

文章编号: 1005—0523(2005)01—0102—05

接触网地面检测系统设计

刘仕兵

(华东交通大学 电气工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:对接触网地面检测系统的原理、功能、数据采集软件等各方面做了详细的分析,在数据采集的设计中采用了双 CPU 控制的数据采集系统,能很好的对受流性能的参数进行采集和处理,该检测系统弥补了检测车的不足之处,能对高速铁路的接触网—受电弓系统受流性能指标做出精确的检测。

关 键 词:弓网系统;受流;数据采集和处理
中图分类号:U226.8 **文献标识码:**A

1 引 言

接触线与受电弓之间的可靠接触,是保证电力机车良好取流的重要条件。在运行中,接触悬挂的运行状态与受电弓的运行状态密切相关,在取流的过程中,受电弓和接触线在机械和电气方面都是紧密地相互作用着的,随着列车速度的提高,对于接触网—受电弓系统受流性能的要求也越来越高,为了适应电气化铁路工程运营和发展的要求,研制检测接触网受流性能的检测装置,对实现全面的质量管理和加速高速电气化铁路的进程具有重要的意义。

弓网受流性能测试按其测量点的不同分为车上检测和地面检测,随着我国高速铁路的发展,既要研究受电弓的受流性能,又要研究接触网的性能,地面检测系统弥补了检测车的不足之处,能对高速铁路弓网系统的受流性能指标做出精确的检测。地面测试包括以下项目:

- 1) 接触线的振动加速度:确定接触悬挂和受电弓的接触状态,即离线。同时确定接触线非正常接触状态,即硬点。它是检测的重要参数。
- 2) 接触线的弯曲应变:通过对接触线弯曲应变

的检测,研究导线受到的弯曲强度,进而预测接触线的抗弯曲寿命。同时发现隐患。

3) 接触线的抬升量:确定接触悬挂—受点弓振动系统的最大振幅、振动周期和衰减系数。它是高速接触网定位装置和受电弓设计的一个重要参数。

本文介绍接触线的振动加速度、弯曲应变以及接触线的抬升量的地面测量系统。在数据采集的设计中采用双 CPU 控制的数据采集系统,能很好地对受流性能的参数进行采集和处理,为研究高速接触网提供了先进的检测系统。

2 传感器的选用

在整个系统中用到三个传感器:加速度传感器,应变量传感器和抬升量传感器。下面将各种传感器分别介绍如下。

2.1 加速度传感器的选用

测定振动加速度的传感器有多种,如电阻应变式加速度传感器,压电式加速度传感器和电容式加速度传感器。前一种用于较低频段运动状态下的测量,后两种多用于较高运动频率状态。在这里因为接触线的振动加速度较高,为此,选用了电容式振

收稿日期:2003—09—24

作者简介:刘仕兵(1970—),男,湖北麻城人,华东交通大学讲师,主要从事高速电气化铁路接触网的教学与研究。

动加速度传感器. 电容式加速度传感器的原理结构如下所示:

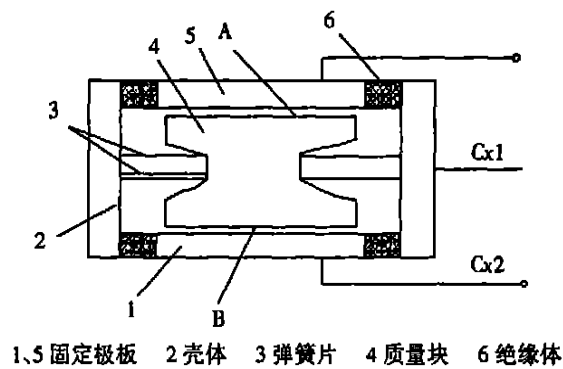


图1 电容式振动加速度示意图

由图可见,质量块4由两根弹簧3支撑在充满空气的壳体2内,弹簧较硬,系统的固有频率较高,因此,构成惯性加速度计的工作状态.当测量垂直方向的直线加速度时,传感器的壳体相对质量块运动,因而与壳体2固定在一起的两固定极板1和5相对质量块4运动致使固定极板5与质量4的A面组成电容 C_{x1} 值,以及下面的固定板1与质量块4的B面组成的电容 C_{x2} 值随之变化,一个增大,一个减小,它们的差值正比于被测的加速度.因此,垂直方向加速度的变化转化为电容值的变化.这种加速度传感器的精度较高,频率响应范围宽,量程大.具体选用美国PCB公司生产的3700系列的电容式加速度传感器,这种传感器是近几年新发展起来的新型传感器,它的优点是:过载能力强,最大过载容量为3000g;输出信号高,一般为2.02.5V;抗干扰能力强;易于安装.

