

基于智能楼宇的电梯限速器检测系统的设计开发*

刘莉, 陈志军, 王云青

(新疆大学 电气工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830008)

摘要: 对基于智能楼宇的电梯限速器检测系统进行了研究。结合智能楼宇的应用要求及电梯限速器的安全检测要求, 设计了以 STC89 系列单片机为核心的智能型便携式限速器检测系统, 并以 Zig-Bee 无线传感器网络依托 GPRS 网络的方式将检测数据传输至远程监控中心, 实现对现场的有效控制和管理。经过现场测试, 此系统可精确地检测限速器动作速度值。该远程监控系统具有通信可靠性高、结构简单、成本低廉等特点, 因此研究此系统对实现电梯智能化具有重要意义。

关键词: 智能楼宇; ZigBee; GPRS; 限速器; 光电编码器

中图分类号: TP36

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)02-0067-04

Detecting system design of elevator speed-limited appliance based on intelligent building

Liu Li, Chen Zhijun, Wang Yunqing

(Electrical Engineering College, Xinjiang University, Urumqi 830008, China)

Abstract: The paper made a research to testing system of elevator speed-limited appliance based on intelligent building. Combined the applied requirement of intelligent building and the safety requirement of elevator speed limited appliance, designed a detecting system to intelligent portable speed limited appliance, it used STC89C51 single chip as a core. The testing data was transferred to remote monitoring center by ZigBee wireless sensor network and GPRS network, realized effective control and management on the spot. By testing, the system can detect the moving speed of the speed-limited appliance accurately. The remote monitoring system has the advantages of reliable communication, simple structure, cheap cost and so on, so making a research to this system has an important meaning for realizing intelligent elevator.

Key words: intelligent building; ZigBee; GPRS; speed-limited appliance; photo-electricity coder

近年来,电子技术(尤其是计算机技术)和网络通信技术的发展使社会高度信息化。在建筑物内部,应用信息技术、古老的建筑技术和现代的高科技相结合,于是产生“楼宇智能化”。楼宇智能化的实质是在信息技术系统的平台上把需求目标、应用功能与系统相关各个要素紧密地整合在一起,以达到智能化和整体目标。和普通建筑相比,智能化楼宇的优越性体现在以下几个方面:具有良好的信息接收和反应能力,提高工作效率;提高建筑物的安全性、舒适度和高效便捷性;具有良好的节能效果;节省设备运行维护费用;满足用户对不同环境功能的需求;高新技术的运用能大大提高工作效率。

运输系统在智能化楼宇中处于重要地位,而电梯系统是建筑物运输系统的核心,换句话说,电梯系统的品质是组成楼宇智能化的关键要素。电梯的安全使用、电梯参数的获取和及时调整是评定电梯系统品质的关键。电梯限速器是保证电梯安全运行的重要保护装置之一,限速器的校验及定期的检测维护直接影响电梯的安全使用。电梯远程监控系统可以通过通信线路获取电梯参数,在监控中心进行数据实时存储、在线分析、在线干预与监控,减少了维修服务的成本和时间,使得智能化楼宇更具人性化。

本文以楼宇智能化为背景,基于电梯远程监控系统

* 基金项目: 科技部创新基金项目(11C26216506453); 新疆维吾尔自治区教育厅重点计划项目(XJEDU2010T11)

技术与方法 Technique and Method

统,设计了以 STC89 系列单片机为核心的智能型便携式电梯限速器检测系统。该检测系统运用光电编码器检测电梯牵引绳的线速度,利用 LCD 显示测量速度,可通过 RS232 口与 ZigBee 数据终端连接,经 GPRS 模块将测量数据传至远程监控中心进行数据的存储和分析,实现了电梯系统检测智能化。

