



计算机联锁系统采集单元设计

杨 城

(南京地铁运营有限责任公司 通号中心,江苏 南京 210012)

摘 要:计算机联锁系统作为铁路的重要设备,涉及到安全,需要高的可靠性和稳定性。为了延长计算机联锁系统的平均无故障时间(MTBF),设计一种采集单元,采用双机热备配置的 AVR 单片机作为处理核心,用于采集和检测采集板卡,采集组匣和联锁机计算机层采用配线更为方便的 CAN 总线连接,通信可靠,配线简单,所使用的 AVR 单片机减轻了联锁机计算机层 CPU 的负担,整个系统也更加稳定可靠,具有一定的推广意义。

关键词:联锁机;AVR 单片机;双机热备;CAN 总线

中图分类号: TP27

文献标识码: B

文章编号: 1671-931X(2014) 05-0052-05

52

武汉职业技术学院学报二〇一四年第十三卷第五期(总第七十三期)

计算机联锁系统作为铁路现场的联锁设备,以计算机技术为核心,采用通信技术、可靠性和容错技术,通过电子化设备取代了原有继电联锁设备,系统满足“故障—安全”原则,在设计上,计算机联锁系统往往采用冗余技术保证安全性和可靠性,主要由监控机、联锁机和执表机组成,具有较高的可靠性^[1]。

现有的联锁机通过计算机层控制采集层来采集现场设备的状态,采集层包含多块采集板,由联锁机的 CPU 板统一对采集板卡进行数据采集,这种采集方法耗费了大量的 CPU 资源,同时,CPU 板和众多采集板还需要 I/O 端口板来提供接口,接口电路也有可能成为联锁系统的故障点。为简化 CPU 外围电路,提高电路的可靠程度,设计一种基于单片机的采集单元,采用双机热备配置的单片机对采集板卡进行采集和检测,减轻联锁机 CPU 的负担,单片机所采集到的数据通过 CAN 总线发送给计算机层,以 CAN 总线的通信电缆简化原有的接口电路,方便施工和维护。

一、采集单元硬件设计

每个采集单元包括 1 块单片机处理板、16 块采集板和 2 块 CAN 总线板,单片机处理板和 CAN 总线板均采用冗余配置,单片机处理板主要用于控制本单元内的 16 块采集板卡,CAN 总线板配置两套独立的总线驱动器,采集板用于采集现场设备的状态,处理成开关量传输给单片机处理板,所有板卡使用通用的接口插在机笼内,方便固定。

(一)单片机处理板

单片机处理板由两条处理通道构成,每条通道包括单片机电路、译码器电路和接口电路,处理通道电路如图 1 所示。

核心处理器采用 ATmega64 单片机,由 12M 晶体和看门狗电路构成其时钟电路和复位电路。单片机处理板为双机热备方式,U5 为通信电平芯片 MAX232,提供了两路 RS232 通道,分别连接 ATmega64 的 UART0 和 UART1 口,为两片处理芯片

收稿日期:2014-06-09

基金项目:江苏省轨道交通控制工程技术研究开发中心开放基金项目(项目编号:KFJ201206003)。

作者简介:杨城(1991-),男,南京地铁运营有限责任公司通号中心信号维护员,研究方向:铁路通信信号。

提供两条互为冗余的通信接口。正常工作时,备机需要对主机的状态进行检测,使用一条通信通道从主机接收握手信号,如果一个周期内,备机没有收到规定数目的握手信号,系统则自动切换到另一条 RS232 通道通信,如果依然无法正常握手,备机则升为主机^{[2][3]}。

PA 口用于单片机采集数据,U8 是三态双向总线收发器 74LS245,作为接口芯片,其片选端 PIN19 为低电平选通该芯片,PIN1 接口低电平选择数据从 B 到 A 的传输方向,J5 则为数据采集接口。U3、U4 采用两片 74LS138 译码器组合成 4-16 线译码电路,所扩展出的 16 路信号用于采集板的选通,J2、J3 即为选通信号输出接口。PB0、PB1 和 PB2 和 74LS138

连接,单片机可以通过 I/O 口给采集板上被选通的采集通道发送方波信号,J6 即为动态驱动接口。J1 接口为单片机 2-4 线译码器接口,每一路输出都有光耦芯片隔离。J4 接 CAN 总线板,提供 8 位 CAN 总线数据接口和 5 根控制线。

