

文章编号:1671-8844(2008)02-0141-04

基于网络结构的快速跟踪式水位检测系统

冷春林, 陈浩, 田野, 范林刚, 李金金

(武汉大学电子信息学院, 湖北 武汉 430072)

摘要:针对传统水位测量方式方法存在的缺陷,采用模型研究的方法,设计出一种新型的基于网络结构的快速跟踪式水位检测系统.该系统采用 AT89C55 作为控制核心,辅以步进电机和其他外围电路构成底层检测系统,同时通过 RS232 协议和上位机进行通信,能够对多点水位进行实时检测和现场监控,并能通过网络传送数据,实时显示水位曲线,还能够存储数据和打印曲线等.

关键词:单片机;步进电机;传感器;RS232;VC

中图分类号:TP 274.5 **文献标志码:**A

A network-based structural fast tracking-water level detection system

LENG Chunlin, CHEN Hao, TIAN Ye, FAN Lingang, Li Jinjin

(School of Electronic Information, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: A new type of network-based structural fast tracking-water level detection system is adopted for model study, in allusion to the deficiencies of the traditional means of measuring the water level. This system uses AT89C55 as the core, supplemented with stepper motor and other external circuit, and can communicate with PC through RS232 agreements. It can be used on multipoint real-time water level monitoring and on-site testing. Meanwhile, the data measured can be transmitted through the network and stored on the hard disk. Also, real-time curves of the water level will be illustrated on the screen or printed.

Key words: single-chip microcomputer; stepper motor; sensor; RS232; VC

在水利模型实验中,经常需要测定水位,垮坝、船闸以及海岸潮汐试验等均涉及水位的测量.通过水位的检测,管理人员可以随时掌握渠道水位变化情况,预测修建水工建筑物后对上、下游水位的影响,保证堤防安全,还能按照测流断面的水位流量关系进行水量计算,控制开闸时间和程度,实现资源的可持续发展.

然而,目前常用的水位传感器如浮子式传感器、超声波水位传感器、压力式水位传感器等存在很多缺陷,比如受水质、水温以及水表面张力的影响严重;测量速度较慢,精度不高且存在一定的测量盲区.另外,目前多采用单机工作方式,即一台仪

器只测量一个点,这对于要求多点同步测量的场合很难满足要求,而且单机数据处理手段欠缺,能力有限,不能实现数据计算、处理、分析上的智能化、可视化.

1 系统主要内容和原理

1.1 总体框图

该水位检测系统由两级网络结构组成:

第一级以单片机为控制核心,以探针式水位传感器、接口电路和驱动电路构成多点实时检测系统,各个从机遵从 RS232 协议,通过总线方式和 PC 连接,进行串行通信和数据交换.

收稿日期:2007-11-15

作者简介:冷春林(1986-),男,湖北襄樊人,专业方向为电子信息科学技术.

第二级是以 PC 机和网络技术为核心的现场控制、数据处理系统, 主要实现数据的存储、运算、分析等处理, 其目的是收集现场采集的多点(多通道)水位原始数据, 实现网络化管理, 从而达到资源共享. 它不仅满足现场实时控制的需要, 也为理论计算、分析及决策提供真实可靠的第一手资料^[1,2].

系统总体结构框图如图 1 所示.

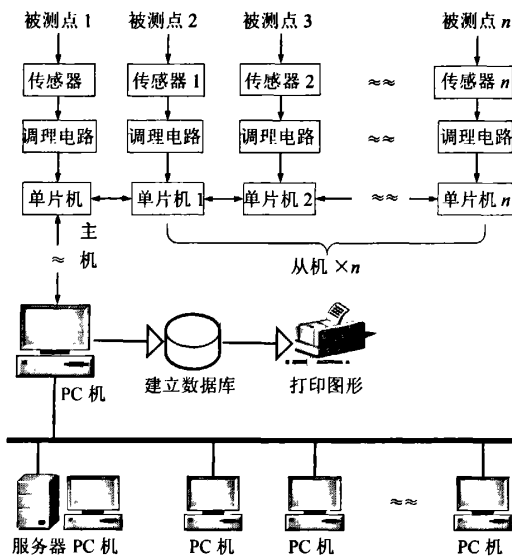


图 1 系统总体结构图

1.2 水位测量原理

作为一次仪表的水位传感器是该系统的重要组成部分, 也是影响水位测量精度的关键因素, 为此我们设计研发了一种新型的水位传感器——探针式水位传感器.

