

设计书

系 别:

班 级:

姓 名:

学 号:

指导教师:

职 称:

目录

第一章 吸收工艺概况.....	1
1.1 吸收工艺流程的确定.....	1
1.2 吸收工艺流程图及工艺过程说明.....	2
第二章 吸收操作条件的确定.....	3
2.1 吸收剂的选择.....	3
2.2 吸收操作参数的选择.....	3
2.2.1 操作压力的选择.....	3
2.2.2 吸收温度的选择.....	4
2.3 液气比的选择.....	4
第三章 吸收塔设备及填料的选择.....	5
3.1 吸收塔的设备选择.....	5
3.2 填料的选择.....	5
第四章 设计任务及方案说明.....	7
4.1 设计方案的说明.....	7
4.2 液相物性数据.....	7
4.3 气相物性数据.....	7
4.3.1 气相物中平衡数据.....	8
第五章 物料衡算.....	9
5.1 操作线方程.....	9
第六章 吸收塔的工艺尺寸的计算.....	10
6.1 塔径的计算.....	10
6.1.1 气相质量流量.....	10
6.1.2 液相质量流量.....	10
6.1.3 泛点率校核.....	13
6.1.4 填料规格核算.....	13
6.1.5 液体喷淋密度核算.....	13
6.2 填料层高计算.....	13
6.3 填料层压降的计算.....	16
第七章 辅助设备的选型及设计.....	19
7.1 液体分布器.....	19
7.1 筒体和封头材料的选择.....	20
7.2 筒体厚度.....	21

7.3 主要接管尺寸的计算.....	21
7.3.1 液体进料接管.....	21
7.3.2 气体进料接管.....	22
7.4 法兰.....	22
7.5 填料支承结构.....	22
7.6 填料压紧装置.....	23
7.7 除沫装置.....	23
7.7.1 封头.....	23
7.8 人孔或手孔和卸料孔.....	25
7.8.1 人孔或手孔.....	25
7.8.2 卸料孔.....	25
7.9 塔高.....	25
7.9.1 塔顶空间高度.....	25
7.9.2 塔底空间高度.....	25
7.9.3 塔体总高度.....	26
7.10 泵.....	26
7.11 风机的选型.....	26
7.12 设备汇总表.....	26
第八章 设计结果汇总表.....	28
第九章 符号说明.....	29
第十章 个人小结:	30
参考文献.....	31

第一章 吸收工艺概况

在化学工业中，经常需要将气体混合物中的各个组分加以分离[1]，其主要目的是回收气体混合物中的有用物质，以制取产品；或除去工艺气体中的有害成分，使气体净化，以便进一步加工处理；或除去工业放空尾气中的有害成分，以免污染空气。吸收操作是气体混合物分离方法之一，它是根据混合物中各组分在某种溶剂中溶解度不同而达到分离的目的。

1.1 吸收工艺流程的确定

常用的吸收装置流程主要有逆流操作、并流操作、吸收及部分再循环操作、多塔串联操作、串联—并联操作，根据设计任务、工艺特点，结合各种流程的优缺点，采用常规逆流操作的流程，传质平均推动力大，传质速率快，分离效率高，吸收及利用率高。

