

文章编号: 1671-251X(2009)03-0069-04

# 150 t 矿用机车空压机协调运行 CAN 通信系统的设计与实现

郭冀岭<sup>1</sup>, 王远波<sup>1</sup>, 卢国涛<sup>1</sup>, 王 坚<sup>2</sup>

(1. 西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031; 2. 成都茂源科技有限公司, 四川 成都 610036)

**摘要:** 为了提高现有 150 t 矿用机车空气压缩系统的运行效率, 将机车辅机系统中的空压机动力部分的直流电动机改为交流电动机的同时, 还需控制 3 台空压机协调运行。文章阐述了 3 台空压机协调运行策略, 详细介绍了矿用机车空压机协调运行 CAN 通信系统的设计方案, 并给出了系统软、硬件设计。运行试验验证了该系统的可靠性和优越性。

**关键词:** 矿用机车; 空压机; 协调运行; CAN 通信; DSP

**中图分类号:** TD649; TP336      **文献标识码:** B

## 0 引言

150 t 韶峰矿用机车是由湘潭电动机公司生产的直流电力机车, 其受电弓得到电网上 1 500 V 直流电后供 6 台直流牵引电动机运行, 其辅机系统中的通风机、空气压缩机(以下简称空压机)动力部分也采用直流电动机。直流电动机不仅尺寸大、重量重、噪声大, 而且维修成本很高。随着电力电子技术的发展, 实现矿用机车辅机系统的交流化变得可行且必要。

原有机车辅机系统有 3 台空压机, 用于产生压缩空气, 均由 1 500 V 直流电动机提供动力, 当检测气缸的压强低于 600 MPa 时给出启动信号, 同时启动 3 台空压机; 当检测压强高于 900 MPa 时给出停止信号, 使 3 台空压机同时停转。这种同时启、停的运行方式对空压机本身的润滑、效率都会产生一定的影响, 从而一定程度上缩短空压机的运行寿命。

为了提高原有机车空压系统的运行效率, 不仅需要将空压机动力部分的直流电动机改为交流电动机, 同时还需要对 3 台空压机的运行方式进行调整。因此, 本文介绍一种 150t 矿用机车空压机协调运行 CAN 通信系统的设计方法。

## 1 3 台空压机协调运行策略

改造后的交流化辅机系统, 空压机选择了上海斯科络公司生产的车载专用型空气压缩机, 其动力部分为交流电动机, 通过胶带轮将动力传动至空压机, 另外, 该空压机自身配备了交流风扇用于通风散热, 其工作电压与动力交流电动机相同。

为了给空压机动力交流电动机提供 380 V 交流电, 在机车内专门配置了 DC 1 500 V/DC 600 V 电源, 再由 DC 600 V/AC 380 V 逆变器转变为三相交流电源, 每台空压机均配备 1 台逆变器。其中逆变器以 DSP 为控制核心, 并采用 SVPWM 控制方式产生 IGBT 驱动脉冲, 用于生成变频交流电源供 3 台空压机的交流电动机(以下简称 A 机、B 机、C 机)使用。

为了提高运行效率, A 机、B 机、C 机采用以下协调运行策略:

(1) 根据气缸气压检测值及运行时间, 空压机可自动启动或停止运行, 即当气压值低于 600 MPa 时, 启动第 1 台空压机投入运行, 若运行 2 min 后, 气压值仍未达到 750 MPa, 则启动第 2 台空压机投入运行, 若 2 台空压机共同运行 2 min 后, 气压值仍未达到 750 MPa, 则启动第 3 台空压机投入运行, 直到气压值达到或超过 900 MPa 时, 停止所有运行的空压机;

(2) 当需要 1 台空压机投入运行时, 选择当前未投入运行的空压机中工作时间最短者;

(3) 每台空压机均有故障检测、气缸气压值检

收稿日期: 2008-10-27

作者简介: 郭冀岭(1980-), 男, 讲师, 西南交通大学电气工程学院在读博士研究生, 研究方向为电力电子与电力传动。E-mail: jilingguo@163.com

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

测功能, 在无故障状态下才允许投入运行。

采用以上协调运行策略可以使得气压值很低时投入 3 台空压机, 而气压值相对高时仅投入 1 台或 2 台空压机, 同时考虑了空压机的工作时间, 提高了工作效率。但是实现协调运行必须建立在三者运行状态信息互相通信的基础上, 因此, 本文采用 CAN 总线通信方式。

## 2 矿用机车空压机协调运行 CAN 通信系统设计

### 2.1 CAN 通信特点

CAN( 控制器局域网) 为串行通信协议, 能有效支持具有很高安全等级的分布实时控制, 特别适用于矿用机车等噪声较大和要求苛刻的环境。其特点主要有:

