

水闸施工中的关键技术研究与实践

吴继伟

浙江省第一水电建设集团股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：本次研究围绕水闸施工关键技术展开深入的探究和实践。本文从水闸建设技术背景及现状出发，对水闸建设中地基处理，结构设计及施工，监测及检测，环境保护及生态修复关键技术进行分析，目的在于提升水闸建设质量及效益。该研究以实际工程案例为基础，对水闸建设过程中存在的问题和挑战进行论述，并给出解决措施。研究结果表明：关键技术合理运用对保障水闸工程安全运行及经济效益至关重要。

关键词：水闸施工；关键技术；地基处理；结构与施工；监控与检测

0 引言

水闸对水利工程具有重要作用，水闸施工技术水平的高低直接影响着水利工程整体的安全性和经济效果。在水利工程快速发展的今天，水闸施工技术研究和实践面临着诸多挑战和机遇共存。当前，水闸施工技术正向着高效、安全、环保等方面发展，但是在实际建设过程中还存在着一些技术难点与难题需要解决。为此，文章旨在对水闸施工关键技术进行深入探究，对现存问题进行剖析，提出解决措施，从而促进水闸施工技术不断创新和发展。

1 技术背景与现状

1.1 水闸施工技术的历史演变

水闸施工技术发展源远流长，由古代单纯土石结构向近代钢筋混凝土结构转变，它的技术变革反映出人类对于水闸工程的认识不断加深，科技不断进步^[1]。古时的水闸以农田灌溉、水利运输为主、结构比较简单，以土石为主、建造方式比较原始。在工业革命来临之际，科学技术的进步促进水闸施工技术快速发展。钢筋混凝土结构早在20世纪初期就开始被广泛地应用在水闸施工中，显著提升水闸承载能力与耐久性。21世纪新材料，新工艺以及新技术层出不穷，水闸施工技术也在向着更加高效，更加环保以及更加智能化的方向迈进。

水闸施工技术在其历史演变中经历了一个由简到繁，由原始向现代不断演进的历程。在不同历史阶段，其技术特点还体现着当时社会经济状况与科技水平。以古代为例，受科技水平的限制，水闸的施工工艺比较单一，多依靠人力及简单工具来完成。

1.2 当前水闸施工技术的发展趋势

目前水闸施工技术发展趋势表现为：一是向着智能化和自动化发展。伴随着信息技术与人工智能技术的发展，智能化与自动化建设已成为水闸建设的新潮流。通

过引进先进传感器，监测系统及智能控制设备可实现施工过程实时监测与智能控制，从而提高了施工效率与安全性^[2]。二是朝着绿色，环保的方向迈进。在人们环保意识日益增强以及可持续发展理念深入人心的背景下，绿色环保施工成为水闸建设中重点发展的方向。通过使用环保材料，优化施工工艺以及引进生态修复技术，能够降低施工对于环境与生态造成的损害，从而使水闸工程得到可持续发展。三是向着高精度和高质量的方向迈进。在科学技术不断进步的今天，人们对于工程质量的要求也越来越高，高精度，高质量的建设成为了水闸建设中重点发展的方向。通过运用先进测量技术，施工技术以及质量控制方法，能够提升水闸工程施工质量及使用寿命。

1.3 水闸施工技术的重要性

水闸施工技术意义明显，直接影响水利工程安全运行与经济效益。水闸是水利工程中的重点构成部分，主要作用有控制水位，调节水流和预防洪水。所以水闸施工技术好坏直接关系到水利工程是否能够正常地发挥应有的作用，从而关系着整个水利系统是否能够平稳地运转；水闸施工技术选择及运用也决定着水利工程施工质量及经济效益。出色的水闸施工技术可以在确保水闸耐久性与可靠性的前提下，显著提升水闸施工效率并减少建设成本；水闸施工技术也产生了明显的社会效益。在水资源日趋紧张的情况下，水利工程建设已经成为我国经济发展中的一个重要依托。

1.4 国内外水闸施工技术研究现状

国内外水闸施工技术研究均取得显著成绩。就国内而言，水闸施工技术在我国水闸施工过程中历经多年发展已形成一套比较完备的理论与技术体系。从地基处理到结构设计再到施工工艺，我国均有不少重大突破与创新^[3]。以地基处理为例，我国已经运用各种加固技术

