

茶叶杀青工序自适应控制系统的优化设计

Optimum Design of Adaptive Control System for Tea Green Removing Process

方 华¹, 刘文烽², 何伟强²

FANG Hua¹, LIU Wen-feng², HE Wei-qiang²

(1. 广西工学院工程训练中心, 广西柳州 545006; 2. 柳州市自动化科学研究所, 广西柳州 545001)

(1. Guangxi Institute of Technology Engineering Training Center, Liuzhou, Guangxi, 545006, China; 2. Guangxi Liuzhou Automation Science Research Institution, Liuzhou, Guangxi, 545001, China)

摘要:针对茶叶杀青原系统中 PLC 对 DTA 温控器的 PID 控制参数设定问题, 将开关量控制的 DTA 温控器替换为三相交流调压模块, 优化设计出自适应控制系统。自适应控制系统中的 PLC 的温度控制信号经三相交流调压, 输出可变电压对杀青机加热, 并采集杀青机的温度信号反馈回 PLC, 构成闭环控制回路, 实现连续地对滚筒杀青机加热, 达到最优化的温度控制效果, 提高茶叶的杀青质量。

关键词:控制系统 温度 交流调压 茶叶 杀青

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2009)04-0303-02

Abstract: The problem in the original tea green removing system is to set PID control parameters in DTA thermostat. In order to solve this problem the on-off control thermostat with three-phase AC voltage regulator module was replaced and an optimizing adaptive control system was designed. The temperature control signal, which from PLC in adaptive control system, was first sent to three-phase AC voltage regulator module to generate variable output voltage for heating in the green removing machine. The temperature signal of the machine returned to PLC. A closed-loop control circuit was setup, which can continuous heat in the green removing roll machine, achieve the optimum temperature control effect and improved the quality of green tea removing.

Key words: control system, temperature, voltage regulation, tea, green removing

杀青是绿茶制造的第一道工序, 通常是以热物化学作用为主, 通过高温破坏鲜叶中酶的活性, 制止鲜叶中多酚类物质氧化, 以防止叶子变红; 同时蒸发叶内部分水份, 使叶子变软, 为揉捻造型创造条件。杀青过程中, 随着水份的蒸发, 鲜叶中有青草气的低沸点芳香物质挥发消失, 从而使茶叶香气得到改善。杀青过程中要求叶子升温快, 杀青匀透, 不产生红梗红叶, 不产生烟焦叶。杀青过程在杀青机中进行。目前茶叶厂的杀青工序通常采用电加热滚筒杀青机进行。虽然滚筒杀青机操作起来较方便、劳动强度小、功效高、能够连续作业, 而且温度升高快, 杀青

均匀, 但是对杀青温度、杀青时间和投叶量等重要参数还是不能精确控制, 杀青后时常会产生青涩味, 直接影响到成品茶叶的品质。本文设计自适应控制系统来有效地解决上述问题。

1 原系统结构与分析

1.1 系统结构

如图 1 所示, 滚筒杀青机加热系统的是两台 6CST-40 杀青机, 每台杀青机有 12 支加热系统, 由台达 DTA 温控器进行现场控制加热, 热电偶测温信号通过现场温控仪显示, 通过 RS485 总线与远程 PLC 通讯, 现场的温度测量值与设定值均可通过“远程/本地”开关选择, 实现远程监控或者本地控制。杀青机出料口的红外温度传感器所测得的信号直接接入 PLC。

