

料,结合设计规范要求确立注浆压力、注浆量。在注浆作业完成之后,并且等到砂浆或者水泥浆达一定强度,再进行锚杆(索)张拉锁定操作,保证其符合设计预应力值标准要求。

在喷射混凝土施工过程中,需优化混凝土配合比设计,结合边坡岩土性质、施工工艺及环境条件,对喷射混凝土配合比合理科学设计,保证具备足够的粘结力、耐久性及强度。比如,将喷射混凝土配合比设置为1(水泥):2(砂):2(石子):0.45(水),并添加适量的速凝剂,以此使混凝土的早期强度得到有效提升。在施工工艺方面,选用湿喷工艺,使粉尘污染减少,并使喷射混凝土质量得到有效提升。基于喷射前期,需对边坡进行规范清理,将浮石、松石以及松散的岩土体清除干净。喷射过程中,采取分层分段措施,确保各层喷射厚度控制在30~50毫米,采取自下而上喷射顺序,并确保喷头和受喷面之间维持垂直关系,距离0.8~1.2米。在喷射作业完成之后,及时进行养护处理,将养护时间周期控制在 ≥ 1 周。此外,采取预先埋设钢筋头,或者利用钻孔法对喷射混凝土的厚度进行合理控制,确保与施工设计要求相符。

在格构梁施工过程中,需规范测量放线及基槽开挖操作,即结合设计要求,做好测量放线作业,并对格构梁的位置加以明确。通过基槽开挖作业,确保基槽尺寸与设计相符,并使格构梁的嵌入深度得到有效保证。同时,规范钢筋安装及模板支设。根据设计要求对钢筋规范安装,使钢筋规格、数量、间距、锚固长度与相关标准相符。在模板支设过程中,确保模板的平整度、垂直度以及稳定性得到有效保证,避免混凝土浇筑期间发生跑模、漏浆等质量问题。此外,规范混凝土浇筑及养护,选用适宜的混凝土强度等级,如C35,规范浇筑作业。浇筑期间,需确保振捣密实,使混凝土质量得到有效保证。在混凝土终凝之后,及时开展养护作业,将养护时间周期控制在 ≥ 2 周。

3.3 排水技术要点

在水利水电工程边坡开挖支护施工过程中,还需利用合理科学的排水技术,包括地表排水及地下排水。在地表排水过程中,通过截水沟及排水沟的规范设置,使地表水流入边坡得到有效防止。在地下排水过程中,基于边坡内部将排水孔及排水管规范设置好,使地下水位有效降低,进一步使水对边坡稳定性造成的负面影响减少。以国内某水利水电工程建设项目为例,属“水电站大坝右岸边坡支护工程”,边坡高度超过150m,地质条件复杂程度高,且地下水丰富,因此需采取针对性排水措施,落实有效的排水技术。具体排水技术措施要点如下:

(1)在本工程地表排水过程中,基于边坡坡顶5m位置进行截水沟的规范设置,起到对坡顶地表水有效拦截的作用。同时,朝边坡坡面、马道,进行排水沟规范设置,把坡面雨水有效引入截水沟。并且,基于喷射混凝土坡面,规范设置排水孔,将排水孔间距控制在2.5m,孔径设置为80mm,以此使坡面排水的通畅性得到有效保证。

(2)在本工程地下排水过程中,基于边坡内部将排水孔设置好,间距为3m \times 3m,孔深为12m,孔径为110mm,利用潜孔钻机成孔,并在孔内将PVC排水管安装好。与此同时,基于边坡下部位置,将排水洞设置好,排水洞断面为城门洞形,宽度为2.5m,高度为3m,利用排水孔把地下水引到洞内,然后利用水泵把水顺利排出洞外。

通过上述排水技术措施,使本工程地下水位有效降低,并使地下水对边坡的渗透压力减轻,进一步保证了水电站大坝右岸边坡的稳定性及安全性。由此说明,在水利水电边坡开挖施工过程中,落实排水技术要点至关重要。

4 结语

综上所述,水利水电边坡开挖施工是一项系统化的工作,涉及的技术内容要点较多,做好此项施工工作,可保障工程安全及稳定性,并减少生态破坏与水土流失。因此,需掌握水利水电边坡开挖控制技术、支护设计技术、排水技术要点。比如,在开挖施工过程中,需规范开挖顺序,合理控制边坡坡比;在支护施工环节,需落实锚杆(索)、喷射混凝土、格构梁等施工技术。此外,结合实践工作经验,本人认为还需加强边坡开挖支护施工过程材料质控、施工过程质控,如钻孔、注浆、喷射混凝土质量控制,制定好边坡失稳、坍塌等突发事件的应急预案,确保边坡开挖支护施工过程的稳定性及安全性。总之,需把控各环节施工技术要点,以此充分发挥边坡开挖支护施工技术的作用,全面提升水利水电工程项目施工质量及安全性,进一步促进水利水电施工建设事业稳步、可持续发展。

参考文献

- [1] 汪海波.水利水电施工中边坡开挖支护技术分析[J].水上安全,2024,(14):169-171.
- [2] 林惠颜.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术运用策略研究[J].工程技术研究,2024,9(21):97-99.
- [3] 王鹏.水利水电施工过程中边坡开挖支护技术施工技术[J].建材发展导向,2022,20(12):133-135.
- [4] 后志坤.水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的应用研究[J].水上安全,2024,(22):193-195.

