

水利工程运行过程中的安全隐患识别与治理对策

王保穆¹ 徐 伟² 雷会冬²

1. 连云港市赣榆区通榆河北延送水工程管理所 江苏 连云港 222100

2. 连云港市赣榆区新沐河河道管理所 江苏 连云港 222141

摘 要：在水利工程运行过程中，由于多种因素的影响，存在着诸多安全隐患。这些隐患若不能及时识别并采取有效的治理对策，将可能引发严重的安全事故，造成巨大的经济损失和社会影响。本文深入探讨了水利工程运行过程中安全隐患的识别方法，分析了常见安全隐患的类型及成因，并针对性地提出了相应的治理对策，旨在为水利工程的安全运行提供理论支持和实践指导。

关键词：水利工程；运行过程；安全隐患识别；治理对策

1 引言

水利工程能控制和调配地表水、地下水，在防洪、灌溉等多方面作用关键，是社会重要支撑。随着水利事业发展，其数量增多、规模扩大，运行管理愈发重要。但长期运行中，受自然环境、工程老化、人为因素等影响，会出现安全隐患，如堤防决口等，威胁工程、人民生命财产及生态环境。故准确识别隐患并科学治理，确保安全运行是水利管理亟待解决的问题。

2 水利工程运行过程中安全隐患识别的方法

2.1 定期巡查法

定期巡查是水利工程运行管理中最基本、最常用的安全隐患识别方法。巡查人员按照规定的巡查路线、内容和周期，对水利工程的各个部位进行实地检查。巡查内容包括建筑物的外观状况、设备设施的运行情况、周边环境的变化等。例如，检查堤防是否存在裂缝、塌陷、渗漏等问题；查看水闸的启闭机是否正常工作，闸门是否变形、锈蚀；观察水库周边是否有山体滑坡、泥石流等地质灾害隐患。通过定期巡查，可以及时发现水利工程表面存在的明显安全隐患，并采取相应的措施进行处理。

2.2 仪器监测法

仪器监测是利用各种先进的监测仪器和设备，对水利工程的运行状态进行实时、连续的监测。通过在水利工程的关键部位安装传感器，如应变计、渗压计、位移计、水位计等，可以实时获取工程结构的应力、应变、渗流、变形、水位等参数信息。这些监测数据能够反映水利工程的实际运行状况，通过与正常值进行对比分析，及时发现潜在的安全隐患。例如，当监测到堤防的渗流量突然增大或渗压异常升高时，可能意味着堤防存在渗漏隐患，需要及时排查和处理。仪器监测具有

数据准确、实时性强等优点，能够为安全隐患的识别提供科学依据。

2.3 安全检测与评估法

安全检测与评估是对水利工程进行全面、系统的安全检查和评价。定期委托专业的检测机构对水利工程进行检测，包括对建筑物的结构强度、稳定性、耐久性等方面进行检测，对设备设施的性能、可靠性等进行测试。同时，依据相关的技术标准和规范，对水利工程的安全性进行评估，确定其安全等级和存在的安全隐患^[1]。安全检测与评估可以全面了解水利工程的整体安全状况，发现一些潜在的、难以通过常规巡查和仪器监测发现的安全隐患，为制定科学合理的治理对策提供依据。

2.4 专家会诊法

对于一些复杂的水利工程安全隐患，可以邀请相关领域的专家进行会诊。专家们凭借其丰富的专业知识和实践经验，对水利工程的安全状况进行深入分析和研究，提出专业的意见和建议。专家会诊可以综合多方面的专业知识和经验，对安全隐患进行准确判断，并制定出切实可行的治理方案。例如，在处理大型水库的复杂地质隐患或老旧水闸的结构安全问题时，专家会诊能够发挥重要作用。

2.5 数据分析法

随着信息化技术的发展，水利工程运行过程中积累了大量的监测数据、巡查记录、维修养护资料等。通过对这些数据进行分析，可以发现水利工程运行过程中的异常变化和潜在规律，从而识别安全隐患。例如，利用大数据分析技术对水库的水位、流量、渗流等监测数据进行长期分析，可以发现数据的变化趋势和异常波动，提前预警可能存在的安全隐患。数据分析法能够挖掘数据背后的潜在信息，为安全隐患的识别提供新的途径。

3 水利工程运行过程中常见安全隐患的类型及成因

3.1 建筑物安全隐患

裂缝：裂缝是水利工程建筑物常见的安全隐患之一。在堤防、大坝、水闸等建筑物中，由于温度变化、地基不均匀沉降、混凝土收缩、荷载作用等因素，可能导致建筑物出现裂缝。裂缝不仅会影响建筑物的外观，还可能破坏建筑物的整体性和防水性能，严重时甚至会引发渗漏、管涌等险情，威胁工程安全。例如，一些混凝土坝在运行过程中，由于内外温差过大，会在坝体表面产生温度裂缝；堤防在软土地基上，若地基处理不当，可能会因不均匀沉降而产生裂缝。

