

水利水电工程中混凝土面板堆石坝安全监测技术的应用

张德瑞

中国水利水电第十二工程局有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 水利水电工程中,混凝土面板堆石坝的安全监测技术发挥着至关重要的作用。该技术通过实时监测坝体变形、渗流、应力等关键参数,为工程的安全稳定运行提供数据支持。随着科技的进步,监测技术日益智能化、自动化,提高监测效率和准确性。本文探讨安全监测技术在混凝土面板堆石坝中的应用现状,分析了其面临的挑战,并提出相应的对策。该技术对于保障水利水电工程的安全运行具有重要意义,值得进一步推广和应用。

关键词: 水利水电;混凝土面板;监测技术

1 混凝土面板堆石坝工程特点

混凝土面板堆石坝工程具备一系列显著的特点,使其在现代水利水电工程建设中占据重要地位。第一,混凝土面板堆石坝以堆石体为支承结构,在其上游表面浇筑混凝土面板作为防渗结构,这种设计使其具有良好的抗滑稳定性。整个堆石重量及面板上部水重均起到抵抗水平水推力的作用,而高密实度的堆石体则具有较高的抗剪强度,且几乎不受渗透力的影响。第二,面板堆石坝的渗透稳定性优异,成层堆石在通过振动碾压后,石块之间相互挤压、紧密接触,产生很大的摩阻力,阻止岩块的相对运动。这种结构特点使得面板堆石坝能够有效地防止渗漏,保障工程的长期稳定运行。第三,面板堆石坝还具有良好的抗震性能,堆石体具有良好的排水性能,一般处于无水状态,不会因地震形成孔隙水压力。高密实度的堆石体在地震作用下产生的变形也很小,从而保证了坝体的整体稳定性和安全性。第四,混凝土面板堆石坝的施工特点也值得一提,筑坝材料主要利用各种开挖料和当地材料,用料广泛,可以就近取料。储料场布置灵活,薄层碾压的工艺流程简单,施工采用大容量土石方机械能达到很高上坝强度,具备快速施工条件。这些特点使得面板堆石坝的施工效率高、成本低、工期短,具有显著的经济效益和社会效益^[1]。第五,面板堆石坝在运行和维修方面也表现出色,碾压堆石体的沉降变形量很小,枢纽布置紧凑,使得工程量进一步减小。施工受雨季和严寒等气候条件的干扰小,可以比较均衡正常地进行施工和运行。

2 安全监测在水利水电工程中的重要性

安全监测在水利水电工程中扮演着至关重要的角色,它不仅是确保工程结构安全稳定的关键手段,也是预防和减少工程事故的必要措施。安全监测能够及时掌握工程结构的状态和变化,从而及时发现潜在的安全隐

患。通过对水利水电工程的各个关键部位进行定期或实时监测,如大坝、水库、水电站等,可以获取各种结构参数和运行数据,如位移、应力、渗流、变形等。这些数据能够反映工程结构的健康状况和性能变化,为工程师和管理人员提供重要的决策依据。安全监测有助于预测和评估工程结构的稳定性和安全性,通过对监测数据的分析,可以预测工程结构可能出现的变形、裂缝、渗漏等问题,并评估其对工程安全稳定性的影响。这种预测和评估能力有助于提前采取预防措施,减少事故发生的可能性,保障工程的安全运行。安全监测还能够为工程的维修和加固提供科学依据,当发现工程结构存在问题时,通过监测数据的分析可以确定问题的原因和严重程度,为制定维修和加固方案提供科学依据。这有助于工程师和管理人员制定科学合理的维修计划,及时修复和加固工程结构,延长其使用寿命。安全监测对于提高水利水电工程的管理水平和运行效率也具有重要意义,通过实时监测和数据分析,可以优化工程运行调度方案,提高水资源利用效率和发电效益。安全监测还有助于提升工程管理的科学性和规范性,降低管理成本,提高管理效率。

3 混凝土面板堆石坝安全监测技术应用案例分析

3.1 实际工程案例介绍

某混凝土面板堆石坝工程位于我国西南地区,是一座集发电、防洪、灌溉等多功能于一体的大型水利水电枢纽工程。该工程坝高达到200米,坝顶长度超过1000米,是当地重要的基础设施之一。为了确保工程的安全稳定运行,设计方和施工方高度重视安全监测工作,在工程建设和运行过程中采用一系列先进的安全监测技术。在工程设计阶段,设计人员充分考虑了坝址的地形地貌、地质条件、水文气象等因素,对坝体结构进行详细的分析和计算,结合国内外类似工程的安全监测经

