

水利水电工程施工难点及施工技术要点分析

何 君

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘 要：水利水电工程用于控制和调配水资源，涵盖多个方面，对国家发展意义重大。其施工面临地质条件复杂、自然环境恶劣、施工周期长且技术难度高、人为因素干扰等难点。针对这些难点，施工技术要点包括锚固施工、大体积混凝土施工、施工导流与围堰工程、坝体填筑、防渗加固等。同时，需采取加强地质勘察、优化施工方案、强化安全管理、注重生态保护等应对策略，以确保工程顺利实施。

关键词：水利水电工程；施工难点；施工技术要点

1 水利水电工程概述

1.1 水利水电工程的定义

水利水电工程是用于控制和调配自然界的地表水和地下水，达到除害兴利目的而修建的工程。它涵盖了水资源的开发、利用、治理、配置、节约和保护等多个方面，旨在实现水资源的合理利用和有效管理，以满足人类社会在防洪、灌溉、发电、供水、航运、渔业等多方面的需求。从工程类型来看，水利水电工程包括水库、水电站、堤防、水闸、泵站、渠道等众多类型。水库能够调节河川径流，在丰水期蓄水，枯水期放水，以保障水资源的稳定供应；水电站则利用水能转化为电能，为经济社会发展提供清洁、可再生的能源；堤防用于抵御洪水，保护沿岸地区人民生命财产安全；水闸可调节水位、控制流量，在灌溉、航运等方面发挥重要作用；泵站用于提升水位，实现水资源的远距离输送；渠道则是输送水资源的重要通道，将水输送到农田、城市等用水区域。水利水电工程的建设对于国家的经济发展、社会稳定和生态环境的改善具有重要意义。

1.2 水利水电工程的特点

水利水电工程特点显著。其一，工程规模宏大。像三峡水电站、小浪底水利枢纽等大型工程，坝体高度、库容、装机容量等指标居世界前列。此类工程建设需投入海量人力、物力与财力，施工周期漫长，且涉及的技术领域极为广泛。

其二，受自然条件影响大。其建设与运行和当地地质、水文、气象等自然条件紧密相连。地质条件关乎坝基稳定与工程抗震性能；水文条件影响水库调蓄及水电站发电效益；气象条件也会干扰施工进度与质量，暴雨、洪水、大风等恶劣天气可能致使施工中断或引发安全事故^[1]。其三，具有综合效益。既具备防洪、灌溉、发电等直接经济效益，又能改善生态环境、促进旅游业发

展等带来间接效益。

其四，对社会和环境影响深远。工程建设常涉及大量移民安置，需妥善解决移民生产生活问题，保障其合法权益。可能改变河流生态系统结构与功能，影响水生生物生存繁衍，故而在工程建设和运行过程中，必须采取有效的生态保护措施。

2 水利水电工程施工难点分析

2.1 地质条件复杂

水利水电工程往往建设在地质条件复杂的地区，如山区、峡谷等。这些地区的地质构造复杂，可能存在断层、破碎带、软弱夹层等不良地质现象。断层和破碎带会降低岩体的完整性，增加坝基的渗漏和滑动风险；软弱夹层则可能导致坝体在受力时发生不均匀沉降，影响工程的安全性和稳定性。不同地区的地质岩性差异较大，有的地区岩石坚硬，有的地区岩石松软。坚硬岩石的开挖难度大，需要采用先进的爆破技术和设备；松软岩石则容易出现坍塌、滑坡等问题，需要采取有效的支护措施。同时地下水也是影响工程施工的重要因素，地下水的存在会增加施工难度，如导致基坑涌水、边坡失稳等，还可能对混凝土的质量产生不利影响。

2.2 自然环境恶劣

水利水电工程施工现场的自然环境往往较为恶劣。一些工程位于偏远山区，交通不便，物资运输困难，增加了施工成本和工期。山区地形起伏大，施工场地狭窄，给大型施工设备的布置和操作带来了很大的挑战。气象条件也对施工产生重要影响，在高温季节，施工人员容易中暑，混凝土在高温下水分蒸发快，容易出现干缩裂缝；在低温季节，混凝土受冻会影响其强度和耐久性，需要采取保温措施。暴雨、洪水等极端天气可能导致施工现场被淹，设备损坏，施工进度受阻，大风天气可能会影响高空作业的安全，增加施工风险。

2.3 施工周期长, 技术难度高

水利水电工程规模大, 施工内容复杂, 施工周期通常较长。从工程的筹备、设计、施工到竣工验收, 往往需要数年甚至数十年的时间。在漫长的施工过程中, 需要应对各种不确定因素, 如设计变更、材料供应问题、劳动力短缺等, 这对施工管理提出了很高的要求。水利水电工程施工涉及的技术领域广泛, 技术难度高。例如, 大体积混凝土施工需要解决温度裂缝控制、混凝土配合比设计等问题; 高边坡开挖和支护需要采用先进的边坡稳定性分析方法和支护技术; 地下工程施工需要解决地下水处理、围岩稳定等问题。随着科技的不断进步, 水利水电工程也在不断引入新的技术和工艺, 如数字化施工技术、智能监测技术等, 这对施工人员的技术水平和综合素质提出了更高的要求^[2]。