(二)采集板

采集板用于采集铁路现场道岔、信号机、轨道电路的状态,外接采集回线,每块采集板由选通电路和 32 路采集通道组成,图 2 为采集通道电路图。每条采集通道由两片光耦芯片 U1 和 U2 构成,选型为 TLP521,U2 的光敏三极管和 U1 的发光二极管串联在一起,信息采集时,处理器用脉冲信号控制 U2 内部发光二极管亮灭,使其光敏三极管周期性通断,即

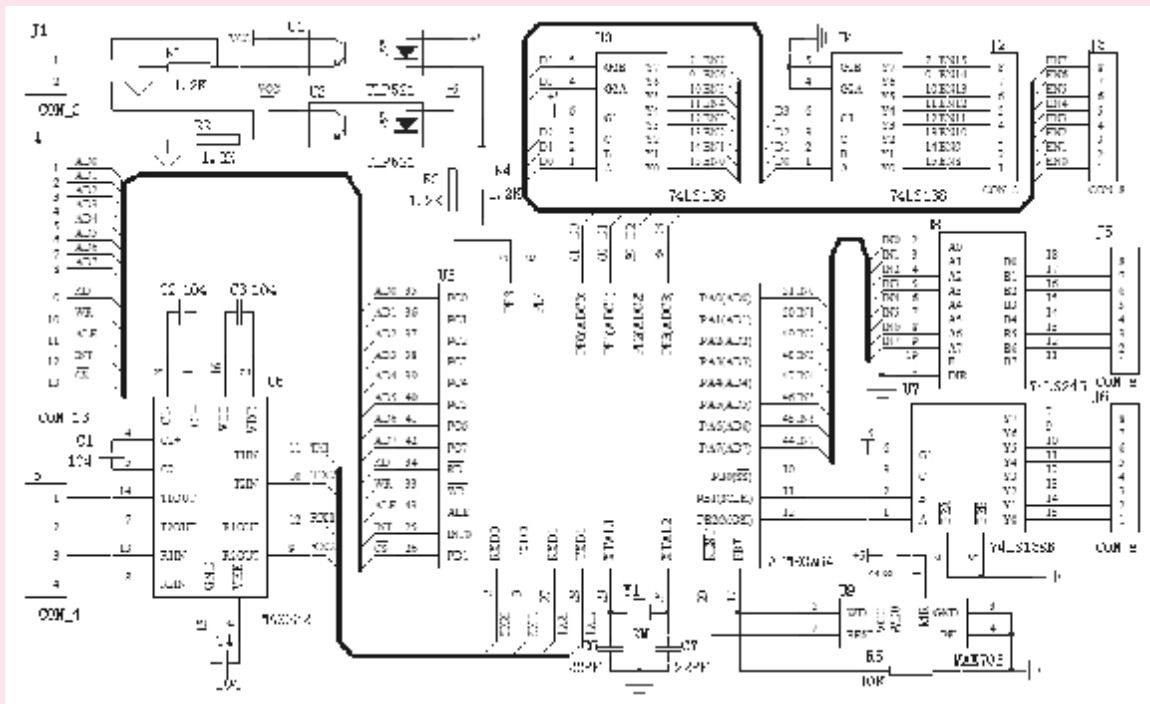


图 1 单片机处理通道

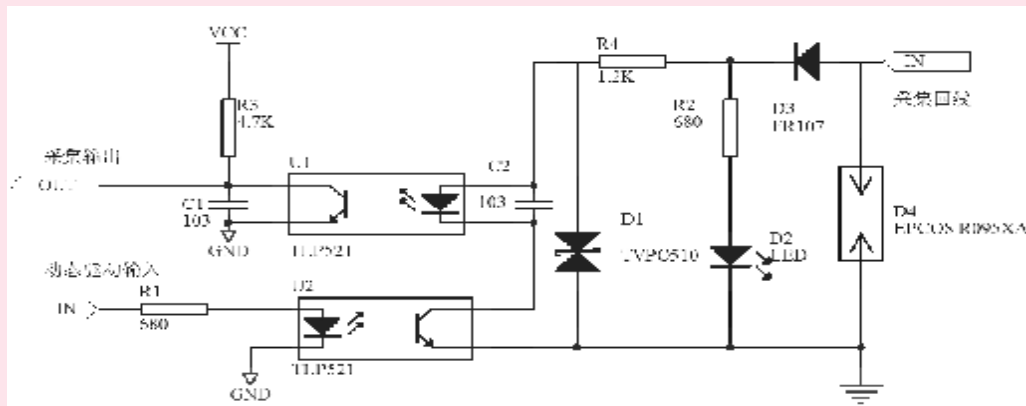


图 2 采集通道电路图

可在 U1 的 PIN2 上产生一个脉冲信号,如果经整流二极管 D3 输入进来的继电器接点采集信号为高电平,那么 U1 的 PIN4 向单片机的输出即为脉冲信号,其余输出固定的“0”或“1”信号均视为无效信息,

