



附件 2: 第八届全国大学生化工安全设计大赛题目

## 第八届全国大学生化工安全设计大赛题目

完成化工生产装置的工程设计及安全评价。

### 一、选题要求

#### 1. 总要求

比赛作品应遵守国家现行法律、法规、政策、标准和技术规范，所有数据必须有据可依，项目方案以最终可安全、高效、经济、环境友好地实施为目的。

#### 2. 目标产品

目标产品应为国家有重大需求的化学品。

#### 3. 工艺流程

工艺流程应包括化学反应、混合物分离、能量交换、流体输送和物料贮存等基本单元。

计算基准：每年330个工作日，连续生产。

#### 4. 产量

以生产大宗化学品为原则，综合考虑产品的社会需求、原料供应、投资规模等因素确定装置的产量。



## 5. 质量

生产过程所使用的所有原料、辅料、催化剂及所制得的产品，其质量均应符合国家相关标准。

## 6. 环境保护

满足国家相关标准。

## 二、作品载体

### 1. 初赛作品

提交电子版一式一份。

电子版格式：文本文件采用 PDF，工程图采用 AutoCAD。

### 2. 决赛作品

提交电子版一式一份，纸版一式一份。

电子版格式：文本文件采用 PDF，工程图采用 AutoCAD。

纸版格式：文本文件以 A4 纸黑白双面打印，纸质封面简装，禁用塑料封面或精装；工程图按实际图幅提交蓝图，折叠至 A4 幅面。

电子版与纸版作品应完全一致。

## 三、工程设计内容

- (1) 工艺设计说明书；
- (2) 带控制点的工艺流程图（PID）；



- (3) 物料与能量衡算;
- (4) 分类设备清单;
- (5) 设备平面布置图;
- (6) 操作规程。

设计文件格式及深度可参考附录1，工程图样应满足制图类国家相关标准。

#### 四、安全评价内容

对工艺和装置按“AQ 8002-2007 安全预评价导则”进行安全预评价，提交《安全预评价报告》。

《安全预评价报告》应包括以下基本内容:

- (1) 结合评价对象的特点，阐述编制安全预评价报告的目的。
- (2) 列出有关的法律法规、标准、行政规章、规范、评价对象被批准设立的相关文件及其他有关参考资料等安全预评价依据。
- (3) 介绍评价对象的选址、总图及平面布置、水文情况、地质条件、生产规模、工艺流程、功能分布、主要设施、设备、装置、主要原材料、产品(中间产品)、经济技术指标、公用工程及辅助设施、人流、物流等概况。
- (4) 列出辨识与分析危险、有害因素的依据，阐述辨识



与分析危险、有害因素的过程。

- (5) 阐述划分评价单元的原则、分析过程等。
- (6) 列出选定的评价方法，并做简单介绍。阐述选定此方法的原因。详细列出定性、定量评价过程。明确重大危险源的分布、监控情况以及预防事故扩大的应急预案的建立内容。给出相关的评价结果，并对得出的评价结果进行分析。
- (7) 列出安全对策措施建议的依据、原则、内容。
- (8) 做出评价结论。结论中应简要列出主要危险、有害因素评价结果，指出评价对象应重点防范的重大危险有害因素，明确应重视的安全对策措施建议，明确评价对象潜在的危险、有害因素在采取安全对策措施后，能否得到控制以及受控的程度如何。给出评价对象从安全生产角度是否符合国家有关法律法规、标准、规章、规范的要求。

《安全预评价报告》的格式应符合“AQ 8001-2007 安全评价通则”中规定的要求。

安全预评价参考文献见附录 2。

## 五、其他说明

不按本题目要求的作品视为形式审查不合格，超出本题目要求的内容酌情扣分。

本比赛坚决杜绝学术不端行为，以正学风。对于剽窃、



抄袭、一份作品参加多项比赛等现象，一经发现，即取消该队伍的参赛资格，并通报其所在学校处理。

第八届全国大学生化工安全设计大赛竞赛委员会

二 二一年五月



# 附录 1

## 30 万吨/年气体分离装置

### 一、装置概况

装置原料系催化裂化装置所产的并经脱 $H_2S$ 、硫醇后的液化气，装置公称设计规模 30 万吨/年，年开工 8400 小时，操作弹性为 60~120%，占地  $99 \times 29 = 2871m^2$ （除管廊外），共 用 管 廊 占 地  $99 \times 10 = 990m^2$ 。主要产品是纯度 $\geq 99.6\%$ （mol）的精丙烯，副产品有丙烷馏分、碳四馏分和燃料气。装置按三塔流程设计，即脱丙烷塔、脱乙烷塔和丙烯塔，其中丙烯塔板数较多（200 层），为两塔串联。装置采用集散型控制系统（DCS），配电间布置在联合装置配电间内。

