

# 中小型养猪场风机调速系统

杨冬平, 孟超英<sup>\*</sup>

(中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083)

摘要: 为了适应中小型养猪场环境控制的需要, 该文介绍了一种新型的单相风机调速控制系统。该系统使用单片机来控制单相交流通风机, 通过改变风机的供给功率, 达到调速、控制通风的目的, 且结构简单, 成本低廉, 实际应用效率较高。

关键词: 单片机; 风机调速; 可控硅调功

中图分类号: TM301.2 文献标识码: B 文章编号: 1002-6819(2005)04-0189-03

杨冬平, 孟超英. 中小型养猪场风机调速系统[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4): 189—191.

Yang Dongping, Meng Chaoying. System of velocity modulation on medium and small-sized pig farms[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(4): 189—191. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

随着市场经济的不断发展, 养猪业在中国已得到了迅速的发展, 并已形成了一个集约化养殖的产业。但是, 中国的养猪生产水平与发达国家相比还有一定差距。造成这些差距的原因很多, 猪场环境差是重要的原因。环境条件差不仅容易使家畜患病, 而且降低其饲料利用率, 延长生长时间, 增加生产成本。在众多的环境因素中, 最主要的因素就是温度和湿度。以仔猪为例, 初生仔猪最适宜的环境温度为 30~32℃, 临界温度 35℃, 随着日龄的增长, 环境温度逐步下降(见表 1)。合适的环境温度, 不仅与日龄有关, 而且与猪的体重、健康状况和饲养密度有关。因此在实际生产中, 要根据猪场情况进行调整, 尽量为猪提供较为适宜的环境条件。

表 1 不同阶段仔猪的适宜温度

Table 1 Optimum temperature of suckling pig in different phases

生后日龄/d	适宜温度/℃
1~3	30~32
4~7	28~30
8~30	25~28
31~60	22~25

目前, 中国许多中小型养猪场都是通过自然通风以及人工加湿的方法来控制温度和湿度, 条件好一些的养猪场利用风机强制通风和加湿, 但也常用人为控制风机转速的方法来实现控制温度和湿度的目的, 但人为控制方式只适合于低精度的调控。需要寻求一种更好的调速方式。诚然, 变频调速是一种较好的方式<sup>[1]</sup>, 利用频率连续可调的供电设备, 可以获得很大的调速范围, 具有很好的调速平滑性和足够的机械特性硬度。但成本高, 且需要比较复杂的控制系统。本文介绍了一种新的单片机 AT89C51 控制调速系统, 其内部的风机调速不是传统的改变频率调速, 而是改变供给功率进行调速的方法, 它根据检测的环境温度和湿度, 自动调节风机的功率和转速, 达到降温加湿的目的。从而提高了调控的精度, 并且节省人工, 降低能耗和成本。

## 2 系统硬件组成

系统硬件组成如图 1, 整个控制电路由 AT89C51<sup>[2]</sup>单片机

及其外围电路组成。外围电路主要是由数据采集电路、键盘显示电路、同步过零脉冲产生电路、驱动输出电路等组成。

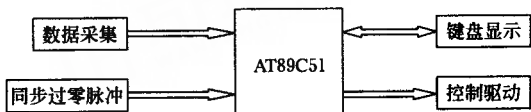


图 1 系统框图

Fig. 1 System diagram

本系统的总体目标是实现室内温度和湿度的自动控制, 即: 通过传感器采集室内的环境状态, 并将数据送入单片机, 然后单片机根据现有的环境条件判断是保持原来的状态, 还是调整风机速度进行降温加湿, 并确定风扇速度的大小, 只要系统不停的重复上述工作就能自动调节环境; 同时本系统具有良好的人机交互性, 能够通过键盘及显示器比较方便地进行温度等环境条件的设定。

