



## 瑞金华能电厂脱硫项目

# 选型与典型设备设计



江西理工大学 最初的梦想 团队

韩颂 吴锦 严泽伟 张钰松 王艳阳

江西理工大学 最初的梦想



## 目录

1 总述 .....	2
1.1 过程设备的基本要求 .....	2
1.2 过程设备设计的作用 .....	2
1.3 过程设备设计与选型的主要内容 .....	2
2 塔设备设计 .....	4
2.1 设计规范 .....	4
2.2 塔设备设计目标 .....	4
2.3 塔设备选型基本原则 .....	4
2.4 塔类型的选择 .....	5
3. 换热器设备设计 .....	7
3.1 换热器选型设计依据 .....	7
3.2 换热器类型简介 .....	7
3.3 换热器选型原则 .....	12
3.4 换热器选型 .....	14
3.4.1 换热器型式选择 .....	14
3.5 换热器设计软件 .....	18
3.6 换热器结构设计结果 .....	18
3.6.1 换热器选型结果 .....	18
4 泵选型 .....	19
4.1 概述 .....	19
4.2 选型原则 .....	19
4.3 选型结果 .....	19



## 1 总述

### 1.1 过程设备的基本要求

过程设备最基本的要求是满足安全性与经济性，安全是核心，在充分保证安全的前提下尽可能做到经济。经济性包括经济的制造过程，经济的安装、使用与维护，设备的长期安全运行本身就是最大的经济。在满足工艺要求的前提下，为了确保安全与经济，过程设备应满足以下基本要求。

首先，结构合理，安全可靠。过程设备上所有部件都必须有足够的强度、刚度和稳定性，可靠的密封性和一定的耐久性。其次，设备必须具有先进的技术经济指标，技术经济指标是衡量过程设备优劣的重要参数。再次，运转性能好，操作简单，运转方便；最后，还要具有优良的环境性能。上述要求很难全部满足，设计选用时应针对具体问题具体分析，满足主要要求，兼顾次要要求。

### 1.2 过程设备设计的作用

设备工艺设计是工程设计的基础。化工设备从工艺设计的角度可以分为两类：一类是标准设备或定型设备，是成批、成系列生产的设备，并可以从厂家的产品目录或手册中查到其规格及型号，可直接从设备生产厂家购买；另一类是非标设备或称非定型设备，是根据工艺要求、通过工艺计算及设备专业设计人员设计、需要专门设计的特殊设备，然后由有资格的厂家制造。

### 1.3 过程设备设计与选型的主要内容

(1) 确定单元操作所用设备的类型。这项工作应与工艺流程设计结合起来进行、  
(2) 确定设备的材质。根据工艺操作条件（温度、压力、介质的性质）和对设备的工艺要求确定符合要求的设备材质。这项工作应与设备设计专业人员共同完成。

(3) 确定设备的设计参数。设备的设计参数是由工艺流程设计、物料衡算、热量衡算、设备的工艺计算多项工作得到的。对不同的设备，它们有不同的设计参数。

对塔设备，需要确定进出口物料的流量、组成、温度、压力塔径与塔的材质、填料类型与填料高度或塔板类型与塔板数等，对于精馏塔还要确定塔顶冷凝器和塔底再沸器的热负荷、换热流体的种类等；对换热器，则需要知道热负荷、换热面积、；冷热流体的种类及流量。

(4) 确定定型设备（即标准设备）的型号或牌号以及数量。定型设备是一些加工厂成批、成系列生产的设备，即那些可以直接向生产厂家订货或购买的现成设备。对已有标准图纸的设备，确定标准图的图号和型号。随着中国化工设备标准化的推进，有些本来用于非标设备的化工装置，已逐步走向系列化、定型化。这些设备包括换热器系列、容器系列、搪玻璃设备系列以及圆泡罩、F1 型



---

浮阀和 浮阀塔塔盘系列等，它们已经有了国家标准。



(5) 对非标设备，向化工设备专业设计人员提出设计条件和设备草图，明确设备的型式、材质、基本设计参数、管口、维修安装要求、支承要求及其他要求（如防爆口、人孔、手孔、卸料口、液面计接口等）。

(6) 编制工艺设备一览表。在初步设计阶段，根据设备工艺设计的结果，编制工艺设备一览表，可按非定型工艺设备和定型工艺设备两类编制。初步设计阶段的工艺设备一览表作为设计说明书的组成部分提供给有关部门进行设计审查。



## 2 塔设备设计

### 2.1 设计规范

《化工设备设计基础规定》	HG/T 20643
《钢制化工容器强度计算规定》	20583-1998
《钢制化工容器结构设计规定》	20581-1998
《石油化工塔型设备设计规范》	SH 3030-1997