2.4 人为因素导致的难点

人为因素也是水利水电工程施工中不可忽视的难点。施工管理不善可能导致施工进度延误、质量事故和安全事故的发生。施工人员的技能水平和素质参差不齐也会影响工程施工质量。一些施工人员缺乏专业技能培训, 对新技术、新工艺的掌握不够熟练, 在施工过程中容易出现操作失误。同时部分施工人员安全意识淡薄, 不遵守安全操作规程, 也是导致安全事故发生的重要原因之一。

3 水利水电工程施工技术要点分析

3.1 锚固施工技术

锚固施工技术是水利水电工程中常用的一种加固技术, 主要用于提高岩体的稳定性和承载能力。该技术通过在岩体中钻孔, 然后安装锚杆或锚索, 并注入水泥浆或化学浆液, 使锚杆或锚索与岩体形成一个整体, 从而增强岩体的抗剪强度和抗拉强度。在锚固施工过程中, 钻孔是关键环节之一。钻孔的直径、深度和角度需要根据设计要求严格控制, 以确保锚杆或锚索能够准确安装。钻孔过程中要注意避免对岩体造成过度扰动, 防止孔壁坍塌。锚杆或锚索的安装要保证其垂直度和间距符合设计要求, 注浆时要确保浆液充满锚孔, 提高锚固效果。锚固施工完成后, 还需要进行拉拔试验, 检验锚杆或锚索的锚固力是否满足设计要求。

3.2 大体积混凝土施工技术

大体积混凝土施工是水利水电工程中的重要环节, 如大坝、闸墩等结构都需要采用大体积混凝土施工。大体积混凝土施工的关键在于控制温度裂缝的产生。由于混凝土在硬化过程中会释放大量的水化热, 导致混凝土内部温度升高, 而外部温度相对较低, 从而产生温度应

力。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时, 就会产生裂缝。为了控制温度裂缝, 需要采取一系列措施, 在混凝土配合比设计方面, 要选用低热水泥, 减少水泥用量, 掺加粉煤灰、矿渣粉等掺合料, 降低混凝土的水化热。在施工过程中, 要合理安排浇筑顺序和分层厚度, 采用分层浇筑、振捣的方法, 确保混凝土的密实性。同时要控制混凝土的入模温度, 避免在高温季节施工, 如必须要在高温季节施工, 要采取遮阳、洒水等降温措施, 还要在混凝土内部埋设冷却水管, 通过循环冷却水降低混凝土内部温度, 减小内外温差。混凝土浇筑完成后, 要及时进行养护, 保持混凝土表面湿润, 防止水分蒸发过快。

3.3 施工导流与围堰工程技术

施工导流与围堰工程技术是水利水电工程施工中的重要保障措施。围堰则是用于挡水的临时建筑物, 它能够防止河水进入施工区域, 保护施工设备和人员的安全。施工导流方式的选择需要根据工程的具体情况, 如河流的水文条件、地形地貌、施工进度等综合考虑。常见的施工导流方式有分期导流和一次拦断河床围堰导流。分期导流适用于河床宽阔、流量较大的河流, 它将河床分成若干段, 分期进行围堰和截流, 逐步完成工程施工。一次拦断河床围堰导流适用于河床较窄、流量较小的河流, 它一次性拦断河床, 通过导流隧洞、导流明渠等将河水引开。围堰的设计和施工要充分考虑其稳定性和防渗性能, 围堰的材料可以选择土石、混凝土等, 不同类型的围堰适用于不同的工程条件。在围堰施工过程中, 要严格控制填筑质量, 确保围堰的密实性和稳定性。

3.4 坝体填筑技术

坝体填筑是水利水电工程中大坝施工的关键环节, 其质量直接影响到大坝的安全性和稳定性。坝体填筑材料的选择要根据工程的具体要求, 如坝体的类型、高度、地质条件等综合考虑。常见的坝体填筑材料有土料、石料等。在土料填筑过程中, 要控制土料的含水量和压实度, 土料的含水量要接近最优含水量, 以保证土料在压实过程中能够达到最大的干密度。压实度是衡量土料压实质量的重要指标, 要严格按照设计要求进行控制^[3]。填筑时要分层进行, 每层的厚度要根据压实设备的性能和土料的性质确定, 一般不超过30cm。每层填筑完成后, 要进行压实度检测, 合格后方可进行下一层的填筑。石料填筑时, 要注意石料的级配和排列方式。石料的大小要均匀, 级配良好, 以提高坝体的密实性和稳定性。填筑时要采用分层碾压的方法, 确保石料之间的空隙被充分填满。同时要注意坝体的排水设计, 设置排水盲沟、排水管等设施, 及时排除坝体内的渗水, 防止坝

