

第二章 空调器用制冷剂相关知识

制冷剂是制冷系统中完成制冷循环的工作介质，又称制冷工质。制冷剂在蒸发器内吸收被冷却对象的热量而蒸发汽化，在冷凝过程中将热量传递给冷凝器周围介质而冷凝成液体，制冷系统就是利用制冷剂在状态变化过程中的吸、放热特性实现热量的转移，达到制冷目的的，而制冷系统所产生的冷量就是制冷剂的汽化潜热。

一、制冷剂的热力状态术语

1、饱和状态

制冷剂在一定压力和温度下气、液两相处于动态平衡时的状态称为饱和状态。动态平衡是建立在一定的温度及压力条件下的，如果温度或压力改变时，平衡条件就会受到破坏，经过一段时间后，又会达到新的平衡，出现新的饱和状态。

2、饱和温度

制冷剂处于饱和状态时的温度称作饱和温度。

3、饱和压力

制冷剂处于饱和状态时的压力称作饱和压力。

4、饱和液体

制冷剂在一定压力下具有饱和温度的液体称作饱和液体。

5、干饱和蒸气

制冷剂在一定压力下具有饱和温度的蒸气称作干饱和蒸气。

6、湿蒸气

处于饱和状态下的制冷剂气、液混合物称作湿蒸气，它是由干饱和蒸气和许多细小的液体微滴组成的。

7、干度

制冷剂湿蒸气中含有干饱和蒸气的比例。

8、过热蒸气

比干饱和蒸气在相同压力下具有更高温度的蒸气称作过热蒸气。

9、过热度

过热蒸气与干饱和蒸气的温度差称作过热度。

10、过冷液体

实用房间空调器原理与维修技术

比饱和液体在相同压力下具有更低温度的液体称作过冷液体。

11、过冷度

过冷液体与饱和液体的温度差称作过冷度。

12、临界状态

随着蒸气压力的升高，蒸气的比容逐渐接近于其液体的比容，当压力增高到某一值时，饱和蒸气和饱和液体之间就没有明显的区别了，这种状态称为临界状态。

13、临界点

临界状态所处的状态点称作临界点。

每一种气体都有自己的临界点。

临界点对气体的液化有着非常重大的意义。在临界点以上的蒸气，无论施加多大的压力，都不会使其达到液化。

14、临界温度、临界压力、临界比容

各种气体，对应于其各自的临界点的温度、压力和比容，分别称作临界温度、临界压力、临界比容。

二、制冷剂的选择要求

1、制冷剂的工作温度和工作压力要适中

在大气压力下，制冷剂的蒸发温度要足够低，以满足冷却的温度要求；

在常温下，制冷剂要有比较低的冷凝压力，因为冷凝压力过高时对制冷系统的密封性能及结构强度要求就高。一般要求制冷剂的冷凝压力为： $12 \times 10^5 \sim 15 \times 10^5 \text{ Pa}$ ；

在常温下，制冷剂要有比较高的蒸发压力，因为如果蒸发器内的压力低于大气压力时，外界的空气容易通过缝隙进入制冷系统，使系统中的压力升高，减少制冷量，增加功耗。同时空气中的水分会造成制冷系统产生冰堵及其它恶果。

2、制冷剂要有比较大的单位容积制冷量

同一规格的制冷设备，当选用的制冷剂单位容积制冷量大时，可以获得较大的制冷量。

在同一工况下，当制冷量一定时，制冷剂的单位容积制冷量大，就可以减少系统的制冷剂容积，减小系统管路的口径，也可以相应的缩小压缩机的尺寸。

3、制冷剂的临界温度要高，凝固点要低

临界温度高，便于制冷剂在环境温度下冷凝成液体；凝固点低，可以制取较低的温度，扩大制冷剂的使用温度范围，减少节流损失，提高制冷系数。

4、制冷剂的粘度和密度要尽量小

粘度和密度小，可以使系统中制冷剂循环的流阻小，降低循环耗功量，适当的缩小管道口径，并允许管路有较小的弯曲半径（而这一点对于降低蒸发器的压力损失是非常重要的），还能减轻制冷机对压缩机中阀组的冲击力，延长压缩机的使用寿命。

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

5、制冷剂的导热系数和放热系数要高

导热系数和放热系数高，可以适当减小制冷系统中换热器的结构，并可提高换热器的换热效率。

6、对制冷剂其它方面的要求

不燃烧、不爆炸、无毒、无腐蚀性作用、价格适宜、易于购买等。

三、制冷剂的分类

制冷剂按常温下冷凝压力的大小和在大气压力下蒸发温度的高低，可分成三大类：

1、低压高温制冷剂

蒸发温度高于 0°C ，冷凝压力低于 $29.41995 \times 10^4 \text{Pa}$ 。

2、中压中温制冷剂

蒸发温度 $-50 \sim 0^{\circ}\text{C}$ ，冷凝压力 $(196.113 \sim 29.41995) \times 10^4 \text{Pa}$ 。

3、高压低温制冷剂

蒸发温度低于 -50°C ，冷凝压力高于 $196.133 \times 10^4 \text{Pa}$ 。

(一) 制冷剂的命名与代号

制冷剂的代号最早是针对氟里昂而规定的，目前世界上通用的是美国供暖制冷工程协会于 1967 年制定的标准 (ASHRAE Standard 34-67) 中的规定。这一标准的编号方法是将制冷剂的代号同它的种属和化学构成联系起来，只要知道它的化学分子式，就可以写出它的代号。代号是由字母“R”和其后边的数字组成的。

1、无机化合物类制冷剂

代号中字母“R”后边的第一个数字是“7”，7 后边的数字为其分子量的整数部分。如：R717 (氨)。当有两种或两种以上的制冷剂的分子量整数部分相同时，可在其余的制冷剂编号后边加上一个 a, b, c, 字母加以区别。

2、氟里昂制冷剂

氟里昂是饱和碳氢化合物 (烷族) 的卤族元素的衍生物的总称。

饱和碳氢化合物的分子式是： $\text{C}_m\text{H}_{2m+2}$ ，当 H_{2m+2} 被氟、氯或溴等元素部分或全部取代后，所得的衍生物就是 $\text{C}_m\text{H}_n\text{F}_x\text{Cl}_y\text{Br}_z$ ，这就是氟里昂的分子通式，且 $n+x+y+z = 2m+2$ 。

对于甲烷系，因为 $m = 1$ ，所以 $n+x+y+z = 4$ (CH_4 ——甲烷的分子式)

对于乙烷系，因为 $m = 2$ ，所以 $n+x+y+z = 6$ (C_2H_6 ——乙烷的分子式)

同样，丙烷系 $m = 3$ ， $n+x+y+z = 8$ ；丁烷系 $m = 4$ ， $n+x+y+z = 10$ (分子式分别为 C_3H_8 和 C_4H_{10})

氟里昂的代号是由 R (m-1) (n+1) (x) B (z) 组成的。如果 $z = 0$ ，则 B 可以省略，例如：

二氟一氯甲烷，分子式为 CHF_2Cl ， $m-1=0, n+1=2, x=2, z=0$ ，因而代号为 R22。

二氟二氯甲烷，分子式为 CF_2Cl_2 ， $m-1=0, n+1=1, x=2, z=0$ ，因而代号为 R12。

如果属于同素异构物，在代号后边加字母“a”，如：异二氟乙烷的代号为 R152a；异四氟乙烷的代号

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

为 R134a。

3、饱和碳氢化合物

代号的编号规则与氟里昂相同，如：甲烷(NH₄)为 R50，乙烷(N₂H₆)为 R170，丙烷(N₃H₈)为 R290；但丁烷(N₄H₁₀)不按上述规则书写，而写成为 R600。另外，如果属于同素异构物，在代号后边加字母“a”或在个位数上加一个数字，如：异丁烷为 R600a 或 R601 等。

4、环状化合物

环状有机化合物是在 R 后边加上一个字母“C”，然后按氟里昂的编号规则书写，如：六氟二氯环丁烷写作 RC316，八氟环丁烷写作 RC318 等。

5、非饱和碳氢化合物及它们的卤族元素衍生物

这一类制冷剂在 R 后边先写一个“1”，然后按氟里昂的编号规则书写，如：乙烯为 R1150，丙烯为 R1270，二氟二氯乙烯为 R1112a 等。

6、共沸制冷剂

由两种或两种以上互溶的单一制冷剂在常温下按一定比例混合而成，它的性质与单一制冷剂的性质一样，在恒定的压力下具有恒定的蒸发温度，且气相和液相的组份也相同。

共沸制冷剂在标准中规定在 R 后边的第一个数字为“5”，其后边的两位数字按实用的先后次序编号。常用的共沸制冷剂有：

R500 (R12 / R152a 73.8% / 26.2%)、
R502 (R22 / R115 48.8% / 51.2%) 等。

7、非共沸制冷剂

由两种或两种以上相互不形成共沸溶液的单一制冷剂混合而成的溶液，溶液被加热时，在一定的蒸发压力下，较易挥发的组份蒸发的比例大，难挥发的组份蒸发的比例小，因之，气、液两相的组份不相同，且制冷剂在蒸发过程中温度是变化的，在冷凝过程中也有类似的特性。

在制冷剂编号标准中对非共沸制冷剂还未加以编号，只是留出 R 后边的 400 号的编号顺序，供增补编号使用。

常用的非共沸制冷剂有：

R407C (R32 / R125 / R134a 23% / 25% / 52%)、
R410A (R32 / R125 50% / 50%) 等。

(二) 制冷剂的物理性质

表 2-1 所列的是空调器所用的部分制冷剂的物理性质。

表 2-1 部分制冷剂物理性质表

代号	名称	化学 分子式	分子 质量	沸点 (°C)	凝固点 (°C)	临界温度 (°C)	临界压力 (MPa)	临界比容 (L/kg)
----	----	-----------	----------	------------	-------------	--------------	---------------	----------------

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

R134a	异四氟乙烷	C ₂ H ₂ F ₄	102.0	-26.5	-101	100.6	3.944	2.05
R22	二氟一氯甲烷	CHF ₂ Cl	86.48	-40.76	-160	96	4.974	1.904
R407C	R32/R125/R134a 23% / 25% / 52%	—		-43.8		87.3	4.63	
R410A	R32/R125 50% / 50%	—		-51.6		72.5	4.95	

四、制冷剂的热力学性质

制冷剂的热力学性质可通过热力参数之间的关系来描述，而制冷剂的热力参数之间的关系是通过实验方法测定出来的。分析制冷剂的热力学性质一般经常会用到制冷剂热力学性质图和制冷剂热力学性质表。在制冷剂热力学性质图表中明确标注了制冷剂的各种热力学状态参数，为我们在实际应用中进行分析、计算提供了各种数据，大大方便了对制冷系统原理的理解及系统维修时对系统循环状况的判定。

（一）焓和熵的概念

蒸气压缩式制冷的整个循环分四个步骤，分别是压缩、冷凝、节流、蒸发。蒸气压缩式制冷理论循环的主要特征是：低压蒸发、高压冷凝、等熵压缩、等焓节流。

在分析制冷循环原理时引入了“焓”和“熵”两个制冷剂热力状态参数，这对于我们正确理解制冷剂在循环过程中的热力特性以及制冷剂在各循环步骤中的热力状态，包括对制冷循环进行各种热力计算，都提供了很大的方便。因此，要想真正掌握制冷维修技术，必须要了解“焓”和“熵”的概念及其在制冷维修中的应用。

焓 是一种能量，用来表明制冷剂所处状态的热力状态参数，它表示制冷剂所具有总能量的大小，即：制冷剂的焓等于制冷剂内能与外能的总和。

焓用符号“h”或“i”表示，单位是“J/kg”或“kJ/kg”。

在热力学中，焓的物理意义是指在特定温度下物质所含有的热量。在制冷过程中，制冷工质在系统中流动时，其内能和外功总是同时出现的，所以，引入“焓”这个状态参数，可以使热力计算得到简化：

$$dQ = dh \quad (\text{式中 } Q \text{ 为热量、} h \text{ 为焓、} d \text{ 为变量})$$

焓是状态参数，只与系统的初、终状态有关而与过程无关。例如：某一制冷剂由状态 1（含热量为 h_1 ）通过吸热变化为状态 2（含热量为 h_2 ），那么，其在吸热过程中所吸收的热量（热变量） dQ 就是吸热前与吸热后两个状态点的焓差，即： $dQ = h_2 - h_1$ ，而与吸热的过程没有关系。

熵 也是一种用来表明制冷剂所处状态的热力状态参数，用符号“s”表示，单位“J/kg·K”或“kJ/kg·K”。

熵所描述的是在某一温度条件下制冷剂所具有的热量。当制冷剂吸收热量时，熵值增大，制冷剂放出热量时，熵值减小，只要制冷剂既不吸热也不放热，熵值就不会变化。

制冷剂在状态变化过程中吸收或放出的热量“ dQ ”和此时制冷剂的热力学温度“ T ”的比值，就是熵的变化量，即：

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

$$ds = dQ/T = s_2 - s_1 \quad \text{那么:}$$
$$dQ = ds \cdot T = (s_2 - s_1) T$$

也就是说，物质吸收或放出的热量，等于物质的热力学温度和熵的变化量的乘积。

(二) 制冷剂的热力学性质图

1、制冷剂的压—焓图 (lgP—h 图)

以压力作为纵坐标、以焓作为横坐标组成的直角坐标系，并同时标有温度、熵、比容、湿度等制冷剂各状态参数的坐标图，称作制冷剂的压—焓图，又称莫里尔 (Mollier Diagram) 图。压—焓图是制冷剂常用的热力状态参数图之一，压—焓图上的各个状态参数曲线，都是通过实验数据而画出的等值线，因此，每种制冷剂都有其独自的压—焓图。

在画制冷剂的压—焓图时，为了避免图的纵向尺寸过大，一般按压力值对数的规律在纵坐标上确定压力值的标注点，因此纵坐标常用“lgP (压力值的常用对数)”表示。

制冷剂的压—焓图 (lgP—h 图) 见图 2-1。

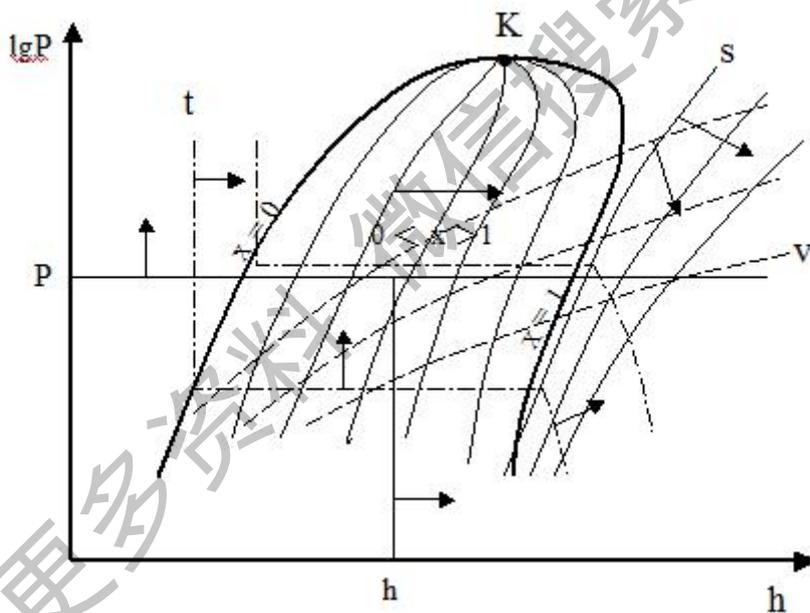


图 2-1 制冷剂的压—焓图 (lgP—h 图)