与防渗技术对水闸稳定性与耐久性进行显著改善；在结构设计上，国内应用先进有限元分析方法及优化设计方法对水闸结构进行优化轻量化设计；从施工工艺上看，我国大力推广预制构件，机械化施工的先进技术以提高施工效率与施工质量；国外水闸施工技术研究呈现繁荣局面。很多发达国家对水闸施工技术都取得了不少经验与技术成果。他们在重视水闸施工技术创新与发展的同时，也重视新技术新材料在水闸施工上的运用，从而使水闸施工技术得到更新与换代。

2 水闸施工中的关键技术分析

2.1 地基处理技术

在水闸建设过程中，地基处理属于一项关键技术。由于水闸一般修建于河流、湖泊等海域附近，且地质条件复杂多样，地基处理遇到了很多的挑战。实际工程中常采用地基处理技术主要有地基加固，防渗处理和排水固结。地基加固技术是以提高地基承载力与稳定性为主要手段，常见的有注浆加固、换填加固、桩基加固。防止地下水的渗透和确保水闸主体结构的安全性是防渗处理的核心目标，常用的方法有铺设防渗材料和设置防渗墙等。排水固结技术的核心是利用排水来减少地基的水含量，从而增强地基的紧密度和稳定性^[4]。

2.2 结构与施工技术

水闸结构设计和施工技术又是其中一项关键技术。水闸结构设计需满足水利工程安全、稳定、耐久性等要求，还要兼顾建设期间可操作性与经济性。在进行结构设计时，需全面考虑水闸受力特点，水流条件以及材料性能，并采取合理结构形式与计算方法来保证水闸结构的安全性与稳定性。

在结构设计向实际工程转化过程中，施工技术至关重要。水闸建设过程中需要使用到先进的施工技术与装备，例如混凝土浇筑技术，预应力张拉技术以及模板施工技术。运用这些技术可以保证水闸施工质量与进度，增加工程效益。在科技不断进步的背景下，新的施工技术与装备层出不穷，例如BIM技术，无人机监测技术等，它们的运用会进一步促进水闸施工技术不断发展与革新。

2.3 监测与检测技术

监测与检测技术对于水闸建设过程中保证工程质量和提高建设效率无疑是左膀右臂。伴随着科学技术的快速进步，该领域技术不断革新与进步。目前水闸施工监测检测技术已经涉及到结构变形监测，应力监测和渗流监测。这些技术既有利于及时发现施工期可能存在的问题，又可以为施工队提供准确的数据支撑，保障水闸工

程安全稳定运行^[5]。

在水闸施工中，结构变形监测常被采用。通过实时监测水闸结构施工期变形情况，能够及时发现结构变形异常情况，并为施工期质量控制及风险评估等提供关键信息。结构变形监测一般是利用全站仪，水准仪及其他高精度测量设备并配合先进数据处理与分析技术来实现水闸结构变形准确测量与分析的；应力监测等。将应力传感器设置于水闸结构关键部位，可对施工期结构应力变化情况进行实时监测，对结构与施工具有重要的借鉴意义。应力监测技术既可应用于结构承载能力评价，又可对其破坏模式及破坏过程进行预测，从而为其安全评价提供关键信息；渗流监测等。渗流是水闸结构中普遍存在的一种病害，它严重地影响着水闸的正常运行。该水闸结构关键部位设置渗流监测设备可对渗流情况进行实时监控，从而为水闸防渗处理及渗流控制等提供关键数据支撑。采用渗流监测技术既有利于及时发现渗流病害又能为水闸修复加固提供科学依据。

2.4 环境保护与生态修复技术

水闸建设给环境与生态带来的冲击是不可忽视的。在建设中必须通过一系列的环境保护与生态修复措施来降低环境破坏与污染。当前水闸建设环境保护和生态修复技术有水土保持，植被恢复和生态护坡^[6]。在水闸施工过程中，水土保持是一项重点环境保护措施。采用合理的工程措施与生物措施可有效防治水土流失与土壤侵蚀及保护施工地区水土资源。水土保持措施主要有修建挡土墙、护坡、排水沟及其他工程设施和种植植被，铺草皮及其他生物措施；植被的恢复。建设期间可通过栽植合适植物对建设区植被覆盖进行恢复以增强该区生态稳定性及生态服务功能。植被恢复措施主要有选择合适树种与草种，制订科学种植方案，强化养护管理；生态护坡。通过对水闸边坡进行生态护坡设施施工，能够在增强边坡生态稳定性与景观效果的前提下，有效预防水土流失与边坡坍塌。生态护坡设施的施工可使用天然材料，也可使用人工材料，例如石笼和生态砖。

