

小型农田水利灌溉渠道防渗处理技术应用研究

万 里

宜昌市夷陵区水利工程质量与安全服务中心 湖北 宜昌 443199

【摘 要】：小型农田水利灌溉渠道多承担田间末级输水任务，渠段短、流量小、运行间歇和养护力量分散，使土渠渗漏、衬砌开裂、接缝失封等问题容易转化为灌溉水量不足。本文分析小型渠道防渗处理的工程边界，梳理其在渗漏损失控制、末级供水稳定和养护消耗降低中的作用，并围绕基面整治、混凝土衬砌、膜料复合层和接缝养护提出技术应用要点。防渗处理要把土质条件、渠底坡降、材料保护和运行维护作为连续约束，避免单一材料替代造成新的薄弱面。

【关键词】：小型农田水利；灌溉渠道；防渗处理；混凝土衬砌；膜料复合层

DOI:10.12417/2811-0528.26.20.058

引言

小型农田水利灌溉渠道连接斗渠、农渠和田间口门，常处在低水头、低流量状态。未衬砌土渠的边坡孔隙、渠底扰动层和局部鼠洞会形成渗漏通道，硬质衬砌若缺少基面整治和伸缩缝养护，也会因不均匀沉降、冻胀或干缩产生裂缝。防渗处理技术应用的重点不只是选择混凝土、砌石或膜料，而是把防渗层与小型渠系的施工条件、灌溉制度和后期维护能力匹配起来，使有限投入转化为稳定供水和可持续运行。

1 小型农田水利灌溉渠道防渗概述

小型农田水利灌溉渠道通常以土质渠段、简易衬砌渠段和局部维修渠段交错存在，输水过程受土体孔隙、渠底扰动、边坡植被根系和接缝老化共同影响。防渗处理的对象应先落到渗漏通道而非表面破损，渠底长期浸泡形成的软弱层会降低衬砌支承，边坡干湿循环会放大裂缝宽度，末级放水口附近的冲刷

又会削弱局部封闭层^[1]。GB/T50600—2020 将渠道防渗衬砌工程覆盖规划、设计、施工、监测和管理环节，这一边界说明小型渠道防渗不能停留在一次性铺砌，还要把施工成型质量和运行期巡护纳入同一技术链。

2 小型农田水利灌溉渠道防渗处理技术的应用价值

2.1 小型渠道渗漏损失控制成效

小型渠道的渗漏损失主要发生在未压实渠底、边坡孔隙和衬砌接缝三类位置。归一化情景中，未处理土渠在砂壤土和砾质土条件下指数均取 1，压实基面分别降至 0.72 和 0.80，混凝土衬砌降至 0.34 和 0.42，膜料复合层进一步降至 0.12 和 0.16^[2]。膜料复合层较混凝土衬砌低 0.22 和 0.26 个指数单位。混凝土衬砌相比压实基面在砂壤土条件下低 0.38 个指数单位，相比粉质黏土未处理土渠低 0.52 个指数单位。不同处理工况的相对控制关系见表 1。

表 1 小型渠道防渗处理工况与渗漏损失指数

处理工况	砂壤土指数（归一化量）	粉质黏土指数（归一化量）	砾质土指数（归一化量）	养护敏感等级（级）	适配边界
未处理土渠	1	0.78	1	5	短期输水或待改造渠段
压实基面	0.72	0.55	0.80	4	土体可压实且坡面稳定
混凝土衬砌	0.34	0.26	0.42	3	低流量稳定断面
膜料复合层	0.12	0.09	0.16	2	强渗漏或裂缝敏感渠段
接缝封闭养护	0.18	0.13	0.24	2	旧渠维修和季节性巡护
局部破损未修复	0.58	0.46	0.67	5	板缝开裂或边坡淘刷渠段

表1中,未处理土渠在砂壤土和砾质土条件下指数均为1,说明强透水土体更依赖连续防渗边界;膜料复合层和接缝封闭养护的养护敏感等级较低,但其前提是搭接、锚固和缝口封闭保持完整。

