

流化床反应器单元仿真培训 操作说明书



北京欧倍尔软件开发有限公司

2017 年 12 月

目 录

一、工艺流程简介.....	1
1、工作原理.....	1
2、流程说明.....	1
二、工艺卡片.....	1
1、设备列表.....	2
2、现场阀门.....	2
3、仪表列表.....	3
4、工艺参数.....	4
(1) 流化床反应器进料.....	4
(2) 流化床反应器循环气.....	4
三、控制规程.....	5
1、冷态开车规程.....	5
1.1、开车准备.....	5
1.2、干态运行开车.....	5
1.3、共聚反应物的开车.....	6
1.4、稳定状态的过渡.....	6
2、正常操作规程.....	6
3、停车操作规程.....	7
3.1、降反应器料位.....	7
3.2、关闭乙烯进料，保压.....	7
3.3、关丙烯及氢气进料.....	7
3.4、氮气吹扫.....	7
4、事故处理.....	7
4.1、泵 P101A 停.....	7
4.2、压缩机 C101 停.....	8
4.3、催化剂停.....	8
4.4、丙烯进料阀卡.....	8
4.5、乙烯进料阀卡.....	8
四、PID 图.....	9
五、仿真画面.....	9

一、工艺流程简介

1、工作原理

流化床反应器是固体流态化技术在化学反应器中的具体应用，很高的传热效率和很大的流体与固体接触面积使得床层的温度分布均匀，反应过程可在最佳温度点操作。因此，生产能力大大提高。

流化床反应器具有以下特点：

- (1) 颗粒剧烈搅动和混合，整个床层处于恒温状态，可在最佳温度点操作；
- (2) 传热强度高，适宜于强吸热或放热反应；
- (3) 颗粒比较细小，有效系数高，可减少催化剂用量，更换催化剂方便；
- (4) 压降恒定，不易受异物堵塞；
- (5) 返混较严重，不适宜于高转化率过程；
- (6) 设备精度要求较高。

2、流程说明

流化床反应器工艺操作实训取材于 HIMONT 工艺本体聚合装置，用于生产高抗冲击共聚物。来自闪蒸罐的具有剩余活性的干均聚物聚丙烯，在压差作用下流到该气相共聚反应器 R101，聚合物从顶部流入流化床反应器，落在流化床的床层上。在气体分析仪的控制下，氢气被加到乙烯进料管道中，以改进聚合物的本征粘度，满足加工需要。

流化气体和反应单体通过一个特殊设计的栅板进入反应器 R101，整个过程中氢气和丙烯的补充量根据工业色谱仪的分析结果进行调节，丙烯进料量以保证反应器的进料气体满足工艺要求为准。由反应器底部出口管路上的控制阀 LV100 来维持聚合物的料位。聚合物料位决定了停留时间，也决定了聚合反应的程度。为了避免过度聚合的鳞片状产物堆积在反应器壁上，反应器内配置一转速较慢的刮刀 A101，以使反应器壁保持干净。栅板下部夹带的聚合物细末用一台小型旋风分离器 X101 除去，并送到下游的袋式过滤器中。

共聚物的反应压力约为 1.4MPa，70℃（注意）该系统压力位于闪蒸罐压力和袋式过滤器压力之间，从而在整个聚合物管路中形成一定压力梯度，以避免容器间物料的返混并使聚合物向前流动。循环气压缩机 C101 前的冷却器 E103 用脱盐水作介质，冷却循环气，导出聚合反应过程产生的热量。

二、工艺卡片

乙烯，丙烯以及反应混合气在一定的温度 70℃，一定的压力 1.35MPa 下，通过具有剩余活性

的干均聚物(聚丙烯)的引发,在流化床反应器里进行反应,同时加入氢气以改善共聚物的本征粘度,生成高抗冲击共聚物。

主要原料: 乙烯, 丙烯, 氢气, 具有剩余活性的干均聚物(聚丙烯)。

主产物: 高抗冲击共聚物(具有乙烯和丙烯单体的共聚物)。

1、设备列表

序号	位号	名称	说明
1	V100	储水罐	
2	E101	夹套水加热器	
3	E102	换热器	
4	E103	R101 气体冷却器	
5	P101A/B	离心泵	
6	C101	压缩机	
7	X101	旋风分离器	
8	R101	流化床反应器	
9	A101	R101 刮刀	

