

基于CAN总线的车站信号微机联锁系统的实现

王军 燕永田 白海威

U28 B

摘要 针对目前铁路车站微机联锁系统存在的不足，提出将CAN总线应用于该系统中的原理与实施方法。为确保该系能够达到铁路上高可靠性、高安全性的要求，研究了这一新系统的硬件体系结构和软件的实现。并重点突出了CAN通信卡通信功能的技术实现。

关键词 CAN总线 微机联锁 CAN通信卡

Implementing of Signal Microcomputer Interlocking System Based on CAN at Railway Stations

Wang Jun Yan Yongtian Bai Haiwei

(Northern Jiaotong University, Beijing, 100044)

Abstract: This article mainly discusses how to use CAN field bus to solve the problem of current Railway Computer Interlocking System. Bring forward the model of hardware and the structure of software. To assure railways high reliability and high security. The hardware redundancy technique and software Fault Tolerance are also used in this system.

Keywords: CAN bus, microcomputer interlocking system, CAN interface card

1 引言

国内铁路采用的微机联锁车站信号控制系统是一种集散式的控制系统。随着列车时速的进一步提高和分布式控制系统的不断完善，这一系统中各信号采集和处理与通信主模块间采用共享存储区并行通信技术，造成系统结构复杂，连线多、可靠性不高，系统可扩展性和通用性不强。目前，数据量的采集依然采用一对一的方式。即：有一个数据量就有一根线与之对应，这样就造成布线繁、乱，而且通常是多条线束扎结，线与线之间的干扰在所难免。通信主模块与上位机间的通信采用RS-232串行通信，其通信速度低，通信距离短，抗干扰能力弱，因此制约了整个控制系统的效率。尤其是在铁路现场恶劣的气候环境中和电磁干扰及严重的振荡干扰下，通信能力急待提高。为了克服上述缺点和不足之处，我们研究提出基于CAN总线的分布式的微机联锁测控系统的实现方案。

本文以CAN总线为基础，研究并提出了将CAN总线引入铁路微机联锁系统中，实现现场设备智能化，完成现场设备之间及其与上位机之间的数字连接和智能控制的设计方案。

2 CAN总线的特点

CAN(Controller Area Network的简写)总线的主要特点是采用多主工作方式，通信方式灵活；采用非破坏性的总线仲裁方式，减少总线冲突时间，只需通过报文滤波即可实现点对点、一点对多点及全局广播等几种方式传播接收数据，无需专门“调度”；CAN的直接通信距离

王军 北方交通大学 硕士研究生 100044 北京市

燕永田 北方交通大学 副教授 100044 北京市

白海威 北方交通大学 硕士研究生 100044 北京市

最远可达10km；通信速率最高可达1Mbps；CAN的每帧信息都有CRC校验及其他检错措施，以保证数据通讯出错率极低；CAN节点在错误严重的情况下具有自动关闭输出的功能，以便总线上的其他节点的操作不受影响。以上这些特点能够很好地改进铁路现场信号控制系统的通信能力。减少现场布线，弱化电磁干扰，适应铁路高可靠性、高安全性的要求。

3 设计方案

3.1 系统的体系结构

本系统是由下位机、控制器、局域网和上位机组成的。下位机用来实现对铁路车站系统的三大件：信号机、道岔转辙机及轨道电路的数据采集并完成相应的控制任务。控制器和局域网完成通信功能。上位机负责整个系统的命令发布和对现场状态的测试和监控。

3.2 系统的硬件结构

在系统的硬件结构中，上位机一般使用IPC(工控机)，在其扩展槽中插有CAN通信适配卡，通过CAN卡连接若干个CAN网络节点。CAN卡通信数据的处理功能由微控制器完成，在现场应用中采用的是AT89C52微控制器，下位机是以单片机为主的智能终端。图1是硬件结构图。其中下位机以单片机为主，辅以FPGA(现场可编程逻辑门阵列)搭成的标准控制模块PLC(可编程逻辑控制器)。由于铁路上各地区的车站信号控制系统采用的制式大至相同，需要采集的数据量和需要控制的量大体相同。因而制成标准的控制模块具有深远的意义，这样就可以象搭积木一样应用多个模块将整个车站控制系统通过控制器局域网连接起来。

