

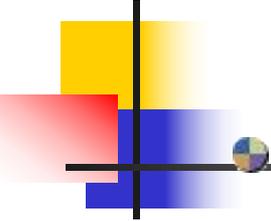
制冷系统讲座

2020年11月6日

获取更多资料

微信搜索蓝领星球

一、制冷基本原理



定义

- 制冷的基本原理及基本方法
- 单级压缩蒸气制冷循环

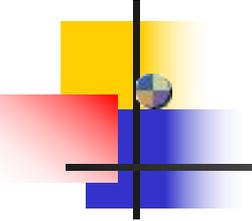
获取更多资料

微信专家蓝领星球

1、定义

1. **制冷**：从低于环境的物体中吸取热量，并将其转移给环境介质的过程。
2. **制冷机**：完成制冷循环所必需的机器和设备的总称。
3. **制冷装置**：将制冷机同使用冷量的设施结合在一起的装置。如冰箱，空调机等。
4. **制冷剂**：除半导体制冷以外，制冷机都是依靠内部循环流动的工作介质来实现制冷过程，完成这种功能的工作介质，称为制冷剂，也称制冷工质，俗称雪种。

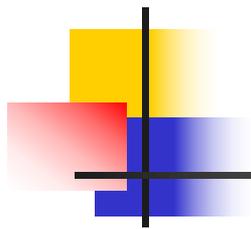
2、制冷的基本原理



由于热量只能自动地从高温物体传给低温物体，因此实现制冷必须包括消耗能量的补偿过程。

- 制冷机的基本原理：利用某种工质的状态变化，从较低温度的热源吸取一定的热量 Q_0 ，通过一个消耗功 W 的补偿过程，向较高温度的热源放出热量 Q_k 。在这一过程中，由能量守恒得 $Q_k = Q_0 + W$ 。

3、制冷的的基本方法



为了实现能量转移，首先必须有使制冷剂能达到比低温环境介质更低的温度的过程，并连续不断地从被冷却物体吸取热量，在制冷技术的范围内，实现这一过程有下述几种基本方法：

获取更多资料 微信扫码关注星球

3、制冷的的基本方法

1. **相变制冷**：利用液体在低温下的蒸发过程或固体在低温下的熔化或升华过程向被冷却物体吸取热量。普通空调器都是这种制冷方法。
2. **气体膨胀制冷**：高压气体经绝热膨胀后可达到较低的温度，令低压气体复热即可制冷。
3. **气体涡流制冷**：高压气体经过涡流管膨胀后即可分离为热、冷两股气流，利用冷气流的复热过程即可制冷。
4. **热电制冷**：令直流电通过半导体热电堆，即可在一端产生冷效应，在另一端产生热效应。

4、单级压缩蒸气制冷循环

蒸气压缩式制冷机是目前应用最广泛的一种制冷机，有单级、多级和复叠式之分。

单级压缩蒸气制冷机是指将制冷剂经过一级压缩从蒸发压力压缩到冷凝压力的制冷机。单级制冷机一般可用来制取 -40°C 以上的低温。

普通的空调器都是利用单级压缩蒸气制冷机的原理制造的。

4、单级压缩蒸气制冷循环

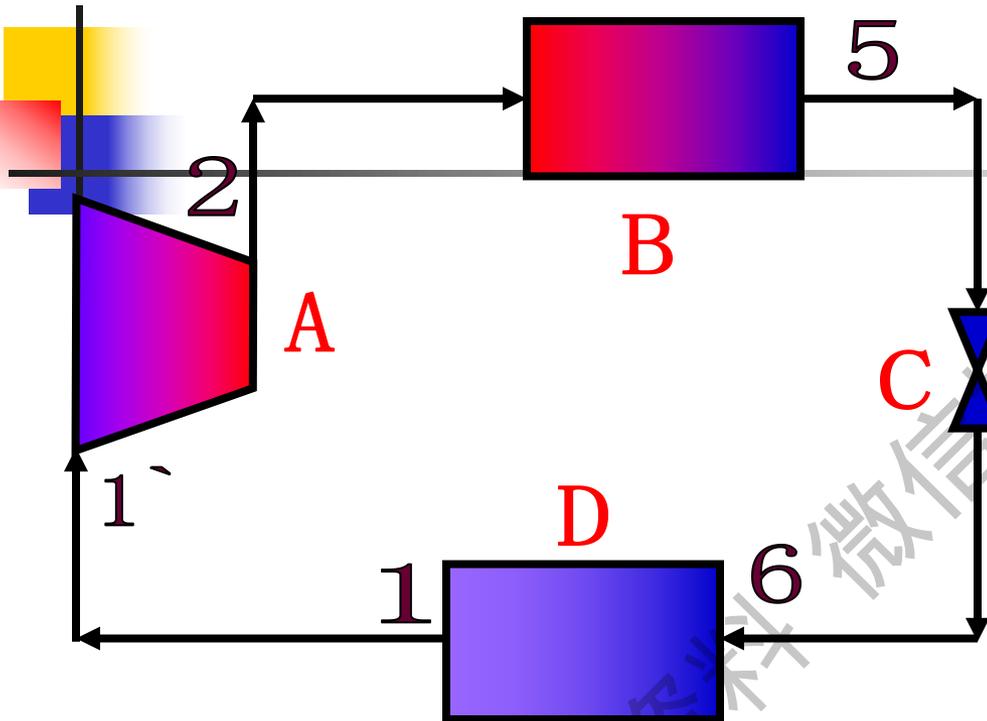
单级压缩蒸气制冷机的由以下几个基本组成部份：

- 压缩机
- 冷凝器
- 节流机构（毛细管）
- 蒸发器
- 制冷剂

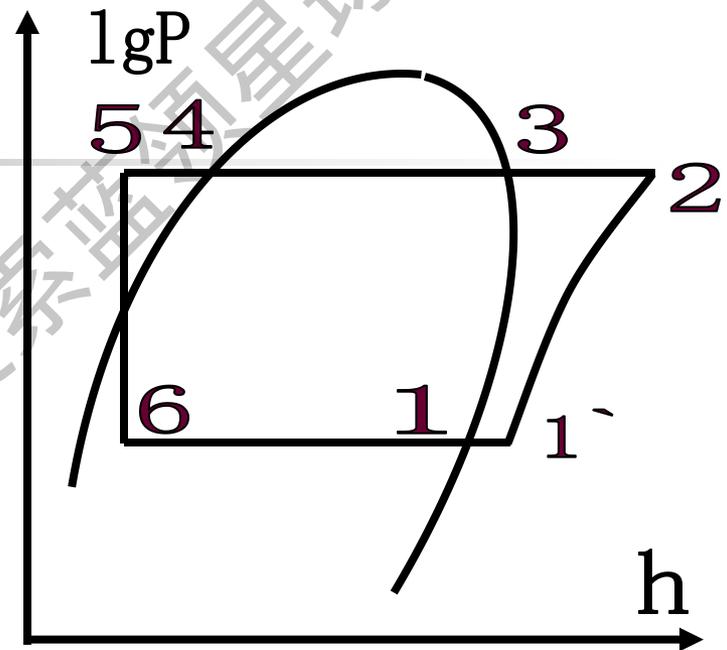
获取更多资料

微信搜索蓝领星球

4、单级压缩蒸气制冷循环



A: 压缩机 B: 冷凝器
C: 节流机构 D: 蒸发器



单位制冷量: $q_0 = h_1 - h_6$
单位冷凝热量: $q_k = h_2 - h_5$
单位消耗功: $w = h_2 - h_1$
制冷系数: $EER = q_0 / w$

单级压缩蒸气制冷机的流程图与lgP-h图

4、单级压缩蒸气制冷循环

- 压缩机：它的作用是将蒸发器中的低温低压制冷剂蒸气吸入，并压缩到高温高压的过热蒸气，然后排到冷凝器。
- 常用的压缩机有活塞式、转子式、涡旋式、螺杆式和离心式等等。
- 压缩机有定速压缩机和变频压缩机。现在最新的有变容量的压缩机，例如美的MDV用的谷轮“e-涡旋”压缩机可以在10%-100%之间调节输出量，运用“TS”技术可以使压缩机的能力输出实现级量调节，在控制方面比变频压缩机简单、可靠，更接近空调器的实际负荷要求。

4、单级压缩蒸气制冷循环

- 冷凝器：它的作用是将来自压缩机的高温高压制冷剂蒸气冷凝成过冷的液体，在冷凝过程中，制冷剂蒸气放出热量，故要用水或空气来冷却。
- 不同制冷剂有不同的冷凝压力。普通家用空调器冷凝器里面的制冷剂（R22）压力：标准制冷工况下一般在18 — 19 bar左右，过负荷工况下一般在22—24bar左右。

4、单级压缩蒸气制冷循环

- 节流机构：普通空调常用的是毛细管，高档的空调器用电子膨胀阀。制冷剂经过节流机构时，压力由冷凝压力降到蒸发压力，一部份制冷剂会在节流的过程中闪发成为气体。
- 节流过程中制冷剂的焓值不变。
- 普通的家用空调器节流结束时大约有**20%**的制冷剂会闪发成气体。制冷剂没有蒸发就闪发成气体降低了空调器的性能。

4、单级压缩蒸气制冷循环

- 蒸发器：它的作用是使经节流机构后的制冷剂液体蒸发成蒸气，以吸收被冷却物体的热量。蒸发器是对外输出冷量的设备。
- 普通家用空调器蒸发器里的制冷剂（R22）的蒸发压力在5.5-6.5bar左右。

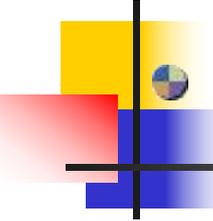
获取更多资料

二、系统匹配

- 选压缩机
- 选冷凝器
- 选蒸发器
- 估算制冷剂充注量
- 匹配制冷系统
- 不合格项目的整改

获取更多的资料 微信搜索蓝领星球

二、系统匹配



一般来说，新匹配一台空调器都有一个参考机型

- 新匹配机的性能指标对压缩机、冷凝器、蒸发器的选择有很大关系。
- 室外机、室内机的电机转速-风量-噪音是首先要摸底搞清楚的。

1、选压缩机

● 根据实际情况选择压缩机型式：活塞式、转子式、涡旋式及其电源规格

- 一般来说，家用空调器中活塞式用得比较少，T3型空调器一般会选选择活塞式压缩机。
 - 目前3P以下的家用空调器大多数都是转子式压缩机。转子压缩机又分单转子与双转子压缩机。
 - 3P以上的家用空调器一般会使用涡旋式压缩机。
-
- 根据空调器的制冷量大小来选择压缩机的大小，一般来说按空调器的额定制冷量是压缩机的单体能力的90%来选择。
 - 压缩机每一个排量（1cc）的能力约为175W。

