

# 制冷剂与载冷剂

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 制冷剂与载冷剂

## 1. 制冷剂

在制冷装置内完成热力循环的工质

## 2. 制冷剂的种类与编号

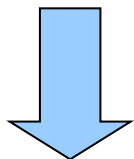
- (1) 无机化合物: 如水、氨、二氧化碳等
- (2) 饱和烃的卤化物(氟利昂) 如R12、R22、R134a等
- (3) 碳氢化合物(烃类) 如丙烷、异丁烷等
- (4) 共沸制冷剂 如R502等
- (5) 非共沸制冷剂 如R407C等



# 制冷剂与载冷剂

3、按照制冷剂的标准蒸发温度与常温下的冷凝压力，将其分为三类：

高温（低压）制冷剂



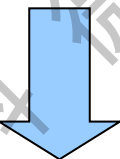
$t_s > 0^\circ\text{C}$

$P_c \leq 0.2 \sim 0.3 \text{MPa}$

R11、R21、R113、  
R114。

多用于空调系统的离心式制冷压缩机。

中温（中压）制冷剂



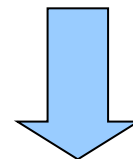
$0^\circ\text{C} > t_s > -60^\circ\text{C}$ ,

$0.3 \text{MPa} < P_c < 2.0 \text{MPa}$

R717、R12、R22、R142、  
