

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目

实施方案

委托单位名称：汉台区农村公路事业发展中心

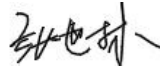
设计单位名称：陕西核工业工程勘察院有限公司

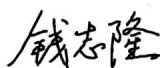
设计提交日期：二〇二六年二月

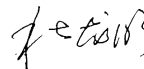


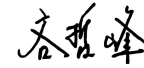
汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目

实施方案

项目负责：张世林 

报告编制：钱志隆 倪创创 陈虹涛   

审 核：杜龙明 

总工程师：吝哲峰 

单位负责人：俞 红

设计单位：陕西核工业工程勘察院有限公司

日 期：二〇二六年二月





地质灾害防治单位资质证书

单位名称：陕西汉台经济开发区河东店镇孙路山体滑塌排危险治理项目

住所：陕西省西安市雁塔区西影路301号

证书编号：610020241120020

有效期至：2029年01月22日

资质类别：地质灾害评估和治理
工程勘查设计资质



发证机关：陕西省自然资源厅

发证日期：2024年01月22日

中华人民共和国自然资源部监制

关于汉台区河东店镇孙路山体滑塌排危险治理项目初步设计代可行性研究报告的专家评审意见汇总

经专家评审，汉台区河东店镇孙路山体滑塌排危险治理项目《初步设计代可行性研究报告》内容深度基本符合要求，原则同意通过评审。专家组同时提出如下修改意见，请尽快组织修改完善：

- 设计文件详实，内容齐全，削坡减载设计基本满足《编制办法》、《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）的要求。设计深度满足《工程建设标准强制性条文》和现行标准、规范的要求。
- 补充项目委托书，明确本次设计以“排险抢通”为目的。复核文件中关于设计阶段的表述，确保前后一致。
- 系统补充项目基础资料。包括补充降雨量等值线图，补充沙河的水文参数并说明其与汉江的关系。完善项目区地形地貌的详细描述，并复核汉台区地震动参数。
- 全面复核并完善各地质隐患点的特征描述。重点复核K7+000~K7+175滑坡及其他5个隐患点的地质要素（滑体、滑床、滑面、岩性、风化等），确保所有照片、数据与文字描述一致。补充6个隐患点地质特征一览表。
- 完善排水系统工程设计。根据水力计算复核截排水沟尺寸与结构强度。细化平台排水、补充截排水沟、防撞墙等关键部位的施工大样图。
- 优化防护与修复工程设计。完善被动防护网设计，明

交通工程 初步设计审查意见回复

确基础锚固要求，并核对补充地脚螺栓等漏项费用。补充路面修复结构层的具体技术参数，并核查旧路结构层挖除费用是否计入。

7.补充详细的施工组织与弃土设计。明确各工点弃土场位置、运距。细化施工工艺，强调“自上而下、随挖随护”，针对多点施工制定具体的交通保畅方案。

8.细化监测方案并强调动态设计。细化监测点布设，明确监测设备、方法、频率及报警阈值，建议采用动态设计，根据施工揭示地质情况优化设计。

9、根据修改后的设计方案，同步复核、调整与完善工程预算文件。剔除封闭施工段的行车干扰费；明确监测设备费用；补充已识别的各项漏计费用。

10、设计应进一步参考《公路滑坡防治设计规范》、《陕西省普通公路常见水毁防治实操手册》等最新标准与文件，明确防治工程等级与公路安全等级的匹配关系。

请根据上述意见对报告进行补充、修改与完善。

专家签字： 苏忠 海祥 逸坤 (手写)

2026 年 2 月 4 日

工程名称	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危险治理项目 初步设计代可行性研究		
专 业	排危险	回复人	钱志隆
项目负责人	张世林	审定人	贾帅
沥孙路属于农用公路，主要承担区域连通、服务沿线村镇及景区等交通功能。汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危险治理项目防治工程等级为II级，主要防治工程为削坡减载，附属工程为防撞墙修复、道路修复、新建截排水渠及安全标识牌。设计图表文件较为详实，对沿线的地质情况进行了调查分析，针对性的提出了防护设计方案。设计深度符合《编制办法》要求，原则通过审查，修编后可以指导施工图的设计。 1、设计文件详实，内容齐全，削坡减载设计基本满足《编制办法》、《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）的要求。设计深度满足《工程建设标准强制性条文》和现行标准、规范的要求。 2、补充项目委托书，明确本次设计以“排险抢通”为目的。复核文件中关于设计阶段的表述，确保前后一致。 回复：已补充委托书，复核了该工程关于设计阶段的相关表述。 3、系统补充项目基础资料。包括补充降雨量等值线图，补充沙河的水文参数并说明其与汉江的关系。完善项目区地形地貌的详细描述，并复核汉台区地震动参数。 回复：已补充相关基础资料，补充了沙河的水文参数及其与汉江的			

关系，完善了项目区地形地貌的相关描述。

4、全面复核并完善各地质隐患点的特征描述。重点复核 K7+000~K7+071 滑坡及其他 5 个隐患点的地质要素（滑体、滑床、滑面、岩性、风化等），确保所有照片、数据与文字描述一致。补充 6 个隐患点地质特征一览表。

回复：已完善各地质隐患点的特征描述，复核了地质要素的一致性，补充了 6 个隐患点地质特征一览表。

5、完善排水系统工程设计。根据水力计算复核截排水沟尺寸与结构强度。细化平台排水、补充截排水沟、防撞墙等关键部位的施工大样图。

回复：已完善排水系统工程设计，补充了水文计算内容，补充了截排水沟、防撞墙等施工大样图。

6、优化防护与修复工程设计。完善被动防护网设计，明确基础锚固要求，并核对补充地脚螺栓等漏项费用。补充路面修复结构层的具体技术参数，并核查旧路结构层挖除费用是否计入。

回复：已完善被动防护网设计，补充了地脚螺栓等漏项费用，补充了路面修复结构层的具体技术参数，核查了旧路结构层的挖除费用。

7、补充详细的施工组织与弃土设计。明确各工点弃土场位置、运距。细化施工工艺，强调“自上而下、随挖随护”，针对多点施工制定具体的交通保畅方案。

回复：补充详细的施工组织与弃土设计，设计了交通保畅方案。

8、细化监测方案并强调动态设计。细化监测点布设，明确监测设备、方法、频率及报警阈值，建议采用动态设计，根据施工揭示地质情况优化

设计。

回复：细化了监测方案并补充了动态设计内容。

9、根据修改后的设计方案，同步复核、调整与完善工程预算文件。剔除封闭施工段的行车干扰费；明确监测设备费用；补充已识别的各项漏计费用。

回复：已根据修改后的设计方案，完善了工程概算文件，并剔除了行车干扰费。

10、设计应进一步参考《公路滑坡防治设计规范》、《陕西省普通公路常见水毁防治实操手册》等最新标准与文件，明确防治工程等级与公路安全等级的匹配关系。

回复：已补充防治工程等级与公路安全等级的匹配关系

专家意见：

同意意见答复
海峰
同意意见
苏树忠
同意预算修改意见 魏伟

2026 年 2 月 4 日

目 录

1 前言 1

 1.1 项目由来 1

 1.2 项目概况 1

 1.3 治理的必要性和紧迫性 7

2 自然地理及地质环境条件 9

 2.1 自然地理 9

 2.2 地质环境条件 10

 2.3 岩土体类型与基本特征 12

 2.4 水文地质条件 13

 2.5 人类工程经济活动 13

3 治理工程设计 13

 3.1 设计依据 13

 3.2 安全等级 14

 3.3 治理方案设计原则 14

 3.4 治理方案设计 14

 3.5 工程量 17

4 安全施工和工程效果监测设计 18

 4.1 施工安全 18

 4.2 工程效果监测设计 19

5 施工组织管理 20

 5.1 施工条件 20

 5.2 施工顺序 20

 5.3 施工方法及施工机械基本要求 21

 5.4 施工组织管理 24

 5.5 施工安全 25

 5.6 施工进度计划 25

6 项目实施与管理 25

 6.1 项目领导小组 25

 6.2 管理机构 25

 6.3 技术管理 25

 6.4 财务管理 26

 6.5 管理制度 26

 6.6 质量检验与工程验收 26

 6.7 建设管理方案 26

7 环境保护要求 27

 7.1 环境保护目标 27

 7.2 主要污染源分析 27

 7.3 防治措施 27

8、地质灾害防治效益评估 28

 8.1 社会效益 28

 8.2 经济效益 28

 8.3 环境效益 28

9、能效分析 28

 9.1 分析依据与概况 28

 9.2 能源消耗种类、结构与估算 28

 9.3 主要节能措施 28

 9.4 能效水平分析结论 28

10 项目预算投资 29

 10.1 编制依据 29

 10.2 各项费用的取定 29

 10.3 项目预算总投资 29

11 结论和建议 30

 11.1 结论 30

 11.2 建议 30

3、工程预算书

附件:

1、稳定性计算书

2、设计图册

序号	图纸名称	比例尺	图纸编号
1	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K7+000~K7+175 滑坡平面布置图	1: 500	1-1
2	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K7+000~K7+175 滑坡工程设计剖面图 1--1'	1: 400	1-2
3	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K7+000~K7+175 滑坡工程设计剖面图 2--2'	1: 400	1-3
4	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K7+000~K7+175 滑坡工程设计剖面图 3--3'	1: 400	1-4
5	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K7+410~K7+452 崩塌平面布置图	1: 500	2-1
6	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K7+410~K7+452 崩塌工程设计剖面图 1--1'	1: 300	2-2
7	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K7+490~K7+510 崩塌平面布置图	1: 500	3-1
8	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K7+490~K7+510 崩塌工程设计剖面图 1--1'	1: 200	3-2
9	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K11+300~K11+403 崩塌平面布置图	1: 500	4-1
10	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K11+300~K11+403 崩塌工程设计剖面图 1--1'	1: 200	4-2
11	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K11+300~K11+403 崩塌工程设计剖面图 2--2'	1: 200	4-3
12	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K12+000~K12+075 崩塌平面布置图	1: 500	5-1
13	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K12+000~K12+075 崩塌工程设计剖面图 1--1'	1: 200	5-2
14	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K12+000~K12+075 崩塌工程设计剖面图 2--2'	1: 200	5-3
15	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K12+200~K12+290 崩塌平面布置图	1: 500	6-1
16	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K12+200~K12+290 崩塌工程设计剖面图 1--1'	1: 200	6-2
17	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K12+200~K12+290 崩塌工程设计剖面图 2--2'	1: 200	6-3
18	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--K12+200~K12+290 崩塌工程设计剖面图 3--3'	1: 200	6-4
19	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目--结构图	分示	7-1~7-10

1 前言

1.1 项目由来

为贯彻落实中央防灾减灾救灾决策部署，提升汉台区地质灾害综合防治能力，保障人民群众生命财产安全和区域交通畅通，河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目已紧急启动。该路段是连接汉中与留坝、服务黄花河景区的重要通道，地质环境复杂，汛期易发灾害。2025年汛期以来，沿线已发生 20 余起水毁，其中 11 月 10 日 K7+000-K7+175 段发生大规模滑塌，约 9000m³土石掩埋路面，导致全线中断，且滑坡后缘裂缝持续扩展，险情加剧。经全面排查，共发现 6 处高危隐患点。同时，因 244 国道桥梁施工，该路已成为关键替代通道，抢通保畅任务十分紧迫。

根据汉台区农村公路事业发展中心《关于报送汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目建议书的报告》，结合汉台区实际，汉台区农村公路事业发展中心与陕西核工业工程勘察院有限公司共同踏勘了这 6 处高危隐患点，并组织编制了《汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目实施方案》。

受汉台区农村公路事业发展中心委托，我单位立即组织技术力量开展现场调查与勘查。基于现有勘查资料及对灾害特征的分析，本项目遵循“科学防控、安全优先、应急抢险”原则，以“快速排除险情、恢复道路基本通行”为首要目标，制定了针对性的应急排危除险方案。本项目是一项紧迫的抢险工程，旨在快速消除当前重大安全隐患、保障道路临时安全通行。本次应急工程在实现临时保通的同时，也为后续工作奠定了基础，后期将视投资情况，采用动态设计理念，进一步优化方案，以期最终彻底消除边坡安全隐患。

1.2 项目概况

本治理项目主要针对沥孙路沿线六处高危地质灾害隐患点，需立即实施工程防治以保障道路安全。一处滑坡位于 K7+000~K7+175 段，为近期发生滑移的浅层土质滑坡，已造成道路中断，目前处于欠稳定状态，存在扩展风险。五处崩塌均为小型岩质崩塌，分别位于 K7+410、K7+490、K11+300、K12+000 及 K12+200 路段。其共同特点是坡高陡峻、岩体风化破碎、节理发育，目前已形成多处危岩体，整体处于欠稳定状态，直接威胁下方道路通行安全。其中，K11+300 段坡脚既有防护网已损坏，防护能力丧失。汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除

险治理项目共涉及 6 处工程治理点，各灾害点概况分述如下。



图 0-1 地质灾害隐患点位置

1.2.1 K7+000~K7+175 滑坡

（1）工程地质条件

a) 地形地貌

该滑坡位于汉台区沥孙路 K7+000~K7+175 段，处于中低山斜坡区。滑坡体位于沙河支沟东南侧约 500m，所在斜坡东高西低，相对高差约 55m，整体坡度约 37°~45°，坡体剖面整体呈凸状，上部较缓、下部相对较陡，坡脚为沥孙路。坡体主要为第四系残坡积堆积层，地表起伏相对较大。

b) 地层岩性

根据现场地质调查，K7+000~K7+175 滑坡组成物质主要为第四系全新统残坡积含块石粉质粘土，黄褐色，硬塑，块石成分主要为强风化板岩，块状、棱角状，直径 0.1-1m，含量 5~10%，厚度 0.5~1.3m，结构较松散，物理力学性质差，工程地质条件差，易产生变形。

（2）滑坡特征及稳定性评价

a) 范围、规模及特征

汉台区河东店镇沥孙路 K7+000~K7+175 段发育一处小型浅层土质滑坡，地理坐标东经 106°58'35.62"、北纬 33°14'38.78"。该滑坡宽约 175m，平均厚度 2~5m，总体积约 3.83×10⁴m³，滑坡滑向为 302°。该滑坡已发生明显滑动，滑移方量约 9000m³，主要变形迹象表现为：后

缘发育有多条裂缝（见表 1-1）；前缘剪出口已导致坡脚道路路基及防撞墙损毁。滑坡体边坡植被发育较好，前缘由于修路开挖，形成牵引作用，滑体内形成阶状滑移地形，后缘整体错落位移，属于牵引式破坏。

①滑体：滑体主要由第四系全新统残坡积含块石粉质粘土组成，呈黄褐色，硬塑状态。滑体地表起伏大，植被发育较好，前缘因道路开挖形成牵引式破坏。

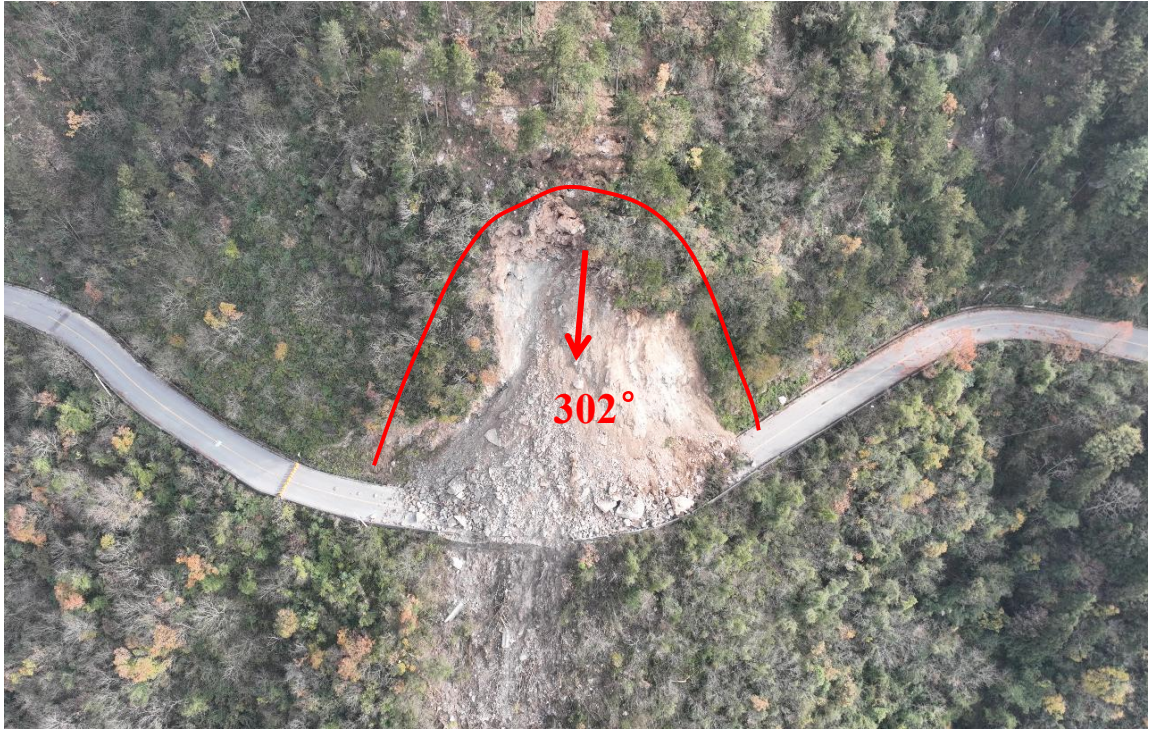
②滑床：滑床亦为残坡积土层，但其结构相对密实、未受本次滑动扰动，处于稳定状态。但密实度与含水量不同，表明其为原始堆积或早期稳定的土层。

③滑面：滑面（带）发育于残坡积土体内部，位于土层中相对软弱部位。滑带土呈软塑～流塑状，其含水量和孔隙比高于上下土层，抗剪强度低，是控制滑坡稳定的关键薄弱层。

b) 稳定性评价

该滑坡形成机理为由于前缘坡体开挖形成临空面，在卸荷作用和边坡应力重分布过程中，坡体后缘形成拉张作用，前缘坡脚部位形成剪应力集中，在剪应力向上部传递并牵引上部坡体产生应力重分布，并逐渐与应力集中面以下土体分离，在降雨、地震等作用下，上部拉张裂缝和剪应力集中带贯通形成滑面。在降雨的持续作用下，滑体重度增加，滑面抗剪强度降低，地下水沿滑面汇集并形成水压力，当下滑力和水压力大于滑体抗滑力，滑体沿滑面产生滑移，并向上牵引使整体坡体产生位移，形成滑坡隐患。

根据现场调查，斜坡覆盖层土体较为松散，滑坡体后缘和侧缘均破裂，局部下错，前缘临空面较高陡，变形迹象较为明显，现状稳定性较差。预测在降雨等不利因素的长期作用下，滑坡发展趋势为不稳定。



照片 1-1 K7+000~K7+175 滑坡（镜像 127°）



照片 1-2 坡体后缘裂缝

照片 1-3 道路外侧防撞墙损坏

表 1-1 K7+000~K7+175 滑坡后缘裂缝统计表

编号	走向	长度（m）	张开度（cm）	下错高度（cm）	深度（m）
1	N82°E	7	7	3	0.4
2	N50°E	8	13	7	0.5
3	S84°E	12	17	9	0.5
4	S63°E	19	32	15	0.9
5	S71°E	22	40	17	1.1

1.2.2 K7+410~K7+452 崩塌

(1) 工程地质条件

a) 地形地貌

该崩塌位于汉台区沥孙路 K7+410~K7+452 段，处于中低山斜坡区。崩塌体位于沙河支沟东南侧约 550m，所在斜坡东高西低，相对高差约 40m，整体坡度约 72°~79°，坡体剖面整体呈凹状，坡体陡立，坡脚为沥孙路，地表起伏相对较大。

b) 地层岩性

根据现场地质调查，K7+410~K7+452 崩塌主要由石炭系板岩组成，灰白色，矿物粒度细，呈块状构造，产状平缓 26° ∠18°，单层厚 0.7~2.5m，岩石中劈理及节理裂隙发育，软弱夹层较多，质地弱，强风化，表面剥落十分普遍，岩体的完整性差，加上构造作用的揉褶及挤压强烈，壁理、板理很发育，岩体的工程性质差。

(2) 崩塌特征及稳定性评价

a) 范围、规模及特征

汉台区河东店镇沥孙路 K7+410~K7+452 崩塌，地理坐标为：东经 106°58'53.02"，北纬 33°14'47.92"。崩塌体整体宽约 42m，厚 1~2m，体积 $0.23 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属小型岩质崩塌。斜坡整体坡向 305°，崩塌整体崩向 314°，崩塌高程介于 816~861m，最大高差约 45m，坡面陡立。

该崩塌点出露地层为板岩，岩体风化强烈，节理裂隙极为发育。主要发育一组高角度节理（产状 52° ∠81°），与坡面构成不利组合。在风化作用下，岩体沿节理密集带不断剥蚀、卸荷，形成局部近直立的陡崖。同时，植物根劈作用加剧了岩体破碎，促进表层岩块分离。目前，坡体已形成多处危岩体，处于欠稳定状态，严重威胁下方道路交通安全。

b) 稳定性评价

汉台区河东店镇沥孙路 K7+410~K7+452 崩塌为小型岩质崩塌，是一个在降水、重力等因素持续作用下的动态演化过程。其破坏始于内部应力状态改变，岩体先后经历拉裂扩展、滑移面贯通直至最终解体滑移的阶段性变形。已发生的崩塌主要由岩体风化剥落与卸荷裂隙共同导致：软岩不断剥蚀形成凹腔，使上部岩体悬空，最终因支撑力不足而发生崩塌。

当前，崩塌体表面节理裂隙发育，危岩体分布较多，局部岩体近直立或反倾，在强降雨情况下，雨水随坡面裂隙下渗至岩体裂隙，坡体含水量增加，水压力增强，降低岩体的抗拉强度，岩体裂隙贯通、崩落，最终引发坡体再次崩塌。



照片 2-1 K7+410~K7+452 崩塌（镜像 131°）



照片 2-2 坡体节理裂隙

1.2.3 K7+490~K7+510 崩塌

(1) 工程地质条件

a) 地形地貌

该崩塌危岩体位于汉台区沥孙路 K7+490~K7+510 段，处于中低山斜坡区。崩塌体位于沙河支沟东南侧约 550m，所在斜坡东高西低，相对高差约 17m，整体坡度约 77°~83°，坡体陡立，坡脚为沥孙路，地表起伏相对较大。

b) 地层岩性

根据现场地质调查，K7+490~K7+510 崩塌主要由石炭系板岩组成，灰白色，矿物粒度细，呈块状构造，产状 216°∠58°，单层厚 0.4~1m，岩石中劈理及节理裂隙极发育，质地弱，强风化，岩体的完整性差，壁理、板理很发育，岩体的工程性质差。

(2) 崩塌特征及稳定性评价

a) 范围、规模及特征

汉台区河东店镇沥孙路 K7+490~K7+510 崩塌，地理坐标为：东经 106°58'53.02"，北纬 33°14'47.92"。崩塌体整体宽约 20m，高约 15m，厚 1~3m，体积 760m³，属小型岩质崩塌。斜坡整体坡向 330°，崩塌整体崩向 342°，崩塌高程介于 813~832m，最大高差约 19m。

该崩塌灾害点为岩质崩塌，出露地层为板岩。岩体风化强烈，岩层产状平缓，但区内节理裂隙极为发育。多组高角度节理与缓倾岩层及陡峭坡面共同构成不利的空间组合关系，极大地削弱了岩体整体性和稳定性。在长期的风化、卸荷及雨水冲刷等外营力作用下，岩体沿节理密集带发生渐进式剥蚀，最终在坡体局部形成近直立的临空陡崖。此过程导致上部岩体失去侧向支撑，在重力作用下发生拉裂与蠕变。目前，坡体已形成多处危岩体，处于欠稳定状态，严重威胁下方道路交通安全。

b) 稳定性评价

汉台区河东店镇沥孙路 K7+490~K7+510 崩塌为小型岩质崩塌，该处危岩体的失稳崩塌是一个在降水与重力等因素长期作用下的动态演化过程。该过程始于岩体内部应力状态改变，依次经历拉裂扩展、滑移面贯通直至整体解体滑移的阶段变形。目前，崩塌体表面节理裂隙发育，危岩体分布广泛，局部岩体呈近直立或反倾状态。在强降雨条件下，极易发生崩落，崩塌点紧邻下方道路，一旦发生失稳，崩落岩块将对道路交通安全构成直接且严重的威胁，需采取紧急监测与工程防治措施。



照片 3-1 K7+490~K7+510 (镜像 246°)



照片 3-2 危岩体

1.2.4 K11+300~K11+403 崩塌

(1) 工程地质条件

a) 地形地貌

该崩塌危岩体位于汉台区沥孙路 K11+300~K11+403 段，处于中低山斜坡区。崩塌体位于沙河东侧约 92m，所在斜坡东高西低，相对高差约 42m，整体坡度约 64°~79°，坡体陡立，坡

脚为沥孙路，地表起伏相对较大，植被发育良好。

b) 地层岩性

根据现场地质调查，K11+300~K11+403 崩塌主要由石炭系板岩组成，灰白色、褐红色，矿物粒度细，呈块状构造，产状 $312^{\circ} \angle 73^{\circ}$ ，单层厚 1~5m，其风化程度具有显著垂向分异：坡体中上部岩体风化强烈，节理裂隙极为发育；下部岩体风化相对较弱。

(2) 崩塌特征及稳定性评价

a) 范围、规模及特征

汉台区河东店镇沥孙路 K11+300~K11+403 崩塌，地理坐标为：东经 $106^{\circ}57'38.84''$ ，北纬 $33^{\circ}15'06.12''$ 。崩塌体整体宽约 103m，高约 42m，厚 1~2m，体积 $0.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属小型岩质崩塌。斜坡整体坡向 253° ，崩塌整体崩向 245° ，崩塌高程介于 624~670m，最大高差约 46m。

该崩塌点出露板岩地层，风化程度呈现显著的垂向分异，坡体中上部岩体风化强烈、节理裂隙极为发育。受不利结构面组合（岩层产状 $312^{\circ} \angle 73^{\circ}$ 与高角度节理 $207^{\circ} \angle 80^{\circ}$ ）控制，在长期风化、卸荷及植物根劈作用下，岩体沿节理带不断剥蚀，形成坡脚大型凹腔与局部近直立陡崖，严重削弱坡体支撑。坡体上部因而发育多处临空高达约 40m 的高位危岩体。坡脚既有被动防护网已损坏，损坏长度约 60m，钢柱已脱离基座，钢绳网倾倒，其防护能力基本丧失，难以有效拦截高位坠石。

b) 稳定性评价

汉台区河东店镇沥孙路 K11+300~K11+403 崩塌为小型岩质崩塌。该处危岩体在降水、重力及风化等长期作用下持续演化，经历拉裂扩展、滑移面贯通至整体滑移的阶段性变形。崩塌区出露石炭系板岩，中上部岩体风化强烈，节理裂隙发育，受岩层与高角度节理的不利组合控制，在卸荷及根劈作用下，坡脚已形成大型凹腔及陡崖，严重削弱坡体支撑，并形成多处高位危岩体。

目前坡体整体处于欠稳定状态，表面裂隙发育，岩体局部近直立或反倾。强降雨条件下，雨水下渗加剧岩体软化与荷载，易引发高位崩塌。坡脚既有被动防护网已损坏约 60 米，基本丧失防护能力，无法有效拦截坠石。该崩塌点紧邻道路，一旦失稳将直接威胁交通安全，需采取紧急监测与工程治理措施。



照片 4-1 K11+300~K11+403 崩塌（镜像 62° ）



照片 4-2 坡体顶部节理裂隙



照片 4-3 坡脚被动防护网损坏



照片 4-4 坡体凹腔

1.2.5 K12+000~K12+075 崩塌

(1) 工程地质条件

a) 地形地貌

该崩塌危岩体位于汉台区沥孙路 K12+000~K12+075 段，处于中低山斜坡区。崩塌体位于沙河东侧约 170m，所在斜坡北高南低，相对高差约 22m，整体坡度约 72°~80°，坡体陡立，坡脚为沥孙路，地表起伏相对较大，植被发育良好。

b) 地层岩性

根据现场地质调查，K12+000~K12+075 崩塌主要由石炭系板岩组成，黄褐色，矿物粒度细，呈块状构造，产状 74° ∠12°，单层厚 0.3~1.2m，岩石中劈理及节理裂隙极发育，质地弱，强风化，岩体的完整性差，壁理、板理很发育，岩体的工程性质差。

(2) 崩塌特征及稳定性评价

a) 范围、规模及特征

汉台区河东店镇沥孙路 K12+000~K12+075 崩塌，地理坐标为：东经 106°57'37.41"，北纬 33°15'11.17"。崩塌体整体宽约 75m，高约 27m，厚 1~2.5m，体积 0.31×10⁴m³，属小型岩质崩塌。斜坡整体坡向 150°，崩塌整体崩向 155°，崩塌高程介于 599~626m，最大高差约 27m。

该崩塌点出露板岩地层，岩体风化强烈，节理裂隙极为发育。岩体破坏主要受一组高角度节理（产状 81° ∠77°）控制，其倾向与坡面构成不利组合，为崩塌提供了主要控制性结构面。在长期风化与卸荷作用下，岩体沿该节理密集带持续剥蚀、解体，逐渐形成局部近直立

的陡峭崖壁。同时，坡体植被根劈作用显著，进一步加剧了表层岩体的破碎与块体分离。

b) 稳定性评价

汉台区河东店镇沥孙路 K12+000~K12+075 崩塌为小型岩质崩塌，该处危岩体的失稳崩塌是一个在降水与重力等因素长期作用下的动态演化过程。该过程始于岩体内部应力状态改变，依次经历拉裂扩展、滑移面贯通直至整体解体滑移的阶段性变形。目前，崩塌体表面节理裂隙发育，危岩体分布广泛，局部岩体呈近直立状态。在强降雨条件下，极易发生崩落，且坡脚紧邻道路及居民房屋，该崩塌严重威胁下方道路交通安全及居民生命财产安全，需采取紧急监测与工程治理措施。



照片 5-1 K12+000~K12+075 崩塌（镜像 329°）



照片 5-2 坡体中部节理裂隙

1.2.6 K12+200~K12+290 崩塌

(1) 工程地质条件

a) 地形地貌

该崩塌位于汉台区沥孙路 K12+200~K12+290 段，处于中低山斜坡区。崩塌体位于沙河支沟东南侧约 84m，所在斜坡北高南低，相对高差约 40m，整体坡度约 44°~78°，坡体剖面整体呈凹状，局部坡体陡立，坡脚为沥孙路，地表起伏相对较大。

b) 地层岩性

根据现场地质调查，K12+200~K12+290 崩塌主要由石炭系板岩组成，青灰色，矿物粒度细，呈块状构造，产状平缓 162° ∠14°，单层厚 0.3~1.5m，岩石中劈理及节理裂隙发育，软弱夹层较多，质地弱，强风化，表面剥落十分普遍，岩体的完整性差，加上构造作用的揉褶及挤压强烈，壁理、板理很发育，岩体的工程性质差。

(2) 崩塌特征及稳定性评价

a) 范围、规模及特征

汉台区河东店镇沥孙路 K12+200~K12+290 崩塌，地理坐标为：东经 106°57'34.36"，北纬 33°15'07.60"。崩塌体整体宽约 90m，高 10~40m，厚 2~3m，体积 0.67×10⁴m³，属小型岩质崩塌。斜坡整体坡向 99°，崩塌整体崩向 95°，崩塌高程介于 593~635m，最大高差约 42m，局部直立或反倾。

该崩塌点出露地层为板岩，岩体风化强烈，节理裂隙极为发育。主要发育一组高角度节理（产状 166° ∠87°），与坡面构成不利组合。在风化作用下，岩体沿节理密集带不断剥蚀、卸荷，形成局部近直立的陡崖与落石凹腔。同时，植物根劈作用加剧了岩体破碎，促进表层岩块分离。目前，坡体已形成多处危岩体，道路内侧为崩塌堆积区，分布有直径约 0.2~0.5m 的落石，该崩塌体处于欠稳定状态，严重威胁下方道路交通安全。

b) 稳定性评价

汉台区河东店镇沥孙路 K12+200~K12+290 崩塌为小型岩质崩塌，是一个在降水、重力等因素持续作用下的动态演化过程。其破坏始于内部应力状态改变，岩体先后经历拉裂扩展、滑移面贯通直至最终解体滑移的阶段性变形。已发生的崩塌主要由岩体风化剥落与卸荷裂隙共同导致：软岩不断剥蚀形成凹腔，使上部岩体悬空，最终因支撑力不足而发生崩塌。

当前，崩塌体表面节理裂隙发育，危岩体分布较多，局部岩体近直立或反倾，在强降雨

情况下，雨水随坡面裂隙下渗至岩体裂隙，坡体含水量增加，水压力增强，降低岩体的抗拉强度，岩体裂隙贯通、崩落，最终引发坡体再次崩塌。



照片 6-1 K12+200~K12+290 崩塌（镜像 279°）



照片 6-2 坡体中部节理裂隙

1.3 治理的必要性和紧迫性

(1) 该路段日常车流量大，沿线六处隐患点坡体在持续变形，已出现明显险情，滑坡、崩塌风险极为紧迫，遇降雨极易发生灾害，严重威胁通行安全与人员生命财产安全，必须立即采取应急排险措施。

(2) 因 244 国道封闭施工，本路段已成为区域内不可替代的关键通道。当前交通中断已

严重影响群众基本出行与物资运输，亟待通过应急工程抢通道路、恢复临时通行能力，以保障区域交通生命线的基本畅通。

（3）道路中断已导致黄花河景区关闭及周边产业停滞。实施应急排险工程，可快速控制险情、恢复道路基本通行功能，为后续彻底治理创造条件，并为区域生产生活及旅游业的逐步恢复提供交通便利。

（4）该应急排险工程是履行地质灾害防治主体责任、响应突发险情、防止灾情扩大升级的关键行动，对于提升区域应急抢险能力和风险初期控制效率具有重要意义。

综上，本项目是一项以控制险情、保障应急通行为首要目标的紧迫工程，核心在于快速排险、临时保通，为后续安全评估与根本治理争取时间、创造条件，应尽快启动实施。

表 1-2 汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目隐患点特征一览表

隐患点 编号	桩号范围	灾害类型	规模 等级	体积 (×10 ⁴ m ³)	主要特征	当前稳定性评价	主要威胁对象
HP01	K7+000~K7+175	牵引式土质滑坡	小型	3.83	宽约 175m，平均厚 2~5m，滑向 302°。后缘发育多条裂缝，前缘剪出口导致路基及防撞墙损毁。滑体为含块石粉质粘土，滑床为强-中风化板岩。	较差，在降雨等作用下不稳定	沥孙路全幅路基及交通安全
BP02	K7+410~K7+452	岩质崩塌	小型	0.23	宽约 42m，厚 1~2m，坡向 305°，崩向 314°。岩体为强风化板岩，节理极发育，坡面陡立，已形成多处危岩体。	欠稳定	下方沥孙路行车安全
BP03	K7+490~K7+510	岩质崩塌	小型	0.076	宽约 20m，高约 15m，厚 1~3m。岩体强风化，多组高角度节理与缓倾岩层构成不利组合，形成近直立临空陡崖。	欠稳定	紧邻下方道路，直接威胁交通安全
BP04	K11+300~K11+403	岩质崩塌	小型	0.61	宽约 103m，高约 42m，厚 1~2m。风化垂向分异显著，坡脚形成大型凹腔，发育高位危岩体。坡脚既有被动防护网已损坏约 60m，功能基本丧失。	欠稳定	沥孙路交通安全，高位坠石威胁大
BP05	K12+000~K12+075	岩质崩塌	小型	0.31	宽约 75m，高约 27m，厚 1~2.5m。岩体强风化，受一组高角度节理控制，形成陡峭崖壁，植被根劈作用显著。	欠稳定	下方沥孙路及沿线居民房屋安全
BP06	K12+200~K12+290	岩质崩塌	小型	0.67	宽约 90m，高 10~40m，厚 2~3m。岩体强风化，节理极发育，形成陡崖与凹腔。道路内侧已有崩塌堆积物（落石直径 0.2~0.5m）。	欠稳定	下方沥孙路行车安全

2 自然地理及地质环境条件

2.1 自然地理

2.1.1 地理位置及交通状况

本次排危除险工程共治理 6 处地质灾害隐患点。所有灾点均分布于沥孙路沿线，邻近 244 国道，且各点均有道路直达，交通条件便利。其具体交通位置见图 2-1。

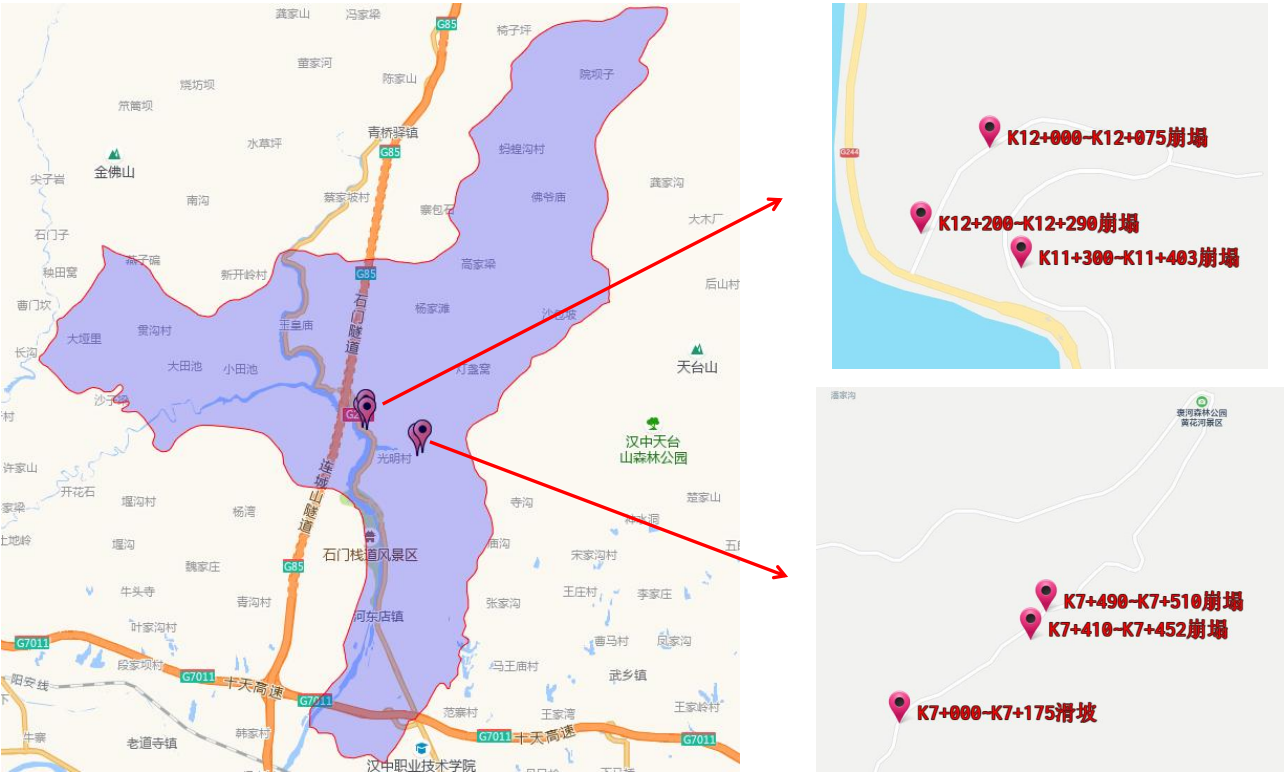


图 2-1 灾点交通位置图

2.1.2 气象、水文

1、气象

汉中市汉台区属北亚热带湿润季风气候区，气候温和、雨量充沛，四季分明。气温空间分布受地形影响具明显差异，丘陵区气温高于山区气温，据汉台区 1956~2025 年多年气象资料统计，年平均气温 14.7℃，平均最高气温 19.0℃，平均最低气温 10.8℃，一般 1 月温度最低，平均 2~3℃，7~8 月温度最高，平均 25~26.9℃，极端最高气温 38.9℃（2017 年 7 月 27 日），极端最低气温 -10℃（1991 年 12 月 28 日）。

