

# 煤矿风机运转状态监测与自动控制<sup>\*</sup>

唐良义, 高 嵩, 杨水林, 刘志海, 罗毅翔

(成都理工大学信息工程学院, 四川 成都 610059)

**摘 要:** 为了对煤矿风机运转状态进行实时监测与控制, 采用高分辨率红外光电传感器采集设备参数, M/T 法测量出转速, 并液晶显示结果; 采集数据通过 CAN 接口传置组态软件矿山监控平台及 GIS 监控平台, 速度异常声光报警, 并接受组态软件监控平台及 GIS 监控平台命令实现风机的启停。实验结果显示本系统能保证检测的实时性, 测量精度高, 可以达到及时有效控制风机的启停。

**关键字:** 煤矿风机; 状态监测; 自动控制

中图分类号: TP277 文献标识码: B 文章编号: 1003-7241(2010)04-0027-04

## Monitoring and Automatic Control for Mine Fan Operation

TANG Liang-yi, GAO Song, YANG Shui-lin, LIU Zhi-hai, LUO Yi-xiang

(College of Information Engineering of Chengdu University of Technology, Chengdu 610059 China)

**Abstract:** In order to monitor the operation status of fans in mine in time, high-resolution infrared photoelectric sensor is used to get device parameters. M/T method measure speed, and liquid crystal display results. Collected data transmits via CAN bus to mining monitor platform and GIS monitoring platform. If the speed is abnormal alarm is sounded, and the device accept the configuration software monitoring platform and GIS monitoring platform to achieve the fan start-stop commands. Experimental results show that this system can ensure the detection of real-time, high accuracy, can achieve control the fan start-stop timely and effectively.

**Key words:** Fans in mine; condition monitoring; automatic control

### 1 引言

煤矿通风机是生产中极其重要的设备, 担负着向井下输送新鲜空气、排出粉尘、瓦斯和污浊气流、确保矿井安全生产的重任。预防瓦斯爆炸最主要的措施就是加强矿井通风, 降低瓦斯浓度。因此, 通风机的运行状态直接关系到整个煤矿的安全生产和经济效益<sup>[1]</sup>。测量转子速度的方法很多, 但大多比较复杂<sup>[2]</sup>。设计一种适于瞬时转速测量的新型传感器, 在风机瞬时状态分析中具有一定的实际意义, 安装方便, 具有较宽的动态测量范围和测量精度, 且对周围环境要求不高, 可以很容易地完成转速的测量。当前 CAN 总线在进行数据传输中应用, 可使得采集的数据具有更高的安全性和可靠性<sup>[3]</sup>。能达到很方便快速准确的对风机的启停进行控制。

### 2 监测控制思路

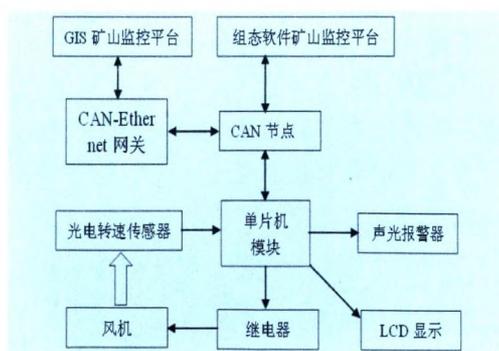


图1 监测控制图

用 AT89S52 单片机作微处理器, 基于红外光电传感器的转速测量装置, 采集转速数据, 通过对电机转轴的检测形成电脉冲, 单片机采用 M/T 同步法计算出转速, 并判断速度是否正常, 有异常声光报警。并通过 CAN 接口把数据上传置组态软件及 GIS 监控平台组态网, 并接受组态网命令实现风机的启停控制。采集转速数据及

<sup>\*</sup> 基金项目: 四川省教育厅自然科学研究重点实验室专项: 矿山灾害预警与救助新技术体系研发(编号 2006D040)

