

# 制冷技术及应用

## 第三讲 制冷剂、载冷剂和润滑油

授课教师：黄峰

获取更多资料

微信搜公众号：领星球

# 教学课题：制冷剂、载冷剂和润滑油

- ❖ 教学目的：掌握制冷剂、载冷剂、润滑油在制冷设备中的功能和应用。
- ❖ 教学难点：制冷剂、载冷剂、润滑油它们的作用
- ❖ 教学重点：制冷剂、载冷剂、润滑油它们的作用
- ❖ 教学方法：讲授法、演示法、讨论法、参观法
- ❖ 教学资源：多媒体、制冷剂、载冷剂、润滑油等实物
- ❖ 教学时数：两节课时
- ❖ 教学过程：（如下）

2.1 制冷剂

2.2 载冷剂

2.3 润滑油

练习题

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

## 2.1 制冷剂

一、制冷剂的种类

二、制冷剂的选择

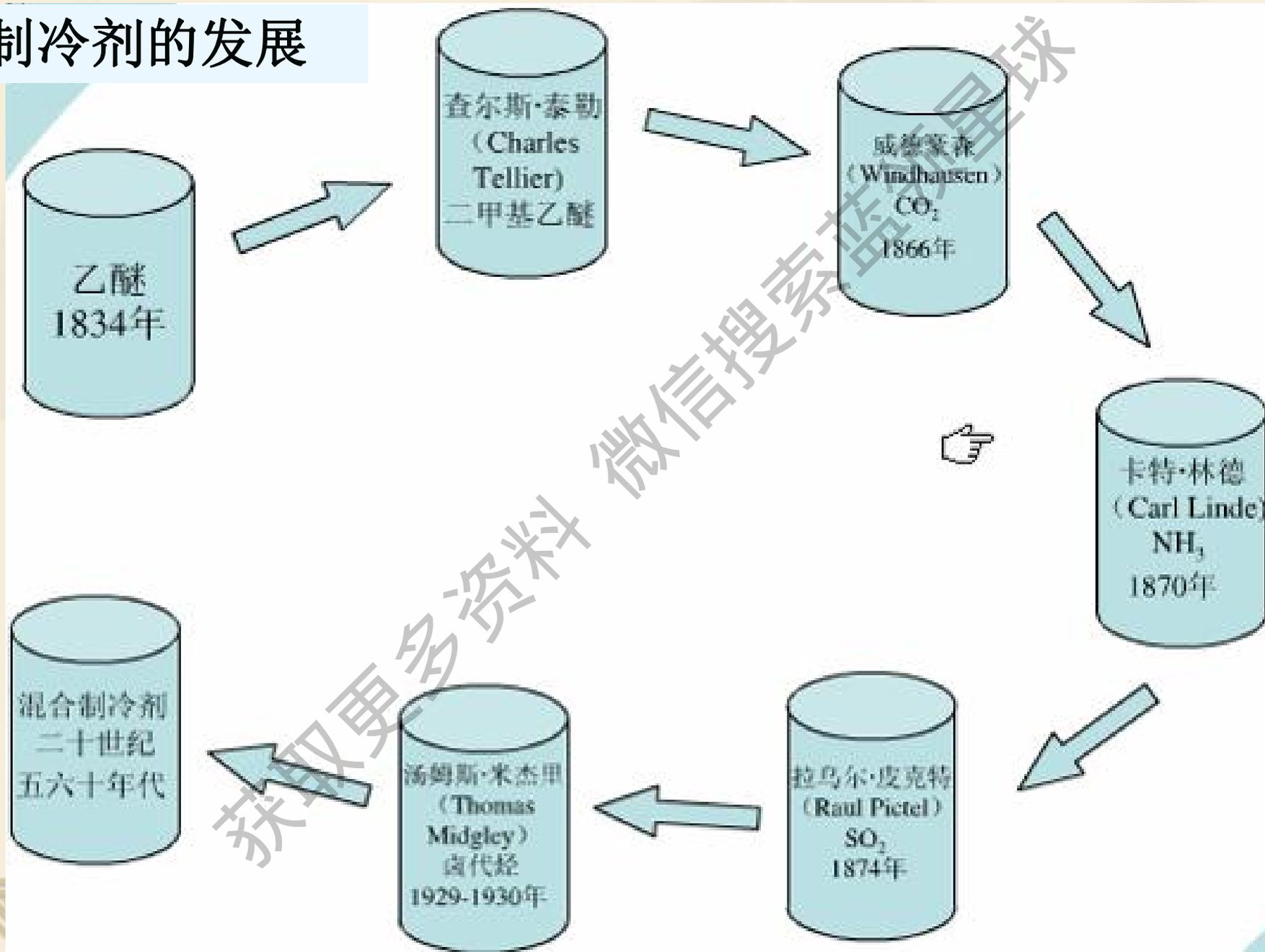
三、常用制冷剂的性质

四、制冷剂的储存

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 一、制冷剂的种类

## 制冷剂的发展



# 一、制冷剂的种类

制冷剂：在被冷却对象和环境介质之间传递热量，并最终把热量从被冷却对象传给环境介质的工作物质。

无机化合物

有机化合物

混合物

烃类

烷烃

烯烃

卤代烃

# 一、制冷剂的种类

## 1. 无机化合物

命名方法：R7\*\*

\*\*为无机物的分子量

例：氨 $\text{NH}_3$  —— R717  
二氧化碳 $\text{CO}_2$  —— R744  
水 $\text{H}_2\text{O}$  —— R718

