

资质等级：甲级

证书编号：440020231120114

广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施
施建设项目边坡治理工程（二期）
施工图设计



韶关地质工程勘察院有限公司

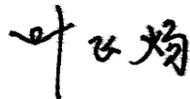
Shaoguan Geological Engineering Investigation Institute Limited

二〇二五年八月

资质等级：甲级

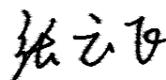
证书编号：440020231120114

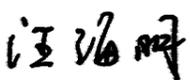
广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施 施建设项目边坡治理工程（二期） 施工图设计

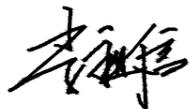
设计：叶飞炀  许乔汛 

制图：许乔汛 

项目技术负责人：林正钦 

项目负责人：张云飞 

审核：汪海明 

审定：李祖信 



韶关地质工程勘察院有限公司

Shaoguan Geological Engineering Investigation Institute Limited

二〇二五年八月



地质灾害防治单位资质证书

单位名称： 韶关地质工程勘察院有限公司

资质类别： 地质灾害评估和治
理工程勘查设计

住 所： 韶关市武江区西郊 13 公里

资质等级： 甲级

证书编号： 440020231120114

有效期至： 2028年 10月 26日

发证机关： 广东省自然资源厅

发证日期： 2023年 10月 27日



目 录

第一部分 广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程（二期）施工图设计总说明

一、工程概况	1
二、设计依据	4
三、地质环境条件	5
四、防治方案设计	9
五、施工技术要求	11
六、施工组织和安全施工要求	20
七、工程应急预案	23
八、工程监测	23
八、质量检验与验收	25
九、工程维护要求	25
十、危大工程重点环节	26
十一、其他相关重要说明	26
十二、主要工程量一览表	27

第二部分 广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程（二期）施工图设计图件

1、治理支护结构平面布置图（图号:JS-01~JS-03）
2、监测点平面布置图（图号:JS-04~JS-06）
3、剖面图（图号:JS-07~JS-13）
4、大样图（图号:JS-14~JS-20）

第三部分 广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程（二期）施工图设计计算书

一、工程概况

广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程（二期）——小喜科技地块边坡，场地位于韶关市产业转移工业园内，皇岗大道南侧，属韶关市浈江区管辖，中心地理位置坐标： $E113^{\circ} 35' 15.31''$ ， $N, 24^{\circ} 54' 25.00''$ 。紧靠场地北侧有 S246 省道经过，交通条件十分便利。

广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程（二期）——泽雨新材料地块边坡，位于韶关市浈江区犁市镇浈江产业转移工业园内，黄岗大道北侧，韶关市泽雨新材料科技有限公司内，属韶关市浈江区管辖，中心地理位置坐标：东经 $113^{\circ} 35' 9''$ ，北纬 $24^{\circ} 54' 41''$ 。

广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程（二期）——海大屠宰场北侧地块边坡，场地位于韶关市产业转移工业园内，黄岗大道海大屠宰场北侧，属韶关市浈江区管辖，中心地理位置坐标： $E113^{\circ} 35' 41.63''$ ， $N24^{\circ} 54' 29.75''$ 。附近主要交通一线：紧靠场地南侧 25m 有 S246 省道经过，交通条件十分便利，详见图 1-1。



图 1-1 项目地理位置

2022 年 6 月受连续降暴雨影响，小喜科技地块西侧边坡发生滑坡。因前期削坡建厂形成高陡边坡，坡度约 50° ，坡顶临空，坡面、坡脚未进行任何有效措施进行支护处理，滑坡总长度约 112 米，高约 3~19 米，宽约 24 米，滑坡厚度 1~4m，滑坡体积约 2200 立方米，滑坡体平面呈半圆形，主滑方向为 109° ，滑坡体为土质，主要成分为坡积粉质黏土及残积含砾粉质黏土，坡顶植被发育，以乔木为主，滑坡体堆积于坡面、坡脚，主要威胁对象为坡下厂房。灾情等级为较大，威胁人数约 20 人，潜在经济损失约 600 万元。根据《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）表 3 划分依据，该滑坡地质灾害防治工程等级为二级。

韶关市泽雨新材料科技有限公司北侧边坡发生小规模滑坡、崩塌，滑动的土体堆积于坡脚及坡面，所幸未造成人员伤亡，灾情等级为较大，威胁人数约 30 人，潜在经济损失约 800 万元。

该边坡因 2019 年兴建厂区削坡建房形成高陡边坡，边坡总长度约 206m，高度

约 10~24m，总体呈直线型，坡度约 40~70°，坡向 202°，坡面未进行任何有效措施进行支护处理，西侧地段为一级边坡，坡脚临空，东侧地段为四级边坡，平台修有排水土沟，坡脚已修建片石挡土墙，长约 92 米，高约 2.50~2.80 米，墙顶宽度 0.50m。据现场调查，2022 年 6 月受连续降暴雨影响，该边坡于东侧地段发生 1 处崩塌，崩塌总长度约 18m，高约 7m，宽约 7m，崩塌厚度约 1m，崩塌体积约 120m³，崩塌体为土质，主要成分为坡积粉质黏土及残积含砾粉质黏土，坡顶植被发育差，以杂草为主。于西侧地段发生 1 处滑坡，滑坡总长度约 92m，高约 14m，宽约 12m，滑坡厚度 0.50~2.00m，滑坡体积约 1000m³，滑坡体为土质，主要成分为坡积粉质黏土及残积含砾粉质黏土，坡顶为空地，无任何植被，滑坡体堆积于坡面、坡脚，2024 年 12 月该滑坡地段已进行应急处置处理，并形成二级坡面。主要威胁对象为坡下厂区厂房、人员生命财产安全。根据《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）中表 3 划分依据，该滑坡地质灾害防治工程等级为二级。

海大屠宰场北侧地块边坡因兴建厂区需要，对场地进行削坡形成高陡边坡，边坡总长度约 405m，高度约 3~25m，总体呈直线型，坡度约 40~55°，总体坡向 190°，坡面未进行任何有效措施进行支护处理，边坡由 3 个连续性边坡单元组成。据现场调查，2022 年 6 月受连续降暴雨影响，该边坡于 1 号坡发生滑坡，滑坡总长度约 74m，高约 24m，宽约 29m，滑坡厚度 1~3m，滑坡体积约 3500m³，滑坡体为土质，主要成分为坡积粉质黏土及残积含砾粉质黏土，滑坡体堆积于坡面、坡脚，其中 2 号、3 号坡面受雨水冲刷造成水土流失严重，形成多条沟槽、沟壑，但未造成滑坡、崩塌等地质灾害，坡顶植被发育，主要以乔木、灌木为主，主要威胁对象为坡下即将兴建的厂区厂房、人员生命财产安全。灾情等级为较大，威胁人数预估约 120 人，潜在经济损失约 3000 万元。根据《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）表 3 划分依据，该滑坡地质灾害防治工程等级为二级。



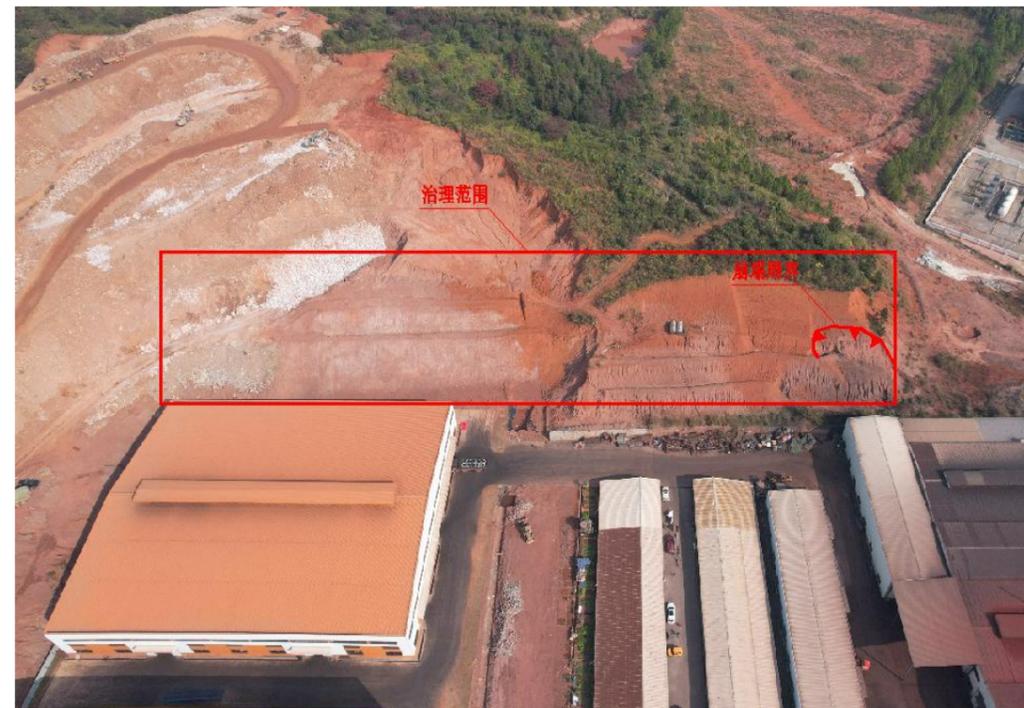
照片 1-1 小喜科技地块边坡滑坡全貌图



照片 1-2 小喜科技地块边坡坡面滑坡堆积体



照片 1-3 小喜科技地块边坡滑坡后缘滑壁



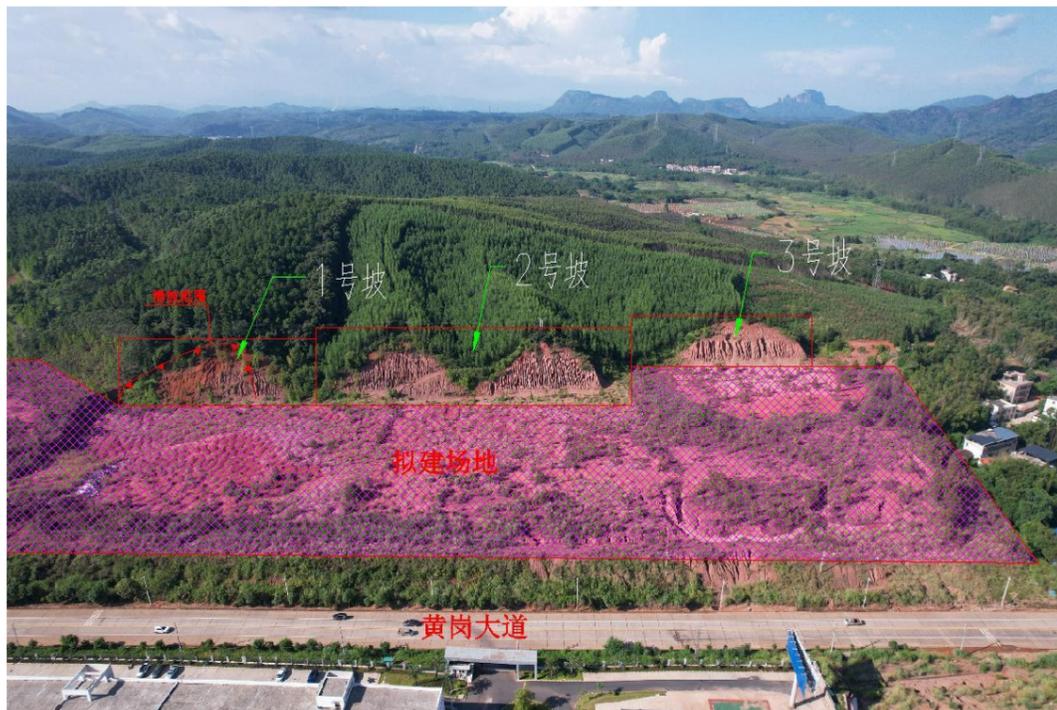
照片 1-5 泽雨新材料地块边坡应急后边坡全貌（2024 年拍摄）



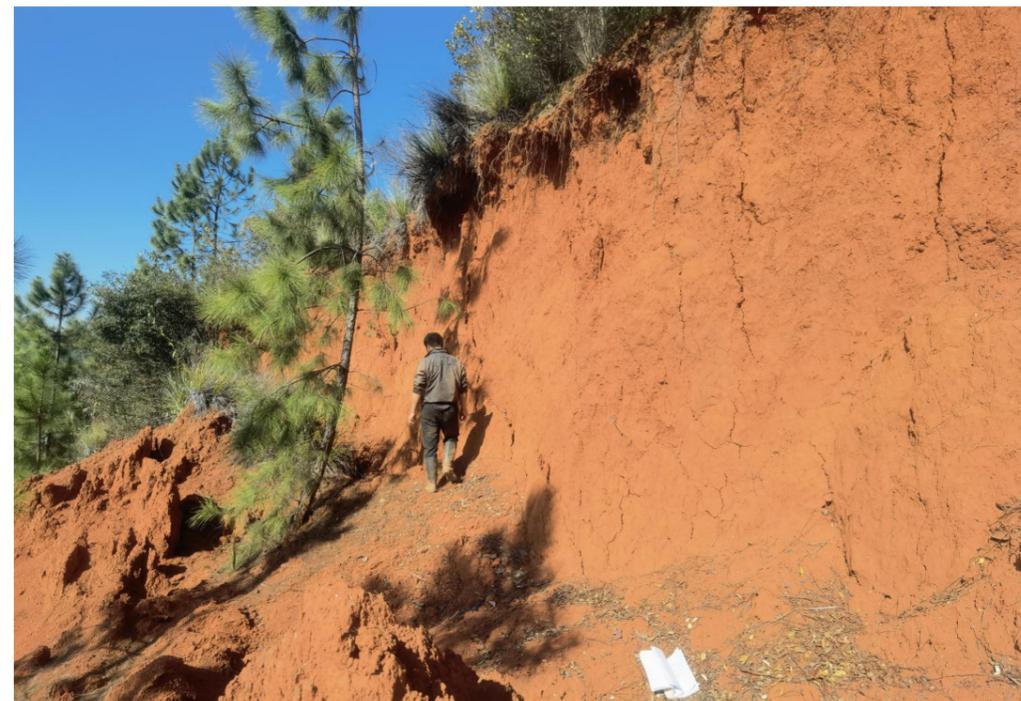
照片 1-4 泽雨新材料地块边坡应急前边坡全貌



照片 1-6 泽雨新材料地块边坡东侧边坡崩塌



照片 1-7 海大屠宰场北侧地块边坡滑坡全貌图



照片 1-9 海大屠宰场北侧地块滑坡后缘滑壁



照片 1-8 海大屠宰场北侧地块坡面滑坡堆积体

二、设计依据

- 1、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 2、《岩土锚杆(索)技术规程》（CECS22-2018）；
- 3、《地质灾害分类分级标准》（试行）（T/CAGHP 001-2018）；
- 4、《地质灾害防治基本术语》（试行）（T/CAGHP 002-2018）；
- 5、《地质灾害应力应变监测技术规程》（试行）（T/CAGHP 009-2018）；
- 6、《地质灾害地表变形监测技术规程》（试行）（T/CAGHP 014-2018）；
- 7、《坡面防护工程设计规范》（试行）（T/CAGHP 027-2018）；
- 8、《地质灾害排水治理工程设计规范》（试行）（T/CAGHP 035-2018）；
- 9、《地质灾害生物治理工程设计规范》（试行）（T/CAGHP 050-2018）；

- 10、《地质灾害治理工程质量检验评定标准》（试行）（T/CAGHP 054-2018）；
- 11、《地质灾害治理锚固工程设计规范》（试行）（T/CAGHP 073-2018）；
- 12、《滑坡防治设计规范》（GB/T 38509-2020）；
- 13、《公路滑坡防治设计规范》（JTG/T 3334-2018）；
- 14、《工程地质手册》《第五版》；
- 15、《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）；
- 16、《混凝土结构设计标准》（GB/T 50010-2010）（2024年修订）；
- 17、广东省标准《建筑地基基础检测规范》（DBJ/T 15-60-2019）；
- 18、住房和城乡建设部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知（建办质〔2018〕31号文）；
- 19、广东省住房和城乡建设厅关于认真贯彻落实《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》切实管控建筑施工重大安全风险的通知（粤建质函〔2018〕980号）；
- 20、《关于印发房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全实施细则的通知》（广东省住房和城乡建设厅粤建规范〔2019〕2号）；
- 21、住房和城乡建设部印发《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准（2024版）》；
- 22、其他现行设计、施工及验收规范、规定；
- 23、南京库仑 GE05(2020年版)；
- 24、《广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程——小喜科技地块边坡工程勘察报告》（韶关地质工程勘察院有限公司），2024年12月；

25、《广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程——泽雨新材料地块边坡工程勘察报告》（韶关地质工程勘察院有限公司），2024年12月；

26、《广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程——海大屠宰场北侧地块边坡工程勘察报告》（韶关地质工程勘察院有限公司），2024年12月；

27、我司多年来从事边坡支护设计、施工经验。

三、地质环境条件

1、地形地貌

小喜科技地块所处地貌单元属于低山丘陵地貌，地形起伏较大，场区地块大致呈直线形，边坡坡顶最高点高程为148.00m，最低点高程为124.00m，相对高差为24.00m。总体坡度45~50°，坡脚为厂房，坡顶为自然山体，调查期间，滑坡坡面裸露，坡顶植被发育较差，主要为杂草、少量灌木等。

泽雨新材料地块所处地貌单元属于低山丘陵地貌，地形起伏较大，场区地块大致呈直线形，边坡坡顶最高点高程为148.00m，最低点高程为124.00m，相对高差为24.00m。总体坡度45~50°，坡脚为厂房，坡顶为自然山体，调查期间，滑坡坡面裸露，坡顶植被发育较差，主要为杂草、少量灌木等。

海大屠宰场北侧地块所处地貌单元属于低山丘陵地貌，地形起伏较大，场区地块大致呈直线形，1号边坡坡顶最高点高程为142m，最低点高程为118m，相对高差为24.00m，2号边坡坡顶最高点高程为141m，最低点高程为116m，相对高差为25.00m，3

号边坡坡顶最高点高程为135m，最低点高程为115m，相对高差为20.00m。总体坡度40~55°，坡脚为即将兴建的厂房，坡顶为自然山体，调查期间，坡面裸露，坡顶植被发育，主要为乔木、灌木等。

2、地质构造

韶关市浈江区区域上位于华南褶皱系(I)粤北拗陷带(II)粤北拗陷(III)乳源凹褶断束(IV)东北部，北东向吴川—四会深断裂带北段西北部及南北向瑶山复背斜东翼，区内地质构造的发生、发展及演化主要受吴川—四会深断裂带及南北向瑶山复背斜共同控制。区内地层出露较齐全，构造发育。

北东向构造是区内最主要的构造形迹，它主要由一系列呈北东-北北东方向展布的断裂和褶皱相间排列构成。其中，观音山断裂带和宝岭断裂带是本区主要的控岩控矿构造。南北向构造以冲断裂的形式，成组发育在本区的中东部。调查区内早期构造运动是加里东运动。海西-印支期广泛的海侵，形成本区最重要的沉积建造。燕山期是本区构造变动最频繁，具有广泛的成岩成矿活动的时期。

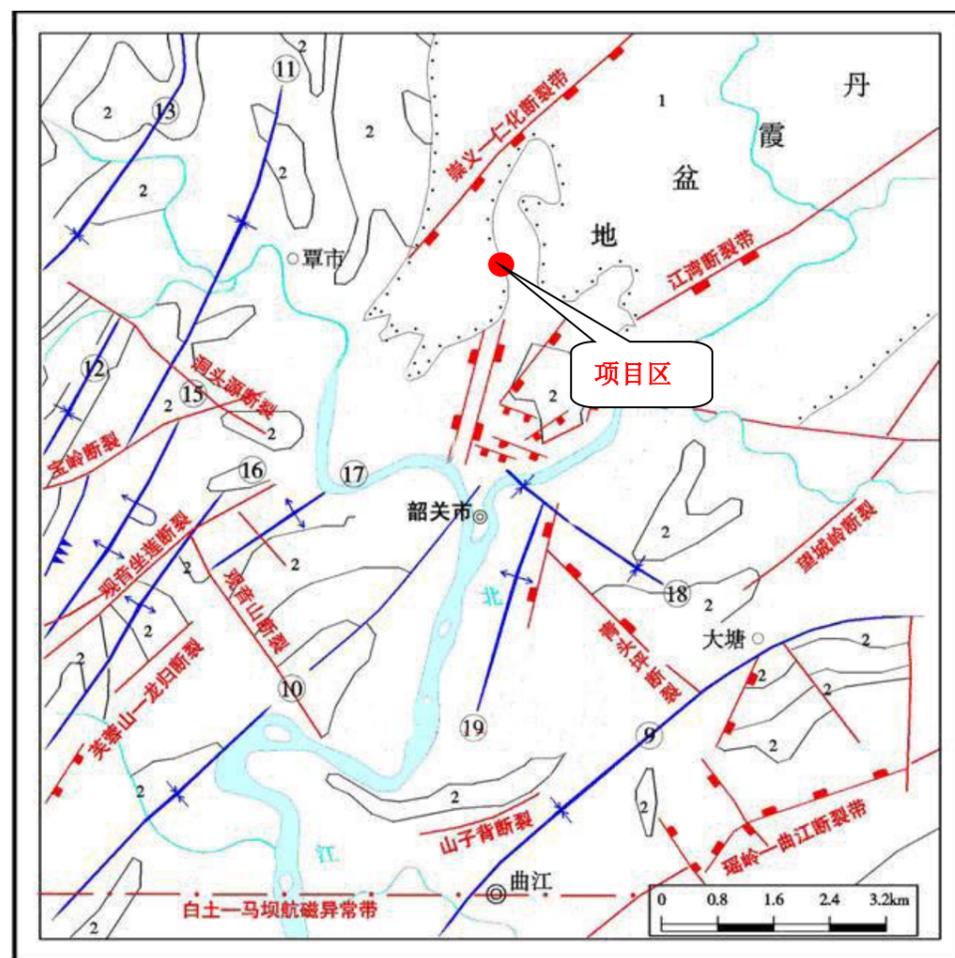
浈江区历史上经历了多次剧烈的地壳运动，形成了一系列规模不等、方向不一、性质不同的断裂。断裂带以北东、北北东向规模较大，东西、南北向规模较小。北东向断裂主要有宝岭断裂带；北北东向断裂主要为韶关—仁化断裂带；东西向断裂主要为区内两条隐伏断层，分别为：新街-犁市推测断层、马坝新村断层；北西向断裂主要为黄金村断裂带；南北向断裂主要为大遥头、黄岗山、花坪断裂带。项目区附近主要褶皱和断裂有犁市倒转背斜和犁市断裂（图3-1），现对其褶皱构造特征简述如下：

（1）褶皱构造

瑶山复背斜：展布于瑶山山脉一带，大致呈南北向延伸，长约70km，向北伸入湖南，向南于乳源附近潜伏于晚古生代地层之下，属加里东和印支两次构造运动的产物。

（2）断裂构造

本次项目区范围内及附近未见断裂通过，外围断裂距灾害点较远，因此外围断裂构造对灾害点影响相对较小。



- | | | | | |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 主断裂及次要断裂 | 性质不明断裂 | 正常及倒转背斜轴 | 隆起带 | |
| 1 红层盆地建造 | 2 碳酸岩建造 | 3 各期花岗岩 | | |
| ①瑶山箱状背斜 | ②马寨向斜 | ③苏公坑背斜 | ④大桥向斜 | ⑤大岭墩背斜 |
| ⑥三元墟向斜 | ⑦乌石岭背斜 | ⑧沙坪向斜 | ⑨马坝—大塘向斜 | ⑩江背向斜 |
| ⑪花坪向斜 | ⑫观音山顶背斜 | ⑬厢廊向斜 | ⑭瑶岭背斜 | ⑮鸡公旗背斜 |
| ⑯龙归坑向斜 | ⑰天子岭背斜 | ⑱田螺冲向斜 | ⑲莲花山背斜 | |

图 3-1 构造纲要图（资料来源：1：20 万韶关幅区域地质图）

3、地层岩性

根据本次野外地质调查，结合区域地质资料以及勘查资料，项目区及附近区域主要出露地层有第四系粉质黏土（ Q^{dl} ）、第四系含砾粉质黏土（ Q^{el} ）及白垩系下统长坝组（ K_1c ）角砾岩（图 3-2）。

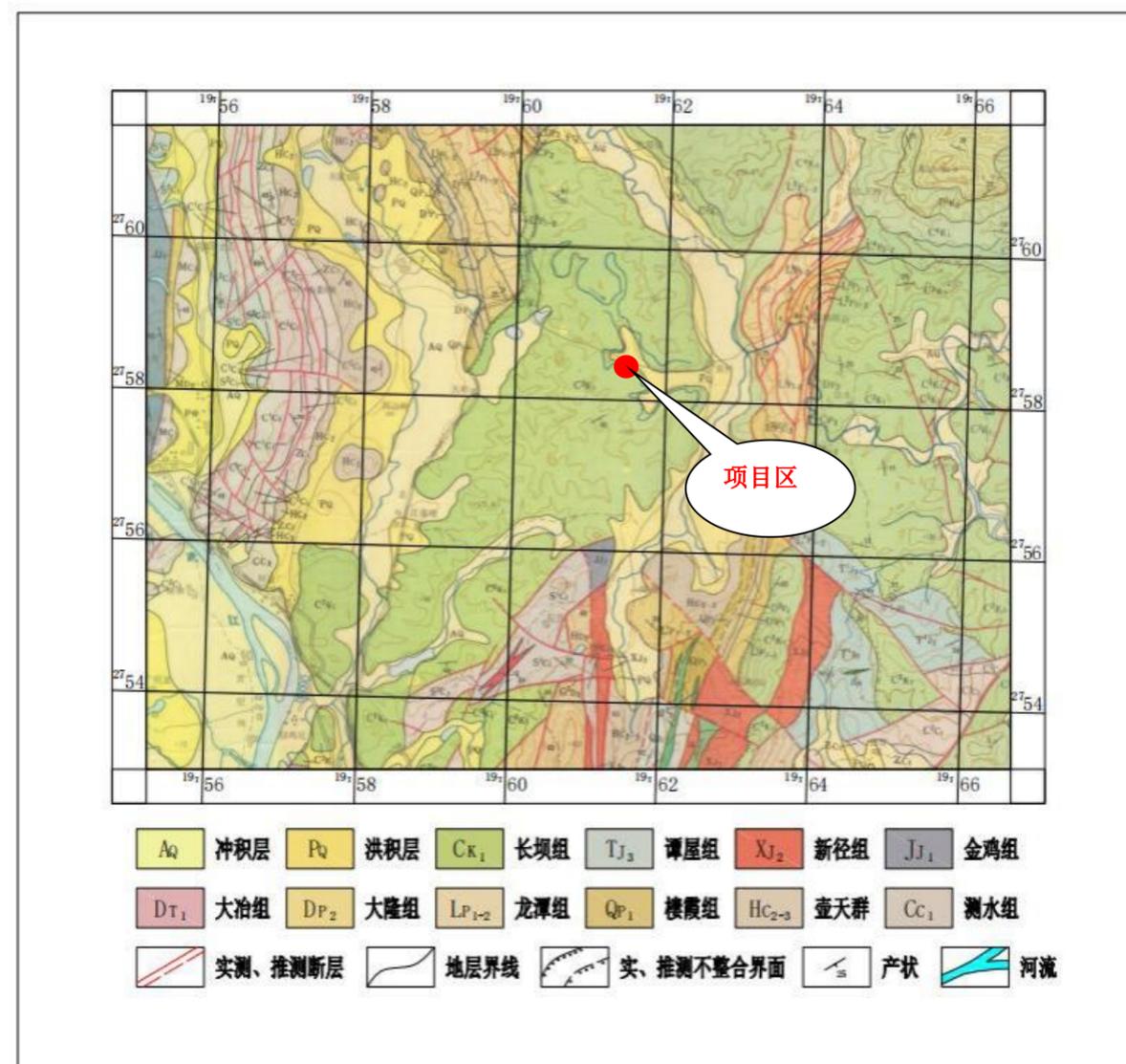


图 3-2 项目区地质图

（资料来源：韶关幅 1：5 万区域地质图）

4、地震

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计标准》GB 50011-2010（2024年版），项目区基本地震烈度为VI度，设计基本地震加速度值为0.05g，设计地震分组为第一组，区域地壳稳定性为基本稳定。根据地震资料显示，韶关地区是少震区，地震活动比较少，自1362年到1915年的554年间，史料记载的地震有13次，其中最大的地震为1479年的韶州4.5级地震。1970年市境内有地震台以来，共记录全市范围（包括交界区）发生2.0级以上地震108次，最大震级4.0级，发生在1996年4月29日曲江与英德交界处。

5、气象和水文

场地所在区域位于韶关市浈江区，地处亚热带季风气候区，春季时南下冷空气与北上暖流在华南对峙，区境常出现长时间低温，并伴有连绵阴雨、少日照天气。初夏时，在西太平洋副热带高压作用下，西南季风带来充沛的水汽，区境有较丰富的雨量。盛夏初秋，区境常受热带低压和台风环流影响。秋季，东北季风占领地面，高空仍为副热带高压所盘踞，形成晴朗干燥天气，为一年四季最佳气候。冬季受低纬度大气环流影响，又受中、高纬大气环流制约，有强冷空气南下，造成区境普遍降温、大风及阴雨天气；冷锋过后，受冷高压控制，天气一般较为晴朗。根据国家气象站浈江地面气象观测站长年历史资料统计，浈江区的区境气候特征如下：

冬短夏长，春秋交替快，四季分明。区境春季划分为3~4月，夏季为5~9月，秋季为10~11月，冬季为12月到次年2月。春季冷暖交替频繁，多低温阴雨，平均气温15~20摄氏度，平均降水量约为300~400毫米。夏季酷暑炎热，月平均气温

28.1~29.1摄氏度，平均最高气温33.9~34.3摄氏度，高于35摄氏度高温多出现在7月和8月。盛夏因受台风和热带低压及环流影响，午后多发生雷阵雨。秋季晴朗，昼夜温差大。随着冷空气活动逐步加强影响区境，降水量亦较少，遇有秋季台风、冷空气影响，造成低温和阴雨天气，俗称“寒露风”，对晚稻抽穗、扬花、灌浆不利。冬季较为寒冷，每年均有霜冻出现，冷的年份有降雪、雨凇现象，平均最低气温5.2~7.1摄氏度。

日照比较丰富。区境地处低纬度，太阳辐射比较大，年太阳辐射总量99~113千卡/平方厘米，光能资源与温度资源季节配合较好，日均气温大于10摄氏度的太阳辐射时间占全年90%，并主要集中在植物生长季节，水分条件也较合适，有利植物正常的光合作用。

灾害性天气较多。区境气候条件比较优越，但也有暴雨、干旱、低温冷冻、冰雹等多种气候灾害。每年2~3月，常有持续多天的低温阴雨天气，年均1.3~1.9次，平均天数约10~14天。一般在10月份出现“寒露风”气候，对晚稻生产极为不利。暴雨天气主要出现在5~6月，降水强度大时河水猛涨，伴有山洪暴发，危及人民生命财产安全。干旱季节主要出现在8~10月，9月出现干旱几率最大，称为“秋旱”，一般天数为20~28天，最长有78天。此外，发生雷雨大风、冰雹、龙卷风等灾害性天气，一般出现在2~9月。