Research on safe operation management and emergency rescue technology application of reservoir dam under extreme weather

Jinhong Dong

Yuncheng Shouchuang Water Supply Co., Ltd., Yuncheng, Shanxi, 044000, China

Abstract

In the context of global climate change, extreme weather events are becoming more frequent, posing unprecedented challenges to the safe operation of reservoir dams. This paper focuses on the management and emergency response technologies for the safe operation of reservoir dams during extreme weather. It discusses how extreme weather impacts the safe operation of reservoir dams, including increased flood risks, changes in the stress on engineering structures, and greater operational scheduling difficulties. The paper also provides a detailed analysis of measures to ensure the safe operation of reservoir dams, such as improving safety monitoring systems, optimizing operational scheduling plans, and enhancing daily maintenance and management. Furthermore, it explores the application of emergency response technologies in reservoir dam operations, including the use of geotextiles, grouting treatments, concrete repairs, filter enclosures, and sub-dike construction. The aim is to continuously enhance the safety and reliability of reservoir dams during extreme weather, protect people's lives and property, and support the stable development of society and the economy, providing theoretical support and technical references for related practices.

Keywords

extreme weather; reservoir dam; safe operation management; emergency rescue technology

极端天气下水库大坝安全运行管理与抢险技术应用研究

董晋红

运城首创水务有限公司, 中国·山西 运城 044000

摘要

在全球气候变化的大背景下, 极端天气事件愈发频繁, 水库大坝安全运行面临着前所未有的挑战。本文聚焦于极端天气下水库大坝安全运行管理与抢险技术应用展开深入研究。阐述了极端天气对水库大坝安全运行管理的影响, 涵盖洪水风险增加、工程结构受力改变以及运行调度难度加大等方面; 详细分析了水库大坝安全运行管理措施, 包括完善安全监测系统、优化运行调度方案以及加强日常维护管理; 探讨了抢险技术在水库大坝中的应用, 涉及土工织物铺设、灌浆处理、混凝土修复、反滤围井和子堤修筑等技术。旨在不断提升水库大坝在极端天气下的安全性与可靠性, 保障人民生命财产安全和社会经济的稳定发展, 为相关领域的实践提供理论支撑和技术参考。

关键词

极端天气; 水库大坝; 安全运行管理; 抢险技术

1 引言

水库大坝作水利基础建设物, 在防洪、灌溉、供水、发电等方面起到不可替代功效。因全球气候改变影响, 如暴雨、洪水、干旱等极端天气, 为水库大坝的安全运行带来了棘手挑战。如果水库大坝出现安全状况, 会引发如溃坝般的严重事故, 对下游地区民众的生命财产以及生态环境形成巨大威胁。对极端天气条件下水库大坝安全运行管理以及抢险技术应用展开深入研究, 极具现实意义。

2 极端天气对水库大坝安全运行管理的影响

2.1 洪水风险增加

极端暴雨天气会使水库入库流量急剧增大, 远超设计标准, 导致水库水位迅速上升, 增加漫坝风险。同时, 洪水过程的不确定性增强, 传统的洪水预报和调度方法难以应对, 给水库运行管理带来极大困难^[1]。例如, 在某些地区, 短时间内的强降雨可能导致水库水位在数小时内上升数米, 若不能及时有效地进行调度, 水库大坝将面临巨大的安全压力。

2.2 工程结构受力改变

地震、强风等极端天气会使水库大坝的工程结构受到额外的荷载作用, 改变其受力状态。大坝坝体可能出现裂缝、滑坡等情况, 基础可能发生松动, 削弱大坝的稳定性和承

【作者简介】董晋红(1973-), 男, 中国山西运城人, 本科, 工程师, 从事水利工程、水库运行管理研究。

载能力。比如,在地震作用下,土石坝可能出现坝坡塌陷、土体液化等问题,混凝土坝可能出现裂缝扩展、坝体位移等情况。

2.3 运行调度难度加大

极端天气下,水库的来水情况复杂多变,难以准确预测,使得水库的运行调度难度大幅增加。既要考虑水库自身的安全,又要兼顾下游防洪、供水等需求,在保障水库安全泄洪的同时,还要尽量减少对水资源的浪费。例如,在干旱与暴雨交替的极端气候条件下,如何合理调整水库水位,平衡防洪与供水需求,是水库运行调度面临的一大难题。

3 水库大坝安全运行管理措施

3.1 完善安全监测系统

建立全方位、多层次的水库大坝安全监测系统,实时掌握大坝的运行状态。采用先进的传感器技术,对大坝的水位、渗流、位移、应力应变等参数进行监测,并利用物联网、大数据等技术实现数据的实时传输和分析。例如,通过分布式光纤传感器可以对大坝的渗流情况进行全面监测,及时发现潜在的渗漏隐患;利用卫星遥感技术可以对大坝的整体形态和周边环境进行宏观监测,为安全评估提供依据^[2]。

