

大坝建设与安全管理：挑战与对策

陈 平

塔城水利设计研究院有限公司 新疆 塔城 834300

摘 要：随着水利工程在国民经济和社会发展中的重要性日益凸显，大坝建设与安全管理成为了一个不可忽视的议题。本文深入探讨了大坝建设与安全管理所面临的挑战，并提出了相应的对策，以期为相关领域提供有价值的参考。

关键词：大坝建设；安全管理；挑战；对策

引言

大坝作为水利工程的核心组成部分，对于防洪、灌溉、发电等多方面都起着至关重要的作用。然而，随着大坝建设规模的不断扩大和技术的不断进步，大坝建设与安全管理所面临的挑战也日益增多。为了确保大坝的安全稳定运行，必须对这些问题进行深入的研究，并提出有效的解决对策。

1 大坝建设面临的挑战

1.1 地质条件复杂性

大坝建设面临的首要挑战是地质条件的复杂性。大坝的选址、设计和施工，通常需要在各种复杂多变的地质环境中进行，这其中不乏断层、岩溶、软土等不良地质条件。这些地质特征的存在，极大地增加了大坝建设的难度和不确定性。断层可能导致地层的不连续，影响坝体的整体稳定性；岩溶地区则可能存在大量的溶洞和地下暗河，对坝基的承载力和防渗性能构成潜在威胁；而软土地基则容易引起坝体的不均匀沉降，进而影响大坝的安全运行。这些复杂地质条件，不仅要求工程师在选址阶段就具备极高的辨识能力和风险评估水平，更需要在设计阶段和施工阶段采取精细化的措施来应对各种可能出现的问题。由于地质条件是自然形成的，具有极大的不确定性和难以预测性，因此在大坝建设过程中，对地质条件的深入了解和准确把握就显得尤为重要。

1.2 技术难题

随着大坝建设不断追求更高、更大的规模，施工技术的难度也随之急剧增加。大坝的高度和体积的增大，对施工机械、材料、工艺以及施工人员的技术水平都提出了更高的要求。在施工过程中，如何确保混凝土的浇筑质量、控制坝体的温度应力、防止裂缝的产生，都是极具挑战性的技术问题。同时，随着大坝规模的扩大，施工过程中的安全风险也随之增加。大坝施工往往涉及到大量的土方开挖、爆破作业、高空作业等危险环节，如何确保这些环节的安全，防止事故的发生，是工程师

们必须面对的重要问题。此外，大坝建设还涉及到复杂的水力学问题。如何确保大坝在洪水、地震等极端条件下的安全稳定，防止坝体失稳、渗漏等问题的发生，也是技术难题中的重要一环。

1.3 环境保护压力

大坝建设在满足人类对于水资源调控、发电、灌溉等多方面需求的同时，也往往对周边的生态环境产生深远的影响。这种影响可能涉及到水流的改变、水文循环的干扰、水生生物的迁移与生存环境的变动，以及周边植被和土壤结构的调整等。特别是在一些生态敏感区域，大坝的建设可能导致某些特有物种的栖息地丧失，从而影响生物多样性和生态平衡。此外，大坝建设还可能引发一系列连锁反应，比如，由于水库的蓄水，可能会改变地下水的水位，进而影响周边植被的生长和土壤的理化性质。同时，水流速度的减缓和水温的变化也可能对水生生态系统产生不利影响^[1]。这些环境问题不仅关系到当地的生态环境，还可能对更广泛的区域产生间接影响。

2 大坝安全管理面临的挑战

2.1 长期运行中的老化问题

大坝在长期运行过程中，不可避免地会面临材料老化的挑战。随着时间的推移，无论是混凝土结构还是土石坝体，都会受到环境、气候以及使用过程中的各种因素的影响，从而导致材料的逐渐老化。这种老化不仅表现为材料的物理性能下降，如强度降低、耐久性减弱，还包括化学性能的变化，如混凝土中的碱骨料反应等。特别是对于早期建设的大坝，由于当时的设计标准、材料选择以及施工技术可能与现代有所不同，其老化速度可能更快，对安全运行的潜在威胁也更大^[2]。结构性能的下降可能不易被察觉，但一旦达到某个临界点，就可能导致结构的突然失效，进而对下游地区造成严重的安全威胁。

2.2 监测与预警系统的完善

在现代大坝安全管理中,监测与预警系统的完善显得尤为重要。虽然现代技术如传感器、物联网、大数据分析等为大坝的实时监测提供了前所未有的便利,但如何确保这些先进手段所采集数据的准确性和及时性,仍是当前面临的挑战。数据的准确性直接关系到对大坝安全状态的评估,而数据的及时性则是预防潜在危险的关键。此外,建立一个有效的预警系统也是大坝安全管理中的核心问题。一个高效的预警系统不仅需要在异常情况发生时立即响应,还需要能够准确判断异常的性质和严重程度,以便管理人员能迅速做出决策。预警系统的灵敏度和特异性必须达到平衡,既要避免频繁的误报,又要确保不会漏报任何可能对大坝安全构成威胁的情况。