### 二、工艺流程简述

本装置工艺过程分为脱丙烷部分、脱乙烷部分和精丙烯部分。

脱硫后的液化石油气进入本装置，经凝聚脱水器脱除游离水后进入脱丙烷塔进料罐（D001），液化气经脱丙烷塔进料泵（P001）从脱丙烷塔进料罐抽出，经原料-碳四换热器（E008）换热后再经脱丙烷塔进料加热器（E001）加热，以泡点状态进入脱丙烷塔（C001）第 34 层塔板。E001 热源为本装置回收的凝结水。

脱丙烷塔采用了 69 层 ADV 高效浮阀塔盘，压力控制在 1.9MPa（G）。塔顶的 C2、C3 馏分经脱丙烷塔顶冷凝器（E012）冷凝冷却后，进入脱丙烷塔回流罐（D002）。冷凝液一部分用脱丙烷塔回流泵（P002）抽出作为脱丙烷塔（C001）回流，另一部分用脱乙烷塔进料泵（P003）加压后作为脱乙烷塔（C002）进料。塔底物料碳四馏分经与原料换热后，用碳四冷却器（E009）冷却至 40℃后送至气体分馏装置。脱丙烷塔重沸器（E-002）的热源为 0.45MPa 蒸汽。

脱乙烷塔采用了 57 层 ADV 高效浮阀塔盘，压力控制在 2.9MPa（G）。塔顶碳二、碳三气体经脱乙烷塔顶冷凝器（E005）部分冷凝后，进入脱乙烷塔回流罐（D003），未冷凝的气体主要是乙烷和部分丙烯、丙烷，由回流罐上部经压控阀放至高压瓦斯管网。冷凝液用脱乙烷塔回流泵（P004）送回脱乙烷塔顶全部作为回流。脱乙烷塔底物料自压至精丙烯塔 1（C003）第 59 层塔板，作为精丙烯塔进料。脱乙烷塔重沸器（E003）热源为来自催化裂化



## 第八届全国大学生化工安全设计大赛

装置的 103°C 热水。

丙烯塔分为两塔串联操作。丙烯塔 1 (C-003) 塔底丙烷馏分经丙烷冷却器 (E007) 冷却至 40°C 后, 用丙烷馏分泵 (P005) 抽出送至罐区。塔顶气体进入丙烯塔 2 (C004) 底部, 丙烯塔 2 底部液体由丙烯塔中间泵 (P007) 送回丙烯塔 1 顶部作为回流。丙烯塔 2 顶气体经丙烯塔塔顶冷凝器 (E013) 冷凝冷却后, 进入丙烯塔回流罐 (D004), 冷凝液用丙烯塔回流泵 (P006) 从丙烯塔回流罐抽出一部分送回丙烯塔 2 顶部作为回流, 另一部分经丙烷冷却器 (E006) 冷却至 40°C 后用丙烯产品泵 (P008) 送至罐区。丙烯塔 1 重沸器 (E004) 热源采用来自催化裂化装置的 103°C 热水。

装置设停工线, 当装置停工时, 用泵 P005 将系统内物料抽出送至罐区。不合格产品也通过此线送至罐区。装置公用工程管线自系统引进。

### 三、主要工艺过程操作条件

分馏塔工艺操作条件

项目	操作温度/°C				操作压力/MPa (G)			回流比
	进料	塔顶	塔底	回流罐	塔顶	塔底	回流罐	
脱丙烷塔	76.3	48.8	107.3	45.7	1.9	1.95	1.85	3.3
脱乙烷塔	45.7	50.6	70.2	40.9	2.9	2.95	2.85	62.6
丙烯塔 1	70.2	50.1	58.9		1.96	2.02		
丙烯塔 2		48.3	50.1	46.1	1.90	1.96	1.85	18.9

### 四、生产控制

设计范围为气体分馏装置界区内的全部现场控制仪表。DCS 系统监控操作站控制系统另立单元设计。本装置采用以计算机技术为基础的分散控制系统 (下称 DCS)。对全装置进行实时控制、实时显示报警、并生成各种生产和管理用的记录和报表。