R502、丙烯。

多用于空调或 $-60^\circ\text{C}$ 以上制冷装置的活塞式或螺杆式压缩机。

低温（高压）制冷剂



$t_s \leq -60^\circ\text{C}$

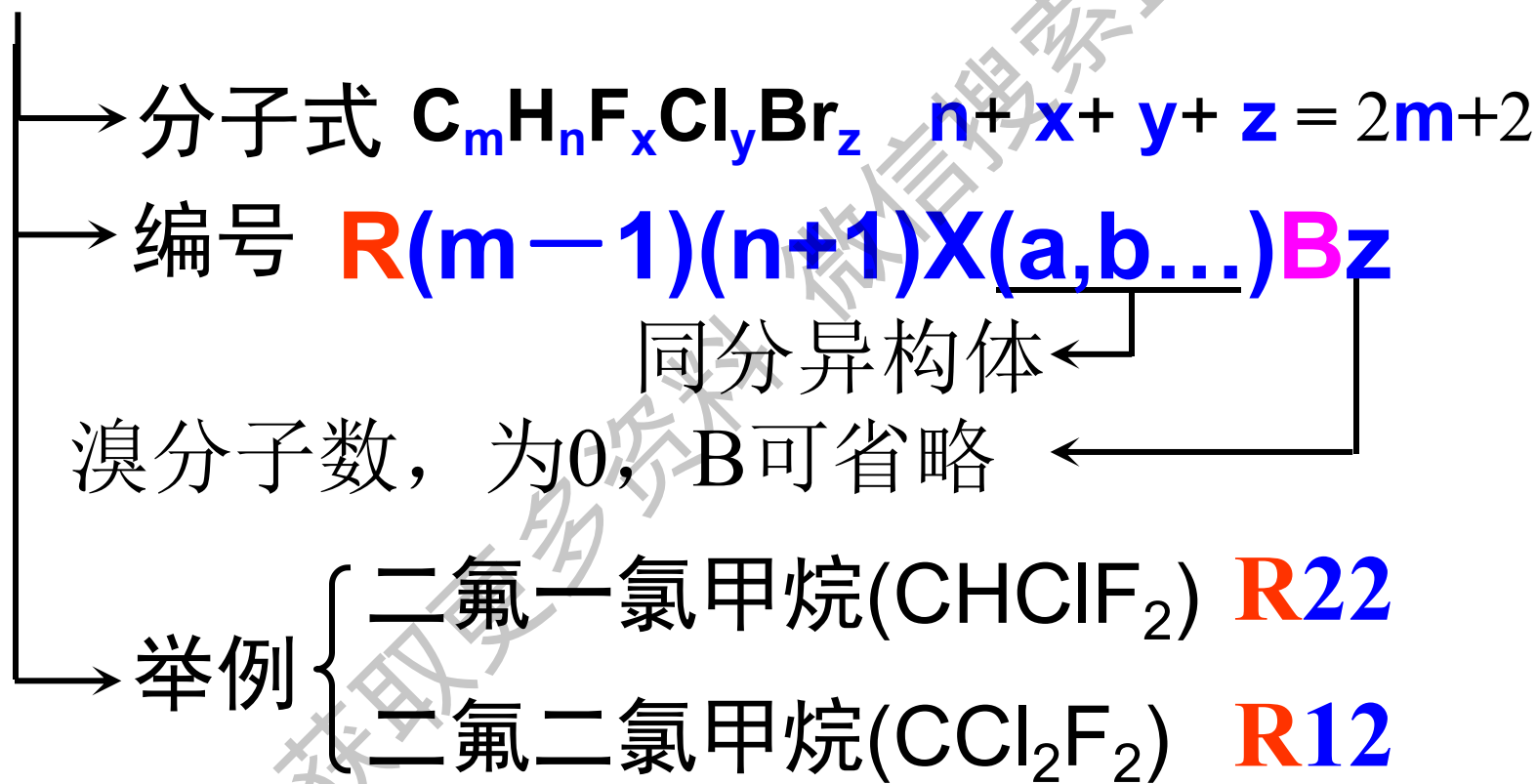
$2.0 \text{MPa} < P_c < 4.0 \text{MPa}$

R13、R23、R14、  
R503和甲烷、乙烷。  
适用于 $-60^\circ\text{C}$ 以下的低温制冷装置及复叠式制冷的低温部分。

# 制冷剂与载冷剂

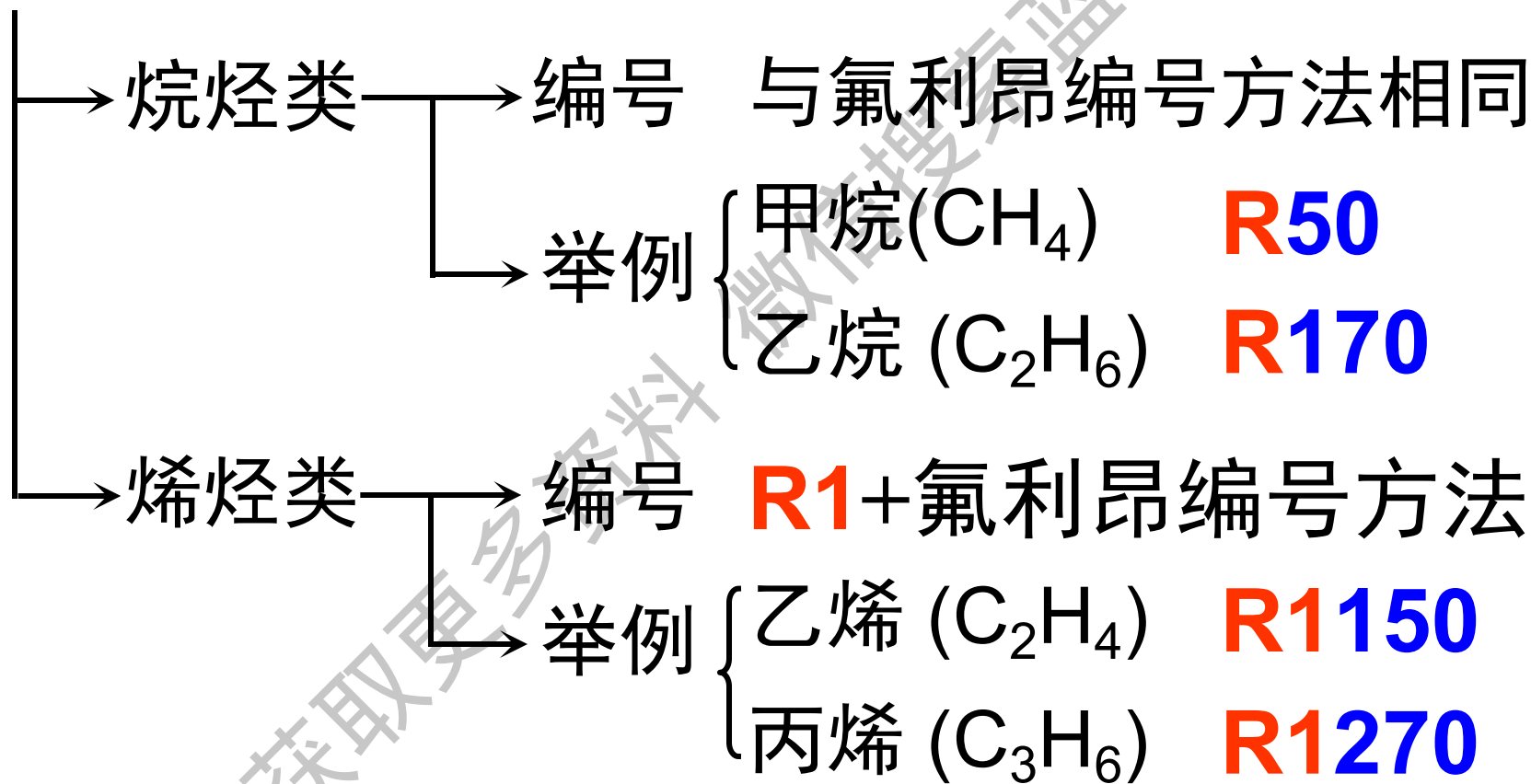
## 4、制冷剂的编号表示方法

### (1)、卤代烃



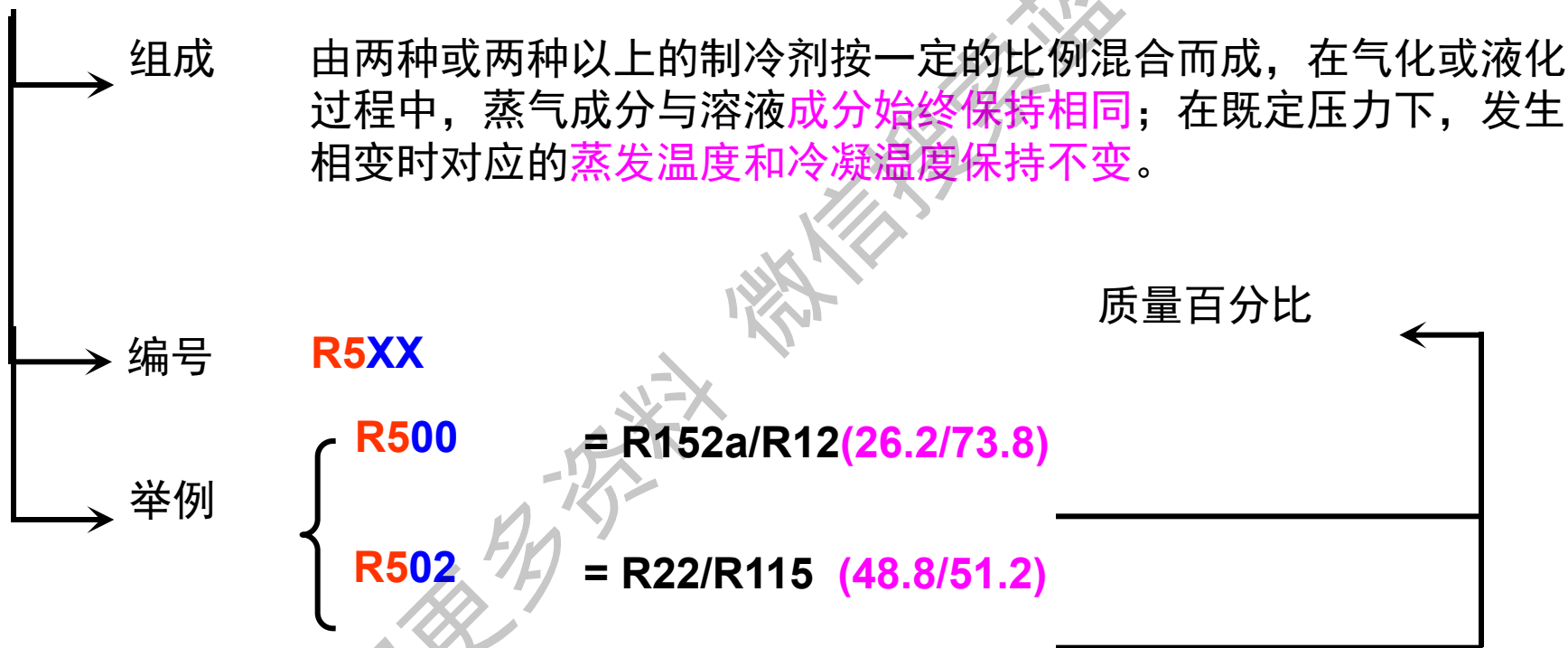
# 制冷剂与载冷剂

## (2)、碳氢化合物(烃类) 不饱和碳氢化合物和卤代烯



# 制冷剂与载冷剂

## (3)、共沸(液体)制冷剂



- 共沸溶液与它的组成成分比较，在相同的工作条件下，蒸发温度降低，制冷量增大，压缩机排气温度降低，热和化学稳定性好。
- 已经商品化的共沸混合物，依应用先后在500序号中顺次地规定其识别编号。

# 制冷剂与载冷剂

## (4)、非共沸(液体)制冷剂

组成	由两种或两种以上的制冷剂按一定的比例混合而成。在定压下气化或液化过程中，蒸气成分与溶液成分不断变化，对应的蒸发温度和冷凝温度也不断变化。
