

基于 protues 与 LabVIEW 联合仿真的消防水泵监测系统研究

张 潮, 郑玉强

(石家庄铁道大学 机械工程学院, 河北 石家庄 050043)

摘要:针对消防水泵自动巡检系统的大力发展和应用,建立了基于 protues 与 LabVIEW 联合仿真的消防泵在线监测系统。对传感器、AD 模块、单片机控制器等硬件进行了选型,利用 protues 软件设计了硬件电路;对下位机程序进行开发,实现了对转速和压力信号的采集;上位机软件采用 LabVIEW 进行编写,实现了监测系统数据的显示、报警和保存;最后将 protues 与 LabVIEW 联合,对监测系统进行仿真。仿真结果表明:监测系统功能完善,能够实现数据的采集、存储等功能,为实际的监测系统的开发提供可靠依据。

关键词:联合仿真;监测系统;消防水泵;protues

中图分类号: TP29 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0373(2019)04-0046-05

0 引言

在发生火灾时,消防泵运转不良或者是根本不能运转,是导致火情进一步蔓延加大的主要原因。根据实际情况,在消防部门定期排查消防设施时,时有发现消防泵供水设备运转不正常^[1]。主要原因是消防设施的长时间放置并且处于潮湿的环境中,造成设备生锈坏死,从而给人们的日常生活埋下了极大的安全隐患。国家有关部门也出台了相关的法律法规,要对消防泵进行定期的巡检,为减少劳动力、提高巡检效率,各个自动化的巡检系统相继而生。在消防泵巡检过程中,消防水泵的转速和管道水压能够综合反映消防设施的实际情况。本文主要设计了消防泵的转速和管道水压数据的采集系统,并对系统进行了 protues 与 LabVIEW 联合仿真。仿真实验能够很好地指导实践,缩短了生产周期,生产效率大大提高。

1 系统总体设计

监测系统分为硬件系统和软件系统,硬件系统和软件系统各司其职,两者的结合构成了一个完备的监测系统。硬件系统作为软件系统运行的必要条件不可或缺。软件系统实现了使各个硬件之间的预期的协调配合。该监测系统硬件包含有水压传感器、单片机控制器、单片机控制器外围电路、接口等设备。软件系统是单片机程序和上位机水压监测软件的总称。图 1 为该系统的硬件系统和软件系统。

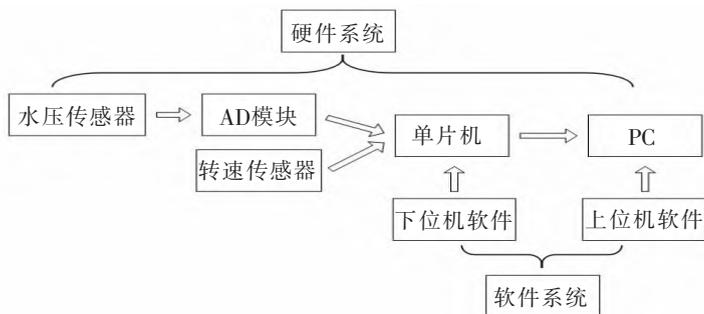


图 1 硬件系统和软件系统

收稿日期:2018-03-07 网络出版日期:- 责任编辑:车轩玉 DOI:10.13319/j.cnki.sjztdxxbzb.20180044

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1402.n.20191120.1354.008.html>

基金项目:国家自然科学基金(51275321)

作者简介:张潮(1991—),男,硕士研究生,主要从事盾构控制技术研究。E-mail:1758974685@qq.com

张潮,郑玉强.基于 protues 与 LabVIEW 联合仿真的消防水泵监测系统研究[J].石家庄铁道大学学报:自然科学版,2019,32(4):46-50.