2、选冷凝器

长U管管径，内螺纹管还是光管

- 在正常的范围内，管径越小，换热系数越大，耐压也越大，但流动阻力也越大。
- 内螺纹管比光管换热系数高，不同形式的内螺纹管换热系数也不一样
- 小管径冷凝器及新型的内螺纹管的研究是一个重要的方向。
- 选择非亲水铝箔（普通铝箔）还是亲水铝箔，选择片型是平片、冲缝片还是波纹片，选择片距
- 选择其它型式的冷凝器
 - 高效的冷凝器有全铝冷凝器、全铜冷凝器等等

3、选蒸发器

长U管管径，内螺纹管还是光管

- 一般来说蒸发器的长U管径可以选择小管径的。

- 选择亲水铝箔

- 一般选择冲缝片，最小片距可达1.3mm。

获取更多资料 微信 专家 星球

4、估算制冷剂充注量

- 参考机型的制冷剂充注量

- 一台空调正常状态下约有**60%**的制冷剂会在室外侧的冷凝器里，约**40%**的制冷剂在室内侧的蒸发器里。

- 以参考机型为基础，算出冷凝器和蒸发器内容积增大（或减少）的比例，估算出大概的制冷剂充注量。

- 比如说：参考机型充注量为**1000g**，内机不变，室外机冷凝器由单排变为**1.5**排：侧估算充注量为：

$$1000*0.6*1.5+1000*0.4=1300(g)$$

- 一般来说，估算的充注量要比最后得要稍多。这个只能靠经验掌握。估算的只能提供一个大概。

5、匹配制冷系统

以下各点是对一般情况而言的，以下数据做一个参考。

*制冷工况匹配，以下对策中的“增加冷媒”仅作为最后的手段，此方法应该尽量避免。

在标准制冷工况下匹配的目标：

1) 排气温度目标值：85-90°C

- 高于目标值，则应该减短毛细管，加大室外机风量或追加冷媒。
- 低于目标值，则加长毛细管，减少冷媒。
- 如果是特别匹配的高效制冷系统，排气温度较低，一般在70-80 °C。

5、匹配制冷系统

2) 冷凝器中部温度目标值： $45-50^{\circ}\text{C}$ 左右，
过冷度目标值在 $5-10^{\circ}\text{C}$ 左右

- 冷凝器出口最低在 $37-38^{\circ}\text{C}$ ，若过低则与环境 35°C 温差太小，换热量很少
- 冷凝器中部温度高于目标值，则应该减短毛细管，加大室外机风量或加大冷凝器。
- 冷凝器中部温度低于目标值，则应该加长毛细管，追加冷媒。

5、匹配置冷系统

3) 蒸发器中部温度目标值：8-12°C左右，过热度目标值在0-1°C左右

- 蒸发器中部温度值高于目标值则加长毛细管。
- 蒸发器中部温度值低于目标值则减短毛细管，加大室内机风量或加大蒸发器。
- 蒸发器过热度值高于目标值则减短毛细管，增加冷媒。
- 蒸发器过热度值低于目标值则加长毛细管，加大室内机风量，减少冷媒或加大蒸发器。

5、匹配制冷系统

4) 压缩机回气温度比蒸发器出口温度可高出1-2°C左右。

- 若回气温度高出出口温度较大，比如出口为10 °C，而压缩机回气有20 °C，这个是压缩机排气温度上升的原因，应该减短毛细管或增加冷媒。
- 若回气温度低于出口温度很多，比如出口为10 °C，而压缩机回气有5 °C，这个是压缩机排气温度下降的原因，这时候冷媒在蒸发器中不能充分蒸发而导致能力不足，应该加长毛细管或减少冷媒。

5、匹配制冷系统

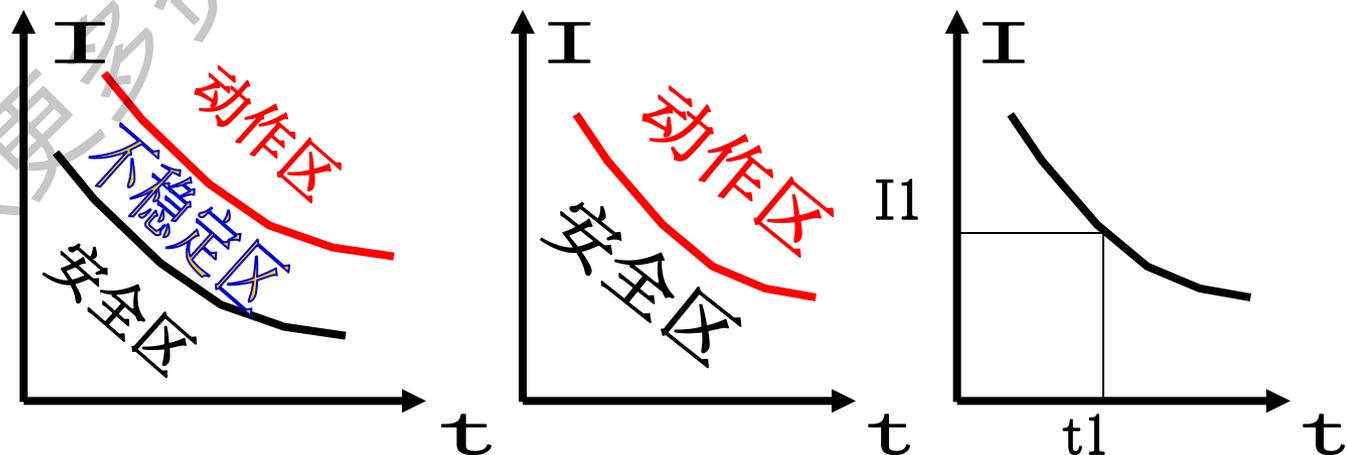
5) 制冷过负荷工况下。

- 若OLP动作，则应该加大外侧风量，冷媒增多压缩机负荷加大，如果可能的话可减短毛细管，并减少冷媒，或加大冷凝器。
- 保证高压侧压力不超过26.5bar， 26.5bar对应冷凝器中部温度65 °C左右。
- 压缩机排气温度一般要在115 °C以下，不要超过125 °C，压缩机电机的线圈温度比排气温度高10 °C左右，温度过高的话可能烧线圈。排气温度过高时可减短毛细管或加大冷凝器或增加冷媒（注意减短毛细管时可能会使标准工况下能力下降）

5、匹配置冷系统

5) 过载保护器OLP (Over Load Protector) 动作

- 过载保护器是由电流与温度共同控制的。
- OLP曲线图有两种表示型式。如下图，分三个区域或两个区域。
- 如图所示的OLP曲线，当电流为 I_1 时只要压缩机温度小于 t_1 压缩机的OLP是不会动作的。或者，当压缩机温度是 t_1 时，压缩机的电流小于 I_1 时，OLP不会动作。



5、匹配置冷系统

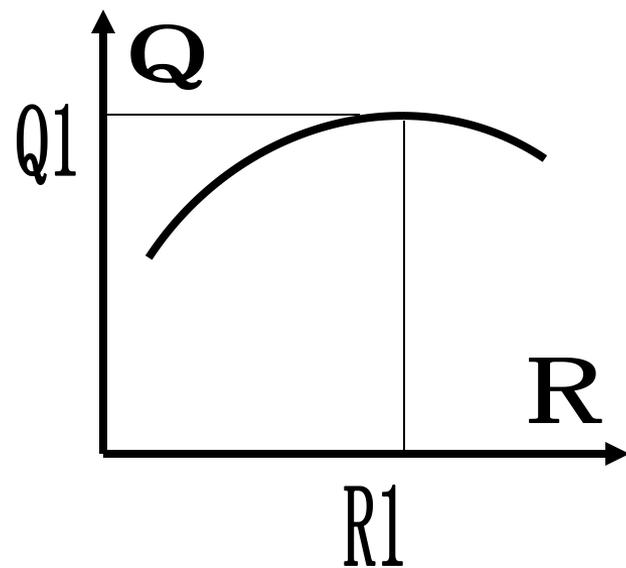
5) 最小制冷工况下。

- 蒸发器温度不能低于 0°C ，到 0°C 以下时，蒸发器上附着的除湿水份会开始冻结，不能制冷，当冰成块掉落下来的时候会打坏风轮。
- 空调器的防冻结功能，当检测到蒸发器的温度T2连续一段时间低于某温度值时，压缩机停止工作，等到T2上升到某温度时才开始工作。如美的分体机：T2连续5分钟低于 2°C 则停压缩机，内风机转速不变，T2上升到 8°C 后再开压缩机。
- 确保压缩机壳体底部温度高于冷凝器中部温度 5°C 以上。若不能保证，压缩机油会被冷媒稀释，润滑油会失去机能，这样压缩机滑动部分开始磨损，最终造成不能运转。

5、匹配置冷系统

6) 匹配性能时

- 调节毛细管和冷媒量的组合，可得出对应的出风温度
- 选择出风温度最低的毛细管和冷媒量的组合测试能力
- 一般来说，空调器的很多参数都有下图所示的特点，下图可以是以下的组合：
 - 空调能力 Q --毛细管长度 R
 - 空调能力 Q --冷媒量 R
 - 空调功率 Q --毛细管长度 R
 - 空调功率 Q --冷媒量 R
- 我们要追求的是图中的 $Q1$ 点所对应的条件 $R1$
- 针对测试结果作一些微调，把空调各参数到匹配到一个最佳组合。



5、匹配置冷系统

7) 不合格项目微调与整改

- 能力不足:

- 压缩机是否过小?
- 毛细管与冷媒量是否是最佳组合?
- 室内侧与室外侧风量是否合理?
- 两器大小是否合理?

