



过程设备机械设计（课程设计）

——板式塔的结构设计

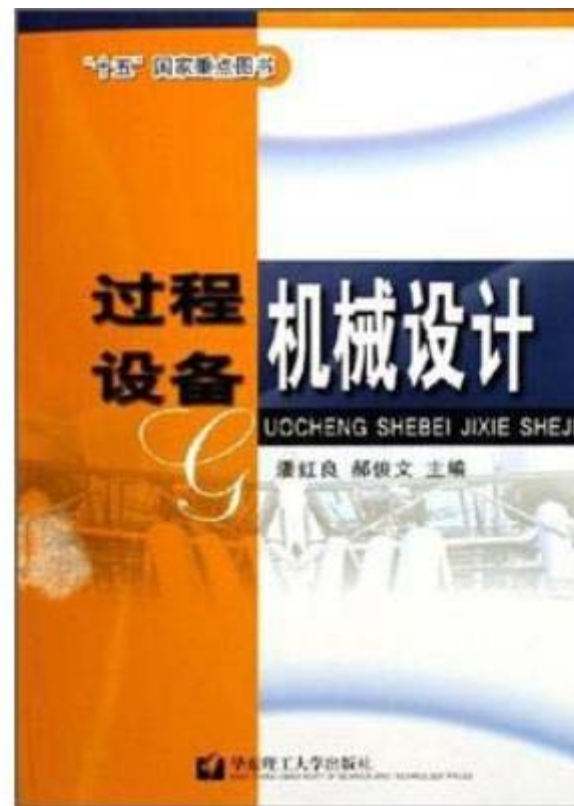
主讲教师： 陈建钧

website: s.ecust.edu.cn



机械设计内容和步骤

1. 总体结构设计
2. 材料选择
3. 计算强度和稳定性
4. 标准零部件的选择
5. 提出技术要求
6. 编写计算说明书
7. 绘制图样



- 阅读第1章和第4章（注意：书本中存在大量错误）
- 设计参数见附录2（过程设备设计条件表）
- 参考设计图见附录4-3



图书馆资源

[过程设备机械设计](#) 索书号: TQ051.02/3223



著者: 潘红良,郝俊文主编 出版日期: 2006 出版社: 华东理工大学出版社

馆藏复本: 1 可借复本: 1



[过程设备机械设计【中华数字书苑\(Apabi\)】](#)

[过程设备机械设计【中华数字书苑\(Apabi\)】](#)

馆藏地址 ▶

另外，学习通的课程资料里已上传本书电子版。



图书馆资源

- 学习通的课程资料里有很多标准，里面也有如何计算设计的案例可供参考。

课程资料 | 题库 | 作业库 | 试卷库 | 案例库 |

请输入关键字



序号	文件名
<input type="checkbox"/>	 案例库
<input type="checkbox"/>	 过程设备机械设计-课程设计.pdf
<input type="checkbox"/>	 HGT 21618-1998 丝网除沫器.pdf
<input type="checkbox"/>	 HG T21518-2005回转盖带颈对焊法兰人孔.pdf
<input type="checkbox"/>	 HGT 21519-2014 垂直吊盖板式平焊法兰人孔.pdf
<input type="checkbox"/>	 HGT 21515-2014 常压人孔.pdf
<input type="checkbox"/>	 HG / T 21518-2005 回转盖带颈对焊法兰人孔.pdf
<input type="checkbox"/>	 HG / T 21514-2005 钢制人孔和手孔的类型与技术条件.pdf
<input type="checkbox"/>	 JB-T4710-2005+钢制塔式容器.pdf
<input type="checkbox"/>	 GBT 25198-2010 压力容器封头.pdf
<input type="checkbox"/>	 SHT 3098-2011 石油化工塔器设计规范.pdf



