

基于双单片机系统的电梯速度监测仪

潘文诚

(浙江科技学院 自动化与电气工程学院,杭州 310023)

摘要: 设计的电梯速度监测仪是一种用于实时监测电梯运行速度和状态的仪器。采用反射式光电传感器作为速度和方向的敏感元件,红外光电头集光信号发射和接收于一体,至反射板的感应距离可达2 m,单片机MCU根据吸光挡板的长度和光路被隔断的时间算出电梯的瞬时速度。2个子系统采用不同的工作时钟和不同中断机理的信号输入部件,极大地提高了监测仪的可靠性。外带的参数设置板与系统的连接采用了I²C总线器件,巧妙地完成了2个子系统参数的同步设置和系统运行时对2个参数存储器的写保护。逻辑或能电路使任一子系统在检测到电梯故障时都能报警和动作继电器的触点。

关键词: 电梯速度监测;双单片机系统;I²C总线协调;简易界面

中图分类号: TP271.4

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2010)01-0017-05

Development of elevator speed monitor based on dual single-chip microcomputer system

PAN Wen-cheng

(School of Automation and Electrical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology,
Hangzhou 310023, China)

Abstract: The elevator speed monitor developed is an apparatus for real-time monitoring of running speed and the status of elevator equipment. It is developed as follows: reflective optoelectric transducer is used as a speed and direction sensor, the infrared photoreader set of optical signal transmitting and receiving in one, the range of sensors to a baffle-board is up to 2 meters, single-chip MCU is cut off to calculate the instantaneous speed of the lift according to the length of baffle and time of optical path. Two subsystems with different clock and interrupt signal input components has greatly improved the reliability of monitor. Outer plate with the parameters setting unit connects the system by using the I²C bus devices, and skillfully completes two subsystems synchronization parameter settings and write-protected for two parameters memory as system run-time. The OR enable circuit output can alarm and relay contact action when any subsystem detects lift failure.

Key words: elevator speed monitoring; dual single-chip microcomputer system; I²C bus coordination; simple interface

收稿日期: 2009-09-01

作者简介: 潘文诚(1952—),男,江苏宝应人,教授,教授级高级工程师,主要从事数字信号处理、智能化仪器仪表的教学与研究。

自从电梯问世以来,各种事故也不绝于耳。这给人民的生命财产带来了极大的威胁。所以长久以来,电梯的安全性一直是人们关注的焦点。电梯往往以其瞬时速度的异常而成为故障的先兆。新修订的国家标准 GB 7588—2003^[1]第 9.10 条提出了电梯应装设有轿厢上行超速保护装置(以下简称“上超”)。该功能的增加弥补了电梯运行时只有下行超速保护而无“上超”的不足,从安全意义上讲,电梯安全运行可靠性得到了进一步提升^[2]。设计的电梯速度监测仪是一种用于实时监测电梯运行速度和状态的仪器,具有参数设置、瞬时速度显示、方向显示、故障及超速报警等功能。电梯超过设置上限速度的 20% 时,监测仪给出声光报警和继电器开关信号。4 个用于测量速度方向的传感器,其中任一故障均能给出报警提示。为提高可靠性,监测仪用 2 个不同系列的单片机的 2 种不同的外中断方式构成 2 个独立的监测系统,且能协调工作。通过软硬件精心设计,监测仪在速度 0.3~2 m/s 的检测范围内,达到了 2 cm/s 的准确度,速度检测分辨率为 1 cm/s。

1 系统结构

电梯速度监测仪的系统结构如图 1 所示。2 个子系统分别以单片机 MCU1 和 MCU2 为核心,响应来自各自光电传感器的速度方向信号,当其中一个子系统测得电梯轿厢超速或传感器信号与来自主机的方向信号异向时,则通过故障报警逻辑发出蜂鸣器报警信号,同时通过继电器信号操作强电开关。2 个子系统的参数存储器用于存储设定的速度上限等参数和记录故障,参数在外接的参数设置板的协调下对 2 个子系统一次设定后,再将参数存入各自的参数存储器。用于显示参数设定值和实时测量值的数码管显示器由 MCU1 刷新和驱动。来自电梯主机的方向信号经光电隔离后分别送 2 个 MCU 的 I/O 口线用作查询比较。

