

文章编号: 2095-2163(2019)03-0289-02

中图分类号: TP273

文献标志码: A

# 基于嵌入式芯片的永磁同步电动机的矢量控制及控制系统

张娜

(辽宁机电职业技术学院 华孚仪表学院, 辽宁 丹东 118009)

**摘要:** C8051F021 是美国 Cygnal 公司生产的单片机。本文采用 C8051F021 作为嵌入式芯片搭建嵌入式控制平台,以工控机为上位机通讯设备对永磁同步电动机进行矢量控制,改善其转矩控制性能。

**关键词:** C8051F021; 永磁同步电动机; 矢量控制

## Vector control and control system of permanent magnet synchronous motor based on embedded chip

ZHANG Na

(Huafu Instrument School, Liaoning Mechatronics College, Dandong Liaoning 118009, China)

**【Abstract】** C8051F021 is a single-chip microcomputer produced by Cygnal Corporation of the United States. This paper uses C8051F021 as an embedded chip to build an embedded control platform, and taking the industrial computer as the upper computer communication device to perform vector control on the permanent magnet synchronous motor, therefore improves its torque control performance.

**【Key words】** C8051F021; permanent magnet synchronous motor; vector control

### 0 引言

作为时下流行的嵌入式芯片, C8051F021 具有片上资源丰富、低功耗、高速度等优点,应用于多个控制领域系统中。永磁同步电动机(PMSM)矢量控制则致力于改善转矩控制性能,具体是用 PMSM 模拟直流电动机的转矩控制规律。在矢量控制系统中, PMSM 转子空间位置主要是通过光电编码器等位置检测传感器实测得到,通过调节器产生电压、电流等控制变量,再经逆变器输出电流控制 PMSM 旋转<sup>[1]</sup>。本文采用  $i_d = 0$  的电流控制方式。对此内容,本文将做出研究阐述如下。

### 1 硬件结构

嵌入式芯片的永磁同步电动机的矢量控制系统硬件结构即由如下部分组成: C8051F021 微控制器、A/D 转换模块、编码器接口、PWM 接口、驱动模块、矢量控制电路及永磁同步电动机(PMSM)。该硬件结构原理设计如图 1 所示。

由图 1 研究可知, C8051F021 是由美国 Cygnal 公司推出的高度集成的片上系统,也是混合信号的系统芯片。指令结构中 70% 的指令执行时间为 1

个或多个系统时钟周期;且在其中嵌入了一款高速、低功耗、高性能的 8 位微处理器,由此就使得高速指令处理能力成为其尤显突出的特点与优势<sup>[2]</sup>。32 个 I/O 口线; I/O 口线均容许 5 V 电压。C8051F021 本身带有串行口,为系统设计省去了外围电路、减小了体积,为外围电路拓展提供方便。可同时使用的硬件包括 SMBusTM、I<sup>2</sup>CTM、兼容 SPITM 及 2 个 UART 串口,可以方便地实现与上位机的通讯。

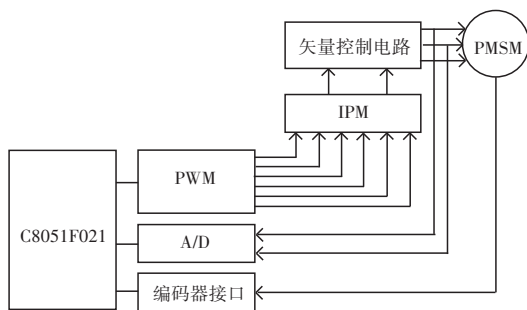


图 1 硬件电路原理框图

Fig. 1 The block diagram of hardware circuit

驱动电路是将 STM32 输出的 PWM 信号进行功率放大,其工作原理是依据 PWM 触发信号的状态,导通或关断功率管,实现直流逆变并给电机定子绕组馈电的功能。驱动模块采用 DR30,是一款 IPM 模块。该模块内部配有开关电源、高速光耦、保护电

基金项目: 辽宁机电职业技术学院 2016 年度科研项目(2016013)。

作者简介: 张娜(1987-),女,硕士,讲师,主要研究方向:电子仪表。

收稿日期: 2018-09-25

路、外围接口以及散热器等一系列功能电路,是一个全功能的驱动器。该产品具有多重优点,性能稳定且利于开发,其完善性的应用功能适用于各种要求下的电路设计。DR30 驱动器有 4 种电路保护,分别为:过流保护、过热保护、欠热保护和过压保护。CPU 的供电电压是+5 V。

