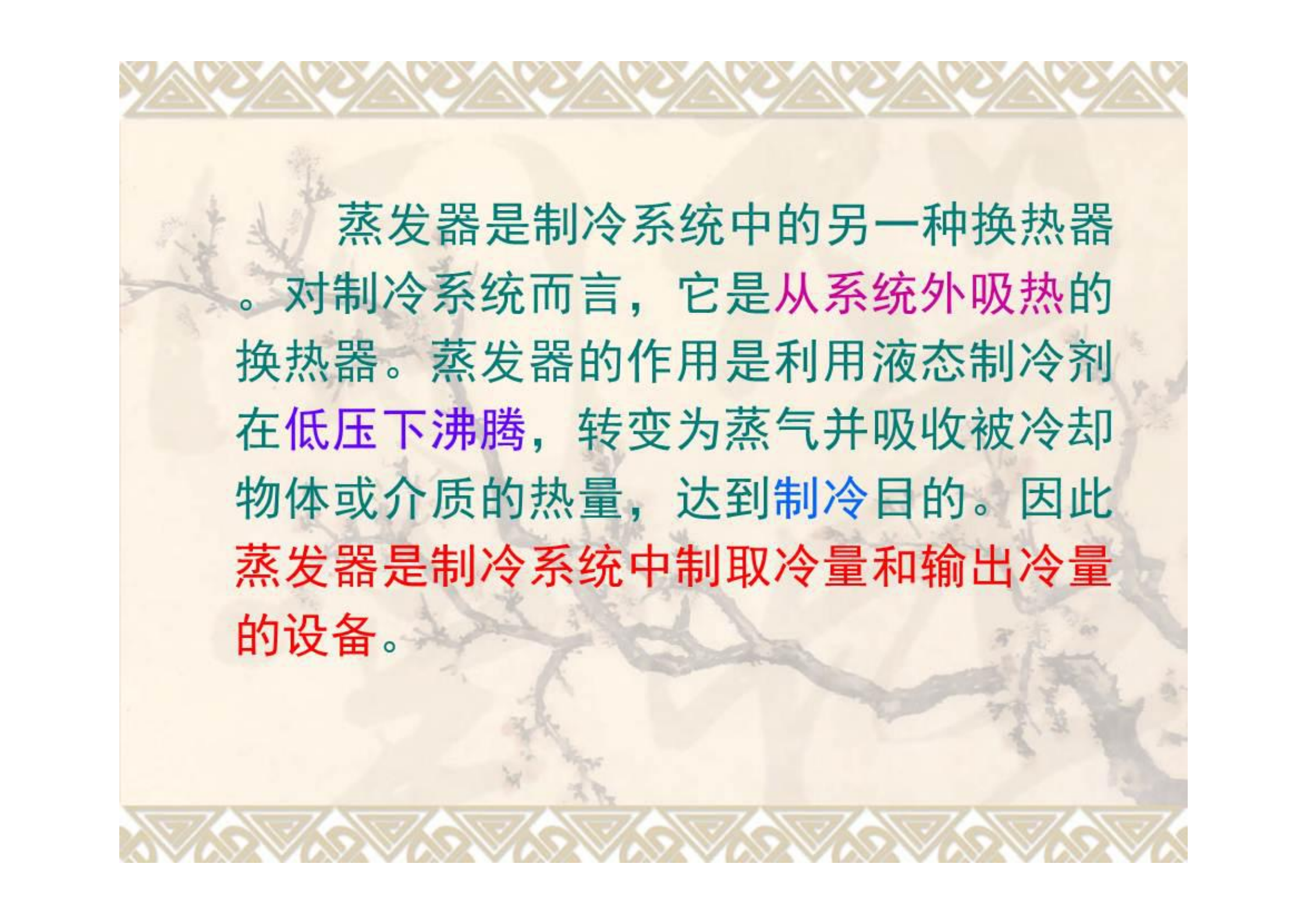




制冷技术

蒸发器





蒸发器是制冷系统中的另一种换热器。对制冷系统而言，它是从系统外吸热的换热器。蒸发器的作用是利用液态制冷剂在低压下沸腾，转变为蒸气并吸收被冷却物体或介质的热量，达到制冷目的。因此蒸发器是制冷系统中制取冷量和输出冷量的设备。

