

# 水利工程边坡支护施工技术管理方法探析

袁映海<sup>1</sup> 耿家好<sup>2\*</sup> 杨恩源<sup>2</sup>

1 云南晟全建筑工程有限公司 2 云南源州建设工程有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i2.6849

**[摘要]** 水利工程属于关系到国家经济和人民生活的关键基础设施,它的边坡稳定性决定着工程的安全状况以及运行寿命长短,边坡支护施工技术管理是保证边坡稳定的关键部分,对于预防滑坡、坍塌等地质灾害有着关键作用。本文依据水利工程边坡支护施工的实践经历,系统整理施工的基本流程,详细剖析当前主流支护技术类型的应用特性,从人员、质量、安全、信息化这四个方面提出有针对性的技术管理方法,为提高水利工程边坡支护施工质量与管理水平提供理论借鉴和实践指引,促使水利工程建设朝着高效、安全、智能的方向发展。

**[关键词]** 水利工程; 边坡支护; 施工技术; 技术管理; 信息化管控

中图分类号: TV 文献标识码: A

## An Analysis of Technical Management Methods for Slope Support Construction in Hydraulic Engineering Projects

Yinghai Yuan<sup>1</sup> Jiahao Geng<sup>2\*</sup> Enyuan Yang<sup>2</sup>

1 Yunnan Shengquan Construction Engineering Co., Ltd.

2 Yunnan Yuanzhou Construction Engineering Co., Ltd.

**[Abstract]** Hydraulic engineering projects are crucial infrastructure that directly affect the national economy and people's livelihood. The stability of the slope of such projects directly determines the safety status and service life of the project. Slope support construction technology management is a key part for ensuring the stability of the slope and plays a crucial role in preventing geological disasters such as landslides and collapses. Based on the practical experience of slope support construction in hydraulic engineering projects, this paper systematically organizes the basic construction process, thoroughly analyzes the application characteristics of the current mainstream support technology types, and proposes targeted technical management measures from the aspects of personnel, quality, safety, and informationization. These measures aim to provide theoretical references and practical guidance for improving the quality and management level of slope support construction in hydraulic engineering projects, and promote the development of water conservancy projects towards efficiency, safety, and intelligence.

**[Key words]** Hydraulic engineering; Slope support; Construction technology; Technical management; Informational control management

### 引言

水利工程在防洪等方面作用很重要,边坡是它的关键部分,稳定性受地形、地质、水文、气象、施工等因素影响,容易出现安全问题。近些年,水利工程建设向地质复杂区域发展,边坡支护施工难度变大,对技术和管理的要求变高。边坡支护施工技术管理通过合理管理施工全过程,能提高支护结构性能、减少工程风险。所以,研究其管理方法对保障水利工程建设安全等有重要意义。

### 1 水利工程边坡支护施工基本流程

水利工程边坡支护施工是一项系统工作,要遵循“先勘察、后设计、再施工、严验收”的原则,形成管理流程,保证各环节有序衔接、技术参数可控制。

施工前期,要进行全面的工程地质勘察,用地质钻探、物探检测、水文监测等方法,弄清楚边坡区域岩土体物理力学性质、地质构造分布、地下水位变化规律和潜在地质灾害风险,给支护方案设计提供准确的基础数据<sup>[1]</sup>。

根据勘察结果,设计单位结合水利工程功能需求、边坡高度和坡度等参数,制定专门的支护方案,明确支护技术类型、材料

性能指标、施工工艺要求和质量控制标准,同时论证方案的安全性和经济性。

施工准备阶段,要完成施工场地平整、临时排水系统布置、施工设备调试和材料进场检验等工作,材料检验要重点检查钢筋、水泥、锚杆等核心材料的强度、耐久性等指标,保证符合设计要求。

支护结构施工阶段,要严格按照施工方案作业,注意各工序衔接质量,如控制锚杆钻孔角度和深度、把控混凝土浇筑振捣密实度等,同时做好施工过程实时监测。

施工完成后,进行全面质量验收,用外观检测、强度试验、变形观测等方式,检验支护结构质量是否达标,对验收问题及时整改,验收合格才能进入下一道工序。

整个流程中,各环节相互关联、相互制约,任何一个环节出现疏漏都可能影响边坡支护整体效果,所以要建立全过程协同管控机制。

## 2 水利工程边坡支护施工的主要技术类型

随着水利工程施工技术的不断发展,边坡支护技术呈现出多样化、高效化的特点,当前主流的支护技术类型主要包括锚杆支护技术、喷锚网支护技术及抗滑桩支护技术,各类技术基于不同的加固原理,适用于不同的地质条件与工程需求,具体对比见表1。