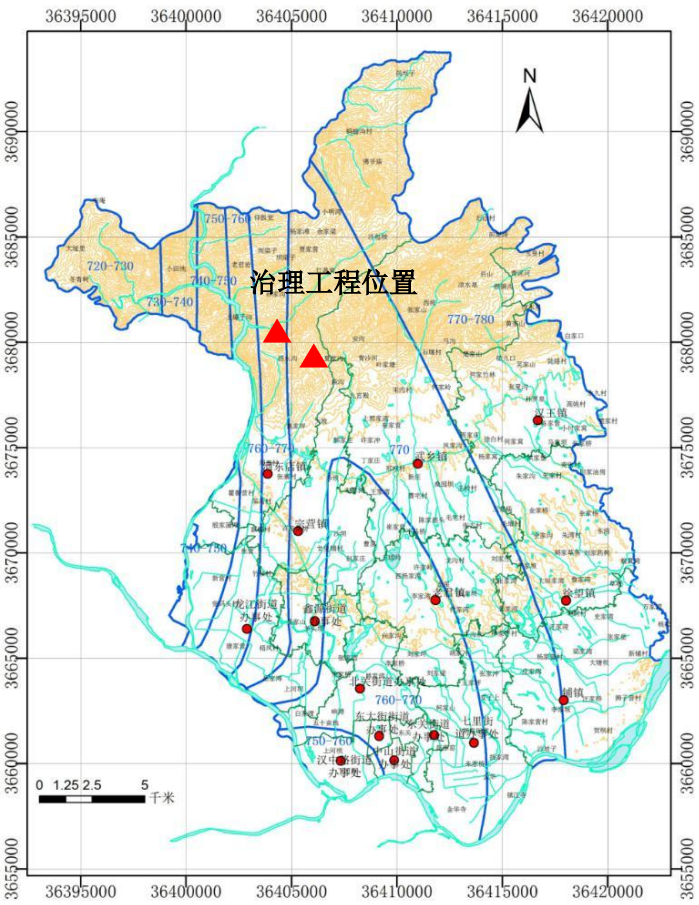


图 2-2 汉中市汉台区多年平均降水量等值线图（1951~2025 年）

据汉台区 1956~2025 年多年降水资料统计，汉台区由西向东，降水量逐渐增多，年均降水量介于 730~780mm 间，年均降水量 860.03mm，1983 年最多，为 1462.80mm，1997 年最少仅 519.10mm；降水集中于 6~9 月，占全年降水量的 62%，暴雨平均每年 1~2 次，相对集中于 7~9 月，见多年平均月降雨量折线（图 2-2）；丰水年或枯水年周期为 3~5 年。丰水年汛期，北部中低山区地质灾害频发。

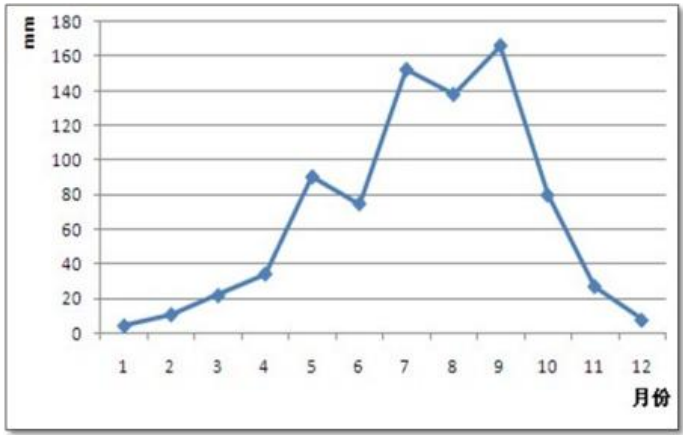


图 2-3 多年平均月降雨量折线图（1951~2025 年）

（1978-2025）年平均降水量为 852.3mm,降水量最多的年份为 1983 年，年降水量为 1462.8mm,降水量最少的年份为 1997 年,年降水量为 519.1mm。一日最大降水量为 121.4mm(2013 年 9 月 19 日)。汉台区最大小时降雨量 81.7mm（2020 年 8 月 3 日 19-20 时），发生在汉台区徐望镇草塘村。日降水量在 100-200mm 的大暴雨 1978-2025 年间出现过 5 次。

2.水文

汉台区隶属长江流域汉江水系，汉江作为长江最大一级支流，自西向东流经区域南部边界，区内流程长约 48km，河道平均宽约 400m。该河为常年性河流，水文动态特征表现为：多年平均流量约 66.6m³/s，年平均径流量约 19.5 × 10⁸m³；最大洪峰流量可达 5650m³/s，最小枯水流量约 2.2m³/s。区内水库塘堰分布较多，其中规模较大的包括石门水库、李家沟水库、许家岭水库、狮子沟水库及八里桥水库等。沙河是汉江上游右岸的一级支流，发源于陕西省城固县五堵镇，流经城固县与洋县，于洋县小江乡沙河口汇入汉江。河流全长约 28 公里。流域面积介于 84 至 122 平方公里之间，整体河床坡降较陡，根据现有水文资料，其多年平均流量约为 1.44m³/s，年均径流量约 0.36 亿 m³。总体而言，这是一条流程短、流域面积较小但坡降明显的山区性河流，是汉江上游水系网络中的一个局部组成部分。

该排危除险治理项目所涉及到的 6 处隐患点，均位于沙河附近，其中，K7+000~K7+510 区段的三处灾害点距离沙河支沟东南侧约 500-550m，K11+300~K12+290 区段的三处灾害点则紧邻沙河主河道或支沟，距离为 84-170m，与水面高差 17~250m，其稳定性受区域大型地表水体（如汉江、水库）的直接水力影响较小。地表水对斜坡稳定的影响主要体现在雨季的坡面汇流与入渗作用。降水形成的地表径流可冲刷坡面、侵蚀坡脚，同时水体沿坡体裂隙和松散覆盖层下渗，软化岩土体，增大孔隙水压力，从而降低斜坡的稳定性，是地质灾害发生的重要促进因素。

2.2 地质环境条件

2.2.1 区域地形地貌

汉台区地处陕南山区中部，北高南低，北部为秦岭山地，南部为汉江平原。境内最高点为秦岭溜石板梁，海拔 1987m，最低点位于南部汉江平原，海拔 438m，相对高差 1549m。地貌由南向北可划分为一级阶地与漫滩、二级阶地、三级及以上阶地、低山区、中山区，统称为平原区、丘陵区、低山区和中山区(图 2-3)。

（1）平原区

一级阶地及漫滩(I): 位于汉台区南部龙江~铺镇一带，长 26km、宽 3~6 km，地势较平坦，海拔 438~490m，由于该区人类工程活动频繁，漫滩与河谷区、一级阶地与漫滩区的过渡陡坎地带多被后期改造，一般高差 3~5m，物质组成以汉江河流的全新统冲积物粘性土、砂砾石层为主，该区地质灾害不发育。

（2）丘陵区

汉台区二级以上阶地受重力剥蚀和人类工程活动后期改造的影响，阶地前缘陡坎多被改造，本报告按照前人习惯将二级以上阶地区统称为丘陵区。

1、二级阶地(II): 沿宗营~鑫源~老君~徐望一带东西向展布，长约 25km、宽 4km，海拔 490~520m。地势较平坦，物质组成以汉江河流的上更新统粘性土为主，后缘粘性土具有膨缩性。该区阶面内地质灾害不发育，前缘陡坎后期改造明显，局部地段发育地质灾害。

2、三级阶地及以上阶地(III): 位于宗营~鑫源~老君~徐望一带以北，河东店~石堰寺以南地区，长 15km，宽 13km，海拔 520~700m，地形由北向南倾斜，坡度 10°~30°，物质组成以汉江河流的中下更新统粘性土为主，该区土体具有胀缩性，膨胀土滑坡灾害极为发育。

（3）低山区

低山区(IV):主要分布于褒河两岸及秦岭山前一带，海拔 700~1000m，“V”字形沟谷，切割深度大，一般在 200~400m，山坡陡峻，坡度一般在 35~50°之间，山背狭长，陡坡处基岩裸露，主要为石炭系灰岩、结晶灰岩、绢云石英片岩、二云石英岩，泥盆系石英片岩，古元古界黑云斜长片麻岩，第四系碎石土、粘性土披残坡积土覆盖于基岩之上，植被发育，但在人类活动强烈的地区，植被欠发育。

由于该地地质环境条件脆弱，加之降雨充沛以及人类工程活动强烈，区内地质灾害发育。316 国道沿线主要为岩质崩塌，威胁道路、村民的安全。

（4）中山区

中山区（V）：境内中山区主要分布于汉台区东北部的塔南坡—玉皇山以北蚂蟥沟—老君岩以南区域，以及褒河西岸贯沟一带，由于山体陡立、气候寒冷、饮水和交通不便等原因，多分布林场，区带内人口较为稀少，人类活动较弱，因此对斜坡表层植被和岩土体形成的破坏程度较低。出露主要地层为泥盆系大理岩、黑云母石英片岩，汉台区北部与留坝交界处大面积出露古元古界黑云斜长片麻岩，在西北与勉县交界处出露有印支期细粒黑云二长花岗岩。

本治理项目的地质灾害点均位于汉台区北部低山区，该区域属秦岭山地南缘，沟谷多呈“V”字形深切，地形切割强烈，山坡普遍陡峻。各地灾点所在斜坡相对高差在 17 至 55 米之间，整体

坡度较陡，介于 37° 至 83° 。其中，K7+000~K7+175 滑坡所在斜坡呈上缓下陡的凸形剖面；K7+410~K7+452、K7+490~K7+510 及 K12+000~K12+075 等崩塌点坡度多超过 70° ，局部形成近直立的陡崖；K11+300~K11+403 崩塌坡脚因风化剥蚀已形成大型凹腔；K12+200~K12+290 崩塌则表现为坡度在 44° 至 78° 间急剧变化的凹形复合斜坡。这种陡峻且多变的地形条件，为滑坡和崩塌等地质灾害的发育提供了有利的地形临空面。

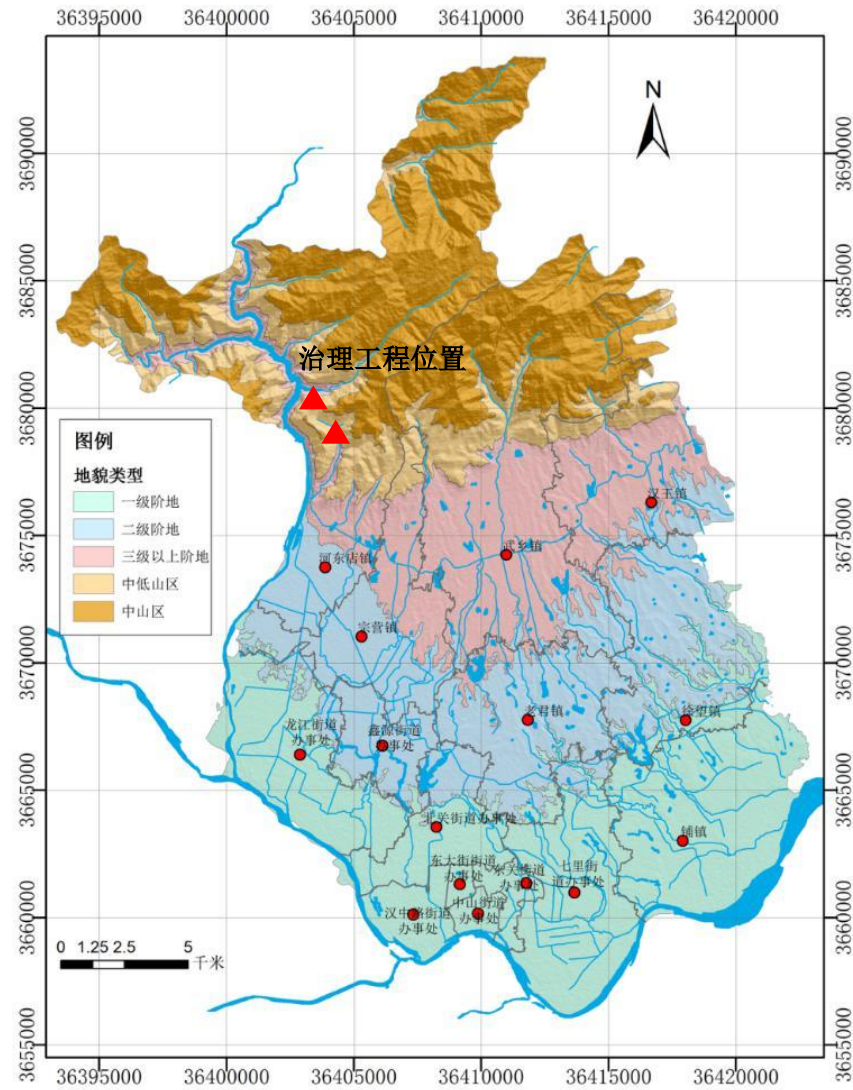


图 2-4 河东店镇地形地貌分区图

2.2.2 地质构造与地震

1、区域地质构造

汉台区大地构造位置位于扬子板块与秦岭板块结合带之秦岭板块一侧，属康县—略阳—勉县华力西期褶皱带，区内褶皱、断裂及次级节理裂隙构造发育。

(1) 褶皱

区内褶皱构造总体为一系列轴向北东东的复式紧闭褶皱。可进一步识别出鹰咀石次级背斜、沙河口次级向斜、老庄基次级背斜及寺沟次级背斜等次级构造。褶皱形态紧闭，地层倾角普遍较陡，介于 50° ~ 80° ，轴面劈理发育。

(2) 断层

区内断层构造较为发育，以次级顺层走向断层为主，其中规模较大的为老丈沟断层及河东店一塔南坡断层。

河东店一塔南坡断层(F1): 长约 14km，走向 45° ，性质不明。该断层主要表现为断层破碎带及线性负地貌，破碎带宽度 30 ~ 50 cm，沿走向切穿震旦系、寒武系及石炭系地层。

老丈沟断层(F2): 长约 9km，走向 45° ，倾向东，倾角约 70° 。主要表现为顺层展布于寒武系地层内部的断层破碎带，破碎带宽度 10 ~ 30cm。

(3) 节理裂隙

受褶皱与断裂构造影响，区内较坚硬的块状岩石中节理裂隙发育，具有多组优势方向。这些密集的节理裂隙网络极大地降低了岩体完整性，是控制崩塌灾害发生的关键构造因素。

(4) 新构造运动

区内新构造运动表现出明显的继承性特点，为古老断裂构造的复合活化。其主要表现为南部深大断裂断陷、北部山区持续抬升的差异升降运动。这种运动格局导致第四系沉积厚度由南向北锐减：南部最厚可达 466m，至北部山区边缘仅厚数米至十余米。第四纪以来的构造升降活动，为滑坡等地质灾害的发生提供了必要的地形高差、临空条件及松散物质来源。

该治理工程位于河东店镇沥孙路一带，受河东店一塔南坡断层构造作用影响，区内岩体节理裂隙极为发育，岩体完整性显著降低，属于构造破碎带影响区，使得该段岩体在重力、风化及降水等外力作用下发生崩塌的风险显著升高。因此，针对该段开展工程治理是防范地质灾害、保障道路安全与区域稳定的必要措施。

2、地震

(1) 历史地震

从历史地震时空分布来看，汉台区地震活动具有持续性和丛集性特点。自 1568 年有记录以来，震中位于汉台区的 4 级以上地震共 3 次，最高震级为 5.5 级（1636 年），曾导致汉中大量房屋倒塌，人员伤亡。震中位于汉中全区范围内的 4 级以上地震共 8 次，其中包含 5.5 级地震 3 次、5 级地震 5 次。此外，邻区地震影响到汉中的事件有 6 次。以上对本地有影响的地震事件累计 14

次。

地震活动在时间上分布不均，存在活跃期：1624~1654 年的 30 年间，汉中及邻区（影响汉台区）共发生 4 级以上地震 6 次，占总数 43%；1920~1976 年的 56 年间发生 5 次，占 36%。两个活跃期间隔约 300 年。2008 年“5.12 汶川大地震”时，河东店镇震感明显，加剧了北部山区地质灾害的发育。

(2) 地震动参数

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），治理工程区域地震动峰值加速度为 0.1g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，相对应的地震基本烈度为Ⅶ度区。

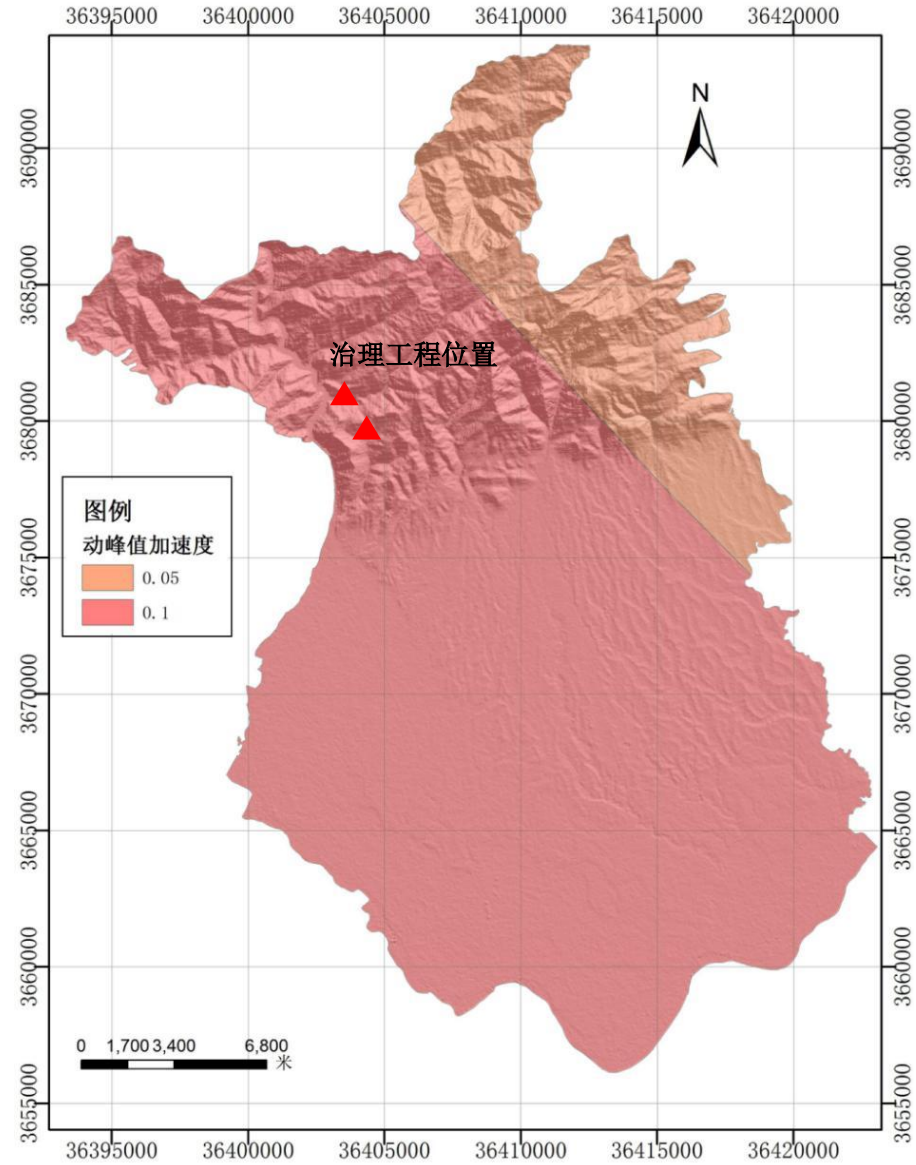


图 2-5 汉台区地震动参数区划图

2.3 岩土体类型与基本特征

汉台区大地构造位置位于扬子板块与秦岭板块结合带的秦岭区，属康县—略阳—勉县构造分区。区内出露地层主要包括震旦系、寒武系、石炭系及第四系。

(一) 地层系统

震旦系（Z）：主要分布于北部中低山区，在蚂蝗沟、黄花河及夏家沟一带呈北东东向展布。受复式褶皱控制，其与寒武系地层在区内呈间隔出露。岩性主要为绢云母绿泥石板岩、千枚岩夹灰岩。

寒武系（Є）：主要分布于磨子沟、老丈沟等地，亦呈北东东向展布。与下伏震旦系呈沉积不整合接触。岩性以黑云母石英板岩、二云母石英板岩夹大理岩为主。

石炭系（C）：分布于河东店—石堰寺一线以南的中低山地区，岩性主要为千枚岩夹灰岩。

第四系（Q）：广泛分布于丘陵及平原区，河东店—石堰寺以南最为发育。岩性以冲积、洪积成因的卵砾石、砂、粉质粘土及粘土为主。在二级阶地后缘及三级阶地上，广泛分布由粘土、粉质粘土组成的膨胀土。本次调查发现，褒河下游河东店南部黏土中广泛发育竖向裂隙，局部可见落水洞。

(二) 岩土体工程地质类型与特征

岩土体是地质灾害发生的地质基础。汉台区内岩土体可划分为岩体和土体两大类，其基本特征如下：

1. 岩体

(1) 坚硬块状花岗岩类：主要分布于磨子沟、万年桥及张家沟一带，呈岩枝产出。岩石呈中粒结构、块状构造，岩性均一。新鲜岩体致密坚硬，抗风化能力强，完整性好，抗压强度一般>100 MPa，软化系数>0.75。多组节理交叉切割，将岩体分割成块状、柱状，易引发崩塌。植被稀少区物理风化强烈，强风化带岩体呈半岩半土状，全风化带多呈砂土状，二者厚度数米至十余米，力学性质差，易沿下伏基岩面产生滑动。

(2) 较坚硬中厚层状碳酸盐岩类：主要分布于老庄基以西，呈条带状产出，岩性以大理岩及灰岩为主，多作为夹层出现于各时代地层中。单层厚数米至数十米。岩石岩质坚硬，抗压强度 80~220 MPa，软化系数>0.75。岩溶作用较强烈，溶蚀裂隙发育，加之节理密集，易发生崩塌。

(3) 较坚硬—较软薄层状黑云母石英板岩类：分布于老丈沟—沙沟口一带。岩石矿物粒度细，岩性较均一，多呈块状构造。岩石中劈理及节理裂隙发育，易发生崩塌灾害。

（4）较软薄层状浅变质岩类：主要包括绢云绿泥石板岩、千枚岩、二云母石英板岩等，集中出露于北部中低山区。岩石具片状、千枚状结构，软弱夹层多，易风化，岩体完整性差。受构造挤压影响，片理、劈理极为发育，工程性质差。岩石抗压强度 20~80 MPa，软化系数 0.6~0.75，是区内多种地质灾害的易发岩体。

2.土体

（1）含砾粘土类：主要分布于山区斜坡地带，为残坡积成因。碎石含量约 10%~25%，粒径一般 0.2~1.5 cm，厚度 1~10 m，以 2~5 m 居多，局部凹地可达 30 m。植被破坏后，遇强降雨极易饱和，常沿下伏基岩面产生滑坡。

（2）粘土及粉质粘土类：广泛分布于平原区与丘陵区，厚度较大。可进一步分为：

- a).一般性粘土类：分布于平原区、河流漫滩及低级阶地，属全新统冲积层，岩性以粉土、粉质粘土为主。
- b).膨胀土类：属中、上更新统冲洪积物，出露于高阶地。具显著吸水膨胀、失水收缩特性，其风化裂隙是主要软弱结构面，极易引发滑坡及斜坡变形。

2.4 水文地质条件

区内地下水主要接受大气降水及地表水的垂向入渗补给。调查区属亚热带湿润气候区，雨量充沛，多年平均降水量达 788.56mm，为地下水提供了充足的补给源。地下水主要向区内沟谷及河流排泄，其补给、径流与排泄条件受地形地貌、植被覆盖及地层岩性等因素控制。根据含水介质类型与赋存条件，区内地下水可分为基岩裂隙水、碳酸盐岩岩溶水和松散岩类孔隙水三类。

（1）基岩裂隙水

主要赋存于中低山区侵入岩及震旦系、寒武系、石炭系浅变质岩的裂隙与孔隙中。含水岩性主要为绢云母绿泥石板岩、千枚岩夹灰岩、石英板岩夹大理岩等。该类岩体整体富水性弱，地下水赋存条件较差。常见泉流量多小于 1.0 L/s，地下径流模数约 $3.45 \sim 4.27 \times 10^4 \text{ m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$ 。地下水化学类型以重碳酸型为主，矿化度普遍低于 1 g/L。

（2）碳酸盐岩岩溶水

主要赋存于以石灰岩为代表的碳酸盐岩裂隙与溶蚀孔隙中，分布于老庄基以西条带状出露区。该类地下水具有补给迅速、径流畅通、动态变化大的特点。含水层规模有限，富水性中等。泉流量一般为 0.7~2.8 L/s。水化学类型多为重碳酸钙镁型，矿化度较低，水质符合生活饮用水及工农业用水标准。

（3）松散岩类孔隙水

广泛赋存于丘陵区、阶地区及山前地带的第四系松散堆积层孔隙中。地下水主要接受大气降水补给，在部分地段也接受下部承压水的顶托补给或侧向径流补给。其径流方向与地形坡向基本一致，径流量与降水量呈正相关关系，总体由北向南、由中低山区向汉江河谷方向排泄，排泄方式包括下渗、侧向径流及以下降泉形式溢出。含水层的富水性明显受沉积物岩性、结构及基底构造控制。

地下水活动是诱发地质灾害的关键因素之一。孔隙水、裂隙水及岩溶水在岩土体中运移，一方面会增加岩土体的饱和容重和孔隙水压力，另一方面会软化、潜蚀岩土体及其中的软弱结构面，破坏其原始结构，显著降低其抗剪强度。这种作用直接或间接地促进了滑坡、崩塌及泥石流等地质灾害的发生与发展。

2.5 人类工程经济活动

国道及通村公路建设过程中，常需对沿线斜坡进行开挖，由此形成连续分布的高陡人工边坡，为滑坡、崩塌等地质灾害的发生提供了有利的临空条件和变形空间。

1989 年后，公路管理部门对区内国道进行了改线与拓宽工程，对原始基岩斜坡进行了大面积开挖与削坡，严重破坏了其天然稳定状态。区内基岩本身节理裂隙发育，开挖形成的裸露边坡在降雨入渗、冲刷等作用下，极易诱发崩塌与滑坡灾害。已查明的多起地质灾害点直接由道路开挖引发，直接威胁国道运营安全。这些灾点稳定性差，每年汛期均会出现不同程度的变形乃至失稳，产生规模不等的崩滑堆积物，对下方公路构成滚石威胁。

近年来，区内通村公路网络已基本形成。北部中低山区内的通村公路多沿沟谷一侧布设，例如：褒河右岸通往贯沟、张家沟和沙河沟的道路沿沙河右岸行进；蒋家沟和老丈沟的道路则沿沟道左侧展布。此类道路建设中，为满足线形要求，普遍进行切坡作业，形成大量高陡边坡。边坡上覆残坡积层厚度一般较薄，且施工过程中大多未采取有效的支挡防护措施。在降水作用下，松散覆盖层极易沿下伏基岩接触面发生浅层溜滑。

3 治理工程设计

3.1 设计依据

本设计主要参考的材料及规范如下：

- (1) 《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)；
- (2) 《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011)；
- (3) 《崩塌防治工程勘察规范》《T/CAGHP 011—2018》；
- (4) 《滑坡防治工程勘察规范》(GB/T32864-2016)；
- (5) 《滑坡防治设计规范》(GB/T38509-2020)；
- (6) 《崩塌防治工程设计规范(试行)》(T/CAGHP032-2018)；
- (7) 《崩塌防治工程施工技术规范(试行)》(T/CAGHP041-2018)；
- (8) 《滑坡防治工程施工技术规范(试行)》(T/CAGHP038-2018)；
- (9) 《公路交通标志和标线设置规范》(JTG D82—2009)；
- (10) 《公路路基设计规范》(JTG D30-2015)；
- (11) 《公路沥青路面设计规范》(JTG D50-2017)；
- (12) 《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81—2017)；
- (13) 《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》(交公路发[2007]358 号文发布)；
- (14) 《公路工程抗震规范》(JTG B02-2013)；
- (15) 《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)；
- (16) 《建筑地基基础设计规范》(GB 5007-2011)；
- (17) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)；
- (18) 《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)；
- (19) 《建筑地基与基础工程施工及验收规范》(GB50202-2018)；

3.2 安全等级

对于安全等级的确定，其主导思想是：在遵循有关规范的基础上，结合治理工程所处的地质环境背景，在保证人民生命财产安全的前提下，力争使造价经济、合理，本项目治理对象为沥孙路（河东店镇段）沿线地质灾害点。根据区域路网规划及道路功能，沥孙路属于农用公路，主要承担区域连通、服务沿线村镇及景区等交通功能。

综上，根据《滑坡防治工程勘察规范》(GB/T32864-2016)和《崩塌防治工程勘察规范》(T/CAGHP 011—2018)防治工程分级标准，该项目防治工程等级为Ⅱ级。

3.3 治理方案设计原则

- (1) 应以预防为主，躲避与治理相结合；同时与当地社会、经济和环境发展相适应，与市政规划、环境保护、土地管理和开发相结合，并在安全、经济、适用的前提下尽量做到美观。
- (2) 坚持技术上可行性与经济上合理性的统一，针对地质灾害的形成发育规律，制定切实可行而又安全有效的工程方案。
- (3) 治理设计应选择技术可靠、经济合理、结构简单、可操作性强的方案。
- (4) 因地制宜，就地取材，节省治理费用。

3.4 治理方案设计

3.4.1 K7+000~K7+175 滑坡

1、削坡减载

本工程采用分级削坡减载方案，共设 7 级边坡，自上而下逐级实施。各级边坡参数如下：
边坡坡率为 1:0.75，坡高 8m，一级坡削坡坡率为 1: 1.5，一级与四级平台宽度为 4m，局部为 3m，其他平台宽度均为 3m，一级坡高为 10m，高度渐变，一级平台高程为 853m，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。施工采用自上而下、分级分层的开挖方式（逆作法），以清除表层危岩体为主要目的，开挖作业期间，必须沿坡脚道路全线规范设置安全警示标志与隔离设施，同时，应对坡体变形进行全过程动态监测，两者均须作为关键工序纳入标准作业流程。若开挖揭露的地质条件与设计依据不符，须立即停工，并及时联系建设、设计单位研究调整。具体削坡区分布详图见治理工程平面、剖面布置图。

施工期间必须加强监测，遇有变形异常或险情征兆时，应立即停止作业、撤离人员，在查明原因并采取有效措施后方可恢复施工。

2、道路修复

本段道路修复采用分层铺筑的复合结构工艺。共修复道路 526m²，首先对路基进行整平压实，然后自下而上依次施工：铺设 18cm 水泥稳定碎石底基层，再摊铺 20cm 水泥稳定碎石基层并压实；基层表面铺筑乳化沥青层，热沥青同步碎石下封层。随后铺筑 5cm 中粒式沥青混凝土面层。面层摊铺时严格控制厚度与压实度，确保厚度满足其公称最大粒径的相应倍数要求，且材料性能与施工质量均符合国家与行业相关规范标准。详见设计图。

3、防撞墙修复

本次防撞墙修复严格按原设计尺寸实施，共修复防撞墙 88m，墙顶宽 0.2m、墙高 0.8m，采用钢筋混凝土结构。施工前彻底清除损毁墙体，对既有基础凿毛清理并修复连接钢筋；随后严格按图进行钢筋下料与绑扎，确保规格、间距、保护层厚度符合设计要求，形成整体受力骨架。模板选用定型钢模或复合模板，安装稳固、拼缝严密，经校准垂直度与线形后牢固支撑。混凝土采用 C30，分层浇筑、充分振捣，浇筑后覆盖保湿养护不少于 7 天，待强度达标后拆模并对表面修整修补。全过程贯彻工序报验与过程检查，重点控制钢筋、模板、混凝土等关键环节，同步落实围挡警示与安全防护，确保修复后护栏恢复原设计结构强度与防撞功能。详见设计图。

4、排水渠

据区域水文资料，场地最大降雨量为 82mm/h，从地形图上量得滑坡区域的汇水面积为 F=0.1km²，隐患区域截水渠外的最大汇水面积为 F=0.1km²，考虑到场区整体工程连通性，按最不利取汇水面积 F=0.1km²。

设计流量由下列经验公式推求： $Q_p = \Phi S_p F$

式中； Q_p —设计频率地表水汇流量（m³/s）；

Φ ----径流系数，取 0.4；

S_p —设计降雨强度（mm/h）；

F—该流域面积（km²），取 0.1。

由上式计算得，设计频率地表水汇流量为： $Q_p = 2.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

设计排水渠断面形状为矩形，长度 752m，净尺寸 0.5m×0.6m，壁厚 0.15m，用 C25 混凝土浇筑。施工前根据地形及排水方向对水渠路线进行挖高填低，以应保证沟底以不小于 3%的坡率向水流方向降低，施工过程中保证水渠顶部向水渠内部设置 5%的坡率。排水渠每隔 10m 设置伸缩缝一道，缝宽 2cm，采用一毡两油塞紧。详见设计图。

根据计算汇流量并根据实际冲沟测量大小，经验算校核，截水渠断面实际过流量为 $5.605\text{m}^3/\text{s} > 2.0\text{m}^3/\text{s}$ ，满足要求。

5、截水沟

设计坡顶截水渠断面形状为梯形，长度 270m，底宽 0.5m，顶宽 1m，深 0.5m，壁厚 0.3m，用 C25 混凝土浇筑。施工前根据地形及排水方向对水渠路线进行挖高填低，以应保证沟底以不小于 3%的坡率向水流方向降低，当自然坡度大于 5 %或遇陡坎时截水沟应设置跌水。截水沟每隔 10~12m 设置伸缩缝一道，缝宽 2cm，采用沥青玛蹄脂油膏填塞。详见设计图。

6、安全标识牌

为巩固治理成果并形成长期预警，削方工程结束后，应根据道路线形与视距要求，在路段两端按规定设置安全警示标志 2 处（如注意落石、谨慎驾驶）。其设置位置、尺寸及反光等级均需符合相关道路安全规范，旨在主动预防潜在风险，提升公共安全意识。

3.4.2 K7+410~K7+452 崩塌

1、削坡减载

本工程采用分级削坡减载方案，共设 3 级边坡，自上而下逐级实施。各级边坡参数如下：

边坡坡率为 1:0.5，坡高 8m，一级边坡北侧下部需进行坡面整理，一级平台高程 839m，各级边坡间设置宽度为 2.0m 的马道，下部坡体进行坡面整理，清除表层危岩，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。施工采用自上而下、分级分层的开挖方式（逆作法），以清除表层危岩体为主要目的，开挖作业期间，必须沿坡脚道路全线规范设置安全警示标志与隔离设施，同时，应对坡体变形进行全过程动态监测，两者均须作为关键工序纳入标准作业流程。若开挖揭露的地质条件与设计依据不符，须立即停工，并及时联系建设、设计单位研究调整。具体削坡区分布详图见治理工程平面、剖面布置图。

施工期间必须加强监测，遇有变形异常或险情征兆时，应立即停止作业、撤离人员，在查明原因并采取有效措施后方可恢复施工。

2、安全标识牌

为巩固治理成果并形成长期预警，削方工程结束后，应根据道路线形与视距要求，在路段两端按规定设置安全警示标志 2 处（如注意落石、谨慎驾驶）。其设置位置、尺寸及反光等级均需符合相关道路安全规范，旨在主动预防潜在风险，提升公共安全意识。

3.4.3 K7+490~K7+510 崩塌

1、削坡减载

本工程采用分级削坡减载方案，旨在清除该区域危岩体，共设 2 级边坡，自上而下逐级实施。各级边坡参数如下：

边坡坡率为 1:0.5，坡高 8m，最后一级边坡一坡到顶，一级平台高程 814m，一级平台设置宽度为 2.0m 的马道，二级平台设置 3m 马道，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。施工采用自上而下、分级分层的开挖方式（逆作法），以清除表层危岩体为主要目的，开挖作业期间，必须沿坡脚道路全线规范设置安全警示标志与隔离设施，同时，应对坡体变形进

行全过程动态监测，两者均须作为关键工序纳入标准作业流程。若开挖揭露的地质条件与设计依据不符，须立即停工，并及时联系建设、设计单位研究调整。具体削坡区分布详图见治理工程平面、剖面布置图。

施工期间必须加强监测，遇有变形异常或险情征兆时，应立即停止作业、撤离人员，在查明原因并采取有效措施后方可恢复施工。

2、安全标识牌

为巩固治理成果并形成长期预警，削方工程结束后，应根据道路线形与视距要求，在路段两端按规定设置安全警示标志 1 处（如注意落石、谨慎驾驶）。其设置位置、尺寸及反光等级均需符合相关道路安全规范，旨在主动预防潜在风险，提升公共安全意识。

3.4.4 K11+300~K11+403 崩塌

1、被动防护网修复

本次治理工程主要对原有柔性被动防护网系统进行修复与加固，于崩塌隐患区前沿布设一道具备能量消减功能的柔性拦截屏障。该系统通过钢柱支撑结构、高强度拦截网片、锚固系统及减压环等构件的协同作用，利用结构自身的适度弹性变形来吸收、消散崩塌落石的冲击动能，从而有效防护下方道路及附属设施的安全。系统设计防护能级为 2000kJ，防护网标准高度为 4m，修复段总长度约 60 m。支撑钢柱采用热浸镀锌防腐处理的型钢，通过 C30 强度等级的混凝土基础进行固定，标准柱距为 4 m，施工中可根据实际地形在合理范围内调整。主体拦截结构采用高强度菱形钢丝绳网，系统上缘及侧边通过钢丝绳锚杆进行加强锚固，并在关键传力路径设置减压环，以进一步提高整体抗冲击稳定性与缓冲能力。

所有材料均需符合《边坡柔性防护系统构件》（GB/T 37267）等相关标准，施工过程中须严格按图作业，并做好防腐、连接及张紧等工序质量控制。具体修复范围、构件布置及细部构造详见本工程治理平面布置图及被动防护网结构设计图。

