

水利工程安全隐患排查与应急处置方法

梁芬玲

山东省日照市东港区卧龙山街道办事处，山东省日照市，276800；

摘要：本文聚焦水利工程安全隐患排查与应急处置方法。在极端天气频发、工程设施老化加剧的背景下，水利工程安全隐患排查是防范重大风险的第一道防线。全面排查通过对工程主体结构、附属设施及周边环境的地毯式检查，能发现隐蔽裂缝、基础沉降等潜在问题；定期排查则以每周一次，汛期、高水位运行期间或出现安全隐患时，需增加频次至每天至少一次，动态监测设施运行状态；专项排查通常在汛前、汛后、用水期前后及冰冻严重等特殊时段，确保工程在不同季节和气候条件下的安全性。详细分析可知，结构安全隐患如大坝裂缝、溢洪道破损，渗流安全隐患如堤坝管涌、绕坝渗漏等，均可能引发溃坝、决堤等灾难性后果。针对这些隐患，提出构建智能监测预警系统实时追踪风险，制定分级抢险救援预案实现精准处置。本文旨在为水利工程的安全运行提供系统的理论与实践指导，降低安全事故发生的概率，保障人民生命财产安全和社会稳定。

关键词：水利工程；安全隐患排查；应急处置；安全运行

DOI: 10.69979/3060-8767.25.04.018

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分，在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着关键作用。例如，三峡大坝每年通过拦洪削峰，有效保护长江中下游数千万人口安全；都江堰水利工程历经两千余年仍持续保障成都平原的农业灌溉。然而，由于其建设周期长、投资大、运行环境复杂等特点，水利工程存在着诸多安全隐患。以某中型水库为例，因长期受高水位浸泡，坝体出现渗流通道，最终导致局部塌陷，造成周边农田被淹、交通中断。一旦发生安全事故，将对周边地区的人民生命财产安全和生态环境造成严重威胁。因此，开展水利工程安全隐患排查与应急处置工作至关重要。通过科学有效的排查方法及时发现隐患，并采取合理的应急处置措施，能够最大程度降低事故风险，确保水利工程的安全稳定运行。

1 水利工程安全隐患排查的重要性

水利工程安全隐患排查是保障水利工程正常运行的基础工作。首先，它有助于及时发现工程中存在的潜在问题。水利工程在长期运行过程中，受到自然环境、水流冲刷等多种因素的影响，结构可能会出现不同程度的损坏。通过定期的安全隐患排查，可以提前发现这些问题，避免问题进一步恶化导致安全事故的发生^[1]。

其次，安全隐患排查能够为水利工程的维护和管理提供依据。排查过程中收集到的信息可以帮助管理人员了解工程的实际状况，制定合理的维护计划和措施，延长工程的使用寿命。例如，对于发现的混凝土裂缝问题，可以根据裂缝的大小和位置，采取相应的修补措施，防止裂缝扩大影响工程的结构安全。

此外，安全隐患排查还可以提高水利工程的经济效益。及时排除安全隐患，减少因安全事故导致的停机维修时间和损失，保证水利工程的正常运行，从而提高水资源的利用效率，为社会创造更多的经济效益。同时，对于一些老化严重的水利工程，通过排查可以评估其是否需要更新改造，合理安排资金投入，提高资金的使用效益。

1.1 全面排查

全面排查是对水利工程进行全方位、系统性的检查。它涵盖了水利工程的各个方面，包括工程的主体结构、附属设施、运行设备等。在进行全面排查时，需要制定详细的排查计划，组织专业的技术人员进行检查^[2]。

对于工程的主体结构，要检查大坝、水闸等建筑物的外观是否有裂缝、变形等情况。例如，对于大坝的坝体，要检查坝面是否平整，有无塌陷、滑坡等现象；对于水闸的闸墩，要检查是否有裂缝、剥落等问题。同时，还要对工程的基础进行检查，查看是否存在渗漏、沉降等情况。

附属设施的排查也不容忽视。如检查交通桥、栏杆等是否牢固，通信设施是否正常运行等。运行设备的检查包括发电机、水泵等设备的运行状况，要检查设备的性能是否良好，是否存在故障隐患。全面排查可以及时发现水利工程中存在的各种潜在问题，为后续的维护和管理提供全面的信息。

1.2 定期排查

定期排查是按照一定的时间间隔对水利工程进行

检查。一般来说,对于重要的水利工程,建议每年进行一次全面的定期排查;对于一些小型水利工程,可以根据实际情况适当延长排查周期,但至少每两年进行一次。

定期排查的目的是跟踪水利工程的运行状况,及时发现随着时间推移出现的新问题。在定期排查过程中,要对工程的各项指标进行监测和分析。例如,对大坝的水位、渗流量等进行监测,对比不同时期的数据,判断工程是否存在异常变化。