塔设备的机械设计

- 概述

塔设备机械设计的目的：保证设备在工作过程的要求。

- 塔的分类

填料塔：主要依靠塔内填料进行气液两相间接接触传质

板式塔：主要依靠塔板及附件进行气液分级接触

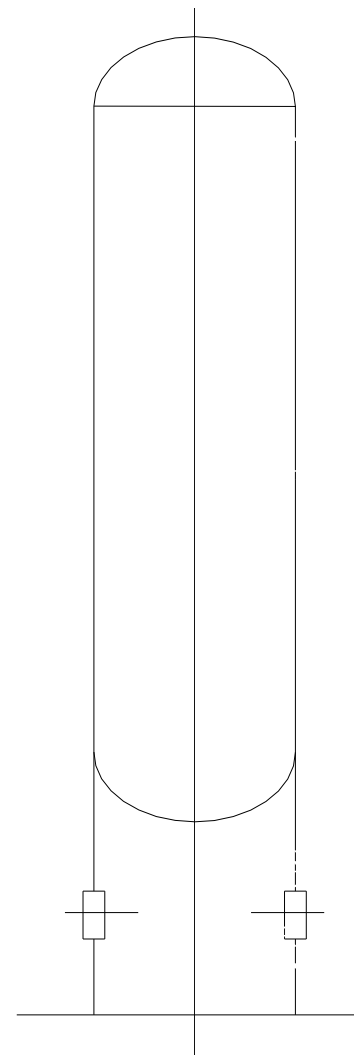
筛板塔、浮阀塔、泡罩塔



塔设备的机械设计

- 塔的基本结构

1. 塔体：筒节、封头、联接法兰等
2. 内件：塔板或填料及支承装置
3. 支座：裙式支座
4. 附件：人孔、手孔、接管、液体和气体的分配装置、塔外的扶梯、平台、保温层等