1 总体设计

电梯是智能楼宇中的垂直交通工具,可在轿厢内安装温度、湿度、压力等各类传感器,数据经 ZigBee 无线网络接收、处理后可本地显示,亦可通过 GPRS 模块在远程监控,以了解电梯的运行状态。同时,监控中心可发送控制命令,经 GPRS 模块及无线传输网络驱动执行器完成相应功能。本文通过设计便携式限速器检测仪获取限速器机械动作值,数据通过 RS232 传至 ZigBee 无线网络,再经 GPRS 模块传至远程监控中心显示,实现远程监视限速器的校验结果,保障电梯安全运行。系统总体结构如图 1 所示。



图 1 系统总体结构图

(1) ZigBee 技术

ZigBee 技术是一种近距离、低复杂度、低功耗、低速率、低成本的双向无线通信技术。ZigBee 网络主要是为工业现场自动化控制数据传输而建立,用于距离短、功耗低且传输速率不高的各种电子设备之间进行数据传输以及典型的有周期性数据、间歇性数据和低反应时间数据的传输,传输距离在几百米左右,因此,正适合在智能电梯的监控中应用。

ZigBee 数据终端和 ZigBee 协调器均采用 TI 公司的 CC2430 芯片。CC2430 是首款符合 ZigBee 标准的 2.4 GHz 系统单芯片,在单个芯片上整合了 ZigBee 射频收发器、内存和微控制器,其增强的 8051MCU 是标准 8051 性能的 8 倍。

(2) GPRS 技术

GPRS (General Packet Radio Service) 即通用无线分组业务,是一种基于 GSM 无线系统的无线分组交换技术,提供终端到终端,或者终端和互联网之间的无线 IP 连接。GPRS 是一项高速无线数据传送技术,数据以“分组”的形式通过 GSM 系统的空中信道传送,不需要利用电路交换模式的网络资源。因此,GPRS 网络的电梯远程监控系统采用无线传播媒质,摆脱了线缆的约束,不受活动区域的限制,在一定范围内可以任意变换位置,很方便地实现远程监控。

GPRS 模块采用西门子公司 MC35i。MC35i 是新一代无线通信 GPRS 模块,可以快速安全可靠地实现系统方案中的数据、语音传输和短消息、传真服务。该模块采用 GPRS 分时复用的 CLASS 8 标准,具有始终在线的功

能且理论上传输速率最高可达 171.2 kb/s,通信传输时延较小,最长不超过 3 s。GPRS 模块通过 UART 与 ZigBee 协调器连接。

GPRS 网络改变了传统无线传感器网络需要依托有线公共网络进行数据传输的限制,使网络具有非常显著的优点:

(1) 利用 ZigBee 技术优势组建无线传感器网络数据传输网,可以按照区域布置不同的汇接点,此汇接点即 ZigBee 协调器;

(2) 远程监控中心通过 GPRS 模块与 ZigBee 网络实现远程通信,通过 GPRS 网络获取采集到的相关信息,实现对现场的有效控制和管理。

2 限速器检测系统的设计

电梯作为特种设备受到质量技术监督部门的强制管理与检测,其中限速器是电梯运行安全保护的重要部件之一,正是因为有了“限速器—安全钳—缓冲阻尼器”的连锁控制措施,才使得电梯成为较其他交通工具更为安全的垂直运输工具,因此限速器动作速度的现场测量是安全检测的必检项目。

本文结合升降电梯限速器的安全检测要求,设计了限速器检测系统。硬件电路以 STC89C51 单片机为核心,运用光电编码器检测电梯牵引绳的线速度,利用 LCD 显示器显示测量速度,同时具有 RS232 串口电路和实时时钟电路;通过软件实现频压转化及相关运算,并使 CPU 循环地扫描键盘,接收操作人员指令,完成数据显示等相应功能。

2.1 系统硬件设计

系统硬件电路的设计^[1-2]主要包括作为控制部分的 STC89 系列单片机、速度采集电路、时钟电路、通信电路、键盘电路和 LCD 显示电路。系统硬件电路图如图 2 所示。