#### 1) 分馏塔压力控制

分馏塔压力恒定与否, 对塔的平稳操作有很大影响, 只有在压力稳定的条件下, 才能保证分馏塔的产品质量。本装置分馏塔均设有塔顶压力控制, 其中脱丙烷塔、丙烯塔采用热旁路控制, 增大或降低塔顶气相冷凝量, 达到稳定塔顶压力的目的。当脱丙烷塔压力过高时, 还可进一步通过不凝气的排放来降低压力。本次设计方案中, 采用双调节阀控制, 在操作和安装上都更加灵活。脱乙烷塔顶的不凝气较多, 直接通过排放不凝气控制塔顶压力。



## 第八届全国大学生化工安全设计大赛

### 2) 物料平衡

本装置各工序间采用循向物料平衡控制，即下游随上游的物料的波动而及时变化，从而使进出装置的物料达到总体平衡。为消除上下游物料波动的干扰，采用液位—流量串联均匀控制方案。

### 3) 热量平衡

为保持塔的热量平衡，对加热蒸汽量和塔顶冷回流量进行流量控制，考虑到原料变化的影响，一般构成塔底温度—加热蒸汽量、塔顶回流罐液位—顶回流量串联调节方式。

### 4) 装置自动化控制水平

为保证生产装置平稳运行、安全生产、降低能耗，提高产品收率、产品质量和操作水平，本装置采用集散型控制系统（DCS）实现对装置生产的监视和控制，以实现全装置的监视控制和自动保护。DCS 应适应工厂集中管理的要求及与上层工厂管理网络连接的可能性。

## 五、物料组成

### 1) 原料组成

组 分	组成 (wt%)
$C_2H_4$	0.04
$C_2H_6$	0.46
$C_3H_6$	34.02
$C_3H_8$	7.87
$iC_4H_{10}$	19.06
$iC_4H_8$	12.89
$C_4H_{8-1}$	5.93
$nC_4H_{10}$	4.07
$tC_4H_8$	8.36
$cC_4H_8$	7.26
$C_5H_{12}$	0.04
$H_2O$	0.0
$H_2S$	
合计	100.00





第八届全国大学生化工安全设计大赛

2) 丙烯产品组成

组 分	组成 (mol%)
$C_2H_6$	0.02
$C_3H_6$	99.62
$C_3H_8$	0.36
合计	100.00

3) 丙烷馏分产品组成

组 分	组成 (mol%)
$C_3H_6$	3.93
$C_3H_8$	96.00
$iC_4H_{10}$	0.04
$iC_4H_8$	0.03
合计	100.00

4) 碳四馏分产品组成

组 分	组成 (mol%)
$C_3H_6$	0.07
$C_3H_8$	0.08
$iC_4H_{10}$	32.34
$iC_4H_8$	22.66
$C_4H_{8-1}$	10.43
$tC_4H_8$	14.70
$nC_4H_{10}$	6.91
$cC_4H_8$	12.76
$C_5H_{12}$	0.05
合计	100.00



第八届全国大学生化工安全设计大赛

5) 燃料气产品组成

组 分	组成 (mol%)
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	4.67
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	49.61
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42.24
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	3.48
合计	100.00

六、公用工程（水、电、汽、风等）指标

项 目	规 格	来 源
低压电	380V (-5%~10%)	变电所
1.0MPa 蒸汽	压力 (1.0±0.02) MPa, 温度 ≤230℃	蒸汽管网
0.45MPa 蒸汽	压力 (0.45±0.02) MPa, 温度 ≤140℃	蒸汽管网
循环水	压力 ≤0.40MPa, 温度 ≥28℃	循环水场
净化风	≤0.7MPa	净化风管网
非净化风	≤0.7MPa	非净化风管网
4.0MPa 氮气	≤3.8MPa	氮气管网
0.85MPa 氮气	≤0.80MPa	氮气管网

七、主要操作条件

项 目	单 位	脱丙烷塔	脱乙烷塔	丙烯塔 1	丙烯塔 2
塔顶压力	MPa (g)	1.90	2.90	1.96	1.90
塔顶温度	℃	48.8	50.6	50.1	48.3
塔底压力	MPa (g)	1.95	2.95	2.02	1.96
塔底温度	℃	107.3	70.2	58.9	50.1
回流比	%	3.3	105		18.9



