

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司

2023 年边坡处治工程

施工图设计文件

第一册 共二册

中铁长江交通设计集团有限公司

二〇二三年三月 重庆

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司
2023 年边坡处治工程

施工图设计文件

业务范围：公路行业甲级；水运行业甲级；工程勘察综合资质甲级；
市政行业（道路工程）专业甲级；市政行业（桥梁工程）专业乙级；
建筑行业（建筑工程）丙级
证书编号：A150001878、A250001875、B150001878
发证机关：中华人民共和国住房和城乡建设部、重庆市住房和城乡建设委员会

总经理		副总经理	
总工程师		副总工程师	
部门负责人		部门技术负责人	
项目负责人		副项目负责人	/
专业负责人	/		

中铁长江交通设计集团有限公司

二〇二三年三月 重庆

一、黔江基地边坡

目 录

1 前言	1	4.2.6 施工交通组织方案应遵循的原则.....	7
1.1 工程概况.....	1	4.2.7 监测与检查.....	7
1.2 设计目的与任务.....	1	4.2.8 其他注意事项.....	7
1.3 设计依据.....	1	5、工程量计算与计量	8
2 边坡区域工程地质概况	1		
2.1 地形地貌.....	1		
2.2 地层岩性.....	2		
2.3 地质构造.....	2		
2.4 边坡稳定性评价.....	2		
2.5 边坡变形原因分析.....	2		
3.工程处治设计	2		
3.1 处治设计原则.....	2		
3.2 工程措施总体布置.....	3		
3.3 施工顺序及工期.....	3		
3.4 取弃土场.....	3		
4 施工技术要求及注意事项	3		
4.1 施工技术要求.....	3		
4.1.1 混凝土.....	3		
4.1.2 钢材.....	4		
4.2 施工注意事项.....	4		
4.2.1 施工总体原则.....	4		
4.2.2 锚杆施工.....	5		
4.2.3 框架梁施工.....	5		
4.2.4 坡面脚手架搭设要求及注意事项.....	6		
4.2.5 施工防排水.....	7		

施工图设计说明

1 前言

1.1 工程概况

本边坡位于东南公司基地办公楼外侧，为挖方岩质边坡，边坡整体长约 100m，整体坡率为 1:1.6~1:1.0，边坡垂直高度 5~9m。边坡下方为停车区及内部道路，边坡底部已有护脚墙支护，护脚墙高约 2m。根据现场调查，边坡坡面原先采用挂网喷播植草防护，由于无实体护面结构，在暴雨冲刷作用下表层土体出现溜塌现象，基岩裸露。挖方边坡后方坡体及截水沟整体完好，未见明显开裂、滑移情况。因边坡岩体为页岩，风化速度快，在降雨冲刷及风化作用下易垮塌，对下方停车及人员的安全造成一定威胁，需进行处治。



图 1 边坡正面情况



图 2 挖方边坡后方情况（截水沟堵塞）

1.2 设计目的与任务

本次处治工程设计工作的主要目的：

根据现场地质调查情况，正确分析边坡病害的形成原因，给出合理的处治措施，并按要求给出处治施工图设计文件，解决边坡病害问题。

主要任务：

- (1) 对边坡的病害形成原因及影响其稳定性的因素进行分析；
- (2) 根据确定的处治方案进行施工图设计；
- (3) 编制工程预算。

1.3 设计依据

- (1) 我单位与业主签订的《重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司 2022-2024 年边坡病害勘察及处治设计项目合同》；
- (2) 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；
- (3) 《公路滑坡防治设计规范》JTG/T 3334-2018；
- (4) 《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）2015 版；
- (5) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 02121-2006）；
- (6) 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- (7) 《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）；
- (8) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）2009 年版；
- (9) 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130-2011；
- (10) 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80-2016；
- (11) 《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210-2016；
- (12) 《施工脚手架通用规范》GB 55023-2022；
- (13) 其它现行标准、规范、规程及技术要求。

2 边坡区域工程地质概况

根据现场调查，该边坡区域工程地质概况如下：

2.1 地形地貌

调查区属构造剥蚀地貌区，调查区为斜坡地形，斜坡总体坡向 295~300°，地形坡度 5~80°，前缘经人工切坡形成陡坡，坡高 3~9m，坡面零星分布少量绿植土。

2.2 地层岩性

根据地面调查及收集已有地质资料，调查区地层主要有第四系全新统残坡积层(Q₄^{el+dl})粉质粘土、人工填土层(Q₄^{ml})，下覆基岩为志留系中统罗惹坪组(S₂lr)页岩。现根据岩性按由老到新的顺序分述如下：

(1) 志留系中统罗惹坪组(S₂lr)

页岩：浅灰绿色，主要由粘土矿物组成，薄层状构造，泥质结构，局部含少量砂质，岩质软，为相对隔水层。场地区内边坡表层岩体呈现强风化，手捏易碎，中风化岩体较完整，岩质较软，主要发育两组构造裂隙。该地层分布在黔江调查区内。

(2) 第四系全新统

粉质粘土(Q₄^{el+dl})：黄褐色，可塑状，刀切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，无摇晃反应。主要分布在边坡顶部及缓坡地带，厚度一般为0.50m~2.00m，黔江基地边坡表面由于铺设绿植，也存在该层土体，厚度一般小于0.5m。

人工填土(Q₄^{ml})：杂色，主要由路基填料组成，分层碾压，呈密实状。主要分布在高速沿线，填龄超过十年，为压实路基土。黔江基地坡脚也有分布，为场地整平形成，多呈中密状，填龄超过5年。

2.3 地质构造

调查区位于郁山背斜东南翼，结合区域地质图及调查区岩层产状实测，调查区范围内岩层产状为200°∠5°，岩体内主要发育两组构造裂隙，第①组裂隙产状：153°∠62°，裂面平整，局部泥质充填，裂隙宽度1~7mm，间距0.5~1.3m，结构面结合程度一般；第②组裂隙产状：290°∠75°，裂面平整，无充填，裂隙宽度2~5mm，间距0.6~1.8m，结构面结合一般。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》GB18306—2015图A及《中国地震动反应谱特征周期区划图》GB18306—2015图B，路段区设计地震基本加速度值为0.05g，地震动特征周期0.35s。对应的地震基本烈度VI度，其抗震设计建议按《公路工程抗震规范》JTG B02-2013的相关条款执行。

2.4 边坡稳定性评价

根据调查区边坡所处的地形条件、地层岩性、裂隙发育程度、裂缝张开宽度及延伸长度、主控结构面的性状等特征，结合岩质边坡赤平投影分析（详见图2.1所示），该边坡为切向坡，裂隙L2倾向坡外，为不利结构面，岩体易沿裂隙层面产生顺向滑动；同时，产状(C)与裂隙(L1)组合交割线位于边坡内侧，边坡坡面与组合交割线呈大角度切向相交，对边坡稳定性影响一般，岩体可能产生

局部掉块现象。

宏观判定该段边坡现状整体处于稳定状态，但由于坡面岩体抗风化能力较弱，岩体破碎，边坡局部将产生掉块及逐次剥落现象。且由于表层喷播土体较薄，容易发生溜塌。

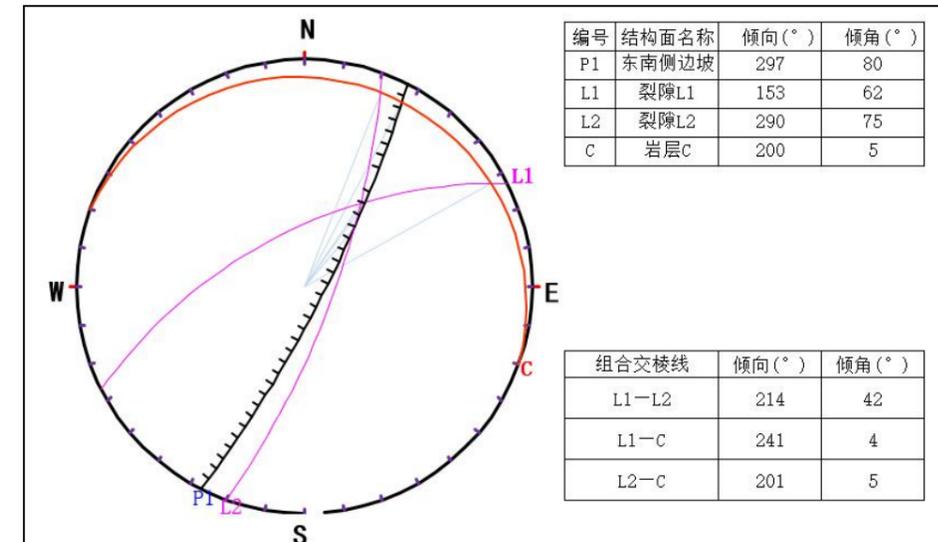


图 2.1 赤平投影分析图

2.5 边坡变形原因分析

根据现场调查，该地段边坡的变形破坏原因主要有：

- 1、由于坡体局部切坡坡度较大，且未采取任何实体防护措施，表层喷播土体自身稳定性较差，在雨水冲刷作用下导致其表层溜塌；
- 2、边坡岩体受岩层层面及构造裂隙切割所形成的块体，在自身重力作用下多形成贯通性卸荷裂隙；
- 3、大气降水沿卸荷裂隙渗入边坡岩体内，导致外倾组合结构面力学性质发生改变，虽未出现大的崩塌，但时有掉块现象发生，严重影响到边坡下部车辆行人的安全通行。

3.工程处治设计

3.1 处治设计原则

1、综合处治原则：边坡产生位移变形受控于地质结构，主要诱发因素为降雨和风化，因此有针对性地采取防治的处治措施。

2、技术可行经济合理原则：在保证预防和治住边坡的前提下尽量节约投资，结合边坡地形地质条件和保护对象的重要性的分布位置，采取技术先进，方便施工，耐久可靠，经济有效的措

施。

3、动态设计、信息化施工的原则。

4、处治工程施工完成后，管养单位应定期对边坡及排洪沟渠进行巡视和检查，及时清理排洪沟渠内的堆积物，保持沟渠畅通，及时对边坡防护结构破损处进行修补，保证防护结构处于良好的工作状态。若发现边坡或排洪渠出现异常情况应及时采取措施。

3.2 工程措施总体布置

(1) 处治方案的确定

边坡区域为岩质边坡，岩性主要为页岩，边坡存在组合外倾结构面，存在局部剥落、掉块的情况。鉴于该段边坡左侧和右侧均已采用锚杆框架梁进行防护，防护效果较好。因此建议采用清除坡脚、坡面堆积土石，修整坡面后锚杆框架梁防护的处治措施。

(2) 处治措施

(1) 清理坡面、坡脚的松散岩土体以及局部危岩体并修整坡面。

(2) 对坡面风化、掉块和溜塌区域，对该范围坡面采用锚杆框架梁进行防护。首先清理坡面和坡脚的垮塌岩土体并修整坡面，而后施工锚杆框架梁。框架梁采用 C25 混凝土浇筑，截面尺寸为 40cm（高度）×30cm（宽度），嵌入地表以下不小于 10cm，框架梁配筋详见大样图。框架节点设锚杆，采用 1 根直径 22mmHRB400 钢筋，锚孔直径为 70mm，锚杆与水平面夹角为 25°，锚杆长度 4.0m，锚入中风化岩层不小于 2 米。

框架梁横梁处设置沟槽（详见框架梁设计图），在沟槽内培土并栽植花槽进行绿化，花槽可采用油麻藤、蒜香藤、常青藤、爬山虎等。

框架梁每隔 25m 左右设变形缝一道，缝宽 20mm，内填沥青麻筋塞缝。

(3) 对于坡面局部悬空的区域，应清除岩腔范围内的浮土，露出新鲜岩面，然后采用 C25 混凝土对岩腔进行填充，混凝土嵌入基岩面内不小于 10cm，该混凝土应与框架竖梁混凝土同时浇筑并形成整体，岩腔范围内混凝土应振捣密实。

(4) 在坡脚修建排水沟，在边坡右上部新建截水沟，截水沟和排水沟与既有沟渠接顺，截水沟和排水沟采用 C25 混凝土进行浇筑。

3.3 施工顺序及工期

本工程施工顺序推荐为：施工准备→现场管线调查和保护→坡面开挖、清理→锚杆施工→框架梁施工→修建截排水沟→绿化。

本工程主要施工工序为：坡面开挖、清理→锚杆施工→框架梁施工，总工期约 30 天。

3.4 取弃土场

本工程存在弃方，本工程弃土较少，因此不做弃土场设计，弃渣运距约 10km，施工过程中据实收方。

弃渣外运过程中应严格按照相关规定进行弃渣装车、运输及弃方，不得污染环境，弃方不得对原弃渣场稳定造成不良影响。

4 施工技术要求及注意事项

4.1 施工技术要求

4.1.1 混凝土

本工程所用混凝土均采用商品混凝土供应。

进场混凝土必须做好配合比试验（强度、弹性模量、收缩率、初凝时间等），综合考虑施工程序、工期安排、环境影响等各种因素，通过试验，保证混凝土强度，减小混凝土收缩徐变的不良影响。

混凝土的内在质量和外观均应严格控制。混凝土浇筑时应保证浇筑进度和振捣密实，所有工作缝应认真凿毛清洁，确保新老混凝土的结合强度，并应注意混凝土的养护。所有外表面均应达到平整、光洁。

(1) 配合比

1) 为提高混凝土的耐久性能，确保结构设计使用年限，防止混凝土开裂，混凝土中宜通过配合比试验掺入适量的优质膨胀剂（如 GNA-P 型等），以补偿混凝土收缩。混凝土的收缩率需控制在 2×10^{-4} 以下。

2) 养护要求：砼硬化后要进行专人浇水养护，养护时间不少于 14 天，冬季施工浇注砼要采取保湿保温养护措施。

3) 混凝土的指标规定：混凝土最大水胶比 ≤ 0.50 ，胶凝材料总量不得超过 400kg/m^3 且不低于 300kg/m^3 ，最大氯离子含量 1.0‰，最大碱含量 3kg/m^3 （或使用非碱活性骨料）。当采用碱活性骨料时，混凝土的含碱量最大值同时应符合《混凝土碱含量限值标准》（CECS53）的规定要求。

4) 混凝土在满足设计强度要求的前提下，尽量降低水泥用量，采用发热量较低的水泥，加大骨料粒径增加碎石用量，改善骨料级配，降低水化热，控制混凝土内外温差在 20°C 以下。

- 5) 现浇砼若采用泵送砼, 坍落度为 100~140mm。
- 6) 在炎热天气, 混凝土应在夜间浇注, 入模温度应控制在 30℃ 以下。
- 7) 砼试件应采用与结构相同的砼、相同的浇筑方法和养护条件。
- 8) 除了施工单位提供试块实验报告外, 设计单位依据工程具体要求, 可采用随机无损检验, 以确认混凝土的施工质量及强度等级是否满足设计要求。

(2) 水泥

- 1) 混凝土要求采用普通硅酸盐水泥配制, 宜使用同一厂家同一品牌的水泥(水泥等商品应具有专业部门的质量检验合格证)。
- 2) 为了控制砼早期强度的过快发展, 水泥细度(比表面积)不超过 350m²/kg, 80μm 方孔筛筛余百分率不大于 10.0%, 水泥中游离氧化钙含量不超过 1.0%, 碱含量不超过 0.8%, C3A 含量不超过 8%, 氯离子含量不宜大于 0.1%。

(3) 骨料

- 1) 应尽可能采用同一料场的石料、砂料, 以保证结构外观色泽一致骨料质地均匀坚固, 粒形和级配良好、吸水率低、空隙率小。
- 2) 粗骨料抗压强度应大于混凝土强度的 2 倍, 压碎性指标<7%, 空隙率<40%, 骨料应选用良好的级配, 最大粒径<2.5cm, 且不得超过钢筋最小间距的 3/4 及钢筋保护层厚度的 2/3; 含泥量低于 0.5%, 针状、片状颗粒含量<5%。不容许采用卵石或卵石破碎方法生产。
- 3) 细骨料含泥量低于 1%, 宜采用中粗砂, 如果采用特细砂时, 应满足有关规定和施工规范的要求, 并能满足结构的抗裂和抗渗要求。为减少水泥用量, 降低混凝土浇筑及养护时的水化热, 在使用特细砂时建议加入一定比例的机制砂或中粗砂。细度模数为 2.0~2.5, 具体比例根据施工单位的配合比实验确定。

(4) 保护层垫块

应采用塑料定位件作混凝土保护层垫块, 不应采用砂浆垫块。

4.1.2 钢材

(1) 所有钢筋的力学性能必须符合国家标准 GB1499、GB13014 及 GB13378-2000 的规定, 结构使用的钢筋应有工厂质量保适盘(或检验合格证)。应按设计技术指标和型号进行采购, 并按有关质量检验标准进行严格的检验, 遵照施工技术规范及有关要求进行施工。

(2) 如因浇筑或振捣混凝土需要, 可对钢筋间距作适当调整。

(3) 施工时应结合施工条件和施工工艺安排, 尽量考虑先预制钢筋骨架(或钢筋骨架片)、钢筋网片, 在现场就位后进行焊接或绑扎, 以保证安装质量和加快施工进度。

(4) 钢筋直径≥C20 时采用等强剥肋滚轧直螺纹连接, 应符合《钢筋机械连接技术规范》(JGT107-2003)的要求, 接头等级 I 级。

(5) 严禁采用改制钢材。施工时任何钢筋的替换, 均应经设计单位同意方可进行。

(6) 钢筋接头应按规范要求错开布置。

(7) 钢筋可在工厂绑扎完成后运至施工场地组装, 也可在施工场地附近绑扎组装。

4.2 施工注意事项

4.2.1 施工总体原则

(1) 施工单位进场后应首先对现场地形、标高、处治段长度及工程量等进行测量、核实, 若现场测量结果与设计文件存在差异, 应及时通知业主、监理、设计等相关单位协商解决。施工前施工单位应详细调查现场管线情况, 对于施工可能影响到的管线应采取保护措施, 不可因施工对现场管线造成不良影响。

(2) 施工前应对施工人员进行施工安全及交通安全知识教育, 保证所有施工人员具有足够的安全生产意识, 特种施工人员必须持证上岗。进入施工区域前所有人员必须按要求佩戴各种安全标志和护具, 所有人员必须按要求进行操作, 必须保障施工安全及施工进度。

(3) 边坡施工存在高空作业, 施工前应按相关规范要求搭设脚手架, 脚手架与坡面应有可靠连接。脚手架搭设作业时, 应按形成基本构架单元的要求逐排、逐跨和逐步地进行搭设, 保证脚手架稳定、牢固、安全。

(4) 边坡治理工程对雨水比较敏感, 因此要作好截排水和防水工作。

(5) 工程开工前应充分准备好施工材料和设备, 做好防范季节暴雨措施。

(6) 施工前施工单位应做好施工组织设计及交通组织设计, 报业主审批后方可实施。施工组织设计中应充分考虑在场地狭窄, 地形不利条件下, 保证质量、安全、进度和投资的措施。并建立应急、预警机制, 过程中应注意安全, 以及建立完善的施工安全制度, 应有可靠的安全防护措施, 避免由于边坡施工对公路行车或附近居民正常生产生活造成危害。

(7) 施工过程中采用“动态设计, 信息法施工”。施工中发现现场情况与设计不一致时应及时通知设计人员及业主单位进行现场处理。

4.2.2 锚杆施工

(1) 锚杆均采用 HRB400 螺纹钢，钢筋必须具有出厂合格证明，使用前应对钢筋进行随机抽检作力学性能试验，满足规范要求后方可投入使用。锚杆应采用焊接连接，焊接长度和质量应达到规范要求。钢筋受力主筋必须采取焊接（对焊或双面焊）连接，并符合规范要求。

(2) 锚杆防腐

在强风化及土层中的自由段防腐：首先除锈，再刷沥青船底漆。

锚固段防腐：锚筋除锈后，应使锚筋位于锚孔中部，并确保水泥砂浆保护层厚度不小于 25mm。

(3) 锚孔注浆

① 注浆材料要求

采用 M30 水泥砂浆，浆体材料应满足下列要求：

水泥：宜用普通硅酸盐水泥，其强度不低于 42.5MPa。不得使用高铝水泥。

砂：应选用中细砂，当采用特细砂时，其细度模数不宜小于 0.7。砂的含泥量按重量计不得大于 3%；砂中云母、有机质、硫化物及硫酸盐等有害物质的含量按重量计不得大于 1%。

水：宜用饮用水，不得使用污水。

② 注浆压力要求

锚杆全粘结灌浆，采用常压注浆，注浆压力 0.3~0.5MPa。为使锚固段内水泥砂浆密实，灌浆管要求距孔底 10~30cm，自最底部开始注浆，以排出孔内余水；灌浆前应清孔，先用清水清除岩渣，然后用压缩空气将孔内水吹干，以保证砂浆与岩壁的充分粘结。

③ 其他

注浆浆液应搅拌均匀，随搅随用，在初凝前用完。严防石块、杂物混入浆液。注浆作业开始和中途停止较长时间再作业时宜用水或稀水泥浆润滑注浆泵及注浆管路。孔口溢出浆液或排气管停止排气时，可停止注浆。锚杆采用全粘结型，要求杆体周围水泥砂浆保护层厚度不小于 25mm。

(4) 锚杆对中支架沿锚杆轴线方向每隔 2m 设一个，采用 $\phi 8$ (HRB400) 钢筋制作。

(5) 锚孔质量要求

锚孔定位偏差宜不大于 20mm；锚孔倾斜度不应大于 5%；锚固段必须位于中等风化完整岩层内，如发现锚固区岩层裂隙发育或为非中风化岩层时，应加大孔深至满足要求为止；作为钻孔质量监控的一项重要措施，现场施工人员必须认真填写好锚孔钻进中的原始记录。

锚杆施工成孔应控制用水量，锚杆施工余水应采取有组织排放，以防渗入岩体。

(6) 锚杆试验

边坡工程在施工前应做锚杆性能试验，所有锚杆施工完并达到设计强度后，应随机抽检做验收试验，其试验要求及步骤按 GB50330-2013 附录 C 要求进行。验收试验锚杆的数量取每种类型锚杆总数的 5%，且每种类型不得少于 5 根，试验前应对加载装置和计量仪表进行计量检定合格，且应满足测试精度要求。

锚杆抗拔试验设计值				
锚杆长度 (m)	锚孔直径 (mm)	锚筋直径 (mm)	锚筋钢筋等级	抗拔力设计值 (kN)
4.0	70	22	HRB400	136.0

4.2.3 框架梁施工

(1) 模板工程

① 支模时应按图纸严格控制尺寸和标高。

② 立模前须对结构层进行清理、凿毛等处理，模板在架立前须涂刷脱模剂。

③ 模板须注意整体的稳定性，底层地面须夯实，并加垫块，同时，须设立可靠排水措施以防下沉。

(2) 钢筋工程

① 钢筋工加工前须在复试合格后进行，加工前应进行翻样，经施工现场技术员同意后再加工，加工成型的钢筋应分类分规格集中堆放。

② 加工成型钢筋按规格型号堆放，依施工进度所需量逐步进入施工现场。

③ 钢筋绑扎时要按图纸要求定好箍筋位置再绑扎，箍筋接头要错开，绑扎好后的钢筋应按设计要求垫好垫块。

(3) 混凝土工程

① 应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥强度等级不应低于 32.5MPa。

② 钢筋混凝土格构可嵌置于边坡切槽中或上覆在边坡上，钢筋混凝土格构护坡坡面应平整、夯实。无溜滑体、蠕滑体和松动岩块。

③ 用于浇筑格构的钢筋应专门建库堆放，避免污染和锈蚀；混凝土采用商品混凝土供应，混凝土应分层浇筑、分层振捣，并在下层初凝之前将上层混凝土浇筑完毕。在浇筑竖向结构混凝土前，应先在底部填 50-100mm 厚与混凝土内砂浆成分相同的水泥砂浆。浇筑中不得发生离析现象。当浇筑高度超过 3m 时，应采用串筒溜管或振动溜管使混凝土下落。

4.2.4 坡面脚手架搭设要求及注意事项

施工脚手架的搭设和使用应严格按照现行《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80-2016、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210-2016、《施工脚手架通用规范》GB 55023-2022 等相关规范要求执行。

(1) 材料要求

搭设钢管脚手架所需的钢管、扣件、脚手板、绑扎铁丝、安全网等必须符合国家质量标准要求，不符合质量标准要求、破损、严重锈蚀的材料不得用于本工程。

(2) 尺寸要求

边坡坡面应搭设双排脚手架，搭设尺寸为：立杆的纵距不大于 1.2 米，立杆的排距不大于 1.2 米，横杆步距不大于 1.50 米，立杆采用单立管；内排架距离坡面距离为 0.50 米；大横杆在上，小横杆在下，扫地杆距地面尺寸为 10cm。每一级脚手架搭设高度最高不超过 15m。

(3) 脚手架立杆搭设要求

- 1) 严禁不同外径的钢管混合使用，立杆垂直度偏差不得大于架高的 1/200；
- 2) 立杆接头除在顶层可采用搭接外，其余各接头必须采取对接扣件，对接应符合以下要求：立杆上的对接扣件应交错布置，两相邻立杆接头不应设在同步同跨内，两相邻立杆接头在高度方向错开的距离不应小于 500mm，各接头中心距主节点的距离不应大于步距的 1/3，同一步内不允许有二个接头；
- 3) 若搭接，搭接接头长度不应小于 1m，并应等距设置不少于 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至杆端的距离不应小于 100mm；
- 4) 当立杆的基础不在同一高度上时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨并与立杆固定，高低差不应大于 1m。

(4) 纵、横向水平杆搭设要求

- 1) 纵向水平杆宜设置在立杆内侧，其长度不宜小于 3 跨，并不小于 6m；
- 2) 纵向水平杆接长宜用对接扣件，也可采用搭接。对接、搭接应符合下列规定：
 - ①纵向水平杆的对接扣件应交错布置各接头至最近主节点的距离不宜大于纵距的 1/3，不应设在同步、同跨内、相邻接头水平距离不应小于 500mm，并应避免设在纵向水平杆的跨中；
 - ②搭接长度不应小于 1m，应等间距设置 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于 100mm。
 - ③纵向水平杆应作为横向水平杆的支座，用直角扣件固定在立杆上；

3) 搭接接头长度不应小于 1m,并应等距设置 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至杆端的距离不应小于 100mm；

4) 主接点必须设置一根横向水平杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。主接点处两个直角扣件的中心距不应大于 150mm；

5) 作业层上非主节点处的横向水平杆，宜根据支承脚手板的需要等间距设置，最大间距不应大于纵距的 1/2；

6) 双排脚手架横向水平杆靠边坡的一面应抵紧边坡；

7) 脚手架必须设置纵、横向扫地杆，纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距地面不大于 200mm 处的立杆上。横向扫地杆也应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。当立杆基础不在同一高度时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。

(5) 扣件安装要求

- 1) 扣件规格必须与钢管外径相同；
- 2) 扣件螺栓拧紧扭力矩不应小于 40N.m，并不大于 65N.m，（扣件必须经过检测合格方可使用）；
- 3) 主节点处，固定横向水平杆（或纵向水平杆）、剪刀撑、横向支撑等扣件的中心线距主节点的距离不应大于 150mm；
- 4) 对接扣件的开口应朝上或朝内。

(6) 铺设脚手板的要求

- 1) 脚手板应满铺，离岩面不得大于 20 厘米，不得在跨度间搭接，也不得有空隙和探头板，对头搭接时，应架设双排小横杆，其间距不大于 20 厘米，脚手板搭接长度不得小于 20 厘米；
- 2) 脚手板的探头应采用直径 3.2mm(10 号)的镀锌铁丝固定在支承杆上；
- 3) 在架子的拐弯处，脚手板应交叉搭接，并与横向水平杆可靠连接，以防止滑动；
- 4) 脚手板采用由毛竹或楠竹制作的竹串片板或是木脚手板，每块质量不宜大于 30kg；
- 5) 脚手板的铺设应平稳且绑扎牢固，脚手板垫木应用木块，并且锚钉牢固，不得用砖石。

(7) 为保证脚手架搭设在稳固的基础上，开挖后的边坡首先要把脚手架立杆基础平整夯实或增加垫板，保证架子有足够的承载力和稳定性。每一层搭设以既有平台为基础平台，每层高度大约 10m。搭设坡面脚手架之前应根据既有平台的现状，打设一排固定立杆的插筋，或利用边坡现有锚杆，保证脚手架基础的稳定性。

脚手架每个施工单元按照 30m 长度搭设，在每段脚手架的末端搭设人行爬梯，爬梯宽度 1.2m，台阶步距 0.3m，扶手高度为 1m，宽度 1m。脚手架作业平台架体外侧宜采用密目式安全网封闭。

(8) 在脚手架外侧整个立面整个长度和高度上连续设置剪刀撑；中间各道剪刀撑之间的净距不应大于 15m，每道剪刀撑宽度不应小于 4 跨，且不应小于 6m，斜杆与地面倾角宜在 45°~60°。剪刀撑、横向斜撑应随立杆、纵向和横向水平杆等同步搭设，各底层斜杆下端均必须支承在垫块或垫板上；除在架体两端设置横向支撑外，中间应每隔 6 跨设置一道。

(9) 作业层、斜道的栏杆、挡脚板的注意事项

- 1) 作业平台必须设置 1.2m 高的栏杆和 180mm 的挡脚板，且挡脚板应与立杆固定；
- 2) 栏杆和挡脚板应搭设在外排立柱的内侧；
- 3) 上栏杆高度 1.2m，中栏杆居中设置；
- 4) 挡脚板高度不应小于 180mm。

4.2.5 施工防排水

边坡及沟渠施工前期，应做好坡顶临时防排水措施，可与永久排水设施结合设置，防止坡顶来水影响坡面稳定性。

在沟渠内施工时，应将施工工期安排在水量较小的枯水期进行，同时应做好沟渠内水流的疏导工作，必要时应在沟渠内铺设波纹管或钢管排水管道，管道根数及管径可根据沟渠内水流流量合理确定。

4.2.6 施工交通组织方案应遵循的原则

该整治工程为运营道路养护工程，交通组织应遵循以下原则：

1) 安全原则

施工期间必须保障附近车辆的行驶安全，同时也必须保障施工人员及附近办公人员的安全。施工过程中应按要求在边坡下方摆放交通标志、标牌以及指示灯具，并安排专人 24 小时对施工安全设施进行看护和维修，对过往车辆进行安全疏导，保障车辆和人员顺利通过施工影响区域。

2) 保障施工进度原则

本项目在东南公司基地内进行，其施工必将对正常办公和车辆进出带来影响，长期施工对周边社会环境的影响更不容忽视。因此，确保施工进度、尽量缩短工期是非常必要的。

4.2.7 监测与检查

施工过程中和施工结束后，宜委托有资质的第三方监测单位进行监测并编制监测方案，经设计、地勘、业主等共同认可后实施。

(1) 边坡施工及使用过程中均应作边坡变形观测记录，水准基点设置应以保证其稳定可靠为原则，其位置宜靠近观测对象。坡顶位移观测，应在坡后 40 米范围内的公路及房屋范围内各

设置不少于 3 个观测点的观测网，用经纬仪，水准仪，地表位移伸长计等观测位移量，移动速度和方向，测点间距不宜大于 10m；在出水点应测地下水、渗水与降雨的关系，必须确保泄水系统的畅通。

(2) 现场应根据监测的变形量设定预警值和报警值，其应符合相关规范要求。

(3) 监测年限：治理期间按每天观测 1~2 次，或根据边坡的变形等情况确定。暴雨期间应加密监测次数；施工期间发现异常现象，必须及时通知相关单位处理，并做好回填准备；在竣工后的观测时间不宜少于一年，建成后第一年可一月观测一次，如果边坡稳定、无异常现象时可将监测间隔适当延长，但不宜长于三个月；使用期间发现异常现象，则必须日夜连续观测，并通知相关单位。

(4) 在竣工后应加强边坡日常检查以及维护工作，发现问题及时解决。

4.2.8 其他注意事项

(1) 坡面平整工作不得影响边坡岩土体的自身完整性和稳定性，坡面修整必须人工进行。

(2) 在施工前应做好临时排水设施，如边坡坡顶和坡脚设截、排水沟，及时排走地表水。

(3) 尽量避开雨季、降雨天气施工。

(4) 施工前须检查一级平台截水沟的情况，是否有截水沟过水断面过小或是截水沟破坏渗漏情况，如有应对截水沟做处理。

(5) 施工过程中采用“动态设计，信息法施工”。施工中发现边坡位置、高度参数和与现场不一致的以现场为准，如果出入较大，以及地质情况与现场不一致时，应及时通知设计人员进行现场处理。

(6) 施工前应做好施工组织设计，并建立应急、预警机制，过程中应注意安全，以及建立完善的施工安全制度，尤其是在进行路基土体清方时，应有可靠的安全防护措施，避免由于边坡施工对坡脚行人和车辆造成的危害。

(7) 各种建筑材料必须通过质检方可进场。

(8) 如今后在边坡坡顶和坡脚发生其他工程活动，应不对边坡稳定性产生不利影响。

(9) 其他未尽事宜应严格按照现行国家和地方有关规范和标准执行，施工中如出现有关问题请及时与建设方、勘察人员、设计人员联系，共同协商处理。

(10) 施工中发现工程数量与设计不相符时，应据实计量，并获得各方认可。

(11) 未尽事宜，应严格按照《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）及现行国家

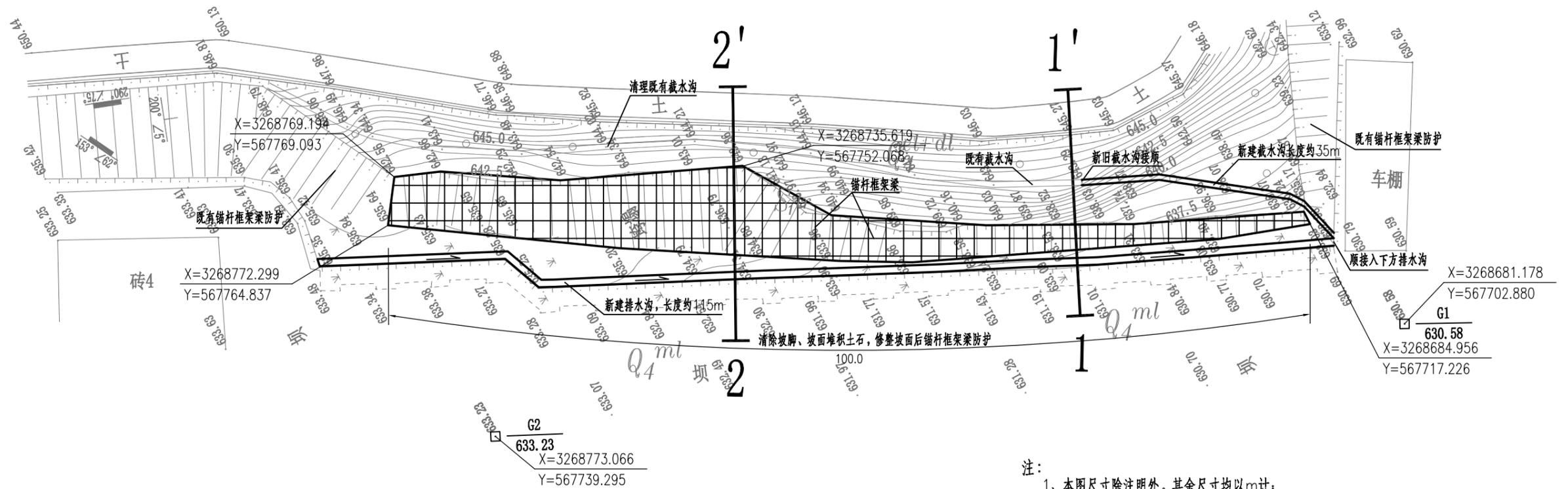
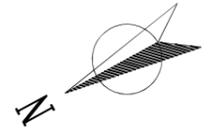
和地方有关规范和标准执行。

5、工程量计算与计量

该项目的处治系按照设计图，给出具体计算条件计算出的工程量，当工程量计算条件与施工实际不符时，应按现场业主、监理确认实际发生的工作量收方计量。

表 5.1 工程量表

工程量名称	细目/级别	单位	黔江基地边坡
清理土石方	坡面土方	m ³	137
	坡面石方	m ³	59
	坡脚堆积土石	m ³	15
边沟清理	/	m ³	/
坡面切槽	土方	m ³	5.3
	石方	m ³	12.3
基础开挖	土方	m ³	5.8
	石方	m ³	23.0
现浇格子梁	C25	m ³	73.6
现浇基础梁	C25	m ³	27.3
梁底凹腔填充	C25	m ³	8.0
梁钢筋	HRB400	t	10.658
	HPB300	t	1.914
钻孔	70(mm)	m	333
砂浆	M30	m ³	1.922
锚杆钢筋	HRB400	t	1.060
构造钢筋	HPB300	t	0.065
	HRB400	t	0.199
砂浆封闭地面裂缝	M10	m ³	/
/	钢管脚手架	m ²	850
/	安全密目网	m ²	850
/	钢管脚手架	m ²	488
/	竹条挡板	m ²	424
挖方	土方	m ³	18.1
	石方	m ³	7.8
混凝土	C25	m ³	11.3
挖方	土方	m ³	55.2
	石方	m ³	13.8
混凝土	C25	m ³	36.8
拆除结构物	浆砌片石	m ³	/
土基夯实	压实度≥90%	m ²	/
攀爬植物	/	株	270
培土	/	m ³	29
泄水孔	直径 32mmPVC	m	178
透水土工布	/	m ²	325



- 注:
- 1、本图尺寸除注明外,其余尺寸均以m计;
 - 2、图中高程单位为m,本图采用国家2000大地坐标,1985国家高程系,等高距为0.5米。
 - 3、本工程采取(1)清除坡脚、坡面堆积土石+(2)锚杆框架梁防护+(3)新建截排水沟的处治措施;
 - 4、拐点平面坐标参见平面图标注,支护工程结构构造详见剖面图及大样图;
 - 5、现场如遇与设计不符情况,请通知各方商讨后方可进行后续工作;
 - 6、最终工程量以实际施工工程量为准;
 - 7、该处边坡施工为高空作业,施工单位应编制安全可靠的施工方案,施工中应做好防护措施,防止施工中路面、道路附属设施或管线遭到破坏,保障施工作业人员及临近居民的生命财产安全;
 - 8、其它未尽事宜按相关图纸、施工技术规范办理。



