

多输入温度模糊控制器及其应用¹⁾

吴学礼

(河北机电学院自动化系 石家庄 050054)

关键词: 光导纤维红外比色智能测温, 分层多规则集结构, 多输入模糊逻辑控温。

1 引言

在生产过程中有一类被控对象的温度检测与控制一直没有得到很好地解决, 如窑炉热工过程的工件表面温度、焊管焊接过程的焊接温度等。在测温方面, 这类对象一般都采用红外辐射测量方法。然而由于测温现场环境恶劣(如烟雾、灰尘、水汽及氧化物等)所造成的红外辐射能量衰减和电磁干扰等, 使得在使用目前的红外辐射测温仪时具有较大的随机误差。在控温方面, 由于这类对象难以建立精确的数学模型, 且一般都具有较大的非线性和时变性, 因此采用模糊控制将比采用传统的 PID 控制更为有效。

为了更好地解决这类对象的测温与控温问题, 我们将光导纤维红外比色测温技术、多输入模糊逻辑控温技术有机地结合起来, 研制了如下多输入温度模糊控制器(以下简称 MTFC)。

2 MTFC 的系统结构与测温特点

MTFC 采用 STD 总线工业控制机实现, 其系统结构如图 1 所示。它在测温方面有如下特点:

- 1) 采用光导纤维新技术, 用其收集被测物体的辐射能量;
- 2) 所用红外比色探测器的分光、滤色、光谱响应和光电灵敏度等性能优良;
- 3) 采用了双通道测温方法, 因此省去了以往单通式仪表中的调制系统, 从而提高了测温响应时间;
- 4) 将高精度隔离放大技术用于处理探测器输出的微弱模拟信号 V_{11} 和 V_{12} ;
- 5) 采用软件处理方法补偿环境温度变化对硅光器件的影响。

