

新疆博斯腾灌区灌溉水有效利用系数测算分析研究

蒲升阳 武英杰 王君 赛衣旦 崔春亮*
新疆水利水电科学研究院 新疆 乌鲁木齐 830049

摘要: 为探索博斯腾灌区农田灌溉水有效利用系数测算方法,科学评估农田灌溉用水效率,以和静县为研究区,选取19个典型田块开展农田灌溉水有效利用系数测算分析。采用实测法计算了样点灌区净灌溉水量,通过首尾测算分析法得到样点灌区农田灌溉水有效利用系数,研究成果合理、可靠,能够较为真实地反映灌区的实际情况。

关键词: 灌溉水有效利用系数;净灌溉水量;样点灌区;典型田块

中图分类号: S156.4 **文献标识码:** A

引言

农田灌溉水有效利用系数是指每次浇灌至田间被作物吸收的水量与渠首总引用水量的比值^[1],灌溉水有效利用系数是表征灌溉用水效率的重要指标。测定灌溉水有效利用系数是实行最严格水资源管理制度的需要,作为最严格水资源管理制度“三条红线,四项指标”的重要内容,是一种综合指标,可用于评价农业灌溉水有效利用率和农业节水潜能,也作为评价农业灌区节水现状、节水管理和节水灌溉技术的重要基准^[2],通常计算农田灌溉水有效利用系数的方法主要有首尾测算分析法和典型渠段测量法。倪深海等^[3]展开了平原流域灌区农田灌溉水有效利用系数计算方法的研究;蔡晓东等^[4]使用首尾测算分析法在咸阳市多个农业灌区的灌溉水有效利用系数开展了测算和研究后,得出结论表明,咸阳市农业灌溉节约用水存在较大的上升空间;张玉顺等^[5]利用收尾测算分析法,对河南省100多个样点灌区的情况进行了研究,对不同面积大小和种类农业灌区的节约用水效率进行了测算。在首尾测算分析法中,能够固定净灌溉用水量测算途径非常关键,多数学者使用关于水量的平衡等式方程^[6]、直接测量法、调查分析法和参照当地相关农业灌溉规范标准定额计算方法。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

和静县地处新疆中部,欧亚大陆中心,属中温带大陆性气候。阳光充足,热量充裕,空气中水分含量少,降水量较少。农田总灌溉面积75.14万亩,有效灌溉面积75.14万亩,设计灌溉面积75.14万亩。其中,高效节水灌溉面积55.20万亩,占比73.46%;常规灌溉面积19.94万亩,占比26.54%。灌区主要作物为玉米、番茄、辣椒和小麦,其中:玉米灌溉面积13.89万亩(干播湿出)、番茄灌溉面积3.69万亩、辣椒灌溉面积18.06万亩、小麦(含复播)灌溉面积0.50万亩(干播湿出),林带面积20.11万亩,其它非主要作物灌溉面积共10.64万亩,其他非主要作物按占比由高到低依次有茴香5.05%、青饲料2.35%、甜菜1.64%、药材1.25%,在此类作物中占比均未超10%,所以其他非主要作物未选取典型地块。

1.2 样点灌区和典型田块选

根据《全国农田灌溉水有效利用系数测算分析技术指导细则》(以下简称《技术指导细则》)中关于典型田块的相关规定,典型田块要求边界清楚,根据样点灌区的植被种类、水源条件等因素,选取了19块具有代表性的田块进行观测。这些耕地的轮廓整齐,大小适宜,并考量了作物种类、灌溉形式、畦田规格、地形、耕地凹凸程度、土壤类型、浇灌时间与方法、地下水埋深等因素。监测采用实地测量和调查分析方法,以获取典型田块的净灌溉水量。具体见表1。

表1 样点灌区和典型田块的选择情况

片区	作物名称	灌溉方式	是否干播湿出	灌溉次数	是否有冬春灌
上游	玉米1	滴灌	是	7	无
	玉米2	滴灌	是	7	无
	玉米3	滴灌	是	7	无
	玉米4	滴灌	是	7	无
	辣椒1	滴灌	否	10	冬灌
	辣椒2	滴灌	否	10	冬灌

续表:

片区	作物名称	灌溉方式	是否干播湿出	灌溉次数	是否有冬春灌
上游	春小麦1	滴灌	否	5	冬灌
	小麦1+复播玉米	滴灌	是	5+4	无
	小麦2+复播玉米	滴灌	是	5+4	无
	林带	漫灌		4	无
中游	辣椒1	滴灌	否	10	冬灌
	辣椒2	滴灌	否	10	冬灌
	番茄1	滴灌	否	10	冬灌
	番茄2	滴灌	否	10	冬灌
	林带	漫灌		4	无
下游	春小麦	滴灌	否	5	冬灌
	辣椒	滴灌	否	10	冬灌
	番茄	滴灌	否	10	冬灌
	林带	漫灌		4	无

2 研究方法

2.1 土壤含水量监测

农田耕地土壤中含水量监测,采用了智墒—云数据耕地含水率监测仪进行实时观测。观测记录频率为每5小时1次,该装置使用4模块技术将采集数据实时上传至云服务端。业主能够使用互联网和微信实时查看土壤体积含水量和土壤温度数据,包括20、40、60和80厘米处的数据。

2.2 灌区年净灌溉用水量总量测算方法

根据《指导细则》规定,大型农业灌区选择典型耕地需要考虑上游、中游和下游三个位置。故而,通过计算同一地区或同一类型的灌溉方式下第*i*种作物的年净浇灌用水量 W_i ,得出各个地区和各个作物的年平均净浇灌用水量 W_{ij} 。然后,结合灌区内不同分区和不同作物种类的灌溉面积 A_{ij} ,计算得出灌区年净灌溉用水量总量 $W_{净}$ 。计算公式如下:

$$W_{净} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m W_{ij} \cdot A_{ij} \quad (1)$$

式中: $W_{净}$ 为样点灌区年净灌溉用水量总量, m^3 ; W_{ij} 为样点灌区*j*个片区内第*i*种作物亩均净灌溉用水量, $m^3/亩$; A_{ij} 为样点灌区*j*个片区内第*i*种作物灌溉面积, 亩; m 为样点灌区*j*个片区内的作物种类, 种; n 为样点灌区片区数量, 个, 大型灌区 $n=3$ 。

2.3 灌区年毛灌溉用水量总量计算

农业灌区年毛灌溉用水量总量 $W_{毛}$ 是指灌区全年从取水处(一个或多个)使用的用于农业耕地的总水量,该水量应通过实测确定。灌区年毛灌溉用水量总量的计算公式

自治区三农骨干人才培养项目(2022SNGGGCC008);中国科学院“西部之光”人才培养项目。

如下:

$$W_{毛} = \sum_{i=1}^n W_{毛i} \quad (2)$$

式中: $W_{毛}$ 为样点灌区年毛灌溉用水量总量, m^3 ; $W_{毛i}$ 为灌区第*i*个水源取水量, m^3 ; n 为样点灌区水源数量, 个。

为了确保农业灌区浇灌水的有效利用率计算值正确,必须在计算灌区年毛灌溉用水量时去除非农田浇灌用水,如生态用水等,否则会导致测算结果偏低,与实际情况不符。

2.4 首尾测算法

首尾测算分析法^[7],这种方法省略了其他大小渠系的水量损耗测算,直接计算了灌区年毛灌溉用水量(需要排除非农田灌溉用水量),以及测算了灌区年净灌溉用水量,由此灌区年净灌溉用水量与年毛灌溉用水量总量的比值即为灌区农田灌溉水有效利用系数,见式(3):

$$\eta = \frac{W_{净}}{W_{毛}} \quad (3)$$

式中: η 为灌区灌溉水有效利用系数; $W_{净}$ 为灌区净灌溉用水量总量, m^3 ; $W_{毛}$ 为灌区毛灌溉用水量总量, m^3 。

3 结果与分析

3.1 灌区年净灌溉用水量总量测算

智墒设备能够跟踪不同深度土层土壤含水量每时每刻的变化状况,还可以辨别下雨和浇灌的时间,并且可以体现出下雨和浇灌前后不同深度土壤含水量的变化情况。首先,根据不同植物土壤水分的非静态变化状况,考虑当天的降雨量数据,确定浇灌的次数;其次,依据浇灌前后土壤含水量的差异,逐渐计算净灌溉水量,最后累加计算作物全生育期的净灌溉水量。灌区上游:辣椒净灌溉用水量为4978.90万 m^3 ,春小麦净灌溉用水量