小喜科技地块滑坡点所在区域西侧约5.9km为武江，属珠江流域的北江水系，为北江一级支流，浈江、武江在韶关市中心区汇合后流入北江，是北江的起点。北江为珠江三大水系之一，干流全长468km，流经韶关市、英德市、清远市至佛山市三水区，与西江汇合后经珠江三角洲注入南海。据广东省水文局韶关分局韶关水文站（位于北

江大桥下游约 70m 处）资料，韶关市区从 1971 年至 2022 年 50 年内最高洪水位为 57.27m（珠江基面），历年实测北江最大流量为 11000m³/s。

场区内地表水体主要为低洼积水和雨季坡面顺流而下的雨水。由于场区雨量充沛，特别是雨季带来强降雨，致使地表径流丰富，纵穿坡面下渗对坡体冲刷强烈，低洼地段被水淹，同时强降雨也是滑坡灾害的直接引发因素。

四、防治方案设计

1、设计原则及目标

根据滑坡体地质环境条件及现状，滑坡防护治理工程设计原则如下：

1、根据滑坡现状情况结合周边环境以及地质勘查的情况，即做到安全、经济和便于施工，在保证滑坡区域稳定的基础上，尽可能减少对滑坡的二次破坏。

2、设计以保证工程安全为原则，同时与水土保持、环境保护、生态修复设计相结合，遵循“因地制宜、就地取材、以防为主、防治结合”原则，在深入分析本项目地形、地质、地貌特点基础上，经过充分的方案比选论证，选择在技术、经济、工艺、经验和效果各方面具有综合优势的治理方案。

本项目设计初步方案经专家评审论证，其中小喜科技地块设计遵循“一次根治，不留后患”的原则，以稳定为本，加固为主，排水、防护并重，并尽量考虑生态修复、恢复自然景观等多种因素综合处理，确保施工中的临时稳定和施工后的长期稳定。泽雨及海大地块主要以防护为主，不对坡面进行工程治理，采用坡脚防护或按临时边坡处理。

2、现状边坡安全稳定性

小喜科技地块边坡按照《滑坡防治设计规范》（GB/38509-2020）表 1，拟治理滑坡防治工程等级为 II 级，对工况 I（基本组合，考虑基本荷载）取设计安全系数 1.25，对工况 II 取设计安全系数 1.20（特殊组合，考虑基本荷载+降雨荷载）。工程使用年限按 50 年考虑。

泽雨新材料地块边坡勘查报告中边坡稳定性计算结果表明，该边坡在天然状态条件下处于稳定状态，雨季饱水后处于不稳定状态，随时可能造成下滑地质灾害。勘查表明本次滑坡主要原因是由人类工程活动诱发产生，在降水条件下加剧发展形成。降水是影响本次滑坡稳定性的主导因素。

海大屠宰场北侧地块边坡勘查报告中边坡稳定性计算结果表明，该边坡在天然状态条件下处于基本稳定状态，雨季饱水后处于不稳定状态，随时可能造成下滑地质灾害。勘查报告表明本次滑坡主要原因是由人类工程活动诱发产生，在降水条件下加剧发展形成。降水是影响本次滑坡稳定性的主导因素。

3、设计参数

小喜科技地块边坡岩土体物理力学参数建议值表

层序号	地层名称	天然重度	饱和重度	直接快剪		饱和直接快剪		岩土与锚固体粘结强度标准值		地基承载力特征值	岩土与挡土墙底面摩擦系数
				粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	一次常压注浆	二次常压注浆		
				c	φ	c	φ	q _{sk}			
		(g/cm ³)	(g/cm ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	kPa		kPa	
1	粉质黏土（滑坡土）	18.1	18.9	14.6	8.2	9.7	6.4	16	30	--	--
2	粉质黏土	18.3	18.9	20.2	9.4	15.4	6.7	40	60	160	0.20
3	含砾粉质黏土	19.4	19.9	24.7	21.1	18.3	17.4	65	85	180	0.25

注：根据广东省《建筑地基基础设计规范》DBJ 15-31-2016 第 4.4.2 条，根据本次勘察根据土工试验结果并结合本地区工程经验，表中承载力取特征值，压缩性指标取平均值，抗剪强度指标取标准值。

泽雨新材料地块边坡岩土体物理力学参数建议值表

层序号	地层名称	天然重度	饱和重度	直接快剪		饱和直接快剪		岩土与锚固体粘结强度标准值		地基承载力特征值	岩土与挡土墙底面摩擦系数
		ρ	ρ	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	一次常压注浆	二次常压注浆		
		(kN/m ³)	(kN/m ³)	c	φ	c	φ	q_{sik}			
1	素填土	18.0	18.8	13.9	8.0	9.4	6.2	16	30	--	--
2	粉质黏土	18.2	18.9	20.4	9.6	15.3	6.8	40	60	150	0.20
3	含砾粉质黏土	19.5	20.0	24.2	21.3	17.8	17.5	65	85	180	0.25

注：根据广东省《建筑地基基础设计规范》DBJ 15-31-2016 第 4.4.2 条，根据本次勘查土工试验结果并结合本地区工程经验，表中承载力取特征值，压缩性指标取平均值，抗剪强度指标取标准值。带*为经验值。

4、设计布置

小喜科技地块边坡（A-B 段），该治理区域位于韶关市浈江区犁市镇浈江产业转移工业园小喜科技地块西南侧，坡高为 3~4m，为企业修建道路形成边坡，坡度约 35~50°。拟对该区域采用重力式混凝土挡土墙+监测等措施进行治理，坡脚设置重力式混凝土挡土墙，挡土墙墙高 2m，采用 C30 商品混凝土浇筑。挡土墙布置一排泄水孔，长度 3m，孔径 110mm，间距 2m，呈梅花型布置。坡脚设置截排水系统，连接市政排水系统。

小喜科技地块边坡（B-C 段），该治理区域位于韶关市浈江区犁市镇浈江产业转移工业园小喜科技地块西侧后山，坡高为 12~23m，为前期削坡建房形成高陡边坡，坡面未布置任何有效措施进行支护处理。边坡曾发生小规模的滑坡，滑动的土体、树木堆积于坡脚及坡面。拟采用削坡减载+坡脚重力式混凝土挡土墙+锚杆（索）+格构梁+坡面挂网喷播植草复绿+截排水系统+监测等措施进行综合治理。削坡开挖坡率为 1:1.25，分二级放坡，一级边坡坡高 8m，二级边坡坡高 3~10m；坡脚布置

重力式混凝土挡土墙，挡土墙墙高 2m，采用 C30 商品混凝土浇筑。挡土墙布置一排泄水孔，长度 3m，孔径 110mm，间距 2m，呈梅花型布置。坡面采用锚索格构梁进行支护，锚索采用由 4 根 $\phi 15.24$ mm 钢绞线组成，长度为 18m 跟 23m，自由段 6m，孔径 150mm；格构梁规格为 0.4*0.4m，埋深 25cm；锚索垂直间距，水平间距均为 2.5m；格构梁采用 C30 商品混凝土浇筑；坡面格构斜面布设泄水孔，长度 5m，孔径 110mm，坡面挂网喷播植草复绿，喷播厚度 15cm。坡面种植灌木（株高 1.0-1.2m），灌木每格构梁间种植一棵；分级平台使用 C25 混凝土硬化，厚度 100mm。边坡锚索（杆）格构梁采用综合脚手架搭设施工作业平台，坡脚、坡顶平台区域设置截排水系统，连接市政排水系统。

泽雨新材料地块边坡工程（A-B 段），拟对该段采用重力式混凝土挡土墙+坡脚排水沟+监测等临时措施进行治理，坡脚在企业红线外设置重力式混凝土挡土墙，挡土墙墙高 3m，采用 C30 商品混凝土浇筑。因设计挡土墙墙后无堆土，预留布置两排泄水孔，孔径 110mm，间距 2m，呈梅花型布置。坡脚设置排水系统，连接场地外市政排水系统。

泽雨新材料地块边坡工程（C-D 段），拟对该段采用削坡+重力式混凝土挡土墙+坡面挂网喷播植草复绿+截排水系统+监测等临时措施进行治理。坡脚在企业红线外设置重力式混凝土挡土墙，挡土墙墙高 3m，采用 C30 商品混凝土浇筑。分级放坡，坡率 1:2.00。一级坡坡高 10m，二级坡坡高 8m。坡面挂网喷播植草复绿，喷播厚度 15cm。平台使用 C25 混凝土硬化，厚度 100mm。分级平台区域设置截排水系统，连接场地排水系统。

对海大屠宰场北侧地块边坡采用挂网喷播绿化+排水系统等边坡处置措施，坡面挂三维网喷播植草绿化。喷播厚度 10cm。坡脚、坡顶区域设置排水系统，连接场地原有排水系统。

五、施工技术要求

（一）土方开挖及坡面修整

- （1）根据各段支护方式测放出支护边线，对边线复核无误后方可进行下一步工作。
- （2）按设计坡面角度，尽量将坡面整平，采用人工机械相结合修整坡面；
- （3）坡面修整后应尽快施工，减少坡面暴露时间，如遇暴雨天气应对已开挖区域进行临时防护避免雨水冲刷；
- （4）距离坡顶 5m 范围内严禁大面积堆载且超载不超过 10kPa；
- （5）土方开挖时应确保上部支护措施达到设计效果才可进行下部土方开挖且每次开挖深度不得超过 3 米，长度不超过 15m；土方量见以下土石方计算图。
- （6）开挖的土方余方弃置根据业主要求将土方运输至指定弃土点（富仁水厂南侧弃土点）进行弃置，禁止随意弃置土方，土方运距地图软件里程显示为 15km。

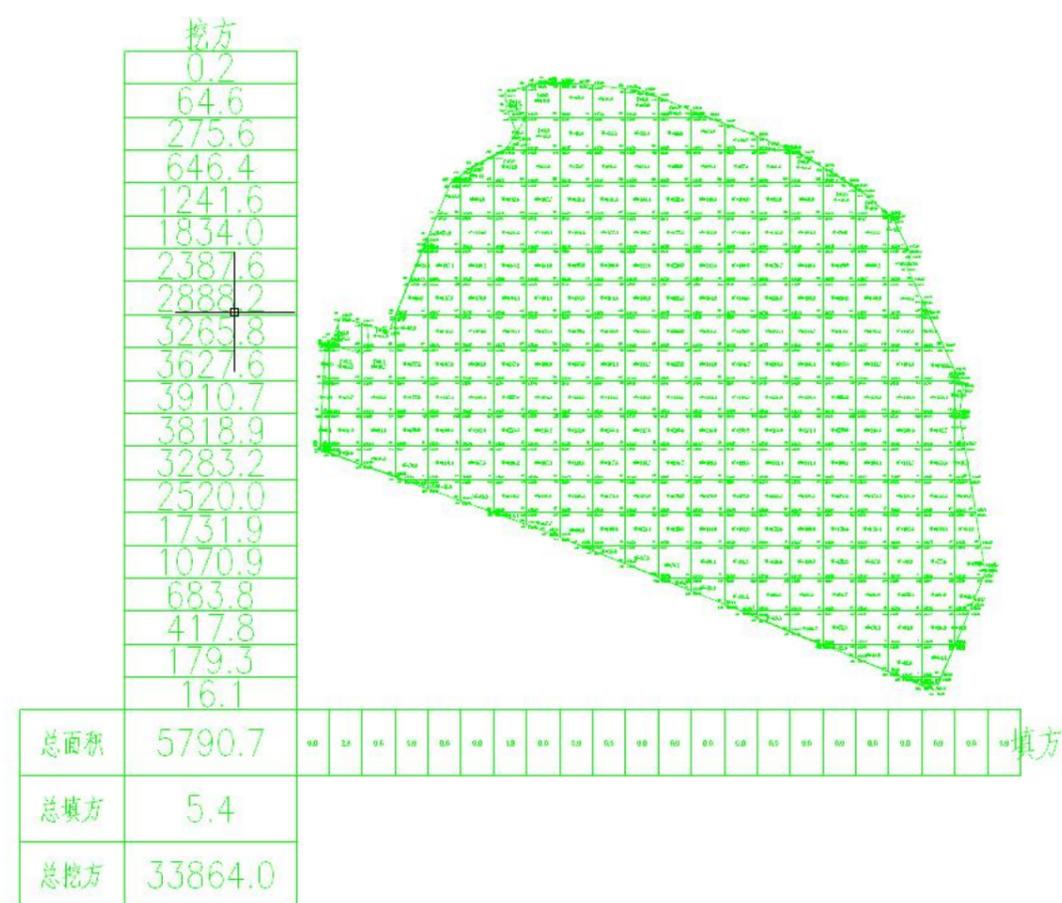


图 5-1 泽雨地块土石方计算网格图

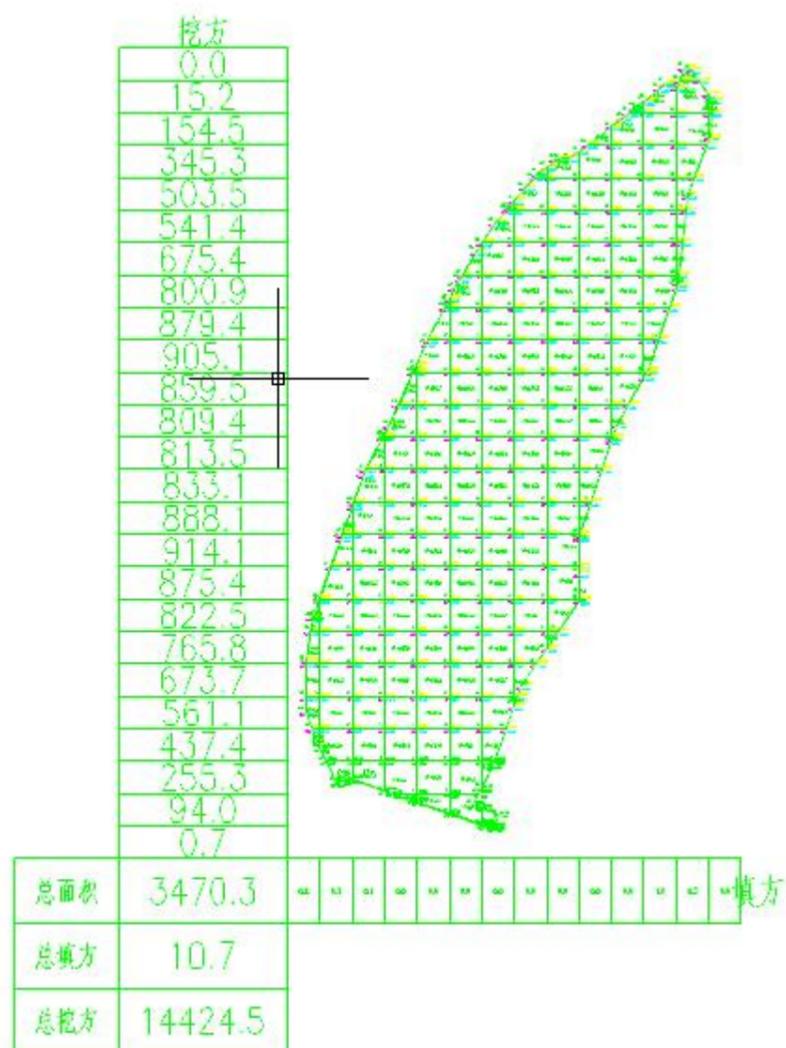


图 5-2 小喜科技地块土石方计算网格图

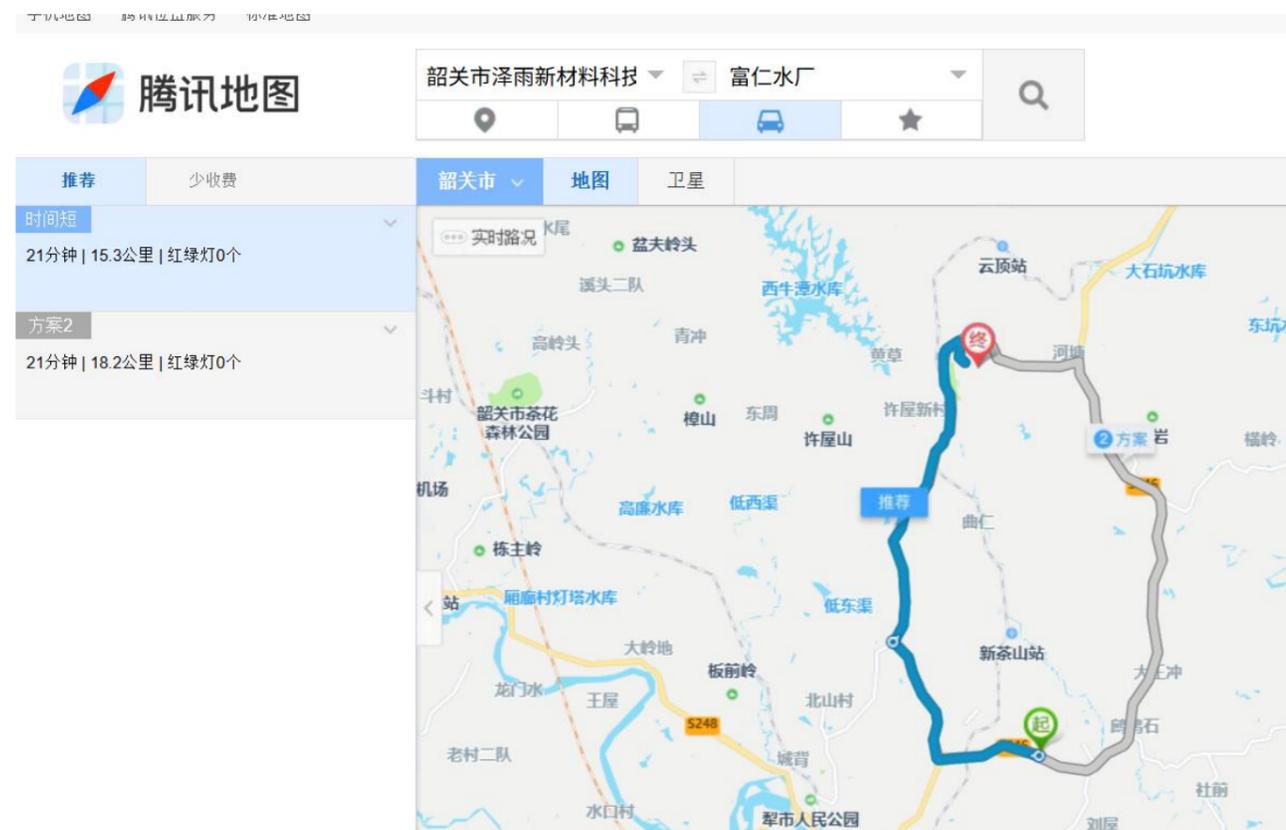


图 5-3 弃土运距里程测算图

（二）锚索施工

锚索钻孔直径 150mm，锚索采用预应力锚索，锚索由 4 根 $\Phi 15.24\text{mm}$ ，标准抗拉强度 1860MPa 的高强度、低松弛无粘结钢绞线编织。锚索轴向拉力标准值 300KN，锁定拉力 240KN。

预应力锚索采用热处理钢绞线。预应力锚索安装前应进行防锈处理，预应力锚索自由段表面涂防锈环氧保护漆，表面涂漆后自由段套塑料波纹管，两端 100~200mm 长度范围内用黄油充填，外绕扎工程胶布固定；预应力锚索锚头的锚具经除锈、涂防腐漆三度后应采用钢筋网罩、现浇混凝土封闭，且混凝土强度等级不低于 C30 级，厚度不应小于 100mm。

(1) 成孔

① 钻孔前，根据设计要求和地层条件，定出孔位，作出标记。锚索水平方向孔距误差不应大于 50mm，垂直方向孔距误差不应大于 100mm。钻孔底部的偏斜尺寸不应大于锚索长度的 3%，可用钻孔测斜仪控制钻孔方向。钻孔孔深应比设计锚索长度大 0.5m。钻孔机具应选用专用土锚专用钻机，且钻进过程中严禁开水冲钻及冲洗孔壁，要求干钻，同时应严格控制钻进速度，防止钻孔偏斜、扭曲或变径。

② 钻进过程中应对每个孔的地层变化、钻进状态（钻压、钻速）、地下水及一些特殊情况做现场记录，如遇地层松散、破碎时，应采用跟管钻进技术，以使钻孔完整不坍。若遇坍孔，应立即停钻，进行固壁灌浆处理（灌浆压力 0.1~0.2MPa），待水泥砂浆初凝后，重新扫孔钻进。

③ 钻孔完成后必须使用高压空气（风压 0.2~0.4MPa）将孔中岩粉及水全部清除出孔外，以免降低水泥砂浆与孔壁岩体的粘结强度。

④ 锚孔造好后，需经有关质检部门检查后，方可进行下一道工序。

⑤ 锚孔钻进时，应做好记录，若发现地质条件与设计不符，应及时通报设计单位，以便进行变更设计。

(2) 锚索制作

① 建立锚索加工场

硬化地面，长度不小于设计锚索长度，宽度为 18m。

② 锚索材料选用高强度、低松弛预应力无粘结钢绞线，其技术标准为 270 级，直径 $\phi=15.24\text{mm}$ ，长度锚索设计长度、锚头高度、千斤顶长度、工具锚和工作锚厚度及张拉操作余量的总和，极限强度为 1860MPa，锚具采用 HVM 型（包括配套的锚垫板、

夹片和螺旋筋）。

③ 下料

按设计要求长度（包括张拉长度）下料，下料时只能用砂轮机切割，不得使用电焊或氧焊，钢绞线长度一般要保证在锚头外预留 1.2~1.5m 的张拉段，钢绞线切割后，铺展在制作平台上，清除油污、锈渍。

④ 绑扎编束

按设计锚索规定的钢绞线束数进行锚索绑扎加工，锚固段沿轴线方向每隔 1.0m 绑扎一个扩张环，两扩张环之间设置一个箍环，锚固段外层缠绕 2~3 层铁丝网，以增强水泥浆自身的强度和与岩土体之间的粘结力。锚索编束前，要确保每根钢绞线顺直，不扭不叉，排列均匀，对有死弯，机械损伤处应剔除，锚索自由段应充填黄油进行防锈防腐处理。

⑤ 安装注浆管

注浆管分一次注浆管和二次注浆管。一次注浆管一般采用 25mm 的 PVC 管，绑扎在锚索中间；二次劈裂注浆管一般采用耐高压的塑料管，根据地质条件当需要较大劈裂注浆压力时则用镀锌管，安在扩张环中间。

⑥ 测定孔深

钻孔成孔后，要利用钻杆或其他方法进一步确认孔深，确保达到设计深度。

⑦ 导向头焊接

为便于锚索顺利入孔，锚索前端的钢绞线上。焊接锥形导向头，导向头用钢管或钢板制作，将钢绞线一并塞入钢管内，钢绞线与钢管间焊牢。

⑧ 存放

加工好的锚索要统一编号，挂上标识牌，放置在硬化地面上，防止泥水污渍、生锈，并加盖保护，防止塑料管破损。

⑨钻孔成孔并确认达到设计深度后即进行锚索安装。安装时：预留锚索张拉工作长度，尽量保证锚索在轴线位置。

(3) 注浆

① 注浆材料

要求选用 P0.425R 普通硅酸盐水泥以上标号水泥。拌合所用的水不应含有影响正常凝结和硬化的有害物质，不得使用污水，不得使用 pH 值小于 4 的酸性水。选用砂料的含泥量不得大于 3%，砂中有害物质（如云母、轻物质、有机物、硫化物等）含量应低于 1~2%，含水量不大于 3%，砂的平均粒径以 0.3~0.5mm（中砂）为宜。

② 浆液配比及拌合

锚索注浆浆液在 28d 龄期后的抗压强度要求达到 35MPa。一般灰砂比为 (1:1)~(1:2)，水灰比为 0.38~0.48，砂子粒径不大于 2mm。注净水泥浆时，一次注浆水灰比为 0.45~0.5，二次劈裂注浆一般采用净水泥浆，水灰比为 0.45~0.5。浆液拌合采用机械搅拌，随搅随用，浆液应在初凝前使用完。

③ 一次注浆

首先按一次注浆的配合比将拌合好的浆液贮存在泥浆池中备用，利用高压注浆管将水泥浆从一次注浆管注入孔底，浆液从孔底向上返向孔口灌注，水泥浆将孔内的泥浆和水排挤出来，待孔口溢出正常的浆液后暂停注浆。由于水泥浆的收缩和渗透，孔口一段往往很快成空孔，此时要及时进行补浆，直到锚索孔浆液饱满。一次注浆压力为 0.4~0.6MPa，待孔口溢浆即停止注浆。

④ 二次劈裂注浆

在松散或裂隙发育或有地下水的岩土体内，一次注浆的浆液由于渗透较快，使锚索锚固段水泥浆的充盈率不够，会降低水泥浆的强度，在锚索与孔壁之间的粘结力达不到设计承载力要求时，需进行二次（或多次）注浆。根据以往施工经验及实验表明，采用二次劈裂注浆方法可增强锚索的承载力达 50% 左右。一次注浆后 3~4h，或一次注浆强度达到 1.0~2.0MPa 时，即可进行二次劈裂注浆。二次注浆的注浆压力 1.5~2.5MPa。

⑤ 溶洞处注浆施工工艺说明

在钻孔过程中，若发现钻孔内存在溶洞，应在孔洞内进行注浆。注浆材料采用水泥砂浆，水泥采用 P0.425R 普通硅酸盐水泥。水泥砂浆水灰比 0.45:1~0.55:1。注浆压力 0.8~1.2Mpa。注浆压力应从小到大逐步增加。正式注浆前，须进行现场注浆试验，并据此试验结果确定浆液配合比和注浆压力。

采用控制注浆量：

- 1、以本注浆孔出现不可封堵的溢浆或相邻孔出现冒浆现象作为终止注浆的标准。
- 2、每孔注入水泥量原则上不少于 0.5m³/m，为保障浆液的流动性，在此之前不添加速凝剂。每孔注入水泥超过 0.5m³/m 后，如未出现终止注浆标准，则开始添加速凝剂并尽可能多注浆，直至出现终止注浆标准。

(4) 基本试验要求

① 当进行确定锚固段变形参数和应力分布的试验时，锚固段长度应取设计锚固长度；试验锚杆（索）数量均不应少于 3 根；

② 锚杆（索）基本试验应采用循环加、卸荷法，并应符合下列规定：

- 1、每级荷载施加或卸除完毕后，应立即测读变形量；
- 2、在每级加荷等级观测时间内，测读位移不应少于 3 次，每级荷载稳定标准为 3 次百分表读数的累计变位量不超过 0.10mm；稳定后即可加下一级荷载；

3、在每级卸荷时间内，应测读锚头位移 2 次，荷载全部卸除后，再测读 2 次~3 次。

③锚杆试验中出现下列情况之一时可视为破坏，应终止加载：

- 1、锚头位移不收敛，锚固体从岩土层中拔出或锚杆从锚固体中拔出；
- 2、锚头总位移量超过设计允许值；
- 3、土层锚杆试验中后一级荷载产生的锚头位移增量，超过上一级荷载位移增量的 2 倍。

（三）格构梁施工

（1）钢筋绑扎制作

①钢筋材料质量要求

钢筋必须有出厂合格证或质量保证书，并送试验室进行力学性能试验，合格后方可使用。

②钢筋加工

设立专用的钢筋加工场地，硬化地面，钢筋必须先除锈、调直，竖梁按设计梁长下料，横梁要根据设计要求留置伸缩缝位置进行下料，下料时均要预留足够的搭接长度。对框架梁需分层、分段施工，留置搭接钢筋时注意同截面焊接接头应相互错开。

③测量放样

在安装框架梁钢筋之前，要按设计进行放样、挂线，准确测定横、竖梁位置和坡

度，对超挖或塌方处用浆砌片石回填至设计坡面后再安装钢筋，按设计要求留设横梁伸缩缝位置，经复核无误后，方可进行钢筋绑扎。

④钢筋的焊接

选用合格的焊条，无论是采取双面焊或单面焊，搭接长度要符合规范要求，施工前先做焊接试验。

⑤钢筋的净保护层

受力钢筋的混凝土保护层厚度，应符合设计要求。为保证保护层厚度，在钢筋贴岩面一侧设置水泥砂浆垫块（尺寸为 50mm×50mm×50mm），将钢筋与岩土面隔开，预制垫块时埋入 20 号铁丝，用于垫块绑扎固定在钢筋上。

⑥钢筋的绑扎

除按规范要求绑扎外，还应注意横、竖梁交叉处，要保证横梁上、下主筋均从竖梁主筋中间穿过，格构梁节点钢筋构造锚固长度不少于 60cm。

⑦钢筋笼的固定

如竖梁底部基础松软，在绑扎钢筋前应支垫混凝土板或砌筑片石处理。

⑧框架梁主筋的调整

当框架梁主筋设计间距小于套管孔径或锚杆（索）外径时，则横、竖梁节点无法按设计对称布置，需根据具体情况进行调整。

⑨钢筋的弯钩或弯折应符合下列规定：

纵筋在与边梁相交处，末端需作 90° 弯折锚入边梁，弯曲直径 d 不宜小于钢筋直径 d 的 4 倍，平直部分长度不少于 15d，d 为格构梁纵筋直径。

⑩箍筋的末端应做成 135° 弯钩，弯钩端头平直段长度不应小于 10d。

(2) 格构梁模板制作安装

① 搭设钢管支撑架

在边坡坡度较陡的情况下，施工中需利用钢管脚手架进行钢筋绑扎、模板制作安装、浇筑混凝土。

② 模板制作

格构梁施工一般采用木模板。选用专用的胶合板或采购木料现场加工，模板要求表面光洁、硬度好，为加强模板的支撑强度，可在模板背面用方木条加筋，

③ 模板安装

格构梁模板应采取三面模支立。模板安装前要先放线，按线支立模板，模板安装完成后在下次浇筑砼前要再检查一次。侧模一次支立完成，两侧模间用 $\Phi 12$ 钢筋做连杆，钢筋两边套丝，中间穿塑料管，穿过模板后用螺栓将两侧模相对固定在混凝土终凝前将连杆螺栓松开，并将连杆抽出，循环使用模板。与模板接缝处用宽胶带封严，模板与岩面间的空隙用砂浆封堵，防止漏浆影响混凝土的质量。

④ 拆模

一般气温在 25°C 左右时，混凝土浇筑后 8 小时左右即可拆模。模板经除去表面的灰渣、修整、刷油后循环使用。

(3) 混凝土浇筑

① 混凝土拌制：选择合格的水泥、砂、石材料，严格按配合比称量，严格控制水灰比，并在现场进行塌落度试验，采用 C30 混凝土浇筑（采用商品混凝土）；

② 混凝土运输：在边坡防护工程中，混凝土工程量往往比较大，一般应采用机械运送。机械运输混凝土通常采取斜坡轨道运输、垂直提升架运输、高空缆索运输和输

送泵泵送等几种方案；

③ 混凝土浇筑：根据施工规范要求，混凝土自由坠落高度不应超过 2.0m，因此在施工中，需用套筒传送混凝土。如坡度较陡，套筒内应设部分挡板，控制混凝土下落速度，保证其和易性；

④ 混凝土捣固：因框架梁断面小、制筋密，如捣固不好，极易出现蜂窝、麻面、露筋等混凝土浇筑的质量通病。应由有丰富施工经验的人员把关，保证捣固质量。混凝土浇筑完后，覆盖洒水养生不少于 7 天。

