

边坡治理中地质勘察与施工技术的协同研究

付韬

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.32629/gmsm.v9i2.2459

[摘要] 边坡治理中,地质勘察与施工技术的有机结合至关重要,分析地质勘察结果,可为施工技术提供科学依据,保障施工安全与稳定,地质勘察提供土质、地形、地下水等关键数据,助力制定合理施工方案,规避施工潜在风险。先进施工技术可应对复杂地质条件,提升边坡治理效率与质量,两者协同提升治理安全性,推动技术工程应用,为相关领域未来研究与实践提供借鉴。

[关键词] 边坡治理; 地质勘察; 施工技术; 协同作用; 工程安全

中图分类号: TV52 **文献标识码:** A

Collaborative Research on Geological Surveying and Construction Techniques in Slope Management

Tao Fu

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] The integration of geological exploration and construction techniques is crucial in slope management. Analyzing the results of geological exploration can provide scientific evidence for construction techniques, ensuring safety and stability during construction. Geological exploration provides critical data on soil composition, terrain, and groundwater, which helps in formulating reasonable construction plans and mitigating potential risks during construction. Advanced construction techniques can address complex geological conditions, enhancing the efficiency and quality of slope management. Together, these efforts improve the safety of the management process, promote the application of technical engineering, and serve as a reference for future research and practice in related fields.

[Key words] slope management; geological surveys; construction techniques; synergies; engineering safety.

引言

边坡治理是现代工程中不可忽视的环节,复杂地质环境下,治理效果直接关系工程整体安全,工程建设持续推进,地质勘察与施工技术的配合方式愈发受到关注,地质勘察可识别潜在危险因子,为施工环节提供科学依据,让施工方案贴合现场实际需求。施工技术的进步,为复杂地质工况下的工程难题提供可行解决路径,实现二者紧密衔接,是保障边坡治理成效的核心,探讨地质勘察与施工技术的配合模式,可为提升边坡治理质量与效率提供新的思路。

1 地质勘察对边坡治理的影响

1.1 地质勘察为边坡治理提供核心依据

地质勘察在边坡治理中作用突出,为工程施工提供科学依据,保障施工环节的安全与稳定,边坡治理核心在于解决边坡稳定问题,稳定状态受多重因素影响,地质条件是其中重要影响因素,开展地质勘察,可识别边坡环境内的潜在风险,涵盖土体结构、岩层分布、地下水流动、地震活动内容^[1]。实际工程中,

地质勘察可辅助确定适宜的治理方式,规避施工中的各类风险,降低边坡滑坡、崩塌等灾害出现概率,勘察成果质量直接决定边坡治理工程的整体成效与安全水平。

1.2 地质勘察内容对施工的支撑作用

地质勘察包含地质构造、土体特性、岩土层稳定状态、地下水渗流特征等多项内容,收集并分析这类信息,施工人员可掌握地质环境的复杂特征,为施工方案的编制提供支撑,土体松散或裂隙发育的区域,施工方案需针对性强化薄弱部位,通过加固手段维持施工稳定。地下水渗流特征,包含渗流路径与流速,会直接决定施工阶段的排水防水布置,地质勘察不只用于现状分析,还可预判施工阶段可能出现的地质异动,研究地质变化规律,可在施工中提前布设防控措施,减轻突发地质灾害造成的影响。

1.3 地质勘察对施工技术的指导意义

地质勘察成果对施工技术的选用与落地具有指导意义,复杂地质条件下,施工技术需结合勘察数据动态调整,不可采用固

定模式,软土区域可选用专用支护结构或实施加固作业,岩土层强度较高的区域,通用施工技术便可满足需求。勘察数据包含地层深度、厚度、类别等信息,为施工方确定施工工艺提供支撑,勘察同样涵盖气候、振动等环境条件,这类条件会直接影响施工技术的确定与应用,地质勘察成果与施工技术相互配合,可有效保障边坡治理工作顺利推进。

