

灌区灌溉水利用系数测算分析研究

马 菊

吉木萨尔县水利管理站，新疆 昌吉 831700

[摘要]水资源的合理利用以及高效管理，对于农业生产的可持续发展和生态环境的有效保护有着极为重要的作用。在干旱以及半干旱区域当中，灌溉水利用系数的提升已然成为解决水资源短缺问题的关键所在。灌溉水利用系数能够综合地反映出灌区水资源在输送、分配以及田间利用方面整体的效率情况，其数值的高低会直接决定水资源利用的有效性和经济性。文章针对灌溉水利用系数的内涵、测算方法、影响因素以及提升途径展开分析，并且结合地区的实践案例以及最新的数据，从而为灌区水资源管理给出系统化的解决方案以及理论方面的有力支撑。

[关键词]灌溉水利用系数；水量平衡；节水技术；渠系防渗

DOI: 10.33142/hst.v8i12.18474

中图分类号: S274

文献标识码: A

Calculation and Analysis of Irrigation Water Utilization Coefficient in Irrigation Areas

MA Ju

Xinjiang Changji Jimusaer Water Management Station, Changji, Xinjiang, 831700, China

Abstract: The rational utilization and efficient management of water resources play an extremely important role in the sustainable development of agricultural production and the effective protection of the ecological environment. In arid and semi-arid regions, the improvement of irrigation water utilization coefficient has become the key to solving the problem of water scarcity. The irrigation water utilization coefficient can comprehensively reflect the overall efficiency of water resources transportation, distribution, and field utilization in the irrigation area. Its value directly determines the effectiveness and economy of water resource utilization. The article analyzes the connotation, calculation methods, influencing factors, and improvement methods of irrigation water utilization coefficient, and combines practical cases and the latest data in the region to provide systematic solutions and strong theoretical support for water resource management in irrigation areas.

Keywords: irrigation water utilization coefficient; water balance; water-saving technology; canal system anti-seepage

引言

农田灌溉水有效利用系数是《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中的一项重要水利指标，是国家实行最严格水资源管理制度，确定水资源管理“三条红线”控制目标的一项主要指标。做好相关测算与评估工作，对科学确定灌区节水潜力，促进节水灌溉农业发展具有重要意义。

1 灌溉水利用系数的内涵与意义

灌溉水利用系数是指灌区作物实际所利用的水量和水源引入总量之间的比值，它能够综合反映出从水源一直到作物根系层在整个输送过程当中的水资源利用效率情况。这个系数当中包含了渠系水利用系数以及田间水利用系数这两个极为关键的部分。其中，渠系水利用系数是用来衡量水源经过干渠、支渠、斗渠以及农渠等各个不同等级的渠道时的输送效率的；而田间水利用系数则是用来评估灌溉水被作物吸收并且转化为有用资源的程度的。在实际的应用场景当中，灌溉水利用系数既是对工程技术水准的一种体现，同时也是对管理能力以及资源分配合理性的综合评价指标。提高灌溉水利用系数有着重要的现实意义以及战略价值，其一，它可直接降低水资源在输送及

分配环节出现的无效损耗，增加单位水量的生产效益，缓解区域水资源短缺的情况。其二，较高的灌溉水利用系数说明农作物能获取更为精准且及时的水分供给，进而提升产量与品质，同时还能减少深层渗漏以及地表径流引发的土壤侵蚀与面源污染等问题。除此之外，灌溉效率的提升还降低了农业生产的成本，涵盖水费、电费以及管理费用等方面，给农民带来了实实在在的经济效益。

从更为宏观的层面来讲，灌溉水利用系数得以提高这一情况，对于保障国家的粮食安全以及生态安全而言是很有帮助的。借助于对水资源实施节约举措以及进行优化配置的操作，能够使得过度开采地下水以及对自然水系造成生态挤占等不良状况有所减少，进而为区域植被的恢复工作以及河湖的健康发展给予有力的支撑。所以说，去深入地开展相关研究并且积极地推广应用能够提升灌溉水利用系数的技术，这不单单是农业节水方面的一条重要途径，而且还是达成人与自然和谐发展这一目标的必然要求所在。