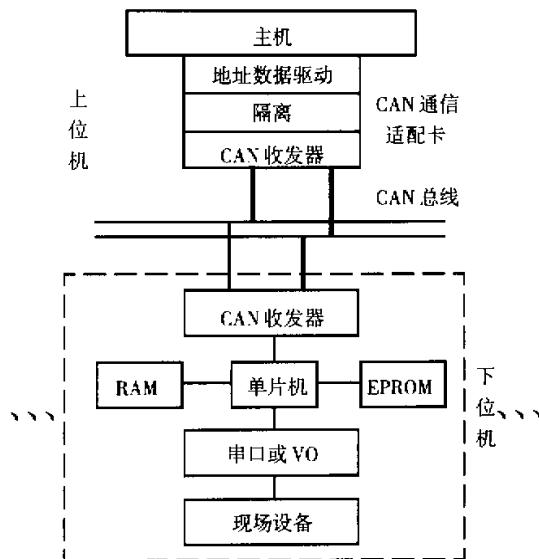


图1 硬件结构图

在上位机系统的设计中,完成通信适配卡的设计是技术关键。图2是这一部分的原理图。

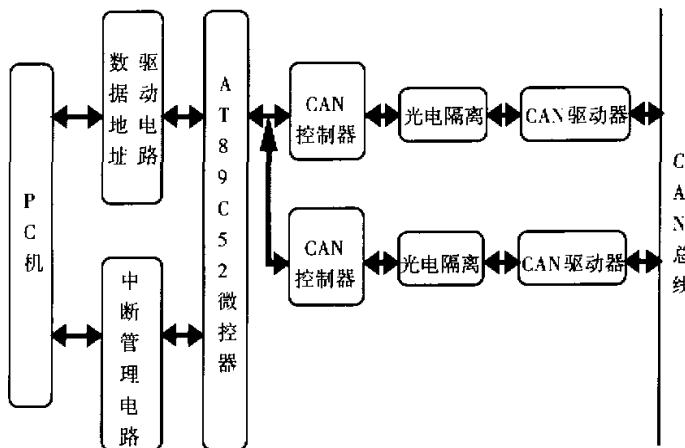


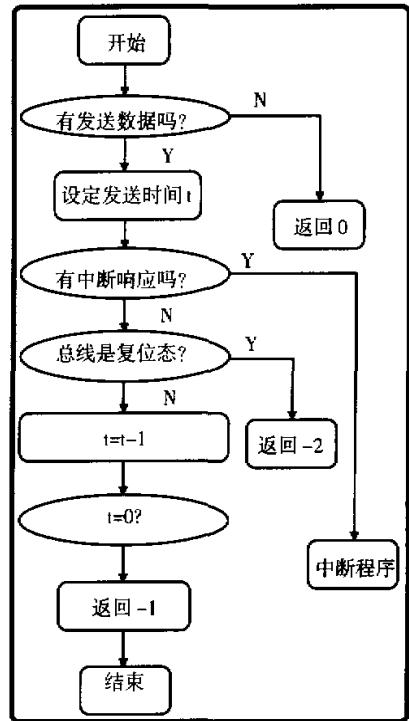
图2 CAN 总线通信适配卡的结构

从图中可以看出: CAN通信卡以AT89C52微处理器为核心,辅以CAN控制器SJA1000、地址/数据复用控制与驱动电路、光电隔离电路、CAN总线驱动器82C250、中断申请电路等一些辅助电路构成。其中光电从图中可以看出: CAN通信卡以AT89C52微处理器为核心,辅以CAN控制器SJA1000、地址/数据复用控制与驱动电路、光电隔离电路、CAN总线驱动器82C250、中断申请电路等一些辅助电路构成。其中光电隔离电路的加入是为了增加本机的安全性。整个CAN卡插在PC机的扩展槽中,方便灵活。该部分的工作过程是这样的: PC机向CAN卡

发出中断通知,CAN卡上的微处理器分析命令并完成数据的发送和接收处理。当CAN卡完成一次通信后,通过中断通知PC机,PC机从端口中取出数据做进一步处理。

3.3 软件设计

软件设计涉及许多程序功能模块。下位机数据的采集、接收和控制命令执行程序。在整个软件设计中最重要的是在通信功能的实现上,必须严格按照CAN总线的通信协议的规定进行编程。首先要对IPC与CAN通信卡之间的通信接口及SJA1000CAN控制器进行初始化。前者包括对双端口RAM访问权的获得及释放和对双端口存储区初始化配置,后者则通过对CAN控制器SJA1000内部存储器编程和配置,来管理SJA1000CAN控制器在CAN总线上通信。图3给出了CAN卡发送和接收数据的程序流程图。



