

企业资质等级：地质灾害评估和治理工程勘查设计甲级/工程勘察综合甲级

资质证书编号：110020231110025 / B111023089

2026 年昌平区普通公路沿线地质灾害防治工程 施工图设计

(工程编号：2026 灾设 004)

 **北京市勘察设计研究院有限公司**
BGI ENGINEERING CONSULTANTS LTD.

2026 年 3 月



企业资质等级：地质灾害评估和治理工程勘查设计甲级/工程勘察综合甲级

资质证书编号：110020231110025 / B111023089

2026年昌平区普通公路沿线地质灾害防治工程 施工图设计

(工程编号：2026 灾设 004)

图纸版次：	01-D1	设计阶段：施工图设计
项目工程师：	张振兴 石松豪	张振兴 石松豪
项目审核人：	刘力阳	刘力阳
项目负责人：	廖俊展 李君韬	廖俊展 李君韬
项目审定人：	范铁强	范铁强
总工程师：	周宏磊	周宏磊
法定代表人：	徐宏声	徐宏声

 北京市勘察设计研究院有限公司
BGI ENGINEERING CONSULTANTS LTD.

2026年3月



工程设计总说明目录

1	工程概况及设计依据	1
1.1	任务由来	1
1.2	工程概况	1
1.3	设计输入资料	1
1.4	主要技术规范与标准	1
2	场地环境、工程地质条件与地质灾害特征	1
2.1	地理环境	1
2.1.1	气象条件	1
2.1.2	水文条件	2
2.2	地质环境	3
2.2.1	地形地貌特征	3
2.2.2	地层岩性	3
2.2.3	地质构造	4
2.2.4	抗震设计条件	4
2.2.5	水文地质	4
2.3	治理区地质灾害基本特征	5
2.3.1	地质灾害类型、位置、范围及规模	5
2.3.2	崩塌体的物质组成与结构	5
2.3.3	变形破坏特征与危害程度	5
3	总体设计思路	5
3.1	治理目的	5
3.2	设计原则	5
3.3	防治工程等级	5
3.4	工况与安全系数	5
3.5	设计参数	6
3.6	建筑材料	6
4	治理工程设计方案	6
4.1	坡面浮石/危岩清理	6
4.2	引导防护系统（覆盖式引导网）	6
4.3	毛石混凝土挡墙	6
5	主要工程量	6
6	施工技术要求	6
6.1	坡面浮石、危岩清理	6
6.2	覆盖式引导网	6

6.3	毛石混凝土挡土墙	7
6.8	质量检验	7
7	施工安全与环境保护	7
7.1	施工注意事项	7
7.2	周边环境条件、工程风险分析及应急措施要求	8
7.3	关于保障工程周边环境安全和工程施工安全的建议	8
8	工程运营维护与检修	8
8.1	例行检查范围	8
8.2	例行维修检查的频率与时间	8
9	其他说明	9

附表/附件:

- (1) 附表 1: 边坡特征及治理方法一览表
- (2) 附表 2: 地质灾害隐患防治工程量统计表
- (3) 附图: 施工图

工程设计总说明

1 工程概况及设计依据

1.1 任务由来

受北京市交通委员会昌平公路分局（以下简称“委托单位”）委托，北京市勘察设计研究院有限公司（以下简称“我院”）承担了 2026 年昌平区普通公路沿线地质灾害防治工程的设计工作。

本次设计范围：北京市昌平区 S219 南雁路 K24+010-K24+048 沿线（1 处台账点）、S216G6 辅路 K49+820-K51+100 沿线（2 处台账点）以及 X210 高芹路 K3+500-K12+210（5 处台账点），共有 8 处台账点需治理，累计治理路段长 0.41km。

1.2 工程概况

本工程涉及地质灾害隐患点位于昌平区 S219 南雁路、S216G6 辅路及 X210 高芹路，沿线路段均为早期修筑时形成的人工开挖边坡，切坡路段，部分路段边坡坡度大。自道路边坡形成后，在风化卸荷、降水及人类工程活动等各种自然的或人为的内、外营力的综合作用下，部分路堑边坡现状存在不同程度的崩塌、坠石及落石等地质灾害隐患，影响道路交通安全。工程场地地理位置示意图 1-1。

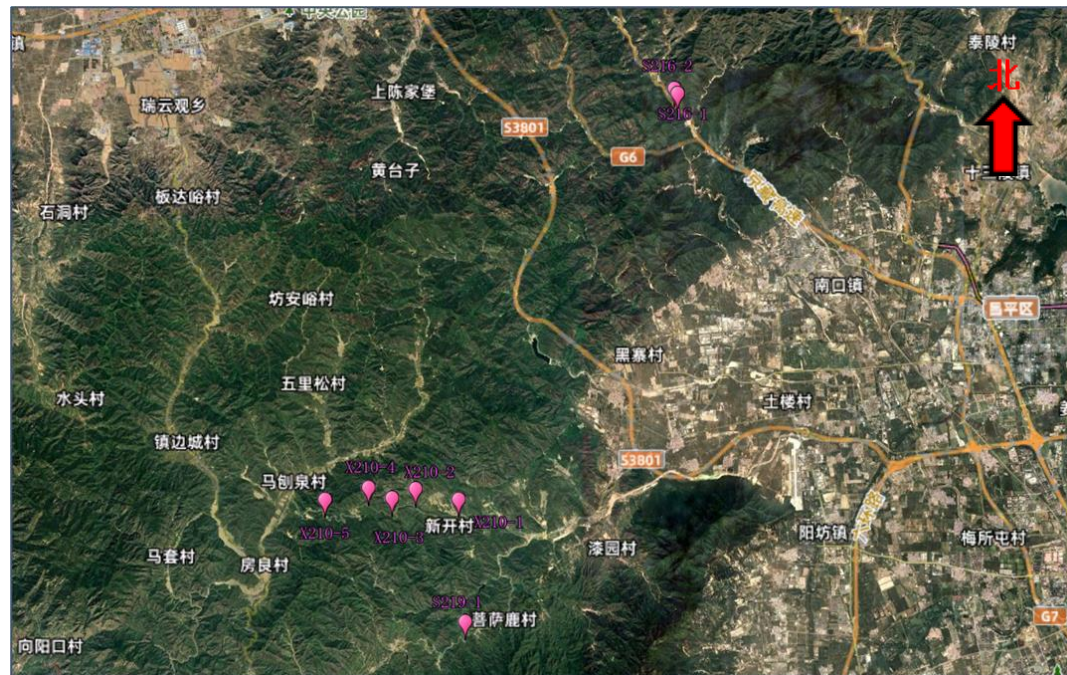


图 1-1 拟治理点位地理位置示意图

1.3 设计输入资料

- (1) 委托单位提供的拟治理路段一览表（电子版）；
- (2) 拟治理各路段地形测绘资料；
- (3) 本项目工程地质勘查报告；
- (4) 现场踏勘与调查。

1.4 主要技术规范与标准

- (1) 《建筑与市政地基基础通用规范》（GB 55003-2021）；
- (2) 《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）；
- (3) 《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；
- (4) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；
- (5) 《混凝土结构设计标准》（GB/T 50010-2010）（2024 年版）；
- (6) 《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010）（2024 年版）；
- (7) 《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- (8) 《地质灾害治理工程实施技术规范》（DB11/T 1524—2025）；
- (9) 《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）；
- (10) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- (11) 《公路工程抗震规范》（JTG B02-2013）；
- (12) 《铁路边坡柔性被动防护产品落石冲击试验方法与评价》（TB/T 3449-2016）；
- (13) 《危岩落石柔性防护网工程技术规范》（试行）（T/CAGHP 066-2019）；
- (14) 《地质灾害防治条例》（2003 年 11 月 19 日）；
- (15) 《边坡支护工程设计标准图集》（Q/BGI C0301-2024）；
- (16) 其他规范、标准。

2 场地环境、工程地质条件与地质灾害特征

2.1 地理环境

2.1.1 气象条件

北京地区地处中纬度欧亚大陆东侧，属暖温带大陆性半湿润～半干旱气候，受季风影响

形成春季干旱多风、秋季秋高气爽、夏季炎热多雨、冬季寒冷干燥，四季分明的气候特点。年平均气温为 12.5℃~13.7℃，7 月份平均气温 25℃~26℃，1 月份平均气温约-4℃~-5℃。根据南郊观象台观测资料，2000 年~2022 年北京极端最高气温为 41.1℃（2002 年 7 月 14 日、2014 年 5 月 29 日及 2023 年 7 月 6 日）；极端最低气温-19.6℃（2021 年 1 月 7 日）。北京各月平均气温参见图 2.1-1（“北京地区各月平均气温图”）。

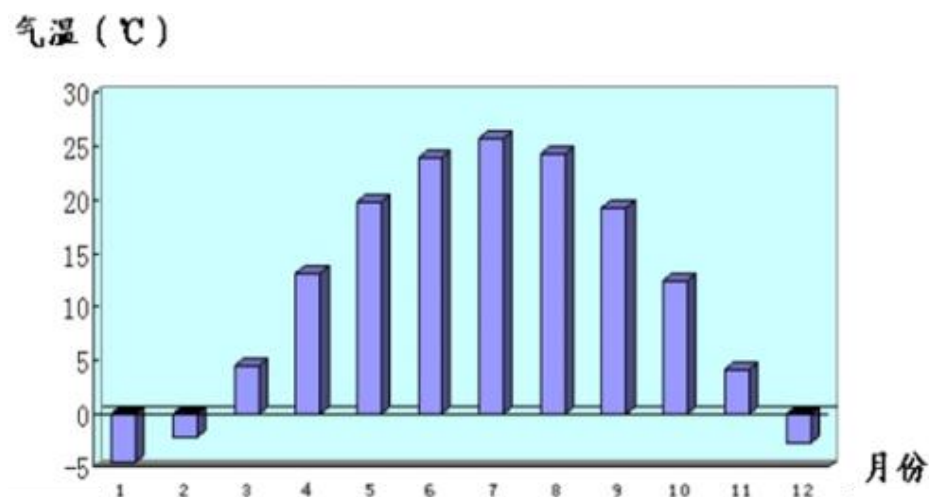


图 2.1-1 北京地区各月平均气温图

北京地区年平均日照数 2662 小时，无霜期 211 天。

北京地区降雨量空间分布不均匀，东北部和西南部山前迎风地区为相对降水中心，在 600mm~700mm 之间，西北部和北部深山区少于 500mm，平原及部分山区在 500mm~600mm 之间，夏季降水量约占全年降水量的 75%。北京市各月平均降水量见图 2.1-2（“北京市各月平均降水量图”）。

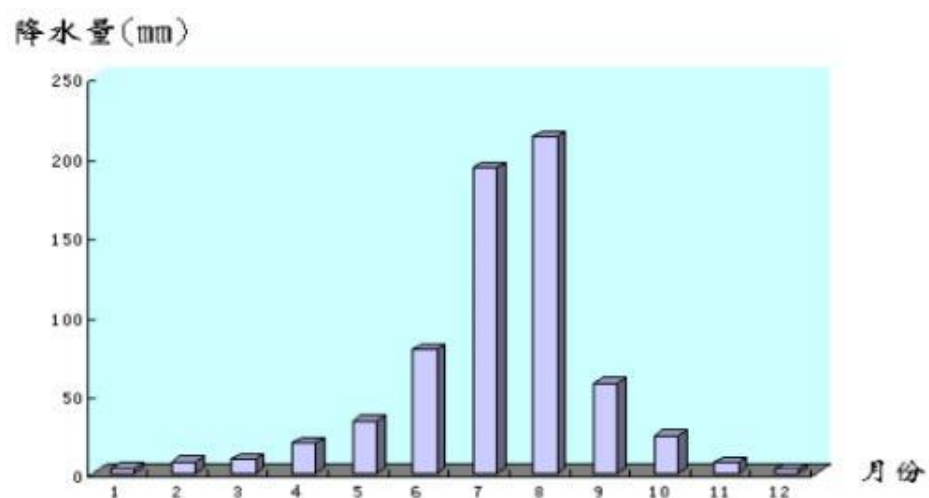


图 2.1-2 北京市各月平均降水量图

全市多年平均降水量一般在 550mm~650mm 之间，降水量的年变化大，具体统计数据可参见图 2.1-3（“北京地区 1949-2025 年降雨量直方图”）。最大降雨量出现在 1959 年，降雨

量为 1406.00mm，最小降雨量出现在 1965 年，仅为 261.80mm。降水量年内分配不均，每年降雨多集中在 7、8 两月，占总降雨量的 60%~70%，1、2 月份降雨量最小。近十多年来，2021 年年降水量曾出现峰值，达到 929.40mm；2014 年年降水量最小，约为 500.00mm。

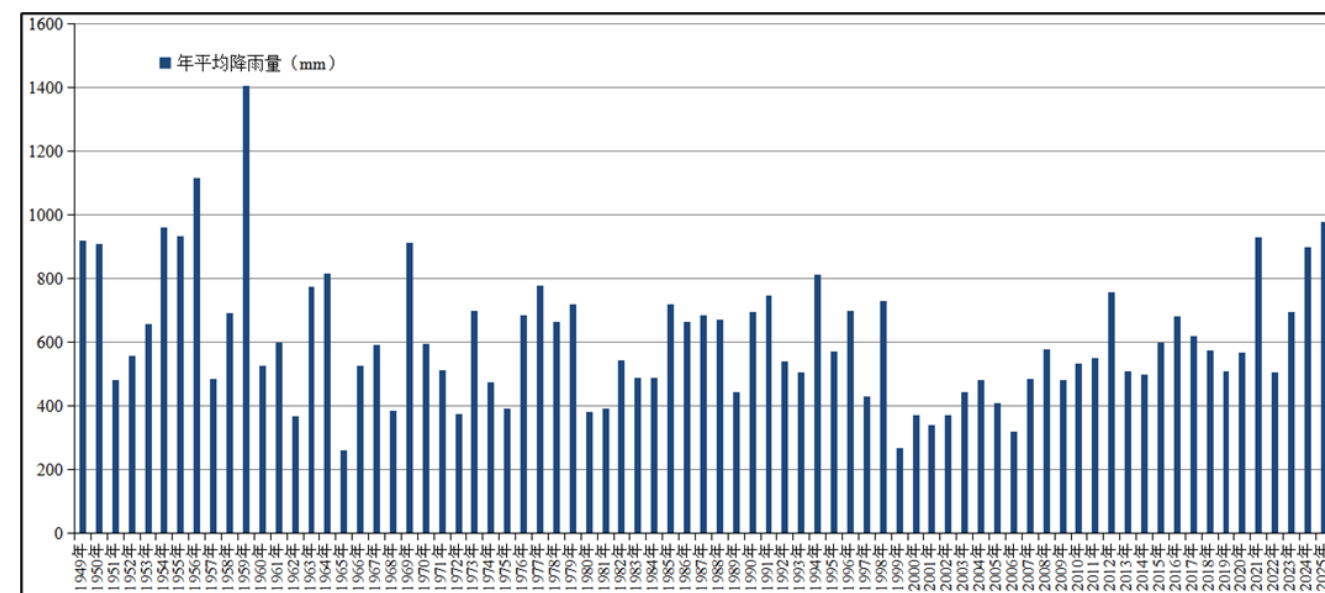


图 2.1-3 北京地区 1949-2025 年降雨量直方图

北京地区年平均风速在 1.80~3.00m/s 之间，风速受地理环境影响较大，城区、谷地、盆地年平均风速较小，山区和风口处风速较大。北京月平均风速以春季 4 月份最大，平均风速 3.40m/s，其次是冬、秋季，夏季风速最小，平均风速 1.50m/s。夏季受大陆低气压控制，多东南风；秋、冬季受蒙古高气压控制，多为西北风，风向变化显著。

2.1.2 水文条件

北京境内共有大小河流 200 余条，分属于海河流域的永定河、潮白河、温榆河—北运河、大清河和蓟运河五大水系。其中，除温榆河—北运河水系发源于北京市，永定河水系发源于内蒙古、山西外，其余 3 个水系均发源于河北省。本工程属于温榆河—北运河水系。

温榆河是北运河水系的上游，是源于北京境内的唯一水系。温榆河的上源汇集了昌平境内北山及西山的诸小水流。东沙河上有德胜口沟、锥石口沟、老君堂沟；北沙河，元代称“双塔河”，古代曾为漕运河道，上有虎峪沟、关沟、兴隆口沟、白羊沟、柏峪沟及高崖口沟；南沙河上有周家巷沟。三条沙河于沙河镇汇合后称温榆河，向东及东南流，先后接纳了蔺沟及清河，至通州称北关入小中河、通惠河和坝河。通州以南为北运河，继续向东流，纳入凉水河和风河，在天津红桥入海河。温榆河在沙河镇以上，汇集了发源于北山及西山的诸小河流，出山以后流经在山前的洪冲积扇上，河水渗流于松散的砂砾石中，变成平谷，在地下水溢出带以下才成为常年有水的河流。

本工程所有隐患点治理区范围内无地表水不发育，大多治理区周边发育有冲沟，边坡

上、下无常年性水流，山体沟谷内有汇水溪流。

根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)和《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ 11-501-2009, 2016 年版), 各地质灾害隐患点所在位置的标准冻结深度为 1.00m。

2.2 地质环境

2.2.1 地形地貌特征

昌平区地处北京城区的北部, 地貌形态复杂。受地质构造制约, 北部及西部山区主要为燕山运动隆起, 构造走向军都山呈北东东向, 西部山地是北北东向展布, 两山大致交会于南口—青白口—沿河城一线。最高峰在西北部的黄楼洼(海拔 1439.8m)以及长陵北部的磨盘山(1066m); 最低点出现在南部南七家东侧, 海拔仅 27m。中部和南部形成缓倾冲积平原, 为主要的粮、菜产地。

本工程各隐患点区域范围整体上为构造剥蚀低山地貌, 山体之间有河流阶地、洪坡积扇、山坡地及山间沟谷等。边坡所涉及区域海拔高程一般为 310~910m, 整体地形为西高东低、北高南低之势, 因道路建设多形成路堑边坡, 基岩裸露, 坡体结构产生较强烈的卸荷松动, 斜坡坡度一般为 55°~85°; 坡顶堆积有厚度不一、结构松散的崩坡积块、碎石土。