2 灌溉水利用系数的测算方法

2.1 水量平衡法

水量平衡法属于灌溉水利用系数测算范畴内最为直

接且处于基础地位的一种方法,它的原理在于借助对灌区水源引入的水量、排水时的水量以及土壤储水所发生的变动量加以测定的方式,进而去核算作物实际所消耗的水量。具体到实施层面,要在灌区的入口处以及出口处设置用于量水的各类设施,像是堰槽、流量计这类设备,并且要同步对灌溉期间的水量输入进程和输出进程展开监测,与此还要联合土壤墒情方面的监测情况以及气象相关的数据,去剖析作物的蒸散量还有根系的吸水量。这种方法对于数据的需求量颇高,而且其监测所花费的成本也相对较高,不过它所得出的结果相对来说是比较准确的,适合在科研领域以及精细化管理的相关场景当中运用。就好比在大型灌区改造的工程项目里,通过将改造之前和改造之后的输入水量以及输出水量进行对比的方式,就能够较为直观地去评估节水的实际效果以及系数的变化走向趋势。

2.2 经验公式法

经验公式法依靠历史数据以及统计分析来着手,建立起灌溉水利用系数和那些主要影响因子之间的数学关联,进而达成对系数的快速估算目的。在常用的影响因子方面,像渠系防渗率、节水灌溉面积所占的比例、土壤的具体类型以及管理的水平等都包含其中。这些因子会借助回归分析或者机器学习算法来完成权重的分配工作以及模型的构建事宜。柯布-道格拉斯模型算得上是一种在应用层面较为广泛的经验模型,它把灌溉水利用系数表述成防渗长度、节水面积还有井灌排面积等诸多要素的生产函数^[1]。节水灌溉面积以及渠系防渗长度对于系数的提升有着颇为明显的正向效应。经验公式法虽说适用性比较强,并且计算起来也相对简便,可是它的精度是依赖于数据的质量以及模型校准的水平的,一般情况下会被用于区域性的宏观评估以及初步的规划当中。

2.3 模型模拟法

模型模拟法借助计算机软件来构建灌区水循环以及用水过程的虚拟系统,以此模拟在不同情景之下的水资源分配状况以及利用效率,这其中涵盖了像数字孪生技术、系统动力学模型还有分布式水文模型等多种形式。这种方法可以把气象方面的数据、土壤相关的数据、作物方面的数据以及工程领域的数据整合起来,达成多源信息的耦合状态以及动态预测的效果,从而为管理决策给予可视化的有力支撑。数字孪生灌区平台在当下可以说是模型模拟法的先进典型代表,它凭借实时监测的功能以及优化调度的能力,给灌区管理带来了配水预演的服务以及需水预报的服务,就像大河沿子灌区运用数字孪生技术让渠系水利用系数实现了从0.67提升至0.86这样颇为显著的飞跃变化^[2]。模型模拟法有着高度集成以及智能化的突出优势,不过其对技术基础的要求比较高,并且也需要投入较多的资金,这无疑会成为未来灌溉水利用系数测算以及管理方面极为重要的发展趋势。

3 影响灌溉水利用系数的因素分析

3.1 工程设施条件

工程设施方面的条件算得上是影响灌溉水利用系数的关键基础要素,这其中涵盖了渠系防渗工程、管道化所达到的程度、蓄水设施还有量水设备等诸多方面。就渠系而言,其防渗长度以及防渗率这两者会在很大程度上直接对输水过程中出现的渗漏损失起到决定性作用。采用管道化的方式来进行输水,取代传统的土渠输水模式,如此一来便可以有效减少蒸发以及渗漏所造成的损失,进而让水资源能够更为迅速且更为精准地输送到田间地头。除此之外,像调蓄水库以及泵站等各类设施在布局上是否合理,还有量水设备的精度以及其覆盖范围等方面的情况,同样会直接对水资源的调度效率以及计量的准确性产生重要影响。

