



厚积薄发 开物成务



化工原理课程设计

曹睿

中国石油大学(北京)



课程设计简介

本课程是化工原理教学的一个重要环节，要求学生在掌握了化工单元过程基本原理的基础上，对完成某一具体生产任务所需要的塔设备进行设计计算并选取相关的辅助设备。

发给学生：_____ | (8) _____ 班级：_____

一、题目

设计一连续精馏装置，用以分离 乙醇-水 混合物

二、原始数据

1. 原料：处理量：(1) 5t/h (2) 3t/h

组成：(1) 50% (mol) (2) 15% (mol)

进料状态：(1) 泡点 (2) 泡点

2. 产品要求：塔顶产品：85% (mol)

塔底产品：2.0% (质)

侧线产品：-

三、计算说明书内容

1、流程简图

2、工艺计算（包括物料衡算及热里衡算总表）

3、塔板计算

4、塔体初步设计

5、辅助设备的选用

6、计算结果汇总表

7、分析与讨论

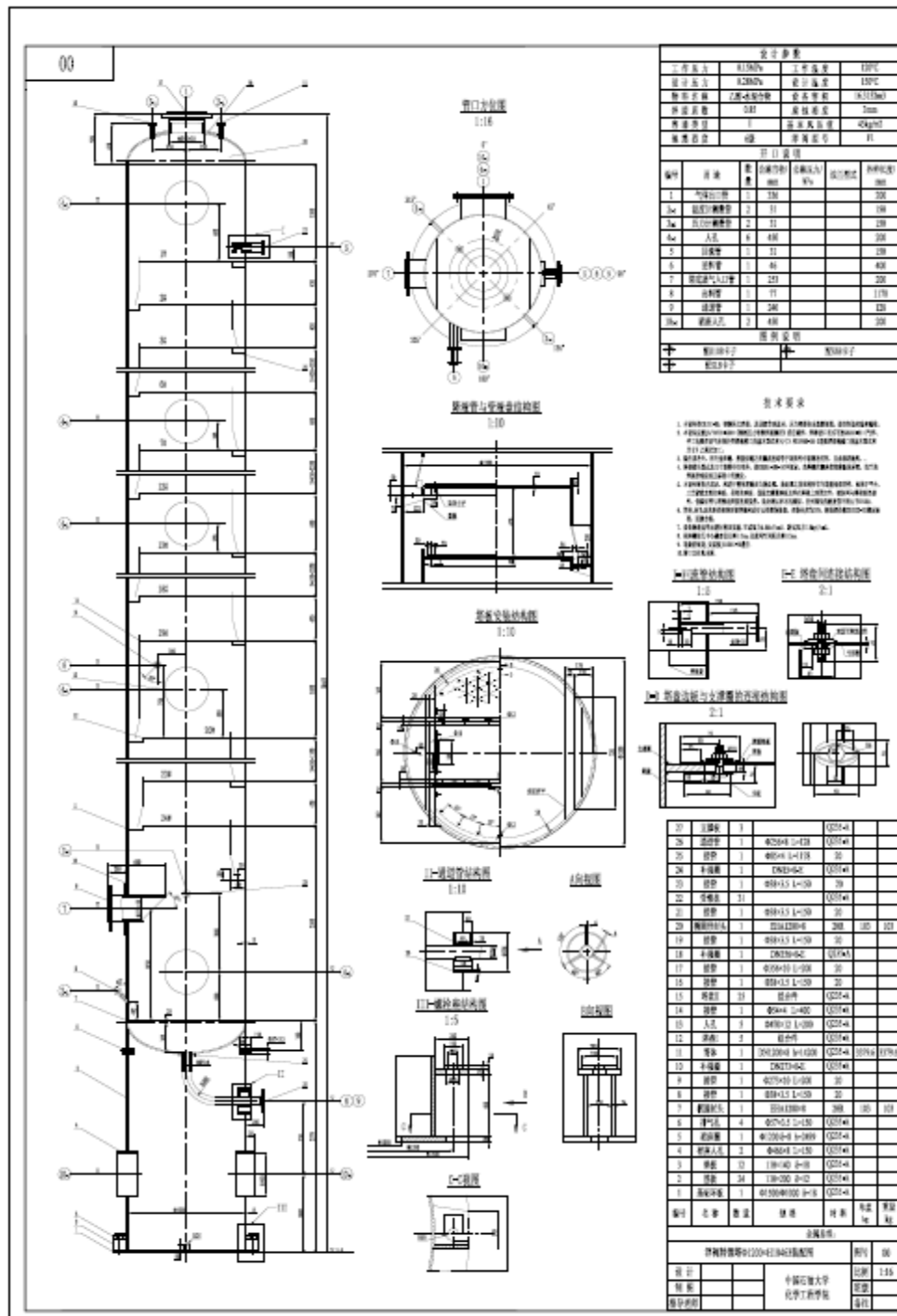
四、绘图要求

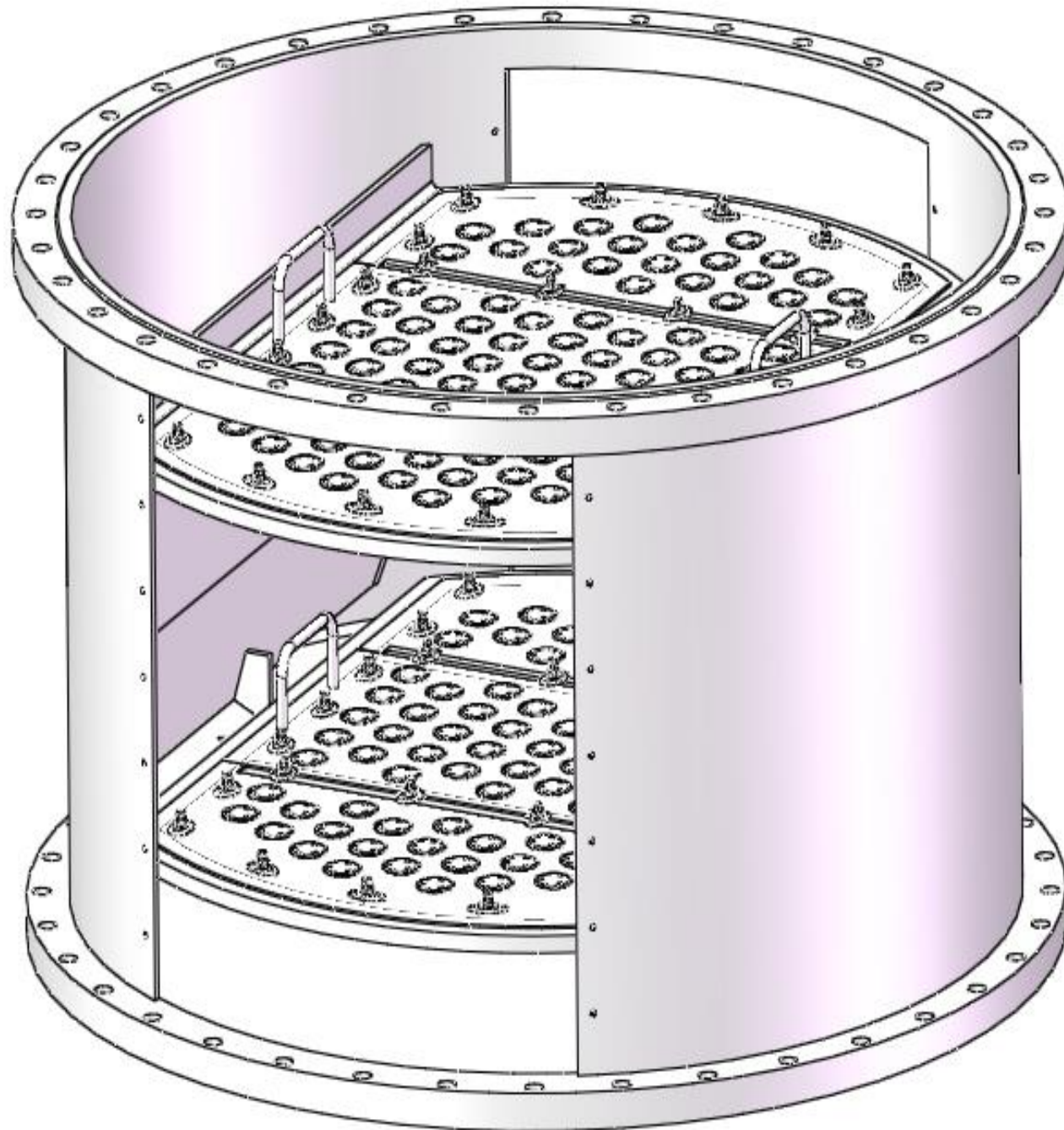
1、塔体总图

2、塔板总图

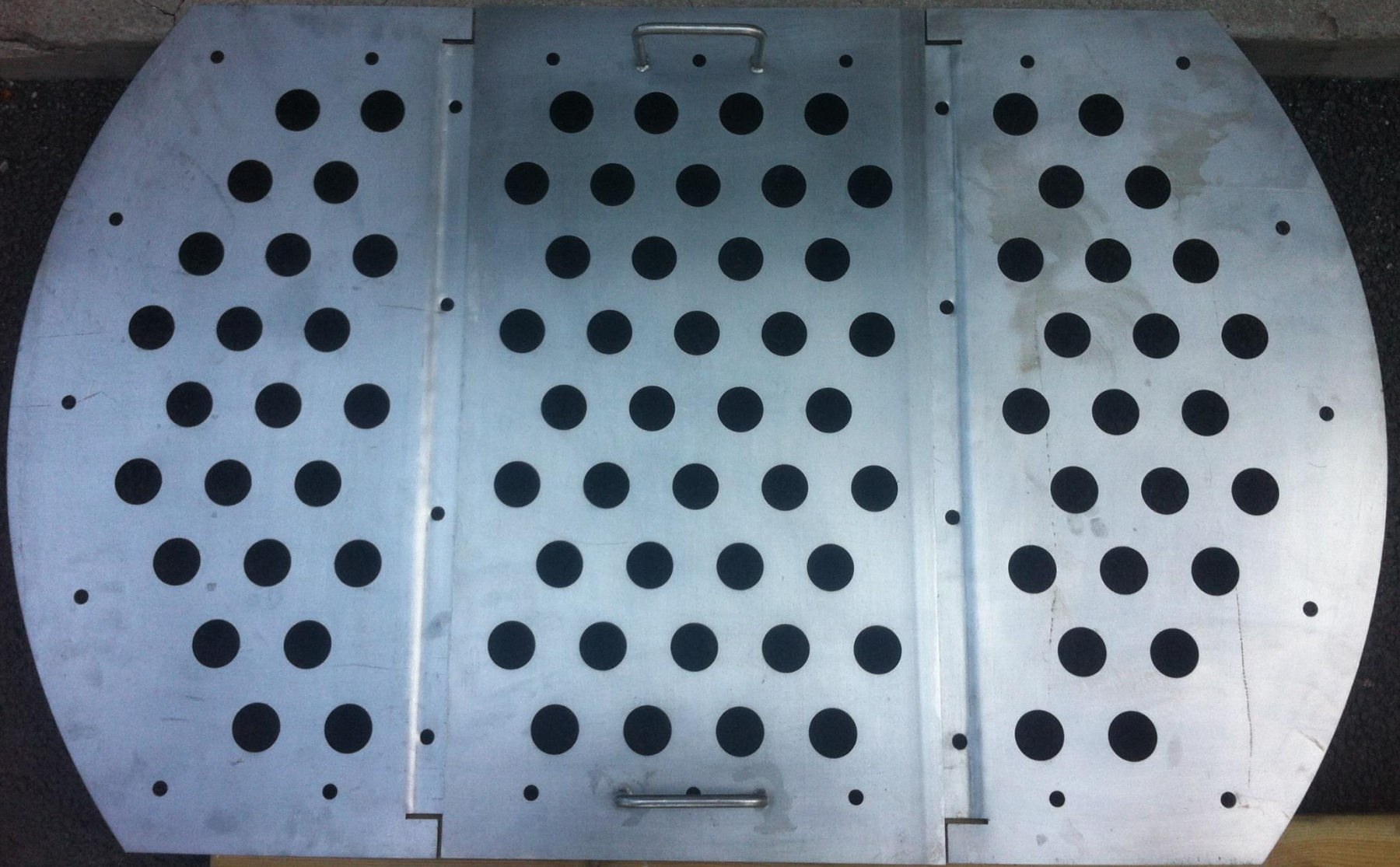
五、发出日期：2017.5.15

完成日期：2017.6.21











板式塔设计内容

第一节 工艺计算

物料平衡、热平衡、确定操作条件 (P, T)、
确定 R, N, D

第二节 塔板设计

塔板初步设计、水力学校核、负荷
性能图

第三节 塔体初步设计及辅助设备选取

筒体、封头、裙座、接管、绘图
冷凝器 (冷却器)、回流泵



第一节 工艺计算

1、目的

- (1) 是化工原理教学重要的实践环节；
- (2) 培养学生应用所学知识解决工程问题的能力；
- (3) 培养学生的独立工作能力。



第一节 工艺计算

2、题目分类

(1) 烷烃体系 $C_3-C_4-C_5-C_6$

加压操作，二元，多元。

(2) 芳烃体系 苯-甲苯-二甲苯

理想体系

(3) 乙醇-水体系

非理想体系，常压操作，一股进料，
两股进料。



3、任务及时间安排

1	5月25号 (13周周二, 第1天)	下午	下达课程设计任务书、第一次讲座
2	5月28号 (13周周五, 第2天)	上午	设计指导
3	6月1号 (14周周二, 第3天)	下午	设计指导
4	6月3号 (14周周四, 第4天)	待定	设计指导
5	6月4号 (14周周五, 第5天)	上午	检查工艺计算结果
6	6月8号 (15周周二, 第6天)	下午	第二次讲座
7	6月11号 (15周周五, 第7天)	上午	设计指导
8	6月15号 (16周周二, 第8天)	下午	设计指导
9	6月17号 (16周周四, 第9天)	待定	设计指导
10	6月18号 (16周周五, 第10天)	上午	第三次讲座
11	6月21号 (17周周一, 第11天)	全天	绘图、撰写设计报告
12	6月22号 (17周周二, 第12天)	全天	绘图、撰写设计报告
13	6月23号 (17周周三, 第13天)	全天	绘图、撰写设计报告
14	6月25日 (17周周五, 第14天)	全天	收报告, 答辩



第一节 工艺计算

3、任务及时间安排

上午8:30~11:30, 下午2:00~5:00

6.4 工艺计算检查结果

6.25 上午8:00答辩

6.25 交报告



第一节 工艺计算

4、上交材料

- (1) 课程设计说明书（纸质）；
- (2) 说明书草稿；
- (3) 方格纸；
- (4) 白图（1号）。



第一节 工艺计算

一人一个文件袋：

- (1) 课程设计说明书；
- (2) 1#塔体及塔板布置图；
- (3) 草稿。

4. 课程设计说明书要求

设计说明书装订顺序

封面

设计任务书

目录

设计方案简介

工艺流程简图

设计计算书

阀孔（筛孔）布置图

负荷性能图

对本设计的评述

参考资料

设计结果汇总表

（同时要上交草稿）



第一节 工艺计算

4、课设说明书要求

- a. 撰写目录；
- b. 列出参考文献；
- c. 计算结果、引用数据尽可能列表；
- d. 引用数据和选用的公式标明出处；
- f. 文字工整、绘图清晰、计算准确、叙述精练、格式整齐、装订成册。



第一节 工艺计算

5、参考书

- (1) 化工原理；
- (2) 化工原理课程设计；
- (3) 图表集（石油炼制及石油化工计算方法图表集）；
- (4) 机械制图；
- (5) 《现代塔器技术》
- (6) 《化学工程手册，第13篇》
- (7) 《Separation Technology》



第一节 工艺计算

6、评分标准

工艺计算 (15分)、

塔板设计 (20分)、

全塔负荷性能图 (10分)、

塔体机械设计及辅助设备 (30分)、

答辩 (10分)、

考勤 (5分)。



《化工原理》 课程设计成绩评定表

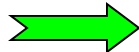
项 目		该项分值	实际得分	说 明
工作态度和纪律		5		
设计说明书	书面表达规范、认真	5		
	工艺计算	15		
	塔板设计及水力学计算与校核, 塔板负荷性能图及操作弹性	10		
	塔的设计及辅助设备选型	5		
	图表清晰、规范	10		
	设计评述(结论)全面	10		
	设备规范			
设备规范	主视图、开口方位图	15		
	塔段主视图、俯视图	10		
	零件图	3		
	作图清晰美观	2		
答辩能正确回答问题		10		
总分		100		



板式塔设计内容： (课程设计)

设计
内容：

已知：处理量、原料组成、产品组成、物性条件等



任务：设计一个塔完成生产任务

(1) 工艺计算：

产品量、操作条件（温度、压力、回流比）、理论级数

(2) 板式塔设计：

塔径、板间距和塔高、塔板类型和构件尺寸

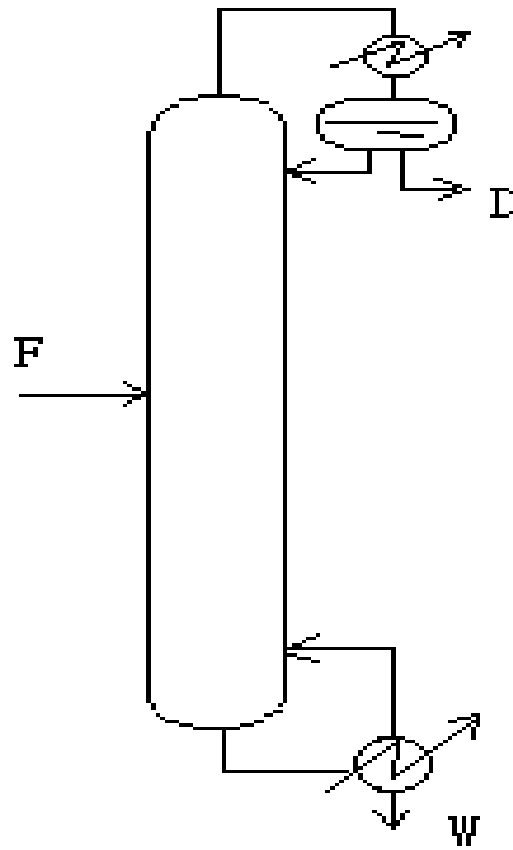
(3) 机械设计：

塔上接管尺寸及塔的机械设计（强度计算、材料选择等）

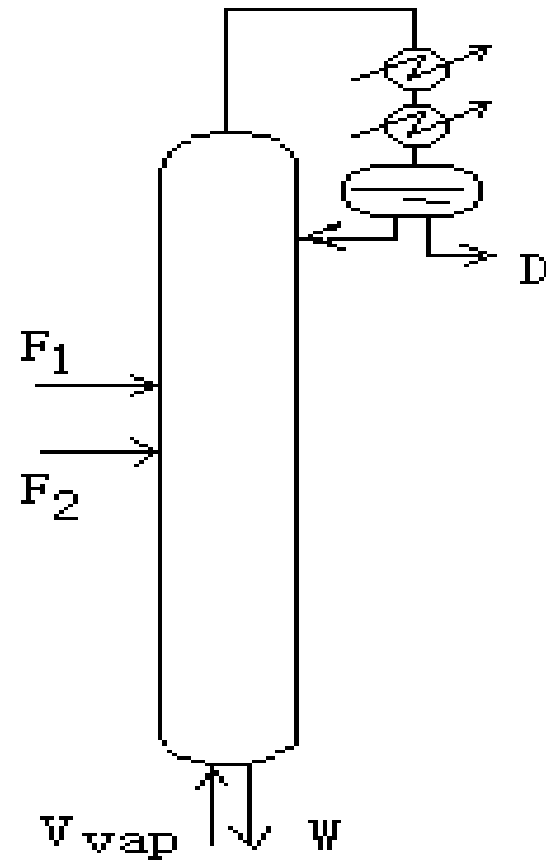


第一节 工艺计算

1、流程简图



(轻烃体系)



(乙醇-水体系)



第一节 工艺计算

2、全塔物料衡算

- 确定 D 、 W
- 如果用直接蒸汽加热，确定 R 才能确定 D 、 W 、 V_{vap}
- $V_{\text{vap}}=f(R,q)$

多元系需先按照清晰分割计算，之后再行非清晰分割

校核， $< 10^{-4}$ ）。 [2] P455-461, [2] P490-494)



第一节 工艺计算

3、确定冷凝罐、塔顶、塔釜的操作压力

- ◆ 已知塔顶组成，塔顶温度、压力仅能选一项，一般选定温度。
- ◆ 选冷凝罐中冷凝液温度，该温度由冷却水决定。
- ◆ 冷却水为循环水，一般情况下， $t_{\lambda}=25\sim30^{\circ}\text{C}$ ；
经过换热器后， $t_{\text{出}}\approx 35\sim40^{\circ}\text{C}$ 。
- ◆ 塔顶产品冷凝液应与冷却水保持一定温差，可取 $\Delta t=10\sim20^{\circ}\text{C}$ ，
以保证冷凝、冷却效果，而不致使用很大的传热面积。
- ◆ $t_{\text{罐}}=t_{\text{冷却水}}+10\sim20^{\circ}\text{C}$ 。
- ◆ 由塔顶组成、塔釜组成根据t-x-y相图或数据确定塔顶、塔釜温度。



第一节 工艺计算

3、确定冷凝罐、塔顶、塔釜的操作压力

◆ 由冷凝罐中冷凝液温度，查该温度下的蒸汽压数据，可得 $P_{\text{罐}}$ （绝对压力）。

◆ 非理想溶液（乙醇-水）

范拉公式： $P = \gamma_1 P_1^\circ x_1 + \gamma_2 P_2^\circ x_2$

$$\ln \gamma_1 = \frac{a}{\left[1 + \frac{ax_1}{bx_2}\right]^2} \quad \ln \gamma_2 = \frac{b}{\left[1 + \frac{bx_2}{ax_1}\right]^2}$$

1—— $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ，2——水，其中 $a=0.845$ ， $b=1.0$



第一节 工艺计算

3、确定冷凝罐、塔顶、塔釜的操作压力

(1) 加压操作 $P_{\text{罐}} > 1\text{atm}$

(2) 常压操作 $P_{\text{罐}} = < 1\text{atm}$

回流罐与大气接通，人为造成常压；

回流液为冷回流（温度低于泡点温度）。

(3) 减压操作

当有特殊要求时，如为了防止物料分解需要低塔底温度，则采用减压操作。



第一节 工艺计算

3、确定冷凝罐、塔顶、塔釜的操作压力

◆ 全塔压力的确定：

◆ $P_{\text{顶}} = P_{\text{罐}} + 0.1 \sim 0.2 \text{ atm}$ (管级及冷凝器阻力)

◆ $P_{\text{底}} = P_{\text{顶}} + \Delta P_{\text{塔}}$

◆ $\Delta P_{\text{塔}} = N_{\text{实}} \cdot \Delta P_{\text{板}}$

$\Delta P_{\text{板}} = 3 \sim 6 \text{ mmHg}$ (选5mmHg接近)

凝液罐，塔顶，塔底的操作压力（多元高压系统应列表给出试差结果）。

($|\sum K_i x_i - 1| < 10^{-2}$ 或 $|\sum y_i / K_i - 1| < 10^{-2}$) ([1] P54-55; [2]

P496-497)



第一节 工艺计算

4、确定塔顶、塔底温度

塔顶：露点方程

已知 $P_{\text{顶}}$ ，设定 $t_{\text{顶}}$ → 查 $P_A^\circ P_B^\circ$ → 由露点方程

$$y'_{\text{顶}} = \frac{P_A^\circ}{P_{\text{顶}}} \left(\frac{P_{\text{顶}} - P_B^\circ}{P_A^\circ - P_B^\circ} \right) \rightarrow y'_{\text{顶}}$$

塔底：泡点方程

已知 $P_{\text{底}}$ ，设定 $t_{\text{底}}$ → 查 $P_A^\circ P_B^\circ$ → 由泡点方程

$$x'_{\text{底}} = \frac{P_A^\circ}{P_{\text{底}}} \left(\frac{P_{\text{底}} - P_B^\circ}{P_A^\circ - P_B^\circ} \right) \rightarrow x'_{\text{底}}$$

4. 选定进料状态，定出进料温度（有时由任务书给出，如饱和液体或两相进料）。（ [1] P55-56, [2] P459-461）

5. 二元系在已定的全塔平均操作压力下，做出y-x相平衡曲线。

对多元系则需求出各组分对某一关键组分的相对挥发度。

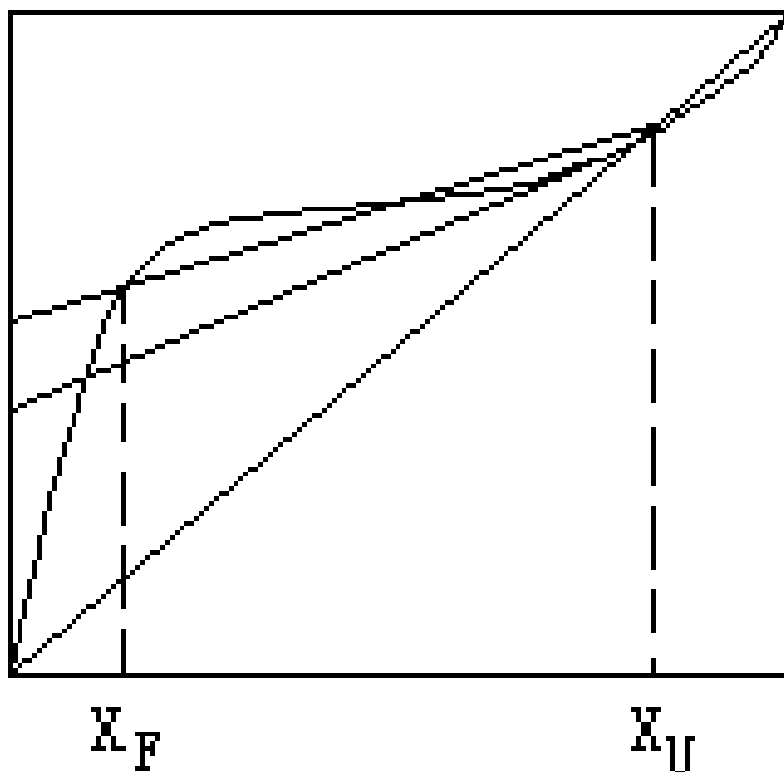
（ [1] P59-62, [2] P502-504）



第一节 工艺计算

5、 R 的确定

$$R_{\min} = \{R_{\min 1}, R_{\min 2} \dots\}_{\max} \quad R/R_{\min} = 1.1 \sim 2$$





最小回流比 R_{\min}

二元系：图解，公式 [1] P61-62

多元系：恩德伍德公式 [1] P62

$$\sum \frac{\alpha_{ij}x_{i,D}}{\alpha_{ij} - \theta} = R_{\min} + 1 \quad (2-9a)$$

$$\sum \frac{\alpha_{ij}x_{i,F}}{\alpha_{ij} - \theta} = 1 - q \quad (2-9b)$$

式中 α_{ij} ——混合物中任一组分 i 与所选对比组分 j 的相对挥发度， α_{ij} 均取塔顶、塔底平均温度时的数值；

$x_{i,D}$ —— i 组分在塔顶产品中的摩尔分数，使用部分冷凝器时用 $y_{i,D}$ 代替 $x_{i,D}$ ；

$x_{i,F}$ —— i 组分在进料中的摩尔分数；

θ ——上述两式的通根，此根的数值必介于轻、重关键组分的相对挥发度 $\alpha_{1k,j}$ 和 $\alpha_{hk,j}$ 之间。当轻重关键组分的挥发度相邻时，只有一个通根；若轻、重关键组分之间夹有其他组分，则通根数为这些组分的数目加 1。