2、现场阀门

现场阀门位号	描述
V01V100	V100 充氮阀
V02V100	水箱进水阀
V01E101	低压蒸汽进气阀
V01E102	E102 冷水流量调节阀
V01P101A/B	泵 P101A/B 前阀
V02P101A/B	泵 P101A/B 后阀
V01C101	压缩机 C101 反飞动阀
V02C101	反应段 N ₂ 充压阀
V03C101	压缩机 C101 出口流量调节阀
V01R101	聚丙烯进料调节阀

地址: 北京海淀区清河永泰园甲一号建金商厦 4 层 423 室 邮编: 100193

E-mail: bjoberj@163.com 电话: 010-82830966 网址: www.bjoberj.com

V01X101	X101 进料调节阀
V02X101	X101 排气流量控制阀
V03X101	X101 排料流量控制阀
PV101	压力控制阀
FV100	C ₃ H ₆ 进料控制阀
FV100I	流量控制阀 FV100 前阀
FV100O	流量控制阀 FV100 后阀
FV100B	流量控制阀 FV100 旁路阀
FV101	乙烯流量控制阀
FV101I	流量控制阀 FV101 前阀
FV101O	流量控制阀 FV101 后阀
FV101B	流量控制阀 FV101 旁路阀
FV102	氢气流量控制阀
FV102I	流量控制阀 FV102 前阀
FV102O	流量控制阀 FV102 后阀
FV102B	流量控制阀 FV102 旁路阀
LV100	R101 料位调节阀
LV100I	料位控制阀 LV100 前阀
LV100O	料位控制阀 LV100 后阀
LV100B	料位控制阀 LV100 旁路阀

3、仪表列表

点 名	单 位	正常值	控制范围	描 述
TI101	℃	42	39~45	泵 P101 出口温度
TIC101	℃	75	70~80	E103 热物流进口温度
TI103	℃	75	70~80	E103 热物流进口温度
TI104	℃	63.2	55~80	流化床循环进料温度
TI105	℃	57	50~64	E103 热物流出口温度
FI100	Kg/h	72000	71000~73000	泵入口流量
FI101	Kg/h	29600	29000~30000	流化床气相进料流量
FI102	Kg/h	9600	9400~9800	旋风分离器气相出口流量

FI103	Kg/h	10400	10000~10800	旋风分离器固体出料量
FI104	Kg/h	20000	19500~20500	旋风分离器进口流量
LIC100	%	55	45~60	流化床料位控制
FIC100	Kg/h	4000		C ₃ H ₆ 流量控制
FIC101	Kg/h	5670		C ₂ H ₄ 流量控制
FIC102	Kg/h	3.5	2.4~4.5	H ₂ 流量控制
PIC101	MPa	1.3	1.1~1.5	流化床压力控制
PIC102	MPa	1.3	1.1~1.5	流化床压力控制
AIC100	%	61.80	59.80~63.80	主回路 C ₂ /(C ₂ +C ₃)
AIC101	%	61.80	59.80~63.80	主回路(H ₂ +C ₃)/C ₂
PI101	MPa	1.9	1.7~2.1	压缩机出口压力
LI100	%	50	45~70	储水罐液位
SI103	Rpm	2000	1950~2050	压缩机转速

4、工艺参数

(1) 流化床反应器进料

名称	项目	单位	指标
流化床丙烯进气	温度	℃	25
流化床丙烯进气	流量	Kg/h	4000
流化床丙烯进气	压力	MPa	14.5
流化床乙烯进气	温度	℃	25
流化床乙烯进气	压力	MPa	14.5
流化床乙烯进气	流量	Kg/h	5670
流化床氢气进气	流量	Kg/h	3.5
流化床氢气进气	温度	℃	25
流化床氢气进气	压力	MPa	14.5
均聚物聚丙烯	流量	Kg/h	0.35
均聚物聚丙烯	温度	℃	25
均聚物聚丙烯	压力	MPa	14.5

