

染色过程微机控制系统的研究*

乔军政 汪金龙

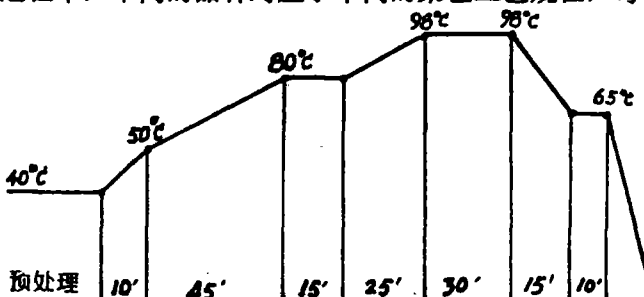
(郑州工学院机械系)

摘 要: 本文在分析了国内外染色自动控制的现状和发展趋势的基础上,首次将T-121半导体温度传感器用于染色温控场合,使测温精度达到了国外同类产品水平。本文研究的单片机染色过程控制系统采用模糊控制算法,用一组电磁阀作执行元件,实现了对染液温度的准连续调节。实验证明,本控制系统工作可靠,性能稳定,温控误差小于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$,能准确复现染色工艺温控曲线。

关键词: 染色,自动控制,单片微机。

中图分类号: TP273

我国是一个纺织工业大国,纺织品出口在我国对外贸易中占很大比重。染色工艺过程是织物加工的最后道工序,染色质量的高低不仅影响到人们的衣着质量,而且直接影响产品在国际市场上的竞争力。在染色过程中,不同的品种对应于不同的染色工艺规程,每个工艺规程对染色温度和升降温速率都有严格的要求。过去采用人工手动操作来调节温度,很难达到规定的控制精度,从而造成染色质量的波动,产生染花和色差,染色牢度也难以保障。同时,手动操作还容易发生烫伤事故⁽¹⁾。图1 染色工艺曲线——预处理



本课题是针对染色过程自动控制的迫切需要和某毛纺厂旧染色机的技术改造而提出的。从文献[2]和[3]可以看出,染液温度采用计算机程序控制在外国已成为普遍采用的技术。用计算机实现染色过程的自动控制对提高和稳定染色质量、节省能源、降低劳动强度、改善劳动条件等方面均有重要意义。另外,花少量资金对旧染色设备进行自动化改造,使其具备先进的功能,更符合我国的国情,是一项值得推广的项目。

* 收稿日期: 1992-06-15

1 传感器和测温电路的研究

目前, 在国内染色行业一般使用热电阻测温, 热电阻突出的优点是性能稳定、复现性好, 但热电阻在 100°C 时误差已接近 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 如果再加上测量电桥、前置放大、A/D 转换的误差总

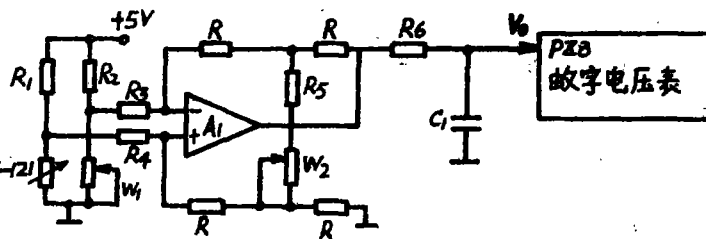


图 2 T-121 测温电路

和, 在 100°C 时的误差就会大于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 不利于温控精度的提高。另外, 工业热电阻一般都有保护套, 体积较大, 使得响应时间较长, 不能满足计算机高速数据采集的需要。再者, 染色车间是高温高湿, 强腐蚀性环境, 经常会使热电阻受到腐蚀而无法使用。为了克服热电阻的上述不足, 本文研究了以 T-121 半导体温度传感器为感温元件的测温电路。

T-121 是电阻型温度传感器, 因而抗电磁干扰能力较强。T-121 的感测温度与自身阻值变化成线性关系, 并且响应时间很短, 能满足计算机高速数据采集的需要。表 1 给出了 T-121 测温电路的部分实验结果。

通过计算机线性回归得出以下结果:

$Y = 0.1699218 + 10.0099X$, 相关系数 $R = 0.9999992$ 其中 Y 代表输出电压 mv , X 代表温度 ($^{\circ}\text{C}$)。实验结果说明, 该电路的平均测温误差小于 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$, 且线性度很高, 达到了 Beacon Contrus 公司 Beacon 141 染色控制系统的测温精度^[2]。