2、削坡减载

本工程采用分级削坡减载方案，共设 4 级边坡，自上而下逐级实施。各级边坡参数如下：

边坡坡率为 1:0.5，坡高 8m，边坡下部需进行坡面整理，便于浆砌石填补凹腔，一级平台高程 640m，各级边坡间设置宽度为 2.0m 的马道，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。施工采用自上而下、分级分层的开挖方式（逆作法），以清除表层危岩体为主要目的，开挖作业期间，必须沿坡脚道路全线规范设置安全警示标志与隔离设施，同时，应对坡体变

形进行全过程动态监测，两者均须作为关键工序纳入标准作业流程。若开挖揭露的地质条件与设计依据不符，须立即停工，并及时联系建设、设计单位研究调整。具体削坡区分布详图见治理工程平面、剖面布置图。

施工期间必须加强监测，遇有变形异常或险情征兆时，应立即停止作业、撤离人员，在查明原因并采取有效措施后方可恢复施工。

3、安全标识牌

为巩固治理成果并形成长期预警，削方工程结束后，应根据道路线形与视距要求，在路段两端按规定设置安全警示标志 2 处（如注意落石、谨慎驾驶）。其设置位置、尺寸及反光等级均需符合相关道路安全规范，旨在主动预防潜在风险，提升公共安全意识。

3.4.5 K12+000~K12+075 崩塌

1、浆砌石挡墙

设计 D1~D3 段挡墙长 65m，高 7.5m（地面以上 6m），面坡坡比 1:0.25，背坡坡比 1: 0.15，挡墙顶宽 1m，采用 1 个扩展墙趾台阶，台阶宽 1m，基础埋深 1.5m，基础坡比 0.15: 1，基础设置在基岩层上。每 10m 设一道伸缩缝，缝宽 3cm，用聚乙烯泡沫填塞。挡墙采用浆砌块石砌筑，墙身设置泄水孔，泄水孔采用 Φ110PVC 管，伸出墙外 10cm，进口处用土工布包裹，孔眼水平间距 2m，排距 3.5m，最底部泄水孔距地面 0.5m，倾角为 5%，梅花状布置。墙背设置反滤包。详见设计图。

2、削坡减载

本工程采用分级削坡减载方案，共设 2 级边坡，自上而下逐级实施。各级边坡参数如下：

边坡坡率为 1:0.5，坡高 8m，边坡下部需进行坡面整理，便于挡墙施工，一级平台高程 605m，各级边坡间设置宽度为 2.0m 的马道，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。施工采用自上而下、分级分层的开挖方式（逆作法），以清除表层危岩体为主要目的，开挖作业期间，必须沿坡脚道路全线规范设置安全警示标志与隔离设施，同时，应对坡体变形进行全过程动态监测，两者均须作为关键工序纳入标准作业流程。若开挖揭露的地质条件与设计依据不符，须立即停工，并及时联系建设、设计单位研究调整。具体削坡区分布详图见治理工程平面、剖面布置图。

施工期间必须加强监测，遇有变形异常或险情征兆时，应立即停止作业、撤离人员，在查明原因并采取有效措施后方可恢复施工。

3、排水渠修复

设计修复排水渠断面形状为矩形，长度 65m，净尺寸 0.5m×0.6m，壁厚 0.15m，用 C25 混凝土浇筑。施工前根据地形及排水方向对水渠路线进行挖高填低，以应保证沟底以不小于 3%的坡率向水流方向降低，施工过程中保证水渠顶部向水渠内部设置 5%的坡率。排水渠每隔 10m 设置伸缩缝一道，缝宽 2cm，采用一毡两油塞紧。详见设计图。

4、安全标识牌

为巩固治理成果并形成长期预警，削方工程结束后，应根据道路线形与视距要求，在路段两端按规定设置安全警示标志 2 处（如注意落石、谨慎驾驶）。其设置位置、尺寸及反光等级均需符合相关道路安全规范，旨在主动预防潜在风险，提升公共安全意识。

3.4.6 K12+200~K12+290 崩塌

1、削坡减载

本工程采用分级削坡减载方案，共设 5 级边坡，自上而下逐级实施。各级边坡参数如下：

边坡坡率为 1:0.5，坡高 8m，一级边坡北侧下部需进行坡面整理，一级平台高程由 601m 渐变至 605m，二级平台标高由 609m 渐变至 613m，以此类推；各级边坡间设置宽度为 2.0m 的马道，最后一级边坡采用缓坡处理，坡率为 1:2，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。施工采用自上而下、分级分层的开挖方式（逆作法），以清除表层危岩体为主要目的，开挖作业期间，必须沿坡脚道路全线规范设置安全警示标志与隔离设施，同时，应对坡体变形进行全过程动态监测，两者均须作为关键工序纳入标准作业流程。若开挖揭露的地质条件与设计依据不符，须立即停工，并及时联系建设、设计单位研究调整。具体削坡区分布详图见治理工程平面、剖面布置图。

施工期间必须加强监测，遇有变形异常或险情征兆时，应立即停止作业、撤离人员，在查明原因并采取有效措施后方可恢复施工。

2、安全标识牌

为巩固治理成果并形成长期预警，削方工程结束后，应根据道路线形与视距要求，在路段两端按规定设置 2 处安全警示标志（如注意落石、谨慎驾驶）。其设置位置、尺寸及反光等级均需符合相关道路安全规范，旨在主动预防潜在风险，提升公共安全意识。

3.5 工程量

表 3-2 排危除险治理工程量一览表

序号	工程名称	单位	数量
1	K7+000~K7+175 滑坡		
1.1	土方机械挖运	m³	42818
1.2	排水沟	m	752
1.2.1	沟渠土方挖运	m³	559
1.2.2	模板	m²	2453
1.2.3	C25 混凝土	m³	290
1.2.4	伸缩缝	m²	30
1.2.5	土方回填	m³	200
1.3	截水沟	m	270
1.3.1	沟渠土方挖运	m³	276
1.3.2	模板	m²	999
1.3.3	C25 混凝土	m³	173
1.3.4	伸缩缝	m²	19
1.3.5	土方回填	m³	81
1.4	钢筋混凝土防撞墙	m	88
1.4.1	基础土方挖运	m³	41
1.4.2	模板	m²	238
1.4.3	C25 混凝土	m³	51
1.4.4	伸缩缝	m²	5.3
1.4.5	钢筋	t	2.38
1.5	道路修复	m²	526

1.6	安全标识牌	个	2
1.7	监测点	个	7
2	K7+410~K7+452 崩塌		
2.1	石方机械挖运	m³	2760
2.2	安全标识牌	个	2
2.3	监测点	个	4
3	K7+490~K7+510 崩塌		
3.1	石方机械挖运	m³	1172
3.2	安全标识牌	个	1
3.3	监测点	个	1
4	K11+300~K11+403 崩塌		
4.1	石方机械挖运	m³	6420
4.2	被动防护网	m²	240
4.2.1	防护网	m²	240
4.2.2	C30 混凝土	m³	8
4.2.3	钢筋	t	6.485
4.3	安全标识牌	个	2
4.4	监测点	个	6
5	K12+000~K12+075 崩塌		
5.1	石方机械挖运	m³	3580
5.2	浆砌石挡墙	m	65
5.2.1	基础土方挖运	m³	332
5.2.2	M7.5 浆砌石	m³	774
5.2.3	pvc 泄水孔	m	98
5.2.4	伸缩缝	m²	78

5.2.5	反滤包	m³	52
5.2.6	回填料（3:7 灰土）	m³	72
5.2.7	砂浆抹面	m²	390
5.3	排水沟	m	65
5.3.1	沟渠土方挖运	m³	45
5.3.2	模板	m²	195
5.3.3	C25 混凝土	m³	23
5.3.4	伸缩缝	m²	3
5.3.5	土方回填	m³	9
5.4	安全标识牌	个	2
5.5	监测点	个	4
6	K12+200~K12+290 崩塌		
6.1	石方机械挖运	m³	11560
6.2	安全标识牌	个	2
6.3	监测点	个	4

4 安全施工和工程效果监测设计

4.1 施工安全

4.1.1 施工安全隐患

（1）施工过程中可能引发灾害点再次发生失稳，对场区内施工人员生命财产安全产生威胁，应在施工前布设基准点和监测点，加强对斜坡体的监测。

（2）施工过程中的安全隐患，施工单位应在施工前编制制定安全应急预案，责任落实到人，准备好安全应急设备等，严格按照安全生产操作规程办事，经常检查施工现场有无安全隐患，发现问题及时研究和处理。

4.1.2 安全施工要求

安全文明施工要求如下：

（1）制定安全应急预案，责任落实到人，准备好安全应急设备等，严格按照安全生产操作规程办事，经常检查施工现场有无安全隐患，发现问题及时研究和处理；

（2）合理布置

根据施工现场平面总布置图把施工期间所需要的物在空间上合理布置，实现人与物、人与场所、物与场所、物与物之间的最佳组合，使施工现场秩序化、标准化、规范化，体现文明施工水平。

（3）施工现场标牌

施工现场进口处设立整齐明显的标牌，施工沿线设置必要的安全、文明、质量等醒目标志牌，时时刻刻提醒大家，真正做好文明施工的各项工作。

（4）施工场地

施工场地设置循环干道，且保持经常畅通；不堆放构件、材料，尽量采用等级较高的路面，道路平整坚实；无大面积积水。施工场地设置良好的排水设施，保证畅通排水。对于工程施工的废水、泥浆集中排入沉淀池统一沉淀处理。

（5）材料堆放

施工现场工具、构件、材料堆放严格按照总平面图规定的位置堆放，各种材料应分类、分规格整齐堆放，并设置明显标牌，作业区、生产区要做到自产自清、日产日清、工完场清，标准管理。

（6）现场防火

施工现场根据施工作业条件订立消防制度，合理配备灭火器材。建立明火审批制度；凡有明火作业的必须经安全员审批后方可实施，作业时按规定派监护人员，作业后，确认无火源危险时方可离开。

（7）治安综合治理

施工现场建立治安保卫制度，积极和当地派出所取得联系，及时办理有关证件，特别是民工的五证身份证、健康证、务工证、暂住证、上岗证；共同治理好工地范围内的治安防范工作，协助、配合派出所的治安综合治理工作。搞好精神文明建设，尊重当地群众的民风民俗，主动和群众搞好关系，和睦相处，形成一个祥和的施工场面。

（8）保健急救

工地配备保健医药箱，备足一般常用药品，必要时请医生巡回医疗。现场配有适当的急救器材，以便发生意外及时抢救，不扩大伤势。

（9）禁止乱停乱放施工车辆和机械，保证施工场内外道路通畅；

（10）施工风、水、电管线路，按照有关规划布置，整齐有序、固定牢靠；

（11）各项施工生产活动，严格按照有关的规程规范作业，杜绝野蛮施工和盲目施工；

（12）注意保护路面、路基，设立警示牌，确保道路安全、畅通，不影响交通运行；

（13）工程竣工后，立即将剩余物资和垃圾弃物清理出场，保持现场干净、整洁。

4.2 工程效果监测设计

4.2.1 监测工作的任务和目的

目的：通过对地表位移、沉降的监测，从而获得斜坡的发展变化趋势，达到对隐患点治理工程效果的检验目的，保证治理完成后的安全。

任务：

（1）对坡体进行地表位移监测和沉降监测；

（2）通过监测数据获得坡体局部和整体变形及变形趋势，检验治理工程完工后坡体的稳定状况；

（3）与降雨、地下水位变化相联系，分析灾害相关关系；

（4）提供治理工程效果评价报告，以及必要时的预警报告。

4.2.2 监测工作设计

1、监测设计依据的技术依据有：

（1）《国家水准测量规范》

（2）《大地变形测量规范》

（3）《工程测量规范》

监测设计的主要原则是：

（1）立足现有监测手段，建立系统的监测网。

（2）监测应作到目的明确、重点突出。

（3）监测工作应在治理工程结束后持续 1 个水文年以上，。

2、监测手段以布设监测点为主，同时辅以现场巡视，监测点布设一般遵循以下原则：

（1）监测点的布置一般按断面（也称剖面）布置，断面一般选在地质条件差、变形大、可能产生破坏的部位，如布设在断层、裂缝、地质结构变化的部位，或选在斜坡坡度陡、稳定性差的部位，也可选在作过模型试验或者分析计算的典型部位。

（2）对于面积大且需要重点监测的斜坡，可布置多个断面，但断面的布置应有主次之分，主次断面的选择一般根据地质条件的好坏、坡度及结构上的代表性等方面的因素加以考虑。

（3）主要断面布置的监测项目和使用的仪器应比次要断面多，而且主要断面使用的仪器精度和自动化程度也应比次要断面高。

（4）同一监测项目应考虑平行布置，如监测斜坡的水平位移时，可将大地测量仪器、钻孔倾斜仪及地表倾斜仪盘同时布置，有利于各类仪器的观测成果相互印证，从而保证了观测结果的可靠性。

（5）为了提高监测点的使用效率，监测点的布置可在原有的观测结果及巡视检查的基础上分期布置，这样可使监测点的布置具有针对性和代表性。

（6）当有若干个次生灾害时，监测的重点应放在变形及危害性大的次生灾害上。至于其它次生灾害也应有所兼顾。

3、监测工作方案：受降雨入渗的影响，因而监测工作主要为地表变形监测、沉降监测、地下水位监测等，同时进行相应的水文、气象观测和现场的巡视检查。

4、水文气象观测：为取得所需要的第一手资料必须对降雨量等项目进行综合性监测。降雨量观测：利用该县气象站资料；

5、巡视检查：

由于自然因素的不可遇见性，以及监测仪表的局限性，为能正确分析和预报斜坡变形态势，从施工期到运行期都必须长期进行巡视检查。其检查项目有：

地表及排水沟裂缝出现的位置、规模、延伸方向、发生时间等；

地面鼓胀位置、范围、形态特征、幅度、发生时间等；

地面沉降位置、形态、面积、幅度、发生时间等；

塌方位置、范围、体积及发生时间；

建筑物破坏和树木歪斜情况、发生时间等；

地下水露头变化情况，井泉流量，水质变化特征突变等。

巡视检查应有一套完整的管理制度，坚持日常巡视检查、年度巡视检查、特别巡视检查相结

合，专业巡视检查与群众巡视检查相结合。每次检查应做好详细的现场记录，必要时应照相或摄影。在巡视检查中如发现异常，经复查后，应立即报告。

6、主要监测项目布置方案

具体监测方案为，在稳定区域设置基准点，监测点采用监测墩，确保长期稳定。在削坡平台设置位移变形监测点。同时安排指定人员定期查看地表变形迹象。重点对裂隙分布较多的斜坡部位的变形进行监测，同时在遇到较大降雨时或汛期应及时进行现场巡视、群测群防。

7、报警阈值设定

根据相关规范及工程安全等级，设定两级预警阈值：

警戒值（黄色预警）：任一监测点单日位移变化量>10mm，或累计位移量>30mm。

行动值（红色预警）：任一监测点单日位移变化量>20mm，或累计位移量>50mm；坡体出现加速变形趋势；巡视发现重大险情（如裂缝急剧扩展、坡脚鼓胀严重）。

触发警戒值时，应分析原因并加密监测至每日1次。

触发行动值时，应立即启动应急预案，发布预警报告，并采取应急处置措施。

5 施工组织管理

5.1 施工条件

汉台区河东店镇6个排危除险隐患点，均位于沥孙路，总体交通较为便利。

工程主要建材供应较为方便，水泥可从汉台区河东店镇采购，砂子从汉台区河东店镇砂场采购，所用石料自汉台区河东店镇石料厂供给。

施工用电可利用现有电源点，就近接到各用电项目。

施工用水从附近河流直接取用。

5.2 施工顺序

K7+000~K7+175 滑坡：削坡减载—道路修复—防撞墙修复—截、排水工程

K7+410~K7+452 崩塌：削坡减载

K7+490~K7+510 崩塌：削坡减载

K11+300~K11+403 崩塌：削坡减载—被动防护网

K12+000~K12+075 崩塌：削坡减载—浆砌石挡墙—排水渠

K12+200~K12+290 崩塌：削坡减载

5.3 施工方法及施工机械基本要求

5.3.1 施工总则

- （1）在开工前应做好料场开采计划，确认土料、水泥、骨料的质量和数量满足设计要求；
- （2）项目施工前应做好工作面周围排水措施，本次应急治理仅考虑临时排水；
- （3）应注意降雨对边坡稳定的影响，不宜在雨季施工，不得在坡体上部堆放材料和弃渣；
- （4）施工前及施工中应做好临时安全监测工作，并派专人对斜坡附近一定区域内进行巡视，发现地表裂缝或变形过大等情况时应及时通知相关单位进行妥善处理；
- （5）应如实做好施工记录，发现施工质量问题、地质和建筑材料等不满足设计要求时，应分析原因，通知有关方面及时处理。

5.3.2 施工方法

（一）被动防护网施工

（1）测量定位

施工前应依据施工图结合现场地形对钢柱及锚杆基础进行测量放样。当地形起伏较大、难以按同一等高线直线布置时，柱间距可按设计值缩短至 20%以内；地形较平整规则时，柱间距可加大至设计值的 120%以内。

（2）钢柱基础及锚杆施工

覆盖层厚度大于基础深度时，按图示尺寸施工；地质条件较差时可适当加大混凝土基础尺寸。基岩裸露或覆盖层很薄时，直接钻凿锚杆孔，孔径不小于 42 mm，锚杆按设计选用。钢柱基础顶面采用 10cm 厚 C30 细石混凝土找平。钢柱基础锚固深度根据《边坡柔性防护网系统》（JT/T1328-2020）及地质条件综合确定，对于基岩地基，深度不小于 1.8m；对于土层区，埋深不小于 3.0m。所有基础均应满足抗倾覆与抗拔安全系数大于 2.0 的要求。

覆盖层厚度小于基础深度时，采用混凝土置换上部覆盖层，下部钻锚杆孔形成复合基础。

混凝土基础采用人工开挖，禁止爆破。钢柱基础高度超过 500 mm 时，内部设置Φ12 钢筋笼，保护层厚度不小于 30 mm。锚杆注浆采用 M30 水泥砂浆或纯水泥浆。地脚螺栓锚杆为厂家配套的Φ32 螺纹钢，钢柱内腔应加焊抗弯加强斜筋。

（3）锚杆安装

钢筋锚杆使用前应调直、除锈、除油；钢绳锚杆应除油。注浆砂浆水灰比宜为 0.45~0.5，水泥:砂为 1:1~1.2（重量比）。杆体插入孔内长度不小于设计长度的 95%。钢绳锚杆应在插入孔内后注浆，孔深大于 3 m 时宜采用机械注浆。锚杆安装后 3 天内不得悬挂重物或进行下道工序。

（4）基座安装

将基座套入地脚螺栓，用水平尺校平，不平处用水泥砂浆垫平，凝固后拧紧螺母，确保基座底面与混凝土完全接触。基座水平误差不超过 5°，顶面一般不高出地面 10 cm，也不宜过低，以免影响防护高度或积水。

（5）钢柱及上拉、侧拉锚绳安装

将钢柱顺坡放置，底部对准基座；上拉绳挂环挂于钢柱顶端挂座，另一端与对应锚杆连接并暂时固定；插入钢柱并紧固连接螺杆，调整钢柱方位后拉紧并固定上拉锚绳。侧拉锚绳安装方法相同，在上拉锚绳安装完成后进行。

（6）支撑绳施工

上支撑绳从端柱挂座开始沿系统走向铺设，减压环距钢柱约 50 cm，同一跨内对称布置。支撑绳在钢柱挂座内外侧交替固定，至本段末端后向下绕至基座挂座并暂时固定。调整减压环位置后拉紧支撑绳并最终固定。第二根上支撑绳反向安装，减压环位于同跨另一侧。在距减压环约 40 cm 处用绳卡将两根上支撑绳相互联结（紧固力 30%）。下支撑绳安装方法类似。

（7）钢绳网安装

用起吊绳穿过网上缘网孔，一端固定于钢柱顶端，另一端经相邻钢柱绕至基座并暂时固定。用紧绳器拉紧，使网升至支撑绳高度，用绳卡将网与支撑绳暂时联结。依次挂装所有钢绳网并调整至正确位置。采用缝合绳进行固定，绳长按单张网周长的 1.3 倍截取，从中点开始向两侧将网与支撑绳缠绕缝合，末端用绳卡固定，左右端头重叠约 1.0 m。

（8）格栅网安装

格栅铺挂在环形网内侧，上缘应叠盖环形网，用扎丝固定。格栅底部沿坡向上反铺约 0.5 m，并用石块压稳。格栅之间叠盖宽度约 10 cm，扎结点间距不大于 1 m。沿防护网每隔 50 m 设置一道Φ16 中间加固拉锚绳。

（二）钢筋混凝土防撞墙施工

（1）施工放样。路面铺装完成后，采用全站仪在路面进行放样。路面边缘线包含直线段与曲线段：直线段按间距 20~30 m 放出控制点，曲线段加密至 5~6 m。弹出防撞护栏内边缘墨线，并测量各点标高，作为模板定位与高程控制的依据。沿弹线位置用高标号砂浆抹筑找平带，

顶面标高按设计控制，平整度误差不大于 1 mm。支模前在找平带上均匀粘贴海绵条，确保模板底部密封不漏浆。

（2）钢筋制作与安装。钢筋必须按设计要求的级别、直径及尺寸下料加工，表面应无老锈与油污。轻微锈蚀钢筋经除锈处理并报监理工程师检验合格后方可使用。安装前先清理护栏底部杂物及松散混凝土，对预埋钢筋进行除锈与校正。加工成型的钢筋运至现场与预埋筋焊接，绑扎时设置 C30 混凝土垫块，确保护栏两侧保护层厚度符合要求。在梁缝位置护栏应断开，宽度同梁缝；每跨跨中及墩柱支承处设置宽 20 mm 的断缝，填入木胶板并用定位钢筋固定，保证垂直度与位置准确。钢筋及预埋件安装完成后，经监理工程师验收合格方可进入下道工序。

（3）模板安装

模板应按设计图纸及规范要求加工制作，进场时对尺寸、孔位、平整度、挠度等进行验收。为消除运输变形引起的接缝不严，应在桥面进行试拼装，调整接缝并堵塞孔洞。模板拼装时对拼缝进行精细处理：立面用砂轮机打磨平整，接缝内夹海绵条，紧固螺栓后刮除外露海绵屑，确保接缝严密。钢模板使用前应清除浮锈，打磨清洗后均匀涂刷脱模剂。支模时在护栏钢筋底部焊接横向定位筋控制宽度及防移；桥面预埋螺栓安装可调支撑框控制模板上部位置与直顺度；模板上部设对拉螺杆控制断面尺寸。护栏模板按 10 m 设置一道 20 mm 宽通缝，5 m 设置一道假缝。

（4）混凝土施工

混凝土采用拌合站集中拌制，通过罐车运输，配合吊车或人工方式入模浇筑。浇筑按斜向分段、水平分层进行，分段长度宜为一个伸缩缝间距，分层厚度不大于 300 mm。混凝土坍落度应严格控制在设计范围内。振捣采用插入式振捣棒，插入下层混凝土深度约 100 mm，振捣至表面泛浆、不下沉、模板侧边无气泡逸出为止。振捣时可用橡胶锤轻击模板辅助排气。为减少蜂窝、麻面、气泡等缺陷，应选用高频振捣棒、减小振捣间距、适当延长振捣时间，并在截面变化处增设附着式振捣器。

（5）混凝土养护

混凝土浇筑完成后及时覆盖，并派专人洒水保湿养护，养护时间不少于 7 天。养护期间应根据气温、湿度及外加剂情况适当调整洒水频率与养护时长，确保护栏强度正常发展。

（6）严格按照相关规范执行。

（三）排水渠（混凝土）

（1）截排水沟工程分段施工，分段放样，根据边沟流水高程坡比及护坡道宽度，放出排水沟中线及边线，线位设好以后请监理检测，符合要求再进行下道工序；

（2）开挖达到设计要求尺寸，清理、验基合格后方可浇筑混凝土，要求地基承载力不小于 130kpa，严禁边清基边浇筑。混凝土原则上采用机械拌合，控制合理浇筑时间。外表面要求平整、均匀，正负误差不得大于 20mm，曲线段要圆滑，不得出现折线及明显错误；

（3）伸缩缝和沉降缝设在一起，间距 6~8m，缝宽 2cm，缝内填沥青麻丝,用水泥封堵，防止漏水。

（4）施工方法严格按照相关规范执行。

（四）削坡减载

（1）削坡工程应根据坡体环境，工程地质和水文地质等条件制定施工方案，采取合理，可行有效的措施保证施工安全。

（2）施工前应先检查坡顶，坡面，如发现对边坡施工安全有影响的隐患（如节理面、裂缝、落水洞等），应妥善处理。

（3）施工开挖应分段自上而下有序进行，并应保证两侧坡体的稳定，保证弃土，弃渣不导致坡体附加变形而破坏。严禁无序开挖。

（4）开挖过程中要采取严密的防护措施，确保施工人员和受威胁人员等财产安全。

（5）治理工程的临时性排水措施应满足地下水、暴雨和施工用水等的排放要求。

（6）若因采用新的或特殊的施工方法，需改变坡体坡度或需增设支挡、防护结构及排水设施时，应及时向设计单位反馈。

（7）每级边坡施工完成后，及时施作坡脚平台上的平台截水沟，并尽快施做坡面防护工程。

（8）施工方法严格按照相关规范执行。

（五）浆砌石挡墙

（1）施工流程

施工流程为：放线---基础开挖---砌筑墙身---回填---勾缝、养护。

（2）施工方法

①放线

测量放线人员按照设计轴线确定挡土墙位置和开挖范围。

②基础开挖、夯实

开挖前应准确确定其开挖线，严格按照开挖线进行开挖，用人工开挖的方式进行开挖，开挖时，挖出的土石方装入手推车或翻斗车，运至弃土地点。开挖采用分段开挖法，防止整体开挖破坏坡体结构，造成坡体失稳。

③砌筑墙体

材料选择：挡土墙砌筑片石石料应经过挑选，质地要求均匀，无裂缝，不易风化。选用石料抗压强度不低于 30MPa；块石应方正；砌筑砂浆标号为 M7.5，砂的含泥量应不大于 3%。

墙体砌筑均采用坐浆法分段、分层砌筑。砂浆稠度不易过大，块石应大致方正，厚度不小于 15cm，宽度和长度应为厚度的 1.5~2 倍，块石表面清洗干净。

挡墙每 10m 设置沉降缝，缝宽 2cm，用聚乙烯泡沫填塞。上下级挡墙的伸缩缝必须对齐。

④墙后回填及反滤包铺设

墙后回填并设置反滤包，下部用粘土夯实。

⑤泄水孔设置

泄水孔采用φ110PVC 管，梅花形布置，排水孔水平间距为 2.0m，垂直间距可根据实际情况适当调整，向坡外倾斜 5%，进口处设置反滤层。

⑥外墙面装饰

墙身砌筑完成后进行外墙面刻槽装饰，坚实、美观自然，与景区挡墙外露面保持一致，墙面采用砂浆抹面。

⑦施工方法严格按照相关规范执行。

（六）道路修复

（1）路面清理与基层处理

使用高压水枪对原路面进行彻底冲洗，清除表层松散碎石及浮尘，确保接触面洁净。对破损严重部位，采用铣刨机等机械进行局部切除、修整，形成干净、平整的结合面，必要时对基层进行找平处理。基层压实度不小于 97%，水泥稳定碎石参照水泥剂量为 4.5%（质量比），施工中应根据试验确定。

（2）粘层与界面处理

根据检测结果，对原路面表层进行精细打磨或喷洒专用粘层油，以增强新旧沥青层之间的粘结力。施工前需确保作业面干燥、无污染，粘结材料涂布均匀、用量符合设计要求。

（3）沥青混合料拌制

严格按设计配合比计量沥青、集料、矿物及添加剂等原材料。采用具有自动温控与计量功能的间歇式拌合设备进行拌制，确保混合料温度、均匀性及各项指标符合规范要求。

（4）混合料摊铺

采用沥青摊铺机将拌合均匀的混合料连续、匀速摊铺至预定范围内，控制松铺厚度与平整度。

摊铺过程中应随时检查温度，一般不得低于规范规定的最低摊铺温度。

（5）压实成型

压实分初压、复压和终压三个阶段进行：初压：紧随摊铺后进行，采用钢轮压路机静压 1~2 遍，稳定混合料。复压：采用振动压路机或轮胎压路机进行多遍压实，达到规定压实度。终压：采用钢轮压路机静压收光，消除轮迹。各阶段压路机类型、速度、遍数及温度应符合施工工艺要求，确保路面密度与平整度达标。

（6）养护与开放交通

碾压完成后立即进行自然冷却养护，期间禁止车辆及行人通行。待路面温度降至 50℃以下且达到设计强度后，方可开放交通。通车初期应进行定期巡查与必要维护，保障路面长期使用性能。

（7）未尽事宜按《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）等相关规范执行。

5.3.3 施工中的临时防护

（1）土料、石料等在运输的过程中，必须有临时的覆盖措施。

（2）清理危岩时，设置坡脚临时防护。

（3）设置坡体下方道路安全措施。

（4）边坡开挖后必须遵循‘随挖随护’原则。对于土质及破碎岩质边坡，自开挖面形成起，必须在 24 小时内完成该段的临时支护施工，严禁开挖面长期暴露。特殊不良地质段，需在 12 小时内完成支护。

（5）在边坡治理工程中，对天然气管网和通信管线的临时防护，必须严格遵循“先探明、后防护、再施工”的原则。

①需向所有管线权属单位查询资料并进行现场验证，严禁盲目开挖；同时，应共同制定保护方案、签订协议，并设置现场警示标识。

②根据管线类型（地下/架空），采取划定保护范围、使用沙袋、支撑架或套管进行隔离，以及确保机械安全净空等实体防护措施。施工全过程需在专业人员监护下进行，并建立应急联动机制，特别要对边坡附近的管线做好雨季和极端天气防护。

5.3.4 施工便道

本工程施工便道主要承担施工机械、材料运输及人员通行的功能。布设遵循“安全经济、利

用现状、永临结合”的原则：优先利用现有沥孙路路基作为主干通道；针对无法直接到达的作业点，新建临时便道或拓宽局部路段；便道线形以满足基本运输需求为准，避免大挖大填。

拟在坡体侧缘相对稳定区域，沿等高线修建“之”字形爬坡便道，连接坡脚与各级清方、排水施工平台。便道宽度控制在 3.0m 左右，坡度控制在 10%以内，施工时视具体情况，可进行适当调整。

施工监测：新建便道开挖后，需对边坡进行巡查，防止诱发新的滑塌。

环保要求：严格控制便道边界，减少植被破坏。开挖土石方不得随意倾倒，应集中堆放并用于后期回填或场地平整。施工结束后，对临时便道进行生态恢复或复绿。

临时性与后期恢复：所有专项修建的施工便道均为临时性工程。其设计以满足本次排危除险施工期为限。工程完工后，除经评估确有必要保留作为后期养护巡查通道的段落外，其余临时便道应进行地貌恢复，消除安全隐患。

5.4 施工组织管理

5.4.1 施工组织

为确保工程施工质量，应做好以下工作：

（1）本治理工程项目的实施应成立专门工作小组，负责组织协调勘察、设计、监理、施工等方面的相互配合，保质、保量、按期完成治理工程的施工任务。

（2）施工前，施工单位和监理单位应编制施工组织设计和监理工作细则，做到事前、事中、事后都有相应的质量保证措施

（3）施工中应加强对施工质量的现场检验，发现问题及时研究处理，把质量问题消灭在萌芽里；

（4）各分项工程完成后应按有关规范、规程的规定进行相应的质量检验，对验收发现的问题应及时处理。

5.4.2 施工管理

为确保安全施工和环境保护，应做到以下工作：

（1）制定安全应急预案，责任落实到人，准备好安全应急设备等；

（2）施工前编制安全与文明施工细则，组织现场全体施工人员学习；

（3）严格按照安全生产操作规程办事，经常检查施工现场有无安全隐患，发现问题及时研

究和处理；

（4）做到文明施工，保证施工现场整洁，交通通畅，排水良好，各种材料分类堆码齐全，垃圾、污水及时处理；

（5）施工中确应无法避免而造成的环境问题，事后应及时进行恢复治理。

5.4.3 弃土场

本项目为应急排危除险工程，旨在消除当前安全隐患、保障道路临时安全通行。弃土处理方案严格遵循“科学防控、安全优先、应急抢险”的原则，以确保抢险效率为首要目标。所有清理产生的弃土、弃渣将立即清运至指定的合规弃土场进行集中处置，避免在现场堆积造成二次隐患或影响抢险作业。经核实，该排危除险治理工程所产生的土方（K7+000~K7+175 滑坡）运距约为 12km；产生的石方（K7+410~K7+452 崩塌、K7+410~K7+452 崩塌、K11+300~K11+403 崩塌、K12+000~K12+075 崩塌、K12+200~K12+290 崩塌）平均运距约为 8km。

5.4.4 施工期交通组织与保畅方案

为确保沥孙路在应急抢险施工期间的交通安全与基本通行能力，遵循“安全第一、疏导为主、分段实施、减少干扰”的原则，制定本保畅方案。

（1）总体原则与策略：

a）分区段管理：根据沿线灾害点分布（K7+000 至 K12+290），将施工路段划分为 2-3 个相对独立的作业区段，实现多点同时开工、区内流水作业，避免全线长距离封闭。

b）分类别保畅：针对 “挡墙修复类”（需占道作业）和 “坡面清危类”（对路面占用少）等不同工程类型，制定差异化的交通组织措施。

c）全时段保障：通过设置规范、清晰的交通引导与安全设施，建立“施工前预告、通过时警示、通行后解除”的动态保畅体系。

（2）针对不同修复点的保畅要求：

a）挡墙/路面修复点：①半幅封闭施工：采用移动式钢护栏隔离作业区，预留单车道双向交替通行，设交通协管员指挥。②临时便道：若条件允许，开辟临时硬化便道绕行。③夜间施工：对需短暂全封闭的工序（如混凝土浇筑），安排在夜间低流量时段进行，并提前发布公告。

b）坡面清危/防护点：①临时全封闭：在主动清危作业时段，对下方道路进行短时（如 30 分钟）全封闭，设置移动式防撞隔离墩作为拦挡。②间歇放行：作业间隙，在确认安全后快速放

行车辆。③加强预警：在上下游增设“上方施工、注意落石”等警示标志。

（3）实施与管理措施：

a) 信息发布：施工前通过本地媒体、交通广播及现场公告，提前向社会公布施工路段、时段及绕行建议。

b) 设施维护：安排专人每日巡查和维护交通引导设施，确保其完好、醒目、有效。

c) 应急处理：与交通、交警部门联动，制定突发交通拥堵或事故的应急处置预案，确保快速响应。

5.5 施工安全

为了认真贯彻落实“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，保障本项目施工的顺利进行，完成安全生产目标，确保设备的安全使用和从业人员在施工过程中的安全与健康，最大限度地控制危险源，有效控制施工过程中的安全事故，尽可能地减少事故造成的人员伤亡和财产损失，项目施工应严格按照《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 70 条）、《建设工程安全生产管理条例》（国务院第 393 号）、《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院第 493 号令）、《建筑工程项目部施工现场安全事故应急预案》（国家安全生产应急救援指挥中心）等相关安全规程规范执行。

5.6 施工进度计划

本项目计划总工期为 90 天，严格控制治理工期，具体进度安排如下：

表 5-1 施工进度计划表

	第 1 月	第 2 月	第 3 月
施工准备	■		
放线	■		
削方工程	■	■	
浆砌石墙		■	
截排水工程			■
修复工程			■
施工验收			■

6 项目实施与管理

6.1 项目领导小组

本地质环境治理项目由汉台区农村公路事业发展中心负责实施与管理，项目成立管理领导小组，负责该项目的领导管理工作。

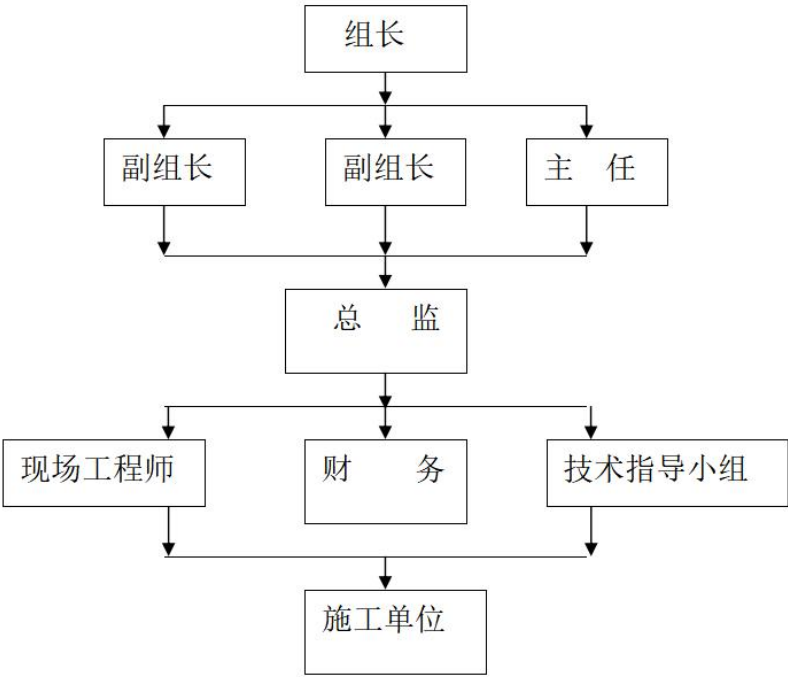


图 6.1 项目管理机构框图

6.2 管理机构

汉台区农村公路事业发展中心设立汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目管理小组。管理小组负责监理公司的选择、施工单位的招标及日常管理工作。（见上图 6.1）

该工程周围环境复杂，给工程建设管理带来很大的困难。为了加强领导，协调各方关系，保证工程进展，该工程实施分级管理，明确各级分管人员责任及工作职责，切实落实项目管理法人负责制、招投标制、建设监理制和行政监管制。

6.3 技术管理

该项目领导小组中设立技术指导小组，负责技术交底、施工指导、质量检查、验收等工作。该工程施工通过招标择优确定有一定资质和技术力量的专业施工队，并严格按照设计要求进

行工程施工监督、验收，确保严格按照施工程序进行工程施工，保证工程质量达到设计要求。工程施工中，监理人员对工程进行全程监理，对不按技术标准施工，不能保证工程质量，要坚决返工。同时作好施工记录，发现问题及时解决。为保证工程质量，实行层层验收制度，上一道工序或工种未合格前不得进行下一步施工，并有专人负责做好竣工准备，资料整理和竣工验收的技术档案工作。技术人员负责放线、测量、现场技术指导；质检人员按施工程序进行质量自检，做好质检资料、数据的记载，未经质检人员同意，不得进行下道工序。现场施工宜采取包工包料的承包方式。

6.4 财务管理

按照项目的建设管理方法，搞好工程项目的财务管理。自然资源局设立专帐，管理项目资金。资金管理应严格执行国家有关工程建设财务管理制度，按照分级管理、分级负责、专款专用的原则，依法使用建设资金，做好资金的监督和管理工

6.5 管理制度

- （1）该项目通过竞争性磋商的方式选择施工单位，施工单位必须具有独立法人资格，具有相应施工资质；
- （2）工程款按单项工程分期付款。单项工程验收合格后，付款不能超过该单项工程合同价格的 95%，留 5%以上的工程款作为质保金。工程量清单、结算单必须有甲方现场负责人、监理、总监等的签字，经主管财务领导签字后方可付款，付款不能超过工程进度；
- （3）每项工程必须经管理领导小组联合验收，签署验收单。不合格的一律返工，任何人不得为不合格工程说情；
- （4）施工结束后接受市、县等有关专家组进行联合验收。
- （5）项目结束后要对其进行审计。

