

# 直流伺服驱动器

## SPMC75 应用方案

V1.0 – 2005.09.27

凌阳单片机推广中心

北京海淀上地信息产业基地中黎科技园 1 号楼 5 层

TEL: 86-10-62981668 FAX: 86-10-62962425 E-mail: mcu@sunplus.com.cn <http://www.sunplusmcu.com>

## 版权声明

凌阳科技股份有限公司保留对此文件修改之权利且不另行通知。凌阳科技股份有限公司所提供之信息相信为正确且可靠之信息，但并不保证本文件中绝无错误。请于向凌阳科技股份有限公司提出订单前，自行确定所使用之相关技术文件及规格为最新之版本。若因贵公司使用本公司之文件或产品，而涉及第三人之专利或著作权等智能财产权之应用及配合时，则应由贵公司负责取得同意及授权，本公司仅单纯贩售产品，上述关于同意及授权，非属本公司应为保证之责任。又未经凌阳科技股份有限公司之正式书面许可，本公司之所有产品不得使用于医疗器材，维持生命系统及飞航等相关设备。

## 目录

1	引言 .....	5
2	芯片特性简介 .....	6
3	系统总体方案介绍 .....	7
4	系统硬件设计 .....	8
5	系统软件设计 .....	8
6	结语 .....	10
7	参考文献 .....	11

## 基于 SPMC75 系列单片机的多环伺服驱动器

凌阳单片机推广中心 牟联树

**摘 要：** 本文主要介绍利用 SPMC75F2313A 单片机实现多环直流伺服驱动器的方案。

**关键词：** SPMC75F2313A、MOSFET、IRF540、伺服驱动器

## 1 引言

直流伺服驱动器凭借其优异的驱动性能，在工业、医疗、国防等领域有着广泛应用。典型的直流伺服驱动器的结构如图 1-1 所示。整个系统是由电流环、速度环和位置环构成的多环控制系统。传统的伺服驱动器使用运放为核心的模拟电路构成，其有结构复杂、参数调整不易和系统性能易受环境影响等缺点。随着微处理器技术、模拟数字接口技术和功率半导体技术的长足发展，现代的直流伺服驱动器普遍采用由微处理器为核心的数字控制系统。以微处理器为核心的伺服驱动器不但可以方便实现以前用模拟电路无法实现的控制算法，并且有着结构简单、参数调整方便、系统性能对环境参数不敏感等优点。同时，数字控制系统还可以充分利用成熟的网络连接技术，实现多机并行运行。

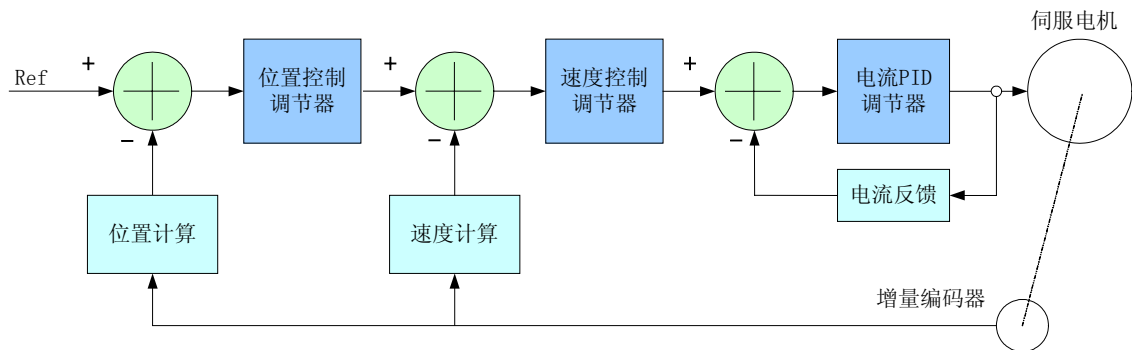


图 1-1 伺服电机驱动器结构图

本文介绍的是基于 SPMC75F2313A 和 MOSFET 功率管 (IRF540) 实现的直流伺服驱动器方案。

## 2 芯片特性简介

SPMC752313A 是  $\mu$ 'nSP™系列产品的一个新成员，是凌阳科技新推出的专用于电机驱动的 16 位微控制器。其拥有性能出色定时器和 PWM 信号发生器。可以方便的实现各种电机伺服驱动方案。

SPMC75F2313A 在 4.5V~5.5V 工作电压范围内的工作速度范围为 0~24MHz，拥有 2K 字 SRAM 和 32K 字闪存 ROM；最多 33 个可编程的多功能 I/O 端口；4 个通用 16 位定时器/计数器（其中有一个电机驱动专用 PWM 波形发生器，一个位置侦测接口定时器），且每个定时器均有 PWM 发生的事件捕获功能；2 个专用于定时可编程周期定时器；可编程看门狗；低电压复位/监测功能；8 通道 10 位模-数转换。在这些硬件外设的支持下 SPMC75F2313A 在电机控制领域有相当优秀的表现。

