第 9 卷◆第 8 期◆版本 1.0◆2025 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2529-7821 /（中图刊号）：868GL002

农田排水沟渠类型比较及水工性能优化

王玺宇
吉林省水利水电勘测设计研究院
DOI:10.12238/hwr.v9i8.6553

[摘　要] 农田排水工程在确保农田安全、提高农业生产效益等方面发挥着重要作用。排水沟渠作为排水系统的重要组成部分,其类型选择与水工性能优化至关重要。本文在系统分析明渠排水和暗管排水两大类型沟渠特征的基础上,构建沟渠水工性能评价指标体系。通过比较不同类型沟渠的优劣势,揭示排水沟渠类型比较研究对于提升排水效率、降低工程成本、适应复杂地质条件的重要意义。在此基础上,从结构参数优化、材料工艺改进、运维管理提升等方面,提出农田排水沟渠水工性能优化策略,以期为农田排水工程设计提供参考。
[关键词] 农田排水；沟渠；类型比较；水工性能；优化策略
中图分类号：TV93　文献标识码：A

Comparison of Types of Farmland Drainage Ditches and Optimization of Hydraulic Performance

Xiyu Wang
Jilin Province Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute
[Abstract] Farmland drainage engineering plays an important role in ensuring farmland safety and improving agricultural production efficiency. As an important part of drainage system, the selection of drainage ditch type and the optimization of hydraulic performance are very important. Based on the systematic analysis of the characteristics of open channel drainage and pipe drainage ditches, this paper constructs an evaluation index system for hydraulic performance of ditches. By comparing the advantages and disadvantages of different types of ditches, it is revealed that the comparative study of drainage ditch types is of great significance for improving drainage efficiency, reducing engineering cost and adapting to complex geological conditions. On this basis, the optimization strategy of hydraulic performance of farmland drainage ditches is put forward from the aspects of structural parameter optimization, material technology improvement and operation and maintenance management improvement, so as to provide reference for farmland drainage engineering design.
[Key words] farmland drainage; Ditches; Type comparison; Hydraulic performance; Optimization strategy

引言

农田排水工程是指通过开挖沟渠、铺设管道等举措, 迅速排掉农田里的积水与多余水分, 让地下水位处于作物根系层之下的过程。合理的农田排水项目能切实优化农田土壤的水分条件, 助力作物茁壮成长, 对保障粮食稳定、提高农业综合收益意义重大, 而排水沟渠作为排水工程的根基, 承担起汇聚、传输农田排水的职责。基于此, 本文将先对排水沟渠的类别和特性进行梳理, 剖析不同沟渠类型对比的实际价值, 再探究农田排水沟渠水工性能的优化方案, 旨在为农田排水工程建设给予决策参考。

1 农田排水沟渠类型及沟渠水工性能指标体系分析

1.1明渠排水系统类型

明渠排水是一种常见的农田排水方式, 通过敞开式渠道汇集和输送田间积水, 具有结构简单、施工方便、检修养护容易等优点。根据渠道断面形状的不同, 明渠可分为梯形、矩形和圆形等类型。梯形明渠由于具有良好的水流特性和较强的抗冲刷能力, 在农田排水工程中得到广泛应用。与砌石明渠和砼衬砌明渠相比, 土质明渠的优势在于投资少、取材方便, 但其抗冲刷能力相对较差, 运行维护的工作量也较大。砌石明渠和砼衬砌明渠虽然前期投资较高, 但凭借其高强度、强抗冲刷性能和大泄水能力等优点, 在一些重要农田排水工程中得到青睐。针对复杂的水文地质条件, 明渠排水也衍生出明暗结合渠等复合型排水沟渠, 以发挥不同排水方式的综合优势。由此可以看出, 明渠排水系统投资省、工期短、维护管理直观方便, 但其占地面积大、沟渠沟通性差, 汛期排水往往不够及时, 在实际应用中存在一定局限性。因此如何因地制宜选择合适的明渠排水类型, 最大限度发挥明渠排水的效益, 是农田排水工程设计需要重点考虑的问题。

