

市政道路边坡防护工程的施工质量控制与管理策略

邓少军

新疆恒通水利水电工程有限公司 新疆 塔城 834702

摘要：市政道路边坡防护工程是保障道路通行安全与沿线生态稳定的核心基础设施，其施工质量直接关系到工程长效运行。本文以市政道路边坡防护工程为研究对象，先界定工程核心概念并梳理全面质量管理、PDCA循环等管控理论基础，再剖析地质勘察、材料性能、施工工艺等五类质量影响因素，进而从施工前期筹备、开挖修整、防护结构施工、动态监测、材料设备管控等全流程，提出针对性质量控制技术与管理措施，最后明确验收标准及不合格项整改机制。

关键词：市政道路；边坡防护工程；施工质量控制；管理策略

引言：随着市政路网建设向复杂地质区域延伸，边坡防护工程的质量管控成为行业关注焦点。当前部分工程因管控体系不完善，易出现边坡失稳、防护结构耐久性不足等问题，威胁道路运营安全。基于此，本文立足市政道路边坡防护工程的工程性与公益性特征，以质量管控理论为支撑，围绕施工全流程关键环节展开研究。通过识别核心质量影响因素，构建全链条管控体系，探索适配的技术措施与管理机制，旨在填补现有管控体系的实操空白，为提升工程整体质量与安全水平提供理论与实践依据。

1 市政道路边坡防护工程概念与质量管控理论基础

1.1 市政道路边坡防护工程概念

市政道路边坡防护工程核心概念市政道路边坡防护工程是市政基础设施建设的重要组成部分，指为保障道路边坡稳定、防止水土流失、规避地质灾害，对道路沿线边坡实施的一系列防护加固措施的总称。其核心内涵涵盖边坡稳定性保障、生态环境协调、通行安全防护三大维度，兼具工程性与公益性特征。从技术属性来看，该工程需结合地质勘察、结构设计、施工组织等多学科知识，通过科学选型防护形式，实现边坡受力平衡与环境适配，为市政道路的安全运营提供基础保障。

1.2 质量管控理论基础

质量管控理论基础市政道路边坡防护工程质量管控以全面质量管理理论为核心，强调全流程、全员参与的质量把控理念，将质量控制贯穿工程策划、施工实施、验收交付等各个阶段。同时融合PDCA循环理论，通过计划制定、实施执行、检查监督、改进优化的闭环管理，持续提升工程质量水平。系统工程理论为质量管控提供了整体思维，要求将边坡防护工程视为有机系统，统筹考虑地质条件、施工工艺、材料性能等多方面因素的相

互影响，构建协同高效的质量管控体系，确保工程质量符合相关标准规范，实现长期稳定运行的目标^[1]。

2 市政道路边坡防护工程施工质量影响因素

市政道路边坡防护工程施工质量受多方面因素综合影响，各因素相互关联且对工程质量形成关键制约，具体可归纳为以下几类：（1）地质勘察与设计因素。地质勘察的精准度直接决定防护方案的适配性，若勘察数据偏差会导致设计参数不合理，进而引发边坡稳定性隐患；设计方案的科学性、针对性不足，也会从源头影响施工质量管控的基础。（2）材料质量因素。原材料与构配件的性能、规格是否符合标准要求，是保障工程质量的核心前提，材料进场检验不到位、存储养护不规范等，都会降低工程结构的耐久性与承载能力。（3）施工工艺与操作因素。关键工序的施工工艺规范性、操作人员的技术水平与责任意识，直接影响边坡开挖精度、防护结构安装质量等核心环节，违规操作易导致结构衔接不牢固、受力不均等质量问题。（4）现场管理因素。施工现场的组织协调、流程管控、质量监督机制是否完善，关系到各环节质量管控的连贯性，管理疏漏易引发工序衔接混乱、质量隐患排查不及时等问题。（5）自然环境因素。气象条件、水文状况、地质变化等自然因素具有不确定性，易对施工进度与质量产生干扰，如降雨易导致边坡坍塌、低温影响材料固化效果等^[1]。

3 市政道路边坡防护工程施工全流程质量管控关键环节与技术措施

3.1 施工前期筹备阶段的质量管控体系构建与实施要点

施工前期筹备阶段是保障边坡防护工程质量的基础环节，要构建全维度管控体系并落实核心实施要点。

（1）完善技术准备管控，深入开展施工图纸会审工作，

核对设计方案与地质勘察资料的匹配性,明确防护结构参数、施工工艺要求及质量控制标准,针对设计疑问及时沟通优化;同时编制专项施工组织设计,明确质量控制目标、人员职责分工及工序衔接流程,确保技术文件具备指导性与可操作性。(2)强化资源配置管控,建立材料与设备采购审核机制,严格筛选供应商资质,明确原材料、构配件及施工设备的质量标准与验收要求;合理调配施工人员,组建专业技术团队并开展岗前质量管控培训,提升人员责任意识与技术操作规范性。(3)落实现场筹备管控,对施工区域进行全面勘察,清理场地内影响施工的障碍物,规划材料存储区、施工操作区的合理布局,做好排水、防护等临时设施搭建,为后续施工质量管控创造有利条件;同时建立现场质量监督小组,制定质量检查流程与隐患排查机制,确保前期筹备工作符合质量管控要求。