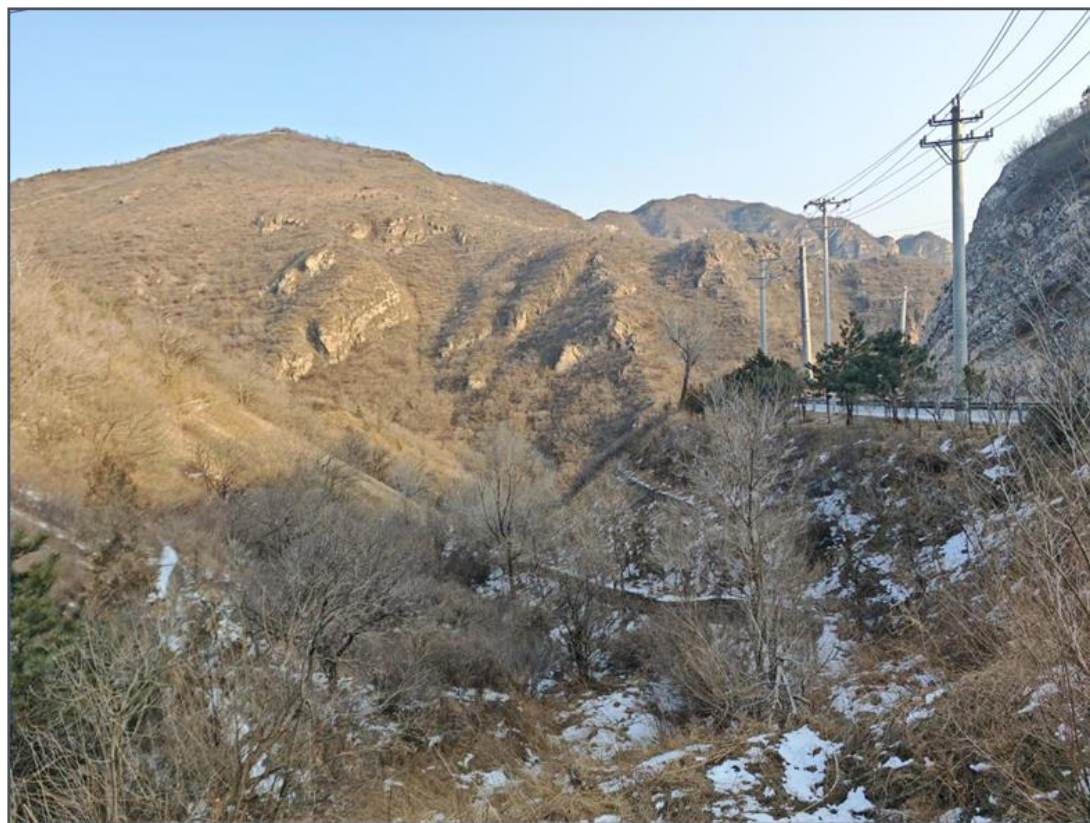


图 2.2-1 典型的地形地貌照片

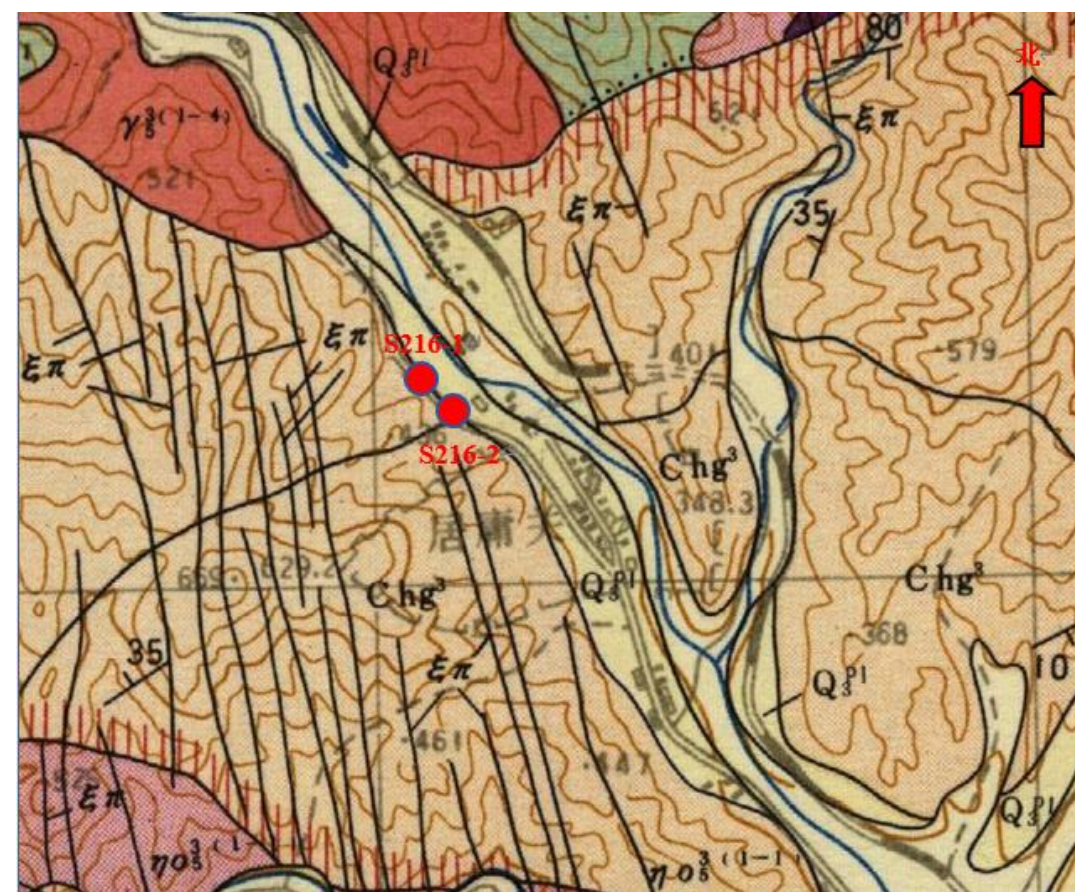
2.2.2 地层岩性

根据区域地质资料及现场调查, 道路边坡沿线主要出露地层有新生代第四系更新统~全新

统, 第四系主要为崩坡积、坡洪积及残坡积的黏性土夹碎石、碎石为主; 中生代包含侏罗系髫髻山组和燕山晚期; 元古代蓟县系雾迷山组。工程场区及周边分布的地层岩性具体参见下表及下图。

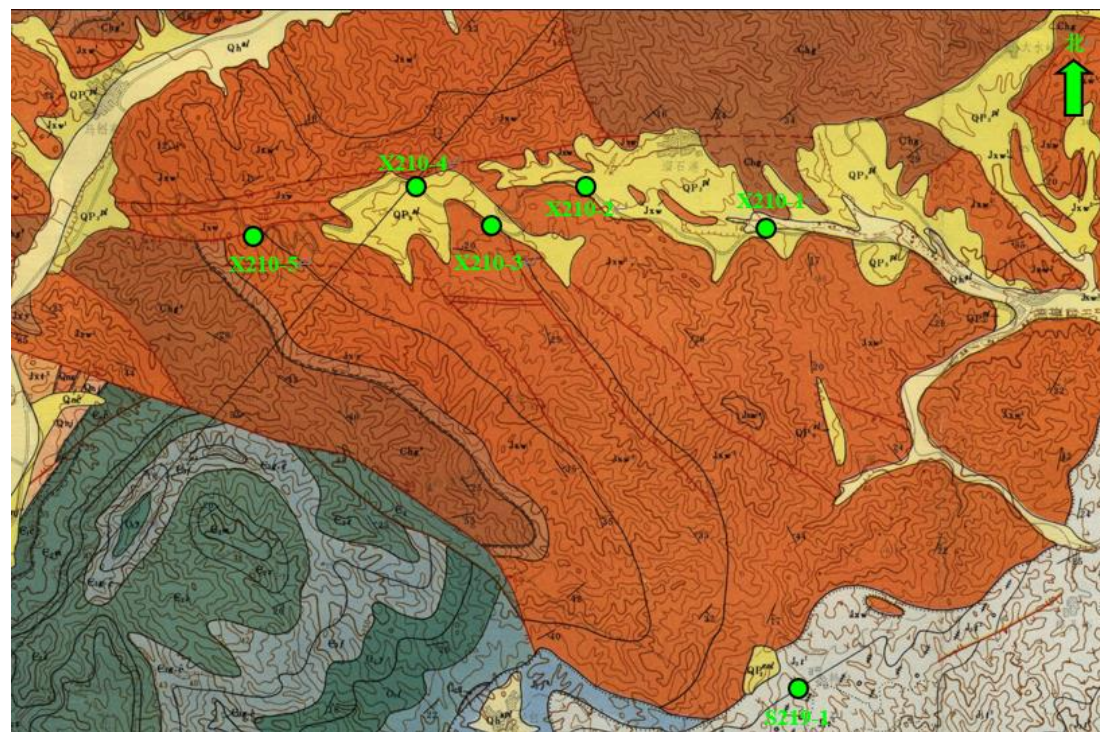
表 2-1 拟治理昌平区道路沿线拟治理段出露地层统计表

地层系统			地层代号	主要岩性
新生代	第四系	更新统~全新统	Q ₂ ~Q ₄	崩坡积、洪积、残积粉质黏土夹碎石、砾石、碎石、卵石为主
中生代	燕山晚期	/	ξπ	浅灰色正长斑岩
	侏罗系	髫髻山组	J _{3t}	紫灰色、灰紫色复成分砾岩
元古代	蓟县系	雾迷山组	J _{xw}	灰色、灰黄色硅质条带白云岩
	长城系	高于庄组	Chg	泥晶白云岩



Chg³ 长城系高于庄组白云岩; ξπ 燕山晚期正长斑岩

图 2.2-2a 昌平幅



Jxw 蓟县系雾迷山组白云岩; Chg 长城系高于庄组白云岩; J₃t 侏罗系髫髻山组复成分砾岩
图 2.2-2b 雁翅幅

图 2.2-2 拟治理昌平区道路沿线区域地质示意图[引自北京市地质图(1:50000)]

2.2.3 地质构造

北京地区的构造格局形成于中生代，新生代以来得到进一步改造，其特点是以断裂及其控制的断块活动为主要特征。断裂主要有北北东—北东向和北西—东西向两组，并在不同程度上控制着新生代不同时期发育的断陷盆地。场区大地构造位置处于燕山台褶带（II1）—密（云）怀（柔）中隆断（III2）之八达岭中穹断（IV6）和西山迭拗褶（III5）之青白口中穹断（IV10）构造单元内，如下图所示。根据区域地质资料及地质调查表明，各地灾隐患点段落无影响场地稳定性的活动断裂通过。



图 2.2-3 北京地质构造分区略图

2.2.4 抗震设计条件

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2015）附录 C，各地质灾害隐患点所在区域对应 II 类场地的基本地震动峰值加速度为 0.20g，反应谱特征周期为 0.40s，地震烈度为 VIII 度。

2.2.5 水文地质

现场调查，各路段均未发现稳定分布的地下水或泉眼出露。

根据区域地质背景资料结合现场地质调查综合分析，拟治理道路边坡所在区域大气降水较少，补给条件差，场区内拟治理道路边坡浅表层以透水性较强的崩坡积层和风化岩为主，且排泄条件好，赋存于第四系崩坡积层中的松散岩类孔隙水与浅部全、强风化基岩内的裂隙水主要在雨季短期赋存。

上述两类地下水主要受大气降水补给；受地形条件及岩体内发育的裂隙控制，在重力作用下短时赋存后顺地势侧向溢出排泄或沿风化裂隙向深部下渗转为构造裂隙水进入深部循环。

2.3 治理区地质灾害基本特征

根据初步调查，本项目各路段边坡主要以岩质边坡及碎石边坡为主，岩体多呈整体状、块状结构。一般中风化~强风化。各段边坡一般中间高，两边低，坡形整体上完整，坡体两侧一般有冲沟发育，边坡坡顶及两侧植被繁茂。边坡两侧的低洼地形构成了其上下游的边界条件，各段边坡的物质组成及形态特征参见附表1“边坡特征及治理方法一览表”。

2.3.1 地质灾害类型、位置、范围及规模

本工程涉及地质灾害治理点包括：北京市昌平区 S219 南雁路、S216 G6 辅路及 X210 高芹路沿线，共 8 处台账治理点，累计治理路段长 0.41km。各隐患点边坡特征见表 2-2。

表 2-2 各隐患点边坡特征一览表

路线编码	编号	规自台账桩号	实际治理桩号	长度	类型
S219 南雁路	S219-01	K24+20-K24+40	K24+10-K24+48	38	坠落式、滑移式崩塌，落石
	S216-01	K49+820-K49+830	K50+800-K50+860	60	碎石土不稳定斜坡
S216 G6 辅路	S216-02	K51+100	K51+72-K51+100	28	滑移式、倾倒式崩塌，落石
	X210-01	K3+500-K3+560	K3+536-K3+581	45	滑移式、倾倒式崩塌，落石
X210 高芹路	X210-02	K5+540-K5+620	K5+526-K5+626	100	碎石土不稳定斜坡
	X210-03	K7+390-K7+430	K7+343-K7+400	57	粉土不稳定斜坡
	X210-04	K8+520-K8+550	K8+500-K8+550	50	粉土不稳定斜坡
	X210-05	K12+200-K12+210	K12+195-K12+230	35	滑移式崩塌，落石

2.3.2 崩塌体的物质组成与结构

崩塌体的物质组成与结构见附表1“边坡特征及治理方法一览表”。

2.3.3 变形破坏特征与危害程度

变形破坏特征与危害程度见附表1“边坡特征及治理方法一览表”。

3 总体设计思路

3.1 治理目的

根据项目各治理点地质条件、边坡形态、灾害类型以及失稳破坏模式，确定防治方案、明确治理措施、确定技术成熟、施工可行、安全可靠和经济合理的防治目标。

3.2 设计原则

S219 南雁路、S216 G6 辅路及 X210 高芹路沿线道路边坡均为早年形成，均为山体开凿而成，其坡率大部分不满足现有的公路规范，雨季会有落石发生。本项目治理措施综合考虑了各种因素（边坡高度、总坡度、陡与缓的局部形态、边线距离、岩体特征、施工条件等）而制定。

(1) 设计的理念：根据边坡地质灾害发育特点确定防治设计思路，目前边坡地质灾害以浅表层崩塌落石为主，深部灾害不发育，故采用柔性防护技术，以最优化的手段进行浅表层落石控制，达到将灾害影响降低到最小的目的；同时考虑到后期运维的简便性及防治坡面的美观性，结合已有治理成果，对于柔性网防护采用“以引导网为主，以清理浮石/危岩为辅”的治理模式；

(2) 对于偶发性的落石边坡，基本以柔性防护网为主；

(3) 鉴于边坡顶部的林地属性，甚少进行大面积削方治理，设计的理念是最优化的手段治理，将灾害影响降低到最小；

(4) 根据场地情况，结合项目特点，治理措施综合考虑技术成熟、施工可行、安全可靠和经济合理等因素。

3.3 防治工程等级

本工程共包括 8 处治理点，多为崩塌落石地质灾害隐患点，各路段险情受威胁人数 < 30，灾害潜在损失 < 3000 万，治理路段工程投资 < 1000 万；综合考虑，治理工程等级为 II 级。

3.4 工况与安全系数

根据《地质灾害治理工程实施技术规范》（DB11/T 1524-2018）5.3 表 6 规定，确定本工程危岩防治设计安全系数如表 3-1 所示。

表 3-1 危岩治理工程设计安全系数

危岩破坏机制	工程级别与工况：II级治理工程	
	工况1、工况2	工况3
滑移式危岩	1.30	1.10
倾倒式危岩	1.40	1.15
坠落式危岩	1.50	1.20
工况	工况1—现状工况（荷载为自重+地面荷载） 工况2—暴雨工况（荷载为自重+地面荷载+暴雨） 工况3—地震工况（荷载为自重+地面荷载+地震）	

3.5 设计参数

本工程边坡治理相关的岩土参数建议值详见表 3-2。

表 3-2 边坡治理设计岩土体参数建议经验值

地层岩性	风化程度	密度 g/cm ³	岩石饱和单轴抗压强度 Rc MPa	抗剪强度		地基承载力标准值 f _{ka} kPa	岩土体与锚固体粘结强度标准值 kPa	基底土摩擦系数 μ
				C kPa	φ °			
粉土	/	1.9	/	20	25	160	45	0.30
碎石土	/	2.0	/	5	32	200	200	0.45
正长斑岩、白云岩	中等风化~强风化	2.5	25~50	200~300	30~40	800	500	0.55
复成分砾岩	中等风化~强风化	2.4	15~25	100~200	30~35	400	300	0.55

注：1. 表中岩土体物理力学参数均为综合经验值；

2. 表中的岩土体与锚固体粘结强度标准值适用于注浆强度等级 M30 的建议值，施工时应通过现场试验确定边坡治理采用的岩土体与锚固体粘结强度特征值。

3.6 建筑材料

- （1）引导网网片材料为环形网，采用高强钢丝编织，详见大样图。
- （2）挡土墙混凝土强度等级为 C25。

4 治理工程设计方案

根据场地情况，综合考虑技术成熟、施工可行、安全可靠和经济合理等因素，本工程采

用了以覆盖式引导网、毛石混凝土挡墙为主，浮石/危岩清理、削方为辅的治理措施。

4.1 坡面浮石/危岩清理

坡面的破碎岩体以及陡崖上浮石采用人工削方清除，可使用小型气动工具及手工钎锤，应从上向下清除。斜坡处可采用机械挖除。

对于碎石土边坡采用破碎锤配合挖掘机进行坡面修整。

4.2 引导防护系统（覆盖式引导网）

对于高陡边坡，坡面破碎，存在落石风险时，采用覆盖式引导网，其目的为引导落石进入限定区域，维护简单，不危及行车。

覆盖式引导网结构配置为：支撑绳+锚杆+主网+格栅网。

4.3 毛石混凝土挡墙

针对 G6 辅路 S216-01 隐患点 K50+800-K50+860 下部存在强风化层及碎石堆积的路段，在坡脚设置外露 1.5 米高的挡土墙，挡墙采用毛石混凝土挡墙。

5 主要工程量

主要工程量见附表 2 地质灾害隐患防治工程量统计表。

6 施工技术要求

6.1 坡面浮石、危岩清理

- （1）清除坡面松动的岩块、零星危石、浮石，以消除其对道路、车辆、行人的危险。
- （2）对于大块孤石应采用锤击破碎、钻孔爆破等方式进行破碎，并妥善清理，防止对边坡造成不利影响。

（3）G6 辅路 K51+72~K51+100 段坡面危岩、浮石清理时，应采取安全防护措施保护路面，并且防止落石滚落至边坡对面下方的 G6 京藏高速。

6.2 覆盖式引导网

- （1）确定锚孔位置；
- （2）安装锚杆；
- （3）安装顶端横向支撑绳；
- （4）安装纵向主拉、次拉钢丝绳；
- （5）张挂双绞六边形网防护网；

- (6) 安装纵向钢丝；
- (7) 安装横向固定钢丝绳。

6.3 毛石混凝土挡土墙

- (1) 挡墙材料要求：C25 级毛石混凝土；
- (2) 挡墙施工支护高度详见大样图；
- (3) 挡墙每隔 20~25m 位置设置一道伸缩缝，在挡墙高度突变处及与其他建（构）筑物连接处应设置伸缩缝，在地基岩土性状变化处应设置沉降缝。沉降缝、伸缩缝宽度为 20mm，缝内沿墙内、外、顶三边填塞沥青麻丝或涂沥青木板，填塞深度不小于 200mm（规范 150mm）；
- (4) 泄水孔沿挡墙横、竖向每 2.0m（挡墙外露高度小于 2.5m 时，可只设下层泄水孔）左右梅花型布置，泄水孔采用预埋 $\phi 100\text{mm}$ PVC 管，外倾坡度不小于 5%，以最低一排泄水孔高出地面 500mm 为基准进行布置，做法详见大样图。
- (5) 挡墙后回填土填料要求
 - 1) 填料优先选择级配良好的砂土或碎石土，当主要为黏性土做填料时，宜掺入适量的碎石或砾砂，不得选用膨胀土、淤泥质土、耕植土做填料；填料为黏性土时，填土施工含水量控制在最优含水率 $W_{op} \pm 2\%$ 的范围内，最优含水率采用击实试验确定；
 - 2) 墙背填料回填时，当原地基为耕土或松土时，应先清除有机土、种植土、草皮等，清除深度不小于 300mm，若原地表坡度较大 (>0.2)，应进行放台处理；
 - 3) 挡墙墙后填土必须分层夯实，分层厚度及碾压次数根据最优含水率及碾压设备实际确定，压实系数不得小于 0.94，施工过程中，要求对墙后填土压实度进行检测；
 - 4) 填料中有机质含量不得超过 5%；
 - 5) 填料回填应在砌体强度达到设计强度的 75% 以上后进行；填料的压实工作和反滤层的施工应同时进行。
- (6) 施工注意事项
 - 1) 施工前应预先设置好排水系统，保持边坡和基坑坡面干燥，基础施工完后应及时回填夯实，以免积水软化地基，降低地基土内摩擦系数；
 - 2) 挡土墙基底纵坡大于 5% 时应设置台阶式基础，并选择坚硬完整的基岩作为基底直接持力层；挡土墙基底横坡不宜陡于 1:5，当陡于 1:5 时，而地基为较完整坚硬的岩层时，基础可按 1:2 挖成台阶，台阶宽度不小于 1m；挡墙基底纵坡不宜大于 5%，当大于 5% 时，应在纵向将基础做成台阶，台阶高度不宜大于 0.5m。当原地基横坡、纵坡太陡时，应通知勘察、

设计等部门协商解决；

- 3) 基槽开挖后，如发现地基与设计情况有出入，应按实际情况调整设计；
- 4) 如边坡陡峻或有软弱层时，开挖基槽应采用跳槽开挖方式，挖一段、砌一段，保证施工安全；
- 5) 临时开挖或放坡应确保施工安全，一般可采用放坡处理，如场地条件受限或临时边坡较陡，应进行临时支护。
- (7) 其它未尽事宜参见图集《挡土墙（重力式 衡重式 悬臂式）》（17J008）。

6.4 质量检验

- (1) 边坡支护结构的原材料质量检验应包括以下内容：
 - 1) 材料出厂合格证检查；
 - 2) 材料现场抽检；
 - 3) 锚杆浆体及混凝土的配合比试验，强度等级检验。
- (2) 柔性防护网材料进场前，生产厂家应提供产品质量合格证书和配套质量检验报告，具体要求按各柔性防护网设计说明执行。
- (3) 原材料和混凝土强度须符合设计要求和有关规范的规定，钢筋配置应符合设计要求。

