

模糊控制在济钢中板轧机液压APC系统中的应用研究

丁宏元

(济南钢铁集团总公司冶金建设公司, 山东 济南 250101)

摘要: 将PID控制器和模糊控制器并联成复合模糊控制器, 该复合模糊控制方式的动态响应能力和抗干扰能力优于PID控制。仿真实验证明将复合模糊控制用于轧机液压APC系统的控制是可行的。

关键词: 模糊控制; PID控制; 液压系统; APC系统

中图分类号: TP273+.4 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2000)04-0042-02

Applied Study of Fuzzy Control in APC System of Hydraulic System of Mill

DING Hong-yuan

(The Metallurgical Construction Corporation of Jinan Iron and Steel Group, Jinan 250101, China)

Abstract: PID controller and fuzzy controller are multiplied to form complex fuzzy controller. The dynamic response ability and anti-interference ability of this complex fuzzy controlling mode are better than PID control. The simulative experiment proves that it is practicable to use complex fuzzy control in APC system of hydraulic system of mill.

Key words: fuzzy control; PID control; hydraulic system; APC system

1 引言

自动位置控制(Automatic Position Control 简称APC)是现代轧机最重要的技术之一, 靠APC对辊缝的精确定位, 能极大地提高钢板的轧制精度。但是据对全国27套中厚板轧机的考察统计, 液压APC的投运率非常低, 仅有少数轧机达到了正常应用的水平。大部分轧机还是靠电动APC或人工进行手动操作, 使我国中厚板生产水平与国际先进水平的差距加大。分析液压APC投运率低的原因, 除了在硬件方面原因外, 控制系统也是制约APC的主要原因之一⁽¹⁾。

从许多厂家的调试及运行情况以及济南钢铁集团总公司(简称济钢)的实际使用可以看出, APC控制系统在最初设计时往往采用PID, 但在使用时发现效果不理想, 慢慢地改为PI控制, 最后甚至改为P控制, 但仍然不是很奏效⁽¹⁾。这就说明PID不太适合液压APC这样的特殊系统。因此, 本文对模糊控制进行深入研究后, 提出了用模糊控制来改进传统PID的方案, 数字仿真结果显示, 效果显著。

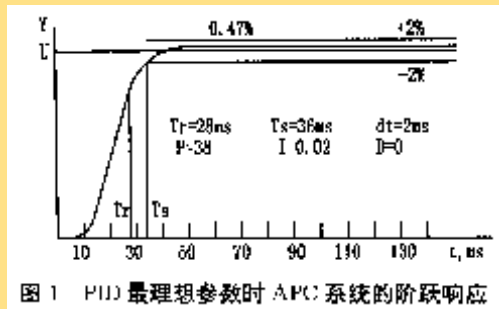
2 液压APC系统用PID存在的问题

多年以来, 在过程控制中按偏差的比例(P)、积分(I)和微分(D)进行控制的PID控制器是应用最为广泛的

一种自动控制器,如果参数整定适当,则系统响应特性也较好。但PID用于液压APC系统的效果却不能令人满意,存在以下几方面的问题:(1)液压APC系统的数学模型难以求取,甚至根本就不可能求得精确的数学模型。所以,PID就无法对液压APC系统进行有效控制。(2)由于液压APC系统是非线性、时变系统,因此,PID参数不易整定。

由此可见,经典PID控制理论用于液压APC系统中是难以奏效的,这也正是全国大部分中板轧机液压APC系统不能取得令人满意效果的原因。

图1是经仿真实验得到的PID最理想参数时的阶跃响应⁽²⁾。由图1可知,APC系统存在超调,其超调量为0.47%。



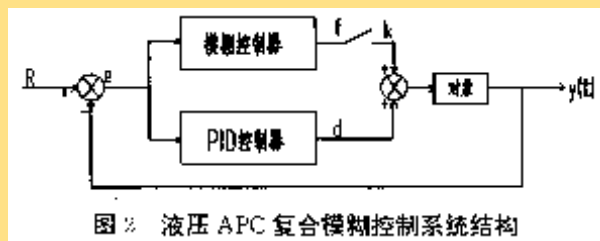
3 模糊控制的优缺点

模糊控制是一种新的控制方法,它的数学基础、理论基础、实现方法都和传统的控制方法有很大区别。模糊控制器的主要功能就是模糊化、模糊推理和反模糊化。把模糊控制用于液压APC系统的优点是:(1)无需预先知道被控对象的精确数学模型⁽³⁾,所以可以对中厚板轧机液压APC这样难以求取数学模型的有效进行有效控制。(2)由于模糊控制知识是以人的语言形式表示的,故有利于人机对话和系统知识处理,从而使系统处理灵活和机动。

