

4.2 PI 调节器的设计

经分析，将转矩调节器、磁链调节器均设计成 PI 调节器，并进行离散化，转换过程如下：

PI 调节器传递函数：

$$W_{pi}(s) = \frac{k_n t_n s + 1}{t_n s} \quad (4-1)$$

k_n 是 PI 调节器比例部分的放大系数

t_n 是 PI 调节器的积分时间常数

用双线性变换进行离散，由

$$s = \frac{2}{T} \frac{Z-1}{Z+1} \quad (4-2)$$

得到离散后的传递函数：

$$W_{pi}(Z) = k_p + \frac{T}{2} \frac{Z+1}{Z-1} k_i \quad (4-3)$$

$k_p = k_n$ ，是离散部分的比例放大系数

$K_i = \frac{k_n}{t_n}$ 是离散部分的微分系数常数

T 为采样时间

用 SIMULINK 实现如下模型：

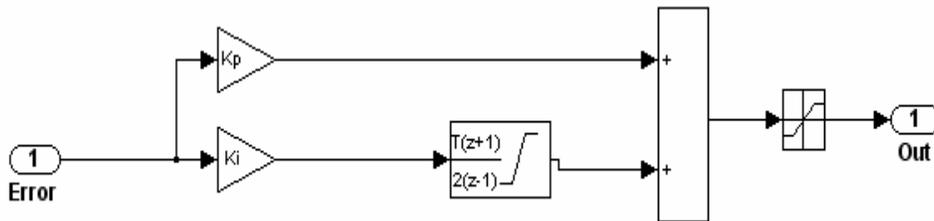


图 4-3 PI 调节器的组成结构图

4.3 仿真参数设定和仿真结果

输入的仿真参数为：

感应电机的参数（额定功率 3.7KW，额定电压 380V，50Hz. 定子电阻 $R_s=0.4$

Ω , 定子自感 $L_s=87\text{mH}$, 转子电阻 $R_r=0.5\ \Omega$, 转子自感 $L_r=88\text{mH}$, 互感 $L_m=85\text{mH}$)、逆变器直流电压给定 $U_{DC}=600\text{V}$ 、给定转速 $n^*=1400\text{r/min}$ 、给定励磁电流 $i_{s_m^*}=2\text{A}$, PWM 采样周期 $T_{\text{pwm}}=1/2000\text{s}$ 。

由于仿真的最后结果是模糊 PID 优于常规 PID, 所以突加负载 $T_L=50\text{N}$ 的作用时间点 (常规在 2.5s , 模糊 PID 在 0.6s) 也不一样, 但仿真效果还是显而易见的。

