

连云港市“十二五”农业灌溉用水有效利用系数测算与评价

王德维, 周 云, 程建敏, 吴晓东

(江苏省水文水资源勘测局连云港分局, 江苏 连云港 222004)

摘要: 利用首尾测算法, 以 21 个典型样点灌区实测资料为基础, 测算出连云港市“十二五”农业灌溉用水有效利用系数, 并进行了分析与评价, 筛选出影响灌溉水有效利用系数的 3 个最主要因素, 提出了提高灌溉水有效利用系数的建议。

关键词: 灌溉水有效利用系数; 评价; 十二五; 连云港市

中图分类号: [TV93] **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 08-0053-05

Measurement and Evaluation on Agricultural Irrigation Water Use Efficiency in Lianyungang during the 12th Five-Year

WANG Dewei, ZHOU Yun, CHENG Jianmin, WU Xiaodong

(Lianyungang Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Lianyungang 222004, Jiangsu)

Abstract: By using the head-end measurement method, the agricultural irrigation water use efficiency in Lianyungang during the 12th Five-Year was measured out based on the experimental data of the 21 typical sample irrigations. The result is analyzed and evaluated. Three most important factors influencing the agricultural irrigation water use efficiency are found out. Suggestions for improving the agricultural irrigation water use efficiency were put forward.

Key words: irrigation water use efficiency; evaluation; 12th Five-Year; Lianyungang City

0 引言

灌溉用水有效利用系数是衡量从水源取水到田间作物吸收利用过程中灌溉用水有效利用程度的一个重要指标, 能综合反映灌区灌溉工程状况、用水管理水平、灌溉技术水平, 其与灌区自然条件、渠系状况、用水管理、灌水技术等因素有关^[1]。为适应连云港市节水灌溉快速发展的新形势和节约型社会建设的要求, 建立灌溉用水利用率测算评价网络体系, 跟踪分析灌溉用水利用系数变化情

况, 科学评价连云港市“十二五”农业灌溉用水效率与灌溉节水潜力, 对于促进灌溉节水健康发展具有重要意义。

1 概况

1.1 区域概况

连云港市位于江苏省东北部, 处于我国沿海中部的黄海之滨, 地势自西北向东南倾斜, 地貌以平原为主, 兼有山地、丘陵、岗地等, 地形多样、层次分明。属于暖温带季风气候区, 冬季受北方

收稿日期: 2016-03-29

作者简介: 王德维(1987-), 男, 本科, 主要从事水文测验与整编、水文水资源调查评价、农田水利等工作。

高压南下的季风侵袭,以寒冷少雨天气为主,夏季受来自海洋的东南季风控制,天气炎热多雨,春秋两季处于南北季风交替时期,形成四季分明、差异明显、干、湿、冷、暖天气多变的气候特征。市区多年平均气温 14.0℃,最高气温 40.0℃,最低气温 -18.1℃;全市全年无霜期约 220 d,多年平均降水量 900.9 mm,降雨量等值线范围 800 ~ 940 mm,降水量年内分配不均匀,全年 60% 左右的降雨量集中在 6 ~ 8 月,降水量的年际间变化也较悬殊,全市多年平均蒸发能力为 843.8 mm,由南向北递增,蒸发能力的年内分配不均匀,5 ~ 8 月 4 个月蒸发量约占全年蒸发量的 50%。

1.2 灌区概况

连云港市有大型灌区 4 个,分布在赣榆、东海,渠首为自流,尾部需提水,设计灌溉面积 171.88 万亩(本文测算时以亩为单位),有效灌溉面积 159.79 万亩;中型灌区 29 个(其中安峰山及房山水库灌区纳入大型灌区分析灌溉水利用系数),灌区分布在各县区,赣榆、东海主要为渠首自流,海州、灌云、灌南为提水,设计灌溉面积 255.2 万亩,有效灌溉面积 235.0 万亩;小型灌区 158 个,分布在赣榆、东海、海州,赣榆、东海主要为自流,海州为提水,设计灌溉面积 59.13 万亩,有效灌溉面积 55.12 万亩;纯井灌区分布在东海,为提水,设计灌溉面积 1.20 万亩,有效灌溉面积 1.07 万亩。