7 施工安全与环境保护

7.1 施工注意事项

- (1) 施工方必须编制详细的施工组织设计，其中应有针对可能出现的情况编制的施工应急预案。
- (2) 在施工过程中若发现地质情况与设计文件有出入，应及时通知设计人员，以便复核、调整。
- (3) 施工期间须采取必要的安全措施，确保工程和施工人员的安全。
- (4) 本工程施工必须考虑对环境的影响，在施工期间应控制减少噪声、粉尘、灰尘等污染环境的影响因素，施工过程中按规定进行妥善处理。
- (5) 开挖施工应按照分层、分段、分块、限时的方法确定开挖顺序。
- (6) 土方挖机、运输车辆直作业时，应采取保证坡道稳定的措施。
- (7) 开挖或填筑的土方不得在边坡周边影响范围内堆放，并应及时外运。
- (8) 土方作业过程应符合项目所在地的文明施工要求，及时做好裸露地面苫盖、扬尘处理和路面清扫。

(9) 施工时应充分掌握边坡地质条件、施工情况等信息，当与原设计方案、勘查资料等出入较大出入时应通知设计单位，并进行必要的调整和变更。

(10) 脚手架的搭建

1) 搭设材料只允许使用钢门式架或钢管，且有产品合格证，钢管和扣件使用前必须经检测合格；

2) 需搭设三排脚手架，脚手架外立杆内侧必须设置经检测合格的密目式安全网、1.2m 高防护栏杆，以及 0.18m 高、厚度不小于 10mm 的挡脚板；

3) 施工单位在搭设外脚手架或模板支撑系统时，应有相应的设计和搭设方案，并作为施工现场开工前提条件检查的内容，并经企业技术负责人和监理单位技术负责人审批同意后方可搭设。搭设后，班组应进行自检，经监理、施工单位验收合格，方可投入使用。

7.2 周边环境条件、工程风险分析及应急措施要求

(1) 周边环境

根据建设单位提供的资料，施工场地 X210 高芹路为县道路段、S219 南雁路为省级道路、G6 辅路（S216）为市级道路。

(2) 工程风险及应急措施

针对本项目的风险主要为：

- 1) 机械设备失稳倾倒造成机械伤害；
- 2) 钻机零部件或携带物脱落，材料高空坠落造成的物体打击伤害；
- 3) 锤头抛射、钢钎飞射、桩体碎块飞溅等造成的物体打击；
- 4) 个人操作不当造成的物体打击、高处坠落、触电及火灾等；
- 5) 多工序作业，现场机械设备行走及施工安全。

(3) 对上述风险应采取如下措施规避人为因素和预防自然因素导致的安全事故：

- 1) 施工单位施工前应制定详细的预防措施、运行控制方案及应急救援预案；
- 2) 在施工前应对施工人员进行岗前教育及安全培训，增强安全意识，规避和杜绝人为因素产生的安全事故；
- 3) 严格落实现场监督检查制度，及时排除安全隐患；
- 4) 施工机械进出场及在拟建场区施工时，注意施工机械与周边设施的安全距离，注意避让或采取相对应的安全措施，确保安全；
- 5) 遇大风、大雨、暴雨、雷电等恶劣天气时，严格按照地区的相关规定执行，严禁盲目施工。

7.3 关于保障工程周边环境安全和工程施工安全的建议

(1) 本工程设计过程中结合建设单位提供的周边环境、设计图纸等资料，对场区及周边环境条件进行了梳理，施工单位施工前应结合现场实际条件，对周边环境进行进一步的详细调查，如发现特殊情况、与设计图纸不符合的情况应及时通知各参建单位进行相应的调整和协商

(2) 施工单位应编制工程施工组织设计，并按照建设主管部门的要求进行必要的评审或审查，现场应以通过评审和审批后的施组方案组织施工；

(3) 应按照本施工图纸进行施工，施工过程中确保工程质量，合理确定施工工期，施工流程和顺序满足规范和设计要求，做好相关的施工记录、试验和检测工作。严格落实现场监督检查制度，及时排除安全隐患；

(4) 施工中应按照图纸、规范要求开展监测工作，相应的监测内容、频率、精度满足规范和设计要求；

(5) 应编制施工专项应急预案；遇大风、大雨、暴雨、雷电等恶劣天气时，严格按照地区的相关规定执行，严禁盲目施工；

(6) 建立畅通的沟通协调机制，现场遇特殊情况应及时通知各参建单位协商解决；

(7) 施工期间根据点位情况做好道路交通导流及管控工作，在施工影响路段安排协管员进行交通指挥和设施看护，保证路段运行安全及通畅；

(8) 施工过程中应按照北京市和国家法律法规组织施工，确保施工质量和施工安全。

8 工程运营维护与检修

8.1 例行检查范围

对于该边坡例行维修检查时，需进行如下基本维修工作：

- (1) 清理积存于排水沟、截水沟及坡面杂物；
- (2) 修复破裂或已损坏的排水沟；
- (3) 修补或更换坡面已损毁的坡面防护措施；
- (4) 清除斜坡表面引致严重裂缝的植物。

8.2 例行维修检查的频率与时间

例行维修检查每年进行两次。时间点设于雨季之前和之后。

维修检查和随后的维修工程的所有记录，应设专人进行记录并存档。

9 其他说明

(1) 本路段边坡高陡，基于占地和施工难度考虑，本次治理以柔性防护网为主，不在杜绝地质灾害的发生，旨在降低地质灾害的危害程度。

(2) 为保护现有的植物根系和清理落石方便，柔性防护网底部均要求高于路面 1.0m（有挡墙者，底部位于挡墙顶标高）。岩石崩落一般发生于坡体顶部的土岩结合部，引导网施工时要求网片必须覆盖到此部位以上 1.5-2.0m。

(3) 治理范围以现场实地放线为准，应满足防护要求，图中工程量仅为参考，应以现场量测为准。

(4) 清理浮石危岩的要求

清理危岩要彻底，挂网或锚杆施工之前需统一安排机械清理坡面松动的危岩，挡墙顶部的松散堆积体等，彻底清除可能危及施工安全的危岩。

(5) 引导网技术要求

沿道路长度方向，避免遗漏存在落石隐患的边坡，要防护到位。

沿边坡高度方向，避免遗漏顶部防护。

主被动结合的坡面，如不要求交界封闭，要保证两者之间无危岩浮石。

注重网片铺设的美观，边界平顺整齐。

(6) “动态设计，信息化施工”是该线路病害防治的一个重要特点，施工中需根据各病害点的具体情况，及时通知设计人，以及时调整防治方案。

(7) 对巡视的要求：边坡防护完成后，业主需指定专人定期对其工作状态进行巡视检查，如有封闭体内拦截住的崩塌块石，需及时清理并新补网片。并定期检查柔性防护网构件的表现状态，及时处理锈蚀构件，以发挥长久效能。人工巡视需注意各个边坡顶部的变形迹象，随雨雪等外力作用，边坡岩体结构会发生变化，严防卸荷裂隙引起的巨量崩滑发生。

附表1 边坡特征及治理方法一览表

编号	规自台账桩号	实际治理桩号	长度(m)	物质组成	边坡形态特征	治理方法	
南雁路 X219-01	K24+20-K24+40	K24+10-K24+48	38	<p>边坡为岩质边坡，坡面基岩裸露，岩性为侏罗系髫髻山组(J3t)凝灰质复成分砾岩，受构造、物质成分及风化作用影响，层理发育不明显，根据区域地质资料，工程场区所在区域内岩层的产状：$110^{\circ} \sim 140^{\circ} \angle 22^{\circ} \sim 30^{\circ}$；砾石的母岩成分以白云岩质、灰岩质、砂岩质为主，粒径大小不一，最大可达20~30cm，其间发育有不规则的凝灰岩、砂岩透镜体；强风化~中等风化，以中等风化为主，强风化层厚度约2.0~4.0m。受结构面切割及风化作用影响，岩体较破碎，局部破碎，呈厚层状、块状结构。坡顶及坡表浅表层普遍分布厚度不一的崩坡积碎石土层，整体覆盖层厚度约0.0~1.0m。坡面浅表岩体因风化作用、构造裂隙及外营力作用，岩体基本质量等级整体为IV级；局部岩体较完整，岩体基本质量等级为IV级）。</p>	<p>边坡全长约38m，为早期修路开挖的人工边坡，高度约5~12m，边坡整体坡向约$255^{\circ} \sim 260^{\circ}$，受早期修筑道路切坡影响，边坡前缘边坡较陡，坡角$65^{\circ} \sim 75^{\circ}$。坡顶灌木植被发育，人工种植有松柏等乔木。坡脚挡墙高约0.8m，墙顶为堆高约0.5m的植生护坡砖。</p>		<p>清理危岩/浮石 覆盖式引导网</p>
G6 辅路 S216-01	K49+820-K49+830	K50+800-K50+860	60	<p>边坡主要为土质边坡，坡体主要是由崩坡积形成，组成部分主要为黏性土混碎石，黏性土含量约30~40%。碎石形状为次棱角形状或棱角形状，粒径10-25cm，夹有少量的块径较大的块石（粒径不小于30cm）；土质边坡两端出露基岩，岩性为长城系高于庄组(Chg)白云岩，以中等风化~强风化为主，强风化层厚度约3.0~5.0m。受结构面切割影响，岩体较破碎，局部破碎，呈中厚层状结构。</p>	<p>本段边坡全长约60m，为早期修路开挖的人工边坡，高度约7~9m，坡面整体坡向约$60^{\circ} \sim 70^{\circ}$，开挖边坡坡角约$55^{\circ} \sim 70^{\circ}$。坡面及坡顶植被较发育，以杂草和灌木为主，生长有少量的乔木。</p>		<p>削方 毛石混凝土挡墙</p>

附表1 边坡特征及治理方法一览表

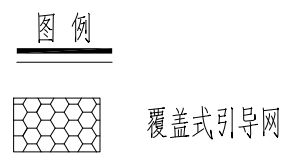
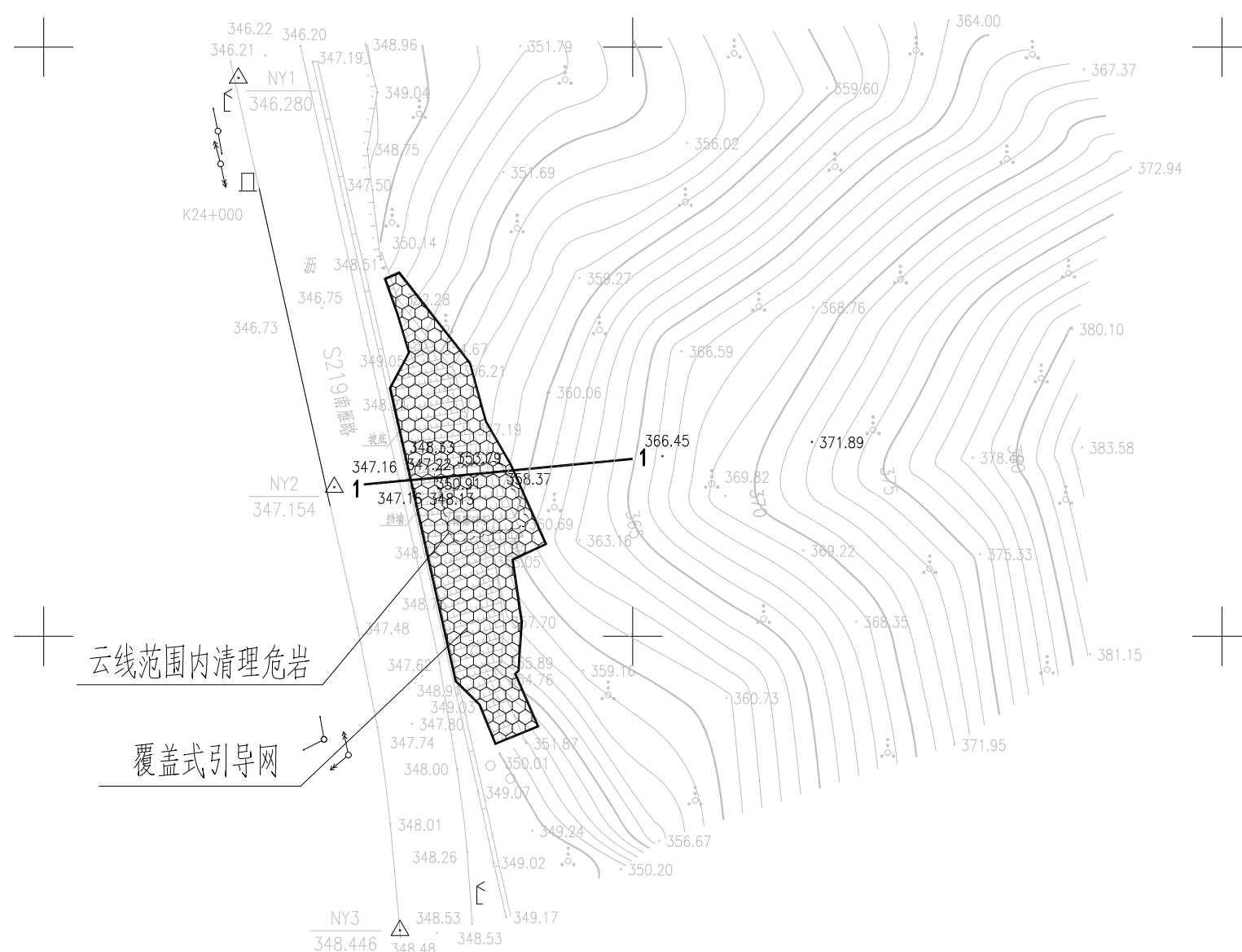
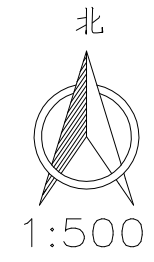
编号	规自台账桩号	实际治理桩号	长度(m)	物质组成	边坡形态特征	治理方法	
G6 辅路 S216-02	K51+100	K51+72-K51+100	28	<p>边坡为岩质边坡，坡面基岩裸露，岩性为燕山晚期(ξπ)正长斑岩；强风化~中等风化，以中等风化为主，强风化层厚度约 2.0~3.0m。受结构面切割影响，岩体较破碎，局部破碎，呈厚层状、块状结构。坡顶第四系覆盖层厚度约 0.0~1.0m。岩体基本质量等级为III级（坡面浅表岩体因构造裂隙及外营力作用，岩体基本质量等级为IV级）。</p>	<p>边坡位于道路拐弯处，全长约 28m，高度约 6~19m，整体坡向由大里程至小里程呈过渡变化，约为 35°~75°，开挖边坡坡角 65°~80°。坡顶草本植物及灌木植被发育，生长有少量乔木。坡脚挡墙高约 0.5m，挡墙顶部至坡脚为宽约 2-4m 的绿化带。</p>		<p>清理浮石/危岩 覆盖式引导网 安全防护措施</p>
高芹路 X210-01	K3+500-K3+560	K3+536-K3+581	45	<p>边坡为岩质边坡，坡面基岩裸露，岩性为蓟县系雾迷山组(Jxw)白云岩，产状 15°~20° ∠10°~15°；强风化~中等风化，以中等风化为主，强风化层厚度约 2.0~3.0m。受结构面切割影响，岩体较破碎，局部破碎，呈层状~中厚层状结构。坡顶第四系覆盖层厚度约 1.0~2.0m。岩体基本质量等级为III级（坡面浅表岩体因构造裂隙及外营力作用，岩体基本质量等级为IV级）。</p>	<p>边坡位于道路拐弯处，全长约 45m，整体坡向由大里程至小里程呈过渡变化，约为 320°~355°，边坡坡角 80°~85°，高度约 2~6m，开挖边坡段呈台阶状。坡顶草本植物及灌木植被发育。</p>		<p>清理浮石/危岩 覆盖式引导网</p>
高芹路 X210-02	K5+540-K5+620	K5+526-K5+626	100	<p>边坡为土质边坡，坡体主要是坡洪积物，组成部分主要为粉土混碎石，粉土含量约 30~40%。碎石形状为次棱角形状或棱角形状，粒径 2-20cm，碎石有一定磨圆。</p>	<p>边坡全长约 100m，高度约 3~7m，坡面整体坡向约为 30°~55°，坡角 70°~80°。坡表及坡顶灌木植被发育，生长有少量乔木。</p>		<p>削方</p>

附表 1 边坡特征及治理方法一览表

编号	规自台账桩号	实际治理桩号	长度 (m)	物质组成	边坡形态特征	治理方法
高芹路 X210-03	K7+390-K7+430	K7+343-K7+400	57	边坡为土质边坡，坡体主要是坡洪积物，组成部分主要为粉土，夹少量碎石，碎石形状为次棱角形状或棱角形状，粒径 5-25cm。	边坡全长约 57m，高度约 3~8m，坡面整体坡向为 30°，为早期修筑道路开挖的人工边坡，坡角 65°~75°。坡顶为松树林地。 	削方
高芹路 X210-04	K8+520-K8+550	K8+500-K8+550	50	边坡为土质边坡，坡体主要是坡洪积物，组成部分主要为粉土，夹少量碎石，碎石形状为次棱角形状或棱角形状，块径 2-15cm。	边坡全长约 50m，高度约 5~8m，坡面整体坡向约为 200°~210°，坡角约 55°~65°。坡顶及坡面灌木植被发育，生长有草本植物及少量乔木，边坡坡脚存在输电线杆。 	削方
高芹路 X210-05	K12+200-K12+210	K12+195-K12+230	35	边坡为岩质边坡，基岩裸露，岩性为蓟县系雾迷山组(Jxw)白云岩，岩层产状整体为 40°~50° ∠40°~45°，岩层为强风化~中等风化，以中等风化为主，强风化层厚度约 2.0~4.0m。受结构面切割影响，岩体较破碎，局部破碎，呈中厚层状结构。坡顶及坡面覆盖层分布厚薄不一，厚度约 0.5~1.0m。岩体基本质量等级为Ⅲ级（坡面岩体因构造裂隙及外营力作用，岩	边坡全长约 35m，高度约 6~12m，为早期修路开挖的人工边坡，坡面整体坡向约为 20°~70°，开挖边坡坡角 65°~75°。坡顶灌木植被及草本植物发育，生长有少量乔木。坡脚挡墙高约 0.5m。 	清理浮石/危岩 覆盖式引导网

