

# 宿迁市农田灌溉水有效利用系数测算分析

沙 朦, 许广东, 刘 昊

(江苏省水文水资源勘测局宿迁分局, 江苏 宿迁 223800)

**摘要:**为更好了解市辖范围内灌区工程状况,提高灌区管理水平,对2017—2019年宿迁市灌溉水有效利用系数进行测算分析。研究根据宿迁市农田灌溉特点,制定样本灌区的选择原则并确定13个样本灌区,采用首尾测算法测算样点灌区灌溉水有效利用系数,进而推算出宿迁市3年平均灌溉水有效利用系数分别为0.590、0.595和0.599,3年内提高了1.53%,其值主要受市内大型灌区灌溉水有效利用系数水平影响。由此可见,宿迁市灌溉水有效利用系数仍有提升空间,应通过加强对大型灌区的节水改造和管理来实现。

**关键词:**灌溉;有效利用系数;首尾测算法;样本灌区

中图分类号:TV213 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2020)06-0049-04

## Calculation and analysis of the utilization coefficient of irrigation water in Suqian City

SHA Meng, XU Guangdong, LIU Hao

(*Suqian Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Suqian 223800, China*)

**Abstract:** In order to better understand the project status of irrigation district within Suqian City and improve the management level of irrigation districts, the effective utilization coefficient of irrigation water in Suqian City from 2017 to 2019 was calculated and analyzed. According to the irrigation characteristic of farmland in Suqian City, the selection principle for sample district was established and then 13 sample irrigation areas were determined. The head-end measurement method was used to calculate the utilization coefficient of irrigation water of sample irrigation areas, and the average effective utilization coefficient of irrigation water in Suqian City of 2017 to 2019 was calculated as 0.590, 0.595 and 0.599, with an increase of 1.53% during the period, which was mainly affected by the working and management condition of large irrigation area. Therefore, the utilization coefficient of irrigation area in Suqian City still had other space for improvement, which should be realized by strengthening the water-saving transformation and management of large irrigation areas.

**Key words:** irrigation; utilization coefficient; head-end measurement method; sample irrigation area

灌溉用水有效利用系数是综合反映灌区工程状况、用水管理水平,灌溉技术水平的一个重要指标,也是作为水利改革发展的一个重要量化指标,是水利现代化考核指标体系中的重要组成部分<sup>[1-2]</sup>。近年来,国内外众多学者对灌溉水利用系数的测定做了大量研究,提出了大量计算灌溉水利

用系数的方法,如为克服传统测量方法工作量大,需要大量人力物力的缺点,提出灌溉水利用系数的综合测定计算方法<sup>[3]</sup>,基于“首尾测算法”的南方多水源型灌区<sup>[4-5]</sup>和小型灌区灌溉水利用系数测算法<sup>[6-7]</sup>;基于标准灌溉定额评价指标体系的大型灌区“改进型首尾测算法”等<sup>[8]</sup>,为其他地区的

收稿日期:2020-01-17

作者简介:沙朦(1989—),男,本科,主要从事水情管理工作。E-mail:136919982@qq.com

测算提供了参考。但在一个市域范围内,灌溉水利用系数的测算不仅仅是具体的测定方法,还包括样本点的选择和对测算结果的分析。因此,本文以宿迁市灌溉用水有效利用系数测算分析为研究对象,对测算方法、样本灌区选择和测算结果的年际变化等进行分析,以期为进一步完善地区灌溉用水有效利用系数测算工作和提高地区灌溉用水有效利用系数提供参考。

