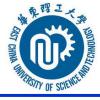
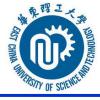
# 第5章 化工工艺流程设计



- 5.1 工艺流程设计的目的和任务
- 5.2 化工过程合成方法
- 5.3 工艺流程图设计的基本步骤
- 5.4 设备、管道及其他部件的表示方法
- 5.5 典型设计的自控流程

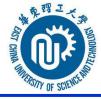


### 口目的

用图解形式表达生产工艺过程

### 口任务

- 1. 确定生产工艺流程中各过程的具体内容、顺序和组织 形式;
- 2. 绘制工艺流程图。

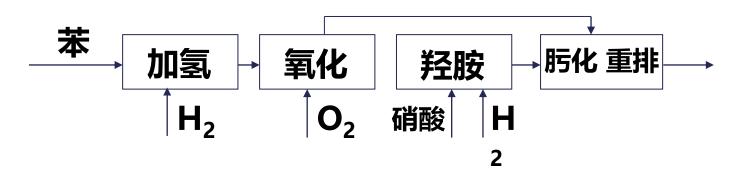


### 口 要求

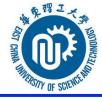
#### 1. 确定整个流程的组成及其结构



例: 合成氨生产工艺

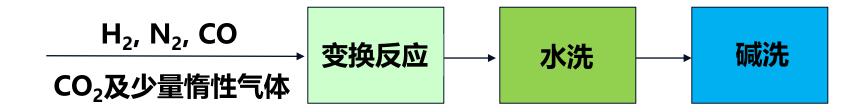


例: 己内酰胺生产工艺



### 口 要求

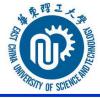
#### 2. 确定各个过程或工序的组成



水洗:  $CO_2 + H_2O \iff H_2CO_3$ 

碱洗: CO<sub>2</sub> + NaOH → Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O

例: 合成氨工艺中的变换工段



### 口 要求

- 3. 确定操作条件
- 反应器操作参数的确定
- 1. 温度
- > 可逆反应的平衡 (吸热或放热)

**例**: EB → Sty + H<sub>2</sub> + △H (吸热反应)

采用二段反应, 温度序列为先低后高 (存在温度效应相反的两个副反应)

> 考虑反应的选择性(按主副反应活化能的大小)

例: A  $\frac{E1}{}$  P A  $\frac{E2}{}$  S

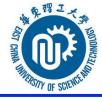
如果E1为主反应的活化能,且 E1>E2 则高温有利于主反应

> 温度的限制条件(材质和催化剂的要求)

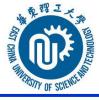


### 口要求

- 3. 确定操作条件
- 反应器操作参数的确定
- 2. 压力
- > 反应速度
- > 反应物料的相态(如气相烃化和液相烃化)
- > 后续分离的要求 (希望水冷后就产生气液两相)



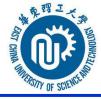
- 3. 确定操作条件
- 反应器操作参数的确定
- 3. 组成
- > 某反应物要求很高的转化率
- 例 CO+Cl₂→COCl₂ (光气) 二异氰酸酯的原料要求不含氯,Cl₂的转化率 100%,采取CO过量。
- > 产物与反应物分离困难
- 例  $C_6H_6$  (苯) +  $H_2\rightarrow C_6H_{12}$  (环己烷)  $C_6H_6$ 和 $C_6H_{12}$  的沸点分别为353.1 和353.9 K; 苯与环己烷很难分离,氢气过量促进苯完全反应。
- > 反应的浓度效应(浓度对主副反应速率的影响)
- > 分离循环费用



- 3. 确定操作条件
- 反应器操作参数的确定
- 4. 反应的转化率
- > 转化率和所需反应时间的关系
- > 各种转化率下的产品分布
- > 反应系统和分离系统的设备价格



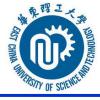
- 3. 确定操作条件
- 精馏塔操作参数的确定
- 1. 塔压 (实质上是塔顶塔釜温度选取的问题)
- > 尽量避免真空操作(增加真空泵和塔径);
- > 常压下能用普通冷却水冷却,就不宜加压;
- > P>1.6MPa时,采用低压冷冻还是高压冷却,需作方案比较。



### 口 要求

- 3. 确定操作条件
- 精馏塔操作参数的确定
- 2. 回流比
- ▶ 价格高昂的公用工程,取常规R/R<sub>min</sub>(1.11~1.24)范围低限;
- ➤ 回收的冷量或热量可利用,取常规R/R<sub>min</sub>的高限;
- ▶ 产品纯度极高的精密精馏,取较大R/R<sub>min</sub>(R/R<sub>min</sub>较小,塔板数急剧增加)。
- 3. 产品纯度和回收率

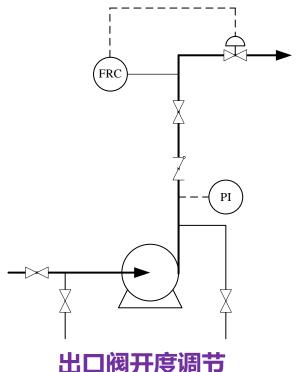
正确选定产品的纯度有重大的经济意义。

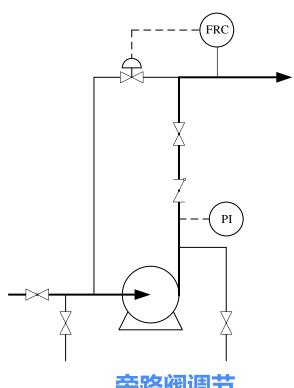


### □ 要求

- 4. 确定控制方案
- 离心泵的流量控制(调整叶轮直径;出口阀开度调节;旁路

阀调节;调速控制)





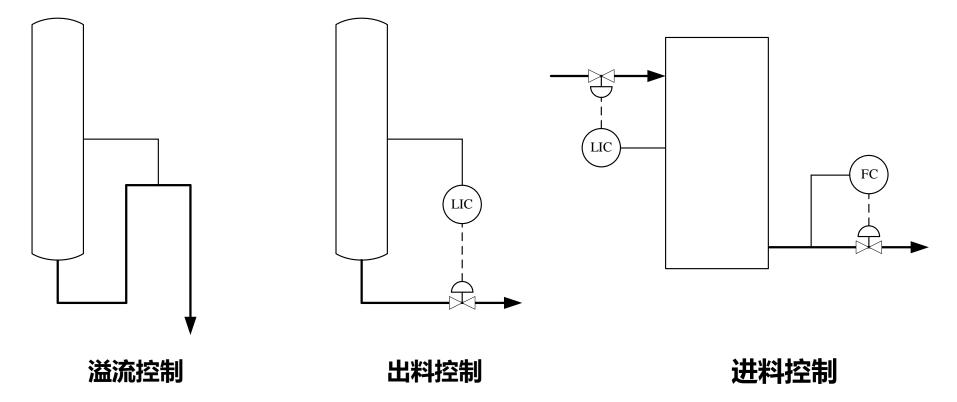
旁路阀调节

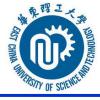


## 口要求

### 4. 确定控制方案

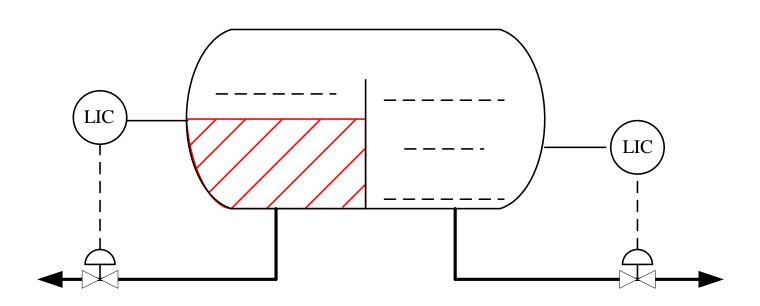
● 液位控制



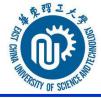


### 口要求

- 4. 确定控制方案
- 两个液相的界面控制(液-液分离)



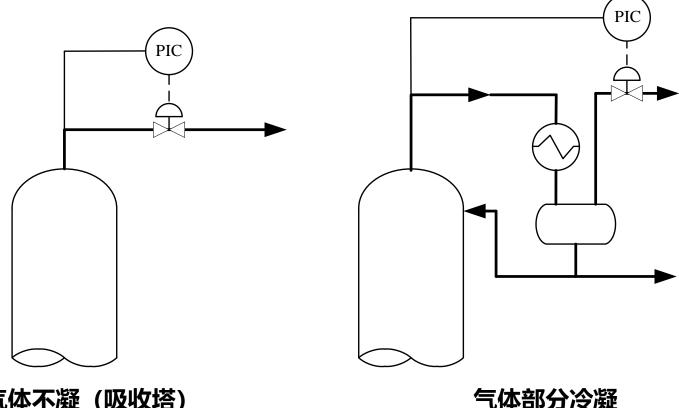
卧式容器界面控制



## 口 要求

#### 4. 确定控制方案

● 塔压调节 (塔顶气体不凝或部分冷凝)



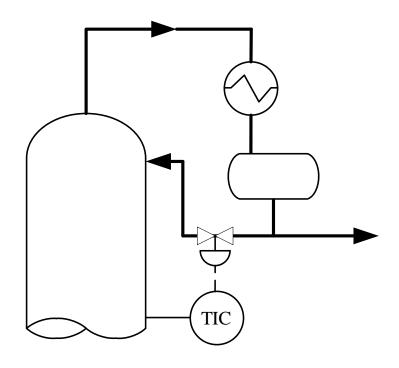
气体不凝 (吸收塔)

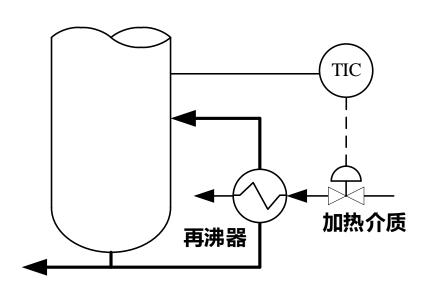
气体部分冷凝



## 口要求

- 4. 确定控制方案
- 塔温调节



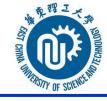


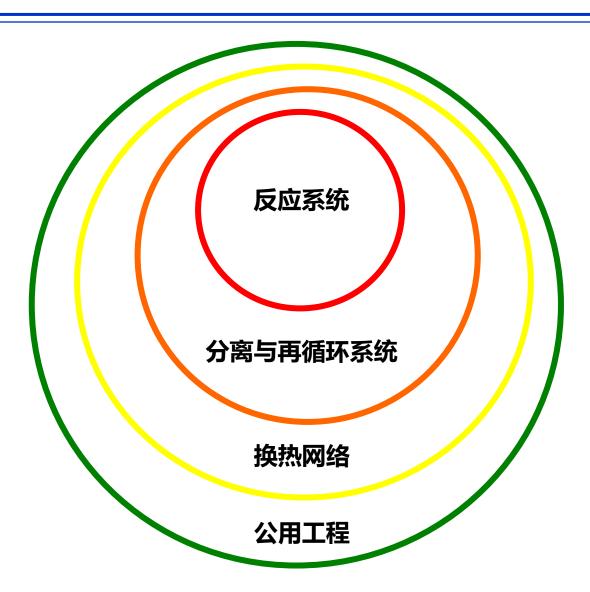
塔顶 (灵敏板) 温度

塔底温度



- 5. 确定过程的综合平衡
- 6. 确定三废治理方法
- 7. 制定安全生产措施
- 8. 其他实际要求(清洗、冷凝水回用、副产物利用等)



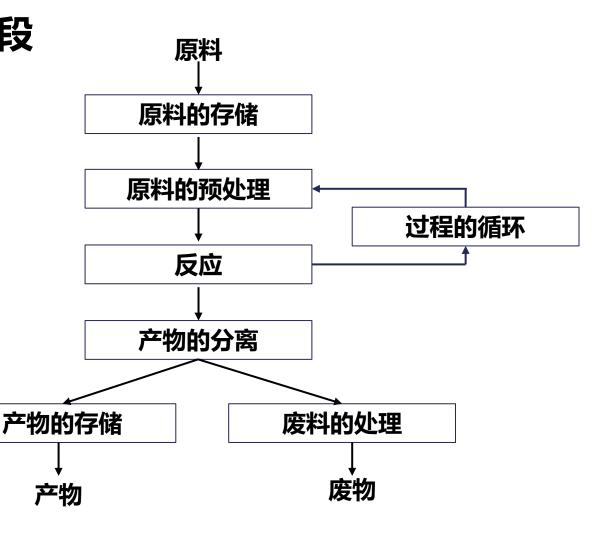


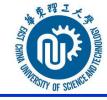
Onion Model- "洋葱"模型

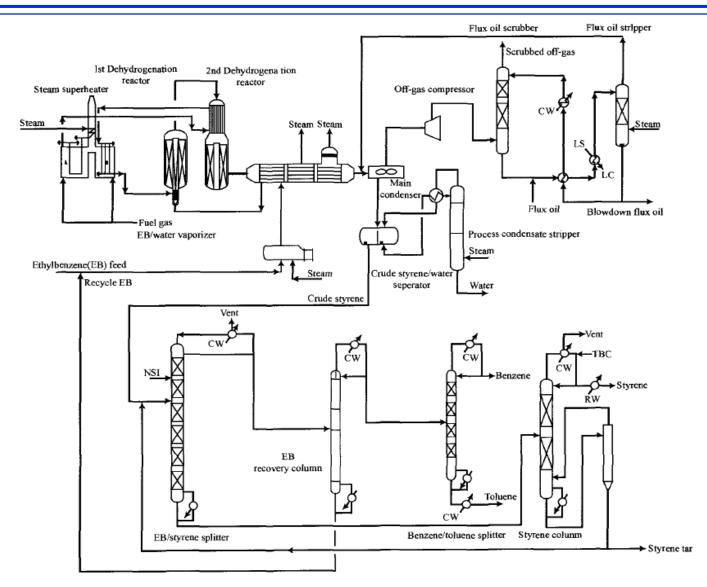


## 口 化工过程的典型流程框图

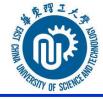
- 原料预处理阶段
- 反应合成阶段
- 产物分离阶段







苯乙烯装置流程图



### 口 化工过程的典型流程框图

### ● 原料预处理阶段

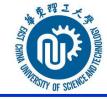
- > 以物理方法为主,不排除化学方法
- > 可能涉及分离单元操作
- ▶ 可能涉及"三废"处理
- ▶ 可能有副产品产出

