

Rockwell PLC 在链网式

杀菌机控制系统的应用

汤顺斌

(广东轻工机械二厂有限公司, 广东汕头 515000)

摘要: 主要介绍了 Rockwell PLC 在杀菌机温度控制系统的作用和 Rockwell PLC 在杀菌工艺过程的控制原理。

关键词: 杀菌机; Rockwell; 温度控制

中图分类号: TS261.3

文献标识码: A

0 杀菌原理

当灌装压盖后的啤酒进入杀菌机后, 便开始啤酒巴氏杀菌过程, 此过程分为升温、杀菌、冷却。这三个过程是由 6 个温区 10 个水箱组成的不同水温的清水对啤酒进行喷淋。即啤酒由低温逐渐升温至杀菌温度, 啤酒达到一定的 PU 值后, 在杀菌温度下保持一定时间, 然后逐渐冷却至较低温度后移出杀菌机。

经过杀菌的啤酒能保证色、香、味的稳定性, 有利于长期保存。

杀菌的原理采取巴斯德杀菌, 即以 60℃ 经过 1min 所引起的杀菌效应定义为 1 个巴斯德杀菌单位(1PU)。

啤酒的巴氏杀菌的计算式为:

$$PU = T \times 1.393^{(t-60)}$$

其中:

- PU—巴氏杀菌值;
- T—巴氏杀菌时间;
- t—巴氏杀菌温度;
- 1.393—换算系数。

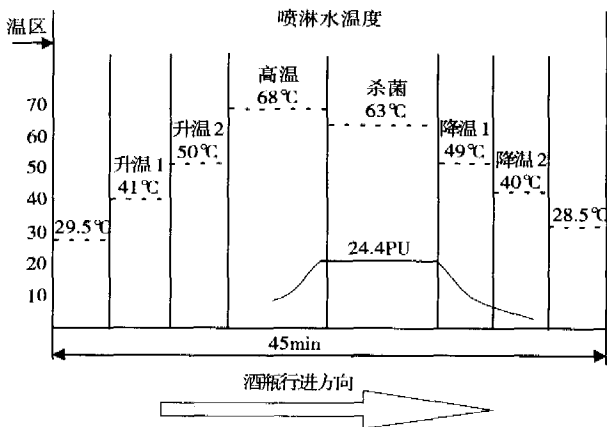
1 杀菌机组成

杀菌机共有 3 部分组成。

1.1 温度区域

杀菌机共有 6 个温度控制区, 6 个温度区域分

2 个升温区、2 个杀菌区、2 个降温区(不同机型温区略有差异)。PLC 通过对薄膜阀和电磁阀的控制, 可以精确控制各个温区的温度。



1.2 传动装置

传动装置的任务是借助传送链网将瓶子从杀菌机的一侧缓慢地传送至另一侧。传动装置可分为两种运动形式:链网式和步移式。

链网式的优点是瓶子传送平稳, 相比较步移式而言, 链网式在运行时酒瓶不易破碎, 省去维护液压站的麻烦, 可靠性更高。

1.3 水循环系统

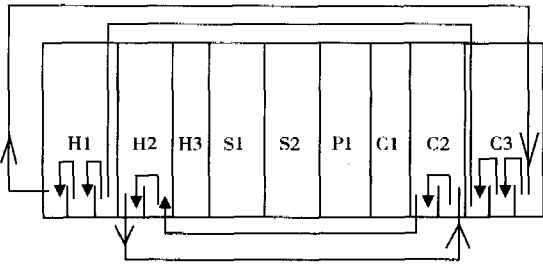
杀菌机采用分开的水循环系统进行瓶子的加热和冷却, 这样做的好处是可以充分利用并回收热能, 提高杀菌机的热效率, 节省能源。杀菌机共有

