

13

39-42

灌区量水方法及应用对策

陈毓陵¹, 王靖波²

S274.4

(1. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 靖江市水利局, 江苏 靖江 214500)

摘要:介绍利用水工建筑物、流速仪、堰、槽进行量水的基本原理及各自适用条件,从量水仪器、设施的性能、价格及灌区经济发展水平等方面,分析目前在灌区量水仪器、设施的开发研制方面存在的主要问题,以及灌区量水难以普及的主要原因,提出应结合灌区渠道防渗工程建设,合理选择和建设量水设施,并根据灌区经济发展水平,分步骤研制和推广便携式或固定式量水仪器,最终实现灌区量水自动化的灌区量水实施方案。

关键词:农田水利;灌区量水;量水装置;灌溉管理

中图分类号:S274.4

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)06-0039-04

灌区量水,是实行计划用水、正确分配、合理使用灌溉水的重要手段,是实行计量收费的重要保证。近几年来,经济自立灌排区(self-financing irrigation and drainage district,简称SIDD)的试点和推广,使得灌区量水任务更加繁重,同时,对灌区的量水建筑物和量水仪器,提出了更高的要求。一方面,量水建筑物及仪器,必须满足量测精度高、结构简单、操作方便、坚固耐久的要求,另一方面,还必须满足造价低廉、经济适用的要求,符合灌区经济发展水平,具有全面推广的可能。

1 灌区量水基本方法简介

灌区量水作为灌区用水、管水的基本内容之一,受到国内外的广泛重视。国际标准化组织(ISO)下属的“明渠水流测量技术委员会”(代号TC 113)已制定了明渠水流测量的国际标准。我国水利部也于1991年底颁布了《堰槽测流规范》。根据这些标准和规范,以及我国灌区量水技术的实际情况,灌区量水方法可分为下面几种类型。

1.1 利用水工建筑物量水

利用水工建筑物量水,就是通过量测闸、涵、渡槽、倒虹吸等建筑物进、出水侧的水位,根据测定的建筑物的流量系数及上下游水位差,推求通过建筑物的流量和累计水量。这种方法较为经济、简便,但用作量水的建筑物应具备下列条件:①建筑物本身尺寸正确、完整无损,调节设备良好;②建筑物前后无泥沙淤积及杂物阻水的现象;③不受附近其它建

筑物引水导致的水流不稳的影响;④符合水力计算的要求,水头损失不小于5cm,当水流呈潜流状态时,其潜没度不得大于0.9^[1]。这种方法适用于建筑标准较高的干、支渠的量水,若配以水位(或压力)传感器和数据采集系统,可实现水量的自动量测和控制。江苏省皂河灌区干、支渠自动量测系统便是采用这种方法。对于斗、农渠,由于其建筑物的建筑标准较低,采用此种方法会对量测精度造成很大影响,故一般较少采用。

1.2 利用流速仪量水

利用流速仪量水,就是通过量测标准渠道断面的水位及断面特征点的流速,推求过水断面面积及过水断面的平均流速,再以此计算渠道过水流量及累积水量。这种测流方法多在无水工建筑物及特设量水设备可资利用的情况下使用,其测水地点应选在渠段顺直、断面整齐、水流无旋涡及回水影响的位置^[2]。这种方法量测精度较高,但由于过水断面的特征点位置受渠道断面型式、尺寸以及水位的影响较大,即不同的断面型式、尺寸以及同一渠道在不同水位下,施测的过水断面的特征点位置是不同的,这就造成了施测和计算极为繁琐。因此,对于面广量大的斗、农渠量水采用此种量水方法有较大的困难。此外,流速仪易受泥沙冲击及杂物缠绕而失准,甚至损坏。

为了改变流速仪测流施测和计算较为繁琐的缺陷,国内一些科研单位进行了积极的探索和研究。南京水利水电自动化研究所研制的LBX-6型浑水流量计便是一例。该流量计由流速仪与量水涵洞两部分组

成,量水涵洞使得渠道内的无压流成为有压管流,从而大大简化了施测和计算的复杂程度,但其水头损失较大、涵洞建筑的工程量较大等缺点也非常明显。

1.3 特设量水设备量水

特设量水设备一般包括量水堰和量水槽。这种量水方法是在渠道中建造量水堰或量水槽,通过量测堰上水头或槽中水位来推求过流流量和累计水量。该方法量测计算简单,仅需量测堰上水头或槽中水位,通过查表或配置的数据采集系统,能方便地得到过流流量,成果比较精确,但设备费用相对较高。一般在没有水工建筑物或现有水工建筑物不能用以量水时,才采用这种特设量水设备。