中铁长江交通设计集团有限公司

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司
2023年边坡处治工程

黔江基地边坡平面图

设计
复核

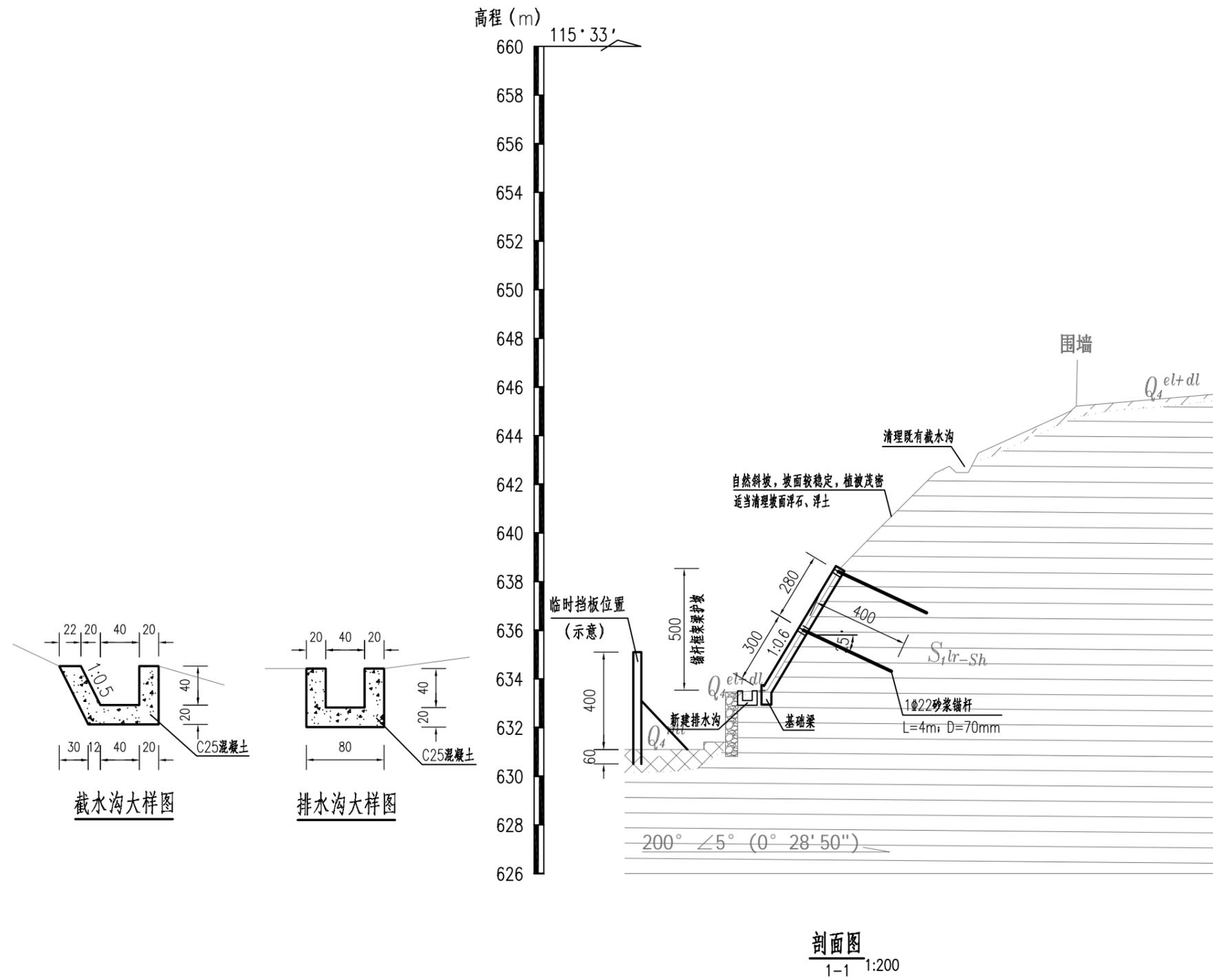
一审
二审

图号

S1-01

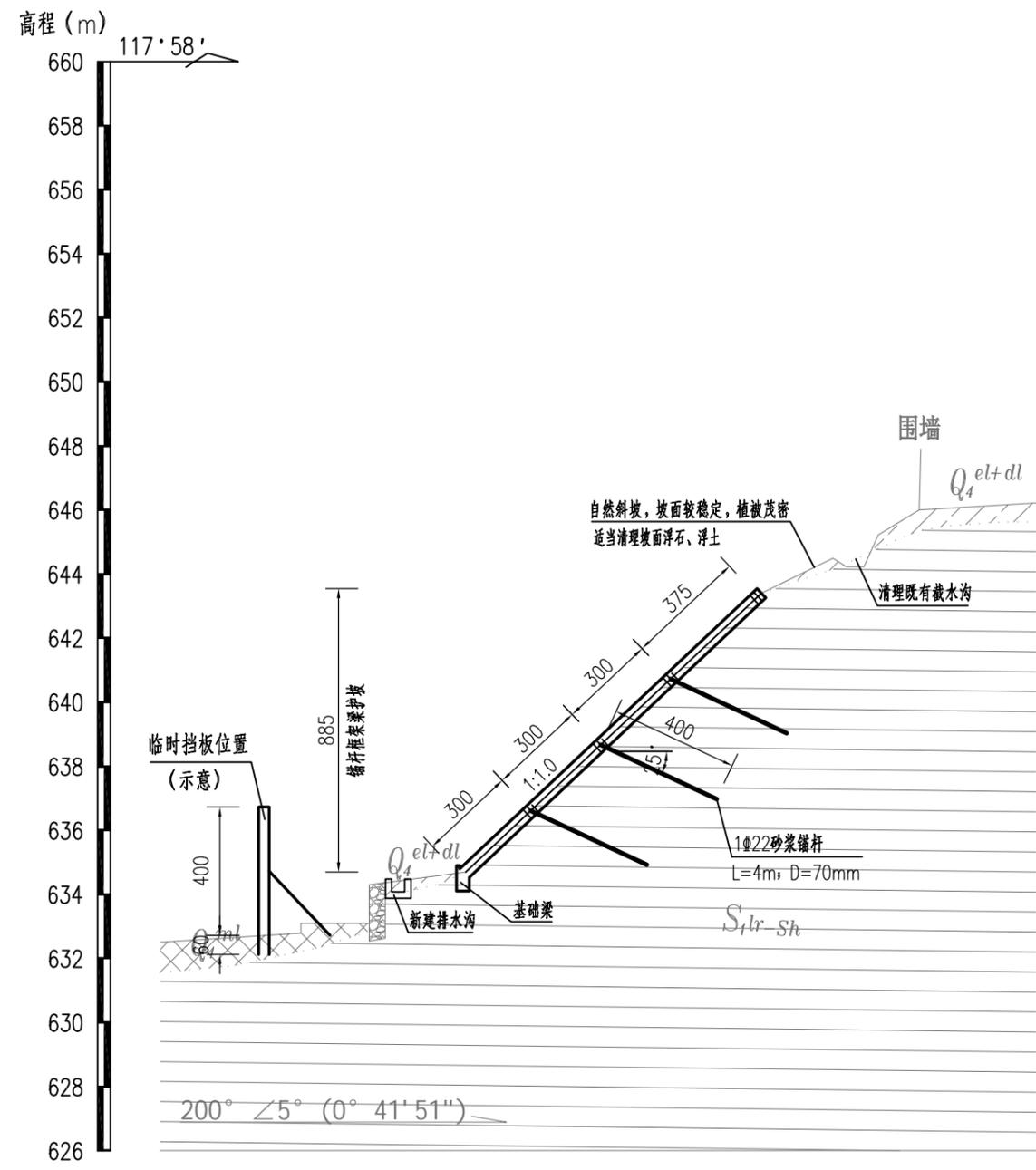
日期

2023.03



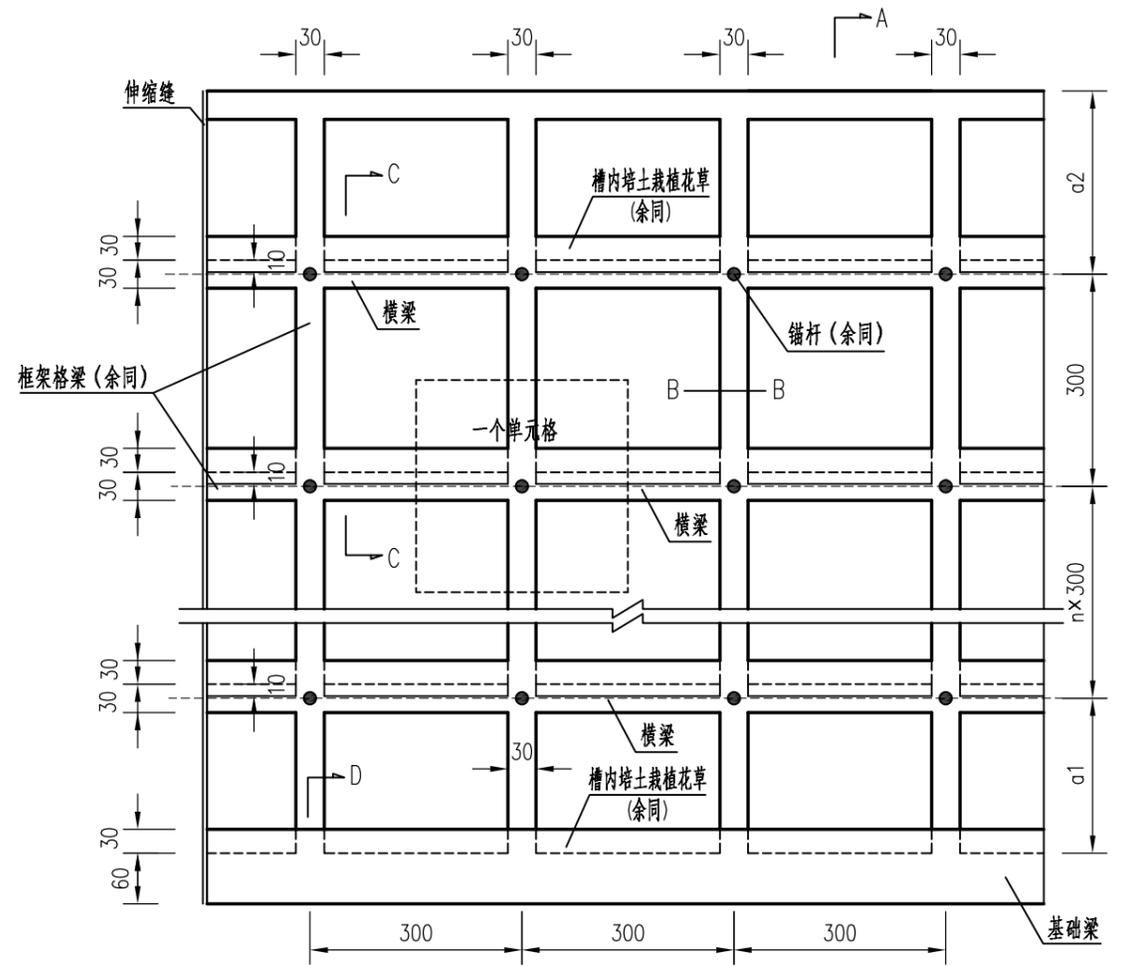
注:

- 1、本图为剖面设计图, 尺寸除高程以米计外, 其余均以厘米计。
- 2、本断面采取清除坡面松散岩土体+锚杆框架梁防护+新建、截排水沟的处治方式。

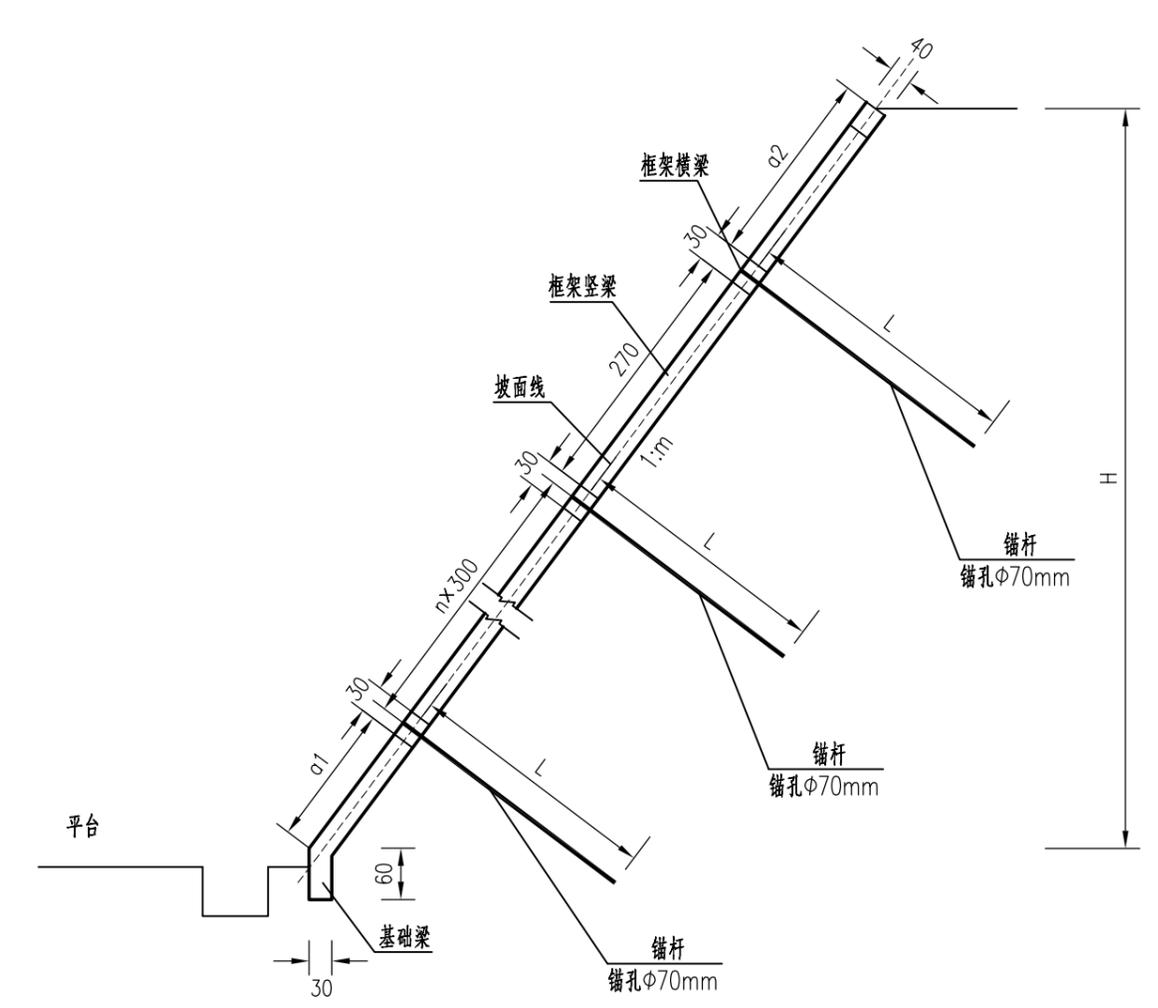


剖面图
2-2 1:200

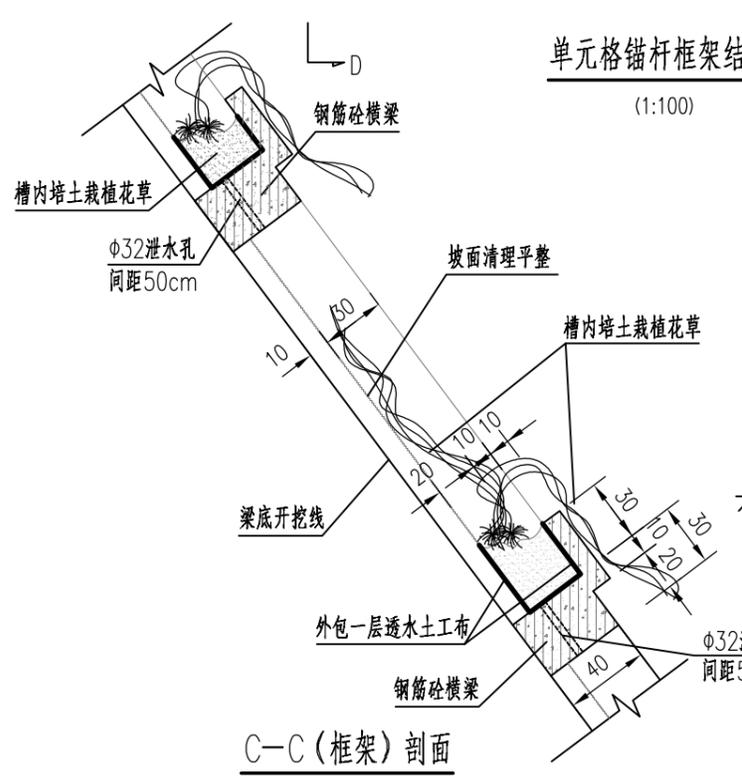
- 注:
- 1、本图为剖面设计图, 尺寸除高程以米计外, 其余均以厘米计。
 - 2、本断面采取清除坡面松散岩土体+锚杆框架梁防护+新建、截排水沟的处治方式。



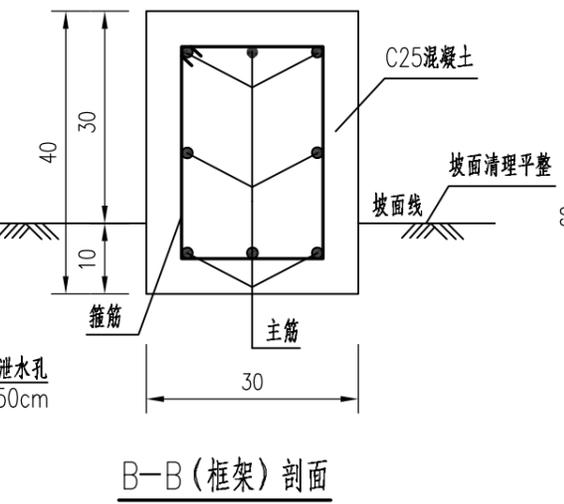
单元格锚杆框架结构图
(1:100)



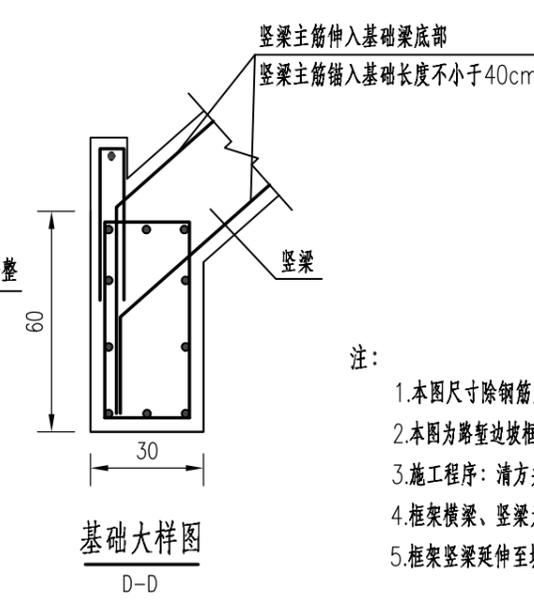
A-A剖面



C-C (框架) 剖面



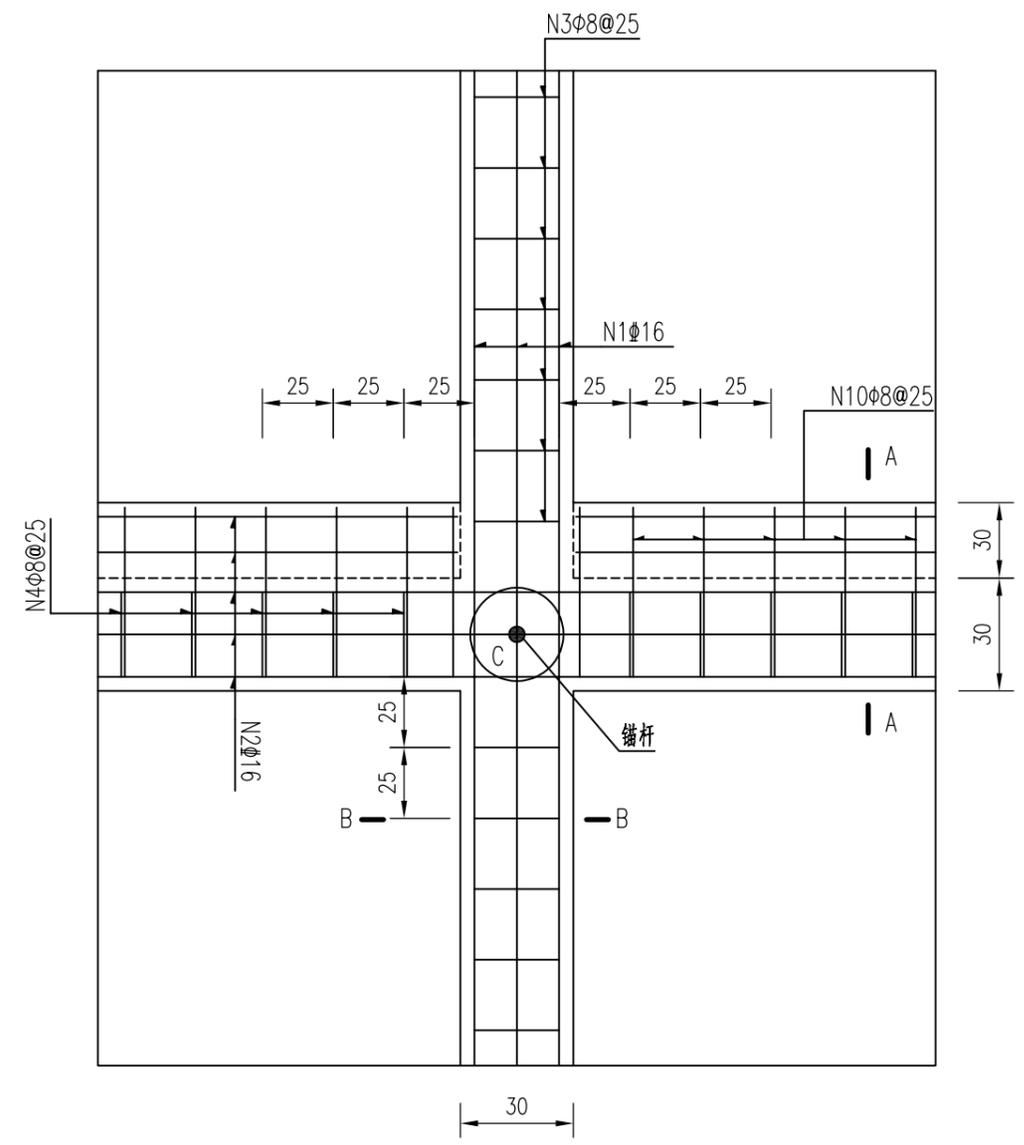
B-B (框架) 剖面



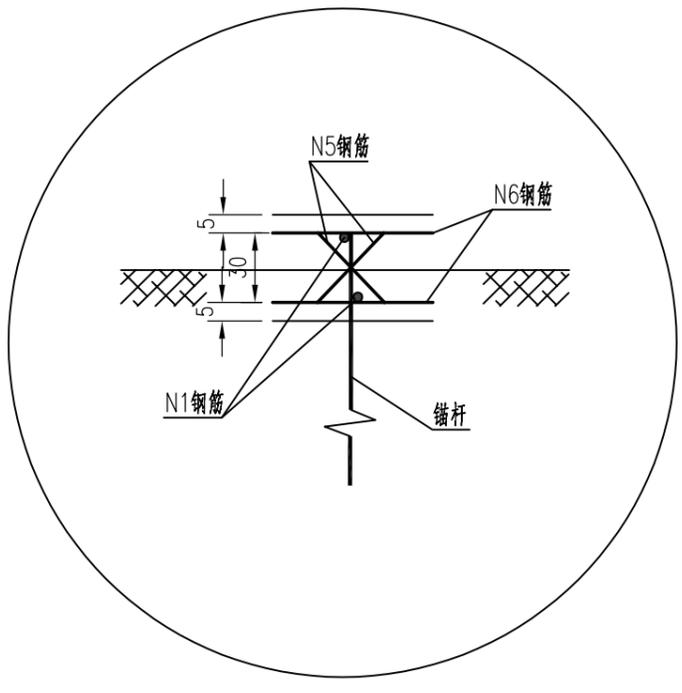
基础大样图
D-D

注:

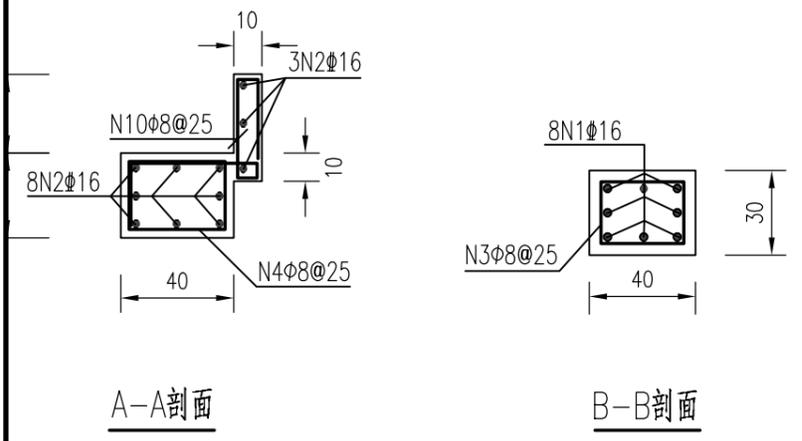
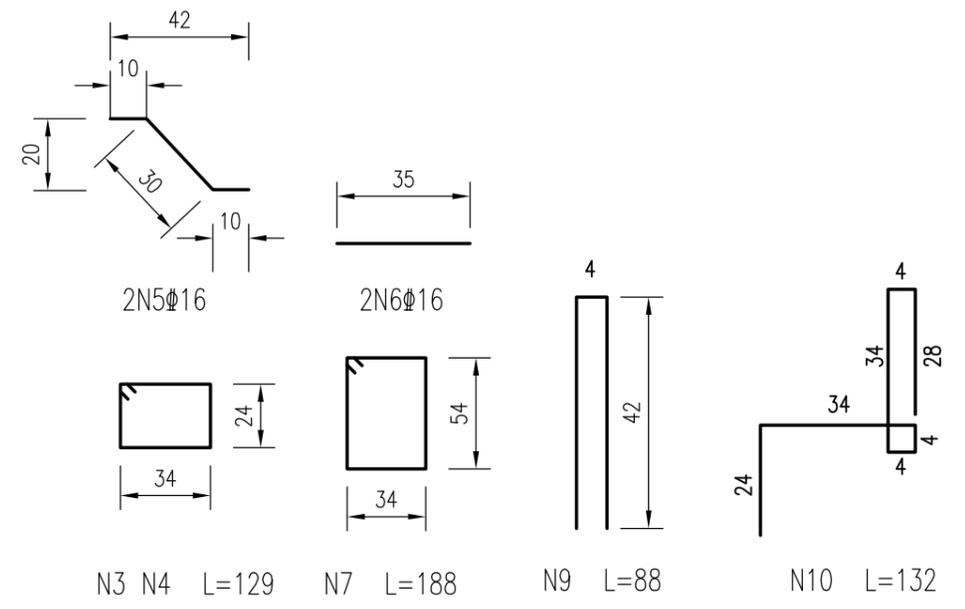
- 1.本图尺寸除钢筋直径以mm计外,余均以cm为单位。
- 2.本图为路堑边坡框架式锚杆绿化防护设计,横梁边净距 a_1 、 a_2 可根据边坡实际情况适当调整, a_1 为2.5~3.5米, a_2 为2~3.5米。
- 3.施工程序:清方并修整坡面→锚杆→框架。
- 4.框架横梁、竖梁为现浇C25砼,横梁每25米左右设一道伸缩缝,缝宽2厘米,以沥青麻絮填塞。
- 5.框架竖梁延伸至坡顶及坡脚平台,横梁延伸至防护区域边界,延伸长度大于3米时,梁上增设横梁和锚杆。



单元格框架锚杆结构配筋图
(1:25)

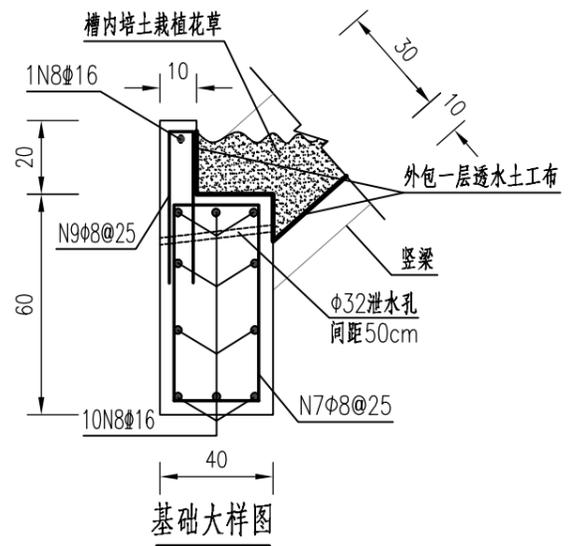


C点放大图



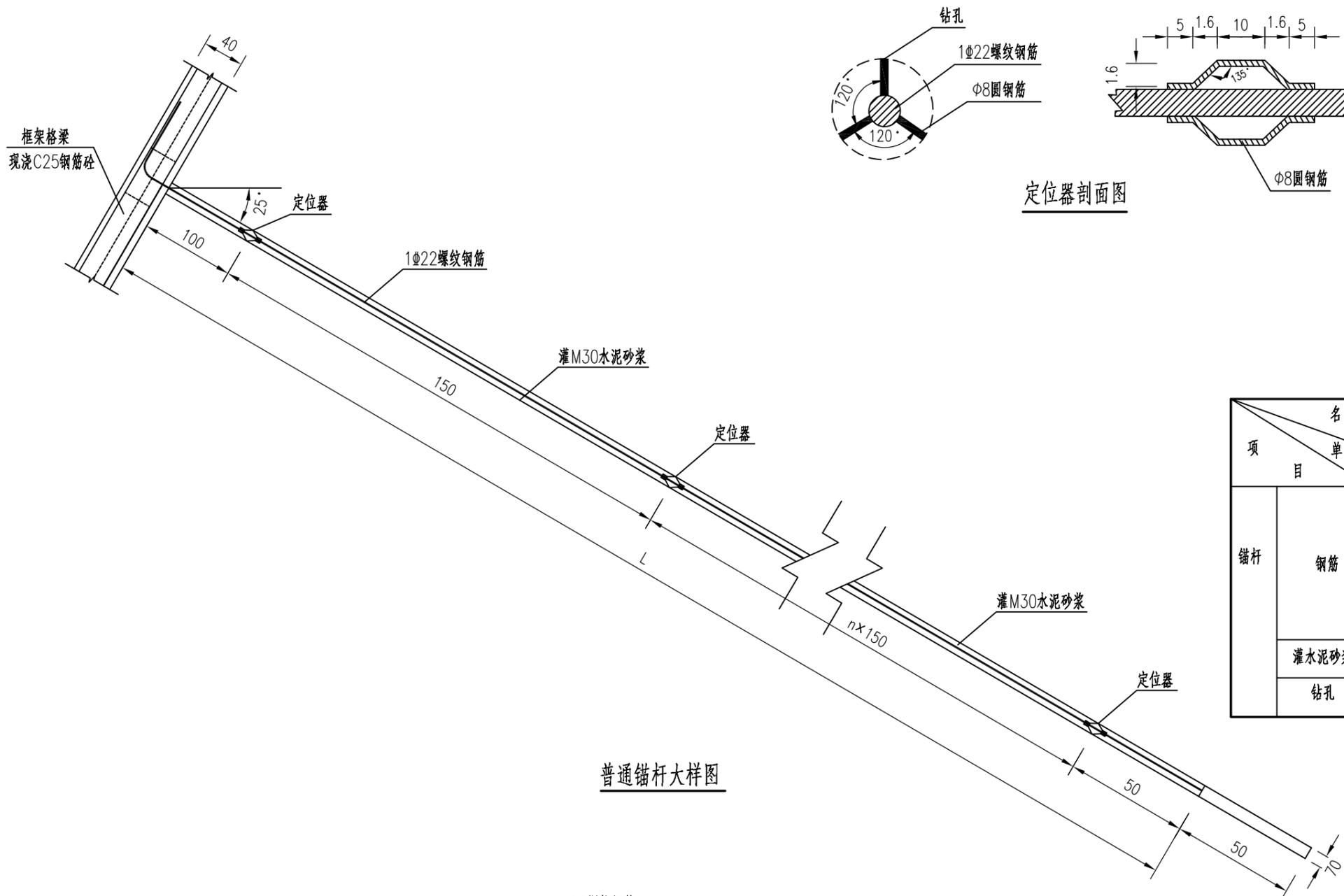
A-A剖面

B-B剖面



基础大样图

- 注:
1. 本图尺寸除钢筋直径以mm计外, 余均以cm为单位。加固锚杆长度、数量见各工点设计图及工程数量表。
 2. 锚杆施工时, 先施工框架竖梁, 并于接点处预留横梁钢筋, 竖梁形成后, 再开挖横梁槽, 施工横梁。
 3. 框架竖梁、横梁的终点及伸缩缝处, 主筋弯起10厘米。
 4. 砼保护层厚度不小于25毫米。
 5. 设计文件中未尽事宜详见相关规范及规程。



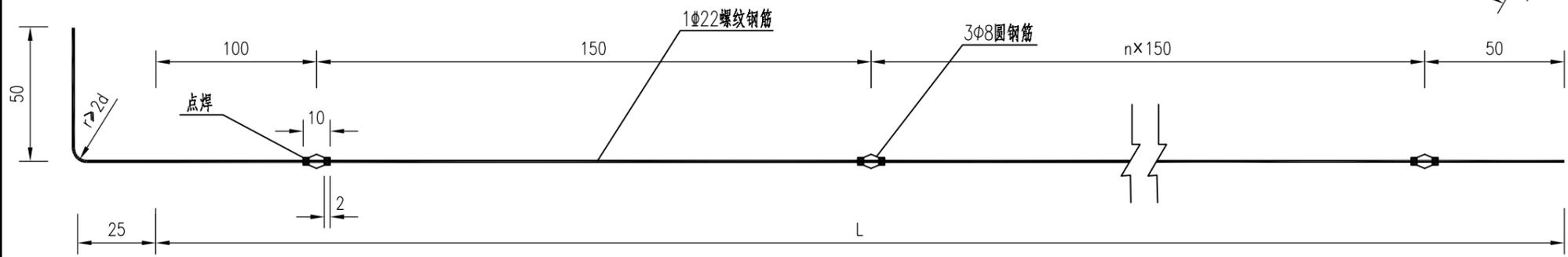
定位器剖面图

一根锚杆数量表

项 目	名 称 单 位	规格	长度	重量	体积
		(mm)	(m)	(kg)	(m ³)
锚杆	钢筋	Φ22	(L+0.75) × 1	(L+0.75) × 2.98	
		N5Φ16	0.5 × 2	1.58	
		N6Φ16	0.35 × 2	1.10	
		Φ8	(L/1.5) × 0.245 × 3		
	灌水泥砂浆	M30			0.00385 × (L+0.5)
	钻孔	Φ70mm	L+0.5		

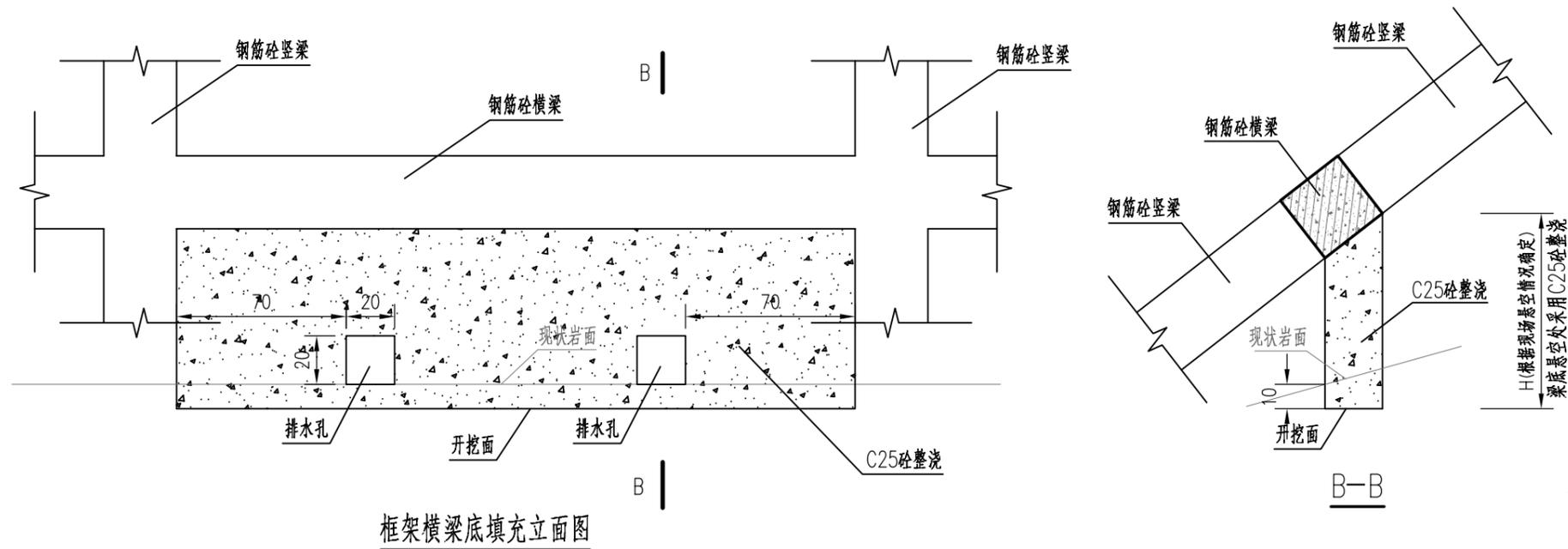
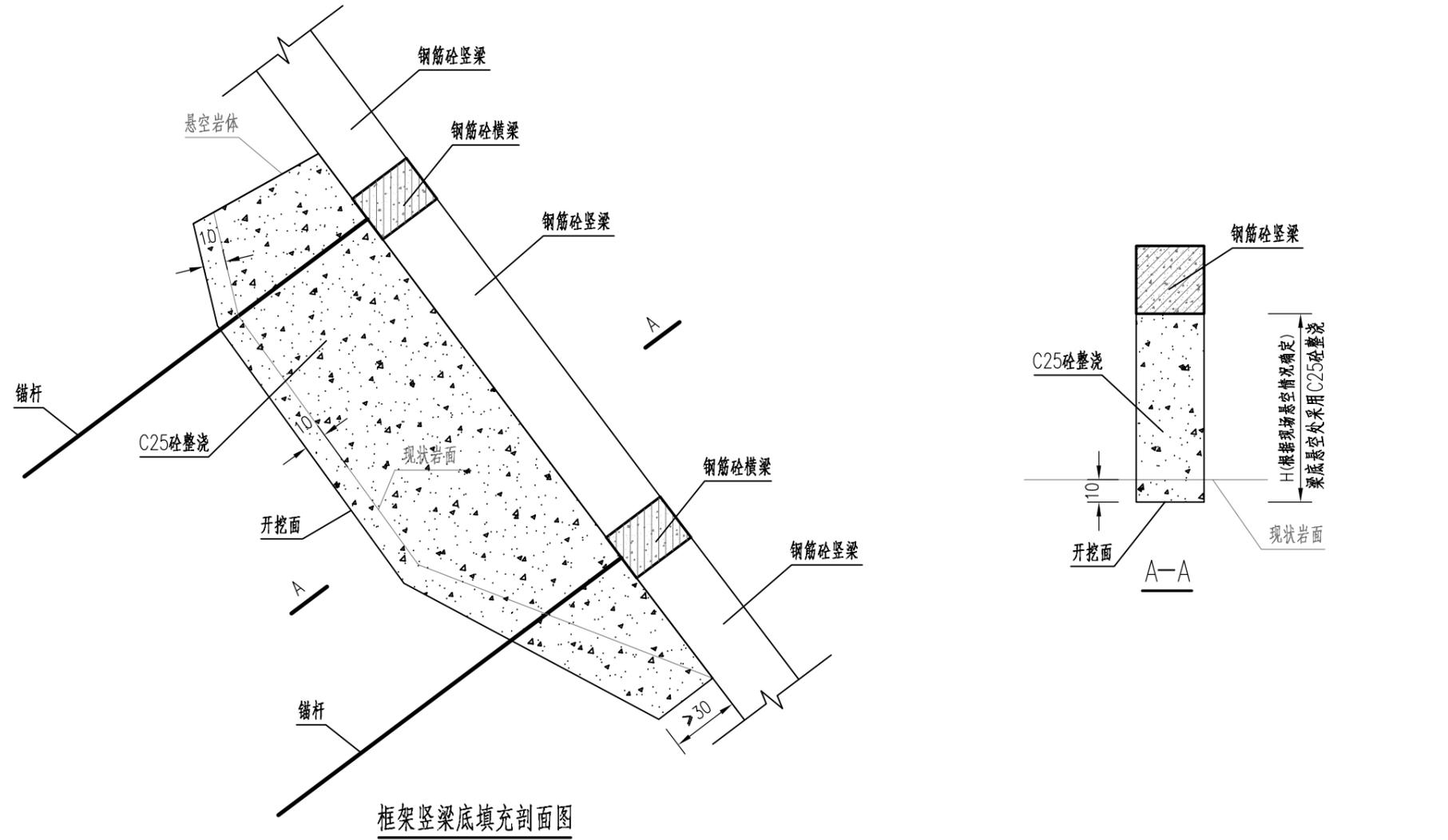
L为设计锚杆长度

普通锚杆大样图



锚杆细部构造图

- 注：
1. 本图尺寸除钢筋直径以mm计外，余均以cm为单位。
 2. 定位器采用Φ8钢筋弯制，并点焊于锚杆主筋上。
 3. 锚杆钻孔为Φ70，其长度参见边坡设计图。
 4. 锚杆锚头是采用弯筋挂接于格子梁主筋上的，最后被格子梁现浇砼封闭。



- 注：
1、本图尺寸均以厘米计。
2、梁底填充混凝土浇筑前应对既有地面及悬空岩体表面进行处理，露出新鲜岩面，填充混凝土嵌入新鲜岩面以下不小于10cm

二、K1918+150~306 段边坡

目 录

1 工程概况	1	4.2.1 施工总体原则.....	6
1.1 边坡现状.....	1	4.2.2 施工防排水.....	6
1.2 边坡基本特征.....	1	4.2.3 主动防护网（APS）施工技术要求.....	6
1.3 边坡病害原因分析.....	2	4.2.4 坡面脚手架搭设要求及注意事项.....	7
1.4 边坡稳定性评价.....	2	4.2.5 施工安全措施.....	8
2 工程地质概况	2	4.2.6 环境保护.....	8
2.1 气象、水文.....	2	4.2.7 施工交通组织方案应遵循的原则.....	9
2.2 地形地貌.....	3	4.2.8 监测与检查.....	9
2.3 地质构造.....	3	4.2.9 其他注意事项.....	10
2.4 地层岩性.....	3	5、工程量计算与计量	10
2.5 水文地质条件.....	3		
3.工程处治设计	3		
3.1 设计目的与任务.....	3		
3.2 设计依据.....	4		
3.3 处治设计原则.....	4		
3.4 工程措施总体布置.....	4		
3.4.1 处治措施的确定.....	4		
3.4.2 处治措施布置.....	4		
3.5 施工顺序及工期.....	5		
3.6 取弃土场.....	5		
4 施工材料技术要求及注意事项	5		
4.1 施工材料技术要求.....	5		
4.1.1 混凝土.....	5		
4.1.2 钢材.....	6		
4.2 施工注意事项.....	6		

施工图设计说明

1 工程概况

1.1 边坡现状

该段边坡位于 G65 包茂高速 K1918+150~306（出城方向）外侧，整段边坡长度约 156m，整体高度约 32m。边坡为挖方岩质边坡，岩体主要为灰岩，坡面岩体节理裂隙发育，局部岩体悬空。边坡采用多级放坡开挖，每级高度约 10m，整体坡率约 1: 0.5~1:0.3。

根据该段边坡最新检查报告，本段边坡技术状况评定等级为 II 类，边坡坡顶和坡面存在风化开裂和岩腔发育等情况。另外，根据地方规划和自然相关管理部门的要求，该段边坡存在较大的安全风险，建议及时进行治疗。

调查区边坡呈陡坡地形，边坡表层岩体受构造裂隙及风化作用影响，形成较破碎的块体。由于边坡坡面未做防护措施，表层破碎岩体在风化及降雨影响下产生局部掉块，为确保高速公路运营安全，应对该处边坡采取合理的工程措施，及时进行综合治理。



图 1.1 边坡卫星航拍图

1.2 边坡基本特征

调查区坡体基岩裸露，坡向约 58~62°，边坡坡度约 70~75°，该边坡由高速公路建设开挖形成，边坡采用分级放坡形式，坡面裸露，未设置防护及截排水措施。边坡中部见溶隙发育，沿坡体横向延伸，可见深度一般 0.5~1m，隙间有粘土及少量碎石充填，部分区域已采用片石填补。坡体

