

间歇式化学反应器分程控制系统的实现

王蕊

(唐山学院装备制造系,河北唐山063020)

摘要:针对间歇式化学反应器对生产提出的特殊要求,采用分程控制方案,用冷水阀和蒸汽阀2个控制阀分别调节冷水和蒸汽,通过阀门定位器改变控制阀的工作信号段,有效解决了反应开始前需加热、反应后需放热的问题,合理设置分程控制系统,可满足反应器的温度控制要求。

关键词:反应器;分程控制;温度控制;分程特性
中图分类号:TP273 **文献标志码:**A

文章编号:0253-4320(2014)07-0157-02

Realization of splitting range control system for batch chemical reactor

WANG Rui

(Department of Equipment Manufacture, Tangshan College, Tangshan 063020, China)

Abstract: To meet with the special production requirement for batch chemical reactors, a splitting range control system is employed in this study. Two control valves including water valve and steam valves are used to regulate the cold water and steam, respectively. The work signal of control valves can be changed by using valve positioner. It effectively solves the problems which involves in being heated before reaction and releasing heat after reaction. The reasonable set up of the splitting range control system can meet the requirement for temperature control of batch chemical reactors.

Key words: reactor; splitting range control; temperature control; range splitting characteristic

间歇式化学反应器是间歇式化工生产中的常见设备,当反应物料投入设备后,为了使其达到反应温度,在反应开始前,需要给它提供一定的热量;一旦达到反应温度后,就会随着化学反应的进行不断放出热量,这些放出的热量如不及时移走,反应就会越来越剧烈,以致有爆炸的危险。因此,对这种间歇式化学反应器,既要考虑反应前的加热问题,又要考虑过程中移走热量的问题。针对这种生产,需对反应器温度进行控制,但是简单控制方案不能满足要求,而采用分程控制方案能够很好地使问题获得解决。

器输出信号的不同区间来控制,以满足工艺上冷却和加热的不同需要,采用1台温度检测仪表实现反应器温度检测,将信号传送给温度控制器。间歇反应器温度分程控制系统流程图如图1所示,其相应的框图如图2所示。

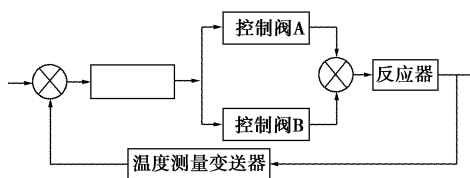


图2 反应器分程控制系统框图

1 分程控制系统的组成

1.1 控制系统结构

为满足有时加热、有时去热的工艺要求,系统配置2种传热介质——蒸汽和冷水,利用A、B2台控制阀分别控制2种介质,而这2台阀门用温度控制

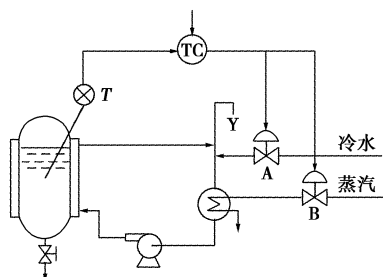


图1 反应器分程控制系统流程图

1.2 控制设备选型

控制系统所需控制设备包括1台控制器、1台温度检测仪表及配套的变送器、2台控制阀。

控制阀选用上海罗普自动化控制系统有限公司生产的气动薄膜调节阀,它广泛应用于石油、石化、天然气、冶金、电厂、造纸、食品、污水处理等众多领域,尤其适用于恶劣情况下的远程控制,全面符合最新国际规范,具有高性能、可靠性强等特点。该产品连接方式为法兰连接,阀体材料为WCB/CF8/CF8M,阀芯材料为SS316,密封材料为PTFE特殊高温材料,填料采用PTFE柔性石墨,垫片为不锈钢/石墨缠绕、强化聚四氟乙烯、软金属,可配附件包括手动涡轮、防爆回讯器、定位器。

温度检测仪表选用 Pt100 电阻传感器,具有电阻温度系数大、线性好、性能稳定、精度高、使用温度范围宽、加工容易等特点。

温度变送器采用新型 TX12 变送器,在其保护头内安装温度变送器,可与任何标准 Pt100 电阻传感器相连接,并将所测线性温度转换成为 4~20 mA 的信号。变送器为两线制装置,可完全由用户进行配置,适用温度范围广,具有简单按键辅助功能,用户可通过按键进行零点和量程校正,调节变送器输出,是消除传感器误差的理想之选。变送器先进的电路设计确保安装在保护头内的设备在较大范围工作温度下始终保持高稳定性。变送器的另一特点是 LED 编程,可在正常工作时提供传感器故障的直观显示,同时也可用来在配置过程中通过简单菜单引导操作者进行操作。

