

衡水市 2023 年农田灌溉水有效利用系数测算研究

1. 刘燕 2. 徐聪 3. 韩晓研 4. 代春红 5. 李爱霄

(1. 衡水市水利科学研究院, 河北 衡水 053000;

2. 衡水市水利科学研究院, 河北 衡水 053000;

3. 衡水市水利科学研究院, 河北 衡水 053000;

4. 衡水金实岩土工程有限公司, 河北 衡水 053000;

5. 衡水金实岩土工程有限公司, 河北 衡水 053000)

【摘要】为全面贯彻落实党的二十大精神, 奋力谱写中国式现代化河北场景衡水诗篇, 开展了衡水市 2023 年农田灌溉水有效利用系数测算工作, 采用首尾测算法, 计算样点年净灌溉水量和年毛灌溉水量的比值, 得出衡水市四个样点灌区农田灌溉有效利用系数, 保障了衡水市农田水利现代化建设发展。

【关键词】农田灌溉水; 有效利用系数; 样点灌区; 典型田块

水资源是国民经济发展与生态环境建设的重要物质基础, 在我国水资源紧缺的情况下, 科学合理利用水资源对实现国民经济的可持续发展具有重要意义。从“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路的提出, 到作出“全面提高资源利用效率”“实施国家节水行动”的号召, 以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导, 认真落实党中央、国务院决策部署, 统筹推进“五位一体”总体布局和协调推进“四个全面”战略布局, 牢固树立和贯彻落实新发展理念, 坚持节水优先方针, 把节水作为解决我国水资源短缺问题的重要举措。一直以来, 我国广泛使用“灌溉水有效利用系数”表征灌溉用水效率, 农田灌溉水有效利用系数是在某次或某一时间内农作物利用的净灌溉水量与水源渠首总灌溉引水量的比值, 它与灌区自然条件、工程状况、用水管理水平、灌水技术等因素有关。是衡量从水源取水到田间作物吸收利用过程中灌溉水利用程度的一个重要指标, 能综合反映灌区用水效率。做好各灌区农田灌溉水有效利用系数测算工作, 对科学核算全国灌溉水有效利用系数, 科学评定各灌区、各地区、各省农业节水潜力, 促进我国发展高效节水农业和水资源的可持续利用有着重要意义。

衡水市是农牧业大市, 是典型的资源性缺水地区。水资源不足, 供需矛盾突出, 已成为经济社会可持续发展的关键制约因素, 加快建设资源节约型、环境友好型社会, 实现经济发展与人口、资源、环境相协调, 是今后一项长期而紧迫的任务。合理利用水资源, 提高水资源利用效率, 实行最严格水资源管理制度和建设节水型城市, 因此, 有必要开展衡水市农田灌溉水有效利用系数测算分析工作。依据衡水市社科联文件《关于申报 2023 年度衡水市社会科学研究课题的通知》(衡社科联【2023】2 号) 文件的要求, 我们开展了“衡水市 2023 年农田灌溉水有效利用系数测算研究(课题编号: 2023040)”的测算分析工作。

一、全市农业概况及用水情况

衡水市位于河北省东南部, 总面积 8815 平方公里。全市属黄河冲积平原, 海拔 15-30 米, 暖温带大陆性季风气候, 四季明显。年平均温度 12.6 摄氏度, 年均降水量 524 毫米, 年平均日照 2616.8 小时, 无霜期为 200 天左右。衡水市下辖 11 个县市区和高新区、滨湖新区。全市总人口 442.4 万, 其中农业人口 340.2 万。全市耕地面积 857 万亩, 有效灌溉面积 715 万亩, 占耕地面积 83.4%。衡水市的作物种植结构以冬小麦和夏玉米为主。全市粮食播种面积 1078.7 万亩, 其中小麦面积 499.7 万亩, 总产 21.7 亿公斤, 播种玉米 541.1 万亩。

