

## 边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的应用

王明玉

中泽源工程有限公司, 宁夏 银川 750001

**[摘要]** 水利工程作为现代基础设施建设的关键组成部分, 在山地及复杂地质环境中占据着重要地位。在这样的情况下, 边坡稳定性与支护技术直接关系到工程的安全与顺利施工。因此, 确保合理的边坡设计和安全有效的支护措施至关重要。这不仅能够保障工程建设的稳定性和效率, 还能大幅降低潜在的工程风险, 确保人员和资源的安全。因此, 工程师们需要对地形、地质环境等因素进行综合分析, 采取科学的设计与支护方案, 以应对山地及复杂地质环境带来的挑战。综合考虑工程的长期稳定性以及施工期间的安全性, 是确保水利工程顺利进行的关键因素。

**[关键词]** 边坡开挖支护技术; 水利水电; 工程施工; 应用

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13970

中图分类号: TV5

文献标识码: A

### Application of Slope Excavation Support Technology in Water Conservancy and Hydropower Engineering Construction

WANG Mingyu

Zhongzeyuan Engineering Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

**Abstract:** Water conservancy engineering, as a key component of modern infrastructure construction, occupies an important position in mountainous and complex geological environments. In such a situation, slope stability and support technology are directly related to the safety and smooth construction of the project. Therefore, ensuring reasonable slope design and safe and effective support measures is crucial. This can not only ensure the stability and efficiency of engineering construction, but also significantly reduce potential engineering risks and ensure the safety of personnel and resources. Therefore, engineers need to conduct comprehensive analysis of factors such as terrain and geological environment, and adopt scientific design and support plans to cope with the challenges brought by mountainous and complex geological environments. Taking into account the long-term stability of the project and the safety during construction is a key factor in ensuring the smooth progress of water conservancy projects.

**Keywords:** slope excavation and support technology; water conservancy and hydropower; engineering construction; application

#### 引言

在水利水电工程施工过程中, 边坡开挖支护技术是一项至关重要的工程技术。该技术不仅关乎工程的安全性, 还直接影响工程的稳定性和经济效益。本文将详细介绍边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的应用, 并通过数据案例进行分析。

#### 1 边坡开挖支护技术概述

边坡开挖支护技术主要针对水利水电工程中的边坡开挖过程, 为确保边坡的稳定性和安全而采取的一系列技术措施。随着科技的不断进步, 边坡开挖支护技术也在持续发展和完善, 为工程提供更为可靠的技术保障。

#### 2 边坡开挖支护技术的应用

##### 2.1 地质勘察, 确保项目顺利

工程项目的开展, 往往需要以扎实的数据基础为支持。在这一环节中, “地勘”, 或地质勘察, 成为确保项目顺利实施的“先知”。这不仅包括对工程所在区域的地质结构全面掌握, 还有对岩土性质深入理解, 以及精确判断地下水的情况。地勘的工作就像是工程建设铺开一张详细而精准的地图, 引导工程人员一步步踏着坚实的“步伐”向

目标前进。地球深藏的秘密, 在地表下静静诉说着, 地勘工作者利用专业的技术和工具去聆听这些声音。他们会通过现场钻探、挖掘取样、物探测量等多种手段, 试图还原出这块土地过去和未来故事。地下的世界复杂而神秘, 每一层土壤、每一块岩石、每一个岩层都是对工程环境的直接描述, 是建筑稳固的基础所在。精准的数据分析, 能帮助工程师更好地预测未来潜在风险, 并提前布局相应的应对策略<sup>[1]</sup>。

岩石的种类、硬度、延展性等等特性, 都会在一定程度上决定建筑物的安全度和建设成本。岩石性质的研究能够使设计更加精确合理, 有效防止因岩石特性造成的安全问题。无论是抗压能力还是耐受侵蚀性, 这些岩石属性数据都成为了选择最佳材料和建设方式的宝贵资源。最后, 地下水的情况也对整个建设项目具有重要影响。它不仅关系到建筑物的稳定性, 还直接关系到排水系统的设计与维护。准确掌握地下水流的速度、压力和走向, 能预防水位上升带来的沉降风险, 同时合理配置防涝设施, 保证工地及周围环境不受损害。

综上所述, 工程地勘工作如同一把万花筒, 其背后的

精心考量和细节处理对工程的成功至关重要。每一个环节的精确到位，都为后续的边坡设计、支护结构选定提供了坚实的理论支撑与实践依据，使得整条建设链条在逻辑和效率上形成闭环，最终推动高质量建筑产品的诞生。从微观的地质探索，到宏观的建设规划，地勘工作贯穿于项目全程的每一个细节之中，其意义和价值远远超出了一般的认识范畴，堪称工程设计与实现过程中的基石之一。

