

基于 CAN 总线的空气压缩机的多机联控

洪春苗, 彭侠夫

(厦门大学自动化系, 福建 厦门 361005)

摘要: 分析传统空压机多机联控系统的不足之处和 CAN 总线的特点, 提出一种各空压机在没有总调度机的情况下, 通过动态分配算法, 实现多机联控的方法. 该方法使系统在部分空压机出故障时能做到“无缝连接”, 从而保障系统的正常运行. 在该空压机系统中, 通过 CAN 总线实现空压机的分散控制、多机联控, 使空压机系统运行在最佳工况, 实现各空压机的等疲劳运行.

关键词: CAN 总线; 多机联控; 空气压缩机

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Multi-computer control based on CAN bus for air compressors

HONG Chun-miao, PENG Xia-fu

(Department of Automation, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005, China)

Abstract The disadvantages of traditional multi-computer control system used on air compressor system and features of CAN bus are analyzed. Dynamic distribution algorithm used for realizing multi-computer control without the scheduling of the host computer is presented, which realizes switching among the computers without the disturbance to the whole system when some computers are disable. In the control system of air compressor, the CAN bus is used to realize multi-computer control. So the air compressor system would work in optimal state, and the air compressors work in equal fatigue state.

Keywords CAN bus; multi-computer control; air compressors

近几年, 变频式空压机以其高效节能的特性, 越来越受到市场的欢迎. 厂家倾向于生产变频式空压机, 用户也开始对工频运行的空压机进行变频改造. 但是, 仅实现空压机的变频改造还是远远不够的. 因为对用气量大的用户, 常常需要配备多台空压机, 同时将多台空压机的排气管进行并联组网, 以防止因某台空压机出故障而对生产造成影响. 这些空压机如果是独立的, 对压力的变化会做出同样的反应, 在用气量相对小的时候, 容易造成空压机频繁的起停, 不仅影响空压机的使用寿命, 还浪费电能. 所以需要在硬件上通过总线把这几台空压机连接起来, 让它们能互相通信, 在了解相互之间工作状态的基础上, 利用本机所存的算法, 实现各个空压机的协调工作. 在系统没有满负荷的情况下, 让各个空压机得到轮休的机会, 从而达到等疲劳运行的目的.

1 传统多机联控系统的缺点

传统技术采用上位机调度, 这种方式的缺陷在于: 一旦调度机出现故障, 将会影响整个系统的运行, 甚至造成系统的崩溃, 系统的可靠性和稳定性都比较差. 为了解决上位机调度方式存在的问题, 提高系统运行的稳定性, 一种新的调度方式应运而生, 即由总线上的空压机通过竞争取得系统控制权进行调度的方式. 这种方式在主控机出现故障的情况下, 通过重新竞争控制权, 可以获得新的主控机, 实现运行的延续, 而不至于导致系统的崩溃. 这种方式虽然在一定程度上解决了上位调度机可能出现的问题, 但也存在一些不足: 总线上的空压机在丢失主控机后再去获得新的主控机需要一段时间, 在该时间段内系统是失控的, 因此不能做到真正的“无缝连接”. 鉴于此, 本研究采用动态分配算法, 让各个节点拥有自主判断的

能力,使系统在有节点故障时,能做到“无缝连接”,从而提高系统的整体稳定性和可靠性.

2 CAN 总线

控制器局部网 (CAN - Controller Area Network)是 BOSCH 公司为现代汽车应用推出的一种多主机局部网.由于 CAN 总线具有通讯速率高、可靠性高、连接方便和性能价格比高等诸多特点,推动了其应用开发的迅速发展. CAN 总线主要具有如下特征:

- 1)多主方式工作.网络上任一节点均可在任意时间主动向网络上其他节点发送信息,而不分主从;
- 2)总线上的节点分成不同的优先级,可满足不同的实时要求;
- 3)采用非破坏总线仲裁技术.当多个节点同时向总线发送消息出现冲突时,优先级低的节点会主动退出发送,而优先级较高的节点则不受影响,继续传输数据,从而节省了总线冲突仲裁时间;
- 4)只通过报文的标识符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送接收数据;
- 5)直接通信距离最远可达 10 km (速率 5 kb/s 以下),通信速率最高可达 1 Mb/s (通信距离最长为 40 m);
- 6)采用短帧结构,传输时间短,受干扰概率低,数据出错率极低;
- 7)节点在错误严重的情况下,具有自动关闭输出功能,以使总线上其他节点的操作不受影响.

3 系统框架

空压机多机联控系统如图 1 所示.图 1 中,各个变频空压机通过 CAN 总线组成一个空压机系统.压力节点通过 CAN 总线定时向各个变频空压机定时传送储气罐的压力.任何一个变频空压机都定时向其他的变频空压机传送本机现在的状态、工作频率等信息,每个变频空压机都在数据空间中开辟空间来存储各个变频空压机的相关信息,如状态、连续工作时间等.所以,每个变频空压机都可以根据气罐压力与本机所存的各个变频器的工作状态,通过动态分配算法,决定本机接下来的工作状态.