(2) 流化床反应器循环气

名称	项目	单位	指标
循环气进料	温度	℃	63.2

循环气进料	流量	Kg/h	29600
循环气进料	压力	MPa	1.35
循环气出料	温度	°C	75
循环气出料	流量	Kg/h	20000
循环气出料	压力	MPa	1.3

三、控制规程

1、冷态开车规程

1.1、开车准备

准备工作包括：系统中用氮气充压，循环加热氮气，随后用乙烯对系统进行置换。这一过程完成之后，系统将准备开始单体开车。

1.1.1、系统氮气充压加热

(1)充氮：打开充氮阀 V02C101 和 V03C101，用氮气给反应器系统充压，当系统压力达 0.7MPa 时，关闭充氮阀。

(2)当氮充压至 0.1MPa 时，按照正确的操作规程，启动 C101 共聚循环气体压缩机(先全开反飞动阀 V01C101,再按启动按钮),逐渐调节压缩机出口压力,将导流阀门 V03C101 定在 50%。

(3)环管充液：启动压缩机后，开氮封阀 V01V100，开进水阀 V02V100，给水罐充液。

(4)当水罐液位大于 10%时，开泵 P101A/B 入口阀 V01P101A/B，启动泵 P101A/B，打开泵出口阀 V02P101A/B，当水罐液位达到 50%后，关闭进水阀 V02V100。