表 1 T-121 测温实验结果

温度($^{\circ}\text{C}$)	输出电压(mv)		绝对误差 ($^{\circ}\text{C}$)	温度($^{\circ}\text{C}$)	输出电压(mv)		绝对误差 ($^{\circ}\text{C}$)
	实测	理论			实测	理论	
0	0	0	0	52	521	520	+0.1
12.2	122	122	0	60	602	600	+0.2
23.1	231	231	0	70	701	700	+0.1
27.7	276	277	-0.1	75	752	750	+0.2
29.5	294	295	-0.1	84	840	840	0
31.4	312	314	-0.2	92	921	920	+0.1
37.7	376	377	-0.1	94	942	940	+0.2
41.2	412	412	0	96	961	960	+0.1
45.5	456	455	+0.1	97	971	970	+0.1
48.2	484	482	+0.2	100	999	1000	-0.1

2 控制系统的组成

考虑到改造成本, 本控制系统以 8031 单片微机为核心, 扩展了一片 8155 双向 I/O 口, 用 8279 管理键盘和 LED, 用固体继电器 (SSR) 驱动输出电磁阀, 整个系统结构紧凑、动作可靠、造价低廉。本系统配有微型打印机, 可以自动记录生产过程参数。全部控制命令通过键盘操作完成。图 3 给出了控制系统硬件原理图。

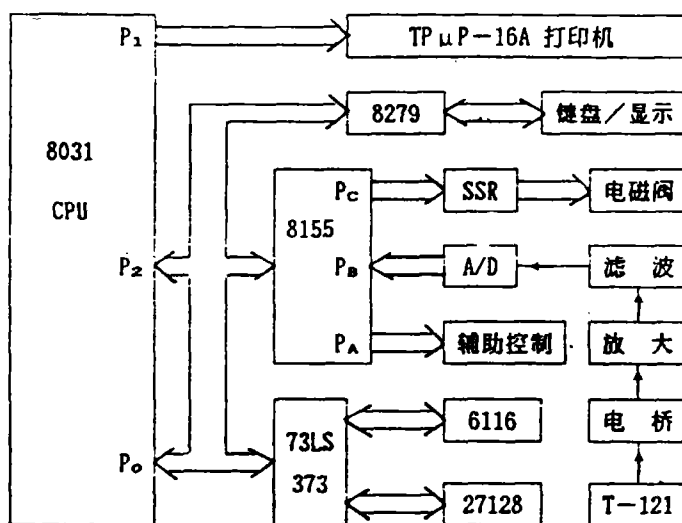


图 3 控制系统硬件原理图

3 染色过程模糊控制算法的研究

模糊控制器是一种语言控制器, 它是基于人们的操作经验和知识, 利用模糊数学方法推出的一套控制规则。即通过“IF—THEN”语言控制规则来实施对过程的控制:

IF (误差) AND (误差变化率) THEN (控制输出)

这种方法不必建立在对对象的精确数学模型基础上, 因而可以避开建模问题, 对那些不易获得精确数学模型或参数变化大的对象, 往往比传统控制方法更有效⁽⁴⁾。

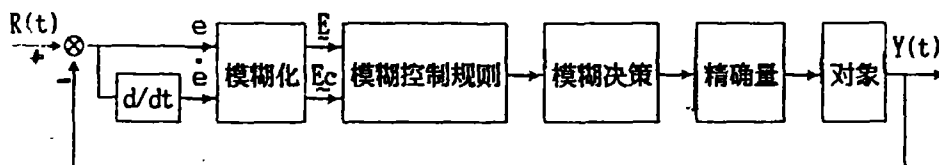


图 4 模糊控制器工作原理框图

到目前为止, 模糊控制的实际应用并不很广泛, 原因之一是模糊控制涉及到抽象的模糊数学概念, 本文将尽量避免繁杂的模糊数学运算, 力求将人们的宝贵控制经验和思维过程直接转化成模糊控制规则, 使模糊控制器的构成更加灵活和实用。本课题的温控精度要求误差小于 $\pm 1^\circ\text{C}$,