## 1 研究区概况

宿迁市位于江苏省北部,地理位置介于北纬 $33^{\circ}8' \sim 34^{\circ}25'$ ,东经 $117^{\circ}56' \sim 119^{\circ}10'$ 之间,总面积 $8\,555\text{ km}^2$ ,耕地面积 $43.7 \times 10^4\text{ hm}^2$ 。宿迁市属于暖温带季风气候区,光热资源比较优越,四季分明,气候温和,太阳总辐射量约为 $117\text{ kCal/cm}^2$ ,全年日照数 $2\,213\text{ h}$ 。无霜期较长,平均为 $211\text{ d}$ ,活动积温 $5\,189\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,全年作物生长期为 $310.5\text{ d}$ 。年均降水量为 $914.9\text{ mm}$ ,降水年内分布不均,易形成春旱、夏涝、秋冬干天气。多年平均水资源总量 $23.2 \times 10^8\text{ m}^3$ ,其中地表水资源量 $14.0 \times 10^8\text{ m}^3$ ,地下水资源量 $11.1 \times 10^8\text{ m}^3$ ,因地处淮河、沂沭泗流域下游,过境水资源量较大。宿迁是农业大市,下辖沭阳县、泗阳县、泗洪县、宿豫区和宿城区等农业生产县,现有万亩以上灌区 $24$ 处,耕地面积 $33.8 \times 10^4\text{ hm}^2$ ,占全市耕地总面积的 $76.1\%$ 。其中大型灌区 $7$ 处。农业多年平均灌溉用水量 $25.0 \times 10^8\text{ m}^3$ ,占全市总用水量的 $77.1\%$ 。农业生产以水稻种植为主,多采用传统的经验种植方式,灌溉管理粗放,平均农田灌溉用水量为 $9.4 \times 10^3\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ,因此,在研究区开展灌溉用水有效利用系数测算工作对有针对性地进行灌区节水改造和管理具有现实意义。

## 2 测算步骤与方法

### 2.1 测算步骤

根据对全市灌区综合调研的结果,在各县、区各选择样点灌区,测算样点灌区灌溉用水有效利用系数,计算县、区灌溉用水有效利用系数平均值,进一步推求全市灌溉用水有效利用系数。主要步骤如下:

(1)对各县、区灌区情况进行整体调查,根据灌区不同规模、类型、工程状况、水源条件与管理水平等,确定代表县、区级灌溉用水有效利用系数测算分析的样点灌区。

(2)整理样点灌区的灌溉用水管理、灌溉试验

等资料,同时进行田间观测,分析计算样点的灌溉用水有效利用系数,并分析推算各县、区灌溉用水有效利用系数平均值。

(3)根据各县、区样点灌区年毛灌溉用水量 and 平均灌溉用水有效利用系数,加权平均计算得到市级灌溉用水有效利用系数平均值。

### 2.2 样点灌区测算分析方法

按照《江苏省“十二五”农业灌溉用水有效利用系数测算分析技术指南》中的要求,宿迁市农业灌溉用水有效利用系数测算均采用首尾测算法进行测算。通过测定计算净灌溉用水总量占毛灌溉用水总量的比值,从而得出农业灌溉用水有效利用系数计算式为

$$\eta_w = \frac{W_j}{W_a} \quad (1)$$

式中: $\eta_w$ 为灌区灌溉用水有效利用系数; $W_j$ 为灌区净灌溉用水总量, $\text{m}^3$ ; $W_a$ 为灌区毛灌溉用水总量, $\text{m}^3$ 。一般情况毛灌溉用水总量是指灌区在确定的时间段内从水源地引入(取用)用于农田灌溉的总水量,即

$$W_a = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M Q_i T_i \quad (2)$$

式中: $Q_i$ 为第 $i$ 灌溉时段内的平均流量, $\text{m}^3/\text{h}$ ; $M$ 为作物生长期内灌溉次数; $T_i$ 为灌溉时段内的引水持续时间, $\text{h}$ ; $N$ 为干渠条数。灌区内流量主要采用水工建筑物量水和水泵用电量估算,计算公式为

$$W_a = RA \quad (3)$$

式中: $R$ 为灌水深度, $\text{m}$ ; $A$ 为水田面积, $\text{m}^2$ 。灌水深度通过田间试验测定。

### 2.3 县、区灌溉水有效利用系数测算分析

县、区灌溉用水有效利用系数测算分析计算式为

$$\eta_{w\text{县}} = \frac{\sum_{i=1}^m \eta_{wi} W_{ai}}{\sum_{i=1}^m W_{ai}} \quad (4)$$