蒸发器的作用

- ❖ 制冷剂蒸气吸热气化，制取冷量
- ❖ 产生干蒸气，保证干压缩

蒸发器的分类

按被冷却介质的不同分

冷却液体载冷剂

冷却空气或其他气体

按被供液方式的不同分

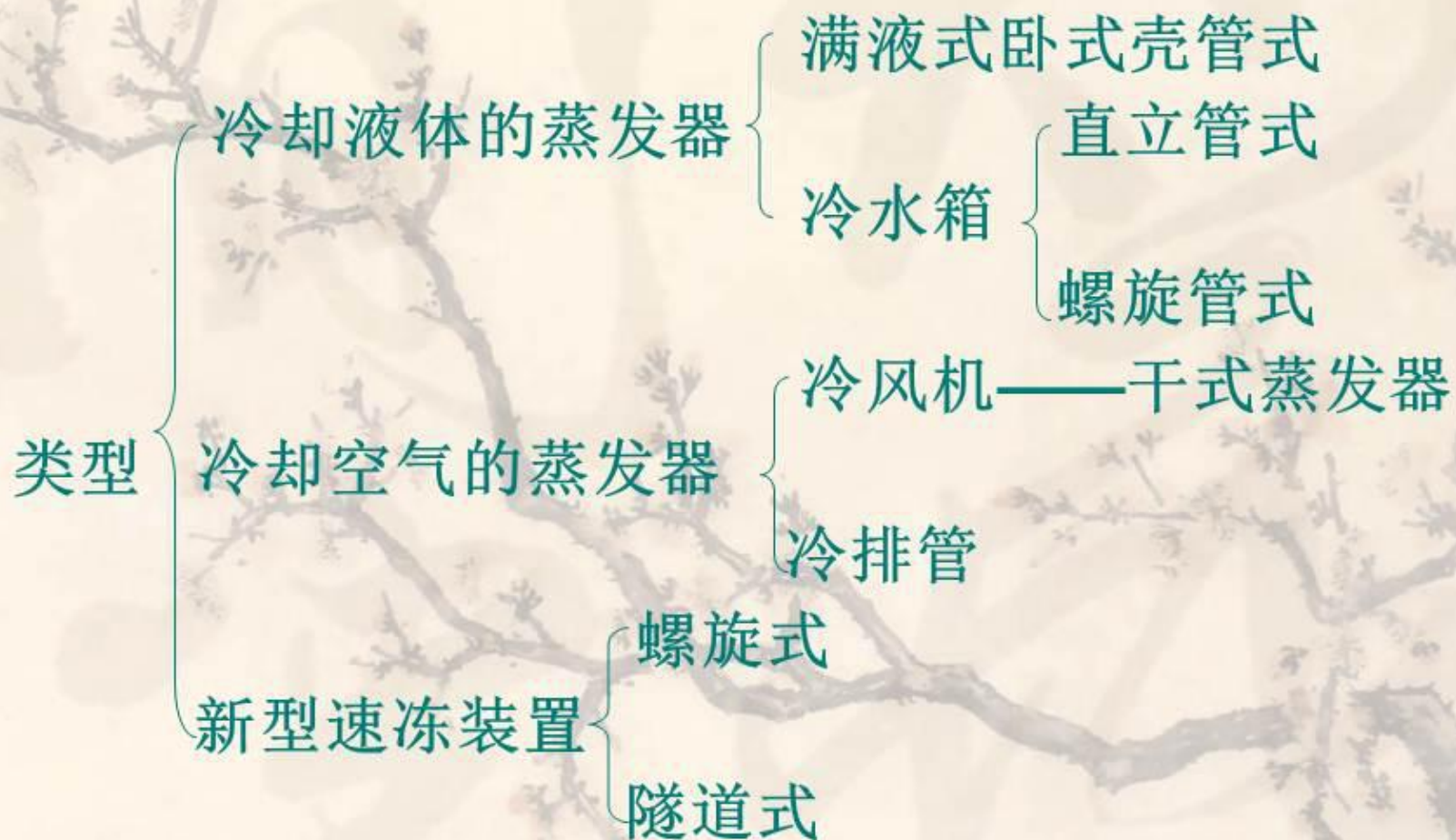
满液式

非满液式（干式）

循环式

喷淋式

蒸发器的类型



结构

1、满液式卧式壳管式

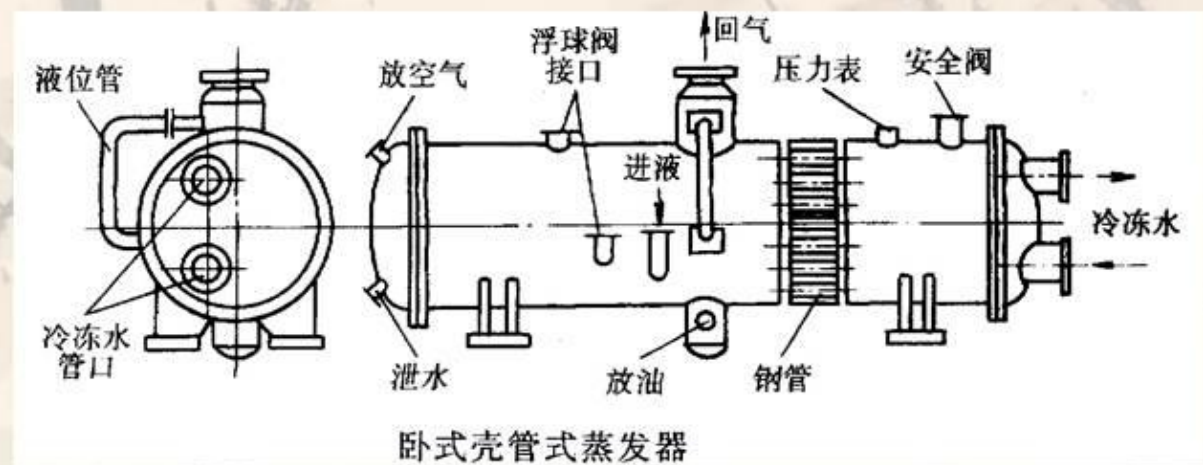
❖ 工作流程

制冷剂走壳管间→供液入壳底，液面高

0.7~0.8D，液面有沸腾泡沫

载冷剂走管束内→同侧水平进出

❖ 配管



结构

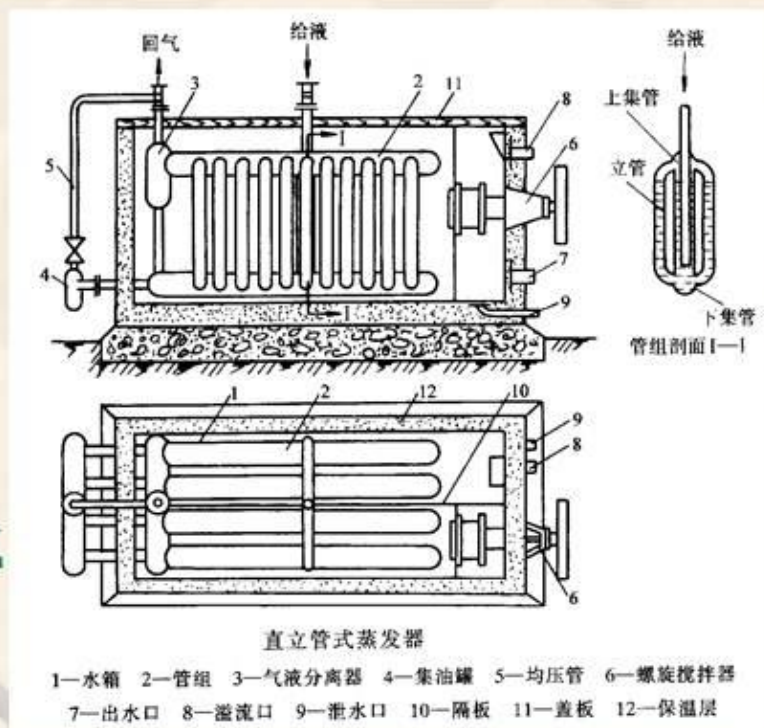
2、冷水箱

❖ 结构组成

❖ 工作流程

制冷剂走管束内→供液入下集管，
管束包含上集管、立管、下集管、气
液分离器

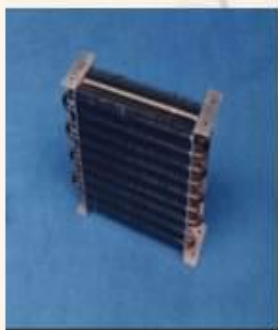
载冷剂走水箱内→水箱一侧有搅拌
器



结构

3、干式蒸发器

- ❖ 结构组成
- ❖ 工作过程



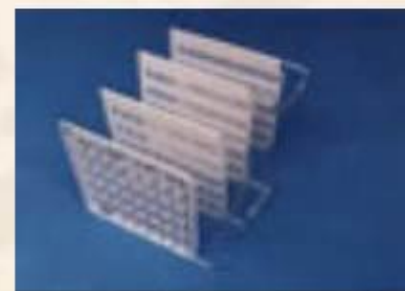
翅片式蒸发器



丝管式蒸发器



粘结式蒸发器



板管式蒸发器



螺旋蒸发器

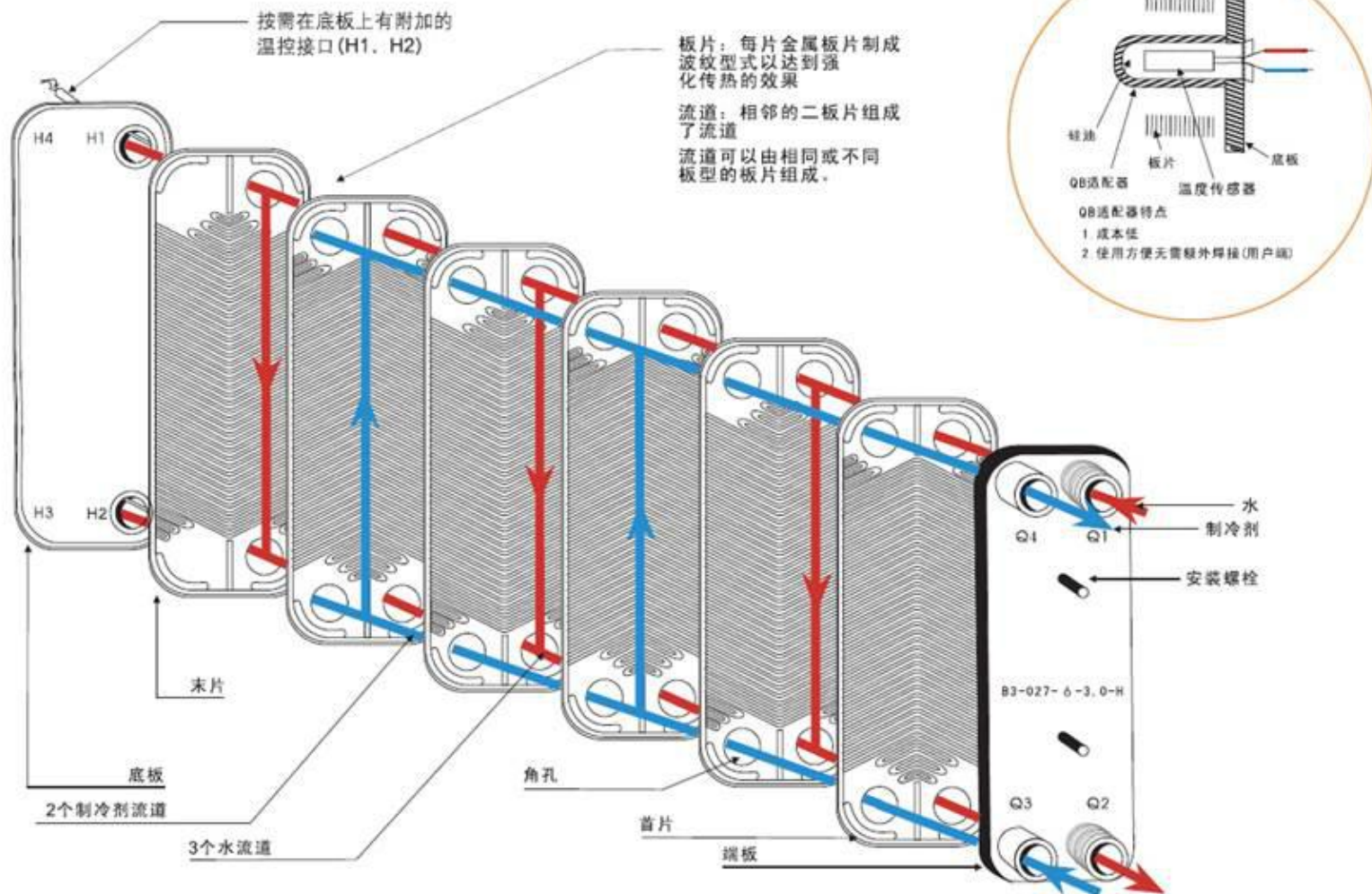