- 功率过高与最大制冷跳停:

- 外侧风量是否合理?
- 冷凝器大小是否合理? 冷凝器制作是否有问题 (没有胀紧、叠片、倒片、片距不对)
- 是否冷媒过多或者毛细管过长?
- 冷凝器流路设计不合理造成严重复热, 或流路半堵, 降低冷凝器性能?

- 凝露工况不合格

- 低风风速是否定得过低? (风速过高会造成吹水)
- 室内机是否漏风? 是否流路不均, 严重偏流?
- 冷媒是否不足, 造成缺液蒸发?

5、匹配置冷系统

7) 不合格项目微调与整改

● 室外机有冷媒流动声

- 毛细管组件用防振胶包住
- 在两个管径变化大的地方加过渡管
- 在过渡管处包防振胶

● 异声或噪音超标

- 如果是风道的异声，则要改变风轮转速、安装位置或换风轮
- 如果是制冷系统的异声，则在固频不合格处加配重块或防振胶改变其固频
- 在配管振动大的地方贴防振胶
- 在压缩机排气管上加消声器
- 压缩机包隔音棉
- 钣金件上贴隔音棉

三、影响 EER、COP 的主要因素

- 逆卡诺循环的制冷系数
- 具有传热温差的外部不可逆卡诺循环的制冷系数
- 循环效率（热力完善度）
- 空调器的EER、COP影响主要因素

1、逆卡诺循环的制冷系数

逆向循环是一种消耗功的循环，所有的制冷机都是按逆向循环来工作的。

- 当高温热源与低温热源的温度不变时，具有两个可逆的等温过程和两个等熵过程的逆向循环称为逆卡诺循环。

获取更多资料

1、逆卡诺循环的制冷系数

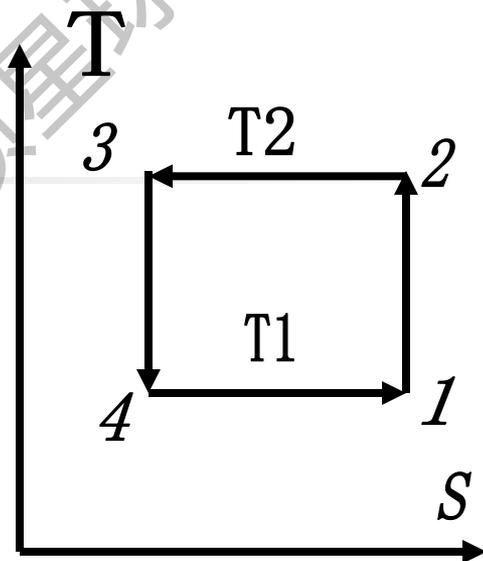
如图所示的逆卡诺循环T-s图，制冷剂放热时的温度与高温热源的温度均为 T_2 ，制冷剂吸热时的温度与低温热源的温度均为 T_1 。

放出的热量为： $q_2=T_2(s_1-s_4)$

吸取的热量： $q_1=T_1(s_1-s_4)$

消耗功为： $w=q_2-q_1=(T_2-T_1)(s_1-s_4)$

制冷系数为： $EER_0=q_1/w=T_1/(T_2-T_1)$

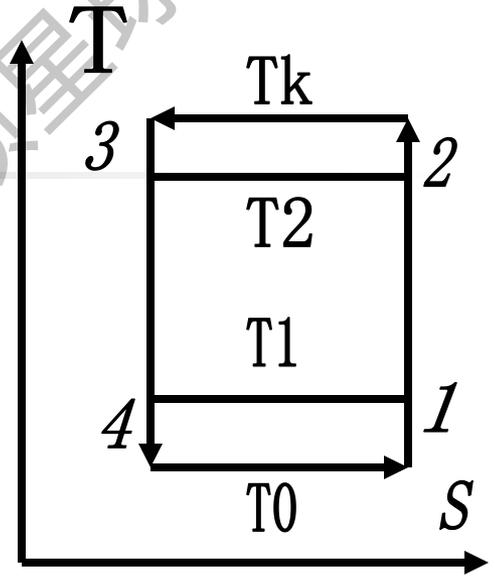


结论：逆卡诺循环的制冷系数只与高温热源与低温热源的温度有关， T_2 升高与 T_1 降低都会使制冷系数下降，而 T_1 下降对其影响更为显著。

2、不可逆卡诺循环的制冷系数

如图所示的不可逆卡诺循环T-s图，制冷剂放热时的温度为 T_k ，高温热源的温度为 T_2 ，制冷剂吸热时的温度为 T_0 ，低温热源的温度为 T_1 。则制冷系数为： $EER_1 = T_0 / (T_k - T_0) < T_1 / (T_2 - T_1)$

- 任何一个不可逆循环的制冷系数总是小于相同热源温度时的逆卡诺循环的制冷系数
- 所有的实际的制冷循环都是不可逆循环。



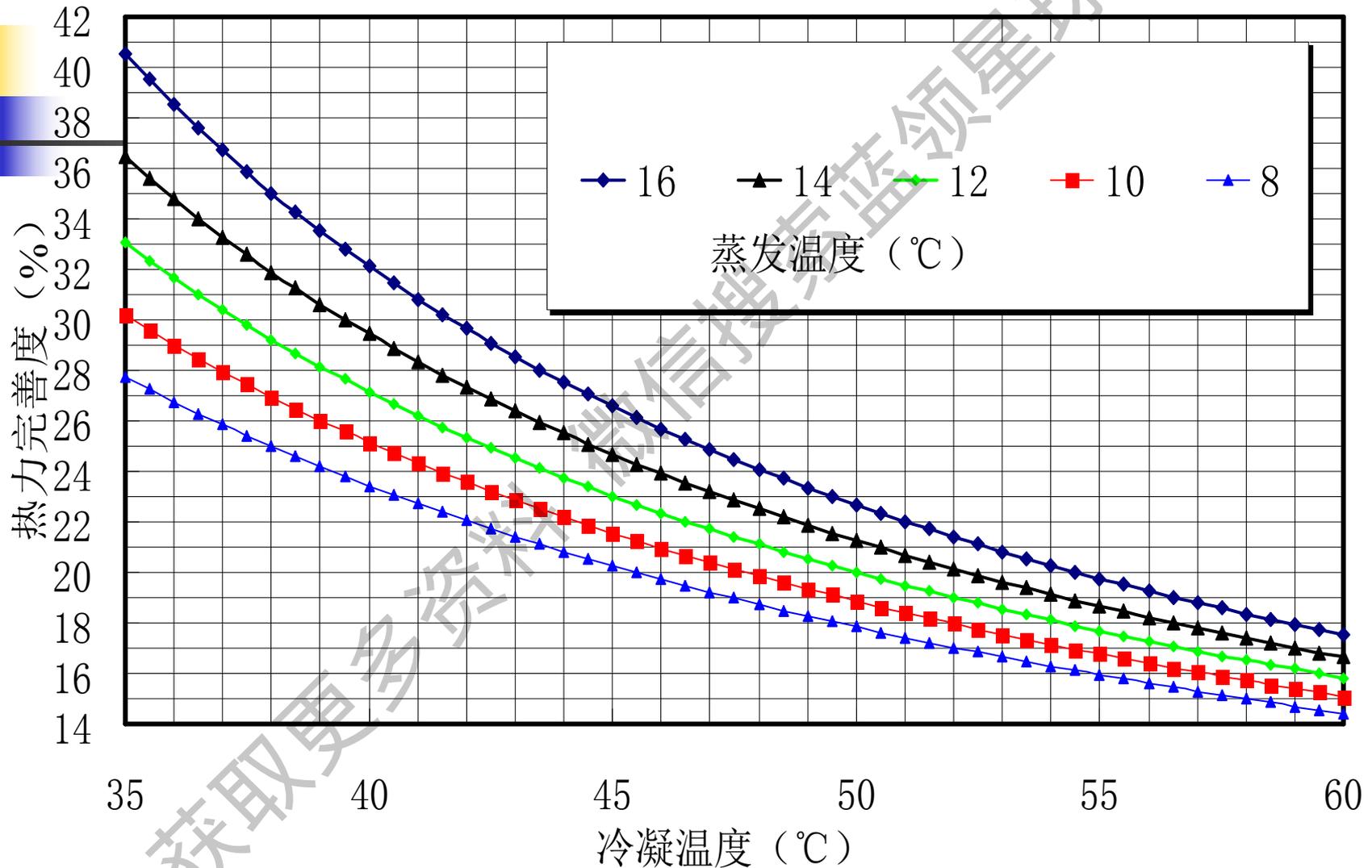
3、循环效率（热力完善度）

循环效率是表示实际循环的完善性接近可逆卡诺循环的程度，定义为：

$$\eta = EER1 / EER0$$

- 在两个热源温度不变的情况下，提高 η 或**EER1**的方法有：
 - 降低Tk温度
 - 升高T0温度
 - 同时降低Tk温度和升高T0温度

3、循环效率（热力完善度）曲线图



▶ 高温热源：35°C，低温热源：27°C

4、如何提高空调器的EER

从制冷系统上说，降低冷凝温度 T_k 和升高蒸发温度 T_0 都可以使EER上升

- 采用高效的压缩机
 - 适当加大冷凝器、加大室外机的风量，使 T_k 下降
 - 适当加大蒸发器、加大室内机的风量，使 T_0 上升
 - 利用高效的换热器，例如用内螺纹管代替光管、全铝换热器
- 从整机上说
- 采用高效的直流电机代替交流电机
 - 采用直流变频压缩机代替普通定速压缩机或交流变频压缩机
 - 冷媒充注量尽量少
 - 采用排量较大的变频压缩机代替排量较小的变频压缩机，以压缩机的额定频率来做制冷的主频
 - 加大内外机风量的同时要考虑风机功率的增加，从整机上说，不一定是风量越大EER越高
 - 制冷系统要匹配到一个最佳状态