物质组成主要为厚层状灰岩及少量粘土。

根据现场调查，区内边坡由于溶隙较发育，在雨季及汛期时，溶隙内充填物常被冲刷滚落至坡脚，且由于边坡基岩裸露，岩体受构造裂隙及风化作用影响，常有掉块现象发生。



图 1.2 边坡正面全景照片



图 1.3 边坡顶部溶隙内充填物



图 1.4 边坡正面

1.3 边坡病害原因分析

根据现场调查，该地段边坡病害原因主要有：

- 1、由于坡体切坡坡度较大，且未采取任何坡面防护措施，表层岩体受风化及降雨作用影响较大，导致其表层岩体破碎，强度降低；
- 2、边坡岩体受岩层层面及构造裂隙切割所形成的块体，在自身重力作用下多形成贯通性卸荷裂隙；
- 3、大气降水沿卸荷裂隙渗入边坡岩体内，导致外倾组合结构面力学性质发生改变，虽未出现大的崩塌，但时有掉块现象发生，严重影响到边坡下部车辆行人的安全通行。
- 4、边坡溶隙发育段落植被根系发达，深入岩缝中，根劈作用和生物风化作用了分解岩石和扩张岩体裂缝，破坏了岩体整体性。植物根系沿裂缝生长，随着根系长粗延长，迫使裂缝增宽加长，使岩体产生崩塌破坏。

总之，影响边坡变形的主要因素为地层结构、构造裂隙，尤其是顺坡面的陡倾裂隙是主要的破坏性结构面，还有风化作用、暴雨、地震及生物作用，以及场平所致的人为切坡问题。暴雨和地震是边坡产生突发性崩塌的主要影响因素。

1.4 边坡稳定性评价

根据调查区边坡所处的地形条件、地层岩性、裂隙发育程度、裂缝张开宽度及延伸长度、主

控结构面的性状等特征，结合岩质边坡赤平投影分析（详见图 1.5 所示），该边坡为切向坡，裂隙 L2 倾向坡外，为不利结构面，岩体易沿裂隙层面产生顺向滑动；同时，裂隙(L1)与裂隙(L2)组合交割线位于边坡内侧，边坡坡面与组合交割线呈顺向相交，易沿组合交割线产生楔形体滑动。

宏观判定该段边坡现状整体处于稳定状态，两组裂隙贯通性较差，但由于坡面岩体抗风化能力较弱，岩体破碎，边坡局部将产生掉块剥落现象。同时，边坡溶隙发育段落在雨季及汛期易出现局部土溜现象。

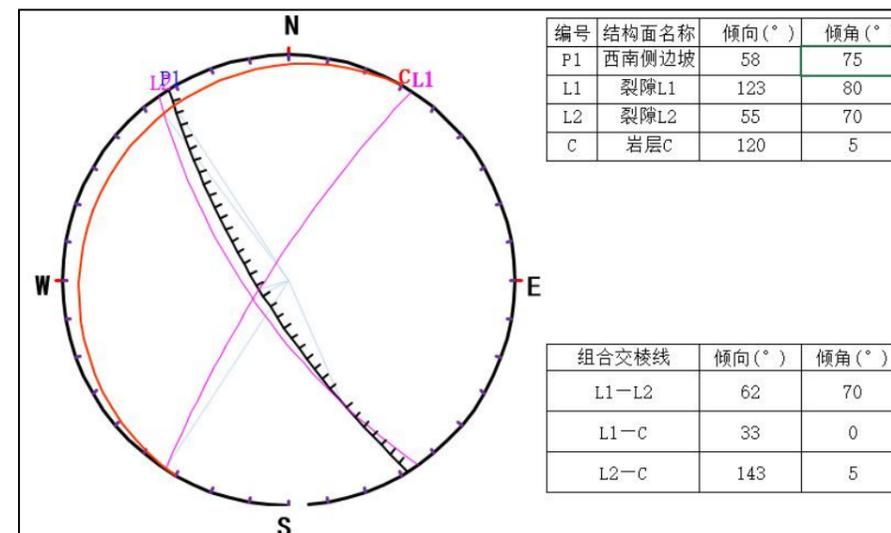


图 1.5 赤平投影分析图

2 工程地质概况

根据现场调查，本工点工程地质情况如下：

2.1 气象、水文

属中亚热带湿润季风气候区，全年四季分明，气候温和而冷暖不均，雨量充沛而分配不均，云雾多、霜雪少、日照少，冬季干冷、春季暖湿、夏季多雨常有伏旱、秋季凉爽多绵雨。根据西阳气象站实测资料统计：多年平均降水量 1350mm，最大年降水量 1928.7mm（1967 年）、最小年降水量 849.8mm（1988 年）；多年平均蒸发量 883.7mm（φ20cm 蒸发皿），多年平均气温 15.0℃、极端最高气温 39.6℃、极端最低气温-8.5℃；多年平均风速 0.79m/s、多年平均最大风速 18m/s；多年平均日照时数 1090.6h。

区内无地表水体分布。

2.2 地形地貌

调查区属构造剥蚀槽谷地貌区,调查区为陡坡地形,边坡总体坡向约 $50\sim 62^\circ$,地形坡度 $5\sim 75^\circ$,坡高 $7\sim 33\text{m}$,边坡采用分级放坡形式,坡面裸露,其坡脚为 G65 包茂高速公路。

2.3 地质构造

调查区位于酉阳向斜近核部位置,结合区域地质图及调查区岩层产状实测,调查区范围内岩层产状为 $120^\circ \angle 5^\circ$,岩体内主要发育两组构造裂隙,第①组裂隙产状: $123^\circ \angle 80^\circ$,裂面平整,局部泥质充填,裂隙宽度 $2\sim 7\text{mm}$,间距 $0.7\sim 1.6\text{m}$,结构面结合程度一般;第②组裂隙产状: $55^\circ \angle 70^\circ$,裂面平整,无充填,裂隙宽度 $2\sim 8\text{mm}$,间距 $1.2\sim 2\text{m}$,结构面结合一般。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》GB18306—2015 图 A 及《中国地震动反应谱特征周期区划图》GB18306—2015 图 B,路段区设计地震基本加速度值为 0.05g ,地震动特征周期 0.35s 。对应的地震基本烈度 VI 度,其抗震设计建议按《公路工程抗震规范》JTG B02-2013 的相关条款执行。

2.4 地层岩性

根据地面调查及收集已有地质资料,调查区地层主要有第四系全新统残坡积层 (Q_4^{el+dl}) 粉质粘土、人工填土层 (Q_4^m),下覆基岩为寒武系上统毛田组 (ϵ_3m) 灰岩。现根据岩性按由老到新的顺序分述如下:

(1) 寒武系上统毛田组 (ϵ_3m)

灰岩:深灰色。主要由碳酸盐岩矿物组成,隐晶质结构,厚层状构造,钙质胶结,局部夹方解石脉。强风化岩体破碎呈碎块状,中风化层岩体较完整,岩质较硬,主要发育两组构造裂隙。该地层分布在酉阳调查区内。

(2) 第四系全新统

粉质粘土 (Q_4^{el+dl}):黄褐色,可塑状,刀切面稍有光泽,干强度中等,韧性中等,无摇晃反应。主要分布在边坡顶部及缓坡地带,厚度一般为 $0.50\text{m}\sim 2.00\text{m}$,黔江基地边坡表面由于铺设绿植,也存在该层土体,厚度一般小于 0.5m 。

人工填土 (Q_4^m):杂色,主要由路基填料组成,分层碾压,呈密实状。主要分布在高速沿线,填龄超过十年,为压实路基土。黔江基地坡脚也有分布,为场地整平形成,多呈中密状,填龄超过 5 年。

2.5 水文地质条件

调查区地下水按其含水介质可分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水三种类型。

1、松散岩类孔隙水

该类地下水主要赋存于斜坡地带第四系土层中,地下水主要接受大气降水补给,由于第四系土体结构松散,同时坡体地形较陡,地下水能较迅速渗入坡体,经坡体渗透后顺坡面向坡脚排泄,地下水的迳流、排泄条件较好,第四系土体的赋水性较差,故在斜坡地带的第四系松散堆积层内地下水贫乏。

2、基岩裂隙水

基岩裂隙含水岩组为三叠系中统巴东组泥岩及志留系中统罗惹坪组页岩地层,岩体较完整,地下水主要赋存于网状风化裂隙中,为浅层地下水,水量极小。受控于风化带深度和广度控制,使其具有分布厚度不大,但较为均一,该类地下水主要接受大气降雨补给,以第四系松散类孔隙水补给次之,在泥岩、页岩风化裂隙中赋存,从高处往低处运移,在地势低洼处排泄,该类型地下水对边坡影响较大,使裂隙不断加宽加深,同时可使结构面强度降低。

3、岩溶水

岩溶水主要发育在酉阳调查区分布的毛田组灰岩内,经现场调查,边坡未发现大的溶洞及岩溶管道,仅发现小的溶蚀裂隙。地下水在此处主要接受大气降水补给,沿溶隙运移,向低洼处及边沟排泄,排泄条件较好。

根据地区经验并结合《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011)判定:调查区地下水和地表水对混凝土呈微腐蚀性。场地内的环境水、环境土对混凝土有微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋有微腐蚀;环境土对钢结构的有微腐蚀。

3.工程处治设计

3.1 设计目的与任务

本次处治工程设计工作的主要目的:

正确分析边坡病害的形成原因,给出合理的处治措施,并结合业主养护要求给出处治施工图设计文件,解决边坡病害问题。

主要任务:

(1) 对边坡的病害形成原因及影响其稳定性的因素进行分析;

- (2) 根据确定的处治方案进行施工设计；
 (3) 编制工程预算。

3.2 设计依据

- (1) 《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）；
 (2) 《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）；
 (3) 《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）；
 (4) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 02121-2006）；
 (5) 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
 (6) 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；
 (7) 《给水排水设计手册 第三版》（中国建筑工业出版社 2017-05）；
 (8) 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130-2011；
 (9) 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80-2016；
 (10) 《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210-2016；
 (11) 《施工脚手架通用规范》GB 55023-2022；
 (12) 其它现行标准、规范、规程及技术要求。

3.3 处治设计原则

1、综合处治原则：边坡产生变形、破损受控于地质结构，主要诱发因素为降雨和风化，因此有针对性地采取防治的处治措施。

2、技术可行经济合理原则：在保证预防和治住边坡的前提下尽量节约投资，结合边坡、排洪渠地形地质条件和保护对象的重要性和分布位置，采取技术先进，方便施工，耐久可靠，经济有效的措施。

3、动态设计、信息化施工的原则。

4、本工程边坡整体稳定，本次仅对边坡表层掉块、溜塌病害进行处治。处治工程施工完成后，管养单位应定期对边坡、挡墙及排水沟渠进行巡视和检查，及时清理排水沟渠内的堆积物，保持沟渠畅通，及时对边坡防护结构破损处进行修补，保证防护结构处于良好的工作状态，若发现边坡或排水沟渠出现异常情况应及时采取处理措施。

3.4 工程措施总体布置

3.4.1 处治措施的确定

该段边坡已建成 10 余年，坡后未发现卸荷裂隙，坡体整体处于稳定状态。该工点主要病害为岩质裸坡在长期风化和雨水冲刷、渗透作用下产生的局部掉块、溜塌。本处治设计仅针对坡面表层局部掉块、溜塌进行治理。结合临近区域边坡既有处治措施，本段边坡可考虑采取①主动防护网、②锚杆框架梁、③锚喷防护等防护方式，以上三种方案比较如下表所示：

表 3.1 方案比选表

方案	优点	缺点
方案① (主动防护网)	能有效提高施工速度、缩短施工工期、造价最低、防落石效果好，且对环境的影响最小。	防风化能力弱，无法阻挡雨水冲刷和风化作用对岩体的影响。
方案② (锚杆框架梁)	防护效果好且美观，坡面整体性好，钢筋混凝土结构耐久性佳。	施工工序较多，施工进度慢，且造价较高。
方案③(锚喷防护)	施工速度较快，造价适中，可有效阻隔岩面与大气，减缓岩体的风化，稳固坡面岩体。	对环境的影响较大，且不美观。

考虑到本段边坡位于高速公路下坡路段，车流量大车速快，宜采取施工速度快、对环境的影响小、造价低的防护方式。因此，本段边坡主要采用主动防护网进行处治，本工点采取（1）清理坡面危石+（2）挂主动网防护+（3）坡顶新建截水沟+（4）局部裂隙封闭的处治措施。

3.4.2 处治措施布置

本工点处治措施具体为：

（1）清理坡面、坡脚平台的松散危石及岩土体并修整坡面，清理坡顶局部溶腔内浮土。清坡时在遵循设计要求清坡范围的同时把坡面易松动的岩块及表面破碎岩体全部清理干净。对于完全脱离母岩、体量较小危岩体和危险性较大的单个孤石应清除。

清表后应及时通知业主、监理、设计进行查看，若坡面完整则可开展下一步工序，若坡面裂隙发育、风化严重，则应将不稳定岩体一并清除。清理坡面前应搭设稳固并紧贴坡面的脚手架，采用人工配合小型工具进行坡面清理。

（2）对清理完成后的坡面采用挂设主动防护网（APS-150）进行防护：钢丝绳锚杆长度为 4m（局部岩体破碎、风化严重处可适当加长），钢丝绳网规格为：CN/8/300，格栅网规格为：

DT/2.0/50×60。

首先在坡面钻孔并安装钢丝绳锚杆，然后安装纵横向支撑绳，在支撑绳间铺设并缝合钢丝格栅网，再在格栅网外侧铺设并缝合钢丝绳网，主动防护网应尽量紧贴坡面岩体。

(3) 在坡顶新建一条截水沟，截水沟采用 C25 混凝土浇筑，截水沟整体长度约 140m，下方顺接如路基边沟。

(4) 采用 M10 水泥砂浆对坡顶、坡面、平台地面裂缝进行封闭，砂浆灌缝深度不小于 5cm。

3.5 施工顺序及工期

本工程施工顺序推荐为：施工准备→现场管线调查和保护→坡面清危、清理→锚杆施工→防护网挂设→修建截排水沟。

本工程主要施工工序为：坡面开挖、清理→锚杆施工→防护网挂设，总工期约 30 天。

3.6 取弃土场

本工程存在弃方，由于本工程弃土方量较少，不做弃土场设计。弃渣外运过程中应严格按照相关规定进行弃渣装车、运输及弃方，不得污染环境，弃方不得对原弃渣场稳定造成不良影响。

4 施工材料技术要求及注意事项

4.1 施工材料技术要求

4.1.1 混凝土

本工程所用混凝土采用现场自拌，若现场自拌困难也可采用商品混凝土供应。

进场混凝土必须做好配合比试验（强度、弹性模量、收缩率、初凝时间等），综合考虑施工程序、工期安排、环境影响等各种因素，通过试验，保证混凝土强度，减小混凝土收缩徐变的不良影响。

混凝土的内在质量和外观均应严格控制。混凝土浇筑时应保证浇筑进度和振捣密实，所有工作缝应认真凿毛清洁，确保新老混凝土的结合强度，并应注意混凝土的养护。所有外表面均应达到平整、光洁。

(1) 配合比

1) 为提高混凝土的耐久性能，确保结构设计使用年限，防止混凝土开裂，混凝土中宜通过配合比试验掺入适量的优质膨胀剂（如 GNA-P 型等），以补偿混凝土收缩。混凝土的收缩率需控制在 2×10^{-4} 以下。

2) 养护要求：砼硬化后要进行专人浇水养护，养护时间不少于 14 天，冬季施工浇筑砼要采取保湿保温养护措施。

3) 混凝土的指标规定：混凝土最大水胶比 ≤ 0.50 ，胶凝材料总量不得超过 $400\text{kg}/\text{m}^3$ 且不低于 $300\text{kg}/\text{m}^3$ ，最大氯离子含量 1.0%，最大碱含量 $3\text{kg}/\text{m}^3$ （或使用非碱活性骨料）。当采用碱活性骨料时，混凝土的含碱量最大限值同时应符合《混凝土碱含量限值标准》（CECS53）的规定要求。

4) 混凝土在满足设计强度要求的前提下，尽量降低水泥用量，采用发热量较低的水泥，加大骨料粒径增加碎石用量，改善骨料级配，降低水化热，控制混凝土内外温差在 20°C 以下。

5) 现浇砼若采用泵送砼，坍落度为 16~20cm。

6) 在炎热天气，混凝土应在夜间浇筑，入模温度应控制在 30°C 以下。

7) 砼试件应采用与结构相同的砼、相同的浇筑方法和养护条件。

8) 除了施工单位提供试块实验报告外，设计单位依据工程具体要求，可采用随机无损检验，以确认混凝土的施工质量及强度等级是否满足设计要求。

(2) 水泥

1) 混凝土要求采用普通硅酸盐水泥配制，宜使用同一厂家同一品牌的水泥（水泥等商品应具有专业部门的质量检验合格证）。

2) 为了控制砼早期强度的过快发展，水泥细度(比表面积)不超过 $350\text{m}^2/\text{kg}$ ， $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余百分率不大于 10.0%，水泥中游离氧化钙含量不超过 1.0%，碱含量不超过 0.8%，C3A 含量不超过 8%，氯离子含量不宜大于 0.1%。

(3) 骨料

1) 应尽可能采用同一料场的石料、砂料，以保证结构外观色泽一致骨料质地均匀坚固，粒形和级配良好、吸水率低、空隙率小。

2) 粗骨料抗压强度应大于混凝土强度的 2 倍，压碎性指标 $<7\%$ ，空隙率 $<40\%$ ，骨料应选用良好的级配，最大粒径 $<2.5\text{cm}$ ，且不得超过钢筋最小间距的 3/4 及钢筋保护层厚度的 2/3；含泥量低于 0.5%，针状、片状颗粒含量 $<5\%$ 。不容许采用卵石或卵石破碎方法生产。

3) 细骨料含泥量低于 1%，宜采用中粗砂，如果采用特细砂时，应满足有关规定和施工规范的要求，并能满足结构的抗裂和抗渗要求。为减少水泥用量，降低混凝土浇筑及养护时的水化热，在使用特细砂时建议加入一定比例的机制砂或中粗砂。细度模数为 2.0~2.5，具体比例根据施工单位的配合比实验确定。

(4) 保护层垫块

应采用塑料定位件作混凝土保护层垫块,不应采用砂浆垫块。

4.1.2 钢材

(1) 所有钢筋的力学性能必须符合国家标准 GB1499、GB13014 及 GB13378-2000 的规定,结构使用的钢筋应有工厂质量保适盘(或检验合格证)。应按设计技术指标和型号进行采购,并按有关质量检验标准进行严格的检验,遵照施工技术规范及有关要求进行施工。

(2) 如因浇筑或振捣混凝土需要,可对钢筋间距作适当调整。

(3) 施工时应结合施工条件和施工工艺安排,尽量考虑先预制钢筋骨架(或钢筋骨架片)、钢筋网片,在现场就位后进行焊接或绑扎,以保证安装质量和加快施工进度。

(4) 钢筋直径 $\geq C20$ 时采用等强剥肋滚轧直螺纹连接,应符合《钢筋机械连接技术规范》(JGT107-2003)的要求,接头等级 I 级。

(5) 严禁采用改制钢材。施工时任何钢筋的替换,均应经设计单位同意方可进行。

(6) 钢筋接头应按规范要求错开布置。

(7) 钢筋可在工厂绑扎完成后运至施工场地组装,也可在施工场地附近绑扎组装。

4.2 施工注意事项

4.2.1 施工总体原则

(1) 施工单位进场后应首先对现场地形、标高、处治段长度及工程量等进行测量、核实,若现场测量结果与设计文件存在差异,应及时通知业主、监理、设计等相关单位协商解决。

(2) 施工前应对施工人员进行施工安全及交通安全知识教育,保证所有施工人员具有足够的安全生产意识,特种施工人员必须持证上岗。进入施工区域前所有人员必须按要求佩戴各种安全标志和护具,所有人员必须按要求进行操作,必须保障施工安全及施工进度。

(3) 边坡施工存在高空作业,施工前应按相关规范要求搭设脚手架,脚手架与坡面应有可靠连接。脚手架搭设作业时,应按形成基本构架单元的要求逐排、逐跨和逐步地进行搭设,保证脚手架稳定、牢固、安全。

同时,应在挖方边坡坡脚以及施工影响范围内的公路结构物外侧搭设临时安全围挡,必要时应在落石可能影响到的其他区域搭设临时安全围挡。安全围挡可采用脚手架和木制挡板或钢板搭设,安全围挡应稳定、牢固、安全,出现破损是应及时更换。图纸中安全围挡仅作示意,应根据现场实际情况进行搭设,具体工程量据实收方。

(4) 边坡治理工程对雨水比较敏感,因此要作好截排水和防水工作。

(5) 工程开工前应充分准备好施工材料和设备,做好防范季节暴雨措施。

(6) 施工前施工单位应做好施工组织设计及交通组织设计,报业主及交通管理部门审批后方可实施。施工组织设计中应充分考虑在场地狭窄,地形不利条件下,保证质量、安全、进度和投资的措施。并建立应急、预警机制,过程中应注意安全,以及建立完善的施工安全制度,应有可靠的安全防护措施,避免由于边坡施工对公路行车或附近民房造成危害。

(7) 施工过程中采用“动态设计,信息法施工”。施工中发现现场情况与设计不一致时应及时通知设计人员及业主单位进行现场处理。

(8) 施工过程和施工结束后,宜对边坡的变形和位移进行监测,避免工程事故的发生,竣工后监测年限不少于 2 年。

4.2.2 施工防排水

施工期宜选在枯水季节进行,施工前期,应做好临时防排水措施,可与永久排水设施结合设置,防止坡顶来水影响坡面稳定性。

4.2.3 主动防护网(APS)施工技术要求

工程所采用的主动防护网(APS)应满足《边坡柔性防护网系统》(JT/T 1328-2020)相关技术要求。防护网施工顺序为:人工坡面修整→测量放线,确定锚杆(索)孔位→打孔安装锚杆(索)→挂网→验收。

(1) 清除坡面防护区域内威胁施工安全的浮土及浮石,对不利于施工安装和影响系统安装后正常功能发挥的局部地形(局部堆积体和凸起体等)进行适当修整。

(2) 放线测量确定锚杆孔位(根据地形条件,孔间距可有 0.3m 的调整量),在孔间距允许的调整量范围内,尽可能在天然低凹处选定锚杆孔位;当设计目的是为了加固具有区域性潜在滑动失稳的土质或似土质边坡时,对非低凹处或不能满足系统安装后较好紧贴坡面的锚杆孔(一般连续悬空面积不得大于 $5m^2$,否则宜增设长度不小于 0.5m 的局部锚杆,该锚杆可采用直径不小于 $\phi 12$ 的带弯钩的钢筋锚杆或直径不小于 $\phi 12$ 的钢丝绳锚杆),应在每一孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套长度并能将其容纳在内的凹坑或凹槽。

(3) 按设计深度钻凿锚杆孔并清孔,孔深应大于设计锚杆长度 $5cm \sim 10cm$,孔径不应小于 $\phi 80$,

锚杆应尽可能垂直于坡面,且与水平面的夹角不应小于 15° ;当局部孔位处因地层松散或破碎而不能成孔时,可以采用断面尺寸不小于 $0.4 \times 0.4m$ 的 C15 砼基础置换不能成孔的岩土段。

(4) 注浆并插入锚杆应采用强度等级不低于 M30 的水泥砂浆,宜采用灰砂比 1:1~1:2、水

灰比 0.45~0.50 的水泥砂浆或水灰比 0.45~0.50 的纯水泥浆，水泥宜用强度等级不低于 32.5MPa 的普通硅酸盐水泥，优先选用粒径不大于 2.5mm 的中细砂。确保浆液饱满，在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天。

(5) 安装纵横向支撑绳，张拉紧后两端各用 4 个绳卡与锚杆外露环套固定连接，绳卡间距宜为钢丝绳直径的 6~7 倍，其 U 形螺栓应位于尾绳段一侧。

(6) 从上向下铺挂格栅网，格栅网间重叠宽度不宜小于 5cm，两张格栅网间以及必要时格栅网与支撑绳间用 $\phi 1.5$ 扎丝进行扎结，当坡角小于 45° 时，扎结点间距一般不宜大于 2m，当坡角大于 45° 时，扎结点间距一般不宜大于 1m（有条件时本工序可在前一工序前完成即将格栅网置于支撑绳之下）；

(7) 从上向下铺设钢丝绳网并缝合，缝合绳为 $\phi 8$ 钢绳，每张钢丝绳网均用一根长约 33m（ $4 \times 2m$ 网时约为 27m）的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉，缝合绳两端各用两个绳卡与网绳进行固定连接（需要注意的是缝合绳不得直接连接到锚杆上）。

4.2.4 坡面脚手架搭设要求及注意事项

施工脚手架的搭设和使用应严格按照现行《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80-2016、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210-2016、《施工脚手架通用规范》GB 55023-2022 等相关规范要求执行。

(1) 材料要求

搭设钢管脚手架所需的钢管、扣件、脚手板、绑扎铁丝、安全网等必须符合国家质量标准要求，不符合质量标准要求、破损、严重锈蚀的材料不得用于本工程。

(2) 尺寸要求

边坡坡面应搭设双排脚手架，搭设尺寸为：立杆的纵距不大于 1.2 米，立杆的排距不大于 1.2 米，横杆步距不大于 1.50 米，立杆采用单立管；内排架距离坡面距离为 0.50 米；大横杆在上，小横杆在下，扫地杆距地面尺寸为 10cm。每一级脚手架搭设高度最高不超过 15m。

(3) 脚手架立杆搭设要求

- 1) 严禁不同外径的钢管混合使用，立杆垂直度偏差不得大于架高的 1/200；
- 2) 立杆接头除在顶层可采用搭接外，其余各接头必须采取对接扣件，对接应符合以下要求：立杆上的对接扣件应交错布置，两相邻立杆接头不应设在同步同跨内，两相邻立杆接头在高度方向错开的距离不应小于 500mm，各接头中心距主节点的距离不应大于步距的 1/3，同一步内不允许有二个接头；

3) 若搭接，搭接接头长度不应小于 1m，并应等距设置不少于 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至杆端的距离不应小于 100mm；

4) 当立杆的基础不在同一高度上时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨并与立杆固定，高低差不应大于 1m。

(4) 纵、横向水平杆搭设要求

- 1) 纵向水平杆宜设置在立杆内侧，其长度不宜小于 3 跨，并不小于 6m；
- 2) 纵向水平杆接长宜用对接扣件，也可采用搭接。对接、搭接应符合下列规定：
 - ①纵向水平杆的对接扣件应交错布置各接头至最近主节点的距离不宜大于纵距的 1/3，不应设在同步、同跨内、相邻接头水平距离不应小于 500mm，并应避免设在纵向水平杆的跨中；
 - ②搭接长度不应小于 1m，应等间距设置 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于 100mm。
 - ③纵向水平杆应作为横向水平杆的支座，用直角扣件固定在立杆上；
- 3) 搭接接头长度不应小于 1m，并应等距设置 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至杆端的距离不应小于 100mm；

4) 主节点必须设置一根横向水平杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。主节点处两个直角扣件的中心距不应大于 150mm；

5) 作业层上非主节点处的横向水平杆，宜根据支承脚手板的需要等间距设置，最大间距不应大于纵距的 1/2；

6) 双排脚手架横向水平杆靠边坡的一面应抵紧边坡；

7) 脚手架必须设置纵、横向扫地杆，纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距地面不大于 200mm 处的立杆上。横向扫地杆也应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。当立杆基础不在同一高度时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。

(5) 扣件安装要求

- 1) 扣件规格必须与钢管外径相同；
- 2) 扣件螺栓拧紧扭力矩不应小于 40N.m，并不大于 65N.m，（扣件必须经过检测合格方可使用）；
- 3) 主节点处，固定横向水平杆（或纵向水平杆）、剪刀撑、横向支撑等扣件的中心线距主节点的距离不应大于 150mm；

4) 对接扣件的开口应朝上或朝内。

(6) 铺设脚手板的要求

1) 脚手板应满铺，离岩面不得大于 20 厘米，不得在跨度间搭接，也不得有空隙和探头板，

对头搭接时,应架设双排小横杆,其间距不大于 20 厘米,脚手板搭接长度不得小于 20 厘米;

- 2) 脚手板的探头应采用直径 3.2mm(10 号)的镀锌铁丝固定在支承杆上;
- 3) 在架子的拐弯处,脚手板应交叉搭接,并与横向水平杆可靠连接,以防止滑动;
- 4) 脚手板采用由毛竹或楠竹制作的竹串片板或是木脚手板,每块质量不宜大于 30kg;
- 5) 脚手板的铺设应平稳且绑扎牢固,脚手板垫木应用木块,并且锚钉牢固,不得用砖石。

(7) 为保证脚手架搭设在稳固的基础上,开挖后的边坡首先要把脚手架立杆基础平整夯实或增加垫板,保证架子有足够的承载力和稳定性。每一层搭设以既有平台为基础平台,每层高度大约 10m。搭设坡面脚手架之前应根据既有平台的现状,打设一排固定立杆的插筋,或利用边坡现有锚杆,保证脚手架基础的稳定性。

脚手架每个施工单元按照 30m 长度搭设,在每段脚手架的末端搭设人行爬梯,爬梯宽度 1.2m,台阶步距 0.3m,扶手高度为 1m,宽度 1m。脚手架作业平台架体外侧宜采用密目式安全网封闭。

(8) 在脚手架外侧整个立面整个长度和高度上连续设置剪刀撑;中间各道剪刀撑之间的净距不应大于 15m,每道剪刀撑宽度不应小于 4 跨,且不应小于 6m,斜杆与地面倾角宜在 45°~60°。剪刀撑、横向斜撑应随立杆、纵向和横向水平杆等同步搭设,各底层斜杆下端均必须支承在垫块或垫板上;除在架体两端设置横向支撑外,中间应每隔 6 跨设置一道。

(9) 作业层、斜道的栏杆、挡脚板的注意事项

- 1) 作业平台必须设置 1.2m 高的栏杆和 180mm 的挡脚板,且挡脚板应与立杆固定;
- 2) 栏杆和挡脚板应搭设在外排立柱的内侧;
- 3) 上栏杆高度 1.2m,中栏杆居中设置;
- 4) 挡脚板高度不应小于 180mm。

4.2.5 施工安全措施

(1) 一般要求

施工前承包人应按照现行《高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南》相关要求对施工中可能存在的风险进行预判和评估,做好必要的安全应对措施,最大程度的减小施工中因安全风险可能造成的损失。承包人除应遵守《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90-2015)的有关规范外,还应遵守有关指导安全、健康与环境卫生方面的法规和标准,并提供相应的安全装置、设备与保护器材及采取其他有效措施,以保护现场施工和监理人员的生命、健康及安全。

(2) 人员要求

在本工程施工期间,承包人应在现场常设 1~2 名专职安全员,专职安全员应经过培训具有担任安全工作的资格,且熟悉所施工的工作类型。其工作任务,包括制定健康保护与事故预防措施,并检查所有安全规则与条例的实施情况。驻地管理人员一律佩证上岗,安全员的佩证为红色

以示醒目。

现场指挥人员及施工人员必须穿橘黄色安全防护服,并佩戴安全帽。

(3) 安全标志

- 1) 承包人应在本工程现场周围配备、架立并维修必要的标志牌。
- 2) 标志牌应包括: a.警告与危险标志; b.安全与控制标志;
- 3) 所有标志的尺寸、颜色、文字与架设地点,均应经监理工程师认可。

(4) 事故报告

1) 无论何时,一旦发生危害工程安全、工程进度和工程质量事故时,承包人除采取必要的抢救措施以外必须立即暂停此项目和与之有关的项目的施工。

2) 质量事故发生后,承包人必须以最快的方式,将事故的简要情况报监理工程师。在监理工程师初步确定安全、质量事故的类别性质后,按下述要求进行报告:

- a.质量问题: 承包人应在 2 天内书面上报监理工程师和业主。
- b.一般质量事故: 承包人应在 3 天内书面上报监理工程师和业主。
- c.重大质量事故: 承包人必须在 2h 内速报监理工程师和业主。

4.2.6 环境保护

在公路工程施工中,应执行以下环境保护规定:

(1) 施工组织方案中应当包括防尘组织计划内容,按规程提出防治扬尘污染的具体防治目标和防治方法,并将防治扬尘污染的费用单列入项目报价中。签订的施工承包合同中应当明确承包单位防治扬尘污染的责任。未制定防尘组织计划的,不得批准其施工。

(2) 施工单位在工程施工中应严格遵守国家环境保护部门的有关规定,有责任采取有效措施以预防和消除因施工造成的环境污染,对工程范围以外的土地及植被应注意保护,并应保证业主避免由于施工污染而承担的索赔或罚款。

(3) 施工现场生产、生活设施应符合环保要求,并接受当地政府及有关部门的监督。

(4) 施工单位应在施工期间加强环保意识、保持工地清洁、控制扬尘、杜绝漏洒材料,应使施工场地砂石化或保持经常洒水,使得施工场地旁的农田作物绿叶无扬尘污染。路面必须保持整洁,在整个路面内无积水、杂物、污物和大面积可见浮尘。

(5) 路面清扫后的垃圾不得随意倾倒,应当运至指定地点或垃圾处理场。

(6) 施工现场堆放易产生扬尘污染物料时,应当分类集中堆放,堆放高度应当在 0.7 米以下,其周围应当设置封闭围挡,并用彩条布或其它遮挡材料进行覆盖。在公路路面上堆放散体材料时,应当采取铺设彩条布等隔离措施,禁止将散体材料直接堆放在路面上。

(7) 施工单位应通过有效的技术手段和管理措施将施工噪声控制到最低程度。当施工工地

距居民住宅区距离小于 150 米，施工单位不得在夜间安排噪声很大（55dB 以上）的机械施工。

（8）施工单位应及时处理施工及生活中产生的废弃物，运至监理工程师及当地环保部门同意的指定地点弃置，应注意避免阻塞河流和污染水源。如无法及时处理或运走，则必须设法防止散失。

（9）施工单位应将施工及生活中产生的污水或废水，集中处理，经检验符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）规定，才能排放到河流或沟溪中。施工单位不得将含有污染物质或可见悬浮物质的水，排入河流、水域、或灌溉系统中。施工排水不得增加河流或水域中的悬浮物，或造成河流冲刷、水质污染。

（10）施工单位在施工过程中，由于扬尘、排污、噪声、材料漏失等对周围居民和环境造成的损失应承担全部经济及社会责任。

4.2.7 施工交通组织方案应遵循的原则

该整治工程为运营道路养护工程，交通组织应遵循以下原则：

（1）安全原则

施工期间可采取占用应急车道和外侧行车道进行施工，施工单位必须采取可靠措施保障运营车辆的行驶安全，同时也必须保障施工车辆及人员的安全。施工过程中应按交管部门要求在公路沿线摆放交通标志、标牌以及指示灯具等，并安排专人 24 小时对施工交通安全设施进行看护和维修，对过往车辆进行安全疏导，保障车辆顺利通过施工影响区域。具体设置应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959—2019 以及《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015 相关规定执行。

（2）保障施工进度原则

本项目在原有运营公路的基础上进行的，其施工必将带来原有公路的运营损失，同时对公路通行能力有一定的影响，长期施工对周边社会环境的影响更不容轻视。因此，必须确保施工进度、尽量缩短工期是非常必要的。

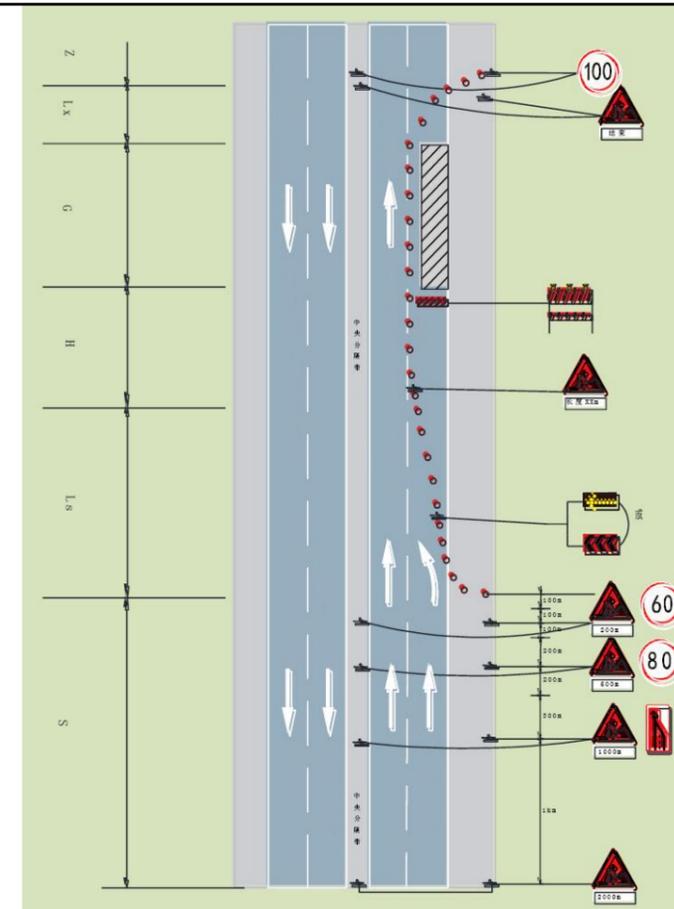


图 4.1 临时占用外侧车道施工作业

4.2.8 监测与检查

施工过程中和施工结束后，应委托有资质的第三方监测单位进行监测并编制监测方案，经设计、地勘、业主等共同认可后实施。

（1）边坡施工及使用过程中均应作边坡变形观测记录，水准基点设置应以保证其稳定可靠为原则，其位置宜靠近观测对象。坡顶位移观测，应在坡后 40 米范围内的公路及房屋范围内各设置不少于 3 个观测点的观测网，用经纬仪，水准仪，地表位移伸长计等观测位移量、移动速度和方向，测点间距不宜大于 10m；在出水点应测地下水、渗水与降雨的关系，必须确保泄水系统的畅通。

（2）现场应根据监测的变形量设定预警值和报警值，其应符合相关规范要求。

（3）监测年限：治理期间按 1~2 天观测一次，或根据边坡的变形等情况确定。暴雨期间应加密监测次数；施工期间发现异常现象，必须及时通知相关单位处理，并做好回填准备；在竣工后的观测时间不应少于半年，建成后可一月观测一次，如果边坡稳定、无异常现象时可将监测间

隔适当延长,但不宜长于三个月;使用期间发现异常现象,则必须日夜连续观测,并通知相关单位。

(4) 在竣工后应加强边坡日常检查以及维护工作,发现问题及时解决。

4.2.9 其他注意事项

(1) 坡面平整工作不得影响边坡岩土体的自身完整性和稳定性,坡面修整必须人工进行。

(2) 在施工前应做好临时排水设施,如边坡坡顶和坡脚设截、排水沟,及时排走地表水。

(3) 尽量避开雨季、降雨天气施工。

(4) 施工前须检查一级平台截水沟的情况,是否有截水沟过水断面过小或是截水沟破坏渗漏情况,如有应对截水沟做处理。

(5) 施工过程中采用“动态设计,信息法施工”。施工中发现边坡位置、高度参数和与现场不一致的以现场为准,如果出入较大,以及地质情况与现场不一致时,应及时通知设计人员进行现场处理。

(6) 施工前应做好施工组织设计,并建立应急、预警机制,过程中应注意安全,以及建立完善的施工安全制度,尤其是在进行路基土体清方时,应有可靠的安全防护措施,避免由于边坡施工对坡脚行人和车辆造成的危害。

(7) 各种建筑材料必须通过质检方可进场。

(8) 如今后在边坡坡顶和坡脚发生其他工程活动,应不对边坡稳定性产生不利影响。

(9) 其他未尽事宜应严格按照现行国家和地方有关规范和标准执行,施工中如出现有关问题请及时与建设方、勘察人员、设计人员联系,共同协商处理。

(10) 施工中发现工程数量与设计不相符时,应据实计量,并获得各方认可。

(11) 未尽事宜,应严格按照《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610-2019)及现行国家和地方有关规范和标准执行。

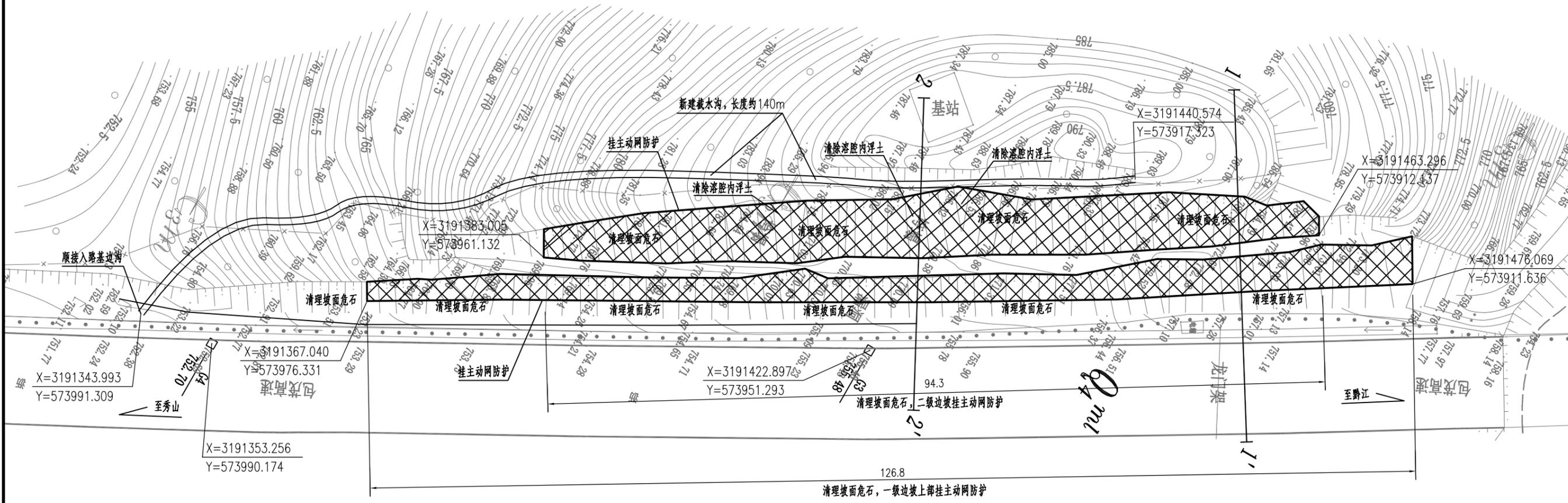
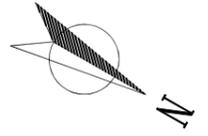
5、工程量计算与计量

