

康乐镇榆康线道路边坡治理项目

初步设计

第一册 共一册

中享设计集团有限公司

二〇二六年三月



第一篇 总体设计



设计总说明

一、概述

1.1 概况

肃南县康乐镇地处祁连山北麓，属高寒山区，地形起伏大、山体陡峭、岩体风化破碎，地质条件复杂，是滑坡、崩塌、落石等地质灾害高发区域。榆康线作为康乐镇连接榆木庄村及周边村组、牧场、旅游节点的重要农村公路，承担着沿线群众出行、农牧产品运输、乡村旅游发展的关键功能，是区域重要的民生通道和经济通道。近年来，受降雨冲刷、冻融循环、山体自然风化等因素影响，榆康线部分路段边坡土体松动、岩石破碎，原有简易防护措施不足、排水体系不完善，边坡失稳、坡面垮塌、落石侵入路面等问题频发，不仅造成路基损毁、路面受阻，还对过往车辆、行人形成持续安全威胁。同时，边坡水土流失加剧，与祁连山生态保护要求不相适应。随着乡村振兴战略深入推进、祁连山生态保护力度持续加大，以及“四好农村路”建设提质增效，现有道路安全状况已无法满足群众安全出行、产业发展和生态保护的现实需要。为彻底消除地质灾害隐患，保障道路通行安全，改善路域生态环境，肃南县康乐镇人民政府提出了本项目的建设。本项目是祁连山高海拔山区地质灾害治理的刚需工程、农村公路安全提升的民生工程、乡村振兴与生态保护的基础工程。通过系统治理，消除隐患、保障畅通、保护生态、服务发展、惠及民生，政治、安全、经济、生态、社会效益显著，建设十分必要且紧迫。

1.2 项目概况

本项目为康乐镇榆康线道路边坡治理项目，建设用地位于康乐镇榆康线。主要

建设内容由钢筋骨架铅丝石笼防护、主动防护网、被动防护网、挡渣墙、沿线塌方清理、坡面清理、边坡治理段现状排水设施及路面附属设施的恢复等内容组成，具体包括：

- ①钢筋骨架铅丝石笼防护：设置414.00m³；
- ②主动防护网：设置GPS2型主动防护网1146.13m²；
- ③被动防护网：设置PPS-075型被动防护网100.00m²；
- ④挡渣墙：设置C25混凝土挡渣墙288.65m³；
- ⑤沿线塌方清理：清理塌方2587.50m³。

1.3 依据

1.3.1 任务依据

- (1)肃南县康乐镇人民政府与我公司签订的《康乐镇榆康线道路边坡治理项目初步设计合同》；
- (2)肃南县康乐镇人民政府出具的《康乐镇榆康线道路边坡治理项目初步设计的委托函》；
- (3)国家有关行业设计工作的规范与规定；
- (4)其他相关资料。

1.3.2 编制依据

1.3.2.1 产品及检测标准

- (1)JT/T 1328-2020《边坡柔性防护网系统》；
- (2)T/CAGHP 066-2019《危岩落石柔性防护网工程技术规范》；

(3)TB/T 3449-2016《铁路边坡柔性被动防护产品落石冲击试验方法与评价》。

1.3.2.2. 锚固设计标准

(1)GB 50086-2015《岩土锚杆与喷射混凝土工程技术规程》。

1.3.2.3 原材料标准

(1)GB/T 20492-2019《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》；

(2)GB/T 1499.2-2018《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》；

(3)GB/T 20118-2017《钢丝绳通用技术条件》；

(4)GB/T 5976-2006《钢丝绳夹》；

(5)GB/T 700-2006《碳素结构钢》；

(6)YB/T 5343-2015《制绳用圆钢丝》；

(7)YB/T 5294-2009《一般用途低碳钢丝》；

(8)GB/T 13912-2002《金属覆盖层-钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》。

1.3.2.4 防腐检验标准

(1)GB/T10125-2012《人造气氛腐蚀试验：盐雾试验》。

二、公路沿线自然特征

2.1 地理位置

康乐镇地处甘肃省张掖市肃南裕固族自治县中部、祁连山北麓中段，是肃南核心旅游与生态重镇，镇政府驻地：榆木庄村。东接马蹄藏族乡，西连大河乡，南与青海省祁连县毗邻，北临临泽县及甘州区；镇域属黑河流域，海拔在 2000—4764 米

之间，地势东南高、西北低，省道 213 线穿境而过，是连接张掖市区、肃南县城及青海的重要交通节点，同时地处祁连山国家级自然保护区核心范围，生态区位与交通区位均十分重要。

2.2 地形地貌

康乐镇地处祁连山北麓中段，整体呈东南高、西北低的态势，全境山峦重叠、沟壑纵横，为典型的高山峡谷与山地草原地貌。镇域海拔介于 2000—4764 米（最高点长湖滩脑 4764 米，最低点榆木庄村 2000 米），平均海拔约 2625 米；南部为高海拔雪山、冰川与寒漠带，中部以中山、峡谷、森林草甸为主，北部则过渡为低山丘陵、山间盆地与草原，并分布有冰沟丹霞等独特的红色砂砾岩地貌景观，属祁连山国家公园与张掖世界地质公园的核心组成部。

2.3 水资源及水文地质

康乐镇全境属黑河流域，水资源以祁连山冰雪融水、大气降水为主要补给，河网密集、地下水丰富，水文地质条件简单且稳定。境内主要河流有黑河、寺大隆河、梨园河、大小长干河、康隆寺河、海牙沟河等十余条支流，呈树枝状分布，径流季节变化明显，汛期集中在 6—9 月。地下水以第四系松散岩类孔隙潜水为主，赋存于河谷及山间盆地的砂砾石层中，含水层厚 10—15 米，水位埋深 0—1.0 米，多由融雪潜流与河水入渗补给，常于河床出露形成泉群；深部为下更新统玉门砾岩，含水微弱。全镇地表水与地下水同源同质，水质优良，为典型的山区水源涵养型水文地质单元，是祁连山生态屏障与黑河上游重要的水源补给区。

2.4 气候及气候条件

康乐镇属高原大陆性气候，气候冷凉、光照充足、昼夜温差大，四季分明但冬

长夏短。年平均气温约 2~4℃，无霜期较短，仅 90~120 天；年降水量在 260~350 毫米之间，降水集中在 6—9 月，雨热同期，蒸发量较大，气候相对干燥。受祁连山高海拔地形影响，冬季寒冷漫长、多大风降雪，春季升温快且多寒潮，夏季凉爽短促、气候宜人，秋季降温迅速，灾害性天气主要有暴雨、冰雹、霜冻及低温冻害，整体气候条件适宜牧草生长和生态涵养，对农牧业生产和旅游发展较为有利，但也易引发边坡失稳、山洪等地质与水文风险。

2.5 地震

康乐镇地处祁连山地震带中段、祁连（肃南段）活动断裂带附近，构造活动性较强，属肃南 6.5~7.0 级地震危险区；抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度 0.15g，区域历史与近期小震活动频发（如 2021 年康乐镇杨哥村 3.8 级地震），震源深度多较浅（约 10 公里），受青藏高原东北缘持续挤压应力场控制，存在发生中强地震的构造背景与风险，工程建设需按 7 度设防标准执行。

2.6 基础设施条件

康乐镇基础设施已形成以省道 S213、S18 张肃一级公路为骨干、村组硬化路与牧道为网络的交通体系，电力、通信、供水、供暖、公共服务配套完善，能满足生产生活与旅游发展需求。

交通方面，S18 张肃一级公路、S213 线、榆康线贯穿全境，镇域内村道全面硬化，通行条件优良；

水电暖方面，人畜饮水管道全覆盖、管网稳定，集镇集中供暖设施完善，电网全覆盖、供电可靠；

通信方面，4G/5G 信号、光纤宽带全域覆盖，集镇及旅游区设新能源充电桩；

公共服务方面，配套学校、卫生院、社区服务中心、文化广场、排洪渠、挡土墙等防灾设施，人居环境与服务保障能力整体达标。

三、工程设计

3.1 项目建设的指导思想

以“安全优先、防治结合、生态兼顾、长效稳固、经济适用、因地制宜”为核心导向，全面贯彻国家及地方关于地质灾害防治、道路交通设施建设、生态环境保护的相关法律法规与技术规范，立足工程区域实际地形地貌、地质条件、水文特征及灾害频发特点，精准剖析边坡塌方、坡面破损、排水不畅等问题的根本成因，坚持“先除险、后治理、再恢复”的实施逻辑。

设计过程中，优先保障工程施工安全与后期边坡结构稳定，彻底消除塌方、落石、滑坡等地质灾害隐患，同步修复受损排水系统与路面附属设施，恢复路段正常通行功能；兼顾工程防护与生态保护的协同性，避免过度工程化施工对周边植被、水土造成二次破坏，选用绿色环保、适配性强的防护工艺与建材；统筹短期应急处置与长期运维管理，优化设计方案，兼顾工程建设成本、施工难度与后期养护便捷性，打造“安全可靠、生态友好、功能完善、耐久实用”的边坡治理及设施恢复工程，切实保障沿线道路通行安全、地质环境稳定，助力区域交通基础设施长效运维与生态环境可持续发展。

同时，严格遵循工程建设基本程序，强化设计与施工的衔接性，充分考虑现场施工条件、工期要求及季节影响，确保设计方案具备可操作性、可实施性，全面落实质量管控、安全管控与环保管控要求，实现工程治理效益、安全效益、生态效益与社会效益的有机统一。

3.2 项目建设的基本原则

3.2.1 安全第一，预防为主原则

安全是本工程设计的核心底线，所有设计内容均以彻底消除地质灾害隐患、保障边坡结构长期稳定为首要目标。针对沿线塌方、坡面松散、边坡失稳等问题，先全面完成塌方清理、坡面危石及松散土体清理，彻底排除即时安全隐患，再开展后续边坡防护与设施恢复设计；钢筋骨架铅丝石笼、主动防护网、被动防护网等防护工程，严格按照地质灾害防治及边坡防护技术标准设计，精准核算边坡受力、落石冲击荷载等参数，确保防护结构强度、稳定性、抗冲击性能满足规范要求，能够有效抵御边坡滑坡、坡面溜塌、山体落石等灾害，杜绝次生灾害发生。同时，排水设施恢复设计优先解决边坡积水、渗水问题，从根源上减少雨水冲刷、土体饱和软化引发的边坡失稳风险，实现灾害提前预防、长效防控。

3.2.2 因地制宜，精准治理原则

立足工程区域独特的地形、地质、水文及气候条件，拒绝一刀切的设计模式，实行“一段一策、精准治理”。结合不同路段边坡坡度、岩土体性质、灾害类型及危害程度，合理选用防护工艺：土质边坡、易冲刷路段侧重钢筋骨架铅丝石笼防护，兼顾固土与排水；岩石坡面、危石分布路段采用主动防护网进行坡面封闭加固，被动防护网布置于坡脚或路段下方，形成立体防护体系；针对不同程度的塌方与坡面破损，制定差异化清理与修复方案；现状排水设施恢复结合原有排水走向、地形高差优化设计，避免破坏原有排水体系，确保各类工程措施与现场实际条件高度适配，最大限度提升治理效果，降低施工难度与成本。

3.2.3 合规合法，标准统一原则

严格遵循国家、行业及地方现行的工程建设标准、地质灾害防治规范、道路交通工程设计规范、生态环境保护条例等相关要求，所有设计参数、施工工艺、材料选型、质量验收标准均符合规范规定，确保工程设计合法合规。主动防护网、被动防护网、铅丝石笼、钢筋骨架等核心构件的材质、规格、强度，以及排水设施、路面附属设施的建设标准，统一执行行业通用标准与专项设计要求，杜绝违规设计、非标设计；同时，兼顾工程与周边既有道路、边坡、生态环境的协调性，符合区域整体交通基础设施建设规划与地质灾害防治规划，保障工程顺利通过审批、验收与后期运维。

3.2.4 生态环保，绿色施工原则

坚持工程治理与生态保护并重，避免边坡治理对周边生态环境造成不可逆破坏。设计过程中，尽量保留坡面原有原生植被，合理规划施工范围，减少土地占用与植被破坏；选用环保型建材，避免使用污染性材料，铅丝石笼等防护结构预留植被生长空间，兼顾工程防护与水土保持、生态修复功能；优化排水设施设计，实现雨水有序排放，防止水土流失与水体污染；路面附属设施恢复选用绿色环保、耐久性强的材料，同步考虑工程完工后的生态恢复措施，最大限度还原区域生态原貌，实现工程建设与生态环境和谐共生，打造生态友好型边坡治理工程。

