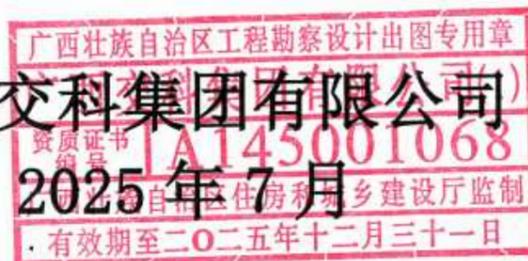


G241 线 K2688+400~K2694+400 灾害防治工程

一阶段施工图设计

全长 6.000 公里
第一册 共两册

广西交投集团有限公司



2025年7月

有效期至二〇二五年十二月三十一日

G241 线 K2688+400~K2694+400 灾害防治工程

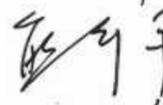
一阶段施工图设计

全长 6.000 公里
第一册 共两册

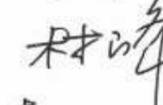
公司分管领导：宋建平



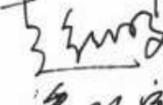
公司总工程师：熊剑平



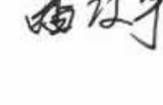
项目审定：林峰



部门负责人：李红明



项目负责人：潘政宇



勘察设计证书：

公路行业甲级

A145001068

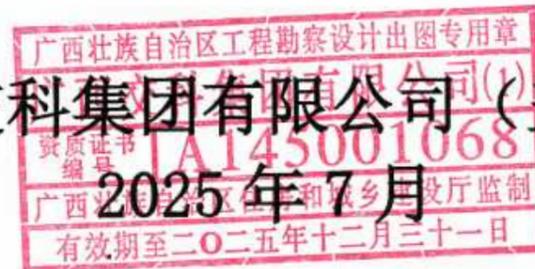
工程勘察综合资质甲级

B145001068

地质灾害评估和治理工程勘查设计甲级

450020241120032

广西交科集团有限公司(盖章)



2025年7月

设计说明目录

| | | | |
|---------------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| 1 工程概况 | 1 | 8.4 主要施工技术要求..... | 12 |
| 2 完成工作量 | 1 | 9 质量检验与工程验收 | 14 |
| 3 自然条件及工程地质条件 | 2 | 9.1 质量检查..... | 14 |
| 3.1 地理位置..... | 2 | 9.2 工程验收..... | 14 |
| 3.2 气象、水文..... | 2 | 10 其他说明与要求 | 14 |
| 3.3 地形地貌..... | 2 | | |
| 3.4 地层岩性..... | 3 | | |
| 3.5 地质构造..... | 4 | | |
| 3.6 地震..... | 4 | | |
| 3.7 水文地质..... | 4 | | |
| 3.8 人类工程活动..... | 5 | | |
| 4 地质灾害特征及稳定性评价 | 5 | | |
| 4.1 地质灾害特征..... | 5 | | |
| 4.2 稳定性评价..... | 9 | | |
| 5 设计依据 | 10 | | |
| 5.1 设计文件依据..... | 10 | | |
| 5.2 设计规范、标准..... | 10 | | |
| 6 防治设计 | 10 | | |
| 6.1 设计原则..... | 10 | | |
| 6.2 设计思路..... | 10 | | |
| 6.3 防治设计方案..... | 10 | | |
| 7 主要设计工程量 | 11 | | |
| 8 建议性施工组织设计及施工技术要求 | 11 | | |
| 8.1 施工部署原则..... | 11 | | |
| 8.2 施工准备工作..... | 12 | | |
| 8.3 施工安全文明要求..... | 12 | | |

设计说明

1 工程概况

G241 线 K2688+400~K2694+400 路段位于桂林市资源县中峰镇附近，该路段公路等级为二级，设计速度为 40km/h，双向 2 车道，路基宽度 8.5m，地处侵蚀剥蚀-中山地貌区，边坡大部分植被发育，出露花岗岩，岩体节理裂隙发育，风化剧烈。

近年来该路段内下述 3 处二级灾害风险点发生不同程度的浅层滑塌及崩塌落石地质灾害，塌方体掉落至公路，造成公路交通中断，威胁过往车辆和行人安全。

受广西壮族自治区资源公路养护中心委托，我集团公司对下述 3 处二级灾害风险点进行灾害防治设计工作。

表 1-1 各段灾害照片

| 序号 | 里程桩号 | 照片 |
|----|------------------------------------|---|
| 1 | K2691+800 ~ K2691+875 左边坡 |  |

| | | |
|---|------------------------------------|---|
| 2 | K2693+400 ~ K2693+460 左边坡 |  |
| 3 | K2694+170 ~ K2694+300 左边坡 |  |

2 完成工作量

外业工作 2024 年 5 月 31 日开始航测、现场地形图测量，踏勘和调查测绘，对灾害点及周边进行了详细调绘，至 2024 年 6 月 2 日完成野外勘查工作，于 2024 年 6 月 3 日转入资料整理、设计工作。共投入无人机 1 套，RTK 仪器 1 套，工程技术人员 3 人。完成 1:1000 地形测量 0.2km²，1:1000 工程地质剖面测量 1km，地形图数字

化 3 幅，GPS 测量 9 个点，工程地质调绘 0.2km²。

3 自然条件及工程地质条件

3.1 地理位置

G241 线 K2688+400~K2694+400 路段位于桂林市资源县中峰镇附近，距资源县约 27km，距桂林市约 100km，交通地理位置如图 3-1 所示。



图 3-1 交通位置图

3.2 气象、水文

3.2.1 气象

资源县属亚热带季风湿润气候区，气候温和，雨量充沛。受境内地势较高、地形复杂等条件影响，具有“山地主体气候”的特点，是广西气温最低、光照最少，

雨量较多，湿度最大，霜、雪、冰期最早、最长的县份之一。

资源县年平均降雨量 1783.3mm，年最大降雨量 2450.4mm，月平均降雨量 247.3mm，月最大降雨量 494.1mm。年均日照数为 1307.6 小时，境内年平均气温 16.4℃。

3.2.2 水文

资源县处于长江水系与珠江水系的分水岭地带，地表水系比较发育，河溪遍布，水源丰富，众多溪流分别汇入资江和五排河两条主河道中，中峰镇属资江流域。全县集雨面积 50km² 以上的河流有 16 条。

资江，古称夫夷水，又叫西延水，属长江水系。发源于县境老山界东南坡、中峰镇社岭村之桐木江，次源出自八坊村老源头。从梅溪镇葛垌坪村的滑溪流入湖南省新宁县。在县境内流长 83.1km，最大流量 1700m³/s，最小流量 0.8m³/s，平均流速为 2.03m/s。最大流速 4.42m/s，最小流速 0.34m/s。资江河床宽度在 100m 左右，河床与河岸高差一般是 3~8.5m。天然落差 1432m，平均每公里落差 17.1m。

G241 线 K2688+400~K2694+400 路段附近无河流通过。

3.3 地形地貌

资源县基本为中山、中低山地貌。境内四面高山环抱，群山起伏，由于山高岭多，沟壑纵横，溪流交错。资源县境内山脉走向大多呈北东~南西方向，西侧有金紫山脉，中部有猫儿山山脉，东侧有越城岭山脉。中部猫儿山山脉（主要山峰有白马山、隘门界、蔡石界、老山界等）把全县划分为东西两部分，东部为资江流域，属长江水系，地势南高北低，海拔 290~1795m；西部为浔江（五排河）流域，属珠江水系，地势东北高，西南低，海拔 320~1883m。资源县自然山坡地形坡度大多在 25~35° 之间，少部分为 35~50° 之间。

G241 线 K2688+400~K2694+400 路段属于侵蚀剥蚀-中山地貌区，山顶海拔高程一般为 1000~2092m，相对高差 600~1000m，山体雄厚，山脊狭窄，山顶圆锥状，少数为尖棱状，切深 600~1000m，山坡陡峻，坡角一般 30~50°，局部可达 70°

以上。山脊走向与构造线基本一致。水网密度大，冲沟及河谷呈大致平行的梳状分布，谷深峡窄，横截面呈“V”形，谷底坡降大。基岩岩性为花岗岩，花岗岩强风化层厚度 1~14m 不等，山坡上第四系覆盖层厚度为 1~6m。植被较发育。



图 3-2 灾害点区域地貌图

表 3-1 各边坡概况

| 序号 | 里程桩号 | 边坡概况 |
|----|----------------------------|--|
| 1 | K2691+800~K2691+875 左边坡 | 边坡前后缘高差约为 35m，自然坡度约 30°~40°，植被较发育，后缘及四周局部有陡坎，坡顶比边坡后缘高约 8m，坡顶为分水岭。边坡附近无构筑物。 |
| 2 | K2693+400~K2693+460 左边坡 | 边坡前后缘高差约为 45m，自然坡度约 45°~50°，植被较发育，后缘及四周局部有陡坎。边坡左侧约 15m 发育一条冲沟，地表水易汇集至此。边坡附近无构筑物。 |
| 3 | K2694+170~K2694+300 左边坡 | 边坡前后缘高差约为 35m，自然坡度约 40°~50°，植被较发育。K2694+260 处发育一条小冲沟，地表水易汇集到此处。边坡附近无构筑物。 |

3.4 地层岩性

根据工程地质调绘，边坡上覆第四系残坡积层 (Q_4^{el+dl}) 砂质黏性土，下伏加里东期 (γ^3) 花岗岩。边坡易受自然营力作用，如自然风化、集中且持续的降雨，易发

生浅层滑塌及崩塌落石等地质灾害。岩性特征及分布范围由新到老简述如下：

(1) 第四系残坡积层 (Q_4^{el+dl})

砂质黏性土：分布于自然坡体较缓地段，红色、黄褐色，硬塑状，为花岗岩原地风化残留产物，局部黏土含量较高，砂粒成分以石英为主，粒径 0.5~2.0mm，含量约占 10~25%，切面较粗糙，干强度较差，韧性较差，遇水易软化、崩解，厚度一般 1.0~3.0m，局部厚度较大，可达 5.0m 以上。

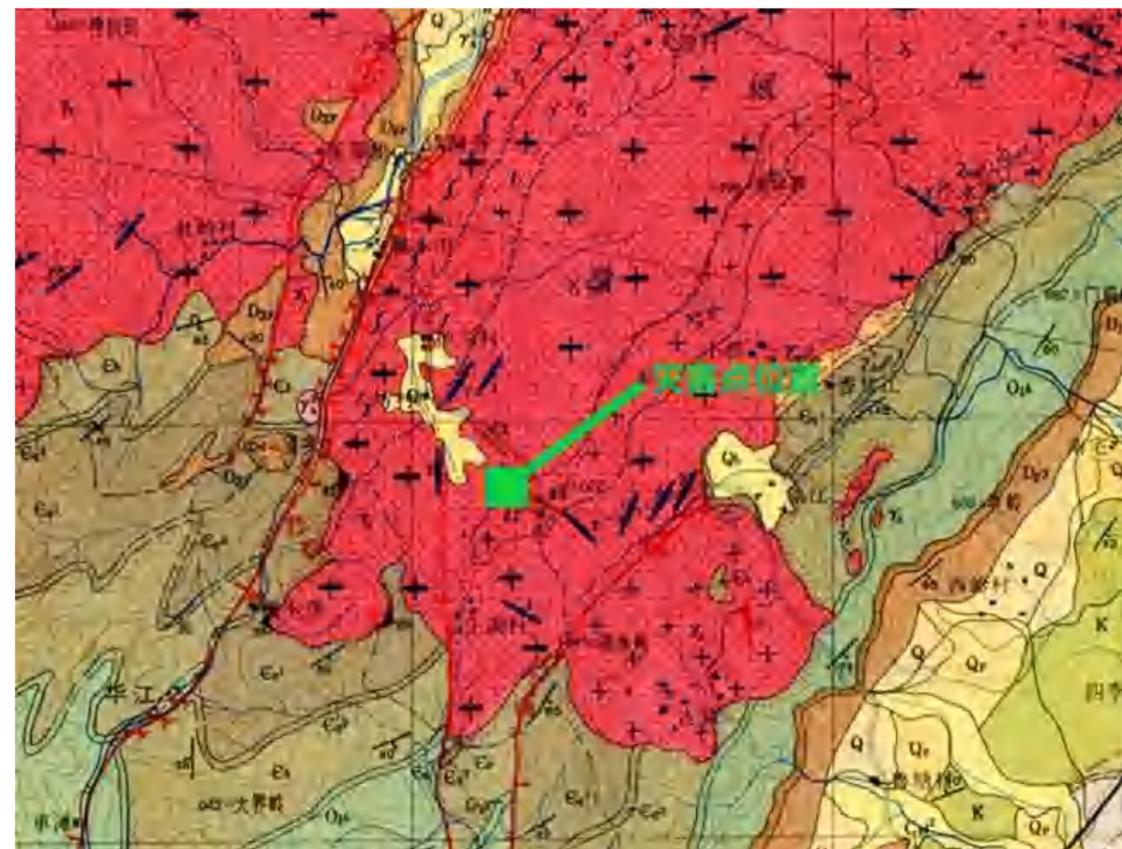


图 3-3 灾害点区域地质图

(2) 加里东期 (γ^3)

①全风化花岗岩：公路路堑边坡及冲沟处均有出露，浅灰、灰黄色，结构构造基本破坏，具球状风化特征，手捏易碎，遇水软化崩解，局部黏土含量较高，高岭土富集。

②强风化花岗岩：公路路堑边坡及冲沟处均有出露，浅灰、灰黄色，具球状风化特征，具花岗结构的似斑状结构，岩性为中粒斑状含堇青黑云二长花岗岩，致密坚硬，锤击声脆，局部黏土含量较高，高岭土富集。

3.5 地质构造

资源县位于新华夏系第三巨型构造西南段。在漫长的地史时期中，经历了多次构造变动，其中以加里东运动、燕山运动的影响最大，由此形成了调查区构造体系的格局（或骨架），根据对构造形迹的力学性质，组合特征及成生联系的综合分析，区内可分为新华夏系构造、华夏系构造、东西向构造体系。

G241 线 K2688+400~K2694+400 路段西北侧约 10km 有越城岭背斜通过，表现为长轴状褶皱，核部都是由加里东期花岗岩组成，翼部卷入的主要为前泥盆系地层，在其边缘有泥盆系地层披覆其上。

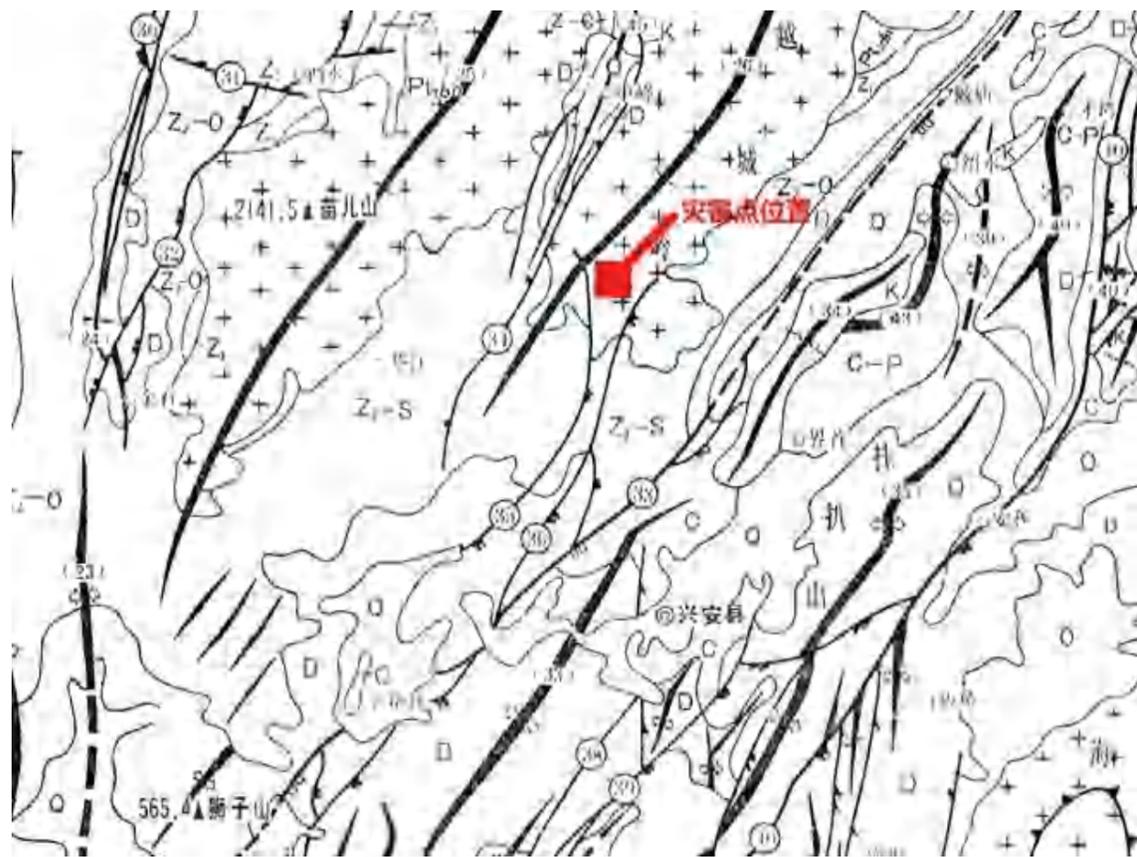


图 3-4 灾害点区域构造图

3.6 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2015）划分，本区基本地震动峰值加速度值为 0.05g，对应的地震基本烈度为 VI 度，基本地震动反应谱特征周期为 0.35s。区域地壳基本稳定。