连云港市以稻、麦两季为主,其它旱作物为辅的种植结构模式,秋季作物以单季晚稻为主,夏季作物以小麦为主。“十二五”期间(2011 年未开展)灌溉水利用系数测算主要针对水稻,根据连云港市的气候特点和多年农业种植情况,水稻的本田生长期大约为每年 6 月 10 日 ~ 10 月 20 日,历时约 133 d,可分为泡田期、返青期、分蘖期、拔节孕穗期、抽穗开花期、乳熟期以及黄熟期等。

2 计算模型

研究采用点与面相结合的方法,主要是通过选择不同规模、不同类型、不同工程状况和管理水平的典型样点灌区调查并计算,在典型灌区灌溉用水有效利用系数测算的基础上,采用点与面相结合,调查统计与观测分析相结合,微观研究与宏观分析评价相结合的方法,按不同分类灌区灌溉用水量进行加权平均,推算全区的现状灌溉用水有效利用系数。

为了避免传统测算方法存在的困难与问题,同时又满足提高测算灌溉水利用系数精度的要求,在总结以往研究成果与经验的基础上,建立灌溉用水有效利用系数首尾测算分析方法的数学模型。首尾测算分析法的关键问题就是“首”和“尾”,“首”是指直接测量统计灌区从水源引入或取用的毛灌溉用水总量,“尾”是指通过分析测算得到的田间实际净灌溉用水总量,“尾”与首的比值,即:田间实际净灌溉用水总量与毛灌溉用水总量的比值为灌溉用水有效利用系数。

2.1 基本公式

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

式中:

η_w —灌区灌溉用水有效利用系数;

W_j —灌区净灌溉用水总量, m^3 ;

W_a —灌区毛灌溉用水总量, m^3 。

在实际计算中,可先用(2)式计算灌区亩均综合净灌溉定额:

$$M_{\text{综}} = \frac{\sum_i^n M_i A_i}{A} \quad (2)$$

式中:

M_i —灌区第 i 种作物净灌溉定额, $m^3/\text{亩}$;

A_i —灌区第 i 种作物实灌面积, 亩;

n —灌区作物种类总数;

A —灌区实灌溉面积(不考虑复种指数情况), 亩。

则灌溉用水有效利用系数为:

$$\eta_w = \frac{M_{\text{综}} A}{W_a} \quad (3)$$

为了能够反映灌区灌溉水利用的整体情况,计算分析时段以测算分析年的日历年为准,即每年 1 月 1 日至 12 月 31 日;对于跨年度的作物则应分段计算(以下同),合理确定测算分析年该作物净灌溉用水量。

2.2 各县(市、区)灌溉水利用系数平均值计算公式

$$\eta_{w\text{县}} = \frac{\sum_i^m \eta_{w\text{县}i} W_{a\text{县}i}}{\sum_i^N W_{a\text{县}i}} \quad (4)$$

式中:

$\eta_{w\text{县}}$ —全县(市、区)灌溉水利用系数均值;

$\eta_{w\text{县}i}$ —全县(市、区)第 i 个样点灌区的灌溉

水利用系数, %;

$W_{a\text{县}i}$ — 全县(市、区)第 i 个灌区的毛灌溉用水量, m^3 。

2.3 各类型灌区灌溉水利用系数平均值计算公式

$$\eta_{w\text{型}} = \frac{\sum_i^m \eta_{w\text{型}i} W_{a\text{型}i}}{\sum_i^N W_{a\text{型}i}} \tag{5}$$

式中:

$\eta_{w\text{型}}$ — 全市某类型灌区灌溉水利用系数均值;