(5) 手动开低压蒸汽阀 V01E101，启动换热器 E101，加热循环氮气。

(6) 打开循环水阀 V01E102。

(7) 手动调节 TIC101 的开度，调节循环氮气温度达到 75°C 左右,投自动。

1.1.2、氮气循环

(1)在不停压缩机的情况下，用 PV101 和排放阀 V02X101 给反应系统泄压至 0.0MPa。

(2)在充氮泄压操作中，不断调节 TIC101 设定值，维持 TI101 温度在 75°C 左右。

1.1.3、乙烯充压

(1)打开乙烯流量控制阀的前后阀，当系统压力降至 0.0MPa 时，关闭 PV101 和排放阀 V02X101。

(2)由 FIC101 开始乙烯进料，乙烯进料量设定在 5670Kg/h 时投自动调节，乙烯使系统压力充至 0.25MPa。

1.2、干态运行开车

本规程旨在聚合物进入之前，共聚集反应系统具备合适的单体浓度，另外通过该步骤也可

以在实际工艺条件下，预先对仪表进行操作和调节。

1.2.1、反应进料

(1)打开氢气流量控制阀的前后阀，当乙烯充压至 0.25MPa 时，打开氢气的进料阀 FIC102，氢气进料设定在 3.5Kg/h，FIC102 投自动控制。

(2)打开丙烯流量控制阀的前后阀，当系统压力升至 0.5MPa 时，打开丙烯进料阀 FIC100，丙烯进料设定在 4000Kg/h，FIC100 投自动控制。

(4)当系统压力升至 0.8MPa 时，打开旋风分离器 X101 底部阀 V03X101，维持系统压力缓慢上升。

(5) 当系统压力接近 1.3MPa 时，PIC101 投自动，设定值为 1.3MPa。

1.2.2、准备接收均聚物

(1) 将 FIC100 改为手动，调节 FIC100 开度为 85%。

(2) 将 FIC101 改为手动，调节 FIC101 开度至 25%。

(3)启动共聚反应器的刮刀 A101，打开阀 V01X101（开度为 50%），准备接收从闪蒸罐来的均聚物。

1.3、共聚反应物的开车

(1) 打开料位控制阀 LV100 前阀 LV100I 和 LV100O

(2)当系统压力升至 1.2MPa 时，开大 LIC100 在 1~5%，以维持流态化。

(3)打开聚合物进料阀 V01R101。

(4)停低压加热蒸汽，关闭 V01E101。

1.4、稳定状态的过渡

1.4.1、反应器的料位

(1)手动开启 LIC100 至 30%，让共聚物稳定地流过此阀。

(2)当料位达到 55%时，将 LIC100 设置投自动。

(3)随系统压力的增加，料位将缓慢下降，PIC101 调节阀自动开大，维持系统压力在 1.3MPa。

1.4.2、反应器压力和气相组成控制

(1)FIC100 和 AIC100 构成串级，当压力稳定，且 AIC100 接近正常值 61.84 时，将 FIC100 投串级，AIC100 投自动。

(2)FIC102 和 AIC101 构成串级，当压力稳定，且 AIC101 接近正常值 61.79 时，将 FIC102 投串级，AIC101 投自动。

2、正常操作规程

正常工况下的工艺参数：

(1)FIC102：调节氢气进料量（与 AIC101 串级）正常值：3.5kg/hr。

(2)FIC101：单回路调节乙烯进料量正常值：5670.0kg/hr。

地址：北京海淀区清河永泰园甲一号建金商厦 4 层 423 室 邮编：100193

E-mail: bjoberj@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

- (3)FC100: 调节丙烯进料量(与 AIC100 串级) 正常值: 4000.0kg/hr。
- (4)PIC101: 单回路调节系统压力 正常值: 1.3MPa。
- (5)LIC100: 反应器料位(与 PIC102 串级) 正常值: 55%。
- (6)TIC101: 主回路调节循环气体温度正常值: 75℃。
- (7)TIC101: 分程调节取走反应热量正常值: 75℃。
- (8)AIC101: 主回路调节反应产物中(H₂+C₃)/C₂之比 正常值: 61.79。
- (9)AC100: 主回路调节反应产物中 C₂/(C₂+C₃)之比正常值: 61.84。

3、停车操作规程

3.1、降反应器料位

- (1)关闭催化剂来料阀 V01R101。
- (2)手动缓慢调节反应器料位。将所有串级和自动表投手动控制,打开泄料阀 V02R101。

3.2、关闭乙烯进料, 保压

- (1)当反应器料位降至 10%, 关乙烯进料阀 FV101。
- (2)当反应器料位降至 5%, 手动关反应器出口阀 LV100。
- (3)关旋风分离器 X101 上的出口阀 V03X101。

3.3、关丙烯及氢气进料

- (1)手动切断丙烯进料阀 FV100。
- (2)手动切断氢气进料阀 FV102。
- (3)打开阀 PV101,排放导压至火炬。
- (4)停反应器刮刀 A101。

3.4、氮气吹扫

- (1)微开阀 V02C101,将氮气加入该系统。
- (2)当压力达 0.35MPa 时, 关闭充氮阀 V02C101, 打开阀 V02X101,旋风分离器排气放火炬。
- (3)停压缩机 C101(先全开反飞动阀 V01C101,再按关机按钮, 关闭 V03C101)。
- (4)关闭阀 V01X101, 关闭所有控制表的前后阀。TIC101 投手动, 关闭泵出口阀 V02P101A, 关闭泵 P101A, 关闭泵 P101A 入口阀 V01P101A。关氮封阀 V01V100, 关闭阀 V01E102。

注: 停车完毕, 要确认关闭所有阀。

4、事故处理

4.1、泵 P101A 停

原因: 运行泵 P101A 故障;

