

浅谈农田灌溉水有效利用系数测算分析对灌区用水管理的重要性

方 媛

汉中市渭惠渠管理局 陕西 汉中 723200

摘 要：在国家的社会和经济的发展过程中，水短缺问题日趋严重，而从目前的用水配置来看，其用水比例已高达80%以上，并且普遍存在着一种粗放、节水、节水等问题，因此，对其进行科学的开发和有效地利用是非常重要的。为了更好地发挥农田节水潜力，科学地引导节水工作，对其进行科学的计算和评价是当前研究的热点。

关键词：灌区；农田；灌溉水有效利用系数；测算方法；用水管理；

农业灌溉水有效利用系数被列为实施最严格水资源管理制度“三条红线”考核指标之一，做好相关测算与评估，推动节水灌溉产业的健康发展，有着十分重大的现实意义。

1 农田灌溉水有效利用系数概念

农田水分高效利用率是衡量农田水分利用效率的一个主要参数，对农业水管理和农业节水技术措施的执行成效评估具有十分重要的意义。重点研究了田间灌溉水有效利用系数，它是一种田间需要的净流（水）与渠道引进的水（水）的比率，按照灌溉水的全流程，可以分为渠道水有效利用系数和田间水有效利用系数。在农业的发展过程中，对其进行科学的计量和分析，有助于对我国各阶段的用水状况进行充分的把握，明晰各阶段的节水潜能，从而确定节水的步骤，从而制定合理可行的节水灌溉发展计划，从而有效地减轻地区的用水紧张状况，推动我国农业的可持续发展。

2 农田灌溉水有效利用系数测算分析

2.1 典型田块的选择及基本情况，根据《灌溉实验规程》和《关于田间灌溉用水量的计算方法》的有关规定，根据有关的标准和有关的技术规定，编制了一份《某灌区灌溉试验设计书》。选择有代表性的地块应严格依照实验的规定进行，并在灌溉条件下选择合适的地块。选取典型农作物的典型农田，其农田面积为3个区块，其农田渠道配套标准化计量供水设备，其田块平整程度、灌溉制度及灌溉方式等都是该地区最具代表性的。针对种植面积不足10%的经济作物，由于个体所占比重不大，但累计后在灌区内所占的比重却很大，因此，一名水利部门的估算工作人员，在对其进行了一番分析后，选择了一种灌溉方式比较典型的花卉，并将其用作经济作物的测量作物，同时进行了3块试验。南部总干渠

的试验用地为8.75公顷。针对以上几个代表性地块的选取需求，选取了小麦、玉米和花卉3种作物，针对实际区域的灌水制度，采用了相应的灌水方法。

2.2 农田灌溉水有效利用系数的测算方法。（1）测算方法的选择和 workflow。某地区的灌溉用水效率估算工作人员首先根据《某灌区灌溉试验设计书》对典型农田的净灌水用水量进行估算，再通过渠道入口设置测量集成闸进行总灌溉用水总量的估算，最终将该灌区的总灌溉用水与总灌溉用水进行比较，最终将该地区的总灌溉用水与总灌溉用水进行比较，从而得到该地区的灌溉用水效率。计算公式见下式：

$$\eta = \frac{W_p}{W_e}$$

其中， η 是灌水的有效利用率；其中， W 是指以灌区为单位的农业生产过程中的净年水量；其中， W 是以年为单位计算的南干渠总耗水量。以自然年度为周期，计算了灌区的总、净灌、总耗水。（2）净灌溉水量的测定。1）测定前的准备工作。按照《某灌区灌溉试验设计书》要求，在田间进行了如下测量：在施水前进行容重测量；在每次灌水之前，利用HD-2手持式土壤湿度测试仪，测量各小区的土壤含水量，并将测量的数据录入《灌区土壤含水量测量登记表》中。根据测量工作的需要，工作人员通过环刀法测量土壤容重，时域反射法测量土壤含水量，干燥法测量土壤含水量，并与时域反射法测定土壤水分含量，并与时间域反射法测量装置进行比较。利用时间域反射法测墒装置，研制了一种新型的用于土壤湿度测量装置，包括涤纶酸探管、TRIME-PICO IPH探针以及HD-2型便携式土壤湿度计。选取小麦、玉米、花卉等典型农田，沿着径流方向布置测线，并在其上游、中、下游各选择3-5个测点，并在测点附近埋设一根PET探针，以便于在灌水期间使用HD-2型便携式土壤湿度计测量。2）