图中:

- K —— 临界点
- P —— 等压线
- h —— 等焓线
- t —— 等温度线
- s —— 等熵线
- v —— 等比容线
- x —— 等干度线
- x = 0 —— 饱和液体线

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

$x = 1$ —— 干饱和蒸气线

在 $\lg P-h$ 图中，饱和液体线 $x = 0$ 与干饱和蒸气线 $x = 1$ 两条饱和线相交于临界点 K ，两条饱和线将坐标图分成三个区域，饱和液体线左边的区域为过冷液体区，干饱和蒸气线右边的区域为过热蒸气区，两条饱和线中间的区域为湿蒸气区（气液混合区）。在 $\lg P-h$ 图上任意一点都能表示制冷剂的一种热力状态，在一个状态点上，制冷剂具有确定的压力、温度、比容、焓和熵，以及蒸气所占的比例即干度值 X 。（ $X = \text{制冷剂蒸气质量} / \text{制冷剂总质量}$ ）

压—焓图中的各条曲线：

饱和液体线（ $X=0$ ）：

在 $\lg P-h$ 图上，将不同温度下的饱和液体的各点连接起来的曲线叫做饱和液体线。在饱和液体线上的各点所表示的是制冷剂饱和液体在此点压力下的饱和温度。

干饱和蒸气线（ $X=1$ ）：

在 $\lg P-h$ 图上，将不同温度下的干饱和蒸气的各点连接起来的曲线叫做干饱和蒸气线。在干饱和蒸气线上的各点所表示的是制冷剂干饱和蒸气在此点压力下的饱和温度。

饱和液体线和干饱和蒸气线均为粗实线，相交于临界点，这两条线将 $\lg P-h$ 图分成三个区域。饱和液体线左边是过冷液体区，干饱和蒸气线右边是过热蒸气区，两条曲线中间的区域为饱和区，也就是湿蒸气区，在这个区域内的制冷剂为饱和状态，区域内各点上的制冷剂均为湿蒸气。

等温线（ t ）：

将表示温度相同的各点用点划线连接起来成一条折线，这条折线就是等温线。

等温线在过冷液体区为竖直线，与等焓线重合；在湿蒸气区为水平直线，与等压线重合；在过热蒸气区为向右下方向的曲线。

等压线（ P ）：

将表示压力相等的各点用细实线连接起来成一条直线。

等压线是一条水平线，在 $\lg P-h$ 图中与纵坐标垂直。

等焓线（ h ）：

将焓值相同的各点用细实线连接起来的直线叫做等焓线。

等焓线是一条竖直线，在 $\lg P-h$ 图中与横坐标垂直。

等熵线（ s ）：

将熵值相同的各点用细实线连接起来的曲线叫做等熵线。

等比容线（ v ）：

将比容相同的各点用虚线连接起来的曲线叫做等比容线。

等干度线（ x ）：

在饱和区内将干度相同的点用细实线连接而成的曲线叫做等干度线。

在 $\lg P-h$ 图中，箭头所指的方向表示各参数数值增加的方向。另外，可以根据任意两个状态参数就能确定其在 $\lg P-h$ 图上的状态点，通过这个点，就可以在制冷剂饱和状态热力性质表中查出其它几个状态参数。

压—焓图（ $\lg P-h$ 图）中所标注的焓值，并不是制冷剂在此状态点实际所具有的热能值。在标注焓值时，一般以制冷剂在 0°C 时其饱和液体的焓值为 100.00 kJ/kg 或 200.00 kJ/kg 作为基准值，其它状态点则参照所取的基准值，按其热量实际变化的代数值，与基准值相加（即：和 0°C 时饱和液体的焓值相对照所变化的热量与基准值的代数和），就是该状态点的焓值。比如：R22 制冷剂 0°C 时期饱和液体的焓值（基准值）

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

为 200.00 kJ/kg，同温度下该制冷剂变成干饱和蒸气，其热量变化为 205.37 kJ/kg，因变化过程为吸热过程，所以该状态点（干饱和蒸气）的焓值就是：

$$205.37 \text{ kJ/kg} + 200.00 \text{ kJ/kg} = 405.37 \text{ kJ/kg}$$

又如：R22 制冷剂由 0℃ 饱和液体变成 -10℃ 饱和液体时，放出热量为 11.58 kJ/kg，即此过程的变化热量为 -11.58 kJ/kg，那么，-10℃ 时的 R22 饱和液体的焓值为：

$$-11.58 \text{ kJ/kg} + 200.00 \text{ kJ/kg} = 188.42 \text{ kJ/kg}$$

同一制冷剂的 lgP—h 图，如果焓的基准值选取的不同，则所标注的焓值也会不同，在使用中应特别注意，防止两张基准值不同的压—焓图混用，造成数据混乱。在画 lgP—h 图时，也要注意首先确定所选取的基准值，并在图上明确注明所选的基准值。

在使用制冷剂的 lgP—h 图时，一定要首先确定该图所选取的焓和熵的基准值。不同的图中由于基准值选取不同，同一温度和压力下制冷剂的焓和熵的标值也不同，在几个图联用时，尤其需要加以注意，将读取的参数用基准值的差予以修正。

熵和焓一样，也是引入的热力状态参数，所以在 lgP—h 图里，熵也是采取设定基准值的方法，一般以 0℃ 时其饱和液体的熵值为 1.0000 kJ/kg K 作为熵的基准值，其它状态点熵值的确定方法与焓相同，在画压焓图时，同样需要明确标注所选取的熵的基准值。

2、制冷剂的温—熵图（T—s 图）：

制冷剂的温—熵图（T—s 图）见图 2-2。

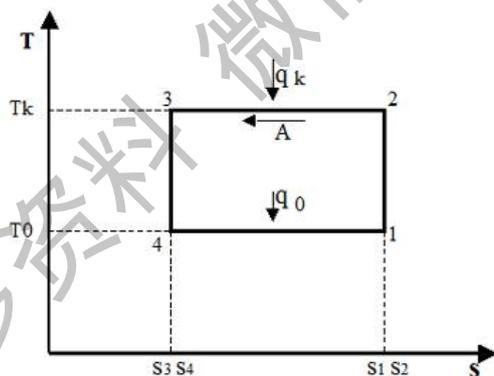


图 2-2 制冷剂的温—熵图（T—s 图）

图中：

T —— 温度

S —— 熵

T_k —— 冷凝温度

T₀ —— 蒸发温度

q_k —— 单位冷凝热量

q₀ —— 单位制冷量

A —— 循环方向

T—S 图是研究制冷循环热量变化过程的一种表示形式。在 T—S 图中，以绝对温度（T）为纵坐标，

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

熵 (S) 为横坐标, 所以称为“温—熵图”, 又称“示热图”。

同 $\lg P-h$ 图一样, 各种状态的制冷剂在 $T-S$ 图上均可以用一个点来表示, 制冷剂的状态变化可用过程线来表示, 过程中制冷剂与外界的热交换量可用过程线下方的面积来表示。当制冷剂从某一状态点变化到另一状态点时, 热交换量就是这两个状态点间过程线下方的面积。从熵的变化上可判别过程中传热的方向, 熵值增加的过程为吸收热量, 熵值减少的过程为放出热量。

图中所示的是理想的制冷循环 (逆卡诺循环), 实际上不可能达到。实际的制冷循环中, 吸热量永远小于图中的 q_0 , 而散热量 (冷凝热量) 则永远大于图中的 q_k 。

(三) 制冷剂的热力学性质表:

在制冷工程的应用计算中, 还经常用到制冷剂的热力学性质表。在表中详细列出了制冷剂的六种热力学基本参数的具体数值, 包括: 温度值 ($^{\circ}\text{C}$)、压力值 (P)、饱和液体和干饱和蒸气的比容值 (v)、焓值 (h)、熵值 (s) 及蒸发潜热 (即汽化热 r), 根据制冷剂的饱和温度或饱和压力, 可以很方便地查到在该状态下的其余几种热力学参数的数值, 为制冷系统热力计算提供了极大的方便, 大大地简化了许多复杂的计算程序。

制冷剂热力学性质表中“焓”和“熵”的基准值取值方法与热理性质图一样, 也是以 0°C 为基准取定“焓”和“熵”的基准值, 在查制冷剂热理状态性质表时, 尤其在图、表一起使用时, 一定要首先弄清图和表的基准值取值是否一致, 如不一致, 要通过修正后再使用。

(四) 几种空调器常用制冷剂的特性

1、R22 制冷剂

氟里昂制冷剂, 化学名称是二氟一氯甲烷, 化学分子式为 CHF_2Cl 。

R22 制冷剂属中压中温制冷剂, 沸点温度为 -40.8°C , 凝固点为 -160°C , 临界温度为 96°C , 临界压力为 4.974MPa 。

R22 的单位容积制冷量比 R12 大, 与氨制冷剂差不多。压缩终温介于氨和 R12 之间, 能制取的最低温度可达 -80°C 。

R22 制冷剂常温下无色、无味、无毒、不易燃、无腐蚀性, 具有良好的热稳定性和化学稳定性, 普遍应用于家用空调、中央空调、工业制冷及商业制冷等各类制冷系统中, 是目前应用范围最广、使用量最大的一种制冷剂。

2、R134a 制冷剂

氟里昂制冷剂, 化学名称是异四氟乙烷, 化学分子式为 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$, 沸点温度为 -26.5°C , 凝固点为 -101°C , 临界温度 100.6°C , 临界压力 3.944Mpa 。

R134a 的特性与 R12 相近, 无色、无味、无毒、不燃烧、不爆炸。R134a 汽化潜热比 R12 大, 与矿物性润滑油不相溶, 必须采用脂类合成油 (如聚烯烃乙二醇)。与丁腈橡胶不相容, 须改用聚丁腈橡胶作密封元件。吸水性较强, 且易与水反应生成酸, 腐蚀制冷机管路及压缩机, 故对系统的干燥度提出了更高的要求, 系统中的干燥剂应换成 XH-7 或 XH-9 型分子筛, 压缩机线圈及绝缘材料须加强绝缘等级。击穿电压、介电常数比 R12 低。热导率比 R12 约高 30% 左右。对金属、非金属材料的腐蚀性及渗透性与 R12 相同。R134a 对大气臭氧层无破坏作用, 但仍有一定的温室效应 (GWP 值约为 0.27), 目前是 R12 的替代工质之一。

编 著 : 马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

R134a 在空调工况下与 R22 特性也比较接近,是最早被人们选定的作为 R22 的替代品,但曾被人们认为是理想的 R22 替代品的 R134a,无论在家用空调市场还是在商用空调市场,最终却都未赢得广泛的认可,只被人们替代 R12 用在汽车空调上。

3、R407C 制冷剂

三元非共沸混合制冷剂,由 R32/R125/R134a 三种单一制冷剂以 23/25/52 比例混合而成,其基本物理特性与 R22 非常相近,前几年曾作为 R22 的替代品在日本及欧洲多有采用。

R407C 的性质已被调配到很接近 R22,但有 4.4℃ 的温度滑差。R407C 能方便地置换原有制冷系统的 R22,虽然性能有些损失。很多时候只要将制冷系统的部件作一些细微的改变,就可增强性能。

R407C 具有优良的安全性能,对臭氧层没有任何破坏作用,温室效应值与 R22 相当。

R407C 与矿物油完全不溶,所以当它用于替代 R22 时,必须改用能与之相溶的脂类润滑油。由于 R407C 与 R22 的排气压力和容积制冷量相差不大,因此系统管路不需要重新进行耐压设计同时也不需要更换压缩机。但因为 R407C 制冷剂存在温度滑移现象,用于替代 R22 时,需要根据 R407C 的特性对蒸发器进行重新设计,冷凝器也需适当加大。在标准工况下,R407C 冷凝压力比 R22 系统高出 0.2~0.4MPa。尤其是在制热过负荷时,室内机入口处冷凝压力可能会超过压缩机最高耐压 2.6MPa 的使用要求,因此要合理设计高温保护参数,使系统在要求范围内运行。

由于 R407C 系统在高压排气时会存在明显的温度漂移,很难达到与 R22 系统相匹配的效率,所以日本曾一方面大量生产 R407C 产品向欧洲出口,另一方面在日本本土却以 R410A 取而代之。就是在欧洲,在使用了多年 R407C 后,也最终将其淘汰,转向使用 R410A。

4、R410A 制冷剂

R410A 是一种双组份的非共沸混合制冷剂,由 R32/R125 (50%/50%) 混合而成。R410A 与 R407C 一样,具有零臭氧消耗潜能值和非常低的全球升温潜能值,其臭氧层破坏系数 (ODP) 为 0,泄放的气体不会对大气臭氧层造成破坏作用;地球温暖化系数 (GWP) 为 1730,与 R22 基本相同。R410A 的容积制冷量大,热传递性能优于 R22,翅片式换热器的热传递比 R22 系统高出 35% (R134a、R407C 的热传递系数均略小于 R22);在同等质量流量下,R410A 的压降较小,便于采用更小口径的管路及阀门,蒸发器、冷凝器等部件也可做的小一点,降低了系统成本,并且可以减少 30% 的制冷剂充注量。高效的热传递和较小的压降使 R410A 在与 R22 相同的运行条件下具有较小的压缩比,压缩机在耗电更少、效能比更高的情况下,获得一个更好的运行范围。如果系统设计合理、恰当,在相同冷量、相同冷凝温度的制冷系统中,R410A 系统的效能比 (COP) 可以比 R22 高出 6%。R410A 的缺点是临界温度较低,不适和高温环境下使用,但对于水冷式冷凝不会产生影响。可以肯定的是,R410A 制冷剂是目前世界范围内取代 R22 制冷剂的最佳选择。虽然其优缺点参半,但较之 R134a 和 R407C,R410A 独特的优势更为吸引人,预计 R410A 制冷剂将会逐渐成为空调设备的主流制冷剂。

五、新型制冷剂在空调器中的应用

目前在家用空调器中,R22 仍是使用较普遍的制冷剂之一。R22 (二氟一氯甲烷, CHF_2Cl) 作为 HCFC 类制冷剂,其 ODP (臭氧消耗潜能值) 虽然较低 (仅为 R12 的 5%),但长期使用,对臭氧层的破坏作用仍是不可忽视的,因此,近年来人们一直在积极努力地寻找 R22 的替代品。

R134a (异四氟乙烷, $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$) 是较早被人们选定的作为 R22 的替代品,但是,曾被人们认为是理想的 R22 替代品的 R134a,无论在家用空调市场还是在商用空调市场,最终却都未赢得广泛的认可。R134a 作为 R22 的替代品,拥有许多令人满意的特点,但由于它的低压特征决定了用 R134a 的系统必须使用较大

编 著 : 马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

体积的压缩机，因而导致了系统成本的增加，因此，R134a 又被慢慢地放弃，目前只被用于运行压力较低的汽车空调中。

从上世纪 90 年代中期，人们又开始选用 R407C（HCF 类制冷剂）作为 R22 的替代品。R407C 有着与 R22 相当的运转压力和温度，R407C 具有零臭氧消耗潜能值和非常低的全球升温潜能值，在许多情况下，只需对 R22 系统稍作改进，就可以使用 R407C 作替代品。曾在欧洲市场得到了广泛的认可。但由于 R407C 系统在高压排气时会存在明显的温度漂移，很难达到与 R22 系统相匹配的效率，因此，日本空调制造商一方面大量生产 R407C 产品向欧洲出口，另一方面在日本本土对 R407C 的认可度却很低，取而代之的是另一种同属于 HCF 类的 R410A 制冷剂。在美国，虽然对 R22 制冷剂的替代显得比较清晰，但 R407C 制冷剂却从未受到空调制造业的青睐，所选择的替代品也是 R410A。就是在较早实现对 R22 制冷剂的淘汰的欧洲，在使用了数年 R407C 制冷剂后，也终于开始向 R410A 转变。