衡水市水资源由三部分组成。一是境内大气降水形成的地表水和地下水资源; 二是由岗南、黄壁庄水库通过石津渠供给本市西部农业用水和通过山东省位山闸、清凉江、卫千渠的引黄、引卫水量; 三是由上游汇入境内的地表水资源。灌溉方式以渠道地面灌溉、管道输水地面灌溉及地表水灌溉为主。由于降水量年内分配很不均匀, 多集中于夏季, 而此时土壤和农作物缺水现象不严重, 农田一般不需要灌溉。水利工程由于防汛的需要, 又不能过多的拦蓄雨水, 因而使大量的水资源白白流失。在衡水市水资源利用结构中, 农业用水是一个大户, 占国民经济总用水量的 70%, 而农田灌溉用水占农业用水的 90% 以上, 而小麦种植用水又占了农业灌溉用水的 60% 以上。

二、样点灌区和典型田块的选择

样点灌区应按照具有代表性、可行性和稳定性等原则选择。在选择过程中, 要考虑市级区域内灌溉面积的分布、灌区节水改造等情况, 尽量使所选的样点灌区能总体上反映市级区域灌区整体特点。

根据全市区域灌区基本情况展开全面调查, 根据衡水市的土壤类型、主要作物(冬小麦、夏玉米轮作)的特点, 选取了衡水市景县崔屯、景县龙华镇台辛庄

村、枣强县唐林乡董家庄和深州市榆科镇东四王村四个纯井样点灌区开展工作。选择的样点灌区均采用输水管道地面灌溉方式进行浇灌,管道输水是利用PVC塑料管道连接出水口,将水直接送到田间灌溉,以防止和减少输送过程中水的渗漏和蒸发损失。在四个样点灌区中,当地农户均以冬小麦、夏玉米轮作的方式种植,其土地平整、土壤紧实度适中,为典型的北方旱田耕作土壤,符合测算的基本条件,便于实际测算工作开展,具有较高的可行性。

衡水市景县崔屯的灌区位置处于东经116°12′18.03″,北纬37°46′19.89″,以平原为主,灌区主要土壤类型为粘质土占20%、壤土占80%左右,主要种植物为小麦和玉米,地下水埋深范围为110~130m,实灌面积为0.035万亩,选择的两个典型田块分别为3亩和3.4亩。

衡水市景县龙华镇台辛庄村的灌区位置处于东经116°2′17.92″,北纬37°36′53.75″,以平原为主,灌区主要土壤类型为粘质土占10%、壤土占75%、砂质土占15%左右,主要种植物为小麦和玉米,地下水埋深范围为100~130m,实灌面积为0.0126万亩,选择的两个典型田块分别为4.4亩和3.8亩。

衡水市枣强县唐林乡董家庄村的灌区位置处于东经115°51′58.16″,北纬37°24′36.28″,以平原为主,灌区主要土壤类型为粘质土占18%、壤土占80%、砂质土占2%左右,主要种植物为小麦和玉米,地下水埋深范围为90~120m,实灌面积为0.050万亩,选择的两个典型田块分别为2.38亩和3.2亩。

衡水市深州市榆科镇东四王村的灌区位置处于东经115°38′44.87″,北纬37°59′09.23″,位于榆科镇辖区西北部,307国道北侧,石黄高速南侧,以平原为主,灌区主要土壤类型为壤土100%,主要种植物为小麦和玉米,地下水埋深范围为90~120m,实灌面积为0.0085万亩,选择的三个典型田块均为0.186亩。

样点灌区选择的典型田块均能代表当地农田种植结构和土壤类型,利于交通,并且距离水井出水口近,基本上就在出水口附近,田面平整,具有代表性。

三、样点灌区测算分析方法

农田灌溉水有效利用系数采用“首尾测算分析法”,即直接用灌入田间可被作物吸收利用的水量(净灌溉用水量)与灌区从水源取用的灌溉总水量(毛灌溉用水量)的比值来计算。计算公式如下:

$$\eta = \frac{W_{\text{净}}}{W_{\text{毛}}}$$

式中 η ——灌区灌溉水有效利用系数;

$W_{\text{净}}$ ——灌区净灌溉用水量总量, m^3 ;

$W_{\text{毛}}$ ——灌区毛灌溉用水量总量, m^3 。

为了能够反映灌区灌溉水利用的整体情况,同

时便于汇总分析,计算分析时段采用日历年(每年1月1日起至12月31日止)

在典型田块里分层取土样和用烘箱烘干土样,并分别称重记录,测定每次农田灌溉前后的土壤含水率,同时在每次灌溉时用流速仪测定灌水流量。利用测定的灌前、灌后土壤含水率、灌溉流量和已获得的灌溉面积、时长,确定净灌溉用水量和毛灌溉用水量,计算两者之间的比值最终确定每次灌溉的农田灌溉水有效利用系数。