图 3-5 地震动峰值加速度区划图



图 3-6 地震动反应谱特征周期区划图

3.7 水文地质

3.7.1 地表水

灾害点附近地表水不发育，灾害点周围未见河流及池塘，现场调查时（6月）为雨季，山体冲沟中有地表水汇集形成地表径流。

3.7.2 地下水

灾害点场地地下水主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

（1）松散岩类孔隙水

含水岩组为第四系松散岩土，雨季松散岩类孔隙水主接受大气降雨补给，含水量小，富水量中等。旱季降雨减少，地下水位降低，松散岩类含水量减少，富水量贫乏，其主要排泄方式为渗漏补给下部基岩孔裂隙水及向地表低洼处排泄。

（2）基岩裂隙水

本区域基岩裂隙水为花岗岩风化带网状裂隙水，主要赋存于花岗岩的风化裂隙及构造裂隙中，富水性中等，无统一地下水面，水位埋深随地形变形较大。主要是大气降雨渗入补给，沿构造裂、风化裂隙、断带等迳流，于溪沟、冲沟、坡脚、缓坡等地貌部位以泉水和散流片状渗出排，迳流、排条件受地形地貌、地质构造及岩石结构等因素控制。

现场调查时，边坡未见有地下水渗出。

3.8 人类工程活动

灾害点周边人类工程活动强烈，主要表现为交通建设及林业生产活动。

4 地质灾害特征及稳定性评价

4.1 地质灾害特征

4.1.1 K2691+800~K2691+875 左边坡

该灾害风险点边坡发生浅层滑塌，公路在该处以挖方的形式通过。根据现场情况，该路堑边坡宽约 75m，高约 35m，坡度 40~63°，坡面基岩出露，坡面凹凸不平，差异风化严重。2024 年我公司现场调查时，坡面中下部有较多塌方堆积体，边坡上部存在少部分危岩，边坡中下部近期进行过坡面绿化，但地表水冲刷较为严重，绿化效果较差，路堑边坡以上的自然坡面植被发育。

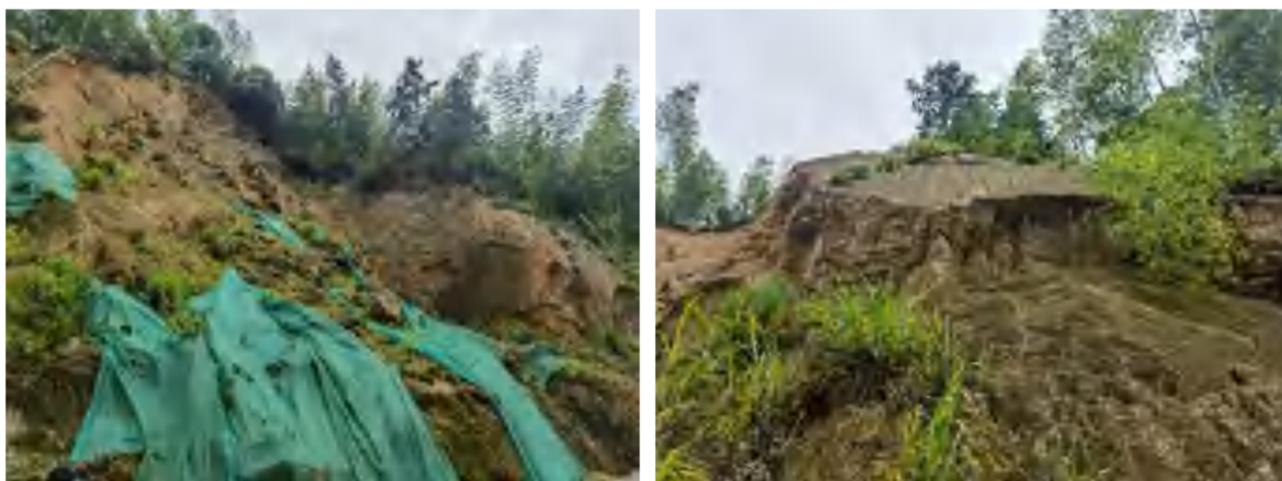


图 4-1 K2691+800~K2691+875 左边坡现场照片（2024 年 6 月摄）

滑塌的岩土体地层为第四系残坡积层（ Q_4^{el+dl} ）砂质黏性土及加里东期（ γ^3 ）花岗岩，边坡上部覆盖层较薄，下部较厚，岩体较为风化破碎，节理裂隙发育。

现场测得三组节理分别为 J1: 206° ∠88°、J2: 245° ∠68°、J3: 225° ∠32°。

现场调查发现，边坡岩体节理裂隙发育，形成网状裂隙，地表水易沿浅层的裂隙下渗形成地下水；原坡体中的地下水也易沿网状裂隙运移。边坡的岩土体内黏土含量分布不均，局部黏土含量较高，高岭土富集，砂粒含量较低，受地表水冲刷或地下水运移排泄时，黏土含量高的区域易软化，抗剪强度下降，抗滑力减小，可能

产生滑塌地质灾害。

该段坡体路堑开挖后未做防护，前缘直接临空，改变了坡体应力平衡条件，在岩体构造裂隙、风化及地表水冲刷等不利工况下，边坡的岩土体产生滑塌地质灾害。

据了解，该风险点历史上曾发生 4 次浅层滑塌灾害，最近一次为 2022 年 6 月 20 日，造成道路交通中断。该段公路修建时，该边坡坡度约为 63°（1:0.5），未防护措施，对公路的运营及养护带来较大难度，威胁过往车辆和行人的安全。

4.1.2 K2693+400~K2693+460 左边坡

该灾害风险点边坡发生浅层滑塌，公路在该处以挖方的形式通过。根据现场情况，该路堑边坡宽约 60m，高约 45m，坡度 40~60°，坡面基岩出露，坡面凹凸不平，差异风化严重。2024 年我公司现场调查时，坡面中下部有较多塌方堆积体，边坡上部存在少部分危岩，边坡中下部近期进行过坡面绿化，但地表水冲刷较为严重，绿化效果较差，路堑边坡以上的自然坡面植被发育。



图 4-2 K2693+400~K2693+460 左边坡现场照片（2024 年 6 月摄）

滑塌的岩土体地层为第四系残坡积层（ Q_4^{el+dl} ）砂质黏性土及加里东期（ γ^3 ）花岗岩，边坡上部覆盖层较厚，岩体较为风化破碎，节理裂隙发育。

现场测得四组节理分别为 J1: 306° ∠20°、J2: 230° ∠64°、J3: 221° ∠59°、J4: 190° ∠64°。

现场调查发现，边坡岩体节理裂隙发育，形成网状裂隙，地表水易沿浅层的裂隙下渗形成地下水；原坡体中的地下水也易沿网状裂隙运移。边坡的岩土体内黏土

含量分布不均，局部黏土含量较高，高岭土富集，砂粒含量较低，受地表水冲刷或地下水运移排泄时，黏土含量高的区域易软化，抗剪强度下降，抗滑力减小，可能产生滑塌地质灾害。

该段坡体路堑开挖后未做防护，前缘直接临空，改变了坡体应力平衡条件，在岩体构造裂隙、风化及地表水冲刷等不利工况下，边坡的岩土体产生崩塌地质灾害。

据了解，该风险点历史上曾发生 3 次浅层滑塌灾害，最近一次为 2022 年 6 月 29 日，造成道路交通中断。根据现场情况分析，该段公路修建时，该边坡坡度约为 63° （1:0.5），未防护措施，对公路的运营及养护带来较大难度，威胁过往车辆和行人的安全。

4.1.3 K2694+170~K2694+300 左边坡

该灾害风险点边坡发生浅层滑塌及崩塌落石，上部发生浅层滑塌地质灾害，下部发生崩塌落石地质灾害，公路在该处以挖方的形式通过。根据现场情况，该路堑边坡宽约 140m，高约 35m，坡度 $40\sim 50^\circ$ ，坡面基岩出露，坡面凹凸不平，差异风化严重。2024 年我公司现场调查时，坡面无堆积体，局部危岩体处于悬空状态，路堑边坡以上的自然坡面植被发育。

地层为第四系残坡积层（ Q_4^{el+dl} ）砂质黏性土及加里东期（ γ^3 ）花岗岩，边坡覆盖层较薄，岩体较为风化破碎，节理裂隙发育，该边坡有一组节理与坡面同向。

现场测得三组节理分别为 J1: $242^\circ \angle 51^\circ$ 、J2: $196^\circ \angle 47^\circ$ 、J3: $314^\circ \angle 25^\circ$ 。

现场调查发现，边坡岩体节理裂隙发育，形成网状裂隙，地表水易沿浅层的裂隙下渗形成地下水；原坡体中的地下水也易沿网状裂隙运移。边坡下部岩体受地表水冲刷或地下水运移排泄时，岩体的结构面抗剪强度下降，抗滑力减小，可能产生浅层滑塌地质灾害。边坡下部与坡面同向的节理受其他节理切割、风化及水流冲刷影响，易发生崩塌落石地质灾害。

该段坡体路堑开挖后未做防护，前缘直接临空，改变了坡体应力平衡条件，在岩体构造裂隙、风化及地表水冲刷等不利工况下，边坡的岩土体可能产生崩塌地质灾害。



图 4-3 K2694+170~K2694+300 左边坡现场照片（2024 年 6 月摄）

K2694+170~K2694+300 左边坡三处危岩特征如下：

危岩 W1 受节理裂隙影响，局部岩体已悬空，并被节理切割成豆腐块，如图 4-4 及图 4-5，W1 高度约 14m，宽度约 17m，最大厚度约 2.6m，体积约为 280m^3 。

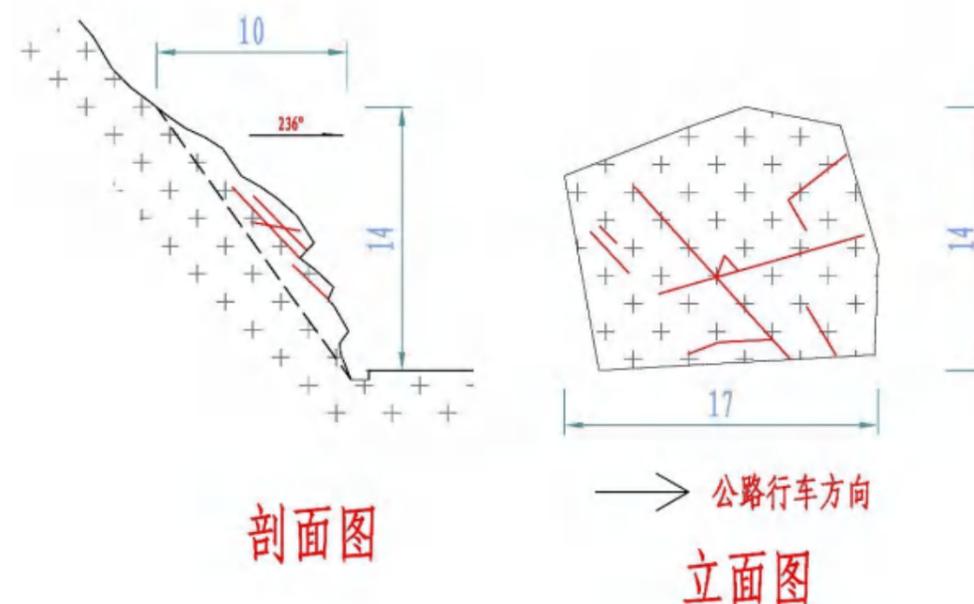


图 4-4 危岩 W1 特征图

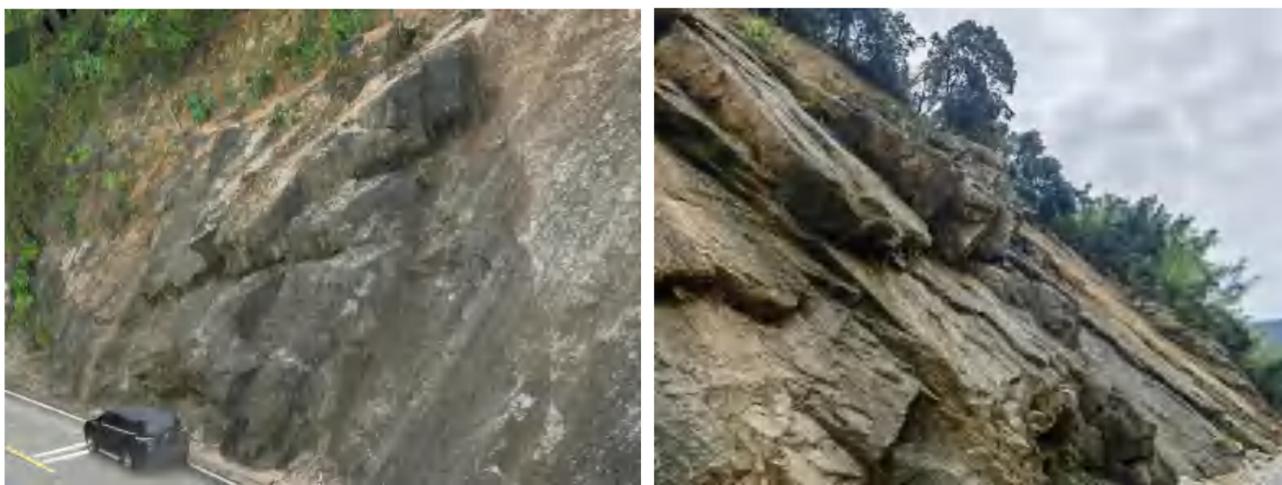


图 4-5 危岩 W1 照片（2024 年 6 月摄）

W2 受节理裂隙影响，局部岩体已悬空，并被节理切割成豆腐块，如图 4-6 及图 4-7，W2 高度约 13m，宽度约 22m，最大厚度约 1.8m，危岩下缘距离路面约 15m，体积约为 230m³。



图 4-6 危岩 W2 照片（2024 年 6 月摄）

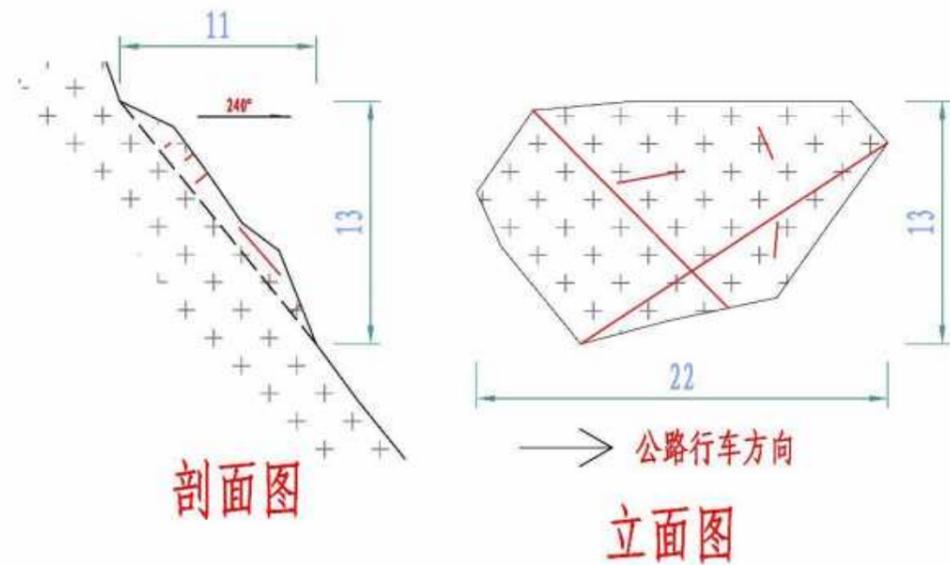


图 4-7 危岩 W2 特征图

W3 受节理裂隙影响，局部岩体已悬空，并被节理切割成豆腐块，如图 4-8 及图 4-9，W3 高度约 22m，宽度约 28m，最大厚度约 2.3m，体积约为 300m³。