1.2 吸收工艺流程图及工艺过程说明

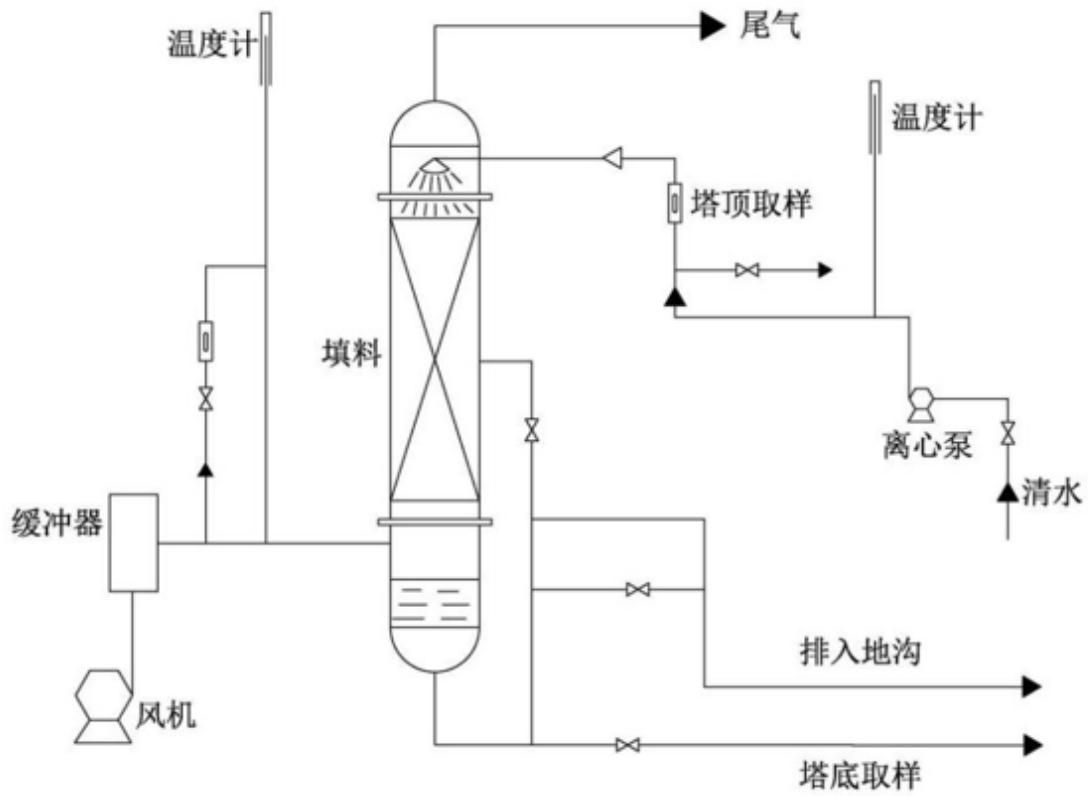


图 1-1 常规逆流操作流程图

本设计采用的是逆流操作，即气相自塔底进入由塔顶排出，液相流向与之相反，自塔顶进入由塔底排出。

第二章 吸收操作条件的确定

2.1 吸收剂的选择

吸收剂又叫溶剂，吸收过程是依靠气体在吸收剂中的溶解来实现的，因此，选择良好的吸收剂是吸收过程的重要一环。

选择吸收剂的基本要求：

(1) 吸收剂应具有较大溶解度，以提高吸收速率减少吸收剂用量，降低输送与再生的能耗。

(2) 选择性好，吸收剂对混合气体的溶质要有良好的吸收能力，而对其它组分不吸收或吸收甚微。以提高吸收速率，减小吸收剂用量。

(3) 操作温度下吸收剂的蒸汽压要低，以为离开吸收设备的气体往往被吸收剂所饱和，吸收剂的挥发度愈大，则在吸收和再生过程中吸收剂损失愈大。

(4) 粘度要低，以利于传质与输送；有利于气液接触，提高吸收速率。

(5) 具有较好的化学稳定性及热稳定性，以减少吸收剂的降解和变质，尤其在使用化学吸收剂时。

(6) 所选用的吸收剂还应满足无毒性，无腐蚀性，不易燃易爆，不发泡，冰点低，廉价易得以及化学性质稳定等要求。

本设计选用水作为吸收剂。

2.2 吸收操作参数的选择

吸收塔的操作参数主要指操作压力和操作温度。

2.2.1 操作压力的选择

吸收压力高，其优点是提高吸收过程的推动力，减少了气体的体积流量，可以减小塔径；缺点是降低了吸收剂的选择性，吸收塔的造价可能升高。吸收压力低则相反。

一般应该从过程的经济性角度出发，必须兼顾吸收和解吸以及整个工艺的操作条件，选择合适的操作压力。

本设计选择的操作压力为 101.3kPa。

2.2.2 吸收温度的选择

对于物理吸收，吸收温度低。优点是溶质的溶解度增大，减少溶剂用量，推动力增大，降低塔高度，减轻解吸塔的负荷。缺点是低于常温的操作会增加操作费用。

对于化学吸收，吸收温度高。优点是化学反应速度快；缺点是传质推动力降低。

一般情况下，常温下的吸收和解吸操作，过程的操作费用最低。

本设计选择的吸收温度为 25°C。

2.3 液气比的选择

液气比的选择同样是个经济上的优化问题。当气相进出口浓度、液相进口浓度已定时，液气比 L/G 增大，液相出口浓度减小，过程的平均推动力相应增大而传质单元数相应减小，从而所需塔高降低，但是，吸收液流量大而出口浓度低，必使吸收剂的再生费用增加。在设计时，通常可先求出最小液气比，然后乘以某一经验的倍数作为设计的液气比。一般取 1.1-2 之间。

