

# 有机化工生产技术与操作（第四版）参考答案

## 项目一 化工装置的总体开车运行

### 项目考核与评价

#### 一、填空题

1. 水冲洗 空气吹扫 蒸汽吹扫 油清洗 脱脂
2. 低温 反应器 其他
3. 单机试车 中间交接 联动试车 化工投料 装置考核
4. 严密性 液压强度 气压强度
5. 碱洗除去油脂和碱溶物 酸洗除去氧化鳞皮和锈垢 水冲洗置换和漂洗 钝化保护 过程的残液处理

#### 二、选择题

1. A 2. C 3. D 4. D 5. B

#### 三、判断题

1. √ 2. √ 3. × 4. × 5. √

#### 四、简答题

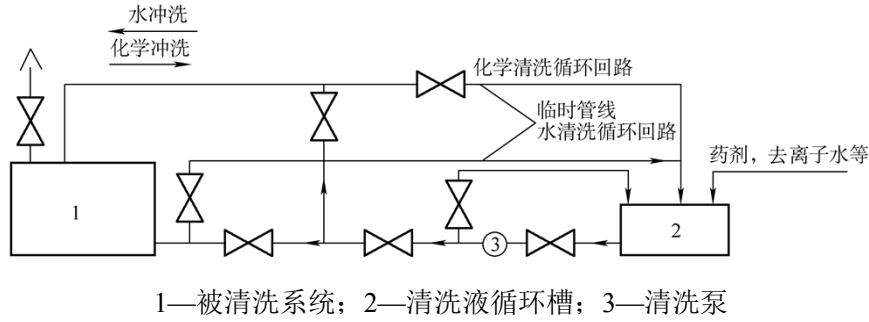
1. 答：（1）所谓“倒开车”，又称“逆式开车”，是指不按正常生产工艺流程的顺序由前向后依次开车，而是在主体生产装置投料之前，利用外进物料（或近似物料、代用料）将下游装置、单元或工序先行开车，打通后路，待上游装置中间产物进来后即可连续生产，以减少中间环节的放空损失和停滞。

（2）实行“倒开车”必须具备的两个基本条件是：第一，后续装置的设备安装进度必须提前，以使其有足够的的时间和关键工序交叉或平行作业；第二，要有外供的物料供给系统和该工序产出物料的贮运处理系统。

2. 答：吹洗的目的是通过使用空气、蒸汽、水及有关化学溶剂等流体介质的吹扫、冲洗、物理和化学反应等手段，清除施工安装过程中残留在设备和工艺管道内壁的泥沙、油脂、焊渣和锈蚀物等杂物，防止开车时堵塞管道、设备，损坏机器、阀门和仪表，沾污催化剂及化学溶液，影响产品质量和发生燃烧、爆炸事故等。

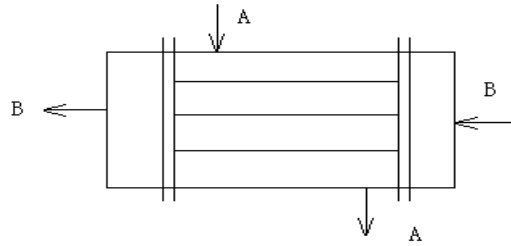
3. 答：总体试车方案就是化工装置建设中、后期围绕化工装置试车投产这一目标指挥各个方面协同作战的纲领性文件。其主要目的是组织协调各装置之间（包括上、下游装置之间，主装置和公用工程装置之间）的相互配合关系，以期安全顺利而又最经济地启动一个化工厂或大型联合装置。