2 protues 硬件电路设计

2.1 水压传感器模块

水压传感器的芯片实际是由应变式电阻构成的双臂电桥(差分半桥)。当压力变化时应变式电阻也会跟随变化,从而输出电压改变。输出电压 U_{R0} 为

$$U_{R0} = \frac{U_0 \Delta R}{2 R} = \frac{U_0}{2} K_{\zeta} \quad (1)$$

式中, U_0 为输入电压; ΔR 为阻止变化量; R 为电桥电阻; K_{ζ} 为应变电阻的灵敏系数。

电桥的输出电压是微小的,不能直接提供给 AD 模块,还要进行信号调理,包含了输入信号的放大、分压、滤波和匹配阻抗等作用^[2],变成 0~5 V 或者 4~20 mA 的标准电信号。图 2 为双臂电桥及其放大电路。在 protues 环境中,已经存在封装好的型号为 MPX4115 的水压传感器,设计电路时直接调用即可。

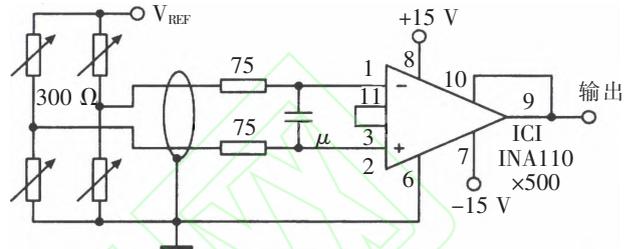


图 2 双臂电桥及其放大电路

2.2 转速传感器

转速传感器根据原理不同可以分为电磁式、电涡流式和光电式。通常水泵测速是通过光电传感器利用光电编码盘来实现的^[3]。输出的信号实质近似为脉冲数字信号,通过信号调理电路如图 3 所示,直接将脉冲信号传给单片机,单片机根据脉冲频率来计算转速。为了实现 protues 仿真,这里用脉冲激励源来代替转速传感器输出脉冲。

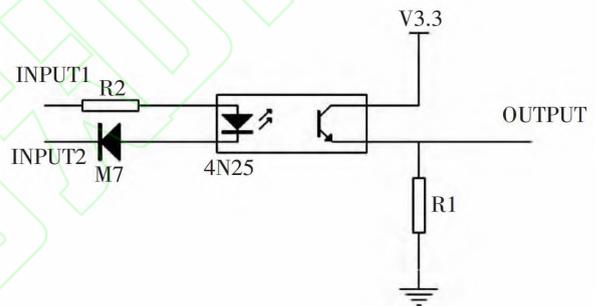


图 3 转速信号调理电路

2.3 AD 模块

AD 模块采用 protues 软件中的标准封装库原件 PCF8591。PCF8591 芯片内部集成了调理放大电路,经过传感器过来的电信号,不必再次进行抗干扰处理和放大处理。用到的是和单片机相同的单独的 5 V 供电电源,是 8 位的 AD 转换器。PCF8591 模拟量输入通道可达 4 个,在实际数据采集的过程中,逐次对 4 个输入引脚进行扫描。PCF8591 与其它设备通过 IIC 方式通信,需要在总线上接 10 kΩ 的上拉电阻如图 4 所示。

2.4 单片机的选型

处理器采用 MCS-51 系列的 AT89C51 单片机,AT89C51 单片机是具有 4 组 8 位 I/O 口,4 k 字节的可编程闪存,有 2 个 16 位定时器,5 个中断源,具有低功耗的闲置和掉电模式,这些接口完全能够满足消防水泵转速和管道水压信号的采集。

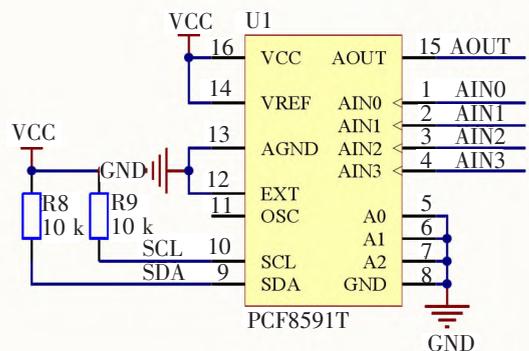


图 4 PCF8591 芯片

2.5 硬件电路图

图 5 为监测系统的下位机硬件电路,硬件电路分为:脉冲激励源、压力传感器、AD 模块、串行通信模块、时钟电路、复位电路和单片机主机^[4]。其中脉冲激励源替代转速传感器脉冲信号;压力传感器为 protues 标准封装元件库中的 MPX4115 压力传感器,可以手动调节压力;串行通信模块将数据通过虚拟串口传给上位机。

