

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

Qin Liu

Anqiu Water Conservancy Construction and Installation Company, Anqiu, Shandong, 262100, China

## Abstract

Slope excavation and support technology in water conservancy and hydropower projects plays a vital role in the construction process. Slope excavation and support is to ensure the stability and safety of the project, to avoid slope landslide and landslide and other disaster events. With the continuous expansion of the project scale and the increase of complexity, the research and application of slope excavation and support technology are becoming more and more important. The paper analyzes the application of slope excavation and support technology in water conservancy and hydropower engineering construction. Taking a certain water conservancy and hydropower engineering construction as an example, the main factors affecting slope excavation and support are introduced, and optimization measures for slope excavation and support technology are proposed to assist relevant industry authors in providing certain references.

## Keywords

water conservancy and hydropower engineering; slope excavation and support; technology application

# 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术应用分析

刘芹

安丘市水利建筑安装公司, 中国·山东 安丘 262100

## 摘要

水利水电工程中的边坡开挖支护技术在施工过程中起到了至关重要的作用。边坡开挖支护是为了保证工程的稳定性和安全性, 避免边坡的塌方和滑坡等灾害事件。随着工程规模的不断扩大和复杂程度的增加, 边坡开挖支护技术的研究和应用也愈发重要。论文对水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用进行分析, 以某水利水电工程施工为例, 介绍边坡开挖支护产生影响的主要因素, 提出边坡开挖支护技术的优化措施, 以期协助行业的相关工作者提供一定参考。

## 关键词

水利水电工程; 边坡开挖支护; 技术应用

## 1 引言

水利水电工程中的边坡开挖支护技术是确保工程施工安全和质量的重要环节。在水利水电工程中, 边坡开挖是一项常见但关键的施工操作, 但其背后存在着边坡塌方、滑坡等安全风险。通过应用边坡开挖支护技术, 可以有效预防和控制这些安全风险, 提高工程施工的安全性。正确应用边坡开挖支护技术可以有效预防边坡滑坡、塌陷等安全事故的发生, 保障工程施工顺利进行。因此, 针对水利水电工程施工的边坡开挖支护技术应用是尤为迫切的。

## 2 工程概况

本水利水电工程地形地貌复杂, 边坡开挖量较大, 总长

度为 18.74km, 其中包括 Y1~Y5 号公路。隧洞进洞段(含交通洞、通风兼安全洞及保证引水和尾水系统等形成的各施工支洞)也需要进行边坡开挖, 土石方明挖量约为 230 万  $m^3$ 。在实际施工过程中, 需要注意边坡支护技术的应用, 其中混凝土的使用量约为 1.1 万  $m^3$ , 并且还需要使用大量的钢筋混凝土等辅助材料。边坡施工的最大开挖值为 28m, 而实际开挖达到了 35m。这使得施工单位不得不根据现场实际情况展开工程项目的施工, 以确保抽蓄工程能够安全稳定地运行并为之后的工程打下坚实的基础。在施工中, 需要结合实际情况采取适当的边坡支护技术和措施, 以确保边坡的稳定性和安全性。

## 3 水利水电施工中边坡开挖支护产生影响的主要因素

### 3.1 地质因素

地质环境是影响边坡开挖支护技术应用的首要因素。

【作者简介】刘芹(1975-), 女, 中国山东安丘人, 本科, 工程师, 从事水利水电工程研究。

施工单位在施工前需要对施工区域的地质条件进行全面的勘察和分析,包括地形地貌、地质构造、水文地质等情况,以评估边坡开挖支护技术的可行性和适宜性<sup>[1]</sup>。特别是在一些复杂的地质环境下,如存在软弱土层、破碎带或节理发育的岩石等,需要对地质条件进行充分了解并采取相应的支护措施,以确保边坡的稳定性和安全性。

### 3.2 施工设备和工艺因素

施工设备和工艺的选择和应用对边坡开挖支护的效果也有着重要影响。例如,钻爆法在爆破作业中如果控制不当会导致地基变形和位移,从而影响边坡的稳定性<sup>[2]</sup>。同时,施工设备的选择和使用也会直接影响边坡的施工质量。例如,使用大型挖掘机和自卸车进行土方开挖和运输时,需要注意开挖的顺序、开挖的高度和深度以及开挖后的排水等环节,避免因施工不当导致边坡失稳。

### 3.3 前期爆破因素

在水利水电工程施工中,爆破作业是必不可少的环节之一。然而,爆破作业也会对边坡的稳定性产生一定的影响。如果爆破作业不当,会导致边坡岩土松动、破坏或位移,从而给后续的支护工作带来困难<sup>[3]</sup>。因此,在爆破作业前,需要对爆破的范围、强度和方式进行充分考虑,制定合理的爆破方案,并在爆破过程中进行严格的控制和管理,以确保爆破作业的安全性和准确性。