总体结构设计

① 确定筒体的直径

根据课程设计任务书，塔径大于800mm塔板分块式，塔体整体焊接

② 确定筒体的高度

由精馏板数、提馏板数、人孔数、塔底液位高、支座高等定

③ 确定进液、进气、取样口等位置



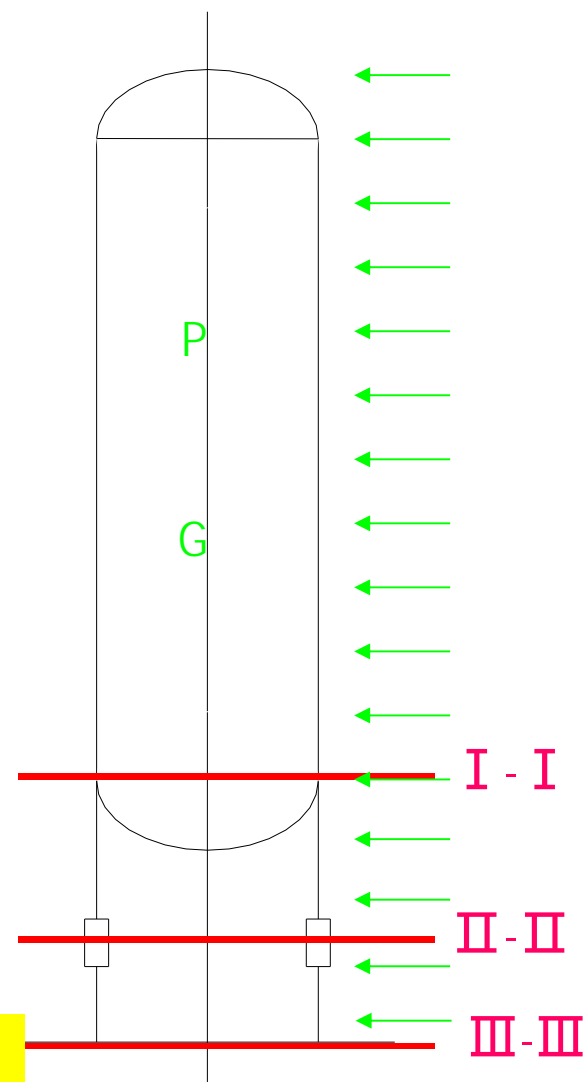
材料的选择

1. 根据介质、温度、压力等要求确定反应器各部分的材料。
2. 查阅有关资料，确定选用材料的介质、温度、压力等使用范围



塔设备载荷：

1. 内压
2. 风载
3. ~~地震载荷（可根据国标计算，选做，但不加分）~~
4. 设备自重
5. 设备内介质
6. 设备附件



塔什么时候质量最大？什么时候质量最小？



塔器的操作质量: $m_0 = m_{01} + m_{02} + m_{03} + m_{04} + m_{05} + m_a$

塔器的最小质量: $m_{min} = m_{01} + 0.2m_{02} + m_{03} + m_{04} + m_a$

塔器的最大质量: $m_{max} = m_{01} + m_{02} + m_{03} + m_{04} + m_w + m_a$

m_{01} : 壳体和裙座质量

m_{02} : 塔内构件质量

m_{03} : 保温层材料质量

m_{04} : 平台, 扶梯质量

m_{05} : 操作时物料质量

m_w : 充水质量

m_a : 人孔、法兰、裙座附件质量



计算强度和稳定性

1. 按内压设计壁厚

$$t_d = \frac{PD_i}{2[\sigma]^t \phi - p} + C \quad (\text{筒体})$$

$$t_d = \frac{PD_i K}{2[\sigma]^t \phi - 0.5p} + C \quad (\text{椭圆封头})$$

2. 各危险截面的强度校核
3. 水压试验时各截面的验算
4. 基础环设计



标准零部件的选择

- | | |
|---------------|-----------|
| 1. 保温圈 | 7. 吊柱 |
| 2. 封头 | 8. 除沫器 |
| 3. 各接管 | 9. 垫片 |
| 4. 法兰 | 10. 液面计 |
| 5. 补强圈（是否需要？） | 11. 出料管通道 |
| 6. 人孔 | |



提出技术要求

1. 对设备设计、制造、安装、检验等图纸上还未表示清楚的问题用文字说明。
2. 若卧式试压， P_T 应取立置时的试验压力加上液柱静液压力
3. 可参照书后样板图上技术要求（但要弄懂含意）



编写计算说明书

说明书要求及内容

- 要求：至少10页，**手写**，华东理工大学课程设计用纸（封面可参考右下图）
- 内容：
 - 1、首页目录
 - 2、概述、设计依据
(任务书-设计条件)
 - 3、设计步骤的内容
 - 4、主要参考资料（不少于5篇）
 - 5、小结