#### ● 反应合成阶段

- 可能由多步反应组成反应网络(多个反应器)
- > 多个反应器之间可能穿插分离单元操作

### ● 产物分离阶段

- > 可能涉及多种单元操作
- ▶ 重视 "三废"处理
- > 重视循环回收



## 口流程组织

### • 定义

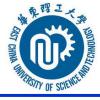
权衡技术与经济、安全、工程等方面因素,在过程开发实验的基础上,结合化工生产的实际经验,将某个化工过程的原料准备、反应合成、产物分离三个阶段的单元操作有机组合,形成较优的工艺流程。

### 结果

画出详细的流程草图(包含所有的工艺流股),并根据过程 开发实验的结果,确定流程中合适的已知设计条件。

#### 注:

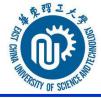
流程组织是化工工艺设计的"龙头"; MB和HB是化工工艺设计的计算核心; 化工工艺设计是化工厂设计的核心。



## 口流程组织

- 组织依据
- > 过程开发实验结果;
- > 化工专家的实践经验。
- 前沿先进性

化工及相关领域的科技进步与发明,都可能对某个产品生产过程的流程组织带来显著影响!



### 口 流程组织

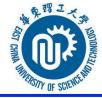
- 若干基本原则
- 1. 重视过程开发实验结果(根本出发点)
- 2. 尽量确保运用的工艺技术和设备的成熟性:
- 3. 考虑工程放大的影响;
- 4. 考虑流程的可操作性,增大流程(尤其是关键设备)的操作弹性;
- 5. 重视流程的运行安全问题;

间歇流程中备用单元操作问题;原料、 操作参数、公用工程波动的影响。

标准设备;有中试或

生产经验的工艺技术

火灾、爆炸、强毒性、 辐射的间接换热等问题。



### 口流程组织

- 若干基本原则
- 6. 从经济角度,节省流程的固定投资,减少流程的操作费用;
- 7. 重视副产品回收,同步考虑环保因素。

有时牺牲流程的 技术先进性。

末端治理与源头 预防相结合

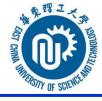
可持续发展战略

(科学发展观)

技术不断创新、进步

节约资源

保护人类环境

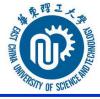


### 口 流程组织的具体任务

- 1. 原料的预处理;
- 2. 反应途径的合成与挑选;
- 3. 专用地址分配;
- 4. 分离技术的选择;
- 5. 分离顺序的选择;
- 6. 能量集成与管理(热交换网络)。

反应途径的合成与挑选是流程组织的核心,它决定了原料预 处理的程度和方法,同时决定分离技术和顺序问题。

过程开发实验,往往以反应途径的开发或挑选为起始点!



## 口 化工流程设计方法

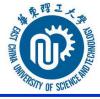
1. 建立一个不可简化的流程

#### 优点:

> 设计者能够控制基本的设计决定

#### 缺点:

- 在每个设计阶段可能有不同的设计决定;
- 即使完成并评估了很多设计选择,也不能保证最终能找到最优的设计。



### 口 化工流程设计方法

### 2. 建立并优化一个可简化的流程

- 1. 建立超结构:包含所有可行的过程操作和所有可行的、相互影响的最优设计 备选流程;
- 2. 将设计问题转变为数学问题,进行优化求解。

#### 优点:

- 能同时考虑多种不同设计方案;
- 能快速、高效地获得设计方案。

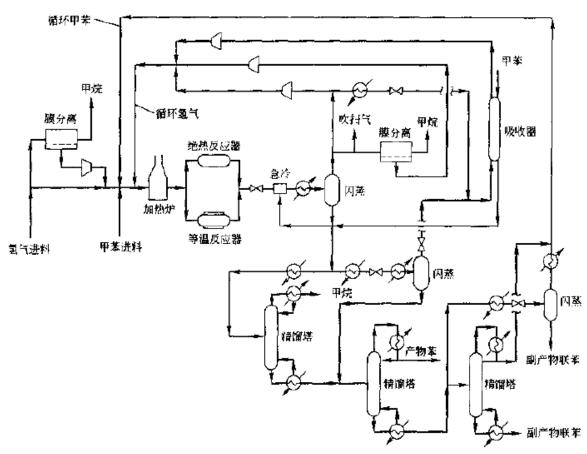
#### 缺点:

- 如果初始超结构不包括最佳流程,则该方法无法找到最佳流程;
- > 寻找全局最优值非常困难;
- 决策过程中排除了设计工程师的作用。

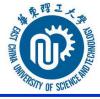


# 口 化工流程设计方法

例: 甲苯脱烷基制苯的流程设计

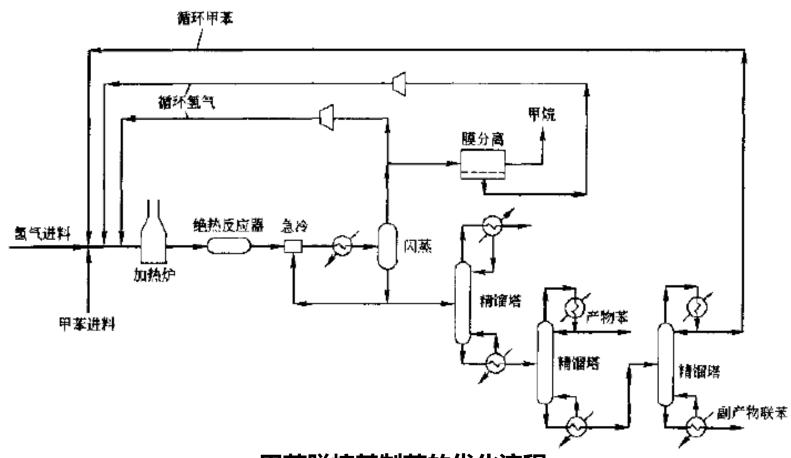


甲苯脱烷基制苯的初始流程



# 口化工流程设计方法

例: 甲苯脱烷基制苯的流程设计



甲苯脱烷基制苯的优化流程



### 口 化工流程设计方法

#### 3. 原料的预处理

在实际的化工过程中, 化学反应的反应速度、转化率、反应选择性等, 对进料的组成、纯度、相态、固体颗粒粒度分布等方面, 一般有相应要求。

例如:聚合对原料纯度的要求经

常达到 "3N" 甚至 "4N"。

例如: 气固非均相反应对固体颗粒粒度 分布要求较严格。

┌ 提高反应转化率;

提高或控制反应速度;

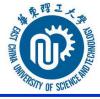
提高反应的选择性等。

← 有利于反应

原料预处理的目的

有利于反应后产物分离

流程组织时目光要看遍全局



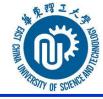
### 口 化工流程设计方法

#### 3. 原料的预处理

原料预处理的通常形式

- > 原料的预热、预冷、加压处理;
- 原料的纯度处理(包括色级处理;减轻杂质毒化催化剂;聚合度要求等);
- 几种反应原料的预混合处理;
- 原料的相转换处理(常见的固到液、液到汽);
- 固体原料的颗粒粒度大小处理(常见的气/固反应、液/固反应)。

注:液/固反应,如果目的是得到固体中的某些组份,该操作过程为"浸取"



### 口 化工流程设计方法

#### 4. 反应过程的合成

首先确定过程性质、输入条件和输出条件。

• 过程性质:连续或间歇(产量、市场需求、操作上特殊要求);

• 输入条件:进口的原料是否需经预处理;

(根据杂质的毒性、反应性、量)

输出条件:确定目的产品和流股数。

(反应产品有6个去向:主产品、联产或副产品、低价值燃料、

排空、循环、有害物去三废处理)



### 口 化工流程设计方法

4. 反应过程的合成

例:苯+乙烯生成乙苯

● 所涉反应 (除杂环化合物发生高温聚合, 其他副产物的生成皆可逆)

乙烯+苯 → 乙苯

乙苯+乙烯 → 二乙苯

二乙苯+苯 → 乙苯

二乙苯+乙烯 → 三乙苯

三乙苯+苯 → 乙苯、二乙苯

乙苯 → 二甲苯

乙苯、二乙苯 → 甲苯、二甲苯、正丁苯、异丙苯、杂环化合物

• 产物去向

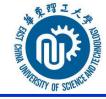
乙烷、乙烯 → 放空或排至燃料气管网

苯、甲苯 → 循环

乙苯 → 主产品 (出反应器)

二乙苯、三乙苯、异丙苯、正丁苯 → 循环

杂环化合物 → 低值副产品

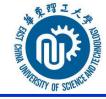


# 口化工流程设计方法

#### 4. 反应过程的合成

反应过程 需要确定参数

- 1. 反应路径
- 2. 反应器类型
- 3. 反应浓度
- 4. 反应温度
- 5. 反应压力
- 6. 反应相态
- 7. 催化剂



### 口 化工流程设计方法

4. 反应过程的合成: 反应途径

例: 氯乙烯的合成路线

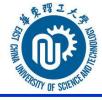
路径1: 乙炔+氯化氢 → 氯乙烯

路径2: 乙烯+氯气 → 二氯乙烷

二氯乙烷 → 氯乙烯+氯化氢

路径3: 乙烯+氧气+氯化氢 → 二氯乙烷+水

二氯乙烷 → 氯乙烯+氯化氢



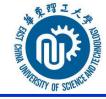
### 口 化工流程设计方法

- 4. 反应过程的合成: 反应器的选型
- 反应器的分类
- > 形状: 管式、釜式、塔式
- > 换热方式: 等温、绝热、非等温非绝热
- > 反应物系的相态:均相、非均相(气固、气液、气液固)
- 反应器选型的方法

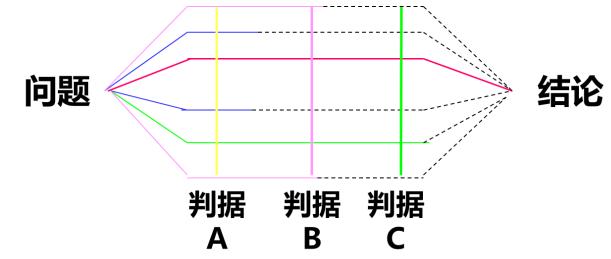
对一个问题所有可能方案进行分析和评价,用逻辑结构代替 随机想法,筛选最佳方案。

形态 分支: 找出所有可供选择的方案。

分析法 收敛:根据若干判据对各方案进行淘汰。



- 4. 反应过程的合成: 反应器的选型
- 反应器选型判据:



- 反应器类型(反应介质的相态,此为最简单首先使用判据);
- > 催化剂失活速度;
- 由反应的浓度效应决定的混合要求;
- 由反应的热负荷和温度效应决定的热量传递和温度控制要求;
- 相际传质和化学反应的相对速度。



## 口 化工流程设计方法

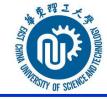
4. 反应过程的合成: 反应器的选型

例: 平行反应的反应器选型

$$A+B \xrightarrow{k_1} P \quad r_P = k_1 c_A^{n_1} c_B^{n_1} c_B^{n_2}$$

$$A+B \xrightarrow{k_2} S \quad r_S = k_2 c_A^{n_2} c_B^{n_2} c_B^{n_2}$$

动力学特点	$n_1 > n_2, m_1 > m_2$	$n_1 < n_2, m_1 < m_2$	$n_1 > n_2, m_1 < m_2$
浓度控制要求	应使 cA, cB 都高	应使 cA, cB 都低	应使 cA 高, cB 低
操作示意图	A B	A B	B 
加料方式	瞬时加入所有 A 和 B	缓慢加入 A 和 B	先把 A 全部加入,然后缓慢加入 B