#### 四、工艺流程组织

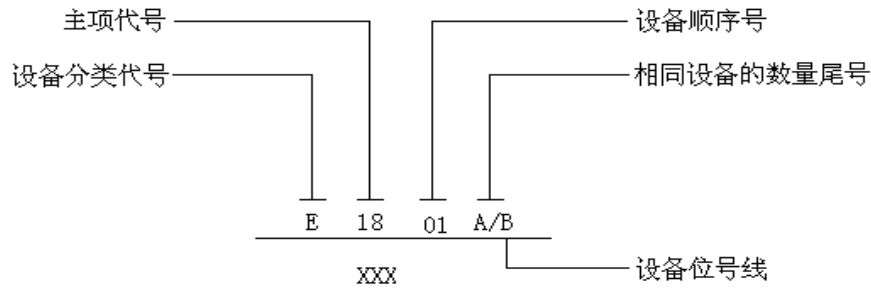


## 五、综合题

1.



2.



## 练习与实训指导

1. 答：(参照任务一) 主要有如下 4 方面的意义。

- ① 化工企业经济效益的需求。
- ② 化工生产规模化的需求。
- ③ 长周期性和复杂性的需求。
- ④ 解决重大关键问题的需求。

2. 答：化工装置总体试车的标准程序划分一般包括单机试车、中间交接、联动试车、化工投料和装置考核 5 个阶段。

3. 答：(1) 所谓“倒开车”，又称“逆式开车”，是指不按正常生产工艺流程的顺序由前向后依次开车，而是在主体生产装置投料之前，利用外进物料（或近似物料、代用料）将下游装置、单元或工序先行开车，打通后路，待上游装置中间产物进来后即可连续生产，以减少中间环节的放空损失和停滞。

(2) 采用“倒开车”方案的优点如下。

① 可以把总体试车计划网络中处于关键线路上的许多工序调整到非关键线路上来，从而有效地缩短了总体试车时间。

② 可以把新装置本身存在的大部分缺陷（这些缺陷来自设计、制造、安装、调试以及操作管理各个方面）在化工投料之前充分暴露，并加以解决。

③ 可以为操作人员提供一个比较理想的“准开车”实践机会。由于这种操作是处于非关键线路上，对于原来十分紧张的化工投料操作过程实行化整为零、化繁为简的调整，大大减轻了操作人员的心理压力，特别是对于首次进入实战状态的新工人，有利于他们尽早将书本上学来的知识转化为自己的实践经验，增强他们的操作控制能力和紧急应变能力。

④ 大大缩短了由化工投料开始到产出合格产品所需的时间，减少了化工投料阶段主要原料、燃料的消耗，因而可以取得显著的经济效益，特别是对大型化工装置尤其重要。

4. 答：水压试验前，容器和管道系统上的安全装置、压力表、液面计等附件及全部内构件均应装配齐全并经检查合格。同时应将不参与水压试验的系统、设备、仪表和管道等加盲板隔离，对于加盲板的部位应有明显的标记和记录。

5. 答：气密性试验的主要目的是检验容器和管道系统各连接部位（包括焊缝、铆接缝和可拆连接等）的密封性能，以保证容器和管道系统能在使用压力下保持严密不漏。

6. 答：酸洗与钝化作业现场必须遵循化工装置的通用安全规定，同时还需做到以下几点。

① 清洗回路（包括临时泵站和管道）。安装结束后，应进行约 1.0MPa 的水压试验（清洗用循环槽只做注水试验），以防清洗时具有强烈腐蚀性和有毒的清洗液可能造成的外漏而发生烧伤和烫伤等人身安全事故。

② 清洗回路的最高点应装有排气口，使酸洗过程中产生的二氧化碳，或因缓蚀效果不好产生的氢气，能够畅通地排出系统。

③ 钝化阶段不能在清洗液  $\text{pH} < 5.5$  的情况下向回路中注入  $\text{NaNO}_2$ ，以防  $\text{NaNO}_2$  分解为有毒的氧化氮气体。注入柠檬酸的质量必须 4 倍于可溶解 Fe 的质量，以防  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  或  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀。