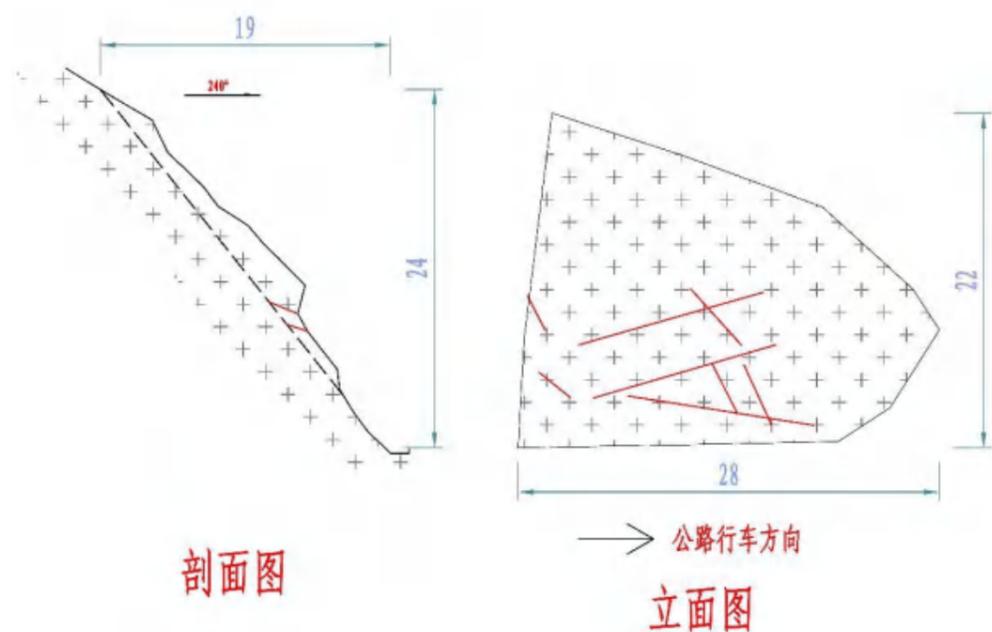


图 4-8 危岩 W3 特征图



图 4-9 危岩 W3 照片（2024 年 6 月摄）

据了解，该风险点历史上曾发生 3 次灾害，最近一次为 2020 年 6 月 20 日，造成道路仅能半幅通行。该段公路修建时，该边坡坡度约为 48°（1:0.9），未防护措施，对公路的运营及养护带来较大难度，威胁过往车辆和行人的安全。

根据《危岩防治工程技术规范》（DB45/T 1696—2018），按危岩体体积分类属

于小型危岩，按危岩体所处高度分类属于中位危岩。

4.2 稳定性评价

根据现场调查及养护记录，上述灾害风险点边坡坡面大部分裸露，覆盖层土体松散，岩体节理、裂隙发育。

(1) **K2691+800~K2691+875 左边坡**：根据 K2691+800~K2691+875 左边坡的坡向及坡角（ $173^\circ \angle 45^\circ$ ）及节理裂隙（J1: $206^\circ \angle 88^\circ$ 、J2: $245^\circ \angle 68^\circ$ 、J3: $225^\circ \angle 32^\circ$ ）的组合情况，对边坡进行赤平投影分析，分析结果见下图 4-10。

从赤平投影分析图得知，边坡处于整体基本稳定状态，受 J2 与 J3 两组节理的交割，再加上地表述冲刷、地下水渗流、风化等不利因素影响，造成局部土体或结构面软化，抗剪强度下降，抗滑力减小，易发生崩塌或落石掉块等现象。由于边坡岩体抗风化和抗冲刷能力较差，必须对边坡采取封闭的防护工程措施，以达到减缓边坡岩土体风化、减少地表水冲刷及下渗的目的，保障公路运营及行人行车的安全，防患于未然。

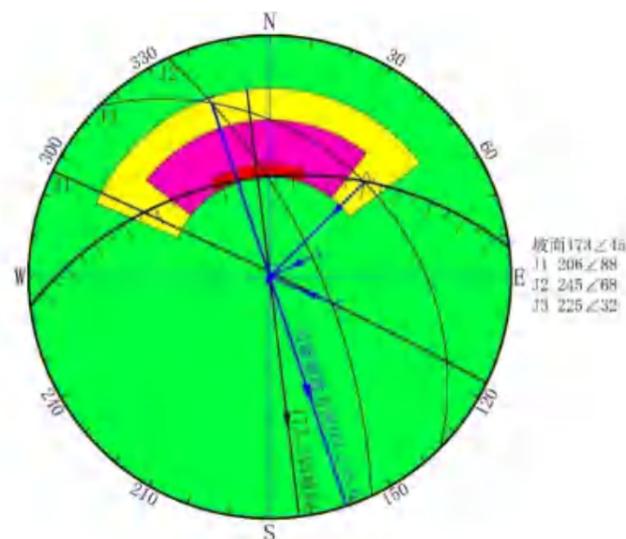


图 4-10 K2691+800~K2691+875 左边坡赤平投影

(2) **K2693+400~K2693+460 左边坡**：根据 K2693+400~K2693+460 左边坡的坡向及坡角（ $266^\circ \angle 45^\circ$ ）及节理裂隙（J1: $306^\circ \angle 20^\circ$ 、J2: $230^\circ \angle 64^\circ$ 、J3: $221^\circ \angle 59^\circ$ 、J4: $190^\circ \angle 64^\circ$ ）的组合情况，对边坡进行赤平投影分析，分析结果见下图 4-11。

从赤平投影分析图得知，边坡处于整体基本稳定状态，受 J1 与 J4 两组节理的交割，雨水冲刷、风化等不利因素影响，造成局部土体或结构面软化，抗剪强度下降，抗滑力减小，易发生崩塌或落石掉块等现象。由于边坡岩体抗风化和抗冲刷能力较差，必须对边坡采取封闭的防护工程措施，以达到减缓边坡岩土体风化、减少地表水冲刷及下渗的目的，保障公路运营及行人行车的安全，防患于未然。

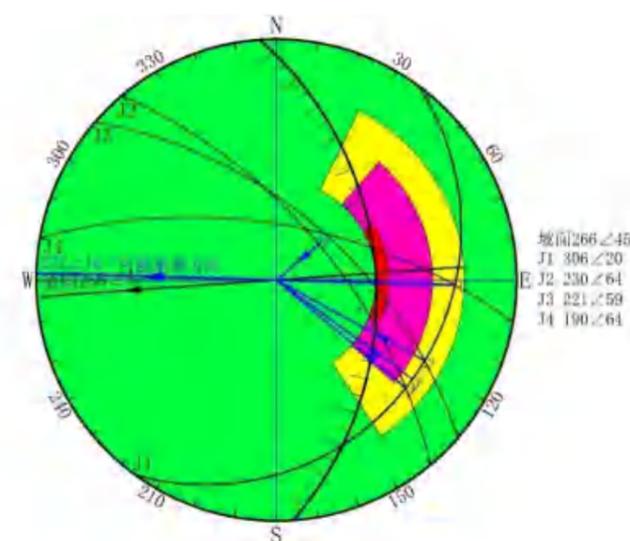


图 4-11 K2693+400~K2693+460 左边坡赤平投影

(3) **K2694+170~K2694+300 左边坡**：根据 K2694+170~K2694+300 左边坡的坡向及坡角（ $240^\circ \angle 45^\circ$ ）及节理裂隙（J1: $242^\circ \angle 51^\circ$ 、J2: $196^\circ \angle 47^\circ$ 、J3: $314^\circ \angle 25^\circ$ ）的组合情况，对边坡进行赤平投影分析，分析结果见下图 4-12。

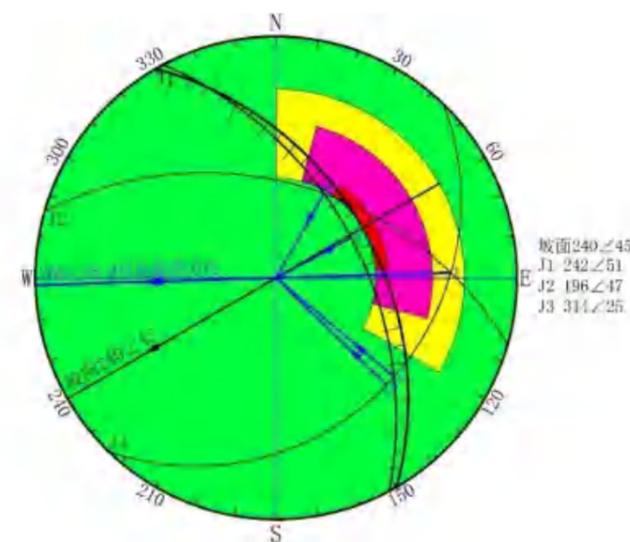


图 4-12 K2694+170~K2694+300 左边坡赤平投影

从赤平投影分析图得知，边坡处于整体基本稳定状态，受 J2 与 J3 两组节理的交割，雨水冲刷、风化等不利因素影响，造成局部岩体结构面软化，抗剪强度下降，抗滑力减小，且边坡局部岩体悬空，岩体底部无支撑，岩体裂隙发育，局部裂隙宽度大于 10cm，易发生落石掉块等现象。由于边坡岩体抗风化和抗冲刷能力较差，必须对边坡采取封闭的防护工程措施，以达到减缓边坡岩土体风化、减少地表水冲刷及下渗的目的，保障公路运营及行人行车的安全，防患于未然。

5 设计依据

5.1 设计文件依据

- (1) 工程地质调绘资料；
- (2) 地方公路养护单位提供的资料。

5.2 设计规范、标准

- (1) 《公路路基设计规范》（JTG D30—2015）；
- (2) 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规程》（GB 50086—2015）；
- (3) 《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010），2015 版；
- (4) 《危岩防治工程技术规范》（DB45/T 1696—2018）；
- (5) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204—2015）；
- (6) 《公路路基养护技术规范》（JTG 5150—2020）；
- (7) 《公路养护工程质量与检验评定标准》（JTG 5220—2020）；
- (8) 《公路工程地质勘察规范》（JTG C20—2011）；
- (9) 本工程涉及的其他国家及行业现行有关规程、规范、标准。

6 防治设计

6.1 设计原则

根据相关规范，公路灾害防治设计应符合安全可靠、经济合理、环境协调的要

求，提升公路的抗灾能力，保障公路安全畅通；应遵循以防为主、防治结合、彻底治理的原则，因地制宜，采取综合治理措施；应符合节约土地、保护环境、水土保持的要求，减少对生态环境的影响，并避免引发次生地质灾害；应贯彻国家有关技术经济政策，积极稳妥地采用新技术、新结构、新材料和新工艺。

6.2 设计思路

根据场地实际条件、边坡稳定性及工程投资，在综合考虑当地的自然条件、地质条件、及技术条件下，对 3 处灾害点边坡主要采取清理土石+坡面防护的治理措施。首先对坡面进行平整，清理松散岩土体，其次采取工程措施防止坡面被地表水冲刷、崩塌，同时做好排水措施。

6.3 防治设计方案

根据边坡实际情况，3 处灾害点边坡整体治理方案为：清理坡面松散土石及危岩，坡面锚杆+挂钢筋网喷砼加固，增设排水沟及急流槽。

(1) K2691+800~K2691+875 左边坡

①按 1:1.0 平整清理坡面松散土石及边坡中下部的滑塌堆积层，清除滑塌堆积层时应开挖至原状地面；

②坡面采用锚杆+挂钢筋网喷 8cm 厚 C25 砼封闭护坡。根据覆盖层厚度及岩体风化程度，路面以上 0~10m 范围内坡面采用 3m 长锚杆，10~20m 范围内坡面采用 6m 长锚杆，20m 以上坡面采用 12m 长锚杆；

③削坡后，边坡上部及左右两侧的坡口应与现状地面做衔接过渡，避免出现新的陡坎，如若过渡范围不足应继续向外延伸，开挖处坡面采用锚杆+挂钢筋网喷砼封闭护坡，例如 K2691+800~K2691+810 及 K2691+865~K2691+875 段即为削坡与现状地面衔接过渡段，在此桩号范围内应做好坡面衔接平顺，其余部位同理。

(2) K2693+400~K2693+460 左边坡

①平整坡面，清理坡面松散堆积体及边坡中下部的滑塌堆积层，清除滑塌

堆积层时应开挖至原状地面，平顺边坡后缘及两侧陡坎；

②坡面采用锚杆+挂钢筋网喷 8cm 厚 C25 砼封闭护坡。根据覆盖层厚度及岩体风化程度，路面以上 0~10m 范围内坡面采用 3m 长锚杆，10~30m 范围内坡面采用 6m 长锚杆，30m 以上坡面采用 12m 长锚杆。

(3) K2694+170~K2694+300 左边坡

①平整坡面，清除坡面松散土石，平顺边坡后缘及两侧陡坎，采用人工或机械清除方式清除危岩体 W1~W3，K2694+170~K2694+260 路段坡面削坡坡率为 1:0.8，K2694+260~K2694+280 路段坡面削坡坡率为 1:0.7，K2694+280~K2694+300 路段坡面削坡坡率为 1:0.6；

②危岩清除应采用动态施工，将突出、无支撑、松动及开裂的部分清除即可，若局部岩体稳定性较差的危岩，可采用单点锚杆加固。

③坡面采用锚杆+挂钢筋网喷 8cm 厚 C25 砼封闭护坡，其中 K2694+170~K2694+195 及 K2694+220~K2694+260 路段起始喷锚高度距路面 10m，K2694+195~K2694+220 路段起始喷锚高度距路面 15m，K2694+260~K2694+300 路段起始喷锚位置为坡脚；根据覆盖层厚度及岩体风化程度，边坡上部及两侧覆盖层较厚的区域采用 12m 长锚杆，其余基岩出露的区域采用 6m 长锚杆。

④K2694+260 处冲沟设置一道急流槽和消力池，急流槽沟底坡度与边坡坡度相同，均为 1:0.8。

(4) 排水工程：G241 线 K2688+400~K2694+400 路段内存在多处排水沟破损情况，根据广西壮族自治区资源公路养护中心所提供的资料，对该路段内的路基排水措施进行修复，修复位置与修复长度详见路基边沟修复汇总表。施工过程中修复位置如有偏差，请与业主单位及设计单位及时联系。

(5) 锚杆水平及竖向间距均为 3m，左侧锚杆距左边界距离为 0.5m，最下一排锚杆距路面高度 2.0m。

(6) 本项目弃土场位置位于 G241 线 K2694+700 处右侧。

(7) 清理危岩施工期间，应加强交通疏导。施工进行中或项目施工期间（即无人员在现场工作且项目未完工期间）遇到降雨，应加强现场巡查及排查，防止自然边坡及路堑边坡坡面危岩松动掉落造成危害。

(8) 对危岩应根据自上而下、自外而内及从两端向中间的顺序；清理危岩宜采用台阶法，每级台阶高度不宜超过 1.2m，利于人工撬动、二次搬运。清理危岩期间，如需对危岩进行临时防护，可参考图件中《临时防护示意图》（S-5）。

(9) 岩体经过自身节理裂隙持续发育以及雨水冲刷或风化等因素影响，存在继续发育的可能，施工及日常养护期间应加强巡查或监测，边坡存在孤石或危岩时，应及时将危岩体清除。

(10) 锚杆+喷射砼及清理危岩需搭设脚手架时，应在施工前进行专项施工方案评审。

(11) 本灾害防治工程建议施工顺序：平整坡面/清除堆积体/清除危岩→锚杆→挂钢筋网喷射砼→排水工程。修整坡面顺序建议为从上至下，自上而下、自外而内及从两端向中间。

(12) 具体设计详见设计图，未尽事宜，参照相关规范执行。

7 主要设计工程量

本次灾害防治工程主要设计工程量见附表。

8 建议性施工组织设计及施工技术要求

8.1 施工部署原则

(1) 根据施工现场实际情况，合理布置，利于施工和现场管理，遵循施工方案和满足施工进度计划的要求。

(2) 尽可能减少临时工程工作量，方便运输，节约费用，降低工程成本。

(3) 临时生产、生活设施及施工点的布置应便于工人的生产和生活。并符合劳动保护、安全技术、防洪及防火的规定。

(4) 对环境保护和文明施工的要求。

(5) 符合国家政策及地方法规和条例。

8.2 施工准备工作

(1) 施工前应进行图纸会审及现场技术交底。

(2) 施工前应建立施工预警监测网，特别在雨季施工应和当地气象部门建立密切的业务联系，以保证施工的安全。

(3) 按工程要求进行备料，水泥应在交货时提交质量检测证书并验收入库，专人保管发料。

(4) 砂石料的杂质和有机质含量应符合《混凝土结构工程施工及验收规范》有关规定，块石强度不低于设计标准。

(5) 混凝土应按配合比做混凝土试块，并做抗压强度试验，其强度设计值满足规范要求后，方可按设计的配合比拌制混凝土进行施工。

(6) 其它材料应符合设计图的相关强度、防腐等指标。

8.3 施工安全文明要求

施工期间应做好质量和安全生产管理工作，做好施工期间临时交通组织方案和安全设施，确保施工文明、安全。

(1) 施工区标志：用于路面工程施工过程中占用车道、封闭道路、借道行驶等。施工区标志根据规范及实际需要，按组进行设置，重复使用。施工现场标志支撑采用支架结构形式；标志板采用 1mm 厚镀锌钢板，采用材料为二级反光膜；字高 30cm。标志尺寸应符合国标要求，并用沙袋等重物压稳。

