

# 电动阀综合测控仪的研究与设计

张金敏<sup>1</sup>, 刘新宝<sup>2</sup>, 王思明<sup>3</sup>

(1. 兰州交通大学 机电工程学院, 甘肃 兰州 730070;

2. 甘肃电信 兰州分公司, 甘肃 兰州 730070;

3. 兰州交通大学 自动化与电气工程学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:**介绍了电动阀综合自动测控系统的软硬件组成、主要功能及其技术特点。该系统实现了传感器多路信息融合的高速高精度采集、多路输出控制功能, 并通过传感器实现步进电机自动闭环和开环等调控模式。试验表明, 该系统满足实际需要, 具有很好的可靠性和实时性。

**关键词:** 电动阀; 信息融合; 传感器; 步进电机; 可靠性

中图分类号: TP273.4

文献标识码: A

## Research and design on synthetic measuring and controlling instrument for motor-brake

ZHANG Jin Min<sup>1</sup>, LIU Xin Bao<sup>2</sup>, WANG Si Ming<sup>3</sup>

(1. School of Mechatronic Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China;

2. Lanzhou Branch of Gansu Telecom, Lanzhou 730070, China;

3. School of Automation & Electrical Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Synthetic and automatic control system of motor-air brake is studied and designed in this paper. Key technologies of the system are discussed at the same time. The system not only achieves high speed and high precision collection based on sensor multi-channel information fusion, but also achieves multi-output control function. Furthermore, regulation mode is carried out based on stepping motor auto closed loop and opened loop by sensor. The test is showed that the system has good and real-time, which can meet practical needs.

**Key words:** motor-brake; information fusion; sensor; stepping motor; reliability

在现代工业技术领域, 调节阀的应用越来越广。为了检测调节阀在特殊工作环境下的机械及电气特性等性能, 需要有一套完整的阀门测试与控制系统。为达到系统性能指标要求, 需进行诸如振动、冲击、热平衡等试验, 以精确地控制阀门的开度。本文针对这一问题, 研究和设计了电动阀综合测控仪, 通过检测阀门位置及管道中的介质流速, 利用步进电机驱动阀门碟片转动实现位置控制。

### 1 控制方式选择

由于本设计中电动阀采用‘T’字型的三通阀, 该阀的机械特性具有非线性特征, 导致步进电动机转动角度与阀碟片转动角度存在偏差。根据阀门机械图理论计算, 当步进电动机转动 152°时, 碟片达到最大理论开度值 72.33°。利用步进电动机开环控制进行现场试验, 以不同频率和不同转动角度转动相应的次数, 通过位置传感器得出碟片实际位置,

具体试验数据如表 1 所示。

表 1 开环控制阀门碟片角度

频率/Hz	1°/次	5°/次	30°/次	60°/次
50	72.7	72.6	72.8	72.2
100	72.7	72.9	72.0	72.0
300	72.9	71.4	71.8	71.9
500	72.9	72.1	72.7	72.4

分析表 1 中数据, 当步进电动机与驱动器长期供电, 电机频率较高时, 减速机和步进电动机会产生惯性现象, 阀门转动位置产生了累计偏差。为此, 利用把位置传感器加入到控制系统中的闭环控制, 经现场试验, 得到试验数据如表 2 所示。

应用奇葩 Example of Application

表 2 闭环控制阀门碟片角度

频率/Hz	1°/次	5°/次	30°/次	60°/次
50	69.8	70.0	70.1	70.0
100	69.9	69.8	70.0	70.2
300	70.2	69.7	70.2	70.0
500	69.7	70.0	72.7	69.8

对比表 1 和表 2 试验数据, 闭环控制较开环控制阀门碟片可更精确地转动到预定位置。为使用方便, 系统可自行选择开环和闭环两种控制方式, 以满足不同要求。

2 控制器总体结构

电动阀综合测控仪主要完成对现场各传感器信号的采集、阀门状态检测, 并利用步进电机驱动进行阀门控制, 同时具有人机操作的键盘、显示器等。控制器可以脱机单独工作, 也可方便实现与上位 PC 机的串行通信, 完成对系统工作状态监控, 实现历史数据的存储和整体系统的管理。