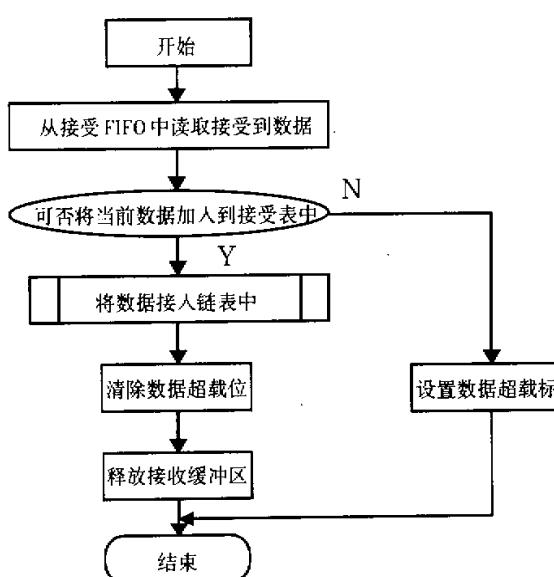


图4 CAN卡接收数据的流程

4 系统安全性与可靠性的分析

铁路车站信号微机联锁系统要求具有高可靠性、高安全性。该系统在设计过程中从软、硬件两方面突出了对这一问题的考虑。硬件方面的措施：(1)选择IPC(工控机)，因为IPC比普通PC机更稳定可靠；(2)在现场总线的选型上，选用CAN总线是因为该总线具有很强的抗电磁、振动干扰的能力，这在CAN总线最初应用的汽车监控系统中已经得到证实；(3)CAN总线在进行通信的报文中含有出错帧、超载帧，便于及时发现错误和不良运行状态，在数据帧中留有冗余位，提高传输中数据的冗余能力；CAN节点在发现出现严重错误时能够自行关断；(4)采用现场总线后，可以大大地减少布线，从而降低线间干扰。(5)在搭组CAN通信卡时采用的光电隔离电路同样是为了提高系统的可靠性和安全性；(6)在现场应用中，还采用了硬件的双机热备冗余技术等。除了硬件上的措施之外，本系统在设计中还提出了软件容错技术在保证系统可靠性与安全性上的作用。软件容错技术主要采用以下两个方面技术：(1)针对数据编码的容错，在数据故障中一个典型的例子是：一个涉及行车安全的逻辑变量的安全侧代码可能由于故障而畸变成危险侧代码，这是十分危险的。以用一个8位二进制数代表一个信息为例，说明采用容错技术的意义。在所有8位二进制表示的信息中只有两个被定义成有效代码。安全侧的输出设为10101010，而危险侧输出设为01010101，使后者与前者码距最大。假设安全侧输出错成其他任何一个误码的概率 $p(c)$ 相等。那么它错成其它代码的概率为：

$$\delta = \frac{1}{2^8} p(c) \quad (1)$$

从而可以得到危险比为：

$$\delta = \frac{p(c)}{\frac{1}{2^8} p(c)} = 2^8 - 1 \quad (2)$$

当 $n=8$ 时，则

$$\delta = \frac{1}{2^8 - 1} = 4 \times 10^{-3}$$

这个数量级与安全型继电器的误码概率相比是在同一个数量级。若令 $n=16$ 则可以比现在提高两个数量级。(2)针对程序的容错，为实现相同的某种功能，设计中有两套程序以热备的形式同时都完成这项功能，这两套程序分别由两组人背对背进行编写，以求两套程序具有最大的互异性。编程通常从确定数据结构开始，道岔节点上列车前行的方向最多只有2个，可选择二叉树的数据结构显然适合。同时，铁路道岔节点的结构亦可以用图结构进行描述。使两套程序从编程的一开始，就具有很大的互异性。在编程语言的选择上，本系统在设计中，考虑到铁路现场的实际，主要选用了汇编语言和C语言。这两种语言都具有直接、简洁的特点。而且在国内已经基本得到普及，编程人员容易获得。

5 结束语

在对现有铁路车站信号微机联锁系统分析的基础上，研究提出采用CAN总线的软硬件设计方案。为了保证系统的高可靠性、高安全性，从软、硬件两方面提出了具体的保证措施。尤其是在软件方面，应用控制系统容错技术，进一步提高系统的可靠与安全性。本设计对于增强铁路运输生产的可靠性、改善现场通信能力、增强抗干扰性能均有较大的优势。

6 参考文献

- 1 赵志熙, 燕永田, 贾公平等. 计算机联锁系统技术. 中国铁道出版社, 1999
- 2 邬宽明.CAN总线原理和应用系统设计. 航空航天大学出版社, 1996
- 3 阳宪惠. 现场总线技术及其应用. 清华大学出版社, 1996
- 4 燕永田. 工业控制计算机系统的设计与应用. 中国铁道出版社, 1999
- 5 燕永田, 单东, 沈杰等. 计算机联锁控制系统的理论与技术专辑. 北方交通大学学报, 1998, Vol.22(5), p69-122

(收稿日期:2000-11-20)