

水利工程渠道防渗设计的探究

孔伟民

山东省水利工程局有限公司 山东 济南 250000

摘要：水利工程渠道防渗设计对于提升水资源利用效率、保障工程安全及延长使用寿命至关重要。通过地质勘察明确渠道基础条件，合理选择防渗材料，优化渠道断面与防渗结构设计，可有效减少水分渗漏，提高灌溉效率。采用先进技术手段、强化施工质量控制、建立监测维护机制及注重节能环保，是进一步提升防渗设计效果的关键策略。这些策略共同确保了水利工程渠道的高效稳定运行。

关键词：水利工程；渠道防渗；设计

引言

在水利工程建设中，渠道防渗设计扮演着举足轻重的角色。鉴于水资源日益紧张的背景，如何有效减少渠道渗漏，提升水资源利用率，已成为业界关注的焦点。本文旨在探讨水利工程渠道防渗设计的重要性、设计要点及优化策略，以期提升水利工程整体效益提供有益参考。通过深入分析地质条件、合理选择防渗材料、优化结构设计等手段，旨在构建高效、安全的渠道防渗体系。

1 水利工程渠道防渗的重要性

水利工程渠道防渗在水利设施的运行与维护中占据着举足轻重的地位。渠道作为水资源输送的关键载体，其防渗性能直接关系到水资源的有效利用和灌溉效率。在实际应用中，良好的防渗措施能够显著减少渠道输水过程中的渗漏损失，确保水资源能够按照预定计划准确送达目的地，满足农业灌溉、工业生产和居民生活等多方面的需求。渠道防渗技术的提升，不仅有助于节约宝贵的水资源，还能有效避免因渗漏引发的土壤盐碱化问题，保护渠道沿线生态环境。通过采用先进的防渗材料和施工工艺，如聚乙烯防渗膜、混凝土衬砌等，可以极大地增强渠道的防渗能力，延长渠道使用寿命，减少后期维护和修复的成本。渠道防渗对于提高灌溉系统的整体效能也具有重要意义，防渗渠道能够保持水流稳定，提高灌溉均匀度，从而优化作物生长条件，提升农作物产量和质量。减少渗漏还能降低地下水位，防止因水分过多而导致的作物根系受损，为农业生产提供更加可靠的水利保障。水利工程渠道防渗不仅是提高水资源利用率的必要手段，也是保护环境、促进农业可持续发展的关键措施。随着科技的进步和工程技术的不断创新，未来渠道防渗技术将更加高效、环保，为水利事业的发展注入新的活力。

2 水利工程渠道防渗设计要点

2.1 地质勘察与分析

地质勘察是水利工程渠道防渗设计的重要基石。在进行勘察时，需对渠道沿线的地质条件展开详细调查，涵盖岩土类型、地层结构、地质构造以及地下水状况等多方面内容。不同的岩土类型具有各自的工程特性，比如黏土的透水性相对较弱，而砂土的透水性则较强。明确地层结构有助于掌握岩土的分布规律，判断渠道是否会穿越不同性质的地层，因为这可能导致不均匀沉降，进而影响防渗效果。对地质构造的研究能够揭示渠道沿线是否存在断层、褶皱等地质缺陷，这些缺陷往往会增加渗漏风险。地下水的水位、流向及水质情况同样不容忽视。水位过高可能对渠道产生浮托力，威胁渠道稳定性；流向会影响渗漏路径；水质若具有腐蚀性，还可能对防渗材料造成侵蚀破坏。通过地质勘察获取的大量数据，运用科学的分析方法，如岩土力学分析、水文地质分析等，对渠道的渗漏可能性、稳定性以及可能面临的地质问题进行评估。精准的地质勘察与分析成果，能够为后续的防渗材料选择、渠道断面设计以及防渗结构设计提供坚实的依据，确保整个渠道防渗设计方案的科学性与合理性，有效降低工程建设及运营过程中的风险。

2.2 防渗材料选择

防渗材料的合理选择直接关系到渠道防渗效果的优劣。目前，市场上可供选择的防渗材料种类繁多，各有其特点与适用范围。土工膜是较为常用的一种防渗材料，它具有优良的防渗性能，能够有效阻挡水分渗漏。其材质多样，如聚乙烯土工膜、聚氯乙烯土工膜等，不同材质在强度、耐候性、抗化学腐蚀性等方面存在差异。例如，聚乙烯土工膜具有较高的强度和良好的耐低温性能，适用于寒冷地区的渠道防渗工程；聚氯乙烯土工膜则在抗化学腐蚀方面表现出色，对于有特殊水质要求的渠道更为适用。防渗涂料也是一种可行的选择，它可直接涂抹于渠道内壁，形成一层防渗涂层。防渗涂料