该水位传感器主要由步进电机、探针、地电缆和控制装置(即单片机系统)4部分组成. 探针上接有上拉电阻, 同时和单片机的中断信号管脚连接. 步进电机带动探针上下运动, 探针接触水面后, 水作为导体将探针和数字地相连接, 探针的电位会降低, 这样就产生一个下降沿, 即中断信号. 单片机接收到中断信号后通过步进电机的转动方向和步进数计算出水位, 并使电机反转, 提起探针并进行第二次测量, 两次测量的差值即为水的落差. 这样, 通过对步进电机步进数的计数得到水位信息. 随着水面的起伏, 探针会上下运动, 跟踪水面的起伏.

水位测量基本原理示意图如图 2 所示.

由于步进电机步进角度小, 而且不会造成累积

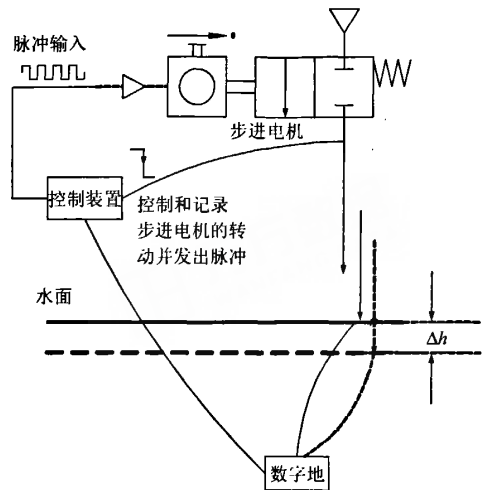


图 2 探针式水位传感器示意图

误差, 所以测量精度较高. 而且这种水位测量方法不是传统的利用水的浮力、压力或水的反射等, 而是利用水产生中断信号, 并通过开环控制来测量水位, 这种方式速度快, 且不受水温、水质等的影响. 这也是该水位检测系统的一大创新点.

2 系统的具体实现

2.1 硬件电路设计

2.1.1 步进电机的驱动

该系统使用的步进电机为反应式三相步进电机 45BF005-II, 工作电压为 27 V, 最大电流为 2.5 A. 电机驱动器型号为 3F05M. 驱动器的输入引脚定义如下:

CP+: 脉冲正输入端

CP-: 脉冲负输入端

U/D+: 方向电平的正输入端

U/D-: 方向电平的负输入端

PD+: 脱机信号正输入端

PD-: 脱机信号负输入端

为了使控制系统和驱动器能够正常通信, 避免相互干扰, 驱动器内部采用光耦器件对输入信号进行隔离, 所以单片机的 I/O 口经过一个反相器后即可直接输出控制信号. 驱动器内部有一个环路分配器, 可输出 A 和 \bar{A} 、B 和 \bar{B} 、C 和 \bar{C} 3 组信号提供给步进电机的 3 个绕组.

2.1.2 触水中断的产生

该水位传感器主要通过探针接触水面产生中断信号来判断水位信息, 触水反应的灵敏度直接关

系到水位检测的精度.触水中断电路如图 3 所示.

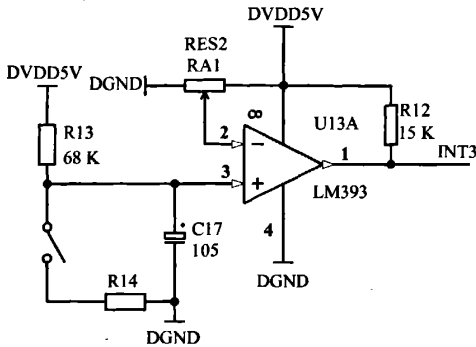


图 3 触水中断电路

将数字地通过放置在水底的一根电缆传至水体,并在探针上接一个上拉电阻,当探针触水后,相当于图中的开关闭合,R14 等效为水体电阻,这时比较器 LM393 的第 3 脚电位降低,适当调节电位器 RA1 可使此时比较器输出电平由高变低,从而产生中断信号.电路中的 C17 起到稳定电平的作用,防止电路产生错误中断. R12 为输出上拉电阻.

2.1.3 接口的扩展

由于单片机需要输出 CP、U/D 和 FREE 信号,还要在数码管上显示当前水位,同时要扫描外部中断源,单片机的 I/O 资源不足,必须扩展外部接口.8255 有 3 个 8 位并行口,端口既可以编程为普通 I/O 口,也可以编程为选通 I/O 口和双向传输口.8255 为总线兼容型,可以与单片机的总线直接接口.

