

重庆高速公路股份有限公司
G42 梁万段 K1532+300 左幅及 K1541+000 右幅护面墙
预防性加固工程

施 工 图 设 计

中交基础设施养护集团有限公司
CCCC INFRASTRUCTURE MAINTENANCE GROUP Co., Ltd
二 〇 二 三 年 四 月 · 北 京

重庆高速公路股份有限公司

G42 梁万段 K1532+300 左幅及 K1541+000 右幅护面墙

预防性加固工程

施 工 图 设 计

项目负责人	杨浩	主管项目总工	刘中铭	总工程师	李议伟
部门负责人	王学博	主管副总经理	李议伟	总 经 理	张春雨
证书编号	工程设计：甲级 A111007685				
	工程勘察：甲级 B111007685				
编制单位	中交基础设施养护集团有限公司				
编制日期	二 〇 二 三 年 四 月				

目 录

G42梁万段K1532+300左幅及K1541+000右幅护面墙预防性加固工程

第 1 页 共 1 页

[illegible][illegible]

G42 梁万段 K1532+300 左幅及 K1541+000 右幅护面墙预防性加固工程

施工图设计说明

一、项目背景

G42 梁万段边坡形成时间约为 2005 年，距今已 17 年，坡体上植被发育一般。现状护面墙的泄水孔部分缺失、部分堵塞，雨水及地下水无法及时排出，在长期的雨水软化及日常风化作用下，护面墙后岩石风化加剧，墙后岩土物理力学性能降低；同时，墙后岩土饱水后增大了对护面墙的土压力，因护面墙主要功能为减缓墙后岩体风化速度，其挡土能力很弱，且现状护面墙坡度较陡，进而引起护面墙局部外倾、鼓胀、开裂甚至局部条石曾经有脱落墙体的情况，现场调查的部分照片如下图所示。



图 1 护面墙伸缩缝处鼓胀、错台



图 2 护面墙开裂



图 3 护面墙开裂

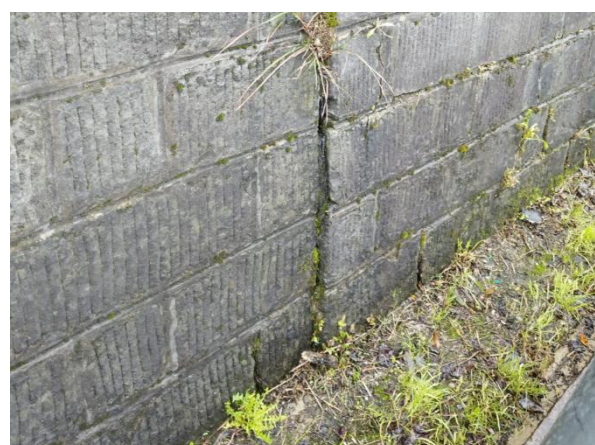


图 4 护面墙鼓胀



图 5 护面墙鼓胀



图 6 护面墙开裂



图 7 护面墙轻微外倾

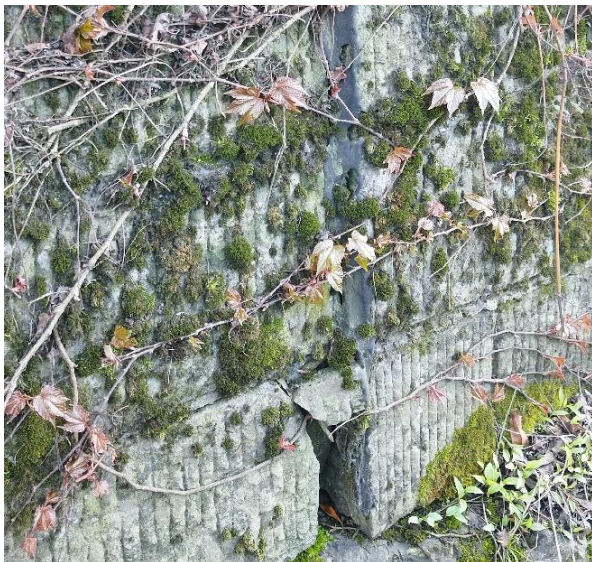


图 8 伸缩缝损坏

因此，受业主委托，我司对梁万段部分较高的护面墙进行现场调查，对护面墙的相关情况进行了简要说明，并与业主单位共同协商确定以下护面墙的轻重缓急程度，详见下表，最终确定首先对 K1532+300（出城方向·左幅）处护面墙和 K1541+000（进城方向·右幅）部分护面墙进行预防性加固。

桩号	方向	评估长度/m	边坡高度/m	护面墙高度/m	道路平面线型	角度（°）	坡面级数	坡面防护	概况	病害描述	技术状况分值	处治紧迫程度
K1532+300	出城	200	30	10	弯道	78	3	护面墙+抗滑桩+锚索框架	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成三级坡面，坡面较陡近直立，后部较平缓，高速公路在该段以挖方的形式通过。边坡体岩性以泥岩、砂岩为主，岩层产状顺倾。	坡面轻微风化；挡墙局部外鼓、竖向开裂；变形缝轻微错台	59.93	非常紧急
K1541+000	进城	180	38	9.6	直道	76.5	4	护面墙+护面墙+护面墙+护面墙	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成四级坡面，坡度40°左右，边坡体岩性以砂岩、泥岩为主，岩体节理裂隙较为发育。	坡脚路面多处开裂；挡墙竖向开裂；排水沟局部破损	44.55	非常紧急
K1536+450	出城	120	28	10	弯道	80	3	护面墙+抗滑桩+人字形骨架	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成三级坡面，坡度较陡，高速公路在该段以挖方的形式通过。边坡体岩性以泥岩为主，岩层产状为顺倾。	抗滑桩轻微开裂，沉降、落石，排水沟堵塞	54.81	紧急

桩号	方向	评估长度/m	边坡高度/m	护面墙高度/m	道路平面线型	角度（°）	坡面级数	坡面防护	概况	病害描述	技术状况分值	处治紧迫程度
K1499+500	进城	145	40	9	弯道	65	4	护面墙+框架防护+框架防护	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成四级坡面，坡面坡度近 60°，高速公路在该段以挖方的形式通过。边坡体岩性以泥岩、砂岩为主，岩体节理裂隙较为发育。	坡面局部松散、脱落，锚喷多处渗水；坡脚路面坑槽。	47.35	紧急
K1520+700	出城	77	40	10	弯道	70	4	护面墙+锚喷+锚喷+锚喷	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成四级坡面，坡度约 55°，边坡体岩性以砂岩、泥岩为主，岩体节理裂隙较为发育。	挡墙顶部地梁缺失；隔离栅破损	45.51	紧急
K1501+800	进城	212	32	11	弯道	75	4	护面墙+锚喷+锚喷+锚喷	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成四级坡面，坡度较陡，高速公路在该段以挖方的形式通过。边坡体岩性为砂岩夹泥岩互层，岩体节理裂隙较为发育。	挡墙轻微风化	35.55	较紧急

桩号	方向	评估长度/m	边坡高度/m	护面墙高度/m	道路平面线型	角度（°）	坡面级数	坡面防护	概况	病害描述	技术状况分值	处治紧迫程度
K1538+262	出城	36	26	10	弯道	67	3	护面墙+抗滑桩+锚索框架	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成三级坡面，坡度较陡，边坡体岩性为砂岩、泥岩，岩层顺倾，岩体节理裂隙较为发育，区域内未发现大的断裂通过。	坡面局部松散、脱落；挡墙轻微风化，	44.03	较紧急
K1552+800	进城	172	23	10	弯道	78	2	护面墙+挂网植草	该边坡为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成两级坡面，坡面坡度近40°，高速公路在该段以挖方的形式通过。边坡体岩性以泥岩、砂岩为主，岩层产状反倾。	存在排水沟缺损、堵塞等现象	33.53	较紧急
K1542+700	进城	220	20	10	弯道	78	3	护面墙+喷锚、局部挂网+锚喷防护	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成三级坡面，坡度较陡，边坡体岩性为砂岩、泥岩，岩体节理裂隙较为发育。	坡脚路面多处开裂；坡面锚喷局部破损	38.2	较紧急

桩号	方向	评估长度/m	边坡高度/m	护面墙高度/m	道路平面线型	角度（°）	坡面级数	坡面防护	概况	病害描述	技术状况分值	处治紧迫程度
K1548+400	进城	100	20	10	弯道	78	2	护面墙+植草	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成两级坡面，坡度较陡，边坡体岩性为砂岩、泥岩，岩层顺倾，岩体节理裂隙较为发育。	坡面轻微滑坡；挡墙轻微风化	43.52	较紧急
K1548+200	进城	180	20	10	直道	77	2	护面墙+植草	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成两级坡面，坡度较陡，坡体植被较发育。边坡体岩性为砂岩、泥岩，岩层顺倾，岩体节理裂隙较为发育。	坡面轻微滑坡；挡墙轻微风化	43.52	较紧急
K1543+600	出城	560	25	3	弯道	77	4	护面墙+护面墙+护面墙+护面墙	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成四级坡面，坡度约40°，坡体植被较发育。边坡体岩性为砂岩夹泥岩互层，岩体节理裂隙较为发育。	坡面多处小面积浅层溜踏	39.87	较紧急

桩号	方向	评估长度/m	边坡高度/m	护面墙高度/m	道路平面线型	角度（°）	坡面级数	坡面防护	概况	病害描述	技术状况分值	处治紧迫程度
K1510+400	出城	80	26	10	弯道	67	3	护面墙+无防护+无防护	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成三级坡面，坡度较陡，坡体植被较发育。边坡体岩性为砂岩、泥岩，岩体节理裂隙较为发育。	坡面局部松散、脱落，；挡墙轻微风化，	38	较紧急
K1521+200	进城	200	14	9.5	弯道	77	3	护面墙+植草	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成两级坡面，坡度较陡，边坡体岩性为砂岩、泥岩，岩体节理裂隙较为发育。	挡墙轻微风化；排水孔轻微渗水，排水沟部分缺损	35.45	较紧急
K1546+300	进城	108	22	10	弯道	78	3	护面墙+挂网植草+挂网植草	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成三级坡面，坡度较陡，边坡体岩性以砂岩、泥岩为主，岩体节理裂隙较为发育。	存在坡面2处破损开裂；挡墙局部破损	32.75	较紧急

桩号	方向	评估长度/m	边坡高度/m	护面墙高度/m	道路平面线型	角度（°）	坡面级数	坡面防护	概况	病害描述	技术状况分值	处治紧迫程度
K1552+300	进城	72	18	10	弯道	78	2	护面墙+挂网植草	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成两级坡面坡体植被较发育，高速公路在该段以挖方的形式通过。边坡体岩性为砂岩、泥岩。岩体节理裂隙较为发育。	坡面局部松散、脱落，；挡墙轻微风化，	25.03	较紧急
K1535+800	出城	168	42	12	弯道	55	4	抗滑桩、护面墙+护面墙+锚索地梁+锚索地梁	该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成四级坡面，坡度约50°，坡体植被较发育，高速公路在该段以挖方的形式通过。边坡体岩性为砂岩、泥岩，层面顺倾，岩体节理裂隙较为发育。	挡墙轻微渗水	45.41	较紧急

二、 工程概况

本项目为护面墙的预防性加固工程，本次设计包含 K1532+300（出城方向•左幅）处护面墙和 K1541+000（进城方向•右幅）部分护面墙，经现场调查及业主提供的资料，两处护面墙的相关概况如下。

K1532+300（出城方向•左幅）护面墙位于重庆 G42 沪蓉高速公路，该处边坡坡长

约 320.0m，坡高约 30.0m，未设检修道，设有排水沟、截水沟，边坡支护方式为护面墙+抗滑桩（现场调查为局部）+锚索框架（现场调查为局部）。该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成三级坡面，坡面较陡近直立，后部较平缓，坡体植被较发育，高速公路在该段以挖方的形式通过。边坡体岩性以泥岩、砂岩为主，岩层产状顺倾。岩体节理裂隙较为发育，区域内未发现大的断裂通过，根据本次调查，坡体内地表水发育一般，未见地下水发育出露。经现场调查，该处一级护面墙的坡比为 1:0.25（参数为预估，以实际情况为准），护面墙的主要高度为 9~10m（参数为预估，以实际情况为准）。



图 9 K1532+300（出城方向·左幅）护面墙区位图



图 10 K1532+300（出城方向·左幅）护面墙现场照

K1541+000（进城方向·右幅）护面墙位于重庆 G42 沪蓉高速公路，该处边坡坡长

250.0m，坡高约 38.0m，未设检修道，设有排水沟、截水沟，边坡支护方式为护面墙（现场调查，局部已采用锚杆框架加固）+护面墙+护面墙+护面墙。该边坡所处为构造剥蚀中低山地貌，边坡开挖形成四级坡面，坡体植被较发育。边坡体岩性以砂岩、泥岩为主，岩体节理裂隙较为发育，区域内未发现大的断裂通过，根据本次调查，坡体内地表水发育一般，未见地下水发育出露。

经现场调查，该处一级护面墙的坡比为 1:0.25（参数为预估，以实际情况为准），护面墙的主要高度约为 9~10m（参数为预估，以实际情况为准）；二级、三级护面墙的坡比约为 1:0.25~1:0.5（参数为预估，以实际情况为准），护面墙的主要高度约为 8~10m（参数为预估，以实际情况为准）；



图 11 K1541+000（进城方向·右幅）护面墙区位图



图 12 K1541+000（进城方向·右幅）护面墙现场照

以上两处护面墙距离重庆主城区平均约 215km，距离重庆市梁平城区平均约 25km，距离重庆市万州城区平均约 95km。

三、设计采用规范及参考资料

- 1) 《重庆公路边坡养护技术指南》（CQJTG/T D03-2018）
- 2) 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）
- 3) 《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》（GB 50843-2013）
- 4) 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；
- 5) 《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）2015 版；
- 6) 《地质灾害防治工程设计规范》（DB50/T-029-2019）；
- 7) 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB 50086-2015）；
- 8) 《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）
- 9) 《重庆市营运高速公路施工管理规范》（DB 50/T 959-2019）
- 10) 《道路交通标志和标线第 4 部分：作业区》（GB 5768.4—2017）