编号	<b>R4XX</b>
举例	<b>R407c</b> R32/R125/R134a(23:25:52(%)) <b>R404a</b> R125/R143a/R134a(44:52:4(%))

➤非共沸制冷剂作工质的制冷装置，其冷凝压力较低，蒸发温度较高，循环耗功较小，而冷凝器排放的热量较多，特别选用热泵系统。

➤已经商品化的非共沸混合物，依应用先后在400序号中顺次地规定其识别编号。

# 制冷剂与载冷剂

## (5)、无机化合物





# 制冷剂与载冷剂

## ● 5、对制冷剂的要求

### ● 1.热力学方面的要求：

- 1)沸点要求低
- 2)临界温度要高、凝固温度要低
- 3) 具有适宜的工作压力， $(P_k/P_o)$ 小
- 4) 汽化潜热大
- 5)对于大型制冷系统，单位容积制冷量尽可能地大
- 6) 绝热指数小些
- 7)对于离心式制冷压缩机应采用分子量大的制冷剂



# 制冷剂与载冷剂

## ● 2.物理化学方面的要求:

- 1) 粘度尽可能小
- 2) 热导率要求高
- 3) 纯度高。
- 4) 热化学稳定性好,
- 5) 良好的电绝缘性。
- 6) 溶解于油的不同性质表现出不同的特点。
  - 制冷剂在润滑油中的溶解性可分为完全溶解、微溶解和完全不溶解。一般可认为R717、R13、R14等是不溶于油的制冷剂；R22、R114等是微溶于油的；R11、R12、R21、R113等是完全溶于油的。



# 制冷剂与载冷剂

- 3. 安全性方面的要求:

- 1) 在工作温度范围内不燃烧、不爆炸。
- 2) 无毒或低毒，相对安全性好
- 3) 具有易检漏的特点
- 4) 制冷剂无毒

- 4. 经济性方面的要求

- 制冷剂的生产工艺简单，价廉、易得。

- 5. 环保方面的要求

- ODP和GWP潜能值小。

注：ODP:消耗臭氧的潜能值。GWP: 全球变暖（温室效应）潜能值。

# 制冷剂与载冷剂

## ● 6、常用制冷剂的性质

### ● 1.水的特性（R718）

- 属于无机物类制冷剂，来源最广，最为安全而便宜的工质。
- 水不宜在压缩式制冷机中使用，适合在空调用的吸收式和蒸汽喷射式制冷机中

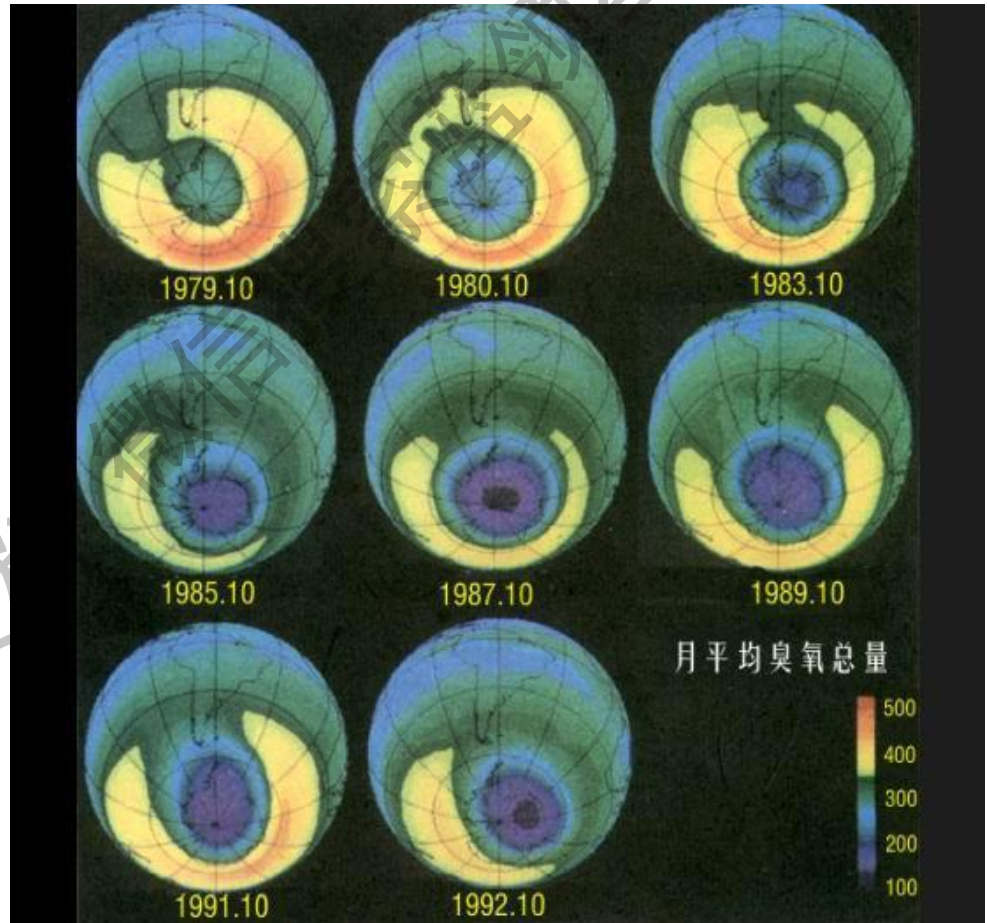
### ● 2.氨的特性（R717）

- 氨的压力适中，单位容积制冷量大，流动阻力小，热导率大，价格低廉，对大气臭氧层无破坏作用。
- 氨的主要缺点是毒性较大、可燃、可爆、有强烈的刺激性臭味、等熵指数较大，若系统中含有较多空气时，遇火会引起爆炸。
- 氨制冷系统中应设有空气分离器，及时排除系统内的空气及其它不凝性气体。
- 氨系统中不必设置干燥器，含水量仍限制在 $\leq 0.2\%$ 的范围内。
- 氨制冷系统中往往设有油分离器
- 氨制冷系统中，不允许使用铜及其铜合金材料

# 制冷剂与载冷剂

## ● 3. 氟利昂的特性

- 1) R12对大气臭氧层有严重破坏作用，并产生温室效应，因此它已受到限用与禁用。但它目前仍是国内应用较广的中温制冷剂之一，2010年1月1日起将在我国完全停止生产和消费。



南极臭氧空洞的变化

# 制冷剂与载冷剂

## ● 3. 氟利昂的特性

- R12无色、气味很弱、毒性小、不燃烧、不爆炸，
- R12等熵指数小，压缩机的排气温度较低。单位容积制冷量小、相对分子质量大、流动阻力大、热导率较小。
- 水在R12中的溶解度很小，低温状态下水易析出而形成冰堵，因此在充灌R12前，必须经过干燥处理
- R12能与矿物性润滑油无限溶解，在蒸发器中，随R12的不断蒸发，润滑油在其中逐渐积存，使蒸发温度升高，传热系数下降。
- R12对一般金属没有腐蚀作用，但能腐蚀镁及含镁量超过2%的铝镁合金。含水后会产生镀铜现象。R12对天然橡胶及塑料等有机物有膨润作用，R12极易渗透。
- R12由于压力适中、压缩终温低、热力性能优良、化学性能稳定、无毒、不燃、不爆等优点，它广泛用于冷藏、空调和低温设备，从家用冰箱到大型离心式制冷机中都有采用。