操作回流比 R 的取法，多元精馏和二元精馏相同。

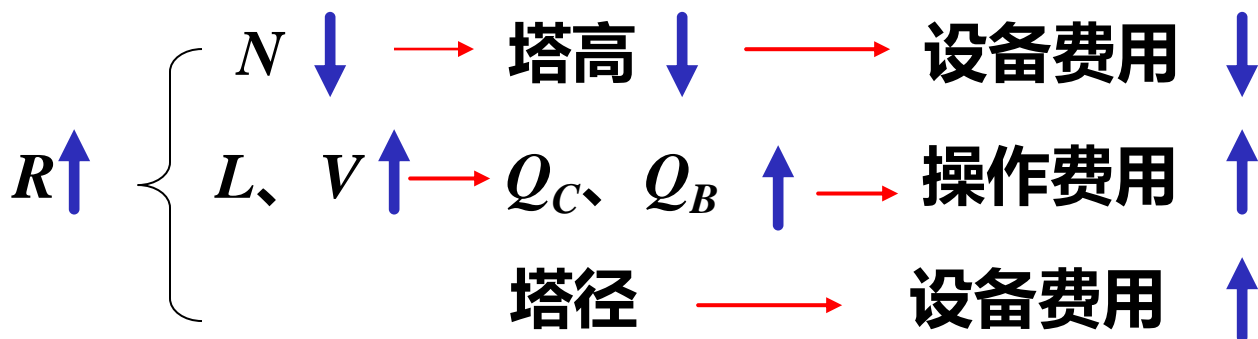


第一节 工艺计算

$$y_e = \frac{\alpha x_e}{1 + (\alpha - 1)x_e}$$

$$R_{\min} = \frac{x_0 - y_e}{y_e - x_e}$$

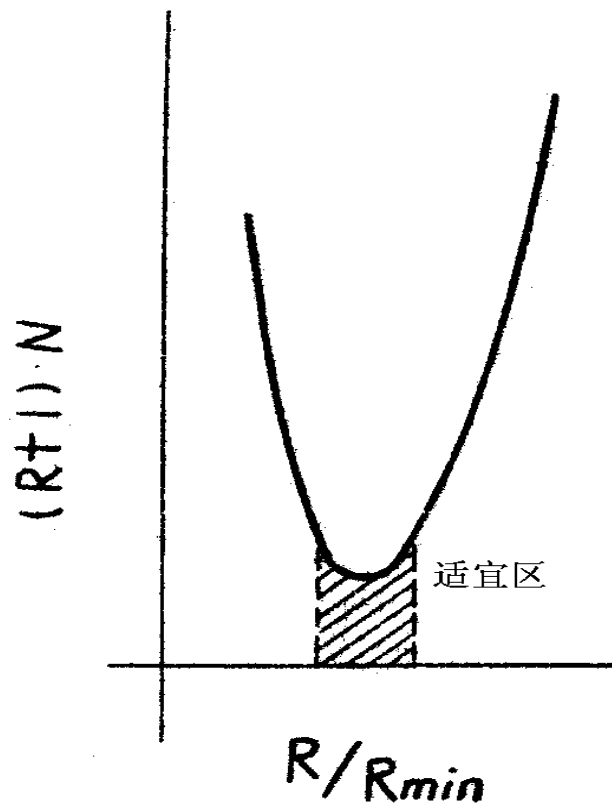
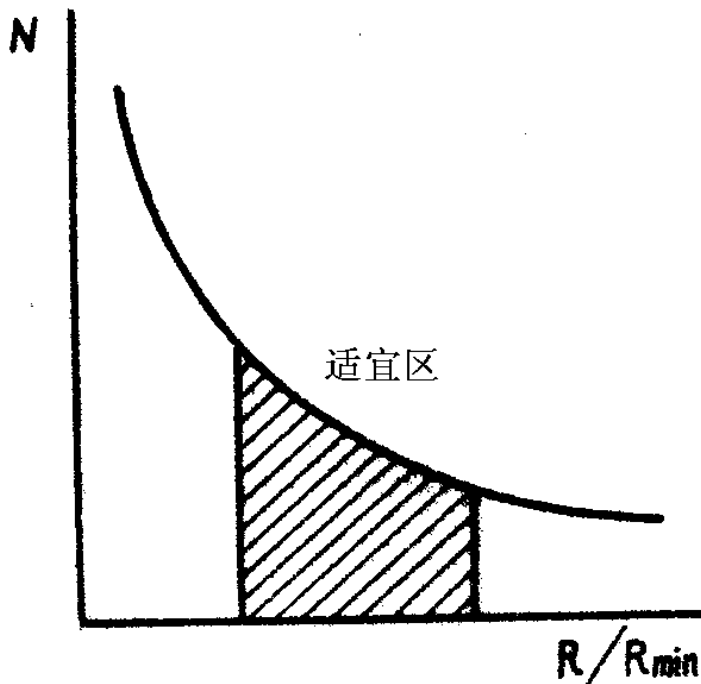
α 用全塔平均相对挥发度 ($\bar{\alpha} = \sqrt{\alpha_{\text{顶}} \cdot \alpha_{\text{底}}}$)





第一节 工艺计算

5、 R 的确定



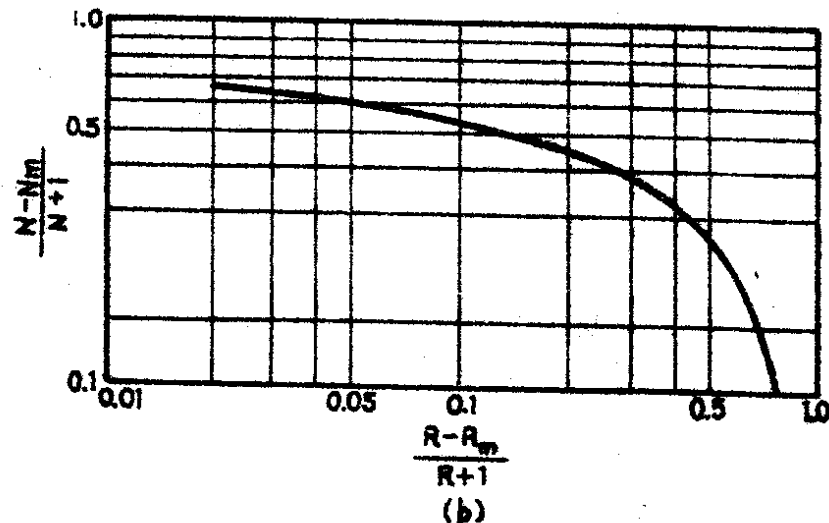
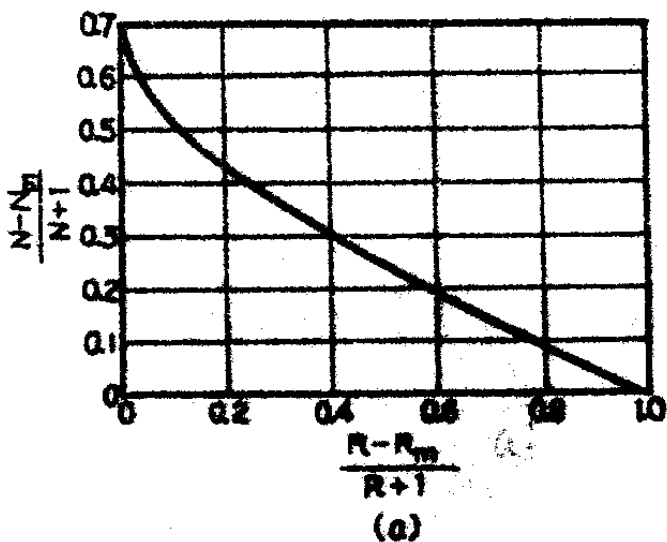


第一节 工艺计算

(1) 平田关联式 - 非理想体系 (乙醇 - 水)

$$\lg \frac{N - N_{\min}}{N + 1} = -0.9 \left(\frac{R - R_{\min}}{R + 1} \right) - 0.17$$

(2) Gilland关联式 - 理想体系





求最小理论板数 N_{\min} 及适宜的操作回流比 R

N_{\min} —芬斯克公式 ([1] P61, [2] P474)

作图: $(R+1) \cdot N \sim R/R_{\min}$, ([1] P57-58)。

吉利兰图还可用以下关联式表示:

$$Y = 1 - \exp \left[\left(\frac{1 + 54.4X}{11 + 117.2X} \right) \left(\frac{X-1}{X^{0.5}} \right) \right] \quad (2-6)$$

式中, Y 为吉利兰图的纵坐标, X 为横坐标, 分别用下式表示:

$$Y = \frac{N - N_{\min}}{N + 1}$$
$$X = \frac{R - R_{\min}}{R + 1}$$

N_{\min} 为全回流时所需的理论板数(最小理论板数), 由芬斯克公式计算:

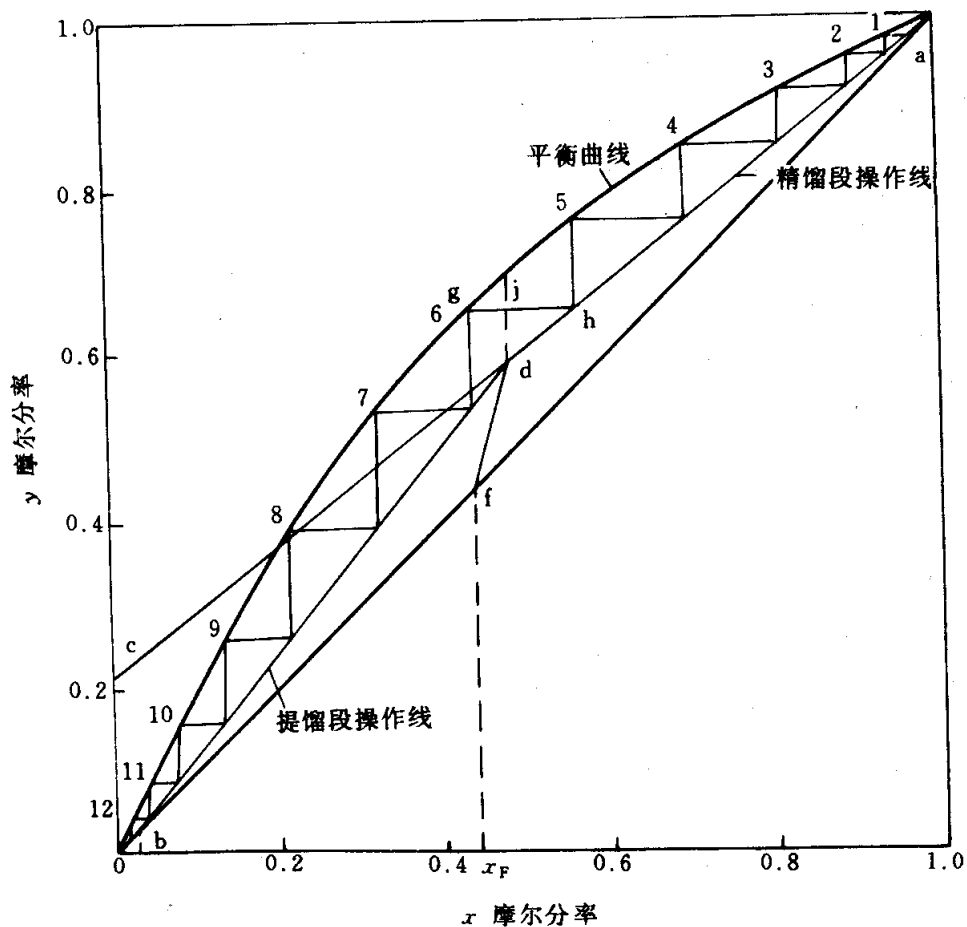
$$N_{\min} = \frac{\lg \left[\left(\frac{x_A}{x_B} \right)_D \left(\frac{x_B}{x_A} \right)_W \right]}{\lg \alpha} \quad (2-7)$$

式中 N 及 N_{\min} 均包括再沸器[1] P61。



第一节 工艺计算

6、 N 及进料位置 (作图法, 逐板计算法)





第一节 工艺计算

7、确定全塔效率 E_T 及实际板数 $N_{实}$

◆ O'connell关联式

$$E_T = 0.49(\alpha \cdot \mu_L)^{-0.245}$$

用平均物性计算

◆ 乙醇-水体系计算值偏低，计算后，再取经验数据，教师给出。

◆ 精馏段：55~65%；中间段：50~55%

◆ 提馏段：45~55%

$$N_{实} = N / E_T$$



第一节 工艺计算

8、塔径

精馏段（中间段）和 提馏段 各算一个截面

- **精馏段：热回流取第一块板，冷回流取第二块板；**
- **提馏段：最底一块板；**
- **中间段：上进料口的进料板；**

计算出的塔径按标准圆整，最后全塔D取最大值。



第一节 工艺计算

8、塔径 D

◆ Smith法、波津法 求 D 较大者圆整到标准系列

◆ $D=1000、1200、1400、1600、1800、2000\text{mm}$

表 3 - 2 塔板间距与塔径的关系

塔 径 (mm)	塔 板 间 距 (mm)					
600 ~ 700	300	350	450			
800 ~ 1000	* 350	450	500	600		
1200 ~ 1400	* 350	450	500	600	* 800	
1600 ~ 3000		* 450	500	600	800	
3200 ~ 4200				600	800	

带*者不推荐使用

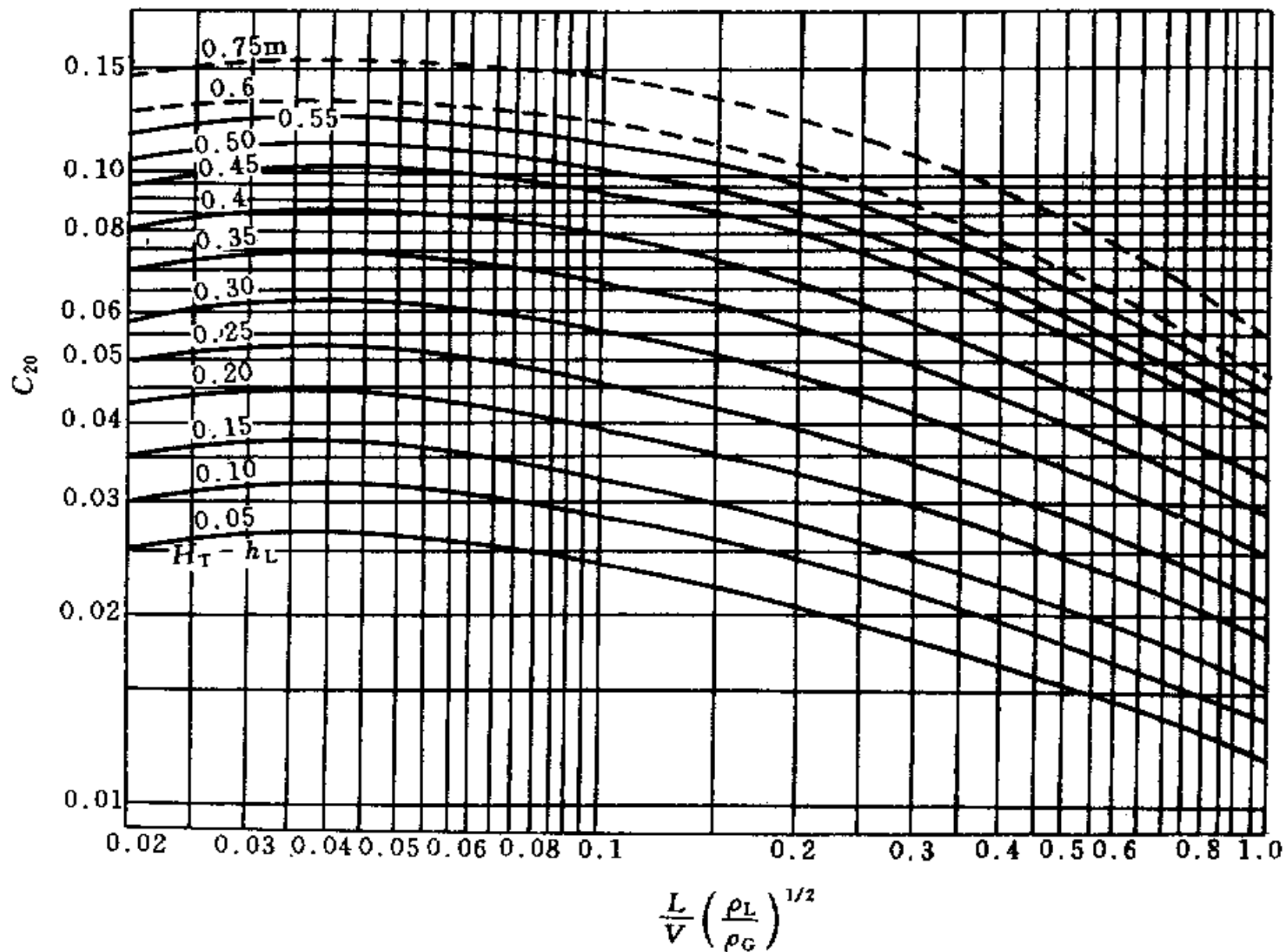


图 6-49 史米斯 (Smith) 关联图



第一节 工艺计算

8、塔径 D

- 纵坐标 C_{20} ——表面张力的系数 C ;
- 横坐标代表液相和气相的动能之比, Flow Factor;
- 各条线的参数是板间距 H_T 和塔板上清液层高度 h_L 的差值 (H_T-h_L), 表示了夹带液滴沉降段的高度, h_L 根据经验对常压和加压塔取50~80mm, 减压塔可取25~30mm。



第一节 工艺计算

$$\frac{L}{V} \sqrt{\frac{\rho_L}{\rho_V}}$$

$$H_T - h_{cl}$$

$$C_o \quad C = C_o \beta$$

$$u_{s \max} = C \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}}$$

$$u_{s \max} = \varphi u_{s \max}$$

易起泡物系： $\varphi=0.6-0.8$

不易起泡物系： $\varphi=0.8-0.85$

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi u_s}}$$



第一节 工艺计算

9、热量衡算

确定塔顶取热量 Q_C ，塔底取热量 Q_B

$$Q_{\text{进}} = Q_{\text{出}} + Q_{\text{损}}$$

$$\text{取 } Q_{\text{损}} = 5\% Q_B$$

如果采用蒸汽直接加热，

$$t_{\text{蒸汽}} = t_{\text{塔底}} + 15 \sim 20^\circ\text{C}$$

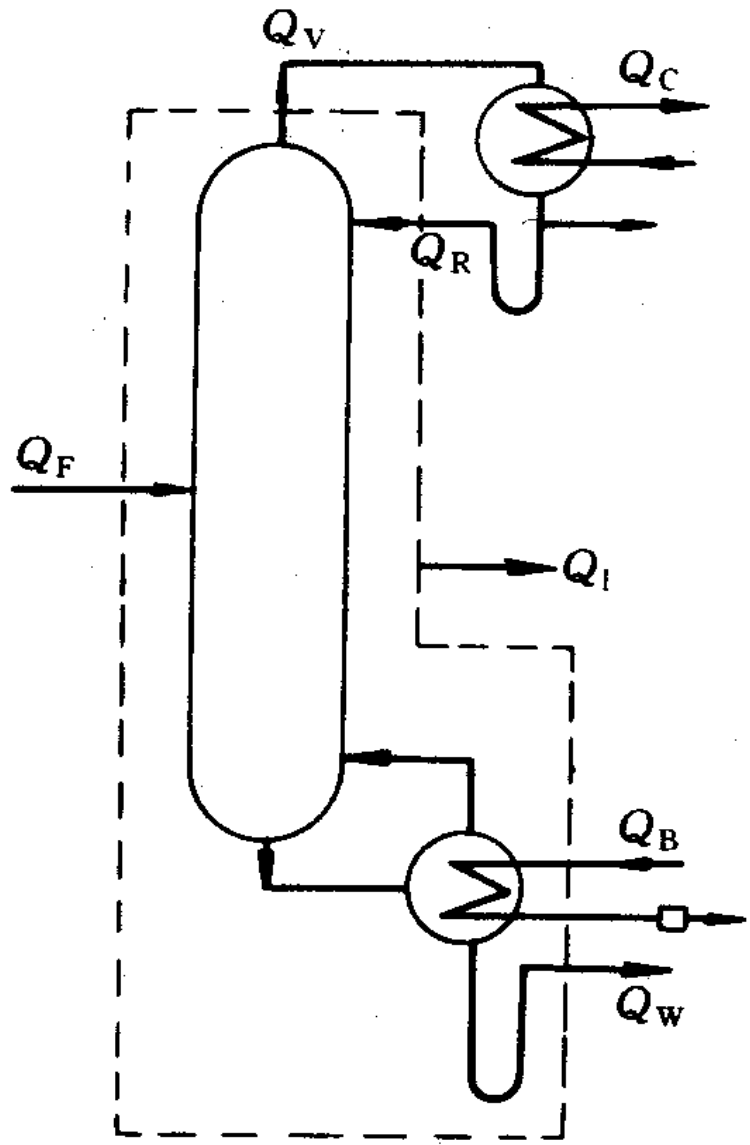


图 10-26 精馏塔连再沸器的热量衡算



冷回流和热回流

1、热回流

回流液为泡点温度，不会使蒸汽冷凝，因此，精馏段各板上的 L ， V 与塔板相等。

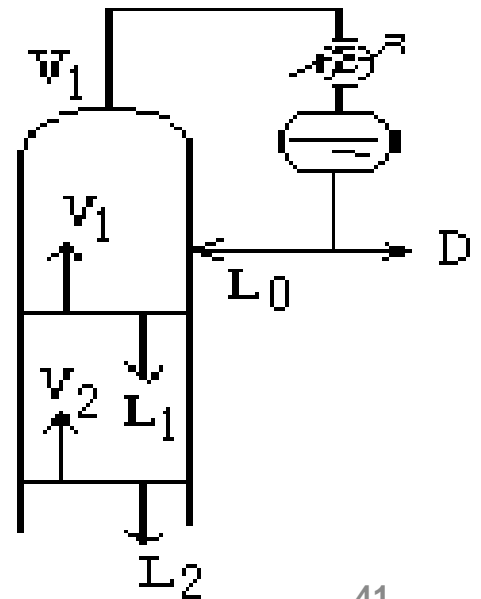
2、冷回流

回流液 L_0 低于泡点温度，进入塔中后，迅速升到泡点温度；同时，蒸汽部分冷凝，放出冷凝潜热。

$$L_1 = RD \quad V_2 = (R+1) D$$

回流的液体 $L_0 < L_1$ ，而塔顶的蒸汽量 $V_1 < V_2$ 。

$$\begin{cases} V_2 - V_1 = \Delta V \\ \Delta V \cdot \gamma_v = L_0 C_{L0} \Delta t \\ L_1 = L_0 + \Delta V \end{cases} \quad \Delta t = t_{\text{泡}} - t_{\text{回流}}$$





第一节 工艺计算

9. 热量衡算

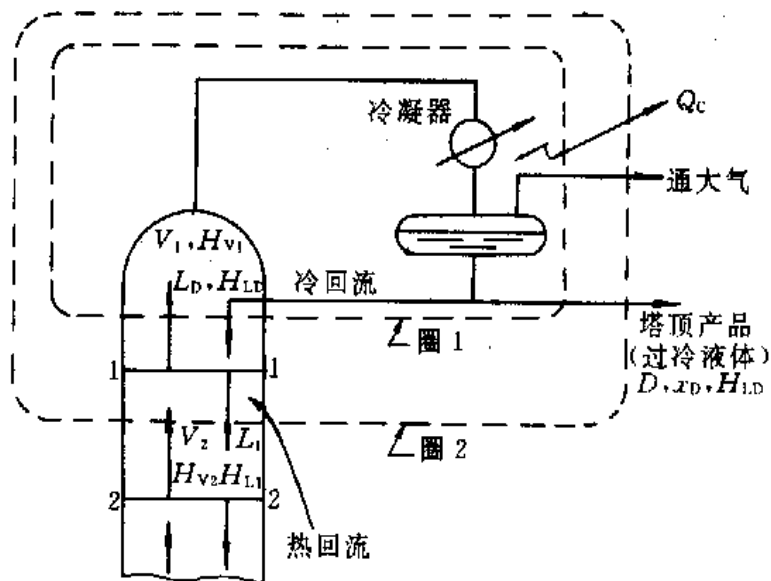
(1) 全凝器的热量衡算

过冷液体回流
$$\frac{L_1}{L_D} = \frac{H_{V_1} - H_{L_D}}{H_{V_2} - H_{L_1}}$$

$$Q_C = (R_C + 1)D(H_{V_1} - H_{L_D})$$

饱和液体回流

$$Q_C = (R + 1)D(H_{V_1} - H_{L_D})$$



Q_C —全凝器的热负荷，kJ/h；

H_{V_1} —离开塔顶第一层板的汽相摩尔热焓，kJ/kmol；

H_{L_D} —冷回流的摩尔热焓，kJ/kmol；

R, R_C —热、冷回流比。



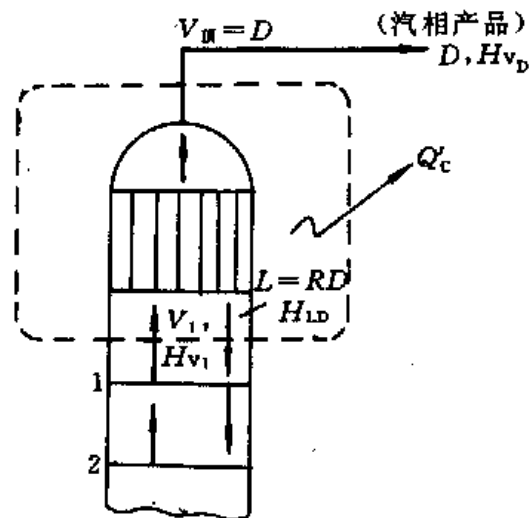
第一节 工艺计算

9. 热量衡算

(2) 分凝器的热量衡算

$$Q'_C = (R+1)DH_{V_1} - (RDH_{L_D} + DH_{V_D})$$

$$Q'_C = R \cdot D \cdot r_D$$



Q'_C —分凝器的热负荷, kJ/h;

H_{V_1} —离开塔顶第一层板的汽相摩尔热焓, kJ/kmol;

H_{L_D} —液相回流的摩尔热焓, kJ/kmol;

H_{V_D} —离开分凝器的汽相摩尔热焓, kJ/kmol;

r_D —塔顶回流液的摩尔汽化潜热, kJ/kmol。



第一节 工艺计算

9. 热量衡算

(3) 再沸器的热量衡算

$$Q_B = V'_W (H_{V'_W} - H_{L_W})$$

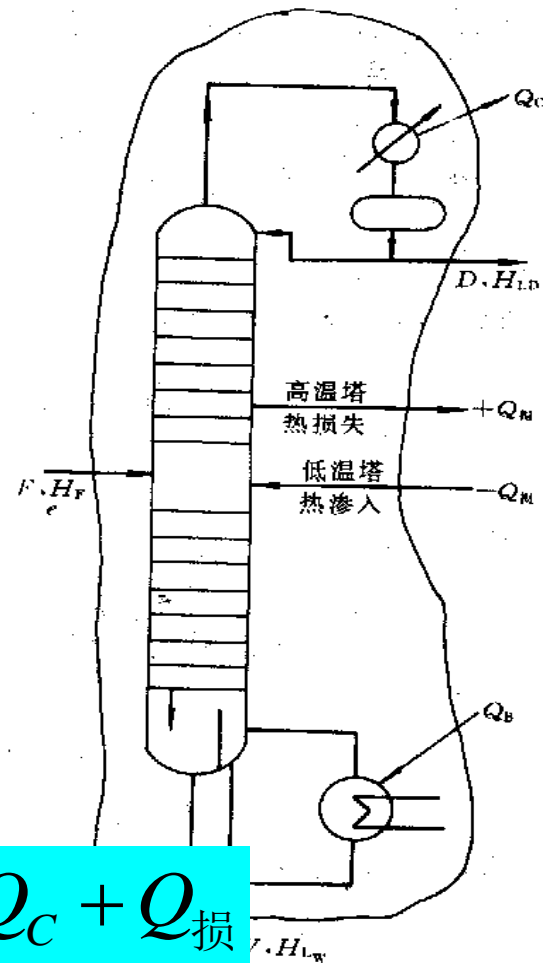
Q_B —再沸器的热负荷, kJ/s;

