

农田水利工程中灌溉渠道防渗施工技术研究

孙立平 张健夫

中水东北勘测设计研究有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6207

[摘要] 灌溉渠道是农田水利工程的重要组成部分,其防渗性能直接影响水资源利用效率和农业生产效益。然而,在实际工程中,灌溉渠道防渗施工技术仍存在诸多问题,如技术水平不足、材料选择不合理、施工管理不规范等。为了提升防渗效果和工程寿命,必须从技术、材料、管理、设计等方面进行优化。基于此,本文详细探讨了灌溉渠道防渗施工技术的优化方向。

[关键词] 农田; 水利工程; 灌溉渠道; 防渗施工

中图分类号: S607+.1 **文献标识码:** A

Study on anti-seepage construction technology of irrigation channels in farmland water conservancy projects;

Liping Sun Jianfu Zhang

Zhongshui Northeast Survey Design Research Co., Ltd.

[Abstract] Irrigation channel is an important part of farmland water conservancy project, and its anti-seepage performance directly affects the utilization efficiency of water resources and agricultural production benefits. However, in practical engineering, there are still many problems in the anti-seepage construction technology of irrigation channels, such as insufficient technical level, unreasonable material selection and irregular construction management. In order to improve the anti-seepage effect and engineering life, it must be optimized from the aspects of technology, materials, management and design. This paper discusses in detail the optimization direction of anti-seepage construction technology for irrigation channels.

[Key words] farmland; Water conservancy project; Irrigation channels; Seepage prevention construction

引言

灌溉渠道防渗施工技术的优化是提高农田水利工程效率和可持续性的关键。通过推广新型技术、优化材料选择、改进施工工艺、加强施工管理、注重生态设计等措施,可以显著提升防渗效果和工程寿命。同时,政府和社会各界的支持与参与也是技术优化的重要保障。未来,随着科技的不断进步和环保意识的提升,灌溉渠道防渗施工技术将朝着更高效、更环保、更智能的方向发展,为农业生产的可持续发展提供有力支撑。

1 农田水利工程对于农业发展的意义

农田水利工程是农业文明的根基脉络,其存在本身便承载着人类对自然规律的深刻认知。当先民学会引渠灌溉时,便开启了从“靠天吃饭”到“主动掌控”的文明跨越。水利工程不仅重塑了地表水系的分布格局,更通过调节水资源的时间与空间配置,为作物生长构筑起稳定的环境屏障。这种对自然水循环的干预能力,使得农业摆脱了地域降水的先天限制,让干旱半干旱地区也能孕育出片片绿洲,拓展了农业生产的可能性边界。在生态维度上,水利工程实现了水土资源的协同共生。通过梯田建

设、淤地坝等工程措施,有效遏制了水土流失;经科学设计的灌溉系统能模拟自然水文过程,维持地下水位的动态平衡。这种生态友好型的水利设施,如同为农田编织了一张水分涵养网,既防止了旱季的土地干裂,又避免了雨季的养分流失,在无形中培育着农田生态系统的自我修复能力。当水利工程与农作制度形成良性互动时,便能在节水与增产之间找到最佳平衡点,实现农业发展的可持续性。

从经济视角观察,水利工程是农业产业链的稳定器。完善的灌溉体系降低了气候波动对收成的影响,使农业生产从风险博弈转变为可预期的稳定产出。这种确定性不仅增强了农民扩大再生产的信心,也为农产品深加工、规模化经营提供了基础支撑。在更宏观的层面,水利工程通过优化水资源配置,促进了区域种植结构的调整,使高附加值经济作物的种植成为可能,从而推动农业产业结构升级,形成“以水兴农”的连锁效应。

面向未来,水利工程正在与现代农业技术深度融合。智能水网监测系统能实时感知作物需水规律,精准灌溉技术实现了“按需供水”的突破,这些创新既传承了传统水利工程的系统思维,