具有施工简便、与基层附着力强等优点,但其耐久性可能相对较弱,在选择时需充分考虑渠道的运行环境及使用年限要求。传统的混凝土材料也常被用于渠道防渗,通过在混凝土中添加外加剂或采用抗渗等级较高的混凝土,能够提高其防渗性能。混凝土防渗结构坚固,耐久性好,但自重较大,对基础要求较高。在选择防渗材料时,需综合考虑渠道的使用功能、运行环境、工程投资以及施工条件等因素,权衡各种材料的利弊,挑选出最适合工程实际需求的防渗材料,以实现最佳的防渗效果与经济效益^[1]。

2.3 渠道断面设计

渠道断面设计是水利工程渠道防渗设计的关键环节之一。合理的渠道断面形状与尺寸,不仅能够满足输水要求,还对防渗效果有着重要影响。渠道断面形状主要有梯形、矩形、U形等。梯形断面应用较为广泛,它具有稳定性好、施工简便的特点。在确定梯形断面的边坡系数时,需综合考虑渠道沿线的地质条件、水流速度以及渠道深度等因素。地质条件较好、水流速度较小的渠道,边坡系数可适当减小;反之,则应增大边坡系数,以确保渠道边坡的稳定性,减少因边坡失稳导致的渗漏风险。矩形断面适用于地形平坦、空间受限的区域,其优点是占地面积小,便于与周边建筑物衔接,但矩形断面在水力条件方面相对较差,容易在角落处产生水流死角,引发淤积,影响输水能力与防渗效果。U形断面具有水力条件好、流速分布均匀、抗冻性能强等优点,尤其适用于小型渠道或寒冷地区的渠道工程。在设计U形断面时,要精确计算其半径、弧长等参数,以保证渠道的输水能力与稳定性。渠道断面的尺寸设计需根据设计流量、流速、水深等水力要素进行确定。合理的断面尺寸能够使渠道在设计工况下保持良好的水流状态,减少水头损失,提高输水效率,同时为防渗结构的布置提供适宜的空间,确保防渗设计的有效性。

2.4 防渗结构设计

防渗结构设计是保障渠道防渗功能的核心部分。防渗结构设计需结合地质条件、防渗材料特性以及渠道运行要求等多方面因素进行综合考虑。对于采用土工膜防渗的渠道,通常需在土工膜下设置垫层,以保护土工膜免受基层尖锐物的刺破。垫层材料可选用砂、砾石等,其厚度与粒径需根据工程实际情况确定。在土工膜上还需设置保护层,防止土工膜受到阳光紫外线照射、人为破坏以及动植物侵害等。保护层可采用混凝土板、预制块等材料,其厚度与强度要满足防护要求。当采用混凝土防渗时,要合理设计混凝土的配合比,确保其抗渗性

能与强度,需设置伸缩缝,以适应混凝土因温度变化、地基变形等产生的伸缩变形。伸缩缝的间距、宽度及止水构造设计至关重要,间距过大可能导致混凝土开裂,间距过小则会增加工程造价。止水材料应具有良好的弹性、耐老化性能以及与混凝土的粘结性能,常用的止水材料有橡胶止水带、塑料止水带等。对于土质渠道,可采用夯实、铺设黏土防渗层等措施来提高渠道的防渗性能。在进行防渗结构设计时,要充分考虑各组成部分之间的协同工作,形成一个完整、可靠的防渗体系,有效阻止水分渗漏,确保水利工程渠道的安全、稳定运行^[2]。

3 水利工程渠道防渗设计的优化策略

3.1 运用先进技术手段

(1) 在水利工程渠道防渗设计中,积极引入诸如土工膜防渗技术这类先进手段。土工膜具有良好的防渗性能,其低渗透系数能够有效阻止水分渗漏。在实际应用时,依据渠道的具体尺寸、水流情况以及地质条件,合理选择土工膜的类型与规格。例如,对于大型渠道且地质条件较为复杂的区域,可选用厚度较大、强度较高的复合土工膜,以确保长期稳定的防渗效果。(2) 新型防渗材料的研发与应用也为渠道防渗提供了有力支撑。像一些纳米改性的防渗涂料,能够在渠道表面形成致密的防护层。将其均匀涂抹于渠道内壁,不仅施工简便,而且可以显著提升防渗性能。这种材料具备良好的耐久性,能有效抵抗水流冲刷、化学侵蚀等外界因素影响,延长渠道的使用寿命。(3) 利用地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)等技术,能够对渠道进行精准定位与监测。通过GIS技术构建渠道的三维模型,直观展示渠道的走向、坡度以及周边地形地貌等信息,为防渗设计提供全面的数据支持。GPS技术则可实时监测渠道的变形情况,及时发现因不均匀沉降等问题导致的防渗结构破坏,以便采取针对性措施进行修复。