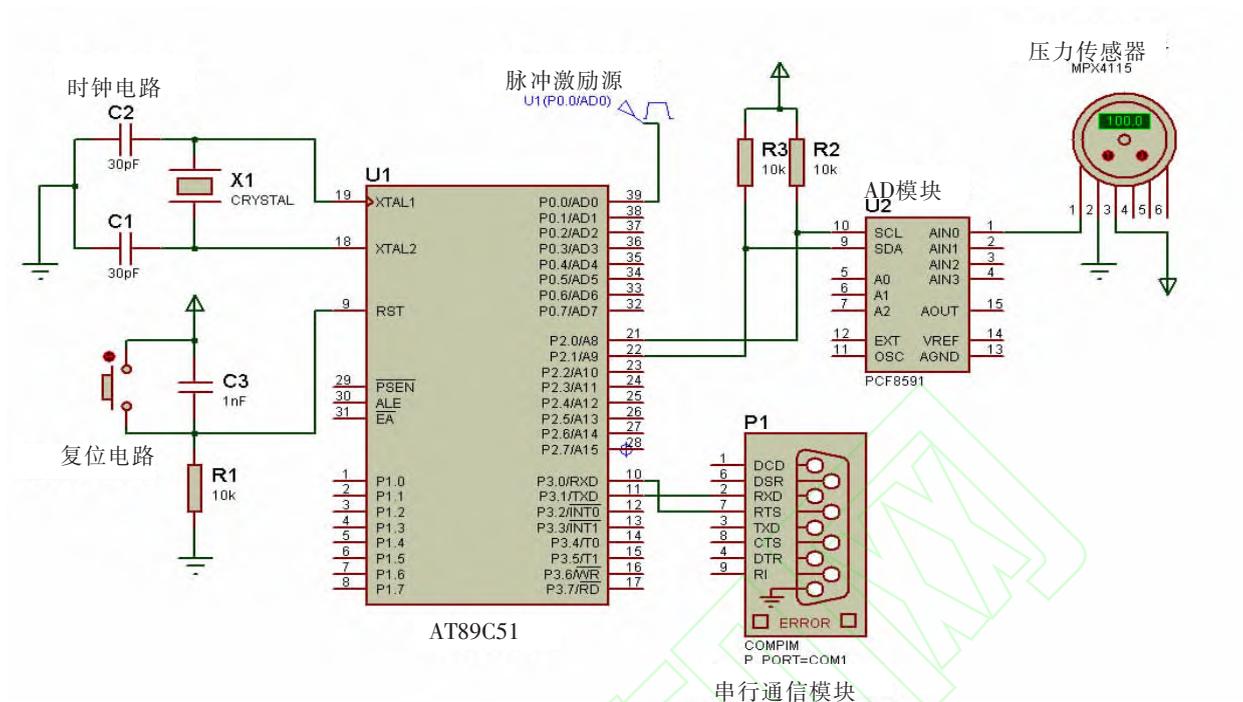


图 5 下位机硬件电路

3 系统软件设计

系统软件分为下位机软件和上位机软件 2 部分。下位机软件是为了实现转速和压力信号的采集,并将数据传递给上位机。用 keil uVision2 编程软件进行编程。上位机软件系统的编写采用 LabVIEW 软件。利用 LabVIEW 软件实现转速和水压的实时监测、记录、显示和蜂鸣器报警^[5]。

3.1 下位机软件系统

3.1.1 水压数据采集

压力传感器通过 AD 模块将压力传给单片机,AD 模块与单片机通信采用 IIC 通信方式, IIC 总线的驱动程序在编写时 SDA 引脚和 SCL 引脚满足的时序关系如图 6 所示。时序关系包含有以下几部分:表明将有数据开始传输的 START 起始条件、表明器件编制的地址数据字节、表明所传送二进制数据的数据字节和表明数据传送完毕的 STOP 停止条件数据。当采用读操作时,方向设置为高电平(逻辑 1),当采用写操作时,方向设置为低电平(逻辑 0)。

