

文章编号: 1007-2284(2020) 11-0129-03

浙江省农业水价综合改革计量模式研究

张亚东, 郑世宗, 卢成

(浙江省水利河口研究院 杭州 310020)

摘要: 灌区用水计量设施是农业水价综合改革的基础。针对浙江省灌区工程类型和管理水平差异性大的特点, 结合农业水价综合改革现状, 通过全省灌区计量设施调查, 分析了农业水价综合改革计量设施的建设情况与运行管理现状, 总结归纳了不同地域类型下的计量模式及其适用条件, 对加强灌区农业用水管理及推进农业水价综合改革具有重要的指导作用, 为南方同类型地区完善灌区计量设施提供了借鉴和参考。

关键词: 浙江省; 农业水价综合改革; 计量; 模式

中图分类号: S274 **文献标识码:** A

Research on the Model of Water Measurement of Comprehensive Reform of Agricultural Water Price in Zhejiang Province

ZHANG Ya-dong, ZHENG Shi-zong, LU Cheng

(Zhejiang Institute of Hydraulics and Estuary, Hangzhou 310020, China)

Abstract: The facilities of water measurement in irrigation areas are the basis of comprehensive reform of agricultural water price. According to the characteristics of different types of irrigation projects and management levels in Zhejiang Province, combined with the current situation of the comprehensive reform of agricultural water price, and through the investigation of the water measuring facilities of irrigation areas in Zhejiang Province, this paper analyzes the current situation of construction and management of the water measuring facilities, and summarizes the models of water measurement and their applicable conditions under different regional types, which is helpful to strengthen the management of agricultural water utilization and promote the comprehensive reform of agricultural water price, and provides a reference and guidance for improving irrigation water measuring facilities in the same type of areas of South China.

Key words: model; water measurement; comprehensive reform of agricultural water price; Zhejiang Province

随着国民经济的发展和生态环境意识的提高, 水资源的需求与日俱增, 对水资源进行有效的监控已经越来越迫切, 对监控精度的要求也越来越高^[1]。近年来, 农业水价综合改革工作深入推进, 农业用水定额管理逐步完善, 灌区计量设施建设数量逐年增多, 人们积极将广泛应用于工业、城镇供水、环境保护的先进计量技术引进到灌区量水工作中, 并结合灌区量水的特点加以改进, 形成了一系列计量类型或模式, 取得了较好的效果^[2]。如连少伟等^[3]结合河北省农业灌溉实际, 提出了以水表计量为基础、以便携式超声波流量计为补充、以历史数据统

计为拓展的井灌区用水计量模式。张骏涛^[4]针对天津市灌溉水源特点, 提出了井灌区、地表水灌溉用水计量模式以及不同形式水费征收管理模式。樊毅等^[5]针对大中型灌区农业用水计量设施建设存在的普遍问题, 提出了按自动化程度和取水口水口类型划分的四川省大中型灌区农业用水计量监测模式。王滇红等^[6]对里运河沿线9个灌区各级渠道用水计量现状进行了调查统计, 总结了江苏省大中型灌区灌溉用水计量点布置原则和方法。但是, 由于浙江省灌区众多, 工程类型、管理水平千差万别, 对于量水设备的要求差异较大, 量水设备和技术均不能完全满足灌区量水工作的要求。《浙江省农业水价综合改革总体实施方案》提出要强化用水定额管理和终端用水管理, 按照因地制宜、公开透明、群众接收的原则, 确定简便节约的用水计量方式。因此, 开展浙江省农业用水计量设施调查, 分析研究计量模式及其适用范围, 对加强灌区农业用水管理及推进农业水价综合改革是十分必要的。

收稿日期: 2020-03-03

基金项目: 浙江省水利厅重大科技项目(RA1913); 浙江省水利河口研究院院长科学基金项目(农水A18002)。

作者简介: 张亚东(1990-), 男, 工程师, 硕士, 主要从事节水灌溉理论与水资源高效利用研究工作。E-mail: zhangyadonghhu@163.com。