5、高EER空调器的热交换器设计

● 铜管铝箔换热器

- 长U管管径的影响
- 内螺纹型式的影响
- 不同流路的影响
- 铝箔的影响

● 其它型式新型换热器

- 全铝换热器
- 全铜换热器
- 椭圆长U管换热器

● 椭圆长U管可以有效的减小尾流的影响，可以比普通的圆型长U管提高换热系数。

1)、长U管管径的影响

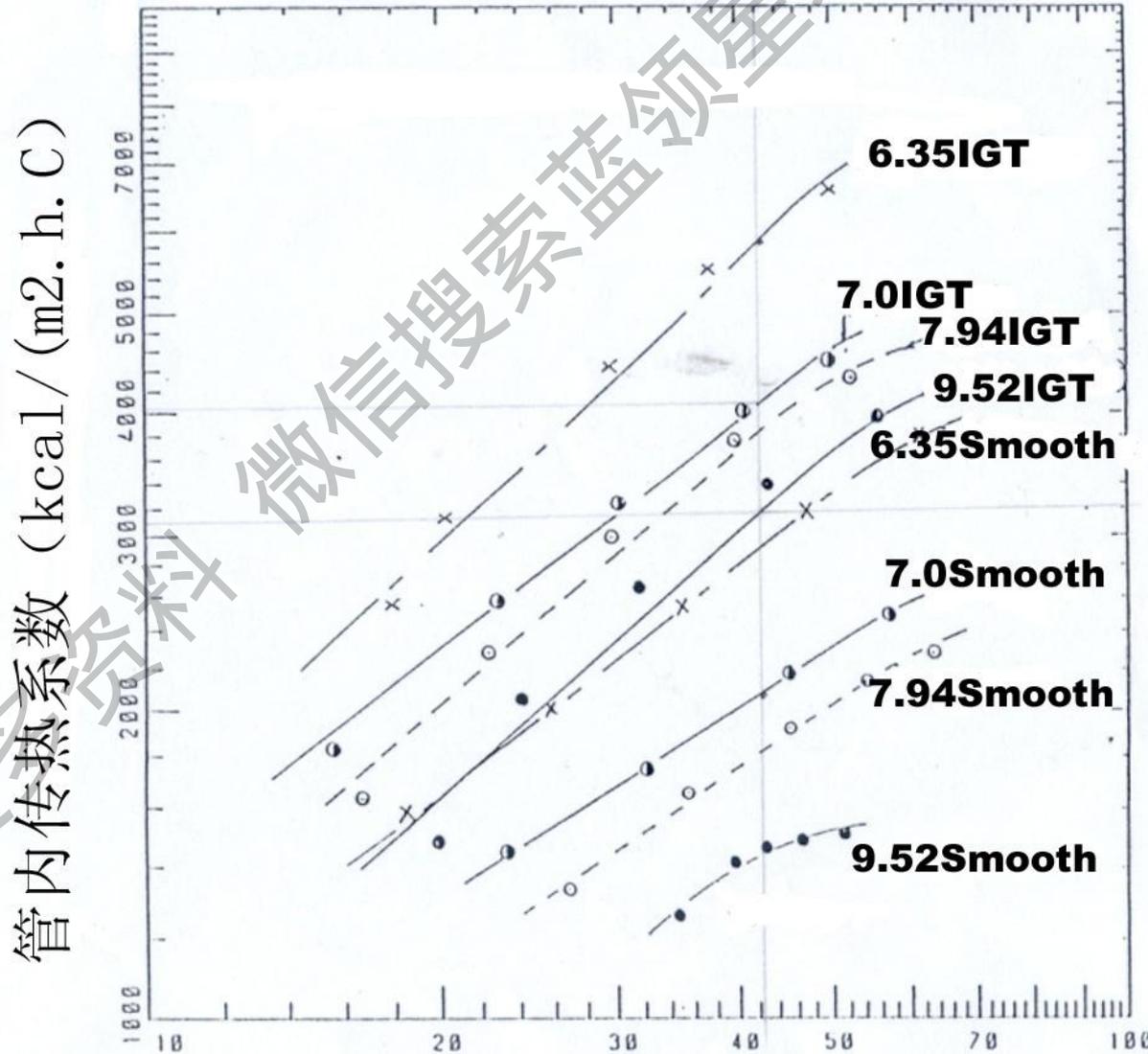
不同的管径的长U管有不同的换热性能与阻力

- 相同流量下，管径越小，换热系数越大。
- 相同流量下，相同管径，内螺纹管换热系数比光管的大，不同齿型的内螺纹管换热系数也不一样
- 相同流量下，管径越小，阻力越大。
- 相同流量下，相同管径，内螺纹管阻力比光管的大