收稿日期: 2009-10-12

作者简介: 方 华(1965-), 女, 硕士, 副教授, 主要从事控制理论及应用的教学与研究工作。

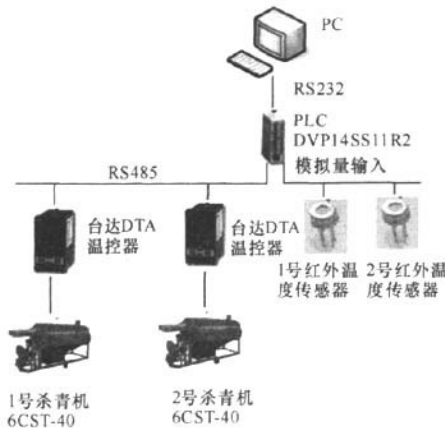


图 1 杀青机控制系统结构

1.2 系统分析

在连续生产过程中,滚筒杀青机的实际温度变化范围为 240~260 C,与设定温度值最大温差为±10 C,这样的温度变化会使杀青过程出现杀青不均匀,严重时会导致同一批次的成品茶品质差异明显。而造成温度产生较大波动的主要原因有:(1)工程 PLC 对 DTA 温控器的 PID 控制参数未达到最优化,不能实时地对红外温度传感器信号的反馈作出反应调整 PID 参数;(2)由于采用的是人工投料,不能达到均匀进料,而且多数时候达不到杀青机满负荷运转进料量,投叶量不稳定;(3)滚筒杀青机的电加热缓慢,升温降温过程持续时间长。

2 自适应控制系统的优化设计

2.1 系统优化

针对 PLC 对 DTA 温控器的 PID 控制参数设定问题,将开关量控制的 DTA 温控器替换为三相交流调压模块,使 PLC 的温度控制信号经三相交流调压,输出可变电压对杀青机加热,并采集杀青机的温度信号反馈回 PLC,构成闭环控制回路(图 2)。

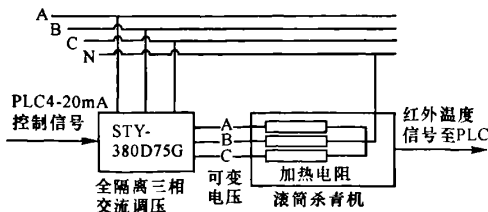


图 2 自适应控制的加热系统

2.2 自适应 PID 控制原理

DTA 温控器的 PID 控制的经典增量式差分方程式为:

$$\Delta U(n) = K_P\{e(n) - e(n - 1)\} + K_I e(n) + K_D\{e(n) - 2e(n - 1) + e(n - 2)\},$$

其中, K_P, K_I, K_D 分别为比例,积分,微分系数^[1]。

自适应 PID 控制系统除了具有常规 PID 控制的优点外,充分利用其中可调系统的参考输入、控制输入、干扰和输出等性能指标,将所测得的性能指标与给定的性能指标相比较,由自适应机构整定可调系统的参数 (K_P, K_I, K_D) 或者产生一个辅助的输入信号,以保持系统的性能指标接近给定的指标,使系统达到最优或次优的控制效果(图 3)。

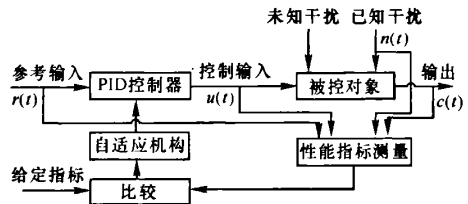


图 3 自适应 PID 控制系统原理

自适应 PID 控制器的自适应机构中采用专家控制策略,常用的控制算法有:临界比例度法、响应曲线法、模型识别法和积分分离法等。对于有自平衡能力,而且对性能要求不高的控制系统,可以采用临界比例度法整定 PID 参数;对于无自平衡能力,而且对性能要求不太高的控制系统,可以采用响应曲线法整定 PID 参数;如果对系统性能要求较高,可以采用模型识别法整定 PID 参数,整定过程中可以自动应用积分分离控制算法,以降低系统的峰值。

2.3 全隔离三相交流调压

执行系统选择全隔离三相交流调压模块(以下简称三相调压模块),其结构是集三相电相位检测、移相电路、触发电路和三相反并联单向可控硅于一体,不需外部任何电路和工作电源,便可以用 0~5V DC 或 4~20mA 的信号自动控制或者外接电位器手动控制,达到改变可控硅导通角即可实现三相负载电压从几十伏到电网全电压的无级调压。

6CST-40 杀青机的额定功率为 20kW,经过计算得知额定工作电流约为 30A。由于杀青机为阻性负载,选取三相调压模块的电流等级宜大于等于 2 倍的负载额定电流。参考杭州西子的产品,可以选择电流级别为 75A 的三相交流调压模块 STY-380D75G,输入控制信号类型为 4-20mA。另外,考虑到调压模块的发热量为三相实际负载电流安培数之和乘 1.5 瓦/安培,发热量比较大,宜增加散热模

(下转第 307 页)