- (1) 总线通信速率高, 最大可达 1 Mbps;
- (2) 采用多主工作方式, 总线利用率高;
- (3) 节点间采用非破坏性总线仲裁技术, 发生冲突时, 最高优先级的节点可不受影响地继续传输数据;
- (4) 可靠的错误处理和检错机制, 保证数据出错率低, 同时控制器内部有错误侦测和管理模块, 可根据错误的个数判断网络的受干扰程度, 当错误次数达到一定次数后该节点会自动退出网络, 不影响整个网络;
- (5) 采用短帧格式, 每帧字节数最多为 8 个, 占用总线时间较短, 从而保证通信的实时性;
- (6) 总线控制器价格低廉, 目前许多控制器芯片内部都已集成了 CAN2.0A/2.0B 标准协议。

### 2.2 CAN 通信的硬件实现

本系统中, A、B、C 三台交流电动机的逆变器采用 TMS320F2812 型 DSP 芯片(以下简称 DSP)作为控制核心。该芯片功能强大、处理速度快, 除有定时器、DI/DO、A/D 转换器等硬件资源外, 还有功能灵活的事件管理器(EV), EV 中的 PWM 功能可方便地输出逆变器主电路 IGBT 的驱动脉冲。除此之外, 该芯片还集成了 SCI、SPI、CAN 等通信接口单元。本系统利用 DSP 的增强型 CAN 控制器 eCAN 模块实现 3 台空压机之间的信息通信。

如图 1 所示, DSP 的 eCAN 模块收发的电平信号与 CAN 总线上的差模信号之间采用 Philips 公司的 TJA1050 作为 CAN 转换芯片, 该转换芯片采用现场总线专用隔离电源独立供电, 将 CAN 信号与 DSP 信号通过光耦进行隔离, 从而进一步保证数据传输的可靠性。



图 1 CAN 通信系统的硬件原理框图

### 2.3 CAN 通信方案比较

实现 3 台空压机的协调运行, 可采用以下 3 种方案:

方案 1: 在 CAN 网络上增加 1 块独立的 CAN 通信控制板, 使其具有协调组织权柄, 专门负责接收 3 台空压机的信息并根据运行情况分别向 3 台空压机发出启、停指令。

该方案原理简单, 但需要多增加 1 块控制板, 且必须保证所有设备尤其是 CAN 通信控制板始终在网络上, 否则空压机不会正常启停。

方案 2: 选择 3 台空压机 A、B、C 中的 1 台, 如 A 机的控制板作为 CAN 通信控制板, 使其具有协调组织权柄, 则 A 机控制板可根据检测到的气压值及 B 机、C 机的信息进行分析, 进而向 A 机、B 机、C 机分别发出启、停指令。

该方案较方案 1 节省了 1 块控制板, 但也需要保证设备均在线, 否则 B、C 两机可能会因收不到正确的指令而不能正常启、停。

方案 3: 3 台空压机信息共享, 即任意一台空压机都接收另两台空压机的信息, 协调组织权柄的交接根据 3 台空压机是否在线的情况变化而变化, 默认情况下获取协调组织权柄的优先权为 A > B > C。当 3 台空压机均在线时, 即为方案 2, 由 A 机检测气压值并接收 B、C 两机信息进而发出启、停指令; 当 1 台空压机离线(除自身外, 另外 2 台空压机的信息均接收不到视为离线)时, 离线者根据自身检测的气压值自行启、停, 剩余 2 台空压机中优先权高者具有协调组织权柄, 负责检测气压值并发出启、停指令; 当 3 台空压机均离线时, 则各自独立检测气压值并自行启、停。

该方案较方案 1 节省了 1 块控制板, 较方案 1、方案 2 来讲 CAN 节点数增多, 通信信息量变大, 且运行情况复杂, 但该方案的优点是可以保证空压机在发生离线故障时仍能正常启、停。