为2333.33万m³，小麦+复播玉米净灌溉用水量为157.80万m³，玉米净灌溉用水量为3180.06万m³，生态林净灌溉用水量为3080.38万m³，其它作物净灌溉用水量为978.76万m³；灌区中游：辣椒净灌溉用水量为282.86万m³，番茄净灌溉用水量为590.79万m³，林带净灌溉用水量为495.42万m³，其它作物净灌溉用水量为615.26万m³；灌区下游：春小麦净灌溉用水量为14.34万m³，番茄净灌溉用水量为624.72万m³，辣椒净灌溉用水量为1282.77万m³，林带净灌溉用水量为848.40万m³，其它作物净灌溉用水量为1490.69万m³。全灌区年净灌溉用水总量20954.49万m³。

3.2 灌区年毛灌溉用水总量统计

表2 灌溉水有效利用系数计算表

片区	灌溉面积(万亩)	年净灌溉用水量(万m ³)	年毛灌溉用水量(万m ³)	灌溉水有效利用系数η
上游	53.92	14709.23	24142.30	0.6093
中游	6.89	1984.33	3285.64	0.6039
下游	14.33	4260.93	6999.15	0.6088
合计	75.14	20954.49	34427.10	0.6087

4 结语

a.和静县地方(不含兵团)农田总灌溉面积75.14万亩,有效灌溉面积75.14万亩,设计灌溉面积75.14万亩。其中,高效节水灌溉面积55.20万亩,占比73.46%;常规灌溉面积19.94万亩,占比26.54%。灌区主要作物为玉米、番茄、辣椒和小麦,其中:玉米灌溉面积13.89万亩(干播湿出)、番茄灌溉面积3.69万亩、辣椒灌溉面积18.06万亩、小麦(含复播)灌溉面积0.50万亩(干播湿出),林带面积20.11万亩,其它非主要作物灌溉面积共10.64万亩。经测算,和静县博斯腾灌区综合净灌溉定额278.86m³/亩,综合毛灌溉定额458.15m³/亩,年净灌溉用水量为20954.49万m³,2023年和静县博斯腾灌区灌溉水有效利用系数为0.6087。

b.灌区灌溉水有效利用系数测算的合理性和可靠性取决于净灌溉用水量和毛灌溉用水量的准确获取。在此过程中,作物净灌溉用水量的精确收集与农业灌区内作物分部比例、主要作物的每亩净灌溉用水量以及作物面积密切相关;而毛灌溉用水量的精确获得则与灌区内量测水设备的现代化程度、人力因素等相关。博斯腾灌区灌溉水有效利用系数测算,对灌区科学决策提供重要参考。灌溉水有效利用系数测算周期长、实效性强、要求

精度高,建议相关水利部门加强组织领导,确保人员和经费支持,增加数据采集、测算、录入和复核的力度,并加强地表水管理和地下水监测,以提升灌区地表水灌溉的经济效益,确保灌区的可持续发展。

3.3 灌区灌溉水有效利用系数计算

按照《全国农田灌溉水有效利用系数测算分析技术指导细则》中首尾测算分析法,计算和静县博斯腾灌区灌溉水有效利用系数,采用2.4节中计算公式(3)灌区净灌溉用水量与毛灌溉用水量的比值计算,和静县博斯腾灌区2023年灌溉水有效利用系数为0.6087,计算结果详见表2。

精度高,建议相关水利部门加强组织领导,确保人员和经费支持,增加数据采集、测算、录入和复核的力度,并加强地表水管理和地下水监测,以提升灌区地表水灌溉的经济效益,确保灌区的可持续发展。

参考文献

- [1]王小军,张强,易小兵,et al.不同措施对灌溉水有效利用系数的驱动力贡献分析[J]中国农村水利水电.2014,(06):33-38.
- [2]黄胜伟,李雯雯,贺新春.南方典型灌区灌溉水有效利用系数影响因素分析[J]人民珠江.2018,39(05):41-44.
- [3]倪深海,周凌辉,华幸超,et al.平原水网地区农田灌溉水有效利用系数测算方法研究[J]中国农村水利水电.2018,(02):28-30+36.
- [4]蔡晓东,陈新明,李普超.咸阳市农田灌溉水有效利用系数测算与分析[J]节水灌溉.2018,(01):82-85+89.
- [5]张玉顺,路振广,王敏,et al.河南省农田灌溉水有效利用系数测算分析[J]中国农村水利水电.2017,(01):9-12+17.
- [6]孟玉清,李世月,聂鑫鑫,et al.灌溉用水有效利用系数对需水量的影响[J]河南水利与南水北调.2017,(04):18-20.
- [7]郭秋燕,苏岚,吴兴,et al.基于随机森林模型的粗轧过程孔型优化设计[J].塑性工程学报,2024,(01):126-132.