3.2 灌溉技术与管理水平

灌溉技术以及管理方面水平的高低,构成了推动灌溉水利用系数得以提升的关键驱动力。像滴灌、喷灌还有微灌这类高效节水灌溉技术,能够在很大程度上减少田间水分出现深层渗漏的情况,同时也可降低地表蒸发的状况,进而提高田间水利用系数。管理水平所涵盖的内容包含了用水计划、水量分配、水价机制以及维护服务等方面,科学合理的管理策略不但能够对水资源的时空配置加以优化,而且还能鼓舞用户积极主动地参与到节水行动当中来^[3]。就当下而言,数字化与智能化管理成为了发展的主要趋向,借助远程控制、自动量测以及大数据分析等手段,可达成对灌溉过程的精准把控以及实时优化的目标。

3.3 土壤与作物因素

土壤质地以及结构在很大程度上决定了水分的入渗情况、储存状况以及迁移特性。就砂质土壤而言,其渗漏现象较为强烈,相应的保水能力也比较弱;而黏质土壤虽说持水性较强,然而却不利于作物根系进行吸收。这些特性会直接对田间水分的有效利用程度产生影响。作物类型还有种植结构同样是十分重要的因素。不同的作物,其需水规律以及根系深度均存在着差异。就好比粮食作物和经济作物,它们的灌溉制度以及所需水量是不一样的。合理的种植布局能够在一定程度上减少水分出现胁迫的情况以及水资源的浪费。轮作模式以及覆盖措施同样会改变田间的微环境,进而对土壤蒸发与作物蒸腾的比例造成影响。这些相关因素在进行灌溉水利用系数的测算以及提升工作时,务必要给予充分的考量。

3.4 气候与水资源条件

气候条件对于灌溉水利用系数有着不容忽视的影响,其呈现出一定的区域特征以及变化规律。其中,降水量、蒸发能力还有气温的变化,都会对作物的需水量以及灌溉制度产生直接影响。就干旱地区而言,那里的蒸发情况颇为强烈,在输水的过程当中,水量的损失也会更多一些,

所以对于渠系防渗以及田间节水技术的要求也就相应地更高了。水资源条件在丰富程度方面以及时空分布情况上，同样会对系数的数值以及稳定性起到影响作用。要提高灌溉水利用系数，那就得综合考虑气候适应以及水资源优化的相关策略，以此达成供需平衡并实现高效利用的目标。

4 提高灌溉水利用系数的途径

4.1 完善灌溉工程设施

完善灌溉工程设施是提高灌溉水利用系数的物质基础，其中重点涉及渠系防渗、管道化改造、调蓄工程建设以及量水设施安装等方面。渠系防渗工程会采用混凝土、塑料膜或者其他复合材料，以此来降低渗漏损失，同时提高输水效率。相关数据说明，防渗率以及节水灌溉面积对于系数提升而言，其边际收益比边际投入要大。管道化输水可视为新时代坎儿井理念的一种创新发展方式，借助地下管道取代明渠，如此一来能够减少蒸发渗漏情况，还能节约土地资源。调蓄工程像水库以及塘堰等，其能够强化水资源在时间与空间上的调配能力，达成丰枯调剂以及多源互补的目的。而量水设施开展标准化与自动化建设工作，则能为用水计量以及效率评估给予数据方面的有力支撑。