但是,通过数字仿真可以看出,单纯把模糊控制应用于液压APC系统还有一些不足。主要表现在模糊控制是一种非线性的P或PD控制,模糊控制中不引入积分机制,在理论上讲总会存在静差,即模糊控制精度不够高。因此不适应于液压APC这样的高精度系统。另外,在控制规则的结构和覆盖面不恰当时或者比例因子和量化因子选择不当时,容易使系统产生振荡等。模糊控制这些不足制约了其在液压APC系统上的应用,必须寻找更好办法解决上述不足,为此作者又研究了复合模糊控制。

4 复合模糊控制方案的设计

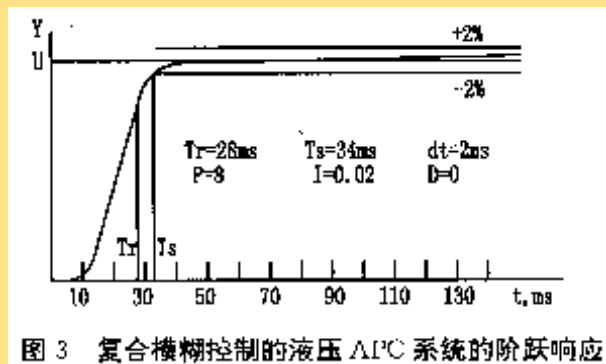
如图2所示,复合模糊控制器由PID控制器和模糊控制器并联而成。这种控制器能够最大限度地发挥这两种控制器的优点,而又能克服其不足,因而是一种较好的控制器,其系统结构见图2。



复合模糊控制工作原理是:当系统的偏差 e 较大,而大于模糊控制的语言变量值零档时,模糊控制器和PID控制器的输出同时作用于对象,故有较强的驱动作用,使系统具有快速的响应特性,这时有:

$$u(t)=f(t)+d(t) \quad (3)$$

当系统的偏差 e 较小,处于模糊控制的语言变量值零档时,本文取偏差 $|e| < 0.2$ 时,模糊控制器断开,只用PID单独去控制对象,发挥PID稳态精度高的优势。图3是经多次仿真研究后,得出的基于这种复合模糊控制的阶跃响应。



5 结论

(1)复合模糊控制提高了系统动态性能。比较图1和图3可知,复合模糊控制用于液压APC系统,其动态特性优于PID控制。

(2)复合模糊控制提高了系统抵抗干扰的能力。在实际轧制过程中,由于金相组织及温度不均匀等原因导致轧件塑性刚度 Q 经常发生变化,这样就会直接影响到成品板的厚度。因此,要求控制系统应该具有较强的抵抗干扰的能力。 Q 取不同值时系统阶跃响应见表。

Q取不同值时PID和复合模糊控制抵抗干扰能力的比较

控制器		Q, t/mm					
		800	1200	1600	2000	2400	2800
PID控制	Tr, s	28	28	28	28	28	28
	Ts, s	32	36	32	32	32	34
	S, %	1.39	0.47	1.46	1.33	1.51	1.25
复合模	Tr, s	26	28	26	26	26	26
糊控制	Tr, s	32	34	32	32	32	32
	S, %	0	0	0	0	0	0

通过表中数据可以看出,复合模糊控制系统抵抗干扰的能力强于PID控制。

(3)通过上述分析和仿真结果可以看出,虽然纯模糊控制不适宜液压APC系统,但是,复合模糊却是一种很好的控制方式,将其用于四辊可逆轧机液压APC系统的控制是完全可行的。它为今后中厚板轧机液压APC系统技术改造,特别是改进传统的PID控制,提高APC的投运率,开辟了一条新的道路,提供了一种新的方法。

参考文献:

(1) 丁宏元. 四辊可逆轧机液压APC系统研究, 北京科技大学, 1999. 33~47

(2) 曹鑫铭. 液压伺服系统。北京:冶金工业出版社, 1991. 265~266

(3) 余永权. 单片机模糊逻辑控制。北京:北京航空航天大学出版社, 1995. 97~101

[返回上页](#)