6.6 质量检验与工程验收

6.6.1 一般规定

（1）工程施工过程中，应由专门的具有地质灾害勘查设计咨询资质的单位，或业主认定的专家组对各阶段的设计文件进行审查。

（2）工程应实行监理制，监理工作应由专门的具有地质灾害防治监理资质的单位承担，负责检查、督促工程的施工。

（3）施工单位在每道工序完成后进行相应的自检和验收，监理工程师应参加验收，并做好隐蔽工程记录。不合格时，不允许进入下一道工序，重要的中间工程和隐蔽工程检查应由建设单位代表、监理工程师和设计代表共同参加检查验收。

（4）工程完成后，施工单位应对工程质量进行自检和评定，自检合格后，将竣工验收报告和有关资料提交建设单位，由建设单位或承包单位组织当地工程质量监督部门、监理工程师、设计代表进行检查、验收和质量评定。验收文件应经以上各方签字认可。

(5)工程验收应检查竣工档案、工程数量和质量，填写工程质量检查评定表，评定工程质量等级。

(6)工程检查项目由保证项目、基本项目、允许偏差项目和竣工档案资料四部分组成。保证项目必须符合质量评定标准的规定。在该前提下根据其他项目的情况

6.6.2 评定质量等级

1、工程质量按下列规定分为优良、合格两个等级。

(1)合格

- ①保证项目必须符合本规程有关章节的规定。
- ②允许偏差项目抽查的点数中，70 % 以上的实测值应在本规程有关章节的允许偏差范围内。
- ③竣工档案资料基本齐全。

(2)优良

- ①保证项目必须符合本规程有关章节的规定。
- ②允许偏差项目抽查的点数中，90 % 以上的实测值应在本规程有关章节的允许偏差范围内，且最大偏差值不得超过允许偏差值的 2 倍。
- ③竣工档案资料齐全、准确。

(3) 不合格的工程经返工达到要求后，只能评定为合格。未达到要求的，不能通过验收。

6.7 建设管理方案

针对该项目，现就招标采购方式及供应商资格条件提出如下建议：

（1）本项目为总投资 382.66 万元的政府投资项目，资金来源全部为国有投资，且国有资金处于控股或主导地位。根据政府采购相关政策中关于 400 万元以下工程项目的相关规定，结合本项目实际特点，建议招标事项作如下安排：

施工部分建议采用全部招标，组织形式为委托招标，招标方式推荐使用竞争性磋商，并委托专业招标代理机构具体组织实施。建议采购全过程严格遵循政府采购及招标投标相关法律法规，按照“质量优先、价格合理、程序规范”的原则，通过规范程序确定成交供应商。

（2）本项目为地质灾害治理工程，防治等级为二级。建议参与施工竞争性磋商的供应商应具备建设主管部门颁发的乙级及以上地质灾害防治工程施工资质，且资质范围应与本项目内容相符。建议供应商提供近年完成的类似项目业绩，并具备相应的项目管理人员、专业技术人员、施工设备以及质量安全管理能力。同时，建议供应商具有良好的财务状况、依法纳税和缴纳社保的记录，以及良好的商业信誉，无重大违法记录，以保障工程能够安全、优质、按期完成。

7 环境保护要求

7.1 环境保护目标

认真落实有关环境保护工作的具体要求，树立全员环保意识，采取有效措施，控制对大气，对水污染及噪音、废弃物污染，合理使用自然资源，最大限度的减少对环境的污染和影响，营造文明、和谐、安全、环保的施工环境。

7.2 主要污染源分析

大气污染：施工现场砂石料扬尘，运输车辆的二次扬尘，作业机械车辆尾气排放，闪光对焊，电弧焊是产生的光污染。

水污染：施工时产生的钻渣、泥浆和废水，混凝土养护用水，施工机械废油料、一次性餐具使用造成的白色污染。

生活区的生活污水和粪便污水，冲刷机械车辆的油污水，场地的洒水、冲洗污水等。

噪声污染：施工机械设备、材料加工设备，振捣机械。运输车辆，挖掘机，装载机，混凝土搅拌机等。

固体废弃物：施工弃土弃渣（砂石渣、建筑垃圾、钻渣等），钢筋焊接剩余的电焊头，模板填充缝隙的胶性材料，泡沫材料等，混凝土养护的薄膜塑料布，挡墙砌筑掉落砂浆，施工人员日

常生活垃圾。

7.3 防治措施

（1）大气污染防治措施

选择符合国家卫生防护标准的施工机械设备和运输工具，确保其废弃排放符合国家有关标准，确保上路行驶的机动车尾气完全达标。施工机械避开交通高峰地段，大件或者突击运输选择夜间运行，减少污染。

对易产生扬尘的砂石料，进行遮盖和洒水处理，淘汰落后工艺，降低粉尘排放。施工和生活区道路定期洒水降尘，施工便道定期养护，清扫，保证良好路况。土方、水泥等散装物料运输和临时存放，应采取防风遮挡措施，减少起尘量。装卸有粉尘的材料时，应洒水湿润和在仓库中进行。

禁止在施工场地焚烧有毒、有害、有恶臭气味的物质。积极利用电，太阳能等清洁能源，热水采暖尽量采用电器设备。

（2）水污染防治措施

施工机械运转产生的油污水，采取沉淀池沉淀措施处理，不得超标排放。泥浆池及其他施工污水，须进行过滤沉淀后排放。混凝土养护用水，含有大量脱模剂，因此必须集中回收并经过简单处理后在循环使用，确保不对地表水或地下水产生污染。厕所等生活污水须进行二级处理，达到国家废水一级排放标准后排放

（3）噪声污染防治措施

有噪声的施工尽量避开夜间施工。根据施工现场情况，必要时加设隔声屏障，使用隔声材料或结构来阻挡噪声传播。施工机械或运输车辆，采取禁鸣措施，减少噪声污染。

（4）固体废弃物处置措施

监理严格的固体废弃物管理制度，废弃物设专用场地堆放，集中管理。生活区设置干垃圾桶，集中储存生活垃圾，定期运至指定的垃圾场处理。施工过程中的废弃物、边角料、包装袋等及时收集、清理。在维修和保养机械的过程中，严格执行废弃物回收制度，产生的废零件、废手套、废棉纱等废弃物指派专人负责，并设立专门的回收容器。

（5）其他污染防治措施

减少资源浪费，加强材料管理，节约用电，节约用水，杜绝“长明灯、长流水”现象。弃土外运时，出入口设置洗车槽，冲洗台，车辆外出用水冲洗干净，确认不会对环境造成污染后，方可

出场外运。运载散体，流体的车辆应有防护措施，封闭缝隙，做到沿途不漏撒飞扬。

8、地质灾害防治效益评估

8.1 社会效益

本项目作为一项应急排危除险工程，其核心宗旨与效益在于快速消除直接风险、保障基本通行安全。通过对沥孙路沿线六处高危隐患点实施针对性的应急工程措施，能够遏制险情进一步发展，暂时解除其对人民生命财产与道路通行安全的紧迫威胁。项目实施后可基本恢复道路通行能力，初步构建临时安全屏障，从而保障这一区域重要通道在汛期及关键时期的应急畅通，为沿线居民安全出行、生产生活及社会秩序提供阶段性保障。本项目的实施是应对突发地质灾害、履行政府基本公共服务职能的紧要民生举措，体现了对公众安全的高度负责，具有突出的社会效益。

8.2 经济效益

项目的经济效益主要体现在避免因地质灾害可能造成的巨大直接经济损失，以及间接产生的长远经济促进作用。直接效益在于有效保护了现有道路资产，避免了因灾毁导致的道路中断、车辆损毁、高昂的抢通与重建费用。间接效益在于通过保障交通命脉的畅通，维护了沿线地区正常的生产生活秩序，为当地经济社会活动的持续开展、投资环境的改善以及相关产业的稳定发展创造了必要条件，其产生的保值与促增长效益是长远而深刻的。

8.3 环境效益

项目实施本身遵循生态保护原则，其环境效益主要体现在控制水土流失与促进生态良性循环方面。通过清除危岩等措施，可有效减轻地质灾害对原地表植被和土壤结构的破坏，最大限度地减少因坡体失稳可能引发的新增水土流失。治理后的稳定边坡为人居环境的美化与区域生态系统的逐步恢复和趋于良性循环创造了条件，实现了防灾减灾与生态环境保护的双重目标。

9、能效分析

9.1 分析依据与概况

本项目主要建设内容包括削坡卸载、柔性被动防护网安装、挡土墙砌筑等。根据《固定资产投资项目节能审查和碳排放评价办法》（国家发展和改革委员会令 2025 年第 31 号），经核算，

项目建成达产运营期年综合能源消费量不满 1000 吨标准煤，且不涉及煤炭消费。因此，本项目不单独进行节能审查，相关内容在本报告中进行分析说明。

9.2 能源消耗种类、结构与估算

本项目能源消耗具有典型的短期、集中特征，主要来源于施工阶段，运营维护期能耗可忽略不计。能源消耗种类以移动燃烧源为主，具体构成如下：

①柴油：为主要消耗品种，预计实物消耗量约为 108t。主要用于驱动挖掘机、装载机、自卸汽车等承担土石方开挖、运输与回填的大型施工机械，其能源消耗量在总能耗中占绝对主导地位（折标占比约 99.6%）。

②电力消耗：施工期电力主要用于现场照明、小型机具及项目部的日常办公与生活。本项目预计施工期总电力消费量约为 1100kW·h。

综合能源消费量：根据《综合能耗计算通则》（GB/T2589）对上述电力和油品进行折算，本项目年综合能源消费总量预计约为 159 吨标准煤（当量值），159 吨标准煤（等价值），该消费量远低于 1000 吨标准煤的标准。

9.3 主要节能措施

为提升施工期能源利用效率，针对能耗结构特点，拟采取以下节能措施：

①优化土方施工与平衡：精确规划土石方工程，遵循“就近利用”原则，优化调配方案，最大限度减少土方运距及机械空驶率，从而降低核心耗油设备（运输车辆、挖装设备）的燃油消耗。

②推行绿色施工：施工临时设施（如便道、管线）规划时，在可行条件下，优先采用低碳建材与环保工艺。

③选用高效节能设备：在设备选型时，优先选用技术先进、能效等级高的施工机械，并加强定期维护保养，确保其高效运行。在具备稳定供电条件的作业区域，推广应用电动设备。

④加强施工用能管理：对施工区、生活区用电实施分项计量与管理。全面采用高效节能灯具，并规范用电行为。利用智能化手段对临时用电系统进行监控，预防非必要损耗。

9.4 能效水平分析结论

本项目作为地质灾害治理工程，能源消耗总量小、结构清晰。通过实施以上聚焦于优化核心燃油消耗、提升设备能效及精细化管理的措施，能够有效控制项目能耗，提升能源利用效率。

综合评估认为，本项目能源利用方案合理，节能措施针对性强、可行，能效水平可达到同类项目的标准水平，符合国家及地方相关节能法律法规和政策标准的要求。

10 项目预算投资

10.1 编制依据

- 1.陕西省交通运输厅关于执行交通运输部《公路工程营业税改增值税计价依据调整方案》的通知（以下简称“营改增”）；
- 2.中华人民共和国行业标准《公路工程基本建设工程概预算编制办法》（JTG 3830-2018）（以下简称“编制办法”）；
- 3.中华人民共和国行业标准《公路工程概算定额》（JTG/T 3831-2018）、《公路工程预算定额》（JTG/T 3832-2018）、《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T3833-2018）；
- 4.陕交发〔2019〕93号《<公路建设工程项目投资估算编制办法><公路建设工程项目概算预算编制办法>补充规定》的通知；
- 5.陕交发〔2006〕42号关于印发《陕西省公路工程竣（交）工验收检测费用计算办法（试行）》的通知；
- 6.国家发展计划委员会、建设部2018年修订本《工程勘察设计收费标准》；
- 7.陕西省人民政府2012年第153号令《陕西省车船税征收办法》有关规定；
- 8.陕财办综〔2003〕19号文“关于印发《陕西省森林植被恢复费征收使用管理实施办法》的通知；
- 9.陕西省人民政府2009年第141号令“陕西省实施《中华人民共和国耕地占用税暂行条例》办法”；
- 10.陕国土资发〔2015〕11号《关于耕地开垦费征收管理有关问题的通知》；
- 11.陕财办综〔2015〕38号“《陕西省水土保持补偿费征收使用管理实施办法》的通知”；
- 12.陕西省实施《土地复垦规定》办法；
- 13.陕政办发〔2007〕8号文“陕西省人民政府办公厅转发省劳动和社会保障厅关于切实做好被征地农民就业培训和社会保障工作实施意见的通知”；
- 14.陕价行发〔2014〕88号“我省工程造价咨询服务收费标准有关问题的通知”。

10.2 各项费用的取定

- 1.人工工日单价及规费：本项目位于陕西省汉中地区，人工工资及规费费率按陕交发[2019]93号文计算，人工工日单价105.89元/工日（含机械工），规费费率33.36%，其中：养老保险费16%，失业保险费0.7%，医疗保险费（含生育保险费）7.25%，工伤保险费0.91%，住房公积金8.5%。
- 2.材料单价：根据“编制办法”材料价格按实际取定，原价参考陕西省交通运输工程造价事务中心公布的《陕西省2025年12月公路工程主要材料价格信息》中汉中地区价格，地方性材料根据实地料场调查价加计运至工地的运杂费计算。
- 3.机械费：按《公路工程机械台班费用定额》计算，根据国发[2008]37号文《国务院关于实施成品油价格和税费改革的通知》有关精神，本项目不再计养路费，车船使用税按【2012】陕西省人民政府令第153号公布的最新标准计算；可变费用中汽油、柴油单价按陕西汉中地区最新市场价计算。
- 4.其他工程费、企业管理费费率按“部颁编制办法”取定，其中冬季施工增加费费率按准二区计取，雨季施工增加费费率按雨量I区3个月计算。
- 5.利润、税金：按“公路工程营业税改增值税计价依据调整方案”中规定计算。
- 6.土地征用及拆迁补偿费未计。
- 7.建设单位（业主）管理费：按“部颁2019编制办法”计取。
- 8.建设项目信息化费及设计文件审查费：按“部颁2019编制办法”，以定额建筑安装工程费总额为基数，以累进方法计算。
- 9.工程监理费：按“部颁2019编制办法”，以定额建筑安装工程费总额为基数，以累进方法计算。
- 10.可研、勘察设计费：按合同计取。
- 11.基本预备费未计
- 12.工程保险费：按行规计取。

10.3 项目预算总投资

该治理项目设计工程总投资382.39万元。其中工程部分费用330.41万元，治理工程详细预算见附件。

11 结论和建议

11.1 结论

（1）沥孙路沿线发育有 6 处地质灾害点（1 处滑坡、5 处崩塌），其岩土体破碎、稳定性差，已直接威胁过往车辆与行人安全。当前，受 244 国道褒河库区段潘家河大桥全封闭施工影响，该路段成为区域主要替代通道，灾害隐患的存在不仅加剧了交通安全风险，也严重制约了路网畅通。因此，必须立即开展以“固坡、防水、拦截、修复”为核心的综合性工程治理。该项目是保障公众安全、恢复交通功能、支持区域发展的紧迫必要举措。

（2）依据《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）、《崩塌防治工程勘察规范》（T/CAGHP 011—2018）以及《地质灾害防治单位资质管理办法》第 8 号令的相关规定，该项目威胁设施为普通二级（含）以下公路，重要性等级为较重要，确定该治理项目防治工程等级为Ⅱ级。

（3）本工程投资预算主要依据公路部门《公路工程基本建设工程概预算编制办法》（JTG 3830-2018）等进行编制，并参考陕西地区材料价格，对于没有明确定额的项目，则将项目细化为具体的类目，再按照材料和人工的市场价格或政府定价进行测算，该治理工程预算总投资 382.39 万元。

（4）汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌应急排险工程实施后，将快速控制险情、恢复道路基本通行能力，为后续地质灾害根本治理争取时间、创造条件，并为区域生产生活及旅游业的逐步恢复提供交通保障。

11.2 建议

（1）动态设计与施工：项目应严格按照施工图设计实施。在施工过程中，需建立动态设计机制，即根据实际揭露的地质条件、监测数据及施工反馈，及时对设计进行验证与优化调整。任何变更均须履行由地勘、建设、设计、监理、施工五方共同确认的程序，严禁单方面调整。

（2）加强项目组织与前期管理：建议尽快成立项目领导小组，积极筹措治理资金，并通过规范程序确定参建单位。施工前应组织详细技术交底，确保各方充分理解设计意图与技术要求。

（3）强化施工期安全与风险管控：施工应尽量避免雨季，并在坡脚等关键部位设置临时拦挡与监测措施，确保施工期边坡稳定。必须注意保护沿线天然气管道等既有设施，严禁违规开挖坡脚。严格执行工程质量、安全及环境保护相关规定。

（4）建立长效运维与应急机制：工程完工后，应落实专人负责日常巡查与系统性维护（如

浆砌石挡墙、防护网、排水系统等），建立定期检修制度。在最终验收前，不得撤除现有警示标志，并应制定针对性的防灾应急预案，巩固治理成果。

（5）工程验收前不得撤除现有警示标志，并应制定防灾应急预案，总结治理经验供类似项目参考。未尽事宜按相关规范执行。

（6）本项目为应对紧迫汛期风险的排危除险应急工程，其首要目标是在汛期来临前消除当前直接危险、恢复道路基本通行安全。当前工程设计已为后续的彻底治理预留了衔接条件，建议尽快筹措资金并开展下一阶段勘察设计，最终实现长治久安。

附件一：

①滑坡稳定性计算公式选择

边界范围的确定主要依据如下几条：一是依据工程地质测绘确定的滑体边界；二是依据滑带具体位置；三是依据滑体前缘地形坡度与滑面坡度关系、利用理论计算拟合调查滑面情况结合调测绘资料综合确定滑坡破坏的剪出口部位。

采用综合野外与室内分析的滑面即软弱面来计算，滑面呈折线型，故稳定计算采用折线型滑动面计算公式，剩余下滑力计算按传递系数法。

依据《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006），稳定系数 K_f 计算公式如下：

$$K_f = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left((W_i((1-r_U)\cos\alpha_i - A_{vi}\cos\alpha_i) - R_{Di})\tan\phi_i + c_iL_i \right) \prod_{j=1}^{n-1} \psi_j}{\sum_{i=1}^{n-1} \left(W_i(\sin\alpha_i + A_{Hi}\cos\alpha_i) + T_{Di} \right) \prod_{j=1}^{n-1} \psi_j} + R_n$$

其中：

$$r_U = \frac{S_{wi}}{2 \times S_i}$$

孔隙压力比：

$$\text{第 } n \text{ 块抗滑力: } R_n = (W_n((1-r_U)\cos\alpha_n - A_{vi}\cos\alpha_n) - R_{Dn})\tan\phi_n + c_nL_n$$

$$\text{第 } n \text{ 块下滑力: } T_n = W_n(\sin\alpha_n + A_{Hi}\cos\alpha_n) + T_{Dn}$$

$$\prod_{j=1}^{n-1} \psi_j = \psi_i \psi_{i+1} \psi_{i+2} \cdots \psi_{n-1}$$

$$\text{传递系数: } \psi_i = \cos(\alpha_i - \alpha_{i+1}) - \sin(\alpha_i - \alpha_{i+1})\tan\phi_{i+1}$$

$$\text{垂直渗透压力: } R_{Di} = N_{wi} \sin\beta_i \sin(\alpha_i - \beta_i)$$

$$\text{水平渗透压力: } T_{Di} = N_{wi} \sin\beta_i \cos(\alpha_i - \beta_i)$$

$$\text{孔隙水压力: } N_{wi} = \gamma_w h_{iw} L_i \cos\alpha_i$$

$$\text{水平地震加速度: } A_H = a_h \xi a_i$$

$$A_v = \frac{1}{3} A_H$$

垂直地震加速度：

其中： W_i ——第 i 块体重量(kN/m)；

c_i ——第 i 块段滑动面上粘聚力(kPa)；

ϕ_i ——第 i 块段滑带土内摩擦角(°)；

L_i ——第 i 块段滑面长(m)；

α_i ——第 i 块段滑动面倾角(°)；

S_{wi} ——第 i 块水下面积（m²）；

S_i ——第 i 块面积（m²）；

ψ_i ——第 i 块段的剩余下滑力传递至第 $i+1$ 块段时的传递系数(j=i)；

β_i ——第 i 块地下水流向（°）；

r_w ——水的容重（kN/m³）；

h_{iw} ——第 i 块浸润线以下高度（m）；

a_h ——为水平向设计地震加速度代表值；

ζ ——为地震作用的效应折减系数，取 0.25；

a_i ——为质点 i 的动态分布系数，其取值参见《水工建筑物抗震设计规范》。

剩余下滑力计算公式：

$$E_i = K[W_i(\sin\alpha_i + A_{Hi}\cos\alpha_i) + N_{wi}\sin\beta_i\cos(\alpha_i - \beta_i)] + \psi_i E_{i-1} - W_i(\cos\alpha_i - A_{vi}\cos\alpha_i) + N_{wi} + N_{wi}\sin\beta_i\sin(\alpha_i - \beta_i)\tan\phi_i - c_iL_i$$

其中：

E_{i-1} ——第 $i-1$ 条块的剩余下滑力(KN/m)，作用于分界面的中点；

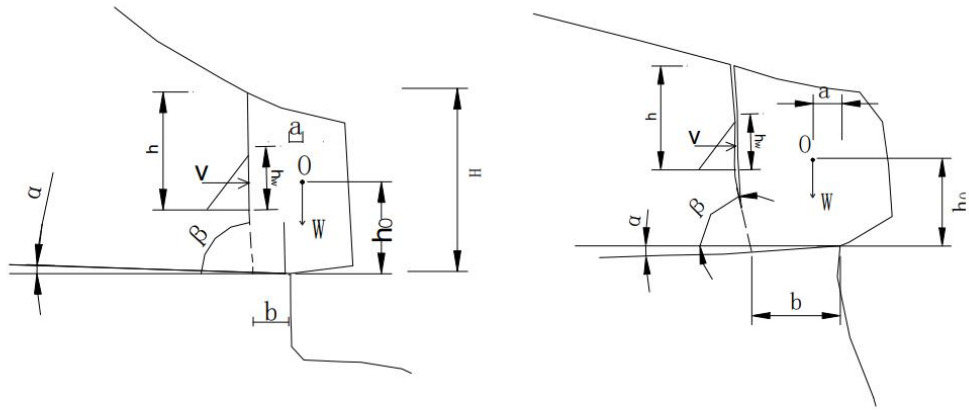
K ——滑坡推力安全系数，取值 $k=1.15$ 。

②崩塌稳定性计算公式选择

危岩体的稳定性受多种因素制约，其稳定性计算涉及较多参数和复杂的边界条件，而准确参数的获得和边界条件的完全查明却非常困难。为了深刻认识区内危岩的稳定性，对各崩塌区选择典型危岩类型进行稳定性计算分析。对危岩体的计算主要依据《崩塌防治工程勘查规范（试行）》（T/CAGHP011-2018）所提供的方法理论来确定。

由于危岩体的边界条件、裂隙贯通深度难以准确确定，只能把一些不完全确定的因素理想化地进行定量分析计算。根据危岩体的破坏模式，其定量计算公式如下：

倾倒式崩塌发生于被裂隙贯通后与母岩分离的危岩体中（图 5-3），暴雨是其主要诱发因素。其计算公式如下：



(a) 危岩体重心在支点外侧

(b) 为危岩体重心在支点内侧

3-1

危岩体重心在倾覆点之外时：

$$F = \frac{\frac{1}{2} f_{lk} \cdot \frac{(H-h)}{\sin \beta} \left(\frac{2}{3} \frac{H-h}{\sin \beta} + \frac{b}{\cos a} \cos(\beta - \alpha) \right)}{W \cdot a + Q \cdot h_0 + V \left(\frac{H-h}{\sin \beta} + \frac{h_w}{3 \sin \beta} + \frac{b}{\cos a} \cos(\beta - \alpha) \right)}$$

危岩体重心在倾覆点之内时：

$$F = \frac{\frac{1}{2} f_{lk} \cdot \frac{(H-h)}{\sin \beta} \left(\frac{2}{3} \frac{H-h}{\sin \beta} + \frac{b}{\cos a} \cos(\beta - \alpha) \right) + W \cdot a}{Q \cdot h_0 + V \left(\frac{H-h}{\sin \beta} + \frac{h_w}{3 \sin \beta} + \frac{b}{\cos a} \cos(\beta - \alpha) \right)}$$

式中：

F —危岩稳定系数；

H —后缘裂隙上端到未贯通段的垂直距离(m)；

W —危岩体自重(kN/m);
 F_{lk} —危岩体抗拉强度标准值(kPa);
 h —后缘裂隙深度(m);
 h_w —后缘裂隙充水高度(m), 天然时取 0.2h, 暴雨时取 0.3~0.5h (根据裂隙发育情况而定);
 V —裂隙水压力(kN/m), $V=0.5 \gamma_w h_w^2$;
 Q —地震力(kN/m), $Q=\zeta_e W$, ζ_e 为地震水平系数, 本次计算不考虑;
 β —后缘裂隙倾角($^{\circ}$);
 α —危岩体重心到倾覆点的水平距离(m)。
 h_0 —危岩体重心到倾覆点的垂直距离(m)。

③计算参数

结合该地区类似工程取得的经验, 按照《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013) 要求, 综合确定稳定性计算的物理力学参数建议值见表 3-2; 崩塌所在边坡岩体风化程度强烈, 岩体较破碎, 岩体内摩擦角折减系数取 0.85。

表 3-2 物理力学参数建议值

地层 编号	地层名称	天然重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	天然抗剪强度		饱和抗剪强度	
				c (kPa)	φ ($^{\circ}$)	c (kPa)	φ ($^{\circ}$)
①	残坡积土	18.3	19.6	23.2	25.6	18.4	20.3
②	板岩	21.1	23.5	30.5	33.5	29.0	31.4

④计算工况

取两种工况分别对 6 处灾害点的典型剖面进行计算分析, 指定剪出口位置为滑坡区、崩塌区前缘。①天然状态 (天然工况); ②暴雨状态 (饱和工况)。

⑤计算结果

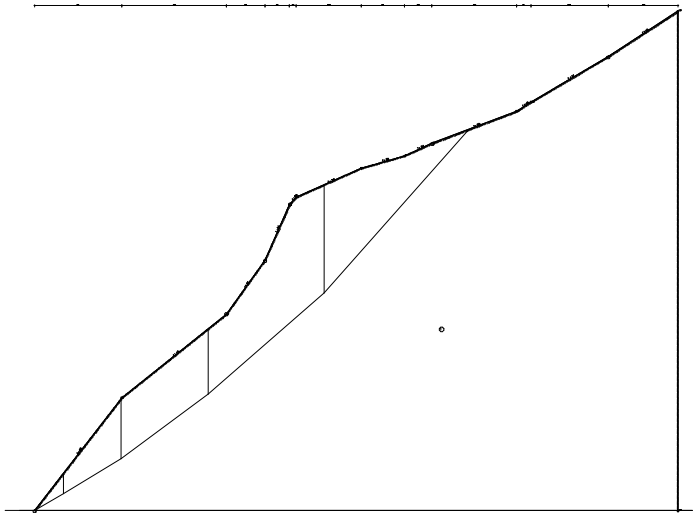
表 3-3 两种工况下各隐患点稳定系数及稳定性评价

序号	灾点名称		稳定系数	稳定性评价
1	K7+000~K7+175 滑坡--2-2'剖面	工况一	1.031	欠稳定
		工况二	0.994	不稳定
2	K7+410~K7+452 崩塌--1-1'剖面	工况一	0.997	不稳定
		工况二	0.920	不稳定
3	K7+490~K7+510 崩塌--1-1'剖面	工况一	0.973	不稳定
		工况二	0.885	不稳定
4	K11+300~K11+403 崩塌--2-2'剖面	工况一	0.995	不稳定
		工况二	0.904	不稳定
5	K12+000~K12+075 崩塌--2-2'剖面	工况一	1.029	欠稳定
		工况二	0.920	不稳定
6	K12+200~K12+290 崩塌--2-2'剖面	工况一	1.036	欠稳定
		工况二	0.983	不稳定

治理前:

计算项目: K7+000~K7+175 滑坡 (天然)

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范: 建筑边坡工程技术规范(50330--2013)

计算目标: 安全系数计算

滑裂面形状: 折线形滑面

不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 13

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	30.185	38.882	0
2	35.966	28.624	0
3	13.315	18.538	0
4	8.611	19.295	0
5	2.311	2.539	0
6	22.359	9.930	0
7	14.906	4.256	0
8	9.583	4.256	0
9	29.103	10.994	0
10	4.969	3.192	0
11	26.618	15.605	0
12	24.228	15.686	0
13	0.000	-171.795	0

[土层信息]

坡面节点数 14

编号	X(m)	Y(m)
0	0.000	0.000
-1	30.185	38.882
-2	66.151	67.505
-3	79.466	86.043

-4	88.076	105.338
-5	90.387	107.877
-6	112.746	117.807
-7	127.653	122.063
-8	137.235	126.319
-9	166.338	137.313
-10	171.307	140.505
-11	197.925	156.109
-12	222.153	171.795
-13	222.153	0.000

附加节点数 0

编号	X(m)	Y(m)
----	------	------

不同土性区域数 1

区号	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数	节点 编号
1	18.300	---	120.000	---	(-12,-11,-10,-9,-8,-7,-6,-5,-4,-3,-2,-1,0,-13,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	23.200	25.600	---	---

区号	十字板 τ (kPa)	强度增 长系数	十字板 τ 水 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---

不考虑水的作用

[计算条件]

稳定计算目标: 指定滑面的安全系数

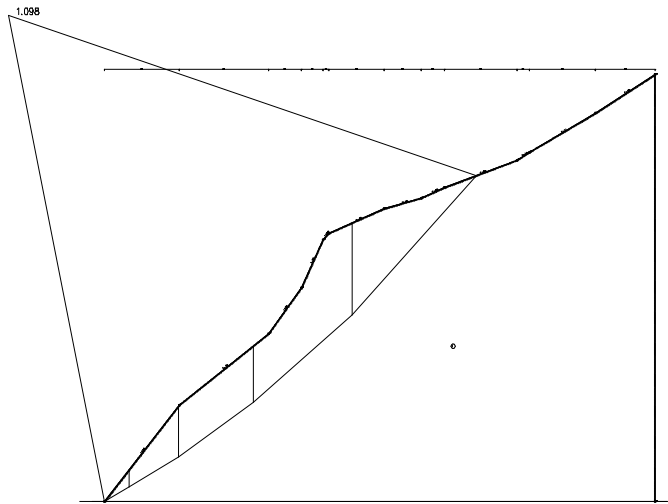
稳定分析方法: 简化 Janbu 法

土条宽度(m): 1.000

非线性方程求解容许误差: 0.00001

方程求解允许的最大迭代次数: 50

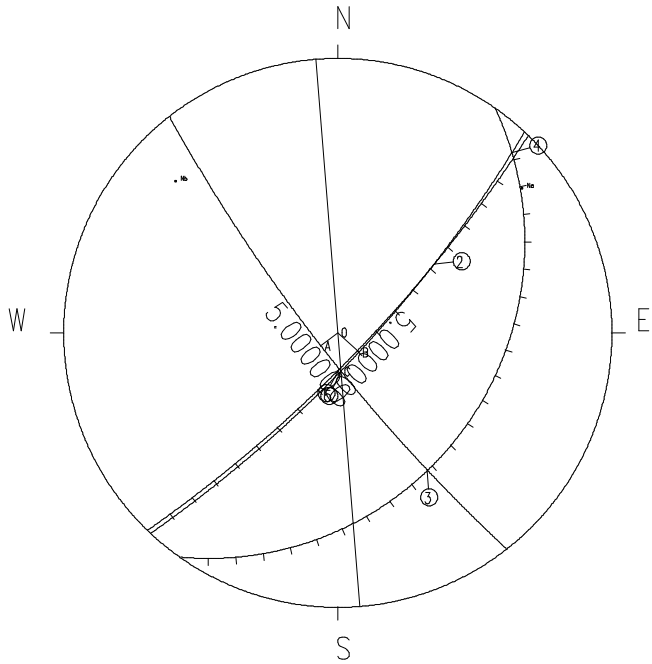
计算结果:



滑动安全系数 = 1.098

计算项目：K7+410~K7+452 崩塌

[计算简图]

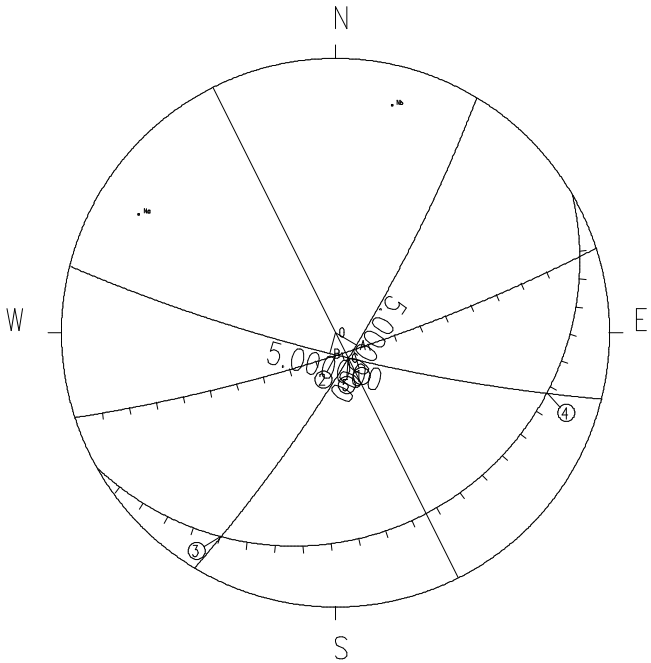


结构面	产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面		305.00	30.00
边坡面		314.00	79.00
平面 A		52.00	81.00
平面 B		313.00	78.00
交线①		357.93	74.90
交线②		234.55	43.30
交线③		326.87	28.18
交线④		224.11	5.23
交线⑤		355.39	73.94

判定岩体稳定性
1. 滑动方向 沿交线C方向滑动
2. 稳定类型 可能滑动
3. 安全系数Ks = 1.094.

计算项目：K7+490~K7+510 崩塌

[计算简图]

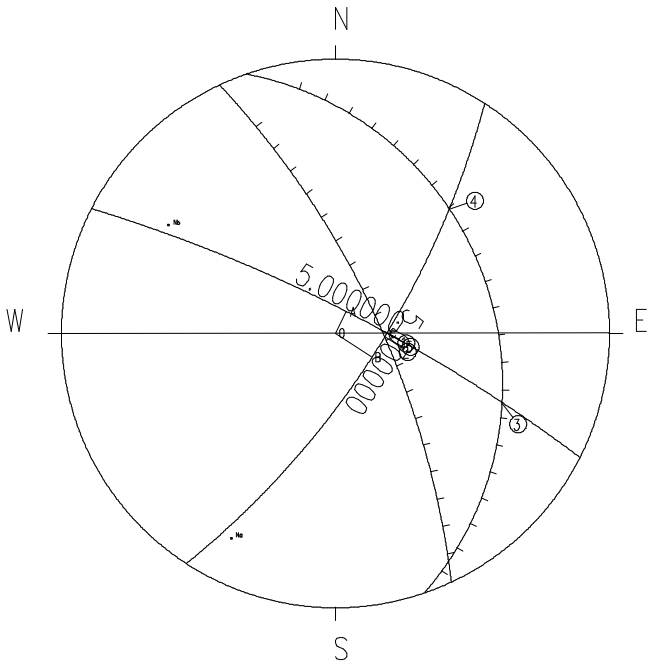


结构面	产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面		330.00	17.00
边坡面		342.00	81.00
平面 A		301.00	80.00
平面 B		14.00	81.00
交线①		313.34	79.77
交线②		358.00	80.64
交线③		29.43	8.84
交线④		286.00	12.40
交线⑤		333.36	78.21

判定岩体稳定性
1. 滑动方向 沿交线C方向滑动
2. 稳定类型 可能滑动
3. 安全系数Ks = 1.036.

计算项目：K11+300~K11+403 崩塌

[计算简图]

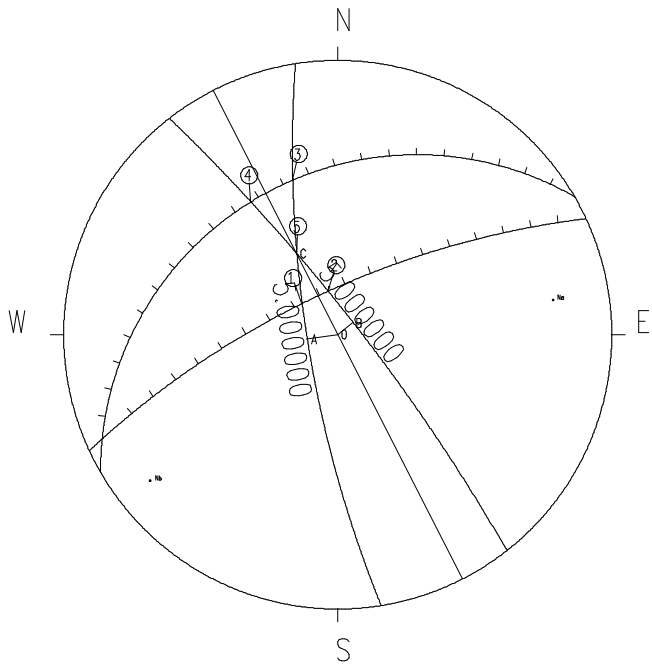


结构面	产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面		251.00	30.00
边坡面		245.00	72.00
平面 A		207.00	80.00
平面 B		303.00	72.00
交线①		266.73	70.72
交线②		274.00	69.62
交线③		292.64	23.34
交线④		222.49	26.90
交线⑤		269.94	68.81

判定岩体稳定性
1. 滑动方向 沿交线C方向滑动
2. 稳定类型 可能滑动
3. 安全系数Ks = 1.041.

计算项目：K12+000~K12+075 崩塌

[计算简图]

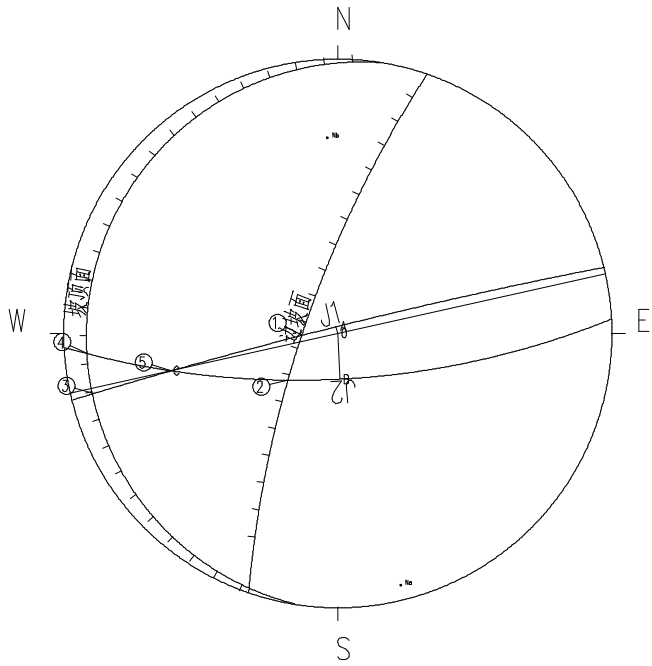


结构面	产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面		150.00	30.00
边坡面		155.00	72.00
平面 A		81.00	77.00
平面 B		232.00	82.00
交线①		130.66	70.37
交线②		167.03	71.62
交线③		163.55	29.30
交线④		146.65	29.96
交线⑤		152.90	53.38

判定岩体稳定性
1. 滑动方向: 沿交线C方向滑动.
2. 稳定类型: 可能滑动.
3. 安全系数Ks = 1.008.