## 3 调速原理

众所周知, 交流电机的转速会随着外部供给功率的变化而产生相应的变化, 在一定的时间内改变电机的供给功率将使电机的速度跟着改变, 因此, 只要从宏观上调节电机的供给功率就可达到调速的目的。如果采用一定的电路, 在一个整周期波形中, 去掉其中的半个周期分, 如图 2 中的阴影部分所示, 在一个周期的范围内, 将只有半个周期的交流电通过电机, 用这种波来控制电机运转, 可以使电机的实际功率下降为原来的二分之一。推而广之, 假设我们以  $N$  个半波为一组, 用同样的方法砍掉其中  $m$  个半波, 电机的实际功率就变成了最大功率的  $m/N$ , 用新得到的波去控制电机运转, 可使电机的转速下降为原来的  $m/N$ <sup>[3]</sup>。

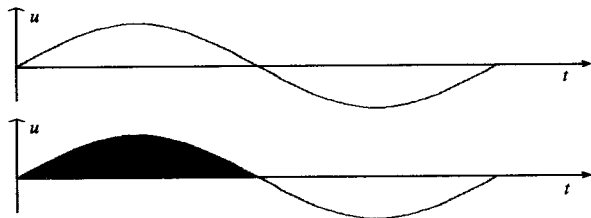


图 2 调速原理

Fig. 2 Principle of velocity modulation

## 4 硬件电路

硬件电路主要包括控制驱动电路、过零脉冲产生电路、数据采集电路等。

收稿日期: 2004-11-12 修订日期: 2005-04-25

作者简介: 杨冬平, 北京市清华东路 17 号 中国农业大学 304 信箱, 100083

通讯作者: 孟超英, 教授, 北京市清华东路 17 号 中国农业大学 162 信箱, 100083

4.1 控制驱动电路

在电机的主电路中安装电子开关,电子开关的导通与截止由单片机输出的方波控制,从而达到控制电机供给功率的目的,进而控制电机转速。输入输出及控制波形如图 3 所示<sup>[4]</sup>,中间为单片机输出控制方波。

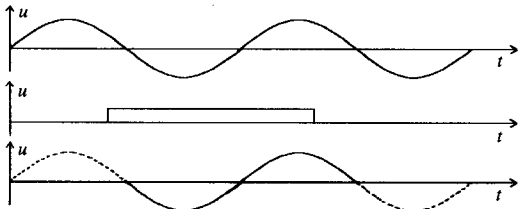


图 3 输入、输出及控制波形

Fig. 3 Input, output and control waveform

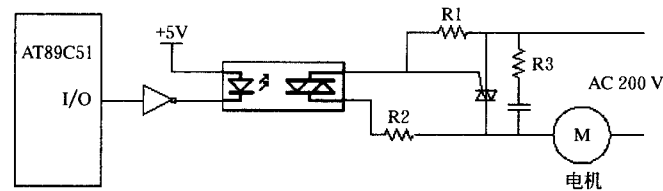


图 4 驱动电路

Fig. 4 Circuit of drive

为了达到所要求的控制目的,采用 AT89C51 单片机作为控制 CPU,它内部集成了 4 kHz 的 flash,避免扩展程序存储器,同时它与 8031 及 8051 完全兼容。另外,电路采用过零触发的双向可控硅<sup>[5]</sup>作为电子开关,减少了电磁干扰。驱动电路如图 4 所示。单片机采集到数据经过内部的算法处理后,与原设定的数值进行比较,在 I/O 口输出一个高电平,经反向器反向后,送出一个低电平,使光电耦合器导通。同时给双向可控硅发出控制电平,使工作电路导通工作,从而控制风机的运转。在给定时间内,负载风机得到的功率可用(1)式表示

$$P = U \cdot I \cdot n / N \tag{1}$$

式中  $P$ ——负载得到的实际功率; $n$ ——给定时间内导通的正弦波个数; $N$ ——给定时间内所对应的正弦波个数; $U$ ——正常时正弦交流电所对应的电压有效值; $I$ ——正常时正弦交流电所对应的电流有效值。

由式(1)可知, $U, I, N$  是定值,我们只要改变  $n$  值的大小即可控制功率的输出,从而达到调节风机转速的目的。

4.2 过零脉冲产生电路

由上面的分析可知,要对过零双向可控硅触发,输出的控制方波要和原波形同步,同时还要准确地计算出导通和截止的脉冲个数,所以要由同步脉冲产生电路产生同步计数脉冲。其电路原理如图 5 所示。

