

霍尔传感器在直流电机转速测量中的应用研究*

郭 清, 王元昔

(哈尔滨工程大学 工程训练中心, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 采用霍尔传感器和 AT89S52 单片机控制步进直流电机转速,介绍了测速原理与软硬件设计方法。通过 1602LCD 显示电机转速值,根据需要可调整控制电机的转速。测试结果表明:该转速测量系统满足设计要求,具有硬件结构简单、性价比较高、易于调节电机转速及系统性能稳定等优点。

关键词: 霍尔传感器; 步进直流电机; AT89S52; 转速测量

中图分类号: TN 253 文献标识码: A 文章编号: 1000-9787(2011)07-0054-03

Research on application of Hall sensors in DC motor speed measuring system*

GUO Qing, WANG Yuan-xi

(Engineering Training Center, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: Hall sensors and AT89S52 microcontroller are used to control stepper DC motor's rotating speed. The principle of speed-measuring and software and hardware design are introduced. Through 1602LCD, the rotating speed value is displayed, the motor speed is adjusted according to the need. Test results show that the speed measuring system can meet the design requirements, and it has advantages of simple hardware structure, high cost performance, easy to adjust motor rotating speed and stable performance, etc.

Key words: Hall sensors; stepper DC motor; AT89S52; rotating speed measurement

0 引言

在发动机、电动机、储能飞轮等旋转设备的试验运转和控制中,经常需要分时或连续测量转速。转速测量是了解电机转速高低,控制电机速度最常用的一种方法。而测速仪成本较高,性价比低,为了能精确地测量转速,同时保证测量的实时性,本文研究提出一种基于 AT89S52 单片机进行电机转速测量的方法。利用霍尔传感器检测到的信号来计算电机转速。通过单片机定时器编写计数算法,将转速结果显示在 1602LCD 液晶上,实现电机转速的实时获取。实验测试结果表明:基于霍尔传感器的测量系统性能稳定,达到设计要求。

1 霍尔传感器

科学家爱德文·霍尔在 1879 年发现了霍尔效应^[1],霍尔传感器是以霍尔效应为原理制成的一种磁传感器。它能够检测磁场与周围磁场的变化,可应用于与磁场有关的场合中。系统结构框图如图 1^[2]。



图 1 系统总体结构框图

Fig 1 Overall structure diagram

由霍尔效应原理可知,当霍尔元件处于磁场中,并在垂直于磁场的方向上通以电流时,霍尔元件上和电流与磁场垂直的方向会产生霍尔电势差。当通过霍尔元件的电流恒定不变时,改变磁场的大小,能够改变霍尔电势差。当霍尔元件以切割磁力线的方式相对磁钢运动时,在霍尔输出端口就会有电压输出。研究采用的霍尔传感器 NJK-5002,检测电机转速位置如图 2 所示。用磁钢来提供霍尔能感应的磁场,在非磁材料的转盘边上粘贴一块磁钢,霍尔传感器固定在转盘外缘附近。没有磁钢时输出高电平,有磁钢时输出低电平。把转盘安装在电机轴上,就可测出电机转速。如需增加测量转速精度,可在转盘(车轮)上多增加几个磁钢。

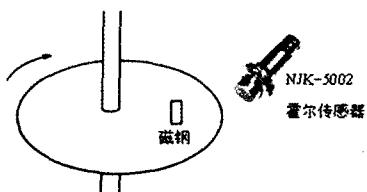


图2 电机转轮和霍尔位置图

Fig 2 Diagram of motor rotor and Hall locations

2 测速原理

在定子磁场中,永久磁铁的磁力线通向转子,转子转动过程中引起定子磁通发生周期性的变化,从而引起了霍尔元件输出信号的频率变化^[3]。常见的转速数字测量方法主要有测频率法和测周期法^[4]。研究采用测频率法,频率的测量实际上是在1 s时间内对信号进行计数,计数值就是信号频率,如图3。即在规定的时间间隔1 s内,根据产生的脉冲个数n计算转速。从物理意义上讲,转速即频率,只是变换了单位。测速实际上就是测频,测速的方法决定了测速信号的硬件连接。由于传感器输出电压信号稳定,只要存在磁场,霍尔元件总是产生相同大小的电压^[5]。输出信号电压大小与转速无关,即使是在低转速状态下,仍能够获得较高的检测准确度。输出信号的强弱与霍尔元件在电机外壳安装位置有关,需要通过实验确定传感器在电机外壳的安装位置,以获得最佳信号效果。利用霍尔传感器感应旋转磁钢产生的垂直磁场和平行磁场信息,转轴每旋转一周,产生一个或固定的多个脉冲,将脉冲送入单片机计数,最终输出检测电机转速。如要增加测量转速的精度,可在圆盘(车轮)上多增加几个磁钢。