3.2 边坡开挖与修整工序的质量控制关键技术与管理要求

边坡开挖与修整的质量直接影响后续防护结构的稳定性,要严格把控关键技术要点并强化全流程管理。

(1)精准把控开挖技术参数,施工前需结合现场地质勘察报告与设计图纸,组织技术人员开展专项交底,明确不同地质层段的开挖坡度、分层厚度及开挖顺序,优先采用“自上而下、分层分段、跳槽开挖”的方式,配备全站仪实时复核开挖轮廓,避免超挖、欠挖现象;分层开挖过程中同步设置临时排水沟,防止雨水浸泡边坡土体,减少土体扰动,确保开挖过程中边坡土体的稳定性。(2)落实开挖过程质量管控,在开挖边坡关键断面布设沉降观测点与位移观测桩,采用水准仪、测斜仪实时监测边坡土体的变形情况,当监测数据出现异常波动时,立即放缓开挖节奏或暂停开挖,组织技术人员研判调整方案;开挖坡面完成后,及时采用人工配合挖掘机修整,保证坡面平整顺直,坡面平整度偏差控制在 $\pm 5\text{cm}$ 内,同时彻底清除坡面浮土、危石及松动岩块,对局部不平整部位采用水泥砂浆找平,为防护结构施工提供平整、牢固的作业基面。(3)强化工序衔接管理,明确开挖与修整工序的质量验收标准,上道工序需经监理单位联合施工单位验收合格并签署验收文件后,方可进入下道工序;建立完善的工序交接记录制度,详细记录开挖时间、开挖范围、修整部位、检测数据及验收结果等信息,确保质量管控全程可追溯。

3.3 主流防护结构施工质量专项控制

针对锚杆/锚索、喷锚、格构等主流防护结构,需结合其结构特性与受力要求,实施针对性的专项质量控制

措施。(1)锚杆/锚索防护质量控制,进场前对锚杆/锚索钢材、锚固剂等材料进行抽样送检,确保其强度、韧性、粘结强度等指标符合设计要求;钻孔过程中采用地质罗盘控制倾角偏差不超过 $\pm 1^\circ$,使用测绳+卷尺双重复核钻孔深度与孔径,钻孔完成后采用高压风枪结合清水反复冲洗孔内岩粉、杂质,直至孔口排出清水为止,保证孔道洁净干燥;锚固剂调配严格按照配合比计量,采用专用搅拌设备搅拌均匀,灌注时采用注浆管缓慢推送至孔底,确保锚固剂灌注饱满无空隙,严格控制养护时间不少于7天;张拉过程中采用智能张拉设备,分级施加张拉应力,实时监测变形量,确保锚杆/锚索受力均匀、稳定,张拉完成后及时进行封锚处理。(2)喷锚防护质量控制,选用强度等级不低于P.O42.5的水泥及级配良好的骨料,根据设计强度要求精确定混凝土配合比,添加高效减水剂提升混凝土流动性与粘结力;喷射前对坡面进行二次清理,清除残留浮土与松动岩体,对干燥坡面洒水湿润;控制喷射压力在 $0.4\sim 0.6\text{MPa}$ 、喷射距离在 $1.5\sim 2.0\text{m}$,采用“自上而下、分层喷射”方式,每层喷射厚度控制在 $5\sim 8\text{cm}$,前一层混凝土初凝后再进行下一层喷射,喷射过程中采用钢筋尺检测厚度,保证喷射混凝土厚度均匀、密实,避免出现空鼓、裂缝等质量问题;锚杆外露端与喷射混凝土连接部位需增设加强钢筋网片,确保两者协同受力。(3)格构防护质量控制,严格把控格构梁钢筋、混凝土等材料的规格与性能,钢筋进场需进行力学性能检测,混凝土采用预拌商品混凝土并出具质量合格证明;施工前采用全站仪精准测量放线,确定格构的轴线位置、截面尺寸及标高,偏差控制在 $\pm 3\text{cm}$ 内,保证格构布置规整、美观;模板选用高强度钢模板,安装过程中采用对拉螺栓固定,确保模板牢固、平整,接缝处粘贴密封胶条,避免漏浆现象;混凝土浇筑过程中采用插入式振捣器分层振捣密实,控制浇筑速度均匀,避免产生离析,养护过程中采用土工布覆盖洒水养护,养护时间不少于14天,提升混凝土强度与耐久性。