## 2.2 边坡设计，保证工程全面性

在构建任何土木工程项目之前，细致周到的边坡设计都是至关重要的环节，因为它直接影响了整个项目的稳定性与安全。为了确保边坡设计方案的有效性，在开展实际设计时，我们需要结合多种科学依据，综合评估自然环境、地形特点以及地质勘查成果。在设定边坡角度时，应依据土壤或岩石的具体特性来考量其适宜的坡度限制值，同时参考《建筑地基基础设计规范》及其他相关设计准则，避免过度倾斜或突变性的陡峭边坡，从而确保坡面的稳定性。例如，对于稳定性较高的黏土地段，可能适合较平缓的斜坡角度；而在软土地质环境中，则更需要选择更为谨慎和小角度的坡度，以降低潜在的安全风险。边坡的角度还需经过详细的计算验证和安全评估，确保工程的实际安全性和合理性<sup>[2]</sup>。

在支护结构形式的选择方面，工程师需根据现场的具体状况和项目的需求进行权衡。常用的主要有土钉墙、钢筋混凝土桩、重力式挡墙或混合式的复合结构。土钉墙因其良好的经济性和环保性在许多情况下成为优选方案，而当遇到深层、复杂的土质时，则可能倾向于更加强韧稳固的钢筋混凝土支撑系统或使用预应力锚杆加固边坡，以保证边坡能够承受更大的外部作用力而不致产生滑塌或倾覆的现象。选择恰当的支护结构形式还需充分考虑工程的成本效益比以及施工难度，以实现整体成本的最优控制与工程质量的最佳保证。此外，科学有效的排水措施同样是边坡设计中不可或缺的一环。雨水和地表径流的侵蚀是导致边坡不稳定性的重要因素之一，因此设置良好的排水系统显得尤为重要。这包括设置横向排水沟、集水井或使用盲管系统引导并排放地下水，同时确保边坡上方有一定的坡降，以减少水土侵蚀的风险。这些措施既能有效地减小外力对边坡产生的作用，又能避免土壤因积水造成的结构性损害，进而保障整个边坡系统的稳定性和使用寿命。最后，从安全性与稳定性角度出发进行的设计必须兼顾经济性。通过对材料合理的选择、优化施工工艺以及精细的成本管理，寻找成本与效果的平衡点，可以最大化项目的价值输出。比如，在边坡支护材料的选择上，采用性价比高的本土材料，或利用先进的施工技术减少资源消耗，都能显著提升工程的整体经济效益，使其成为可持续发展的优质工程典范<sup>[3]</sup>。

综上所述，通过综合评估边坡环境特性、遵循严格的

设计规范、采用合理的技术解决方案、精心布局排水系统，并在实施过程中严控工程成本，我们能打造出既安全可靠又高效经济的优质工程，实现社会和经济价值的同时也为未来留下了宝贵的建设经验。

## 2.3 支护施工，确保有效技术实施

严格按照已制定设计方案来进行边坡开挖与支护工作业是一项极为重要的工程实施步骤，它直接关乎项目的最终安全性能及质量水平。为了确保施工过程既高效又无误，需在整个阶段持续实施严格的质量管理和监控机制。在实际进行边坡开挖前，必须详细审阅地质勘探资料，并对现场实际情况进行实地核实，明确地层结构特性，预测可能出现的地质问题，制定详细的预防及应急策略。基于此信息制定开挖顺序和速度，确保挖掘设备的选择和技术参数匹配，以防止过度扰动导致地质环境改变。开挖阶段要严格控制作业深度与速度，利用高精度测量仪器实时监控边坡变形，调整挖掘机等设备的运作参数，以保持开挖线形平整与稳固性。在此过程中特别强调安全第一原则，在挖掘作业周围设置安全隔离区，配备专业安全防护装备，培训作业人员熟悉操作规程和紧急撤离流程。

在边坡开挖完毕后随即进入支护结构施工阶段，这一步骤需要依据预先规划的支护类型进行施工，比如预应力锚索支护或者钢筋格子梁支护系统等。首先，施工队伍需要准确钻设锚孔和浇筑钢筋网结构，确保其位置准确无误，并且混凝土灌浆充盈均匀，以充分发挥加固作用。施工过程中，必须严格遵守相关规范和指导，使用合适的设备工具以及施工技巧，精确计算钢筋用量、锚固强度及间距等关键数据。施工完成后，进行全面的质量检测，通过视觉检查、超声波测验、敲击振动法及力学测试等方式综合评定支护结构的完整性和可靠性。发现任何不合规或者潜在隐患部分都需要即刻返工修复，不得有任何懈怠之处。此外，针对不同阶段施工，要注重对土壤湿度的把控，采用有效的保湿或者排水设施避免地下水的影响导致支护材料软化，进一步保障工程结构稳定性与耐久性。为了确保边坡开挖和支护工作的连续性与协调性，建立多团队、交叉作业模式至关重要。各个作业环节之间进行良好信息传递和协调配合，确保各工序有序衔接、同步进展，提高整体效率<sup>[4]</sup>。

综上所述，在严格遵循设计规范和标准的基础上进行的边坡开挖与支护作业不仅能够确保工程质量和项目进度，还能显著提升工程结构的安全水平与抗灾害能力。在施工全程持续强化质量控制，严格遵循作业流程和规范，才能最终达到“施工零误差”的理想目标，实现工程项目的圆满交付。