式中: $\eta_{wi}$ 为第 $i$ 个样点灌区的灌溉用水有效利用系数; $W_{ai}$ 为第 $i$ 个灌区的毛灌溉用水量, $\text{m}^3$ ; $m$ 为县(区)域内样点灌区总个数。

### 2.4 市级灌溉用水有效利用系数测算分析

市级灌溉用水有效利用系数测算分析计算式为

$$\eta_{w\text{市}} = \frac{\sum_{i=1}^n \eta_{w\text{县}i} W_{a\text{县}i}}{\sum_{i=1}^n W_{a\text{县}i}} \quad (5)$$

式中: $\eta_{w\text{市}}$ 为市级灌溉用水有效利用系数; $W_{a\text{县}i}$ 为第 $i$ 个县的毛灌溉用水量,万 $\text{m}^3$ ; $n$ 为市级个数。

### 3 样点灌区选择

#### 3.1 选择原则

各县、区选择具有代表性的样点灌区进行测算分析。

(1)样点灌区的选择应在水利普查灌区专项普查范围内,样点灌区的名称、有效灌溉面积、水源类型等需与灌区清查表保持一致。

(2)在选择样点灌区时,综合考虑工程设施状况、管理水平、灌溉水源条件、作物种类和种植结构、地形地貌等因素。同类型样点灌区重点兼顾不同工程设施状况和管理水平等,使选择的样点灌区综合后能代表各县、区全部灌区的平均情况。

(3)样点灌区具有一定的观测条件和灌溉用水管理资料等。

#### 3.2 样点灌区

根据样点灌区选择原则,结合宿迁市实际情况,经过多方比较,最终确定13个灌区作为灌溉水有效利用系数测算典型灌区。具体样点灌区如表1所示。

### 4 测算结果

宿迁市2017—2019年灌溉水有效利用系数见表2。由表2可以看出,2017—2019年各县、区灌区灌溉水有效利用系数均表现出逐年提高趋势,沭阳县、泗阳县、泗洪县、宿豫区和宿城区2018年灌溉水有效利用系数较2017年分别提高1.02%、0.85%、1.18%、1.01%和0.51%,2019年较2018年分别提高0.51%、0.68%、0.17%、0.51%和1.59%。在以河湖引水闸(坝、堰),河湖泵站为主要灌溉水源工程类型沭阳县、泗阳县和宿豫区,灌溉水有效利用系数的增幅逐年增加,而在以河湖泵站为主要灌溉水源工程类型的泗洪县和宿城区灌溉水有效利用系数增幅有下降趋势。说明随着灌区改造工程的推进和水资源管理的日益规范化,灌区输配水和田间灌溉水的损失减少。大型灌区,尤其是以河湖引水闸为主要灌溉水源工程的灌区,由于工程建设和灌区管理基础相对薄弱,在2017年灌溉水有效利用系数普遍低于中小型灌区和以河湖泵站为主要灌溉水源工程的灌区,在灌

表1 样点灌区概况

序号	县(区)	灌区名称	灌溉水源工程类型	灌区面积/ 万 hm <sup>2</sup>	灌区 类型	典型地块 数量
1		柴塘灌区	河湖引水闸(坝、堰),河湖泵站	2.088	大型	9
2	沭阳	沂北灌区	河湖引水闸(坝、堰)	2.396	大型	9
3		古泊灌区	河湖引水闸(坝、堰)	1.260	中型	6
4		众程灌区	河湖引水闸(坝、堰)	1.458	大型	9
5	泗阳	运南灌区	河湖引水闸(坝、堰),河湖泵站	1.807	大型	9
6		新华灌区	河湖引水闸(坝、堰),河湖泵站	0.905	中型	6
7		大寨灌区	河湖泵站	0.084	中型	6
8	泗洪	周庄一级站灌区	河湖泵站	0.040	小型	2
9		圩庄新灌区	河湖泵站	0.017	小型	2
10		来龙灌区	河湖引水闸(坝、堰),河湖泵站	2.237	大型	9
11	宿豫	嶂山灌区	河湖泵站	0.282	中型	6
12		皂河灌区	河湖泵站	0.853	大型	9
13	宿城	船行灌区	河湖引水闸(坝、堰),河湖泵站	1.059	大型	9