由于 R410A 制冷剂在其特性上与 R22 有较大的区别，所以，要想适应 R410A 系统的维修、调整，首先要掌握 R410A 制冷剂的各种特性、R410A 制冷系统的主要特征，以及维修、调试该系统时需要掌握的一些相关技术技能。下面就对这些相关知识分别进行介绍，以便于制冷维修人员对 R410A 制冷剂及 R410A 制冷系统的了解，更好地掌握对 R410A 制冷系统的维修技术。

（一）R410A 制冷剂的主要特点

R410A 的压力比 R22 明显高出很多。在同样的温度条件下，R410A 的饱和压力约为 R22 的 1.5 ~ 1.6 倍，这就要求 R410A 系统管路及各部件要有更高的耐压强度。

在同样的工况条件下，R410A 的单位质量制冷量略少于 R22，如图 2-3 所示：

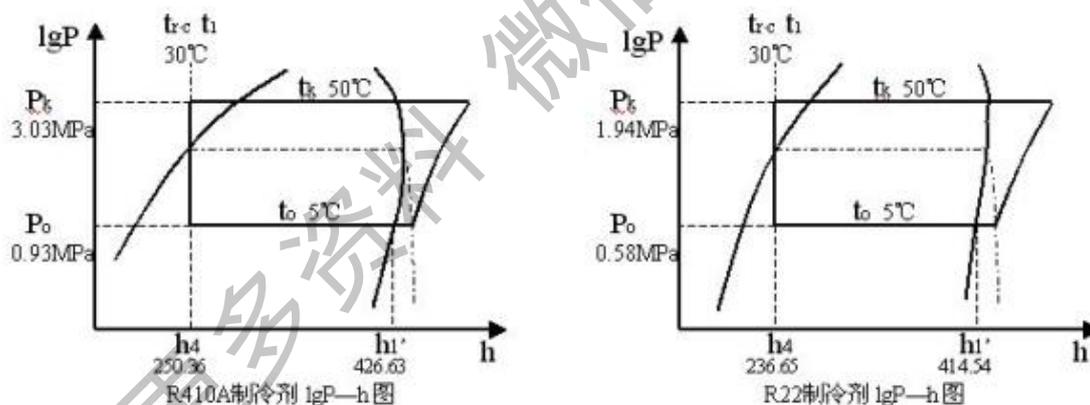


图 2-3 R410A 与 R22 对照图

从图中可以看出，在蒸发温度 $t_0 = 5^\circ\text{C}$ 、冷凝温度 $t_k = 50^\circ\text{C}$ 、过冷温度 t_{r-c} 和吸气温度 t_i 均为 30°C 的工况条件下，R22 的单位质量制冷量为 $414.54 - 236.65 = 177.89$ (kJ/kg)，而 410A 的单位质量制冷量为 $426.63 - 250.36 = 176.27$ (kJ/kg)，比 R22 少 1.62 kJ/kg。虽然 R410A 的单位制冷量小于 R22，但由于 R410A 在管路中的流动性能明显优于 R22，使得系统制冷剂流量增大，弥补了单位制冷量稍差的不足；再加上 R410A 高效的热传递性能，使系统的总制冷量明显大于 R22 制冷剂，系统的性能系数（系统效能比）更优于 R22 系统。

（二）R410A 的制冷剂的理化特性

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

1、R410A 的基本特性见表 2-2（与 R22 对照）

表 2-2 R410A、R22 基本特性对照表

序号	制冷剂	臭氧层破坏系数 ODP	地球温暖化系数 GWP	可燃性	毒性	压力
1	R22 (CHF ₂ Cl)	0.055	1,700	不燃	无	1
2	R410A (R32/R125=50/50)	0	1,730	不燃	无	约 1.6

注：ODP: Ozone Depletion Potential R12 对臭氧层破坏系数为1
GWP: Global Warming Potential CO₂ 对地球温暖化系数为1
压力参数以 R22 饱和压力为 1, R410A 冷媒是 R22 冷媒的倍数。

2、R410A 液相添加和气相添加组分变化

R410A 制冷剂在液相加注和气相加注时所加注的两种成分的比例是不一样的,如图 2-4 所示,虚线 (R32) 和点画线 (R125) 曲线代表气相添加时组分的变化;粗实线 (R32 和 R125) 代表液相添加时组分的变化。

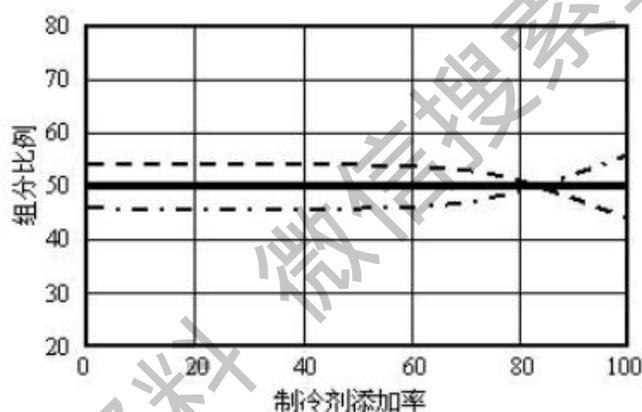


图 2-4 R410A 制冷剂液相、气相加注时组分变化

从图中可以看出,当 R410A 制冷剂以液态进行加注时,其组分始终保持不变,而当以气态加注时,其组分就会产生变化,这是因为组成 R410A 的是两种沸点不同的制冷剂,以各为 50%的比例混合而成,容器中的液体部分其混合比例不容易变化,但由于在相同温度条件下两种成分的气化量不同,所以容器中气体部分两种成分的组成比例就会出现变化。开始加注时,注入的气体中 R32 的比例增大而 R125 的比例减小,加注量达到 80%多以后, R125 的比例逐渐增大,最终超过正常比例, R32 的比例同时减少至低于正常比例。因此,在加注 R410A 制冷剂时,为了保持其组分的正常比例,以保证 R410A 系统的热力性能,必须以液态的方式进行加注。

3、R410A 系统的运行特点

R410A 制冷系统的运行特点主要体现在系统压力上,表 2-3 给出 R410A 和 R22 两种制冷系统压力参数的对比,可以看出,无论是正常工作压力,还是最大工作压力,410A 均为 R22 的 1.5~1.6 倍。

表 2-3 R410A 与 R22 压力参数对照表

	工作压力	最大压力

编 著 : 马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

	制冷方式	制热方式	吸气侧	排气侧
R410A	0.6~0.96Mpa (6~9.6bar)	2.25~3.36Mpa (22.5~33.6bar)	2.7Mpa (27bar)	4.15Mpa (41.5bar)
R22	0.4~0.6Mpa (4~6bar)	1.5~2.1Mpa (15~21bar)	1.6Mpa (16bar)	2.55Mpa (25.5bar)

4、R410A 系统使用的润滑油

制冷压缩机所用的冷冻润滑油根据制冷剂的不同，大致分为矿类润滑油和合成润滑油两种，R22 系统使用的是矿类润滑油，R410A 系统使用的是合成润滑油。合成油又分为：AB、PVE、PPE、PAG、POE、PC 等多种，目前多数 R410A 系统压缩机使用的是 PVE（醚类）和 POE（酯类）冷冻润滑油。这两种冷冻润滑油的特性见表 2-4。

表 2-4 PVE、POE 冷冻润滑油的特性

	PVE（醚类）	POE（酯类）
粘度（mm ² /s@40℃）	64.2	60.2
（mm ² /s@100℃）	7.67	7.68
粘度指数	77	88
密度（g/cm ³ @15℃）	0.926	0.960
流动点（℃）	-40	-35
总酸值（mgKOH/g）	0.01	0.01
电阻率（Ω·cm，RT）	1.e+14	8.e+13
加水分解稳定性	稳定	反应

PVE 类润滑油与水没有分解作用，跟金属加工油稳定性和互溶性比 POE 好，使毛细管堵塞的可能性较小，因此，在一些使用 PVE 润滑油的系统中不设过滤器。

R410A 系统内绝不允许混入其它机油，以免系统内产生油泥而造成毛细管、膨胀阀堵塞现象。用于对 R410A 系统进行抽空的真空泵必须设有防止机油倒流的装置（止回阀），以避免关闭真空泵后真空泵中的机油倒流进系统中。

（三）R410A 系统的配管材料及所需的专用工具

1、配管材料

R410A 系统所用的配管及接头使用的材料基本与 R22 冷媒相同，只是其规格要求有所变化。另外，在选用配管和接头方面，需要使用附着在内面上不纯物少的材料。铜管材料要求 TP2M，使用附着油量小于 40mg/10m 的配管。铜管的壁厚，要遵守《铜配管设计规范》的规定，按照表 2-5 的要求选择 R410A 允许使用的铜管壁厚：

表 2-5 R410A 系统用铜管规格

铜管外径 (mm)	铜管壁厚 (mm)
6.35	0.80

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

9.52	0.80
12.7	0.80

对于壁厚为 0.7mm 的铜管以及铜铝管，绝对不能使用。

为保证冷媒泄漏要求，大于外径 12.7 的喇叭口螺母（铜钎子）的尺寸、形状，R410A 和 R22 所用的有所差别，使用时，一定要对尺寸进行确认。铜钎子具体规格见图 2-5、表 2-6。

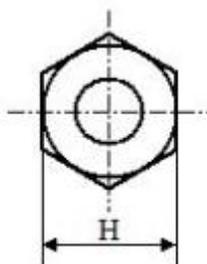


图 2-5 铜钎子尺寸标示图

表 2-6 铜钎子六方对边尺寸 H (mm)

铜管外径	R410A	R22
6.35 (1/4 in)	17	17
9.52 (3/4 in)	22	22
12.7 (1/2 in)	26	24

2、专用工具

R410A 系统因为制冷剂的性质及其压力特性，所用的工具和设备与 R22 系统有所不同，以前在 R22 系统上用的工具设备许多不能直接用于 410A 系统中。图 2-6 是 R410A 系统常用到的部分工具设备。



编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

图 2-6 R410A 系统专用工具设备

1) 专用扩口器

由于 R410A 系统所用的通壁厚比 R22 系统的要厚一些, 所以, 原用于加工 R22 系统铜管喇叭口的扩口器不适用于加工 R410a 系统的铜管, 必须用专用的扩口器。用于 R410A 的专用扩口器带有粉红色标记 (见图 4 所示)。

由于在加工时夹紧工具的支撑孔会变大、扩管力矩增强, 导致工具内部的弹簧受力增加, R410a 所用的扩口器铜管夹具的配合尺寸定为 0~0.5mm。用于 R410A 铜管的扩口工具也可以在 R22 系统中使用。

2) 量规

量规是在加工铜管喇叭口时调整扩管加工余量用的。加工其它冷媒管时所用的量规也可以直接用于加工 R410A 所用铜管, 加工的余量上限范围应在 1.0mm~1.5mm 之间。

3) 力矩扳手

用于 $\phi 12.7\text{mm}$ (1/2in) 铜管钠子的紧固。R410A 专用的力矩扳手其开口尺寸为 26mm, 扳手靠把手部位有粉红色标记。

4) 组合表阀

因为 R410A 压力比 R22 高出 50% 以上, 原来用于 R22 系统的压力表不能在 R410A 系统中使用。用于 R410A 系统的组合表阀从外形上与原来的基本相同, 但表头所能测量的压力值大一些, 表体上使用字符标记或涂有粉红色标记。表 2-7 给出 R410A 专用表阀与 R22 所用表阀压力测量范围的数据对照:

表 2-7 两种系统压力表测量范围对照表

	R410A 专用	R22 用
高压表 (红)	-0.1~5.3Pa (-76cmHg~53kgf/cm ²)	-0.1~3.5Pa (-76cmHg~35kgf/cm ²)
低压表 (绿)	-0.1~3.8Pa (-76cmHg~38kgf/cm ²)	-0.1~1.7Pa (-76cmHg~17kgf/cm ²)

为了防止其它制冷剂混入 R410A 系统, R410A 组合表阀的各接口都做了改动, 接口丝头由原来的 7/16 UNF 20 齿改为 1/2 UNF 20 齿, 使原用的软管接口及铜钠子无法在 R410A 专用表阀上使用。

5) 加注软管

由于 R410A 的压力较高, 对加注软管的耐压要求也提高, 因此在 R410A 专用加注软管的材质及耐受 HFC 方面也进行了更改。接口尺寸同样改为 1/2 UNF 20 齿, 还在接口附近加设一个防止气体反冲的阀门 (截止阀), 或在接系统端增加一个单独的控制阀。

R410A 与 R22 所用加注软管的区别见表 2-8:

表 2-8 两种加注软管对照表

制冷剂		R410A	R22
耐压	常用压力	5.1Mpa (52kgf/cm ²)	3.4Mpa (35kgf/cm ²)
	破坏压力	27.4Mpa (280kgf/cm ²)	17.2Mpa (175kgf/cm ²)
材 质		HNBR 橡胶 内部尼龙	CR 橡胶
接口尺寸		1/2 UNF 20 齿	7/16 UNF 20 齿

编 著 : 马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

6) 对 R410A 系统进行抽真空时, 为了防止真空泵中的矿类润滑油回流进系统中, 与 R410A 系统中的润滑油混合而产生油泥, 需要在真空泵吸气端加装一个与真空泵同步控制的电磁截止阀(止回阀), 当真空泵关机时, 同时关闭止回阀。连接真空泵的加注软管接口可以在 R22(7/16 UNF 20 齿)和 R410A(1/2 UNF 20 齿)中互换使用。

7) 电子称

为了保证系统制冷剂的定量充注精准, 最好使用电子称进行制冷剂的加注称量。

8) 制冷剂钢瓶

R410A 制冷剂专用的钢瓶, 一般直接使用制冷剂名称进行标注, 同时, 还按照美国 ARI 的要求进行颜色标注(粉红色)。钢瓶接口同样采用 1/2 UNF 20 齿规格的接头。为了保证液体充注, 钢瓶应带有虹吸管, 或在加注时使钢瓶倒立进行充注。

9) 检漏仪

必须使用高灵敏度的 HFC 类制冷剂专用泄漏检测仪。

R410A 使用的检漏仪也可以使用在 R22 的检测中, 但 R410A 不能使用以前 R22 所使用的检测产品。

(四) R410A 系统的安装、维护操作

1、铜管扩口加工

R410A 所用的扩口加工尺寸与 R22 有所不同, 所以, 建议使用 R410A 专用的扩口工具进行扩口加工。如果使用以前的工具进行扩口加工, 应参照图 2-7、表 2-9 对铜管的误差进行修正后方可使用。

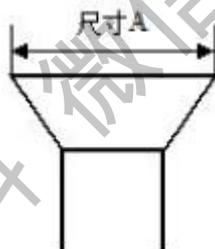


图 2-7 喇叭口尺寸标示图

表 2-9 喇叭口尺寸

铜管外径	尺寸 A (mm)	
	R410A	R22
6.35 (1/4)	9.1	8.6 ~ 9.0
9.52 (3/8)	13.2	12.6 ~ 13.0
12.7 (1/2)	16.6	15.8 ~ 16.2
15.88 (5/8)	19.7	19.0 ~ 19.4
19.1 (3/4)	24	22.9 ~ 23.3