华东理工大学	
课程设计用纸	
系_____	专业_____
班级_____	姓名_____
导师_____	
日期_____	



绘制图样

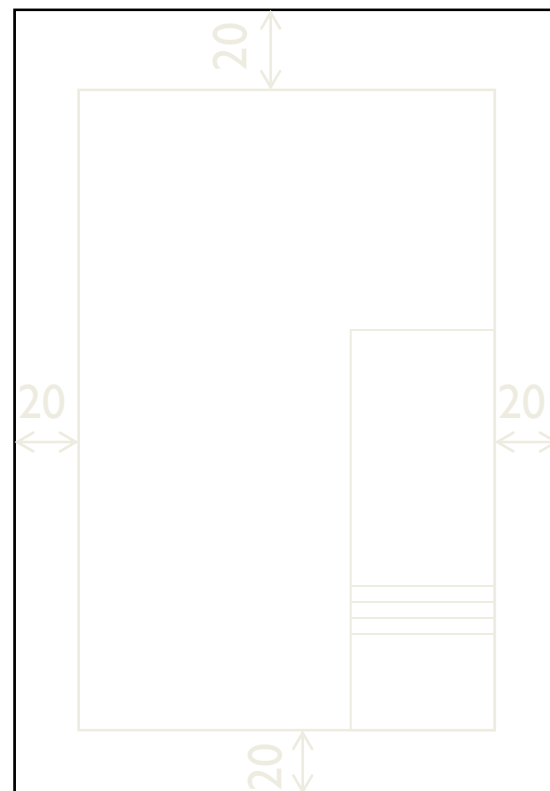
- 要求完成一张A1 图纸：

板式塔总装配图

尺寸： 841mm×594mm

标题栏、明细表、接管表、
技术特性表

记得要手写（或电子）签名





任务及时间安排



12月17日 布置课题

1月15日 把设计说明书(pdf扫描版)和A1图纸(电子版)

用邮件发给我 (jjchen@ecust.edu.cn)

电子文档以“班级-组长或班级-全部组员”命名

时间紧、任务急、内容多，必须抓紧时间才能按时完成



设计中应注意的问题

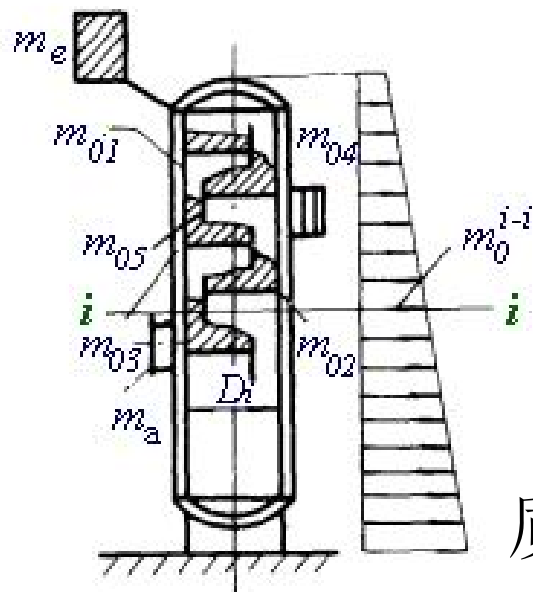
1. 标准选用:

《过程设备机械设计》第二篇 过程设备常用零部件标准 或《化工设备标准手册三卷》（图书馆可借）

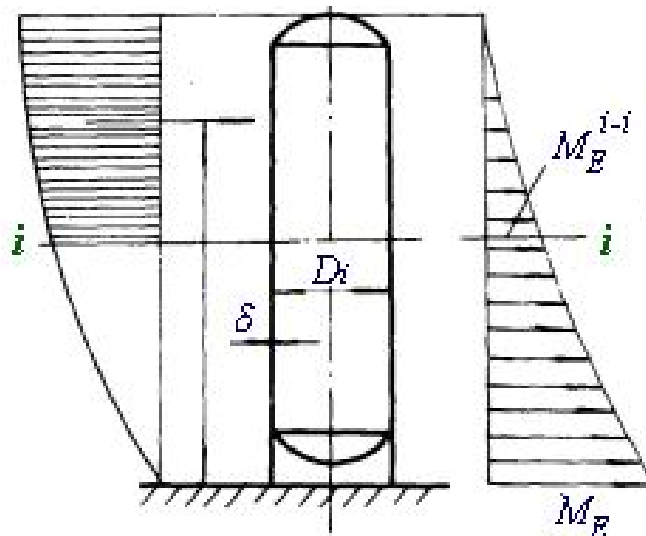
2. 每隔5~10m一个人孔，每个人孔处一个平台，平台宽0.9~1m。



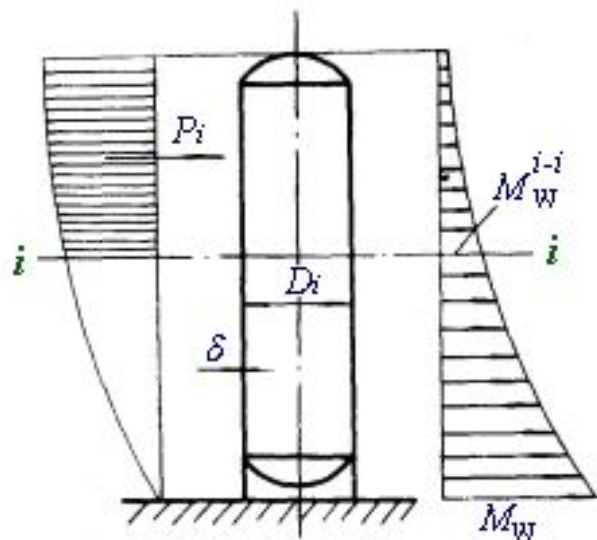
塔体承受的各种载荷



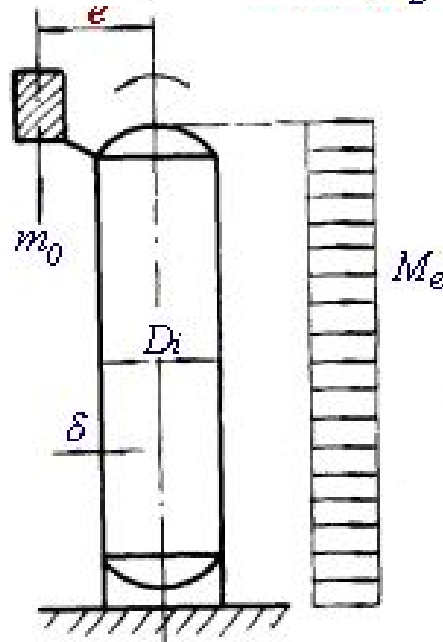
质量载荷



地震载荷



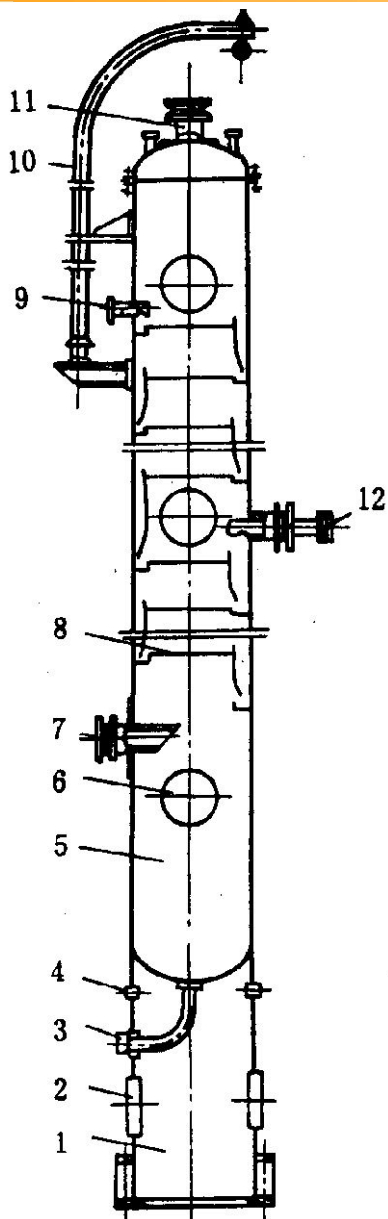
风载荷



偏心载荷



板式塔结构



- 1— 裙座； 2— 裙座人孔；
- 3— 塔底液体出口；4— 裙座排气
- 5— 塔体； 6— 人孔；
- 7— 蒸汽入口； 8— 塔盘；
- 9— 回流入口； 10— 吊柱；
- 11— 塔顶蒸汽出口； 12— 进料口；



关于分组

本次课程设计采取学生自愿组合成组的方式进行，要求每组1~4名同学，原则上组内同学来自于一个自然班级。其中，每个组设置一个组长和组员若干，组长和组员信息最后由每班班长周五（12月17日）晚24点前统计好后，发email给我（jjchen@ecust.edu.cn）。