## 4 水利水电工程中边坡开挖支护技术的优化对策

### 4.1 开展科学合理的边坡开挖

科学的水利水电工程边坡开挖需严格按照相关技术规范进行。在边坡开挖过程中,根据边坡的地质条件和开挖后的实际情况,采用预应力锚索、普通锚杆、钢筋网喷射混凝土等加固方式。在加固过程中,要注意锚杆和锚索的长度、直径、布置方式以及混凝土喷射的厚度等参数,确保加固效果<sup>[4]</sup>。设置适当的排水沟和排水孔,以排除边坡表面的水和地下水。同时,要注意防止水流对边坡的冲刷和侵蚀,确保边坡的稳定性。隧道断面呈放射状且与岩体主结构面呈较大角度布置。在遇到主结构平面不明显时,也可根据隧道周边轮廓的变化垂直布置。在开挖面上方进行了梅花状锚杆的布置点阵式。锚杆钻孔的位置误差不得超过-4~10cm。钻孔以后,用高压水流冲刷一下,然后用高压空气把水分刮起蒸发干净。

对于楔缝锚杆,保证楔缝平整与垂直,位置应在锚杆中心的截面上面,缝宽误差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 之间,缝长误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 。安装树脂锚杆时,用杆体将药包送到孔底捅破并搅拌30s,固定杆体尾部垫板螺栓,等15min后树脂固化达80%~90%的最终强度再进行垫板的安装施工。使用环氧树脂工艺锚索时,先用杆体把药包从孔底捅破并搅拌约半分钟,然后紧固杆体尾部垫板的紧固螺钉,静待15min

后环氧树脂工艺便固化至80%以上,再完成垫木的装配工艺。在较低温或孔内有流水的情况下,也可采用。锚索挡土墙稳定性宜由上向下进行施工。施工之前,须清理岩上松散岩石,振捣墙背斜坡表面,并按设计规定做好锚索拉拔试验。水泥在灌注前,必须用注浆成型罐和注浆料管口进行灌注。在灌注的开始及中途停止时间大于半个小时内,应使用水润滑注浆成型罐及管道;注浆料孔口水压不能超过0.4MPa;在灌注时使用水泥纸封堵洞口;注浆管应直接插入距洞底5~10cm处;随着水泥的加入,缓慢匀速拔出;不要用手或水泥纸堵塞洞口。在施工过程中,应按照地质要求和边坡工程条件选择正确的施工技术和工程机具,并采取相应的保护措施。对于边坡土壤的处理和支护,采用加固灌浆、喷射混凝土、锚杆锚索和边坡防护网等技术手段,以提高边坡的稳定性和安全性。在开挖过程中,需要对边坡进行定期监测和检查,及时发现和处理可能存在的问题,并在必要时进行调整和加固。开挖过程中对边坡进行定期监测和检查见表1。

表1 开挖过程中对边坡进行定期监测和检查

日期	边坡位移量 (mm)	边坡沉降量 (mm)	地下水位变化 (m)	采取措施
2023-05-01	10	5	0.5	正常监测
2023-05-08	25	10	1	增加监测频率
2023-05-15	35	15	1.5	采取加固措施
2023-05-22	20	10	-0.5	调整加固措施
2023-05-29	15	5	-1.0	继续监测,加固完成

通过定期监测和检查,可以及时发现和处理可能存在的问题,如边坡位移和沉降等。在监测到异常数据时,采取适当的措施,如增加监测频率或采取加固措施,能够确保工程开挖过程的安全性。

### 4.2 完善现场的仪器设备技术检测

水利水电工程设施要满足实验项目的基本条件,尤其是环保要求。仪器设备必须及时装配和调试完成,以保证正常工作。检定要求的仪器设备在检查工作结束后,及时张贴“三色标识”以防止被考核工作人员认为不按时检查。准备内外部文件,包括质量手册、程序文件、作业指导书、表单、外部标准和规范等。内部文件需要装订成册,并按照规定程序的发放程序进行发放。每台设备都应有档案盒,内含设备档案卡、采购申请、验收记录、合格证、使用说明书等相关资料。在项目开始之前需要施工单位利用相应的设备和仪器严格测量施工环境,编制详细的试验和检测计划,包括检测项目的各项检测指标和技术参数;检测过程中采用内部校核的办法,即每个现场检测组配备2~3人参与试验检测,对于同

样一个检测项目由检测人员分别进行检测,分别报告检测结果;对检测结果进行质量保证,如出现不合格情况,需提出处理意见,并对未达到不符合技术要求的检测项目,但检测结果趋势存在隐患时,应采取预防措施;对检测过程中的质量保证工作实施结果进行整理、统计和趋势分析。