本工程中如有上述标准未涉及到的项目，以该项目现行国家标准及行业标准为依据进行施工。

四、设计原则

经过前期与业主沟通确定以下原则：本次设计仅对护面墙进行预防性加固，不对护面墙上方的各种病害进行处治；因缺少地质勘察基础资料，本次设计计算不考虑护面墙承受整个坡体对其产生的岩土压力，仅考虑护面墙后 1m 范围内风化岩土体对其本身稳定性（抗倾覆、抗滑移）的影响并进行加固至符合规范要求的抗倾覆和抗滑移稳定系数，不对整个坡体进行加固；同时因缺少地形测绘及护面墙相关尺寸参数等基础资料，现场施工时可根据实际情况调整加固措施作用的范围，但应获得参建各方的认可才能施工。

五、主要处治设计内容

针对 K1532+300（出城方向·左幅）处护面墙的加固措施：

一级护面墙采用锚杆框架加固，加固长度约为 160m（加固范围详见图 13、图 14 所示），因缺少地形地貌等测量资料，加固长度和范围现场可根据实际情况进行调整，

但应获得业主代表及监理工程师的认可；同时按照 2.00(水平)×2.0m(垂直)的间距对护面墙泄水孔进行复核，若缺少泄水孔则进行补充钻孔，埋 PVC50mm 排水管，长度超过墙身约 0.2m，外裹 2 层反滤防老化土工纱网，外倾坡度不小于 5%，同时对原有泄水孔进行清掏疏通，保证排水通畅。



图 13 K1532+300（出城方向·左幅）护面墙加固范围示意图 1



图 14 K1532+300（出城方向·左幅）护面墙加固范围示意图 2

针对 K1541+000（进城方向·右幅）处护面墙的加固措施：

一级护面墙、二级护面墙、三级护面墙采用锚杆框架加固，其中一级护面墙加固长

度约为 110m，二级护面墙的加固长度约为 140m（长度 1=90m，长度 2=50m），三级护面墙的加固长度约为 80m（长度 1=60m，长度 2=20m），加固范围详见图 15、图 16 所示，因缺少地形地貌等测量资料，加固长度和范围现场可根据实际情况进行调整，但应获得业主代表及监理工程师的认可；同时按照 2.00(水平)×2.0m(垂直)的间距对护面墙泄水孔进行复核，若缺少泄水孔则进行补充钻孔，埋 PVC50mm 排水管，长度超过墙身约 0.2m，外裹 2 层反滤防老化土工纱网，外倾坡度不小于 5%，同时对原有泄水孔进行清掏疏通，保证排水通畅。



图 15 K1541+000（进城方向·右幅）护面墙加固范围示意图 1

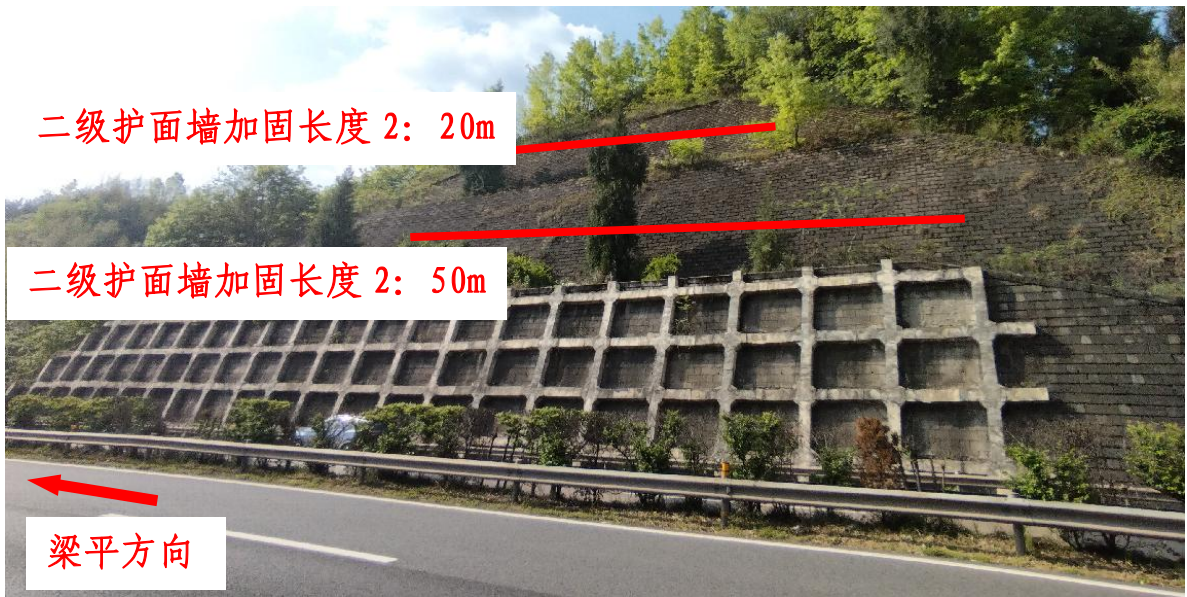


图 16 K1541+000（进城方向·右幅）护面墙加固范围示意图 2

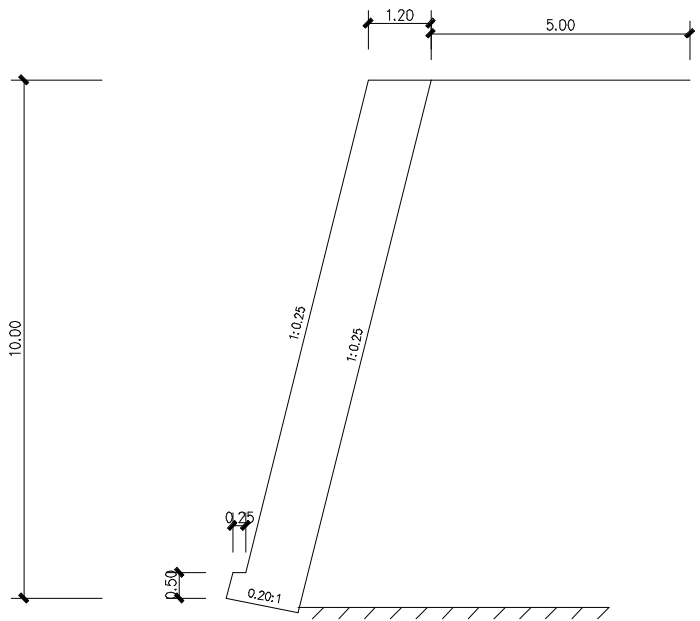
六、典型护面墙计算说明

因缺少地质勘察基础资料及护面墙相关尺寸参数，根据业主和专家要求以及现场调查情况，作如下假定：本次设计计算不考虑护面墙承受整个坡体对其产生的岩土压力，仅考虑护面墙后 1m 范围内风化岩土体对其本身稳定性（抗倾覆、抗滑移）的影响并对其进行加固至符合规范要求的抗倾覆和抗滑移稳定系数，不对整个坡体进行加固，墙后 1m 范围内坡比按照平坡考虑；计算书中所取用的相关岩土地质参数、护面墙相关参数均为经验值，施工时应应对相关参数进行复核，若不符，应及时联系设计单位，对设计方案进行调整。

本工程永久边坡，结构安全等级为一级，挡墙抗滑移稳定系数 >1.3 ，挡墙抗倾覆稳定系数 >1.5 。

6.1 现状护面墙的稳定性分析计算

原始条件：



墙身尺寸：

墙身高：10.000(m)

墙顶宽：1.200(m)

面坡倾斜坡度：1:0.250

背坡倾斜坡度：1:-0.250

采用 1 个扩展墙趾台阶：

墙趾台阶 b1：0.250(m)

墙趾台阶 h1：0.500(m)

墙趾台阶与墙面坡坡度相同

墙底倾斜坡率：0.200:1

物理参数：

圬工砌体容重：23.000(kN/m3)

圬工之间摩擦系数：0.400

地基土摩擦系数：0.500

墙身砌体容许压应力：1700.000(kPa)

墙身砌体容许弯曲拉应力：110.000(kPa)

墙身砌体容许剪应力：80.000(kPa)

材料抗压强度设计值：2.370(MPa)

系数 α s: 0.0020

场地环境：一般地区

墙后填土内摩擦角：32.000(度)

墙后填土粘聚力：0.000(kPa)

墙后填土容重：24.500(kN/m3)

墙背与墙后填土摩擦角：15.000(度)

地基土容重：20.000(kN/m3)

修正后地基承载力特征值：300.000(kPa)

地基承载力特征值提高系数：

墙趾值提高系数：1.000

墙踵值提高系数：1.000

平均值提高系数：1.000

墙底摩擦系数：0.400

地基土类型：岩石地基

地基土内摩擦角：42.000(度)

土压力计算方法：库仑

坡线土柱：

坡面线段数：1

折线序号	水平投影长(m)	竖向投影长(m)	换算土柱数
1	5.000	0.000	0

坡面起始距离：0.000(m)

地面横坡角度：0.000(度)

填土对横坡面的摩擦角：20.000(度)

墙顶标高：0.000(m)

挡墙分段长度：10.000(m)

荷载组合信息：

结构重要性系数：1.100

荷载组合数：1

组合系数：1.000

1. 挡土墙结构重力 分项系数 = 0.900 ✓
2. 墙顶上的有效永久荷载 分项系数 = 1.000 ✓
3. 墙顶与第二破裂面间有效荷载 分项系数 = 1.000 ✓
4. 填土侧压力 分项系数 = 1.200 ✓
5. 车辆荷载引起的土侧压力 分项系数 = 1.200 ✓

[土压力计算] 计算高度为 10.276(m)处的库仑主动土压力

无荷载时的破裂角 = 37.707(度)

按实际墙背计算得到：

第 1 破裂角： 37.707(度)

Ea=248.699(kN) Ex=248.664(kN) Ey=4.183(kN) 作用点高度 Zy=3.425(m)

墙身截面积 = 12.325(m2) 重量 = 283.480 (kN)

(一) 滑动稳定性验算

基底摩擦系数 = 0.400

采用倾斜基底增强抗滑动稳定性, 计算过程如下:

基底倾斜角度 = 11.310 (度)

Wn = 277.975(kN) En = 52.869(kN) Wt = 55.595(kN) Et = 243.014(kN)

滑移力= 243.014 - 55.595= 187.419(kN)

抗滑力= (277.975 + 52.869 + 0.000)*0.400= 132.338(kN)

滑移验算不满足: Kc = 0.706 <= 1.300

地基土层水平向:

滑移力= 248.664= 248.664(kN)

抗滑力= (287.664 + 3.814)*0.500= 145.739(kN)

地基土层水平向: 滑移验算不满足: Kc2 = 0.586 <= 1.300

(二) 倾覆稳定性验算

相对于墙趾点, 墙身重力的力臂 Zw = 2.062 (m)

相对于墙趾点, Ey 的力臂 Zx = 2.237 (m)

相对于墙趾点, Ex 的力臂 Zy = 3.149 (m)

验算挡土墙绕墙趾的倾覆稳定性

倾覆力矩= 783.093(kN-m) 抗倾覆力矩= 593.844(kN-m)

倾覆验算不满足: K0 = 0.758 <= 1.500

经以上计算知, 现状挡墙的抗滑移及抗倾覆系数均不满足规范要求, 且处于是欠稳定状态!

6.2 现状护面墙加固设计计算

根据以上计算结果, 拟采取在现状护面墙墙面设置锚杆格梁对护面墙进行加固, 提高护面墙抗滑移和抗倾覆能力, 使其不影响安全使用且仍能满足规范要求。加固计算如

下:

将锚杆的锚固力当成外荷载, 抗滑动安全系数计算公式如下:

$$K_c = \frac{(\sum F_i \sin \beta + G_n + E_{an})\mu}{E_{at} - G_t - \sum F_i \cos \beta}$$

挡土墙按预应力锚杆格梁设计加固后, 计算参数: 挡土墙高 10.0m, 基底摩擦系数 0.400, 采用倾斜基底增强抗滑动稳定性, 基底倾斜角度约为 11°, 锚杆采用螺纹钢筋锚杆, 为全粘结型锚杆, 锚杆拉力为 100kN, 方向 25° 斜向下, 锚杆行列式布置, 间距 @2.50(水平)×2.50m(垂直), 根据布置方案每延米提供的锚索轴向拉力为 160KN, 分解到水平方向增加的抗滑力为 160*cos25° =145KN, 沿墙底增加的抗滑力为 160*sin14° *cos11° *0.4=37.9KN。锚杆加固后增加提供的抗倾覆力矩为: 160/4*cos25° *(1.5+4+6.5+9.0)=761.3(kN·m)

加固后的抗滑移安全稳定系数调整为:

Kc' =(132.338+145+37.9)/ 187.419=1.68>1.3

地基土层水平向:

Kc2' = (145.739+145+37.9) /248.664=1.32>1.3

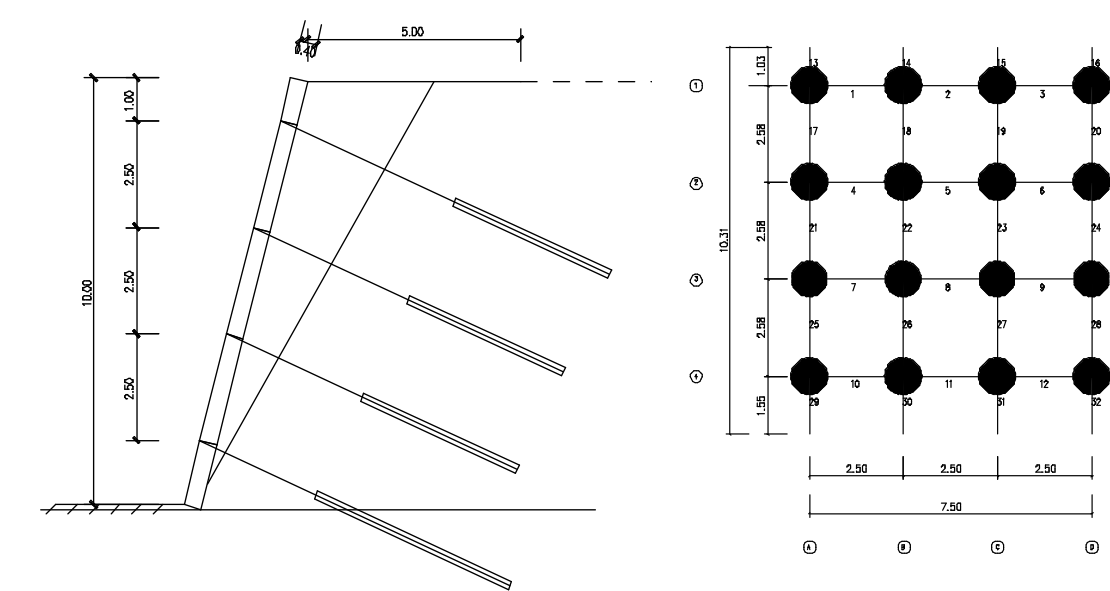
加固后的抗倾覆安全稳定系数调整为:

Kc3' =(593.844+761.3)/783.093=1.73>1.5

综上, 加固后护面墙的抗滑移和抗倾覆均满足规范要求, 达到想要的处治效果。

详细计算设计如下:

[简图]



[已知条件]

1. 基本信息

边坡类型	岩质边坡	边坡等级	一级
二阶直坡	否		

墙高(m)	10.000	梁容重(kN/m³)	25.00		
坡度(1: m)	0.250	梁砼等级	C30		
竖梁道数	4	梁纵筋级别	HRB400		
└间距(m)	2.500	梁箍筋级别	HRB400		
└截面宽(m)	0.300	梁钢筋直径(mm)	22		
└截面高(m)	0.400	梁 as(mm)	50		
平梁道数	4	梁抗扭计算ζ值	1.200		
└截面宽	0.30	支座约束	弹性		

(m)	0				
└截面高	0.40				
(m)	0				
└左悬长度	0.00				
(m)	0				
└右悬长度	0.00				
(m)	0				

2. 锚杆(索)

平梁号	竖向间距(m)	有锚杆	锚杆类型	入射角(°)	自由段长度(m)	锚固段长度(m)	锚固体直径(mm)	锚杆预加力(kN)	锚杆刚度(MN/m)	筋浆强度fb(kPa)
1	1.000	✓	锚杆	25.00	4.50	4.00	90	0.000	8.94	2400.00
2	2.500	✓	锚杆	25.00	4.00	4.00	90	0.000	15.71	2400.00
3	2.500	✓	锚杆	25.00	3.50	4.00	90	0.000	35.19	2400.00
4	2.500	✓	锚杆	25.00	3.00	5.00	90	0.000	67.86	2400.00

3. 岩土信息

背侧坡线数	1	面侧坡线数	---
-------	---	-------	-----

背侧坡线序号	水平投影长(m)	竖向投影长(m)	坡线长(m)	坡线仰角(度)	荷载数
1	5.000	0.000	5.000	0.000	0

面侧坡线序号	水平投影长(m)	竖向投影长(m)	坡线长(m)	坡线仰角(度)
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---

岩层重度(kN/m³)	24.500	岩层粘聚力(kPa)	700.000	地面下地层数	1
-------------	--------	------------	---------	--------	---

岩层内摩擦角(度)	39.000	岩层与结构摩擦角(度)	0.000		
岩层摩阻力frbk(kPa)	270.000	KH	0.500		
计算方法	---	η	0.300		
M, C, K	---	f _{rk} (MPa)	10.000		

墙背存在外倾结构面	✓		
起点低于墙顶距离(m)	9.500	倾角(度)	60.500
粘聚力(kPa)	20.000	内摩擦角(度)	13.000
考虑张拉裂隙	×		

地面下 地层序号	地层厚 (m)	重度 (kN/m3)	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	摩阻力 frbk (kPa)	浮重度 (kN/m3)
1	5.000	24.500	700.000	42.000	270.000	---

4. 荷载信息

场地环境	一般地区	岩石压力计算方法	主动
		主动岩土压力增大系数	1.000
		增大系数	1.150
		岩土压力分布	三角形

荷载组合数	2
-------	---

序号	组合名称
1	组合 1
2	组合 2

(1) 组合 1

序号	荷载名称	荷载类型	是否参与	分项系数
----	------	------	------	------

1	挡墙结构自重	永久荷载	✓	1.000
2	墙背侧岩土侧压力	永久荷载	✓	1.000
3	墙背侧地表荷载引起岩土侧压力	可变荷载	✓	1.000

(2) 组合 2

序号	荷载名称	荷载类型	是否参与	分项系数
1	挡墙结构自重	永久荷载	✓	1.000
2	墙背侧岩土侧压力	永久荷载	✓	1.000
3	墙背侧地表荷载引起岩土侧压力	可变荷载	✓	1.000

[计算内容]

- (1) 墙身力系计算
- (2) 格构梁内力及位移计算
- (3) 格构梁配筋及裂缝计算
- (4) 锚杆（索）设计计算

[计算结果]

一、【组合 1】

(一) 岩土压力计算

(1) 合力

存在外倾结构面且不含张拉裂隙时按《边坡规范》公式(6.3.1)计算主动岩石压力：

Ea=107.813(kN) Ex=104.594(kN) Ey=-26.148(kN) 作用点高度 Zy=3.667(m)

(2) 分布

岩土压力分布见左侧结果图。

(二) 格构梁内力计算

弯矩(kN.m):						
背侧最大值: 26.100						
背侧最大值所在位置: 梁 30(左) 梁 31(左)						
面侧最大值: -14.768						
面侧最大值所在位置: 梁 10(中) 梁 12(中)						
剪力(kN):						
最大值: 39.349						
最大值所在位置: 梁 30(左) 梁 31(左)						
扭矩(kN.m):						
最大值: 1.812						
最大值所在位置: 梁 17(左) 梁 17(中) 梁 17(右) 梁 20(左) 梁 20(中) 梁 20(右)						

位移(mm):						
最大值: 2.699						
最大值所在位置: 梁 2(中) 梁 4(中) 梁 4(右) 梁 5(左) 梁 5(中) 梁 5(右) 梁 6(左) 梁 6(中) 梁 7(中) 梁 7(右) 梁 8(左) 梁 8(中) 梁 8(右) 梁 9(左) 梁 9(中) 梁 10(右) 梁 11(左) 梁 11(中) 梁 11(右) 梁 12(左) 梁 18(中) 梁 18(右) 梁 19(中) 梁 19(右) 梁 22(左) 梁 22(中) 梁 22(右) 梁 23(左) 梁 23(中) 梁 23(右) 梁 26(左) 梁 26(中) 梁 26(右) 梁 27(左) 梁 27(中) 梁 27(右) 梁 30(左) 梁 30(中) 梁 30(右) 梁 31(左) 梁 31(中) 梁 31(右)						

锚杆(索)轴向拉力标准值:			
道 数	拉力标准值(kN)	距梁顶垂直距离(m)	
1	14.517	1.000	
2	39.720	2.500	
3	83.631	2.500	
4	133.227	2.500	

注:

背侧--为挡土侧; 面侧--为非挡土侧

弯矩: 面侧受拉为负, 背侧受拉为正

剪力: 对水平梁, 从下向上看, 顺时针为正; 逆时针为负

对竖向梁, 从左向右看, 顺时针为正; 逆时针为负

扭矩: 矢量方向同坐标负向为正, 反之为负

位移: 向面侧为正, 向背侧为负

支座反力: 与锚杆受拉力方向一致为正, 反之为负

二、【组合 2】

(一) 岩土压力计算

- (1) 合力
- 存在外倾结构面且不含张拉裂隙时按《边坡规范》公式(6.3.1)计算主动岩石压力:
- Ea=107.813(kN) Ex=104.594(kN) Ey=-26.148(kN) 作用点高度 Zy=3.667(m)
- (2) 分布
- 岩土压力分布见左侧结果图。

(二) 格构梁内力计算

弯矩(kN.m):						
背侧最大值: 26.100						
背侧最大值所在位置: 梁 30(左) 梁 31(左)						
面侧最大值: -14.768						
面侧最大值所在位置: 梁 10(中) 梁 12(中)						
剪力(kN):						
最大值: 39.349						
最大值所在位置: 梁 30(左) 梁 31(左)						
扭矩(kN.m):						
最大值: 1.812						
最大值所在位置: 梁 17(左) 梁 17(中) 梁 17(右) 梁 20(左) 梁 20(中) 梁 20(右)						

位移(mm):

最大值：2.699						
最大值所在位置：						
	梁 2(中)	梁 4(中)	梁 4(右)	梁 5(左)	梁 5(中)	
梁 5(右)	梁 6(左)	梁 6(中)	梁 7(中)	梁 7(右)	梁 8(左)	梁 8(中)
梁 8(右)	梁 9(左)	梁 9(中)	梁 10(右)	梁 11(左)	梁 11(中)	梁 11(右)
梁 12(左)	梁 18(中)	梁 18(右)	梁 19(中)	梁 19(右)	梁 22(左)	梁
22(中)	梁 22(右)	梁 23(左)	梁 23(中)	梁 23(右)	梁 26(左)	梁 26(中)
梁 26(右)	梁 27(左)	梁 27(中)	梁 27(右)	梁 30(左)	梁 30(中)	梁
30(右)	梁 31(左)	梁 31(中)	梁 31(右)			

锚杆(索)轴向拉力标准值：

道 数	拉力标准值(kN)	距梁顶垂直距离(m)
1	14.517	1.000
2	39.720	2.500
3	83.631	2.500
4	133.227	2.500

注：

背侧--为挡土侧；面侧--为非挡土侧

弯矩：面侧受拉为负，背侧受拉为正

剪力：对水平梁，从下向上看，顺时针为正；逆时针为负
对竖向梁，从左向右看，顺时针为正；逆时针为负

扭矩：矢量方向同坐标负向为正，反之为负

位移：向面侧为正，向背侧为负

支座反力：与锚杆受拉力方向一致为正，反之为负

三、【格构梁配筋包络结果】

梁号 1：	跨长:2.500(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
	左	中	右
面侧纵筋：	240	240	240
背侧纵筋：	240	240	240
箍筋：	286	286	286

梁号 2：	跨长:2.500(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
	左	中	右

面侧纵筋：	240	240	240
背侧纵筋：	240	240	240
箍筋：	286	286	286

梁号 3：	跨长:2.500(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
	左	中	右

面侧纵筋：	240	240	240
背侧纵筋：	240	240	240
箍筋：	286	286	286

梁号 4：	跨长:2.500(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
	左	中	右

面侧纵筋：	240	240	240
背侧纵筋：	240	240	240
箍筋：	286	286	286

梁号 5：	跨长:2.500(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
	左	中	右

面侧纵筋：	240	240	240
背侧纵筋：	240	240	240
箍筋：	286	286	286

梁号 6：	跨长:2.500(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
	左	中	右

面侧纵筋：	240	240	240
背侧纵筋：	240	240	240
箍筋：	286	286	286

梁号 7：	跨长:2.500(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
	左	中	右

面侧纵筋：	240	240	240
背侧纵筋：	240	240	240
箍筋：	286	286	286

梁号 8: 跨长:2.500(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	左	中	右
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 9: 跨长:2.500(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	左	中	右
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 10: 跨长:2.500(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	左	中	右
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 11: 跨长:2.500(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	左	中	右
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 12: 跨长:2.500(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	左	中	右
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 13: 跨长:1.031(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	上	中	下
--	---	---	---

面侧纵筋: 240 240 240

背侧纵筋: 240 240 240

箍筋: 286 286 286

梁号 14: 跨长:1.031(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 15: 跨长:1.031(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 16: 跨长:1.031(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 17: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 18: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)

	上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286

梁号 19: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)				面侧纵筋:	240	240	240
	上	中	下	背侧纵筋:	240	240	240
面侧纵筋:	240	240	240	箍筋:	286	286	286
背侧纵筋:	240	240	240				
箍筋:	286	286	286				
梁号 20: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)				梁号 25: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)			
	上	中	下		上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240	面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240	背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286	箍筋:	286	286	286
梁号 21: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)				梁号 26: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)			
	上	中	下		上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240	面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240	背侧纵筋:	240	240	259
箍筋:	286	286	286	箍筋:	286	286	286
梁号 22: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)				梁号 27: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)			
	上	中	下		上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240	面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240	背侧纵筋:	240	240	259
箍筋:	286	286	286	箍筋:	286	286	286
梁号 23: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)				梁号 28: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)			
	上	中	下		上	中	下
面侧纵筋:	240	240	240	面侧纵筋:	240	240	240
背侧纵筋:	240	240	240	背侧纵筋:	240	240	240
箍筋:	286	286	286	箍筋:	286	286	286
梁号 24: 跨长:2.577(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)				梁号 29: 跨长:1.546(m), 截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)			
	上	中	下		上	中	下
				面侧纵筋:	240	240	240
				背侧纵筋:	240	240	240
				箍筋:	286	286	286

梁号	30:	跨长:1.546(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
		上	中	下
面侧纵筋:		240	240	240
背侧纵筋:		262	240	240
箍筋:		286	286	286

梁号	31:	跨长:1.546(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
		上	中	下
面侧纵筋:		240	240	240
背侧纵筋:		262	240	240
箍筋:		286	286	286

梁号	32:	跨长:1.546(m)，截面:B×H=0.300(m)×0.400(m)		
		上	中	下
面侧纵筋:		240	240	240
背侧纵筋:		240	240	240
箍筋:		286	286	286

四、【锚杆设计】

1. 原始条件:

平梁	竖向间	有	锚杆	入射角	自由段	锚固段	锚固体	锚杆预加	锚杆
刚度	筋浆强度								
号	距(m)	锚杆	类型	(°)	长度(m)	长度(m)	直径(mm)	力(kN)	
(MN/m)	fb(kPa)								
1	1.000	✓	锚杆	25.00	4.50	4.00	90	0.000	8.94
2400.00									
2	2.500	✓	锚杆	25.00	4.00	4.00	90	0.000	
15.71	2400.00								
3	2.500	✓	锚杆	25.00	3.50	4.00	90	0.000	
35.19	2400.00								
4	2.500	✓	锚杆	25.00	3.00	5.00	90	0.000	
67.86	2400.00								

2. 锚杆设计条件:

锚杆自由长度计算参数:

破裂角起点位置 t(m)	0.000
破裂角计算值(度)	64.50
破裂角采用值(度)	64.50

锚杆控制参数:

锚杆杆体抗拉安全系数	2.2	锚杆钢筋等级	HRB400
锚固体抗拔安全系数	2.60	锚杆弹模 Es (10 ⁵ MPa)	2.00
自由长超过破裂面长(m)	2.0		
自由构造长度(m)	3.0		
锚固构造长度(m)	4.0		

