

基于Pcs7的放热反应器控制系统设计

刘泽宇

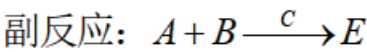
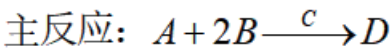
石家庄铁道大学 河北石家庄 050000

【摘要】以反应器为被控对象，采用西门子PCS7设计并开发了工业连续放热反应控制系统。在安全、节能、稳定的前提下，通过对混合罐液位、反应器温度液位和压强以及反应物出口流量等变量的控制回路设计，来实现进料、反应、出料、回流的全自动过程控制。

【关键词】反应器；CFC；SFC；控制回路

1 工艺流程

反应工艺如图1所示。该放热反应过程在催化剂C的作用下，原料A与原料B反应生成主产物D和副产物E，反应方程式如下：



其中，主生成物D是所需产品，副生成物E是杂质，主、副反应均为强放热反应。

原料A与原料B进入混合罐V101内混合，混合物料进入放热反应器R101进行反应，反应所需的催化剂C，由催化剂C输送泵P103从反应器顶部加入。为了诱发反应达到活化温度，在反应初始阶段，投入加热蒸汽来对反应物料进行加热。上述反应为强放热过程，反应器R101采用冷凝水冷却。

却，将反应放出的热量移除，维持反应器温度稳定。在反应器顶部设置一路放空管线，当反应器因物料汽化导致压力急剧升高时，可以将气相物料放空至火炬，避免反应器发生爆炸事故影响正常生产。（见图1）

反应器R101底部出口生成物含有产品D、杂质E，催化剂C、以及未反应的原料A和少量原料B，为了回收原料A，在反应器下游设置闪蒸罐V102，将混合生成物中过量的原料A分离提纯。闪蒸罐V102顶部采出混合物为气相，首先进入冷凝器E102与冷却水进行换热冷凝，冷凝后的混合物进入冷凝罐V103，通过循环泵P106再送入混合罐V101循环利用。闪蒸罐V102底部的混合生成物经输送泵P105加压，送到下游分离工序，进行提纯精制，以分离出产品D。

