

空气压缩机智能控制系统的开发应用

于 跃 周纯杰 华中科技大学智能控制研究所 (430074)

Abstract

In terms of feature and requirement of intellectual control system in air compressor trade,it's discussed the realization method of intellectual control system on base of 89C52 MCU and the system design method of hardware and software.And it's provided a new high-precision method of measuring temperature and voltage.

Keywords:89C52MCU,air compressor,intellectual control,data collection,disturbance

摘 要

本文根据空气压缩机行业对控制系统的要求和特点,提出了一种基于 89C52 单片机的智能控制系统的实现方法,给出了系统软硬件的设计方法;并新引入一种高精度温度和电压测量方法。

关键词:89C52 单片机,空气压缩机,智能控制,数据采集,干扰

0 引言

目前国内与空气压缩机配套的控制系統主要采用机械和人工相结合的方式,它功能少、可靠性差、控制精度不高,影响了压缩机的质量和稳定性;尤其在现场事故发生时无法自动采取紧急措施,而且在工作温度和电压的数据采集精度上,无法达到与国外同等水平,影响了机器的使用寿命。本文设计的压缩机智能控制系统以 AT89C52 单片机为核心的,可以方便地检测电网电压过压、欠压、缺相、相序错误,主机、风机温度过高,空气滤清器、油过滤器、油细分离器阻塞、空车过久停车等故障,并根据故障的类型,智能地采取相应的处理措施。而压缩机的启停操作、工作方式的选择以及工作报警电压上下限的设定是在控制面板上通过选择按键进行操作的。主机工作温度和工作时间的显示是通过 LED 显示,简单直观,方便操作。压缩机智能控制系统的工作流程图如 1 所示。该控制系统具有智能化高、性价比高、工作可靠、精度高等特点,为空气压缩机的进一步推广具有积极的推动作用,目前已在广州某压缩机有限公司批量生产。

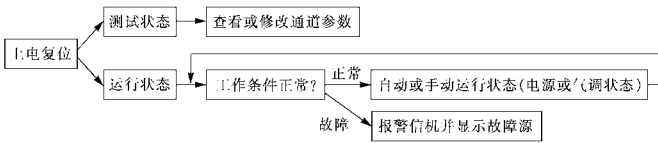


图 1 系统工作流程图

1 系统硬件设计

根据系统的控制要求,采用 AT89C52 单片机的空气压缩机智能控制系统硬件结构如图 2 所示。

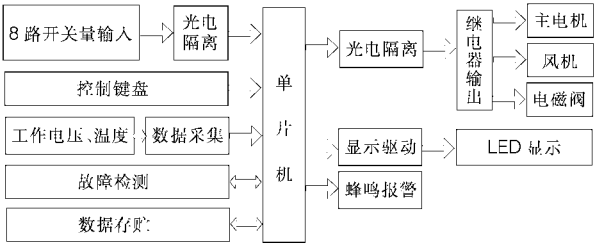


图 2 系统硬件构成框图

1.1 控制键盘电路和显示驱动电路

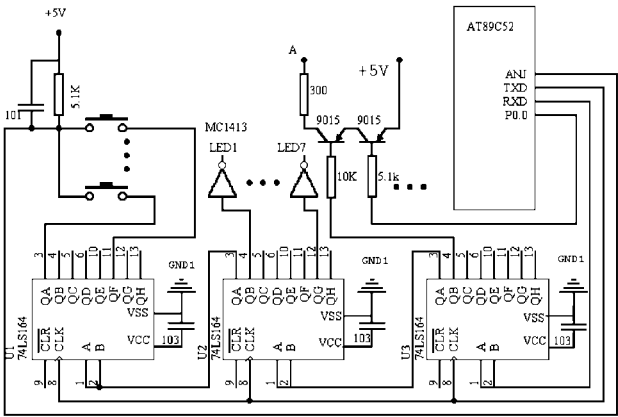


图 3 键盘和显示驱动电路

本系统采用 AT89C52 单片机串口模式 0 的同步移位寄存器功能,波特率为 $f_{osc}/12$ (f_{osc} 为振荡频率),数据由 RXD 端输出,同步移位时钟由 TXD 端输出。LED 显示和控制键盘电路采用动态显示方式,轮流点亮各位显示器和轮流回收按键,由于人的视觉惯性,看来是各位都有相应的显示。如图 3 所示,U1、U2、U3 这 3 个 74LS164 是串联连接,所以通过 RXD