关于分组

每个组的设计条件参数是指定的，见分组名单（具体含义见附录2）。**每组最终交一份设计说明书（纸版和电子扫描版都需要）和一份A1图纸**，每个同学都应该参与到设计的各个环节中，在设计说明书的小结部分，要列出每个小组成员的分工及完成情况，并由组长对其打分评价（**5、4、3、2、1、0**）。



最终提交材料

1. 设计说明书手写并扫描成电子版，封面上写明组长、组员等信息。
2. A1图纸电子版，在明细栏的设计、校核、制图等栏里填上全部成员姓名。
3. 图纸信息要尽量完整，越完整越好。
4. 各组组长在**1月15日24:00前**将设计说明书和图纸发到我邮箱 jjchen@ecust.edu.cn，逾期就算缺考！



设计条件

组别	A	B	C	D	E	F	G
塔体内径(mm)	1800	1600	1400	1600	1200	1800	2000
工作压力(Mpa)	0.8	0.8	0.8	1.0	1.5	1.0	1.0
工作温度(°C)	120	120	120	150	200	120	180
腐蚀裕度	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0
精馏段板数	35	31	28	31	40	30	35
提馏段板数	19	17	15	17	21	16	19
板间距(mm)	600	600	500	600	500	650	650
堰长	1200	1120	980	1120	800	1200	1300
堰高	50	45	40	50	40	60	60
基本风压(Pa)	450	450	450	450	250	250	250
保温材料/厚度(mm)	岩棉/100	岩棉/100	岩棉/80	岩棉/100	岩棉/120	岩棉/100	岩棉/120

其它设计条件各组均相同，见书本p271，附录2



分组

国卓211（21人）

组长	组员					设计条件
陈红	谭琪	解雅雯	解雅雯			A
陈晨	刘志瑶	罗欣桐	王怡然			B
吴瀚杰	唐逸辰	黄亚北				C
张泽群	刘宏琳	石鑫磊	颜泽宇			D
雷亮亮	张成熙	米彦博	张子航			E
黄飞扬	张侈					F

[illegible]



分组

国卓213（19人）

组长	组员					设计条件
邹坤甫	熊晨烨					A
龚祯	皇甫孺昊					B
卢依	方玺深	张奕贝				C
程铎	刘鸿益	刘烁	蔡子元			D
晏佳怡	唐嘉悦	许小琴	顾宏毅			E
张怡芸	徐文婷	潘许婕	吴宋扬			F



分组

国卓214（16人）

组长	组员					设计条件
王沈忆	吕妍	苏乐萱				A
刘昱骋	杨凌志	支奕轩	张颖			B
陈冠宇	周行健	俞朝臣				C
陈宇轩	卢思楠	傅全友				D
林腾辉	郭帅	邵显耀				E



分组

国卓214（16人）

组长	组员					设计条件
王沈忆	吕妍	苏乐萱				A
刘昱骋	杨凌志	支奕轩	张颖			B
陈冠宇	周行健	俞朝臣				C
陈宇轩	卢思楠	傅全友				D
林腾辉	郭帅	邵显耀				E