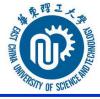


# 口 化工流程设计方法

4. 反应过程的合成: 反应器的选型

例: 平行反应的反应器选型

动力学特点	$n_1 > n_2$ , $m_1 > m_2$	$n_1 < n_2, m_1 < m_2$	$n_1 > n_2, m_1 < m_2$
浓度控制要求	应使 cA, cB 都高	应使 cA, cB 都低	应使 cA 高,cB 低
加料方式	瞬时加入所有 A 和 B	缓慢加入 A 和 B	先把 A 全部加入然后缓慢加入 B
操作示意图	A PFR A B B B B B B B B B B B B B B B B B B	apdf.com	B————————————————————————————————————

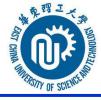


#### 口 化工流程设计方法

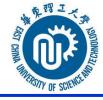
5. 分离过程的合成

分离过程的合成需要确定的因素:

- 分离方法;
- .....
- 分离设备;
- 设备的最优排列或序列;
- 设备的最优操作温度和压力条件。



- 5. 分离过程的合成(选择判据)
- 进料相状态作为判据—气相进料如果进料为气相或容易转化为气相,下列操作应予考虑:
- > 部分冷凝(闪蒸或部分气化的逆过程);
- > 深冷条件下的精馏;
- > 气体吸收;
- > 气体吸附;
- > 气体膜渗透;
- > 凝华。



#### 口 化工流程设计方法

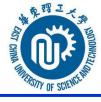
- 5. 分离过程的合成(选择判据)
- 分离因子作为判据

用特定的分离方法对进料中二个关键组分进行分离所能达到的分离因子(SF)。

相I和相II间进行关键组分1和关键组分2的分离,对一级接触, 该因子被定义为:

$$SF = \frac{C_1^I / C_2^I}{C_1^{II} / C_2^{II}}$$

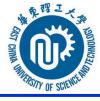
式中,C<sup>i</sup>;是组分j在相i中的组成(摩尔分数、质量分数或浓度)。



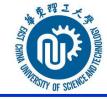
#### 口 化工流程设计方法

- 5. 分离过程的合成(选择判据)
- 分离理由作为判据 可能的理由:
- > 一组分或组分组的提纯;
- > 除去不需要的组分;
- 为后续加工回收或除去组分。

就提纯而言,应用MSA可避免用ESA时暴露在可能引起分解的高温。某些情况下,在脱除不需要组分的同时脱除不过多的需要组分在经济上是可以接受的。在循环组分的回收中,产物的高分离程度可能不必要。

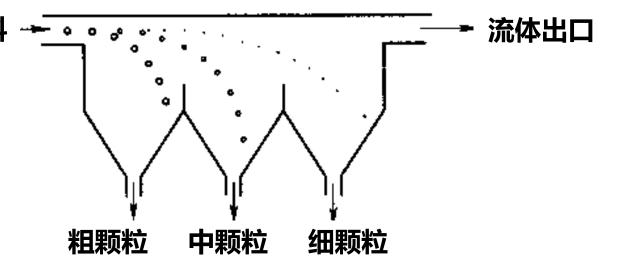


- 5. 分离过程的合成(分离设备的选择)
- 非均相混合物
- 均相混合物
- 先进行非均相混合物分离,再进行均相混合物的分离

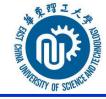


# 口 化工流程设计方法

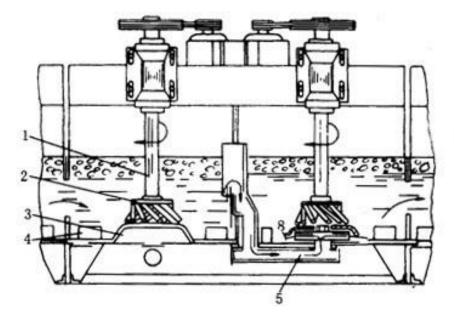
- 5. 分离过程的合成 (分离设备的选择)
- 非均相混合物
- > 沉降
- > 浮选 气固或液固进料
- > 离心分离
- > 过滤

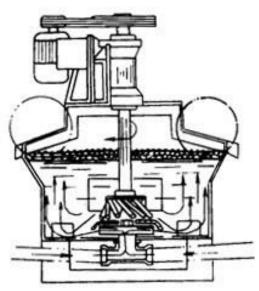


颗粒受重力的作用从流体中分离

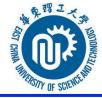


- 5. 分离过程的合成 (分离设备的选择)
- 非均相混合物
- > 沉降
- > 浮选
- > 离心分离
- > 过滤



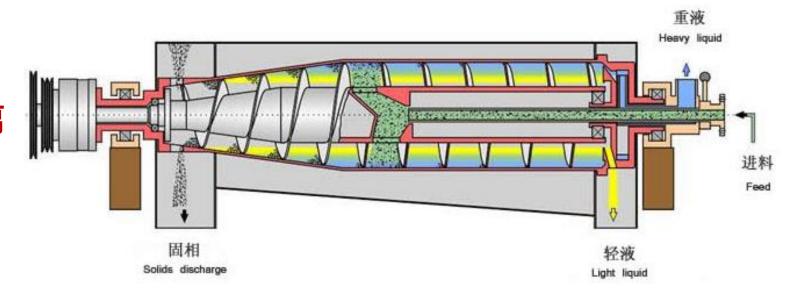


棒型浮选机

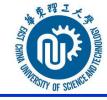


# 口化工流程设计方法

- 5. 分离过程的合成(分离设备的选择)
- 非均相混合物
- > 沉降
- > 浮选
- > 离心分离
- > 过滤



颗粒受离心力的作用从流体中分离

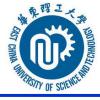


# 口 化工流程设计方法

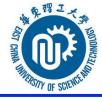
- 5. 分离过程的合成(分离设备的选择)
- 非均相混合物
- > 沉降
- > 浮选
- > 离心分离
- > 过滤



利用压差使悬浮液(气)通过多孔介质分离悬浮固体颗粒



- 5. 分离过程的合成(分离设备的选择)
- 均相混合物
- > 蒸馏: 相对挥发度差异
- > 吸收:溶解度差异
- > 萃取:溶解度差异



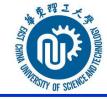
# 口 化工流程设计方法

#### 5. 分离过程的合成(分离方法的选择)

试探规则:根据经验和对象的热力学性质进行半定量分析所得结论。根据探试规则所得结论不一定是最佳方案,但是能大幅度减少可能的方案数,从而提高设计速度。

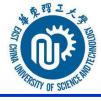
#### ● 名词定义:

- 分配系数: 平衡状态下某组分在轻相与重相中摩尔分数的比
- 分离因子:两个组分分配系数的比例
- ▶ 质量/能量分离剂: 加入分离单元对所需要分离做出贡献的组分
- > 次序表: 进料各组分按照分配系数递减的次序所排列的表
- > 关键组分: 决定分离要求的两个组分

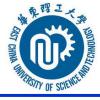


- 5. 分离过程的合成(分离方法的选择)
- 试探规则:
- 1. 选择具有大的分离因子的分离过程

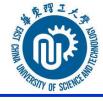
分子性质	受影响的分离过程
分子量	精馏、蒸发
分子形状	吸附、结晶
分子体积	吸附
偶极距、极性	萃取、吸附
分子电负荷	电除法、电除雾
化学活性	化学吸收、反应精馏



- 5. 分离过程的合成(分离方法的选择)
- 试探规则:
- 2. 尽量避免极端的过程条件;
- 分离过程需要多个分离级时,优先选择平衡分离过程而不选择 速度控制过程;
- 4. 分离因子相同时,选择能量分离剂而不选择质量分离剂;



- 5. 分离过程的合成(分离方法的选择)
- 试探规则:
- 5. 在选择分离方案时首先考虑精馏,精馏的优点:
  - > 精馏是一个使用能量分离剂的平衡过程;
  - > 系统内不含固体物料,操作方便;
  - > 有成熟的理论和实践;
  - > 处理产品数量的范围宽;
  - 常常只需要能位等级很低的分离剂。

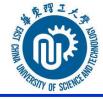


#### 口 化工流程设计方法

5. 分离过程的合成(分离方法的选择)

例:正丁烯、异丁烯混合物欲分离成纯物质,试根据分子性质选择分离方法。

解:由于正丁烯与异丁烯为同分异构体,分子体积、偶极距和极性差别很小,预计精馏、萃取、吸收等过程都不能有效将该混合物分离,只能根据反应活性的差别进行分离。利用水与异丁烯反应的特点进行分离。

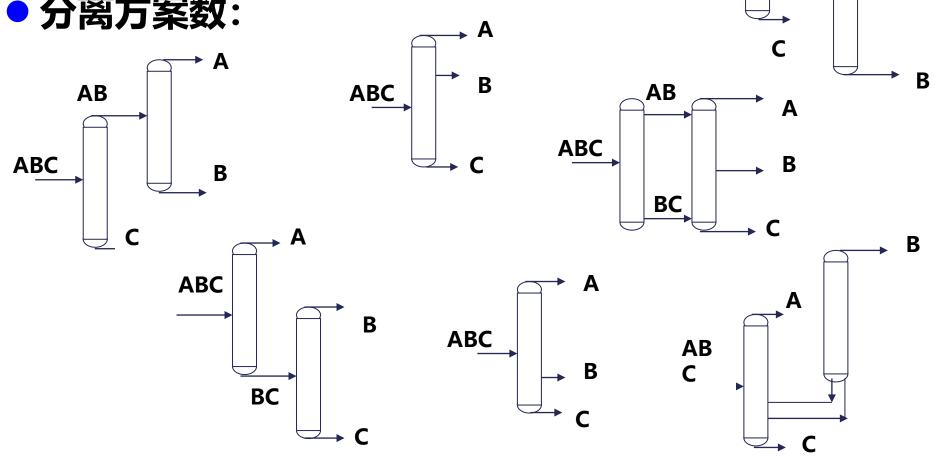


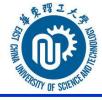
**ABC** 

# 口 化工流程设计方法

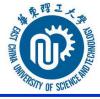
5. 分离过程的合成(分离序列的确定)

• 分离方案数:





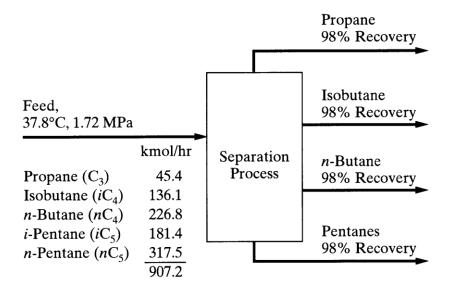
- 5. 分离过程的合成(分离序列的确定)
- 分离序列的试探法则
- 1. 将关键组分的相对挥发度最接近于1的最困难分离放在最后;
- 2. 根据汽液平衡常数的大小进行排列,将轻组分逐个脱除,即采取顺序流程;
- 3. 首先将混合物分成分子数接近的两股流;
- 4. 回收率要求高的分离应放在最后;
- 5. 容易造成系统腐蚀或结焦的组分应首先除去,以降低后续设备的材质要求,保持稳定操作。



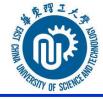
#### 口 化工流程设计方法

#### 5. 分离过程的合成(分离序列的确定)

例:考虑下图所示的分离问题,除了分离异戊烷和正戊烷,产物都获得98%的回收率。利用试探规则确定满意的常规精馏装置分离序列。所有相邻组分对的近似相对挥发度见表。



组分对	1 atm时的近似α
C <sub>3</sub> /iC <sub>4</sub>	3.6
iC <sub>4</sub> /nC <sub>4</sub>	1.5
nC <sub>4</sub> /iC <sub>5</sub>	2.8
iC <sub>5</sub> /nC <sub>5</sub>	1.4

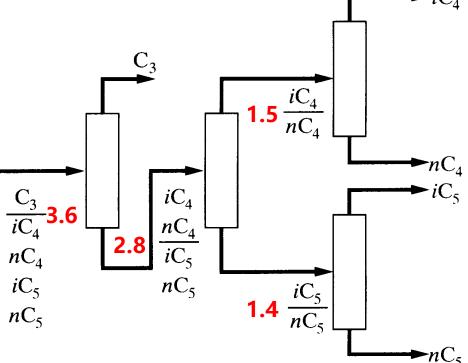


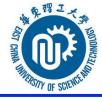
# 口 化工流程设计方法

## 5. 分离过程的合成(分离序列的确定)

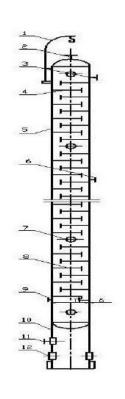
#### 解:

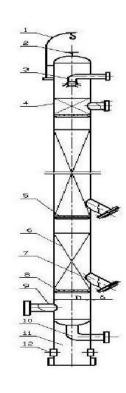
		$C_2$
组分对	1 atm时的近似α	
C <sub>3</sub> /iC <sub>4</sub>	3.6	
iC <sub>4</sub> /nC <sub>4</sub>	1.5	$C_2$ $iC_4$
nC <sub>4</sub> /iC <sub>5</sub>	2.8	$\frac{C_3}{iC_4}$ 3.6 $\frac{nC_4}{iC_4}$
iC <sub>5</sub> /nC <sub>5</sub>	1.4	$nC_4$ $iC_5$ $nC_5$
		nC.

