

水利工程渠道防渗漏结构设计探究

姜成磊

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v9i2.6097

[摘要] 水利工程作为国民经济和社会发展的重要基础设施,承担着灌溉、供水、防洪排涝等多重任务。渠道渗漏问题一直是影响水利工程效益发挥和运行安全的重要因素。比如渠道渗漏容易引起大量水资源浪费,降低渠系水利用系数,引发渠道老化、破损等安全问题,甚至对周边生态环境造成不良影响。因此,加强水利工程渠道防渗漏结构设计研究,提高渠道的防渗性能,对于保障水利工程的安全运行、提高水资源利用效率、改善生态环境以及降低维护成本具有重要意义。文章从渠道防渗漏的重要性出发,探讨其结构设计原则,并提出具体的结构设计措施,为水利工程渠道防渗漏设计提供参考和借鉴。

[关键词] 水利工程; 防渗漏; 结构设计

中图分类号: TU318 文献标识码: A

Discussion on the design of seepage-proof structure for water conservancy projects

Chenglei Jiang

Jilin Province Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute

[Abstract] As an important infrastructure for national economic and social development, water conservancy projects undertake multiple tasks such as irrigation, water supply, flood control and drainage. The problem of canal leakage has always been an important factor affecting the benefit play and operation safety of water conservancy projects. The leakage of canal easily causes a lot of waste of water resources, reduces the water utilization coefficient of canal system, causes safety problems such as aging and damage of canal, and even has adverse effects on the surrounding ecological environment. Therefore, it is of great significance to strengthen the research on the anti-seepage structure design of water conservancy projects and improve the anti-seepage performance of channels for ensuring the safe operation of water conservancy projects, improving the utilization efficiency of water resources, improving the ecological environment and reducing maintenance costs. Based on the importance of canal anti-leakage structure, this paper discusses its design principles and puts forward specific structural design measures to provide reference for canal anti-leakage design of water conservancy projects.

[Key words] water conservancy project; Seepage prevention; structural design

引言

水利工程作为国民经济的基础性产业,在控制和调节水资源、防止洪涝灾害、保障和改善民生等方面发挥着举足轻重的作用。渠道作为水利工程的重要组成部分,承担着输水、配水等关键任务。在水利工程渠道的实际运行过程中,渗漏问题一直是影响工程效益和寿命的关键因素之一。因此,对水利工程渠道防渗漏结构设计进行深入研究,具有十分重要的现实意义。

1 水利工程渠道防渗漏的重要性分析

1.1 提高水资源利用效率

水利工程渠道在输送水资源的过程中,如果防渗性能不佳,将会引起大量水资源通过渗漏流失到渠道周围的土壤中,造成宝贵水资源的浪费,降低渠系水的利用系数,影响了灌溉、供水

等水利工程的效益。据相关数据统计,我国每年由灌溉渠道损失的水量为总用水量的33%,为农业总用水量的45%。例如,河南省人民胜利渠的灌区实测显示,渠道渗漏损失的水量占灌溉水总损失量的80%。而采取渠道防渗措施后,可减少渗漏损失,提高水资源的利用效率。如北京奥运渠道采取防渗措施后,减少水资源浪费,提高渠道输水能力。从具体技术角度来看,土工膜防渗技术、混凝土防渗技术等都是有效的防渗手段。土工膜防渗利用聚乙烯、聚丙烯等材料制成的土工膜覆盖在渠道底部和侧壁,形成一个连续的防渗屏障;混凝土防渗则通过混凝土结构材料的应用,改善渠道的密封性能。这些技术的应用,能阻止水分通过渗漏流失,提高水资源的利用效率。

