

# 水闸拦河枢纽工程的设计与施工技术创新研究

曹冬璇

中电建生态环境集团有限公司 广东 深圳 518100

**摘要:** 随着我国经济社会的发展, 对水闸拦河枢纽工程建设和运营提出了更高的要求。因此, 如何科学地制定设计方案和施工方案, 运用最先进的技术手段, 提高工程建设效率和水平已经成为了当前摆在我们面前的重要任务。此次研究旨在探讨水闸拦河枢纽工程的设计和施工技术创新, 从全新的角度和思路, 寻找更加高效、环保、智能和可持续的实践路径。我们希望通过此次研究, 为实现水利工程现代化提供新思路和支持, 让水资源的管理和利用能够更好地满足国家经济建设和人民群众的需要, 推进我国水利事业的发展。

**关键词:** 水闸拦河枢纽工程; 设计技术创新; 施工技术创新

引言: 水利工程建设一直是国家经济建设的重要组成部分, 而水闸拦河枢纽工程在这个领域中占据重要的地位。随着现代科技的不断发展和应用, 建设水闸拦河枢纽工程所面临的技术挑战越来越多。如何在设计和施工中更好地利用新技术、新工艺、新材料, 提高工程建设质量和效率, 增强工程的可持续性, 成为当前学术和实践界共同关注的问题。本研究旨在对水闸拦河枢纽工程的设计和施工进行技术创新探讨, 以期能够为工程建设提供更加科学、智能和高效的方案 and 实践经验, 实现工程建设的可持续发展。

## 1 水闸拦河枢纽工程概述

水闸拦河枢纽工程是一种重要的水利工程, 主要用于防洪、治河、发电和供水等方面。其作用是通过设置水闸或堤坝, 拦截河流水流, 使河流形成积水区或水库, 以达到调节水流、减轻洪涝灾害、发电和供水等效果。水闸拦河枢纽工程的组成主要包括水电站(拦河口)和泄洪建筑群。水电站是拦截水流的主体结构, 可分为重力坝、拱坝、引水式建筑等多种类型, 其中重力坝和拱坝应用最为广泛。泄洪建筑群则是水闸的辅助结构, 主要有溢洪道、泄洪隧洞、泄洪道、水闸等部分, 用于在发生洪水时排洪, 减轻洪涝灾害。不同的水闸拦河枢纽工程在技术、构造、安全等方面有着不同的特点, 可以根据实际需求进行设计。水闸拦河枢纽工程的应用领域十分广泛。在防洪治河方面, 它可以通过拦河、护堤等方式, 有效的防止河流洪水和泥沙对下游地区的影响, 保障人民群众的生命财产安全。在发电方面, 可以通过水电站调节水流, 提高发电效率, 为国民经济发展做出贡献。在供水方面, 可以通过拦河或建造水库, 实现灌溉、生活用水和工业用水等方面的需求。总的来说, 水闸拦河枢纽工程在水利工程中占据了十分

重要的地位。它可以有效地利用水资源, 减轻洪涝灾害, 提高经济水平, 涉及到了很多领域, 如土建工程、土力学、水力学、金属结构设计等, 对技术工程人员的综合素质和技术水平提出了更高的要求。因此, 在设计和施工过程中需要注重科学化、创新性、微创性、可维护性等方面的要求, 以提高工程品质, 为经济、国防、安全等方面做出更大的贡献<sup>[1]</sup>。

## 2 水闸拦河枢纽工程的设计技术创新研究

水闸拦河枢纽工程是复杂的工程结构, 涉及水文学、土力学、建筑结构、机电设备等多学科。为了提高工程质量和效益, 设计技术创新研究迫在眉睫。

### 2.1 静力形变分析

静力形变分析是一种工程结构分析方法, 主要用于确定结构内部的力学特性和变形规律, 以便评估结构强度和稳定性。静力形变分析的基本原理是力学静力平衡原理, 应用杨氏弹性模量、泊松比、截面惯性矩等理论, 计算分析结构内部受力状态、内部应力变化、变形情况等。在水闸拦河枢纽工程设计中, 静力形变分析主要用于以下方面: (1) 结构强度和稳定性分析。在水闸拦河枢纽工程中, 结构强度和稳定性是极其重要的因素。通过静力形变分析, 可以计算结构内部的受力情况和预测变形情况, 从而评估结构的强度和稳定性, 为结构设计提供参考。例如, 在水电站的导流洞或泄洪道等构筑物中可以应用静力形变分析, 采用优化计算方法, 确保石块堆积的稳定性, 减少可能引起溃坝的风险。(2) 结构优化设计。水闸拦河枢纽工程的设计过程中, 静力形变分析可以进行结构优化设计, 以达到经济、安全、高效的目标。在设计过程中, 通过多次计算, 对不同构造和材料进行分析, 优化结构总体布局、预测变形情况和强度校验等, 从而得到一个更加优化的结构设计