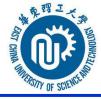




- 5. 分离过程的合成(塔型的选择)
- 板式塔的适用场合
  - > 大直径
  - > 液体负荷特别小(泡罩塔)
  - > 脏的物系,须定期清理
  - > 有多股侧线进出料
  - 反应精馏,需要一定的停留时间
- 填料塔的适用场合
  - > 要求低阻力
  - 热敏物质 (持液量少,停留时间短)
  - > 发泡系统
  - > 腐蚀性介质



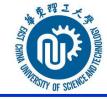




#### 口 化工流程设计方法

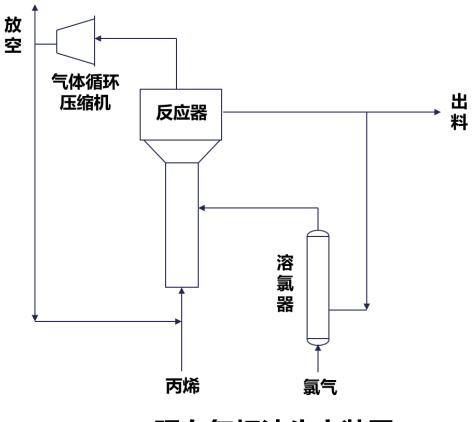
例: 环氧丙烷过程概念设计

```
主反应 Cl_2 + H_2O \rightarrow HCI + HCIO HCIO + C_3H_6 \rightarrow CIC_3H_6OH 副反应 C_3H_6 + Cl_2 \rightarrow C_3H_6Cl_2 CIC_3H_6OH + C_3H_6 + Cl_2 \rightarrow HCI + (C_3H_6CI)_2O 皂化反应 2CIC_3H_6OH + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + H_2O + 2C_3H_6O
```



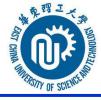
# 口 化工流程设计方法

例: 环氧丙烷过程概念设计



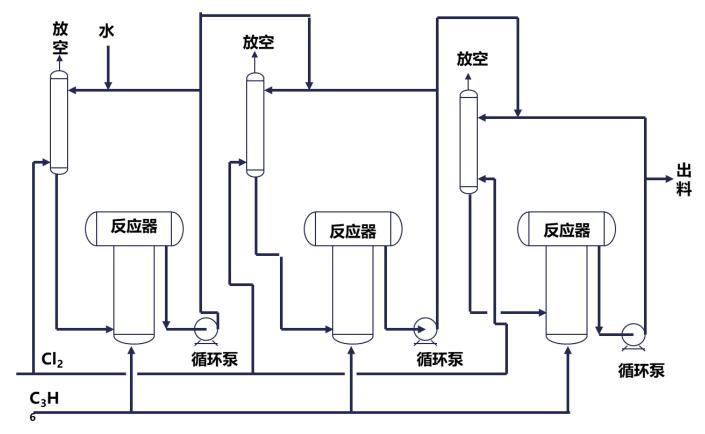
现有气相法生产装置

- 二氯丙烷由氯气与丙烯在气相 中直接反应生成,二氯异丙基 醚是串联副产物;
- 要抑制副反应,提高反应的选择性,须阻止氯气与丙烯接触,降低主产品氯丙醇的浓度。

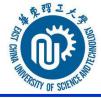


# 口 化工流程设计方法

例: 环氧丙烷过程概念设计



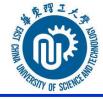
液相法小试装置



# 口 化工流程设计方法

例: 环氧丙烷过程概念设计

- 小试数据的初步评价
- 1. 气相法丙烯选择性86%;液相法丙烯选择性94%
- 2. 皂化反应选择性99%
- 3. 精馏塔PO回收率99.5%
- 4. 循环气组成C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> 30%, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 70%
- 5. 丙烯进料组成C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> 99.5% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 0.5%
- 6. 循环比(循环气比丙烯进料)7.5
- 7. 丙烯价格3900元/吨
- 8. 氯价格800元/吨
- 9. 电价格0.65元/kw.h



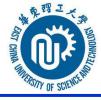
#### 口 化工流程设计方法

例: 环氧丙烷过程概念设计

以100kmol丙烯进料计,两种工艺的可变成本计算结果如下:

	气相法			液相法			
	单耗	单价	费用	单耗	单价	费用	
   丙烯	0.8656	3900	3376.6	0.792	3900	3088.8	
氯气	1.448	800	1158.4	1.325	800	1060	
电力	417.4	0.65	271.3	116.7	0.65	74.4	
合计			4806.3			4223.2	

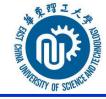
化工产品的可变成本占生产成本80%左右,投资折旧约占10%,两工艺的皂化工段相同。液相法比气相法总生产成本低10%以上,经济占优。



#### 口 化工流程设计方法

例:环氧丙烷过程概念设计

- 流程和工艺参数的改进
- 1. 压力:加压,利于溶氯;
- 2. 温度: 提温对反应无利,但利于皂化,可省换热器;
- 3. 丙烯由并联改为串联,增强传质;
- 4. 溶氯填料塔改为喷射溶氯,降低造价;
- 5. 加压下溶氯试验(常压下氯丙醇、盐酸水溶液的氯溶解 度偏差较小, 加压后可能偏差较大。需要研究人员补充 试验)
- 6. 材质试验 (尤其温度对腐蚀的影响)



#### 口 化工流程设计方法

例: 环氧丙烷过程概念设计

● 中试装置设计

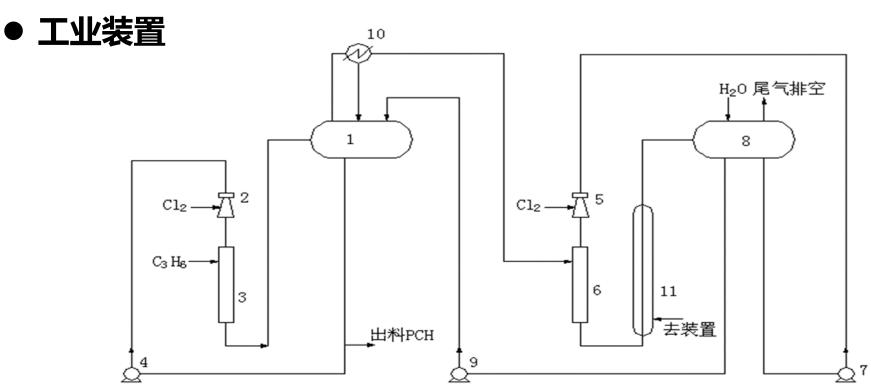
研究有无必要建立中试装置,确定中试的规模、范围及中试 解决的问题和取得的数据。

- 1. 必要性
  - > 气体分布器孔径增大, 传质情况发生变化
  - > 新材料 (氟塑料)、新设备 (喷射溶氯) 试验
- 2. 中试装置的地点
- 3. 中试装置的流程(可用单个循环反应间歇操作)
- 4. 中试规模



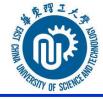
### 口 化工流程设计方法

例: 环氧丙烷过程概念设计

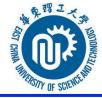


- 1,8:气液分离器
- 2, 5: 喷射溶氯器
- 3,6:新型管道反应器
- 4, 7: 循环泵

- 9: 输液泵
- 10. 冷凝器
- 11: 尾气回收塔



- 1. 工艺流程草图或示意图 (Block Diagram, 方框图)
- 2. 工艺物料流程图 (Process Flow Diagram, PFD)
- 3. 带控制点的工艺流程图 (Piping & Instrument Diagram, P&ID)

