

化工原理课程设计

设计题目： 管壳式换热器选型

班 级： 2012 级一班

姓 名： 季恩卉

学 号： 2012507072

指导教师： 郭瑞丽

完成日期： 2015 年 5 月 25 日

化 工 系

3.确定流体的定性温度、物性数据并选择列管换热器的型式.....	6
3.1.定性温度.....	7
3.2.物性参数.....	7
4.换热器的工艺计算.....	7
4.1.估算总传热系数.....	7
4.1.1.热流量.....	7
4.1.2 平均传热温差.....	7
4.1.3. 冷却剂水用量.....	8
4.1.4. 选取K值, 估算总传热系数.....	8
4.2 估算传热面积.....	8
5. 换热器的工艺结构尺寸设计.....	8
6. 5.1.管径和管内流速.....	8
5.2.管程数和传热管数.....	8
5.3.传热管排列和分程方法.....	8
5.4.计算平均传热温差.....	9
5.5.壳体内径.....	9
5.6.折流板.....	9
5.7.计算壳程流通面积及流速.....	9
5.8.计算管程流通面积及流速	10
6. 换热器核算.....	10
6.1 传热系数的校核.....	10
6.1.1. 传热面积.....	10
6.1.2.核算总传热系数.....	11
6.1.3.污垢热阻.....	11
6.1.4 对流传热系数.....	11
6.1.5 壳体对流传热系数.....	11
6.1. 6.传热面积.....	11
6.2. 换热器内流体的流动阻力.....	12
6.2.1.管程流动阻力.....	12
6.2.2.壳程流动阻力.....	12
7. 换热器的主要结构尺寸和计算结果.....	13
8.在ChemCAD中的结果.....	14
9.附图	15
10.总结.....	17
11.参考文献.....	17

前 言

换热器是化工、炼油工业中普遍应用的典型的工艺设备。在化工厂, 换热器的费用约占总费用的 10%~20%, 在炼油厂约占总费用 35%~40%

。换热器在其他部门如动力、原子能、冶金、食品、交通、环保、家电等也有着广泛的应用。因此,设计和选择得到使用、高效的换热器对降低设备的造价和操作费用具有十分重要的作用。

在不同温度的流体间传递热能的装置称为热交换器，即简称换热器，是将热流体的部分热量传递给冷流体的设备。

换热器的类型按传热方式的不同可分为：混合式、蓄热式和间壁式。其中间壁式换热器应用最广泛，如表 2-1 所示。

表 2-1 换热器的结构分类

类型			特点	
间壁式	管壳式	固定管式	刚性结构	用于管壳温差较小的情况（一般≤50℃），管间不能清洗
			带膨胀节	有一定的温度补偿能力，壳程只能承受低压力
		浮头式		管内外均能承受高压，可用于高温高压场合
		U型管式		管内外均能承受高压，管内清洗及检修困难
		填料函式	外填料函	管间容易泄露，不宜处理易挥发、易爆炸及压力较高的介质
			内填料函	密封性能差，只能用于压差较小的场合
	釜式		壳体上部有个蒸发空间用于再沸、蒸煮	
	双套管式		结构比较复杂，主要用于高温高压场合和固定床反应器中	
	套管式		能逆流操作，用于传热面积较小的冷却器、冷凝器或预热器	
	螺旋管式	沉浸式	用于管内流体的冷却、冷凝或管外流体的加热	
		喷淋式	只用于管内流体的冷却或冷凝	
	板式	板式		拆洗方便，传热面能调整，主要用于粘性较大的液体间换热
螺旋板式		可进行严格的逆流操作，有自洁的作用，可用做回收低温热能		
伞板式		结构紧凑，拆洗方便，通道较小、易堵，要求流体干净		
板壳式		板束类似于管束，可抽出清洗检修，压力不能太高		
混合式			适用于允许换热流体之间直接接触	
蓄热式			换热过程分阶段交替进行，适用于从高温炉气中回收热能的场合	

1.管壳式换热器

管壳式换热器又称列管式换热器，是一种通用的标准换热设备，它具有结构简单，坚固耐用，造价低廉，用材广泛，清洗方便，适应性强等优点，应用最为广泛。管壳式换热器根据结构特点分为以下几种：

(1) 固定管板式换热器

固定管板式换热器两端的管板与壳体连在一起，这类换热器结构简单，价格低廉，但管外清洗困难，宜处理两流体温差小于 50℃且壳方流体较清洁及不易结垢的物料。

带有膨胀节的固定管板式换热器，其膨胀节的弹性变形可减小温差应力，这种补偿方法适用于两流体温差小于 70℃且壳方流体压强不高于 600Kpa 的情况。

(1) 浮头式换热器

浮头式换热器的管板有一个不与外壳连接，该端被称为浮头，管束连同浮头可以自由伸缩，而与外壳的膨胀无关。浮头式换热器的管束可以拉出，便于清洗和检修，适用于两流体温差较大的各种物料的换热，应用极为普遍，但结构复杂，造价高。