表1 水利工程边坡支护主要技术类型对比表

技术类型	适用条件	核心优势	施工关键控制点
锚杆支护技术	岩质边坡、破碎岩层边坡,边坡高度≤30m	锚固力强,对边坡扰动小,施工便捷,成本较低	钻孔精度(角度误差≤1°)、锚杆锚固长度、注浆饱满度
喷锚网支护技术	土质边坡、松散岩质边坡,易发生表层溜滑的边坡	整体性好,能有效约束岩土体表层变形,适应性强	钢筋网绑扎间距(误差≤50mm)、喷射混凝土强度与厚度、锚杆与网片连接牢固性
抗滑桩支护技术	深层滑动隐患边坡、高陡边坡,边坡推力较大的场景	抗滑承载力大,稳定性强,对周边环境影响小	桩孔垂直度(偏差≤0.5%)、桩体混凝土强度、桩底嵌岩深度

锚杆支护技术通过将锚杆深入边坡内部的稳定岩层,利用锚杆与岩土体之间的粘结力和摩擦力传递边坡荷载,实现对边坡的加固,该技术在施工过程中需采用潜孔钻机进行精准钻孔,确保钻孔深度与角度符合设计要求,注浆环节采用压力注浆工艺,保证水泥浆在钻孔内均匀填充,形成完整的锚固体系,有效提升边坡的抗拔能力与整体稳定性(见表1)。

喷锚网支护技术是由锚杆、钢筋网与喷射混凝土共同组成的复合支护体系,锚杆提供深层锚固力,钢筋网增强喷射混凝土的整体性,喷射混凝土则封闭边坡表层,防止岩土体风化剥落,施工中需先完成锚杆安装与钢筋网绑扎,再采用湿喷工艺进行混凝土喷射,控制喷射压力在0.3-0.5MPa之间,确保混凝土与岩土体紧密结合,避免出现空鼓现象<sup>[2]</sup>。

抗滑桩支护技术通过在边坡滑动面下方设置钢筋混凝土桩体,利用桩体的抗弯、抗剪强度阻挡边坡滑动推力,该技术施工中需采用人工挖孔或机械成孔方式,严格控制桩孔的垂直度与

孔径,桩体钢筋绑扎需保证主筋间距与保护层厚度符合设计标准,混凝土浇筑采用分层振捣工艺,确保桩体密实度,桩底嵌岩深度需满足设计要求,以保障桩体的抗滑性能。

## 3 水利工程边坡支护施工技术管理方法的分析

### 3.1 强化人员队伍建设,提升专业技术水平

人员是边坡支护施工技术实施与管理的核心主体,其专业素养直接影响施工质量与技术应用效果。因此,需建立完善的人员管理体系,强化人员队伍建设。一方面,制定针对性的培训计划,定期组织施工人员、技术人员及管理人员开展专业培训,培训内容涵盖支护技术原理、施工工艺标准、质量控制要点、安全操作规范及信息化管理工具的使用等,邀请行业专家进行现场授课与技术指导,结合典型施工案例分析常见问题及解决措施,提升人员的理论知识与实践操作能力。

另一方面,建立严格的人员考核机制,对参与施工的人员进行岗前考核,考核合格后方可上岗作业,定期开展岗位技能考核与绩效评价,将考核结果与薪酬待遇、岗位晋升挂钩,激发人员的工作积极性与责任感。同时,注重人才引进,吸纳具备丰富水利工程边坡支护施工经验的专业技术人才与管理人才,优化人员队伍结构,打造一支高素质、专业化的施工管理团队。

### 3.2 完善质量管控体系,严把施工质量关

质量是水利工程边坡支护施工的核心,需建立覆盖施工全流程的质量管控体系,从材料进场、工序施工到成品验收,实行全方位、精细化的质量控制。材料管控方面,建立严格的材料采购、检验与存储制度,选择具备相应资质、信誉良好的供应商,对进场材料的质量证明文件进行严格核查,同时按规范要求要求进行抽样检测,检测合格的材料方可投入使用,对不合格材料坚决予以退场,避免因材料质量问题影响支护结构的稳定性。工序管控方面,推行“三检制”(自检、互检、交接检),施工班组完成一道工序后先进行自检,自检合格后提交给质检人员进行互检,互检通过后再与下一道工序施工班组进行交接检,所有检验环节均需做好记录,确保工序质量可追溯。

