

大型炼油常减压装置多变量解耦 模糊控制系统¹⁾

邓自立 任永堂 黄先日

(黑龙江大学应用数学研究所, 哈尔滨 150080)

关键词: 多变量 Fuzzy 控制系统, 解耦, 常减压蒸馏, 计算机过程控制.

一、引言

一套年处理量为 250 万吨的炼油常减压装置由初馏塔、常压塔、减压塔和加热炉组成。它有八个侧线, 产品为汽油、柴油和润滑油。优化控制目标为提高收率和保证产品质量(干点, 凝固点, 350°C 馏出, 粘度)。为此, 本文提出了“卡边温度”概念: 使产品质量控制在靠近工艺上限的指定区间内(叫质量卡边域)的侧线平均馏出温度叫“卡边温度”。由蒸馏机理知质量卡边有利于提高收率。于是问题转化为对各侧线按其卡边温度控制问题。本文提出一种基于模式识别原理^[1]在线计算各侧线的卡边温度的方法。由蒸馏机理知, 在采样时刻 τ , 侧线产品质量化验值 $Z(\tau)$ 主要由塔压力 $P(\tau - k)$ 和侧线馏出温度 $T(\tau - k)$ 决定, k 是采样滞后时间, 称 $(Z(\tau), P(\tau - k), T(\tau - k))$ 为样本, 称所有样本集合 Q 为样本空间。设在目前时刻 t 塔压力为 $P(t)$, 则视 Q 中使 $Z(\tau_i)$ 落在指定质量卡边域内, 且相应的压力 $P(\tau_i - k)$ 与 $P(t)$ 相近(即在 $P(t)$ 的指定邻域内)的诸样本 $(Z(\tau_i), P(\tau_i - k), T(\tau_i - k))$, $i = 1, 2, \dots, N(t), \tau_0 < \tau_1 < \dots < \tau_{N(t)}$, 为同一类。取同一类样本馏出温度的指数加权平均作为在时刻 t 的卡边温度 $\bar{T}(t)$ (类特征), 即

$$\bar{T}(t) = \sum_{i=0}^{N(t)} w_i T(\tau_i - k), w_i = (1 - d)d^{N(t)-i} / (1 - d^{N(t)+1}), \quad (1)$$

其中 d 为遗忘因子, $0 < d < 1$ 。

二、多变量解耦 Fuzzy 控制器

各侧线馏出温度由该侧线外送量或中段回流来控制。由于各侧线的温度之间有强烈的耦合作用, 必须进行解耦控制才能保证温度控制系统的稳定性。为此, 基于 Fuzzy 控

本文于 1991 年 3 月 18 日收到。

1) 参加该项工作的还有北京燕山石化公司炼油厂柳新、黎华、李宏涛等。

制理论^[2], 本文提出了如图 1 所示的带双层结构的多变量解耦 Fuzzy 控制器。其中上层为 Fuzzy 协调器, 由操作经验和机理, 它由如下六条解耦控制规则组成: 1) 近似将全装置八个侧线解耦为初顶、常顶、常一至常三线 and 减一至减三线这四个独立的子系统; 2) 为了消除调节过渡过程的影响, 取控制周期为 12 分钟。3) 对多侧线的子系统, 每个控制周期内只调一个侧线温度; 4) 按温度影响强弱, 应先调上方侧线温度, 后调下方侧线温度; 5) 各子系统在每个控制周期内只用一种控制手段: 或外送量, 或中段回流; 6) 为了有利于增产和稳产, 在满足约束条件下, 应当用增加外送量增温, 用增加中段回流量降温。