根据系统设计要求, 整个系统功能可以分为系统自检功能模块、阀门控制功能模块、数据采集调理模块、电源模块、串行通信模块、键盘及显示模块等几部分。为确保‘T’字型的三通阀阀门碟片准确到位, 电源电路、阀门位置检测、步进电动机控制驱动是设计关键。系统基本组成如图 1 所示。



图 1 控制器总体结构原理图

系统主要由微处理器、隔离驱动控制接口、步进电机驱动、人机接口及通信接口等组成。图 1 中的  $i$  表示系统需进行检测与控制的阀门个数。通过接受键盘或上位 PC 机的运动参数, 按照规定的频率和角度及转动方向控制步进电机准确运动。微处理器选用基于 AVR RISC 结构的 8 位低功耗 CMOS 的 ATmega128。AVR 内核具有丰富的指令集和 32 个通用工作寄存器, 寄存器直接与算术逻辑单元相连接, 使得一条指令可以在一个时钟周期内同时访问两个独立的寄存器, 提高了代码效率, 具有比普通微处理器高 10 倍的数据吞吐率<sup>[1]</sup>。信号采集调理完成对位置传感器、介质流速传感器及电压传感器的信号采集及调理。通信接口实现与上位 PC 机的信息交换与对驱动器在线监控, 可分别实现脱机和联机工作。

3 功能模块设计

3.1 电源模块

根据阀门综合控制器功能, 电源模块需要提供 +5 V、±12 V 和 +24 V 的电源。传统的线性电源效率低、体积大, 同时考虑晶体管和 MOS 管开关特性、过压过流的保护, 控制回路的稳定性, 因此采用体积小、重量轻, 效率高达 90% 以上的开关电源。系统采用 TOP switch-II 系列芯片作为电源部分的主要芯片, LTV817A 型光耦合器及 TL431C 型可调精密并联稳压器作为辅助芯片组成了系统电源部分。在 +3.3 V、+5 V、+12 V 3 路增加了 LC 型滤波器。减小了输出纹波电压<sup>[2-3]</sup>。

3.2 采集模块

采集模块电路主要利用基准电压源作为检测基准, 并采用 AD977A 的 16 位 A/D, 完成对位置传感器、介质流速传感器及电压、电流传感器的信号采集与转换。并将信号送入微处理器进行处理并显示, 或联机状态送入 PC 机进行实时显示与监测。为保证采集信号可靠性, 采用前端 RC 滤波。同时在信号转换精确度上, 重点考虑了以下 3 个问题: (1) 是参考电源的选取: AD977A 虽然有内置的参考电源, 但由于其温度系数较大,