(2) 临时交通标线：设置临时标线，包括车道边缘线、车道分界线，用以渠化通向交通、分离对象交通；标线采用溶剂型反光标线。

(3) 临时隔离设施：包括临时隔离栅、隔离墩、水马、锥形路标、防撞桶等。锥形路标、防撞桶配合施工标志使用，或作为简易隔离设施单独使用。

(4) 警告标志：前方施工标志设在警示区的起点处；前方车道变窄标志应设在车道变窄处前方至少 400m 处，并悬挂明显的安全标志牌与危险源辨识牌，即“前方

施工”“道路施工”“车辆慢行”“限速标志”“边坡施工危险”等安全标志，各类标志均应符合《公路养护安全作业规程》(JTG H30—2015) 的规范要求，并具有夜间反光功能。

(5) 在施工中要有专职安全员指挥、疏导、提示。危险区要有专人警戒；施工区的车辆进出口在现场合理位置选择，临时车道施工车辆通行，不少于 4m 宽，并在前 50 米处挂标志牌“前施工区车辆出入口，车辆慢行”，等交通安全标示牌。

(6) 施工作业控制区布置图参考《公路养护安全作业规程》(JTG H30—2015) 中关于二、三级公路养护作业控制区布置相关规定和各类型作业控制区布置，严格按规范布置相应临时交安设施，确保施工期间交通安全。

8.4 主要施工技术要求

8.4.1 清理坡面松散土石

由于边坡较陡，施工人员应佩戴安全带、悬挂安全绳，清理工作自上而下，将松动的浮石、危石逐一清理干净，尽量使坡面平整，对较深的空洞有条件的必须补平，最后将清理下来的石方清运出现场。

8.4.2 锚杆

(1) 锚杆长度为 3m、6m 及 12m，锚杆主筋采用 HRB400 级的 28mm 螺纹钢筋，单锚设计抗拔力分别为 30kN、80kN 及 120kN。

(2) 锚杆施工应严格按照施工图进行。成孔采用锚杆工程钻机，钻进过程中应及时对地质情况进行编录，以利于反馈设计，采用信息化施工方法，钻孔结束后应复核孔深。

(3) 钻孔成孔采用干作业法，严禁用水钻，严格执行灌浆施工工艺要求，孔内残渣采用高压风吹净。

(4) 锚杆必须做好防锈、防腐处理。

(5) 锚杆组装前应对钢筋进行检查，凡有损伤的钢筋应剔除。1.5m 设置一个锚杆对中支撑架。

(6) 锚杆安放前应校对锚杆编号与孔号是否一致。确认锚孔和锚杆长度无误后,用导向探头探孔无阻时,方可将锚杆下入孔内,每根锚杆注浆时应配备注浆管,注浆管应与锚杆同时放入,伸至钻孔底部 300mm 处,以保证注浆饱满密实;压力注浆应加止浆环。

(7) 锚杆孔注浆材料采用 M30 水泥砂浆,砂浆配合比宜为:灰砂比 1:1~1:2,水灰比 0.38~0.45,砂中含泥量按重量计不得大于 3%,云母、有机物,硫化物及硫酸等有害物质含量按重量计不得大于 1%。宜采用中细砂,当采用特细砂时,其细度模数不宜小于 0.7;水宜采用居民使用的自来水,水中不应含有影响水泥正常凝结和硬化的有害物质,不得使用污水。注浆采用孔底注浆法,注浆压力不宜小于 0.6~0.8MPa,水泥砂浆灌注必须饱满密实,第一次注浆完毕,水泥砂浆凝固收缩后,孔口应进行补浆。

(8) 锚杆锚头应上弯 50cm。

8.4.3 喷射混凝土

(1) 喷射混凝土应参照《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086—2015) 进行施工。

(2) 应优先选用不低于 42.5 级的优质普通硅酸盐水泥。砂料应用中、粗砂,碎石粒径为 5~12mm,回弹下来的骨料不能重复使用。在使用速凝剂时,不得用含有活性二氧化硅的骨料,水泥净浆试验的初凝时间不得大于 5 分钟,终凝时间不得超过 10 分钟。

(3) 施工前,应进行材料的配合比设计和试喷,在保证喷层性能指标满足设计要求,尽量减少水泥和水的用量的前提下,选用适宜的配合比。

(4) 喷射作业应分段进行,同一分段内喷射顺序应自下而上,一次喷射厚度不宜小于 40mm;

(5) 喷射混凝土时,喷头与受喷面应保持垂直,喷射距离控制在 0.6~1.0m;空压机风量不宜小于 9m³/min,气压 0.2~0.5MPa,喷头水压不应小于 0.15MPa,通过外加速凝剂控制砼初凝和终凝时间在 5~10min,喷射厚度不小于设计厚度;

(6) 钢筋网应在喷射一层混凝土后铺设,钢筋保护层厚度不宜小于 25mm,喷射混凝土厚度应达到设计要求。

(7) 喷层终凝 2 小时后设专人负责喷水养护,在 14 天之内应使其表面经常处于湿润状态。

(8) 坡面埋设 ϕ 100mm 的 PVC 管进行排水,长 0.2m,仰角 10°,间距 3m,PVC 管施工单位自行加工成半壁向上开孔,外包无纺土工布,且 PVC 管外端头要求与砟坡面齐平。

8.4.4 排水工程

(1) 沟槽施工时,应采用分段开挖,开挖一段,浇注一段。已开挖沟槽应在当天浇筑完毕,若当日无法浇筑挡墙基础,则应在当日浇筑 10cm 厚砟垫层,以对地基土达到防水保湿效果。

(2) 严格按设计要求,选定位置,确定轴线。然后按设计图纸尺寸,测定开挖基槽范围,准确放出基脚大样尺寸,进行排水沟施工。

(3) 严格按设计尺寸施工,开挖基底时,必须达到设计的坡度,水沟底纵坡降不小于 0.5%,沟槽夯实整平。开挖土方基坑必须留够稳定斜坡,以防崩塌,表层松软土层,应尽量挖除。

(4) 沟基应在稳定地层中,开挖出的沟基,如地基承载力达不到设计要求时,应进行地基处理加固,如除泥换土,填砂砾石料,扰动土夯实,灰土夯实。并及时进行混凝土的浇筑施工;避免基坑长期暴晒,雨淋和被水浸泡。施工中,严禁反复扰动基底土层。

(5) 各分项排水工程相互间应顺畅衔接,利于排水。

(6) 急流槽和坡度较大的截水天沟应设置跌水或消能坎。底面可根据实际情况设置台阶状基础或设防滑耳墙。

(7) 排水沟每隔 15~20m 要分缝设置沉降缝、伸缩缝,缝内填塞沥青麻筋等。新修建的排水沟应与现有排水沟等排水工程顺接,水沟底纵坡降不小于 0.5%,以利于畅通排水,避免沟内积水。

(8) 混凝土施工完毕后,用水淋、浇养生不少于 7 天;晴天白天每隔 4 小时一次,阴雨天适当减少次数。

(9) 待混凝土强度达到 75%以上后方可进行拆模。拆模时注意混凝土结构物棱角的保护,防止破坏棱角。

9 质量检验与工程验收

9.1 质量检查

- (1) 所有材料到达工地后,均应进行质量检查,合格后方可使用。
- (2) 混凝土、砂浆及钢材等应按规范见证取样做强度试验。
- (3) 所有材料均应进行质量检查,合格后方可使用,质量检查依据详见设计图。
- (4) 锚杆施工前,应进行基本试验检验荷载,锚杆试验数量不得少于 3 根,试验要求参照《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086—2015)等相应规范规程进行。

表 9-1 锚杆基本试验荷载值及试验根数要求

| 项目 锚杆类型 | 试验荷载值(kN) | 试验根数 |
|-------------|-----------|----------------------|
| 1 C28 (3m) | 极限荷载 | 该类型锚杆总数的 5%, 不少于 3 根 |
| 1 C28 (6m) | 极限荷载 | 该类型锚杆总数的 5%, 不少于 3 根 |
| 1 C28 (12m) | 极限荷载 | 该类型锚杆总数的 5%, 不少于 3 根 |

9.2 工程验收

- (1) 原材料出厂合格证,工地材料试验报告,代用材料试验报告。
- (2) 提供锚杆、挂钢筋网喷砼、清理危岩及排水工程等的施工记录。
- (3) 混凝土及砂浆强度、钢材等的试验报告,排水沟及边坡外观尺寸等检查。
- (4) 锚杆完工后,应对锚杆进行验收试验,验收数量及试验荷载值参照《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086—2015)等相应规范规程进行。

表 9-2 锚杆验收试验荷载值及试验根数要求

| 项目 锚杆类型 | 试验荷载值(kN) | 试验根数 |
|-------------|-----------|----------------------|
| 1 C28 (3m) | 不低于 36 | 该类型锚杆总数的 5%, 不少于 5 根 |
| 1 C28 (6m) | 不低于 96 | 该类型锚杆总数的 5%, 不少于 5 根 |
| 1 C28 (12m) | 不低于 144 | 该类型锚杆总数的 5%, 不少于 5 根 |

(5) 隐蔽工程检查验收记录。

(6) 竣工图。

(7) 质量检查与验收应符合规范要求,验收报告应提交给有关部门及设计单位。

10 其他说明与要求

(1) 施工过程中应做好施工组织设计,注意施工顺序,提高治理工程的可行性、合理性及有效性。

(2) 施工单位要切实加强对上岗人员的安全培训和施工安全教育及安全管理等,落实安全负责人,切实做好施工安全的各项管理工作,并在防护区下方一定范围内设置有关危险标志,严禁无关人员靠近或进入危险区内。

(3) 施工中应遵循信息化施工、动态设计的基本原则,如发现异常情况,应及时通知设计单位,根据实际情况及时处理。所有支护工程均应符合有关规范要求。

(4) 本治理范围内岩性主要为花岗岩,具备危岩发育的地质条件。花岗岩在日晒、温差、根劈等物理风化、化学风化作用下,可能会不断形成危岩体或者危岩体不断发育,在降雨、地震等情况下失稳发生崩塌,危及下方公路,建议做好山体植被保护和公路巡查。施工及日常养护期间加强对边坡的监测及巡查,当边坡岩体出现裂隙时,应及时将危岩体清除。

路基边沟修复汇总表

G241线K2688+400~K2694+400灾害防治工程

第1页 共1页

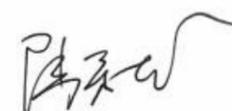
| 左/右侧 | 序号 | 里程桩号 | 修复部位 | 修复长度 (m) |
|------|----|-----------------------|-------------|----------|
| 左侧 | 1 | K2691+474 ~ K2691+635 | 边沟底 | 161 |
| | 2 | K2691+650 ~ K2691+658 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 8 |
| | 3 | K2691+890 ~ K2691+975 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 85 |
| | 4 | | 边沟底 | 40 |
| | 5 | K2692+140 ~ K2692+170 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 30 |
| | 6 | K2692+188 ~ K2692+255 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 67 |
| | 7 | K2693+150 ~ K2693+160 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 10 |
| | 8 | K2693+267 ~ K2693+277 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 10 |
| | 9 | K2693+085 ~ K2693+330 | 边沟外沟身 | 245 |
| | 10 | | 边沟底 | 245 |
| | 11 | K2693+350 ~ K2693+400 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 50 |
| | 12 | | 边沟外沟身 | 50 |
| | 13 | | 边沟底 | 50 |
| | 14 | K2693+470 ~ K2693+630 | 边沟外沟身 | 160 |
| | 15 | | 边沟底 | 160 |
| | 16 | K2693+520 ~ K2693+565 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 45 |
| | 17 | K2693+700 ~ K2693+730 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 30 |
| | 18 | K2693+785 ~ K2693+795 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 10 |
| | 19 | K2693+955 ~ K2694+020 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 65 |
| | 20 | K2694+100 ~ K2694+200 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 18 |
| | 21 | K2694+200 ~ K2694+239 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 39 |
| | 22 | K2694+260 ~ K2694+300 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 40 |

制表: 

| 左/右侧 | 序号 | 里程桩号 | 修复部位 | 修复长度 (m) |
|------|----|-----------------------|-------------|----------|
| 右侧 | 1 | K2691+410 ~ K2691+420 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 10 |
| | 2 | K2691+400 ~ K2691+515 | 边沟底 | 115 |
| | 3 | K2693+250 ~ K2693+000 | 边沟底 | 9 |
| | 4 | K2693+300 ~ K2693+310 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 10 |
| | 5 | K2693+984 ~ K2694+029 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 45 |
| | 6 | K2694+172 ~ K2694+217 | 硬路肩 (边沟内沟身) | 45 |

修复长度合计:

- 1、硬路肩 (边沟内沟身) 617m
- 2、边沟外沟身 455m
- 3、边沟底 780m

复核: 

临时交安工程数量表

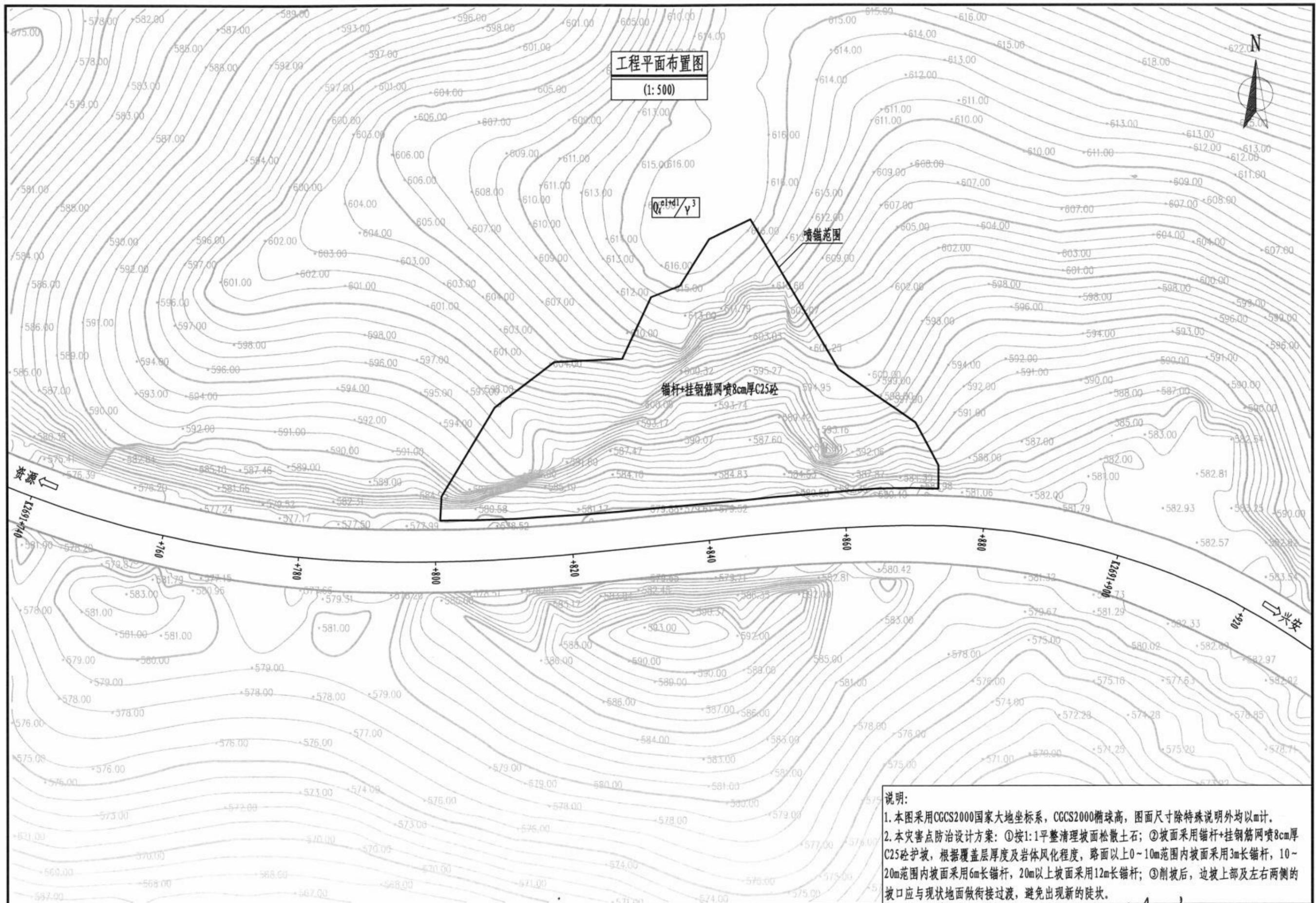
G241线K2688+400~K2694+400灾害防治工程

第1页 共1页

| 序号 | 里程桩号 | 长度 (m) | 施工距离标志 | 限制速度标志 | 解除限速标志 | 警示频闪灯 | 附设警示灯的路栏 | 导向标志 | 交通锥 |
|----|-----------------------|--------|-------------------|-------------|-------------|-------------------------|-----------------|----------------|---------------------|
| | | | 规格: 1900×1400×3mm | 规格: 直径800mm | 规格: 直径800mm | 规格: 黄色蓝色交替闪光, 可视距离≥150m | 规格: 2500×1000mm | 规格: 2000×800mm | 规格: ≥90cm, 平均间距5m/个 |
| | | | 套 | 套 | 套 | 套 | 套 | 套 | 个 |
| 1 | K2691+800 ~ K2691+875 | 75 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 15 |
| 2 | K2693+400 ~ K2693+460 | 60 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 12 |
| 3 | K2694+170 ~ K2694+300 | 130 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 26 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 合计 | | 265 | 6 | 12 | 6 | 6 | 3 | 3 | 53 |