各轮次净灌溉用水量计算。利用时间域反射法测量了土体中的含水量,并将其作为体含水量来测量。

2.3 农田灌溉水有效利用系数测算成果。(1)某灌区不同作物年净灌溉水量的计算,对灌区多年平均净灌溉水量进行了分析,得出了以下几个具体的计算方法:

$$W_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N W_{田净i}$$

其中, W_i 为某灌区同灌溉类型第*i*种作物的平均净灌溉用水量(m^3/hm^2); N 为疏南干灌区同灌溉类型第*i*种作物的典型田块数量; $W_{田净i}$ 为某灌区同灌溉类型第*i*种作物第*I*个典型田块平均净灌溉用水量(m^3/hm^2)。(2)灌区年净灌溉用水总量的计算,按照《某灌区灌溉试验设计书》,以下公式求出了该灌区的年净耗水。

$$W_{样净} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m W_{ij} \cdot A_{ij}$$

其中, $W_{样净}$ 为某灌区年净灌溉用水量总量(m^3); W_{ij} 是某灌区第*j*个片区内第*i*种作物平均净灌溉用水量(m^3/hm^2); A_{ij} 是灌区第*j*个片区内第*i*种作物的灌溉面积(hm^2); m 某灌区第*j*个片区内的作物种类; n 为某灌区片区数量;在具体的运算过程中,取 $m=3, n=1$ 。通过对该地区农业生产现场进行实地调研,得到了该地区年农业生产年净灌溉用水量 $W_{样净} = 5\,976 \times 388.67 + 4\,949.25 \times 1\,002 + 4\,984.5 \times 1\,978.93 = 17\,145\,817 \text{ m}^3$ 。

2.4 测算结果分析及建议。(1)测算结果合理性分析。1)净灌溉用水量合理性分析。一种以农田为研究对象,通过实地测量获得的净灌溉水量。它的基本原理是,在选择的代表性地块上,在每一次灌水之前,都要对田间有规划的湿化层中的水分进行测量,然后在灌完之后,在最佳的时机对田间的规划湿润层中的水分进行观察和登记,最终按照这个方程来算出这一次的单位面积的净灌溉水量。为使该地区的净耗水符合实际情况,在进行田间试验后,首先对代表性地块的规划湿润层中的水分进行监测,以确保所得到的净灌溉水量是合理、高效的。2)毛灌溉用水量合理性分析。南干渠首引水是采用测控集成的方式进行的,它将准确的流量计量,高精度的闸门控制,以及无线通讯等多种功能结合在一起,在我国处于先进的科技含量。由测量与控制集成门反馈的资料,计算出了整个灌区的年度总灌溉水量,减去该区域的生态水就是计算所需要的总灌溉水量,因此,该地区的总灌溉用水是准确、可信的,可以反映出该地区的实际毛灌溉水量。

3 农田灌溉水有效利用系数提升水利用效率的路径

3.1 工程设施改造与节水技术应用。(1)推广高效节水灌溉技术。采用滴灌、喷灌等精确的灌水方法,将水分经水管输送到作物根系,降低了蒸发损耗。以汉中市渭惠渠灌区为例,通过对渠道进行混凝土衬砌、铺设塑料薄膜等的防渗措施,可以减少输送损失10%~60%。(2)智能监测与动态调控。在此基础上,以“数字孪生”为基础,通过物联网终端(土壤墒情仪、气象站)实时监控,实现实时的灌溉调度。汉中市渭惠渠灌区采用了一套智能化水闸控制,“AR实景孪生”,实时了解灌溉用水情况,使灌溉的准确性提高了30%,同时节约了大量的水资源。

3.2 用水管理制度优化。(1)强化用水总量控制与计量管理。要构建“县-乡-村三级”的用水量调控系统,按来源和行业细化用水量。例如,托克托县采取“井电双控”措施,实行用水限制,对地下水源进行了限制。(2)完善节水考核机制。将灌区节水效益指标与当地综合评价相结合,促进农业节水高效用水效率提升。托克托县利用再生水和管网漏损率的治理,使再生水的利用达到了50%。

3.3 多水源协同利用。(1)非常规水源开发。在旱区大力发展抗旱农作物(如高粱、谷子),降低耗水的作物比重。以地区的井灌区为例,经过作物结构的优化,其灌水效率已达到0.744,大大超过了渠道灌区的用水效率。(2)集成保墒耕作技术。采用秸秆覆盖和覆膜保墒等方法降低农田的蒸腾,并与水肥一体化技术相结合,增加了农田的耗水能力。这些科技可以提高农作物的用水效率高达20%。

