

文章编号: 1007-2284(2018)06-0118-04

# 农村供水工程计量现状问题及对策建议

宋卫坤<sup>1,2</sup>, 邬晓梅<sup>1,2</sup>, 李晓琴<sup>1,2</sup>, 贾燕南<sup>1,2</sup>, 廖丽莎<sup>1</sup>

(1. 中国水利水电科学研究院, 北京 100048; 2. 国家节水灌溉北京工程技术研究中心, 北京 100048)

**摘要:** 对农村供水工程的取用水量进行计量是贯彻落实有关法律法规的需要, 是践行最严格水资源管理制度的需要, 也是保障农村供水工程良性运行的需要。通过调研发现, 我国农村供水工程进出厂水主要计量设备主要有超声波流量计、电磁流量计等; 用水户水计量设备主要有机械式水表、IC卡智能水表、远传水表等。最后, 分析了不同地区、不同供水规模农村供水工程计量设备安装率存在差异的原因以及量值不准的原因, 提出了做好农村供水工程计量工作, 促进工程的良性运行的建议。

**关键词:** 农村供水; 计量; 巩固提升

**中图分类号:** [TV93]      **文献标识码:** A

## An Analysis of the Problems and Countermeasures on Water Quantity Measurement of Rural Water Supply Projects

SONG Wei-kun<sup>1,2</sup>, WU Xiao-mei<sup>1,2</sup>, LI Xiao-qin<sup>1,2</sup>, JIA Yan-nan<sup>1,2</sup>, LIAO Li-sha<sup>1</sup>

(1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China;

2. National Center for Efficient Irrigation Engineering and Technology Research, Beijing 100048, China)

**Abstract:** Measuring the quantity of water withdrawal and consumption of rural drinking water supply projects is a necessity for implementing relevant laws and regulations, a necessity for practicing the strictest water resources management rules, and a necessity for guaranteeing the sustainable running of rural drinking water supply projects. Through the investigation of application of measuring equipment in rural drinking water supply projects in our country, ultrasonic flowmeter and electromagnetic flowmeter are the main measuring equipments of water works. And mechanical water meter, IC card intelligent water meter, and remote water meter are the main household water meters. At last, the reason for different installation rates and low accuracy are analyzed, and several suggestions are also put forward in to improve water quantity measurement and promote sustainable running of rural drinking water supply projects.

**Key words:** rural drinking water supply; measurement; consolidation and improvement

## 1 工程概况

农村供水工程包括集中式供水工程和分散式供水工程, 其中集中式供水工程, 按供水规模, 可分为5类<sup>[1]</sup>, 如表1所示。截至2016年底, 全国共有集中供水工程100多万处, 其中, 千吨万人以上工程(即Ⅲ型以上农村集中式供水工程)1.5万处,

200~1 000 m<sup>3</sup>/d的工程(即Ⅳ型农村集中式供水工程)4.9万处。由于各地在积极推进农村供水规模化发展, 因此, 本文主要针对供水规模在Ⅳ型及以上的农村集中式供水工程。

表1 农村集中式供水工程分类 m<sup>3</sup>/d

类别	I	II	III	IV	V
供水规模	$w \geq 10\ 000$	$10\ 000 > w \geq 5\ 000$	$5\ 000 > w \geq 1\ 000$	$1\ 000 > w \geq 200$	$w < 200$

农村供水的计量主要是在进厂水(取水)、出厂水和用水户处对水量的计量。农村供水工程取水水源水质一般符合《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)或《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017); 农村供水工程出厂水、用水户水龙头水(管网末梢水)水质达到《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)的

收稿日期: 2017-12-21

基金项目: 中国水科院青年专项项目(ID0145B272017); 青海省科技成果转化专项项目(2016-NK-132); 水利部财政专项项目(126301001000160037)。

作者简介: 宋卫坤(1985-), 男, 工程师, 硕士, 从事农村饮水安全相关技术研究。E-mail: songwk@iwhr.com。

要求。一般情况下,农村供水工程取水、出厂水和用水户水龙头水属于导电的清洁液体,水温为常温,pH值约6.5~8.5。流速介于0.6~2.0 m/s之间,工程主管道管径一般小于500 mm,入户管道管径一般为15和20 mm,管材主要包括球磨铸铁管、PE管、U-PVC管、PP管和镀锌钢管等。