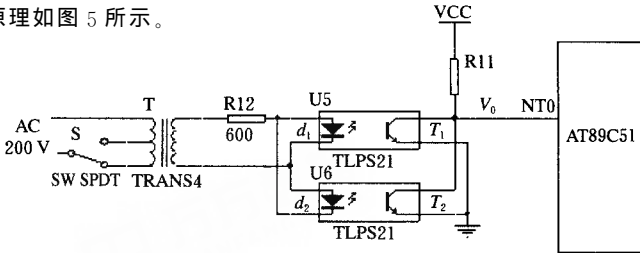


图 5 过零脉冲产生电路

Fig. 5 Circuit of zero cross pulse generation

由于可控硅过零调功方式是通过控制可控硅导通与关断的比值来调节输出功率,相位和移相触发的同步脉冲问题都不必考虑,因此算法实现上相对简单。

它的工作原理是:交流电源经  $R_{12}$  加到两个反并联光电二极管上,在交流电源的正、负半周,两个二极管也轮流导通,在导通期间,光电二极管输出低电平,只有在交流电源过零的瞬间,两个二极管均截止,光电二极管输出电平,因此输出端得到周期为 10 ms 的记数脉冲信号。

4.3 数据采集电路

数据采集电路主要由传感器采集环境数据,经过 AD0809<sup>[6]</sup>进行模数转换输入单片机,这样就为单片机调速提供了依据。AD0809 与单片机接口电路如图 6 所示。

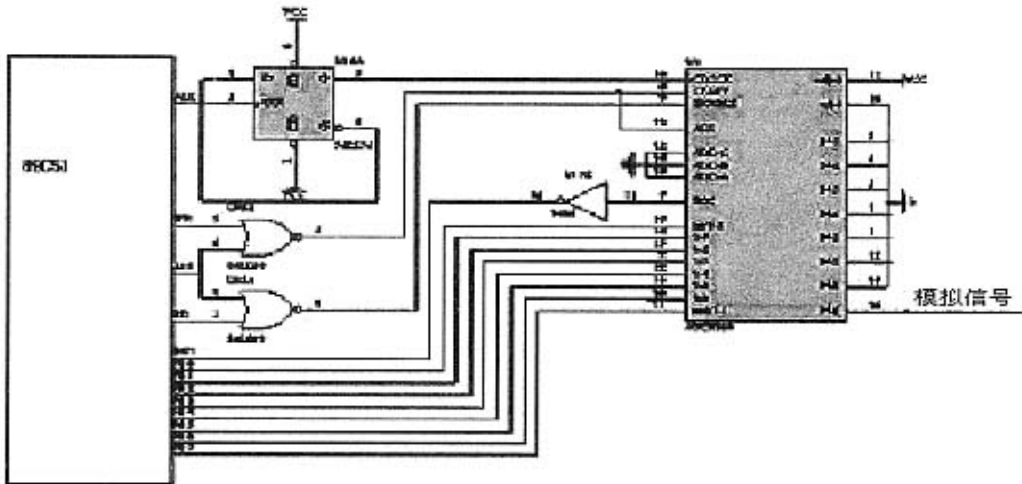


图 6 AD0809 与单片机的接口电路

Fig. 6 Interface circuit between single-chip and AD0809

4.4 其他外围电路

键盘显示电路是人机交互的界面,它主要让用户设定要控制的环境标准,并且通过 LED 数码管显示。此外还有辅助电路如看门狗电路等。

5 软件程序设计

系统应用程序主要包括一个主程序模块和中断服务子程序模块<sup>[7]</sup>,其程序框图如图 7 所示。主程序主要完成数据采集,风机的监控功能,准确及时的导通和关闭电子开关,调节电机的转速;子程序模块的功能主要是响应 INT0 的中断信号,捕捉正弦波的过零脉冲,准确记录正弦波的半波数目。