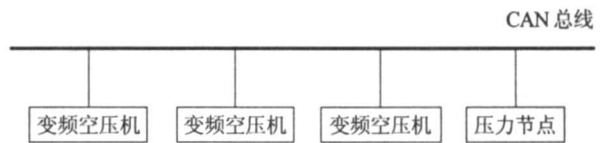


图 1 空压机多机联控系统

Fig 1 Multi-computer control system for air compressors

变频空压机为智能节点,具有独立完成现场控制的功能.变频空压机是通过改变压缩机的转速来调节排气量,空压机的变频器根据气罐压力和设定的压力值调节电机的转速,使气罐压力稳定在设定值.

用 CAN 总线连接各设备,结构简单,设备的添加和删除比较方便,成本与修改费用低.在该系统中,各个变频空压机都是处于平等地位,没有主从之分,完全是平等的并行关系.系统的节点具有相对的独立性,某个设备发生故障不会对整个系统造成严重威胁,系统仍可降级使用,继续工作.

各节点之间传送各自的信息主要通过一点对多点的方式,而非点对点的方式.这样不仅减少了数据传送的开销,而且使各自的信息能在整个空压机系统里得到充分的共享.通过动态分配算法分配任务,在使管网压力稳定的同时,也使得投入运行的空压机台数尽可能少,总体运行效率高,达到各台空压机等疲劳运行的目的.

各节点之间传送各自的信息主要通过一点对多点的方式,而非点对点的方式.这样不仅减少了数据传送的开销,而且使各自的信息能在整个空压机系统里得到充分的共享.通过动态分配算法分配任务,在使管网压力稳定的同时,也使得投入运行的空压机台数尽可能少,总体运行效率高,达到各台空压机等疲劳运行的目的.

4 动态分配算法

动态分配算法通过交换系统的状态信息决定系统负载的分配,具有超过静态算法的执行潜力.它能够适应系统负载变化情况,比静态算法更灵活、有效.由于它必须收集、储存并分析状态信息,因此动态算法会产生比静态算法更多的系统开销.

该算法通过压力和各个变频空压机的工作状况来决定本机的启动和停止.每台变频空压机上都存有 3 个队列:工作队列、空闲队列、故障队列.工作队列存储正在工作的变频空压机;空闲队列存储没有运行的变频空压机;故障队列存储故障的变频空压机.工作队列与空闲队列都是先进先出的队列.故障队列则可随时添加和删除.工作队列和空闲队列是动态分配算法的基础.

在系统上电后, 首先对各个变频空压机进行初始化, 除了设置变频空压机独立运行所需的寄存器外, 还必须设置其联机相关的参数. 在空压机接入 CAN 总线前, 要手工给空压机设置一个不与同一总线上的空压机重复的编号. 这个编号主要用在总线仲裁中. 如果同一总线上有两台空压机的编号是一样的, 信息的传送会冲突, 系统不能正常工作.

4.1 系统初始化

流程如图 2 所示. 系统上电, 各自完成初始化后, 各个变频空压机向总线发送本机的相关信息. 在接收到一台空压机的信息后, 就在存储区中开辟空间来存储该机的相关信息, 并把该机放入空闲队列. 在初始化过程中, 如果发现有两台空压机的编号是相同的, 就马上报错, 禁止启动. 如果初始总线上没有编号相同的空压机, 就清空工作队列, 系统开始工作.

4.2 动态分配算法

流程图如图 3 所示. 变频空压机定时调用动态分配算法, 以判定现在是该运行还是停止. 具体的方法如下: 当工作的空压机都在满负载运行, 且压力处于下降时, 从空闲队列里取出一台空压机运行; 当处于工作队列头的空压机频率小于联机休息频率, 且工作队列中不止有一台空压机在工作, 则停止该空压机的运行, 并放入空闲队列; 当空压机的连续运行时间超过上限值, 且空闲队列有空压机等待运行, 则从空闲队列里取出一台空压机来代替超限运行的空压机.