线上考试时间

日期待定，本科教学平台

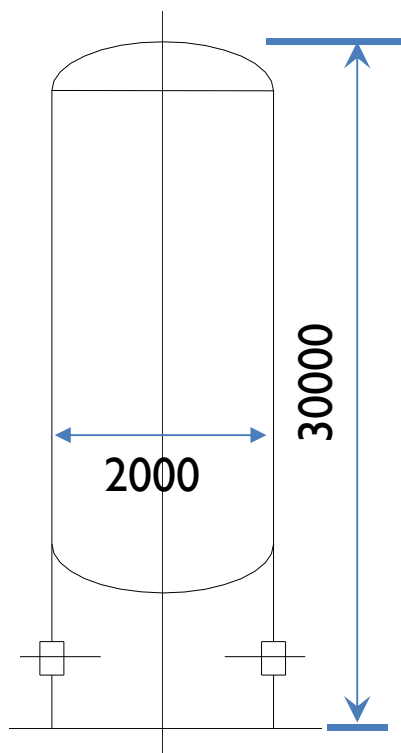
资料下载：学习通课程下的资料文件夹

答疑： 微信群或给我email（jjchen@ecust.edu.cn）



答辩形式

1. 图纸错误改正，每组图纸错误越少得分越高。

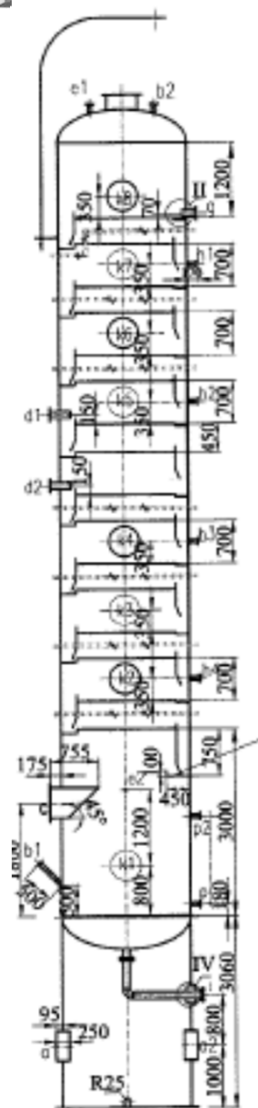


华东理工大学			
版 别			
版 别			

Ø1800x39935 X
浮阀塔(装配图)



答辩形式



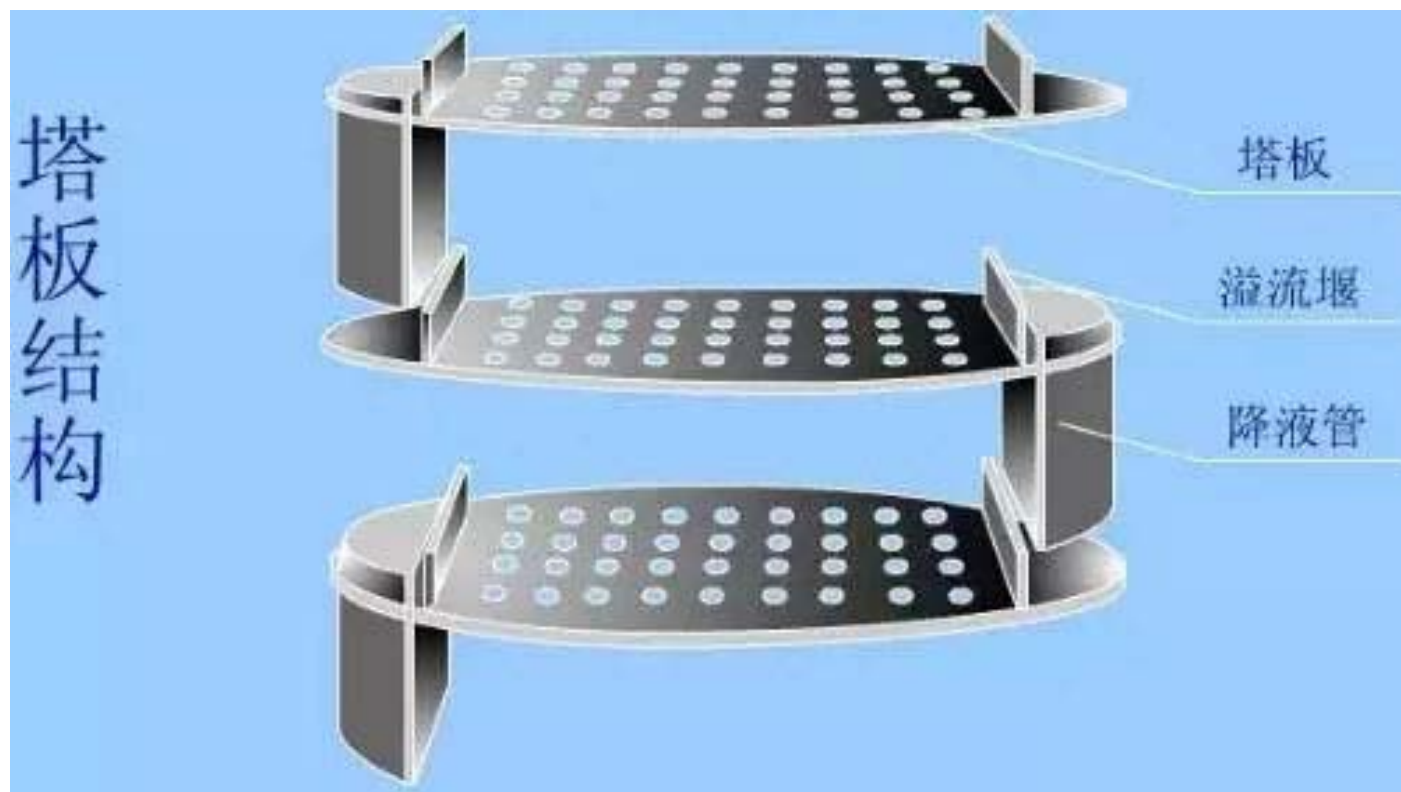
1. 人孔数目
2. 人孔位置（虚线和实线）
3. 壁厚
4. 塔板间距
5. 塔板数
6. 基础环
7. 地脚螺栓
8. 设计数据表
9. 签名
10.