口依次送入键盘扫描码、位选显示码、段选显示码;再通过 P0.2 口来判断是否有相应按键扫描码的按键按下,程序即作相应处理;通过位选显示码控制哪个数码管被点亮(例如,如果 U2 的输出 QB 为 0,那么 LED1 被点亮);通过段选显示码控制被点亮的数码管哪个段亮(例如,如果 U3 的输出 QB 为 1,那么字段 A 被点亮),而且通过设置 P0.0 的状态,防止数码管暗闪。

1.2 数据采集电路

本设计电路负责采集压缩机工作时的电压和主机温度值。AT89C52 单片机本身无 A/D 采样功能,因此系统利用定时中断、外部中断以及一些外部器件相互配合构成了一个高精度 A/D 采样电路。LM336 提供高精度电压作为参考电压源,具有温漂小、动态内阻小、输出噪声小等特点。4052 是用数字信号控制的双向模拟开关。如图 4 所示,380V 的电压从 UX 端口输入,经过电压采样电路后,进入 4052 的 X2 端口,同样,温度经过采样电路后输入到 4052 中的 X1 端口(由于篇幅所限,温度采样电路省略);AT89C52 通过 P0.4、P0.5 分别给 4052 的 A、B 两个端口赋值,来控制选通 X0、X1、X2 中某一通道;例如先选通 X1 这一路,由于积分电路的作用,比较电路前 A 点的电压值不断反向充电,逐渐反向升高,此时比较电路的输出为高电平,不能引起 AT89C52 的外部中断;当 AT89C52 的定时器 1 定时动作时,基准源通道 X0 选通,由于基准源电路提供 -2.5V 基准电压,低于比较电路前 a 点的电压值,那么电路又开始反向放电,直到 A 点的电压值大于 0,此时比较电路的输出为低电平,引起 AT89C52 的外部中断,记下此放电时间。按照这个方法,在设定参数时可以分别得到温度为 -50℃(零量程)、150℃(满量程)的放电时间 $t_{零}$ 和 $t_{满}$ 、电压为 260V(零量程)、433V(满量程)的放电时间 $t'_{零}$ 和 $t'_{满}$,由于整个电路可以近似看作一个线性系统,所以(1)式中, $T_{测}$ 和 $t_{测}$ 分别代表实测温度和实测温度的放电时间;(2)式中, $U_{测}$ 和 $t'_{测}$ 分别代表实测电压和实测电压的放电时间。这样 X1、X2 两个通道依次分别和 X0 通道完成充放电过程,得到四路数据的采集。

$$T_{测} = (t_{测} - t_{零}) \frac{150 - (-50)}{t_{满} - t_{零}} \quad (1)$$

$$U_{测} = (t'_{测} - t'_{零}) \frac{433 - 260}{t'_{满} - t'_{零}} \quad (2)$$

注意,与多路选择开关 4052 的 X1、X2 引脚相接的温度、电压采样电路线性度的好坏,直接影响此种数据采集方法的精度。此方法范围大,精度高,温度范围从 -50℃~150℃,误差为 $\pm 1^\circ\text{C}$;电压范围从 260V~433V,误差为 $\pm 1\text{V}$,完全符合压缩机行业的严格要求。