⑤ 锚索待张拉施工完成后应进行锚头封闭，锚头封闭采用 C30 混凝土浇筑，厚度不少于 12cm。

⑥ 格构梁及锁边梁不得大于 20m(可以根据现场实际情况调整)应设置变形缝，变形缝竖向布置，变形缝宽度以 20mm 左右为宜，缝中填塞沥青麻筋。

(四) 挡土墙施工

1、测量放线

根据施工图纸及坐标点测放出挡土墙中心线、基础平面位置线和纵断高程线，做好平面、高程控制点。

2、土方开挖

(1)、在开挖中，对不在同一高程的土石方开挖时，施工应按先深后浅的顺序进行。

(2)、挡墙开挖基础后应进行轻型便利触探试验，挡墙基础承载力需大于 150kPa，如达不到承载力要求需进行砂石级配换填，换填厚度不小于 50cm。开挖完成后，对原土进行夯实平整，达到设计标高。

(3)、经业主、监理验槽合格后方可进行 6%水泥石粉渣稳定层施工和垫层施工。

(4)、垫层施工完成后，应复核设计高程并按设计图纸和挡墙中线桩定出墙体轴线、基础尺寸线。

3、基础模板

(1)、模板应具有足够的强度、刚度和稳定性，能承受浇筑混凝土的冲击力、混凝土的侧压力。

(2)、模板应保证挡土墙设计形状、尺寸及位置准确，并便于拆卸，模板接缝应严密，不得漏浆、错台。

(3)、轴线、模板线放线完毕，应办理好预检手续。

(4)、模板支撑时，模板下口先做水平支撑，再加斜撑固定。

4、浇筑基础混凝土

(1)、混凝土采用 C30 商品混凝土，混凝土浇筑前，模板安装牢固，缝隙平整、严密，杂物应清理干净，积水排除，并办理预检手续。

(2)、混凝土配合比应符合设计强度要求。

(3)、混凝土浇筑时自由落差一般不大于 2m，当大于 2m 时，应用导管或溜槽输送。

(4)、混凝土应分层浇筑，分层厚度不宜超过 300mm。各层混凝土浇筑不得间断；应在前层混凝土振实尚未初凝前，将次层混凝土浇筑、捣实完毕。振捣次层混凝土时振捣棒应插入前层 50mm-100mm。

(5)、混凝土试块按规范要求留置组数。

5、支立墙体模板

(1)、按位置线安装墙体模板，模板应支牢固，以防模板在浇筑混凝土时松动、跑模。

(2)、按照模板设计方案拼装外侧的模板并按位置线就位，然后安装 $\Phi 12$ 拉杆，间距 600mm。

(3)、支模时要严格按施工图纸要求安装 $\Phi 110$ HDPE 硬质泄水孔，间距 2m，排距 1m，呈梅花型布置。

(4)、模板安装完成后，监理工程师论坛检查扣件、螺栓是否牢固，模板拼缝及下口是否严密，并办理预检手续。

6、浇筑墙体混凝土

(1)、墙体混凝土浇筑前，在底部接茬处先均匀浇筑 15mm-20mm 厚与墙体混凝土强度等级相同的砂浆结合层。

(2)、混凝土应按规范规定分层浇筑，振捣密实，分层厚度不大于 1.5m。混凝土下料点应分散布置。墙体应连续进行浇筑，每层间隔时间不超过混凝土初凝时间。墙体混凝土施工缝宜在设计伸缩缝处。

(3)、混凝土分层浇筑时需要对前一次浇筑混凝土表面进行凿毛、插筋，插筋规格为直径为 HRB400D16@1500mm，2 排呈品字型布置，锚固长度为 500mm，上部锚固 250mm，下部锚固 250mm。

(4)、挡墙每隔 15m 设置一道变形缝，宽度 20mm，深度 150mm，伸缩缝内填沥青麻丝。

7、混凝土养护

混凝土浇筑完毕后，应在 12h 以内加以覆盖和浇水，浇水次数应能保持混凝土有

足够的湿润状态，养护期一般不少于 7d，可根据空气的湿度、温度和水泥品种及掺用的外加剂的情况，适当延长。

8、模板拆除

(1)、当混凝土强度达到设计强度 75%以上时，方可拆除侧面模板。

(2)、首先逐段松开并拆除拉杆，一次松开长度不宜过大。不允许以猛烈地敲打和强扭等方法进行。

(3)、逐块拆除模板，拆除时注意保护墙体防止损坏。

(4)、将模板及支撑拆除后应维修整理，分类妥善存放。

9、墙背回填土要求

若挡土墙紧挨边坡，则墙背需要回填土。回填土采用直径为 20mm-60mm 砾石或者鹅卵石回填，回填土采用人工分层铺填、压实，每层虚铺厚度不大于 300mm，用蛙式打夯机夯实 3~4 遍；填土压实度不小于 92%。

（五）排水工程

排水设计是边坡设计的重要组成部分，其宗旨是迅速排除坡体内外的水，避免水对边坡稳定及防护工程的安全造成威胁。本次各边坡排水设计综合考虑在坡面后缘设置拦水截水沟，坡面设置急流槽、逐级边坡平台设置平台排水沟，坡脚处设置坡脚排水沟连接市政排水系统。坡顶水通过坡顶截水沟及边坡急流槽引至坡脚排水沟；最后经坡脚排水沟统一引至场地排水系统排出。

（1）坡顶截水沟

当挖方边坡上方流入场区的地表径流量较大时，在坡顶外设置坡顶截水沟，以拦截并排除流向场区边坡的地表径流。

（2）平台截水沟

挖方边坡较高，设有边坡平台的，应在边坡平台上设置平台截水沟，排除平台截水沟所在一级边坡的地表水。

（3）坡面急流槽兼踏步

对于挖方边坡长度大于 60m，高度大于 6m 并设有平台截水沟或坡顶截水沟的段落，在坡面适当位置设置坡面急流槽兼踏步，将平台截水沟或坡顶截水沟的水引至坡脚排水系统，以排出场区。

（4）坡面深层排水

坡面设置深层泄水孔，每个格构梁框内设置深层泄水孔，长度为 5m，可根据实际情况适当调整，排水管采用直径为 110mmHDPE 管，倾斜度为 6%。泄水管进水口外包渗水土工布。

根据《室外排水设计规范》，结合小流域暴雨计算手册进行计算，确定截排水沟的截面尺寸，近年最大日降雨量为 948.4mm，最大时暴雨量为 93mm 即 0.00002583m/s，径流系数取 $\Phi=0.9$ ，小喜科技地块边坡汇水面积 $F=7000m^2$ ，泽雨新材料地块边坡汇水面积 $F=18000m^2$ ，海大屠宰场北侧地块边坡汇水面积 $F=60000m^2$ 。

①小喜科技地块边坡：

设计流量为 $Q=\Phi \times S \times F=0.16m^3/s$ ；

水力半径计算公式 $R=A/X$ ；截水沟截面见大样图， $A=0.2062m^2$ ， $X=b+2h=1.315$ ，水力半径 $R=A/X=0.157$ 。

截排水沟糙率 n 按 0.014 计，则根据曼宁公式：

流速系数 $C=R^{1/6}/n=0.1571/6/0.014=52.45m/s$ ；

水力坡降 i 按照 0.06 计，则由公式 $Q=WC(Ri)^{1/2}$ 得出：

$$W=Q/C*(R*i)^{1/2}=0.032m^2;$$

根据计算截排水沟面积满足截排水要求。

②泽雨新材料地块边坡：

$$设计流量为 Q=\Phi \times S \times F=0.42m^3/s;$$

水力半径计算公式 $R=A/X$ ；截水沟截面见大样图， $A=0.2062m^2$ ， $X=b+2h=1.315$ ，
水力半径 $R=A/X=0.157$ 。

截排水沟糙率 n 按 0.014 计，则根据曼宁公式：

$$流速系数 C=R^{1/6}/n=0.1571/6/0.014=52.45m/s;$$

水力坡降 i 按照 0.06 计，则由公式 $Q=WC(Ri)^{1/2}$ 得出：

$$W=Q/C*(R*i)^{1/2}=0.082m^2;$$

根据计算截排水沟面积满足截排水要求。

③海大屠宰场北侧地块边坡：

$$设计流量为 Q=\Phi \times S \times F=1.40m^3/s;$$

水力半径计算公式 $R=A/X$ ；截水沟截面见大样图， $A=0.5193m^2$ ， $X=b+2h=2.065$ ，
水力半径 $R=A/X=0.2514$ 。

截排水沟糙率 n 按 0.014 计，则根据曼宁公式：

$$流速系数 C=R^{1/6}/n=0.1571/6/0.014=56.75m/s;$$

水力坡降 i 按照 0.06 计，则由公式 $Q=WC(Ri)^{1/2}$ 得出：

$$W=Q/C*(R*i)^{1/2}=0.20m^2;$$

根据计算截排水沟面积满足截排水要求。

（六）绿化工程

由于考虑经济及后期养护等综合因素，以人工干预种植+自然生态修复的原则。
故本次采用“三维网喷播植草”方案措施进行生态复绿。

（一）坡面绿化

1、概况：铺挂三维网喷播植草技术，其核心是在坡面营造一个既能让植物生长发育而种植基质。它直接种草或铺草，将土壤蓬松、将肥料、植物种子喷播在坡面上，让植物有足够的生长空间；

2、喷混：材料按比例混合后利用特制喷混机械将混合物加水及 PH 缓冲剂后喷射到坡面上。喷射分一次进行，喷射混合材料平均厚度 15cm，变幅为 3~5cm；

3、覆盖：可在喷射后覆盖无纺布、草帘、遮阴网、稻草等保湿及防止雨水冲刷；

4、养护：喷播后如未下雨则需每天浇水保持土壤湿润。一般 7 天左右发芽，两个月覆盖率达 90%以上，以后可逐渐减少浇水次数；

5、草种选择：草种的选择是植草护坡工程中一个关键的环节。由于边坡坡面浇水难度大，持水性差，且土壤一般比较贫瘠，在草种选择中，不仅应考虑适合当地立地条件，还要求抗旱能力强，根系发达，生长迅速，易繁殖，宜粗放管理等。从生物学角度而言，草种可以分为冷季型和暖季型两大类。冷季型如高羊茅，耐热性强，耐阴性中等，适应较广泛的土壤类型，适宜的 pH 值为 4.7~8.5；草地早熟禾，耐寒性强，耐旱性较差，喜光耐阴，适于在树下生长，适宜 pH 值 6~7 的土壤。暖季型如狗牙根，耐热和抗旱性强，耐低温能力差，要求湿度大，适宜 pH 值为 5.5~7.5；结缕草喜光，不耐阴，耐热性和抗旱能力很强，喜微酸到中性土壤，并具有一定的抗碱性；假俭草耐寒性差，耐旱、耐热性强，适宜土壤 pH 值 4.5~5.5。喷播应选用草花灌相

结合的混合草籽，适当采用色彩、不同花期的植物，丰富植物季相变化，灌木草籽可选用：多花木兰、马棘、金雀儿、矮紫薇等，草本草籽可选用：山毛豆、二月兰、小冠花、波斯菊、马兰、百喜草、糖蜜草、小冠花、百脉根等。另外需要说明的是，在草种的选择中，应尽量选择本地的适于绿化的野生草优于栽培草；深根系的豆草优于浅根系的禾草。总之，在工程实际中应结合本身的特点，通过对比试验来选择草种或草种组合，根据各种草的生物学特性及需要进行合理组配，发挥其各自的优势，可弥补单一草种某方面的不足，从而达到护坡和绿化的最佳效果。灌木种植三角梅（冠径约 60cm），每格构梁框内种植一棵，灌木采用穴栽，坑内回填种植土。

7、绿化养护期不少于 6 个月。

（七）施工注意事项

边坡工程较复杂、合理确定项目的施工顺序显得尤为重要，为确保施工和运营过程中边坡的稳定，除采用合理的支挡措施外，还必须采用科学有效的施工方法、工艺及程序，避免施工过程中边坡失稳破坏，造成重大损失，甚至于留下后患，影响边坡的长期稳定和运营的安全。应加强施工地质工作，贯彻动态设计原则。

（1）施工前请仔细阅读本册设计说明，理解设计意图。做好施工组织计划。采取各种措施，严格执行相应规范，实现设计目的。

（2）充分做好施工前的准备工作，支挡工程施工前须做好临时地表排水系统。

（3）监测单位必须加强监测工作，采用信息法施工，以保证施工安全。

（4）工程完工后，注意清理施工场地，恢复原有地貌景观。

（5）施工单位应组织编写专项施工方案经相关部门批准及专家论证后方可实施。

（6）其他未尽事项应遵照有关技术规范、规程及标准办理。

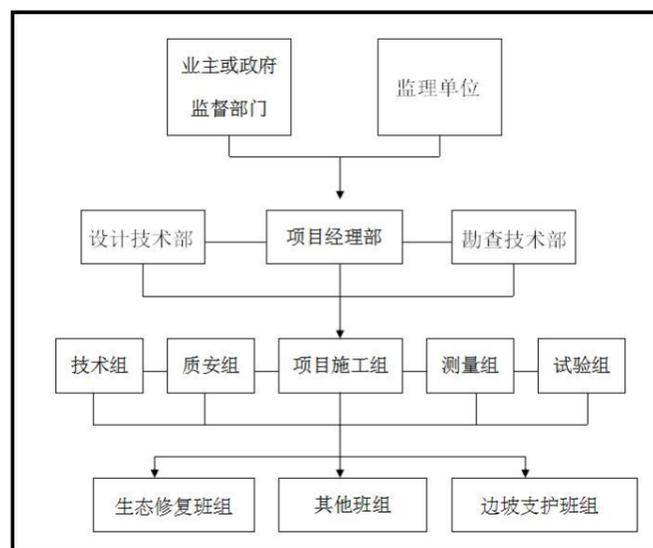
（7）自开工之日起，所有施工及监理单位或部门均按照最新颁布的相关标准或规范执行。

六、施工组织和安全施工要求

1、管理机构与职责

本项目在韶关高新区主管部门统筹下推进，由主要成员单位协调项目推进、考核工作；统筹协调第三方技术服务机构、管理考核咨询机构、项目监理机构的招标事务；组织制定项目评审、项目施工、项目监理、项目验收等项目管理制度；制定试点项目年度实施方案；综合汇总、上报试点项目推进落实情况。

此外，项目实施单位在现场设置项目部，工程项目部配置充足管理人员，具体包括：项目负责人、设计负责人、生产经理、商务经理、技术负责人、施工员、材料员、质检员、质量安全员、资料员、机械员、设备员、实验员、造价员、环保管理员等，投入的每位成员在各自负责的责任范围内具有多年的工作经验，各司其职，各司其职。从项目总负责人到下属每一位员工，上下步调一致，充分发挥在施工管理、专业技术等方面积累的丰富经验和优势，全方位进行整体协调，进行宏观控制，具体组织机构设置如图。



组织机构设置图

2、项目部职责

项目部的主要职能是制订项目计划和目标，开展项目立项、组织实施工作，管理、监督项目运作过程，确保项目顺利完成，项目部具体职能如下。

（1）项目物资管理

- 1、根据该项目设计编制控制、检查、调整物资包装、运输、仓储计划或方案，并组织实施；
- 2、负责工程实施过程中采购，组织机械进场等工作，对机械的质量负责，保证物资符合相应的技术标准和有关部门的规定；
- 3、对进场的材料按施工平面布置图存放，并做好保管和防护工作；
- 4、做好施工现场盘点工作，负责填写本专业施工日志；
- 5、按质量标准和发货单检验进场的各种物资设备。

（2）项目施工管理

- 1、负责项目施工计划的制定与落实，执行施工方案，协调项目现场施工的各项

工作；

- 2、参与编制项目质量、环境、职业健康安全管理规定，严格按标准、合同施工；
- 3、参与制订项目进度计划，细化执行进度计划，确保项目施工工作按时完成；
- 4、提出施工设备、材料的采购申请，并参与采购药剂和材料的验收工作；
- 5、参与项目的阶段性检查验收和项目竣工验收。

（3）项目质量管理

- 1、根据国家法律法规、企业的相关规定要求，制定符合国家规定和满足项目需求的施工组织设计，制定并修改修复工程施工质量、环境、职业安全的规章制度，建立完善的质量、环境、职业健康安全管理体系；

- 2、负责修改工程施工编制质量、环境、职业健康安全管理体系文件，随时监督检查其执行情况，并进行内部审核；

- 3、负责项目的质量、环境、安全信息管理。

（4）项目财务管理

- 1、建立项目部的财务体制，合理进行财务分工，明确责任与授权；
- 2、制定资金预算并严格执行，筹措资金，合理、合法使用资金，减少资金浪费和损失；

- 3、设立固定资产台账，做好实物管理、出租、调入、调出、盘点、对账等基础工作；

- 4、进行项目收入与利润管理，编制项目财务报告，进行决算与审计；

- 5、参与项目的业绩考核。

（5）项目综合管理

- 1、负责项目部日常办公、文件收发、会议召开等工作，保持办公区域的整洁卫生；
- 2、负责各类接待、宣传和场容场貌的规划及治理工作；
- 3、负责项目内与项目外的沟通协调工作，保证对外口径的统一性，避免不必要的民扰，确保项目顺利进行；
- 4、制订项目管理计划；
- 5、指导项目执行，完成项目管理计划，达到项目说明书的要求；
- 6、监控项目的启动、规划、执行和结束过程，实现项目管理计划中确定的目标；
- 7、审查所有的变更请求，批准变更，组织做好资产管理；
- 8、负责项目部文件资料和工程有关审批、结算资料的立卷归档工作，进行项目合同管理。

3、项目部人员职责分工

- (1) 项目负责人 项目负责人对整个工程项目的组织机构设置、成本、质量、进度、安全文明、经济合同审核签字、财务等总负责。
- (2) 技术负责人 修复现场施工的技术负责人，负责对修复现场施工的总体控制及与相关人员的协调工作。
- (3) 施工员 在现场施工技术负责人的领导下，对场地内污染土壤开挖转运、污染土异位处置等分项工程的施工工程管理工作负具体责任。
- (4) 资料员 资料员对该工程项目负有管理及保存所有有效文字资料的责任。
- (5) 材料员 材料员主要负责对工程项目采购及检验各种材料和设备的管理工作。

(6) 质检员 质检员在技术负责人的领导下，对整个修复项目涉及的工程质量和环境质量进行负责，现场监督指导修复实施过程中的关键环节，发现问题及时解决。

(7) 安全员 安全员负责本项目施工现场场地内构筑物拆除、废水处理站改造、污染土壤开挖转运等阶段的安全技术工作，对施工人员进行安全指导，负责或参与制定、修订安全生产管理制度和安全技术操作规程，并检查执行情况，做好施工人员的安全思想、安全技术教育工作。

(8) 实验员 负责该项目工程所有材料，半成品及成品的进货检测工作；负责对施工过程中所有需要检测土壤与废水的检测；及时向技术员提供试验资料，建立试验台帐。

(9) 机械员 负责购置、安装设备验收，设备安全运行监督、维护保养管理工作；对外联系和协调施工设备维修、维护保养事项；解决与设备相关的生产作业过程中出现的各种问题，协助处理相应紧急事件。

(10) 设备员 设备员主要从事现场施工过程中的设备管理、设备管理制度建设，设备技术指导，或设备招标、评标（设备采购），设备检查，组织设备维修等工作。

4、项目施工组织方案

本工程处理量较大，若不科学合理地安排施工，工期难以保证，经反复研究，我们考虑主要工程总体施工作业如下安排。

(1) 场地平整：施工区域定点放线，施工便道及场地功能区平整，严格按照安全相关规范和要求施工，确保施工安全和文明施工。

(2) 设备基础施工：严格按照设备设计图纸，合理组织施工作业程序，提高工作效率和效益，保证不影响进度。

(3) 设备进场、安装：根据设备平面布置图和设备高程图，安装所有设备，确保设备与设备间的衔接无漏。

(4) 设备调试和操作人员培训：对所有设备进行调试，确保正常运行。所有设备操作人员必须培训上岗，提高工作效率和效益，保证不影响进度。

(5) 土方开挖：按照施工设计对每个修复点潜在滑坡进行清理。

(6) 主体工艺实施：按照工艺流程，实施支护及生态修复工程施工。

(7) 竣工验收：按照验收方案完成验收，达标通过。

七、工程应急预案

1、回填反压

当位移突然急剧增大，坡顶开裂，产生滑坡或崩塌破坏的征兆时，对支护结构进行加固回填反压，反压高度至能保证边坡位移稳定为止，然后再考虑加固方案，以避免重大事故的发生；

2、坡顶裂缝灌浆

当坡顶由于支护结构位移过大产生裂缝时，应及时采用水泥砂浆对裂缝进行封堵，防水油布进行覆盖，以免由于雨水渗入，坡面水压力增大，导致支护结构位移进一步加大；

3、施工期间每天应安排专人沿坡顶四周进行巡查；

4、施工单位应编制专项安全方案及应急预案经评审通过后按方案执行。

八、工程监测

1、监测工作的任务与目的

监测工作的主要任务是对边坡进行变形监测、施工安全监测和防治效果检查监测。在这过程中，建立较完整的监测剖面 and 监测网。整个监测系统应包括监测仪器、数据采集、储存和数据处理、信息反馈等环节，以便能及时、快速对边坡变形破坏进行分析反馈。仪器的选型，应考虑其精度、量程、防潮湿和抗干扰等性能与其设置环境相适应，以保证监测系统的正常运行及监测结果的可靠。监测要达到以下目的：

- (1) 形成立体监测网；
- (2) 监测斜坡的变形动态，对边坡发展和斜坡变形趋势作出预测；
- (3) 在整个防治工程施工过程中进行跟踪监测，超前预报，确保施工安全；
- (4) 反馈设计、指导施工；
- (5) 检验防治效果。

2、监测方案设计的指导原则

(1) 充分利用现有监测设施及监测资料基础上，建立系统化、立体化监测系统，在防治施工全过程中及时测定和预报边坡的变形等变化情况，确保施工安全，并为长期稳定性预测研究提供资料；

(2) 全过程监测包括变形监测、施工安全监测、防治效果监测，以监测结果作为设计、反馈设计、指导施工和检查防治效果的依据；

(3) 变形监测、施工安全监测、防治效果监测应尽可能转变为长期监测；

(4) 方法选定和仪器选择要考虑其能准确反映斜坡变形动态，且要节省投资。

(5) 监测仪器的选择应考虑以下原则：

①仪器的可靠性和长期稳定性；

②足够的测量精度、灵敏度及相应量程；

③现场使用比较方便、简单；

④仪器不易损坏，尤其是长期监测仪器应具有防风、防雨、防腐、防潮、防震、防雷电干扰等与环境相适应的性能。

3、监测工作方案

(1) 监测阶段及监测内容

根据本次滑坡规模及安全等级，监测阶段包括施工安全监测阶段及防治效果监测阶段。监测内容包括支护结构水平（垂直）位移、深部位移、锚索（杆）应力监测。监测布置详见各监测点平面布置图。

(2) 监测工程布置

①边坡监测布置

常规的边坡地表变形测量是监测边坡体水平位移(大小、方向)和垂直位移及速率变化的重要手段。本次边坡位移监测重点是对边坡的坡面位移监测、深层土体位移监测及结合锚索应力监测，以达到施工安全监测和防治效果监测的目的，由于项目边坡高陡，资金条件允许的情况下建议布置自动化监测设备。

<1>变形监测

边坡水平位移和垂直位移预警值为 $0.4\%H$ （ H 为监测点处坡高）且绝对值大于 35mm ，以及变化速度大于 5mm/d ；锚（杆）索应力预警值参照相关规范执行。

监测点的平面位置可根据现场具体情况确定。监测必须选择有相应资质的单位进行。

<2>施工安全监测阶段监测周期及频率

●施工安全监测阶段应与施工期一致，起于工程开工建设，止于防治工程交工验收。

●变形活跃时，观测频率宜 24h 监测一次；开挖、加载、降雨期间，应加密监测次数。在滑坡变形基本稳定的情况下，每周监测宜为 2 次。

<3>防治效果监测阶段监测周期及频率

①、监测周期应起于防治工程交工验收，与滑坡施工安全监测阶段相衔接，止于竣工验收后不少于 2 个水文年。

②、观测数据采集时间间隔为每月不少于 1 次。连续降雨或暴雨期及滑坡出现异常时，应增加观测次数。

监测结果须及时向业主和设计单位通报。

施工单位应在施工场地设置一定数量的施工安全监测点，特别是在开挖工作地段及脚手架应布置监测点，以随时掌握施工进展中地面及脚手架的变形情况，开挖施工期间每天监测一次，第三方监测单位也应同时进行监测工作。

(3) 监测工作实施步骤建议

①监测工作在项目施工后即进行布置和实施，可先布置边坡主剖面的综合监测点，以利于反馈设计，观测时间间隔按有关规范确定。

②施工阶段再布置位移监测点，其观测应根据施工进度和信息化施工的要求进行观测。

③施工结束后应继续对边坡进行长期观测，并对支护后的坡面进行位移及变形观测，一般监测周期应达完工后不少于2个水文年。

④竣工后监测期第三方监测单位可根据现场实际情况依据相关规范对监测点及监测频率做相应调整。

⑤位于边坡塌滑区域的建(构)筑物在施工与使用期间应对坡顶位移、地表裂缝、建(构)筑物沉降变形进行监测。永久性边坡工程竣工后的监测时间不应少于2年。

八、质量检验与验收

1、材料出厂要有合格证且需按规范取样送相关检测单位检测合格后方可使用，格构梁混凝土抗压强度等级不应低于C30，混凝土挡土墙抗压强度等级不应低于C30，排水系统的混凝土抗压强度等级不应低于C25，中部平台的混凝土抗压强度等级不应低于C25；

2、锚杆、锚索注浆锚固体28d的无侧限强度不应低于30MPa；

3、锚杆、锚索抗拔承载力检测取总数量的5%且不得少于6根；

4、检验荷载对永久性锚杆为锚杆轴向拉力 N_{ak} 的1.5倍；对临时性锚杆为1.2倍；

5、锚杆屈服强度标准值不低于400Mpa，锚索极限强度标准值不低于1860MPa；

6、当检测结果不合格的数量大于或等于抽检数量的30%时，应加大检测数量，其检测方法和数量由质监部门组织设计，现场监理等人员根据实际情况确定，并根据检测结果提出处理意见。

7、项目验收质量评定标准可依据《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZT0219-2006）质量检验与工程验收执行；

8、在项目验收通过后应依据《地质灾害治理工程资料归档整理技术要求（试行）》及相关文件对项目资料进行整理归档。

九、工程维护要求

业主单位应经常对边坡进行例行检查例行维修检查时，需进行如下基本维修工作：

1、清理积存于排水沟及坡面杂物；

2、修复破裂或已损毁的排水沟；

3、清除斜坡表面引致严重裂缝的植物；

4、例行维修检查的频率与时间。

例行维修检查至少每年进行一次。此外，应在大雨后，安排视察排水渠，并清理淤积物。韶关地区雨季前、红色以上暴雨信号后都应进行维修检查。任何维修工程应尽量在雨季来临前竣工。

维修检查和随后的维修工程的所有记录，应设专人进行记录并存档。

十、危大工程重点环节

本次设计三处边坡支护高度超过15m,属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程。其中小喜科技地块边坡采用重力式混凝土挡土墙+锚索+格构梁的支护体系。放坡坡度、坡顶堆载及施工质量直接危及边坡的稳定性。施工过程中应严格按照规范及设计要求做好各项工艺的质量保证措施。本次设计中仅按照勘查报告及相关图纸进行设计,施工过程中如地质条件与对应剖面地质柱状图相差较大时应及时通知设计单位修改设计方案。边坡高差较大,施工前施工单位应编制危险性较大的分部分项工程专项施工方案,并组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。施工过程中应严格按照设计图纸、施工方案执行。边坡施工主要危险源及防治措施详见下表:

施工危险源辨识及控制措施			
6	未对毗邻重要管线和周边道路进行沉降监测	坍塌	场外设置监测点,并对毗邻重要管线和周边道路进行沉降监测
7	支护结构发生变形未采取相应应急措施	坍塌	经常检查边坡情况,发现土体开裂及时采取措施
8	支护结构位移达到报警值未采取相应措施	坍塌	严格按照监测方案处理
9	电线老化漏电或机械无保护接零措施	触电火灾	做好机械保护接零措施,定期保养
10	桩机及土方开挖机械	机械伤害	安全教育

施工危险源辨识及控制措施			
序号	危险源/危险因素	可能的事故	预防/控制措施
1	边坡支护强度不够	坍塌	严格按专项方案施工
2	支护设计方案及施工方案未经监理审批	坍塌	专项方案需经监理审批后方可实施
3	边坡施工混凝土、水泥、砂浆级配低于设计标号	坍塌	严格按照图纸施工,加强施工过程检查
4	边坡开挖不符合设计要求	坍塌	严格按照设计方案设置边坡
5	未按规定进行边坡支护变形监测	坍塌	由建设单位按规定委托具有专业资质的单位进行基坑支护变形监测

十一、其他相关重要说明

1、本设计未尽事宜,应按《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZT0219-2006)、《滑坡防治设计规范》(GB/T38509-2020)、《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)等相关规范执行。

2、当工程地质条件、水文地质条件发生较大变化时应及时通知设计人员进行动态设计,整个工程的施工应采用信息化法动态施工。

3、施工单位应做好项目现场施工组织设计,应尽量避免对居民的影响,合理布置安全文明施工的相关措施;

4、由于本工程为边坡治理项目,本项目施工将可能涉及其他管理等相关问题,业主单位应协调各相关单位确保治理项目的正常开展。

5、施工过程中可能发生青苗、征地或者影响居民正常生活及需要政府相关部门配合。

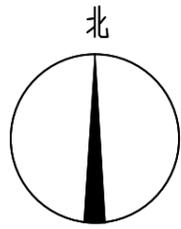
十二、主要工程量一览表

根据治理工程的工程分布特点及设计图纸计算。本次设计的广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施建设项目边坡治理工程（二期）主要工程量估算列于下表：

工程量估算汇总表 表 12

地块	序号	项目	工程量	单位	备注
小喜科技地块边坡工程	1	土石方	14424.5	m ³	
	2	路面硬化	281.33	m ²	
	3	坡脚排水沟	189	m	
	4	平台排水沟	238.98	m	
	5	截水沟	171	m	
	6	跌水槽	17.95	m ³	
	7	挡土墙	466.98	m ³	
	8	沉砂池	3	座	
	9	锚索	4996	m	
	10	坡面泄水管	770	m	
	11	格构梁	266.05	m ³	
	12	护脚梁	66.19	m ³	
	13	挂三维网喷播植草	1737.39	m ²	
	14	栽植灌木	154	株	
	15	施工便道	245	m ²	
	16	脚手架	258	m ²	
泽雨新	1	土石方	33864	m ³	

地块	序号	项目	工程量	单位	备注
	2	路面硬化	324.78	m ²	
	3	坡脚排水沟	208.32	m	
	4	平台排水沟	255.74	m	
	5	截水沟	120.56	m	
	6	跌水槽	23.99	m ³	
	7	挡土墙	1691.76	m ³	
	8	沉砂池	4	座	
	9	新修管涵	132	m	
	10	挂三维网喷播植草	5342.63	m ²	
	11	脚手架	604.92	m ²	
	海大屠宰场北侧地块边坡工程	1	坡脚排水沟	419.05	m
2		截水沟	506.64	m	
3		跌水槽	4.22	m ³	
4		沉砂池	5	座	
5		挂三维网喷播植草	8076.89	m ²	



小喜科技地块边坡



边坡坐标控制点			
序号	编码	坐标X	坐标Y
1	A	457804.676	2756075.239
2	B	457795.244	2756078.563
3	C	457834.929	2756191.150
4	D	457816.140	2756177.551
5	E	457782.396	2756081.820