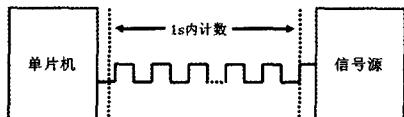


图3 测速原理图

Fig 3 Principle diagram of speed measurement

3 控制电路设计

硬件电路主要分为:单片机最小系统、光耦隔离电路(如图4)、模拟电源电路(如图5)、电机保护电路和1602LCD显示电路。

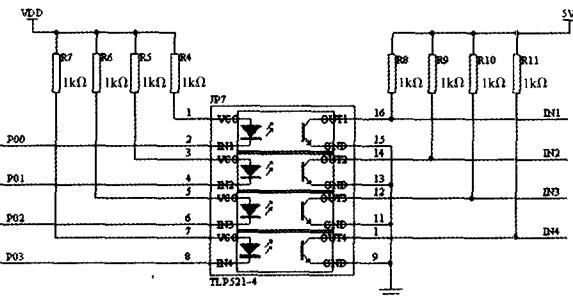


图4 光耦隔离电路图

Fig 4 Light-coupler isolation circuit

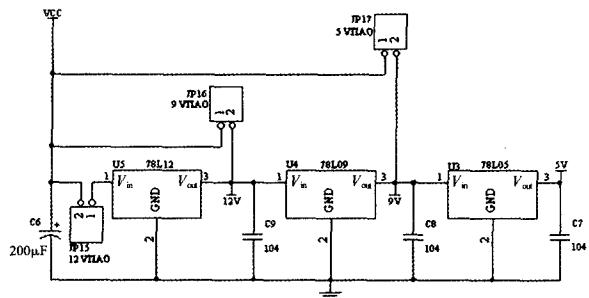


图5 模拟电源电路图

Fig 5 Analog power supply circuit

3.1 单片机最小系统

选用51系列单片机At89S52做控制芯片,单片机最小系统提供数字电源。At89S52有40个引脚,与其他51系列单片机引脚是兼容的。

3.2 驱动芯片 L298N

L298驱动芯片是SGS公司的产品,为15脚封装。它内部包含了4通道逻辑驱动电路,可以方便地驱动2个直流电机,或者一个两相步进电机。

3.3 光耦隔离

为避免L298N在工作时与单片机产生干扰,用光耦TLP521-4来隔离数字电路和模拟电路。光耦元件可以很好地解决供单片机使用的数字电路和供L298使用的模拟电路,应用TLP521系列的光耦元件通常有3个型号,即TLP521-1(4脚),TLP521-2(8脚)和TLP521-4(16脚)。

3.4 模拟电源

数字电路和模拟电路应该隔离,以避免相互干扰。在电源上也是一样,数字电路和模拟电路需要分别供电,在控制电路板原理图上用不同的符号表示数字电源(VDD)和数字地(DGND)及模拟电源(VCC)和模拟地(SCND)。L298需要5V电源供电,因此,需要从模拟电源上稳出一个5V。

4 测速程序设计

控制软件设计主要包括主程序、中断服务程序及显示相关的功能模块子程序。每到1 s读一次计数值,此值即为脉冲信号的频率,可算出电机转速。由于直流电机转速与施加于电机两端电压大小有关,故将实际测得转速值与预设转速值比较,若大于预设转速值,则减小模拟电压数值,若小于转速预设转速值,则增加模拟电压值。调整电机的转速,直到转速值等于预设定的值,这样就实现了对电机转速的控制。程序流程图如图6。

5 实验方式与结果

5.1 采用分级稳压方式控制电机转速

被测试电机参数为12 V,100 r/min,由图5知,模拟电路可为电机提供5~12 V的直流稳压电源。在5~12 V间调节供电机驱动的电压值,根据实验测量值和理论分析值绘出转速测试曲线,如图7。可看出测试电机转速值与理论值基本吻合,误差范围控制在5%以内。

