

基于单片 DSP 的双异步电机控制系统实现

张全川 李文

本文利用 TI 公司的电机控制专用 DSP 芯片 TMS320LF2407A 实现了基于单片 DSP 的双异步电机控制技术, 降低了多电机应用场合的硬件成本。高度集成化的数字信号处理器, 先进的空间矢量 PWM(SVPWM) 技术, 再加上智能化的功率驱动模块(IPM), 是保证双异步电机变频调速性能的基础。

一 硬件配置

单片 DSP 的双异步电机硬件控制线路主要由一片 DSP 芯片 TMS320LF2407A、两路整流逆变电路、两路缓冲光电隔离电路、通信电路及基本外围电路等组成。

1. DSP

DSP 是控制系统的关键部分, 为此必须从严选择。TMS320LF2407A 是一种专用电机控制芯片, 内部集成两路 PWM 单元, 加以近些年芯片价格的下降(市场价约 10 美元), 成为双异步电机控制系统的理想选择。

除此之外, TMS320LF2407A 的以下特性也是选择该芯片的重要条件。

(1) 高性能静态 CMOS 技术, 使得供电电压降为 3.3V, 减小了控制器的功耗; 25 ns(40MIPS 处理能力) 的时钟周期极大提高了控制器的实时控制能力。

(2) 片内有高达 32k 字的 Flash

程序存储器: 高达 2.5k 字的 16 位数据/程序 RAM; 544 字双口 RAM(DARAM), 2k 字的单口 RAM(SARAM)。192k 字的可扩展外部存储器空间。

(3) 两个高度集成的事件管理模块 EVA 和 EVB, 还有 SCI、SPI、CAN、中断等功能模块。

2. 两路逆变电路

逆变电路中最主要的器件是智能功率模块 IPM, 系统选用日本三菱公司生产的 IPM-PM50RSA120。

PM50RSA120 内部结构如图 1 所示, 除 6 个接线端(U、V、W、B、P、N)之外, 还有 19 个引脚。模块中有 7 只 IGBT, 每只 IGBT 各代表一个驱动级, 而每只驱动级都设有过流、过热、短路、欠压等保

关键词: 微控制器 异步电机
数字信号处理器 空间矢量
逆变器系统

张全川先生, 大连交通大学硕士研究生;
李文女士, 教授。

护电路, ST 为温度传感检测端, 保护信号从“FO”端输出。7 只 IGBT 中 6 只作为“PWM”的开关管 I、II、III、I'、II'、III'。I、II、III 作为正三相, I'、II'、III' 作为负三相。第七只 IGBT 作为泵升电压限制电路(再生能量吸收电路), 它的漏极(B 端)外接吸收电阻(180Ω/80W), 该电路的作用为保护所有的 IGBT 管。

另外, PM50RSA120 还有开关频率高、截止时间短(3μs)、在 11kW 级变频器应用时无噪声等特性, 成为系统选择它的原因所在。

3. 两路缓冲、光耦合器隔离电路

用反向器 74HC14 作为 PWM 传输的缓冲电路。以下主要给出了一路 PWM 传输电路中的部分光耦隔离电路, 如图 2 所示。

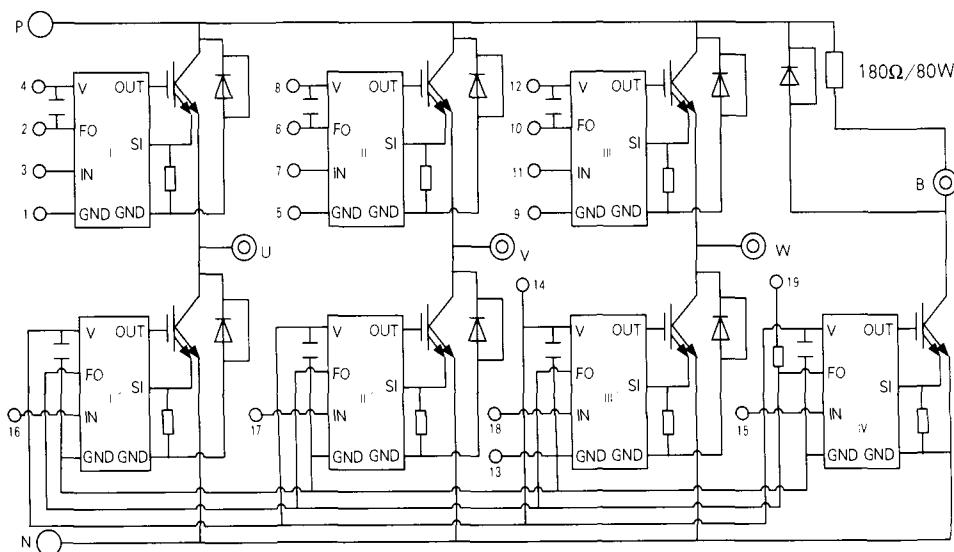


图 1 PM50RSA120 内部结构图

基于单片 DSP 的双异步电机控制系统实现

从图2中可以看出电路中采用了两种光耦合器。PWM信号传送线路采用的是快速光耦合器HP4504，它是为了满足微秒级的脉宽调制而采用；而故障信号传送线路采用的是低速光耦合器P521，它主要是为了降低成本而采用的。UU、LU为同一逆变桥上的两路信号，如此设计保证了同一逆变桥上的IGBT管不可能同时导通。