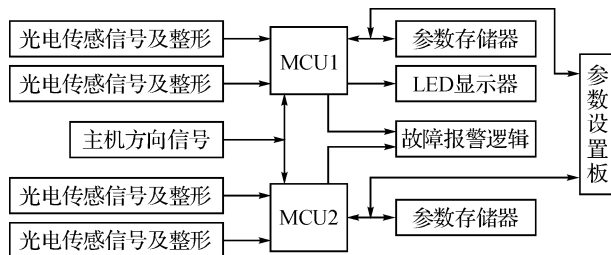


图 1 电梯速度监测仪系统结构

Fig. 1 System construction of elevator speed monitor

2 传感器及速度信号采集

检测升降机械速度的传感器,有采用测速发电机的,安装在提升机减速器的高速端处的基座上。测速发电机由提升机来驱动,其输出电压同提升机的速度成正比,输出电压的高低反映提升机实际的运行速度大小^[3]。但这种方法无法反映电梯轿厢的真实速度和状态。井下升降机械在多粉尘强噪声环境下也有采用霍尔元件作为速度传感器^[4-5],抗干扰能力强。本文介绍的电梯速度监测仪采用反射式红外光电传感器作为速度和方向的敏感元件,其工作原理如图 2 所示。红外光电头集光信号发射和接收于一体,至反射板的感应距离可达 2 m。光电头电源为 DC 12 V,当吸光挡板隔断了光电头和反射板的光路时,光电头输出 NPN 变电平信号向 MCU 申请中断。光电头和反射板安装在电梯轿厢上随之运动,在电梯井架上每隔一定距离固定一块吸光挡板,挡板的长短决定了电梯运行时切断光电头和反射板之间光路的时间的长短。MCU 根据吸光挡板的长度和光路被隔断的时间计算出电梯的瞬时速度。每个子系统纵向并排安装 2 个传感器,MCU 可根据它们光路被隔断的先后顺序,确定电梯运行的方向。

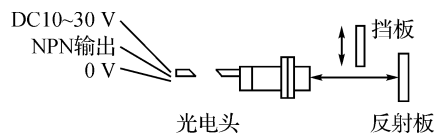


图 2 反射型光电传感器工作示意图

Fig. 2 The work of reflective photoelectric sensor diagram

为了提高监测仪的可靠性,2 个子系统的速度检测单元采用了不同系列单片机的不同中断机理。系统中 MCU1 是 LPC764 单片机,工作在每机器周期 12 时钟模式。它的 11 个中断源中,含有 2 个片内的模拟比较器中断源,如图 3 所示^[6]。在监测仪中,把 MCU1 的 2 个比较器配置成 CIN1A 和 CIN2A,作为传感器的变电平信号的正向输入端,选择 1.23 V 的内部参考电压 V_{ref} 作为比较器的反向输入,比较器结果

不从 I/O 口输出,上升沿与下降沿都能产生中断。系统中 MCU2 是 STC12C2052 单片机,工作在每机器周期 1 时钟模式^[7]。将片内的可编程计数器阵列 PCA 的捕获功能设置成上升沿和下降沿都能产生中断,来响应光电传感器的变电平信号。不同的工作时钟和不同中断机理的信号输入部件,极大地提高了监测仪的可靠性。