附表2 地质灾害隐患防治工程量统计表

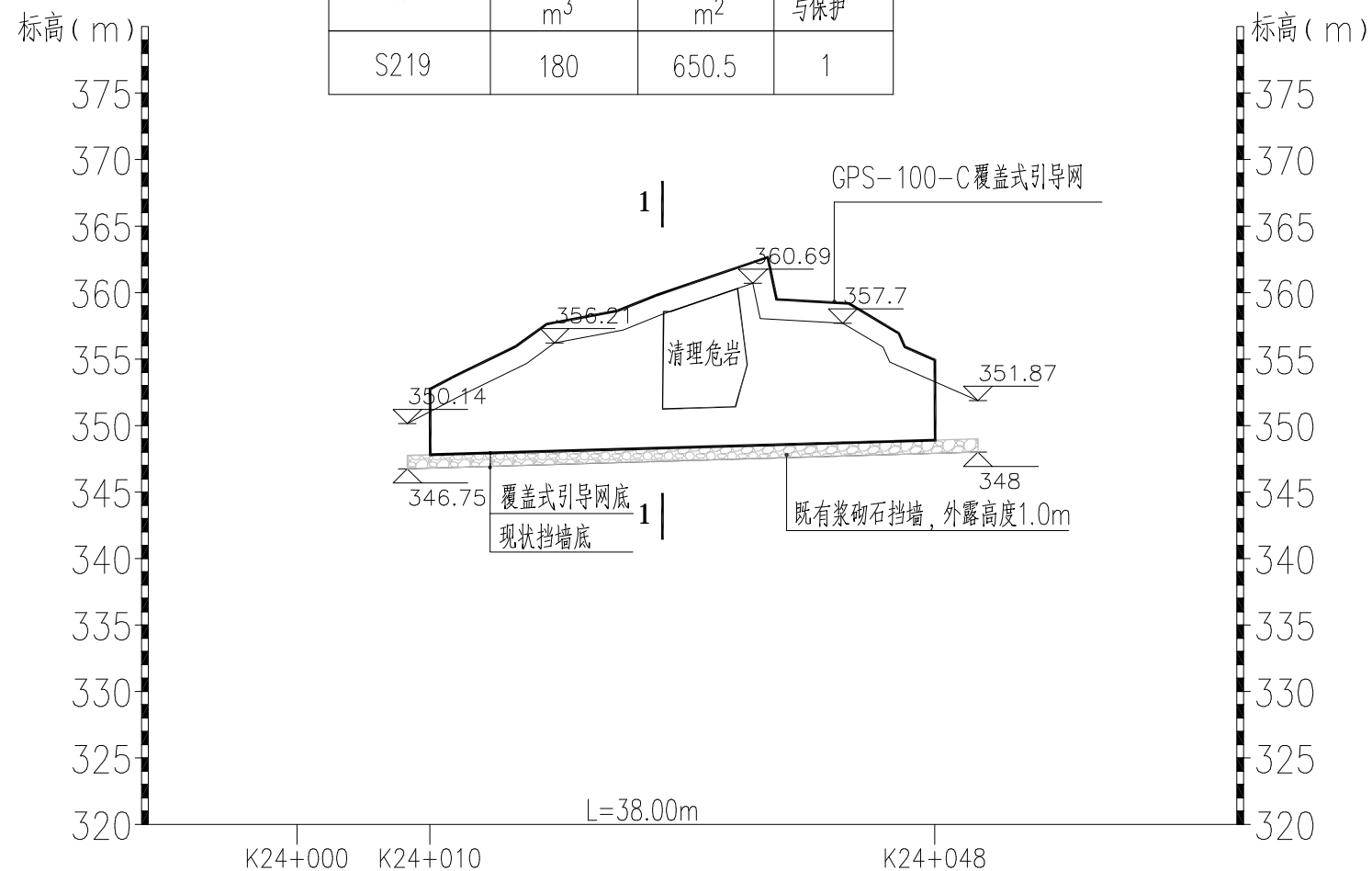
路线编码	编号	规自台账桩号	实际治理桩号	清理危岩/浮石 (m ³)	削方 (m ³)	毛石混凝土挡墙 (m ³)	覆盖式引导网 (m ²)	安全防护措施 (m)	交通导改与 保护
S219 南雁路	X219-01	K24+20-K24+40	K24+10-K24+48	180			650.5		1
S216G6 辅路	S216-01	K49+820-K49+830	K50+800-K50+860		100	137.4			1
	S216-02	K51+100	K51+72-K51+100	300			480.5	50	1
X210 高芹路	X210-01	K3+500-K3+560	K3+536-K3+581	20			628		1
	X210-02	K5+540-K5+620	K5+526-K5+626		30				1
	X210-03	K7+390-K7+430	K7+343-K7+400		100				1
	X210-04	K8+520-K8+550	K8+500-K8+550		80				
	X210-05	K12+200-K12+210	K12+195-K12+230	100			541		1
工程量合计				600	310	137.4	2300	50	7



设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-01
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03

工程量表

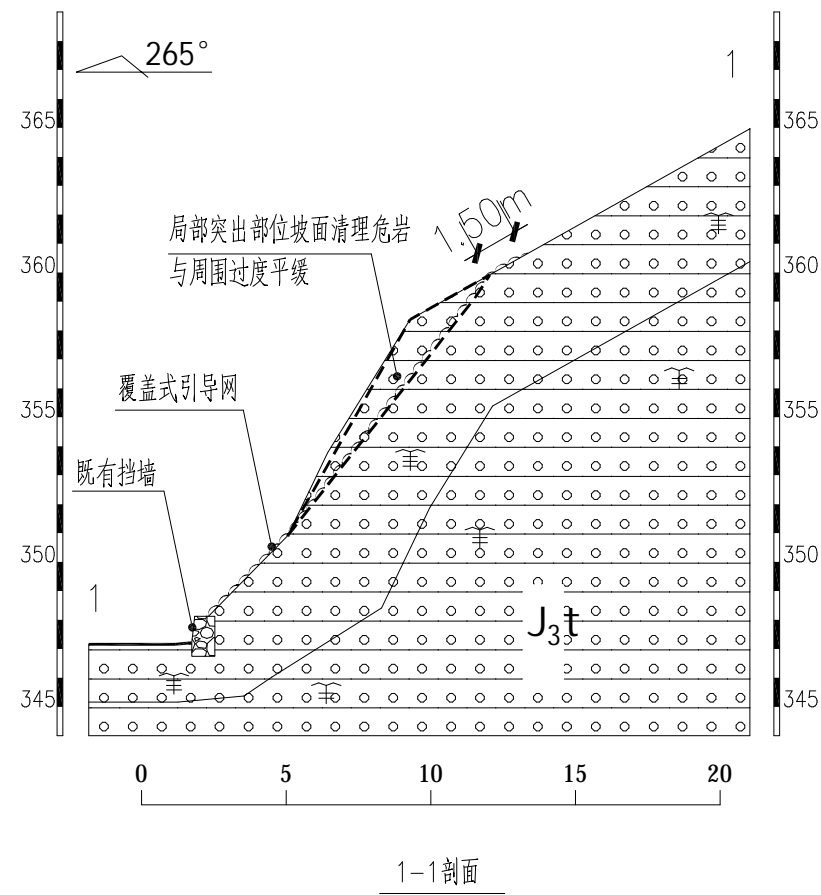
序号	清理浮石/危岩 m ³	覆盖式引导网 m ²	交通导改 与保护
S219	180	650.5	1



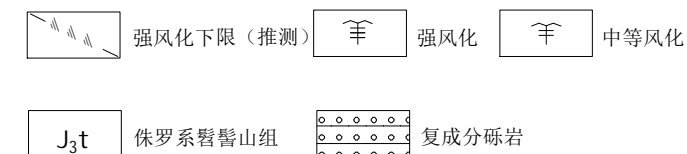
说明:

- 1、防护网底端至坡底以上1.0m止, 若存在挡墙则底端至挡墙顶。
- 2、防护网范围可根据实际地形适当调整, 防护区域宜向潜在破坏区域上侧及两侧延伸1.5m以上。
- 3、防护网施工应在局部危岩清理后进行。
- 4、其他未尽事宜按现行设计及施工规范执行。

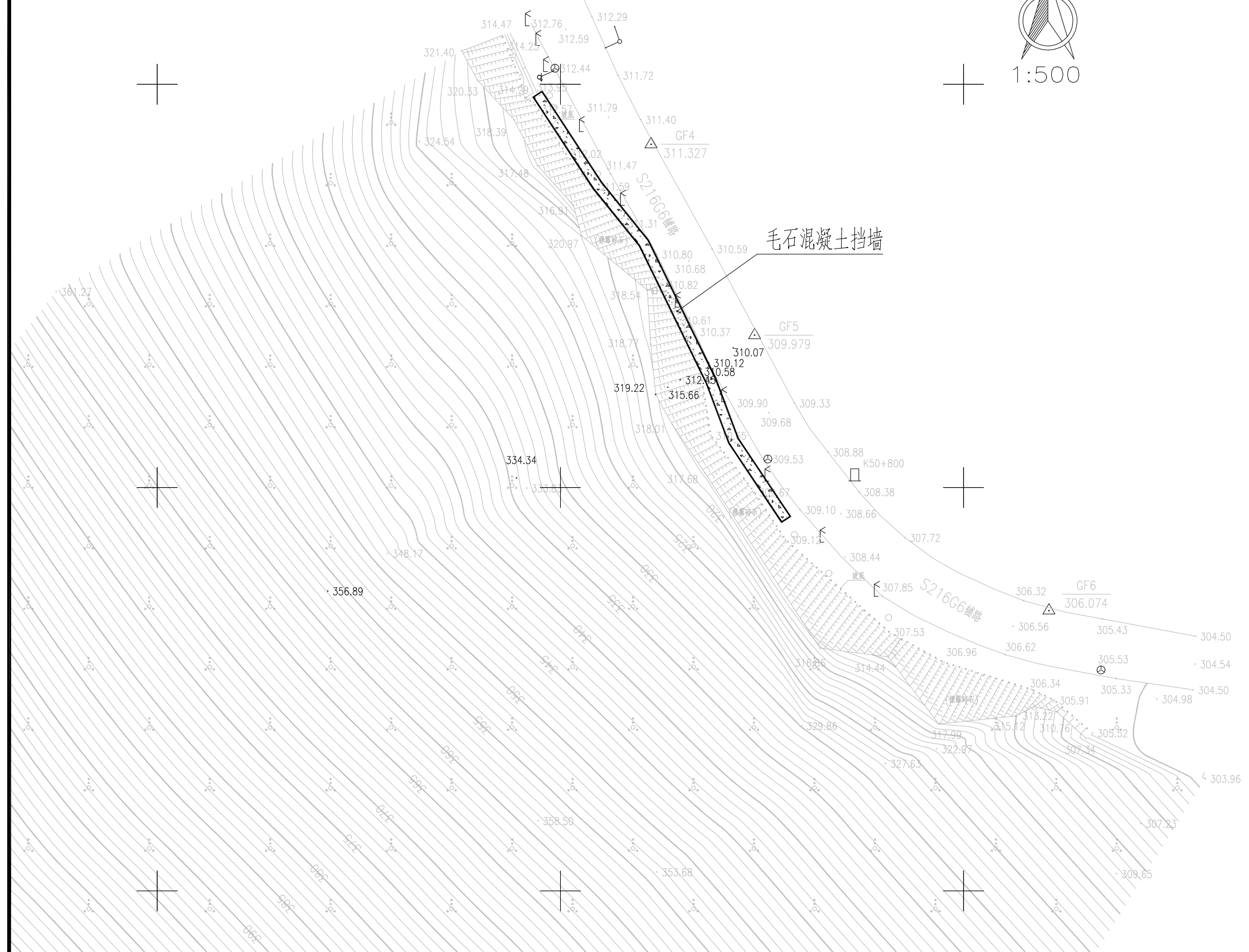
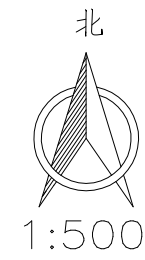
设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-02
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



图例:



设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-03
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



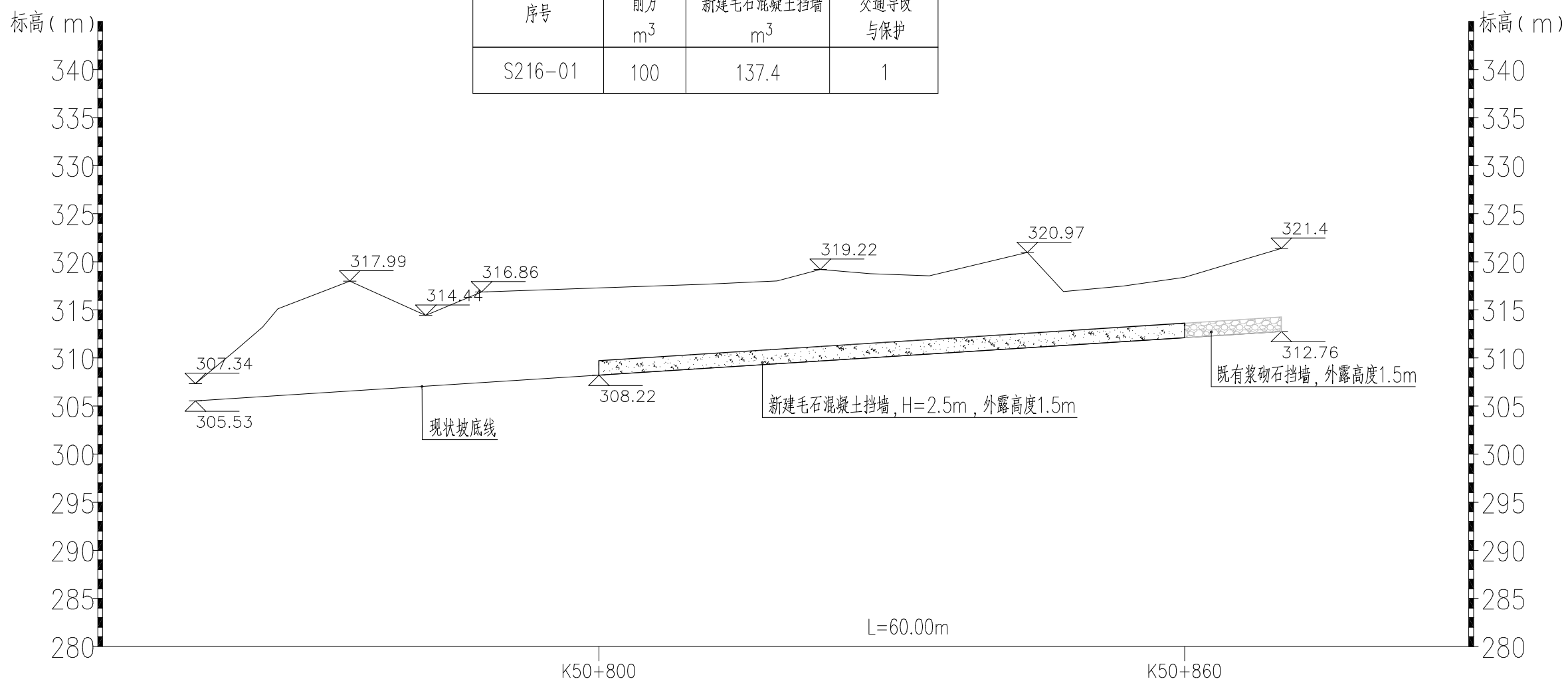
图例



设计	张林兴	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-04
绘图	张林兴 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林兴 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03

工程量表

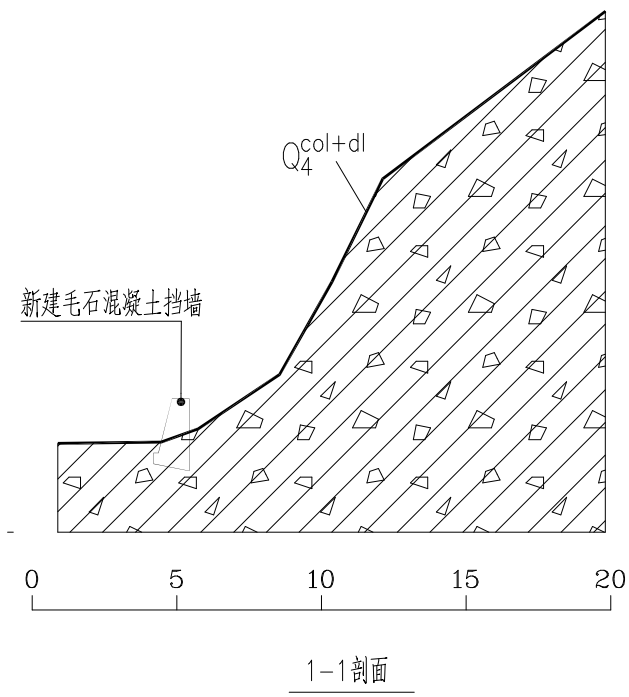
序号	削方 m ³	新建毛石混凝土挡墙 m ³	交通导改 与保护
S216-01	100	137.4	1



说明:

- 1、本段采用“削方+毛石混凝土挡土墙”防护体系，挡墙总高度2.5m，外露高度1.5m。
- 2、毛石混凝土挡墙具体参数详见大样图。
- 3、坡面进行少量削方，保持边坡坡面坡度过度平缓。
- 4、其他未尽事宜按现行设计及施工规范执行。

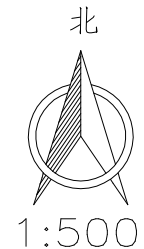
设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-05
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



图例:



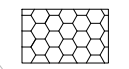
设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-06
绘图	张林岩	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



编织袋围挡，防止破除危岩滚落至路面下方G6京藏高速
长度50m，高度3m

覆盖式引导网

图例

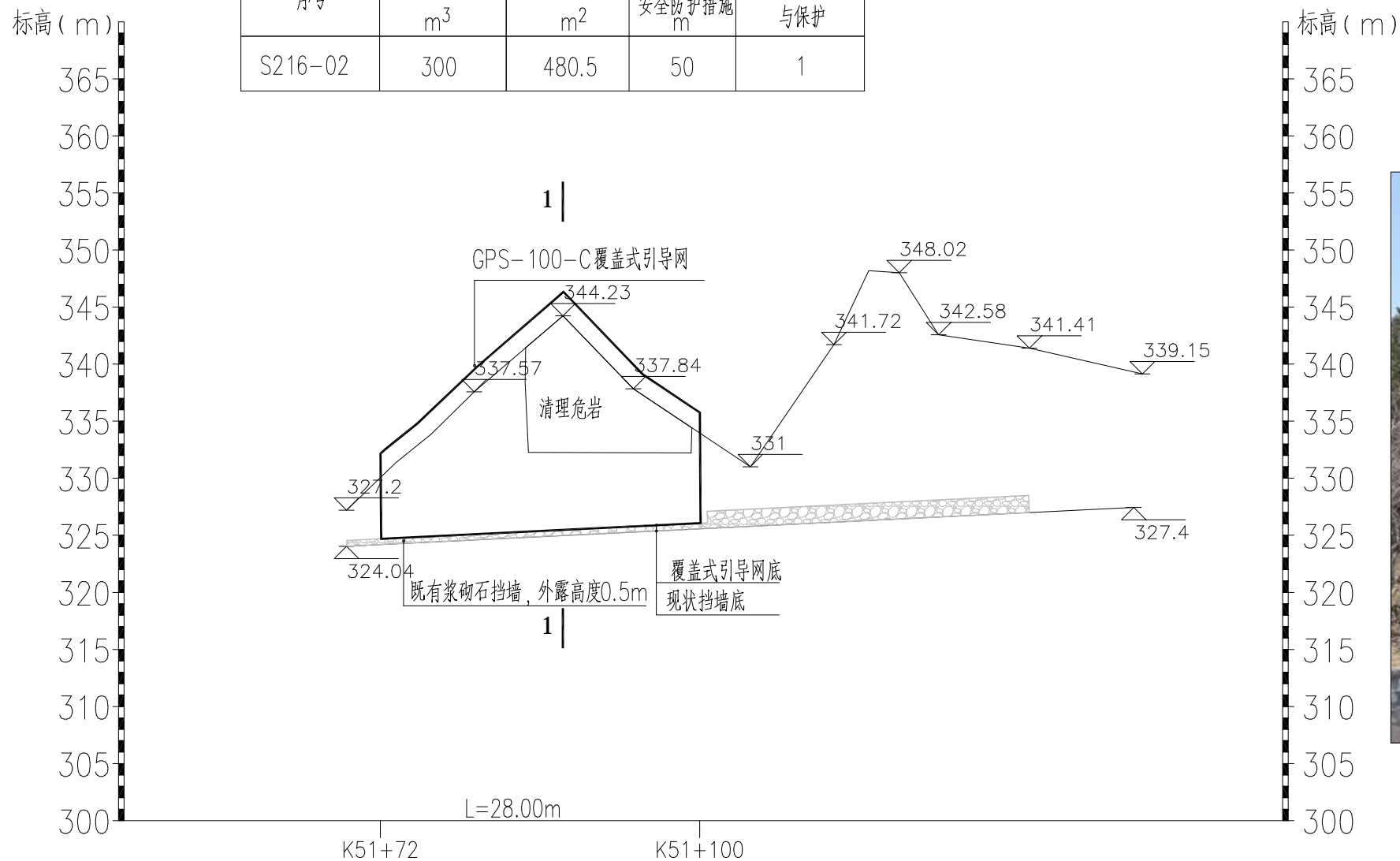


覆盖式引导网

设计	张林兴	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-07
绘图	张林兴 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林兴 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03