(一) 样点净灌溉水量计算

净灌溉用水量是采用“田间试验法”即根据典型田块灌溉前后100cm土壤含水率的变化确定旱作物某次亩均净灌溉用水量。其中,典型田块100cm土壤含水率用“以点代面”的方式确定,即在典型田块上选取3个代表性较好的测点,将所有测点的土壤含水率平均值作为典型田块的土壤含水率。在每次灌水前后按《灌溉试验规范SL13-2015》有关规定,纯井样点灌区至少选取2个典型田块,每个典型田块按照均匀分布的原则分别取3个测点,测点的土壤含水率通过“分层取土”的方式确定,即将每个测点的100cm土壤层分为5层,即每20cm为一层,每层用原状土取土器取3份土样,每层土样的含水率平均值作为测点的土壤含水率,分别测出灌前和灌后土壤质量(或体积)含水率,再根据土壤的干密度,通过公式计算出每次灌水亩均净灌溉水量 $W_{\text{田净}}$,年内每次亩均净灌溉水量求和得年亩均净灌溉水量 $W_{\text{田净}}$,年亩均净灌溉水量 $W_{\text{田净}}$ 乘上样点灌区灌溉面积(A)得到样点灌区年净灌溉水量。

$$W_{\text{样净}} = W_{\text{田净}} \times A$$

(二) 样点毛灌溉水量计算

将电磁流量计或水表安装在机井出水口的位置,记录样点灌区年毛灌溉水量($W_{\text{样毛}}$)。纯井灌区在与各样田所属农户沟通确定灌溉时间和时长后,需要在每次农田进行灌溉时测定管道流量。使用组装好后的流速仪,利用其探头贴合管道获取管道流量。因流量在输送时会产生一定的损失,为了减少误差,提高精确性,选择在井口水泵出口处测量流量。同时在农田灌溉开始后、灌溉过程中、灌溉结束前都进行流量的测定。

(三) 样点灌溉水有效利用系数计算

用样点年净灌溉水量除以年毛灌溉水量,该系数值即为样点灌区农田灌溉有效利用系数($\eta_{\text{样}}$)。

$$\eta_{\text{样}} = W_{\text{样净}} \div W_{\text{样毛}}$$

式中, $\eta_{\text{样}}$ ——样点灌区灌溉水有效利用系数;

$W_{\text{样净}}$ ——样点灌区净灌溉用水总量, m^3 ;

$W_{\text{样毛}}$ ——样点灌区灌溉引水总量, m^3 。

四、样点灌区的灌溉水有效利用系数

(一) 景县崔屯样点灌区

景县崔屯样点灌区冬小麦生育期内灌溉了2次,

玉米生育期内灌溉了2次。样点灌区实际灌溉面积350亩,2个典型田块面积分别为3.0亩和3.4亩。灌溉方式为管道输水地面灌溉,在机井出水口处安装便携式超声波流量计,测量每一次的毛灌溉水量,采用加权平均法得到灌区的毛灌溉用水总量为10.41万 m^3 。按照直接量测法技术要求,测算典型田块净灌溉水量,经测算小麦亩均净灌水量为90.42 m^3 /亩,夏玉米亩均净灌水量为106.64 m^3 /亩,样点灌区净灌溉用水总量为6.90万 m^3 ,样点灌区灌溉水有效利用系数为0.663。

(二) 景县台辛庄村样点灌区

景县台辛庄村样点灌区冬小麦生育期内灌溉了2次,玉米生育期内灌溉了2次。样点灌区实际灌溉面积126亩,2个典型田块面积分别为4.4亩和3.8亩。灌溉方式为管道输水地面灌溉,在机井出水口处安装便携式超声波流量计,测量每一次的毛灌溉水量,采用加权平均法得到灌区的毛灌溉用水总量为5.85万 m^3 。按照直接量测法技术要求,测算典型田块净灌溉水量,经测算小麦亩均净灌水量为158.81 m^3 /亩,夏玉米亩均净灌水量为149.78 m^3 /亩,样点灌区净灌溉用水总量为3.89万 m^3 ,样点灌区灌溉水有效利用系数为0.665。

