

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.07.028

# 基于 DSP 的双电机交流伺服驱动器

彭希文, 朱同兴, 杨凯

(中国兵器工业第五八研究所 数控事业部, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 基于 DSP 强大计算能力和 2 路事件管理器模块的外设, 提出一种双电机交流伺服驱动器的设计方案, 代替原有的单电机伺服驱动器, 节省了体积、成本。通过系统硬、软件的实现, 并采用电机及 SWAI-FA 上位控制系统进行实验。结果表明, 该驱动器能够实现双电机实时控制, 方案可行, 具有极高的性价比。

**关键词:** 双电机; 伺服驱动; DSP

**中图分类号:** TM3 **文献标识码:** B

## Design of Twin Motor AC Servo Drive Based on DSP

Peng Xiwen, Zhu Tongxing, Yang Kai

(Dept. of CNC Engineering, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** Based on DSP's powerful computing power and the 2-way event manager module peripherals, a twin-motor AC servo drive design project is put forward to replace the single motor servo drive to save the volume and the cost. This design is carried out by realizing the driver through the hardware and software and experimentizing with motor and SWAI-FA upper control system. The results show that the driver achieves the real-time control of dual-motor and the project is highly feasible and cost-effective.

**Keywords:** dual-motor; servo drive; DSP

### 0 引言

近年来, 随着电力电子技术、微电子技术、微型计算机技术、传感器技术、稀土永磁材料与电动机控制理论的发展, 交流伺服控制技术有了长足的进步, 正弦波交流永磁同步电机在工业现场得到广泛的应用<sup>[1-2]</sup>。在工业现场, 一般都是由单个交流伺服驱动器带一个电机, 故基于 DSP2812 及其外围电路的硬件环境, 对双电机控制方案进行设计。

### 1 系统的硬件设计

#### 1.1 主回路的设计

如图 1, 伺服控制系统功率主回路由三相整流电路、中间直流电路、两路 IPM 及电机组成。

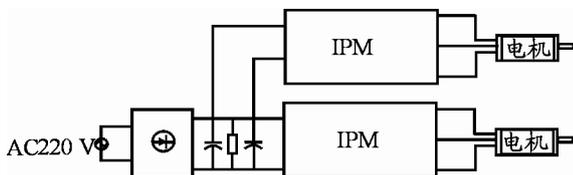


图 1 功率主回路原理图

三相或单项交流 220 V 输入经整流后, 再经电容滤波、去耦, 加于 IPM 直流输入端。当电机处于制动状态, 电机能量回馈到直流侧, 给电容充电, 导致直流侧电压升高。当电压超过限定值时, 电阻

开始释放能量, 保证电压上升不会对电路产生影响。

#### 1.2 控制电路的设计

伺服驱动器控制电路以 32 位 DSP TMS320F2812 为核心控制器件, 外加 FPGA 构成的硬件控制电路, 其最终目的是产生控制 2 个 IPM 开断的 12 路 PWM 脉冲控制信号。

如图 2, 电机的电流经转化直接送至 DSP, 经 DSP 的 AD 转换构成了电机的电流闭环控制; 电机的编码器信息直接送至 DSP, 经 DSP 内部的转换、计算构成了电机的速度闭环控制。FPGA 主要实现人机接口电路的显示及部分控制信号的转化, 方便了产品化后的调试及使用。

