

# 灌区渠道衬砌与防渗技术提升改造效果研究

王连磊<sup>1</sup> 李萍萍<sup>2</sup>

1. 莒南县筵宾水利服务中心 山东 临沂 276600

2. 莒南县壮岗水利服务中心 山东 临沂 276600

**摘要:** 本文旨在探讨灌区渠道衬砌与防渗技术的提升改造方法及其在实际应用中的效果。通过详细分析现有技术的优缺点,提出针对性的改进策略,并探讨这些策略对提高水资源利用效率、减少渗漏损失、增强渠道稳定性和延长使用寿命等方面的影响。研究表明,科学合理的渠道衬砌与防渗技术提升改造对于促进农业可持续发展具有重要意义。

**关键词:** 灌区渠道; 衬砌与防渗技术; 提升改造; 效果

引言: 灌区渠道作为农田灌溉的主要输水方式,其运行效率和防渗性能直接关系到水资源的有效利用和农业生产的稳定性。然而,传统的土渠输水方式存在严重的渗漏问题,不仅浪费了大量水资源,还可能导致土壤盐碱化等环境问题。因此,对灌区渠道进行衬砌与防渗技术的提升改造显得尤为迫切。

## 1 灌区渠道衬砌与防渗技术现状

### 1.1 传统技术概述

目前,灌区渠道衬砌与防渗技术主要包括土料衬砌、砌石衬砌、混凝土衬砌以及复合材料衬砌等。这些技术各有其独特的优缺点,具体如下:(1)土料衬砌:该技术主要利用当地土壤资源进行渠道衬砌,因此成本相对较低。然而,土料衬砌的耐久性较差,易受水流冲刷和侵蚀,导致渠道损坏和渗漏。(2)砌石衬砌:砌石衬砌采用石块或砖石进行渠道衬砌,具有较高的强度和稳定性。但该技术施工复杂,需要大量的石材和劳动力,且石块间的缝隙可能成为渗漏的通道。(3)混凝土衬砌:混凝土衬砌采用混凝土浇筑成型,具有优异的防渗性能和较长的使用寿命。然而,该技术成本较高,施工周期长,且对地基要求较高,需要进行地基处理和养护。(4)复合材料衬砌:复合材料衬砌采用多种材料组合而成,如塑膜、草泥、混凝土预制板等,旨在综合各种材料的优点,提高渠道的防渗性能和耐久性。然而,该技术的施工难度和成本也相对较高。

### 1.2 存在问题

尽管灌区渠道衬砌与防渗技术已经取得了一定的进展,但仍存在以下问题:一是渗漏严重:传统土渠和部分衬砌渠道仍存在严重的渗漏问题,导致大量水资源浪费。渗漏不仅降低了渠系的输水能力,还可能对地下水环境造成不良影响。二是维护成本高:部分衬砌材料,如砌石和混凝土,易受水流冲刷、冻融循环等自然因素的影响,导

致老化、开裂和损坏。这不仅增加了渠道的维护成本,还可能影响渠道的正常运行<sup>[1]</sup>。三是环境影响:渗漏问题不仅浪费水资源,还可能导致地下水位上升,加剧土壤盐碱化等环境问题。这对农业生产和生态环境都构成了潜在威胁。四是施工难度大:部分区域地形复杂,如山地、丘陵等,给渠道衬砌与防渗技术的施工带来了极大的挑战。在这些区域,施工难度大、成本高,且可能需要对地基进行特殊处理,以确保渠道的稳定性和防渗性能。

## 2 灌区渠道衬砌与防渗技术的提升改造策略

### 2.1 材料与技术创新

#### 2.1.1 新型防渗材料

高分子复合材料:这种材料由高分子聚合物制成,具有优异的防渗性能(如复合土工膜:由塑料薄膜(如聚氯乙烯PVC、聚乙烯PE等)与无纺布(或其他土工织物)通过热压或粘结等方式复合而成的不透水材料)(图1)。其分子结构紧密,能够有效阻止水分子的渗透。同时,高分子复合材料还具有良好的耐久性和抗老化性能,能够在紫外线、高温、低温等恶劣环境下长期保持稳定的性能。与传统的防渗材料相比,高分子复合材料的施工更加简便。它不需要特殊的施工技能和设备,只需要按照预定的形状和尺寸进行铺设和固定即可。此外,高分子复合材料还具有较好的柔韧性和适应性,能够适应不同形状和尺寸的渠道。

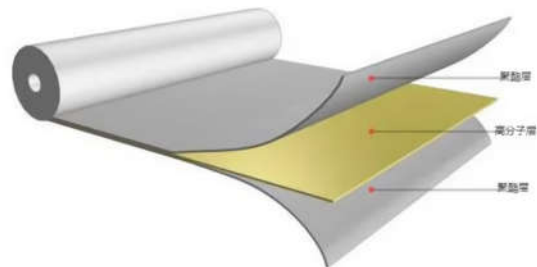


图1: 复合土工膜

纳米改性混凝土：纳米改性混凝土是通过在混凝土中添加纳米材料，改善其微观结构和性能。纳米材料能够填充混凝土中的微孔和裂缝，提高其密实性和抗渗性。纳米改性混凝土不仅具有优异的防渗性能，还具有较高的强度和耐久性。它能够有效抵抗水流冲刷、冻融循环等自然因素的破坏，延长渠道的使用寿命。此外，纳米改性混凝土还具有较好的环保性能，不会对环境造成污染。