针对关键工序如锚杆注浆、混凝土浇筑等,设置质量控制点,安排专人进行全过程旁站监督,实时监测施工参数,及时纠正施工中的偏差。成品验收方面,严格按照水利工程边坡支护施工质量验收规范及设计要求,对支护结构的外观尺寸、强度、锚固力等指标进行全面检测,采用超声波检测、荷载试验等先进检测技术,确保检测结果的准确性,对验收不合格的部位制定专项整改方案,明确整改责任人与整改期限,整改完成后重新组织验收,直至验收合格。

### 3.3 加大安全管理力度,防范施工安全风险

水利工程边坡支护施工环境难,易受地质、气候影响,有高处掉落、边坡塌方、机械伤人等安全风险,要加大安全管理力度,建立全面安全防护体系。

在安全制度建设上,根据工程实际,制定完善安全管理制度和应急方案,明确各岗位安全责任,定期开展安全管理制度培训,让全体人员熟悉制度要求。针对边坡塌方、暴雨灾害等突发情

况,制定专项应急方案,明确应急组织、响应流程、救援措施和物资储备要求,定期开展应急演练,提高应急处理能力<sup>[3]</sup>。

在现场安全防护上,在边坡施工区设置明显安全警示标志,划分危险作业区并设置围挡,高处作业人员必须佩戴安全带、安全绳等防护用具,脚手架、操作平台等临时设施要按规范搭建并进行安全验收,验收合格才能使用。

在施工设备安全上,建立施工设备台账,定期对设备进行维护保养和安全检查,及时发现并排除设备故障,保证设备正常运行,操作人员要持证上岗,严格按设备操作规程操作,避免因操作不当引发安全事故。同时,加强施工现场安全巡查,安排专职安全员全天巡查,重点排查高处作业、临时用电、边坡稳定性等方面安全隐患,对发现的隐患及时下达整改通知,跟踪整改情况,保证隐患整改到位。

#### 3.4 推进信息化技术应用,提升管理智能化水平

信息化技术快速发展,把BIM技术、物联网、大数据等先进技术用在水利工程边坡支护施工管理上,能对施工过程进行实时监测、精准控制,提高管理效率和智能化程度。构建边坡支护施工BIM模型,把设计方案、施工工艺、材料信息等数据整合到模型中,实现施工过程可视化管理<sup>[4]</sup>。

施工前能用BIM模型模拟施工,提前找出设计和施工中的冲突问题,优化施工方案;施工时,把实际施工数据和BIM模型对比分析,实时了解施工进度和质量情况,及时调整施工计划。用物联网技术在边坡关键部位设置传感器,像位移传感器、应力传感器、孔隙水压力传感器等,实时收集边坡变形、支护结构应力、地下水位等数据,通过无线传输技术把数据传到监控中心,实现对边坡稳定性的实时监测。

随后,结合大数据分析技术,对监测数据进行深度挖掘和分析,建立边坡变形预测模型,预测边坡变形趋势,提前预警潜在安全风险,为施工决策提供数据依据。信息化管理平台的使用,实现施工数据集中管理和共享,管理人员可通过手机、电脑等终端实时查看施工进度、质量、安全等信息,及时下达管理指令,提高管理的及时性和有效性。

#### 4 结语

水利工程边坡支护施工管理是保证工程安全运行的关键,其重要性很明显。面对复杂施工环境和严格技术要求,提高人员专业能力、完善质量管控、做好安全保障以及应用信息化技术等做法,是提升边坡支护施工管理水平的有效办法。通过多方面、系统性的管理策略,能明显增强边坡支护结构的稳定和耐久,为水利工程长期安全运行打下基础,推动水利行业向更高效、智能、可持续发展的方向发展。

#### [参考文献]

- [1]梁玉冰.边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J].工程建设与设计,2025,(05):193-195
- [2]欧阳斌峰,肖琦瑞.基于边坡支护技术的水工环地质灾害治理要点分析[J].农业灾害研究,2024,14(11):263-265.
- [3]林惠颜.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术运用策略研究[J].工程技术研究,2024,9(21):97-99.
- [4]赵建梅.边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J].水上安全,2024,(13):179-181.

#### 作者简介:

袁映海(1982--),男,汉族,云南楚雄人,本科,高级工程师,研究方向:水利工程施工管理。