2.1.4 控制单元电路^[3~5]

该系统的控制由单片机 AT89C55 来实现,它是同 MCS-51 系列单片机完全兼容的 8 位微控制器.单片机是整个系统控制的核心,它负责步进电机的控制、水位的计算和在数码管上的显示,同时向串口实时传输数据,完成与计算机的通信. CP 脉冲、U/D 方向信号以及脱机信号 FREE 分别从单片机 P1.0、P1.1 和 P1.2 口输出. P0 口和 8255 的数据口并行连接,P2.7、P2.6 和 P2.5 口提供 8255 的读写地址.

为了增加系统的稳定性,复位电路由看门狗芯片 MAX708 来实现.它提供 3 种复位:通电复位,系统上电时产生复位脉冲,使单片机程序从头开始运行;手动复位,在 MR 端接一个按键,按键另一端接地,则按键按下时,能够产生 200 ms 的复位脉冲输出;电源下降复位,芯片的 PFI 端检测电源电

压,当电压下降时产生复位脉冲.本系统只使用前两种复位.

2.1.5 串口电路设计

实现单片机与计算机通信和数据传输的关键就是通信电路的设计.本设计利用串行口完成通信和数据传输任务,并采用了 MAX232 芯片完成电平转换.

MAX232 是由 TI(德州仪器)公司生产的兼容 RS232 标准的芯片,是双通道的线性驱动/接收器,它只需要单 5 V 供电,其典型电路图如图 4 所示.

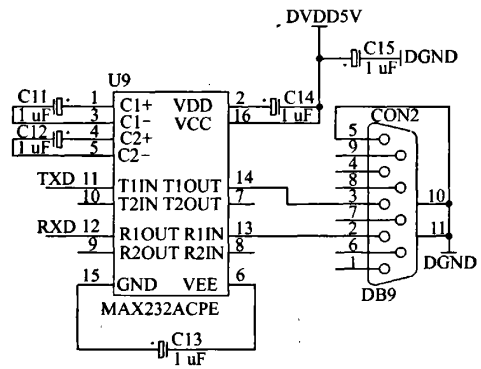


图 4 串口连接原理图

2.2 系统软件设计

2.2.1 步进电机驱动程序设计

步进电机的控制非常简单,从理论上说,只需给驱动器脉冲信号即可,每给驱动器一个 CP 脉冲,步进电机就旋转一个步距角(细分时为一个细分步距角).但是实际上,如果 CP 信号变化太快,步进电机由于惯性将跟不上电信号的变化,这时就会产生堵转或丢步现象.尤其是当步进电机需要带动负载的情况下(在这个项目中需带动探针上下移动),电机更容易发生丢步现象.所以步进电机在启动时,必须有升速过程,在停止时必须有降速过程.其加速曲线(减速曲线与其对称)示意图如图 5 所示.

步进电机的控制问题可总结为以下两点:

- (1) 产生工作方式需要的时序脉冲;
- (2) 控制步进电机的速度,使它始终遵循加速→匀速→减速的规律工作.

程序中采用定时器 T0 产生 CP 脉冲,即在定时中断时将 P1 口电平翻转输出脉冲,这样加速过程就可通过改变定时器初值来完成,定时器初值(时间常数)是以数组形式存储在单片机存储器里,程序运行时可调用这些时间常数.

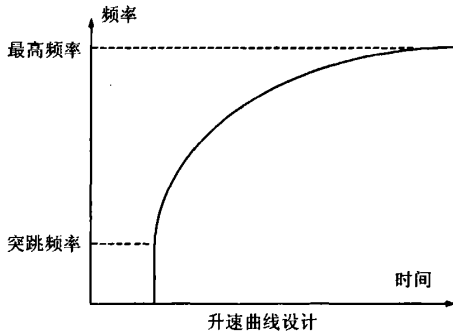


图5 步进电机加速曲线示意图

要确定时间常数,首先要知道步进电机的突跳频率和最大频率。

根据实验测定,本文使用的传感器探针全长 50 cm,全程步进电机转动 18 圈左右,电机的步进角为 1.5° ,转动一圈所需步数 N 为

$$N = 360/1.5 = 240 \quad (1)$$

为使最高跟踪速度达到 25 cm/s,即每秒转动 9 圈,步进电机的最高运行频率至少要为

$$f = 240 \times 9 = 2160(\text{Hz}) \quad (2)$$

根据该频率得出单片机定时器的初值为

$$T0 = 0\text{FFFF} - \frac{1}{12 \times 2} \cdot \frac{f_{\text{osc}}}{f}$$

单片机时钟频率为 22.118 4 MHz,算出最大频率时的定时器初值为 0XFE55,我们取 0XFE9D,实际脉冲频率为 2.6 kHz,可以达到要求。为设计方便,整个加速曲线用三段式直线代替。