2 控制方案设计

2.1 控制回路设计

2.1.1 混合罐进料与催化剂比值控制回路

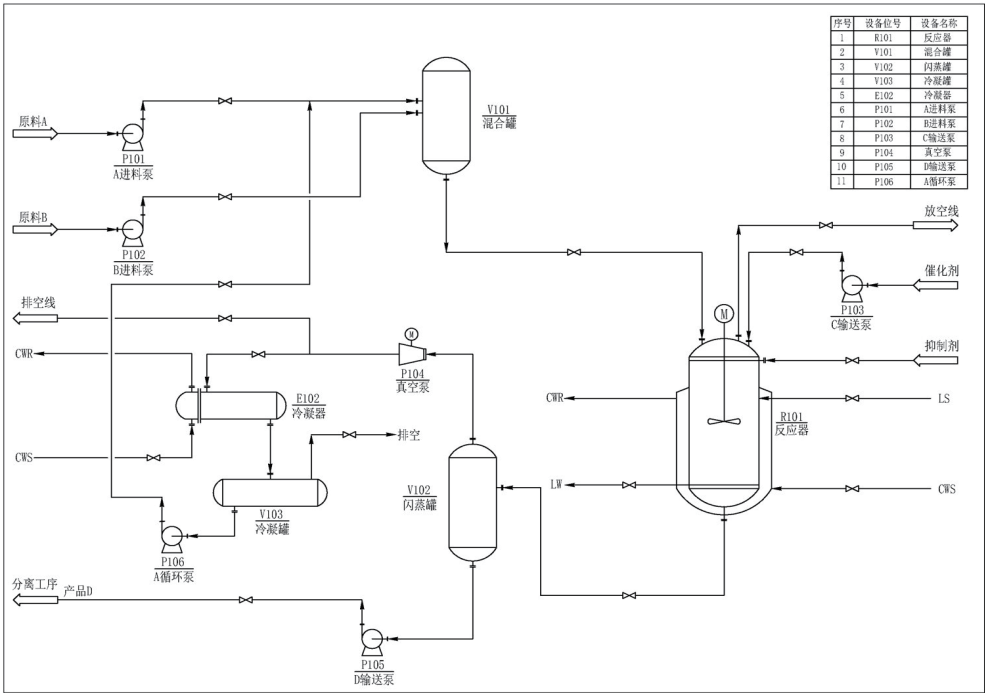


图 1 反应器工艺流程简图

2.1.2 混合罐液位控制回路

2.1.3 反应器温度控制回路

2.1.4 反应器液位控制回路

2.1.5 闪蒸罐液位控制回路

2.1.6 闪蒸罐压强控制回路

2.2 开车顺序设计

2.2.1 温升支路

温升支路采用冷凝水分段投入设计,使温升阶段能够平滑稳

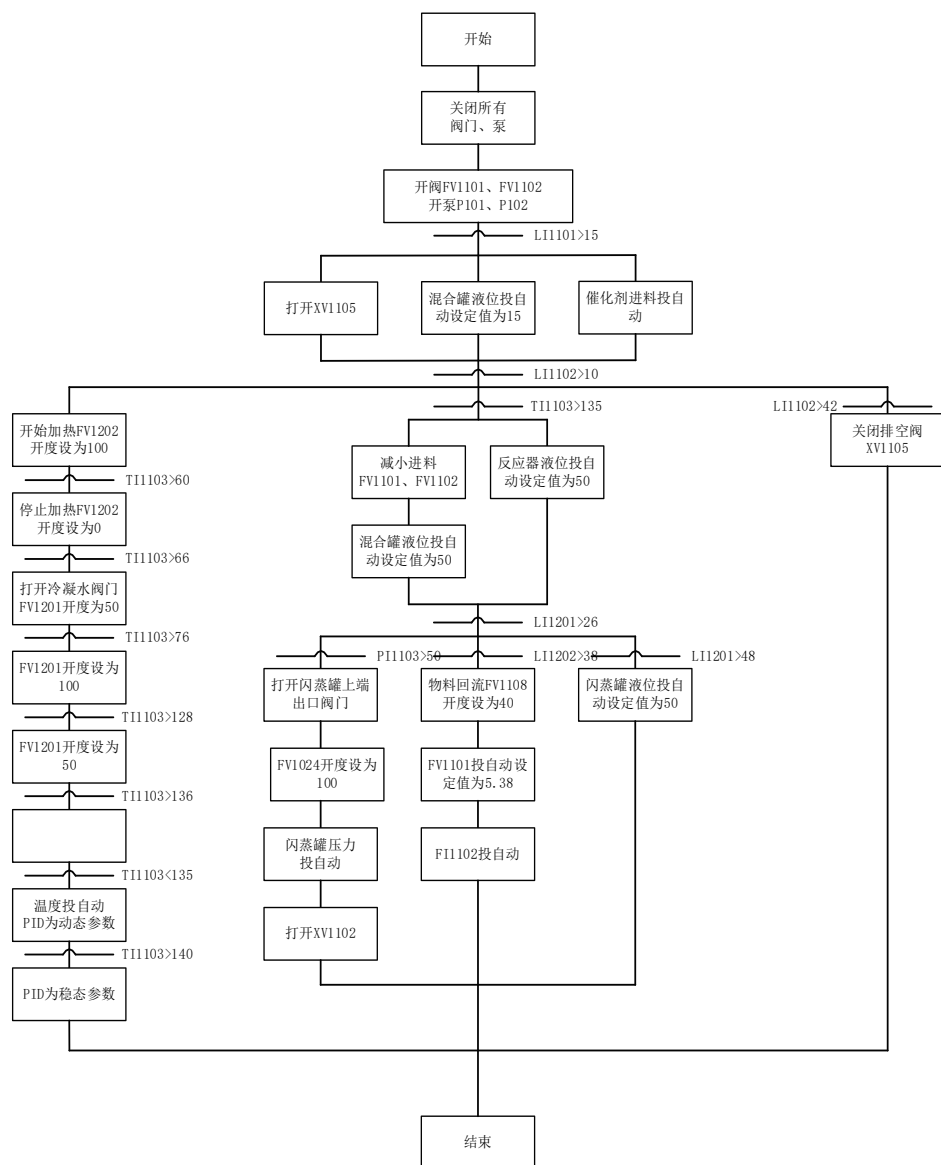


图 2 开车顺序流程图

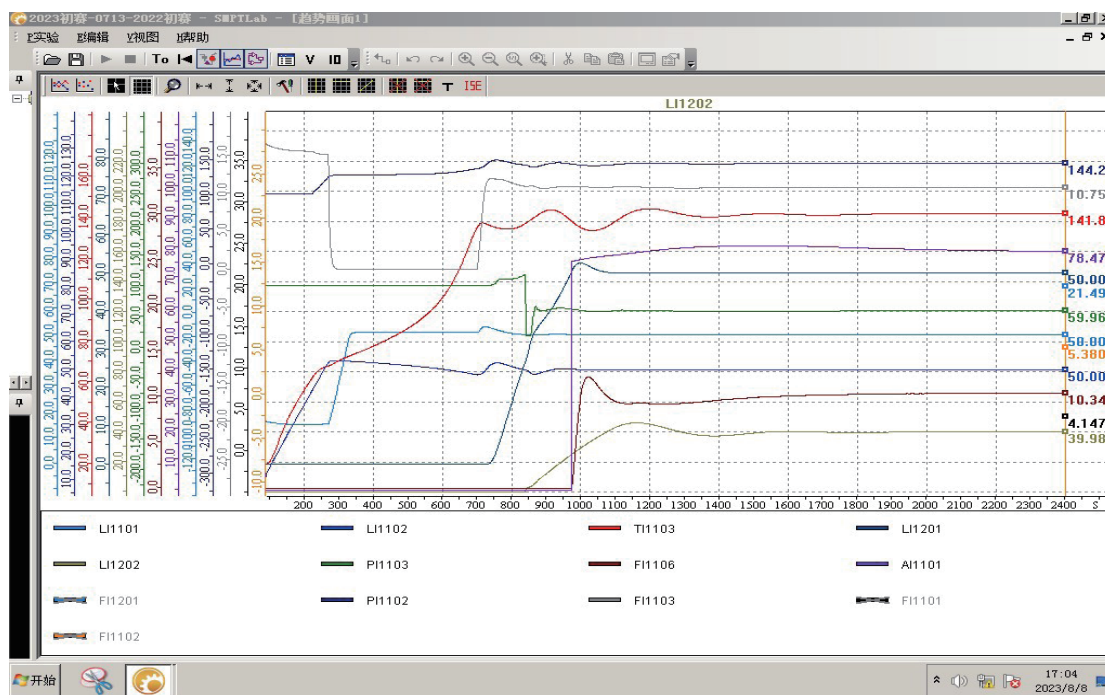


图 3 运行结果图

定,同时能够使开车时间减小,尽快达到稳态。并且采用双PID参数,即动态参数与稳态参数,在温升阶段,温度变化较大,应投入动态参数,使冷凝水开度能及时反应,但在稳态时,动态参数的稳态误差较大,故在稳态时应投入稳态参数,来减小稳态误差,来使温度恒定。(见图2)

2.2.2 液位建立支路

在开车开始阶段，混合罐液位已投入自动，但为保证开车速度足够快，其设定值设为15%，但其液位未达到要求，故此时将设定值设定为50%，修改后，混合罐出口阀门减小，混合罐液位开始建立，这会导致反应器的进料减小，而此时正是反应器反应剧烈的阶段，适当的减小可以减缓其反应速率，有益于反应器的温度控制。

反应器液位与冷凝罐液位也投入自动，建立反应器与闪蒸罐的液位。将闪蒸罐的压力也投入自动，将多余的物料A回流，达到一定液位后，打开回流阀门FV1108，冷凝罐液位开始建立，达到一定液位后，将其投入自动。

2.2.3 排空阀关闭支路

当闪蒸罐液位达到42%左右，此时应将排空阀XV1105关闭，来使闪蒸罐压强达到稳定。

3 控制系统的实现

3.1 CFC组态

CFC组态主要由6个回路组成，在此以A、B比值控制回路与温度串级控制回路为例来介绍。

3.3.1 A、B比值控制回路