$\eta_{w\text{型}i}$ — 全市某类型灌区第 i 个灌区灌溉水利用系数均值。

$W_{a\text{型}i}$ — 全市某类型灌区第 i 个灌区毛灌溉用水量总量, 万 m^3 。

2.4 灌溉水利用系数平均值计算公式

各市灌溉水利用系数平均值根据各县(市、区)灌溉水利用系数均值以县级灌溉用水量总量加权平均得出, 计算公式如下:

$$\eta_{w\text{市}} = \frac{\sum_i^m \eta_{wi} W_{ai}}{\sum_i^N W_{ai}} \tag{6}$$

或 $\eta_{w\text{市}} =$

$$\frac{\eta_{w\text{大型}} W_{a\text{大型}} + \eta_{w\text{中型}} W_{a\text{中型}} + \eta_{w\text{小型}} W_{a\text{小型}} + \eta_{w\text{井}} W_{a\text{井}}}{W_{a\text{大型}} + W_{a\text{中型}} + W_{a\text{小型}} + W_{a\text{井}}} \tag{7}$$

式中:

$\eta_{w\text{市}}$ — 全市灌溉水利用系数均值;
 η_{wi} — 第 i 县(市、区)灌溉水利用系数均值;
 W_{ai} — 第 i 县(市、区)毛灌溉用水量总量, 万 m^3 ;

$W_{a\text{大型}}$ 、 $W_{a\text{中型}}$ 、 $W_{a\text{小型}}$ 、 $W_{a\text{井}}$ — 分别为全市大、中、小和纯井灌区的年毛灌溉用水量总量, 亿 m^3 ;

$\eta_{w\text{大型}}$ 、 $\eta_{w\text{中型}}$ 、 $\eta_{w\text{小型}}$ 、 $\eta_{w\text{井}}$ — 分别为全市大、中、小和纯井灌区的平均灌溉水有效利用系数。

3 样点灌区的选取

根据本市的实际情况, 综合考虑灌区的规模、灌溉用水源类型、工程设施状况、管理水平、作物种植结构、灌区地形地貌等因素, 全市样点灌区数量共 21 个, 见表 1。4 个大型灌区均选作为样点灌区, 平均分布在赣榆、东海两地; 中型灌区 7 个, 其中赣榆、东海、海州各 1 个, 灌云、灌南各 2 个, 占

表 1 连云港市样点灌区一览表

灌区规模 (类型)	行政区划	灌区名称	取水方式	有效灌溉面积	占灌区总数量 比例 (%)	占灌区总有效灌溉面 积比例 (%)
大型灌区	赣榆	小塔山水库	自引+提水	26.200	100	100
		石梁河水库	自引+提水	34.540		
	东海	沐南	自引+提水	52.900		
		沐新渠	自引	46.350		
中型灌区	赣榆	八条路水库	自引	1.700	25.93	34.09
	东海	安峰山水库	自引+提水	10.000		
	海州	刘顶	提水	2.200		
	灌云	叮当河	提水	17.010		
		界南	提水	22.250		
		淮涟	提水	10.250		
	灌南	灌北	提水	16.710		
小型灌区	赣榆	夹沟水库	自引	0.280	3.16	4.15
	东海	大沟头电灌站	提水	0.280		
		娄山水库	自引	0.650		
		卢窝水库	自引	0.600		
	海州	樊庄	提水	0.480		
纯井灌区	东海	三铺	自引	0.011	8.33	4.86
		白石头	自引	0.007		
		宋庄	自引	0.009		
		陈洲	自引	0.015		
		苗庄	自引	0.010		

全市中型灌区总个数的 25.93%，灌溉面积占全市小型灌区有效灌溉面积的 34.09%；小型灌区 5 个，赣榆、东海各 2 个、海州 1 个，占全市小型灌区总个数的 3.16%，灌溉面积占全市小型灌区有效灌溉面积的 4.15%；纯井灌区 5 个，全部分布在东海县，占全市小型灌区总个数的 8.33%，灌溉面积占全市纯井灌区有效灌溉面积的 4.86%。全市样点灌区的选择具有一定的代表性，且在地域分布上比较均衡，其测算结果能较好地代表全市灌区的平均水平。