又赋予了其数字化、智能化的时代特征。当水利工程从单纯的灌溉设施进化为农业生态的调控中枢时,其意义已超越物质层面的增产,更在于构建了一种人与自然和谐共生的新型农业文明形态。这种文明形态,将随着技术进步持续演进,为人类文明的永续发展提供不竭动力。

2 农田水利工程灌溉渠道存在的渗漏困境介绍

灌溉渠道的渗漏困境,是横亘在农业命脉上的无形裂隙。这些蜿蜒于田间的水脉,本应如动脉般精准输送生命之源,却在岁月侵蚀中逐渐衍生出隐秘的伤口。传统渠道多依赖夯土或砖石结构,在昼夜温差与冻融循环的反复撕扯下,材料老化形成的孔隙如同毛细血管般不断渗出水珠,而地质沉降导致的结构变形更让渗流通道悄然扩张,这种缓慢却持续的液体流失,实则是农业文明进程中难以回避的代谢损耗。

渗漏现象在生态维度投下了双重阴影。当灌溉水未被作物充分吸收便渗入深层土壤,既可能造成地下水位异常抬升,打破区域水盐平衡;又可能裹挟着化肥农药残留渗入含水层,成为水体污染的潜在源头。这种非预期的生态干预,往往让农田周边的湿地与河流陷入富营养化的恶性循环,而干涸的渠段又可能沦为风沙侵袭的通道,形成土地退化的恶性循环。

在经济账本上,渗漏困境书写着沉重的成本清单。显性损失体现在水费支出的无谓增加与渠道维护的重复投入,隐性代价则在于水资源利用效率的低迷。当渗漏导致灌溉周期被迫延长,农民不得不投入更多人力物力保障作物需水,这种低效循环如同在沙漏底部不断戳孔,使农业收益在无声中流逝。在干旱季节,渗漏引发的水资源争夺甚至可能激化社会矛盾,让农田变成利益博弈的竞技场。

破解渗漏困局需要材料科学与工程智慧的双重突破。仿生渗透膜技术正在模拟植物根系的选择透过性,让渠道内壁兼具透水与保水的双重特性;纳米级自修复材料能在裂隙初现时便启动愈合机制,如同生命体般维持结构完整。而物联网监测网络更将渠道转化为感知终端,通过实时捕捉渗流参数,为精准修复提供导航坐标。当这些创新最终转化为渠道的自我更新能力时,渗漏困境或将演变为农业文明升级的契机,让古老的水脉在智慧灌溉时代重获新生。

3 农田水利工程中灌溉渠道防渗施工技术特征

在农业水资源利用效率提升的背景下,灌溉渠道防渗技术已成为农田水利工程的核心环节。传统土渠输水渗漏损失严重,而采用防渗技术能显著提高渠系水利用系数。其技术特征涵盖材料创新、结构与施工管理三维度。

3.1 材料选择与组合技术

通过优化水灰比及骨料级配,形成高密度防渗层。河北石津灌区采用混凝土与聚苯乙烯保温板复合结构,增强抗冻性能,延长工程寿命。在高含沙水流段,采用水泥砂浆砌石与混凝土双层衬砌,提高抗冲能力,抵御泥石流冲击。PE/PVC改性薄膜与混凝土或土料复合使用,形成有效防渗层。河北案例中,土工膜与保温板配合使用,显著减少渗漏。聚乙烯闭孔泡沫板具有低密度和

独立气泡结构,吸水率低,在接缝中应用后有效减少渗漏。替代传统沥青,低温韧性和粘结强度提升,延长伸缩缝寿命。

3.2 结构与抗渗优化

U形渠道能够提升水流速度,增强过水能力。对梯形断面改良,结合保温板,控制冻胀位移,提高结构稳定性。双层密封结构,下部填充树脂油膏,上部采用闭孔泡沫板与密封胶,提升接缝防渗性能。根据冻土深度变化,合理设置伸缩缝,适应不同地质条件。