2 施工技术在边坡治理中的应用

2.1 传统施工技术的分类与适用场景

边坡治理工程中的传统施工技术按功能与作用机制划分,主要包含加固、排水、防护三类,各类技术适配差异化地质与环境场景。锚杆锚索支护、抗滑桩、挡土墙、土钉墙等均属加固类技术,松散土体、破碎岩层及存在潜在滑动面的边坡多采用此类措施,依靠提升土体抗剪强度与整体结构强度巩固边坡稳定状态。盲沟、渗水管、仰斜排水孔、截水沟等排水类技术,多用于地下水储量偏高或降水频次较大的区域,减少孔隙水压力同时避免土体软化与静水压力堆积造成边坡失稳。挂网喷混凝土、浆砌片石护面、植草护坡等防护类技术,侧重抵御风化剥落、雨水冲刷与坡面表层侵蚀,风化程度突出或生态修复需求突出的边坡适用该类方案。软弱土层与裂隙发育区域,锚固与支护技术常搭配运用,预应力锚索联动格构梁的组合形式,可提供深层抗滑作用力并强化坡面约束效果,全面提高边坡安全储备,保障施工与运营阶段边坡长期稳定状态^[2]。

2.2 现代化施工技术的创新与应用

智能施工技术革新边坡治理,工程智能化与精准化程度同步提升。人力主导的传统作业模式,正被高效安全的机械化施工逐步替代。高陡边坡或地质复杂区域,智能锚杆钻机、湿喷机械臂与自动化注浆设备投入使用,施工效率大幅提高,支护结构均匀性与密度得以保障,人为误差引发的质量隐患随之减少。无人机技术赋予边坡治理全新视角与技术路径。高清摄像头、多光谱传感器搭载其上,可快速捕捉大范围边坡三维实景模型、裂缝分布及地表位移数据,人员难以抵达的危险区域也能实现全面勘察,传统勘察的盲区得到有效填补。智能监测系统集成应用,实现边坡状态动态感知与实时预警。施工期间,关键部位布设的传感器网络持续采集位移、倾角、孔隙水压等参数,物联网平台将数据同步至管理终端,施工团队可及时捕捉异常趋势,调整作业策略。“感知—分析—响应”闭环机制,强化施工过程可控性,降低突发地质变化带来的安全风险。多种现代化施工技术深度融合,推动边坡治理从经验驱动转向数据驱动,为复杂地质条件下的工程推进筑牢技术根基。

2.3 施工技术与地质勘察的协同落地

边坡治理实践中,施工技术的科学运用,必须深度依托地质勘察揭示的场地条件,做到因地制宜、精准施治。土层序列、岩体结构完整性、节理裂隙发育程度及地下水赋存状态,都是施工技术选型与组合设计的核心依据。勘察识别出浅部存在饱和软弱黏土层时,单纯表面支护无法根治失稳风险,需搭配抗滑桩、微型桩或高压旋喷桩开展深层加固,同时布设盲沟或排水管,降低

孔隙水压力;岩体完整、强度较高的区段,控制爆破结合机械清渣的方式可高效推进开挖,既加快施工进度,又保障边坡成型质量。复杂多变的地质环境下,单一施工技术难以满足综合治理需求,多技术协同才能形成系统性解决方案。潜在滑坡带中,预应力锚索、格构梁、深层排水与坡面挂网喷混凝土的有机结合,常能构建“支—锚—排—护”一体化体系。这种技术集成,既依赖对地质条件的精准判识,也对施工团队的工艺灵活调整能力提出要求。勘察精度提升与施工装备智能化发展,推动二者协同从“静态匹配”向“动态适配”转变,让边坡治理方案更具针对性、适应性与长效稳定性,最终达成安全、高效、经济的工程目标。

3 地质勘察与施工技术的协同优化

3.1 协同优化的核心价值与基础逻辑

边坡治理工程中,地质勘察与施工技术的协同优化,既是工作流程的自然衔接,更是工程高效推进、安全落地与长效运行的核心支撑。核心价值体现在信息互通与决策联动,前期勘察获取的地质数据,可直接转化为施工阶段的可执行技术方案。地层构造特征、土体物理力学性质、岩土界面分布及地下水赋存与渗流状态,都是施工技术选型与工艺设计的核心依据。缺乏这类精准系统的地质信息,施工方案只能依靠经验判断或通用模板,复杂、特殊地质条件下极易出现适配偏差,滑坡、塌方、支护失效等安全事故随之而来。详实勘察成果支撑下,施工技术可实现动态调整与精细化部署,既能提升治理措施的针对性与有效性,也能规避资源浪费与工期延误。高含水软弱夹层区域,勘察提前锁定潜在滑动面位置及水压分布,施工便可优先布设排水减压系统,搭配微型桩或格构梁加固,从源头遏制失稳风险。地质勘察与施工技术的协同绝非简单“先勘后施”,全周期反馈闭环的构建,让技术实施始终贴合地质环境真实情况,最终实现边坡治理的安全可控、经济合理与长期稳定^[3]。