软件记录数据并形成历史曲线,方便工作人员实时掌握系统各工段处的工作情况。参数设定可以通过触摸屏或者上位 PC 机完成,通过这些参数的设定,不但可实现全自动控制,还可以优化系统,提升整个系统的性能,使系统更有效地运行,同时还在上位 PC 机中新引入一种控制理念——季节控制模式(图 4),这种模式可以根据季节,即分为夏季工作模式、冬季工作模式、过度季节工作模式、自定义工作模式,调整系统工作状况,减少设备工作时间,实现系统节能节电运行以及延长设备寿命。数据处理功能是由上位 PC 机完成,将 PLC 采集的数据储存在数据库中,计算后形成各类数据曲线,报表等内容,为控制人员更好地了解系统运行状况,保证系统最优运行提供了有利参考。检修功能是在系统运行过程中,若有原件坏掉,可以通过触摸屏进入检修模式,即可以保证在不干扰系统自动运行的情况下,单独停止损坏工段处的工作,更换损坏原件后,退出检修状态,系统自动恢复损坏工段处的工作。工作方式切换共有 3 种工作方式:自动工作方式、手动工作方式以及本地工作方式,用户可以在控制界面选择切换;手动工作方式主要是针对该系统放置在室外,并且人员不能长期在现场监控,如果遇到突发意外,可在

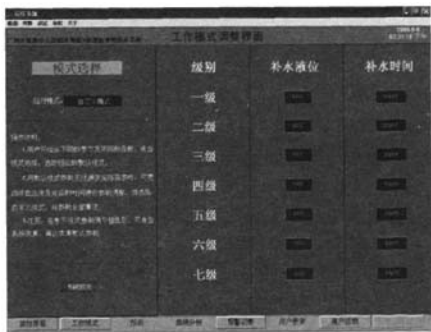


图 4 季节控制模式调整界面

(上接第 304 页)

块降温。散热模块型号可以对应选择为 F-100。

3 结束语

在采用自适应 PID 控制后,能够综合利用各种性能指标测量,如参考输入、控制输入、干扰信号输入和控制输出等,与给定的性能指标进行比较。由自适应机构整定 PID 控制的 K_p, K_I, K_d 参数,使系统的性能指标接近给定指标,达到较优的控制效果。

全隔离三相交流调压模块作为执行机构的主要控制部分,具有良好的调压效果,能够对 PLC 送达

中控室里切换到手动控制,停止系统运行,或由于硬件设备损坏过多的情况下,人为控制系统运行;本地工作方式是指本地控制室跳过 PLC 的控制方式,完全由箱上的控制按钮来控制整个系统的各个电气设备,是应急的另一种控制手段。

2.3 系统报警功能实现

监控系统设有报警功能。当系统检测到工作状态错误时,上位 PC 机主界面的报警指示灯闪烁,并提示用户查看报警记录。现场的触摸屏会在主画面内有走马灯式的报警提示。

3 结束语

太阳能+热泵供热系统的应用信息化集中控制技术,使得系统在功能性、稳定性以及可靠性上都有了显著的提高,同时,监控系统的操作更加简单快捷,调试和维修更方便。目前,广州番禺区中心医院太阳能+热泵集中供热水远程监控系统正式投运,运行效果良好,实现了节能运行的目标。

参考文献:

- [1] 喜文华. 太阳能实用工程技术[M]. 兰州:兰州大学出版社,2001.
- [2] 郑瑞澄. 太阳能供热采暖工程应用及经济性分析[C]. 建筑节能年度论坛,2007.
- [3] 董钱钧. 太阳能供热系统在宾馆饭店的应用[J]. 浙江节能,2003(4):19-21.
- [4] 耿立明,刘漫洲,刘雨刚. 基于 PLC 的太阳能热水器的自动控制系统[J]. 电气传动,2006,36(11):54-56.
- [5] 耿刚,庄光开,逯广场. PLC 和触摸屏在大面积太阳能供热水控制系统中的应用[C]. 科技论坛,2005.

(责任编辑:邓大玉)

的 4~20mA 信号及时作出处理,给出对应的导通角,实现连续无级调压,使杀青机的温度得到有效控制,完全可以稳定在指定范围内,达到较好的效果。

参考文献:

- [1] 陶永华. 新型 PID 控制及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [2] 白方元. 茶叶加工[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [3] 吴士昌,吴忠强. 自适应控制[M]. 北京:机械工业出版社,2005.

(责任编辑:邓大玉)