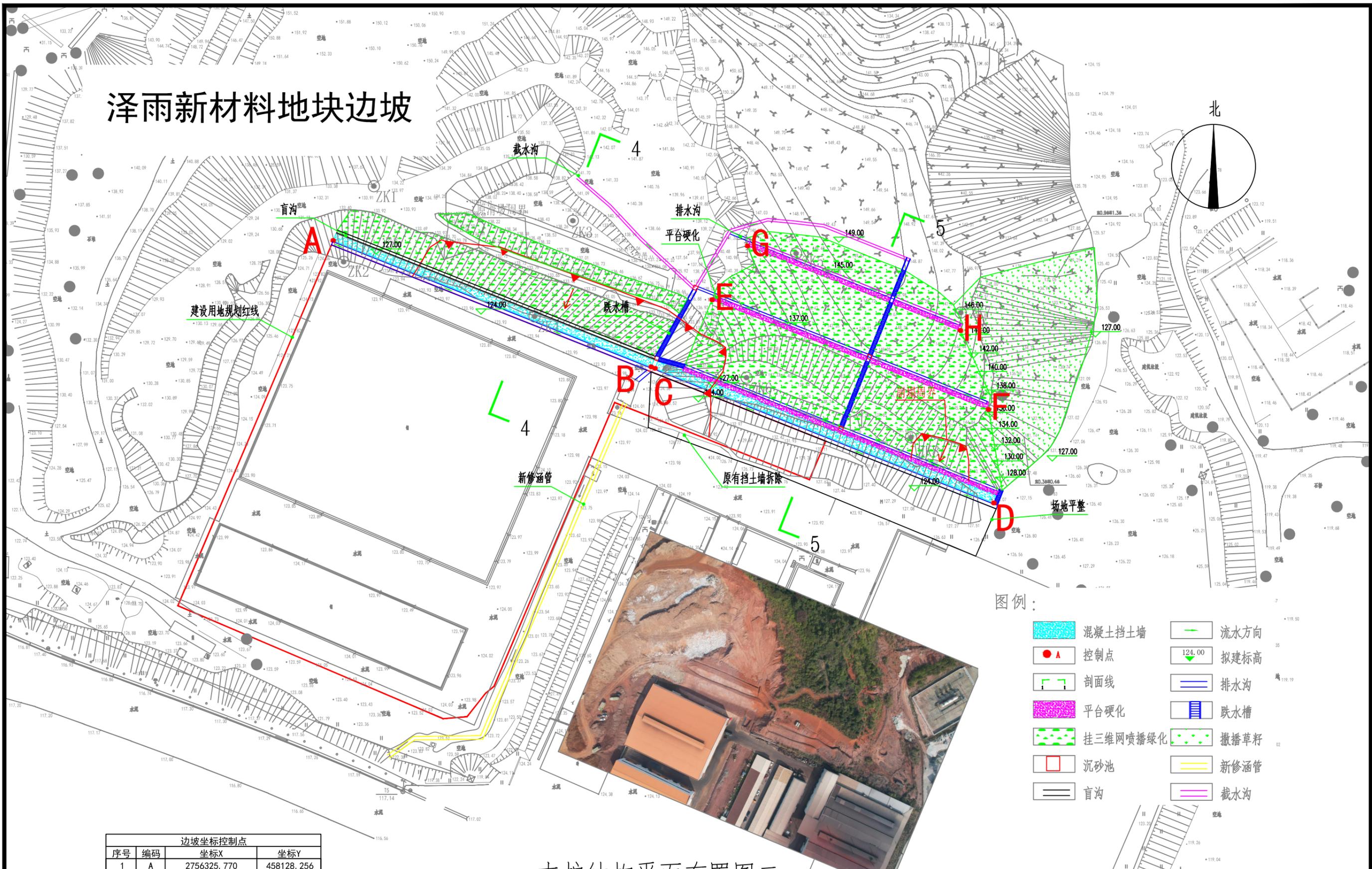
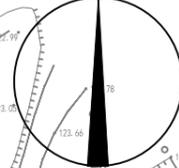
图例			
	跌水槽		锚索格构梁
	沉砂池		排水沟
	混凝土挡土墙		流水方向
	剖面线		拟建标高
	截水沟		控制点
	边坡治理用地红线		施工便道
	硬化平台		挂三维网喷播绿化

支护结构平面布置图

审核	汪治时	韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结论
设计	叶中瑞	支护结构平面布置图一		图号	JS-01	
制图	叶中瑞			日期	2025.08	
项目技术负责人	林正帆					
项目负责人	张云					

泽雨新材料地块边坡

北



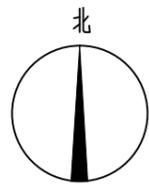
图例:

- 混凝土挡土墙
- 控制点
- 流水方向
- 拟建标高
- 剖面线
- 排水沟
- 平台硬化
- 跌水槽
- 挂三维网喷播绿化
- 撒播草籽
- 沉砂池
- 新修涵管
- 盲沟
- 截水沟

边坡坐标控制点			
序号	编码	坐标X	坐标Y
1	A	2756325.770	458128.256
2	B	2756289.746	458219.005
3	C	2756289.303	458220.120
4	D	2756250.958	458316.815
5	E	2756308.887	458236.376
6	F	2756277.576	458315.252
7	G	2756324.242	458246.481
8	H	2756300.106	458307.281

支护结构平面布置图二

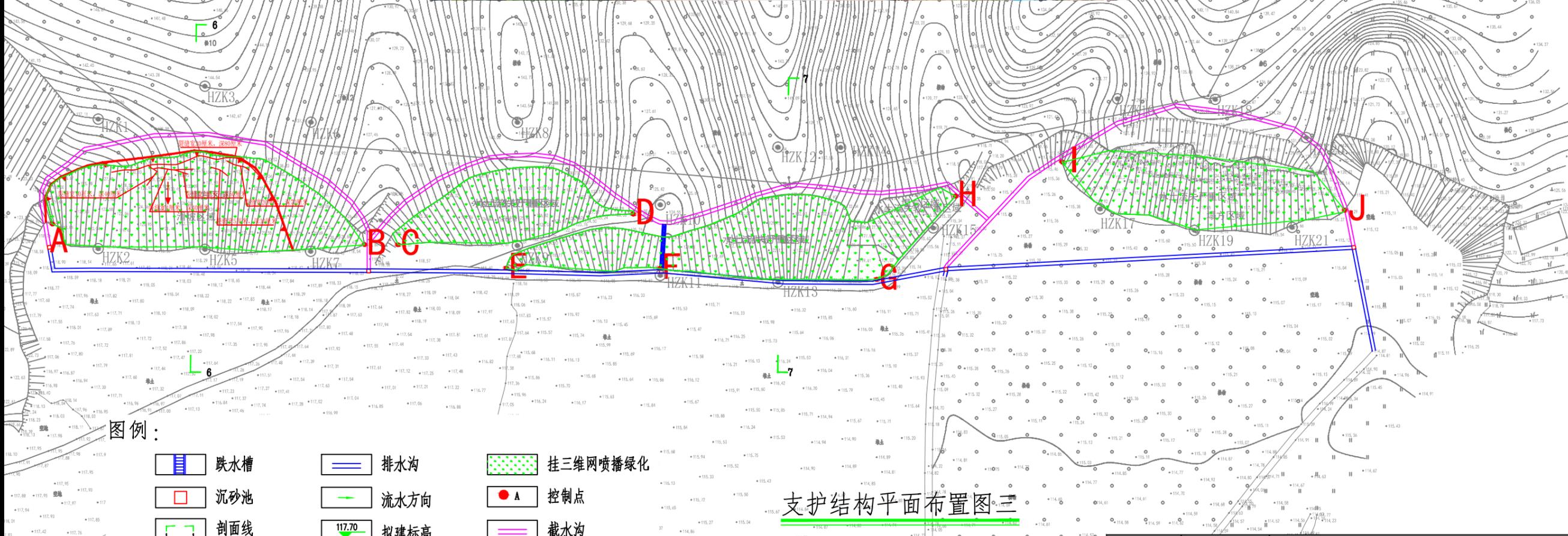
审核	汪海峰	韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书:甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶文瑞	支护结构平面布置图二	项目负责人	林正帆	图号	JS-02
制图	林正帆		项目负责人	张云	日期	2025.08



海大屠宰场北侧地块边坡



坐标数据成果表			
序号	编码	坐标X	坐标Y
1	A	2755968.572	458856.879
2	B	2755962.468	458949.071
3	C	2755962.452	458959.013
4	D	2755971.58	459028.429
5	E	2755955.636	458990.863
6	F	2755955.358	459036.242
7	F	2755952.242	459100.31
8	H	2755976.815	459123.609
9	I	2755986.92	459155.072
10	J	2755972.661	459238.526

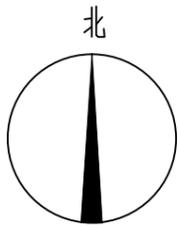


图例：

- | | | | | | |
|--|-----|--|------|--|----------|
| | 跌水槽 | | 排水沟 | | 挂三维网喷播绿化 |
| | 沉砂池 | | 流水方向 | | 控制点 |
| | 剖面线 | | 拟建标高 | | 截水沟 |

支护结构平面布置图三

审核	汪治明	韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结论
设计	叶文瑞	支护结构平面布置图三		图号	JS-03	
制图	叶文瑞			日期	2025.08	
项目技术负责人	林正帆					
项目负责人	张云					



小喜科技地块边坡

图例：
 WY-01 水平位移及垂直位移监测点
 SC-01 深层土体位移监测点

说明：

一、监测阶段及监测内容

1. 根据本次滑坡规模及安全等级，监测阶段包括施工安全监测阶段及防治效果监测阶段。
2. 监测内容包括支护结构水平（垂直）位移、深部位移、锚索应力监测。
3. 拟布置水平位移和沉降观测点10个，深层土体水平位移3个，锚索应力监测不宜少于锚索总数的5%，且不应少于3根。

二、施工安全监测阶段监测周期及频率

1. 施工安全监测阶段应与施工期一致，起于工程开工建设，止于防治工程竣工验收。
2. 变形活跃时，观测频率宜24h监测一次；开挖、加载、降雨期间，应加密监测次数。在滑坡变形基本稳定的情况下，每周监测宜为2次。

三、防治效果监测阶段监测周期及频率

1. 监测周期应起于防治工程竣工验收，与滑坡施工安全监测阶段相衔接，止于验收后不少于两个水文年。
2. 观测数据采样时间间隔为每月不少于1次。连续降雨或暴雨期及滑坡出现异常时，应增加观测次数。

四、滑坡预警

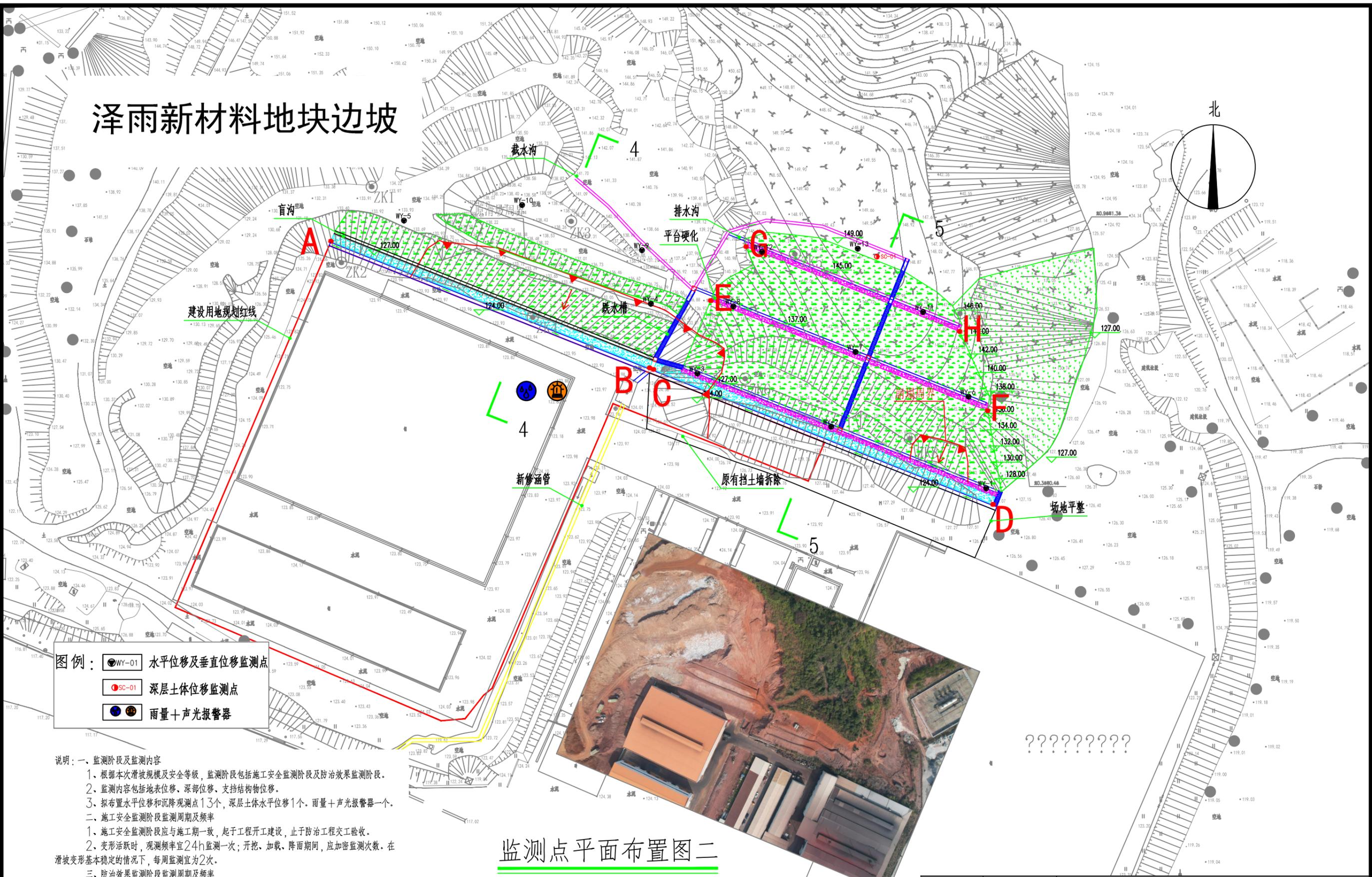
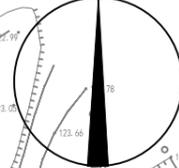
1. 边坡周边地面水平位移和沉降：0.4% H （ H 为监测点处坡高）且绝对值大于35mm，以及变化速度大于5mm/d。
2. 深层水平位移：绝对值大于50mm，以及变化速度大于5mm/d。
3. 锚索应力监测：报警值及预警值参照相关规范执行。

监测点平面布置图一

审核	汪治时		韶关地质工程勘察院有限公司			
审定	李华		地质灾害防治设计资质证书：甲级 440020231120114			
设计	叶中瑞	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02	
制图	叶中瑞	工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程（二期）	图别	结论	
项目技术负责人	林正帆	监测点平面布置图一			图号	JS-04
项目负责人	张云				日期	2025.08

泽雨新材料地块边坡

北



图例：

- WY-01 水平位移及垂直位移监测点
- SC-01 深层土体位移监测点
- ☀️ 🌧️ 雨量+声光报警器

说明：一、监测阶段及监测内容

- 根据本次滑坡规模及安全等级，监测阶段包括施工安全监测阶段及防治效果监测阶段。
- 监测内容包括地表位移、深部位移、支撑结构物位移。
- 拟布置水平位移和沉降观测点13个，深层土体水平位移1个。雨量+声光报警器一个。

二、施工安全监测阶段监测周期及频率

- 施工安全监测阶段应与施工期一致，起于工程开工建设，止于防治工程竣工验收。
- 变形活跃时，观测频率宜24h监测一次；开挖、加载、降雨期间，应加密监测次数。在滑坡变形基本稳定的情况下，每周监测宜为2次。

三、防治效果监测阶段监测周期及频率

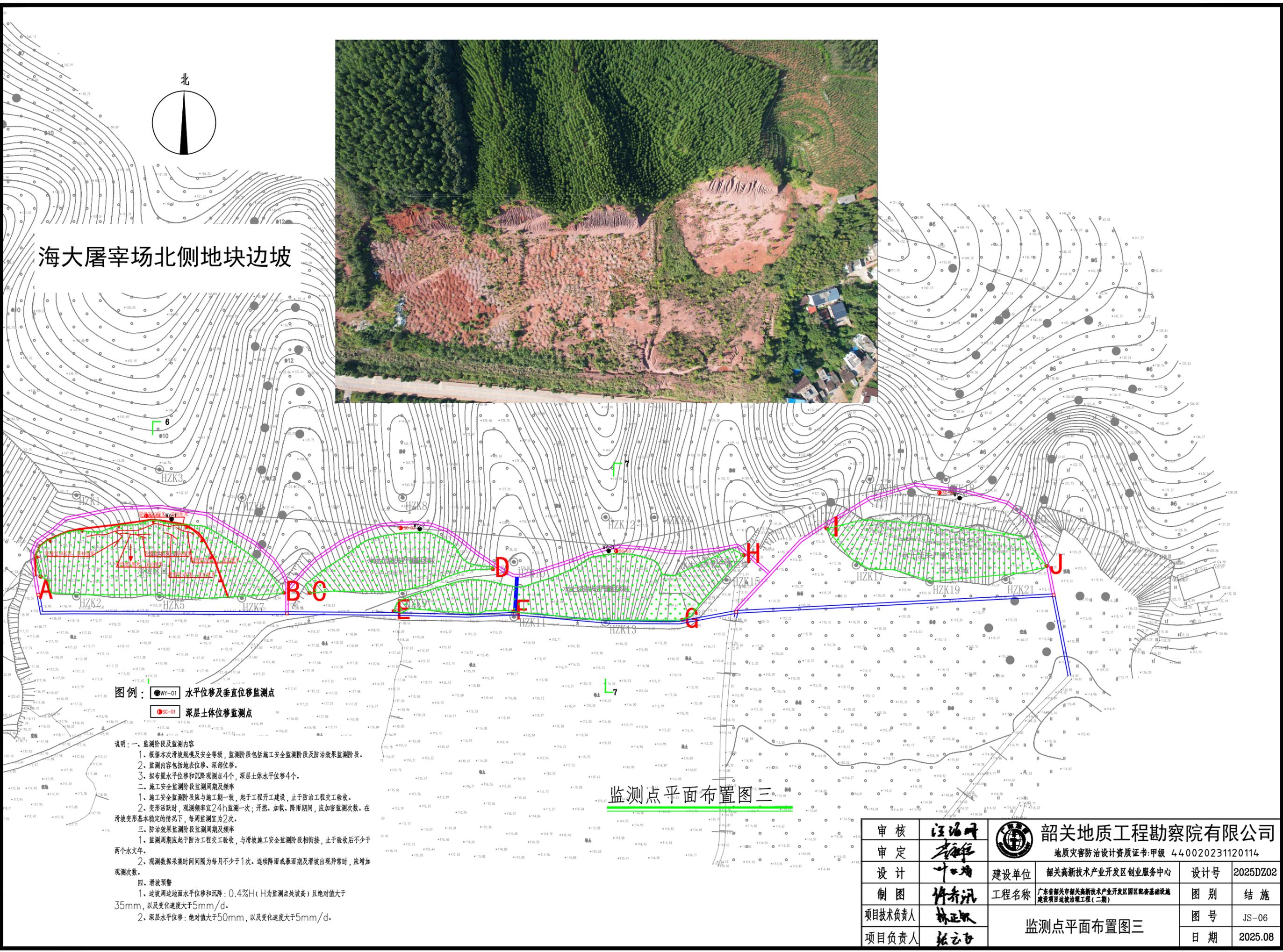
- 监测周期应起于防治工程竣工验收，与滑坡施工安全监测阶段相衔接，止于验收后不少于两个水文年。
- 观测数据采集时间间隔为每月不少于1次。连续降雨或暴雨期及滑坡出现异常时，应增加观测次数。

四、滑坡预警

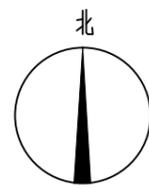
- 边坡周边地面水平位移和沉降： $0.4\%H$ (H 为监测点处坡高)且绝对值大于35mm，以及变化速度大于5mm/d。
- 深层水平位移：绝对值大于50mm，以及变化速度大于5mm/d。

监测点平面布置图二

审核	汪治明	韶关地质工程勘察院有限公司	地质灾害防治设计资质证书:甲级 440020231120114		
审定	李华		建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号
设计	叶瑞	工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)		
制图	叶青汛	图别	结论		
项目技术负责人	林正帆	图号	JS-05		
项目负责人	张云	日期	2025.08		



海大屠宰场北侧地块边坡



图例：
● HW-01 水平位移及垂直位移监测点
● SC-01 深层土体位移监测点

说明：

一、监测阶段及监测内容
 1、根据本次滑坡规模及安全等级，监测阶段包括施工安全监测阶段及防治效果监测阶段。
 2、监测内容包括地表位移、深部位移。
 3、拟布置水平位移和沉降观测点4个，深层土体水平位移4个。

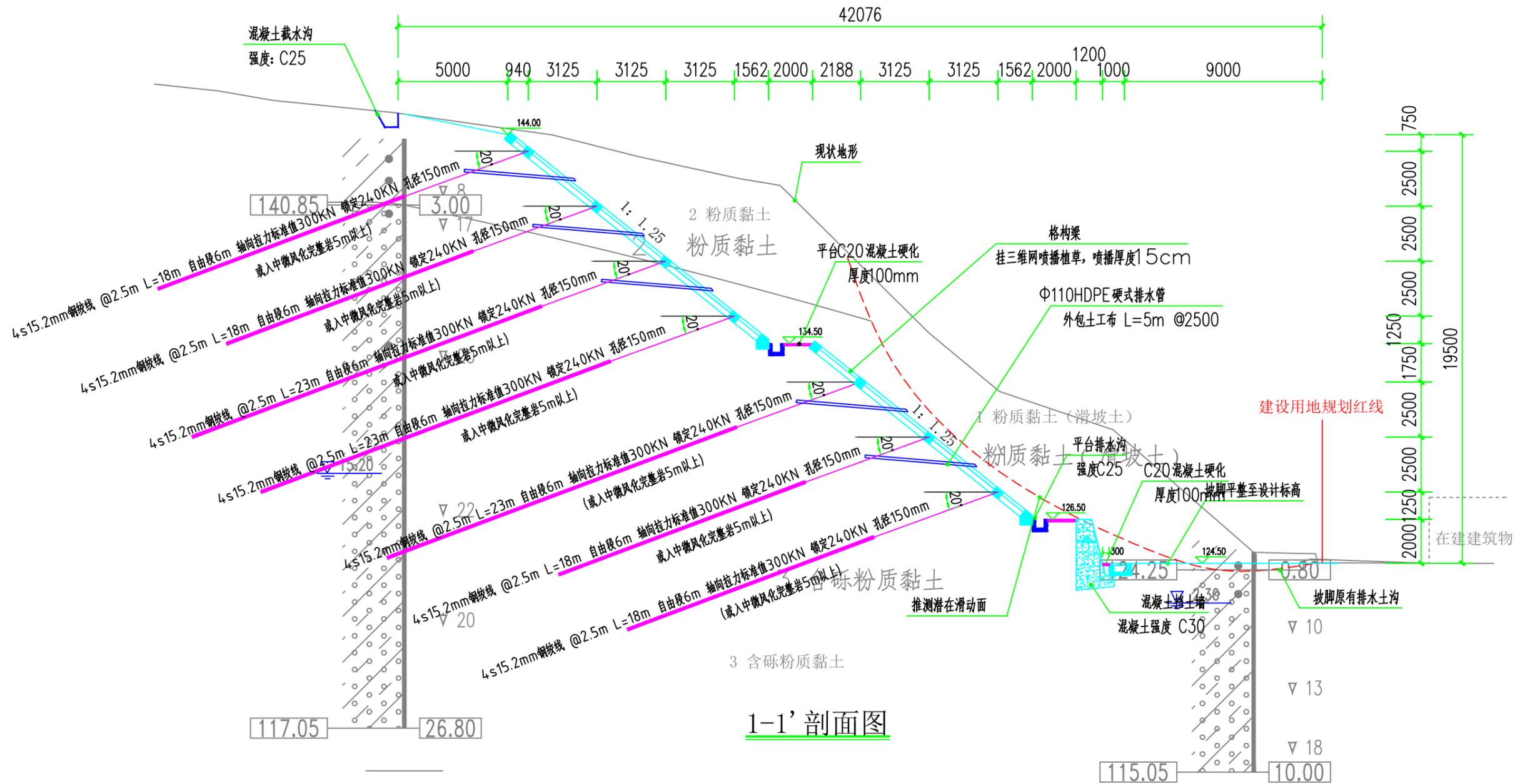
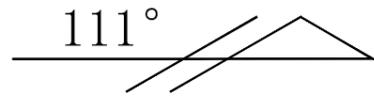
二、施工安全监测阶段监测周期及频率
 1、施工安全监测阶段应与施工期一致，起于工程开工建设，止于防治工程竣工验收。
 2、变形活跃时，观测频率宜24h监测一次；开挖、加载、降雨期间，应加密监测次数。在滑坡变形基本稳定的情况下，每周监测为2次。

三、防治效果监测阶段监测周期及频率
 1、监测周期应起于防治工程竣工验收，与滑坡施工安全监测阶段相衔接，止于验收后不少于两个水文年。
 2、观测数据采集时间间隔为每月不少于1次。连续降雨或暴雨期及滑坡出现异常时，应增加观测次数。

四、滑坡预警
 1、边坡周边地面水平位移和沉降：0.4%H (H为监测点处坡高) 且绝对值大于35mm，以及变化速度大于5mm/d。
 2、深层水平位移：绝对值大于50mm，以及变化速度大于5mm/d。

监测点平面布置图三

审核	汪治明	韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02	
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结论	
设计	叶中瑞	监测点平面布置图三		图号	JS-06		
制图	叶中瑞			日期	2025.08		
项目技术负责人	林正帆						
项目负责人	张云						

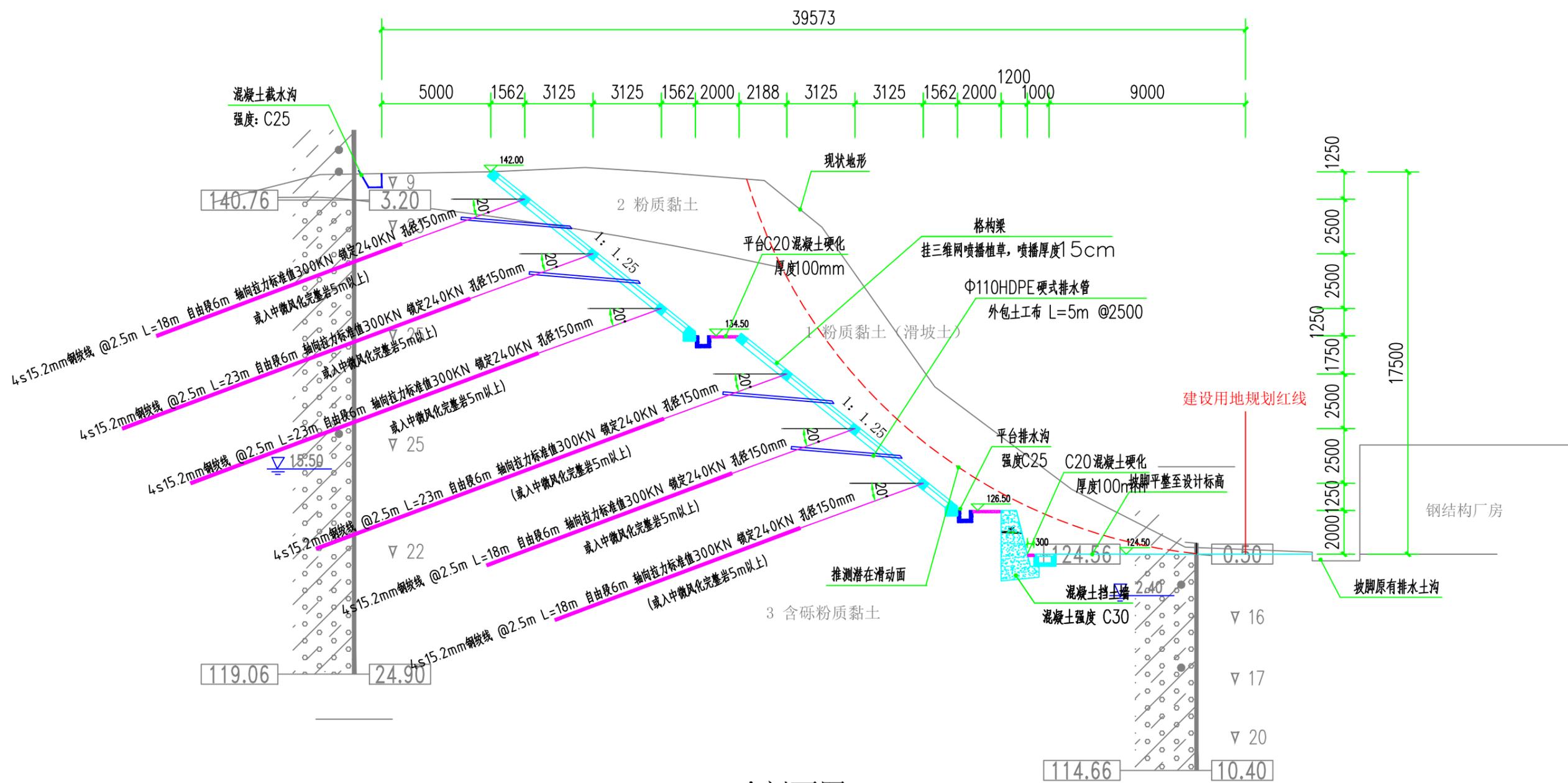
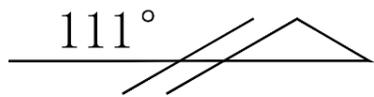


1-1' 剖面图

说明:

- 1、本图中高程为绝对高程，以m计；
- 2、图中单位除锚索孔径、间距及长度为m，其余均以mm计；
- 3、锚索在设计长度内如遇基岩，则锚入稳定中风化基岩5m即可终孔；
- 4、由于边坡实际标高及坡度的不确定性及边坡剖面绘图局限性，实际施工时与剖面图可能存在局部偏差。当产生偏差时，根据现场实际情况进行确定。

审核	汪海叶	韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶叶	1-1' 剖面图		图号	JS-07	
制图	叶叶			日期	2025.08	
项目技术负责人	林正斌					
项目负责人	张云					