$H_{V'_W}$ —再沸器中上升蒸汽的摩尔热焓, kJ/kmol

H_{L_W} —塔底产品的摩尔热焓, kJ/kmol。

(4) 全塔热量衡算

$$F \cdot H_F + Q_B = D \cdot H_{L_D} + W \cdot H_{L_W} + Q_C + Q_{损}$$





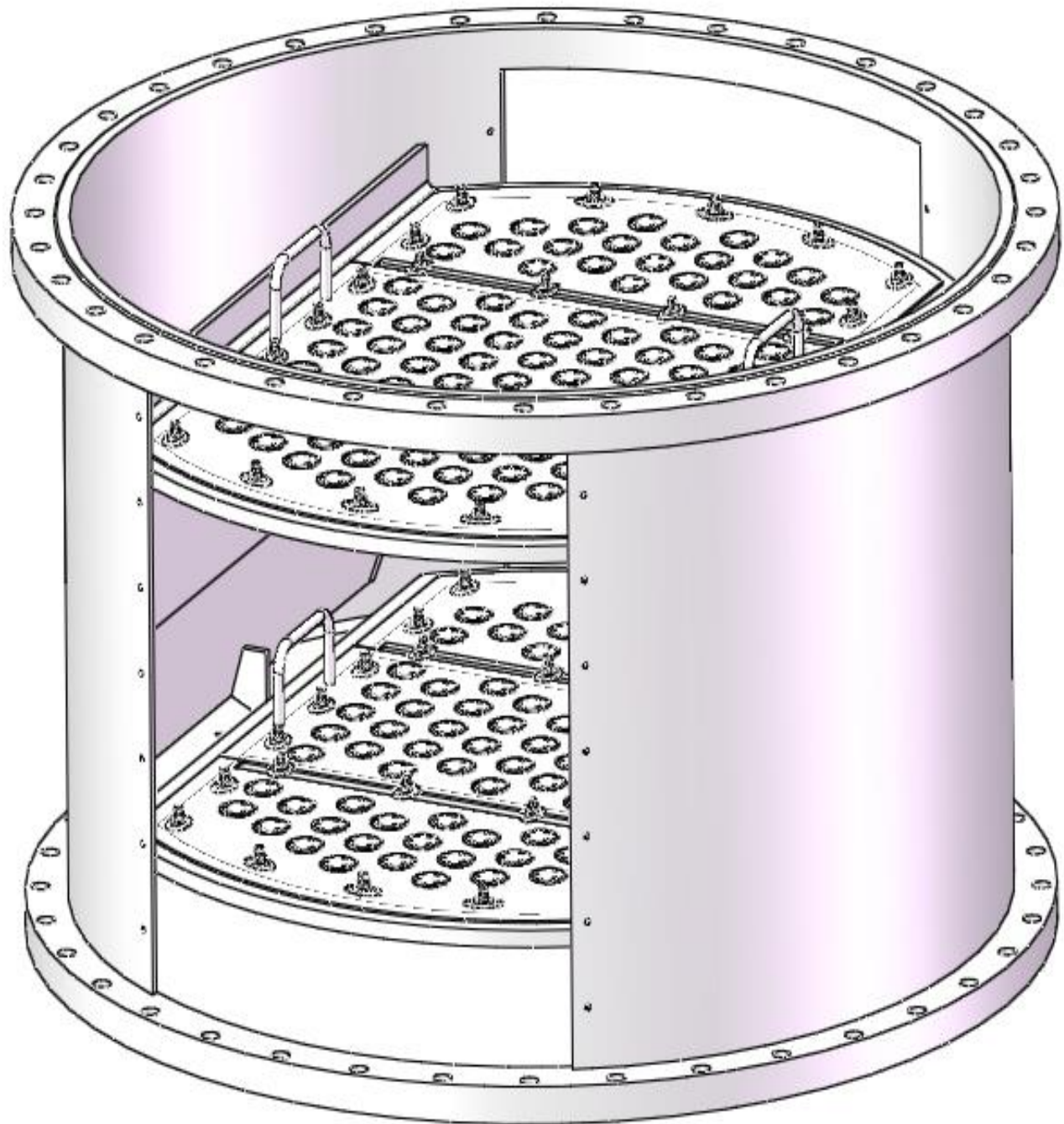
第二节 塔板设计

一、初步设计

- 1、选取典型截面
- 2、溢流装置类型及尺寸
- 3、塔板鼓泡区设计
- 4、塔板布置

二、水力学校核

三、负荷性能图





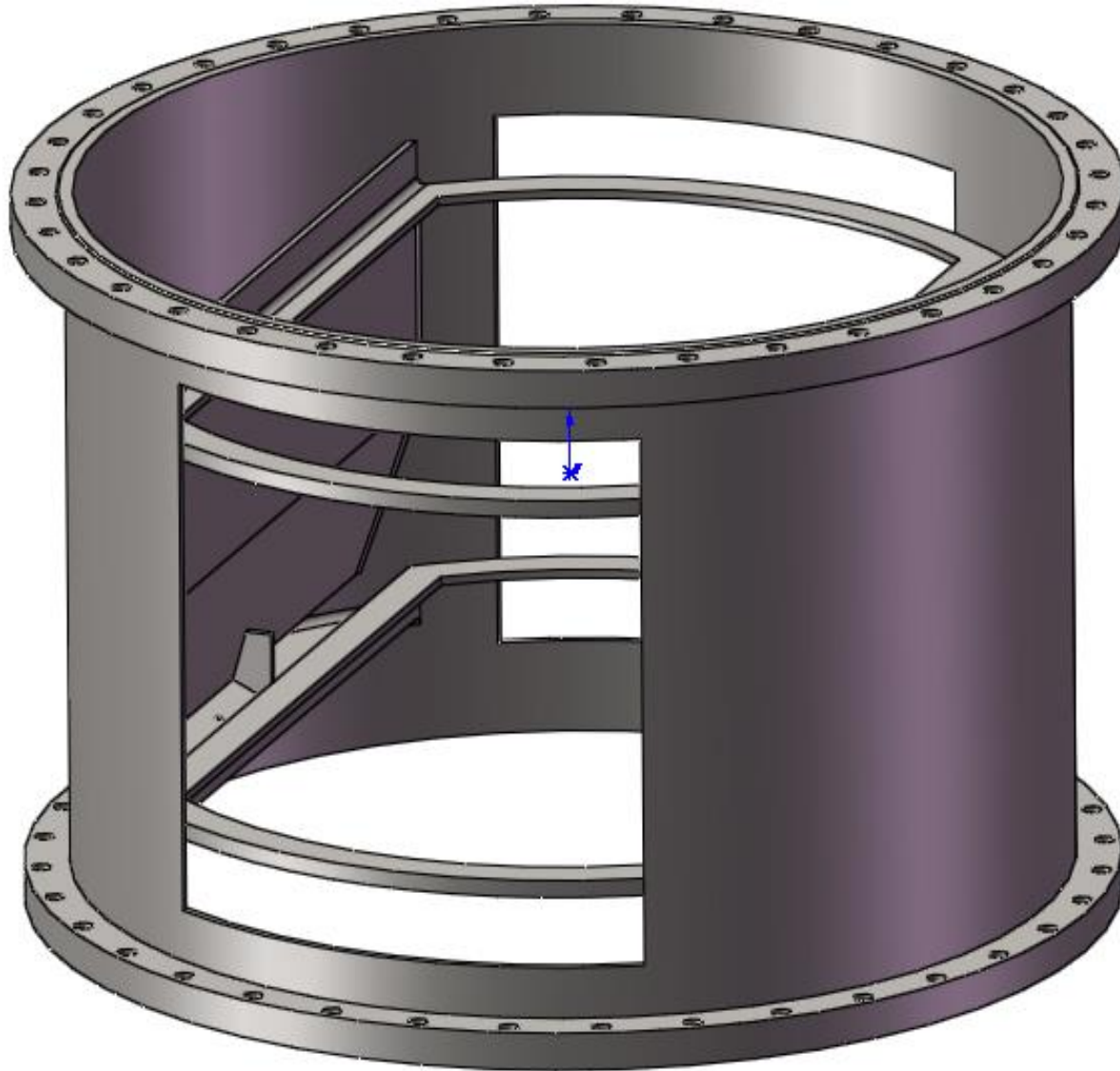
第二节 塔板设计

2、溢流装置设计

- (1) 塔板上液体流型的选择
- (2) 降液管设计
- (3) 溢流堰设计
- (4) 受液盘设计

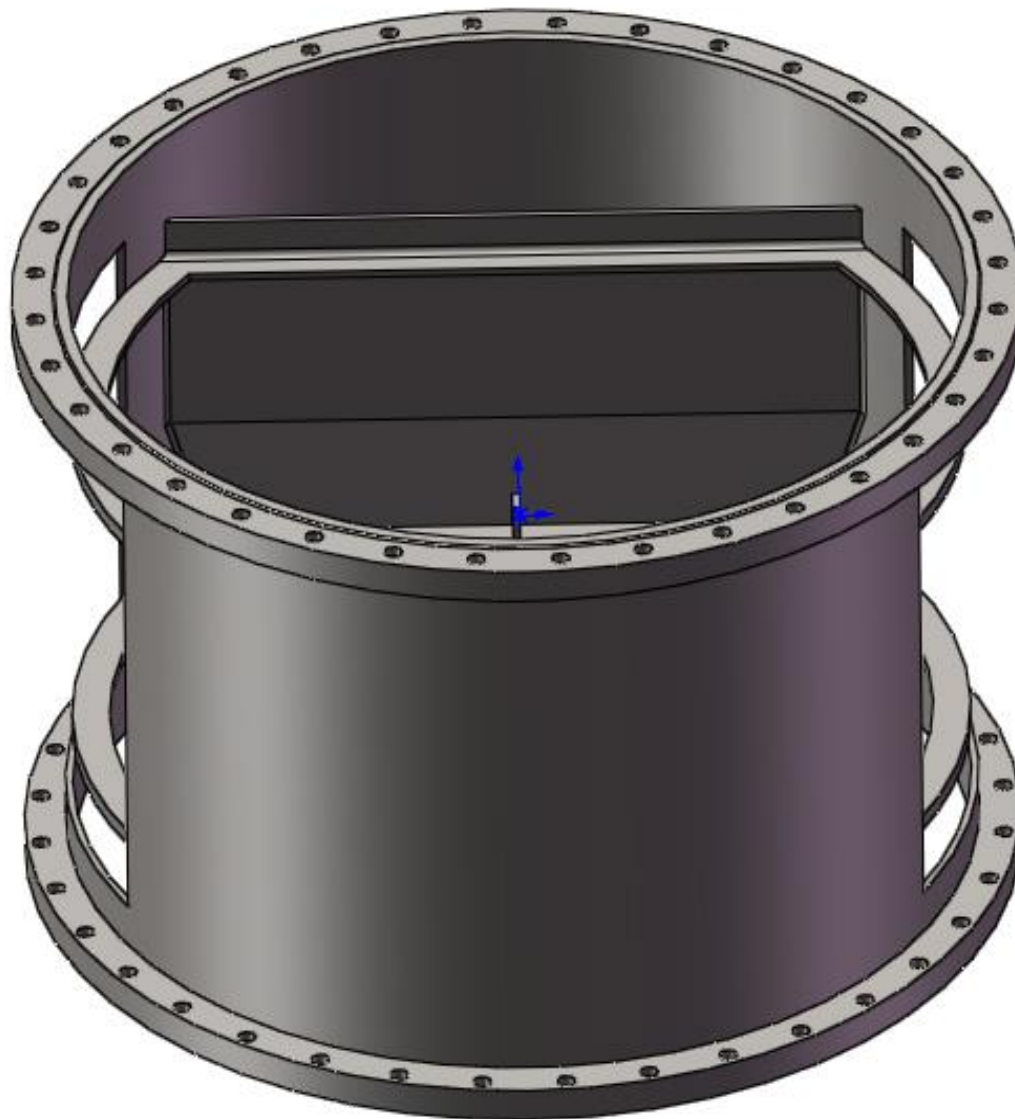


2、溢流装置设计





2、溢流装置设计



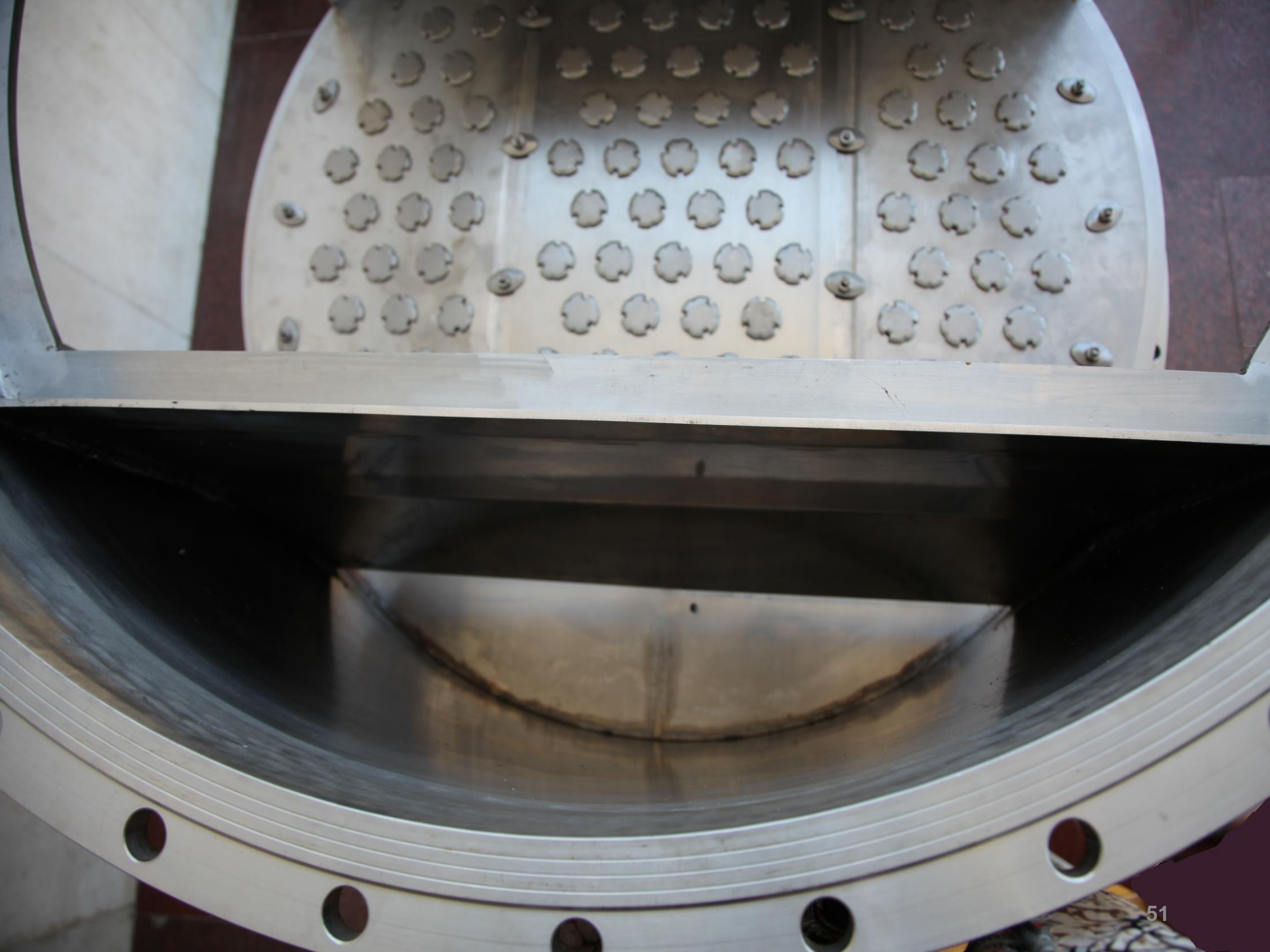


卷文出武周中

96

97

98





第二节 塔板设计

2、溢流装置

(1) 溢流形式

单溢流 多溢流 ($> \phi 2000$, 双溢流) 弓型降液管

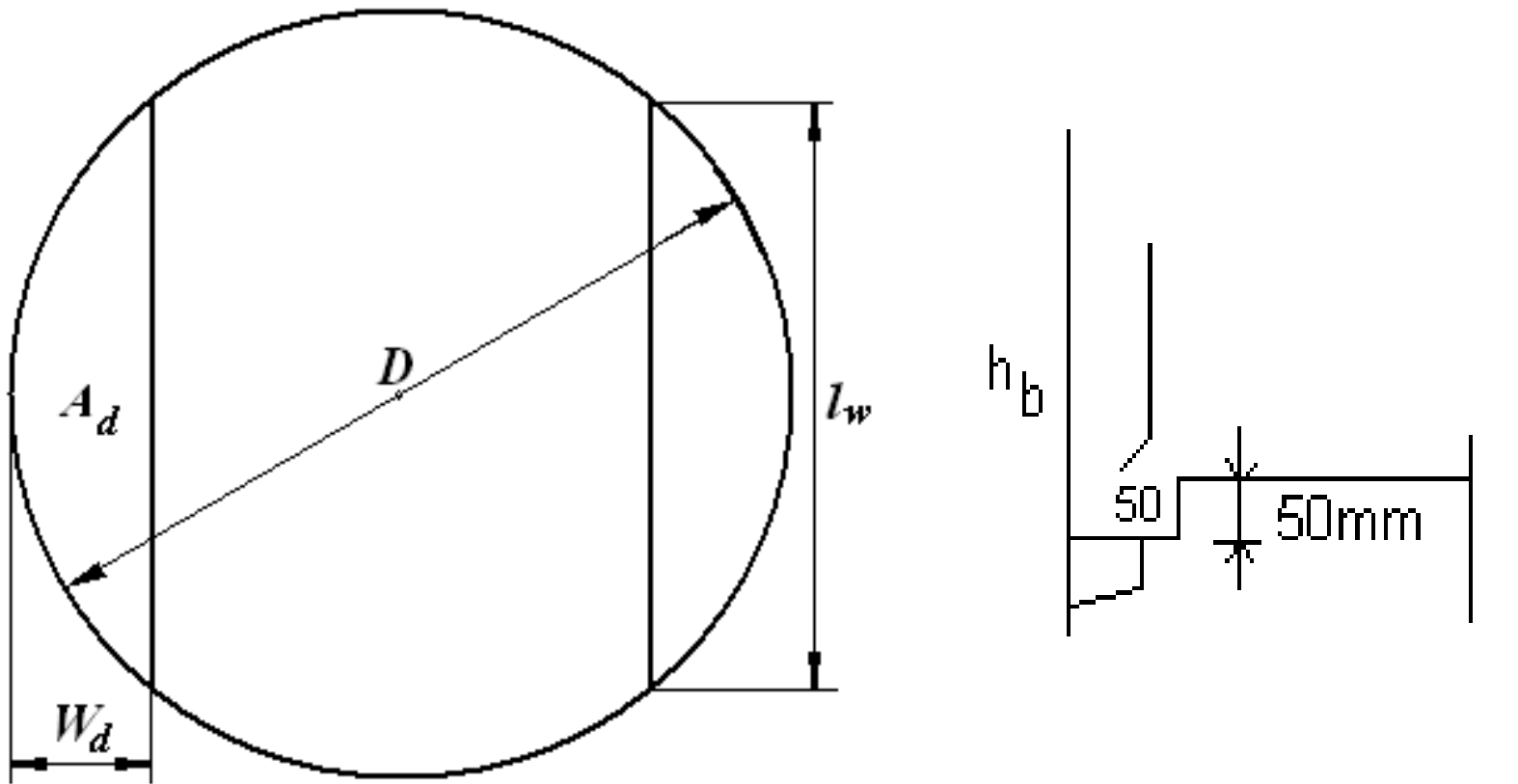
表3-4 液相负荷与板型的关系

塔 径 mm	液 相 流 量 m^3/h			
	回 流 型	单 流 型	双 流 型	阶 梯 型
1000	< 7	< 45		
1400	< 9	< 70		
2000	< 11	< 90	90 ~ 160	
3000	< 11	< 110	110 ~ 200	200 ~ 300



第二节 塔板设计

(2) 降液管设计: A_d l_w W_d h_s





第二节 塔板设计

(2) 降液管设计:

○ l_w A_d W_d h_s

❖ 经验: $l_w/D = 0.6-0.8$ 一般取0.7-0.75

停留时间:

$$l_w/D \rightarrow \text{查取 } \frac{W_d}{D}, \frac{A_d}{A_T} \quad A_T \text{ — 塔截面积; } W_d \text{ — 降液管宽度}$$

$$\tau = \frac{H_T \cdot A_d}{L_s} = 3 \sim 5 \text{ 秒} \quad \frac{A_d}{A_T} \xrightarrow{\text{查表}} l_w$$

❖ h_s 一般取50mm 凹型受液盘 $h_s = \text{盘深}$

当降液管处理受限能力时可调整



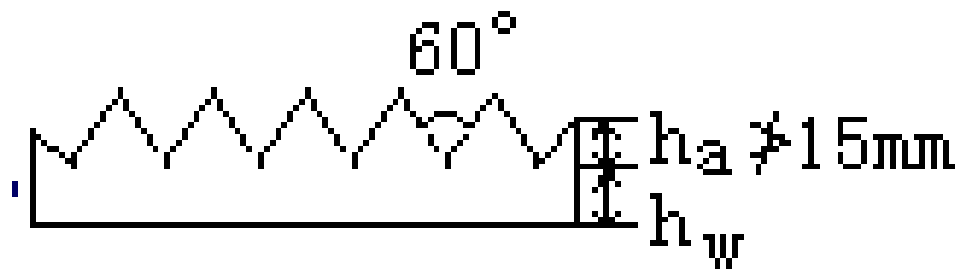
第二节 塔板设计

(3) 堰的设计：

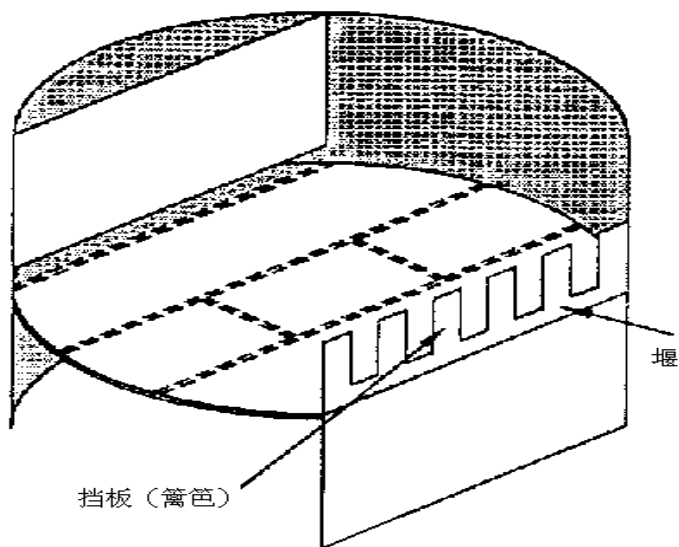
- ◆ 平口堰：常用
- 齿形堰：液体负荷小
- 抹斜式堰：液体分布均匀，两侧返混减少
- 栅栏堰：分布、挡板
- ◆ 堰高 堰长
- ◆ 入口堰：凹型受液盘不设入口堰



平口堰

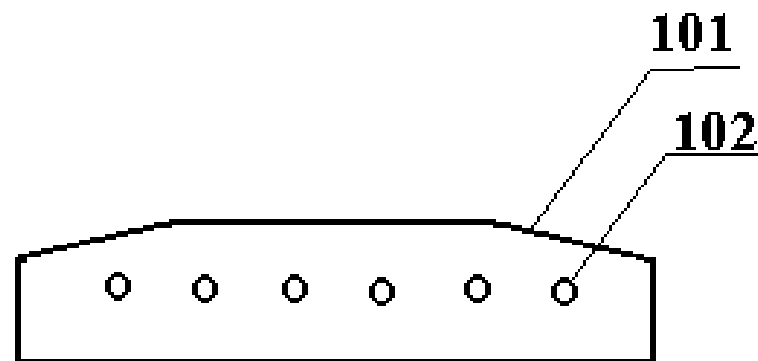


齿形堰



立体视图

栅栏堰



抹斜式堰



(3) 堰的设计:

1) 堰长 l_w (同前)

2) 堰高 h_w

常压加压 $h_w=40\sim 50$ mm

建议 $h_w=50$ mm;

减压 $h_w=15\sim 75$ mm

3) 堰的型式

分为 平口堰 选用该种

齿形堰 (液体负荷小时可选用)



第二节 塔板设计

(4) 受液盘设计:

- ◆ 平型: 小塔、易聚合物系 (无液封)
- ◆ 凹型: 大塔 (液封、缓冲、分布、易堵塞)

深度: 50mm采用倾斜式降液管

- ◆ 最下面一个受液盘称液封盘, 深度 ≥ 100 , 防止蒸汽短路



老大山谷月

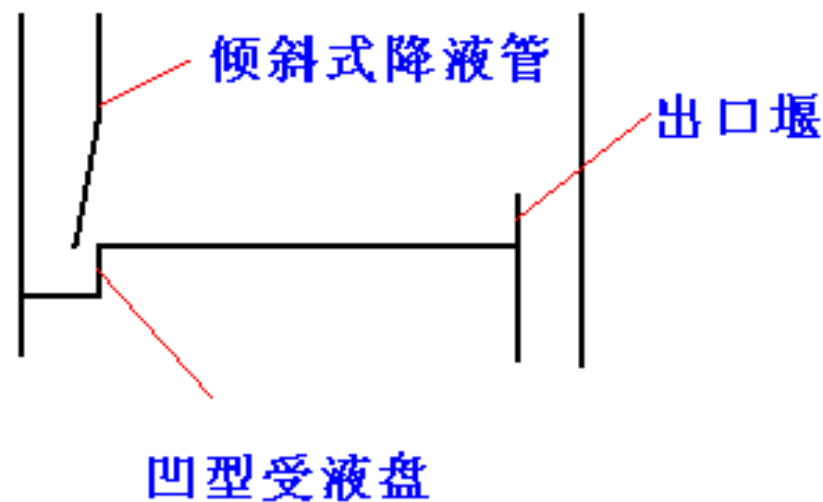
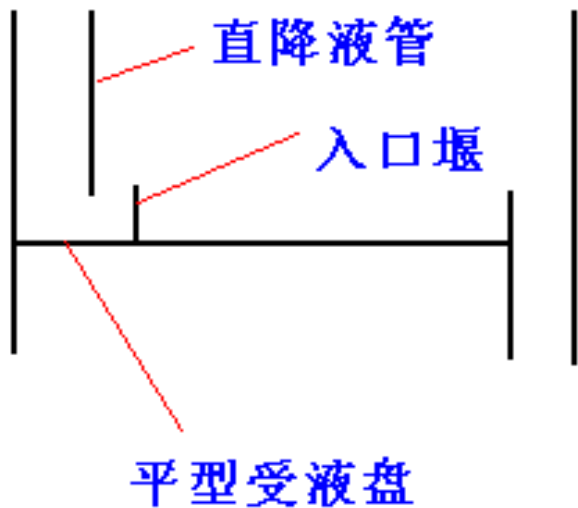
90

6-1



第二节 塔板设计

(4) 受液盘设计:





第二节 塔板设计

3、塔盘鼓泡区设计

- (1) 浮阀的选择
- (2) 浮阀的排列方式
- (3) 开孔率的确定
- (4) 塔板排布

$$\varphi = \frac{\text{阀孔总面积}(A_0)}{\text{塔板全面积}(A_T)} \times 100\%$$



第二节 塔板设计

3、塔盘鼓泡区设计

(1) 浮阀的选择:

圆阀 F-1 型浮阀 轻阀 (减压塔)

重阀 (选该种) 条阀 SV系列



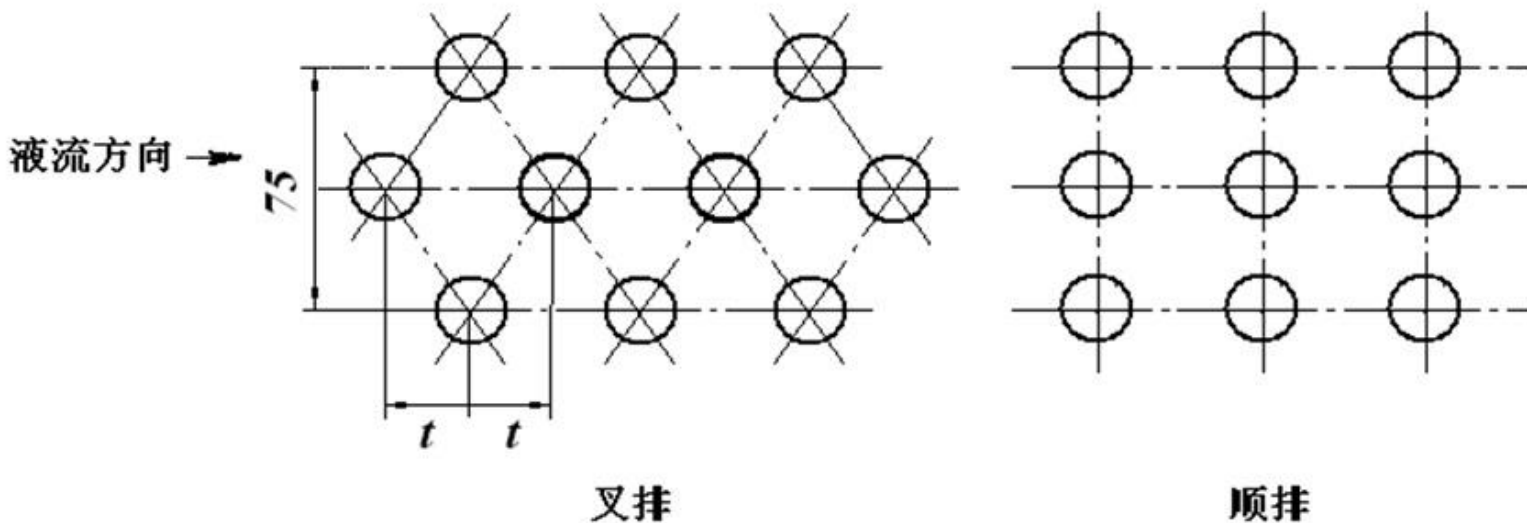


第二节 塔板设计

(2) 浮阀的排列方式:

顺排 叉排 (建议用叉排)

塔径超过800, 采用分块式塔板。浮阀按等腰三角形排列, 底边取75mm, 高 (t) 取65、70、75、80、90、100、110; 加压塔可取 $t=125\sim 150\text{mm}$ 。





第二节 塔板设计

(3) 开孔率

$$\varphi = \frac{\text{阀孔总面积}(A_0)}{\text{塔板全面积}(A_T)} \times 100 \%$$

$$A_0 = N \cdot \frac{\pi}{4} (0.039)^2$$

$$A_T = \frac{\pi}{4} D^2$$

开孔率过大，容易漏液

开孔率过小，容易压降过高



第二节 塔板设计

(3)开孔率 (ϕ 过大, 易漏液; ϕ 过小, 压降过高)

