

水利工程常见渗漏问题的防治措施

曾志林

江西省营涵水利建设有限责任公司

DOI:10.32629/btr.v8i7.4883

[摘要] 渗漏是水利工程运行过程中最为常见的质量安全隐患之一,直接影响工程结构稳定性、使用寿命及防洪减灾效能,若防治不当易引发工程失事,威胁人民生命财产安全。本文结合水利工程建设与运行实际,系统分析坝体结构、地基与绕坝、输泄水建筑物三类渗漏问题的成因,阐述渗漏探测、实时监测及安全评估的关键技术,提出针对性的防渗设计、施工管控及渗漏点处理措施,建立科学完善的运行维护与全生命周期管理机制,为水利工程渗漏问题的有效防治提供理论与技术参考,保障水利工程长期安全稳定运行。

[关键词] 水利工程; 渗漏问题; 成因分析; 探测监测; 防治措施; 运行维护

中图分类号: TV5 **文献标识码:** A

Prevention and Control Measures of Common Leakage Problems in Water Conservancy Engineering

Zhilin Zeng

Jiangxi Yinghan Water Conservancy Construction Co., LTD.

[Abstract] Seepage stands as one of the most prevalent quality and safety hazards in hydraulic engineering operations, directly impacting structural stability, service life, and flood control efficacy. Inadequate prevention may precipitate catastrophic failures, endangering public safety. This study systematically investigates the root causes of three seepage types—dam structures, foundation and surrounding areas, and water conveyance/drainage facilities—based on practical construction and operational experiences. It elucidates critical technologies for seepage detection, real-time monitoring, and safety assessment, while proposing targeted anti-seepage designs, construction controls, and leakage point remediation measures. The research establishes a scientific maintenance and lifecycle management framework, providing theoretical and technical references for effective seepage prevention to ensure long-term operational safety and stability of hydraulic projects.

[Keywords] hydraulic engineering; leakage problem; cause analysis; detection and monitoring; prevention and control measures; operation and maintenance

引言

水利工程作为保障国家水资源安全、推动经济社会发展的基础性设施,其安全运行至关重要。然而,渗漏问题一直是威胁水利工程安全的重要因素。岩土体在微观层面发生的渗透变形,宏观上表现为渗漏,这不仅会造成宝贵水资源的损失,更可能引发一系列严重后果,影响工程的整体安全与稳定。渗漏情况若长时间持续,会渐渐损害工程结构,削减材料强度,致使坝体沉降、地基出现管涌之类的次生灾害,非常严重的时候甚至会造成工程废弃,带来重大的经济损失并产生不良的社会影响。因此,深刻剖析渗漏问题的原因,了解先进的探测监测技术,运用科学合理的防治手段,形成长效的运行守护体系,这对防止渗漏风险、保证水利工程安全稳定运行有着十分关键的现实意义和实际价

值。本文便围绕此展开系统的探究。

1 水利工程渗漏问题成因分析

1.1 坝体结构渗漏成因

坝体结构渗漏大多由设计、施工以及材料等方面存在的不合理因素引起,属于水利工程渗漏较为常见的一种类型。设计时如果坝体断面尺寸小、防渗结构安排不合理,又或者没有充分考量工程所在地的水文地质状况,就会致使坝体受力不均衡,其抗渗能力减弱,从而形成渗漏路径。在施工期间,要是坝体砌筑质量不合格,砌筑缝隙较大、砂浆饱满度不够,抑或是混凝土浇筑出现蜂窝、麻面、裂缝之类的问题,就会损害到坝体的整体性,使得水体可以径直穿过坝体而产生渗漏。而且,坝体所用材料的抗渗性能较差,譬如混凝土强度等级低、骨料级配不合理,又或

者长时间运行过程中材料发生老化、风化现象,这会引发坝体结构变得松散,进一步加剧渗漏情况。

1.2 地基与绕坝渗漏成因

地基与绕坝渗漏的主要成因是地基处理未达标以及周边地质条件复杂。这些渗漏隐蔽性高,危害极大,极易造成地基失稳等重大事故。地基部分,如果工程地基由砂卵石、粉质壤土等透水性强的土层构成,而且地基防渗处理不够全面,没有采用帷幕灌浆、防渗墙等有效手段,那么水体会通过地基中的孔隙、裂隙渗透进来,从而产生地基渗漏现象。绕坝渗漏大多是因为坝体和岸坡相接的地方处理不好,结合面存在缝隙或者施工时有瑕疵,于是水体就会绕过坝体,顺着岸坡岩土体的孔隙、裂隙渗透,进而形成绕坝渗漏的路径。岸坡岩土体出现严重的风化、侵蚀情况,或者存在断层、破碎带之类的地质瑕疵,都会减小岸坡的抗渗能力,使得绕坝渗漏更为频繁。