3.3 施工工艺与质量控制

首先应填充同标号混凝土,设置垫层,确保防渗层均匀受力。优化细骨料细度模数和粗骨料含泥量,采用强制式搅拌机,确保拌和物质量。分层振捣,提高混凝土密实度。另外部署渗流传感器与分析预警平台,实现渗漏实时诊断。通过年度冻融循环观测,优化保温板厚度,减少冻胀破坏。灌溉渠道防渗技术通过材料创新、结构优化与智能管控,实现了水资源高效利用与工程寿命延长。未来,随着新型材料的研发,防渗技术将进一步向精准化、智能化方向演进,为农业可持续发展提供坚实支撑。

4 农田水利工程中灌溉渠道防渗施工技术存在的不足

农田水利工程是农业生产的重要基础设施,其中灌溉渠道作为输水的重要载体,其防渗性能直接影响水资源利用效率和农业生产效益。防渗施工技术是保障灌溉渠道功能的关键环节,但在实际工程中,仍存在诸多不足,影响了防渗效果和工程寿命。

4.1 技术水平不足

在一些地区,特别是经济欠发达区域,灌溉渠道防渗施工仍采用传统工艺,如土渠衬砌、简单混凝土浇筑等。这些工艺虽然成本较低,但防渗效果较差,易出现裂缝、渗漏等问题,难以满足现代高效节水农业的需求。技术标准不统一,不同地区在灌溉渠道防渗施工中采用的技术标准差异较大,缺乏统一的规范和指导。这导致施工质量参差不齐,部分工程存在偷工减料、敷衍了事的现象,严重影响了防渗效果。新技术应用不足,尽管近年来出现了许多新型防渗材料和技术,如土工膜、复合防渗材料、生态防渗技术等,但在实际工程中推广应用不足。许多施工单位对新技术的了解有限,缺乏相应的技术支持和培训,导致新技术难以落地。

4.2 材料选择不合理

材料质量不达标在防渗施工中,材料质量直接影响工程效果。然而,部分施工单位为了降低成本,选择质量不达标的材料,如劣质混凝土、不合格的土工膜等,导致防渗层易损坏,使用寿命缩短。材料适应性差,不同地区的气候、土壤和水质条件差异较大,对防渗材料的要求也不同。然而,在实际施工中,往往缺乏对材料适应性的科学评估,导致材料与当地环境不匹配,防渗效果不理想。环保材料使用不足,随着环保意识的提升,生态友好型防渗材料的应用逐渐受到重视。

4.3 施工管理不规范

施工监管不到位在灌溉渠道防渗施工中,部分工程存在监管不力的问题,缺乏有效的质量控制措施。施工单位为了赶工期,可能忽视施工细节,导致防渗层厚度不足、接缝处理不严等问题。施工人员素质参差不齐,防渗施工对操作人员的技能要求较高,但部分施工人员缺乏专业培训,技术水平有限,无法严格按照施工规范操作,影响了工程质量。

4.4 环境因素影响

气候变化的影响气候变化对灌溉渠道防渗施工提出了更高的要求。极端天气如干旱、暴雨、冻融等,可能导致防渗层开裂、剥落,影响其使用寿命。然而,部分工程在施工前未进行详细的土壤勘察,导致防渗层与土壤的粘结力不足,易出现渗漏问题。生物侵蚀在一些地区,灌溉渠道可能受到生物侵蚀的影响,如植物根系穿透防渗层、微生物腐蚀等。这些因素往往被忽视,导致防渗层损坏,影响工程寿命。