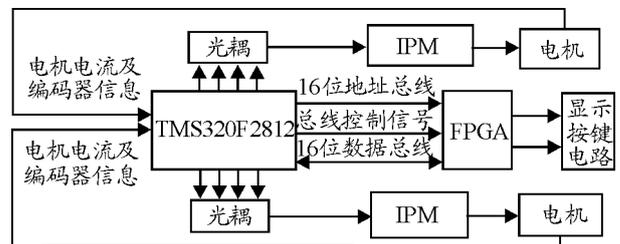


图 2 控制电路的原理图

#### 1.3 电流采样电路设计

系统中对电流信号的采样, 采用了主要由光电隔离放大器 HCPL-7840 和采样电阻组成的电流采

收稿日期: 2010-01-31; 修回日期: 2010-03-22

作者简介: 彭希文 (1984-), 男, 中国兵器工业第 58 研究所研究生, 主要从事交流伺服技术研究。

样电路的方案。图 3 是电机电流采样、检测及传输的连接示意图,其输入取自电机任意两相的线电流,输出送到 AD 转换器件进行变换处理。

经由采样电路采样到的电机电流信号通过 AD 转换芯片或者数字信号处理芯片内部 AD 转换模块转换成数字信号,在数字信号处理芯片中进行

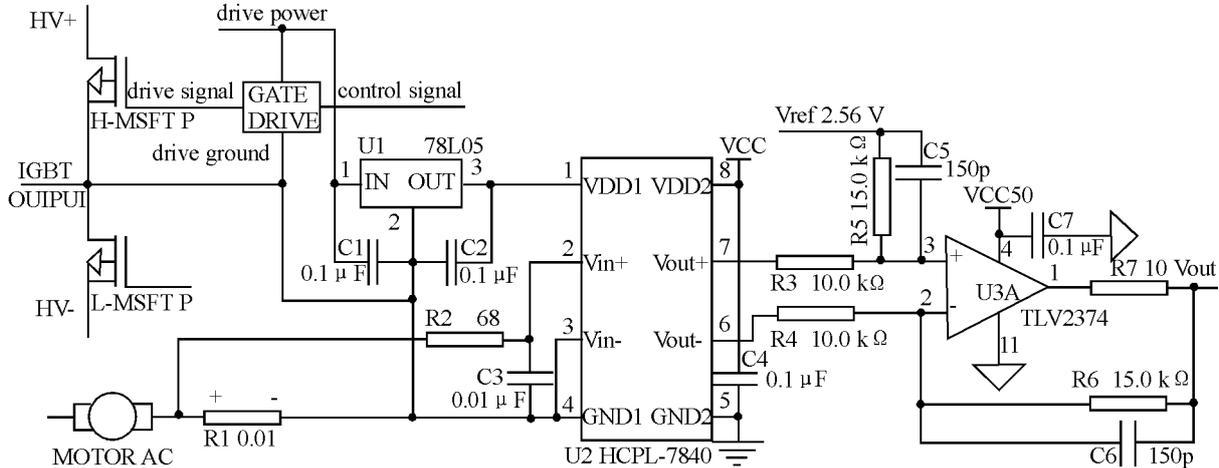


图 3 电流检测电路示意图

控制及算法处理。但因为 HCPL-7840 的输出信号是  $-1.6V \sim +1.6V$  的差分电压信号,而 AD 转换部分通常要求输入信号是满足  $0 \sim 5V$  (或者  $0 \sim 3.3V$ ) 范围的单端信号,因此需要对采样到的差分电压信号进行偏置放大,转换成符合 AD 输入范围的信号。

#### 1.4 保护电路设计

IPM 的内部集成了过流、过压、过热等报警检测功能,当检测到以上故障后对外输出报警信号。该信号送入 DSP 的外部中断引脚 PDPINT, 引发一个外部中断请求, 中断服务子程序负责处理由该中断引起的其他问题。

#### 1.5 其他电路的设计

系统其它电路的设计包括: 键盘接口电路、硬件看门狗电路、SCI 通信接口等。

1) 键盘接口电路, 因为按键不多, 可以采用一个按键对应一个 DSP 的 I/O 口;

2) 硬件看门狗电路, 采用 IMP760T, 当软件不能在规定时间内个看门口信号的话, 看门狗电路会重启 DSP, 这样防止了软件跑死;

3) SCI 通信接口: 设计 SCI 通信主要是为了方便将储存在 DSP 内存的信息上传给上位机, 方便调试人员日后的维护。采用的芯片为 MAX232。

上述电路因为比较简单, 不再做详细介绍。

## 2 系统的软件设计

伺服驱动器的软件是典型的嵌入式软件, 主要由控制部分和主循环程序构成。控制软件主要完成对双电机的电流环、速度环、位置环的控制算法; 主循环程序完成系统初始化、按键操作的响应、驱动器的 LED 显示、与上位机信息交互、通讯等。软

件主循环流程如图 4。

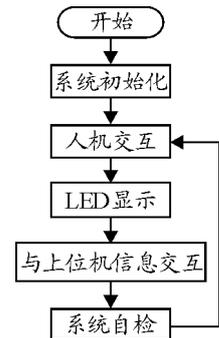


图 4 主循环流程图

如图 4, 软件流程自系统初始化结束后就进入死循环。在死循环中, 完成了对系统实时性要求不高的信号的操作, 主要是人机界面的显示及操作、上位机 I/O 信号的采集等。在主循环时, 定时器中断服务程序定时产生中断, 使程序开始执行控制部分。在定时中断服务程序中, 通过对电机电流、转速的采集完成对电流环、速度环的闭环控制。其中, 电机位置环采用“比例+前馈”的控制方式, 速度环和电流环均采用“比例+积分”控制方式。中断服务程序完成后, 返回主循环。中断服务程序的流程如图 5。

和控制一台电机的伺服驱动器相比, 双电机驱动器的软件需要把 2 个电机的信息采样、处理、输出。在软件处理中, 实际上是将很多函数模块调用 2 次。

(下转第 93 页)

