

一种灌区闸门自动化控制系统

刘 锟,倪文军,栗克国,李志飞

(交通运输部天津水运工程科学研究院,天津 300456)

摘要:介绍了一种灌区信息化中的闸门自动化控制系统,该系统引入工控技术,采用 PLC 为核心技术,利用高精度水位测量传感器、自主研发的闸位计采集现场数据,上位机远程控制并通过 GPRS 远程传输站点信号。现场测试结果表明,该系统具有高效、稳定、便捷的特点,能有效提高灌区信息自动化水平。

关键词:闸门;灌区信息化;自动化控制;工控技术;无线传输;安全防护

中图分类号:TV698

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2012)S2-0020-03

我国拥有众多大、中、小型灌区,灌区信息化建设是水利信息化发展的重要内容。在每个灌区的渠道上都建设有多个灌区启闭闸,及时、高效地根据需要进行闸门启闭,是灌渠输水的重要保证。我国灌区的闸门控制系统普遍采用人工操作,在闸门控制室内启闭闸门,人工读取灌渠水位高度、人工记录灌渠各项数据,这样存在着劳动强度大、闸门启停时间长、效率低、操作或记录不精确等许多不适应现代化闸门管理的问题。为此,本文以工控技术为基础,将以可编程控制器 PLC 为主的工控系统引入灌区信息化建设,设计了灌区闸门自动化控制系统,这样既可以有效简化操作,提高灌区闸门系统可靠性和测量精度,又节省人力物力,降低成本,节约能源。

1 灌区闸门自动化控制系统组成

系统应用高精度的测量装置与工控 PLC 结合而构成闸门自动测控系统,具有分散采集、集中控制、远程测控等特点,提高了闸门控制的精确性和便捷性,大大节省了人力物力和闸门开启的操作时间。

1.1 硬件组成

系统硬件结构分为四级结构体系:现场层、控制层、中心管理层、远程监控层,用于实现灌区信息化工控系统的自动化控制。

a. 现场层。闸门控制系统的现场层主要利用远程 I/O 实现,在闸门控制室内的闸门启闭机上安装高精度闸位计、闸门高度限位开关及安全防护装

置。灌渠渠道固定点安装水位计、流速仪等测量装置。通过数字或模拟信号实时传送测量信号。

b. 控制层结构。控制层即利用可编程控制器 PLC 为主的测控柜安装于闸门控制室内,现场可通过测控柜上的触摸屏实现闸门控制室内对多台启闭机进行集中控制。PLC 选用西门子 CPU224XP 模块、EM243-1 模拟量采集模块等,触摸屏采用西门子 Smart-1000 型号。利用测控柜的采集模块对现场启闭机电机的电压、电流进行实时监测,并接收现场层的各种实时采集数据,CPU 上的通讯端口采用 485 通讯模式与远程管理终端进行数据传输。

c. 中心管理层结构。管理层由闸门管理站内的控制计算机组成,在闸门管理站放置一台上位机和远程通讯模块。上位机组态软件和闸门控制室内的 PLC 通过通讯数据线进行通讯。上位机软件具有接收实时数据、报警信息、控制闸门启闭等功能。对数据进行显示并相关处理后,通过远程通讯模块向远程监控终端发送实时数据。

d. 远程监控层。远程监控层即远程服务器,服务器与每个灌区的远程通讯模块建立通讯连接,可实时接收各个灌区站点的实时数据,并对数据进行储存、分析、计算,通过 WEB 发布至互联网。用户可根据需求随时随地对各个灌区的数据进行相关了解,并且可以通过 WEB 发送控制命令对远程控制站点闸门进行操作。

