位经检验合格后，及时铺设垫层封底，后进行钢模板安装，并进行基础及墙身混凝土施工，挡土墙浇筑后及时回填夯实。墙前基坑顶面应做成向外不小于 4% 的排水坡。应将墙址外侧基坑用黏土夯实紧密或混凝土回填封闭。

7) 挡墙应避开雨季选择旱季施工。做好施工现场的排水设施，基坑不得受水浸泡。

（2）墙身浇筑

1) 混凝土挡土墙采用 C30 混凝土浇筑。现浇砼挡土墙与基础的结合面，应按施工缝处理，即先进行凿毛，将松散部分的砼及浮浆凿除，并用水清洗干净，然后架立墙身模板，砼开始浇灌时，先在结合面上刷一层水泥浆或垫一层 2~3cm 厚的 1:2 水泥砂浆再浇灌墙身砼。

2) 墙身模板采用模板拼装，墙身模板视高度情况分一次立模到顶和二次立模的办法，一般 4 米高之内为一次立模，超过 4 米高的可分二次立模。当砼落高大于 2.0m 时，要采用串筒输送砼入模，避免砼产生离析。砼由砼搅拌站加工，用砼运输车运至现场，在墙顶搭设平台，用吊机吊送砼至平台进行浇灌，砼浇灌从低处开始分层均匀进行，分层厚度一般为 30cm，采用插入式振捣器振捣，振捣棒移动距离不应超过其作用半径的 1.5 倍，并与侧模保持 5~10cm 的距离，切勿漏振或过振。在砼浇灌过程中，如表面泌水过多，应及时将水排走或采取逐层减水措施，以免产生松顶，浇灌到顶面后，应及时抹面，定浆后再二次抹面，使表面平整。

3) 墙身沿线路方向每隔 10~20m 结合墙高或地基条件的变化设置伸缩缝或沉降缝，缝宽 20~30mm。在变形缝处支模时应预先把变形缝的泡沫塑料板安装固定好使其缝能从下到上整体断开，施工完后抽出泡沫塑料板，从墙顶到基底沿墙的内、外、顶三边填塞沥青麻筋或涂沥青木板，填塞深度不少 200mm。

4) 砼浇灌完进行收浆后,应及时洒水养护,养护时间最少不得小于7天,在常温下一般24小时即可拆除墙身侧模板,拆模时,必须特别小心,切莫损坏墙面。

5) 挡土墙应按大样图的要求设置排水垫、泄水孔等排水机构。

5.7 绿化施工

(1) 挂网

挂网应在格梁拆模后进行,采用EM3三维网,应按照格构梁框大小进行裁切,网必须张拉紧,覆盖时应用U型钉固定。

三维网必须与坡面保持3~5cm间距,以保证网保护层厚度,可以采用腐木,树枝、竹节等垫块进行安装。

(2) 喷射基材混合物

喷射作业前必须对机械设备,风、水管路和电线等进行全面检查及试运转。

喷射基材混合物之前,将坡面冲刷干净,以确保喷射基材混合物与坡面之间的良好粘结。

当边坡坡率 $\geq 1:1$ 时,绿化基材厚度为5~8cm;当边坡坡率 $< 1:1$ 时,绿化基材厚度为10~13cm。

基材混合物由绿化基材、纤维、植壤土等按一定比例混合而成;绿化基材由有机质、土壤结构改良剂等材料组成。植壤土可选用工程地原有的地表土或附近农田土粉碎过8mm筛,含水量 $\leq 20\%$,风动过筛后的植壤土应采取防水措施;纤维可就地取秸秆、树枝等粉碎成10~15mm长,含水量 $\leq 20\%$;基材由粘性红土、腐殖土、营养土约按8:1:1的体积比进行配置,并按每方基材中外加草木纤维0.9kg,稻草纤维10kg,粘合剂150g,复合肥10kg。

埋设控制喷射基材混合物厚度的标志,以确保混凝土喷射厚度,将混合好的基材,用干喷机喷射到岩石上,厚度平均10cm,在铁丝网外喷射基质厚度保持在2cm~3cm,不可超过5cm。喷头距岩面距离应有1.5米左右垂直喷射。喷射时水压要适当,同时要根据喷出的混合料的情况适当调动水阀控制水量。

草种应选择适合当地土质和气候,根系发达、生根性强的多年生混合草种。植被种子在使用前应做好发芽试验,发芽率达90%以上方可使用,对难发芽的植被种子使用前应作催芽处理。本

边坡考虑掺入了不同的、能在不同季节泛青且根系发达、叶茎低矮的混合草种—高羊茅、狗牙根和百喜草,另混少量勒杜鹃等开花灌木。

利用喷播机将混合含有草籽、粘合剂、肥料、保水剂、绿色颜料、纤维素以及松软的适量有机物和水等配制而成的粘性浆体喷射到边坡上。由于喷下的草籽有明显的颜色,所以不会遗漏、不重复。本边坡每平方米用纸浆100g,保水剂25g,混合草种30~40g,粘合剂5g。

喷射作业应分段分片依次进行,喷射顺序自下而上,先凹后凸,按地形条件和风向从左至右或从右至左依次进行。

作业开始时,先送风,后开机,再给料;结束时,待料喷完后,再关风。向喷射机供料连续均匀;机器正常运转时,料斗内保持足够的存料。喷射机设置在地面平整的地方。

喷射作业完毕或因故中断时,将喷射机和输料管内的积料清除干净后,再进行下次作业。

(3) 养护

在椰纤维网外加盖一层无纺布(每平方米15g)。无纺布能起保湿、保温及防止种子被冲刷的作用,无纺布覆盖时应用U型钉固定,注意不留接缝。无纺布覆盖后应注意观察种子发芽和生长情况,待草种功能叶生长稳定后,要及时撤除无纺布。

养护期限视坡面植物生长状况而定,一般不少于45天,以喷灌水为主,经常保持土壤湿润,促进种子发芽和快速增长覆盖。种植完成后一个月,应全面检查生长情况,对生长明显不均匀的位置予以补播。

5.8 其它注意事项

(1) 防治工程施工前,应对结构物的所有坐标进行校对。

(2) 在边坡开挖时,应做好临时防护措施保障施工安全。

(3) 做好动态设计和信息化施工,由于地质灾害的复杂性和地质灾害治理工程措施的复杂性,工程施工中应加强施工地质工作,做好开挖地质描述和素描(拍照),并及时反馈给地质灾害防治部门和设计单位。应特别注意各种异常地质情况以及前期勘查未涉及到的地段,如发现以下情况之一,应及时会同有关单位共同协商处理,必要时修改设计,做到动态设计和信息化施工。

- 1) 岩土体的强度不满足设计要求;
- 2) 局部发现风化深槽或断裂破碎带;
- 3) 边坡卸荷区中发现地下水集中渗出点;
- 4) 其他不能满足设计要求的地质、水文情况。

(4) 地质灾害治理工程一般不宜在雨季施工, 在雨季施工宜做好临时排水措施。若在汛期施工, 为防止突发泥石流、崩塌、滑坡等地质灾害, 应制定应急预案并修筑人员安全撤离通道。

六、施工组织和安全施工要求

6.1 施工组织

(1) 交通条件

治理区位于英德市连江口镇城樟社区连江中学后山, 东北方向与连江口镇政府直线距离仅 500m。勘察区域外围有乐广高速 (G0423)、银英公路 (S253) 等通过, 周边道路交通较便利。区内有乡村道路连接省道 S253 线, 经省道 S253 线可通往英德市区, 交通方便。

设备、材料可沿连江口镇街道公路运输至施工场地东南侧直线距离越 400m 的山脚处, 由于上山道路狭窄、且转弯幅度大, 需改用人工及三轮车进行二次转运至治理区坡脚, 由于治理边坡高 (70m), 钢筋、锚索、模板、施工设备等需要开辟临时便道进行三次人工转运。

(2) 气候条件

根据英德市气象局资料 (1960~2024 年), 英德市多年平均降雨量 1982.4mm, 丰水年最长达 3450.5mm (1997 年), 枯水年最少为 1285.9mm (1989 年), 日最大降水量 335.5mm (2022 年 6 月 23 日), 1 小时最大降雨强度 120.5mm/h (1985 年 7 月 2 日 17~18 时)。一年中, 4~9 月降水量 1524.2mm, 占全年降水量的 80.2%, 其中 4~6 月降水量 921.7mm, 占全年降水量的 48.5%。雨季施工时, 台风和强对流天气对施工影响较大, 应做好雨季施工组织设计和应急预案。

(3) 场地条件

设备、材料运输可通过村道直达治理区坡脚, 外部运输条件较好。可借用周边空地, 作为材

料堆场钢筋加工场。

(4) 建筑材料

附近建筑料场可供应的天然建材有河砂、砾石、卵石、大块石及粘土料等, 质量符合要求, 可满足工程施工需要。料场距施工现场按 6km 计。

(5) 水电供应

施工区位于连江中学后山, 电力较充沛, 本次施工不需要大型用电设备, 较大用电量的空压机可采用柴油动力, 可保证施工用电。工程施工用水可由自来水厂供应, 并加压提升。用水量较少时可直接用引水管接自来水管供应。

6.2 安全施工要求

(1) 作业中的安全标志、工具、仪表、电气设备等各种设备必须在施工前加以检查, 确认其完好, 方能投入使用。施工前应做好预防措施, 预备一定数量的沙袋作为抢险之用。建立安全生产责任制、安全教育制度、安全交底制度、安全预防制度、安全检查制度、安全事故处理制度等各项安全管理制度, 并坚持执行, 确保施工顺利进行。

(2) 本工程范围内如有电塔、高压走廊、地下电缆、光纤缆线、供水管、雨污水管 (涵)、燃气管等, 施工前, 应与有关管线单位协调好施工安全事宜。

(3) 应制定一整套适合施工场地方的安全防护措施, 包括施工现场的安全、工地正常的生产、生活秩序, 如: 防风、防雷、防雨、防涝、防火、防工程伤害、治安管理等的安全措施。

(4) 应对工人进行岗前安全教育, 经考试合格后才能上岗。职工调换工种或使用新工具、新设备时, 要进行岗前岗位安全教育和安全操作的培训。

(5) 针对工程的特点、施工外部和内部环境要求, 进行安全技术交底。

(6) 严格执行安全生产会议制度、安全检查制度、安全评议制度, 对安全生产出现的问题应指定专人限期整改。

(7) 安全检查应做到每日检查、日常检查及不定期抽查。安全检查还包括施工机具检查及各项安全措施的执行情况检查 (台风、暴雨、防寒、防暑、雨季、卫生等)。

(8) 施工临时用电应符合《施工现场临时用电安全技术规定》(JGJ 46) 的规定, 施工机

械操作应符合《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33)的规定。特种机械、设备应由取得相应上岗资格证的专业人员操作。严格执行各类机械设备的专人管理和操作制度,各类机械有安全防护设备,机械设备要定期保养,经常检修,使其处于良好的状态。

(9) 施工人员生活区、主要材料堆放区及重要机具设备摆放区等施工重要场地应布置在不受崩塌、滑坡、泥石流及山洪等灾害威胁的区域内,确实无法避让的应做好相应防护措施。现场材料、机械、临设按施工平面图整齐放置或搭设。施工现场的坑、洞、悬空等危险处,必须设置防护设施和明显的警示标志,不准任意移动或拆除。施工区按有关规定建立消防责任制,按照有关防火要求布置临设,配备足够数量的消防器材,并设立明显的防火标志。

(10) 施工现场围蔽必须安全牢靠,并在外面设定警示标志,防止非有关人员进入、防止外来车辆失控闯入。

(11) 在特殊危险和潮湿场合环境中使用携带式电动工具,高度不足 2.5m 的一般照明灯,如果没有特殊安全结构或安全措施,应采取安全电压。

七、风险分析及工程应急预案

7.1 施工风险源分析

该边坡坡度陡,有较多危险源,主要有:

- (1) 边坡变形开裂、崩塌。
- (2) 风化石、孤石、松土坠落。
- (3) 施工材料、器具坠落。
- (4) 人员坠落。
- (5) 触电。
- (6) 机械、设备损伤。

施工单位应针对上述(不限于)危险源做足有针对性的安全措施,确保安全生产、运营。

7.2 应急预案

该边坡坡度陡,有较多危险源,施工应以预防为主,补救为辅,作好充分的防范措施,遏制

事故的发生,确保施工安全,避免人员设备损失。当边坡变形过大,变形速率过快,周边环境出现开裂或有边坡崩塌迹象等险情时立即停止施工,查明原因,选用适当的应急措施,包括但不限于:坡顶主动区卸载、坡脚被动区临时压重、及时撤离人员等。

(1) 密切注意天气变化,下雨后,应首先对边坡整体进行观察,清除已松动的土体、风化石、孤石、杂物,确认无危险时才能继续施工。遇雷雨,应停止一切作业,施工人员到室内躲避。

(2) 以人为本,当出现险情,且判断其发展速度较快,不能及时撤离设备时,必须首先确保施工作业人员的生命安全,立即发出警报,疏散人员。待边坡重新处于相对稳定的状态时,再进行现场清理,抢修设备。

(3) 若出现崩塌,应对暴露的土体进行保护,采用挂铁丝网后喷射 10cm 厚的混凝土,防止水土流失加剧。若由于下雨等原因暂时不能喷射混凝土,则采用彩条布先进行简易保护,有条件的打入长度 2~4m 的钢管若干,对其进行临时加固。

(4) 在边坡正下方,不安排堆放任何设备、材料,避免不必要的损失。

(5) 工作平台底部用木板或槽钢铺垫,防止钢管平台受压下沉。

(6) 挖土机司机留驻现场,24 小时待命,随时按应急指挥部指示工作。

(7) 施工过程中,管理人员、电工、机械工应不断巡查,发现问题及时整改处理,严格做好安全监护工作。

(8) 在施工期间应注意监测,现场备足抢险设备和材料,如挖掘机、砂袋、型钢、水泥等,具体数量与施工单位协商确定,一旦边坡出现险情,先抢险后加固,并报设计及有关各方采取相关措施。

(9) 由施工单位制定应急预案,需要时及时启动应急预案。

(10) 由于坡脚与镇政府的距离近,应对坡脚房屋采取有效的保护措施和适合的施工方案,以免造成人员伤亡和财产损失。

八、工程监测

8.1 监测内容及技术要求

只有对边坡进行相关监测,才能对边坡变形及安全情况有全面的了解,以确保工程顺利进行,在出现异常情况时及时反馈,并采取必要的工程应急措施。故监测的频率,预警值和允许值等必须科学合理,确保有操作性,监测单位应独立编制监测方案,监测方案应区分施工期和施工后两个时期。监测目的如下:

- 1、进行信息反馈及预测预报,优化监测组织设计,指导现场监测,确保高边坡监测的安全、质量及工程项目的社会、经济、环境效益。
- 2、保证边坡的安全。边坡在破坏前,往往会在边坡侧向不同部位上出现较大的变形,或变形速率明显增大。如有周密的监测控制,有利于及时采取应急措施,在很大程度上避免或减轻破坏的后果。
- 3、总结工程经验,为完善设计提供依据,积累区域性设计、监测的经验。
- 4、为了实施对边坡过程的动态控制,掌握边坡变形状态,及监测对既有周边的影响,必须进行现场监控量测。通过对量测数据的整理和分析,及时确定相应的监测措施,确保监测工期和既有建筑的安全。

监测内容主要有以下方面:

1、地表 垂直位移监测

边坡周边设置地表水平、垂直位移监测点,监测边坡治理前、治理中及治理后的水平、垂直位移值,边坡地表位移监测点共布设 4 处。

边坡坡顶最大水平位移和竖向位移均按 $0.2H\%$ (H 为边坡高度) 考虑,取值 50mm,可采用全站仪或 GPS 监测。共布置位移监测点 38 个,主要布置在坡顶和坡面支护结构。

2、锚头应力监测

边坡支护措施包含锚索和锚杆,因此,锚头应力监测需分别进行锚索和锚杆的锚头应力监测。共布置 32 个锚头应力监测点,其中锚索锚头应力监测点 27 个,其中锚杆锚头应力监测点 5 个。坡面上随机均匀布置。

3、地表裂缝观测点

主要是对坡顶的裂缝情况进行监测。日常巡查时发现坡顶或坡面有裂缝,则布置裂缝观测点,监测记录裂缝的发展速度和缝宽,判断边坡的稳定性及危险性。预估布置裂缝观测点 8 个。

8.2 监测预警值及报警值

边坡变形的预警值、允许值应满足规范要求。其控制标准详见施工图。

8.3 监测技术要求

边坡监测工作应委托有经验、有资质的监测单位编制监测方案,经设计、监理和建设单位等共同确认后予以实施。

8.4 人工巡视

人工巡视包括对植物状态、稳挡结构、支护结构状态及岩土体状态的巡视。

九、质量检验与验收

- 1、工程所使用原材料、成品、半成品和构配件等的质量要求,应符合国家现行标准和设计的规定。
- 2、常规材料检测,施工用的原材料如水泥、钢筋、砂石等按相关规定进行送检。材料出厂合格证检查;材料现场抽。
- 3、混凝土强度的检验评定,除遵守《混凝土质量检验相关技术标准》,且应符合现行国家标准有关规定。
- 4、现场混凝土质量检验以抗压强度为主,并以 150mm 立方体试件为标准。
- 5、混凝土试件以机口随机取样为主,每组混凝土的 3 个试件应在统一储料斗或运输车厢内的混凝土中取样。
- 6、浇筑地点试件取样数量宜为机口数量的 10%。
- 7、混凝土结构所采用热轧钢筋、热处理钢筋等的质量,应符合现行国家标准的规定。
- 8、钢筋应有出厂质量证明或试验报告单,钢筋表面或每捆(盘)钢筋均应有标志、进场时应按罐(批)号及直径 D 分批检验。检验内容包括查对标志,外观检查,并按现行国家有关标准

的规定抽取试样作力学性能试验。试验结果应及时报送监理单位，合格后方可使用。钢筋在加工过程中，如发现脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象，尚应根据现行国家标准对该批钢筋进行化学成分检验或其它专项检验。

9、砂浆、砼应按相关规定留制试件进行强度等级检验。

10、钢筋位置、间距、数量和保护层厚度应进行隐蔽验收。

11、现浇砼应按相关规定留制试件进行砼强度等级检验，并应采用抽芯法或回弹法进行砼强度检测。

12、锚杆验收随机检测数量为锚杆总数的 5%，且不少于 5 根。

13、其他未明检测事项，按《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）执行。

十、工程维护要求

治理工程项目竣工验收终验合格后，由建设单位负责管理和维护或指定专门单位负责管理维护。管理维护单位应当建立管理维护制度，落实维护经费，确定管理人员，对工程及其运行状况进行定期和不定期的检查巡查，做好日常维护、保养和保护，并形成维护保养记录。