3.2.5 统筹兼顾，功能完整原则

统筹推进边坡治理、灾害清理与设施恢复各项工作，避免单一设计、分段脱节，实现“除险、防护、恢复”一体化设计。一方面，全面完成塌方清理、坡面清理等前期处置工作，为后续防护工程施工奠定基础；另一方面，同步完善边坡排水系统，解决边坡渗水、雨水冲刷核心问题，配套恢复路面附属设施，保障道路通行功能、排水功能、防护功能完整配套。兼顾工程施工效率与后期使用功能，优化设计布局，

避免重复施工、反复开挖，确保治理后的边坡稳定可靠，排水设施畅通无阻，路面附属设施完好适用，全面恢复路段原有使用功能，提升整体通行条件与安全保障水平。

3.2.6 经济耐久，便于运维原则

在保障工程质量与安全的前提下，优化设计方案，合理控制工程建设成本，选用性价比高、耐久性强的工艺与材料，避免过度设计与资源浪费，实现投资效益最大化。同时，充分考虑后期运维管理需求，设计结构简洁、施工便捷、养护难度低的防护与排水设施，主动防护网、被动防护网、挡渣墙、铅丝石笼等结构便于后期检查、维修与更换，排水设施便于清淤、疏通，路面附属设施便于日常管护。通过经济合理、耐久实用的设计，降低工程后期运维成本与运维难度，保障工程长期稳定发挥防护与通行功能，延长工程使用寿命。

3.2.7 质量可控，施工可行原则

设计方案充分结合现场施工条件、施工设备、工期要求及季节施工特点，确保各项施工内容具备较强的可实施性，避免设计与施工脱节。明确各分项工程的施工流程、技术要点、质量控制标准，针对塌方清理、边坡防护、设施恢复等关键工序，制定专项质量管控措施；充分考虑施工安全操作规范，预留安全施工空间，保障施工过程安全可控。同时，设计内容兼顾施工进度与工程质量，确保施工单位能够按照规范要求顺利实施，便于全过程质量监管与验收，打造质量合格、达标创优的优质工程。

3.3 钢筋骨架铅丝石笼防护

(1)铅丝笼填充石料采用不成片状和无严重裂纹的块石，饱水抗压强度不小于

50Mpa；

(2)铅丝笼摆放(宽×高×长)：加高防护2.4米高度的第一层采用1*1*2纵向摆放，第二层采用0.8*0.8*2纵向摆放，第三层采用0.6*0.6*2米纵向摆放。

(3)为防止铅丝笼后背回填砂砾夯实时铅丝笼向外侧倾斜垮塌，铅丝笼基坑开挖后应对基底夯实平整压实度不小于96%，并向内侧设置不小于4%横坡；

(4)为增加铅丝笼稳定性，防护高度大于2m时，每隔10米每层应横向设置一道长2m的石笼嵌入山体或路基；

(5)石笼网采用8号镀锌铅丝编制，编制网格时宜用双结，以防网孔变形；网框采用Φ14钢筋制作；

(6)石笼内应选用坚硬不易崩解的卵石、块石填充，块径应大于网孔尺寸，装笼必须全部码砌、塞严，两层石笼接触面应平整，以防片石棱角砸断铅丝而导致整个石笼损坏，靠近网孔的外层应选用较大尺寸的石块仔细码砌；

(7)石笼铺设时应严格夯实、整平地基，并将所有单个石笼用钢筋捆扎，互相连接，使之成为一个整体；

(8)为增加石笼稳定性石笼应错缝设置，除需要进行错缝设置时采用3m长石笼，其余情况均采用2m长石笼；

(9)未尽事宜，按有关规范执行。

3.4 主动防护网

3.4.1 系统说明

主动防护系统系以柔性钢绳网系统防护路堑边坡节理发育密集或者路堑外侧陡崖发育有崩塌落石的段落，用于防止落石、飞石的发生。其纵横交错的 $\phi 16$ 纵、横向支撑绳与 $4.5\text{m} \times 4.5\text{m}$ 或 $2.5\text{m} \times 4.5\text{m}$ （实际施工中可根据地形条件及锚杆位置可在 $\pm 0.3\text{m}$ 作适当调整）模式布置的锚杆相联结，支撑绳构成的每个 $4.5\text{m} \times 4.5\text{m}$ 或 $2.5\text{m} \times 4.5\text{m}$ 网格内铺设一张或两张（根据设计的单层或双层钢绳网确定） $4\text{m} \times 4\text{m}$ 或 $4\text{m} \times 2\text{m}$ 的 D0/08/300 型钢绳网，每张钢绳网与四周支撑绳间用缝合绳缝合联结并进行预张拉，并在钢绳网下铺设小网孔的 S0/2.2/50 型格栅网，阻止小尺寸岩块的塌落。

3.4.2 施工安装方法

- (1) 对坡面防护区域内的浮土及浮石进行清除或局部加固。
- (2) 放线确定锚杆孔位，并在每一孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套长度的凹坑，一般口径 20cm，深 20cm。
- (3) 按设计深度钻凿锚杆孔并清孔，孔深应比设计锚杆长度长 5cm 以上，孔径为 $\phi 70$ 。
- (4) 插入锚杆并注浆，浆液强度不低于 M30，宜用灰砂比 1:1 ~ 1.2、水灰比 0.45 ~ 0.50 的水泥砂浆或水灰比 0.45 ~ 0.50 的水泥净浆，水泥采用 42.5 级普通硅酸盐水泥，优先选用粒径不大于 3mm 的中细砂，确保浆液饱满，在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天；锚杆抗拔力：锚固后锚杆抗拔力不小于 80kN。
- (5) 安装纵横向支撑绳，张拉紧后两端各用三个或四个（支撑绳长度小于 30m 时

用三个，大于 30m 时用四个）绳卡与锚杆外露环套固定连接。

(6) 从上向下铺挂 S0/2.2/50 型格栅网，以阻止小尺寸岩块的崩落或限制局部岩土体的破坏，格栅网间重叠宽度不小于 5cm，两张格栅网间的缝合以及格栅网与支撑绳间用 $\phi 1.5$ 铁丝按 1m 间距进行扎结。

(7) 格栅网铺设的同时，从上向下铺设钢绳网并缝合，缝合绳为 $\phi 8$ 钢绳，每张 $4\text{m} \times 4\text{m}$ （或 $4\text{m} \times 2\text{m}$ ）钢绳网均用一根缝合绳与四周支撑绳缝合联结并预张拉，两端各用 2 个绳卡与锚杆外露环套固定连接。该预张拉工艺能使系统对坡面施以一定的法向预紧压力，从而提高表层岩土体的稳定性，尽可能地阻止崩塌落石的发生并将小部分落石限制在一定的空间内运动。

(8) 用 $\phi 1.5$ 铁丝对钢绳网和格栅网间进行相互扎结，扎结点纵横间距 1m 左右。

(9) 钢绳网、格栅网应符合《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）规范的要求，钢丝绳应满足《钢丝绳通用技术条件》（GB/T 20118-2017）的规定，强度等级不应低于 $1770\text{N}/\text{mm}^2$ ，钢丝绳交叉节点处紧固件的抗脱落拉力不应小于 10kN，抗错动拉力不应小于 5kN，错动后钢丝绳残余抗破断拉力不应小于原始最小抗破断拉力的 90%；钢丝绳搭接处的连接能力不应低于所连接钢丝绳的最小破断拉力的 90%。格栅网所用钢丝应符合 YB/T 5343 的规定。

(10) 未尽事宜，按有关技术规范执行。

3.4.3 GPS2 主动加固系统技术参数表

序	材料	规格	检验报告相对应的技术参数
---	----	----	--------------

号			
1	钢丝绳网	D0/08/300	钢丝强度 1770MPa，热镀锌 AB 级， $\phi 8$ 破断拉力 $\geq 40.7\text{kN}$ ；盐雾试验 ≥ 350 小时
2	钢丝格栅	S0/2.2/50	钢丝强度 500–600MPa，热镀锌 AB 级
3	横向支撑绳	$\phi 16$	钢丝强度 1770MPa，热镀锌 AB 级， $\phi 16$ 破断拉力 $\geq 150\text{kN}$ ， $\phi 12$ 破断拉力 $\geq 91.5\text{kN}$ ， $\phi 8$ 破断拉力 $\geq 40.7\text{kN}$ ；盐雾试验 ≥ 350 小时
4	纵向支撑绳	$\phi 16$	
5	缝合绳	$\phi 8$	
6	钢丝绳锚杆	$2\phi 16$	钢丝强度 1770MPa，破断拉力 $\geq 150\text{kN}$
7	十字卡扣		抗错动拉力 $\geq 5\text{kN}$ ，抗脱落拉力 $\geq 10\text{kN}$

3.5 被动防护网

3.5.1 系统说明

被动防护网适用于路堑边坡防护，以防止落石等异物侵入。结构配置：钢柱 + 支撑绳 + 拉锚系统 + 环形网 + 缝合绳 + 减压环，内设菱形钢丝格栅网。

3.5.2 结构构件及主要技术要求

- (1) 盘绕形圆环网、支撑绳、锚绳所用钢丝绳应符合 GB/T 20118-2017 钢丝绳标准的规定，其钢丝强度不应低于 1770MPa，热镀锌等级不低于 AB 级。
- (2) 钢丝格栅编织用钢丝应符合 YB/T 5294-2006 的规定，采用热镀锌 + 5 % 铝 + 混合稀土合金，符合 GB/T 20492-2019 标准中 A 级规定。钢丝不应有机械损伤和锈蚀现象。

(3) 环形钢丝网：单个环由 $\phi 3\text{mm}$ 单根钢丝相互缠绕 7 圈而成，端头搭接长度不小于 10cm，且至少三处采用不锈钢质 C 型卡紧固件箍紧。每个环应与周边 4 个环 相扣联，环链破断拉力大于 60kN。

(4) 双拱形预应力钢柱：由工字钢和拱形槽钢焊接而成，防护高度采用 5m。

(5) 减压环：直径为 448mm；

(6) 拉锚系统：采用 $\Phi 32\text{mmHRB400}$ 钢筋制作，钻孔直径 $\varnothing 91\text{mm}$ ，进入基岩深度 12m。

3.5.3 被动防护网施工安装工艺要求: JG-528 (2004A)

- (1) 被动安全系统布置宜沿等高线走向，以能最大程度拦截滚石为原则；
- (2) 被动安全系统最大允许初始铅垂直度为柱间距的 3%；
- (3) 锚杆抗拔力 $\geq 80\text{kN}$ ；
- (4) 钢柱混凝土基础侧壁外露高度超过 30cm 时，需采用钢筋混凝土基础，其余采用混凝土基础。

3.5.4 钢柱及基础技术要求

- (1) 基础采用混凝土浇筑，钢柱砼基础地脚螺栓锚杆孔径不小于 $\phi 32$ ，基础顶面用薄层 C25 细石砼抹平，螺纹钢锚杆孔径 $\phi 91$ ，锚杆进入基岩深度不小于 12m。
- (2) 混凝土基础采用人工开挖，禁止爆破作业。
- (3) 基础钢筋笼采用 $\Phi 16$ 螺纹钢制作，钢筋保护层厚度不小于 20mm。
- (4) 地脚螺栓锚杆由 $\Phi 32$ 螺纹钢加工制作，总长 1.0m，顶端丝口 $\text{M}28 \times 100$ ，并配相应垫片和螺母。
- (5) 钢柱各部件组合焊接处不允许假焊、虚焊现象存在；组焊时两弧拱形槽钢两端应焊接在工字钢两侧槽部，保证对称，允差 $\pm 2.5\text{mm}$.；组焊时应保证工字钢全

长 x、y 方向不直度允差 4.5mm，工字钢 y 方向与槽钢 y 方向不平行允差 5.5mm；2-
Φ31.5 钢柱铰链板孔与工字钢轴线方向垂直度允差 0.5mm。

