

面向复杂地质条件的水利工程施工组织方案优化探讨

陈涛

江西省吉安市永丰县夫坑水力发电站 331500

【摘要】在水利工程建设中,复杂地质条件对施工安全、质量和进度构成严重威胁。本文聚焦面向复杂地质条件的水利工程施工组织方案优化,系统分析复杂地质类型与施工难点,阐述施工组织设计原理、优化目标与原则;从施工前准备、施工过程管理、风险应对等阶段提出优化策略,并结合典型案例验证其有效性;剖析当前面临的挑战并给出应对措施。旨在为水利工程在复杂地质环境下实现科学施工组织、提升工程效益提供理论依据与实践指导。

【关键词】复杂地质条件;水利工程;施工组织方案;方案优化

Exploration of Optimization of Construction Organization Plan for Water Conservancy Engineering Facing Complex Geological Conditions

Chen Tao

Fukeng Hydroelectric Power Station, Yongfeng County, Ji'an City, Jiangxi Province 331500

【Abstract】In water conservancy engineering construction, complex geological conditions pose a serious threat to construction safety, quality, and progress. This article focuses on the optimization of construction organization plans for water conservancy projects facing complex geological conditions, systematically analyzing complex geological types and construction difficulties, and elaborating on the principles, optimization goals, and principles of construction organization design; Propose optimization strategies from the stages of pre construction preparation, construction process management, and risk response, and verify their effectiveness through typical cases; Analyze the current challenges and provide corresponding measures. Intended to provide theoretical basis and practical guidance for the scientific construction organization and improvement of engineering efficiency in complex geological environments for water conservancy projects.

【Key words】complex geological conditions; Water conservancy engineering; Construction organization plan; solution optimization

引言

水利工程作为关乎国计民生的基础设施,在水资源调配、防洪抗旱等方面发挥着重要作用。然而,在实际建设过程中,常遭遇岩溶、软土、高边坡、断层破碎带等复杂地质条件。这些特殊地质状况不仅增加施工难度,还易引发安全事故、延误工期、增加成本。传统施工组织方案难以适应复杂地质环境的要求,亟需结合地质特性进行优化。深入探讨面向复杂地质条件的水利工程施工组织方案优化,对保障工程顺利推进、提高工程建设质量与效益具有重要意义。

一、复杂地质条件与水利工程施工特性

(一) 复杂地质条件类型及特征

复杂地质条件涵盖多种类型,各有其独特特征。岩溶地区发育着大量溶洞、溶沟与暗河,地质结构复杂且隐蔽性强,施工时易出现地基塌陷、渗漏等问题,严重影响工程稳定性;软土地基含水量高、孔隙比大、压缩性强、强度低,受荷后沉降量大且沉降持续时间长,易导致建筑物倾斜、开裂;高边坡地质条件下,地形陡峭,岩土体在重力、雨水冲刷等作用下,极易发生滑坡、崩塌等地质灾害;断层破碎带区域岩

石破碎、完整性差,地下水丰富,增加了基础处理和防渗工程的难度。此外,膨胀土、湿陷性黄土等特殊土质,遇水后工程性质会发生显著变化,给施工带来极大挑战。

(二) 复杂地质条件下水利工程施工难点

在复杂地质条件下开展水利工程施工,面临诸多难点。施工安全风险显著增加,地基处理、边坡开挖等作业过程中,因地质条件不稳定,坍塌、滑坡等事故时有发生;施工技术要求极高,针对不同复杂地质需采用特殊的施工工艺和技术,如岩溶地区的注浆加固、软土地基的排水固结、高边坡的锚固支护等,技术操作复杂且专业性强;施工进度容易受到制约,复杂地质处理往往耗时较长,且施工过程中常因地质条件变化需要调整施工方案,导致工期延误;工程成本大幅上升,特殊地质处理需要投入大量的材料、设备和人力,同时地质风险引发的工程变更也会带来额外费用支出。

二、水利工程施工组织方案优化的理论依据

(一) 施工组织设计基本原理

施工组织设计以系统论、信息论和控制论为指导,旨在对施工活动进行科学规划与管理。其遵循系统性原理,将施工过程视为一个有机整体,综合考虑施工准备、施工过程、

竣工验收等各个环节,以及人力、物力、财力等各种资源的相互关系与协调配合;动态性原理要求根据施工过程中实际出现的情况,如地质条件变化、资源供应情况、设计变更等,及时调整施工方案和进度计划;经济性原理强调在保证工程质量和施工安全的前提下,通过合理配置资源、优化施工工艺等措施,降低施工成本,提高经济效益;安全性原理把保障施工人员生命安全和工程结构安全放在首位,制定完善的安全管理制度和保障措施,预防和减少安全事故的发生。