2.2.2 串口通信程序设计

PC 端串口通信使用 CSerialPort 类来实现,CSerialPort 类是基于多线程的,其工作流程如下:首先设置好串口参数,再开启串口监测工作线程,串口监测工作线程监测到串口接收到的数据流控制事件或其他串口事件后,就以消息方式通知主程序,激发消息处理函数来进行数据处理,这是对接收数据而言的;发送数据可直接向串口发送,单片机接收上位机的控制命令,并在外部触水中断时向上位机发送数据。串行口控制寄存器 SCON 的 D7、D6 位设为 1、0,使单片机的串行口工作在方式 1,此时串行口为 8 位异步通信接口,一帧信息为 10 位:1 位起始位,8 位数据位和 1 位停止位,波特率可变。选择定时器 1 作为波特率发生器,采用

22.118 4 MHz 的晶振,波特率选为 9 600 b/s,则定时器的初值为 0XFABA。

2.2.3 PC 端主控程序

主控程序是 PC 端的主要控制部分,是整个系统的核心,其主要任务就是建立友好的人机界面,便于操作人员对整个检测系统进行实时的检测、控制和数据处理。它具有以下几个特点:

- (1) 界面友好,操作简单;
- (2) 能够向下位机发送命令,并接收下位机传来的数据;
- (3) 对接收的数据进行实时显示,便于操作人员对数据进行观测和处理;
- (4) 对检测的数据进行保存和打印,便于对数据进行后续深入分析和处理。

笔者在 VC6.0 集成开发环境中,新建基于对话框的 MFCAppWizard 应用程序,工程名为 SerialPortTest,并采用 UDP 的方式,将数据在局域网内广播,这样局域网内每一台工作站均可接收到数据包并在对话框上显示。

3 结束语

本文介绍了一种新型的基于网络结构的快速跟踪式水位检测系统,该系统的核心是探针式水位传感器,实现的重点难点在于步进电机加速曲线的设计。按照本文中的设计方法,对于 50 cm 的水位量程,测量精度可达 0.1 mm,在水利模型研究中能起到很大作用。

参考文献:

- [1] 李朝青. 单片机原理及接口技术(简明修订版)[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [2] 马忠梅,籍顺心,张凯,马岩. 单片机的 C 语言应用程序设计[M]. 第 4 版. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [3] 王育坚. Visual C++ 面向对象编程教程[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [4] 张继涛. 基于四象限光电探测器的定位系统的研究[C]//武汉大学优秀学士学位论文选萃,2006,917-947.
- [5] 陈尚松,雷加,郭庆. 电子测量与仪器[M]. 北京:电子工业出版社,2005.

基于网络结构的快速跟踪式水位检测系统

作者: [冷春林](#), [陈浩](#), [田野](#), [范林刚](#), [李学金](#), [LENG Chunlin](#), [CHEN Hao](#), [TIAN Ye](#),
[FAN Lingang](#), [Li Jinjin](#)
作者单位: [武汉大学电子信息学院, 湖北, 武汉, 430072](#)
刊名: [武汉大学学报\(工学版\)](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名: [ENGINEERING JOURNAL OF WUHAN UNIVERSITY](#)
年, 卷(期): 2008, 41(2)
引用次数: 0次

参考文献(5条)

1. [李朝青](#) [单片机原理及接口技术\(简明修订版\)](#) 1999
2. [马忠梅](#), [籍顺心](#), [张凯](#), [马岩](#) [单片机的C语言应用程序设计](#) 2007
3. [王育坚](#) [Visual C++面向对象编程教程](#) 2004
4. [张继涛](#) [基于四象限光电探测器的定位系统的研究](#) 2006
5. [陈尚松](#), [雷加](#), [郭庆](#) [电子测量与仪器](#) 2005