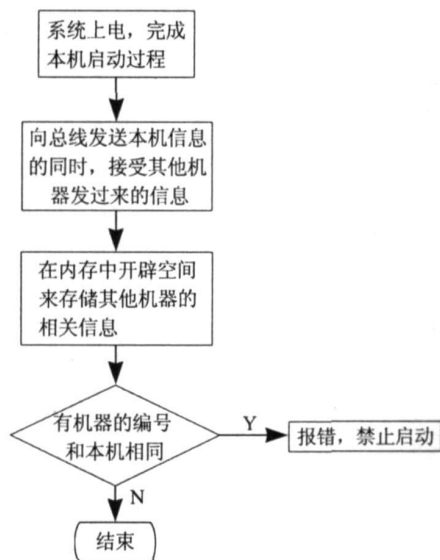


图 2 系统初始化流程图

Fig 2 Flow chart of system initialization

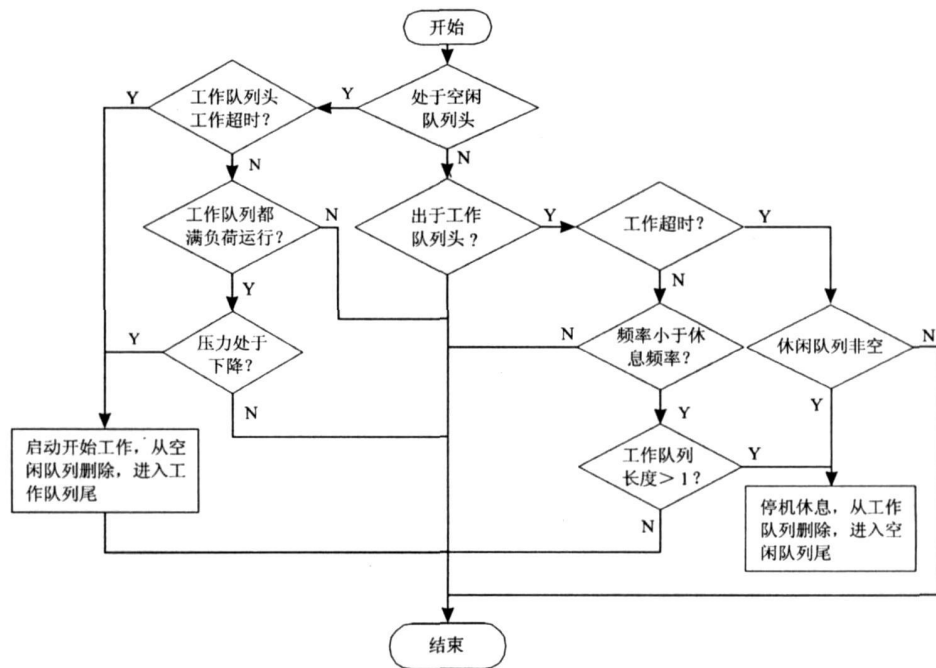


图 3 动态分配算法

Fig 3 Flow chart of dynamic distribution algorithm

4.3 节点故障的判断和处理

流程如图 4 所示. 每个变频空压机, 都定义对应于其他节点的超时寄存器. 当收到某个节点的数据

时, 就将相应的超时寄存器清零. 定时检查这些超时寄存器, 当发现超时寄存器超过上限值, 接下来判断是哪个节点故障. 如果所有的节点都超时, 则是本节点故障, 将其从工作队列或休闲队列中删除, 放入故障队列, 并报警; 否则把超时的节点从工作队列或休闲队列中删除, 放入故障队列, 并报警.

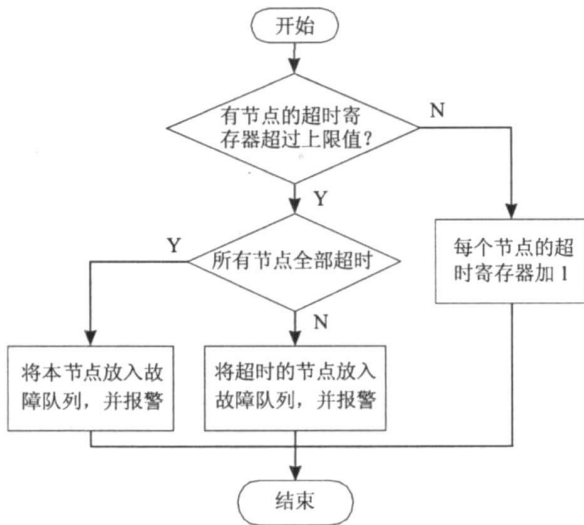


图 4 节点故障的判断

Fig 4 Flow chart of node fault judgment

5 结语

基于 CAN 总线技术, 采用上述的动态分配算法, 比传统的方法更具优势. 利用一点对多点来传输, 充分利用 CAN 总线的特点, 减少了数据传输的开销. 通过软件的冗余设计, 提高空压机系统的可靠性. CAN 总线协议自身采用的短帧结构, 以及在数据链路层中所采用的 CRC 检验, 使得 CAN 总线本身的抗干扰能力非常强. 这就从硬件和软件两方面为系统工作的可靠性提供了强有力的保障. 上述方法只是在软件上做了改进, 如果硬件上总线出现故障, 会造成整个系统瘫痪. 在可靠性要求高的领域, 可以采用硬件冗余措施进行补救, 例如: 双总线结构, 但这要求总线及设备的总线接口都必须是双份, 使系统成本大大增加.

参考文献:

[1] 饶运涛, 邹继军, 郑勇芸, 等. 现场总线 CAN 原理与应用技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003
 [2] 侯朝桢. 分布式计算机控制系统 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1997.
 [3] 孙立辉, 原亮. 基于 CAN 总线的多机冗余系统的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2002, 10(12): 824-826

(责任编辑: 王阿军)