物料A的流量FI1101与回流的物料A流量FI1108进行求和运算，输入到控制器的PV端子，控制器的输出MV接到执行器FV1101的PV_IN端子，此回路用来控制物料A和回流来的物料A的流量。

物料A与回流物料A的流量连接到乘法器的一个端子，其

余端子均设定为1, 以保证A与B 按1:1的配比进料。乘法器输出给到控制器的输入端, 控制器设定合适的PID参数, 经过运算后输出给到物料B的阀门FV1102, 来控制物料B的流量, 构成A、B进料比值为1:1的比值控制回路。

3.3.2 温度串级控制回路

反应器温度控制为主环，冷凝水流量控制为副环，主环起到“细调”作用，输入变量为反应器的温度，连接到主环控制器的输入端，主环控制器的输出端给到副环控制器的SP_Int，副环起到粗调作用，输入量为冷凝水流量，给到副环控制器输入端，副环控制器的输出端接到执行器FV1201即冷凝水阀门开度上，以构成温度串级控制系统。

3.4 SFC组态

SFC组态其控制思路已在开车顺序设计中介绍，此处不再赘述。

4 运行结果分析 (见图3)

5 结束语

本设计方案包括单回路、比值控制回路、串级控制回路等控制回路，在控制上有较好的控制效果，且在SMPT-1000半仿真平台上投入运行，结果表明，在经济、安全、稳定的前提下，该控制方案可以满足各指标要求，具有较强可行性。

参考文献:

[1] 廖晓钟. “西门子杯”中国智能制造挑战赛赛项优秀方案集锦[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.

[2] 刘美, 陈山羊, 张翼成. 基于PCS7的锅炉控制系统设计与实现[J]. 广东石油化工学院学报, 2015, 25 (06): 50-53.

[3] 董哲, 谢龙, 张倩. 基于PCS7和SMPT-1000的锅炉控制系统设计[J]. 仪表技术与传感器, 2016, (01): 107-110.

[4] 刘美, 陈山羊, 张翼成. 基于PCS7的锅炉控制系统设计与实现[J]. 广东石油化工学院学报, 2015, 25 (06): 50-53.