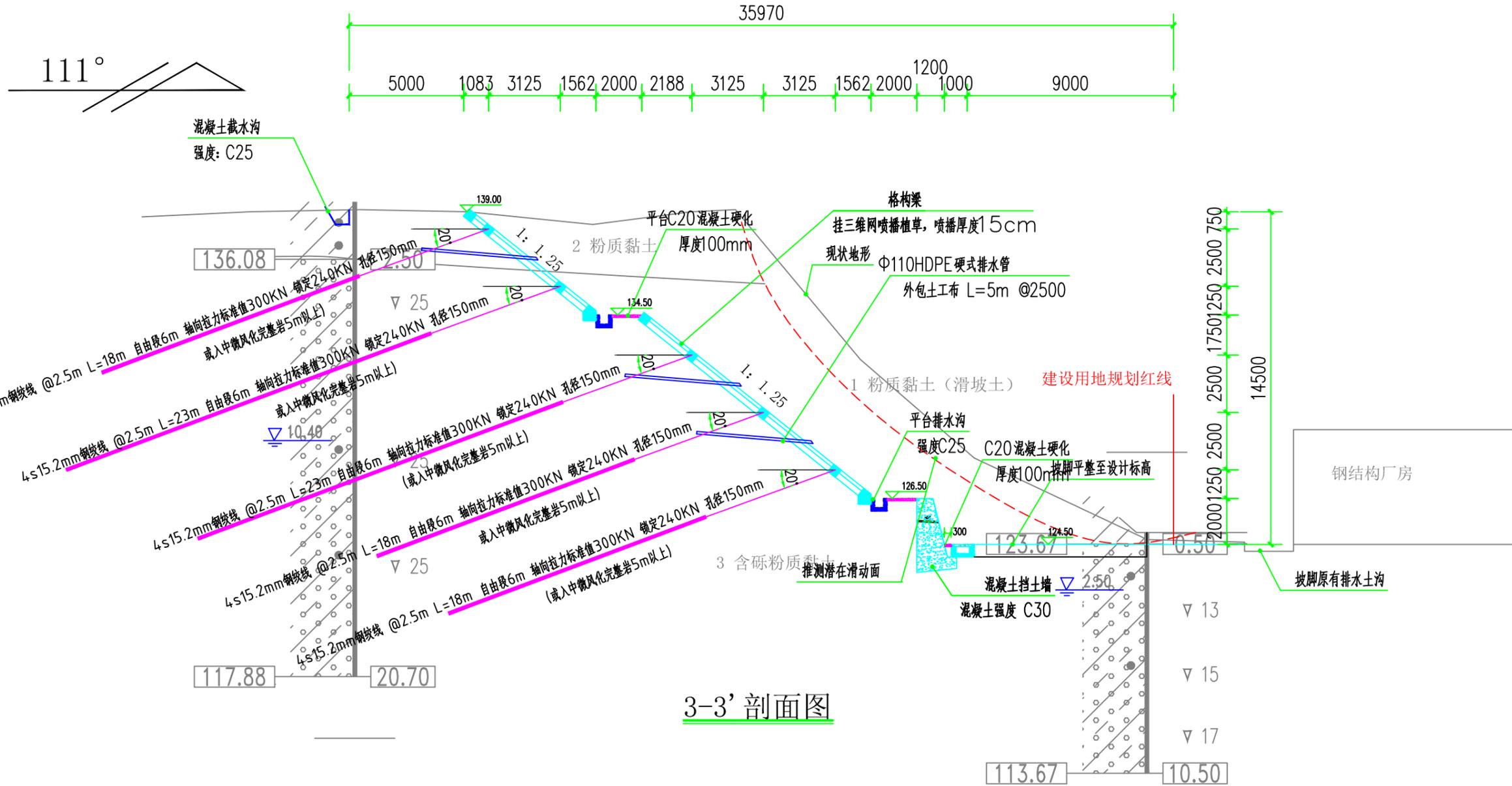


2-2' 剖面图

说明:

- 1、本图中高程为绝对高程，以m计；
- 2、图中单位除锚索孔径、间距及长度为m，其余均以mm计；
- 3、锚索在设计长度内如遇基岩，则锚入稳定中风化基岩5m即可终孔；
- 4、由于边坡实际标高及坡度的不确定性及边坡剖面绘图的局限性，实际施工时与剖面图可能存在局部偏差。当产生偏差时，根据现场实际情况进行确定。

审核	汪海叶	韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶叶	2-2' 剖面图		图号	JS-08	
制图	叶叶			日期	2025.08	
项目技术负责人	林正斌					
项目负责人	张云					

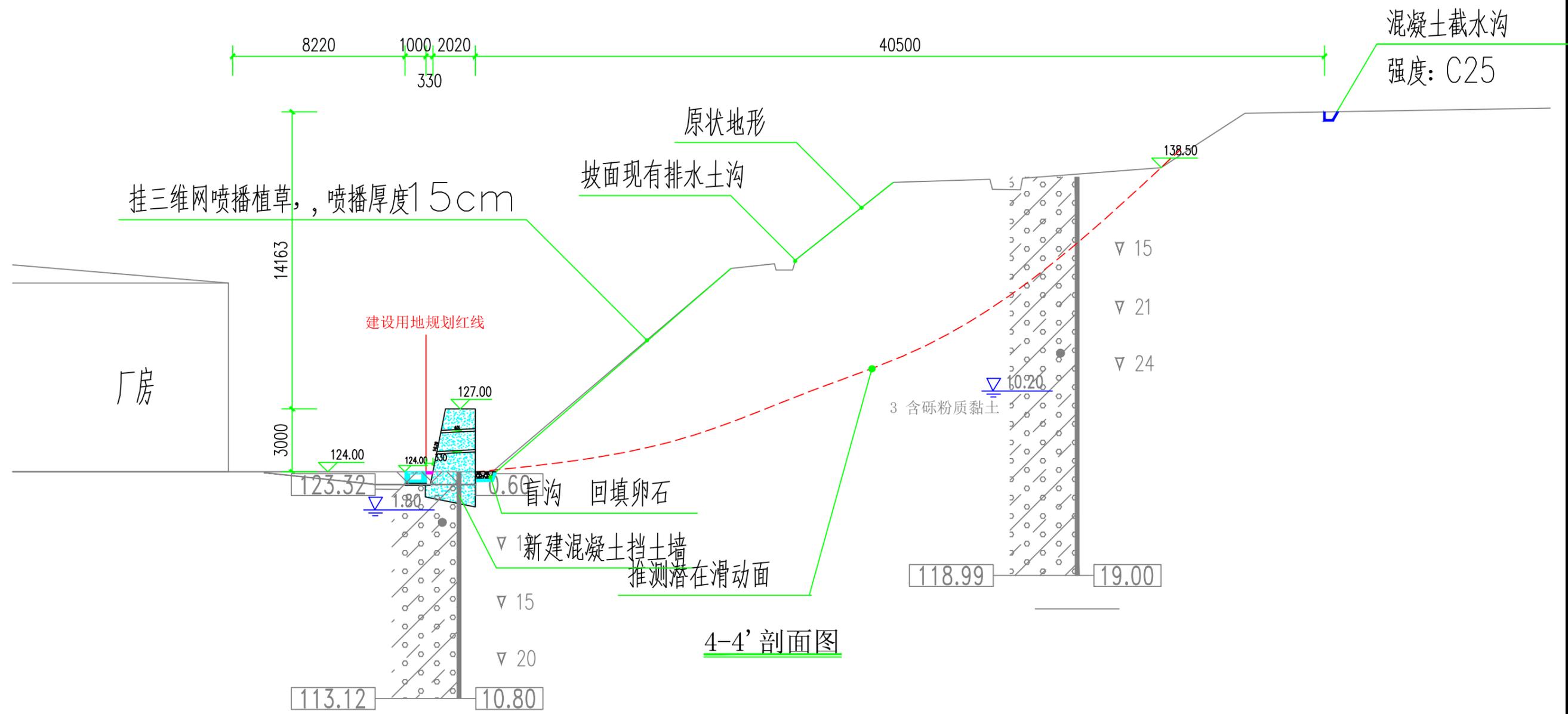
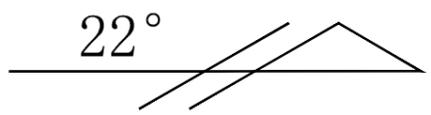


3-3' 剖面图

说明:

- 1、本图中高程为绝对高程，以m计；
- 2、图中单位除锚索孔径、间距及长度为m，其余均以mm计；
- 3、锚索在设计长度内如遇基岩，则锚入稳定中风化基岩5m即可终孔；
- 4、由于边坡实际标高及坡度的不确定性及边坡剖面绘图的局限性，实际施工时与剖面图可能存在局部偏差。当产生偏差时，根据现场实际情况进行确定。

审核	汪海叶	 韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶江	3-3' 剖面图	项目负责人	林正斌	图号	JS-09
制图	叶江		项目负责人	张云	日期	2025.08

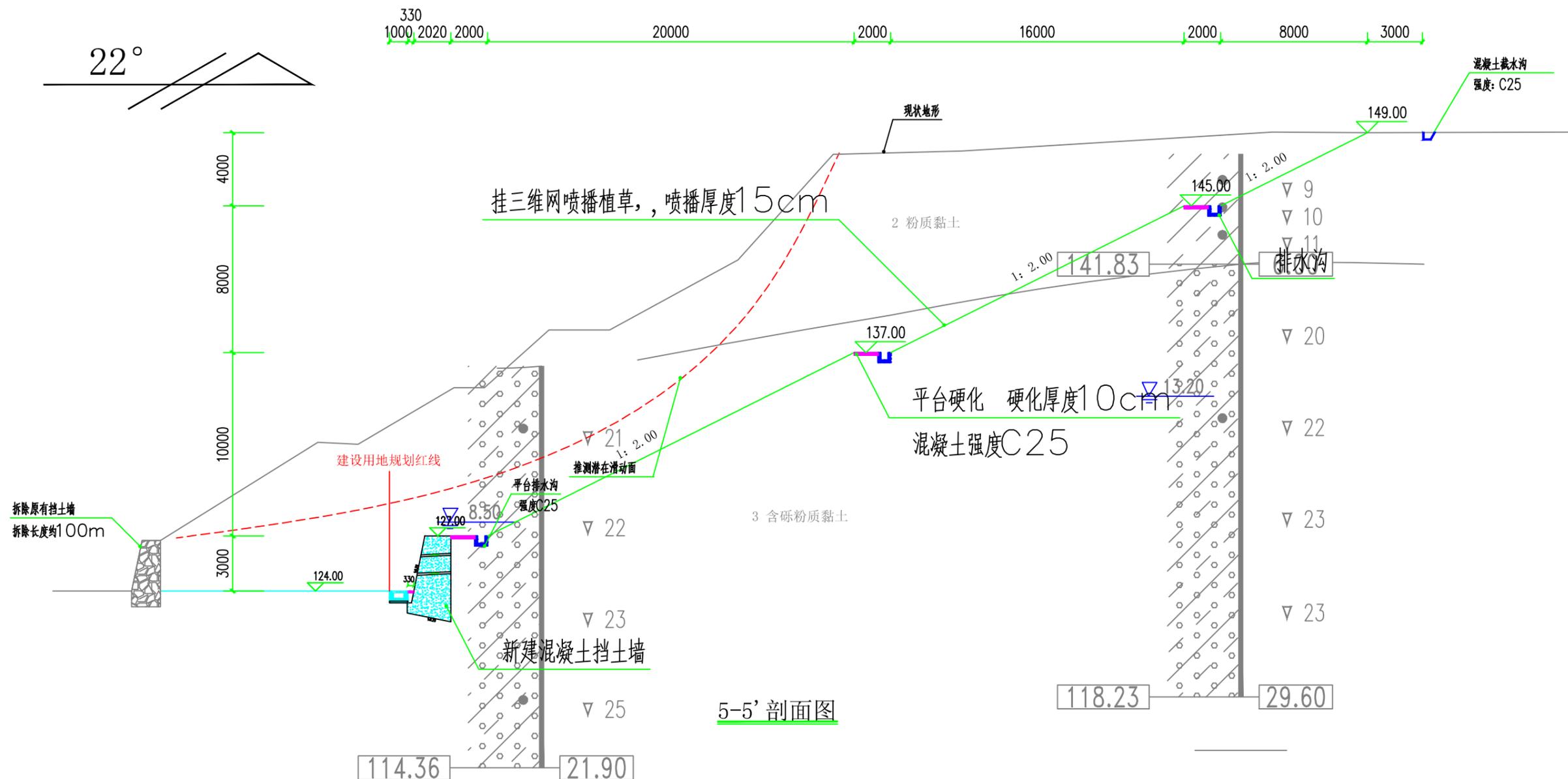


4-4' 剖面图

说明:

- 1、本图中高程为绝对高程, 以m计;
- 2、由于边坡实际标高及坡度的不确定性及边坡剖面绘图的局限性, 实际施工时与剖面图可能存在局部偏差。当产生偏差时, 根据现场实际情况进行确定。

审核	汪海叶	韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶叶	4-4' 剖面图		图号	JS-10	
制图	叶叶			日期	2025.08	
项目技术负责人	林正帆					
项目负责人	张云					

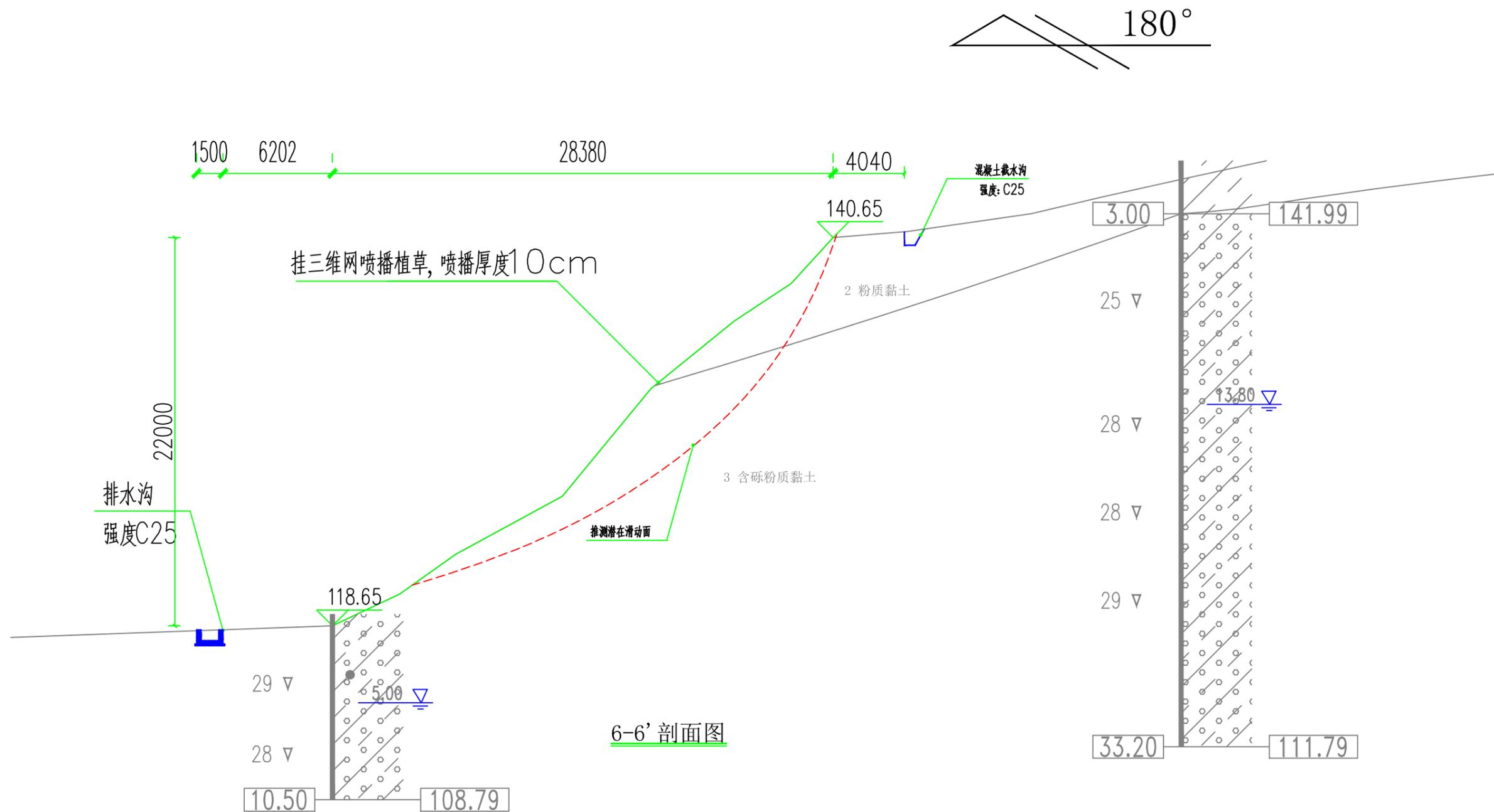


5-5' 剖面图

说明:

- 1、本图中高程为绝对高程，以m计；
- 2、由于边坡实际标高及坡度的不确定性及边坡剖面绘图的局限性，实际施工时与剖面图可能存在局部偏差。当产生偏差时，根据现场实际情况进行确定。

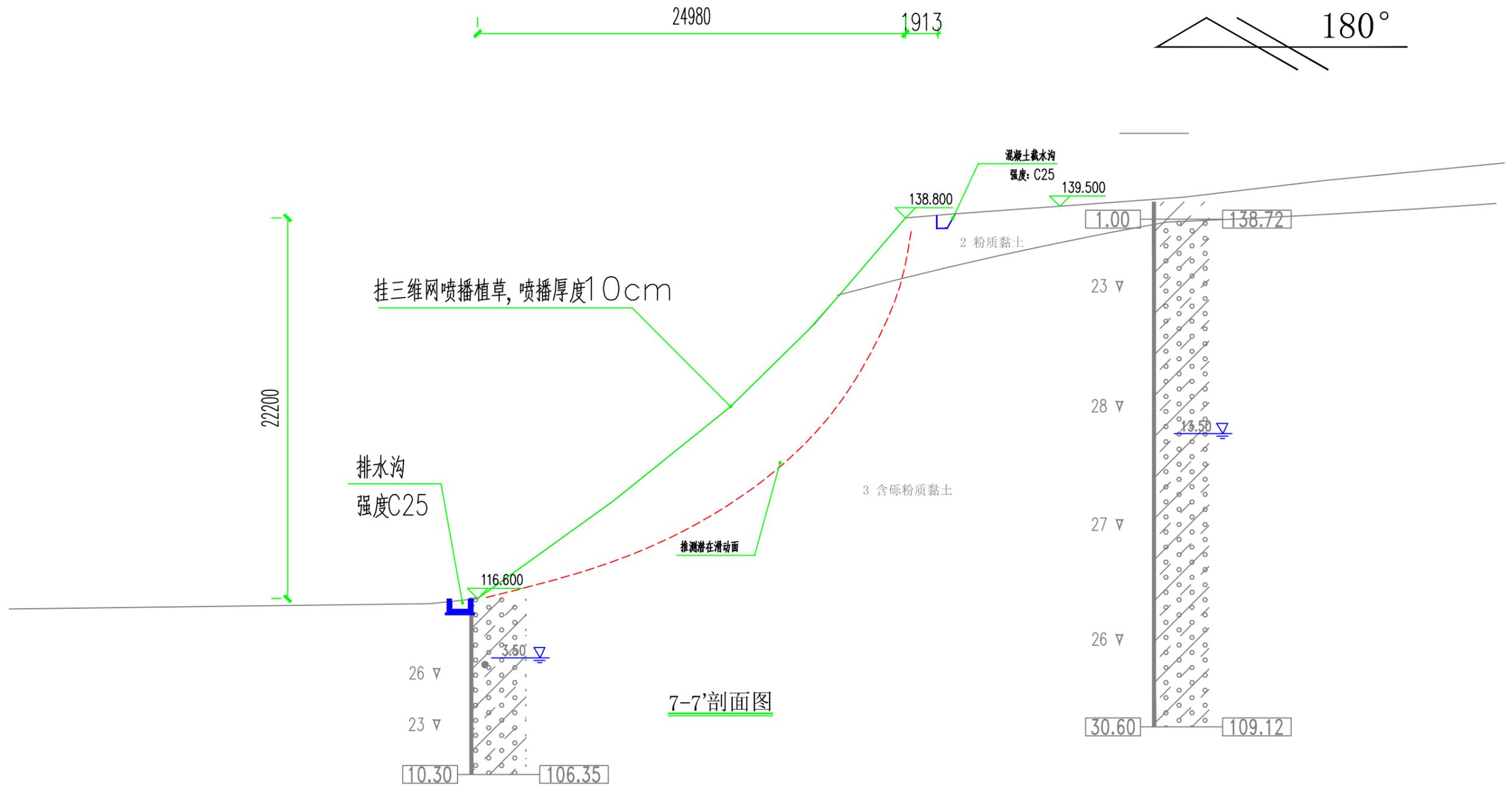
审核	汪海叶	韶关地质工程勘察院有限公司	地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114		
审定	李华		建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号
设计	叶叶	工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)		
制图	叶叶	图别	结施		
项目技术负责人	林正斌	图号	JS-11		
项目负责人	张云	日期	2025.08		



说明:

- 1、本图中高程为绝对高程, 以m计;
- 2、由于边坡实际标高及坡度的不确定性及边坡剖面绘图的限制性, 实际施工时与剖面图可能存在局部偏差。当产生偏差时, 根据现场实际情况进行确定。

审核	汪海叶	 韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李海华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶叶	6-6' 剖面图	项目负责人	林正帆	图号	JS-12
制图	叶叶		项目负责人	张云	日期	2025.08

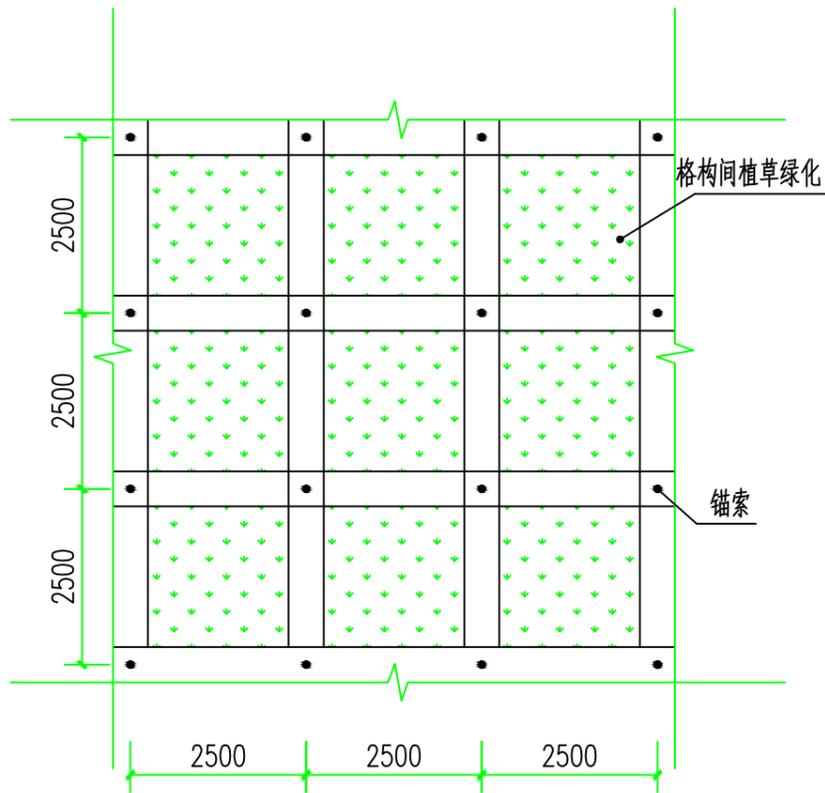


7-7'剖面图

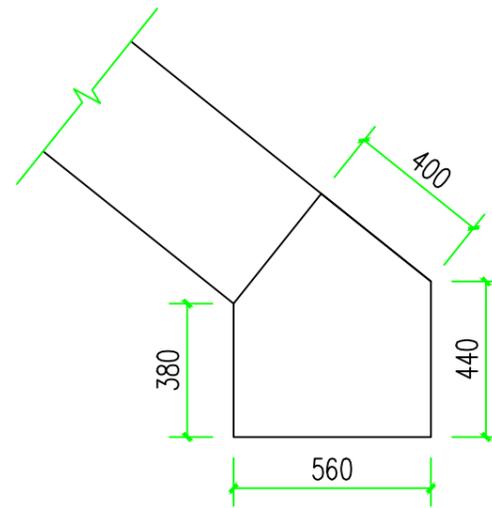
说明:

- 1、本图中高程为绝对高程，以m计；
- 2、图中单位除锚索孔径、间距及长度为m，其余均以mm计；
- 3、锚索在设计长度内如遇基岩，则锚入稳定中风化基岩5m即可终孔；
- 4、由于边坡实际标高及坡度的不确定性及边坡剖面绘图的限制性，实际施工时与剖面图可能存在局部偏差。当产生偏差时，根据现场实际情况进行确定。

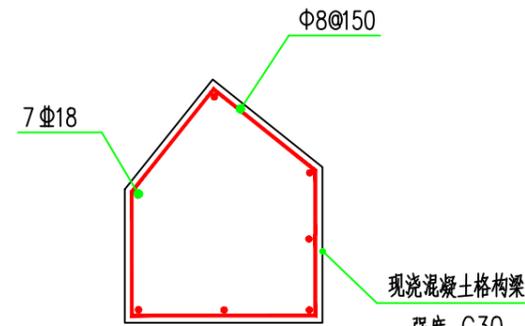
审核	汪海叶	 韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李海		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶江	7-7'剖面图	项目负责人	林正帆	图号	JS-13
制图	叶江		项目负责人	张云	日期	2025.08



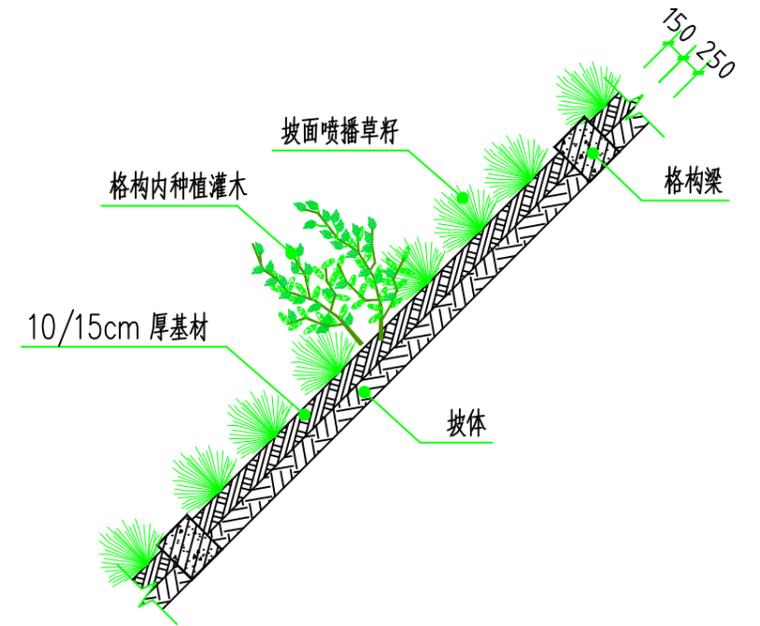
锚索格构梁立面示意图 1:10



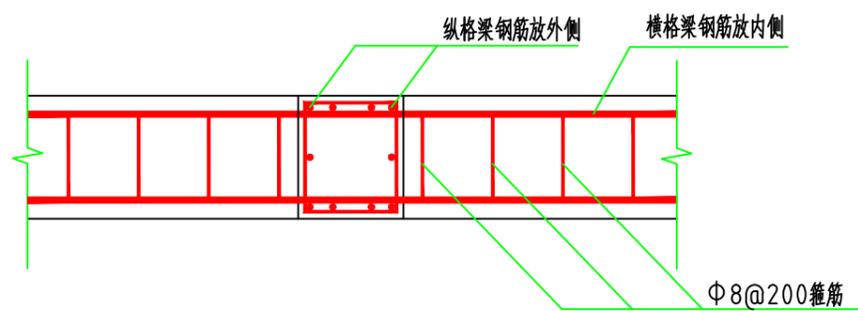
护脚梁大样 1:20



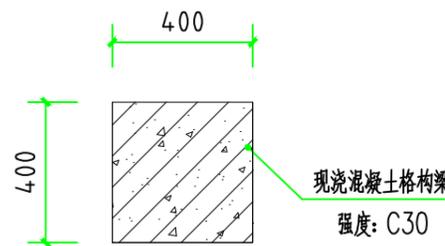
护脚梁配筋大样 1:20



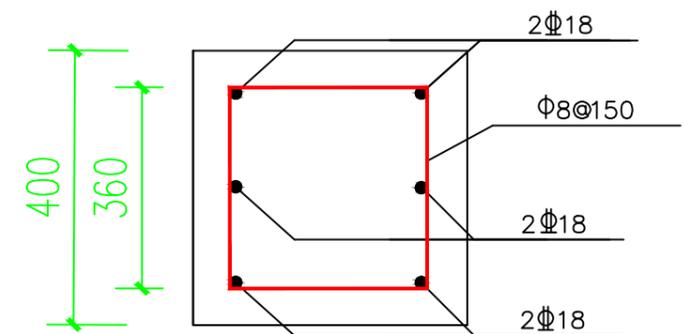
坡面绿化大样图 1:50



纵横格梁交叉处钢筋放置大样 1:20

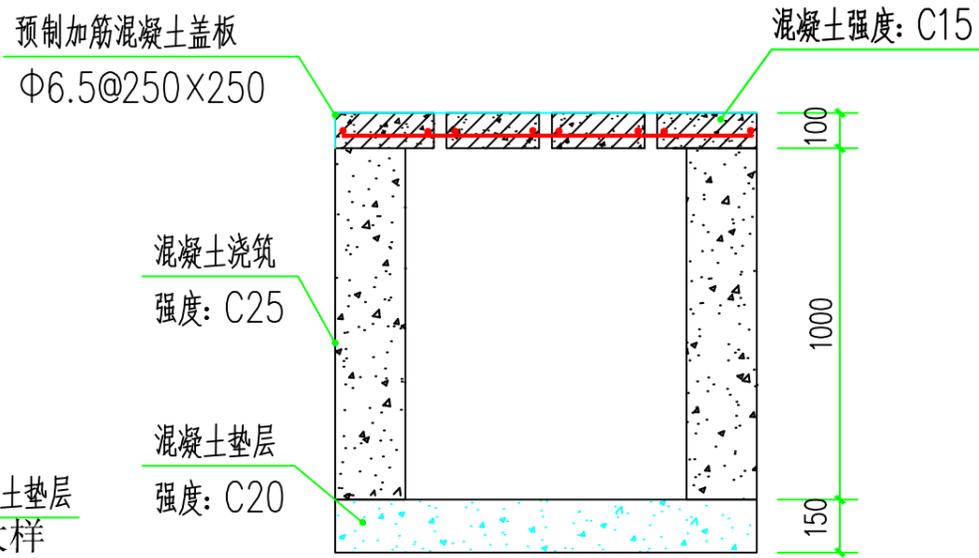
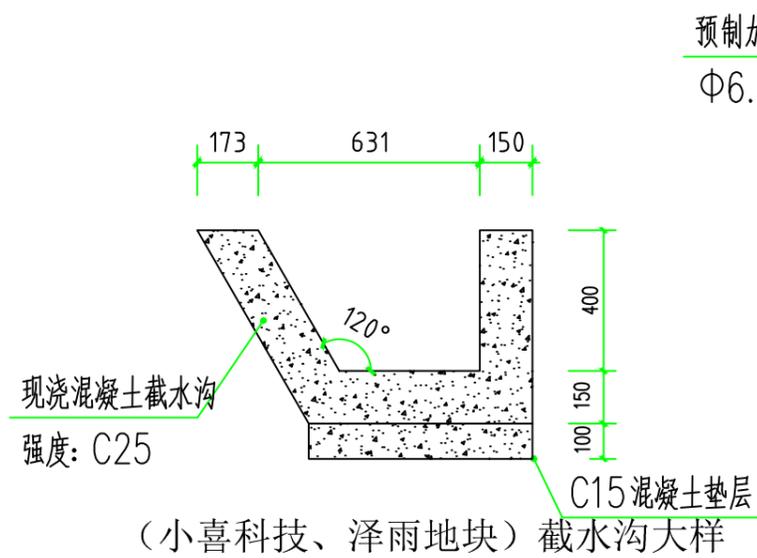