对农村供水工程的取用水量进行计量是贯彻落实《中华人民共和国水法》、《取水许可和水资源费征收管理条例》、《取水许可管理办法》(水利部2008年第34号令)等有关法律法规的需要,是践行最严格水资源管理制度的需要,也是保障农村供水工程工程良性运行的需要。对农村供水工程进厂水、出厂水和用水户水量进行计量,不但可以为工程经济核算和管网漏损的诊断提供依据,还有利于提高农村供水调度的管理水平,提高供水安全,降低生产成本,从而促进工程良性运行。农村供水工程计量收费是农村供水工程运行管理的重要内容。目前,我国农村还存在部分农村供水工程没有安装计量设备不收水费,或者按户、按人固定收费,或者虽然安装了计量设备,但是没有完全实行计量收费的现象。这种不完善的计量收费制度和现状,导致一些小型农村供水工程收不抵支,只能靠政府财政补贴和自筹勉强维持日常运行,难以持续良性运行。不收水费、固定收费也导致用水户用水随意、浪费,甚至部分农户冬季水龙头长流水、夏季用自来水浇园。

## 2 农村供水工程计量设备使用情况及原因分析

农村供水工程计量设备,是指在农村供水工程中单独地或连同辅助设备一起用以进行水量测量的工作计量器具。选择全国不同地区(东北、华北、华东、中南、西南、西北)、不同供水规模(I型、II型、III型、IV型)的249处农村供水工程进行了调研,调研方式包括资料收集与分析、座谈讨论、现场查勘等方式。调研省(直辖市)包括东北的A、B,华北的C、D,华东的E、F,中南的G、H,西南的I、J,以及西北的K、L等12个省(直辖市)。从调研情况来看,农村供水工程进厂水计量设备安装率为78.7%,用水户水计量设备安装率略高于进厂水计量设备安装率,为83.1%。

### 2.1 不同地区农村供水工程计量设备情况及原因分析

不同片区农村供水工程计量设备安装情况统计见图1。华北的C、D、华东的E以及西北的L调研的农村供水工程进厂水计量设备安装率和用水户水计量设备安装率最高,都达到了100%。C和E因为农村经济条件相对较好,建设投入相对较高,在农村供水工程建设时就安装了进厂流量计和用水户水表;D因为推行规模化供水为主,相当一部分地区实现了城乡一体化供水,全省范围内农村供水工程计量收费比较到位;L则是因为当地相对水资源匮乏,农村居民用水缴费意愿较高,计量收费得以推行。而西北的K调研的农村供水工程进厂水计量设备安装率和用水户水计量设备安装率最低,都为0。由于K地广人稀,高寒地区农村供水工程多以重力自流方式供

水,不收水费,所以K调研的农村供水工程都没有安装计量设备。西南的I调研的农村供水工程进厂水计量设备安装率为7.7%,而用水户水计量设备安装率为92.3%,是因为I的农村供水工程供水规模相对较小,主要为III型或IV型工程,绝大部分工程对用水户实行计量收费。

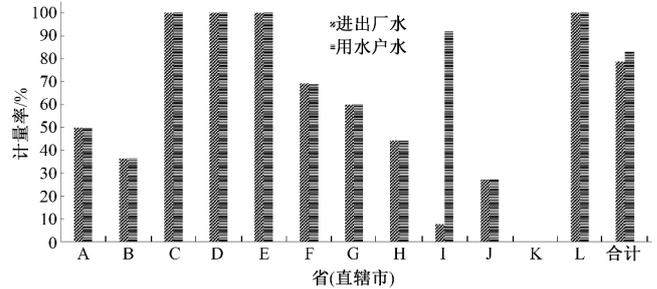


图1 不同片区农村供水工程计量设备安装情况

### 2.2 不同供水规模农村供水工程计量设备情况及原因分析

不同供水规模农村供水工程计量设备安装情况统计见图2。II型及以上(即供水规模在5000 m<sup>3</sup>/d以上)的农村集中式供水工程进厂水计量率和用水户水计量率都达到了100%,这是因为越是这种大供水规模的农村供水工程,往往都进独立经济核算,自负盈亏。工程要保证可持续运行,要保证盈利,势必就进行计量收费。而供水规模越小(如III型、IV型农村供水工程),工程进厂水计量率和用水户水计量率相对越低。主要原因是部分地区由于气候条件原因导致计量设备冻损或者其他原因导致该地区计量收费难以推行,从而部分工程没有安装计量设备。