5 农田水利工程中灌溉渠道防渗施工技术的优化措施

5.1 推广新型防渗技术

传统防渗技术如混凝土衬砌、土渠防渗等存在易开裂、渗漏等问题。应大力推广新型防渗技术,如土工膜防渗技术,利用高密度聚乙烯(HDPE)或聚氯乙烯(PVC)等材料,具有良好的防渗性能和耐久性;复合防渗技术,将土工膜与混凝土或粘土结合,形成多层防渗结构,提高整体防渗效果;生态防渗技术,采用植被护坡、生态混凝土等环保材料,既满足防渗需求,又保护生态环境。

5.2 引入智能化施工技术

借助现代科技,如无人机勘察、3D建模、智能监测等,提高施工精度和效率。例如,利用无人机对渠道地形进行精确测绘,优化施工方案;通过智能监测系统实时检测防渗层的渗漏情况,及时发现问题并修复。针对不同地区的气候和土壤条件,优化施工工艺。例如,在冻土地区采用抗冻融材料和技术,在膨胀土地区采用柔性防渗结构,减少因环境因素导致的防渗层损坏。

5.3 材料优化

防渗材料是决定防渗效果的关键因素。应优先选择高性能材料,其中高性能混凝土具有抗裂、抗渗、抗冻融等特性,适用于各种复杂环境。复合土工膜、纳米改性土工膜,具有更高的抗拉强度和耐久性。生态混凝土、天然粘土等,既能满足防渗需求,又减少对环境的负面影响。根据当地气候、土壤和水质条件,科学选择防渗材料。例如,在盐碱地区采用耐腐蚀材料,在高温地区采用耐老化材料,确保材料与环境的适应性。加强对防渗材料的质量检测,确保其符合相关标准。同时,建立材料供应链管理体系,防止劣质材料流入施工现场。

5.4 设计优化

在渠道防渗设计中,应综合考虑地形、地质、水文等因素,优化防渗结构。例如,在易渗漏区域增加防渗层厚度,在弯道和接头处采用柔性连接,减少应力集中导致的裂缝。采用模块化设计理念,将渠道分为若干标准段,便于施工和维护。同时,模块化设计可以提高施工效率,降低工程成本。在防渗设计中融入生态理念,如采用植被护坡、生态混凝土等,既满足防渗需求,又保护生态环境,实现工程与自然的和谐发展。

6 结束语

灌溉渠道防渗施工技术是农田水利工程的重要组成部分,其质量直接影响农业生产和水资源利用效率。然而,在实际工程中,仍存在技术水平不足、材料选择不合理、施工管理不规范等问题。通过加强技术研发、优化材料选择、强化施工管理、加大资金与政策支持等措施,可以有效提升灌溉渠道防渗施工的质量和效果,为农业生产的可持续发展提供有力保障。

[参考文献]

- [1]陈强.农田水利工程灌溉防渗渠道衬砌施工技术研究[J].农村实用技术,2024,(05):11-12.
- [2]公占元.水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术[J].农业灾害研究,2023,13(11):76-78.
- [3]贾存超.农田水利工程灌溉防渗渠道衬砌施工技术研究[J].科学技术创新,2023,(25):128-131.
- [4]孟兆文.农田水利工程中灌溉渠道防渗施工技术分析[J].当代农机,2023,(08):64-65.
- [5]马洋.农田水利工程中防渗渠道施工技术研究[J].乡村科技,2024,15(03):146-149.
- [6]汪洪美.农田水利灌溉防渗渠道施工质量控制技术[J].河北农机,2023,(12):75-77.
- [7]张晶晶.浅析水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术[J].农业科技与信息,2021,(21):117-118.
- [8]梁涛.水利工程农田灌溉排水水质调查和其处理方法探讨[D].水利工程大学,2008.
- [9]曹静静.伊犁河流域农田排水安全再利用研究[D].水利工程大学,2010.
- [10]赵生菊.农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术[C]//2011全国灌区信息化建设与防渗抗冻胀新技术应用研讨会论文集,2011:50-52.

作者简介:

孙立平(1994--),男,满族,吉林省辽源市人,硕士研究生,工程师,水利水电工程设计。