2、配管的折弯加工

室内、室外机的配管折弯半径 R 应按照图 2-8、表 2-10 所示进行加工。加工过程中应尽量避免非正常变形、破裂现象。使用最小半径折弯时, 应使用硼砂混合物配合加工。

编 著 : 马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

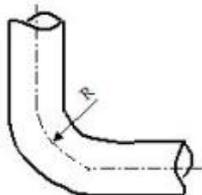


图 2-8 弯管尺寸标示图

表 2-10 铜管折弯半径

铜管外径	正常 R (mm)	最小 R (mm)
6.35 (1/4)	>100	>30
9.52 (3/8)		
12.7 (1/2)		

3、配管连接部位及阀帽的紧固

R410A 的压力比 R22 高 1.6 倍左右，所以，在连接室内、室外机组的扩口配管时，要使用力矩扳手，按规定的力矩（见表 2-11）进行可靠的紧固连接，一旦出现连接不良，不仅仅是气体泄漏制冷剂减少的问题，还会导致制冷剂组分变化引起系统工况变化等一系列问题。另外，管路中的截止阀及修理口的封帽也要按照表 2-12 所示力矩进行紧固。

表 2-11 喇叭口螺母（铜钎子）紧固力矩

铜管外径	紧固力矩
6.35 (1/4)	16 ~ 18 N · m (1.6 ~ 1.8 kgf · m)
9.52 (3/8)	30 ~ 42 N · m (3.0 ~ 4.2 kgf · m)
12.7 (1/2)	50 ~ 62 N · m (5.0 ~ 6.2 kgf · m)

表 2-12 阀帽、修理口封帽紧固力矩

阀帽	管径	紧固力矩
	6.35 (1/4)	16 N · m (1.6 kgf · m)
修理口封帽	9.52 (3/8)	30 N · m (3.0 kgf · m)
	12.7 (1/2)	
		9 N · m (0.9 kgf · m)

4、系统管路的抽真空及充注制冷剂操作

R22 系统在安装时可以采用系统内的制冷剂或用外部的制冷剂对连接管路及室内机组进行排空，但 R410A 系统绝不允许采用这种排空方法，必需使用真空泵进行彻底抽空后封闭管路系统，然后开通气、液阀连通管路系统。真空泵应设有与真空泵同步动作的止回阀，以防止泵内的润滑油倒流进入制冷系统，导致制冷系统的损坏。

系统管路的真空处理及充注制冷剂操作步骤：

- 1) 按照图 2-9 所示连接机组、表阀及真空泵

实用房间空调器原理与维修技术

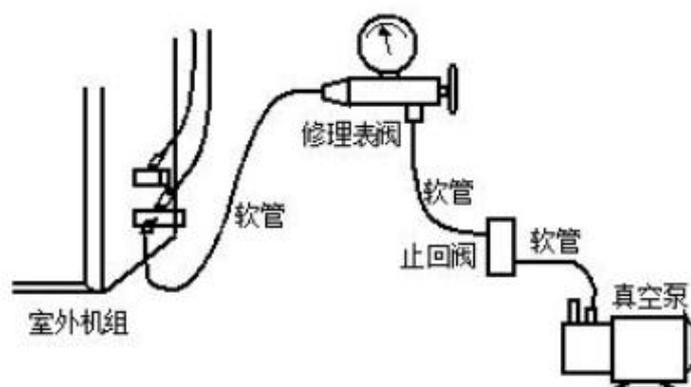


图 2-9 管路连接示意图

2) 抽真空操作:

新空调安装时只需要在室内、室外机组通过连接管连接好后对连接管、室内机组进行抽真空,此时应让室外机组气、液阀均保持完全关闭状态,打开修理表阀,同时开启真空泵和止回阀,进行抽真空;如整个系统需重新充注制冷剂,则应对全系统管路进行抽真空,此时应将室外机组的两个阀都打开,然后开启修理表阀、真空泵和止回阀进行抽真空。

3) 抽真空时间大约 30s~1min 时,稍松动一下连接管接口部位的钠子,确认喇叭口处能有空气吸入,重新紧固好钠子,继续进行抽真空。

4) 时间要在 10 分钟以上,并且确认压力表指示值达到 -0.1Mpa (-760mmHg),按顺序关闭修理表阀、真空泵和止回阀。

5) 保持系统真空状态 1~2 分钟,观察压力表指示值,确认指针未有变化,方可进入下一步操作。

6) 如果是新空调器,应将室外机气、液阀全部打开,拆下充注软管,装上工艺口封帽并可靠紧固;如果是需要重新充注制冷剂的空调器,此时应拆下止回阀处与修理表阀连接的软管接口,改接在制冷剂钢瓶上,然后旋松软管另一端修理表阀处的接口,将制冷剂钢瓶倒置(如果是如图 2-10 所示带有虹吸管的钢瓶,则不需要倒置钢瓶),缓缓开启瓶阀,用液体制冷剂赶出软管中的空气,待软管接口处有制冷剂喷出时,迅速旋紧软管接口,用定量充注法向系统内充注制冷剂液体。



图 2-10 制冷剂钢瓶(带虹吸管)

7) 用专用 HFC 检漏仪对各连接部位、阀芯阀帽等易泄露部位进行仔细检漏,确保系统无泄露情况存在。

8) 进行试机运行,确保空调器处于正常运行状态。

5、R410A 系统补充制冷剂

因为系统泄露造成制冷剂不足时,由于制冷剂是在气态下泄露的,系统内 R32 和 R125 两种成分的组成比例已经发生了变化,因此原则上是不允许进行补充制冷剂处理的。但考虑到 R410A 制冷剂价格较贵,完全放掉系统内的制冷剂太可惜,所以在制冷剂泄露量较小时,允许通过补充制冷剂液体来保证系统的正

编 著 : 马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

常制冷性能。补充制冷剂的操作在一个系统中最多不能超过 3 次。

六、部分制冷剂热力学性质图表

(一) R22、R134a、R407C、R410A 压—焓图 (lgP—h 图)

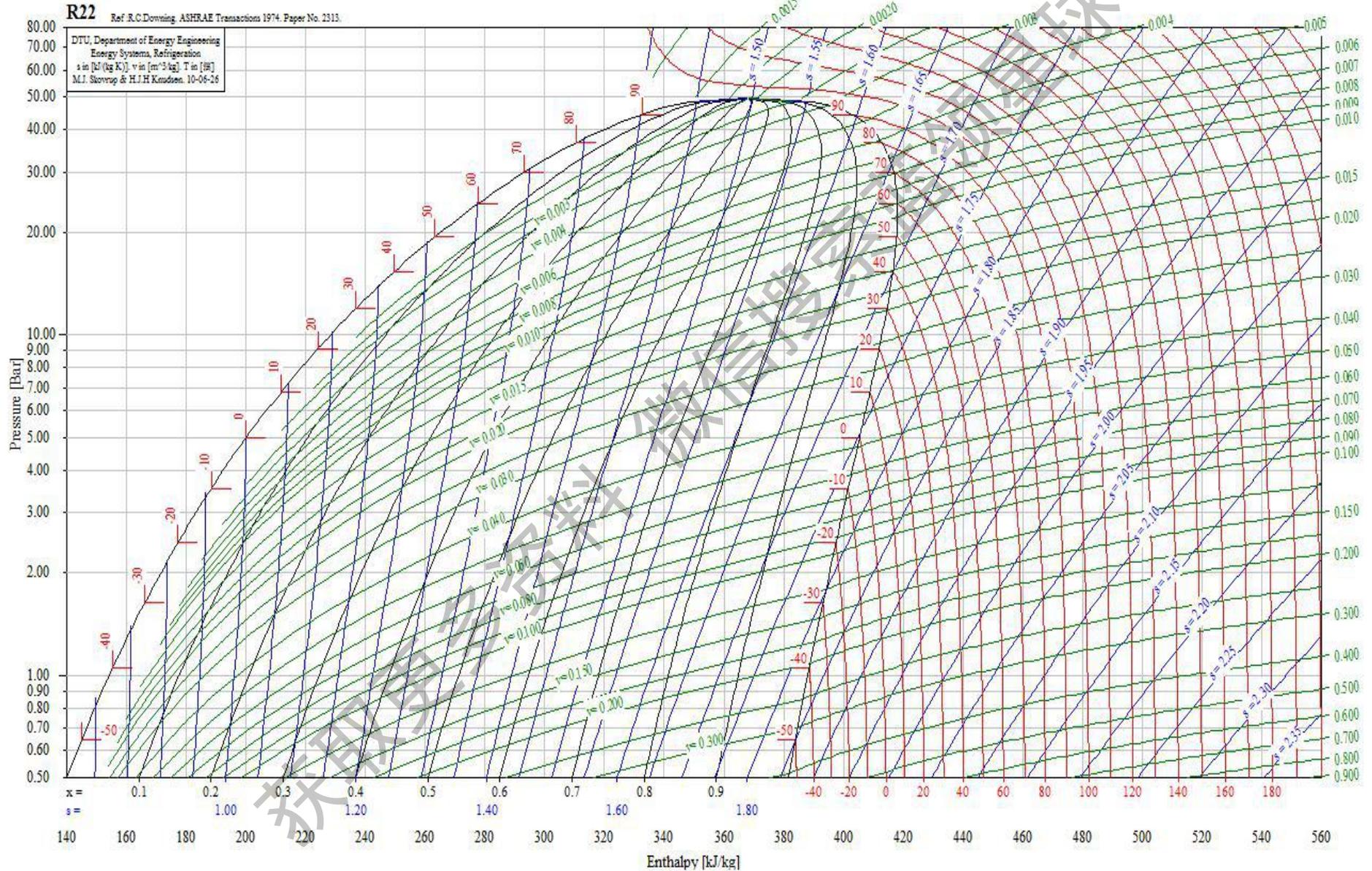
(见图 2-11 ~ 图 2-14)

(二) R22、R134a、R407C、R410A 制冷剂饱和状态热力学性质表

(见表 2-13 ~ 表 2-16)