1 浙江省农业水价综合改革计量设施现状分析

2016年,国务院办公厅出台《关于推进农业水价综合改革的意见》(国办发〔2016〕2号),对全面开展农业水价综合改革做了总体部署。浙江省高度重视农业水价综合改革工作,先后开展2批共21个县(市、区)农业水价综合改革试点,探索不同地域环境农业水价改革模式。2018年起,按照《浙江省农业水价综合改革总体实施方案》要求,全省各地在第一批、第二批试点的基础上,广泛开展农业水价综合改革工作,积极完善农田水利基础设施,配套计量设施。截止2019年底,全省累计完成改革面积1683万亩,占全部改革面积的比例达83.4%,累计建设灌区计量设施2563处,基本覆盖大中型灌区各重要取、分水口,为加强灌区农业用水管理及推进农业水价综合改革提供了基础支撑。

1.1 平原型灌区计量设施建设及运行情况

浙江省平原型灌区以泵站提水为主,共建设计量设施1456处,以仪表量水、以电折水为主,有1128处,占比77.47%;标准断面量水、建筑物量水等其他量水型式为辅,有328处,占比22.53%。通过调查平原区各类型计量设施运行情况,结合比测率定结果显示,采用流量计量水的泵站平均计量误差为4.8%,以电折水的泵站平均计量误差为23.1%,渠道标准断面量水的平均误差约为30.8%,渠道水工建筑物量水的平均误差为28.3%。泵站流量计量水精度较高且运行稳定,泵站以电折水设备简单、投资成本小,这两种方法适合平原区灌溉泵站量水。

1.2 山丘型灌区计量设施建设及运行情况

浙江省山丘型灌区共建设计量设施1173处,以标准断面量水为主,有714处,占比60.87%;建筑物量水、堰槽量水、仪表量水、以电折水等其他量水型式为辅,有459处,占比39.13%。通过调查山丘型各类型计量设施运行情况,结合比测率定结果显示,采用渠道标准断面量水的平均误差约为9.4%,渠道堰槽量水的平均误差为11.3%,渠道水工建筑物量水的平均误差为14.7%。山丘区以自流灌溉为主,渠道标准断面量水、堰槽

表1 浙江省平原区灌溉泵站常用流量计优缺点分析表

Tab.1 Analysis of advantages and disadvantages of flow meters for irrigation pump stations in plain areas of Zhejiang Province

量水设施类型	准确性	优点	缺点
超声波流量计	高	计量准确性高,便携式可作非接触、移动性测量,无需集流截管安装,便携式价格与口径无关,用于大口径、超大口径仪表有明显价格优势。	价格较高,小口径管道测量精确度差。
电磁流量计	高	高精度,高可靠性,应用范围广,测量范围大,使用寿命长,维护方便。利用网络实现数据实时监控采集、统计和共享。	价格较高,且随着口径的增大价格越高。

以电折水。理论上来说,灌溉泵站在单位时间的出水量不完全相同,主要因素包括流量、扬程、效率等。对于同一台泵站,在上述因素变化不大的情况下,通过多次实测“以电计水”参数可以用来估算泵站的出水量^[7]。“以电计水”方法估算泵站出水量的原理:

$$K = \frac{Q}{E} \quad (1)$$

式中:K为泵站的“以电折水”参数, m^3/kWh ; Q为泵站提水量,

量水和水工建筑物量水等精度较高,但由于水源复杂、取分水口较多,因此选择重要口门和典型田块进行计量,以点代面,有助于摸清面上用水情况,便于开展节水奖励。

1.3 计量设施运行管理现状

浙江省灌区计量设施的管理主体主要有2类:大中型灌区骨干工程计量设施运行管理以灌区管理单位为主,大中型灌区末级渠系和小型灌区计量设施一般由农民用水合作组织或村集体负责日常管理。农业水价综合改革计量设施大部分建在末级渠系,村集体、协会、合作社、用水小组等用水管水组织的管理人员多为本地农民,且年岁较大,具备信息化设备管理知识和能力的人较少,仅能承担设施的安全巡查和日常管理,计量设施的技术维护仍需信息化公司承担,且运行管理经费严重缺乏,除了大中型灌区渠首及骨干工程计量设施由灌区管理单位负责管理和筹措运行经费外,其他末级渠系及田间计量设施运行经费基本没有着落。