(2) 填料函式换热器

填料函式换热器管束一端可以自由膨胀，与浮头式换热器相比，结构简单，造价低，但壳程流体有外漏的可能性，因此壳程不能处理易燃，易爆的流体。

2. 蛇管式换热器

蛇管式换热器是管式换热器中结构最简单，操作最方便的一种换热设备，通常按照换热方式不同，将蛇管式换热器分为沉浸式和喷淋式两类。

3. 套管式换热器

套管式换热器是由两种不同直径的直管套在一起组成同心套管，其内管用 U 型时管顺次连接，外管与外管互相连接而成，其优点是结构简单，能耐高压，传热面积可根据需要增减，适当地选择管内、外径，可使流体的流速增大，两种流体呈逆流流动，有利于传热。此换热器适用于高温，高压及小流量流体间的换热。

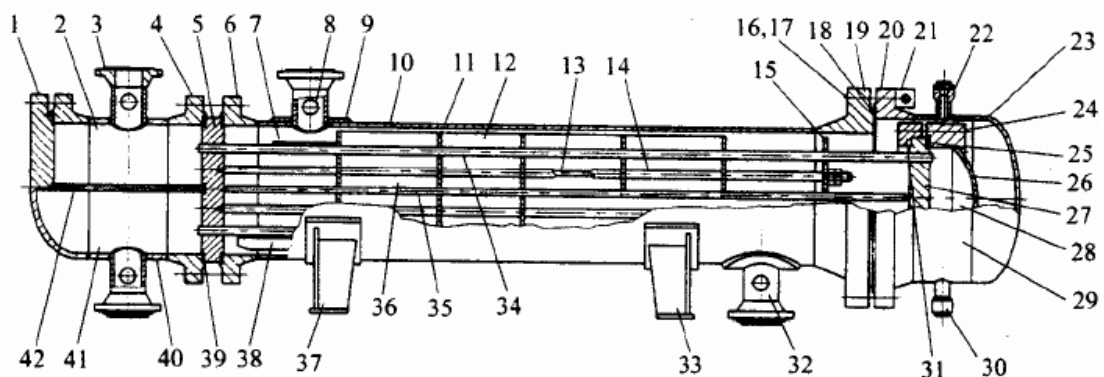


图 2.6 AES、BES 浮头式热交换器

1 平盖	2 平盖管箱(部件)	3 接管法兰	4 管箱法兰	5 固定管板	6 壳体法兰	7
防冲板	8 仪表接口	9 加强圈	10 壳体(部件)	11 折流板	12 旁路挡板	13
拉杆	14 定距管	15 支持板	16 双头螺柱或螺栓	17 螺母	18	
外头盖垫片	19 外头盖侧法兰	20 外头盖法兰	21 吊耳	22		
放气口	23 凸形封头	24 浮头法兰	25 浮头垫片	26 球冠形封头	27 浮动管板	28
浮头盖(部件)	29 外头盖(部件)	30 排液口	31 钩圈	32		

接管	33 活动鞍座(部件)	34 换热管	35 挡管	36 管束(部件)	37 固定鞍座(部件)	38
滑道	39 管箱垫片	40 管箱圆筒(短节)		41 封头管箱(部件)	42 分程	
隔板						

换热器材质的选择

在进行换热器设计时, 换热器各种零、部件的材料, 应根据设备的操作压力、操作温度、流体的腐蚀性能以及对材料的制造工艺性能等的要求来选取。当然, 最后还要考虑材料的经济合理性。一般为了满足设备的操作压力和操作温度, 即从设备的强度或刚度的角度来考虑, 是比较容易达到的, 但材料的耐腐蚀性能, 有时往往成为一个复杂的问题。在这方面考虑不周, 选材不妥, 不仅会影响换热器的使用寿命, 而且也大大提高设备的成本。至于材料的制造工艺性能, 是与换热器的具体结构有着密切关系。

一般换热器常用的材料, 有碳钢和不锈钢。

(1) 碳钢

价格低, 强度较高, 对碱性介质的化学腐蚀比较稳定, 很容易被酸腐蚀, 在无耐腐蚀性要求的环境中应用是合理的。

(2) 不锈钢

奥氏体系不锈钢以 1Cr18Ni9Ti 为代表, 它是标准的 18-8 奥氏体不锈钢, 有稳定的奥氏体组织, 具有良好的耐腐蚀性和冷加工性能。正三角形排列结构紧凑; 正方形排列便于机械清洗; 同心圆排列用于小壳径换热器, 外圆管布管均匀, 结构更为紧凑。我国换热器系列中, 固定管板式多采用正三角形排列; 浮头式则以正方形错列排列居多, 也有正三角形排列。