A: 由阀孔动能因数

$$F_h = u_h \sqrt{\rho_v}$$

计算 ϕ

$Fh = 9-12$ 阀刚刚全开, 设计点

B: 阀刚开时的临界阀孔气速 $(U_o)_c$:

$$(U_o)_c = \left(\frac{72.8}{\rho_v} \right)^{0.548} \quad (\text{m/s})$$

$$(U_o)_c \leq U_o \leq 1.5 (U_o)_c$$

C: 常压或减压 $\phi=10-15\%$

加压 $\phi=6-9\%$

压力很高 $\phi=3-4\%$



第二节 塔板设计

(4) 塔板布置

$D > 1000$ ，采用分块式塔板，区域的划分：

$$A_B = A_T - 2A_d$$

式中： A_B -鼓泡区面积

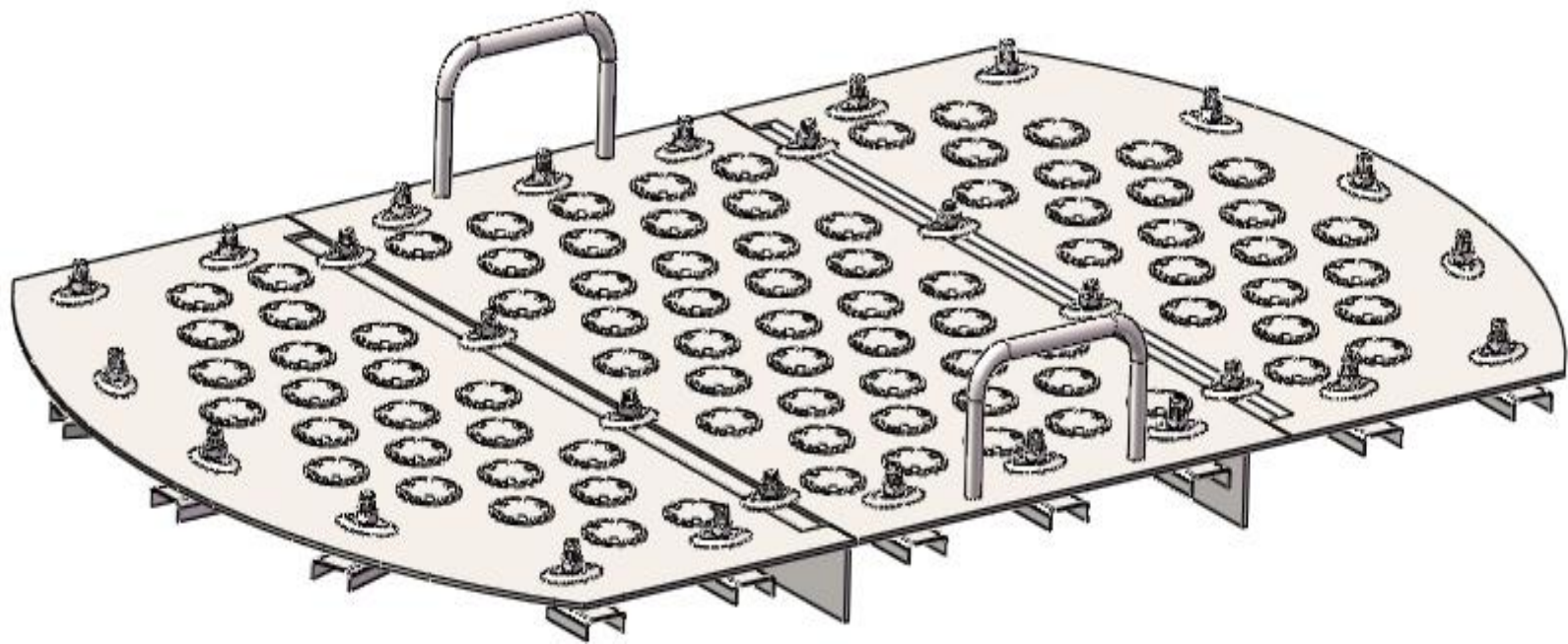
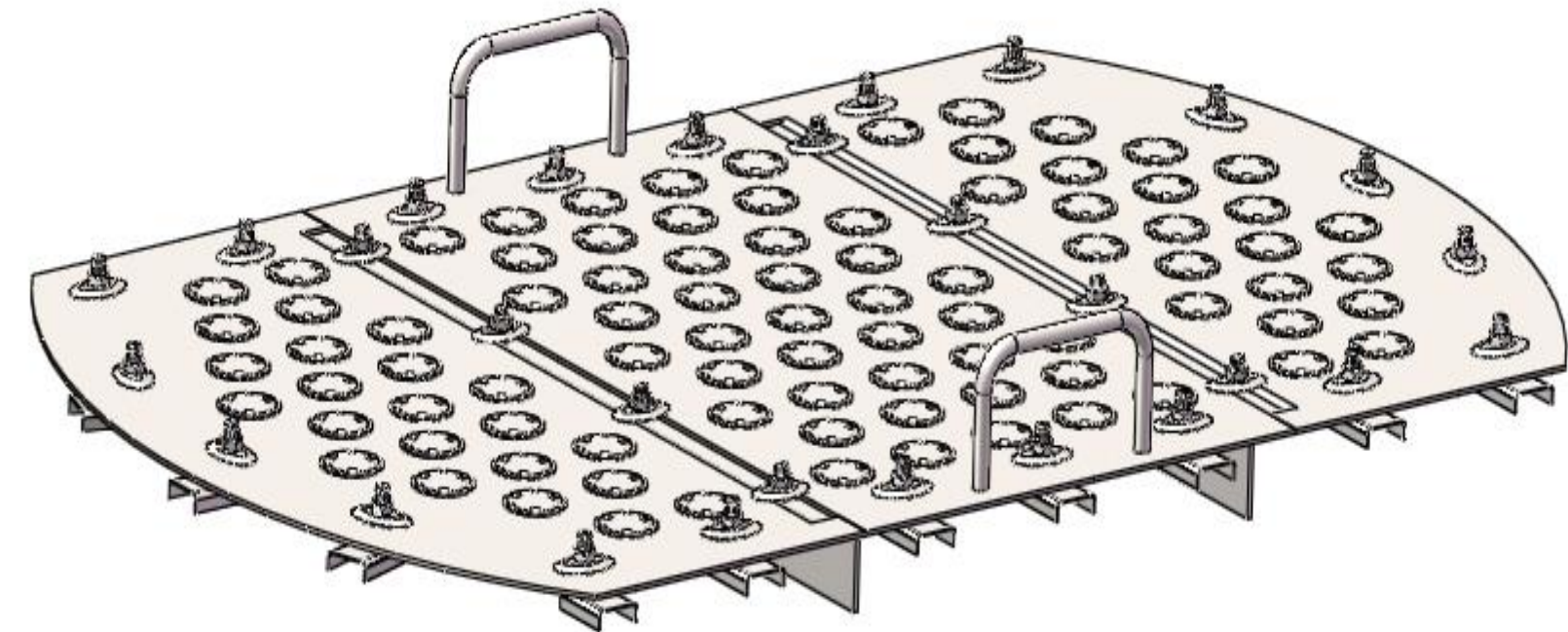
A_d -降液管面积（受液盘面积）

A_T -塔截面面积

分块塔板：通道板，宽=400

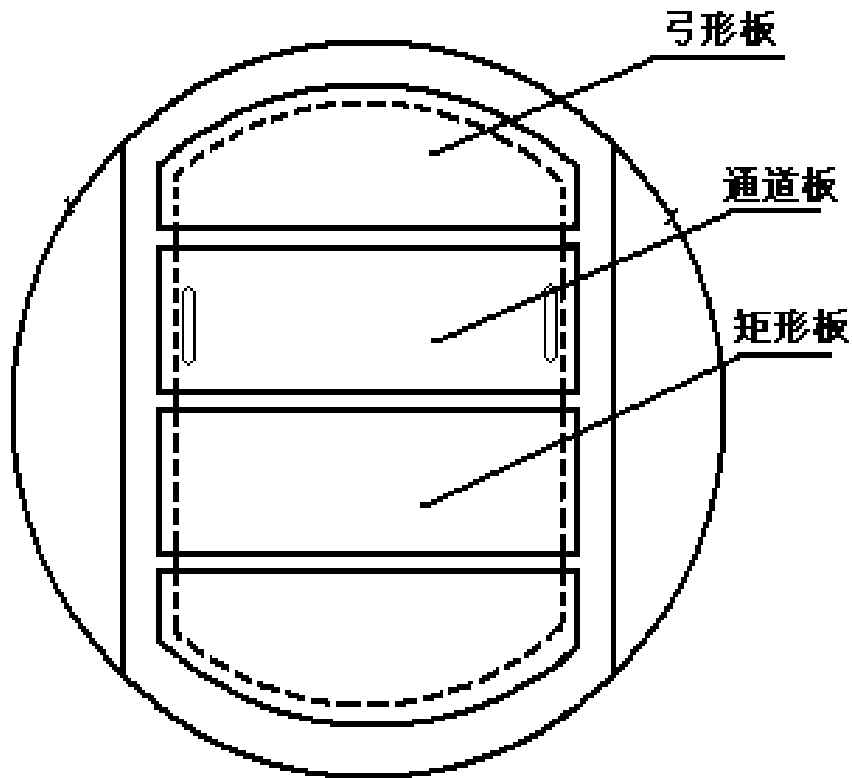
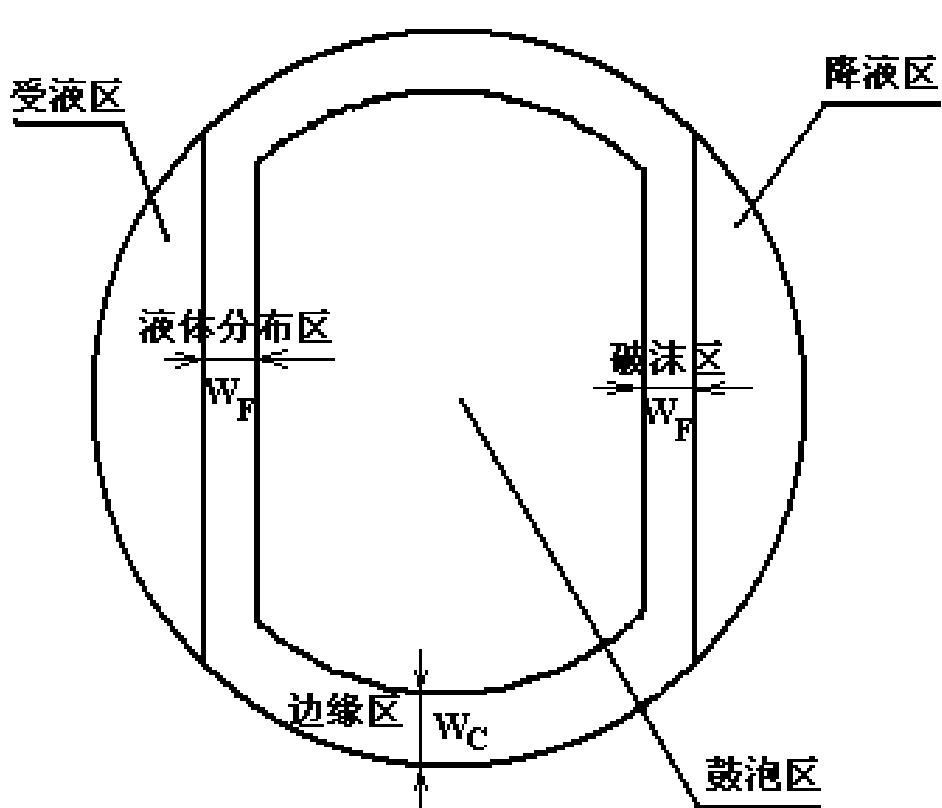
矩形板，宽=377（自身梁宽43）

弓形板，宽由 D 决定

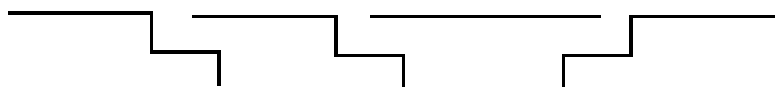


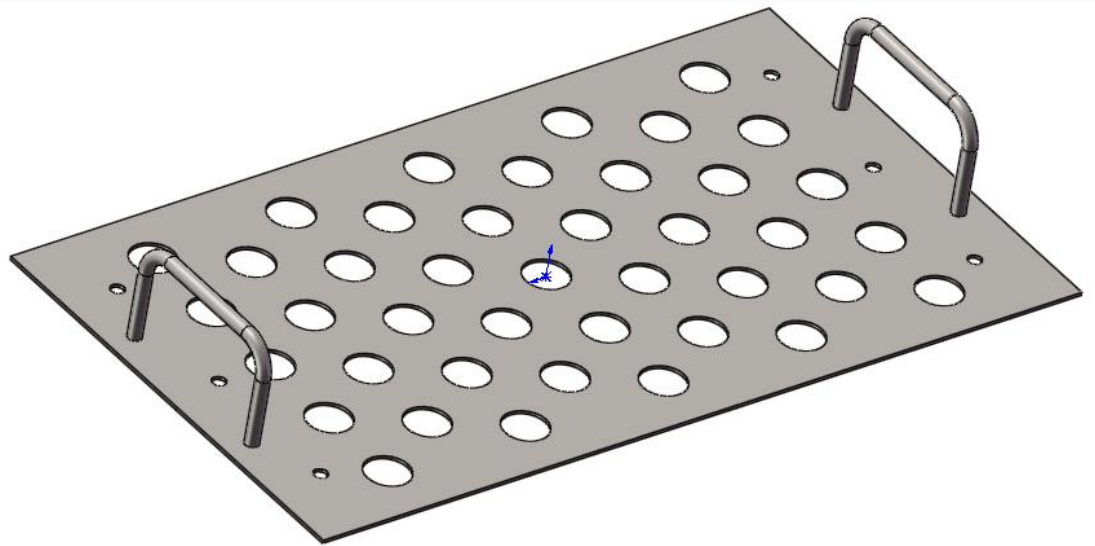
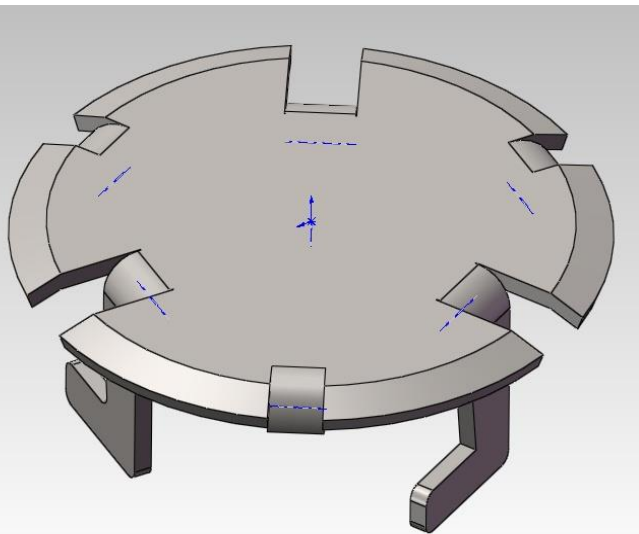
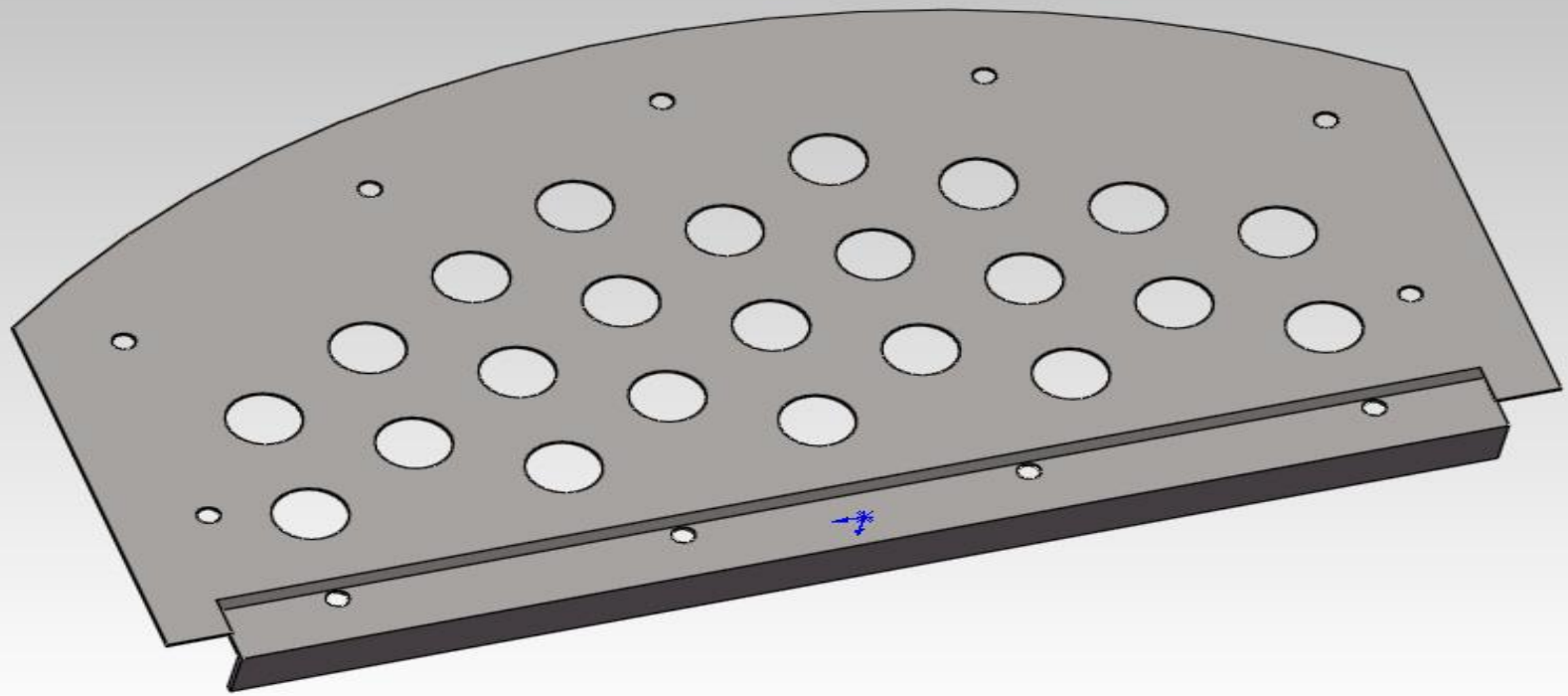


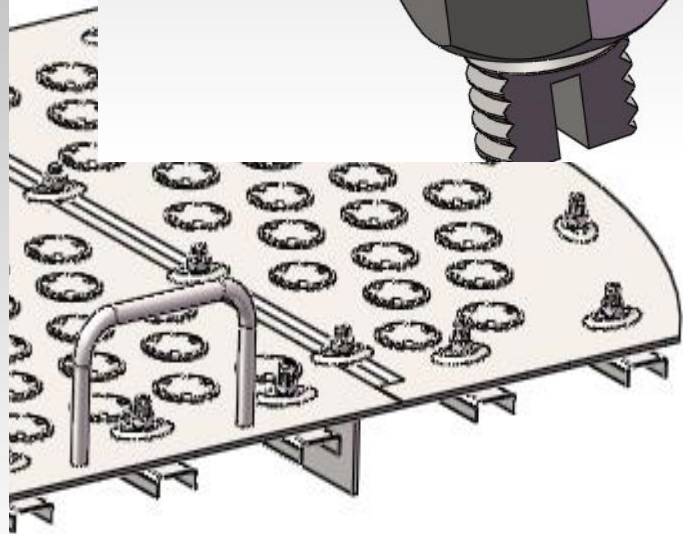
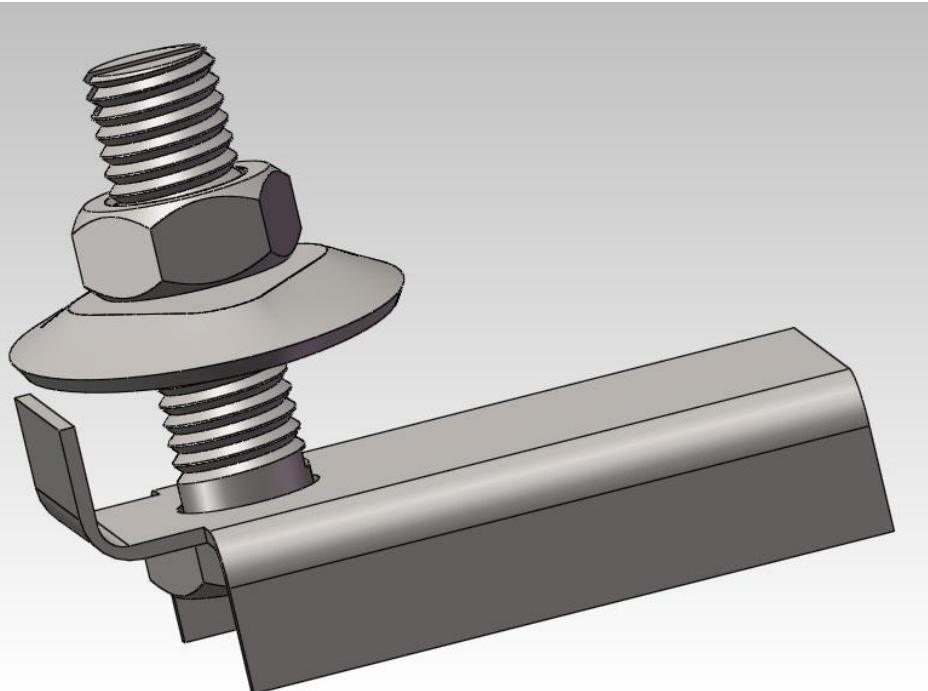
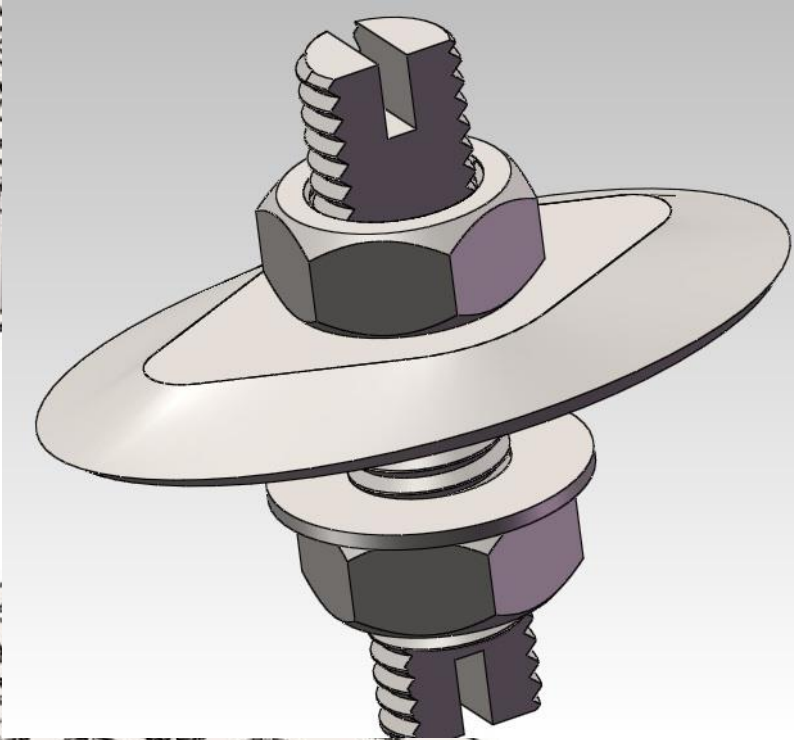
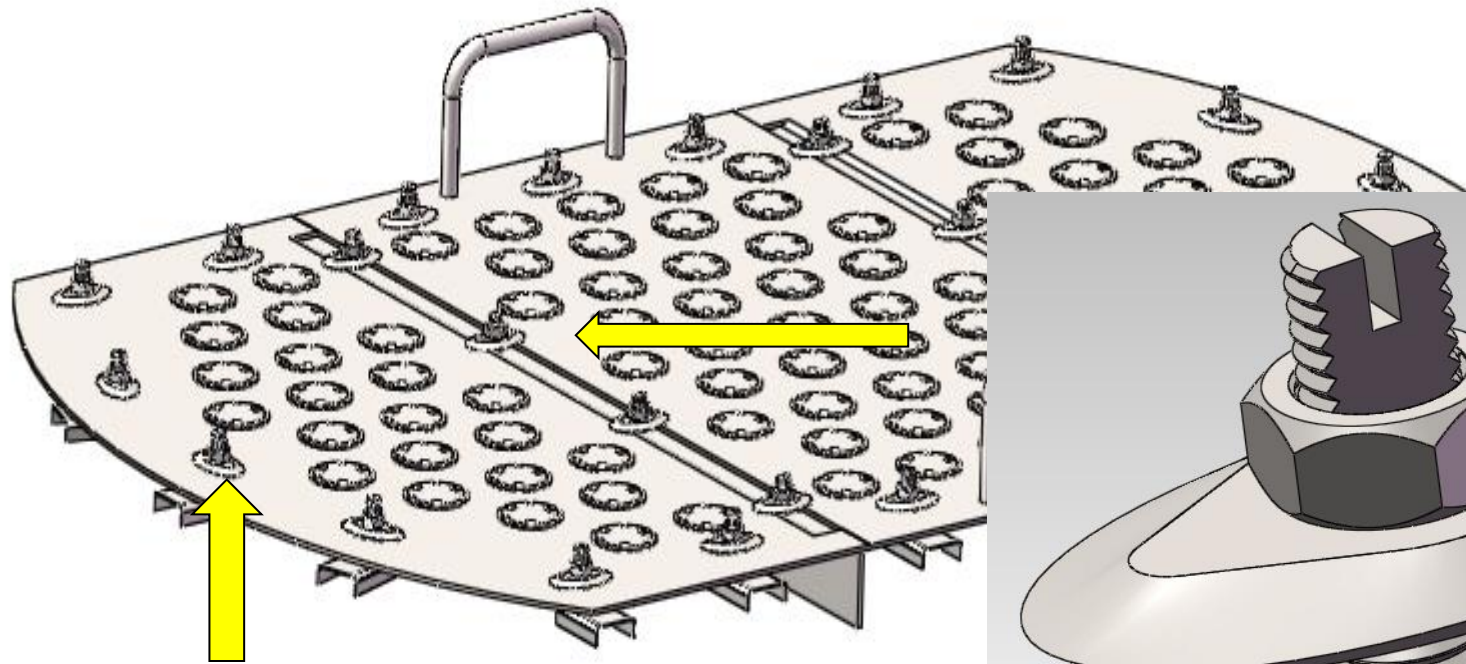
第二节 塔板设计

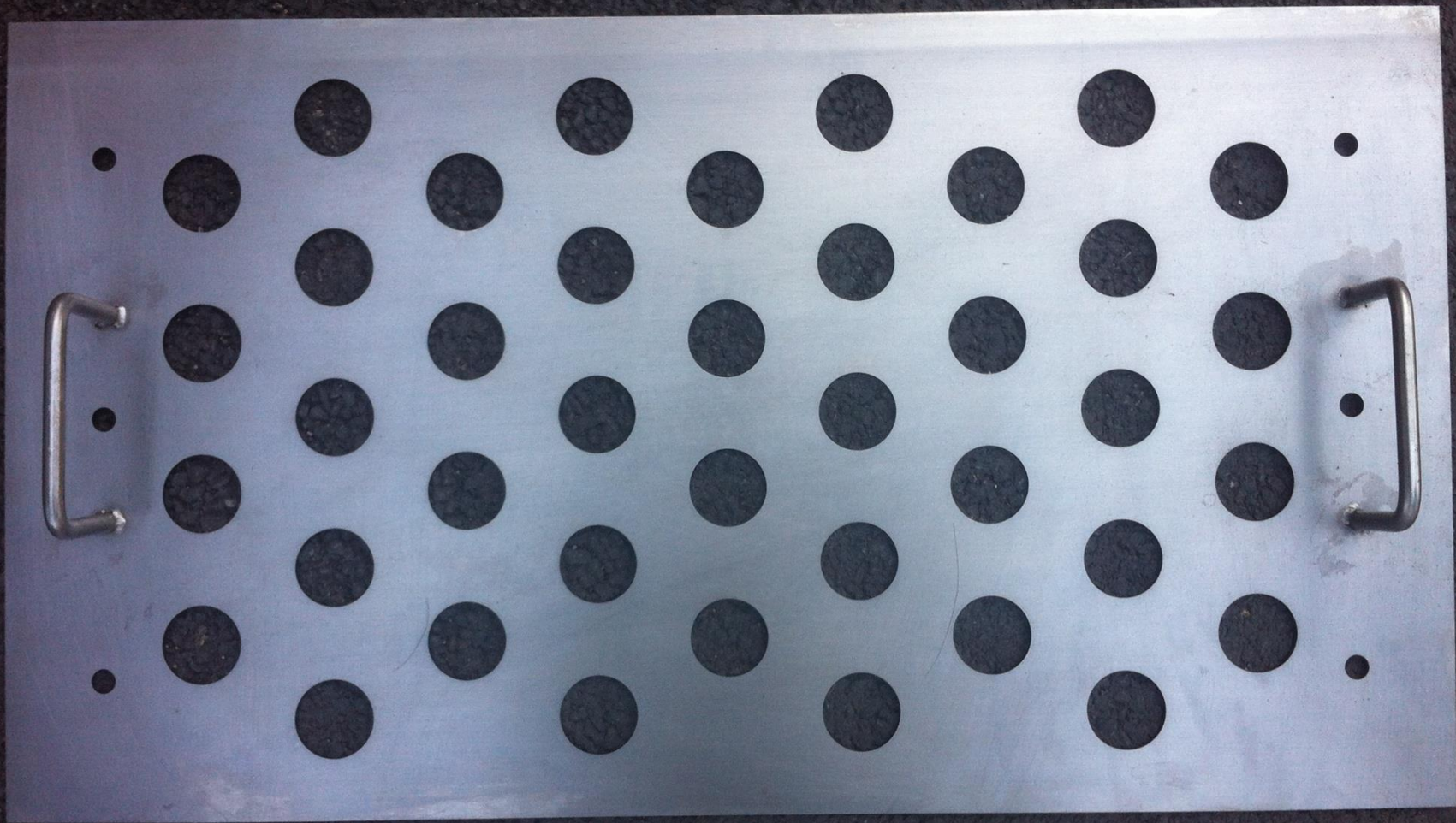


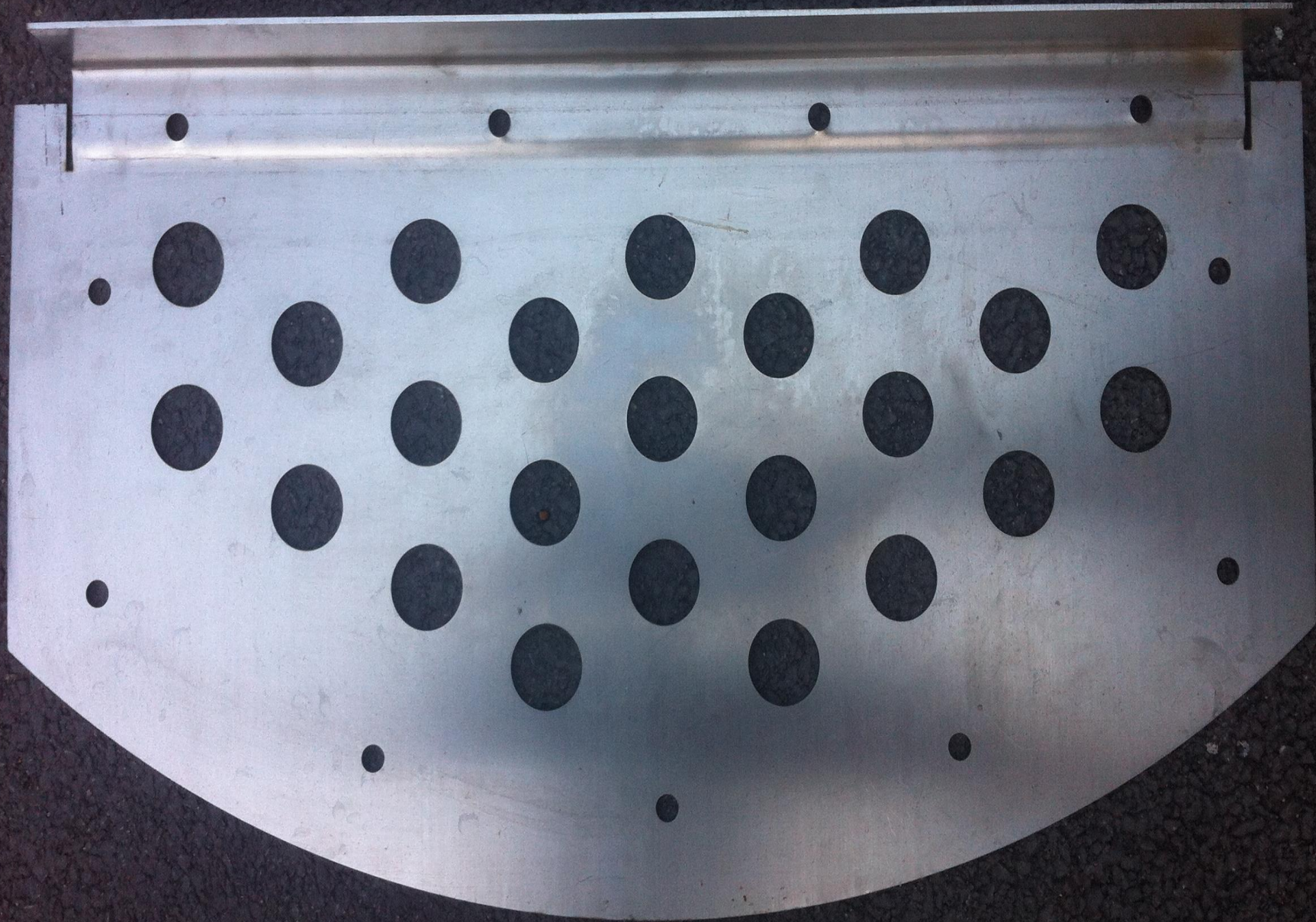
$$\left. \begin{aligned} W_F &\geq 80 \sim 110 \text{ mm} \\ W_C &\geq 80 \sim 90 \text{ mm} \end{aligned} \right\}$$

