

节水灌溉系统对农田水资源利用效率的影响分析

江 晟¹ 施 瑞² 仲林玉³

1. 南通市海门区三星镇水利服务站 江苏 南通 226100

2. 南通市海门区海门街道水利服务站 江苏 南通 226100

3. 南通市海门市政有限公司 江苏 南通 226100

摘 要：对农业生产而言，水资源具有至关重要的意义，其不仅是保障国家粮食安全的关键因素，而且也是促进农业可持续发展的重要资源。鉴于此，科学地利用和管理水资源成为当前研究的焦点之一。而节水灌溉系统，作为一种先进的灌溉方法，旨在通过减少水的消耗同时保证作物水分需求得到满足，从而实现水资源的高效利用。因此，本文将对节水灌溉系统对农田水资源利用效率的影响进行分析。

关键词：节水灌溉系统；农田；水资源利用效率；影响

前言：面对水资源短缺的问题，通过有效的节水灌溉系统，不仅可以提升农业灌溉效率，还能促进农业生产的可持续发展，确保国家粮食安全。因此，深入研究和不断完善节水灌溉系统，探索适合各地农业生产特点的应用模式，以及通过政策引导和技术支持推广节水灌溉系统的应用，将成为推进农业可持续发展和实现水资源可持续利用的关键路径。

1 节水灌溉系统与农田灌溉效率研究现状

节水灌溉系统作为现代农业生产的关键要素，体现了对水资源节约的核心特征，其属于技术集成型的生产要素。该技术的引入不仅极大优化了水资源的分配，满足了农业生产对水的多样需求，而且对于改善生态环境、提高水资源的科学利用率都起到了显著作用。在生态效益方面，节水灌溉系统促进了社会生态环境的改善，推动了环境保护的绿色化趋势。经济效益方面，则通过节约水资源和减少浪费，使用恰当的水量进行农作物灌溉，实现了作物产量的增加和品质的提升，带来了更好的经济回报。然而，节水灌溉系统的应用受到多种因素的影响，包括水权制度、农业水资源分配、农产品的市场行为、政府补贴政策、采纳风险以及个体的接受意愿。这些因素构成了技术普及和应用的复杂背景，导致尽管技术已有显著进展，但在广泛应用层面仍遇到一定困境^[1]。

在农业灌溉效率方面的研究取得了诸多成果，为灌溉工作的优化提供了理论和实践支持。研究表明，不同地区和作物间的灌溉效率存在差异，以山东和河南的小麦灌溉为例，这些平原区域的灌溉效率相对较高。影响农业灌溉效率的因素众多，包括农户兼业程度、气候变化、村庄特征、技术培训、水价调整以及新型节水灌溉

系统的推广等。特别是新型技术的推广、水价调整和技术培训，被证实能有效提高灌溉效率，扩大节水灌溉系统的适用范围。

2 节水灌溉系统与常用节水灌溉系统

2.1 渠道防渗

在农业灌溉领域，利用渠道传输水资源是一种普遍的做法。然而，这种方法在输水时往往会面临水分渗漏和蒸发的挑战。为了解决这个问题，渠道的防渗技术已被广泛采用，并显示出其显著优势：即能够加快水的输送速度同时减少水资源的损失，对提高农业灌溉的效率极为关键。因此，这项技术成为了当前节水灌溉系统中的一个重要组成部分^[2]。目前广泛应用的渠道防渗技术主要包括四种类型：三合土护面防渗、混凝土防渗、砌石防渗以及塑料薄膜防渗。这些技术因其良好的性能和应用效果，成为了解决渠道输水中渗漏问题的有效手段。三合土护面防渗利用特定材质的土壤，增加了渠道的防渗能力；混凝土防渗通过在渠道内衬上一层混凝土层，有效阻断了水分的渗漏；砌石防渗通过使用砌石构造渠道底层与内侧，不仅增加了渠道的稳定性，同时也提升了其防渗效果；而塑料薄膜防渗则是通过覆盖一层塑料薄膜在渠道内部，显著减少了水资源的损耗。各种防渗技术的应用，都大大提升了农业灌溉用水的效率和可持续性。

2.2 管道输水

应用管道输水技术，能够实现将水资源直接运送到田间进行灌溉。目前，管道输水所采用的材料主要分为金属管、混凝土管以及塑料硬管等。相较于传统的渠道输水方式，采用管道输水的方法极大降低了水资源在输送过程中的渗漏与蒸发，展现出了输水速度快、节约

用水及节省土地等显著优势，其效果明显优越于明渠输水。然而，管道输水技术在具体实施过程中需要布置一套完整的节水设施，这无疑带来了更高的成本投入。如此一来，虽然理论上管道输水技术展现出了卓越的节水潜力，但高额的初期投资成本仍是其面临的一个重要挑战。因此，管道输水技术虽有其明显的应用优点，却也需权衡其经济效益，以期在实际操作中更好地实现节水效果的目标。