[收稿日期] 2006-10-29

[作者简介] 汤顺斌 (1975-), 男, 工程师, 自动化设计员, 研究方向: 啤酒饮料机械自动控制。

2006年 第9卷 第11期

10 台泵, 在升温区和降温区中每个缸体中均有分隔板分开。



H1、H2、H3 为升温区, S1、S2、P1 为高温、杀菌区, C1、C2、C3 为降温区。

2 PU 值的控制

我们把杀菌机全过程分为三个部分: 升温过程, 杀菌过程, 降温过程。通常, 我们把 50℃ 以下部分的 PU 值忽略不计。根据试验得知, 50~61℃ 的升温过程为 3min, 61℃ 恒温过程是 11.5min, 61~50℃ 的降温过程是 4min。

$$PU_{\text{升温}} = 3 \times (0.037 + 1.4) / 2 = 2.1$$

$$PU_{\text{杀菌}} = 11.5 \times 1.4 = 16.1$$

$$PU_{\text{降温}} = 4 \times (0.037 + 1.4) / 2 = 2.8$$

$$PU = PU_{\text{升温}} + PU_{\text{恒温}} + PU_{\text{降温}} = 21$$

经计算 PU 值为 21, 与实际检测值基本符合。通过计算发现杀菌恒温过程产生的 PU 值占全过程的 80%, 其他 20% 在升温过程 A 和降温过程 C 中。应此, 控制系统的设计以杀菌过程 B 为主要控制对象。

在杀菌机正常工作时, PU 值和水耗是比较好控制的。在实际运行的过程中, 由于杀菌机本身或者包装线其他机器的故障, 杀菌机会停下来, 造成杀菌总处理时间延长。假如杀菌机控制系统此时不调整温度设定值, 会导致啤酒 PU 值不断上升, 造成 PU 值偏高, 影响啤酒品质。为了保证 PU 值相对稳定, 在停机状态下, 我们需要对高温区、杀菌区进行降温。降温的过程有两种模式:

2.1 按照一定速度逐渐降低温度到 50℃

在杀菌机停止运行的时候, PLC 将自动将恒温区的设定值以每分钟 1~2℃ 的速率不断下降(该值可以自行设定)。当恒温区的温度降到 50℃ 后, 并保持该温度。这样, PU 值将不再累加。

2.2 按照设定 PU 值逐步降温到 50℃

当杀菌机停止运行的时候, 按照设定 PU 值和当前停机时间, 可以根据 $PU = T \times 1.393^{t-60}$

计算出需要降低的温度 t:

$$t = \log(PU / (\Delta T + T)) / \log(1.393) + 60$$

PU—巴氏杀菌值;

T—巴氏杀菌时间;

ΔT—停机时间;

t—杀菌温度;

1.393—换算系数。

为了保证 PU 值控制在设定值左右, 当 ΔT 停机时间越长, 杀菌温度就越低。

在故障情况下, 靠杀菌机本身的散热, 是消耗不了多少热量的。因此, 我们引入冷水反馈来降低杀菌区的温度。在降温的过程中, 打开冷水阀门, 将冷水注入到高温区和杀菌区的水箱, 从而降低喷淋水的温度。

为了避免加冷水过度导致温度波动, 软件引入了补水上下限的功能。例如: 上限设为 0.6℃, 下限设为 0.3℃。就是当测量值高于设定值 0.6℃ 时, 打开电磁阀加水降温, 当测量值高于设定值 0.3℃ 时, 就关闭电磁阀停止加水了。

当不想用补水降温功能时, 可以在界面上打勾去掉, 就可以取消此功能了。

3 节能与节水分析

温度控制是杀菌机控制系统的核心部分。温度控制的核心是对蒸汽和冷水的控制。由于杀菌机的温度控制是大滞后系统, 蒸汽压力、冷水压力的波动, 气动薄膜阀的非线性, 以及循环水的相互影响, 会出现温度震荡现象, 从而导致系统不停的进行加热和冷却。这样, 会大量消耗蒸汽和冷水, 造成资源的浪费(见表 1)。