控制器选用 XMTG2000-2 系列温度控制仪,它是 AASET 公司引进国外最新技术开发的具有自整定功能的智能式数字温度控制仪。该系列温度控制仪以单片机为控制核心,采用 SMT 贴片工艺、开关电源、自整定 PID 控制、电磁兼容性设计、系统自检等先进技术。该仪表的技术性能与制造工艺先进,是理想的普及型温控仪表。

该控制仪具有如下主要技术特点:采用大显示屏、超薄型(插入深度 65 mm)国际最新仪表结构。采用直接与线路板焊接的固定端子,端子螺丝采用内嵌六角铁螺母,不会滑丝,可靠性高。采用 SMT 工艺、开关电源、优化自整定算法、传感器非线性高精度变换模型、硬软件综合电磁兼容性设计、系统自检、自诊断等先进技术^[1]。

2 分程控制系统的实施

2.1 控制阀气开、气关形式的确定

控制阀的气开、气关形式对工艺生产的安全起着至关重要的作用,选择的原则是:万一输入到气动执行器的气压信号由于某种原因(如气源故障、堵塞、泄漏等)而中断时,应保证设备和操作人员的安全。气源中断时,为防止反应器温度过高发生事故,冷水控制阀应选气关式,蒸汽控制阀应选气开式,即当失去气源时,冷水阀将处于全开状态,蒸汽阀将处于全关状态,有效防止因系统失控导致的反应器温度急剧升高,避免出现设备和操作人员人身安全事故。

2.2 控制器控制规律和正反作用的确定

因被控对象为温度,属于大容量滞后对象,需引入微分控制规律,为消除系统余差,亦需引入积分控

制规律,因此,控制器控制规律选择 PID 控制规律。

确定控制器作用方向的依据是使控制系统构成具有被控变量负反馈的闭环系统,即 4 个环节的放大倍数的乘积应为负值。本系统中,有 2 个控制回路,蒸汽控制回路和冷水控制回路。在蒸汽控制回路中,被控对象作用方向为正;蒸汽阀为气开式,作用方向为正;由于检测变送器作用方向为正,因此,为保证回路构成负反馈,控制器的作用方向应为负,即控制器选择反作用方式。在冷水控制回路中,被控对象作用方向为负;冷水阀为气关式,作用方向为负;由于检测变送器作用方向为正,因此,为保证回路构成负反馈,控制器的作用方向亦应为负,即控制器选择反作用方式。显见,不管是蒸汽控制回路还是冷水控制回路,都需要控制器为反作用方式^[2]。

2.3 控制阀的分程控制特性

根据生产工艺要求,控制可分为 2 个阶段:反应前的升温阶段和反应后的降温阶段,蒸汽阀控制升温,冷水阀控制降温,因此,蒸汽阀 B 的工作信号段为 60~100 kPa,冷水阀 A 的工作信号段为 20~60 kPa,其分程控制系统示意图如图 3 所示,2 个阀门的分程控制特性曲线如图 4 所示。

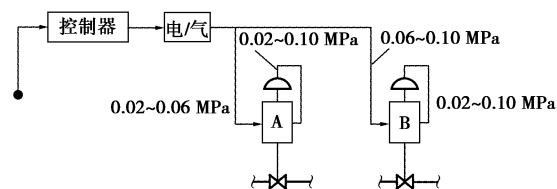


图 3 分程控制系统示意图

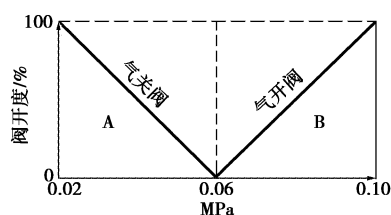


图 4 A、B 阀分程控制特性曲线

控制器的全程信号段为 20~100 kPa,通过阀门定位器可使蒸汽阀和冷水阀的信号段分别为 60~100 kPa 和 20~60 kPa,即蒸汽阀 B 工作在控制器输出的 50%~100%,冷水阀 A 工作在控制器输出的 0~50%。

2.4 分程控制系统工作过程

在进行化学反应前的升温阶段,由于温度测量值小于设定值,控制器输出较大,因此,蒸汽阀打开,冷水阀关闭,此时蒸汽通入热交换器使循环水被

(下转第 160 页)

γ - Al_2O_3 和等量的纳米级 γ - Al_2O_3 (平均粒径为 20 nm, 如图 2 所示) 以体积比为 1:1 的水和乙醇混合液作溶剂, 配制成 0.4 g/mL 的高浓度 Al_2O_3 悬浮液, 超声波处理 30 min 后待用。