4 测算结果与评价

根据“十二五”期间各样点灌区的实测值，测算得到连云港市各县区及各规模、类型灌区的灌溉用水有效利用系数，见表 2、表 3。连云港市灌溉用水有效利用系数从 2012 年的 0.550 提高到

2015 年的 0.585，4 年间提高幅度达 6.36%，年均提高 1.59%。从各年度的测算结果可以看出，从 2012 ~ 2014 年，年均提高 1.94%，2015 年提高 0.52%，最后一年提高幅度明显减小。

4 年间，各县区灌溉用水有效利用系数都有较大幅度的增加，其中灌云县增幅最大 9.18%，年均增幅 2.29%。截至 2015 年，各县区中灌溉水利用系数最大的为海州区 0.589。

2015 年与 2012 年相比较，不同类型灌区的变化值以纯井灌区提高最大，达到 11.81%，其次是小型灌区提高了 11.34%，大型灌区和中型灌区分别提高了 6.67% 和 6.36%。各类型灌区中，总体规律是自流引水比提水类型低，但提高幅度比提水类型高。

近年来，连云港市加大了灌区改造等基础设施的投资力度，大力推进高效节水灌区建设，不断

表 2 2012 ~ 2015 年度连云港市各县区灌溉用水有效利用系数测算成果

行政区划	灌溉用水有效利用系数				逐年提高幅度/%		
	2012	2013	2014	2015	2013年	2014年	2015年
赣榆区	0.542	0.560	0.580	0.584	3.32%	3.57%	0.69%
东海县	0.548	0.562	0.580	0.583	2.55%	3.20%	0.52%
海州区	0.550	0.564	0.587	0.589	2.55%	4.08%	0.34%
灌云县	0.534	0.562	0.582	0.583	5.24%	3.56%	0.17%
灌南县	0.561	0.571	0.586	0.588	1.78%	2.63%	0.34%
全市平均	0.550	0.564	0.582	0.585	2.55%	3.19%	0.52%

表 3 2012 ~ 2015 年度连云港市各类型灌溉用水有效利用系数测算成果

灌区规模 (类型)	灌溉用水有效利用系数				逐年提高幅度/%		
	2012年	2013年	2014年	2015年	2013年	2014年	2015年
大型灌区	0.536	0.548	0.568	0.571	2.28%	3.66%	0.62%
中型灌区	0.551	0.566	0.585	0.586	2.64%	3.36%	0.25%
小型管区	0.564	0.574	0.620	0.628	1.69%	8.01%	1.36%
纯井灌区	0.760	0.790	0.849	0.850	3.92%	7.47%	0.12%
全市平均	0.550	0.564	0.582	0.585	2.55%	3.19%	0.52%

深化水利体制改革,有效改善了全市灌区整体管理运行状况,大幅度提高了全市农业灌溉节水水平。

5 主要影响因素分析

灌溉用水有效利用系数的影响因素繁多,与自然气候、工程状况、农业种植、管理水平等因素有关,是一个多要素的复杂系统,变量很多,无疑会增加分析问题的难度和复杂性。因此,综合考虑影响灌溉用水有效利用系数的主要因素,兼顾统计年鉴提供的资料,选取了可能影响灌溉用水有效利用系数的13个因子^[3-5],分别为:播种面积、粮食播种面积、有效灌溉面积、实灌面积、总用水量、农业用水量、降雨、高效节水灌溉面积、渠道维修加固长度、渠道衬砌率、水源工程投资、灌溉工程投资、治涝工程投资等。