1.2 软件组成

软件部分分为 PLC 逻辑控制程序、触摸屏监控软件、上位机监控软件和远程 WEB 服务器软件。

PLC 逻辑控制程序是闸门自动化控制系统的核心,主要完成现场实时数据采集、数据滤波处理、闸门开度控制、安全防护及报警输出等功能。

触摸屏监控软件用于闸门控制室内对闸门启闭进行集中控制并实时监测。

上位机软件用于实现管理所内对灌区现场数据实时监视,远程闸门操作,本地存储查询历史数据信息和报警信息,远程发送数据等功能。

远程 WEB 服务器软件主要用于接收各个灌区站点的实时数据,对各种数据分析处理,便于用户 WEB 浏览。

2 工作流程

2.1 系统工作流程

闸门自动化控制系统核心部分由 PLC 逻辑程序实现,系统工作状态分为手动控制和自动控制,流程图如图 1 所示。

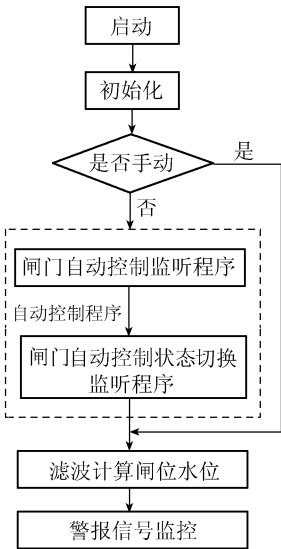


图 1 软件流程

为了不影响用户以往的操作习惯,手动控制与自动控制状态转换通过电路开关切换,如不熟悉的人员或系统设备故障时,可由自动控制转为手动控制,不影响闸门正常使用。

2.2 闸门自动控制流程

闸门自动控制是灌区闸门自动化系统的核心部分,因此精确、有效、安全的控制灌渠闸门启闭便成为了重中之重。

为了满足用户需求和实际情况的需要,系统闸门自动控制分为两种控制方法:点动控制和自动控制。点动控制即设定一个固定高度值,点击一下,闸

门自动上升或下降固定高度,按住则持续下降。自动控制即输入目标高度后点击启动。控制流程如图 2 所示。

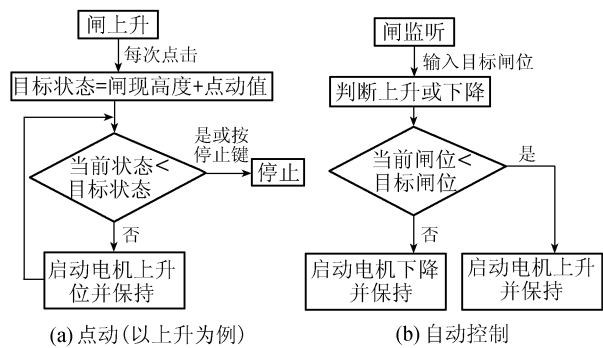


图 2 闸门自动控制流程

3 闸门自动化控制系统中的数据分析

为了高效、精确地控制闸门高度,精确测量实际水位、闸门高度等数据参数,系统采用高精度超声波水位计测量灌区水位值,采用自主研发的 TKZ-010 型高精度数显闸位计测量闸位高度,以下对闸位计及水位计测量数据进行分析。

闸位计主要应用于监测实时闸位高度及自动调整闸门高度。通过自动控制,输入闸门上升高度或下降高度,闸门停止后对比闸门提升实际高度与闸位计输出值的差值并计算误差。闸门升降测试数据如表 1 所示。

表 1 闸门控制精度数据 m

序号	控制设定值	闸位计值	实际高度	误差
1	0.50	0.51	0.505	0.005
2	0.75	0.75	0.753	-0.003
3	1.00	1.01	1.012	-0.002
4	1.50	1.51	1.507	0.003
5	1.80	1.80	1.802	-0.002
6	2.00	2.01	2.008	0.002
7	2.50	2.51	2.508	0.002
8	2.75	2.76	2.745	0.005

超声波水位计主要用于测量灌渠实际水位高度,由于水流的稳定性、超声波精度等影响,会导致数据稳定性与真实值具有差异性,在 PLC 程序中,增加数据滤波算法,使测量水位值与人工水位读数进行数据对比,结果如表 2 所示。