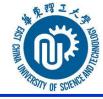


## □ 工艺系统设计内容:HG20519 规定要求

序号         名 称         投文 文主         文件         各 注           1 関係目录         2 別所(包括工艺、布置、管理、绝热及胸窝设计规定         2 正艺系统 治期間         2 正艺系统 治理的性表 工艺系统 工艺系统 工艺系统 工艺系统 工艺系统 工艺系统 工艺系统 工艺系统	表 2.0.1	表 2.0.1 第工图或品文件模或					
2 改計説明(包括工艺、布質、管道、準無及胸痛改 )         2 動           1 工艺及系统设计规定         イ 工艺系统           4 首英国         イ 工艺系统           5 管道及仗表減程階         イ 工艺系统           6 管道特性表         イ 工艺系统           7 改多一更表         イ 工艺系统           8 特殊同日和管道附件数据表         イ 工艺系统           9 改多布置设计规定         イ 设备布置           10 分区索引限         イ 设备布置           11 设备布置的         イ 设备布置           12 改多次被材料一览表         イ 管道布置           13 管道布置图图         イ 管道布置           14 管道布置图图         イ 管道布置           15 软管站布置图图         イ 管道布置           16 仲熱系統網图         イ 管道布置           17 仲然系统         イ 管道布置           18 管道布置图图         イ 管道布置           19 管设材表索引及管设材料表索引及管设材料表         イ 管道布置           20 管报表         イ 管机           21 设务等证力计算录告         イ 管机           22 管道利展设计程度         イ 管机           23 管理的上表表         イ 管机           24 管理材料的設計規定         イ 管机           25 資訊          管机           26 管理		8 8	提交 业主	内部 文件	各往		
1 工艺及系统设计规定         イ 工艺系统           4 首英国         イ 工艺系统           5 管道及仗表通程图         イ 工艺系统           6 管道特性表         イ 工艺系统           7 设备一菜表         イ 工艺系统           8 特殊到日和管道附件模型表         イ 工艺系统           9 设备布置设计规定         イ 设备布置           10 分区索引图         イ 设备布置           11 设备布置图         イ 设备布置           12 设备布置图         イ 管道布置           13 管道布置图图         イ 管道布置           14 管道布置图图         イ 管道布置           15 软管站布置图         イ 管道布置           16 仲熱系或图         イ 管道布置           17 仲熱系域图         イ 管道布置           18 管理内型图         イ 管道布置           19 管设材料表索引及管设材料表         イ 管道布置           20 管影表         イ 管道布置           21 设备管证方位图         イ 管机           22 管道向量的对规定         イ 管机           23 管理内计算报告         イ 管机           24 管理材料的限计规定         イ 管机           25 演者标表         イ 管材           26 解析工程规定         イ 管材           27 管理材料的限定         イ 管材           28 管理材料等极素引表及等级表。         イ 管材           29 网络大工程规定         イ 管材           31 购成材料表         イ 管材           32 购成材料表         イ 管材           3	1	関紙目录	4		息剛		
4         音楽図階         J         工艺系統           5         管道外性表         J         工艺系统           6         管道特性表         J         工艺系统           7         设备一览表         J         工艺系统           8         特殊何月和管道附件数据表         J         设备布置           10         分区索引限         J         设备布置           11         设备布置         J         设备布置           12         设备布置         J         管道布置           12         设备布置         J         管道布置           12         设备布置         J         管道布置           13         管道布置         J         管道布置           14         管道布置         J         管道布置           15         软管站布置         J         管道布置           16         作品基本配置         J         管道布置           17         作品系統         J         管道布置           18         管边村系統         J         管道布置           19         管设材系表系列及管设材         J         管线布置           20         管业表表         J         管机           21         设施工程域设计规定         J         管机           22         管道村村政设计规定         J <t< td=""><td>2</td><td></td><td>4</td><td></td><td>息剛</td></t<>	2		4		息剛		
5 管道及仗表減利国         J         工艺系统           6 管道外性表         J         工艺系统           7 改多一更表         J         工艺系统           8 特殊何门和管道附件前期表         J         双各布置           9 改多布置设计规定         J         设备布置           10 分区索引国         J         设备布置           11 改多布置国         J         设备布置           12 改多布置国         J         管道布置           13 管道布置         J         管道布置           14 管道布置国国         J         管道布置           15 软管站布置国         J         管道布置           16 伊热基布置国         J         管道布置           17 仲热系或国         J         管道布置           18 管道物網構業引及管理材料表         J         管道布置           19 管设材料表前以及管理技术         J         管道布置           20 管理机域设计规定         J         管线布置           21 设备管理方向置         J         管机           22 管道机域设计规定         J         管机           23 微型机域设计规定         J         管机           24 管理材料等吸索引表及等吸来引表及等吸来。         J         管材           25 微型材料等吸索引表及等吸来引表及等吸来。         J         管材           26 附近村期         J         管材           27 管材         管材         管材	3	工艺及系统设计规定		4	工艺系统		
6 管道特性表	4	音英間	4		工艺系统		
7	5	管道及仗表流程图	4		工艺系统		
8         特殊到门和管道附件数据表         J         工艺系统           9         収各布置设计规定         J         设备布置           10         分区索引图         J         设备布置           11         设备布置         J         设备布置           12         设备布置         J         设备布置           12         设备布置         J         管道布置           13         管道布置         J         管道布置           14         管道布置図图         J         管道布置           15         软管站布置图图         J         管道布置           16         中熱基本開展者引及管道納網图         J         管道布置           17         中級系引及管道外科表         J         管道布置           18         管道納網別展示引及管道納網图         J         管道布置           19         管道院村展览         J         管线           20         管道院的計算表         J         管机           21         企業所来引及等         J         管机           22         管理科別的報酬的報告         J         管机           23         放射性別的報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報報	6	管道特性表	- 4		工艺系统		
9         収各布置         ノ         収各布置         ノ         収各布置         10         収容布置         ノ         収容布置         11         収容布置         ノ         収容布置         12         収容布置         ノ         収容布置         12         収容布置         ノ         管理布置         ノ         管理布置         15         管理布置         ノ         管理布置         16         管理布置         ノ         管理布置         17         管理布置         17         管理布置         17         管理布置         17         管理布置         18         管理均衡表引及管理均利表         ノ         管理布置         19         管理本有置         ノ         管理本有置         19         管理本布置         19         管理本布置         ノ         管理本有置         19         管理本布置         ノ         管理本布置         19         管理、表示         19         管理、表示 <td>7</td> <td>设备一览表</td> <td>4</td> <td></td> <td>工艺系统</td>	7	设备一览表	4		工艺系统		
10 分区東引閣	8	特殊何门和管道附件数据表	4		工艺系统		
11 改多布置階	9	设备布置设计规定		4	设备布置		
12	10	分区索引国	4		设备布置		
13 管道布置役計規定 14 管道布置	11	设备布置国	4		设备布置		
14 管道布置   15 管道布置   15 教育站布置   15 教育站布置   16 仲熱站布置   17 仲熱系成   18 管道布置   18 管道機関   19 管視材料表素引及管理機関   19 管板材料表素引及管理機科表	12	设备安装材料一览表	4		设备布置		
15 放管站布質問 J 管理布質 16 仲熱站布質問和仲熱表 J 管理布質 17 仲熱系統図 J 管理布置 18 管理論網図案引及管理論網図 J 管理布置 19 管設材料表案引及管設材料表 J 管理布置 20 管果表 J 管理布置 21 改多管口方位図 J 管理布置 22 管理机械设计规定 J 管机 23 管理应力计算报告 J 管机 24 管架図案引及特殊管架図 J 管机 25 放收郵率等重要表 J 管机 26 牌業瓦息表 J 管机 27 管理材料控制设计规定 J 管机 28 管理材料控制设计规定 J 管机 29 牌買瓦息表 J 管机 30 牌数本条件表 J 管材 30 廃土程规定 J 管材 31 购業工程规定 J 管材 33 廃土程规定 J 管材 34 购需材料表 J 管材 35 除土程规定 J 管材 36 所有材料表 J 管材 36 所有材料表 J 管材 36 所有材料表 J 管材 37 所有材料表 J 管材	13	管道布置设计规定		4	管道布置		
16         併熱基布質関和作熟表         J         管連布置           17         仲熱系統图         J         管連布置           18         管道絢騰所索引及管道詢騰图         J         管連布置           19         管設材料表案引及管设材料表         J         管連布置           20         管架表         J         管連布置           21         改名管口方位图         J         管連布置           22         管道机械设计规定         J         管机           23         管道所式引及特殊管理图         J         管机           24         管制图索引及特殊管理图         J         管机           25         放收膨胀等衡素表         J         管机           26         弹簧瓦总表         J         管机           27         管轄村料整綱設計規定         J         管材           28         管轄村等報素引表及等級表*         J         管材           29         網门技术事件表         J         管材           30         廃土工程规定         J         管材           31         购售工程规定         J         管材           32         特殊管件图         J         管材           33         與熱材料表         J         管材           34         的資材料表         J         管材           34         的資材科表	14	管道布置国	4		管道を置		
17   仲熱系破菌	15	軟管站布置图	4		管連布置		
118	16	件熱站布置国和件熱表	4		管道布置		
19         管政材料表索引及管設材料表         J         管理布置           20         管果表         J         管連布置           21         改多管口为位置         J         管連布置           22         管道机度设计规定         J         管机           23         管道应力计算型条         J         管机           24         管架图索引及特殊管理图         J         管机           25         放收事態市勤素表         J         管机           26         弹簧汇总表         J         管机           27         管被材料整制设计规定         J         管材           29         阀门技术事件表         J         管材           30         绝热工程规定         J         管材           31         胸痛材料表         J         管材           33         與熱材料表         J         管材           34         购資材料表         J         管材	17	件热系统国	4		管道布置		
20 管業表         J         管連布度           21 改多管口方位階         J         管連布度           22 管道机械设计规定         J         管机           23 管道性力计算服务         J         管机           24 管集國東引及特殊管理器         J         管机           25 放收事態や勤業表         J         管机           26 彈業汇息表         J         管机           27 管道材料整制设计规定         J         管材           28 管道材料等限素引表及等吸表**         J         管材           29 開行技术事件表         J         管材           30 機能工程规定         J         管材           31 胸痛材料表         J         管材           33 隔熱材料表         J         管材           34 胸痛材料表         J         管材	18	管道輪側国索引及管道輪側国	4		管道布置		
21 改多管口方位階         ブ 管連布度           22 管道机械设计规定         ブ 管机           23 管道在力计算基本         ブ 管机           24 管室開業引及特殊管理器         ブ 管机           25 放收事態や顕素表         ブ 管机           26 穿黄汇总表         ブ 管机           27 管道材料整制设计规定         ブ 管材           28 管道材料等吸索引表及等吸表*         ブ 管材           29 阿门技术事件表         ブ 管材           30 絕生工程规定         ブ 管材           31 胸痛工程规定         ブ 管材           32 特殊管件器         ブ 管材           34 胸痛材料表         ブ 管材	19	管段材料表索引及管段材料表	4		管連布置		
22 管道机械设计规定         J 管机           23 管道を力計算報告         J 管机           24 管室所承引及特殊管理器         J 管机           25 放放郵車事業表         J 管机           26 穿黄汇总表         J 管机           27 管道材料整制设计规定         J 管材           28 管道材料等吸索引表及等吸表*         J 管材           29 阿门技术事件表         J 管材           30 產生工程规定         J           31 购售工程规定         J 管材           32 特殊管件器         J 管材           33 廃热材料表         J 管材           34 购售材料表         J 管材	20	管架表	-1		管道布置		
23 管理座力計算服告	21	役各管口方位階	4		管連布置		
24 音楽開東引及特殊音楽開	22	管道机械设计规定		J	管机		
25 放攻事業や顕著表         J         管机           26 弾簧圧息表         J         管机           27 管道材料於朝设計預定         J         管材           28 管道材料等吸索引表及等吸表*         J         管材           29 周门技术事件表         J         管材           30 絶熱工程規定         J         管材           32 特殊管件限         J         管材           33 腐熟材料表         J         管材           34 胸窝材料表         J         管材	23	管道应力计算报告		4	管机		
26	24	管架国索引及特殊管架国	4		管机		
27 音通材料控制设计規定	25	彼從鄭张节敦樹表	4		管机		
28         管道材料等限索引表及等限表*         J         管材           29         阿门技术条件表         J         管材           30         絶熱工程規定         J            31         助償工程規定         J         管材           32         助埠营作間         J         管材           33         無熱材料表         J         管材           34         助償材料表         J         管材	26	弾簧汇总表	4		管机		
29 例们技术事件表     J     管材       30 他熱工程規定     J       31 助腐工程規定     J       32 特殊管件関     J     管材       33 開熱材料表     J     管材       34 助腐材料表     J     管材	27	管道材料控制设计规定		4	管材		
30	28	管道材料等领索引表及等级表*		4	管材		
31 防腐工程規定     J       32 特殊管件関     J     管材       33 隔熱材料表     J     管材       34 防腐材料表     J     管材	29	阀门技术条件表	4		管材		
32     粉珠管件閣     J     管材       33     腐熟材料表     J     管材       34     助資材料表     J     管材	30	绝热工程规定		4			
33 開熱材料表     J     管材       34 助資材料表     J     管材	31	防腐工程规定		4			
34 勤務材料表 √ 管材	32	特殊管件图	4		管材		
	33	隔丝材料表	4		管材		
35 综合材料表 4 管材	34	勤賞材料表	4		管材		
	35	综合材料表	4		管材		

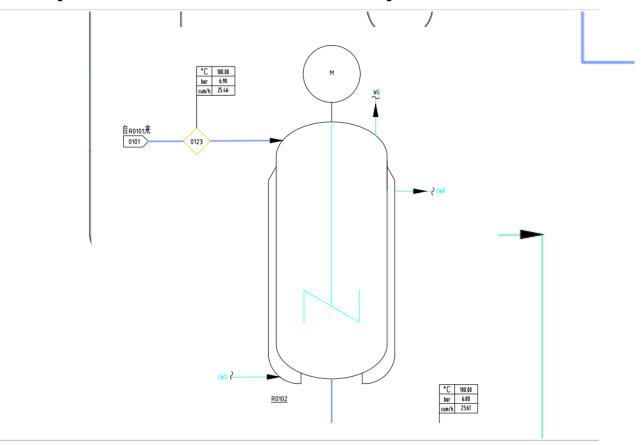
表 2.0.1	施工图成品文件组成
1× 2.0.1	ルエロルロスT牡バ

序 号	名 称	提 交 业主	内 部 文件	备 注
1	图纸目录	√		总则
2	设计说明(包括工艺、布置、管道、绝热及防腐设计说明)	√		总则
3	工艺及系统设计规定		√	工艺系统
4	首页图	√		工艺系统
5	管道及仪表流程图	√		工艺系统
6	管道特性表	√		工艺系统
7	设备一览表	√		工艺系统
8	特殊阀门和管道附件数据表	√		工艺系统



#### PFD

包含主要工艺流程,关键控制方案,物料平衡数据、能量数据以及操作条件(如操作压力、操作温度)等。

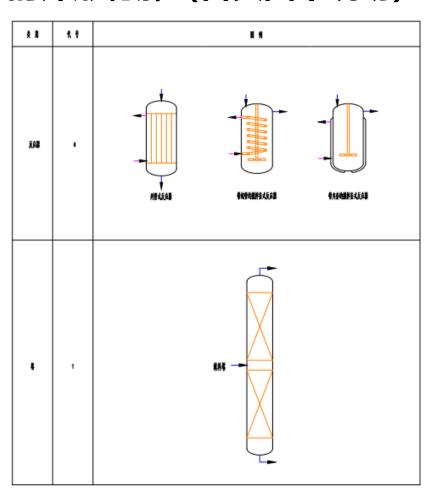


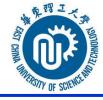


#### PFD

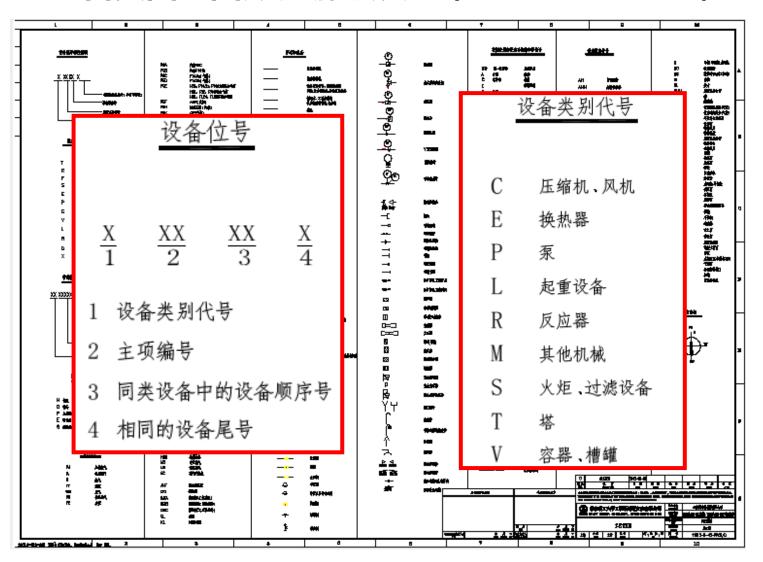
#### 口 设备的表示方法:设备简单的外形轮廓(首页图中说明)

# 11	£ #			Ħ		
i	,	Rel .			]	
E484	ť			於紅鄉		
2.65	ŧ	**************************************	<b>-</b>	<b>J-</b>	- <del>+</del> -	
#	¥	#488		*LEARS	Tris.	
				>	0	
N4.0	<b>禁転</b> 车	<b>为此、由不同工程的物准机会</b> 被	<b>元社、金倉田工泉時後休息</b> 後		<b>为电、出工厂收帐的</b> 基础	
<b>美会用</b> 3	理器	能統	P3	<b>抗 抗糖</b>		
ft	<del>1</del>	ts .	,	5	æ	
AARI	<b>本公共工程名章 報子中放上点 報子中放送点</b>		數學的			
t∜ os		CMR				
	ŧ	#X	151			