SPMC75F2313A 的特性如下：

- 高性能的 16 位 CPU 内核
  - 凌阳 16 位  $\mu$ 'nSP 处理器 (ISA 1.2)
  - 片内基于锁相环的时钟发生模块
  - 最高系统频率 Fck: 24MHz
- 片内存储器
  - 32K Words (32K×16bit) Flash
  - 2K Words (2K×16bit) SRAM
- 工作温度: -40 °C~85 °C
- 10 位 ADC 模块
  - 可编程转换速率，最大转换速率 100Ksps
  - 6 个外部输入通道
  - 可与 PDC 或 MCP 等定时器联动，实现电机控制中的电参量测量
- 串行通讯接口
  - 通用异步串行通讯接口 (UART)
  - 标准外围接口 (SPI)
- 33 (LQFP44) /31 (SDIP42) 个通用输入输出脚
- 可编程看门狗定时器
- 内嵌在线仿真电路 ICE 接口：可实现在线仿真、调试和下载
- 通用 16 位定时/计数器
- PDC 定时器
  - 两个 PDC 定时器：PDC0 和 PDC1
  - 可同时处理三路捕获输入
  - 可产生三路 PWM 输出（中心对称或边沿方式）
  - BLDC 驱动的专用位置侦测接口
  - 两相增量码盘接口，支持四种工作模式，拥有四倍频电路
- MCP 定时器
  - 一个 MCP 定时器：MCP4
  - 能产生三相六路可编程的 PWM 波形，如三相 SPWM、SVPWM 等
  - 提供 PWM 占空比值同步载入逻辑
  - 可选择与 PDC 的位置侦测变化同步
  - 可编程的硬件死区插入功能，死区时间可设定
  - 可编程的错误和过载保护逻辑
- TPM 定时器
  - 一个 TPM 定时器：TPM2
  - 可同时处理二路捕获输入
  - 可产生二路 PWM 输出（中心对称或边沿方式）
- 两个 CMT 定时器

### 3 系统总体方案介绍

本伺服驱动器主要由凌阳 SPMC75F2313A、由 IRF540 组成的功率全桥和各种接口模块组成，其结构框图如图 3-1 所示。驱动器使用带电流环的位置伺服结构，其中位置伺服环可根据需要选择是否接入系统。驱动器使用 20KHz 的双极性 PWM，以保证系统良好的动态性能。

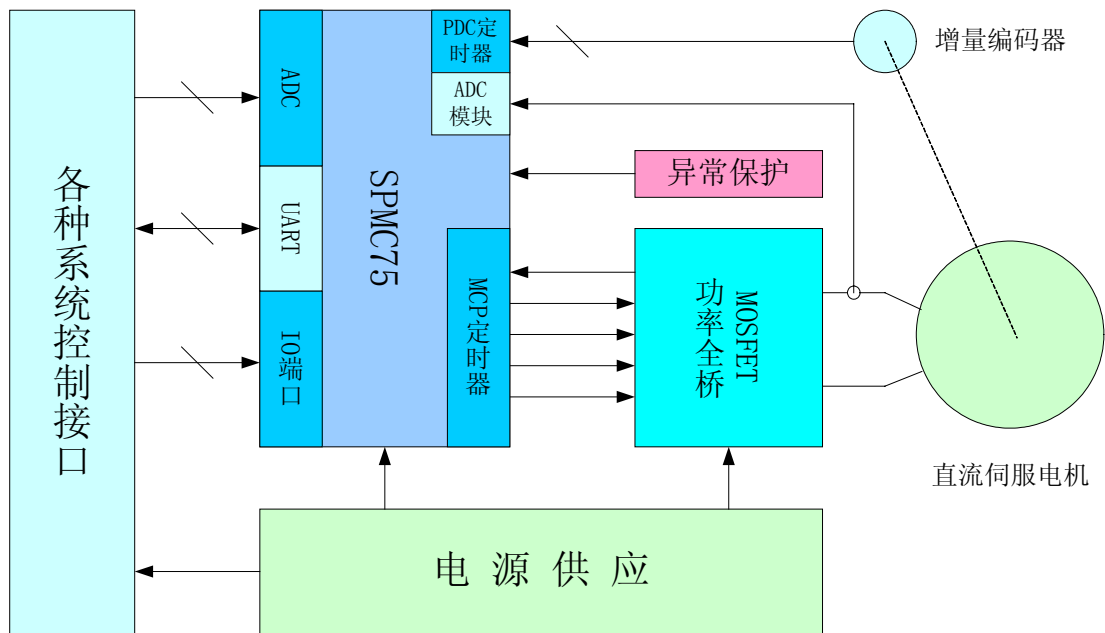


图 3-1 系统框图

系统工作流程：

SPMC75F2313A 接受来自各种控制接口的控制信息，并转换成相应的电机控制信息。SPMC75F2313A 内部的电机驱动模块依据控制信息和电机本身反馈的状态信息产生 PWM 驱动信号，经 MOSFET 功率放大后驱动电机运行。同时，内建的保护电路随时监示系统状态，一旦系统异常，保护电路会立即动作，保护整个系统不会异常情况而损坏，同时提醒用户检查。