### 2.1.2 施工技术创新

机械化施工：机械化施工采用大型渠道衬砌机和挖渠机进行作业。这些设备具有高精度、高效率的特点，能够快速、准确地完成渠道的开挖、衬砌和回填等工序。机械化施工还能够减少人工操作，降低劳动强度，提高施工安全性。与传统的人工施工相比，机械化施工可以显著缩短工期，降低施工成本。同时，机械化施工还能够保证施工质量的一致性，减少因人为因素导致的施工质量问题的。

预制构件安装：预制构件安装技术是在工厂中生产预制构件，如预制混凝土板、预制砌石等，然后在现场进行拼装。这些预制构件具有标准的形状和尺寸，能够适应不同形状和尺寸的渠道。与传统的现场湿作业相比，预制构件安装可以减少现场湿作业量，降低施工难度和成本。同时，预制构件的质量可以得到更好的控制，因为其生产过程在工厂中进行，可以避免现场环境对施工质量的影响。此外，预制构件安装还具有施工速度快、对环境影响小等优点。预制构件安装技术适用于各种地形和气候条件，不受现场环境的限制。

## 2.2 结构设计优化

### 2.2.1 复合衬砌结构

复合衬砌结构是一种结合了多种材料优点的设计方式，旨在全面提升渠道的防渗性能和耐久性。复合衬砌结构充分利用不同材料的特性，通过层层叠加或组合，形成一道坚固的防渗屏障。例如，塑膜层具有良好的防渗性能，能够有效阻止水分渗透；草泥层则具有一定的缓冲和保温作用，能够减轻温度变化对渠道的影响；混凝土预制板则以其高强度和耐久性，为渠道提供稳固的结构支撑<sup>[2]</sup>。在材料选择上，应根据渠道的具体情况和要求，综合考虑材料的防渗性能、耐久性、施工难度和成本等因素。例如，塑膜层可选用高密度聚乙烯（HDPE）或聚氯乙烯（PVC）等高分子材料；草泥层则可根据当地资源情况，选用适宜的草本植物和泥土进行混合；混凝土预制板则可根据设计要求，选择不同强度和厚度的预制板进行拼装。复合衬砌结构的形式可根据渠道的具

体情况进行设计。一种常见的形式是先在渠道底部铺设一层塑膜，然后在塑膜上覆盖一层草泥，最后在草泥上铺设混凝土预制板。这种形式既保证了防渗性能，又提高了结构的耐久性。

### 2.2.2 伸缩缝处理

伸缩缝是渠道中用于缓解温度变化和基础变形引起的应力的结构缝隙。合理设置和处理伸缩缝对于减少渠道裂缝和渗漏具有重要意义。伸缩缝的设置应根据渠道的长度、宽度、材料特性以及当地气候条件等因素进行综合考虑。一般来说，伸缩缝的间距不宜过大也不宜过小，过大可能导致渠道因温度变化和基础变形而产生较大的应力集中；过小则可能增加施工难度和成本。具体间距可根据相关规范和经验公式进行计算确定。伸缩缝的填缝材料应具有良好的密封性、耐久性和适应性。常用的填缝材料包括沥青油膏、聚硫密封膏、弹性聚脂涂料等。这些材料能够有效填充伸缩缝的缝隙，防止水分渗透和杂物进入。同时，它们还具有一定的弹性和适应性，能够随着渠道的温度变化和基础变形而发生微小的伸缩变形，从而保持渠道的稳定性和防渗性能。在伸缩缝的施工过程中，应严格按照相关规范和施工工艺要求进行操作。首先，应对伸缩缝进行清理和干燥处理，确保填缝材料能够充分粘结在渠道表面。然后，将选定的填缝材料均匀涂抹在伸缩缝的缝隙中，并压实抹平。最后，应对填缝部位进行检查和验收，确保填缝质量符合要求。

## 2.3 引入智能化管理与维护技术

### 2.3.1 自动化监测系统

自动化监测系统通过建立渠道渗漏监测系统，实现对渠道渗漏情况的实时监测。该系统通常包括传感器网络、数据采集与处理中心以及预警系统三大部分。传感器网络指在渠道的关键部位布置渗漏传感器，如水位传感器、流量传感器等，实时采集渠道的渗漏数据。这些传感器通过无线或有线方式将数据传输至数据采集与处理中心。数据采集与处理中心负责接收来自传感器网络的数据，并进行处理和分析。通过对数据的比对和趋势分析，可以及时发现渠道的渗漏情况，并判断渗漏的严重程度<sup>[3]</sup>。一旦监测到渠道的渗漏情况超过预设阈值，预警系统将自动触发报警机制，通过声光报警、短信通知等方式向管理人员发出预警信息。管理人员可以根据预警信息及时采取措施，防止渗漏情况进一步恶化。