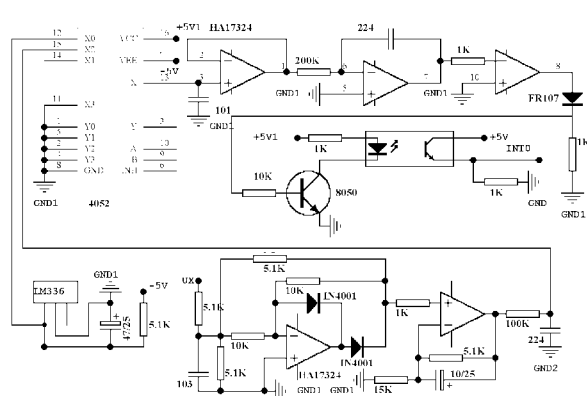


图 4 数据采集电路

2 系统软件设计

本系统软件采用模块化结构,包括功能运行模块、键盘扫描处理模块、译码驱动显示模块、A/D 转换模块、定时器服务模块、故障检测报警模块、掉电保护模块、开关量输入/输出模块等,其主程序框图如图 5 所示。

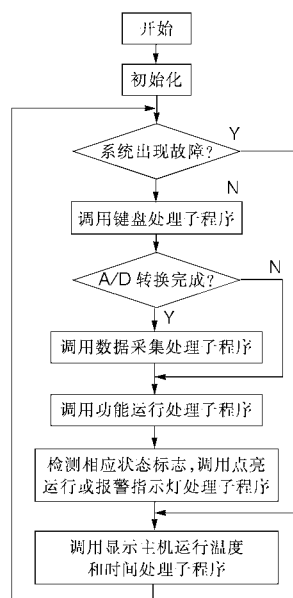


图 5 主程序框图

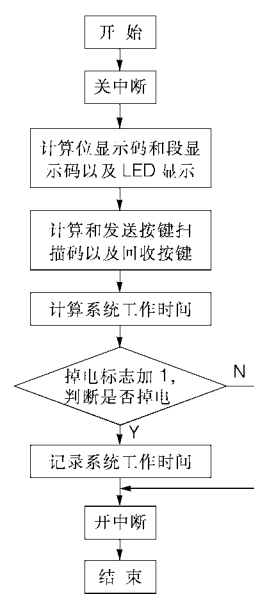


图 6 定时中断 0 程序框图

系统用了 2 个定时中断和 2 个外部中断。如图 9 所示,系统正常供电时,外部中断 1 端口的输入信号为周期 20ms,占空比 50%的方波信号,那么根据下降沿触发方式,外部中断 1 每 20ms 作用一次,清零掉电标志;如果系统突然掉电,那么外部中断 1 端口无输入信号,不能清零标志,而芯片依靠引脚的蓄能电容,短时间内正常工作,那么定时中断 0(如图 6 所示)中的掉电标志不断加 1,直到越限,此时,系统就可认定是掉电了,并进行掉电应急处理。根据主程序中开关量状态、运行逻辑关系以及标志位状态,定时中断 0 定时计算 LED 应该显示的位选显示码、段选显示码和按键扫描码,并将这些码送入缓冲区,再回收按键以及记录工作时间等。外部中断 0 和定时中断 1 主要负责完成数据采集功能,当系统数据采集时,4051 选通某一

通道持续充电,直到饱和之前定时中断 1 定时选通 4051 的 0 通道,开始放电,其程序框图如图 7、8 所示;而在持续放电时,如果图 4 中的 a 点电压值大于 0,那么外部中断 0 作用,记录此时放电时间,进行数据优化处理,并选通下一需要采样的通道,其程序框图如图 7 所示。系统初始化程序所做的主要工作是:定义数据寄存器,设置定时器 T0、T1、INT0 的控制字和工作方式,设置各种工作标志的初始状态,开中断,启动定时器等。限于篇幅,各模块子程序在此不作介绍。