工程量表

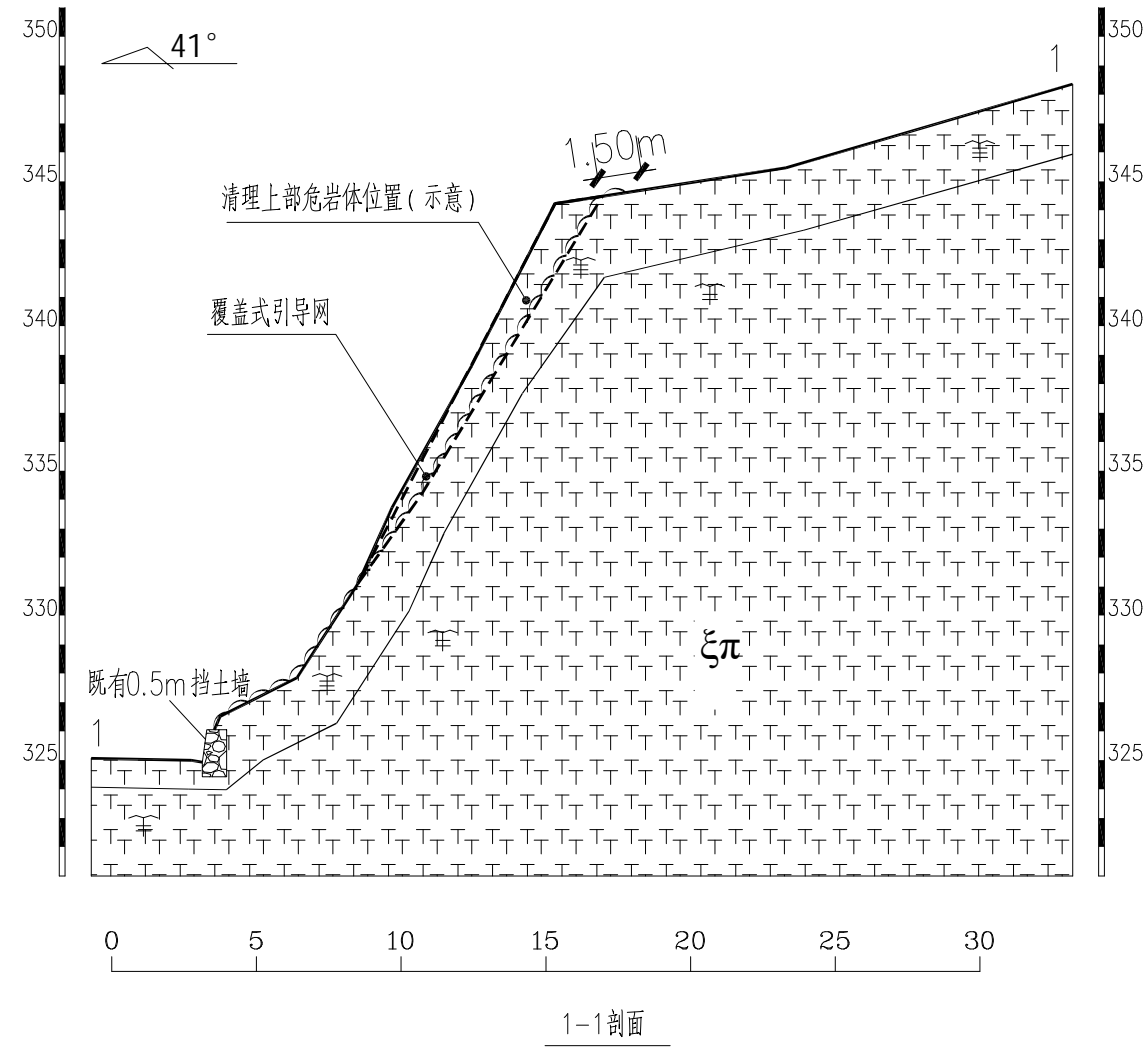
序号	清理浮石/危岩 m ³	覆盖式引导网 m ²	编织袋围挡 安全防护措施 m	交通导改 与保护
S216-02	300	480.5	50	1



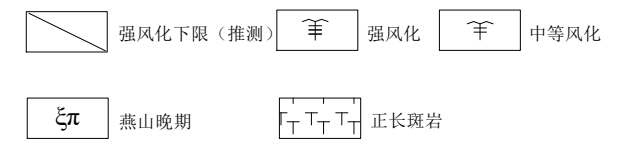
说明:

- 1、本段采用“清理危岩+覆盖式引导网”防护体系。
- 2、覆盖式引导网施工前，需对K51+85~K51+100段危岩进行清理。
- 3、防护网范围可根据实际地形适当调整，防护区域宜向潜在破坏区域上侧及两侧延伸1.5m以上，防护网底端至坡底挡墙顶止。
- 4、清理危岩前，必须在坡底采取有效的安全防护措施，防止破除过程中产生的碎石滚落至边坡下方G6京藏高速的行车区域。可采用在坡底与高速之间设置编织袋围挡等临时安全防护设施。施工单位可根据现场实际情况和施工经验，合理调整防护措施，但必须确保G6京藏高速公路的行车安全。
- 5、其他未尽事宜按现行设计及施工规范执行。

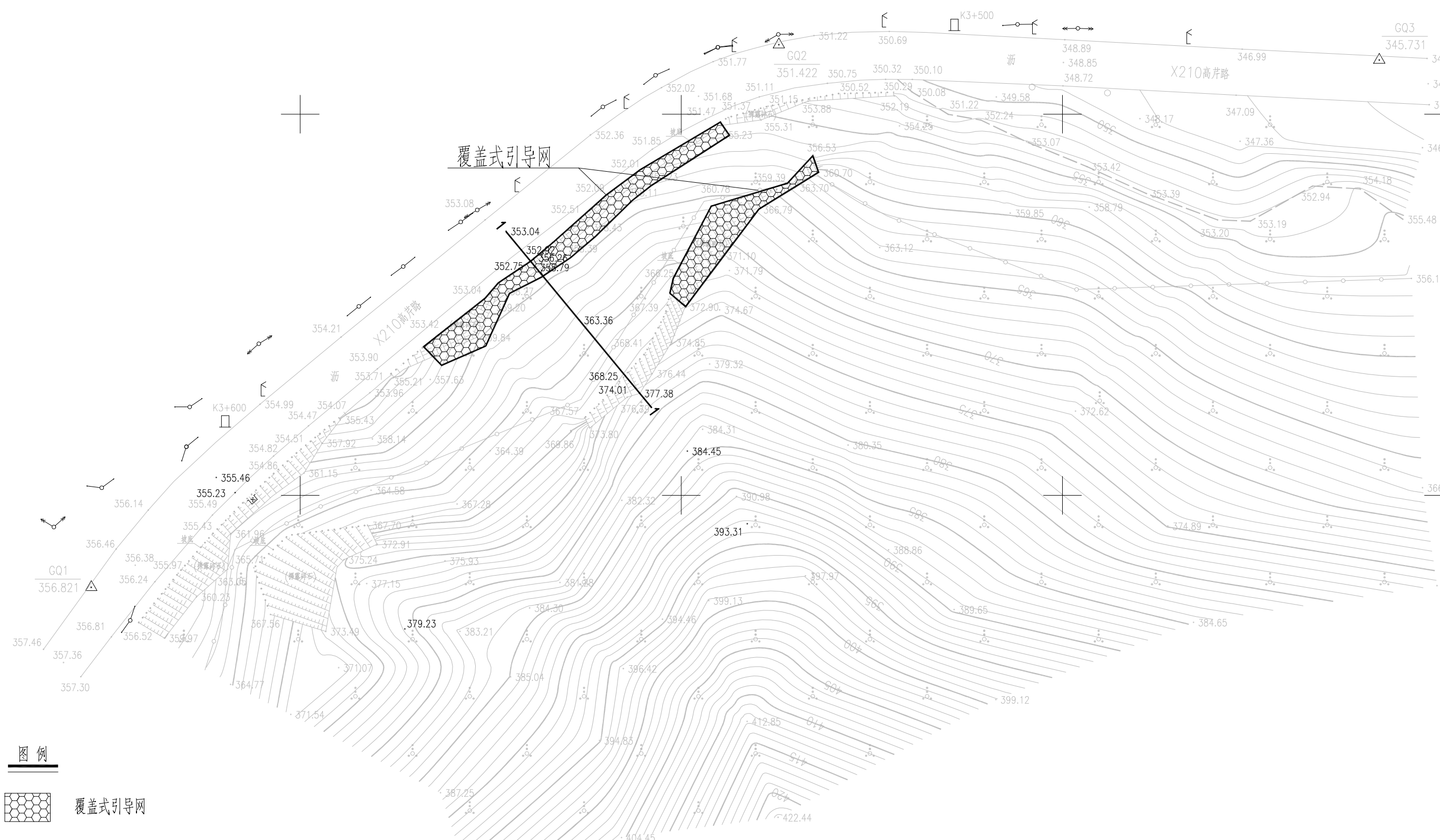
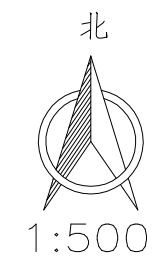
设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-08
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



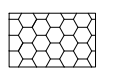
图例:



设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-09
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



图例



覆盖式引导网



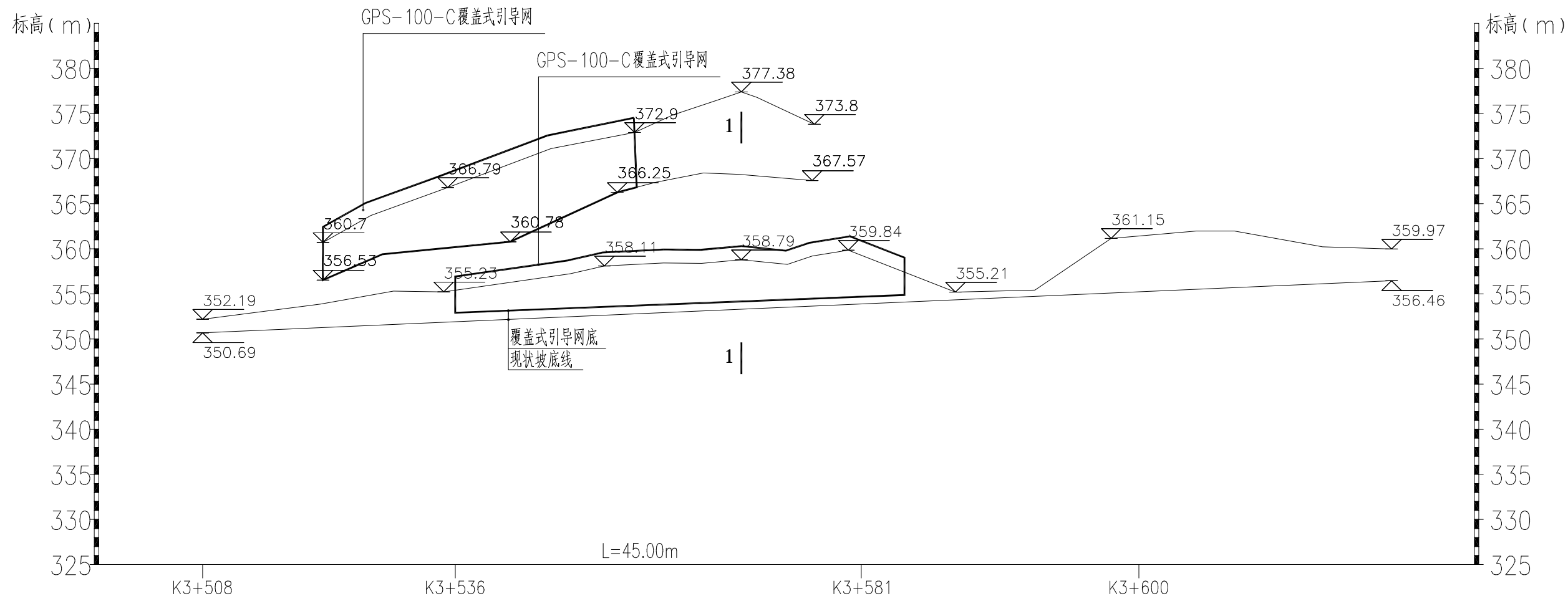
2026年昌平区普通公路沿线地质灾害防治工程

X210高芹路K3+500~K3+560治理平面图

设计	张林兴	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-10
绘图	张林兴 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林兴 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03

工程量表

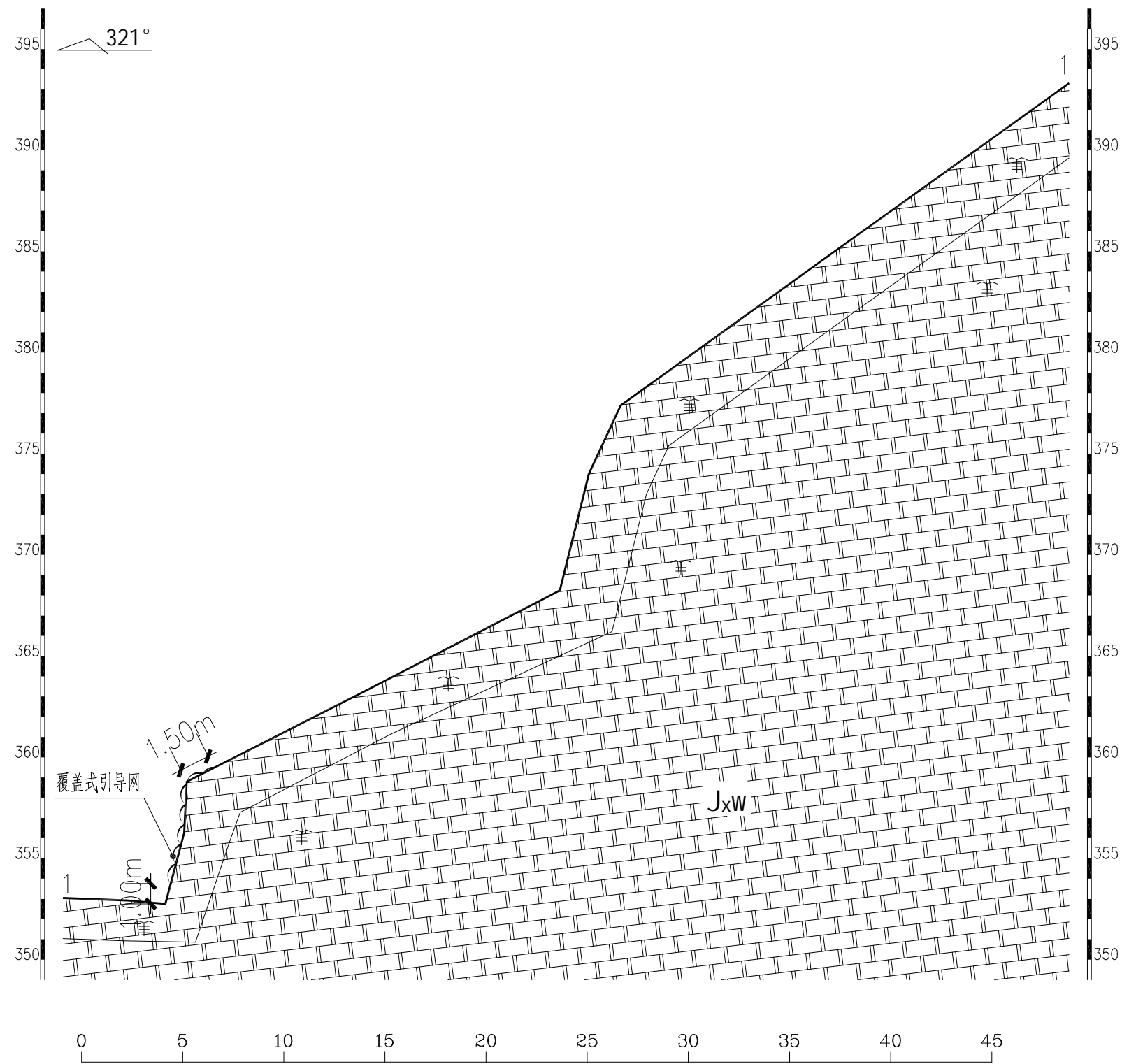
序号	清理浮石/危岩 m ³	覆盖式引导网 m ²	交通导改 与保护
X210-01	20	628	1



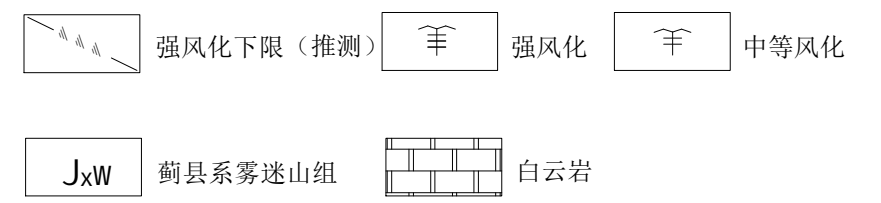
说明:

- 1、防护网底端至坡底以上1.0m止,若存在挡墙则底端至挡墙顶。
- 2、防护网范围可根据实际地形适当调整,防护区域宜向潜在破坏区域上侧及两侧延伸1.5m以上。
- 3、其他未尽事宜按现行设计及施工规范执行。

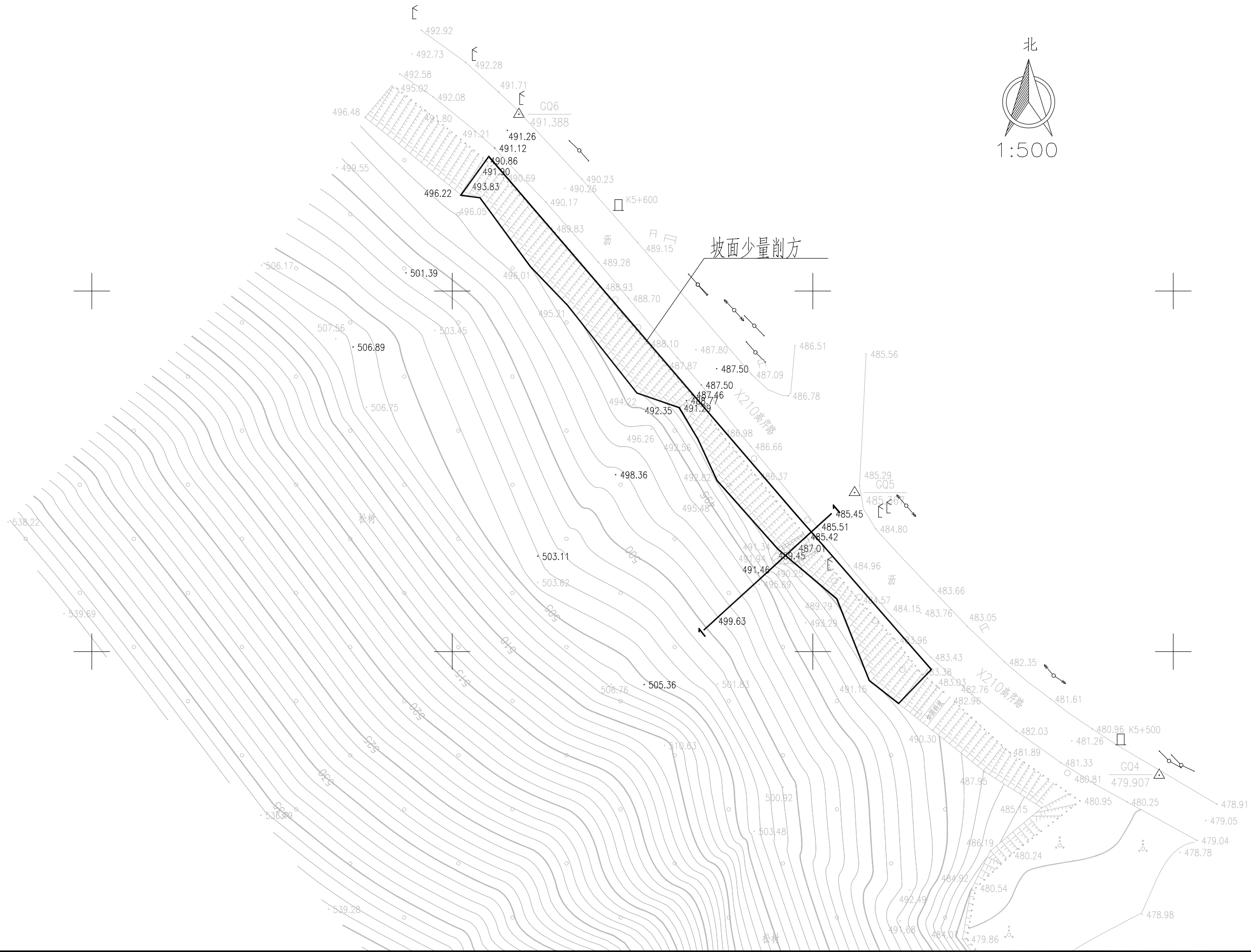
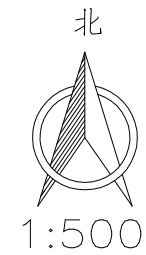
设计	张林兴	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-11
绘图	张林兴 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林兴 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