2.2 末级渠系田间灌溉供水过程稳定作用

末级渠系的供水稳定性取决于水量到达田间口门时的连续性,而不是干渠设计流量本身。小型渠道防渗后,渠段内水位下降速度变慢,轮灌末端的等待时间缩短,田块之间因前段漏失造成的水量差异随之收敛。低流量渠道若只追求加高衬砌,容易造成断面糙率和过水面积不协调;更稳妥的做法是在既有断面内恢复渠底平整、控制坡面渗漏并保持口门附近衬砌连续,使放水过程中的流速、过水深度和启闭响应保持一致。

2.3 灌区渠道长期巡护修补消耗降低

防渗处理还会改变巡护修补的工作量分布。未处理土渠要频繁清淤、补坡和封堵渗穴,雨后容易出现新的塌陷点;衬砌渠段的日常消耗则集中在接缝、伸缩缝、破损板块和边坡排水。压实基面和找平层质量较好时,混凝土面板受力更均匀,后期裂缝多表现为可定位的线状损伤,修补范围能够从整段翻修转为局部封闭。膜料复合层虽然初始保护要求较高,但在透水性强、渠段可减少反复堵漏次数,使基层管护力量集中处理杂草、淤积和外力破坏。

3 防渗处理技术在小型灌溉渠道中的应用

3.1 小型土渠基面清理压实整治处理

土渠基面整治是防渗层发挥作用的前置条件。施工前应清除淤泥、腐殖土、松散回填和根系集中层,对渗漏明显的渠底凹陷、边坡淘刷点和口门冲刷区分段处理;含水量过高的土体不宜直接铺设衬砌,应经晾晒、换填或分层夯实恢复承载^[3]。压实基面承担支撑和削弱孔隙连通的作用,找平层减少膜料或混凝土面板被尖锐颗粒顶破的风险。基面整治完成后,渠底纵坡和边坡线形应保持顺接,避免局部低洼蓄水在后期形成新的渗漏集中点。防渗断面的层次关系见图1。

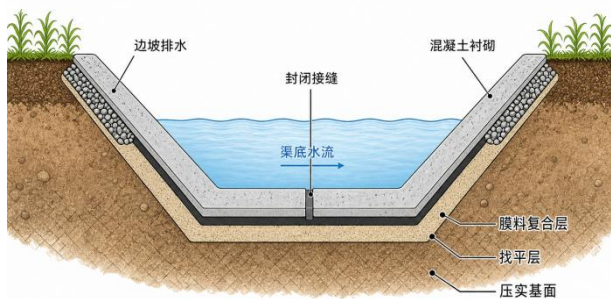


图1 小型灌溉渠道防渗断面层次关系

图1中,压实基面和找平层位于混凝土衬砌下方,膜料复合层沿渠底和边坡连续布置,封闭接缝位于渠底板块连接处,说明防渗层需要依托基面支撑和接缝封闭共同发挥作用。

3.2 低流量渠道现浇混凝土衬砌防渗处理

低流量小型渠道采用现浇混凝土衬砌时,防渗效果取决于面板密实度、厚度连续性和伸缩缝处理。模板安装应保证渠底宽度、边坡坡比和转角线顺直,混凝土入仓后适度振捣以排除空洞,防止蜂窝麻面成为水流渗入点^[4]。归一化情景显示,混凝土衬砌相较压实基面继续降低渗漏损失指数,但砾质土和砂壤土仍要关注板下淘刷。养护期内保持表面湿润和缝位清洁,比单纯提高面板强度更能减少早期开裂。渗漏损失指数的情景变化见图2。