收稿日期: 2009-10-28

组态网的控制命令都经CAN节点到CAN总线,与一般的通讯总线相比,它的数据通讯具有突出的可靠性、实时性和灵活性,从而实现对风机转速数据的准确传输及对风机的可靠灵活有效的控制,总体思路如图1所示。

### 3 系统硬件设计

#### 3.1 风机转速测量

##### 3.1.1 红外光电传感器

光电传感器的分辨率可以达到0.5ms,对高速电机也可以进行准确测量。光电传感器将输入电流在发射器上转换为光信号射出,接收器再根据接收到的光线的强弱或有无对目标物体进行探测,然后采集到信息转化成电信号进行进一步的数据处理。数据采集如图2所示。

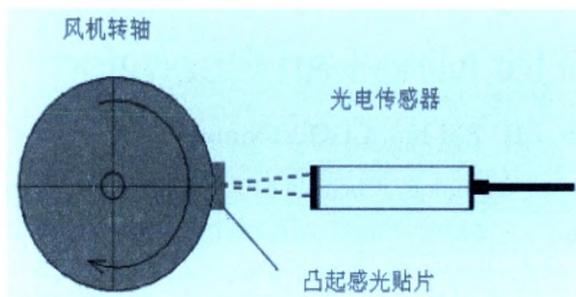


图2 红外传感器采集数据图

红外光电传感器发出的光,聚焦到被测的旋转轴上,光由转轴反射后,再聚焦到传感器光电探测器的光敏面上。在旋转轴上,粘贴一高反射率的0.5cm厚矩形铝箔,当转轴旋转时,每转一圈,光电探测器将会输出一脉冲信号。该脉冲信号在光电传感器内经过前置放大后送入二次仪表进行信号处理。

##### 3.1.2 调理电路

在送入单片机进行计算之前,在二次仪表内,脉冲信号经过整形及倍频处理,形成规则的矩形脉冲。

###### 1) 第一种调理电路:

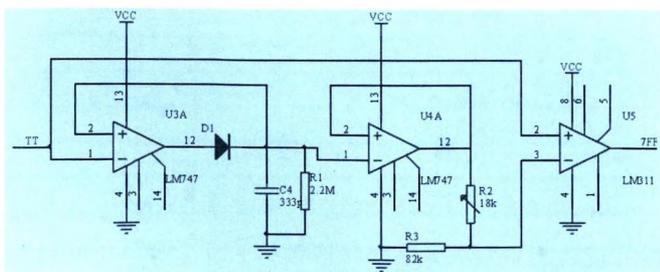


图3 波形调整电路

选用低噪声,高速运放LF357作为放大器。通过交流放大,将该脉冲信号放大到一定幅度。再由二极管D1、

电阻R1和电容C2组成了峰值检出电路,检测出脉冲信号的峰值大小。电阻R2和R3组成峰值电压的分压电路,利用分压值的大小作为比较电平与脉冲信号在LM311比较器中进行比较,输出矩形脉冲信号<sup>[4]</sup>,如图3所示。

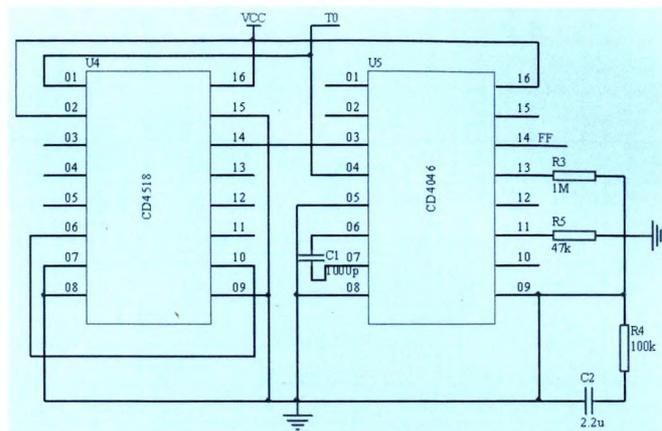


图4 倍频电路

将输出矩形波信号送入由集成电路CD4046组成的锁相倍频电路,如图4所示,信号从FF输入,输出信号从CD4046的第二相位比较器输出端PHO2取出,经环路滤波器变为平滑的直流电压信号。通过CD4046与BCD加法计数器CD4518构成的100倍频电路,使PHO2输出信号的频率是输入信号频率的100倍,然后将该信号送入单片机进行计数及求转速的运算处理。