制表:

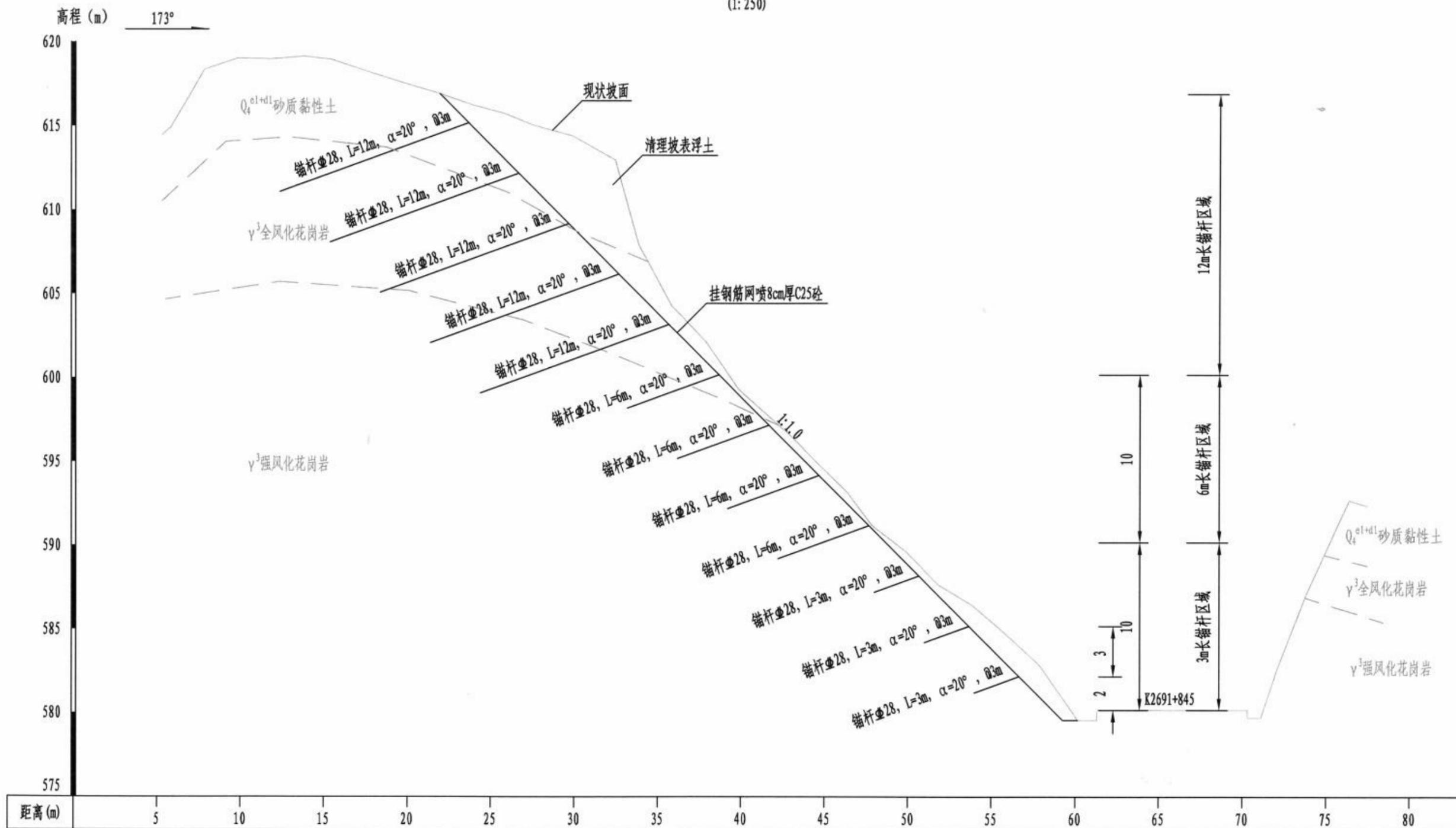
复核:



说明:
 1. 本图采用CGCS2000国家大地坐标系, CGCS2000椭球高, 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
 2. 本灾害点防治设计方案: ①按1:1平整清理坡面松散土石; ②坡面采用锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 路面以上0~10m范围内坡面采用3m长锚杆, 10~20m范围内坡面采用6m长锚杆, 20m以上坡面采用12m长锚杆; ③削坡后, 边坡上部及左右两侧的坡口应与现状地面做衔接过渡, 避免出现新的陡坎。

K2691+845断面图

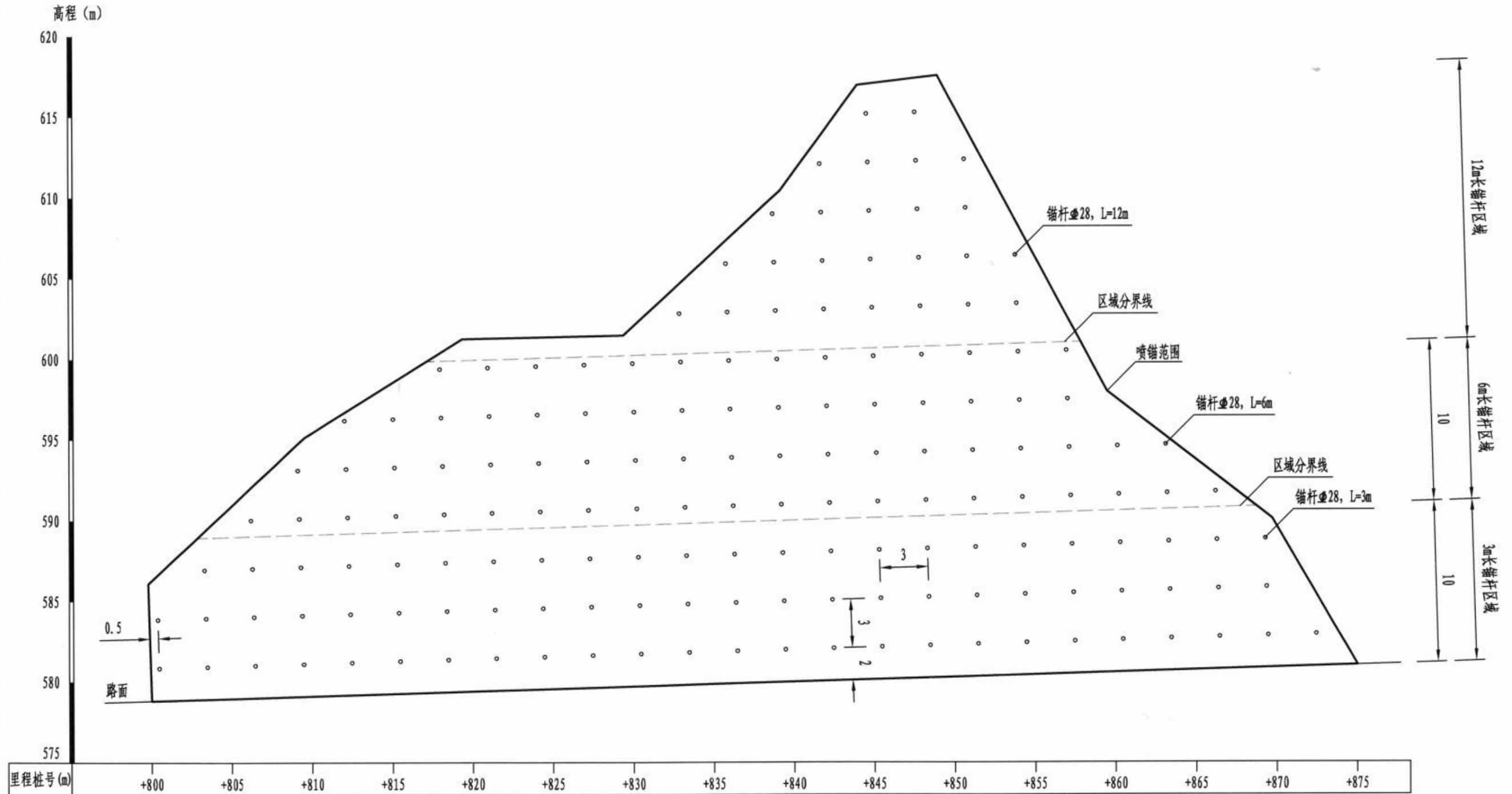
(1:250)



说明:

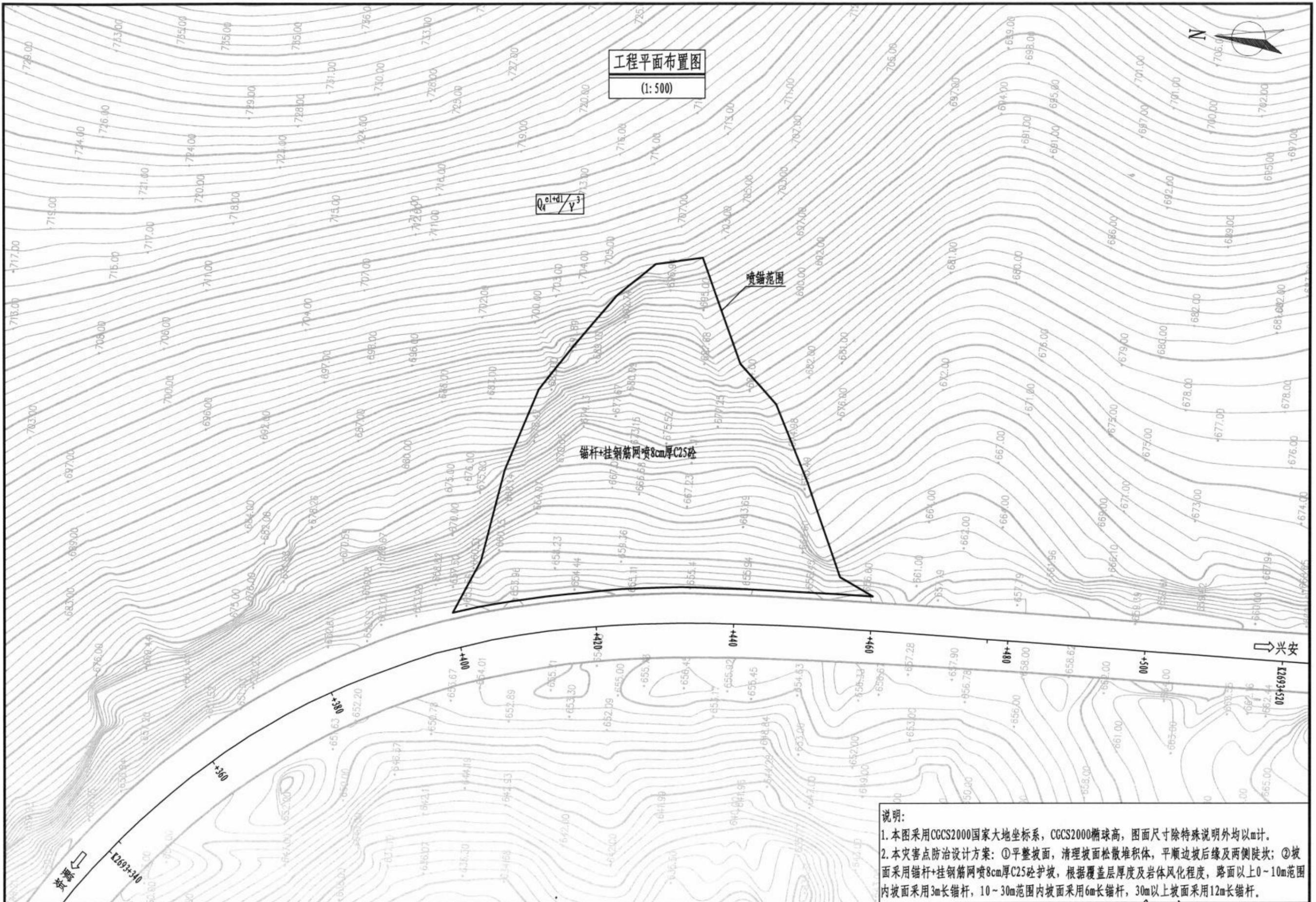
1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
2. 本断面防治设计方案: ①按1:1平整清理坡面松散土石及边坡中下部的滑塌堆积层, 堆积层平均厚度约1.3m; ②坡面采用锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 锚杆水平及竖向间距均为3m, 根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 路面以上0~10m范围内坡面采用3m长锚杆, 10~20m范围内坡面采用6m长锚杆, 20m以上坡面采用12m长锚杆, 最下一排锚杆距路面高度2.0m。

K2691立面图
(1:250)



说明:

1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
2. 坡面采用锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 路面以上0~10m范围内坡面采用3m长锚杆, 10~20m范围内坡面采用6m长锚杆, 20m以上坡面采用12m长锚杆。
3. 锚杆水平及竖向间距均为3m, 左侧锚杆距左边界距离为0.5m, 最下一排锚杆距路面高度2.0m。



工程平面布置图
(1:500)

$$Q_1 = \frac{c_1 + d_1}{\gamma^3}$$

喷射范围

锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼

说明:
 1. 本图采用CGCS2000国家大地坐标系, CGCS2000椭球高, 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
 2. 本灾害点防治设计方案: ①平整坡面, 清理坡面松散堆积体, 平顺边坡后缘及两侧陡坎; ②坡面采用锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 路面以上0~10m范围内坡面采用3m长锚杆, 10~30m范围内坡面采用6m长锚杆, 30m以上坡面采用12m长锚杆。

高程 (m) 266°

K2693+435断面图
(1:250)

710
705
700
695
690
685
680
675
670
665
660
655
650

Q₄^{el+d1}砂质黏性土

γ³全风化花岗岩

γ³强风化花岗岩

Q₄^{el+d1}砂质黏性土

说明:

1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
2. 本断面防治设计方案: ①平整坡面, 清理坡面松散堆积体及边坡中下部的滑塌堆积层, 堆积层平均厚度约1.6m, 平顺边坡后缘及两侧陡坎; ②坡面采用锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 锚杆水平及竖向间距均为3m, 根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 路面以上0~10m范围内坡面采用3m长锚杆, 10~30m范围内坡面采用6m长锚杆, 30m以上坡面采用12m长锚杆, 最下一排锚杆距路面高度2.0m。