该项目的处治系按照设计图,给出具体计算条件计算出的工程量,当工程量计算条件与施工实际不符时,应按现场业主、监理确认实际发生的工作量收方计量。

表 5.1 工程量表

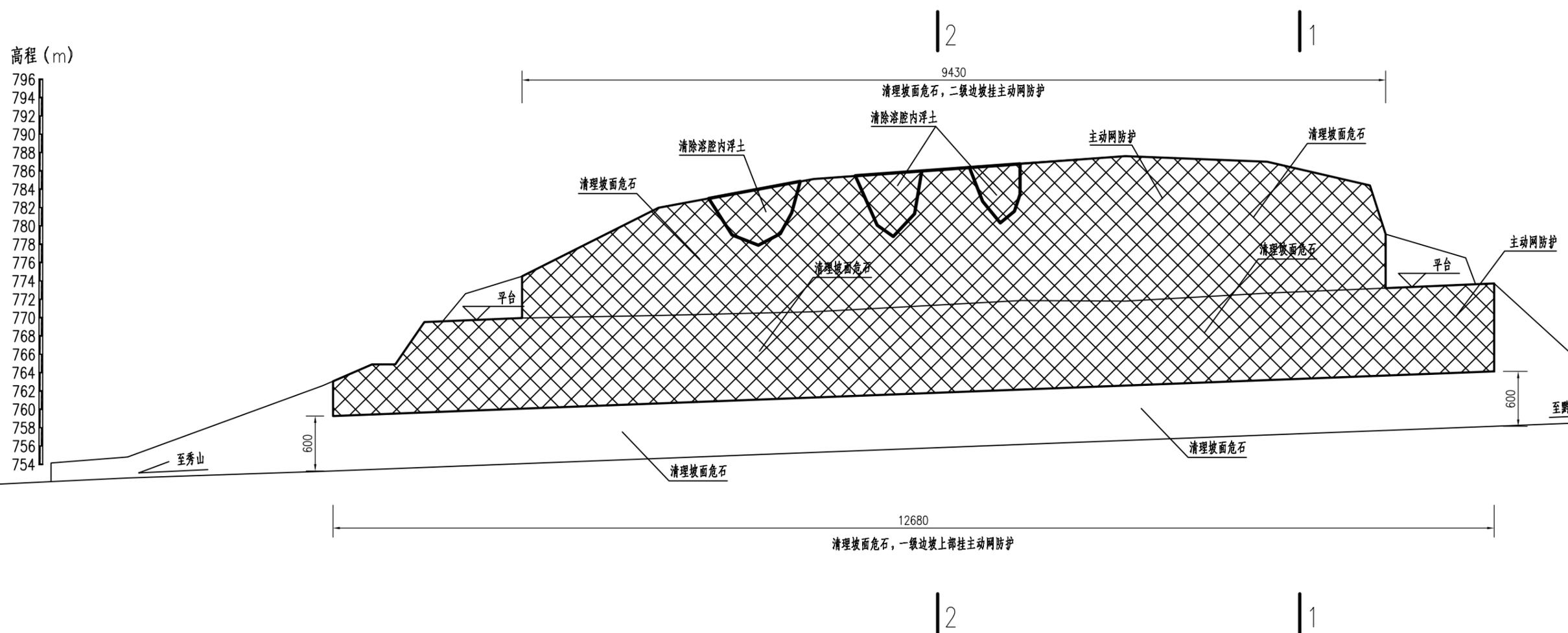
处理措施	工程量名称	细目/级别	单位	K1918+150~306 段边坡
土石方	清理土石方	坡面土方	m ³	180
		坡面石方	m ³	635
		坡脚堆积土石	m ³	46
	边沟清理	/	m ³	/

处理措施	工程量名称	细目/级别	单位	K1918+150~306 段边坡
裂缝封闭	砂浆封闭地面裂缝	M10	m ³	2
坡面脚手架	/	钢管脚手架	m ²	3774
	/	安全密目网	m ²	3774
安全围挡	/	钢管脚手架	m ²	731
	/	竹条挡板	m ²	636
新建截水沟	挖方	土方	m ³	36.3
		石方	m ³	15.5
	混凝土	C25	m ³	45.4
坡面防护	柔性防护网	APS	m ²	2791



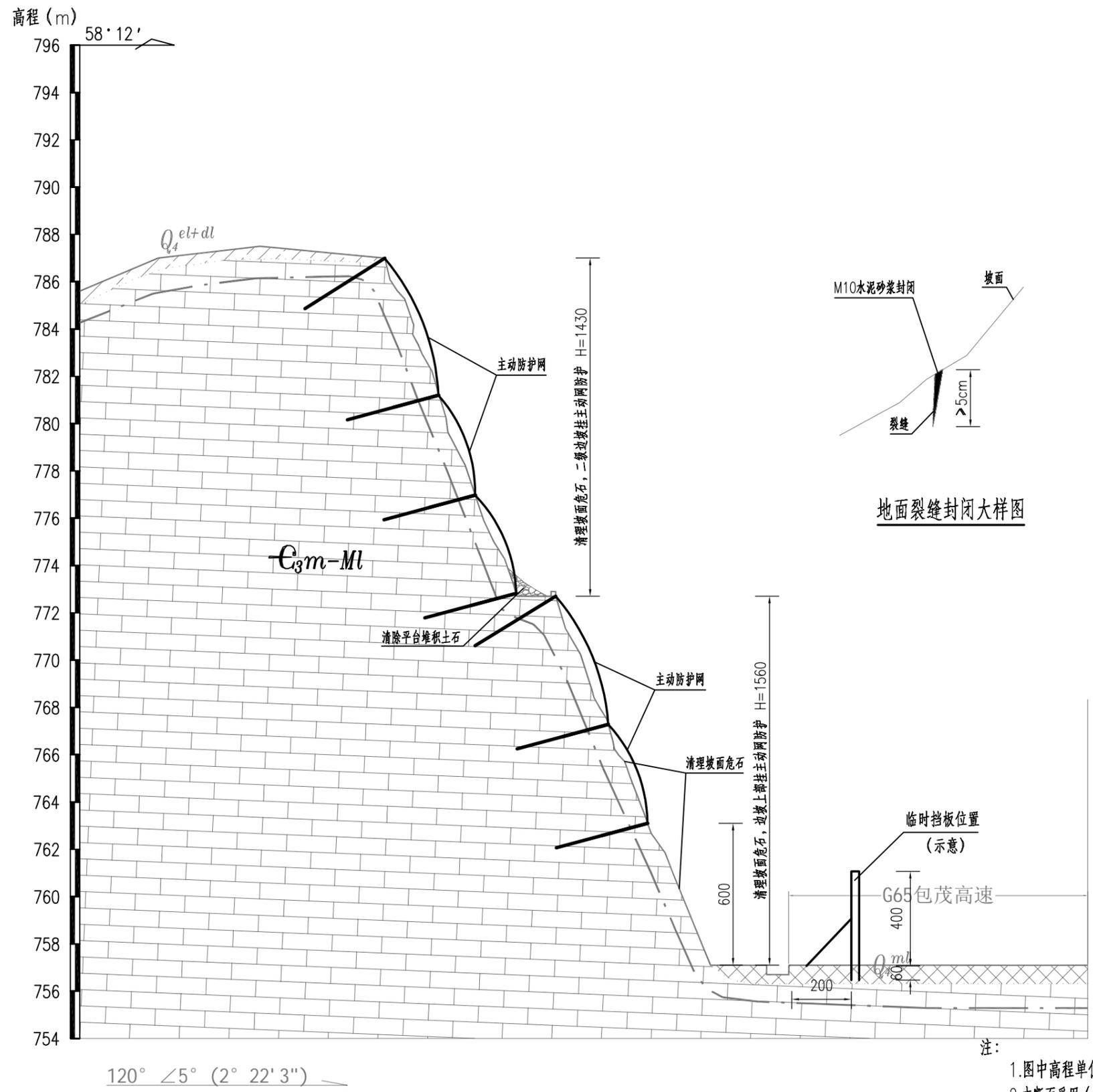
- 注:
- 1、本图尺寸除注明外，其余尺寸均以m计；
 - 2、图中高程单位为m，本图采用国家2000大地坐标，1985国家高程系，等高距为0.5米。
 - 3、本工程采取（1）清理坡面危石+（2）挂主动网防护+（3）坡顶新建截水沟+（4）局部裂缝封闭的处治措施；
 - 4、拐点平面坐标参见平面图标注，支护工程结构构造详见剖面图及大样图；
 - 5、现场如遇与设计不符情况，请通知各方商讨后方可进行后续工作；
 - 6、最终工程量以实际施工工程量为准；
 - 7、该处边坡施工为高空作业，施工单位应编制安全可靠的施工方案，施工中应做好防护措施，防止施工中路面、道路附属设施或管线遭到破坏，保障施工作业人员及临近居民的生命财产安全；
 - 8、其它未尽事宜按相关图纸、施工技术规范办理。

 中铁长江交通设计集团有限公司	重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司 2023年边坡处治工程	K1918+150~306段边坡平面图	设计	一审	图号	S2-01	日期	2023.03
			复核	二审				



注：
 1. 图中高程单位为m，其余尺寸均以厘米为单位。
 2. 本工程采取(1)清除坡面危石+(2)挂主动网防护+(3)坡顶新建截水沟+(4)局部裂缝封闭的处治措施。

 中铁长江交通设计集团有限公司	重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司 2023年边坡处治工程	K1918+150~306段边坡立面图	设计	一审	图号	S2-02	日期	2023.03
			复核	二审				

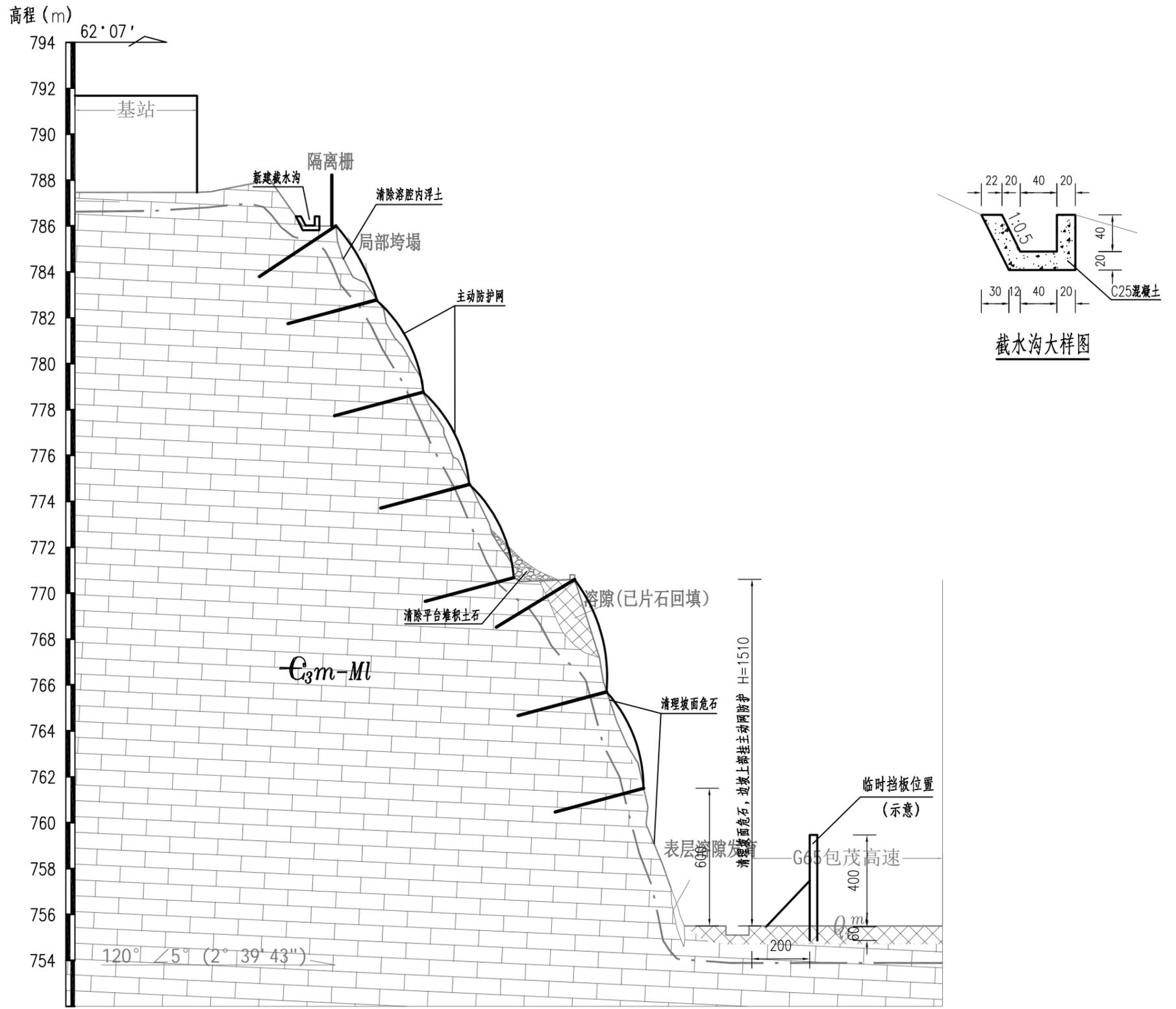


120° ∠5° (2° 22' 3")

1-1剖面图
1:200

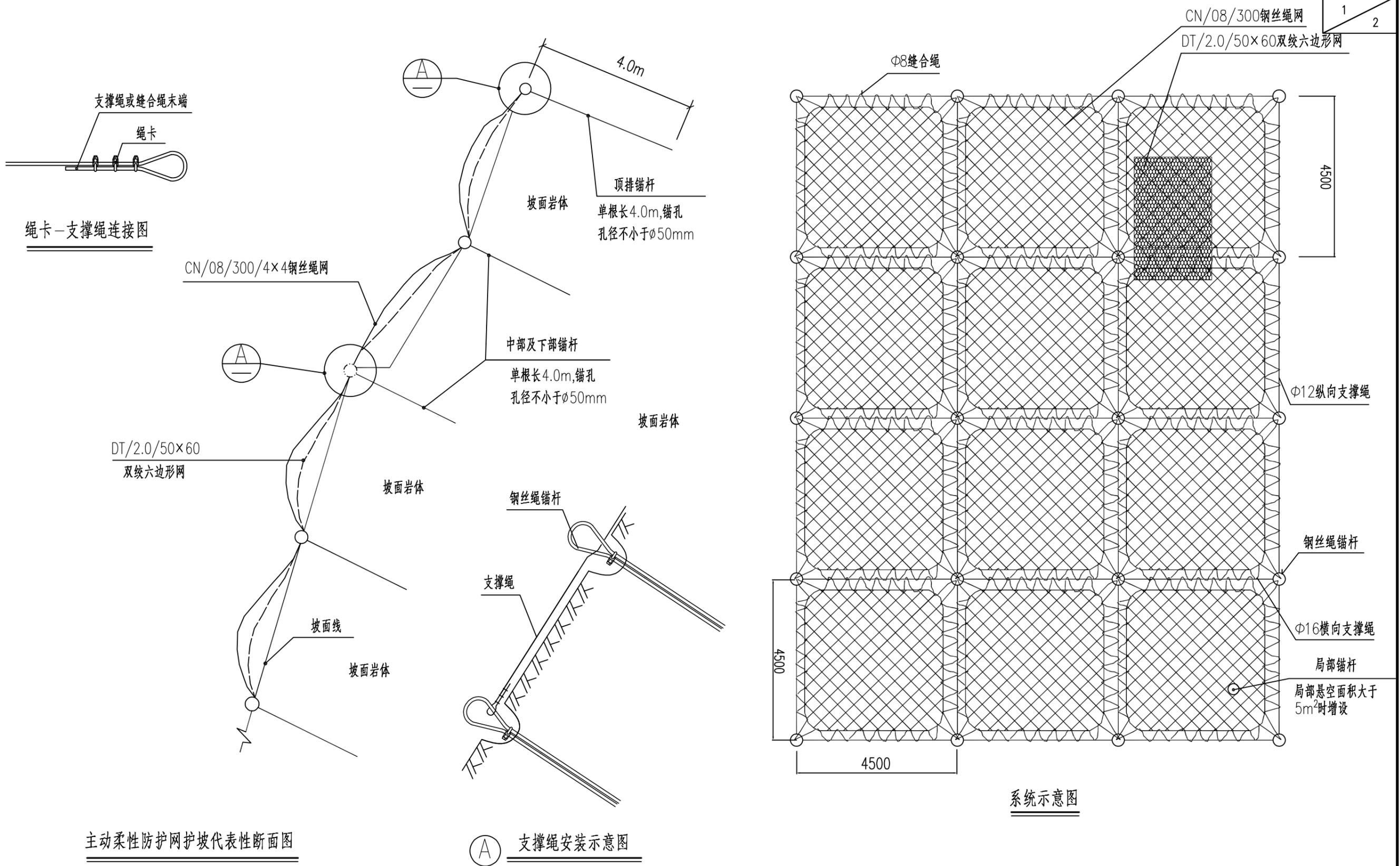
- 注:
- 1.图中高程单位为m,除钢筋直径以mm计外,其余尺寸均以cm为单位;
 - 2.本断面采用(1)清理坡面危石+(2)挂主动网防护+(3)局部裂缝封闭的处治措施。
 - 3.主动柔性防护网钢丝绳网型号为CN/08/300,固定锚钉孔径 $\geq 50\text{mm}$,锚杆长度4.0m。干码片石处锚杆长度适当加长,锚入岩层内不小于2m。
 - 4.未尽事宜请参照相关规范执行。

 中铁长江交通设计集团有限公司	重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司 2023年边坡处治工程	K1918+150~306段边坡剖面图	设计	一审	图号	S2-03	日期	2023.03
			复核	二审				



2-2剖面图
1:200

- 注：
- 1.图中高程单位为m，除钢筋直径以mm计外，其余尺寸均以cm为单位；
 - 2.本断面采用(1)清理坡面危石+(2)挂主动网防护+(3)坡顶新建截水沟+(4)局部裂缝封闭的处治措施。
 - 3.主动柔性防护网钢丝绳型号为CN/08/300，固定锚钉孔径 ≥ 50 mm，锚杆长度4.0m。于码片石处锚杆长度适当加长，锚入岩层内不小于2m。
 - 4.未尽事宜请参照相关规范执行。



主动防护网材料工程数量表 (100.0 m²)

序号	材料	单位	数量	型号	备注
1	钢丝绳网	m ² /张	80/5	CN/08/300/4×4	十字卡扣采用渗锌或合金表面防腐处理
2	∅16横向支撑绳	m	50	∅16mm	符合GB/T20118规定
3	∅12纵向支撑绳	m	50	∅12mm	
4	缝合绳	m	155	∅8mm	
5	∅16钢丝绳锚杆	根	12		单根长度4.0m
6	绳卡	个	16	用于∅16钢丝绳	采用电镀锌或合金表面防腐处理
7	绳卡	个	16	用于∅12钢丝绳	采用电镀锌或合金表面防腐处理
8	缝合绳卡/铅套	个	20/10	用于∅8钢丝绳	绳卡或铅套可选用
9	扎丝	kg	1.4	∅2	热镀锌AB级
10	双绞六边形网	张	5	DT/2.0/50×60/2.25m×9.2m	锌-5%铝-混合稀土合金镀层 > 215g/m ²

说明:

一、适用条件

本产品适用于节理、裂隙发育的弱风化硬岩且整体稳定的路堑边坡防护。

二、技术要求

- 1、钢丝绳网、支撑绳所用钢丝绳应符合标准GB/T 20118《一般用途钢丝绳》的规定，其钢丝强度不应低于1770MPa，热镀锌等级不低于AB级。
- 2、钢丝绳锚杆所用钢丝绳应符合标准 GB/T 25833《公路护栏用镀锌钢丝绳》的规定，其钢丝强度不应低于1570MPa，热镀锌等级不低于AB级。
- 3、双绞六边形网编织用钢丝应符合标准YB/T 5294《一般用途低碳钢丝》的规定，采用热镀锌+5%铝+混合稀土合金，符合GB/T20492《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》标准中A级规定。钢丝不应有机械损伤和锈蚀现象。
- 4、钢丝绳网：应采用十字卡扣编织的菱形网，编制成网的钢丝绳不应有断丝、脱丝现象，网的形状平整，网绳无打结和明显扭曲现象。
- 5、十字卡扣：采用钢质材料，厚度不小于2mm，采用真空渗锌处理，渗锌厚度不小于60 μm，或采用合金表面防腐处理工艺，抗锚动力不应小于5kN，十字卡扣抗脱落力不小于10kN。
- 6、钢丝绳锚杆：锚杆采用 ∅16mm钢丝绳制作，锚杆长度不小于4.0m。
- 7、鸡心环：防腐处理采用电镀锌。
- 8、锚杆抗拔力：锚固后锚杆抗拔力不小于100kN。
- 9、纵横交错的张拉绳与钢丝绳锚杆（按4.5m×4.5m正方形布置）相联结并进行预张拉，纵横交错的支撑绳构成的每个4.5m×4.5m网格内铺设一张4m×4m (CN/08/300) 型钢丝绳网，每张钢丝绳网与四周张拉绳间用 ∅8mm缝合绳缝合联结并拉紧。同时，在钢丝绳网下铺设网孔为50mm×60mm的DT/2.0/50×60的钢丝双绞六边形网，以阻止小尺寸岩块的塌落。

三、施工工艺要求

- 1、对坡面防护区域的浮土及浮石进行清除。
- 2、放线测量确定锚杆孔位（根据地形条件，孔间距可有0.3m的调整量），并在每一孔位处凿一定深度不小于锚杆外露环套长度的凹坑，一般口径20cm，深20cm。
- 3、按设计要求深钻锚杆孔并清孔，孔径不小于 ∅50mm。
- 4、注浆并插入锚杆（锚杆外露环套顶端不能高出地表，且环套段不能注浆，以确保支撑绳张拉后尽可能紧贴地表），锚孔注浆一般环境下采用M30水泥砂浆（水泥浆）；化学侵蚀环境下，根据环境作用等级选用M35水泥砂浆（水泥浆）或水泥浆，并掺入水泥重量一定比例的粉煤灰。孔内应确保浆液饱满，在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天。
- 5、安装纵横向张拉绳，张拉绳后两端各用2~4个（张拉绳长度小于15m时为2个，大于30m时为4个，其间为3个）绳卡与锚杆外露环套固定连接。
- 6、从上向下悬挂双绞六边形网，重叠宽度不小于5cm，两张双绞六边形网间的缝合以及与张拉绳间用 ∅2.0mm扎丝按1m间距进行扎结（有条件时本工序可在前一工序完成前将双绞六边形网置于张拉绳之下）。
- 7、从上向下铺设钢丝绳网并缝合，缝合绳为 ∅8mm钢丝绳，每张钢丝绳网均用一根长约31m（或27m）的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉，缝合绳两端各用两个绳卡或铅套与张紧绳进行固定连接。
- 8、边坡岩层破碎、松散时，锚杆可加长。

四、检测要求

产品进场应提供以下检验及试验资料

1、进场前质量检验

防护网产品进场前，生产厂家应提供产品质量合格证书和配套质量检验报告，包括以下内容：

- (1) 钢丝、钢丝绳、十字卡扣等原材料的合格证或检验证书；
- (2) 主要构件检测
主动防护系统的柔性金属网的抗顶破力应按JTT 1328-2020《边坡柔性防护网系统》附录C进行试验，构件检测应符合JTT 1328-2020《边坡柔性防护网系统》相关要求。
- (3) 耐腐蚀检验，检验报告有效期一年：
①边坡柔性防护网系统中的钢丝、钢丝绳及其制品的防腐性能应按GB/T 10125-2012进行中性盐雾试验。
②边坡柔性防护网系统中的钢铁制件的防腐性能应按GB/T13912进行试验，且应按GB/T10125-2012进行中性盐雾试验。

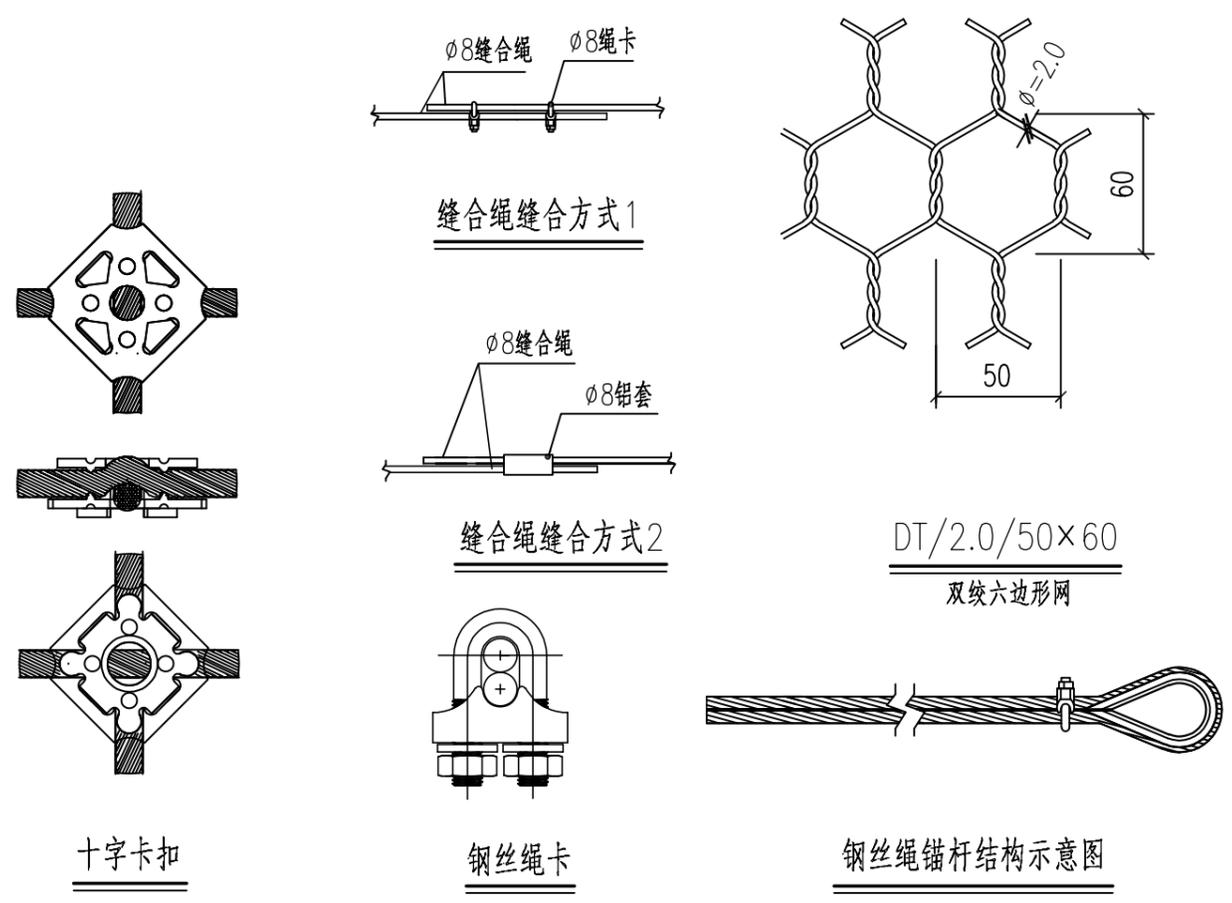
2、现场检验

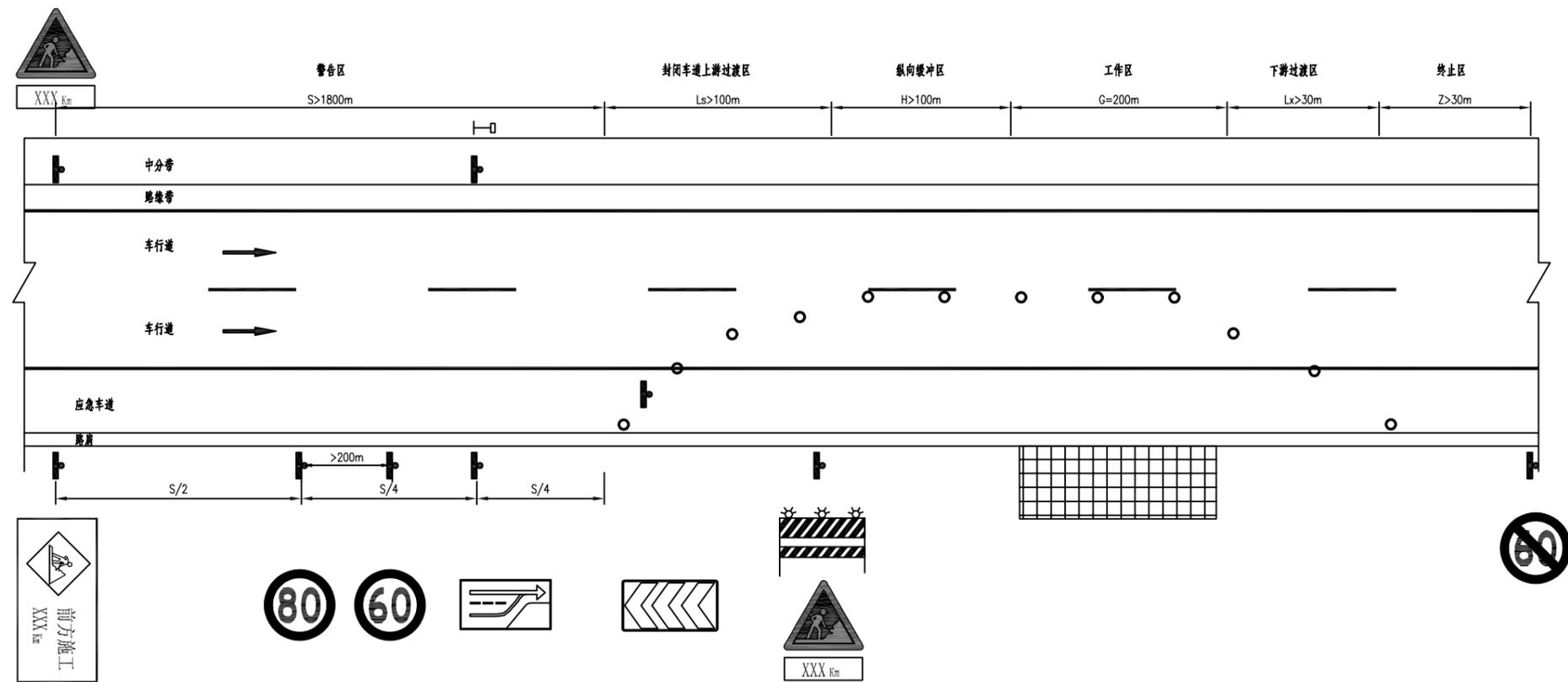
防护网产品进场后，监理单位应对产品质量检验，主要包含以下内容：

- ①质量证明材料：检查质量合格证书和配套质量检验报告内容规范性和完整性；
 - ②安装系统的配置与设计施工图是否一致；
 - ③抽检产品系统配置、规格尺寸和外观要求与设计施工图是否一致。
 - ④施工是否严格按照设计要求进行；
 - ⑤锚杆抗拔力检测，要求每个工点检测数量不少于3组，抗拔力不小于50kN；
 - ⑥对十字卡扣和绳卡进行现场抽样，并交由具有盐雾试验资质单位进行盐雾试验。
- 抽样比例：数量500以下抽样3个，数量500~1200抽样5个，1200以上抽样8个。

六、图中尺寸除钢筋直径和网孔规格以mm计外，其余尺寸均以cm计。

七、未尽事宜应符合JTT 1328-2020《边坡柔性防护网系统》及其他相关现行国家、行业、地方等标准、规范和规程的要求。





封闭外侧车道交通组织平面图

- 注：
- 1、本图为平面示意图，图中●为锥形筒示意；
 - 2、当工作区位于下坡路段时，纵向缓冲区最小长度应当延长；
 - 3、施工期，须按照《公路养护安全作业规程》JTGH30-2015及相关规范、标准，根据工点现场情况编制施工组织方案和交通组织方案，确保高速公路交通安全和施工作业人员及设施设备安全。
 - 4、未尽事宜应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959-2019以及《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015相关规定执行。

封闭外侧车道工程数量表

编号	设备名称	设施图案	规格、尺寸	数量	备注
1	施工距离标志		高×宽: 160×480	4	
2	限速标志		直径120cm	2	
3	限速标志		直径100cm	2	
4	解除限速标志		直径80cm	1	
5	施工标志		边长130m	2	
6	长度辅助标志		高×宽: 60×120	1	
7	长度辅助标志		高×宽: 60×120	1	
8	车道数减少标志		高×宽: 200×120	1	
9	导向标志		高×宽: 140×190	1	
10	附设警示灯的路栏		高×宽: 100×180	1	
11	警示频闪灯		黄色、蓝色相间闪光 可视距离>150m	1	
12	锥形筒		高: 50~90cm	80	

注:

- 1、标志、标牌等版式、规格应按照交管部门要求制作和安设,本表仅做示意和参考,工程量以现场实际收方为准。
- 2、施工期,须按照《公路养护安全作业规程》JTGH30-2015及相关规范、标准,根据工点现场情况编制施工组织方案和交通组织方案,确保高速公路交通安全和施工作业人员及设施设备安全。
- 3、未尽事宜应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959-2019以及《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015相关规定执行。



三、K1922+316~440 段边坡

目 录

1 工程概况	1	4.2.1 施工总体原则.....	5
1.1 边坡现状.....	1	4.2.2 施工防排水.....	6
1.2 边坡基本特征.....	1	4.2.3 主动防护网（APS）施工技术要求.....	6
1.3 边坡病害原因分析.....	1	4.2.4 坡面脚手架搭设要求及注意事项.....	6
1.4 边坡稳定性评价.....	2	4.2.5 施工安全措施.....	7
2 工程地质概况	2	4.2.6 环境保护.....	8
2.1 气象、水文.....	2	4.2.7 施工交通组织方案应遵循的原则.....	8
2.2 地形地貌.....	2	4.2.8 监测与检查.....	9
2.3 地质构造.....	2	4.2.9 其他注意事项.....	9
2.4 地层岩性.....	2	5、工程量计算与计量	9
2.5 水文地质条件.....	3		
3.工程处治设计	3		
3.1 设计目的与任务.....	3		
3.2 设计依据.....	3		
3.3 处治设计原则.....	3		
3.4 工程措施总体布置.....	4		
3.4.1 处治措施的确定.....	4		
3.4.2 处治措施布置.....	4		
3.5 施工顺序及工期.....	4		
3.6 取弃土场.....	4		
4 施工材料技术要求及注意事项	4		
4.1 施工材料技术要求.....	4		
4.1.1 混凝土.....	4		
4.1.2 钢材.....	5		
4.2 施工注意事项.....	5		

施工图设计说明

1 工程概况

1.1 边坡现状

该段边坡位于 G65 包茂高速 K1922+316~440（出城方向）外侧，整段边坡长度约 124m，整体高度约 20m。边坡为挖方岩质边坡，岩体主要为灰岩，坡面岩体节理裂隙发育，局部岩体悬空。边坡采用单级放坡开挖，整体坡率约 1:0.3。

根据该段边坡最新检查报告，本段边坡技术状况评定等级为Ⅲ类，边坡坡顶和坡面存在风化开裂和岩腔发育、危岩临空等情况。另外，根据地方规划和自然相关管理部门的要求，该段边坡存在较大的安全风险，建议及时进行治疗。

调查区边坡呈陡坡地形，边坡表层岩体受构造裂隙及风化作用影响，形成较破碎的块体。由于边坡坡面未做防护措施，表层破碎岩体在风化及降雨影响下产生局部掉块，为确保高速公路运营安全，应对该处边坡采取合理的工程措施，及时进行综合治理。



图 1.1 边坡卫星航拍图

1.2 边坡基本特征

调查区坡体基岩裸露，边坡长约 124m，坡向约 50°，边坡坡度约 70~75°，坡高 16~19m，该边坡由高速公路建设开挖形成，未分阶放坡，坡面裸露，未设置防护及截排水措施。边坡顶部见溶隙发育，沿坡体横向延伸，可见深度一般 0.3~0.5m，隙间有粘土及少量碎石充填。坡体物质组成

主要为厚层状灰岩及少量粘土。

根据现场调查，区内边坡由于溶隙较发育，在雨季及汛期时，溶隙内充填物常被冲刷滚落至坡脚，且由于边坡基岩裸露，岩体受构造裂隙及风化作用影响，常有掉块现象发生。



图 1.2 边坡正面全景照片



图 1.3 坡面岩体裂隙发育

1.3 边坡病害原因分析

根据现场调查，该地段边坡病害原因主要有：

- 1、由于坡体切坡坡度较大，且未采取任何坡面防护措施，表层岩体受风化及降雨作用影响

较大, 导致其表层岩体破碎, 强度降低;

2、边坡岩体受岩层层面及构造裂隙切割所形成的块体, 在自身重力作用下多形成贯通性卸荷裂隙;

3、大气降水沿卸荷裂隙渗入边坡岩体内, 导致外倾组合结构面力学性质发生改变, 虽未出现大的崩塌, 但时有掉块现象发生, 严重影响到边坡下部车辆行人的安全通行。

4、边坡溶隙发育段落植被根系发达, 深入岩缝中, 根劈作用和生物风化作用了分解岩石和扩张岩体裂缝, 破坏了岩体整体性。植物根系沿裂缝生长, 随着根系长粗延长, 迫使裂缝增宽加长, 使岩体产生崩塌破坏。

总之, 影响边坡变形的主要因素为地层结构、构造裂隙, 尤其是顺坡面的陡倾裂隙是主要的破坏性结构面, 还有风化作用、暴雨、地震及生物作用, 以及场平所致的人为切坡问题。暴雨和地震是边坡产生突发性崩塌的主要影响因素。

1.4 边坡稳定性评价

根据调查区边坡所处的地形条件、地层岩性、裂隙发育程度、裂缝张开宽度及延伸长度、主控结构面的性状等特征, 结合岩质边坡赤平投影分析 (详见图 1.4 所示), 该边坡为切向坡, 裂隙 L2 倾向坡外, 为不利结构面, 岩体易沿裂隙层面产生顺向滑动; 同时, 裂隙(L1)与裂隙(L2)组合交割线位于边坡内侧, 边坡坡面与组合交割线呈顺向相交, 易沿组合交割线产生楔形体滑动。

宏观判定该段边坡现状整体处于稳定状态, 两组裂隙贯通性较差, 但由于坡面岩体抗风化能力较弱, 岩体破碎, 边坡局部将产生掉块剥落现象。同时, 边坡溶隙发育段落在雨季及汛期易出现局部土溜现象。

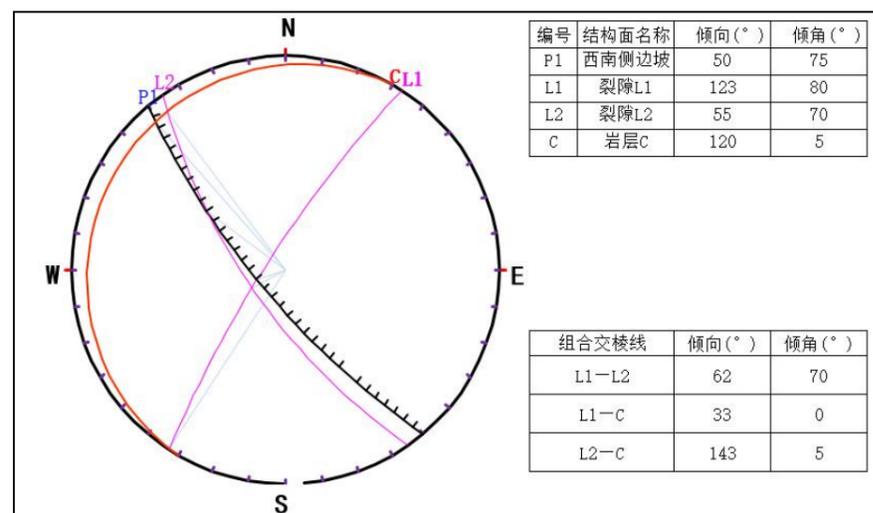


图 1.4 赤平投影分析图

2 工程地质概况

根据现场调查, 本工点工程地质情况如下:

2.1 气象、水文

属中亚热带湿润季风气候区, 全年四季分明, 气候温和而冷暖不均, 雨量充沛而分配不均, 云雾多、霜雪少、日照少, 冬季干冷、春季暖湿、夏季多雨常有伏旱、秋季凉爽多绵雨。根据酉阳气象站实测资料统计: 多年平均降水量 1350mm, 最大年降水量 1928.7mm (1967 年)、最小年降水量 849.8mm (1988 年); 多年平均蒸发量 883.7mm ($\phi 20\text{cm}$ 蒸发皿), 多年平均气温 15.0°C、极端最高气温 39.6°C、极端最低气温 -8.5°C; 多年平均风速 0.79m/s、多年平均最大风速 18m/s; 多年平均日照时数 1090.6h。

区内无地表水体分布。

2.2 地形地貌

调查区属构造剥蚀槽谷地貌区, 调查区为陡坡地形, 边坡总体坡向约 50~62°, 地形坡度 5~75°, 坡高 7~33m, 边坡采用分级放坡形式, 坡面裸露, 其坡脚为 G65 包茂高速公路。

2.3 地质构造

调查区位于酉阳向斜近核部位置, 结合区域地质图及调查区岩层产状实测, 调查区范围内岩层产状为 120° \angle 5°, 岩体内主要发育两组构造裂隙, 第①组裂隙产状: 123° \angle 80°, 裂面平整, 局部泥质充填, 裂隙宽度 2~7mm, 间距 0.7~1.6m, 结构面结合程度一般; 第②组裂隙产状: 55° \angle 70°, 裂面平整, 无充填, 裂隙宽度 2~8mm, 间距 1.2~2m, 结构面结合一般。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》GB18306—2015 图 A 及《中国地震动反应谱特征周期区划图》GB18306—2015 图 B, 路段区设计地震基本加速度值为 0.05g, 地震动特征周期 0.35s。对应的地震基本烈度 VI 度, 其抗震设计建议按《公路工程抗震规范》JTG B02-2013 的相关条款执行。