正三角形排列结构紧凑; 正方形排列便于机械清洗; 同心圆排列用于小壳径换热器, 外圆管布管均匀, 结构更为紧凑。我国换热器系列中, 固定管板式多采正三角形排列; 浮头式则以正方形错列排列居多, 也有正三角形排列。

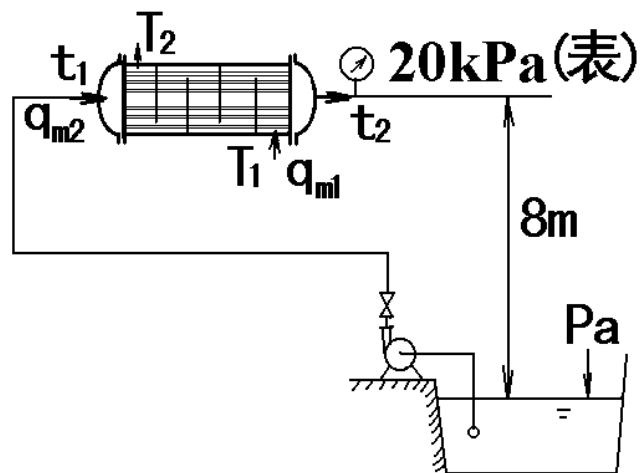
1. 化工原理课程设计任务书

设计题目: 管壳式换热器选型

设计任务书：

- 操作条件：
- ① 有机物：入口温度 78°C ，出口温度 21°C
 - ② 冷却介质：河水，入口温度 20°C
 - ③ 允许压强降：不大于 100KPa

管路布置如图（参考图），已知泵进口段官场 $L_{\text{进}}=5\text{m}$ ，泵出口段管长 $L_{\text{出}}=15\text{m}$ （均不包括局部阻力损失）。



设备型式：管壳式换热器

设计要求：

1. 选用一个合适的换热器；
2. 合理安排管路；
3. 选用一台合适的离心泵。

2. 设计方案确定

2.1. 管壳换热器的型式：

用水做冷却剂时，出口温度不宜超过 40°C ，选定出口温度为 30°C 。两流体温的变化情况：热流体进口温度 78°C ，出口温度 60°C ，该换热器用循环水冷却，冬季操作时，其进口温度会降低，考虑到这一因素，估计该换热器的管壁温度和壳体温度之差较大，两侧的温差比较大

。而列管式换热器在生产中被广泛利用。它的结构简单、坚固、制造较容易、处理能力大、适应性大、操作弹性较大。尤其在高压、高温和大型装置中使用更为普遍。故因此初步确定选用列管式换热器。

2.2 流程的选择：

从两物流的操作压力看，应使氯苯走管程，循环冷却水走壳程。但由于循环冷却水较易结垢，若其流速太低，将会加快污垢增长速度，使换热器的热流量下降，所以从总体考虑，应使循环水走管程，氯苯走壳程。

3. 确定流体的定性温度、物性数据并选择管壳换热器的型式

3.1.定性温度

定性温度：可取流体进出口温度的平均值。

$$T = \frac{78 + 60}{2} = 69$$

有机物的定性温度为：

$$t = \frac{18 + 32}{2} = 25^{\circ}\text{C}$$

水的定性温度为：

管程冷却水的定性温度为 $t=25(^{\circ}\text{C})$ 壳程有机物的定性温度为 $T=69(^{\circ}\text{C})$

3.2.物性参数

根据在定性温度，分别查询壳程和管程流体的有关物性数据。

有机物在69C 下的有关物性数据如下：

密度 $\rho_0=997 \text{ kg/ m}^3$

定压比热容 $C_{p0}=2.22 \text{ kJ/ (kg.k)}$

导热系数 $\lambda_0=0.16 \text{ (W/m.k)}$

$\mu=0.6\text{mPa}\cdot\text{s}$

循环冷却水在25°C下的有关物性数据如下：

密度 $\rho_i=995.6 \text{ kg/m}^3$

定压比热容 $c_{pi}=4.18\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

导热系数 $\lambda_i=0.613 \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$

粘度 $\mu_i=0.000801 \text{ (Pa}\cdot\text{s)}$

4. 换热器的工艺计算

4. 1 估算总传热系数

4. 1.1 热流量 (忽略热损失)

$$Q = m_0 c_{p0} \Delta t_0 = 15 \times 2.22 \times (78 - 60) = 532.8 \text{ KJ/S} = 1918080 \text{ KJ/H} = 532.8 \text{ kw}$$