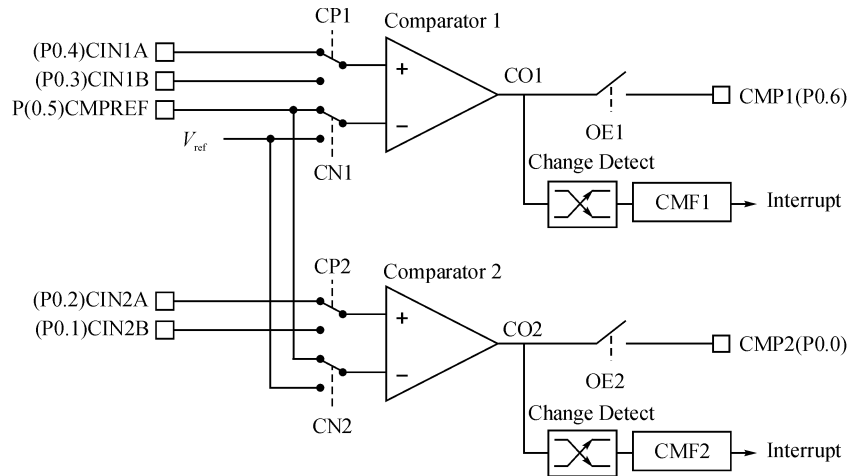


图 3 LPC76X 模拟比较器中断示意图

Fig. 3 Interruption schematic of LPC76X analog comparator

3 双机协调

在双 MCU 系统中,2 个子系统能互不干扰、协同工作是项目成功的关键。电梯速度监测仪中的 2 个子系统的 MCU 采用独立的时钟和复位电路,互为冗余地监测电梯的速度和运行状态,极大地提高了可靠性。设计的参数设置、故障报警等外部功能电路在双 MCU 系统中协调工作。

3.1 参数设置功能同步

速度监测仪在初装(或改变参数)时,要进行“挡板长度”和“速度上限”等运行参数的设置。为了保证 2 个子系统参数设置的一致和可靠,设计了由 I²C 总线芯片完成数据通信的电路,如图 4 所示。图中虚线框中是一块独立的参数设置板,在系统上电前通过接插件 J7 与主板相联。参数设置是通过板上的 3 个按键 S1、S2、S3 完成的。S1 是功能切换键,S2 是增键,S3 是减键。按动 S1 功能键,主板 LED 显示器上的 L4 数码管可在“ ”“L”和“U”间切换,如图 4 所示。增键 S2 和减键 S3 在数码管 L4 显示“L”时(设置挡板长度),增减数码管 L3~L0 在“0.050”~“0.200”(单位:m)之间;在数码管 L4 显示“U”时(设置电梯速度上限值),增减数码管 L2~L0 在“0.30”~“2.00”(单位:m/s)之间。按键通过 I²C 总线的 I/O 扩展器 PCF8574 与系统相联。

图 4 中的 U7 和 U11 是带有写保护功能的 I²C 总线 E²PROM 芯片 24C08 构成的 2 个子系统各自的参数存储器。24C08 有写保护脚 WP,由图可见,J7 连接时,U7 和 U11 的 WP 脚被拉低,芯片可读写;J7 断开时,U7 和 U11 的 WP 脚被上拉电阻置为高电平,芯片为只读的写保护状态。

设置参数的步骤如下:先在 J7 插座上连接好参数设置板,再上电,此时 U7 和 U11 的 WP 脚都被拉低,芯片可写;另一方面,MCU1 上电检测到连接 WP 的 P0.1 脚为低即进入参数设置的软件模块运行;MCU2 检测到其连接 WP 的 P1.5 脚为低即进入循环空操作。MCU1 进入参数设置软件模块后即循环读取 U14 PCF8574,根据按键命令将设置参数分别写入 U7 和 U11(片外地址不同),并同时送 LED 数码管显示。设置结束,断电后从 J7 插座上撤除设置板,再上电时,U7 和 U11 的 WP 脚均为高电平,MCU1 和 MCU2 上电检测到各自的 P0.1 和 P1.5 为高电平后即进入运行状态,从各自的存储器 U7 和 U11 中读到已设置的参数。