同时,定期排查还可以对之前发现的问题进行复查,检查整改措施是否有效。如果发现问题仍然存在或者有新的发展,要及时调整整改方案。定期排查能够形成对水利工程的动态监管,确保工程始终处于安全运行状态。

1.3 专项排查

专项排查是针对水利工程的某一特定方面或某一特定问题进行的深入检查。例如,针对水利工程的渗流问题进行专项排查。在进行渗流专项排查时,要对工程的渗流通道、渗流量等进行详细的监测和分析。

要检查大坝的防渗设施是否完好,是否存在渗漏点。对于发现的渗漏问题,要进一步分析渗漏的原因,是由于防渗材料老化、施工质量问题还是其他因素导致的。专项排查可以集中力量解决水利工程中的突出问题,提高排查的针对性和有效性。

此外,还可以针对水利工程的抗震、防洪等方面进行专项排查。通过专项排查,可以深入了解水利工程在特定方面的安全状况,为采取相应的防范措施提供依据^[3]。

2 水利工程常见安全隐患类型

2.1 结构安全隐患

结构安全隐患是水利工程中较为常见的隐患类型之一。大坝、水闸等建筑物在长期运行过程中,由于受到水流冲击、地震等因素的影响,结构可能会出现损坏。例如,大坝的坝体可能会出现裂缝,这些裂缝如果不及处理,可能会逐渐扩大,导致坝体的稳定性下降。

水闸的闸墩、闸底板等部位也可能会出现混凝土剥落、钢筋锈蚀等问题,影响水闸的正常运行。此外,一些水利工程在建设过程中可能存在施工质量问题,如混凝土强度不足、钢筋布置不合理等,这些问题在工程运行一段时间后可能会逐渐显现出来,成为结构安全隐患。

2.2 渗流安全隐患

渗流安全隐患也是水利工程需要重点关注的问题。当水利工程的防渗设施出现损坏或失效时,可能会导致渗流问题。例如,大坝的防渗墙出现裂缝或孔洞,会使水通过这些通道渗入坝体内部,增加坝体的孔隙水压力,

降低坝体的抗滑稳定性^[4]。

渗流还可能会带走坝体中的细颗粒物,导致坝体出现管涌现象,严重时可能会引发坝体坍塌。此外,水闸的底板、边墙等部位也可能会出现渗流问题,影响水闸的正常运行。

2.3 设备安全隐患

水利工程中的运行设备如发电机、水泵等也存在安全隐患。设备在长期运行过程中,由于磨损、老化等原因,可能会出现故障。例如,发电机的定子绕组可能会出现绝缘老化问题,导致发电机出现短路故障;水泵的叶轮可能会出现磨损,影响水泵的抽水效率。

此外,设备的控制系统也可能会出现故障,导致设备无法正常运行。设备安全隐患不仅会影响水利工程的正常运行,还可能会引发安全事故,造成人员伤亡和财产损失^[5]。

2.4 地质灾害隐患

一些水利工程建在地质条件复杂的地区,容易受到地质灾害的影响。例如,在山区建设的水利工程可能会面临山体滑坡、泥石流等地质灾害的威胁。山体滑坡可能会破坏大坝、水闸等建筑物,堵塞河道,影响水利工程的正常运行。

泥石流可能会携带大量的泥沙和石块,对水利工程的设施造成严重的破坏。此外,地震也可能引发地质灾害,进一步加剧水利工程的安全风险^[6]。

3 水利工程安全隐患应急处置方法

3.1 结构安全隐患处置措施

针对水利工程中出现的结构裂缝、混凝土剥落等问题,需根据损坏程度采取差异化的修复方案。对于宽度不足 5 毫米的细微裂缝,通常采用高压注浆工艺,将环氧树脂材料注入裂缝内部,确保填充密实;若裂缝宽度超过 5 毫米,则需先沿裂缝开槽,嵌入钢筋或钢纤维增强材料,再浇筑高强聚合物混凝土进行整体加固。对于混凝土剥落区域,需先彻底清除松散部分,喷涂专用界面剂增强粘结力,随后铺设碳纤维布或钢绞线网片补强,最后采用喷射砂浆工艺恢复结构完整性。若坝体存在整体稳定性不足的情况,则需采取系统性加固措施,如增设预应力锚索、加厚挡墙或增设支撑结构,以提高坝体的整体承载能力和抗震性能。这些修复技术需结合现场检测数据,确保施工质量符合规范要求,从而有效延长水利工程的使用寿命。