### 2.2 塔设备设计目标

作为主要用于传质过程的塔设备，首先必须使气液两相充分接触，以获得较高的传质效率；同时还应保证塔设备的经济性。为此，塔设备应满足以下基本要求：

- (1) 气液两相充分接触，相际传热面积大；
- (2) 生产能力大，即气液相处理能力大；
- (3) 操作稳定，操作弹性大；
- (4) 流体流动阻力小，流体通过塔设备的压降小；
- (5) 结构简单、耗用材料少，制造与安装容易；
- (6) 耐腐蚀和不易堵塞。

### 2.3 塔设备选型基本原则

(1) 生产能力大，弹性好。随着化工装置大型化，生产能力要求尽量地大，而根据生产经验，工艺流程中精馏往往是限制环节。很多精馏塔设计中考虑诸如造价、结构或压降、分离效率等因素较多，而常常未将塔的操作弹性放在重要位置，从而造成投产后设备不大适应工艺条件和生产能力的较大波动。

(2) 满足工艺要求，分离效率高。工艺上要分离的液体有很多特殊要求，如沸点低、难分离、有腐蚀性、有污垢物等，对塔型要慎重选择。

(3) 运转可靠性高，操作、维修方便。

(4) 结构简单，加工方便，造价较低。

(5) 塔压降小。对于真空塔或者要求塔压降低的塔来说，压降小的意义更为明显。通常选择塔型未必能满足所有的原则，应抓住主要矛盾，最大限度满足工艺要求。



## 2.4 塔类型的选择

工业上使用的塔类型主要是填料塔和板式塔两种，如何从中选取一个合适的类型有很多方面需要考虑，很难简单的进行判断。考虑操作性能和成本费用，两种塔可以进行如下比较：

项目	填料塔	板式塔
塔径	适宜于大小塔径的塔，但对大塔要解决液体再分布的问题	一般推荐使用塔径大于 800mm 的大塔
压力降	压力较小，较适于要求压力降小的场合	压力降一般比填料塔大
空塔气速	空塔气速较大	空塔气速大
塔效率	分离效率高，塔径 1.5m 以下效率高，随着塔径增大，效率常会下降	效率较稳定，大塔板效率比小塔板有所提高
液气比	对液体喷淋量有一定要求	适用范围较大
持液量	较小	较大
安装检修	较困难	较容易
材料	可用非金属耐腐蚀材料	一般用金属材料
造价	直径 800mm 以下，一般比板式塔便宜，直径增大，造价显著增加	直径大时一般比填料塔造价低
重量	较重	较轻

类型选择时需要考虑多方面的因素，如物料性质、操作条件、塔设备的性能，以及塔的制造、安装、运转和维修等。对于真空精馏和常压精馏，通常填料塔塔效率优于板式塔，应优先考虑选用填料塔，其原因在于填料充分利用了塔内空间，提供的传质面积很大，使得汽液两相能够充分接触传质。

而对于加压精馏，若没有特殊情况，一般不采用填料塔。这是因为填料塔的投资大，耐波动能力差。同样，吸收过程也分为液膜控制、气膜控制和介于两者之间的共同控制吸收三种类型。气膜控制的吸收与真空精馏相似，应优先考虑选用高效规整填料塔；液膜控制的吸收与加压精馏相似，往往选用板式塔或汽液湍动大、持液量高的散装填料塔；介于两者之间的，宜采用比表面积大、持液量高、液相湍动大的填料塔，一般多采用散装填料塔。具体来讲，应着重考虑以下几个方面：

### (1) 与物性有关的因素

易起泡的物系，如处理量不大时，以选用填料塔为宜。因为填料能使泡沫破裂，在板式塔中则易引起液泛。



---

具有腐蚀性的介质，可选用填料塔。如必须用板式塔，宜选用结构简单、造



价便宜的筛板塔盘、穿流式塔盘或舌形塔盘，以便及时更换。

具有热敏性的物料须减压操作，以防过热引起分解或聚合，故应选用压力降较小的塔型。

粘性较大的物系，可以选用大尺寸填料。板式塔的传质效率太差。含有悬浮物的物料，应选择液流通道大的塔型，以板式塔为宜。操作过程中有热效应的系统，用板式塔为宜。

#### (2) 与操作条件有关的因素

若气相传质阻力大，宜采用填料塔。大的液体负荷，可选用填料塔。液气比波动的适应性，板式塔优于填料塔。操作弹性，板式塔较填料塔大，其中以浮阀塔最大，泡罩塔次之。

#### (3) 其他因素

对于多数情况，塔径大于 800mm 地，宜用板式塔，小于 800mm 时，则可用填料塔。但也有例外，鲍尔环及某些新型填料在大塔中的使用效果可优于板式塔。一般填料塔比板式塔重。大塔以板式塔造价较廉。填料塔用于吸收和解吸过程，可以达到很好的传质效果，它具有通量大、阻力小、传质效率高等性能。因此实际过程中，吸收、解吸和气体洗涤过程绝大多数都使用填料塔。