二 软件设计

为了使能量高效地传送给电动机，系统采用SVPWM技术。要能独立控制两台三相异步电动机，必须同时产生两

路SVPWM波形。实现两路SVPWM的完整框图如图3所示。每路需判断扇区、计算矢量作用时间、确定开关切换时间。

利用TMS320LF2407A产生SVPWM波比较容易，因为每个EV模块都具有对称空间矢量PWM波产生的内置硬件电路。只要基本空间矢量开关时间确定，零矢量会根据每个周期始终有一个桥臂关断或导通的原则自动添加到PWM周期中。所以其开关顺序以 $0^\circ \sim 60^\circ$ 范围为例可以表示为图4中的a或b两种。

由于两路SVPWM波的产生机理相同，所以不在赘赘另一路。但有一点需要注意，确保同时产生两路SVPWM波软件实现时的时间分配问题。

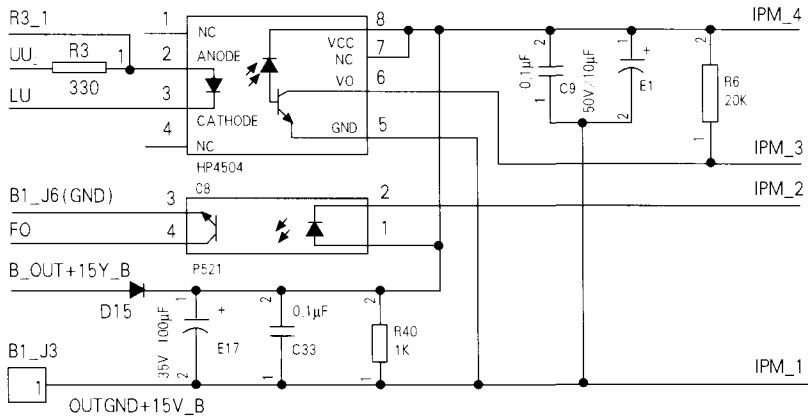


图2 PWM光耦合器隔离电路

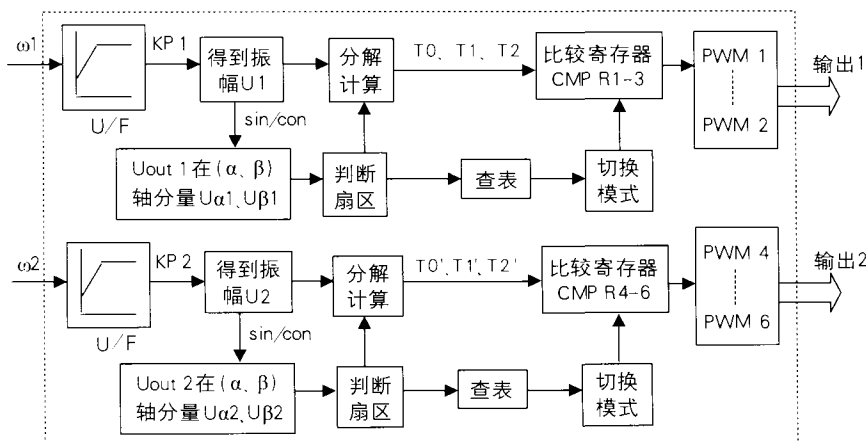
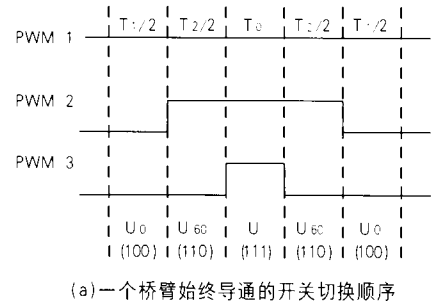
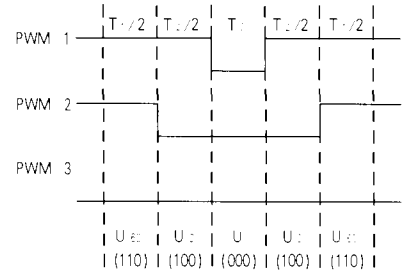


图3 两路SVPWM波实现软件框图



(a) 一个桥臂始终导通的开关切换顺序



(b) 一个桥臂始终关断的开关切换顺序

图4 开关切换顺序

三 结束语

本文介绍了用单片DSP实现双异步电机的总体实现过程，并通过实验进行了验证，结果表明：

(1) 利用DSP-TMS320LF2407A的状态机产生SVPWM波，控制算法简单、软件编程方便、CPU占用时间少、容易实现；并且在一个PWM周期内总有一个桥臂保持常量，从而减少了开关次数(可减少1/3的开关次数)、降低了开关损耗。

(2) 功率不同的电机在相同频率下的电流波形皆接近正弦波，能够很好地控制电机的运行状态。

(3) 单片DSP多电机控制技术很好地解决了对于成本敏感或多电机应用场合的硬件成本的问题，而且具有线路简单、使用方便、性能好等优点。

当然，由于死区的加入，难免会有少量的谐波产生；电机在起动时偶尔会出现轻微的震动，但经过一定措施是可以消减的。