1.2暗管排水系统类型

相较于明渠排水,暗管排水系统通过埋设在地下的管道收集和输送农田积水,具有占地少、排水均匀、输水能力强等突出优势,因而在现代农田排水工程中备受青睐。暗管材料主要包括砼管和塑料管两大类。砼暗管强度高,内壁光滑,渗水均匀,但施工不够便捷,容易出现漏水和淤堵问题。塑料暗管轻质高强,防腐蚀性能优越,施工灵活多变,但强度和刚度相对较低,在排水工程中的应用尚需进一步完善。按照埋设方式的不同,暗管排水可分为散管式和系统式等多种布置形式。散管式暗管布置灵活,施工相对简单,但不易形成完整的排水系统。系统式暗管布局严密,排水效果良好,但施工难度和复杂程度较大。暗管排水凭借其诸多技术优势,在农田排水领域得到越来越广泛的推广应用[1]。但暗管排水前期投资大、施工要求高,后期检修维护也不如明渠直观便利,在实际工程中还面临需解决的问题。如何进一步优化暗管排水的设计施工工艺,提高其投资效益比,是今后农田排水工程建设需要重点攻克的难题。

1.3沟渠水工性能指标体系

农田排水沟渠的水工性能是评判排水工程效果的关键,需要从多个维度构建科学完善的定量化指标体系。排水沟渠的水工性能评价应综合考虑排水能力、泄流能力、防渗性能和抗冲刷性能等多个方面因素。排水能力的定量表征可借助设计排水模数与排水强度等指标实现；可借助过水断面面积、糙率等参数对泄流能力加以描述；渠道材料防渗能力可通过渗透系数之类指标衡量；分析抗冲刷性能要结合沟渠纵坡、水流流速等多方面因素进行综合考量。排水系统性能评判的重要依据包含沟渠工程布局的合理性,系统完整性、工程所占面积等指标都需纳入评价范畴。只有打造多指标、定量化的水工性能评判体系,方可为排水沟渠类型挑选、性能改进提供科学支撑,增强农田排水工程决策的科学性与可靠性,完善沟渠水工性能指标体系,可推动排水工程设计迈向参数化与标准化,为评估农田排水成效、指导排水沟渠设计建造提供实用理论依据与技术支持。

2 排水沟渠类型比较的重要意义

2.1提升农田排水效率

排水工程效益评判的核心要点是农田排水效率,与农田生态环境状况和农作物生长情况直接相关,实施排水沟渠类型对比探究,可按照农田汇水区域大小、土壤渗透性能等场地条件,筛选排水效能佳、水流布局合理的沟渠样式,极大地增强农田排水效率,迅速且高效地排除农田积水,优化农田土壤水分条件[2]。若农田汇水面积宽广且地表径流系数偏高,设置大截面的明渠排水体系,可大幅提高排水能力；针对汇水范围小、土壤入渗性能不佳的农田,暗管排水凭借其较大的沟渠渗水强度更显优势,经系统剖析对比不同种类沟渠的排水成效,结合实际情况对排水工程设计进行优化,对提高农田排水减灾效能,改善农田生产环境意义重大,科学安排各类排水沟渠,可有效借助农田天然排水条件,增强对农田水环境的调控,营造适宜农作物生长的水文环境,从而推动农业实现增产与增收,合理优选排水沟渠类型,是让农田排水工程效益达至最大的核心要点。