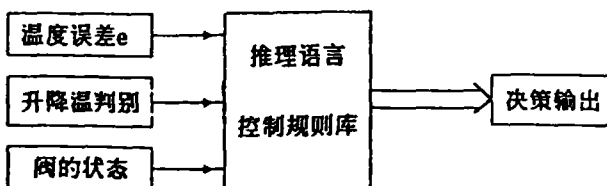


图 5 同染色温度模糊控制原理

时整个染色温控曲线又分为保温、升温、降温等若干段, 而升温速率又有低、中、高速之分, 要想构造一套统一的模糊控制规则是不太容易的。本文以温度误差 e 为输入量, 结合熟练工人的操作经验, 对升温、保温、降温各段分别构造模糊控制规则, 同时把上一个控制周期电磁阀的开关状态作为判据之一, 体现了超前校正的思想。这样, 除了温度误差

e, 还有升、降、保温判别和上一周期电磁阀的状态作为辅助判据, 它们共同构成了模糊控制规则。

用“IF--THEN”语言表述上面的推理控制规则就是:

IF (升降温判别) AND (误差 e) ELSE (上一周期阀的状态) THEN (控制输出)

在升温 and 保温控制段, 本文采用三只通径不同的电磁阀的 8 种组合来控制蒸汽流量。实验证明, 采用这种方法使被控温度波动很小, 克服了单只电磁阀波动式调节的缺点。

4 控制系统软件的模块化设计[5]

本文中软件设计的指导思想是充分发挥 8031 单片机丰富的判断、跳转和控制功能, 采用自上而下的模块化程序设计方法, 使整个控制程序结构流畅。同时, 把整个控制软件分为六个功能模块:

- (1) 初始化和监控模块;
- (2) 采样和滤波模块;
- (3) 温度的程序给定和显示模块;
- (4) 模糊控制模块;
- (5) 辅助控制模块;
- (6) 打印输出模块。

图 6 给出了主程序流程图。

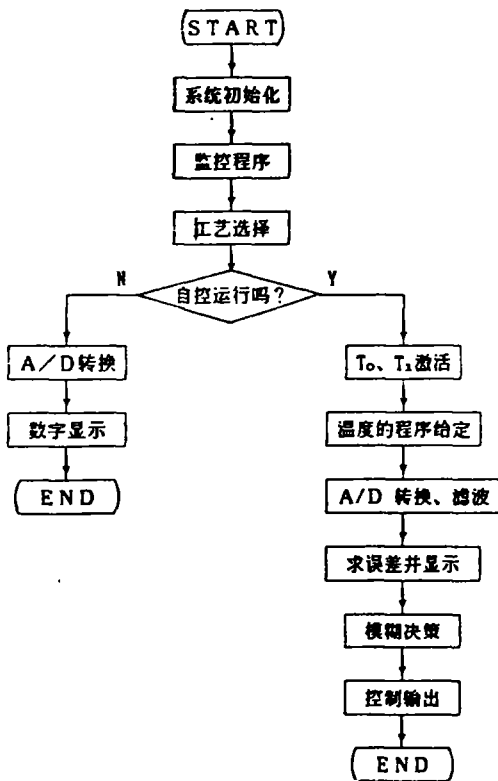


图 6 主程序流程图

5 模拟实验

为了检验本系统的软、硬件工作情况, 本文设计了以毛球染色机为控制对象的模拟实验, 采样周期为 1 秒, 控制周期为 3 秒。实验结果表明: 本控制系统的软、硬件工作情况良好, 温控误差小于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$, 工艺复现性良好, 能够达到设计要求。图 7 给出了一条温控记录曲线。

6 抗干扰措施

本文从以下几个方面对提高系统的综合抗干扰能力作了尝试:

- ① 向微机系统提供稳定的高质量的电源。
- ② 对传感器信号线实行良好的屏蔽。
- ③ 用 SSR 隔离微机系统和电磁阀回路。
- ④ 采取正确的接地方法。
- ⑤ 选择抗干扰性能强的元器件及合理布线。