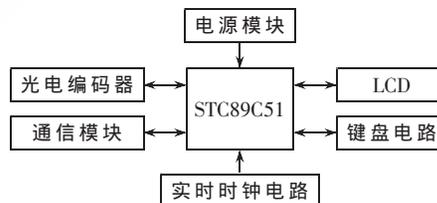


图 2 系统硬件框图

2.1.1 单片机选型

本设计选用 STC89C51 单片机,它是一款超强抗干扰、高速、低功耗的单片机,12 时钟/机器周期和 6 时钟/机器周期任意选择,指令代码完全兼容 8051 单片机。此系列单片机内置 E²PROM 模块,掉电数据不丢失,能有效地保存测试数据;独立看门狗电路保证系统稳定运行;具有在系统可编程 ISP (In-System Program) 和在应用可编程 IAP (In-Apply Program) 功能,无需专用编程器和仿真器^[3]。

2.1.2 电源电路

便携式仪器是低功耗仪器,要求电源模块的转换效

技术与方法 Technique and Method

率高且需提供常见的电压。本设计中,STC89 系列单片机、液晶显示器、实时时钟芯片等都需 5 V 电源供电,故选用了 MAX1678 芯片。它是一款低噪声、转换效率高达 90% 的 DC-DC 升压芯片,具有自身功耗小、输出功率大、输出电压稳定等特点。工作原理如图 3 所示^[4]。

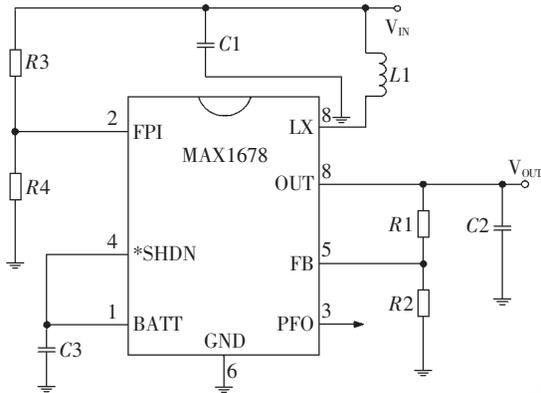


图 3 电源模块工作原理图

MAX1678 输出电压由式(1)确定,其中 R_2 在 $100\text{ k}\Omega\sim 1\text{ M}\Omega$ 之间, $V_{\text{REF}}=1.23\text{ V}$ 。

$$V_{\text{OUT}}=V_{\text{REF}}\times\left[\frac{R_1}{R_2}-1\right] \quad (1)$$

本设计中,选择 $R_1=500\text{ k}\Omega$, $R_2=100\text{ k}\Omega$,使得 $V_{\text{OUT}}=5\text{ V}$,保证各模块稳定工作。

2.1.3 速度采集电路

(1) 选型

本设计选用增量式光电编码器作为速度传感器,具有结构简单、计量精度高、抗干扰能力强等优点。

设计要求光电编码器测量电梯限速器牵引绳的最大线速度达 10 m/s ,故由线速度的反推式(2),可确定选择光电编码器的脉冲数为 1024 p/r 。

$$f=\frac{\pi\times D\times F}{V_m\times T} \quad (2)$$

其中 f 为光电编码器脉冲数, T 为定时时间, F 为定时时间内测得的脉冲个数, D 为测试工作头直径。

(2) 转速测量电路

转速测量电路由光电编码器及脉冲整形电路组成,如图 4 所示。

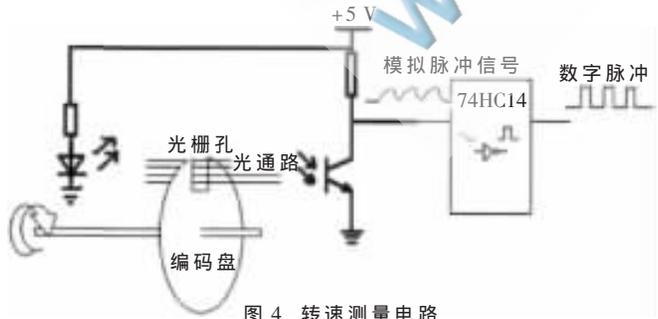


图 4 转速测量电路

脉冲整形电路由 74HC14 芯片构成。74HC14 是六反相施密特触发器,能将一个不规则的或者在传送过程中受干扰而变换的波形整形成理想的矩形波。

采用 M 测速法^[5],即在一定的采样时间内测出光电编码器的脉冲数 F ,脉冲数除以编码盘的孔数 1024 再除以定时时间 T 就是电机的转速 V_r :