方案,提高工程的效率和信度。(3)临界状态评估。在水闸拦河枢纽工程中,操作条件、水位变化等因素的影响可能导致结构发生变形或破坏。静力形变分析可以预测结构的变形和破坏状态,为水闸拦河枢纽工程的保护决策提供基础依据。通过静力形变分析,可以确定结构承受最大水压力和满载状态下的力学特性,为结构保护和修复提供决策依据<sup>[2]</sup>。

## 2.2 结构抗震设计

水闸拦河枢纽工程通常建构在河流或者湖泊之间,需要承受流水的冲击和地震的作用,因此结构抗震设计是其中一个非常重要的设计要素,用于确保结构在发生地震时不会崩塌或者失效。结构抗震设计主要包括以下几个方面:(1)地震波分析。地震波分析是进行结构抗震设计的前提,即通过对工程所在地区的地震活动性进行分析和预判,得出合理的参数进行分析,包括地震波的加速度、速度以及位移等等。通过地震波的分析,可以预测到结构承受地震力的强度和载荷。(2)结构抗震设计参数确定。在地震波分析的基础上,结构抗震设计的参数得以确定。包括建筑结构的基础参数、层间刚度的抗震设计参数等等。参数的选择应当根据工程的具体规模、运行要求等来确定,进一步保障结构在地震时的安全性。(3)结构动力分析。结构动力分析是一种包括单自由度系统分析、多自由度系统分析等,通过对结构振动频率和衰减特性的分析,可以预测到结构在地震时的动力响应,从而保障结构不会发生崩塌失效。

## 2.3 3D打印技术在水闸拦河枢纽工程设计中的应用

3D打印技术是一种新兴的生产技术,在水闸拦河枢纽工程的设计和建设中也可以应用。它可以将电脑辅助设计(CAD)文件轻松转换为物理模型,减少了设计与建造之间的时间以及成本。3D打印技术的应用包括但不限于以下几个方面:(1)模型制造。在水闸拦河枢纽工程设计中,造型材料示例、水力模型等需要进行物理模型制造,这些模型可以通过3D打印技术进行制造。相比于手工建模,3D打印可以更加准确和精细地制造模型,并且更具代表性。3D打印技术可以充分考虑结构复杂性,打印精度和制造效率高,为水闸拦河枢纽工程的后续设计提供有效的根据。(2)生产螺旋桨。在水闸拦河枢纽工程中,螺旋桨的质量直接影响到其自身的效率和稳定性。3D打印技术可以通过快速原型设计和制造,有效地生产精度高、复杂形状的螺旋桨,提高其耐用性和生产力。(3)制造零部件和附件。在水闸拦河枢纽过程中,部分零部件和附件非常精密,需要进行高精度和复杂的制造。使用传统的制造方法可能比较困难且昂贵,

但3D打印技术可以很方便和快速的制造各种零部件,并且可以进行定制化设计。3D打印技术可以大大缩短产品设计的周期,降低产品开发成本和降低制造成本,提高水闸拦河枢纽工程的相关零部件和附件的生产效率和质量。

## 3 水闸拦河枢纽工程的施工技术创新研究

水闸拦河枢纽工程是水利工程中非常重要的一个分支,主要用于调节河流、湖泊等水域的水位、流量和水质。由于施工过程的复杂性和难度,需要引入一些新的技术和创新,从而提高其施工效率和质量,减少施工难度。

### 3.1 自动化技术的应用

自动化技术是针对生产、运输和管理等一系列工业操作加以控制和管理的一种技术。在水闸拦河枢纽工程施工中,自动化技术的应用主要体现在以下几个方面:

(1)自动化机械设备。自动化机械设备是指能够自动完成一系列复杂工作的机械设备。在水闸拦河枢纽工程的施工中,自动化机械设备可以大大提高施工效率和精度,减少劳动力的投入,提高质量,同时还可以降低人类劳动力成本,进一步的降低施工成本。(2)数据处理。在水闸拦河枢纽工程的施工中,涉及到的繁琐数据处理工作往往是非常耗时和复杂的。而通过自动化技术,可自动采用数据收集地传感技术,减少人为数据操作错误,并且通过数据分析,可以更好的调整施工方案,优化施工流程,提高施工效率和质量。(3)自动化控制系统。在水闸拦河枢纽工程的施工中,自动化控制技术非常重要。例如,在电气工程方面,通过自动控制技术,可以实现对水闸拦河枢纽工程不同部位之间的电气关系的控制和管理。通过设置灵敏的电气管理系统,可以有效地保证水闸拦河枢纽工程电气运行的稳定性和安全性,降低电气管理和维护成本,达到良好的注水、闸门操作等效果<sup>[3]</sup>。

