

疏勒河灌区闸门 精准远程自动化控制技术研究

马乐平¹, 刘 磊², 陈兴国¹

(1. 甘肃省疏勒河流域水资源管理局, 735211, 玉门; 2. 南瑞集团公司 国网电力科学研究院, 211000, 南京)

关键词: 疏勒河灌区; 渠道流量; 闭环控制; 自动化

中图分类号: S27+TP393

文献标识码: B

文章编号: 1000-1123(2017)14-0058-02

甘肃省疏勒河灌区现有斗口以上各类闸门 2 000 余座, 承担着灌区 134.42 万亩 (1 亩=1/15 hm², 下同) 农业灌溉的水量调节、计量任务, 主要以平板闸门人工螺杆启闭和断面人工观测水位并利用率定的水位流量关系曲线查算输水流量进而计算水量, 由于点多面广、布局分散且大多无输电线路通达, 水管人员只能依靠人工操作和现场观测。随着灌区信息化建设的深入, 为减轻水管人员的劳动强度达到无人值守, 解决此类闸门远程自动控制和过闸流量精准计量成为现实问题。

一、灌区闸门实施精准远程控制的重要性

疏勒河灌区位于河西走廊西端, 是甘肃省百万亩以上大型自流灌区之一。由于地处我国西北干旱地区, 疏勒河灌区水资源一直较为缺乏, 用水矛盾突出。2014 年灌区被水利部确定为全国水权制度建设试点单位, 各级渠道闸门控制和水量精准计量是水权分配和灌区信息化建设的基础。

调配水是灌区管理工作的主要内容之一, 输水计量的精确性和控制的精准性直接关系到灌区水资源“三条红线”的控制目标。对于灌区而言, 为

实现灌区水资源优化配置, 提高灌区用水效率和效益, 需选择合理的控制方法对这些设施加以控制, 如加强人工控制或建立自动化控制手段等, 通过整个灌区的资源优化等一系列准则对各个控制设施实现远程控制或自动化控制, 最终实现整个灌区的自动化。由此可见, 灌区实现自动化控制的先决条件就是对灌区基本设施的控制, 这些设施主要是灌区渠道中的分水闸、节制闸、管道等。

目前灌区闸门作为水利工程建设中一个基本的水利设施, 在农田灌溉、水位控制、供水等诸多工程应用中发挥着重要作用。而当前绝大多数灌区的分水控制、测流计量等基本上是依靠配水员手动操作和目测经验, 管理水平低, 效率低, 与灌区信息化建设要求具有很大差距。

农业灌溉要达到“计量到户、按方收费”的目标, 除需要精确的计量设备外, 还要保证输水控制的精准, 将两者结合起来共同达到精准输水, 是实现精准农业的关键。

二、国内外渠道闸门自动控制研究现状

国外对渠道自动控制闸门的研究起步较早, 不仅在远程测控闸门系

统理论方面有丰硕的成果, 而且在应用方面也取得了很大的成功。

在理论方面, 国外目前采用非恒定流的二维和三维计算模型求解 Saint-Venant 长波方程模拟渠道中的流态变化, 尤其是自动闸门的过渡过程及调节过程中闸门与渠道水体相互作用的模拟。其中主要模拟闸门上游自动控制、闸门下游自动控制和综合控制, 为闸门开度与流量的控制提供可靠的基础信息。

在整体控制方面, 澳大利亚一公司提出了全渠道控制系统理论, 通过渠道上下游闸门联动控制、测控一体, 对传统闸门进行了彻底改造, 摆脱了以往粗放式人工管理模式。但这一方法适于水流流速较缓且具有一定调蓄水功能的渠道, 同时投资成本较高。

国内大部分灌区在闸门控制方面只是将原来手动闸门改造成远程自动化控制闸门, 过闸流量主要根据测定的闸前、闸后水位和闸门开度再依据水力学公式进行计算。由于闸门运行工况不同, 特别是闸前水流紊乱造成水位波动较大, 直接影响到水位传感器读数精度, 进而影响到过闸流量, 除非改善原有闸前建筑物进水条件或增加传感器数量。

收稿日期: 2017-02-26

作者简介: 马乐平, 处长, 教授级高级工程师。

三、疏勒河灌区闸门远程控制研究情况

结合疏勒河灌区斗口输水的特点,利用先进的控制技术及水位采集技术,通过基于闸后断面流量反馈闸门控制逼近目标流量的闭环式自动化控制技术研究,即抛开利用闸孔测流方式,利用闸后 50 m 内渠道标准巴歇尔槽加磁致伸缩水位计进行流量(水量)在线监测。所得实时流量(水量)数据通过数据线反馈至闸门控制上位机,与闸位控制器所接收到的由调度人员发送的目标流量(水量)比较后,确定闸门提升或下降,形成实测流量与闸门开度闭环控制自动调节最终逼近目标流量(在 5% 允许误差范围即可),这一方法已成功应用于疏勒河灌区的斗口闸门的精准控制。图 1 为巴歇尔槽加磁致伸缩水位计概化图。