格构梁大样 1:20

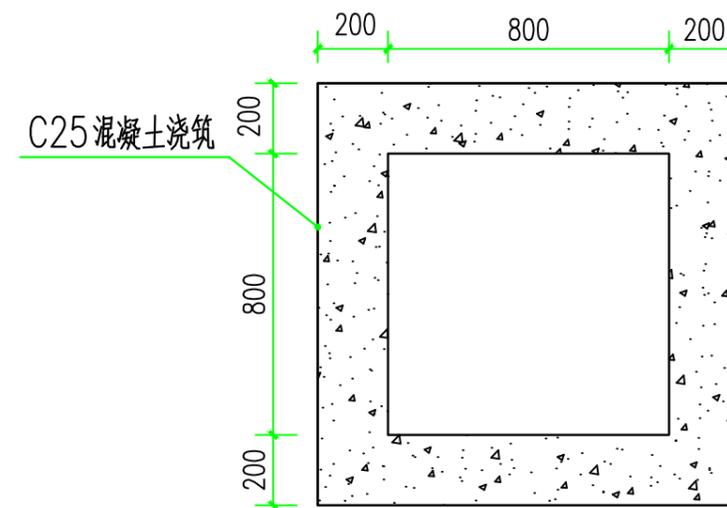


格构梁配筋大样 1:10

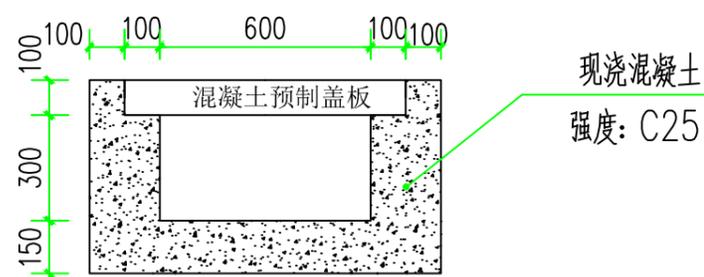
审核	汪海叶	韶关地质工程勘察院有限公司	韶关地质工程勘察院有限公司			
审定	李海		地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114			
设计	叶叶	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02	
制图	叶叶	工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施	
项目技术负责人	林正帆	大样图一			图号	JS-14
项目负责人	张云				日期	2025.08



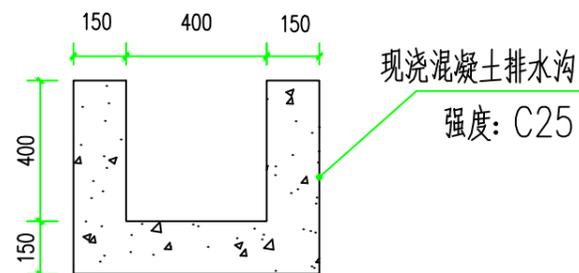
沉砂池断面图 1:20



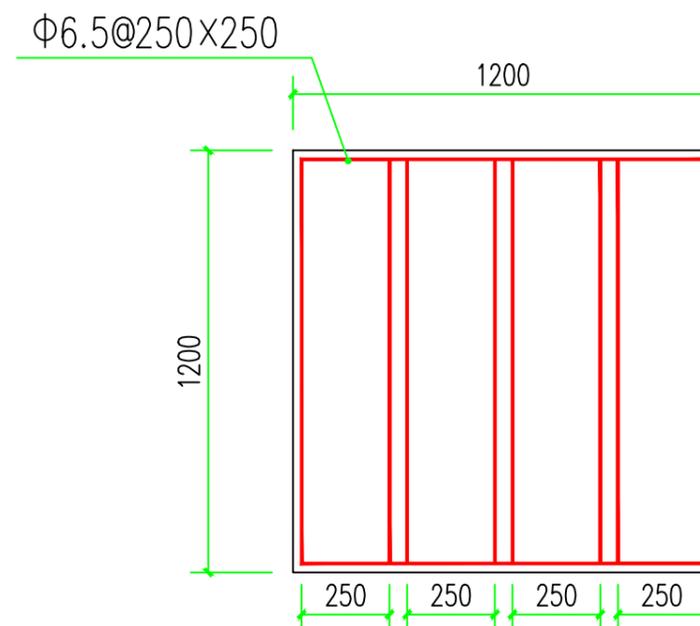
沉砂池平面图 1:20



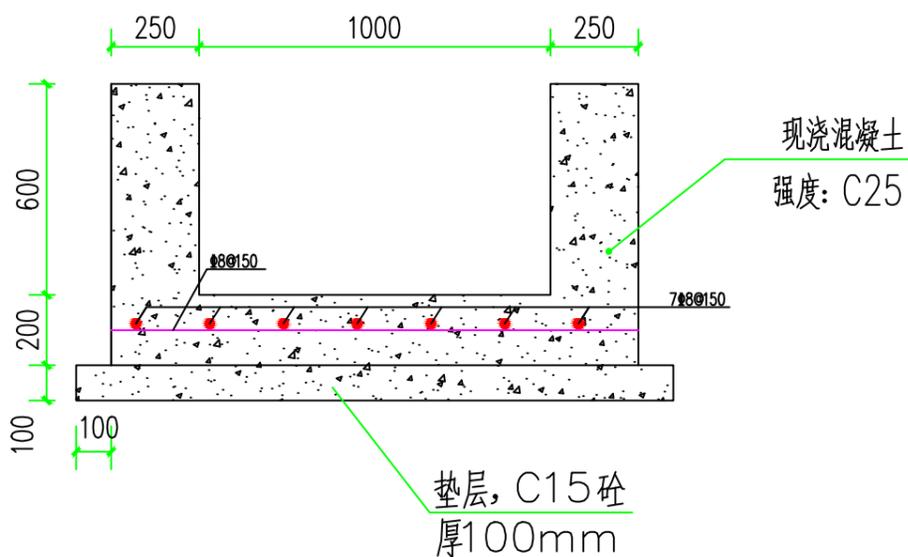
(小喜科技地块) 坡脚排水沟大样



平台排水沟大样图 1:20

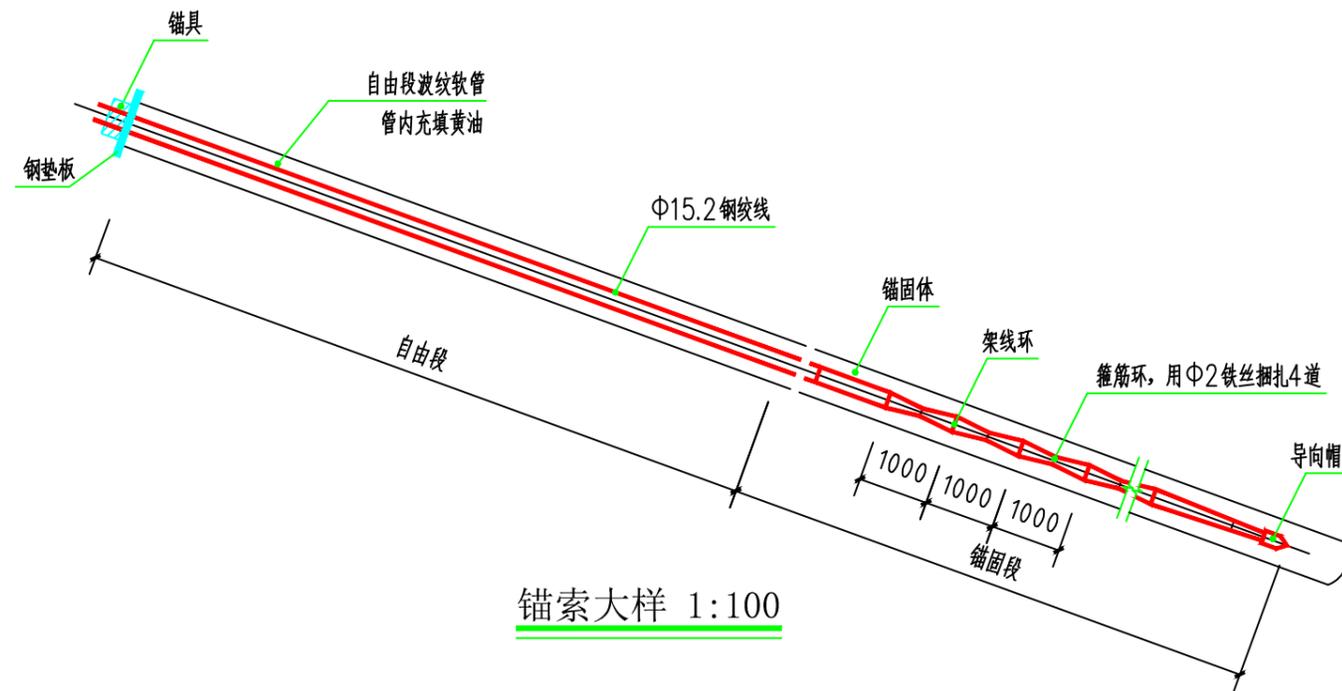


沉砂池盖板配筋图 1:20

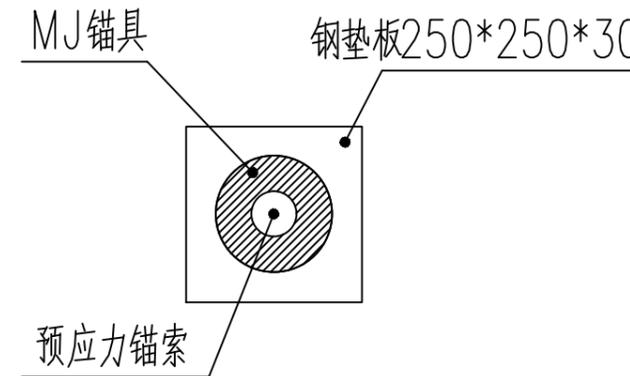


(海大屠宰场北侧地块边坡) 排水沟大样

审核	汪海叶	韶关地质工程勘察院有限公司	地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114			
审定	李华		建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
设计	叶江	工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施	
制图	叶江	大样图二			图号	JS-15
项目技术负责人	林正帆				日期	2025.08
项目负责人	张云					



锚索大样 1:100

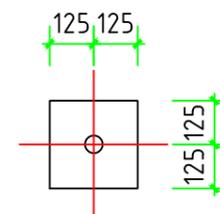


锚固构造图 1:10

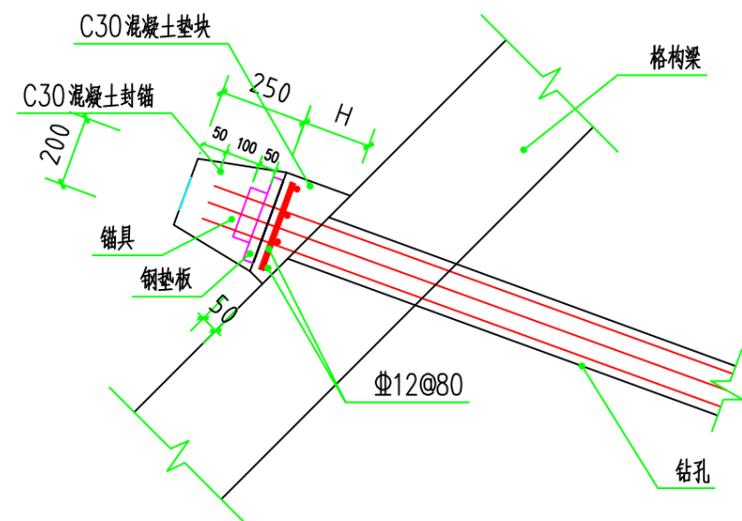


锚索托架大样 (4索) 1:5

导向帽大样图 1:5

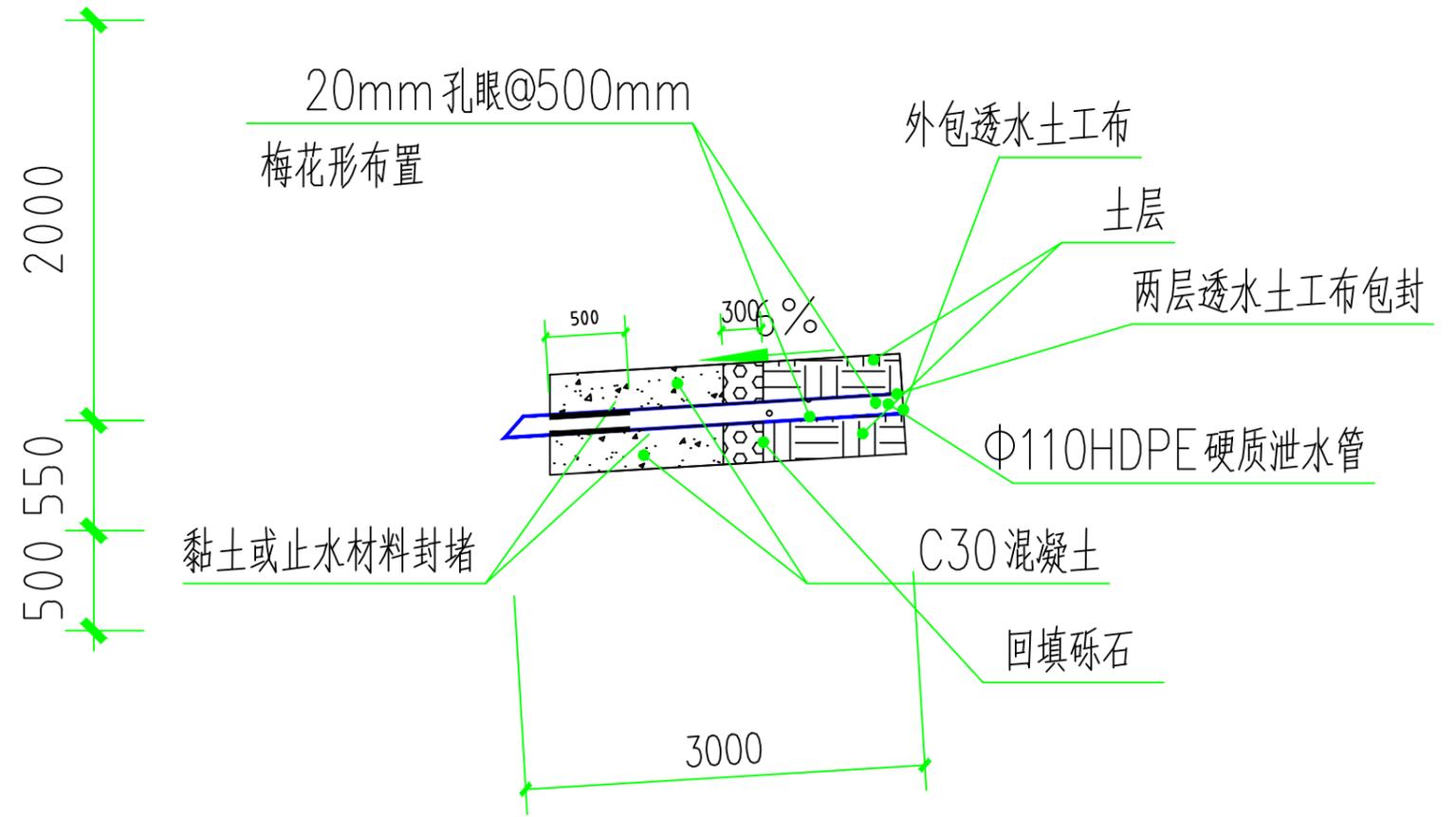
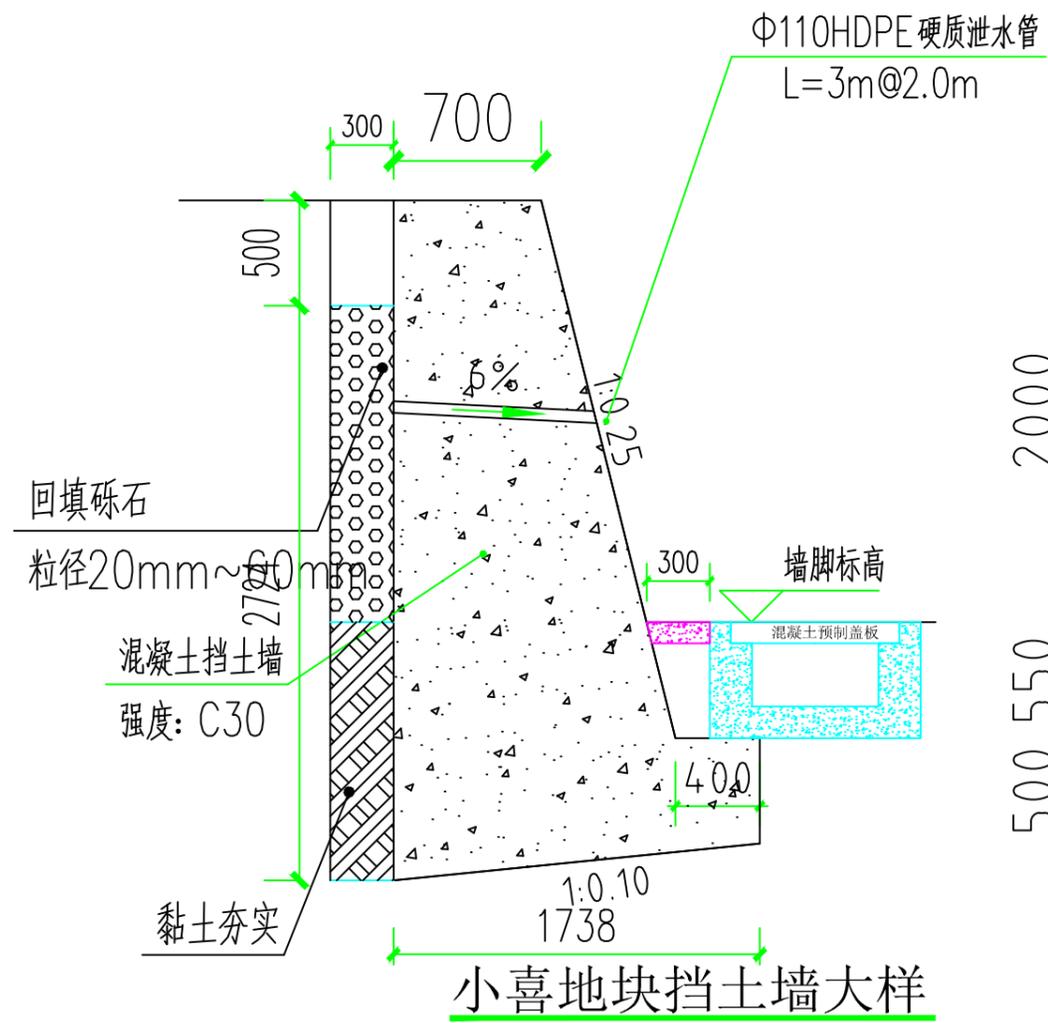


钢垫板大样图



格构梁封锚大样图 1:20

审核	汪海叶	 韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李作		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶江	大样图三		图号	JS-16	
制图	叶江			日期	2025.08	
项目技术负责人	林正帆					
项目负责人	张云					

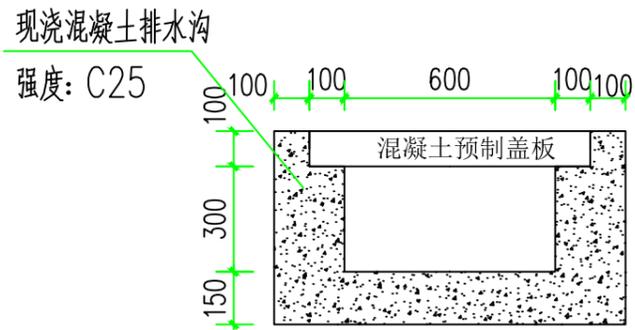


挡土墙泄水管大样 1:50

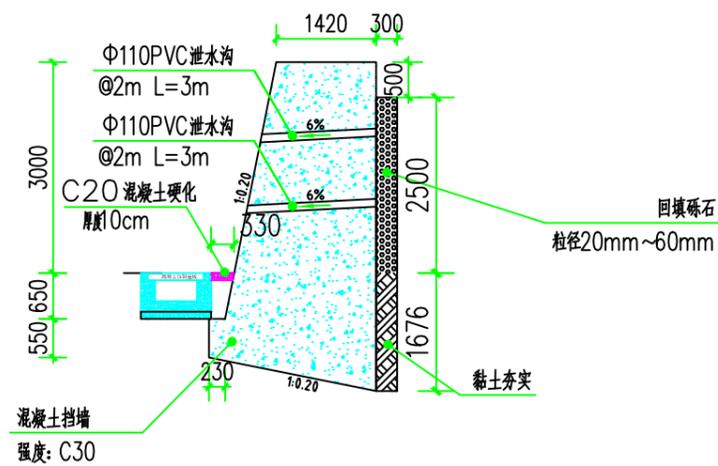


平地施工道路平面图

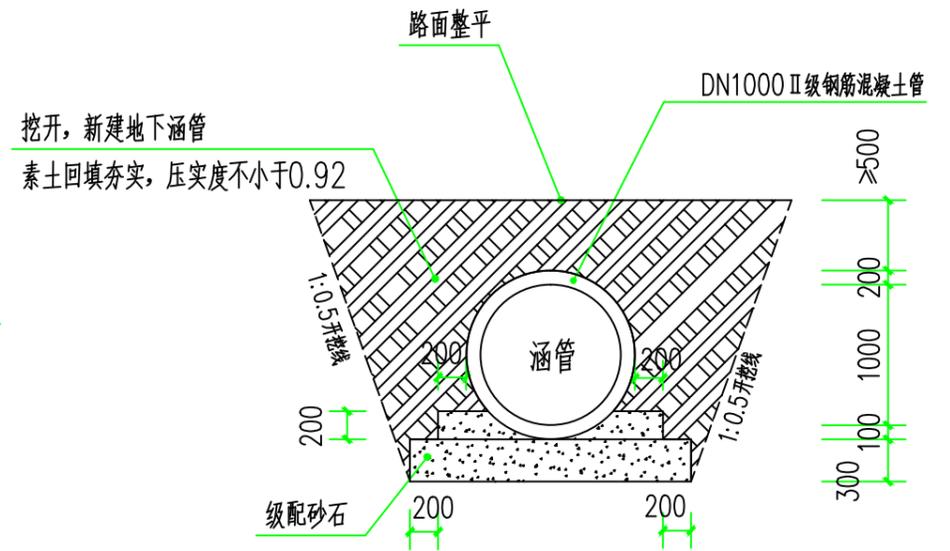
审核	汪海叶	韶关地质工程勘察院有限公司	地质灾害防治设计资质证书:甲级 440020231120114		
审定	李作		建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号
设计	叶叶	工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)		
制图	叶叶	大样图四		图别	结施
项目技术负责人	林正帆	图号	JS-17		
项目负责人	张云	日期	2025.08		



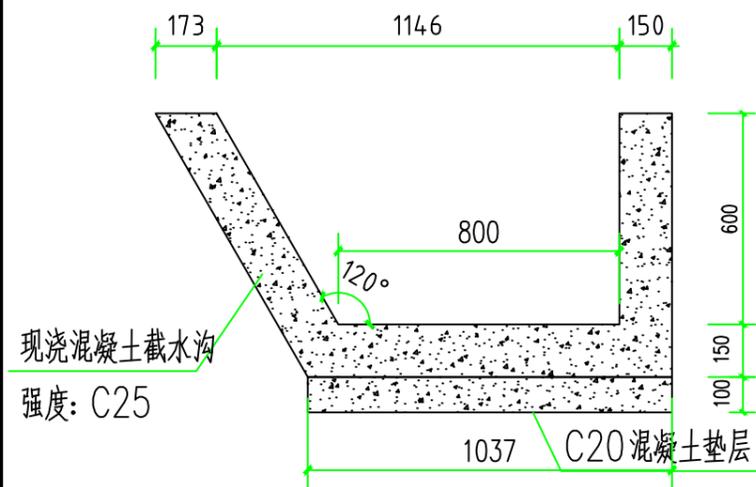
(泽雨科技地块边坡) 坡脚排水沟大样



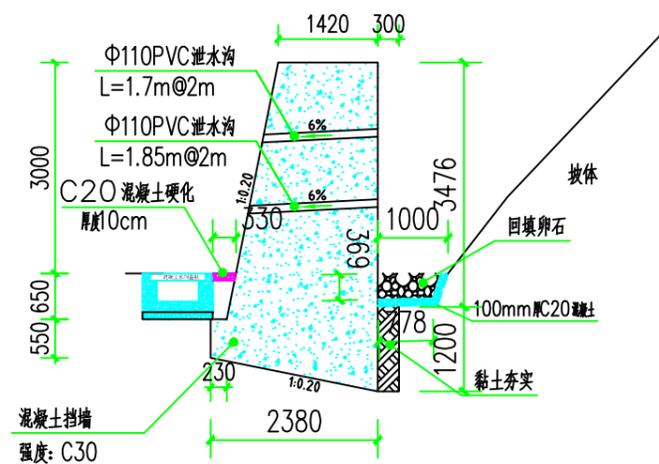
(泽雨新材料地块边坡C-D段) 挡土墙大样



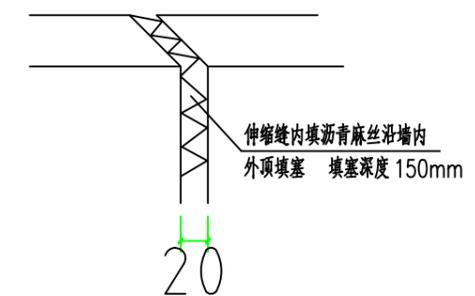
涵管做法大样图



(海大屠宰场北侧地块边坡) 截水沟大样



(泽雨新材料地块边坡A-B段) 挡土墙大样

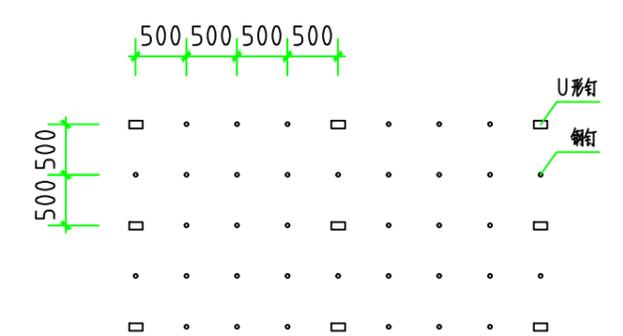
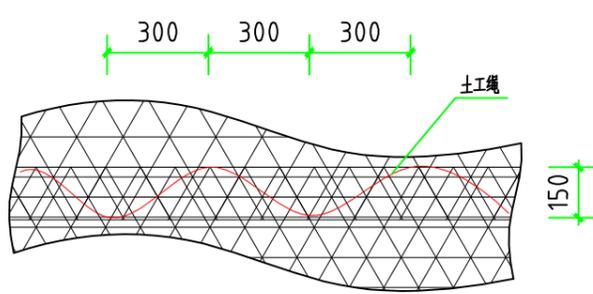
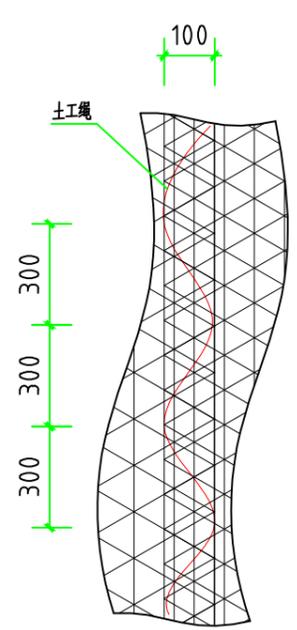
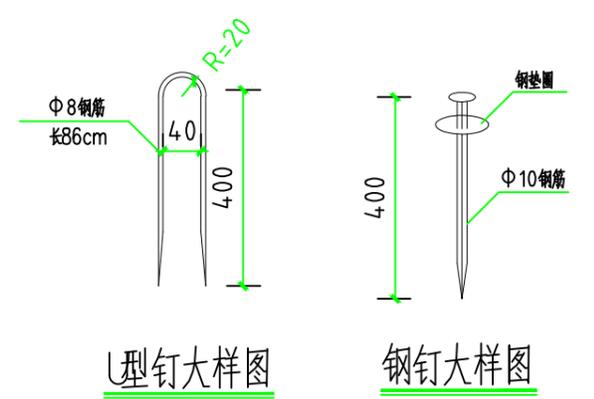
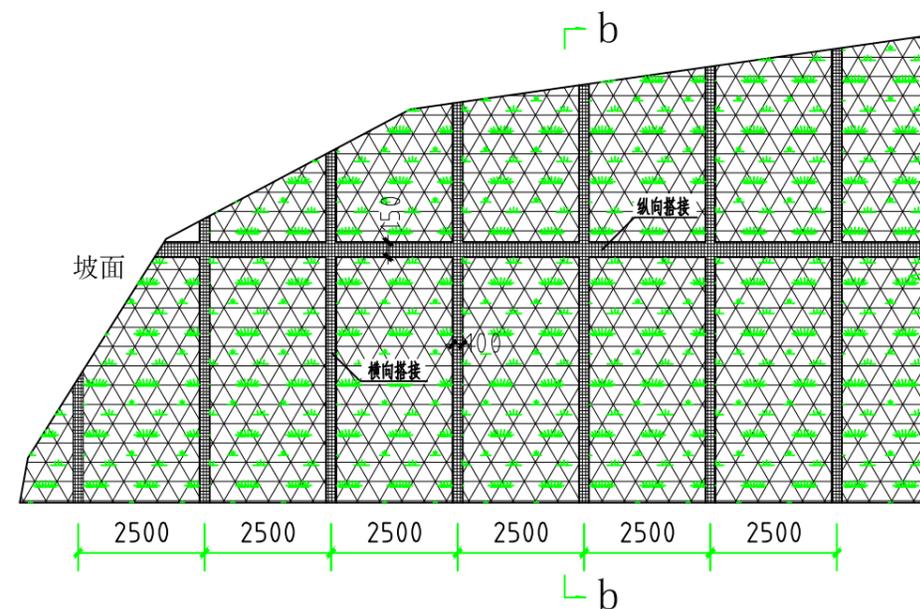
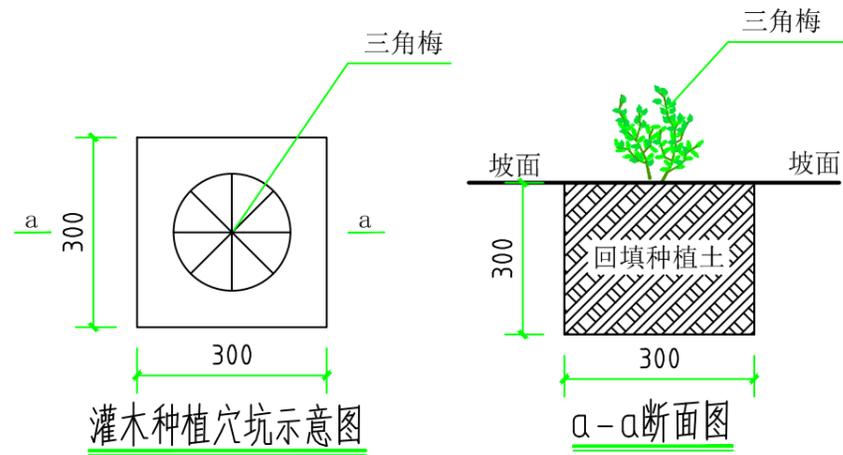


挡土墙伸缩缝大样图

说明:

