

# 水利水电工程中的大坝加固设计技术分析

张青天

中国水利水电第一工程局有限公司 吉林 长春 130000

**摘要:** 水利水电工程中,大坝加固设计是确保大坝安全稳定运行的关键。本分析从理论基础、设计原则、技术方法以及优化策略等方面进行了深入探讨。理论基础涉及加固设计的概念、原则与标准,技术方法涵盖混凝土加固、钢筋加固、土石工程加固及新型材料加固等。优化策略建议包括设计前的全面评估、技术创新与集成、施工质量监控以及完工后的维护与监测。通过综合分析和科学应用这些技术方法,可有效提升大坝的安全性和稳定性。

**关键词:** 水利水电工程;大坝加固;设计技术

引言:在水利水电工程中,大坝作为核心设施,其安全性与稳定性对于保护人民群众生命财产安全以及水资源的有效管理具有重要意义。随着工程老化与自然因素的影响,大坝的加固设计显得尤为重要。本文旨在深入分析大坝加固设计的理论基础、设计原则以及关键技术方法,通过探讨不同加固技术的适用性及其优缺点,为大坝加固工程提供科学依据和技术支持,以确保大坝能够持续安全地发挥其防洪、灌溉和发电等综合效益。

## 1 大坝加固设计的理论基础

### 1.1 大坝加固设计的概念与定义

大坝加固设计是指对现有大坝进行综合性分析、评估和改造的过程,旨在通过采用一系列科学、合理的技术手段和方法,提高大坝的结构稳定性、防洪能力和耐久性,从而确保大坝能够在长期使用中安全、高效地发挥其作用。大坝加固设计的核心在于对现有大坝进行全面的检查和评估,明确其存在的问题和隐患,然后针对性地制定改造和加固方案。具体而言,大坝加固设计包括以下几个主要方面:一是对大坝的基础、结构、材料和运行状况进行全面的检查和评估,了解其存在的问题和隐患;二是根据检查结果,制定合理、有效的加固改造方案,包括加固方式、加固材料和加固技术等;三是按照加固改造方案进行施工,确保施工质量达到设计要求;四是对加固后的大坝进行监测和评估,确保其安全性和稳定性满足要求。

### 1.2 大坝加固设计的原则与标准

在进行大坝加固设计时,需要遵循一定的原则和标准,以确保加固设计的科学性、合理性和有效性。(1) 安全性原则。大坝加固设计的首要原则是确保大坝的安全性。在设计过程中,需要充分考虑大坝的受力情况、结构特点和运行环境,确保加固改造后的大坝能够在各种外部作用下保持结构稳定和安全运行。同时,加固设

计还需要符合国家相关标准和规范的要求,确保设计质量和安全可靠。(2) 经济性原则。大坝加固设计也需要考虑经济性。在确保安全性的前提下,需要尽可能地降低加固成本,提高加固工程的经济效益。这包括选择合适的加固方式、材料和设备,优化施工方案和工艺流程等。同时,还需要考虑加固工程的维护成本和长期效益,确保加固工程具有可持续性和经济性。(3) 环境适应性原则。大坝加固设计还需要考虑环境适应性。在设计过程中,需要充分考虑大坝所在地的自然环境、气候条件和社会经济条件等因素,确保加固改造后的大坝能够适应这些环境的变化。例如,在设计中需要考虑大坝所在地的地质条件、水文条件、气候条件等因素,确保加固改造后的大坝能够抵御自然灾害的侵袭。(4) 技术可行性原则。大坝加固设计还需要遵循技术可行性原则。在选择加固方式、材料和设备时,需要充分考虑技术的可行性和成熟度,确保加固改造方案能够得到有效实施。同时,还需要考虑施工过程中的技术难题和风险控制等因素,确保施工过程的安全和顺利<sup>[1]</sup>。

### 1.3 国内大坝加固设计的研究进展与现状

近年来,随着水利事业的快速发展和科技进步的不断推动,国内大坝加固设计的研究和实践也取得了显著的进展。在理论研究方面,国内学者针对不同类型的大坝结构特点和运行环境,开展了大量的研究和分析工作,提出了一系列先进的大坝加固设计理论和方法。这些理论和方法为大坝加固设计提供了重要的理论支撑和技术支撑。在实践方面,国内已经完成了许多大坝加固工程,并取得了显著的成效。这些加固工程涵盖了各种类型的大坝,包括土石坝、混凝土坝和堆石坝等。通过采用先进的加固技术和方法,这些工程有效地提高了大坝的安全性和稳定性,确保了水利工程的正常运行和效益发挥。同时,这些加固工程也为国内大坝加固设计的