2.2 应变片传感器的选用

电阻应变片传感器是将被测量的力(压力,荷重,扭力),通过它所产生的金属弹性变形转换成电阻变化的敏感元件.

在制作传感器的时候主要考虑下列参数:测量范围,固有振动频率,非线性度,重复特性,工作温度等.“制作方法”:选取与被测导体相同材质的一段接触线作为传感器补偿应变片的本体,贴两片应变片,在被测导线的顶面贴两片电阻应变片,四片电阻应变片组成测量全桥.应变片的保护,在常温下的保护主要是防潮温.应变片因受潮而使绝缘电阻降低,导致测量灵敏度降低,零漂增大等,甚至电桥不能平衡,无法正常工作.所以防潮保护也是正常测量所必须的,常用中性矾土林,石蜡等涂料,环氧树脂防潮剂等进行密封保护.此传感器的特点:只测弯曲应变;消除了拉伸和压缩应变;具有温度补偿功能.

2.3 抬升量传感器的选用

选用了vip150 短路环杆式直线位移计来测量接触线在受到抬升力的作用时的抬升量.Vip 短路环棒式电感位移计很像传统的电位器,它无接触,无磨损,主要用于高精度测量.这种传感器具有以下特点:传感器工作时无摩擦,免维护;测量范围:50, 100, 150 mm;线性精度0.2%;集成电子技术;坚固的传感器结构,长度很短小;对恶劣环境不敏感.

3 信号调理及传输系统的设计

信号调整及传输系统方框图如下图所示:

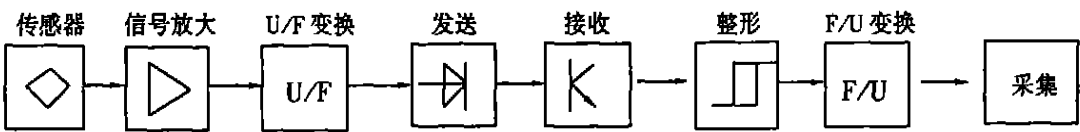


图2 信号处理方框图

3.1 信号放大电路

3.1.1 应变量信号放大电路

应变量传感器的输出信号为毫伏级的电压信号,传输到信号处理箱时,包含有工频、静电、电磁耦合等共模干扰,对这种信号的放大需要放大电路具有很高的共模抑制比及高增益,低噪声和高输入阻抗.设计电路时,选取AD625 仪表运算放大器作

为第一级放大电路的芯片,第二级电路和驱动电路可选用OPA27/37 精密运算放大器.

AD625 放大器是经特殊设计的低成本精密仪用放大器.用户通过外加三个电阻,可在2~1000 倍的增益范围内任意调整信号的增益,在 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的增益温度系数的条件下,增益误差小于0.05%.器件的性能主要取决于外加电阻.共模抑制比则主

要取决于所配接的反馈电阻. AD625 通过配加 CMOS 多路模拟开关和增益电阻可用软件进行编程, 且在 1~1 000 倍的增益范围内完全由用户自行选择任意的信号增益值, 其误差小于 1%. 由于 AD624 的建立时间只有 15 μ s 等等. AD625 外形采用 6 脚 DIP 封装及 20 管脚 LCC 封装. 其管脚如下图 3 所示:

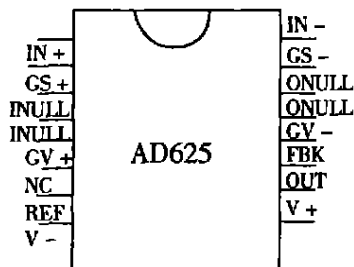


图 3 AD625 管脚图 (DIP 封装)