④ 清洗液从回路排放时注意打开顶部放空阀，以免形成负压而损坏设备。

⑤ 整个清洗操作要注意循环槽内液位，防止清洗液循环泵抽空损坏。

⑥ 在酸洗期间严禁在现场动火、焊接，以防空气中的氢气达到危险浓度而遇火发生爆炸。

⑦ 从事化学清洗的操作人员必须佩戴必要的安全保护用品，如防护眼镜、防酸服、胶鞋及胶制手套等。

7. 答：化工装置常用的干燥方法主要有常温低露点（氮气）干燥、热氮循环干燥和溶剂循环吸收干燥 3 种。

8. 答：根据容器形状的不同，可将化工容器分为立式金属罐、卧罐、球罐、铁路罐车和汽车罐车等类型。

9. 答：在化工装置中，容器的容积检定，对保证正常的生产、公平合理的贸易、提高企业信誉和经济效益有着至关重要的作用。

10. 答：干燥而洁净的空气、氮气或其他惰性气体。

11. 答：（1）化工投料是指一套化工装置经过土建安装、单体试运、中间交接和联动试运之后，对装置投入主要原料进行试生产的过程。

（2）主要经验有以下几点。

① 良好的工程综合质量是化工投料一次成功的坚实基础。

② 操作人员的素质是投料一次成功的关键。

③ 严密有效的组织管理是投料一次成功的必要保证。

## 项目二 乙烯的生产

### 项目考核与评价

#### 一、填空题

1. 丙烯 丁二烯 芳烃

2. 乙烯

3. 烃类管式炉热裂解

4. 伴生气 天然气 石脑油 煤油 柴油 焦化汽油 氢裂化尾油

5. 高质量流速 高水压 短停留时间

#### 二、选择题

1. A 2. C 3. B 4. A 5. A

#### 三、判断题

1. √ 2. × 3. √ 4. √ 5. √

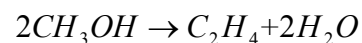
#### 四、简答题

1. 答：（1）一次反应，即由原料烃类经裂解生成乙烯和丙烯的反应。

（2）二次反应主要指一次反应生成的乙烯、丙烯等低级烯烃进一步发生反应，生成多种产物，甚至最后生成焦或炭。

（3）在生产中希望发生一次反应，因为它能提高目的产物的收率，不希望发生二次反应，并应尽量抑制二次反应的生成，因为它降低目的产物的收率，而且由于生焦、结炭会增加设备的堵塞造成事故。

2. 答：（1）用煤或天然气、煤层气等天然资源经由合成气开始，经过甲醇后生成乙烯。其中最后一步：甲醇制乙烯过程就是Methanol to Ethene，简称MTO工艺。MTO最大的风险是催化剂的寿命，进一步开展甲醇制乙烯的催化剂和工程化研究，是实现MTO工艺工业化的关键。