锚杆轴向内力取值:

注意: 当锚杆受压时, 锚杆轴向拉力取 0。

内力取值工况号	(1)组合 1				
锚杆 组合(1)	组合(2)	组合(3)	组合(4)	锚杆内力	锚杆内力
号	锚杆力(kN)	锚杆力(kN)	锚杆力(kN)	锚杆力(kN)	标准值(kN) 实用值(kN)
1	14.52	14.52	---	---	14.52 14.52
2	39.72	39.72	---	---	39.72 39.72
3	83.63	83.63	---	---	83.63 83.63
4	133.23	133.23	---	---	133.23 133.23

3. 锚杆设计结果:

钢筋类型对应关系: d-HPB300, D-HRB335, E-HRB400, F-RRB400, G-HRB500, Q-HRBF400, R-HRBF500

锚杆	支护	钢筋或	自由段长度	锚固段长度	自由段长度	锚固段长度	实配[计算]
锚杆刚度							
号	类型	钢绞线配筋	计算值(m)	计算值(m)	实用值(m)	实用值(m)	面积(mm2)
(MN/m)							
1	锚杆	1E16	4.5	4.0	4.5	4.0	201[89]
8.94							
2	锚杆	1E20	4.0	4.0	4.0	4.0	314[243]
15.71							

3	锚杆	1E28	3.5	4.0	3.5	4.0	616[511]
35.19							
4	锚杆	1E36	3.0	5.0	3.0	5.0	1018[814]
67.86							

七、 施工流程及注意要点

现场交通组织及其他前期准备工作→边坡表层植被清除外运→锚杆框架加固护面墙→疏通及补充护面墙泄水孔→现状路侧护栏、安全隔离网的恢复。

7.1 现场交通组织及其他前期准备工作

工程开工前应充分准备好施工材料和设备，做好防范季节暴雨施工措施；施工前应做好施工组织设计以及交通组织，确保道路畅通和施工安全；工程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，应有可靠的施工措施（如临时支架）和安全防护措施（如临时围挡）等，避免由于边坡施工对高速公路过往车辆造成危害。

7.2 表层植被清除外运

清表时仅除清除植被，不可过度清方，在实施过程中，应保障稳定为原则，施工时应从上向下、从高到低作业。

7.3 锚杆框架加固护面墙

7.3.1 基本要求及流程

针对 K1532+300（出城方向·左幅）处护面墙和 K1541+000（进城方向·右幅）一级护面墙：锚杆采用 Φ28 及 Φ36 HRB400 级螺纹钢，锚固段长 8.1m，共设置 4 排锚杆（从上往下数，上面 3 排采用 Φ28HRB400 级螺纹钢，第 4 排采用 Φ36HRB400 级螺纹钢）。其中 K1532+300 左幅一级护面墙加固长度约为 160m（暂定），K1541+000 右幅一级加固长度约为 110m（暂定），因缺少地形测绘资料，现场可根据情况调整锚杆框架的分布位置和长度，但不应超过以上确定的长度，且应在获得业主代表及监理认可的情况下才能进行调整。

针对 K1541+000（进城方向·右幅）二级、三级护面墙：锚杆采用 Φ28 HRB400 级螺纹钢，锚固段长 8.1m，共设置 4 排锚杆。二级、三级护面墙加固长度合计约为 220m（暂定），因缺少地形测绘资料，现场可根据情况调整锚杆框架的分布位置和长度，但不应超过以上确定的长度，且应在获得业主代表及监理认可的情况下才能进行调整。

以上所有锚杆的倾角 25 度；水平间距 2.5m，垂直间距(注意：垂直间距不是沿着坡面展开的间距)2.5m；锚杆采用全长粘结型，锚孔直径均为 90mm，要求钻机成孔；墙面立柱、横梁梁尺寸均为 300×400mm，墙面立柱、横梁连接成框架；对原有挡土墙破裂面或空洞部分进行灌浆填充；护面墙泄水孔按照 2.00(水平)×2.0m(垂直)的间距进行复核，若缺少泄水孔则进行补充钻孔，埋 PVC50mm 排水管，长度超过墙身约 0.2m，外裹 2 层反滤防老化土工纱网，外倾坡度不小于 5%，同时原有泄水孔应进行清掏，保证排水通畅。

护面墙框架锚杆加固施工流程如下:施工放线→搭设施工脚手架→锚杆→砼格构梁施工→混凝土养护。（根据业主及专家要求，因护面墙开槽难度较大，可能会对原有片石结构造成影响，故将护面墙开槽取消，施工时采用保证现浇混凝土与现状护面墙密切贴合，若施工完成后有空隙，应采用 M20 砂浆填充密实）

7.3.2 护面墙加固区域锚杆施工

锚杆钻孔孔径 90mm，下倾角 25°，Φ28HRB400 级螺纹钢抗拉力设计值为 100kN，Φ36HRB400 级螺纹钢抗拉力设计值为 150kN，锚杆锚固段长 8.1m，为不施加预应力的普通锚杆，杆体为 1 根 Φ28HRB400 或 Φ36HRB400 螺纹钢筋；锚孔定位偏差不宜大于 20mm；锚孔偏斜度不应大于 5%；钻孔深度超过锚杆设计长度应不小于 0.5m；锚杆成孔直径 90mm，必须采用风动干钻成孔，高压风洗孔，不允许采用水钻，钻孔完毕必须将孔内的泥浆或碎屑清除干净。

钻孔完成后将锚杆缓慢送入孔中至设计位置，然后采用孔底注浆法注 M30 水泥砂浆，注浆压力为 0.2～0.4MPa。锚杆入孔时，如遇孔壁掉块塌孔，必须把锚杆取出，将孔中岩土块清除后再下锚杆，保证锚杆的入孔深度。待注浆凝固达到设计强度后，将锚杆螺纹钢筋与格架梁主筋交叉处均焊接牢固。锚杆每间距 2m 设三足支架，三足支架圆钢筋应与锚杆螺纹钢筋焊接牢固，以保证锚杆下入钻孔后居中。

锚杆锚筋应平直并采取除锈、除油措施，距离孔口 1.0m 范围以外应采取防腐措施，防腐方法为用沥青玻纤布缠裹至少两层。

锚杆的灌料要求如下：灌浆前应清孔，排放孔内积水；注浆管宜与锚杆同时放入孔内；向水平孔或下倾孔内注浆时，注浆管出浆口应插入距孔底 100mm~300mm 处，浆液自下而上连续灌注；孔口溢出浆液或排气管停止排气并满足注浆要求时，可停止注浆；浆体强度检验用试块的数量每 30 根锚杆不应少于一组，每组试块不应少于 6 个。

灌浆材料性能应符合下列规定：水泥宜使用普通硅酸盐水泥，必要时可采用抗硫酸盐水泥；砂的含泥量按重量计不得大于 3%，砂中云母、有机物硫化物和硫酸盐等有害物质的含量按重量计不得大于 1%；水中不应含有影响水泥正常凝结和硬化的有害物质，不得使用污水；外加剂的品种和掺量应由试验确定；浆体配制的灰砂比宜为 0.80~1.50，水灰比宜为 0.38~0.50；浆体材料 28d 的无侧限抗压强度，不应低于 25MPa。

锚杆的基本试验和验收试验应遵照现行规范进行，若出现验收试验不合格情况，应根据具体情况，由业主、监理、设计和施工方商议确定处理方案。

7.3.3 砼格构梁施工

1) 施工时要精心放样，格构梁要做到横平竖直，采用 C30 混凝土现浇，格构梁的截面尺寸不小于设计值。（根据业主及专家要求，因护面墙开槽难度较大，可能会对原有片石结构造成影响，故将护面墙开槽取消，施工时采用保证现浇混凝土与现状护面墙密切贴合，若施工完成后有空隙，应采用 M20 砂浆填充密实）

2) 横竖梁交接处设锚杆，横竖梁受力筋在交接处不应断开；

3) 浇筑框架时，要采取可靠的措施，保证锚杆位置和框架结点位置相对应；

4) 格构梁每隔 10.0~15.0m 设一道伸缩缝，也可参照原有护面墙伸缩缝位置进行设置，缝宽 20mm，缝内用沥青麻筋填充；

5) 密切关注天气变化,并及时采取相应措施做好砼养护工作。

7.4 路侧护栏、安全隔离网的恢复

主体结构施工完成后,应对前期拆除的路侧护栏、安全隔离网按照原标准进行恢复。

八、 监测工程

该边坡一旦进一步失稳，其危害性较大，因此，系统监测的意义十分重要，建议在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，经业主及监理等共同认可后实施。

（1）每个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，应在每一典型边坡段的支护结构顶部应设置不少于 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；地表裂缝监测范围为坡顶 40m 范围内；降雨与时间的关系；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、锚杆应力变化确定。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两年，建成后第一年可一月观测一次，第二年以后如果边坡稳定、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）在竣工后应加强边坡日常检查以及维护工作，发现问题及时解决。

九、 信息化施工与设计优化

采用信息化施工，反馈设计，以便对设计方案及时进行优化完善，达到预期效果。

1) 本项目为预防性养护工程，无地质勘察报告及测量资料，故在施工过程中，做好详细地质编录与监测，如地质相关参数、护面墙相关参数与设计不符，施工应及时反馈设计，以便及时进行设计优化。

2) 在施工过程中，通过监测，发现边坡出现明显异常现象，及时反馈给设计，以便采取措施，确保工程安全。

十、 必要的说明

为加快病害维修处治进度，节约工期，降低维修处治成本，减小对交通影响，施工前应做好施工组织方案。

1. 采用安全可靠、方便搭卸的施工平台，坡面高空施工作业时应做好安全防护，并在坡下设置简易围栏围护，树立明显的警示牌；施工措施应增设安全防护。施工中做好交通维护措施，设置安全警示标志，在适当位置设置安全防护措施，确保施工人员和设备安全。

2. 建议加强施工过程中的安全监测，发现异常情况及时停止施工，撤离施工人员，

采取适时的安全防护措施，必要时联系参建单位共同商讨处理措施，建议选择有资历及工程经历的检测监测单位及人员。建议施工中加强各个工序的过程监理，选择具有相应资历及工程经历的监理公司及人员。

3. 本项目为护面墙预防性养护工程，无实测地形图及地勘报告，施工应采用信息化施工，以便对设计方案及时进行优化完善，达到预期效果；施工过程中发现工程数量与设计不相符时，应据实计量，并获得参建各方认可。

4. 坡面清表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。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。

5. 各种建筑材料必须通过质检方可进场。

6. 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。

7. 尽量避开雨季、降雨天气施工。连续降雨可能引起边坡垮塌，建议加快施工进度，同时采取连续有效的监控，配合临时交通管制措施预防垮塌带来的安全风险。

8. 对于若存在危大工程的部分，施工单位应按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令第 37 号）开展相关工作。

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、设计人员联系，共同协商处理。

十一、 交通组织与交通安全

11.1 交通组织原则

该工程为运营道路的养护工程，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。

（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，确保施工进度、尽量缩短工期是非常必要的。

11.2 交通组织方案

（1）为了确保道路交通在施工期间“缓而不塞”并保障车辆安全通行，应在施工前通过报纸等各种传媒向公众通告，提醒通过此处的车辆注意行车安全。

（2）施工过程中宜封闭边坡范围内慢车道施工，根据施工场地需要依据规范要求摆放标志标牌。

11.3 交通组织管理机构

为使交通组织方案全面落实、责任到人，成立相应的交通协调管理小组。交通协调管理小组由建设单位、监理单位、施工单位共同组成。

11.4 交通设施计划

做好交通导行前的准备工作，按交管部门规定安放各种设施，如锥型导流桩、施工标志牌包括“前方施工”、“车辆慢行”，夜间施工期间应安放交通警示灯。本说明及图纸中未尽事宜应严格按照交通部部颁标准《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）和现行相关规定执行。+3*N9