通过 3 种方案的比较, 本系统选择方案 3。

### 2.4 CAN 通信网络设计

改造后 150 t 矿用机车辅机系统 CAN 网络节点分布如图 2 所示。由于机车内辅机系统只有 3 台空压机需要通信, 为简单起见, 本系统只将 A、B、C

三台空压机设置为逻辑 CAN 节点。若以后机车内辅机系统有更多的空压机需要通信,可以通过追加

CAN 节点将其它辅机设备的信息传输至 CAN 网络实现。

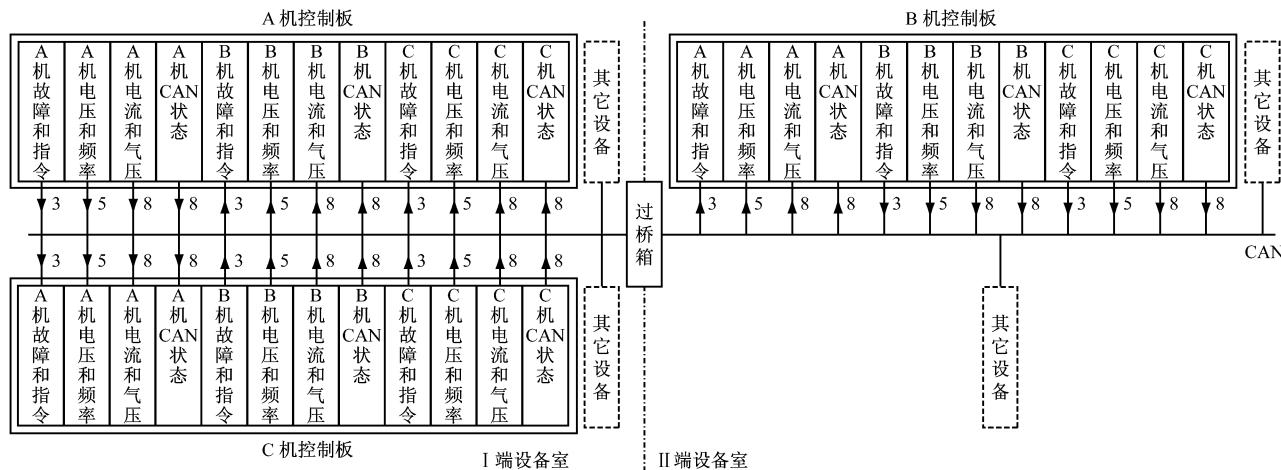


图 2 改造后 150 t 矿用机车辅机系统 CAN 网络节点分布图

CAN 通信逻辑节点的帧 ID 采用标准 11 位模式, A、B、C 每台空压机的 12 个帧 ID 均相同,但数据流向不同,如图 2 中箭头所示。在各机 CAN 状态中包含离线标志、权柄标志、工作标志、工作时间满标志、工作时间(2 B)、命令码、号码码,共 8 B,另外,每个数据帧所包含的数据均少于 8 B(图 2 中的数字即为发送或接收数据的字节数)。该模式在提高传输效率的同时也利于以后扩展更多的信息。

### 3 协调运行策略软件设计及基于 DSP 软件的实现

#### 3.1 协调运行策略软件设计

A、B、C 三台空压机协调运行策略的软件流程不尽相同。三者均在线时,A 机具有协调组织权柄,因此,其软件流程最为复杂(流程图略),B 机、C 机只需接收 A 机发出的启、停指令即可。3 台空压机协调运行策略总流程如图 3 所示。

从图 3 可看出:当气压值大于 900 MPa 时,发出的命令码为 0xFF、号码码为 0xFF,表示要求所有正在工作的空压机均停止;当气压值小于 600 MPa 时,根据各设备在线的状态采取不同的子流程,发出的命令码为 0xAA、号码码为 0x0A 或 0x0B 或 0x0C,表示要求对应号码的空压机启动。

#### 3.2 基于 DSP 软件的实现

在 DSP 的 eCAN 模块中有 32 个消息邮箱,即用于存放收发数据的 RAM,每个邮箱可以配置为发送邮箱或者接收邮箱,且均具有各自的标志符。对照图 2,每个邮箱的标志符即为帧 ID 号。以 A 机的 DSP 软件为例,CAN 通信软件实现主要有以下基本步骤:

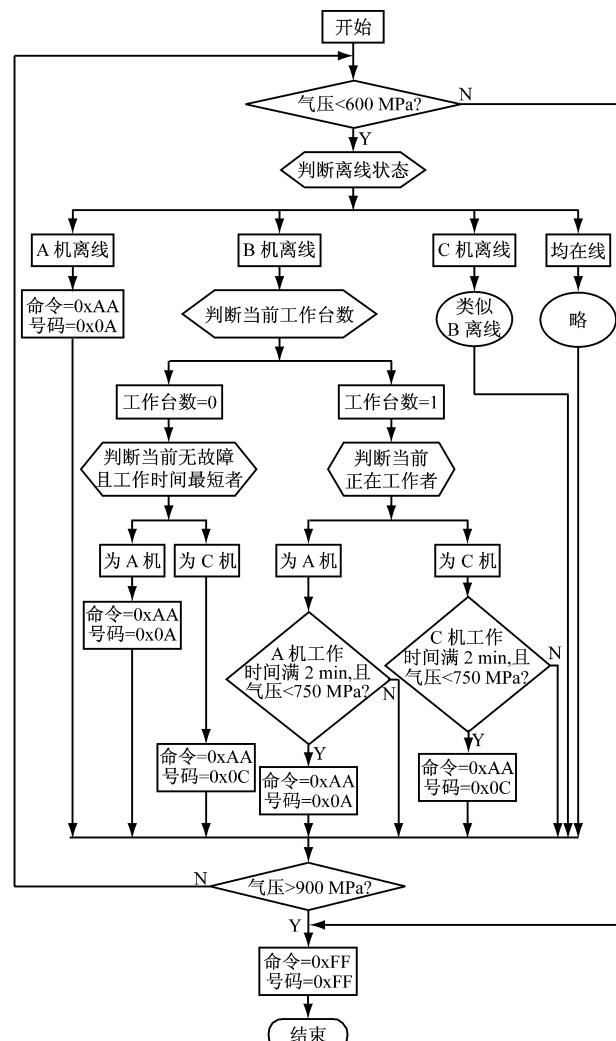


图 3 3 台空压机协调运行策略总流程图

(1) CAN 模块初始化: 包括使能 CAN 模块时钟、收发引脚、接收屏蔽(可选)、配置波特率等;

文章编号: 1671-251X(2009)03-0072-03

# 空气压缩机节能分析及其控制系统的应用设计

甘方成, 刘百芬, 吕福星

(华东交通大学电气学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:** 文章根据空气压缩机在生产过程中的工作原理, 从理论上进行空气压缩机能耗分析, 得出了空气压缩机具有节能空间的结论; 详细介绍了以变频器为驱动核心、采用压力变送器检测压力变化的空气压缩机恒压供气智能节能控制系统的硬件及软件设计。实际应用表明, 该系统可实现空气压缩机恒压供气, 且节能效果较明显。

**关键词:** 空气压缩机; 节能; 恒压供气; PID 控制

**中图分类号:** TD443.2/609; TP273      **文献标识码:**B

## 0 引言

目前, 能源紧缺、电力紧张在一定程度上制约了

收稿日期: 2008-11-10

作者简介: 甘方成(1968-), 男, 河南卫辉人, 硕士, 讲师, 2003年毕业于中南大学, 现主要从事电气自动化方面的教学与科研工作。E-mail: agfch@126.com

我国的经济发展, 如何降低能源消耗、节约能源是大家关注的一个课题。节能方式一般有2种: 一种就是通常所说的随手关灯的管理方式; 另一种就是不影响正常生产工艺要求和状态的技术节能方式。前者属于粗放型节能, 只要提高人员的节电意识就可实现; 而后者属于技术节能, 该节能方式可以节省伴随在生产过程中的不必要的能量, 其实现方法: 将设

(2) 配置发送邮箱并发送消息: 将0~3号邮箱配置为发送邮箱并设置相应发送数据长度, 置位发送请求寄存器标志后即可启动消息发送, 消息发送成功后, 置位发送响应标志, 清零后方可启动下一次发送;

(3) 配置接收邮箱并接收消息: 将对应标志符写入4~7号邮箱相应的寄存器中, 配置为接收邮箱并设置相应的接收数据长度, 当收到消息后, 接收邮箱未决寄存器中的相应标志会被置位而引发中断, 此时即可从邮箱RAM中读取消息。

### 3.3 CAN 通信试验

为了检验CAN网络的通信是否正常, 笔者采用广州周立功单片机发展有限公司生产的CAN收发器及检测软件对CAN网络进行数据收发测试。

如图4所示, CAN收发器所接收到的数据通过检测软件可以很直观地显示。对各空压机不同ID数据帧的长度及数据内容进行分析, 即可了解各空压机的工作状态及运行参数。

## 4 结语

该空压机协调运行CAN通信系统已经在150t韶峰矿用机车上得以应用, 试验证明CAN通信可



图4 CAN收发器测试结果界面

靠、空压机协调运行正常。需要指出的是, 当空压机数量过多或需要通信的辅机设备过多时, 若仍采用方案3, 软件设计会很复杂, 一般应倾向于选择方案1来实现。

### 参考文献:

- [1] 邹宽明. CAN总线原理与应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1996.
- [2] Texas Instruments Incorporated. TMS320C28x系列DSP的CPU与外设(下)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] 周广利. 矿用机车双机重联列车通信网络研究与设计[D]. 成都: 西南交通大学, 2007.