(6) 钢柱表面热浸镀锌：按国家标准《GB/T1392-2020》热浸镀锌层技术要求验收，镀锌层 ≥ 65 μ m。

3.5.5 PPS-075 被动防护系统技术参数表

序号	系统/构件	规格（mm）	检验报告相对应的技术参数
一	PPS-075	——	750kJ 落石冲击试验报告
二	主要构件		
1	环形网	R7/3/300	钢丝强度 1770MPa，锌+5%铝+混合稀土合金，镀层重量 ≥ 150g/m²；环链破断拉力 ≥ 60kN；盐雾试验 ≥ 1500 小时
2	钢丝绳网	D0/08/150	钢丝强度 1770MPa，热镀锌 AB 级，φ 8 破断拉力 ≥ 40.7kN；盐雾试验 ≥ 350 小时
3	钢丝格栅	S0/2.2/50	钢丝强度 500-600MPa，热镀锌 AB 级
4	上支撑绳及减压环数	φ 18 双绳，每跨跨中共用 1 个减压环 GS-8001	钢丝强度 1770MPa，热镀锌 AB 级，破断拉力 ≥ 190kN；盐雾试验 ≥ 350 小时；GS-8001 能量吸收能力 ≥ 50kJ
5	下支撑绳及减压环数	φ 18 双绳，每跨跨中共用 1 个减压环 GS-8001	
6	上拉锚绳	人字形布置，φ 16 单绳，每根 2 个减压环 GS-8001	钢丝强度 1770MPa，热镀锌 AB 级，破断拉力 ≥ 150kN；盐雾试验 ≥ 350 小时；GS-8001 能量吸收能力 ≥ 50kJ
7	侧拉锚绳	φ 18 双绳，每根 1 个减压环 GS-8001	钢丝强度 1770MPa，热镀锌 AB 级，φ 18 破断拉力 ≥ 190kN，φ 8 破断拉力 ≥ 40.7kN；盐雾试验 ≥ 350 小时
8	下拉及中间加固拉锚绳	φ 18 单绳，每根 1 个减压环 GS-8001	
9	缝合绳	φ 8	
10	基座	280 × 450	热浸镀锌层厚度 ≥ 85 μ m
11	十字卡扣		抗错动拉力 ≥ 5kN，抗脱落拉力 ≥ 10kN

3.5 挡渣墙

(1) 拦渣墙纵向每隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，用沥青麻絮填塞。

(2) 泄水孔采用 φ 100mmPE 管，间距 2m，泄水孔应交错设置，并在泄水孔进口用 25cm*25cm 透水土工布包裹，孔后设置砂砾反滤层，其厚度不小于 0.5m。出水口高度距离边沟不小于 30cm；泄水孔下设设置一层夯实黏土。

(3) 拦渣墙基底埋深不小于 1.0m。墙后设置 2m 宽碎落平台，局部受限段落可根据现场实际情况对平台宽度进行调整；墙后碎落平台应及时清理，确保行车安全。

(4) 设计采用的地基容许承压力 ≥ 250Kpa，强度不足处需换填 50cm 厚水泥稳定碎石。

(5) 基坑开挖坡度根据基础土质情况确定。当土质为砂砾时，坡率为 0.75；当土质黄（粘）土时，坡率为 0.5；当为石质时，坡率为 0.3。

(6) 透水土工布单位面积质量宜为 300-500g/m²/，伸长率小于 50%，撕裂强度 ≥ 0.4KN，CBR 顶破强度 ≥ 2.75KN。复合土工膜宜选用两布一膜，织物重量/膜/织物重量厚宜为 200g/0.5-1mm/200g。

(7) 未尽事宜，请参照有关施工规范、规定执行。

四、环境保护

4.1 编制目的

为规范本边坡治理工程全过程施工行为，最大限度降低钢筋骨架铅丝石笼防护、主动防护网安装、被动防护网布设、挡渣墙、沿线塌方清理、坡面清理、边坡排水设施及路面附属设施恢复等各项施工环节对周边生态环境、大气环境、水环境、声环境及土壤环境的扰动与破坏，有效防控水土流失、扬尘污染、噪声扰民、固废

乱排等环境问题，严守生态保护底线，保障施工区域及周边居民生产生活环境安全，确保工程建设与生态环境保护协调推进，全面符合国家及地方生态环境保护相关法律法规、标准规范要求，特制定本方案。本方案作为工程施工环保管理的核心依据，全程指导施工准备、现场作业、完工恢复等各阶段环保工作落实。

4.2 编制依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水土保持法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国噪声污染防治法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等国家法律法规；
- (2) 《施工场界环境噪声排放标准》《大气污染物综合排放标准》《水土保持综合治理技术规范》等国家及地方行业标准；
- (3) 本边坡治理工程施工图设计文件、施工组织设计、地质勘察报告及现场实际环境条件；
- (4) 地方生态环境部门、水利部门关于工程建设环保及水土保持的相关批复与管理要求。

4.3 环保管理目标

- (1) 生态保护目标：严格控制施工扰动范围，最大限度减少原生植被破坏，施工完成后及时开展植被恢复，水土流失量控制在规范允许范围内，杜绝边坡二次滑坡、生态损毁问题；
- (2) 大气环境目标：施工场界扬尘达标排放，无扬尘污染扰民问题，土石方作业、物料运输全程落实降尘抑尘措施；
- (3) 水环境目标：施工废水、生活污水达标处置，不外排至周边水体、农田，

保障周边地表水及地下水水质安全；

- (4) 声环境目标：施工噪声符合场界排放标准，避免噪声干扰周边居民正常生活；
- (5) 固废处置目标：施工渣土、建筑垃圾、生活垃圾分类规范处置，无随意倾倒、乱堆乱放现象，实现固废资源化利用与无害化处理；
- (6) 水土保持目标：完善边坡排水系统，有效拦截坡面径流，防止雨水冲刷引发水土流失，保障边坡及周边区域水土稳定。

4.4 施工期主要环境影响分析

结合工程建设内容及施工特点，施工期主要环境影响集中在以下方面：一是土石方开挖、塌方清理、物料运输产生的扬尘，污染周边大气环境；二是挖掘机、钻机、振捣棒等机械设备运行及运输车辆鸣笛产生的噪声，影响周边居民生活；三是施工废水（混凝土养护废水、机械冲洗废水）、生活污水无序排放，污染周边水体及土壤；四是塌方渣土、施工建筑垃圾、废弃钢筋、生活垃圾等固废乱堆乱放，占用土地、污染环境，同时引发水土流失；五是施工扰动坡面原生植被、破坏地表结构，加剧水土流失风险，影响区域生态完整性；六是混凝土浇筑、钢筋加工等环节产生的少量废料及油污，污染土壤及周边环境。

4.5 分项工程环境保护措施

4.5.1 钢筋骨架铅丝石笼防护环保措施

施工前精准划定施工范围，严禁超范围开挖、破坏周边植被，块石、钢筋等物料分类堆放，堆放点铺设防雨布、设置围挡，避免物料散落污染环境；石料运输车辆全覆盖密闭，杜绝沿途撒漏，运输路线避开居民密集区及生态敏感区；钢筋加工

在指定临时加工区进行，加工产生的废钢筋、铁屑集中收集回收，严禁随意丢弃；铅丝石笼装填块石时，轻装轻放，减少粉尘产生，作业面适时洒水降尘；笼体安装过程中，避免碾压周边植被及土体，施工结束后及时清理作业面残留杂物，恢复临时占用场地原貌。

4.5.2 主动防护网、被动防护网环保措施

防护网锚杆钻孔采用干式钻孔配合吸尘装置，或湿式钻孔降尘，减少钻孔粉尘扩散，钻孔产生的岩粉、渣土及时清理收集，不得随意抛洒至边坡下方；基坑开挖产生的土石方随挖随运，严禁在坡面长时间堆放，避免雨水冲刷流失；混凝土浇筑采用商品混凝土，减少现场搅拌污染，养护废水集中收集处置，养护废料及时清理；防护网网片、构件轻搬轻装，避免噪音扰民，废弃网片、边角料统一回收，交由专业单位处置，杜绝丢弃在山林、沟渠；施工过程中严禁破坏周边林木、植被，如需临时占用植被区域，施工完成后立即恢复植被。

4.5.3 沿线塌方清理及坡面清理环保措施

塌方及坡面清理作业优先采用人工配合小型机械作业，减少大面积扰动坡面，作业过程中全程洒水降尘，尤其是干燥天气加大洒水频次；清理的塌方渣土、松散土体、危石分类堆放，可利用土石方用于边坡回填、场地平整，不可利用渣土规范清运至指定消纳场，严禁随意倾倒在河道、林地、农田；坡面杂草、枯枝等有机杂物集中收集，可就地腐熟处理或清运至垃圾处理点，严禁焚烧；清理作业自上而下有序推进，避免一次性大面积开挖，防止坡面裸露引发水土流失，清理完成后及时跟进防护施工，缩短坡面裸露时间。

4.5.4 排水设施及路面附属设施恢复环保措施

排水设施修缮、重建施工时，做好原有排水系统临时导流，避免施工期间雨水

冲刷边坡、淤积作业面；混凝土施工废料、砌筑砂浆残渣及时清理，不得排入现有排水沟渠，防止堵塞排水系统；路面及附属设施恢复产生的废旧路面材料、破损护栏、建筑垃圾分类收集，可回收利用材料回收再利用，不可回收废料规范清运；施工过程中保护周边现有植被、农田，施工废料及时清运，避免散落污染周边环境，排水设施完工后，及时清理沟渠内残留杂物，保障排水通畅。

4.6 施工期全方位污染防控措施

4.6.1 大气污染防治措施

(1) 施工现场设置连续密闭围挡，土石方作业、物料堆放区全覆盖遮盖，施工道路定期洒水清扫，保持湿润，减少扬尘；

(2) 物料运输车辆全覆盖密闭运输，出场前冲洗车轮车身，严禁带泥上路、沿途撒漏，运输避开大风天气；

(3) 严禁在施工现场焚烧建筑垃圾、杂草、油料等废弃物，杜绝废气污染；

(4) 机械设备选用环保达标机型，杜绝冒黑烟设备进场，燃油采用合格油品，减少尾气排放。

4.6.2 噪声污染防治措施

(1) 选用低噪声机械设备，定期保养维护，降低设备运行噪声，高噪声设备设置简易隔音围挡；

(2) 合理安排施工时间，禁止夜间（22:00-次日 6:00）施工，确需夜间施工的，提前办理审批手续并公示，告知周边居民；

(3) 运输车辆途经居民区时减速慢行，禁止鸣笛，减少交通噪声干扰；

(4) 钢筋加工、混凝土振捣等高噪声工序，尽量安排在白天非居民休息时段作

业。

4.6.3 水污染防控措施

- (1)施工现场设置临时沉淀池、隔油池，施工废水（机械冲洗水、混凝土养护水）经沉淀、隔油处理后，回用至现场洒水降尘，不外排；
- (2)施工人员生活污水依托周边现有污水处理设施，或设置临时化粪池收集处理，严禁直接排放至周边水体、农田、沟渠；
- (3)油料、化学品单独存放，设置防渗地面及围堰，做好防雨、防渗、防泄漏措施，防止油污渗漏污染土壤及地下水；
- (4)严禁向周边河道、溪流排放施工废水、废料，保护地表水环境。

4.6.4 固体废物处置措施

- (1)施工渣土、建筑垃圾实行分类管理，可利用土石方优先用于边坡回填、场地平整，实现资源化利用；
- (2)废弃钢筋、铅丝、防护网边角料等可回收固废，集中收集后交由专业回收单位处置，严禁丢弃；
- (3)生活垃圾设置专用垃圾桶收集，定期交由环卫部门清运处理，严禁与施工废料混堆；
- (4)所有固体废物严禁随意倾倒、抛撒，清运过程全程密闭，运输至指定消纳场所，杜绝乱排乱放。

4.7 环境风险应急处置

4.7.1 风险识别

本工程主要环境风险包括：暴雨天气引发水土流失、渣土滑坡；油料泄漏污染

土壤及地下水；扬尘、噪声引发周边居民投诉；固废随意倾倒引发生态污染等。

4.7.2 应急措施

- 暴雨天气前，提前检查排水系统，加固临时挡渣墙、遮盖土石方堆放点，暴雨后及时清理淤积泥沙，修复受损环保设施；
- 发生油料泄漏时，立即停止作业，采用吸油毡、沙土围堵吸附，清理受污染土壤，交由专业单位处置，防止污染扩散；
- 接到居民环保投诉时，立即核查问题，及时整改优化施工措施，主动沟通化解矛盾；
- 制定应急演练计划，定期开展水土流失、污染泄漏应急演练，提升应急处置能力。