研究和实践积累了宝贵的经验和教训。

## 2 水利水电工程中的大坝加固设计的技术方法

### 2.1 混凝土加固技术

(1) 修补与加固技术原理。混凝土加固技术是大坝加固中常用的技术手段。其基本原理是通过在原有混凝土结构表面或内部添加新的混凝土材料,来增强大坝的整体强度和稳定性。这包括但不限于表面修补、结构增强、裂缝填充和局部加厚等措施。通过合理的混凝土配合比设计、施工工艺优化和质量控制,可以有效地改善大坝的受力性能,延长其使用寿命。(2) 施工工艺与质量控制。混凝土加固技术的施工工艺包括混凝土材料的选择、混合、运输、浇筑、振捣和养护等环节。在施工过程中,需要严格控制材料的质量和配合比,确保混凝土的强度和耐久性满足设计要求。同时,还需要对施工工艺进行精细化控制,确保混凝土浇筑的均匀性和密实度。在质量控制方面,需要建立完善的质量管理体系,对原材料、施工过程、成品质量等进行全面的检查和验收<sup>[2]</sup>。(3) 优缺点分析与适用场景。混凝土加固技术的优点在于施工方便、成本相对较低、加固效果显著。它能够直接增强大坝的强度和稳定性,提高大坝的防洪能力和耐久性。然而,该技术也存在一些缺点,如施工周期较长、对原有混凝土结构有一定损伤等。因此,在适用场景方面,混凝土加固技术适用于混凝土大坝表面破损、裂缝、局部强度不足等问题的加固修复。

### 2.2 钢筋加固技术

(1) 钢筋加固的结构设计与施工。钢筋加固技术是在混凝土结构中添加钢筋或钢筋网片来增强结构强度的方法。在大坝加固中,钢筋加固技术常用于提高大坝的抗拉、抗剪和抗震能力。结构设计时需要根据大坝的受力情况和加固要求,确定钢筋的型号、数量、布置和连接方式。施工过程中需要严格控制钢筋的加工、焊接、安装和混凝土浇筑等环节的质量,确保钢筋与混凝土的协同工作效果。(2) 钢筋与混凝土的协同工作机理。钢筋与混凝土的协同工作是大坝加固中的关键。钢筋能够承受拉力,而混凝土则能承受压力。通过钢筋与混凝土的粘结作用,将两者紧密结合在一起,形成一个共同工作的整体。在受到外部荷载时,钢筋与混凝土能够共同承担荷载,从而增强大坝的整体强度和稳定性。(3) 钢筋加固技术的实施效果与案例。钢筋加固技术在国内外大坝加固工程中有广泛的应用。实施效果显著,能够有效提高大坝的抗拉、抗剪和抗震能力。例如,在某些混凝土重力坝的加固工程中,通过采用钢筋加固技术,显著提高了坝体的抗滑稳定性和整体承载能力。这些成

功案例为钢筋加固技术在大坝加固中的应用提供了有力的支持。

### 2.3 土石工程加固技术

(1) 防洪堤坝与拦沙坝的设计与应用。土石工程加固技术主要适用于土石坝的加固。防洪堤坝和拦沙坝是土石工程加固中常用的结构形式。防洪堤坝主要起到拦截洪水、保护大坝安全的作用;而拦沙坝则用于拦截上游来沙,减少库区淤积。在设计过程中,需要根据大坝的实际情况和加固要求,合理确定堤坝的高度、宽度、坡度等参数,确保其稳定性和安全性。(2) 坝体周边加固措施。除了防洪堤坝和拦沙坝外,还需要对坝体周边进行加固处理。这包括加强坝体与岸坡的连接、设置排水系统、进行边坡稳定治理等措施。这些措施能够有效地提高坝体周边的稳定性和安全性,增强大坝的整体抗洪能力<sup>[3]</sup>。(3) 土石工程加固技术的经济效益分析。土石工程加固技术具有施工方便、成本相对较低、对环境影响小等优点。在大坝加固工程中应用土石工程加固技术,不仅能够有效提高大坝的安全性和稳定性,还能够降低加固成本,提高工程的经济效益。

### 2.4 新型材料加固技术

(1) 碳纤维增强复合材料、聚合物改性材料等的特性与应用。随着材料科学的发展,新型材料加固技术在大坝加固中得到了广泛的应用。其中,碳纤维增强复合材料和聚合物改性材料是两种常用的新型材料。碳纤维增强复合材料具有轻质、高强度、耐腐蚀等优点,能够有效地提高大坝的抗拉强度和耐久性;而聚合物改性材料则具有优异的粘接性能和耐久性,能够有效地修复和加固大坝的裂缝和破损部位。(2) 新型材料加固技术的创新性与发展前景。新型材料加固技术具有创新性和前瞻性。随着科学技术的不断进步和新型材料的不断涌现,新型材料加固技术将在大坝加固中发挥更加重要的作用。未来,随着对新型材料性能的深入研究和技术创新的推进,新型材料加固技术将实现更加广泛的应用和发展。同时,还需要加强对新型材料加固技术的研究和应用推广,以促进其在水利水电工程中的应用和发展。