- 1、本图尺寸除注明外,其余均以mm为单位;
- 2、由于涵管途经规划厂房地,涵管施工前需要跟坡脚企业及业主单位沟通协商具体的埋置深度。避免与厂房基础建设产生冲突。

审核	汪海叶	韶关地质工程勘察院有限公司	韶关地质工程勘察院有限公司			
审定	李华		地质灾害防治设计资质证书:甲级 440020231120114			
设计	叶江	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02	
制图	叶江	工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施	
项目技术负责人	林正帆	大样图五			图号	JS-18
项目负责人	张云				日期	2025.08

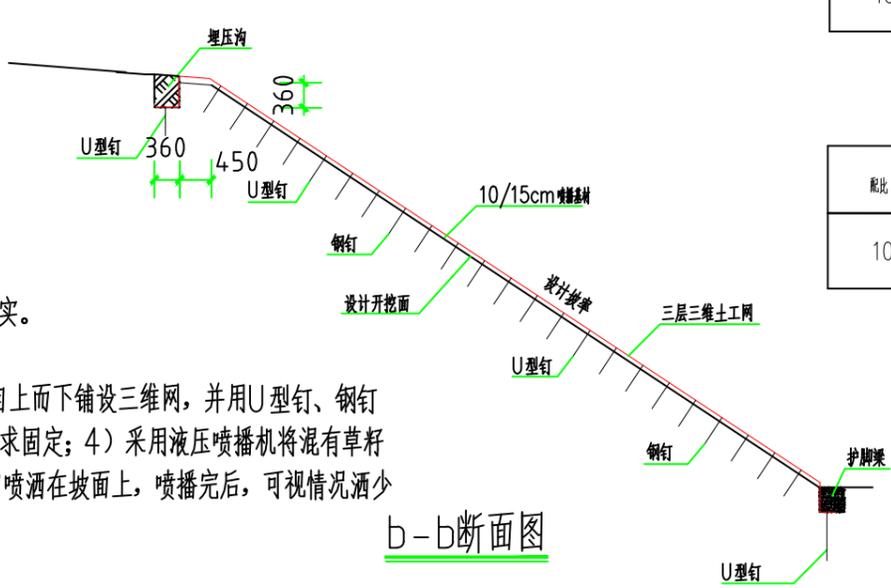


喷播基材工程量统计 (每平方米)

配比 (质量比)	种植土	腐植质	长效复合肥	保水剂	固土剂	有机纤维	混合植物种子
15cm	0.15方	6.0kg	0.03kg	0.70kg	0.025kg	0.50kg	140g

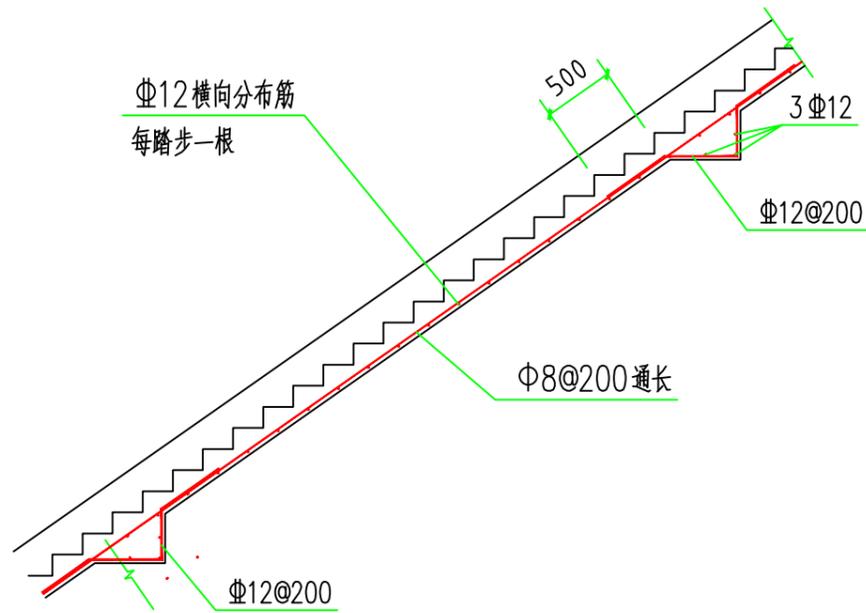
喷播基材工程量统计 (每平方米)

配比 (质量比)	种植土	腐植质	长效复合肥	保水剂	固土剂	有机纤维	混合植物种子
10cm	0.10方	4.0kg	0.02kg	0.47kg	0.017kg	0.33kg	100g

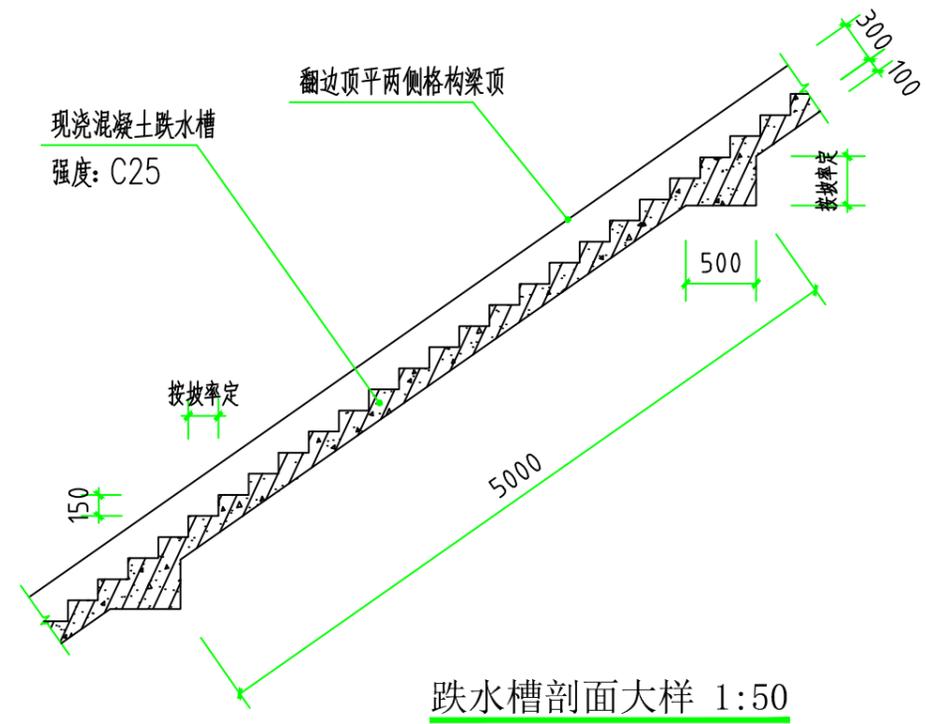


- 说明:
- 1、图中尺寸均以毫米计。
 - 2、三维土工网的抗拉强度 $\geq 25\text{KN/m}$ 。
 - 3、三维网坡顶采用埋压沟，沟底加U型钉固定，沟内填土夯实。
 - 4、三维网坡脚埋入护脚梁内50cm，并用U型钉固定。
 - 5、施工顺序为：1) 人工清理边坡，削除杂物；2) 沿坡面自上而下铺设三维网，并用U型钉、钢钉从上至下固定，使网垫贴坡面；3) 坡顶、坡脚分别按设计要求固定；4) 采用液压喷播机将混有草籽、肥料、土壤改良剂、种子粘结剂、保水剂和水的混合物均匀喷洒在坡面上，喷播完后，可视情况洒少许土；5) 覆盖无纺布并及时洒水养护，直至植草成坪。

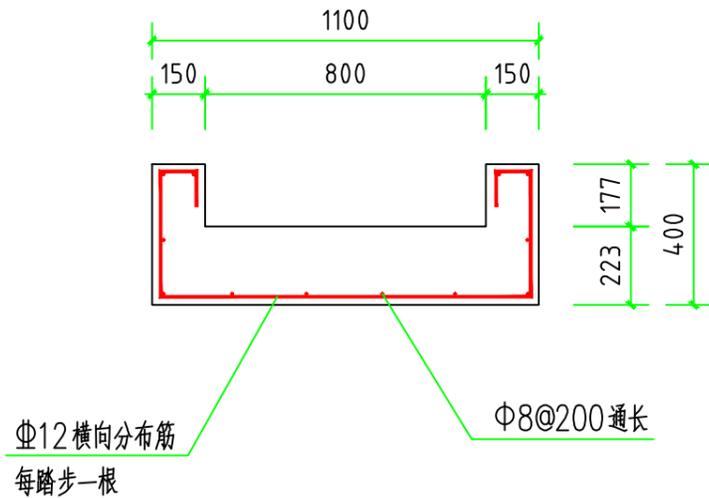
审核	江泳	韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书:甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶江	大样图六	项目负责人	林正帆	图号	JS-19
制图	叶江		项目负责人	张云	日期	2025.08



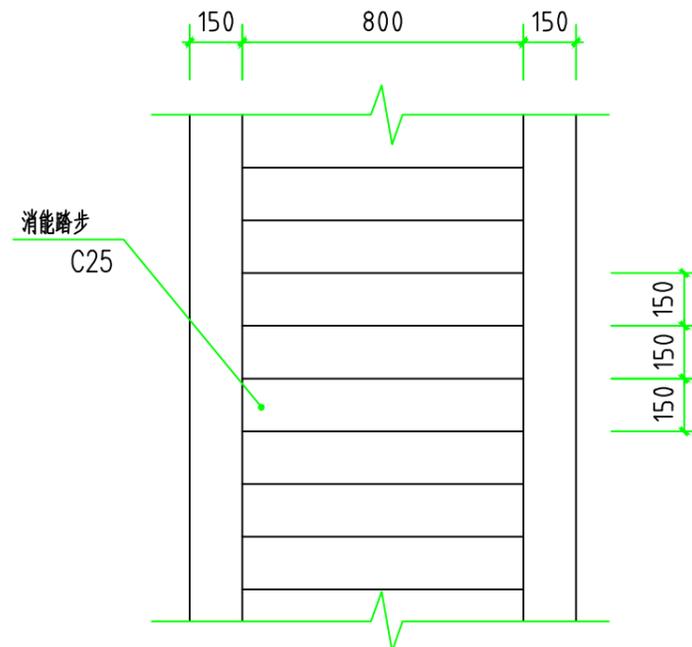
跌水槽配筋大样 1:50



跌水槽剖面大样 1:50



跌水槽断面配筋大样 1:20



跌水槽立面大样 1:20

审核	汪海叶	 韶关地质工程勘察院有限公司 地质灾害防治设计资质证书: 甲级 440020231120114	建设单位	韶关高新技术产业开发区创业服务中心	设计号	2025DZ02
审定	李华		工程名称	广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套设施建设项目边坡治理工程(二期)	图别	结施
设计	叶江	大样图七		图号	JS-20	
制图	叶江			日期	2025.08	
项目技术负责人	林正斌					
项目负责人	张云					

广东省韶关市韶关高新技术产业开发区园区配套基础设施 建设项目边坡治理工程（二期）施工图设计计算书

一、1-1 剖面边坡稳定性分析（天然）

稳定性分析

验算方法：中国规范

地震荷载分析：GB 50330-2013 中国建筑边坡工程技术规范

安全系数			
持久设计状况			
折线滑面的安全系数：	$SF_{polyg} =$	1.25	[-]
圆弧滑面的安全系数：	$SF_{circ} =$	1.25	[-]

岩土材料参数 - 总应力状态 ϕ_{cu}, c_{cu}

编号	名称	图例	ϕ_{ef}	c_{ef}	γ
			[°]	[kPa]	[kN/m ³]
1	2、粉质黏土		9.40	20.20	18.30
2	3、含砾粉质黏土		21.10	24.70	19.40

刚性材料

编号	名称	图例	γ
			[kN/m ³]
1	挡土墙		25.00

锚杆

编号	锚头		自由段长度 l [m]	锚固段长度 l _k [m]	倾角 α [°]	水平间距 b [m]	锚固力 F [kN]
	x [m]	z [m]					
1	38.40	6.26	6.00	12.00	160.00	2.50	240.00
2	35.27	8.76	6.00	12.00	160.00	2.50	240.00
3	32.15	11.26	6.00	17.00	160.00	2.50	240.00
4	26.40	14.26	6.00	17.00	160.00	2.50	240.00

编号	锚头		自由段长度 l [m]	锚固段长度 l _k [m]	倾角 α [°]	水平间距 b [m]	锚固力 F [kN]
	x [m]	z [m]					
5	23.27	16.76	6.00	17.00	160.00	2.50	240.00
6	20.15	19.26	6.00	12.00	160.00	2.50	240.00
7	17.02	21.76	6.00	12.00	160.00	2.50	240.00

地震荷载

不考虑地震

工况阶段设置

设计状况：持久设计状况

结果(天然状态)

分析 1

圆弧滑动面

滑动面参数							
圆心：	x =	37.35	[m]	角度：	α ₁ =	-68.00	[°]
	z =	38.27	[m]		α ₂ =	16.94	[°]
半径：	R =	36.86	[m]	自动搜索后的滑动面			

边坡稳定性验算 (毕肖普法(Bishop))

滑面上滑力的总和： $F_a = 2939.76$ kN/m

滑面上抗滑力的总和： $F_p = 4237.56$ kN/m

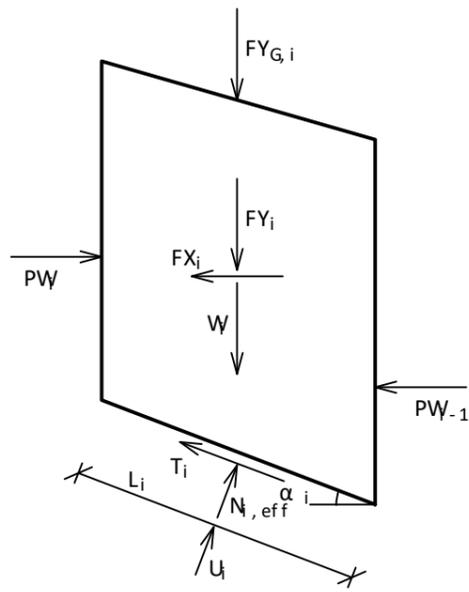
下滑力矩： $M_a = 108359.58$ kNm/m

抗滑力矩： $M_p = 156196.31$ kNm/m

安全系数 = 1.44 > 1.25

边坡稳定性 满足要求

力 (详细结果)



稳定性系数 $F_s = 1.441$

半径 $R = 36.86 \text{ m}$

条块 1:

$$L_1 = 2.33 \text{ m} \quad \alpha_1 = -15.13^\circ \quad c_1 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_1 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_1 = 13.23 \text{ kN/m} \quad M_{1,W} = -127.30 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{1,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{1,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{1,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_1 &= 26.40 \text{ kN/m} & T_1 &= 46.94 \text{ kN/m} & M_{1,T} &= 1730.03 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 2:

$$L_2 = 2.29 \text{ m} \quad \alpha_2 = -11.54^\circ \quad c_2 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_2 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_2 = 36.65 \text{ kN/m} \quad M_{2,W} = -270.22 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{2,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{2,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{2,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_2 &= 48.06 \text{ kN/m} & T_2 &= 52.14 \text{ kN/m} & M_{2,T} &= 1921.99 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 3:

$$L_3 = 2.27 \text{ m} \quad \alpha_3 = -8.00^\circ \quad c_3 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_3 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_3 = 122.95 \text{ kN/m} \quad M_{3,W} = -630.41 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{3,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{3,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{3,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_3 &= 134.69 \text{ kN/m} & T_3 &= 74.92 \text{ kN/m} & M_{3,T} &= 2761.46 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 4:

$$L_4 = 2.25 \text{ m} \quad \alpha_4 = -4.49^\circ \quad c_4 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_4 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_4 = 153.28 \text{ kN/m} \quad M_{4,W} = -441.66 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{4,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{4,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{4,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_4 &= 160.14 \text{ kN/m} & T_4 &= 81.47 \text{ kN/m} & M_{4,T} &= 3003.01 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 5:

$$L_5 = 2.25 \text{ m} \quad \alpha_5 = -0.99^\circ \quad c_5 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_5 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_5 = 224.68 \text{ kN/m} \quad M_{5,W} = -142.79 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{5,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{5,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{5,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_5 &= 226.43 \text{ kN/m} & T_5 &= 99.10 \text{ kN/m} & M_{5,T} &= 3652.91 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 6:

$$L_6 = 2.25 \text{ m} \quad \alpha_6 = 2.51^\circ \quad c_6 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_6 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_6 = 301.66 \text{ kN/m} \quad M_{6,W} = 485.78 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{6,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{6,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{6,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_6 &= 296.79 \text{ kN/m} & T_6 &= 117.97 \text{ kN/m} & M_{6,T} &= 4348.31 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 7:

$$L_7 = 2.26 \text{ m} \quad \alpha_7 = 6.01^\circ \quad c_7 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_7 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_7 = 372.54 \text{ kN/m} \quad M_{7,W} = 1436.62 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{7,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{7,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{7,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_7 &= 360.37 \text{ kN/m} & T_7 &= 135.17 \text{ kN/m} & M_{7,T} &= 4982.21 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 8:

$$L_8 = 2.28 \text{ m} \quad \alpha_8 = 9.53^\circ \quad c_8 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_8 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_8 = 437.58 \text{ kN/m} \quad M_{8,W} = 2670.17 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{8,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{8,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{8,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_8 &= 418.34 \text{ kN/m} & T_8 &= 151.01 \text{ kN/m} & M_{8,T} &= 5566.25 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 9:

$$L_9 = 2.31 \text{ m} \quad \alpha_9 = 13.10^\circ \quad c_9 = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_9 = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_9 = 459.21 \text{ kN/m} \quad M_{9,W} = 3833.52 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{9,anch} &= 37.50 \text{ kN/m} & FY_{9,anch} &= 13.65 \text{ kN/m} & M_{9,anch} &= 1214.73 \text{ kNm/m} \\ N_9 &= 448.37 \text{ kN/m} & T_9 &= 159.54 \text{ kN/m} & M_{9,T} &= 5880.55 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 10:

$$L_{10} = 2.34 \text{ m} \quad \alpha_{10} = 16.71^\circ \quad c_{10} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{10} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{10} = 478.63 \text{ kN/m} \quad M_{10,W} = 5070.64 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{10,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{10,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{10,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_{10} &= 451.40 \text{ kN/m} & T_{10} &= 161.02 \text{ kN/m} & M_{10,T} &= 5935.09 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 11:

$$L_{11} = 2.40 \text{ m} \quad \alpha_{11} = 20.40^\circ \quad c_{11} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{11} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{11} = 524.17 \text{ kN/m} \quad M_{11,W} = 6730.22 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{11,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{11,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{11,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_{11} &= 494.72 \text{ kN/m} & T_{11} &= 173.49 \text{ kN/m} & M_{11,T} &= 6394.88 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 12:

$$L_{12} = 2.46 \text{ m} \quad \alpha_{12} = 24.17^\circ \quad c_{12} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{12} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{12} = 560.47 \text{ kN/m} \quad M_{12,W} = 8455.06 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{12,anch} &= 26.03 \text{ kN/m} & FY_{12,anch} &= 9.47 \text{ kN/m} & M_{12,anch} &= 748.35 \text{ kNm/m} \\ N_{12} &= 540.81 \text{ kN/m} & T_{12} &= 186.95 \text{ kN/m} & M_{12,T} &= 6891.07 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 13:

$$L_{13} = 2.55 \text{ m} \quad \alpha_{13} = 28.07^\circ \quad c_{13} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{13} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{13} = 587.61 \text{ kN/m} \quad M_{13,W} = 10184.23 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{13,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{13,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{13,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_{13} &= 562.39 \text{ kN/m} & T_{13} &= 194.16 \text{ kN/m} & M_{13,T} &= 7156.75 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 14:

$$L_{14} = 2.65 \text{ m} \quad \alpha_{14} = 32.11^\circ \quad c_{14} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{14} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{14} = 605.92 \text{ kN/m} \quad M_{14,W} = 11862.52 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{14,anch} &= 32.46 \text{ kN/m} & FY_{14,anch} &= 11.81 \text{ kN/m} & M_{14,anch} &= 815.19 \text{ kNm/m} \\ N_{14} &= 599.98 \text{ kN/m} & T_{14} &= 206.04 \text{ kN/m} & M_{14,T} &= 7594.74 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 15:

$$L_{15} = 2.79 \text{ m} \quad \alpha_{15} = 36.33^\circ \quad c_{15} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{15} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{15} = 598.81 \text{ kN/m} \quad M_{15,W} = 13068.11 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{15,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{15,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{15,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_{15} &= 591.70 \text{ kN/m} & T_{15} &= 206.17 \text{ kN/m} & M_{15,T} &= 7599.24 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 16:

$$L_{16} = 2.97 \text{ m} \quad \alpha_{16} = 40.81^\circ \quad c_{16} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{16} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{16} = 542.11 \text{ kN/m} \quad M_{16,W} = 13048.15 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{16,anch} &= 36.17 \text{ kN/m} & FY_{16,anch} &= 13.17 \text{ kN/m} & M_{16,anch} &= 724.34 \text{ kNm/m} \\ N_{16} &= 560.22 \text{ kN/m} & T_{16} &= 200.81 \text{ kN/m} & M_{16,T} &= 7401.92 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 17:

$$L_{17} = 3.21 \text{ m} \quad \alpha_{17} = 45.61^\circ \quad c_{17} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{17} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{17} = 467.67 \text{ kN/m} \quad M_{17,W} = 12306.96 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{17,anch} &= 37.31 \text{ kN/m} & FY_{17,anch} &= 13.58 \text{ kN/m} & M_{17,anch} &= 611.37 \text{ kNm/m} \\ N_{17} &= 496.10 \text{ kN/m} & T_{17} &= 187.82 \text{ kN/m} & M_{17,T} &= 6922.95 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 18:

$$L_{18} = 3.56 \text{ m} \quad \alpha_{18} = 50.87^\circ \quad c_{18} = 24.70 \text{ kPa} \quad \phi_{18} = 21.10^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{18} = 367.75 \text{ kN/m} \quad M_{18,W} = 10503.36 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{18,anch} &= 30.52 \text{ kN/m} & FY_{18,anch} &= 11.11 \text{ kN/m} & M_{18,anch} &= 389.07 \text{ kNm/m} \\ N_{18} &= 395.31 \text{ kN/m} & T_{18} &= 166.81 \text{ kN/m} & M_{18,T} &= 6148.56 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 19:

$$L_{19} = 4.11 \text{ m} \quad \alpha_{19} = 56.83^\circ \quad c_{19} = 23.80 \text{ kPa} \quad \phi_{19} = 18.76^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{19} = 242.11 \text{ kN/m} \quad M_{19,W} = 7458.84 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{19,anch} &= 36.28 \text{ kN/m} & FY_{19,anch} &= 13.21 \text{ kN/m} & M_{19,anch} &= 330.55 \text{ kNm/m} \\ N_{19} &= 266.80 \text{ kN/m} & T_{19} &= 130.65 \text{ kN/m} & M_{19,T} &= 4815.66 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

条块 20:

$$L_{20} = 5.13 \text{ m} \quad \alpha_{20} = 64.01^\circ \quad c_{20} = 20.20 \text{ kPa} \quad \phi_{20} = 9.40^\circ$$

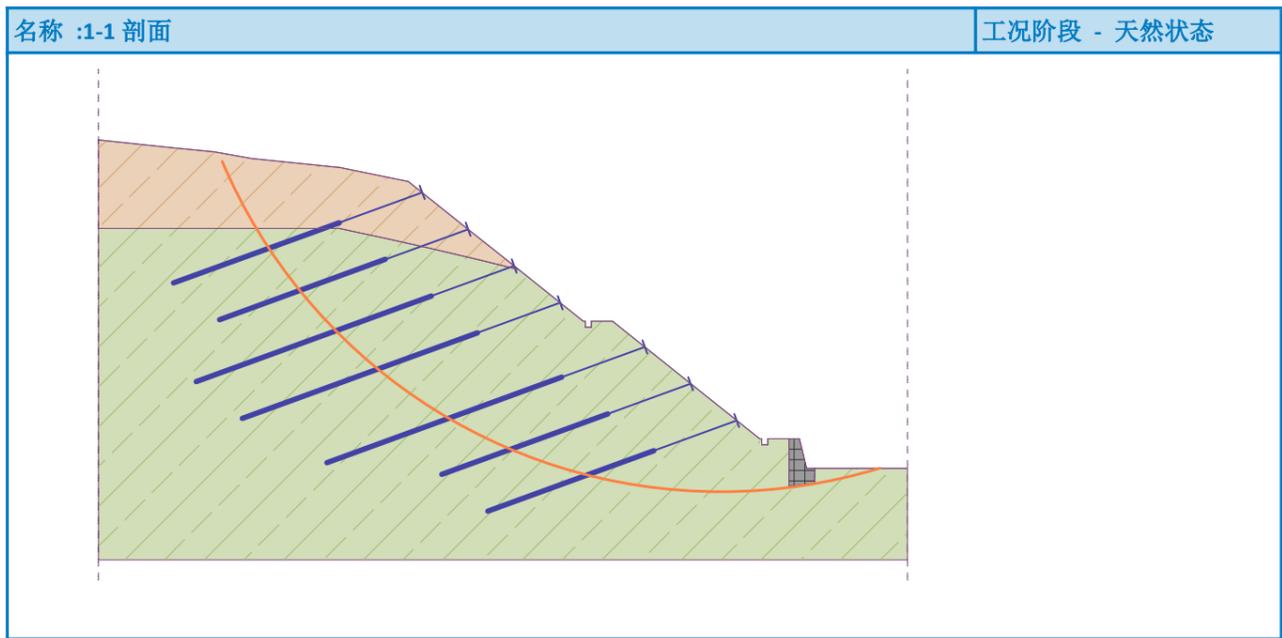
推力和弯矩:

$$W_{20} = 86.46 \text{ kN/m} \quad M_{20,W} = 2857.76 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$\begin{aligned} FX_{20,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & FY_{20,anch} &= 0.00 \text{ kN/m} & M_{20,anch} &= 0.00 \text{ kNm/m} \\ N_{20} &= 40.44 \text{ kN/m} & T_{20} &= 76.47 \text{ kN/m} & M_{20,T} &= 2818.77 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$\Sigma M_{act} = 108359.58 \text{ kNm/m} \quad F_s * \Sigma M_{pas} = 156196.31 \text{ kNm/m}$$



二、1-1 剖面边坡稳定性分析（饱和）

稳定性分析

验算方法：中国规范

地震荷载分析：GB 50330-2013 中国建筑边坡工程技术规范

安全系数			
持久设计状况			
折线滑面的安全系数：	SF _{polyg} =	1.20	[-]
圆弧滑面的安全系数：	SF _{circ} =	1.20	[-]

岩土材料参数 - 总应力状态 ϕ_{cu}, c_{cu}

编号	名称	图例	ϕ_{cu} [°]	c_{cu} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	2、粉质黏土		6.40	9.70	18.90
2	3、含砾粉质黏土		17.40	18.30	19.90

刚性材料

编号	名称	图例	γ [kN/m ³]
1	挡土墙		25.00

锚杆

编号	锚头		自由段长度 l [m]	锚固段长度 l _k [m]	倾角 α [°]	水平间距 b [m]	锚固力 F [kN]
	x [m]	z [m]					
1	38.40	6.26	6.00	12.00	160.00	2.50	240.00
2	35.27	8.76	6.00	12.00	160.00	2.50	240.00
3	32.15	11.26	6.00	17.00	160.00	2.50	240.00
4	26.40	14.26	6.00	17.00	160.00	2.50	240.00
5	23.27	16.76	6.00	17.00	160.00	2.50	240.00
6	20.15	19.26	6.00	12.00	160.00	2.50	240.00

编号	锚头		自由段长度 l [m]	锚固段长度 l _k [m]	倾角 α [°]	水平间距 b [m]	锚固力 F [kN]
	x [m]	z [m]					
7	17.02	21.76	6.00	12.00	160.00	2.50	240.00

地震荷载

不考虑地震

工况阶段设置

设计状况：持久设计状况

结果(饱和状态)

分析 1

折线滑动面

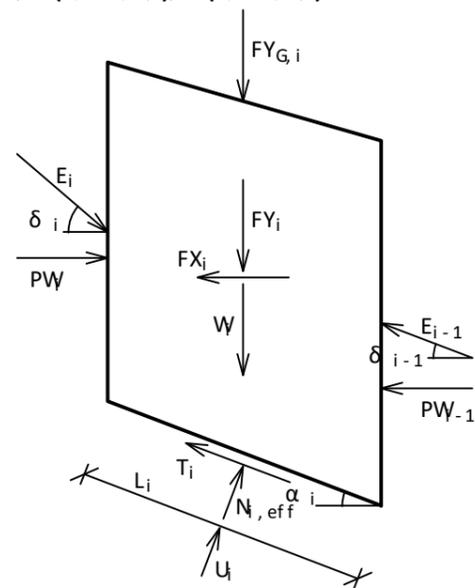
滑动面坐标点 [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
7.82	23.83	8.39	22.34	17.01	12.50	23.46	7.29	26.59	6.12
33.83	5.11	38.39	6.26						
自动搜索后的滑动面									

边坡稳定性验算 (毕肖普法(Bishop))

安全系数 = 1.27 > 1.20

边坡稳定性 满足要求

力 (详细结果)力 (详细结果)



推力 - 极限状态:

0.00 kN/m, 0.00 °; 318.27 kN/m, 12.69 °; 605.48 kN/m, 12.69 °; 660.44 kN/m, 12.69 °; 454.78 kN/m, 12.69 °;

-8.98 kN/m, 12.69 °; 0.00 kN/m, 0.00 °

推力 - 剩余下滑力:

79.33 kN/m, 0.00 °; 398.42 kN/m, 12.69 °; 664.19 kN/m, 12.69 °; 708.51 kN/m, 12.69 °; 477.76 kN/m, 12.69 °;

-7.68 kN/m, 12.69 °; 0.00 kN/m, 0.00 °

推力 - 剩余抗滑力:

0.00 kN/m, 0.00 °; 306.43 kN/m, 12.69 °; 572.20 kN/m, 12.69 °; 616.53 kN/m, 12.69 °; 385.77 kN/m, 12.69 °;

-99.67 kN/m, 12.69 °; -132.34 kN/m, 0.00 °

稳定性系数 $F_s = 1.270$

条块 1:

$L_1 = 4.71 \text{ m}$ $\alpha_1 = -14.19^\circ$ $c_1 = 18.30 \text{ kPa}$ $\phi_1 = 17.40^\circ$
 $W_1 = 217.97 \text{ kN/m}$ $U_1 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_0 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_1 = 0.00 \text{ kN/m}$
 $FX_{1,anch} = 69.09 \text{ kN/m}$ $FY_{1,anch} = 25.15 \text{ kN/m}$ $M_{1,anch} = -233.49 \text{ kNm/m}$
 $N_1 = 362.67 \text{ kN/m}$ $T_1 = 157.31 \text{ kN/m}$
 $E_0 = 0.00 \text{ kN/m}$ $\delta_0 = 0.00^\circ$ $E_1 = 318.27 \text{ kN/m}$ $\delta_1 = 12.69^\circ$

条块 2:

$L_2 = 7.31 \text{ m}$ $\alpha_2 = 7.94^\circ$ $c_2 = 18.30 \text{ kPa}$ $\phi_2 = 17.40^\circ$
 $W_2 = 957.46 \text{ kN/m}$ $U_2 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_1 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_2 = 0.00 \text{ kN/m}$
 $FX_{2,anch} = 68.96 \text{ kN/m}$ $FY_{2,anch} = 25.10 \text{ kN/m}$ $M_{2,anch} = -340.60 \text{ kNm/m}$
 $N_2 = 1006.45 \text{ kN/m}$ $T_2 = 353.68 \text{ kN/m}$
 $E_1 = 318.27 \text{ kN/m}$ $\delta_1 = 12.69^\circ$ $E_2 = 605.48 \text{ kN/m}$ $\delta_2 = 12.69^\circ$

