

大农业田间灌溉优化的实操方案设计与应用实践

王斌琴

六十一团农业和林业草原中心

DOI:10.12238/as.v8i9.3296

[摘要] 本文聚焦于大农业田间灌溉优化,以滴灌技术为核心展开深入研究。详细阐述了滴灌技术的基本原理和系统组成部分,设计了大农业田间滴灌的实操方案,包括对田间土壤与作物特性的分析、滴灌系统的选型与布局以及灌溉制度的制定。通过实际应用实践,介绍了实践区域的选择、滴灌系统的安装调试以及实际灌溉过程的管理监测。最后对滴灌方案的应用效果进行评估,确定评估指标与方法,分析评估结果,并针对出现的问题提出了相应的优化措施,旨在为大农业田间灌溉的高效、精准和可持续发展提供有价值的参考。

[关键词] 大农业; 田间灌溉; 滴灌技术; 实操方案; 应用实践

中图分类号: DF413.1 文献标识码: A

Design and Application Practice of Practical Scheme for Optimizing Field Irrigation in Large Agriculture

Binqin Wang

61st Regiment Agriculture and Forestry Grassland Center

[Abstract] This article focuses on the optimization of field irrigation in large-scale agriculture, with drip irrigation technology as the core for in-depth research. The basic principles and system components of drip irrigation technology were elaborated in detail, and a practical plan for drip irrigation in large agricultural fields was designed, including analysis of soil and crop characteristics, selection and layout of drip irrigation systems, and formulation of irrigation systems. Through practical application, the selection of practical areas, installation and debugging of drip irrigation systems, and management and monitoring of actual irrigation processes were introduced. Finally, the application effect of drip irrigation scheme was evaluated, and evaluation indicators and methods were determined. The evaluation results were analyzed, and corresponding optimization measures were proposed for the problems that occurred, aiming to provide valuable reference for the efficient, precise, and sustainable development of field irrigation in large-scale agriculture.

[Key words] large-scale agriculture; Field irrigation; Drip irrigation technology; Practical plan; Application Practice

引言

在全球水资源日益紧张背景下,农业作为用水大户,其灌溉方式的优化显得尤为重要。大农业涵盖了广泛的农田种植区域,传统的灌溉方式如漫灌、沟灌等存在着水资源浪费严重、灌溉均匀性差等问题。滴灌技术作为一种高效节水的灌溉方式,近年来在农业领域得到了越来越广泛的应用。它能够把水和养分准确地输送到作物根部,提高水资源的利用效率,减少水分蒸发和渗漏损失,还能改善作物的生长环境,提高作物产量和品质。研究大农业田间滴灌的实操方案设计与应用实践具有重要的现实意义。通过合理设计滴灌方案并进行有效的应用实践和效果评估,能够为大农业的可持续发展提供有力的技术支持。

1 滴灌技术概述

1.1 滴灌的基本原理

滴灌是一种精确灌溉的方法,其基本原理是根据作物的需水要求,通过低压管道系统与安装在毛管上的灌水器,将水和作物生长所需的养分以较小的流量,均匀、缓慢地滴入作物根区土壤中。水在重力和毛管力的作用下,在土壤中以水滴的形式逐渐扩散,使作物根区的土壤经常保持在适宜的湿度范围内。这种灌溉方式避免了传统灌溉方式中大量水分的无效蒸发和深层渗漏,能够最大限度地提高水资源的利用效率。与传统灌溉方式相比,滴灌能够根据作物的实际需水量进行精准供水,减少了水分的浪费,同时也降低了因过度灌溉导致的土壤养分流失和土壤板结等问题^[1]。

1.2 滴灌系统的组成部分

滴灌系统由水源工程、首部枢纽、输配水管网和灌水器四部分组成。水源工程利用河流、湖泊、水库、井泉等,需确保水量充足、水质达标,若水质差需经沉淀、过滤、消毒预处理以防堵塞。首部枢纽是控制中心,包含水泵(加压输水)、动力机、施肥装置(实现水肥一体化)、过滤设备(如砂石、网式过滤器,防止堵塞)及控制仪表(监测压力、流量等参数)。输配水管网由干管、支管、毛管组成,材质多为PE、PVC,逐级分配水流至灌水器,管径布置需满足流量与压力要求。灌水器是关键部件,包括滴头、滴灌带等,将压力水流均匀滴入土壤,适用于不同作物与土壤条件。系统通过精准输配水和施肥,提升灌溉效率,减少资源浪费。

2 大农业田间滴灌实操方案设计

2.1 田间土壤与作物特性分析

土壤特性显著影响滴灌效果。砂土孔隙大、渗透快但保水差,需小流量、短间隔灌溉以防渗漏;黏土孔隙小、渗透慢但保水强,可适当增大流量和延长间隔。设计时需根据土壤质地和渗透性调整滴灌参数,同时考虑酸碱度与肥力,合理施肥以满足作物需求^[2]。

作物特性同样关键。蔬菜根系浅、需水少,宜用低流量滴头、密间距;果树根系深、需水多,则需大流量、疏间距。作物生长阶段差异明显:苗期和开花期需高湿度,成熟期应控水提升品质。需结合作物种类与生长周期制定灌溉制度,如敏感期增加灌溉频率,成熟期减少水量。