表 2 宿迁市 2017—2019 灌溉水有效利用系数

测算区域	灌溉水有效利用系数		
	2017 年	2018 年	2019 年
沭阳县	0.588	0.594	0.597
泗阳县	0.588	0.593	0.597
泗洪县	0.593	0.600	0.601
宿豫区	0.589	0.595	0.598
宿城区	0.591	0.594	0.600
宿迁市	0.590	0.595	0.599

区改造和加强管理后,短期灌溉水有效利用系数的提升也低于中小型灌区,但大型灌区灌溉水有效利用系数可提升空间较大,因此,2019 年增长幅度已高于中小型灌区。

从宿迁全市分析,2017—2018 年和 2018—2019 年全市灌溉水有效利用系数分别提高 0.85% 和 0.67%,3 年累计提高 1.53%,即增幅逐年增加,其增长趋势与沭阳县、泗阳县相似,这主要是由于其灌溉用水量在全市灌溉水总量中比重较大,如 2018 年和 2019 年 2 县毛灌溉水量分别占全市毛灌溉水量的 47.6% 和 48.3%。表明一方面宿迁市灌溉水有效利用系数还有较大的提升空间,另一方面,目前以河湖引水闸为主要灌溉水源工程的灌区灌溉水有效利用系数偏低,对此类灌区的节水改造和强化管理是提高全市灌溉水有效利用系数的关键。

## 5 结 论

(1)首尾测算法仅采用渠首引进的水量和最终进入田间的净灌溉水量即可,有合理的测算依据,且便于测算工作的开展,较适用于灌区数量较多的宿迁市灌溉水有效利用系数测算。

(2)在宿迁市内根据水利普查灌区专项普查范围、工程设施状况和管理水平、观测条件等样本灌区选择原则,确定柴塘灌区等 13 个大、中、小型灌区作为样本灌区。

(3)从 2017 年到 2019 年,宿迁市灌溉水有效利用系数从 0.591 增加到 0.599,提高 1.53%,系

数的增长取决于大型灌区灌溉水有效利用系数的提高。尽管全市系数呈增长趋势,仍有较大的提升空间,而以河湖引水闸为主要灌溉水源工程的大中型灌区节水改造和强化管理,是灌溉水有效利用系数提高的关键。

### 参考文献:

- [1] 李英能. 浅论灌区灌溉水利用系数[J]. 中国农村水利水电, 2003 (7):23-26.
- [2] 彭世彰, 高晓丽. 提高灌溉水利用系数的探讨[J]. 中国水利, 2012 (1):33-35.
- [3] 许建中, 赵竞成, 高峰, 等. 灌溉水利用系数综合测定法实例分析[J]. 中国农村水利水电, 2005 (1):55-58.
- [4] 谢柳青, 李桂元, 余健来. 南方灌区灌溉水利用系数确定方法研究[J]. 武汉大学学报(工学版), 2001, 34(2):17-19.
- [5] 王士武, 郑世宗. 南方多水源型灌区灌溉水利用系数确定方法研究[J]. 中国农村水利水电, 2016 (8): 109-117.
- [6] 陈强富, 刘海巍, 袁园, 等. 首尾法在小型灌区灌溉水利用系数测算中的应用[J]. 中国农村水利水电, 2013(3):73-77.
- [7] 胡承超. 首尾测算法在洪泽灌溉水利用系数测算中的应用[J]. 人民长江, 2014, 45(增刊 1):74-76.
- [8] 杨延春, 刘德斌, 邹志国. 江苏省大型灌区灌溉水有效利用系数测定方法——以东台市堤东灌区为例[J]. 节水灌溉, 2014(3):72-74.