现象：温度调节器 TIC101 急剧上升；

处理：(1)打开泵 P101B 的前阀 V01P101B，按下备用泵 P101B 的开机按钮，打开泵 P101B 的后阀 V02P101B；

(2)依次关闭泵 P101A 的后阀 V02P101A，前阀 V01P101A；

4.2、压缩机 C101 停

原因：压缩机 C101 故障；

现象：系统压力急剧上升，仪表 SI103 读数显示为 0；

处理：(1) 关闭催化剂来料阀 V01R101；

(2) 手动控制压力调节器 PIC101，维持系统压力；

(3) 手动控制料位调节器 LIC100，维持反应器料位；

(4) 维修压缩机 C101；

4.3、催化剂停

原因：催化剂阀停止供料或边界压力低；

现象：反应器 R101 料位有下降趋势；

处理：(1)手动关闭 LV100；

(2)手动关小丙烯进料阀 FV100；

(3)手动关小乙烯进料阀 FV101；

(4)手动调节压力。

4.4、丙烯进料阀卡

原因：丙烯进料阀 FV100 卡；

现象：丙烯进料量为 0.0；

处理：(1)打开阀 FV100 的旁路阀 FV100B,调节旁路阀开度，维持 C₂/C₃ 比和系统压力；

(2)关闭阀 FV100 前后阀 FV100I、FV100O；

(3)将控制表 FIC100、AIC100 改投手动，并关闭，使 OP=0%。

4.5、乙烯进料阀卡

原因：乙烯进料阀 FV101 卡；

现象：乙烯进料量为 0.0；

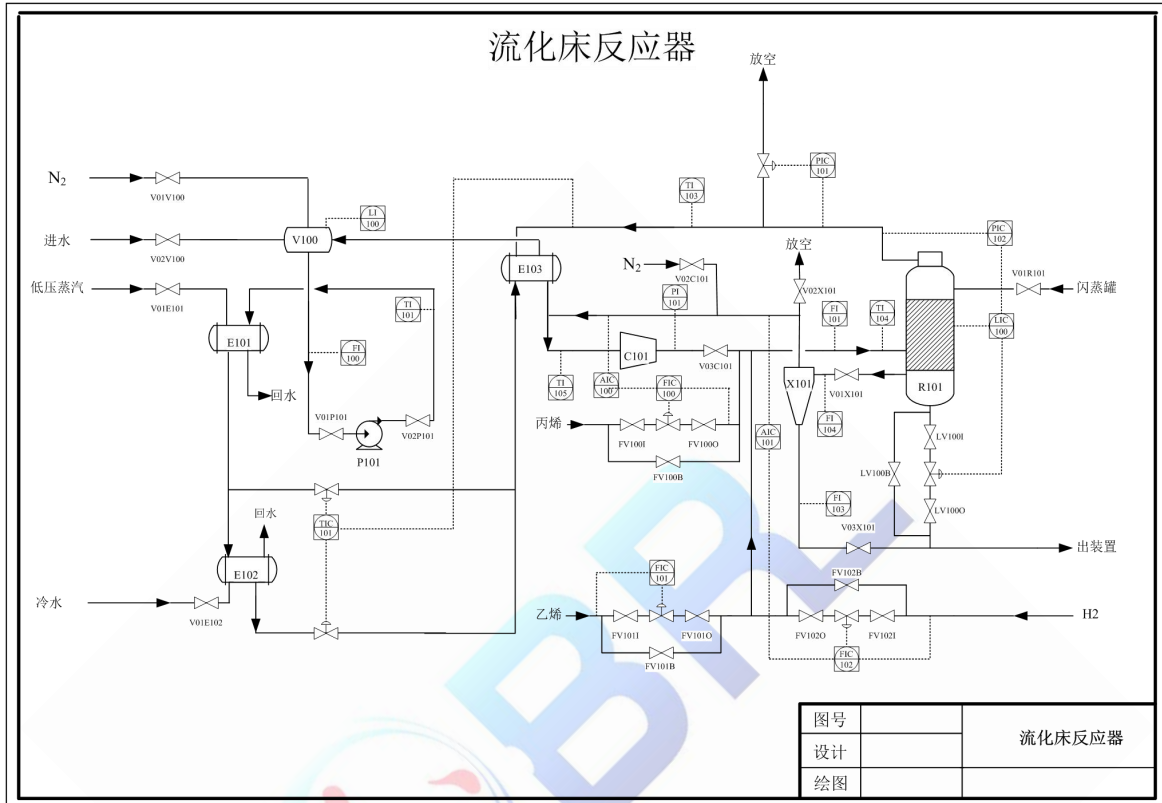
处理：(1)打开阀 FV101 的旁路阀 FV101B,调节旁路阀开度，维持 C₂/C₃ 比、H₂/C₂ 比；

(2)手动关闭乙烯进料阀 FV101 前后阀 FV101I、FV101O；

(3)将流量控制表 FIC101 改投手动，并关闭，使 OP=0%。

注：在 PIC102 与 LIC100 串级的调节作用下，若系统压力偏低，阀 LV100 的开度一直增大，此时应该将 LIC100、PIC102 改投手动控制。

四、PID 图



五、仿真画面