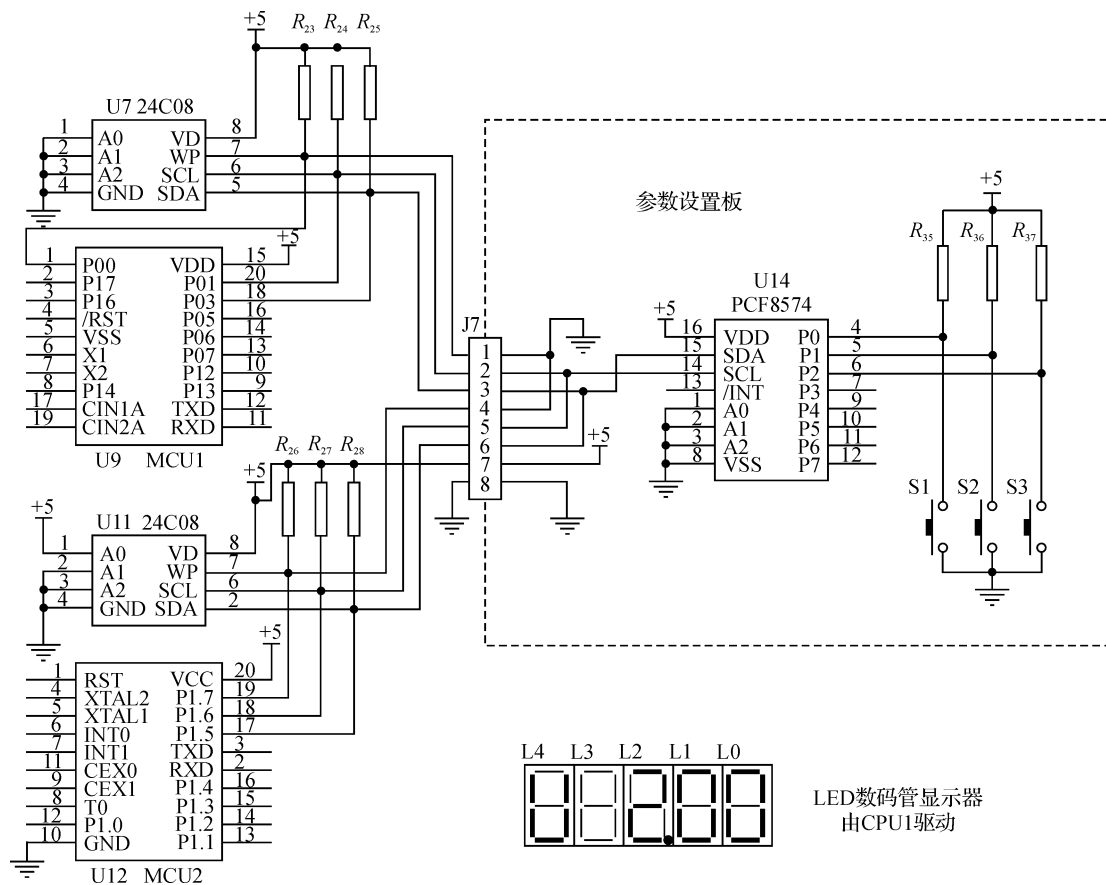


图 4 参数设置电路

Fig. 4 Parameter setting circuit

3.2 报警输出电路的逻辑或能

电梯故障分为超速、反向,和任一传感器失效。通过图 5 所示的逻辑或能电路,监测仪中的 2 个单片机子系统的任何一个报警均会动作继电器和接通蜂鸣器。图中 J6 为故障报警时的继电器信号(1 常开 1 常闭,DC30V2A)输出接插件,可在电梯故障发生时关闭主机和启动制动电路。

4 简易界面

为简单起见,系统采用 5 个 8 段 LED 数码管组成简易的显示器,具体的显示编码如图 6 所示。

电梯正常运行时,显示器界面如图 6 中(a)所示:数码管 L2~L0 显示实时速度,数码管 L4 显示电梯运行方向,(a)的上图 L4 为上行标志,下图 L4 为下行标志。超速时显示如(b)图所示:L3“| |”为超速标志,L4 仍然为方向标志,L2~L0 显示实时速度。电梯运行方向和来自主机的电梯实际方向不一致时,显示如(c)图中数码管 L4 所示,上图为电梯上行反向,下图为电梯下行反向,数码管 L2~L0 仍然显示速度。传感器故障,数码管 L4 显示“F”,如(d)图所示。