⑥在软件上采用防脉冲干扰的数字滤波方法。

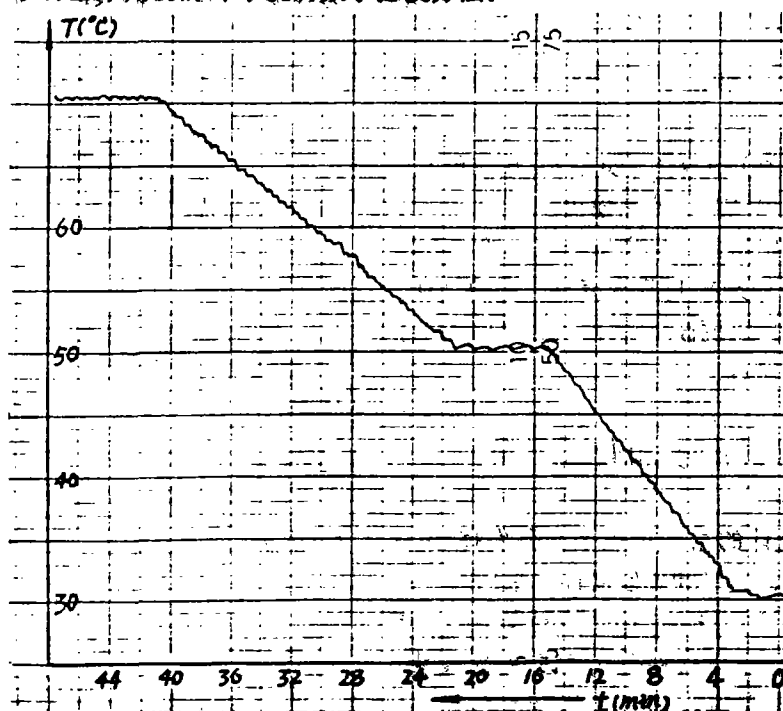


图 7 30℃保温+5/3℃/min 升温+50℃保温+1℃/min 升温+70℃保温记录曲线

7 结论

7.1 本文首次将 T—121 半导体温度传感器用于染色控制领域, 打破了国内染色行业一律采用热电阻测温的方法, 并成功地设计了 T—121 测温电路以及与 8031 单片机的接口电路。实验证明: T—121 测温误差小于 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$, 测温精度达到了国外同类产品水平。

7.2 在硬件方面, 合理地进行了微机控制系统的配置和硬件电路设计。本系统以 8031 单片机为核心, 使整个系统结构紧凑、造价低廉。采用三只电磁阀的不同组合控制蒸汽流量, 可以实现对染液温度的准连续调节。

7.3 在算法上, 结合熟练工人的操作经验和模糊控制理论, 成功地在 8031 单片机上实现了一种简单实用的模糊推理控制算法。模拟实验证明, 所设计的模糊控制算法适应性强, 超调量小, 控制效果良好。

7.4 为了减少现场调试时的盲目性和工作量, 巧妙地设计了模拟实验。实验结果表明: 本系统的软硬件工作情况良好, 抗干扰能力较强, 能够实现染色过程自动控制的各项技术要求, 温控误差小于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$, 在升温段可达到小于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 工艺复现程度较高。

7.5 本控制系统的主要功能及技术性能指标:

主要功能:

①染液温度的测量和数字显示

②能存储多条染色工艺曲线并实现染液温度的程序给定

③控制染液温度, 使其按要求的精度跟踪给定温度

④对生产过程参数的自动打印记录

⑤能实现各种报警、提示和辅助控制

主要技术性能指标:

①测温范围: $18^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$

②测温分辨率: 0.1°C

③测温误差: 小于 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$

④温控误差小于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$

⑤常用染色工艺存储量: 10 条

参 考 文 献

- (1) 陈平澜, 李克编. 染色机自控微机及其应用. 纺织工业出版社. 1989年9月
- (2) Ian Holme. Greater emphasis on supervision—Latest advances in dyehouse control reviewed. Textile Horizons. January 1990
- (3) S.R.KARMAKAR & T.K.SADHU. Developments in automation for the colouration of textiles. COLOURAGE ANNUAL 1987—88
- (4) 贺仲雄编. 模糊数学及其应用. 天津科学技术出版社. 1983. 1
- (5) 酆定明编. 单片计算机应用技术. 人民邮电出版社. 1988.5

A Study on Microcomputer Control System of Dyeing Process

Qiao Junzheng Wang Jing Long
(Zhengzhou Institute of Technology)

Abstract: On the base of having analyzed Sino-foreign references about dyeing automatic control, this paper firstly uses T-121 semiconductor temperature transducer in the field of dyeing auto-control, it makes the testing error gets the foreign product's level. The single-chip microcomputer control system which the paper designed uses fuzzy control algorithm, and uses electro-magnetic valves to be output units. The system realizes the quasi-continuous regulating of the dyeing liquor. The experiments have proved that the control system worked reliably, and had stable performance. The error of temperature control is less than $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$, and the system can copy the dyeing technology curve accurately.

Keywords: dyeing, automatic control, single-chip microcomputer.