# 一、制冷剂的种类

## 2. 卤代烃（氟利昂）

分子式： $C_mH_nF_xCl_yBr_z$

1) 命名法一： $R(m-1)(n+1)(x)B(z)$

$m-1=0$ 时略

$z=0$ 时与B一起略

例：一氟二氯甲烷分子  $CHF_2Cl$  —— R22  
一溴三氟甲烷分子  $CF_3Br$  —— R13B1  
一氟三氯甲烷分子  $CFCl_3$  —— R11  
二氟二氯甲烷分子  $CF_2Cl_2$  —— R12  
三氟一氯甲烷分子  $CF_3Cl$  —— R13

# 一、制冷剂的种类

## 3. 烃类（碳氢化合物）

烷烃类：甲烷 $\text{CH}_4$ ，乙烷 $\text{C}_2\text{H}_6$ ，丙烷 $\text{C}_3\text{H}_8$ ，  
丁烷 $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ；

烯烃类：乙烯 $\text{C}_2\text{H}_4$ ，丙烯 $\text{C}_3\text{H}_6$ ；

◆烷烃类命名方法：与氟利昂相同

$\text{CH}_4$  ——R50， $\text{C}_2\text{H}_6$  ——R170， $\text{C}_3\text{H}_8$  ——R290

(丁烷例外，为R600，同分异构体时，在代号后面加小写之母“a”“b”“c”等或者加一个数字进行区分。如，异丁烷R600a或者R601)

◆烯烃类命名方法：

R后先写上“1”，再按氟利昂方法：

$\text{C}_2\text{H}_4$  ——R1150； $\text{C}_3\text{H}_6$  ——R1270

# 一、制冷剂的种类

## 4. 混合物（混合制冷剂）

**概念：**由两种(或以上)制冷剂按一定比例相互溶解而成的混合物。

**类型：**

① **共沸混合制冷剂：**定压下蒸发或冷凝时，相变温度固定不变，气、液相组分相同。

命名：**R5\*\***

\*\*为发现的顺序：R500、R501、R502…… R507

② **非共沸混合制冷剂：**定压下蒸发或冷凝时，相变温度改变，气、液相组分不同。

命名：**R4\*\***

\*\*为发现的顺序：R400、R401、R402、…R411

# 一、制冷剂的种类

代号	化学名称	分子式	代号	化学名称	分子式
卤代烃			R405A	R22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)	
R10	四氯化碳	$CCl_4$	R406A	R22/600a/142b (55/4/41)	
R11	一氟三氯甲烷	$CFCl_3$	R407A	R32/125/134a (20/40/40)	
R12	二氟二氯甲烷	$CF_2Cl_2$	R407B	R32/125/134a (10/70/20)	
R13	三氟一氯甲烷	$CF_3Cl$	R407C	R32/125/134a (23/25/52)	
R13B1	三氟一溴甲烷	$CF_3Br$	R408A	R125/R143a/22 (7/46/47)	
R14	四氯化碳	$CF_4$	R409A	R22/124/142b (60/25/15)	
R20	氯仿	$CHCl_3$	R410A	R32/125 (50/50)	
R21	一氟二氯甲烷	$CHFC1_2$	R411A	R1270/22/152a (1.5/87.5/11)	
R22	二氟一氯甲烷	$CHF_2Cl$	R411B	R1270/22/152a (3/94/3)	
R23	三氟甲烷	$CHF_3$	共沸混合制冷剂		
R30	二氯甲烷	$CH_2Cl_2$	R500	R12/152a (73.8/26.2)	
R31	一氟一氯甲烷	$CH_2FCl$	R501	R22/12 (75/25)	
R32	二氟甲烷	$CH_2F_2$	R502	R22/115 (48.8/51.2)	
R40	氯甲烷	$CH_3Cl$	R503	R23/13 (40.1/59.9)	
R41	氟甲烷	$CH_3F$	R504	R32/115 (48.2/51.8)	
R50 <sup>D</sup>	甲烷	$CH_4$	R505	R12/31 (78.0/22.0)	
R110	六氟乙烷	$CCl_3CCl_3$	R506	R31/114 (55.1/44.9)	
R111	一氟五氯乙烷	$CCl_3CFCl_2$	R507	R125/143a (50.0/50.0)	
R112	二氟四氯乙烷	$CFCl_2CFCl_2$	碳氢化合物		
R112a	二氟四氯乙烷	$CF_2ClCCl_3$	R50	甲烷	$CH_4$
R113	三氟三氯乙烷	$CF_2ClCFCl_2$	R170	乙烷	$CH_3CH_3$
R113a	三氟三氯乙烷	$CCl_3CF_3$	R290	丙烷	$CH_3CH_2CH_3$
R114	四氟二氯乙烷	$CF_2Cl_2CF_3$	R600	丁烷	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
R114a	四氟二氯乙烷	$CF_2ClCF_3$	R600a	异丁烷	$CH(CH_3)_3$
R114B2	四氟二溴乙烷	$CF_2BrCF_2Br$	R1150 <sup>D</sup>	乙烯	$CH_2=CH_2$
R115	五氟一氯乙烷	$CF_2ClCF_3$	R1270 <sup>D</sup>	丙烯	$CH_3CH=CH_2$
R116	六氟乙烷	$CF_3CF_3$	有机氧化物		
R120	五氟乙烷	$CHCl_2CCl_3$	R610	乙醚	$C_2H_5OC_2H_5$
R123	三氟二氯乙烷	$CHCl_2CF_3$	R611	甲酸甲酯	$HCOOCH_3$
R124	四氟一氯乙烷	$CHFClCF_3$	无机物		
R124a	四氟一氯乙烷	$CHF_2CF_2Cl$	R702	氢 (正氢和仲氢)	$H_2$
R125	五氟乙烷	$CHF_2CF_3$	R704	氦	He
R133a	三氟一氯乙烷	$CH_2ClCF_3$	R717	氨	$NH_3$
R134a	四氟乙烷	$CH_2FCF_3$	R718	水	$H_2O$
R140a	三氟乙烷	$CH_3CCl_3$	R720	氖	Ne
R142b	二氟一氯乙烷	$CH_3CF_2Cl$	R728	氮	$N_2$
R143a	三氟乙烷	$CH_3CF_3$	R729	空气	$0.21O_2, 0.78N_2, 0.01Ar$
R150a	二氯乙烷	$CH_3CHCl_2$	R732	氧	$O_2$
R152a	二氯乙烷	$CH_3CHF_2$	R740	氩	Ar
R160	氯乙烷	$CH_3CH_2Cl$	R744	二氧化碳	$CO_2$
R170 <sup>D</sup>	乙烷	$CH_3CH_3$	R744a	一氧化二氮	$N_2O$
R218	八氟丙烷	$CF_3CF_2CF_3$	R764	二氧化硫	$SO_2$
R290 <sup>D</sup>	丙烷	$CH_3CH_2CH_3$			