表 1

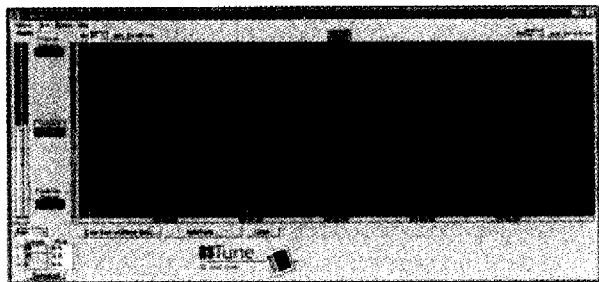
原因	举例	控制难点
温度变化缓慢	蒸汽加热等大滞后系统	对于一个响应缓慢的温度回路, 整定控制参数需要经验和耐心。
干扰	循环水的利用导致水温的变化	两个回路相互影响
时变	带有加热和冷却的系统, 如果温度经常上下波动, 过程对象的时间常数将会有很大的变化。	在时间常数和滞后时间变化的情况下, 用 PID 来控制会很容易产生振荡或控制作用缓慢。在一定的操作范围内, 可以通过调整 PID 的参数实现对过程的控制。但是一旦过程动态特性发生改变, PID 就有可能失控。
执行机构非线性	控制阀: 不灵敏区和阀门的摩擦造成了温度回路的非线性	PID 或基于模型的控制器能在其线性范围内正常工作, 但是到了非线性区域就难以控制。
外部环境的变化	气温的变化, 蒸汽压力、冷却水压力的变化	控制过程中不确定因素
温度测量不准	热电阻的选型、安装不符合要求, 现场电气干扰	没有准确的反馈, 就没有准确的控制

4 Rockwell 回路整定及优化软件解决方案

Rockwell 的 RSTune 优化器和 RSLoop 优化器为工业生产提供了最有效的和最易于使用的解决方案

案,它可以应用于PID控制及其优化。简明易懂的软件使得即使是对于只有有限的经验的人员也能够迅速并有效地整定控制器。同时,更高层次的用户同样也可以得到满足,因为RSLoop优化器提供了强大的分析工具来帮助它们进行分析。

4.1 RS回路整定



RSTune是一个基本的整定软件包,它可以优化您的PID控制回路。RSTune使得整定PID控制回路变成非常迅速、方便、和准确。RSTune可用于Allen-Bradley的MicroLogix、PLC-5、SLC 500,以及ControlLogix可编程逻辑控制器中进行分析 and 整定PID控制回路。

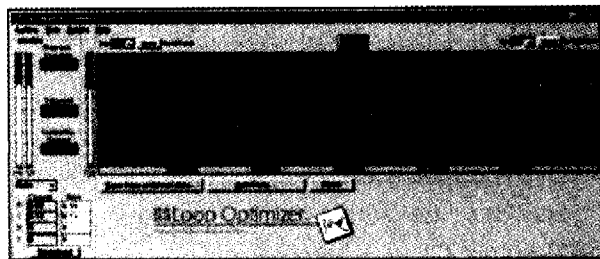
RSTune为您的应用自动地计算最佳的PID值和滤波值,并向您提供强大的工具来增加效益,对投资进行回报,可能在数周内就完成。一些工具如鲁棒图和滞后检查,可以大大减少任何潜在问题发生的可能性,使停车时间达到极小。

鲁棒图表示您的回路对过程增益或死区时间改变的敏感程度,过程增益或死区时间改变可能导致过程的变化。如果回路很容易受到探头的影响,探头可能由于时间过长而堵塞,或者如果设备环境变化,如PU压力等等,您需要在严格运行和稳定性之间做出平衡。鲁棒图为您提供重要的数据,帮助您确定实现控制策略的最佳方法。

滞后检查将表示控制设备移动死区的范围。如果移动一个阀门柄需要很长时间,回路控制的效果

就非常差,将导致设备成本的增加和产品质量的降低。RSTune可以确定控制单元的死区的范围,并可以指示设备是否需要维修。

4.2 RSLoop优化器



RSLoop优化器自动地计算最佳的PID值和滤波值来满足您的控制策略,此外还提供许多过程分析工具。有了RSLoop优化器以后,您可以很方便地建立非线性控制回路的特征函数,进行高级的频率分析,对pH控制回路开发出算法,并且使用高级的统计分析工具来设备那些非常难于发现的过程问题。本软件包中其它的功能强大的功能使得通过改善回路控制可以保证设备生命周期达到最大。

当您的应用需要多个控制回路时,RSLoop优化器同样帮助您来优化复杂的控制条件。它包含许多工具如相关性分析和相对反应时间分析等等,帮助您优化串级控制、前馈控制、以及序列控制。RSLoop优化器同样提供多个控制面板,这样您就可以浏览整体控制策略的各个部分的所有重要的控制参数(表2)。