## 4 系统硬件设计

系统驱动部分的电路原理图如图 4-1。电路由主控 MCU 核心（SPMC75F2313A）、功率驱动电路（IRF540 组成的功率桥）、MOSFET 驱动保护电路、霍尔电流传感电路、增量编码器接口电路和 DC/DC 电源变换电路几部分构成。其中 SPMC75F2313A 主要实现电机驱动所需 PWM 信号的产生、系统控制、人机接口等控制功能。

驱动电机所需的四路 PWM 信号由 SPMC75F2313A 内部 MCP 定时器产生，信号由芯片的 IOC 端口输出，经栅极驱动电路后驱动功率 MOSFET（IRF540）。PWM 信号经 IRF540 功率合成后输出驱动直流伺服电机。

霍尔电流传感器提供实时的电机工作电流信号，电流信号经 SPMC75F2313A 内部的 ADC 模块 AD 转换后供给电机驱动模块使用。

增量编码器接口使用 SPMC75F2313A 内部的 PDC 定时器实现，为 SPMC75F2313A 内部固化的电机驱动模块提供位置和速度信息，从而完成系统的速度和位置控制。

系统保护电路由 SPMC75F2313A 内部 MCP 定时器的硬件保护逻辑和外部保护电路两部分组成。保护电路会时刻监测系统工作状态，一旦系统异常（过压、欠压、过流、过载等情况），保护电路会立时拉低 MCP 定时器的错误保护输入端（IOC9），SPMC75F2313A 内部的驱动硬件会立即禁止所有 PWM 输出（变为高阻态），关断所有功率器件，确保系统不会因这些异常情况而损坏。同时申请中断，请求 CPU 对相应的事件进行处理。

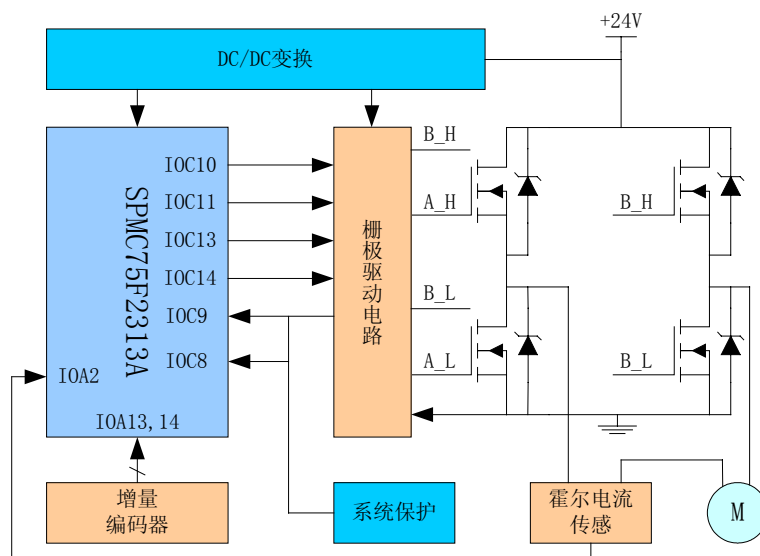


图 4-1 驱动电路原理图

由于其它模块属于通常的一些模块，此处不再详述。

## 5 系统软件设计

整个系统软件分为三部分：1. 伺服电机的核心驱动模块，这部分主要是产生电机驱动所用的 PWM 信号和相应的控制环路；2. 系统控制程序；3. 人机接口界面程序；



电机的核心驱动模块的结构如图 5-1 所示，模块使用经典的三环位置伺服结构。整个驱动模块分为位置调节器、速度调节器、电流调节器、位置计算、速度计算和电流反馈几部分构成。每个环节均使用改进的增量 PID 调节器（结构根据各个环路的特点而有不同），电流环的反馈速度为 0.05ms，速度环的反馈速度为 1ms，位置环的反馈速度 10ms。