特设量水设备的过水能力应与渠道输水能力及水位相适应,在减少或加大引水时,应均能发挥其量水作用;在含沙量大的渠道上,应能通过输送的泥沙。特设设备一般设在需要量水渠段的最上游,距上游建筑物的距离应不小于 10~30 m。特设量水设备可做成固定式或活动式两种。活动式可按标准批量生产,现场装配,能保证优良的建造质量,从而保证了良好的量测精度^[2]。

1.3.1 量水堰

用于灌区量水的堰一般有三角形薄壁堰(图 1)和梯形薄壁堰(图 2),适用于比降大、含沙量小的渠道。量水堰结构简单、造价低廉、量测方便,当量测小流量时,量测精度较高,但水头损失较大,壅水较高,一定程度上会增加渠道的土方工程量。

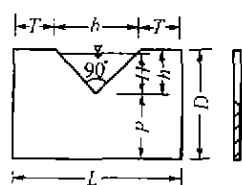


图1 三角形量水堰

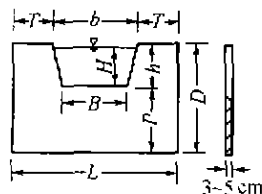


图2 梯形量水堰

为了改变薄壁堰的这一弊端,三角形剖面堰(图 3)、平坦 V 形堰(图 4)得以应用。其基本原理是通过在堰上游一定距离处设置测压孔量测上游水头,在堰顶附近的下游堰面上设置堰顶测压孔,量测该处压力水头,并以此压力水头与上游水头的相对大小反映淹没程度,通过计算得到过流流量。三角形剖面堰具有易施工、流量系数稳定等优点,但不适用于流量变幅较大的明渠。因此,人们吸取了三角形剖面堰和三角形薄壁堰的优点,研制了另一种新型的测流堰,即平坦 V 形堰。这种堰的特点是水流在 V 形缺口内时,可精确地量测小流量,而通过大流量时,水流漫过 V 形缺口,保持着三角形剖面堰上游雍水较小的优点^[3]。

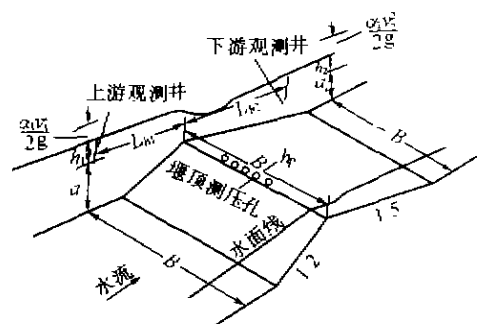


图3 三角形剖面堰

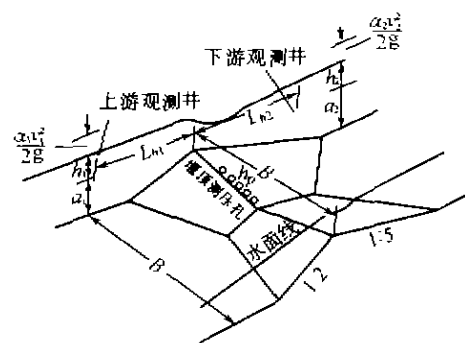


图4 平坦 V 形堰

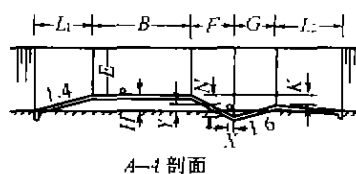


图5 巴歇尔量水槽

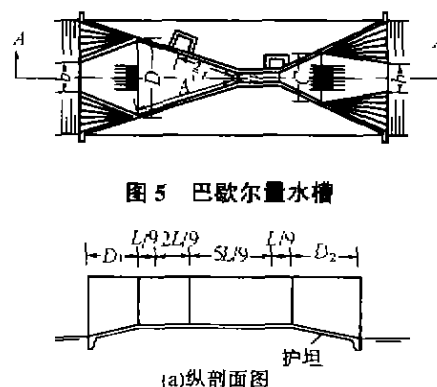


图6 无喉段量水槽

1.3.2 量水槽

灌区量水槽一般包括长喉道量水槽、巴歇尔量水槽(短喉道槽)(图 5)和无喉道量水槽(图 6)。长喉道量水槽和巴歇尔量水槽均有进口段、喉道和出口段组成,区别在于,长喉道槽具有足够长的进口段(上游收缩段)、喉道段和出口段,以使收缩段的水面