$$V_r=\frac{60\times F}{1024\times T} \quad (3)$$

2.2 系统软件设计

系统软件设计主要包括主程序设计、速度采集子模块程序设计、按键处理子模块程序设计和显示子模块程序设计等。主程序主要完成器件的初始化,并判断有无按键按下,并根据判断的结果调用相应的子模块程序;速度采集子模块程序完成数据采集、处理和保存;按键处理子模块程序完成按键的功能;显示子模块程序把子模块储存的数据送去显示。

2.2.1 主程序设计

主程序完成器件的初始化和子模块的调用。主程序的流程图如图 5 所示。

2.2.2 速度采集程序设计

本设计目的在于利用光电编码器采集脉冲数,存入单片机后进行频压转换,最终保存数据并通过 LCD 显示。故脉冲采集是本设计的关键,频压转换是重点,设计思路如下:

(1) 脉冲采集。Timer0 为

定时器, Counter1 为计数器。假设定时 10 ms ,最大计数值为 30 (光电编码器的频率为 1024 个脉冲/s)。在 Counter1 的中断程序中开启 Timer0,同时定时和计数以提高精度。当定时器产生中断时,从 TH1、TL1 取出脉冲数,判断是否超过限定的最大值,以去除干扰;若没超过再判断是否大于上次采样最大值,因为只需保留检测过程中的最大值。将最大值存储,重装初值,继续采样。流程图如图 6 所示。

图 5 主程序流程图

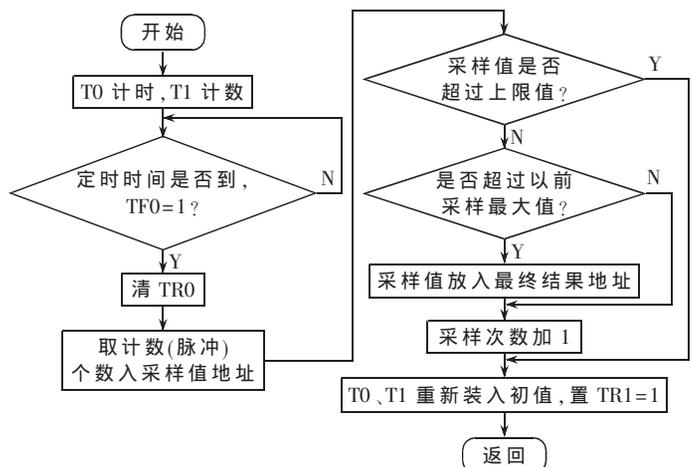


图 6 获取脉冲数流程图

技术与方法 Technique and Method

(2) 频压转换。脉冲数采集后已存入缓存区中, 转化前要先计算出存放地址。例如, 组数为 2, 保存数据首地址为 53H, 每组数据占两个字节, 则存放数据高位的地址为 $53+2 \times 2=57\text{H}$, 低位地址为 58H。找到地址后, 取出数据置于寄存器 R6、R7 中, 按式(3)计算出速度值, 将结果转换为 ASCII 码, 送入显示缓冲区等待显示。流程图如图 7 所示。