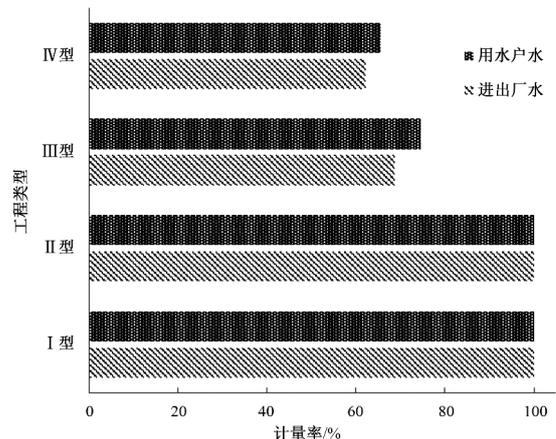


图2 不同供水规模农村供水工程计量设备安装情况

## 3 计量设备技术经济性分析

农村供水工程进厂水主要计量设备主要有超声波流量计、电磁流量计等,用水户水计量设备主要有机械式水表、IC卡智能水表、远传水表等。农村供水工程常用计量设备技术经济性综合比较如表2所示。对于进厂水的计量,如果是新建工程,选择安装电磁流量计或者超声波流量计都可以,电磁流量计精度较超声波流量计高,价格也稍贵些。如果已有工程补装

表2 农村供水工程常用计量设备综合比较

设备	设备类型	价格/元	优点	缺点	计量精度
进出厂 计量设备	电磁流量计	3 000~10 000 (DN80~500)	流量范围大,不会产生压力 损失	安装与调试复杂	0.5%
	超声波流量计	2 000~8 000	管径范围大,不会产生压力损 失,安装方便	抗干扰能力差;管道结垢,会 严重影响测量准确度	0.5%~1.0%
用水户 计量设备	机械式水表	50~100	价格低廉,经济耐用	抄表不便;水表长时间使用容 易出现计量不精准	
	IC卡智能水表	300~500	不需上门抄表;欠费自动断 水,杜绝用水户拖欠水费的现象	成本高,不能动态观察用水户 用水情况	低区5%; 高区2%
	远传水表	150~200	抄表不入户;可时时监控用水户 的用水情况,时时对表进行操作	成本较高,稳定性差,难以适 应恶劣环境	

计量设备,则建议选择超声波流量计。无论是插入式超声波流量计还是外夹式超声波流量计的安装,都可以做到不断流安装,安装比较方便。对于用水户水计量,则根据当地经济条件、收费管理方式、用水户意愿等,选择安装机械式水表或者IC卡预付费水表,北方地区还需要考虑水表防冻问题。

#### 4 农村供水工程计量设备量值不准的主要原因分析

目前,虽然供水规模在IV型及以上农村集中式供水工程80%左右都安装了水量计量设备,但是调研过程中发现计量设备在使用过程中很难达到设备标识的计量精度,主要有以下几个方面原因。

(1) 部分计量设备安装不规范。如根据《电磁流量计》(JB/T 9248-1999)的要求,公称通径1 000 mm以下的电磁流量计,其上游直管段长度应不小于5DN,下游直管段长度应不小于2DN;根据《封闭满管道中水流量的测量 饮用冷水水表和热水水表 第2部分:安装要求》(GB/T 778.2-2007)的要求,用水户水表安装至少要满足上游直管段10DN,下游直管段5DN。由于受安装空间的限制,计量设备安装时没有满足上下游直管段长度要求,从而造成计量误差。当流量计安装在输水管道高处时,由于水流在输送过程中可能会夹杂很多气泡,在输水管道高处被分离出来,从而带来计量误差<sup>[2]</sup>。农村供水工程用水户水表许多都安装在户外,有些地方为了查表方便,将用水户水表集中并联安装在一个水表井内。在实际运行过程中,由于压力波动冲击和振动冲击,有时候会出现其中一个水表过水,相邻其他水表不过水也转动的情况<sup>[3]</sup>。