3.2 渗流安全隐患处置措施

针对水利工程中出现的渗流问题,需根据渗漏特征

采取相应的治理措施。对于集中渗漏点,可 adopt 水泥-水玻璃双液注浆工艺进行封堵,同时在管涌区域分层铺设土工布与级配砾石,形成反滤保护层,防止细颗粒流失。对于结构接缝处的接触渗漏,可在接缝处预埋止水铜带或遇水膨胀橡胶条,并结合帷幕灌浆技术,在结构外围形成连续的防渗屏障。完成修复后,需在关键部位布设渗压监测仪器,对渗流量和孔隙水压力进行实时监测,并将预警值设定为设计允许值的 80%,以便及时发现异常情况。这些措施需结合工程实际条件灵活应用,确保防渗体系的可靠性和耐久性,从而有效降低渗流对工程安全的影响。

3.3 设备安全隐患处置措施

针对水利工程运行设备的安全隐患,应采取预防性维护与智能化监控相结合的处置策略。对于发电机、水泵等关键设备,需建立三级维护体系:日常巡检重点关注轴承温度、振动幅度等运行参数;月度保养进行润滑系统维护与绝缘性能检测;年度大修时全面更换易损件并校准控制系统。引入在线监测技术,通过安装振动传感器、红外热像仪等设备,实时采集电机绕组温度、轴承磨损量等数据,结合故障诊断算法实现早期预警。当检测到绝缘老化或机械磨损超标时,应立即启动设备轮换机制,采用备机替换运行,并对故障设备进行专业化维修。同时,对控制系统实施双重化改造,配置 PLC 冗余模块和 UPS 不间断电源,确保在单点故障时系统仍可安全运行。通过建立设备全生命周期管理档案,实现从被动抢修到主动防控的转变,有效提升设备运行可靠性。

3.4 地质灾害隐患处置措施

针对水利工程周边潜在的地质灾害风险,应采取工程防护与智能监测相结合的综合治理方案。对于存在滑坡隐患的山体,可通过设置钢筋混凝土抗滑桩与格构梁体系进行加固,同时在泥石流易发区建造沉砂池和导流槽等拦截疏导设施。当发现山体出现变形迹象时,应立即组织机械队伍进行削坡减载作业,并在坡脚处堆砌吨袋等临时压重物以增强稳定性。为提升预警能力,应建立全天候的形变监测网络,利用合成孔径雷达卫星获取高精度地表位移数据,配合地面 GNSS 基准站实现毫米级变形监测,确保能够及时发现并预警地质灾害风险。这些措施需要根据现场地质条件灵活组合应用,形成完整的防灾减灾体系,切实保障水利工程的安全运行。

4 结论与展望

4.1 结论

水利工程安全隐患排查与应急处置是保障水利工程安全运行的关键工作。通过全面排查可系统梳理工程全要素风险,定期排查能动态监测设施运行状态,专项排查则聚焦季节性、突发性隐患,多种排查方式协同可及时发现结构破损、渗流异常等安全隐患。针对不同隐患,监测预警可预判风险,抢险救援能控制灾情,人员疏散与恢复重建可降低损失、助力灾后恢复。实际工作中,唯有加强重视,健全管理制度与工作机制,强化人员专业培训,提升应急处置能力,方能筑牢水利工程安全防线,保障人民生命财产安全与社会稳定。

4.2 展望

随着科技发展,水利工程安全隐患排查与应急处置将向智能化、信息化迈进。借助物联网部署智能传感器,可实时采集传输水位、渗流等数据;运用大数据模型深度挖掘隐患规律,精准预测风险。同时,加强与地质领域合作,提升地质灾害影响评估能力;联动气象部门,实现极端天气预警与工程调度无缝衔接。此外,完善法律法规与标准规范,明确责任边界、统一技术要求,为水利工程安全工作筑牢制度保障。

参考文献

- [1] 郭中华. 基于网络理论的建设工程安全隐患排查研究[D]. 北京建筑大学, 2018.
- [2] 苏成, 李海涛. 信息化技术在新时期水利工程管理中的应用分析[J]. 数字农业与智能农机, 2024, (08): 52-54.
- [3] 李伟, 李亮. 信息化技术在水利工程建设管理中的应用研究[J]. 现代工程科技, 2024, 3(21): 94-97.
- [4] 刘洋, 马利超, 包德荣. 上游型尾矿坝液化前后渗流场与孔压分布数值模拟[J]. 地震工程学报, 2015, 37(02): 383-389.
- [5] 智富国. 物探方法在煤矿地质灾害勘查中的应用探析[J]. 矿业装备, 2021, (03): 18-19.
- [6] 林金城. 泥石流对水电工程的危害及防治措施研究[J]. 中国高新科技, 2021, (23): 81+83.

作者简介: 梁芬玲, 出生年月: 1976 年 8 月, 性别: 女, 民族: 汉, 籍贯: 山东省日照市, 学历: 大学本科, 职称: 工程师, 研究方向: 水利工程。