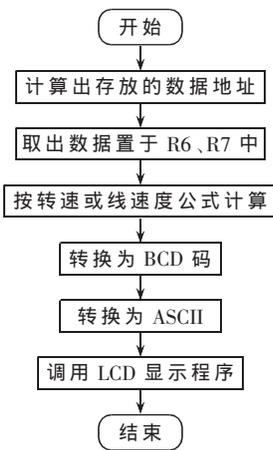


图 7 数据处理流程图

3 功能测试

本文重点论述限速器检测系统的设计开发, 故只用智能检测部分与标准型测试仪在现场进行测试比对, 测试其精确度, 而并未进行数据的传输测试。用测试数据做误差曲线如图 8 所示。

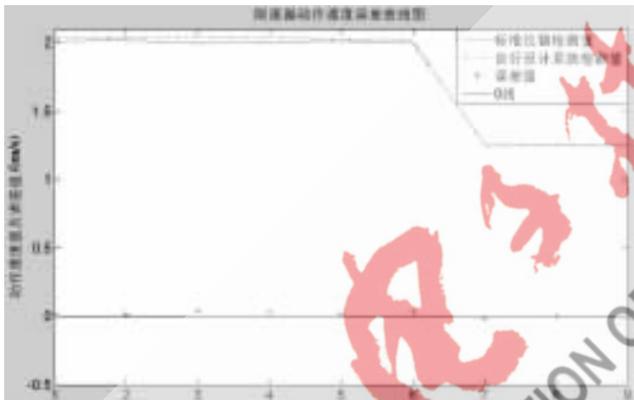


图 8 误差曲线图

由上述数据可看出, 本系统和标准测试仪相比误差很小, 最大误差为 0.03 m/s 左右。分析误差的原因:

- (1) 电梯限速器类型影响;
- (2) 光电编码器工作轴长度影响。

因此必须针对不同类型的电梯限速器, 进行大量的测试以确定合适的参数。光电编码器工作轴过长会导致转动时的振动大, 误差增大; 若过短又会造成操作人员

手持时的不安全因素。硬件调试后, 可进一步优化软件以减小误差: 外部时钟频率降一半, 6T 模式可有效地降低单片机时钟对外界的干扰; 单片机内部时钟振荡器增益设为 $1/2 \text{ gain}$, 可以有效地降低单片机时钟高频部分对外界的辐射; 指令冗余^[6]抑制程序弹飞。程序中可改变的参数有检测轮直径 d 、定时时间 t 和计数个数 n (脉冲频率 $f=n/t$, 一般不做改动)。

通过反复现场测量, 不断地修改参数, 该限速器检测系统已达到检测精度 (测量范围: 0.5 m/s~12 m/s, 准确度: $< \pm 0.5\%$) 要求, 现应用于现场检测。

随着电梯技术的开发研究, 高效、高速、智能化控制的电梯一定会提供优质良好的服务。实践表明, 电梯远程监控系统作为电梯企业进行技术服务及市场竞争的重要手段, 已经从幕后走向了前台, 因此对于本文论述的基于智能仪表检测, 无线传感网络依托有线公共网络进行数据传输的远程监控网络的研究具有重要意义。

参考文献

- [1] 张毅刚, 彭喜源, 谭晓昀. MCS-51 单片机应用设计[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1997.
- [2] 徐建军. MCS-51 系列单片机应用及接口技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [3] 宏晶科技. STC89C51RC/RD+ 系列单片机器件手册[J/OL]. (2006-04-30). <http://www.MCU-Memory.com>.
- [4] 焦敬品, 张强. 便携式粉尘测试仪的研制[J]. 仪表技术与传感器, 2009(4): 29.
- [5] 王朕, 刘学峰, 刘陵顺. 基于 AT89C51 的电机转速测量仪的设计与实现[J]. 四川兵工学报, 2009, 30(5): 19-21.
- [6] 滕召胜. 便携式智能仪器通用低功耗单片机系统设计[J]. 计算机工程与应用, 2000, 36(4): 84.

(收稿日期: 2011-09-28)

作者简介:

刘莉, 女, 1987 年生, 在读研究生, 主要研究方向: 检测技术与智能开发。

陈志军, 男, 1967 年生, 硕士生导师, 副教授, 主要研究方向: 智能信息处理和智能控制与系统开发。