(2) 部分计量设备使用环境未达到规范要求。流量计的现场工作环境包括环境温度、湿度、有无腐蚀性气体、有无振动、有无阳光照射、有无雨水浸淋等<sup>[4,5]</sup>。与城市供水工程相比,农村供水工程所处环境相对恶劣,进出厂水表很多都未安装在流量计井里面,直接裸露在外。有的虽然安装在流量计井里,但是井里的环境条件达不到流量计正常工作要求。

(3) 部分超出计量设备正常计量范围。一般情况下,流量计都有流量测定范围,计量精度只有在测定范围内才能保证。在测定范围以外,流量计仍然可以测量,但是计量精度要下降,

有的甚至会造成流量计损坏<sup>[2]</sup>。农村供水工程管道流量时变化系数较大,规模城市供水工程要大,因此,在用水高峰期或者用水低谷时,流量可能超出流量计正常测量范围,造成测量误差大。

(4) 计量设备未进行定期检定/校准或更换。为保证计量精度,电磁流量计、超声波流量计还有用水户水表,都需要按照相关标准要求进行定期计量检定或校准。根据《电磁流量计检定规程》(JJG 1033-2007)的要求,电磁流量计准确度等级为0.2级及优于0.2级的其检定周期为1 a,对于准确度等级低于0.2级及使用引起误差的电磁流量计检定周期为2 a。根据《超声波流量计检定规程》(JJG 1030-2007)的要求,超声波流量计检定周期一般不超过2 a。对于插入式超声波流量计,如流量计具有自诊断功能,且能够保留报警记录,也可每6 a检定一次,并每年在使用现场进行使用中检验。根据《冷水水表检定规程》(JJG 162-2009)的要求,对于标称口径25 mm及以下的水表实行首次强制检定,限期使用,到期更换使用期限一般不超过6 a。但是由于种种原因农村供水工程计量设备鲜有进行计量检定/校准,或者到期更换。

#### 5 结论与建议

通过对全国六大片区IV型及以上农村集中式供水工程计量设备安装情况进行调研,进出厂水计量设备安装率和用水户水计量设备安装率分别为78.7%和83.1%,但是计量设备安装率并不等同于计量收费率。现场调研发现,有部分地区农村供水工程虽然安装了计量设备,但是由于各种原因还是固定按人或者按户收费,甚至不收费的情况。总体而言,农村经济条件好,农村供水工程管理好,水资源匮乏,用水户缴费用水意愿高的地区,以及供水规模越大的农村供水工程计量设备安装率要高,计量收费实施较好。“十三五”期间,全国开始实施农村饮水安全巩固提升工程,实行地方负责制。因此,建议各省份从以下几个方面做好农村供水工程计量工作,以促进工程的良性运行。

(1) 多途径大力推行计量收费,进一步提升计量设备安装率。抓好“十三五”农村饮水安全巩固提升的新机遇,将计量设备安装作为农村饮水安全巩固提升工程实施的一项重要内容。

建立健全农村供水工程计量收费的规章制度,规范完善计量收费工作机制。各级水行政主管部门要充分利用各种新闻媒体,采取多种形式广泛开展宣传,使人们进一步认识到用水缴费、计量收费是推进计划用水和节约用水的前提和基础,是实现水资源可持续利用的重要手段,从而不断提高对取用水计量的认识。对于新建农村供水工程,必须安装进出厂水和用水户水计量设备,实行计量收费。对于已建工程,查漏补缺,优先实现千吨万人以上供水工程进出厂水和用水户水全部安装计量设备,全部实现计量收费;再逐步提升Ⅳ型及以下农村供水工程计量设备安装率和计量收费率。此外,建议将农村供水工程进出厂水计量、用水户水计量落实情况纳入农村饮水安全巩固提升工作考核体系。

(2) 规范计量设备的安装和使用,保障计量精度。根据工作环境条件、流量范围,在经济条件允许的情况下,选择适宜的计量设备类型。经济方面除考虑计量设备购买费用和安装调试费用外,还需要考虑运行维护费用和定期检定/校准等费用<sup>[6]</sup>。同时农村供水工程的水量计量涉及管网漏损以及计量收费的问题,计量设备的精度也是一个重要因素,因此在考虑费用的同时需要兼顾计量精度。综合考虑计量设备的计量精度、安装使用条件、设备购买费用、运行维护费用等因素,电磁流量计和时差法超声波流量计用在农村供水工程进出厂水的水量计量目前是最合适的。在用水户水计量设备方面,各地可根据需求选择机械式水表或者 IC 卡智能水表<sup>[7,8]</sup>。