表 1 CAN 总线板工作状态表

CAN_a	CAN_b	工作状态
1	1	CAN_a 主用,CAN_b 备用
1	0	CAN_a 主用,CAN_b 报警
0	1	CAN_a 报警,CAN_b 主用
0	0	CAN 总线故障,系统停止工作

系统不认为继电器接点吸起。为了保护采集接口,特别在输入口上并联了 TVS 管和气体放电管。

图 3 为采集板选通电路图,其中 U2、U3、U4 和 U5 为 4 片 8 线驱动器芯片 74LS240,74LS240 的输入端提供的 J2、J3、J4 和 J5 接口用来连接光耦采集通道的输出端,输出端则并联在一起,组成数据总线,连接到 U1 驱动器 74LS244 的输入端上,U1 的输出端直接和单片机的数据采集接口相连,用于数据采集。为了满足采集通道动态采集的要求,U6(选型为 74LS240)可以输出 4 路单片机的动态驱动信号,供给 32 路采集通道使用。正常工作时,单片机处理板循环对所有的 16 块采集板选中,分时读取每块板

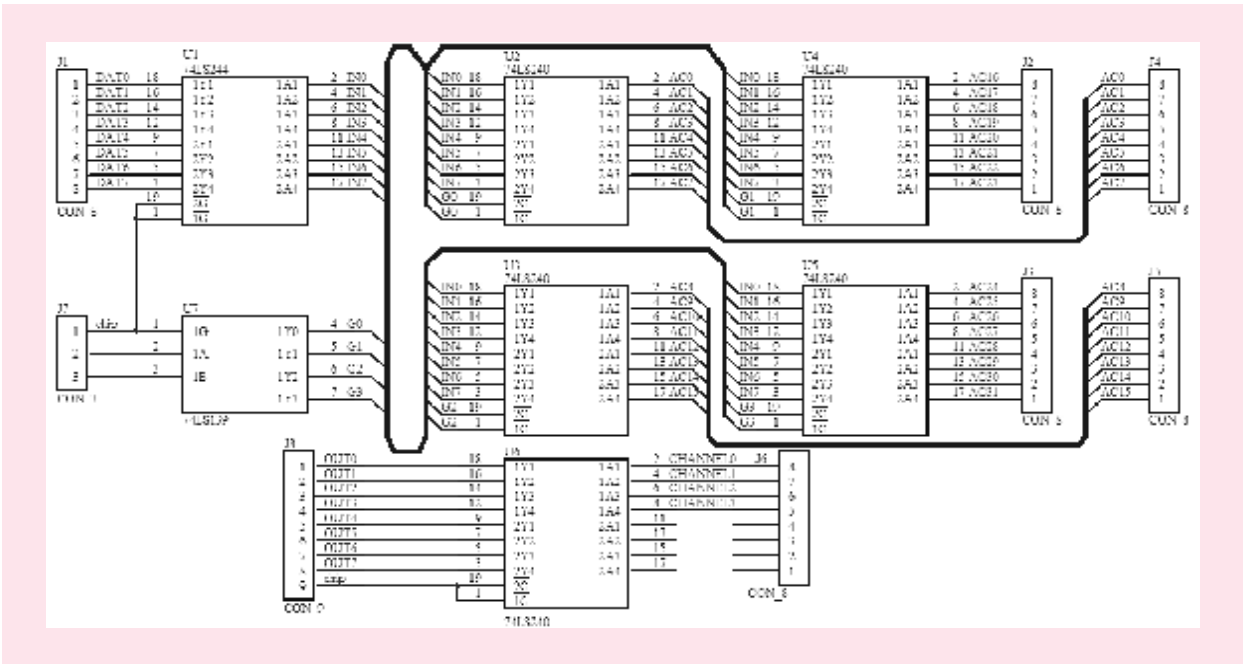


图 3 采集板总线电路图

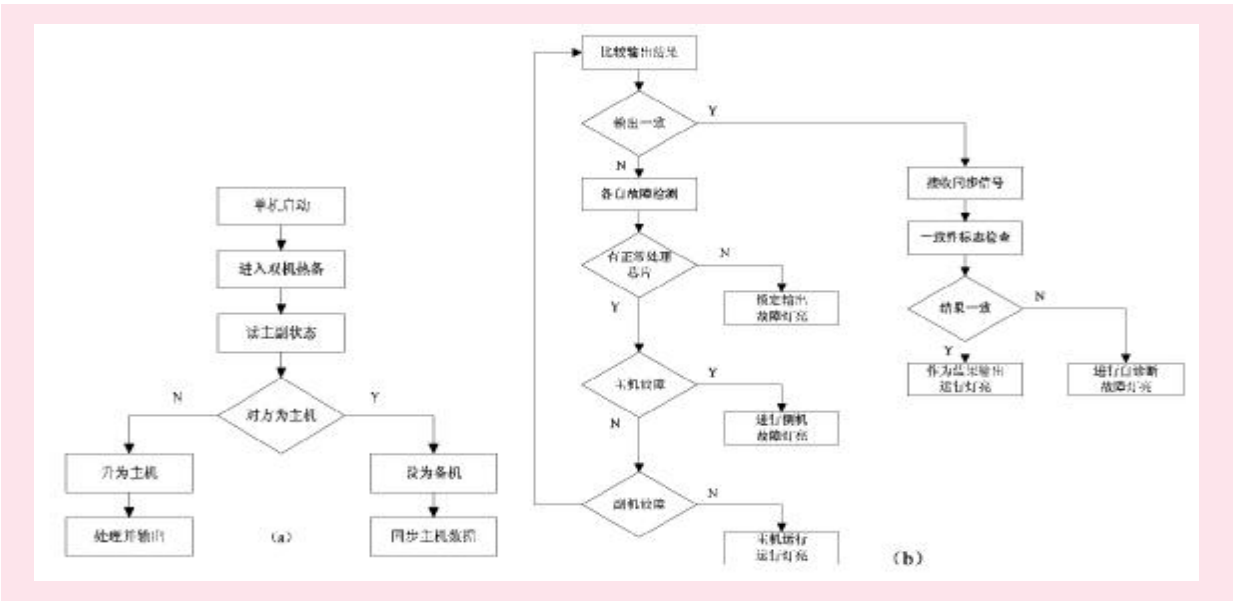


图 4 双机热备程序流程图

的采集信息,采集板由单片机输出的低电平选中,即选中 U1、U6 和 U7 芯片,U7 为二四线译码器 74LS139,被选中后,接收来自单片机的 2 位编码数据,输出 4 位高低电平,每次只选中 U2、U3、U4 和 U5 的任何一片,则一次可选中 8 个光耦采集通道,U6 相应位接收单片机的脉冲信号,向被选中的采集通道输出动态脉冲,采集信息则由单片机从 U1 的输出接口 J1 上读回。