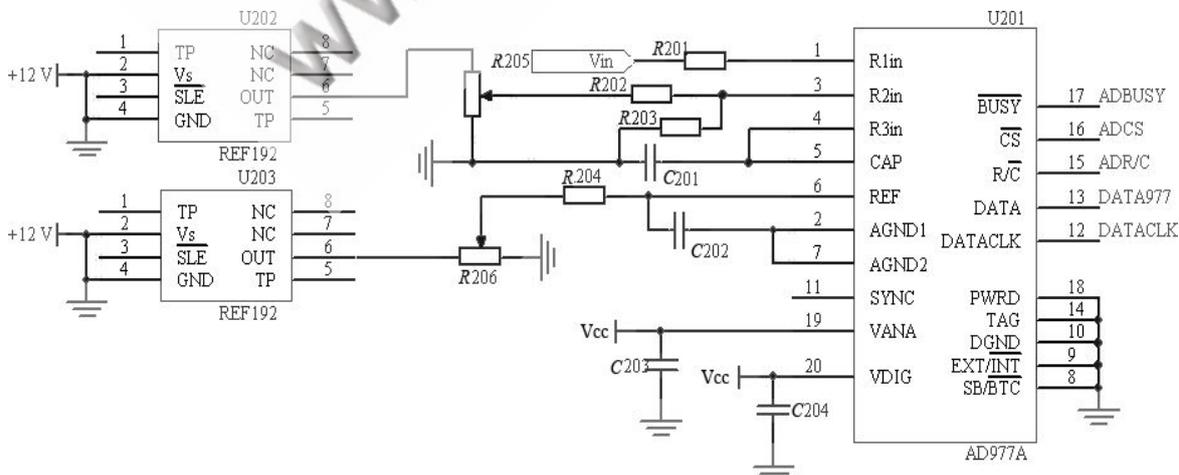


图 2 数据采集原理图

**应用奇葩** Example of Application

影响数据转换精度,采用外加温度系数小的参考电源,减小温度的影响,提高了信号转换准确度;(2)AD977A 的偏置和增益的调整:AD977A 需要调节零点偏置和增益误差,通过典型采样点的转换结果,调整电路中电位器的阻值,实现准确转换;(3)共地:将 A/D 转换电路数字地独立,并与其他电路数字地隔离,抑制了外界干扰。从而准确得到阀门的当前位置,并实时显示设定值和实际转动值。数据采集如图 2 所示。

**3.3 步进电动机驱动模块**

步进电机的控制和驱动是阀门控制模块系统的核心部分。在脱机情况下单独设定参数,或通过接收 PC 机设置的转动频率和转动角度信号。驱动器需要的控制脉冲,由微处理器经步进电机隔离驱动接口后直接送入步进电机驱动器,驱动器按照给定驱动频率和步数驱动步进电机运动。步进电动机细分驱动器采用 PWM 控制方式,使电动机绕组电流跟随给定变化,减小超调现象发生,防止阀门损坏。具体连接如图 3 所示。

图 3 中主控芯片的 CA、CB、CC 通过光电隔离分别连接步进电动机驱动器的脉冲、方向、脱机。在主控芯片未对步进电动机发出转动指令时,由继电器控制系统切断步进电动机及其驱动器电源。为了监控系统的工作状态,在电源的通断上增加了自检功能,实现步进电动机及其驱动器部分电源是否正常工作的判断。

**4 软件设计**

根据电动阀控制器的总体框架结构,软件设计主要包括阀门碟片位置采集模块、预到达

位置和运行速度设置及处理模块、步进电动机驱动控制模块、串行通信模块、键盘及显示模块、软件抗干扰模块等。

**4.1 步进电动机驱动控制程序**

根据阀门碟片的当前位置计算出碟片旋转的速度,当前位置和速度分别与设定值作比较,计算脉冲间隔时间,驱动步进电动机转动<sup>[4]</sup>。程序流程图如图 4 所示。