由表 2 可见, 对应于上述仿真的预测结果显然优于文献[1-3]的预测结果, 证明采用神经网络建立预测模型和 matlab 进行系统效能灵敏度仿真是合理可行的。

### 5 结束语

将神经网络和 matlab 仿真算法引入到末敏弹系统效能灵敏度分析中, 探讨了基于神经网络末敏弹命中概率预报模型的建模方法, 并采用 matlab 仿真算法对影响末敏弹系统效能的因素进行了灵敏度仿真分析, 获得了影响系统效能的几个主要因素的合理搭配, 进一步证明了这几个因素对系统效能的敏感程度, 同时也为末敏弹系统效能研究提供了依据。

\*\*\*\*\*

(上接第 89 页)

### 3 实验结果验证与分析

为了验证本全数字交流伺服驱动器的性能, 采用圣维数控的 SWAI-FA 数控系统来连接所设计的驱动器, 并带上交流伺服电机空载运行。在交流测功平台上, 空载实验曲线如图 5。

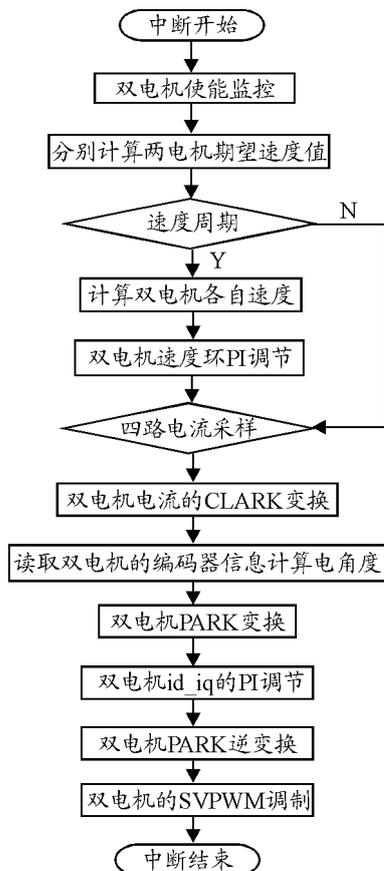


图 5 中断服务程序流程图

如图 6, A 电机的加使能信号 (6 路 PWM 有输

### 参考文献:

[1] 王颂康, 朱鹤松. 高新技术弹药[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1997.

[2] 成楚之. 末端子弹技术发展的探讨[J]. 现代防御技术, 1997, 18(1): 31-33.

[3] 刘荣忠. 末敏弹结构动态响应和数能分析研究[D]. 南京: 南京理工大学, 1996.

[4] 姜礼平, 等. 基于支持向量机和遗传算法的末敏弹系统效能参数优化设计[J]. 海军工程大学学报, 2007, 22(2): 21-24.

[5] 黄, 等. 基于神经网络和遗传算法的末敏弹系统效能参数优化设计[J]. 兵工学报, 2004, 25(3): 257-260.

[6] 黄鹄, 刘荣忠. 末敏弹系统效能灵敏度分析[J]. 兵工学报, 2001, 22(3): 412-415.

出), B 电机给定转速为零。两轴电机一起运动时, 转速情况相当。从图 5 可见, 转速运行相对平稳, 可以实现双电机的交流伺服器的位置控制、速度控制, 可以满足高速、高性能的设计要求。

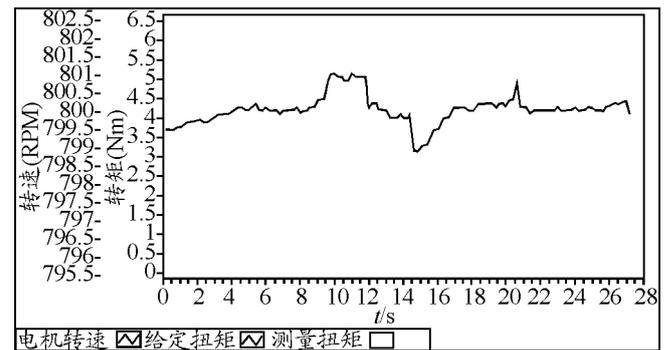


图 6 A 轴电机运行在 800 转/分时的速度曲线

### 4 结论

该方案充分利用了 DSP 的高速处理能力和丰富的外围电路, 具有硬件简单、实时性好、高效节能等优点, 是一种非常实用的设计方案。但 2 个三相电机交流电机对控制板的影响很大, 若处理不好, 会导致 12 路电机 PWM 波形混乱, 因此, 还需仔细考虑电磁兼容的问题。此外, 该系统的软件设计也需考虑实时性和控制精度的要求, 下一步, 将对进行软件优化设计。

### 参考文献:

[1] 陈崇森. 数控机床永磁同步电机伺服驱动系统关键技术研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2008: 1-3.

[2] 郭庆鼎, 孙宜标, 王丽梅. 现代永磁电动机交流伺服系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

[3] 孙丽明. TMS320F2812 原理及其 C 语言程序开发[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.