2.4 地层岩性

根据地面调查及收集已有地质资料, 四处调查区地层主要有第四系全新统残坡积层 (Q_4^{e1+dl}) 粉质粘土、人工填土层 (Q_4^m), 下覆基岩为寒武系上统毛田组 (ϵ_3m) 灰岩。现根据岩性按由老到新的顺序分述如下:

(1) 寒武系上统毛田组 (ϵ_3m)

灰岩：深灰色。主要由碳酸盐岩矿物组成，隐晶质结构，厚层状构造，钙质胶结，局部夹方解石脉。强风化岩体破碎呈碎块状，中风化层岩体较完整，岩质较硬，主要发育两组构造裂隙。该地层分布在酉阳调查区内。

(2) 第四系全新统

粉质粘土 (Q_4^{cl+dl})：黄褐色，可塑状，刀切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，无摇晃反应。主要分布在边坡顶部及缓坡地带，厚度一般为 0.50m~2.00m，黔江基地边坡表面由于铺设绿植，也存在该层土体，厚度一般小于 0.5m。

人工填土 (Q_4^m)：杂色，主要由路基填料组成，分层碾压，呈密实状。主要分布在高速沿线，填龄超过十年，为压实路基土。黔江基地坡脚也有分布，为场地整平形成，多呈中密状，填龄超过 5 年。

2.5 水文地质条件

调查区地下水按其含水介质可分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水三种类型。

1、松散岩类孔隙水

该类地下水主要赋存于斜坡地带第四系土层中，地下水主要接受大气降水补给，由于第四系土体结构松散，同时坡体地形较陡，地下水能较迅速渗入坡体，经坡体渗透后顺坡面向坡脚排泄，地下水的迳流、排泄条件较好，第四系土体的赋水性较差，故在斜坡地带的第四系松散堆积层内地下水贫乏。

2、基岩裂隙水

基岩裂隙含水岩组为三叠系中统巴东组泥岩及志留系中统罗惹坪组页岩地层，岩体较完整，地下水主要赋存于网状风化裂隙中，为浅层地下水，水量极小。受控于风化带深度和广度控制，使其具有分布厚度不大，但较为均一，该类地下水主要接受大气降雨补给，以第四系松散类孔隙水补给次之，在泥岩、页岩风化裂隙中赋存，从高处往低处运移，在地势低洼处排泄，该类型地下水对边坡影响较大，使裂隙不断加宽加深，同时可使结构面强度降低。

3、岩溶水

岩溶水主要发育在酉阳调查区分布的毛田组灰岩内，经现场调查，边坡未发现大的溶洞及岩溶管道，仅发现小的溶蚀裂隙。地下水在此处主要接受大气降水补给，沿裂隙运移，向低洼处及边沟排泄，排泄条件较好。

根据地区经验并结合《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011)判定：调查区地下水和地

表水对混凝土呈微腐蚀性。场地内的环境水、环境土对混凝土有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋有微腐蚀；环境土对钢结构的有微腐蚀。

3.工程处治设计

3.1 设计目的与任务

本次处治工程设计工作的主要目的：

正确分析边坡病害的形成原因，给出合理的处治措施，并结合业主养护要求给出处治施工图设计文件，解决边坡病害问题。

主要任务：

- (1) 对边坡的病害形成原因及影响其稳定性的因素进行分析；
- (2) 根据确定的处治方案进行施工设计；
- (3) 编制工程预算。

3.2 设计依据

- (1) 《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610-2019)；
- (2) 《边坡柔性防护网系统》(JT/T 1328-2020)；
- (3) 《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010)；
- (4) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T 02121-2006)；
- (5) 《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)；
- (6) 《公路路基设计规范》(JTG D30-2015)；
- (7) 《给水排水设计手册 第三版》(中国建筑工业出版社 2017-05)；
- (8) 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130-2011；
- (9) 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80-2016；
- (10) 《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210-2016；
- (11) 《施工脚手架通用规范》GB 55023-2022；
- (12) 其它现行标准、规范、规程及技术要求。

3.3 处治设计原则

1、综合处治原则：边坡产生变形、破损受控于地质结构，主要诱发因素为降雨和风化，因此有针对性地采取防治的处治措施。

2、技术可行经济合理原则：在保证预防和治住边坡的前提下尽量节约投资，结合边坡、排洪渠地形地质条件和保护对象的重要性和分布位置，采取技术先进，方便施工，耐久可靠，经济有效的措施。

3、动态设计、信息化施工的原则。

4、本工程边坡整体稳定，本次仅对边坡表层掉块、溜塌病害进行处治。处治工程施工完成后，管养单位应定期对边坡、挡墙及排水沟渠进行巡视和检查，及时清理排水沟渠内的堆积物，保持沟渠畅通，及时对边坡防护结构破损处进行修补，保证防护结构处于良好的工作状态，若发现边坡或排水沟渠出现异常情况应及时采取处理措施。

3.4 工程措施总体布置

3.4.1 处治措施的确定

该段边坡已建成 10 余年，坡后未发现卸荷裂隙，坡体整体处于稳定状态。该工点主要病害为岩质裸坡在长期风化和雨水冲刷、渗透作用下产生的局部掉块、溜塌。本处治设计仅针对坡面表层局部掉块、溜塌进行治理。结合临近区域边坡既有处治措施，本段边坡可考虑采取①主动防护网、②锚杆框架梁、③锚喷防护等防护方式，以上三种方案比较如表 3.1 所示：

考虑到本段边坡位于高速公路下坡路段，车流量大车速快，宜采取施工速度快、对环境影响小、造价低的防护方式。因此，本段边坡主要采用主动防护网进行处治，本工点采取（1）清理坡面危石+（2）挂主动网防护+（3）局部裂隙封闭的处治措施。

表 3.1 方案比选表

方案	优点	缺点
方案① (主动防护网)	能有效提高施工速度、缩短施工工期、造价最低、防落石效果好，且对环境的影响最小。	防风化能力弱，无法阻挡雨水冲刷和风化作用对岩体的影响。
方案② (锚杆框架梁)	防护效果好且美观，坡面整体性好，钢筋混凝土结构耐久性佳。	施工工序较多，施工进度慢，且造价较高。
方案③（锚喷防护）	施工速度较快，造价适中，可有效阻隔岩面与大气，减缓岩体的风化，稳固坡面岩体。	对环境的影响较大，且不美观。

3.4.2 处治措施布置

本工点处治措施具体为：

（1）清理坡面、坡脚平台的松散危石及岩土体并修整坡面，清理坡顶局部溶腔内浮土。清坡时在遵循设计要求清坡范围的同时把坡面易松动的岩块及表面破碎岩体全部清理干净。对于完全脱离母岩、体量较小危岩体和危险性较大的单个孤石应清除。

清表后应及时通知业主、监理、设计进行查看，若坡面完整则可开展下一步工序，若坡面裂隙发育、风化严重，则应将不稳定岩体一并清除。清理坡面前应搭设稳固并紧贴坡面的脚手架，采用人工配合小型工具进行坡面清理。

（2）对清理完成后的坡面采用挂设主动防护网（APS-150）进行防护：钢丝绳锚杆长度为 4m（局部岩体破碎、风化严重处可适当加长），钢丝绳网规格为：CN/8/300，格栅网规格为：DT/2.0/50×60。

首先在坡面钻孔并安装钢丝绳锚杆，然后安装纵横向支撑绳，在支撑绳间铺设并缝合钢丝格栅网，再在格栅网外侧铺设并缝合钢丝绳网，主动防护网应尽量紧贴坡面岩体。

（3）采用 M10 水泥砂浆对坡顶、坡面、平台地面裂缝进行封闭，砂浆灌缝深度不小于 5cm。

3.5 施工顺序及工期

本工程施工顺序推荐为：施工准备→现场管线调查和保护→坡面清危、清理→锚杆施工→防护网挂设。

本工程主要施工工序为：坡面开挖、清理→锚杆施工→防护网挂设，总工期约 20 天。

3.6 取弃土场

本工程存在弃方，由于本工程弃土方量较少，不做弃土场设计。弃渣外运过程中应严格按照相关规定进行弃渣装车、运输及弃方，不得污染环境，弃方不得对原弃渣场稳定造成不良影响。

4 施工材料技术要求及注意事项

4.1 施工材料技术要求

4.1.1 混凝土

本工程所用混凝土采用现场自拌，若现场自拌困难也可采用商品混凝土供应。

进场混凝土必须做好配合比试验（强度、弹性模量、收缩率、初凝时间等），综合考虑施工程序、工期安排、环境影响等各种因素，通过试验，保证混凝土强度，减小混凝土收缩徐变的不

良影响。

混凝土的内在质量和外观均应严格控制。混凝土浇筑时应保证浇筑进度和振捣密实，所有工作缝应认真凿毛清洁，确保新老混凝土的结合强度，并应注意混凝土的养护。所有外表面均应达到平整、光洁。

(1) 配合比

1) 为提高混凝土的耐久性能，确保结构设计使用年限，防止混凝土开裂，混凝土中宜通过配合比试验掺入适量的优质膨胀剂（如 GNA-P 型等），以补偿混凝土收缩。混凝土的收缩率需控制在 2×10^{-4} 以下。

2) 养护要求：砼硬化后要进行专人浇水养护，养护时间不少于 14 天，冬季施工浇筑砼要采取保湿保温养护措施。

3) 混凝土的指标规定：混凝土最大水胶比 ≤ 0.50 ，胶凝材料总量不得超过 $400\text{kg}/\text{m}^3$ 且不低于 $300\text{kg}/\text{m}^3$ ，最大氯离子含量 1.0%，最大碱含量 $3\text{kg}/\text{m}^3$ （或使用非碱活性骨料）。当采用碱活性骨料时，混凝土的含碱量最大限值同时应符合《混凝土碱含量限值标准》（CECS53）的规定要求。

4) 混凝土在满足设计强度要求的前提下，尽量降低水泥用量，采用发热量较低的水泥，加大骨料粒径增加碎石用量，改善骨料级配，降低水化热，控制混凝土内外温差在 20°C 以下。

5) 现浇砼若采用泵送砼，坍落度为 16~20cm。

6) 在炎热天气，混凝土应在夜间浇筑，入模温度应控制在 30°C 以下。

7) 砼试件应采用与结构相同的砼、相同的浇筑方法和养护条件。

8) 除了施工单位提供试块实验报告外，设计单位依据工程具体要求，可采用随机无损检验，以确认混凝土的施工质量及强度等级是否满足设计要求。

(2) 水泥

1) 混凝土要求采用普通硅酸盐水泥配制，宜使用同一厂家同一品牌的水泥（水泥等商品应具有专业部门的质量检验合格证）。

2) 为了控制砼早期强度的过快发展，水泥细度(比表面积)不超过 $350\text{m}^2/\text{kg}$ ， $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余百分率不大于 10.0%，水泥中游离氧化钙含量不超过 1.0%，碱含量不超过 0.8%，C3A 含量不超过 8%，氯离子含量不宜大于 0.1%。

(3) 骨料

1) 应尽可能采用同一料场的石料、砂料，以保证结构外观色泽一致骨料质地均匀坚固，粒形和级配良好、吸水率低、空隙率小。

2) 粗骨料抗压强度应大于混凝土强度的 2 倍，压碎性指标 $<7\%$ ，空隙率 $<40\%$ ，骨料应选用良好的级配，最大粒径 $<2.5\text{cm}$ ，且不得超过钢筋最小间距的 3/4 及钢筋保护层厚度的 2/3；含泥量低于 0.5%，针状、片状颗粒含量 $<5\%$ 。不容许采用卵石或卵石破碎方法生产。

3) 细骨料含泥量低于 1%，宜采用中粗砂，如果采用特细砂时，应满足有关规定和施工规范的要求，并能满足结构的抗裂和抗渗要求。为减少水泥用量，降低混凝土浇筑及养护时的水化热，在使用特细砂时建议加入一定比例的机制砂或中粗砂。细度模数为 2.0~2.5，具体比例根据施工单位的配合比实验确定。

(4) 保护层垫块

应采用塑料定位件作混凝土保护层垫块，不应采用砂浆垫块。

4.1.2 钢材

(1) 所有钢筋的力学性能必须符合国家标准 GB1499、GB13014 及 GB13378-2000 的规定，结构使用的钢筋应有工厂质量保适盘(或检验合格证)。应按设计技术指标和型号进行采购，并按有关质量检验标准进行严格的检验，遵照施工技术规范及有关要求进行施工。

(2) 如因浇筑或振捣混凝土需要，可对钢筋间距作适当调整。

(3) 施工时应结合施工条件和施工工艺安排，尽量考虑先预制钢筋骨架（或钢筋骨架片）、钢筋网片，在现场就位后进行焊接或绑扎，以保证安装质量和加快施工进度。

(4) 钢筋直径 $\geq C20$ 时采用等强剥肋滚轧直螺纹连接，应符合《钢筋机械连接技术规范》(JGT107-2003)的要求，接头等级 I 级。

(5) 严禁采用改制钢材。施工时任何钢筋的替换，均须经设计单位同意方可进行。

(6) 钢筋接头应按规范要求错开布置。

(7) 钢筋可在工厂绑扎完成后运至施工场地组装，也可在施工场地附近绑扎组装。

4.2 施工注意事项

4.2.1 施工总体原则

(1) 施工单位进场后应首先对现场地形、标高、处治段长度及工程量等进行测量、核实，若现场测量结果与设计文件存在差异，应及时通知业主、监理、设计等相关单位协商解决。

(2) 施工前应对施工人员进行施工安全及交通安全知识教育，保证所有施工人员具有足够的安全生产意识，特种施工人员必须持证上岗。进入施工区域前所有人员必须按要求佩戴各种安全标志和护具，所有人员必须按要求进行操作，必须保障施工安全及施工进度。

(3) 边坡施工存在高空作业, 施工前应按相关规范要求搭设脚手架, 脚手架与坡面应有可靠连接。脚手架搭设作业时, 应按形成基本构架单元的要求逐排、逐跨和逐步地进行搭设, 保证脚手架稳定、牢固、安全。

同时, 应在挖方边坡坡脚以及施工影响范围内的公路结构物外侧搭设临时安全围挡, 必要时应在落石可能影响到的其他区域搭设临时安全围挡。安全围挡可采用脚手架和木制挡板或钢板搭设, 安全围挡应稳定、牢固、安全, 出现破损是应及时更换。图纸中安全围挡仅作示意, 应根据现场实际情况进行搭设, 具体工程量据实收方。

(4) 边坡治理工程对雨水比较敏感, 因此要作好截排水和防水工作。

(5) 工程开工前应充分准备好施工材料和设备, 做好防范季节暴雨措施。

(6) 施工前施工单位应做好施工组织设计及交通组织设计, 报业主及交通管理部门审批后方可实施。施工组织设计中应充分考虑在场地狭窄, 地形不利条件下, 保证质量、安全、进度和投资的措施。并建立应急、预警机制, 过程中应注意安全, 以及建立完善的施工安全制度, 应有可靠的安全防护措施, 避免由于边坡施工对公路行车或附近民房造成危害。

(7) 施工过程中采用“动态设计, 信息法施工”。施工中发现现场情况与设计不一致时应及时通知设计人员及业主单位进行现场处理。

(8) 施工过程和施工结束后, 宜对边坡的变形和位移进行监测, 避免工程事故的发生, 竣工后监测年限不少于 2 年。

4.2.2 施工防排水

施工期宜选在枯水季节进行, 施工前期, 应做好临时防排水措施, 可与永久排水设施结合设置, 防止坡顶来水影响坡面稳定性。

4.2.3 主动防护网 (APS) 施工技术要求

工程所采用的主动防护网 (APS) 应满足《边坡柔性防护网系统》(JT/T 1328-2020) 相关技术要求。防护网施工顺序为: 人工坡面修整→测量放线, 确定锚杆 (索) 孔位→打孔安装锚杆 (索)→挂网→验收。

(1) 清除坡面防护区域内威胁施工安全的浮土及浮石, 对不利于施工安装和影响系统安装后正常功能发挥的局部地形 (局部堆积体和凸起体等) 进行适当修整。

(2) 放线测量确定锚杆孔位 (根据地形条件, 孔间距可有 0.3m 的调整量), 在孔间距允许的调整量范围内, 尽可能在天然低凹处选定锚杆孔位; 当设计目的是为了加固具有区域性潜在滑动失稳的土质或似土质边坡时, 对非低凹处或不能满足系统安装后较好紧贴坡面的锚杆孔 (一般连

续悬空面积不得大于 5m^2 , 否则宜增设长度不小于 0.5m 的局部锚杆, 该锚杆可采用直径不小于 $\phi 12$ 的带弯钩的钢筋锚杆或直径不小于 $\phi 12$ 的钢丝绳锚杆), 应在每一孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套长度并能将其容纳在内的凹坑或凹槽。

(3) 按设计深度钻凿锚杆孔并清孔, 孔深应大于设计锚杆长度 $5\text{cm}\sim 10\text{cm}$, 孔径不应小于 $\phi 80$,

锚杆应尽可能垂直于坡面, 且与水平面的夹角不应小于 15° ; 当局部孔位处因地层松散或破碎而不能成孔时, 可以采用断面尺寸不小于 $0.4\times 0.4\text{m}$ 的 C15 砼基础置换不能成孔的岩土段。

(4) 注浆并插入锚杆应采用强度等级不低于 M30 的水泥砂浆, 宜采用灰砂比 1:1~1:2、水灰比 $0.45\sim 0.50$ 的水泥砂浆或水灰比 $0.45\sim 0.50$ 的纯水泥浆, 水泥宜用强度等级不低于 32.5MPa 的普通硅酸盐水泥, 优先选用粒径不大于 2.5mm 的中细砂。确保浆液饱满, 在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天。

(5) 安装纵横向支撑绳, 张拉紧后两端各用 4 个绳卡与锚杆外露环套固定连接, 绳卡间距宜为钢丝绳直径的 6~7 倍, 其 U 形螺栓应位于尾绳段一侧。

(6) 从上向下铺挂格栅网, 格栅网间重叠宽度不宜小于 5cm , 两张格栅网间以及必要时格栅网与支撑绳间用 $\phi 1.5$ 扎丝进行扎结, 当坡角小于 45° 时, 扎结点间距一般不宜大于 2m , 当坡角大于 45° 时, 扎结点间距一般不宜大于 1m (有条件时本工序可在前一工序前完成即将格栅网置于支撑绳之下);

(7) 从上向下铺设钢丝绳网并缝合, 缝合绳为 $\phi 8$ 钢绳, 每张钢丝绳网均用一根长约 33m ($4\times 2\text{m}$ 网时约为 27m) 的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉, 缝合绳两端各用两个绳卡与网绳进行固定连接 (需要注意的是缝合绳不得直接连接到锚杆上)。

4.2.4 坡面脚手架搭设要求及注意事项

施工脚手架的搭设和使用应严格按照现行《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80-2016、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210-2016、《施工脚手架通用规范》GB 55023-2022 等相关规范要求执行。

(1) 材料要求

搭设钢管脚手架所需的钢管、扣件、脚手板、绑扎铁丝、安全网等必须符合国家质量标准要求, 不符合质量标准要求、破损、严重锈蚀的材料不得用于本工程。

(2) 尺寸要求

边坡坡面应搭设双排脚手架, 搭设尺寸为: 立杆的纵距不大于 1.2 米, 立杆的排距不大于 1.2 米, 横杆步距不大于 1.50 米, 立杆采用单立管; 内排架距离坡面距离为 0.50 米; 大横杆在上, 小横杆在下, 扫地杆距地面尺寸为 10cm 。每一级脚手架搭设高度最高不超过 15m 。

(3) 脚手架立杆搭设要求

- 1) 严禁不同外径的钢管混合使用, 立杆垂直度偏差不得大于架高的 1/200;
- 2) 立杆接头除在顶层可采用搭接外, 其余各接头必须采取对接扣件, 对接应符合以下要求:
立杆上的对接扣件应交错布置, 两相邻立杆接头不应设在同步同跨内, 两相邻立杆接头在高度方向错开的距离不应小于 500mm, 各接头中心距主节点的距离不应大于步距的 1/3, 同一步内不允许有二个接头;
- 3) 若搭接, 搭接接头长度不应小于 1m, 并应等距设置不少于 3 个旋转扣件固定, 端部扣件盖板边缘至杆端的距离不应小于 100mm;
- 4) 当立杆的基础不在同一高度上时, 必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨并与立杆固定, 高低差不应大于 1m。

(4) 纵、横向水平杆搭设要求

- 1) 纵向水平杆宜设置在立杆内侧, 其长度不宜小于 3 跨, 并不小于 6m;
- 2) 纵向水平杆接长宜用对接扣件, 也可采用搭接。对接、搭接应符合下列规定:
 - ①纵向水平杆的对接扣件应交错布置各接头至最近主节点的距离不宜大于纵距的 1/3, 不应设在同步、同跨内、相邻接头水平距离不应小于 500mm, 并应避免设在纵向水平杆的跨中;
 - ②搭接长度不应小于 1m, 应等间距设置 3 个旋转扣件固定, 端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于 100mm。
 - ③纵向水平杆应作为横向水平杆的支座, 用直角扣件固定在立杆上;
- 3) 搭接接头长度不应小于 1m, 并应等距设置 3 个旋转扣件固定, 端部扣件盖板边缘至杆端的距离不应小于 100mm;
- 4) 主节点必须设置一根横向水平杆, 用直角扣件扣接且严禁拆除。主节点处两个直角扣件的间距不应大于 150mm;
- 5) 作业层上非主节点处的横向水平杆, 宜根据支承脚手板的需要等间距设置, 最大间距不应大于纵距的 1/2;
- 6) 双排脚手架横向水平杆靠边坡的一面应抵紧边坡;
- 7) 脚手架必须设置纵、横向扫地杆, 纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距地面不大于 200mm 处的立杆上。横向扫地杆也应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。当立杆基础不在同一高度时, 必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定, 高低差不应大于 1m。

(5) 扣件安装要求

- 1) 扣件规格必须与钢管外径相同;
 - 2) 扣件螺栓拧紧扭力矩不应小于 40N.m, 并不大于 65N.m, (扣件必须经过检测合格方可使用);
 - 3) 主节点处, 固定横向水平杆(或纵向水平杆)、剪刀撑、横向支撑等扣件的间距距主节点的距离不应大于 150mm;
 - 4) 对接扣件的开口应朝上或朝内。
- (6) 铺设脚手板的要求**
- 1) 脚手板应满铺, 离岩面不得大于 20 厘米, 不得在跨度间搭接, 也不得有空隙和探头板, 对头搭接时, 应架设双排小横杆, 其间距不大于 20 厘米, 脚手板搭接长度不得小于 20 厘米;
 - 2) 脚手板的探头应采用直径 3.2mm(10 号)的镀锌铁丝固定在支承杆上;
 - 3) 在架子的拐弯处, 脚手板应交叉搭接, 并与横向水平杆可靠连接, 以防止滑动;
 - 4) 脚手板采用由毛竹或楠竹制作的竹串片板或是木脚手板, 每块质量不宜大于 30kg;
 - 5) 脚手板的铺设应平稳且绑扎牢固, 脚手板垫木应用木块, 并且锚钉牢固, 不得用砖石。

(7) 为保证脚手架搭设在稳固的基础上, 开挖后的边坡首先要把脚手架立杆基础平整夯实或增加垫板, 保证架子有足够的承载力和稳定性。每一层搭设以既有平台为基础平台, 每层高度大约 10m。搭设坡面脚手架之前应根据既有平台的现状, 打设一排固定立杆的插筋, 或利用边坡现有锚杆, 保证脚手架基础的稳定性。

脚手架每个施工单元按照 30m 长度搭设, 在每段脚手架的末端搭设人行爬梯, 爬梯宽度 1.2m, 台阶步距 0.3m, 扶手高度为 1m, 宽度 1m。脚手架作业平台架体外侧宜采用密目式安全网封闭。

(8) 在脚手架外侧整个立面整个长度和高度上连续设置剪刀撑; 中间各道剪刀撑之间的净距不应大于 15m, 每道剪刀撑宽度不应小于 4 跨, 且不应小于 6m, 斜杆与地面倾角宜在 45°~60°。剪刀撑、横向斜撑应随立杆、纵向和横向水平杆等同步搭设, 各底层斜杆下端均必须支承在垫块或垫板上; 除在架体两端设置横向支撑外, 中间应每隔 6 跨设置一道。

(9) 作业层、斜道的栏杆、挡脚板的注意事项

- 1) 作业平台必须设置 1.2m 高的栏杆和 180mm 的挡脚板, 且挡脚板应与立杆固定;
- 2) 栏杆和挡脚板应搭设在外排立柱的内侧;
- 3) 上栏杆高度 1.2m, 中栏杆居中设置;
- 4) 挡脚板高度不应小于 180mm。

4.2.5 施工安全措施**(1) 一般要求**

施工前承包人应按照现行《高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南》相关要求对施工中可能存在的风险进行预判和评估,做好必要的安全应对措施,最大程度的减小施工中因安全风险可能造成的损失。承包人除应遵守《公路工程施工安全技术规范》(JTGF90-2015)的有关规定外,还应遵守有关指导安全、健康与环境卫生方面的法规和标准,并提供相应的安全装置、设备与保护器材及采取其他有效措施,以保护现场施工和监理人员的生命、健康及安全。

(2) 人员要求

在本工程施工期间,承包人应在现场常设 1~2 名专职安全员,专职安全员应经过培训具有担任安全工作的资格,且熟悉所施工的工作类型。其工作任务,包括制定健康保护与事故预防措施,并检查所有安全规则与条例的实施情况。驻地管理人员一律佩证上岗,安全员的佩证为红色以示醒目。

现场指挥人员及施工人员必须穿橘黄色安全防护服,并佩戴安全帽。

(3) 安全标志

- 1) 承包人应在本工程现场周围配备、架立并维修必要的标志牌。
- 2) 标志牌应包括: a.警告与危险标志; b.安全与控制标志;
- 3) 所有标志的尺寸、颜色、文字与架设地点,均应经监理工程师认可。

(4) 事故报告

1) 无论何时,一旦发生危害工程安全、工程进度和工程质量事故时,承包人除采取必要的抢救措施以外必须立即暂停此项目和与之有关的项目的施工。

2) 质量事故发生后,承包人必须以最快的方式,将事故的简要情况报监理工程师。在监理工程师初步确定安全、质量事故的类别性质后,按下述要求进行报告:

- a.质量问题: 承包人应在 2 天内书面上报监理工程师和业主。
- b.一般质量事故: 承包人应在 3 天内书面上报监理工程师和业主。
- c.重大质量事故: 承包人必须在 2h 内速报监理工程师和业主。

4.2.6 环境保护

在公路工程施工中,应执行以下环境保护规定:

(1) 施工组织方案中应当包括防尘组织计划内容,按规程提出防治扬尘污染的具体防治目标和防治方法,并将防治尘污染的费用单列入项目报价中。签订的施工承包合同中应当明确承包单位防治扬尘污染的责任。未制定防尘组织计划的,不得批准其施工。

(2) 施工单位在工程施工中应严格遵守国家环境保护部门的有关规定,有责任采取有效措施以预防和消除因施工造成的环境污染,对工程范围以外的土地及植被应注意保护,并应保证业主避免因施工污染而承担的索赔或罚款。

(3) 施工现场生产、生活设施应符合环保要求,并接受当地政府及有关部门的监督。

(4) 施工单位应在施工期间加强环保意识、保持工地清洁、控制扬尘、杜绝漏洒材料,应使施工场地砂石化或保持经常洒水,使得施工场地旁的农田作物绿叶无扬尘污染。路面必须保持整洁,在整个路面内无积水、杂物、污物和大面积可见浮尘。

(5) 路面清扫后的垃圾不得随意倾倒,应当运至指定地点或垃圾处理场。

(6) 施工现场堆放易产生扬尘污染物料时,应当分类集中堆放,堆放高度应当在 0.7 米以下,其周围应当设置封闭围挡,并用彩条布或其它遮挡材料进行覆盖。在公路路面上堆放散体材料时,应当采取铺设彩条布等隔离措施,禁止将散体材料直接堆放在路面上。

(7) 施工单位应通过有效的技术手段和管理措施将施工噪声控制到最低程度。当施工工地距居民住宅区距离小于 150 米,施工单位不得在夜间安排噪声很大(55dB 以上)的机械施工。

(8) 施工单位应及时处理施工及生活中产生的废弃物,运至监理工程师及当地环保部门同意的指定地点弃置,应注意避免阻塞河流和污染水源。如无法及时处理或运走,则必须设法防止散失。

(9) 施工单位应将施工及生活中产生的污水或废水,集中处理,经检验符合《污水综合排放标准》(GB8978-1996)规定,才能排放到河流或沟溪中。施工单位不得将含有污染物质或可见悬浮物质的水,排入河流、水域、或灌溉系统中。施工排水不得增加河流或水域中的悬浮物,或造成河流冲刷、水质污染。

(10) 施工单位在施工过程中,由于扬尘、排污、噪声、材料漏失等对周围居民和环境造成的损失应承担全部经济及社会责任。

4.2.7 施工交通组织方案应遵循的原则

该整治工程为运营道路养护工程,交通组织应遵循以下原则:

(1) 安全原则

施工期间可采取占用应急车道和外侧行车道进行施工,施工单位必须采取可靠措施保障运营车辆的行驶安全,同时也必须保障施工车辆及人员的安全。施工过程中应按交管部门要求在公路沿线摆放交通标志、标牌以及指示灯具等,并安排专人 24 小时对施工交通安全设施进行看护和维修,对过往车辆进行安全疏导,保障车辆顺利通过施工影响区域。具体设置应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959—2019 以及《公路养护安全作业规程》JTGH30-2015 相关规定执行。

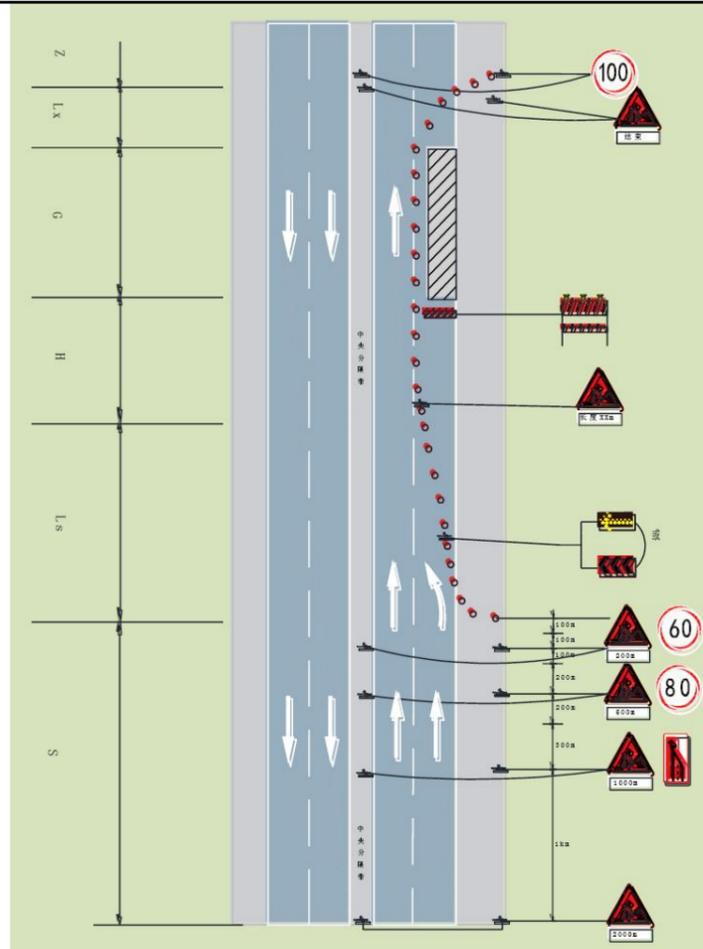


图 4.1 临时占用外侧车道施工作业

(2) 保障施工进度原则

本项目在原有运营公路的基础上进行的，其施工必将带来原有公路的运营损失，同时对公路通行能力有一定的影响，长期施工对周边社会环境的影响更不容忽视。因此，必须确保施工进度、尽量缩短工期是非常必要的。

4.2.8 监测与检查

施工过程中和施工结束后，应委托有资质的第三方监测单位进行监测并编制监测方案，经设计、地勘、业主等共同认可后实施。

(1) 边坡施工及使用过程中均应作边坡变形观测记录，水准基点设置应以保证其稳定可靠为原则，其位置宜靠近观测对象。坡顶位移观测，应在坡后 40 米范围内的公路及房屋范围内各设置不少于 3 个观测点的观测网，用经纬仪，水准仪，地表位移伸长计等观测位移量、移动速度和方向，测点间距不宜大于 10m；在出水点应测地下水、渗水与降雨的关系，必须确保泄水系统

的畅通。

(2) 现场应根据监测的变形量设定预警值和报警值，其应符合相关规范要求。

(3) 监测年限：治理期间按 1~2 天观测一次，或根据边坡的变形等情况确定。暴雨期间应加密监测次数；施工期间发现异常现象，必须及时通知相关单位处理，并做好回填准备；在竣工后的观测时间不应少于半年，建成后可一月观测一次，如果边坡稳定、无异常现象时可将监测间隔适当延长，但不宜长于三个月；使用期间发现异常现象，则必须日夜连续观测，并通知相关单位。

(4) 在竣工后应加强边坡日常检查以及维护工作，发现问题及时解决。

4.2.9 其他注意事项

(1) 坡面平整工作不得影响边坡岩土体的自身完整性和稳定性，坡面修整必须人工进行。

(2) 在施工前应做好临时排水设施，如边坡坡顶和坡脚设截、排水沟，及时排走地表水。

(3) 尽量避开雨季、降雨天气施工。

(4) 施工前须检查一级平台截水沟的情况，是否有截水沟过水断面过小或是截水沟破坏渗漏情况，如有应对截水沟做处理。

(5) 施工过程中采用“动态设计，信息法施工”。施工中发现边坡位置、高度参数和与现场不一致的以现场为准，如果出入较大，以及地质情况与现场不一致时，应及时通知设计人员进行现场处理。

(6) 施工前应做好施工组织设计，并建立应急、预警机制，过程中应注意安全，以及建立完善的施工安全制度，尤其是在进行路基土体清方时，应有可靠的安全防护措施，避免由于边坡施工对坡脚行人和车辆造成的危害。

(7) 各种建筑材料必须通过质检方可进场。

(8) 如今后在边坡坡顶和坡脚发生其他工程活动，应不对边坡稳定性产生不利影响。

(9) 其他未尽事宜应严格按照现行国家和地方有关规范和标准执行，施工中如出现有关问题请及时与建设方、勘察人员、设计人员联系，共同协商处理。

(10) 施工中发现工程数量与设计不相符时，应据实计量，并获得各方认可。

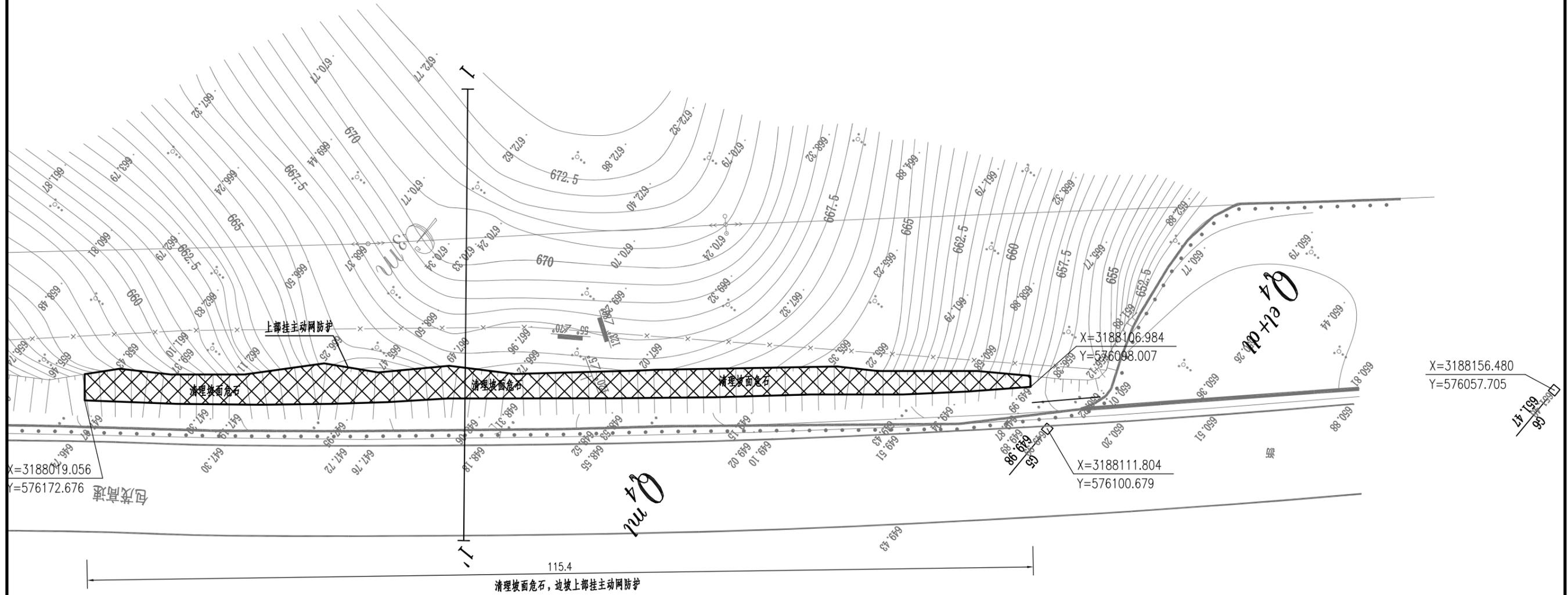
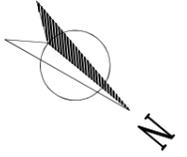
(11) 未尽事宜，应严格按照《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）及现行国家和地方有关规范和标准执行。

5、工程量计算与计量

该项目的处治系按照设计图，给出具体计算条件计算出的工程量，当工程量计算条件与施工实际不符时，应按现场业主、监理确认实际发生的工作量收方计量。

表 5.1 工程量表

处理措施	工程量名称	细目/级别	单位	K1922+316~440 段边坡
土石方	清理土石方	坡面土方	m ³	/
		坡面石方	m ³	385
		坡脚堆积土石	m ³	20
	边沟清理	/	m ³	/
裂缝封闭	砂浆封闭地面裂缝	M10	m ³	1
坡面脚手架	/	钢管脚手架	m ²	2115
	/	安全密目网	m ²	2115
安全围挡	/	钢管脚手架	m ²	634
	/	竹条挡板	m ²	551
坡面防护	柔性防护网	APS	m ²	1254



- 注:
- 1、本图尺寸除注明外,其余尺寸均以m计;
 - 2、图中高程单位为m,本图采用国家2000大地坐标,1985国家高程系,等高距为0.5米。
 - 3、本工程采取(1)清理坡面危石+(2)挂主动网防护+(3)局部裂缝封闭的处治措施;
 - 4、拐点平面坐标参见平面图标注,工程结构构造详见剖面图及大样图;
 - 5、现场如遇与设计不符情况,请通知各方商讨后方可进行后续工作;
 - 6、最终工程量以实际施工工程量为准;
 - 7、该处边坡施工为高空作业,施工单位应编制安全可靠的施工方案,施工中应做好防护措施,防止施工中路面、道路附属设施或管线遭到破坏,保障施工作业人员及临近居民的生命财产安全;
 - 8、其它未尽事宜按相关图纸、施工技术规范办理。



