

# 基于 STM8S 的大功率 BLDC 驱动系统设计

陈方里<sup>1</sup>, 钦仿仿<sup>2</sup>

(1. 华北水利水电大学 电力学院, 河南 郑州 450011;

2. 国网河南禹州市供电公司, 河南禹州 461670)

**摘要:** 针对 STM8S 在电机控制领域的应用, 提出了基于 STM8S 的大功率 BLDC 驱动系统。详细介绍系统硬件电路并运用电机启动策略及转速控制算法保证电机在各种负载情况下正常工作。测试表明该电机驱动系统运行稳定, 成本低廉, 适用于便携式手持设备控制领域。

**关键词:** STM8S105; 有感直流无刷电机; IR2110

doi: 10.3969/j.issn.1006-8554.2015.10.002

## 0 引言

20 多年来, 得益于大功率开关器件、永磁材料、电机驱动等技术的飞速发展, 无刷直流电机应用领域越来越广泛。无刷直流电机简称 BLDC, BLDC 具有高转速、高效率、长寿命、低噪声、转矩大、动态响应快等优点<sup>[1]</sup>。BLDC 被广泛应用于工业自动化装置、消费电子、航空航天、汽车及日常生活用具等多种领域。

处理器采用 ST 公司推出的高性能 8 位单片机 STM8SK4T6, 价格低廉, 每片仅 2.5 元左右, 主频达到 16 MHz, 具有定时器、ADC、SPI 等多种资源, 其中 TIM1 作为高级定时器可输出 4 路互补 PWM 信号, 满足 BLDC 驱动要求。单片机可工作于 2.95 V ~ 5.5 V 电压范围, 125°C 温度下稳定运行。本文提出了基于 STM8S 处理器的 BLDC 控制系统, 利用 TIM1 产生互补输出的占空比可调 PWM 信号控制电机运行, 满足三相无刷电机控制要求。

## 1 无刷直流电机控制原理

BLDC 由定子和转子组成。定子由硅钢片和按一定规律排列的三相绕组组成, 转子由 N 对永磁体交替排列组成。转子磁场与定子绕组感应磁场相互作用产生力矩推动转子转动<sup>[2]</sup>。理论上两个磁场夹角为 90° 时力矩最大, 为了驱使转子不停转动, 需要按照一定顺序改变定子磁场, 通常按照六步电流换向法依序给定子线圈通电, 始终保持转子力矩最大。

BLDC 根据有无霍尔元件可分为有感 BLDC 和无感 BLDC, 本系统采用有感 BLDC 驱动方式。3 个 HALL 元件按照 120° 夹角安放在电机固定位置, 霍尔元件输出 180° 脉宽的 PWM 信号, 且三个霍尔输出信号有 120° 相位差, 通过霍尔元件感知转子相对定子绕组位置并按照通电顺序给定子绕组通电, 驱动电机转动<sup>[3]</sup>。

## 2 PID 转速调节

电机转速取决于绕组内电流大小, 通过脉宽调制方式输出可调 PWM 信号控制开关管通断, 达到改变绕组电流目的。

STM8S105 单片机引脚具有外部中断功能, 通过定时器计算一定时间内中断次数, 达到测量转速目的。相对于位置式 PID 算法, 增量式 PID 算法不会产生累计误差, 误动作影响小, 满足无刷直流电机控制要求, 故转速控制采用增量式 PID 控制算法。

$$u[K] = u[K-1] + K_p \times E[K] - K_i \times E[K-1] + K_d \times E[K-2] \quad (1)$$

其中  $E[K]$  为当前步给定转速与实际转速之差, 根据公式 (1) 求出调节值, 并改变 PWM 占空比, 达到调节转速和适应负载目的。

## 3 硬件设计

系统由 STM8S 单片机、电源电路、开关管驱动电路、转速调节电路、过流过载保护电路、指示电路组成。

### 3.1 处理器选取

由于 STM8S 超低价格、高效处理能力、稳定性高、接口丰富等特点, 满足无刷直流电机驱动器设计要求。本系统采用 STM8SK4T6 型号单片机, 32 个引脚满足电机控制及信号采集要求, 减少了控制板尺寸。

### 3.2 电源电路

电源管理电路采用 LM2596HV 开关芯片, 具有 3 A 负载驱动能力, 纹波小供电稳定, 输入电压可达 60 V, 具有过热及限流保护功能<sup>[4]</sup>。LM2596HVS-12 和 LM2596S-5 两种型号固定输出 12 V 和 5 V 电压, 用于开关管驱动芯片和单片机及其他 5 V 芯片供电。

### 3.3 驱动电路

由图 1 所示, 驱动电路由驱动芯片和 MOS 管组成。驱动芯片采用 IR 公司生产的 IR2110S, 驱动芯片兼有电磁隔离和光耦隔离的特点, 专门驱动 MOSFET 和 IGBT 等开关器件。MOS 管采用 n 沟道 IRF1407, 可耐 75 V 高压, 最大电流达 130 A, 驱动电机功率达到 1 500 W。