此外,您可以用图形显示由于较好的整定或帮助确定周期性的故障所带来的潜在的改善。RSLoop优化器包括一个详细的工具箱,包括数据采集工具和数据分析工具,以及提供详细的报告。通过RSLoop优化器,先进控制的专家拥有为了达到最佳的过程控制性能所必需的所有的工具。

表 2

原因	举 例	Rockwell 解决方案
温度变化缓慢	蒸汽加热等大滞后系统	1.RSLoop 回路优化软件包括滞后检查工具,它可以自动地计算滞后量。2.RSTune 为您的应用自动地计算最佳的PID值和滤波值
干扰	循环水的利用导致水温的变化	RSLoop 回路优化软件提供二种相关选择项用于帮助回路的相关性检测和隐含周期检测。如果二个回路相互作用并且引起控制上的不利影响,则我们可以确定为这二个回路是相关的。自相关用于检测控制回路的隐含周期。这些特点帮助人们对复杂回路的故障诊断,这些复杂回路包括前馈回路和串级回路,并且对于一些通常难于发现的问题可以很容易找到。
时变	带有加热和冷却的系统,如果温度经常上下波动,过程对象的时间常数将会有很大的变化。	RSLoop 特征函数 可以在加热和冷却二方面对回路的历史数据归档,然后确定加热和冷却各自的最佳PIDF参数组。调节表里保存不同的PIDF参数组,并且自动地保存相关的数据,如相对反应时间以及死区时间值等等。
执行机构非线性	控制阀:不灵敏区和阀门的摩擦造成了温度回路的非线性	RSLoop 回路优化软件提供特征函数,可以指导您通过一个非常简单的处理就可以从您的非线性控制回路推导出特征参数。

外部环境的变化 如室温的变化, 蒸汽压力、冷水压力的变化

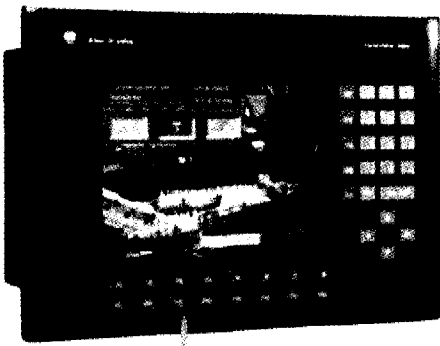
RSLoop 回路优化软件有一个卓越的工具—鲁棒图—用于分析调节和稳定性之间的平衡。鲁棒图显示您的回路对于过程增益或过程死亡时间改变的敏感程度。这些都是非常重要的回路特性, 而在生产过程中这些特性很容易改变, 并且您想要非常自信地知道您是处于非常安全的范围。RSLoop 回路优化软件的拨入式鲁棒图工具使得您可以图形化地改变安全边界, 并且它将自动地计算相关的 PID 参数。

温度测量不准 热电阻的选型, 安装不符合要求; 现场电气干扰

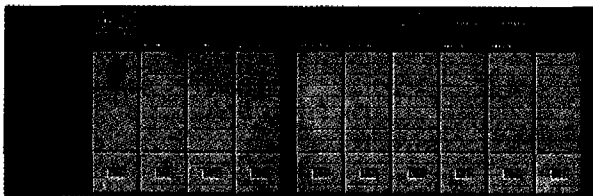
1. 配合机械, 电气工程师改善工艺。2. PV 滤波分析, PV 滤波分析通常推荐在过程变量的输入端放置一个滤波器以改善回路的性能。一共有四种不同的滤波器可供选择: 一阶滤波器、二阶滤波器、二阶 Butterworth 滤波器和移动均值滤波器。不论选择何种滤波器, RSLoop 回路优化软件将自动地计算最大的滤波值而不会降低过程的性能。

5 杀菌机配置

AB 针对啤酒灌装线杀菌系统, 推出基于 SLC-500 + PV1000 的控制方案。该方案包括 10 寸 TFT 彩色按键的 Panelview 1000。PLC 采用 SLC500 系列, 包括 8 路温度、4 路电流输出、48 点 DO 输出以及 32 点 DI 输入。