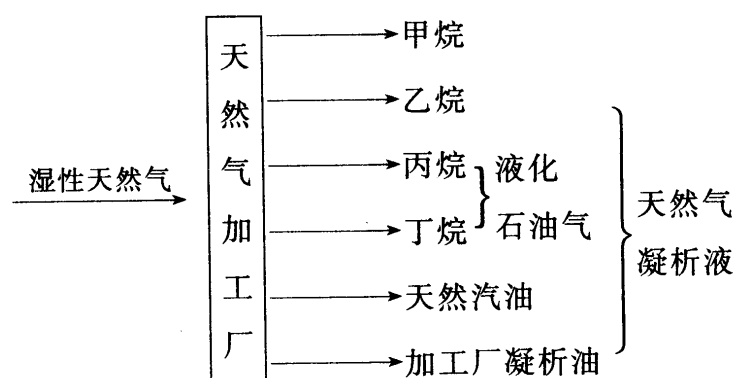


(2) 甲醇制丙烯过程就是Methanol to Propylene, 简称MTP工艺,

(3) 合成气经催化剂直接生成二甲醚(DME), 再裂解生成乙烯就是Syngas via Dimethylether to Olefin , 简称SDTO工艺。

3. 答: 乙烯是一种无色的、有窒息性的醚味或淡淡的甜味、易燃、易爆的气体。乙烯几乎不溶于水, 化学性质活泼。与空气混合能形成爆炸性混合物。乙烯产品通常以液体形态加压贮存于乙烯厂内, 贮存压力为1.9~2.5MPa, 贮存温度为-30℃左右。暴露到高浓度的乙烯中会产生麻醉作用, 长时间暴露将会失去知觉, 且可能由于窒息而导致死亡。

4. 答: 湿性天然气分离加工后, 甲烷被分离出去, 得到乙烷、液化石油气、天然汽油、加工厂凝析油, 总称为天然气凝析液(NGL)。NGL可不加分离直接用作裂解原料。



5. 答: 水蒸气作稀释剂除了降低烃分压外, 还有以下作用。

① 稳定裂解温度。水蒸气热容量较大, 当操作供热不平稳时, 它可起到稳定温度的作用, 还可以起到保护炉管防止过热的作用。

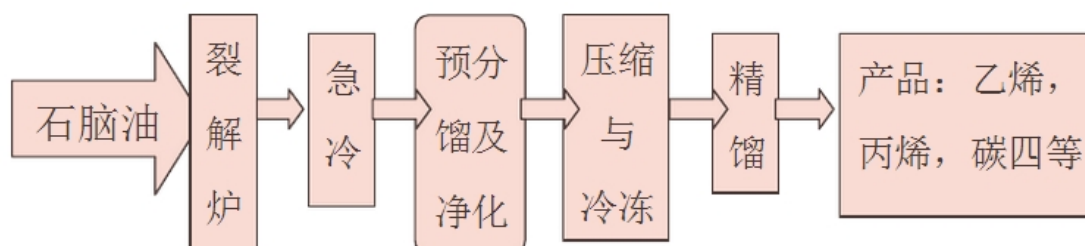
② 保护炉管。如裂解原料中含硫量稍多, 铬合金钢管在裂解温度下易被硫腐蚀。当有水蒸气存在时, 由于高温蒸汽的氧化性, 可抑制裂解原料中的硫对炉管的作用, 即使含硫量高达2%(质量分数), 炉管也无硫化现象。

③ 脱除结炭。炉管中的铁和镍能催化烃类气体的生炭反应, 水蒸气对铁和镍有氧化作用, 可抑制它们对生炭反应的催化作用, 而且水蒸气对已生成的炭有一定的脱除作用。

但加入水蒸气也带来了一些不利影响, 降低了炉管的生产能力; 如要维持生产能力, 反应管的管径、质量及炉子的热负荷都要增大, 同时加大了公用工程的消耗。因此, 水蒸气的加入量不宜过大。

## 五、画图题

1. 答:



## 六、综合题

答：平均炉出口温度控制方案如图所示。6组炉管的平均炉出口温度经TY-00平均后，就是裂解炉出口裂解气的平均温度(平均COT)。平均COT 作为炉出口温度控制器TIC-00的输入，控制器的输出作为底部燃料气流量控制器FIC-51的设定值。通过调节燃料气的进量来控制炉管出口温度。

炉出口温度控制器TIC-00是主控制器，FIC-51是副控制器。炉出口温度发生变化时，FIC-51调节燃料气流量。如果扰动较小，不会影响到炉出口温度；如果扰动很大时，影响到主控变量炉出口温度，TIC-00的输出发生变化。副控制器FIC-51将接受设定值和测量值两方面的变化。当扰动使主被控变量炉出口温度和副被控变量燃料气流量向相同方向变化时，副控制器FIC-51的输入偏差增加，FIC-51输出变化较大，燃料气控制阀开大或关小，迅速克服干扰；如果扰动使主被控变量炉出口温度和副被控变量燃料气流量向相反方向变化时，副控制器FIC-51的输入偏差变化不大，FIC-51输出变化较小也能克服干扰。