管理维护单位应根据实际情况，制定专门的长期维护方案，维护方案主要包括：

1、落实维护责任单位与监管部门；

2、建立巡查制度，检查截排水沟有无裂缝、破损，坡顶、坡脚有无裂缝，格构、锚索、生态绿化护坡情况，以及坡脚、坡面上树木、植草等的生长情况等，每次均应有巡查记录，并向监管部门汇报；

3、按照设计的监测制度，定期对工程进行巡测，如发现异常情况或遇暴雨天气，应适当加大巡查频率，雨季来临前后均应对工程进行质量检查；

4、巡查中发现的问题应及时解决，截排水沟裂缝等均应在雨季之前修复，树木、植草等出现缺水迹象时应及时浇，发现死苗应及时补种；

5、发现紧急情况时，应及时报告有关部门，并立即采取解决措施。

6、绿化施工完成后，施工单位必须管护两年，且成活率 90%以上，两年后验收没达到要求，

甲方可以要求施工方继续管护和补植。

7、排水系统施工完成后，施工单位保修两年，保修期施工方应对有缺陷的排水系统进行修补，且进行人工淘淤，尤其是各排水沟汇水处和出口，保修期内施工方应对有缺陷的排水系统及修补，不得拖延。

8、绿化管护和排水系统保修两年到期，经甲方验收合格后，甲方或甲方指定相关公司或个人对绿化和排水系统进行长期的管护和维修，尤其是排水系统中排水沟的淤泥和沉沙池的淤泥与砂的清理。

十一、其他相关重要说明

1、施工前应配合当地政府及自然资源部门协商用地问题，避免由于用地及其他因素影响施工进度。

2、本设计未尽事宜参照《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）及《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）执行。

3、本工程设计基于已有资料，施工时应准确查明周边关系和竣工资料并相应进行调整。

4、本工程中若与本次说明不符之处，请参照相关的规范执行。

5、严格按照有关设计、施工和验收规范施工。

6、本工程的施工不宜在雨季进行，在雨季施工时，必须加强安全防护及监测工作。若施工过程中遇强降水，可在未加固的坡面上铺设帆布等防水材料进行防护，避免雨水直接冲刷。施工过程中如遇强降雨时应疏散工人，并安排技术人员巡视，发现异常情况时及时报知业主与设计单位，并采取相应的处理措施。

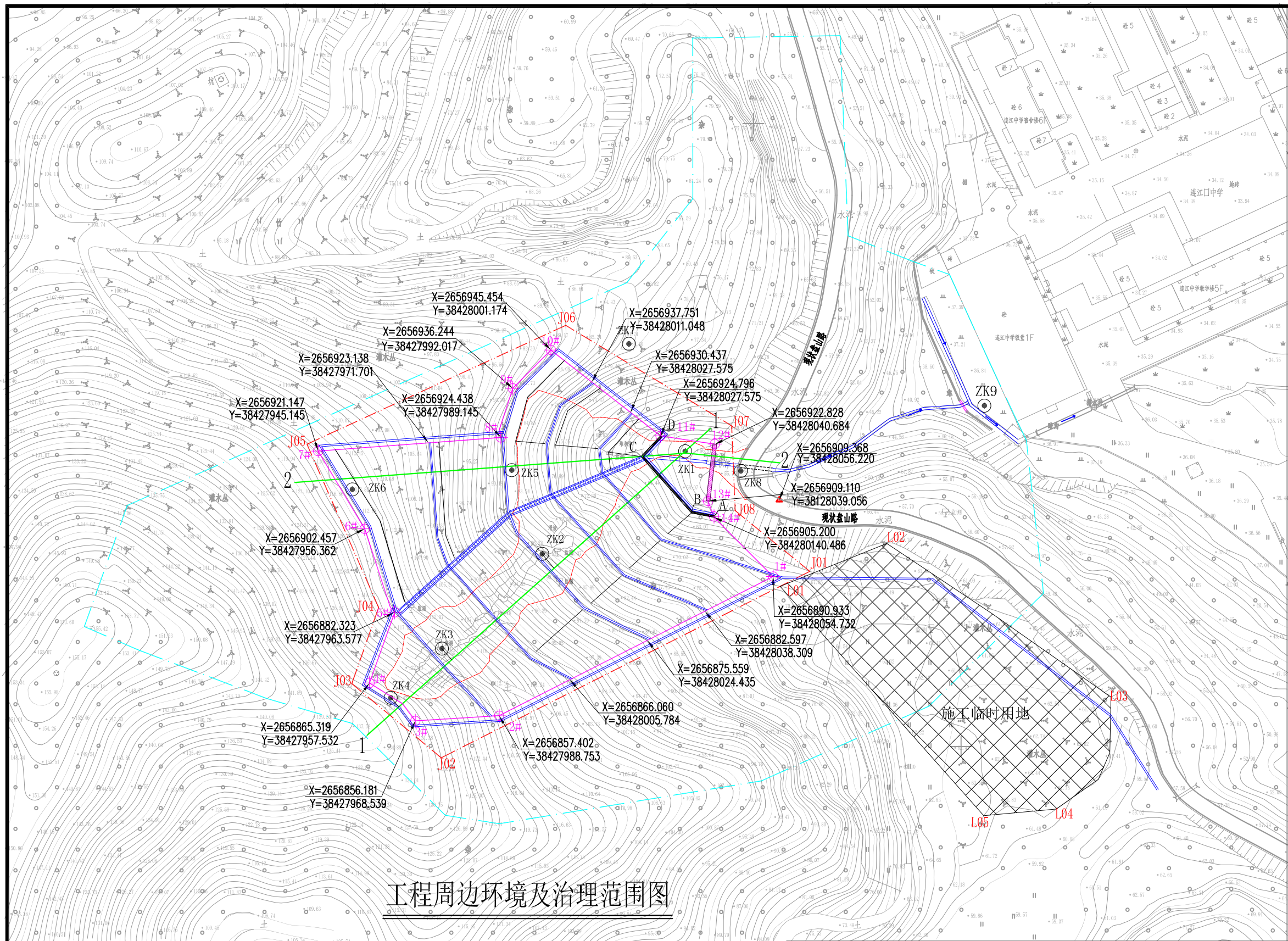
十二、主要工程量一览表

本次治理工程主要工程量一览表见表 3。

表 3 主要工程量一览表

| 序号 | 项目名称 | 计量单位 | 工程量 | 备注 |
|----------|--------------------|----------------|----------|----|
| 一 | 坡面清理工程 | | | |
| 1 | 整理绿化用地 | m ² | 6025.31 | |
| 2 | 砍伐乔木（胸径 cm）10 以内 | 株 | 200 | |
| 3 | 砍伐乔木（胸径 cm）20 以内 | 株 | 100 | |
| 4 | 砍伐乔木（胸径 cm）30 以内 | 株 | 50 | |
| 5 | 挖树根(莞)，树干直径 10cm 内 | 株 | 200 | |
| 6 | 挖树根(莞)，树干直径 20cm 内 | 株 | 100 | |
| 7 | 挖树根(莞)，树干直径 30cm 内 | 株 | 50 | |
| 8 | 砍挖竹及根 | 兜 | 100 | |
| 二 | 土石方工程 | | | |
| 9 | 挖装一般土方 | m ³ | 11716.5 | |
| 10 | 挖沟槽土方 | m ³ | 609.33 | |
| 11 | 土方弃置 | m ³ | 12325.83 | |
| 12 | 回填方 | m ³ | 31.05 | |
| 13 | 种植土回填 | m ³ | 602.51 | |
| 三 | 边坡支护工程 | | | |
| 14 | Φ28 锚杆 | m | 2226 | |
| 15 | 4 索锚索 | m | 10076 | |
| 16 | 封锚墩 | m ³ | 20.16 | |
| 17 | 格构梁（400*400） | m ³ | 644.31 | |
| 18 | 压顶梁（400*500） | m ³ | 84.63 | |
| 19 | 基础梁（400*500） | m ³ | 68.59 | |
| 20 | 梁钢筋制作安装（螺纹钢） | t | 95.82 | |
| 21 | 梁钢筋制作安装（圆钢） | t | 18.41 | |
| 22 | 沉降(施工)缝 | m | 1710 | |
| 23 | C30 平台硬底 100 厚 | m ² | 1591.5 | |
| 四 | 挡土墙工程 | | | |
| 24 | C30 砼护脚墙 | m ³ | 11.8 | |
| 25 | 新建挡土墙 1 | m ³ | 61.341 | |
| 26 | 新建挡土墙 2 | m ³ | 7 | |
| 27 | 柱板式挡土墙 | m ³ | 54.82 | |
| 28 | 挡墙 C20 垫层 | m ³ | 23.004 | |
| 29 | 挡土墙钢筋 | t | 5.79 | |
| 五 | 排水工程 | | | |

| 序号 | 项目名称 | 计量单位 | 工程量 | 备注 |
|----------|----------------|----------------|---------|----|
| 30 | 跌水台阶 | m | 76.16 | |
| 31 | 跌水台阶钢筋 | t | 3.65 | |
| 32 | P1 排水沟 600*600 | m | 93.8 | |
| 33 | P2 排水沟 400*400 | m | 447.66 | |
| 34 | P3 排水沟 300*300 | m | 211.15 | |
| 35 | 排水沟钢筋 | t | 6.9 | |
| 36 | 沉砂池 | 座 | 3 | |
| 37 | 沉砂池盖板 | m ³ | 0.24 | |
| 38 | 沉砂池及盖板钢筋 | t | 0.2235 | |
| 六 | 施工便道 | | | |
| 39 | D700 钢筋砼排水管 | m | 8 | |
| 40 | 挖一般土方 | m ³ | 549 | |
| 41 | 余方弃置 | m ³ | 549 | |
| 42 | 碎石 | M2 | 1098 | |
| 七 | 绿化工程 | | | |
| 43 | 喷播植草(灌木)籽 | m ² | 6025.31 | |



- 图例**
- 滑坡范围
 - 征地范围及拐点编号
 - 治理范围及拐点编号
 - 治理区汇水面积范围
 - 治理范围坐标
 - 勘察钻孔及编号
 - 测量控制点及编号
 - 埋设钢筋砼管
 - 水沟及排水方向
 - 新建挡土墙
 - 护脚墙
 - 临时用地范围及拐点编号
 - 剖面及编号



工程周边环境及治理范围图

- 说明:**
1. 本地形图底图比例尺为 1:500, 由广州优导信息科技有限公司于 2025 年 5 月数字化测绘; 采用 CGCS2000 国家大地坐标系, 1985 国家高程基准。本图所注标高均为绝对标高。
 2. 边坡支护边界线应满足用地规划和土地使用许可, 征地面积为 7299 平方米, 合计 10.96 亩。场区集雨面积为 0.023 平方公里, 项目部、施工机械、材料堆放及施工便道临时使用空地约 2600 平方米。
 3. 边坡治理施工应避开雨季, 边坡削坡前应多方复核坐标, 并测试放样, 削坡应严格按照设计坡率放坡, 避免超挖。
 4. 若现状地形与本图存在差异, 施工过程中应及时反馈进行调整。

治理范围征地拐点坐标

| 征地拐点 | X坐标 | Y坐标 |
|------|-------------|--------------|
| J01 | 2656892.181 | 38428063.565 |
| J02 | 2656847.291 | 38427974.798 |
| J03 | 2656865.156 | 38427953.248 |
| J04 | 2656883.481 | 38427959.708 |
| J05 | 2656922.790 | 38427942.444 |

施工临时租用场地拐点坐标

| 租地拐点 | X坐标 | Y坐标 |
|------|-------------|--------------|
| L01 | 2656888.562 | 38428056.459 |
| L02 | 2656898.891 | 38428082.108 |
| L03 | 2656861.916 | 38428136.118 |
| L04 | 2656834.948 | 38428122.908 |
| L05 | 2656833.366 | 38428105.452 |

广东省地球物理勘查院

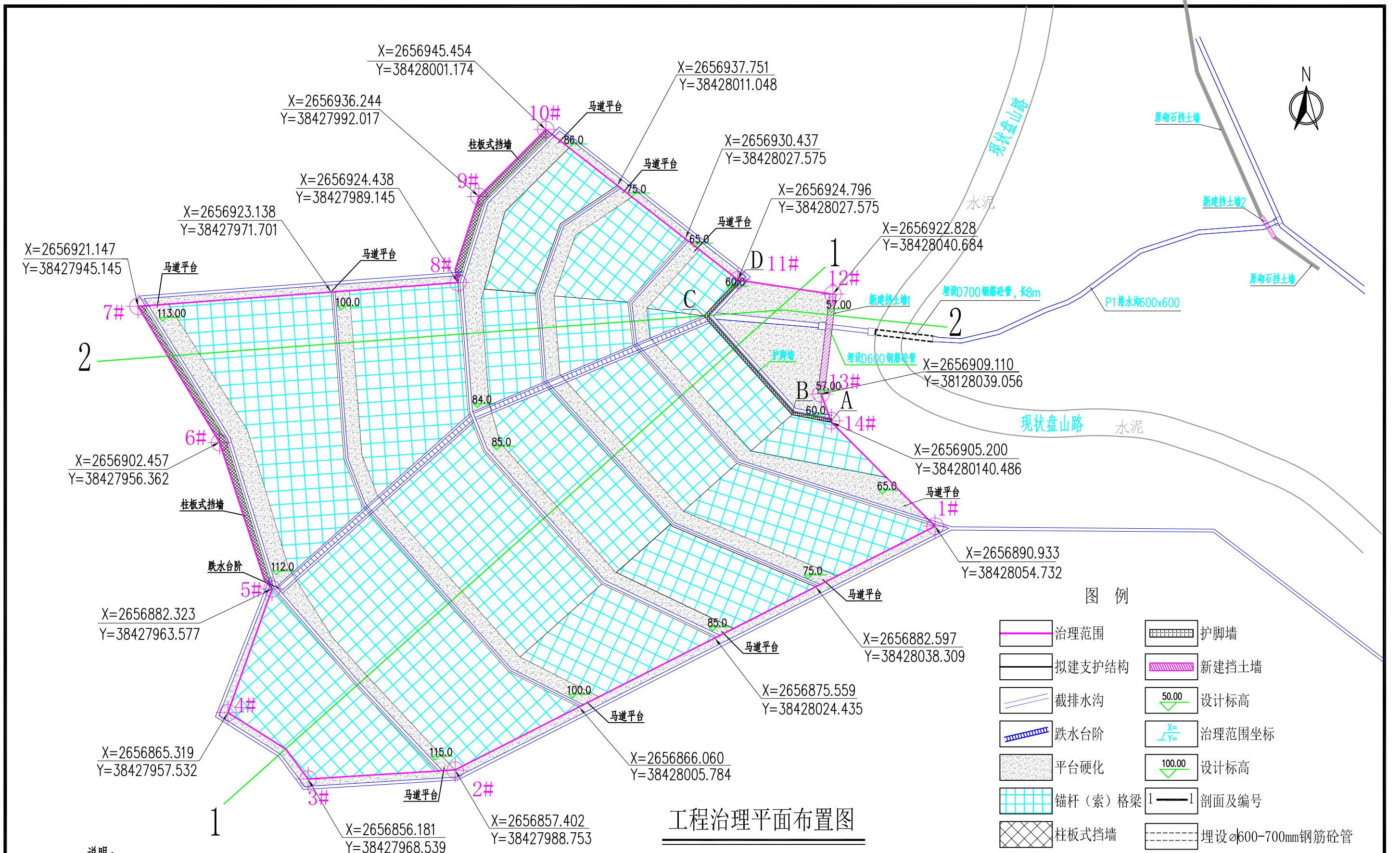
工程名称

英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山
滑坡地质灾害治理工程施工图设计

| | | | |
|----|-----|----|--------|
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | 1:1000 |

工程周边环境及
治理范围图

| | |
|----|---------|
| 图别 | 施工图设计 |
| 图号 | 01 |
| 日期 | 2025.06 |



工程治理平面布置图

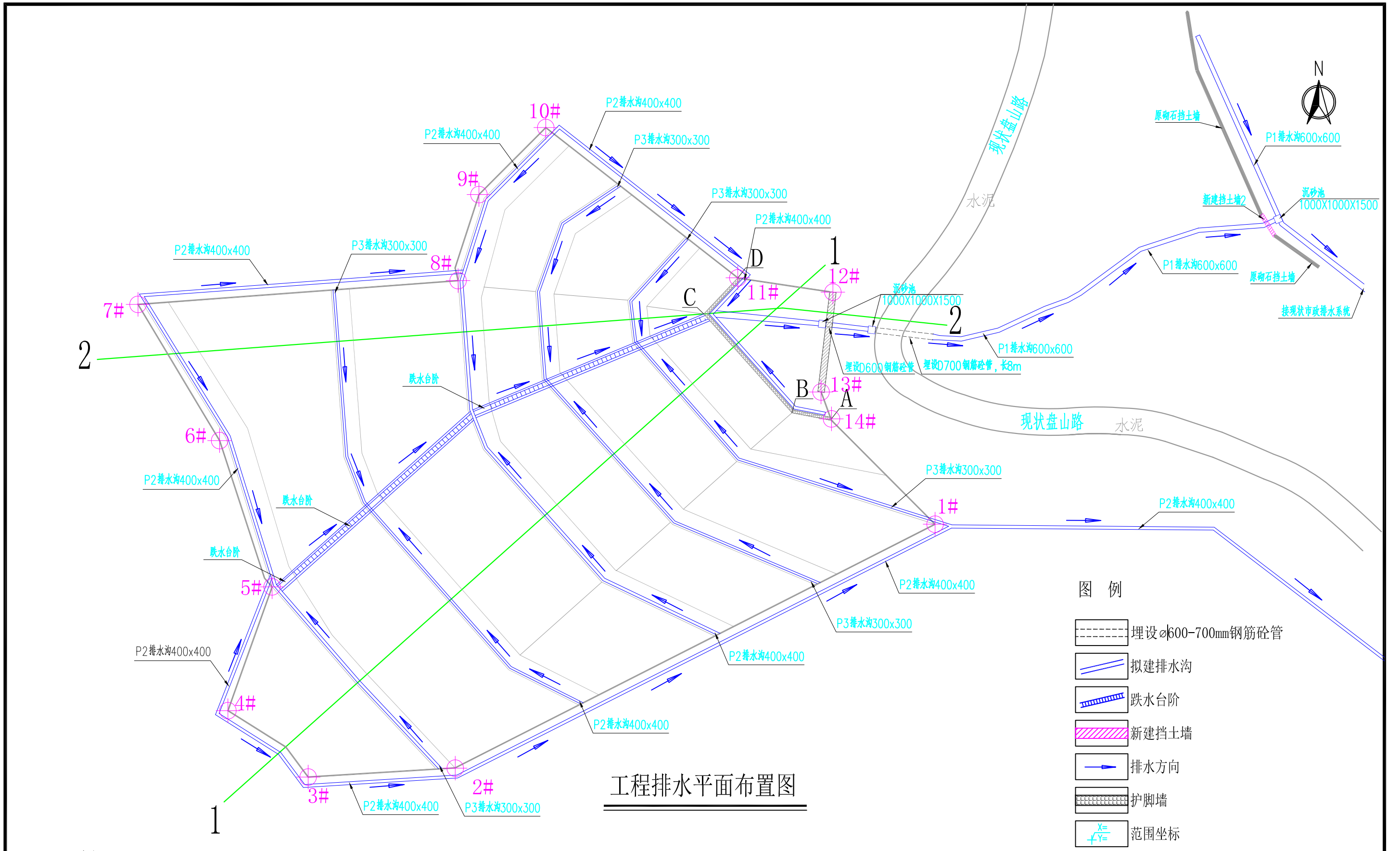
图例

- 治理范围
- 拟建支护结构
- 截排水沟
- 跌水台阶
- 平台硬化
- 锚杆(索)格梁
- 柱板式挡墙
- 护脚墙
- 新建挡土墙
- 50.00
▽
设计标高
- X=
Y=
治理范围坐标
- 100.00
▽
设计标高
- 1—1
剖面及编号
- 埋设 ϕ 600-700mm钢筋砼管