## 二、制冷剂的选择

制冷剂的选择原则：

1. 对环境的亲和友善。
2. 热力学性质满足制冷循环。
3. 具有良好的物理化学性质。
4. 来源广，易制取。

获取更多资料  
微信号：索蓝领星球

## 二、制冷剂的选择

### 1. 对环境亲和度的要求

#### 1) 臭氧损耗潜能值ODP:

表示物质对大气臭氧层的破坏程度。

应越小越好，**ODP=0**则对大气臭氧层无害。

**规定R11的ODP=1**，其他物质与其相比较得到的数值。

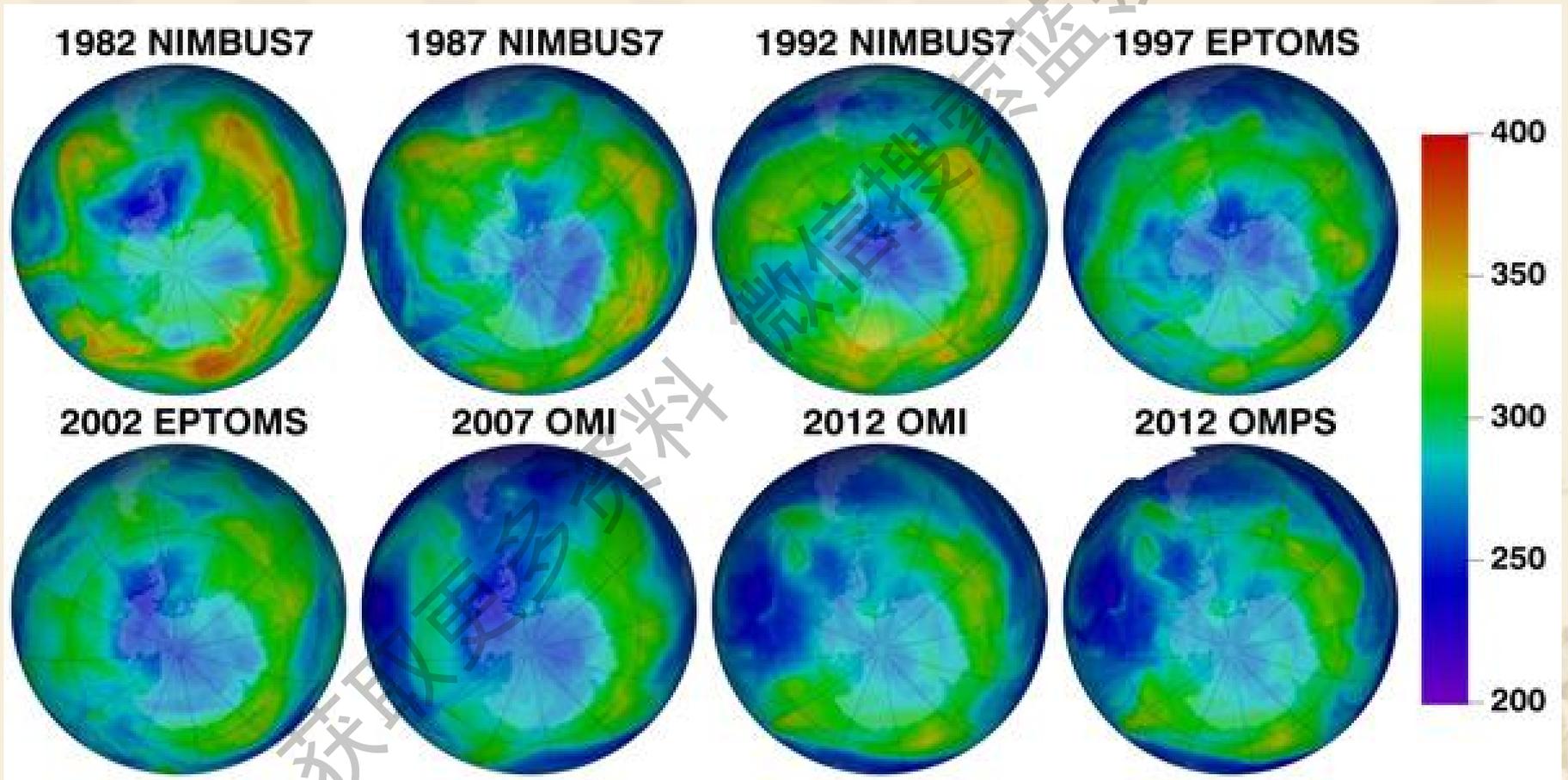
#### 2) 温室效应潜能值GWP:

表示物质造成温室效应的影响程度。

应越小越好，**GWP=0**则不会造成大气变暖。

**规定R11的GWP=1**，其他物质与其相比较得到的数值。

# 臭氧层逐年耗损表



## 二、制冷剂的选择

### 1. 对环境亲和度的要求

#### (1) 臭氧层破坏所产生的影响：

- 1) 会使**皮肤癌**和**白内障**的患者增多。
- 2) 会损害人体抵抗力，使许多疾病更易发生。
- 3) 会使农作物、海洋生物等受到损害，从而影响食物供应。
- 4) 会使建筑物、绘画、包装的聚合物物质老化，寿命缩短。
- 5) 会使紫外线辐射增强，而使接近地面的大气中臭氧浓度反而增加，将会引起光化学烟雾污染，影响人类健康，破坏农作物及各种材料。

#### (2) 温室效应所产生的影响：

- 1) 会使冰山融化、海水满溢，危急人类生存。
- 2) 会使细菌滋生，传染病蔓延，危害人的生命。
- 3) 会导致极端气候出现，严重破坏地球生存环境。



## 二、制冷剂的选择

### 1. 对环境亲和度的要求

#### 替代方案

制冷用途	原制冷剂	制冷剂替代物
家用和楼宇空调系统	R22	R407c、R410a
大型离心式冷水机组 螺杆式冷水机组	R11 R22	R123 R134a R134a
低温冷冻冷藏机组和 冷库	R12 R502或R22 NH3	R134a R407c、R410a NH3
冰箱、冷柜、汽车空调	R12	R134a、R600a

## 二、制冷剂的选择

### 1. 对环境亲和度的要求

针对温室效应，**1997年**签署《京都议定书》。

该议定书明确规定如下**6种**气体要控制与消减其排量：

- 1) 二氧化碳 $\text{CO}_2$
- 2) 甲烷 $\text{CH}_4$
- 3) 一氧化二氮 $\text{N}_2\text{O}$
- 4) 氢氟烃HFC**
- 5) 全氟烃PFC
- 6) 六氟化硫 $\text{SF}_6$

获取更多资料 微信搜公众号 领星球

# 二、制冷剂的选择

## 2. 热力学性质要求

1) 具有较大的制冷工作范围:

临界温度高、大气压下蒸发温度低、凝固温度低。

2) 具有适当的工作压力和压缩比:

蒸发压力: 接近且稍高于大气压力, 避免空气渗入。

冷凝压力: 不宜过高, 减少系统承压和泄漏。一般 $p_k \leq 1.5 \text{Mpa}$ 。

压缩比 (冷凝压力/蒸发压力): 不宜过大。

3) 单位质量制冷量 $q_0$ 要大:

获取相同的制冷量时, 可减少制冷剂的循环量。

4) 单位容积制冷量 $q_v$ 要大:

压缩机尺寸小, 设备小, 可减少材料消耗和投资。

5) 绝热指数低:

可减少耗功率, 降低排气温度 (见表2-2), 提高容积效率, 利于润滑。

## 二、制冷剂的选择

### 3. 物理化学性质要求

- 1) 流动性好（粘度小，密度小）：  
可减少流动阻力损失，降低能耗，缩小管径，减少材料消耗。
- 2) 传热性好（导热系数、对流换热系数要大）：  
可提高换热器的传热效率，减少传热面积。
- 3) 安全性好：  
高温下不分解、不燃烧、不爆炸，无毒。
- 4) 化学稳定性好：  
对金属和非金属材料不腐蚀。

**注意**对制冷系统设备及管道、密封材料选择。

氨：对金属有腐蚀作用，对非金属腐蚀很小。

选用无缝钢管，普通橡胶；

氟利昂：对非金属有腐蚀作用，对金属腐蚀小。

选用铜管或无缝钢管，特殊橡胶。

## 二、制冷剂的选择

### 3. 物理化学性质要求

#### 5) 溶油性:

- ❖ 溶油性差: 优: 制冷剂和润滑油易分离, 蒸发温度 $t_0$ 稳定;  
缺: 但易在热交换设备中形成油膜而影响传热。
- ❖ 溶油性好: 优: 润滑好, 不易形成油膜, 传热好;  
缺: 但在蒸发器中会引起蒸发温度 $t_0$ 升高制冷量减少;  
润滑油粘度降低;  
制冷剂沸腾时泡沫多, 蒸发器的液面不稳定。