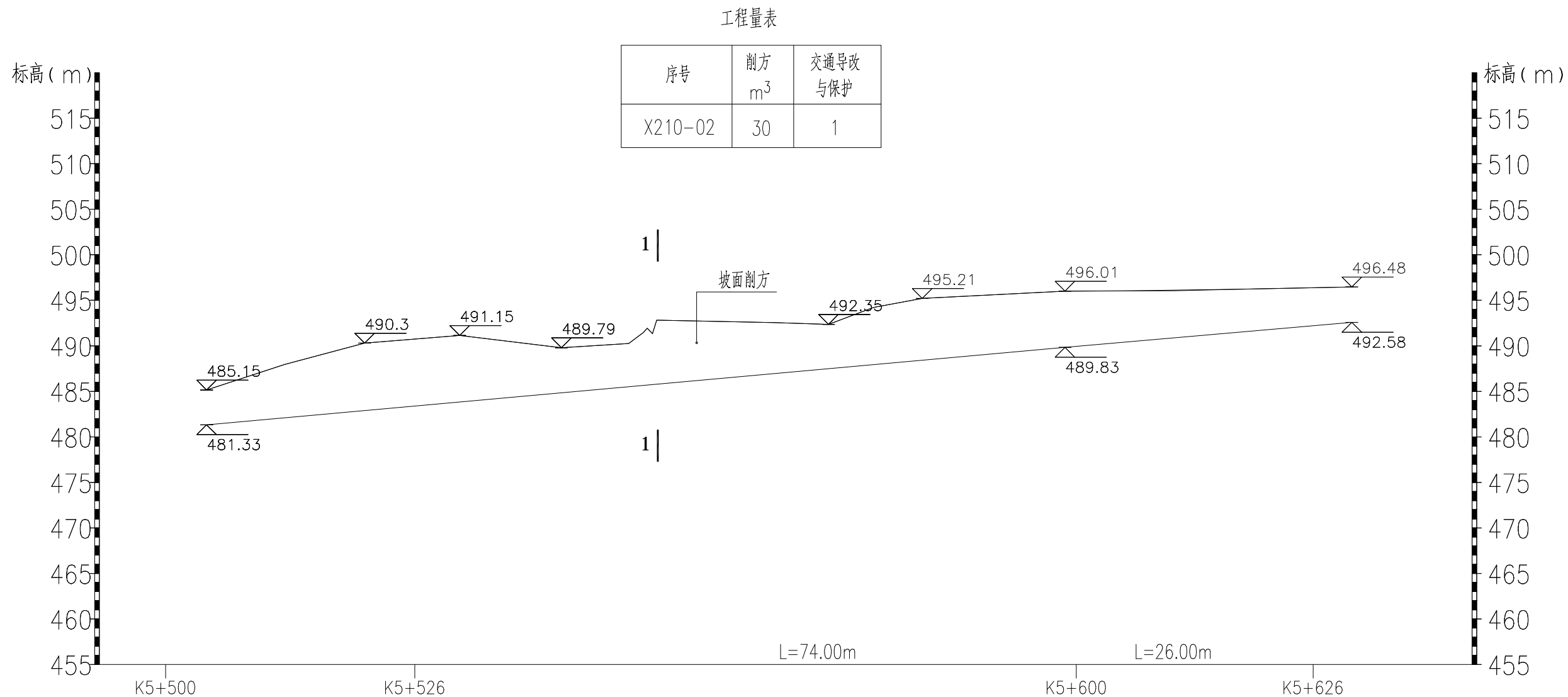
图例:



设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-12
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	张林岩	版次	01-D1	日期	2026.03



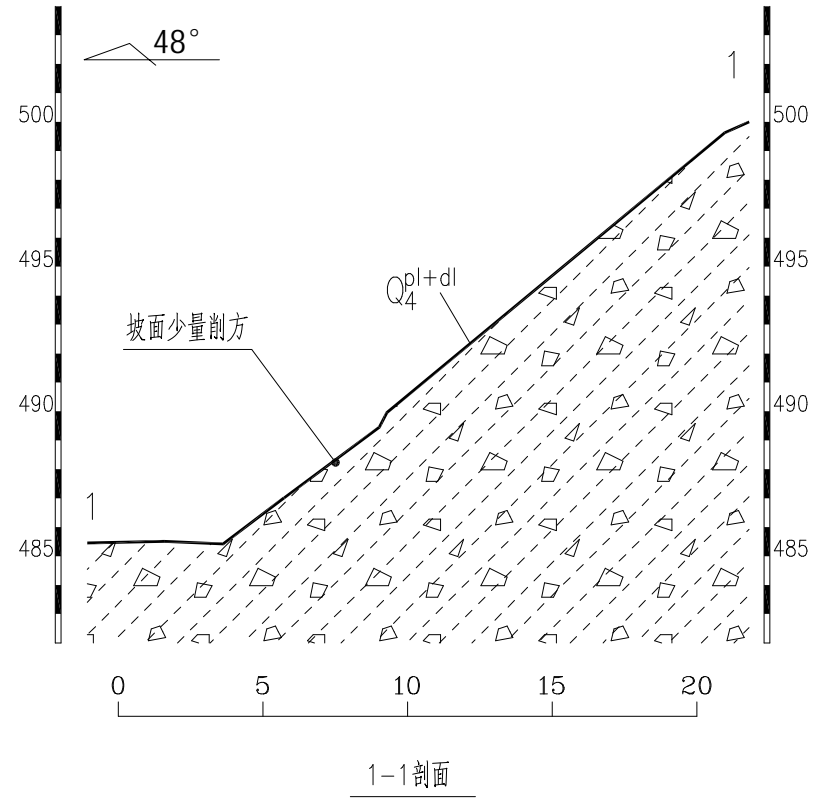
设计	张林兴	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-13
绘图	张林兴 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林兴 石松	审定	张林兴	版次	01-D1	日期	2026.03



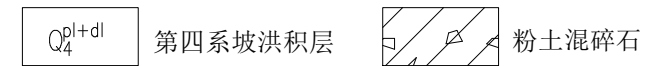
说明:

- 1、本段治理措施为坡面少量削方。
- 2、对坡面局部不稳定土体进行削方，削方范围为K5+526~K5+626。

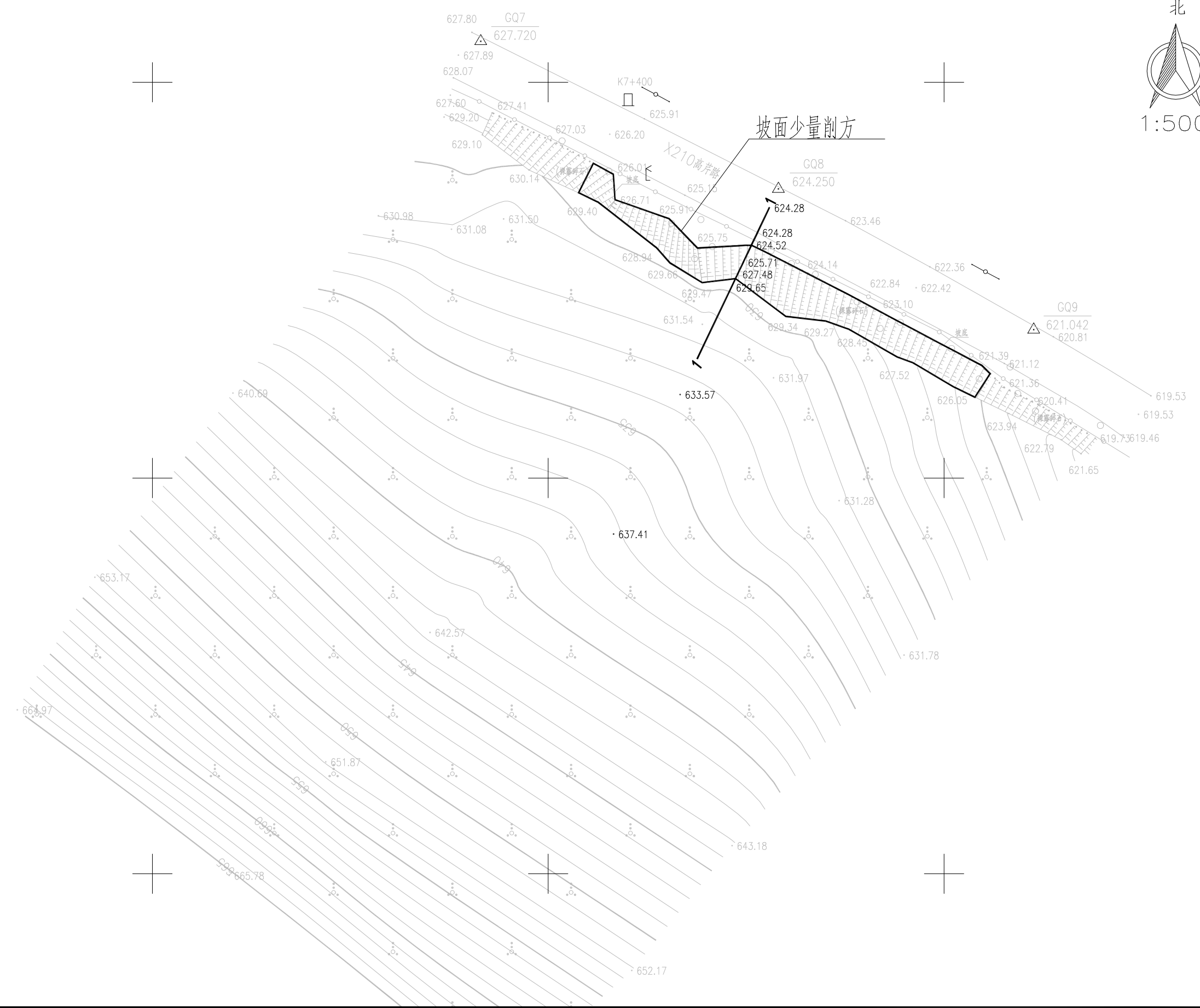
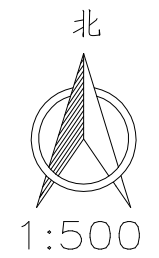
设计	张林兴	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-14
绘图	张林兴 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林兴 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



图例:



设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-15
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	张林岩	版次	01-D1	日期	2026.03



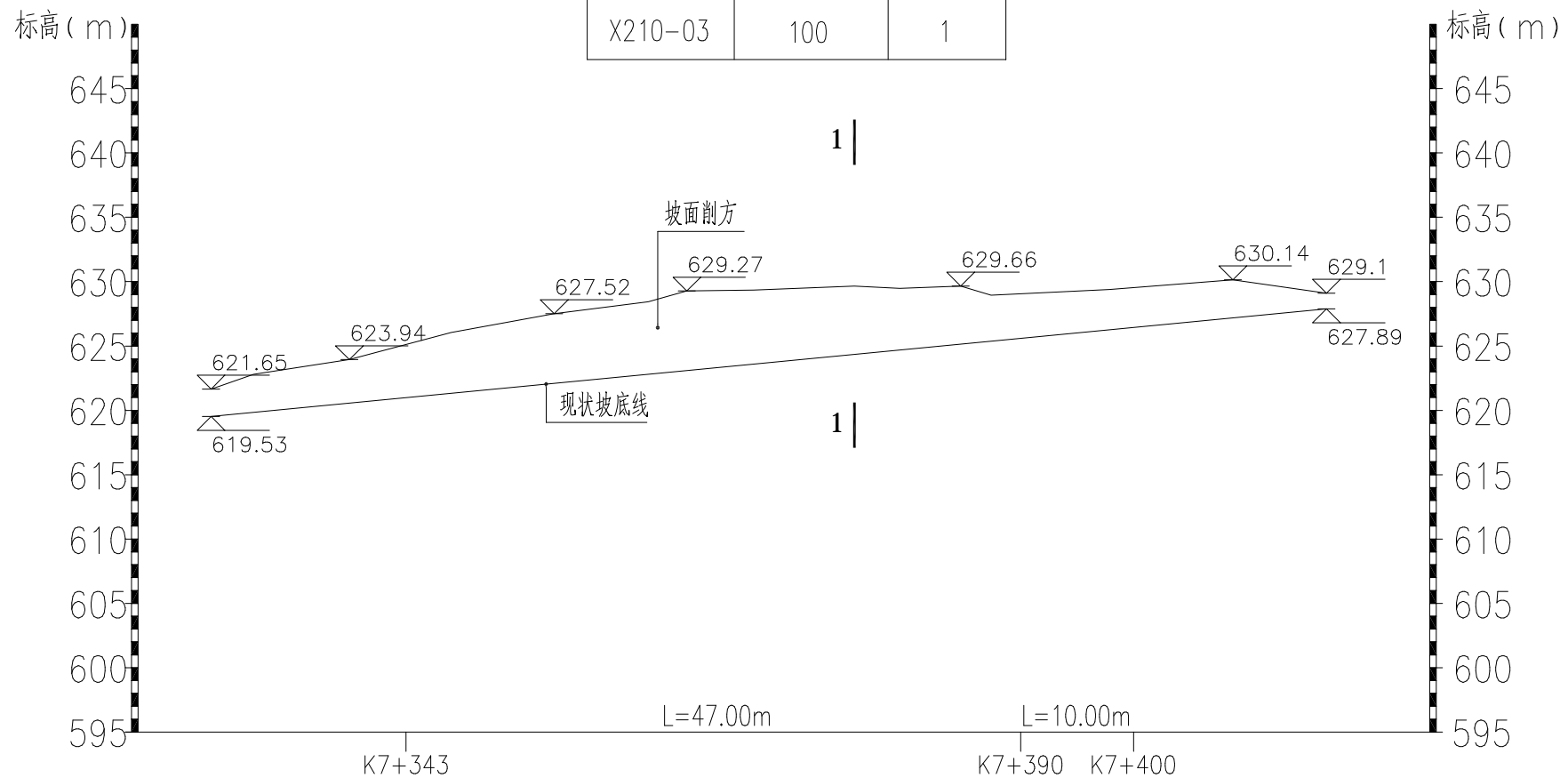
2026年昌平区普通公路沿线地质灾害防治工程

X210高芹路K7+390~K7+430治理平面图

设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-16
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03

工程量表

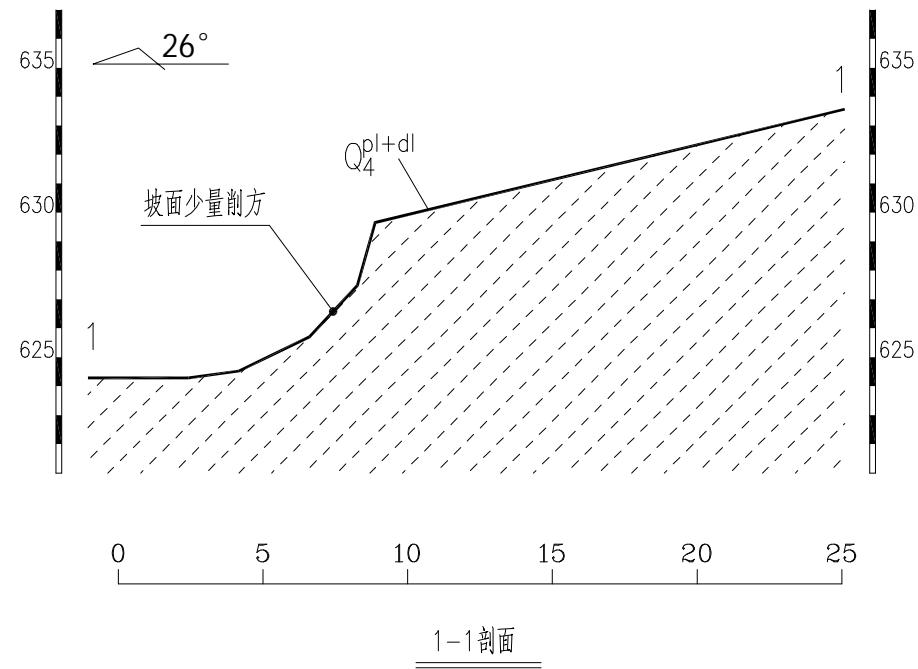
序号	削方 m ³	交通导改 与保护
X210-03	100	1



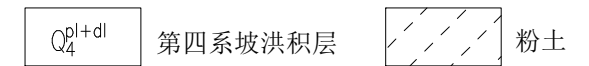
说明:

- 1、本段治理措施为坡面少量削方。
- 2、对坡面局部不稳定土体进行削方，削方范围为K7+343~K7+400。

设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-17
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	张林岩	版次	01-D1	日期	2026.03



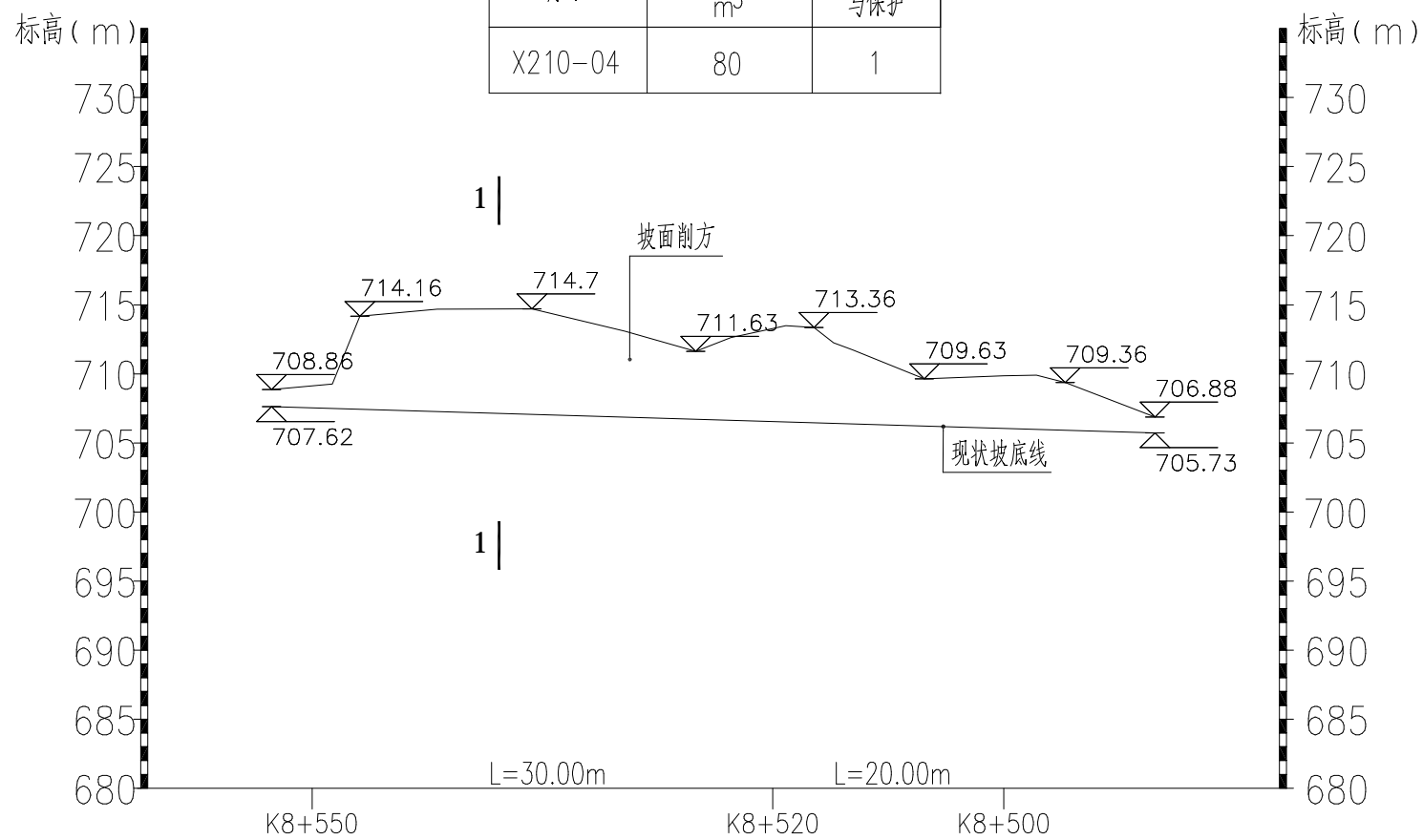
图例:



设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-18
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03