结构

4、冷排管

- ❖ 墙排管
- ❖ 顶排管
- ❖ 搁架排管

板式换热器结构

钎焊板式换热器结构



板式换热器



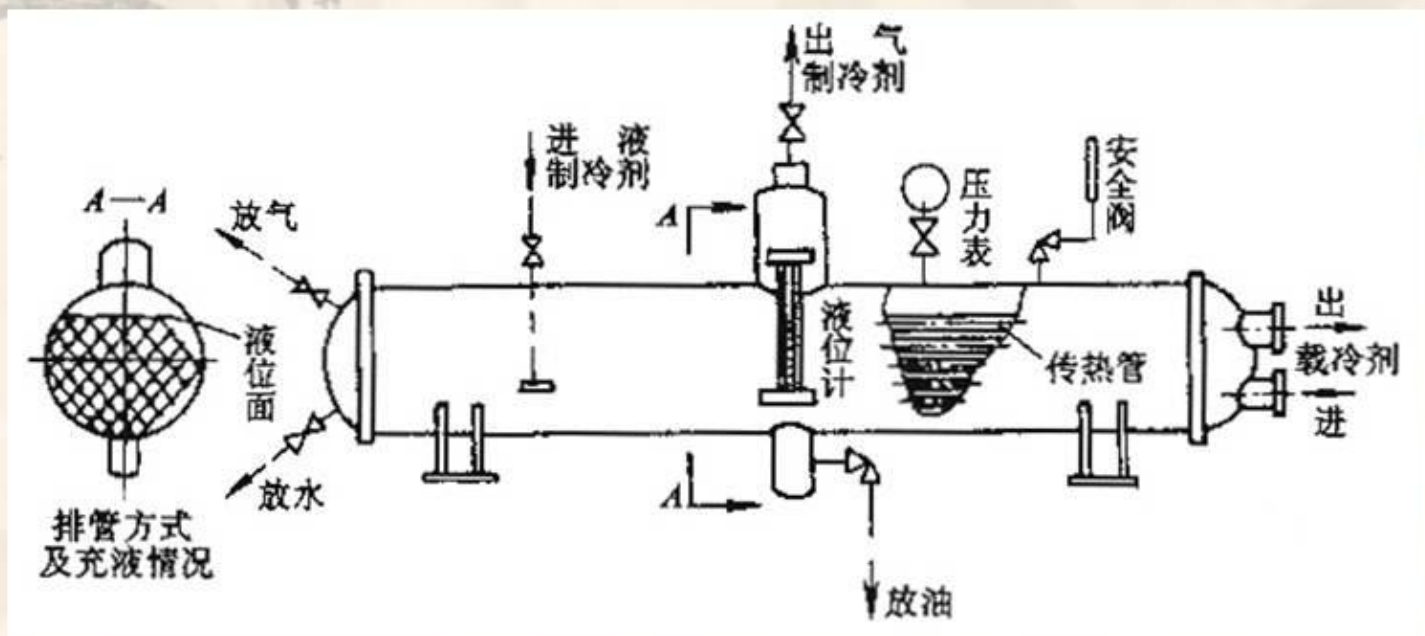
冷却液体载冷剂

卧式壳管式蒸发器

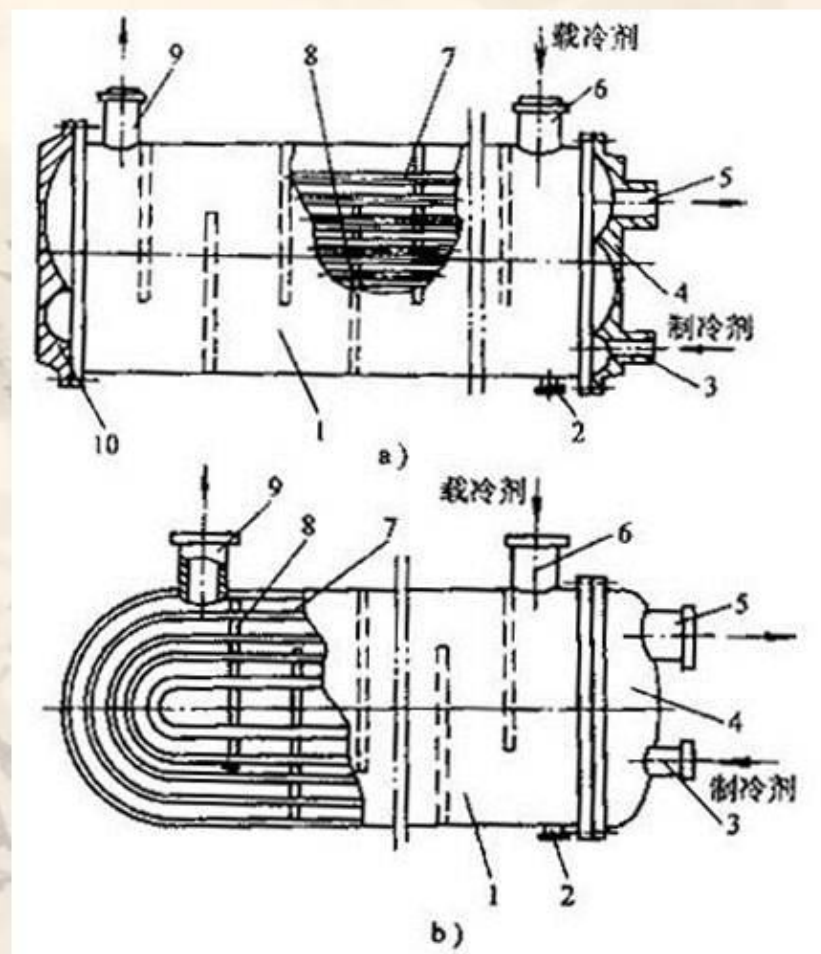
卧式蒸发器

干式蒸发器





氨卧式蒸发器结构



氟壳管式干式蒸发器

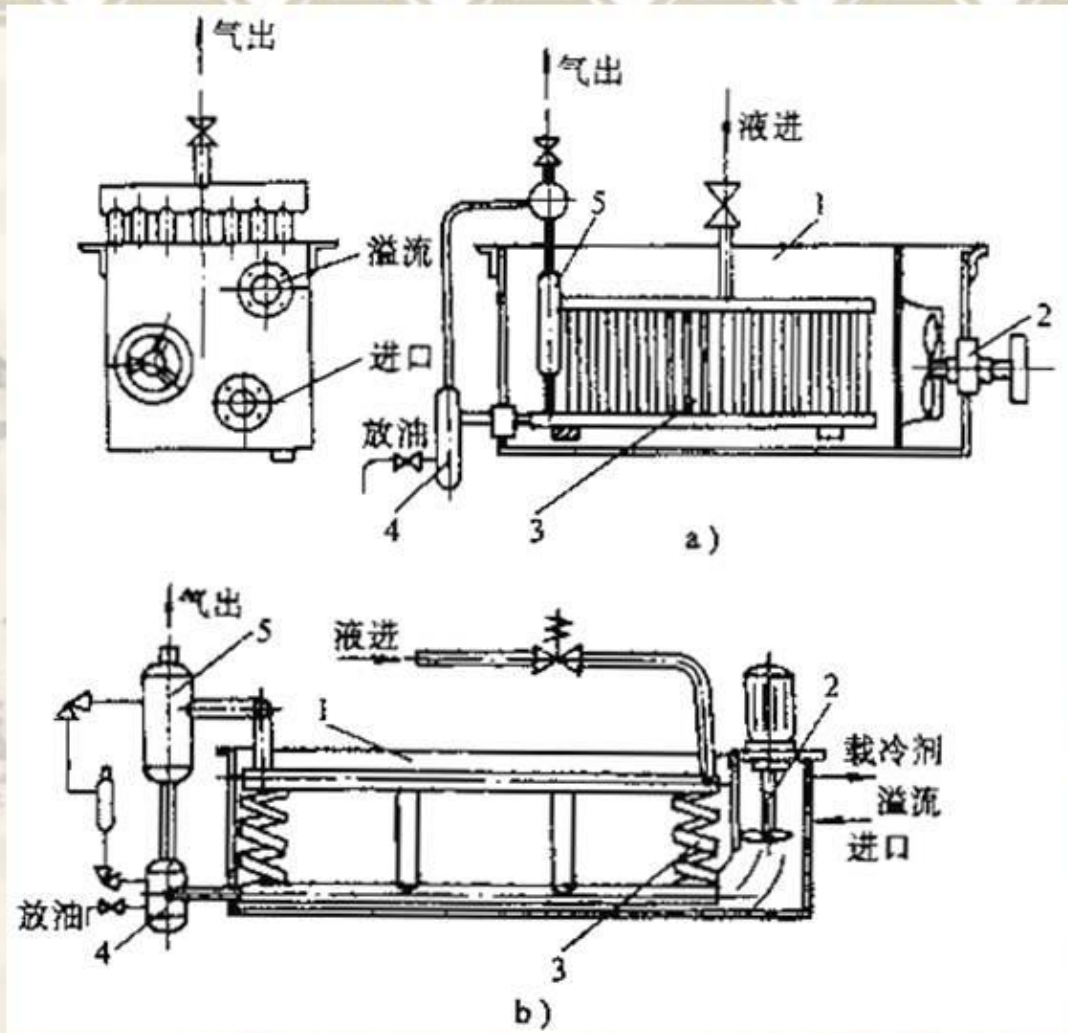
水箱型（沉浸式）蒸发器

直管式蒸发器

螺旋管式蒸发器

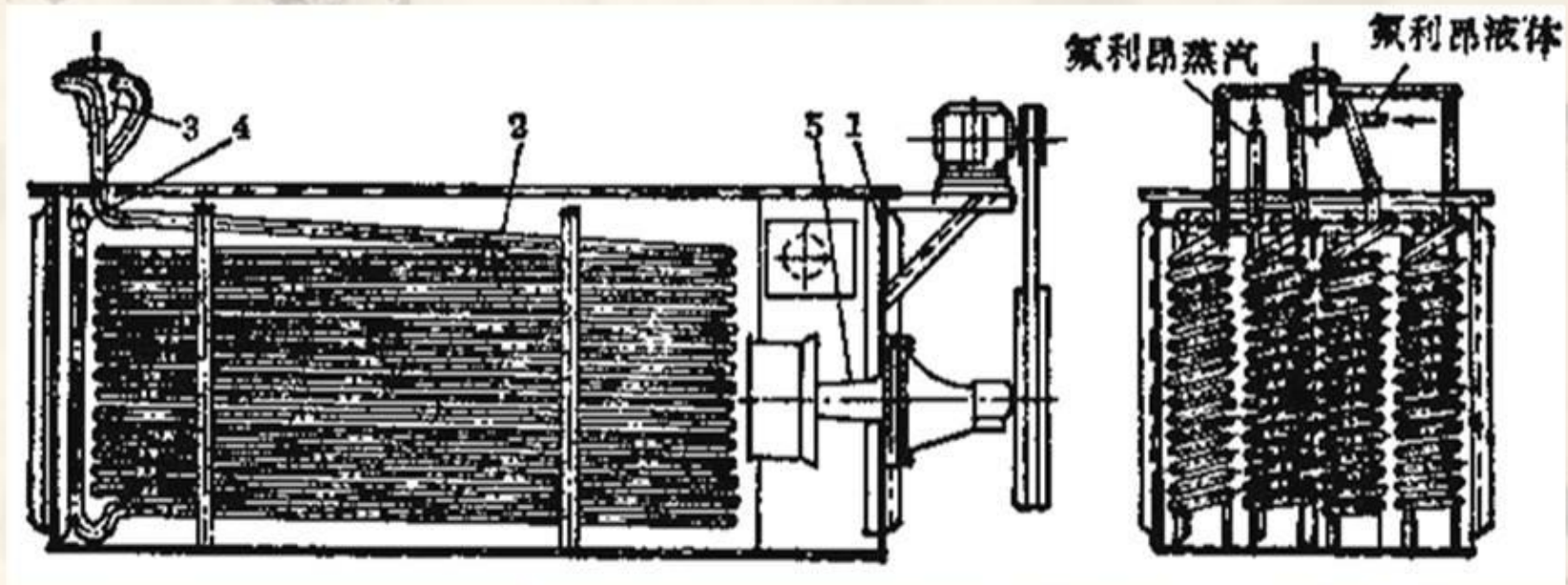
蛇管（盘管）式蒸发器





直管式蒸发器

a) 直管式蒸发器 b) 螺旋管式蒸发器



氟蛇管（盘管）式蒸发器

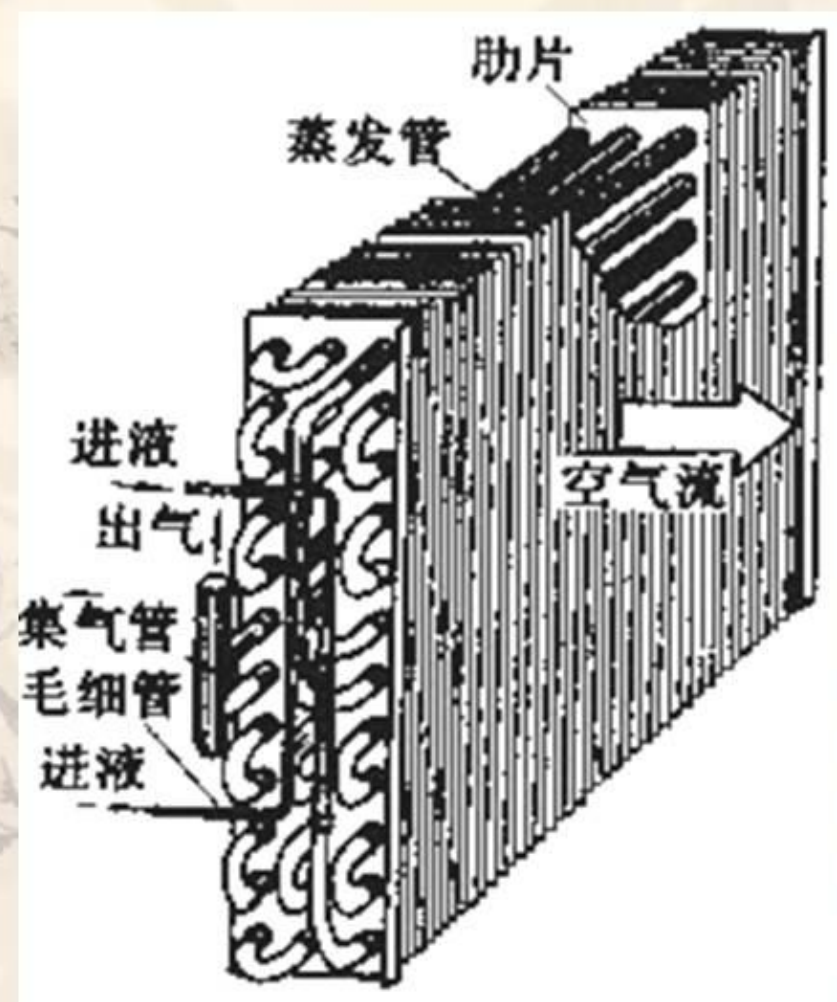
2) 冷却空气的蒸发器



冷却自由运动空气的蒸发器

冷却强制运动空气的蒸发器

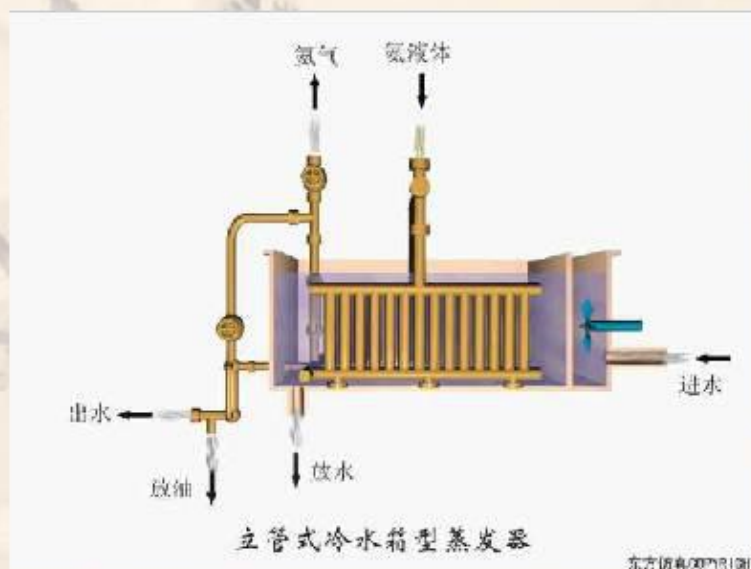




冷却强制运动空气的蒸发器

蒸发器选择计算

蒸发器的选择计算包括确定蒸发器的传热面积，载冷剂流量等。



蒸发器传热面积的确定：

1) 制冷量 Q_0 。制冷量即蒸发器的热负荷，一般是给定的，也可根据生产工艺或空调负荷进行计算，或根据制冷压缩机的制冷量来确定，同时应考虑到冷损耗。