五、水土保持及生态恢复措施

5.1 水土保持核心措施

结合工程排水设施恢复建设，完善边坡截排水系统，在边坡顶部设置截水沟，坡面布设排水沟，底部设置排水渠，有效拦截、疏导雨水，避免雨水集中冲刷坡面；施工临时占地设置临时排水沟、沉沙池，拦截施工期泥沙，防止水土流失；土石方堆放点设置临时挡渣墙、防雨遮盖，避免雨水冲刷导致渣土流失；严格控制施工扰动范围，减少地表植被破坏，严禁在边坡坡面乱挖、乱堆，保持边坡原有地形地貌稳定性；塌方清理、坡面清理后，及时跟进防护网、铅丝石笼施工，缩短坡面裸露时间，降低水土流失风险。

5.2 生态恢复措施

施工结束后，全面清理施工现场，拆除临时设施，平整临时占地；对施工破坏

的植被区域，优先选用本土草本、灌木植物进行植被恢复，严禁引入外来入侵物种，提高植被成活率及生态适配性；铅丝石笼、防护网施工区域周边，适度补植绿植，提升生态防护效果，恢复区域生态完整性；对施工扰动的土壤区域，及时覆土平整，恢复土壤肥力，避免土壤沙化、流失，确保工程完工后，施工区域生态环境逐步恢复至施工前水平。

六、环保管理及保障体系

6.1 环保管理组织机构

工程施工项目部成立专项环保管理小组，项目经理任组长，全面负责环保工作统筹；配备专职环保管理员，负责现场环保措施落实、日常巡查、问题整改及台账记录；各施工班组设置兼职环保员，落实班组作业环保要求，形成“组长统筹、专职管控、班组落实”的三级环保管理体系，确保环保责任到人、措施落地。

6.2 环保管理制度

建立环保日常巡查制度，专职环保管理员每日对施工现场扬尘、噪声、固废、水土保持等情况进行巡查，发现问题立即下达整改通知，限期整改闭环；建立环保培训制度，施工前对所有作业人员进行环保法律法规、现场环保措施培训，提升作业人员环保意识；建立环保台账制度，详细记录环保措施落实情况、固废清运、废水处置、生态恢复等内容，留存影像及文字资料，以备环保验收核查。

6.3 物资及资金保障

配备充足的环保物资，包括洒水车、围挡、防雨布、垃圾桶、沉淀池材料、绿植苗木等，确保环保措施及时落实；单独列支环保专项经费，专款专用，保障环保

设备采购、日常运维、固废清运、生态恢复等工作顺利开展，杜绝环保资金挪用、挤占。

七、投资概算及资金筹措

7.1 编制范围

本概算根据《康乐镇榆康线道路边坡治理项目》初步设计全部工程数量编制。

7.2 采用的定额和相关的文件

- 1、《公路工程预算定额》（JTG/T 3832-2018）；
- 2、《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）；
- 3、中华人民共和国交通运输部《公路工程项目概算预算编制办法》（JTG3830-2018），以下简称《编制办法》；
- 4、甘肃省交通运输厅文件关于印发《甘肃省执行交通运输部<公路工程项目投资估算编制办法><公路工程项目概算预算编制办法>的补充规定(试行)》的通知(甘交建设[2020]6号)，以下简称《补充规定》；
- 5、其它有关调查资料。

7.3 各项费用和费率的确定

7.3.1 建筑安装工程费

- 1、根据甘交建设[2020]6号《补充规定》：人工工日单价(含机械工)按 77.56 元/工日执行；
- 2、有关材料供应价格按甘肃省交通建设质量安全造价中心发布《2026 年 2 月份甘肃省公路工程主要外购材料指导价格-税前》、《2026 年第一季度甘肃省公路

工程综合外购材料材料指导价格-税前》取定；

3、施工辅助费、工地转移费根据项目具体情况按《编制办法》规定并结合甘交建设[2020]6号《补充规定》的费率计列；

4、企业管理费（基本费用、主副食运费补贴）根据项目具体情况按《编制办法》规定并结合甘交建设[2020]6号《补充规定》的费率计列；

5、规费按甘交建设[2020]6号《补充规定》规定费率计列；

6、计划利润率根据甘交建设[2020]6号《补充规定》按 5.94%计列；

7、增值税税率根据甘交建设[2020]6号《补充规定》按 9%计列。

7.3.2 第三部分费用

1、建设项目管理费

（1）工程监理费：按 8500 元计取；

2、建设项目的期工作费

（1）设计费：按 24800 元计取；

（2）招标代理服务费：按 7000 元计取。

7.3.3 总投资构成

本工程总投资为 75.22 万元，其中：建筑安装工程费 71.19 万元，工程建设其他费用 4.03 万元。具体详见总概算表。

7.4 资金来源

资金来源为由衔接推进乡村振兴补助资金。

八、项目招标计划

8.1 项目招标原则

为提高经济效益，保证工程质量，缩短工程建设期，防范和避免工程建设中的违规行为，规范招标、投标活动，保护国家利益、社会公共利益和招标活动当事人的合法权益，按照《中华人民共和国招标投标法》，编制了本项目的招投标方案。在招标过程中遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则，并应当接受依法实施的监督。

8.2 招标范围

为提高经济效益，保证工程质量，缩短工程建设期，防范和避免工程建设中的违规行为，规范招标、投标活动，保护国家利益、社会公共利益和招标活动当事人的合法权益，按照《中华人民共和国招标投标法》，编制了本项目的招投标方案。在招标过程中遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则，并应当接受依法实施的监督。

8.3 工程招标

根据中华人民共和国国家发展计划委员会《工程建设项目招标范围和规模标准规定》（第 3 号令，2000 年 5 月 1 日）、《工程建设项目可行性研究报告增加招标内容以及核准招标事项暂行规定》（第 9 号令，2001 年 6 月 18 日）、《甘肃省招标投标条例》（2017 年 11 月 1 日）要求、《必须招标的工程项目规定》（2018 年 6 月 1 日）以及张掖市人民政府办公室文件张政办发【2018】204 号《关于阳光招标采购平台上线运行的通知》，对本工程可行性研究报告增加如下招标内容：

该项目工程总投资 75.22 万元，根据《甘肃省招标投标条例》（2017 年 11 月 1 日）、《必须招标的工程项目规定》（2018 年 6 月 1 日）以及张掖市人民政府办公室文件张政办发【2018】204 号《关于阳光招标采购平台上线运行的通知》规定：

建筑安装工程费必须在阳光招标采购平台进行招标，审查核定具有相应资质等级的招标单位不少于三家，委托当地建设工程招标部门进行招投标，按照“公开、公平、公正”的原则，择优选定施工单位，签定施工合同。

九、施工方案

9.1 主要特点

本项目点位分散、多工序交叉作业，施工特点鲜明。工程沿山区既有公路线性布设，作业面狭窄且临崖临坡，安全管控难度大；主要采取塌方及坡面危石清理、钢筋骨架铅丝石笼砌筑、主动防护网安装、被动防护网架设相结合的施工工艺，多工种、多工序平行与流水作业穿插进行；受高寒山区气候影响，有效施工期短、季节性强，且需在保障公路基本通行的条件下组织施工，交通导改与安全防护要求高；同时工程涉及边坡开挖、高空挂网、砌筑安装等多个高危作业环节，对施工组织、机械调配、边坡临时支护及生态保护均提出较高要求，具有点多线长、高空作业多、安全风险高、工序衔接紧密、受气候与交通干扰大的显著特点。

9.2 工期安排

建议 2026 年 5 月全线开工建设，2026 年 9 月底建成，工期 5 个月。

9.3 建设资金计划安排和施工队伍选择

本项目施工有一定难度，对施工质量要求严格。因此，必须选择有资质且技术

能力较强，特别是具有相关边坡治理经验的施工单位来承担施工，具备相应的施工机具，试验检测仪器和专业技术人员。建立政府监督、社会监理、内部自检的工程质量保障体系，确保工程质量。

9.4 组建项目管理机构

为确保工程项目的顺利进行，必须实行单位责任制，各级政府应做好征地等协调工作。处理好业主、监理、施工单位的关系。设置管理机构并配备专职人员，以保证施工的顺利进行。

十、效益评价

康乐镇榆康线道路边坡治理项目，针对沿线边坡失稳、塌方落石、排水不完善等突出问题，采取清理危石、钢筋骨架铅丝石笼防护、主动防护网、被动防护网及排水与路面附属设施恢复等综合措施，技术路线合理、工程方案可行。项目建设可有效消除地质灾害隐患，保障公路通行安全，减少后期养护投入，同时有利于保护区域生态环境，对改善沿线群众出行条件、支撑乡村振兴和文旅产业发展具有重要意义。项目建设必要、迫切，社会效益、安全效益、生态效益显著，建议尽快组织实施。

十一结论与建议

11.1 结论

本边坡治理建设项目针对沿线边坡塌方、坡面失稳、排水不畅及附属设施损毁等突出安全隐患，严格按照设计文件及现行施工规范要求，有序完成钢筋骨架铅丝石笼防护、主动防护网布设、被动防护网安装、挡渣墙、沿线塌方及坡面清理、现

状排水设施修缮、路面附属设施恢复等全部核心建设内容，项目实施全过程规范、管控到位，整体达到预期建设目标，综合结论如下。

其一，项目建设必要性充分。施工路段原有边坡存在土体松散、危石脱落、局部塌方等重大安全隐患，原有排水系统破损堵塞、路面附属设施残缺，既影响边坡自身稳定性，也对下方道路通行安全、周边生态环境及居民生产生活构成威胁，本项目的实施从根源上消除了边坡安全隐患，补齐了设施短板，完全符合边坡安全防护、道路正常运维的实际需求，社会效益与安全效益显著。

其二，工程施工质量达标可控。项目全过程严格遵循施工组织设计方案，落实“三检制”及监理旁站制度，各分项工程施工工艺符合规范要求：钢筋骨架铅丝石笼防护结构稳固、块石装填密实，有效实现坡脚防冲加固；主动防护网与被动防护网安装精度达标、锚固牢固，形成完整的坡面主动拦护、被动拦截体系，全面防范落石及滑坡风险；塌方及坡面清理彻底，无残留松散土体与危石，为后续防护施工筑牢基础；排水设施修缮重建后排水通畅，路面及附属设施恢复完整，功能满足使用要求，所有分项工程验收合格率 100%，工程整体质量符合设计及国家相关验收标准，无质量缺陷与安全隐患。

其三，安全与环保管控落实到位。施工期间严格落实高空作业、边坡防护、机械作业等各项安全措施，全程未发生安全生产事故，实现零事故、零伤亡目标；同步做好扬尘管控、噪声防治、固废处置及水土保持工作，严控施工扰动范围，最大限度保护周边林地、农田等生态环境，未对周边水环境、大气环境及土壤环境造成破坏性影响，施工过程文明规范，符合生态环境保护及文明施工相关要求。

其四，项目综合效益突出。项目完工后，边坡整体稳定性大幅提升，彻底解决了原有塌方、落石、水土流失等问题，配套排水系统实现雨水有序疏导，路面及附

属设施恢复正常使用功能，有效保障了道路通行安全和边坡长效稳固；同时工程兼顾生态保护与场地原貌恢复，实现了工程建设与生态环境的协调统一，项目投资合理、工期可控，圆满完成既定建设任务，具备全面验收交付、投入长效使用的条件。

11.2 建议

本项目的结论是秉着谨慎与负责的态度，在现有资料的基础上进行调查、分析、预测后得出的。鉴于目前基础设施建设的客观条件及本项目的实际情况，并提出若干建议：

11.2.1 后期运维管护建议

一是建立常态化巡查管护机制，移交后建议管理单位定期开展边坡及防护设施巡查，尤其雨季、汛期及大风天气后，重点检查主动防护网、被动防护网的锚固点、网片完整性，查看钢筋骨架铅丝石笼有无破损、沉降、冲刷痕迹，发现网片松动、笼体变形、石块缺失等问题，及时维修加固，避免小隐患扩大成安全事故。二是定期疏通维护排水设施，每季度清理截水沟、排水沟、急流槽内的淤泥、落叶及杂物，确保排水系统常年通畅，防止雨水淤积冲刷边坡，破坏防护结构；重点检查排水设施接缝处防渗情况，及时修补破损渗漏部位，保障排水功能持续有效。三是做好路面及附属设施管护，定期检查防撞护栏、警示标识、路肩等设施完好性，及时修复破损部件，补刷反光漆及警示标识，保持道路通行安全标识清晰醒目。