1.2 保障水利工程运行安全

渠道渗漏会导致水资源浪费,对水利工程的运行安全构成威胁。一方面,渗漏会引起渠道底部和侧壁的冲刷,加剧渠道的老化和破损,缩短水利工程的使用寿命。另一方面,严重的渗漏令到渠道决口、坍塌等灾害事件,给人民的生命和财产造成威胁。例如,内蒙古河套灌区在未采取防渗措施前,渠道渗漏严重,导致灌区地下水位上升,加剧盐碱化现象,同时渠道的老化和破损也增加了维修成本。而采取渠道防渗措施后,降低地下水位,改良盐碱地,提高渠道的稳定性,保障水利工程的运行安全。在防渗技术方面,砌石防渗、混凝土防渗等技术都能够显著提高渠道的抗渗性能。砌石防渗通过浆砌块石、干砌石板勾缝等方式加固渠道表面,具有就地取材、施工方便、防渗效果好和坚固耐用的优点;混凝土防渗则通过混凝土砌砖、混凝土浇注等方式增强渠道的抗渗性能,提高渠道的稳定性和安全性。

1.3 改善生态环境

渠道渗漏会加剧水资源浪费和工程运行安全问题,对生态环境造成不良影响。渗漏到渠道周围的土壤中的水分会抬高地下水位,引起土壤侵蚀和土地沙化现象,破坏生态平衡。而采取渠道防渗措施后,减少地下水位的上升,保护土地资源,维护环境生态平衡。例如,在干旱地区,水资源的短缺是一个严峻的问题。渠道渗漏使得本来可利用的水资源大量流失,影响当地的农业灌溉和生活用水,加剧生态环境的恶化。而采取渠道防渗措施后,节约水资源,提高水资源的利用效率,减少渗漏引起的土壤侵蚀和土地沙化现象,改善生态环境。

1.4 降低维护成本

渠道渗漏下,会加重水资源浪费和工程运行安全问题,增加水利工程的维护成本。渗漏引起的渠道老化、破损等问题需要定期进行维修和加固,耗费大量的人力、物力和财力,影响水利工程的正常运行。采取渠道防渗措施后,延长水利工程的使用寿命,减少维修和改造成本。例如,在农田水利工程建设中,采用土料防渗、三合土防渗等技术可降低渠道的渗漏率,提高渠道的稳定性和耐久性。减少渠道的渗漏损失,降低维护成本,提高水利工程的经济效益。

2 水利工程渠道防渗漏结构设计的原则分析

2.1 科学性原则

科学性原则是水利工程渠道防渗漏结构设计的基石,它要求设计者在规划设计阶段,做好施工现场的勘察和分析工作,收集基本的地貌信息、土壤信息、水文信息等,以明确设计目标。首先,设计者需要对渠道所在区域的地质条件进行详尽的勘察,了解渠道沿线的地层结构、岩石性质、土壤类型以及地下水位等。这些信息对于选择合适的防渗材料和设计合理的防渗结构至关重要。例如,在软土地基上建设渠道时,需要采取特殊的地基处理措施,如换填、加固等,以提高渠道的稳定性和防渗性能。其次,设计者还需要考虑水文因素的影响,了解渠道所在区域的气候特征、降雨分布、径流规律等。例如,在降雨充沛的地区,需要设计较大的渠道断面和较高的防渗标准。最后,设计者要借鉴国内外先进的防渗技术和经验,结合实际情况进行创新设计。

包括了解各种防渗材料的性能特点、施工工艺以及适用范围等,以便在设计中做出最优选择。

2.2 因地制宜、因时制宜原则

因地制宜、因时制宜原则强调在水利工程渠道防渗漏结构设计中,要考虑渠道所在区域的自然条件和社会经济条件,以及施工季节和时间的影响。首先,设计者需要根据渠道所在区域的地形、地貌、土壤等自然条件,选择合适的防渗材料和设计合理的防渗结构。例如,在山区建设渠道时,采取特殊的边坡防护和排水措施,以防止山体滑坡和泥石流等自然灾害对渠道造成破坏;在盐碱地地区建设渠道时,需要采取特殊的防渗措施,以防止土壤盐渍化对渠道造成损害。其次,设计者要考虑施工季节和时间的影响。在雨季施工时,采取特殊的防水和排水措施;在寒冷地区施工时,采取特殊的防冻措施,以防止渠道在冬季结冰膨胀而破裂。最后,设计者要考虑社会经济条件的影响。例如,在资源匮乏的地区建设渠道时,优先考虑就地取材和节约成本的防渗方案;在人口密集的地区建设渠道时,采取特殊的环保和美化措施,以减少对周边环境的影响。