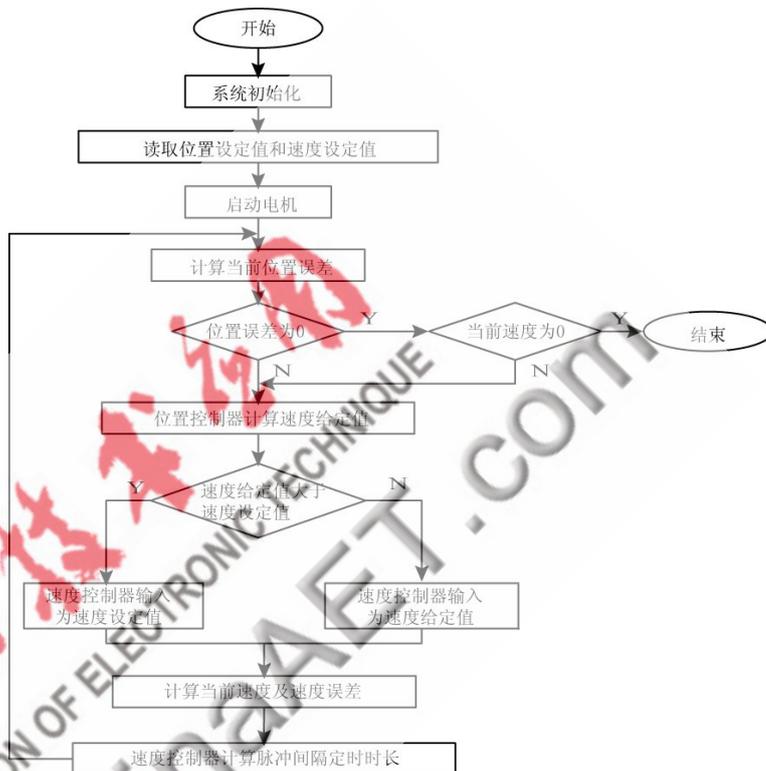


图 4 步进电机控制流程图

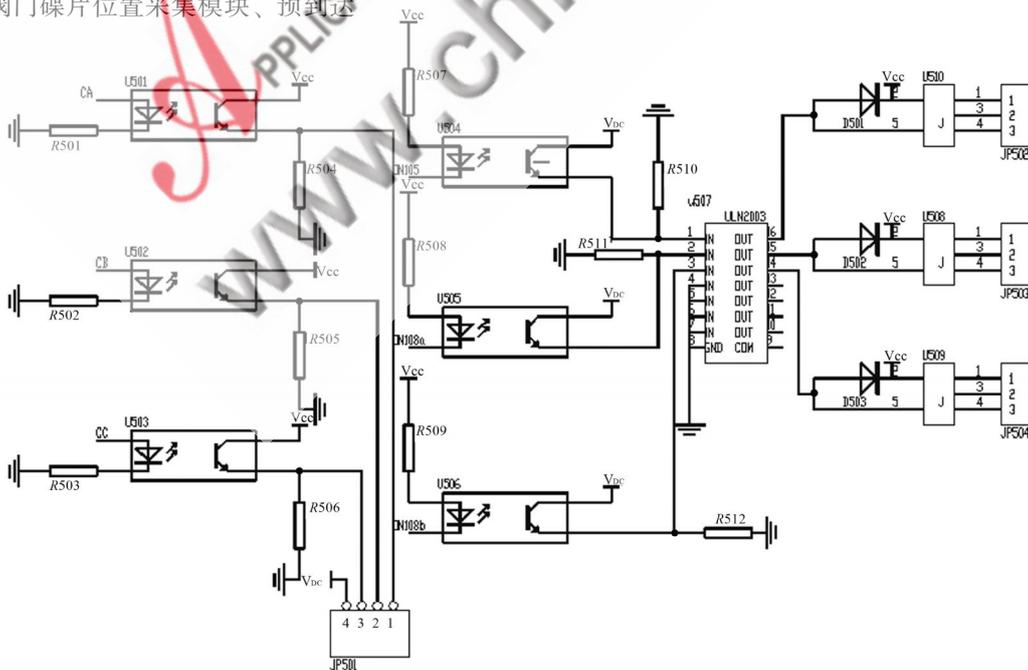


图 3 步进电机驱动电路

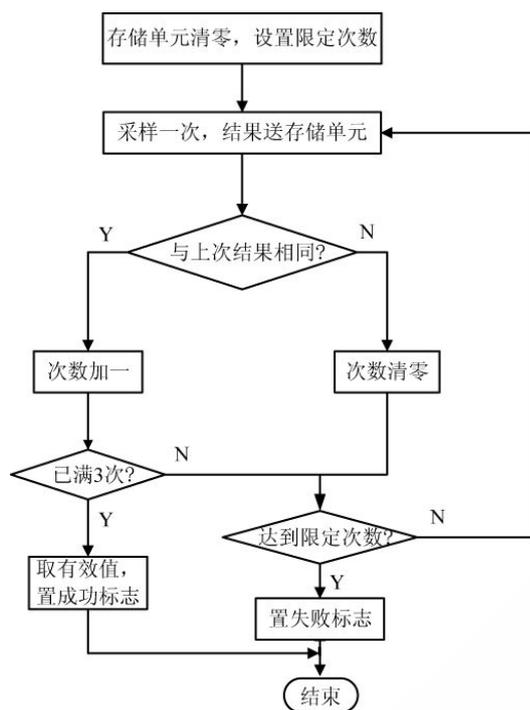


图5 数字量抗干扰流程图

## 4.2 软件抗干扰

系统中有大量的数据,为避免外界干扰,造成错误的输出,导致系统发生误动作或产生故障,主控芯片发出一个正确数据后,采取对步进电机方向控制信号、脱机信号及继电器通断信号瞬间多次读入功能,直到认为准确无误后才输入存放。具体流程如图5所示。

由于该控制器的工作条件恶劣,在系统设计和调试过程中重点考虑了抗干扰问题。通过现场调试和系统测试,证明利用上述方法进行系统设计,操作简单,实时性强,运行可靠。

## 参考文献

- [1] 陈冬云,杜敬仓,任柯燕.ATmega128 单片机原理与开发指导[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [2] 沙占友.单片开关电源最新应用技术[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [3] 徐志跃.电机伺服控制系统中的开关电源设计[J].计算机测量与控制,2007,15(6):777-779.
- [4] 刘宝廷,程树康.步进电动机及其驱动控制系统[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006.

(收稿日期:2009-04-06)

## 2009 ADI 中国大学创新设计竞赛圆满落幕

颁奖典礼盛况空前 大奖得主实至名归