除了要考虑计量设备的安装方向、水流动方向、上下游管道状况、阀门位置、管道材质等内容,计量设备安装处周围环境因素如温度、湿度、安全性和电气干扰等,也是很很重要的一项考虑内容<sup>[6]</sup>。农村供水工程进出厂流量计如安装在流量计井内,

则最好采用分体式,传感器满足 IP68 的要求,变送器满足 IP65 的要求。流量计井内一般不会有电气干扰,也不会有危险化学物质侵蚀,安全性较好。温度不同地区差异较大,主要考虑为一天早中晚的变化及一年的季节变化。为了保证计量设备的计量精度,需按照相关标准要求,定期进行计量检定/校准。

(3) 加强计量设备的维护和监管。对于进出厂水计量设备,农村供水管理单位要加强对农村供水工程管理人员进行水量计量设备运行维护方面的培训,提高管理人员素质,确保计量设备的正常运行。对于用水户水计量设备,针对用水户蓄意破坏等情况,制定相应的惩戒措施,加强用水户水计量设备使用情况的监管。□

#### 参考文献:

- [1] SL 687-2014 村镇供水工程设计规范[S].
- [2] 秦绪华,高芬.选择、安装使用管道流量计时应注意的几个问题[J].黑龙江水利科技,2011(6):289.
- [3] 王晓明,朱怀勃.普通速度式机械水表计量精度影响因素的探讨[J].供水技术,2009(4):60-61.
- [4] 陈春权.谈电磁流量计的安装、使用及常见故障[J].中国农村水利水电,2006(3):47-48.
- [5] 薛梅花,高建杰.超声波流量计安装中应注意的问题[J].工业计量,2004(5):55.
- [6] 白敬中.浅谈净水厂出厂水流量计的选用[J].中国仪器仪表,2016(6):51-54.
- [7] 祁伟坚.浅谈机械水表的安装及维护[J].江西建材,2017(10):29-30.
- [8] 苗苗,李德宁,武雪燕.IC卡预付费智能水表在供水行业的应用与推广[J].自动化仪表,2014(3):52-54.

(上接第 117 页)

Else

MsgBox "节点编号错误" 可能没有编号,或者编号字体太大或者矩形选取框太小等原因

Exit For

End If

End If

Next Obj

End Sub

## 4 结 语

本文根据 Kruskal 最小生成树算法的基本思想,对环状给水管网的邻接矩阵进行深度优化搜索,筛选出连枝而实现了自动生成树的目的。在 AutoCAD 平台上遍历所有管段可自动生成带权重的邻接矩阵,根据 Kruskal 算法筛选出应删除的管段,使环状管网直观地生成树。程序能够根据每个管段的权重,识别人为保留的管段,生成的树得到优化,有助于提高大规模环状管网的设计效率。

在节点流量和连枝流量已知的情况下,满足节点流量平衡的条件,利用 Kruskal 算法自动生成树,使管段流量初分配很容易实现。□

#### 参考文献:

- [1] 赵星明,王萱.环状给水管网关联矩阵的建立[J].中国农村水利水电,2012(11):129-131,135.
- [2] 严煦世,刘遂庆.给排水管网系统[M].3版.北京:中国建筑工业出版社,2014:79-80.
- [3] 唐策善,李龙澍,黄刘生.数据结构[M].北京:高等教育出版社,2000:123-135.
- [4] 卢有杰,吴炜煜.C语言高级程序设计[M].北京:清华大学出版社,1991:19-86.
- [5] 赵星明,王萱.基于扩展数据的给排水管网拓扑关系的构建[J].山东农业大学学报(自然科学版),2012,43(4):549-554.
- [6] 宋芹,赵星明,艾典胜.输水管道水锤分析与防护技术[J].山东农业大学学报(自然科学版),2017,48(1):84-87.
- [7] SeijiKataoka,TakeoYamada.Algorithms for the minimum spanning tree problem with resource allocation[J].Operations Research Perspectives,2016(3):5-13.