2.2 滴灌系统的选型与布局

选型需结合土壤、作物特性:小面积平坦农田选滴灌带,成本低且安装便捷;大面积复杂地形用滴灌管,耐压抗堵。根据作物需水量和根系深度匹配灌水器流量与间距,兼顾系统可靠性、耐久性 & 维护成本。

布局应依地形、种植方式优化:输配水管网减少长度与弯头,降低水头损失。干管沿道路/沟渠,支管垂直干管,毛管平行作物行。灌水器依根系分布布置,成行作物沿行铺设,密植作物采用网状布局。合理规划施肥装置与控制设备安装位置,便于操作管理。通过科学选型与布局,提升灌溉效率,保障作物水分供给。

2.3 灌溉制度的制定

灌溉定额的确定:灌溉定额是指在一定的气候、土壤和作物条件下,为了满足作物生长发育的需要,单位面积上一次灌溉的水量。灌溉定额的确定需要综合考虑作物的需水量、土壤的保水能力和灌溉效率等因素。可以通过田间试验、经验公式或参考相关资料来确定灌溉定额。一般来说,灌溉定额应根据作物的生长阶段和土壤湿度进行调整,以保证作物在不同生长阶段都能得到足够的水分供应。

灌溉周期的确定:灌溉周期是指相邻两次灌溉的时间间隔。灌溉周期的长短取决于作物的需水量、土壤的水分蒸发速度和灌溉定额等因素。在实际生产中,可以通过土壤湿度监测来确定

灌溉周期。当土壤湿度降至作物适宜生长的下限值时,应及时进行灌溉。同时,还需要考虑天气情况,在降雨较多的时期可以适当延长灌溉周期,在干旱少雨的时期则需要缩短灌溉周期^[3]。

3 滴灌方案的应用实践

3.1 实践区域的选择与基本情况

选择具有代表性的大农业田间作为实践区域,该区域的土壤类型、作物种植结构和气候条件应具有一定的典型性。例如,选择一块以种植玉米和小麦为主的农田作为实践区域,该区域的土壤为壤土,地下水位较浅,气候属于温带大陆性季风气候,四季分明,降水分布不均。在实践区域内,需要对土壤的基本性质、作物的种植情况和灌溉历史等进行详细的调查和分析,为滴灌方案的设计和 implement 提供基础数据。

3.2 滴灌系统的安装与调试

滴灌系统的安装:按照滴灌系统的设计方案进行安装。进行水源工程的建设,确保水源的水量和水质符合要求。安装首部枢纽,包括水泵、施肥装置、过滤设备等,并进行调试,确保其正常运行。接着铺设输配水管网,按照设计要求连接干管、支管和毛管,并确保管道的连接牢固、密封良好。安装灌水器,将滴头或滴灌带安装在毛管上,并进行检查,确保灌水器的出水均匀^[4]。

滴灌系统的调试:滴灌系统安装完成后,需要进行全面的调试。首先进行水压测试,检查管道是否有漏水现象。然后开启水泵,调节首部枢纽的压力和流量,使滴灌系统在设计的压力和流量下运行。检查灌水器的出水情况,调整滴头的间距和流量,确保灌溉均匀。在调试过程中,还需要对施肥装置进行调试,确保肥料能够均匀地溶解在水中并随水输送到作物根部。

3.3 实际灌溉过程的管理与监测

灌溉过程的管理:在实际灌溉过程中,需要严格按照制定的灌溉制度进行操作。根据作物的生长阶段和土壤湿度情况,及时调整灌溉时间和灌溉量。要注意观察作物的生长状况和土壤的湿度变化,发现问题及时处理。在灌溉过程中,还需要定期检查滴灌系统的运行情况,如管道是否有漏水、灌水器是否堵塞等,及时进行维修和更换。

灌溉过程的监测:为了准确掌握滴灌系统的运行情况和作物的生长环境,需要对灌溉过程进行监测。可以采用土壤湿度传感器、气象站等设备,实时监测土壤湿度、气温、湿度、光照等参数。通过对监测数据的分析,及时调整灌溉制度,保证作物在适宜的环境中生长。还可以利用遥感技术和地理信息系统(GIS)等手段,对大面积农田的灌溉情况进行宏观监测和管理,提高灌溉管理的效率和精度。

4 滴灌方案应用效果评估与优化

4.1 应用效果评估指标与方法

评估滴灌实施成效,通常围绕水资源利用效率、作物产出与质量、土壤状况及经济收益等维度展开。灌溉水利用系数和水分生产率是衡量节水效果的关键指标,前者指作物实际耗水与系统引水总量之比,反映输配水效率;后者体现单位用水对应的

产量,用以评判资源使用效果。作物产量和品质可通过田间实测完成,土壤质量则需检测肥力、结构及pH值等参数。经济性评估需核算灌溉投入、作物收益及净利润等数据^[5]。