1. 闸门精准闭环控制系统结构

疏勒河斗口的渠道设计流量基本在 $0.3 \sim 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$, 闸门为螺杆铸铁闸门, 针对疏勒河灌区闸门实际需求, 在不改变现有闸门运行工况下, 闸门的控制系统总体结构由驱动系统、升降系统、测控系统、太阳能供电系统、通信系统、显示屏及一体化箱体组成。闸门的开启和关闭支持本地、远程电动控制和本地机械手摇控制等 3 种控制方式。图 2 为闸门控制系统总体框架。

2. 闸门精准闭环控制设计

闸门的远程控制实现了闸门自动化, 为了达到过闸流量的精准测控, 本次研究利用闸后的流量反馈逐渐逼近闸门控制的目标流量。根据量水堰槽的比选, 本次闸后流量采用巴歇尔槽加磁致伸缩水位计进行流量监测, 流量数据通过数据线接入闸门一体化控制装置。

闸门精准闭环控制流程见图 3。

① 流量与闸门开度关系曲线。为了更快地达到精准控制的目标, 首先通

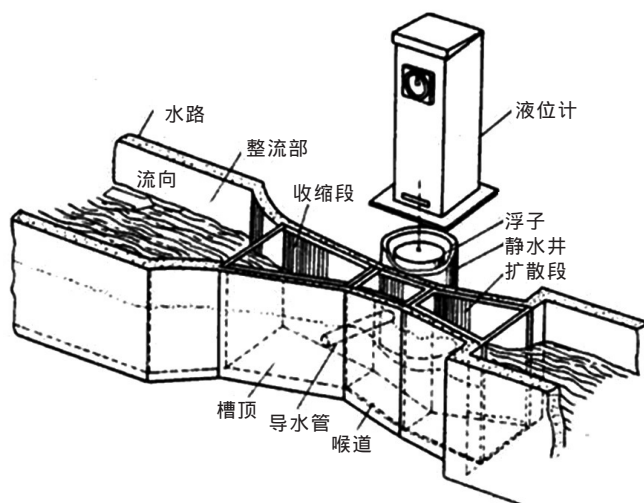


图 1 巴歇尔槽加磁致伸缩水位计概化图

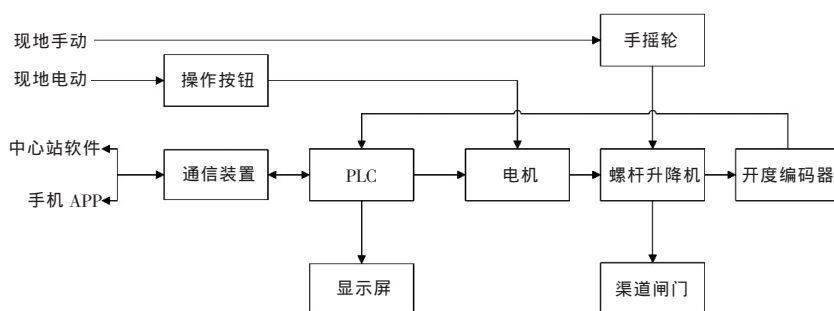


图 2 闸门控制系统框架

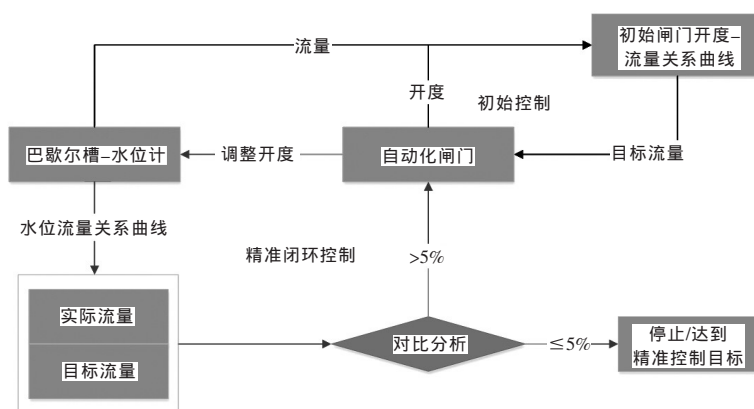


图 3 闸门精准闭环控制流程示意图

过闸后巴歇尔槽水位计计量的流量与闸门的开度, 率定出闸门的开度与流量的初始关系曲线, 达到闸门初步目标流量的控制开度。② 闸门精准闭环控制。由于每次渠道来水的不确定性, 闸门的开度与流量关系也是不确

定的, 通过初设的关系进行闸门的开启, 再通过下游流量的反馈逐步调整闸门的开度, 使闸后流量与目标流量的偏差在 5% 内, 最终达到控制流量逼近目标流量的目的。

(下转第 42 页)

涝池 2 861 处,蓄水灌溉型涝池 2 320 处,水系联通型涝池 1 018 处,生态湿地型涝池 401 处,新增蓄水容积 2 120 万 m³。2016 年 7 月省水利厅召开了全省农村涝池水生态整治工作现场会,组织编制了《陕西省涝池建设技术导则(试行)》,宝鸡、渭南等市县区积极响应涝池恢复完善工作。