1.3 输泄水建筑物渗漏成因

输泄水建筑物是水利工程中用于输送和排泄水体的关键设施,其渗漏状况大多同结构设计、施工质量以及运行期间的磨损情况存在密切联系。在设计阶段,如果输泄水建筑物的断面形式、衬砌结构设计不合理,又或者没有充分考虑到水体流速、压力给建筑物造成的冲击影响,就会造成结构受力不均衡,从而极易出现裂缝,进而生成渗漏的途径。在施工期间,假如衬砌施工质量不合格,衬砌层和建筑物主体之间结合不够紧密,存在缝隙、空洞之类的瑕疵,亦或是管道、隧洞接口处处理得不好,密封效果欠佳,那么就会致使水体顺着这些瑕疵之处发生渗漏现象。长期运行时,输泄水建筑物内壁会遭受水体冲刷、磨损,或者受到污水、腐蚀性水体的破坏,这样就有可能造成衬砌层破裂、脱落,从而破坏结构的完整性,最终引发渗漏。

2 渗漏探测与监测关键技术

2.1 常用渗漏探测方法

渗漏探测是及时察觉渗漏隐患并掌握渗漏分布规律的基础,其常用方法可分为两类,即直观探测和仪器探测,应依据工程实际状况合理选择。直观探测大多依靠人工巡查来观察坝体、岸坡、输泄水建筑物表面是否出现湿润、渗水或者滴水等情况,还要结合周边植被生长情形以及土壤含水量的改变来初步判定渗漏的位置及其大概范围。这种方法简单易行且成本低廉,但是探测精度比较低,适合做初步检查。而仪器探测利用专门的设备来提升探测的精度和效率,其常用手段包括电阻率法、声波探测法、雷达探测法等。各种方法所依据的原理存在差别,适宜的应用环境也有所不同,既可以独自采用,又能够相互配合使用,从而做到对渗漏隐患精准探测。

2.2 渗流实时监测技术

渗流实时监测技术对于掌握渗漏动态变化、预防渗漏灾害十分关键,重点在于设置检测设备、随时获取渗流有关参数,给渗漏分析和安全警报提供数据支持。检测内容主要包含渗流量、渗压、渗流速度等重要参数,检测设备应按照检测位置和检测需求合理设置,保证检测数据真实、连贯、准确。检测系统一般由

传感器、数据采集模块、传送模块和数据分析终端构成。传感器持续采集渗流参数,经过采集、传送模块传送到终端,实现数据的实时显示、存储和初步分析。还可以结合自动化技术,做到检测数据的远程控制,及时察觉渗流的不正常变化,给后续处理提供及时的支持。

2.3 渗漏分析与安全评估

渗漏分析依靠探测和监测数据,对渗漏隐患的严重程度、发展走向以及工程安全状况展开科学判定,从而给防治措施的制订提供依据。渗漏分析重点融合监测数据、探测成果以及工程地质情况,剖析渗漏原因、分布区域、渗漏量的变动规律,确定渗漏通道的种类与所在位置,并评判渗漏现象的发展方向。安全评估按照渗漏分析的结果,结合水利工程的设计规范、运行时间、结构情形等要素,利用恰当的评估手段,考量渗漏风险给工程结构稳定性和运行可靠性带来的影响幅度,划定安全级别,看是否须要执行紧急应对举措,而且为后续防治策略的改良提供参考。

3 渗漏工程防治技术措施

3.1 防渗设计与材料选用

防渗设计和材料选用属于防止渗漏问题的源头举措,要融入到工程设计的整个过程,依据工程的地质情况以及水文状况,做到设计合理、材料符合标准。防渗设计必要时改良工程的结构布局,并妥善确定坝体、输泄水建筑物的断面大小以及防渗结构。对于各种类型的渗漏风险,事先规划好帷幕灌浆、防渗墙、排水系统之类的防渗设施,从而创建起全面的防渗系统。而在材料选用上,则应该首选那些抗渗效果佳、强度大、耐久度高的材料,严格把关材料的质量,严禁让不合格的材料进入现场施工,还要遵照各个防渗部位的具体要求来选择合适的材料,保证材料的性能能够满足防渗的需求,这样就能从本质上加强工程的抗渗水平。

3.2 施工过程质量控制要点

施工过程中的质量控制对于防止渗漏问题十分关键,要加强对施工全过程的控制,消除施工中的不足之处,保证工程施工质量。施工之前,要完成施工方案的编写以及技术交底工作,清楚地掌握防渗施工的技术要点和质量目标,检查施工场地是否存在地质方面的问题。在施工期间,要重视对关键步骤的监管,严格把控坝体砌筑、混凝土浇筑、衬砌施工等步骤的质量,使得施工方法达到规范要求,及时解决施工过程中出现的蜂窝状、麻面状、裂缝等瑕疵状况。还要加大施工材料现场检测的力度,做好施工日志,做到施工质量可追溯,免除由于施工质量问题而产生渗漏风险。

