**伺服控制系统的最基本构成及参数设定方法**

作成者：张文农

日期：2012年2月24日

1. **最基本构成**

出于高速度、高性能及其高效率的要求，一般伺服系统采用永磁同步电动机进行驱动。图1为伺服控制系统的最基本构成框图。如图所示，电流传感器检测出同步电动机的两相的电流并由基尔霍夫原理计算出第三相的电流。位置传感器检测出电动机的旋转角度并将其微分后得到旋转角速度。最后将三相电流、旋转角度及旋转角速度进行负反馈，构成矢量控制的电流环、速度环和位置环的三环控制系统。



1. **被控对象的数学模型**

把d轴设在与转子磁链方向一致的方向上，而q轴超前于d轴90度，同步电动机基于dq坐标系的数学模型可表示如下。

(1)

(2)

其中，，P为微分运算因子，p为同步电动机的极对数，Ra为定子绕组相电阻。当同步电动机为表贴式时，Ld=Lq=1.5La，La为定子绕组相电感。

机械转动部的转动惯量设为J，粘性摩擦力系数设为D时，机械部的运动方程式可表达为

(3)

(4)



1. **伺服控制系统的构成原理及参数设定方法**

**3.1 电流环**

图2为伺服控制系统原理图。将非干涉化补偿器如下构成。



(5)

那么，由上式和(1)式可导出电流环PI控制器的输出电压如下。

(6)

即，电流环的原理图可简化为图3所示。

如果电流环的PI控制器的参数如下设定的话，

; ; (7)

(8)

那么，电流环的指令追从响应特性将变为

. (9)

即，电流环的截止频率为fci.

**3.2 速度环**

一般，电流环的截止频率大大高于速度环的截止频率，考察速度环时可把电流环的传递函数看作1. 再则，d轴电流指令一般设为0，此时位置速度环的原理图可简化为图4。



由图4可知，当D=0, 前馈增益如下设定时，

(10)

位置指令到电动机位置的传递函数为1. 即与反馈增益无关电动机位置可以完全跟踪位置指令。但是达到完全跟踪的前提条件是负载的惯性量J和力矩系数KT必须准确预知，摩擦力等外力的影响可以忽略。然而，在实际的系统中负载的惯性量J很难准确测定，力矩系数KT也会随温度的变化而变动，再则摩擦力等外力的影响也难以忽略。这些就需要靠提高反馈增益来改善响应特性。



图5为无前馈补偿时的速度环原理图。由图可知，速度指令ωcom到电动机速度ωm的传递函数可表达为

. (11)

· 当D≠0,速度环的控制器参数

; (12)

(13)

设定时，速度环的指令追从响应特性可表达为如下一阶系统

. (14)

由上式可知，Kpv就等于速度环的截止角频率。

· 当D=0,速度环的控制器参数

; (15)

; (16)

设定时，那么，速度环的指令追从响应特性可表达为如下二阶系统

. (17)

**3.3 位置环**

一般，速度环的截止频率大大高于位置环的截止频率，考察位置环时可把速度环的传递函数看作1，因此，无前馈补偿时的位置环的原理图可简化为图6。



由图可知，位置指令θcom到电动机位置θm的传递函数可表达为，

. (18)

由上式可知，Kpp就等于位置环的截止角频率。