验,制定一套完善的安全监测方案。该方案涵盖监测点的布置、监测仪器的选型、监测数据的采集和传输等方面,确保能够全面、准确地反映坝体的安全状况。在施工过程中,施工方严格按照设计方案进行施工,并在关键部位设置监测点,监测点主要包括坝体变形监测点、渗流监测点、应力监测点等。每个监测点都配备先进的监测仪器,如全站仪、位移计、渗压计等,能够实时采集监测数据并传输到数据中心。数据中心配备专业的监测软件,能够对监测数据进行自动处理和分析,及时发现潜在的安全隐患。

3.2 监测数据分析及处理

在混凝土面板堆石坝的安全监测中,数据分析及处理是至关重要的一环。通过对监测数据的深入分析,可以及时发现坝体结构的异常情况,并评估其对工程安全稳定性的影响。首先,数据中心接收到监测数据后,会对数据进行预处理。这包括数据的校验、清洗和转换等步骤,确保数据的准确性和一致性。数据中心还会对监测数据进行实时展示和存储,方便工程师和管理人员随时查看和分析。接下来,数据中心会对监测数据进行统计分析^[2]。这包括计算各种统计指标,如均值、标准差、极值等,以反映监测数据的基本特征。数据中心还会对数据进行趋势分析和比较分析,以发现数据的异常情况和变化规律。在数据分析过程中,如果发现监测数据出现异常或超过预设的阈值,数据中心会立即发出警报,并通知相关工程师和管理人员。工程师和管理人员会根据警报信息及时到现场进行检查和处理,确保工程的安全稳定运行。除了统计分析外,数据中心还会对监测数据进行模型分析和预测分析。这包括建立坝体结构的数学模型,利用监测数据对模型进行参数估计和校验,以评估坝体的安全稳定性。数据中心还会利用历史数据和监测数据对未来的坝体变形、渗流等情况进行预测和分析,为工程师和管理人员提供决策支持。在数据处理方面,数据中心采用先进的数据处理技术和算法。例如,利用时间序列分析技术对数据进行平滑处理和趋势预测;利用神经网络算法对数据进行分类和识别;利用数据挖掘技术发现数据中的隐藏规律和关联性等。这些技术和算法的应用大大提高了数据处理的效率和准确性。

3.3 应用效果评估

通过在该混凝土面板堆石坝工程中应用安全监测技术,取得了显著的应用效果。安全监测技术的应用有效地保障工程的安全稳定运行,在工程建设和运行过程中,通过实时监测和数据分析,及时发现并处理多处潜在的安全隐患,避免事故的发生。安全监测技术还为工

程的维修和加固提供科学依据,确保了工程的长期稳定运行。安全监测技术的应用提高工程的管理水平和运行效率,通过实时监测和数据分析,工程师和管理人员能够全面了解坝体的安全状况和运行情况,为制定科学合理的运行调度方案提供有力支持,安全监测技术还有助于优化资源配置和降低管理成本,提高工程的经济效益和社会效益。安全监测技术的应用还促进了相关技术的发展和 innovation,在工程建设和运行过程中,不断采用新的监测技术和数据处理方法,提高了监测的准确性和可靠性。通过对监测数据的分析和处理,还推动了相关领域的理论研究和应用创新^[3]。

4 混凝土面板堆石坝安全监测技术在水利水电工程中的推广与应用

4.1 安全监测技术应用的推广前景

混凝土面板堆石坝安全监测技术在水利水电工程中的推广与应用前景十分广阔。随着技术的不断创新和升级,混凝土面板堆石坝安全监测技术已经实现了从单一监测到综合监测的转变,监测手段也更加多样化、智能化。例如,通过引入遥感技术、物联网技术、数据挖掘等先进技术,可以实现对坝体结构的全方位、全天候监测,提高监测数据的准确性和可靠性。这些技术的应用不仅为安全监测提供了更多的可能性,也为水利水电工程的安全管理带来了革命性的变化。随着水利水电工程建设规模的不断扩大和工程复杂性的增加,对安全监测技术的需求也日益增长。混凝土面板堆石坝作为一种重要的水利水电工程结构形式,其安全稳定性对于整个工程的运行具有至关重要的影响。因此,推广和应用安全监测技术对于确保工程的安全稳定运行具有重要意义。随着国家对水利水电工程建设安全的重视和监管力度的加强,对安全监测技术的要求也越来越高。政府部门和相关机构将加大对安全监测技术的投入和支持力度,推动其在水利水电工程中的广泛应用。随着市场竞争的加剧和技术的不断进步,安全监测技术的成本也将逐渐降低,为其在水利水电工程中的推广和应用提供了更多的可能性。从国际趋势来看,安全监测技术在水利水电工程中的应用已经成为一种趋势。许多发达国家在水利水电工程建设中都已经广泛应用了安全监测技术,并取得了显著的成效。这也为我国在水利水电工程中推广和应用安全监测技术提供了有益的借鉴和参考。