渗漏：渗漏也是水利工程建筑物常见的安全隐患。当建筑物的防渗体系出现缺陷时，如防渗墙损坏、堤防堤身或堤基存在薄弱环节、混凝土结构存在裂缝等，就会导致水体渗漏。渗漏不仅会造成水资源的浪费，还可能带走土体中的细颗粒，导致土体孔隙扩大，形成渗漏通道，进而引发管涌、流土等渗透破坏，危及工程安全^[2]。例如，一些老旧水库的土坝，由于长期运行，防渗设施老化，容易出现渗漏问题。

结构失稳：水利工程建筑物的结构失稳是一种严重的安全隐患。当建筑物所承受的荷载超过其承载能力，或者结构本身存在设计缺陷、施工质量问题等，都可能导致结构失稳。结构失稳的表现形式包括建筑物倾斜、滑动、倾覆等，一旦发生，往往会造成灾难性的后果。例如，一些山区的小型水库，由于坝体设计不合理或施工质量差，在遭遇强降雨等极端情况时，可能会发生坝体滑坡甚至溃坝事故。

3.2 金属结构与机电设备安全隐患

锈蚀：水利工程中的金属结构，如闸门、启闭机、拦污栅等，长期处于潮湿的环境中，容易发生锈蚀。锈蚀会降低金属结构的强度和刚度，影响其正常运行和使用寿命。严重的锈蚀可能导致闸门无法正常启闭、启闭机失灵等问题，给水利工程的调度运行带来困难，甚至危及工程安全。例如，一些水库的钢闸门，由于缺乏有效的防腐措施，经过多年运行后，表面锈蚀严重，部分构件甚至出现穿孔现象。

磨损：机电设备在运行过程中，由于零部件之间的摩擦，会出现磨损现象。磨损会导致设备的性能下降，如电机效率降低、传动部件间隙增大等，影响设备的正常运行。同时，磨损还可能引发设备故障，如轴承损坏、齿轮断裂等，甚至导致设备停机，影响水利工程的正常运行。例如，水轮发电机组的轴承在长期运行中，由于润滑不良或负载过大，会出现磨损，若不及时处

理，可能会引发机组振动加剧等问题。

老化：水利工程中的金属结构和机电设备都有一定的使用寿命，随着时间的推移，会出现老化现象。老化设备容易出现各种故障，如电线绝缘层老化导致漏电、电气设备元件老化引发短路等，存在严重的安全隐患。例如，一些早期建设的水利工程，其电气设备经过多年运行，老化严重，经常出现故障，给工程的安全运行带来威胁。

3.3 自然环境安全隐患

洪水：洪水是水利工程面临的主要自然灾害之一。在洪水期间，水位急剧上涨，水流湍急，会对水利工程造成巨大的冲击和压力。如果水利工程的防洪标准不足或存在安全隐患，如堤防高度不够、坝体存在薄弱环节等，就可能发生堤防决口、水库溃坝等事故，给下游地区带来严重灾害。例如，在历史上的一些特大洪水期间，部分水利工程因无法承受洪水的冲击而发生溃坝，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。

地震：地震对水利工程的破坏作用极大。地震产生的地震波会导致水利工程建筑物的地基震动、变形，甚至破坏建筑物的结构。例如，水库大坝在地震作用下可能会出现裂缝、滑坡等现象，严重威胁大坝的安全。一些位于地震活跃带的水利工程，在设计 and 建设时需要充分考虑地震因素，但在实际运行过程中，仍可能受到地震的影响而出现安全隐患。

地质灾害：水利工程周边可能存在山体滑坡、泥石流等地质灾害隐患。这些地质灾害一旦发生，可能会冲击、掩埋水利工程建筑物，或者堵塞输水渠道，影响水利工程的正常运行。例如，一些山区的水利工程，由于周边山体地质条件不稳定，在强降雨等条件下容易发生山体滑坡，对工程安全构成威胁。

4 水利工程运行过程中安全隐患的治理对策

4.1 建筑物安全隐患治理对策

裂缝治理：对于不同类型的裂缝，应采取相应的治理措施。对于表面裂缝，可采用表面涂抹法、表面粘贴法等进行处理，即在裂缝表面涂抹水泥砂浆、环氧树脂等材料，或粘贴玻璃纤维布等，以防止裂缝进一步扩展和水分的渗入。对于较深的裂缝，可采用灌浆法进行处理，通过向裂缝内灌注水泥浆、化学浆液等材料，填充裂缝，提高建筑物的整体性和防水性能。在处理裂缝时，应先对裂缝产生的原因进行分析，采取针对性的措施消除裂缝产生的根源，防止裂缝再次出现。