2) 蒸发器的传热系数 K ($\text{kW}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$) 和热流密度 q_f 。蒸发器的传热系数 K 可按传热学公式进行计算，或按蒸发器生产厂提供的资料进行选取，作为初步估算也可采用经实际验证的推荐数值。各种蒸发器的传热系数 K 和热流密度 q_f (kW/m^2) 的推荐值见表4—7。

3) 传热温差 Δt_m 可按下列公式计算：

$$\Delta t_m = \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{t_1 - t_{o1}}{t_2 - t_o}} \quad ^\circ\text{C} \quad (4-11)$$

式中： t_1 ——载冷剂进口温度， $^\circ\text{C}$ ；

t_2 ——载冷剂出口温度， $^\circ\text{C}$ ；

t_o ——蒸发温度， $^\circ\text{C}$ 。

Δt_m 或按表4—7选取。

4) 传热面积 A (m^2)。可按下列公式计算：

$$A = \frac{Q_0}{K\Delta t_m} = \frac{Q_0}{q_f} \quad \text{m}^2 \quad (4-12)$$

式中： q_f ——热流密度， kW/m^2 ，其经验数据可按表4—7所列推荐值选取。

蒸发器传热系数 K 和热流密度 q_f

制冷剂	蒸发器型式	载冷剂	传热系数 K ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	热流密度 q_f (W/m^2)	相应条件	
氨	直管式	水	500~700	2500~3500	1. 传热温差 $\Delta t_m = 4 \sim 5^\circ C$ 2. 载冷剂流速 0.3~0.7m/s	
		盐水	400~600	2200~3000		
	螺旋管式	水	500~700	2500~3500		
		盐水	400~600	2200~3000		
	卧式壳管式(满液式)	水	500~750	3000~4000		1. 光滑钢管 2. 传热温差 $\Delta t_m = 5 \sim 7^\circ C$ 3. 载冷剂流速 1.0~1.5m/s
		盐水	450~600	2500~3000		
	板式	水	2000~2300			1. 板片为不锈钢板 2. 使用焊接板式或经特殊处理的钎焊板式
		盐水	1800~2100			
螺旋板式	水	650~800	4000~5000	1. 温差 $\Delta t_m = 5 \sim 7^\circ C$ 2. 载冷剂流速 $\leq 0 \sim 1.5m/s$		
	盐水	500~700	3500~4500			

