## 1 PI调节器参数整定

根据电机的转矩公式可以得知，时，从电动机端口看，永磁同步电动机相当于一台他励的直流电动机，定子电流中只有交轴分量，且定子磁动势空间矢量与永磁体磁动势空间矢量正交，电动机转矩中只有永磁转矩分量，其大小为。因为电磁转矩仅仅依赖于交轴电流，从而实现了转矩表达式中的交、直轴电流解耦。这种控制方法最为简单且在工程中较容易实现，对于隐极式永磁同步电机而言，的方式是最大转矩电流比的工作状态。

矢量控制系统采用双闭环控制策略，其整体结构框图如图3-1所示：



图1-1 控制结构框图

系统中电流内环和转速外环均采用传统的PI调节器控，下面简要介绍各PI调节器参数整定方法。

### 1.1 电流调节器的参数整定

由于本文采用的的控制方法，由于轴电流内环具有对称性和具有相似的系统特性，下面仅分析轴电流PI调节器的参数整定方法，轴电流PI调节器的参数整定和轴类似。

由于存在延时和PWM控制的小惯性环节，轴电流环结构框图如图3-2所示。



图1-2 轴电流环结构框图

图中表示电流环的采样周期，为了分析方便，先不考虑带来的扰动影响，将PI调节器的传递函数化为零极点的形式为：

 （1.1）

将两个小时间常数进行合并得到如下轴电流环的简化结构框图，如图3-3所示：



图1-3 轴电流环的简化结构框图

经过PI调节器的校正后得到电流环的开环传递函数为：

 （1.2）

由开环传递函数可求得闭环传递函数为：

 （1.3）

当具有较高的开关频率时，的取值够小，就可以认为的系数为零，可忽略不计。由此可以得到轴电流环的闭环传递函数为：

 （1.4）

根据典型型系统的动态性能指标参数表可知，在阻尼比时是最佳二阶系统，从而有：

 （1.5）

由式（3.4）（3.5）可推出电流环的PI参数为：

 （1.6）

### 3.2 转速调节器的参数整定

将负载转矩当作扰动引入，由于粘连摩擦系数在工程中可忽略不计，可以得到转速环近似控制框图，如图3-4所示：



图1-4 电流外环结构框图

由于转速外环包含电流内环，将电流内环等效为小时间常数与速度信号采样的小时间常数进行合并得，且先忽略负载转矩，得到转速外环的结构框图为图3-5所示：



图1-5 转速外环的简化结构框图

由图3-4求得开环传递函数为：

 （1.7）

转速外环的中频带宽为：

 （1.8）

根据典型Ⅱ型系统的参数整定关系可得：

 （1.9）

在工程应用中一般取中频带宽，将其带入式（3.9）可得：

 （1.10）

进而可以推导出转速外环的PI参数为：

 （1.10）

以上为电流内环和转速外环的PI调节器参数理论分析计算，而系统的实际运行情况往往和理论分析有差别，所以在实际应用中应根据实际情况适当得调整参数。