➤ 具体见下面的曲线图

1)、长U管的影响

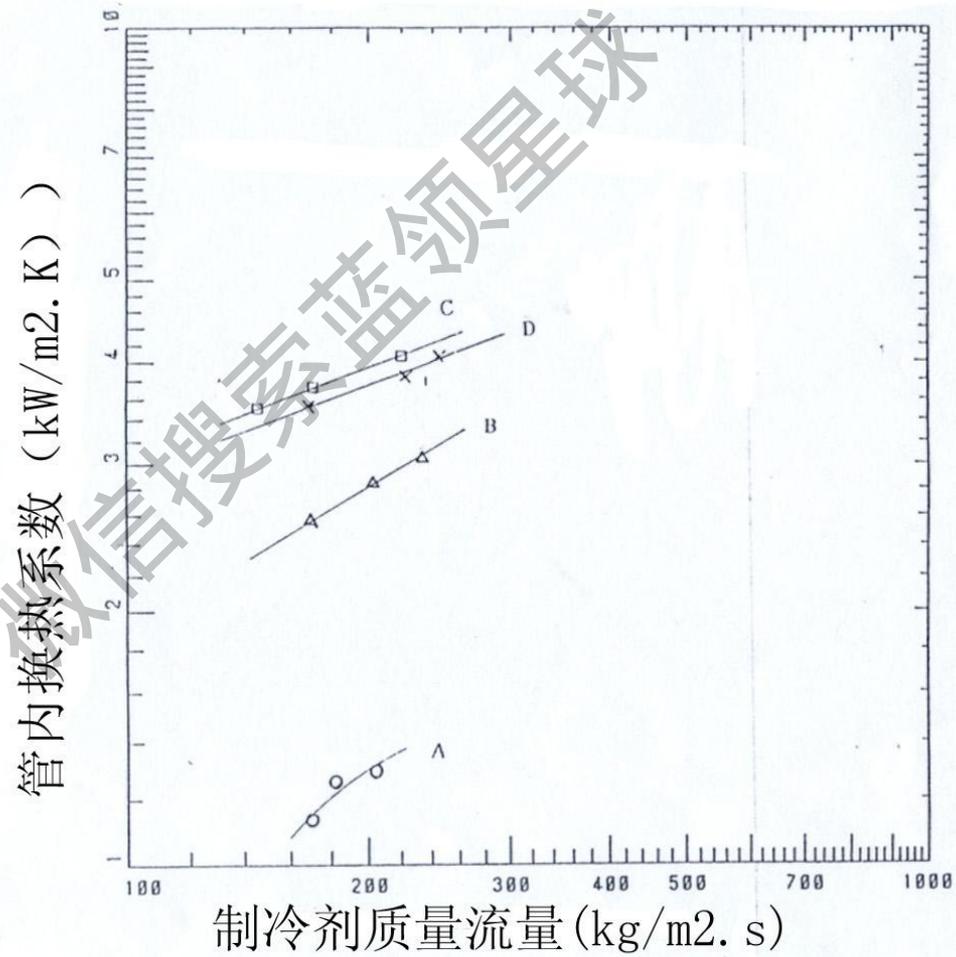
冷凝热传导性能曲线图



获取更多资料 微信搜索蓝领星球

1)、长U管的影 响

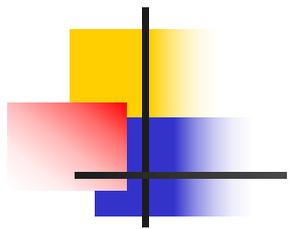
冷凝热传导性能曲线图



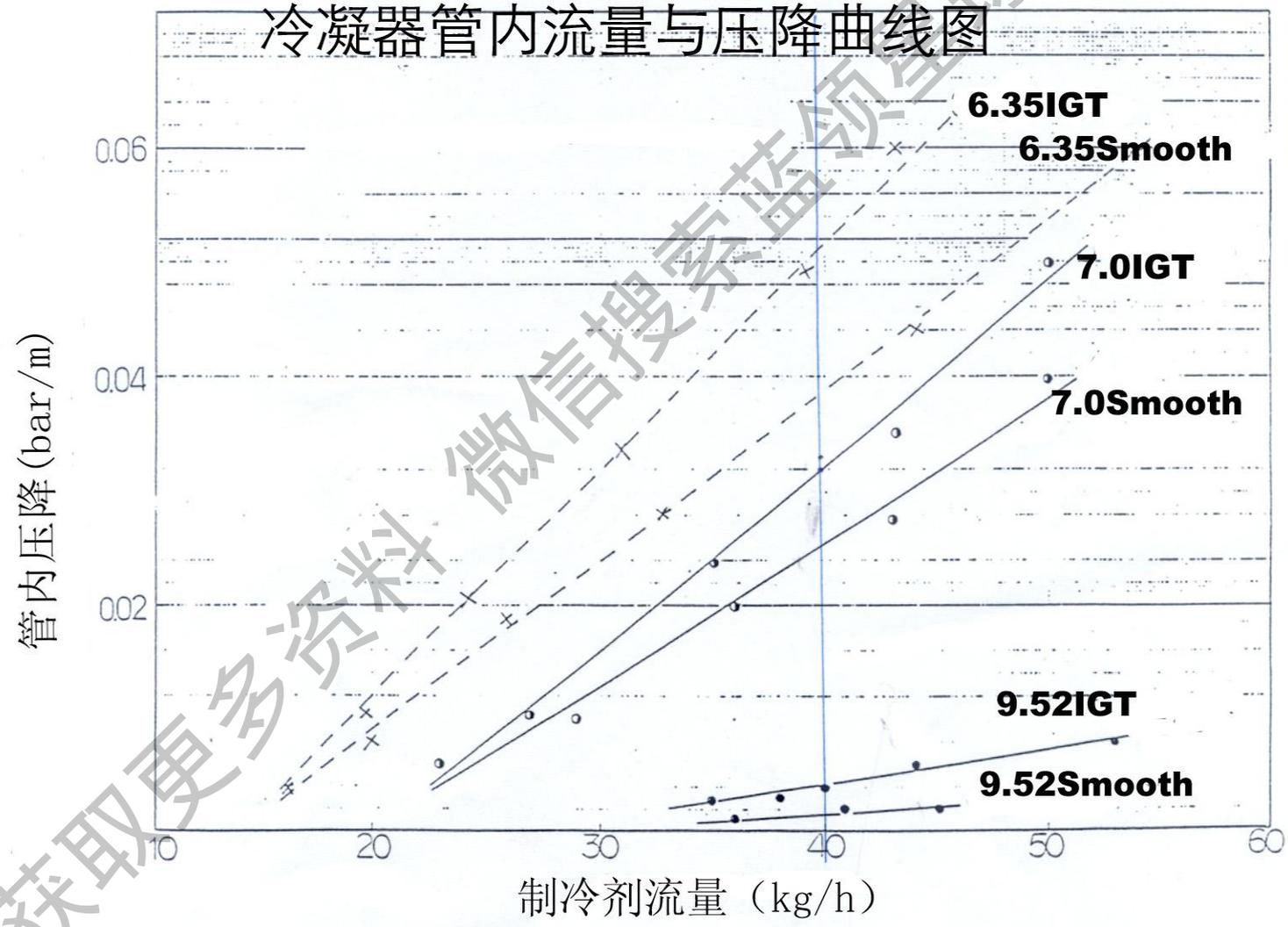
获取更多资料

测试管	外径	底壁厚	齿顶高	螺旋角	螺纹数	齿顶角
A: 光管	9.52	0.30	-----	-----	-----	-----
B: IGT	9.52	0.28	0.15	25	65	90
C: IGT	9.52	0.28	0.15	18	60	53
D: IGT	9.52	0.30	0.20	10	60	53

1)、长U管的影响



冷凝器管内流量与压降曲线图

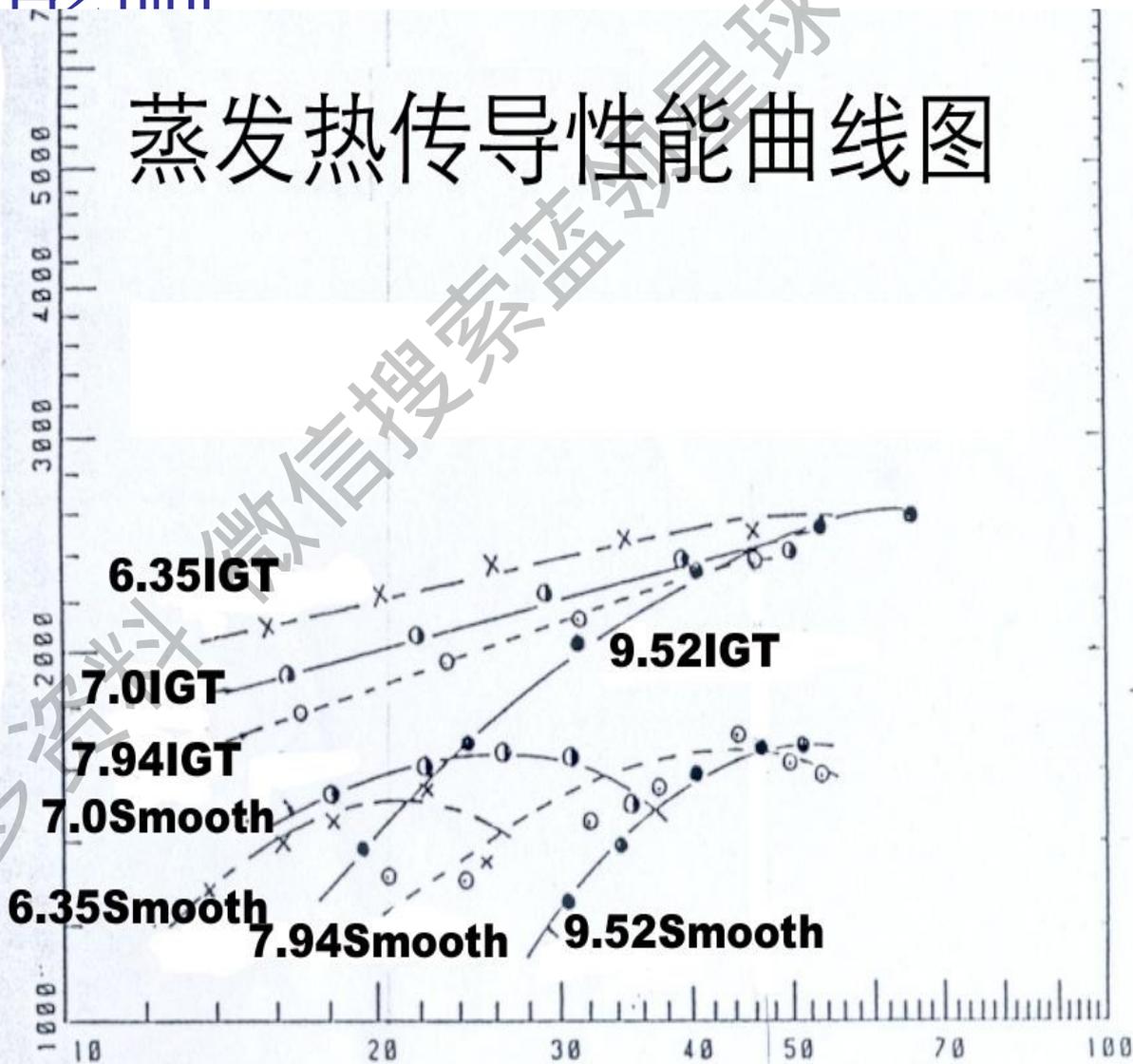


获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

1)、长U管的影响

蒸发热传导性能曲线图

管内传热系数 (Kcal/(m².h.C))

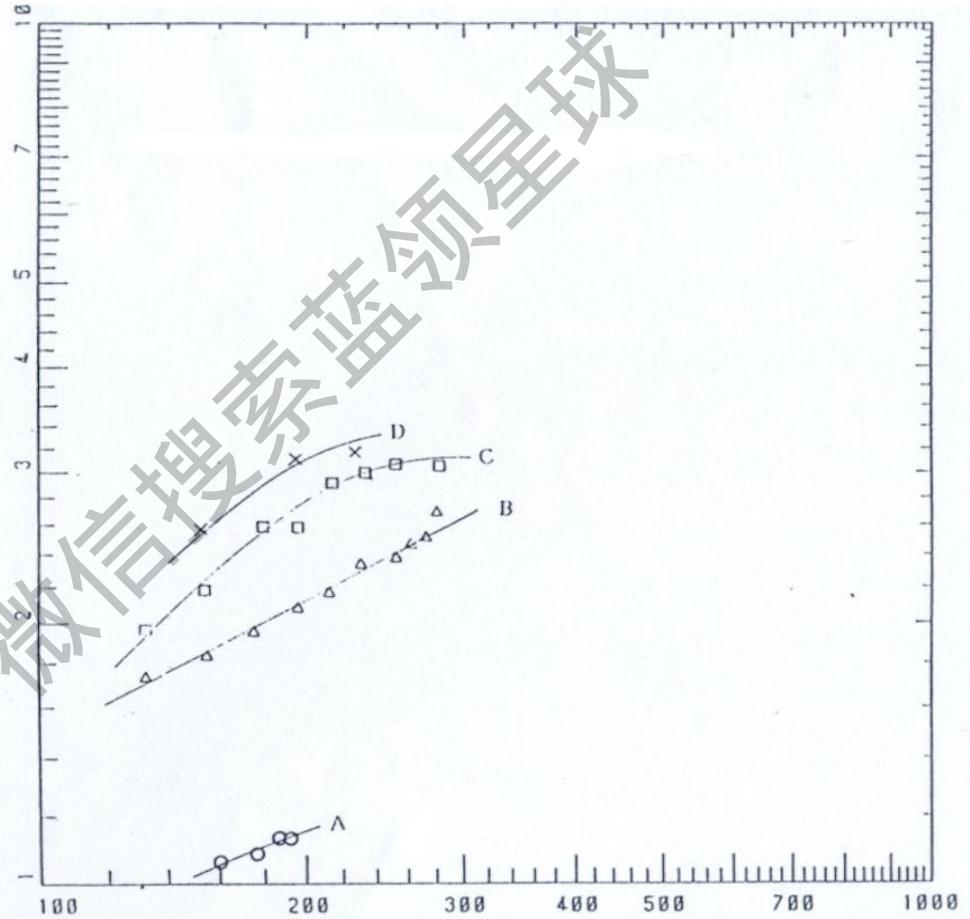


制冷剂流量 (kg/h)

蒸发热传导性能曲线图

1) 长U管的影响

管内传热系数 (kW/m². K)