第三章 吸收塔设备及填料的选择

3.1 吸收塔的设备选择

本设计要求的是选用填料吸收塔，吸收塔是气液呈连续性接触的气液传质设备，它的结构和安装比板式塔简单。它的底部有支撑板用来支撑填料，并允许气液通过。支撑板上的填料有整砌或乱堆两种方式。填料层的上方有液体分布装置，从而使液体均匀喷洒在填料层上。

3.2 填料的选择

塔填料的选择包括确定填料的种类、规格及材料。填料的种类主要从传质效率、通量、填料层的压降来考虑，填料规格的选择常要符合填料的塔径与填料公称直径比值 D/d 。散装填料是一个个具有一定几何形状和尺寸的颗粒体，一般以随机的方式堆积在塔内，又称为乱堆填料或颗粒填料[2]。散装填料根据结构特点不同，可分为环形填料、鞍形填料、环鞍形填料及球形填料等。

- (1) 拉西环填料：最早的工业填料，但因性能较差，目前工业上已经很少使用；
- (2) 鲍尔环填料：是在拉西环基础上的改进，利用率有了很大提高；
- (3) 阶梯环填料：对鲍尔环的改进，为目前所使用的环形填料最为优良的一种；
- (4) 弧鞍形填料：一般采用瓷质材料，易碎，工业中不常用；
- (5) 环矩鞍填料：集环型与鞍型优点，是工业应用最广的一种金属散装填料。

表 3-1 常用的填料的塔径与填料公称直径比值 D/d 的推荐值

填料种类	D/d 的推荐值
拉西环	$D/d \geq 20 \sim 30$
鞍形环	$D/d \geq 15$
鲍尔环	$D/d \geq 10 \sim 15$
阶梯环	$D/d > 8$
环矩鞍	$D/d > 8$

由于本设计操作温度较低且无腐蚀性，压强采用 101.3kPa，所以选用塑料填料。塑料填料的材质主要包括聚丙烯、聚乙烯及聚氯乙烯等，国内一般多采用聚丙烯材质。塑料填料的耐腐蚀性能较好，能耐一般的无机酸、碱和有机溶剂的腐蚀。其耐温性良好，可长期在 100°C 以下使用。

设计选用吸收塔，填料为散装塑料 DN38 阶梯环填料。

第四章 设计任务及方案说明

- 1、原料气组成：丙酮-空气双组分混合气体
- 2、丙酮的体积分率为 1.82%，换算为摩尔分率 0.0182
- 3、混合气体处理量：340m³ / h
- 4、进塔气体温度：35℃
- 5、操作压力：连续在 101.3kPa
- 6、吸收剂：水，温度：25℃
- 7、丙酮回收率：90%。

4.1 设计方案的说明

用水吸收空气混合物中丙酮属中等溶解度的吸收过程，为提高传质效率，选用逆流吸收流程，因用水作为吸收剂，且丙酮不作为产品，故采用纯溶剂。

对于水吸收的过程，操作温度及操作压力较低，工业上通常选用 DN38 散装填料，在散装填料中，选用 DN38 塑料阶梯环。

4.2 液相物性数据

25℃时水的有关物性数据如下

密度为 $\rho_L=1001.2925\text{kg} / \text{m}^3$

粘度为 $\mu_L=0.92\text{mPa}\cdot\text{s}=3.24\text{kg} / (\text{m}\cdot\text{h})$

表面张力为 $\sigma_L=72.11\text{dyc} / \text{cm}=934545.6\text{kg} / \text{h}^2$

丙酮在水中的扩散系数为 $D_L=1.327\times 10^5\text{cm}^2 / \text{s}=4.777\times 10^{-6}\text{m}^2 / \text{h}$

查表得丙酮在空气中的扩散系数为 $D_v=0.03816\text{m}^2 / \text{h}$

4.3 气相物性数据

混合气体的平均摩尔质量为：

$$M_{vm} = 0.0182 \times 58.08 + (1-0.0182) \times 29 = 29.5293\text{g} / \text{mol}$$

混合气体的平均密度为：

$$\rho_{vm} = \frac{P M_{vm}}{R T} = \frac{101.3 \times 29.5293}{8.314 \times (273.15 + 35)} = 1.168 \text{kg/m}^3$$