2.3 喷灌系统

喷灌，作为一种现代化的灌溉技术，它的优势在农业生产中表现得尤为突出。首先，该技术在节约用水方面成效显著，能够确保灌溉水利用率超过80%。其次，喷灌不仅有助于作物产量的显著提高，还可以优化田间的气候条件和生态环境。此外，由于其精准控制灌溉量的能力，喷灌技术有效预防了土壤过度灌溉及由此可能引发的二次盐碱化问题。喷灌技术因其出众的经济和生态益处，被广泛推荐用于各类大田作物和蔬菜的灌溉工作中。

2.4 微喷系统

微喷技术，作为农业灌溉领域的一种创新方式，以微型喷灌的形式展现其独树一帜的特点。该技术主要依托塑料管道进行水分的输送，与传统的喷灌相比，它在节约水资源方面的效果更加显著^[3]。此外，微喷技术在改善田间微环境方面也发挥着重要角色，有效促进作物生长，产量增加的幅度往往可以超过30%。该技术已经在温室大棚、经济作物种植、果树栽培以及草坪维护等多种农业生产活动中得到了广泛应用。依赖于微喷技术，这些领域的灌溉效率和作物生长条件有了大幅度的改善，不仅提升了作物的产量和质量，还对环境保护做出了积极贡献。通过精准控制水分的分配，微喷技术减少了水资源的浪费，同时也降低了因灌溉不当可能导致的土壤侵蚀和盐碱化问题。

3 节水灌溉系统对农田水资源利用效率的影响

3.1 超效率SBM模型

在农业领域的研究进展中，借助数据包络分析方法的广泛应用与发展，专家们开始利用这一技术框架，尤其是超效率SBM模型来评估农业灌溉的效率。这种模型的一大优点在于其能将松弛变量纳入目标函数，从而提供更加灵活和全面的效率评价。在使用超效率SBM模型对农业灌溉效率进行计算的过程中，明确区分投入指标与产出指标成为关键步骤。投入指标主要涵盖了农业生产所需的各种资源和要素，包含劳动、土地、资本和水资源等。其中，土地作为农业生产的基础，扮演着至关重要的角色。资本反映了农业生产的各项成本，例如劳

动力支付、种子、农膜以及农药的购置费用等。随着农业机械化的推进，尽管机械化程度提高了生产效率，减少了对人力的依赖，但劳动力依旧是不可或缺的一环。水资源的供应是保障农作物健康成长的关键，鉴于直接精确测量农业生产中的水使用量存在难度，研究中往往通过灌溉费用来做为衡量标准。

产出指标则关注农业活动所产生的结果和产值。考虑到不同作物种植面积差异可能会导致产量的不一致，这给直接比较带来一定的困难。因此，在分析时，采用农业产值作为评价农业产出的一种方式，可为效率评估提供更为合理的量化指标。借助超效率SBM模型来评估农业灌溉效率是一种创新的方法，它通过引入松弛变量到目标函数中，增加了评估的准确性和透明度。在实际应用过程中，精确定义所需的投入指标和产出指标是实现有效和科学评价的基础^[4]。这种方法不仅有助于识别资源使用中的效率和不足，还为提升农业灌溉的高效利用和可持续性提供了科学依据。

3.2 Tobit模型

在采用超效率SBM模型精确地评估农业灌溉效率之后，接下来的步骤是深入探究影响这一效率的关键因素。鉴于农业灌溉效率是一个介于0到1之间的比值，直接应用传统的普通最小二乘法回归分析可能会引入偏差。因此，近期的研究中，Tobit模型成为了一种更为合理的选择，该模型能够更加准确地识别和分析这些影响因素。在运用Tobit模型进行研究的过程中，选择恰当的模型形式和变量，以及对这些变量进行清晰的定义至关重要。影响农业灌溉效率的变量可以大致分为四个类别：核心变量、个体特征、经营特征以及外部因素。其中，核心变量指的是节水灌溉系统的使用，包括但不限于喷灌和滴灌等。节水灌溉系统的应用，能显著降低水资源在农业灌溉过程中的浪费，并实现水资源的合理分配，从而有效提升农业灌溉的效率。

个体特征方面，年龄和教育程度是主要的衡量指标。一般来说，拥有更多种植经验的农户会更加合理地选择灌溉方式，由此可见，年龄较大的农户往往能达到更高的灌溉效率。此外，灌溉效率的提高也需要农户掌握一定量的专业知识，这就要求农户具有较高的教育水平，以便他们能够有效地运用现代灌溉技术并执行有效的管理。经营特征中，地形对灌溉效率产生显著影响，可以分为平原与山地两类。平原区的土地平坦，方便水资源均匀分布，从而提高灌溉效率；反之，在山地地区，由于地势的高低不一，灌溉水容易流失，这不仅造成了水资源的浪费，也降低了灌溉效率。外部因素则涉