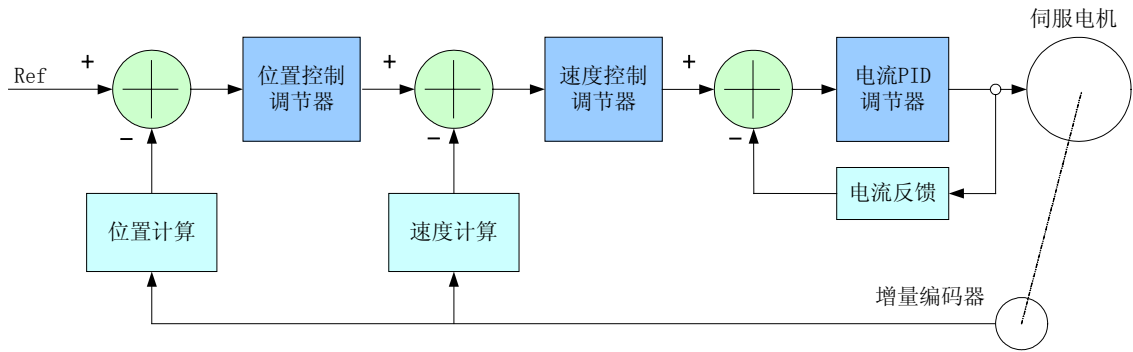


图 5-1 驱动结构

各控制环的核心服务子程序的流程如图 5-2 所示。这几部分是整个系统的核心，其性能也决定了整个驱动器的性能。因此，这几部分使用纯汇编编写，相应的 PID 算法也根据不同控制环的特点进行相应的结构调整和性能优化。以最大限度保证这几部分程序的性能和实时性。

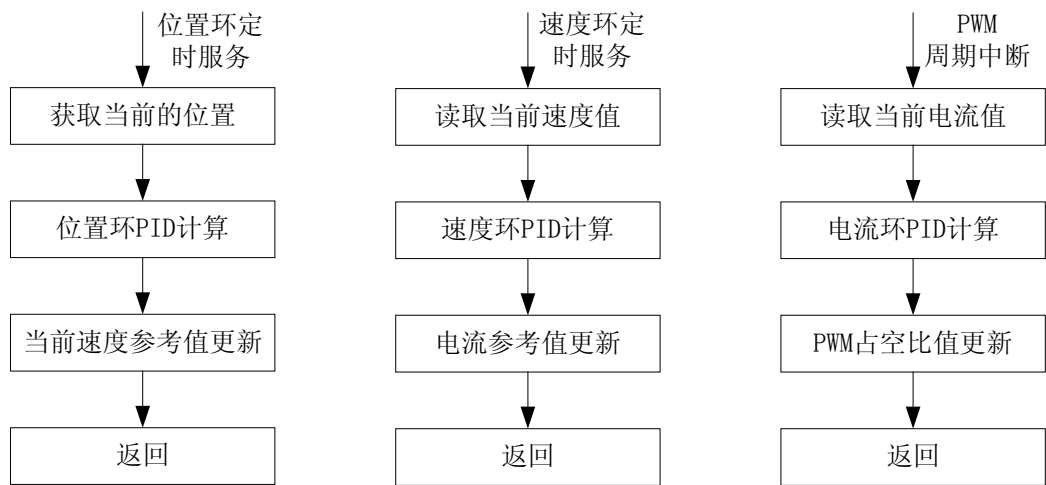


图 5-2 PWM 周期中断服务子程序流程图

系统控制部分是整个系统协调的心脏。整个系统都在其协调下有条不紊的工作。这部分主要是根据系统设置和当前系统的状态给出相应的控制信息，以确保系统的可靠运行。

人机接口界面程序，这部主要是为用户提供一个简单易用的交互接口，以方便用户对驱动器的可靠控制。包括驱动器的起停、各种运行参数的设置都在这一层面上进行。

## 6 结语

通常，在开发伺服驱动设备的过程中，需要编写实时性、程序可读性强的代码，这时就需要采用混合编程。而凌阳的 $\mu$ 'nSP™ IDE 具有良好的编程环境，它可以很轻松、容易地进行混合编程（在 C 程序中调用汇编程序，在汇编程序中调用 C 程序）。

该系统用了 SPMC75F2313A 三个定时器和约 30 个 IO 口资源，其实 SPMC75F2313A 的资源相当丰富。因其有专业的电机驱动硬件支持，电机驱动系统开发变得相对简单。因此，基于 SPMC75F2313A 的电机伺服驱动器系统在工业、医疗、国防等领域有广阔的应用前景。

## 7 参考文献

- [1] 雷思孝、李伯成、雷向莉等, 单片机原理及实用技术—凌阳 16 位单片机原理及应用[M] 西安: 西安电子科技大学出版社
- [2] SUNPLUS, SPMC75x 编程指南 V1.6[M] 北京: SUNNORTH