3.4 多水源协同利用。(1)非常规水源开发。加强再生水和雨水的收集和利用。在托克托县,通过修建蓄雨、污水处理等措施,每年可利用7百万立方米的非传统水资源。(2)地表水与地下水联调。通过智能化的调度机制,实现对水资源的合理利用,即在丰水期优先利用地表水,在枯水期启动地下水储量等方式,解决水资源的空间分配不均衡问题。案例:灌区通过“滴灌技术+智能监测+用户参与”模式,在3年时间里,节水效益提高15%,农田耗水量降低20%,证明科技和治理的协同增效效应明显。

4 农田灌溉水有效利用系数测算分析的重要性

4.1 政策考核与制度落实的核心指标。(1)水管理考核依据。该系数是“最严格水管理制度”中“三条红线”考核的关键指标,是国家节水政策制定和水资源配置优化的重要依据。以某地为例,到了2024年,该指标提高到0.68962,对农业用水效率的提高有明显促进作用。

用。(2)推动管理制度完善。要通过构建多层次合作(如南区地区-乡镇-乡村三级联动系统)、跨行业工作小组,加强职责履行,推动水利系统和灌溉系统的最优衔接。

4.2 科技和经营双方面的提高。(1)将工程手段和科技革新相融合。通过推广滴灌和喷灌技术,结合渠道衬砌和土地平整等项目,大大降低了渗漏率,提高了水资源的利用效率。宁波市实施了智能计量用水量设备的改造,使水质在线监控系统达到了全面的水平。(2)动态监测与精准管理。通过对农田进行典型地块的实时监控,并与田间土壤湿度进行实时监测,对农田水分进行精确测量与解析,提升研究成果的科学性。

4.3 经济效益与可持续发展。(1)缓解用水矛盾与增产增收。在旱灾期间,通过增加粮食生产效率和粮食品质,可以有效地解决粮食生产中的水资源短缺问题。比如,该市通过加强水利管理,减少了生产费用,提高了农户的收入。(2)促进节水型社会转型。研究成果将为评价我国农业节水潜能,促进我国农业水资源的集约利用,促进我国节水型社会的发展。

4.4 技术规范与科学支撑。(1)标准化与科研创新。市发布了《农田灌溉水有效利用系数测算规范》的地方标准,将其推广到全国各地,促进了农业灌溉用水的计量工作的标准化;完成了《市水稻灌溉用水量核算》等省级科技项目,提高了资料分析的科学水平,并在此基础上,建立了一套可推广的模式。(2)质量管控与动态优化。国家水利部门提出,要强化样区流域资料收集过程中的全过程质量管理,并根据年度来水水平和灌溉面积等要素,对模型进行动态修正,以保证研究结果的科学性和可信度。

4.5 区域协作与长效发展。(1)跨区域经验共享。各地通过组织技术培训和考察交流,促进地区之间技术和管理的交流和交流。(2)长效管护机制建设。以农村水价改革为契机,通过乡村项目养护示范建设,提高基层水利工作的精细化程度,确保水利项目及计量设施的

长效有效运转。综合上述多维度计量与解析,发现其既是度量灌区节水效益的手段,又是促进我国农业可持续发展、优化水资源配置和实施国家政策的重要切入点。

5 提高农田灌溉水有效利用系数的对策

5.1 大力推广大田常规节水技术。一是大地改小技术。一般情况下,面积愈大,水分的入渗期愈久,灌溉面积愈大;面积较小、流量较小、易于调控,可提高灌水效率,达到节水目的。因为该地块的占地面积较少,所以对整片农田的平整度没有太大的需求,只需确保一片区域的平整,平整成本较低。近几年来,随着我国农业灌溉面积不断扩大,灌溉面积不断扩大,灌溉面积不断扩大,灌溉面积不断扩大。二是激光平地技术。这一新的研究成果将为我国的节水灌溉提供新的思路和方法。采用激光调控的平畦方法能够有效提高农田水分利用率,达到节约用水的目标。

5.2 应用高标准农田节水灌溉技术。利用泵将从沉沙池流出的河水或地下水流至田间管网,以达到对农作物的有效灌溉。与传统的田间灌溉法比较,一方面降低了斗农渠内灌水的渗漏,增加了渠道用水的利用效率。二是可以进行精确的灌水,使农田由灌水方式变为灌水方式,以增加农田水分利用效率。

总之,在我国水资源紧缺和工业(城镇)用水快速增长的情况下,用水效益问题已成为人们普遍关心的问题。为了更好地发挥农业的作用,各个地区都需要进行适当的灌溉水资源的有效利用系数的测算,从而能够更好地发挥农业的节水潜能,让有限的水资源得到最好的分配与利用,从而达到农业增产、农民增收的目的。

参考文献

[1]冯长龙,田间灌溉水有效利用系数监测试验与计算,2020.

[2]王小兵,农田灌溉水有效利用系数测算分析对灌区用水管理的重要性探讨,2023.