

# 水利设施田间灌溉渠道防渗设计与施工

胡 勇

沭阳县陇集水利站 江苏 宿迁 223600

**摘 要:** 田间灌溉渠道渗漏是影响农业水资源利用效率与工程安全的关键问题。本文针对这一问题,系统分析了渠道渗漏的自然与人为成因及多维度危害;探讨了防渗材料选型原则与核心性能要求;阐述了渠道断面、防渗层及配套防护排水系统的设计要点;明确了施工前期准备、核心工艺流程及全流程质量控制与检测技术。研究成果为提升田间灌溉渠道防渗工程质量、提高水资源利用效率、保障农业生产稳定提供了技术参考。

**关键词:** 水利设施;田间灌溉渠道;防渗设计要点;施工技术

引言:水资源短缺是制约农业可持续发展的重要因素,田间灌溉渠道作为农业水利设施的核心组成部分,其渗漏问题导致大量水资源浪费,加剧供需矛盾,还引发土壤盐碱化、工程损毁等连锁问题。当前我国田间灌溉渠道防渗工程仍存在设计不合理、施工质量参差不齐等问题。基于此,本文从渗漏成因与危害出发,系统研究防渗设计要点、施工技术及质量控制方法,为防渗工程的科学实施提供理论与技术支撑。

## 1 水利设施田间灌溉渠道渗漏成因与危害

### 1.1 渗漏成因分析

田间灌溉渠道渗漏成因复杂,主要可分为自然因素与人为因素两大类。(1)自然因素层面,渠道沿线岩土体性质是核心影响因素,若岩土体孔隙率大、渗透性强,水分易渗透流失;降水入渗导致地下水位变化,会加剧渠道周边土体的渗透破坏,进一步扩大渗漏通道。(2)人为因素方面,渠道设计阶段的结构不合理,如断面形式选择不当、防渗层设计缺失或参数不足,会为渗漏埋下隐患;施工过程中工艺不规范,如基础压实度不足、材料铺设不密实,会导致渠道结构存在缝隙和薄弱环节;长期运行中的维护管理不到位,渠道内壁出现裂缝、冲刷坑等病害未及时修复,也会使渗漏问题持续恶化。

### 1.2 渗漏危害

田间灌溉渠道渗漏会引发以下多方面危害,严重影响农业生产与生态环境。(1)在水资源利用层面,渗漏导致大量灌溉用水流失,降低水资源利用效率,加剧水资源供需矛盾,增加农业灌溉成本。(2)在农业生产层面,渗漏会造成渠道周边地下水位异常上升,引发土壤次生盐碱化,破坏土壤结构,导致农作物生长不良,降低农产品产量与质量;渗漏减少了田间有效灌溉水量,无法满足农作物生长需水,影响灌溉保证率。(3)在工程安全层面,长期渗漏会冲刷渠道基础,导致渠道结构沉

降、变形甚至坍塌,缩短工程使用寿命,增加工程维修与重建的经济投入;渗漏还可能引发周边区域的地质灾害隐患,威胁周边农田与村庄的安全<sup>[1]</sup>。

## 2 田间灌溉渠道防渗材料选型与性能分析

### 2.1 防渗材料选型原则

田间灌溉渠道防渗材料选型要遵循适配性、经济性与耐久性三大核心原则。(1)适配性要求材料性能与渠道工况相匹配,契合沿线地质条件、水文环境及灌溉水质,保障防渗体系与渠道基础贴合紧密;(2)经济性需综合考量材料采购成本、施工难度及后期维护费用,优先选择性价比高且当地易获取的材料;(3)耐久性则强调材料需抵御水流冲刷、干湿交替、冻融循环及化学侵蚀等长期作用,避免过早出现老化、破损等问题,延长工程使用寿命。选型还需兼顾环保性,减少对农田生态环境的不良影响。

### 2.2 核心防渗材料性能要求

不同类型防渗材料需满足针对性的性能指标。(1)刚性防渗材料需具备足够的抗压强度、抗折强度及抗渗等级,确保结构整体性,减少裂缝产生;(2)柔性防渗材料则要求具备优良的柔韧性、延伸率及粘接性能,以适应渠道基础的轻微变形,避免防渗层撕裂。各类材料均需具备良好的抗冻性与抗化学腐蚀性,应对田间复杂的气候条件与灌溉水质影响。(3)防渗材料还要满足施工便捷性相关性能要求,便于现场铺设或浇筑成型,保障施工质量与效率,确保防渗体系形成连续、完整的隔水屏障<sup>[2]</sup>。