第八届全国大学生化工安全设计大赛

八、物料消耗

1) 原材料、公用工程消耗

序号	指标名称	单位	数量	备注
一	主要原料			
1	催化液化气	万吨/年	30.0	
二	主要产品和副产品			
1	丙烯产品	万吨/年	9.98	
2	丙烷馏分	万吨/年	2.39	
3	碳四馏分	万吨/年	17.30	
4	燃料气	万吨/年	0.33	
三	消耗指标			
1	液化气	万吨/年	30.0	
2	催化热水	t/h	466	
3	循环水	t/h	2984	
4	电	kW	519	
5	0.45MPa 蒸汽	t/h	18.8	
6	氮气	Nm <sup>3</sup> /h	600	
7	仪表空气	Nm <sup>3</sup> /h	120	
8	非净化风	Nm <sup>3</sup> /h	600	
四	装置占地面积	公顷	0.6448	
五	三废排放量			
1	废气			
2	废水	t/次	2.0	
3	废渣			



第八届全国大学生化工安全设计大赛

2) 耗水量

序号	使用地点或用途	排水 (t/h)		
		给水 (t/h)	循环冷水 33℃	循环热水 41℃
1	脱丙烷塔顶冷凝器 (E012)	566	566	
2	脱乙烷塔顶冷凝器 (E005)	241	241	
3	丙烯塔顶冷凝器 (E013)	2061	2061	
4	凝结水蒸汽冷凝器 (E011)	39	39	
5	丙烷冷却器 (E007)	5.5	5.5	
6	丙烯产品冷却器 (E006)	8.2	8.2	
7	碳四馏分冷却器 (E009)	48	48	
8	机泵冷却	13	13	2.0
	合计	2982	2982	2.0



第八届全国大学生化工安全设计大赛

3) 耗电量

序号	使用地点 或用途	电压 (V)	设备台数 (台)		设备容量 (kW)		轴功率时 数 (kW)	年工作 时数 (h)	年用电 量 (万度)
			操 作	备 用	操 作	备 用			
1	脱丙烷塔进料泵 (P001)	380	1	1	132	132	74	8400	62.16
2	脱丙烷塔回流泵 (P002)	380	1	1	75	75	40	8400	33.6
3	脱乙烷塔进料泵 (P003)	380	1	1	75	75	35	8400	29.4
4	脱乙烷塔回流泵 (P004)	380	1	1	37	37	19	8400	15.96
5	丙烷馏分泵 (P005)	380	1	1	5.5	5.5	2	8400	1.68
6	丙烯塔回流泵 (P006)	6000	1	1	250	250	150	8400	126
7	丙烯塔中间泵 (P007)	6000	1	1	250	250	150	8400	126
8	丙烯产品泵 (P008)	380	1	1	30	30	15	8400	12.6
9	凝结水回收泵 (P009)	380	1	1	15	15	9	8400	7.56
10	仪表用电	380					10	8400	8.4
11	照明用电	220					15	4200	6.30
	合计						519		429.66

4) 蒸汽耗量

序号	使用地点或用途	蒸汽用量 t/h		回收凝结水 t/h	
		0.9MPa (g)	0.45MPa (g)	0.9MPa (g)	0.45MPa (g)
1	脱丙烷塔重沸器 (E002)		9.3		9.3
	吹扫、消防	4.0			
	合计	4.0	9.3		9.3



## 九、装置物料平衡表

序号	名称	kg/h	t/d	10 <sup>4</sup> t/a
一	原料			
1	液化石油气	35720	857.28	30.00
	合计	35720	857.28	30.00
二	产品			
1	精丙烯	11887.40	285.30	9.98
2	丙烷	2846.12	68.31	2.39
3	混合碳四	20598.78	494.37	17.30
4	燃料气	387.70	9.30	0.33
	合计	35720	857.28	30.00

## 十、主要设备参数

### 1. 概述

#### 1) 塔类

本装置共设 4 台板式塔。

##### ①脱丙烷塔

板式塔，塔内共设 69 层塔盘。精馏段、提馏段直径均为  $\phi 2400$ ，塔板间距为 500mm。塔盘采用高效浮阀塔盘。精馏段共设 31 层，提馏段共设 38 层。

##### ②脱乙烷塔

板式塔，塔内共设 57 层塔盘。精馏段直径为  $\phi 1600$ ，进料口以上共 17 层，塔板间距为 450mm；提馏段直径为  $\phi 1800$ ，共 40 层塔盘，塔板间距为 450mm。塔盘采用高效浮阀塔盘。