2.2降低工程建设成本

现代农业工程建设中,怎样既满足排水减灾需求,最大程度节省工程投入,提高资金运用效率,是设计方和施工方共同聚焦的关键事项,对不同类型排水沟渠的造价、工期、运行维护费用等成本要素开展全面系统的对比分析,可挑选出经济合理、投入低、建设周期短、维护简易的排水工程样式,在保证排水防渍功能的基础上使工程成本达到最小化。一般情况下,土质明渠施工费用最低,然而运维成本偏高；砌石与砼衬砌明渠初始投入高,然而使用期限长,总体成本相对较低；暗管排水系统建设成本处于中间区间,然而其后期的检修和养护工作易于开展,全生命周期内的总体成本具备一定优势[3]。借助全寿命期成本核算手段,对比不同排水沟渠的成本效益,挑选契合工程实际的经济排水方案,可在工程建设、运营及维护各阶段最大程度节省投资,增加工程投资回报,对排水沟渠成本实施优化,既缓解农田水利工程建设资金负担,还能为节约型农业基础设施打造良好标杆。

2.3适应不同地质条件需求

中国领土宽广,不同地区农田的水文地质状况存在明显差异,对排水沟渠的适配性有更高标准,经深度剖析不同排水沟渠类型的适配条件与应用成效,能依据当地实际情况挑选契合当地水文地质特性的排水工程样式,使工程的减灾作用得以充分施展。如土层深厚的平原耕地,土质明渠施工容易,拥有良好的适应性能；对于土层浅薄、地下水位较高的低洼农田,暗管排水系统的优势更为凸显；针对地势起伏大、易暴发山洪的山区耕地,选用稳定性佳的衬砌明渠更为科学稳妥,不同农田土壤质地、地下水矿化度等理化性质差别,会对排水沟渠材料的选取造成影响。只有依据农田水文地质特性,挑选适配的排水工程种类,结合实际情况施工建设,方可最大程度展现工程的排水减灾功效,实现排水沟渠设置科学性和经济性的完美结合,深入开展排水沟渠类型适应性研究,既可为农田排水工程建设提供可借鉴的成功样板,又能为我国农田水利工程持续发展提供实际道路。

3 农田排水沟渠水工性能优化策略

3.1结构参数优化设计

排水沟渠的过水能力、排水强度等水工性能参数与其结构型式、断面尺寸等密切相关。要优化沟渠的水工性能,首先要在系统分析农田汇水面积、设计洪水等级等因素的基础上,合理确定沟渠的布设方式、断面形式等结构参数。对于汇水面积大、洪峰流量高的区域,要合理加大明渠断面尺寸,必要时采用梯形复式断面,以增大过流能力[4]；对于地下水矿化度高、渗漏严重的区域,要适当加大暗管管径,增大渗水强度。同时,应优化沟渠纵坡设计,平衡埋深与坡降的关系,既要满足排水强度需求,又要避免发生冲刷。

如海河平原某农田排水改造工程中,设计单位通过计算分析获取汇水区域的逐时洪水过程,采用分蓄洪、分批排的方式,将沟渠出口最大流量控制在不冲刷土壤的流速范围内,在流量过程较为平缓的支沟、毛沟采用梯形断面土明渠,主干沟采用盖

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2529-7821 /（中图刊号）：868GL002

板圆管涵洞，形成“毛细管网络式”的立体排水系统。暴雨季节，分干沟调蓄洪峰，削峰填谷，主干沟过水能力大，可及时外排。该工程通过因地制宜优化沟渠结构参数，既确保70%的洪水3天内排除，又将工程土方开挖量较传统断面减少30%，取得良好的工程效益与经济效益。

3.2材料选择与施工工艺改进

沟渠的防渗、抗冲刷等性能还与其建筑材料、施工工艺等密切相关。土料、砼等传统沟渠材料存在渗漏大、易冲刷等问题，可采用新型防渗材料，如土工膜、喷涂聚脲等，提高沟渠的防渗性能。对于水流易冲刷的渠段，可铺设砌石、生态护坡等抗冲材料，提高沟渠稳定性。对于暗管排水系统，要加强管材质量控制，提高管材的强度和耐腐蚀性。铺管时严格控制管道基础层质量，回填时分层夯实，减少管道沉降引起的错台、开裂。应改进沟渠施工工艺，如采用大型机械化施工，提高沟渠成型精度，减少渗漏隐患。