### 2.3.2 远程控制系统

远程控制系统通过物联网技术实现渠道的远程监控和管理，提高维护效率。该系统通常包括远程监控终

端、数据传输网络以及控制平台三大部分。远程监控终端指在渠道的关键部位安装摄像头、环境监测设备等远程监控终端,实时采集渠道的图像和环境数据。这些终端通过物联网技术将数据传输至控制平台。数据传输网络负责将远程监控终端采集的数据传输至控制平台。传输网络可以采用有线或无线方式,根据现场条件灵活选择。为了确保数据传输的稳定性和安全性,通常采用加密传输协议和多重备份机制。控制平台接收来自远程监控终端的数据,并进行展示和分析,管理人员可以实时查看渠道的图像和环境数据,了解渠道的运行状态。同时,控制平台还具备远程控制功能,管理人员可以通过平台对渠道的相关设备进行远程操作和控制,如开启或关闭闸门、调整水流速度等。

### 3 灌区渠道衬砌与防渗技术提升改造的效果分析

#### 3.1 提高水资源利用效率

传统的土渠由于材质和施工工艺的限制,渗漏损失严重。而采用先进的防渗技术,如混凝土衬砌、复合土工膜等,可以显著降低渗漏率。据实际工程案例显示,防渗渠道相比传统土渠,渗漏损失可减少50%以上,甚至更高。渠系水利用系数是衡量渠道输水效率的重要指标。通过渠道衬砌与防渗技术的提升改造,渠系水利用系数可显著提高至0.6-0.85,这意味着更多的水资源被有效利用,减少了在输送过程中的浪费。相比传统土渠的渠系水利用系数(通常在0.4-0.6之间),提升幅度可达30-60%。在水资源日益紧张的今天,提高水资源利用效率显得尤为重要。

#### 3.2 降低维护成本

新型防渗材料具有良好的耐久性和抗裂性,能够抵抗自然因素的侵蚀和破坏,从而延长渠道的使用寿命。相比传统材料,新型防渗材料的使用寿命可提高数倍甚至更多。由于新型防渗材料的不易老化和抗裂性能,减少了因材料老化、开裂而引起的维修费用。同时,机械化施工和预制构件安装技术的应用也提高了施工质量,进一步降低了后期维护成本。降低维护成本不仅减轻了灌区管理单位的经济负担,还提高了灌溉设施的经济效益。节约下来的资金可以用于其他农业基础设施的建设和改造,促进农业生产的全面发展。

#### 3.3 缓解环境压力

渗漏减少意味着地下水位的上升速度得到控制,降低了因地下水位过高而导致的土壤盐碱化等环境问题的风险。土壤盐碱化是影响农作物生长和生态环境的重要因素之一。通过渠道衬砌与防渗技术的提升改造,可以有效防止土壤盐碱化的发生和发展,保护生态环境和农业生产的可持续发展。减少渗漏还有助于保持水资源的自然循环和生态平衡。过多的渗漏会改变地下水的流动路径和分布状态,对生态环境造成不利影响。而防渗渠道则能够保持水资源的稳定流动和合理利用,促进生态平衡的维护。

#### 3.4 提升灌溉保证率

防渗渠道糙率减小、流速加快的特点使得输水时间显著缩短。这意味着在同样的时间内可以灌溉更多的农田或者提前完成灌溉任务为其他农业生产活动腾出时间。缩短输水时间不仅提高了灌溉效率还减少了因输水时间过长而导致的水资源浪费和作物生长周期的延误。同时较快的流速也有助于冲刷渠道内的淤积物保持渠道的畅通无阻。提升灌溉保证率对于保障农作物适时适量灌溉具有重要意义。及时灌溉可以满足作物生长过程中对水分的需求促进作物正常生长和发育提高产量和品质。这对于保障粮食安全、增加农民收入具有重要意义。

#### 结语

灌区渠道衬砌与防渗技术的提升改造是提高水资源利用效率、降低维护成本、缓解环境压力和提升灌溉保证率的有效途径。通过材料与技术创新、结构设计优化以及智能化管理与维护等措施的实施,可以显著提升灌区渠道的运行效率和防渗性能,为农业可持续发展提供有力支撑。未来应继续加强新型防渗材料的研究和推广应用,提高渠道衬砌的机械化专业化程度,并加强对水资源和灌溉用水的管理。

#### 参考文献

- [1]吴晓光.谢寨灌区节水工程防渗渠道衬砌施工技术的应用[J].乡村科技,2021,12(32):118-120.
- [2]龙建春,谢顺胜.小型灌区节水配套改造项目渠道衬砌防渗技术探讨[J].湖南水利水电,2021,(04):90-91+107.
- [3]左学文.峨河灌区渠道改造技术应用研究[J].水利技术监督,2024,(03):203-206.