



# 伺服闭环方案

---

先楫半导体《HPM53低压伺服闭环软件方案》

# 1 三闭环定义

三闭环由内而外分为电流环、速度环、位置环，三环都是输入给定与反馈的差的 PI 调节器。三环的关联在于位置环的微分输出为速度环，速度环的微分输出表示为力矩的加速度，力矩与电流成正比关系，即速度环的输出为电流环。三个环的调节中电流环属于最内环，内环的稳定性尤其重要，直接影响另外两环，经过三闭环的调节，使得系统获得较快的响应速度以及较小的稳态误差。

# 2 矢量控制原理

矢量控制其实是将复杂电机系统的三相变换为两相同步旋转坐标系的直流电机来控制，电机在运行的过程中，定转子之间的角度在变化。在没有经过坐标变换之前的三相静止坐标系下，力矩变化对应着三相电流的大小和方向的变化，不易于对电机的控制；经过坐标系变换之后，同步旋转坐标系 dq 轴是将原来不动的定子坐标系随着转子的运动而同步旋转起来了，此时对力矩的控制只需要对 dq 轴的电流进行控制就可以了。其中对 d 的电流的控制实际是对磁阻力矩的控制，对 q 轴电流的控制实际是对绕组力矩的控制，电机矢量控制原理框图如图 1 所示。