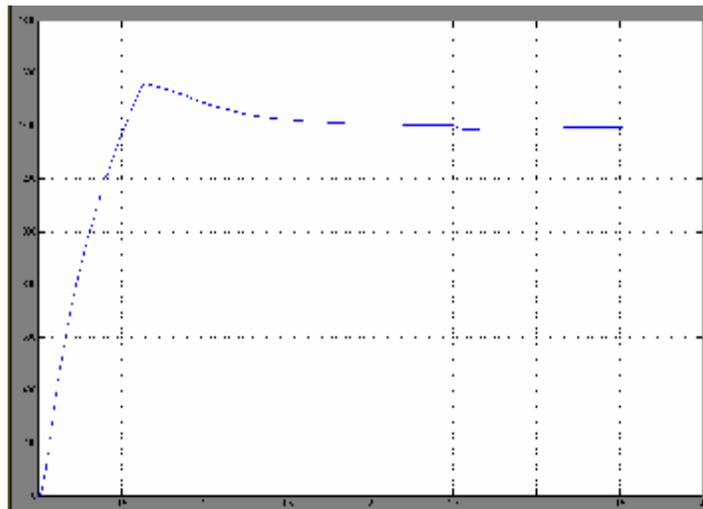


图 4-4 常规 PID 的转速波形

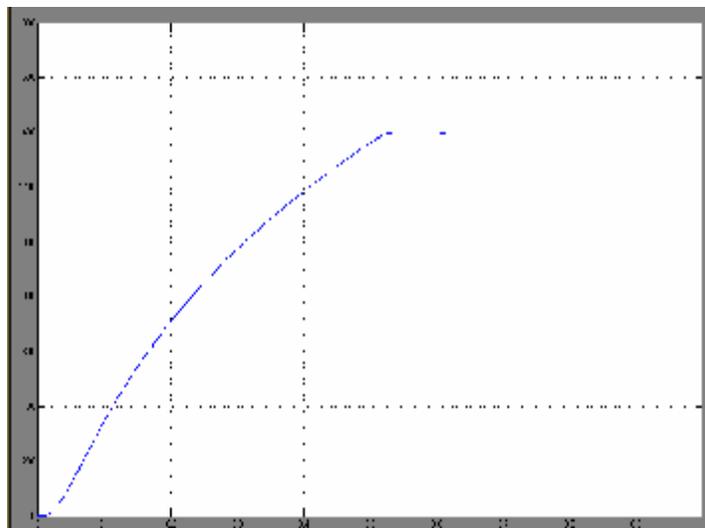


图 4-5 模糊 PID 的转速波形

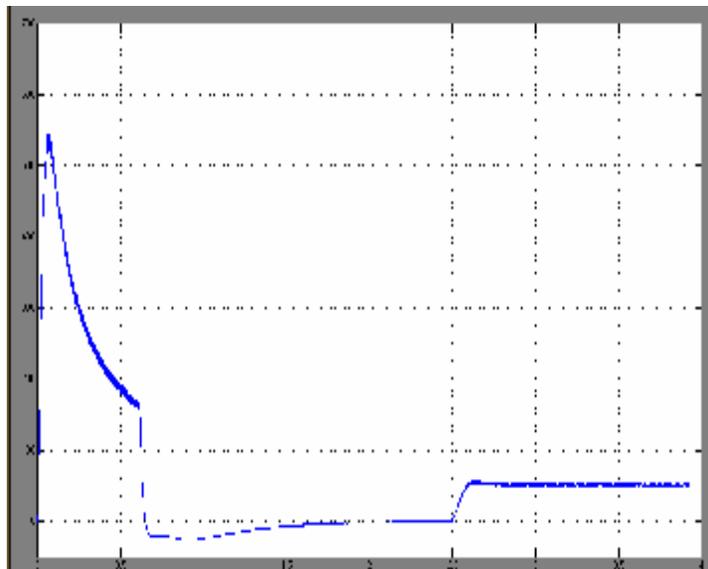


图 4-6 常规 PID 的转矩波形

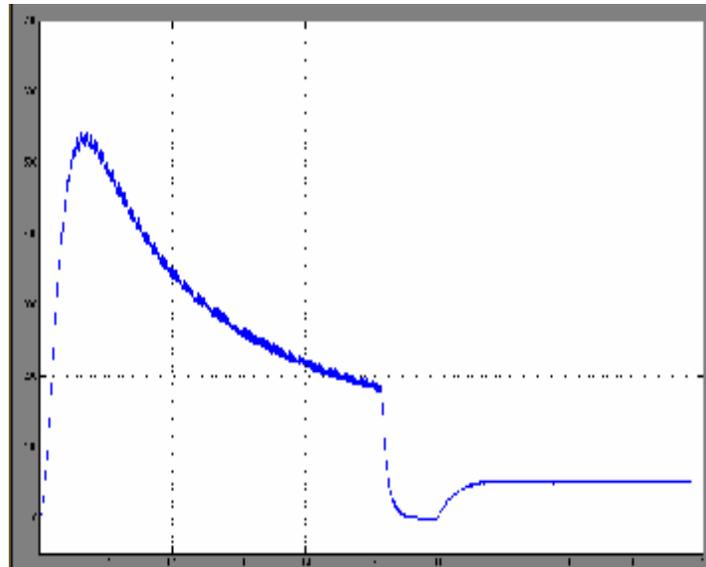


图 4-7 模糊 PID 的转矩波形

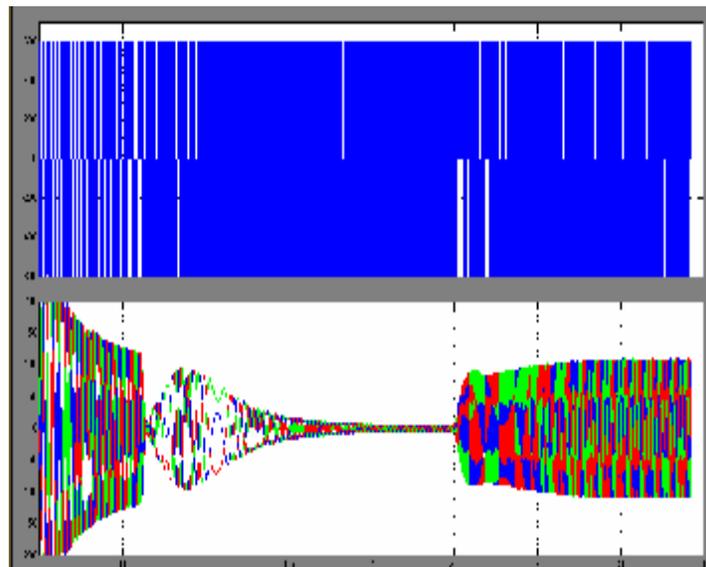


图 4-8 常规 PID 的逆变器输出电压和定子电流波形

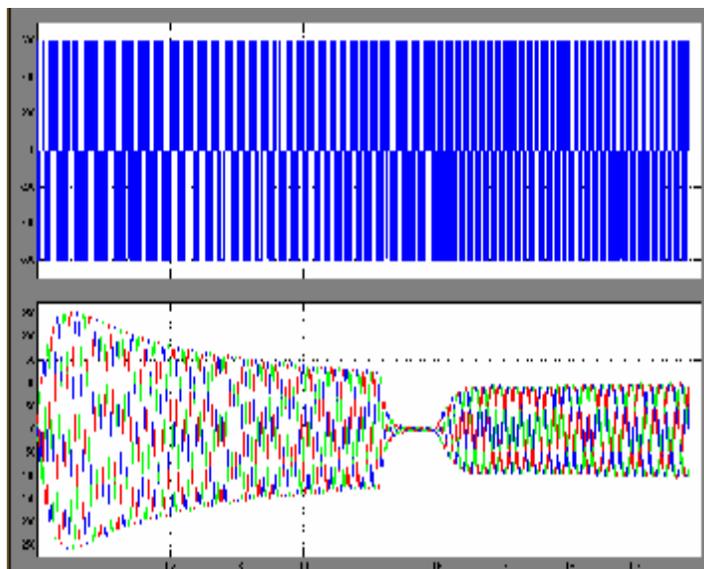


图 4-9 模糊 PID 的逆变器输出电压和定子电流波形

4.4 仿真结果分析

从常规 PID 和模糊 PID 的仿真图可得如下结果，如表 4-1 所示：

表 4-1 仿真结果性能指标

性能指标	超调量 $s\%$	调节时间 t_s
常规 PID	约 10.7%	约 2.0s
模糊 PID	约 0%	约 0.53s

从仿真曲线和性能指标上看，与常规 PID 控制相比较，模糊 PID 控制器能使系统响应的超调减少，基本无超调，调节时间明显加快。但同时也看到，常规 PID 的带负载能力很强，存在无静差；模糊 PID 负载能力较强，存在着微小静差。总体而言，与常规的 PID 控制器比较，模糊 PID 控制器具有更好的动态性能和稳态性能，鲁棒性也有了明显的提高。

4.5 本章小结

本章从原理图出发，在 SIMULINK 中建立相应的仿真模型，对常规 PID 矢量控制和模糊 PID 矢量控制分别进行仿真，比较性的得到了两者的仿真结果，结果明显得出了模糊 PID 的优越性。