祝同学们圆满完成课程设计

知之而不行，虽敦必困 —— 《荀子·儒效》

学者贵于行之，而不贵于知之。——司马光
《答孔文仲司户书》





不同形式人孔



回转盖人孔



垂直吊盖人孔



水平吊盖人孔



笼式扶梯

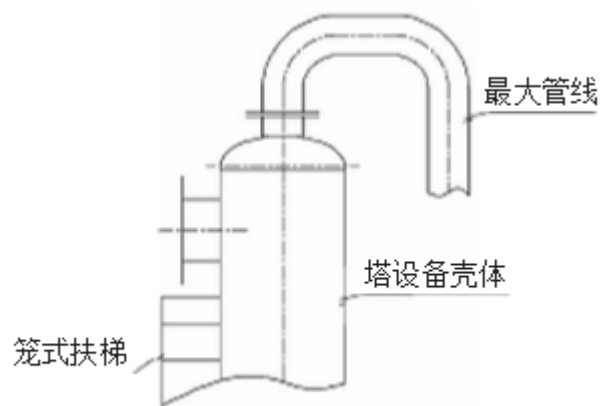
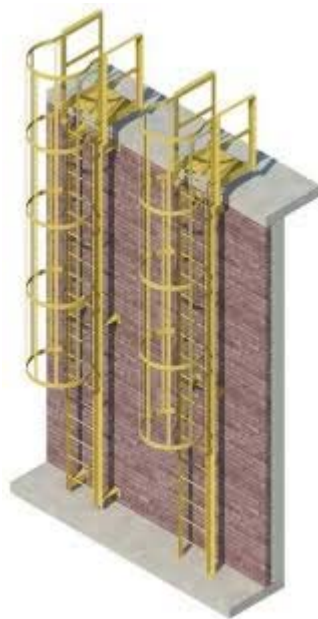


图1 扶梯与最大管线关系图



从计算公式来看，当笼式扶梯与最大管线布置成 180° 时，各计算段有效直径为最大，而计算顺风向水平风力、风弯矩同样随之为最大。所以在管口方位不定时，按 180° 计算是安全的。