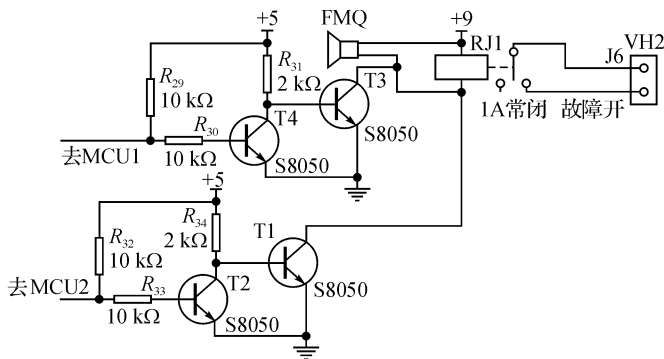


图 5 输出报警的逻辑或能电路

Fig. 5 OR enable circuit for output alarm

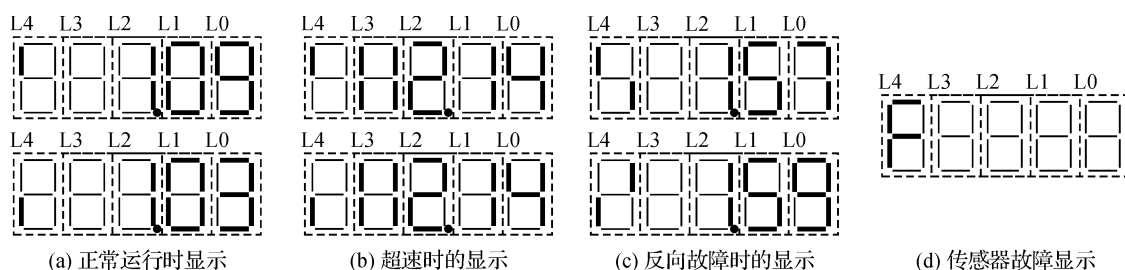


图6 简易显示界面

Fig.6 Simple display interface

5 结 语

设计的电梯速度监测仪,从监测电梯轿厢的速度和方向的角度来实时监测电梯的运行状态。双单片机系统在软硬件方面互为冗余地独立工作,极大地提高了监测的可靠性。经实测,监测仪在速度 $0.3 \sim 2 \text{ m/s}$ 的检测范围内,达到了 2 cm/s 的准确度,速度检测分辨率为 1 cm/s 。对监测仪做进一步改进的思路是:为方便用户使用,参数设置方式拟改成无线传送,用遥控器完成设置;用于人机对话的数码管显示器可改用带背光的点阵液晶显示屏,参数设置、运行数据显示及故障显示都能使用汉字,这样使乘客也多了一份对电梯实时运行状态的知情。

参考文献:

- [1] GB 7588—2003 电梯制造与安装安全规范[S]. 北京:国家质量技术监督检验检疫总局,2003.
- [2] 柳秉康,陈相利. 电梯上行超速保护装置检验方法的探讨[J]. 机电技术,2007(1):47-50.
- [3] 郝迎吉,骆家强,马德平. 煤矿主井绞车速度监测与制动电路的设计[J]. 煤矿机械,2004(11):88-89.
- [4] 段惠敏,李云. 提升机速度监测与制动系统的设计[J]. 科技创新导报,2008(23):21.
- [5] 田忠超. 轨道矿车速度测量记录分析仪的设计[D]. 山东科技大学信息与电气工程学院,2006.
- [6] Philips Semiconductors. P87LPC764datasheet[Z]. 2003.
- [7] 宏晶科技. STC12C2052 系列单片机器件手册[Z]. 2005.