

# 组态软件和PLC在农田灌溉中的应用

韩祥波 (山东理工大学计算机科学与技术学院, 山东淄博255049)

**摘要** 基于组态软件及PLC提出了农田变频恒压供水监控系统的设计思想及实施方案,介绍了该系统的工作原理,并给出了软、硬件设计方法,将其应用于农田灌溉领域中,取得了较好的效果。实践证明,该系统具有节水降耗、支持网络化等优点,具有较高的推广价值。

**关键词** 组态软件;PLC;灌溉系统

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)21-06681-02

## Application of Configuration Software and PLC in Irrigation

HAN Xiang bo (College of Computer Science and Technology, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049)

**Abstract** The design and implemental plan of water supplying monitoring system in farmland with variable frequency and constant pressure based configuration software and PLC were introduced. The design of the software, hardware of the system and its principles were studied. The system was widely used in irrigation with good result. So the water-supplying system had a high value of being popularized.

**Key words** Configuration software; PLC; Irrigation

水和土地是粮食生产的战略资源,我国70%的粮食来自灌溉土地,农业发展在很大程度上依赖于农田灌溉。而传统的灌溉方式由于主要靠农民用自备的小水泵或是靠人力挑水给农田灌溉,浇水量、浇水速度等都依靠人来控制,自动化程度低,直接影响了农产品的生长、质量和效益。

在大力提倡节水节能的今天,把先进的自动化技术、网络技术等应用到农田供水领域,设计高性能、经济型的恒压供水监控系统,对于提高劳动生产率、降低能耗、信息共享具有重要的现实意义<sup>[1]</sup>。

### 1 系统控制原理

变频恒压供水方式属于转速控制。其工作原理是根据用户用水量的变化自动地调整水泵电机的转速,使管网压力始终保持恒定,当用水量增大时电机加速,用水量减小时电机减速。根据水泵变速运行的相似定律,变速前后流量 $Q$ 、扬程 $H$ 、功率 $P$ 与转速 $N$ 之间关系为:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{N_2}{N_1}, \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2, \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$$

式中, $Q_1$ 、 $H_1$ 、 $P_1$ 分别为变速前的流量、扬程、功率, $Q_2$ 、 $H_2$ 、 $P_2$ 分别为变速后的流量、扬程、功率。由上式可以看出,功率与转速的立方成正比,流量与转速成正比,损耗功率与流量成正比,所以调速控制方式比阀门控制方式供水功率要小得多,节能效果显著。

由于供水管网系统的供水量和供水压力是随灌溉用水的要求全日瞬时变化的,水泵机组如按额定流量和额定压力工频运行则能耗大,且压力随流量的变化波动大。该系统通过设备出口的压力传感器,将运行中的流量和压力信号转换成标准电信号输入给变频器,经比较、放大、微分、积分等运算处理,输出最佳控制参数给变频器,使水泵的转速按实际用水量和给定压力要求运行,以达到高效节能和恒压变流量供水的目的。在系统偏差消除方面,利用PID(比例、微分、积分)调节,保证偏差为0,使系统达到稳定。具体泵组循环变频的过程为:对泵组中的4台泵实行任意3台循环变频,当选定1、2、3号泵变频时,变频器供水基板继电器接点输出

端子RY1、RY2、RY3、RY4、RY5、RY6输出有效。此时RY1继电器值为ON。1号泵变频运行,在设定的时间内,若管网中的压力达不到设定值,1号泵工频运行,2号泵变频运行。在设定的时间内,压力值仍不能达到设定值,1号泵仍工频运行,2号泵进入工频模式,3号泵启动进入变频模式。此时压力若不能满足要求,变频器频率增大到最大值50 Hz。若运行一段时间后,管网中的压力高于压力设定值,1号泵停止工频运转,2号泵工频、3号泵变频运行,在设定的时间内管网压力仍高于设定值,2号泵停止运转,只有3号泵变频运行。此时完成循环变频的半个周期,同理下半个周期如此进行。

在工业控制中,由于PLC(可编程控制器)可靠性高,抗干扰能力强,灵活、通用,因此得到广泛应用。在基于PLC的控制系统中,一般由上、下位机组成主从式控制系统<sup>[2]</sup>。下位机PLC用于开关量、模拟量控制,方便、可靠、成本低,在数据处理、管理及外围功能等方面具有优势。下位机一方面为上位机(常为工控机)准备各种有用数据和信息,同时接收其指示,以完成上位机下达的控制任务。上位机从PLC中采集数据和状态信号,经过运算后向PLC发出控制指令和数据,并进行必要的文件操作和管理。在上位机上采用组态软件动态显示系统运行图,实时监测各项运行参数,进行数据管理,实现网络监控。