4. 1. 2 平均传热温差 (忽略热损失)

$$\Delta t_{m'} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(78 - 32) - (60 - 18)}{\ln \frac{78 - 32}{60 - 18}} = 43.97^\circ\text{C}$$

4. 1. 3 冷却水用量

$$w_i = \frac{Q_0}{c_{pi} \Delta t_i} = \frac{1918080}{4.18 \times (32 - 18)} = 32776.49 \text{ kg/h} = 9.105 \text{ kg/h}$$

4. 1. 4 估算总传热系数

① 管程传热系数

$$\text{Re} = \frac{d_i u_i \rho_i}{\mu_i} = \frac{0.02 \times 0.5 \times 995.6}{0.000801} = 12429.46$$

$$\begin{aligned} \alpha_i &= 0.023 \times \frac{\lambda_i}{d_i} \left(\frac{d_i u_i \rho_i}{\mu_i} \right)^{0.8} \left(\frac{c_{pi} \mu_i}{\lambda_i} \right)^{0.4} \\ &= 0.023 \times \frac{0.613}{0.020} \left(\frac{0.02 \times 0.5 \times 995.6}{0.000801} \right)^{0.8} \times \left(\frac{4080 \times 0.000801}{0.613} \right)^{0.4} \\ &= 17113.682 \end{aligned}$$

② 壳程传热系数

先假设壳程传热系数 $\alpha_0=1500\text{w}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$

污垢热阻为

$$R_{si}=0.00017179\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{w}$$

$$R_{s0}=0.00017179\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{w}$$

管壁的导热系数 $k=45\text{w}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$

$$\begin{aligned} K &= 1/\left(\frac{1}{\alpha_0} + R_{s0} + R_{si} \frac{d_0}{d_i} + \frac{bd_0}{kd_m} + \frac{d_0}{\alpha_i d_i}\right) \\ &= 1/\left(\frac{1}{1500} + 0.00017179 + 0.00017179 \frac{0.025}{0.02} + \frac{0.025 \times 0.025}{45 \times 0.0225} + \frac{0.025}{17000 \times 0.02}\right) \\ &= 573.39 \end{aligned}$$

4.2 估算传热面积

$$\begin{aligned} S' &= \frac{Q_0}{K\Delta t_m} \\ &= \frac{532800}{573.39 \times 43.97} = 21.13 \end{aligned}$$

考虑到 15%的面积裕度， $S=S' \times 15\%=24.30$

5. 换热器的工艺结构尺寸设计

5.1 管径和管内流速

选用 $\phi 25 \times 2.5\text{mm}$ 的碳钢管，管内流速取 $\mu=0.5\text{m/s}$ 。

5.2 管程数和传热管数

依据传热管内径流速确定单程传热管数：

$$n_s = \frac{V}{\frac{\pi}{4} u_i d_i^2} = \frac{15/997}{0.785 \times 0.5 \times 0.02^2} = 95.82 \approx 96$$

按单程管计算，所需的传热管的管长度为：
$$L = \frac{S}{\pi d_o n_s} = \frac{24.3}{3.14 \times 0.025 \times 96} \approx 3.2\text{m} = 3\text{m}$$

由上面的计算结果可知，按单程管设计的话，传热管过长，应该采用多管程结构。现取传热管长 $l=6\text{m}$ ，则该换热器管程数为：

$$n_s = \frac{S}{\pi d_o L} = \frac{24.30}{3.14 \times 0.025 \times 6} \approx 51.5 = 100$$

管内流速为：

$$u_i = \frac{V}{\frac{\pi}{4} n d_i^2} = \frac{15/995.6}{0.785 * 52 * 0.02^2} = 0.923\text{m/s}$$

5.3 传热管排列和分程方法

采用组合排列方法，即每程内均按正三角形排列，隔板两侧采用正方形排列。取管心距 $t = 1.25d_o$ ，则

$$t = 1.25 \times 25 = 31.25 \approx 32\text{mm}$$

横过管束中心线的管数：

$$n_c = 1.19\sqrt{N} = 1.19\sqrt{100} = 11.9$$

5.4. 计算平均传热温差

平均传热温差校正系数

$$R = \frac{78 - 60}{32 - 15} = 1.0588$$

$$P = \frac{32 - 15}{78 - 15} = 0.2698$$

由 R 和 P 查“查化工原理课程设计指导图 2-6(a)”得 $\phi_{\Delta t} = 0.98$

平均传热温差：

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/118047063123006106>