性能特点如下所示:

- ① 用户设计增益: 1—1000
- ② 低增益误差: 最大 0.02%
- ③ 低增益温度系数: 最大 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ($G=1$)
- ④ 低非线性: 最大 0.001%
- ⑤ 低失调电压: 不大于 25 μ V
- ⑥ 增益带宽: 25 MHz
- ⑦ 低成本, 电路设计灵活

3.1.2 抬升量信号的放大电路

由于从加速度和抬升量传感器输出的电压信号较大, 为了与光纤调制解调器要求的输入电压等级相匹配, 在电路中需加一级放大器, 选取 AD848 作为运算放大器.

AD848 是高速低功耗单片运算放大器, 它在闭环增益为 24 或更高的时候比较稳定, 而且具有很好的直流与交流特性: 输入偏流小于 6.6 μ A, 输入失调电流小于 300 nA, 增益带宽大于 175 MHz, 共模抑制比大于 92 dB, 能够很好的满足音频或数据采集放大器的需要.

AD848 能够完全替代 LM6161 系列器件, 并且管脚与高速运放 HA2520/2/5 和 EL2020 等相同, 可以互换, AD848 采用 8 管脚 DIP 封装. 其引脚排列如图 4 所示:

其性能特点是:

- ① 增益带宽: AD848 的典型值为 175 MHz;
- ② 静态电流: 小于 6.8 mA;
- ③ 压摆率: 典型值为 300 V/ μ s;
- ④ 输入噪声电压: 小于 3 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$;

- ⑤ 开环增益: 典型值为 85 V/mV;
- ⑥ 输入失调电压: 不大于 2.3 mV
- ⑦ 电源范围: $\pm 5 \sim \pm 15$ V;

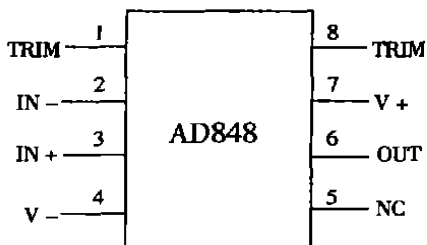


图 4 AD848 管脚图 (DIP 封装)

3.2 信号传输

测量系统的抬升量传感器的电信号, 加速度计的测量电信号和抬升量的测量电信号均需要高低压电气隔离传输方式. 采用光纤传输装置来实现信号传输. 它不仅能实现光电隔离, 而且还具有以下优点: 容量大、损耗低, 中继距离长、抗干扰能力强、保密性能好、体积小, 重量轻、节省有色金属和原材料.

本系统的光纤信号传输装置部分由以下三部分组成: 光纤调制器, 光纤和光纤解调器. 光纤调制器的作用是将电信号转换为光信号, 并将光信号耦合进入传输光纤中, 它主要由信号变换整形电路, 调制器和光电耦合器组成. 光纤作为信号的传输介质, 其作用是将光信号从调制器送到解调器. 选择玻璃多模 850 nm 波长的光纤. 其传输率为 100 M/BPS, 有效范围约 20 km. 其纤芯和包层由两种光学性能不同的介质构成. 光纤解调器的作用将光纤传来的信号还原为电信号, 主要由光电耦合器, 接收光电管, 放大整形电路, F/U 转换电路组成. 采用双环自愈光纤解调器, 它是一种有效的高可靠性通信方式, 正常通信时, 主环处于工作状态, 备环处于备份状态, 当主环光纤出现断裂或脱落导致链路中断时, 备环立即启动工作. 当主环故障消除时, 备环立即消除, 恢复成备份状态, 而主环恢复正常工作状态.

4 数据采集系统

数据采集系统实际上是一种软硬件相结合的技术, 硬件构成了系统的基础, 而软件则是控制系统完成数据采集、转换、滤波预处理工作, 完成系统与用户之间的信息交互的工作, 因此数据采集系统在很大的程度上, 取决于其应用软件的研究和开发.