距离 (m) 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80

锚杆Φ28, L=12m, α=20°, @3m

锚杆Φ28, L=12m, α=20°, @3m

锚杆Φ28, L=12m, α=20°, @3m

锚杆Φ28, L=12m, α=20°, @3m

锚杆Φ28, L=6m, α=20°, @3m

锚杆Φ28, L=3m, α=20°, @3m

锚杆Φ28, L=3m, α=20°, @3m

锚杆Φ28, L=3m, α=20°, @3m

锚杆Φ28, L=3m, α=20°, @3m

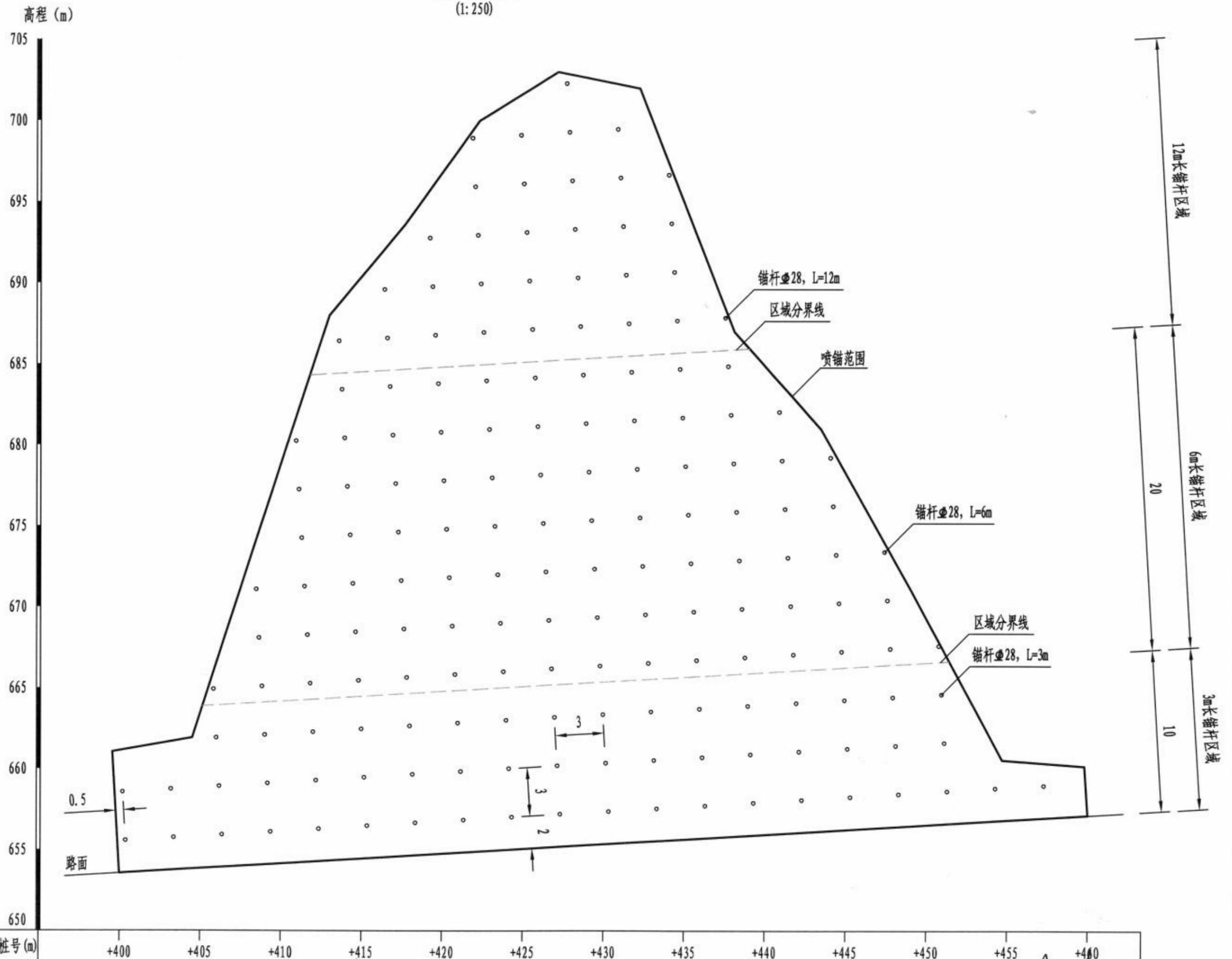
现状坡面

清理坡表浮土

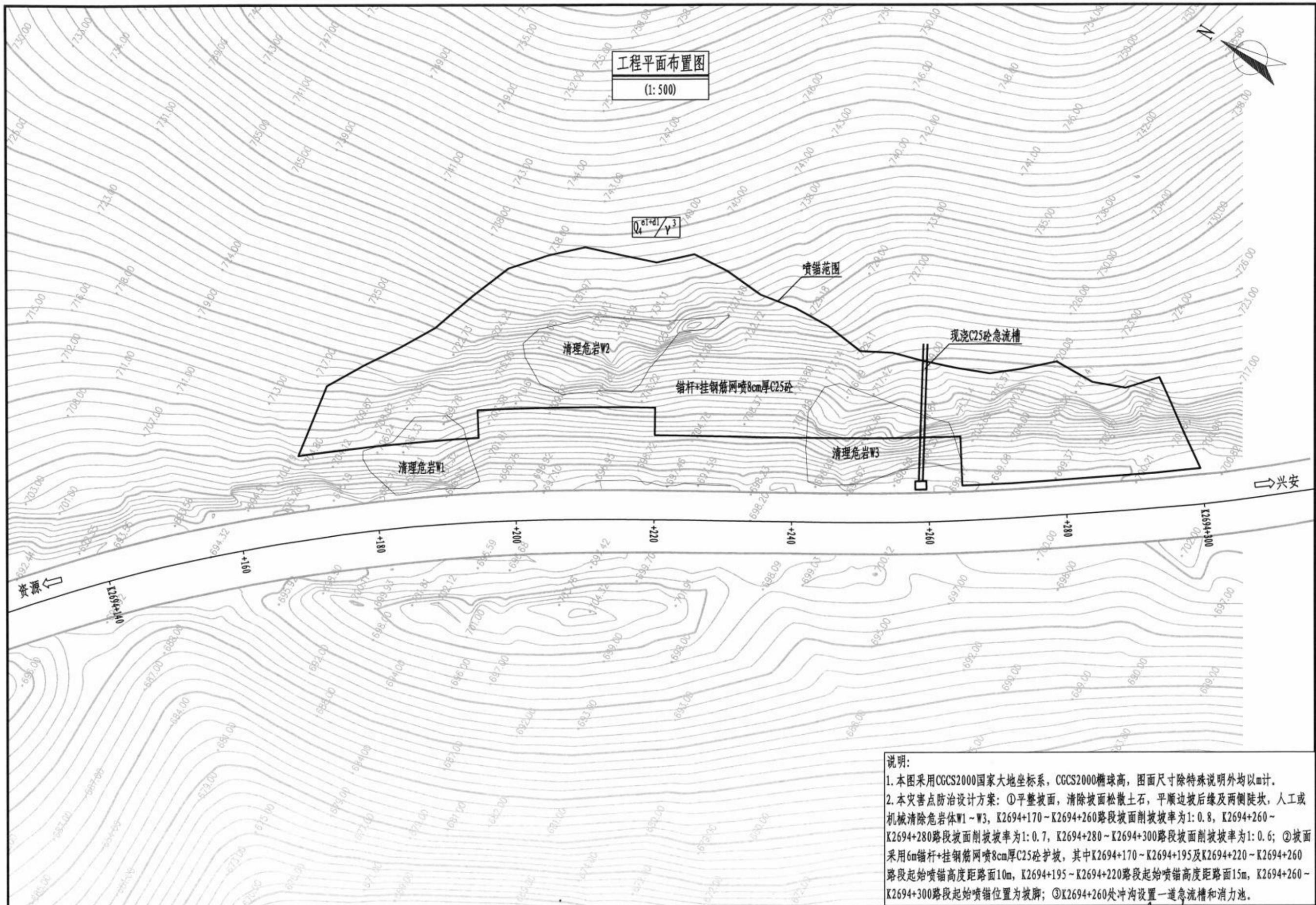
挂钢筋网喷8cm厚C25砼

2
3
10
20
12m长锚杆区域
6m长锚杆区域
3m长锚杆区域

K2693立面图
(1:250)



说明:
 1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
 2. 坡面采用锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 路面以上0~10m范围内坡面采用3m长锚杆, 10~30m范围内坡面采用6m长锚杆, 30m以上坡面采用12m长锚杆。
 3. 锚杆水平及竖向间距均为3m。左侧锚杆距左边界距离为0.5m, 最下一排锚杆距路面高度2.0m。



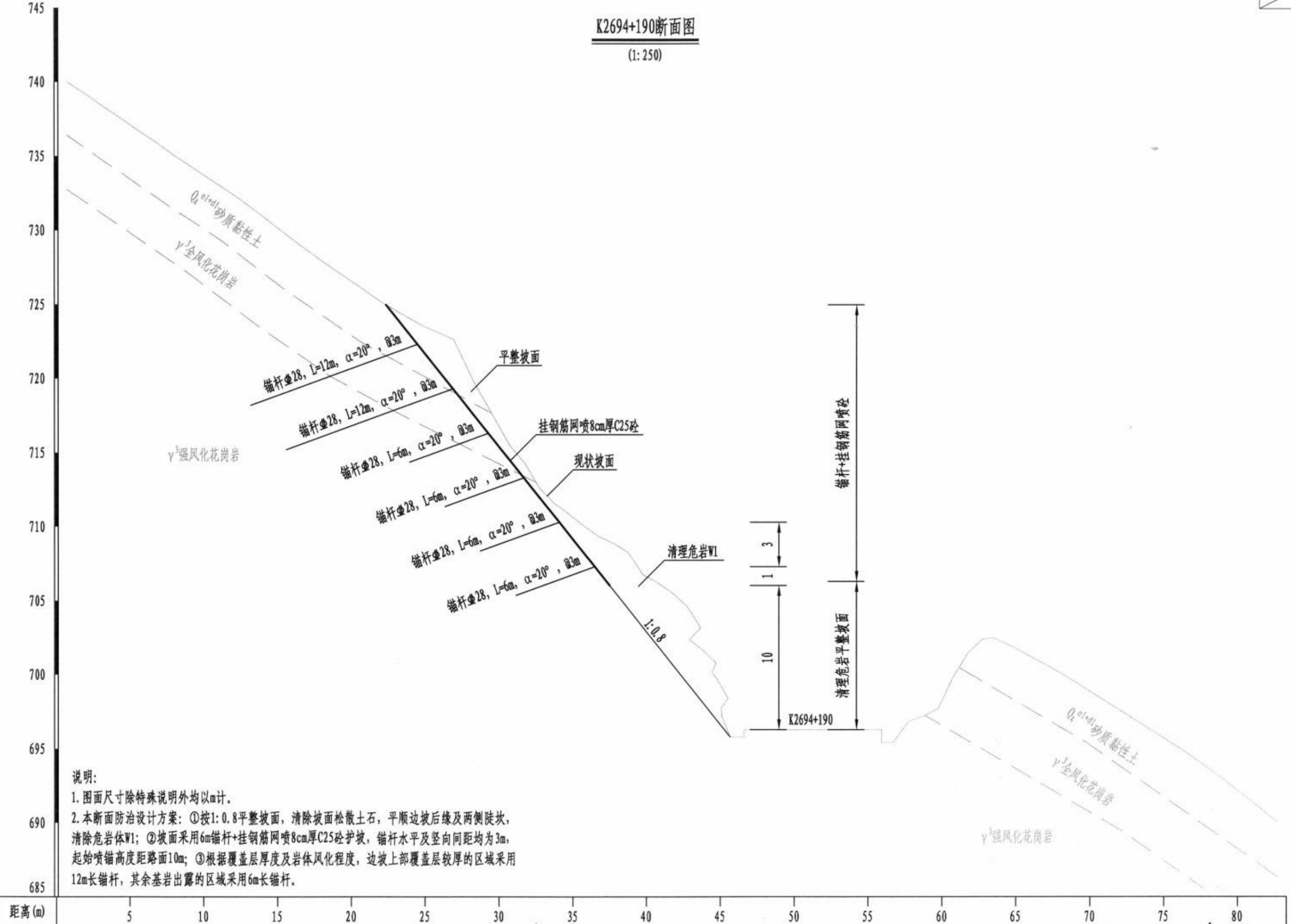
说明:

1. 本图采用CGCS2000国家大地坐标系, CGCS2000椭球高, 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
2. 本灾害点防治设计方案: ①平整坡面, 清除坡面松散土石, 平顺边坡后缘及两侧陡坎, 人工或机械清除危岩体W1~W3, K2694+170~K2694+260路段坡面削坡坡率为1:0.8, K2694+260~K2694+280路段坡面削坡坡率为1:0.7, K2694+280~K2694+300路段坡面削坡坡率为1:0.6; ②坡面采用6m锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 其中K2694+170~K2694+195及K2694+220~K2694+260路段起始喷锚高度距路面10m, K2694+195~K2694+220路段起始喷锚高度距路面15m, K2694+260~K2694+300路段起始喷锚位置为坡脚; ③K2694+260处冲沟设置一道急流槽和消力池。

| | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---------------------------------|----|----|----|---|----|----|-------|
| <p>广西交科集团有限公司 GUANGXI TRANSPORTATION SCIENCE AND TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.</p> | G241线K2688+400~K2694+400灾害防治工程 | K2694+170~K2694+300地质灾害点工程平面布置图 | 设计 | 潘双 | 复核 | 陈 | 审核 | 图号 | S-3-1 |
|---|--------------------------------|---------------------------------|----|----|----|---|----|----|-------|

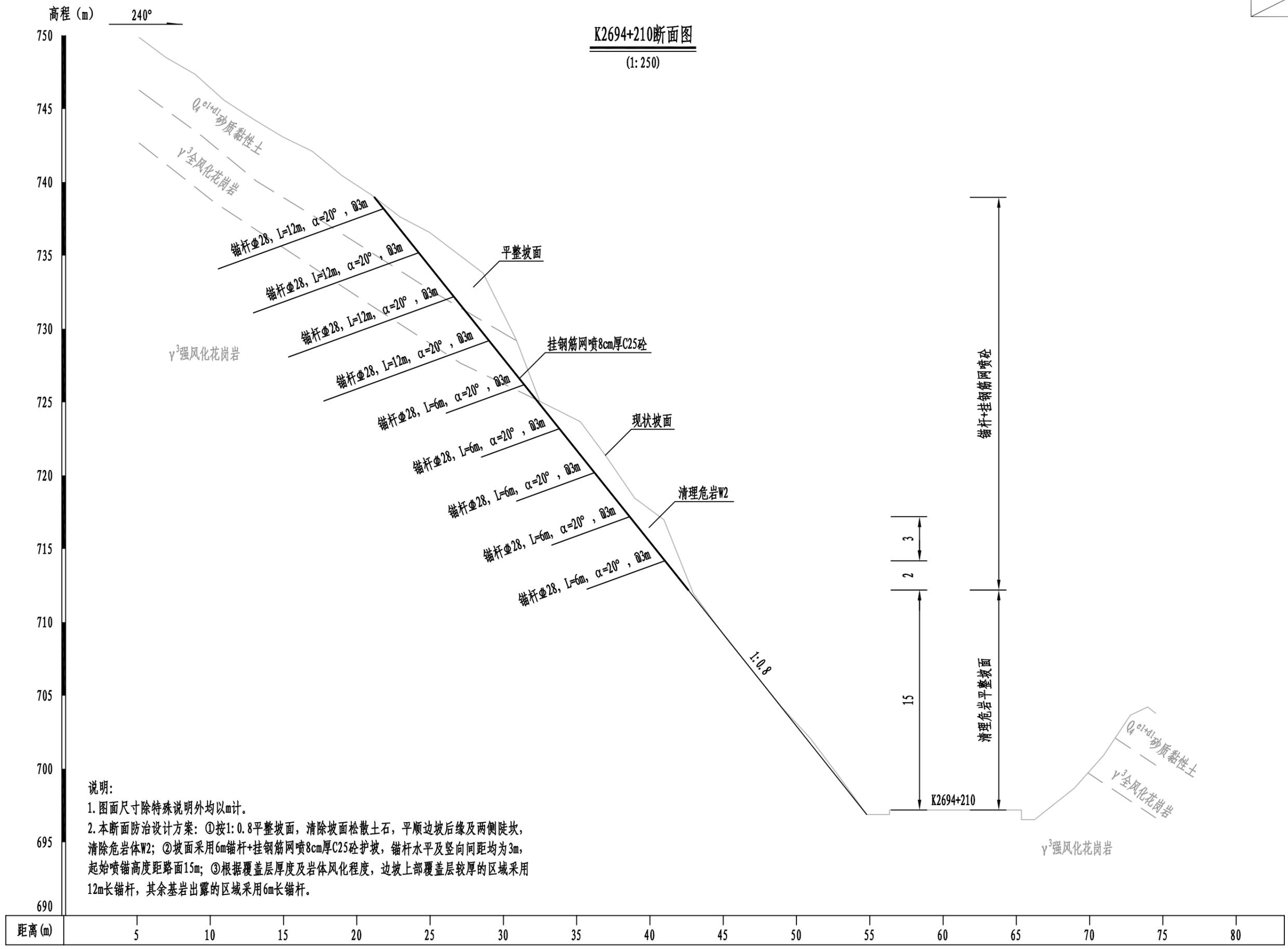
高程 (m) 236°

K2694+190断面图
(1:250)



说明:

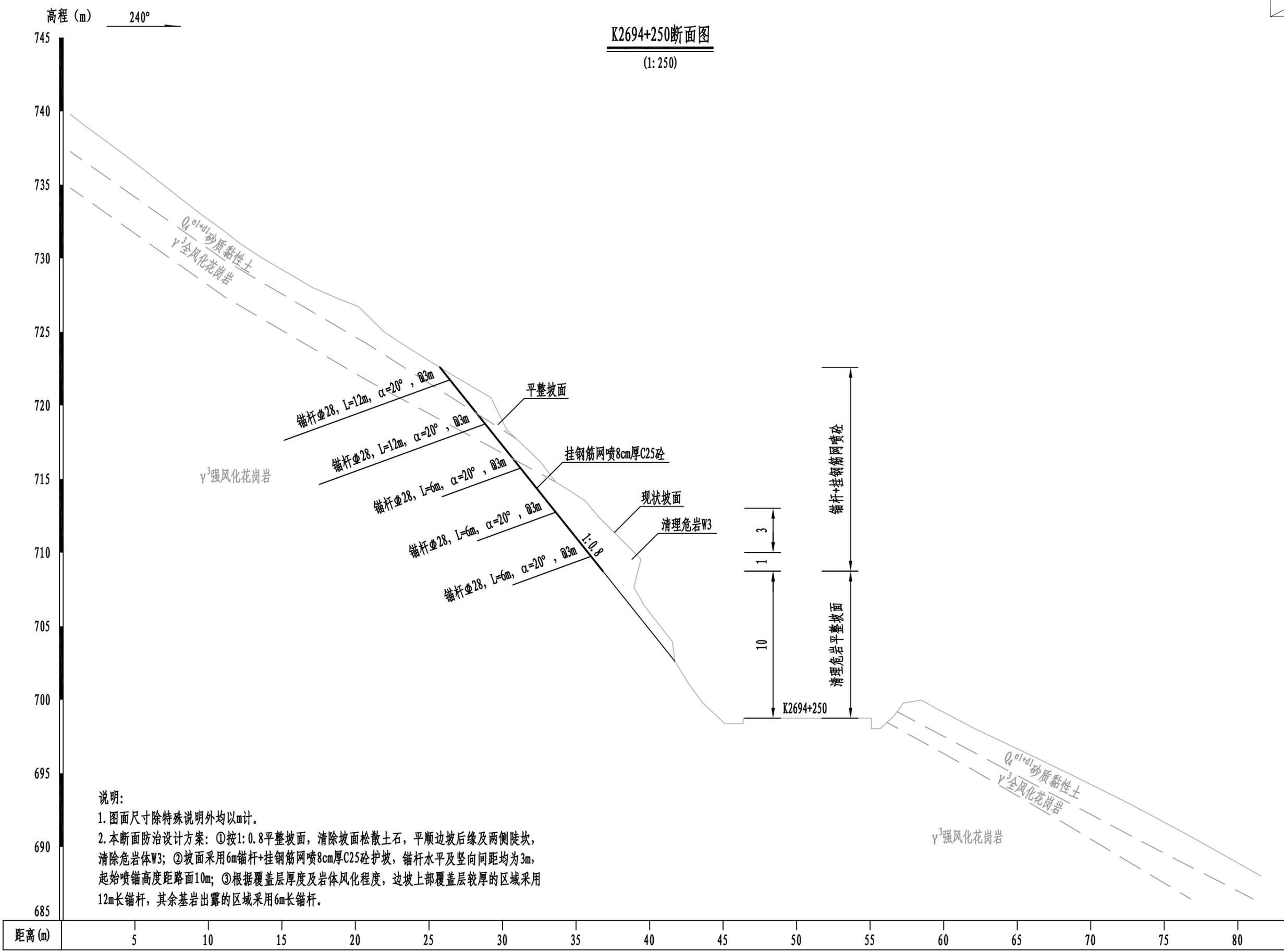
1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
2. 本断面防治设计方案: ①按1:0.8平整坡面, 清除坡面松散土石, 平顺边坡后缘及两侧陡坎, 清除危岩体W1; ②坡面采用6m锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 锚杆水平及竖向间距均为3m, 起始喷锚高度距路面10m; ③根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 边坡上部覆盖层较厚的区域采用12m长锚杆, 其余基岩裸露的区域采用6m长锚杆。