常用评估方法包括田间对比试验、农户问卷调查及数据统计分析。试验中常设置滴灌与常规灌溉对照区,比较产量、品质及节水差异。问卷旨在了解用户接受度与实际应用情况。统计方法则用于识别实施中的问题及其成因,从而提出针对性改进策略。

4.2 评估结果分析

实践表明,滴灌技术应用效果良好。在节水方面,灌溉水利用系数和水分生产率明显优于传统方式,平均节水率达30%-50%,大幅减少了无效蒸发与渗漏。作物产量因水肥协同精准供给而显著提高,如玉米增产10%-20%,同时品质也有所提升。土壤有机质、孔隙度及微生物活性等指标改善,缓解了板结与盐碱化趋势。尽管系统建设初始投入较高,但长期运行中通过节水、增产和减少人工,实现了良好的投资回报,展现出显著的经济与生态效益。

4.3 问题与优化措施

滴灌技术虽优势明显,但仍面临灌水器易堵塞、灌溉均匀性不足及自动化水平不高等问题。堵塞多由水质引起,应加强水源预处理,采用高效过滤设备,并配合定期冲洗、更换部件及施用防垢剂与抑菌剂。为提升灌溉均匀性,需根据地形与土壤特性优化系统设计,合理选择灌水器并调控水压与流量。针对自动化程度低的问题,可引入PLC控制、传感监测和物联网技术,构建基于墒情和气象数据的智能灌溉系统,从而实现精准管控,进一步提高资源利用效率与管理水平,推动现代农业可持续发展。

5 滴灌工程方案比选与布局优化

5.1 滴灌工程方案比选

滴灌工程设计需优选轮灌方式。基于作物方向、地形及土地确权,干管沿等高线布设,分干管垂直等高线并依分地界线布置。重点对比支管轮灌与辅管轮灌:辅管轮灌投资较低,但管理复杂且病虫害风险高;支管轮灌操作简便,契合当地团场经验。综合考虑成本、管理及实际需求,选用支管轮灌方案,以提升效率与可持续性。

支管轮灌方式:滴灌带与支管直接相连。运行管理:运行时每次开启支管入口的球阀进行控制,管理强度较低,操作简单方便。由于流量集中,干管、分干管、支管等管道管径较大,能够保证较大的流量输送,减少水流阻力,提高灌溉效率。但这种较大的管径也意味着在材料成本和施工难度上可能会有所增加。投资情况:田间工程平均亩投资1300元左右。

辅管轮灌方式:滴灌带与辅管相连,通过支管球阀控制灌

溉。运行中支管续灌,辅管与滴灌带轮灌,系统流量分散,管道成本较低,但管理强度大且易传播病虫害。投资上,辅管轮灌亩均投资比支管轮灌低150元,但辅管轮灌操作简便,便于管理,符合当地团场成熟经验^[6]。综合考虑成本、管理与实际需求,设计采用辅管轮灌,确保高效运行与可持续性。

5.2 滴灌布局优化

项目区地形复杂,南北坡降16-21%,东西3.45%,地块不规则,分29个灌溉系统。布局遵循:地理分干管垂直于等高线,与作物种植方向平行,确保水分均匀;干管沿等高线布置,降低铺设难度,稳定输水。结合土地确权,分干管位于农户分地界线,明确管理责任,减少纠纷。优化设计提高水资源利用率,保障耕地均匀灌溉,促进农业可持续发展。需根据实际地形、土壤和作物调整,实现最佳效果。

6 结论与展望

滴灌技术显著提升水资源利用率与作物产量品质,通过精准根部供水减少蒸发与渗漏,节水30%以上,作物增产20%-40%,并改善营养成分。其降低劳动力成本,适用于大规模农田,为农业可持续发展提供科学依据。但仍面临系统堵塞、灌溉不均及成本高等挑战,需通过技术创新与管理优化解决。未来,滴灌技术将聚焦智能化与跨领域融合:开发智能控制系统,集成传感器、物联网及AI,实时监测土壤与气象数据,动态优化灌溉策略,提升精准性与效率;深化与生物技术、信息技术的协同,如培育耐旱品种降低灌溉需求,构建数字化平台整合生产全流程。针对复杂场景(如山地农业)的定制化解决方案亦为关键方向。

【参考文献】

- [1]冯海军,刘斌.全渠道控制系统在农业自动化节水灌溉系统中的设计与应用分析[J].南方农机,2023,54(7):74-76.
- [2]张继伟.地面节水灌溉技术研究现状及发展趋势[J].农机使用与维修,2023,(1):96-98.
- [3]王汝江.大型灌区农田节水灌溉制度设计[J].陕西水利,2019,(10):75-76+79.
- [4]徐伟伟.基于费效比的农业节水优选分析[J].水利技术监督,2025,(8):172-175.
- [5]谷加平.农田水利工程高效节水灌溉技术的发展与应用分析[J].智能城市,2021,7(5):109-110.
- [6]潘佳佳,李东明,张嘉芮,等.我国节水灌溉的现状、特点及未来发展趋势[J].江西农业,2019,(14):52-53.

作者简介:

王斌琴(1994--),女,汉族,甘肃人,本科,助理农艺师,研究方向:大农业。