### 2 硬件设计

基于整个供水系统的节能、自动化、可靠性以及远程监控的要求,该供水系统采用变频恒压控制的模式。鉴于泵组中泵的最大功率为22 kW,且采用3用1备,循环变频的运行方式。所以系统选用的变频器功率为30 kW。考虑控制和网络远程监测要求以及性能价格比,选用的变频器为SAMCO VM05系列SPF-30K C型。该监控系统中需要处理的模拟量信号分布于多个分散的水井,若采用板卡方式集中控制,布线及施工难度大、造价高,且信号的传递距离有限,不能很好地满足系统的信号采集要求<sup>[3]</sup>。鉴于此,系统采用模拟量采集模块,可以通过RS 485在现场组成信号采集网络,然后通过RS 485转RS 232模块,与计算机进行串口通信,实现远程分散信号的采集、传输。故该监控系统控制部分由ADVANTECH IPC 610工控机、CPM2A可编程控制器、SAMCO VM05专用供水变频器等组成。由于CPM2A、SAMCO VM05、

ADAM4017 需要与上位机进行串口通讯以实现系统控制及数据采集,故采用研华 PCL849A 多串口卡来实现串口扩展。PCL849A 卡提供了 4 个 RS-232 串口,可以满足多台设备同时工作,并为以后的设备更新和升级提供接口。

系统的启停,各设备的故障、报警,变频器的选择,开关量信号的采集通过可编程控制器实现。泵组的循环变频,压力设定通过变频器实现。电压、电流、水位、流量、压力等信号由相应的传感器采集,转换为 4~20 mA 的信号由模拟量采集模块传送到工控机。在工控机上通过监控软件完成整个系统的信号采集,实现泵的启停、选择等控制,以及各设备报警,故障的检测、显示。信号采集部分用模拟量采集模块 ADAM4017、水位变送器、流量变送器、电流变送器、电压变送器等。电路由自耦降压器、中间继电器、交流接触器、热继电器、空气断路器等组成。

### 3 软件设计

组态的含义是使用软件工具对计算机及软件的各种资源进行配置,达到计算机或软件按照预先设置,自动执行特定任务,满足使用者要求的目的。

20 世纪 80 年代末美国 Wonderware 公司推出第 1 个商品化监控组态软件 Intouch,此后监控组态软件在全球得到蓬勃发展。美国 Intellution 公司的 HX、TA Engineering 公司的 AIMAX,德国西门子的 Wincc,以色列的 PC Soft 等<sup>[4]</sup>,国内亚控的组态王,三维公司的力控软件,昆仑通态的 MCGS 等都是当前流行的组态软件。由于组态软件提高了系统的可靠性,缩短了项目开发周期,减少了

国内外的无数成功工程实例也充分证明了采用组态软件是大势所趋。鉴于此,笔者采用了组态王进行组态设计。

该系统开发的主要界面有, 系统控制界面:实现系统控制软件化,通过计算机完成电气柜上的所有手动控制。状态显示界面:该界面监视现场设备的运行情况,模拟系统的工艺流程。 实时报警处理:对系统实时采集的数据进行判断,发出报警信号,按技术要求处理并自动进行相应的设备控制。如各泵故障报警、水塔水位上下限报警、水井下限报警等。如图 1 所示,为无权限用户设定出口压力时的报警界面。 实时数据曲线显示:监视设备重要参数的变化趋势曲线,从而可以了解设备在一段时间的运行状况。如各泵电流曲线、电压曲线、泵工组状态曲线、流量曲线、各井水位曲线、水塔曲线、管网压力曲线等。其中压力及水塔变化曲线如图 2 所示。 报表记录等:日监测记录、工作日志、月工作簿、月度报告、报表查询等。