说明:

1. 本图所注标高均为绝对标高。
2. 边坡削坡后坡率约为1:0.75-1:3, 主要采用分级放坡+锚索(杆)+格构梁支护型式, 坡脚设置混凝土挡土墙, 结构详见剖面图及大样图, 施工工艺详见设计说明。
3. 坡顶截水沟距坡顶约1.0m, 截水沟与压顶梁之间采用C30砼硬化10cm, 截水沟可根据现状地形调整, 应保证沟内无积水; 截排水沟底纵坡坡度不小于0.5%; 跌水台阶应与坡顶坡脚截水系统相通, 在水量较大时起分流防冲消能作用, 图中位置为示意, 应根据地形调整, 设置在山凹处; 沉砂池应及时进行清理并接入市政排水系统。
4. 若现状地形与本图存在差异, 施工过程中应及时反馈进行调整。

| | | | | | | | |
|------------|-----|----|-------|---------------|-----------------------------------|---------|--|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 工程治理平面 布置图 | 图别 | 施工图设计 | |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 02 | |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | 1:500 | | 日期 | 2025.06 | |

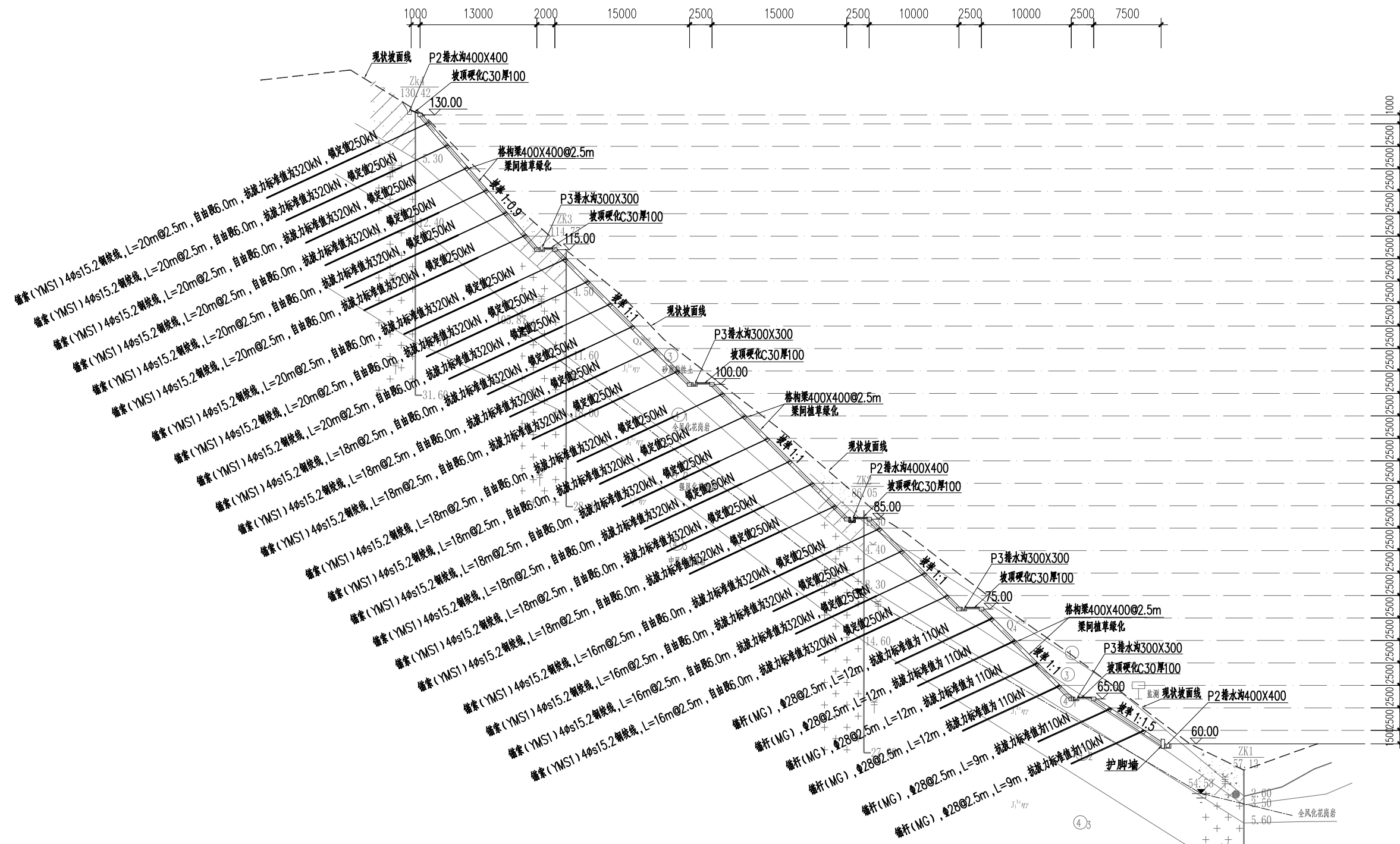


工程排水平面布置图

说明：

1. 在治理范围内的坡顶设置截水沟、坡中马道设置横向截排水沟、新建坡脚排水沟，合理设置坡面纵向排水沟（跌水台阶）联系坡顶截水沟、坡中排水沟及坡脚排水沟，构成完善排水系统。
2. 各排水设置应根据现状地形调整，在空间和平面应自然平顺，协调美观；排水沟排水向坡率为0.5%，应保证沟内无积水。
3. 施工过程中，严格控制施工用水的排放，以免影响坡体稳定性。
4. 排水设施需进行保护，施工过程中应注意保护已完工排水设施，治理完成后应定期进行排水系统的检查和维护，确保排水顺畅。

| | | | | | | | |
|------------|-----|----|-------|-----------|----------------------------------|---------|--|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 工程排水平面布置图 | 图别 | 施工图设计 | |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 03 | |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | 1:500 | | 日期 | 2025.06 | |

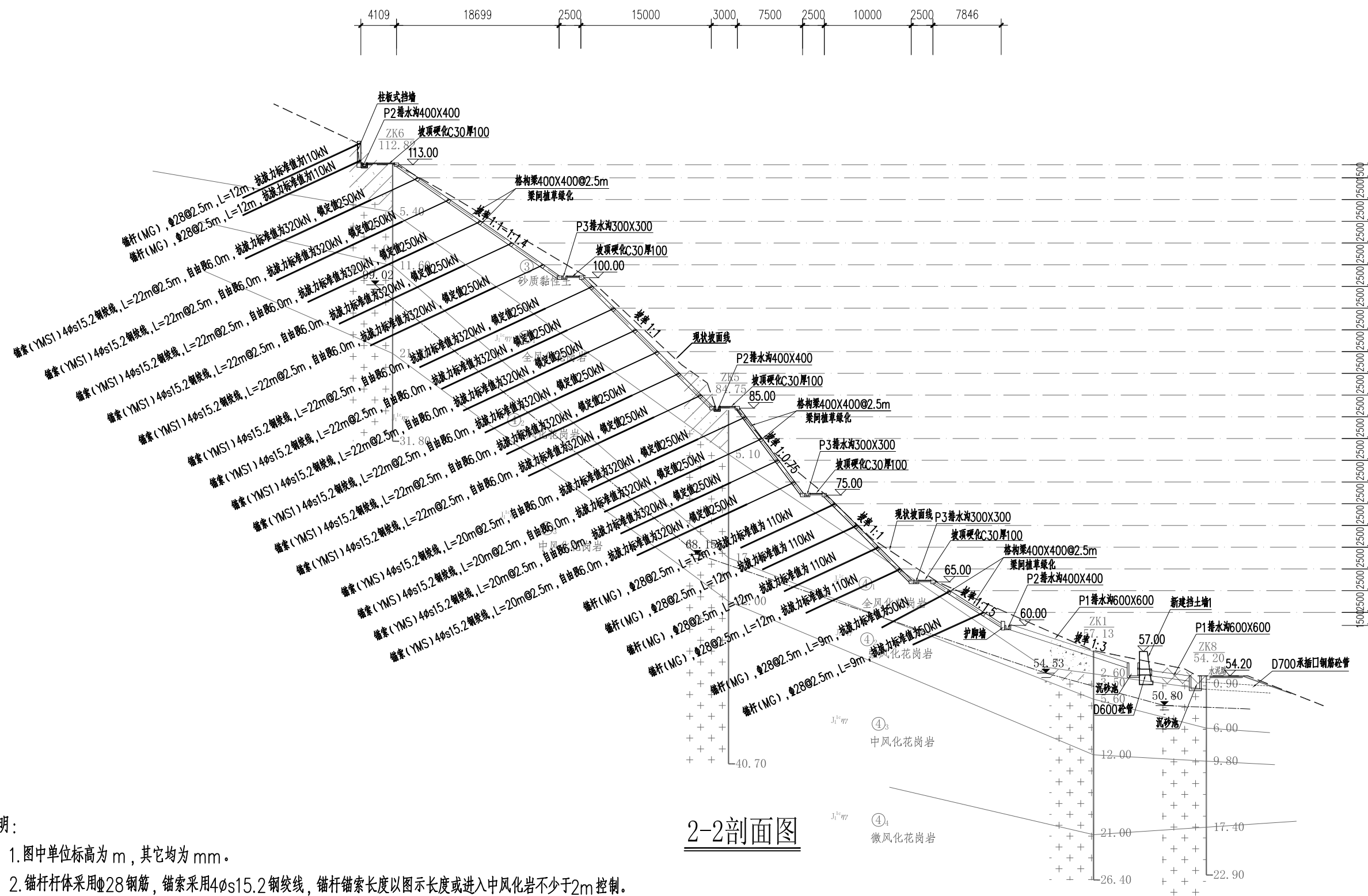


1-1剖面图

说明:

1. 图中单位标高为 m, 其它均为 mm。
2. 锚杆杆体采用 $\Phi 28$ 钢筋, 锚索采用 $4\phi s15.2$ 钢绞线, 锚杆锚索长度以图示长度或进入中风化岩不少于2m 控制。
3. 锚孔入射角均为 25° , 锚杆孔径为130mm, 锚索孔径为150mm, 采用干成孔, 孔深超过设计深度0.5m。
4. 施工过程中应记录地质情况, 若发现现场实际地质条件变化大, 或与施工图纸不符, 应立即向设计人员反映调整。
5. 本剖面为典型支护剖面, 实际施工需根据现状地形进行微调。施工过程中必须使各剖段间平顺过渡, 若发现现状边坡坡度已经小于设计坡度, 则按现状坡度进行施工。
6. 断面施工须采用逆作法(由上到下)按锚杆锚索高度逐级开挖施工。
7. 本工程锚杆锚索的防腐要求按《岩土锚杆(索)技术规程》(CECS 22:2005)相关永久性锚杆的防腐要求的条文执行, 做法详见设计说明。

| | | | | | | |
|------------|-----|----|-------|--------|---------------------------------|---------|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇樟社区连江中学后山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 1-1剖面图 | 图别 | 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 04 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | 1:500 | | 日期 | 2025.06 |

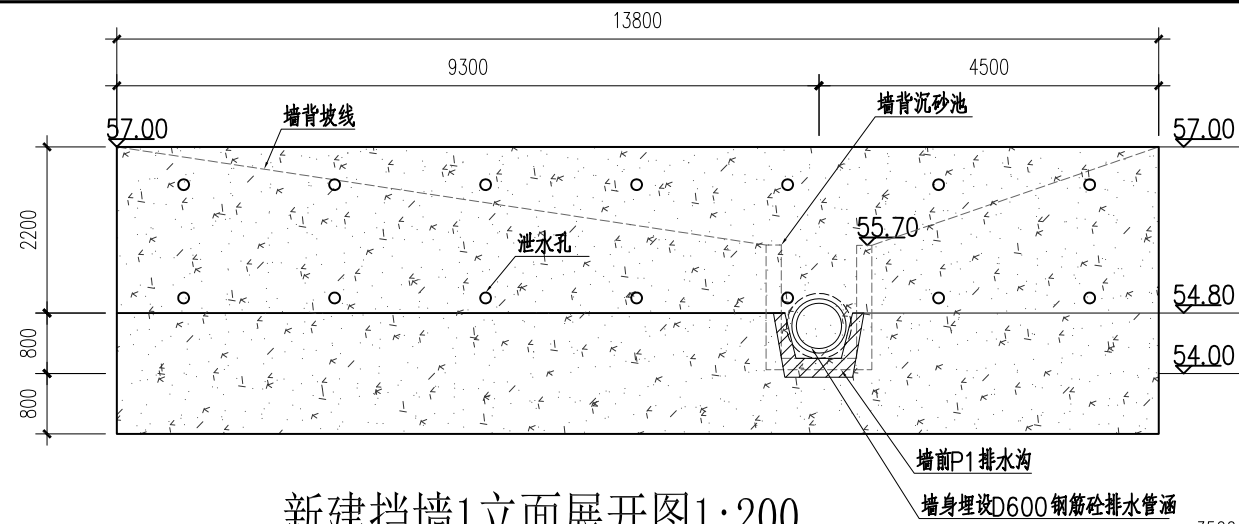


2-2剖面图

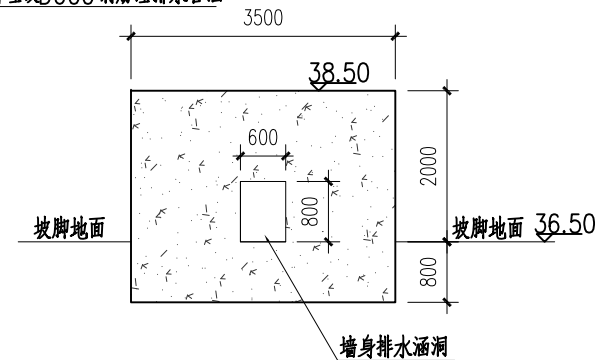
说明:

1. 图中单位标高为 m, 其它均为 mm.
2. 锚杆杆体采用φ28钢筋, 锚索采用4φs15.2钢绞线, 锚杆锚索长度以图示长度或进入中风化岩不少于2m控制.
3. 锚孔入射角均为25°, 锚杆孔径为130mm, 锚索孔径为150mm, 采用干成孔, 孔深超过设计深度0.5m.
4. 施工过程中应记录地质情况, 若发现现场实际地质条件变化大, 或与施工图纸不符, 应立即向设计人员反映调整.
5. 本剖面为典型支护剖面, 实际施工需根据现状地形进行微调. 施工过程中必须使各剖段间平顺过渡, 若发现现状边坡坡度已经小于设计坡度, 则按现状坡度进行施工.
6. 断面施工须采用逆作法(由上到下)按锚杆锚索高度逐级开挖施工.
7. 本工程锚杆锚索的防腐要求按《岩土锚杆(索)技术规程》(CECS 22:2005)相关永久性锚杆的防腐要求的条文执行, 做法详见设计说明.

| | | | | | | |
|------------|-----|----|-------|--------|---------------------------------|---------|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇樟社区连江中学后山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 2-2剖面图 | 图别 | 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 05 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | 1:500 | | 日期 | 2025.06 |