计算项目: K12+200~K12+290 崩塌

[计算简图]



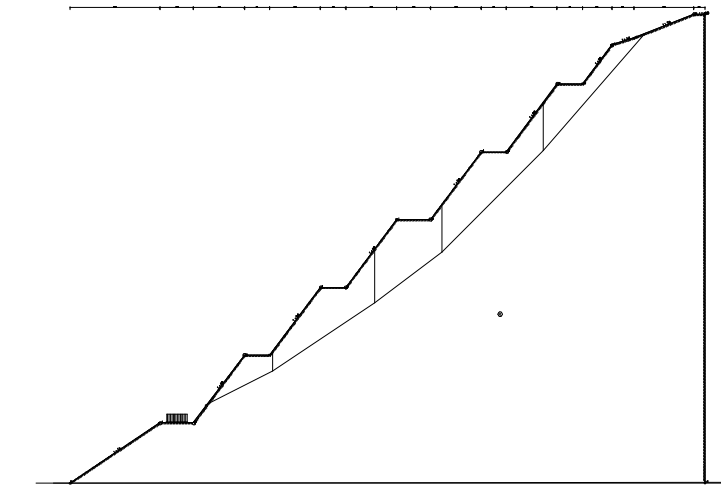
结构面	产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面		99.00	5.00
边坡面		109.00	76.00
平面 A		166.00	87.00
平面 B		357.00	71.00
交线①		87.26	74.97
交线②		46.84	61.90
交线③		76.24	4.61
交线④		85.32	4.86
交线⑤		77.45	25.73

判定岩体稳定性
1. 滑动方向: 沿交线C方向滑动.
2. 稳定类型: 可能滑动.
3. 安全系数Ks = 1.015.

滑坡治理后稳定性计算：

计算项目： K7+000~K7+175 滑坡--3-3`剖面

[计算简图]



[控制参数]：

- 采用规范：通用方法
- 计算目标：安全系数计算
- 滑裂面形状：折线形滑面
- 不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 17

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	26.530	17.687	0
2	10.000	0.000	1
超载 1 距离 2.000(m) 宽 6.000(m) 荷载(50.00--50.00kPa) 270.00(度)			
3	15.000	20.000	0
4	7.500	0.000	0
5	15.000	20.000	0
6	7.500	0.000	0
7	15.000	20.000	0
8	10.000	0.000	0
9	15.000	20.000	0
10	7.500	0.000	0
11	15.000	20.000	0
12	7.500	0.000	0
13	8.698	11.597	0
14	6.545	1.982	0
15	17.694	6.985	0
16	3.315	0.050	0
17	0.000	-138.270	0

[土层信息]

坡面节点数 18		
编号	X(m)	Y(m)
0	0.000	0.000
-1	26.530	17.687
-2	36.530	17.687
-3	51.530	37.687
-4	59.030	37.687
-5	74.030	57.687
-6	81.530	57.687
-7	96.530	77.687
-8	106.530	77.687
-9	121.530	97.687
-10	129.030	97.687
-11	144.030	117.687
-12	151.530	117.687
-13	160.228	129.284
-14	166.773	131.266
-15	184.467	138.251
-16	187.782	138.301
-17	187.782	0.031

附加节点数 0		
编号	X(m)	Y(m)

不同土性区域数 1					
区号	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数	节点 编号
1	18.300	---	120.000	---	(-16, -15, -14, -13, -12, -11, -10, -9, -8, -7, -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, -17,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	23.200	25.600	---	---

区号	十字板 τ (kPa)	强度增 长系数	十字板 τ 水 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---

不考虑水的作用

[滑面信息]

滑面线段数 5		滑面线起始点坐标：(40.000, 23.000)						
滑动面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	矢高(m)	粘聚力(kPa)	内摩擦角(度)	粘聚力1(kPa)	内摩擦角1(度)	
1	20.000	10.000	0.000	30.000	35.000	----	----	
2	30.000	20.000	0.000	30.000	35.000	----	----	
3	20.000	15.000	0.000	30.000	35.000	----	----	
4	30.000	30.000	0.000	30.000	35.000	----	----	
5	30.000	34.540	0.000	30.000	35.000	----	----	

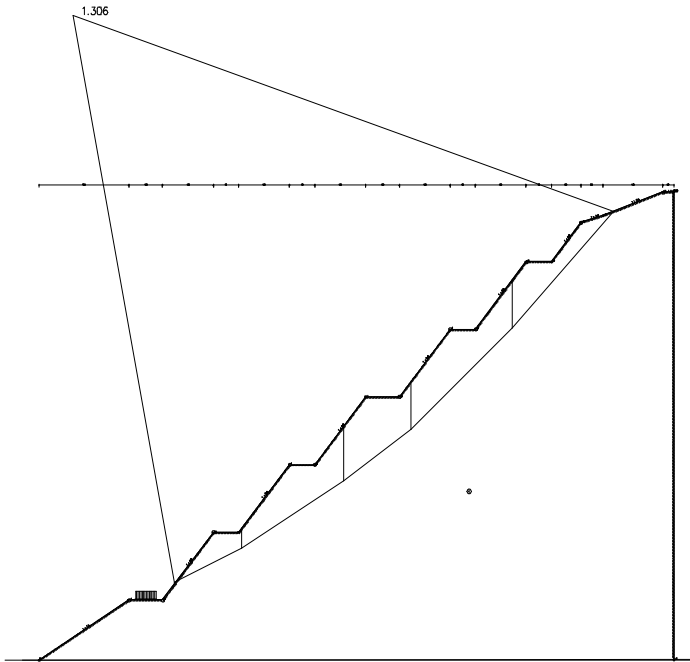
[计算条件]

- 稳定计算目标：指定滑面的安全系数
- 稳定分析方法：简化 Janbu 法

土条宽度(m)：1.000
非线性方程求解容许误差：0.00001
方程求解允许的最大迭代次数：50

计算结果：

[计算结果图]

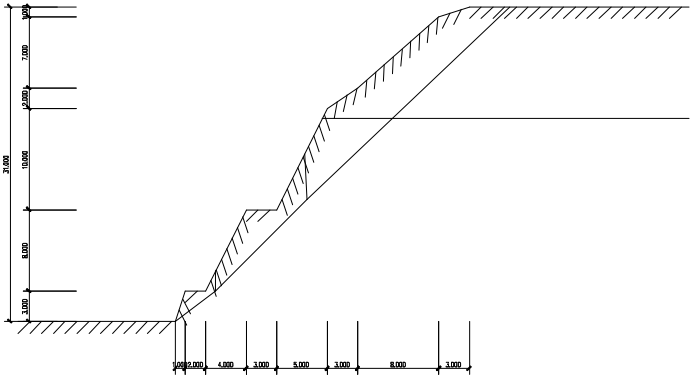


滑动安全系数 = 1.306

滑裂面		
线段标号	起始坐标 (m, m)	终止坐标 (m, m)
1	(40.000, 23.000)	(60.000, 33.000)
2	(60.000, 33.000)	(90.000, 53.000)
3	(90.000, 53.000)	(110.000, 68.000)
4	(110.000, 68.000)	(140.000, 98.000)
5	(140.000, 98.000)	(170.000, 132.540)

计算项目：崩塌治理后典型剖面稳定性分析

[计算简图]



[计算条件]

[基本参数]

计算方法：	通用方法
计算目标：	计算安全系数
边坡高度：	31.000 (m)
不考虑水的作用影响：	
安全系数计算范围：	(0.500 ~ 10.000)

[坡线参数]

坡线段数		8	
序号	水平投影(m)	竖向投影(m)	倾角(°)
1	1.000	3.000	71.6
2	2.000	0.000	0.0
3	4.000	8.000	63.4
4	3.000	0.000	0.0
5	5.000	10.000	63.4
6	3.000	2.000	33.7
7	8.000	7.000	41.2
8	3.000	1.000	18.4

[岩层参数]

层数	1		
序号	控制点 Y 坐标 (m)	容重 (kN/m3)	锚杆和岩石粘结强度 frb (kPa)
1	20.000	21.1	40.0

[结构体参数]

结构单元数量： 3

荷载参数		
编号	水平荷载 (kN)	竖向荷载 (kN)
1	0.0	0.0
2	0.0	0.0

3 0.0 0.0

结构面参数

编号	水平投影 (m)	竖向投影 (m)	粘聚力 (kPa)	摩擦角 (度)	水压力调整系数
1	4.000	3.000	30.5	33.5	---
2	9.000	9.000	30.5	33.5	---
3	20.000	19.000	30.5	33.5	---

内部结构面参数

编号	δ_{i+1} (度)	粘聚力 (kPa)	摩擦角 (度)	裂隙水埋深 (m)
1	0.0	0.0	0.0	---
2	-3.0	10.0	10.0	---

[计算结果]

安全系数为：1.378

编号	Ni	Ni’	Ui	Ti	Ei	Ei’
	Pwi	Xi				
1	45.6	45.6	0.0	132.6	0.0	0.0
0.0	0.0					
2	482.0	482.0	0.0	513.1	78.6	78.6
0.0	0.0					
3	1593.5	1593.5	0.0	1375.5	103.1	103.1
0.0	46.1					

注：

1. Ni

单元 i 中结构面上的正压力，

单位 kN；
2. Ni’

单元 i 中结构面上的有效正压力，

单位 kN；
3. Ui

单元 i 中结构面上的裂隙水压力，

单位 kN；
4. Ti

单元 i 中结构面上的剪切力，

单位 kN；
5. Ei

单元 i 左侧面正压力，

单位 kN；
6. Ei’

单元 i 左侧面有效正压力，

单位 kN；
7. Pwi

单元 i 左侧面上的裂隙水压力，

单位 kN；
8. Xi

单元 i 左侧面剪切力，

单位 kN。
- (注意：当 Ni、Ni’、Ei、Ei’中任意一项出现负值，字体为红色时，此时计算理论不合适！)

表 3-4 治理后各隐患点稳定系数及稳定性评价（天然工况）

序号	灾点名称	稳定系数	稳定性评价
1	K7+000~K7+175 滑坡--3-3`剖面	1.306	稳定
2	K7+410~K7+452 崩塌--1-1`剖面	1.297	稳定
3	K7+490~K7+510 崩塌--1-1`剖面	1.378	稳定
4	K11+300~K11+403 崩塌--2-2`剖面	1.324	稳定
5	K12+000~K12+075 崩塌--2-2`剖面	1.282	稳定
6	K12+200~K12+290 崩塌--2-2`剖面	1.311	稳定

表 3-5 治理后各隐患点稳定系数及稳定性评价（暴雨工况）

序号	灾点名称	稳定系数	稳定性评价
1	K7+000~K7+175 滑坡--3-3`剖面	1.036	欠稳定
2	K7+410~K7+452 崩塌--1-1`剖面	0.988	不稳定
3	K7+490~K7+510 崩塌--1-1`剖面	1.004	欠稳定
4	K11+300~K11+403 崩塌--2-2`剖面	1.042	欠稳定
5	K12+000~K12+075 崩塌--2-2`剖面	1.086	欠稳定
6	K12+200~K12+290 崩塌--2-2`剖面	0.998	不稳定

表 3-6 治理后各隐患点稳定系数及稳定性评价（地震工况）

序号	灾点名称	稳定系数	稳定性评价
1	K7+000~K7+175 滑坡--3-3`剖面	0.957	不稳定
2	K7+410~K7+452 崩塌--1-1`剖面	0.994	不稳定
3	K7+490~K7+510 崩塌--1-1`剖面	1.046	欠稳定
4	K11+300~K11+403 崩塌--2-2`剖面	1.085	欠稳定
5	K12+000~K12+075 崩塌--2-2`剖面	1.069	欠稳定
6	K12+200~K12+290 崩塌--2-2`剖面	1.057	欠稳定

设计说明

1、设计宗旨与性质

本图册是根据项目“科学防控、安全优先、应急抢险”的指导原则及“快速排除险情、恢复道路基本通行”的首要目标编制而成。本项目为一项紧急抢险工程，其核心任务是在汛期等灾害高发期来临前，快速消除沿线已发生或发展的高危地质灾害隐患点（1处滑坡、5处崩塌）的直接威胁，保障沥孙路基本通行能力，防止灾情扩大。

必须明确：本次设计是“排危除险”，而非“彻底治理”。所有工程措施均围绕应急处置、临时保通这一阶段性目标制定，旨在为后续全面的安全评估和根本性、永久性治理争取时间、创造条件。本阶段工作完成后，应视资金与勘察情况，尽快开展下一阶段勘察设计，以期最终实现边坡的长治久安。

2、主要工程措施概述

针对沿线六处隐患点不同的灾害类型与风险特征，本次应急抢险主要采取以下工程组合：

（1）削坡减载（核心措施）：对不稳定斜坡体，采用分级、自上而下的方式进行削方，清除表层危岩体与松散土石，快速降低坡体荷载与临空高度。设计遵循“随挖随护”原则，并设置监测点。

（2）被动防护网修复：对K11+300段原有已损坏的被动防护网进行修复与加固，快速恢复其对高位落石的拦截能力，形成临时安全屏障。

（3）道路与安全设施修复：对因灾损毁的路面、钢筋混凝土防撞墙及排水沟进行修复，恢复道路基本结构功能与行车安全防护。同步设置安全警示标志，提升通行预警能力。

（4）截排水措施：在坡顶及平台布设截、排水沟，快速引排坡面汇水，减少雨水入渗对坡体稳定的不利影响，属于应急防水措施。

3、特别说明

（1）临时性与衔接性：本图册所示工程均为应急性、临时性措施。其设计参数（如坡率、平台宽度）以满足当前抢险安全为前提，并非最终边坡形态。设计中已为后续可能进行的永久性支挡、锚固、生态修复等工程预留了衔接条件。

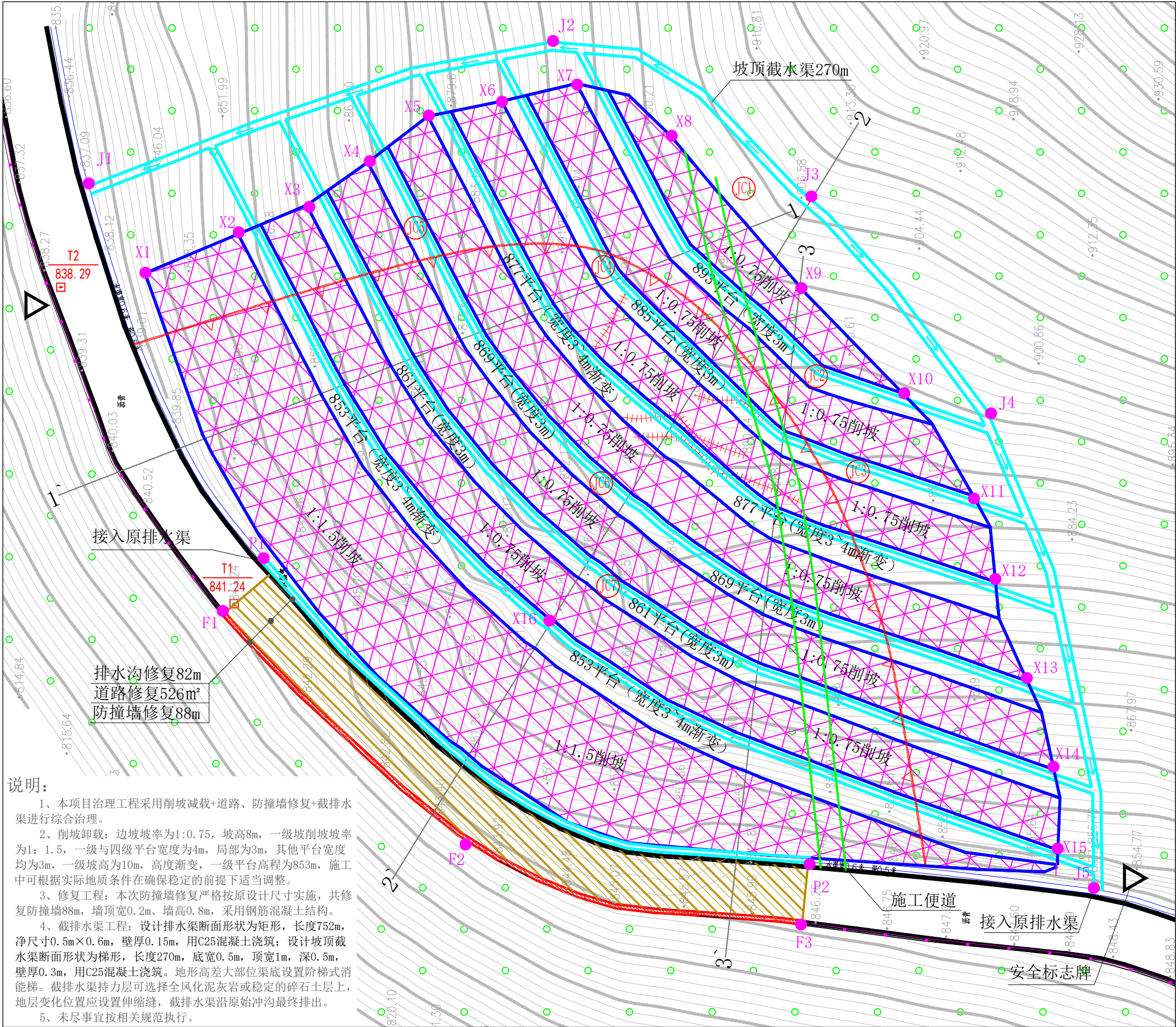
（2）动态施工：施工过程中应坚持“动态设计、信息法施工”原则。若开挖揭露的地质条件与设计依据有较大出入，须立即停工，会同建设、设计单位研究调整方案，确保抢险安全与效率。

（3）后续工作：本次应急工程完成后，道路险情将得到暂时控制。建议主管部门尽快筹措资金，委托有资质单位开展详细的工程地质勘察与永久治理工程设计，从根本上消除安全隐患，实现区域的长期稳定与安全。

实施方案

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目---K7+000~K7+175滑坡

平面布置图 1:500



说明:

1、本项目治理工程采用削坡减载+道路、防撞墙修复+截排水渠进行综合治理。

2、削坡卸载：边坡坡率为1:0.75，坡高8m，一级坡削坡坡率为1:1.5，一级与四级平台宽度为4m，局部为3m，其他平台宽度均为3m，一级坡高为10m，高度渐变，一级平台高程为853m，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。

3、修复工程：本次防撞墙修复严格按原设计尺寸实施，共修复防撞墙88m，墙顶宽0.2m、墙高0.8m，采用钢筋混凝土结构。

4、截排水渠工程：设计排水渠断面形状为矩形，长度752m，净尺寸0.5m×0.6m，壁厚0.15m，用C25混凝土浇筑；设计坡顶截水渠断面形状为梯形，长度270m，底宽0.5m，顶宽1m，深0.5m，壁厚0.3m，用C25混凝土浇筑。地形高差大部位渠底设置阶梯式消能梯。截排水渠持力层可选择全风化泥灰岩或稳定的碎石土层上，地层变化位置应设置伸缩缝，截排水渠沿原始冲沟最终排出。

5、未尽事宜按相关规范执行。

防撞墙拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
F1	3680529.43	404284.62
F2	3680499.91	404256.39
F3	3680459.43	404246.89
排水沟拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
P1	3680524.57	404291.25
P2	3680458.43	404254
削坡拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
X1	3680538.82	404325.58
X2	3680527.29	404330.48
X3	3680518.99	404333.67
X4	3680511.48	404339.05
X5	3680504.47	404344.7
X6	3680495.7	404346.18
X7	3680486.42	404348.27
X8	3680475.22	404342.12
X9	3680459.49	404323.71
X10	3680446.89	404310.77
X11	3680438.59	404298.18
X12	3680436.07	404288.36
X13	3680432.15	404276.71
X14	3680428.88	404265.88
X15	3680428.29	404255.7
X16	3680489.83	404283.44
截水沟拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
J1	3680545.64	404336.46
J2	3680489.37	404353.6
J3	3680458.13	404334.56
J4	3680436.49	404308.55
J5	3680424.05	404251.02
监测点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
JC1	3680466.34	404335.66
JC2	3680457.79	404312.98
JC3	3680452.88	404301.48
JC4	3680483.64	404326.39
JC5	3680506.36	404330.85
JC6	3680483.65	404300.11
JC7	3680483.00	404287.46

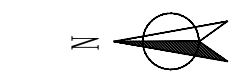


图 例

剖面线及编号

控制点位置及编号

削方区域

削坡平台

施工便道

截、排水沟

道路修复

防撞墙修复

安全标志牌

监测点

威胁范围

裂缝

陕西核工业工程勘察院有限公司

Shaanxi Nuclear Industry Engineering Survey Institute Co., Ltd

审 核

校 核

制 图

项目负责

总工程师

设计

设计

设计

设计

设计

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目施工图设计

K7+000~K7+175滑坡

比例

图 号

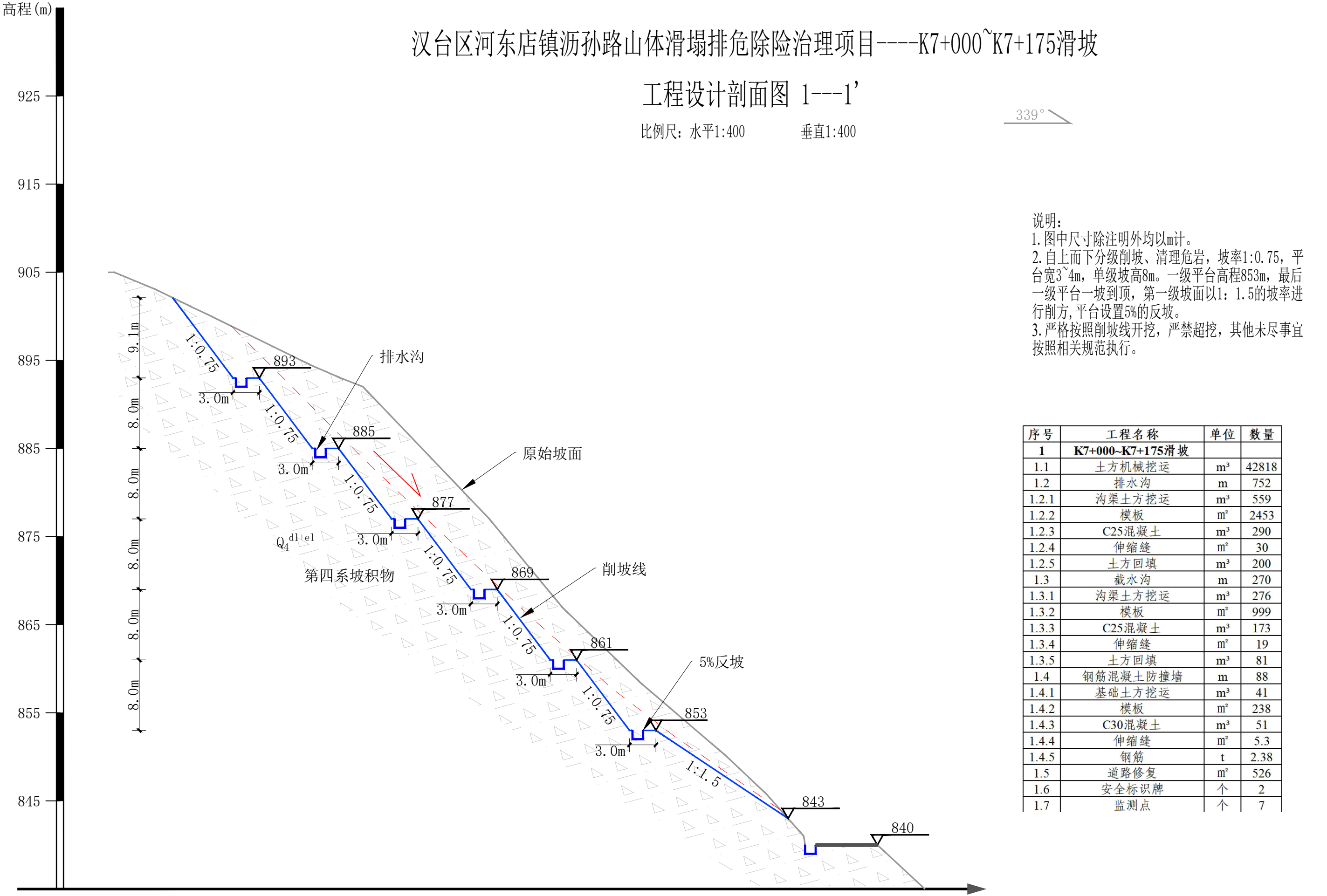
图 示

日 期

2026. 02

顺序号

1



陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K7+000~K7+175滑坡	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		1-1'剖面工程布置图	钱志隆	张世明	李坤	1-2	2026. 02

高程 (m)

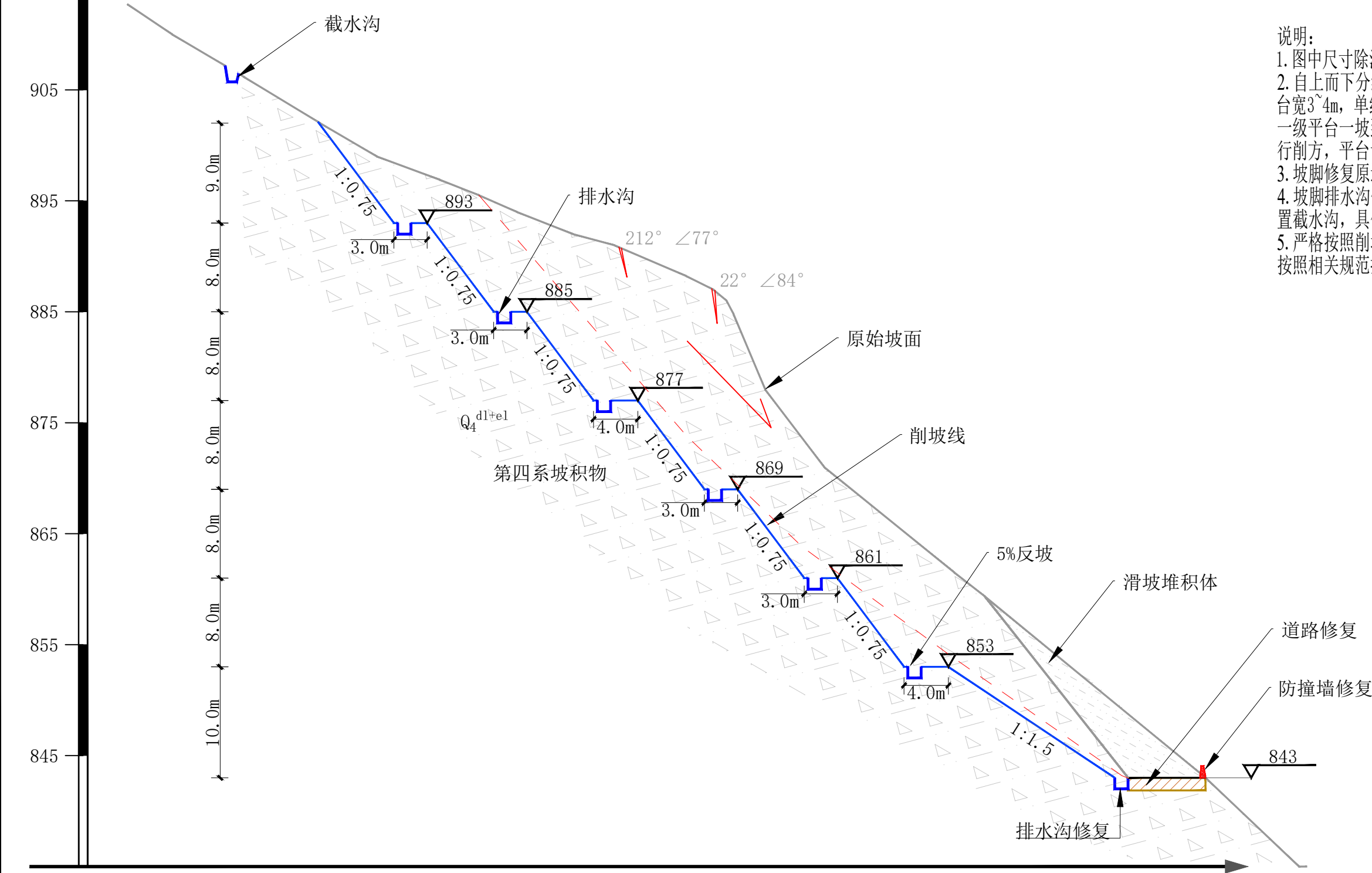
汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K7+000~K7+175滑坡

工程设计剖面图 2---2'

比例尺: 水平1:400

垂直1:400

302°



- 说明:
1. 图中尺寸除注明外均以m计。
 2. 自上而下分级削坡、清理危岩, 坡率1:0.75, 平台宽3~4m, 单级坡高8m。一级平台高程853m, 最后一级平台一坡到顶, 第一级坡面以1: 1.5的坡率进行削方, 平台设置5%的反坡。
 3. 坡脚修复原道路, 并对防撞墙进行修补。
 4. 坡脚排水沟修复后, 连接至原有排水沟; 坡顶设置截水沟, 具体尺寸见结构大样图。
 5. 严格按照削坡线开挖, 严禁超挖, 其他未尽事宜按照相关规范执行。

陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K7+000~K7+175滑坡	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		2-2'剖面工程布置图	钱志隆	张世明	李坤	1-3	2026. 02

高程 (m)

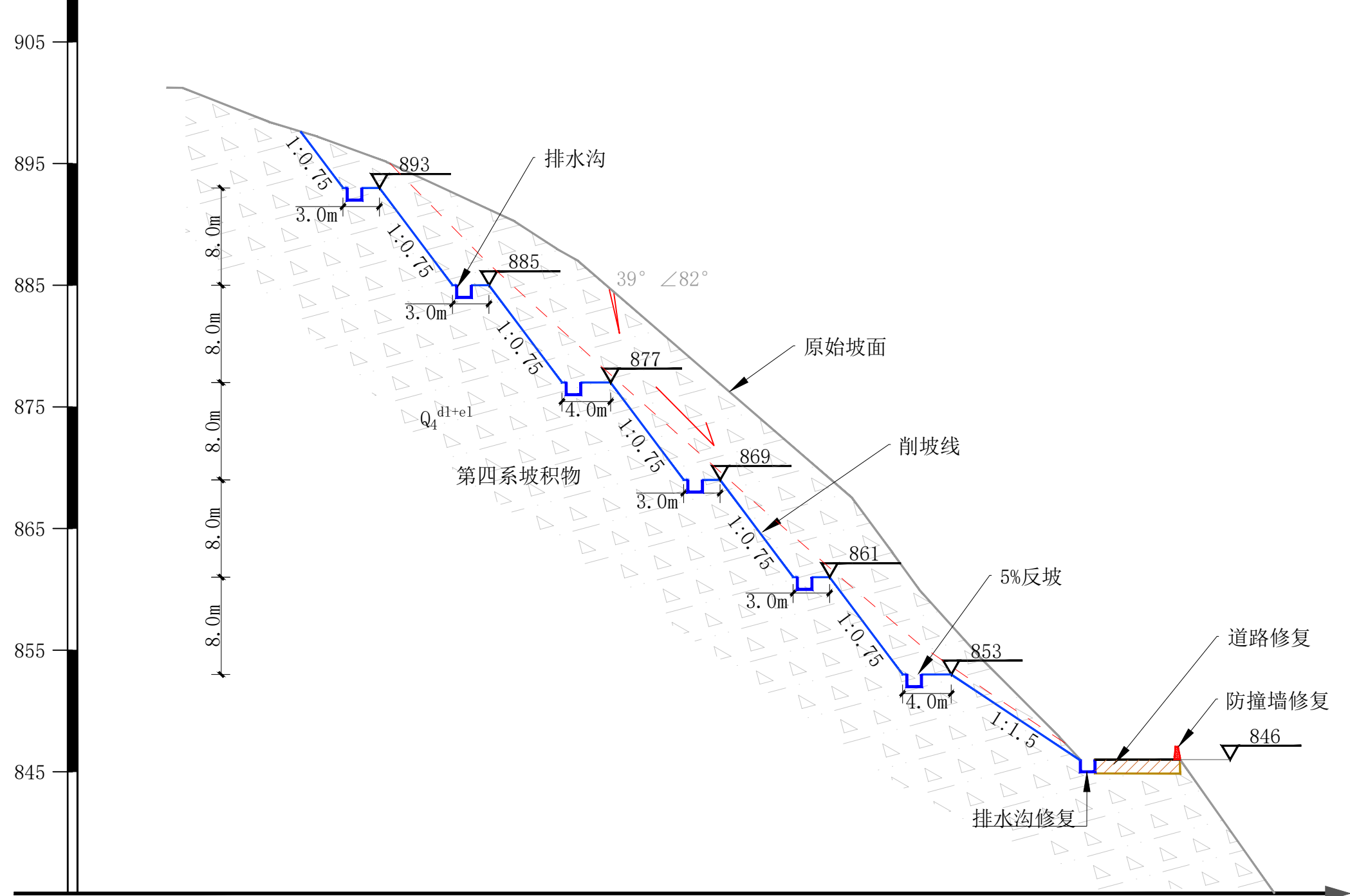
汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K7+000~K7+175滑坡

工程设计剖面图 3---3'

比例尺: 水平1:400

垂直1:400

276°



说明:

1. 图中尺寸除注明外均以m计。
2. 自上而下分级削坡、清理危岩, 坡率1:0.75, 平台宽3~4m, 单级坡高8m。一级平台高程853m, 最后一级平台一坡到顶, 第一级坡面以1:1.5的坡率进行削方, 平台设置5%的反坡。
3. 坡脚修复原道路, 并对防撞墙进行修补。
4. 坡脚排水沟修复后, 连接至原有排水沟; 坡顶设置截水沟, 具体尺寸见结构大样图。
5. 严格按照削坡线开挖, 严禁超挖, 其他未尽事宜按照相关规范执行。

陕西核工业工程勘察院有限公司

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K7+000~K7+175滑坡

图 名

3-3' 剖面工程布置图

设 计

钱志隆

校 核

张世明

审 核

李 坤

图 号

1-4

日 期

2026. 02

实施方案

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K7+410~K7+452崩塌
平面布置图 1:500

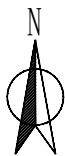
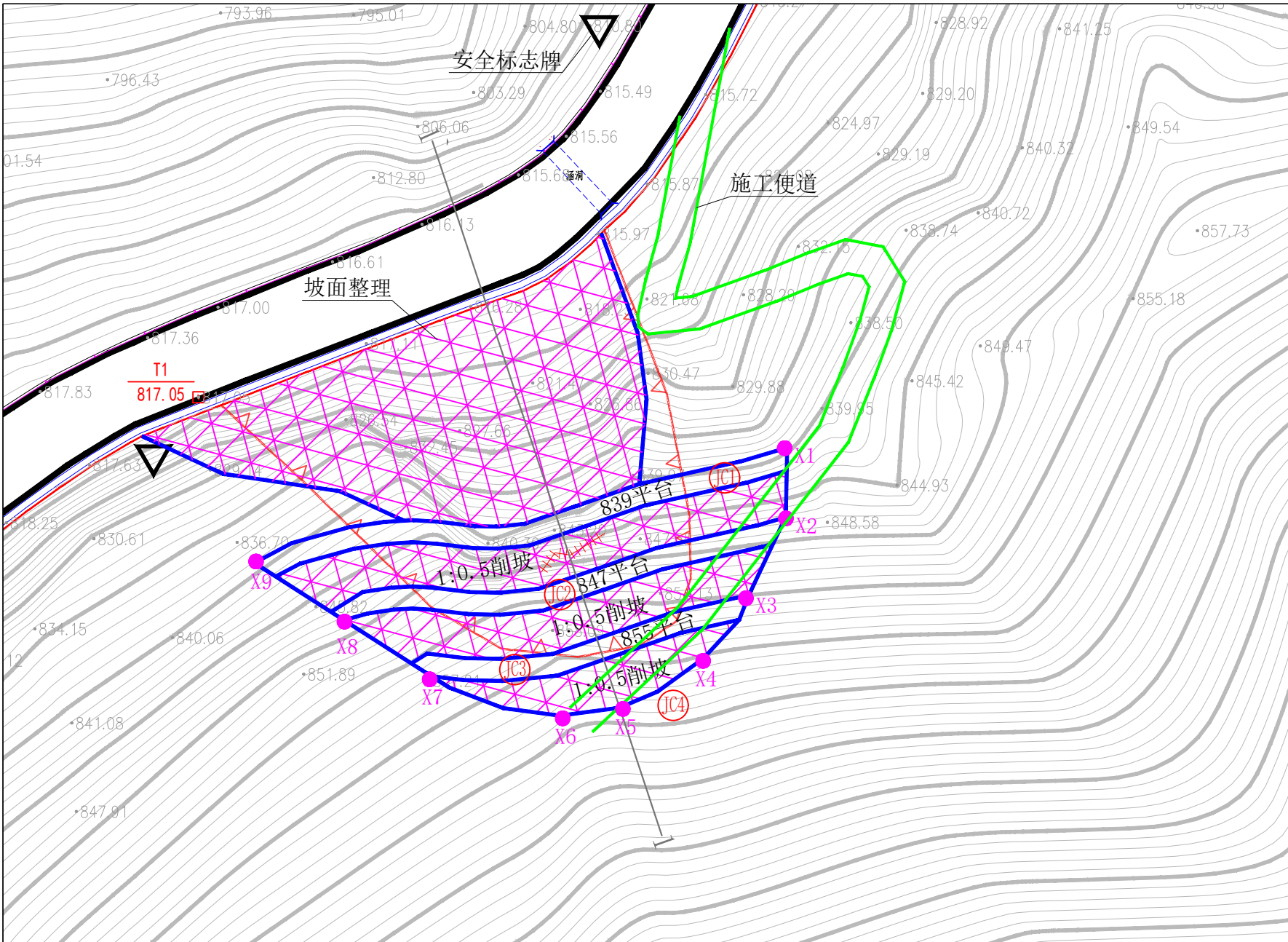


图 例

- 剖面线及编号
- 控制点位置及编号
- 削方区域
- 削坡平台
- 施工便道
- 安全标志牌
- 监测点
- 威胁范围
- 裂缝

削坡拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
X1	3680734.52	404664
X2	3680728	404663.96
X3	3680720.84	404660.17
X4	3680715.18	404656.23
X5	3680710.71	404648.94
X6	3680710.01	404643.61
X7	3680713.4	404631.56
X8	3680718.58	404623.6
X9	3680724.12	404615.87