为了筛选主要因子和简化计算,采用相关分析法进行逐一筛选^[5],结果显示,各单一因子中,高效节水灌溉面积、渠道衬砌率和灌溉工程投资是影响灌溉用水有效利用系数最主要的3个因素,相关系数分别为0.9573、0.9488和0.8689,见图1、图2、图3。其余单一因子均达不到显著性相关。因此,通过加大农业灌溉投资,更新农田灌溉设施,增加高效节水灌溉面积,加强用水管理,提高灌区的抗灾和供水保障能力,是保证灌溉用水有效利用系数稳定提高的主要途径。

6 结论

“十二五”期间,连云港市灌溉用水有效利用系数从0.550提高到0.585,达到江苏省“十二五”规划中0.580的要求。但与发达地区比较,灌溉水有效利用系数仍然偏低,还有较大的提升空间,今后还需要从以下几个方面逐步提高:①进一步加大工程投入,增加高效节水灌溉面积,提高渠道衬砌率和工程配套完好率;②进一步加强工程管护,加大工程管护经费投入,充分发挥农民用水协会的作用;③进一步加强技术宣传与培训,提高基层水利人员和农村管水员管理水平,增强节水意识;④改变灌溉水计费方式,将按亩均用水收费改为按实际用水量收费。

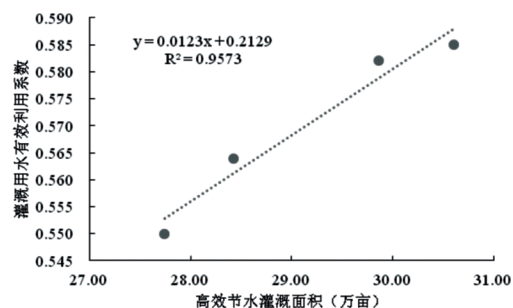


图1 灌溉用水有效利用系数与高效节水灌溉面积相关关系

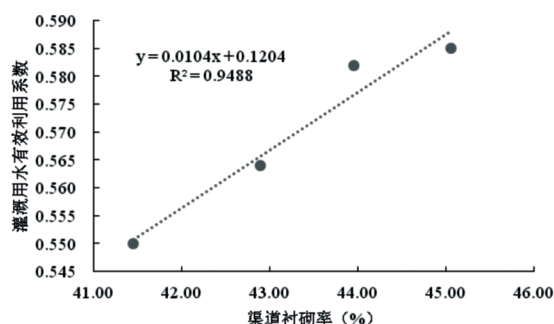


图2 灌溉用水有效利用系数与渠道衬砌率相关关系

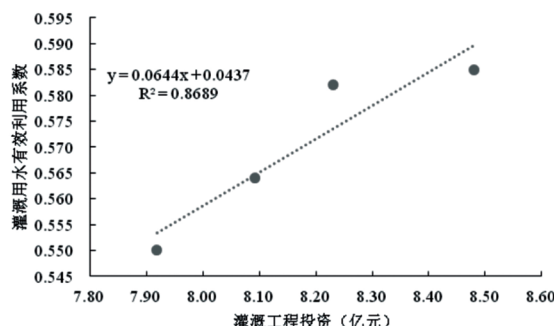


图3 灌溉用水有效利用系数与灌溉工程投资相关关系

参考文献:

- [1] 江苏省水利厅. 江苏省“十二五”农业灌溉水利用系数测算分析技术指南[R]. 南京: 江苏省水利厅, 2011.
- [2] 战加男. 宁夏灌溉用水有效利用系数测算及评价指标体系研究[D]. 宁夏: 宁夏大学, 2013.
- [3] 李明武, 孙克. 淮安市灌溉水利用系数推求分析与调控增效措施研究[J]. 江苏水利, 2015(2): 28-30.
- [4] 陆军. 王石灌区渠道灌溉水利用系数计算及修正[J]. 水科学与工程, 2015(5): 84-86.
- [5] 王小军, 古璇清, 陈洁芳. 广东省“十一五”灌溉水有效利用系数测算结果与评价[J]. 广东水利水电, 2012(9): 51-54.

(责任编辑: 王宏伟)