主要工程数量汇总表

K1532+300左幅主要工程数量汇总表

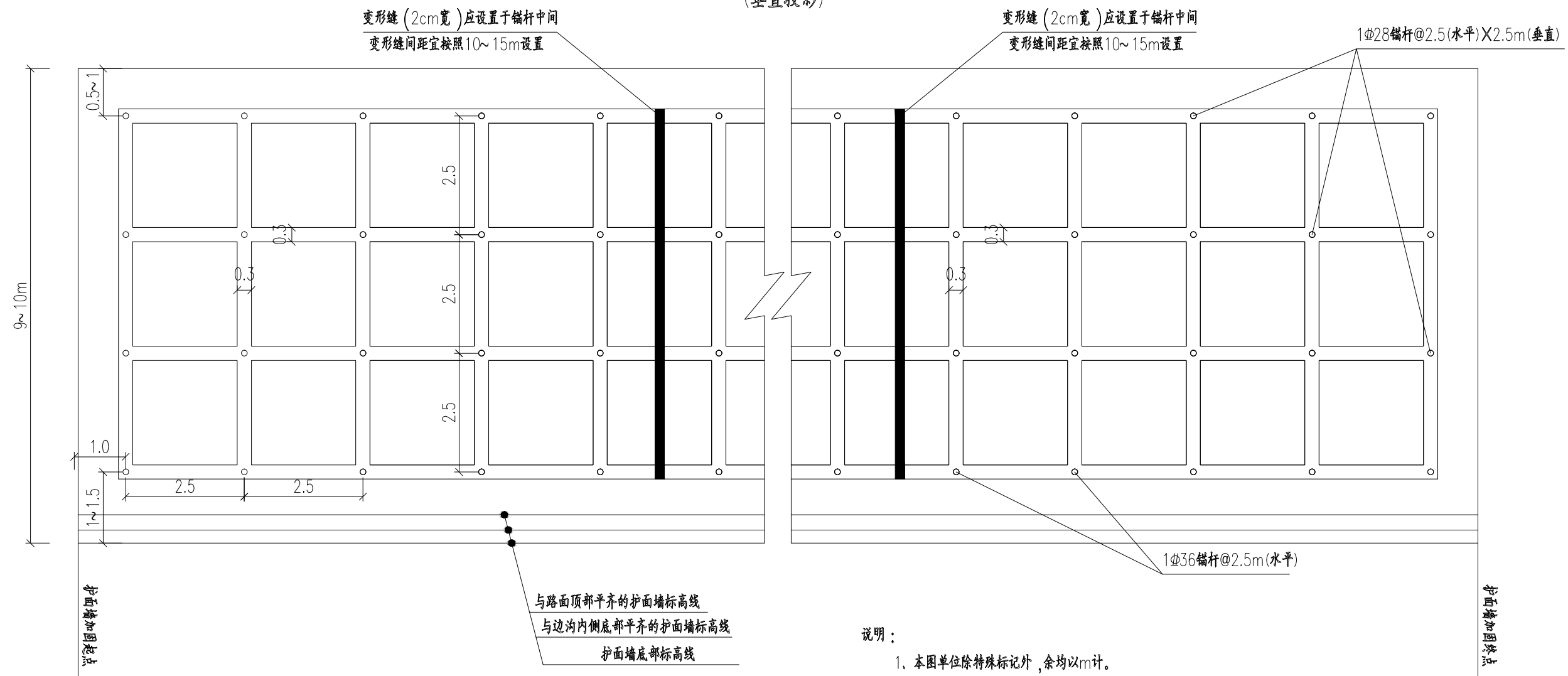
序号	材料	单位	工程数量	备注
1	清除坡面杂草等植被	m ²	1650	
2	HRB400 钢筋	kg	9173.97	护面墙框架加固的砂浆锚杆工程量 (直径28mm)，钻孔的地质情况 暂时按照中风化泥岩考虑，锚杆合计 为195根
	HPB300 钢筋	kg	194.81	
	M30 砂浆	m ³	10.67	
	直径为90mm 的钻孔	m	1677.00	
3	HRB400 钢筋	kg	4906.59	护面墙框架加固的砂浆锚杆工程量 (直径36mm)，钻孔的地质情况 暂时按照中风化泥岩考虑，锚杆合计 为65根
	HPB300 钢筋	kg	64.94	
	M30 砂浆	m ³	3.56	
	直径为90mm 的钻孔	m	559.00	
4	HRB400 钢筋	kg	29948.50	护面墙框架加固的框架部分
	C30 混凝土	m ³	130.31	
	M20 水泥砂浆充填	m ³	6.52	
	施工临时脚手架	m ²	1711.46	暂按坡面面积计
5	泄水孔疏通	m	336.00	对泄水孔的处理，按照70%疏通， 30%补充钻孔进行估算，最终以业主 和监理认可的实际发生量为准
	泄水孔补充钻孔φ50mm	m	144.00	
	PVC管φ50mm(含土工纱网包裹)	m	144.00	
5	边坡监测	项	1.00	以实际发生为准，暂定监测费用为3 万
6	路侧护栏拆除与恢复	m	170.00	50%利旧
7	安全隔离网拆除与恢复	m	53.33	50%利旧
8	交通导行	次/天	1/40	暂按40天施工工期计

K1541+000右幅主要工程数量汇总表

序号	材料	单位	工程数量	备注
1	清除坡面杂草等植被	m ²	3402	
2	HRB400 钢筋	kg	23664.14	护面墙框架加固的砂浆锚杆(锚杆直 径28mm)，钻孔的地质情况暂时 按照中风化泥岩考虑，锚杆合计为 503根
	HPB300 钢筋	kg	502.50	
	M30 砂浆	m ³	27.51	
	直径为90mm 的钻孔	m	4325.80	
3	HRB400 钢筋	kg	3396.87	护面墙框架加固的砂浆锚杆(锚杆直 径36mm)，钻孔的地质情况暂时 按照中风化泥岩考虑，锚杆合计为45 根
	HPB300 钢筋	kg	44.96	
	M30 砂浆	m ³	2.46	
	直径为90mm 的钻孔	m	387.00	
4	HRB400 钢筋	kg	62607.95	护面墙框架加固的框架部分
	C30 混凝土	m ³	272.42	
	M20 水泥砂浆充填	m ³	13.62	
	施工临时脚手架	m ²	3556.95	暂按坡面面积计
5	泄水孔疏通	m	693.00	对泄水孔的处理，按照70%疏通， 30%补充钻孔进行估算，最终以业主 和监理认可的实际发生量为准
	泄水孔补充钻孔φ50mm	m	297.00	
	PVC管φ50mm(含土工纱网包裹)	m	297.00	
5	边坡监测	项	1.00	以实际发生为准，暂定监测费用为5 万
6	路侧护栏拆除与恢复	m	120.00	50%利旧
7	安全隔离网拆除与恢复	m	36.67	50%利旧
8	交通导行	次/天	1/70	暂按70天施工工期计

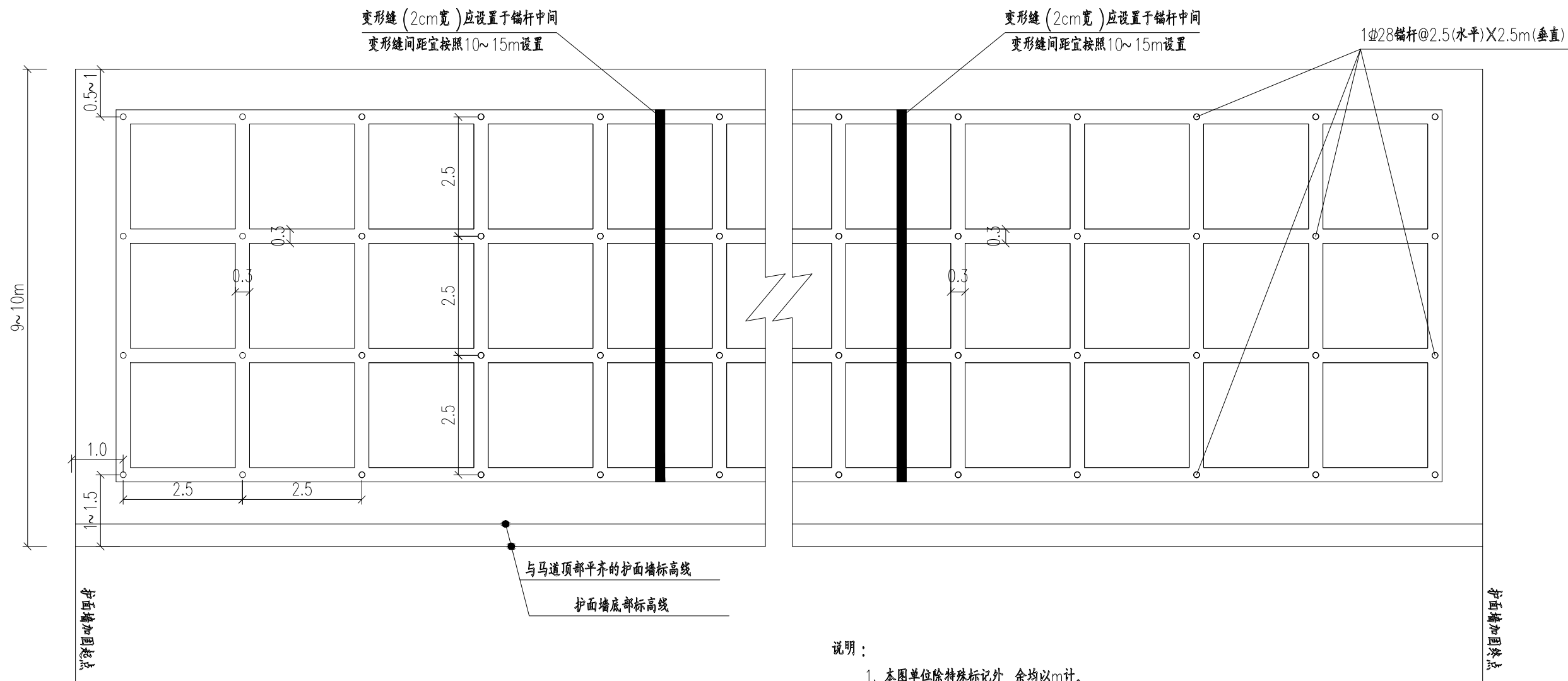
说明：
1、因缺少地质勘察及地形测绘等资料，本图工程量根
据现场调查进行估算，最终应以业主、监理认可的发
生量为准。

护面墙加固立面示意图1
(垂直投影)



- 说明：
- 1、本图单位除特殊标记外,余均以m计。
 - 2、本图适用于K1532+300左幅一级护面墙及K1541+000右幅一级护面墙的加固,对于K1541+000右幅二、三级护面的加固详见护面墙预防性加固立面示意图第2页。
 - 3、护面墙墙面采用锚杆框架梁加固,其中K1532+300左幅一级护面墙加固长度约为160m(暂定),K1541+000右幅一级加固长度约为110m(暂定),因缺少地形测绘资料,现场可根据情况调整锚杆框架的分布位置和长度,但不应超过以上确定的长度,且应在获得业主代表及监理认可的情况下才能进行调整。
 - 4、锚杆竖向设四排。锚杆行列式布置,间距@2.5(水平)×2.5m(垂直),锚杆直径上面3排为28mm,最下面1排为36mm。因护面墙高度无实测资料,现场可根据护面墙高度对锚杆的垂直间距进行调整(只能调小,不能调大),框架格梁垂直间距同步调整,以使框架格梁适应现场护面墙高度,但是应经业主代表及监理工程师同意。
 - 5、护面墙泄水孔按照2.0(水平)×2.0m(垂直)的间距进行复核,若缺少泄水孔则进行补充钻孔,埋PVC50mm排水管,长度超过墙身约0.2m,外裹2层反滤防老化土工纱网,外倾坡度不小于5%,同时原有泄水孔应进行清掏,保证排水通畅。
 - 6、根据业主及专家要求,因护面墙开槽难度较大,可能会对原有片石结构造成影响,将护面墙开槽取消,施工时保证现浇混凝土与现状护面墙密切贴合,若施工完成后有空隙,应采用M20砂浆填充密实;框架梁每隔10m~15m设置一道变形缝,缝宽2cm,变形缝应设置于两根横向的锚杆中间。
 - 7、边坡采取动态设计原则,施工期间相关信息应及时反馈;因建设期相关图纸无从查证,本图护面墙宽度、高度、长度、坡比等尺寸为人工量测,或有偏差,仅供参考,施工前应对相关尺寸进行复测并告知监理、设计、业主,然后根据协商结果进行调整相关设计参数。
 - 8、护面墙加固期间,应对边坡进行变形监测,注意施工安全。

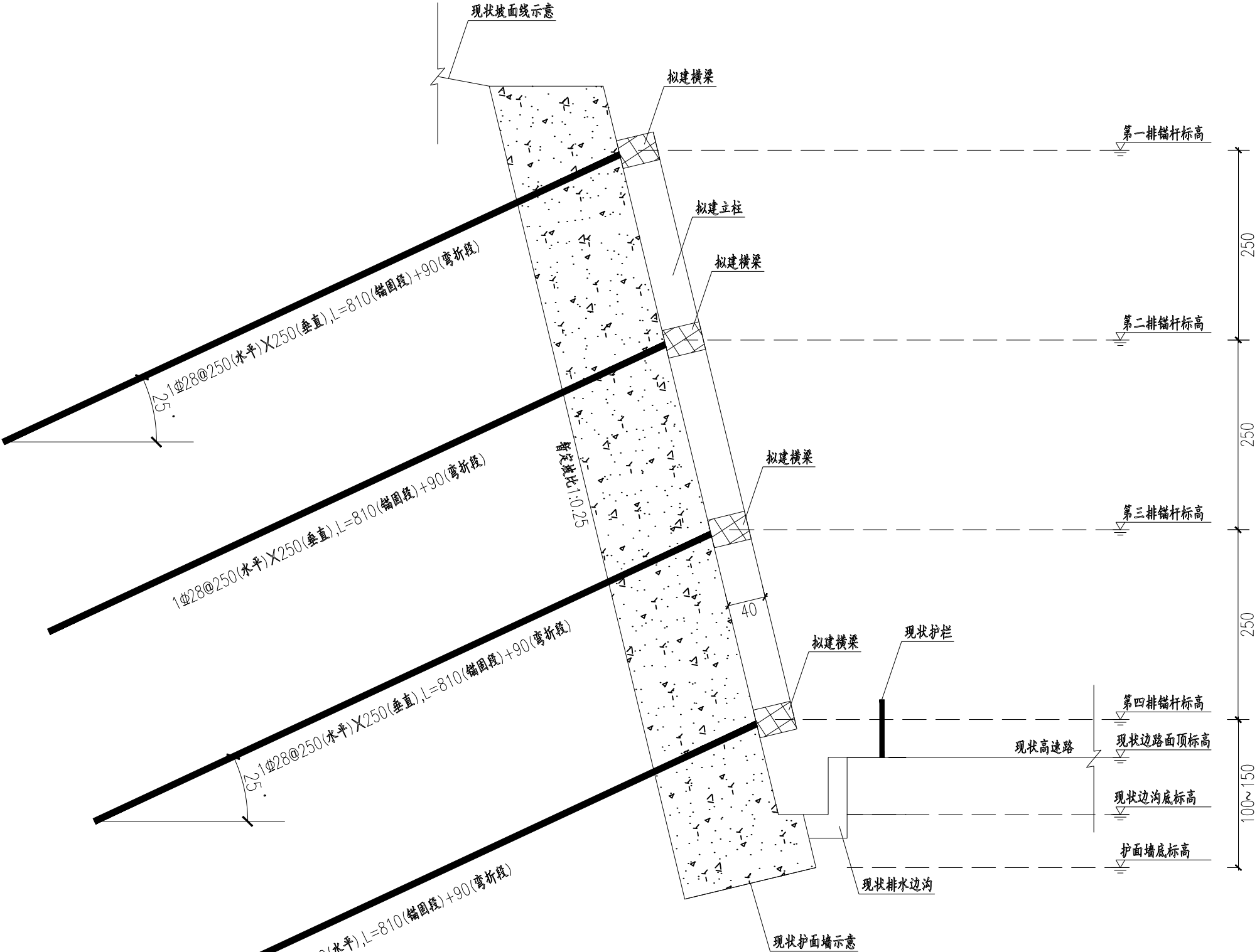
护面墙加固立面示意图2
(垂直投影)



