

节水灌溉水利工程施工技术研究

Research on Construction Technology of Water-saving Irrigation Water Conservancy Engineering

张向往

Xiangwang Zhang

河北省水务中心石津灌区事务中心 中国·河北 衡水 053873

Hebei Water Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Hengshui, Hebei, 053873, China

摘要: 随着全球水资源的日益紧张和农业水利需求的增加,节水灌溉技术成为实现水资源可持续利用的关键。论文围绕水利工程施工中的节水灌溉技术进行深入探讨,旨在为实现更高效的水资源管理和农业可持续发展提供技术支持。

Abstract: With the increasing tension of global water resources and the increasing demand for agricultural water conservancy, water-saving irrigation technology has become the key to achieve sustainable utilization of water resources. This paper focuses on the water-saving irrigation technology in the construction of water conservancy projects, aiming at providing technical support for achieving more efficient water resources management and sustainable agricultural development.

关键词: 节水灌溉; 水利工程; 滴灌技术

Keywords: water-saving irrigation; water conservancy engineering; drip irrigation technique

DOI: 10.12346/etr.v6i2.9014

1 节水灌溉水利工程施工技术的重要性

传统的灌溉方法如地面浇灌等,常常伴随着大量的水分蒸发和渗漏,导致实际到达作物根部的水量只是使用总量的一小部分^[1]。相比之下,现代节水灌溉技术,如滴灌和微喷灌,能够将水准确输送到作物根部,极大地减少了水分的无效损失。这种精确的水分管理不仅节约了水资源,还能根据作物的实际需求调整灌溉量,进而提高作物的生长效率和质量。

水资源的过度开采和浪费不仅会导致地下水位下降、河流干涸,还可能引发一系列环境问题,如土壤盐碱化和生态系统退化。节水灌溉技术通过减少灌溉过程中的水分损失,有助于保护珍贵的水资源,维护生态环境的稳定。

随着全球人口的增长和食物需求的上升,农业生产面临着巨大的压力。节水灌溉不仅能够提高水资源的使用效率,还能通过减少水资源的过度开采,保护农业生态环境,为农业的可持续发展提供坚实的基础^[2]。此外,节水技术的应用还能够减少农业生产对气候变化的贡献,例如通过减少水分蒸发减轻局地气候的干旱化。

2 节水灌溉水利工程施工技术说明

2.1 滴灌技术

滴灌技术的核心在于通过精确控制,将水直接输送到植物根部,这种技术在农业水利工程中被广泛应用,因为它能显著提高水资源的使用效率,并减少水分的蒸发损失。

技术原理: 滴灌技术的基本原理是使用一系列管道系统(包括主管道、分管道和滴头),将水源直接输送到作物根部。这种系统可以根据作物的具体需求定制,以确保水分的均匀分配。滴灌系统通常包括滤网、减压器、计量装置和定时控制器,以确保水分的精确供应。

技术指标和数据如下: ①灌溉效率:滴灌系统的灌溉效率通常在90%~95%,远高于传统的灌溉方法(50%~70%)。②水滴流量:滴头的流量通常在2~8L/h,可根据作物的需求进行调整。③水压要求:滴灌系统通常在1.0~2.0MPa的水压下运行最为有效。

理论支持: 滴灌技术的有效性得到了水土保持和作物生长理论的支持。通过将水直接输送到根部,这种技术最大限度地减少了水分在土壤表面的蒸发,同时减少了因表面流和深层渗透导致的水分损失。此外,滴灌还可以减少土壤侵蚀

【作者简介】张向往(1980-),男,中国河北衡水人,本科,高级工程师,从事水利工程建设、运行管理及施工技术、农业灌溉研究。

和盐分累积,有助于保持土壤结构和养分平衡。

应用效果:实际应用中,滴灌技术已被证明可以显著提高作物产量,同时减少水资源的使用。例如,对于某些果树和蔬菜作物,使用滴灌技术后,产量可以提高20%~50%,同时节水30%~60%。

2.2 喷灌技术

喷灌技术通过特制的管道和喷头系统,将水均匀地喷洒到农作物上。这种技术特别适用于地形不规则和较大面积的农田,能有效提高灌溉效率和作物产量。

技术原理:喷灌系统主要由供水管道、泵站、喷头和控制装置组成。水从泵站被抽送至管道系统,并通过喷头以小水滴的形式喷洒到作物上。这种方法模仿自然降雨,使水分更均匀地分布在作物的整个生长区域。

技术指标和数据如下:①喷头覆盖半径:喷灌系统中喷头的覆盖半径通常在10~20m,这取决于喷头的类型和水压。②水压要求:喷灌系统的水压通常需要在2~4MPa,以确保水分均匀喷洒。③灌溉效率:喷灌的灌溉效率约为75%~85%,较传统灌溉方式有显著提升。

理论支持:喷灌技术的有效性得到了作物水分需求和水土保持理论的支持。与传统的地面灌溉相比,喷灌通过精细的水滴分配减少了水分在传输过程中的损失,同时降低了土壤侵蚀的风险,有利于保持土壤结构和增强作物的吸水能力。