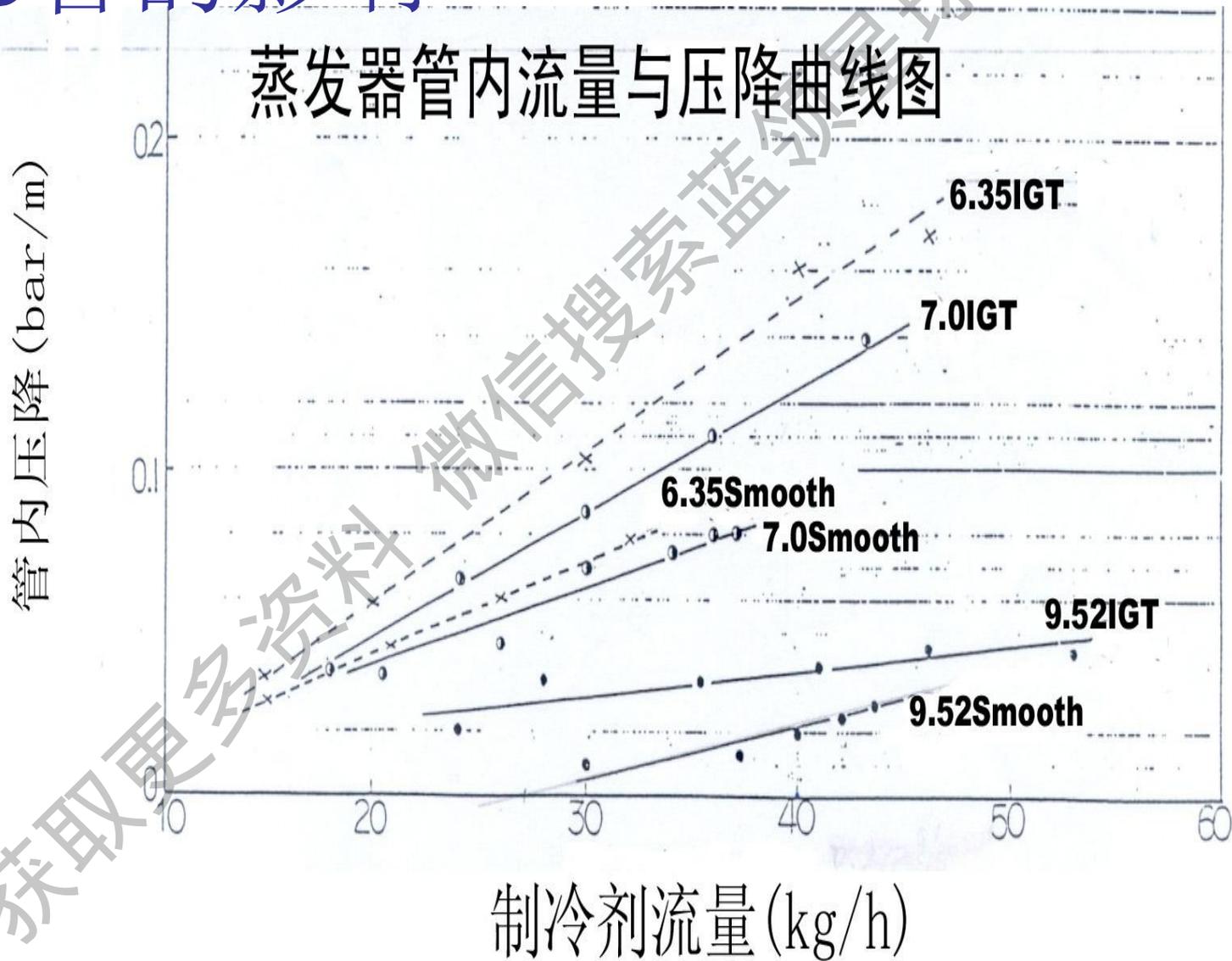
制冷剂质量流量 (kg/m². s)

测试管	外径	底壁厚	齿顶高	螺旋角	螺纹数	齿顶角
A: 光管	9.52	0.30	-----	-----	-----	-----
B:IGT	9.52	0.28	0.15	25	65	90
C:IGT	9.52	0.28	0.15	18	60	53
D:IGT	9.52	0.30	0.20	18	60	53

获取更多资料

微信搜索蓝领星球

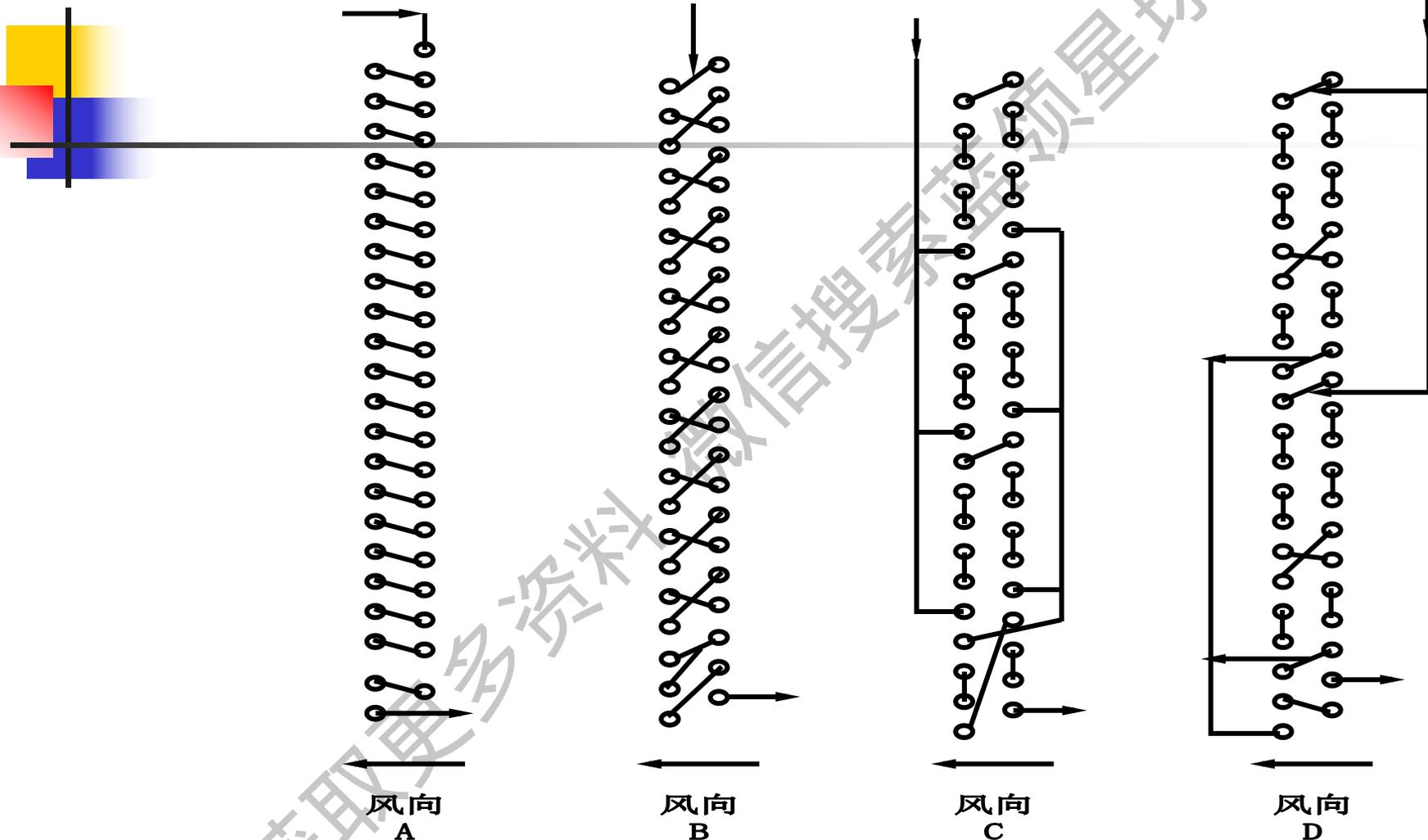
1)、长U管的影响



2)、不同流路的影响

- 在冷凝器设计中，应当分流路，不同路的入口应当尽量靠近，出口也应当尽量靠近，进口与出口也应当尽量远离，以避免由于复热而损失部份换热量，避免流量分配不均匀。
- 在实际设计中，若分路多于两路时，应当采用集中式分液器和集液器，尽量使不同流路之间流量均匀。
- 不同流路的管程最好相同，而且应当均匀地流过迎风侧和背风侧使得换热均匀。
 - 不同流路的换热单体能力测试见下页。

2)、不同流路的影响



➤ 本实验所用的冷凝器是美的生产的，弧形冲缝片，片厚0.105mm，片距1.7mm，长U管直径9.53mm。

2)、不同流路的影响

项目	A		B		C		D	
风量 (m ³ /h)	1596	1667	1571	1673	1576	1633	1610	1673
换热量 (W)	4324	4455	4785	5002	4563	4715	4156	4271
制冷剂流 量(kg/h)	78.9	81.3	87.3	91.3	83.3	86.0	75.8	77.9
换热系数 (W/m ² .K)	38.10	38.76	49.31	50.73	43.7 6	44.3 4	35.1 9	36.21

➤ 可以看出，不同的流路有不同的换热系数。

➤ 实际应用时还要考虑生产工艺的可行性，综合比较选择最优的。

3)、铝箔的影响

- 按亲水性分：普通铝箔（非亲水铝箔）与亲水铝箔
 - 亲水铝箔的定义：利用化学方法在铝箔表面生成一层稳定的高亲水性膜，使铝箔上的冷凝水由珠状变成膜状。
 - 涂层可以是有机涂层，主要成份是亲水性树脂，涂层也可以是无机涂层，主要成份是 SiO_2 或水玻璃。
- 按片型可以分：平片、冲缝片和波纹片。
- 铝箔有不同的厚度：0.100、0.105、0.115等等。

3)、铝箔的影响

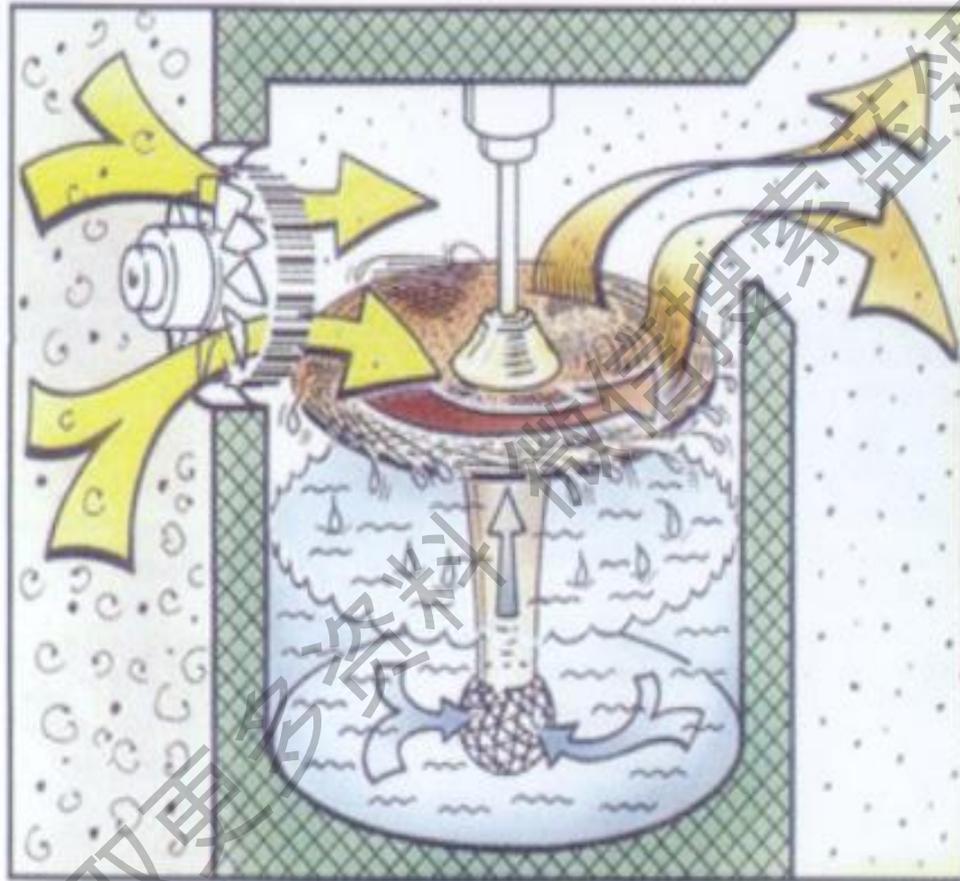
- 作为蒸发器的换热器，一般要求选择亲水铝箔，利于冷凝水的排除，不容易形成水桥，减小风通过换热器的阻力。普通铝箔的冷凝水成珠状，不容易流走，形成水桥。
- 只作为冷凝器的可以选择普通铝箔。
- 作为室内侧的换热器片距最小可以到**1.3mm**，作为室外侧的换热器的片距最小应不小于**1.4mm**，片距过小容易被灰尘堵塞。
- 从作为冷凝器来说，冲缝片优于平片。
- 从低温制热方面来考虑，外侧换热器用平片优于冲缝片，在相同片距下，平片可以减慢结霜速度，结霜也比较均匀，化霜速度也较快，容易化得干净。
- 波纹片有着冲缝片和平片的优点。