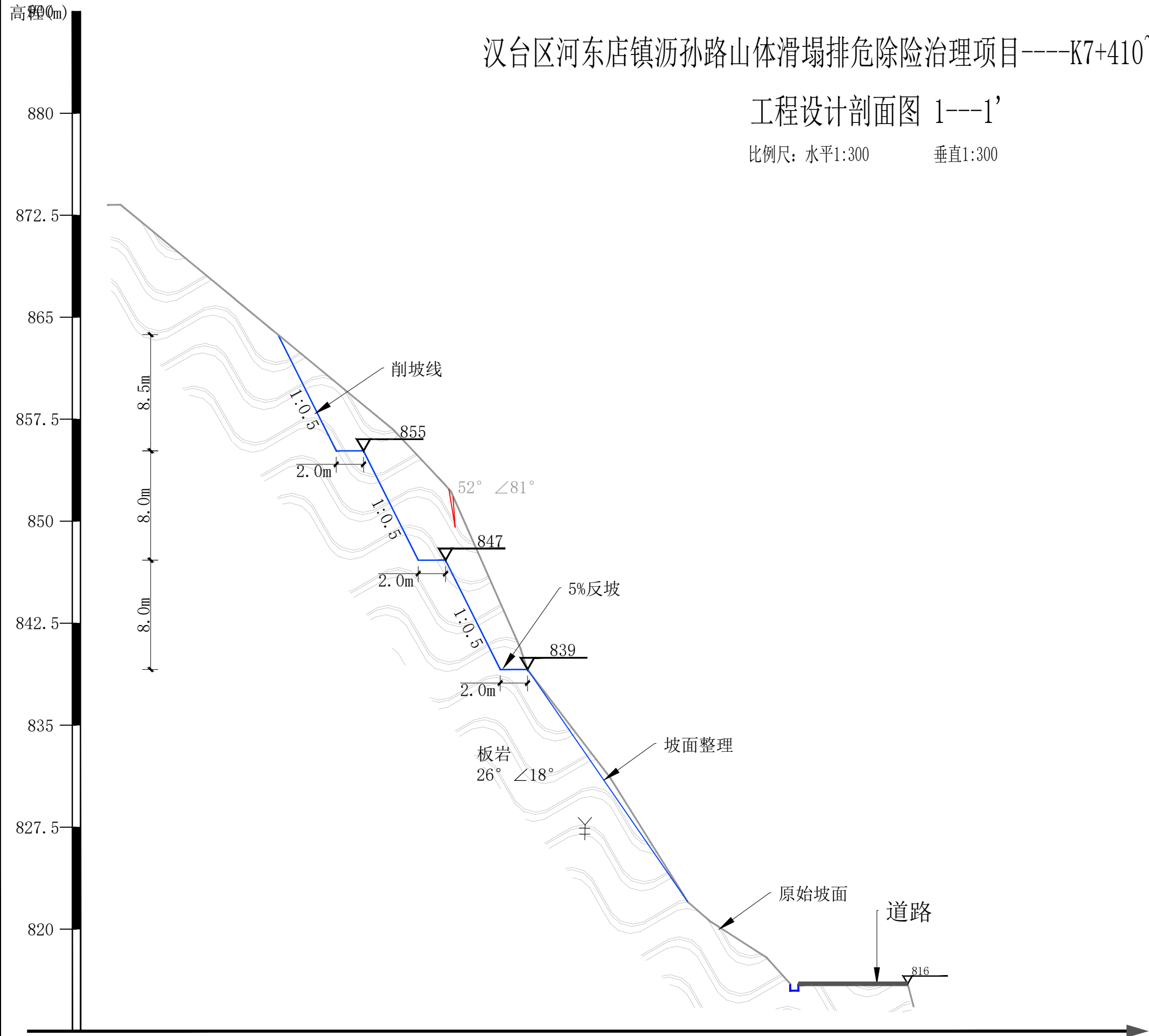
监测点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
JC1	3680731.62	404658.29
JC2	3680721.26	404643.29
JC3	3680714.39	404639.01
JC4	3680711.03	404653.64

序号	工程名称	单位	数量
2	K7+410~K7+452崩塌		
2.1	石方机械挖运	m³	2760
2.2	安全标识牌	个	2
2.3	监测点	个	4

陕西核工业工程勘察院有限公司
Shaanxi Nuclear Industry Engineering Survey Institute Co.Ltd

审 核	张 坤	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目施工图设计			
校 核	张 坤	K7+410~K7+452崩塌			
制 图	张 坤	比 例	图 示	日 期	2026. 02
项目负责	张 坤	图 号	2-1	顺 序 号	1
总工程师	张 坤				

说明：
1、本项目治理工程采用削坡减载+截水渠进行综合治理。
2、削坡卸载：本工程采用分级削坡减载方案，共设3级边坡，自上而下逐级实施。各级边坡参数如下：边坡坡率为1:0.5，坡高8m，一级边坡北侧下部需进行坡面整理，一级平台高程839m，各级边坡间设置宽度为2.0m的马路，下部坡体进行坡面整理，清除表层危岩，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。
3、未尽事宜按相关规范执行。



说明：
1. 图中尺寸除注明外均以m计。
2. 自上而下分级削坡、清理危岩，坡率1:0.5，平台宽2m，单级坡高8m。一级平台高程839m，高程839m下部坡体进行危岩体清理，最后一级平台一坡到顶，平台设置5%的反坡。
3. 严格按照削坡线开挖，严禁超挖，其他未尽事宜按照相关规范执行。

陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K7+410~K7+452崩塌	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		1-1'剖面工程布置图	钱志隆	张世林	李坤	2-2	2026. 02

实施方案

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K7+490~K7+510崩塌
平面布置图 1:500

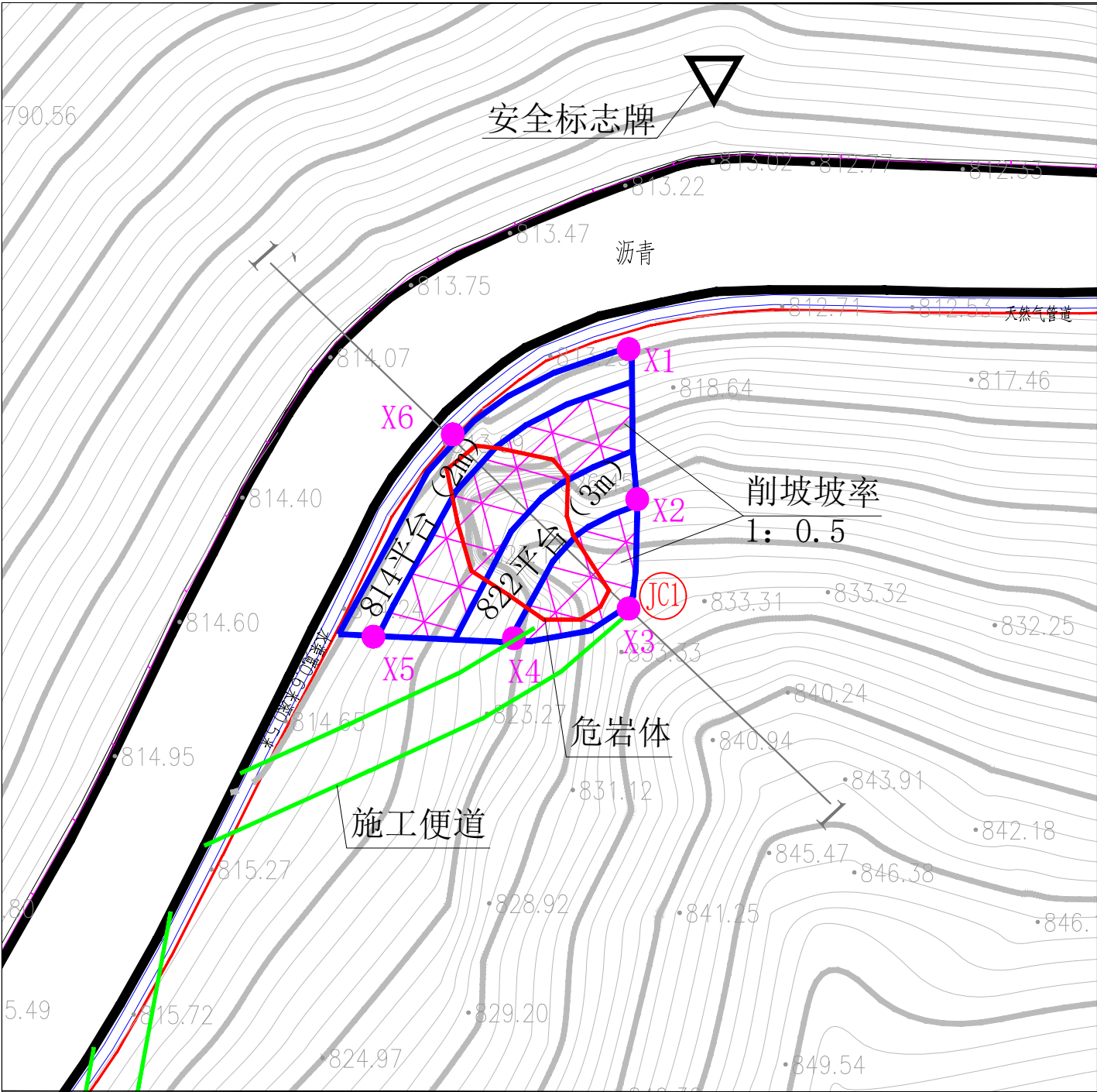


图 例

- 剖面线及编号
- 控制点位置及编号
- 削方区域
- 削坡平台
- 施工便道
- 安全标志牌
- 监测点
- 危岩体
- 威胁范围

削坡拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
X1	3680805.82	404685.7
X2	3680796.77	404686.25
X3	3680790.31	404685.6798
X4	3680788.58	404678.98
X5	3680788.62	404670.69
X6	3680800.88	404675.32

监测点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
JC1	3680791.27	404687.784

序号	工程名称	单位	数量
3	K7+490~K7+510崩塌		
3.1	石方机械挖运	m³	1172
3.2	安全标识牌	个	1
3.3	监测点	个	1

说明:

- 本项目治理工程主要进行危岩体清理。
- 削坡卸载: 边坡坡率为1:0.5, 坡高8m, 最后一级边坡一坡到顶, 一级平台高程814m, 一级平台设置宽度为2.0m的马道, 二级平台设置3m马道, 施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。
- 未尽事宜按相关规范执行。



陕西核工业工程勘察院有限公司
Shaanxi Nuclear Industry Engineering Survey Institute Co., Ltd

审 核	李 仲	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目施工图设计			
校 核	魏 如 创	K7+490~K7+510崩塌			
制 图	钱 志 隆	比 例	图 示	日 期	2026. 02
项目负责	孙 世 林	图 号	3-1	顺 序 号	1
总工程师	李 志 华				

高程 (m)

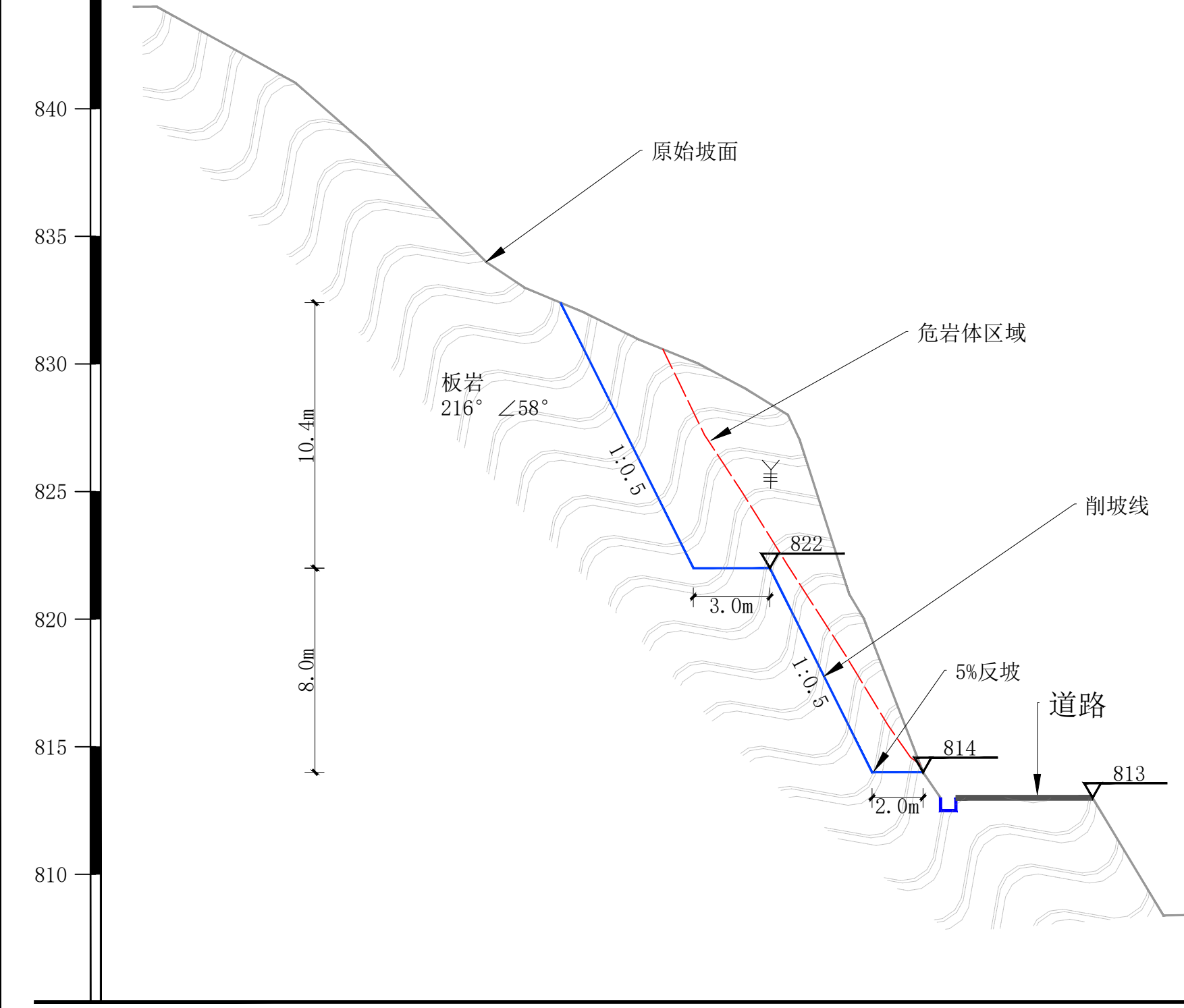
汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目---K7+490~K7+510崩塌

工程设计剖面图 1---1'

比例尺：水平1:200

垂直1:200

342°



说明:

1. 图中尺寸除注明外均以m计。
2. 自上而下分级削坡、清理危岩，坡率1:0.5，平台宽2~3m，单级坡高8m。一级平台高程814m，最后一级平台一坡到顶，平台设置5%的反坡。
3. 严格按照削坡线开挖，严禁超挖，其他未尽事宜按照相关规范执行。

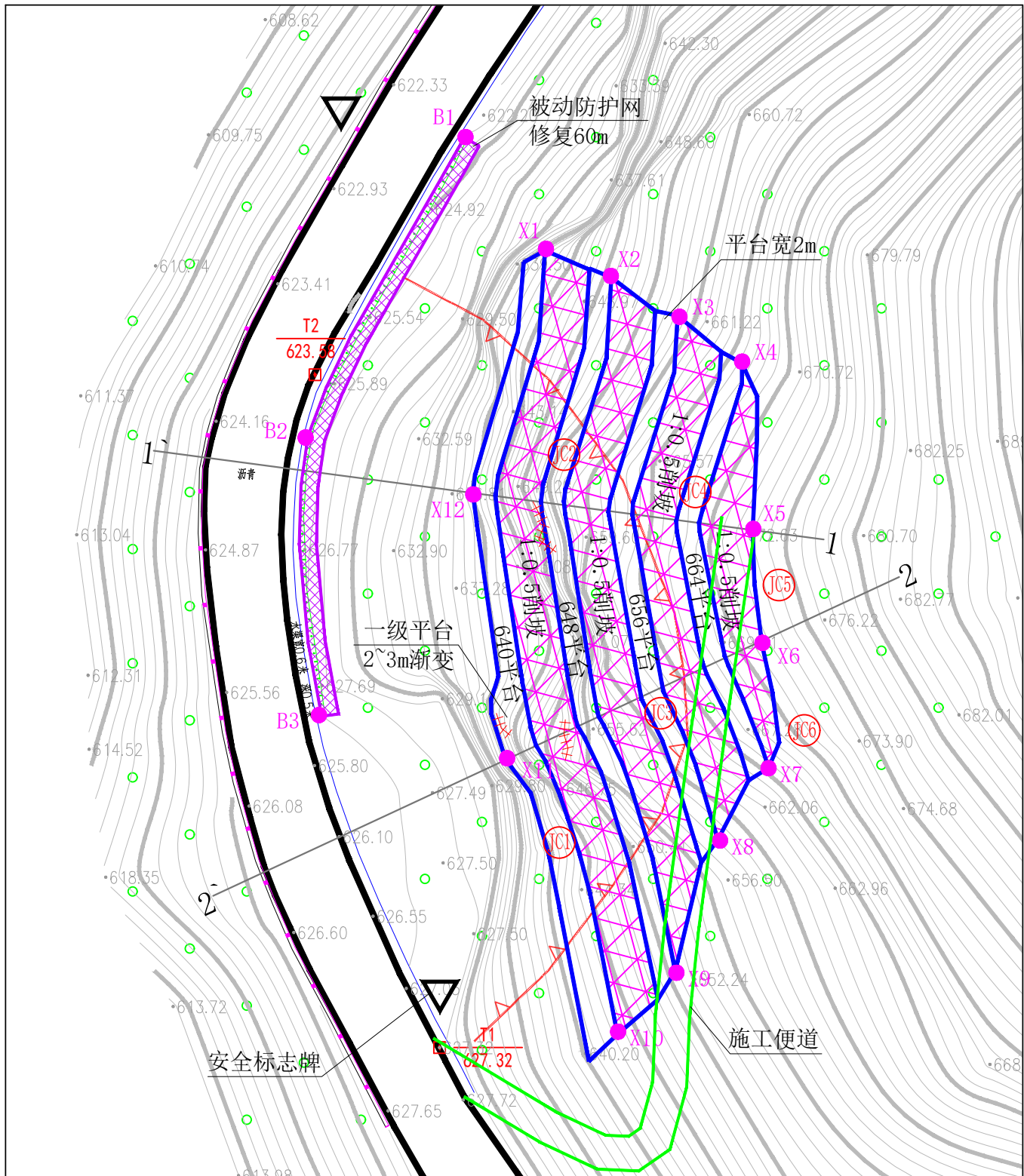
陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目---K7+490~K7+510崩塌	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		1-1'剖面工程布置图	钱志隆	张世林	李坤	3-2	2026. 02

实施方案

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K11+300~K11+403崩塌
平面布置图 1:500

说明:

- 1、本项目治理工程主要采用削坡减载+被动防护网的方式进行综合治理。
- 2、削坡卸载:边坡坡率为1:0.5,坡高8m,最后一级边坡一坡到顶,一级平台高程814m,一级平台设置宽度为2.0m的马路,二级平台设置3m马路,施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。
- 3、被动防护网修复:本次治理工程主要对原有柔性被动防护网系统进行修复与加固,系统设计防护能级为2000kJ,防护网标准高度为4m,修复段总长度约60m。标准柱距为4m,施工中可根据实际地形在合理范围内调整。
- 4、未尽事宜按相关规范执行。



被动防护网拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
B1	3681421.68	402765.15
B2	3681395.18	402750.94
B3	3681370.86	402752.32

削坡拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
X1	3681411.84	402772.06
X2	3681409.62	402777.97
X3	3681405.89	402783.75
X4	3681401.83	402789.49
X5	3681387.45	402790.40
X6	3681376.58	402791.55
X7	3681366.24	402791.92
X8	3681359.76	402787.4
X9	3681348.27	402783.58
X10	3681343.27	402778.41
X11	3681367.12	402768.78
X12	3681390.23	402765.77

监测点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
JC1	3681359.94	402773.02
JC2	3681393.48	402773.56
JC3	3681370.87	402782.42
JC4	3681390.45	402785.56
JC5	3681382.33	402792.73
JC6	3681369.54	402794.96

序号	工程名称	单位	数量
4	K11+300~K11+403崩塌		
4.1	石方机械挖运	m³	6420
4.2	被动防护网	m²	240
4.2.1	防护网	m²	240
4.2.2	C30混凝土	m³	8
4.2.3	钢筋	t	6.485
4.3	安全标识牌	个	2
4.4	监测点	个	6

图 例

剖面线及编号

控制点位置及编号

削方区域

削坡平台

施工便道

被动防护网

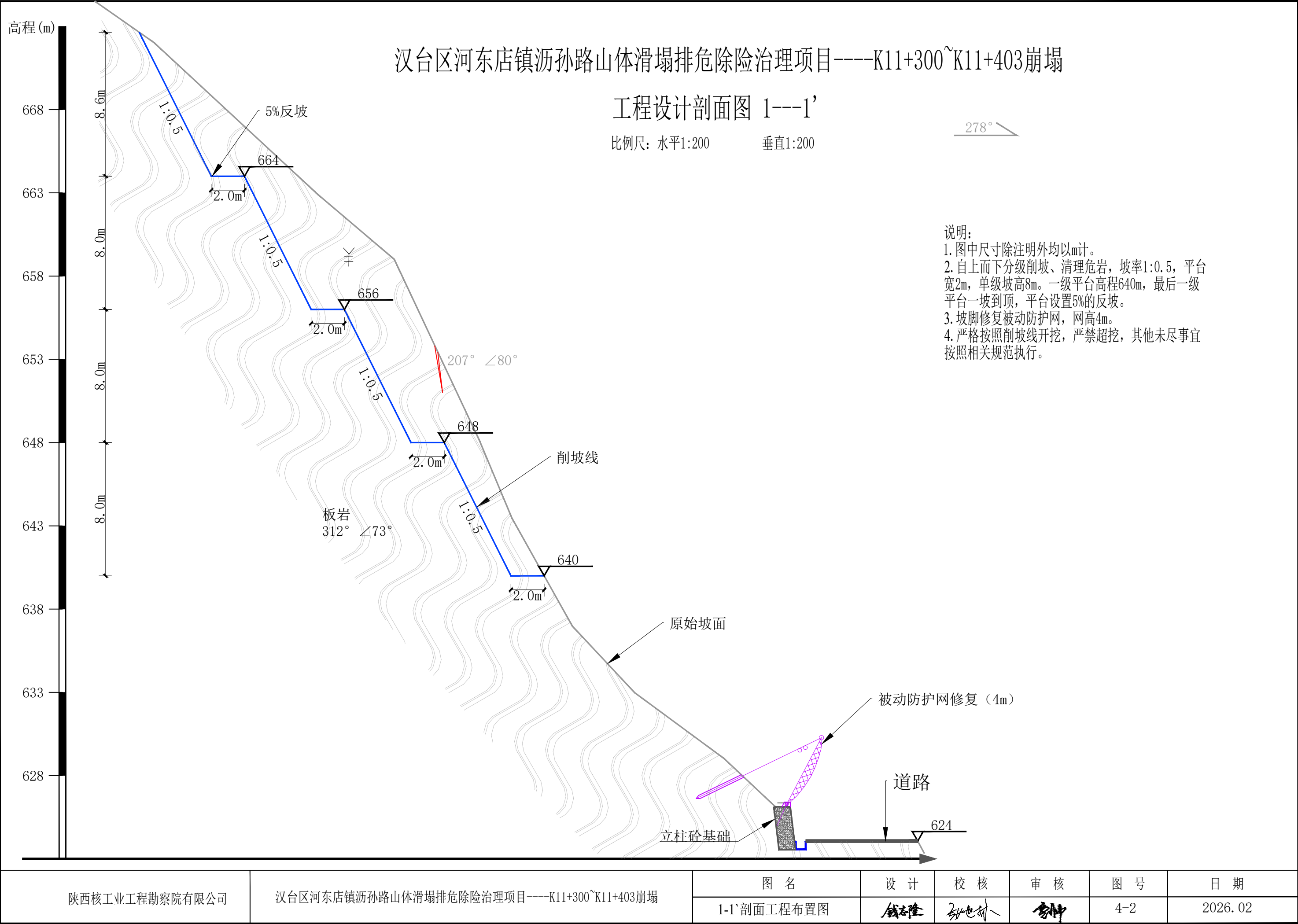
安全标志牌

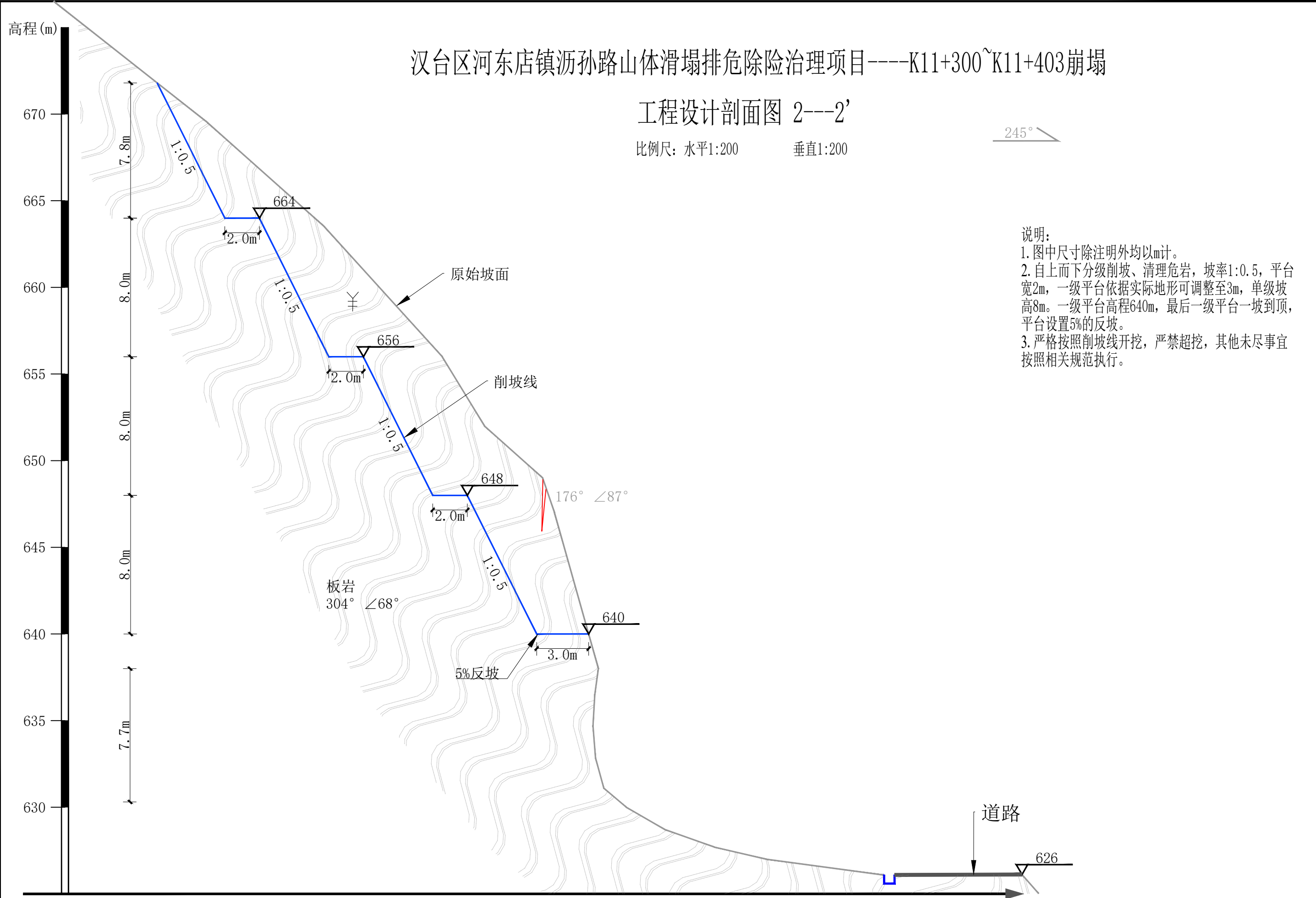
监测点

威胁范围

裂缝

陕西核工业工程勘察院有限公司					
Shaanxi Nuclear Industry Engineering Survey Institute Co.Ltd					
审 核	李 坤	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目施工图设计			
校 核	张 强				
制 图	钱 强	K11+300~K11+403崩塌			
项目负责	张 强	比 例	图示	日 期	2026. 02
总工程师	李 坤	图 号	4-1	顺 序 号	1

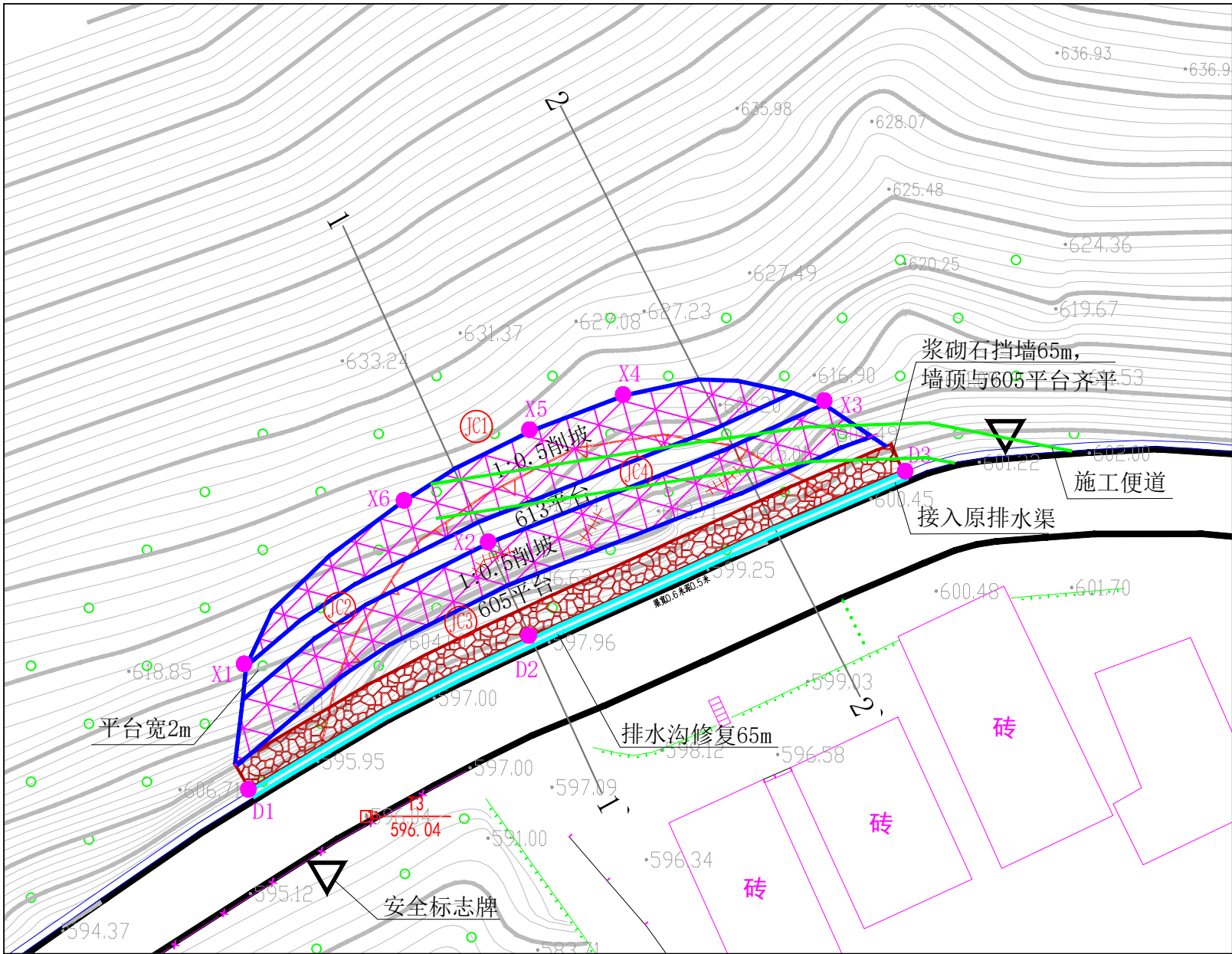




陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K11+300~K11+403崩塌	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		2-2'剖面工程布置图	钱志隆	张世林	李坤	4-3	2026.02

实施方案

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K12+000~K12+075崩塌
平面布置图 1:500



挡墙拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
D1	3681526.8	402736.91
D2	3681540.07	402761.2
D3	3681554.21	402793.62

削坡拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
X1	3681537.7	402736.66
X2	3681548.25	402757.59
X3	3681560.33	402786.64
X4	3681560.94	402769.29
X5	3681557.96	402761.06
X6	3681551.87	402750.33

监测点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
JC1	3681558.37	402756.43
JC2	3681542.89	402744.85
JC3	3681541.46	402755.07
JC4	3681554.34	402770.63

序号	工程名称	单位	数量
5	K12+000~K12+075崩塌		
5.1	石方机械挖运	m³	3580
5.2	浆砌石挡墙	m	65
5.2.1	基础土方挖运	m³	332
5.2.2	M7.5浆砌石	m³	774
5.2.3	pvc泄水孔	m	98
5.2.4	伸缩缝	m²	78
5.2.5	反滤包	m³	52
5.2.6	回填料(3:7灰土)	m³	72
5.2.7	砂浆抹面	m²	390
5.3	排水沟	m	65
5.3.1	沟渠土方挖运	m³	45
5.3.2	模板	m²	195
5.3.3	C25混凝土	m³	23
5.3.4	伸缩缝	m²	3
5.3.5	土方回填	m³	9
5.4	安全标识牌	个	2
5.5	监测点	个	4

图 例	
	剖面线及编号
	控制点位置及编号
	削方区域
	削坡平台
	施工便道
	浆砌石挡墙
	截、排水沟
	安全标志牌
	监测点
	威胁范围
	裂缝

说明:

- 1、本项目治理工程采用削坡减载+浆砌石挡墙+排水渠进行综合治理。
- 2、削坡卸载:边坡坡率为1:0.5,坡高8m,边坡下部需进行坡面整理,便于挡墙施工,一级平台高程605m,各级边坡间设置宽度为2.0m的马道,施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。
- 3、浆砌石挡墙:设计D1~D3段挡墙长65m,高7.5m(地面以上6m),面坡坡比1:0.25,背坡坡比1:0.15,挡墙顶宽1m,采用1个扩展墙趾台阶,台阶宽1m,基础埋深1.5m,基础坡比0.15:1,基础设置在基岩层上。
- 4、排水渠:设计修复排水渠断面形状为矩形,长度65m,净尺寸0.5m×0.6m,壁厚0.15m,用C25混凝土浇筑。
- 5、未尽事宜按相关规范执行。



陕西核工业工程勘察院有限公司
Shaanxi Nuclear Industry Engineering Survey Institute Co.,Ltd

审 核	张 冲	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目施工图设计			
校 核	张 冲	K12+000~K12+075崩塌			
制 图	钱志隆	项目负责	张 冲	比 例	图示
总工程师	张 冲	图 号	5-1	日 期	2026.02
		顺序号	1		

高程 (m)

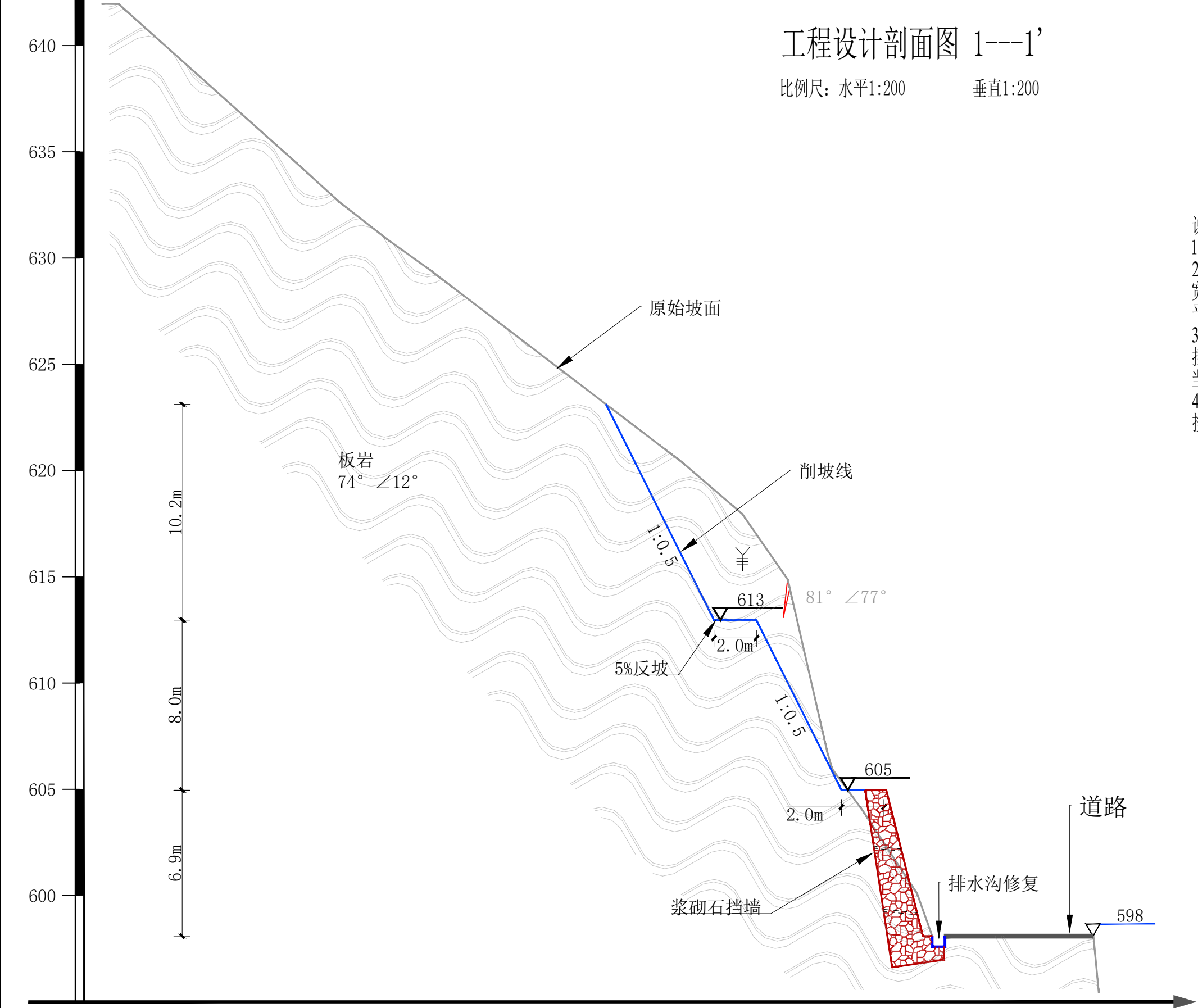
汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K12+000~K12+075崩塌

工程设计剖面图 1---1'

比例尺: 水平1:200

垂直1:200

155°



说明:

1. 图中尺寸除注明外均以m计。
2. 自上而下分级削坡、清理危岩, 坡率1:0.5, 平台宽2m, 单级坡高8m。一级平台高程605m, 最后一级平台一坡到顶, 平台设置5%的反坡。
3. 坡脚修筑浆砌石挡土墙, 墙顶与第一级平台齐平, 挡墙地面外露部分为6m, 高度依据实际地形进行适当调整。挡墙施工完成后, 在墙趾位置修复排水沟。
4. 严格按照削坡线开挖, 严禁超挖, 其他未尽事宜按照相关规范执行。

陕西核工业工程勘察院有限公司

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K12+000~K12+075崩塌

图 名

1-1'剖面工程布置图

设 计

钱志隆

校 核

张世明

审 核

李 坤

图 号

5-2

日 期

2026. 02

高程 (m)

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K12+000~K12+075崩塌

工程设计剖面图 2---2'

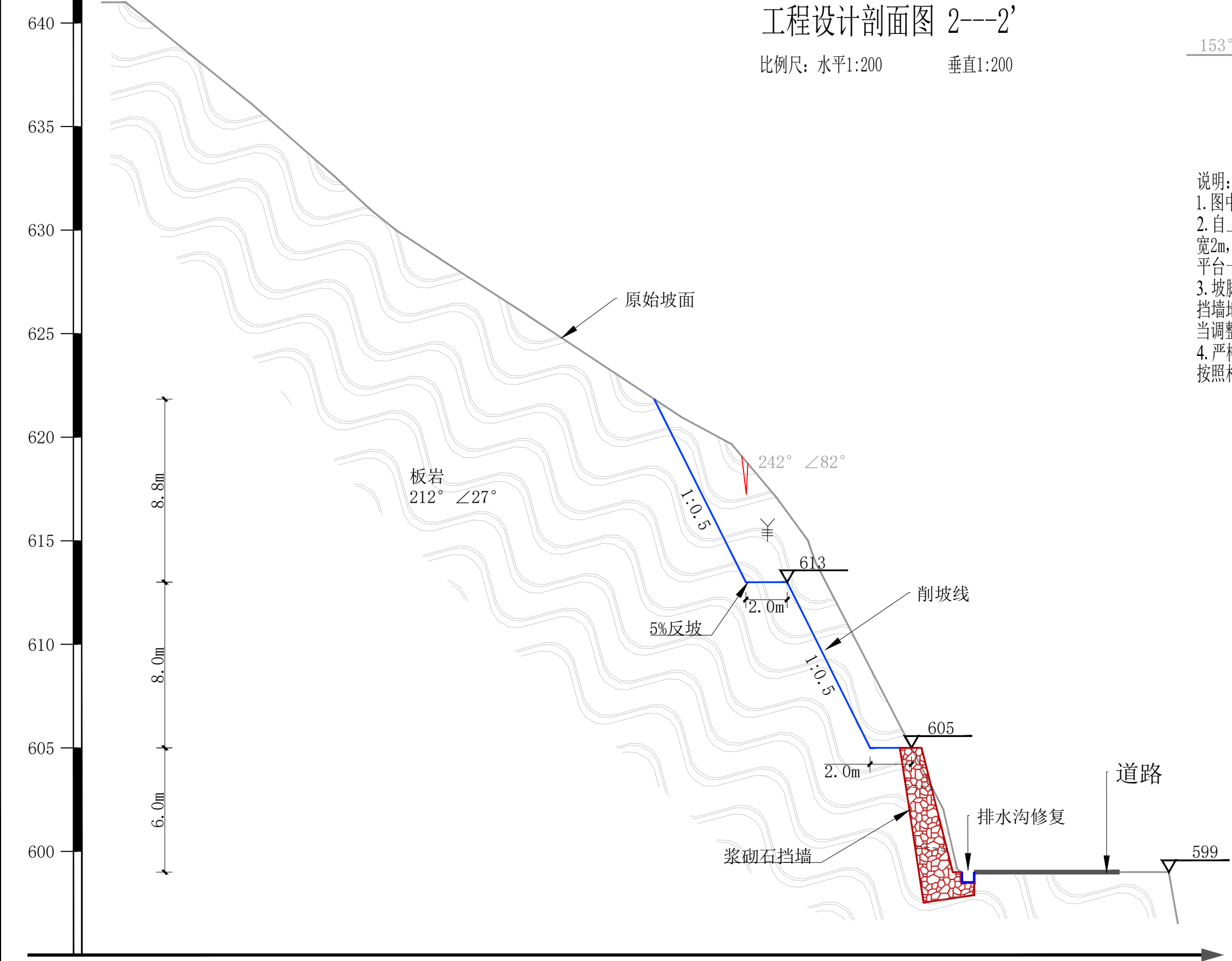
比例尺: 水平1:200

垂直1:200

153°

说明:

1. 图中尺寸除注明外均以m计。
2. 自上而下分级削坡、清理危岩, 坡率1:0.5, 平台宽2m, 单级坡高8m。一级平台高程605m, 最后一级平台一坡到顶, 平台设置5%的反坡。
3. 坡脚修筑浆砌石挡土墙, 墙顶与第一级平台齐平, 挡墙地面外露部分为6m, 高度依据实际地形进行适当调整。挡墙施工完成后, 在墙趾位置修复排水沟。
4. 严格按照削坡线开挖, 严禁超挖, 其他未尽事宜按照相关规范执行。



陕西核工业工程勘察院有限公司

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K12+000~K12+075崩塌

图 名

2-2'剖面工程布置图

设 计

钱志隆

校 核

张世明

审 核

李 强

图 号

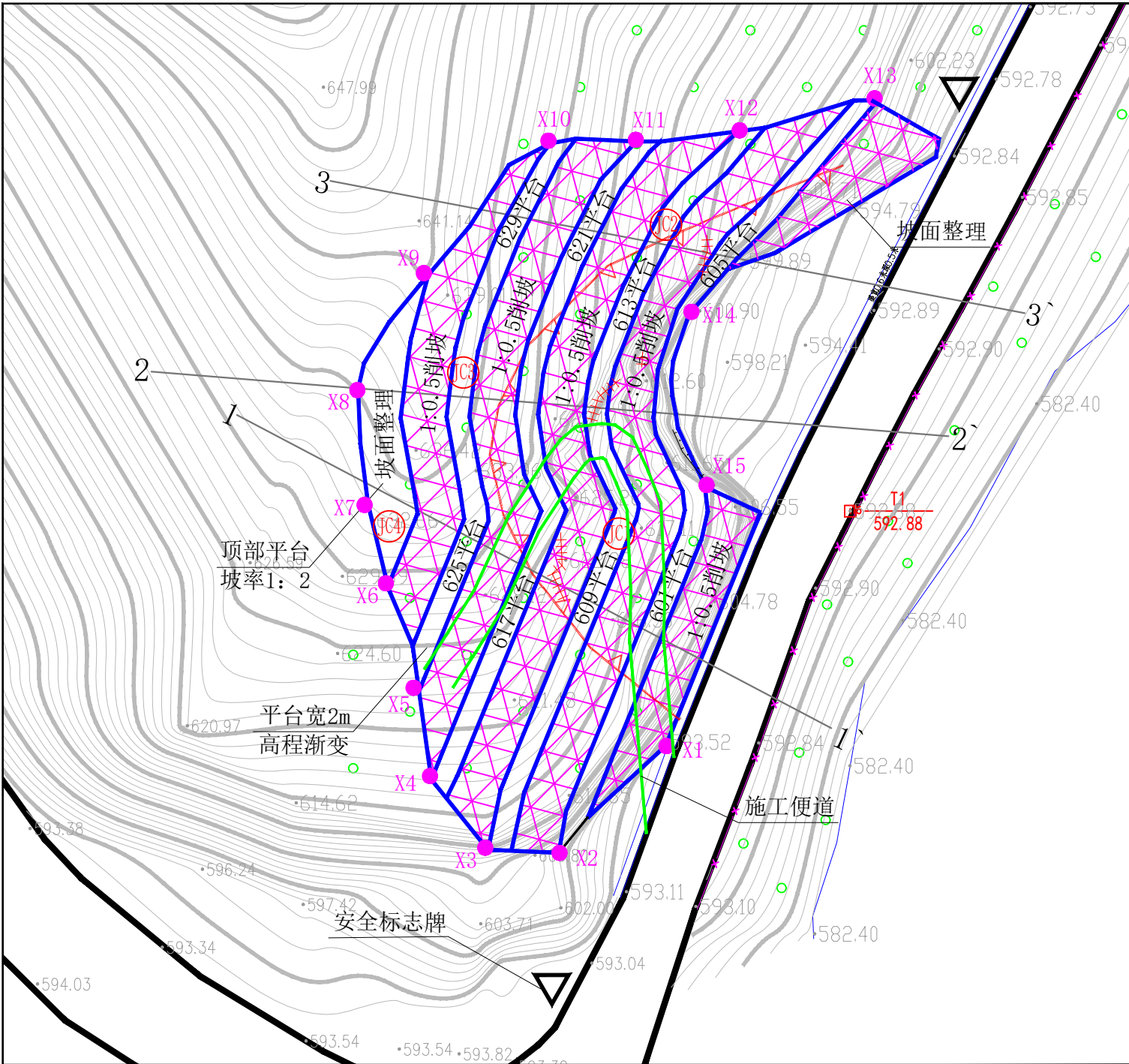
5-3

日 期

2026. 02

实施方案

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目——K12+200~K12+290崩塌
平面布置图 1:500



削坡拐点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
X1	3681379.52	402625.69
X2	3681370.12	402616.37
X3	3681370.37	402609.82
X4	3681376.58	402605.05
X5	3681384.62	402603.6
X6	3681393.82	402601.13
X7	3681400.74	402599.09
X8	3681410.89	402598.58
X9	3681421.15	402604.39
X10	3681432.8	402615.44
X11	3681432.79	402622.93
X12	3681433.66	402632.28
X13	3681436.63	402644.22
X14	3681417.73	402628.07
X15	3681402.43	402629.34

监测点坐标		
点号	X坐标	Y坐标
JC1	3681398.27	402621.73
JC2	3681425.42	402625.77
JC3	3681412.53	402607.75
JC4	3681398.83	402601.34

序号	工程名称	单位	数量
6	K12+200~K12+290崩塌		
6.1	石方机械挖运	m³	11560
6.2	安全标识牌	个	2
6.3	监测点	个	4

图 例

剖面线及编号

控制点位置及编号

削方区域

削坡平台

施工便道

安全标志牌

监测点

威胁范围

裂缝

说明：

1、本项目治理工程主要采用削坡减载的方式进行治理。

2、削坡卸载：本工程采用分级削坡减载方案，共设5级边坡，自上而下逐级实施。各级边坡参数如下：边坡坡率为1:0.5，坡高8m，一级边坡北侧下部需进行坡面整理，一级平台高程由601m渐变至605m，二级平台标高由609m渐变至613m，以此类推；各级边坡间设置宽度为2.0m的马道，最后一级边坡采用缓坡处理，坡率为1:2，施工中可根据实际地质条件在确保稳定的前提下适当调整。

3、未尽事宜按相关规范执行。

陕西核工业工程勘察院有限公司

Shaanxi Nuclear Industry Engineering Survey Institute Co., Ltd

审 核	张 坤	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目施工图设计			
校 核	张 坤	K12+200~K12+290崩塌			
制 图	张 坤	比 例	图 示	日 期	2026. 02
项目负责	张 坤	图 号	6-1	顺 序 号	1
总工程师	张 坤				



陕西核工业工程勘察院有限公司

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K12+200~K12+290崩塌

图 名
1-1'剖面工程布置图

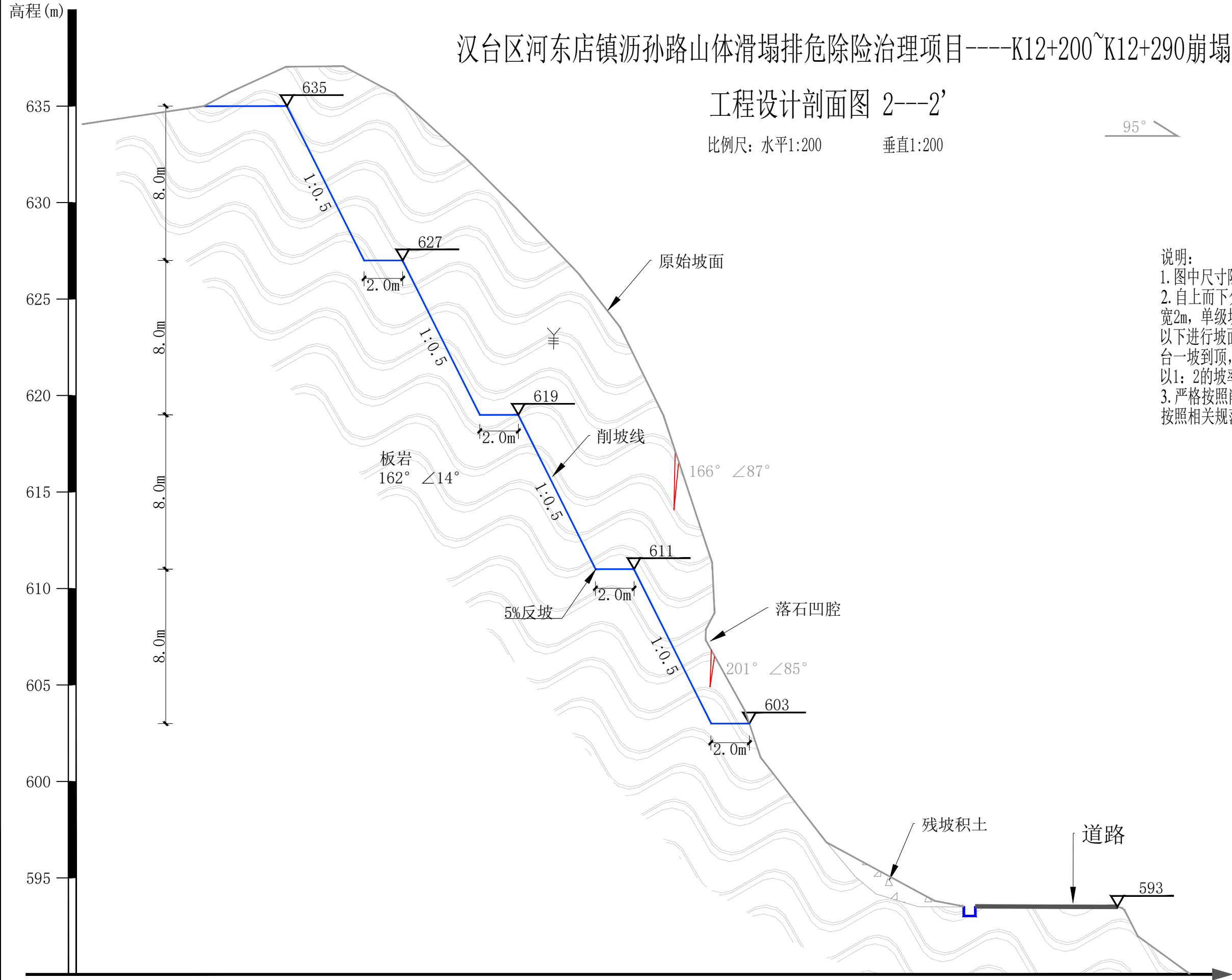
设 计
钱志隆

校 核
张世林

审 核
李坤

图 号
6-2

日 期
2026. 02



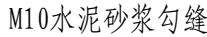
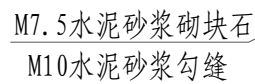
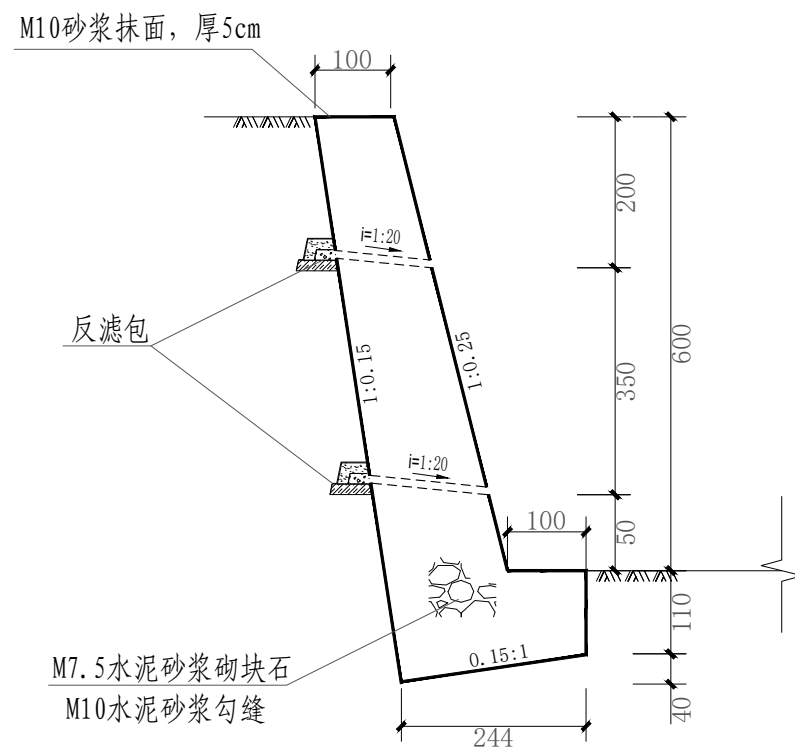
说明:

1. 图中尺寸除注明外均以m计。

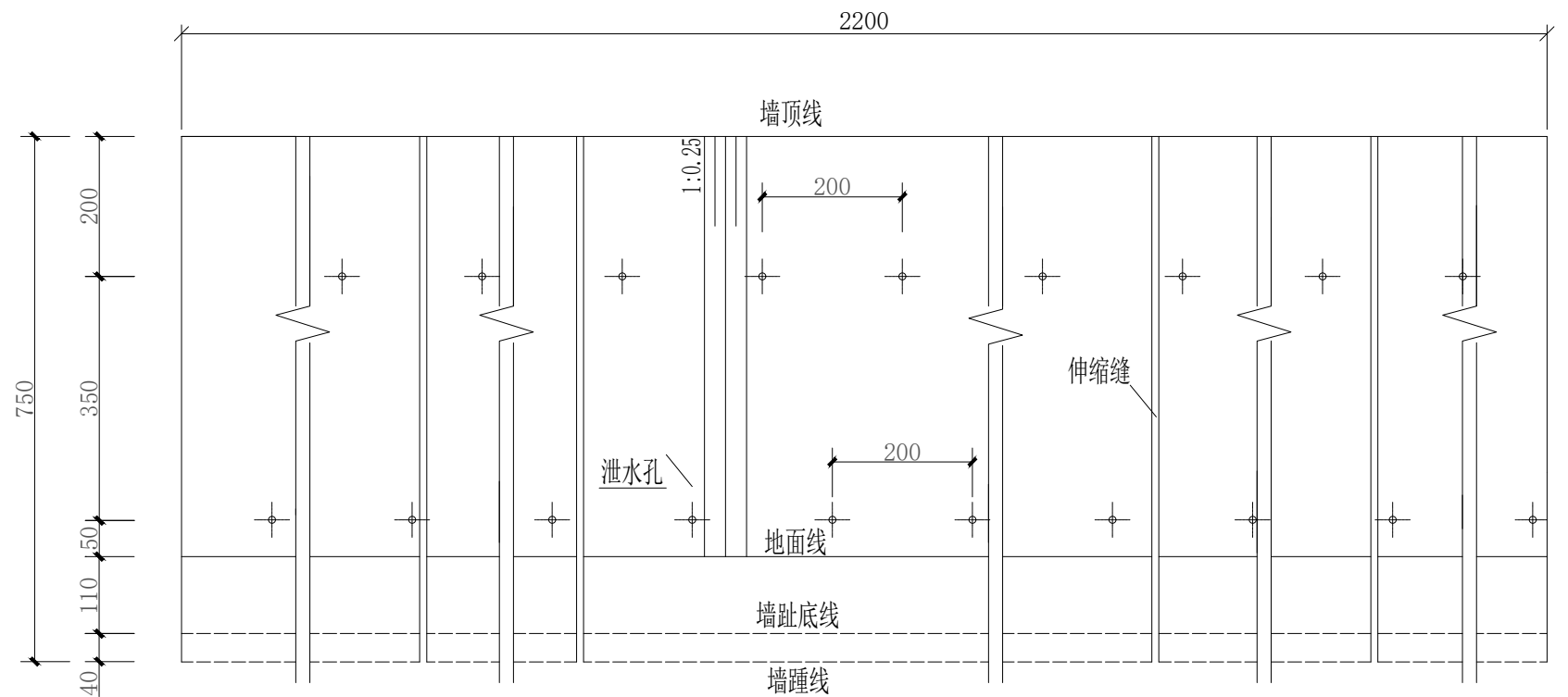
2. 自上而下分级削坡、清理危岩, 坡率1:0.5, 平台宽2m, 单级坡高8m。一级平台高程603m, 一级平台以下进行坡面修整, 清除表层危岩体, 最后一级平台一坡到顶, 平台高程由南至北逐渐增大; 635平台以1:2的坡率进行削方处理, 平台设置5%的反坡。

3. 严格按照削坡线开挖, 严禁超挖, 其他未尽事宜按照相关规范执行。

陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目----K12+200~K12+290崩塌	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		2-2'剖面工程布置图	钱志隆	张世林	李坤	6-3	2026.02



挡墙标准断面图 1: 100



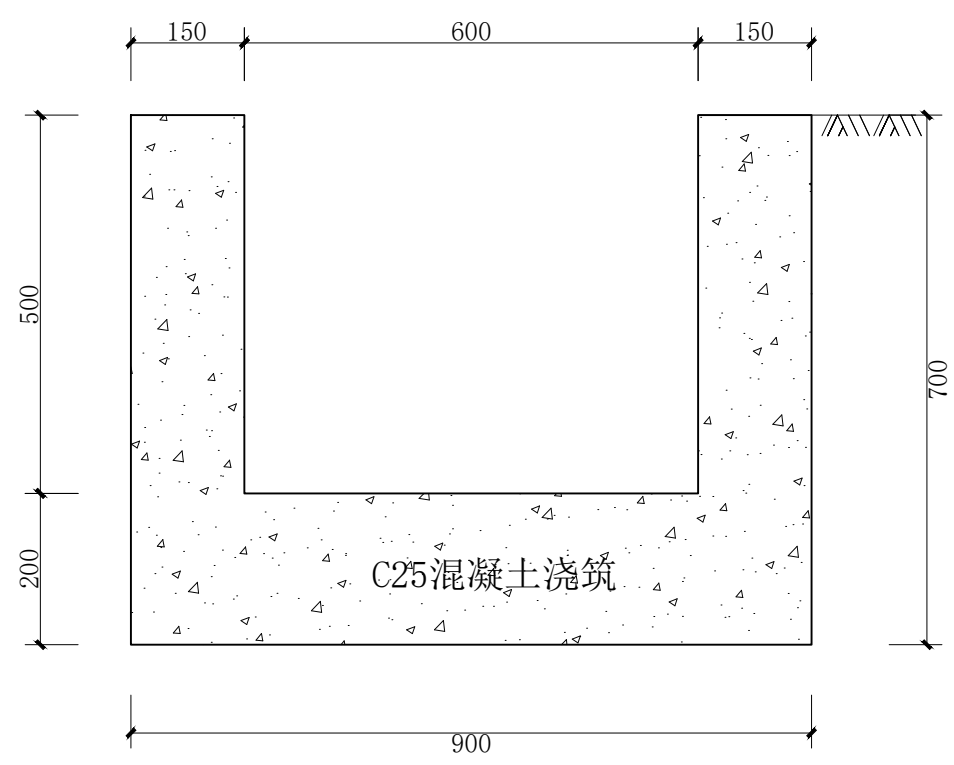
新建挡墙工程量一览表

工程名称	M7.5浆砌石 (m³)	M10砂浆抹面 (m²)	土方开挖 (m³)	土方回填 (m³)	反滤包 (m³)	φ110泄水管 (m)	伸缩缝 (m²)
挡土墙工程每延米	11.9	6.5	5.10	1.1	0.8	1.5	1.19

说 明:

1. 图中尺寸以cm计。
2. 挡墙基础位于基岩层, 具体位置详见治理工程剖面图。
3. 墙身采用M7.5水泥砂浆砌筑, 砌筑时片(块)石间砂浆应坐满, 表面勾缝处理, 砌筑时应分层砌筑, 分层回填, 砌筑完成后应注意养护。墙顶用M10水泥砂浆抹成5%外斜护顶, 厚度5cm。
4. 挡墙基础应采用分段开挖, 开挖长度不得大于10m。施工期间应对边坡进行监测, 并做好防水、安全措施。
5. 材料要求
石料: 采用质地坚硬、均匀、不宜风化的片、块石。抗压强度不小于30MPa, 片石中部厚度不应小于15cm。
砂浆: 砌体采用M7.5水泥砂浆, 勾缝采用M10水泥砂浆。
6. 墙体预埋 $\phi 110$ PVC泄水管, 排距3.5m, 间距2.0m, 梅花形布置。
7. 墙后泄水孔处理设反滤包。
8. 墙身每隔10m设置一道伸缩缝, 缝宽30mm, 缝中填塞深度不小于200mm, 用聚乙烯泡沫板填塞。在地基性状和挡墙高度变化处应设置沉降缝, 具体可根据实际情况进行适当调整。
9. 基槽开挖后, 若设计与实际情况不符, 应以实际情况重新拟定墙身断面。
10. 图中未尽事宜按设计报告及相关规范执行。

陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		挡墙大样图	钱志隆	张世林	李 伟	7-1	2026. 02



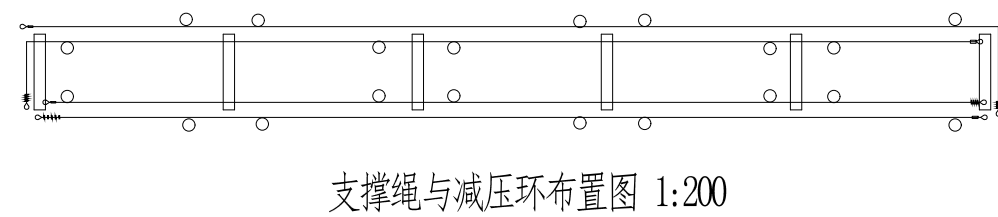
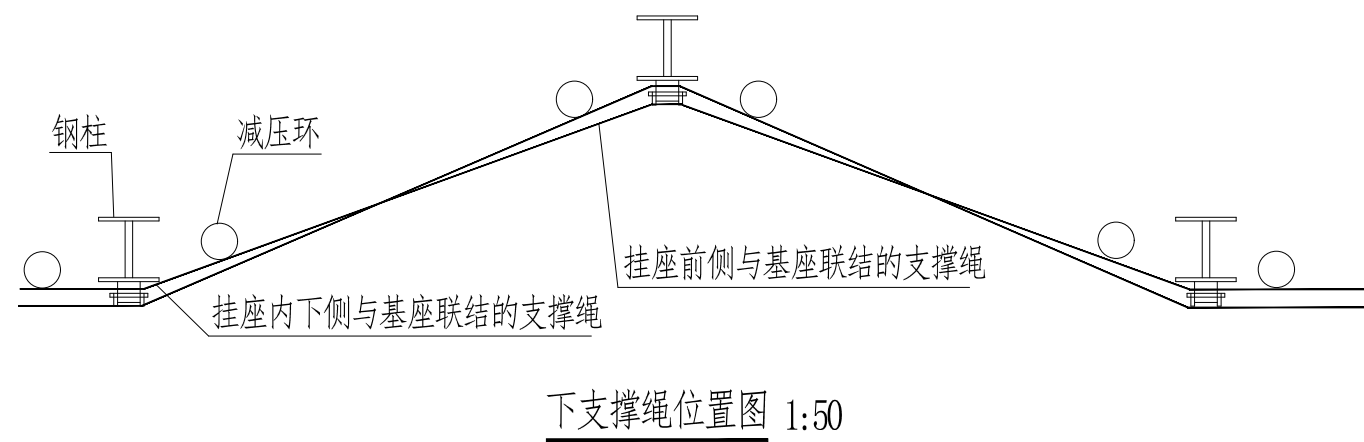
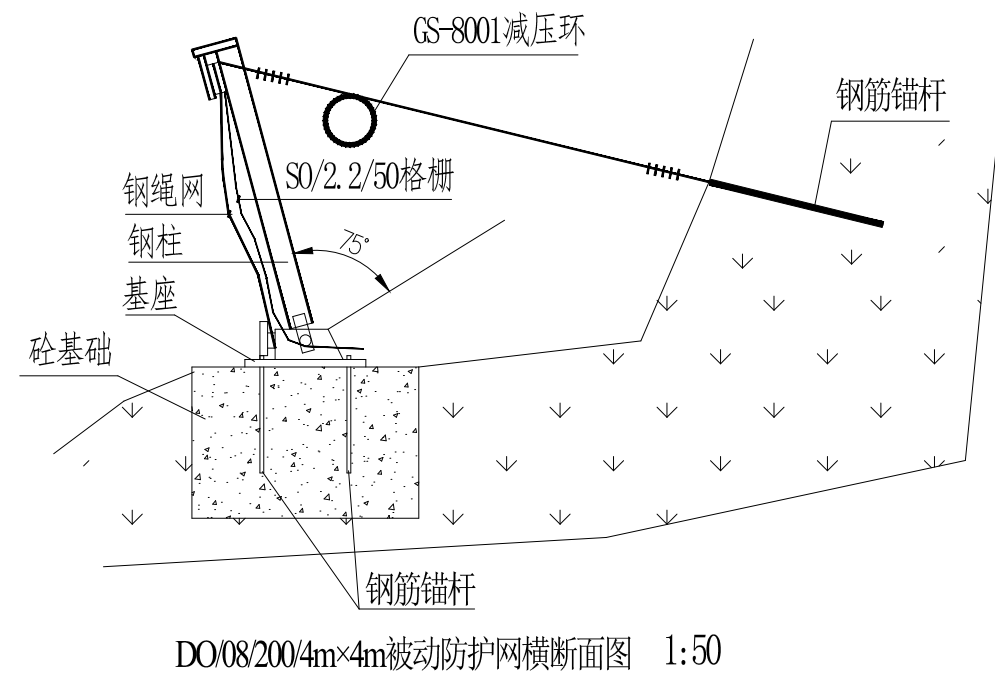
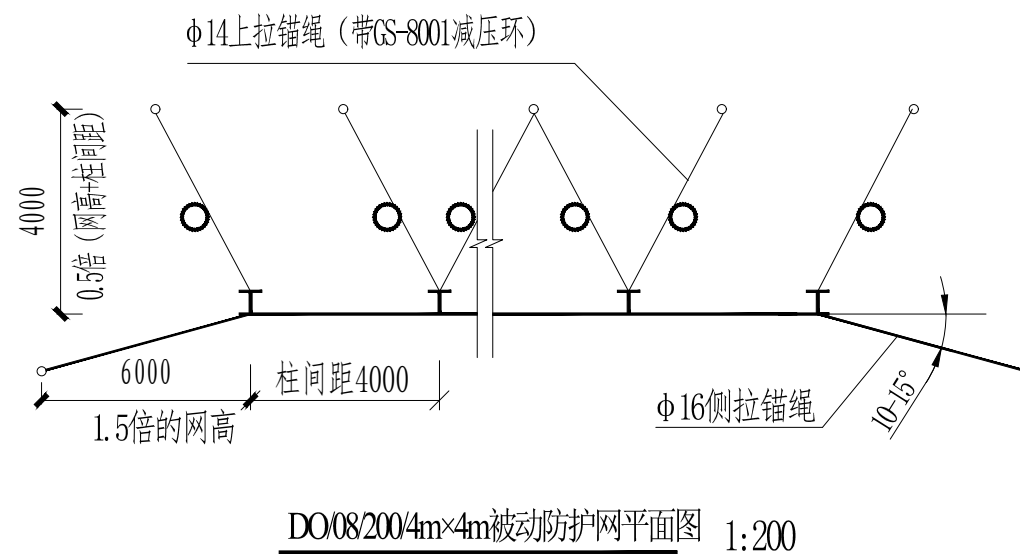
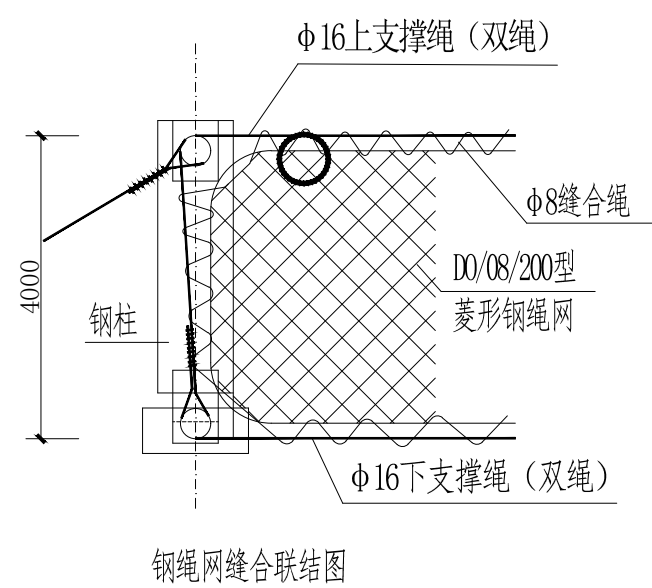
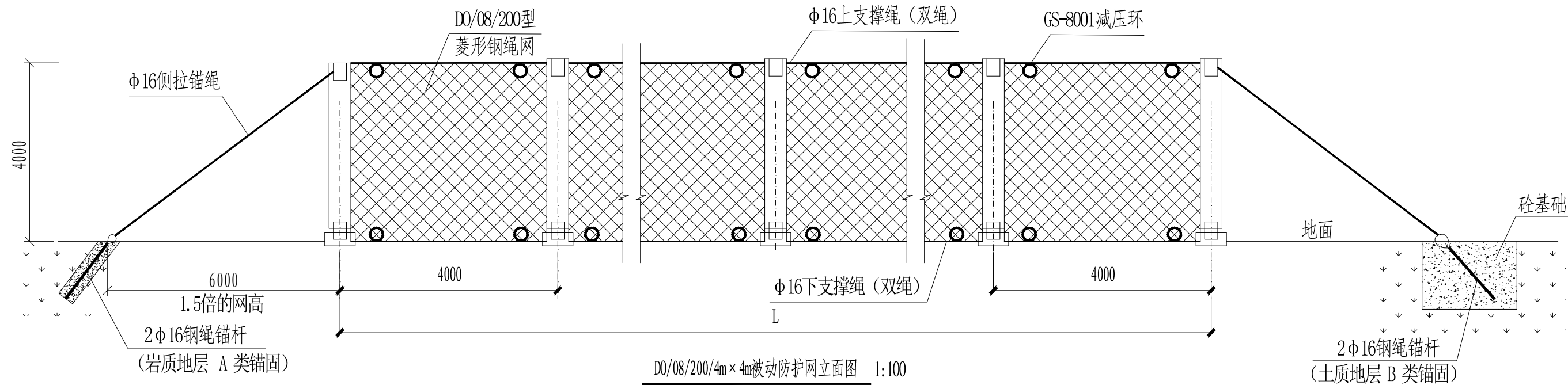
排水渠断面图
1:10

排水渠每延米工程量

位置	沟槽土方挖运 (m³/m)	C25凝土浇筑 (m³/m)	伸缩缝 (m²/m)	渠壁回填 (m³/m)	模板 (m²/个)
排水渠	0.68	0.35	0.04	0.14	3.0

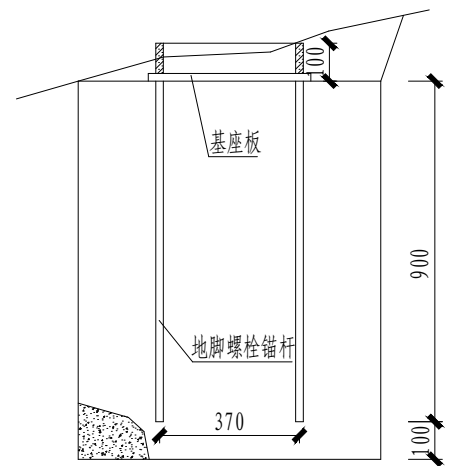
说明:

- 1、图中尺寸以mm为单位，比例见图注。
- 2、排水渠应谨慎开挖，避免超挖。
- 3、排水渠衔接处应渐变过渡，并修筑圆顺，保证顺畅排水。
- 4、在坡面或自然坡度大于1:20或局部高差较大，可设置吊沟和消力池。
- 5、排水渠采用C25混凝土带模板浇筑，排水沟纵向坡率不得小于3‰，
- 6、水渠每隔10m设伸缩缝一道，缝宽2cm，用一毡两油塞紧，表面用砂浆抹平，防止漏水。
- 7、未尽之处按设计报告文字部分及相关规范执行。

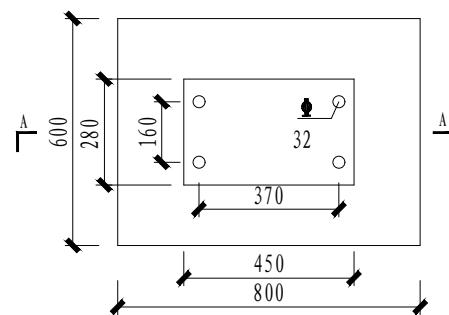


- 说明:
- 1、图中尺寸均以mm计。
 - 2、本图为标准安装图,有关位置尺寸可根据实际情况作适当调整。
 - 3、未尽事宜见设计说明及相关规范。

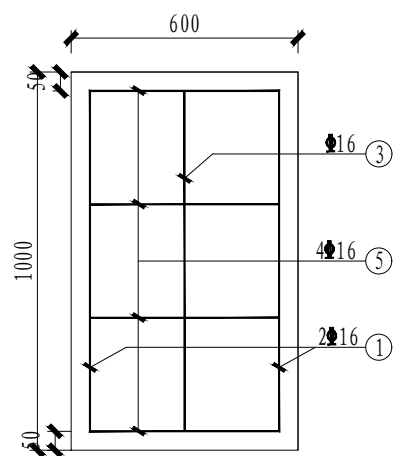
陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		RXI-200型被动防护系统结构图(一)	钱志隆	张世明	李坤	7-3	2026.02