应用效果:在实际应用中,喷灌技术已被证实能有效提高作物的产量和质量。它不仅可以减少因不均匀灌溉导致的作物生长问题,还有助于节省水资源和劳动力成本。例如,在一些大型农场中,使用喷灌技术后,作物产量提升了约20%~30%,同时节约了大量的水资源。

2.3 微喷灌技术

微喷灌技术是一种集滴灌和喷灌优点于一身的灌溉方法,特别适用于园林、果园等特定场合,通过小型喷头或喷嘴以微细水滴的形式对作物进行灌溉,既节约水资源又保证了良好的灌溉效果。

技术原理:微喷灌技术的核心是利用小型喷头或喷嘴产生微细水滴,直接或间接地对植物进行灌溉。这种方法可以使水分均匀地分布在植物周围的土壤上,减少水分直接蒸发,同时为植物提供必要的水分和湿度环境。

技术指标和数据如下:①喷头流量:微喷头的流量通常在20~150L/h,根据灌溉需求可以进行调整。②喷洒半径:微喷灌系统中喷头的喷洒半径一般在1~5m,适合小范围密集种植区域。③水压要求:有效的运行水压一般在1.5~3.0MPa,确保喷水均匀、覆盖范围广。

理论支持:微喷灌技术的设计基于水力学和土壤学原理。通过精细控制水滴大小和分布,可以最大化水分的渗透和保持,同时减少水分的表面蒸发和深层渗透。这种精准的水分管理有助于维持土壤的适宜湿度,促进植物根系的健康发展。

应用效果:微喷灌技术在园林和果园中的应用显示出显著的节水效果和良好的灌溉性能。它不仅提高了水分的利用

率,还改善了植物的生长环境,促进了作物的健康生长。实际应用案例表明,微喷灌可以节约30%~60%的水资源,同时提高作物产量和质量。

3 地下管道灌溉系统

地下管道灌溉系统通过将水管系统埋置于地下,并通过管道中的小孔或滴头直接向作物根部供水^[3]。这种系统的设计旨在最大程度减少水分的蒸发和渗漏,从而提高水资源的利用效率。

技术原理:地下管道灌溉系统的核心是一个埋置于土壤中的管道网络。这些管道在特定位置设有小孔或滴头,用于直接向作物根部释放水分。这种方法使水分直接达到植物根系,减少了水分在地面的蒸发和无效渗透。

技术指标和数据:①管道深度:管道通常埋置在距离地表15~60cm的深度,以最接近作物根系。②滴头间距:滴头或出水孔的间距一般在30~50cm,以保证水分均匀分布。③水流量:每个滴头的流量通常在0.6~2.0L/h,根据土壤类型和作物需求进行调整。

理论支持:地下管道灌溉系统的设计和基于土壤水分动态和植物生理需求的理论。通过将水分直接输送到作物根部,这种系统在提高水分利用效率的同时,减少了土壤蒸发和水分渗透损失。此外,这种灌溉方法还有助于维持土壤结构,防止土壤板结和盐分累积。

应用效果:地下管道灌溉系统在实际应用中显示出显著的节水效果和提高作物产量的潜力。这种灌溉方式特别适用于干旱和半干旱地区,能显著减少水分的蒸发损失,同时提供稳定的水分供应。实际案例表明,使用地下管道灌溉系统可以节约30%~50%的水资源,并显著提高作物的质量和产量。

4 渠道衬砌技术

渠道衬砌技术的目的是通过使用混凝土、塑料膜等材料对渠道进行衬砌,从而减少水在输送过程中的渗漏损失。这种技术对于提高灌溉效率和节约水资源具有重要意义。

技术原理:渠道衬砌的主要目的是提供一个防水层,防止灌溉水从渠道中渗透到周围的土壤中。这是通过在渠道的内壁上覆盖一层防水材料来实现的。这些材料可以是混凝土、塑料膜或其他合成材料,它们具有良好的防水性能和耐久性。

技术指标和数据如下:①渗透率:高质量的渠道衬砌材料具有极低的渗透率,几乎可以完全防止水的渗漏。②耐久性:混凝土衬砌的预期寿命可达数十年,而高质量的塑料膜衬砌的寿命通常在10~15年。③安装成本:衬砌的成本取决于所选材料和渠道的大小,混凝土衬砌通常成本更高,但寿命更长。

理论支持:渠道衬砌技术的有效性得到了流体力学和土木工程学的支持。在没有衬砌的情况下,灌溉水在渠道中流动时,由于土壤的自然渗透性,会有大量水分丢失。衬砌技术通过创建一个防水层,显著降低了这种损失,从而提高了

水资源的利用效率。

应用效果：实际应用表明，渠道衬砌技术能显著减少灌溉水在输送过程中的损失，特别是在长距离输水中效果更为明显。这不仅提高了灌溉水的利用效率，还有助于减少整体的水资源消耗。