##### ③丙烯塔（1）

板式塔，塔内共设 100 层塔盘。直径为  $\phi 4000$ ，精馏段进料口以上共 33 层，塔板间距为 450mm，提馏段 67 层塔盘，塔板间距为 450mm。

##### ④丙烯塔（2）

板式塔，塔内共设 100 层塔盘。本塔全部为丙烯塔精馏段，直径为  $\phi 4000$ ，塔板间距为 450mm。塔盘采用高效浮阀塔盘。

#### 2) 容器类



## 第八届全国大学生化工安全设计大赛

---

装置共需立式容器 4 台，卧式容器 5 台。

### 3) 冷换设备

装置共有换热器 24 台。其中重沸器采用 T 型翅片管重沸器，部分换热器采用波纹管换热器。

### 4) 机泵

装置共需泵 18 台。

由于气体分馏装置液化气原料已经过双脱装置，含硫量很低，因此设备材质基本为碳钢。

塔板采用高效的 ADV 浮阀塔板，该塔板通量大效率高，已在多套气体分馏装置中使用，效果良好。塔底重沸器采用 T 型槽管，冷凝器采用外螺纹管，以提高传热系数，减小设备尺寸。



## 2. 塔数据

### 1) 脱丙烷塔

设备位号	C001	设备名称	脱丙烷塔
需要台数	1	设备规格	
工艺操作数据			
名称（或塔板数）	1~38	36~69	单位
物料名称	液化气		
操作温度 最高/正常/最低	顶 48.8/底 107.3		°C
操作压力 最高/正常/最低	2.05/1.90		MPa (g)
液相 流率	105000	50500	kg/h
密度（操作温度下）	462	459	kg/m <sup>3</sup>
粘度	0.07	0.07	mPa.s
表面张力			dyne/cm
气相 流率	83000	65500	kg/h
分子量	55	45	
密度（操作温度下）	44	44.8	kg/m <sup>3</sup>
塔盘数据结构			
壳体直径（内径）	2400	2400	mm
塔板形式	ADV 高效浮阀塔盘	ADV 高效浮阀塔盘	
塔截面开孔率	11.20%	9.50%	%
塔板间距	500/700	450/700	mm
溢流程数	双液流	双液流	
降液管总面积百分数	25%	15%	%
备注：水力学计算由塔盘供应商负责			
该塔要承受蒸汽吹扫条件：压力 1.0MPa (g)， 温度：250°C（过热），183（饱和）。			





第八届全国大学生化工安全设计大赛

2) 脱乙烷塔

设备位号	C002	设备名称	脱乙烷塔
设备台数	1	设备规格	Φ1800 (1600) ×33200
工艺操作数据			
名称 (或塔板数)	1~40	41~57	单位
物料名称	C2, C3 馏分		
操作温度 最高/正常/最低	顶 50.6/底 70.2		°C
操作压力 最高/正常/最低	3.05/2.9		MPa (g)
最高/最低 (真空或负压)			MPa (abs)
液相 流率	53000	29000	kg/h
密度 (操作温度下)	425	450	kg/m <sup>3</sup>
粘度	0.07	0.07	mPa.s
表面张力	4	3	dyne/cm
气相 流率	37500	32000	kg/h
分子量	37	37	
密度 (操作温度下)	64	64	kg/m <sup>3</sup>
塔盘数据结构			
壳体直径 (内径)	1800	1600	mm
塔板形式	ADV 浮阀塔盘	ADV 浮阀塔盘	
塔截面开孔率	8.20%	7.50%	%
塔板间距	450/700	450/700	mm
溢流程数	单液流	单液流	
降液管总面积百分数	25%	15%	%
备注: 水力学计算由塔盘供应商负责			
该塔要承受蒸汽吹扫条件: 压力 1.0MPa (g), 温度: 250°C (过热), 183°C (饱和)。			



第八届全国大学生化工安全设计大赛

3) 丙烯塔 (1)