3.2 优化运行调度方案

结合极端天气条件下的水库来水特点,制定科学合理的运行调度方案。运用洪水预报模型和水库调度模型,对不同工况下的水库运行进行模拟分析,提前制定应对措施。同时,加强与气象、水文等部门的合作,实现信息共享,提高洪水预报的精度和时效性。例如,通过建立精细化的流域水文模型,结合数值天气预报数据,可以更准确地预测水库的入库流量,为水库调度提供更可靠的决策支持。

3.3 加强日常维护管理

定期对水库大坝进行检查和维护,及时修复发现的问题,确保大坝的工程质量和运行性能。加强对大坝坝体、溢洪道、输水设施等关键部位的维护管理,清理杂物,保证设施的正常运行。例如,定期对溢洪道进行清淤和检修,确保在洪水来临时能够正常泄洪;对输水管道进行检测和维护,防止漏水等问题影响水库的正常供水。

4 抢险技术在水库大坝中的应用

4.1 土工织物铺设技术

当水库大坝出现渗漏等问题时,可铺设土工织物进行处理。土工织物凭借其良好的透水性与过滤性,能有效阻止土颗粒流失,同时允许水分通过,起到反滤和排水的作用。在实际应用中,土工织物的铺设需遵循严格流程。首先要对铺设区域进行清理,去除尖锐杂物和不稳定土层,确保铺设面平整。铺设时,需保证土工织物的搭接宽度满足规范要求,避免出现缝隙导致渗水通道形成。在坝体出现管涌时,可在管涌部位铺设土工织物,然后覆盖砂石料,形成反滤层,制止管涌进一步发展。同时,随着技术发展,新型复合土工织

物不断涌现,其结合了多种材料特性,在防渗、抗拉伸等性能上得到显著提升,未来可进一步探索其在复杂地质条件下的应用^[3]。

4.2 灌浆处理技术

对于大坝坝体和基础的裂缝、空洞等缺陷,可采用灌浆处理技术进行封堵。该技术通过向裂缝或空洞中注入水泥浆、化学浆等材料,填充缝隙,增强大坝的整体性和防渗性能。在实施灌浆处理前,需对缺陷进行详细勘察,明确裂缝走向、宽度以及空洞大小等参数,以此确定灌浆方案。对于混凝土坝的裂缝,可采用水泥灌浆进行处理,根据裂缝宽度选择不同粒径的水泥,配合适当的添加剂,提高浆液的流动性和凝固强度;对于土石坝的渗漏通道,可采用化学灌浆进行封堵,化学浆液能够在复杂孔隙结构中更好地渗透,快速固化形成防渗屏障。此外,新型的高压旋喷灌浆、劈裂灌浆等技术,在处理深层裂缝和松散土体方面展现出独特优势,未来应加强其工艺优化和设备研发,提高处理效率和质量。

4.3 混凝土修复技术

当大坝混凝土结构出现破损、剥落等情况时,可采用混凝土修复技术进行修复。修复前,需对破损部位进行清理和凿毛处理,去除松动混凝土和表面污垢,使修补材料与原混凝土更好结合。随后涂抹修补材料,如聚合物水泥砂浆、环氧树脂砂浆等,恢复混凝土结构的强度和耐久性。对于大坝表面的磨损和剥落部位,可采用聚合物水泥砂浆进行修补,其具有良好的粘结性和耐磨性;对于内部的缺陷,可采用压力灌浆的方式注入修补材料。目前,自修复混凝土技术成为研究热点,其通过在混凝土中添加微生物或胶囊等方式,使混凝土在出现裂缝时能够自动修复,这一技术若能实现大规模应用,将极大提升大坝混凝土结构的耐久性和安全性,未来应加大研发投入,推动其工程化进程。

4.4 反滤围井技术

在处理坝体或坝基的管涌险情时,反滤围井技术是一种常用的方法。在管涌周围用砂、石等材料堆砌成围井,形成反滤层,使涌水在有控制的情况下流出,防止涌水带走更多的土颗粒,从而稳定管涌险情。实际操作中,首先要根据管涌的规模和位置确定围井的尺寸和形状,一般采用圆形或方形。围井的修筑需分层进行,每层砂石料要铺设均匀,保证反滤效果。在发现坝基管涌后,可迅速在管涌周围堆砌砂袋,形成反滤围井,降低涌水压力,保护坝基安全。同时,可结合土工织物使用,替代部分砂石料,简化施工过程,提高抢险效率。此外,针对不同地质条件下的管涌情况,还需进一步研究围井结构优化方案,确保其在复杂环境下的有效性^[4]。

4.5 子堤修筑技术

当水库水位接近或超过坝顶,有漫坝危险时,可在坝顶修筑子堤,增加坝体高度,防止洪水漫溢。子堤可采用土袋、土工织物等材料修筑,具有施工简单、速度快的特点。