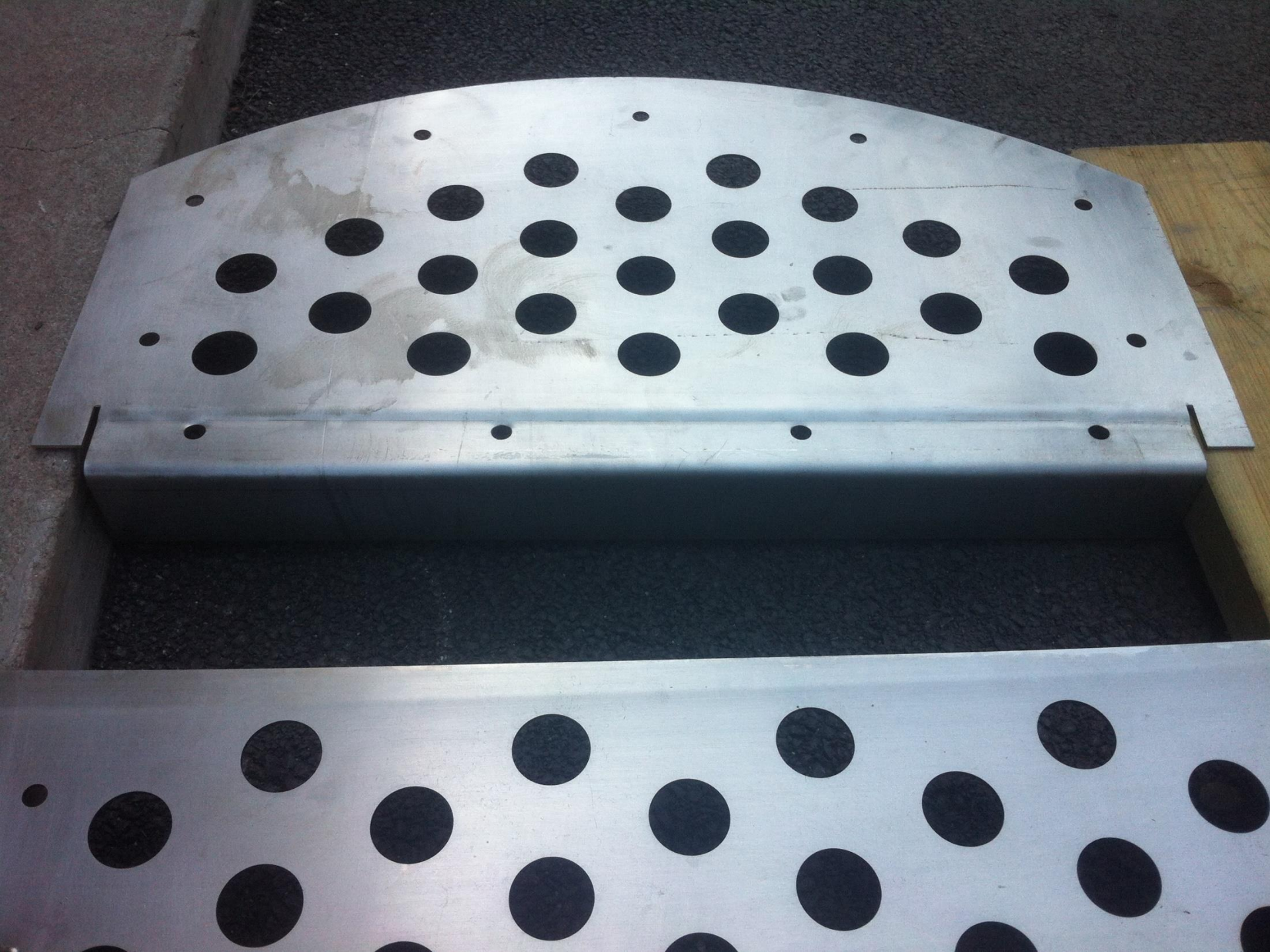


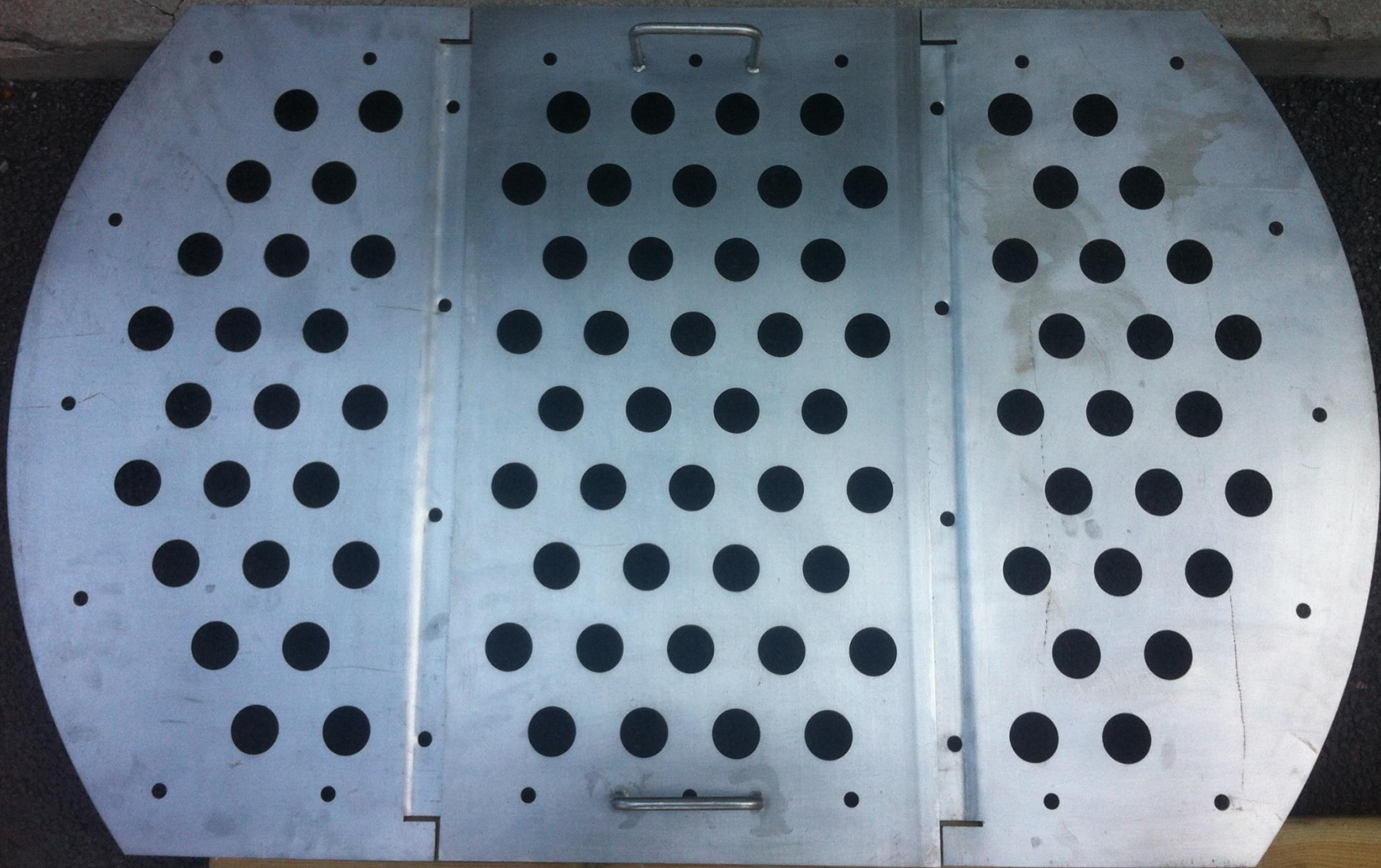
















第二节 塔板设计

浮阀个数的确定:

$F_0 = u_0 \sqrt{\rho_V}$ 保持在9~12, 阀刚刚全开, 可得设计点气速,

浮阀个数:

$$N = \frac{V}{0.785 d_0^2 u_0}$$

横向上浮阀的排数:

$$n = \frac{D - (2b + Z_1 + Z_2 + d_0)}{t} + 1$$

$S=75\text{mm},$ $t = \frac{A_B}{N \cdot S}$

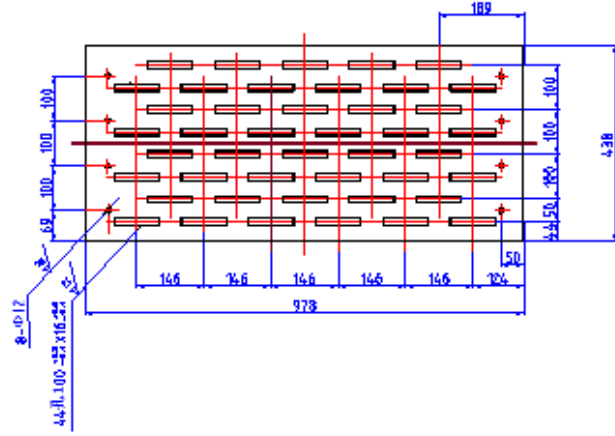
$$A_B = 2 \left[x \cdot \sqrt{y^2 - x^2} + \frac{\pi}{180} y^2 \sin^{-1} \frac{x}{y} \right]$$

式中: $x = \frac{D}{2} - (b - Z_1)$

$$y = \frac{D}{2} - Z_3$$

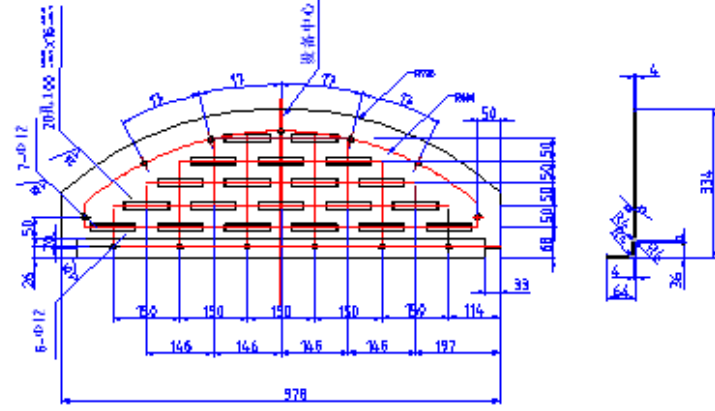
令 $Z_1 = Z_2$

其余▽



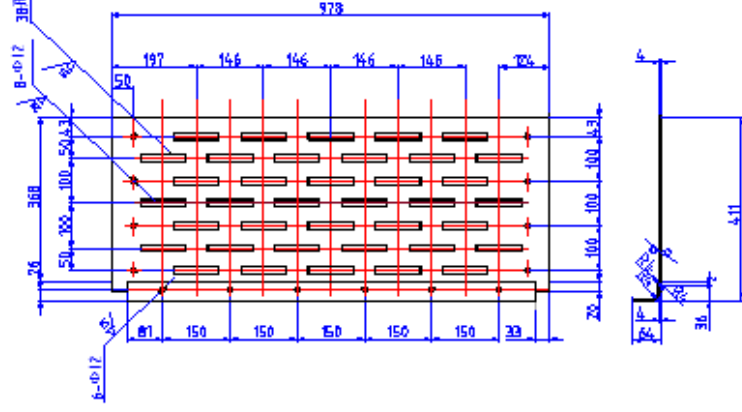
2	井道板 1	钢板 4	Q235A	11.2	JPC01-010-27001-010-2/00	井道板图号	数量	单位	备注
	井道板图号	材料规格	重量(公斤)						

其余▽

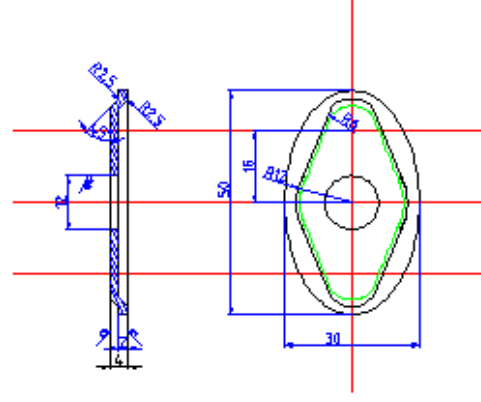


3	井道板 1	钢板 4	Q235A	12.4	JPC01-010-27001-010-2/00	井道板图号	数量	单位	备注
	井道板图号	材料规格	重量(公斤)						

其余▽



其余▽



5	井道板 1	钢板 2	Q235A	0.02	JPC01-010-27001-010-2/00	井道板图号	数量	单位	备注
	井道板图号	材料规格	重量(公斤)						

北京油源恒业科技有限公司

独山子石化分公司乙烯厂

22万吨/年乙烯装置扩建工程
设计阶段: (10-C-405)



第二节 塔板设计

一、初步设计

二、水力学核算

1、塔板压降

2、降液管泡沫层高

3、液体在降液管内的停留时间及流速

4、雾沫夹带

5、泄漏

三、负荷性能图



第二节 塔板设计

1、塔板压降

$$h_p = h_c + h_L' + h_\sigma$$

表面张力压降

液层压降

干板压降



第二节 塔板设计

1、塔板压降

对F-1型重阀，全开前：

$$\Delta P_d = 19.9 g u_0^2$$

全开后：

$$\Delta P_d = 5.37 \frac{\rho_G u_0^2}{2}$$

$$\Delta P_L = \rho_{\text{汽-液}} g (h_w + h_{ow}) = 0.5 \rho_L g (h_w + h_{ow})$$

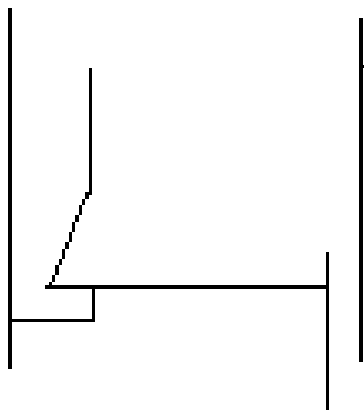
$$h_{ow} = 2.84 \times 10^{-3} k \left(\frac{L}{l_w} \right)^{2/3}$$

k ——液流收缩系数



第二节 塔板设计

2、降液管泡沫层高



$$H_d = h_w + h_{0w} + \Delta + h_d + h_p$$

$$h_d = h_{d_1} + h_{d_2}$$

$$h_{d_1} = 0.153 \left(\frac{L_s}{l_w \cdot h_b} \right)^2$$

流到底隙的压降

$$h_{d_2} = 0.1 \left(\frac{L_s}{A_v} \right)^2$$

流过进口堰的压降



第二节 塔板设计

3、液体在降液管内的停留时间及流速

1) 停留时间:

$$\tau = \frac{H_d \cdot A_d}{L_s} \geq 3 \sim 5 \text{ 秒}$$

2) 流速:

$$U_d = \frac{L_s}{A_d} \leq 0.08 \sim 0.12 \text{ m/s}$$

可计算 $(U_d)_{\max}$, 使 $U_d < (U_d)_{\max}$



第二节 塔板设计

4、雾沫夹带

$$e < 0.1\text{kg雾沫/kg干气}$$

1) 用经验关联式

2) 核算泛点率

$$\text{泛点率} = \frac{\text{设计负荷}}{\text{泛点负荷}} \times 100\%$$

$$D=1000\sim 2000, F_1 < 80\sim 82\%$$



第二节 塔板设计

5、泄漏

1) 由阀孔动能因数 F_0 计算

$$F_{0M} = U_0 \sqrt{\rho_v} \geq 5$$

查表4-1, 确定是否漏液

2) 由漏液点阀孔动能因数核算 F_{0a}

参见式 (4-21) 计算 F_{0a} ,

$F_0 > F_{0a}$ 合适。



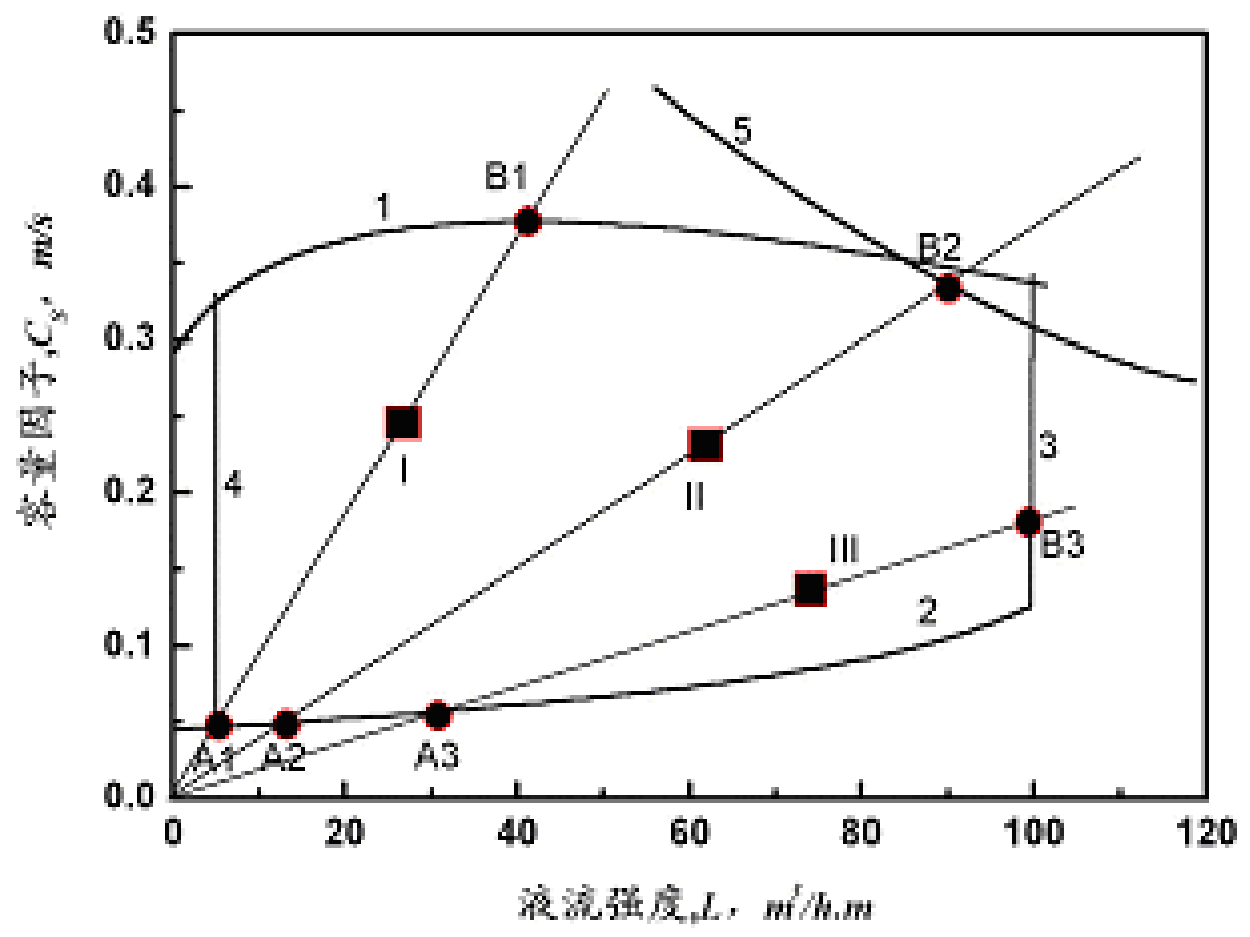
第二节 塔板设计

三、负荷性能图

1. 过量雾沫夹带线 - - 汽速上限
2. 淹塔线（降液管液泛线） - - 汽速上限
3. 过量泄漏线 - - 汽速下限
4. 降液管超负荷线 - - 液体流量上限
5. 液相负荷下限线 - - 液体流量下限



● 单板负荷性能图





● 单指标全塔负荷性能图

1.2 单指标全塔负荷性能图的构成

以流程模拟的理论板号为横坐标，以塔板或降液管的某一性能指标为纵坐标，将各板对应的操作点、水力学限制及进料量波动条件下的结果绘在同一图中。

板式塔需要考察塔板和降液管的限制，分为水力学极限和传质限制。



● 单指标全塔负荷性能图

1.2 单指标全塔负荷性能图的构成

水力学限制是指原料进入塔内，经多级操作后，能够正常稳定地获得出料的水力学条件，是塔板设计的必要条件；

传质限制是指能够生产出“合格”产品（组成满足要求）的水力学条件，是维持塔板良好效率的充分条件。



● 单指标全塔负荷性能图

1.2 单指标全塔负荷性能图的构成

塔板限制包括喷射液泛、雾沫夹带、泄漏、液噎点和最小液量限制，降液管限制包括降液管液泛、降液管停留时间，有时需要考虑降液管入口液速和出口液速，具体见表1和表2。



● 全塔负荷性能图

表 1.水力学操作限制

工质	属性	水力学极限	操作现象
气相	上限	喷射液泛	100%雾沫夹带, 制约了塔内正常气液流动
	下限	泄漏液噎点	在液噎点附近的塔板发生压力波动, 引起机械震动
液相	上限	降液管入口液泛	液速过高阻滞降液管内气液分离, 造成降液管入口堵塞
	下限	最小溢流强度	保证正常均匀的堰上液体流动
气液两相	上限	降液管液泛	泡沫层高不超过降液管与堰高之和, 防止降液管液泛
	下限	降液管液封	降液管液层过低, 不足以产生液封, 导致气体短路

表 2. 传质操作限制

工质	属性	传质限制	操作现象
气相	上限	雾沫夹带	返混降低上层塔板传质推动力, 过量雾沫夹带将引起液泛
	下限	泄漏	本层塔板气液接触不良, 且返混降低下层塔板传质推动力
气液两相	上限	降液管气体夹带	降低下层塔板传质推动力, 且降低降液管的处理能力



全塔负荷性能图

3. 算例

3.1 塔板结构设计

某进料量为 12.3t/h 的正戊烷 (1) — 正己烷 (2) — 正庚烷 (3) — 正辛烷 (4) 混合物连续精馏装置, 采用 F-1 型浮阀塔板, 进料组成: $x_1=0.10$ (mol%, 下同) $x_2=0.30$, $x_3=0.40$, 液相分率 0.1, 常压操作, 分离要求: $x_{w2}=0.045$, $x_{D3}=0.04$ 。求设计点性能及操作弹性范围 60%~140% 的加工能力。

设计过程: 用 Aspen Plus 进行正常负荷 (100%) 的全流程模拟, 选用 PR 热力学模型。先用 Aspen 的 DSTWU 模块对精馏塔进行简捷计算, 为严格计算提供初值; 然后运行 Columns 中的 RadFrac 模块进行严格计算。根据经验和液相负荷的大小设计堰径比 L_w/D , 然后计算降液管面积、出口堰长和降液管宽度^[11,12], 再根据汽相负荷估算开孔率。 L_w/D 的设计初值选中间值 0.7, 初步设计结果见表 3。

表 3 塔设备设计结果

结构	塔径	溢流数	降液管宽	溢流堰长	板间距	开孔率 Φ , %	
	D , mm		W_d , mm	L_w , mm		H_T , mm	精馏段
尺寸	1400	1	200	980	500	14.05	8.07