3.2 协同优化的具体实施路径

边坡治理实践中,地质勘察与施工技术的协同优化,需依托具体可操作的实施路径,实现数据获取到工程响应的高效转化。滑坡隐患或潜在不稳定区域被识别后,勘察成果需直接指导加固措施的选择与布设。勘察数据显示某区段存在软弱夹层或高孔隙水压力时,施工方可优先采用预应力锚索结合格构梁的支护体系,而非局限于常规喷锚;岩体节理发育但整体强度较高,土钉墙配合挂网喷浆的方案更能兼顾经济性与稳定性。地下水是影响边坡稳定的核心变量,勘察阶段精准测定含水层位置、渗透系数及动态水位,可为仰斜排水孔、盲沟、集水井等排水系统布设提供科学支撑,防止排水不畅造成土体软化、静水压力积聚,引发二次失稳。智能建造技术发展推动下,基于勘察数据布设自动化监测网络,成为协同优化的关键路径。关键断面安装倾角仪、裂缝计、孔隙水压计等传感器,与BIM或数字孪生平台集成,施工方可实时掌握边坡变形趋势与内部应力变化,异常征兆出现时快速调整开挖顺序、支护参数或应急措施。三维激光扫描、高密度电法、无人机倾斜摄影等现代勘察手段,可生成更精细的

空间地质模型,推动施工方案从“经验适配”转向“数据驱动”。这种以勘察信息为起点、施工反馈为修正的动态协同机制,在提升治理精度的同时,也强化了工程应对复杂地质条件的韧性与适应性。

3.3 协同优化贯穿工程全周期运行

地质勘察与施工技术的协同优化,不局限于单一阶段,而是深度渗透边坡治理工程全生命周期,构建起前端规划、中段实施、后期运维的闭环管理体系。前期规划设计阶段,详实勘察数据是科学治理策略制定的核心前提。分析地层结构、岩土力学参数及水文地质特征后,设计人员可摒弃“一刀切”的通用方案,采用适配区域地质特性的定制化工艺组合——风化破碎带采用注浆加固配合柔性防护网,高陡边坡区引入分级支挡结构,均是贴合实际的选择。施工阶段,勘察成果持续为动态施工提供支撑,实时揭露地层变化,可用于调整锚固深度或支护密度,保障技术措施与实际地质条件始终契合。协同机制不会随工程竣工而终止,这一点尤为关键。后期监测与运维阶段,原始勘察资料与施工过程中的变形、渗流等反馈数据,共同构成边坡长期性能评估的核心依据。定期比对监测数据与初始地质模型,能识别土体蠕变加速、地下水位异常上升等潜在劣化趋势,进而启动预防性维护,比如补充排水设施或开展局部支护补强。数字平台整合历史

勘察信息与运维记录,可构建边坡健康档案,为后续同类工程提供参考。

4 结语

地质勘察与施工技术的协同优化,是边坡治理的核心支撑,地质勘察为施工技术选型与实施提供科学支撑,保障施工措施贴合现场需求、切实有效,施工技术依托地质数据,通过创新手段破解复杂地质条件下的边坡稳定难题。二者紧密配合提升工程安全与稳定水平,推动边坡治理技术不断进步,未来,二者进一步协同优化将为更多复杂工程提供解决方案,保障工程顺利推进与长期安全。

[参考文献]

- [1]陆胜杰.岩土工程勘察中的水文地质勘察质量控制[J].江苏建材,2025,(06):145-146.
- [2]苏政字.地质勘察表土层钻孔施工技术研究[J].云南水力发电,2025,41(12):67-71.
- [3]陈彬.边坡治理工程中岩土工程勘察技术研究[J].四川建材,2023,49(05):42-44.

作者简介:

付韬(1987—),男,汉族,新疆昌吉回族自治州木垒哈萨克自治县人,大学本科,中级工程师,研究方向:工程地质。