2 浙江省农业水价综合改革计量模式总结

2.1 平原型灌区“首部计量、水电结合”计量模式

2.1.1 模式概述

浙江省平原河网区农业灌溉以泵站提水为主,可通过在泵站首部安装管道式流量计进行用水量精准计量,另外由于灌溉泵站的出水流量过程及出水量与运行时间、用电量存在一定的相关关系,也可通过“计电”的方法换算出水量,这样的计量方法相对经济、简便,易于推广应用。因此,建立平原型灌区“首部计量、水电结合”的计量模式,通过智能化仪表量水和以电折水方式相结合,使平原型灌区用水量计量更加合理科学。

2.1.2 技术特点

仪表量水。浙江省平原区灌溉以泵站为基础,在灌区泵站安装用水计量设施,实行泵站首部计量,达到总量控制的目的,并根据用水总量平均到每个田块确定亩均用水量。泵站首部用水计量常用的量水设施主要有超声波流量计和电磁流量计,其准确性、价格、安装维护难易程度等方面有一定差异,具体分析见表1。

m^3 ; E为泵站该时段运行所消耗的电量, kWh。

在浙江省平原型灌区,采用“以电折水”计量精确度与流量计量水差距较大,因此具备安装条件的泵站宜全部采用管道流量计等仪表量水的方式进行计量,尚不具备安装条件的泵站可采用“以电折水”的方式进行间接计量。

2.2 山丘型灌区“典型计量、以点代面”计量模式

2.2.1 模式概述

浙江省山丘区农业灌溉以渠道自流为主,灌区除大中型水

库等主水源外,还存在溪流、堰坝、山塘等次要水源,水源条件复杂,且灌区退排水口较多,全部建设量设施进行监测实现难度较大。因此,建立山丘区“典型计量、以点代面”的计量模式,即在灌区选择作物种类、所处位置、种植主体等具有一定代表性的田块建设量设施进行典型计量,以典型田块用水量情况反映灌区亩均用水总体情况,从而强化用水定额在用水管水方面的约束力,促进农业节水和水资源可持续利用。

2.2.2 技术特点

典型田块选择要充分考虑行政辖区、作物种类和种植主体等因素,其中典型田块所处位置要覆盖灌区骨干渠道的上、中、下游,作物种类要包括灌区主要种植的作物,种植主体要包括散户和大户种植片区。山丘型灌区量水方式主要有标准断面量水、水工建筑物量水和堰槽量水三种,具体技术特点如下:

标准断面量水主要适用于具备标准断面的渠道,且该断面的水位—流量要求稳定,即存在单一关系。符合标准断面量水的渠段应上下游渠道顺直、渠床稳定坚固、水流平稳、无冲刷或淤积现象,且不受下游建筑物回水影响,其长度应大于20倍渠段的最大水深。在较长时期内,某断面的实测流量与相应水位的点据呈密集带状分布,可用一条单一曲线来表示,这就是稳定的水位—流量关系。通过实测渠道、河道水位经率定分析或利用经验公式确定流量系数,用水力学公式计算得到流量。