11.2.2 质量与安全长效管控建议

一是建议管理单位建立设施管护台账，详细记录巡查情况、维修内容、维护时间，实现管护工作可追溯，针对防护网、铅丝石笼等核心防护设施，定期开展安全性检测，确保防护性能持续达标。二是严禁在边坡防护区域及周边违规开挖、堆载

重物、砍伐植被，杜绝人为破坏防护结构和原生植被，严禁向排水设施内倾倒垃圾、渣土，防止堵塞排水通道。三是若后期周边有新增工程施工，应提前做好边坡防护预案，避免施工扰动影响本项目边坡稳定性，施工前需对既有防护设施采取保护措施，严禁机械碰撞、碾压防护网、铅丝石笼及排水设施。

11.2.3 生态保护与水土保持建议

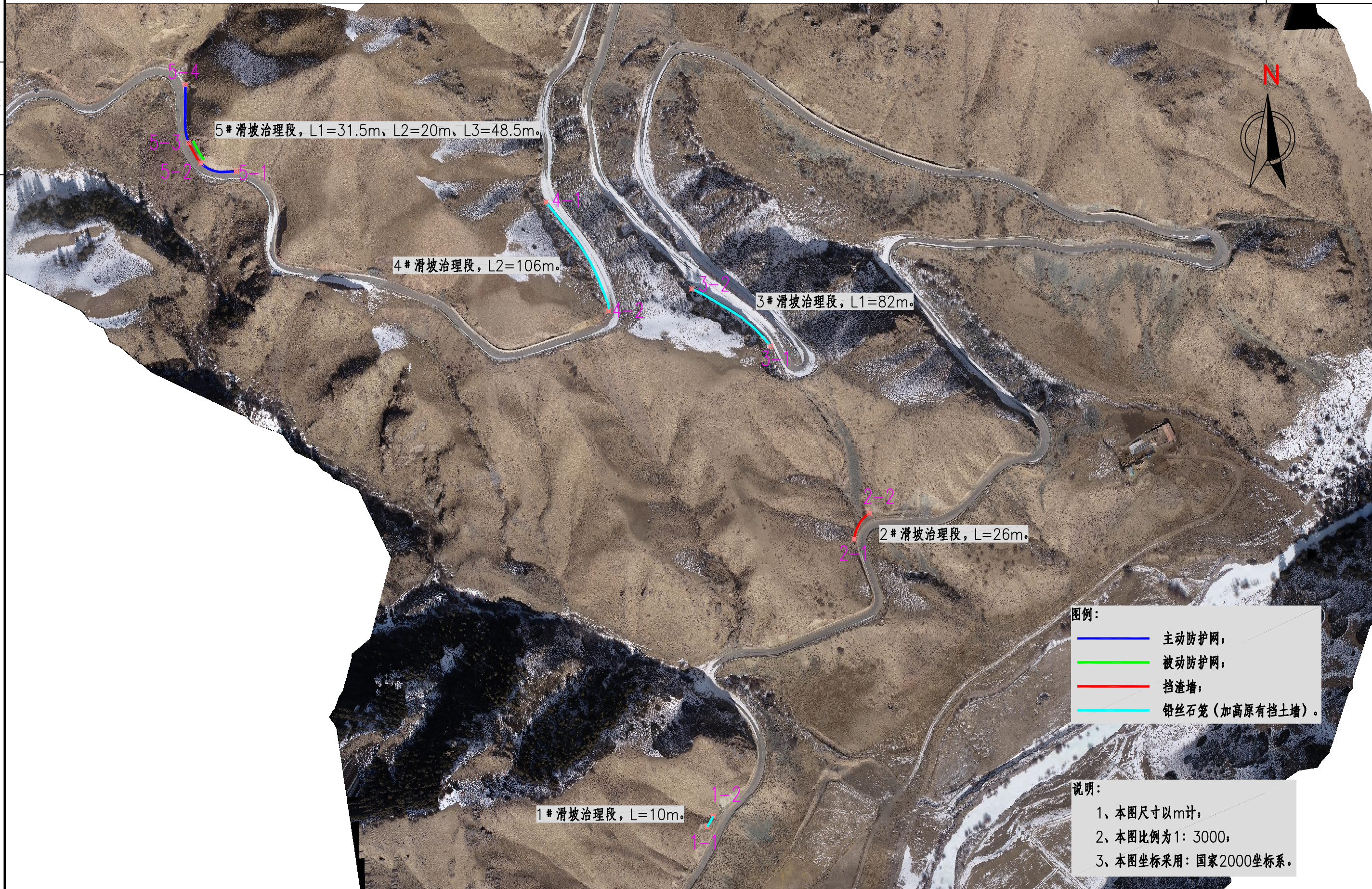
一是持续做好边坡生态管护，对施工期间临时占用及植被破坏区域，定期查看植被恢复生长情况，及时补植本土绿植，提升边坡生态防护效果，严禁在边坡区域放牧、取土、采石，保护坡面植被完整性，巩固水土保持成果。二是强化雨季水土流失防控，管护单位可结合实际，在边坡闲置区域适度补种草本植物，进一步减少坡面雨水冲刷，防止土壤流失，同时定期检查边坡有无新增裂缝、沉降迹象，发现异常立即采取处置措施。

11.2.4 应急与管理优化建议

一是建议管理单位完善边坡安全应急预案，针对极端天气、突发落石、局部坍塌等突发情况，制定应急处置流程，配备应急物资，定期开展应急演练，提升突发险情处置能力。二是做好工程资料归档留存，将施工图纸、验收资料、检测报告、管护手册等全套资料整理归档，为后期管护、维修、改造提供完整依据，便于设施全生命周期管理。三是若后续发现边坡局部出现新的松散、滑移迹象，或防护设施出现老化、损耗，需及时委托专业单位检测评估，制定专项处置方案，尽早整改处置，持续保障边坡长效安全稳定。

第二篇 路线

日期



路基防护坐标表							第 1 页		共 1 页	
日期	序号	编号	X坐标	Y坐标	备注					
	1	1 - 1	4299584.663	33581308.773						
	2	1 - 2	4299593.381	33581313.673						
	3	2 - 1	4299823.897	33581430.825						
	4	2 - 2	4299845.492	33581443.804						
	5	3 - 1	4299984.250	33581361.520						
	6	3 - 2	4300032.021	33581295.819						
	7	4 - 1	4300104.079	33581174.461						
	8	4 - 2	4300013.460	33581226.571						
	9	5 - 1	4300129.738	33580916.731						
	10	5 - 2	4300136.496	33580887.271						
	11	5 - 3	4300153.588	33580877.051						
	12	5 - 4	4300201.706	33580874.296						
中享设计集团有限公司		康乐镇榆康线道路边坡治理项目		路基防护坐标表		设计 黄研	复核 张强	审核 刘洋	图号 C2-2	

第三篇 路基、路面

日期

[illegible]

注：缝合绳、支撑绳、绳卡、扎丝等定额中已包含不再单独计量。

期
日

[illegible]

注：缝合绳、支撑绳、侧拉锚绳、上拉锚绳侧、中间加固绳、减压环、绳卡、基座、锚垫板等定额中已包含不再单独计量。



ZX 中享设计集团有限公司

康乐镇榆康线道路边坡治理项目

路基防护工程数量表 (被动防护网)

设计

黃坤

复核

杜德成

审核

刘洋

图号

3-2-2

期
日

[illegible]

ZX 中享设计集团有限公司

康乐镇榆康线道路边坡治理项目

路基防护工程数量表(挡渣墙)