## 3 水利水电工程中的大坝加固设计的优化策略与建议

### 3.1 设计前的全面评估与诊断

(1) 工程地质条件评估。在进行大坝加固设计之前,需要对大坝所在地区的工程地质条件进行全面的评估。这包括地质构造、岩石类型、岩层走向、地下水分布、地震活动性等。通过地质勘探和测试,了解地质条件对大坝稳定性的影响,为加固设计提供科学依据。(2) 水文环境评估。水文环境是影响大坝稳定性的另一

重要因素。设计前需要详细评估大坝上游的水文条件,如水位、流量、流速、水沙变化等,以预测可能出现的洪峰和水库淤积情况。同时,也要评估下游河道的排洪能力和可能遭受的洪水威胁。(3)结构安全性评估。在评估大坝的结构安全性时,需考虑大坝的设计标准、使用年限、历史运行状况等因素。通过检查大坝的裂缝、渗漏、位移等状况,了解大坝可能存在的安全隐患。此外,还需要利用无损检测等技术手段,对大坝的内部结构进行详细检查,确保加固设计的针对性和有效性。

### 3.2 设计过程中的技术创新与集成

(1)利用现代科技手段进行设计优化。在加固设计过程中,应充分利用现代科技手段,如数值模拟、三维建模、人工智能等,对大坝的结构进行分析和优化。这些技术可以模拟大坝在不同工况下的受力情况和变形情况,为加固设计提供准确的数据支持。同时,也可以利用这些技术对加固方案进行预演和优化,提高加固效果和性价比。(2)方案比选与优化。在加固设计过程中,需要制定多个可行的加固方案,并进行方案比选和优化。这包括对不同加固技术的比较、加固材料的选择、加固位置的确定等。通过综合考虑加固效果、经济性、施工难度等因素,选择最优的加固方案。同时,也要在设计过程中不断优化方案,确保加固设计的科学性和合理性<sup>[4]</sup>。

### 3.3 施工过程中的质量监控与管理

(1)制定严格的施工计划。在大坝加固施工过程中,需要制定详细的施工计划,包括施工进度、施工方法、施工人员配置等。通过合理安排施工顺序和时间节点,确保施工过程的顺利进行。同时,也要对施工过程中可能出现的问题进行预测和应对,确保施工质量和安全。(2)质量控制标准。在施工过程中,需要制定严格的质量控制标准,对加固材料、施工质量、施工安全等方面进行全面的检查和验收。对于不合格的材料和施工过程,应及时进行整改和返工,确保加固工程的质量和安全性。同时,也要对施工过程进行全程监控,确保施

工过程的规范性和合规性。

### 3.4 完工后的维护与监测

(1)建立完善的大坝维护与监测系统。大坝加固工程完成后,需要建立完善的大坝维护与监测系统。这包括对大坝结构进行定期检查、监测和分析,了解大坝的变形、渗漏、裂缝等状况,及时发现问题并进行处理。同时,也要对大坝的运行状况进行监测和分析,预测可能出现的风险和问题,并制定相应的应对措施。(2)维护与管理策略。为了确保大坝的长期稳定运行,需要制定有效的维护与管理策略。这包括定期对大坝进行维护、保养和加固处理,及时修复可能出现的问题和隐患。同时,也要加强对大坝周边环境的保护和管理,减少外部环境对大坝稳定性的影响。此外,还需要加强对大坝运行人员的培训和管理,提高他们的专业技能和责任意识,确保大坝的安全运行。

### 结束语

大坝加固设计是水利水电工程中的重要环节,它关乎着人民群众的生命财产安全与社会的持续稳定发展。通过本文的技术分析,我们更加深刻地认识到加固设计的必要性和复杂性。展望未来,随着科技的不断进步和创新,我们相信会有更多先进、高效的大坝加固技术涌现,为水利水电工程的安全运行提供坚实保障。让我们携手共进,不断推动大坝加固技术的发展与应用,共同守护蓝天白云下的绿水青山。

### 参考文献

- [1]任世强.大中型水库大坝除险加固工程设计及施工技术分析[J].黑龙江水利科技,2019(8):181-182.
- [2]覃海龙.大中型水库大坝除险加固工程设计及施工技术[J].新建设:现代物业(下旬刊),2019(9):50-51.
- [3]刘红伟.谈北方地区水利工程中大坝加固的施工技术[J].黑龙江科技信息,2020(17):112-113.
- [4]代明洁,梁晓峰.水库大坝防参与加固工程处理技术探讨[J].建筑工程技术与设计,2020(20):88-89.