# 制冷剂与载冷剂

- 2) R22对大气臭氧层有轻微破坏作用，并产生温室效应。它是第二批被列入限用与禁用的制冷剂之一。我国将在2040年1月1日起禁止生产和使用。
  - R22是最为广泛使用的中温制冷剂
  - R22属安全性制冷剂。
  - R22化学性质不如R12稳定。
  - R22能部分地与润滑油互溶，R22对金属的作用、泄漏性与R12相同。
  - R22广泛用于冷藏、空调、低温设备中。在活塞式、离心式、压缩机系统中均有采用。由于它对大气臭氧层仅有微弱的破坏作用，故可作为R12的近期、过渡性替代制冷剂。

# 制冷剂与载冷剂

- R12是冰箱制冷剂，R22是空调制冷剂。
- R22的单位制冷量比R12大60%~65%。
- R22对有机物的腐蚀性更强，更易泄漏，对材料和元件的选择更合理。
- 如用R12代替R22,空调器制冷量下降。
- 如用R22代替R12，则压缩机会以损坏。



# 制冷剂与载冷剂

- 3) R13属低温制冷剂，毒性比R12更小，不燃烧、不爆炸。只应用于复叠式制冷系统的低温级。
  - R13微溶于水，系统中也应设干燥器。它不溶于油，对金属和有机物的作用、泄漏性与R12相同，可用来制取 $-70\sim-100^{\circ}\text{C}$ 的低温。R13对大气臭氧层也有破坏作用，但因其用量很少，直到1990年伦敦会议上才被列入增加的受控物质，要求发展中国家在2010年1月1日起停止生产和消费。
- 4) R11属高温制冷剂，适用于离心式压缩机制冷系统。
  - R11毒性比R12大，与明火接触时更易分解出剧毒光气。R11的溶水性、溶油性、对金属及有机物的作用均与R12相似。R11由于标准蒸发温度较高，故广泛用于空调系统或热泵装置中，制取 $10\sim-5^{\circ}\text{C}$ 的低温。它对大气臭氧层有严重破坏作用，属限用与禁用之列。
- 5) R142b属标准蒸发温度较高 ( $-9.25^{\circ}\text{C}$ ) 的中温制冷剂，适合于在热泵装置和高环境温度下的空调装置中使用。
  - R142b的毒性与R22差不多。当它与空气混合的体积分数在 $10.6\%\sim 15.1\%$ 范围内，会发生爆炸。它对大气臭氧层仅有微弱的破坏作用，也将在2040年被禁用。

# 制冷剂与载冷剂

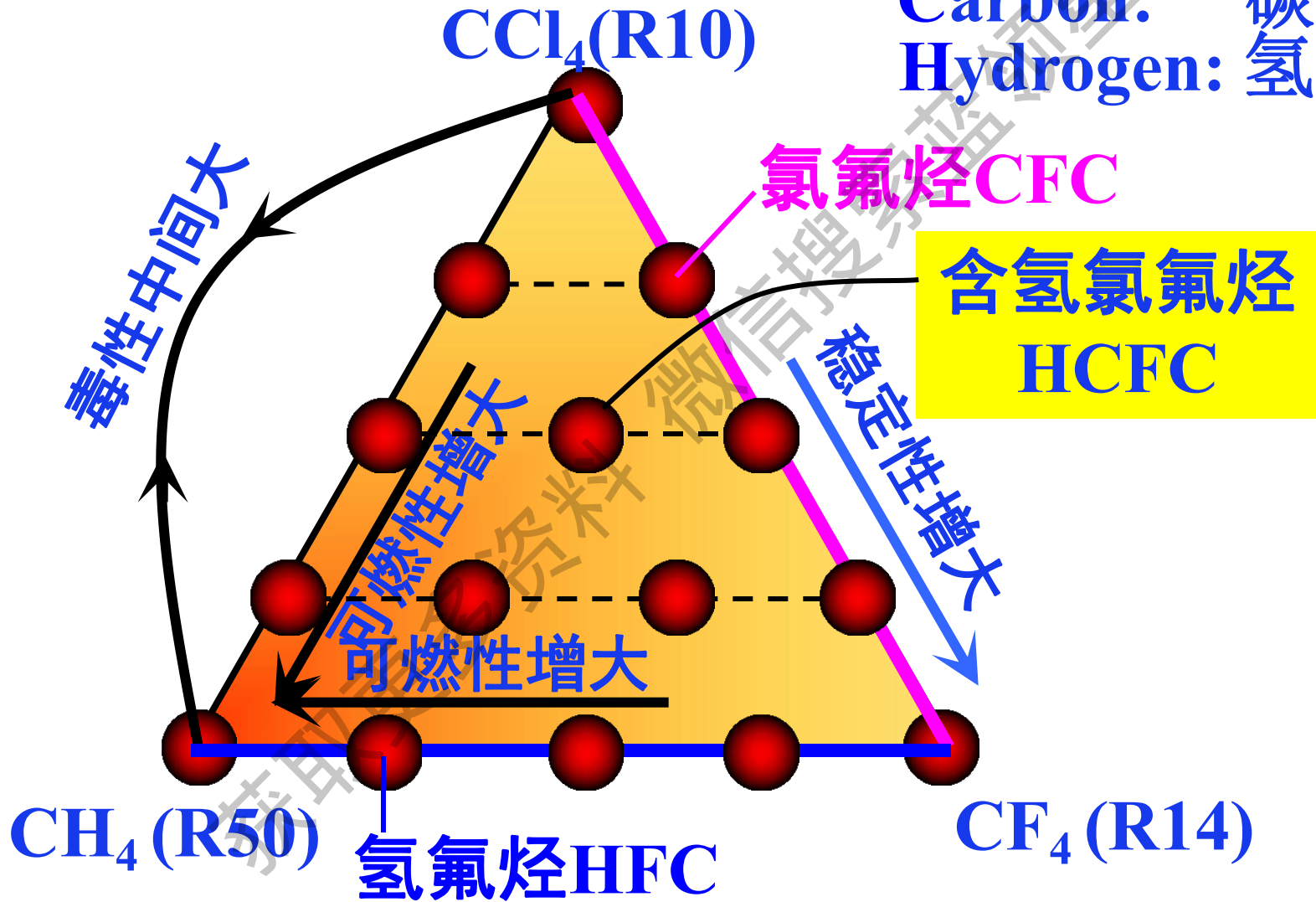
- 6) **R134a**属中温制冷剂。它的特性与R12相近，目前是R12的替代工质之一。
- 7) **R600a**属中温制冷剂。它对大气臭氧层无破坏作用，无温室效应。可燃、可爆，不允许采用气焊或电焊。价格便宜。由于具有极好的环境特性，目前广泛被采用，作为R12的替代工质之一。（目前，采用世界**最新的空调制冷剂R410A。**）
- 8) R123属高温制冷剂。适用于离心式制冷压缩机。具有一定毒性。具有优良的大气环境特性（ $ODP=0.02$ ， $GWP=0.02$ ），是目前替代R11的理想制冷剂之一。
- 9) R152a属中温制冷剂。中等程度的可燃性，它具有优良的大气环境特性，也被用来作为R12的替代工质。