设备位号	C003	设备名称	丙烯 (1) 塔
设备台数	1	设备规格	Φ4000×52000 (切)
工艺操作数据			
名称 (或塔板数)	1~67	68~100	单位
物料名称	C3 馏分		
操作温度 最高/正常/最低	顶 50.1/底 58.9		°C
操作压力 最高/正常/最低	2.18/1.96		MPa (g)
最高/最低 (真空或负压)			MPa (abs)
液相 流率	250000	250000	kg/h
密度 (操作温度下)	410	410	kg/m <sup>3</sup>
粘度	0.07	0.07	mPa.s
表面张力	3.2	3.2	dyne/cm
气相 流率	25000	25000	kg/h
分子量	42	42	
密度 (操作温度下)	45	45	kg/m <sup>3</sup>
塔盘数据结构			
壳体直径 (内径)	4000	4000	mm
塔板形式	ADV 高效浮阀塔盘	ADV 高效浮阀塔盘	
塔截面开孔率	12.50%	12.50%	%
塔板间距	450/700	450/700	mm
溢流程数	双液流	双液流	
降液管总面积百分数	25%	25%	%
备注: 水力学计算由塔盘供应商负责			
该塔要承受蒸汽吹扫条件: 压力 1.0MPa (g), 温度: 250°C (过热), 183°C (饱和)。			



第八届全国大学生化工安全设计大赛

4) 丙烯塔 (2)

设备位号	C004	设备名称	丙烯 (2) 塔
设备台数	1	设备规格	Φ4000×53300 (切)
工艺操作数据			
名称 (或塔板数)	1~100	1~100	单位
物料名称	C3 馏分		
操作温度 最高/正常/最低	顶 50.1/底 58.9		°C
操作压力 最高/正常/最低	2.18/1.96		MPa (g)
液相 流率	225000	225000	kg/h
密度 (操作温度下)	410	420	kg/m <sup>3</sup>
粘度	0.07	0.07	MPa.s
表面张力	3.2	3.2	dyne/cm
气相 流率	25000	25000	kg/h
分子量	42	42	
密度 (操作温度下)	45	45	kg/m <sup>3</sup>
塔盘数据结构			
壳体直径 (内径)	4000	4000	mm
塔板形式	ADV 高效浮阀塔盘	ADV 高效浮阀塔盘	
塔截面开孔率	12.50%	12.50%	%
塔板间距	450/700	450/700	mm
溢流程数	双液流	双液流	
降液管总面积百分数	25%	25%	%
备注: 水力学计算由塔盘供应商负责			
该塔要承受蒸汽吹扫条件: 压力 1.0MPa (g), 温度: 250°C (过热), 183°C (饱和)。			



“道达尔杯”第五届全国大学生化工安全设计大赛

### 3. 设备一览表

#### 1) 塔类设备一览表

序号	位号	设备名称	主要规格	主要介质	操作条件		设计条件		单重 吨
					温度 °C	压力 MPa(g)	温度 °C	压力 MPa(g)	
1	C001	脱丙烷塔	φ2400×39980 (切线距) 内设 69 层 ADV 塔盘	液化气	107.3	1.95	130	2.31	80.68 塔内件: 21.83
2	C002	脱乙烷塔	φ1600/1800×33250 (切线距) 内设 57 层 ADV 塔盘	碳二、碳三	70.2	2.95	90	3.41	56.32 塔内件: 8.24
3	C003	丙烯塔 (1)	φ4000×52080 (切线距) 内设 100 层 ADV 塔盘	碳三	58.9	2.02	80	2.4	238.4 塔内件: 48.73
4	C004	丙烯塔 (2)	φ4000×53380 (切线距) 内设 100 层 ADV 塔盘	碳三	80	2.4	80	2.4	236.3 塔内件: 48.31

注: 材质均为塔壁 16MnR、塔盘 Q235-B;



“道达尔杯”第五届全国大学生化工安全设计大赛

2) 管壳式换热器一览表

序号	位号	设备名称	主要规格	管程介质	壳程介质	板间距
1	E001	脱丙烷塔进料加热器	AES400-4.0-30-6/25-4IB	凝结水	液化气	300mm
2	E002	脱丙烷塔底重沸器	TBJS1100-2.5-335-6/25-2	蒸汽	碳四	480
3	E003	脱乙烷塔底重沸器	TBJS600-2.6/3.25-90-6/25-2	蒸汽	碳三	550
4	E004AB	丙烯塔底重沸器	TBJS1500-1.78/2.2-775-6/19-6	热水	碳三	570
5	E005 AB	脱乙烷塔顶冷凝器	BJS1200-4.0-490-6/19-4IB	循环水	碳二、碳三	600
6	E006	丙烯产品冷却器	BES500-4.0-55-6/25-4IB	循环水	丙烯	300
7	E007	丙烷冷却器	AES400-2.5-30-6/25-4IB	循环水	丙烷	200
8	E008	原料-碳四换热器	BES700-4.0-100-6/25-6IB	碳四	凝结水	300
9	E009AB	碳四馏分冷却器	BES600-2.5-85-6/25-4IB	液化气	蒸汽	300 串联
10	E010	热水加热器	BIU1100-2.5-335-6/25-2I	碳四	蒸汽	550/600
11	E011	凝结水蒸汽冷凝器	BJS500-1.6-55-6/25-4IB	碳三	热水	600
12	E012AB	脱丙烷塔顶冷凝器	BJS1700-2.5-840-6/25-4IB	碳三	循环水	600 串联
13	E013A-H	丙烯塔顶冷凝器	BJS1600-2.5-720-6/25-4IB	碳二/碳三	循环水	600 两串四并