江淮某农田排水工程中，因当地土质比较松散，易被冲刷，所以施工单位用土工格栅加固沟渠边坡，铺设土工布实现反滤，内层喷混凝土防漏，每隔30米设置伸缩缝。施工中用小挖掘机开挖，强夯机分层回填土，工人配合修整边坡，再手工铺土工材料、喷混凝土，沟渠成型质量上乘，漏水得到了有效控制。汛期下暴雨时，工程各个渠段都完好无损，充分体现了材料选择和施工工艺改进的成效。实践证明，采用优质耐用的新材料，严格规范地施工操作，能显著提升沟渠工程品质，增强其长期服役性能。

3.3运行维护与管理优化

建成农田排水沟渠后，要强化日常运维管理，及时发现并处置影响水工效能的各类状况，保障沟渠排水、输水等功能的长期稳定发挥，需定时对沟渠开展巡查，迅速清除淤积物，防止水流受阻；应提升水情监测力度，根据汛期水位的变化情形，按此对调度运行模式加以优化，最大程度降低洪涝危害[5]。针对暗管排水体系，应定时借助压力冲洗、机械疏通等方式，让管道保持畅通无阻，应健全完善的沟渠管护制度，明确管护责任人员，制定运维手册，使管理操作标准化，强化沟渠运维，去除渠系存在的病害潜在威胁，保障工程平稳运作，定能增加其使用时长，增进整体效益。

江苏某农场，排水沟渠因管理不善长期失修，功能逐步退化。后来农场成立专门的排水工程管理小组，定期组织人员对沟渠进行巡查，发现问题及时处理。每年汛前，对排水沟进行一次集中清淤，疏浚断面。通过在渠道两侧种植观赏性植物，铺设景观护栏，将部分沟渠打造成景观水渠，拓宽沟渠功能，美化田园环境。在暗管排水系统的管理上，农场采用高压清洗车定期对管道冲洗，疏通淤堵。建立管网数字化系统，实现排水信息化管理，管道堵塞等隐患能及时处理。通过沟渠运维管理机制的完善，农场的排水沟渠得到精心呵护，水工性能稳定提升。据测算，沟渠过流能力较治理前提高20%，灌溉水利用系数也由0.52提高到0.63。实践表明，加强沟渠的科学管护，常抓不懈，能使沟渠的各项功能持续发挥，实现农业增产、农民增收的目标。

4 结语

农田排水沟渠是确保粮食生产安全、提高农业综合效益的重要基础设施。本文通过分析明渠排水、暗管排水两大类型沟渠的结构特点及其水工性能差异，揭示开展沟渠类型比选研究，对于提升排水效率、节约工程投资、适应复杂地质条件等方面具有重要意义。未来农田排水沟渠的设计施工还要积极吸纳现代信息技术成果，如物联网、大数据等，通过沟渠信息化监管，实现精准排水调度，最大化发挥排水效益。农田排水工程的建设还要统筹兼顾生态环境效益，将沟渠打造成田园生态廊道，实现排水、灌溉、景观、生态等多功能融合，为乡村振兴提供坚实的水利支撑，让农田排水沟渠成为农业现代化的“最美风景线”。

[参考文献]

[1]陈雅雯，罗纨，朱卫彬.高标准农田建设中排水沟塘系统改造对排水水质的影响[J].农业工程学报,2025,41(13):114-122.

[2]梁连.农田排水系统在防洪减灾中的作用与效率研究[J].新农民,2025,(18):31-33.

[3]冯社广.山东聊城农田水利设施现状调查与优化路径研究[J].中国果业信息,2025,42(05):81-83.

[4]杨继伟，张辉，曹秀清，等.农田排水沟渠生态化建设与管理[J].治淮,2022,(03):68-70.

[5]徐清，陈伟，沈则军，等.农田生态硬化型排水沟渠研究[J].农业工程技术,2022,42(08):35-36.

作者简介：

王玺宇(1997--),男,汉族,吉林省德惠市人,本科,助理工程师,水利水电工程。