3.4 施工过程质量动态监测与隐患预警管理机制

构建完善的施工过程质量动态监测与隐患预警管理机制,是及时发现并处置质量隐患的关键。(1)明确监测内容与指标,针对边坡变形、防护结构应力、土体位移等核心指标设定监测阈值,制定详细的监测方案,明确监测点位、监测频率及监测方法,确保监测数据的全面性与准确性。(2)落实监测数据管理,建立监测数据实时采集、传输与分析体系,对监测数据进行及时整理、汇总,对比分析监测数据与设计值的偏差,判断施

工质量状态；建立监测数据台账，详细记录监测时间、数据结果及分析结论，确保监测数据可追溯。（3）完善隐患预警与处置机制，根据监测数据变化趋势，构建多级预警体系，明确不同预警等级的处置流程与责任主体；当监测数据超出预警阈值时，立即启动预警响应，暂停相关施工工序，组织技术人员分析隐患原因，制定针对性的处置措施；隐患处置完成后，需重新监测验收合格，方可恢复施工；定期对监测设备进行校准与维护，确保监测设备的正常运行，提升监测数据的可靠性。

3.5 材料与设备全流程质量管控策略

材料与设备的质量是保障工程施工质量的核心，需实施全流程质量管控。（1）材料采购与进场管控，建立供应商评价与准入机制，优先选择资质齐全、信誉良好的供应商；采购前明确材料质量标准与技术要求，签订采购合同并明确质量责任；材料进场时严格执行验收制度，核对材料出厂合格证、检验报告等资料，对材料外观、规格、性能等指标进行抽样检测，检测合格后方可进场存储。（2）材料存储与使用管控，根据材料特性制定合理的存储方案，划分专门的存储区域，做好防潮、防晒、防腐等防护措施，避免材料受环境影响导致性能下降；建立材料领用登记制度，严格按照施工进度与质量要求领用材料，避免错用、滥用材料；对到场材料进行定期检查，及时清理变质、损坏的材料，确保使用材料的质量合格。（3）施工设备全流程管控，选用符合施工工艺要求与质量标准的施工设备，进场前对设备的性能、精度进行全面检测，确保设备正常运行；建立设备台账，详细记录设备型号、进场时间、检修情况及使用状态；定期对施工设备进行维护与保养，及时处置设备故障，避免设备性能下降影响施工质量；操作人员需严格按照设备操作规程进行作业，严禁违规操作设备，确保设备运行的稳定性与安全性^[3]。

4 施工质量验收标准与不合格项整改管理措施

施工质量验收与不合格项整改是保障市政道路边坡

防护工程质量的关键收尾环节，需严格遵循规范要求落实全流程管理。（1）明确验收标准体系，以现行市政工程施工质量验收规范为依据，结合边坡防护工程特性，细化各分项、分部工程验收指标，涵盖边坡平整度、防护结构强度、锚固力、材料性能等核心内容，确保验收标准具体可操作。（2）规范验收流程管控，实行分阶段验收制度，上道工序验收合格后方可推进下道工序；验收过程中严格执行检查、检测、评定流程，详细记录验收数据与结果，建立完整的验收档案，确保质量可追溯。（3）强化不合格项整改管理，建立不合格项登记台账，明确整改责任主体、整改要求及完成时限；整改完成后组织复检验收，未达标的严禁进入后续环节；同时分析不合格项产生原因，制定针对性预防措施，避免同类问题重复出现，全面保障工程最终质量符合设计与规范要求^[4]。

结束语：市政道路边坡防护工程质量管控是一项多维度、全流程的系统工程，需兼顾技术精准性与管理协同性。本文从理论到实操层面，完成了工程概念界定、影响因素分析、全流程管控措施构建及验收整改机制梳理的完整研究闭环。从前期筹备到后期验收的全链条管控体系，可有效规避各类质量隐患。未来需进一步结合智慧监测技术，实现质量管控的数字化与动态化升级，同时强化生态防护与质量管控的协同，推动市政道路边坡防护工程向高质量、可持续发展的方向发展。

参考文献

- [1]林增华.市政道路高边坡施工及安全控制分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(18):148-150.
- [2]李斌.市政工程道路路基施工技术与管理控制的策略探究[J].门窗,2025(21):145-147.
- [3]陈信源.市政道路路基边坡防护施工技术设计[J].中国建筑金属结构,2025,24(19):57-59.
- [4]吴吉良.市政道路施工质量管控的跨越发展[J].中国建筑金属结构,2025,24(20):190-192.