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

实用房间空调器原理与维修技术



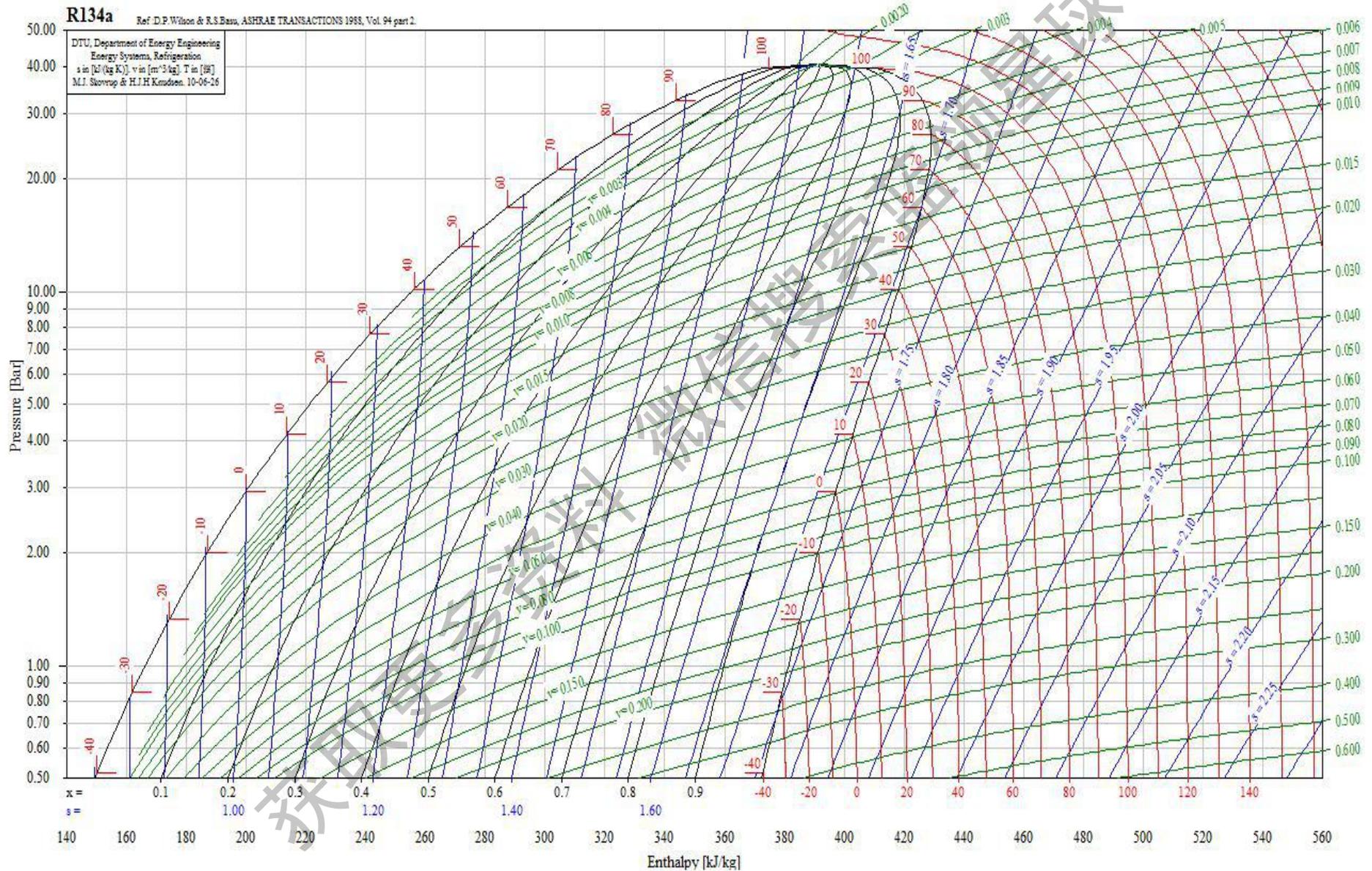
实用房间空调器原理与维修技术

图 2-11 R22 制冷剂热力饱和状态热力学性质图

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术



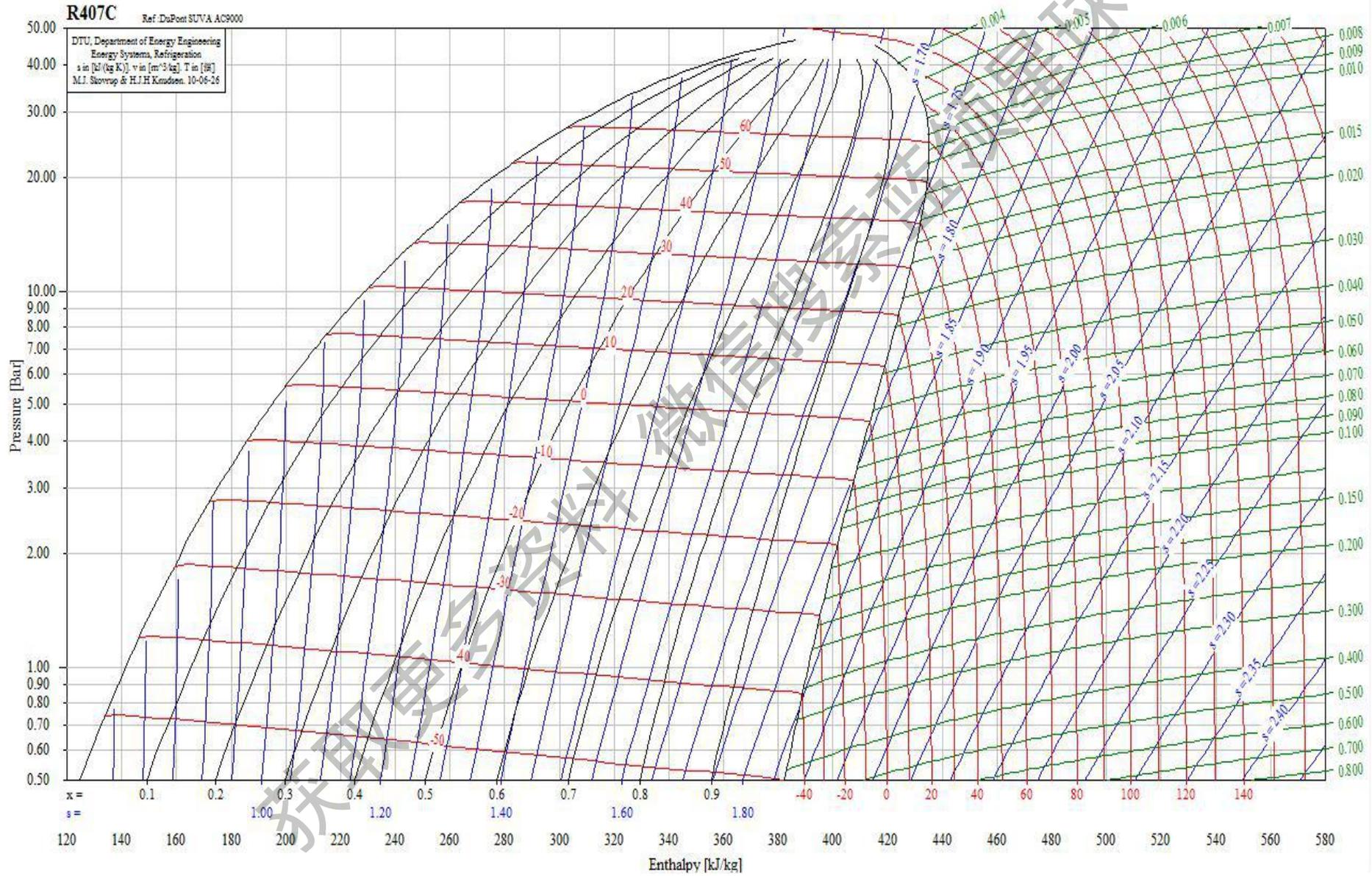
实用房间空调器原理与维修技术

图 2-12 R134a 制冷剂热力饱和状态热力学性质图

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术



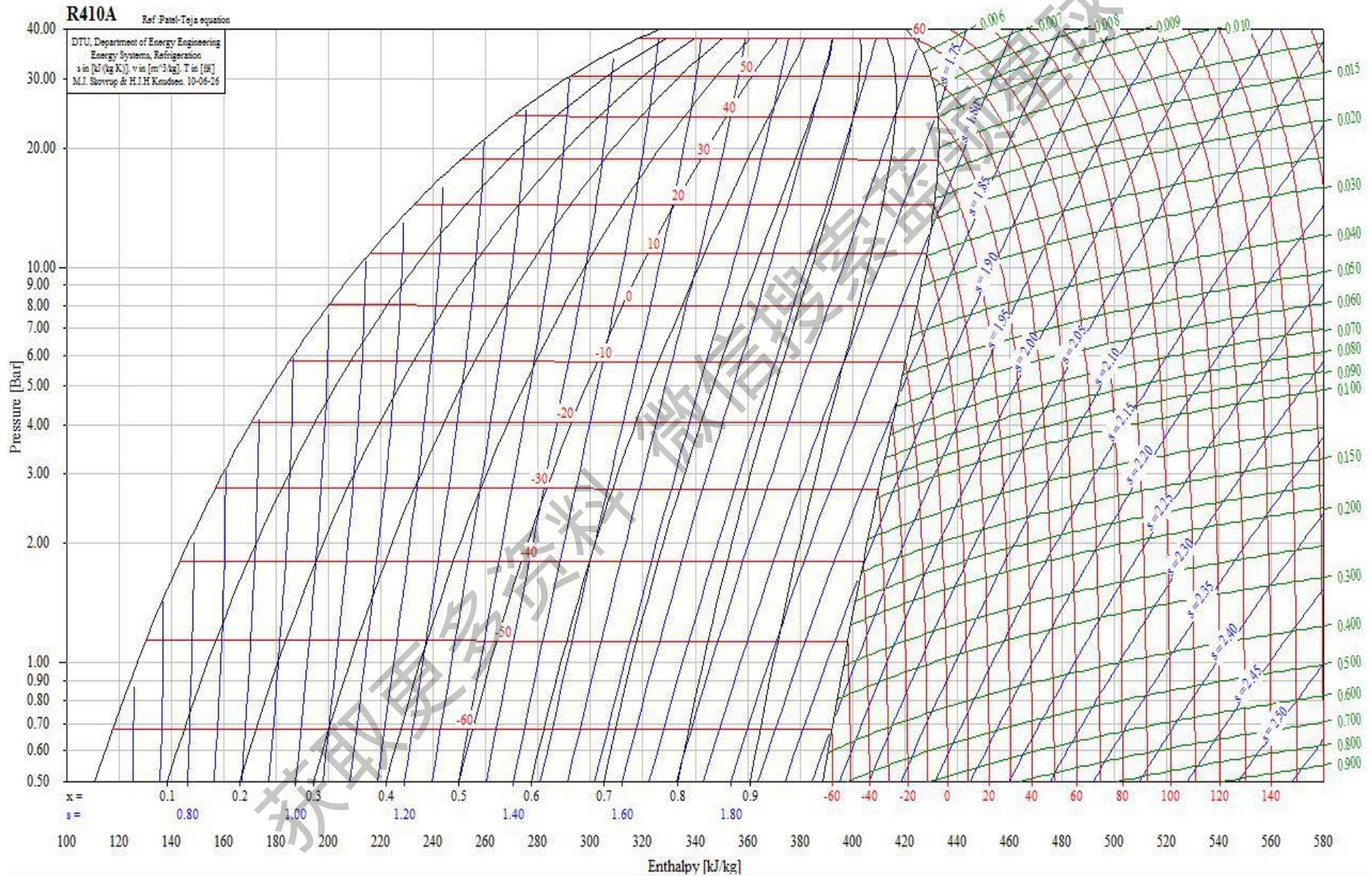
实用房间空调器原理与维修技术

图 2-13 R407C 制冷剂热力饱和状态热力学性质图

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术



实用房间空调器原理与维修技术

图 2-14 R410A 制冷剂热力饱和状态热力学性质图

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

表 2-13 R22 制冷剂饱和状态热力学性质表

温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)		液体 S' (kJ/kg·K)	蒸气 S'' (kJ/kg·K)
-54	0.522	0.6899	0.39462	140.84	382.02	241.18	0.7606	1.8611
-53	0.551	0.6912	0.37554	141.86	382.50	240.64	0.7652	1.8583
-52	0.580	0.6925	0.35755	142.88	382.98	240.09	0.7699	1.8555
-51	0.611	0.6939	0.34060	143.91	383.45	239.54	0.7745	1.8528
-50	0.644	0.6952	0.32461	144.94	383.93	238.99	0.7791	1.8501
-49	0.678	0.6966	0.30951	145.98	384.40	238.43	0.7837	1.8474
-48	0.713	0.6980	0.29526	147.01	384.88	237.86	0.7883	1.8448
-47	0.749	0.6994	0.28180	148.05	385.35	237.30	0.7929	1.8422
-46	0.787	0.7008	0.26907	149.09	385.82	236.73	0.7975	1.8397
-45	0.827	0.7022	0.25703	150.14	386.29	236.15	0.8021	1.8372
-44	0.868	0.7036	0.24564	151.19	386.76	235.57	0.8066	1.8347
-43	0.911	0.7050	0.23485	152.24	387.23	234.99	0.8112	1.8322
-42	0.955	0.7064	0.22464	153.29	387.69	234.40	0.8157	1.8298
-41	1.002	0.7079	0.21496	154.34	388.16	233.81	0.8203	1.8275
-40	1.049	0.7093	0.20578	155.40	388.62	233.22	0.8248	1.8251
-39	1.099	0.7108	0.19707	156.46	389.08	232.62	0.8293	1.8228
-38	1.151	0.7123	0.18881	157.52	389.54	232.01	0.8339	1.8205
-37	1.204	0.7138	0.18096	158.59	390.00	231.41	0.8384	1.8183
-36	1.259	0.7153	0.17351	159.66	390.45	230.79	0.8429	1.8161
-35	1.317	0.7168	0.16642	160.73	390.91	230.18	0.8474	0.8139
-34	1.376	0.7183	0.15969	161.80	391.36	229.55	0.8518	1.8117
-33	1.438	0.7198	0.15329	162.88	391.81	228.93	0.8563	1.8096
-32	1.501	0.7214	0.14719	163.96	392.26	228.30	0.8608	0.8075
-31	1.567	0.7229	0.14139	165.04	392.70	227.66	0.8652	1.8054
-30	1.635	0.7245	0.13586	166.13	393.15	227.02	0.8697	1.8034
-29	1.075	0.7261	0.13060	167.22	393.59	226.37	0.8741	1.8013
-28	1.778	0.7277	0.12558	168.31	394.03	225.72	0.8786	1.7993
-27	1.853	0.7293	0.12080	169.40	394.47	225.07	0.8830	1.7974
-26	1.930	0.7309	0.11623	170.50	394.91	224.41	0.8874	1.7954
-25	2.010	0.7325	0.11187	171.60	395.34	223.74	0.8918	1.7935
-24	2.092	0.7342	0.10772	172.70	395.77	223.07	0.8963	1.7916
-23	2.177	0.7358	0.10374	173.80	396.20	222.40	0.9007	1.7897
-22	2.265	0.7375	0.09995	174.91	396.63	221.72	0.9050	1.7879
-21	2.355	0.7392	0.09632	176.02	397.05	221.03	0.9094	1.7860
-20	2.448	0.7409	0.09286	177.13	397.48	220.34	0.9138	1.7842
-19	2.544	0.7426	0.08954	178.25	397.90	219.65	0.9182	1.7824
-18	2.643	0.7443	0.08637	179.37	398.31	218.95	0.9226	1.7807

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

温度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)		液体 v' (dm ³ /kg)	
-17	2.745	0.7461	0.08333	180.49	398.73	218.24	0.9313	1.7789
-16	2.849	0.7478	0.08042	181.61	399.14	217.53	0.9356	1.7772
-15	2.957	0.7496	0.07763	182.74	399.55	216.81	0.9356	1.7755
-14	3.068	0.7514	0.07497	183.87	399.96	216.09	0.9399	1.7738
-13	3.182	0.7532	0.07241	185.00	400.37	215.36	0.9443	1.7721
-12	3.299	0.7550	0.06996	186.14	400.77	214.63	0.9486	1.7705
-11	3.419	0.7569	0.06760	187.28	401.17	213.89	0.9529	1.7688
-10	3.543	0.7587	0.06535	188.42	410.56	213.14	0.9572	1.7672
-9	3.670	0.7606	0.06318	189.57	401.96	212.39	0.9615	1.7656
-8	3.801	0.7625	0.06110	190.71	402.35	211.64	0.9658	1.7640
-7	3.935	0.7644	0.05911	191.86	402.74	210.87	0.9701	1.7624
-6	4.072	0.7663	0.05719	193.02	403.12	210.11	0.9744	1.7609
-5	4.213	0.7683	0.05534	194.17	403.51	209.33	0.9787	1.7593
-4	4.358	0.7703	0.05357	195.33	403.88	208.55	0.9830	1.7578
-3	4.507	0.7722	0.05187	196.50	404.26	207.77	0.9872	1.7563
-2	3.659	0.7742	0.05023	197.66	404.63	206.97	0.9915	1.7548
-1	3.816	0.7763	0.04866	198.83	405.00	206.17	0.9957	1.7533
0	4.976	0.7783	0.04714	200.00	405.37	205.37	1.0000	1.7519
1	5.140	0.7804	0.04568	201.17	405.73	204.56	1.0042	1.7504
2	5.308	0.7825	0.04427	202.35	406.09	203.74	1.0085	1.7490
3	5.481	0.7846	0.04292	203.53	406.45	202.92	1.0127	1.7475
4	5.657	0.7867	0.04162	204.72	406.80	202.09	1.0169	1.7461
5	5.838	0.7889	0.04036	205.90	407.15	201.25	1.0212	1.7447
6	6.023	0.7910	0.03915	207.09	407.50	200.41	1.0254	1.7433
7	6.212	0.7932	0.03798	208.29	407.84	199.55	1.0296	1.7419
8	6.406	0.7955	0.03685	209.48	408.18	198.70	1.0338	1.7405
9	6.604	0.7977	0.03576	210.68	408.51	197.83	1.0380	1.7392
10	6.807	0.8000	0.03472	211.88	408.84	196.96	1.0422	1.7378
11	7.014	0.8023	0.03370	213.09	409.17	196.08	1.0464	1.7365
12	7.226	0.8046	0.03273	214.30	409.49	195.19	1.0506	1.7451
13	7.443	0.8070	0.03179	215.49	409.81	194.32	1.0547	1.7338
14	7.665	0.8094	0.03087	216.70	410.13	193.42	1.0589	1.7325
15	7.891	0.8118	0.02999	217.92	410.44	192.52	1.0631	1.7312
16	8.123	0.8142	0.02914	219.15	410.75	191.60	1.0672	1.7299
17	8.359	0.8167	0.02832	220.37	411.05	190.68	1.0714	1.7286
18	8.601	0.8192	0.02752	221.60	411.35	189.74	1.0756	1.7273
19	8.847	0.8217	0.02675	222.83	411.64	188.81	1.0797	1.7260
20	9.099	0.8243	0.02601	224.07	411.93	187.86	1.0839	1.7247