卤代烃	蛇管式(R22)	水	350~450	1700~2300	有搅拌器
		水	170~200		无搅拌器
		盐水	115~140		
	卧式壳管式(满液式)	水	800~1400		1. 光滑钢管 2. 传热温差 $\Delta t_m = 4 \sim 6^\circ C$ 3. 载冷剂流速 1.0~1.5m/s
		盐水	500~750		1. 低肋管, 肋化系数 ≥ 3.5 2. 载冷剂流速 1.0~2.4m/s
	干式(R22)	水	800~1000	5000~7000	1. 光滑铜管 $\phi 12mm$ 2. 传热温差 $\Delta t_m = 5 \sim 7^\circ C$
		水	1000~1800	7000~12000	1. 高效传热 2. 传热温差 $\Delta t_m = 4 \sim 8^\circ C$ 3. 载冷剂流速 1.0~1.5m/s
	套管式(R22, R134a, R404A)	水	900~1100	7500~10000	1. 低肋管, 肋化系数 ≥ 3.5 2. 载冷剂流速 1.0~1.2m/s
	板式(R22, R134a, R404A)	水	2300~2500		1. 板片为不锈钢板 2. 钎焊板式
		盐水	2000~2300		
	翅片式	空气	30~40	450~500	1. 蒸发管组 4~8 排 2. 传热温差 $\Delta t_m = 8 \sim 12^\circ C$ 3. 迎面风速 2.5~3.0m/s

蒸发器的热力分析

沸腾有两种形式：**泡状沸腾**和**膜状沸腾**，从传热效果看，**膜状沸腾较好**。制冷装置中蒸发器内的温差**不大**，因此制冷剂液体的沸腾**总处于泡状沸腾**。

蒸发器的热力分析

影响制冷剂液体沸腾换热的主要因素：

- 1、制冷剂液体物理性质的影响；
- 2、制冷剂液体润湿能力的影响；
- 3、制冷剂沸腾温度的影响；
- 4、蒸发器构造的影响。

热力计算

1. 定性选择类型:

依据制冷剂、载冷剂的种类、供冷方式。

2. 定量选择型号:

1) 选型参数-传热面积:
$$A = \frac{Q_o}{K \cdot \Delta t_m} = \frac{Q_o}{q_f}$$

$Q_o = M_R(h_1 - h_4)$ 一般为已知条件

K 和 q_f 可查设计手册得到

2) 冷水机组用水量:
$$G_w = \frac{Q_o}{c \cdot \Delta t}$$

提高蒸发器传热效率

1. 氨制冷系统，应定期排油；
2. 适当提高载冷剂流速；
3. 及时清除载冷剂侧水垢；
4. 冷库中应定期除霜；
5. 防止蒸发温度过低，避免结冰。

蒸发器

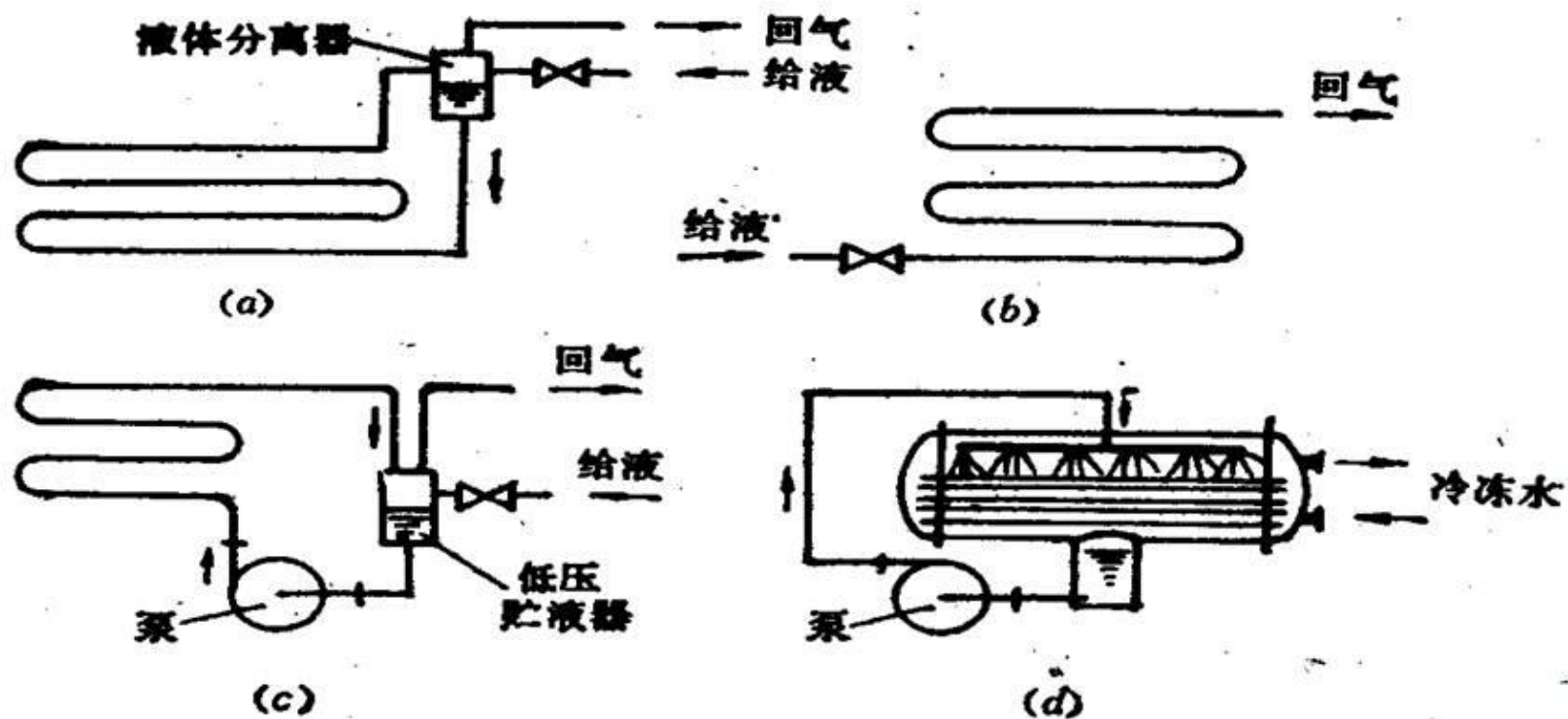


图 4-18 蒸发器的型式

(a) 满液式, (b) 非满液式, (c) 循环式, (d) 淋激式

蒸发器

满液式蒸发器

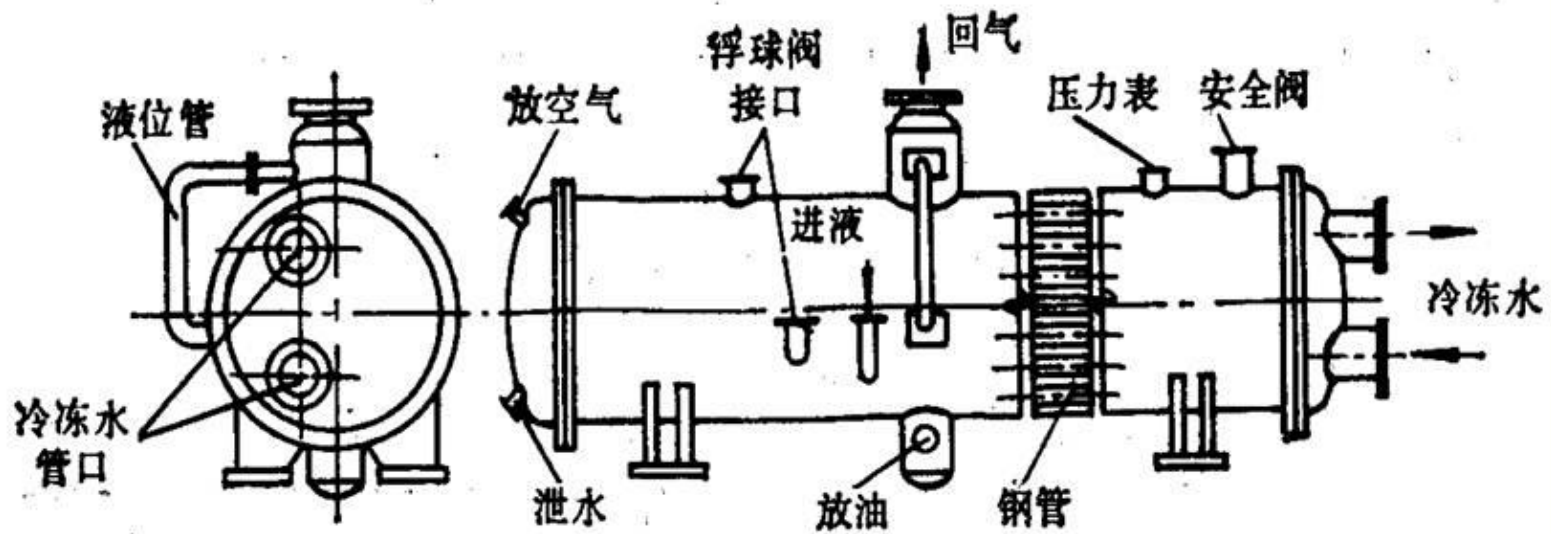


图 4-19 卧式壳管蒸发器

蒸发器

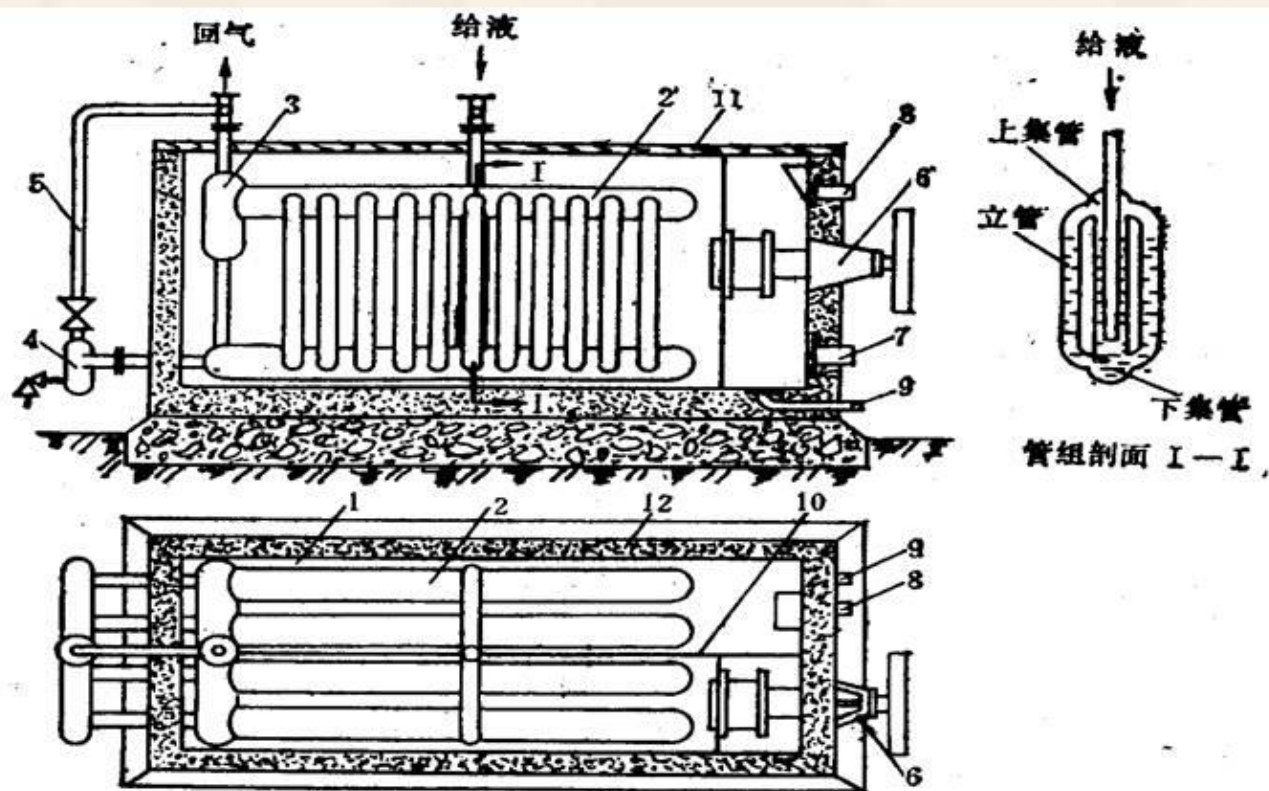
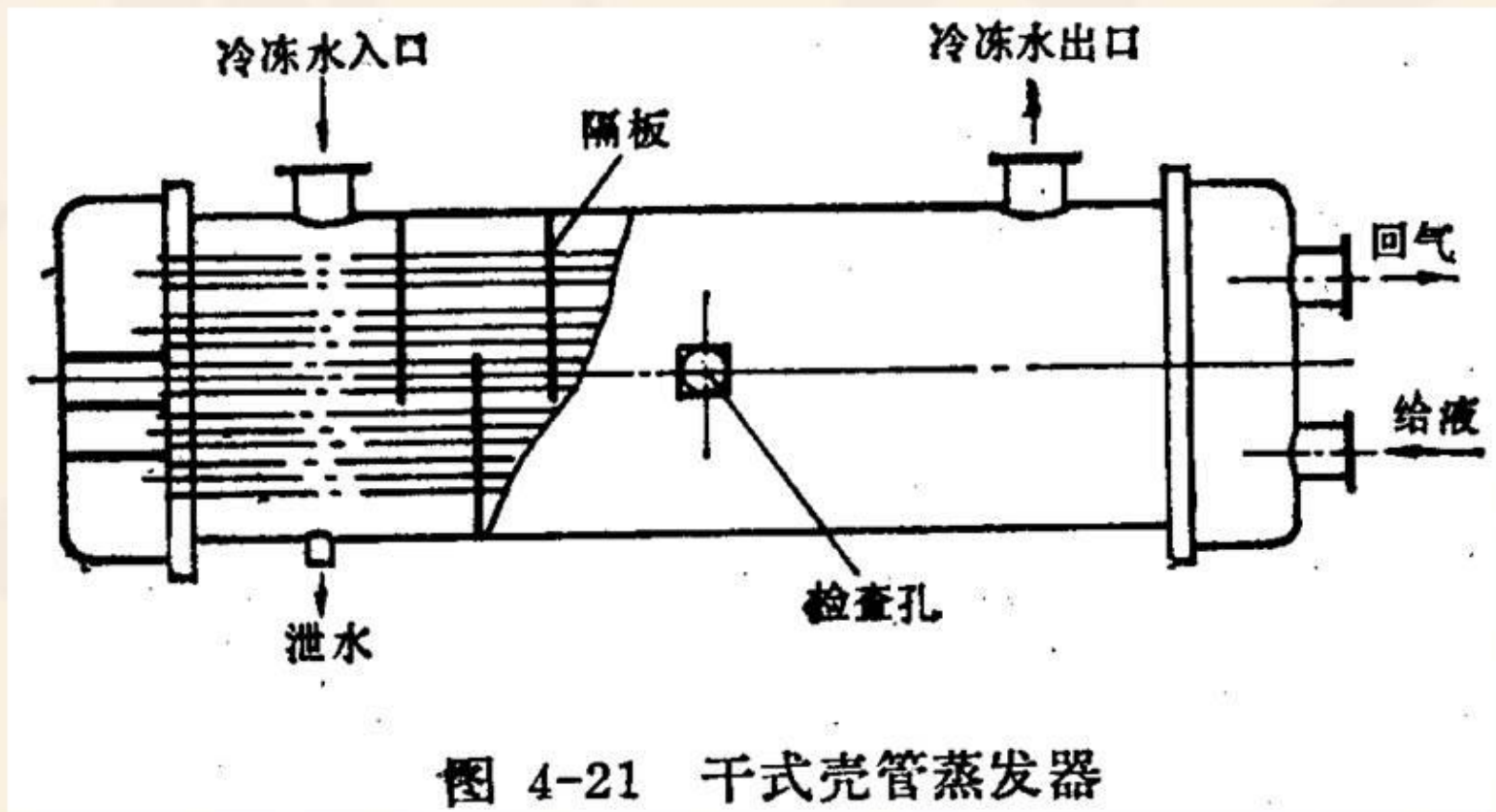