水工建筑物量水主要是利用河、渠、湖、库上已有的堰闸、涵洞、抽水站、水电站等水工泄水建筑物。建筑物本身完整无损,无变形、剥蚀或渗水;调节设备良好,启闭设备完整、灵活,闸门无歪斜、不漏水,无扭曲变形,无损坏现象;建筑物前、后,闸孔或闸槽中无泥沙淤积及杂物阻水;符合水力计算要求,水位差大于5cm,水流呈淹没流状态时,其淹没度不应大于0.9。通过实测水头(水头差)和闸门开启高度等水力因素,经率定分析或利用经验公式确定流量系数或效率系数,用水力学公式计算得到流量。

堰槽量水一般是由行近渠槽、量水建筑物和下游段三部分组成,测流堰槽应设置于顺直渠段,上游行近渠段壅水高度不应影响进水口的正常引水,渠床稳定坚固、水流平稳、无冲刷和淤积现象,且不受下游建筑物回水影响,长度应大于渠宽的5~15倍;行近渠内水流佛汝德数 Fr 不应大于0.5。量水建筑物主体段过水断面科学收缩,使得上、下游形成一定的水头落差,即可得到较为稳定的水位与流量关系。通过实测上下游水位经率定分析或利用经验公式确定流量系数或效率系数,用水力学公式计算得到流量。

上述3种山丘区主要量水方式水位(水深)测量宜采用自动化水位计,如浮子式和超声波水位计,利用移动网络或自建光纤远程传输至数据库和灌区管理平台,实现流量、水量的自动计算和分析。

2.3 计量设施运行管理模式创新

根据浙江省各类型灌区农田水利设施运行管理实际情况,确定计量设施运行管理模式如图1所示。

管护主体:计量设施运行管理主体分为技术管理主体和日常管理主体,其中技术管理主体建议由县级行政主管部门统一委托第三方维保企业承担,由维保企业负责县域范围内计

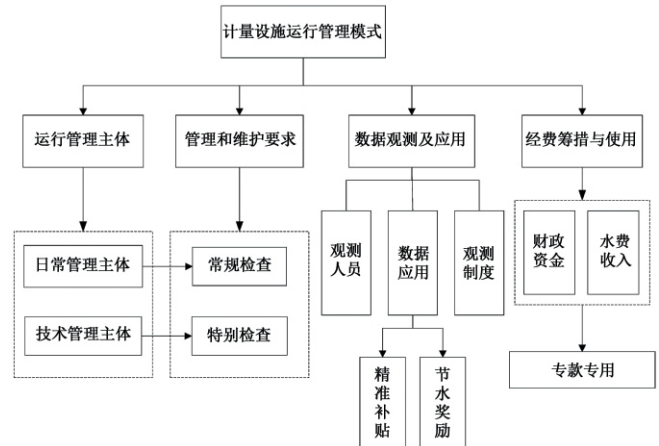


图1 浙江省农业水价综合改革计量设施运行管理模式图

Fig.1 Operation and management mode of metering facilities for comprehensive reform of agricultural water price in Zhejiang Province

量设施设备的技术维护;日常管理主体建议由所在村委会承担,村委会可聘用管水员负责村集体范围内计量设施设备的日常巡查和维护。

管护要求:计量设施管理单位应制定计量设施管理规程和制度,主要包括计量设施检查内容、检查流程、运行管护、问题处理等方面。日常管理主体和技术管理主体应分别开展计量设施的常规检查和特别检查,形成检查报告,并对检查过程中发现的问题予以及时处理。

数据观测及应用:计量设施管理单位应根据灌区实际制定量水观测制度,按旬、月和灌溉期进行数据统计复核,县级行政主管部门应根据年度用水量数据和用水定额确定农业水价综合改革精准补贴和节水奖励金额,并向群众公示。

管护经费:计量设施管护经费可在年度农田水利维修养护资金、农业水价综合改革精准补贴资金和灌区水费收入中予以安排。

3 对策与建议

灌区农业用水计量涉及监测、传输、应用等多个环节,涉及面广,应用条件复杂,上述模式通过在各地区农业水价综合改革中的应用实践,取得了较好的效果。但在应用过程中也发现一些问题,对此提出以下对策和建议。