(二) 施工组织方案优化目标与原则

水利工程施工组织方案优化的目标主要包括确保施工安全,杜绝重大安全事故的发生;保证工程质量,使工程达到设计要求和相关标准;合理控制施工进度,确保工程按时或提前竣工;有效降低工程成本,提高工程建设经济效益。优化过程需遵循可行性原则,方案要结合工程实际情况,包括地质条件、技术水平、资源状况等,具有可操作性;科学性原则要求运用先进的技术和科学的管理方法,制定合理的施工方案和进度计划;协调性原则注重协调施工过程中各参与方、各施工环节之间的关系,确保施工有序进行;可持续性原则强调在施工过程中注重环境保护和资源合理利用,实现工程建设与生态环境的协调发展。

三、复杂地质条件下水利工程施工组织方案优化策略

(一) 施工前准备阶段优化措施

施工前准备阶段的优化是保障工程顺利开展的基础。首先要加强地质勘察工作,采用钻探、物探、地质雷达等多种勘察手段,全面、准确地获取地质信息,包括地质构造、岩土特性、地下水分布等,为施工方案设计提供详细可靠的依据。根据地质勘察结果,结合工程特点和施工要求,进行科学合理的施工方案设计。例如,对于软土地基,可采用换填法、排水固结法、复合地基法等进行处理;对于高边坡,要制定合理的开挖和支护方案。同时,合理规划施工场地,根据施工流程和设备需求,布置临时设施、材料堆放区、施工道路等,确保施工过程中各环节顺畅,减少相互干扰,提高施工效率。

(二) 施工过程管理阶段优化策略

施工过程管理阶段的优化是确保工程质量和进度的关键。在资源配置方面,要根据施工进度计划和实际施工情况,动态调配人力、材料和设备资源。对于复杂地质条件下的关键施工部位,要优先保障资源供应,确保施工顺利进行。严格控制施工工艺,加强技术指导和质量监督,确保施工过程符合设计要求和相关规范标准。针对特殊地质条件下的施工工艺,如岩溶地区的灌浆施工、断层破碎带的混凝土浇筑等,要制定详细的施工技术方案,并进行技术交底,确保施工人员熟练掌握操作要点。建立有效的进度管理机制,采用进度跟踪、偏差分析和调整措施,及时发现和解决影响施工进度问题,确保工程按计划推进。

(三) 风险应对与应急预案优化方法

复杂地质条件下,水利工程施工面临着诸多风险,如地质灾害风险、施工安全风险、质量风险等。通过风险识别与评估,采用专家调查法、风险矩阵法等手段,全面识别潜在风险,并评估其发生的可能性和影响程度。针对不同类型的风险,制定相应的应对策略。例如,对于高边坡滑坡风险,可采取削坡减载、锚固支护、排水等措施进行预防;对于地基不均匀沉降风险,可优化地基处理方案。同时,制定完善的应急预案,明确应急组织机构、职责分工、应急响应程序和救援措施,并定期进行应急演练,确保在风险发生时能够迅速、有效地进行应对,最大限度地减少损失。

四、复杂地质条件下水利工程施工组织方案优化案例分析

(一) 案例工程概况

某大型水利枢纽工程位于山区,坝址区地质条件极为复杂。坝基存在多条断层破碎带,岩石破碎,透水性强;两岸边坡高陡,部分区域岩土体松散,稳定性差;库区范围内岩溶发育,存在多个大型溶洞和暗河系统。这些复杂地质条件给工程施工带来了巨大挑战,对施工组织方案提出了极高要求。

(二) 施工组织方案优化实施与成效

针对该工程的复杂地质条件,在施工组织方案优化过程中,首先加强地质勘察,采用三维地震勘探、钻孔电视成像等先进技术,详细查明地质情况。坝基处理采用高压旋喷灌浆、帷幕灌浆等综合处理措施,有效提高了地基的承载力和防渗性能;边坡支护采用预应力锚索、格构梁、挂网喷混凝土等多种支护形式相结合,确保了边坡的稳定;岩溶处理采用注浆封堵、混凝土回填、设置排水系统等方法,解决了溶洞和渗漏问题。在施工过程中,合理安排施工顺序,优化资源配置,加强施工进度和质量控制。通过一系列优化措施的实施,工程安全风险得到有效控制,施工进度顺利推进,工程质量达到设计要求,同时节约了工程成本,取得了良好的经济效益和社会效益,为类似复杂地质条件下的水利工程施工组织方案优化提供了宝贵经验。

五、复杂地质条件下水利工程施工组织方案优化面临的挑战与对策

(一) 面临的主要挑战

复杂地质条件下水利工程施工组织方案优化面临着诸多挑战。地质条件的不确定性是首要难题,即使经过详细的地质勘察,仍可能存在未探明的地质隐患,导致施工过程中出现意外情况,影响施工进度和安全。技术难题也不容忽视,一些复杂地质处理技术仍处于研究和探索阶段,在实际应用中存在技术瓶颈,难以满足工程需求。施工过程中的协调管

理难度大,涉及多个专业、多个参与方,信息沟通不畅、责任划分不明确等问题容易导致施工混乱,影响施工效率和质量。此外,工程成本控制压力大,复杂地质处理所需的费用较高,且地质风险可能导致工程变更,进一步增加成本。