# 制冷剂与载冷剂

- **R410A**
- 叫作HFC，或是hydrofluorocarbon，由氢、氟、碳原子构成。由于它不含氯，在保护环境上面，成为替代R22的首选。
- 优点1不会破坏臭氧层。不含R22，也没有氯元素，堪称环保型的制冷剂。即使空调系统发生泄漏，散逸的制冷剂不会造成臭氧亏损。
- 优点2系统更可靠。空调的心脏是压缩机，为了适应R410A制冷剂，新系统作了特别的设计，通常配置体积更小、负载能力更强、运转更安静的涡漩式压缩机，由于R410A吸热和放热效率比R22更高，R410A的压缩机机体工作温度相对低，这样就降低了因过热而烧毁压缩机的风险。
- 优点3R410A空调采用新型合成润滑油，它与R410A的亲合性比矿物油同传统R22的亲合性更好，合成润滑油与R410A混合与循环更有效率地保持压缩机与其它运动部件润滑充分，减少磨损并延长寿命。
- **无氟电冰箱：**全无氟冰箱是指制冷剂和发泡剂都要无氟。大多采用了R134a制冷剂或R600a制冷剂替代了R12制冷剂。

# 常用制冷剂及其性质

Chlorine: 氯  
Fluorine: 氟  
Carbon: 碳  
Hydrogen: 氢



# 制冷剂与载冷剂

- 7、CFCs、HCFCs的限制与替代
  - 问题的提出
  - CFC又称氯氟烃，是氟利昂制冷剂家族中的一员
  - 研究表明，当CFCs受强烈紫外线照射后，将产生下列反应（以CFC12为例）：
    - $\text{CF}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CF}_2\text{Cl} + \text{Cl}$ ； $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$ ； $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$
  - 循环反应产生的氯原子不断地与臭氧分子作用，使一个氯氟烃分子，可以破坏成千上万个臭氧分子，使臭氧层出现“空洞”，这一现象已被英国南极考察队和卫星观测所证实。据UNEP（联合国环境规划署）提供的资料，臭氧每减少1%，紫外线辐射量约增加2%。
  - 臭氧层的破坏将导致：
    - ①危及人类健康，可使皮肤癌、白内障的发病率增加，破坏人体免疫系统；
    - ②危及植物及海洋生物，使农作物减产，不利于海洋生物的生长与繁殖；
    - ③产生附加温室效应，从而加剧全球气候变暖过程；
    - ④加速聚合物（如塑料等）的老化。
  - 因此保护臭氧层已成为当前一项全球性的紧迫任务。



# 制冷剂与载冷剂

表2-4 中国制冷空调和化工行业最终淘汰消耗臭氧层物质时间表

行 业	消耗臭氧层物质	完全淘汰时间（年）
家用制冷设备	CFC11	2010
	CFC12	2010
汽车空调器	CFC12	2002 *
工商业制冷设备	CFC11	2002 *
	CFC12	2006 *
化工生产	CFC11	2010
	CFC12	2010
	CFC113	2006

