

节水灌溉技术在农田水利工程设计中的应用研究

李文华

信阳市江淮水利水电建设监理站 河南 信阳 464000

摘要: 随着全球人口的增长和气候变化的影响,水资源短缺已成为限制农业发展和粮食安全的关键因素,节水灌溉技术作为提高农业水效率的重要手段,其在农田水利工程设计中的应用受到了广泛关注。本文从农田水利工程的作用入手,分析了节水灌溉技术在农田水利工程设计中的应用,并对节能灌溉技术的发展趋势进行了讨论,旨在为将来的农田水利建设和管理提供科学依据和参考。

关键词: 节水灌溉技术;农田水利工程;设计;应用

引言

传统的灌溉方法往往忽视了水分在土壤-植物-大气系统中的动态平衡,导致水资源的浪费和环境问题。相比之下,节水灌溉技术强调根据作物需水量和生长阶段,以及气候条件和土壤水分状况来优化灌溉策略。这种方法不仅能够减少无效和过量灌溉,还能提高作物对水分和养分的吸收效率,最终实现节水和增产的双重目标。因此,开发和应用节水灌溉技术成为解决这一问题的关键。

1 农田水利工程的作用

农田水利工程作为农业发展的重要支撑,其作用不容忽视,它涵盖了灌溉、排水等多个方面,旨在通过科学规划和技术手段,改善农田水分状况,调节地区水情,进而促进农业的高产稳产。第一,农田水利工程对农业生产起到了直接的促进作用,水是农作物生长不可或缺的资源,而农田水利工程通过修建灌溉设施,如渠道、水库、泵站等,确保农田得到充足且适时的灌溉。这不仅可以满足农作物生长的基本需求,还可以根据作物生长的不同阶段,进行精准灌溉,提高水分利用效率。同时,排水设施的完善也避免了农田积水,减少了农作物因水灾造成的损失。第二,农田水利工程有助于改善农田生态环境,通过合理的水利工程布局,可以调节农田小气候,改善土壤结构,增加土壤肥力。例如,灌溉水可以带来丰富的营养物质,促进土壤微生物的繁殖,提高土壤的生物活性。并且,水利工程还可以减少水土流失,保护农田的生态环境。第三,农田水利工程在提高农业经济效益方面也发挥了重要作用,通过提高灌溉效率,增加作物产量,农田水利工程为农民带来了更多的经济收益。第四,农田水利工程的作用并不仅限于上述方面,在应对自然灾害方面,农田水利工程同样具有不可替代的作用。例如,在干旱季节,通过启动灌

溉设施,可以确保农田得到足够的水分供应,减轻干旱对农作物的影响。在洪涝灾害发生时,排水设施可以快速排除积水,降低农田受灾程度,减少农民的经济损失。第五,农田水利工程还有助于推动农业可持续发展,通过科学规划和管理水资源,农田水利工程可以实现水资源的合理利用和高效配置,减少水资源的浪费和污染。此外,水利工程的建设还可以促进农业技术的创新和推广,提高农业生产的科技含量和附加值,推动农业向现代化、智能化方向发展。

2 节水灌溉技术在农田水利工程设计中的应用

2.1 微灌技术的应用

微灌技术是一种精细调控水量供应的灌溉方式,它通过低压管道系统将水和养分直接输送到作物根际区域,这种技术主要包括滴灌和喷灌两种形式。其中,滴灌是微灌技术中的一种,通过安装在管道上的滴头或滴灌带,将水滴滴地缓慢释放到植物根部附近的土壤中^[1]。这种方法可以极大地减少水分的蒸发和无效浸润,确保水分和溶解在其中的肥料能被作物根系有效吸收。滴灌系统可以根据作物的实际需水情况和生长阶段来调整供水频率和量,从而实现精准灌溉。而喷灌则是通过特制的喷头将水分散成细小的水滴,均匀喷洒在作物叶面和周围土壤上。喷灌适用于多种作物类型,尤其是那些对湿度要求较高或需要叶面施肥的作物,与滴灌相比,喷灌可以更快地覆盖大面积的农田,并且可以在较短的时间内完成灌溉任务。在农田水利工程设计中,应用微灌技术需要考虑多个因素:首先是作物的需水量,不同作物对水分的需求差异很大,设计时需要根据作物的生长周期和耐旱性来确定灌溉策略;其次是土壤类型,不同的土壤保水能力和渗透性不同,这直接影响到灌溉的频率和量;气候条件也是一个重要因素,干旱地区可能需要更频繁的灌溉,而湿润地区则可以适当减少。此外,还需要考虑