#### 6) 溶水性:

- ❖ 溶水性差: 优: 制冷剂纯, 蒸发温度 $t_0$ 稳定;  
缺: 游离态的水会在低温处结冰而发生“冰塞”。
- ❖ 溶水性好: 优: 不会发生“冰塞”, “镀铜”现象。  
缺: 提高蒸发温度 $t_0$ 、氨溶于水易腐蚀金属。

## 二、制冷剂的选择

### 3. 物理化学性质要求

### 制冷剂毒性等级

毒性等级	制冷剂气体或蒸气的 容积浓度(%)	停留时间(min)	危害程度	制冷剂举例
1	0.5~1	5	死亡或重创	SO <sub>2</sub>
2	0.5~1	30	死亡或重创	NH <sub>3</sub>
3	2~2.5	60	死亡或重创	R20
4	2~2.5	120	死亡或重创	R40、R21、R113
5	20	120	有一定危害	CO <sub>2</sub> 、R11、R22、 R502、R290、丁烷
6	20	120	不产生危害	R12、R13、R114、 R13B1、R503

获取更多资料

### 三、常用制冷剂的性质

#### 1. $\text{NH}_3$



优点：热力性质好（沸点 $-33.4^{\circ}\text{C}$ ，凝固点 $-77.7^{\circ}\text{C}$ ）；工作压力适中； $q_0$ 、 $q_v$ 较大；粘性小，密度小，流动阻力小，传热性能好；溶水性好以任意比与水互溶，不会“冰塞”；纯氨不腐蚀，但含水后腐蚀铜及铜合金（磷青铜除外）

缺点：毒性大、有刺激性臭味、易燃易爆、一旦泄漏，将污染空气、食品，并刺激人，微溶于润滑油，易有油膜。

适用：大中型工业制冷装置（ $-65^{\circ}\text{C}$ 以上）和大中型冷库

### 三、常用制冷剂的性质

#### 2. 氟利昂

优点：无味、不易燃易爆、毒性小、等熵指数小、排气温  
度低，不腐蚀金属，分子量较大。

缺点：密度大、粘性大、流动阻力大，渗透性强，易于泄漏  
而不被发现，含<sup>氯</sup>原子的氟利昂与明火接触能分解出  
剧毒的光气 $\text{COCl}_2$ ，价格高。

适用：范围广

**一般来说：**氟利昂中氟元素越多，毒性越小，  
对金属腐蚀性越小，化学稳定性越高。氯元素  
越多，大气压下的沸点越高。氢元素越多，燃  
烧爆炸性越大。

# 三、常用制冷剂的性质

## 2. 氟利昂

### ❖ (1) R12

- ❖ 标准蒸发温度 $-29.8^{\circ}\text{C}$ ，凝固温度为 $-155^{\circ}\text{C}$ 。
- ❖ 无色无味、不燃不爆。
- ❖ 单位容积制冷量小。
- ❖ 与矿物性润滑油相容。
- ❖ 对水的溶解度极小。
- ❖ 对大气臭氧层有破坏作用。
- ❖ 曾获得广泛应用，目前已被禁用。



# 三、常用制冷剂的性质

## 2. 氟利昂

- ❖ (2) R134a
- ❖ 标准蒸发温度 $-26.25^{\circ}\text{C}$ ，凝固温度为 $-101.1^{\circ}\text{C}$ 。
- ❖ 毒性与R12相同。
- ❖ 主要热力性质与R12非常接近。
- ❖ 与矿物油不相容，需采用酯基类润滑油。
- ❖ 溶水性比R12强。
- ❖ 对金属腐蚀作用比R12小。
- ❖ 对大气臭氧层无破坏，但仍具有温室效应
- ❖ 作为R12的重要替代制冷剂。R12制冷机改用R134a后基本不需要更换任何部件，制冷量和能效比变化不大，但要更换润滑油。



# 三、常用制冷剂的性质

## 2. 氟利昂

### ❖ (3) R11

❖ 标准蒸发温度 $23.7^{\circ}\text{C}$ ，凝固温度为 $-111^{\circ}\text{C}$ 。

❖ 毒性比R12稍大。

❖ 单位容积制冷量小。

❖ 溶油性与R12相似。

❖ 溶水性与R12相似。

❖ 对金属腐蚀作用与R12相似。

❖ 适用于空调用离心式制冷压缩机中。



# 三、常用制冷剂的性质

## 2. 氟利昂

### (4) R123



- 标准蒸发温度 $27.9^{\circ}\text{C}$ ，凝固温度为 $-107^{\circ}\text{C}$ 。
- 比R11相对分子质量大，适用于离心式制冷机。
- 比R11侵蚀性更大，密封材料须与之相容。
- 与矿物油互溶。
- 具有一定的毒性。
- 传热系数较小。
- 有环境友善， $\text{ODP}=0.022$ ， $\text{GWP}=0.02$ ，且大气中的寿命仅为1~4年。
- 是目前替代R11用于离心式制冷机较理想的制冷剂。

# 三、常用制冷剂的性质

## 2. 氟利昂

### ❖ (5) R22

- ❖ 标准蒸发温度 $-40.8^{\circ}\text{C}$ ，凝固温度为 $-160^{\circ}\text{C}$ 。
- ❖ 常温下单位容积制冷量及冷凝压力与氨接近。
- ❖ 无色无味、不燃不爆，安全。
- ❖ 与润滑油能有限溶解。
- ❖ 毒性比R12略大。
- ❖ 溶水性比R12大。
- ❖ 对大气臭氧层的破坏作用比R12 小的多。
- ❖ 广泛应用于空调系统及复叠式制冷系统的高温部分。
- ❖ 属于制冷剂的过渡性替代物。