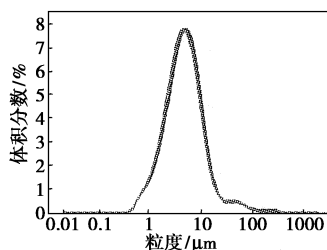


图 1 自制 Al_2O_3 粒度分布

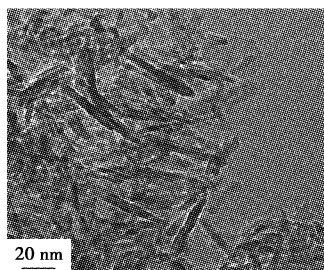


图 2 纳米级 Al_2O_3 透射电镜图

把 0.53 mm × 30 m 石英毛细管空柱用上述溶剂清洗干净, 放入图 3 所示装置中。严格控制涂渍压力, 使 Al_2O_3 悬浮液匀速的通过毛细管内壁, 用氮气吹干。

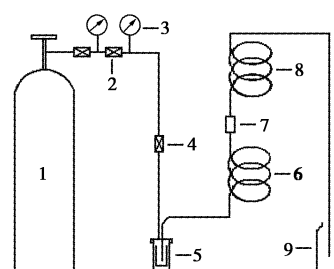
将涂渍后的毛细管柱装入色谱仪, 在 280℃, 氮气流量为 5 mL/min 条件下老化烘干 10 h, 再用 Na_2SO_4 水溶液 (分别考察了 2%、6%、10%、12% 的 Na_2SO_4 水溶液, 确定 10% 为最佳质量分数) 淋洗柱子进行去活处理, 最后氮气吹干, 在 170℃、通氮气条件下老化 10 h 后制得所需色谱柱。

(上接第 158 页)

加热, 循环热水再通入反应器夹套为反应物加热, 使反应温度慢慢升高; 当反应物温度达到反应温度时, 化学反应开始, 于是就有热量放出, 反应物的温度将逐渐升高, 控制器的输出逐渐减小, 蒸汽阀将逐渐关闭, 待控制器输出 < 60 kPa 以后, 蒸汽阀全关, 冷水阀则打开, 反应器夹套中流过的将不再是热水而是冷水, 反应所产生的热量就会不断被冷水移走, 从而达到维持反应温度不变的目的^[3]。

3 结语

间歇式反应器温度控制需要调节冷水和蒸汽 2



1—氮气钢瓶; 2—高压减压阀; 3—压力表; 4—安全阀; 5—高压涂渍瓶; 6—毛细管; 7—二通阀; 8—缓冲管; 9—回收瓶

图 3 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{S}$ PLOT 毛细管柱加压涂渍装置

1.3 低碳烃的毛细管色谱分析条件

色谱柱: 自制的 0.53 mm × 30 m $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{S}$ PLOT 柱; 色谱条件: 汽化温度为 170℃, 检测温度为 170℃, 柱温为 60℃, 保持 5 min, 升温速度为 10℃/min, 终温为 140℃, 保持 20 min; FID 检测; 载气 (N_2) 柱前压 0.02 MPa, 分流比约 150:1, 尾吹 25 mL/min, 空气流量为 300 mL/min, 氢气流量为 30 mL/min; 灵敏度为 10^4 , 衰减为 0, 进样量为 2 μL 。如未明确说明, 下述色谱分析均在此条件下进行。

采用标样对照法定性, 校正面积归一化法定量。

2 结果与讨论

2.1 Al_2O_3 的选择

固定液的涂渍是研制毛细管柱的核心步骤, 对于固体固定相来说, 其颗粒的大小直接影响涂渍过程的顺利程度以及涂渍后固定液表面的均匀程度。微米级 γ - Al_2O_3 在制柱过程中有较大可能会导致毛细管柱的堵塞, 提高制柱成本, 且分离能力效果较差; 纳米级 γ - Al_2O_3 制备的成品柱在使用过程中 Al_2O_3 颗粒易脱落, 影响色谱柱寿命及色谱分离基

种介质, 采用一般控制系统是难于实现的, 而采用分程控制方案, 由 2 台控制阀分别调节冷水和蒸汽, 并合理设置控制系统, 可达到生产工艺要求。显见, 在使用多种控制介质的生产过程中, 分程控制具有重要意义。

参考文献

- [1] 徐兵. 过程控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [2] 武平丽. 过程控制及自动化仪表[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [3] 宋小军. 优化丁二烯装置, 提高装置经济效益[J]. 化学工程师, 2006, 124(1): 51-54. ■