3.2 加强施工质量控制

(1) 施工材料的质量把控至关重要。对于用于渠道防渗的材料,如水泥、砂石、防渗膜等,必须严格按照设计要求进行采购与检验。在采购环节,选择信誉良好、产品质量可靠的供应商,确保材料的各项性能指标符合标准。在材料进场时,进行严格的抽样检测,对水泥的强度、砂石的含泥量、防渗膜的厚度及渗透系数等关键参数进行详细检验,杜绝不合格材料进入施工现场。(2) 施工工艺的规范执行直接关系到防渗效果。在渠道基础处理阶段,确保基底平整、坚实,按照设计要求进行夯实或加固处理。在铺设防渗材料时,严格控制铺设的平整度与搭接宽度,采用专用的焊接设备或粘结

剂,保证防渗材料之间的连接牢固、密封良好。例如,对于土工膜的焊接,要控制好焊接温度、速度等参数,使焊缝的强度和密封性达到设计标准。(3)施工过程中的质量检验不可忽视。设立专门的质量检验小组,对每一道施工工序进行全程跟踪检验。在渠道浇筑完成后,采用无损检测技术,如超声波检测、探地雷达检测等,对混凝土的密实度、内部缺陷等进行检测。对防渗结构的整体防渗性能,通过注水试验等方法进行验证,确保渠道在投入使用后能够满足防渗要求^[3]。

3.3 建立长期监测与维护机制

(1)安装专业的监测设备是实现长期有效监测的基础。在渠道沿线合理布置渗压计、水位计、位移计等设备,实时采集渠道的渗流压力、水位变化以及结构位移等数据。通过自动化的数据采集与传输系统,将这些数据及时传输至监测中心,以便管理人员随时掌握渠道的运行状态。例如,渗压计能够精确测量渠道周边的渗流压力,一旦压力异常升高,可能预示着防渗结构出现渗漏问题。(2)制定科学的监测计划与数据分析方法。根据渠道的重要性和运行特点,确定监测的频率与周期。对于新建成的渠道,在初期运行阶段加密监测频率,待运行稳定后适当降低。对采集到的数据进行深入分析,运用数学模型和统计方法,判断渠道的运行趋势和可能存在的隐患。例如,通过对水位变化数据的长期分析,能够发现渠道是否存在渗漏导致的水位异常下降情况。

(3)定期开展维护工作,及时处理发现的问题。根据监测结果,制定相应的维护方案。对于渠道表面出现的裂缝、破损等问题,及时进行修补;对于防渗材料的老化、损坏,及时进行更换。定期对渠道进行清淤、除草等维护作业,保证渠道的过水能力和防渗结构的稳定性。建立维护档案,记录维护工作的内容、时间以及处理效果等信息,为后续的维护管理提供参考。

3.4 注重节能环保

(1)在渠道防渗设计中,选用节能型的施工设备与工艺。例如,采用高效节能的混凝土搅拌设备,能够在保证混凝土质量的前提下,降低能源消耗。在渠道开挖

与填筑过程中,优化施工方案,减少机械设备的空转时间,提高能源利用效率。推广使用新能源设备,如电动施工车辆等,降低施工过程中的碳排放。(2)从防渗材料的选择上,优先考虑环保型材料。一些可降解的防渗材料,在满足防渗要求的同时,不会对周边环境造成长期污染。例如,生物降解型土工膜,在渠道使用寿命结束后,能够自然降解,减少对土壤和水体的影响。对于施工过程中产生的废料、废水等,进行合理的回收与处理,避免随意排放对环境造成破坏。(3)通过优化渠道的水力设计,提高水资源的利用效率。合理设计渠道的断面尺寸、坡度以及水流速度,减少水流的能量损失,使水资源能够更高效地输送到目的地。例如,采用水力性能优良的梯形断面或弧形底梯形断面,降低渠道糙率,提高输水能力。结合灌溉需求,合理调配水量,避免水资源的浪费,实现节能环保的目标^[4]。

结语

综上所述,水利工程渠道防渗设计是一个系统工程,涉及地质勘查、材料选择、结构设计等多个方面。通过综合运用先进技术手段、加强施工质量控制、建立长期监测与维护机制,并注重节能环保理念的应用,可以显著提升渠道防渗效果,延长工程使用寿命,为农业灌溉及水资源管理提供坚实保障。未来,随着技术的不断进步和创新,水利工程渠道防渗设计将迎来更多挑战与机遇,需持续探索与实践,以推动水利事业的可持续发展。

参考文献

- [1]焦鹏飞.水利工程渠道防渗漏结构设计探究[J].科技与创新,2024(18):96-98.
- [2]周浩,王凯.水利工程渠道防渗施工的关键技术探究[J].建筑与施工,2023,2(17):11-12.
- [3]朱颖.水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术[J].大众科学,2024,45(21):100-102.
- [4]帕力哈提·肖克提.水利工程渠道防渗施工技术探究[J].工程技术发展,2021,2(2):76-77.