新建挡墙1立面展开图1:200



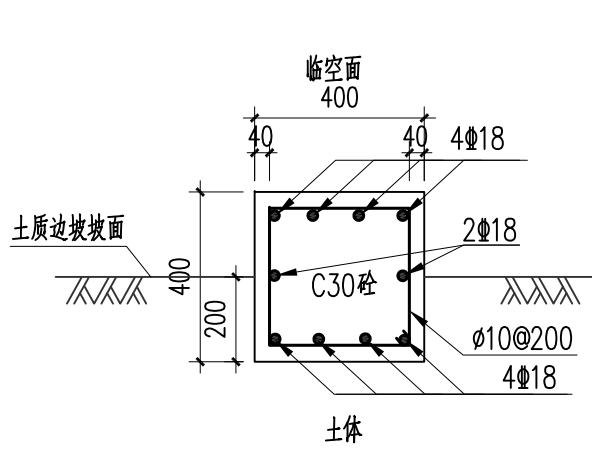
新建挡墙2立面展开图1:200



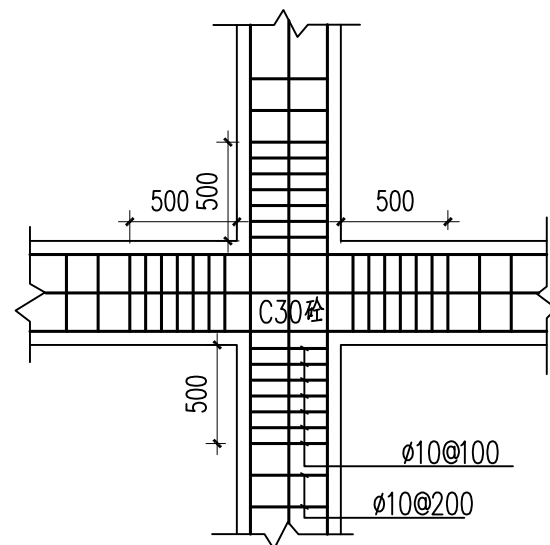
ABCDEF段立面图

- 说明:
1. 图中单位标高为m, 其它均为mm, 成图方式为沿边坡脚正面展开投影。
 2. 边坡坡率约为1:0.75~1:1, 支护采用锚杆(索)格构锚固型式, 结构详见剖面图及大样图。
 3. 边坡格构梁间距为2.50m×2.50m布置, 局部位置可根据现场实际做适当调整。横向梁每隔15~20m布置伸缩缝, 缝宽20~30mm, 采用沥青麻筋填塞。
 4. 图中网格线为格梁中心线。各平台排水沟纵坡坡度不小于0.3%, 挡土墙墙身排水管涵或排水窗口位置可根据现场实际适当调整, 确保排水顺畅。
 5. 本立面施工时需结合剖面图进行施工。因设计坡率不同, 过渡段削坡时应按剖面前后段坡率平缓过渡。
 6. 锚索锚杆布置以立面图为准, 长度及抗拔力标准值见各剖面图, 立面中局部边缘锚杆在剖面中未示长度的同邻近锚杆。
 7. 图中□为锚索 4φ15.2钢绞线(YMS), ○为锚杆 φ28钢筋(MG)。
 8. 本说明未尽事宜, 应参照国家或省有关设计、施工规范规程等执行。

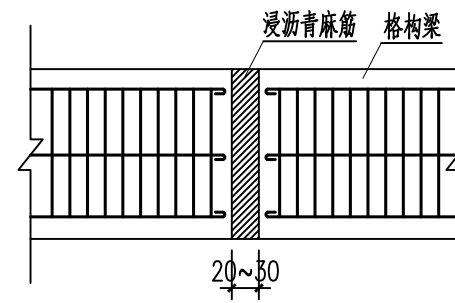
| | | | | | | |
|------------|-----|----|-------|-------|----------------------------------|---------|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇樟樟社区连江中学后山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 立面展开图 | 图别 | 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 06 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | 1:500 | | 日期 | 2025.06 |



400×400格构梁配筋图



格构梁节点配筋图

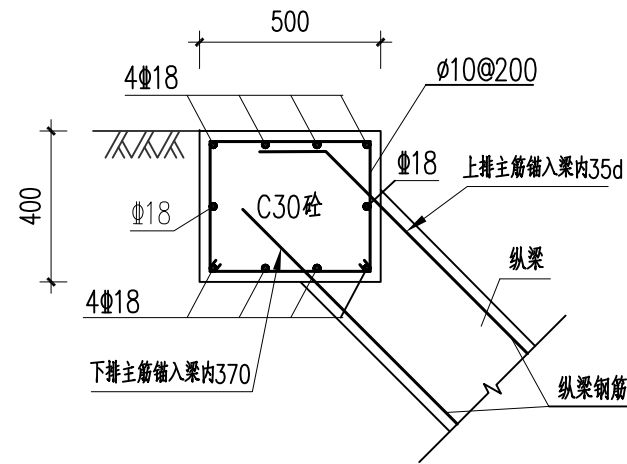
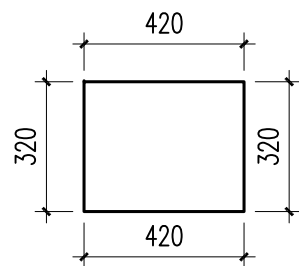


伸缩缝大样图

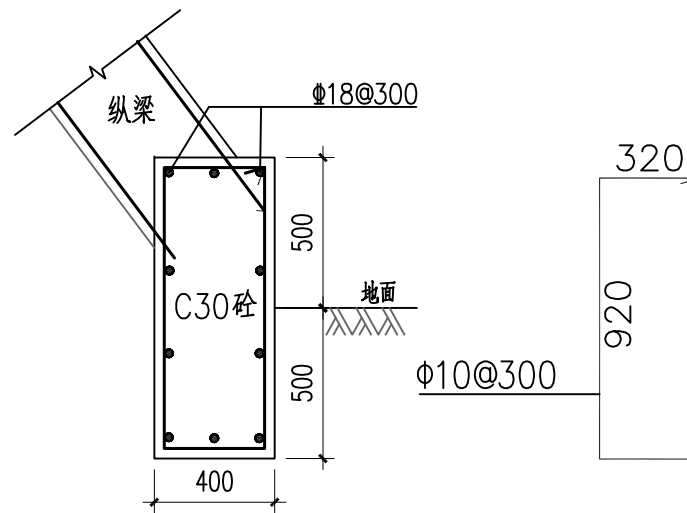
注：1. 图中单位除注明外均为 mm。

2. 纵格构梁面筋放在横格构梁面筋下。

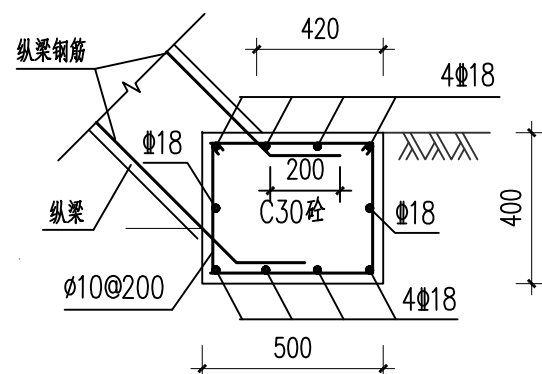
3. 纵格构梁底筋放在横格构梁底筋下。



压顶梁配筋图



护脚墙配筋大样图



基础梁配筋图

注：1. 图中单位除注明外均为 mm。

2. 梁混凝土强度等级为C30商品混凝土，钢筋保护层厚度 40mm。

3. 伸缩缝每隔 15~20m 布置，缝宽 20~30mm，用沥青麻筋堵塞，堵塞深度不小于 150mm。

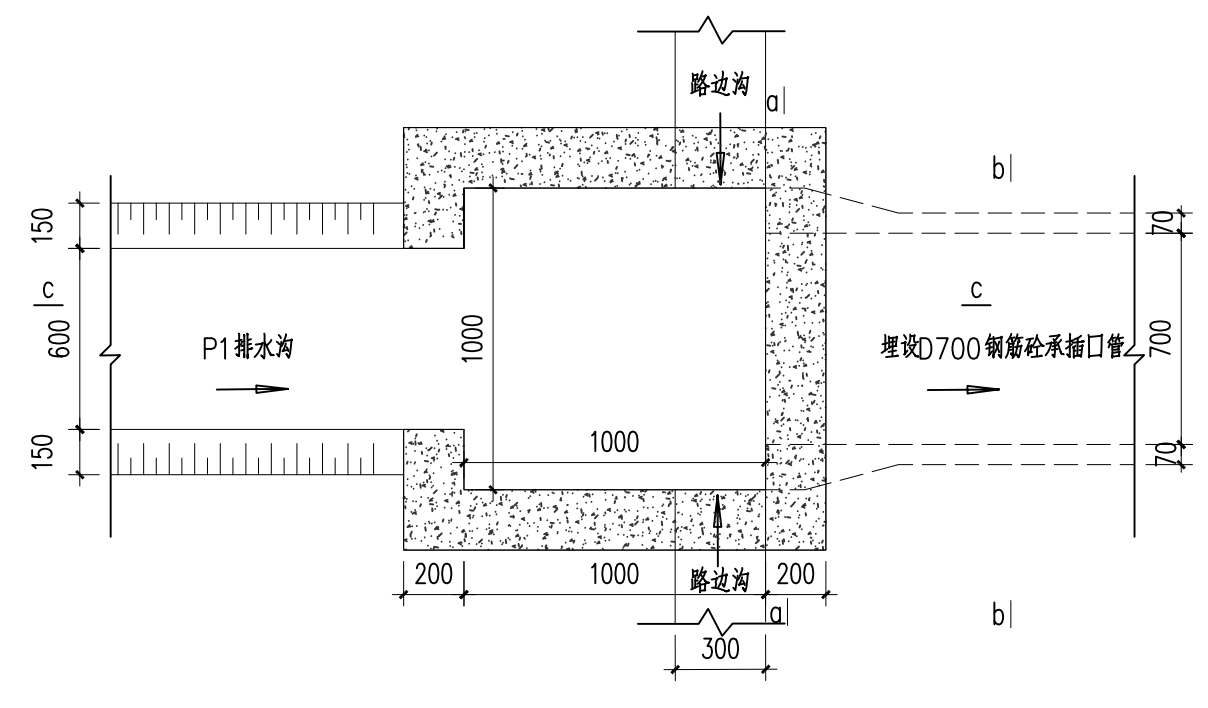
单位工程主材数量表

| 序号 | 名称 | 计量方式 | 计量单位 | 工程量 | 备注 |
|------------|---------|------|----------------|------|-------------|
| 一 纵梁 | | | | | |
| 1 | C30 砼 | 每米 | m ³ | 0.16 | |
| 2 | Φ18 螺纹钢 | 每米 | kg | 20.0 | 10根×2.0 |
| 3 | Φ10 盘圆 | 每米 | kg | 4.0 | 6.5m×0.617 |
| 4 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 0.08 | |
| 5 | 模板 | 每米 | m ² | 1.2 | 三面模 |
| 二 横梁 | | | | | |
| 1 | C30 砼 | 每米 | m ³ | 0.16 | |
| 2 | Φ18 螺纹钢 | 每米 | kg | 20.0 | 10根×2.0 |
| 3 | Φ10 盘圆 | 每米 | kg | 4.0 | 6.5m×0.617 |
| 4 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 0.08 | |
| 5 | 模板 | 每米 | m ² | 0.8 | 二面模 |
| 三 压顶梁, 基础梁 | | | | | |
| 1 | C30 砼 | 每米 | m ³ | 0.20 | |
| 2 | Φ18 螺纹钢 | 每米 | kg | 20 | 10根×2.0 |
| 3 | Φ10 盘圆 | 每米 | kg | 4.57 | 7.4m×0.617 |
| 4 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 0.10 | 两侧超挖0.10m |
| 5 | 模板 | 每米 | m ² | 0.80 | 二面模 |
| 四 护脚墙 | | | | | |
| 1 | C30 砼 | 每米 | m ³ | 0.40 | |
| 2 | Φ18 螺纹钢 | 每米 | kg | 20.0 | 10根×2.0 |
| 3 | Φ10 盘圆 | 每米 | kg | 2.68 | 4.34m×0.617 |
| 4 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 0.20 | |
| 5 | 模板 | 每米 | m ² | 2.0 | 二面模 |

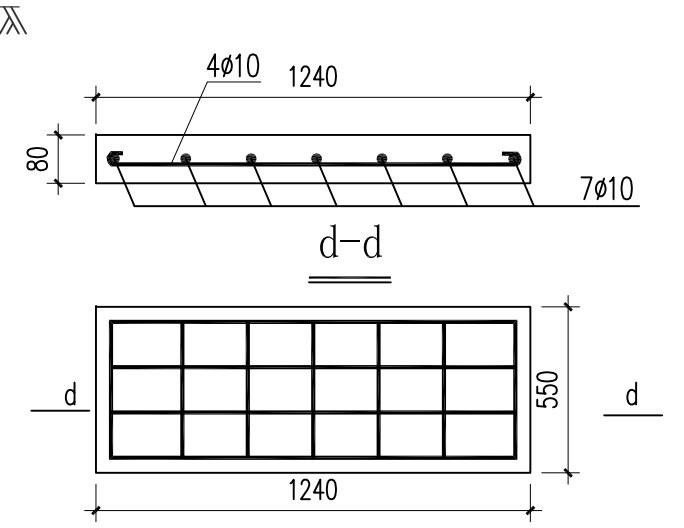
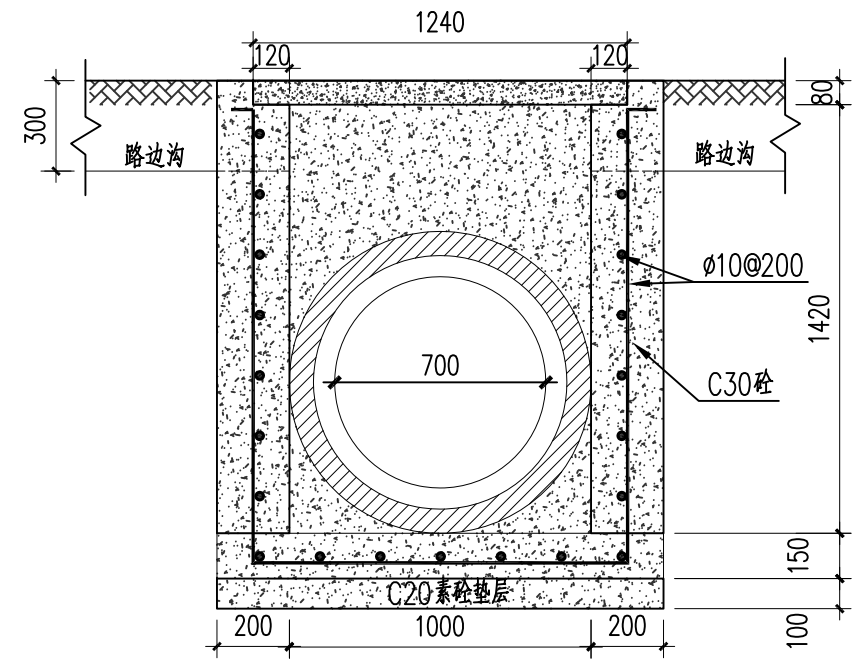
| | | | | | |
|------------|-----|----|-----|---------------------------------------|------------|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 英德市连江口镇樟樟社区连江中学后山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 大样图(三) | 图别 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 09 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | --- | | 日期 2025.06 |

单位工程主材数量表

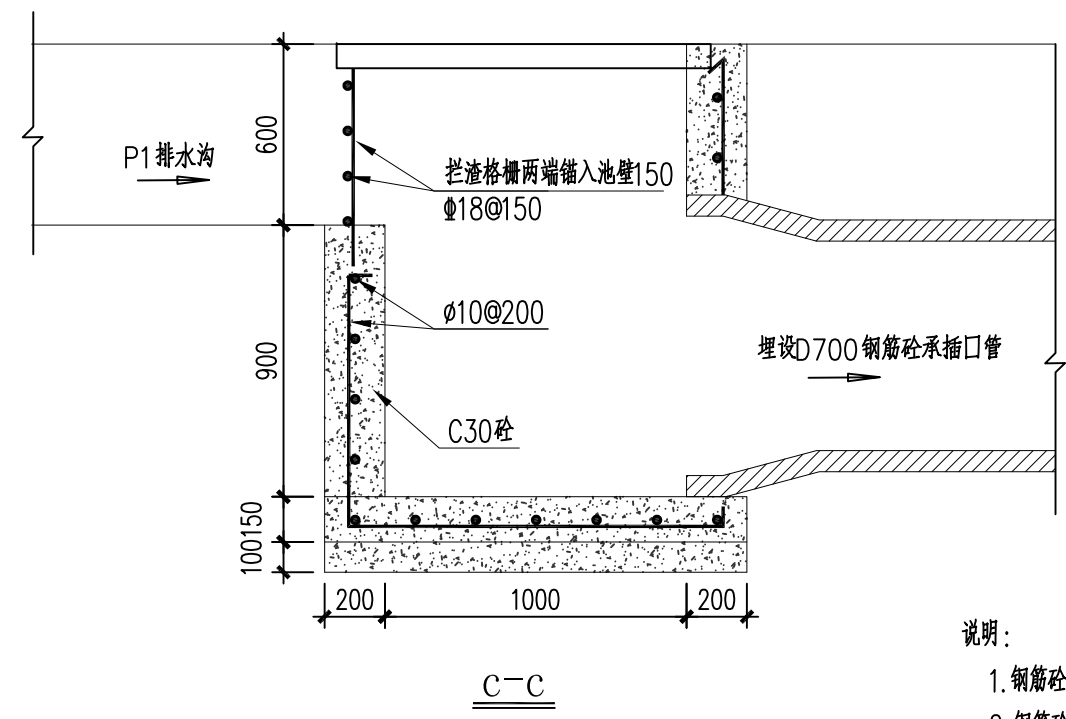
| 序号 | 名称 | 计量方式 | 计量单位 | 工程量 | 备注 |
|----|-------------|------|----------------|-------|-------------|
| 一 | 沉沙池 | | | | |
| 1 | C30砼 | 每个 | m ³ | 1.93 | |
| 2 | φ10钢筋 | 每个 | kg | 54.04 | 87.6m×0.617 |
| 3 | 土方开挖 | 每个 | m ³ | 4.48 | 两侧超挖0.10m |
| 二 | 沉沙池盖板 | | | | |
| 1 | C30砼 | 每个 | m ³ | 0.08 | |
| 2 | φ10盘圆 | 每个 | kg | 5.61 | 9.1m×0.617 |
| 三 | D700钢筋砼排水管 | | | | |
| 1 | C30基础及封管混凝土 | 每米 | m ³ | 0.55 | |
| 2 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 2.93 | 两侧超挖0.10m |
| 3 | D700钢筋砼排水管 | 根 | m | 8 | |
| 4 | 模板 | 每米 | m ² | 2.10 | 两面模 |
| 四 | 拦渣格栅 | | | | |
| 1 | φ18螺纹钢 | 每个 | kg | 15.50 | 7.75m×2.0 |