## 2.4 实时监测，及时发现安全隐患

在建筑工程的每一个重要节点，边坡的稳定性和安全性是最关键考量因素之一，因为不稳定性不仅影响项目的进度，更重要的是威胁到工人的人身安全以及工程结构的

整体稳固性。因此,在建筑项目施工过程期间,采取有效措施对边坡进行实时监控成为了一个必备的操作规程。通过运用科技与智能手段对边坡进行全方位的动态监测是现代安全管理的重要举措之一。实时监测系统通过整合各种数据源和智能算法,可以全天候、不间断地收集并分析关于地质结构变化的关键信息。这种高科技系统的部署不仅限于传统的地面观测点或常规的定点测量技术,还可以结合遥感技术、无人机巡检和物联网传感器的集成运用,实现对边坡多维多层次的精准监测。这些数据可以被用于即时预警、精细决策,确保在第一时间识别到可能引发塌方、滑坡等严重后果的早期迹象。

制定一套完善的风险管理机制也至关重要。这就包括了事先建立详细的地质报告,精确了解施工区域的土质状况及潜在危险因子;建立健全的安全管理规章和应急响应体系,确保遇到异常时,有快速反应和妥善处理机制;进行定期员工安全教育与培训,提高全体人员对于边坡不稳定性及其危险性的意识,从而能够在实践中迅速作出正确的应对措施。实施有效的边坡监测不仅是一种对工程质量负责的表现,同时也是对参与施工团队最大的人道关怀与保护。通过实时的数据分析,及时发现潜在的不稳定因素并采取相应干预措施,不仅能降低安全事故的发生率,还可以为未来的工程建设提供更多科学的数据支持和实践经验。最终,实现边坡的长寿命、安全稳定的管理目标,确保整个工程项目能够顺利进行,并且为所有利益相关者提供一个安全可靠的作业环境<sup>[5]</sup>。

### 3 数据案例分析

假设这水利工程项目位于山区地形,其地层环境多样且复杂,主要受复杂的地壳构造和长期的侵蚀作用影响,其中蕴含的硬砂岩、页岩、黏土等地质组成赋予了该区域独特的岩石力学特性和地下水量特性。面对如此挑战性的环境特征及潜在的滑坡威胁,工程项目团队决定在施工策略制定之初就对地质情况进行详实调查,通过运用先进的地质勘查设备和技术手段,深入分析地质结构,同时精确评估和掌握地表水文、地下水文信息以及土壤结构分布等情况。依据调查结果与地质结构的科学解析,设计师们在工程中引入边坡稳定理论、岩体力学原理和现代土木工程知识,针对不同区段的地质特点设计出最适合的安全边坡角度及结构形式——部分边坡采用梯级错台的处理手法来提高稳定系数;而在地质脆弱地带,则采取更为紧密和稳

固的锚杆加混凝土框架支撑措施以加强保护。

为了确保施工安全和边坡结构长期稳固性,在正式开工后,严格遵循质量管理体系标准,每道工序均经由质量工程师和监理工程师联合验收,确保每一环节的质量达标。同步实施边坡监测系统构建和定期数据分析工作,通过对位移量、倾斜角度、地下水压等关键数据的实时监控,动态调整维护计划以响应环境变化和地质动态调整。同时,引入专家会议机制,邀请多领域学者定期研讨解决方案和技术路径,有效预防了可能的边坡塌方风险。工程最终完成,通过了专业检测单位的全面评估,证明边坡的稳定性达到预期指标,不仅未出现滑坡事故和其他安全隐患,还为当地居民的生产、生活提供更加稳固的环境条件和支持基础,彰显了现代工程技术面对自然挑战的强大适应力与安全保障能力。该水利工程不仅成为了同类工程中的示范项目,更以其卓越的环保设计理念、高质量的工程质量和可持续的经济效益,赢得了业内外一致认可,成为区域基础设施的重要一环和经济社会发展的强有力支柱<sup>[6]</sup>。

### 4 结语

通过数据案例分析,可以看出边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的重要作用。合理应用该技术,可以确保工程的安全性和稳定性,提高工程的经济效益。未来,随着科技的不断发展,边坡开挖支护技术将继续完善和创新,为水利水电工程建设提供更为可靠的技术支持。

#### [参考文献]

- [1]张全荣. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J]. 水上安全, 2024(11): 178-180.
- [2]付桂生,张弦. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J]. 四川水利, 2023, 44(5): 116-118.
- [3]黄耀坤. 边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(4): 140-143.
- [4]马秀芳. 边坡开挖支护技术在农村水利工程施工中的应用策略[J]. 数字农业与智能农机, 2023(4): 38-40.
- [5]杨明辉,罗超. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2022(24): 180-182.
- [6]陈保翠. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的有效应用[J]. 长江技术经济, 2022, 6(1): 85-89.

作者简介:王明玉(1976.9—),毕业院校:东北大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:中泽源工程有限公司,职称级别:中级。