###### 2) 第二种调理电路:

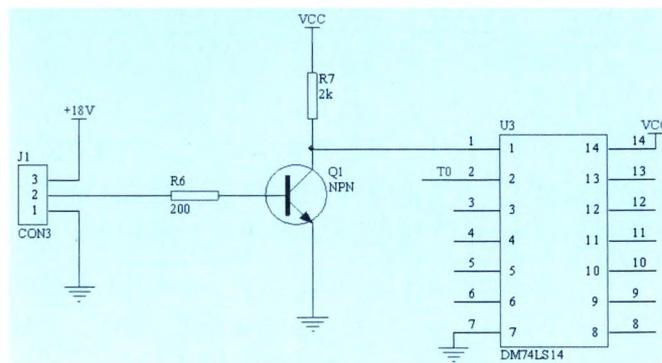


图5 波形调整电路

系统的信号预处理电路由两级电路构成,第一级是由开关三极管组成的零偏置放大器,采用开关三极管可以保证放大器具有良好的高频响应。当输入信号为零或负电压时,三极管截止,电路输出高电平;而当输入信号为正电压时,三极管导通,此时输出电压随着输入电压的上升而下降预处理电路的第二级采用带施密特触发器的反相器DM74LS14来把放大器生成的单脉冲转换成与COMS电平兼容的方波信号<sup>[5]</sup>(如图5所示),经倍频电

路或者直接将输出信号加到单片机的T0口上。

3) 第三种调理电路:

本设计中采用额定电压为12V的直流电压作为光电开关的工作电压。由所选光电开关的原理可知,光电开关输出脉冲信号的低电平为0V,高电平为12V。设计电路如图6所示。

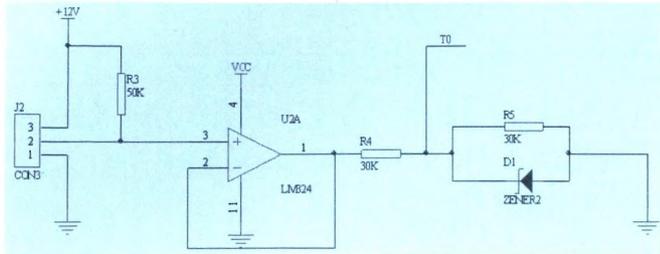


图6 光电开关信号采集电路图

光电开关的理想输出信号是高电平12V,低电平0V。由于光电开关的输出电源阻抗未知,所以在本电路设计上采用阻抗转换模块。也就是利用集成运放LM324中的一个运放放大器构成电压跟随器。这样在LM324芯片1引脚得到近似零阻抗的电源信号。对于输出信号为12V的高电平,采用2个30欧的电阻进行分压和限流。用5V稳压二极管把输入高电平拉低并且稳定到5V。然后信号经倍频电路或者直接加到单片机的T0口上<sup>[6]</sup>。

3.2 CAN总线通信及风机启停自动控制

CAN总线以其突出的可靠性、实时性和灵活性,成为目前应用最普遍的现场总线之一<sup>[7]</sup>。整个系统通过CAN总线将各采集单元模块和监控计算机单元连成分布式结构的现场控制网络,网络中计算机和各个检测单元模块分别有自己的ID标志,且保证各自的ID不重复。由数据采集单元模块采集矿下的各种信息参数,通过CAN总线送至系统监控机单元,建立起监控系统的数据库,计算机对整个CAN总线系统进行监视管理,具有系统参数设置、数据发送、数据接收、节点状态查询等功能。采用CAN总线技术组成的系统经过实际运行,具有很好的可靠性和抗干扰性,能更好地掌握风机的运行状态,稳定显示出各参数的波形,可以及时对设备进行检修,避免事故发生。