“道达尔杯”第五届全国大学生化工安全设计大赛

3) 容器类设备

序号	位号	设备名称	主要规格	主要介质	操作条件		设计条件		材料	单重 吨	备注
					温度 ℃	压力 MPa (g)	温度 ℃	压力 MPa (g)			
1	D001	脱丙烷塔进料罐	φ3200×9080 底部带分水包	液化气	40	1.2	60	1.79	16MnR	25	二类
2	D002	脱丙烷塔回流罐	φ2600×8080 底部带分水包	液化气	45.7	1.85	66	2.32	16MnR	19.751	二类
3	D003	脱乙烷塔回流罐	φ2400×6080 底部带分水包	碳二、碳三	40	2.85	60	3.42	16MnR	15.71	二类
4	D004	丙烯塔回流罐	φ3600×10080 (切线距)	丙烯	46.1	1.85	66	2.32	16MnR	36.5	二类
5	D005	凝聚脱水器 AB	150JFL-1500/16	液化气	40	1.6					
6	D006	凝结水回收罐	φ1200×6050 (切线距)	凝结水	132	0.2	172	0.67	20R	2.389	一类
7	D007	1.0MPa 蒸汽分水罐	φ700X900 (切)	蒸汽	250	1	270	1.18	20R	0.402	一类
8	D108	0.45MPa 蒸汽分水罐	φ1000X1550 (切)	蒸汽	130	0.45	150	0.54	20R	0.82	一类



“道达尔杯”第五届全国大学生化工安全设计大赛

4) 安全阀

序号	位号	安装位置	介质	操作温度 ℃	操作压力 MPa (g)	定压 MPa (g)	背压 MPa (g)	喉径 mm	型号规格	通径 mm	材质	数量
1	PSV00101AB	脱丙烷塔进料罐顶	液化气	40	1.2	1.78	0.4	50	LFWA42Y-300C	80/100	碳钢	2
2	PSV00302AB	脱丙烷塔顶	液化气	48.8	2	2.24	0.4	72	LFWA42Y-300C	100/150	碳钢	2
3	PSV00503AB	脱乙烷塔顶	C2, C3	50.6	3	3.3	0.4	40	LFWA42Y-300C	80/100	碳钢	2
4	PSV00804AB	丙烯塔(2)顶	丙烯	48.3	2	2.3	0.4	146	LFWA42Y-300C	200/250	碳钢	2
5	PSV00405AB	脱丙烷塔回流罐顶	C2, C3	45.7	1.95	2.31	0.4	50	LFWA42Y-300C	80/100	碳钢	2
6	PSV00906AB	丙烯塔回流罐顶	丙烯	46.1	1.95	2.31	0.4	72	LFWA42Y-300C	100/150	碳钢	2
7	PSV00107AB	凝聚脱水器顶	液化气	40	1.2	1.38	1.3	34	LFWA42Y-300C	80/100	碳钢	2
8	PSV01108AB	凝结水回收罐顶	蒸汽	133	0.2	0.66	0	40	LFA42Y-150C	80/100	碳钢	2