# 三、常用制冷剂的性质

## 2. 氟利昂

### (6) R13

- 标准蒸发温度 $-81.5^{\circ}\text{C}$ ，凝固温度为 $-180^{\circ}\text{C}$ 。
- 低温下蒸气比热容小，单位容积制冷量大。
- 临界温度较低，常温下压力很高。
- 不溶于油。
- 对水的溶解度很小。
- 对金属无腐蚀作用。
- 适用于复叠式制冷系统的低温部分。



## 三、常用制冷剂的性质

### 3. 混合制冷剂

#### (1) R500

- 由质量百分比为**73.8%**的**R12**和**26.2%**的**R152a**组成。
- 标准蒸发温度**-33.3°C**。
- 与**R12**相比，使用同一台压缩机制冷量约提高**18%**。



# 三、常用制冷剂的性质

## 3. 混合制冷剂

### (2) R502

- 由质量百分比为**48.8%**的**R22**和**51.2%**的**R115**组成。
- 标准蒸发温度**-45.6℃**。
- 与**R22**相比，制冷量可提高**4%~30%**。
- 相同工况下，压缩比较小，排气温度比**R22**低**15~30℃**。
- 相同工况下，比**R22**压缩机容积效率更高。
- 毒性小，不燃，不爆。
- 对金属材料无腐蚀作用，对橡胶和塑料的腐蚀性也小。
- 主要缺点是价格较贵。



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

### 三、常用制冷剂的性质

#### 4. 碳氢化合物

##### (1) R600a (异丁烷 $C_4H_{10}$ )

沸点 $-11.73^{\circ}\text{C}$ ，凝固点 $-160^{\circ}\text{C}$ 。

毒性非常低，在空气中可燃，应注意防火防爆。

与矿物润滑油能很好互溶。

与水的溶解性很差。



## 四、制冷剂的储存

1. 制冷剂大都贮存在钢瓶中，存放时应注意：

- 1) 钢瓶必须经过耐压试验，并定期检查。
- 2) 钢瓶应存放在阴凉处，避免直晒、高温、敲击。
- 3) 充加制冷剂时，应远离火源。
- 4) 操作时需要采取保护措施，以防冻伤。
- 5) 钢瓶阀门一定要确保不产生慢性泄漏。
- 6) 室内应保证空气流通，应装设通风设备。
- 7) 不同制冷剂应采用专用钢瓶，并做好标识。
- 8) 氨瓶一般为黄色，氟利昂瓶一般为银灰色。
- 9) 制冷剂用完后，应立即关闭钢瓶的控制阀。

## 四、制冷剂的储存

### 2. 制冷剂分装注意事项:

- 1) 小瓶同样需要做耐压试验和泄漏试验。
- 2) 分装前应将小瓶干燥处理，将重量标在瓶外。
- 3) 将大瓶倒置并架高。小瓶放在称上，用软管连接两瓶分装。
- 4) 为了便于充注，小瓶下可放冷水盘降温。
- 5) 分装时先开大瓶阀，再开小瓶阀。达到充灌量时先关大瓶阀，用热布敷联接管后再关小瓶阀。
- 6) 小瓶充灌量不要超过满容积的70%~80%。
- 7) 分装后关闭大、小瓶阀，卸去连接管，检查小瓶重量，将大、小瓶阀门用封闭帽封严。

## 2.2 载冷剂

一、载冷剂的定义及作用

二、载冷剂的选择

三、常用载冷剂的性质

获取更多资料

微信搜索蓝领星球

# 一、载冷剂的定义及作用

## 1、载冷剂的定义

指间接制冷系统中用来传递制冷量的中间介质。又称为冷媒。

## 2、载冷剂的作用

传递制冷量的作用。

——把制冷装置产生的制冷量传递给被冷却物体。

## 二、载冷剂的选择

### 载冷剂选择要求

1. 工作温度范围内始终呈液态，不凝固、不汽化。
2. 无毒、无刺激性，环保、安全，腐蚀性小。
3. 比热大。同样质量则载冷量大，管径和泵功耗小。
4. 流动性好，密度小，粘度小。流动阻力小。
5. 导热系数高。可减少换热设备的传热面积。
6. 不燃烧、不爆炸。
7. 无活性。不会使其他物质变色和变质。
8. 来源广泛，价低易得。