#### (4) 本厂实际情况的选择

石灰石腐蚀性较小 无悬浮物 常压操作 塔径较大 从分离效率、成本和操作维修等方面考虑，结合实际情况，我们在设备选择过程中优先考虑采用板式塔，控制设备投资成本和操作成本，既有较高的操作弹性，同时操作维修也较为方便。

### 主要设备的尺寸

表 2.4-1 喷淋吸收塔主要工艺参数

聚丙烯鲍尔环喷淋塔 (Φ4000mm*8850mm)		
混合气体处理量: 1255494Nm <sup>3</sup> /h		
工艺参数		
名称	数值	备注
操作压力, kpa	101.3	常压
操作温度, °C	20	常温
流速, m/s	<1	
压降, pa	500	
塔径, mm	Φ4000	
塔高, mm	8850	
鲍尔环填料高度, mm	300	共两层
液体密度, kg/m <sup>3</sup>	1000	水溶液
液气比	0.073	
喷头数量, 只	16	共两层
吸收率	98%以上	



### 3. 换热器设备设计

#### 3.1 换热器选型设计依据

《化工设备设计全书—换热器》	2003-5
《石油化工设备选型手册—换热器》	2009-1
《化工工艺设计手册》	2003-8
《压力容器安全技术监察规程》	1990-5-9
《实用热物理性质手册》	1986
《钢制压力容器》	GB 150-1998
《管壳式换热器》	GB 151-1999
《管径选择》	HG/T 20570.6-95
《化工配管用无缝及焊接钢管尺寸选用系列》	HG 20553-93
《石油化工企业钢管尺寸系列》	SH 3405-96
《氨制冷装置用卧式蒸发器》	JB/T 7658.4-95
《鞍式支座》	JB/T 4712-1992

#### 3.2 换热器类型简介

换热器是一种实现物料之间热量传递的节能设备，是在石油、化工、石油化工、冶金、电力、轻工、食品等行业普遍应用的一种工艺设备。在炼油、化工装置中换热器占总设备数量的40%左右，占总投资的30%~45%。近年来随着节能技术的发展，应用领域不断扩大，利用换热器进行高温和低温热能回收带来了显著的经济效益。目前，在换热设备中，使用量最大的是管壳式换热器。主要通过传热原理、传热种类和结构进行分类。

##### 1. 按作用原理和实现传热的方式分类

(1) 混合式换热器；(2) 蓄热式换热器；(3) 间壁式换热器

##### 2. 其中间壁式换热器按传热面的形状和结构分类：

(1) 管壳式：固定管板式、浮头式、填料函式、U型管式

(2) 板式：板翅式、平板式、螺旋板式

(3) 管式：空冷器、套管式、喷淋管式、箱管式

(4) 液膜式：升降膜式、括板薄膜式、离心薄膜式



(5) 其他型式：板壳式、热管



### 3. 按换热器服务类型分类:

- (1) 交换器 (Exchanger): 在两侧流体间传递热量。
- (2) 冷却器 (Chiller): 用制冷剂冷却流体。制冷剂有氨 (Ammonia)、乙烯、丙烯、冷却水 (Chilled water) 或盐水 (brine)。
- (3) 冷凝器 (Condenser): 在此单元中, 制程蒸汽被全部或部分的转化成液体。
- (4) 冷却器 (Cooler): 用水或空气冷却, 不发生相变化及热的再利用。
- (5) 加热器 (Heater): 增加热函, 通常没有相变化, 用如 Dowtherm 或热油作为热媒加热流体。
- (6) 过热器 (Superheater): 高于蒸汽的饱和蒸汽压进行加热。
- (7) 再沸器 (Reboiler): 提供蒸馏潜热至分流塔的底部。
- (8) 蒸汽发生器 (Steam generator) (废热锅炉 (waste heat boiler)): 用产生的蒸汽带走热流体中的热量。通常为满足制程需要后多余的热量。
- (9) 蒸馏器 (Vaporizer): 是一种将液体转化为蒸汽的交换器, 通常限于除水以外的液体。
- (10) 脱水器 (Evaporator): 将水蒸气浓缩为水溶液通过蒸发部分水分以浓缩水溶液。



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/667032126144010022>