设计

黃坤

复核

趙雲龍

审核

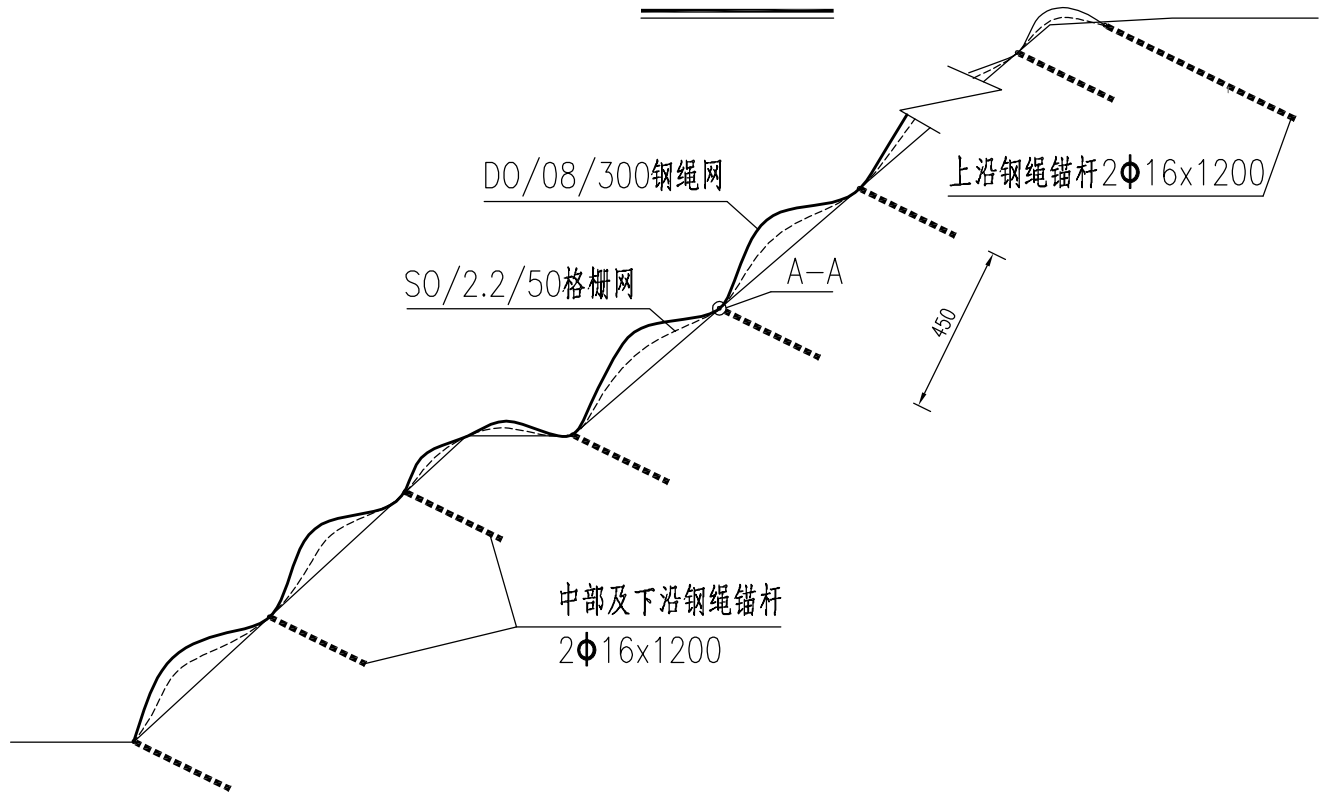
刘洋

图号

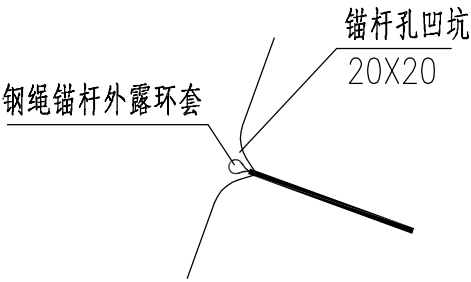
C3-2-3

日期

代表性断面图



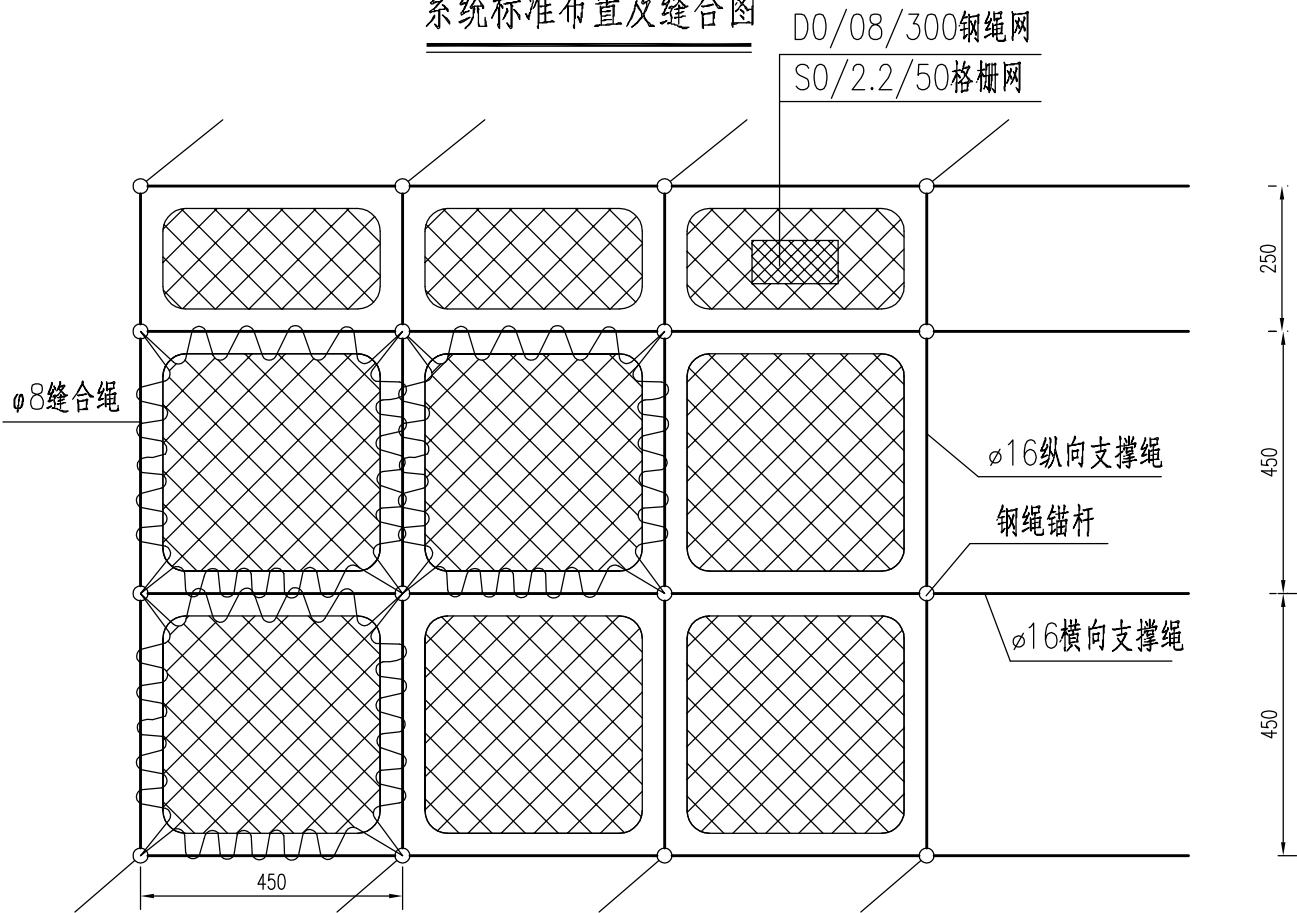
A — A 局部放大图



支撑绳安装示意图

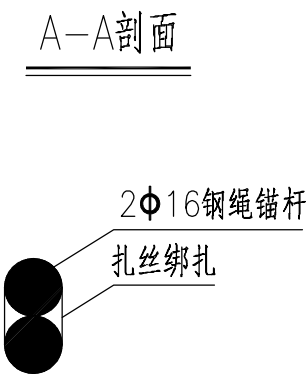
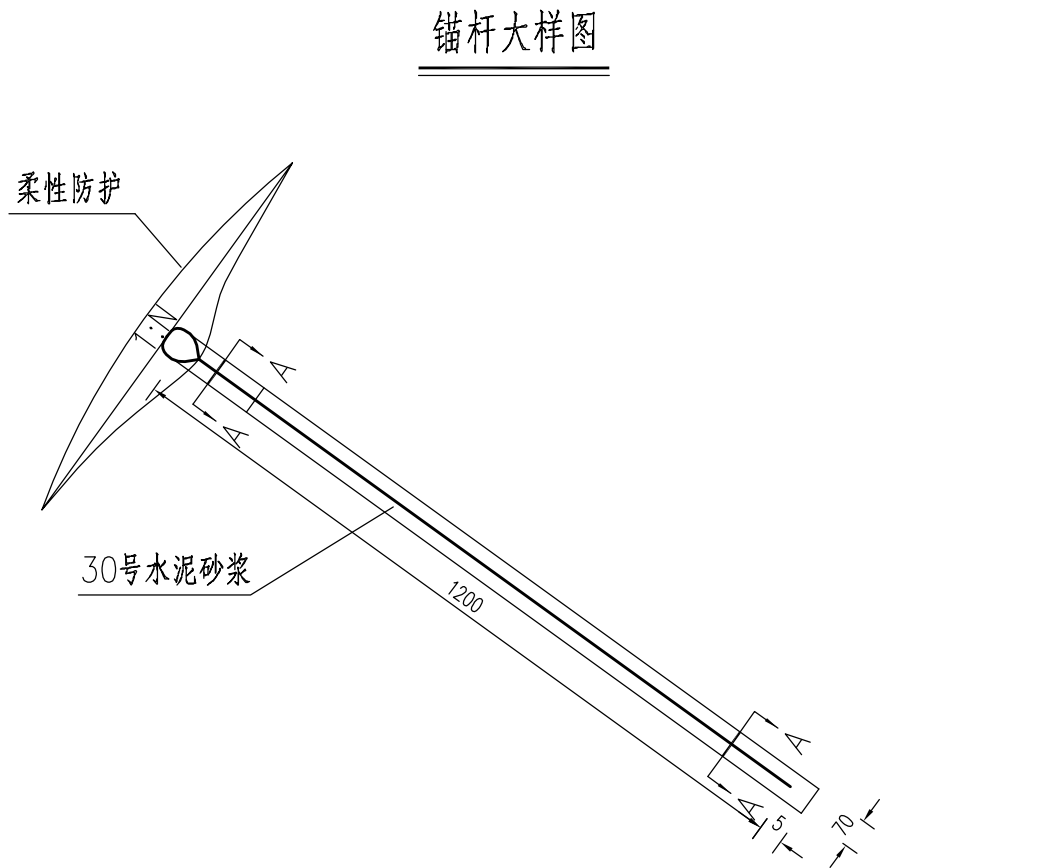


系统标准布置及缝合图



附注：

- 1.本图尺寸除钢绳直径和网孔规格以mm计，其余尺寸均以cm为单位。
- 2.系统说明：主动防护系统系以柔性钢绳网系统防护路堑边坡节理发育密集或者路堑外侧陡崖发育有崩塌落石的段落，用于防止落石、飞石的发生。其纵横交错的 $\Phi 16$ 纵、横向支撑绳与 $4.5\text{m}\times 4.5\text{m}$ 或 $2.5\text{m}\times 4.5\text{m}$ （实际施工中可根据地形条件及锚杆位置可在 $\pm 0.3\text{m}$ 作适当调整）模式布置的锚杆相联结，支撑绳构成的每个 $4.5\text{m}\times 4.5\text{m}$ 或 $2.5\text{m}\times 4.5\text{m}$ 网格内铺设一张或两张（根据设计的单层或双层钢绳网确定） $4\text{m}\times 4\text{m}$ 或 $4\text{m}\times 2\text{m}$ 的D0/08/300型钢绳网，每张钢绳网与四周支撑绳间用缝合绳缝合联结并进行预张拉，并在钢绳网下铺设小网孔的S0/2.2/50型格栅网，阻止小尺寸岩块的塌落。
- 3.施工安装方法：
 - (1)对坡面防护区域内的浮土及浮石进行清除或局部加固。
 - (2)放线确定锚杆孔位，并在每一孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套长度的凹坑，一般口径20cm，深20cm。
 - (3)按设计深度钻凿锚杆孔并清孔，孔深应比设计锚杆长度长5cm以上，孔径为 $\Phi 70$ 。
 - (4)插入锚杆并注浆，浆液强度不低于M30，宜用灰砂比1:1~1.2、水灰比0.45~0.50的水泥砂浆或水灰比0.45~0.50的水泥净浆，水泥采用42.5级普通硅酸盐水泥，优先选用粒径不大于3mm的中细砂，确保浆液饱满，在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天；锚杆抗拔力：锚固后锚杆抗拔力不小于80kN。
 - (5)安装纵横向支撑绳，张拉紧后两端各用三个或四个（支撑绳长度小于30m时用三个，大于30m时用四个）绳卡与锚杆外露环套固定连接。
 - (6)从上向下铺挂S0/2.2/50型格栅网，以阻止小尺寸岩块的崩落或限制局部岩土体的破坏，格栅网间重叠宽度不小于5cm，两张格栅网间的缝合以及格栅网与支撑绳间用 $\Phi 1.5$ 铁丝按1m间距进行扎结。
 - (7)格栅网铺设的同时，从上向下铺设钢绳网并缝合，缝合绳为 $\Phi 8$ 钢绳，每张 $4\text{m}\times 4\text{m}$ （或 $4\text{m}\times 2\text{m}$ ）钢绳网均用一根缝合绳与四周支撑绳缝合联结并预张拉，两端各用2个绳卡与锚杆外露环套固定连接。该预张拉工艺能使系统对坡面施以一定的法向预紧压力，从而提高表层岩土体的稳定性，尽可能地阻止崩塌落石的发生并将小部分落石限制在一定的空间内运动。
 - (8)用 $\Phi 1.5$ 铁丝对钢绳网和格栅网间进行相互扎结，扎结点纵横间距1m左右。
 - (9)钢绳网、格栅网应符合《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328—2020）规范的要求，钢丝绳应满足《钢丝绳通用技术条件》（GB/T 20118—2017）的规定，强度等级不应低于 $1770\text{N}/\text{mm}^2$ ，钢丝绳交叉节点处紧固件的抗脱落拉力不应小于10kN，抗错动拉力不应小于5kN，错动后钢丝绳残余抗破断拉力不应小于原始最小抗破断拉力的90%；钢丝绳搭接处的连接能力不应低于所连接钢丝绳的最小破断拉力的90%。格栅网所用钢丝应符合YB/T 5343的规定。
 - (10)未尽事宜，按有关技术规范执行。

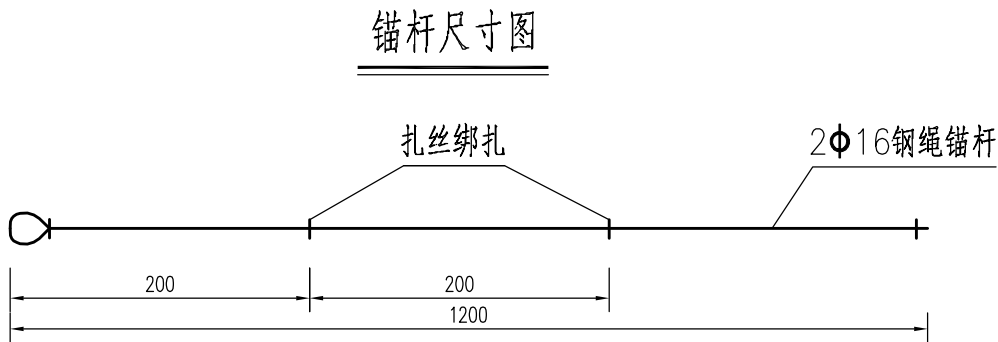


一根锚杆数量表

项 目 名 称		规 格 (mm)	长 度 (m)	重 量 (kg)	体 积 (m3)
锚杆 长 12m	钢绳锚杆	2φ16	12.00	38.667	
	扎丝	1.5	0.36		
	灌 浆	M30			0.042
	钻 孔	70	12.05		