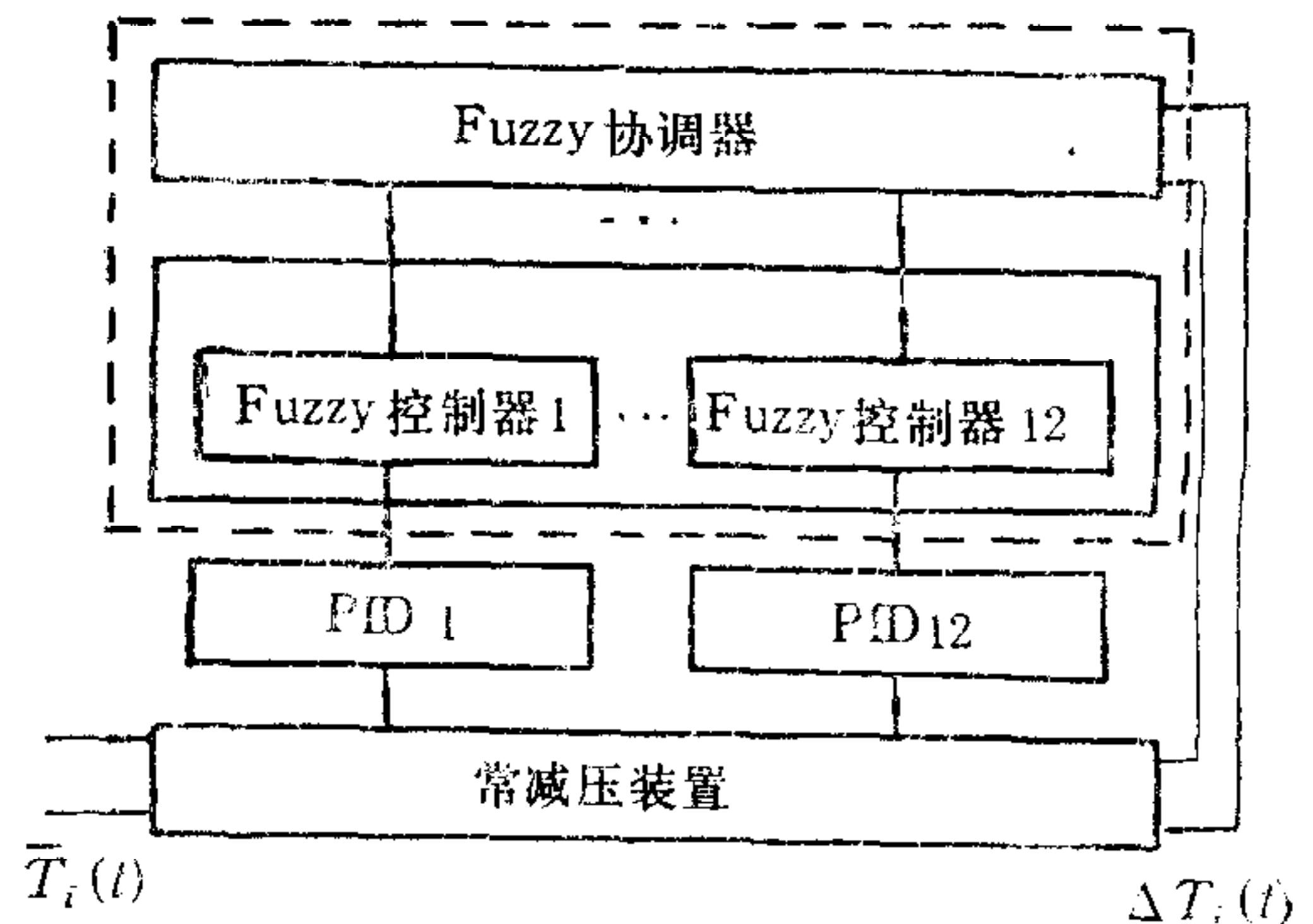


图 1 多变量解耦 Fuzzy 控制器

下层由 12 个单通道 Fuzzy 控制器组成, 每个单通道 Fuzzy 控制器具有形式

$$\Delta U(t) = \begin{cases} -2(+2), & 2d \leq \Delta T(t); \\ -1(+1), & d < \Delta T(t) < 2d; \\ 0, & -d \leq \Delta T(t) \leq d; \\ +1(-1), & -2d < \Delta T(t) < -d; \\ +2(-2), & \Delta T(t) \leq -2d. \end{cases} \quad (2)$$

其中 $\Delta T(t) = T(t) - \bar{T}(t)$, $T(t)$ 和 $\bar{T}(t)$ 分别表示在时刻 t 侧线的实际温度和卡边温度, $\Delta U(t) = U(t) - U(t-1)$ 为相应的外送量或中段回流增量。 $d > 0$ 为死区宽度, $+1$ (或 -1) 表示增加 (或减少) 一个单位, d 及单位大小视具体情况而定。控制信号 $\Delta U(t)$ 由相应的 PID 调节器执行。注意, 当 $\Delta U(t)$ 为中段回流增量时, 上式应取括号内的值。