工程量表

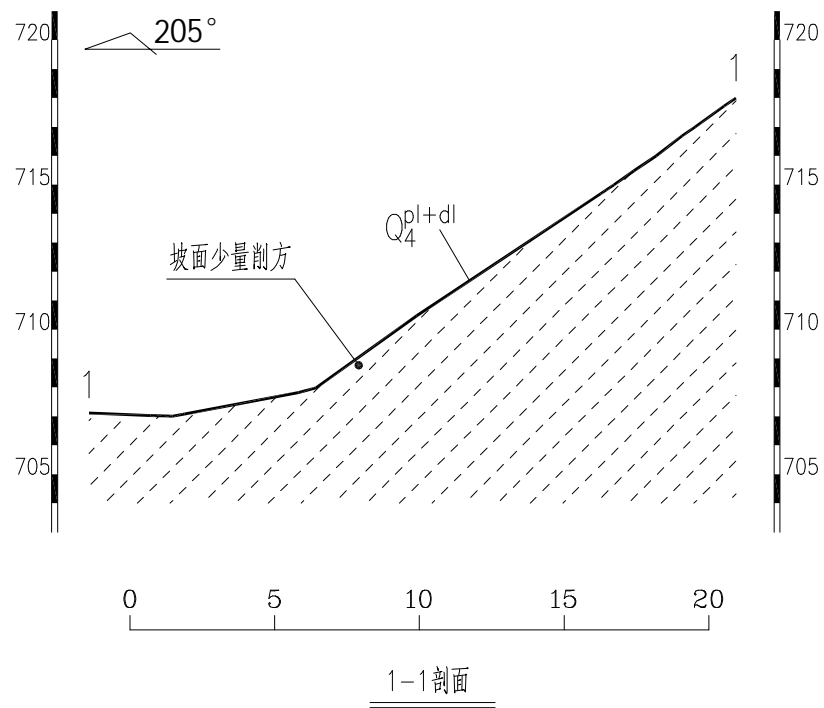
序号	削方 m ³	交通导改 与保护
X210-04	80	1



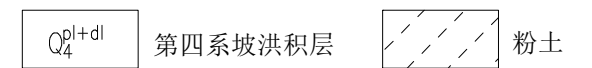
说明:

- 1、本段治理措施为坡面少量削方。
- 2、对坡面局部不稳定土体进行削方，削方范围为K8+500~K8+550。

设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-20
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	张林岩	版次	01-D1	日期	2026.03



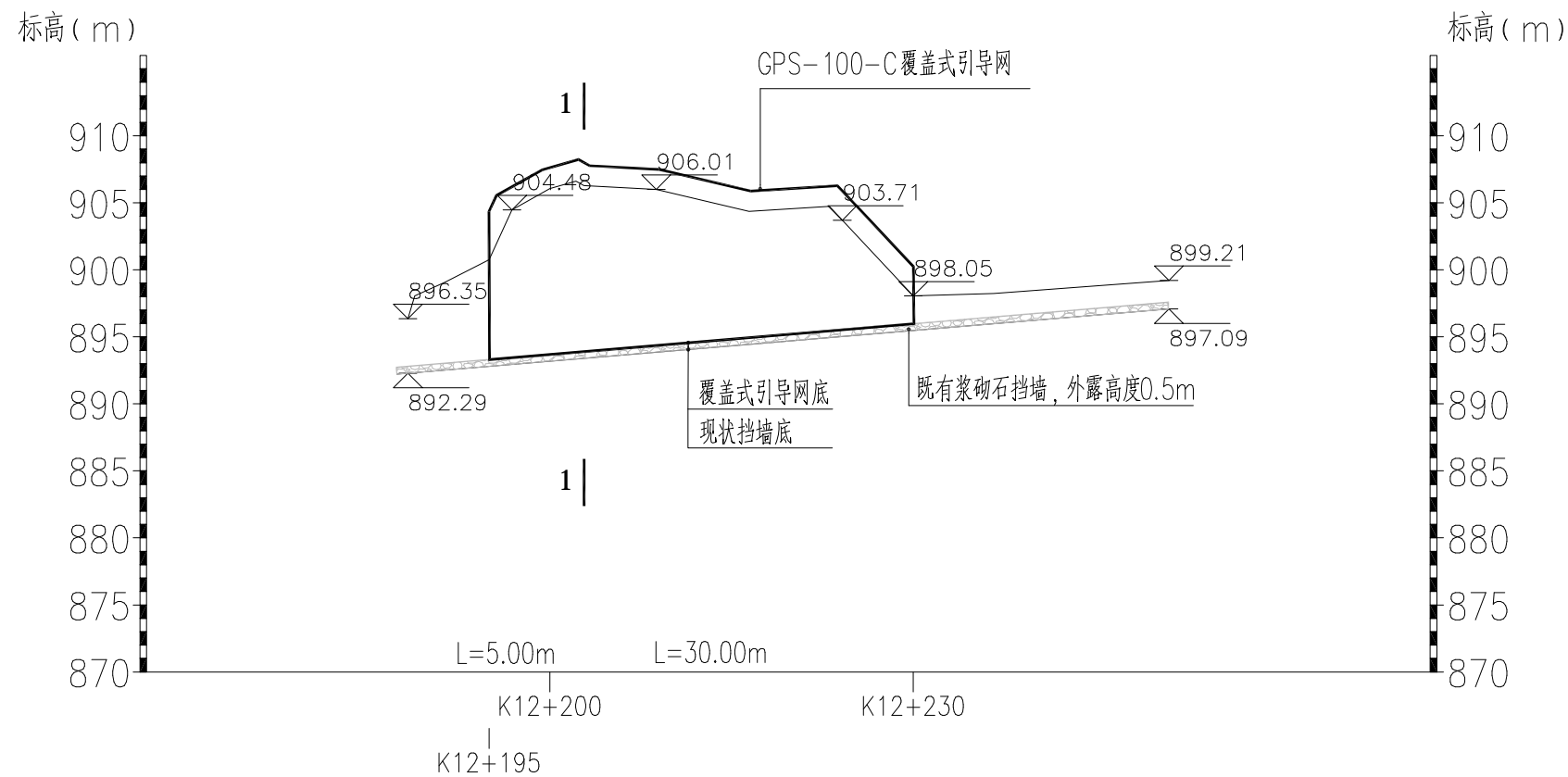
图例:



设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-21
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03

工程量表

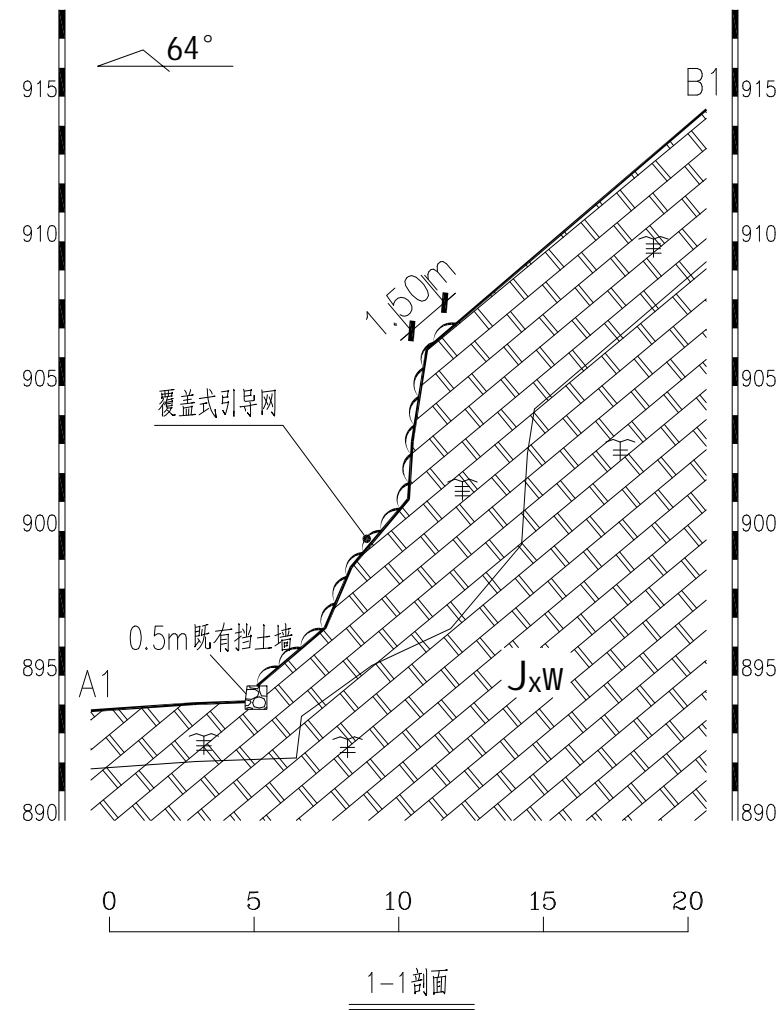
序号	清理浮石/危岩 m ³	覆盖式引导网 m ²	交通导改 与保护
X210-05	100	541	1



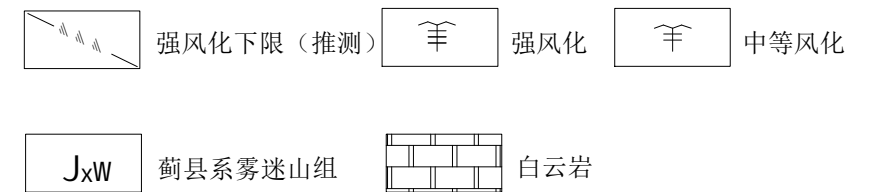
说明:

- 1、防护网底端至挡墙顶。
- 2、防护网范围可根据实际地形适当调整,防护区域宜向潜在破坏区域上侧及两侧延伸1.5m以上。
- 3、其他未尽事宜按现行设计及施工规范执行。

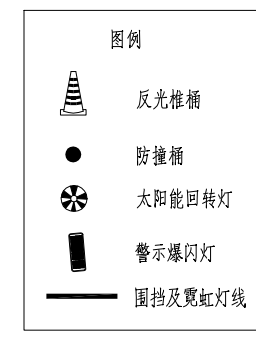
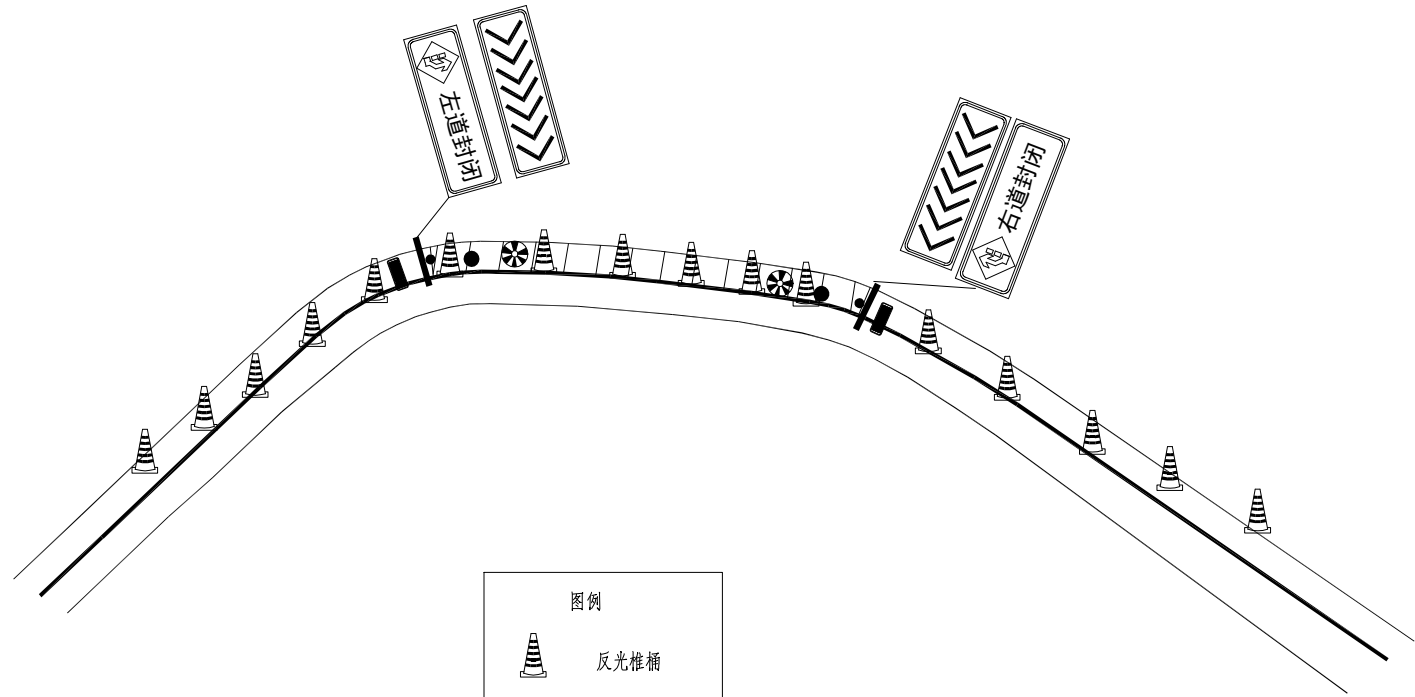
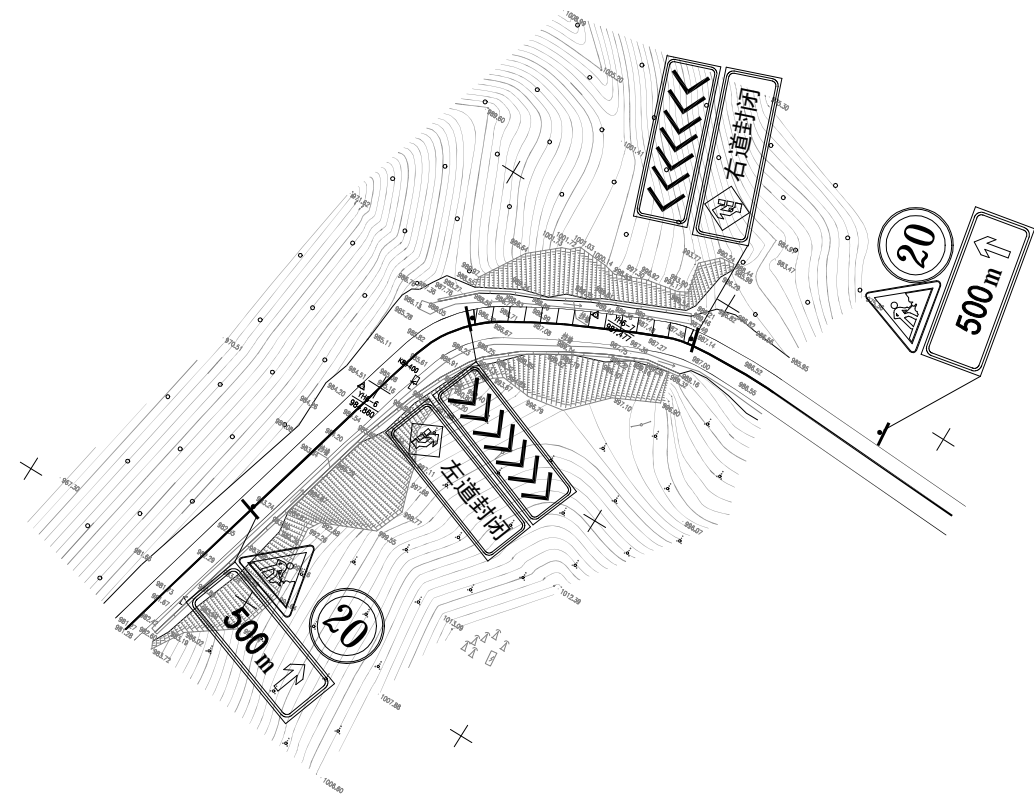
设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-23
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	李松	版次	01-D1	日期	2026.03



图例:



设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-24
绘图	张林岩 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	1:500
校对	张林岩 石松	审定	张林岩	版次	01-D1	日期	2026.03



工程数量表

序号	项目	单位	每段数量
(一)	标志标线		
1	支架式施工标志	套	2
2	支架式箭头标志	套	2
3	施工预告标志	套	2
(二)	安全设施		
1	夜间施工警告太阳能回转灯	个	2
2	夜间施工警示爆闪灯	个	2
3	反光锥桶	个	100
4	防撞消能桶(玻璃钢材质)	个	2
5	夜间限速标志(立柱φ=133)含立柱	套	2
6	水码	个	67
7	沙袋	个	16
8	围挡	米	100
(三)	人员	日·人次	60

说明:

- 1、施工期间,在施工区域前方每条车道中央需放置一个太阳能LED引导标识,配合“向左/向右行驶”;
- 2、施工区域端头两侧均放置夜间施工太阳能回转灯,施工区段内每20m放置一个太阳能回转灯,提醒过往车辆注意施工区;
- 3、施工区域拐角处需放夜间施工警示爆闪灯提醒过往车辆;
- 4、反光锥桶每隔2m放置一个;
- 5、水码每隔1.5m放置一个,在车辆和围挡之间放置水码进行隔离,并在域外段单侧车道摆放,隔离对象车辆;
- 6、防撞消能桶“品字形”摆放。相距1m左右,与施工区相距1~2m;
- 7、限速标志均采用夜间限速标志
- 8、用霓虹灯显示线围住围挡,进行夜间体系;
- 9、施工期间,在施工区域前面、中间均安排交通协管员进行交通疏导和设施看护,共计3组,并配备交通指挥棒;
- 10、用沙袋放置带支架标牌上,防止标牌被刮倒,每个标牌配4个沙袋;
- 11、协管员指挥交替放行。

设计	张林岩	项目负责	刘力阳	工程编号	2026灾设004	图号	JT-01
绘图	张林岩 石松林	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	/
校对	张林岩 石松林	审定	刘力阳	版次	01-D1	日期	2026.03

覆盖式引导防护系统设计说明

一、本产品适用于节理、裂隙发育且整体稳定的岩质边坡或表层为松散碎石土和碎石块等堆积物形成边坡的防护。

二、设计内容

纵横向支撑绳、钢丝绳锚杆、螺纹钢锚杆、环形网和双绞六边形网。

三、系统型号：防护能级等级为1000kJ。

结构配置：锚杆系统+纵向钢丝绳+横向钢丝绳+环形网+双绞六边形网。

四、结构构件及主要技术要求

1、钢丝绳应符合标准《一般用途钢丝绳》GB/T 20118的规定，热镀锌等级不低于AB级。

2、防护网为GA/2.2/50X60双绞六边形网，采用符合标准YB/T5294《一般用途低碳钢丝》的钢丝编制，防腐应符合标准GB/T20492-2006《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》标准中A级规定，钢丝不应有明显机械损伤和锈蚀现象。

3、环形网单个环由 $\phi 3.0\text{mm}$ 单根高碳钢丝相互缠绕4圈而成，每个环应与周边4个环相扣联，环链破断拉力大于40kN。钢丝采用YB/T5343-2006标准中强度不低于1770MPa；防腐采用锌+5%铝+混合稀土合金，符合标准GB/T20492《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》中A级规定。

4、锚固系统采用钢丝绳锚杆及螺纹钢锚杆，锚杆弯钩焊接，采用人工注浆，使用强度不低于M25的水泥砂浆或水泥浆：

- ①锚杆抗拔力，主锚杆不小于50kN，次锚杆和横向锚杆不小于50kN；
- ②锚杆位于岩质地层时，可直接钻孔安装，锚杆钻孔孔径不小于50mm，边坡岩层破碎、松散时，锚杆需适当加长，并满足抗拔力要求；
- ③覆盖高度大于30m时，于坡中高度位置设置牵引钢丝绳锚杆，锚杆间距5m，对应横向支撑绳加粗；
- ④若为松软土层时，须加大锚杆埋置深度或者进行基坑开挖并浇筑混凝土基础（使用强度不低于C20的混凝土），混凝土基础断面不小于500X500mm，基础深度=锚杆埋置深度+100mm。

五、施工工序

1. 确定锚孔位置；
2. 安装锚杆；
3. 安装顶端横向支撑绳；
4. 张挂双绞六边形网；
5. 张挂环形网；
6. 安装横向固定钢丝绳；
7. 安装纵向钢丝绳；
8. 缝合钢丝绳和网片。

六、检测要求

1、进场前质量检验

- (1) 钢丝、钢丝绳等原材料的合格证或检验证书；
- (2) 钢丝、钢丝绳：按照GB/T 20118《一般用途钢丝绳》与YB/T 5343《制绳用钢丝》规定，按采购批次抽样，进行外观检查、尺寸测量和抗拉强度检验；

(3) 耐腐蚀检验（检验报告有效期一年）：

①钢丝绳：镀层厚度应满足GB/T 13912《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》规定的要求。同时按GB/T10125《人造气氛腐蚀试验：盐雾试验》规定，进行中性盐雾试验，试验时间300小时后能满足规定防腐要求。

②钢丝：按GB/T20492《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》规定，检测镀层重量。同时按GB/T10125《人造气氛腐蚀试验：盐雾试验》规定，进行中性盐雾试验，试验时间500小时后能满足规定防腐要求。

③连接构件：绳卡、缝合绳和扎丝等，镀层厚度均按GB/T 13912《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》规定的磁性法测量。同时按GB/T10125《人造气氛腐蚀试验：盐雾试验》规定，进行中性盐雾试验，试验时间200小时后能满足规定防腐要求。