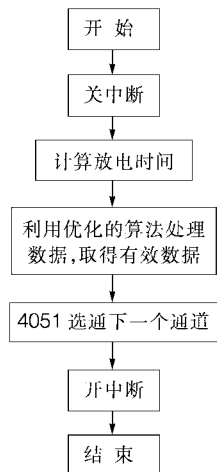


图 7 外部中断 0 程序框图

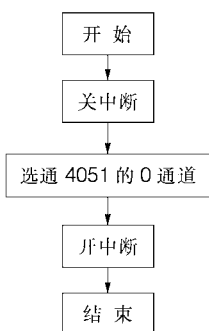


图 8 定时中断 1 程序框图

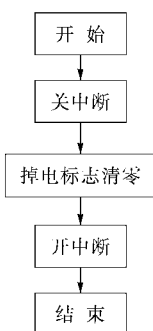


图 9 外部中断 1 程序框图

3 系统抗干扰措施

因为空气压缩机现场大功率感性负载较多,会出现电源污染(过压、欠压、尖峰电压等)、噪音干扰、电磁干扰等,尤其是大量使用变频器,对单片机系统造成影响。我们从硬件、软件两方面采取了一些特殊措施。

硬件方面:①系统采用分立式供电。整个系统不是统一变压、滤波、稳压后供各单元电路使用,而是变压后直接送给各单元电路的整流、滤波、稳压。这样可以有效地消除各单元电路间的电源线、地线间的耦合干扰,又提高了供电质量,增大了散热面积。②应用看门

狗电路,如图 10 所示,具有看门狗功能及电源电压监控功能。IMP810M 的复位信号为高电平,复位门限电压为 4.38V,短暂的幅度为 100mV 的瞬变以及持续时间为 20ms 的瞬变,都不会导致一个错误的复位。

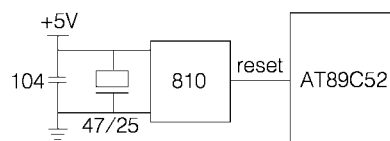


图 10 看门狗电路

软件方面:①程序中设置了软件“看门狗”,用来监控主程序和定时器是否正常工作。基本思路是:在主程序中对 T0 中断服务程序进行监视;在 T1 中断服务程序中对主程序进行监视;T0 中断监视 T1 中断。从概率观点,这种相互依存、相互制约的抗干扰措施将使系统运行的可靠性大大提高。②编写必要的异常处理程序、自诊断程序。我们在内 RAM 中设定上电标志,来区分系统是上电复位(冷启动)还是故障复位(热启动)。如果系统是故障复位,那么生产工艺过程应该从故障点重新运行,从而执行异常处理程序,恢复故障前的运行状态。③关于 RAM 中数据冗余保护与纠错,程序采用三重冗余编码纠错方案。工程实践表明,干扰仅使 RAM 中个别数据丢失,并不会冲毁整个 RAM 区。通过三份数据的对比校验,至少有两份数据相同,才能进行数据内容自救。

参考文献

- 1 余永权.ATMEL89 系列 Flash 单片机原理及应用.电子工业出版社,1998
- 2 何立民.单片机应用技术选编.北京航空航天大学出版社,1993
- 3 马忠梅,等.单片机的 C 语言应用程序设计.北京航空航天大学出版社,1999

[收稿日期:2002.8.7]

(上接第 31 页)

配有 DH+ 模块、ControlNet 模块、Ethernet 模块等。

第四步:由于网关处与交换机处距离较远(1Km 左右),另考虑数据交换的实时性和抗干扰性,决定在这二者间采用光纤通信,并采用冗余互备。

第五步:汽水取样及加药系统的重新设计。分别设两个远程 I/O 站,负责 #1、#2 机与 #3、#4 机的数据采集,在各站安装 ControlNet 通信模块,挂接于 ControlNet 网上,用网关内的 Logix5550 处理器完成数据处理和控制任务。ControlNet 网络通过网关内的 ControlNet 模块完成网络数据交换,在通过以太网模块与

以太网通信。

第六步:二期工程网络接入(输煤系统、净水站系统、循环水泵房、工业水泵房、燃油泵房等)。

参考文献

- 1 郑文波.控制网络技术.清华大学出版社,2001
- 2 Rockwell Automation-Allen Bradley ControlNet Network system overview Release 1.5,1998
- 3 阳宪惠.现场总线技术及其应用.清华大学出版社,1999
- 4 吴秋峰.自动化系统计算机网络.机械工业出版社,2001

[收稿日期:2002.10.15]