● 单指标全塔负荷性能图

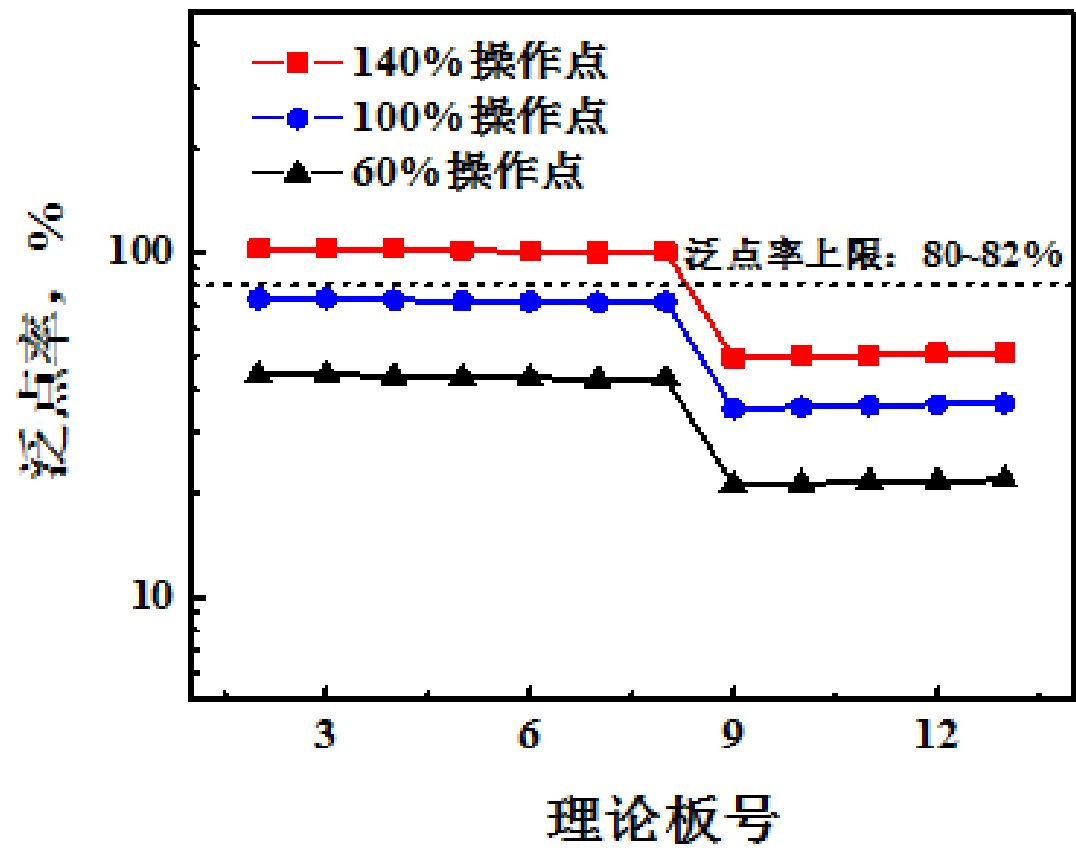


图 2 泛点率全塔负荷性能图



● 单指标全塔负荷性能图

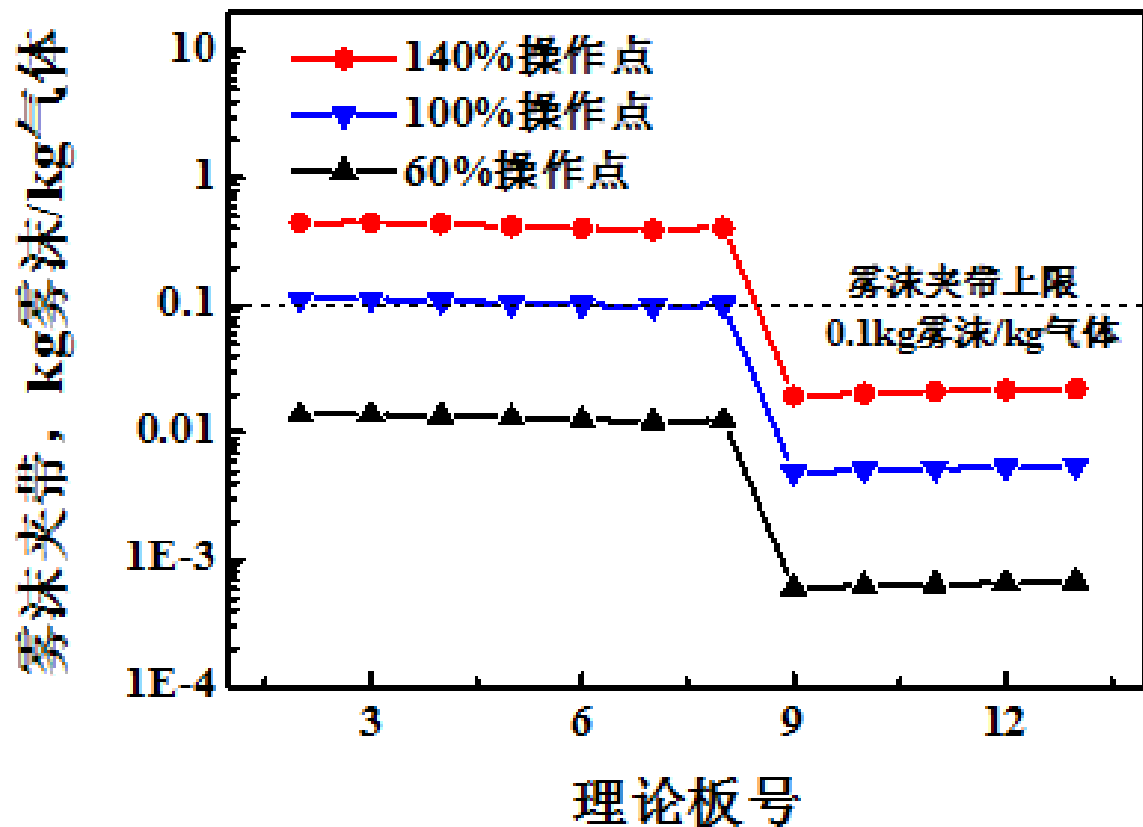


图 3 雾沫夹带全塔负荷性能图



单指标全塔负荷性能图

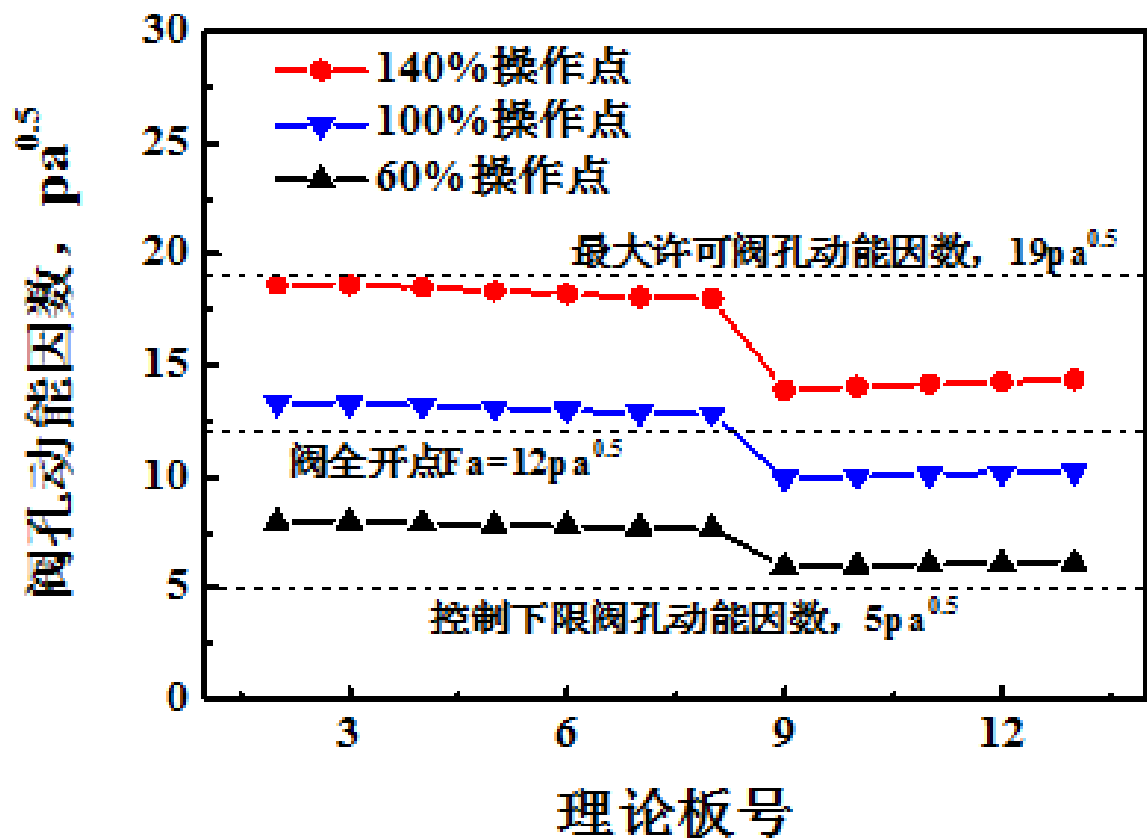


图 4 阀孔动能因数全塔负荷性能图



● 单指标全塔负荷性能图

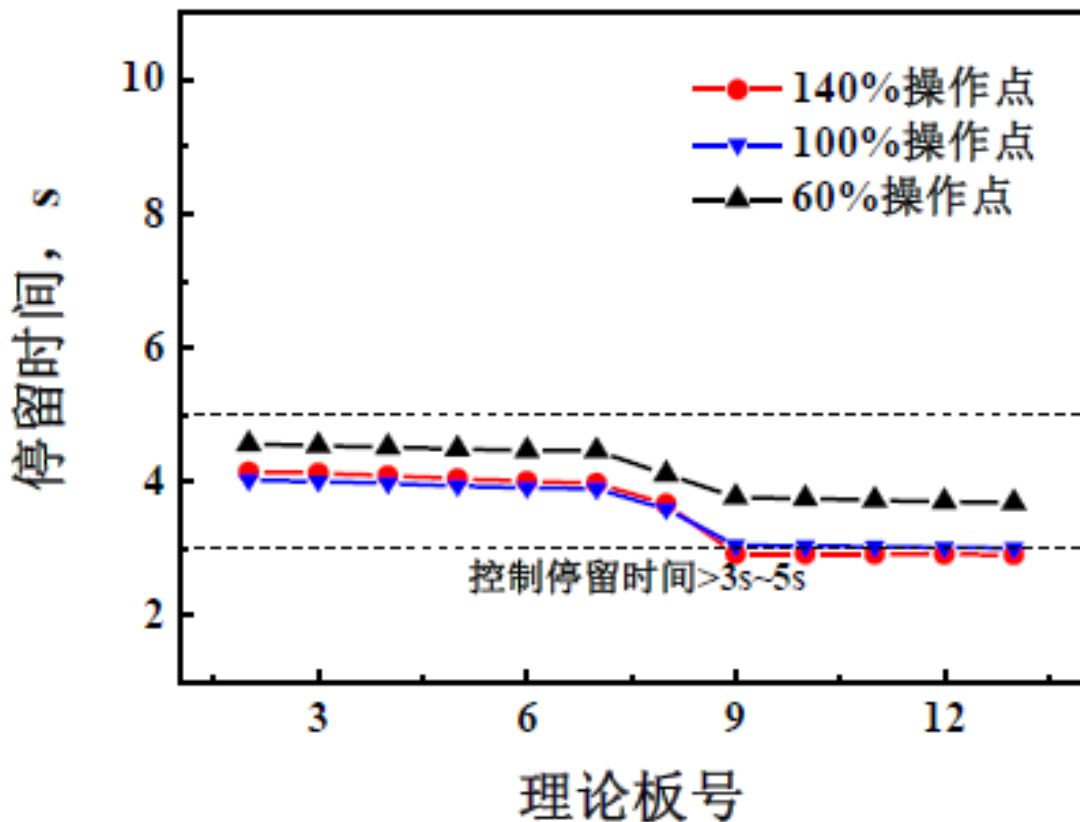


图 5 停留时间全塔负荷性能图



● 单指标全塔负荷性能图

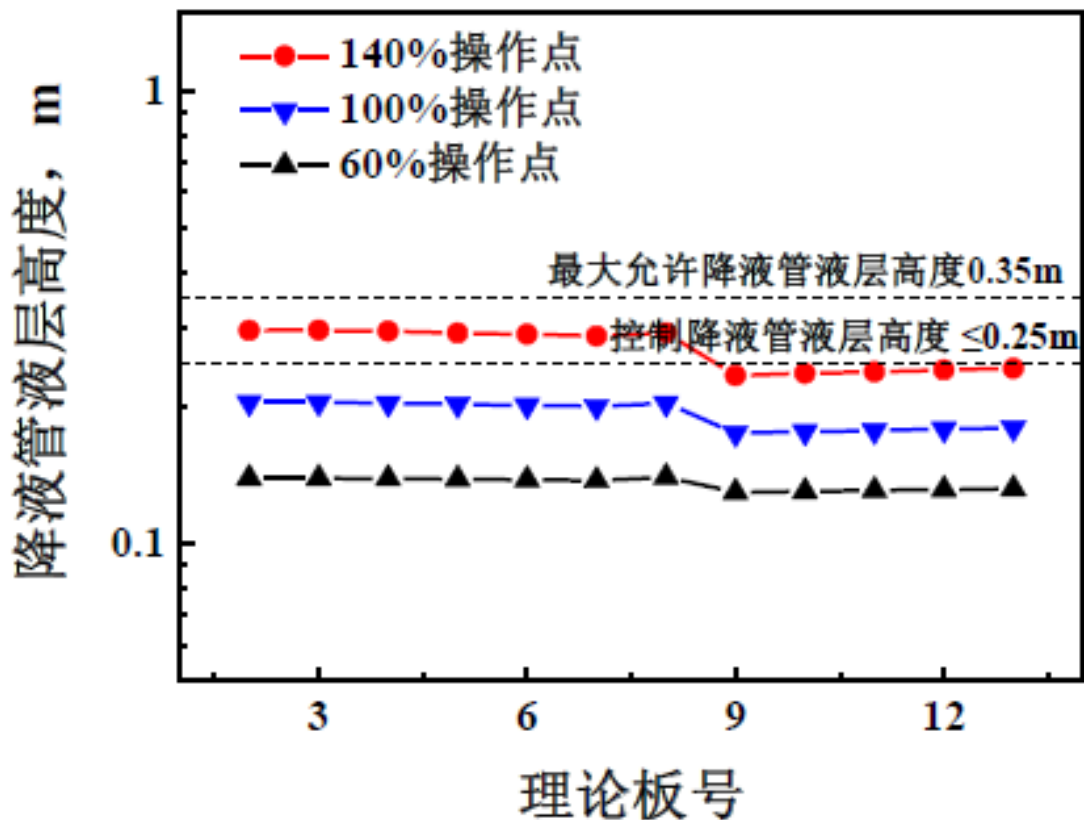


图 6 降液管液层高度全塔负荷性能图



● 改造后的单指标全塔负荷性能图

根据上述全塔负荷性能图分析可知：精馏段发生过量雾沫夹带，喷溅液泛为操作上限，塔板鼓泡区面积偏小，降液管面积富裕；而提馏段降液管停留时间过短，鼓泡区面积及开孔率偏大，降液管面积偏小。若适当减小精馏段的 L_w/D ，加大提馏段的 L_w/D ，可以改善操作性能。因此，调整精馏段的 $L_w/D=0.65$ ，提馏段 $L_w/D=0.75$ ，改造后的结果见表 5，单指标全塔负荷性能图见图 7~11：

表 5 塔设备设计结果

结构	塔径, mm	溢流数	降液管宽, mm		溢流堰长, mm		板间距, mm	开孔率, %	
			精馏段	提馏段	精馏段	提馏段		精馏段	提馏段
尺寸	1400	1	168	237	910	1050	500	15.52	7.14



● 单指标全塔负荷性能图

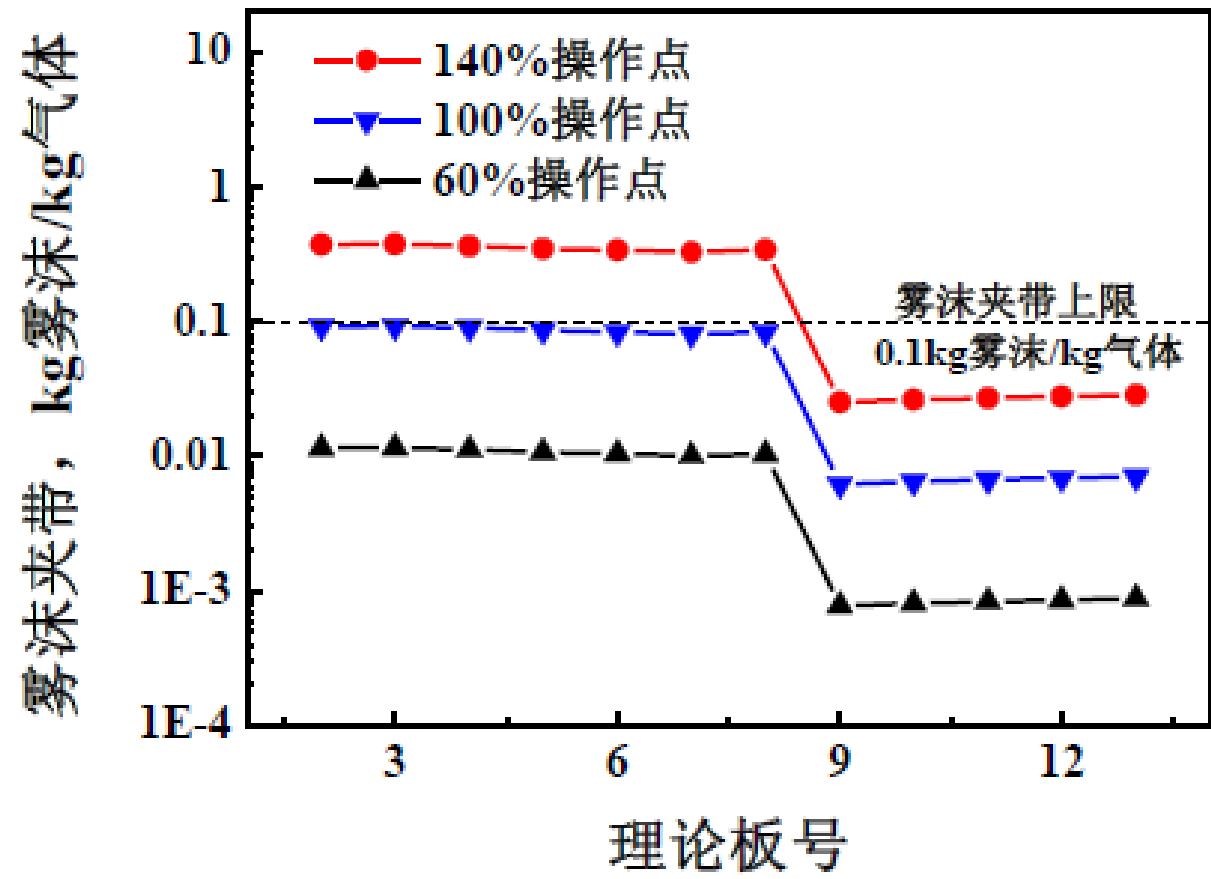


图 7 雾沫夹带全塔负荷性能图



● 单指标全塔负荷性能图

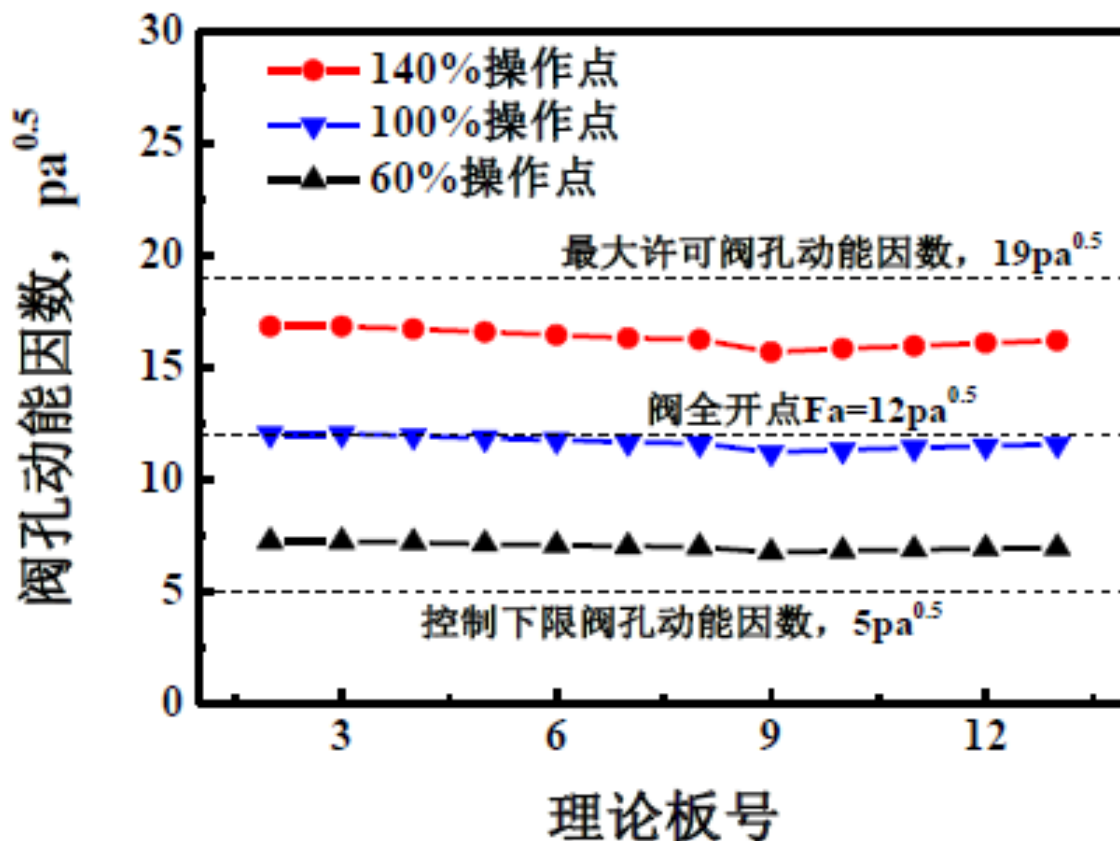


图 8 阀孔动能因数全塔负荷性能图



● 单指标全塔负荷性能图

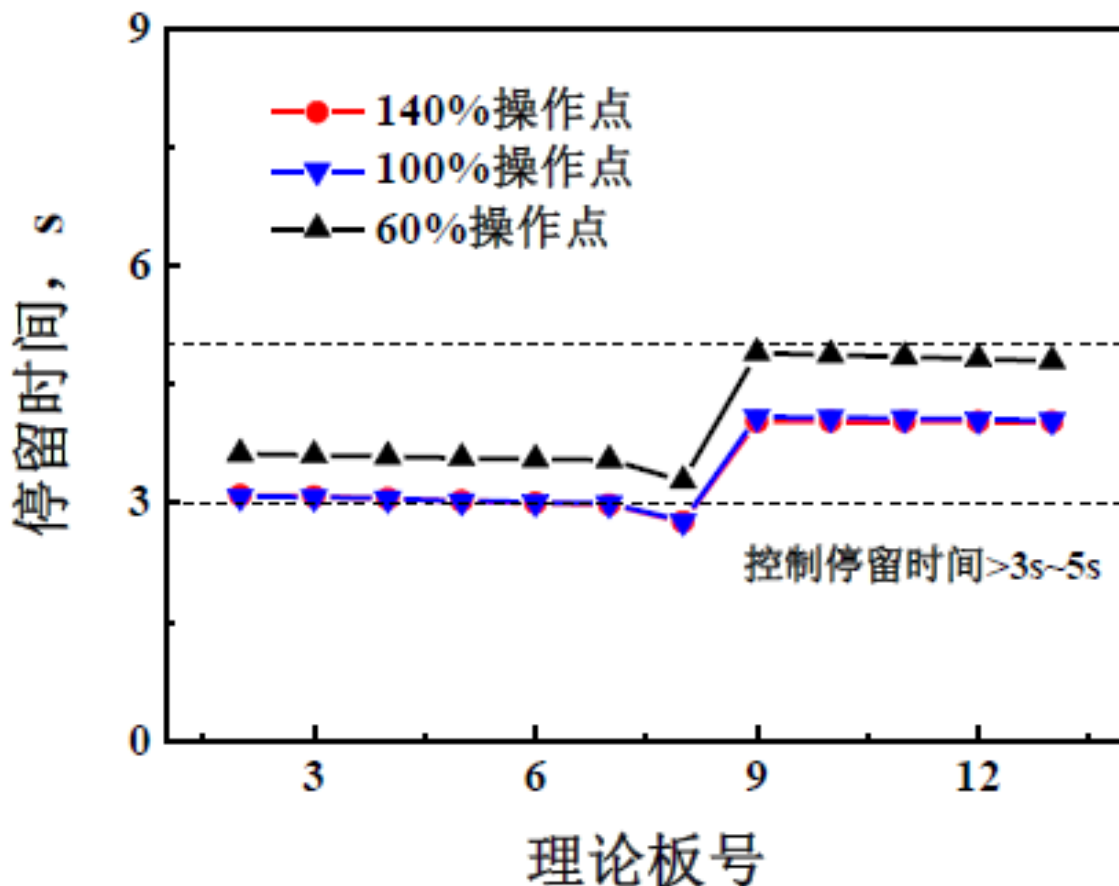


图 9 停留时间全塔负荷性能图



● 单指标全塔负荷性能图

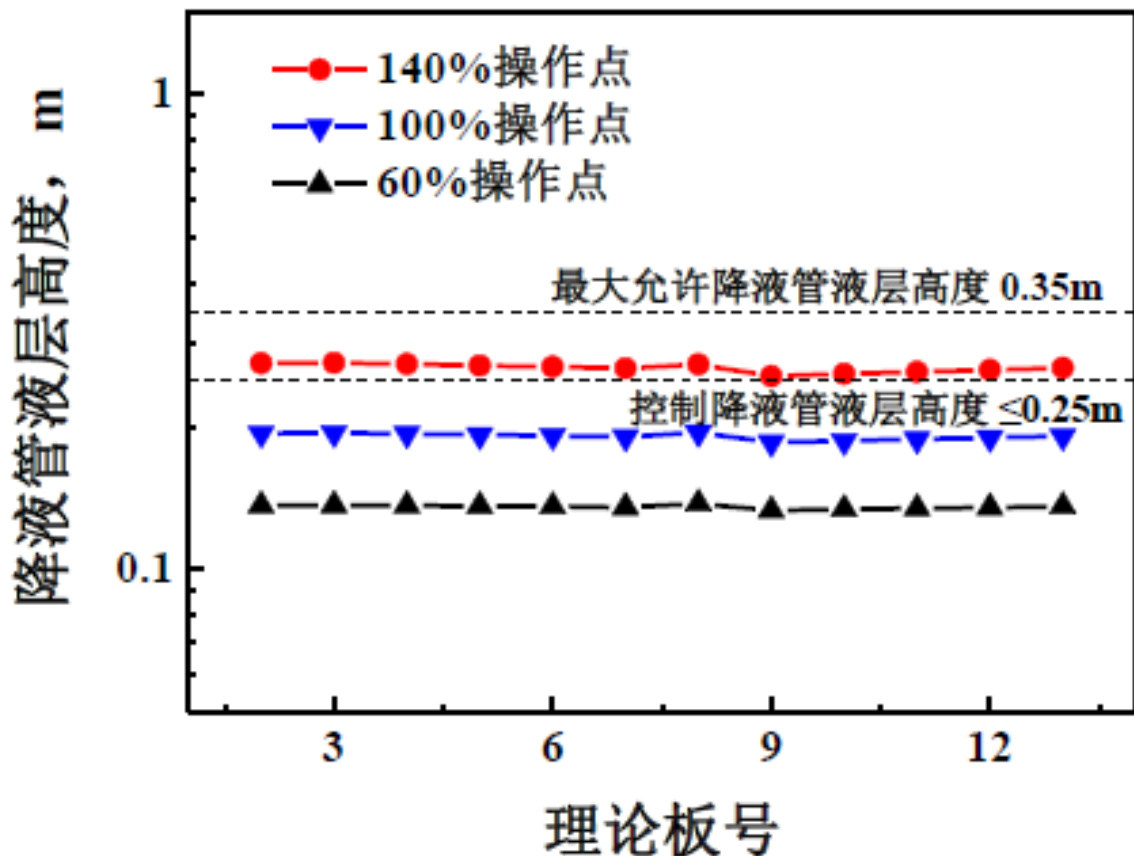


图 10 降液管液层高度全塔负荷性能图



● 单指标全塔负荷性能图

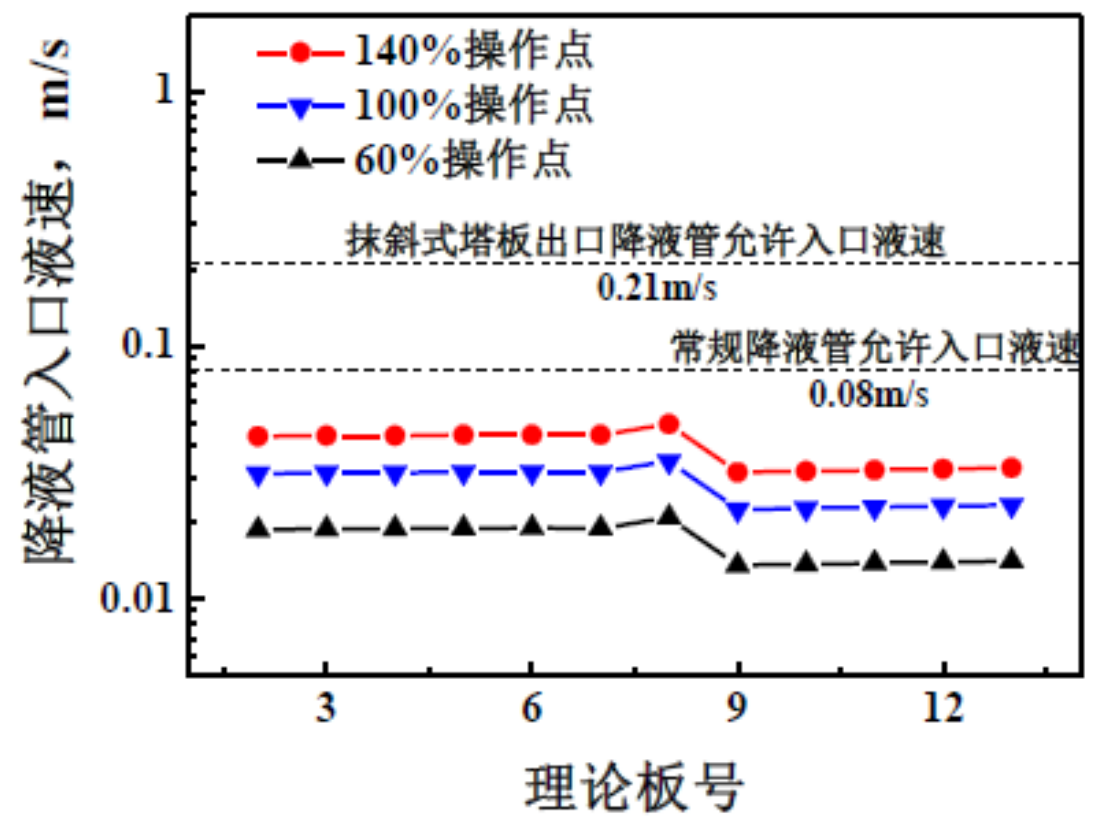


图 11 降液管入口液速全塔负荷性能图



● 全塔负荷性能图分析技术的作用

全塔负荷性能图对塔操作限制的分析仅需绘制5~6幅图；可直接利用Microsoft Windows资源和Office办公软件实现，采用剪贴板可直接与流程模拟软件对接；而且能将塔板水力学计算和负荷性能图绘制直接联系在一起，便于多方案对比。此分析技术可以直接对塔设备工艺模拟结果的适应性进行评价，容易发现设计瓶颈，并提出相应的改造措施。