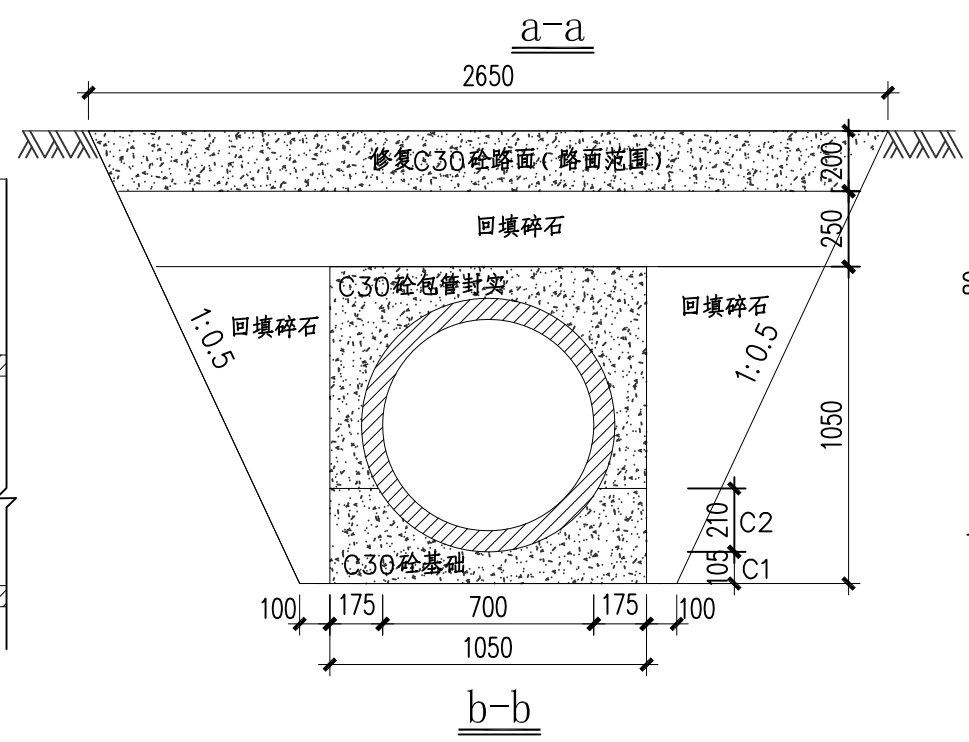
沉沙池大样图



沉沙池盖板大样图



C-C



b-b

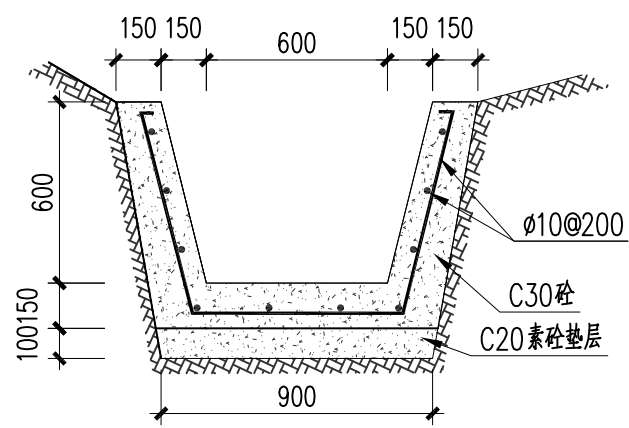
说明:

1. 钢筋砼管两侧及路基填土回填应同时进行, 分层压实, 压实系数不少于0.93。
2. 钢筋砼管涵基础C1、C2分开浇筑时, C1部分表面要求作成毛面并冲洗干净。

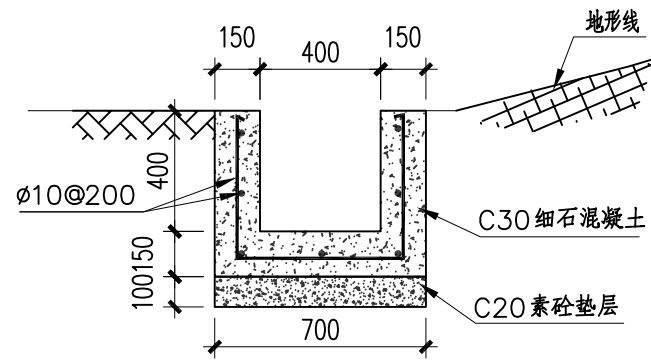
| | | | | | | | |
|------------|-----|----|-----|--------|----|-----------------------------------|--|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | | 英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 大样图(四) | 图别 | 施工图设计 | |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 10 | |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | --- | | 日期 | 2025.06 | |

单位工程主材数量表

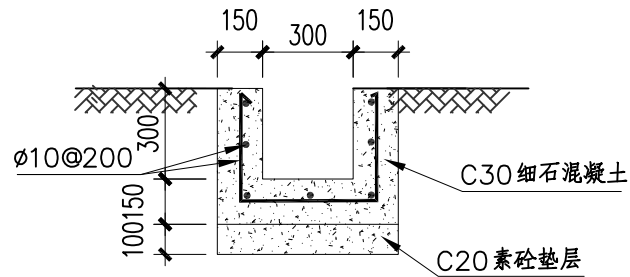
| 序号 | 名称 | 计量方式 | 计量单位 | 工程量 | 备注 |
|----|--------|------|----------------|-------|--------------|
| 一 | 跌水台阶 | | | | |
| 1 | C30砼 | 每米 | m ³ | 0.263 | |
| 2 | Φ18螺纹钢 | 每米 | kg | 32.0 | 16.00m×2.0 |
| 3 | Φ12螺纹钢 | 每米 | kg | 8.00 | 9.00m×0.888 |
| 4 | Φ10盘圆 | 每米 | kg | 7.90 | 12.80m×0.617 |
| 5 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 0.42 | 两侧超挖0.10m |
| 6 | 模板 | 每米 | m ² | 2.58 | 五面模 |
| 二 | P1排水沟 | | | | |
| 1 | C30砼 | 每米 | m ³ | 0.35 | |
| 2 | Φ10盘圆 | 每米 | kg | 12.80 | 20.75m×0.617 |
| 3 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 0.90 | 两侧超挖0.10m |
| 4 | 模板 | 每米 | m ² | 2.40 | 四面模 |
| 三 | P2排水沟 | | | | |
| 1 | C30砼 | 每米 | m ³ | 0.295 | |
| 2 | Φ10盘圆 | 每米 | kg | 8.95 | 14.5m×0.617 |
| 3 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 0.585 | 两侧超挖0.10m |
| 4 | 模板 | 每米 | m ² | 1.60 | 四面模 |
| 四 | P3排水沟 | | | | |
| 1 | C30砼 | 每个 | m ³ | 0.24 | |
| 2 | Φ10盘圆 | 每个 | kg | 8.00 | 13m×0.617 |
| 3 | 模板 | 每个 | m ² | 1.20 | 四面模 |



P1排水沟大样图



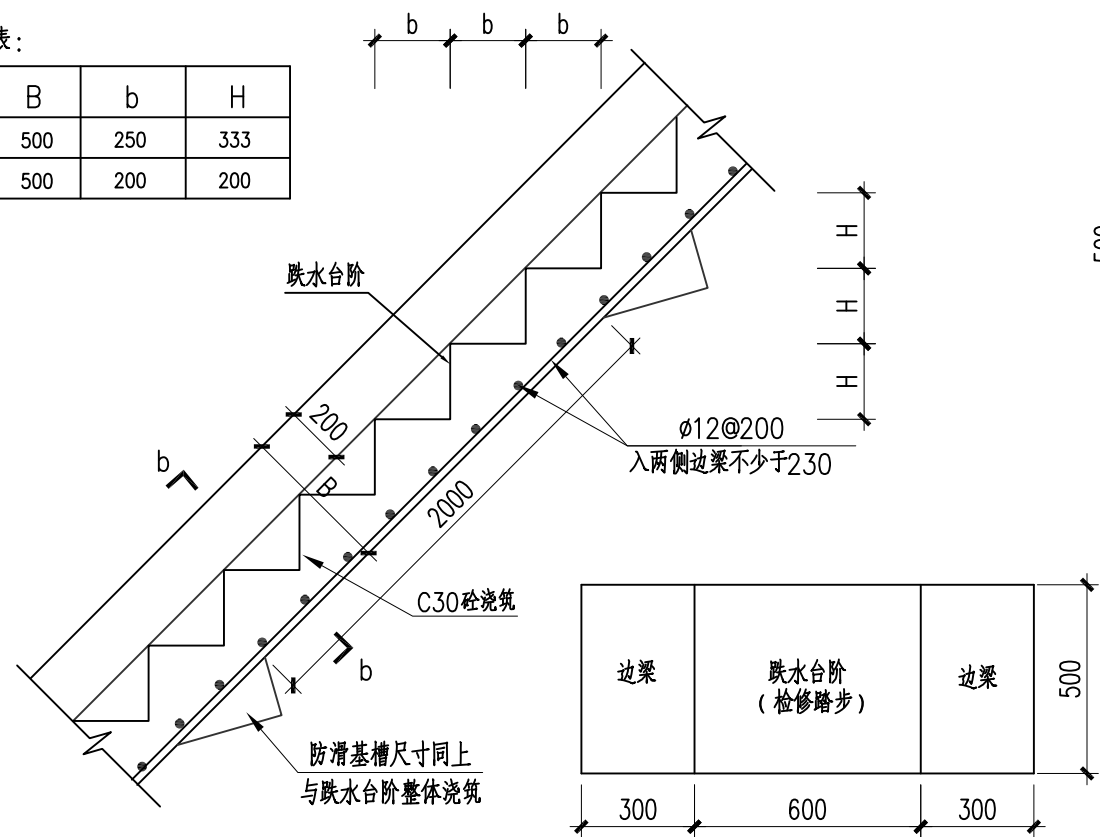
P2排水沟大样图



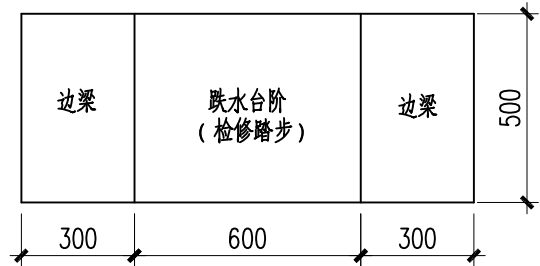
P3排水沟大样图

跌水台阶尺寸表:

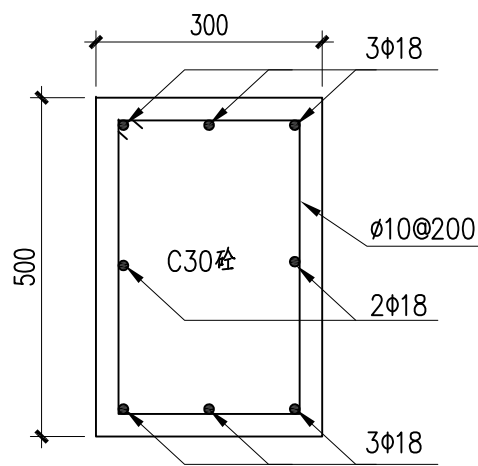
| 坡率 | B | b | H |
|--------|-----|-----|-----|
| 1:0.75 | 500 | 250 | 333 |
| 1:1.00 | 500 | 200 | 200 |



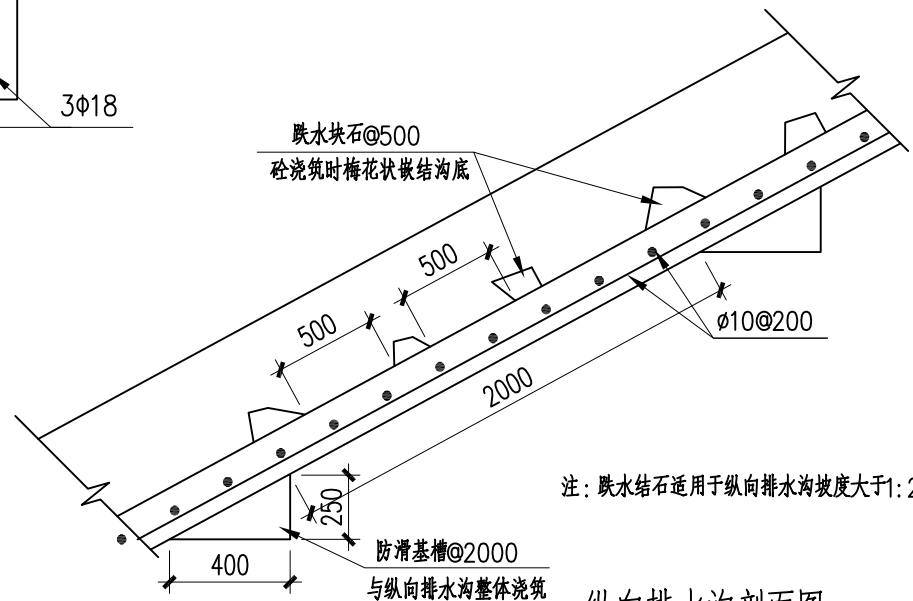
跌水台阶剖面图



b-b剖面图



边梁配筋图



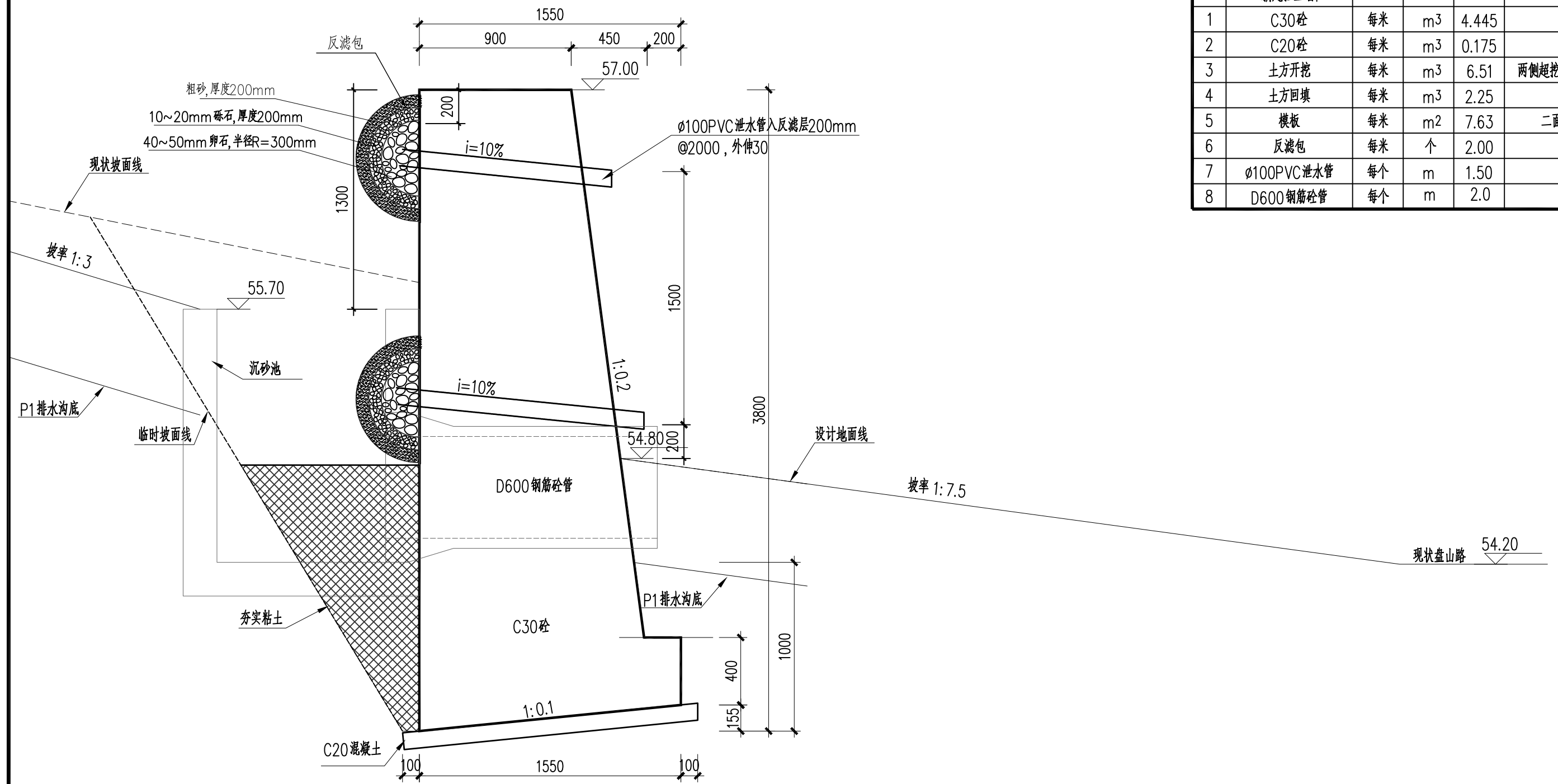
注: 跌水结石适用于纵向排水沟坡度大于1:2.5地段。

纵向排水沟剖面图

| | | | | | | |
|------------|-----|----|-----|--------|----------------------------------|---------|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 大样图(五) | 图别 | 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 11 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | --- | | 日期 | 2025.06 |

单位工程主材数量表

| 序号 | 名称 | 计量方式 | 计量单位 | 工程量 | 备注 |
|----|------------|------|----------------|-------|-----------|
| 一 | 新建挡土墙1 | | | | |
| 1 | C30砼 | 每米 | m ³ | 4.445 | |
| 2 | C20砼 | 每米 | m ³ | 0.175 | |
| 3 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 6.51 | 两侧超挖0.10m |
| 4 | 土方回填 | 每米 | m ³ | 2.25 | |
| 5 | 模板 | 每米 | m ² | 7.63 | 二面模 |
| 6 | 反滤包 | 每米 | 个 | 2.00 | |
| 7 | φ100PVC泄水管 | 每个 | m | 1.50 | |
| 8 | D600钢筋砼管 | 每个 | m | 2.0 | |