4.2 实施推广面临的挑战与对策

混凝土面板堆石坝安全监测技术在水利水电工程中的推广与应用面临着一些挑战,但同时也存在相应的对策来克服这些挑战。技术更新换代与人员培训;随着科

技术的不断进步,安全监测技术也在不断更新换代。许多水利水电工程中的技术人员可能对新技术的掌握不够熟练,这成为推广新监测技术的一大挑战。需要加强对技术人员的培训和教育,使他们能够熟练掌握新技术的应用方法和操作技巧。还需要建立长效的培训机制,确保技术人员能够不断更新知识和技能,跟上技术发展的步伐。资金与设备投入;安全监测技术的推广与应用需要投入大量的资金和设备。对于一些经济条件相对较差的地区或工程项目,资金和设备投入的不足可能成为制约其推广应用的瓶颈。为了应对这一挑战,可以通过政策引导、财政补贴等方式,鼓励和支持水利水电工程项目加大在安全监测技术方面的投入^[4]。还可以探索引入市场机制,吸引社会资本参与安全监测技术的研发和应用。监测数据的处理与分析;随着监测数据的不断增加和复杂化,如何有效地处理和分析这些数据成为了一个重要的问题。传统的数据处理方法可能无法满足现代安全监测技术的需求,需要采用更加先进的数据处理和分析技术。可以加强与其他领域的合作与交流,引进先进的数据处理和分析技术。还可以建立数据共享平台,促进监测数据的共享和交流,提高数据处理和分析的效率和质量。政策与标准的制定;安全监测技术的推广与应用需要制定相应的政策和标准来指导和规范。目前关于安全监测技术的政策和标准还不够完善,这在一定程度上制约了其推广应用。可以加强政策研究和制定工作,完善相关政策和标准体系。还可以加强与国际组织的合作与交流,借鉴国际先进经验和技术标准,提高我国安全监测技术的水平和国际竞争力。

4.3 安全监测技术在水利水电工程中的应用前景

混凝土面板堆石坝安全监测技术在水利水电工程中的推广与应用,具有广阔的应用前景。随着科技的快速发展,混凝土面板堆石坝安全监测技术也在不断更新迭代,逐渐实现智能化、自动化和远程化。这些先进的监测技术不仅可以更加全面、准确地获取坝体结构的实时数据,还能通过数据分析预测可能出现的风险,为工程

的安全管理提供有力支持。安全监测技术的应用范围将进一步扩大,不仅局限于混凝土面板堆石坝,还可以应用于其他类型的水利水电工程,如水库、水电站等。通过实时监测和数据分析,可以及时发现并解决工程运行中出现的问题,确保整个水利水电系统的稳定运行。安全监测技术的发展还将带动相关产业的进步,随着技术的不断推广和应用,将催生出更多的监测设备、数据处理软件和服务模式,形成一个庞大的产业链。这将为相关产业带来更多的发展机遇和市场空间。从全球范围来看,水利水电工程的安全监测已经成为一个国际性的议题,各国都在积极寻求先进的监测技术和解决方案,以确保本国水利水电工程的安全稳定运行。混凝土面板堆石坝安全监测技术的推广与应用不仅具有国内市场的前景,还具备国际市场的潜力。混凝土面板堆石坝安全监测技术在水利水电工程中的推广与应用具有广阔的应用前景。

结束语

在水利水电工程领域,混凝土面板堆石坝的安全监测技术已成为不可或缺的一部分。随着技术的不断创新和完善,相信其应用将越来越广泛,为保障工程的安全稳定提供坚实的技术支撑。同时也应不断克服技术应用中的挑战,提高监测技术的可靠性和有效性,为水利水电工程的可持续发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]吕兴栋.李家正.面板堆石坝混凝土面板裂缝现状、成因与防裂技术进展[J].长江科学院院报.2021.38(11):127-134+141.
- [2]陈小亮.混凝土面板堆石坝的面板裂缝防治技术要点[J].农业科技与信息.2020.12(13):124-125+128.
- [3]吕兴栋.李家正.面板堆石坝混凝土面板裂缝现状、成因与防裂技术进展[J].长江科学院院报.2021.38(11):127-134.141.
- [4]唐德胜.阿尔塔什面板堆石坝混凝土面板施工技术介绍[J].水利建设与管理.2021.41(4):6-9.