每读取 8 路采集通道数据,2-4 线译码器需要锁存当前输出 4 到 5 个单片机脉冲周期,以保证采集数据的完整性和可靠性^[4]。

(三) CAN 总线板

CAN 总线板用于采集单元和计算机联锁系统的通信,由单片机处理板控制 CAN 总线收发器,采集单元向联锁机发送采集信息和检测信息,并且接收联锁机各种命令信息。CAN 总线板采用 CAN 总线典型电路,包括总线控制器和总线驱动器,其中总线控制器选用 SJA1000,总线驱动器选型为 TJA1040。在配置上,CAN 总线板也采用了双通道冗余,提供两套独立的总线控制器和总线驱动器,以及两条相互独立的物理线路。

正常工作时,无论单片机处理板为哪一片单片机在工作,两条 CAN 通道里只有一路为主用,另外

一路则处于热备状态。系统在上电之初,CAN 总线板接受主控单片机的检测,在两路通信线路正常的情况下,由单片机自动选择一路 CAN 总线通道作为主用线路,称为 CAN_a,另外一条线路称为 CAB_b,CAN_a 和 CAB_b 总共有四种工作状态,如表 1 所示。

表 1 中,“1”和“0”分别代表 CAN 通道的正常和故障状态,只要有一路 CAN 总线正常,系统就可以正常工作,故障节点自动脱离,不受其影响。总线切换包括从主机切换到备机和备机切换到主机两种方式,当发生以下情况任何一种即可进行切换^[5]:

- (1) 软件检测到一路 CAN 总线通信线路故障,另一路完好;
- (2) 规定的通信周期内,处理器没有收到指定的应答报文;
- (3) 处理器所收到的报文格式错误,无法通过 CRC 校验。

二、软件设计

软件采用汇编语言设计,主要包括初始化程序、双机热备程序、CAN 通信程序、采集程序和报警指示程序。初始化程序主要对系统的硬件进行复位检测,

表 2 报文格式表

字节	含义	说明	字节	含义	说明
0		0x88	7	DATA2	数据类型
1	ID0	帧类型	8	DATA3	数据位 0
2	ID1	源地址	9	DATA4	数据位 1
3	ID2	目的号	10	DATA5	数据位 2
4	ID3	0x00	11	DATA6	数据位 3
5	DATA0	目的号	12	DATA7	数据位 4
6	DATA1	源地址			

并对单片机的向量表、堆栈、存储变量等进行初始化,采集程序主要功能包括动态驱动输出和数据采集,报警指示程序则用于指示该采集单元的状态和工作方式。

对本系统而言,双机热备程序和 CAN 通信程序是最重要的两个子程序,双机热备程序主要的功能包括上电主机协商和倒机切换,上电之初,单片处理芯片和相邻处理器相互通信,定义主机和备机,程序流程如图 4(a)所示。当软件系统还有检测故障的功能,一旦主机故障,系统就需要切换到备机,程序流程如图 4(b)所示。

对于 CAN 通信程序,主要在于对通信报文的定义,系统给每个采集单元赋予了独一无二的标识,系统统一采用 CAN 2.0B 扩展帧,由 13 个字节组成^[6],报文格式如表 2 所示。

报文的第 2 字节至第 5 字节用来定义报文的优先权,第 6 字节说明了目的地地址,第 7 个字节说明了数据的源地址,第 8 个字节说明了报文数据的类型,第 9 字节到第 13 字节为报文的数据段,主要包含当前选中的采集板编号以及采集板的选通信息、采集板上采集通道信息以及采集通道的检测信息、各种报警故障信息等。

三、结论

为降低计算机联锁系统联锁机采集部分的配线复杂程度,减少系统的故障率,设计了一种计算机联锁采集单元,采集单元使用双机热备的单片机作为处理核心,完成对组匣内采集板卡的数据采集、故障检测等功能,并且使用 CAN 总线实现与联锁机计算机层之间的数据传输,所使用的 CAN 总线简化了采

集电路和计算机层间的配线,可降低工作人员查找故障的难度,降低施工配线工作难度。所采用的嵌入式单片机完成了对组匣内采集板的数据采集和故障检测,减少联锁机 CPU 的负担和发热量,可提高其稳定性,进而提高联锁系统的稳定性。本设计特别适合 TYJL 型和 JD 型联锁机,具有一定的实用意义。

参考文献:

[1] 林瑜筠,高继祥,王琳.铁路信号基础[M].北京:中国铁道出版社,2011.
[2] 王秀娟.调度集中系统中双机热备机制实现[J].北京交通

大学学报,2009,33(2):26-29.
[3] 代钧.双机热备方案探讨[J].电脑编程技巧与维护,2011,(8):5-13.
[4] 王永信,喻喜平.车站信号自动控制[M].北京:中国铁道出版社,2007.
[5] 莫传孟. CAN 总线冗余通信在机车控制系统中的应用研究[D].成都:西南交通大学,2003.
[6] 仲伟波,丁修方. 基于 CAN 总线的船舶机舱延伸报警系统[J].江苏大学学报(自然科学版),2012,33(3):316-321.

[责任编辑:刘 骋]

The Unit Design of Computer Interlocking Acquisition System

YANG Cheng

(Nanjing Metro Operation Co., Ltd., Communication Center, Nanjing 210012, China)

Abstract:As an important railway equipment, computer interlocking system which involves the security, requires high reliability and stability. To extend the computer interlocking system mean time between failures (MTBF), it designs a kind of acquisition unit which adopts AVR single chip microcomputer of double machine hot standby configuration as the processing core which is used for acquisition and testing acquisition boards. The acquisition group box and computer interlocking machine layer are more convenient for the CAN bus connection, reliable communication, simple wiring. The use of AVR single chip microcomputer reduces the burden of CPU in the interlocking machine computer layer, the whole system are more stable and reliable, and has certain significance of popularization.

Key words: interlocking machine; AVR single chip microcomputer; double hot-standby; CAN bus