混合气体的粘度可近似取空气的粘度，查手册的 35°C 空气的粘度为 $\mu_v = 1.81 \times 10^{-5} \text{Pa}\cdot\text{s} = 0.065 \text{kg} / (\text{m}\cdot\text{h})$

4.3.1 气相物中平衡数据

查表得 101.3 kPa 下 25°C 时丙酮在水中的亨利系数为：E=211.5 kPa

相平衡常数为：

$$m = \frac{E}{P} = \frac{211.5}{101.3} = 2.09$$

溶解度系数为：

$$H = \frac{\rho_L}{E M_s} = \frac{1001.2925}{211.5 \times 18.015} = 0.2628 \text{kmol/kPa}\cdot\text{m}^3$$

第五章 物料衡算

进塔气相摩尔比为:

$$Y_1 = y_1 / (1 - y_1) = 0.0182 / (1 - 0.0182) = 0.0185$$

出塔气相摩尔比为:

$$Y_2 = Y_1(1 - \varphi_A) = 0.0185 \times (1 - 0.9) = 0.0019 \varphi_A \text{ 为吸收率}$$

进塔惰性气相流量为:

$$V = 340 / 22.4 \frac{273.15}{273.15 + 35} (1 - 0.0182) = 13.21 \text{ kmol/h}$$

该吸收过程属低浓度吸收, 平衡关系为直线, 最小液气压可按下式计算, 即:

$$\frac{L}{V} \min = \frac{Y_1 - Y_2}{\frac{Y_1}{m} - X_2}$$

对于纯溶剂吸收过程, 进塔液相组成为

$$X_2 = 0$$

$$\frac{L}{V} \min = \frac{Y_1 - Y_2}{\frac{Y_1}{m} - X_2} = \frac{0.0185 - 0.0019}{\frac{0.0185}{2.09} - 0} = 1.88$$

取操作液气比为:

$$\frac{L}{V} = 1.8 \frac{L}{V} \min = 1.8 \times 1.88 = 3.38$$

$$L = 3.38 \times 13.21 = 44.65 \text{ kmol/h}$$

由物料衡算式:

$$V(Y_1 - Y_2) = L(X_1 - X_2)$$

$$X_1 = \frac{V(Y_1 - Y_2)}{L} = 13.21 \times \frac{0.0185 - 0.0019}{44.65} = 0.0049$$

5.1 操作线方程

$$Y = \frac{L}{V} X + Y_2 - \frac{L}{V} X_2 = 1.88X + 0.0019$$

第六章 吸收塔的工艺尺寸的计算

6.1 塔径的计算

6.1.1 气相质量流量

$$W_v = 340 \times 1.168 = 397.12 \text{kg/h}$$

6.1.2 液相质量流量

可近似按纯水的流量计算，即：

$$W_L = 44.65 \times 18.015 = 804.37 \text{kg/h}$$

Eckert 通用关联图的横坐标为：

$$\frac{W_L}{W_V} \left(\frac{\rho_V}{\rho_L} \right)^{0.5} = \frac{804.37}{397.12} \left(\frac{1.168}{1001.2925} \right)^{0.5} = 0.069$$