4.2 推广高效节水灌溉技术

推广高效节水灌溉技术对于提升田间水利用系数而言是一条极为关键的途径，这其中涵盖了滴灌、喷灌、微灌以及渗灌等多种技术的应用情况以及相关创新举措。这些技术可有效减少无效蒸发以及深层渗漏现象，让水分能够直接作用在作物根系所在区域，进而提升水分利用时的精准度以及实际效果^[4]。自压滴灌系统借助地形自然存在的落差来提供所需的压力，如此一来便无需设置泵机抽水这一环节，从而降低了能耗以及管理方面的成本，农民仅需凭借手机操作便能够达成远程控制的目的，同时还能实现定时定量的灌溉效果。水肥一体化技术把灌溉和施肥二者相结合起来，这能在很大程度上进一步优化资源的利用状况，并且提高农业生产所取得的效益，所以它是值得在更大范围里推广应用的一项技术。除此之外，像浅层咸水开发利用以及再生水利用这类非常规水源技术，同样可以拓宽灌溉水源的获取渠道，提高水资源保障的水平。

4.3 优化灌溉制度与水量调度

优化灌溉制度以及水量调度，在管理层面而言，属于提升灌溉水利用系数的关键举措。灌溉制度涵盖了灌水定额、灌水次数以及灌溉时间等要素的科学确定，这就需要依据作物需水规律、土壤墒情以及天气预报信息来展开动态调整。而水量调度着重于系统性和全局性，依靠数字孪生平台以及智慧水利系统，达成水源、渠系与田间之间的

协同联动，以此增强供需匹配的精度以及应急响应的能力。洪水资源化与生态补水策略同样是优化调度极为重要的组成部分，凭借蓄引结合以及丰枯调剂的方式，能够提高水资源的整体利用效率。

4.4 加强灌区管理体系建设

加强灌区管理体系建设，这在制度层面为灌溉水利用系数的持续提升给予了保障。该管理体系包含了水权分配、水价改革、维护服务以及农民参与等诸多方面。水资源税改革借助经济杠杆促使节水增效，推动用水户主动降低浪费情况，同时采用节水技术，基层水利服务体系的完善同样不可或缺，这涉及专业技术培训、工程维护队伍构建以及构建智慧水利管理平台等方面，上述措施能确保工程设施长久稳定运行，还能及时处理用水相关问题。农民作为灌溉系统的最终使用者，提升他们的节水意识和操作技能，借助用水合作组织推动群体参与其中，可营造出共建共治共享的优良局面。

5 结束语

灌溉水利用系数作为评价灌区水资源利用效率以及综合管理水平的一项关键指标，其提升对于缓解水资源短缺情况、保障粮食安全以及维护生态健康有着十分重要的意义。本研究对灌溉水利用系数的内涵、测算方法、影响因素以及提高途径展开了系统的分析，说明借助完善工程设施、推广节水技术、优化灌溉制度以及强化管理体系等举措，是能够达成灌溉水利用系数的明显提升的。未来的研究还需要进一步去探索在气候变化背景下的适应性灌溉策略、智能化技术在用水管理方面的深度运用以及水权交易与生态补偿机制的创新，以此来为灌区的高质量发展以及水资源的可持续利用给予更为有力的支撑。

【参考文献】

- [1]宝勒尔,郭子俊,陈海鸿,等.李井滩灌区农田灌溉水有效利用系数测算分析[J].内蒙古水利,2023(12):30-31.
- [2]张学东.基于首尾测算法的农田灌溉水利用系数测算[J].陕西水利,2024(5):85-88.
- [3]张冶金,王高林,瞿晨瑶.沿海平原灌区农田灌溉水有效利用系数测算分析方法改进的研究[J].地方水利技术的应用与实践,2024(2):37-39.
- [4]解龙.白杨河灌区灌溉水有效利用系数测算及合理性分析[J].中国水运,2025(4):111-113.

作者简介：马菊（1993.1—），毕业院校：福建农林大学，所学专业：农艺与种业，当前就职单位名称：吉木萨尔县水利管理站，就职单位职务：吉木萨尔县水利管理站一般干部，职称级别：中级。