## 3 田间灌溉渠道防渗结构设计要点

### 3.1 渠道断面与基础防渗设计要点

渠道断面与基础防渗直接决定防渗体系的稳定性与有效性,核心设计要点如下:(1)断面形式适配设计,需结合田间地形坡度、灌溉流量及水流特性选择合理断

面形式,确保水流顺畅的同时减少对防渗层的冲刷。设计时需控制断面边坡坡度,根据岩土体稳定性确定合理坡比,避免边坡过陡导致防渗层受力不均而破损;同时优化断面尺寸,保障过流能力的前提下,尽量减小防渗层铺设面积,降低工程成本。(2)基础平整与压实设计,基础处理质量直接影响防渗层贴合度,设计需明确基础平整精度要求,清除基础表面的杂物、尖锐凸起及软弱夹层,避免刺破防渗层。压实标准需根据基础土体性质确定,明确压实度控制指标,确保基础土体密实均匀,减少后期沉降变形对防渗结构的破坏;对于渗透性强的基础土体,需增设垫层或加固处理,阻断基础渗透通道。(3)伸缩缝与沉降缝设置设计,考虑到温度变化、基础不均匀沉降等因素对防渗结构的影响,需合理设置伸缩缝与沉降缝。设计需明确缝的间距,根据防渗材料特性、渠道长度及地形条件确定,一般在地形突变处、渠道转弯处及长度间隔一定距离处设置。

### 3.2 防渗层结构与材料适配设计要点

防渗层其结构设计材料与材料适配性直接决定防渗效果,具体设计要点如下:(1)防渗层厚度确定,根据防渗材料性能、渠道运行工况及受力情况科学计算厚度。对于刚性防渗材料,需结合抗压、抗折强度要求确定最小厚度,保障结构整体性;对于柔性防渗材料,根据抵御外力穿刺、水流冲刷及自身老化的需求确定厚度,同时考虑施工过程中的损耗。厚度设计需预留一定安全余量,避免因局部受力过大导致防渗层破损。(2)防渗层铺设方式设计,结合材料特性与渠道断面形式确定合理铺设方式。刚性防渗层需采用连续浇筑或砌筑方式,设计明确浇筑顺序、砌筑搭接要求,确保结构连续无裂缝;柔性防渗层需明确铺设方向与搭接宽度,顺水流方向铺设以减少水流冲刷影响,搭接宽度需满足密封要求,同时设计固定方式,避免水流作用下防渗层移位。对于渠道边坡与渠底的衔接部位,设计过渡衔接结构,增强防渗层整体性。(3)材料适配优化设计,根据渠道所处环境条件选择适配的防渗材料组合。在冻融频繁区域,优先选择抗冻性强的柔性防渗材料或采用刚性材料加柔性垫层的复合结构;在水质具有腐蚀性的区域,选择耐化学腐蚀的防渗材料;在田间交通不便、施工条件有限的区域,选择施工便捷、易铺设的材料。

### 3.3 配套防护与排水防渗设计要点

配套防护与排水系统要与防渗层设计协同考量,设计要点如下:(1)边坡防护设计,为避免雨水冲刷、风力侵蚀及农作物根系破坏防渗层,需在渠道边坡防渗层外侧设置防护层。设计要明确防护层材料与结构形式,

可采用植被防护、砂砾石护面或预制板护面等方式;对于植被防护,选择根系浅、耐水湿的植物品种,避免根系穿透防渗层;防护层与防渗层之间需设置过滤层,防止细颗粒土体流失导致防护层失效。(2)渠顶与渠肩防护设计,渠顶顶设计合理的宽度与坡度,便于施工维护的同时,防止雨水汇集入渠冲刷防渗层;渠肩需进行压实处理,设置防冲护面,避免雨水入渗导致渠肩土体软化,进而影响渠道边坡稳定性。(3)排水系统设计,为降低渠道周边地下水位,减少地下水对防渗层的顶托作用,需配套设计排水设施。在渠道边坡外侧或基础下方设置排水盲沟、渗沟等,明确排水设施的布置间距、断面尺寸及填料要求;排水出口需妥善处理,避免排水回流浸泡渠道基础。同时设计地表排水系统,将渠道周边的雨水及时排离,防止雨水入渗破坏防渗结构与渠道基础<sup>[3]</sup>。

## 4 田间灌溉渠道防渗施工技术与质量控制

### 4.1 田间灌溉渠道防渗施工前期准备与场地处理

施工前期准备与场地处理要全面统筹、细致落实,核心要点如下:(1)技术准备,深入研读设计文件、施工规范及技术标准,明确防渗材料性能要求、施工工艺参数及质量控制指标;编制专项施工方案,涵盖施工流程、人员配置、设备调度及安全保障措施等内容;组织施工人员进行技术交底与培训,确保其熟悉施工要点与质量要求。(2)物资与设备准备,根据施工方案清点防渗材料、辅助材料的规格、数量,核查材料出厂合格证与性能检测报告,确保材料符合设计标准;检修调试施工机械设备,包括开挖机械、压实机械、铺设机械等,保障设备性能稳定,满足施工效率与质量需求。(3)场地清理与平整,清除渠道施工范围内的植被、杂物、建筑垃圾及软弱土层,确保施工场地整洁;对渠道轴线、断面尺寸进行精准放线,标记施工边界与高程控制点;平整施工场地,修整临时施工道路,保障施工机械通行顺畅。(4)基础处理,对渠道基础进行全面勘察,针对不同地质条件采取相应处理措施;对基础土体进行分层压实,控制压实度符合设计要求,避免后期沉降变形;若基础存在坑洼、孔洞,需采用同级配填料回填夯实,确保基础土体密实均匀。