在开始试验和检测计划之前,需要选择要进行的检测项目。选择了基岩裂隙检测,包括裂隙的数量和宽度两个检测指标。这些检测指标是根据行业标准或公司内部标准来确定的。在确定了检测项目和检测指标后,需要准备相应的检测设备和检测环境。在这个过程中,每个现场检测组需要配备2~3名工作人员,对同一个检测项目分别进行检测,并分别报告检测结果<sup>[5]</sup>。这样可以采用内部校核的方式,确保检测结果的准确性和可靠性。如果在检测过程中发现任何问题或者不合格的情况,需要及时处理,如重新检测或者采取补救措施。在检测完成后,需要对收集到的数据进行处理和分析。这包括统计各项检测指标的结果,分析各项指标的趋势走向,以及识别其中可能存在的问题和隐患。根据分析结果,定期向相关人员和部门报告检测结果和数据分析结果。

根据各检测项目中安装和使用的仪器设备的工作环境要求,选择合适的检测环境进行检测,统计了基岩裂隙的数量和宽度:共有7条裂隙,其中1条裂隙宽度为0.4mm,2条裂隙宽度为0.6mm,1条裂隙宽度为0.5mm,2条裂隙宽度为0.3mm,1条裂隙宽度大于3mm。统计了不同宽度范围内的裂隙数量:基岩裂隙宽度在不大于0.5mm的范围内的裂隙有1条;宽度在大于0.5mm至不大于1mm的范围内的裂隙有2条;宽度在大于1mm至不大于2mm的范围内的裂隙有1条;宽度在大于2mm至不大于3mm的范围内的裂隙有1条;大于3mm的裂隙有1条。根据检测仪器设备的工作环境,对检测环境进行控制和调整,对未达到技术要求的检测项目提出处理意见,对检测结果趋势存在隐患时采取预防措施,保障施工质量。

#### 4.3 遵循科学实际的钻爆

施工单位的技术人员应重视钻爆技术的工艺设计过程。工艺设计是确保爆破施工安全性的关键环节。在进行工艺设计时,需要全面考虑地质条件、爆破材料、爆破参数等因素的影响,并采用科学的方法进行爆破方案的制定。合理确定装药量、孔距、孔深等参数,以确保爆破效果的控制和精准度。在爆破施工过程中需要运用适当的措施来限制爆炸事件<sup>[6]</sup>。在必要的时候,施工方可以选择液压钻来辅助施工,确保钻头与钻孔始终处于平衡的位置上。施工人员有必要密切结合现行的标准来完成整个的爆破施工,针对边坡尺寸也要予以适当的控制。结合现场实际情况,进行模拟分析和仿

真计算,评估爆破后可能产生的影响范围和安全隐患,钻爆施工技术方案及其进度指标见表2。

表2 钻爆施工技术方案及其进度指标

序号	岩层分类	钻爆施工方式	循环尺寸	每日循环数	进尺
1	四级	台阶施工法,以钻孔台车为主	2.5	2	5
2	五级	CD施工法、环形留核心土法	1.0	2	5
3	六级	CRD施工法	0.75	2	1.5

在进行钻爆作业前,必须对施工环境进行详细勘察和评估,确定安全措施的划定范围。根据实际情况,采取适当的防护措施,如设置防护网、临时支撑、防护挡土墙等,以保证施工区域的安全性。一旦发生爆破事故,施工单位应立即制定应急措施。事故发生后,需要迅速组织人员进行现场应急处理,保证人员的生命安全和紧急救援。同时,必须及时上报事故,并与相关部门和专业机构合作,共同处理事故。在处理事故的过程中,要及时评估事故的危害程度,采取相应的措施进行事故控制和清理工作,以避免事故的进一步扩大。在清理工作开始之前,必须对事故现场进行全面的危害评估。这包括但不限于对现场的土质、岩石类型、地质构造、地下水分布等因素的分析。此外,也需要评估边坡开挖过程中可能出现的问题,如塌方、滑坡等。根据这些信息,为清理工作制定有效的方案。

## 5 结语

综上所述,水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用是必不可少的,能够有效保障施工的安全性和质量。通过深入研究和应用优化措施,进一步提高边坡开挖支护技术的效果和可靠性。未来的发展趋势将更多地关注科技创新和工艺改进,以满足不断变化的工程需求。

## 参考文献

- [1] 任妮.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(11):160-162.
- [2] 谢红萍,张腾,张红光.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].装饰装修天地,2021(12):283.
- [3] 李捷.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].人民黄河,2021,43(S02):199-200.
- [4] 徐利杰.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2022(5):106-109.
- [5] 卢敬.关于水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用策略分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(1):82-83.
- [6] 巴合提古丽·胡尔曼汗.关于水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用探析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(3):115-117.