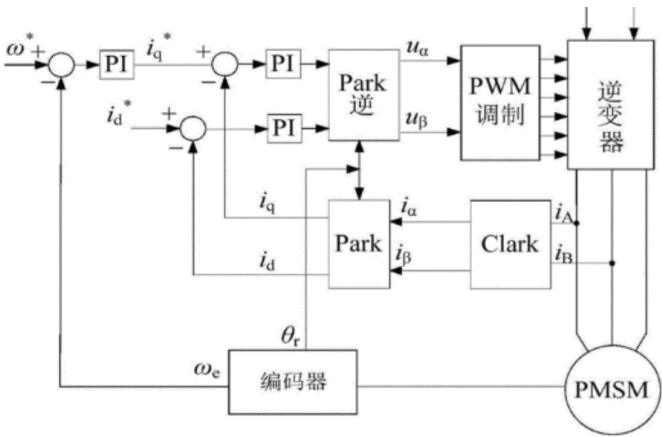


图 1 矢量控制框图

### 3 软件设计方案

图 2 为伺服闭环控制的软件设计框图。主要包括上下位机通信，电流环，速度环，位置环。

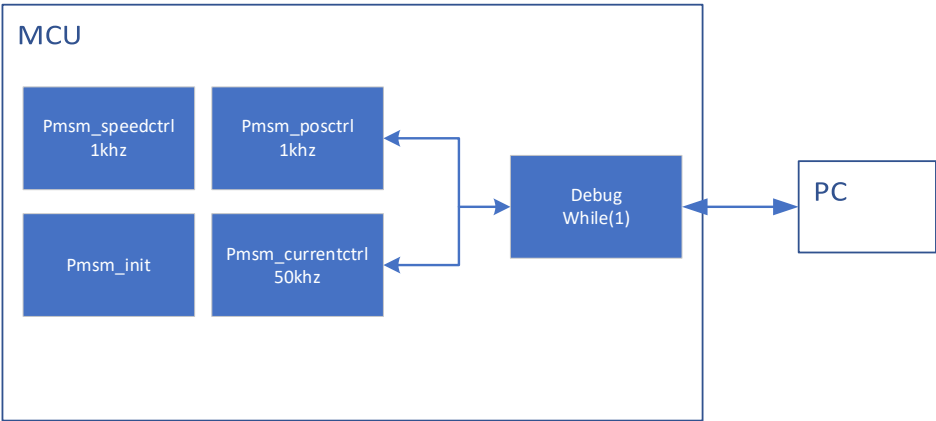


图 2 软件设计框图

### 4 PWM 触发 ADC 采样

PWM 某个通道产生比较事件，通过互联管理器将该事件信号输出至 ADC 采样转换的触发输入，实现框图如图 3 所示。

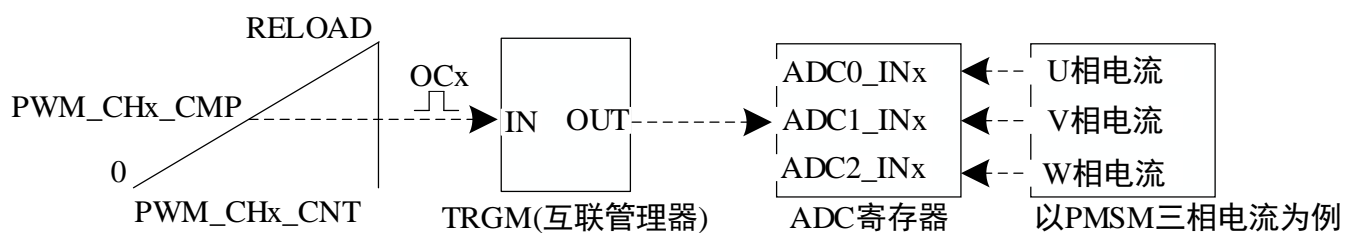


图 3 PWM 触发 ADC

## 5 PWM 产生电流环中断

PWM 某个通道产生比较中断，中断内执行电流环，实现框图如图 4 所示。

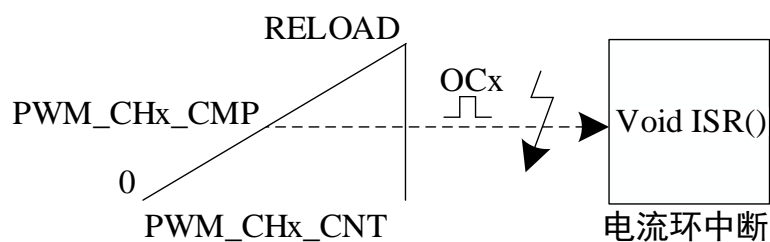


图 4 PWM 产生中断

## 6 电路环控制

ADC 采样器采样电流反馈值，经过 Clark、Park 变换后成为 Q、D 轴直流分量，电流环 PI 控制器控制 Q、D 轴电流。电流环任务如图 5 所示。

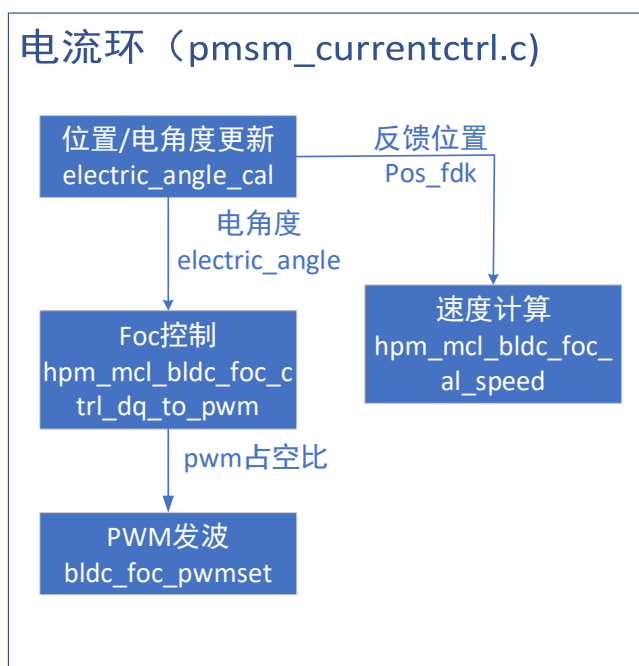
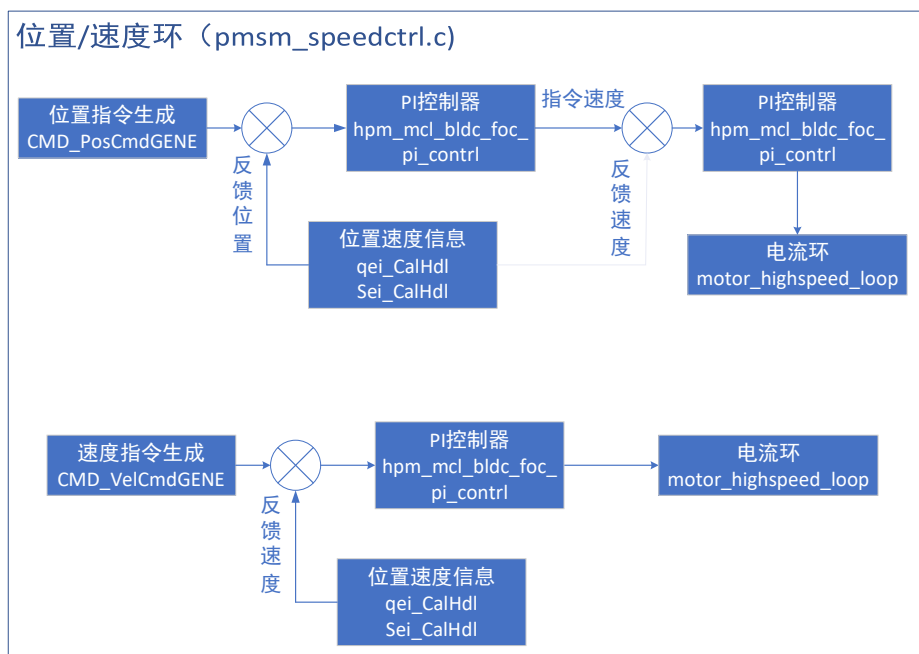


图 5 电流环工作任务

## 7 速度环/位置环控制

速度环/位置环更新周期为 1kHz，由计时器产生产生中断。速度环/电流环工作任务如图 6 所示。



## 图 6 速度/位置环工作任务