曲率较小,喉道段的水流几乎与槽底平行,水深近似为临界水深,而巴歇尔量水槽(短喉道量水槽)应按现场条件选用最接近要求的型号(共有 22 个标准设计),为保证精度,必须严格按照标准尺寸修建,不能随意改变或按比例缩放标准设计中给定的尺寸,这既是短喉道量水槽的缺点(缺乏灵活性),也是它的优点(可以定型设计)。对于一些尺寸较小的短喉道量水槽,甚至可以批量生产,只需运到现场按要求安装即可,无喉道量水槽是在巴歇尔量水槽的基础上,取消喉道而改制的量水设备,其优点是结构简单、工程经济、水头损失小、不易淤积,适用于流量 $0.003 \sim 10.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 的清、浑水渠道。

1.3.3 其它特设量水设备

为了更好地开展灌区量水,国内一些研究机构和厂家相继开发出多种量水设施,其中江苏省沙河灌区科研所研制的分流式量水计和武汉市自来水公司研制的 CST 型渠道系统水表适用于小型渠道量水设施,在一些灌区的使用效果良好。

分流式量水计(图 7)由主管(文丘利管)和装有水表的支管组成,支管的进口与上游水体相通,出口接入主管,进出口的压差使得支管中产生流量,带动水表转动。由于主管与支管的压差相等,该压差与主、支管流量的平方均成正比,因而主、支管的流量比值 M 为常数,只要记录水表读数,乘以 M 值就可得到总的水流量。

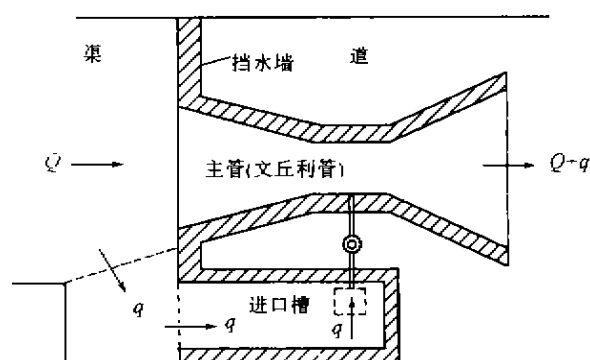


图 7 渠用分流式量水计(渠中式)

CST 型渠道系统水表由叶轮机和计数器组成,其量水的基本原理是:用叶轮机量测短管中心的流速,根据圆管紊流流速分布规律,按照中心流速与平均流速的相应关系,计算并显示通过的水量,其显示方式为电子计数器,通过插入式机芯,将叶轮转数转换成电脉冲信号,并自动按已标定的运行系数换算成水量,以叠加的方式累计并存储之,通过液晶显示器显示。

分流式量水计和 CST 型渠道系统水表结构较为简单,造价较低廉,读数直观方便,但均需要通过

涵管量测,水头损失较大,误差一般在 5% 以上,可用于面广量大的斗、农渠量水。

2 灌区量水面临的主要问题及对策

2.1 灌区量水面临的主要问题

随着 SIDD 的试点和推广,灌区量水技术的研究和推广已成为科研机构及灌区管理部门高度重视的热点问题,但是,在灌区量水的实施过程中,也遇到了一些问题,主要表现在:①虽然研制和使用的量测和控制建筑物的种类和形式非常多,但其中很少能同时满足结构简单、基建和维修费用低、施测方便、水头损失小的要求;②在计量仪器方面,随着计算机技术的飞速发展,传感器形式的不断增多,功能强大的微机数据采集、处理系统开始在灌区量水中应用,虽然该系统技术上较为先进,但制造成本较高,以我国灌区目前的经济发展水平,很难推广应用,另一方面,适用于斗、农渠量水,操作简单、精度合理、且价格适中的量水仪器,极度缺乏。

因此,研制符合我国灌区目前经济发展水平、价格低廉、具有推广价值的量水设施和仪器,应成为当前灌区量水研究的基本出发点,尤其是针对面广量大的斗、农渠量水设施及仪器的研究,应成为研究工作的重点。

2.2 基本对策

灌区量水应根据灌区的实际情况,尤其是灌区的经济发展水平来选择适宜的量水方法,目前灌区的续建配套和灌区改造正全面展开,灌区量水设施建设应紧密结合灌区续建配套和改造工程进行。

对于干、支渠量水,应结合分水闸、节制闸的改造和建设,采用性能优越的水位传感器和数据采集、处理系统,形成技术上较先进的自动量测系统,对于有条件的灌区,还可以配置合适的数据传输系统,实现整个灌区输水系统的自动量测和控制。

对于斗、农渠,因其面广量大,量水设施建设的投入也较大,应根据灌区的具体情况,采用经济、合适的量水方法,在选择具体的量水方法时,应充分考虑将来实现量水自动化的可能性,尽量避免不必要的重复建设。