图 2 表示常一至常三线馏出温度 Fuzzy 解耦控制结果, 其中时标 t 每格为 6 分钟, 可看到各侧线实际温度贴近于其卡边温度。图 3 表示常三线产品质量 350°C 馏出的稳定性对比, 其中时标 t 每格代表 4 小时, 350°C 馏出的工艺限为 50% 至 65%, 超出该范围时质量不合格。本文提供的系统可降低不合格率, 使产品质量波动小, 优于手动调节。

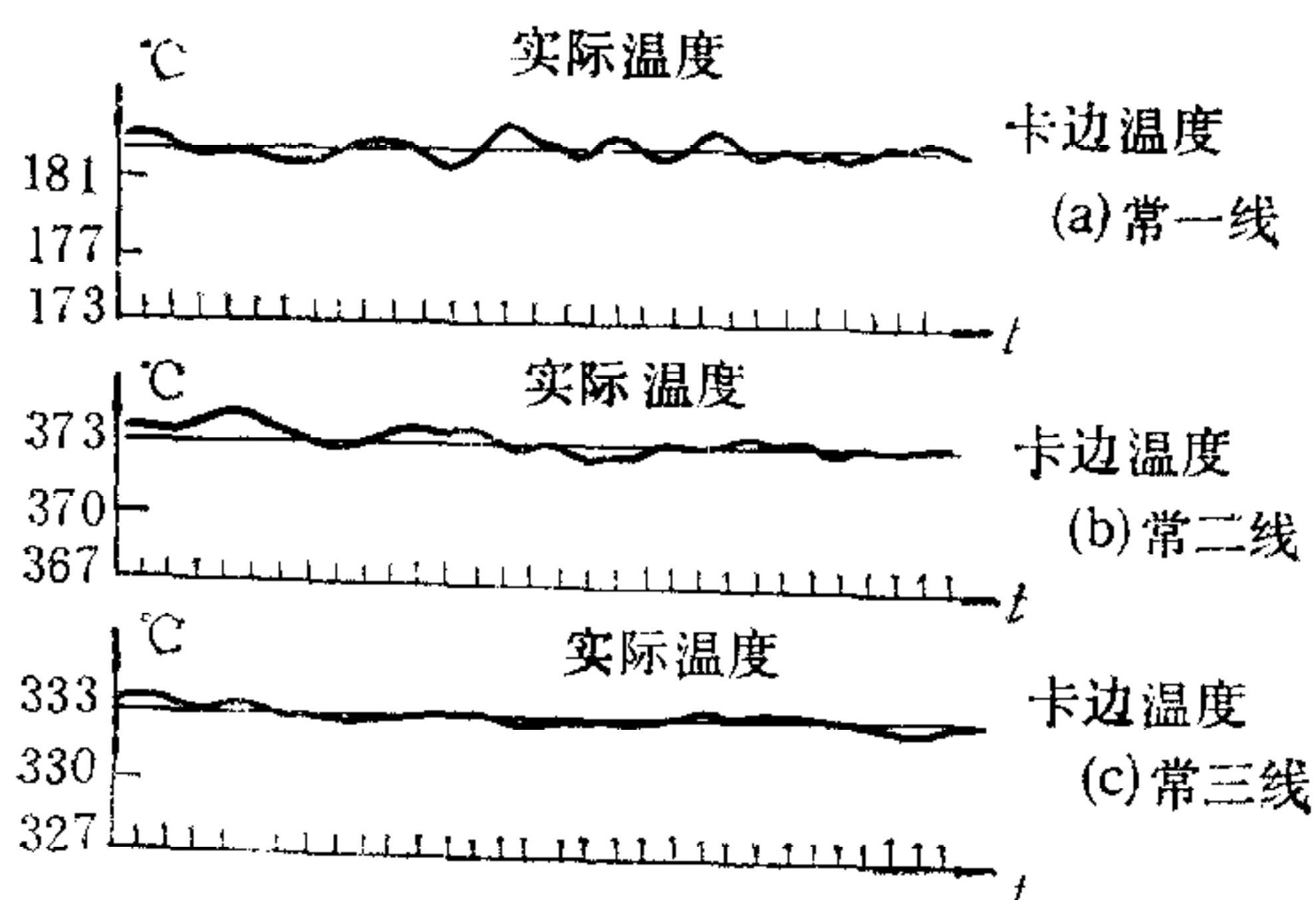
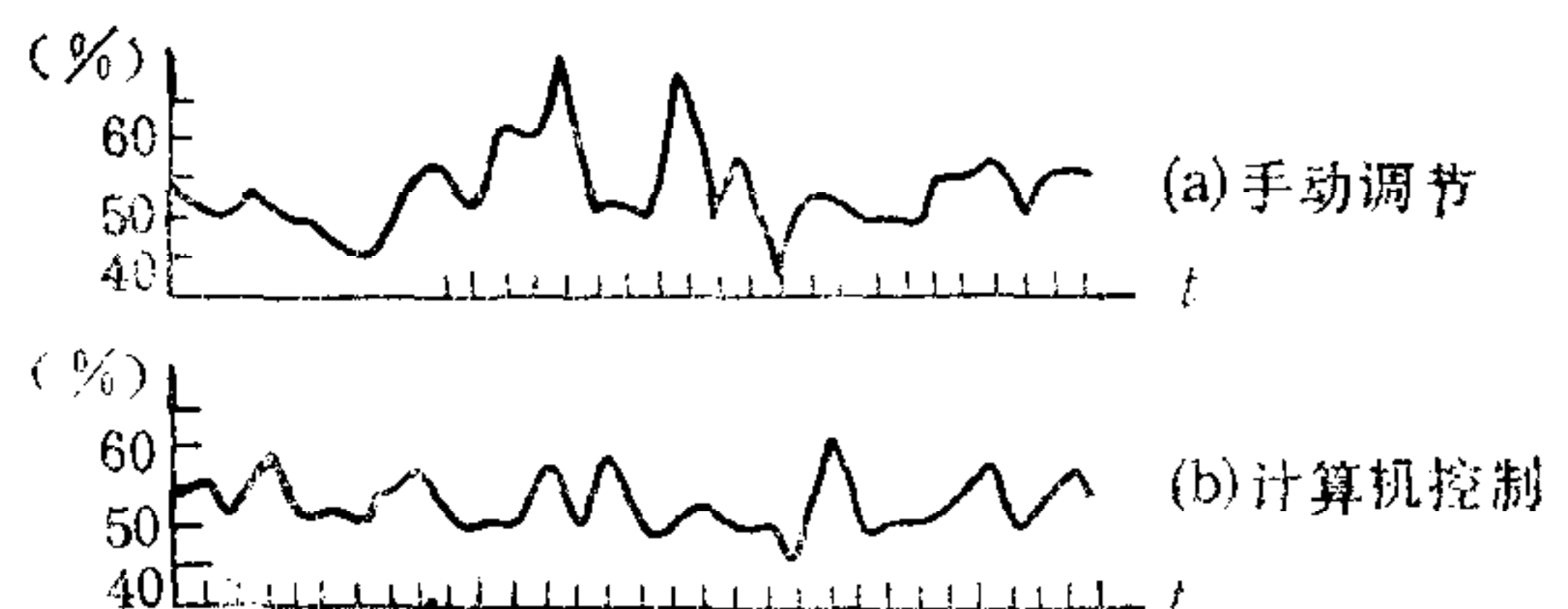


图 2 常压塔各侧线多变量解耦 Fuzzy 控制结果

图 3 常三线 350°C 馏出稳定性对比

三、应用效果

该系统已在北京燕山石化公司炼油厂新常减压装置上用微机实现闭环控制,于1990年12月通过了由中国石化总公司主持的技术鉴定,可提高轻质油收率0.54%,年经济效益为210万元。

参 考 文 献

- [1] 陈尚勤等,模式识别理论及应用,成都电讯工程学院出版社,1985.
- [2] 王学慧等,微机模糊控制理论及其应用,电子工业出版社,1987.

MULTIVARIABLE DECOUPLING FUZZY CONTROL SYSTEM FOR A LARGE CRUDE OIL DISTILLATION UNIT

DENG ZILI REN YUNTANG HUANG XIANRI

(Institute of Applied Mathematics, Heilongjiang University, Harbin, 150080 China)

Key words: multivariable fuzzy control systems; decoupling; crude oil distillation; computer process control.