条块 3:

$L_3 = 3.34 \text{ m}$ $\alpha_3 = 20.50^\circ$ $c_3 = 18.30 \text{ kPa}$ $\phi_3 = 17.40^\circ$
 $W_3 = 539.07 \text{ kN/m}$ $U_3 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_2 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_3 = 0.00 \text{ kN/m}$
 $FX_{3,anch} = 73.79 \text{ kN/m}$ $FY_{3,anch} = 26.86 \text{ kN/m}$ $M_{3,anch} = -520.54 \text{ kNm/m}$
 $N_3 = 548.47 \text{ kN/m}$ $T_3 = 183.48 \text{ kN/m}$
 $E_2 = 605.48 \text{ kN/m}$ $\delta_2 = 12.69^\circ$ $E_3 = 660.44 \text{ kN/m}$ $\delta_3 = 12.69^\circ$

条块 4:

$L_4 = 8.29 \text{ m}$ $\alpha_4 = 38.93^\circ$ $c_4 = 18.30 \text{ kPa}$ $\phi_4 = 17.40^\circ$
 $W_4 = 1180.93 \text{ kN/m}$ $U_4 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_3 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_4 = 0.00 \text{ kN/m}$
 $FX_{4,anch} = 244.14 \text{ kN/m}$ $FY_{4,anch} = 88.86 \text{ kN/m}$ $M_{4,anch} = -2330.00 \text{ kNm/m}$
 $N_4 = 1232.12 \text{ kN/m}$ $T_4 = 423.50 \text{ kN/m}$
 $E_3 = 660.44 \text{ kN/m}$ $\delta_3 = 12.69^\circ$ $E_4 = 454.78 \text{ kN/m}$ $\delta_4 = 12.69^\circ$

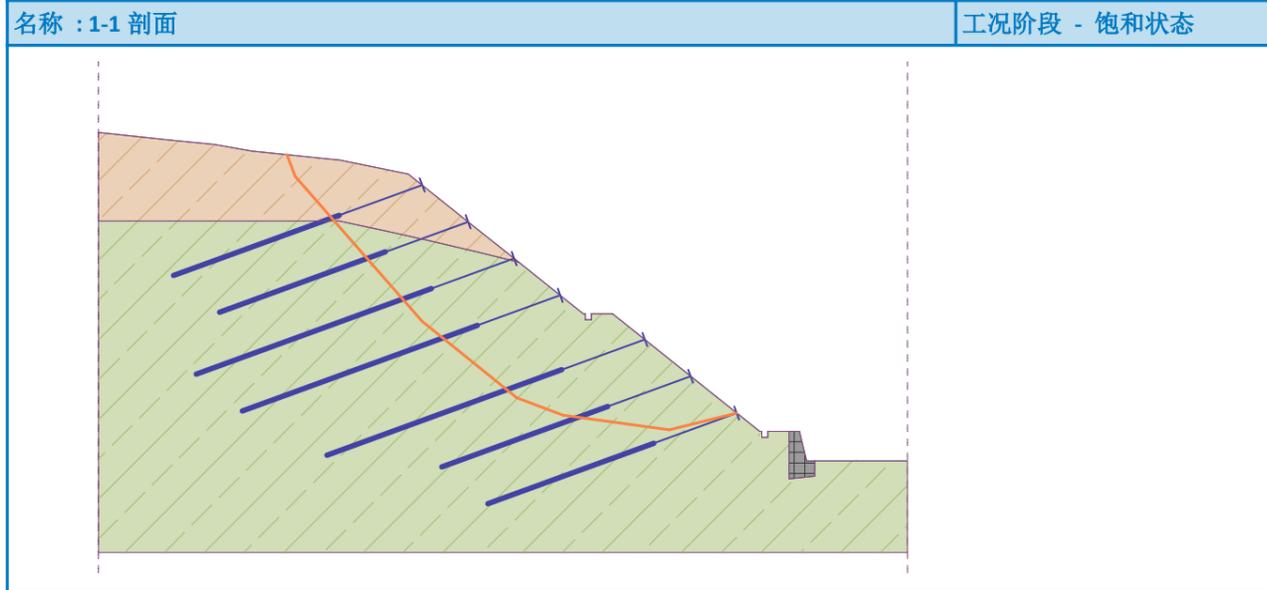
条块 5:

$L_5 = 13.08 \text{ m}$ $\alpha_5 = 48.78^\circ$ $c_5 = 15.58 \text{ kPa}$ $\phi_5 = 13.93^\circ$
 $W_5 = 943.99 \text{ kN/m}$ $U_5 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_4 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_5 = 0.00 \text{ kN/m}$
 $FX_{5,anch} = 0.00 \text{ kN/m}$ $FY_{5,anch} = 0.00 \text{ kN/m}$ $M_{5,anch} = 0.00 \text{ kNm/m}$
 $N_5 = 895.21 \text{ kN/m}$ $T_5 = 335.30 \text{ kN/m}$
 $E_4 = 454.78 \text{ kN/m}$ $\delta_4 = 12.69^\circ$ $E_5 = -8.98 \text{ kN/m}$ $\delta_5 = 12.69^\circ$

条块 6:

$L_6 = 1.59 \text{ m}$ $\alpha_6 = 69.01^\circ$ $c_6 = 9.70 \text{ kPa}$ $\phi_6 = 6.40^\circ$

$W_6 = 7.69 \text{ kN/m}$ $U_6 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_5 = 0.00 \text{ kN/m}$ $PW_6 = 0.00 \text{ kN/m}$
 $FX_{6,anch} = 0.00 \text{ kN/m}$ $FY_{6,anch} = 0.00 \text{ kN/m}$ $M_{6,anch} = 0.00 \text{ kNm/m}$
 $N_6 = 0.00 \text{ kN/m}$ $T_6 = 12.16 \text{ kN/m}$
 $E_5 = -8.98 \text{ kN/m}$ $\delta_5 = 12.69^\circ$ $E_6 = 0.00 \text{ kN/m}$ $\delta_6 = 0.00^\circ$



三、5-5 剖面边坡稳定性分析（天然）

稳定性分析

验算方法：中国规范

地震荷载分析：GB 50330-2013 中国建筑边坡工程技术规范

安全系数			
持久设计状况			
折线滑面的安全系数：	SF _{polyg} =	1.20	[-]
圆弧滑面的安全系数：	SF _{circ} =	1.20	[-]

岩土材料参数 - 总应力状态 ϕ_{cu}, c_{cu}

编号	名称	图例	ϕ_{ef}	c_{ef}	γ
			[°]	[kPa]	[kN/m ³]
1	2、粉质黏土		9.60	20.40	18.20
2	3、含砾粉质黏土		21.30	24.20	19.50

刚性材料

编号	名称	图例	γ
			[kN/m ³]
1	挡土墙		25.00

地震荷载

不考虑地震

工况阶段设置

设计状况：持久设计状况

结果(天然状态)

分析 1

圆弧滑动面

滑动面参数							
圆心 :	x =	21.38	[m]	角度 :	$\alpha_1 =$	-14.76	[°]
	z =	58.57	[m]		$\alpha_2 =$	57.18	[°]
半径 :	R =	58.83	[m]				
自动搜索后的滑动面							

边坡稳定性验算 (毕肖普法(Bishop))

滑面上下滑力的总和 : $F_a = 3673.12 \text{ kN/m}$

滑面上抗滑力的总和 : $F_p = 5653.71 \text{ kN/m}$

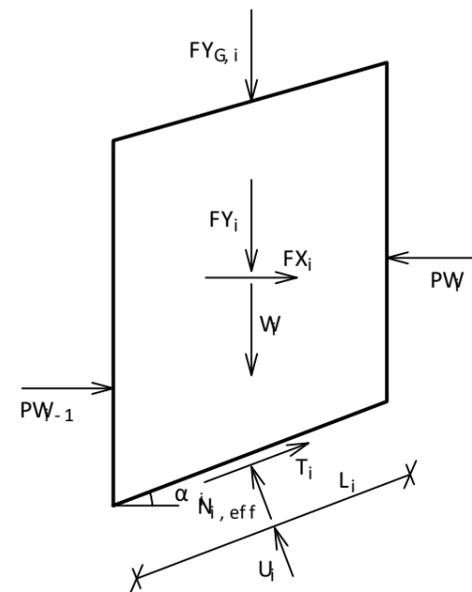
下滑力矩 : $M_a = 216089.38 \text{ kNm/m}$

抗滑力矩 : $M_p = 332607.52 \text{ kNm/m}$

安全系数 = 1.54 > 1.20

边坡稳定性 满足要求

力 (详细结果)



稳定性系数 $F_s = 1.539$

半径 $R = 58.83 \text{ m}$

条块 1:

$L_1 = 3.31 \text{ m}$ $\alpha_1 = -13.14^\circ$ $c_1 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_1 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$W_1 = 23.62 \text{ kN/m}$ $M_{1,W} = -315.92 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_1 = 38.69 \text{ kN/m}$ $T_1 = 61.81 \text{ kN/m}$ $M_{1,T} = 3636.16 \text{ kNm/m}$

条块 2:

$L_2 = 3.27 \text{ m}$ $\alpha_2 = -9.94^\circ$ $c_2 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_2 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$W_2 = 64.98 \text{ kN/m}$ $M_{2,W} = -659.62 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_2 = 78.46 \text{ kN/m}$ $T_2 = 71.29 \text{ kN/m}$ $M_{2,T} = 4194.05 \text{ kNm/m}$

条块 3:

$L_3 = 3.24 \text{ m}$ $\alpha_3 = -6.77^\circ$ $c_3 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_3 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$W_3 = 228.17 \text{ kN/m}$ $M_{3,W} = -1581.25 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_3 = 243.13 \text{ kN/m}$ $T_3 = 112.58 \text{ kN/m}$ $M_{3,T} = 6623.36 \text{ kNm/m}$

条块 4:

$L_4 = 3.23 \text{ m}$ $\alpha_4 = -3.62^\circ$ $c_4 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_4 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$W_4 = 306.92 \text{ kN/m}$ $M_{4,W} = -1138.40 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_4 = 315.80 \text{ kN/m}$ $T_4 = 130.74 \text{ kN/m}$ $M_{4,T} = 7691.30 \text{ kNm/m}$

条块 5:

$L_5 = 3.22 \text{ m}$ $\alpha_5 = -0.48^\circ$ $c_5 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_5 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$W_5 = 404.56 \text{ kN/m}$ $M_{5,W} = -197.38 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_5 = 405.85 \text{ kN/m}$ $T_5 = 153.45 \text{ kN/m}$ $M_{5,T} = 9027.38 \text{ kNm/m}$

条块 6:

$L_6 = 3.22 \text{ m}$ $\alpha_6 = 2.66^\circ$ $c_6 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_6 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$W_6 = 501.87 \text{ kN/m}$ $M_{6,W} = 1371.78 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_6 = 494.23 \text{ kN/m}$ $T_6 = 175.89 \text{ kN/m}$ $M_{6,T} = 10347.54 \text{ kNm/m}$

条块 7:

$L_7 = 3.24 \text{ m}$ $\alpha_7 = 5.81^\circ$ $c_7 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_7 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$W_7 = 588.03 \text{ kN/m}$ $M_{7,W} = 3501.40 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_7 = 571.16 \text{ kN/m}$ $T_7 = 195.58 \text{ kN/m}$ $M_{7,T} = 11506.03 \text{ kNm/m}$

条块 8:

$L_8 = 3.26 \text{ m}$ $\alpha_8 = 8.98^\circ$ $c_8 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_8 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$W_8 = 662.92 \text{ kN/m}$ $M_{8,W} = 6082.78 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_8 = 637.53 \text{ kN/m}$ $T_8 = 212.76 \text{ kN/m}$ $M_{8,T} = 12516.70 \text{ kNm/m}$

条块 9:

$L_9 = 3.30 \text{ m}$ $\alpha_9 = 12.17^\circ$ $c_9 = 24.20 \text{ kPa}$ $\phi_9 = 21.30^\circ$

推力和弯矩:

$$W_9 = 726.27 \text{ kN/m} \quad M_{9,W} = 9003.45 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_9 = 693.89 \text{ kN/m} \quad T_9 = 227.57 \text{ kN/m} \quad M_{9,T} = 13388.01 \text{ kNm/m}$$

条块 10:

$$L_{10} = 3.34 \text{ m} \quad \alpha_{10} = 15.40^\circ \quad c_{10} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{10} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{10} = 774.98 \text{ kN/m} \quad M_{10,W} = 12103.62 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{10} = 737.88 \text{ kN/m} \quad T_{10} = 239.44 \text{ kN/m} \quad M_{10,T} = 14086.11 \text{ kNm/m}$$

条块 11:

$$L_{11} = 3.40 \text{ m} \quad \alpha_{11} = 18.69^\circ \quad c_{11} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{11} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{11} = 756.82 \text{ kN/m} \quad M_{11,W} = 14257.90 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{11} = 719.23 \text{ kN/m} \quad T_{11} = 235.64 \text{ kN/m} \quad M_{11,T} = 13862.99 \text{ kNm/m}$$

条块 12:

$$L_{12} = 3.47 \text{ m} \quad \alpha_{12} = 22.03^\circ \quad c_{12} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{12} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{12} = 779.64 \text{ kN/m} \quad M_{12,W} = 17199.20 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{12} = 742.81 \text{ kN/m} \quad T_{12} = 242.79 \text{ kN/m} \quad M_{12,T} = 14283.28 \text{ kNm/m}$$

条块 13:

$$L_{13} = 3.57 \text{ m} \quad \alpha_{13} = 25.46^\circ \quad c_{13} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{13} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{13} = 790.63 \text{ kN/m} \quad M_{13,W} = 19988.40 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{13} = 757.60 \text{ kN/m} \quad T_{13} = 247.99 \text{ kN/m} \quad M_{13,T} = 14589.53 \text{ kNm/m}$$

条块 14:

$$L_{14} = 3.68 \text{ m} \quad \alpha_{14} = 28.99^\circ \quad c_{14} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{14} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{14} = 783.28 \text{ kN/m} \quad M_{14,W} = 22325.58 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{14} = 757.14 \text{ kN/m} \quad T_{14} = 249.69 \text{ kN/m} \quad M_{14,T} = 14689.08 \text{ kNm/m}$$

条块 15:

$$L_{15} = 3.83 \text{ m} \quad \alpha_{15} = 32.65^\circ \quad c_{15} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{15} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{15} = 758.75 \text{ kN/m} \quad M_{15,W} = 24070.69 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{15} = 742.16 \text{ kN/m} \quad T_{15} = 248.14 \text{ kN/m} \quad M_{15,T} = 14598.11 \text{ kNm/m}$$

条块 16:

$$L_{16} = 4.01 \text{ m} \quad \alpha_{16} = 36.47^\circ \quad c_{16} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{16} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{16} = 693.43 \text{ kN/m} \quad M_{16,W} = 24232.08 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{16} = 687.09 \text{ kN/m} \quad T_{16} = 237.01 \text{ kN/m} \quad M_{16,T} = 13943.56 \text{ kNm/m}$$

条块 17:

$$L_{17} = 4.23 \text{ m} \quad \alpha_{17} = 40.48^\circ \quad c_{17} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{17} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{17} = 591.46 \text{ kN/m} \quad M_{17,W} = 22573.69 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{17} = 592.64 \text{ kN/m} \quad T_{17} = 216.70 \text{ kN/m} \quad M_{17,T} = 12748.27 \text{ kNm/m}$$

条块 18:

$$L_{18} = 4.54 \text{ m} \quad \alpha_{18} = 44.75^\circ \quad c_{18} = 24.20 \text{ kPa} \quad \phi_{18} = 21.30^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{18} = 499.31 \text{ kN/m} \quad M_{18,W} = 20665.32 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{18} = 505.47 \text{ kN/m} \quad T_{18} = 199.35 \text{ kN/m} \quad M_{18,T} = 11727.67 \text{ kNm/m}$$

条块 19:

$$L_{19} = 4.95 \text{ m} \quad \alpha_{19} = 49.37^\circ \quad c_{19} = 21.44 \text{ kPa} \quad \phi_{19} = 12.79^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{19} = 365.26 \text{ kN/m} \quad M_{19,W} = 16293.85 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{19} = 410.13 \text{ kN/m} \quad T_{19} = 129.39 \text{ kN/m} \quad M_{19,T} = 7611.81 \text{ kNm/m}$$

条块 20:

$$L_{20} = 5.54 \text{ m} \quad \alpha_{20} = 54.48^\circ \quad c_{20} = 20.40 \text{ kPa} \quad \phi_{20} = 9.60^\circ$$

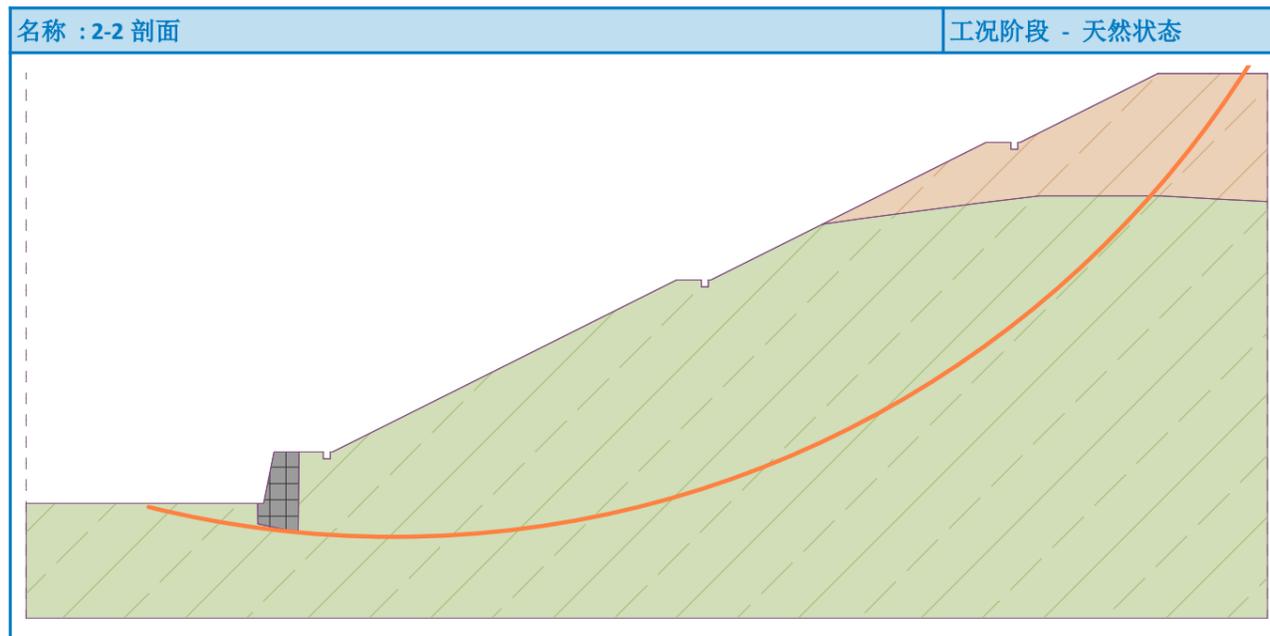
推力和弯矩:

$$W_{20} = 131.97 \text{ kN/m} \quad M_{20,W} = 6312.20 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{20} = 107.64 \text{ kN/m} \quad T_{20} = 85.31 \text{ kN/m} \quad M_{20,T} = 5018.89 \text{ kNm/m}$$

$$\Sigma M_{act} = 216089.38 \text{ kNm/m} \quad F_s * \Sigma M_{pas} = 332607.52 \text{ kNm/m}$$



编号	名称	图例	γ
			[kN/m³]
1	挡土墙		25.00

地震荷载
不考虑地震

工况阶段设置

设计状况 : 持久设计状况

结果(天然状态)

分析 1

圆弧滑动面

滑动面参数							
圆心 :	x =	21.38	[m]	角度 :	α ₁ =	-14.76	[°]
	z =	58.57	[m]		α ₂ =	57.18	[°]
半径 :	R =	58.83	[m]				
自动搜索后的滑动面							

边坡稳定性验算 (毕肖普法(Bishop))

滑面上滑力的总和 : $F_a = 3780.55$ kN/m
 滑面上抗滑力的总和 : $F_p = 4522.32$ kN/m
 下滑力矩 : $M_a = 222409.51$ kNm/m
 抗滑力矩 : $M_p = 266047.95$ kNm/m
 安全系数 = 1.20 > 1.15

边坡稳定性 满足要求
力 (详细结果)

四、5-5 剖面边坡稳定性分析 (饱和)

稳定性分析

验算方法 : 中国规范

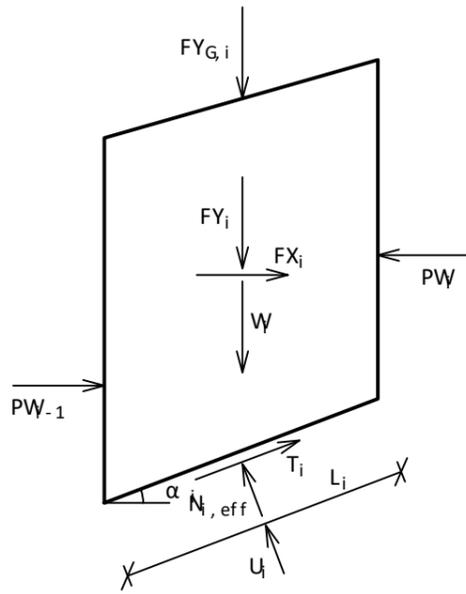
地震荷载分析 : GB 50330-2013 中国建筑边坡工程技术规范

安全系数			
持久设计状况			
折线滑面的安全系数 :	$SF_{polyg} =$	1.15	[-]
圆弧滑面的安全系数 :	$SF_{circ} =$	1.15	[-]

岩土材料参数 - 总应力状态 ϕ_{cu} c_{cu}

编号	名称	图例	ϕ_{ef}	c_{ef}	γ
			[°]	[kPa]	[kN/m³]
1	2、粉质黏土		6.80	15.30	18.90
2	3、含砾粉质黏土		17.50	17.80	20.00

刚性材料



稳定性系数 $F_s = 1.196$

半径 $R = 58.83 \text{ m}$

条块 1:

$$L_1 = 3.31 \text{ m} \quad \alpha_1 = -13.14^\circ \quad c_1 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_1 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_1 = 24.23 \text{ kN/m} \quad M_{1,W} = -324.02 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_1 = 38.76 \text{ kN/m} \quad T_1 = 59.44 \text{ kN/m} \quad M_{1,T} = 3496.79 \text{ kNm/m}$$

条块 2:

$$L_2 = 3.27 \text{ m} \quad \alpha_2 = -9.94^\circ \quad c_2 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_2 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_2 = 66.64 \text{ kN/m} \quad M_{2,W} = -676.53 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_2 = 79.88 \text{ kN/m} \quad T_2 = 69.72 \text{ kN/m} \quad M_{2,T} = 4101.47 \text{ kNm/m}$$

条块 3:

$$L_3 = 3.24 \text{ m} \quad \alpha_3 = -6.77^\circ \quad c_3 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_3 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_3 = 229.47 \text{ kN/m} \quad M_{3,W} = -1590.26 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_3 = 244.45 \text{ kN/m} \quad T_3 = 112.70 \text{ kN/m} \quad M_{3,T} = 6630.25 \text{ kNm/m}$$

条块 4:

$$L_4 = 3.23 \text{ m} \quad \alpha_4 = -3.62^\circ \quad c_4 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_4 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_4 = 314.79 \text{ kN/m} \quad M_{4,W} = -1167.59 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_4 = 323.85 \text{ kN/m} \quad T_4 = 133.39 \text{ kN/m} \quad M_{4,T} = 7847.31 \text{ kNm/m}$$

条块 5:

$$L_5 = 3.22 \text{ m} \quad \alpha_5 = -0.48^\circ \quad c_5 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_5 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_5 = 414.94 \text{ kN/m} \quad M_{5,W} = -202.44 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_5 = 416.26 \text{ kN/m} \quad T_5 = 157.65 \text{ kN/m} \quad M_{5,T} = 9274.70 \text{ kNm/m}$$

条块 6:

$$L_6 = 3.22 \text{ m} \quad \alpha_6 = 2.66^\circ \quad c_6 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_6 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_6 = 514.74 \text{ kN/m} \quad M_{6,W} = 1406.95 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_6 = 506.85 \text{ kN/m} \quad T_6 = 181.58 \text{ kN/m} \quad M_{6,T} = 10682.40 \text{ kNm/m}$$

条块 7:

$$L_7 = 3.24 \text{ m} \quad \alpha_7 = 5.81^\circ \quad c_7 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_7 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_7 = 603.10 \text{ kN/m} \quad M_{7,W} = 3591.18 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_7 = 585.61 \text{ kN/m} \quad T_7 = 202.54 \text{ kN/m} \quad M_{7,T} = 11915.14 \text{ kNm/m}$$

条块 8:

$$L_8 = 3.26 \text{ m} \quad \alpha_8 = 8.98^\circ \quad c_8 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_8 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_8 = 679.92 \text{ kN/m} \quad M_{8,W} = 6238.75 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_8 = 653.48 \text{ kN/m} \quad T_8 = 220.77 \text{ kN/m} \quad M_{8,T} = 12988.01 \text{ kNm/m}$$

条块 9:

$$L_9 = 3.30 \text{ m} \quad \alpha_9 = 12.17^\circ \quad c_9 = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_9 = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_9 = 744.89 \text{ kN/m} \quad M_{9,W} = 9234.31 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_9 = 711.02 \text{ kN/m} \quad T_9 = 236.45 \text{ kN/m} \quad M_{9,T} = 13910.20 \text{ kNm/m}$$

条块 10:

$$L_{10} = 3.34 \text{ m} \quad \alpha_{10} = 15.40^\circ \quad c_{10} = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_{10} = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{10} = 794.85 \text{ kN/m} \quad M_{10,W} = 12413.97 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{10} = 755.87 \text{ kN/m} \quad T_{10} = 248.95 \text{ kN/m} \quad M_{10,T} = 14645.89 \text{ kNm/m}$$

条块 11:

$$L_{11} = 3.40 \text{ m} \quad \alpha_{11} = 18.69^\circ \quad c_{11} = 17.80 \text{ kPa} \quad \phi_{11} = 17.50^\circ$$

推力和弯矩:

$$W_{11} = 776.22 \text{ kN/m} \quad M_{11,W} = 14623.49 \text{ kNm/m}$$

抗力和弯矩:

$$N_{11} = 736.64 \text{ kN/m} \quad T_{11} = 244.76 \text{ kN/m} \quad M_{11,T} = 14399.43 \text{ kNm/m}$$

条块 12:

$L_{12} = 3.47 \text{ m}$ $\alpha_{12} = 22.03^\circ$ $c_{12} = 17.80 \text{ kPa}$ $\phi_{12} = 17.50^\circ$

推力和弯矩:

$W_{12} = 799.63 \text{ kN/m}$ $M_{12,W} = 17640.21 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{12} = 760.57 \text{ kN/m}$ $T_{12} = 252.18 \text{ kN/m}$ $M_{12,T} = 14835.90 \text{ kNm/m}$

条块 13:

$L_{13} = 3.57 \text{ m}$ $\alpha_{13} = 25.46^\circ$ $c_{13} = 17.80 \text{ kPa}$ $\phi_{13} = 17.50^\circ$

推力和弯矩:

$W_{13} = 811.06 \text{ kN/m}$ $M_{13,W} = 20504.86 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{13} = 775.68 \text{ kN/m}$ $T_{13} = 257.54 \text{ kN/m}$ $M_{13,T} = 15151.37 \text{ kNm/m}$

条块 14:

$L_{14} = 3.68 \text{ m}$ $\alpha_{14} = 28.99^\circ$ $c_{14} = 17.80 \text{ kPa}$ $\phi_{14} = 17.50^\circ$

推力和弯矩:

$W_{14} = 804.32 \text{ kN/m}$ $M_{14,W} = 22925.44 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{14} = 775.87 \text{ kN/m}$ $T_{14} = 259.31 \text{ kN/m}$ $M_{14,T} = 15255.05 \text{ kNm/m}$

条块 15:

$L_{15} = 3.83 \text{ m}$ $\alpha_{15} = 32.65^\circ$ $c_{15} = 17.80 \text{ kPa}$ $\phi_{15} = 17.50^\circ$

推力和弯矩:

$W_{15} = 780.06 \text{ kN/m}$ $M_{15,W} = 24746.78 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{15} = 761.40 \text{ kN/m}$ $T_{15} = 257.62 \text{ kN/m}$ $M_{15,T} = 15155.80 \text{ kNm/m}$

条块 16:

$L_{16} = 4.01 \text{ m}$ $\alpha_{16} = 36.47^\circ$ $c_{16} = 17.80 \text{ kPa}$ $\phi_{16} = 17.50^\circ$

推力和弯矩:

$W_{16} = 713.69 \text{ kN/m}$ $M_{16,W} = 24939.94 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{16} = 705.89 \text{ kN/m}$ $T_{16} = 245.66 \text{ kN/m}$ $M_{16,T} = 14452.23 \text{ kNm/m}$

条块 17:

$L_{17} = 4.23 \text{ m}$ $\alpha_{17} = 40.48^\circ$ $c_{17} = 17.80 \text{ kPa}$ $\phi_{17} = 17.50^\circ$

推力和弯矩:

$W_{17} = 609.61 \text{ kN/m}$ $M_{17,W} = 23266.69 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{17} = 610.36 \text{ kN/m}$ $T_{17} = 223.90 \text{ kN/m}$ $M_{17,T} = 13171.83 \text{ kNm/m}$

条块 18:

$L_{18} = 4.54 \text{ m}$ $\alpha_{18} = 44.75^\circ$ $c_{18} = 17.80 \text{ kPa}$ $\phi_{18} = 17.50^\circ$

推力和弯矩:

$W_{18} = 516.30 \text{ kN/m}$ $M_{18,W} = 21368.56 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{18} = 523.35 \text{ kN/m}$ $T_{18} = 205.44 \text{ kN/m}$ $M_{18,T} = 12086.08 \text{ kNm/m}$

条块 19:

$L_{19} = 4.95 \text{ m}$ $\alpha_{19} = 49.37^\circ$ $c_{19} = 15.98 \text{ kPa}$ $\phi_{19} = 9.72^\circ$

推力和弯矩:

$W_{19} = 379.17 \text{ kN/m}$ $M_{19,W} = 16914.28 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{19} = 433.01 \text{ kN/m}$ $T_{19} = 128.08 \text{ kN/m}$ $M_{19,T} = 7535.24 \text{ kNm/m}$

条块 20:

$L_{20} = 5.54 \text{ m}$ $\alpha_{20} = 54.48^\circ$ $c_{20} = 15.30 \text{ kPa}$ $\phi_{20} = 6.80^\circ$

推力和弯矩:

$W_{20} = 137.05 \text{ kN/m}$ $M_{20,W} = 6554.97 \text{ kNm/m}$

抗力和弯矩:

$N_{20} = 119.81 \text{ kN/m}$ $T_{20} = 82.86 \text{ kN/m}$ $M_{20,T} = 4874.62 \text{ kNm/m}$

$\Sigma M_{act} = 222409.51 \text{ kNm/m}$ $Fs * \Sigma M_{pas} = 266047.95 \text{ kNm/m}$