2.3 综合考虑原则

综合考虑原则要求在水利工程渠道防渗漏结构设计中,从工程的技术性、环保性和经济性等方面进行综合考虑,结合各种影响因素对设计施工方案进行论证。首先,设计者要考虑工程的技术性要求,了解渠道的设计流量、断面尺寸、防渗标准以及施工工艺等。这些要求对于选择合适的防渗材料和设计合理的防渗结构具有决定性作用。其次,考虑工程的环保性要求,了解渠道所在区域的生态环境状况、生物多样性保护要求以及水土保持措施等。在设计过程中,采取特殊的环保措施,如生态护坡、绿化美化等,以减少对周边环境的影响。最后,设计者要考虑工程的经济性要求,了解渠道的建设成本、运行维护费用以及使用寿命等。在设计过程中,综合考虑各种因素,选择性价比最高的防渗方案,以降低工程成本和提高经济效益。

3 水利工程渠道防渗漏结构设计措施分析

3.1 地基处理与渠道断面型式选择

在渠道防渗结构施工前,对渠道沿线进行详细的地质勘察,了解地质条件,包括土壤类型、地下水位、岩石层分布等。针对不同地质条件,采取相应的地基处理措施。例如,对于软土地基,可采用换填、排水固结、化学加固等方法进行处理,以提高地基的承载力和稳定性。同时,在渠道开挖过程中,严格控制开挖深度和宽度渠道断面符合设计要求。渠道断面型式选择也是防渗漏结构设计的重要环节。常见的渠道断面型式有矩形断面、梯形断面和U型断面。矩形断面具有占地小、投资低、流态好等优点,但边坡不稳定,易破坝;梯形断面边坡稳定,结构简单,施工方便,但造价相对较高,占地面积较大;U型断面抗冻能力强,不易破坝,但施工难度较大。在选择断面型式时,综合考虑地形、地质条件、渠道大小、施工技术及经济性等因素,选择最适合的渠道断面型式。例如,在地形平坦、土壤条件良好的地区,可采用矩形断面以节约占地和投资;在地形复杂、土壤条件较

差的地区,可采用梯形断面或U型断面以提高渠道的稳定性和防渗性能。

3.2 防渗材料选择与配合比设计

防渗材料的选择是渠道防渗漏结构设计的关键,常用的防渗材料包括混凝土、黏土、复合土工膜、沥青混凝土等。在选择防渗材料时,综合考虑材料的防渗性能、耐久性、施工方便性、经济性等因素。例如,混凝土具有防渗性能好、强度高、耐久性强等优点,是渠道防渗漏结构设计中常用的材料。混凝土也存在易开裂、施工复杂等缺点。因此,在选择混凝土作为防渗材料时,设计混凝土的配合比,控制水灰比、砂率等参数,以提高混凝土的防渗性能和耐久性。复合土工膜是一种新型的防渗材料,具有防水效果好、施工简单、耐久性强、成本低等优点。在渠道防渗漏结构设计中,可采用复合土工膜作为防渗层,以提高渠道的防渗性能。然而,复合土工膜也存在易老化、易破损等缺点。因此,在选择复合土工膜作为防渗材料时,选择质量可靠、耐老化、抗拉强度高的产品,并严格按照施工规范进行施工。除了防渗材料的选择外,还应合理设计防渗层的厚度和结构形式。防渗层的厚度应根据渠道的水力条件、土壤条件、防渗要求等因素进行确定。同时,在防渗层的设计中,考虑防渗层与渠道基础、渠道边坡等部位的连接方式和密封措施,以提高防渗层的整体性和密封性。