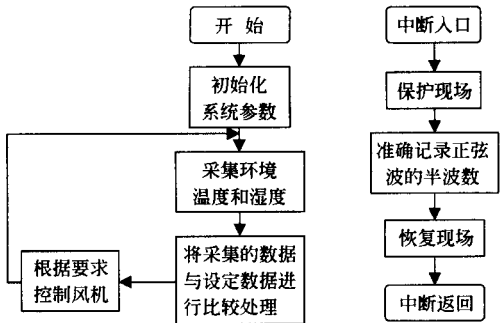


图 7 程序框图

Fig. 7 Flow chart of program

6 结 论

此种单片机控制的风机调速系统,控制电路简单,系统成本低,在中小型养猪场的应用中,由于是单片机自动控制,根据环境实时调整风机功率,甚至关闭风机,降低系统能耗。根据客户反映,系统应用两年多来,平均能耗成本降低 20%,仔猪的成活率也提高了近 10%。此外。在不同时期,不同条件下能够按照用户要求设定温度,并且能够自动将环境控制在用户设定的条件下,不仅降低了人的劳动强度,而且对于提高生产效率上有重要的实际意义。

[参 考 文 献]

[1] 李 智,曾 洁,王兆明. MCS—8098 单片机控制的交流电机调速控制系统[J]. 电子科技大学学报,1995,(8):1—3.

[2] 李朝清. 单片机原理及接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999:270—272.

[3] 陈 跃. 单片机控制的新型截波大功率电机调速系统[J]. 彭城职业大学学报,2002,17(2):1—2.

[4] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 北京:清华大学出版社,1996,7:418—420.

[5] Nick Ham. 闸流管和双向可控硅—成功应用的十条黄金规则[M]. Philips Semiconductors,2002,11:3—7.

[6] 何立民. MCS—51 系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000:292—293.

[7] 房小翠,王金凤. 单片机实用系统设计技术[M]. 北京:国防工业出版社,1996:39—47.

**System of velocity modulation on medium and small-sized pig farms**

Yang Dongping, Meng Chaoying<sup>\*</sup>

(College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In order to adapt to the requirement of environmental control on medium and small-sized pig farms, a new system of velocity modulation was introduced in this paper. A single-chip computer was used to achieve the objective of velocity modulation by modifying the input power of the single-phase electromotor. The structure of the system was simple, and it cost less. It ran well with high efficiency.

**Key words:** single-chip computer; electromotor velocity modulation; silicon controlled power modulation

作者：[杨冬平](#), [孟超英](#), [Yang Dongping](#), [Meng Chaoying](#)  
作者单位：[中国农业大学信息与电气工程学院, 北京, 100083](#)  
刊名：[农业工程学报](#) [ISTIC](#) [EI](#) [PKU](#)  
英文刊名：[TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING](#)  
年, 卷(期)：2005, 21(5)  
引用次数：1次

参考文献(7条)

1. [李智](#), [曾洁](#), [王兆明](#) [MCS-8098单片机控制的交流电机调速控制系统](#) 1995(8)
2. [李朝清](#) [单片机原理及接口技术](#) 1999
3. [陈跃](#) [单片机控制的新型截波大功率电机调速系统](#) 2002(2)
4. [胡汉才](#) [单片机原理及其接口技术](#) 1996
5. [Nick Ham](#) [闸流管和双向可控硅-成功应用的十条黄金规则](#) 2002
6. [何立民](#) [MCS-51系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术](#) 2000
7. [房小翠](#), [王金凤](#) [单片机实用系统设计技术](#) 1996

相似文献(4条)