1) 本文曾在第一届全球华人智能控制与智能自动化大会上宣读。
本文于 1993 年 12 月 7 日收到。

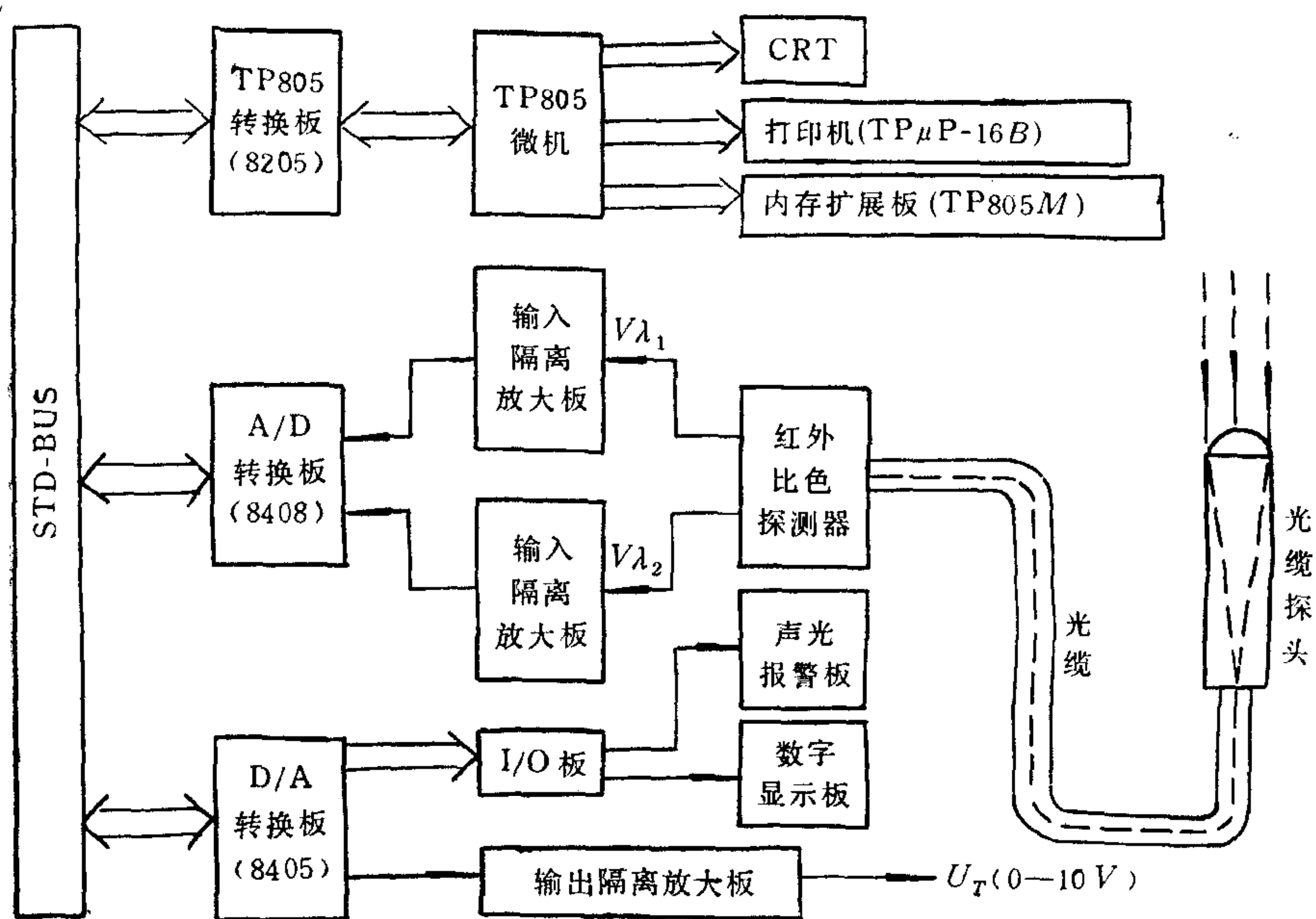


图 1 MTFC 的系统结构

3 MTFC 的多输入模糊逻辑控温

为了保证 MTFC 在整个测量范围内任意设定值下的控温效果良好, 在常规模糊逻辑控制器的设计方法基础上, 提出下面具有分层多规则集结构的 MTFC, 其设计思想如图 2 所示。