5 节水灌溉控制系统

节水灌溉控制系统是一种采用先进技术，实现自动或半自动灌溉管理的系统。它根据土壤湿度、气候条件等环境数据智能调节灌溉量和时间，以达到节水和提高灌溉效率的目的。

技术原理：节水灌溉控制系统的核心是集成的传感器和控制单元。传感器负责实时监测土壤湿度、温度、光照强度以及其他环境参数。这些数据被传输到中央控制单元，后者根据预设的灌溉算法或农业专家的建议，自动调整灌溉计划。

技术指标和数据如下：①土壤湿度感应精度：现代传感器可以精确到 $\pm 3\%$ 的湿度水平。②灌溉调整频率：灌溉控制系统可以实时或每天自动调整灌溉计划。③数据传输方式：多数系统使用无线技术传输数据，范围可达数百米。

理论支持：节水灌溉控制系统的设计基于土壤—植物—大气连续体（SPAC）理论，该理论涉及水分在土壤、植物和大气之间的动态平衡。通过精确控制灌溉，该系统确保作物在不同生长阶段获得适量的水分，同时最大限度地减少水分的浪费。

应用效果：节水灌溉控制系统在农业生产中被广泛应用，特别是在水资源紧张或需要精准灌溉管理的区域。这种系统能显著减少水资源的浪费，提高水的利用效率，并通过优化灌溉时机和量来提升作物的生长条件和产量。

6 节水型田间管理技术

节水型田间管理技术是一系列旨在增加土壤保水能力和提高水分利用效率的农业实践。这些技术包括合理的作物种植布局、土壤改良、覆膜等，不仅有助于节省水资源，还能提高农作物的产量和质量。

技术原理：①作物种植布局：通过优化作物间距和排列，可以增加土壤的曝光面积，从而降低水分蒸发，并改善作物的光合作用效率。②土壤改良：通过添加有机物质或改良剂，如生物炭、堆肥等，可以增加土壤的保水能力和改善土壤结构。③覆膜：使用塑料膜或其他材料覆盖土壤表面，以减少水分蒸发和控制杂草。

技术指标和数据如下：①土壤水分保持提升：通过土壤改良，土壤的水分保持能力可提高 20%~30%。②覆膜降低蒸发率：使用覆膜技术后，土壤水分蒸发率可以降低 50%~70%。③作物产量提升：合理的田间管理技术可以提升作物产量 10%~20%，具体数值取决于作物种类和当地气候条件。

理论支持：这些技术的有效性基于土壤学和植物生理学原理。改善土壤结构和保水能力有助于提供更适宜的根系生

长环境，同时减少水分的无效蒸发。合理的作物布局可以最大化光照利用率，进而提高作物的光合作用效率。

应用效果：节水型田间管理技术在全球范围内的多种农业生态环境中都显示出了积极的效果。这些技术不仅有效地节约了水资源，还改善了作物的生长条件，提高了产量和作物的质量。

7 雨水收集和利用技术

雨水收集和利用技术是指通过一系列设备和方法收集自然降雨，并将其存储起来，以供灌溉等用途使用。这种技术对于提高水资源的利用效率和减少对地下水及其他水源的依赖具有重要意义^[4]。

技术原理：雨水收集系统主要由收集面、输水管道、存储设施（如水池或水罐）以及过滤和处理设备组成。系统设计旨在最大化收集和存储降雨量，同时确保收集的雨水符合灌溉的质量要求。

技术指标和数据如下：①收集效率：有效的雨水收集系统可以捕获并利用 70%~90% 的降雨量。②存储容量：根据地区降雨模式和灌溉需求，存储设施的容量可以从几百升到数千升不等。③水质处理：过滤系统能去除大多数悬浮物和颗粒，保证水质符合灌溉标准。

理论支持：雨水收集和利用技术的设计基于水文学和环境工程学原理。通过合理设计，可以最大限度地收集和利用自然降水，减少对地下水和市政供水的依赖。此外，雨水通常较软，含盐量低，更适合用于灌溉。

应用效果：在实际应用中，雨水收集和利用技术已被证明可以显著降低对传统水源的依赖，尤其在干旱和半干旱地区效果显著。这种技术不仅有助于节约水资源，还可以在缺水时期提供额外的水源，支持农业生产。

8 结语

综上所述，节水灌溉技术在水利工程施工中的应用不仅可以显著提高灌溉效率，还有助于减少水资源的浪费，为实现农业可持续发展和应对全球气候变化提供了强有力的技术支持^[5]。未来，随着技术的不断进步和创新，节水灌溉技术将在全球水资源管理中扮演更加重要的角色。

参考文献

- [1] 严伟.农田水利工程施工中堤坝渗漏原因以及防渗加固技术[J].农家参谋,2022(12):165-167.
- [2] 李厚斌.水利水电工程混凝土的施工温度控制与裂缝预防[J].中国水运(理论版),2007(9).
- [3] 刘国印.水利工程项目钢筋混凝土施工技术措施研究[J].居业,2022(6):22-24.
- [4] 李志明.水利工程施工技术探讨[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2009(4).
- [5] 宋耳昌.我国农村中小型水利设施管理体制探析[J].黑龙江科技信息,2010(6).