#### PFD首页图: 图形、编号规定(设备位号,设备代号)



# 5.3 工艺流程图

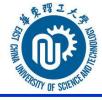


#### PFD

#### 物料平衡表

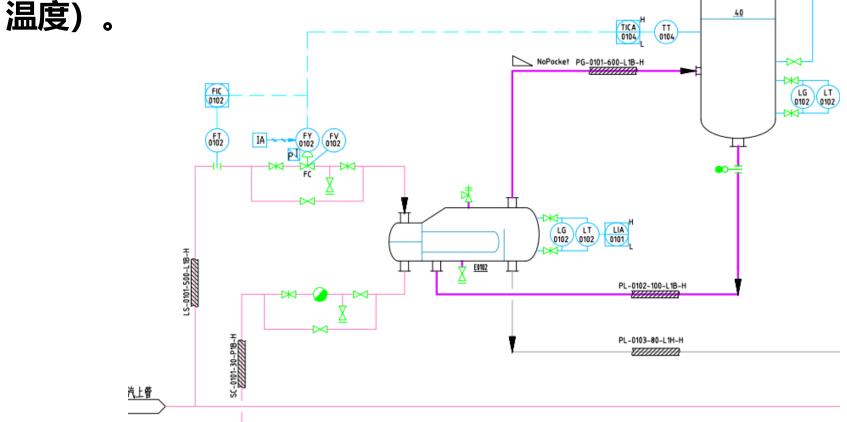
	流股编号	単位	0101	0102	0103	
	相态		液相	液相	气液共存	
	温度	r	25.00	97.19	97.28	
	压力	bar	1.20	0.98	0.92	
	体积流量	cum/hr	42.52	40.08	14385.05	
	摩尔密度	kmol/cum	44.455	51.138	0.030	5
	质量密度	kg/cum	858.080	921.261	0.538	9
	摩尔汽相分率		0.000	0.000	0.132	
	摩尔液相分率		1.000	1.000	0.868	
	摩尔固相分率		0.000	0.000	0.000	
	质量流量	kg/hr	36485.335	36919.970	7732.786	29
	BD	kg/hr	0.000	0.000	0.000	
	HCN	kg/hr	7297.067	0.172	0.161	
	2-PN	kg/hr	0.000	0.000	0.000	
╗┌	~ ~	1 //			東京東工大学 FORA	中科第化己二糖分

#### 5.3 工艺流程图

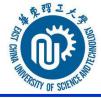


#### □ P&ID (Piping & Instrument Diagram)

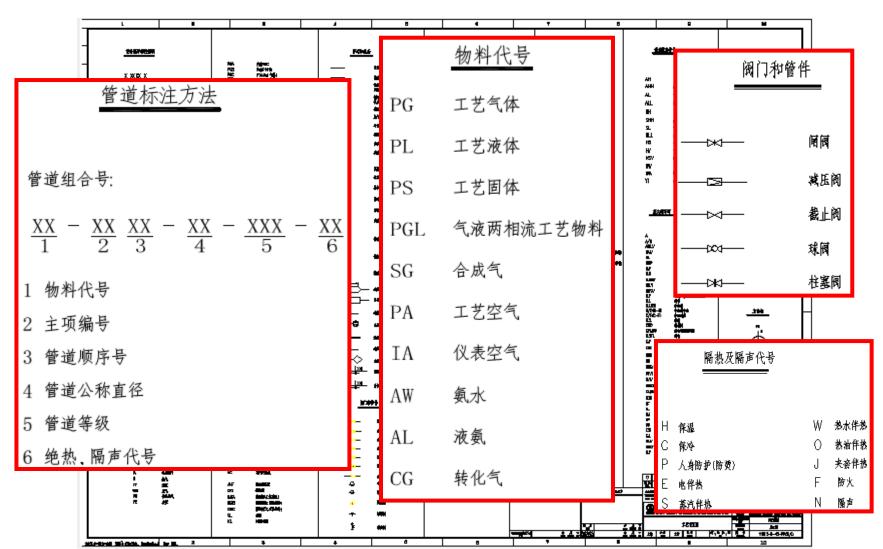
包含全部设备、管道、阀门、仪表等内容,管道有管道号、管径、材料、等级等详细数据,设备数据为设计数据(如设计压力、设计



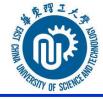
## 5.3 工艺流程图设计的基本步骤



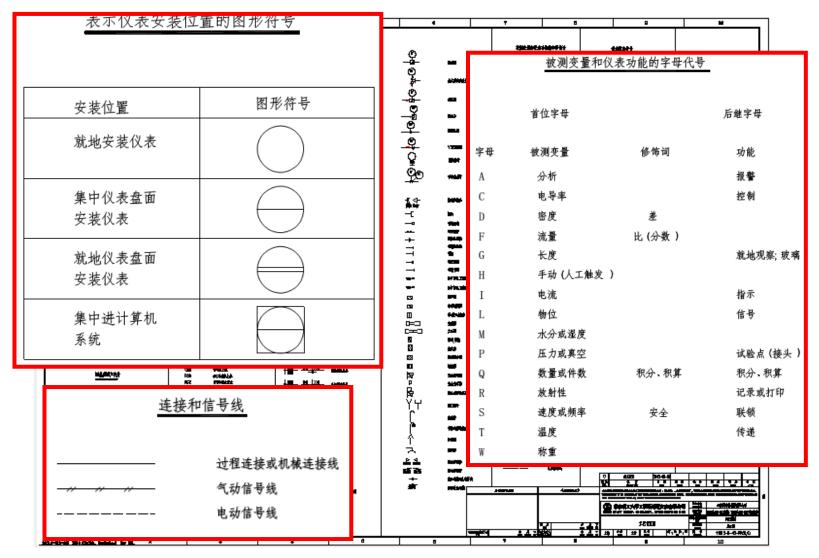
#### P&ID首页图: 图形、编号规定(设备、管道及管件、自控)



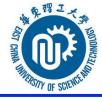
## 5.3 工艺流程图设计的基本步骤



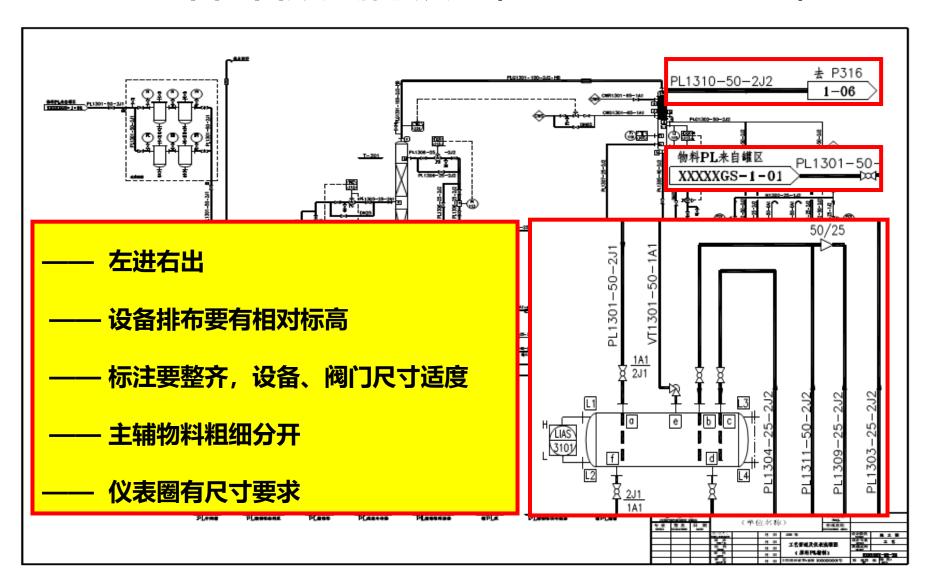
#### P&ID首页图:图形、编号规定(设备、管道及管件、自控)



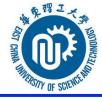
## 5.3 工艺流程图设计的基本步骤



P&ID 图: 图形、编号规定 (设备、管道及管件、自控)



#### 5.3 工艺流程图



#### □ PFD、P&ID设计的基本步骤

- > 将各设备的简单形状按工艺流程顺序展示在同一平面;
- > 配以连接主、辅线,管件、阀件、仪表控制点等符号;
- >注写设备位号及名称;
- >注写代号、符号及其他标注的说明;
- > 填写标题栏,注写图名、图号。



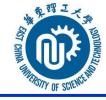
#### 口 设备的表示方法

2. 设备的线条: b/3细线, b=0.9 mm

3. 设备的大小: 相对比例

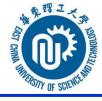
4. 设备的位置: 相对高度

5. 设备的简化处理

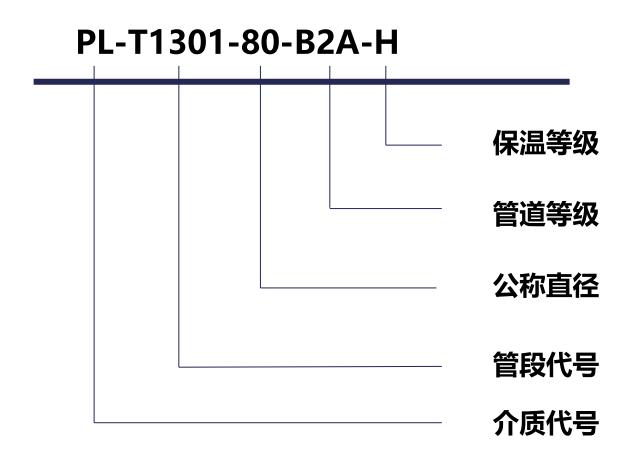


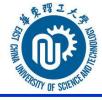
## □ 管道的表示方法

工艺物料管道
 工艺物料埋地管道
 辅料及公用管道
 辅料及公用埋地管道
 仪表管道
 保温管道
 电伴热管道
 蒸汽伴热管道
夹套管道



#### 口 管道的标注方法





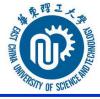
### 口 管道的标注方法

#### PL-T1301-80-H2A-H

#### 常用物料代号规定

物料代号	物料名称	物料代号	物料名称	物料代号	物料名称	物料代号	物料名称
AR	空气	DW	饮用水,生活用水	ιō	润滑油	R	冷冻剂
AM	氨	F	火炬排放	LS	低压蒸汽	RŌ	原料油
BD	排污	FG	燃料气	MS	中压蒸汽	RW	原水
BW	锅炉给水	FŌ	燃料油	NG	天然气	SC	蒸汽冷凝水
BR	冷冻盐水(回)	FS	熔盐	NG	氮	SL	泥浆
BS	冷冻盐水(供)	CO	填料油	ō	氧	sō	密封油
CA	压缩空气	HM	载热体	PS	工艺固体	SW	软水
cs	化学污水	HWR	热水(回)	PA	工艺空气	TS	伴热蒸汽
cws	循环冷却水(供)	HWS	热水(供)	PG	工艺气体	v	放空气
CWR	循环冷却水(回)	HS	高庄蒸汽	PL	工艺液体	VA	真空排放气
DR	排液、排水	IA	仪表空气	PW	工艺水		•

注:为避免与数字 0 的混淆,规定物料代号中如遇到英文字母"0"应写成"0"。

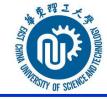


## 口 管道的标注方法

PL-T1301-80-H2A-H

- 公称直径(nominal diameter, DN):
- > 容器: 公称直径用内径表示;
- 管道:用小于外径并大于内径的某个尺寸表示。每一公称直径对应一个外径 ,其内径随厚度不同而不同;
- > 英制管和公制管:例如,DN100的英制管外径114.3 mm,公制管外径 108 mm;

NB(inch)	DN(mm)	OD(mm)	NB(inch)	DN(mm)	OD(mm)
1/2	15	21.3	2	50	60.3
3/4	20	26.7	2 1/2	65	73.0
1	25	33.4	3	80	88.9
1 1/4	32	42.2	4	100	114.3
1 1/2	40	48.3	5	125	139.8

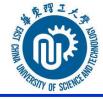


### 口 管道的标注方法

PL-T1301-80-H2A-H

● 公称直径: 优选DN数值

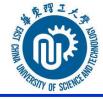
DN 6	<b>DN 100</b>	DN 700	<b>DN 2200</b>
DN 8	DN 125	DN 800	DN 2400
DN 10	<b>DN 150</b>	DN 900	<b>DN 2600</b>
DN 15	<b>DN 200</b>	<b>DN 1000</b>	DN 2800
DN 20	<b>DN 250</b>	DN 1100	DN 3000
DN 25	<b>DN 300</b>	DN 1200	DN 3200
DN 32	<b>DN 350</b>	DN 1400	DN 3400
DN 40	<b>DN 400</b>	DN 1500	DN 3600
DN 50	DN 450	DN 1600	DN 3800
DN 65	<b>DN 500</b>	DN 1800	DN 4000
DN 80	<b>DN 600</b>	<b>DN 2000</b>	



## 口管道等级说明

PL-T1301-80-H2A-H

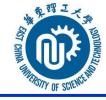
- 把管道按不同材质、压力、温度等要求分成不同等级, 编入同一等级的管道使用相同的材质、型号或形式的 管子和附件,统一各种管道的设计要求,用简洁的方 式在图纸上表达各种必要信息;
- 规定各种不同等级管道所使用的管子及其附件的材质、 型号或形式要求的表称为管道等级表;
- 对于管道等级、保温等级各设计院规定不同



## 口管道等级说明

#### PL-T1301-80-H2A-H

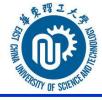
管道压力等级代号	压力/MPa		管道材质/	<u> 代号</u>	
Н	0.25				
K	0.6	А	铸铁	E	不锈钢
L	1.0	В	碳钢	F	有色金属
М	1.6	C	普通低合金钢	G	非金属
N	2.5	D	合金钢	Н	村里及内防腐
Р	4.0		224		H-VIII M
R	10				
S	16				