采用 Eckert 通用关联图计算泛点气速。

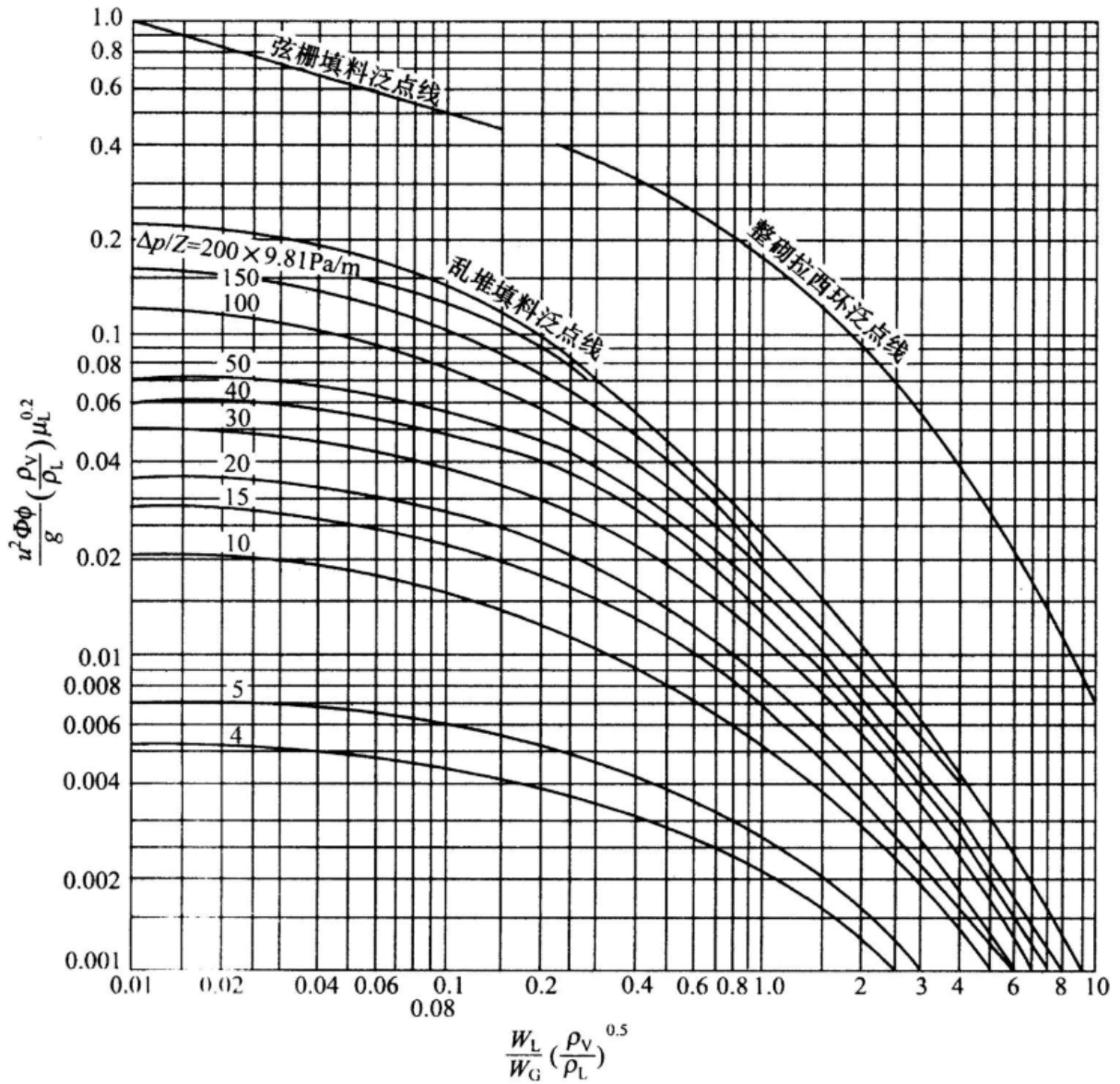


图 6-1 埃克特(Eckert)通用关联图

查图 6-1 得:

$$\frac{u_F^2 \Phi_F \Psi}{g} \frac{\rho_V}{\rho_L} \mu_L^{0.2} = 0.023$$

填料类型	填料因子, 1/m				
	DN16	DN25	DN38	DN50	DN76
金属鲍尔环	410	—	117	160	—
金属环矩鞍	—	170	150	135	120
金属阶梯环	—	—	160	140	—
塑料鲍尔环	550	280	184	140	92
塑料阶梯环	—	260	170	127	—
瓷矩鞍	1100	550	200	226	—
瓷拉西环	1300	832	600	410	—

图 6-2 散装填料泛点填料因子平均值

查图 6-2 得:

$$\varphi_F = 1701/m$$

$$u_F = \sqrt{\frac{0.023 g \rho_L}{\varphi_F \Psi \rho_V \mu_L^{0.2}}} = \sqrt{\frac{0.023 \times 9.81 \times 1001.2925}{170 \times 1 \times 1.168 \times 0.92^{0.2}}} = 1.076 m/s$$

计算得泛点气速:

$$u_F = 1.076(m/s)$$

$$u = 0.7u_F = 0.7 \times 1.076 = 0.753 m/s$$

$$D = \sqrt{\frac{4V_s}{\pi u}} = \sqrt{\frac{4 \times \frac{340}{3600}}{3.14 \times 0.753}} = 0.4m$$

常用的标准塔径 (mm) 有: 400mm、500mm、600mm、700mm、800mm、1000mm、1200mm、1400mm、1600mm、2000mm、2200mm 等

所以, 圆整塔径后, 取 0.4m

$$A_T = \frac{\pi}{4} D_1^2 = \frac{3.14}{4} \times 0.4^2 = 0.1256 m^2$$

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/988052041072007010>