及到灌溉设施数量和质量、资源禀赋和技术培训等。例如,当一个村庄配备有完善的灌溉设施,如机井和泵站,就可以有效减少无目的和无效的灌溉,进而提高灌溉效率。同时,农户参与节水灌溉系统培训,不仅能够提高他们的节水意识,也使他们更快掌握高效的灌溉技术。分析上述各类变量不仅有助于理解各因素对农业灌溉效率的综合影响,也为制定针对性的措施和政策提供依据,进一步优化水资源的使用,实现农业生产的高效与可持续发展。

4 利用节水灌溉系统提高农田水资源利用效率的策略

根据已有研究成果,农业灌溉效率的影响因素主要包括核心变量、个体特征、经营特征及外部因素,其中经营特征、核心变量以及外部环境中的灌溉设施对农业灌溉效率的影响尤为显著^[5]。然而,除了这些明确指出的因素外,仍存在一些更为细微和隐秘的影响元素,这些因素往往会对节水灌溉成效造成影响。举例而言,虽然节水灌溉系统在提升灌溉效率方面拥有明显的优势,但其实际应用中需要较大的初期投入,并且随后的长期维护同样需要投入较多的资金,这不仅包括维护成本,还涵盖了管理成本。此外,当前许多农户对节水灌溉系统的了解还不足,他们尚未完全认识到采用这些技术可能带来的经济和生态效益,这种认识上的缺失在很大程度上限制了节水灌溉系统的推广与应用,进而也影响了农业灌溉效率的提高。这些隐蔽性的影响因素提示,仅仅依靠技术的进步和设施的完善,并不能全面解决提升农业灌溉效率的问题。必须深入了解农户的实际需求和认识障碍,通过教育和培训提高他们对节水灌溉系统的认知水平,从而创造有利条件,推动节水灌溉系统的广泛应用和农业灌溉效率的整体提升。

面对当今农业节水灌溉系统的应用场景,提高农业灌溉效率的路径呈现出多元化的趋势。要有效推动农业灌溉效率的提升,可以着手实施以下策略:

第一,强化农业生产的培训和指导至关重要。地方农业机构需充分意识到推进节水灌溉系统的必要性,积极采取多种渠道、方法为农户展开技术培训,包括线上教育平台与面对面的技术辅导,旨在引导农户更新传统

观念,掌握并熟练运用节水灌溉系统。

第二,地方政府及相关技术支持部门应加大节水灌溉基础设施的建设投入,从而为节水灌溉系统的普及奠定坚实的物质基础。建设和完善这些设施,不仅能够确保技术的有效应用,更能最大化技术的节水效益,为提高整体的农业灌溉效率提供强有力的支持。此外,通过政策激励、财政补贴等手段,鼓励农户采纳先进的节水技术和设备,也是推动技术落地的有效途径。

第三,农业生产的种类和模式受到经营特征与地形条件的直接影响。鉴于地形特性是一种不可更改的固有条件,因此,优化农作物种植结构成为提高灌溉效率的又一有效手段。依照“适地适种”的原则,山区应着重发展那些对水需求相对较低的作物,如果树或特色药材等,而在平原地区则可以集中力量种植水稻、玉米等粮食作物以及具有高经济价值的农产品。这样不仅有利于水资源的高效利用,同时也能够确保国家粮食安全和经济作物的供应。

结语:节水灌溉系统作为农业生产中节约水资源和提高灌溉效率的重要手段,其推广和应用受到了广泛的重视。为了进一步增强农业灌溉效率,除了对现有节水灌溉系统进行持续的完善和优化之外,还需在多方面展开工作,包括种植结构的调整、人才培养、灌溉基础设施的完善以及技术的普及与宣传,从而促进现代农业的可持续发展。

参考文献

- [1]王希鸿.农田水利工程节水灌溉系统探究[J].甘肃科技,2021,37(20):180-181+135.
- [2]安军.高效节水灌溉系统在农田水利工程中的应用[J].中国科技信息,2021,(19):48-49.
- [3]李琳.基于提高农田水分利用效率的途径[J].黑龙江水利科技,2013,41(07):154-156.
- [4]陈萌山.把加快发展节水农业作为建设现代农业的重大战略举措[J].农业经济问题,2011,32(02):4-7.
- [5]乔红进,张国进,赵小凤,等.山西省水资源利用现状分析及农田节水技术措施探讨[J].中国农技推广,2010,26(02):33-34.