四、加湿技术

- 空气质量中湿度是一个非常重要的参数。

- 加湿的方式有很多，如电极式蒸汽加湿、电热式蒸汽加湿、超声波加湿、湿膜蒸发加湿、离心加湿、喷淋加湿等等。

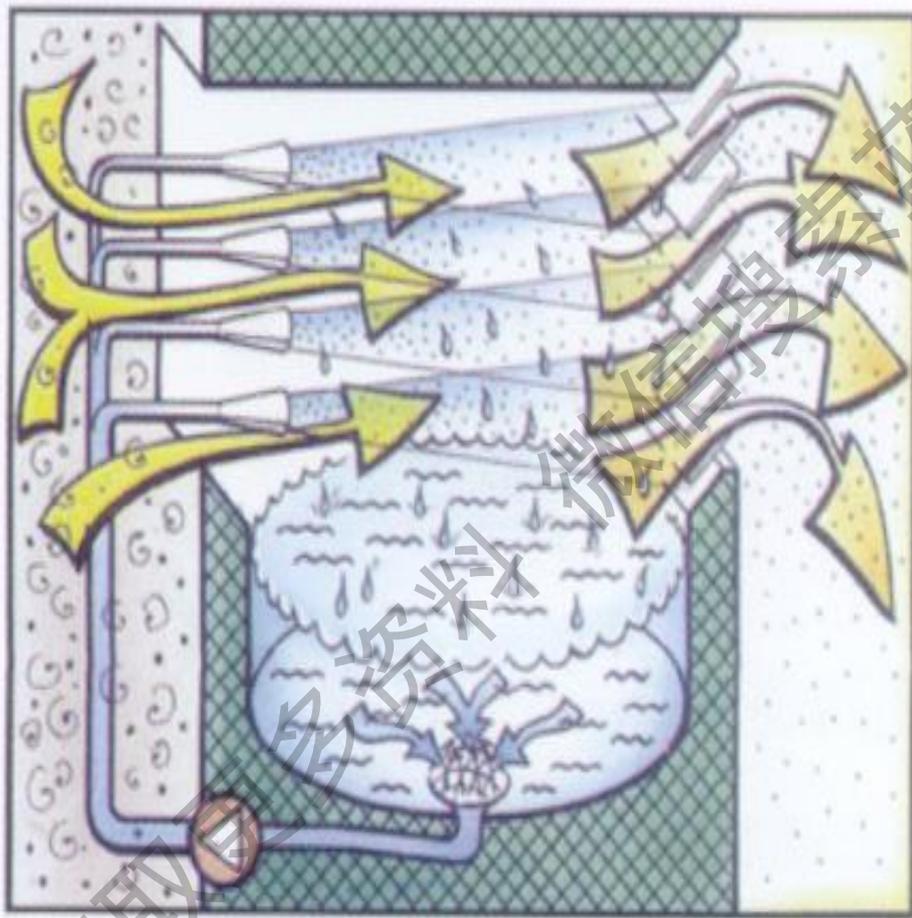
1、离心式加湿



使用多排水管
使水喷淋下来，使
用大风量通过水幕
在蒸发的原理下完
成加湿过程

离心式加湿

2、喷淋加湿



通过马达运转时的离心作用使水离散到空气中，加湿的水分主要是水的细小微粒。

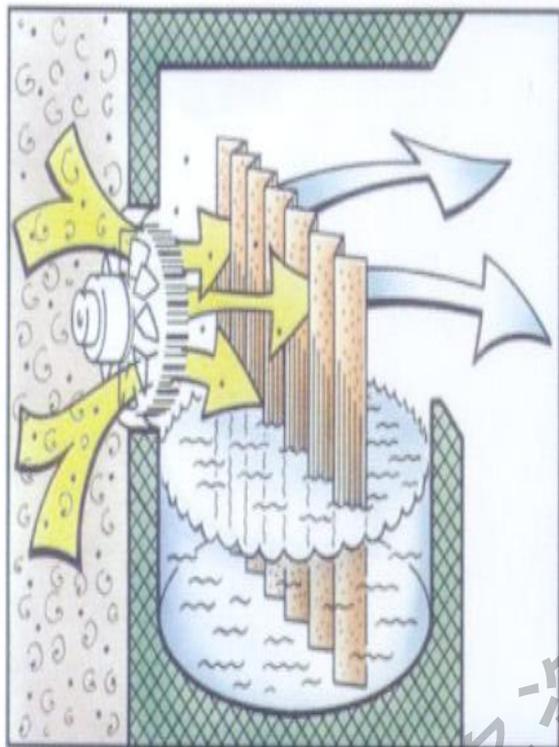
喷淋式加湿

2、离心式与喷淋式加湿

- 离心式加湿与喷淋式加湿都是将水变为雾状颗粒，这些雾状颗粒吸收空气中的热量而汽化，达到加湿的目的。
- 这两种方式都是使用循环水，过程中存在将微生物扩散到周围空气中的危险。

获取更多资料

3、蒸发式加湿



蒸发式加湿

使用容易通过风的吸水的材料（湿膜），在一定温度下蒸发并被风输送的需加湿的空间中。

此方式微生物可以在水箱中以及湿润的膜片上生长，时间长则会产生一种难闻的气味，并在湿材上结出水垢和难以清洁。

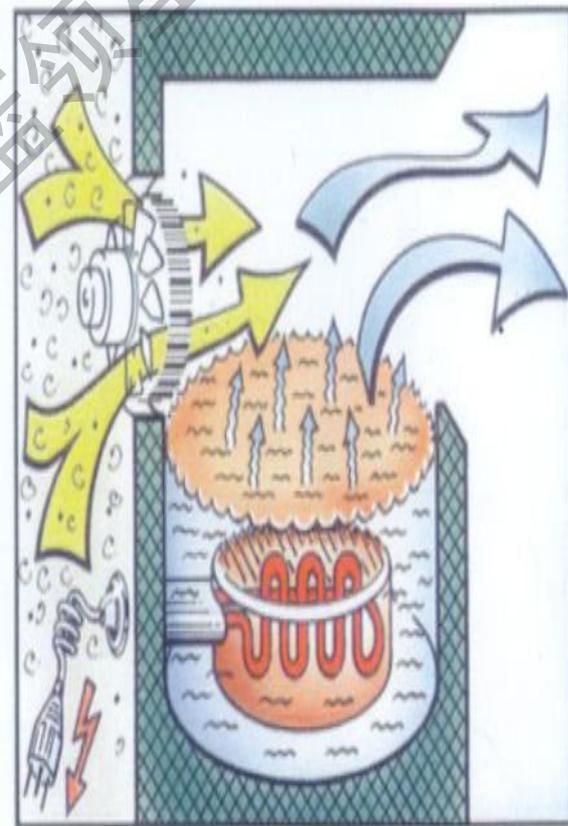
获取更多资料

数字搜索星球

4、电热式加湿

使用电阻等电热管加热水，使水的温度达到沸腾产生水蒸汽，通过风机送入空间。

电热式加湿可以有效阻止微生物和细菌的生长，但是类比于电极式加湿器电热式的电能消耗比较大，后期的维护费用比较高。

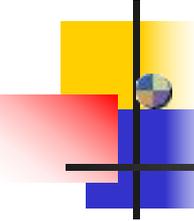


电热式加湿

5、超声波加湿

- 水箱中的水在水泵的作用下，泵入雾化盒换能片将震荡电路产生的**1.6-1.7MHz**的高频震荡电能转化为同频震荡的机械能-超声波，超声波将水击碎，形成由微米级的微小水滴构成的水雾，风扇送风，将水雾化并送出机外。
- 加湿强度大，加湿均匀，加湿效率高；节能、省电，耗电仅为电热加湿器的**1 / 10至1 / 15**。
- 一般超声波加湿的一个局限是对水质的要求较高。

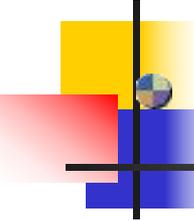
6、纯净加湿技术



纯净加湿技术则是加湿领域刚刚采用的新技术。

- 纯净加湿器通过分子筛蒸发技术，除去水中的钙镁离子，彻底解决“白粉”问题。
- 通过水幕洗涤空气，将空气加湿的同时，净化空气，再经风动装置将湿润洁净的空气送到室内，从而提高环境湿度。

7、空调器加湿技术



以上的几种加湿技术均可以在空调器中实施。

- 空调器中要增加相应的加湿装置。
- 以前美的研发的M型分体机就具有加湿功能，用的是蒸发式加湿（湿膜加湿）。但不能解决自动加湿，还要有一个水箱，用户要定期往水箱里加水。