### 4.2 田间灌溉渠道防渗核心施工工艺与流程

核心施工工艺与流程的规范实施要严格遵循施工顺序与技术要求,具体要点如下:(1)渠道开挖施工,按照放线标记进行渠道开挖,控制开挖断面尺寸、边坡坡度及高程精度,避免超挖或欠挖;开挖过程中及时清除开挖土体中的杂物,对边坡进行临时支护,防止坍塌;开挖完成后对渠道基底进行平整压实,确保基底承载力满足设

计要求。(2) 防渗层铺设/浇筑施工, 根据选用的防渗材料类型实施相应施工工艺。刚性防渗材料浇筑时, 需控制混凝土或砂浆的配合比, 采用分层浇筑方式, 振捣密实, 避免出现蜂窝、麻面等缺陷; 浇筑完成后及时进行养护, 控制养护温度与湿度, 防止产生收缩裂缝。柔性防渗材料铺设时, 需保持基底干燥平整, 按顺水流方向铺设, 控制搭接宽度, 采用专用粘接剂或焊接工艺进行密封处理; 铺设过程中避免材料出现褶皱、破损, 铺设完成后及时进行固定。(3) 配套设施施工, 同步开展边坡防护、排水设施等配套工程施工。边坡防护层施工需与防渗层紧密贴合, 确保铺设平整、固定牢固; 排水设施施工需保证断面尺寸、铺设坡度符合设计要求, 填料密实, 排水通道畅通; 渠顶、渠肩施工需严格控制压实度与平整度, 保障防护效果。(4) 施工收尾, 施工完成后对渠道整体进行修整, 清除施工遗留杂物; 对防渗层及配套设施进行全面检查, 及时处理局部缺陷; 整理施工场地, 恢复周边植被原貌。

#### 4.3 田间灌溉渠道防渗施工质量控制与检测技术

施工质量控制与检测通过科学管控与精准检测保障工程质量, 核心要点如下: (1) 施工过程质量控制, 建立分层分段质量责任制, 明确各环节质量控制责任人; 对材料进场实行严格验收制度, 不合格材料严禁进场使用; 施工过程中对关键工序进行旁站监理, 重点管控基础压实、防渗层铺设/浇筑、搭接密封等环节的施工质量; 严格执行施工工序交接制度, 上道工序质量验收合格后方可进入下道工序施工。(2) 原材料质量检测, 对防渗材料、水泥、砂石、粘接剂等原材料进行抽样检测, 检测项目包括强度、抗渗性、柔韧性、耐久性等; 对检测不合格的原材料及时退场, 严禁用于工程施工; 建立原材料质量检测台账, 确保检测数据可追溯。(3) 施工参

数与实体质量检测, 检测基础压实度, 采用环刀法、灌砂法等检测方法, 确保压实度符合设计标准; 检测防渗层厚度与密实度, 刚性防渗层采用钻芯法检测厚度与强度, 柔性防渗层采用超声波检测搭接质量与密实度; 检测排水设施的排水能力与畅通性, 确保排水功能正常; 检测渠道断面尺寸、高程、平整度等外观质量指标, 保障符合设计要求。(4) 成品质量验收, 施工完成后进行成品质量全面验收, 核查施工记录、检测报告等资料的完整性与规范性; 对渠道防渗效果进行闭水试验, 检测渗漏量是否符合规范要求; 对验收过程中发现的质量缺陷, 制定专项整改方案, 整改完成后重新验收, 确保工程质量合格<sup>[4]</sup>。

结束语: 田间灌溉渠道防渗设计与施工是提升农业水资源利用效率、保障工程安全与农业生产稳定的重要保障。本文系统构建了从渗漏成因分析到材料选型、结构设计, 再到施工技术与质量控制的完整技术体系, 明确了各环节的核心要点与实施要求。该技术体系兼具科学性与实践性, 可有效指导田间灌溉渠道防渗工程的实施。未来可进一步结合地域差异优化技术方案, 融入新型材料与智能化检测技术, 提升防渗工程的智能化水平与长效性。

#### 参考文献:

- [1] 魏静雯. 农田水利灌溉渠道防渗施工技术要点分析[J]. 南方农机, 2025, 56(17): 60-63.
- [2] 马晓娟. 农田水利灌溉渠道防渗施工技术要点分析[J]. 葡萄酒, 2022(23): 0143-0144.
- [3] 吴润昊. 水利灌区改造中的混凝土衬砌渠道防渗技术研究[J]. 地下水, 2024, 46(5): 164-166+202.
- [4] 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.