说明：

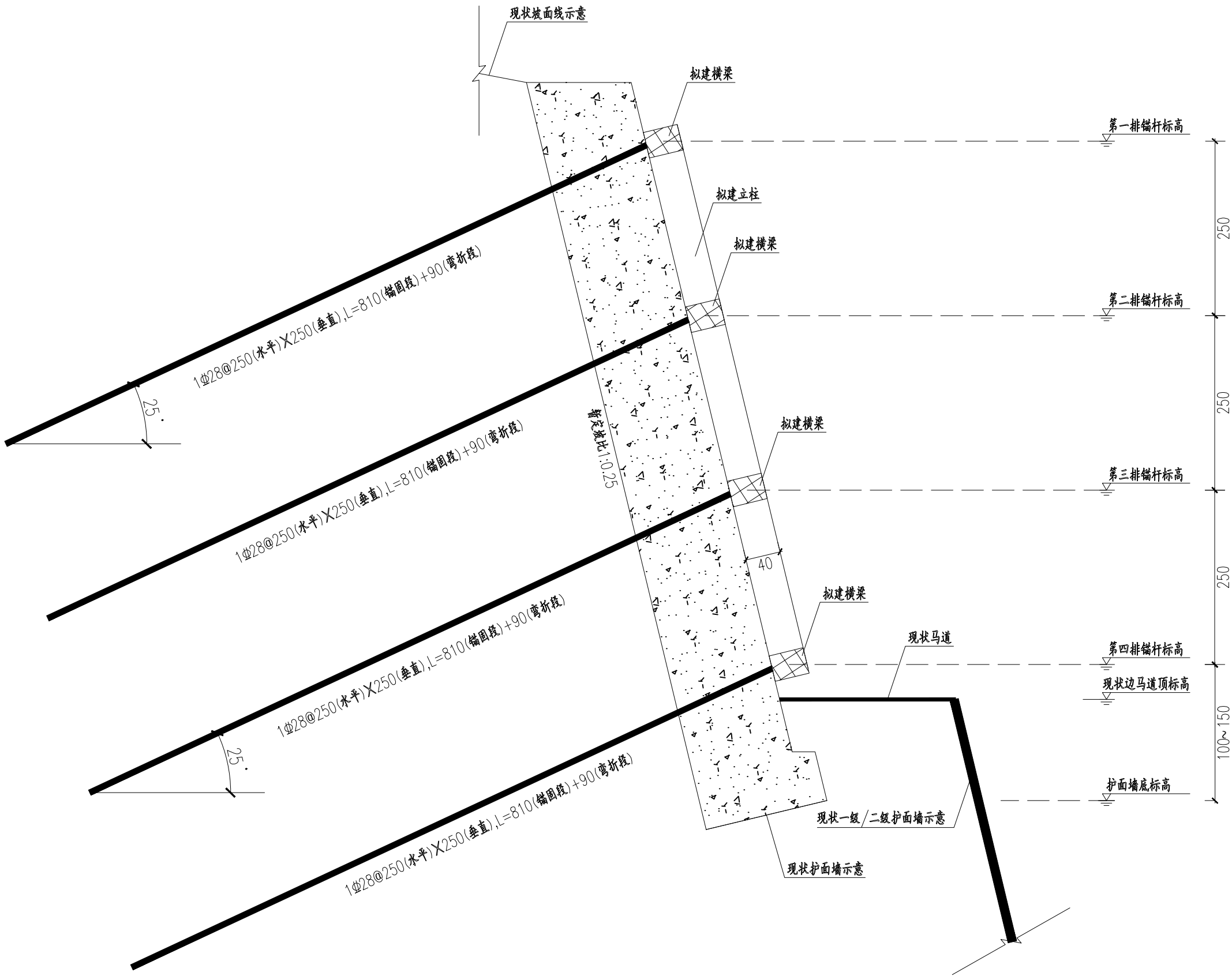
- 1、本图单位除特殊标记外,余均以m计。
- 2、本图适用于K1541+000右幅二级、三级护面墙的加固。
- 3、护面墙墙面采用锚杆框架梁加固,二级、三级护面墙加固长度合计约为220m(暂定),因缺少地形测绘资料,现场可根据情况调整锚杆框架的分布位置和长度,但不应超过以上确定的长度,且应在获得业主代表及监理认可的情况下才能进行调整。
- 4、锚杆竖向设四排。锚杆行列式布置,间距@2.5(水平)×2.5m(垂直),锚杆直径为28mm。因护面墙高度无实测资料,现场可根据护面墙高度对锚杆的垂直间距进行调整(只能调小,不能调大),框架格梁垂直间距同步调整,以使框架格梁适应现场护面墙高度,但是应经业主代表及监理工程师同意。
- 5、护面墙泄水孔按照2.0(水平)×2.0m(垂直)的间距进行复核,若缺少泄水孔则进行补充钻孔,埋PVC50mm排水管,长度超过墙身约0.2m,外裹2层反滤防老化土工纱网,外倾坡度不小于5%,同时原有泄水孔应进行清掏,保证排水通畅。
- 6、根据业主及专家要求,因护面墙开槽难度较大,可能会对原有片石结构造成影响,将护面墙开槽取消,施工时保证现浇混凝土与现状护面墙密切贴合,若施工完成后有空隙,应采用M20砂浆填充密实;框架梁每隔10m~15m设置一道变形缝,缝宽2cm,变形缝应设置于两根横向的锚杆中间。
- 7、边坡采取动态设计原则,施工期间相关信息应及时反馈;因建设期相关图纸无从查证,本图护面墙宽度、高度、长度、坡比等尺寸为人工量测,或有偏差,仅供参考,施工前应对相关尺寸进行复测并告知监理、设计、业主,然后根据协商结果进行调整相关设计参数。
- 8、护面墙加固期间,应对边坡进行变形监测,注意施工安全。

护面墙加固横断面示意图1

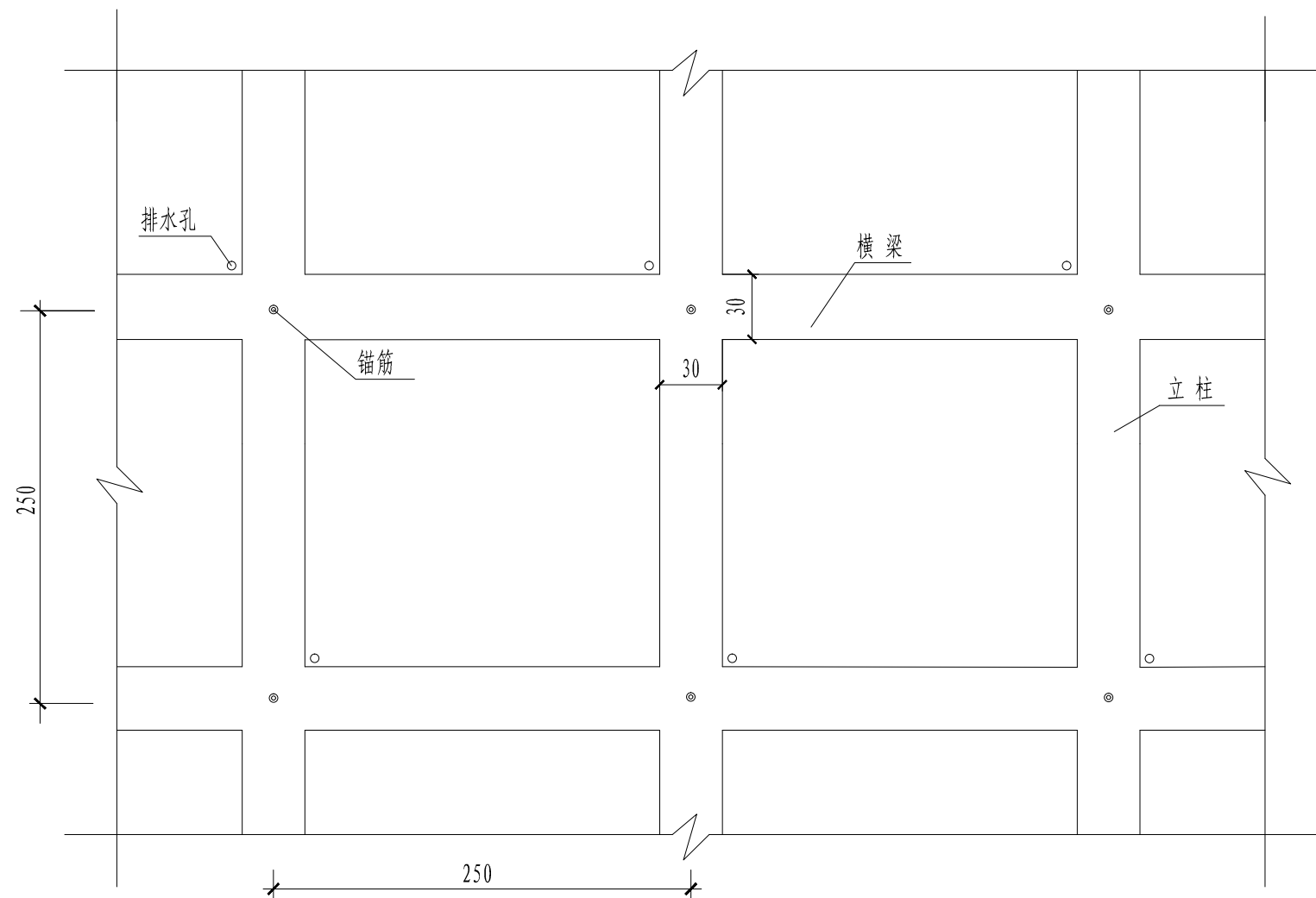


- 说明：
- 1、本图单位除特殊标记外，余均以cm计。
 - 2、本图适用于K1532+300左幅一级护面墙及K1541+000右幅一级护面墙的加固，对于K1541+000右幅二、三级护面的加固详见护面墙预防性加固横断面示意图第2页。
 - 3、护面墙墙面采用锚杆框架梁加固，其中K1532+300左幅一级护面墙加固长度约为160m（暂定），K1541+000右幅一级加固长度约为110m（暂定），因缺少地形测绘资料，现场可根据情况调整锚杆框架的分布位置和长度，但不应超过以上确定的长度，且应在获得业主代表及监理认可的情况下才能进行调整。
 - 4、锚杆竖向设四排。锚杆行列式布置，间距@2.5(水平)X2.5m(垂直)，锚杆直径上面3排为28mm，最下面1排为36mm。因护面墙高度无实测资料，现场可根据护面墙高度对锚杆的垂直间距进行调整（只能调小，不能调大），框架格梁垂直间距同步调整，以使框架格梁适应现场护面墙高度，但是应经业主代表及监理工程师同意。
 - 5、护面墙泄水孔按照2.0(水平)X2.0m(垂直)的间距进行复核，若缺少泄水孔则进行补充钻孔，埋PVC50mm排水管，长度超过墙身约0.2m，外裹2层反滤防老化土工纱网，外倾坡度不小于5%，同时原有泄水孔应进行清掏，保证排水通畅。
 - 6、根据业主及专家要求，因护面墙开槽难度较大，可能会对原有片石结构造成影响，将护面墙开槽取消，施工时保证现浇混凝土与现状护面墙密切贴合，若施工完成后有空隙，应采用M20砂浆填充密实；框架梁每隔10m~15m设置一道变形缝，缝宽2cm，变形缝应设置于两根横向的锚杆中间。
 - 7、边坡采取动态设计原则，施工期间相关信息应及时反馈；因建设期相关图纸无从查证，本图护面墙宽度、高度、长度、坡比等尺寸为人工量测，或有偏差，仅供参考，施工前应对相关尺寸进行复测并告知监理、设计、业主，然后根据协商结果进行调整相关设计参数。
 - 8、护面墙加固期间，应对边坡进行变形监测，注意施工安全。