GPS2主动加固系统技术参数表

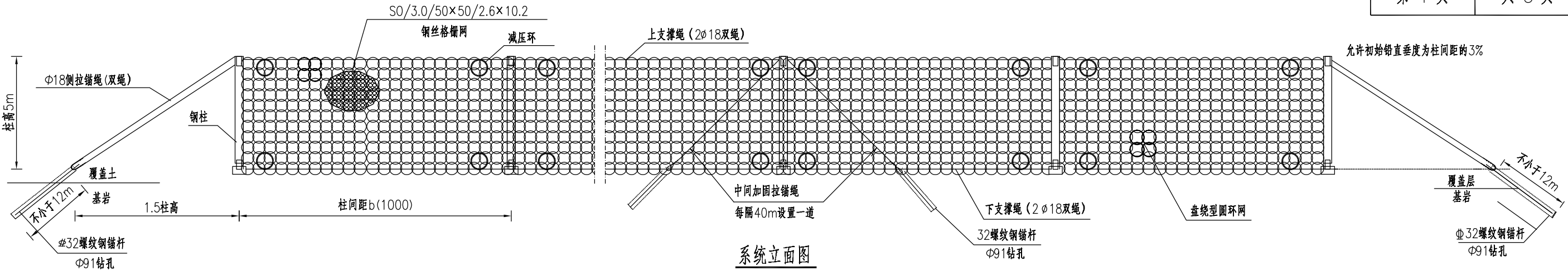
序号	材料	规格	检验报告对应的技术参数
1	钢丝绳网	D0/08/300	钢丝强度1770MPa，热镀锌AB级，φ8破断拉力≥40.7kN；盐雾试验≥350小时
2	钢丝格栅	S0/2.2/50	钢丝强度≥1570MPa，热镀锌AB级
3	横向支撑绳	φ16	钢丝强度1770MPa，热镀锌AB级，φ16破断拉力≥150kN，φ12破断拉力≥91.5kN，φ8破断拉力≥40.7kN；盐雾试验≥350小时
4	纵向支撑绳	φ16	
5	缝合绳	φ8	
6	钢丝绳锚杆	2 φ16	钢丝强度1770MPa，破断拉力≥150kN
7	十字卡扣		抗错动拉力≥5kN，抗脱落拉力≥10kN



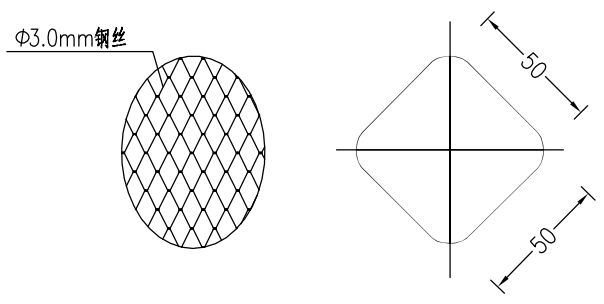
附注：

- 1、本图尺寸除注明以外，其余均以厘米计。
- 2、锚杆长度为12米。
- 3、钢绳锚杆每隔2m采用φ1.5铁丝扎紧，在钻孔灌满水泥砂浆后，直接插入钻孔。
- 4、钢绳锚杆应该尽量垂直于坡面，但鉴于靠近坡口线附件一般转折较大，所以，锚杆倾角必须根据地形进行适当调整，避免出现相邻锚杆间距过小或者出现相交的情况。
- 5、施工过程可根据实际地质情况，酌情调整锚杆长度、直径和钻孔孔径。以保证工程有效，保证公路运行安全。
- 6、未尽事宜参见相关规范执行。

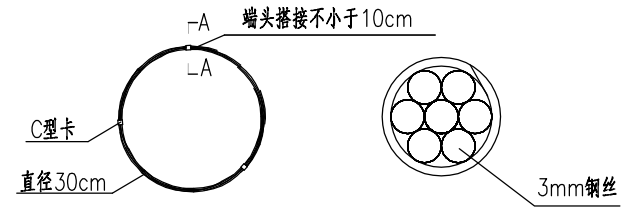
日期



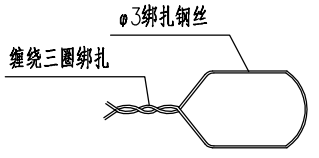
系统立面图



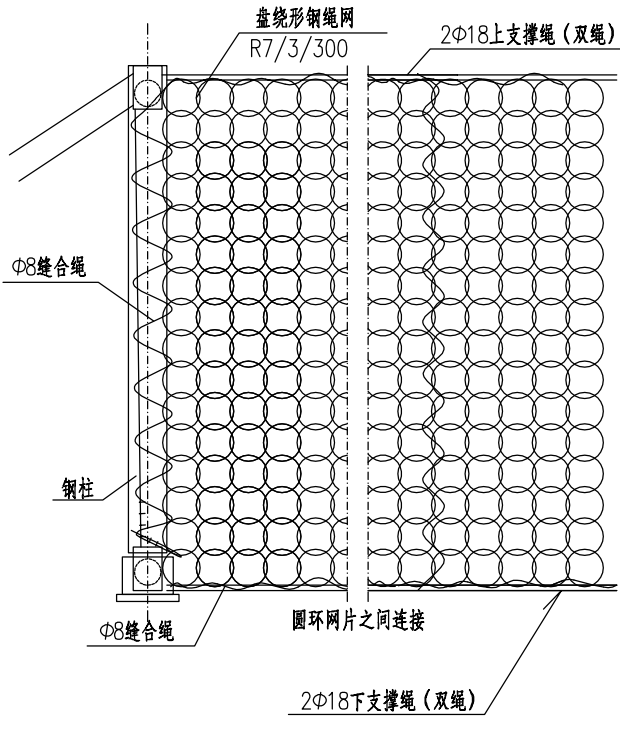
50mm×50mm 钢丝格栅网
采用锌—铝—混合稀土合金防腐镀层



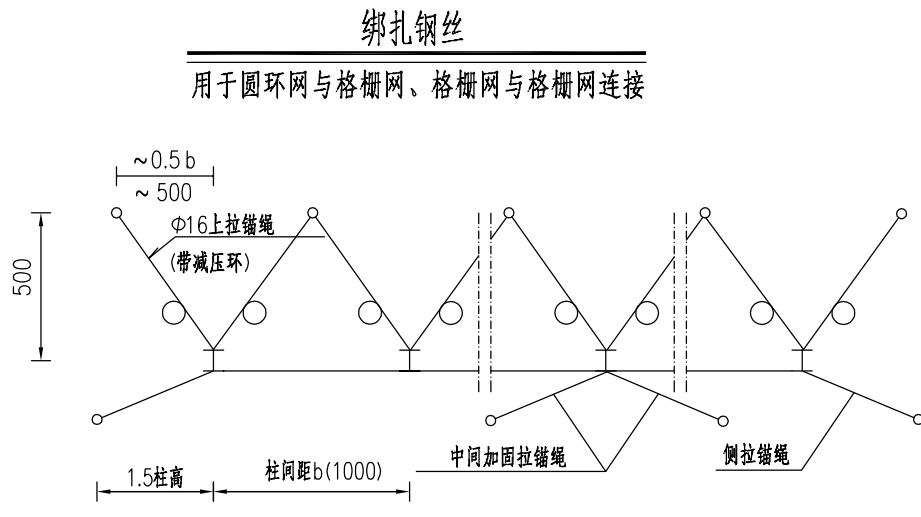
钢丝平行盘绕圆形环
A—A 截面



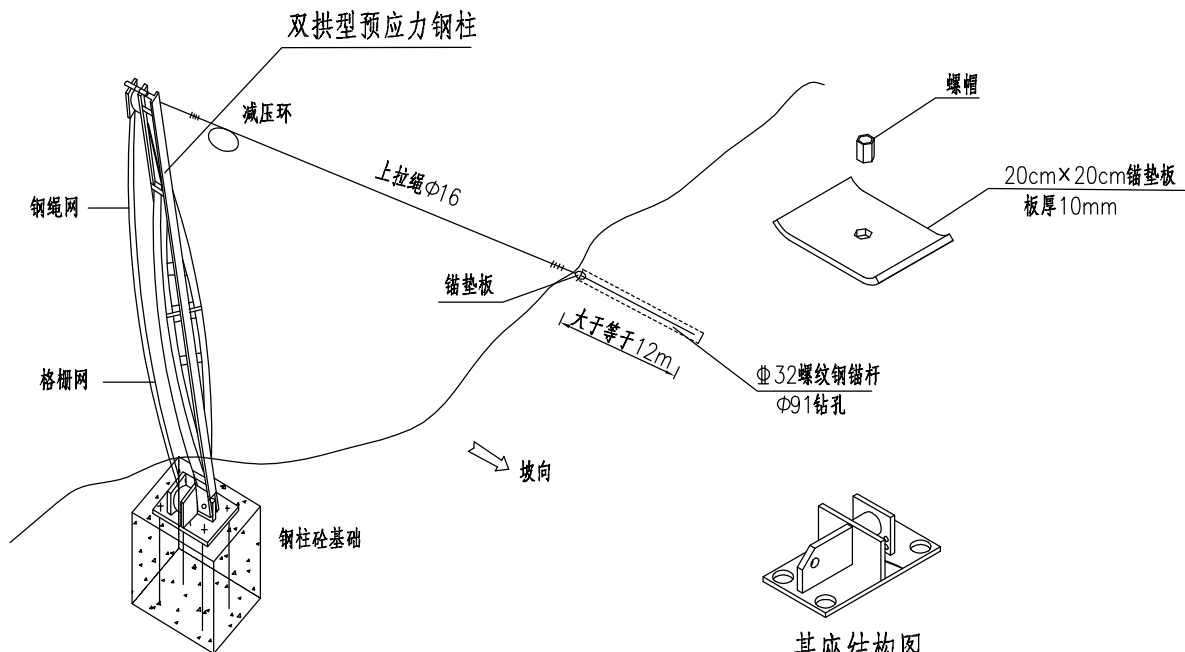
- 附注：
1. 本图适用于路堑边坡防护，以防止落石等异物侵入。
 2. 结构配置：钢柱+支撑绳+拉锚系统+环形网+缝合绳+减压环，内设菱形钢丝格栅网。
 3. 结构构件及主要技术要求
 - (1). 盘绕形圆环网、支撑绳、锚绳所用钢丝绳应符合GB/T 20118-2017钢丝绳标准的规定，其钢丝强度不应低于1770MPa，热镀锌等级不低于AB级。
 - (2). 钢丝格栅编织用钢丝应符合YB/T 5294-2006的规定，采用热镀锌+5%铝+混合稀土合金，符合GB/T 20492-2019标准中A级规定。钢丝不应有机械损伤和锈蚀现象。
 - (3). 环形钢丝网：单个环由φ3mm单根钢丝相互缠绕7圈而成，端头搭接长度不小于10cm，且至少三处采用不锈钢质C型卡紧固件箍紧。每个环应与周边4个环相扣联，环链破断拉力大于60kN。
 - (4). 双拱形预应力钢柱：由工字钢和拱形槽钢焊接而成，防护高度采用5m。
 - (5). 减压环：直径为448mm；
 - (6). 拉锚系统：采用φ32mmHRB400钢筋制作，钻孔直径φ91mm，进入基岩深度12m。
 4. 被动防护网施工安装工艺要求：JG-528(2004A)
 - (1). 被动安全系统布置宜沿等高线走向，以能最大程度拦截滚石为原则；
 - (2). 被动安全系统最大允许初始铅垂度为柱间距的3%；
 - (3). 锚杆抗拔力≥80kN；
 - (4). 钢柱混凝土基础侧壁外露高度超过30cm时，需采用钢筋混凝土基础，其余采用混凝土基础。
 5. 未尽事宜按相关规范、规定办理。
 6. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计及注明者外，其余均以厘米计。



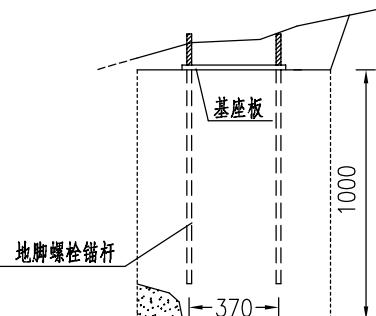
圆环网缝合/连接图



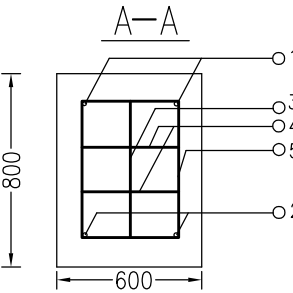
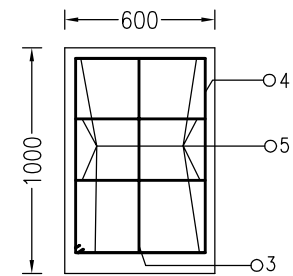
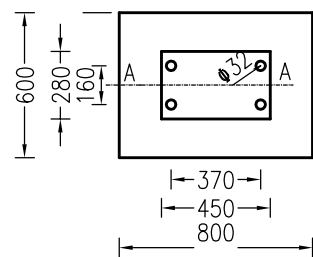
系统平面图