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

21	9.356	0.8269	0.02529	225.31	412.21	186.90	1.0880	1.7234
22	9.619	0.8295	0.02459	226.56	412.49	185.94	1.0922	1.7221
23	9.887	0.8322	0.02391	227.80	412.77	184.96	1.0963	1.7209
24	10.160	0.8349	0.02326	229.05	413.03	183.98	1.1005	1.7196
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)			液体 v' (dm ³ /kg)
25	10.439	0.8376	0.02263	230.31	413.30	182.99	1.1046	1.7183
26	10.723	0.8404	0.02201	231.57	413.56	181.99	1.1087	1.7171
27	11.014	0.8432	0.02142	232.83	413.81	180.98	1.1129	1.7158
28	11.209	0.8461	0.02084	234.10	414.06	179.96	1.1170	1.7146
29	11.611	0.8490	0.02029	235.37	414.30	178.93	1.1211	1.7133
30	1.1919	0.8519	0.01974	236.65	414.54	177.89	1.1253	1.7121
31	12.232	0.8549	0.01922	237.93	414.77	176.84	1.1294	1.7108
32	12.552	0.8579	0.01871	239.22	415.00	175.78	1.1335	1.7096
33	12.878	0.8610	0.01822	240.51	415.22	174.71	1.1377	1.7083
34	13.210	0.8641	0.01774	241.80	415.43	173.63	1.1418	1.7071
35	13.548	0.8673	0.01727	243.10	415.64	172.54	1.1459	1.7058
36	13.892	0.8705	0.01682	244.41	415.84	171.43	1.1500	1.7046
37	14.243	0.8738	0.01638	245.71	416.03	170.32	1.1542	1.7033
38	14.601	0.8771	0.01595	247.03	416.22	169.19	1.1583	1.7021
39	14.965	0.8805	0.01554	248.35	416.40	168.05	1.1624	1.7008
40	15.335	0.8839	0.01514	249.67	416.57	166.90	1.1666	1.6995
41	15.712	0.8874	0.1475	251.00	416.74	165.73	1.1707	1.6983
42	16.097	0.8909	0.1437	252.34	416.89	164.55	1.1748	1.6970
43	16.487	0.8946	0.1400	253.68	417.04	163.36	1.1790	1.6957
44	16.885	0.8983	0.1364	255.03	417.18	162.15	1.1831	1.6944
45	17.290	0.9020	0.1329	256.38	417.32	160.93	1.1873	1.6931
46	17.702	0.9058	0.1295	257.74	417.44	159.70	1.1914	1.6918
47	18.121	0.9097	0.1261	259.11	417.56	158.45	1.1956	1.6905
48	18.548	0.9137	0.1229	260.49	417.66	157.18	1.1998	1.6892
49	18.982	0.9178	0.1198	261.87	417.76	155.90	1.2039	1.6878
50	19.423	0.9219	0.01167	263.25	417.85	154.60	1.2081	1.6865
51	19.872	0.9261	0.01137	264.65	417.93	153.28	1.2123	1.6851
52	20.328	0.9304	0.01108	266.05	417.99	151.94	1.2165	1.6838
53	20.793	0.9349	0.01080	267.46	418.05	150.59	1.2207	1.6824
54	21.265	0.9394	0.01052	268.88	418.09	149.21	1.2249	1.6810
55	21.744	0.9440	0.01025	270.31	418.13	147.82	1.2291	1.6796
56	22.232	0.9487	0.00999	271.74	418.15	146.40	1.2333	1.6781
57	22.728	0.9535	0.00973	273.19	418.16	144.97	1.2376	1.6767
58	23.232	0.9585	0.00948	274.64	418.15	143.51	1.2418	1.6752

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

59	23.745	0.9635	0.00924	276.11	418.13	142.02	1.2461	1.6737
60	24.266	0.9687	0.00900	277.58	418.10	140.52	1.2504	1.6722
61	24.795	0.9741	0.00877	279.07	418.05	138.98	1.2547	1.6706
62	25.333	0.9796	0.00854	280.57	417.99	137.42	1.2590	1.6690
63	25.879	0.9852	0.00832	282.08	417.91	135.83	1.2633	1.6674
64	26.435	0.9910	0.00810	283.60	417.81	134.21	1.2677	1.6658
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)			液体 v' (dm ³ /kg)
65	26.999	0.9970	0.00789	285.13	417.70	132.56	1.2721	1.6641
66	27.573	1.0031	0.00768	286.68	417.56	130.88	1.2765	1.6624
67	28.155	1.0095	0.00748	288.24	417.41	129.17	1.2809	1.6606
68	28.747	1.0161	0.00728	289.82	417.24	127.41	1.2854	1.6588
69	29.348	1.0228	0.00708	291.42	417.04	125.62	1.2898	1.6570
70	29.959	1.0298	0.00689	293.03	416.82	123.79	1.2944	1.6551
71	30.579	1.0371	0.00670	294.66	416.57	121.91	1.2989	1.6532
72	31.210	1.0446	0.00652	296.31	416.30	119.99	1.3035	1.6512
73	31.850	1.0525	0.00634	297.98	416.00	118.02	1.3082	1.6491
74	32.500	1.0606	0.00616	299.69	415.67	115.98	1.3129	1.6470
75	33.161	1.0691	0.00598	301.40	415.31	113.91	1.3176	1.6448
76	33.832	1.0780	0.00581	303.13	414.91	111.78	1.3224	1.6425
77	34.513	1.0873	0.00564	304.89	414.48	109.59	1.3272	1.6402
78	35.205	1.0970	0.00548	306.71	414.00	107.29	1.3322	1.6377
79	35.909	1.1073	0.00531	308.54	413.48	104.93	1.3372	1.6351
80	36.623	1.1181	0.00515	310.42	412.91	102.49	1.3422	1.6325
81	37.348	1.1295	0.00499	312.33	412.28	99.95	1.3474	1.6297
82	38.086	1.1416	0.00483	314.29	411.60	97.31	1.3527	1.6267
83	38.834	1.1545	0.00467	316.30	410.85	94.55	1.3581	1.6236
84	39.595	1.1684	0.00452	318.36	410.02	91.66	1.3637	1.6203
85	40.368	1.1832	0.00436	320.50	409.11	88.61	1.3694	1.6168
86	41.154	1.1994	0.00420	322.70	408.10	85.40	1.3753	1.6130
87	41.952	1.2170	0.00405	325.00	406.98	81.98	1.3814	1.6090
88	42.763	1.2363	0.00389	327.40	405.72	78.32	1.3878	1.6046
89	43.587	1.2579	0.00373	329.92	404.30	74.38	1.3945	1.5998
90	44.425	1.2823	0.00357	332.60	402.67	70.07	1.4015	1.5945
91	45.277	1.3103	0.00340	335.49	400.77	65.27	1.4092	1.5884
92	46.144	1.3436	0.00322	338.65	398.52	59.87	1.4175	1.5815
93	47.025	1.3845	0.00303	342.19	395.75	53.56	1.4269	1.5732
94	47.922	1.3284	0.00282	346.35	392.13	45.78	1.4379	1.5626
95	48.835	1.5206	0.00255	351.76	386.72	34.96	1.4522	1.5472
96	49.774	1.9060	0.00191	367.97	367.97	0.00	1.4958	1.4958

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

表 2-14 R134a 制冷剂饱和状态热力学性质表

温度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)		液体 S' (kJ/kg·K)	蒸气 S'' (kJ/kg·K)
-40	0.516	0.7055	0.35692	149.97	372.85	222.88	0.8030	1.7589
-39	0.544	0.7069	0.34001	151.15	373.48	222.33	0.8080	1.7575
-38	0.572	0.7083	0.32405	152.33	374.11	221.78	0.8130	1.7562
-37	0.602	0.7098	0.30898	153.51	374.74	221.23	0.8180	1.7548
-36	0.633	0.7113	0.29474	154.70	375.37	220.66	0.8231	1.7535
-35	0.665	0.7127	0.28128	155.89	375.99	220.10	0.8281	1.7523
-34	0.699	0.7142	0.26855	157.09	376.62	219.53	0.8331	1.7510
-33	0.734	0.7157	0.25651	158.29	377.24	218.95	0.8381	1.7498
-32	0.770	0.7172	0.24511	159.49	377.87	218.37	0.8431	1.7486
-31	0.808	0.7187	0.23431	160.70	378.49	217.79	0.8480	1.7474
-30	0.847	0.7202	0.22408	161.91	379.11	217.20	0.8530	1.7463
-29	0.888	0.7218	0.21438	163.13	379.73	216.61	0.8580	1.7452
-28	0.930	0.7233	0.20518	164.35	380.35	216.01	0.8630	1.7441
-27	0.974	0.7249	0.19645	165.57	380.97	215.40	0.8679	1.7430
-26	1.020	0.7264	0.18817	166.80	381.59	214.79	0.8729	1.7420
-25	1.067	0.7280	0.18030	168.03	382.21	214.18	0.8778	1.7410
-24	1.116	0.7296	0.17282	169.26	382.82	213.56	0.8828	1.7400
-23	1.167	0.7312	0.16571	170.50	383.44	212.94	0.8877	1.7390
-22	1.219	0.7328	0.15896	171.74	384.05	212.31	0.8927	1.7380
-21	1.274	0.7345	0.15253	172.99	384.67	211.68	0.8976	1.7371
-20	1.330	0.7361	0.14641	174.24	385.28	211.04	0.9025	1.7362
-19	1.388	0.7378	0.14059	175.49	385.89	210.40	0.9075	1.7353
-18	1.448	0.7394	0.13504	176.75	386.50	209.75	0.9124	1.7345
-17	1.511	0.7411	0.12975	178.01	387.11	209.10	0.9173	1.7336
-16	1.575	0.7428	0.12471	179.27	387.71	208.44	0.9222	1.7328
-15	1.641	0.7445	0.11991	180.54	388.32	207.78	0.9271	1.7320
-14	1.710	0.7463	0.11523	181.81	388.92	207.11	0.9320	1.7312
-13	1.781	0.7480	0.11095	183.09	389.52	206.44	0.9369	1.7304
-12	1.854	0.7498	0.10678	184.36	390.12	205.76	0.9418	1.7297
-11	1.929	0.7515	0.10279	185.65	390.72	205.08	0.9467	1.7289

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

-10	2.007	0.7533	0.09898	186.93	391.32	204.39	0.9515	1.7282
-9	2.088	0.7551	0.09534	188.22	391.92	203.69	0.9564	1.7275
-8	2.170	0.7569	0.09186	189.52	392.51	202.99	0.9613	1.7269
-7	2.256	0.7588	0.08853	190.82	393.10	202.29	0.9661	1.7262
-6	2.344	0.7606	0.08535	192.12	393.70	201.58	0.9710	1.7255
-5	2.434	0.7625	0.08230	193.42	394.28	200.86	0.9758	1.7249
-4	2.527	0.7644	0.07938	194.73	394.87	200.14	0.9807	1.7243
-3	2.623	0.7663	0.07659	196.04	395.46	199.42	0.9855	1.7237
-2	2.722	0.7682	0.07391	197.36	396.04	198.68	0.9903	1.7231
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)
-1	2.824	0.7701	0.07135	198.68	396.62	197.95	0.9952	1.7225
0	2.928	0.7721	0.06889	200.00	397.20	197.20	1.0000	1.7220
1	3.036	0.7740	0.06653	201.33	397.78	196.45	1.0048	1.7214
2	3.146	0.7760	0.06427	202.66	398.36	195.70	1.0096	1.7209
3	3.260	0.7781	0.06210	203.99	398.93	194.94	1.0144	1.7204
4	3.376	0.7801	0.06001	205.33	399.50	194.17	1.0192	1.7199
5	3.496	0.7821	0.05801	206.67	400.07	193.40	1.0240	1.7194
6	3.619	0.7842	0.05609	208.02	400.64	192.62	1.0288	1.7189
7	3.746	0.7863	0.05425	209.37	401.21	191.84	1.0336	1.7184
8	3.876	0.7884	0.05248	210.72	401.77	191.05	1.0384	1.7179
9	4.009	0.7906	0.05077	212.08	402.33	190.25	1.0432	1.7175
10	4.145	0.7927	0.04913	213.44	402.89	189.45	1.0480	1.7170
11	4.286	0.7949	0.04756	214.80	403.44	188.64	1.0527	1.7166
12	4.429	0.7971	0.04604	216.17	404.00	187.83	1.0575	1.7162
13	4.577	0.7994	0.04458	217.54	404.55	187.01	1.0623	1.7158
14	4.728	0.8016	0.04318	218.92	405.10	186.18	1.0670	1.7154
15	4.883	0.8039	0.04183	220.30	405.64	185.34	1.0718	1.7150
16	5.042	0.8062	0.04052	221.68	406.18	184.50	1.0765	1.7146
17	5.204	0.8085	0.03927	223.07	406.72	183.66	1.0813	1.7142
18	5.371	0.8109	0.03806	224.44	407.26	182.82	1.0859	1.7139
19	5.541	0.8133	0.03690	225.84	407.80	181.96	1.0907	1.7135
20	5.716	0.8157	0.03577	227.23	408.33	181.09	1.0954	1.7132
21	5.895	0.8182	0.03469	228.64	408.86	180.22	1.1001	1.7128
22	6.078	0.8206	0.03365	230.05	409.38	179.34	1.1049	1.7125
23	6.265	0.8231	0.03264	231.46	409.91	178.45	1.1096	1.7122
24	6.457	0.8257	0.03166	232.87	410.42	177.55	1.1143	1.7118
25	6.653	0.8283	0.03072	234.29	410.94	176.65	1.1190	1.7115
26	6.853	0.8309	0.02982	235.72	411.45	175.73	1.1237	1.7112
27	7.058	0.8335	0.02894	237.15	411.96	174.81	1.1285	1.7109

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

28	7.267	0.8362	0.02809	238.58	412.47	173.89	1.1332	1.7106
29	7.482	0.8389	0.02727	240.02	412.97	172.95	1.1379	1.7103
30	7.701	0.8416	0.02648	241.46	413.47	172.00	1.1426	1.7100
31	7.924	0.8444	0.02572	242.91	413.96	171.05	1.1473	1.7097
32	8.153	0.8473	0.02498	244.36	414.45	170.09	1.1520	1.7094
33	8.386	0.8501	0.02426	245.82	414.94	169.12	1.1567	1.7091
34	8.625	0.8530	0.02357	247.28	415.42	168.14	1.1614	1.7088
35	8.868	0.8560	0.02290	248.75	415.90	167.15	1.1661	1.7085
36	9.117	0.8590	0.02225	250.22	416.37	166.15	1.1708	1.7082
37	9.371	0.8620	0.02162	251.70	416.84	165.14	1.1755	1.7079
38	9.630	0.8651	0.02102	253.18	417.30	164.12	1.1802	1.7077
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)		液体 v' (dm ³ /kg)	
39	9.894	0.8682	0.02043	254.67	417.76	163.09	1.1849	1.7074
40	10.164	0.8714	0.01986	256.16	418.21	162.05	1.1896	1.7071
41	10.439	0.8747	0.01930	257.66	418.66	161.00	1.1943	1.7068
42	10.720	0.8779	0.01877	259.16	419.11	159.94	1.1990	1.7065
43	11.007	0.8813	0.01825	260.67	419.54	158.87	1.2037	1.7062
44	11.299	0.8847	0.01774	262.19	419.98	157.79	1.2084	1.7059
45	11.597	0.8882	0.01726	263.71	420.40	156.69	1.2131	1.7056
46	11.901	0.8917	0.01678	265.24	420.83	155.59	1.2178	1.7053
47	12.211	0.8953	0.01632	266.77	421.24	154.47	1.2225	1.7050
48	12.526	0.8989	0.01588	268.32	421.65	153.33	1.2273	1.7047
49	12.848	0.9026	0.01544	269.86	422.05	152.19	1.2320	1.7044
50	13.176	0.9064	0.01502	271.42	422.44	151.03	1.2367	1.7041
51	13.510	0.9103	0.01461	272.98	422.83	149.85	1.2414	1.7037
52	13.851	0.9142	0.01421	274.55	423.21	148.66	1.2462	1.7034
53	14.198	0.9182	0.01383	276.13	423.59	147.46	1.2509	1.7030
54	14.552	0.9223	0.01345	277.71	423.95	146.24	1.2557	1.7027
55	14.912	0.9265	0.01309	279.30	424.31	145.01	1.2604	1.7023
56	15.278	0.9308	0.01273	280.90	424.66	143.75	1.2652	1.7019
57	15.652	0.9351	0.01239	282.51	424.99	142.49	1.2700	1.7015
58	16.032	0.9396	0.01205	284.13	425.32	141.20	1.2747	1.7011
59	16.419	0.9441	0.01172	285.75	425.64	139.89	1.2795	1.7007
60	16.813	0.9448	0.01141	287.39	425.96	138.57	1.2843	1.7003
61	17.215	0.9536	0.01110	289.03	426.26	137.23	1.2892	1.6998
62	17.623	0.9585	0.01079	290.68	426.54	135.86	1.2940	1.6994
63	18.039	0.9635	0.01050	292.35	426.82	134.47	1.2988	1.6989
64	18.462	0.9687	0.01021	294.02	427.09	133.07	1.3037	1.6983
65	18.893	0.9739	0.00993	295.71	427.34	131.64	1.3085	1.6978