### 三、常用载冷剂的性质

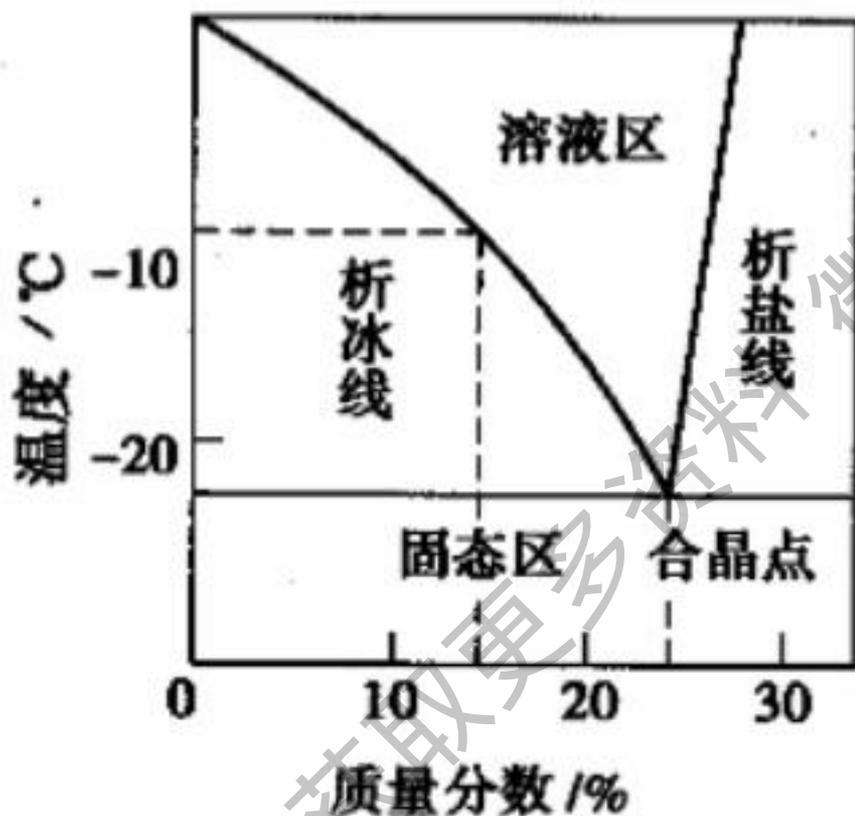
#### 1. 水：空调系统中常用的载冷剂

- 1) 比热大；
- 2) 密度小；
- 3) 无毒，不燃烧、不爆炸；
- 4) 化学稳定性好；
- 5) 对设备和管道腐蚀性小；
- 6) 来源充沛；
- 7) 但只能做 $0^{\circ}\text{C}$ 以上的载冷剂

### 三、常用载冷剂的性质

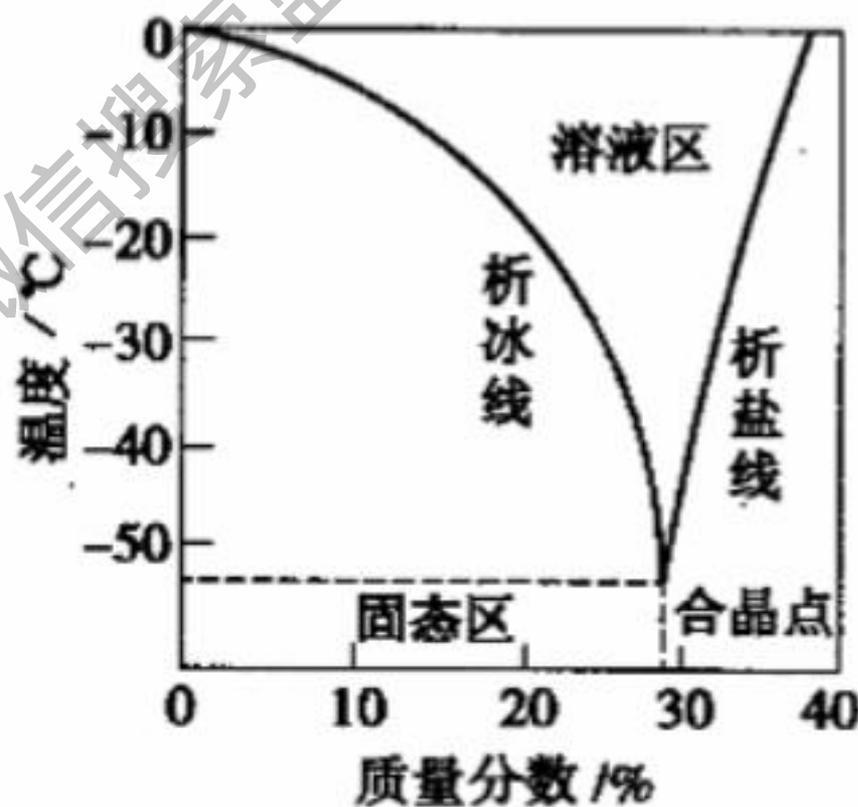
2. 盐水溶液： $\text{NaCl}$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{MgCl}_2$   
可做 $0^\circ\text{C}$ 以下的载冷剂

盐水的性质取决于盐水的浓度大小。



合晶点 $-21.2^\circ\text{C}$ ，含盐量23.1%

图 2.3 氯化钠盐水溶液



合晶点 $-55^\circ\text{C}$ ，含盐量29.9%

图 2.4 氯化钙盐水溶液

### 三、常用载冷剂的性质

#### 2. 盐水溶液：

盐水做载冷剂时，需注意以下几个问题：

1) 要合理选择盐水的浓度。

2) 盐水的腐蚀性：与溶液中含氧量有关。

①最好采用闭式系统；

②溶液中加入一定量的缓蚀剂；

1m<sup>3</sup>氯化钙水溶液加1.6kg重铬酸钠和0.45kg氢氧化钠。

1m<sup>3</sup>氯化钠水溶液加3.2kg重铬酸钠和0.89kg氢氧化钠。

3) 盐水的吸水性：需定期测定盐水的浓度并补盐。

## 三、常用载冷剂的性质

### 3. 有机物及其水溶液

甲醇、乙醇、乙二醇、丙二醇、丙三醇等。

#### 1) 甲醇、乙醇

- ✓ 甲醇凝固温度为 $-97^{\circ}\text{C}$ ;
- ✓ 乙醇凝固温度为 $-117^{\circ}\text{C}$ ;
- ✓ 它们纯液体密度和比热容都比盐水低，可在更低温下载冷；
- ✓ 甲醇比乙醇的水溶液粘性稍大；
- ✓ 它们流动性都比较好；
- ✓ 它们都有挥发性和可燃性。