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [高亮](#) 8051单片机对步进电机的控制及步进电机升降速曲线的设计 -[测控技术](#)2002, 21(11)
步进电机是一种易于精确控制的电机,由于其良好的性能而受到广泛的应用.其控制方法也多种多样.介绍了8051系列单片机对步进电机的控制方法,并且提出和对比了几种步进电机升降速曲线的设计方案.
2. 学位论文 [刘爱萍](#) [基于C8051F005单片机的两相混合式直线步进电机驱动系统的设计](#) 2007
本课题采用比普通单片机快十多倍的C8051F005单片机,设计了基于C8051F005控制的直线步进电机驱动控制系统,扩大了细分度和速度的可调节范围.在控制策略上,依据直线步进电机力-速特性和动力学方程,推导了直线步进电机理想的升降速控制曲线,实现了指数规律的升降速控制,使系统具有良好的动态特性,解决了点位控制中的失步和直线步进电机行程末端的机械冲击问题;采用等幅均匀细分控制技术,有效地克服直线步进电机低频振动,提高了电机在中、低速运行时的性能,提高了系统的分辨率,减小了噪音;采用具有恒流斩波功能的专用驱动芯片,使直线步进电机绕组电流恒定,电机运行更加平稳.完成了C8051F005单片机和UC3717A结合的硬件电路设计,用汇编语言编写直线步进电机定位、匀速往返和加减速三种运行方式控制程序.实现了对直线步进电机的启停、定位、调速及正反向运行的控制.最后在SLPMU-025A样机上进行了测试,实验结果满足设计要求.该驱动控制系统可做步进电机本体研发的配套设备,通过修改软件参数也可推广应用于其他步进电机的驱动控制,具有较好的应用前景.
3. 学位论文 [李海波](#) [单片机对步进电机三相六拍指数规律升降速的并行控制](#) 2003
该文根据步进电机的动力学方程和矩-频特性曲线建立系统的数学模型,采用指数规律的升降速算法,对升降速的过程进行离散处理,用定时器控制发出脉冲的时间间隔,采用查表和计算相结合的方法实现了步进电机的升降速过程的控制.该系统采用单片机为核心对步进电机进行并行控制.系统的软件设计由C51语言编程来实现,系统由十一个模块构成,各个模块完成特定的功能.用单片机仿真系统,对该系统的软、硬件进行了调试.该文还设计了检测系统用于对步进电机转速和步数的检测.最后,该系统可以实现以下功能:在显示器的提示下,由键盘输入运行的步数和稳定运行的速度;由各个功能键控制系统的运行,按启动键后,步进电机按照输入的步数进行行走;如在运行期间按停止键,则步进电机停止运行.研究表明,采用指数规律的升降速曲线将大大地提高微机控制步进电机的最高工作频率,大大缩短所需的升降速时间.
4. 期刊论文 [郑域](#), [陈鸿](#), [裴焕斗](#) [基于SPMC75F2413A单片机的步进电机控制方法](#) -[航空科学技术](#)2007(5)
提出了一种基于凌阳SPMC75F2413A单片机的步进电机微步距控制方法.通过单片机I/O口输出的数据为步进电机的控制信号,信号经微步距两相步进电机专用驱动器SLA7042M驱动步进电机,实现对步进电机的微步距控制.该控制方法由于减小了步进电机的步距角,从而提高了电机的分辨率.实验表明,该方法能够满足系统的精度要求.
5. 期刊论文 [黄勇](#), [廖宇](#), [高林](#), [Huang Yong](#), [Liao Yu](#), [Gao Lin](#) [基于单片机的步进电机运动控制系统设计](#) -[电子测量技术](#)2008, 31(5)
为了改善步进电机的应用性能,提出了由PC机和单片机组成的步进电机控制系统的设计方案,包括硬件设计、软件和界面程序,详细介绍了步进电机的升降速实现原理和方法,用Matlab 7.1绘制了升降速的指数曲线.在PC机上用C++Builder 6.0开发了系统的应用软件,能够通过串口向单片机发送数据产生控制信号,实现对步进电机的控制.试验结果表明,整个系统成本低、运行平稳、可靠性好.
6. 期刊论文 [孟武胜](#), [李亮](#), [MENG Wu-sheng](#), [LI Liang](#) [基于AT89C52单片机的步进电机控制系统设计](#) -[测控技术](#) 2006, 25(11)
提出了一个由AT89C52单片机控制步进电机的系统实例,可以通过键盘输入步进电机相关数据,步进电机根据这些数据来进行工作;并且可根据需要,实时对步进电机工作方式进行设置,具有实时性和交互性的特点;该系统可应用于步进电机控制的大多数场合.实践表明,系统性能优于传统的步进电机控制器.
7. 期刊论文 [闫剑虹](#), [何泰祥](#), [Yan Jianhong](#), [He Taixiang](#) [步进电机高速启停控制的单片机实现](#) -[空间电子技术](#) 2009, 6(2)
文章讨论了步进电机加-减速控制技术,根据步进电机负载对速度响应的要求,提出了一种基于单片机的步进电机高速启停控制的数字化实现方法.实践证明,该方法有效克服了步进电机加速过程中容易出现的失步、堵转等问题.
8. 期刊论文 [张国宏](#), [田晓军](#), [章钦](#), [徐新军](#), [袁会敬](#), [ZHANG Guo-hong](#), [TIAN Xiao-jun](#), [ZHANG Qin](#), [XU Xin-jun](#), [YUAN Hui-jing](#) [基于单片机和CPLD的嵌入式步进电机控制系统](#) -[河北省科学院学报](#)2009, 26(1)