(4) 静态拉力破坏试验

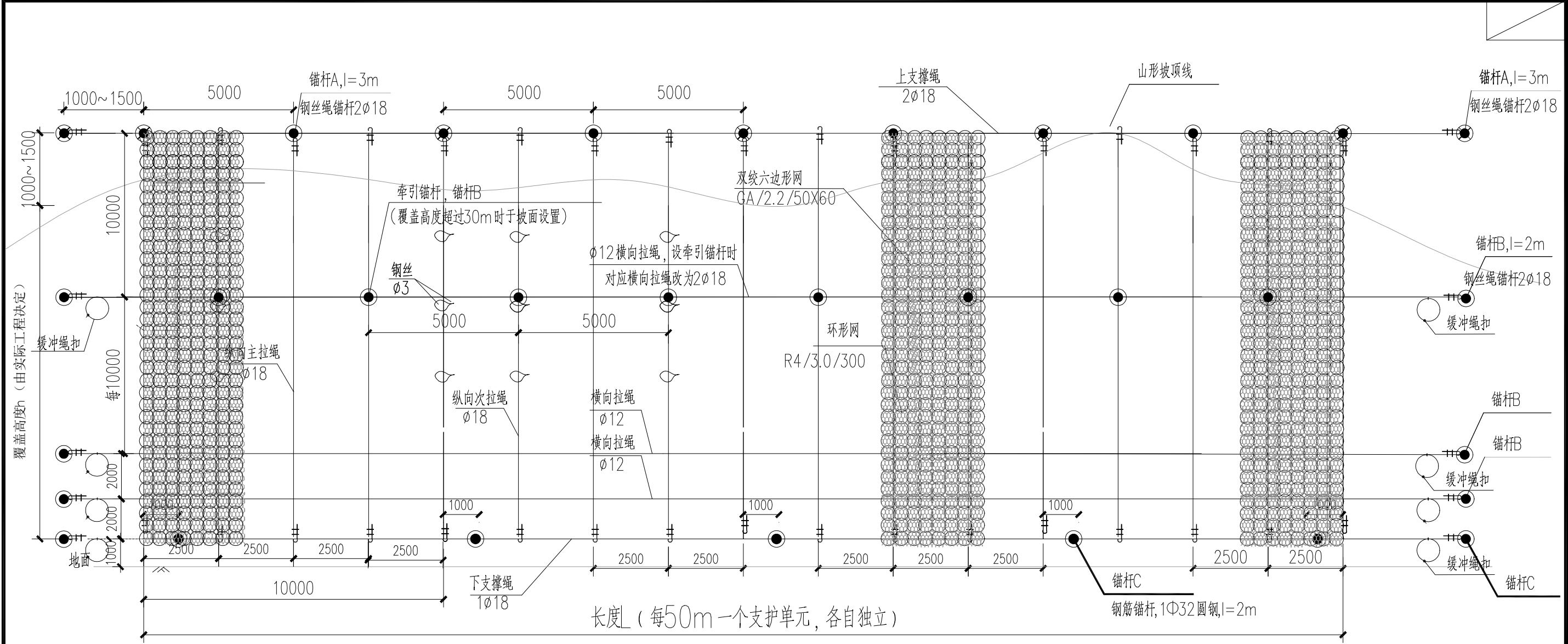
- ①双绞六边形网GA/2.2/50X60，采用符合标准YB/T5294《一般用途低碳钢丝》的钢丝编制，网项破力不小于33kN；
- ②环形网R4/3.0/300，采用YB/T5343-2006标准中强度不低于1770MPa的高碳钢丝，环链破断力不小于40kN。

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检查质量合格证书和配套质量检验报告等质量证明材料内容的规范性和完整性；
- ②严格检查安装系统的配置与设计施工图是否一致；
- ③抽检产品系统配置的规格尺寸和外观要求与设计施工图是否一致；
- ④施工是否严格按照施工图进行；
- ⑤锚杆抗拔力检测，要求每个工点抽取总数的3%且不少于5组（每组有主锚杆和次锚杆各一根），主螺纹钢锚杆抗拔力不小于50kN，次螺纹钢锚杆抗拔力不小于40kN；
- ⑥对绳卡进行现场抽样，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。

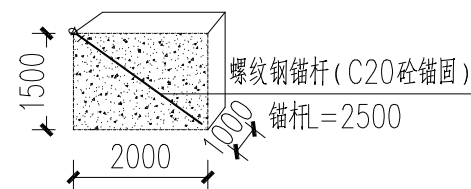
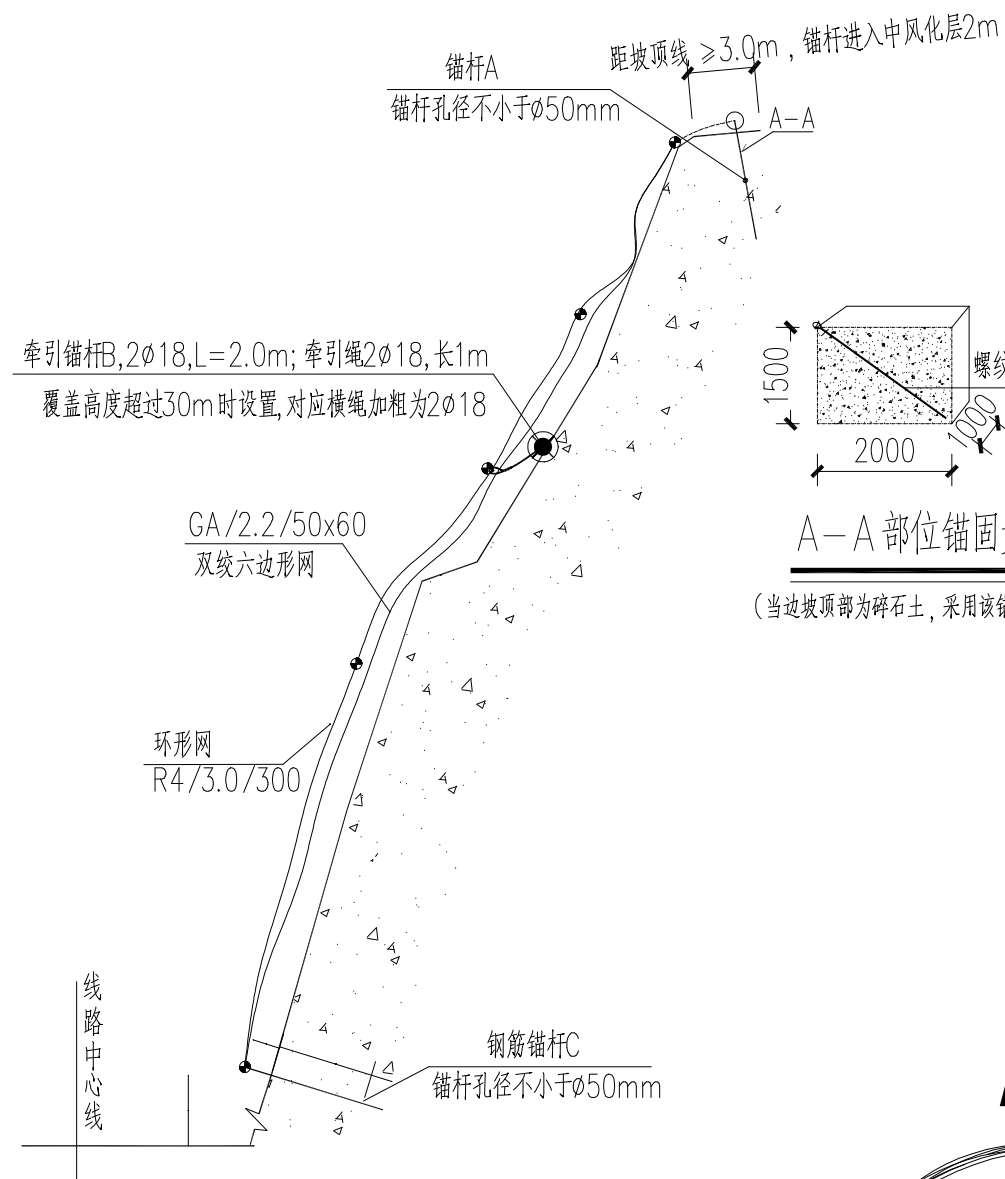
七、本图尺寸除注明者外，均以mm计。



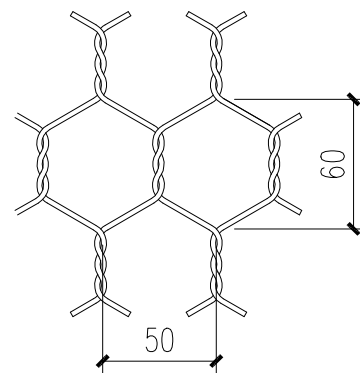
防护系统立面示意图

1. 系统每50m进行分段，具体间距视现场情况而定。
 2. 锚杆见标识说明，锚固点间距见防护系统平面示意图；横向绳间距10m，纵向绳间距2.5m。
 3. 次支撑绳和横向拉绳分段处对接后至少使用3个绳卡紧固；下支撑绳分段处分别连接在同一个锚固点上，分别使用4个绳卡紧固。
 4. 环形网与上支撑绳用卸扣缝合，环形网与环形网、环形网与纵向绳、环形网与横向绳间缝合均采用缝合绳。
- 注：本产品示意图及尺寸仅供参考，选用时按实际情况调整。

设计	张林	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-DY-02
绘图	张林 石松	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	/
校对	张林 石松	审定	张林	版次	01-D1	日期	2026.03

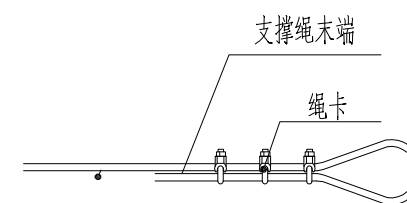


A-A 部位锚固大样
(当边坡顶部为碎石土, 采用该锚固做法)

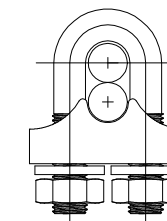
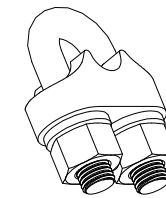


双绞六边形网
GA/2.2/50X60

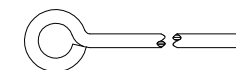
1. 双绞六边形网, 网孔50X60mm, 钢丝直径 ϕ 2.2mm;
2. 采用锌-5%铝-混合稀土合金镀层防腐。



绳卡-支撑绳连接图

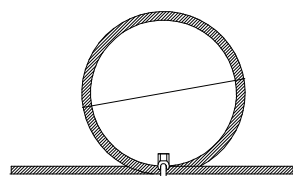


绳卡

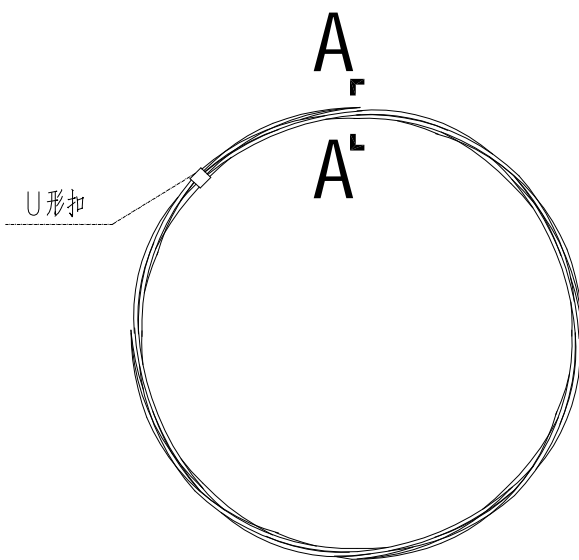


螺纹钢锚杆

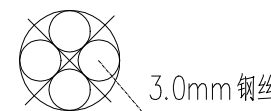
代表性断面示意图



横向拉绳缓冲绳扣示意图



单个环形网



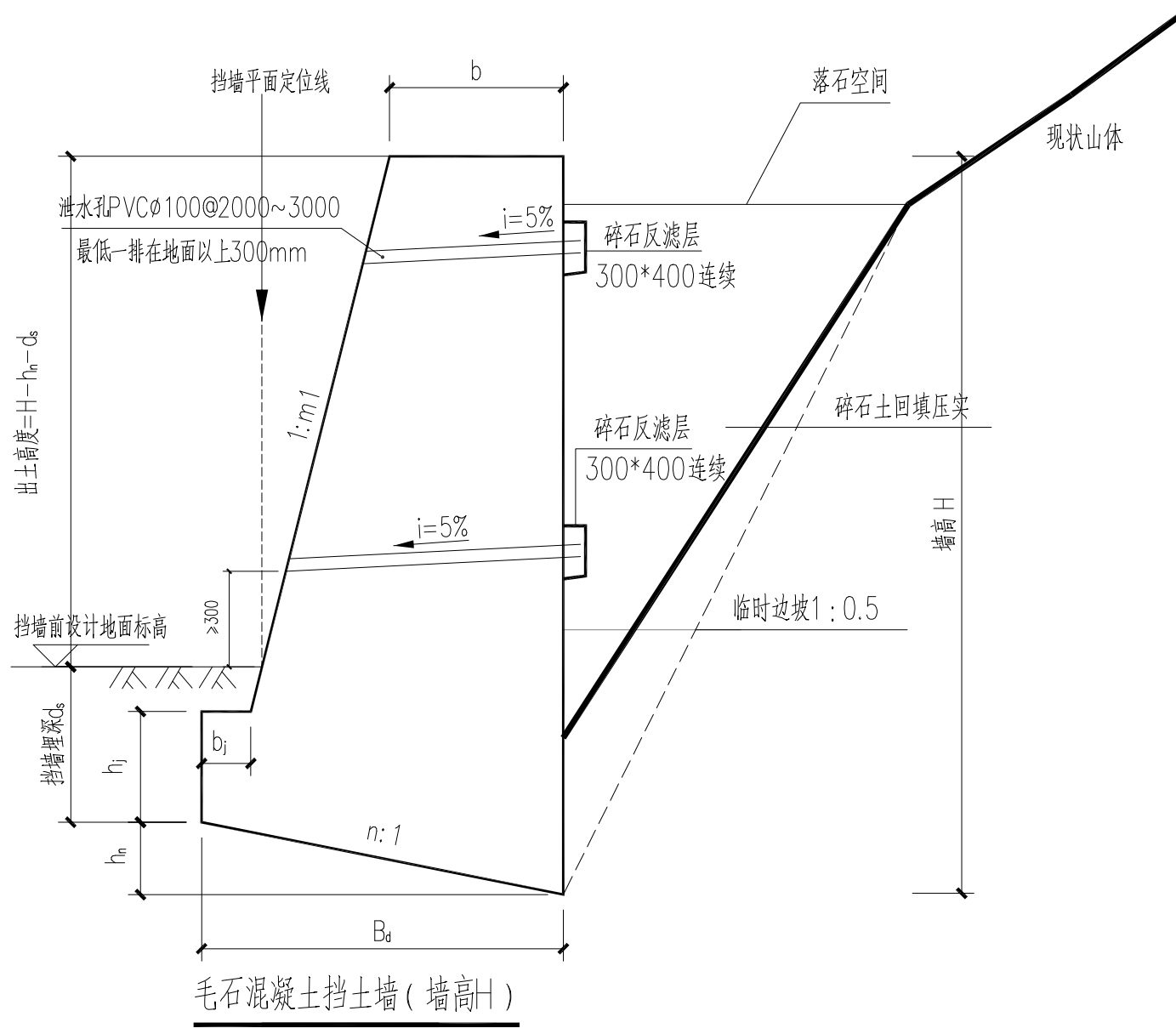
A-A

覆盖型柔性防护系统材料表 (1250m², 25*50m)

名称	规格	单位	数量	备注
双绞六边形网	GA/2.2/50X60	m ²	1260	网块间连接部分余量10m ²
环形网	R4/3.0/300	m ²	1250	
上支撑绳	ϕ 18	m	120	具体选用参照锚杆、支撑绳实用条件
下支撑绳	ϕ 18	m	60	
横向拉绳	ϕ 12	m	180	
纵向拉绳	ϕ 18	m	540	
钢丝绳锚杆A	2 ϕ 18	根	12	长3000
钢丝绳锚杆B	2 ϕ 18	根	6	长2000
钢筋锚杆C	1 ϕ 32圆钢	根	8	长2000 (用于下支撑绳锚固)
卸扣	M-BW 2.0 GB 10603-89	个	200	
钢丝绳卡	分别用于 ϕ 18	个	300	
钢丝	ϕ 3	m	800	高尔凡镀层(锌+5%铝+混合稀土合金)
扎丝	ϕ 2	kg	80	高尔凡镀层(锌+5%铝+混合稀土合金)
缝合绳	ϕ 8	m	275	

挡土墙型号	墙高 H (mm)	h_j (mm)	h_a (mm)	b (mm)	b_j (mm)	B_a (mm)	m_1 (mm)	n (mm)	θ (°)	P_1 (kPa)	P_2 (kPa)	V (m ³)
DTQ2.5	2500	450	256	642	190	1280	0.25	0.20	39.9	98	6	2.29

注：1. 本表适用于抗震设防烈度为7(0.15g)、8(0.2g)度地区的挡土墙；
 2. 填料内摩擦角 $\phi=30^\circ$ ，基底摩擦系数 $\mu=0.40$ ；
 3. 挡土墙未考虑浸水影响，未考虑在挡墙破坏棱体内布置建、构筑物与挡土墙相互影响。墙后填土水平，墙顶均布荷载 $\leq 30\text{kPa}$ ；
 4. 未尽事宜参见图集《挡土墙（重力式 衡重式 悬臂式）》（17J008）；



设计说明：

- 挡墙设计及构造要求
 - 挡土墙采用毛石混凝土，混凝土标号：C25。
 - 填料优先选用碎石土、砂性土，若砂性土填料缺乏可采用粘性土，但应掺入适量的碎石或砂砾等，不得选用膨胀土、淤泥质土、耕植土作为填料，填料应分层填筑夯实，压实系数不小于0.95。墙背填料内摩擦角 $\geq 30^\circ$ ；
 - 挡墙基础埋深应不少于1.0m；挡墙基槽开挖完成后应组织勘察，设计单位验槽，挡墙基础应在天然岩层上，如开槽后开挖至设计墙底标高仍未开挖至天然岩层，应继续开挖至原状岩层，挡墙高度随之增加；地基承载力不能满足设计要求时必须选用扩展基础；
 - 墙身应设置伸缩缝，缝宽20mm，间距20~25m。在地形、地质变化处以及填挖分界处，应增设伸缩缝。缝内沿墙的内、外、顶三边填塞刷沥青的挤塑板或其他有弹性的防水材料，填塞深度200mm。
 - 挡墙外露高度小于2.5m时，可只设下层泄水孔，泄水孔大于两层时，按梅花形布置。
 - 泄水孔采用预埋 $\phi 100\text{mm}$ PVC管，孔横向间距为2~3米，上下排泄水孔应错开布置，进水口位置应设置反滤层。
- 挡墙施工注意事项
 - 施工前应做好排水工程，保持基槽干燥，基础施工完后应及时回填夯实，以免积水软化地基，降低地基土内摩擦系数。
 - 挡土墙基底纵坡大于5%时应设置台阶式基础，并选择坚硬完整的基岩作为基底直接持力层；挡土墙基底横坡不宜陡于1:5，当陡于1:5时，而地基为较完整坚硬的岩层时，基础可按1:2挖成台阶，台阶宽度不小于1m；挡墙基底纵坡不宜大于5%，当大于5%时，应在纵向将基础做成台阶，台阶高度不宜大于0.5m。当原地基横坡、纵坡大陡时，应通知勘察、设计等部门协商解决。
 - 基槽开挖后，如发现地基与设计情况有出入，应按实际情况调整设计。
 - 墙背填料回填时，当原地基为耕土或松土时，应先清除有机土、种植土、草皮等，清除深度不小于300mm。回填要求分层填筑，分层夯实，压实系数满足设计要求。填料夯实在砌体强度达到设计强度75%以上后进行。
 - 如边坡陡峻或有软弱层时，开挖基槽应采用跳槽开挖方式，挖一段、砌一段，保证施工安全。
 - 临时开挖或放坡应确保施工安全，一般可采用放坡处理，如场地条件受限或临时边坡较陡，应进行临时支护。
- 图中尺寸均以mm计。
- 其它未尽事宜参见图集《挡土墙（重力式 衡重式 悬臂式）》（17J008）。

设计	张林岩	项目负责	李松	工程编号	2026灾设004	图号	SL-DY-04
绘图	张林岩	审核	刘力阳	设计阶段	施工图设计	比例	/
校对	张林岩	审定	张林岩	版次	01-D1	日期	2026.03