# 三、常用载冷剂的性质

## 3. 有机物及其水溶液

### 2) 乙二醇、丙二醇、丙三醇

- ✓ 丙三醇是极稳定的化合物，无腐蚀性、无毒，可与食品直接接触，是良好的载冷剂；
- ✓ 乙二醇和丙二醇特性相似；
- ✓ 乙二醇和丙二醇密度和比热容较大，溶液粘度高；
- ✓ 乙二醇和丙二醇略有毒性，但无危害；
- ✓ 它们传热性能良好；
- ✓ 乙二醇的价格和粘度较丙二醇低，它是应用最广泛的有机载冷剂。

## 2.3 润滑油

一、润滑油的作用

二、润滑油的基本要求

三、润滑油同制冷剂接触时的特性

四、润滑油的代用和管理

五、润滑油的分类

获取资料  
微信搜索蓝领星球

# 一、润滑油的作用



## 润滑油作用：

- 1、**润滑作用**：减少运动部件机械磨损，保证压缩机正常运转；
- 2、**冷却作用**：带走压缩机内的摩擦热量；
- 3、**密封作用**：密封活塞与气缸、轴封摩擦面等间隙，阻挡制冷剂泄露；
- 4、**用作能量调节机构的动力**：利用油压控制卸载机构。

## 二、润滑油的基本要求

- 1、凝固点要低；
- 2、有适当的粘度；
- 3、有良好黏温性能和较高的闪点；
- 4、有良好的化学稳定性和抗氧化安定性；
- 5、不含水和酸之类的杂质；
- 6、有良好的电气绝缘性能。

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

## 二、润滑油的基本要求

表 2—10

制冷循环系统各部件对冷冻机油的性能的要求

制冷循环系统	性能要求
压缩机	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 与制冷剂共存时具有优良的化学稳定性；</li><li>2. 有优良的润滑性能；</li><li>3. 与制冷剂有极好的互溶性；</li><li>4. 对绝缘材料、密封材料有优良的适应性；</li><li>5. 有良好的抗泡沫性。</li></ol>
冷凝器	与制冷剂有极好的互溶性
膨胀阀	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 无蜡状物絮状分离；</li><li>2. 不含水（特别是用卤代烃的制冷系统）。</li></ol>
蒸发器	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 有优良的低温流动性；</li><li>2. 无蜡状物絮状分离；</li><li>3. 有极好的与制冷剂的互溶性；</li><li>4. 不含水。</li></ol>

# 三、润滑油同制冷剂接触时的特性

1、黏度

2、闪点：引起润滑油燃烧的温度。

3、溶解性

(1) 不溶于润滑油的制冷剂：R717、R13、R14、R744

(2) 少量溶于润滑油的制冷剂：R22

(3) 无限溶于润滑油的制冷剂：R11、R12、R21、R113、R500

4、凝固点

5、含水量：氟利昂中会引起“冰塞”和“镀铜”现象。

6、浊点：润滑油中开始析出石蜡（变浑浊）时的温度。

## 四、润滑油的代用和管理

### 1、润滑油的代用

- 1) 选择代用油主要根据粘度，尽可能选用相邻牌号、质量相似的润滑油代替。
- 2) 决定改用后，新选用的油要试用一下。

### 2、润滑油的管理

- 1) 降低润滑油储存温度。
- 2) 减少与空气接触。
- 3) 防止润滑油污染变质。

获取更多资料 微信搜索 蓝钻星球

## 五、润滑油的分类

冷冻机油主要可分为：**矿物油**、**合成油**。

— **矿物油**又以其所含主要成分不同，分为**石蜡基油**和**环烷基油**。

— **合成油**：

- **烷基苯** (Alkyl benzene)；
- 聚(烷基乙)二醇  
(Polyalkylene Glycol)，可用**PAG**表示；
- 多元醇酯类油 (Polyol Ester)，亦称聚酯油，用**POE**表示。

# 板书设计

- ❖ 制冷剂
- ❖ 载冷剂
- ❖ 润滑剂

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 作业布置

1、写出如下制冷剂的编号：

$\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CHFCl}_2$ 、丙烷 $\text{C}_3\text{H}_8$

2、写出如下制冷剂的分子式：

R30、R114、R143

3、何谓“冰塞”和“镀铜”现象？如何防止？

4、“盐水的浓度越高，使用温度越低”，这种说法对么？为什么？

5、说明制冷剂和载冷剂的选择原则。

# 教学小结

- ❖ 制冷剂的特性、作用和选用原则
- ❖ 载冷剂的特性、作用和选用原则
- ❖ 润滑油的特性、作用和选用原则

获取更多资料

微信订阅号 领星球

# 教学反思

- ❖ 学生对于制冷剂、载冷剂、润滑剂的认识太过抽象，需想办法多让学生见见实物。

获取更多资料 微信搜索 领星球