“道达尔杯”第五届全国大学生化工安全设计大赛

5) 机泵

序号	位号	名称	型号	操作介质	操作条件					扬程 m	泵效率 %	NP SH R	轴功 率 kW	电机 功率 kW	电压 kV
					流量 m <sup>3</sup> /h	密度 kg/m <sup>3</sup>	温度 °C	压力 MPa (g)							
								入口	出口						
1	P001AB	脱丙烷塔进料泵	GSB-L1-80/370	液化气	80.0	528	40	0.9	3	370	59.8	5	90	56.3	380
2	P002AB	脱丙烷塔顶回流泵	ZHY100-315	液化气	140.0	469	45.9	1.95	3	125	65	1.9	55	29.3	380
3	P003AB	脱乙烷塔进料泵	LG222-45/350-55 -94ICGT	碳二、 碳三	45.0	469	45.9	1.95	3.6	350	55	3.4	55	28.27	380
4	P004AB	脱乙烷塔顶回流泵	ZHH80-315	碳二、 碳三	85.0	426	40	2.95	3.46	115	60	2	45	15.19	380
5	P005AB	丙烷馏分泵	LG211-8.6/80-7.5 -50ICGT	碳三	8.6	469.3	40	2.2	2.6	80	40	2.8	7.5	3.9	380
6	P006AB	丙烯塔顶回流泵	250AYS140	碳三	665.0	473.8	46.8	1.96	2.6	140	76	5.3	250	117.3	6000
7	P007AB	丙烯塔中间泵	250AYS140	碳三	700.0	464	50.1	2.1	2.7	135	77	5.4	250	117.56	6000
8	P008AB	丙烯产品泵	ZHY40-400	丙烯	35	473.8	46.1	1.96	2.62	140	34	2.5	30	12.6	380
9	P009AB	凝结水泵	ZHY40-250	凝结水	25	930	132	0.2	0.95	75	51	1	18.5	15	380





---

## 十一、流程示意图



## 附录 2

### 安全预评价主要参考资料

#### 1. 主要法律、法规

- (1) 《中华人民共和国劳动法》；
- (2) 《中华人民共和国安全生产法》；
- (3) 《中华人民共和国消防法》；
- (4) 《安全生产许可证条例》
- (5) 《危险化学品安全管理条例》
- (6) 《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》
- (7) 《危险化学品建设项目安全监督管理办法》
- (8) 《压力容器安全技术监察规程》
- (9) 建设项目所在地区、所在行业的相关法规

#### 2. 标准

- (1) AQ 8001 安全评价通则；
- (2) AQ 8002 安全预评价导则；
- (3) GB 18218 危险化学品重大危险源辨识；
- (4) GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则；
- (5) GB 5083 生产设备安全卫生设计总则
- (6) SH 3047 石油化工企业职业安全卫生设计规范
- (7) SH/T 3017 石油化工生产建筑设计规范
- (8) SH/T 3053 石油化工企业厂区总平面布置设计规范
- (9) SH 3093 石油化工企业卫生防护距离
- (10) GB 50016 建筑设计防火规范
- (11) GB 50160 石油化工企业设计防火规范
- (12) SH/T 3007 石油化工储运系统罐区设计规范
- (13) GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- (14) GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- (15) GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- (16) TSG R0001 非金属压力容器安全技术监察规程
- (17) TSG R0003 简单压力容器安全技术监察规程
- (18) TSG R0004 固定式压力容器安全技术监察规程



- (19) TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
- (20) GB 50057 建筑物防雷设计规范
- (21) GB 12158 防止静电事故通用导则
- (22) SH 3097 石油化工静电接地设计规范
- (23) GB 50011 建筑抗震设计规范
- (24) SH/T 3004 石油化工采暖通风与空气调节设计规范
- (25) GB 50034 建筑照明设计标准
- (26) GBZ 1 工业企业设计卫生标准
- (27) SHB-Z06 石油化工紧急停车及安全联锁系统设计导则
- (28) GB 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范
- (29) HG 20660 压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类
- (30) GB 5044 职业性接触毒物危害程度分级
- (31) GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范
- (32) GB/T 4200 高温作业分级
- (33) GB/T 3608 高处作业分级
- (34) GB 4053.1~3 固定式钢梯及平台安全要求
- (35) GBZ 2.1~2 工作场所有害因素职业接触限值
- (36) 其他与安全评价相关的技术标准；
- (37) 建设项目所在地区、所在行业的相关地方、行业标准。

### 3. 参考书

- (1) 赵一姝, 范小花. 化工企业安全评价技术[B], 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2011.11
- (2) 易俊, 鲁宁. 化工生产过程安全技术[B], 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2010.9
- (3) 王凯全, 邵辉, 袁雄军. 危险化学品安全评价方法[B], 北京: 中国石化出版社, 2005.5
- (4) 崔克清, 张礼敬, 陶刚. 化工安全设计[B], 北京: 化学工业出版社, 2004.5
- (5) 丹尼尔 A. 克劳尔, 约瑟夫 F. 卢瓦尔著, 蒋军成, 潘旭海译. 化工过程安全理论及应用[B], 北京: 化学工业出版社, 2006.5