(1) 平原区应加大计量设施投入,提高泵站直接计量比例。浙江省平原型灌区通过流量计量水和以电折水相结合,用水量整体覆盖率高,但是能够直接计量水量的泵站比例较低,距离国家对农业水价综合改革的要求还有较大差距,需要持续的资金和技术投入,是一项长期的系统工程,建议相关部门因地制宜、密切配合、统筹协调,不断加大政策支持和技术及资金投入,在具备管道式流量计安装条件的泵站应装尽装,提高泵站直接计量的比例,确保灌区取用水计量的准确性,为农业水价综合改革提供精准数据支撑。

(2) 山丘区应合理布局计量设施,增强以点代面科学性。浙江省山丘区农业灌溉以渠道自流为主,灌区水源条件复杂,且灌区取、分、退、排水口较多,全部建设量设施进行监测实现难度较大。建议灌区充分考虑行政辖区、(下转第137页)

(3) 从各气象因子对玉米产量的影响来看,玉米生育期内平均气温与气象产量呈负相关关系;日照时数与气象产量总体呈负相关关系(播种-出苗期除外);降水量对气象产量产生的正效应多于负效应。三者对玉米产量均有显著影响($p < 0.05$)且喇叭口期为主要影响时期。 □

参考文献:

[1] 牛晓栋,江洪,王帆.天目山森林生态系统大气水汽稳定同位素组成的影响因素[J].浙江农林大学学报,2015,32(3):327-334.

[2] 陈明丽,丁志平.1963-2012年广宁县日照时数的变化特征[J].广东气象,2014,36(6):28-31.

[3] 姜修胜.京津冀玉米生产技术效率比较分析[D].北京:北京农学院,2017.

[4] DARWIN R, TSIGAS M, LEWANDROWSKI J, et al. World agriculture and climate change: economic adaptations. Agricultural Economic Report No.703[R]. America, Washington, United States Department of Agriculture, 1995: 1-86.

[5] ASSENG S, FOSTER I A N, TUMER N C. The impact of temperature variability on wheat yields[J]. Global Change Biology, 2011, 17(2): 997-1012.

[6] LOBELL D B, FIELD C B. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming[J]. Environmental Research Letters, 2007, 2(1): 014002.

[7] 郝立生, 阎锦忠, 张文宗, 等. 气候变暖对河北省冬小麦产量的影响[J]. 中国农业气象, 2009, 30(2): 204-207.

[8] 李永华, 高阳华, 廖良兵, 等. 重庆地区玉米气象产量变化及气候影响因子简析[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007(3): 104-109.

[9] 陈霞燕, 王连喜, 任景全, 等. 吉林省春玉米生产潜力及其敏感性分析[J]. 作物杂志, 2016(6): 91-98.

[10] 徐丽娟, 李可用. 辽宁沿海经济带产业结构研究[J]. 中国市场, 2014(8): 11-13.

[11] 刘洪敏. 1957-2009年辽宁省气候变化趋势分析[D]. 兰州: 西北师范大学, 2011.

[12] 王建迎, 李书平. 辽宁省玉米生产现状及发展前景[J]. 国外农学

-杂粮作物, 1999(6): 45-49.

[13] 陈鹏狮, 于文颖, 纪瑞鹏, 等. 辽宁地区玉米生长发育及产量对温度和降水的响应[J]. 中国农学通报, 2014, 30(27): 175-181.

[14] 孙凤华, 吴志坚, 李丽光. 辽宁西部地区的气候变化及干湿状况年代际变化特征[J]. 中国沙漠, 2006(6): 969-975.

[15] 苏玉杰, 周景春, 张存岭, 等. 濰溪县夏玉米生产与气象因子关系分析[J]. 玉米科学, 2007, 15(增1): 165-168.

[16] 胡刚, 宋慧. 基于Mann-Kendall的济南市气温变化趋势及突变分析[J]. 济南大学学报(自然科学版), 2012, 26(1): 96-101.