### 3.4 保护电路

为了防止温度过高和电流过大对控制系统产生不可恢复损害, BLDC 驱动系统设有过热和过流保护电路。NTC 热敏电

阻和毫欧电阻用于检测温度和电流变化,控制器实时监测达到保护电路目的。电路板采用开窗加锡的布线设计,既增加过电流量又利于散热,满足大功率电机驱动板设计要求。

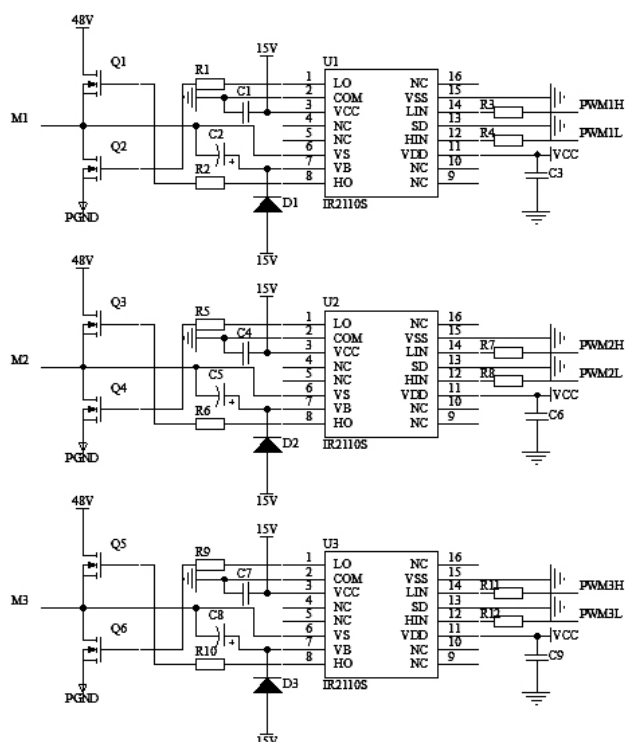


图1 驱动电路

#### 4 软件设计

软件开发平台采用意法半导体公司提供的集成开发环境 STVD( ST Visual Programmer) 和 COSMIC 公司为 STM8 开发的 C 语言编译器 CX-STM8。软件设计包括: 硬件接口初始化、霍尔信号检测、转速检测、速度计算、PID 调节、换相等。硬件初始化对包括定时器在内的功能模块进行设置,确保单片机正常启动。HALL 信号跳变引起单片机外部中断程序运行,通过单片机 I/O 口检测 HALL 电平状态来确定转子位置并根据换向顺序改变电流流向。速度检测根据定时器在一定时间内累计霍尔信号跳变次数确定。换相过程中根据当前转子位置准确导通开关管并根据 PID 算法调节 PWM 占空比,保证系统具有良好的动态特性和静态特性。程序大都在中断中调用,满足实时性控制要求。程序流程图如图 2 所示。

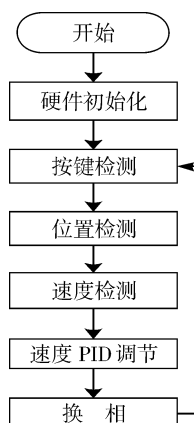


图2 软件流程图

根据软件流程图编写单片机程序并下载实际运行,电机能根据速度设定并进行转动,但在低速正反转启停实验中,由于电机启动转矩较大并且电流较小,存在电机启动失败现象,故此对电机启动策略进行探讨。启动时根据六步换向法定时改变 MOS 管导通顺序并循环运行,直到电机启动切换根据 HALL 信号换向程序。实验显示循环导通 MOS 管能启动电机,缺点是启动时有突然抖动并且电机发热较快,可根据电机实际情况更改启动时循环次数及延时大小避免电机过热。

#### 5 试验结果

实际运行表明,本系统具有很好的启停、调速特性,保护电路设计保证驱动大功率无刷直流电机运行稳定可靠。系统硬件设计结构简单、成本低廉,适用于低成本大功率电动设备应用。

#### 参考文献:

- [1] 高甜甜,孙瑜,徐方建,等. 基于 STM8S903K3 的纯电动车实用控制器设计[J]. 工业控制计算机, 2014(9): 127-129.
- [2] 吴红星,叶宇骄,倪天,等. 无刷直流电机转子位置检测技术综述[J]. 微电机, 2011(8): 75-81.
- [3] 邓少华,孙琦,高强,等. 采用 STM8S 的无刷直流电机控制系统的设计[J]. 电子产品世界, 2013(1): 49-50+56.
- [4] 潘传勇,丁国臣,陈世夏. 基于 LM2596 的不间断直流电源设计[J]. 现代电子技术, 2013(17): 107-109.

(上接第 8 页)

- [2] 李宇鹏. 变压器油在线监测及净化系统研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [3] 郭祯. 电力变压器状态检修技术的研究与应用[D].

保定: 华北电力大学, 2014.

#### 作者简介:

宋悠全(1986-),男,湖南湘潭人,硕士研究生,工程师,主要研究方向: 变压器工艺技术。