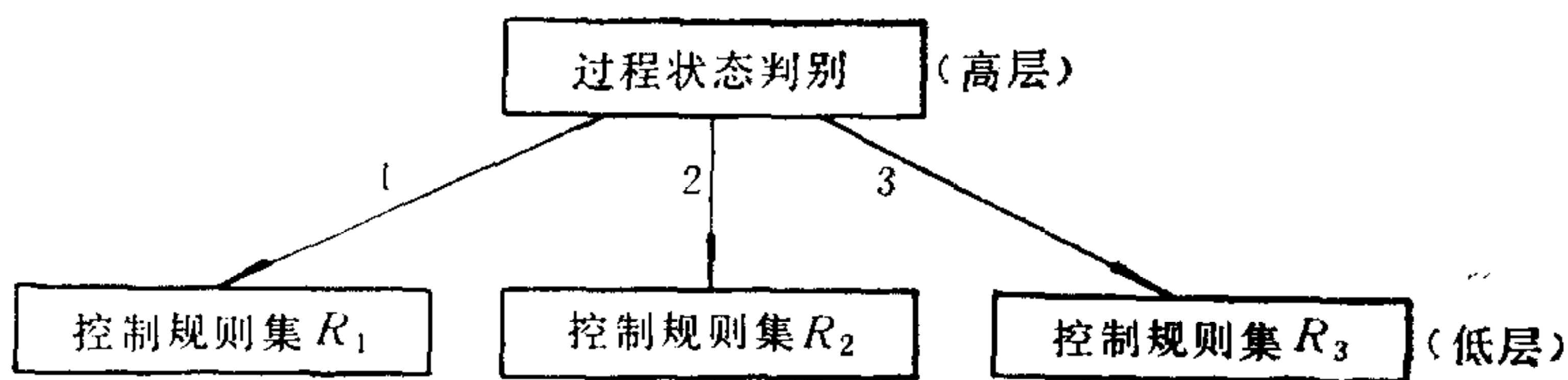


图 2 MTFC 的分层多规则集结构

首先将测量范围分成低(800~1100°C)、中(1100~1400°C)、高(1400~1600°C)三段; 然后将设定值 T_s 作为辅助输入量引入控制器, 并由 T_s 所处三段的低、中、高来代表不同的过程状态 ($k = 1, 2, 3$); 最后根据所处过程状态, 再考虑温度误差 E 和温度变化率 EC 来定出相应的控制规则。于是 MTFC 可用如下模糊条件语句描述:

在高层: If 过程状态, then 控制规则 $R_k, (k = 1, 2, 3)$ 。

在低层: If $E = E_k$ and $EC = EC_k$, then $U = U_{kij} (i = 1, 2, \dots, 13; j = 1, 2, \dots, 13)$ 。

从上可以看出,采用分层多规则集结构的 MTFC 考虑了过程状态变化的影响,这样既使对象特性发生较大变化,也能保证 MTFC 具有较强的鲁棒性,从而更好地适应过程状态的变化。具体设计步骤如下:

- 1) 确定 T_s 、 E 和 EC 的变化范围,论域离散点数、量化因子及比例因子;
- 2) 在输入量与输出量的论域上定义模糊变量,并确定模糊赋值;
- 3) 根据所处过程状态,实际操作经验决定 R_1-R_3 ;
- 4) 根据 T_s 、 E 、 EC 及 U 的四维模糊关系,完成模糊运算,从而确定 6 张模糊控制表。

实际应用时,计算机将根据 T_s 、 E 、 EC 的大小确定相应等级,通过查表得到 U ,将其转换为实际控制量后再输出到被控对象上进行控制,从而实现多输入模糊逻辑控温。

4 MTFC 测温与控温的实际应用结果

通过在 WHL-11 卧式黑体炉上标定表明,MTFC 的测温范围为 $800\sim 1600^\circ\text{C}$,测温精度为所测值的 $\pm 0.5\%$ 。

这里将 MTFC 应用于管式高温定碳炉进行了实验研究,管内被测物体为直径 $\phi 20\text{mm}$ 、长 10mm 的 20[#] 钢。由于炉膛允许的最高温度为 1400°C ,故使 T_s 在 $800-1400^\circ\text{C}$ 范围内设置。该炉原控温系统为 PID 控制方式,采用热电偶测量炉膛温度,钢件表面温度偏差为 $\leq \pm 10^\circ\text{C}$;采用 MTFC 直接控制钢件表面温度后,控温偏差 $\leq \pm 5^\circ\text{C}$ 。

此外,也将 MTFC 应用于双层卷焊管生产线的直流电阻式钎焊炉的焊接温度控制上。该炉原控制系统是采用 PID 控制方式实现电流环恒定,通过手动调节电压,来间接控制焊接温度的大小,其控温精度为 $1080\pm 20^\circ\text{C}$;采用 MTFC 直接控制焊接温度后,内环为电流环,外环为温度环,其控温精度为 $1080\pm 10^\circ\text{C}$ 。

参 考 文 献

- [1] 李宝绥等. 用模糊集合理论设计一类控制器. 自动化学报,1980,4(1): 25—32.
- [2] 楼世博等. 模糊控制器的算法和设计. 国外自动化,1982,(1).
- [3] 戴忠达等. 一种改进的模糊控制器及其应用. 自动化学报,1990,16(3): 258—261.
- [4] 周培森等. 自动检测与仪表. 北京: 清华大学出版社,1987.

MULTI-INPUT TEMPERATURE FUZZY CONTROLLER AND ITS APPLICATION

WU XUELI

(Dept. of Automation, Hebei Inst. of Mechano-Elec Engr. Shijiazhuang 050054)

Key words: Optical fiber infrared two color intelligent temperature measurement, hierarchical multi-rules structure, multi-input fuzzy logical temperature control.