风机控制则通过交流接触器,由双向晶闸管KS驱动。光电耦合器MOC3041是触发双向晶闸管KS以及隔离单片机系统和接触器系统,其内部带有过零控制电路,因此KS工作在过零触发方式。MOC3041的输入端接7407,由单片机的P20端控制。P20输出低电平时,KS导通,接触器吸合,风机运转;P20输出高电平时,KS关断,接触器释放,风机停止。控制电路如图7所示。

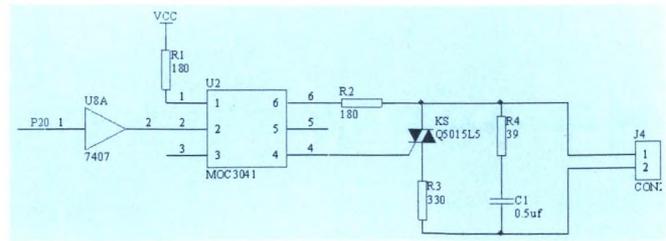


图7 控制电路

4 软件设计

4.1 M/T法测速

M/T法(频率/周期法)是同时测量检测时间和在此检测时间内光电脉冲发生器所产生的转速脉冲信号个数来确定转速由于同时对两种脉冲信号进行计数,因此只要“同时性”处理得当,M/T法在高速和低速时都具有较高的测速精度。M/T法测速综合了M法与T法的长处,既记录测速时间内输出的脉冲数 $M_1$ ,又检测同一时间间隔内高频时钟脉冲数 $M_2$ 。设高频时钟脉冲频率为 $f_0$ ,则测速时间 $T = \frac{M_2}{f_0}$ ,习惯上转速常以每分钟转数来表示,则电机的转速可表示为 $n = \frac{60 M_1}{ZT} = \frac{60 M_1 f_0}{Z M_2}$  r/min 式中,Z为电机每转一圈所产生的脉冲数<sup>[8]</sup>。

4.2 风机控制

风机控制流程图如图8所示。图中REC为置停标记,接收来自上位机的命令。

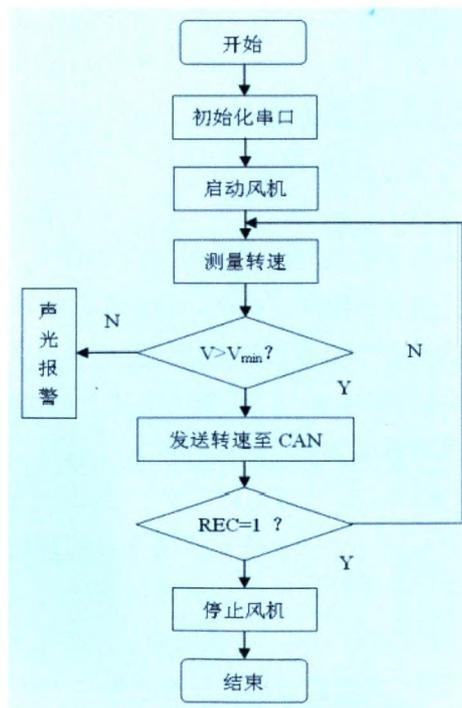


图8 风机控制流程图

(下转第40页)