注：\* 允许维修使用到2010年。



# 制冷剂与载冷剂

替代制冷剂的研究动向

表2-6 R12、R134a、R600a主要物性及性能对比

制冷剂代号	R12	R134a	R600a
相对分子质量	120.92	102.0	58.13
标准蒸发温度/℃	-29.8	-26.5	-11.7
燃烧极限（体积分数）/%	无	无	1.8~8.4
ODP值	1.0	0	0
GWP值	4500	420	15
冷凝压力（40℃时）/MPa	1.01	1.02	0.53
蒸发压力（-30℃时）/MPa	0.10	0.084	0.047
理论排气温度/℃	120~125	125~130	100~105
液体密度（-25℃时）/kg/m <sup>3</sup>	1472.0	1371.0	608.3
润滑油	矿物油	酯类油	矿物油
对杂质的敏感性	敏感	高度敏感	敏感
容水性	极微	易容	极微
真空度要求	一般	较高	一般
材料兼容性	好	不好	好

## 8、载冷剂与载冷剂循环特点

**载冷剂：**在间接制冷系统中用以传递冷量的中间介质

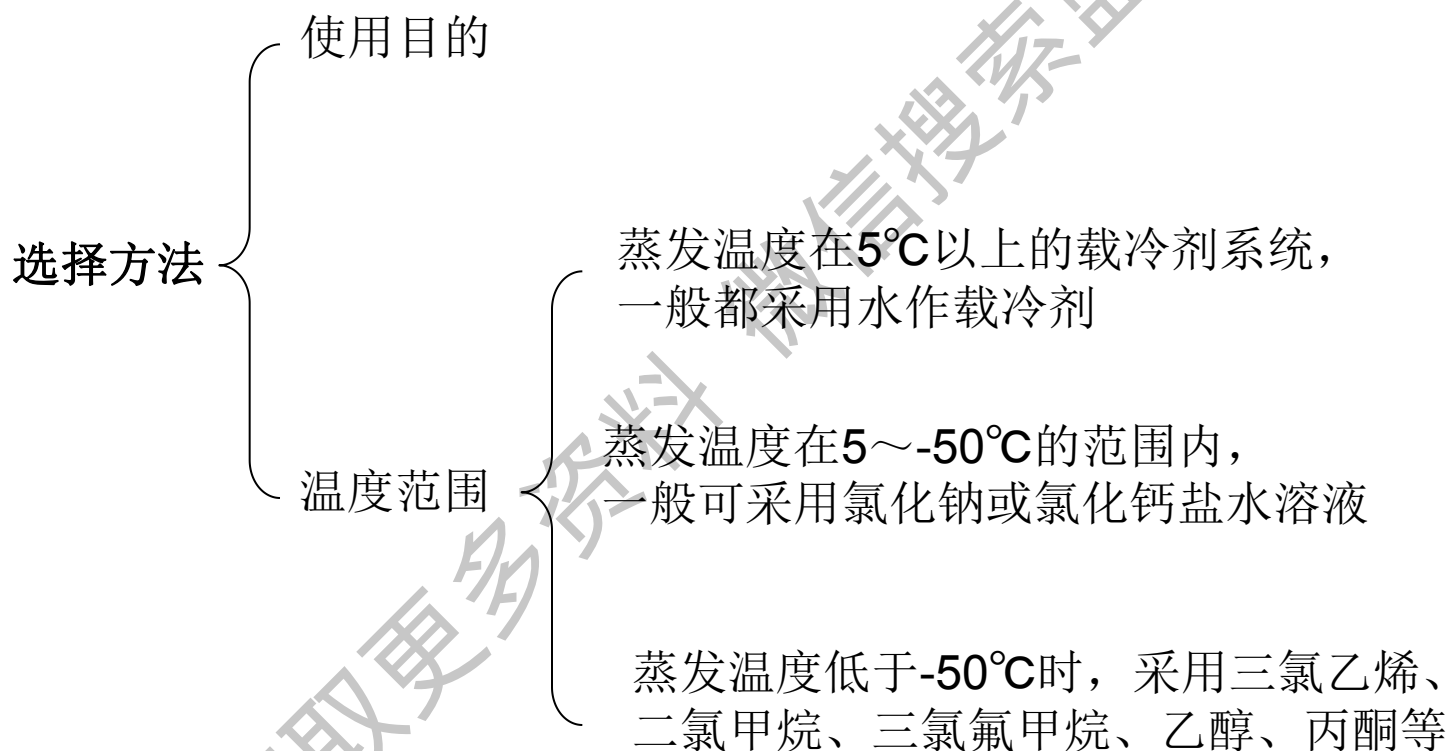
在蒸发器中被制冷剂冷却并送到冷却设备中吸收被冷却系统的热量，然后返回蒸发器将吸收的热量传递给制冷剂，而载冷剂重新被冷却。如此循环不止，以达到连续制冷的目的。

## 9、载冷剂的选择要求和选择方法

- 要求 {
- (1) 比热大
  - (2) 导热系数大
  - (3) 粘度低
  - (4) 凝固点与使用温度范围相适应
  - (5) 腐蚀性小
  - (6) 无毒、不燃、不爆
  - (7) 化学稳定性好
  - (8) 价格低廉