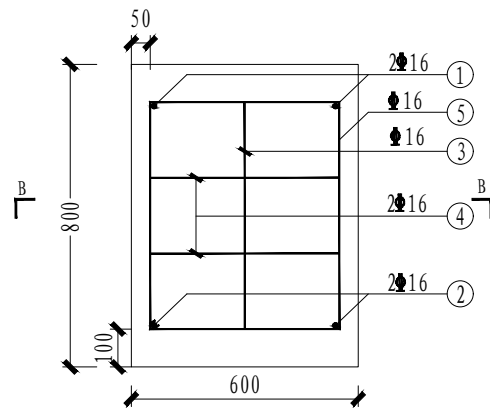
A-A 1:20



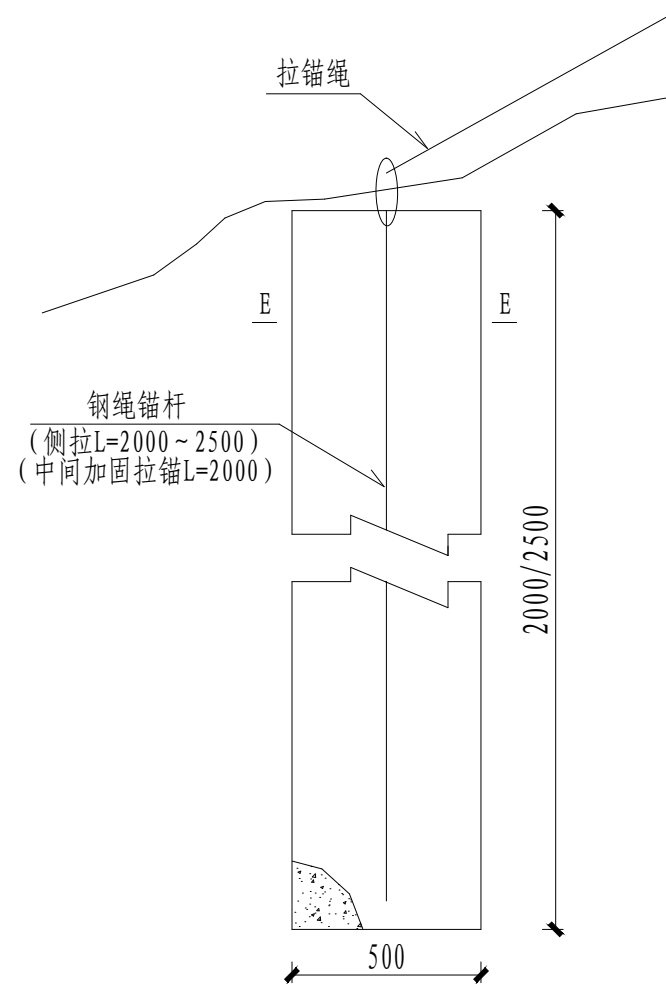
钢柱砼基础图 1:20



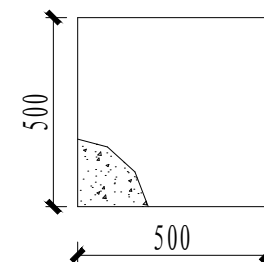
B-B 1:20



钢柱砼基础配筋图 1:20

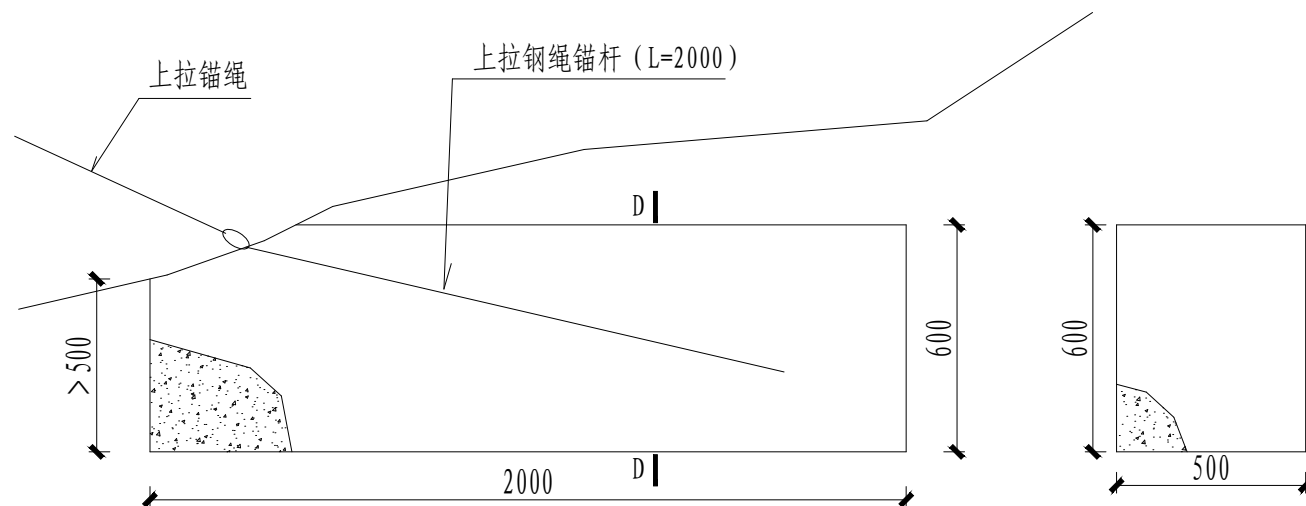


侧拉和中间加固锚杆砼基础图 1:20

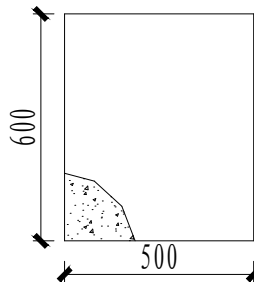


E-E 1:20

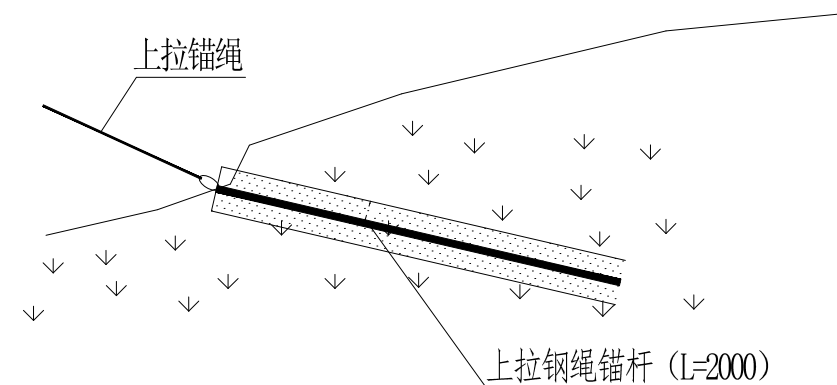
砼基础工程量汇总表		
规格	总长 (m)	总重 (kg)
φ32	3.76	26.81
φ16	19.8	31.28
钢筋: 58.09kg C30砼: 0.5m ³		



B类上拉锚杆砼基础图 1:20



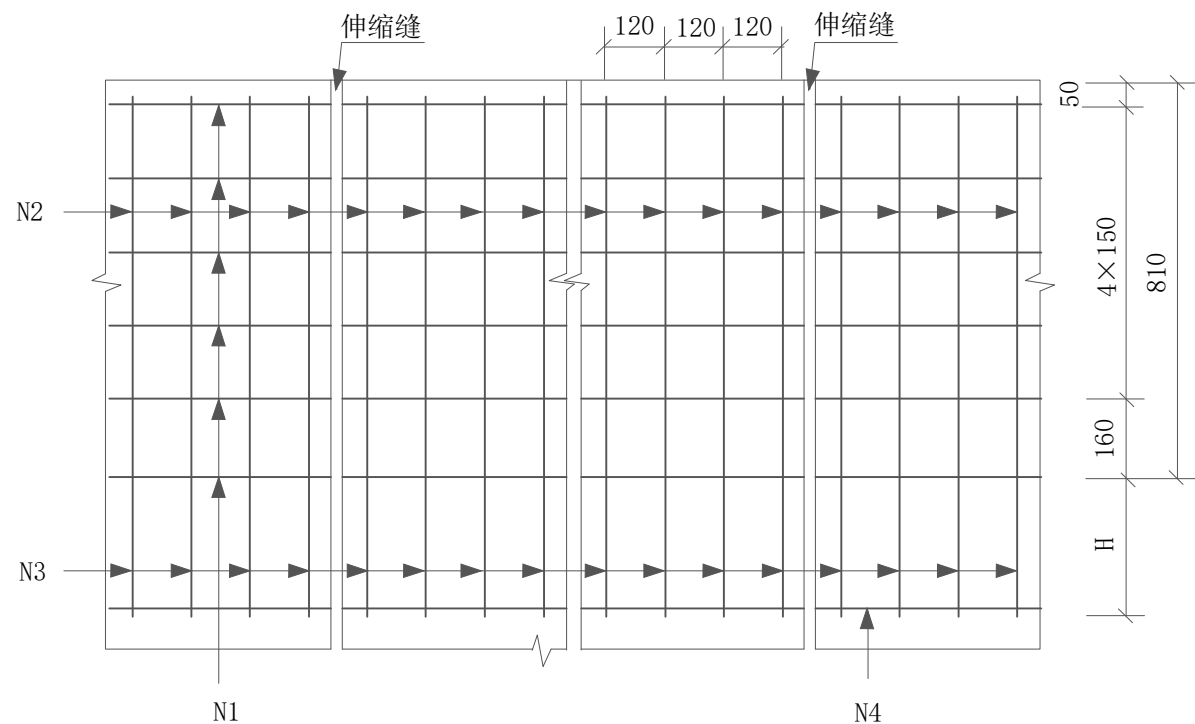
D-D 1:20



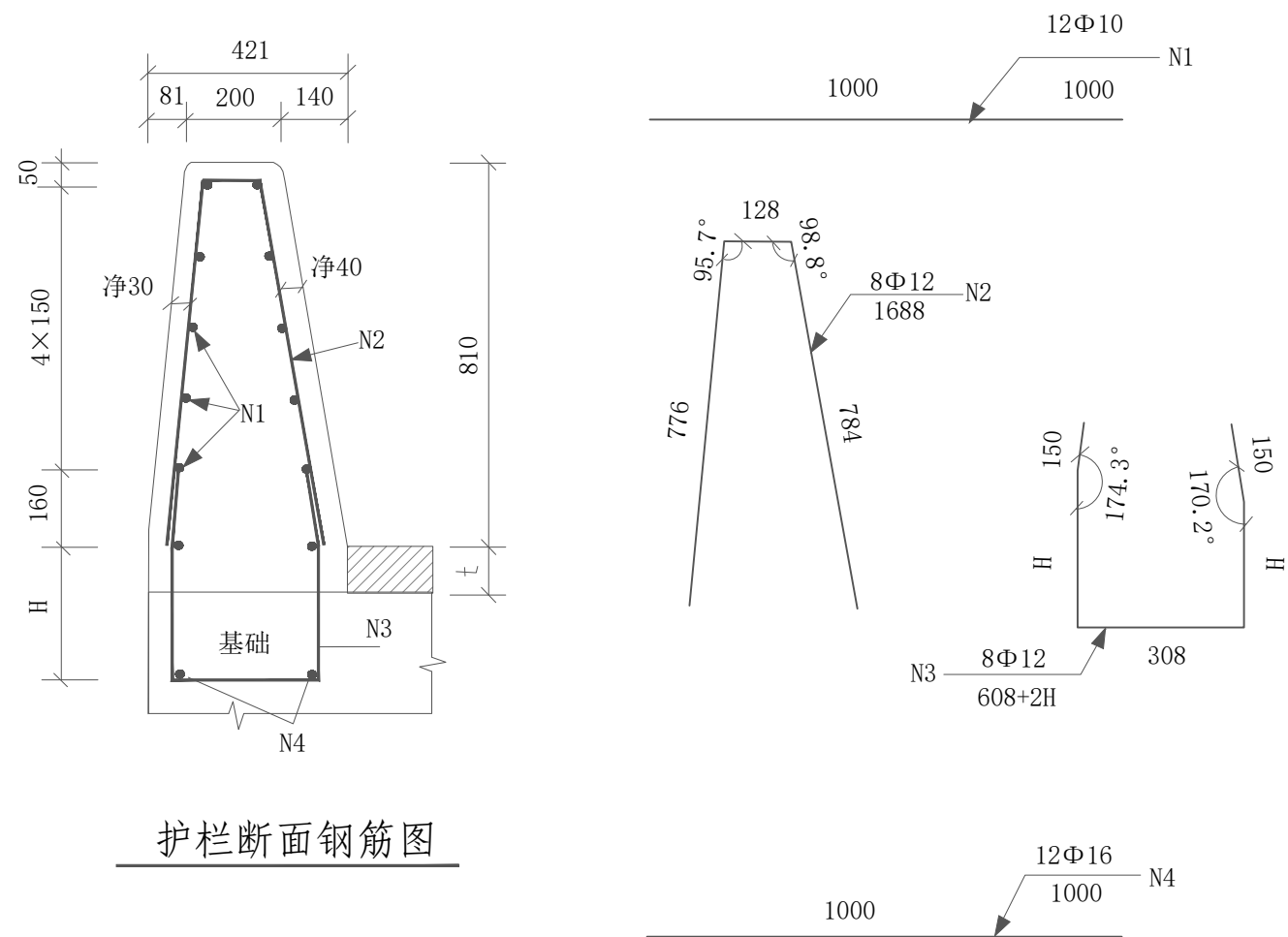
A类上拉锚杆砼基础图 1:20

说明:

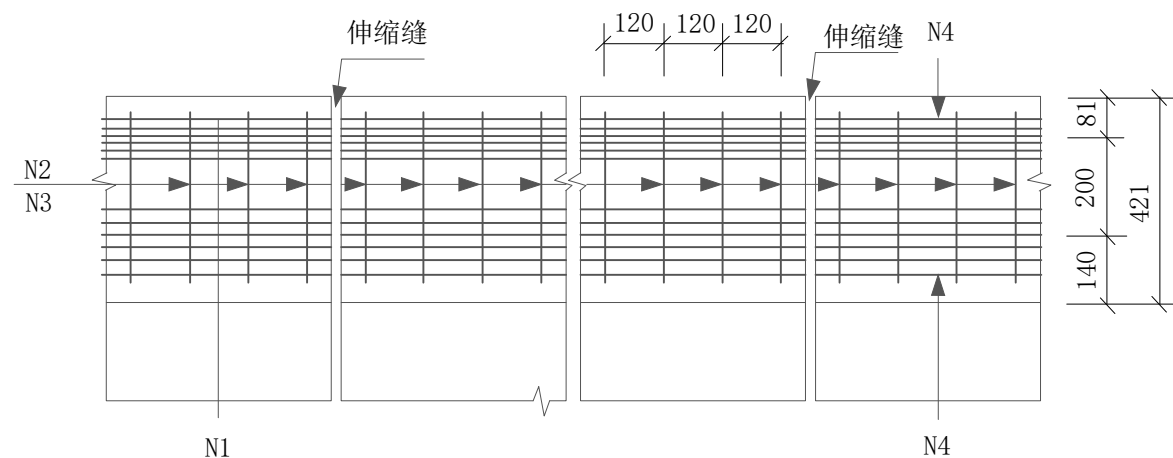
- 1、图中尺寸以mm 为单位;
- 2、砼基础采用人工开挖, 禁止爆破作业;
- 3、砼基础顶面与被动防护系统走向中心线处地面齐平;
- 4、钻孔注浆锚杆采用M30 水泥砂浆;
- 5、钢柱砼基础侧壁外露高度超过30cm 时, 需采用C30 钢筋砼, 钢筋笼采用C16 螺纹钢筋制作, 钢筋保护层厚度不小于20mm; 对地面以下的埋入式钢柱基础和各拉绳锚杆基础为C30 素砼。
- 6、未尽事宜见设计说明及相关规范。



护栏立面钢筋图



护栏断面钢筋图



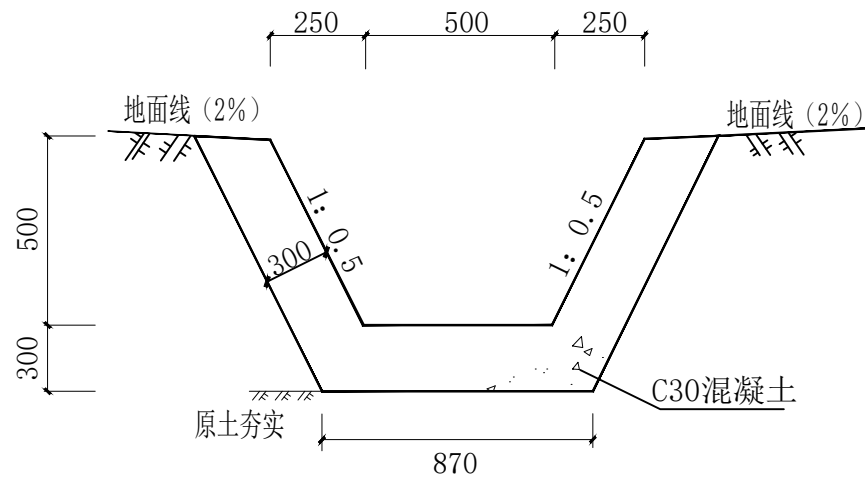
护栏平面钢筋图

每延米工程量表

编号	直径 (mm)	单根长度 (mm)	根数	总长 (m)	单位重 (kg/m)	总重 (kg)
N1	Φ10	1000	12	12.0	0.617	7.4
N2	Φ12	1688	8	13.5	0.888	12.0
N3	Φ12	608+2H	8	4.9+0.02H	0.888	4.3+0.02H
N4	Φ16	1000	2	2.0	1.58	3.2
合计	HRB400钢筋共19.5+0.02Hkg, HPB300钢筋共7.4kg, C30混凝土共0.251+0.421t ³ .					

说明:

- 图中H=路面铺装厚度t+N3钢筋埋入基础深度。
- N3钢筋预埋在护栏内,与基础底面主筋绑扎牢固,预埋位置准确。
N2、N3钢筋之间采用双面焊,焊缝长为5d。
- 当护栏基础中N4位置处有16及以上钢筋时,可替代N4钢筋。
- 除迎撞面钢筋净保护层厚度为4cm外,其余净保护层厚度为3cm。



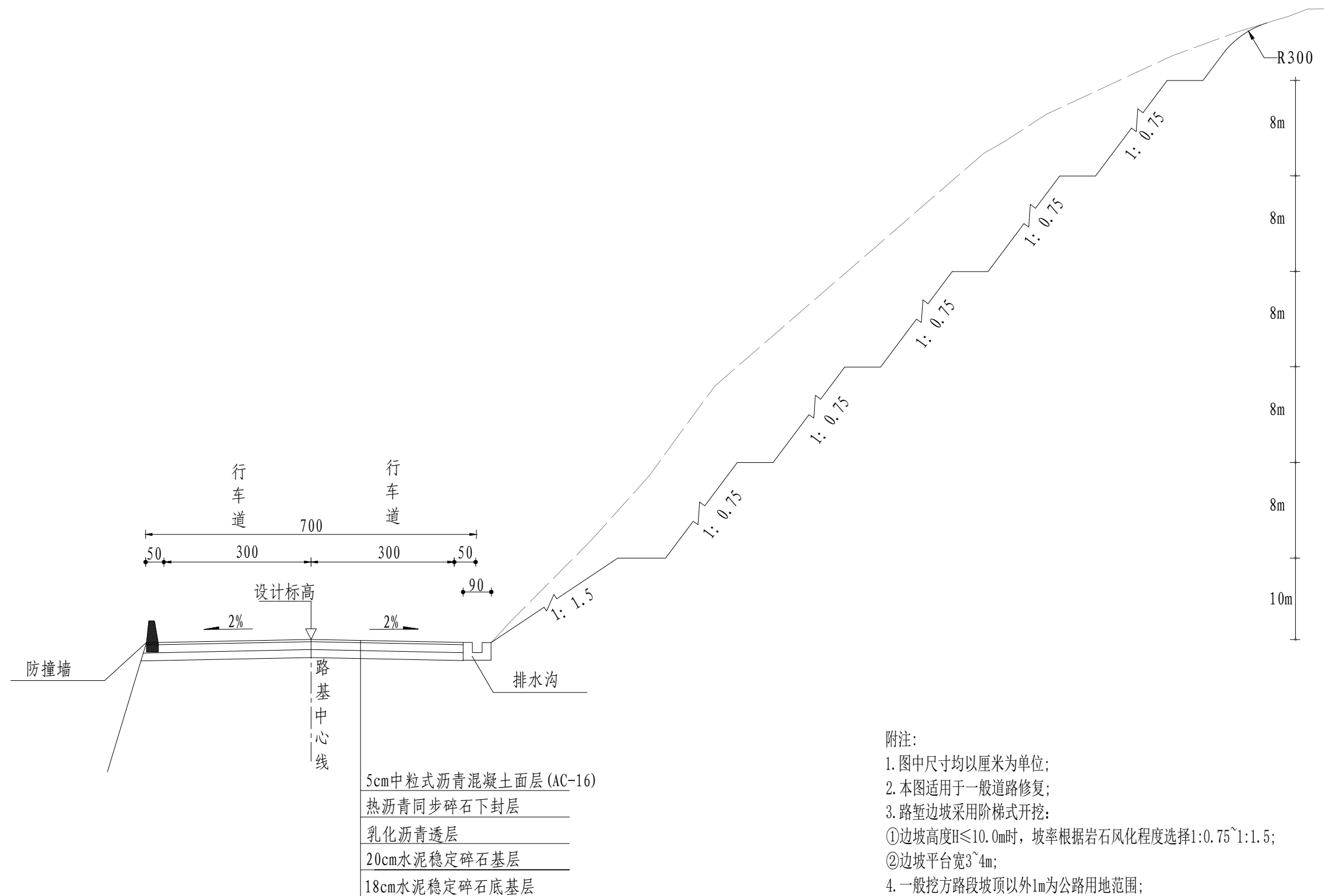
截水沟大样图 比例尺 1:20

截水沟工作量表

项 目	挖土(石)方量	C30混凝土	伸缩缝
单 位	m ³	m ³	m ²
每延米工作量	1.02	0.64	0.07

- 1、本图尺寸除注明外，均以mm计。
- 2、截水沟采用C30混凝土砌筑；
- 3、截水沟每10-12m设2cm宽伸缩缝，缝内填塞沥青玛蹄脂油膏，沿内面和顶面填塞，填塞深度不小于15cm。
- 4、截水沟位置在施工中必要时可根据实际地形情况进行适当的调整。
- 5、当自然坡度大于5%或遇陡坎时截水沟应设置跌水；
- 6、为使沟底线顺直、防止截水沟内局部积水及局部减小坡率等，水沟施工时应对其布设的位置进行适当的削填方，以保证设计坡率。
- 7、未尽事宜参见相关施工规范。

陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		截水沟大样图	钱志隆	张世林	李仲	7-6	2026.02



附注:

1. 图中尺寸均以厘米为单位;

2. 本图适用于一般道路修复;

3. 路堑边坡采用阶梯式开挖:

①边坡高度 $H \leq 10.0\text{m}$ 时, 坡率根据岩石风化程度选择 $1:0.75 \sim 1:1.5$;

②边坡平台宽 $3 \sim 4\text{m}$;

4. 一般挖方路段坡顶以外 1m 为公路用地范围;

5. 挖方坡口线与原地面线应采用圆弧线过渡;

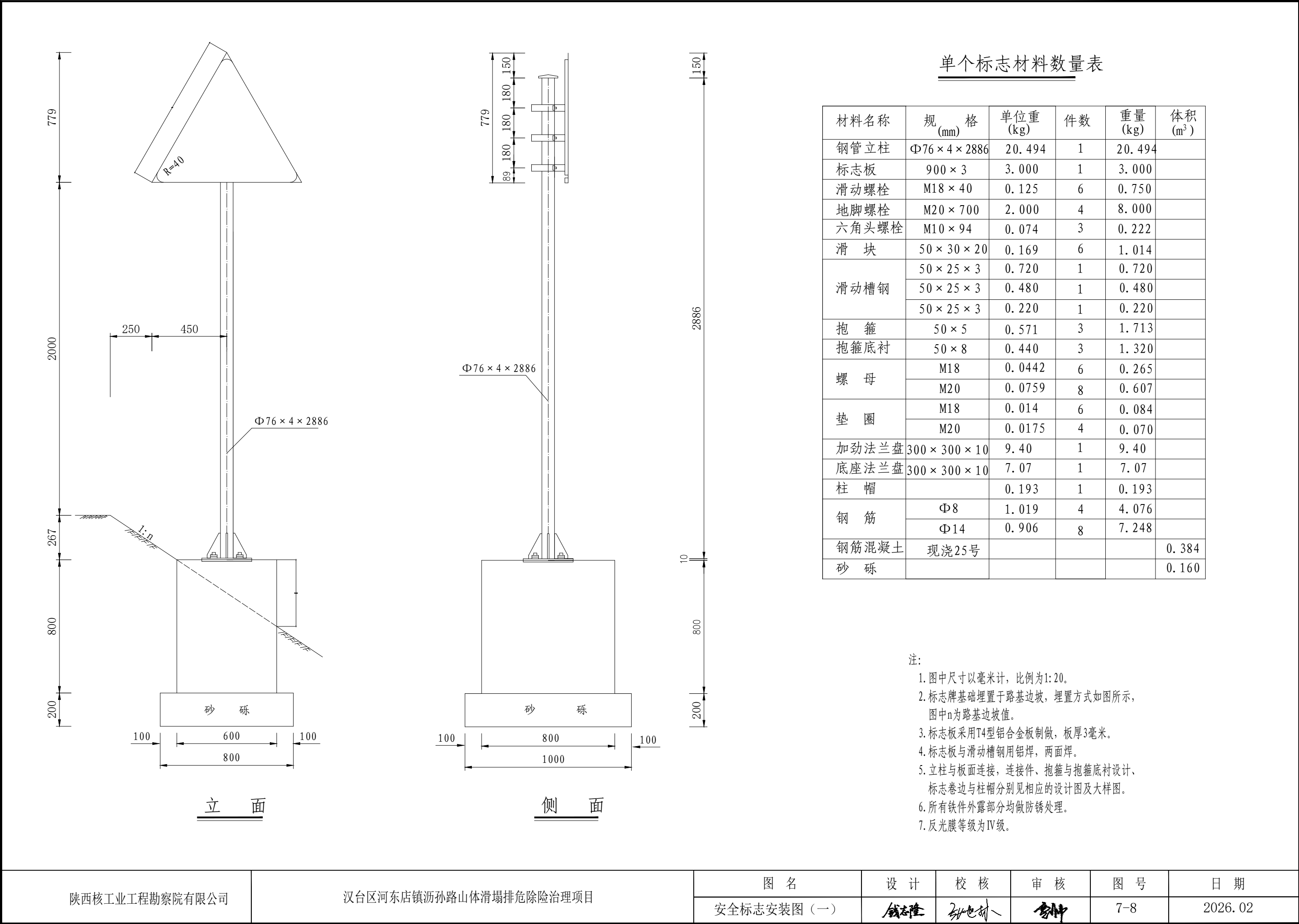
6. 未尽事宜参见相关施工规范。

陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		道路修复断面图	钱志隆	张世胡	李坤	7-7	2026. 02

单个标志材料数量表

材料名称	规 格 (mm)	单位重 (kg)	件数	重量 (kg)	体积 (m³)
钢管立柱	Φ76×4×2886	20.494	1	20.494	
标志板	900×3	3.000	1	3.000	
滑动螺栓	M18×40	0.125	6	0.750	
地脚螺栓	M20×700	2.000	4	8.000	
六角头螺栓	M10×94	0.074	3	0.222	
滑 块	50×30×20	0.169	6	1.014	
滑动槽钢	50×25×3	0.720	1	0.720	
	50×25×3	0.480	1	0.480	
	50×25×3	0.220	1	0.220	
抱 箍	50×5	0.571	3	1.713	
抱箍底衬	50×8	0.440	3	1.320	
螺 母	M18	0.0442	6	0.265	
	M20	0.0759	8	0.607	
垫 圈	M18	0.014	6	0.084	
	M20	0.0175	4	0.070	
加劲法兰盘	300×300×10	9.40	1	9.40	
底座法兰盘	300×300×10	7.07	1	7.07	
柱 帽		0.193	1	0.193	
钢 筋	Φ8	1.019	4	4.076	
	Φ14	0.906	8	7.248	
钢筋混凝土	现浇25号				0.384
砂 砾					0.160

- 注:
- 图中尺寸以毫米计，比例为1:20。
 - 标志牌基础埋置于路基边坡，埋置方式如图所示，图中n为路基边坡值。
 - 标志板采用T4型铝合金板制做，板厚3毫米。
 - 标志板与滑动槽钢用铝焊，两面焊。
 - 立柱与板面连接，连接件、抱箍与抱箍底衬设计，标志卷边与柱帽分别见相应的设计图及大样图。
 - 所有铁件外露部分均做防锈处理。
 - 反光膜等级为IV级。



陕西核工业工程勘察院有限公司

汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危险治理项目

图 名

安全标志安装图（一）

设 计

钱志隆

校 核

张地村

审 核

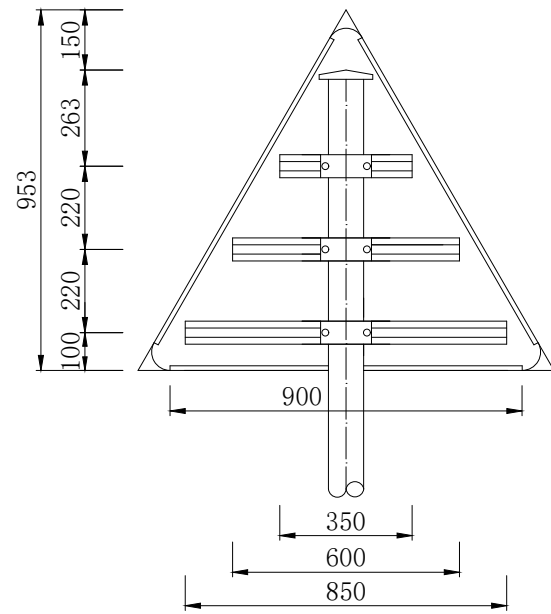
李 坤

图 号

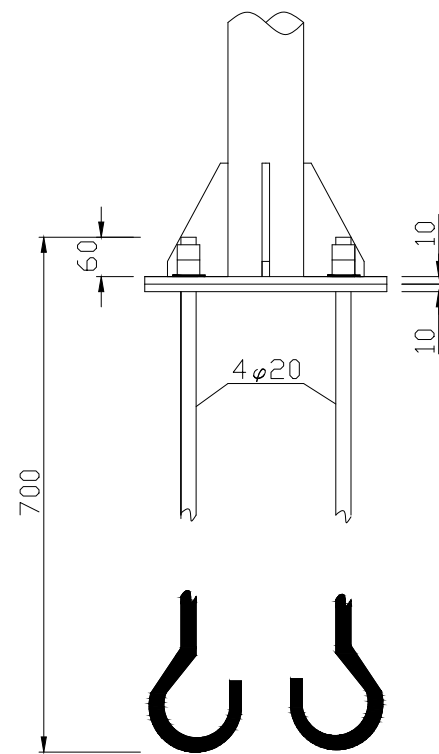
7-8

日 期

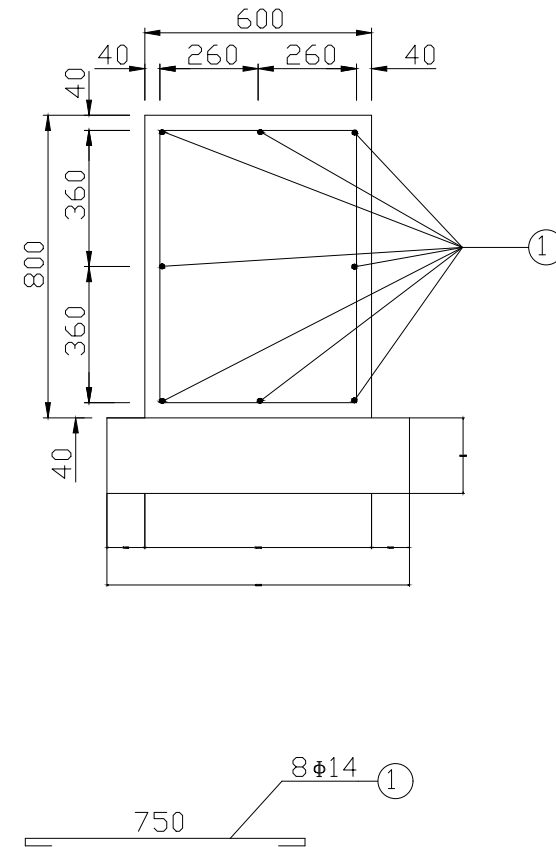
2026.02



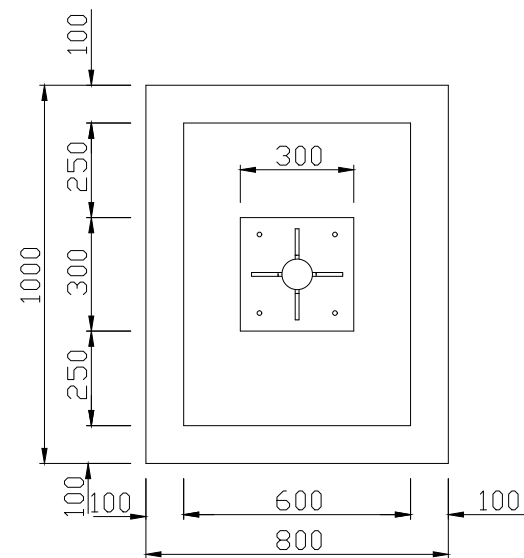
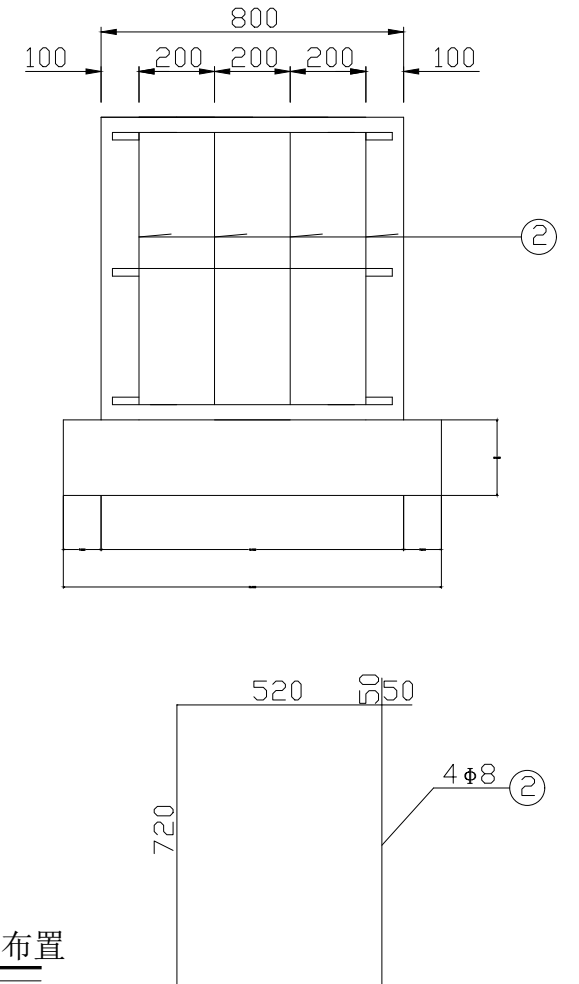
标志板后加固件构造图
1:20



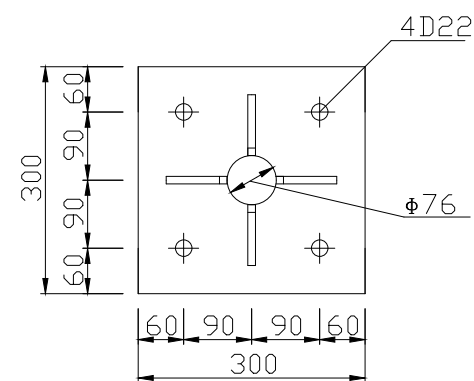
底座连接大样
1:10



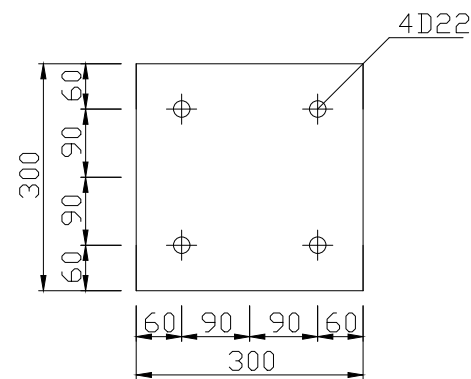
基础钢筋布置
1:20



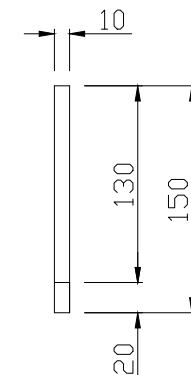
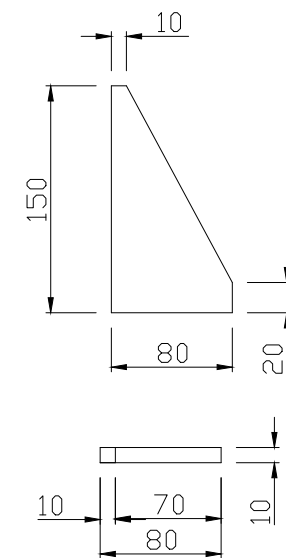
基础平面
1:20



加筋法兰盘
1:10



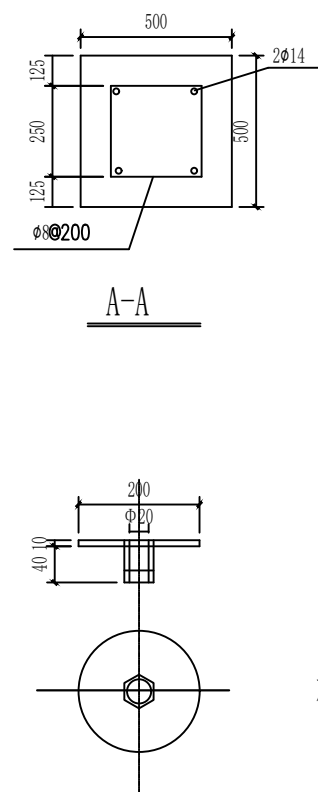
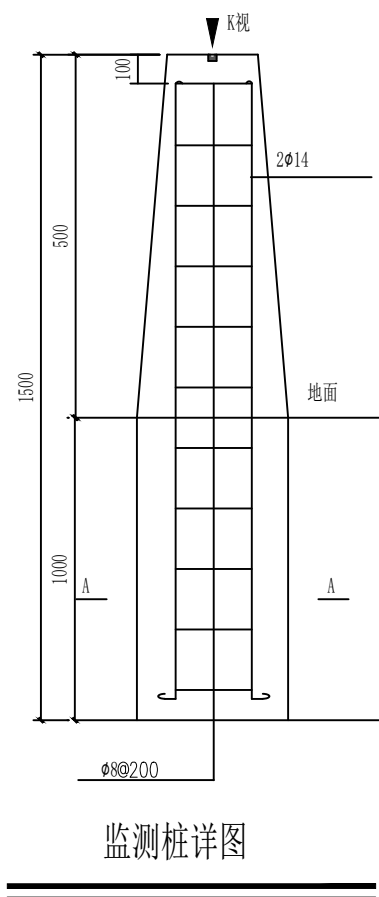
底座法兰盘
1:10



底座加筋肋大样
1:5

注：
本图尺寸以毫米计。

陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危险治理项目	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		安全标志结构图（二）	钱志隆	张世林	李坤	7-9	2026.02



材料：铝合金

监测说明：
1、基准点为强制归心盘桩，激光测距仪放上可保证每次起点位置不变；
2、采用此方法易测易读，造价低。
3、图示单位以mm计。

陕西核工业工程勘察院有限公司	汉台区河东店镇沥孙路山体滑塌排危除险治理项目	图 名	设 计	校 核	审 核	图 号	日 期
		监测桩结构图	钱志隆	张地排	李仲	7-10	2026. 02