基座结构图



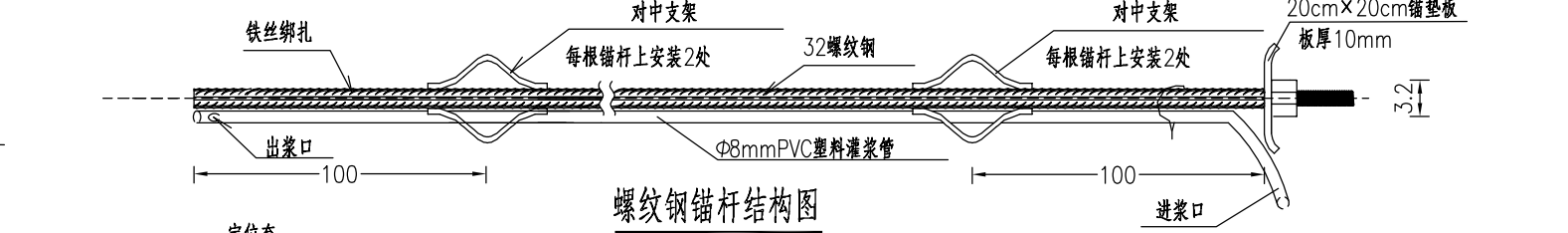
钢柱砼基础图



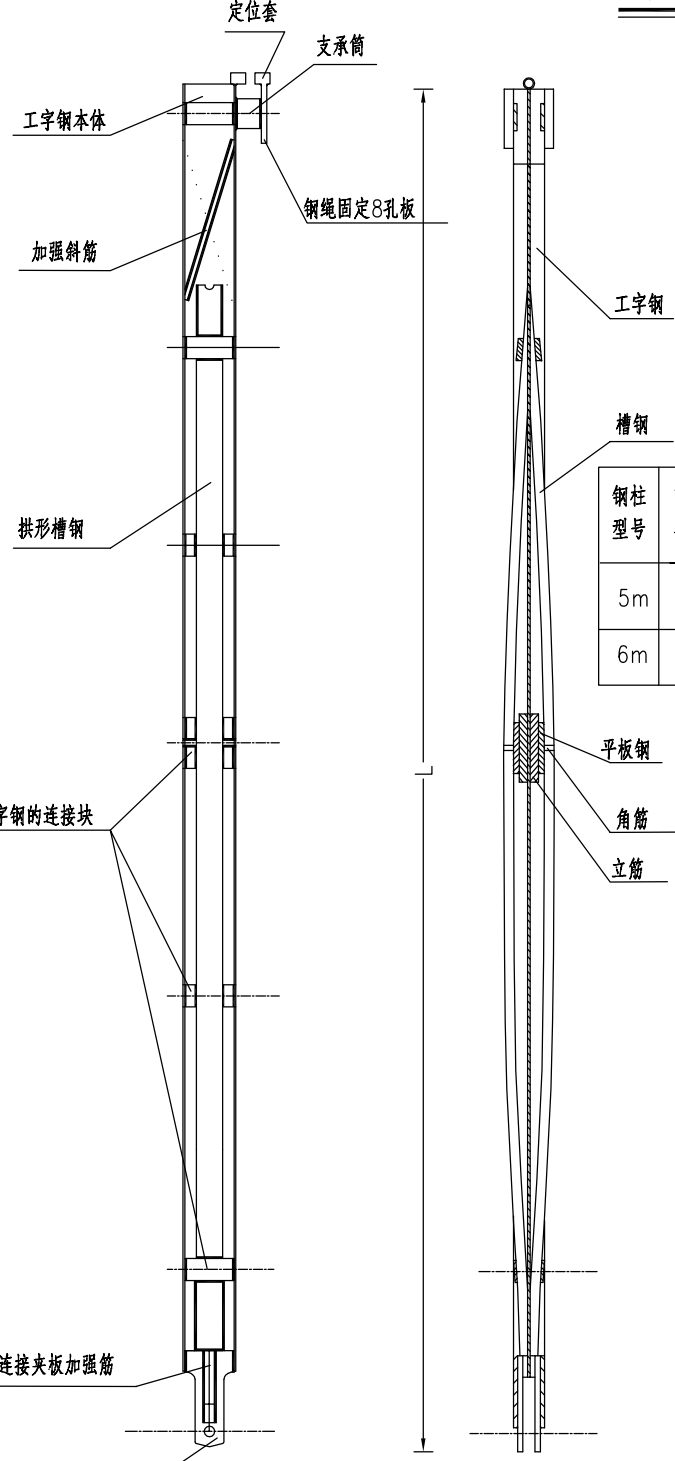
钢柱砼基础配筋图

单座砼基础钢筋构造材料表

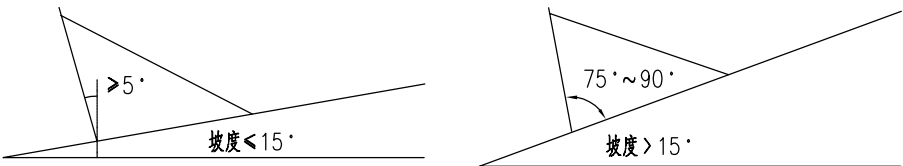
钢筋编号	形状	规格	数量	单根长度	总长度
① ②	900	16	4	900	3600
③	900 600	16	1	3400	3400
④	900 500	16	2	3200	6400
⑤	600 500	16	4	2600	10400



螺纹钢锚杆结构图



双拱形预应力钢柱结构图



系统横断面图

双拱形预应力钢柱材料要求

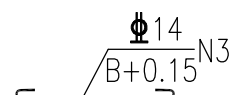
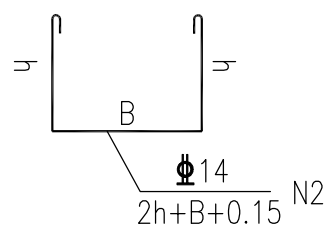
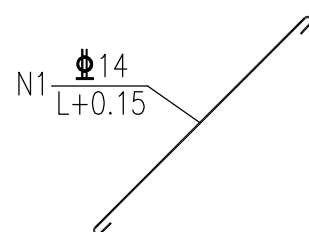
钢柱型号	钢柱全长L(m)	工字钢型号	槽钢型号	工字钢抗弯截面模量		槽钢抗弯截面模量		钢柱正向抗弯力 kN	钢柱侧向抗弯力 kN	其 他 材 料
				Wx ³ cm	Wy ³ cm	Wx ³ cm	Wy ³ cm			
5m	5.18	20b	10	237	31.5	39.7	7.80	>40	>25	钢管φ90×10 φ34×3.5 钢板 δ=16 δ=12 δ=10 δ=8
6m	6.195	22b	10	325	42.7	39.7	7.80	>40	>25	钢管φ90×10 φ34×3.5 钢板 δ=16 δ=12 δ=10 δ=8

附注：

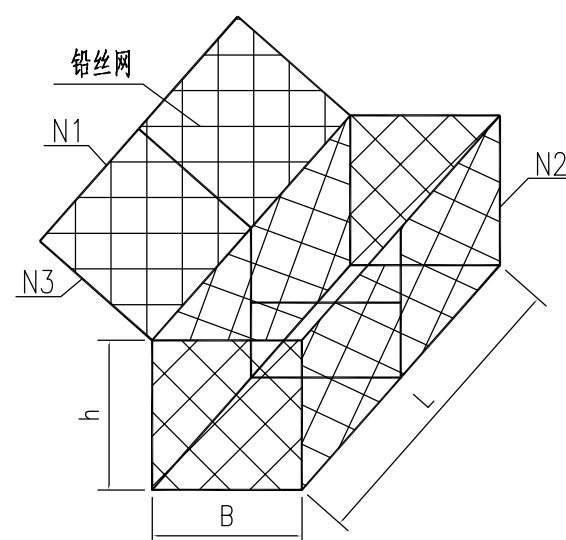
1. 本图钢柱基础为最小尺寸，本次设计被动防护网安装在挡渣墙上。
2. 基础采用混凝土浇筑，钢柱砼基础地脚螺栓锚杆孔径不小于Φ32，基础顶面用薄层C25细石砼抹平，螺纹钢锚杆孔径Φ91，锚杆进入基岩深度不小于12m。
3. 混凝土基础采用人工开挖，禁止爆破作业。
4. 基础钢筋笼采用Φ16螺纹钢制作，钢筋保护层厚度不小于20mm。
5. 地脚螺栓锚杆由Φ32螺纹钢筋加工制作，总长1.0m，顶端丝口M28×100，并配相应垫片和螺母。
6. 钢柱各部件组合焊接处不允许假焊、虚焊现象存在；组焊时两弧拱形槽钢两端应焊接在工字钢两侧槽部，保证对称，允差±2.5mm.；组焊时应保证工字钢全长x、y方向不直度允差4.5mm，工字钢y方向与槽钢y方向不平行允差5.5mm；2-Φ31.5钢柱铰链板孔与工字钢轴线方向垂直度允差0.5mm。
7. 钢柱表面热浸镀锌：按国家标准《GB/T1392-2020》热浸镀锌层技术要求验收，镀锌层≥65 μm。
8. 未尽事宜按相关规范、规定办理。
9. 本图尺寸除注明者外，均以mm计。

期日

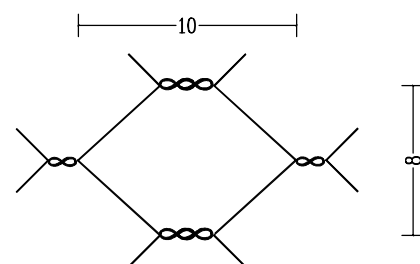
1:100



II 型



铅丝笼网孔大样图



一个铅丝笼钢筋数量表

序号	钢筋编号	长度 (m)	根数	总长 (m)	钢筋重量 (kg)	钢筋总重 (kg)	铅丝面积 (m ²)	片石 (m ³)	备注
1	N1	2.15	4	8.60	10.39	40.54	10.00	2.00	L=2.0
2	N2	3.15	5	15.75	19.03				h=1.0
3	N3	1.15	8	9.20	11.12				B=1.0

序号	钢筋编号	长度 (m)	根数	总长 (m)	钢筋重量 (kg)	钢筋总重 (kg)	铅丝面积 (m ²)	片石 (m ³)	备注
1	N1	2.15	4	8.60	10.39	24.23	7.68	1.28	L=2.0
2	N2	2.55	3	7.65	9.24				h=0.8
3	N3	0.95	4	3.80	4.59				B=0.8

序号	钢筋编号	长度 (m)	根数	总长 (m)	钢筋重量 (kg)	钢筋总重 (kg)	铅丝面积 (m ²)	片石 (m ³)	备注
1	N1	2.15	4	8.60	10.39	21.09	5.52	0.72	L=2.0
2	N2	1.95	3	5.85	7.07				h=0.6
3	N3	0.75	4	3.00	3.63				B=0.6

附注：

- 1、本图尺寸除注明者外，其余均以cm计；
- 2、石笼网采用8号镀锌铅丝编制，编制网格时宜用双结，以防网孔变形；网框采用Φ14钢筋制作；
- 3、石笼内应选用坚硬不易崩解的卵石、块石填充，块径应大于网孔尺寸，装笼必须全部码砌、塞严，两层石笼接触面应平整，以防片石棱角砸断铅丝而导致整个石笼损坏，靠近网孔的外层应选用较大尺寸的石块仔细码砌；
- 4、石笼铺设时应严格夯实、整平地基，并将所有单个石笼用钢筋捆扎，互相连接，使之成为一个整体；
- 5、为增加石笼稳定性石笼应错缝设置，除需要进行错缝设置时端部采用3m长石笼，其余情况均采用2m长石笼；
- 6、未尽事宜，按有关规范执行。

第十篇 筑路材料

期日

[illegible]

ZX 中享设计集团有限公司

康乐镇榆康线道路边坡治理项目

沿线筑路材料表

设计

黃坤

复核

杜德成

审核

刘洋

图号

C10-1