地形地貌、水源的可用性以及经济成本等因素。

2.2 渗灌技术的应用

渗灌系统的工作原理是将灌溉水源（如地下水、河流水或水库水）引入埋设在地下的管道网络中，这些管道带有微孔或缝隙，允许水分逐渐渗出并浸润周围的土壤。这种灌溉方式的优势在于其对土壤结构的干扰小，能够保持土壤的自然状态和生物活性，同时由于水的缓慢释放，使得作物根系能够更好地吸收水分和营养。在设计农田水利工程时，采用渗灌技术需要考虑多种因素：第一，水源质量。水质直接影响到灌溉效果和作物健康，水中的化学物质，如盐分、pH值和其他矿物质，可能会影响土壤的化学性质和作物的生长。因此，在设计渗灌系统时，需要对水源进行质量分析，并采取必要的水处理措施，以确保水质符合灌溉标准。第二，管道材料和设计。渗灌系统的管道通常埋在地下，所以需要选择耐腐蚀、耐压和使用寿命长的材料，管道的直径、长度和布局设计也需要根据水源的流量、土壤的吸水能力和作物的布局来优化设计。第三，滴头或微孔的设计。滴头或微孔的大小、形状和间距会影响水分的释放模式和均匀性。选择合适的滴头或微孔设计可以确保水分均匀分布在作物根际区域，避免局部过湿或干旱。第四，系统压力。渗灌系统通常需要一定的压力来保证水分能够通过管道并从微孔中渗出，系统的压力需要根据管道的长度、直径和地形坡度来调整，以确保整个灌溉区域的水分供应均匀。

2.3 雨水收集与利用技术的应用

雨水收集与利用技术在农田水利工程中的应用，不仅有助于提高水资源的利用效率，还能减少对地下水和表面水的依赖，同时减轻城市排水系统的压力。（1）雨水收集系统的设置。通过建设雨水井、雨水沟、屋檐槽等设施，可以将屋顶、地面等区域的雨水有效地收集起来，这些设施的设计需要考虑到当地的降雨特性、地形地貌以及作物的布局，以确保收集到的雨水能够满足灌溉的需求。（2）储存设施的建设。为了在干旱时期也能够持续供应水分，需要建设蓄水池、水库等储存设施，这些设施的规模和设计需要根据当地的降雨量、作物的需水量以及土壤的保水能力来确定^[2]。在设计时，还需要考虑到水质的保护和防止蒸发的措施，以确保储存的雨水能够有效利用。（3）雨水处理技术的应用。由于雨水在降落过程中可能会携带空气中的污染物，因此在用于灌溉前需要进行适当的处理，常用的处理方法包括过滤、沉淀、消毒等，以确保水质达到灌溉标准。此外，还可以通过植物净化、人工湿地等生态方法来提高

水质。（4）综合利用策略的制定。雨水收集与利用不仅仅是为了满足灌溉需求，还可以用于其他用途，如生活用水、畜牧饮水等。所以，在设计雨水收集与利用系统时，需要制定综合利用的策略，充分利用这一资源。例如，可以将收集到的雨水用于农田灌溉、园林绿化、家禽养殖等多个方面。

2.4 节水灌溉制度

在面对全球水资源日益紧张背景下，节水灌溉制度在农田水利工程中的应用显得尤为重要，这一制度的核心是根据作物的生长需水规律、土壤的水分状况以及气候条件等因素，科学地制定灌溉的时间和量，从而达到既保证作物正常生长又减少水资源浪费的目的。第一，需要对作物的灌溉需求进行准确评估，这包括了解作物在不同生长阶段的水分需求，以及土壤的保水能力和自然降水情况。通过这些信息，可以确定作物在何时需要补充多少水分。第二，根据评估结果，选择最适合的灌溉方式，常见的节水灌溉方式包括滴灌、喷灌、渗灌等。每种方式都有其特点和适用条件，例如滴灌适合对水分要求精准的作物，而喷灌则适合大面积的灌溉。第三，灌溉时间应基于作物生长的关键时期和土壤水分状况来确定，例如，在作物生长初期和花期，可能需要更多的水分支持。此外，还应考虑自然降雨模式，以避免在雨后立即灌溉，造成水资源的浪费。第四，灌溉量应根据作物的实际需求来调整，避免过量灌溉^[3]。通过使用土壤湿度传感器或其他监测工具，可以实时了解土壤的水分状况，从而精确控制灌溉量。第五，现代农田水利工程中，智能化管理技术的应用越来越广泛。通过集成传感器、控制器和数据分析平台，可以实现对灌溉系统的自动监控和调节，这种智能化管理不仅提高了灌溉的准确性和效率，也降低了人力成本。第六，为了确保节水灌溉制度的有效实施，需要对农民进行相关的教育和培训，这包括如何正确使用灌溉设备、如何解读土壤水分数据以及如何根据气象信息做出灌溉决策等。