第三节 机械设计及辅助设备选取

一、塔体设计

1、筒体（材料、壁厚）

标准：根据温度、压力、物系的腐蚀性、经济合理性选择。

常用材料：碳钢A3 或A3F (Q-235A)

不锈钢 1Cr18Ni9Ti (SUS316L)

筒体壁厚参照表选取（一般不小于8mm）

表 6 - 1 以内径为基准的碳钢、低合金钢内压筒体的壁厚

材 料		A ₂ A ₃ F					不 锈 钢				
		≤ 3	4	6	10	16	≤ 3	4	6	10	16
公称压力 kg/cm ²		筒 体 壁 厚 mm									
公 称 直 径 mm	300	3	3	3	3	4·5	3	3	3	3	4
	400	3	3	3	4	6	3	3	3	3	5
	600	3	3	4	6	8	3	3	3	4	7
	800	4	4	4·5	6	8	3	3	3	5	7
	1000	5	5	5	8	10	4	4	4	6	8
	1200	5✓	5	5	8	12	4	4	5	6	10
	1400	5✓	5	6✓	10	12	4	4	5	7	12
	1600	5	5	6	10	14	4	4	5	8	14
	1800	6	6	8	12	16	5	5	6	9	14
	2000	6	6	8	12	18	5	5	6	10	16
	2200	6	6	8	12	18	5	5	7	12	18
	2400	6	6	10	14	20	5	7	8	12	18



筒体壁厚的确定：

1、计算壁厚

$$\delta = \frac{pD_i}{2[\sigma]^t \phi - p}$$

2、设计壁厚和名义壁厚

$$\delta_d = \delta + c_2$$

$$\delta_n = \delta_d + c_1 + \Delta = \delta + c_1 + c_2 + \Delta$$

3、有效壁厚

$$\delta_e = \delta + \Delta$$

$$\delta_e = \delta_n - c - c_{21}$$



第三节 机械设计及辅助设备选取

2、封头

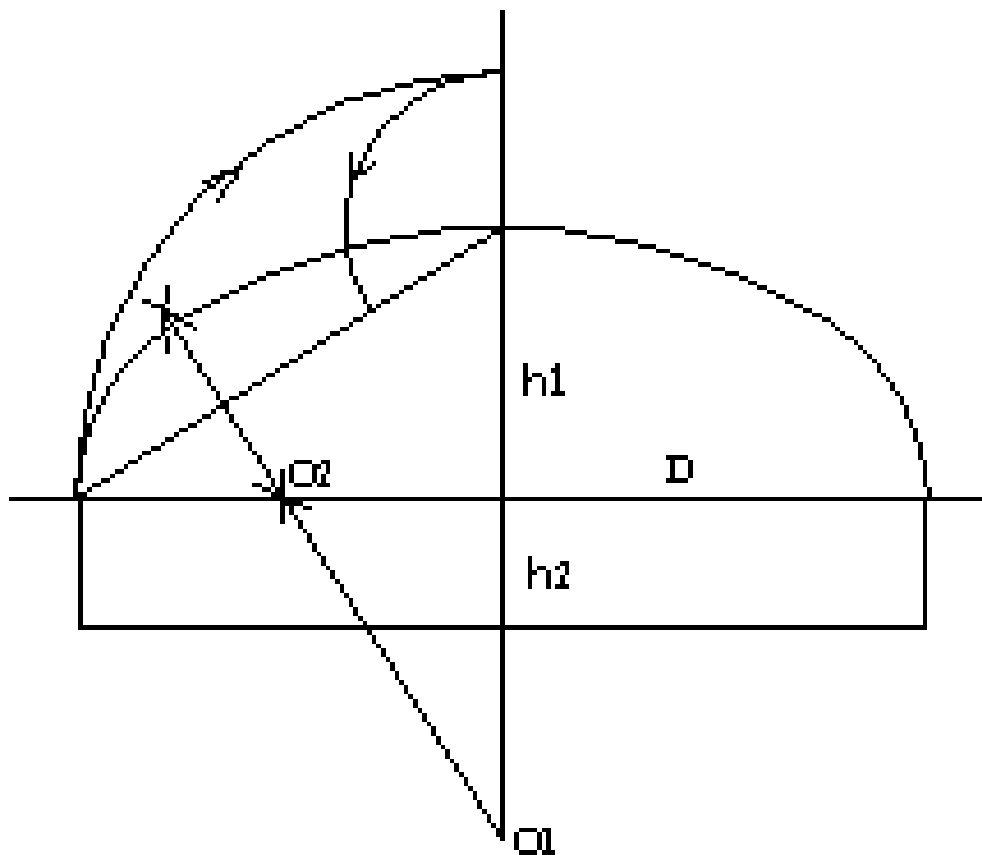
材料与筒体相同，壁厚与筒体等厚或稍厚

常见形式：

- 椭圆形（常用）
- 蝶形
- 球形（机械强度最好，加工困难）



第三节 机械设计及辅助设备选取



椭圆封头绘制示意图



第三节 机械设计及辅助设备选取

3、人孔和手孔

$$\left\{ \begin{array}{l} D < 800 \quad \text{开手孔} \left\{ \begin{array}{l} D_g 150 \\ D_g 250 \end{array} \right. \\ D \geq 800 \quad \text{开人孔} \quad D_g 450 \end{array} \right.$$

干净物料：6 - 8块板开一个人孔

脏物料：3 - 5块板开一个人孔

塔顶、底、进料、侧线抽出板均需开人孔

人孔处： $H_T \geq 600$

多溢流塔板：中间降液管段开人孔



4. 塔高

1) 塔顶高度 H_D (不包括封头) : $H_D=1.2\sim 1.5\text{m}$,

防雾沫夹带, 安装人孔, 破沫网, 回流管。

2) 塔釜高度 H_B (不包括封头) : $2\text{m}\leq H_B\leq 3\text{m}$

塔釜保持一定的液量, 以使塔底产品抽出稳定。

一般 $\tau=10\sim 15\text{min}$; 流量很大, $\tau=3\sim 5\text{min}$; 易结焦

$\tau=1\sim 1.5\text{min}$ 。

对热虹吸式再沸器, 塔釜可增加高度, 利于汽液分离。

3) 进料空间 H_F : $H_F=1.0\sim 1.2\text{m}$, 安装人孔、进料管或分布器。

4) 塔总高度 H :

$$H = H_e + \sum_{i=1}^{n-1} H_{Ti} + H_F + H_D$$

$i \neq n_f$



第三节 机械设计及辅助设备选取

5. 塔裙

两种：圆柱型 圆锥形（大塔）

$D_{裙}=D_{塔}$ $H_{裙}\geq 2m$ （用热虹吸式再沸器， $H_{裙}=3\sim 5m$ ）

$H_{裙}$ 与工艺条件关系很大，如减压塔 $H_{裙}$ 很大，有利于物料排出。

裙座上开孔：

- ① 人孔：Dg450×2（也可开一个，目前大多数如此）
- ② 排气孔：φ1000~φ2000 4个φ50×4
- ③ 引出管孔：











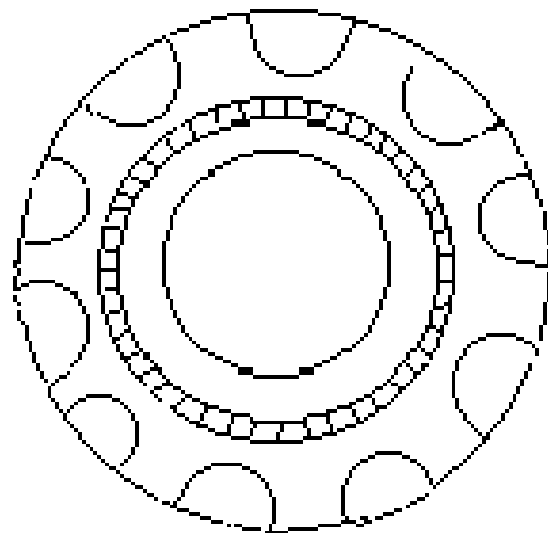
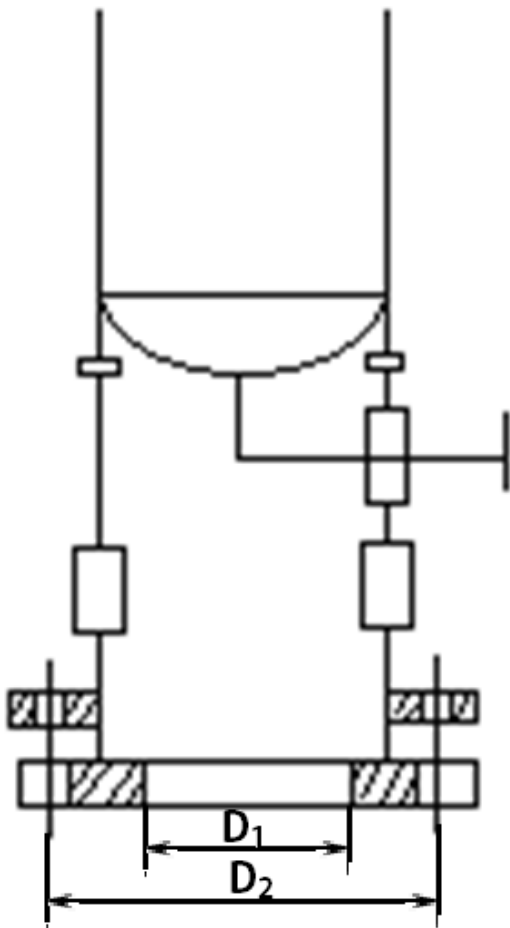






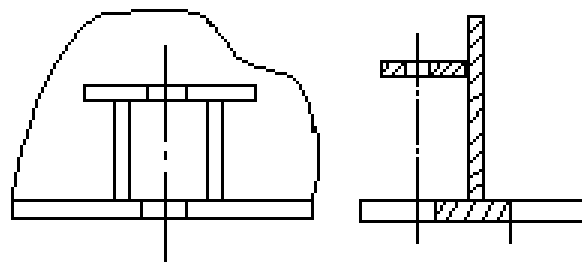
第三节 机械设计及辅助设备选取

一、塔体设计



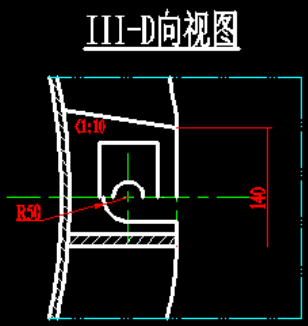
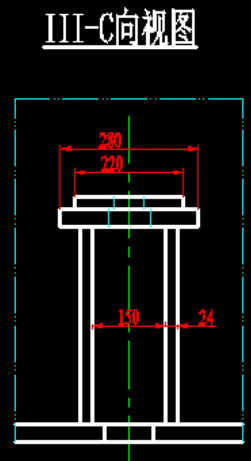
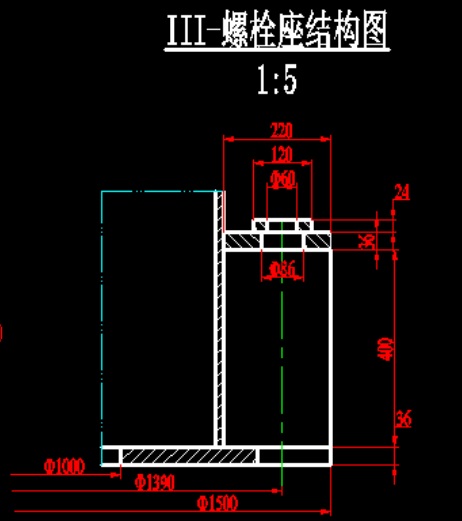
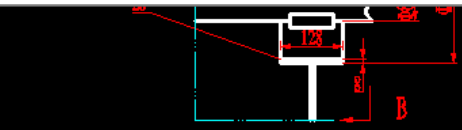
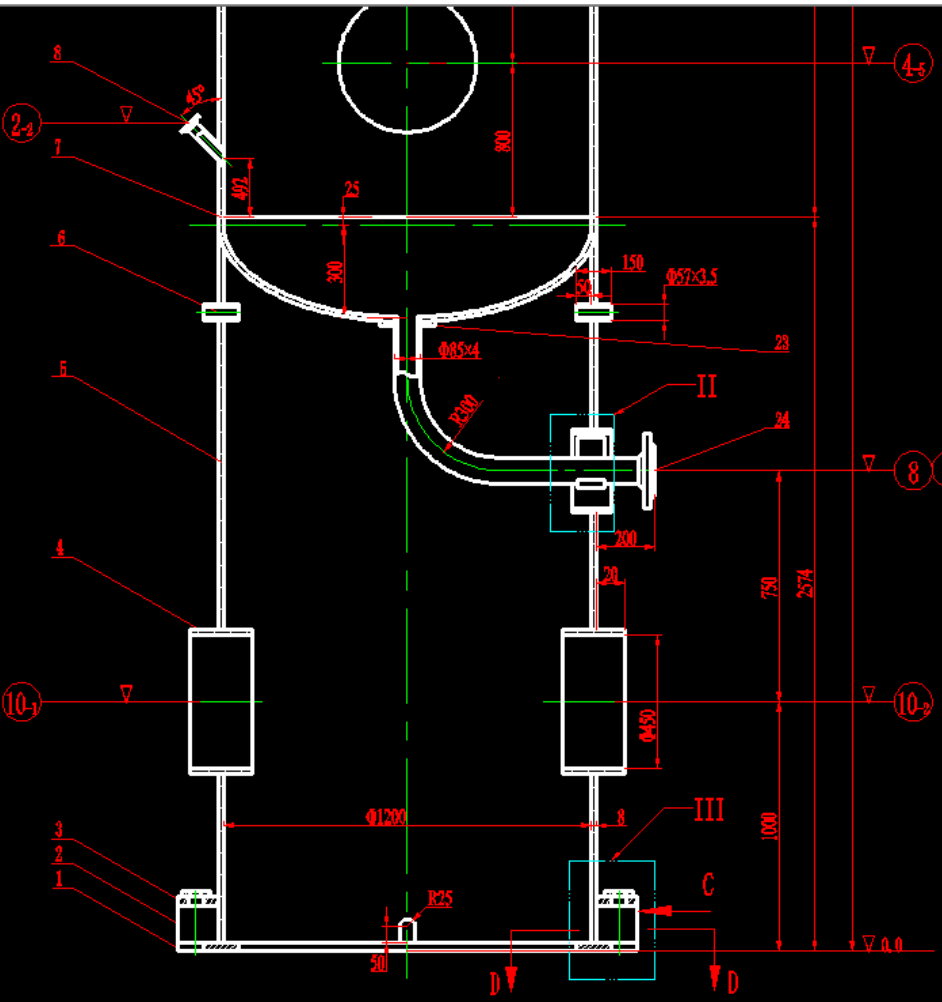
$$D_1=(0.9\sim 0.95)D$$

$$D_2=(1.08\sim 1.18)D$$





地脚三视图





第三节 机械设计及辅助设备选取

二、接管设计

1、塔体上的接管

塔顶蒸汽出口管、回流管、进料管、侧线抽出管、塔底出料管

2、接管直径

$$d_v = \sqrt{\frac{4V_s}{\pi U_s}} \quad \text{选 } U_v \rightarrow d_v$$

重力自流

$$U_R = 0.2 \sim 0.5 \text{ m/s}$$

泵 $U_R = 1.5 \sim 2.5 \text{ m/s}$

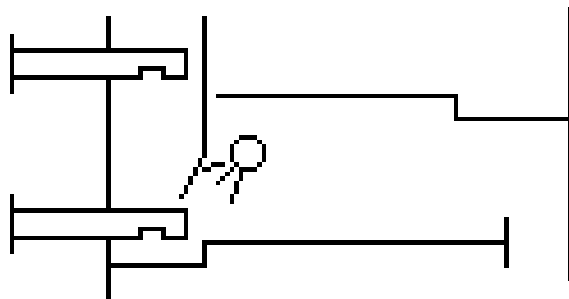
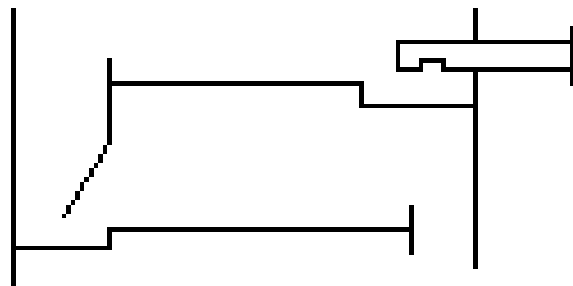
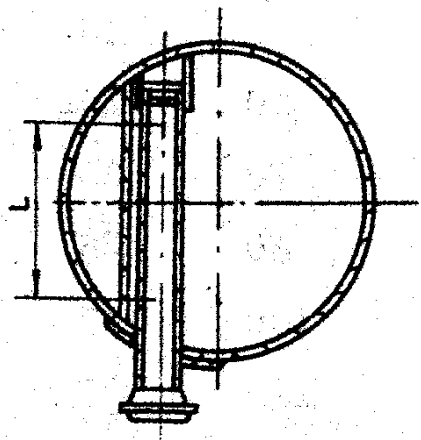
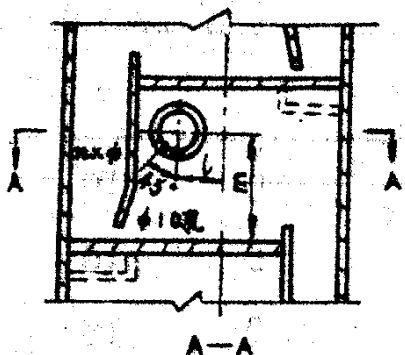
$$d_R = \sqrt{\frac{4V_s}{\pi U_R}}$$

液相	重力自流	$U_f = 0.4 \sim 0.8 \text{ m/s}$	
	泵	$U_f = 1.5 \sim 2.5 \text{ m/s}$	选该种
混相	$U_{允} = \sqrt{e} U_v$	$\begin{cases} U_v \text{ — 汽相流速} \\ e \text{ — 汽化分率} \end{cases}$	



第三节 机械设计及辅助设备选取

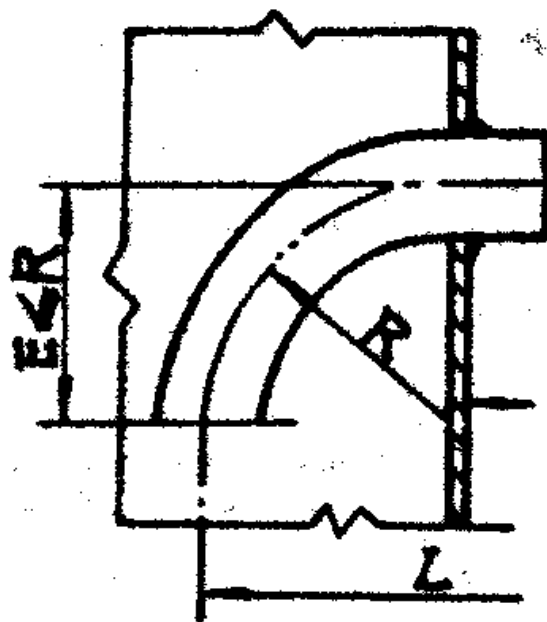
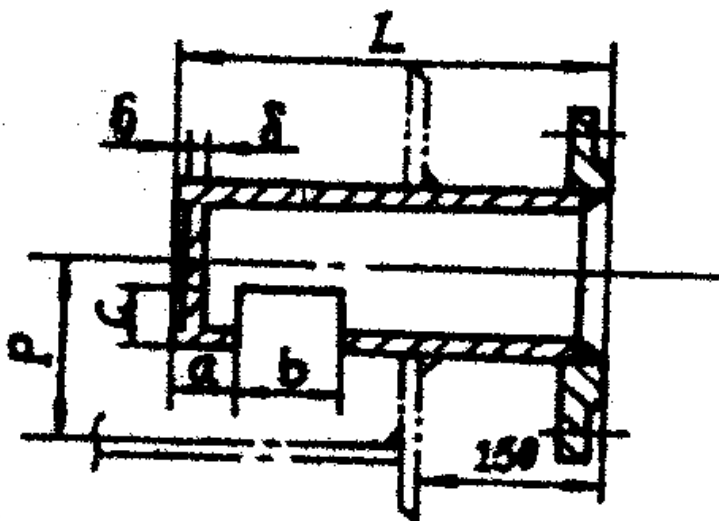
3、接管型式



进料管示意图



第三节 机械设计及辅助设备选取



回流管示意图



第三节 机械设计及辅助设备选取

三、塔盘结构

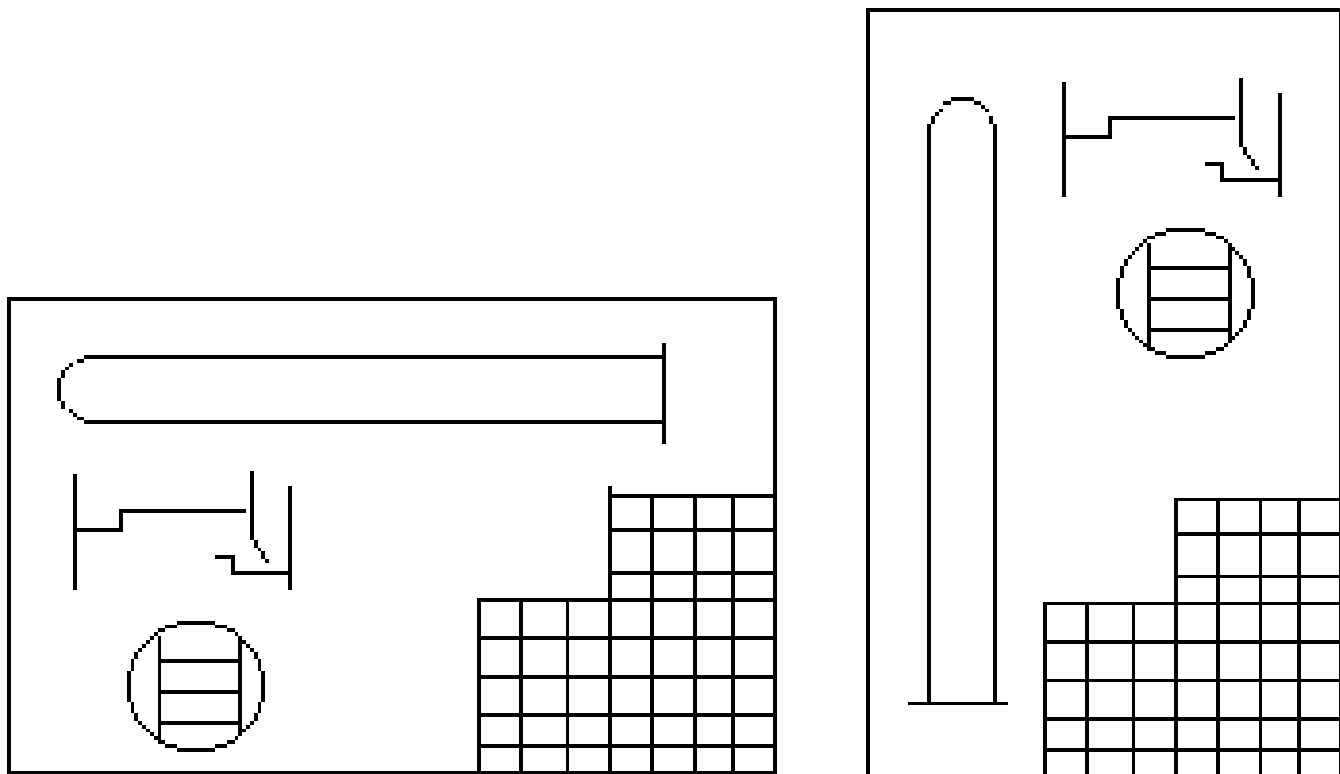
♣ 对 $\phi > 1000$ 的塔板给出一些具体尺寸：

- | | | |
|---------|-------------------|--------------------------|
| • 塔径 | $\phi 800 - 1400$ | $\phi 1600 - 2000$ |
| • 支持圈截面 | 50×10 | 50×10 |
| • 支持板截面 | 50×10 | 50×10 |
| • 降液管板厚 | 4 | 6 |
| • 受液盘板厚 | 4 | 6 |
| • 塔板厚度 | 3 | 3 |
| • * | 采用倾斜固定式降液管。 | |
| • * | 最后一个受液盘 | 深度 $\geq 100\text{mm}$ 。 |



第三节 机械设计及辅助设备选取

四、制图要求



全塔总图绘制布局



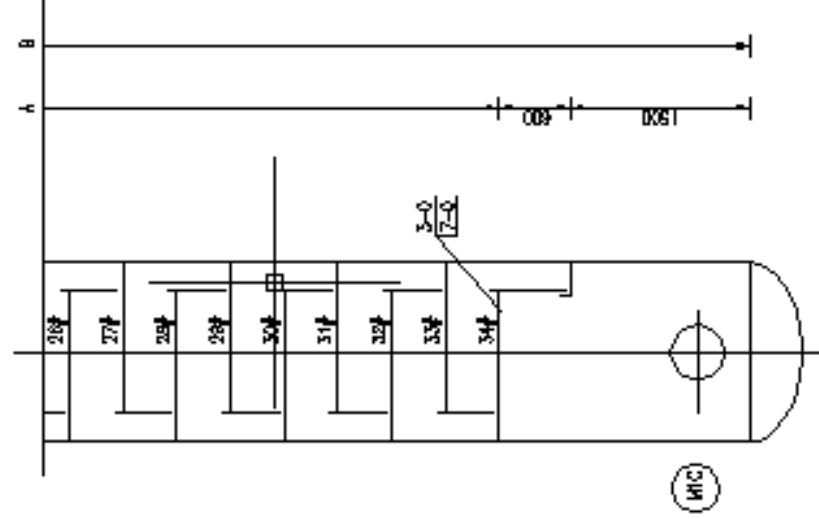
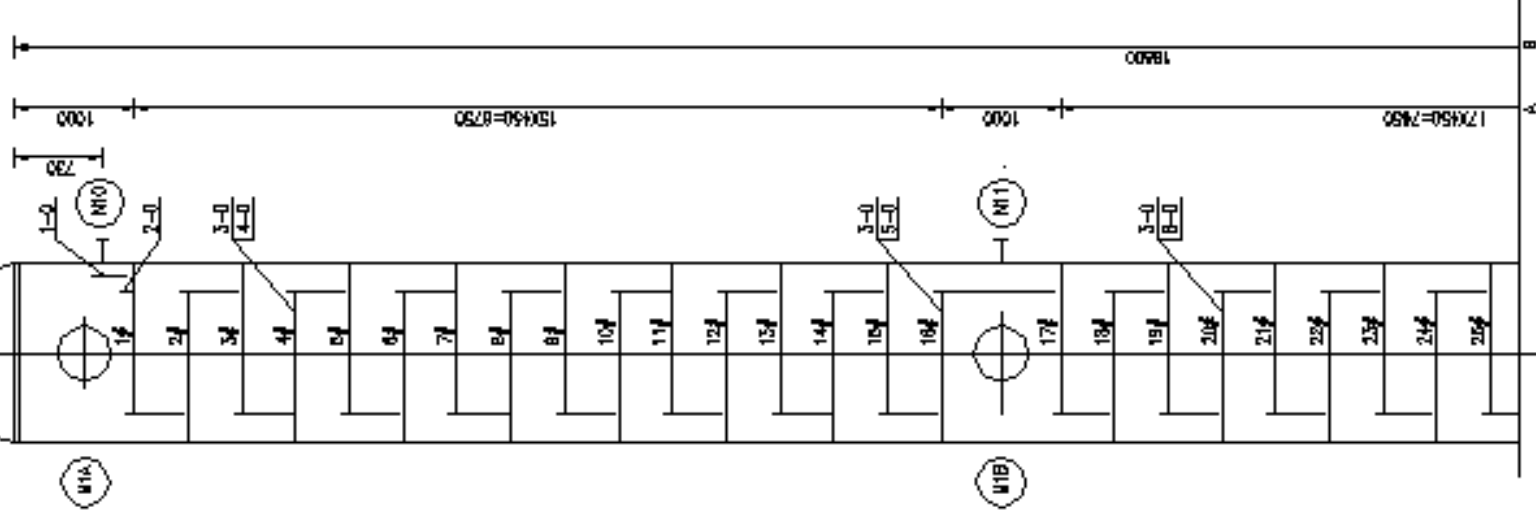
第二节 塔板设计

板式塔图纸

- 总装配图 (总重、风载荷)
- 塔板装配图 (单板重)
- 塔板零部件图 (零部件重量)
通道板、矩形板、弓形板
- 固定件零部件图 (零部件重量)
降液板、受液盘、溢流堰
支撑圈、支撑梁、卡子

?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6
URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7
URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10
URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11

?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6
URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7
URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10
URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11