中铁长江交通设计集团有限公司

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司
2023年边坡处治工程

K1922+316~440段边坡平面图

设计
复核

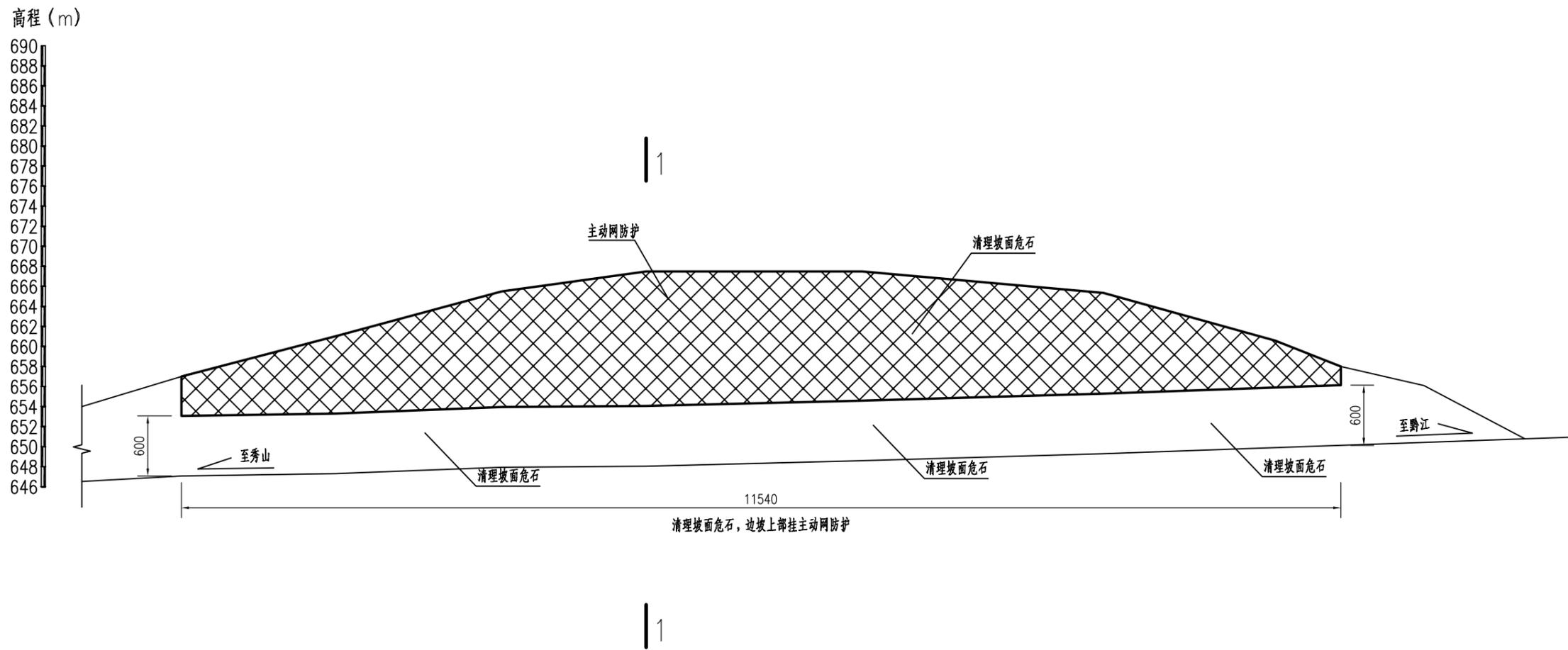
一审
二审

图号

S3-01

日期

2023.03



注：
 1. 图中高程单位为m，其余尺寸均以厘米为单位。
 2. 本工程采取(1)清理坡面危石+(2)挂主动网防护+(3)局部裂缝封闭的处治措施。



中铁长江交通设计集团有限公司

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司
2023年边坡处治工程

K1922+316~440段边坡立面图

设计
复核

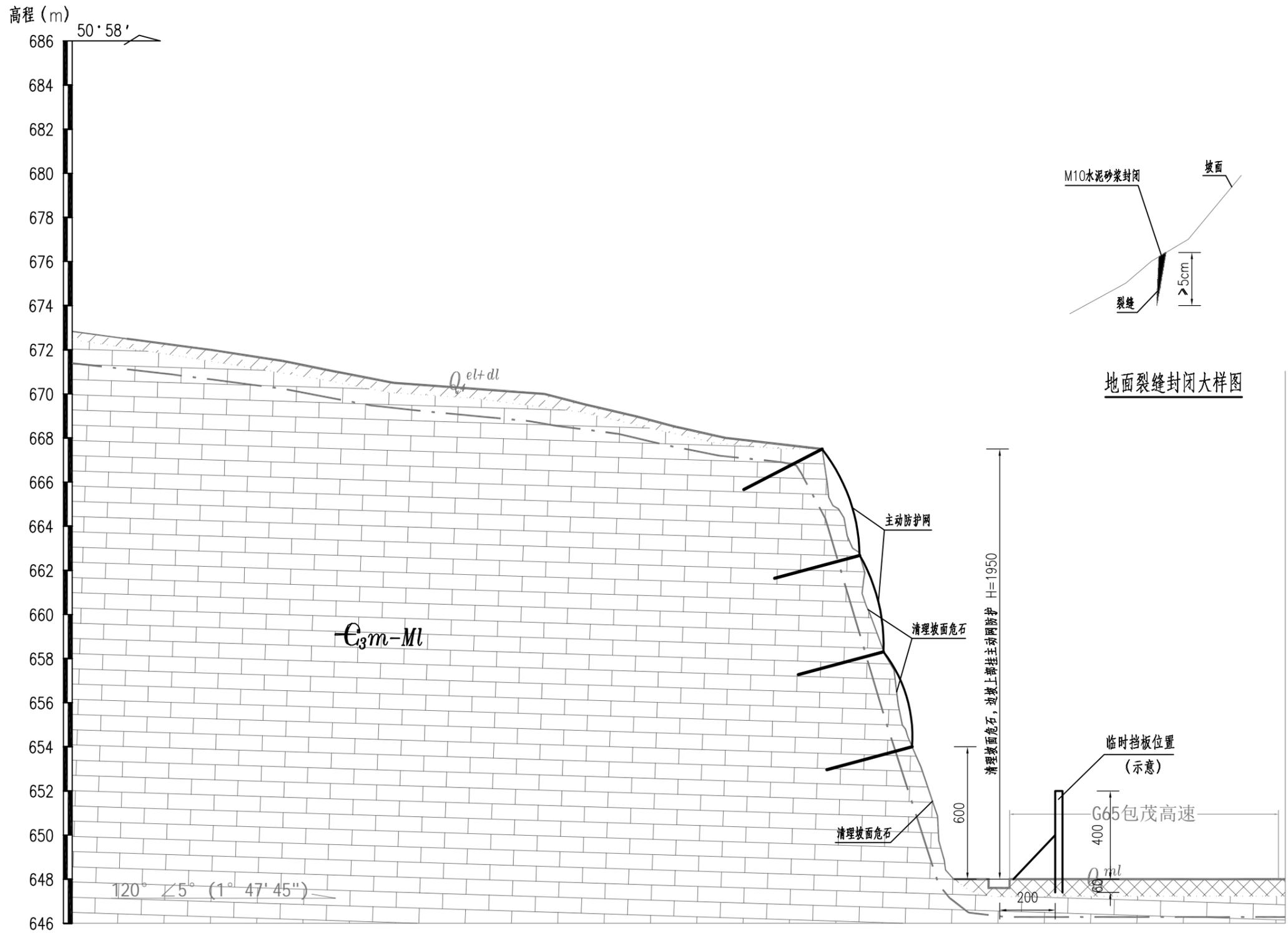
一审
二审

图号

S3-02

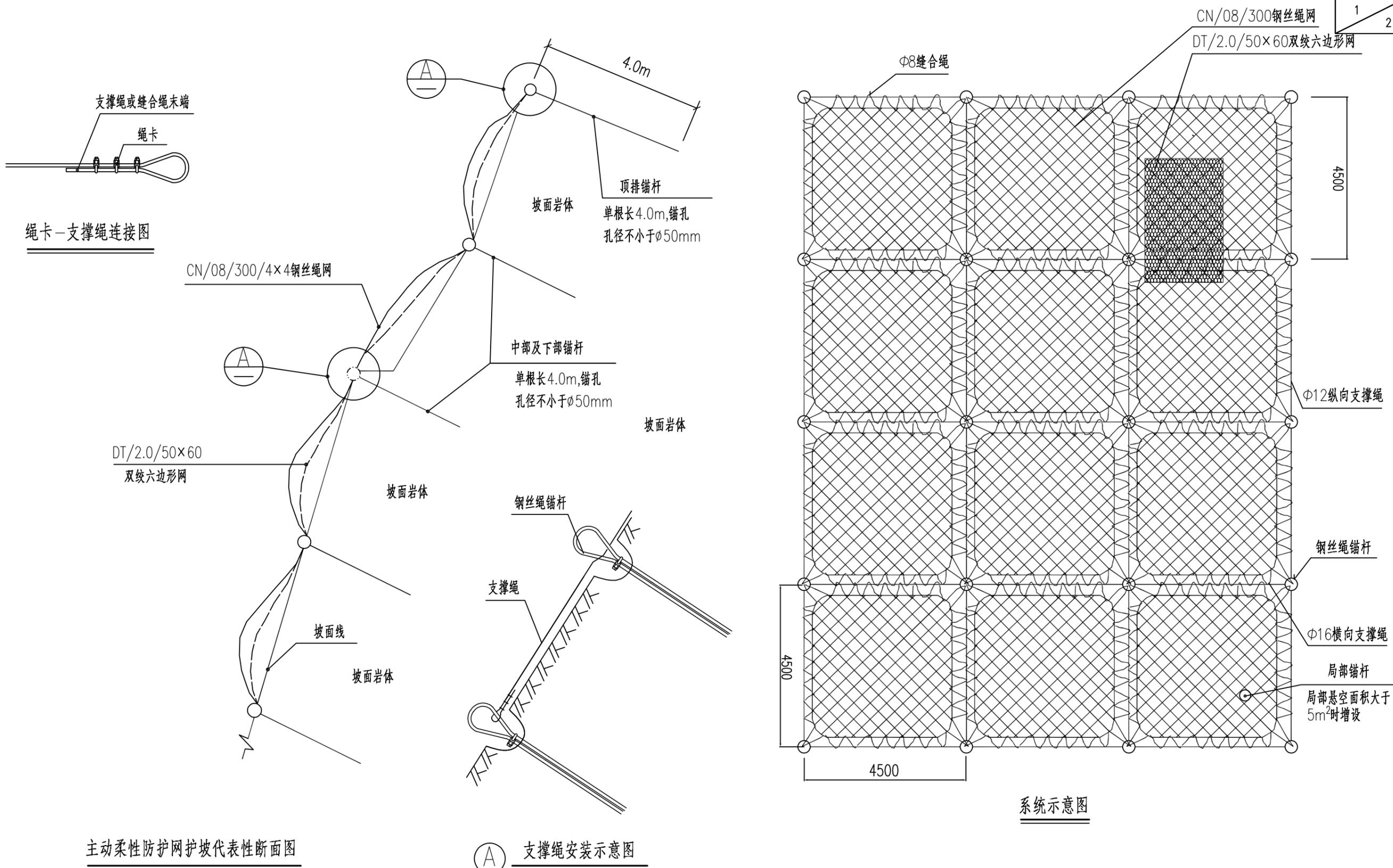
日期

2023.03



- 注:
1. 图中高程单位为m, 除钢筋直径以mm计外, 其余尺寸均以cm为单位;
 2. 本断面采用 (1) 清理坡面危石 + (2) 挂主动网防护 + (3) 局部裂缝封闭的处治措施。
 3. 主动柔性防护网钢丝绳型号为CN/08/300, 固定锚钉孔径 $\geq 50mm$, 锚杆长度4.0m。干码片石处锚杆长度适当加长, 锚入岩层内不小于2m。
 4. 未尽事宜请参照相关规范执行。





主动防护网材料工程数量表 (100.0 m²)

序号	材料	单位	数量	型号	备注
1	钢丝绳网	m ² /张	80/5	CN/08/300/4×4	十字卡扣采用渗锌或合金表面防腐处理
2	∅16横向支撑绳	m	50	∅16mm	符合GB/T20118规定
3	∅12纵向支撑绳	m	50	∅12mm	
4	缝合绳	m	155	∅8mm	
5	∅16钢丝绳锚杆	根	12		单根长度4.0m
6	绳卡	个	16	用于∅16钢丝绳	采用电镀锌或合金表面防腐处理
7	绳卡	个	16	用于∅12钢丝绳	采用电镀锌或合金表面防腐处理
8	缝合绳卡/铅套	个	20/10	用于∅8钢丝绳	绳卡或铅套可选用
9	扎丝	kg	1.4	∅2	热镀锌AB级
10	双绞六边形网	张	5	DT/2.0/50×60/2.25m×9.2m	锌-5%铝-混合稀土合金镀层 > 215g/m ²

说明:

一、适用条件

本产品适用于节理、裂隙发育的弱风化硬岩且整体稳定的路堑边坡防护。

二、技术要求

- 1、钢丝绳网、支撑绳所用钢丝绳应符合标准GB/T 20118《一般用途钢丝绳》的规定，其钢丝强度不应低于1770MPa，热镀锌等级不低于AB级。
- 2、钢丝绳锚杆所用钢丝绳应符合标准 GB/T 25833《公路护栏用镀锌钢丝绳》的规定，其钢丝强度不应低于1570MPa，热镀锌等级不低于AB级。
- 3、双绞六边形网编织用钢丝应符合标准YB/T 5294《一般用途低碳钢丝》的规定，采用热镀锌+5%铝+混合稀土合金，符合GB/T20492《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》标准中A级规定。钢丝不应有机械损伤和锈蚀现象。
- 4、钢丝绳网：应采用十字卡扣编织的菱形网，编制成网的钢丝绳不应有断丝、脱丝现象，网的形状平整，网绳无打结和明显扭曲现象。
- 5、十字卡扣：采用钢质材料，厚度不小于2mm，采用真空渗锌处理，渗锌厚度不小于60 μm，或采用合金表面防腐处理工艺，抗锚动力不应小于5kN，十字卡扣抗脱落力不小于10kN。
- 6、钢丝绳锚杆：锚杆采用 ∅16mm钢丝绳制作，锚杆长度不小于4.0m。
- 7、鸡心环：防腐处理采用电镀锌。
- 8、锚杆抗拔力：锚固后锚杆抗拔力不小于100kN。
- 9、纵横交错的张拉绳与钢丝绳锚杆（按4.5m×4.5m正方形布置）相联结并进行预张拉，纵横交错的支撑绳构成的每个4.5m×4.5m网格内铺设一张4m×4m (CN/08/300) 型钢丝绳网，每张钢丝绳网与四周张拉绳间用 ∅8mm缝合绳缝合联结并拉紧。同时，在钢丝绳网下铺设网孔为50mm×60mm的DT/2.0/50×60的钢丝双绞六边形网，以阻止小尺寸岩块的塌落。

三、施工工艺要求

- 1、对坡面防护区域的浮土及浮石进行清除。
- 2、放线测量确定锚杆孔位（根据地形条件，孔间距可有0.3m的调整量），并在每一孔位处凿一定深度不小于锚杆外露环套长度的凹坑，一般口径20cm，深20cm。
- 3、按设计要求深钻锚杆孔并清孔，孔径不小于 ∅50mm。
- 4、注浆并插入锚杆（锚杆外露环套顶端不能高出地表，且环套段不能注浆，以确保支撑绳张拉后尽可能紧贴地表），锚孔注浆一般环境下采用M30水泥砂浆（水泥浆）；化学侵蚀环境下，根据环境作用等级选用M35水泥砂浆（水泥浆）或水泥浆，并掺入水泥重量一定比例的粉煤灰。孔内应确保浆液饱满，在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天。
- 5、安装纵横向张拉绳，张拉绳后两端各用2~4个（张拉绳长度小于15m时为2个，大于30m时为4个，其间为3个）绳卡与锚杆外露环套固定连接。
- 6、从上向下悬挂双绞六边形网，重叠宽度不小于5cm，两张双绞六边形网间的缝合以及与张拉绳间用 ∅2.0mm扎丝按1m间距进行扎结（有条件时本工序可在前一工序完成前将双绞六边形网置于张拉绳之下）。
- 7、从上向下铺设钢丝绳网并缝合，缝合绳为 ∅8mm钢丝绳，每张钢丝绳网均用一根长约31m（或27m）的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉，缝合绳两端各用两个绳卡或铅套与张紧绳进行固定连接。
- 8、边坡岩层破碎、松散时，锚杆可加长。

四、检测要求

产品进场应提供以下检验及试验资料

1、进场前质量检验

防护网产品进场前，生产厂家应提供产品质量合格证书和配套质量检验报告，包括以下内容：

- (1) 钢丝、钢丝绳、十字卡扣等原材料的合格证或检验证书；
- (2) 主要构件检测
主动防护系统的柔性金属网的抗顶破力应按JTT 1328-2020《边坡柔性防护网系统》附录C进行试验，构件检测应符合JTT 1328-2020《边坡柔性防护网系统》相关要求。
- (3) 耐腐蚀检验，检验报告有效期一年：
①边坡柔性防护网系统中的钢丝、钢丝绳及其制品的防腐性能应按GB/T 10125-2012进行中性盐雾试验。
②边坡柔性防护网系统中的钢铁制件的防腐性能应按GB/T13912进行试验，且应按GB/T10125-2012进行中性盐雾试验。

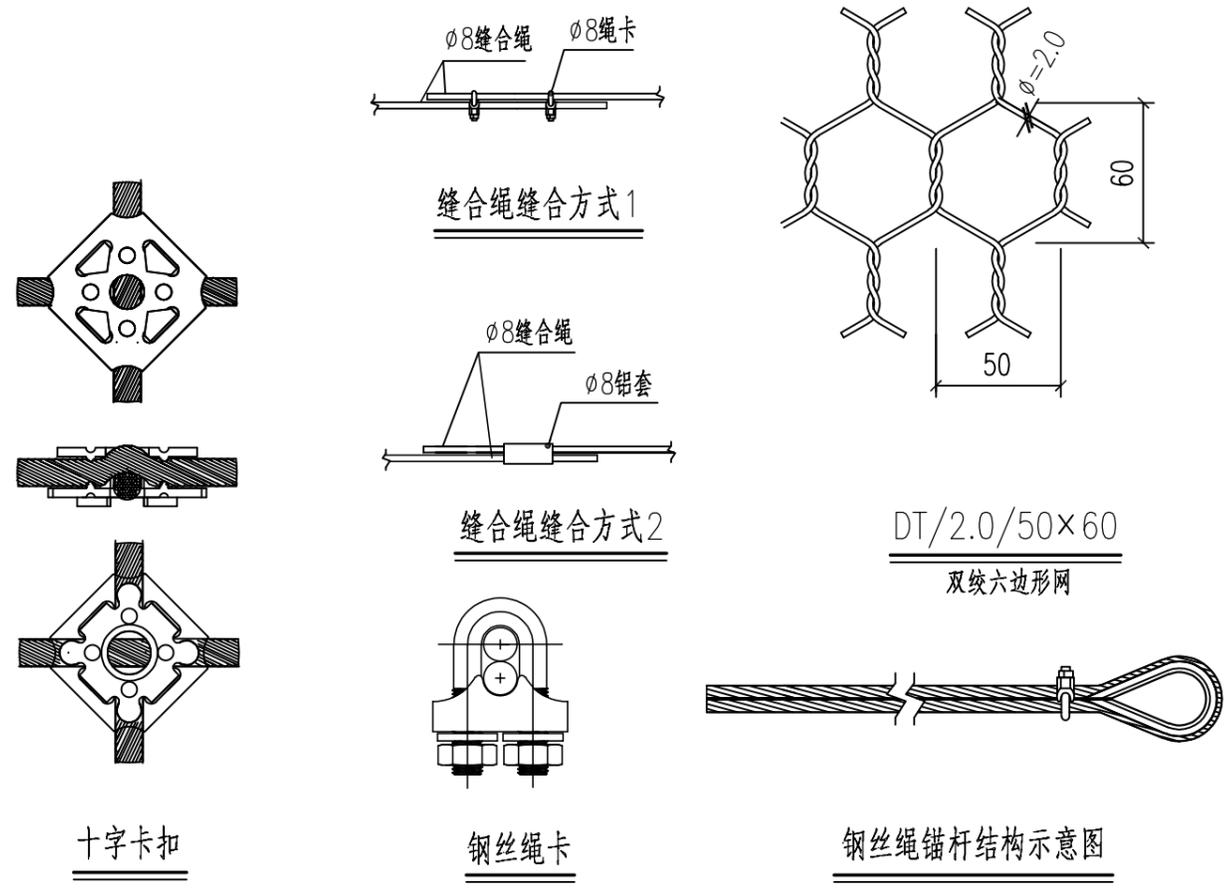
2、现场检验

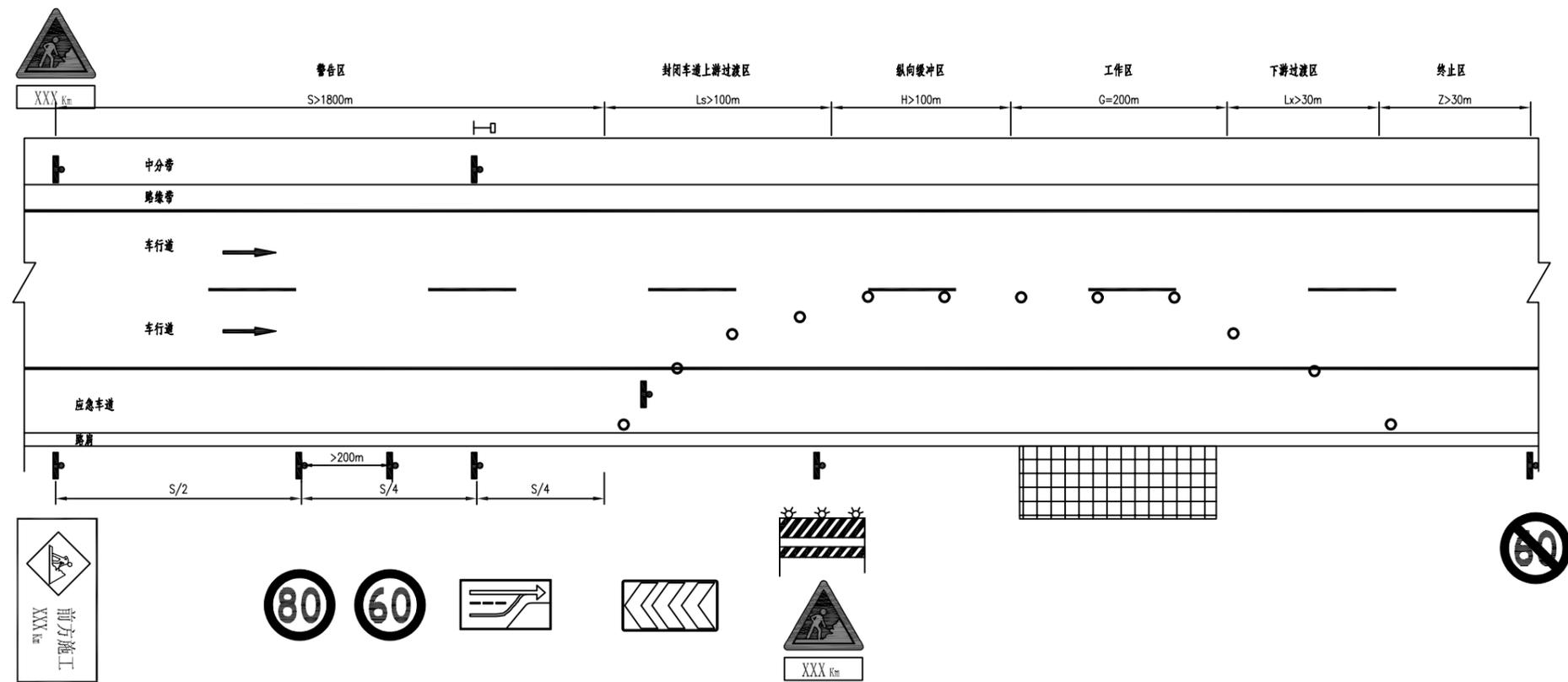
防护网产品进场后，监理单位应对产品质量检验，主要包含以下内容：

- ①质量证明材料：检查质量合格证书和配套质量检验报告内容规范性和完整性；
 - ②安装系统的配置与设计施工图是否一致；
 - ③抽检产品系统配置、规格尺寸和外观要求与设计施工图是否一致。
 - ④施工是否严格按照设计要求进行；
 - ⑤锚杆抗拔力检测，要求每个工点检测数量不少于3组，抗拔力不小于50kN；
 - ⑥对十字卡扣和绳卡进行现场抽样，并交由具有盐雾试验资质单位进行盐雾试验。
- 抽样比例：数量500以下抽样3个，数量500~1200抽样5个，1200以上抽样8个。

六、图中尺寸除钢筋直径和网孔规格以mm计外，其余尺寸均以cm计。

七、未尽事宜应符合JTT 1328-2020《边坡柔性防护网系统》及其他相关现行国家、行业、地方等标准、规范和规程的要求。





封闭外侧车道交通组织平面图

- 注：
- 1、本图为平面示意图，图中●为锥形筒示意；
 - 2、当工作区位于下坡路段时，纵向缓冲区最小长度应当延长；
 - 3、施工期，须按照《公路养护安全作业规程》JTGH30-2015及相关规范、标准，根据工点现场情况编制施工组织方案和交通组织方案，确保高速公路交通安全和施工作业人员及设施设备安全。
 - 4、未尽事宜应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959-2019以及《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015相关规定执行。

封闭外侧车道工程数量表

编号	设备名称	设施图案	规格、尺寸	数量	备注
1	施工距离标志		高×宽: 160×480	4	
2	限速标志		直径120cm	2	
3	限速标志		直径100cm	2	
4	解除限速标志		直径80cm	1	
5	施工标志		边长130m	2	
6	长度辅助标志		高×宽: 60×120	1	
7	长度辅助标志		高×宽: 60×120	1	
8	车道数减少标志		高×宽: 200×120	1	
9	导向标志		高×宽: 140×190	1	
10	附设警示灯的路栏		高×宽: 100×180	1	
11	警示频闪灯		黄色、蓝色相间闪光 可视距离>150m	1	
12	锥形筒		高: 50~90cm	80	

注:

- 1、标志、标牌等版式、规格应按照交管部门要求制作和安设,本表仅做示意和参考,工程量以现场实际收方为准。
- 2、施工期,须按照《公路养护安全作业规程》JTGH30-2015及相关规范、标准,根据工点现场情况编制施工组织方案和交通组织方案,确保高速公路交通安全和施工作业人员及设施设备安全。
- 3、未尽事宜应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959-2019以及《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015相关规定执行。



四、彭水西收费站下道口路面开裂

目 录

1 基本情况	1	4.1.6 土工格栅	10
1.1 路基现状	1	4.2 施工注意事项	10
1.2 路基变形特征	1	4.2.1 沥青混凝土面层施工	10
1.3 路基沉降原因分析	2	4.2.2 基层、底基层施工技术要求	11
1.4 路基现状稳定性	2	4.2.3 垫层施工技术要求	11
2 工程地质概况	2	4.2.4 土工格栅施工技术要求	12
2.1 地形地貌	2	4.2.5 路基注浆施工技术要求	12
2.2 气象、水文	2	4.2.6 排水沟渠施工技术要求	13
2.3 地质构造	3	4.2.7 施工防排水	13
2.4 地层岩性	3	4.2.8 环境保护	13
2.5 水文地质条件	3	4.2.9 施工交通组织方案应遵循的原则	13
3.工程处治设计	3	4.2.10 巡视、监测与检查	14
3.1 设计目的与任务	3	4.2.11 其他注意事项	14
3.2 设计依据	4	5、工程量计算与计量	14
3.3 处治设计原则	4		
3.4 处治措施总体布置	4		
3.5 施工顺序及工期	4		
3.6 取、弃土场	5		
4 施工材料技术要求及注意事项	5		
4.1 施工材料技术要求	5		
4.1.1 混凝土	5		
4.1.2 钢材	5		
4.1.3 沥青混凝土面层	6		
4.1.4 水泥稳定碎石基层、底基层	9		
4.1.5 垫层材料要求	10		

施工图设计说明

1 基本概况

1.1 路基现状

该段路面位于彭水西收费站（重庆往彭水方向）下道口附近，下方为填方路基，填方最高处为 20.48m。根据调查及收集已有竣工资料可知，该段填方路基边坡已采用 1:1.50 坡率放坡，同时已将基底覆土清理并挖成台阶状，填方边坡坡身及坡脚未见明显开裂及滑塌现象，坡脚排水沟完好，边坡整体稳定。

调查区填方边坡长约 65m，坡向约 195°，坡高 7~20m，边坡顶、底部已设置截排水措施，坡面植被发育。



图 1.1 工程区域卫星航拍图

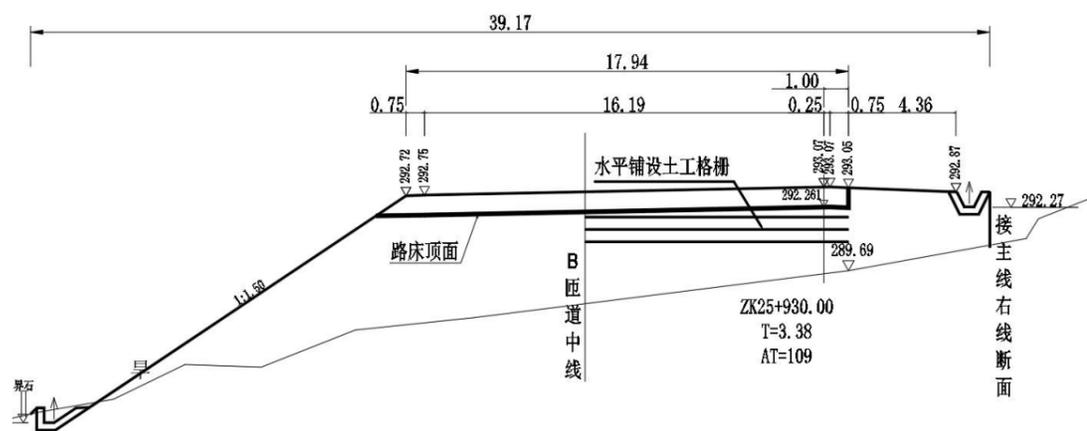


图 1.2 路基典型横断面图

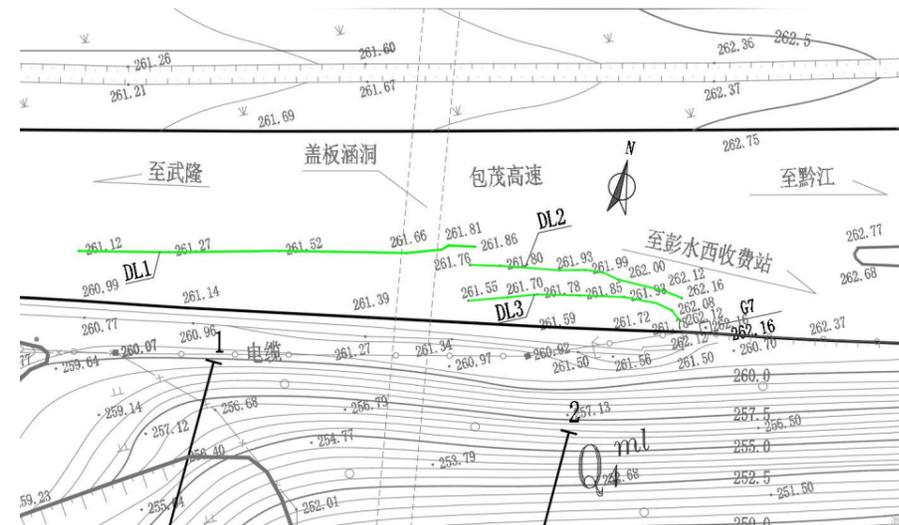


图 1.3 路面裂缝分布图

1.2 路基变形特征

现场调查填方路基路面出现沉降，现场可见 3 处地裂缝（编号分别为 DL1~DL3），3 处地裂缝延伸方向大致与边坡坡向垂直，DL1 长约 37m，宽 2~10mm；DL2 长约 20m，宽 2~25mm；DL3 长约 20m，宽 3~20mm，3 处裂缝下挫高度约 1~10cm。同时，在填方边坡与挡墙交界处见边沟开裂，宽 30~50mm，可见深度约 40cm。除此之外，未见填方边坡坡身及坡脚发生明显开裂及滑塌现象，坡脚排水设施完好，挡墙未见开裂变形迹象。现场变形特征见图 1.4-1.6 所示。



图 1.4 路面开裂情况 1 (DL2、DL3)



图 1.5 路面开裂情况 2 (DL1)



图 1.6 路基边沟开裂情况 (路基外侧)

1.3 路基沉降原因分析

根据现场调查,该地段路基的变形破坏原因主要有:

1、填方路基整体填筑高度较大且坡脚未设置支挡结构物,沉降区域多位于路堤外缘,路基施工时填料不均导致路基压实度不均匀,同时通过收集竣工资料得知该路段未设置土工格栅。

2、部分路段边沟开裂,在持续性降雨作用下,路基土体内含水量反复变化,土体容重在一定范围内波动,加之受水的软化效应,使填料中的粘性土强度极具降低,长此以往,水的动态变化不断掏蚀填料中的粘性土,从而导致路基的不均匀沉降及路面开裂。

1.4 路基现状稳定性

根据现场调查走访及收集相关资料,该段路基变形开裂已出现 10 年左右,该段填方边坡整体处于稳定状态,路面裂缝主要由于路基沉降引起。由于目前裂缝存在且变形区内填料已不均匀,受降雨影响,路基沉降及裂缝有扩大的可能性,进而在强降雨时段出现更大范围的沉降乃至塌陷风险。



图 1.7 路基下方全景照 (仰视)

2 工程地质概况

2.1 地形地貌

调查区属构造剥蚀中低山地貌区,调查区为斜坡地形,斜坡总体坡向约 195° ,地形坡度 $5\sim 40^{\circ}$,主要为高速公路填方路基,放坡坡率 1:1.50,路面标高约 261m,坡脚高程约 241m,相对高差约 20m。

2.2 气象、水文

气候属中亚热带湿润季风气候类型,雨量充沛,四季分明,山地立体气候特征十分明显。该县多年平均气温 17.6° ,最高年平均气温 18.3° ,最低年平均气温 17.0° ,极端最低气温 -3.8° ,

极端最高气温 44.1° (1953 年 8 月 19 日), 高山与低谷气温相差 10-14℃。多年平均降雨量 1224.0mm, 最大年降雨量 1600.9mm, 最小年降雨量为最大降雨量的 57%。特别是 2007 年 5 月 23—24 日, 在 22 小时内降雨量达 213mm, 是彭水县气象站建站 65 年以来的最大降雨量。

该县总的气候特点是: 气候温和, 雨量充沛多集中, 光照偏少云雾多, 春来较早多夜雨, 夏季炎热多伏旱, 秋季凉爽多绵雨, 冬无严寒少霜雪。无霜期长, 具有典型的季风气候特征。早春季节, 冷空气活动频繁, 常有局部大风、冰雹; 初夏常有连阴雨; 盛夏多伏旱, 常有酷暑; 秋季多绵雨; 冬季少雪无严寒, 日平均气温都在 0℃ 以上。

大气降水在调查区内排泄方式主要为: 大部分降水沿边坡顶部及两侧的排水沟排泄, 其余降水沿坡体面状分散方式向高速公路侧面排水沟排泄。场地周边附近无常年性地表水体分布。

2.3 地质构造

调查区位于普子向斜西翼, 结合区域地质图及调查区岩层产状实测, 调查区范围内岩层产状为 120° ∠37°, 岩体内主要发育两组构造裂隙, 第①组裂隙产状: 190° ∠70°, 裂面平整, 无充填, 裂隙宽度 1~8mm, 间距 1~2.4m, 结构面结合程度一般; 第②组裂隙产状: 260° ∠50°, 裂面平整, 无充填, 裂隙宽度 2~4mm, 间距 0.6~2.1m, 结构面结合一般。

2.4 地层岩性

根据地面调查及收集已有地质资料, 调查区地层主要有第四系全新统残坡积层(Q₄^{el+dl})粉质粘土、人工填土层(Q₄^{ml}), 下覆基岩为三叠系中统巴东组(T₂b)泥岩。现根据岩性按由老到新的顺序分述如下:

(1) 三叠系中统巴东组(T₂b)

泥岩: 紫红色, 主要由粘土矿物组成, 中厚层状构造, 泥质结构, 强风化岩体破碎呈碎块状, 中风化层岩体较完整, 岩质较软, 主要发育两组构造裂隙。该地层分布于彭水调查区内。

(2) 第四系全新统

粉质粘土(Q₄^{el+dl}): 黄褐色, 可塑状, 刀切面稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等, 无地震反应。主要分布在边坡顶部及缓坡地带, 厚度一般为 0.50m~2.00m, 黔江基地边坡表面由于铺设绿植, 也存在该层土体, 厚度一般小于 0.5m。

人工填土(Q₄^{ml}): 杂色, 主要由路基填料组成, 分层碾压, 呈密实状。主要分布在高速沿线,

填龄超过十年, 为压实路基土。黔江基地坡脚也有分布, 为场地整平形成, 多呈中密状, 填龄超过 5 年。

2.5 水文地质条件

调查区地下水按其含水介质可分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水。

1、松散岩类孔隙水

该类地下水主要赋存于斜坡地带第四系土层中, 地下水主要接受大气降水补给, 由于第四系土体结构松散, 同时坡体地形较陡, 地下水能较迅速渗入坡体, 经坡体渗透后顺坡面向坡脚排泄, 地下水的迳流、排泄条件较好, 第四系土体的赋水性较差, 故在斜坡地带的第四系松散堆积层内地下水贫乏。

2、基岩裂隙水

基岩裂隙含水岩组为三叠系中统巴东组泥岩地层, 岩体较完整, 地下水主要赋存于网状风化裂隙中, 为浅层地下水, 水量极小。受控于风化带深度和广度控制, 使其具有分布厚度不大, 但较为均一, 该类地下水主要接受大气降雨补给, 以第四系松散类孔隙水补给次之, 在泥岩风化裂隙中赋存, 从高处往低处运移, 在地势低洼处排泄, 该类型地下水对边坡影响较大, 使裂隙不断加宽加深, 同时可使结构面强度降低。

3.工程处治设计

3.1 设计目的与任务

本次处治工程设计工作的主要目的:

正确分析路面和路基病害的形成原因, 给出合理的处治措施, 并结合业主养护要求给出处治施工图设计文件, 解决路基病害问题。

主要任务:

- (1) 对路面和路基的病害形成原因及影响其稳定性的因素进行分析;
- (2) 根据确定的处治方案进行施工设计;
- (3) 编制工程预算。

3.2 设计依据

- (1) 《公路沥青路面设计规范》 JTJ D50-2017;
- (2) 《公路沥青路面施工技术规范》 JTJ F40-2004;
- (3) 《公路工程沥青及沥青混和料试验规程》 JTG E20-2011;
- (4) 《公路工程集料试验规程》 JTG E42-2005;
- (5) 《公路沥青玛蹄脂碎石路面技术指南》 SHC F40-01-2002;
- (6) 《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG 3420—2020);
- (7) 《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610-2019);
- (8) 《公路路基设计规范》(JTG D30-2015);
- (9) 《给水排水设计手册 第三版》(中国建筑工业出版社 2017-05);
- (10)其它现行标准、规范、规程及技术要求。

3.3 处治设计原则

1、综合处治原则：病害产生受控于现场地质条件，主要诱发因素为降雨、工后沉降和风化，因此有针对性地采取防治的处治措施。

2、鉴于目前该段填方路基坡面和坡脚均未出现开裂、下挫、滑移等不良现象，本处治工程仅针对路面和路基现状开裂和局部沉降病害进行处治，处治完成后管养单位应定期对该段路基、路面进行巡视和检查，若发现路基、路面发生不良变形、开裂等现象应及时采取妥善处理措施，保证路基和路面处于良好工作状态。

3、安全可靠、经济合理、技术可行。

4、动态设计、信息化施工的原则。

3.4 处治措施总体布置

通过对现场病害情况及病害原因分析，该工点主要处治措施为：（1）局部路基换填+（2）注浆加固路基+（3）路面恢复+（4）排水沟恢复、清理的处治措施。

（1）对路基进行注浆，路基注浆采用钻孔注浆法，孔径 110mm，间距 1.0m，孔深 6~8m（详见剖面图及注浆孔布置图），砂浆采用 M30 水泥砂浆。注浆压力：初压 0.5Mpa~0.7Mpa，终压 1.0Mpa，稳压时间不小于 2min。本工程 M30 水泥砂浆工程量为预估工程量，施工过程中应注意观察注浆压力和浆液粘稠度，控制好每孔注浆量，当单孔注浆量出现较大偏差时应停止注浆并查明原因，最终注浆量以实际收方量为准。在既有盖板涵洞上方附近钻孔注浆时，应注意核实涵洞

顶板与路面的高差，避免钻孔对涵洞盖板或侧墙造成不良影响。

（2）待注浆液达到强度后挖除路面结构层以及上部路床，路面开挖深度为 80cm，路床开挖深度为 120cm，采用台阶形开挖。注浆、路面和路基开挖前应详细调查管线分布情况，做好管线保护。路床开挖过程中应注意不得损坏既有土工格栅。

路床填料采用碎石填料，碎石粒径不大于 10cm，填料分层填筑，采用机械分层压实，最大松铺厚度不超过 40cm。

在路床填料中水平铺设三层土工格栅，采用双向钢塑土工格栅，新铺土工格栅与既有土工格栅搭接长度不小于 50cm。

（3）对路面结构层进行恢复，路面标高恢复至原设计标高，路缘带、行车道、硬路肩横坡为 2%，土路肩横坡为 4%，两端与既有路面顺接。路面结构组合如下：

表 3.1 主线路面结构组合（总厚度 80.8cm）

序号	结构层位	厚度 (cm)	结构形式与混合料类型
1	上面层	4	SBS 改性 SMA-13
2	中面层	6	SBS 改性 AC-20C
3	下面层	10	ATB-25
4	下封层	0.8	改性乳化沥青稀浆封层
5	基层	20	水泥稳定碎石
6	底基层	20	水泥稳定碎石
7	垫层	20	水泥稳定碎石

路基、路面完工后按质量检验评定标准验收，土基验收压实度不小于 96%，沥青混凝土面层验收压实度不小于 96%，表面应平整，水泥混凝土基层应振捣密实，强度达到设计要求，无蜂窝麻面等质量缺陷。

（4）对于受到工程施工影响的路侧护栏、排水边沟、标线、标牌等既有设施应原样恢复。重建损坏边沟时应对土基进行夯实，压实度不小于 90%。

3.5 施工顺序及工期

本工程施工顺序推荐为：施工准备→现场管线调查和保护→路基注浆加固→路基、路面开挖→路基填筑并铺设土工格栅→路面恢复→附属设施恢复。

本工程主要施工工序为：路基注浆加固，路基、路面开挖，路基填筑并铺设土工格栅，路面恢复，总工期约 40 天。

3.6 取、弃土场

本工程存在弃方,由于本工程弃土方量较少,不做弃土场设计。弃渣外运过程中应严格按照相关规定进行弃渣装车、运输及弃方,不得污染环境,弃方不得对原弃渣场稳定造成不良影响。

4 施工材料技术要求及注意事项

4.1 施工材料技术要求

4.1.1 混凝土

本工程所用混凝土均可采用现场自拌混凝土供应。

进场混凝土必须做好配合比试验(强度、弹性模量、收缩率、初凝时间等),综合考虑施工程序、工期安排、环境影响等各种因素,通过试验,保证混凝土强度,减小混凝土收缩徐变的不良影响。

混凝土的内在质量和外观均应严格控制。混凝土浇筑时应保证浇筑进度和振捣密实,所有工作缝应认真凿毛清洁,确保新老混凝土的结合强度,并应注意混凝土的养护。所有外表面均应达到平整、光洁。

(1) 配合比

1) 为提高混凝土的耐久性能,确保结构设计使用年限,防止混凝土开裂,混凝土中宜通过配合比试验掺入适量的优质膨胀剂(如 GNA-P 型等),以补偿混凝土收缩。混凝土的收缩率需控制在 2×10^{-4} 以下。