3.3 渗漏点工程处理技术

渗漏点工程处理技术重点在于针对已察觉的渗漏隐患,实施具有针对性的解决办法,尽快堵塞渗漏路径,阻止渗漏状况恶化,重建工程结构的防水能力。处理手段应遵照渗漏点所在位置、渗漏量大小、渗漏性质以及工程结构特征来恰当选择,常见的做法涵盖灌浆封堵法、防渗帷幕加固法、裂缝修复法等。如

果坝体或者地基出现大面积渗漏,则可以利用帷幕灌浆、防渗墙等手段创建起连贯的防渗隔绝层,从而切断渗漏途径;而对于局部少量的渗漏点来说,可以用嵌缝封堵、表面涂抹防渗涂料之类的方法,直接封闭渗漏区域。在执行此项工作的时候,一定要严格按照施工标准操作,保证处理效果,防止因为处理不到位而使渗漏风险重新显现出来。

4 运行维护与长效管理机制

4.1 定期检查与维护制度

定期检查和守护对于保障水利工程的抗渗性能、规避渗漏隐患来说是非常重要的长效举措,要有完善的制度体系来做到检查常态化、维护规范化。定期检查的时候,要清楚检查的时限、范围以及标准,安排专业人士全方位地查看大坝主体、地基、岸边坡、泄洪导流构筑物等关键部分,着重关注是否出现渗漏、裂纹、损坏之类的状况,并立即把检查情况予以记载,形成检查档案。守护工作应依循检查结果,一旦察觉到问题就马上着手处理,比如做好大坝表面的保养、修复防渗装置、填补衬砌层缝隙等等。还要定时对观测仪器执行校正、维修以保证其正常运转,也要清晰划分职责范围,促使检查和维护工作真正落实到位。

4.2 应急预案与快速处置

应急预案和快速处置机制重点用于应对突发渗漏灾害,尽力缩减渗漏隐患带来的损失,保障工程安全运行。要依循工程实际情况,制订完备的渗漏突发事件应急预案,明确应急组织架构、应急响应流程、应急处置办法以及责任划分。对于不同级别的渗漏突发事件,制订不同的应对方案,并且要有足够的应急物资和设备,定时举办应急演练,提高工作人员的应急处置水平。如果察觉到渗漏突发事件发生,就要马上执行应急预案,迅速集结人员展开应对工作,及时堵塞渗漏途径,遏制渗漏态势蔓延,避免灾害加剧。

4.3 全生命周期安全管理体系

全生命时段安全管理体系对于达成水利工程渗漏隐患长效防控十分关键,它要融入到工程的设计、施工、运行直至报废的各个环节当中,从而做到各个阶段之间的协作管理。设计时要重视防渗设计是否科学合理,全面考量其在全生命时段中的渗漏

风险;施工时严格执行质量把控举措,尽可能从源头上缩减渗漏风险;运行期间创建完善的巡查、观测、保养制度,及时发觉并解决渗漏问题;到了报废阶段,则要做好工程拆除工作以及场地的整治工作,防止因遗留下来的渗漏问题而产生环境方面的不良后果。还要完善相关责任制度与评价体系,并加大人员培训力度以优化运作能力,这样才能真正做到对水利工程渗漏风险实施全过程、全范围的监管。

5 结语

水利工程存在渗漏现象,其成因繁杂而隐匿,这会危及其安全并缩减其使用寿命。所以,防治渗漏属于涵盖设计、施工直至运行整个过程的系统性且持久的任务。文章深入剖析了三种常见渗漏的产生原因,论述了渗漏检测、即时监测以及安全评估等方面的核心技术,给出了具体的防渗设计、施工控制方法和渗漏点处理办法,还创建了完善的运行维护体系以及全生命时段管理机制。要想做好渗漏防治工作,就要秉持“以防为主,防治关联,全程控制”的准则,加大各个环节的责任执行力度,不断改良技术和管理手段,才有可能让水利工程长久稳定地运行下去,从而更好地发挥其作为基础设施所具有的保障功能。

[参考文献]

[1]邵婧,岳进云.农田水利工程堤坝渗漏原因及防渗加固技术研究[J].数字农业与智能农机,2023,(05):45-47.

[2]陆鹏舟.广西岩溶地区水利工程渗漏问题及防治措施分析[J].广西水利水电,2025,(05):40-44.

[3]李岩.水利工程防渗施工技术探讨[J].工程建设与设计,2024,(17):76-78.

[4]褚建霞.防渗漏技术在水利工程中的应用分析[J].水上安全,2024,(07):22-24.

[5]郭善瑞.论防渗漏施工技术在水利工程中的应用[J].建材发展导向,2023,21(12):177-180.

作者简介:

曾志林(1991--),男,汉族,赣州市章贡区人,本科,工程师,研究方向:水利工程。