平均炉出口温度控制方案较单回路控制平稳、快速。这样可使炉出口温度波动较小，减小了对炉管材料的损害，使裂解气的裂解深度趋于稳定。

## 练习与实训指导

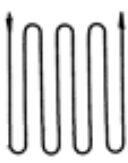
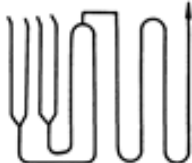
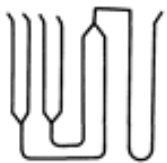
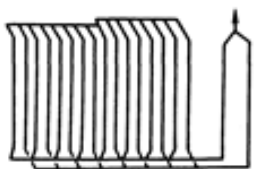
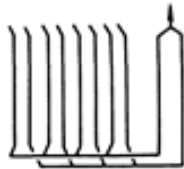
2-1.请登录国家科学技术奖励工作办公室官方网站（<http://www.nosta.gov.cn/web/index.aspx>）浏览一下国务院设立的国家科学技术奖 5 大奖项：国家最高科学技术奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科学技术进步奖、国际科学技术合作奖。找找近几年和有机化工有关的获奖奖项。

开放式习题，答案从略

2-2 陶氏化学计划开发一种生物质制乙醇的工艺，该工艺将利用非食物类的成分，如玉米植株的茎叶或木材废弃物，通过气化工艺将其生物质转化为合成气，然后采用陶氏的混合醇催化剂将合成气进一步转化为包括乙醇在内的醇类混合物。请你分析一下用该方法通过乙醇路线生产乙烯与用天然气、煤层气三步法经乙醇路线生产乙烯本质上有何不同？

提示：能源本质上，陶氏化学的是绿色循环，现有的则是使用化石能，不可再生。

2-3 炉管排布形式的发展与烃类裂解乙烯收率有何关系？

项 目	SRT-I	SRT-II	SRT-III
炉管排列			
程数	8P	6P33	4P40
管长/m	80~90	60.6	51.8
管径/mm	75~133	64 96 152	64 89 146
		1程 2程 3~6程	1程 2程 3~4程
表观停留时间/s	0.6~0.7	0.47	0.38
项 目	SRT-IV	SRT-V	SRT-VI
炉管排列			
程数	2程 (16~2)		2程 (8~2)
管长/m	21.9		约 21
管径/mm	41.6 116		>50 >100
	1程 2程		1程 2程
表观停留时间/s	0.21~0.3		0.2~0.3

裂解炉设计的改进一直未中断。为了提高裂解温度并缩短停留时间，改进辐射段炉管的排布形式、管径结构、炉管材质都是有效的手段。发展中相继出现了多程等管径、分支变管径、双程分支变管径等不同结构的辐射盘管。材质由过去采用主要成分为含镍 20%、铬 25% 的 HK-40 合金钢（耐 1050℃ 高温），以后改用的含镍 35%、铬 25% 的 HP-40 合金钢（耐 1100℃ 高温）。到陶瓷炉乙烯生产技术实现工业化。陶瓷炉将是裂解炉技术发展的一个飞跃，可超高温裂解，大大提高裂解苛刻度，且不易结焦。采用陶瓷炉，乙烷制乙烯转化率可达 90%，而传统炉管仅为 65%~70%。

2-4 了解一下工信部发布的《石化和化学工业发展规划((2016-2020 年))》的具体内容，看看哪些条目已经由规划变成现实。

答：相关文件官方网址

[https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/201706/t20170622\\_1196825.html?code=&state=123](https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/201706/t20170622_1196825.html?code=&state=123)

开放式习题，答案从略

2-5 根据图 2-16，用自己的话描述一下该工艺流程。

开放式习题，答案从略，提示：注意图 2-16 的深冷分离流程，是哪一种形式。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/388052130027006053>