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

66	19.331	0.9794	0.00966	297.40	427.58	130.18	1.3134	1.6973
67	19.777	0.9850	0.00940	299.11	427.81	128.70	1.3183	1.6967
68	20.231	0.9907	0.00914	300.83	428.02	127.19	1.3232	1.6961
69	20.692	0.9966	0.00888	302.57	428.22	125.65	1.3282	1.6954
70	21.162	1.0027	0.00864	304.31	428.40	124.08	1.3331	1.6947
71	21.640	1.0090	0.00840	306.07	428.56	122.49	1.3381	1.6940
72	22.126	1.0155	0.00816	307.85	428.71	120.86	1.3431	1.6933
73	22.620	1.0222	0.00793	309.64	428.84	119.19	1.3482	1.6925
74	23.123	1.0291	0.00770	311.45	428.94	117.49	1.3532	1.6917
75	23.634	1.0363	0.00748	313.27	429.03	115.76	1.3583	1.6908
76	24.154	1.0437	0.00727	315.11	429.09	113.98	1.3635	1.6899
77	24.683	1.0514	0.00706	316.97	429.13	112.16	1.3686	1.6889
78	25.221	1.0595	0.00685	318.86	429.15	110.29	1.3738	1.6879
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)		液体 v' (dm ³ /kg)	
79	25.768	1.0679	0.00665	320.77	429.13	108.36	1.3791	1.6868
80	26.324	1.0766	0.00645	322.69	429.09	106.40	1.3844	1.6857
81	26.890	1.0857	0.00625	324.63	429.01	104.38	1.3897	1.6844
82	27.465	1.0953	0.00606	326.60	428.91	102.31	1.3951	1.6831
83	28.050	1.1054	0.00587	328.61	428.75	100.14	1.4005	1.6817
84	28.645	1.1159	0.00569	330.64	428.56	97.92	1.4061	1.6802
85	29.250	1.1271	0.00550	332.71	428.33	95.62	1.4116	1.6786
86	29.866	1.1390	0.00532	334.81	428.05	93.24	1.4173	1.6769
87	30.491	1.1515	0.00514	336.95	427.71	90.75	1.4231	1.6751
88	31.128	1.1649	0.00497	339.14	427.31	88.17	1.4289	1.6731
89	31.776	1.1793	0.00479	341.37	426.84	85.46	1.4349	1.6709
90	32.435	1.1948	0.00462	343.66	426.29	82.63	1.4410	1.6685
91	33.105	1.2116	0.00444	346.01	425.65	79.64	1.4472	1.6659
92	33.788	1.2300	0.00427	348.44	424.91	76.47	1.4537	1.6631
93	34.482	1.2502	0.00410	350.95	424.04	73.09	1.4603	1.6599
94	35.190	1.2728	0.00392	353.56	423.03	69.46	1.4672	1.6564
95	35.910	1.2983	0.00375	356.30	421.83	65.53	1.4744	1.6524
96	36.644	1.3277	0.00356	359.21	420.38	61.17	1.4820	1.6477
97	37.393	1.3624	0.00337	362.33	418.62	56.29	1.4902	1.6422
98	38.158	1.4051	0.00317	365.77	416.41	50.64	1.4992	1.6356
99	38.940	1.4610	0.00295	369.72	413.48	43.77	1.5095	1.6271
100	39.742	1.5443	0.00268	374.70	409.10	34.40	1.5225	1.6147
101	40.570	1.7576	0.00221	384.42	298.59	14.18	1.5482	1.5861
101.10	40.670	1.9523	0.00195	391.16	391.16	0.00	1.5661	1.5661

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

表 2-15 R407C 制冷剂饱和状态热力学性质表

温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)		液体 S' (kJ/kg·K)	蒸气 S'' (kJ/kg·K)
-50	0.502	0.7073	0.42164	124.46	382.35	257.90	0.7126	1.8683
-49	0.530	0.7090	0.40048	125.68	383.00	257.32	0.7180	1.8660
-48	0.560	0.7108	0.38058	126.91	383.66	256.74	0.7234	1.8637
-47	0.591	0.7125	0.36186	128.15	384.31	256.16	0.7288	1.8615
-46	0.624	0.7143	0.34424	129.38	384.96	255.57	0.7342	1.8593
-45	0.657	0.7161	0.32764	130.62	385.61	254.98	0.7395	1.8571
-44	0.693	0.7179	0.41199	131.87	386.26	254.39	0.7449	1.8550
-43	0.730	0.7197	0.29724	133.11	386.91	253.79	0.7503	1.8530
-42	0.768	0.7215	0.28332	134.36	387.55	253.19	0.7556	1.8510
-41	0.808	0.7234	0.27017	135.61	388.20	252.59	0.7609	1.8490
-40	0.850	0.7252	0.25776	136.87	388.85	251.98	0.7663	1.8470
-39	0.893	0.7371	0.24603	138.13	389.50	251.37	0.7716	1.8451
-38	0.938	0.7289	0.23493	139.39	390.14	250.75	0.7769	1.8432
-37	0.985	0.7308	0.22444	140.66	390.79	250.13	0.7822	1.8414
-36	1.034	0.7327	0.21450	141.93	391.43	249.50	0.7875	1.8396
-35	1.085	0.7346	0.20509	143.21	392.08	248.87	0.7928	1.8378
-34	1.138	0.7365	0.19617	144.48	392.72	248.24	0.7981	1.8361
-33	1.192	0.7385	0.18772	145.76	393.36	247.60	0.8034	1.8344
-32	1.249	0.7404	0.17971	147.05	394.00	246.95	0.8087	1.8327
-31	1.308	0.7424	0.17210	148.34	394.64	246.30	0.8139	1.8311
-30	1.369	0.7443	0.16388	149.63	395.28	245.65	0.8192	1.8295
-29	1.432	0.7463	0.15802	150.93	395.92	244.99	0.8245	1.8279
-28	1.498	0.7483	0.15150	152.53	396.55	244.03	0.8309	1.8264

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

-27	1.566	0.7503	0.14531	153.82	397.19	243.36	0.8362	1.8248
-26	1.636	0.7524	0.13942	155.13	397.82	242.69	0.8414	1.8233
-25	1.709	0.7544	0.13381	156.44	398.45	242.02	0.8466	1.8219
-24	1.785	0.7565	0.12848	157.75	399.08	241.33	0.8518	1.8204
-23	1.863	0.7585	0.12339	159.06	399.71	240.65	0.8570	1.8190
-22	1.943	0.7606	0.11855	160.38	400.34	239.95	0.8622	1.8176
-21	2.026	0.7627	0.11394	161.71	400.96	239.25	0.8674	1.8163
-20	2.113	0.7648	0.10954	162.63	401.58	238.95	0.8710	1.8149
-19	2.201	0.7670	0.10534	163.97	402.20	238.23	0.8762	1.8136
-18	2.293	0.7691	0.10134	165.32	402.82	237.50	0.8815	1.8123
-17	2.388	0.7713	0.09752	166.67	403.44	236.77	0.8867	1.8110
-16	2.486	0.7735	0.09387	168.02	404.06	236.03	0.8919	1.8098
-15	2.587	0.7757	0.09028	169.36	404.67	235.31	0.8970	1.8086
-14	2.691	0.7779	0.08705	170.72	405.28	234.55	0.9023	1.8073
-13	2.798	0.7801	0.08386	172.09	405.89	233.79	0.9075	1.8062
-12	2.909	0.7824	0.08082	173.47	406.49	233.03	0.9127	1.8050
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)			液体 v' (dm ³ /kg)
-11	3.023	0.7846	0.07790	174.84	407.09	232.25	0.9179	1.8038
-10	3.140	0.7869	0.07511	176.23	407.69	231.47	0.9231	1.8027
-9	3.261	0.7892	0.07244	177.62	408.29	230.68	0.9283	1.8016
-8	3.386	0.7916	0.06988	179.01	408.89	229.88	0.9335	1.8005
-7	3.514	0.7939	0.06743	180.41	409.48	229.07	0.9387	1.7994
-6	3.646	0.7963	0.06508	181.81	410.07	228.26	0.9439	1.7983
-5	3.782	0.7986	0.06283	183.22	410.66	227.43	0.9491	1.7973
-4	3.921	0.8011	0.06066	184.50	411.24	226.74	0.9538	1.7962
-3	4.065	0.8035	0.05859	185.95	411.82	225.87	0.9591	1.7952
-2	4.213	0.8059	0.05660	187.38	412.40	225.02	0.9643	1.7942
-1	4.364	0.8084	0.05469	188.81	412.97	224.16	0.9696	1.7932
0	4.520	0.8109	0.05286	190.25	413.54	223.29	0.9748	1.7922
1	4.680	0.8134	0.05110	191.70	414.11	222.41	0.9800	1.7913
2	4.845	0.8159	0.04940	193.15	414.67	221.52	0.9852	1.7903
3	5.014	0.8185	0.04778	194.59	415.23	220.64	0.9904	1.7893
4	5.187	0.8211	0.04621	196.06	415.78	219.73	0.9956	1.7884
5	5.365	0.8237	0.04471	197.53	416.33	218.80	1.0008	1.7875
6	5.548	0.8263	0.04326	199.01	416.88	217.87	1.0061	1.7866
7	5.735	0.8290	0.04187	200.49	417.42	216.93	1.0113	1.7856
8	5.927	0.8316	0.04053	201.99	417.96	215.98	1.0166	1.7847
9	6.124	0.8343	0.03924	203.48	418.50	215.01	1.0218	1.7838
10	6.327	0.8371	0.03799	204.99	419.03	214.03	1.0271	1.7830

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

11	6.534	0.8398	0.03679	206.50	419.55	213.05	1.0323	1.7821
12	6.746	0.8426	0.03564	208.02	420.07	212.05	1.0376	1.7812
13	6.964	0.8455	0.03453	209.55	420.58	211.03	1.0428	1.7803
14	7.187	0.8483	0.03345	211.09	421.09	210.01	1.0481	1.7795
15	7.415	0.8512	0.03242	212.63	421.60	208.97	1.0534	1.7786
16	7.649	0.8541	0.03142	214.18	422.10	207.92	1.0587	1.7777
17	7.889	0.8570	0.03046	215.74	422.59	206.85	1.0640	1.7769
18	8.134	0.8600	0.02953	217.31	423.08	205.77	1.0693	1.7760
19	8.385	0.8630	0.02863	218.88	423.56	204.68	1.0746	1.7752
20	8.642	0.8661	0.02776	220.46	424.04	203.57	1.0799	1.7743
21	8.905	0.8691	0.02692	222.06	424.51	202.45	1.0852	1.7735
22	9.174	0.8722	0.02612	223.66	424.97	201.31	1.0906	1.7726
23	9.449	0.8754	0.02533	225.27	425.43	200.16	1.0959	1.7718
24	9.731	0.8786	0.02458	226.89	425.88	198.99	1.1013	1.7709
25	10.018	0.8818	0.02385	228.51	426.32	197.81	1.1066	1.7701
26	10.313	0.8851	0.02314	230.15	426.76	196.61	1.1120	1.7692
27	10.614	0.8884	0.02245	231.80	427.19	195.39	1.1174	1.7684
28	10.921	0.8917	0.02179	233.46	427.61	194.15	1.1228	1.7675
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)			液体 v' (dm ³ /kg)
29	11.236	0.8951	0.02115	235.13	428.02	192.90	1.1282	1.7667
30	11.557	0.8986	0.02053	236.80	428.43	191.62	1.1337	1.7658
31	11.885	0.9021	0.01993	238.49	428.82	190.33	1.1391	1.7649
32	12.220	0.9092	0.01935	240.19	429.21	189.02	1.1446	1.7640
33	12.563	0.9128	0.01879	241.90	429.59	187.69	1.1501	1.7631
34	12.913	0.9165	0.01771	243.63	429.96	186.34	1.1556	1.7622
35	13.635	0.9202	0.01720	245.36	430.33	184.96	1.1611	1.7613
36	14.007	0.9240	0.01670	237.11	430.68	183.57	1.1666	1.7604
37	14.387	0.9279	0.01622	248.87	431.02	182.15	1.1722	1.7595
38	14.387	0.9279	0.01622	250.64	431.35	180.71	1.1777	1.7585
39	14.775	0.9318	0.01575	252.43	431.67	179.25	1.1833	1.7576
40	15.171	0.9358	0.01530	254.23	431.98	177.76	1.1889	1.7566
41	15.576	0.9399	0.01486	256.04	432.28	176.24	1.1946	1.7556
42	15.988	0.9440	0.01443	257.87	432.57	174.70	1.2002	1.7546
43	16.409	0.9482	0.01401	259.71	432.85	173.14	1.2059	1.7536
44	16.838	0.9524	0.01361	261.57	433.11	171.54	1.2117	1.7525
45	17.275	0.9568	0.01322	263.44	433.36	169.92	1.2174	1.7515
46	17.722	0.9612	0.01284	265.33	433.60	168.27	1.2232	1.7504
47	18.177	0.9657	0.01247	267.24	433.82	166.58	1.2290	1.7493
48	18.641	0.9703	0.01211	269.16	434.03	164.87	1.2348	1.7482

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

49	19.115	0.9750	0.01176	271.11	434.23	163.12	1.2407	1.7470
50	19.597	0.9798	0.01142	273.07	434.40	161.34	1.2466	1.7458
51	20.089	0.9847	0.01108	275.05	434.57	159.52	1.2525	1.7446
52	20.590	0.9897	0.01076	277.05	434.71	157.66	1.2585	1.7434
53	21.101	0.9948	0.01045	279.07	434.84	155.77	1.2645	1.7421
54	21.622	1.0000	0.01014	281.11	434.95	153.84	1.2706	1.7408
55	22.153	1.0054	0.00985	283.18	435.04	151.86	1.2767	1.7395
56	22.693	1.0108	0.00956	285.26	435.11	149.84	1.2828	1.7381
57	23.244	1.0165	0.00927	287.38	435.16	147.78	1.2890	1.7367
58	23.806	1.0223	0.00900	289.52	435.18	145.67	1.2953	1.7352
59	24.377	1.0282	0.00873	291.68	435.19	143.51	1.3016	1.7337
60	24.959	1.0343	0.00847	293.88	435.17	141.29	1.3080	1.7321
61	25.552	1.0406	0.00821	296.10	435.12	139.02	1.3144	1.7305
62	26.156	1.0471	0.00796	298.36	435.05	136.69	1.3210	1.7288
63	26.771	1.0539	0.00772	300.64	434.95	134.31	1.3275	1.7271
64	27.398	1.0608	0.00748	302.97	434.82	131.85	1.3342	1.7253
65	28.035	1.0680	0.00725	305.33	434.66	129.33	1.3409	1.7234
66	28.684	1.0755	0.00703	307.73	434.46	126.74	1.3478	1.7215
67	29.345	1.0832	0.00680	310.17	434.23	124.06	1.3547	1.7194
68	30.018	1.0913	0.00659	312.65	433.96	121.31	1.3617	1.7173
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)			液体 v' (dm ³ /kg)
69	30.703	1.0998	0.00637	315.19	433.65	118.46	1.3689	1.7151
70	31.400	1.1087	0.00617	317.77	433.29	115.52	1.3761	1.7128
71	32.109	1.1180	0.00596	320.41	432.89	112.48	1.3835	1.7104
72	32.831	1.1278	0.00576	323.11	432.44	109.33	1.3911	1.7078
73	33.566	1.1382	0.00557	325.88	431.93	106.05	1.3988	1.7052
74	34.313	1.1492	0.00537	328.72	431.36	102.65	1.4067	1.7023
75	35.074	1.1610	0.00518	331.64	430.73	99.09	1.4147	1.6994
76	35.848	1.1737	0.00500	334.65	430.03	95.38	1.4230	1.6962
77	36.635	1.1875	0.00481	337.76	429.24	91.48	1.4316	1.6929
78	37.436	1.2025	0.00463	340.98	428.37	87.39	1.4404	1.6893
79	38.251	1.2190	0.00445	344.34	427.40	83.07	1.4496	1.6855
80	39.080	1.2375	0.00428	347.84	426.33	78.49	1.4592	1.6814
81	39.923	1.2586	0.00410	351.53	425.13	73.60	1.4692	1.6770
82	40.781	1.2831	0.00393	355.43	423.80	68.36	1.4798	1.6723
83	41.653	1.3126	0.00375	359.59	422.31	62.72	1.4911	1.6672
84	42.540	1.3500	0.00358	364.10	420.66	56.56	1.5033	1.6617
85	43.442	1.4020	0.00341	375.78	418.83	43.05	1.5355	1.6557
86	44.360	1.4913	0.00325	395.33	416.83	21.50	1.5894	1.6492