表 2 水位精度数据 m

序号	人工水位读数	测量水位值	误差
1	0.45	0.44	0.01
2	1.07	1.08	-0.01
3	2.30	2.32	-0.02
4	2.35	2.36	-0.01
5	1.87	1.85	0.02
6	0.38	0.39	-0.01

由表 1 和表 2 数据比对分析可知,闸位计和水位计均满足现场使用要求,测量结果具有很高的稳定性。

4 系统特点

4.1 控制功能实现

各项控制功能的顺利实现是自动控制系统的首要目标,现场调试过程采取了分步调试的方式逐步实现系统的所有设计控制功能。图 3 为上位机监控界面。



图 3 上位机监控界面

4.2 系统特点

系统综合应用工控技术,采用 PLC、远程 I/O、高精度采集传感器、计算机监控、无线 GPRS 数据通讯等技术,构建了完善的远程监控软件,软件具有良好的开放性和扩展性,并利用实时数据库的动态数据与历史数据库的静态数据相结合实现了灌区闸门自动化控制和远程辅助管理,实现了对闸位水位的统一集中监测监控,具有无人值守功能,大大提高了灌区闸门的自动化程度及安全水平。该系统具有以下特点:

a. 高精度,高效率。系统采用高精度水位计和自主研发的 TKS-010 型闸位计,能够精确稳定地测量水位高度和闸门高度值,并反馈至监控软件。工作人员可以通过实时数据远程高效地控制闸门进行相关操作。

b. 功能强大,系统稳定。系统具有现场数据采集、逻辑控制、数据远程传输、报警提示、数据库存储查询、无线数据传输、远程 WEB 浏览等功能,可以根据数据制作各种满足用户需要的数据报表,大大节省工作量。经过现场长期测试,该系统运行稳定,可长时间无断电持续运行。

c. 闸门安全防护性强。闸门远程控制最重要的部分是闸门电机的防护,在闸门运行过程中会遇到闸门控制失灵、闸门下降时遇到障碍物等相关问题。为此该系统设置了灌区闸门三层防护措施:

①限位防护。在上升(或下降)过程中,如遇控制失灵,则闸门上升(或下降)至限位高度后则触碰限位开关,从硬件电路上关闭电机运转,同时提示限位报警信号,从而防止闸门升降过限。②电机电流电压监测防护。在闸门电机运转过程中,PLC 实时监测闸门电机电流电压信号,如有过载、电压缺项、电机堵转,则及时停止电机运转,并提示报警信号。③启闭机堵转防护。在闸门下降过程中,可能会遇到闸板下面的障碍物或因摩擦力过大而使电机过载,系统设计了一种利用测量启闭机微小位移的方式,当遇到此类问题时,导致启闭机产生微小上升位移,从而将信号传至 PLC,停止电机运转,并产生相应报警信号。

5 结 语

本文设计的灌区闸门自动化控制系统采用 PLC 为核心技术,利用高精度水位测量传感器、自主研发的闸位计采集现场数据,上位机远程控制并通过 GPRS 远程传输站点信号,为灌区信息化提供了高效、稳定、便捷的自动化控制系统,可节省大量人力物力,有效提高灌区信息自动化的水平。

参考文献:

[1] 戴茜. 灌区信息化建设探索[J]. 中国新技术新产品, 2012(6):43.
[2] 萧玉. 闸门自动化监控系统在水利工程中的实际应用[J]. 科技致富向导, 2011(21):252.
[3] 王开春. TeSys U 在闸门自动化系统中的应用[J]. 吉林水利, 2005(11):33-34.
[4] 邵杰,刘萍. 单片机与调制解调器接口通讯[J]. 雷达与对抗, 1998(1):65-68
[5] 周建国,曹炬,姚金斌. 单片机与 PC 机实现电动闸门控制系统设计[J]. 计算机自动测量与控制, 2001(2):33-34.

(收稿日期:2012-07-30 编辑:熊水斌)