### 3.2 3D技术的应用

3D技术是一种实现真实三维空间影像的技术,通过三维扫描或建模技术,将实物场景转化为数字模型,并将其转为可供电脑虚拟实现的模型。在水闸拦河枢纽工程中,3D技术的应用主要体现在以下几个方面:(1)设计方案。在水闸拦河枢纽工程设计过程中,3D技术可以生成真实精确的建筑模型,从而实现设计方案的直观呈现。此外,3D技术还可以基于建筑模型进行模拟仿真,使设计师和工程师能够通过虚拟现实技术更好地了解实施方案,从而进行有效的优化和进一步完善。(2)施工监测。在水闸拦河枢纽工程的施工过程中,3D技术可以监控施工过程中的一系列细节,有效地实现对施工情况的即时监测和分析。通过3D技术,可以精准确定材料的

使用量、施工进度掌握以及施工质量的监控,及时发现和解决施工过程中存在的问题,实现施工质量的控制和提高。(3)施工指导。在水闸拦河枢纽工程的施工过程中,3D技术不仅可以在纸面上呈现具体的施工方案,还可以帮助施工人员更好地理解施工方案,并为施工提供更加精确的指导。3D技术的应用可以减少施工中一些临时性的修正工作,规避施工不合理和风险点,提高施工效率和质量。(4)维护。在水闸拦河枢纽工程的维护过程中,3D技术可以帮助工程师直观了解设备和建筑的精确状态,并进行快速的判断和解决设备问题,这可以有效提高水闸拦河枢纽工程的维护效率和降低维护成本。

### 3.3 空中机器人技术的应用

空中机器人技术指的是利用无人机、载人飞机和直升机等载人/无人驾驶飞行器在空中开展一系列的任务。在水闸拦河枢纽工程中,空中机器人技术的应用主要体现在以下几个方面:(1)巡视监测。在水闸拦河枢纽工程的施工过程中,空中机器人可以高空俯瞰施工现场,帮助工程师更好地监测施工的进度和施工现场的安全情况。此外,无人机还可以通过红外线和雷达技术来检测水质、水位和水流等关键参数,帮助工程师进行准确判断和全面监测,从而及时预防设备故障和降低安全风险。(2)精准应急处理。在水闸拦河枢纽工程的施工过程中,出现问题时,空中机器人可以快速到达施工现场,实现对工地险情的精准监测和处理。例如,在水闸拦河枢纽工程的应急处理中,通过空中机器人的帮助,可以对设备和建筑进行精准的定位和监测,从而对整个设施进行更加快速、精准的维修和故障排查。(3)数据采集。在水闸拦河枢纽工程的施工中,通过搭载各类传感器的载机,可以快速对大量的数据进行采集。通过无

人机检测和采集一些数据和信息,可以更加精确、全面地了解施工现场的数据情况,从而帮助工程师更好地制定施工方案、优化施工流程和提升设备实时状态监测的准确性<sup>[4]</sup>。(4)环境监测。在水闸拦河枢纽工程的施工中,空中机器人还可以进行环境监测,定期获取水位、水质、亮度、氧气含量等关键参数,实现对水质和水文变化的监测。通过监测和获取周围环境信息可以有效提高水闸拦河枢纽工程的环保性,进一步保护生态环境。

### 结束语

总的来说,水闸拦河枢纽工程是具有较高技术含量和计算机化程度的现代化水利工程建设。设计和施工方案的合理与否,直接关系到工程的运行效果和成功。在工程建设中,不断推进新技术、新工法、新材料等领域的应用,以更高的标准和更加高效的方式,去完成工程建设,是实现水利工程现代化的必要条件。水闸拦河枢纽工程的建设,需要具有科技创新的思维和创新能力,更要关注环保、节能、安全等方面的技术创新,最终实现科学、智能、高效和可持续的建设目标。只有不断推动技术革命,不断创新,才能为国家经济发展做出贡献。

### 参考文献

- [1]罗辉,张明初.基于BIM的水闸拦河枢纽工程施工技术创新[J].公路与汽运,2021,(9):224-225.
- [2]王祖全,王鑫,李朝阳.某水闸拦河枢纽工程建设过程中的技术创新与应用[J].水运工程,2021,(5):53-55+58.
- [3]田田,王俊杰,王志华.基于数字化技术的水闸拦河枢纽工程设计与施工创新[J].建筑节能,2020,48(7):90-92.
- [4]王启培.以信息技术为支撑的水闸拦河枢纽工程施工管理创新[J].中国建筑水利环境,2020,(9):114-115.