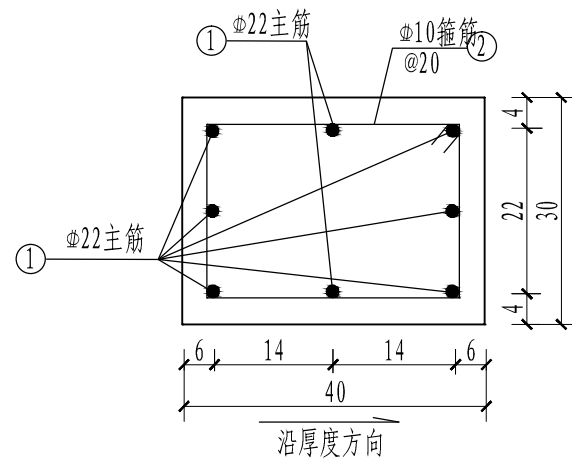
护面墙加固横断面示意图2



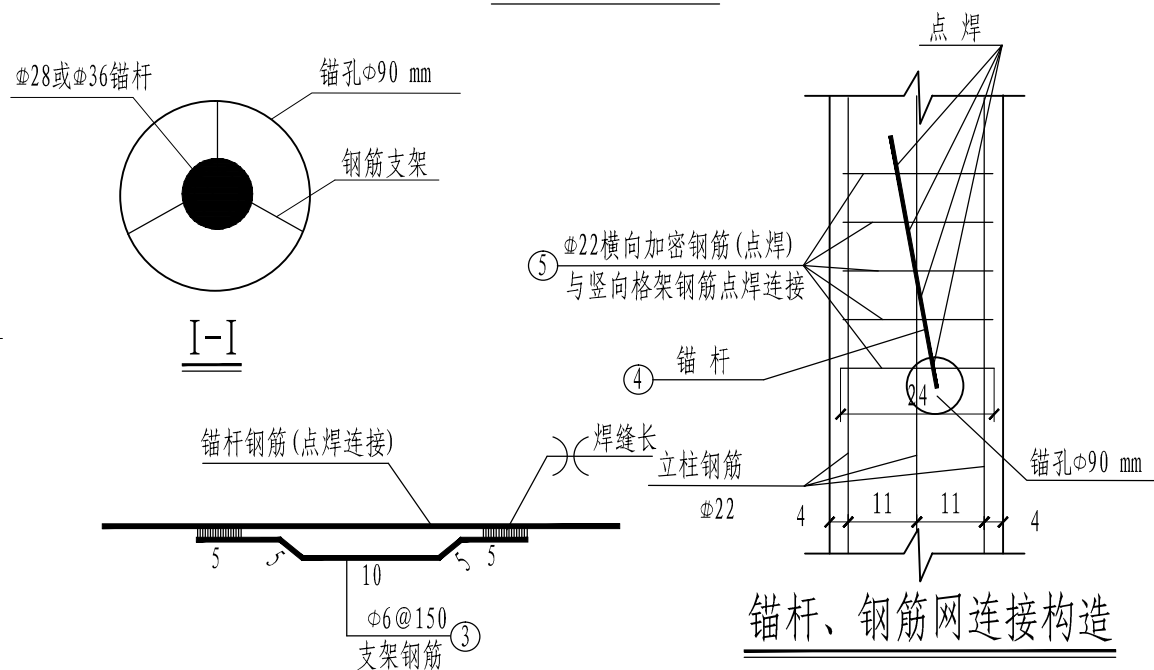
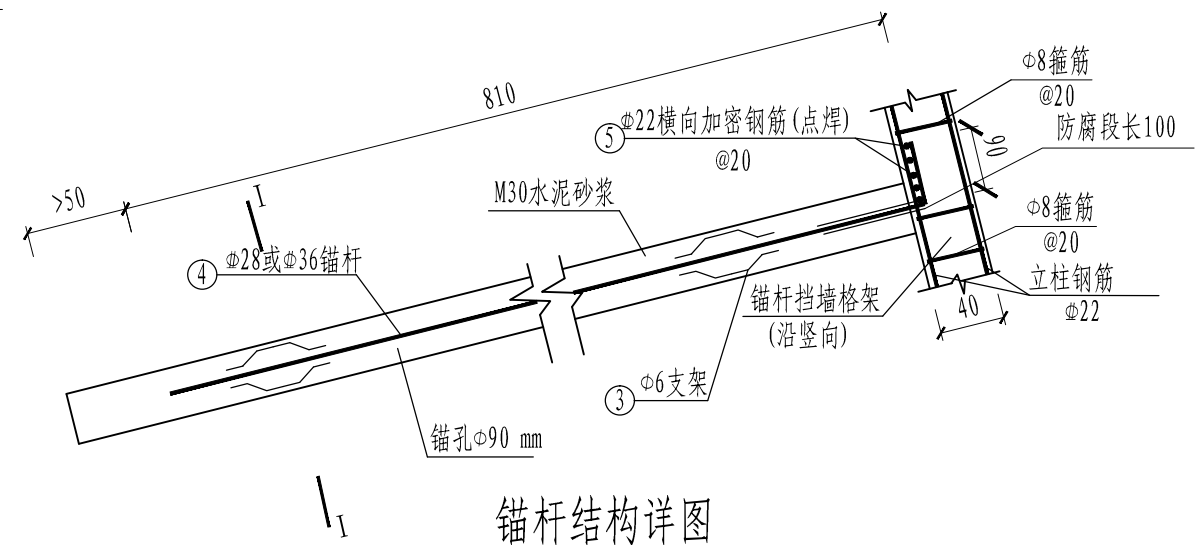
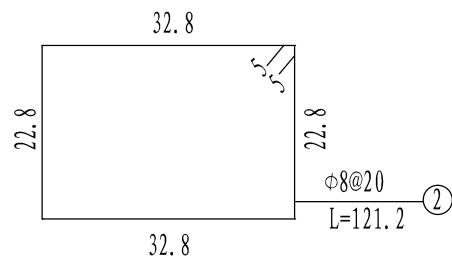
- 说明：
- 1、本图单位除特殊标记外，余均以cm计。
 - 2、本图适用于K1541+000右幅二级、三级护面墙的加固。
 - 3、护面墙墙面采用锚杆框架梁加固，二级、三级护面墙加固长度合计约为220m（暂定），因缺少地形测绘资料，现场可根据情况调整锚杆框架的分布位置和长度，但不应超过以上确定的长度，且应在获得业主代表及监理认可的情况下才能进行调整。
 - 4、锚杆竖向设四排。锚杆行列式布置，间距@2.5(水平)×2.5m(垂直)，锚杆直径为28mm。因护面墙高度无实测资料，现场可根据护面墙高度对锚杆的垂直间距进行调整（只能调小，不能调大），框架格梁垂直间距同步调整，以使框架格梁适应现场护面墙高度，但是应经业主代表及监理工程师同意。
 - 5、护面墙泄水孔按照2.0(水平)×2.0m(垂直)的间距进行复核，若缺少泄水孔则进行补充钻孔，埋PVC50mm排水管，长度超过墙身约0.2m，外裹2层反滤防老化土工纱网，外倾坡度不小于5%，同时原有泄水孔应进行清掏，保证排水通畅。
 - 6、根据业主及专家要求，因护面墙开槽难度较大，可能会对原有片石结构造成影响，将护面墙开槽取消，施工时保证现浇混凝土与现状护面墙密切贴合，若施工完成后有空隙，应采用M20砂浆填充密实；框架梁每隔10m~15m设置一道变形缝，缝宽2cm，变形缝应设置于两根横向的锚杆中间。
 - 7、边坡采取动态设计原则，施工期间相关信息应及时反馈；因建设期相关图纸无从查证，本图护面墙宽度、高度、长度、坡比等尺寸为人工量测，或有偏差，仅供参考，施工前应对相关尺寸进行复测并告知监理、设计、业主，然后根据协商结果进行调整相关设计参数。
 - 8、护面墙加固期间，应对边坡进行变形监测，注意施工安全。



护面墙立柱及横梁连接大样
(垂直投影)



立柱及横梁配筋图



锚杆支架构造

说明:

1. 本图除钢筋直径及注明外,其余均以 cm为单位。
2. 护面墙面采用锚杆格架梁联合加固。锚杆采用1 Φ 28或1 Φ 36钢筋,详见SJ-03/SJ-04,间距@2.5m(水平)×2.5m(垂直),行列式布置于竖向格架和横向格架交点;竖向格架及横向格架宽30cm、厚为40cm,采用C30混凝土现浇。根据业主及专家要求,因护面墙开槽难度较大,可能会对原有片石结构造成影响,故将护面墙开槽取消,施工时采用保证现浇混凝土与现状护面墙密切贴合,若施工完成后有空隙,应采用M20砂浆填充密实。
3. 锚杆下倾角为25°,总长9.0m(含端头弯折段长度0.9m); Φ 28锚杆的轴向抗拉力Nak为100KN, Φ 36锚杆的轴向抗拉力Nak为150KN。
4. 框架梁每隔10m到15m设置一道变形缝,缝宽2cm,变形缝应设置于两根横向的锚杆中间,也可在原有护面墙伸缩缝位置设置,缝宽20mm,采用沥青麻筋填塞。
5. 横竖梁施工顺序:绑扎钢筋→支模→浇注、振捣砼→养护。
6. 钢筋主筋保护层不小于3.5cm。
7. 护面墙加固采取动态设计原则,施工期间相关信息应及时反馈,做好边坡监测。

每根Φ28锚杆锚杆工程数量表

序号	材料编号	材料名称	长度(m)	重量(kg)
1	支架钢筋N3	Φ6	4.50	0.999
2	锚杆钢筋N4	Φ28	9.00	43.470
3	加密钢筋N5	Φ22	1.20	3.576
4	砂浆	M30	0.0547立方米	
5	钻孔	φ90mm	8.60米	

每根Φ36锚杆锚杆工程数量表

序号	材料编号	材料名称	长度(m)	重量(kg)
1	支架钢筋N3	Φ6	4.50	0.999
2	锚杆钢筋N4	Φ36	9.00	71.910
3	加密钢筋N5	Φ22	1.20	3.576
4	砂浆	M30	0.0547立方米	
5	钻孔	φ90mm	8.60米	

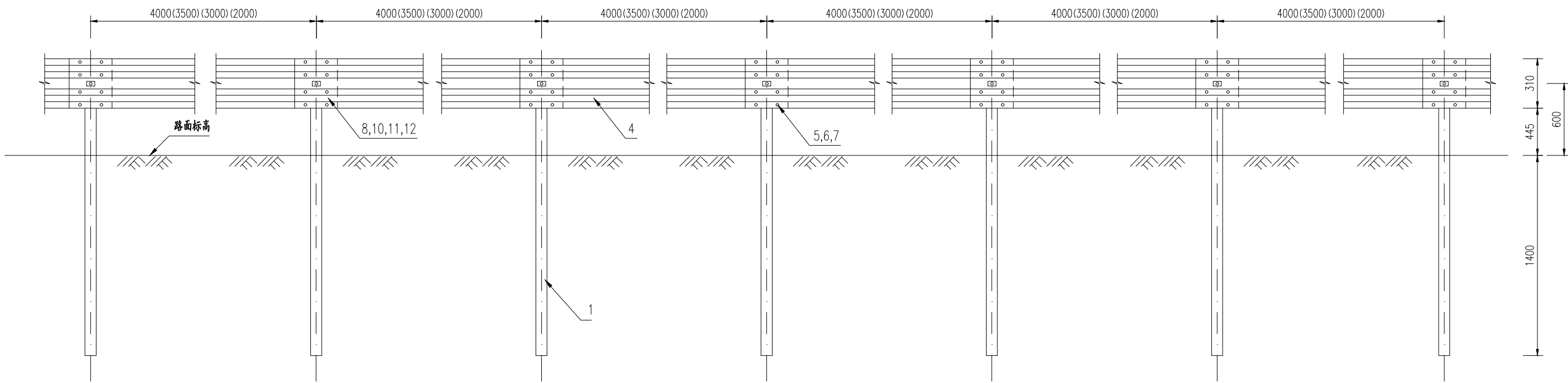
每米横梁/立柱工程数量表

序号	材料编号	材料名称	长度(m)	重量(kg)
1	主筋N1	Φ22	8.00	23.84
2	箍筋N2	Φ10	6.06	3.739
3	C30砼	C30砼	0.12立方米	
4	填充密实	M20砂浆	0.006立方米	

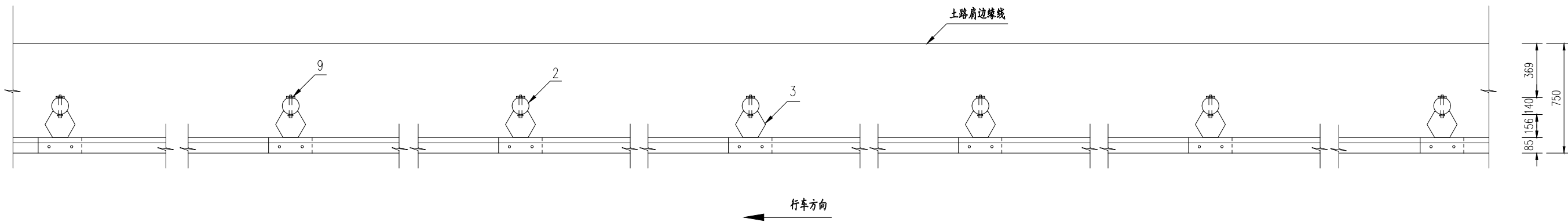
说明:

1. 对于护面墙有空洞的、格子梁与护面墙接触不密实的，采用M20水泥砂浆进行充填，暂估平均充填厚度为2cm，最终以业主和监理认可的实际发生量为准。
2. 对于泄水孔的疏通与补充钻孔，按照70%疏通，30%补充钻孔进行估算，最终以业主和监理认可的实际发生量为准。

Gr-A-4E标准段立面图



Gr-A-4E标准段平面图

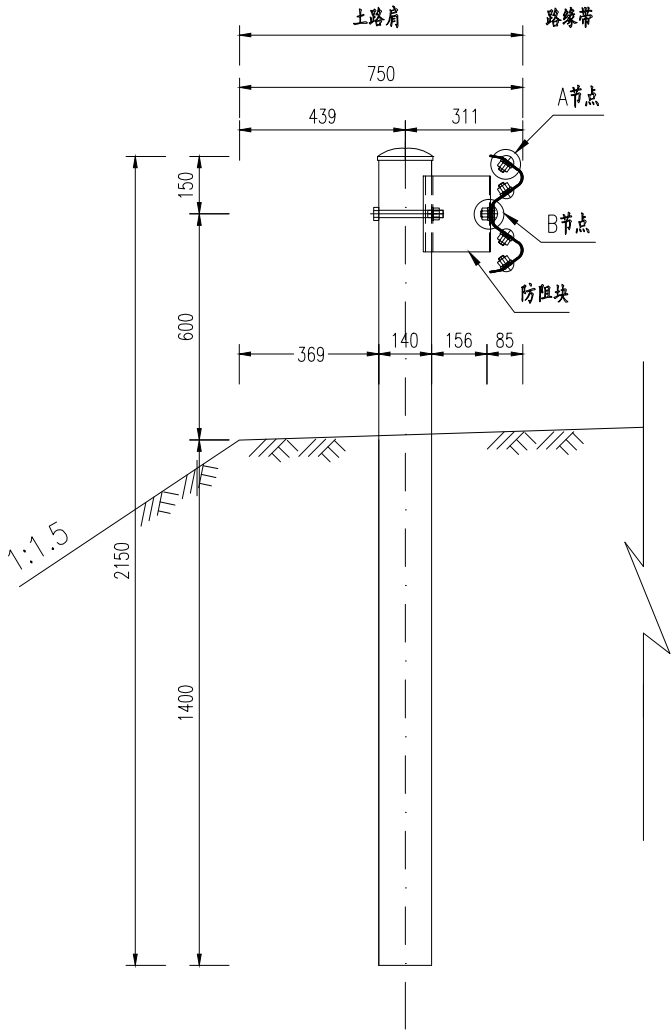


说明:

- 1、本图尺寸以毫米为单位。
- 2、横梁的搭接方向应与行车方向一致。
- 3、所有钢构件均应进行热浸镀锌处理。
- 4、所有钢护栏立柱基础1.5m范围内的填土密实度必须达到《公路工程技术标准》所规定的路基压实度。
- 5、本图用于造价计量护栏的拆除与重建,现场应按照原样恢复。