1. 期刊论文 [刘丽俊](#), [赵明伟](#) [基于空间电压矢量法的风机变频调速系统的设计](#) -[煤矿机械](#)2004(5)  
为了消除风机调速中的谐波分量,提出了一种新型的风机调速系统.该系统主电路采用三电平PWM变频器,以16位单片机8098为核心组成数字控制系统,并采用空间电压矢量法的控制方法.该系统用于风机,可获得良好的调速特性.
2. 学位论文 [申红燕](#) [拖动风机的开关磁阻电动机调速系统的研究](#) 1999  
形状磁阻电动机调速系统(Switched reluctance motor drive system简称SRD)是近几十年发展起来的一种新型的节能型变速驱动系统,它融电力电子、微电子以及微机控制技术于一体,不仅结构简单、成本低而且控制、调速性能好,被认为是继变频调速之后又一种很有应用前景的调速系统.针对煤矿通风机负载,该课题提出将形状磁阻电动机调速系统应用于风机调速,根据负载情况进行适时控制,从而减少电能损耗,降低生产成本.该论文简要介绍了SR电机的发展概况和研究方向,阐述了SR电机的结构、基本转动原理以及SRD的工作原理、调速方法,分析了将SRD应用于风机调速的节能效果.着重论述了以80C31为控制核心的拖动风机的SRD控制器硬件实现方法和软件控制流程,并讨论了该系统所采取的抗干扰措施.
3. 学位论文 [赵超越](#) [汽车自动空调控制器的研究](#) 2004  
随着汽车产品竞争的日益加剧,汽车空调的性能和自动化程度越来越受到消费者和汽车主机厂的重视.目前国产汽车的空调控制器多采用手动机械控制方式,远远落后于国际水平,难以满足乘客对汽车舒适性的需求以及汽车企业对提升整车产品技术含量的要求.本文针对实现汽车空调的自动控制的问题进行了一系列研究,并为一汽轿车股份有限公司的红旗系列轿车开发了自动汽车空调控制器.本课题的研究对提高我国汽车电子行业技术水平,推动模糊控制理论在汽车上的应用,具有一定的现实意义和经济意义.本文首先在参阅大量参考文献基础上,分析研究了汽车空调系统的工作原理和红旗轿车冷暖全合一型汽车空调的系统结构,重点设计和实现了基于微处理器P87C552的汽车自动空调控制器的实现方案和硬件电路.具体包括温度传感器、风门位置传感器等传感器信息采集电路;由10个按键组成的控制面板键盘扫描与输入电路;液晶驱动与显示电路;电源与看门狗电路;单片机外接程序存储器电路;空调混合风门、风向风门的步进电机驱动和控制电路;风机调速模块的驱动和控制电路等.以上电路的设计与制作经实验证明具有可行性和可靠性.在控制算法方面,研究了现代模糊控制的基本理论,并将模糊推理应用到汽车空调系统的内外循环电磁阀、鼓风机调速模块、混合风门电机、压缩机电磁阀、暖水电磁阀和风向风门电机六大执行机构中,实现了简单模糊控制方法在汽车自动空调上的应用.最后,利用C语言对键盘扫描与输入、液晶显示、风门风向模糊控制等控制软件进行了开发,并在空调控制器上进行了实际运行,其可行性得到了验证.总之,本文设计和实现了可以投入实际使用的汽车全自动空调控制器.解决了国产轿车空调系统为传统的手动控制模式,提高了产品竞争力.经整车道路可靠性实验,证实了本文设计和研究的汽车自动空调控制器是有效、可行的.
4. 学位论文 [蒋志雄](#) [汽车空调全自动控制系统的分析与研究](#) 2005  
本文简单介绍了汽车空调系统的结构和工作原理,对汽车空调系统影响人体热舒适性的主要因素和评价方法进行了分析,并提出了汽车空调系统满足热舒适性的主要控制参数.本文介绍了常规模糊控制器的基本概念,针对常规模糊控制器控制规则难于确定和稳态性能差的特点,对自调整规则因子和输出比例因子模糊控制方法的优点进行了分析,以此为基础详细阐述了将模糊控制方法应用到汽车空调系统的鼓风机调速模块、混合风门、压缩机电磁离合器、暖水电磁阀、模式风门和新风风门六大执行机构中,给出了以车内温差和车内温差变化率为输入量,各控制机构的控制查询表,并根据车外温差和太阳辐射强度对汽车空调系统的影响情况,对控制查询表进行了修正.本文对汽车车厢进行了热力学分析,根据其中的主要热负荷建立了汽车车厢热力学数学模型,采用Simulink软件对汽车空调模糊控制器和车厢热力学模型进行了仿真,根据不同设定环境条件下的仿真结果对所应用的模糊控制策略进行了分析.最后本文根据汽车空调全自动控制系统的功能要求,选用C505CA单片机作为控制器的核心,并详细介绍了其外围硬件电路的设计和软件功能的开发设计.

引证文献(1条)

1. [潘大丰](#), [高天佑](#) [农用机动车桩考场地调整自动控制系统](#) [期刊论文]-[农业网络信息](#) 2007(01)

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_nygxcb200505044.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nygxcb200505044.aspx)

下载时间：2010年1月2日