K2694+210断面图
(1:250)

说明:
 1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
 2. 本断面防治设计方案: ①按1:0.8平整坡面, 清除坡面松散土石, 平顺边坡后缘及两侧陡坎, 清除危岩体W2; ②坡面采用6m锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 锚杆水平及竖向间距均为3m, 起始喷锚高度距路面15m; ③根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 边坡上部覆盖层较厚的区域采用12m长锚杆, 其余基岩裸露的区域采用6m长锚杆。

K2694+250断面图
(1:250)



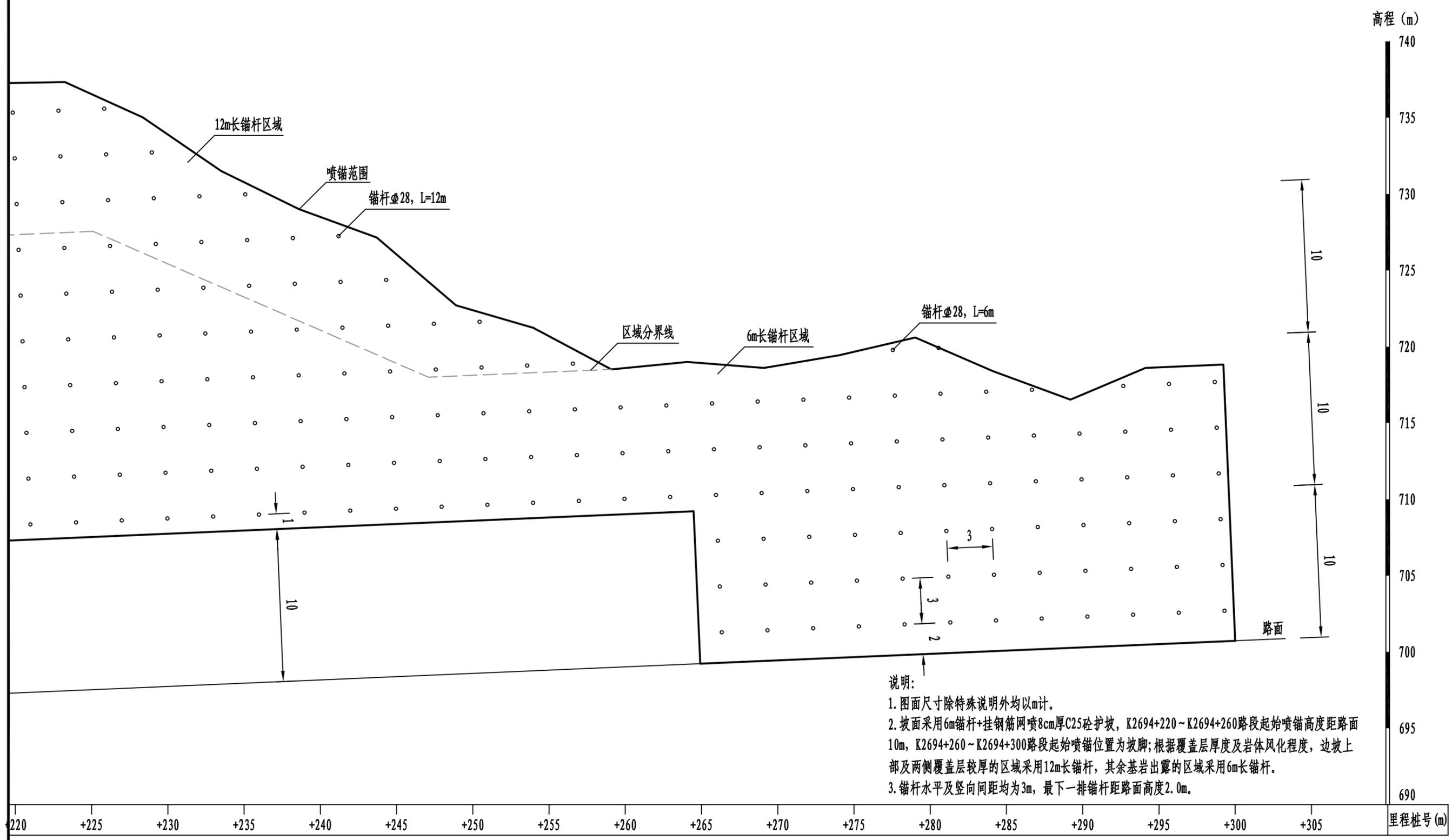
说明:
 1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
 2. 本断面防治设计方案: ①按1:0.8平整坡面, 清除坡面松散土石, 平顺边坡后缘及两侧陡坎, 清除危岩体W3; ②坡面采用6m锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, 锚杆水平及竖向间距均为3m, 起始喷锚高度距路面10m; ③根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 边坡上部覆盖层较厚的区域采用12m长锚杆, 其余基岩出露的区域采用6m长锚杆。

K2694立面图
(1:250)



- 说明:
1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
 2. 坡面采用6m锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, K2694+170~K2694+195及K2694+220~K2694+260路段起始喷锚高度距路面10m, K2694+195~K2694+220路段起始喷锚高度距路面15m; 根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 边坡上部及两侧覆盖层较厚的区域采用12m长锚杆, 其余基岩裸露的区域采用6m长锚杆。
 3. 锚杆水平及竖向间距均为3m, 左侧锚杆距左边界距离为0.5m。

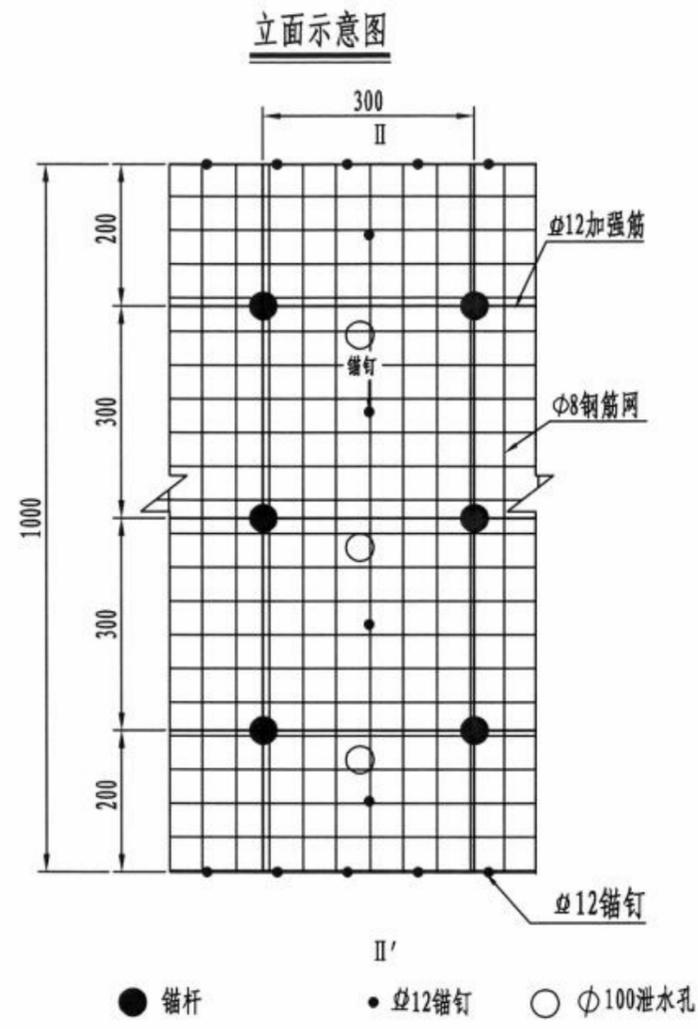
K2694立面图
(1:250)



说明:

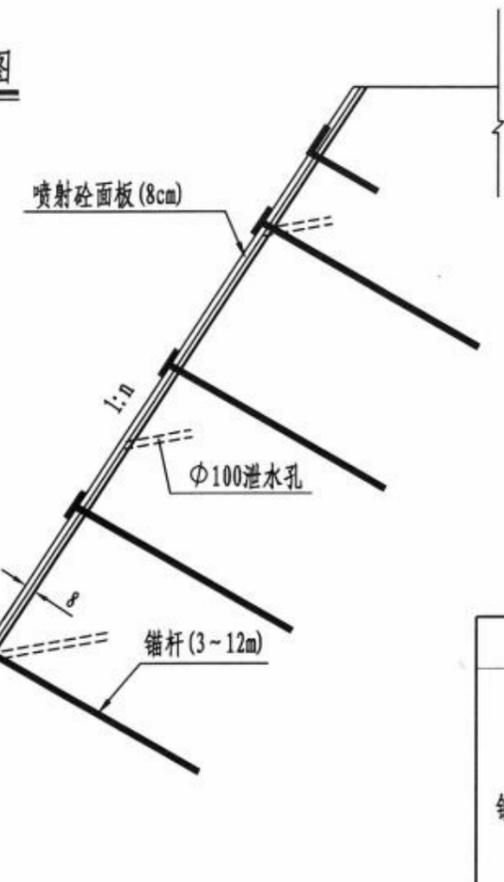
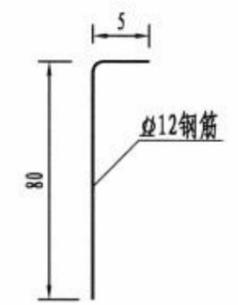
1. 图面尺寸除特殊说明外均以m计。
2. 坡面采用6m锚杆+挂钢筋网喷8cm厚C25砼护坡, K2694+220~K2694+260路段起始喷锚高度距路面10m, K2694+260~K2694+300路段起始喷锚位置为坡脚; 根据覆盖层厚度及岩体风化程度, 边坡上部及两侧覆盖层较厚的区域采用12m长锚杆, 其余基岩出露的区域采用6m长锚杆。
3. 锚杆水平及竖向间距均为3m, 最下一排锚杆距路面高度2.0m。

里程桩号(m)



挂钢筋网锚固喷砼护坡设计图

Φ12锚钉大样图



II-II横剖面示意图

挂网喷砼主要工程数量表

| 类型 | 材料 | 单位 | 数量 |
|--------|---------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 锚杆间距3m | HRB400 Φ12加强筋 | kg/m ² | 0.444/√(1+n ²)+0.296 |
| | HRB400 Φ12锚钉 | kg/m ² | 0.252/√(1+n ²) |
| | HPB300 Φ8钢筋网 | kg/m ² | 4.74 |
| | 8cm厚C25砼 | m ³ /m ² | 0.080 |
| | HRB400螺纹钢筋 | 根/m ² | 0.1/√(1+n ²) |
| | 泄水管 Φ110钻孔 | m/m ² | 0.267/√(1+n ²) |

单根锚杆工程数量表

| 锚杆长度 | 项目 | 钢筋种类 | 规格 | 单位 | 数量 |
|------|------|--------|---------|----------------|------------------|
| L | 钻孔 | | Φ110mm | m | L-0.3 |
| | 主筋 | HRB400 | Φ28螺纹钢筋 | kg | L×4.83 |
| | 对中支架 | HPB300 | Φ8光圆钢筋 | kg | (L/2)×0.395 |
| | 注浆 | | M30水泥砂浆 | m ³ | 0.01(L-0.3)+0.01 |

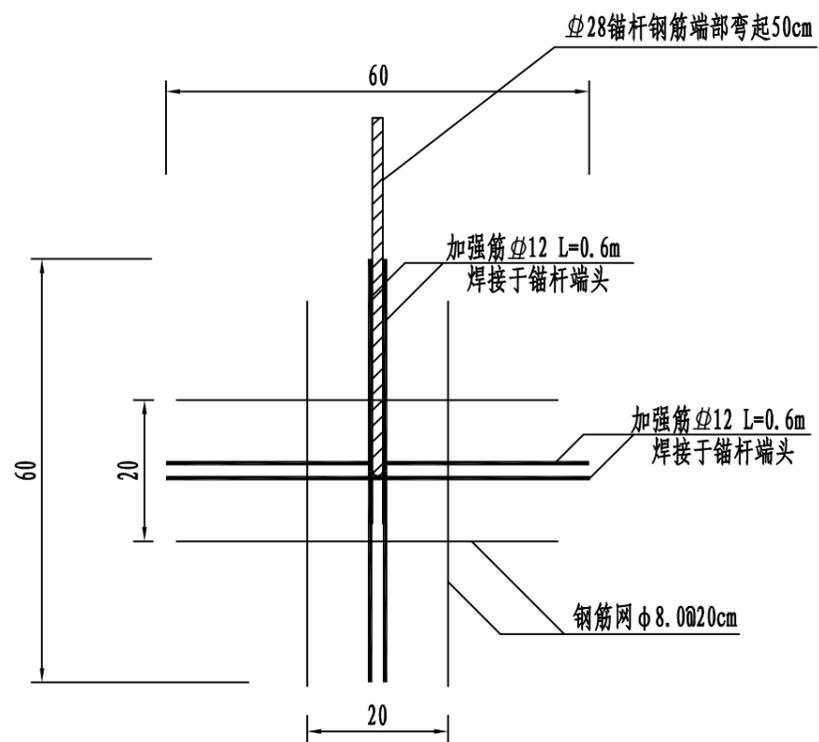
说明:

- 图中尺寸除钢筋以mm计,其余均以cm计。
- 施工顺序:清理坡面→完善排水系统→锚杆施工→挂钢筋网及铺装→喷射砼→养护。
- 锚杆杆件用Φ28mm的HRB400螺纹钢筋加工,锚杆对中器自行加工,相邻两个对中器焊接在互相垂直的两平面内。
- 锚杆杆体外露部分避免敲击、碰撞,注浆后3d内不得悬吊重物。
- 锚杆按立面间距3m×3m布设,锚杆长分别有3m、6m及12m,钻孔直径均取110mm,锚杆入射角θ取20°,3m锚杆设计锚固力不低于30kN,6m锚杆设计锚固力不低于80kN,12m锚杆设计锚固力不低于120kN,根据边坡成孔揭露地质情况,如有差异报设计单位调整长度与锚固力。
- 钢筋网采用Φ8mm的HPB300钢筋,间距200mm×200mm,并用采用Φ12mm的HRB400钢筋作加强筋,压于钢筋网上,并与锚杆有效焊接,在网周边用长0.8m的Φ12钢筋作锚钉钉住,锚钉间距1m,需保证弯头向上。
- 锚钉可直接打入稳固土层,若无法直接打入可用小型钻机成孔后放入再孔内灌满M30水泥砂浆。
- 喷射砼强度采用C25,厚度为8cm,其中粗料最大粒径不应大于15mm,砂宜采用中粗砂,细度模数宜为2.5~3.2,粘粒含量应小于10%,配合比根据现场试验确定,喷射砼应盖入坡顶不少于1m。坡面埋设Φ100mmPVC管进行排水,长0.2m,仰角10°,间距3m,PVC管自行加工成半壁向上开孔,外包无纺土工布,且PVC管外端头要求与砼坡面齐平。
- 本设计锚杆属永久性锚杆,按II级防腐保护构造设计,水泥砂浆保护层厚度不应小于20mm,锚头采用混凝土封闭保护。
- 其他未尽事宜按照《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086-2015)、《公路路基设计规范》(JTG D30-2015)等相应规范规程进行。