五、热泵化霜技术

- 普通家用热泵空调器在外测温度较低的时候制热运行时，室外侧换热器都会结霜，适时化霜才能保证空调器的正常运行。
- 室外温度低，湿度大的时候结霜会加快。
- 所有的热泵型空调器都有自动化霜功能。关键点是：判断什么时候进入化霜模式和什么时候退出化霜模式。

1、化霜的控制方式

- 通过检测室内侧换热器上温度变化与房间温度变化，按一定规则进行化霜。简称室内侧化霜。
- 通过检测室外侧换热器上温度变化，按一定规则进行化霜。简称室外侧化霜。
- 一般而言，室外侧化霜较室内侧化霜可靠，室外侧化霜控制更能真实反映结霜的情况。

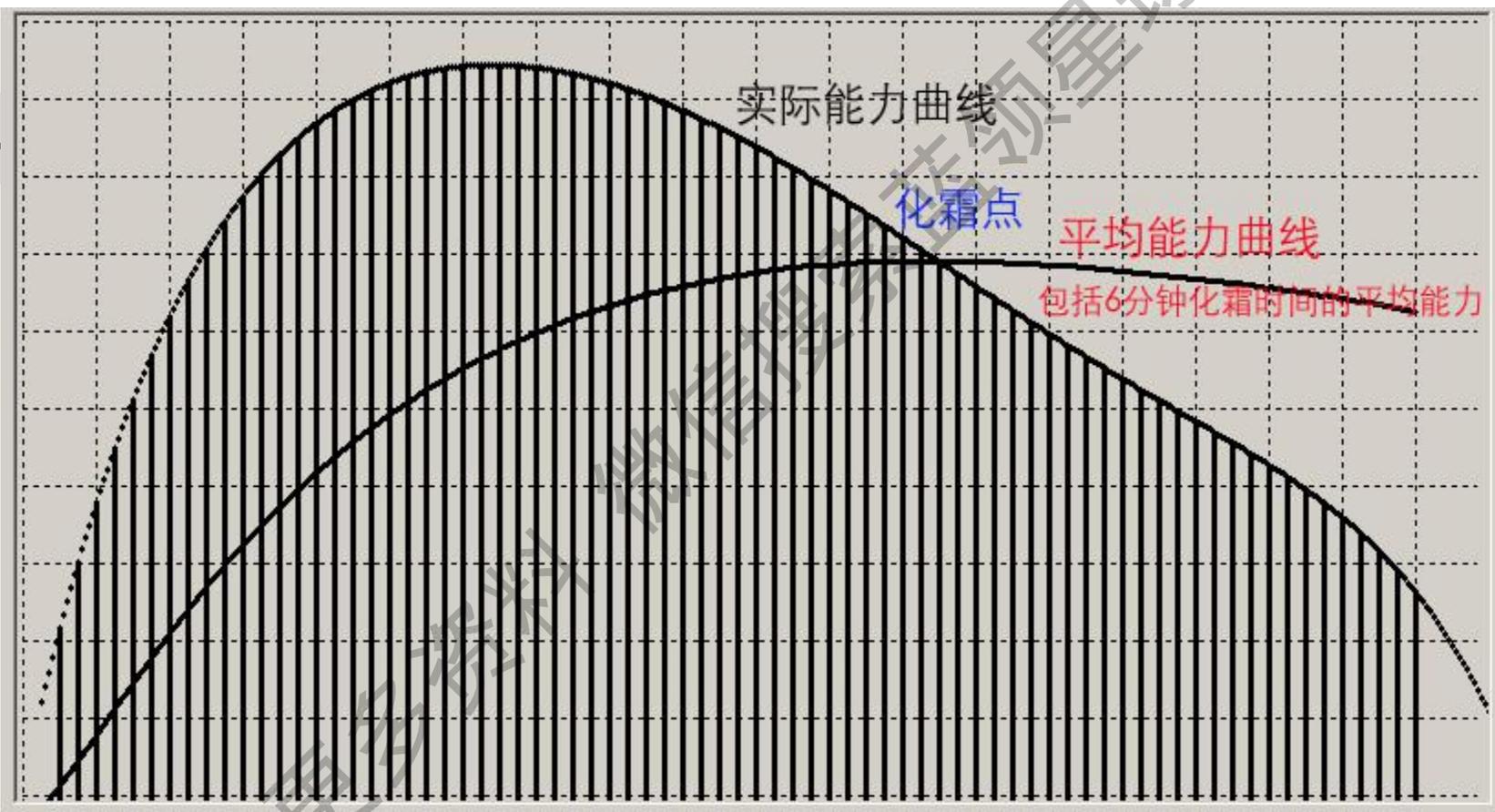
2、进入/退出化霜模式的判断

- 室内侧化霜的几个关键参数是：T1，T2和运行时间。
- 室外侧化霜的关键参数是：T3和运行时间。
- 根据关键参数按一定的规则进行判断是否要进行化霜。
- 化霜结束一般是按时间，如果出现无霜化霜时会有电流或温度保护。
- 新的进入化霜模式方法：平均积分能力最大法。

$$w_{\max} = \frac{\int_0^{\tau} w(\tau) d\tau}{\tau + \tau_0}$$

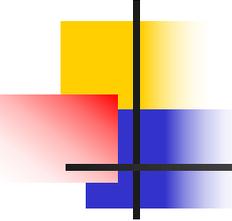
τ 为运行时间， $w(\tau)$ 为 τ 时刻的能力， τ_0 为化霜时间。

3、平均积分能力最大法进入化霜



- 如上图，实际能力曲线与平均能力曲线，在平均能力曲线的最高点就是化霜点，这个时候化霜可以保证有最大的制热能力。
- 能力可以与T1、T2对应转化，便于检测。
- 算法容易实现，但要求芯片有足够的运算资源。

4、变频空调器化霜



- 变频空调器一般都是室外侧化霜。

- 在进行化霜的时候，压缩机以高频运转，可以快速化霜。这一点与普通的定速空调比较有很大优势。

获取更多资料

5、化霜时要注意的问题

- 如果不能除去残留的霜而制热继续运行时，第一次除霜有少量的残留，第二次、第三次霜逐渐增加，最后结成冰，空调器就不能正常运行制热了。
- 针对以上情况可以将除霜时间提前，但太快除霜次数增多会引起用户的不舒服，一般是**40-60**分钟除霜一次。
- 对压缩机加绝热隔音棉是一个好办法。

六、高效空调

节能省电是空调器发展的一个主要方向

欧洲的能源标签制度

等 级	分体与一拖多机型	
	制冷模式	制热模式
A	$EER > 3.20$	$COP > 3.60$
B	$3.00 < EER \leq 3.20$	$3.40 < COP \leq 3.60$
C	$2.80 < EER \leq 3.00$	$3.20 < COP \leq 3.40$
D	$2.60 < EER \leq 2.80$	$2.80 < COP \leq 3.20$
E	$2.40 < EER \leq 2.60$	$2.60 < COP \leq 2.80$
F	$2.20 < EER \leq 2.40$	$2.40 < COP \leq 2.60$
G	$EER \leq 2.20$	$COP \leq 2.40$

➤美的R407C冷媒的已经达到欧洲的B级能效，R410A冷媒的已经达到欧洲的A级能效。R22冷媒的比新冷媒的更容易达到。

1、高效空调的现状

- 美的一直都在致力于高效空调器的研究，并取得很好的成果，在严格控制成本的情况下定速空调器的实测EER可以达到3.5。
- 不同的市场策略决定了市场上美的的空调器的能效比。
- 根据目前测试资料，在定速空调器领域里，所见到的样机中最高实测EER为3.5- 3.6左右，达到这个EER的成本是目前空调器成本的两倍。
- 片面增加两器减小压缩机来追求高EER是不科学的。这样的空调器冷媒充注量大，一般会超出压缩机的最大充注量，制冷出风温度过高，制冷速度慢，制热时出风温度低，标准制热工况下出风温度都会低于人体体温，制热速度慢，而且化霜困难。

1、高效空调的现状

- 对于某品牌宣传，其EER达到3.8，COP达到4.2，实测值是达不到的。下表是实测数据，注意能力和EER、COP的比较。

	双高效26机		美的高效26机	
	制冷	制热	制冷	制热
能力 (W)	2413	2773	2593	2785
EER/COP	3.167 (83.3%*3.8)	3.56(84.8%*4.2)	3.096	3.432
成本 (元)	+95.94 (以美的KFR-26GW/Y-T为基准)		+20.13 (以美的KFR-26GW/Y-T为基准)	
备注	双高效26机标称：EER=3.8，COP=4.2			
	双高效35机		美的高效35机	
	制冷	制热	制冷	制热
能力 (W)	3199	3660	3446	4121
EER/COP	2.85(81.4%*3.8)	3.076(76.9%*4.0)	3.015	3.334
成本 (元)	相同			
备注	双高效35机标称：EER=3.5，COP=4.0 ▶老国标规定，实测EER值不能低于标称的85%，新国标将提高到90%。			

- ▶国内主要厂家的高效定速空调器EER实测值在2.9-3.1左右。

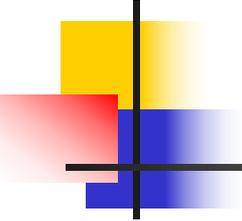
2、日本高效空调器

只有采用全直流变频压缩机和直流电机才能做到真正的高效空冷式空调器。

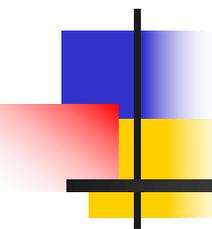
下表是2001年一些日本全直流变频样机的测试结果，以供参考。单两器方面，日本一匹机的成本大约相当于美的两匹机的成本。

	松下		东芝		日立		三菱		大金	
	制冷	制热	制冷	制热	制冷	制热	制冷	制热	制冷	制热
能力	2200	3341	3472	6096	2568	3985	2809	5788	2922	5891
功率	460	660	912	1725	641	1067	690	1863	662	1714
EER/COP	4.78	5.04	3.81	3.53	4.01	3.73	4.07	3.11	4.41	3.45
热冷比	从表中可以看出，日本的高效机都是热冷比很大的，高达206%，也只有变频机才能达到。									

七、最新制冷剂



获取更多资料 微信搜索蓝领星球



谢谢！

获取更多资料 微信搜索蓝领星球