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

86.74	46.191	1.9000	0.00190	378.41	378.41	0.00	1.5403	1.5403
-------	--------	--------	---------	--------	--------	------	--------	--------

表 2-16 R410A 制冷剂饱和状态热力学性质表

温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)		液体 S' (kJ/kg·K)	蒸气 S'' (kJ/kg·K)
-65	0.514	0.7042	0.45572	111.27	389.07	277.80	0.6334	1.9680
-64	0.544	0.7055	0.43231	112.50	389.69	277.19	0.6393	1.9646
-63	0.576	0.7069	0.41033	113.74	390.31	276.57	0.6452	1.9612
-62	0.608	0.7082	0.38969	114.98	390.93	275.95	0.6510	1.9579
-61	0.643	0.7096	0.37028	116.22	391.55	275.33	0.6569	1.9547
-60	0.679	0.7110	0.35203	117.47	392.16	274.70	0.6628	1.9515
-59	0.716	0.7124	0.33485	118.72	392.78	274.06	0.6686	1.9484
-58	0.755	0.7138	0.31868	119.97	393.40	273.43	0.6744	1.9453
-57	0.796	0.7152	0.30343	121.23	394.01	272.79	0.6802	1.9423
-56	0.839	0.7167	0.28907	122.48	394.63	272.14	0.6860	1.9393
-55	0.883	0.7181	0.27551	123.75	395.24	271.49	0.6918	1.9363
-54	0.929	0.7196	0.26272	125.01	395.85	270.84	0.6976	1.9335
-53	0.977	0.7211	0.25063	126.28	396.46	270.18	0.7034	1.9306
-52	1.027	0.7226	0.23922	127.55	397.07	269.52	0.7091	1.9278
-51	1.079	0.7242	0.22840	128.83	397.68	268.84	0.7149	1.9250

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

-50	1.134	0.7258	0.21819	130.11	398.28	268.17	0.7206	1.9223
-49	1.190	0.7273	0.20853	131.39	398.88	267.49	0.7263	1.9197
-48	1.248	0.7289	0.19938	132.68	399.49	266.81	0.7320	1.9170
-47	1.309	0.7306	0.19071	133.97	400.09	266.12	0.7377	1.9144
-46	1.372	0.7322	0.18250	135.26	400.68	265.42	0.7434	1.9119
-45	1.438	0.7339	0.17470	136.56	401.28	264.72	0.7491	1.9094
-44	1.506	0.7355	0.16731	137.86	401.87	264.01	0.7547	1.9069
-43	1.576	0.7373	0.16030	139.16	402.47	263.30	0.7604	1.9045
-42	1.649	0.7390	0.15363	140.47	403.64	262.58	0.7661	1.9020
-41	1.725	0.7407	0.14730	141.78	404.23	261.86	0.7717	1.8997
-40	1.803	0.7425	0.14128	143.10	404.81	261.13	0.7773	1.8973
-39	1.884	0.7443	0.13556	144.42	405.39	260.39	0.7830	1.8950
-38	1.968	0.7461	0.14011	145.75	405.97	259.65	0.7886	1.8928
-37	2.054	0.7480	0.12493	147.07	406.54	258.90	0.7942	1.8905
-36	2.144	0.7499	0.11999	148.41	407.12	258.14	0.7998	1.8883
-35	2.237	0.7518	0.11529	149.74		257.37	0.8054	1.8861
-34	2.333	0.7537	0.11081	151.08	407.69	256.60	0.8110	1.8840
-33	2.432	0.7556	0.10653	152.43	408.25	255.82	0.8166	1.8818
-32	2.534	0.7576	0.10246	153.78	408.82	255.04	0.8222	1.8798
-31	2.640	0.7596	0.09857	155.13	409.38	254.24	0.8277	1.8777
-30	2.749	0.7617	0.09485	156.49	409.93	253.44	0.8333	1.8756
-29	2.861	0.7637	0.09131	157.86	410.49	252.63	0.8389	1.8736
-28	2.977	0.7658	0.08792	159.22	411.04	251.82	0.8444	1.8716
-27	3.097	0.7680	0.08468	160.60	411.59	250.99	0.8500	1.8696
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容				汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)			液体 v' (dm ³ /kg)
-26	3.220	0.7701	0.08158	161.97	412.13	250.16	0.8555	1.8677
-25	3.347	0.7723	0.07862	163.36	412.67	249.31	0.8611	1.8658
-24	3.478	0.7745	0.07579	164.74	413.21	248.46	0.8666	1.8639
-23	3.613	0.7768	0.07308	166.14	413.74	247.60	0.8722	1.8620
-22	3.751	0.7791	0.07048	167.53	414.27	246.73	0.8777	1.8601
-21	3.894	0.7814	0.06799	168.94	414.79	245.86	0.8832	1.8583
-20	4.041	0.7838	0.06561	170.35	415.31	244.97	0.8888	1.8564
-19	4.193	0.7862	0.06332	171.76	415.83	244.07	0.8943	1.8546
-18	4.348	0.7886	0.06113	173.18	416.34	243.16	0.8998	1.8528
-17	4.508	0.7911	0.05903	174.60	416.85	242.25	0.9053	1.8511
-16	4.673	0.7936	0.05702	176.03	417.35	241.32	0.9109	1.8493
-15	4.842	0.7962	0.05508	177.47	417.85	240.38	0.9164	1.8476
-14	5.016	0.7988	0.05322	178.91	418.34	239.43	0.9219	1.8458
-13	5.194	0.8014	0.05144	180.36	418.83	238.47	0.9274	1.8441

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

-12	5.378	0.8041	0.04972	181.81	419.32	237.50	0.9330	1.8424
-11	5.566	0.8068	0.04808	183.27	419.79	236.52	0.9385	1.8407
-10	5.759	0.8096	0.04649	184.74	420.27	235.53	0.9440	1.8390
-9	5.957	0.8125	0.04497	186.21	420.73	234.52	0.9495	1.8374
-8	6.161	0.8153	0.04350	187.69	421.20	233.50	0.9551	1.8357
-7	6.370	0.8183	0.04209	189.18	421.65	232.47	0.9606	1.8341
-6	6.584	0.8212	0.04074	190.67	422.10	231.43	0.9661	1.8324
-5	6.803	0.8243	0.03943	192.17	422.55	230.38	0.9717	1.8292
-4	7.029	0.8274	0.03817	193.68	422.99	229.31	0.9772	1.8276
-3	7.259	0.8305	0.03696	195.19	423.42	228.23	0.9828	1.8276
-2	7.496	0.8337	0.03579	196.71	423.84	227.13	0.9883	1.8260
-1	7.738	0.8370	0.03467	198.24	424.26	226.02	0.9939	1.8244
0	7.986	0.8403	0.03358	199.77	424.67	224.90	0.9994	1.8228
1	8.241	0.8437	0.03254	201.32	425.08	223.76	1.0050	1.8212
2	8.501	0.8471	0.03153	202.87	425.48	222.61	1.0106	1.8196
3	8.768	0.8506	0.03055	204.43	425.87	221.44	1.0161	1.8180
4	9.041	0.8542	0.02961	205.99	426.25	220.26	1.0217	1.8164
5	9.320	0.8579	0.02870	207.57	426.63	219.06	1.0273	1.8149
6	9.606	0.8616	0.02783	209.15	427.00	217.84	1.0329	1.8133
7	9.898	0.8654	0.02698	210.75	427.36	216.61	1.0385	1.8117
8	10.198	0.8693	0.02616	212.35	427.71	215.36	1.0441	1.8101
9	10.504	0.8733	0.02537	213.96	428.05	214.09	1.0498	1.8085
10	10.817	0.8773	0.02461	215.60	428.38	212.78	1.0555	1.8070
11	11.137	0.8815	0.02387	217.23	428.71	211.48	1.0611	1.8054
12	11.464	0.8857	0.02316	218.87	429.03	210.15	1.0668	1.8038
13	11.798	0.8900	0.02247	220.52	429.33	208.81	1.0725	1.8022
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)			液体 v' (dm ³ /kg)
14	12.140	0.8944	0.02180	222.18	429.63	207.45	1.0781	1.8006
15	12.489	0.8990	0.02115	223.85	429.92	206.07	1.0838	1.7990
16	12.846	0.9036	0.02052	225.53	430.20	204.67	1.0895	1.7974
17	13.210	0.9083	0.01992	227.22	430.46	203.24	1.0953	1.7957
18	13.582	0.9131	0.01933	228.92	430.72	201.79	1.1010	1.7941
19	13.962	0.9181	0.01876	230.64	430.96	200.32	1.1068	1.7925
20	14.350	0.9232	0.01821	232.36	431.20	198.83	1.1126	1.7908
21	14.747	0.9284	0.01767	234.10	431.42	197.32	1.1183	1.7891
22	15.151	0.9337	0.01716	235.85	431.64	195.77	1.1242	1.7875
23	15.564	0.9392	0.01665	237.62	431.83	194.21	1.1300	1.7858
24	15.985	0.9448	0.01617	239.39	432.01	192.62	1.1359	1.7841
25	16.415	0.9505	0.01569	241.18	432.18	191.00	1.1417	1.7823

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

26	16.854	0.9564	0.01524	242.99	432.34	189.35	1.1476	1.7806
27	18.301	0.9625	0.01479	244.81	432.48	187.67	1.1536	1.7788
28	17.758	0.9687	0.01436	246.64	432.61	185.97	1.1595	1.7770
29	18.223	0.9751	0.01394	248.49	432.72	184.23	1.1655	1.7752
30	18.698	0.9817	0.01353	250.36	432.82	182.46	1.1715	1.7734
31	19.182	0.9885	0.01314	252.24	432.90	180.66	1.1776	1.7716
32	19.676	0.9955	0.01275	254.14	432.97	178.83	1.1836	1.76967
33	20.179	1.0027	0.01238	256.05	433.02	176.96	1.1897	1.7678
34	20.692	1.0101	0.01201	257.99	433.04	175.06	1.1959	1.7658
35	21.214	1.0177	0.01166	259.94	433.06	173.11	1.2021	1.7638
36	21.747	1.0256	0.01132	261.91	433.05	171.13	1.2083	1.7618
37	22.290	1.0338	0.01098	263.91	433.02	169.11	1.2145	1.7598
38	22.843	1.0422	0.01066	265.92	432.97	167.05	1.2208	1.7577
39	23.406	1.0509	0.01034	267.96	432.90	164.94	1.2272	1.7556
40	23.981	1.0599	0.01003	270.02	432.80	162.78	1.2336	1.7534
41	24.565	1.0693	0.00973	272.10	432.68	160.58	1.2300	1.7512
42	25.161	1.0790	0.00944	274.21	432.54	158.33	1.2465	1.7489
43	25.767	1.0890	0.00915	276.35	432.37	156.02	1.2531	1.7466
44	26.385	1.0995	0.00887	278.51	432.17	153.66	1.2597	1.7442
45	27.014	1.1104	0.00860	280.70	431.94	151.24	1.2664	1.7418
46	27.654	1.1217	0.00834	282.93	431.69	148.76	1.2731	1.7392
47	28.306	1.1335	0.00808	285.18	431.40	146.21	1.2800	1.7367
48	28.970	1.1458	0.00782	287.47	431.07	143.60	1.2869	1.7340
49	29.645	1.1587	0.00758	289.80	431.71	140.92	1.2938	1.7313
50	30.333	1.1722	0.00734	292.16	430.32	138.15	1.3009	1.7285
51	31.033	1.1863	0.00710	294.57	429.88	135.31	1.3081	1.7255
52	31.745	1.2012	0.00687	297.02	429.40	132.38	1.3154	1.7225
53	32.469	1.2168	0.00664	299.51	428.87	129.36	1.3228	1.7194
温 度 t (°C)	绝对压力 P (Bar)	比 容		焓		汽化热 r (kJ/kg)	熵	
		液体 v' (dm ³ /kg)	蒸气 v'' (m ³ /kg)	液体 h' (kJ/kg)	蒸气 h'' (kJ/kg)			液体 v' (dm ³ /kg)
54	33.207	1.2333	0.00642	302.06	428.29	136.23	1.3303	1.7161
55	33.957	1.2507	0.00621	304.66	427.65	123.00	1.3379	1.7128
56	34.720	1.2692	0.00599	307.32	426.96	119.65	1.3457	1.7092
57	35.497	1.2888	0.00578	310.04	426.20	116.17	1.3537	1.7056
58	36.287	1.3097	0.00558	312.83	425.38	112.55	1.3618	1.7017
59	37.091	1.3321	0.00538	315.70	424.47	108.77	1.3702	1.6976
60	37.908	1.3561	0.00518	318.64	423.48	104.84	1.3787	1.6934
61	38.739	1.3821	0.00498	321.70	422.40	100.70	1.3875	1.6889
62	39.585	1.4102	0.00478	324.86	421.20	96.34	1.3966	1.6840
63	40.445	1.4410	0.00459	328.15	419.88	91.73	1.4060	1.6789

编 著：马 保 德

实用房间空调器原理与维修技术

64	41.320	1.4748	0.00440	331.58	418.41	86.84	1.4158	1.6734
65	42.209	1.5124	0.00420	335.18	416.78	81.59	1.4261	1.6674
66	43.114	1.5547	0.00401	339.00	414.93	75.93	1.4370	1.6609
67	44.035	1.6030	0.00382	343.07	412.83	69.76	1.4485	1.6536
68	44.971	1.6593	0.00362	414.91	410.39	-4.53	1.6587	1.6454
69	45.193	3.8888	0.00376	414.46	413.90	-0.55	1.6571	1.6555
70	46.166	3.7092	0.00357	412.36	411.60	-0.70	1.6499	1.6479
71	47.153	3.5313	0.00339	410.07	409.16	-0.91	1.6423	1.6396
72	48.156	3.3559	0.00320	407.61	406.40	-1.21	1.6341	1.6306
73	49.175	3.1848	0.00303	405.02	403.41	-1.61	1.6257	1.6211
74	50.208	3.0220	0.00286	402.46	400.40	-2.07	1.6175	1.6115
74.67	51.737	1.6227	0.00162	353.65	353.65	0.00	1.4730	1.4730

获取更多资料 微信搜索蓝领精英

编 著：马 保 德