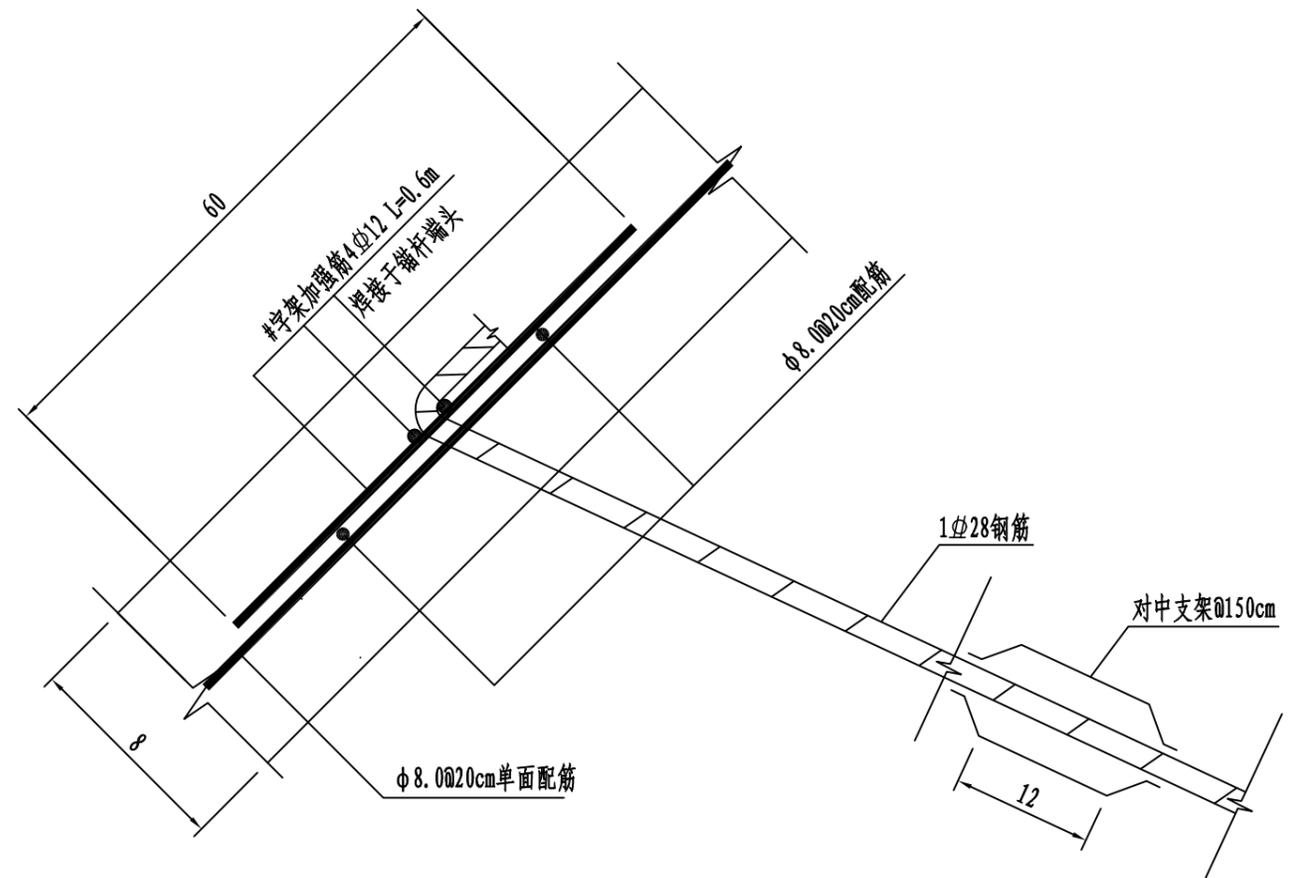
说明:当同级锚杆长度不一时,按百分比计算各锚杆数量;m²防护面积;n为边坡坡率;锚杆数量进位取整。

锚杆端部立面大样图

(1:10)



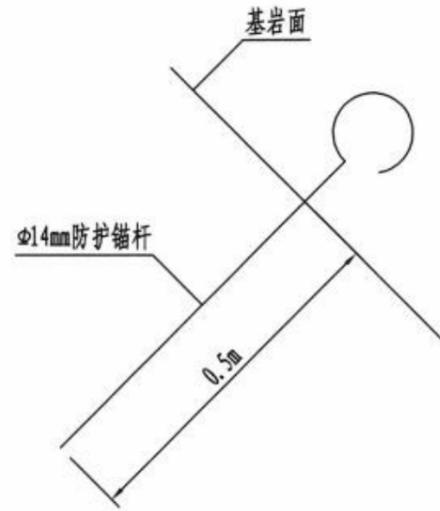
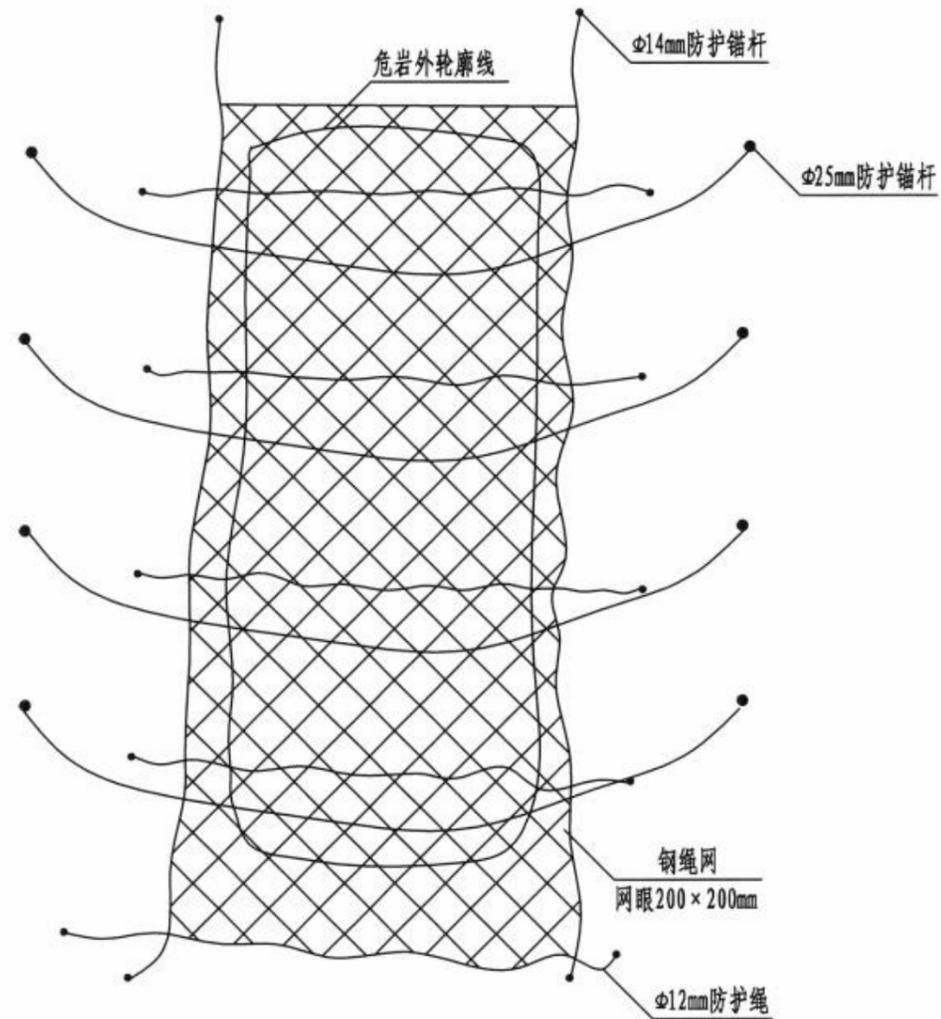
锚杆大样图



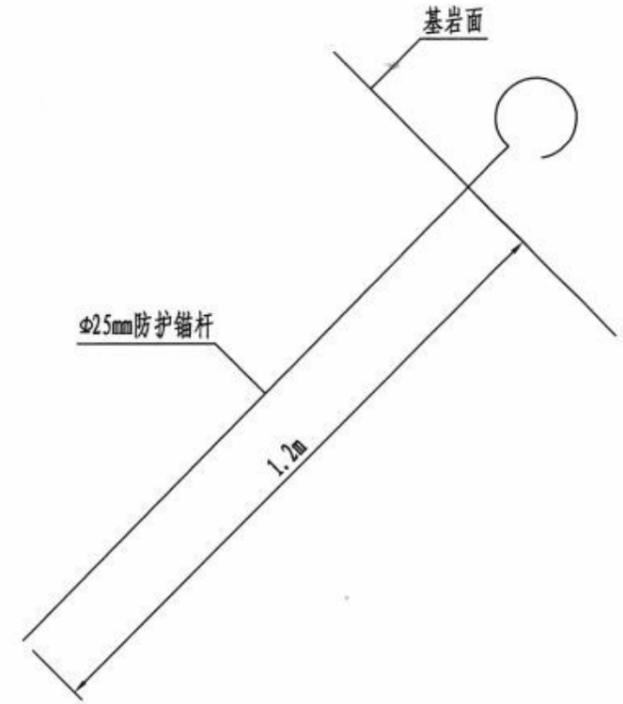
说明:

1、图中尺寸除钢筋以mm计, 其余均以cm计。

临时防护示意图



$\phi 14\text{mm}$ 防护锚杆示意图

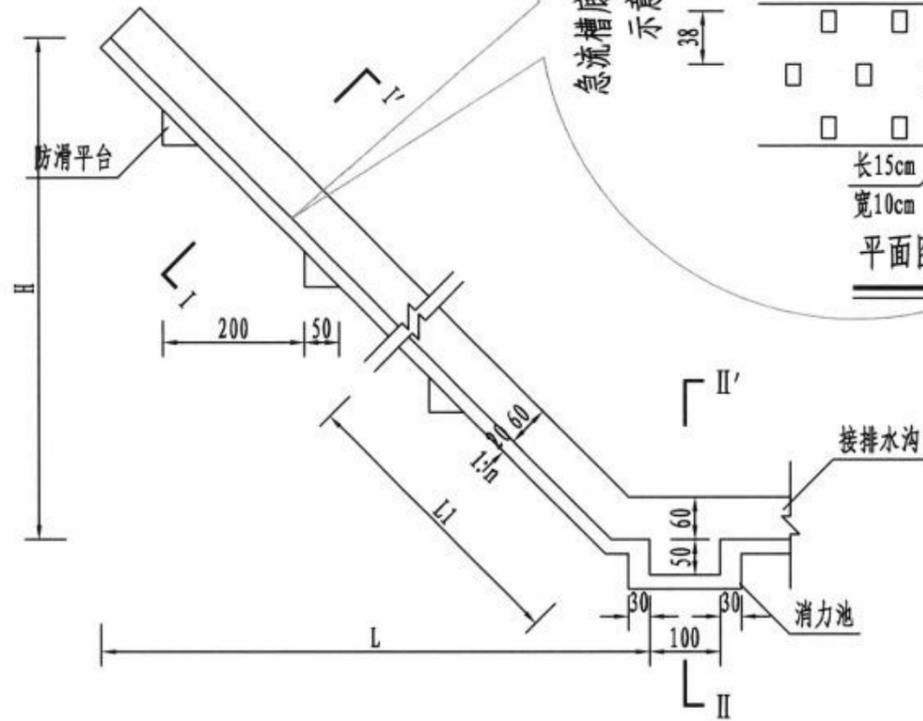


$\phi 25\text{mm}$ 防护锚杆示意图

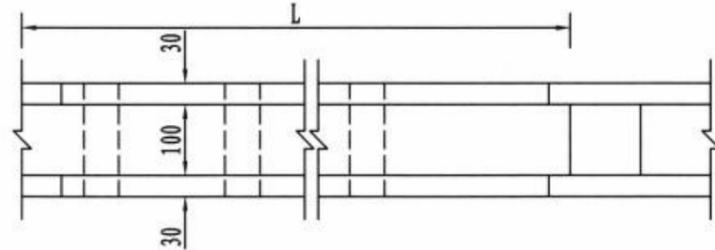
说明:

- 对危岩进行临时加固。根据危岩特征、规模采用钢绳网包裹加钢绳捆绑的方法。
- 1、一般危岩采用 $\phi 12\text{mm}$ 钢绳捆绑，绳两端与 $\phi 14\text{mm}$ 锚杆连接固定在完整基岩上。
 - 2、对于体积较大的危岩采用 $\phi 32\text{mm}$ 钢绳捆绑，绳两端与 $\phi 25\text{mm}$ 锚杆连接固定在完整基岩上。
 - 3、钢绳网包裹是防止岩体在爆破解体过程中发生崩落掉下，钢绳网规格：网眼 $200 \times 200\text{mm}$ ，用 $\phi 8\text{mm}$ 的钢绳（冷拔低碳钢）编制成， $\phi 25\text{mm}$ 防护锚杆采用灌浆式锚杆，长 1.5m ，锚杆用材、施工工艺与锚固锚杆相同。
 - 4、 $\phi 14\text{mm}$ 短锚杆（单根锚杆锚固力 27kN ）采用灌浆式锚杆，短锚杆用 $\phi 14\text{mmHRB400}$ 热轧螺纹钢，锚杆长 0.75m ，锚固段长度 0.5m ，锚孔直径不得小 32mm ，锚杆的施工工艺与锚固锚杆相同。
 - 5、每根 $\phi 25\text{mm}$ 锚杆（单根锚杆锚固力 80kN ）用 $\phi 32\text{mm}$ 钢绳连接，保证锚杆共同受力，避免受力不均匀，确保安全。锚杆长 1.5m ，锚固段长度 1.2m ，锚杆孔径 50mm ，其施工工艺与锚固锚杆相同。

急流槽剖面图
(1:100)



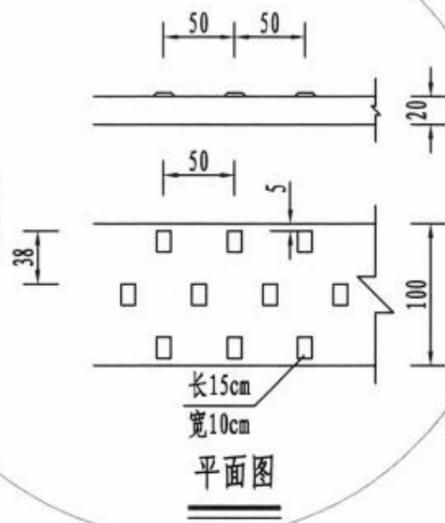
急流槽平面图
(1:100)



急流槽主要工程数量表

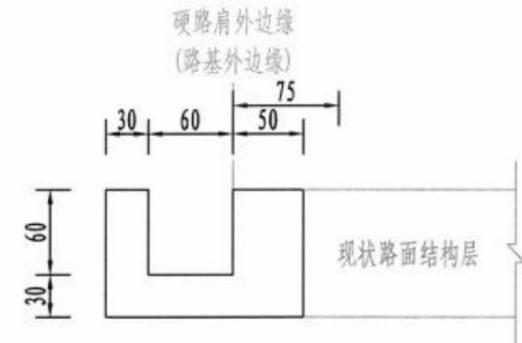
| 急流槽部分 | | | | | 消力及出水部分 | | |
|--------|----------|--------|--------|--------|---------|--------|------|
| 每米槽身 | | | 每个防滑平台 | | 沥青麻筋 | 现浇C25砼 | 土方开挖 |
| 现浇C25砼 | M10砂浆粗糙面 | 开挖土/石方 | 现浇C25砼 | 开挖土/石方 | | | |
| (m³) | (m²) | (m³) | (m³) | (m²) | (m²/处) | (m³) | (m³) |
| 0.68 | 2.4 | 1.28 | 0.15 | 0.15 | 0.72 | 2.23 | 3.33 |

侧面图



急流槽底粗糙面示意图

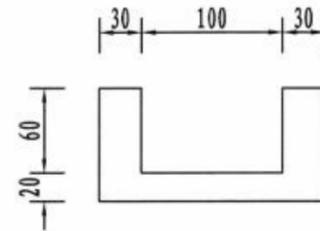
边沟大样图
(1:50)



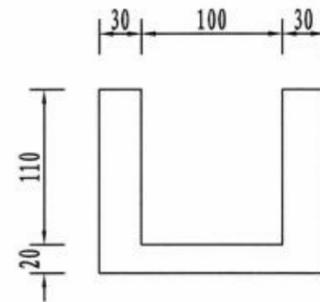
边沟工程数量表

| 项目 | 沟身C25砼 (m³/m) |
|----|------------------|
| 边沟 | 0.900 |

I-I'
(1:50)



II-II'
(1:50)



说明:

1. 本图尺寸除特殊说明外均以cm计。
2. 图中“每米槽身”为急流槽槽身沿坡面斜长L1。
3. 急流槽每隔5~10米设置一处变形缝，缝宽2cm，并用沥青麻筋填塞。急流槽底采用M10砂浆抹砌成粗糙面，以消水能。
4. 急流槽连接消力池，急流槽的水排入消力池，消力池与边沟连接。