DR30 包括 2 个用户接口端子 JP1 和 JP2。而 JP1、JP2 的设计原理分别参见图 2 和图 3。

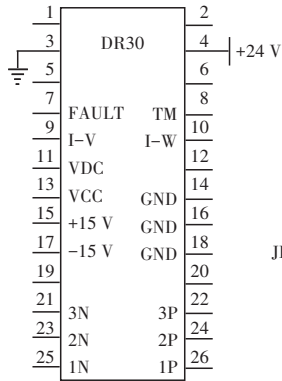


图 2 JP1 原理图

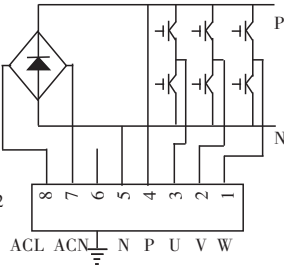


图 3 JP2 原理图

Fig. 2 The schematic of JP1 Fig. 3 The schematic of JP2

### 2 永磁同步电动机

永磁同步电动机 (Permanent Magnet Synchronous Motor, PMSM) 是电励磁三相同步电动机,使用永磁体而剔除了电励磁系统,因而也无需涉及励磁绕组、集电环和电刷的设计,同时定子是不变的<sup>[3]</sup>。二极面装式永磁同步电动机的物理模型如图 4 所示。

图 4 中,考虑到将位于永磁励磁磁场的线圈作为等效励磁绕组的表示形式,就可以将面装式 PMSM 等效成为电励磁三相同步电动机。

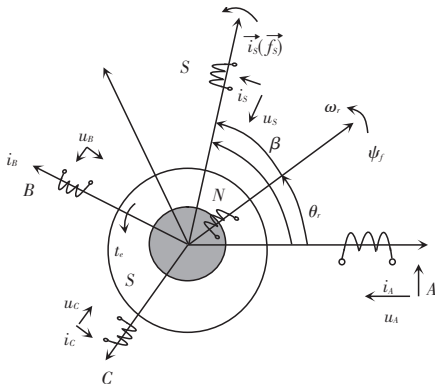


图 4 二极面装式 PMSM 物理模型

Fig. 4 Physical model of diode surface mounted PMSM

在图 4 中,永磁励磁磁场轴线定义为  $d$  轴,沿着  $d$  轴旋转方向超前  $90^\circ$  电角度即为  $q$  轴。 $\vec{f}_s$  是定子三相绕组产生的磁动势矢量,同时  $\vec{i}_s$  则是定子电流矢量<sup>[3]</sup>。产生  $\vec{i}_s(\vec{f}_s)$  的等效单轴线圈位于有效匝数为相绕组的  $\sqrt{3}/\sqrt{2}$  倍的  $\vec{i}_s(\vec{f}_s)$  轴上。

### 3 永磁同步电动机矢量控制

永磁同步电动机矢量控制系统中包括了永磁同步电动机、驱动电路、主电路以及 C8051F021 微控制器,其模型设计详见图 5。

PMSM 矢量调速控制系统三相交流电机通过整流滤波电路转化为直流,设计中使用直流模拟交流展开控制过程,再将直流经过逆变电路转换成交流,并且输出到永磁同步电动机,从而实现驱动永磁同步电动机调速控制的目的。

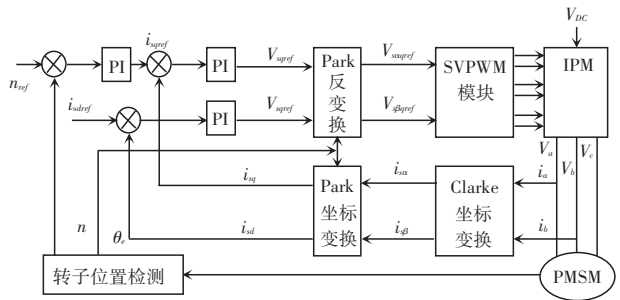


图 5 二极面装式 PMSM 物理模型

Fig. 5 The block diagram of SVPWM control system of PMSM based on ARM Cortex-M3

### 4 结束语

本文对嵌入式平台中永磁同步电动机的矢量控制系统搭建进行了探讨与分析,包括介绍嵌入式芯片 C8051F021、永磁同步电动机及永磁同步电动机的矢量控制。

### 参考文献

[1] 刘军. 永磁电动机控制系统若干问题的研究[D]. 上海:华东理工大学,2010.  
 [2] 王芳,陈亚光. C8051F021 在远程诊断与急救支援系统中的应用[J]. 电子技术应用,2004(4):16-19.  
 [3] 王成元,夏加宽,孙宜标. 现代电机控制技术[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2014.