[17] 周晓宇, 赵春雨, 张新宜, 等. 1961-2009年辽宁省气温、降水变化特征及突变分析[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(10): 87-93.

[18] 虞海燕, 刘树华, 赵娜, 等. 我国近59年日照时数变化特征及其与温度、风速、降水的关系[J]. 气候与环境研究, 2011, 16(3): 389-398.

[19] 刘玉英, 韦小丽, 李宇凡. 1961-2012年吉林省日照时数的变化特征及影响因素[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1367-1377.

[20] 国家防汛抗旱总指挥部. 2013年中国水旱灾害公报[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013: 1-14.

[21] 武晓航, 郝德凤. 辽宁省近50年降水量的突变特征及变化趋势分析[J]. 环境科学与管理, 2013, 38(1): 50-54.

[22] 石荃. 玉米种植的气候条件分析[J]. 种子科技, 2018, 36(11): 40-44.

[23] 穆佳. 东北区玉米生产对气候变化的响应[D]. 北京: 中国气象科学研究院, 2015.

[24] 徐玉秀, 蒋姗姗, 周福然, 等. 1981-2010年锦州地区玉米生育期气象因子变化及其与气象产量的关系[J]. 气象与环境学报, 2017, 33(5): 82-90.

[25] 扈艳萍, 曹敏建, 刘敏. 辽宁省玉米主产区气候因子与玉米产量相关性的研究[J]. 玉米科学, 2008, 16(3): 140-146.

[26] 李瑞英, 任崇勇, 张翠翠, 等. 气候变化背景下鲁西南地区农业气候资源变化特征[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(6): 254-260.

[27] 曹立国, 刘普幸, 张克新, 等. 锡林郭勒盟草地对气候变化的响应及其空间差异分析[J]. 干旱区研究, 2011, 28(5): 789-794.

[28] 代立芹, 李春强, 魏瑞江, 等. 河北省冬小麦生长和产量对气候变化的响应[J]. 干旱区研究, 2011, 28(2): 294-300.

(上接第131页) 作物种类和种植主体等因素,科学布局计量设施,加大对灌区主要水源渠首、重要分水口及典型田块的计量监测,合理确定支渠以下计量监测力度和监测布点密度,增强以点代面科学性,提高灌区量水精度。

(3) 提升计量设施运行管护水平,加强灌区计量数据使用。通过农业水价综合改革项目的实施,浙江省灌区计量设施建设已初具规模,但是由于计量站点大多分布在野外,管理维护比较困难,且地方主管部门对计量数据的使用率不高,无法发挥计量设施在用水管水方面的约束作用。建议管理单位配备基本的站房保护和人员维护,以及相应的电源和网络条件,提升计量设施运行管护水平,并加强灌区计量数据的采集、分析和使用,为农业用水定额管理和节水奖励提供基础依据。 □

参考文献:

[1] 谢崇宝,高占义,朱嘉英.灌区量水技术与设备发展现状及趋势[J].节水灌溉,2003(6):27-28.

[2] 董广昊.量测水技术在农业灌溉区的应用[J].吉林水利,2006(12):28-29.

[3] 连少伟,吕旺,李静,等.河北省井灌区农业灌溉用水计量模式的探索与分析[J].河北水利,2012(4):22.

[4] 张骏涛.天津市农业灌溉用水计量模式分析[J].天津农业科学,2009,15(6):20-22.

[5] 樊毅,耿琳,康小平.四川省大中型灌区农业用水计量监测模式研究[J].四川水利,2019(3):103-105.

[6] 王滇红,蔡守华,张健.京杭大运河江苏段里运河沿线大中型灌区灌溉用水计量方法探讨[J].节水灌溉,2018(12):92-96.

[7] 陈丹,张娣,汤树海,等.小型灌溉泵站以時計水和以电計水计量方法研究[J].三峡大学学报(自然科学版),2018,40(6):22-25.