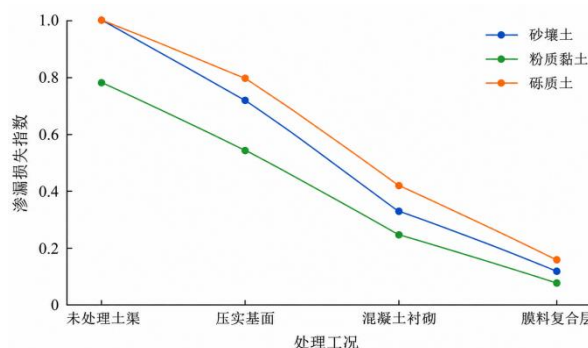


图2 不同防渗处理工况下渗漏损失指数变化

图2中,三类土质曲线均从未处理土渠向膜料复合层下降,砾质土曲线整体高于粉质黏土,表明透水性较强的渠床更依赖连续防渗层和接缝保护。

3.3 膜料复合层铺设防渗处理适配

膜料复合层适用于渗透性较强、渠床细颗粒流失明显或刚性衬砌易开裂的渠段。铺设前应剔除尖石、硬块和突起根茬,膜料搭接处保持顺水方向压接,并通过保护层降低紫外线、施工踩踏和水流夹砂造成的损伤。膜料不宜裸露承担全部抗冲功能,和混凝土或砂浆保护层组合时可形成柔性隔水与刚性防护的分工。图2中膜料复合层的渗漏损失指数最低,说明其优势来自连续隔水边界;这一优势只有在搭接、边缘锚固和转角保护完整时才会稳定存在。

3.4 渠道接缝封闭防渗养护处理要点

接缝封闭和边坡养护决定防渗处理能否在多个灌溉季保持有效。伸缩缝、施工缝和旧新衬砌交界处应清理浮浆和泥砂,再填入适配的密封材料,缝口外侧不得形成积水槽。边坡排水层、渠顶截水和口门消能可以减少外水倒灌、雨水冲刷和局部淘刷对衬砌的扰动。渗漏定位、基面压实、找平铺层、膜料铺

设、衬砌成型和接缝养护构成连续处理链，小型渠道防渗的薄弱点往往出现在工序衔接处，而不是单个材料本身。防渗处理的工序衔接见图3。

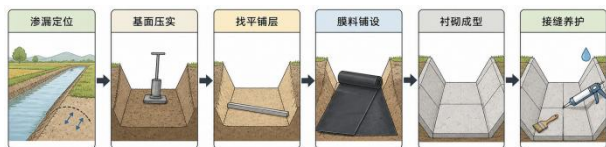


图3 小型渠道防渗处理施工与养护流程

图3中，渗漏定位位于流程起点，基面压实和找平铺层承担承托条件，膜料铺设与衬砌成型形成防渗主体，接缝养护位

于末端，说明后期维护是防渗处理链条的一部分。

4 结语

小型农田水利灌溉渠道防渗处理应以渗漏通道识别为起点，以基面整治、衬砌连续性、膜料保护和接缝养护为主要控制对象。压实基面能够改善防渗层支承条件，混凝土衬砌适合低流量稳定断面的硬质封闭，膜料复合层适合强渗漏或裂缝敏感渠段，接缝封闭和边坡排水则决定运行期效果保持。工程实施中应把土质、流量、坡降、材料耐久性和基层管护能力共同纳入方案选择，才能在有限投入下减少输水损失、稳定田间供水并降低反复修补消耗。

参考文献：

- [1] 陈静.农田水利灌溉防渗渠道衬砌施工技术及实践研究[J].当代农机,2026,(6):33-34.
- [2] 梁灿升,韦孟.小型水库及农田水利灌溉渠道的防渗技术和维护机制[J].农业科技与装备,2026,48(4):144-146.
- [3] 王艳霞.农田水利工程中灌溉渠道防渗衬砌施工技术研究[J].农业科技创新,2026,(11):122-124.
- [4] 张晓霞.农田灌溉渠道防渗技术的应用及质控措施分析[J].农村实用技术,2026,(7):53-55.