(二) 应对挑战的有效措施

为应对上述挑战,应加强地质勘察技术研究与应用,不断创新勘察方法和手段,提高地质勘察的准确性和可靠性,减少地质条件的不确定性带来的风险。加大技术研发投入,鼓励科研机构、高校和企业开展复杂地质处理技术的研究,攻克技术难题,推广应用新技术、新工艺。建立健全施工协调管理机制,加强各参与方之间的沟通与协作,明确各方责任和义务,提高施工管理效率。在成本控制方面,建立科学的成本预算和监控体系,对复杂地质处理费用进行精细化管理,通过优化施工方案、合理配置资源等措施,降低工程成本。同时,加强合同管理,明确工程变更的处理流程和费用承担方式,避免因工程变更导致成本失控。

六、复杂地质条件下水利工程施工组织方案优化的发展趋势

(一) 智能化技术应用趋势

随着科技的不断发展,智能化技术在水利工程施工组织方案优化中将得到更广泛的应用。利用物联网技术实现施工设备、监测仪器等的互联互通,实时采集施工数据和地质信息;借助大数据分析和人工智能算法,对施工过程进行智能预测和决策,如提前预测地质灾害风险,优化施工进度计划。建筑信息模型(BIM)技术将进一步发展,通过建立三维可视化模型,实现施工组织方案的虚拟仿真和优化,提高施工方案的科学性和可行性,减少施工过程中的错误 and 浪费。

(二) 多学科融合发展趋势

水利工程施工组织方案优化将越来越注重多学科的交叉融合。融合地质学、岩土力学、工程力学、计算机科学、管理学等多学科知识,从多个角度分析复杂地质条件下的施工问题,为方案优化提供更全面的理论支持。例如,运用地质学知识准确判断地质条件,结合岩土力学和工程力学原理设计合理的施工工艺和支护方案,利用计算机科学技术实现施工过程的信息化管理和模拟优化,借助管理学知识提高施工组织协调能力。通过多学科交叉融合,不断提升施工组

织方案优化的水平和质量。

(三) 绿色施工理念深化趋势

在可持续发展理念的推动下,绿色施工理念将在水利工程施工组织方案优化中得到更深入的贯彻。在方案设计和施工过程中,更加注重生态环境保护,采用环保型施工材料和工艺,减少施工对周边环境的影响。加强施工废弃物的处理和资源回收利用,实现资源的循环利用。优化施工场地布置,减少土地占用和植被破坏,保护生态平衡。通过贯彻绿色施工理念,实现水利工程建设与生态环境的协调发展,推动水利工程行业的可持续发展。

(四) 新型材料与施工技术创新趋势

未来,新型材料和创新施工技术将为复杂地质条件下水利工程施工组织方案优化注入新动力。在材料方面,高强度、高耐久性、抗渗性优异的新型混凝土材料将得到广泛应用,例如纳米改性混凝土,其具备更强的抗压与抗裂性能,能有效应对复杂地质带来的应力变化与渗透问题;可降解的土工合成材料用于临时支护,施工结束后无需拆除,减少资源浪费与环境破坏。施工技术上,非开挖施工技术如定向钻、顶管技术将进一步优化,适用于复杂地质条件下的管道铺设,减少对周边地质环境的扰动;3D打印技术在水利工程中的应用有望突破,通过打印特殊结构的构件,快速完成复杂地形的基础施工与结构搭建,大幅提升施工效率与精度,为施工组织方案优化提供更多可能性。

结论

面向复杂地质条件的水利工程施工组织方案优化是一项系统而复杂的工作,对保障工程建设顺利进行、提高工程质量和效益至关重要。本文通过对复杂地质条件下水利工程施工特性的分析、施工组织方案优化理论依据的阐述、优化策略的探讨、案例分析以及对面临挑战和发展趋势的研究,表明科学合理的施工组织方案优化能够有效应对复杂地质带来的诸多问题。尽管目前在优化过程中面临地质不确定性、技术难题等挑战,但随着智能化技术的应用、多学科的融合以及绿色施工理念的深化,水利工程施工组织方案优化将不断发展完善。未来需持续加强相关研究与实践,推动水利工程在复杂地质条件下实现高质量建设。

参考文献

- [1]周立忠,李绍平,杨永存.水利工程复杂地质条件下防渗帷幕灌浆施工技术[J].云南水力发电,2025,41(03):128-132.
- [2]张金兰.大型水利工程中复杂地质条件下的施工技术挑战与解决方案[J].散装水泥,2025,(01):112-114.
- [3]刘松良.复杂地质条件下水利工程施工地基处理灌浆技术研究[J].工程技术研究,2024,9(22):85-87.
- [4]田光辉.复杂地质条件下水利工程高水位深基坑降水施工方法研究[J].价值工程,2024,43(26):67-70.
- [5]陈政.复杂地质条件下水利工程高水位深基坑降水施工方法研究[J].甘肃科学学报,2024,36(03):100-106.