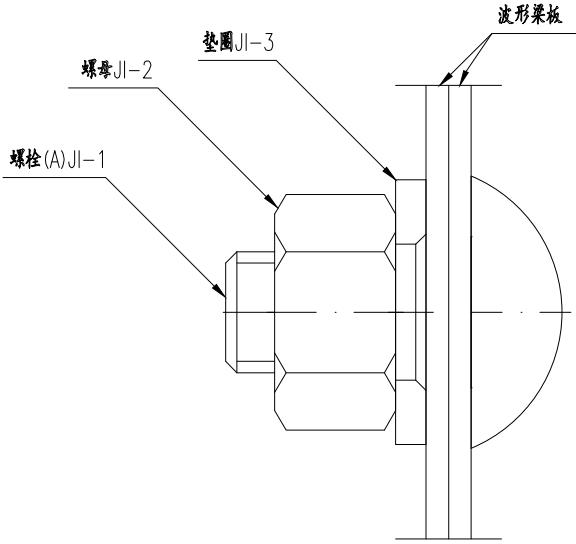
中交基础设施养护集团有限公司	重庆高速公路股份有限公司 G42梁万段K1532+300左幅及K1541+000右幅护面墙预防性加固工程	护栏拆除与恢复大样图	设计	王智	一审	李丽洁	三审	刘中铭	图号
			复核	殷小东	二审	杨启	日期	2023.04	SJ-06

Gr-A-4E横断示意图

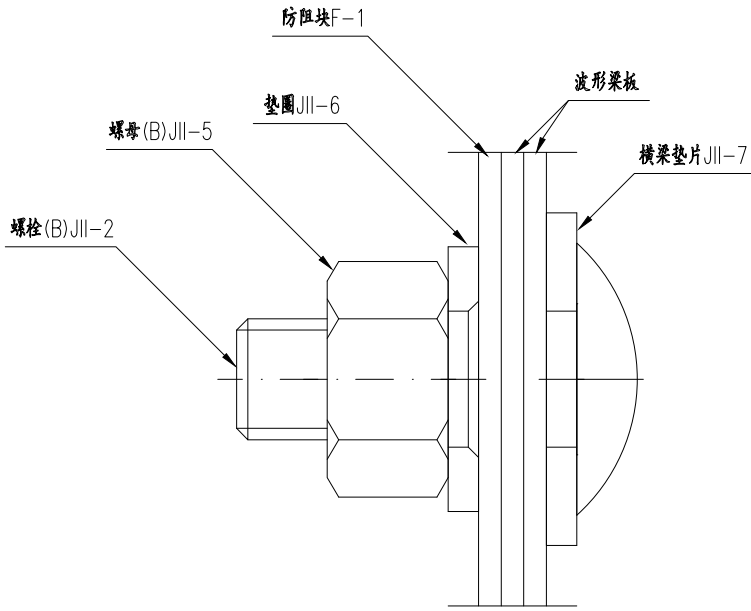


- 注:
- 1.本图尺寸以毫米为单位。
 - 2.横梁的搭接方向应与行车方向一致。
 - 3.DB03、DB04、DB05板用于调节护栏长度用。
 - 4.所有钢构件均应进行热浸镀锌处理。
 - 5.所有钢护栏立柱基础1.5m范围内的填土密实度必须达到《公路工程技术标准》所规定的路基压实度。
 - 6.本图用于造价计量护栏的拆除与重建,现场应按照原样恢复。

A节点



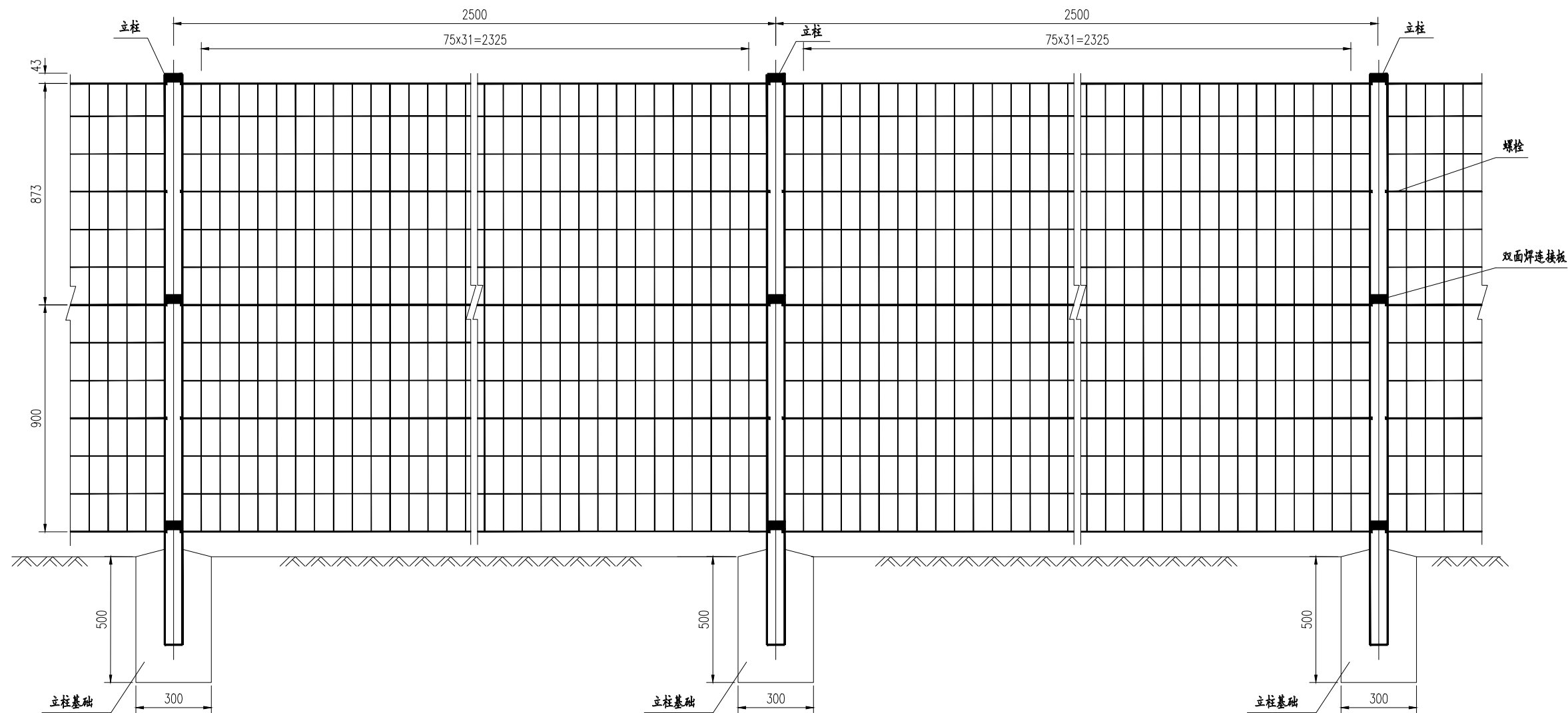
B节点



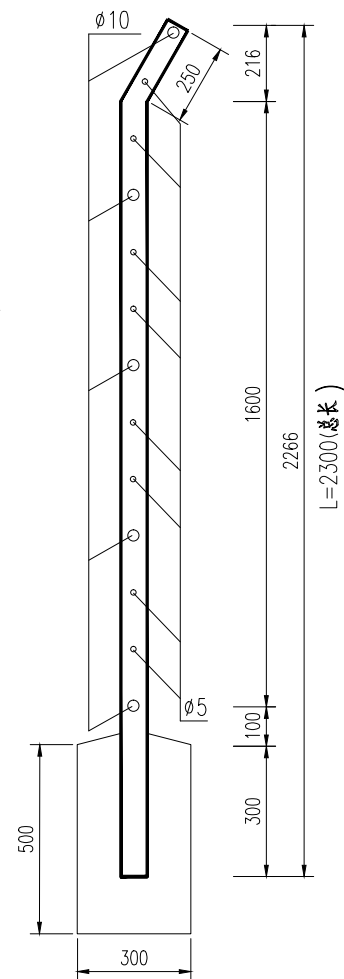
每100米Gr-A-4E护栏材料数量表

代号	名称	规格	数量	材料	重量(kg)		备注
					单件	总计	
1	立柱G-Z-1-1	∅140X4.5X2150	25	Q235	32.33	808.38	4米间距计
2	柱帽	∅140X3	25	Q235	0.65	16.25	
3	防阻块F-1-1	196X178X200X4.5	25	Q235	4.37	109.25	
4	DB01板	310X85X4X4320	25	Q235	65.55	1638.75	
	DB03板	310X85X4X3820		Q235	57.87		调节护栏长度
	DB04板	310X85X4X3320		Q235	49.76		调节护栏长度
	DB05板	310X85X4X2320		Q235	35.15		调节护栏长度
5	拼接螺栓JII-1-1	M16X34	200	45号钢	0.085	17.00	
6	拼接螺母JII-2	M16	200	45号钢	0.056	11.20	
7	拼接垫圈JII-3	∅16X4	200	45号钢	0.024	4.80	
8	连接螺栓JIII-2-1	M16X45	25	Q235	0.088	2.20	
9	六角头螺栓JIII-3	M16X170	25	Q235	0.316	7.90	
10	螺母JIII-5	M16	50	Q235	0.056	2.80	
11	垫圈JIII-6	∅16X4	50	Q235	0.024	1.20	
12	横梁垫片JIII-7	76X44X4	25	Q235	0.093	2.33	

隔离网立面示意图



隔离网侧面示意图



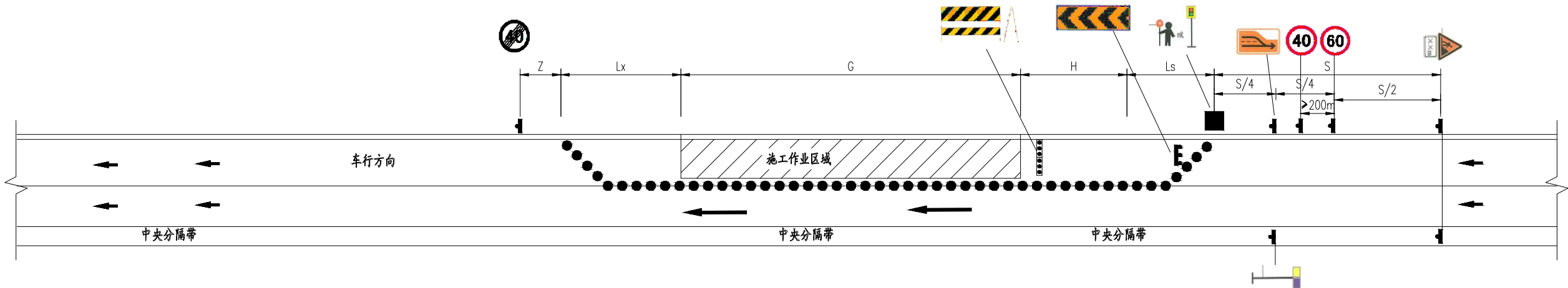
每节段（2.5m）隔离网工程数量表

序号	材料名称	规格	单位	数量	用量	备注
1	立柱(冷弯卷边槽钢)	70x40x15x5	7.066kg/m	2.3m/根	8.126kg/根	Q235 GB/T 6723-2017
2	冷拔钢丝电焊网	φ3.5 x150x75	0.0755kg/m	6.803kg/片	6.803kg	GB/T 6343-2009
3	一般立柱基础	300x300x500	0.045m³ /个	1	0.045m³	C20砼
4	螺栓	M6x80	0.021kg/个	10	0.21kg	45号钢
5	螺母	M6	0.01kg/个	20	0.2kg	45号钢
6	防盗垫圈	M8	0.014kg/个	10	0.14kg	45号钢
7	立柱焊接钢板		0.011kg/块	2	0.022kg	Q235
8	连接板	70x40x5	0.110kg/块	3	0.165kg	Q235

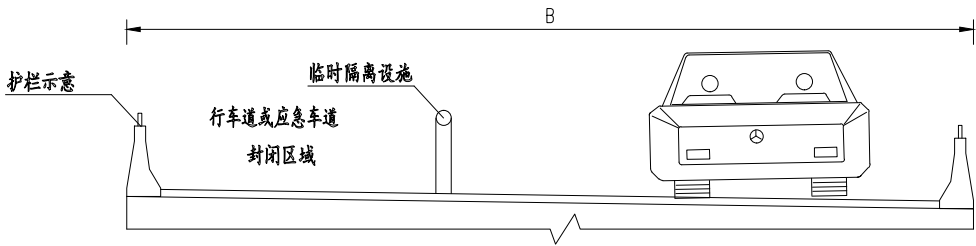
说明:

- 1、本图尺寸以毫米为单位。
- 2、立柱基础采用现场浇筑。
- 3、立柱弯折处先将两翼切割,然后冷弯对焊成型。
- 4、立柱材料的力学性能应符合GB700, 尺寸规格应符合GB6723。
- 5、施焊前,要求各单件矫正平直并去除毛刺及锈迹。
- 6、焊接部位要求过渡圆滑,无夹渣、虚焊、气孔等缺陷。
- 7、镀塑层必须均匀、亮泽,不得存在针孔、流淌堆积、粘结、烧焦裂解等镀塑缺陷。
- 8、镀塑层厚度0.5mm。

封闭外侧车道的施工作业交通安全维护示意图



交通横向布置示意图



安全维护区域设计长度表

名称	单位	设计长度
警告区长度 S	m	不小于2000
车道封闭上游过渡区长度 Ls	m	不小于50
下游过渡区长度 Lx	m	不小于30
缓冲区长度 H	m	不小于50
工作区长度 G	m	1532+300:180m 1541+000:220m
终止区长度 Z	m	不小于30

安全维护区域设备图例

图例	名称
●	锥形桶
——	水马
■	标志牌
■	可变信息标志牌
●●●	附设施工警示灯的护栏
■	交通指挥岗

- 注：
- 本图尺寸以米为单位。
 - 本图为封闭慢车道养护维修作业示意图，图中未示意应急车道，其他现场采用的维护方法，请施工单位根据现场布置、实维修作业的需求、设备情况，在保证安全的情况下依据现行《道路交通标志和标线》、《公路养护安全作业规程》要求安排。
 - 本图作为预算的编制依据参考，具体交通导行方案及费用应以上报并通过审批的方案为准。
 - 表中所列为一次导行的设计长度估列表。
 - 图中隔离设施为锥型桶，设置可以根据实需要调整为水马，水马连续码放1.5m/个，锥形桶放得间距渐变区为区2m/个，非渐变区5m/个。
 - 处治期间由于行车道变窄，易发生拥堵，请相关单位做好导行设施安排好必要的交通协调等管理人员指挥交通，保证通行安全。
 - 本图适用于封闭外侧车道（慢车道）占道施工。