# 口阀门和管件的表示方法

#### 常用阀门的图形符号

序号	名称	图例	序号	名称	图例
1	闸阀		16	插板阀	
2	截止阀		17	弹簧式安全阀	<b>≱</b> →—
3	止回阀	<b>—</b>	18	重锤式安全阀	<b>→</b>
4	直通旋塞		19	高压截止阀	<b>├</b>
5	三通旋塞	— <del>X</del> —	20	高压节流阀	<b>├</b>
6	四通旋塞	— <del>—</del> ——————————————————————————————————	21	高压止回阀	<b>─</b>



#### 口仪表控制点的表示方法

- ●在相应管道或设备大致安装位置标注仪表及控制点;
- ●仪表控制点标注包括图形符号、字母代号和仪表位号。

控制点



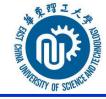






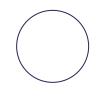
参量代号(物理量:温度、压力、液位组成分析)

功能代号 (Z或I: 指示, C: 控制)



#### 口仪表控制点的表示方法

- 图形符号
- ➤仪表的图形符号为直径约10 mm的细线 (b/3) 圆;
- >执行器的图形符号由调节机构和执行机构两部分组合而成;
- ▶仪表、调节及执行机构图例见附录2表2-4所示。







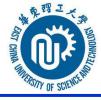
集中仪表盘安装



集中仪表盘后安装



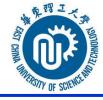
DCS控制系统



#### 口仪表控制点的表示方法

● 字母代号:被测变量和仪表功能

	第一字母		后继字母		第一	字母	后继字母
字母	被测变量或 初始变量	修饰 词	功能	字 母	被测变量或 初始变量	修饰词	功能
	がね文里	h-n			初知又里		
Α	分析		报警	N	供选用		供选用
В	喷嘴火焰		供选用	0	供选用		节流孔
C	电导率		控制	P	压力或真空		试验点
D	密度	差比		Q	数量或件数	积分.积算	积分、积算
E	电压		检出元件	R	发射性		记录或打印
F	流量			S	速度或频率	安全	开关或联锁
G	尺度		玻璃	Т	温度		传达 (变送)
Н	手动			U	多变量		多功能
1	电流	扫描	指示	V	粘度		阀、挡板
J	功率			W	质量或力		套管
K	时间或时间程序		自动.手动操作	X	未分类		未分类
L	物位			Y	供选用		计算器
M	水分或湿度		指示灯	Z	位置		驱动器、执行
							器



#### 口仪表控制点的表示方法

- 仪表位号:
- > 将字母代号填写在圆圈上半部分,数字编号填写在圆圈下半部分;
- 首字母表示被测变量,后继字母表示仪表功能;数字编号表示仪表顺序号,可按车间或工段进行编号。

PI	
302	

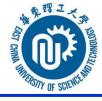




TI 302

就地安装压力 指示仪表302 集中仪表盘安装温度指示仪表302

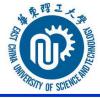
集中仪表盘后 安装流量指示 控制仪表302 集散控制系统 数据采集温度 指示仪表302



## 口仪表控制点的表示方法

#### 部分仪表功能图例

rt. At	(N =	rd. Ah	(N +
功 能	仪表	功能	仪表
温度指示	TI 402	压力指示	PI 401
温度指示(手动多点切换开关)	TI 401-1	手动指示控制系统	HIC 401
温度记录	TR 401	流量记录(检出元件为限 流孔板)	FR 401
温度记录控制系统	TRC 401	弹力安全阀	PSV 401



### 口输送设备的自控流程

#### 1. 离心泵流量调节

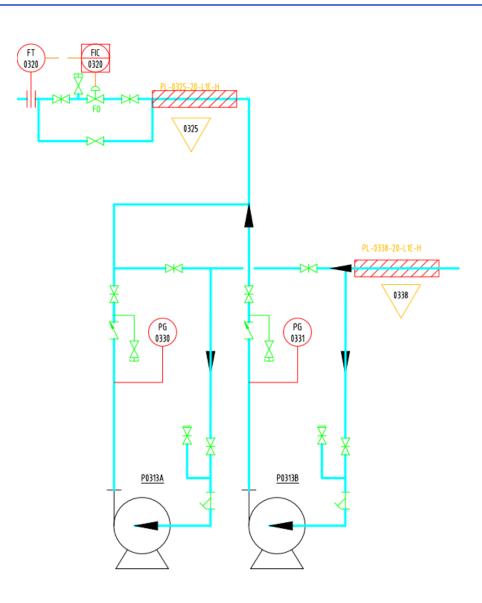
离心泵基本流程包括:入口阀、出口阀、出口阀、出口处的止回阀、出口上的止回阀、出口压力表、泵体前后设放净阀。

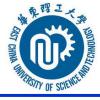
#### > 直接节流法

优点:调节阀直径小,可用

于小流量调节。

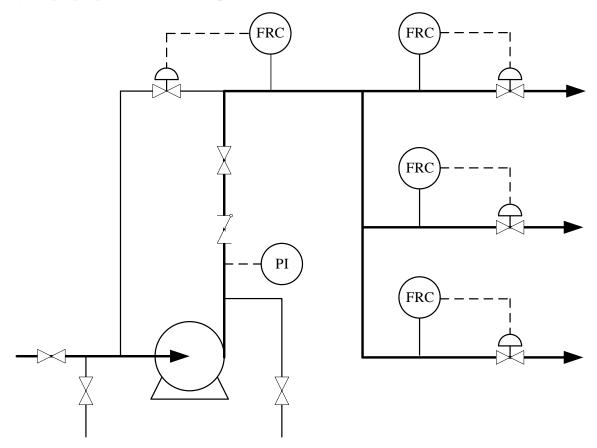
缺点: 使泵的总效率降低。

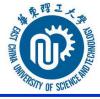




## 口输送设备的自控流程

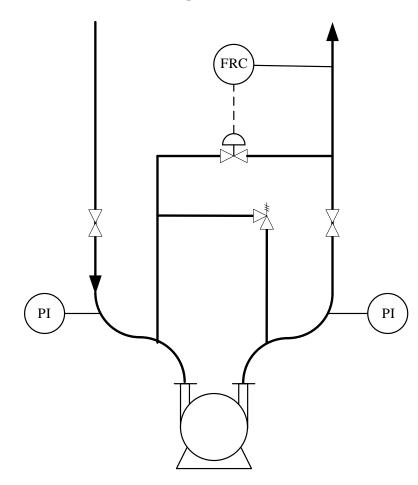
- 1. 离心泵流量调节
- > 出口多分支管路流量调节

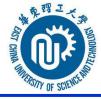




## 口输送设备的自控流程

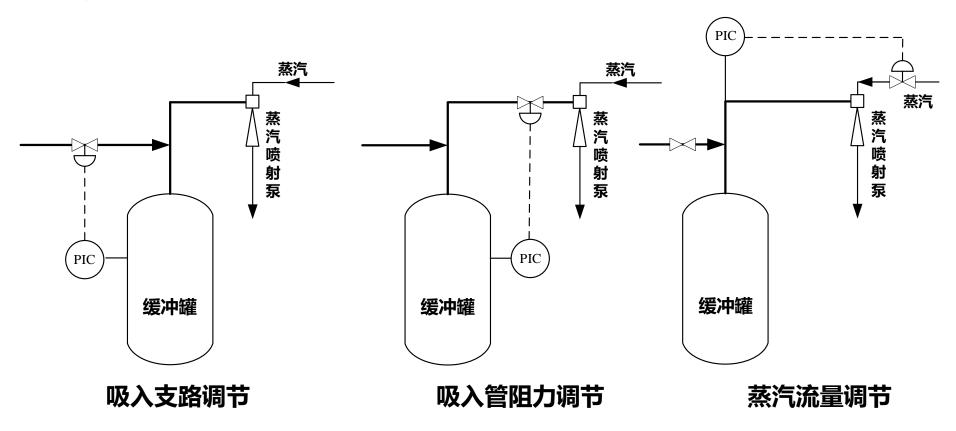
- 2. 容积泵 (往复泵、齿轮泵、螺杆泵和旋涡泵)
- > 安装禁忌:不能在出口管道 直接节流调节流量,原因是 容积泵流量减小,压力急剧 上升。
- ➢调节方法:旁路调节;改变 转速或冲程大小。

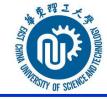




## 口输送设备的自控流程

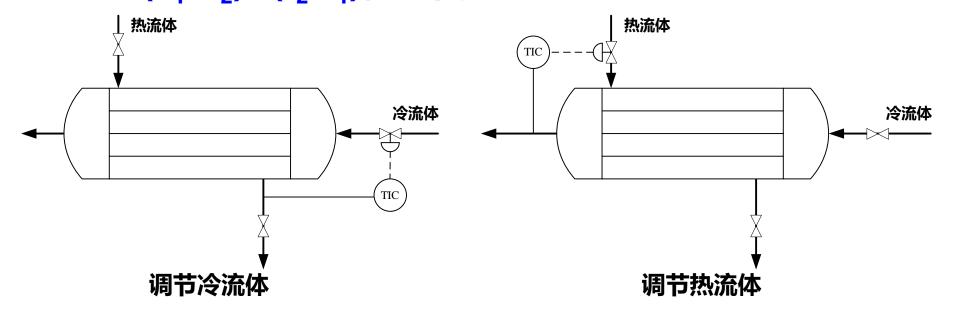
#### 3. 真空泵

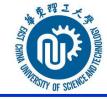




#### 口管壳式换热器自控流程

- 1. 无相变的管壳式换热器
- 方法1:通过调节流体1的流量来控制流体2的出口温度,常见于公用工程换热。
  - $> (T_1 T_2) < (t_2 t_1),$  调节冷流体流量
  - $> (T_1 T_2) > (t_2 t_1)$ ,调节热流体流量

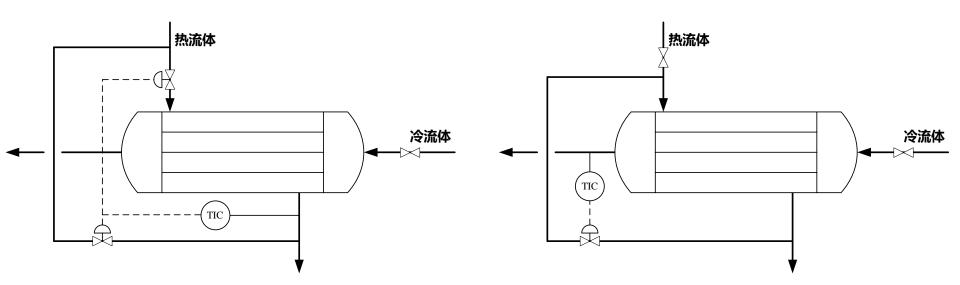




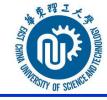
#### 口管壳式换热器自控流程

1. 无相变的管壳式换热器

方法2:冷、热流体流量均不允许改变采用分流调节,常见于工艺 流股间换热。



工艺流股间换热



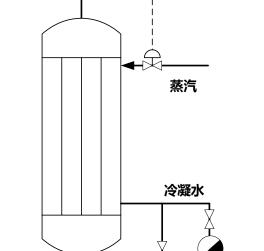
## 口管壳式换热器自控流程

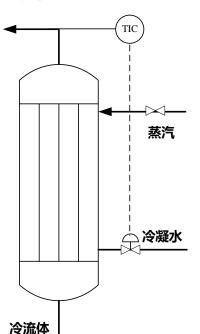
2. 有相变的管壳式换热器 (蒸汽冷凝加热器)

方法1:调节Ps,改变蒸汽冷凝温度,调节传热温差。

方法2:利用冷凝水出口阀调节换热器中的冷凝水量,调节传热面

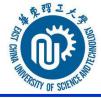
积A,设计中必须考虑留有设计裕量。





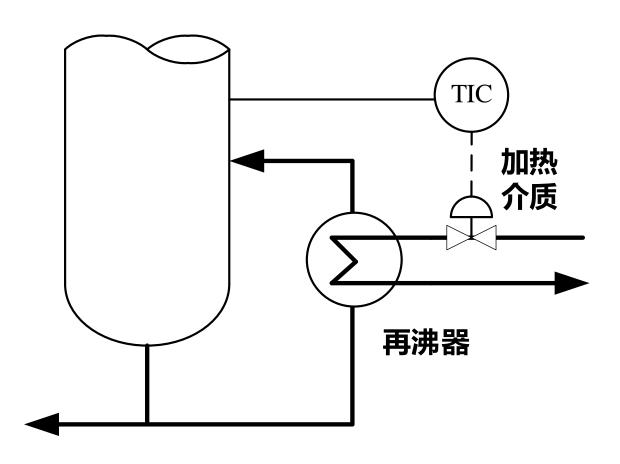
调节传热面积

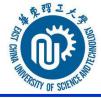
调节传热温差



## 口管壳式换热器自控流程

3. 再沸器:调节加热介质流量

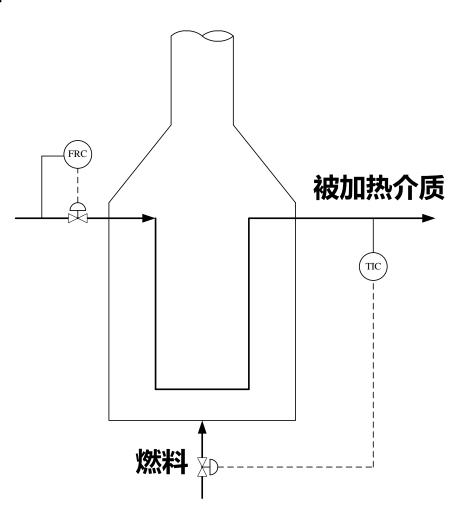


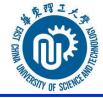


### 口管壳式换热器自控流程

#### 4. 加热炉:

- ➤出炉温度控制:根据被加热介质出炉温度调节燃料量;
- 进料流量控制:进料在炉管中产生汽化或分解时,炉管压降随气化率变化,应在进料前设流量调节器。





## 口精馏塔的自控流程

#### ● 精馏塔变量分析汇总

> 被控变量:

塔压p

塔顶温度Tp

塔底温度TB

回流罐液位LD

塔釜液位LB

> 操纵变量:

冷剂流量Q。

回流量L

加热蒸汽量Qh

塔顶产品流量D

塔底产品流量B

▶ 干扰:

主要干扰: 进料量F

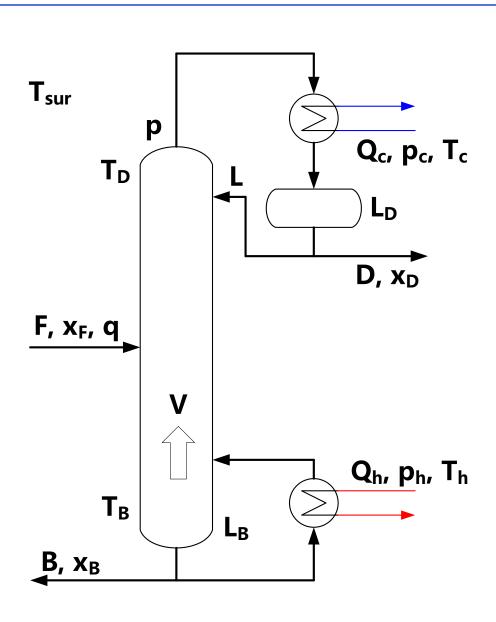
进料组成x。

进料热状态q

次要干扰:管网压力pc, ph

管网温度T<sub>c</sub>, T<sub>h</sub>

环境温度Tsur





## 口精馏塔的自控流程

1. 按精馏段指标控制 (产品在塔顶)

★ 被控变量:
 独立控制 ← 塔压p
 塔顶温度T<sub>D</sub>
 塔底温度T<sub>B</sub>
 回流罐液位L<sub>D</sub>
 塔釜液位L<sub>B</sub>

➢ 操纵变量: 冷剂流量Qc 回流量L 加热蒸汽量Qh 塔顶产品流量D 塔底产品流量B

⇒ 全凝时一般 用于控制塔压

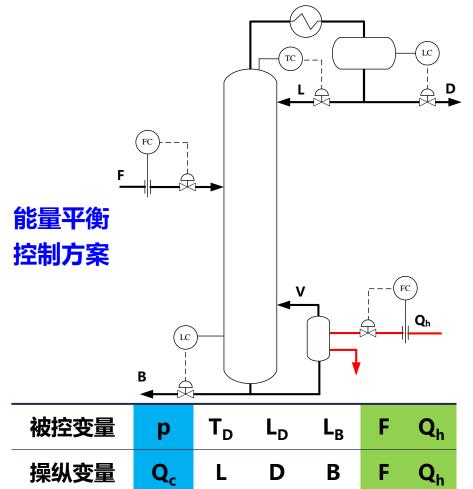
**⇒ 定值控制** 

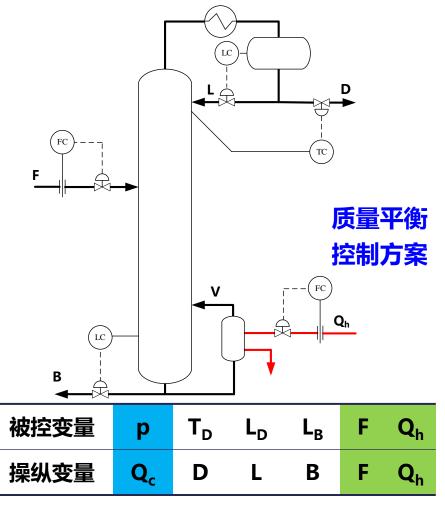
- 能量平衡控制
  - ▶ 具体方案: L控制T<sub>D</sub>、D控制L<sub>D</sub>
  - ➤ 适用场合: L/D<0.8、要求控制滞后小
- 物料平衡控制:
  - ▶ 具体方案: D控制T<sub>D</sub>、L控制L<sub>D</sub>
  - > 适用场合: D很小、L/D大、回流罐容积适中



## 口精馏塔的自控流程

#### 1. 按精馏段指标控制 (产品在塔顶)







## 口精馏塔的自控流程

2. 按提馏段指标控制 (产品在塔底)

独立控制 💳 塔压p

> 被控变量:

不管了! 〈 塔顶温度T<sub>D</sub>

塔底温度TR

回流罐液位LD

塔釜液位LR

> 操纵变量:

冷剂流量Q。

回流量L

加热蒸汽量Qh

塔顶产品流量D

塔底产品流量B

全凝时一般 用于控制塔压 **⇒ 定值控制** 

● 能量平衡控制

▶ 具体方案: Q,控制TR、B控制LR

▶ 适用场合: V/F<2.0、要求控制滞后小

物料平衡控制:

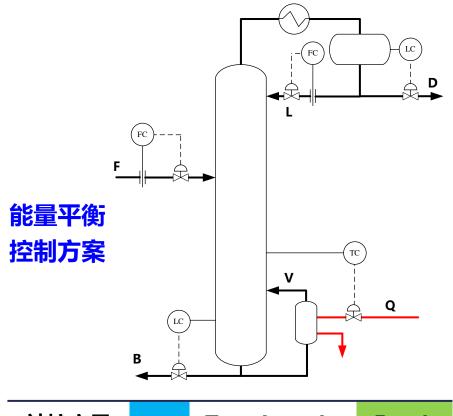
**> 具体方案: B控制T<sub>B</sub>、 Q<sub>h</sub>控制L<sub>B</sub>** 

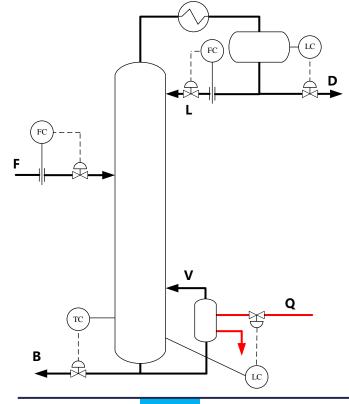
▶ 适用场合: B很小、B<0.2V</p>



# 口精馏塔的自控流程

#### 2. 按提馏段指标控制 (产品在塔底)

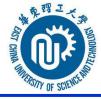




质量平衡 控制方案

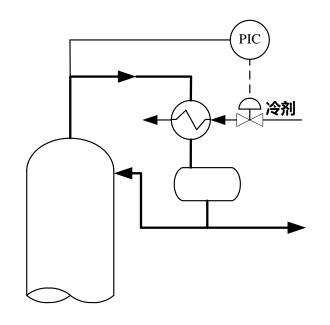
被控变量	р	T <sub>B</sub>	$\mathbf{L}_{D}$	$L_B$	F	L
操纵变量	$Q_c$	$\mathbf{Q}_{h}$	D	В	F	L

被控变量	р	$T_B$	$L_D$	$L_B$	F	L
操纵变量	$Q_c$	В	D	$Q_h$	F	L



### 口精馏塔的自控流程

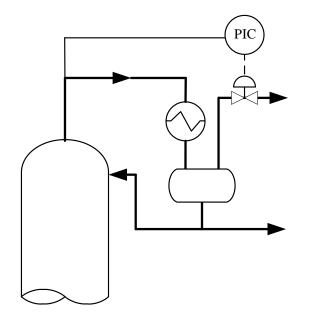
● 塔压控制 (根据塔顶产品相态)



全凝器 (液相采出)

优点:调节阀口径小,成本低

缺点:冷却功率与冷机流量非线性

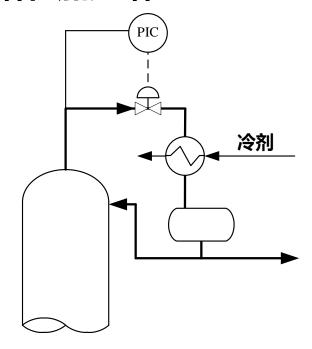


分凝器 (气相采出)



#### 口精馏塔的自控流程

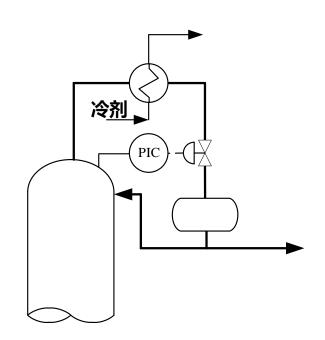
- 塔压控制 (根据塔压)
- 1. 常压塔和加压塔



气相卡脖子 (调节阀在冷凝器前)

优点:调节快捷灵敏、可调范围大

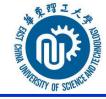
缺点: 调节阀口径大、适合小规模塔



液相卡脖子 (调节阀在冷凝器后)

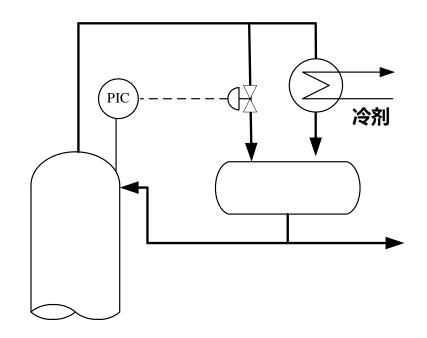
优点: 调节阀口径比气相卡脖子法小

**缺点**:不如气相卡脖子快捷、适合小规模塔



## 口精馏塔的自控流程

- 塔压控制 (根据塔压)
- 1. 加压塔 (全凝)

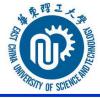


#### 热旁路法:

压力低: 旁路阀开大,回流罐压力与塔顶压力相等,冷凝液充满冷凝器,塔压上升;

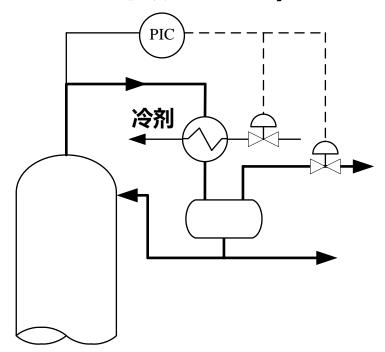
压力高:旁路阀关闭,气相全部进入冷凝器,冷凝功率增大,塔压下降。

优点:冷凝器可安装在地面;压力调节灵敏;调节阀口径小,成本低。



#### 口精馏塔的自控流程

- 塔压控制 (根据塔压)
- 1. 加压塔 (馏出物含少量不凝性气体)



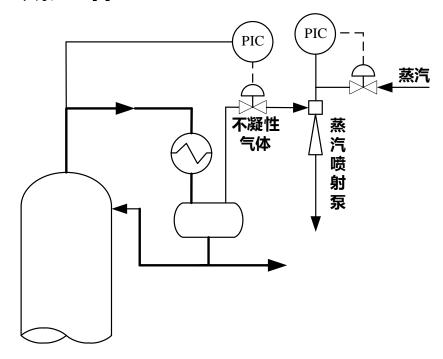
#### 分程控制:

馏出物含有少量不凝气:先用冷却介质调节控制塔压,再打开放空阀,维持塔压。

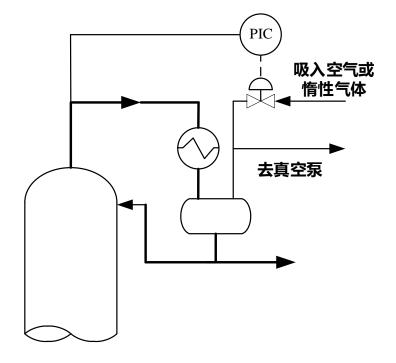


### 口精馏塔的自控流程

- 塔压控制 (根据塔压)
- 2. 减压塔

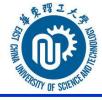






改变旁路吸入空气或惰性气体量

## 本章思考题



- 1. 化工工艺流程设计的主要任务是什么?
- 2. 化工工艺流程设计中应注意和解决哪些问题?
- 3. 反应过程和分离过程的合成应遵循哪些规则?
- 4. 试述工艺流程设计的工作步骤?
- 5. 精馏塔的基本控制方案如何?