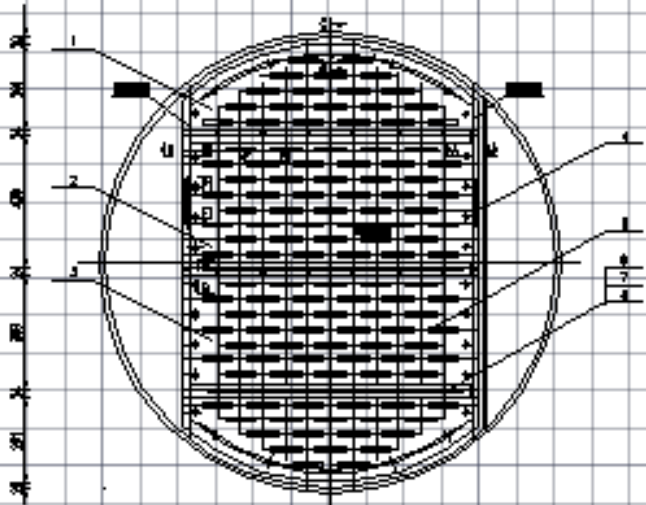
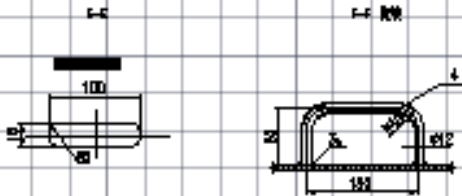
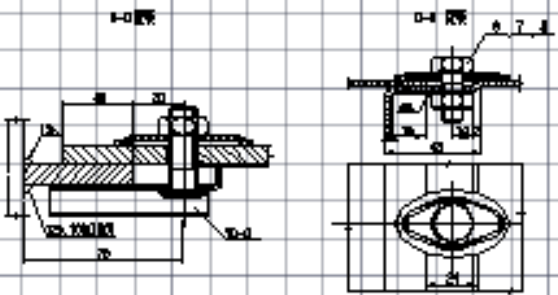
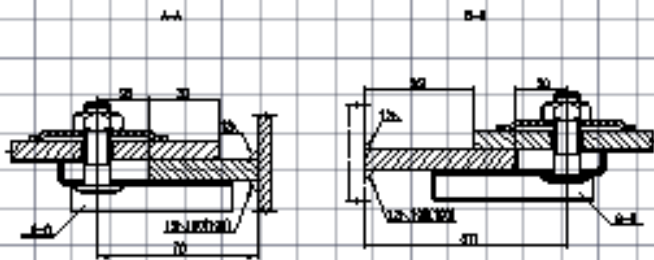
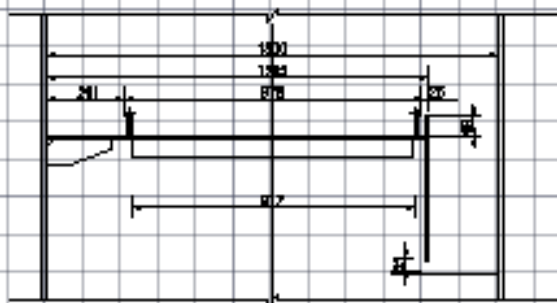


此 附 件 均 係 標 准 件 件 請 參 照 標 准 圖 紙 採 購

?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6
URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7
URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10
URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11

?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6	URK-6
URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7	URK-7
URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10	URK-10
URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11	URK-11

设计数据			
全塔高度	mm	6000	个
塔内径	mm	1200	个
塔板数	块	12	个
塔板间距	mm	500	个
塔底出口直径	mm	1200	个
塔顶出口直径	mm	1200	个



- 1. 塔体材料为 Q235-A
- 2. 塔内件材料为 Q235-A
- 3. 塔底出口管径为 1200mm
- 4. 塔顶出口管径为 1200mm

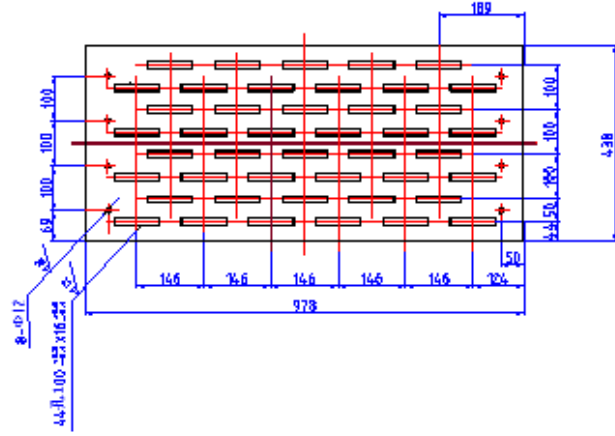
序号	名称	规格	数量	单位	备注
1	塔壳	Q235-A	1	块	
2	塔底出口管	Q235-A	1	根	
3	塔顶出口管	Q235-A	1	根	
4	塔板	Q235-A	12	块	
5	塔板间距	500	12	mm	
6	塔底出口管径	1200	1	mm	
7	塔顶出口管径	1200	1	mm	
8	塔体高度	6000	1	mm	
9	塔内径	1200	1	mm	
10	塔板数	12	1	块	
11	塔板间距	500	1	mm	
12	塔底出口管径	1200	1	mm	
13	塔顶出口管径	1200	1	mm	
14	塔体高度	6000	1	mm	

封 固 章

????????????

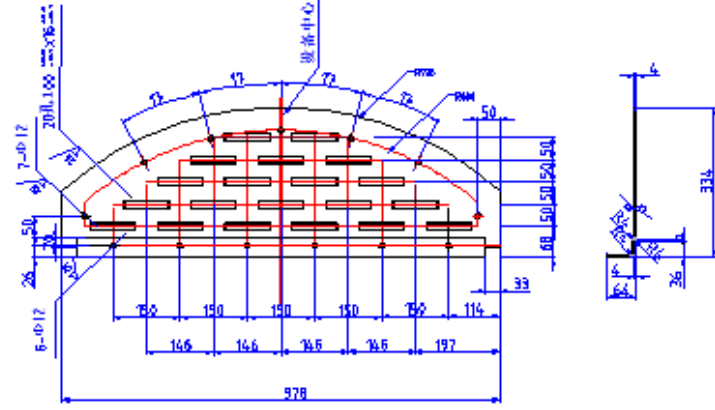
鞍山石化分公司乙烯厂
 2007年7月20日
 设计单位: 鞍山石化分公司
 设计人: 张明

其余▽



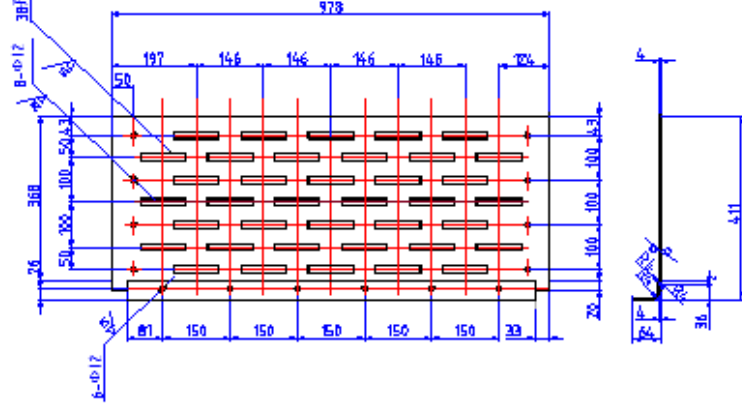
2	井道板 1	钢板 4	Q235A	11.2	JPC01-010-27001-010-2/00	井道板图号	井道板图号
井道板图号	名称	材料规格	重量(公斤)	数量	井道板图号	井道板图号	井道板图号

其余▽

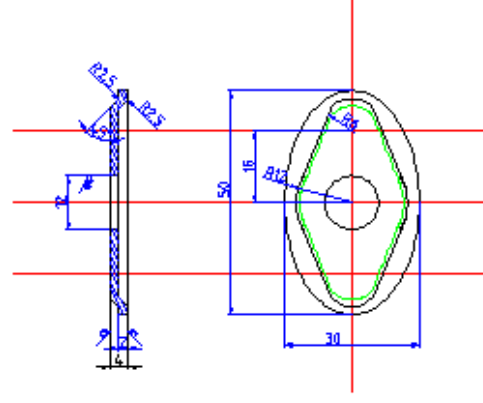


3	井道板 1	钢板 4	Q235A	12.4	JPC01-010-27001-010-2/00	井道板图号	井道板图号
井道板图号	名称	材料规格	重量(公斤)	数量	井道板图号	井道板图号	井道板图号

其余▽



其余▽



5	井道板 1	钢板 2	Q235A	0.02	JPC01-010-27001-010-2/00	井道板图号	井道板图号
井道板图号	名称	材料规格	重量(公斤)	数量	井道板图号	井道板图号	井道板图号

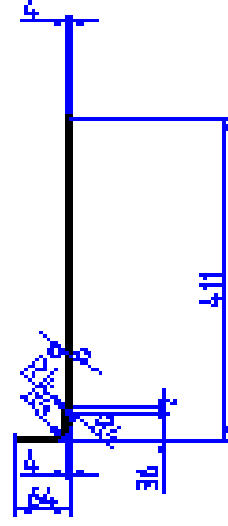
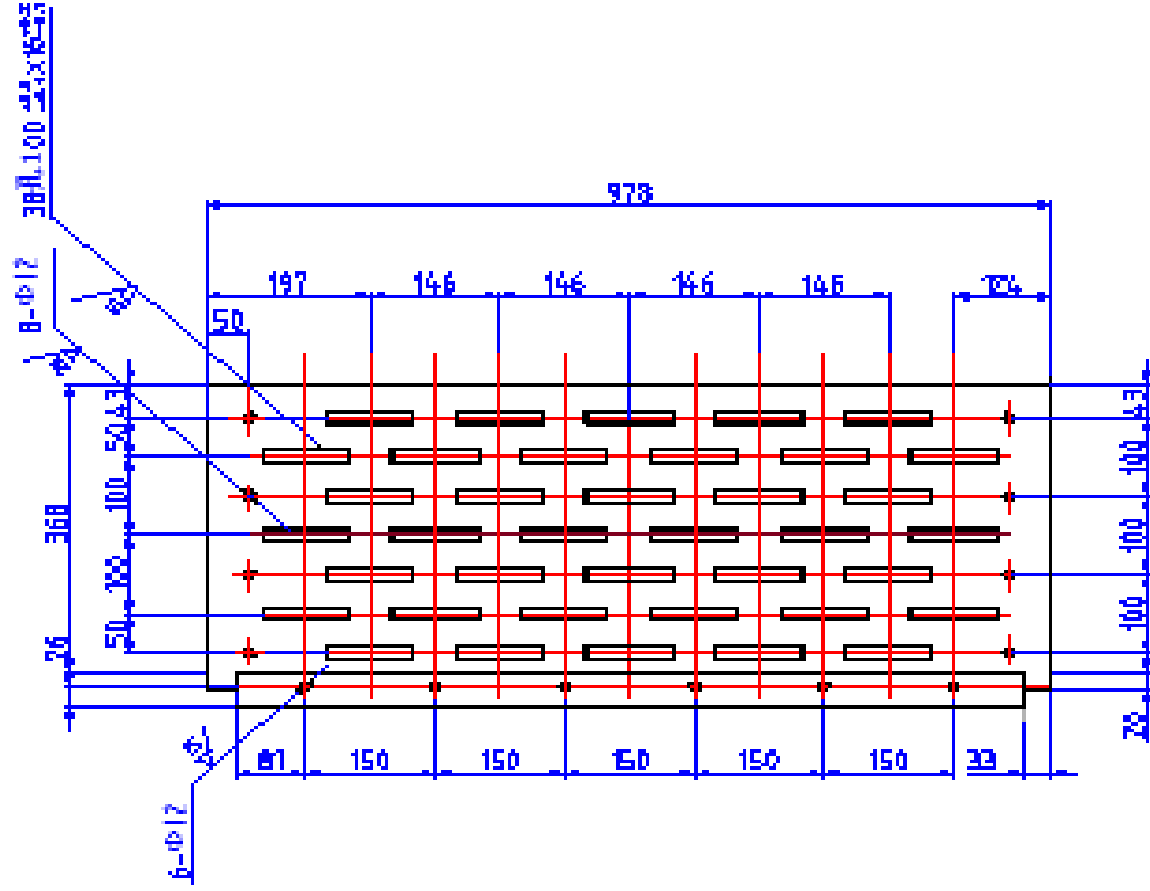
北京油源恒业科技有限公司

独山子石化分公司乙烯厂

22万吨/年乙烯装置扩建工程

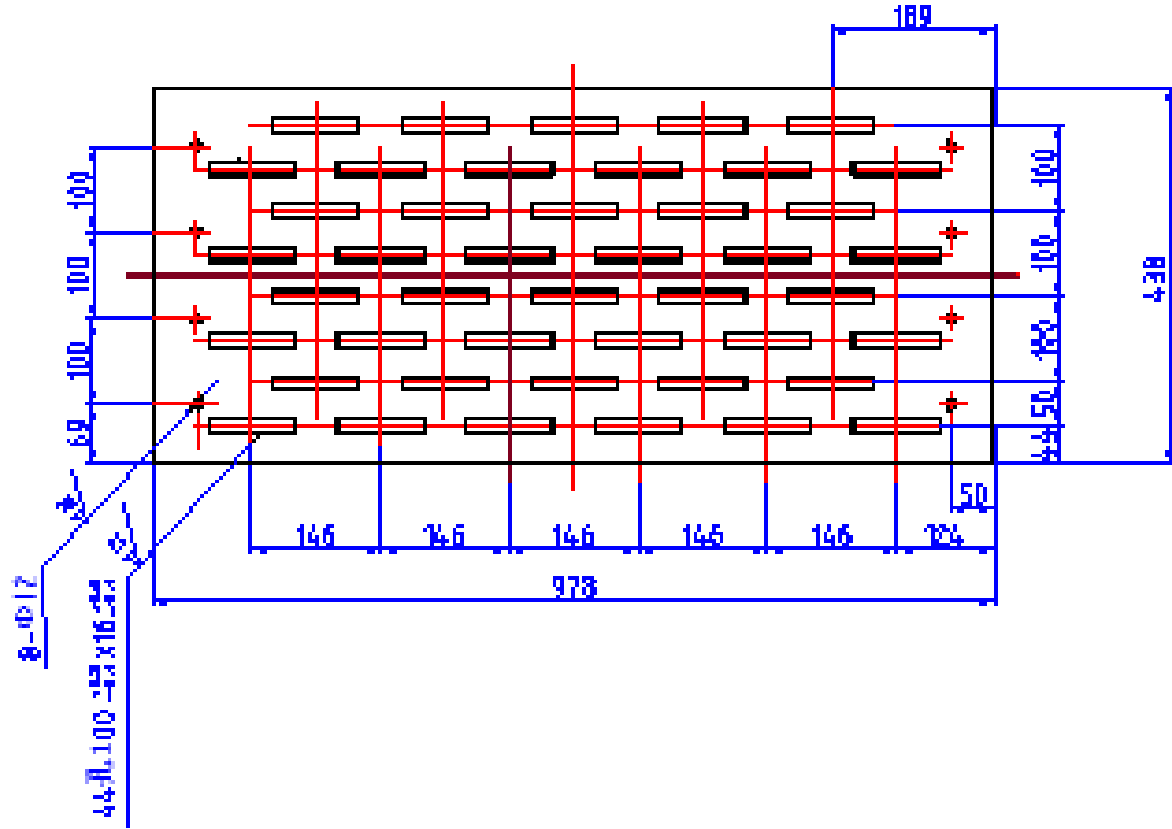
图号: 独恒(10)C-405

其余



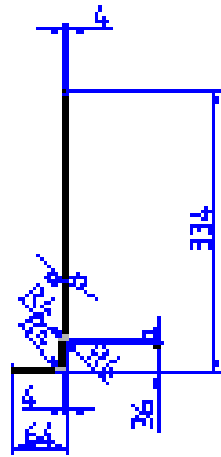
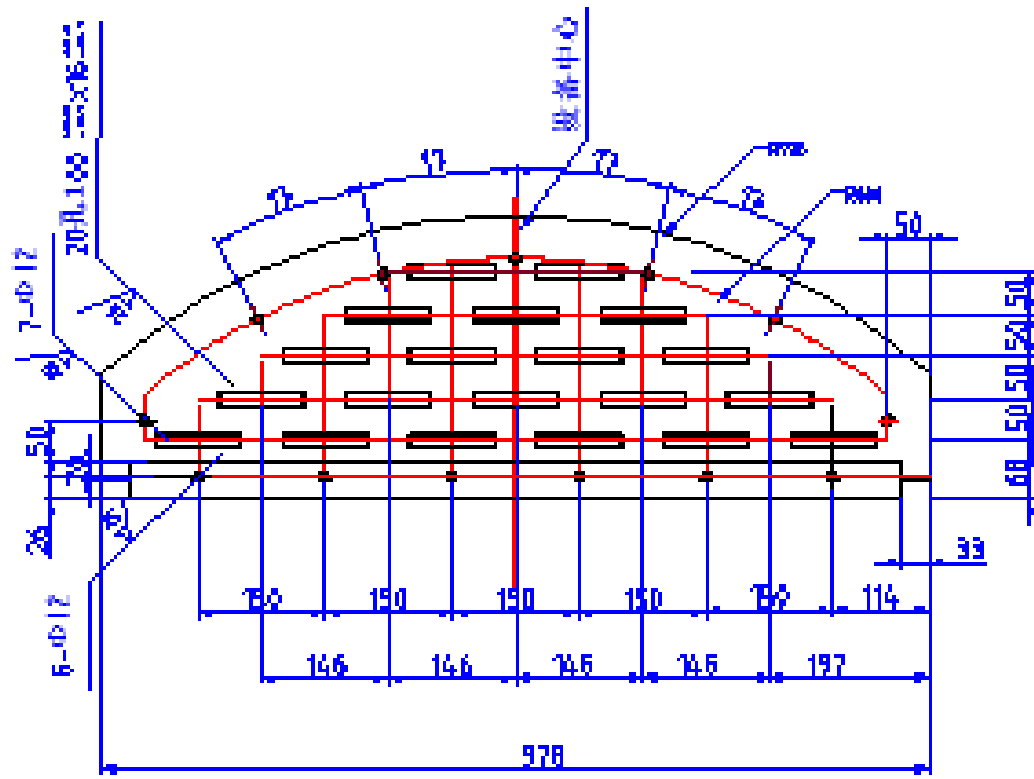
3	矩形板 1	钢板4 Q235A	12.4	LFD01-010-2FDD1-010-2/00	装配图号
	比例	数量	材料规格	重量(公斤)	所属图号

其余 60°



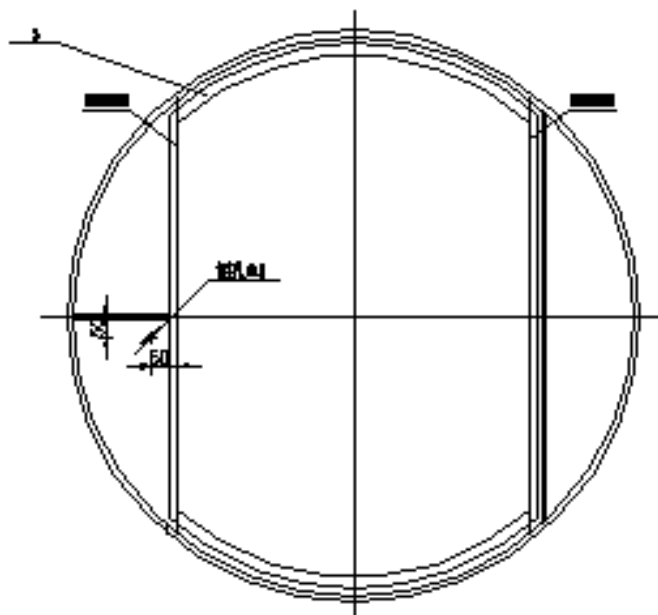
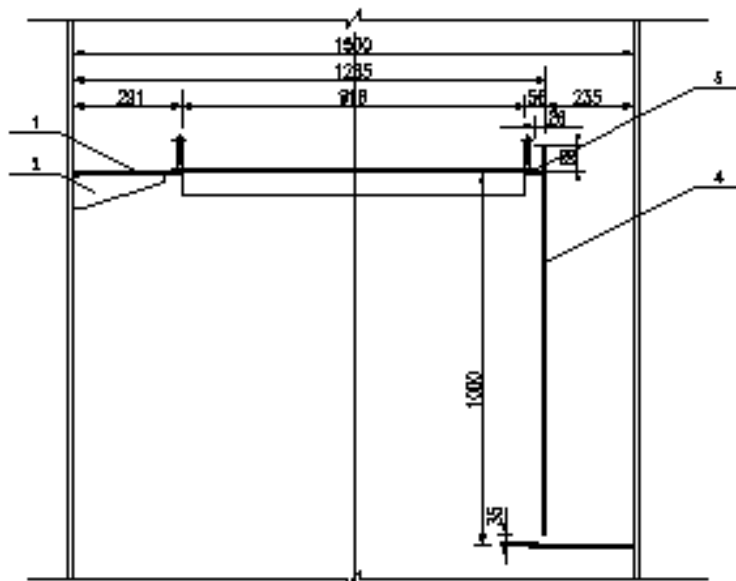
2	通孔底	1	制底4	Q235A	11.2	UPC01-010-010-010	零件图号
	网片号	名	称	膜盖	材料规格	重量(公斤)	所属图号
							零件图号
							零件图号

其余同



1	号修量	2	钢板4	Q235A	10.0	UPC01-010-UP/001-010-2
比例	件号	名称	材料规格	单重(公斤)	所属图号	装配图号

08.70-B13-10001



设计数据

设计单位	设计	设计人	
设计日期	设计日期	设计日期	
设计地点	设计地点	设计地点	

技术要求

1. 本图按图例中“图例”执行。
1. 本图按图例中“图例”执行。

图例	图例	图例
1	1	1

材料表

图例号: 图例号

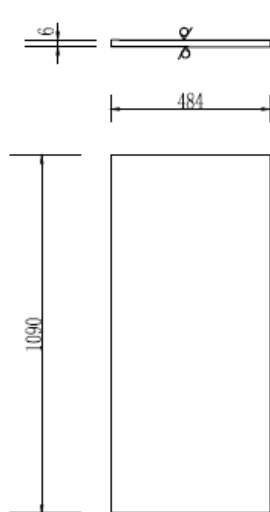
序号	材料名称	规格	数量	单位	备注
1	材料	规格	数量	单位	备注
2	材料	规格	数量	单位	备注
3	材料	规格	数量	单位	备注
4	材料	规格	数量	单位	备注
5	材料	规格	数量	单位	备注
6	材料	规格	数量	单位	备注
7	材料	规格	数量	单位	备注
8	材料	规格	数量	单位	备注
9	材料	规格	数量	单位	备注
10	材料	规格	数量	单位	备注

图例号: 图例号

材料表

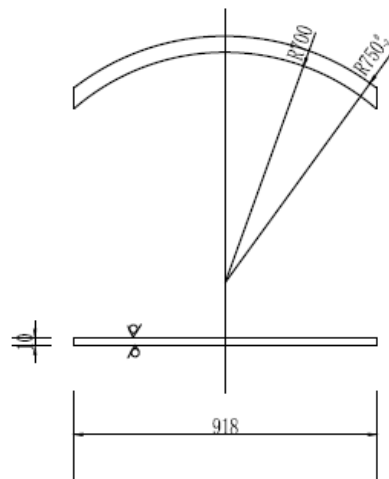
??????????????

设计	设计	设计	设计
设计	设计	设计	设计
设计	设计	设计	设计
设计	设计	设计	设计



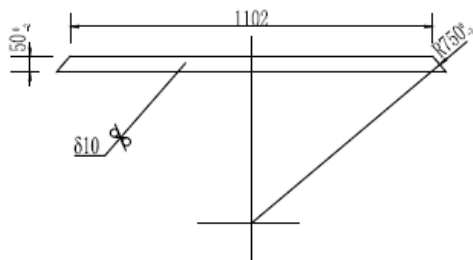
切边 ✓

4-4	降液板	1	钢板	6	Q235-A	26.9	UPCO1-010-3/01	UPCO1-010-3/00
比例件号	名称	数量	材料	规格	吨重	公斤	所属图号	装配图号

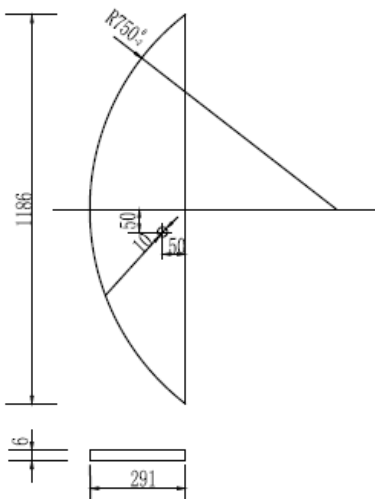


切边 ✓

4-5	支持圈	2	钢板	10	Q235-A	4.1	UPCO1-010-3/01	UPCO1-010-3/00
比例件号	名称	数量	材料	规格	吨重	公斤	所属图号	装配图号

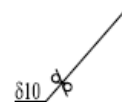


4-3	支持板	1	钢板	6	Q235-A	4.4	UPCO1-010-3/01	UPCO1-010-3/00
比例件号	名称	数量	材料	规格	吨重	公斤	所属图号	装配图号



切边 ✓

4-1	受液盘	1	钢板	6	Q235-A	8.1	UPCO1-010-3/01	UPCO1-010-3/00
比例件号	名称	数量	材料	规格	吨重	公斤	所属图号	装配图号



4-2	筋板	1	钢板	10	Q235-A	1.7	UPCO1-010-3/01	UPCO1-010-3/00
比例件号	名称	数量	材料	规格	吨重	公斤	所属图号	装配图号
???????????????								
??			独山子石化分公司乙烯厂					
??			22万吨/年乙烯装置扩建工程					
??			脱丁烷塔 (10-C-405)					
??			塔盘支持件 (-) 零件图					
??		??	2001.9					
??		???		UPCO1-010-3/01				



第三节 机械设计及辅助设备选取

四、制图要求

1、绘图内容

塔图（主视图）

塔体、封头、裙座、人孔、塔板、接管

塔盘图

主视图

俯视图

其他

浮阀排布、管口方位图、卡子、焊接



第三节 机械设计及辅助设备选取

四、制图要求

2、视图的绘制

1) 椭圆形封头的画法

2) 简化与夸大

人孔

单纹

法兰

简化画

塔盘

塔中画单纹

螺栓

画中心线，十字线



第三节 机械设计及辅助设备选取

a) 重复部分

高塔采用断开画法，用平行点划线断开

注意：断开后两端板号及降液管位置的正确。

b) 夸大画法

塔壁放大 厚度=2mm，涂红(用红铅笔)

接管直径及长度、法兰厚度可适当放大

某些位置局部放大



第三节 机械设计及辅助设备选取

四、制图要求

3) 接管位置： 旋转画法

4) 零部件及管口的编号：

注意： 顺序编号， 从左到右， 从上到下

5) 尺寸标注：

注意： 不要标封闭尺寸。



第三节 机械设计及辅助设备选取

四、制图要求

6) 附表及说明

要求：a) 标题栏

b) 零部件明细表

c) 开工说明表



第三节 机械设计及辅助设备选取

四、制图要求

3、视图的配置

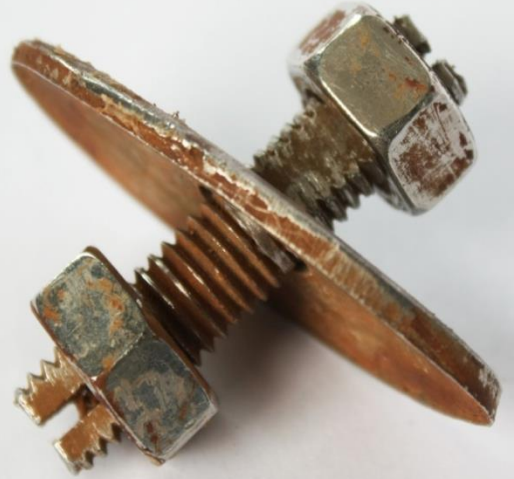
1) 选择基本视图

立式设备（塔）	主视图	塔体主剖视
		接管局部剖视，结合旋转画法
	俯视图	表示开口方法（我们不要求画）

塔盘	主视图	全剖式、半剖式均可
	俯视图	不剖

2) 比例和幅面















第三节 机械设计及辅助设备选取

五、辅助设备的选取

1. 回流泵

扬程=2×塔高

流量=3×回流量

台数=2台

2. 冷凝器、冷却器和重沸器

乙醇-水体系：冷凝器和冷却器（冷回流）

轻烃体系：冷凝器和再沸器（热回流）



第三节 机械设计及辅助设备选取

五、辅助设备的选取

① 冷凝器

卧式浮头式换热器（两个系列），计算方法：

选定 $K'_D \rightarrow A_{\text{选}} = \frac{Q}{K' \Delta t_m} \rightarrow$ 选 F_{LA} 或 $F_{LB} \rightarrow$ 计算 α_1 、 α_2 ，选污垢热阻

$$A_{\text{需}} \leftarrow K \quad \downarrow$$

（要求？）

裕度要求：水走管程 α_1 （强制对流传热系数）

蒸汽走壳程 α_2 （冷凝传热系数）

$$\Phi = \frac{A_{\text{选}} - A_{\text{需}}}{A_{\text{需}}} \times 100\% = 10 \sim 30\%$$

上述K值范围： $K=400\sim 600\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 。



第三节 机械设计及辅助设备选取

五、辅助设备的选取

② 冷却器

选定 K A 选换热器，不用校核。

要求选：固定管板换热器。

③ 再沸器

选定 K A 选再沸器，不用校核。

选取：

- 1) 罐式再沸器（适用于高压，可选“浮头式”）；
- 2) 卧式热虹吸再沸器（适合于常压）