3 施工过程中的问题与挑战

3.1 地基处理中遇到的难题

地基处理作为水闸建设过程中至关重要的一环，它的好坏直接影响水闸运行的稳定与安全。但在实际的施工中地基的处理往往存在着困难。复杂多样的地质条件，例如软弱地基，岩溶地基以及其他不良地质条件，都将极大地增加地基处理难度。面对这样的状况，有必要运用更加高级和复杂的地基加固方法，例如注浆加固和桩基加固等，以确保地基具有良好的稳定性和承载能

力^[7]。另外,在地基处理过程中易受地下水影响,例如地下水位较高,渗流比较严重,这些因素都会造成地基处理的效果较差。所以,施工期间需采取有效措施进行防水处理,例如布置降水井和布设隔水帷幕来减少地下水给地基处理带来的影响。与此同时,在进行地基处理时也要考虑到施工环境,比如施工场地小,施工设备有限等等,这就给地基处理带来了一定困难。

3.2 结构与施工中的技术难点

水闸结构设计和建设是水闸建设的核心步骤之一。在实际的施工中,结构设计和施工往往会碰到一些技术难题。水闸结构设计需满足防洪,灌溉,通航等诸多功能需求,还要兼顾结构稳定性与耐久性。所以在结构设计时需要运用先进的计算方法与技术手段来实现结构精细化设计与优化。在进行施工时,既要保证施工质量与进度,又要保障施工现场安全与环保。这就需要施工人员有丰富的施工经验与技巧,并能熟练运用各项施工技术与装备。

针对结构设计和施工技术难点可采取如下措施。一是加强结构设计人员和施工人员之间的交流与合作,保证设计方案能顺利地转换到实际施工方案中。二是要加强对施工过程的质量监控与检测,保证施工质量与安全。另外,强化施工现场管理,保障施工现场安全与环境保护。三是要加强对施工人员的训练与教育,增强其施工技能与安全意识。

3.3 监控与检测技术的局限性

水闸施工中监控与检测技术对确保施工质量与安全至关重要。但监控与检测技术在具体运用过程中也有其局限性^[8]。监控与检测设备在精度、可靠性等方面都受到了一定程度的制约,会造成监测数据出现一些错误。另外,监控与检测设备在施工过程中,其布置与安装受施工场地及环境等因素制约,不一定能够完全覆盖施工区域。与此同时,监控与检测技术在使用过程中也受人为因素影响较大,比如操作人员技能水平和工作态度。

克服监控与检测技术局限性可采取如下措施。首先选用高精度,高可靠性监控及检测设备以提高监测数据

准确性及可靠性。其次对监控与检测设备进行合理布局及安装,保证能对施工区域进行全方位的覆盖。另外,对操作人员要加强培训与教育,以提高其技能水平与工作态度。最后利用多种监控及检测技术结合来提高监控全面性及准确性。

4 结束语

水利工程的不断发展,对于水闸的施工技术也有了越来越高的要求。水闸是水利工程中的一项重要内容,对水闸施工技术进行研究及实践对保证工程质量及安全有着十分重要的作用。文章对水闸施工关键技术进行了深入探究,发现技术创新和实践对提高水闸工程整体性能具有十分重要的意义。今后要不断加强技术创新及实践应用、重视国际合作交流、引进国外先进技术及管理经验、促进水闸施工技术不断发展等。与此同时,还应重视高素质技术人才及管理人才的培养,从而为水闸施工技术创新发展提供强有力的人才保证。

参考文献

- [1] 麦超.水利水电施工中筑坝工程关键技术研究[J].辽宁青年,2023,1:0141-0143.
- [2] 霍伟博.水利水电施工中筑坝工程的关键技术研究[J].中国科技投资,2021,24:172182.
- [3] 赵鹏.水利水电施工中筑坝工程关键技术研究[J].四川建材,2021,12:104-105.
- [4] 杨继华,梁国辉,曹建锋,等.兰州市水源地建设工程输水隧洞TBM1施工段关键技术研究[J].现代隧道技术,2019,2:10-17.
- [5] 陈晓东.深埋水工隧洞复合冻结施工关键技术研究[J].人民黄河,2019,9:137-143.
- [6] 李军民.水工大坝施工中防渗面板施工关键技术研究[J].科技创新与应用,2018,19:140-141.
- [7] 陈海.芜湖长江公铁大桥设置沉井基础施工关键技术研究[J].中国铁路,2016,9:52-55.
- [8] 王海龙,李猛.班台分洪闸工程施工关键技术研究[J].人民长江,2009,6:65-66.