3.3 混凝土衬砌施工与质量控制

混凝土衬砌是渠道防渗漏结构设计的重要环节。在混凝土衬砌施工中,应严格控制施工质量和工艺流程。首先,应做好施工前的准备工作,包括渠道基础处理、施工放样、模板安装等。渠道基础处理应确保地基平整、密实、无杂物;施工放样应严格按照设计图纸进行;模板安装应牢固、平整、无缝隙,以防止混凝土渗漏和变形。在混凝土拌制过程中,严格控制混凝土的配合比、搅拌时间和搅拌速度等参数,以确保混凝土的质量和性能。同时,在混凝土运输过程中,采取措施防止混凝土离析、分层和初凝等现象的发生。在混凝土浇筑过程中,采用分层浇筑、振捣密实的方法,确保混凝土的密实度和均匀性。混凝土浇筑完成后,及时进行养护工作。养护工作根据当地气候条件、混凝土强度等因素进行确定。常用的养护方法有洒水养护、覆盖保湿养护等。在养护过程中,保持混凝土表面湿润状态,防止混凝土开裂和渗水等现象的发生。

3.4 渠道防渗结构设计与优化

渠道防渗结构的设计与优化是提高渠道防渗性能的重要手段。在渠道防渗结构设计中,根据渠道的水力条件、土壤条件、

防渗要求等因素进行综合考虑。首先,合理设计防渗层的厚度和结构形式。防渗层的厚度应根据渠道的水力条件、土壤条件、防渗要求等因素进行确定。除了防渗层的设计外,应考虑渠道边坡的稳定性和防渗性能。渠道边坡的稳定性直接关系到渠道的安全运行和防渗性能。在渠道边坡的设计中,确定边坡的坡比和支护措施。在边坡的施工中,严格控制施工质量和工艺流程。在渠道防渗结构的优化中,可采用数值模拟、模型试验等方法进行分析和研究。通过数值模拟和模型试验等手段,直观地了解渠道的水力条件、土壤条件、防渗要求等因素对渠道防渗性能的影响,为渠道防渗结构的设计和优化提供科学依据。

3.5 施工管理与后期维护

施工管理与后期维护是提高渠道防渗结构性能的重要保障。在施工管理中,应建立健全的质量管理体系和安全生产责任制度,加强对施工过程的监督和管理。提高对施工人员的培训和教育工作,提升施工人员的技能水平和质量意识。在施工过程中,加强施工监测和质量控制工作,及时发现和解决问题。在后期维护中,定期对渠道防渗结构进行检查和维护工作。检查内容包括渠道防渗层的完整性、边坡的稳定性、排水系统的畅通性等方面。对于发现的问题应及时进行处理和修复工作。同时,在后期维护中还应加强对渠道的保养和管理工作,提高渠道的使用寿命和防渗性能。例如,在渠道使用过程中应加强对渠道的清理和疏通工作,防止渠道堵塞和积水等现象的发生;在渠道周边应设置防护措施和警示标志等措施,防止人为破坏和意外事故的发生。

4 结束语

综上所述,随着水利工程的不断发展和防渗技术的不断进步,应继续加强渠道防渗漏结构设计的研究与实践,为水利工程的安全运行和高效利用提供更加坚实的保障,旨在加强水利工程的生态环境保护与可持续发展。

参考文献

[1]廖业飞.水利工程现浇混凝土衬砌渠道防渗漏技术[J].建材发展导向,2024,22(16):115-117.

[2]李云鹏.水利工程建设施工中混凝土衬砌渠道防渗漏技术的运用[J].工程建设与设计,2023,(20):204-206.

[3]彭新梅.水利工程施工中渠道防渗技术[J].建材发展导向,2023,21(12):130-132.

作者简介:

姜成磊(1994--),汉族,吉林省长春市人,研究生,中级工程师,研究方向:水利工程。