## 10、载冷剂的选择要求和选择方法



# 制冷剂与载冷剂

## ● 11、 常用载冷剂的特性

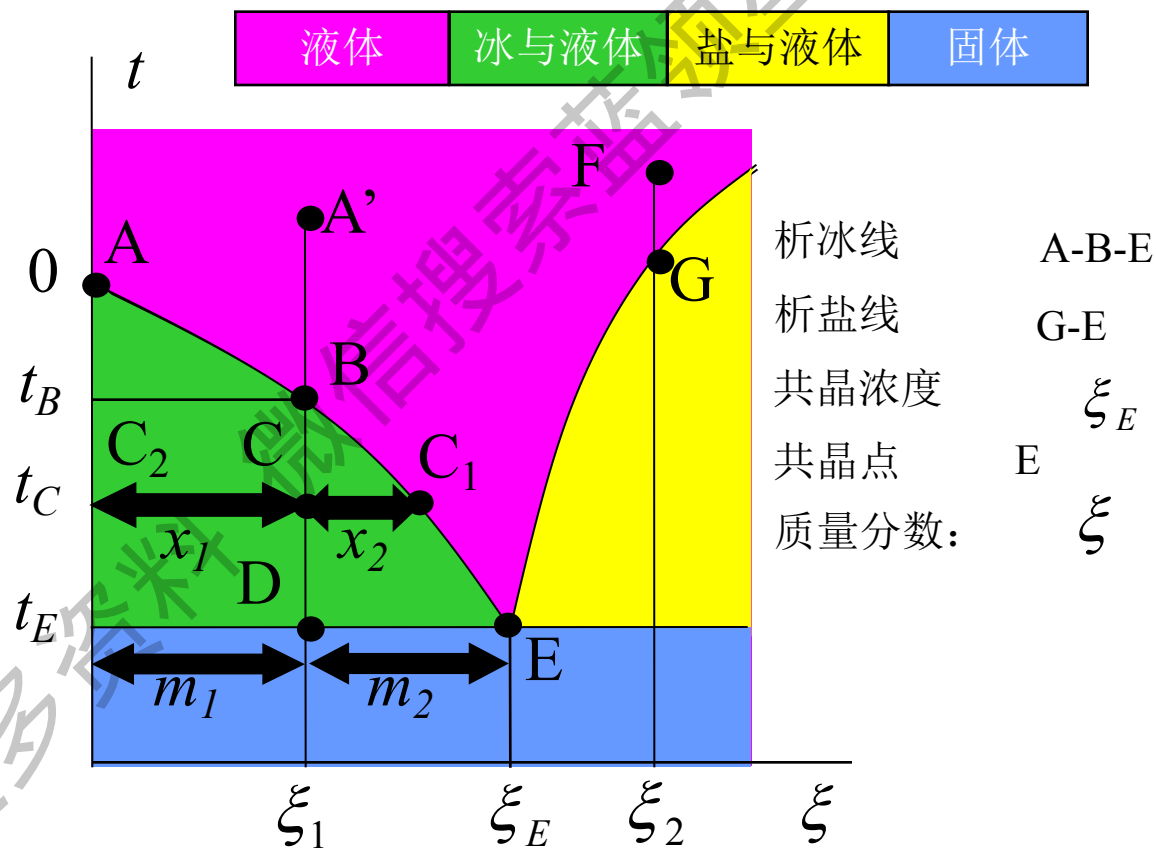
- 常用的载冷剂有空气、水、盐水和有机物等
  - 1. 空气
    - 在冷库及空调中多有采用。空气比热容较小，所需传热面积较大
  - 2. 水
    - 水作为载冷剂只适用于载冷温度在 $0^{\circ}\text{C}$  以上的场合，空调系统中多有采用

# 制冷剂与载冷剂

## 3 盐水溶液

- NaCl水溶液
- CaCl<sub>2</sub>水溶液
- MgCl<sub>2</sub>水溶液

- 合理选择浓度
- 注意防腐蚀
- 定期测定比重



# 制冷剂与载冷剂

## ● 4. 有机物载冷剂

### ● 有机物载冷剂有

- 乙醇 ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ )、
- 乙二醇 ( $\text{CH}_2\text{OH-CH}_2\text{OH}$ )、
- 丙二醇 ( $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_3$ )、
- 丙三醇 ( $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_2\text{OH}$ )、
- 二氯甲烷 ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) 及三氯乙烯 ( $\text{CHCl-CCl}_2$ ) 等。
- 它们都具有较低的凝固温度。
- 有机物载冷剂标准蒸发温度均较低。广泛用于低温制冷装置中

# 制冷剂与载冷剂

## 思考题

1. 制冷剂的作用是什么？
2. 什么是共沸制冷剂？
3. 无机化合物制冷剂的命名是怎样的？
4. 选择制冷剂时有哪些要求？
5. 家用的冰箱、空调用什么制冷剂？
6. 什么叫载冷剂？对载冷剂的要求有哪些？
7. 人们常讲的无氟指的是什么意思？
8. 共沸混合物类制冷剂有什么特点？
9. 为什么要严格控制氟利昂制冷剂中的含水量？

获取更多资料 百度搜索蓝领星球