2) 养护要求:砼硬化后要进行专人浇水养护,养护时间不少于 14 天,冬季施工浇注砼要采取保湿保温养护措施。

3) 混凝土的指标规定:混凝土最大水胶比 ≤ 0.50 ,胶凝材料总量不得超过 $400\text{kg}/\text{m}^3$ 且不低于 $300\text{kg}/\text{m}^3$,最大氯离子含量 1.0%,最大碱含量 $3\text{kg}/\text{m}^3$ (或使用非碱活性骨料)。当采用碱活性骨料时,混凝土的含碱量最大值同时应符合《混凝土碱含量限值标准》(CECS53)的规定要求。

4) 混凝土在满足设计强度要求的前提下,尽量降低水泥用量,采用发热量较低的水泥,加大骨料粒径增加碎石用量,改善骨料级配,降低水化热,控制混凝土内外温差在 20°C 以下。

5) 现浇砼若采用泵送砼,坍落度为 16~20cm。

6) 在炎热天气,混凝土应在夜间浇注,入模温度应控制在 30°C 以下。

7) 砼试件应采用与结构相同的砼、相同的浇筑方法和养护条件。

8) 除了施工单位提供试块实验报告外,设计单位依据工程具体要求,可采用随机无损检验,

以确认混凝土的施工质量及强度等级是否满足设计要求。

(2) 水泥

1) 混凝土要求采用普通硅酸盐水泥配制,宜使用同一厂家同一品牌的水泥(水泥等商品应具有专业部门的质量检验合格证)。

2) 为了控制砼早期强度的过快发展,水泥细度(比表面积)不超过 $350\text{m}^2/\text{kg}$, $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余百分率不大于 10.0%,水泥中游离氧化钙含量不超过 1.0%,碱含量不超过 0.8%,C3A 含量不超过 8%,氯离子含量不宜大于 0.1%。

(3) 骨料

1) 应尽可能采用同一料场的石料、砂料,以保证结构外观色泽一致骨料质地均匀坚固,粒形和级配良好、吸水率低、空隙率小。

2) 粗骨料抗压强度应大于混凝土强度的 2 倍,压碎性指标 $<7\%$,空隙率 $<40\%$,骨料应选用良好的级配,最大粒径 $<2.5\text{cm}$,且不得超过钢筋最小间距的 $3/4$ 及钢筋保护层厚度的 $2/3$;含泥量低于 0.5%,针状、片状颗粒含量 $<5\%$ 。不容许采用卵石或卵石破碎方法生产。

3) 细骨料含泥量低于 1%,宜采用中粗砂,如果采用特细砂时,应满足有关规定和施工规范的要求,并能满足结构的抗裂和抗渗要求。为减少水泥用量,降低混凝土浇筑及养护时的水化热,在使用特细砂时建议加入一定比例的机制砂或中粗砂。细度模数为 2.0~2.5,具体比例根据施工单位的配合比实验确定。

(4) 保护层垫块

应采用塑料定位件作混凝土保护层垫块,不应采用砂浆垫块。

4.1.2 钢材

(1) 钢筋进场需按检验批次检查对产品的合格证、出场检验报告外还需对钢筋进行外观检查,要求钢筋平直无损伤,表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

进场钢筋必须按批分等级、钢号、直径等挂牌存放,钢筋应尽量放入料棚或库房内,露天堆放时,应选择地势较高、平坦、坚实的场地,钢筋的堆放应架空离地,地不小于 20cm 还应考虑排水设施。

加工好的半成品钢筋要工程名称和构件名称编号,挂牌堆放整齐。

(2) 钢筋连接要求:光圆钢筋末端应做 180° 弯钩,其弯弧内直径不应小于钢筋直径的 2.5 倍,弯钢的平直部分不应小于钢筋直径的 3 倍。当螺纹钢做 135° 弯钩时,弯钩内直径不小于钢

筋直径的 4 倍,弯后平直部分应符合设计要求,钢筋做大于 90°弯折时弯弧内径不应小于钢筋直径的 5 倍。

钢筋的接头应选择在受力较小的位置,同一纵向受力钢筋不得设置 2 个或 2 个以上接头;钢筋搭接区段为钢筋搭接长度的 1.3 倍。在同一搭接区段内,对梁类、板类及墙类构件不宜大于 25%;对柱类构件不宜大于 50%;对工程中确有必要增大接头的百分率时,对梁类构件不应大于 50%,对其他构件可根据实际情况放宽,但应满足现行《混凝土结构设计规范》的相关要求。

- (3) 如因浇筑或振捣混凝土需要,可对钢筋间距作适当调整。
- (4) 施工时应结合施工条件和施工工艺安排,尽量考虑先预制钢筋骨架(或钢筋骨架片)、钢筋网片,在现场就位后进行焊接或绑扎,以保证安装质量和加快施工进度。
- (5) 钢筋直径≥C20 时采用等强剥肋滚轧直螺纹连接,应符合《钢筋机械连接技术规程》(JGJ 107-2016)的要求,接头等级 I 级。
- (6) 严禁采用改制钢材。施工时任何钢筋的替换,均须经设计单位同意方可进行。
- (7) 钢筋接头应按规范要求错开布置。
- (8) 钢筋可在工厂绑扎完成后运至施工场地组装,也可在施工场地附近绑扎组装。

4.1.3 沥青混凝土面层

本工程所用面层沥青混合料均采用采用商品沥青混合料。

1、沥青结合料技术要求

本次设计沥青混凝土上面层、中面层均采用 SBS 改性沥青混凝土,其基质沥青采用 A 级道路石油沥青 70 号,下面层沥青稳定碎石 ATB-25 的基质沥青采用 A 级道路石油沥青 70 号,其技术指标应达到下表所列的技术要求。

表 4.1 70 号 A 级道路石油沥青技术要求

指标	单位	沥青标号 70 号	试验方法 ^①
针入度 (25℃, 5s, 100g)	0.1 mm	60~70	T0604
针入度指数 PI	/	-1.5~+1.0	T0604
软化点 (R&B), 不小于	℃	47	T0606
60℃动力粘度, 不小于	Pa·s	190	T0620
10℃延度, 不小于	cm	20	T0605
15℃延度, 不小于	cm	100	T0605

指标	单位	沥青标号 70 号	试验方法 ^①
蜡含量(蒸馏法), 不大于	%	2.2	T0615
闪点, 不小于	℃	260	T0611
溶解度, 不小于	%	99.5	T0607
密度 (15℃)	g/cm ³	实测记录	T0603
TFOT(或 RTFOT)后 ^②			T0610 或 T0609
质量变化, 不大于	%	±0.8	
残留针入度比, 不小于	%	61	T0604
残留延度 (10℃), 不小于	cm	6	T0605

同时 SHRP 性能等级达到 PG64-22 的要求:

表 4.2 普通沥青 SHRP PG64-22 技术要求

SHRP 性能等级	PG64-22		
原样沥青	/		
动态剪切, G*/sinδ, 最小 1.0kPa 试验温度@10rad/s, (℃)	℃	64	AASHTO M320-03 T315-04
RTFOT 试验后沥青	AASHTO M320-03 T240-03		
动态剪切, G*/sinδ, 最小 2.2kPa 试验温度@10rad/s, (℃)	℃	64	AASHTO M320-03 T315-04
压力老化后沥青 (老化温度 100℃)	AASHTO M320-03 R28-02		
动态剪切, G*/sinδ, 最小 5000kPa 试验温度@10rad/s, (℃)	℃	25	AASHTO M320-03 T315-04
蠕变劲度, S 最大 300MPa, m 值最小 0.3 试验温度@60s, (℃)	℃	-12	AASHTO M320-03 T313-04

应用于沥青混凝土路面上、中面层的 SBS 改性沥青应满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)中表 4.6.2 中的技术要求(见下表):

表 4.3 SBS 改性沥青技术指标要求

试验项目	技术指标	试验方法
针入度 (25℃、100g、5s), 不小于	(0.1mm) 40~60	JTJ T0604-2000
针入度指数 PI	≥+0.0	T0604
延度 (5℃、5cm/min), 不小于	(cm) 20	JTJ T0605-1993
软化点 (T _{RB}), 不小于	(℃) 70	JTJ T0606-2000
运动粘度 (135℃), 不大于	(Pa·s) 3	JTJ T0625-2000
闪点, 不小于	(℃) 230	JTJ T0611-1993
溶解度, 不小于	(%) 99	JTJ T0607-1993
弹性恢复 (25℃), 不小于	(%) 85	JTJ T0662-2000
离析, 软化点差, 不大于	(℃) 2.5	JTJ T0661-2000
RTFOT 后	质量损失, 不大于	(%) ±1.0
		JTJ T0610-1993

试验项目		技术指标	试验方法	
残余物	针入度比 (25℃), 不小于	(%)	65	JTJ T0604-2000
	延度 (5℃), 不小于	(cm)	15	JTJ T0605-1993

同时满足 SHRP PG76-22 技术要求, 详见下表:

表 4.4 改性沥青 SHRP PG76-22 技术要求

SHRP 性能等级	PG76-22		
原样沥青	/		
动态剪切, G*/sinδ, 最小 1.0kPa 试验温度@10rad/s, (°C)	°C	76	AASHTO M320-03 T315-04
RTFOT 试验后沥青	AASHTO M320-03 T240-03		
动态剪切, G*/sinδ, 最小 2.2kPa 试验温度@10rad/s, (°C)	°C	76	AASHTO M320-03 T315-04
压力老化后沥青 (老化温度 100°C)	AASHTO M320-03 R28-02		
动态剪切, G*/sinδ, 最小 5000kPa 试验温度@10rad/s, (°C)	°C	31	AASHTO M320-03 T315-04
蠕变劲度, S 最大 300MPa, m 值最小 0.3 试验温度@60s, (°C)	°C	-12	AASHTO M320-03 T313-04

2、改性乳化沥青粘层

粘层用改性乳化沥青应满足下表所列技术要求:

表 4.5 粘层用 PCR 改性乳化沥青技术要求

项 目	技术要求	试验方法	
破乳速度	快裂	T 0658	
粒子电荷	+	T 0653	
1.18mm 筛剩余量, %	≤0.1	T 0652	
沥青标准粘度 C _{25, 3} , s	8~25	T 0621	
蒸发残留物	含量, %	≥50	T 0651
	针入度 (25°C), 0.1mm	40~120	T 0604
	软化点, °C	≥50	T 0606
	延度 5°C, cm	≥20	T 0605
溶解度 (三氯乙烯), %	≥97.5	T 0607	
与矿料的粘附性, 裹覆面积	≥2/3	T 0654	
贮存稳定性	1d, %	≤1	T 0655
	5d, %	≤5	

3、改性乳化沥青稀浆封层

采用改性乳化沥青稀浆封层。要求使用专用的稀浆封层机施工, 厚度不小于 8mm。根据厚度确定类型为 ES-3 型。

1) 改性乳化沥青

封层采用阳离子改性乳化沥青作为稀浆封层的结合料, 改性乳化沥青的技术要求如下表。

表 4.6 稀浆封层用 BCR 改性乳化沥青技术要求

项 目	技术要求	试验方法	
破乳速度	慢裂	T 0658	
粒子电荷	+	T 0653	
1.18mm 筛剩余量, %	≤0.1	T 0652	
沥青标准粘度 C _{25, 3} , s	12~60	T 0621	
蒸发残留物	含量, %	≥60	T 0651
	针入度 (25°C), 0.1mm	40~100	T 0604
	软化点, °C	≥53	T 0606
	延度 5°C, cm	≥20	T 0605
溶解度 (三氯乙烯), %	≥97.5	T 0607	
与矿料的粘附性, 裹覆面积	—	T 0654	
贮存稳定性	1d, %	≤1	T 0655
	5d, %	≤5	

2) 集 料

稀浆封层应选择坚硬、粗糙、耐磨、洁净的集料。稀浆封层用 4.75mm 筛的合成矿料的砂当量不得低于 65%。粗集料的规格与技术指标应满足下表的要求。

表 4.7 粗集料的技术指标要求

指 标	单位	技术要求	试验方法
石料压碎值, 不大于	%	26	T0316
洛杉矶磨耗损失, 不大于	%	28	T0317
表观相对密度, 不小于	—	2.60	T0304
坚固性, 不大于	%	12	T0314
针片状颗粒含量 (混合料), 不大于	%	15	T0312
	%	12	
	%	18	
水洗法 <0.075mm 颗粒含量, 不大于	%	1	T0310
软石含量, 不大于	%	3	T0320
粗集料与沥青的粘附性, 不小于	—	4 级	T0616 T0663

细集料应采用石灰岩等碱性硬质碎石轧制的机制砂, 其规格为 S16。为了提高机制砂洁净程度, 保证机制砂 0.075mm 筛孔通过率小于 12% 的规格要求及颗粒形状, 应采用立式冲击破碎设备生产机制砂, 同时必须安装有效除尘装置。

改性乳化沥青稀浆封层矿料级配如下表。

表 4.8 改性乳化沥青稀浆封层的矿料级配

孔径(mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配范围	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

3) 添加剂

施工用的添加剂必须与室内试验时所用的添加剂为同一品牌和同一生产厂家,最好应用工业化生产的添加剂。

4) 配合比设计

在稀浆封层施工前,应进行稀浆封层混合料的配合比设计,内容包括:确定矿料配合比、用水量和最佳沥青用量,并确定稀浆混合料的初凝时间及开放交通时间,以指导稀浆封层的施工操作过程。混合料的质量应满足下表的技术要求。

表 4.9 稀浆封层混合料技术要求

项 目	单位	技术要求	试验方法
可拌和时间	s	> 120	手工拌和
稠 度	cm	2~3	T 0751
粘聚力试验 30min (初凝时间) 60min (开放交通时间)	N·m N·m	(仅适用于快开放交通的稀浆封层) ≥1.2 ≥2.0	T 0754
负荷轮碾压试验 (LWT) 粘附砂量	g/m ²	< 450	
湿轮磨耗试验的磨耗值 (WTAT) 浸水 1h	g/m ²	< 800	T 0752

4、石料技术要求

为保证沥青混凝土表面层的抗滑能力,选用坚硬耐磨的玄武岩作为表面层沥青混合料所用石料,选用石灰岩碎石作为中、下层沥青混凝土所用石料。所选用粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙、不含风化颗粒,质量应符合下表所示的技术要求:

表 4.10 石料技术要求

指 标	技术要求		试验方法
	上面层	中、下层	
集料压碎值 不大于 %	24	26	T0316
洛杉矶磨耗损失 不大于 %	26	28	T0317
表观相对密度 不小于 %	2.60	2.60	T0304
对沥青的粘附性 不小于 %	5 级	4 级	T0616
坚固性 不大于 %	12	12	T0314
细长扁平颗粒含量(混合料) 不大于 %	15	15	T0312

指 标	技术要求		试验方法
	上面层	中、下层	
其中粒径大于 9.5mm 不大于 %	12	12	
其中粒径小于 9.5mm 不大于 %	18	18	
水洗法<0.075mm 颗粒含量 不大于 %	1	1	T0310
软石含量 不大于 %	3	3	T0320
石料磨光值(面层石料) 不小于 BPN	42	-----	T0321
吸水率 不大于 %	2.0	3.0	T0304
石料的破碎面 不小于 %	一个面	90	T0346
	两个面	90	T0346

注: 1、其中磨光值对于底层可不作要求。

2、3~5mm 规格的集料的 0.075mm 的质量通过百分率不大于 3%。

面层用集料的级配组成应符合下表所列的技术要求:

表 4.11 沥青面层粗集料规格

规格名称	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)								
		31.5	26.5	19.0	16	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
S8'	15~25	100	90-100	-	-	0-15	0-5			
S9'	15~20		100	90-100	-	0-15	0-5			
S10	10~15			100	-	90-100	0-15	0-5		
S12	5~10				-	100	90-100	0-15	0-5	
S14	3~5				-		100	90-100	0-15	0-3

细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质,并有适当的颗粒级配,其质量应满足下表所列的技术要求:

表 4.12 细集料质量技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	—	≥2.50	T0328
坚固性 (>0.3mm 部分)	%	≤12	T0340
水洗法<0.075mm 颗粒含量	%	≤12	T0310
亚甲蓝值	g/kg	≤25	T0349
砂当量	%	≥65	T0334
棱角性 (流动时间)	S	≥30	T0345

细集料采用石灰岩轧制的机制砂,不采用石屑,应采用立式冲击破碎设备生产机制砂,同时必须安装有效除尘装置。规格应符合下列要求:

表 4.13 沥青混合料用机制砂规格

规格	公称粒径 (mm)	水洗法通过各筛孔的质量百分率 (%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S16	0~3		100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~12

填料必须采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料磨细的矿粉,填料中严禁掺加拌

和机除尘装置回收的粉尘,矿粉必须保持干燥,能从填料仓自由流出,其质量应符合下表的要求:

表 4.14 矿粉技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	t/m ³	≥2.50	T0352
含水量	%	≤ 1	T0103 烘干法
外观	—	无团粒结块	—
亲水系数	—	<1	T0353
塑性指数	—	<4	T0354
加热安定性	—	实测记录	T0355
粒度范围<0.6mm	%	100	T0351
<0.15mm	%	90~100	
<0.075mm	%	75~100	

5 沥青混合料配合比

本次设计沥青混合料的矿料级配要求如下:

表 4.15 沥青混合料的矿料级配

规格	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)												
	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
ATB-25	100	90-100	60-80	48-68	42-62	32-52	20-40	15-32	10-25	8-18	5-14	3-10	2-6
AC-20C		100	90-100	78-92	62-80	50-72	26-45	16-44	12-33	8-24	5-17	4-13	3-7
SMA-13				100	90-100	50-75	20-34	15-26	14-24	12-20	10-16	9-15	8-12

沥青稳定碎石 ATB-25、AC-20C 和 SMA-13 的性能要求如下表所示:

表 4.16 沥青混合料性能要求

技术指标	沥青砼 ATB-25	改性沥青 AC-20C	改性沥青 SMA-13	试验方法
马歇尔稳定度 (KN)	≥15.0	≥8.0	≥6	T0709-2000
流值 (mm)	实测	1.5~4	1.5~4	T0709-2000
空隙率 VV %	3.0~6.0	4.0~6.0	3~4.5	T0705-2000
矿料间隙率 VMA %	≥12.0	≥13.0	≥17.0	T0705-2000
沥青饱和度 VFA %	60~70	65~75	75-85	T0705-2000
粗集料骨架间隙率 VCA _{mix}	--	--	<VCADRC	T0705-2000
马歇尔残留稳定度 %	≥80	≥85	≥85	T0709-2000
冻融劈裂试验残留强度比 %	≥75	≥80	≥80	T0729-2000
60℃动稳定度 DS 次/mm	-----	≥3000	≥3500	T0719-2000
渗水系数 ml/min	≤120	≤120	≤80	T0730-2000
低温弯曲应变 -10℃ με	-----	≥2500	≥2500	T0715-2000
击实次数 次	两面各 112	两面各 75	两面各 75	T0702-2000

4.1.4 水泥稳定碎石基层、底基层

1) 集料技术指标要求

石料企业生产的集料应满足公称最大尺寸 26.5mm,最大尺寸为 31.5mm,集料规格必须满足规格 S8 (10~25mm)、S12 (5~10mm)、S14 (3~5mm)、S16 (0~3mm) 四档矿料级配要求,基层、底基层的粗集料的压碎值应不大于 26%,集料针片状 9.5mm 粒径以上含量不大于 18%,4.75~9.5mm 针片状含量不大于 20%,粗集料软石含量小于 5%,硫酸盐含量<0.25%。

表 4.17 水泥稳定碎石基层用集料规格技术要求

规格名称	公称最大粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)											
		31.5	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S8	10~25	100	90~100	—	0~15	—	0~5						
S12	5~10				100	90~100	0~15	0~5					
S14	3~5					100	90~100	0~15	—	0~3			
S16	0~3						100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15

2) 结合料技术指标要求

(1) 水泥结合料的选用应该选定水泥稳定碎石基层用水泥的生产厂家,施工单位不得自行扩大采用立窑或小厂生产的水泥。

(2) 水泥稳定碎石宜采用强度等级为 42.5 的水泥,初凝时间 3 小时以上,终凝时间 6 小时以上,体积安定性、细度必须满足《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG 3420—2020) 规范要求。不得使用快硬水泥、早强水泥以及已受潮变质的水泥。

表 4.18 水泥稳定集料材料的压实度及七天抗压强度

层位	稳定类别	压实度 (%)	抗压强度 (MPa)
基层	集料	≥98	3.5~4.5
底基层	集料	≥96	2.5~3.5

注:试件成型方法采用《公路沥青路面设计规范》JTG D50-2006 附录 A 中成型方法。

3) 集料级配要求

基层、底基层选用骨架密实型混合料,其集料的最大粒径不大于 31.5mm,施工中应检验是否发生离析,如果发生离析,级配曲线宜往中值偏上移动。施工过程中应重点控制 31.5mm、9.5mm、4.75mm 三个筛孔的通过率,保证级配为“S”型曲线,其通过率在设计级配要求的标准差值以内。集料级配范围应符合下表的要求:

表 4.19 骨架密实型水泥稳定集料级配

层位	通过下列方筛孔(mm)的质量百分率(%)						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
基层	100	68~86	38~58	22~36	16~28	8~15	0~3

4.1.5 垫层材料要求

1) 粗集料

单个集料最大粒径不超过 37.5mm, 压碎值小于 30%。集料的级配要求见下表。

表 4.20 水泥稳定碎石垫层集料级配范围

筛孔尺寸 (mm)	37.5	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
规范级配	100	90~100	67~90	45~68	29~50	18~38	8~22	0~7

2) 细集料

细集料选用石屑、粉煤灰或土。

3) 水泥

选用强度等级 32.5 的水泥, 初凝时间 4 小时以上, 终凝时间 6 小时以上, 体积安定性、细度必须满足《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG 3420—2020) 规范要求。

4) 水

凡饮用水均可用于施工。

4.1.6 土工格栅

本工程采用双向钢塑土工格栅, 设计抗拉强度 $\geq 50\text{kN/m}$, 破断延伸率 $\leq 3\%$, 节点联结强度 $\geq 300\text{N}$, 并用铁丝绑扎, U 形钉固定。土工格栅抽检率为 10000~20000 m^2 抽检一组。

4.2 施工注意事项

4.2.1 沥青混凝土面层施工

(1) 气候条件

1) 沥青混合料的摊铺应避免在雨季进行。当路面滞水或潮湿时, 应暂停施工。

2) 未经压实即遭雨淋的沥青混合料应全部清除, 更换新料。由此所发生的一切费用由承包人负担。

(2) 沥青混合料运输

1) 为保证摊铺机能以合适的速度进行均匀、连续地摊铺, 必须确保拌和站的拌和能力和沥青混合料运输车辆的运输能力与摊铺机的摊铺能力相配套, 沥青混合料运输车的运量应较拌和能

力和摊铺速度有所富余, 根据工程规模摊铺机前方应有 3~5 辆运料车等候卸料。

2) 运料车均要求采取保温措施, 保证能按要求的摊铺温度及压实温度进行施工。运料车必须有良好的篷布覆盖设施, 卸料过程中继续覆盖, 直到卸料结束取走篷布, 以资保温或避免污染环境。

3) 在沥青混合料的拌合、运输及摊铺过程中, 加强施工工艺管理, 尽量降低混合料的离析。拌和站向运料车卸料时, 汽车应前后移动三次装料, 以减少粗集料的离析现象。

4) 连续摊铺过程中, 运料车在摊铺机前 10~30cm 处停住, 不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空档, 靠摊铺机推动前进。

(3) 摊铺

1) 连续稳定地摊铺, 是提高路面平整度最主要措施。摊铺机的摊铺速度按 1~3m/min 予以调整选择, 做到缓慢、均匀、不间断地摊铺。

2) 用机械摊铺的混合料未压实前, 施工人员不得进入踩踏。

3) 摊铺机应调整到最佳工作状态, 调好螺旋布料器两端的自动料位器, 并使料门开度、链板送料器的速度和螺旋布料器的转速相匹配。螺旋布料器中的混合料以略高于螺旋布料器 2/3 为度, 使熨平板的挡板前混合料的高度在全宽范围内保持一致, 避免摊铺层出现离析现象。

4) 摊铺遇雨时, 立即停止施工, 并清除未压实成型的混合料。遭受雨淋的混合料应废弃, 不得卸入摊铺机摊铺。

(4) 碾压

沥青混合料的压实是保证沥青面层质量的重要环节, 应选择合理的压路机组合方式及碾压步骤。

1) 施工单位应做好施工的相关技术措施, 为了保证沥青混合料能够在有效压实时间内达到规定的密实度, 应配备足够的压实机具, 压实设备参照规范配置。建议压实度以路面空隙率(最大理论密度)及马歇尔压实度双指标作为控制标准。

压实工艺分为初压、复压和终压。初压静压一遍, 振动碾压 3 遍, 复压振动碾压 3 遍, 终压以静压方式碾压 1~2 遍以消除轮迹。由于各路段宽度不一致, 具体的设备需要根据实际情况进行调整;

2) 压路机应以缓慢而均匀的速度碾压, 为保证压实度和平整度, 初压应尽量在摊铺后较高温度下及时进行。

3) 为避免碾压时混合料推挤产生拥包, 碾压时应将驱动轮朝向摊铺机; 碾压路线及方向不

应突然改变；压路机启动、停止必须减速缓行，不准刹车制动。压路机折回不应处在同一横断面上。

4) 初压应紧跟摊铺机进行碾压，随摊铺机逐步推进。复压、终压应分清段落，设置明显标志，便于司机辨认。对松铺厚度、碾压顺序、压路机组合、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专岗管理和检查，使面层做到既不漏压也不超压。

5) 压实完成 12 小时后，方能允许施工车辆通行。

(5) 压实度检测

施工碾压完毕后进行压实度检测，采用钻芯取样或核子密度仪检测压实度。质量控制指标：上下面层路面现场空隙率均不大于 6%；马歇尔压实度不低于 98%。作为标准密度的马歇尔密度应与生产配合比设计时满足设计空隙率的结果一致。

(6) 掺加抗剥落剂的工艺要求

沥青脱桶后应先进入一个带搅拌的罐，经加入要求量的抗剥落剂并充分搅拌均匀后，方可用于混合料的拌和。

4.2.2 基层、底基层施工技术要求

1、基本要求

1) 承包商现场质量控制

充分发挥承包商技术人员在现场施工质量控制的作用，加强对现场施工技术人员的管理。质量管理检测项目、内容、方法见第四部分。

2) 监理人员现场质量控制

实行监理人员挂牌旁站制度；监理人员应对原材料质量、施工质量进行一定频率的现场抽检，并对承包商试验检测工作进行旁站，以确保试验检测结果的真实性。

3) 控制基层混合料施工质量稳定性，重点解决施工过程中出现的离析不均匀现象。如果离析，可通过级配调整或缩短摊铺宽度解决。

4) 碾压完成后立即进行自检，不合格应自行返工。

5) 建立施工质量奖惩制度，提高施工技术水平，杜绝质量事故发生。

2、水泥稳定碎石混合料施工质量控制要点问题

水泥剂量：施工中实际采用的水泥剂量宜在设计用量基础上增加 0.3%；

施工中水泥剂量宜控制在设计用量±0.5%；

1) 水泥剂量检验：

A. 水泥剂量的检验采用 EDTA 滴定试验快速确定；

B. 每批 EDTA 用完，重新配制后要重作标准曲线；

C. 施工检验条件和标准曲线条件相同（过 2.5mm 筛，同为干料或湿料）。

2) 施工含水量：大于最佳含水量 0.5%~1%左右；

3) 集料级配：取加水水泥以前的矿料混合料检验其级配，控制 0.075mm 的通过率为 3%以内。加水水泥以后的混合料级配，采用水洗法快速检验 31.5mm、9.5mm、4.75mm 三档料的通过率，尽量控制在设计级配附近，级配曲线精度要求为 31.5mm 为-2%，9.5mm 为±6%、4.75mm 为±5%内；

4) 采用 7d 无侧限抗压强度试验控制混合料的强度在要求范围内，不应过大或过小（过大指强度平均值大于 5MPa）。

3、水泥稳定碎石混合料养生要求

每一段碾压完成并经压实度检验合格，强度初步形成，即开始养生。

建议采用乳化沥青或洒水养生，乳化沥青养生前应用洒水车洒足水。养生期间严禁车辆通行，养生时间不少于 10 天。

对于基层，如用乳化沥青进行养生。乳化沥青的用量按 0.8~1.0kg/m² 选用，宜分两次喷洒。第一次喷洒沥青含量约 35%的慢裂乳化沥青，使其能稍透入基层表层，第二次喷洒浓度较大的乳化沥青，如不能避免施工车辆在养生层上通行，应在乳液分裂后撒布 3~8mm 的小碎石，做成下封层。

在无上述条件时，也可用洒水车经常洒水养生，洒水次数视气候而定，整个养生期间应始终保持稳定土层表面潮湿，应注意表层情况，必要时用两轮压路机压实。

基层的养生期不宜小于 7d，在养生期间未采用覆盖措施的水泥稳定土层上，除洒水车外，应封闭交通，养生期结束后应先清扫基层，并立即喷洒透层或粘层沥青。在清扫干净的基层上，也可先做下封层，以防止基层干缩开裂，同时保护基层免遭施工车辆破坏。宜在下封层铺设后的 10~30d 内开始铺筑沥青面层的下面层。

4.2.3 垫层施工技术要求

1、一般要求

1) 在路基完工并验收合格后立即进行垫层施工，以起到保护路基的作用。

2) 垫层采用厂拌法施工。

3) 设备要求

(1) 拌和设备: 稳定土集中厂拌设备的生产能力应不低于 500t/h, 各种材料的配给数量均由电脑控制, 自动计量。

(2) 摊铺设备: 选择质量可靠的摊铺机或平地机摊铺。

(3) 碾压设备: 应采用满足施工要求的振动压路机。

4) 施工含水量: 大于最佳含水量 0.5%~1%左右;

5) 混合料级配: 取加水泥以前的矿料混合料检验其级配, 加水泥以后的混合料级配, 快速检验 37.5mm、9.5mm、4.75mm 三档料的通过率, 尽量控制在设计级配附近, 级配曲线精度要求为 37.5mm 为-2%, 9.5mm 为±8%、4.75mm 为±7%内;

6) 7d 无侧限抗压强度试验控制混合料的强度在要求范围内, 不应过大或过小。

2、养生要求

1) 水泥稳定碎石每一段碾压完成并经压实度检验合格, 强度初步形成, 即开始养生。建议采用洒水养生。

2) 养生期间严禁车辆通行, 最少 10 天以上。

3、施工质量管理和检查验收

施工质量管理及检查验收按照《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1-2017 执行。

4.2.4 土工格栅施工技术要求

(1) 根据设计图清除地表杂草、农作物及有机质土壤, 并将路堤范围地表平整。

(2) 在进行路堤施工前准备足够的路堤填料。填方土料除满足《公路路基施工技术规范》外, 还满足《公路加筋土施工技术规范》的有关要求。

(3) 根据设计要求购置合格的土工格栅。土工格栅有专门的场所堆放。

(4) 当填料为土石混合填料时, 填料中石块的最大粒径不超过单层压实厚度的 1/3, 且石块均匀分散。

(5) 每一压实填土层厚度不超过土工格栅的铺设间距, 并满足本合同段填方路基有关质量规定。

(6) 铺设土工格栅时填方表面平整且施工排水流畅。

(7) 土工格栅按设计图要求的间距及铺设长度, 铺设于压实质量合格的路堤填土层表面。

(8) 土工格栅铺设无褶皱, 用人工拉紧, 并采用竹制插针等措施, 使其固定于填土层表面。

(9) 土工格栅材料摊铺后及时填筑填料, 间隔时间都在 24 小时内。

(10) 土工格栅材料之间的连接牢固且连接处的抗拉强度(垂直于路基轴线方向)不低于土工格栅极限抗拉强度的 80%。其连接一般采用尼龙绳或铁丝绑扎, 纵向连接(平行于路基轴线), 其绑扎节点间距不超过 30cm; 横向(垂直于路基轴线)边接, 其绑扎节点间距不超过 50cm。

(11) 每完成一填土层或铺设完一层土工格栅后, 均须进行相应的质量自检, 监理工程师进行了相应的质量抽检。

4.2.5 路基注浆施工技术要求

1、施工工艺流程

布孔→钻孔和注浆设备就位→浆液配制→注浆→封管(封口)。

2、施工操作要点

① 施工准备: 场地清理; 水、电及机具设备安装就位; 施工场地临时护栏及排水沟, 以保证有一个良好安全的施工环境。

② 布孔: 按规定的技术参数测量布孔, 并用石灰或油漆标注。

③ 钻孔: 在布好的孔位上钻孔至设计深度后缓慢拔出钻杆。

④ 安装注浆管: 每完成一个钻孔, 应立即将注浆管插入孔中, 应顺孔轻缓插入孔中, 避免扰动孔壁, 造成堵孔, 导致重新钻孔。

⑤ 封孔: 注浆管安装后, 要进行封孔处理, 以免注浆时浆液在压力作用在向上冒出。封孔深度为 1.0m, 安装注浆管时, 在距管口 1.0m 处用编织袋等材料缠绕成长约 11cm 的止浆塞或采用专用止浆塞, 然后由孔口向管口外侧注入拌制好的单液浆(也可用快硬水泥做封口浆液), 养护 48h 后即可注浆作业。

⑥ 配制浆液: 按照试验段确定的配合比拌制浆液, 搅拌时间 1.5~2.5min, 浆液搅拌均匀后, 通过过滤网进入储浆罐中。

⑦ 注浆: 各管路连接好后, 将吸浆管放入储蓄罐内, 开启注浆泵, 缓缓加大注浆压力。在注浆进浆过程中, 专人不断搅拌储蓄罐内的浆液, 密切注意注浆泵压力表, 进浆管及注浆孔周围的情况。出现堵浆情况, 应及时停止注浆, 清理疏通管道后再恢复注浆。注浆顺序为先周边后中间隔孔进行。

封管: 注浆结束后, 拆除注浆管接头, 迅速用准备好的木塞堵孔。施工作业时, 作业人员不得面对孔口, 以免浆液喷到脸部。

3、施工质量控制

① 施工单位选择有代表性的 1~2 处试验工点,编制试验实施计划,报监理工程师审批后实施。试验工作完成后,将成果资料汇总交由业主或监理工程师审批,其内容包括钻孔、浆液配合比、施工工艺、注浆压力、注浆量、质量检验标准等技术参数。施工单位依据现场实际情况和试验成果资料进行施工组织设计,并提交监理工程师审批后,方可进行正式施工。

② 应按照相关规范做好各种材料的各项质量指标的检测。

③ 施工中严格控制材料的称量误差,浆液的搅拌时间,注浆孔的孔位、孔深、注浆压力等。

4.2.6 排水沟渠施工技术要求

排水沟渠采用 C25 混凝土现场整体浇筑。

(1)排水沟施工流程

排水沟的施工工序为:测量放线→人工挖沟槽→基底处理浇筑→养护;

(2)排水沟施工应严格以下执行:

1) 严格按照设计图纸进行排水沟沟槽开挖,开挖出的沟槽,地基承载力不小于 150kPa,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,抛石压密,填砂砾石料等。排水设施位置原则按设计坐标定位,可根据实际地形调整。沟渠应跳槽开挖,每槽长度 $\leq 10\text{m}$ 。

2) 在经过裂缝的排水沟沟段的沟底必须进行特别的粘土回填碾压、压实度不低于 85%。

3) 开挖土方基坑必须留够稳定边坡,以防滑塌。对于被地下水泡软的松软土层,应尽量挖除。重要的大落差跌水、陡坡地基,还可用夯压加固处理。

4) 在排水沟沟两壁浇筑完成后一定要对两侧壁周围土体进行夯实,并且做适当的修边处理,沟两侧壁不得出现积水凹地。

5) 排水沟底板和侧壁浇筑应平整、平顺,厚度均匀、一致。

6) 坡体上的地表排水沟在与路面交叉处,在施工完排水沟主体工程后,应搭建过路盖板。在施工期间,为不影响行人通行,必须搭建临时通道。

7) 每隔 20m 设一道 2.0cm 宽的伸缩缝和沉降缝,内嵌沥青麻丝。

4.2.7 施工防排水

施工前期,应做好临时防排水措施,可与永久排水设施结合设置,防止路面来水影响路基稳定性。

4.2.8 环境保护

在公路工程施工中,应执行以下环境保护规定:

(1) 施工组织方案中应当包括防尘组织计划内容,按规程提出防治扬尘污染的具体防治目标和防治方法,并将防治尘污染的费用单列入项目报价中。签订的施工承包合同中应当明确承包单位防治扬尘污染的责任。未制定防尘组织计划的,不得批准其施工。

(2) 施工单位在工程施工中应严格遵守国家环境保护部门的有关规定,有责任采取有效措施以预防和消除因施工造成的环境污染,对工程范围以外的土地及植被应注意保护,并应保证业主避免因施工污染而承担的索赔或罚款。

(3) 施工现场生产、生活设施应符合环保要求,并接受当地政府及有关部门的监督。

(4) 施工单位应在施工期间加强环保意识、保持工地清洁、控制扬尘、杜绝漏洒材料,应使施工场地砂石化或保持经常洒水,使得施工场地旁的农田作物绿叶无扬尘污染。路面必须保持整洁,在整个路面内无积水、杂物、污物和大面积可见浮尘。

(5) 路面清扫后的垃圾不得随意倾倒,应当运至指定地点或垃圾处理场。

(6) 施工现场堆放易产生扬尘污染物料时,应当分类集中堆放,堆放高度应当在 0.7 米以下,其周围应当设置封闭围挡,并用彩条布或其它遮挡材料进行覆盖。在公路路面上堆放散体材料时,应当采取铺设彩条布等隔离措施,禁止将散体材料直接堆放在路面上。

(7) 施工单位应通过有效的技术手段和管理措施将施工噪声控制到最低程度。当施工工地距居民住宅区距离小于 150 米,施工单位不得在夜间安排噪声很大(55dB 以上)的机械施工。

(8) 施工单位应及时处理施工及生活中产生的废弃物,运至监理工程师及当地环保部门同意的指定地点弃置,应注意避免阻塞河流和污染水源。如无法及时处理或运走,则必须设法防止散失。

(9) 施工单位应将施工及生活中产生的污水或废水,集中处理,经检验符合《污水综合排放标准》(GB8978-1996)规定,才能排放到河流或沟溪中。施工单位不得将含有污染物质或可见悬浮物质的水,排入河流、水域、或灌溉系统中。施工排水不得增加河流或水域中的悬浮物,或造成河流冲刷、水质污染。

(10) 施工单位在施工过程中,由于扬尘、排污、噪声、材料漏失等对周围居民和环境造成的损失应承担全部经济及社会责任。

4.2.9 施工交通组织方案应遵循的原则

该整治工程为运营道路养护工程,交通组织应遵循以下原则:

(1) 安全原则

施工期间可采取占用应急车道和外侧行车道进行施工,施工单位必须采取可靠措施保障运营车辆的行驶安全,同时也必须保障施工车辆及人员的安全。施工过程中应按交管部门要求在公路沿线摆放交通标志、标牌以及指示灯具等,并安排专人 24 小时对施工交通安全设施进行看护和维修,对过往车辆进行安全疏导,保障车辆顺利通过施工影响区域。具体设置应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959—2019 以及《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015 相关规定执行。

(2) 保障施工进度原则

本项目在原有运营公路的基础上进行的,其施工必将带来原有公路的运营损失,同时对公路通行能力有一定的影响,长期施工对周边社会环境的影响更不容忽视。因此,必须确保施工进度、尽量缩短工期是非常必要的。

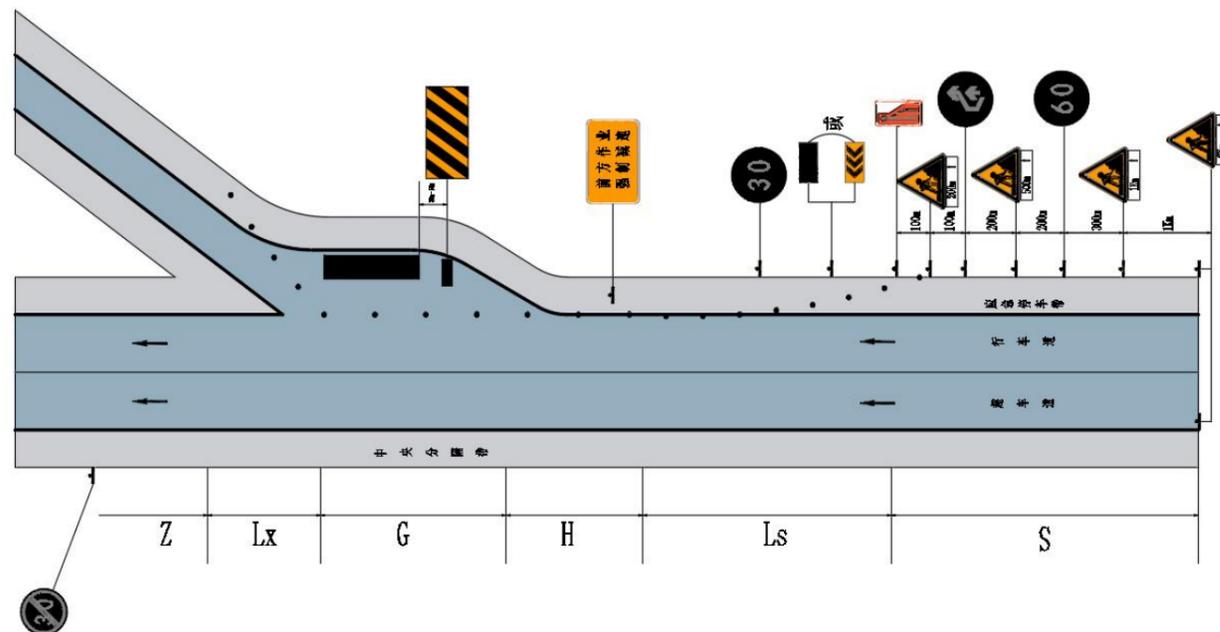


图 4.1 高速公路出口减速车道施工

4.2.10 巡视、监测与检查

施工过程和施工结束后,宜委托有资质的第三方单位进行巡视或监测并编制巡视或监测方案,经设计、地勘、业主等共同认可后实施。

(1) 施工及使用过程中均应作路基变形观测记录,水准基点设置应以保证其稳定可靠为原则,其位置宜靠近观测对象。路基位移观测,应在路基范围内各设置不少于 3 个观测点的观测网,用经纬仪,水准仪,地表位移伸长计等观测位移量,移动速度和方向,测点间距不宜大于 10m;