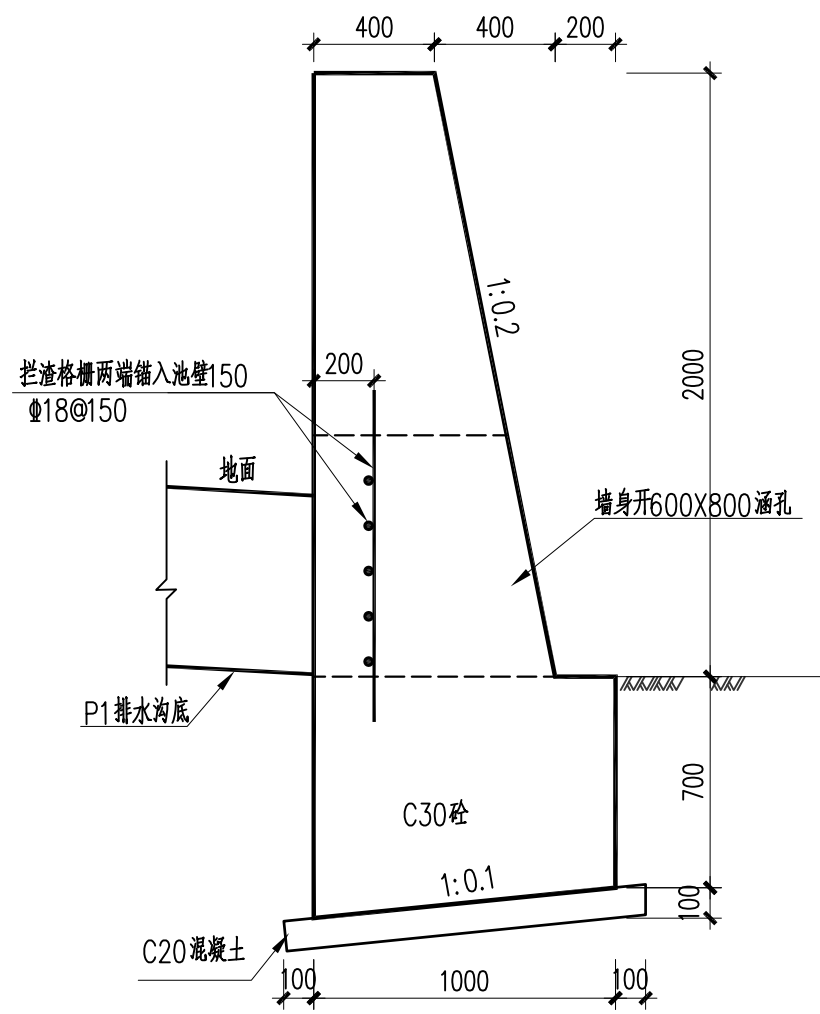


新建挡土墙1大样图

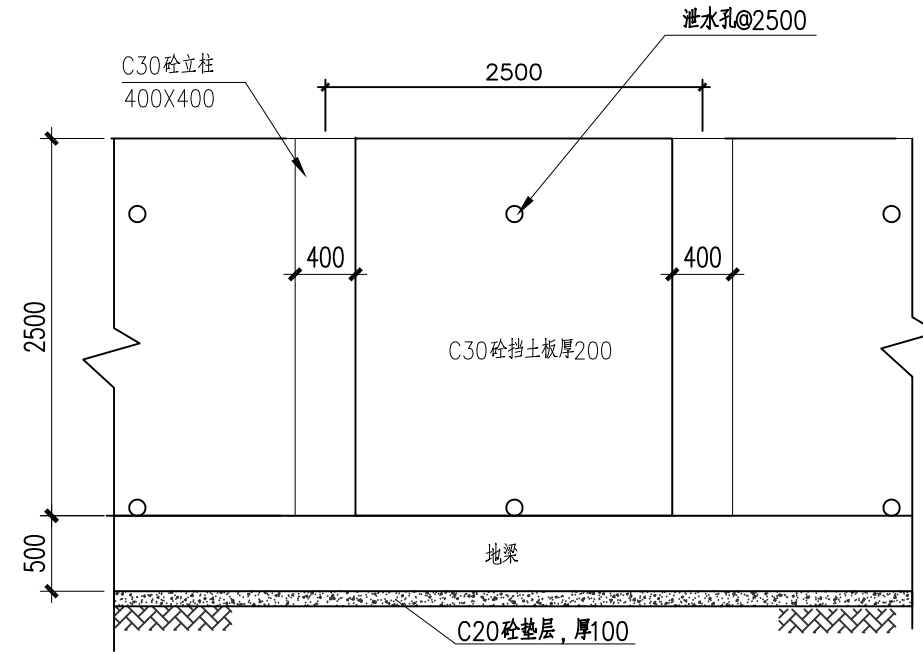
| | | | | | | |
|------------|-----|----|-----|--------|-----------------------------------|---------|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 大样图(六) | 图别 | 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 12 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | --- | | 日期 | 2025.06 |

单位工程主材数量表

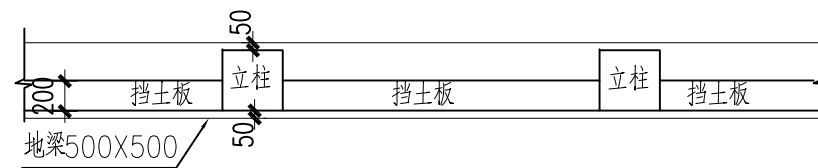
| 序号 | 名称 | 计量方式 | 计量单位 | 工程量 | 备注 |
|----|--------------|------|----------------|-------|------------|
| 一 | 新建挡土墙2 | | | | |
| 1 | C30砼 | 每米 | m ³ | 2.0 | |
| 2 | 土方开挖 | 每米 | m ³ | 0.96 | 两侧超挖0.10m |
| 3 | 模板 | 每米 | m ² | 5.6 | 二面模 |
| 4 | 拦渣格栅(Φ18螺纹钢) | 每个 | kg | 20.0 | 10m×2.0 |
| 二 | 柱板式挡墙 | | | | |
| 1 | 地梁C30砼 | 每米 | m ³ | 0.25 | |
| 2 | 地梁钢筋(Φ18螺纹钢) | 每米 | kg | 24 | 12m×2 |
| 3 | 地梁钢筋(Φ10盘圆) | 每米 | kg | 5.183 | 8.4m×0.617 |
| 4 | 地梁模板 | 每米 | m ² | 6.31 | |
| 5 | 立柱C30砼 | 每米 | m ³ | 0.16 | |
| 6 | 立柱钢筋(Φ18螺纹钢) | 每米 | kg | 16 | 8m×2 |
| 7 | 立柱钢筋(Φ10盘圆) | 每米 | kg | 3.95 | 6.4m×0.617 |
| 8 | 地梁模板 | 每米 | m ² | 0.16 | 四面模 |
| 9 | 挡土板C30砼 | 每平方 | m ³ | 0.2 | |
| 10 | 挡土板Φ12螺纹钢 | 每平方 | kg | 17.76 | 20m×0.888 |
| 11 | 挡土板模板 | 每平方 | m ² | 2 | 两面模 |



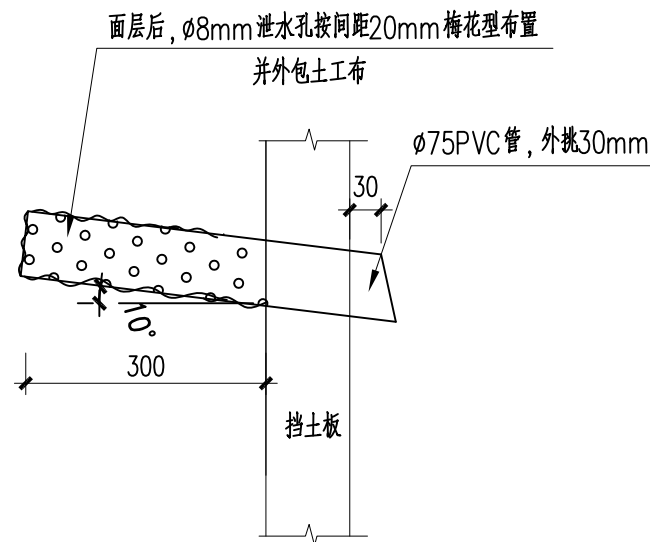
新建挡土墙2大样图



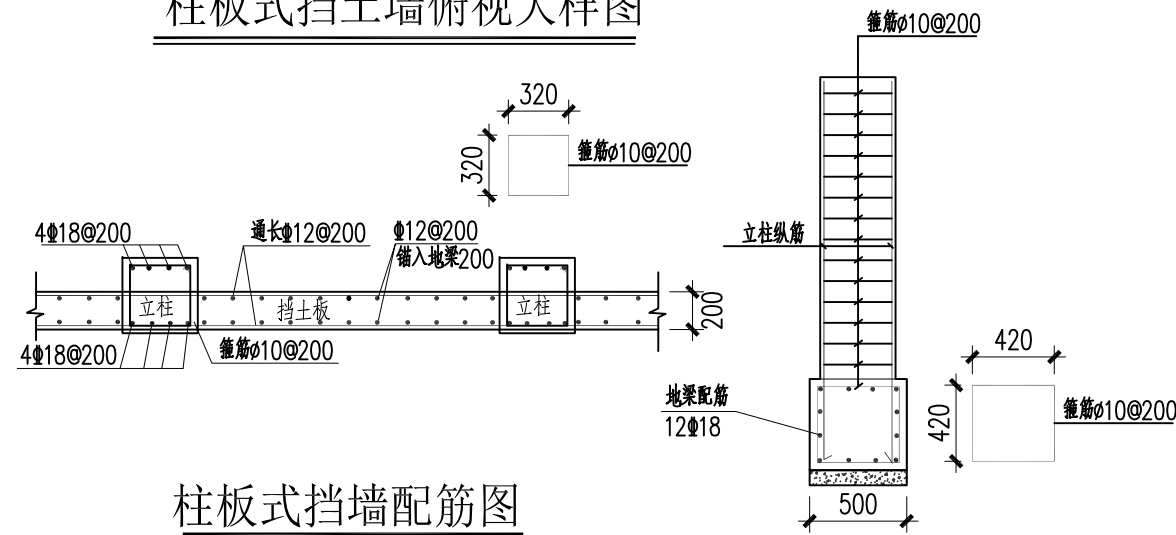
柱板式挡土墙立面大样图



柱板式挡土墙俯视大样图

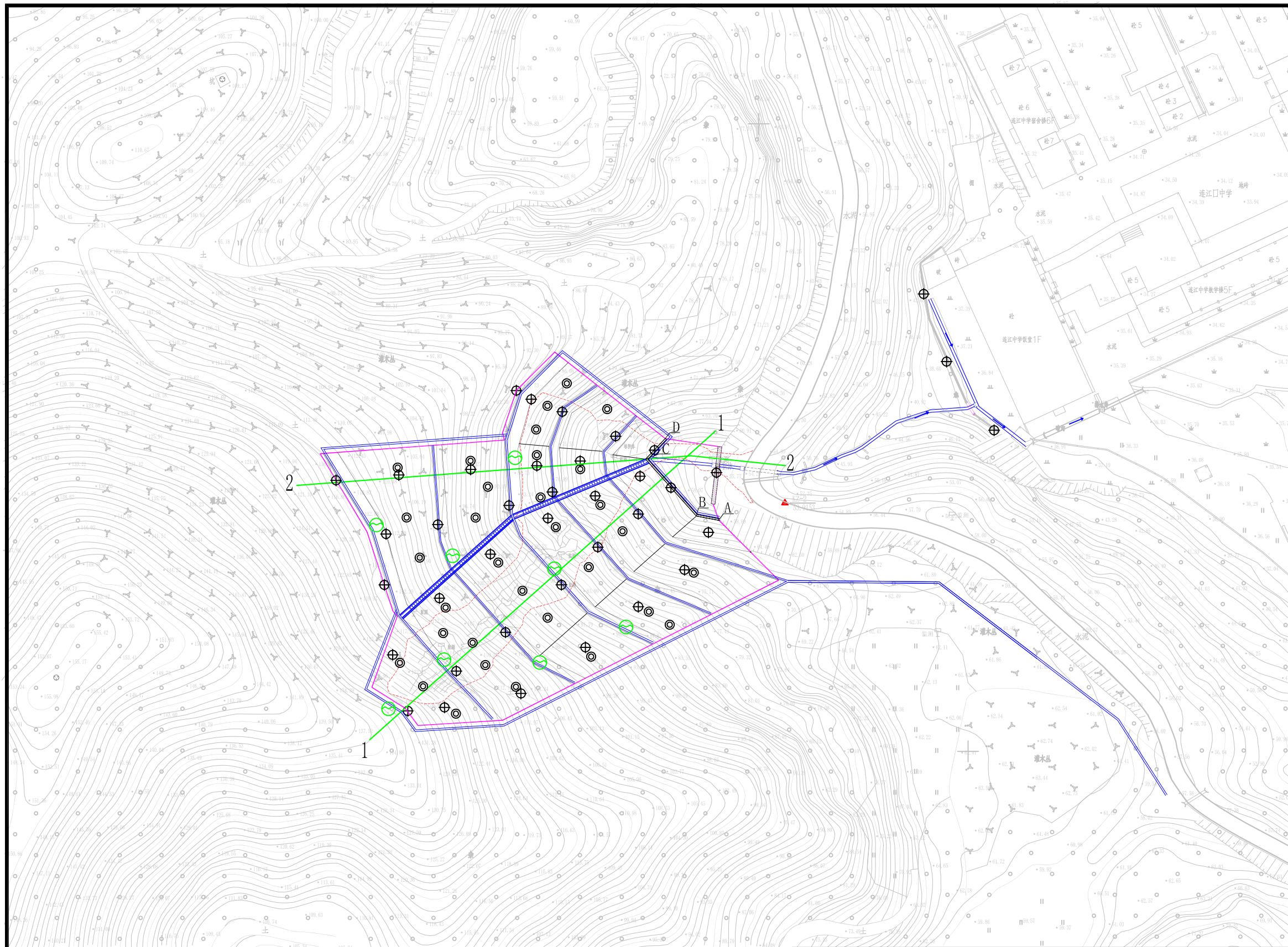


泄水管大样图



柱板式挡墙配筋图

| | | | | | | |
|------------|-----|----|-----|--------|-----------------------------------|---------|
| 广东省地球物理勘察院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇樟樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 大样图(七) | 图别 | 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 13 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | --- | | 日期 | 2025.06 |



图例

- ⊕ WY 水平、垂直位移观测点
- ⊙ MT 锚头应力观测点
- ⊗ LF 地表裂缝观测点
- 滑坡范围

说明:

- 1、本次设计安全等级为一级。为确保边坡支护的顺利施工，做到发现情况及时处理，在施工过程及施工后两年内对本边坡安装不同的监测器，对边坡土体的水平和垂直位移进行监测。施工期间监测点布置于坡顶，支护结构建成后，在支护结构上增设监测点。
- 2、监测项目及监测内容如下表所示:

| 监测项目 | 符号 | 数量 | 监测目的 |
|---------|----|----|----------------|
| 位移观测点 | WY | 38 | 监测支护结构的水平和垂直位移 |
| 锚头应力观测点 | MT | 32 | 监测锚头应力变化 |
| 地表裂缝观测点 | LF | 8 | 监测山坡体变形 |

3、监测频率

施工期间，人工每天巡视，旱季和少雨季节每周观测2次，雨季每周观测3次，暴雨期及雨后数天内每天观测1次，直至无明显变化为止。施工完成后，旱季和少雨季节每月观测2次，雨季每周观测1次，暴雨期及雨后数天内每两天观测1次，直至无明显变化为止。监测工作在边坡加固工程完成后2个水文年后方可结束(按《建筑边坡工程技术规范(GB50330-2013)》)。

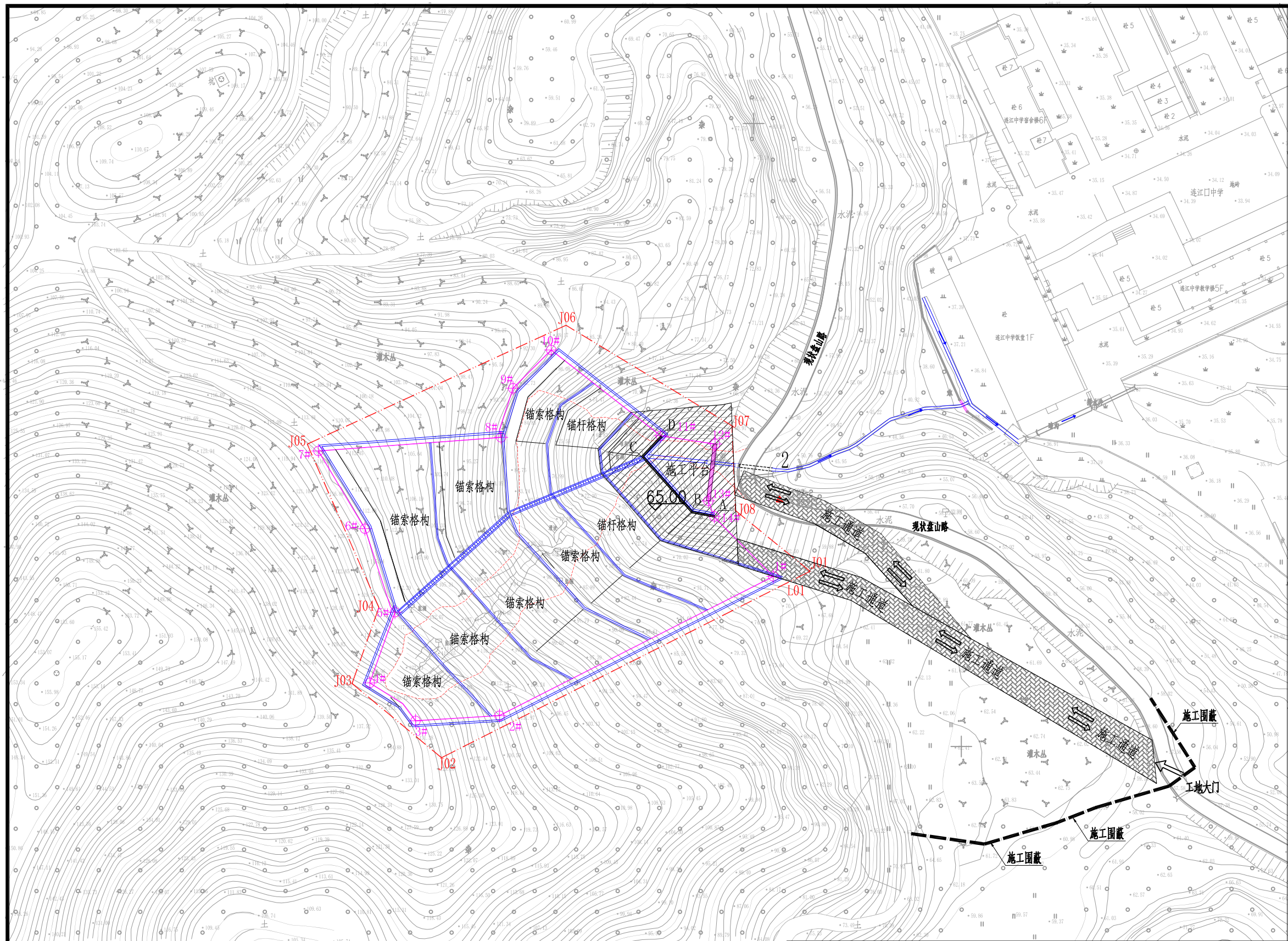
4、监测控制标准及报警指标如下表所示:

| 监测内容 | 监测部位 | 报警值 | 预警值 |
|---------|------|---------|------------|
| 水平和垂直位移 | 支护结构 | 50mm | 40mm |
| 锚头应力 | 锚头 | 1倍轴力标准值 | 0.80倍轴力标准值 |