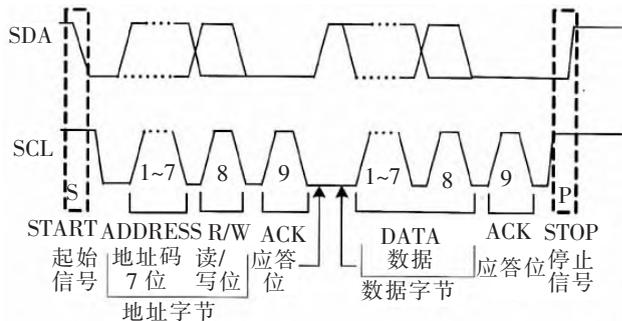


图 6 SDA 引脚和 SCL 引脚时序关系

3.1.2 转速数据采集

根据脉冲技术来实现测转速的主要方法有:测频法、测周期法和频率/周期法。消防水泵在巡检时的转速一般为 300 r/min,在正常工作时的转速为 3 000 r/min,为了在低速和高速时都具有良好的精度,采用频率/周期法。其转速表示为

$$n = \frac{60fM_2}{PM_1} \tag{2}$$

式中, n 为转速; M_1 为时钟脉冲数; M_2 为同一时间脉冲数; f 为时钟频率; P 为编码器每转脉冲数。转速脉冲信号直接送单片机芯片,利用单片机内部的时钟信号和定时/计数部件完成测量任务^[6]。

3.2 上位机软件系统

上位机软件采用 LabVIEW 软件进行设计,主要功能是实现水压和转速的实时监测、记录、显示和蜂鸣器报警。图 7 和图 8 分别为消防泵水压监测的前面板和程序面板。



图 7 消防泵水压监测前面板

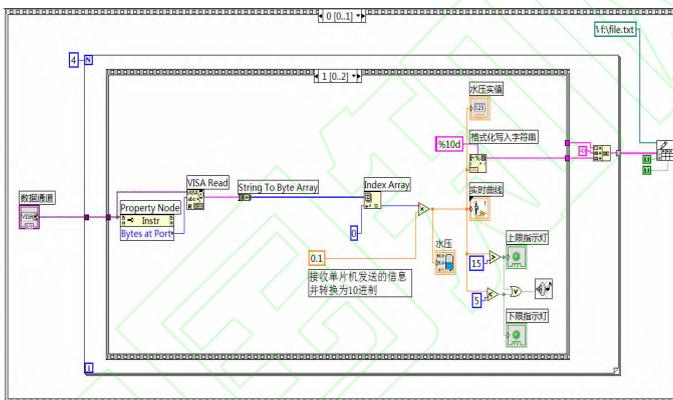


图 8 消防泵水压监测程序面板

4 protues 与 LabVIEW 联合仿真

protues 与 LabVIEW 联合仿真测试监测系统的信息采集、传输和信号处理等功能。protues 与 LabVIEW 通信需要通过虚拟串口,VSPD 虚拟串口软件能够增添虚拟串口,可以将 2 个软件接通,使其进行数据通信,图 9 为虚拟串口的软件界面。现增设 com1 和 com2 2 个虚拟串口。com1 与 protues 相连。com2 与 LabVIEW 相连。然后 com1 与 com2 口相连,即可实现 protues 与 LabVIEW 之间通信。

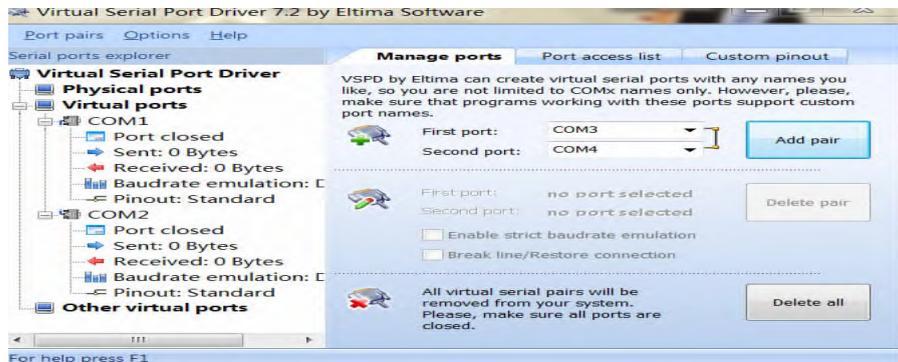


图 9 虚拟串口软件界面

在 protues 中将程序写入单片机,点击仿真按钮,可见串行通信模块的写引脚不断的闪烁,证明有数据传送。同时运行上位机软件选择数据通道 1,通过 protues 软件手动调整压力表值和改变脉冲频率,可