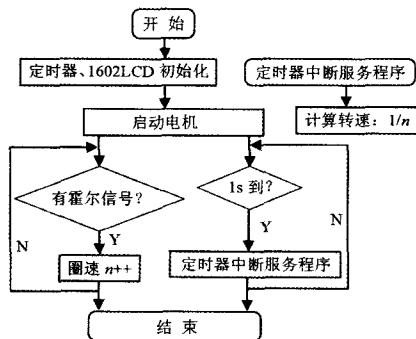


图6 程序流程图

Fig 6 Program flow chart

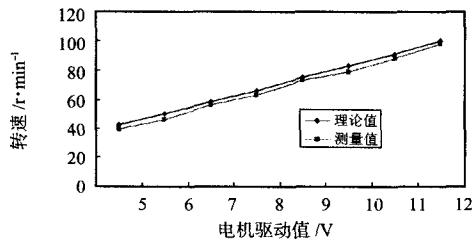


图7 转速测试曲线图

Fig 7 Rotating speed test curve

5.2 采用 PWM 控制电机转速

在 Keil3.0 中给出转速预设值 PWM, 即给定常量 PWM 值。观察速度稳定后 1602LCD 数值, 比较实际测量的转速值和预测转速值, 计算出转速测量误差在 5% 以内, 转速测试结果如表 1 所示。表明测量结果较为准确, 在预期设计值范围内。

表1 转速测试结果

Tab 1 Rotating speed test results

PWM	预测(r/min)	实测(r/min)	误差(%)
10	100	98	2.00
9	90	86	4.44
8	80	77	3.75
7	70	68	2.85
6	60	58	3.33
5	50	48	4.00

(上接第 53 页)

- [2] Mulkens J, Flagello D. Benefits and limitations of immersion lithography [J]. Journal of Microlithography, Microfabrication, and Microsystems, 2004, 3(1):104–114.
- [3] Chung M K H, Zhang Nong. Impeller behavior and displacement of the ventrassist implantable rotary blood pump [J]. Artificial Organs, 2004, 28(3):287–297.
- [4] 杨金福, 杨昆. 滑动轴承非线性动态油膜压力分布特性的研究 [J]. 力学工程, 2005, 4(25):477–482.
- [5] 翼宏, 傅新, 杨华勇, 等. 柱塞泵阻尼槽噪声特性研究 [J]. 浙江大学学报: 工学版, 2005, 5(39):609–613.
- [6] Olems L. Investigations of the temperature behaviour of the piston cylinder assembly in axial piston pumps [J]. International Journal

5.3 对比 2 种测试结果

进行 PWM 控制电机转速实验时, 电机供电电压值为 12 V, 当 PWM = 10 时, 电机为满功率工作。这样测试的目的是可以和采用分级稳压方式控制电机转速方式相比较, 使得 2 种控制电机的驱动条件一致, 即分别采用硬件调速和软件调速的方式来进行测试。对这 2 种测试方式进行比较得到相似的测试结果, 误差都控制在 5% 内。测试结果表明: 该转速测量系统的控制精度满足设计要求, 达到了预期设计目标。

6 结论

本测速系统采用霍尔传感器捕捉脉冲信号, 通过单片机对连续脉冲记数来实现转速测控。实现了最初的设计目的, 电机在满功率下测量转速和电机实际标配转速一致。设计中充分利用了 AT89S52 芯片内定时器和外部中断资源, 保证了 1 s 内的时间精度。实验表明: 该方法高效可靠, 对中小型电机的转速能够精确测速。

参考文献:

- [1] 董健年, 张军, 崔艳丽, 等. 利用霍尔传感器研究脉冲功率源模块的磁场特性 [J]. 弹道学报, 2008, 20(4):103–106.
- [2] 张菊秀, 龙晓林. 开关型霍尔传感器的应用 [J]. 电子世界, 2002(4):43.
- [3] 刘建英. 霍尔传感器在电参量测量中的应用 [J]. 中国民航学院学报, 1999(4):21–24.
- [4] 赵树磊, 谢吉华, 刘永锋. 基于霍尔传感器的电机测速装置 [J]. 江苏电器, 2008(10):53–56.
- [5] 张健. 霍尔传感器的应用浅析 [J]. 信息与电脑: 理论版, 2009(7):6–9.

作者简介:

郭清(1978—), 女, 黑龙江哈尔滨人, 博士研究生, 讲师, 主要研究方向为单片机与传感器技术应用。

of Fluid Power, 2000, 1(1):27–38.

- [7] Vinogradov A, Holloway F. Electro-mechanical properties of the piezoelectric polymer PVDF [J]. Ferroelectrics, 1999, 226:169–181.
- [8] Siivola J. New noninvasive piezoelectric transducer for recording of respiration, heart-rate and body movement [J]. Medical and Biological Engineering and Computing, 1989, 27(4):423–424.
- [9] 金观昌, 于森, 鲍乃铿. PVDF 多点脉搏波计算机辅助测试系统研究 [J]. 清华大学学报: 自然科学版, 1999, 39(8):117–120.

作者简介:

阮晓东(1967—), 女, 浙江临安人, 教授, 从事流体机械、流动测量及可视化研究。