由于接触网检测数据处理系统要求在高速不间断的情况下进行动态数据采集并需要实时处理采样数据,综合以上基本要求采用双 CPU 控制,主机和从机的 CPU 都是使用 SPCE061A 单片机,从

CPU 负责采集数据,同时应答主 CPU 发送的命令.主 CPU 进行数据处理,数据显示,键盘输入,系统报警等功能.在主 CPU 和从 CPU 的通讯中,采用国际标准的 RS485 差分方式接口.

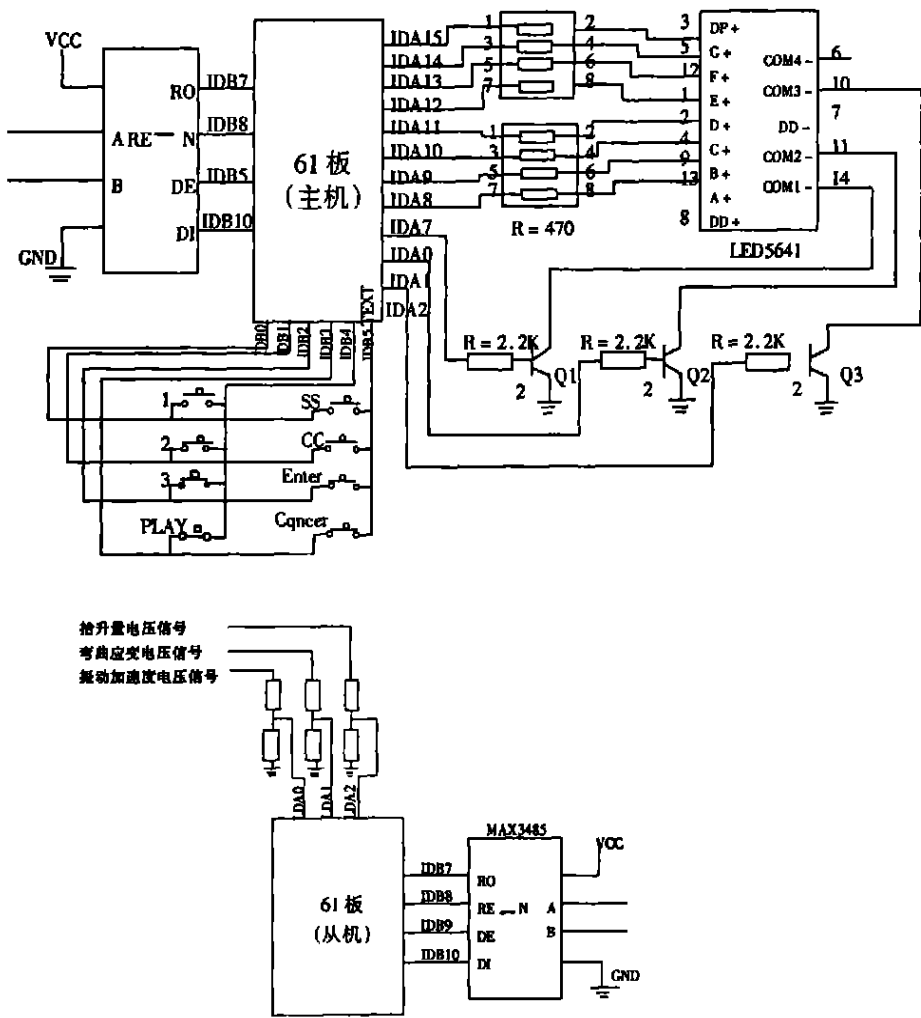
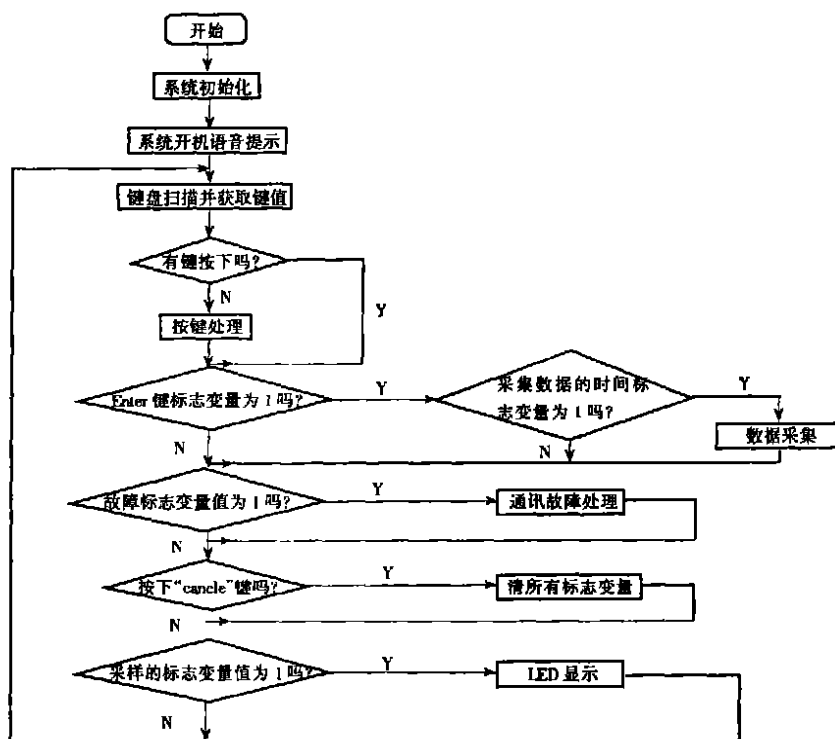