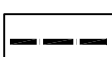
- 5、边坡应急施工的措施:当监测指标达到报警值时，及时通知各方人员，讨论处理方案，并加密监测点的观测频率，提出处理措施。
- 6、监测必须选择有资质的第三方监测单位进行，施工单位应与监测单位密切配合，做好检测元件的安装及保护工作。

工程监测平面布置图

| | | | | | | |
|------------|-----|----|--------|-----------|-----------------------------------|---------|
| 广东省地球物理勘查院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 工程监测平面布置图 | 图别 | 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 14 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | 1:1000 | | 日期 | 2025.06 |



图例

-  滑坡范围
-  J01 征地范围及拐点编号
-  1# 治理范围及拐点编号
-  施工平台
-  施工通道
-  施工围蔽

说明:

1. 本地形图底图比例为 1:500。
2. 对现场施工区域进行围蔽处理, 围蔽使用材料为双面彩钢夹芯板, 围蔽高度2.5m。
3. 施工通道高低处采用建筑渣土按1:4放坡接顺, 并碾压压实, 通道宽度不宜少于6m, 填土路基或承载力低地段表面铺设2cm厚钢板。
4. 在坡脚65m标高处设置施工平台, 上部按设计分级削坡至65m标高马道平台设置临时施工平台, 用作土方外运及混凝土泵送、施工材料及设备临时放置平台等, 作业平台范围如图所示, 下坡按1:1放坡, 并应以满足施工作业空间及边坡临时稳定为宜。
5. 边坡治理施工期间, 应加强对坡体人工巡视及变形位移监测。当监测指标达到报警值时, 应及时停止施工, 并采取撤离重型施工机械, 坡脚覆土反压等临时应急措施, 同时通知各方人员, 讨论处理方案, 确保施工期间边坡安全。

施工围蔽及施工通道平面布置图

| | | | | | | |
|------------|-----|----|--------|----------------|-----------------------------------|---------|
| 广东省地球物理勘查院 | | | | 工程名称 | 英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程施工图设计 | |
| 审定 | 赵建军 | 制图 | 陈广任 | 施工围蔽及施工通道平面布置图 | 图别 | 施工图设计 |
| 审核 | 赵魁 | 设计 | 陈广任 | | 图号 | 15 |
| 校对 | 孙伟 | 比例 | 1:1000 | | 日期 | 2025.06 |

英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡
地质灾害治理工程施工图设计计算书

广东省地球物理勘查院

2025年7月

英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡 地质灾害治理工程施工图设计计算书

项目负责：王 恒
编 制：陈广任
审 核：赵 魁

广东省地球物理勘查院

2025 年 7 月

目 录

| | |
|-----------------|---|
| 一、计算参数 | 1 |
| 二、各支护段计算 | 1 |
| 1-1 剖面 | 1 |
| 2-2 剖面 | 1 |
| 三、格构梁结构验算 | 8 |
| 四、截排水沟验算 | 8 |

一、计算参数

1、岩土层参数

根据《英德市连江口镇城樟社区连江中学后背山滑坡地质灾害治理工程勘察报告》，岩土物理力学参数根据现场取土试验资料，并参考有关规范及地区经验，施工图设计所采用的岩土物理力学参数见下表。

表 1-1 岩土物理力学参数表

| 土的类型 | 重度 (kN/m ³) | | 承载力特征值 (kPa) | 抗剪强度 (天然) | | 抗剪强度 (饱和) | | 与挡土墙底摩擦系数 (μ) | 极限粘结强度标准值 (kPa) |
|--------|-------------------------|------|--------------|-----------|----------|-----------|----------|---------------|-----------------|
| | 天然 | 饱和 | | 凝聚力 (kPa) | 内摩擦角 (°) | 凝聚力 (kPa) | 内摩擦角 (°) | | |
| 砂质黏性土 | 18.5 | 19.5 | 140 | 28 | 18 | 22.5 | 16 | 0.20 | 60 |
| 全风化花岗岩 | 19.0 | 20.0 | 300 | 30 | 22 | 24 | 18 | 0.30 | 100 |
| 强风化花岗岩 | 20.0 | 21.0 | 500 | 36 | 27 | 29 | 22 | 0.40 | 150 |
| 中风化花岗岩 | 23.0 | 24.0 | 1500 | 100 | 35 | 90 | 32 | 0.60 | 1200 |

2、荷载与安全系数

主要考虑坡体自重和地下水作用，工程位于抗震设防 6 度区，根据现行《建筑抗震设计规范》(GB50011)，计算时可不考虑地震的影响。地下水的不利影响综合包含到岩土指标中，除了取饱和重度计算坡体自重外，不考虑地下水的渗透压力。

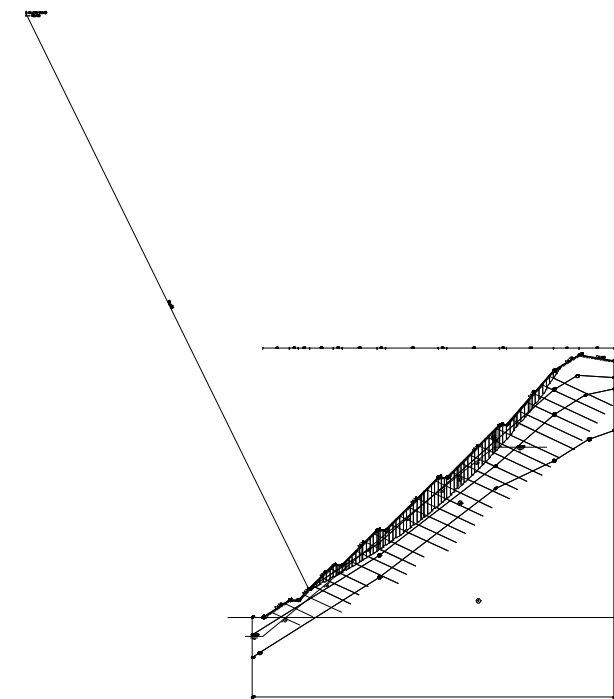
设计计算采用理正岩土计算软件 7.0 版，采用复杂土层边坡加筋稳定性验算，按最不利工况(暴雨工况)验算，土层参数取值统一采用最不利土层参数(饱和参数)。治理后安全等级为一级的边坡工况安全系数不小于 1.35。本防治工程边坡支护按 50 年设计。边坡滑动按圆弧滑动法考虑，本次计算先通过软件自动搜索危险滑动面来确定边坡的最危险滑裂面，然后结合本工程实际情况，并参考类似已发崩塌或滑坡的滑裂面，给定滑弧三点坐标计算安全系数。

二、各支护段计算

1-1 剖面

计算项目： 1-1 剖面设计工况土坡稳定计算 1

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范: 通用方法
 计算目标: 安全系数计算
 滑裂面形状: 圆弧滑动法
 不考虑地震

[坡面信息]

| 坡面线段数 | 坡面节点数 14 | | |
|-------|----------|---------|-----|
| 坡面线号 | 水平投影(m) | 竖直投影(m) | 超载数 |
| 1 | 7.533 | 5.000 | 0 |
| 2 | 2.500 | 0.000 | 0 |
| 3 | 3.324 | 3.324 | 0 |
| 4 | 6.676 | 6.676 | 0 |
| 5 | 2.500 | 0.000 | 0 |
| 6 | 10.000 | 10.000 | 0 |
| 7 | 2.500 | 0.000 | 0 |
| 8 | 15.000 | 15.000 | 0 |
| 9 | 2.500 | 0.000 | 0 |
| 10 | 15.000 | 15.000 | 0 |
| 11 | 2.000 | 0.000 | 0 |
| 12 | 13.448 | 15.517 | 0 |
| 13 | 7.311 | 4.483 | 0 |
| 14 | 10.006 | -1.738 | 0 |

[土层信息]

| 坡面节点数 15 | | |
|----------|-------|-------|
| 编号 | X(m) | Y(m) |
| 0 | 0.000 | 0.000 |

| | | |
|-----|---------|--------|
| -1 | 7.533 | 5.000 |
| -2 | 10.033 | 5.000 |
| -3 | 13.357 | 8.324 |
| -4 | 20.033 | 15.000 |
| -5 | 22.533 | 15.000 |
| -6 | 32.533 | 25.000 |
| -7 | 35.033 | 25.000 |
| -8 | 50.034 | 40.000 |
| -9 | 52.534 | 40.000 |
| -10 | 67.534 | 55.000 |
| -11 | 69.534 | 55.000 |
| -12 | 82.982 | 70.517 |
| -13 | 90.293 | 75.000 |
| -14 | 100.299 | 73.262 |

附加节点数 21

| 编号 | X(m) | Y(m) |
|----|---------|---------|
| 1 | 89.768 | 69.043 |
| 2 | 83.066 | 65.095 |
| 3 | 66.275 | 50.295 |
| 4 | 32.981 | 21.145 |
| 5 | -3.165 | 0.000 |
| 6 | -3.165 | -5.048 |
| 7 | 33.120 | 17.695 |
| 8 | 66.275 | 43.195 |
| 9 | 83.066 | 57.995 |
| 10 | 92.003 | 63.437 |
| 11 | 100.299 | 65.319 |
| 12 | 100.299 | 68.520 |
| 13 | -3.165 | -11.493 |
| 14 | -1.064 | -10.183 |
| 15 | 33.120 | 11.395 |
| 16 | 66.275 | 36.795 |
| 17 | 83.066 | 44.695 |
| 18 | 92.965 | 50.850 |
| 19 | 100.299 | 53.312 |
| 20 | -3.165 | -22.839 |
| 21 | 100.299 | -22.839 |

不同土性区域数 4

| 区号 | 重度 (kN/m ³) | 饱和重度 (kN/m ³) | 粘结强度 (kPa) | 孔隙水压 力系数 | 节点 编号 |
|----|----------------------------|------------------------------|---------------|-------------|--|
| 1 | 20.000 | 20.000 | 100.000 | --- | (1, 2, 3, 4, -3, -2, -1, 0, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,) |
| 2 | 19.500 | 19.500 | 60.000 | --- | (2, 1, 12, -14, -13, -12, -11, -10, -9, -8, -7, -6, -5, -4, -3, 4, 3,) |
| 3 | 21.000 | 21.000 | 150.000 | --- | (10, 9, 8, 7, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 11,) |
| 4 | 24.000 | 24.000 | 1200.000 | --- | (18, 17, 16, 15, 14, 13, 20, 21, 19,) |

| 区号 | 粘聚力 (kPa) | 内摩擦角 (度) | 水下粘聚 力(kPa) | 水下内摩 擦角(度) |
|----|--------------|-------------|----------------|---------------|
| 1 | 22.500 | 16.000 | 22.500 | 16.000 |
| 2 | 24.000 | 18.000 | 24.000 | 18.000 |
| 3 | 29.000 | 22.000 | 29.000 | 22.000 |
| 4 | 90.000 | 32.000 | 90.000 | 32.000 |

| 区号 | 十字板 τ | 强度增 | 十字板 τ 水 | 强度增长系 |
|----|------------|-----|--------------|-------|
|----|------------|-----|--------------|-------|

| | (kPa) | 长系数 | 下值(kPa) | 数水下值 |
|---|-------|-----|---------|------|
| 1 | --- | --- | --- | --- |
| 2 | --- | --- | --- | --- |
| 3 | --- | --- | --- | --- |
| 4 | --- | --- | --- | --- |

[水面信息]

采用总应力法
不考虑渗透力作用
不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 6 水面线起始点坐标: (0.000, -5.500)

| 水面线号 | 水平投影(m) | 竖直投影(m) |
|------|---------|---------|
| 1 | 12.000 | 10.000 |
| 2 | 12.000 | 10.000 |
| 3 | 12.000 | 10.000 |
| 4 | 10.000 | 8.000 |
| 5 | 10.000 | 8.000 |
| 6 | 10.000 | 8.000 |

[筋带信息]

采用锚杆
锚杆道数: 28
筋带力调整系数: 1.000

| 筋带号 | 距地面 高度(m) | 水平间距 (m) | 总长度 (m) | 倾角 (度) | 材料抗拉 力(kN) | 锚固段 长度(m) | 锚固段 直径(m) | 法向力发 挥系数 |
|-----|--------------|-------------|------------|-----------|---------------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 1.50 | 2.50 | 9.00 | 25.00 | 110.00 | 9.00 | 0.13 | 1.00 |
| 2 | 4.00 | 2.50 | 9.00 | 25.00 | 110.00 | 9.00 | 0.13 | 1.00 |
| 3 | 6.50 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 4 | 9.00 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 5 | 11.50 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 6 | 14.00 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 7 | 16.50 | 2.50 | 16.00 | 25.00 | 320.00 | 10.00 | 0.15 | 1.00 |
| 8 | 19.00 | 2.50 | 16.00 | 25.00 | 320.00 | 10.00 | 0.15 | 1.00 |
| 9 | 21.50 | 2.50 | 16.00 | 25.00 | 320.00 | 10.00 | 0.15 | 1.00 |
| 10 | 24.00 | 2.50 | 16.00 | 25.00 | 320.00 | 10.00 | 0.15 | 1.00 |
| 11 | 26.50 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 12 | 29.00 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 13 | 31.50 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 14 | 34.00 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 15 | 36.50 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 16 | 39.00 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 17 | 41.50 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 18 | 44.00 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 19 | 46.50 | 2.50 | 18.00 | 25.00 | 320.00 | 12.00 | 0.15 | 1.00 |
| 20 | 49.00 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 21 | 51.50 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 22 | 54.00 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 23 | 56.50 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 24 | 59.00 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 25 | 61.50 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 26 | 64.00 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 27 | 66.50 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 41.034 | 42.034 | 36.612 | 1.246 | 22.500 | 16.00 | 122.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 72.86 | 62.06 |
| 0.92698 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 42.034 | 43.034 | 37.002 | 1.252 | 22.500 | 16.00 | 127.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 76.52 | 63.80 |
| 0.92404 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 43.034 | 44.034 | 37.395 | 1.259 | 22.500 | 16.00 | 131.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 80.10 | 65.49 |
| 0.92103 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 44.034 | 45.034 | 37.790 | 1.265 | 22.500 | 16.00 | 136.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 83.59 | 67.13 |
| 0.91796 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 45.034 | 46.034 | 38.186 | 1.272 | 22.500 | 16.00 | 140.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 87.03 | 68.72 |
| 0.91484 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 46.034 | 47.034 | 38.585 | 1.279 | 22.500 | 16.00 | 144.84 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 90.33 | 70.24 |
| 0.91165 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 47.034 | 48.034 | 38.987 | 1.287 | 22.500 | 16.00 | 148.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 93.55 | 71.71 |
| 0.90840 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 48.034 | 49.034 | 39.390 | 1.294 | 22.500 | 16.00 | 152.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 96.68 | 73.12 |
| 0.90509 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 49.034 | 50.034 | 39.796 | 1.302 | 22.500 | 16.00 | 155.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.68 | 74.48 |
| 0.90171 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 50.034 | 50.867 | 40.170 | 1.091 | 22.500 | 16.00 | 125.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 80.92 | 60.90 |
| 0.89856 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 50.867 | 51.700 | 40.512 | 1.096 | 22.500 | 16.00 | 113.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 74.01 | 57.41 |
| 0.89565 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 51.700 | 52.534 | 40.856 | 1.102 | 22.500 | 16.00 | 102.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 66.93 | 53.87 |
| 0.89268 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 52.534 | 53.534 | 41.236 | 1.330 | 22.500 | 16.00 | 116.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 77.08 | 63.00 |
| 0.88937 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 53.534 | 54.534 | 41.653 | 1.338 | 22.500 | 16.00 | 119.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 79.24 | 64.00 |
| 0.88569 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 54.534 | 55.534 | 42.073 | 1.347 | 22.500 | 16.00 | 121.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 81.24 | 64.93 |
| 0.88193 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 55.534 | 56.534 | 42.496 | 1.356 | 22.500 | 16.00 | 123.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 83.09 | 65.79 |
| 0.87811 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 56.534 | 57.534 | 42.922 | 1.366 | 22.500 | 16.00 | 124.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 84.75 | 66.56 |
| 0.87420 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 57.534 | 58.534 | 43.350 | 1.375 | 22.500 | 16.00 | 125.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 86.26 | 67.26 |
| 0.87023 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 58.534 | 59.534 | 43.782 | 1.385 | 22.500 | 16.00 | 126.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 87.58 | 67.88 |
| 0.86617 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 59.534 | 60.534 | 44.217 | 1.395 | 22.500 | 16.00 | 127.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 88.70 | 68.41 |
| 0.86204 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 60.534 | 61.534 | 44.655 | 1.406 | 22.500 | 16.00 | 127.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 89.63 | 68.86 |
| 0.85782 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 61.534 | 62.534 | 45.096 | 1.417 | 22.500 | 16.00 | 127.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 90.34 | 69.21 |
| 0.85353 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 62.534 | 63.534 | 45.541 | 1.428 | 22.500 | 16.00 | 127.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 90.83 | 69.47 |
| 0.84915 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 63.534 | 64.534 | 45.989 | 1.439 | 22.500 | 16.00 | 126.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 91.09 | 69.63 |
| 0.84468 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 64.534 | 65.534 | 46.441 | 1.451 | 22.500 | 16.00 | 125.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 91.11 | 69.69 |
| 0.84012 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 65.534 | 66.534 | 46.897 | 1.463 | 22.500 | 16.00 | 124.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 90.89 | 69.66 |
| 0.83547 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 66.534 | 67.534 | 47.357 | 1.476 | 22.500 | 16.00 | 122.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 90.39 | 69.50 |
| 0.83073 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 67.534 | 68.534 | 47.820 | 1.489 | 22.500 | 16.00 | 111.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 82.37 | 65.83 |
| 0.82589 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 68.534 | 69.534 | 48.288 | 1.503 | 22.500 | 16.00 | 89.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 66.70 | 58.61 |
| 0.82095 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 69.534 | 70.568 | 48.769 | 1.569 | 22.500 | 16.00 | 81.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 60.99 | 57.04 |
| 0.81583 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 70.568 | 71.603 | 49.262 | 1.585 | 22.500 | 16.00 | 81.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 61.39 | 57.38 |
| 0.81050 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 71.603 | 72.637 | 49.760 | 1.601 | 22.500 | 16.00 | 80.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 61.47 | 57.59 |
| 0.80507 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 72.637 | 73.672 | 50.264 | 1.618 | 22.500 | 16.00 | 79.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 61.16 | 57.64 |
| 0.79951 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 73.672 | 74.706 | 50.773 | 1.636 | 22.500 | 16.00 | 78.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 60.50 | 57.53 |
| 0.79383 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 74.706 | 75.740 | 51.287 | 1.654 | 22.500 | 16.00 | 76.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 59.45 | 57.26 |
| 0.78803 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 75.740 | 76.775 | 51.807 | 1.673 | 23.264 | 17.02 | 73.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 58.04 | 58.84 |
| 0.79315 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 76.775 | 77.809 | 52.334 | 1.693 | 24.000 | 18.00 | 71.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 56.27 | 60.06 |
| 0.79799 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 77.809 | 78.844 | 52.866 | 1.714 | 24.000 | 18.00 | 67.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 54.11 | 59.20 |
| 0.79194 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 78.844 | 79.878 | 53.406 | 1.735 | 24.000 | 18.00 | 64.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 51.48 | 58.11 |
| 0.78574 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 79.878 | 80.913 | 53.952 | 1.758 | 24.000 | 18.00 | 59.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 48.36 | 56.79 |
| 0.77939 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 80.913 | 81.947 | 54.505 | 1.782 | 24.000 | 18.00 | 54.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.71 | 55.21 |
| 0.77289 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 81.947 | 82.982 | 55.066 | 1.806 | 24.000 | 18.00 | 49.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 40.52 | 53.36 |
| 0.76622 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 82.982 | 83.861 | 55.592 | 1.556 | 24.000 | 18.00 | 33.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.37 | 41.96 |
| 0.75990 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 83.861 | 84.740 | 56.082 | 1.576 | 24.000 | 18.00 | 20.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.76 | 36.70 |
| 0.75396 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |
| 84.740 | 85.620 | 56.578 | 1.597 | 24.000 | 18.00 | 6.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.68 | 31.18 |
| 0.74789 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | |

| 筋带号 | 锚固抗拔力(kN) | 材料抗拉力(kN) | 计算采用值 | 有效锚固长度(m) | 滑面角度(度) | 切向抗力(kN) | 法向抗力(kN) |
|-----|-----------|-----------|-------|-----------|---------|----------|----------|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 抗拉力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.000 | 0.000 | 抗拉力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 0.000 | 抗拉力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 1625.582 | 110.000 | 抗拉力 | 11.348 | 51.711 | 27.263 | 34.536 |
| 5 | 1153.674 | 110.000 | 抗拉力 | 9.996 | 53.023 | 26.465 | 35.151 |
| 6 | 686.594 | 110.000 | 抗拉力 | 8.762 | 54.313 | 25.668 | 35.738 |
| 7 | 3278.415 | 320.000 | 抗拉力 | 10.000 | 55.982 | 71.610 | 106.095 |
| 8 | 3019.371 | 320.000 | 抗拉力 | 10.000 | 57.227 | 69.288 | 107.625 |
| 9 | 2755.489 | 320.000 | 抗拉力 | 10.000 | 58.454 | 66.967 | 109.084 |
| 10 | 2484.299 | 320.000 | 抗拉力 | 10.000 | 59.666 | 64.646 | 110.476 |
| 11 | 4221.670 | 320.000 | 抗拉力 | 12.000 | 61.240 | 61.586 | 112.210 |
| 12 | 3961.824 | 320.000 | 抗拉力 | 12.000 | 62.419 | 59.265 | 113.453 |
| 13 | 3690.649 | 320.000 | 抗拉力 | 12.000 | 63.585 | 56.944 | 114.636 |
| 14 | 3419.473 | 320.000 | 抗拉力 | 12.000 | 64.739 | 54.622 | 115.760 |

| | | | | | | | |
|----|----------|---------|-----|--------|--------|--------|---------|
| 15 | 3137.284 | 320.000 | 抗拉力 | 11.766 | 65.883 | 52.301 | 116.827 |
| 16 | 2854.853 | 320.000 | 抗拉力 | 11.527 | 67.016 | 49.980 | 117.839 |
| 17 | 3494.846 | 320.000 | 抗拉力 | 12.000 | 68.496 | 46.920 | 119.090 |
| 18 | 2851.417 | 320.000 | 抗拉力 | 12.000 | 69.609 | 44.599 | 119.979 |
| 19 | 2067.788 | 320.000 | 抗拉力 | 12.000 | 70.713 | 42.278 | 120.816 |
| 20 | 2421.436 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 71.811 | 39.956 | 121.604 |
| 21 | 1644.236 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 72.901 | 37.635 | 122.342 |
| 22 | 996.356 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 73.985 | 35.314 | 123.032 |
| 23 | 1108.317 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 75.309 | 32.461 | 123.816 |
| 24 | 940.445 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 76.336 | 30.238 | 124.377 |
| 25 | 929.059 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 77.357 | 28.015 | 124.897 |
| 26 | 901.383 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 78.375 | 25.792 | 125.374 |
| 27 | 872.836 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 79.389 | 23.569 | 125.811 |
| 28 | 834.377 | 320.000 | 抗拉力 | 14.000 | 80.400 | 21.347 | 126.207 |

总的下滑力 = 4319.807 (kN)
 总的抗滑力 = 5947.941 (kN)
 土体部分下滑力 = 4319.807 (kN)
 土体部分抗滑力 = 4057.883 (kN)
 筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 1094.728 (kN)
 筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 795.330 (kN)

计算目标: 安全系数计算
 滑裂面形状: 圆弧滑动法
 不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 14

| 坡面线号 | 水平投影(m) | 竖直投影(m) | 超载数 |
|------|---------|---------|-----|
| 1 | 7.846 | 5.030 | 0 |
| 2 | 2.500 | 0.000 | 0 |
| 3 | 1.382 | 1.382 | 0 |
| 4 | 8.618 | 8.618 | 0 |
| 5 | 2.500 | 0.000 | 0 |
| 6 | 7.500 | 10.000 | 0 |
| 7 | 2.917 | 0.000 | 0 |
| 8 | 15.000 | 15.000 | 0 |
| 9 | 2.520 | 0.000 | 0 |
| 10 | 18.761 | 13.000 | 0 |
| 11 | 4.259 | 0.000 | 0 |
| 12 | 0.250 | 2.514 | 0 |
| 13 | 9.635 | 4.486 | 0 |
| 14 | 7.561 | 0.000 | 0 |

[土层信息]

坡面节点数 15

| 编号 | X(m) | Y(m) |
|-----|--------|--------|
| 0 | 0.000 | 0.000 |
| -1 | 7.846 | 5.030 |
| -2 | 10.346 | 5.030 |
| -3 | 11.728 | 6.412 |
| -4 | 20.346 | 15.030 |
| -5 | 22.846 | 15.030 |
| -6 | 30.346 | 25.030 |
| -7 | 33.263 | 25.030 |
| -8 | 48.263 | 40.030 |
| -9 | 50.784 | 40.030 |
| -10 | 69.545 | 53.030 |
| -11 | 73.803 | 53.030 |
| -12 | 74.053 | 55.544 |
| -13 | 83.689 | 60.030 |
| -14 | 91.250 | 60.030 |

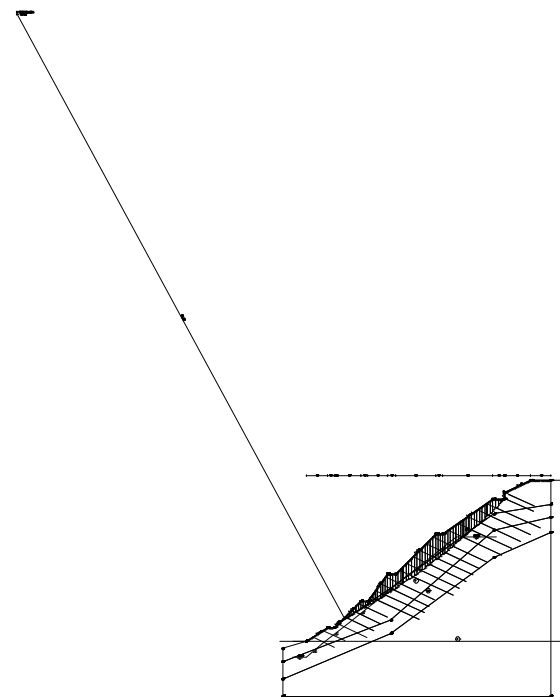
附加节点数 14

| 编号 | X(m) | Y(m) |
|----|--------|---------|
| 1 | 91.250 | 51.219 |
| 2 | 70.092 | 47.603 |
| 3 | 31.456 | 19.717 |
| 4 | -8.757 | -2.717 |
| 5 | -8.757 | -7.754 |
| 6 | 31.456 | 7.818 |
| 7 | 70.092 | 41.430 |
| 8 | 91.250 | 46.296 |
| 9 | -8.757 | -14.095 |
| 10 | 31.456 | 2.818 |
| 11 | 70.092 | 31.330 |
| 12 | 91.250 | 40.585 |

2-2 剖面

计算项目: 2-2 剖面设计工况土坡稳定计算 2

[计算简图]



[控制参数]:
 采用规范: 通用方法

| 13 | -8.757 | -20.623 | | |
|-----------|----------------------------|------------------------------|---------------|-------------|
| 14 | 91.250 | -20.623 | | |
| 不同土性区域数 4 | | | | |
| 区号 | 重度 (kN/m ³) | 饱和重度 (kN/m ³) | 粘结强度 (kPa) | 孔隙水压 力系数 |
| 1 | 20.000 | 20.000 | 100.000 | --- |
| 2 | 19.500 | 19.500 | 60.000 | --- |
| 3 | 21.000 | 21.000 | 150.000 | --- |
| 4 | 24.000 | 24.000 | 1200.000 | --- |

| 区号 | 粘聚力 (kPa) | 内摩擦角 (度) | 水下粘聚 力(kPa) | 水下内摩 擦角(度) |
|----|--------------|-------------|----------------|---------------|
| 1 | 24.000 | 18.000 | 24.000 | 18.000 |
| 2 | 22.500 | 16.000 | 22.500 | 16.000 |
| 3 | 29.000 | 22.000 | 29.000 | 22.000 |
| 4 | 90.000 | 32.000 | 90.000 | 32.000 |

| 区号 | 十字板 τ (kPa) | 强度增 长系数 | 十字板 τ 水 下值(kPa) | 强度增长系 数水下值 |
|----|---------------------|------------|-------------------------|---------------|
| 1 | --- | --- | --- | --- |
| 2 | --- | --- | --- | --- |
| 3 | --- | --- | --- | --- |
| 4 | --- | --- | --- | --- |

[水面信息]

采用总应力法
不考虑渗透力作用
不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 6 水面线起始点坐标: (0.000, -6.000)

| 水面线号 | 水平投影(m) | 竖直投影(m) |
|------|---------|---------|
| 1 | 6.000 | 5.000 |
| 2 | 10.000 | 8.000 |
| 3 | 10.000 | 8.000 |
| 4 | 10.000 | 8.000 |
| 5 | 10.000 | 8.000 |
| 6 | 10.000 | 8.000 |

[筋带信息]

采用锚杆
锚杆道数: 23
筋带力调整系数: 1.000

| 筋带号 | 距地面 高度(m) | 水平间距 (m) | 总长度 (m) | 倾角 (度) | 材料抗拉 力(kN) | 锚固段 长度(m) | 锚固段 直径(m) | 法向力发 挥系数 |
|-----|--------------|-------------|------------|-----------|---------------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 1.50 | 2.50 | 9.00 | 25.00 | 110.00 | 9.00 | 0.13 | 1.00 |
| 2 | 4.00 | 2.50 | 9.00 | 25.00 | 110.00 | 9.00 | 0.13 | 1.00 |
| 3 | 6.50 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 4 | 9.00 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 5 | 11.50 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 6 | 14.00 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 7 | 16.50 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 8 | 19.00 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 9 | 21.50 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |

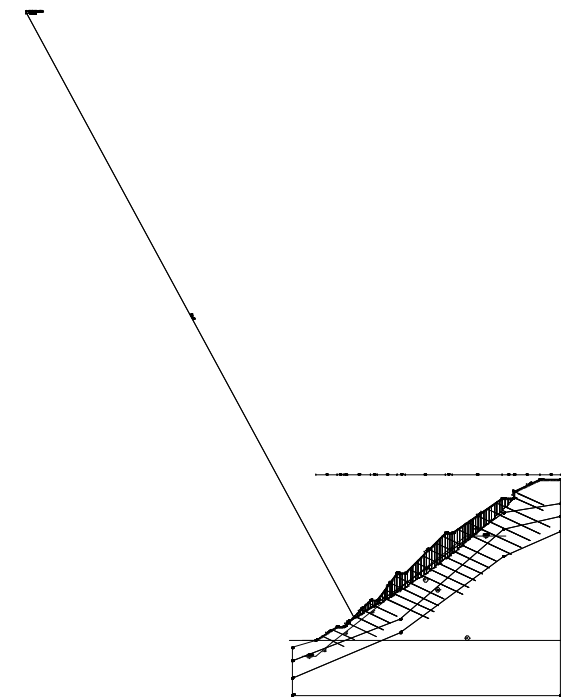
| | | | | | | | | |
|----|-------|------|-------|-------|--------|-------|------|------|
| 10 | 24.00 | 2.50 | 20.00 | 25.00 | 320.00 | 14.00 | 0.15 | 1.00 |
| 11 | 26.50 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 12 | 29.00 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 13 | 31.50 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 14 | 34.00 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 15 | 36.50 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 16 | 39.00 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 17 | 41.50 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 18 | 44.00 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 19 | 46.50 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 20 | 49.00 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 21 | 51.50 | 2.50 | 22.00 | 25.00 | 320.00 | 16.00 | 0.15 | 1.00 |
| 22 | 53.50 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |
| 23 | 55.50 | 2.50 | 12.00 | 25.00 | 110.00 | 12.00 | 0.13 | 1.00 |

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法
稳定计算目标: 给定滑弧三点坐标计算安全系数
条分法的土条宽度: 1.000(m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:
滑动圆心 = (-108.238, 234.907) (m)
滑动半径 = 257.281 (m)
滑动安全系数 = 1.399

| 起始x | 终止x | α | l_i | C_i | Φ_i | 条实重 | 浮力 | 地震力 | 渗透力 | 附加力X | 附加力Y |
|-----|-----|----------|-------|--------------|----------|-----|----|-----|-----|------|------|
| | | 下滑力 | 抗滑力 | $m \theta_i$ | 超载 | 竖向 | | | | | |

a、截排水工程布置

结合边坡地形、变形特征，按设计标准，边坡区降雨汇水面积及其所需排出的地表径流量，进行了地表截排水工程的设计和布置。考虑尽量利用天然冲沟排水和已有排水沟的排水，考虑与现有排水系统的整体连接，同时兼顾工程区建筑物情况及施工的便利情况，科学合理地进行截排水工程布置。设计坡顶设置 1 排截水沟，每级坡脚均设置 1 排排水沟，坡面共 2 处跌水台阶。具体布置位置参见边坡工程平面布置图。

b、截排水沟水力设计

设计频率地表水汇流量 Q_p 采用公式如下：

$$Q_p = 0.278 \phi S_p F$$

式中： Q_p —设计频率地表水汇流量；

ϕ —径流系数；

S_p —设计降雨强度 (mm/h)；

F —汇水面积 (km²)；

截排水沟过流量计算公式为：

$$Q = wc\sqrt{Ri}$$

式中： Q —过流量 (m³/s)；

w —过流断面面积 (m²)；

C —流速系数 (m/s)；

R —水力半径 (m)；

i —水力坡降 (°)。

其中流速系数 C 采用满宁公式 $C = R^{\frac{1}{6}}/n$ 计算， n 为糙率，取 0.025。 $R=A/X$ ， A 为截排水沟有效过水断面面积 (m²)， X 为湿周 (m)。

按各沟所处位置和控制的汇水面积，需排泄的径流量，就各纵、横向排水沟进行了各种断面几何尺寸的水力设计计算和优化。截排水沟过水断面设计为梯形断面，采用 C30 混凝土现浇。水力计算中，对水流流速超过流速控制标准的沟段则进行沟底加糙处理，加糙型式和加糙渠高度的确定以加糙后的水流流速控制在流速控制标准以内为原则。在局部高差较大的地段设置跌水阶梯，在其进出口段设导流翼墙与上、下游沟渠护壁连接。

滑体截排水沟水力计算结果见表 4-1，横断面设计尺寸见大样图。

表 4-1 边坡体设计截排水沟水力计算结果表

| 截排水沟型号 | 设计流量 Q (m ³ /s) | 过流断面 面积 W (m ²) | 水力坡 降 i (%) | 流速系 数 C (m/s) | 水力半 径 R (m) | 糙率 n | 湿周 X m | 设计频率地表 水汇流量 Qp (m ³ /s) | 径流系 数 ϕ | 设计降雨 强度 S (mm/h) | 最大汇水 面积 F (km ²) |
|-------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|---------|--------------|---|--------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| 排水沟 600*600 | 0.505 | 0.45 | 0.5 | 31.75 | 0.25 | 0.025 | 1.8 | 0.224 | 0.70 | 50 | 0.023 |

c、截排水工程结构设计

沟渠衬砌：为防冲防渗、设计采用 200 厚 C15 素混凝土垫层，排水沟壁厚 200，采用 C25 钢筋混凝土浇筑，采用 1:2.5 水泥砂浆抹面，厚 20mm，对流速超过 5m/s 的沟段增设沟底横梁加糙消能措施。采用沟底加糙消能或沟底为 0.5m 高台阶状跌水措施后流速均控制在流速控制标准 8m/s 以内。

沟渠开挖与边坡处理：截排水沟采用人工开挖，为保证排水沟的基础稳定，所有新建截排水沟都座落于挖方土上，开挖深度必须大于沟底厚度与侧边墙高度之和，开挖边坡比 1:0.15~1:0.2。浇筑后两侧超挖部分用粘土进行回填夯实，边坡陡坎对沟渠有落石影响的部位应进行衬砌、挡土或削坡处理。尚要填方地段应分层夯实，确保水渠稳定安全。

另外，由于地形图有限，实际汇水面积可能大于计算汇水面积，超出部分以坡面或者路面散水形式排泄。