图 4-20 立管式冷水箱

1—水箱，2—管组，3—液体分离器，4—集油罐，5—均压管，6—螺旋搅拌器，7—出水口，8—溢流口
9—泄水口，10—隔板，11—盖板，12—保温层

蒸发器

非满液式蒸发器



蒸发器

直接蒸发式空气冷却器属于非满液式蒸发器，它一般需要配备分液器。

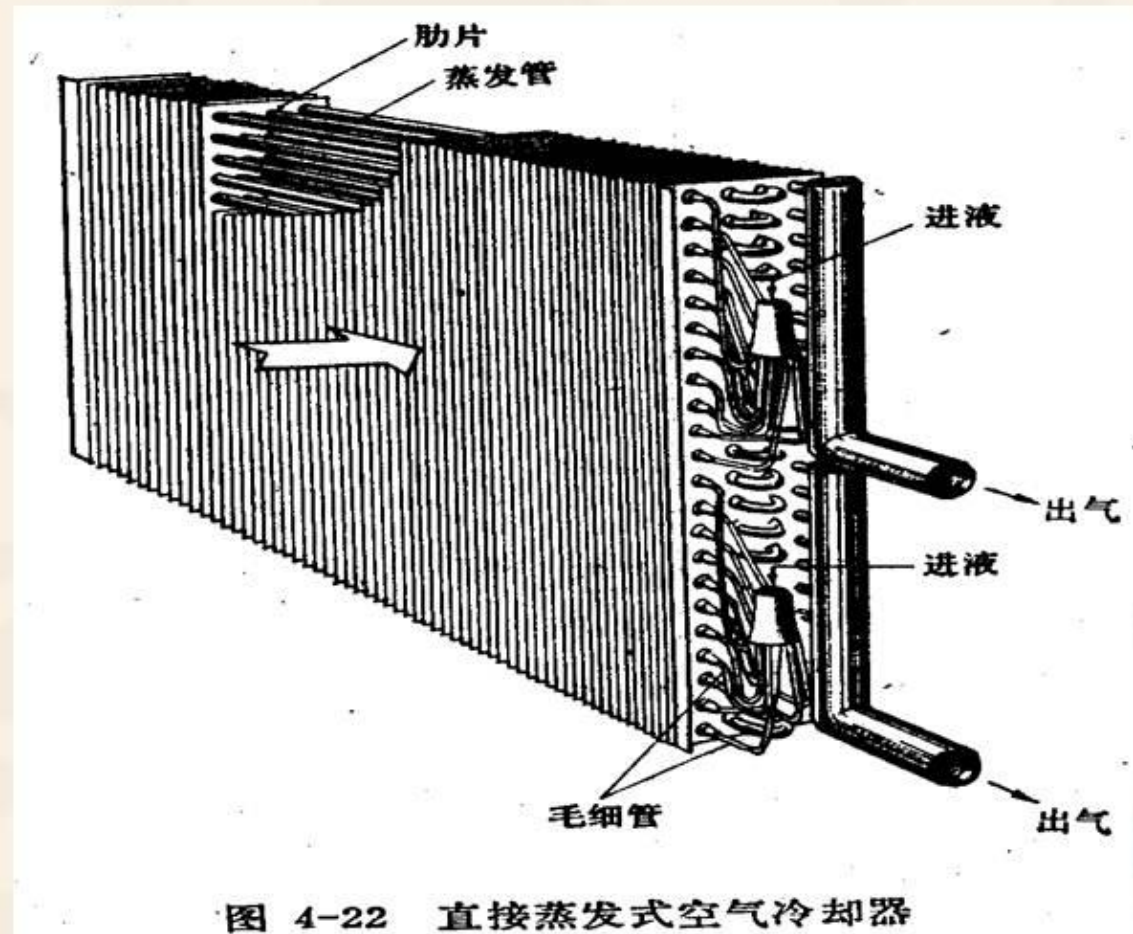


图 4-22 直接蒸发式空气冷却器

蒸发器

分液器保证液态制冷剂能够均匀地分配给各路肋管。使气液两相充分混合。

- a. 离心式分液器
- b. 碰撞式分液器
- c. 碰撞式分液器
- d. 降压式分液器
- e. 降压式分液器

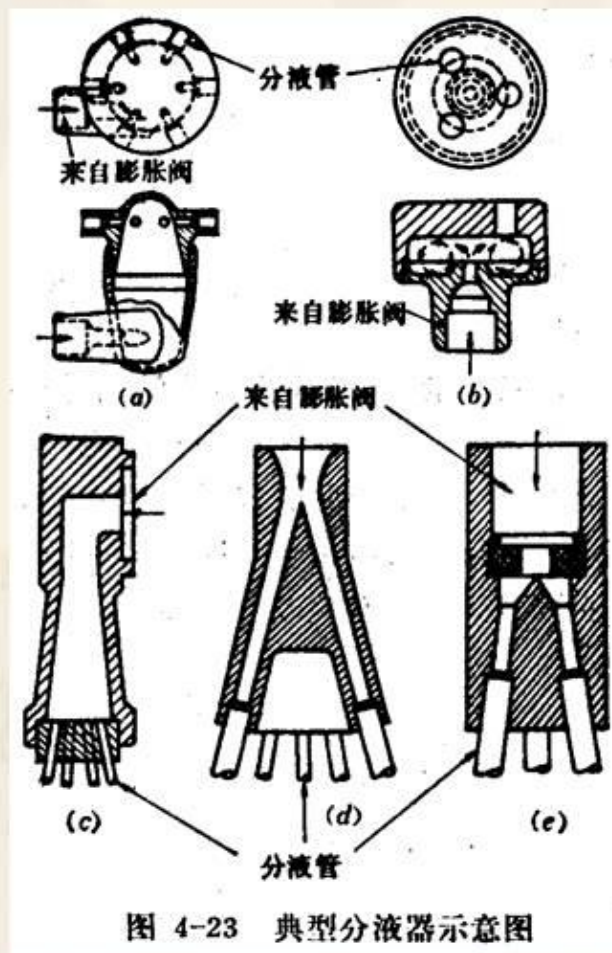


图 4-23 典型分液器示意图