图 5

电路分析;
由于 SPCE061A 板采样的电压范围为 0—3.3V,所以需要外接分压电阻,使得采样的电压值能够符合 61 板的要求,两 CPU 之间的接口是采用 RS485 的接口电路,其中 A 与 B 口采用差分实现传输,R0 口为读数据用,RE _N 为读使能位(低电平有效),DE 口为写数据使能位(高电平有效).DI 口为写数据用.键盘采用的是 4*2 的键盘,它负责选择采集的方式,采集的通道数.数据显示采用三个数码管显示,三个数码管采用的是“共阴”连接.

5 软件编制

在程序设计中,主程序都采用 C 语言编制,而在低层硬件设备采用的是汇编语言的编制.
主机系统软件包括按键处理程序、数据采集子程序、主机系统中断程序 FIQ 和 IRQ5 等子模块.这些子模块主要负责按键处理、语音播报、发送命令给从机、同时进行采样显示.两个中断资源,FIQ 的 TimerA 中断用于播放语音数据,IRQ5 中断用于循环采集,每隔 2 秒循环采集一次.主机系统的主流程图如下图所示.



从机主要负责循环采集数据和命令判断, 在没有接收到主机的命令的时候, 一直做循环采集, 并存入 Buffer, 以便增强系统的响应速率. 从机系统的中断程序 IRQ7, 接收主机发送的命令字, 读取 UART 数据, 保存到主机命令变量 $g_uiUARTCommand$.

6 结束语

随着列车速度的提高, 对于接触悬挂的要求也越来越高. 为保证运营和正确评价受流质量, 测试内容也更加广泛. 该测量系统能够获得比较精确的测试结果, 对弓网系统受流理论的研究有着重要的意义.

参考文献:

- [1] 于万聚. 高速电气化铁路接触网[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2001.
- [2] 潘新民, 王燕芳. 微型计算机与传感器技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1998.
- [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, 1994.
- [4] 袁涛. 单片机 C 高级语言程序设计及其应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [5] 韩新通. 接触网受流性能地面测量装置研究[J]. 电气化铁道, 2003, 2.
- [6] Douglas A. Cassel. Microcomputer and Modern Control Engineering, 1995.

Design of Ground Testing System of Overhead Contact System

LIU Shi-bing

(School of Electrical and Electronic, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper analyses the principle, function, data collecting software of the ground testing system of the Overhead Contact System (OCS). Using double-CPU to control the collection and process of the performance of the current receiving's parametes very well, remedy the defects of the testing cars. It can accurately test the receiving current's performance of the Pantograph-OCS system of the high-speed railway.

Key words: pantograph-OCS system; current receiving performance; the collection and process of data