⑦ 本地录入模块:支持对单一数据、批量数据通过手工录入或手持设备录入的功能。

⑧ 数据管理模块:具有电费管理、电费票据处理、交纳电费管理、对线损分析统计、用户负荷统计、历史数据分析统计查询、数据共享、数据备份等功能。

⑨ 通信管理模块:具有对通信进行管理的功能。

## 6 结束语

GPRS 无线居民小区集中抄表系统,已经在廊坊市供电公司安装运行。该系统运行稳定可靠,能够及时、准确的抄读用户电表数据,达到了当初的预期目的和系统设计的要求。对供电企业来说提高了工作效率、线损计算更及时准确、解决了落后的抄表手段和数据处理方式,对企业节省人力资源、降低运营成本、提高企业用电管理起到了积极的作用,给供电企业带来更好的经济社会效益。该系统具有较高的适应性和实用性,对于供电企业实现用电管理自动化具有很好的促进作用。

(上接第29页)

## 5 实验测试结果

对可调速风扇进行进行测量实验,观察速度稳定后上传的数值,比较实际测量的转速值和预设转速值,计算测量误差,评价测量的准确性,测试结果如表1所示。

表1 实验测量数据表格

预设值 (r/min)	实测转速值 (r/min)	净差值 (r/min)	测量误差 (%)
720	697	23	3.19
960	931	29	3.02
1200	1165	35	2.92
1350	1319	31	2.30

光电传感器输出信号经信号调理后,通过单片机对连续脉冲计数来实现转速测控,测量误差在很低的一个范围之内。

## 6 结束语

本文的创新点是应用高分辨率的红外光电传感器进行非接触式检测,系统的硬件电路简单,具有较高的测量精度,且测量转速范围较宽。并采用CAN总线技术对采集数据进行传输,充分利用了单片机的内部资源,有很高的性价比。可很好地应用于对煤矿风机转速的非接触式

## 参考文献:

- [1] 郝春强. Visual C# 2005 基础与实例教程[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [2] 文志成. GPRS 网络技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [3] 徐煜明. 单片机原理及接口技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [4] 齐淑清. 电力线通信(PLC)技术及应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [5] 朱洪波. 通用分组无线业务(GPRS)技术与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [6] 姜开山. GPRS 远程抄表系统应用实践[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [7] 夏秀坤等. 基于 GPRS 的无线抄表技术研究[J]. 自动化技术与应用, 2009, 28(3): 62-63.
- [8] 魏文俊, 尹平林, 王仲东. 基于 GPRS 的电能表集抄系统设计和应用[J]. 自动化技术与应用, 2007, 26(1): 108-110.

作者简介: 刘颖(1976-), 女, 工程师, 主要从事通信电子产品的研发测试检验工作。

检测和控制中, 实现矿山灾害预警的智能化。

## 参考文献:

- [1] 汪兵, 牛力. 加强煤矿在用安全产品检验检测的思考[J]. 达州新论, 2007, (3): 62-64.
- [2] 杨术明, 杨青, 杨亮亮, 杨树川. 基于红外线的转速测量仪研制[J]. 微计算机信息, 2007, (7): 72-73.
- [3] 贺雪梅, 丁远翔, 徐建帅, 丁学文. CAN 总线在智能配电系统中的应用[J]. 电子设计应用, 2006, (7): 126-128.
- [4] 钱建强, 薛敏. 红外光电转速测量仪[J]. 工业计量 2003, (6): 33-35.
- [5] 张怀强, 周通, 陆坤, 何为民. 基于单片机与光电传感器的电动自行车速度与里程表的设计[J]. 今日电子, 2006, (7): 49-51.
- [6] 黄刚, 薛河. 红外线光电开关在输送带速度测试系统中的应用[J]. 起重运输机械, 2005, (6): 31-33.
- [7] 翁伟. 基于 CAN 总线工业空调测控系统的设计[J]. 福建信息技术教育, 2006, (3): 150-151.
- [8] 孙和平, 白晶. M/T 法高精度数字测速器参数选择及设计[J]. 电气传动自动化, 1998, (4): 82-85.

作者简介: 唐良义(1985-), 男, 学士, 硕士研究生, 研究方向: 信号与信息处理。