“小涝池”关乎农村“大生态”,陕西农村涝池水生态整治已成为新时期陕西水利工作的亮点之一。但是恢复农村涝池也应注意以下问题:

一是水利部门要认真进行规划设计,考虑排涝、灌溉、水生态、美化环境等需求,合理确定各村镇涝池位置、数量、大小。二是要提高技术措施,解决好雨水、污水分流和污水分散处理问题。要防止农药、化肥、车辆机械油污以及生活废水污染,超过涝池自净能力。三是要采取设置护栏、台阶和投放必要救生圈等措施,保障人员安全。四是要修建池

边走廊、亭阁、亲水平台等,种植景观林带、花草,为新型城镇化建设添彩,使涝池这一农村原本就有的自然生态、文化生态和城里人奢望的湖波、湿地成为新农村一道美丽风景线。五是要增加管理设施,加强管理。要设置水位自动测报、灌溉渠系补水与农业用水计量装置等。各村委会指定专人进行管理,要建立村规民约,严格遵守相应的水禁忌,保证涝池长效运行,造福子孙后代。六是要继承创新涝池修建技术。老一辈人建涝池既要解决池子渗漏存不上水的问题,又要避免池水严密防渗而隔绝了地气使池水成为死水,用红黏土、黄胶泥做防渗,是祖祖辈辈先人的智慧结晶。现代人如何解决这个问题值得思考。七是要切实科学理性地对待涝池恢复完善问题,防止出现“无水可蓄”“一潭臭水”“仅为景观”的情况。有些地方因为修建了不少水窖以及水土保持、

农田基建措施,会明显减少涝池集雨量,修建涝池需要认真测算。八是建议先在大型灌区里搞试点,把灌区渠道补给作为涝池主要水源,采取水费减免政策措施鼓励群众以涝池为可靠水源发展渗灌、滴灌等高效节水农业。九是尽可能采取种植莲藕或水面覆膜及水体增氧等措施,减少水面蒸发损失。 ■

参考文献:

- [1]于春山,等.新农村建设背景下的农村水生态环境问题的思考[J].水利发展研究,2011(11).
- [2]杨振华.浙江常山:整治农村池塘重建乡村水生态[N].浙江日报,2014-05-20.
- [3]冯晓多.唐长安城北部主要池陂及其作用[J].西安文理学院学报社会科学版,2006(9).
- [4]冀名峰,等.大水漫灌是农业用水的“漏斗”[J].中国国情国力,1998(4).

责任编辑 李建章

(上接第 59 页)

3. 闸门精准闭环控制方式

采用基于 B/S (Browser/Server) 结构即浏览器和服务器的结构,利用全组态式设计、面向服务(SOA)、分层分布式组件模型技术,建立灌区一体化平台服务总线,为灌区系统提供标准化、规范化、一体化的服务平台,实现测、控一体化,灌区管理人员在此平台即可实现远程操控闸门精准灌溉。同时开发了疏勒河渠系闸门控制手机 APP,灌区管理人员通过手机随时随地对闸门进行远程监控。

四、结 语

通过基于闸后流量的精准闭环自动化控制技术,将传统闸门控制水流单一的功能改进为测控一体化多功能,闸门动力由人力或电力驱动改

进为太阳能支持直流变频电机驱动,集能源支持、监测、控制、通信为一体,具有自动监测水情、自动记录数据、自动汇算记录及根据水情稳定流量的作用。流量的测量根据闸后巴歇尔槽与专门设置的水位传感器来实现,避免了水位波动和视觉引起的误差;闸门开度依靠闸门上的传感器参考点来监测,避免了手工测量的误差,并通过闭环控制技术使过闸流量的控制更为精准,双塔灌区从 2015 年开始实现了 24 套闸门的自动化控制,覆盖灌溉面积 6.8 万亩,做到了及时准确调节渠系流量;有效快速执行配水任务,克服人工操作带来的不准确因素;同时大大降低了工作人员的劳动强度,利用准确的量水设备与先进的控制系统将闸门和流量监控结合在一起,进一步提升了灌区现代化管理水平。 ■

参考文献:

- [1]卢竹生,等.灌区水位管理系统开发与应用[J].中国水利,2012(22).
- [2]王洪彦.信息化灌区管理中信息数据的整合研究[J].中国水利,2015(15).
- [3]王晓杰.明渠自动量水系统的研究与应用[D].太原理工大学,2015.
- [4]姚林碧.渠道自动控制技术与发展趋势[J].排灌机械,2002(20).
- [5]原超.基于 GPRS 灌区输配水渠道流量自动监测系统的设计[D].太原理工大学,2014.
- [6]任庆海.农业灌区渠首计量设施调研与分析[J].水利信息化,2015(4).
- [7]高洪春.以水利灌区技术创新提高水利灌区管理能力[J].黑龙江科技信息,2016(17).
- [8]樊铭京.明渠恒定非均匀流渠道流量实时监测方法研究与探讨[J].山东农业大学学报,2010(41).

责任编辑 张金慧