2.5 信息技术在节水灌溉中的应用

随着信息技术的飞速发展，遥感、地理信息系统（GIS）、物联网（IoT）等高新技术在农田水利工程中的应用变得越来越普遍，这些技术为精确农业和节水灌溉提供了新的可能性，使得农田管理更加科学化、精细化和自动化。（1）遥感技术能够从卫星或飞机上收集地面的图像和数据，用于监测作物生长状况、土壤湿度、植被覆盖等信息。通过分析这些数据，可以了解农田的水分需求，从而制定更合理的灌溉计划。例如，通过检测植被的归一化差值植被指数（NDVI），可以评估

作物的生长状况和水分压力,进而调整灌溉策略。(2) GIS是一种强大的空间数据分析工具,它可以用于存储、管理和分析与地理位置相关的数据。在农田水利工程中, GIS可以用来分析土壤类型、地形地貌、水源分布等信息,以确定最佳的灌溉区域和方法。此外, GIS还可以与遥感技术相结合,通过地图的形式直观地展示农田的水分状况和灌溉效果。(3) 物联网技术通过将传感器、控制器等设备连接到网络,实现对农田环境的实时监测和控制^[4]。在节水灌溉中,可以通过安装土壤湿度传感器、流量计、气象站等设备,收集关于土壤水分、灌溉量、气候条件等数据,这些数据可以实时传输到中央控制系统或农民的移动设备上,便于及时调整灌溉策略。

(4) 通过收集和分析大量的农田数据,可以使用数据挖掘和机器学习技术来发现作物需水规律和最佳灌溉实践,这些分析结果可以为农民提供科学的决策支持,帮助他们优化灌溉管理。(5) 为了充分利用信息技术在节水灌溉中的潜力,需要建立一个集成的管理平台,这个平台可以整合各种数据源和技术工具,提供用户友好的界面和操作方式。通过这个平台,农民可以轻松管理灌溉系统,同时获取专业的建议和服务。

3 节水灌溉技术的发展

随着全球水资源短缺问题的日益严峻,节水灌溉技术在农业领域的应用越来越受到重视。未来的节水灌溉技术将在以下几个方面呈现明显的发展趋势:第一,智能化与自动化。信息技术的飞速发展将使得节水灌溉系统更加智能化和自动化,通过集成传感器、物联网(IoT)技术、远程监控和数据分析,灌溉系统能够根据作物的实际需水情况和环境条件自动调整灌溉策略。智能化的灌溉系统不仅能够节省人力成本,还能提高水资源利用效率和作物产量。第二,精确灌溉。精确农业的理念将被更广泛地应用于节水灌溉中,通过使用高精度的土壤湿度传感器、流量计和气象站等设备,农民可以更准确地了解农田的水分状况和需求。结合遥感技术

和地理信息系统(GIS),可以实现对每个作物甚至每块土地的个性化灌溉管理。第三,生态化与可持续性。未来的节水灌溉技术将更加注重生态环境保护和可持续发展,这意味着在设计和管理灌溉系统时,需要考虑到生态系统的健康、地下水的保护和气候变化的影响。例如,通过模拟自然水循环过程的灌溉方法,可以最大限度地减少对环境的干扰。第四,融合新型材料和技术,随着新材料和新技术的不断涌现,未来的节水灌溉设备将更加高效和耐用,例如,使用纳米技术制造的滤网和管道可以提高灌溉系统的过滤效率和耐腐蚀性。此外,新型的生物降解材料也可能被用于制造灌溉器材,从而减少对环境影响。第五,多元化水源的利用。为了应对水资源短缺的问题,未来的节水灌溉技术将探索利用多种水源,这包括雨水、再生水、海水淡化等非传统水源的开发和利用。通过合理的处理和调配,这些水源可以为灌溉提供可靠的补充。

结束语

总之,节水灌溉技术在农田水利工程设计中扮演着至关重要的角色。通过采取有效的节水措施,不仅能够提高农业水资源的利用效率,还能保障作物的高产稳产,同时对于保护生态环境、应对气候变化等方面也具有积极意义。未来,综合应用多种节水技术和智能化管理系统,将是农田水利工程设计的方向,以期达成农业生产与环境保护的和谐共生。

参考文献

- [1]古力努尔·依明.农田水利节水灌溉工程运行管理研究[J].水电水利,2021(5):35-37.
- [2]王妍.东昌府区小型农田水利工程机井提水高效节水灌溉设计分析[J].陕西水利,2020(06):100-103.
- [3]秦红霞.对中小型农田水利灌溉工程设计及节水技术探析[J].绿色环保建材,2020(01):225+227.
- [4]张平利.对农田水利节水灌溉工程设计的探讨[J].珠江水运,2020(9):100-101.