(三) 枣强县董家庄村样点灌区

枣强县董家庄村样点灌区冬小麦生育期内灌溉了2次,玉米生育期内灌溉了2次。样点灌区实际灌溉面积500亩,2个典型田块面积分别为2.38亩和3.2亩。灌溉方式为管道输水地面灌溉,在机井出水口处安装便携式超声波流量计,测量每一次的毛灌溉水量,采用加权平均法得到灌区的毛灌溉用水总量为15.52万 m^3 。按照直接量测法技术要求,测算典型田块净灌溉水量,经测算小麦亩均净灌水量为82.56 m^3 /亩,夏玉米亩均净灌水量为102.89 m^3 /亩,样点灌区净灌溉用水总量为9.27万 m^3 ,样点灌区灌溉水有效利用系数为0.597。

(四) 深州市东四王村样点灌区

深州市东四王村样点灌区冬小麦生育期内灌溉了2次,玉米生育期内灌溉了2次。样点灌区实际灌溉面积85亩,3个典型田块面积分别均为0.186亩。灌溉方式为管道输水地面灌溉,在机井出水口处安装便携式超声波流量计,测量每一次的毛灌溉水量,采用加权平均法得到灌区的毛灌溉用水总量为1.53万 m^3 。按照直接量测法技术要求,测算典型田块净灌溉水量,经测算小麦亩均净灌水量为55.15 m^3 /亩,夏玉米亩均净灌水量为67.88 m^3 /亩,样点灌区净灌溉用水总量为1.05万 m^3 ,样点灌区灌溉水有效利用系数为0.686。

五、结论和建议

以上测算结果基本反映了衡水市纯井灌区管道输水地面灌溉方式目前的用水效率,通过开展衡水市

农田灌溉水有效利用系数测算研究工作,有助于了解本地的灌溉现状、管理水平,可以科学评定节水潜力,为衡水市的地下水压采工作提供理论依据。为了今后更好的开展此项工作,提出以下建议:

一是加强对样点灌区系数测算人员的技术培训。着重对样点灌区净灌溉水量、毛灌溉水量的测算方法及分析流程进行讲解,降低因试验误差和专业水平等因素,影响测算结果的准确性。

二是对仪器的保护。在使用管道测流仪器时,要注意仪器的正确连接,以及对电子仪器的保护,长时间的暴晒会造成对仪器永久性的损伤,在使用完成后注意及时清点,避免不必要的麻烦。为保证数据的准确性,所用到的计量设备都是定期经校准机构进行校准。

三是人员之间的配合沟通以及数据的及时获取。测算工作开展需 要与样田所属农户进行密切沟通,得知准确的灌溉时间,以便测算顺利的进行,并且通过电话等方式及时获取灌溉时间、时长、机井信息等灌溉水有效利用系数的相应数据,保证测算的顺利进行,同时明年应提前列出所需数据,及时通过测量或者调研获取,避免出现计算时数据不足的情况。测算人员需要与样田所属农户以及灌区工作人员进行积极的联系,保证测算任务的圆满完成。

四是在特殊情况下的应急处理。工作期间的测算工具准备、人员联系以及去当地的测点进行测量,都存在不可预知的状况发生,同时应提前规划测算任务、规范仪器使用,避免造成了一些例如数据记录不准确,试验设备携带不充足的麻烦。

以后的灌溉水系数测算工作需要借鉴今年的工作经验方法,并进一步改进。

参考文献:

- [1] 杨琪琳. 关于农田灌溉水有效利用系数测算分析[J]. 低碳世界, 2019, 9(07): 372-373.
- [2] 刘亚文, 程建敏, 王东芳. 农田灌溉水有效利用系数测算分析初探[J]. 治淮, 2016(05): 58-59.
- [3] 贾玉慧. 河北省大型灌区灌溉水有效利用系数测算方法研究[D]. 河北农业大学, 2015.

作者简介:

刘燕, 女, 汉族, 衡水市水利科学研究院, 高级工程师。

徐聪, 女, 汉族, 衡水市水利科学研究院, 高级工程师。

韩晓研, 女, 汉族, 衡水市水利科学研究院, 工程师。

代春红, 女, 汉族, 衡水金实岩土工程有限公司, 工程师。

李爱霄, 女, 汉族, 衡水金实岩土工程有限公司, 工程师。