体发生渗透破坏。

3.5 防渗加固技术

防渗加固技术是保障水利水电工程安全运行的重要措施。由于水利水电工程长期受到水的作用,容易出现渗漏问题,如坝体渗漏、坝基渗漏等,这些问题会影响工程的安全性和使用寿命。常见的防渗加固技术有帷幕灌浆、高压喷射灌浆、土工膜防渗等。帷幕灌浆是在坝基或坝体内钻孔,然后注入水泥浆或化学浆液,形成一道连续的防渗帷幕,阻止地下水的渗透。高压喷射灌浆则是利用高压水流冲击土体,使土体与浆液混合,形成具有一定强度和防渗性能的固结体。土工膜防渗是在坝体表面或坝基上铺设土工膜,利用土工膜的不透水性阻止水的渗透。在进行防渗加固施工时,要根据工程的具体情况选择合适的防渗加固技术,并严格按照施工工艺要求进行操作,确保防渗加固效果。

4 水利水电工程施工难点与技术要点的应对策略

4.1 加强地质勘察与评估

在水利水电工程建设前期,要加强地质勘察工作,全面了解工程所在地区的地质条件。采用先进的地质勘察技术和方法,如地球物理勘探、钻探、原位测试等,获取准确的地质资料。对勘察结果进行深入分析和评估,识别出可能存在的地质灾害隐患,如断层、破碎带、滑坡等,并制定相应的处理措施。在施工过程中,要根据地质勘察结果,合理选择施工方案和施工方法。对于不良地质地段,要采取加固处理措施,如锚固、灌浆等,提高岩体的稳定性和承载能力。同时加强对施工现场的地质监测,及时发现地质变化情况,采取相应的应对措施,确保工程施工安全。

4.2 优化施工方案与提高技术水平

针对水利水电工程施工周期长、技术难度高的特点,要优化施工方案,合理安排施工进度。在施工前,要进行详细的施工组织设计,制定科学合理的施工计划和工艺流程,明确各工序之间的衔接关系和时间节点。要充分考虑施工过程中可能出现的不确定因素,制定应急预案,确保施工进度不受影响。要不断提高施工技术水平,积极引进和应用新技术、新工艺、新材料^[4]。加强对施工人员的培训,提高他们的技术水平和操作技能,使他们能够熟练掌握和应用新的技术和工艺。

4.3 强化施工安全管理

施工安全是水利水电工程施工的重中之重。要建立

健全安全管理制度,明确各级管理人员和施工人员的安全职责,加强对施工现场的安全管理。加强对施工人员的安全教育培训,提高他们的安全意识和自我保护能力。定期组织安全检查和隐患排查,及时发现和消除安全隐患。在施工过程中,要严格执行安全操作规程,加强对高空作业、爆破作业、电气作业等危险作业的安全管理。为施工人员配备必要的安全防护用品,如安全帽、安全带、安全网等,确保施工人员的人身安全。同时要加强对施工设备的安全管理,定期对设备进行维护和保养,确保设备的安全运行。

4.4 注重生态环境保护

水利水电工程建设和运行对生态环境有一定的影响,因此要注重生态环境保护。在工程建设前期,要进行环境影响评价,制定环境保护方案。在施工过程中,要采取有效的生态保护措施,如减少施工对植被的破坏、控制施工扬尘和噪声污染、保护水生生物等。对于工程建设造成的生态破坏,要及时进行生态修复。例如,在施工结束后,对取土场、弃渣场等进行土地复垦和植被恢复;在河道两岸种植树木和草皮,防止水土流失。同时加强对工程运行期的环境监测,及时发现和处理环境问题,确保工程建设与生态环境协调发展。

结束语

水利水电工程施工难度大、涉及面广,施工难点与技术要点众多。通过深入分析施工难点,掌握关键施工技术要点,并采取有效的应对策略,能够提高工程施工质量和安全性,保障工程顺利推进。未来,随着科技的不断进步,应持续探索和创新施工技术,加强施工管理,注重生态环境保护,推动水利水电工程事业朝着更加高效、安全、环保的方向发展,为国家经济社会发展和生态环境改善做出更大贡献。

参考文献

- [1]赵玉丽.水利水电工程施工难点及施工技术要点研究[J].中华建设,2021(2):148-149.
- [2]刘江生.浅谈水利水电工程施工难点及施工技术[J].居业,2020(10):68-69.
- [3]黄杰锋.现代化水利水电工程建筑施工技术难点及对策[J].工程技术研究,2020(15):111-112.
- [4]李雄.水利水电工程施工难点及施工技术要点分析[J].水利科学与寒区工程,2022,5(12):146-149.