渠道防渗工程是灌区续建配套和灌区改造工程的重要内容,一般采用机械化施工,因此,渠道施工质量好,断面标准统一,比降均匀,渗透性小,同时,由于实行联产承包以后,灌区灌水较为集中,渠道中的水流基本满足明渠均匀流的条件,鉴于此,斗、农渠量水建筑物可采取以下两种型式:①选择施工质量好,水流平稳无干扰的渠段作量测渠段,以该渠段断面为标准断面,由量水仪直接量测过水流量及累

计水量;②由于长喉道量水槽结构简单、水流较稳定,断面形状可以是矩形、梯形或U形,断面尺寸可根据需要设计,且对一个灌区而言,斗、农渠防渗大多采用机械化施工,渠道的断面型式及尺寸较为固定,因此可以通过试验研究,设计出数种标准长喉道量水槽,结合渠道防渗工程施工,选择适宜的渠段,按标准设计建筑长喉道量水槽,通过长喉道量水槽来量测水量,量水建筑物与渠道防渗工程同步施工,可大大节省量水槽的建筑费用。

灌区量水仪器,尤其斗、农渠量水仪器的研制和选用,在考虑操作方便的同时,应充分考虑到我国灌区现有的经济水平,使其有一个合理的价格。量水仪器的研制和应用,可分步骤进行,目前可首先研制和应用可测定渠道瞬时流量的便携式量水仪器,由管理人员巡回量测各渠道的灌溉水量。待条件成熟时,再研制和应用固定式量水仪器,由仪器自动记录各渠道的灌溉水量。

灌区量水仪器通常由水位传感器和数据采集、处理系统组成。目前,水位传感器的种类较多,价格相差较大。用于斗、农渠量水的便携式量水仪,可采用电子杆尺传感器,该传感器制作成本低,经济实用。固定式量水仪,可采用配置有光电编码器的细井浮子式水位传感器,该传感器直接输出数字量,具有使用寿命长、故障率低的优点。便携式和固定式量水仪均可配接经济适用的单片机,进行数据的采集、处

理、存贮和显示。

3 结 语

为了适应社会主义市场经济的要求,灌区管理体制的改革正全面展开,其中一个重要的标志是彻底改变长期以来一直实行的“以亩收费”的水费征收方式,代之以“按方收费”,即按各农户实际用水量来征收水费。这就要求灌区量水,尤其是斗、农渠量水必须全面实施。但就全国而言,由于种种原因,主要是经济发展水平较低的原因,灌区量水基本没有到位。因此,根据灌区的实际情况,选择适宜的量水建筑物,分步骤开发、应用量水仪器,对于灌区量水工作的稳步发展,具有积极的推进作用。

需要指出的是,在灌区量水实施过程中,必须做好宣传工作,提高用水农民的思想认识,以防止量水仪器设备的人为破坏。

参考文献:

- [1] 左东启,顾兆勋,王文修.水工设计手册(8)[M].北京:水利电力出版社,1984.233~237.
- [2] 熊运章,朱树人.灌区管理手册[M].北京:水利电力出版社,1994.459~487.
- [3] 李家星,陈立德.水力学[M].南京:河海大学出版社,1996.430~439.

(收稿日期:2000-04-27 编辑:马敏峰)

《河海大学学报(自然科学版)》征订启事

《河海大学学报(自然科学版)》是以水资源开发、利用与保护为重点的综合性学术期刊,主要刊登本校在水资源、水文、地质、测量、水利工程、水电工程、水运工程、海洋及海岸工程、水工结构、工程力学、水力学及河流动力学、岩土工程、计算机科学、电力工程、电子技术及自动化工程、工业与民用建筑、管理工程、水利经济、环境工程、机械工程等学科方面的科研成果学术论文、学术讨论、研究动态等学术性文章,可供上述有关专业的科技工作者及大专院校师生阅读和参考。

本刊创办于1957年,是我国中文核心期刊,在国内工程技术界和学术界有较大影响。刊载的文章中,有不少国家科技攻关(重点)项目和各种科学基金资助项目的研究成果,部分达到了国内领先和国际先进水平,为我国水利、水电、水运工程及其他有关工程建设的规划、设计、施工和管理提供了科学理论、方法和具体建议,发挥了较大的社会效益和经济效益,深受工程界和科技界赞许,并获得全国优秀高校自然科学学报二等奖,以及全国水利系统优秀期刊、江苏省优秀期刊称号。本刊每逢单月出版,国内外公开发行,邮发代号:28-63,每期定价:8.00元,全年订费48.00元,欢迎广大读者在全国各地邮局订阅或直接与编辑部联系。联系地址:南京市西康路1号《河海大学学报》编辑部,邮政编码:210098。