渗漏治理：渗漏治理的关键是查明渗漏原因和渗漏通道。对于堤防渗漏，可采用防渗墙、高压喷射灌浆、

垂直铺塑等技术进行防渗处理,切断渗漏通道。对于水库大坝渗漏,可根据具体情况采用坝体防渗灌浆、坝基防渗帷幕灌浆等方法进行处理^[3]。同时,应加强对渗漏部位的监测,及时掌握渗漏情况的变化,以便采取进一步的治理措施。在治理渗漏过程中,要注重施工质量,确保防渗处理的效果。

结构失稳治理:对于存在结构失稳隐患的水利工程建筑物,应进行详细的结构安全评估,根据评估结果制定相应的加固处理方案。常见的加固方法有增加截面法、粘贴钢板法、体外预应力法等。增加截面法是通过在建筑物原有结构上增加混凝土或钢筋混凝土截面,提高结构的承载能力;粘贴钢板法是将钢板用结构胶粘贴在建筑物结构表面,与原结构共同受力,增强结构的强度和刚度;体外预应力法是通过在建筑物结构外部设置预应力筋,对结构施加预应力,改善结构的受力状态。在实施加固工程时,要严格按照设计要求和施工规范进行施工,确保加固质量。

4.2 金属结构与机电设备安全隐患治理对策

防锈蚀治理:为了防止金属结构锈蚀,应采取有效的防腐措施。对于新建的金属结构,在制造过程中应选用耐腐蚀性能好的材料,并进行表面防腐处理,如喷涂防锈漆、镀锌等。对于已投入使用的金属结构,要定期进行防腐维护,及时清除表面的锈蚀层,重新涂刷防锈漆。同时,要改善金属结构所处的环境条件,如加强通风、降低湿度等,减少锈蚀发生的可能性。对于一些重要的金属结构,还可以采用阴极保护等先进的防腐技术,进一步提高其防腐蚀能力。

防磨损治理:为了减少机电设备的磨损,要加强设备的维护保养。定期对设备进行润滑,选用合适的润滑剂,并按照规定润滑周期和润滑量进行加油。同时,要定期检查设备的零部件磨损情况,及时更换磨损严重的部件。在设备运行过程中,要严格按照操作规程进行操作,避免设备过载运行,减少不必要的磨损。此外,还可以通过改进设备的设计和制造工艺,提高零部件的耐磨性能,延长设备的使用寿命。

更新改造老化设备:对于老化严重的金属结构和机电设备,应及时进行更新改造。在更新改造过程中,要选用技术先进、性能可靠、节能环保的新设备。同时,要做好新设备的安装调试工作,确保设备正常运行。对于一些暂时无法更新改造的老化设备,要加强监测和维护,制定应急预案,确保在设备出现故障时能够及时采

取措施,保障水利工程的安全运行。

4.3 自然环境安全隐患治理对策

提高防洪能力:对于洪水隐患,要加强水利工程的防洪能力建设。按照国家规定的防洪标准,对水利工程进行加固和改造,提高堤防的高度和强度,完善水库的泄洪设施,确保水利工程在遭遇洪水时能够安全运行。加强洪水预报预警系统建设,提高洪水预报的准确性和及时性,为水利工程的调度运行提供科学依据。在洪水期间,要严格执行防洪调度方案,合理控制水库水位,确保下游地区的安全。

加强抗震设计与管理:位于地震活跃带的水利工程,在设计和建设时要充分考虑地震因素,按照相应的抗震设计规范进行设计,提高水利工程的抗震能力。在工程运行过程中,要加强对建筑物的抗震监测,定期进行抗震性能评估。制定地震应急预案,明确在地震发生时的应急处置措施,如人员疏散、设备保护等,确保在地震发生时能够迅速、有效地进行应对,减少地震对水利工程的破坏。

防范地质灾害:对于水利工程周边的地质灾害隐患,要加强监测和预警。建立地质灾害监测系统,对山体滑坡、泥石流等地质灾害进行实时监测,及时掌握地质灾害的发展动态。在地质灾害易发区设置警示标志,采取工程措施进行治理,如修建挡土墙、排水沟等,减少地质灾害发生的可能性。同时,要加强与气象、国土等部门的协作,及时获取地质灾害预警信息,提前做好防范措施。

结语

水利工程安全隐患识别与治理任务艰巨,关乎工程安全、人民生命财产及社会经济可持续发展。通过巡查、监测等多种方法可准确识别隐患。针对建筑物、设备、环境等隐患,采取裂缝、渗漏等治理及设备更新等对策,能消除隐患、提升安全性。未来,管理单位要重视此工作,加强管理投入与技术;政府应加强指导监督,完善法规政策,保障工程安全运行,发挥其效益。

参考文献

- [1]余磊.水利工程运行管理中的安全隐患分析与预防措施分析[J].水上安全,2025,(03):37-39.
- [2]以保障工程安全运行为核心奋力推进水利工程运行管理高质量发展[J].河北水利,2025,(03):7-9.
- [3]姜谦,靖静,靖庆生.水利工程建设与运行中的安全风险识别与防控机制研究[J].水上安全,2025,(03):59-61.