RS232



5.1 杀菌机控制系统的硬件配置

表 3 杀菌机控制系统的硬件配置

数量	型号	描述
1	2711-T10C16	PV1000 面板, 10 寸 TFT 彩色, 触摸, 带 DF1&RS232 接口
1	1747-L532	SLC 5/03 处理器模块 16K 内存 DH-485 和 RS-232/DH-485
1	1746-P2	220VAC 5A 电源
3	1746-OB16	24VDC/0.5A 16 点输出模块 源流
1	1746-NR8	8 路 RTD 热电阻输入模块
2	1746-NO4I	4 路电流输出模块
2	1746-IB16	24VDC 16 点输入模块 汇流
1	1746-N2	占空单元
1	1746-A10	10 槽机架

5.2 现在具备的系统功能

5.2.1 硬件功能

数据采集与处理:

对现场温度模拟量信号及检测开关信号进行实时扫描采集并进行滤波、线性化、偏差补偿等处理, 具有强大的系统稳定性和抗干扰能力。

系统监视和远程操作:

除了在与控制器相连的主控触摸屏上操作外, 还可通过远程站控制各项动作启停及监视温度等。

远程诊断维护:

可通过 RS232 通讯口直接连接 Modem, 通过电话网络进行系统远程诊断和远程维护。

现场总线:

系统支持 DH+, DH485、DeviceNet、ControlNet、EtherNet 等现场总线, 可以满足远程 IO、变频器、传感器等各种设备扩展, 也可以满足企业信息共享的要求。

5.2.2 软件功能

工艺控制:

除了常规的工艺逻辑动作及保护控制外, 对各个温区温度进行精确控制, 精度 0.3℃; 并可根据系统的运行状态自行调整温度设定, 使啤酒工艺过程 PU 值得到最优化控制。

多种工艺控制:

针对系统控制的需要, 可以对各项动作选择手动/自动方式, 温控方面则可以在杀菌、暖瓶、清洗等多项控制方式下运行, 且系统参数具有自记忆功能, 在不同控制方式切换时, 无须对设置的控制参数重新设置。

系统故障自动处理:

杀菌机在运行过程中并非一直处于正常状态, 当系统出现堵瓶、过载、缺泵等等故障情况时, 控制系统会自动侦测故障情况的发生, 并自动采取相应动作, 包括逻辑动作和温控动作, 保证 PU 值的最优化控制。

温度设置自动运算:

故障时进行最优化自动运算来自动设定各温区温度值, 确保 PU 值的优化控制。

温度 PID 自整定:

温控的 P、I、D 等各个控制系数不但能进行

自行整定,以得到与现场温度特性最合适的参数组合,还可手动自由设置。

实时及历史曲线:

温区温度及啤酒 *PU* 值的实时曲线显示及历史记录曲线显示。

系统报警:

对进行温度控制的各个温区进行温度的上下限报警及温度传感器的短路报警、断路报警等多项警示功能。

数据库:

系统可以采用工业级存储器 Compact Flash 盘,实现了保存达一年以上历史数据的数据库功能,且

可对此数据库进行各项调用及管理操作。

历史报表:

本系统有历史报表功能,当需要历史数据报表时,可执行相应操作,生成 Excel 历史报表,供生产人员进行处理分析。

用户等级保护:

可设置多级用户及相应密码,同一级别只可进行相应级别的操作。

参数组管理:

能进行生产参数配方管理,快捷地存储或读取参数集。

Application of Rockwell PLC to control system of pasteurizer

TANG Shun-bin

(Guangdong No.2 Light Industrial Machinery Plant Co., Ltd., Shantou 515000, Guangdong, China)

Abstract: The role of Rockwell PLC in the temperature control system of pasteurizer and its working principle in pasteurization are introduced.

Key words: pasteurizer; Rockwell; temperature control

江苏新美星包装机械

有限公司乔迁新址

感谢您对江苏新美星包装机械有限公司的长期支持与厚爱。基于公司发展战略规划及企业发展需要,为了能更好、更方便地与广大新老朋友交流服务,我公司于2006年10月18日乔迁至新址办公。真诚期待您继续给予新美星公司支持与帮助!

新址:张家港市张杨公路泗港段 邮编:215638

电话:0512-58691111

传真:0512-58673920

E-mail:market@newamstar.com

http://www.newamstar.com

敬告诸位业界同仁,望相互转告,周知为盼!



江苏新美星包装机械有限公司

2006年11月1日