在出水点应测地下水、渗水与降雨的关系,必须确保泄水系统的畅通。

(2) 现场应根据监测的变形量设定预警值和报警值,其应符合相关规范要求。

(3) 监测年限:治理期间按 1~2 天观测一次,或根据路基的变形等情况确定。暴雨期间应加密监测次数;施工期间发现异常现象,必须及时通知相关单位处理,并做好回填准备;在竣工后的观测时间不应少于三年,建成后第一年可一月观测一次,第二年以后如果路基稳定、无异常现象时可将监测间隔适当延长,但不宜长于一年;使用期间发现异常现象,则必须日夜连续观测,并通知相关单位。

(4) 在竣工后管养单位应加强处治区域日常检查以及维护工作,发现问题及时解决。

4.2.11 其他注意事项

(1) 施工过程中应做好对于邻近区域结构物、设施、管线等的保护,在桥梁、隧道、房屋、管线等附近施工时,应提前调查相关设施的结构形式、分布范围、基础埋深等基本信息并做好相应保护措施,不得因施工影响相关结构物、设施、管线等的安全。

(2) 在施工前应做好临时排水设施,如边坡坡顶和坡脚设截、排水沟,及时排走地表水。

(3) 尽量避开雨季、降雨天气施工。

(4) 施工过程中采用“动态设计,信息法施工”。施工中发现路基病害位置、高度参数和与现场不一致的以现场为准,如果出入较大,以及地质情况与现场不一致时,应及时通知设计人员进行现场处理。

(5) 施工前应做好施工组织设计,并建立应急、预警机制,过程中应注意安全,以及建立完善的施工安全制度,尤其是在进行路基土体清方时,应有可靠的安全防护措施,避免由于施工对车辆或工人造成的危害。

(6) 各种建筑材料必须通过质检方可进场。

(7) 其他未尽事宜应严格按照现行国家和地方有关规范和标准执行,施工中如出现有关问题请及时与建设方、勘察人员、设计人员联系,共同协商处理。

(8) 施工中发现工程数量与设计不相符时,应据实计量,并获得各方认可。

(9) 未尽事宜,应严格按照《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610-2019)、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T 0219-2006)及现行国家和地方有关规范和标准执行。

5、工程量计算与计量

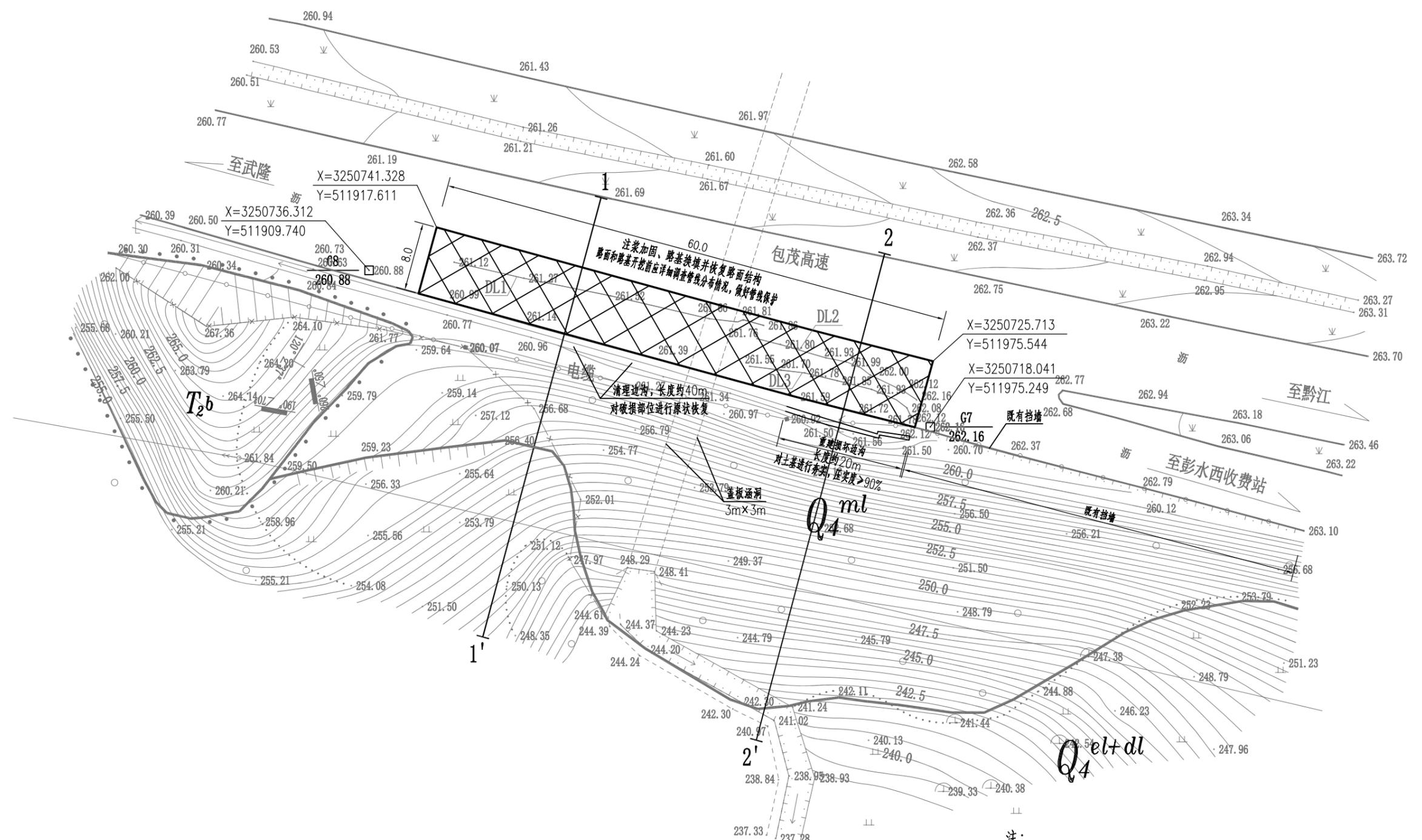
该项目的处治系按照现场病害情况绘制施工图,并计算出的工程量,施工单位施工前应结合

现场病害情况对图纸及工程量进行复核,现场如遇与设计不符情况,请及时通知各方商讨后方可进行后续工作。当工程量与施工实际不符时,应按现场业主、监理确认实际发生的工作量收方计量。

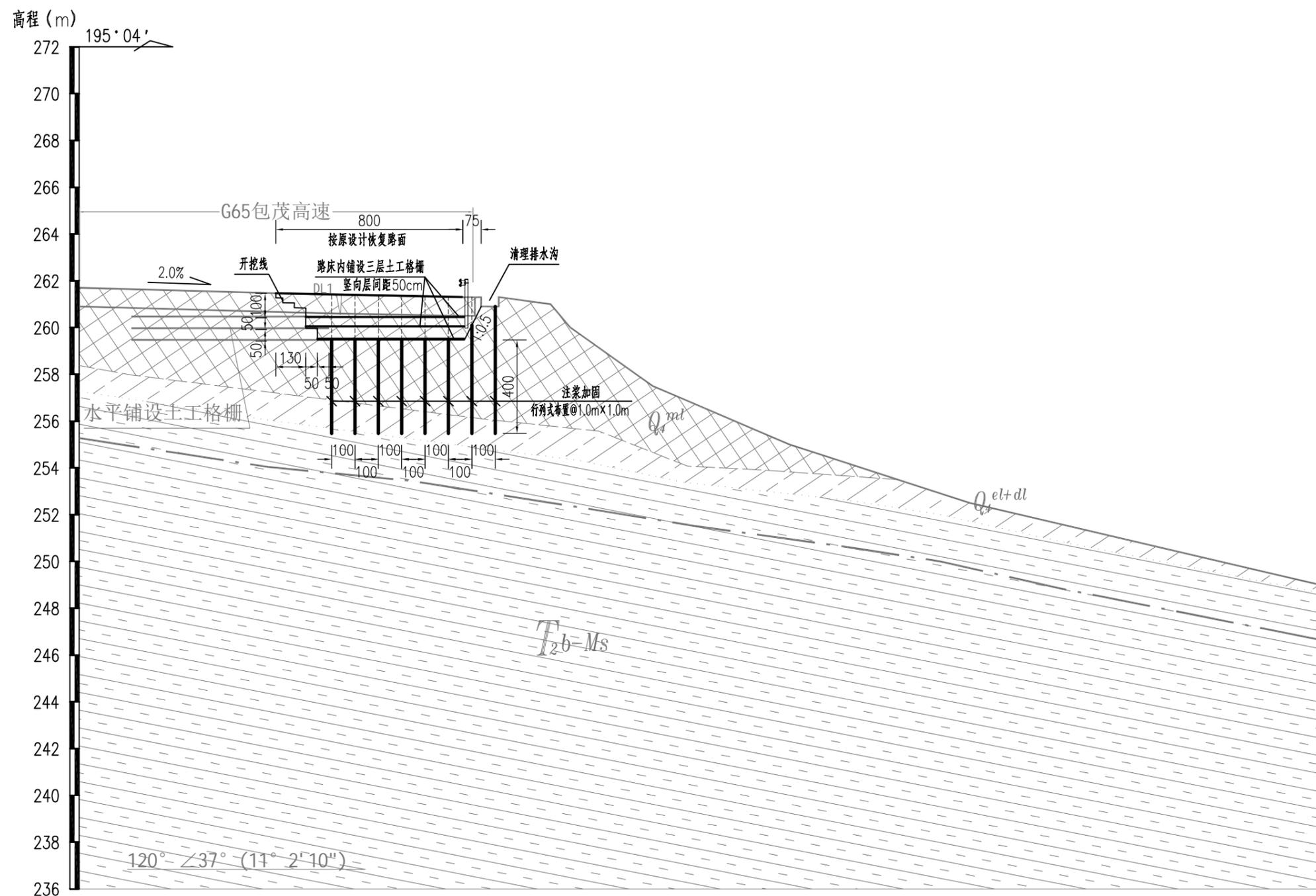
处理措施	工程量名称	细目/级别	单位	彭水西收费站下道口路面开裂
	反光路标	白色单面突起	个	8
	弹性立柱	拆除并原样恢复	根	24

表 5.1 工程量表

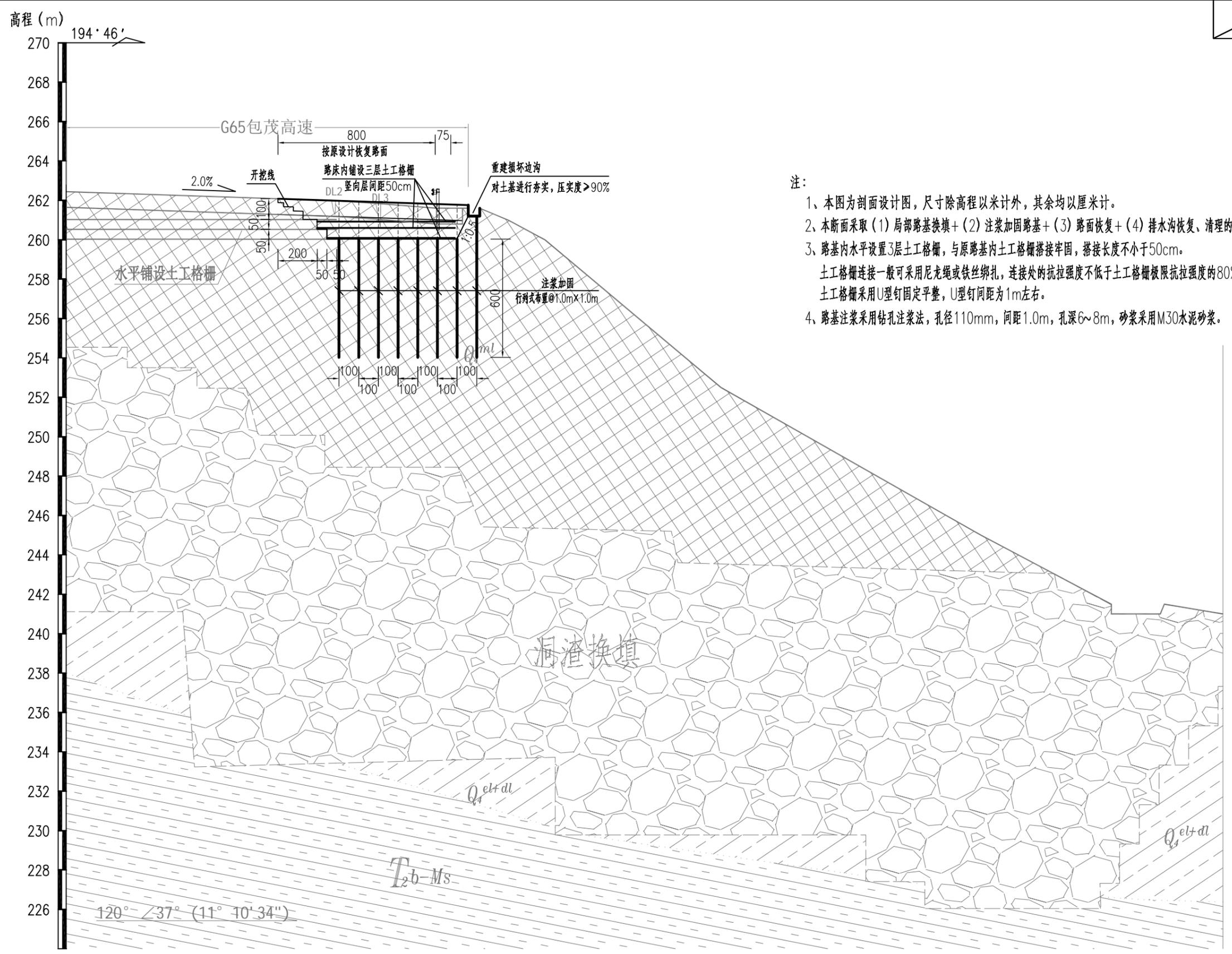
处理措施	工程量名称	细目/级别	单位	彭水西收费站下道口路面开裂
土石方	边沟清理	/	m ³	4.8
新建排水沟	挖方	土方	m ³	5.0
		石方	m ³	/
	混凝土	C25	m ³	16.0
	拆除结构物	浆砌片石	m ³	16.0
	土基夯实	压实度≥90%	m ²	60.0
路面边部处理	防渗土工布	/	m ²	57
	渗水土工布	/	m ²	57
	碎石填料	/	m ³	7.2
	培土	/	m ³	9.6
	φ4 排水塑料管	/	m	36.0
	植草	撒播狗牙根	m ²	45
路基注浆加固	钻孔	直径 110mm	m	3440
	注浆	M30 水泥砂浆	m ³	98.1
路基加筋	土工格栅	双向钢塑	m ²	1353
	U 型钉固定	HPB300 钢筋	kg	584
波形护栏	临时拆除护栏	GR-A-4E	m	60
	波形护栏安装		m	60
路面工程	挖除沥青面层	4cm+6cm+10cm	m ²	480
	挖除水泥稳定碎石基层、底基层、垫层	20cm+20cm+20cm	m ²	561
	挖除土基	厚度 120cm	m ²	450
	碎石换填路床	厚度 120cm	m ²	450
	重铺水泥稳定碎石基层、底基层、垫层	20cm+20cm+20cm	m ²	561
	4cm 厚沥青马蹄脂碎石	SMA-13	m ²	480
	6cm 中粒式沥青混凝土	SBS AC-20C	m ²	480
	10cm 沥青稳定碎石	ATB-25	m ²	480
	稀浆封层	/	m ²	480
	乳化沥青粘层	/	m ²	960
标线、轮廓标	行车道边缘标线	/	m ²	36.0
	减速震动标线	/	m ²	16.2



- 注：
- 1、本图尺寸除注明外，其余尺寸均以m计；
 - 2、图中高程单位为m，本图采用国家2000大地坐标，1985国家高程系，等高距为0.5米。
 - 3、本工程采取（1）局部路基换填+（2）注浆加固路基+（3）路面恢复+（4）排水沟恢复、清理的处治措施；
 - 4、拐点平面坐标参见平面图标注，工程结构构造详见剖面图及大样图；
 - 5、现场如遇与设计不符情况，请通知各方商讨后方可进行后续工作；
 - 6、最终工程量以实际施工工程量为准；
 - 7、该处路基附近存在通信线缆等管线设施，施工单位应编制安全可靠的施工方案，施工中应做好保护措施，防止施工中路面、道路附属设施或管线遭到破坏，保障施工作业人员及临近居民的生命财产安全；
 - 8、其它未尽事宜按相关图纸、施工技术规范办理。



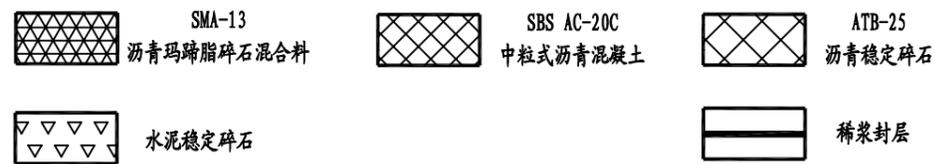
- 注：
- 1、本图为剖面设计图，尺寸除高程以米计外，其余均以厘米计。
 - 2、本断面采取（1）局部路基换填+（2）注浆加固路基+（3）路面恢复+（4）排水沟恢复、清理的处治方式。
土工格栅连接一般采用尼龙绳或铁丝绑扎，连接处的抗拉强度不低于土工格栅极限抗拉强度的80%。
土工格栅采用U型钉固定平整，U型钉间距为1m左右。
 - 3、路基内水平设置3层土工格栅，与原路基内土工格栅搭接牢固，搭接长度不小于50cm。
 - 4、路基注浆采用钻孔注浆法，孔径110mm，间距1.0m，孔深6~8m，砂浆采用M30水泥砂浆。



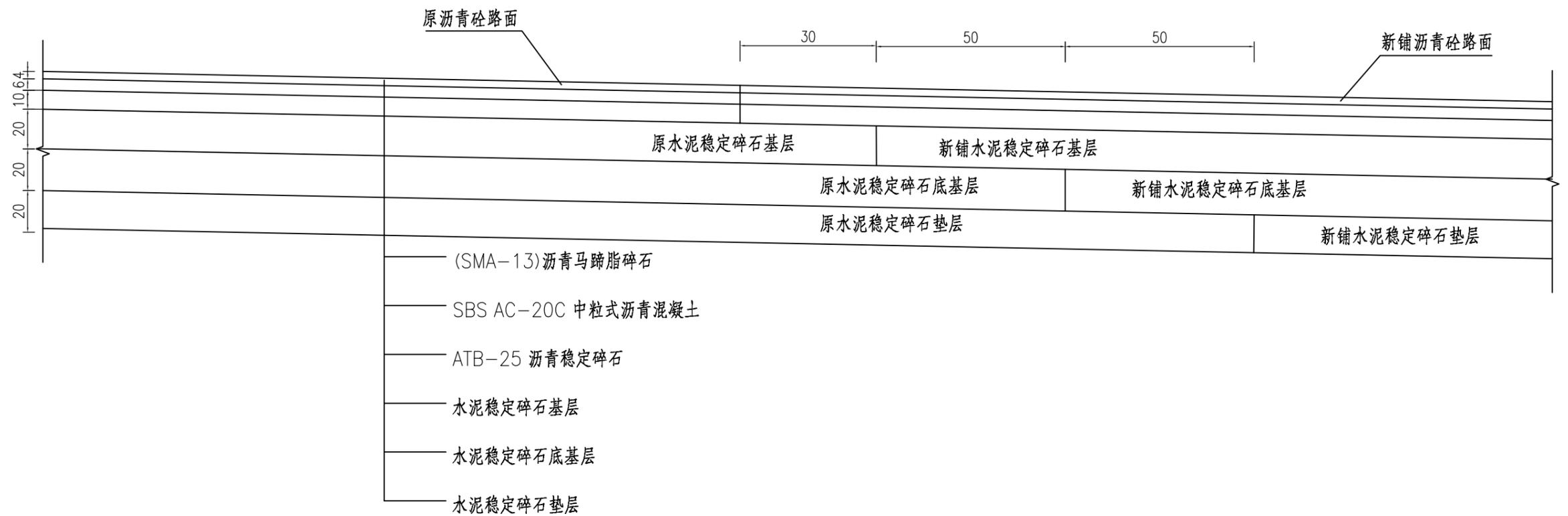
- 注：
- 1、本图为剖面设计图，尺寸除高程以米计外，其余均以厘米计。
 - 2、本断面采取(1)局部路基换填+(2)注浆加固路基+(3)路面恢复+(4)排水沟恢复、清理的处治方式。
 - 3、路基内水平设置3层土工格栅，与原路基内土工格栅搭接牢固，搭接长度不小于50cm。
土工格栅连接一般采用尼龙绳或铁丝绑扎，连接处的抗拉强度不低于土工格栅极限抗拉强度的80%。
土工格栅采用U型钉固定平整，U型钉间距为1m左右。
 - 4、路基注浆采用钻孔注浆法，孔径110mm，间距1.0m，孔深6~8m，砂浆采用M30水泥砂浆。

填挖情况	符合规定填挖
路面类型	沥青玛蹄脂碎石路面
弯沉值或弯拉强度	弯沉值20.5 (1/100mm)
路基土组	强风化、弱风化砂岩和泥岩开挖的碎石土
路基干湿类型	中湿、干燥
适用路段	主线行车道及硬路肩
路面结构	代号 L-1

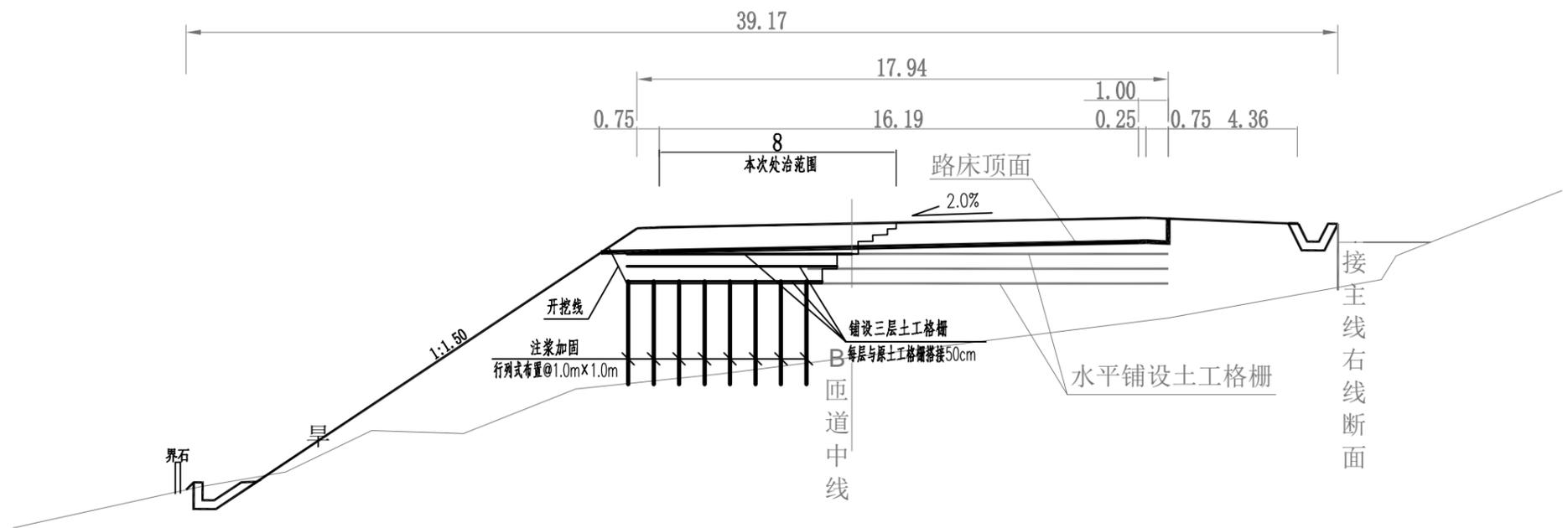
图 例



注：
1、本图尺寸以厘米计。



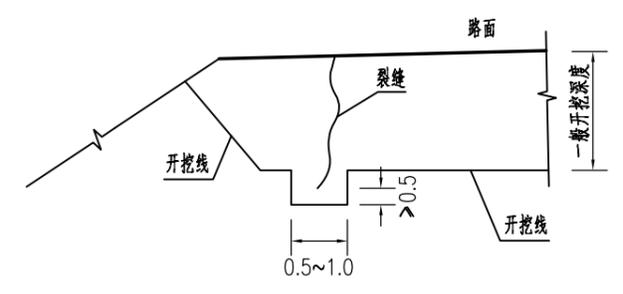
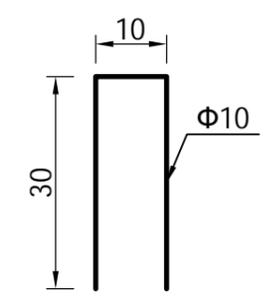
注：
1、本图尺寸以厘米计。



填料最小强度及路基压实度要求

路面底面 以下深度 (cm)	填料最小强度 (CBR%)	填料最大粒径 (cm)	固体体积率 (%)	压实度(重型) (%)
0~30	8	10	>85	>96
大于30	5	10	>85	>96

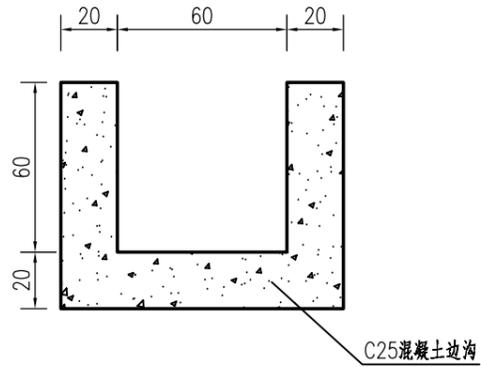
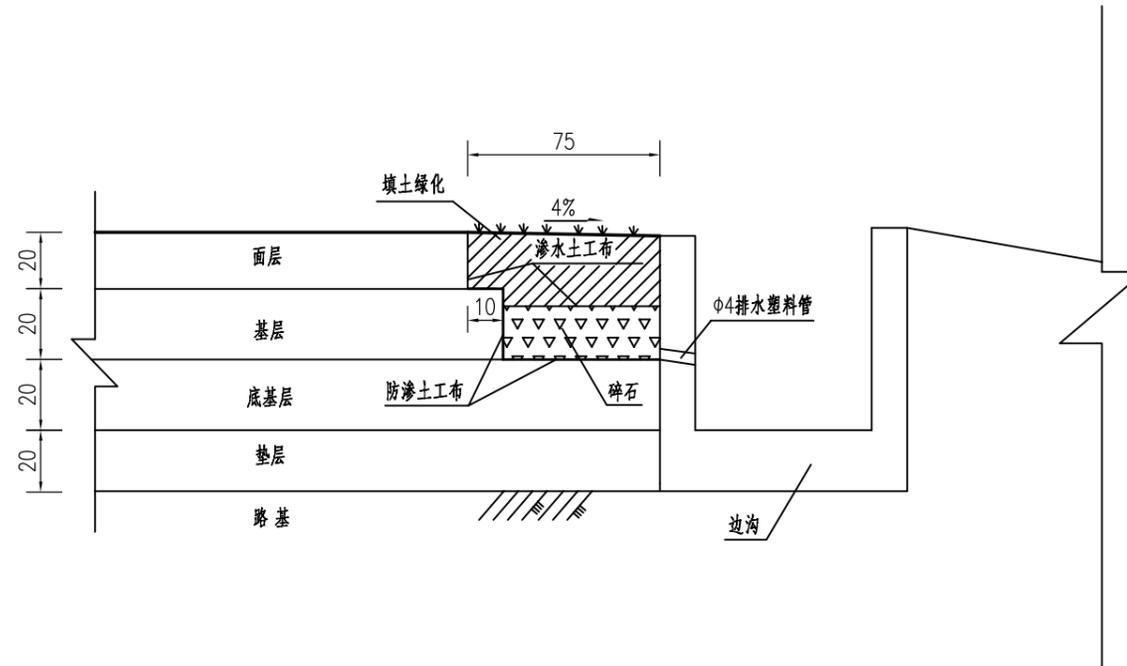
土工格栅锚定钢筋大样



裂缝处局部开挖示意图

注：
1、本图尺寸以米计。

路面端部构造图



边沟大样图

路面边部工程数量表

工程项目	单位	数量
防渗土工布	m ² /m	0.95
渗水土工布(碎石顶部)	m ² /m	0.95
碎石填料	m ³ /m	0.12
培土(石渣)	m ³ /m	0.16
φ4排水塑料管	m / m	0.6
植草(撒播狗牙根)	m ² /m	0.75

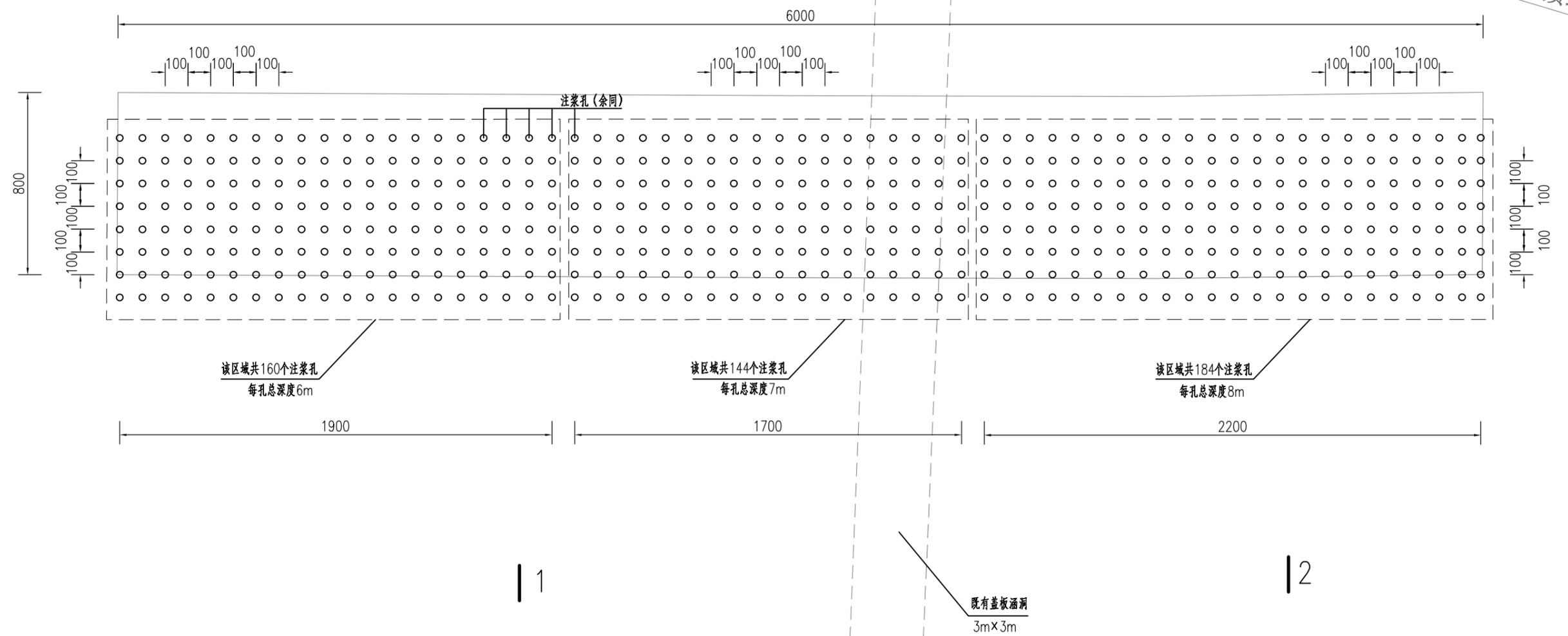
注：
1、本图为主线路面边部排水设计图，图中尺寸均以厘米计。



至武隆

至黔江

至彭水西收费站



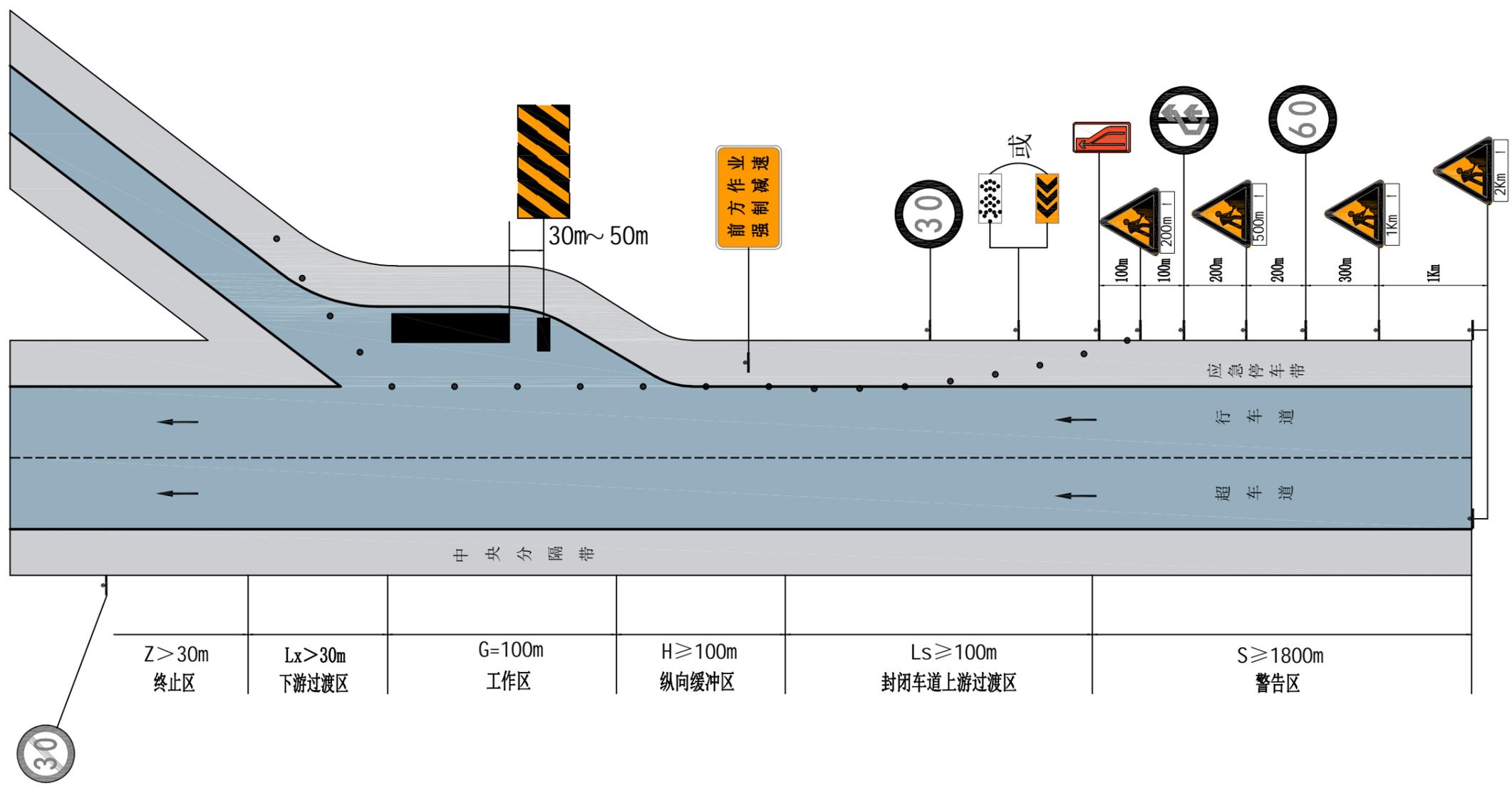
该区域共160个注浆孔
每孔总深度6m

该区域共144个注浆孔
每孔总深度7m

该区域共184个注浆孔
每孔总深度8m

既有盖板涵洞
3m×3m

- 注：
- 1、本图为注浆孔布置图，尺寸除注明外均以厘米计。
 - 2、本工程施工前应详细调查现场管线铺设情况并做好相关保护措施，注浆孔应避免开管线位置，施工过程中不得对附近管线造成不利影响。
 - 3、路基注浆采用钻孔注浆法，孔径110mm，间距1.0m，孔深6~8m，砂浆采用M30水泥砂浆。注浆顺序为先周边后中间，隔孔进行。
 - 4、水泥：水=1:1，采用纯水泥砂浆。
 - 5、灌浆完毕后，孔口用水泥浆作浓浆封口。
 - 6、在既有盖板涵洞上方附近钻孔注浆时，应注意核实涵洞顶板与路面的高差，避免钻孔对盖板或侧墙造成不良影响。



$Z > 30m$ 终止区	$Lx > 30m$ 下游过渡区	$G = 100m$ 工作区	$H \geq 100m$ 纵向缓冲区	$Ls \geq 100m$ 封闭车道上游过渡区	$S \geq 1800m$ 警告区
------------------	---------------------	-------------------	------------------------	-----------------------------	-----------------------

- 注：
- 1、本图为平面示意图，图中●为锥形筒示意；
 - 2、当工作区位于下坡路段时，纵向缓冲区最小长度应当延长；
 - 3、施工期，须按照《公路养护安全作业规程》JTGH30-2015及相关规范、标准，根据工点现场情况编制施工组织方案和交通组织方案，确保高速公路交通安全和施工作业人员及设施设备安全。
 - 4、未尽事宜应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959-2019以及《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015相关规定执行。

封闭外侧车道工程数量表

编号	设备名称	设施图案	规格、尺寸	数量	备注
1	施工距离标志		高×宽: 160×480	4	
2	限速标志		直径120cm	2	
3	限速标志		直径100cm	2	
4	解除限速标志		直径80cm	1	
5	施工标志		边长130m	2	
6	长度辅助标志		高×宽: 60×120	1	
7	长度辅助标志		高×宽: 60×120	1	
8	车道数减少标志		高×宽: 200×120	1	
9	导向标志		高×宽: 140×190	1	
10	附设警示灯的路栏		高×宽: 100×180	1	
11	警示频闪灯		黄色、蓝色相间闪光 可视距离>150m	1	
12	锥形筒		高: 50~90cm	80	

注:

- 1、标志、标牌等版式、规格应按照交管部门要求制作和安设,本表仅做示意和参考,工程量以现场实际收方为准。
- 2、施工期,须按照《公路养护安全作业规程》JTGH30-2015及相关规范、标准,根据工点现场情况编制施工组织方案和交通组织方案,确保高速公路交通安全和施工作业人员及设施设备安全。
- 3、未尽事宜应严格按照《营运高速公路施工管理规范》DB 50/T 959-2019以及《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015相关规定执行。



附件一 设计评审会议纪要及评审意见执行情况

1、评审会议纪要

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司文件

渝高速东南纪要〔2023〕28号

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司
关于 2023 年边坡处治工程施工图和
预算文件审查会的纪要

2022 年 3 月 24 日，重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司在集团 1611 会议室组织召开了 2023 年边坡处治工程施工图和预算文件审查会。参加会议的有重庆高速公路路网管理有限公司、中铁长江交通设计集团有限公司（以下简称“设计单位”）相关人员及特邀专家。与会人员认真审阅了上述文件，听取了相关汇报，经充分讨论，形成一致意见，现纪要如下：

一、原则同意设计单位提交的 2023 年边坡处治工程设计内容，经修改完善后可用于指导工程施工。

— 1 —

二、设计单位应根据以下意见对设计进行修改完善

1. 应进一步补充完善设计依据，核实规范引用的正确性、时效性。
2. 合理优化黔江基地边坡结构尺寸、检测指标、绿化方案。
3. 应进一步细化 K1918+150~306、K1922+316~440 两处边坡病害处治措施。如：主动柔性防护网的防护能力及补强措施。
4. 进一步分析彭水西收费站下道口路基病害处治方案、防护能力，提高处治效果。
5. 进一步核实工程量、材料运距、施工工艺，合理套用定额，并严格按照养护工程编制办法计取相关费用。

三、设计单位应根据专家意见逐一修改完善施工图及预算文件，并尽快将修改后的设计文件提交至东南公司，以确保病害处治工程顺利开展。

参会人员：特邀专家林新、李红卫、童欣，重庆高速公路路网管理有限公司赵鸿瑞，重庆高速公路集团东南营运分公司陈柚州、秦文、尹正贵、唐露，中铁长江交通设计集团有限公司刘丹、周云

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司行政管理部 2023 年 3 月 29 印发

— 2 —

2、评审意见执行情况

①应进一步补充完善设计依据，核实规范引用的正确性、时效性。

执行情况：已补充完善处治设计依据，已核实规范引用的正确性、时效性，详见设计说明。

②合理优化黔江基地边坡结构尺寸、检测指标、绿化方案。

执行情况：已调整黔江基地边坡框架梁结构尺寸，核实了检测指标，绿化方案采用格子梁花槽内种植灌木绿化。

③应进一步细化 K1918+150~306、K1922+316~440 两处边坡病害处治措施。如：主动柔性防护网的防护能力及补强措施。

执行情况：已细化、调整 K1918+150~306、K1922+316~440 两处边坡处治措施，根据坡面岩体破碎情况调整了锚杆长度，补充了防护网防护能级。

④进一步分析彭水西收费站下道口路基病害处治方案、防护能力，提高处治效果。

执行情况：根据现状路面病害情况，仅路基外侧路面出现开裂，部分排水边沟开裂变形，坡面和坡脚未见明显变形迹象。因此，针对现状病害主要采取注浆加固+路面恢复+截排水设施恢复的措施。为提高处治效果，根据病害情况和填方高度调整了注浆深度、注浆孔间距等设计参数。

⑤进一步核实工程量、材料运距、施工工艺，合理套用定额，并严格按照养护工程编制办法计取相关费用。

执行情况：根据修改后的设计图相应调整了工程量、材料运距及施工工艺。根据实际情况套用了定额，并严格按照养护工程编制办法计取相关费用。