Analog Devices, Inc., 全球领先的高性能信号处理解决方案供应商日前宣布 2009 ADI 中国大学创新设计竞赛(UDC - University Design Competition)圆满结束。来自深圳大学的一支参赛队获得了专业组特等奖,其参赛设计是基于双光路扫描的机器人双目视觉环境探测系统。本次大赛还评选出了三个专业组一等奖,分别由湖南大学参赛队的多功能防作弊高精度语音电子秤设计、深圳大学另外一支参赛队的导盲眼镜设计,以及浙江大学参赛队的基于人眼定位的3D显示器设计获得。导盲眼镜设计也同时获得专业组最佳创意奖。

本届 ADI 中国大学创新设计竞赛决赛及颁奖典礼于风景秀丽的深圳大学校园内举行,来自全国的优秀得奖选手、电子行业专家、多家行业媒体,以及 ADI 国内外高管和技术专家齐聚一堂,见证优胜者的最终产生,共话行业优秀人才的培养策略。

ADI 中国大学创新设计竞赛,在中国已成功举办了四届。今年的 2009 ADI 中国大学创新设计竞赛,吸引了来自包括清华大学、北京大学、电子科技大学等著名高校在内的 70 余所大学的 448 个团队踊跃参加,参与师生人数多达 1488 人,在选手水平、组织运行等各方面均延续佳绩并不断有所创新。

ADI 公司亚太区总裁郑永晖表示:"回顾历届创新设计竞赛,以及整个 ADI 大学计划,我们在人才培养与校企合作方面不断取得佳绩,实现了跨越式的突破,但 ADI 仍然继续在人才发展战略道路上孜孜探索,愈发坚信优秀人才是实现技术创新的重要保证。基于此,ADI 中国大学创新设计竞赛,将会在完善选拔机制的基础上,进一步健全比赛规则、实施科学化的大赛组织机制,从而吸引更多知名院校和有志学子的关注与参与,使其真正成为加速中国电子行业人才发展有力的助推器,与飞速发展的时代并肩前行。"

2010 年度 ADI 中国大学创新设计竞赛将由华中科技大学主办。竞赛报名工作将于明年初展开,届时,ADI 将一如既往为参赛学生提供平台、技术支持,以及专业的辅导和咨询,以行动实现 ADI 对中国市场的一贯承诺。

欲了解更多信息,请访问 ADI 公司大学计划网站 <http://www.adicenter.com.cn/>。

(ADI 供稿)