2.3 人为因素

在大坝的安全管理中,人为因素是一个不可忽视的重要方面。大坝的安全不仅依赖于先进的技术和完善的设备,更在于管理人员的专业素养和安全意识。管理人员的专业水平直接决定了大坝日常运维的质量,以及对突发事件的应对能力。如果管理人员缺乏必要的专业知识和实践经验,就难以准确判断大坝的安全状况,也无法及时有效地处理各种安全问题。同时,大坝的安全管理还需要一套完善的安全制度来规范各项操作。然而,制度的存在并不意味着就能自动保证安全,关键在于这些制度能否得到切实有效的执行。如果管理人员对安全制度缺乏足够的认识和重视,或者执行力不足,那么这些制度就形同虚设,无法发挥应有的作用。

3 对策与建议

3.1 加强地质勘探与环境评估

为了确保大坝建设的安全与稳定性,加强地质勘探与环境评估是至关重要的环节。这两个方面的细致工作不仅为大坝的设计提供了科学的数据支持,同时也为后续的施工管理打下了坚实的基础。在地质勘探方面,必须借助先进的地质勘探技术,对建设区域进行深入的地质情况调查。例如,利用地质雷达、声波探测等技术手段,可以详细掌握地层结构、岩土性质、断层分布等关键信息。这些数据对于大坝的基础设计、稳定性分析以及施工方法的选择都具有决定性的影响。此外,地质勘探还需关注地下水位、渗透性、地震活动性等因素,以确保大坝在极端地质条件下的安全。除了地质勘探,全面的环境影响评估也是不可或缺的。大坝建设往往会对周边的生态环境产生深远的影响,因此,在建设前必须对可能产生的环境影响进行科学的预测和评估。这包括但不限于对水生生物多样性的影响、水质变化、河流流态的改变等。通过评估,可以制定出相应的环保措施,如设置生态放水口

以保障下游生态用水,或者在大坝设计中融入生态友好的理念,如设置鱼梯以帮助鱼类洄游等^[3]。为了减少对生态的负面影响,环保措施的制定必须具体且有针对性。例如,对于可能引发的水土流失问题,可以采取植被恢复、水土保持等措施;对于可能影响的水生生物,可以设置生态补偿区域,保护和恢复生物多样性。

3.2 优化设计与施工方案

在大坝建设与施工管理中,优化设计与施工方案是确保工程质量和效率的关键环节。现代科技的进步为此提供了强大的支持,使得我们能够通过引入先进的设计理念和技术手段,显著提升大坝建设的专业水平。一方面,引入现代设计理念对大坝建设至关重要。其中,BIM(Building Information Modeling,建筑信息模型)技术的运用成为了一种创新方法。通过使用BIM技术进行三维建模,我们能够在虚拟环境中模拟大坝的每一个角落和细节。这不仅使得设计师能够更直观地理解结构特点,还可以在早期阶段发现潜在的设计问题,从而及时进行修正。此外,BIM技术还能够优化结构设计,通过精确的数据分析,帮助减少不必要的材料使用,进一步降低工程成本。同时,这种技术还能够简化施工难度,因为所有的施工细节都已经在模型中得到了精确的规划和模拟^[4]。另一方面,采纳新型施工技术也是提升大坝建设效率的重要手段。近年来,无人机技术的快速发展为施工进度监控提供了新的可能。通过使用无人机进行定期的航拍,可以迅速获取施工现场的实时影像,从而帮助项目管理人员更准确地掌握施工进度。这种技术不仅提高了监控效率,还能及时发现施工中的问题,确保施工质量和进度。此外,无人机还可以用于物料运输、安全检查等多个方面,进一步提升了施工的综合效率。

3.3 建立长期维护计划

为了确保大坝的长期安全,建立一套详尽的长期维护计划是至关重要的。首先,制定定期的检查计划是长期维护的基石。这包括对大坝的各个关键部位,如坝体、泄洪设施、监测设备等,进行定期的全面检查。检查周期应根据大坝的实际情况和使用年限来确定,可能包括月度、季度、年度等不同频次的检查。在检查过程中,应使用专业的检测设备和仪器,确保数据的准确性和可靠性。其次,维修计划的制定也是必不可少的。根据检查结果,对发现的问题和潜在的安全隐患进行及时维修和加固。这包括但不限于对裂缝的修补、渗漏的处理、设备的更换等。维修工作应由专业的技术团队进行,确保维修质量和效果。同时,维修过程中应严格遵守安全操作规程,防止二次损害的发生。除了常规的检