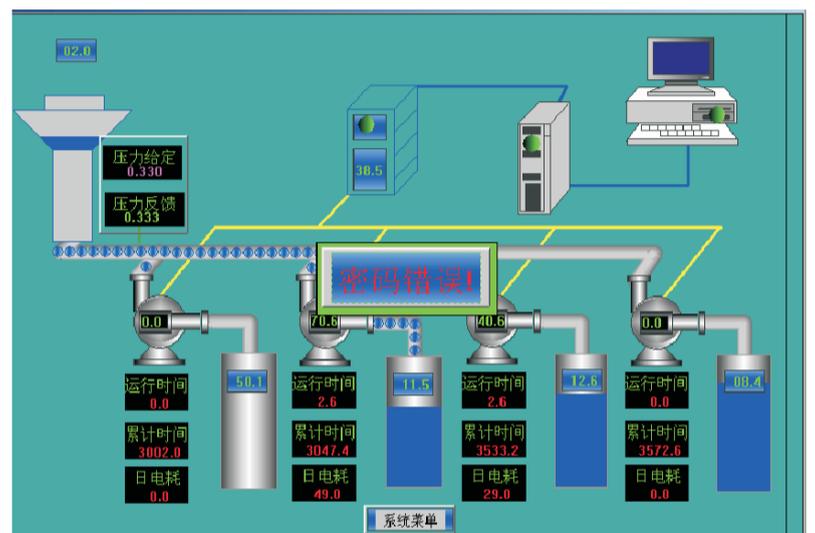


图1 用户设定出口压力时的报警界面

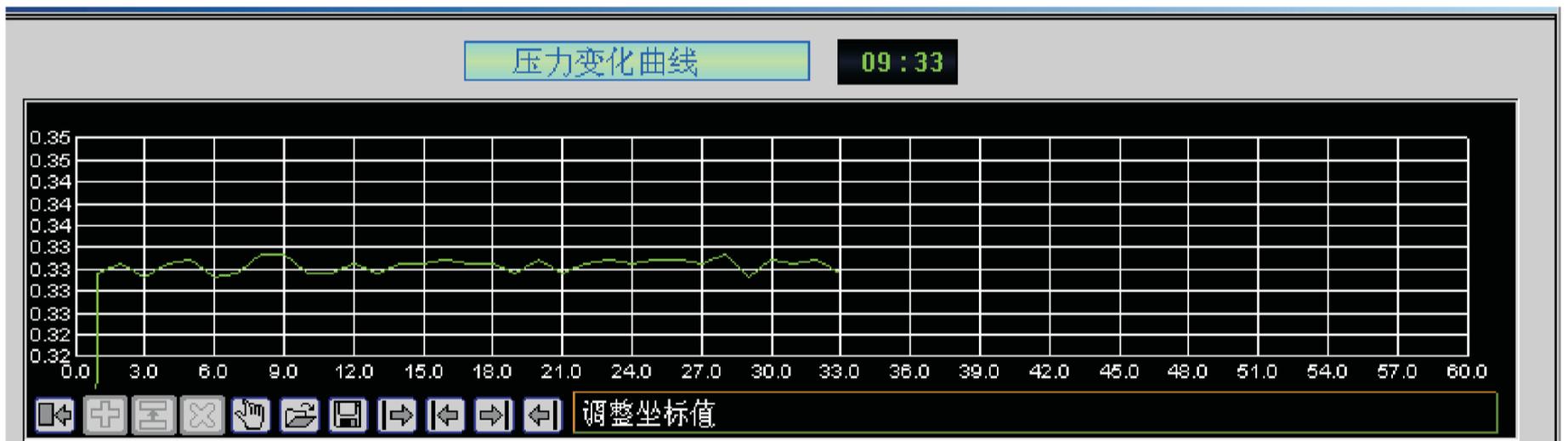


图2 压力及水塔变化曲线

该监控系统可以运行在基于 TCP/IP 协议的网络上,从而实现从下位机到上位机,到远程服务器的网络化通讯。该监控系统作为 C/S 模式,其服务器可以根据系统需求设置为 IO 服务器、历史数据服务器、报警服务器、登录服务器和 WEB 服务器等。系统的一个站点在指定为一种服务器的同时,也可以兼作其他类型的服务器,同时还可以作其他站点服务器的客户机。这种柔性的网络结构,提高了系统的整体容量并改善了系统性能。WEB 服务器利用 HTML 等技术将设备运行画面、各种动态曲线、报表等生成动态网页,实现远程网络监控。

### 4 系统在农田灌溉中的应用

该系统应用后达到以下效果: 系统根据设定压力随用水量变化而供水,避免了传统供水方式的损耗,降低供水消

耗,节能达到 30%。 供水压力平稳,压力波动很小。 操作简便,无需人员值守,保护功能齐全可靠。 机泵寿命延长,维修量减少。系统采用了变频自控方式,解决了调节阀故障率高带来的问题。 系统网络化,实现了远程监测。

### 5 小结

该供水系统将变频调速技术、控制技术、计算机网络技术等进行了集成,实现了对各监控点的信息采集,并以动态曲线等形式对检测量进行了分析、处理。开发的软件实现了远程网络监测,加快了信息化进程。该变频恒压供水监控系统已成功运行多时,满足了企业供水对自动化应用的需求,为实现农田灌溉的节水降耗提供了新的解决方案,取得了较好的经济效益。

( 上接 第6682 页)

### 参考文献

[ 1] 杨洪伟. 以计算机为核心的信息技术在农业领域的应用[J]. 安徽农业科学,2007,35(2) :619- 620.

[2] 邱公伟. 可编程控制器网络通信及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.

[3] 马明建, 周长城. 数据采集与处理技术[M]. 西安: 西安交通大学出版社,1998.

[4] 马国华. 监控组态软件及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社,2001.