本文叙述了基于单片机和CPLD的步进电机控制系统,该系统采用单片机和CPLD作为核心器件,减少分立元件的使用,通过改变程序参数可以实现对不同型号步进电机的控制,在稳定性和灵活性等性能上都有了很大的提高,有利于步进电机控制系统的广泛应用。

9. 学位论文 [王晓丹 基于单片机的步进电机细分驱动系统的研究](#) 2008

混合式步进电机的运行品质既与电机的本体性能有关,也与驱动器和控制器的性能有关。在开环控制下,步进电机的运行噪声大,控制精度低,无法满足很多场合下较高运行品质的要求,因此实现步进电机的闭环控制可以较大地改善步进电机的系统性能。课题的主要研究目的是设计一款新型的基于单片机的步进电机细分驱动系统,实现对步进电机的闭环控制。 本文作者在深入研究步进电机的结构、运行机理和细分驱动原理的基础上,提出了一种基于正弦电流细分和电流追踪型脉宽调制(PWM)的细分驱动技术,实现了电机的恒转矩运行,提高了运行精度。考虑到步进电机非线性性的影响,对将最小二乘法应用于拟合细分步距角误差曲线,以达到修正系统非线性性的方法进行了探讨。 在控制策略方面,通过研究两相混合式步进电机的数学模型,构建了步进电机转速闭环控制系统的结构;速度控制器采用模糊自整定PI控制算法。为验证其可行性,建立了驱动系统的仿真模型,对模糊自整定PI控制策略与常规PI控制策略进行了对比仿真分析。 在以上研究的基础,以满足两相混合式步进电机的动态运行特性为出发点,设计了驱动控制器的硬件和软件。驱动控制器主要分为数字控制部分、GAL片逻辑综合信号处理单元、TL494恒流控制电路,驱动功放电路、电流反馈电路、速度检测电路、过流保护电路及系统供电电源模块等。采用单片机DS89C450为控制核心,实现恒流控制、正反转运行、过流保护以及多档位细分等功能。速度检测电路采用增量式光电编码器作为反馈元件,反馈电机转子的实际转速信息,实现闭环控制策略,从而获得优良控制效果。 该驱动控制器已完成制作并进行了联调测试,给出了测试结果并对所测波形进行了分析。实验结果表明,系统硬件和软件设计合理可行,各项技术指标均达到了设计要求,明显地改善步进电机的运行性能,具有一定的实用价值。

10. 期刊论文 [谭辉. 潘滔. 邢芳. 宋文武. 刘义. 郑生全. 吴华兵. TAN Hui. PAN Han. XING Fang. SONG Wen-wu. LIU Yi.](#)

[ZHENG Sheng-quan. WU Hua-bing 基于单片机和串口通信的高速步进电机控制系统设计 -舰船科学技术2008, 30\(5\)](#)

介绍了一种采用单片机和串口通信相结合的高速步进电机控制系统,该系统由上位机(Pc机)和下位机(单片机)2部分组成,二者通过串口交换数据.由于规定的步进电机转动速度所对应的脉冲频率远大于步进电机的突跳频率,因此达到最终转动速度需要一个加速过程,加速程序采用汇编语言进行编制,可以使过渡时间精确到 μ s级,保证了加速过程的平稳性.对指数型升速曲线和匀加速型升速曲线这2种常用的升速曲线在加速时间和转动平稳度上的性能进行了比较,发现指数型升速曲线过渡时间短、加速过程平稳,具有操作性强、实现效果好等优点.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_whsldldxxb200802033.aspx

下载时间: 2010年1月10日