查和维修,对大坝进行结构健康监测也是长期维护计划中的重要一环。通过安装在大坝上的传感器和监测设备,实时监测大坝的位移、应力、渗流等关键参数。这些数据不仅可以反映大坝的当前状态,还可以预测其未来的变化趋势。通过对这些数据的分析和处理,可以及时发现大坝结构的异常情况,为维修和加固提供科学依据。最后,长期维护计划还应包括应急预案的制定。在面临突发事件或极端天气条件时,应有一套完善的应急预案来指导人员疏散、设备保护等工作。预案应定期进行演练和修订,确保其与实际情况的符合性和有效性。

3.4 完善监测与预警体系

为了确保大坝的安全,完善监测与预警体系显得尤为重要。现代科技的发展为我们提供了更加高效、精确的监测手段,使得我们能够实时监控大坝的各种关键参数,从而及时应对可能出现的风险。首先,利用传感器技术是实现实时监测的关键。在大坝的关键部位,如坝体、坝基、泄洪道等,安装高精度的位移传感器、渗流传感器和应力传感器等。这些传感器能够持续、稳定地采集大坝的位移、渗流、应力等数据,并将这些信息实时传输到中央控制系统。物联网技术的应用则进一步提升了监测的智能化水平。通过物联网,我们可以实现远程监控,随时随地查看大坝的实时状态。同时,物联网还能实现多个传感器之间的数据共享和协同工作,提高监测的准确性和效率。在获取实时监测数据的基础上,我们还需要建立一套完善的数据处理和分析系统。这套系统能够对收集到的数据进行实时分析,判断大坝的当前状态,并预测其未来的变化趋势。一旦发现数据异常,系统能够立即发出警报,提醒管理人员注意。此外,建立多级预警机制也是必不可少的。当监测数据达到预设的警戒值时,系统应自动触发不同级别的预警。例如,初级预警可能只是提醒管理人员关注某个参数的变化趋势,而高级预警则可能意味着需要立即启动应急预案,以防止事态进一步恶化^[5]。为了确保预警体系的有效性,定期的测试和维护也是必不可少的。这包括对传感器的校准、数据传输线路的检修、中央控制系统的更新等。只有确保整个预警体系处于最佳工作状态,我们才能及时发现并应对大坝可能出现的安全问题。

3.5 加强人员培训与应急演练

大坝的安全运行不仅依赖于先进的技术和完善的设备,更离不开专业、高效的管理团队。因此,加强大坝管理人员的培训与应急演练至关重要,这不仅关乎大坝的日常运维,更能在紧急情况下保障人民生命财产的安全。定期对大坝管理人员进行专业培训是必不可少的。培训内容应涵盖大坝的基本知识、安全操作规程、应急预案等多个方面。通过深入讲解大坝的结构特点、工作原理以及可能遇到的风险点,使管理人员对大坝有一个全面而深入的了解。同时,培训中还应重点强调安全意识的重要性,让每位管理人员都时刻绷紧安全这根弦,确保在日常工作中严格遵守安全规程,杜绝任何可能导致安全事故的隐患。除了专业培训,提升管理人员的应急处理能力也是关键。因此,需要定期组织应急演练活动。这些演练应模拟真实的紧急情况,如大坝渗漏、坝体裂缝、超标洪水等,让管理人员在实战中学习和掌握应急处理的方法和技巧。演练过程中,应注重团队协作和沟通能力的培养,确保在紧急情况下能够迅速、准确地做出判断和应对。此外,演练后还应进行详细的总结和评估。通过回顾演练过程中的表现和不足,管理人员可以更加清晰地认识到自己的短板和需要改进的地方。同时,总结和评估还能为下一次演练提供宝贵的经验和教训,使演练更加贴近实际、更具针对性。

结语

大坝建设与安全管理是一个系统工程,涉及多个方面和多个环节。只有全面考虑各种因素,制定科学合理的对策,才能确保大坝的安全稳定运行,为国民经济和社会发展提供坚实的支撑。

参考文献

- [1]杨荣.中小型水库大坝安全运行与管理分析[J].科技创新与应用,2021,11(14):188-190.
- [2]何向阳,王秘学,杨光,伊翠莹.新时期我国大坝安全运维模式探索[J].长江技术经济,2021,5(01):45-49.
- [3]曾友仁.水库大坝安全运行及管理途径探讨[J].中外企业家,2020(04):233.
- [4]方辉.钓鱼台水库大坝运行管理分析[J].河南水利与南水北调,2022(11):73-74.
- [5]汤子隆.水库大坝工程运行过程中的安全检测及其策略[J].工程与建设,2022(02):507-509.