以看到水压和转速仿真曲线,如图 10 所示。

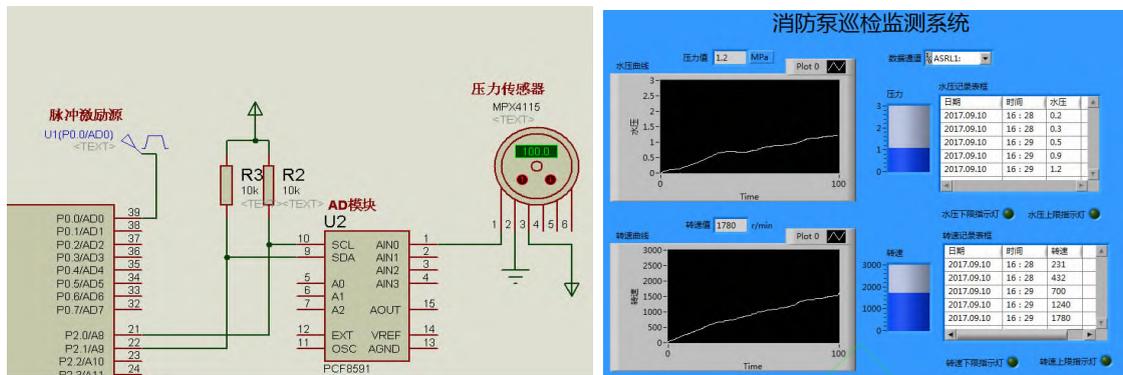


图 10 仿真界面

5 结论

通过 protues 与 LabVIEW 联合对所设计的系统进行仿真,实验结果表明监测系统能够实现对水泵转速和消防管道水压数据的采集、处理、报警等一系列功能,达到了预期的效果,证明了所设计的系统的可行性。为消防水泵监测系统的研究提供了可靠依据,且该系统成本较低,易于操作,并提供消防系统的功能扩展平台,使其逐步实现自动化和智能化。后续工作需要实际下位机硬件系统进行实物制作,验证仿真的安全与可靠性。

参 考 文 献

- [1]李艳龙,李申山. 基于无线网络的消防水泵监测系统研究[J]. 石家庄铁道大学学报:自然科学版,2017,30(2):72-76.
- [2]李晓楠,冯国胜,李倩茹,等. 某型汽车信号采集与监测系统设计简[J]. 石家庄铁道大学学报:自然科学版,2017,30(2):57-62.
- [3]于海征,冯国胜,袁新华,等. 基于 DSPF2812 的发动机转速测量系统设计[J]. 石家庄铁道大学学报:自然科学版,2016,29(2):72-77.
- [4]王玉涵,徐培龙,叶敏,等. Zigbee 在楼宇消防管网水压监测中的应用 [J]. 消防科学与技术, 2012, 31(5): 508-509.
- [5]夏浩,潘存治. 一种基于 LabVIEW 的光纤传感检测系统[J]. 石家庄铁道大学学报:自然科学版,2015,28(3):76-80.
- [6]许长安. 基于 Protues 的脉冲宽度测量电路的设计与仿真[J]. 现代电子技术, 2015, 38(6): 156-158.

Fire Pump Monitoring System Research Based on Protues and LabVIEW Combined Simulation

Zhang Chao, Zheng Yuqiang

(School of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China)

Abstract: An on-line monitoring system of fire pump based on protues and LabVIEW is established based on the development and application of automatic patrol system of fire pump. The sensor, AD module and SCM controller was selected, and the hardware circuit was designed with protues software. The development of microcomputer program realized the collection of speed and pressure signal. The PC software was written by LabVIEW to realize the display, alarm and preservation of monitoring data. Finally, protues and LabVIEW were combined to simulate the monitoring system. The simulation results show that the function of monitoring system is perfect, which can realize data collection, storage and other functions, and provide reliable basis for the development of actual monitoring system.

Key words: combined simulation; monitoring system; fire pump; protues