

● 电/子/技/术/轻/松/入/门/丛/书

电冰箱维修 技术入门

● 李援瑛 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电子技术轻松入门丛书

电冰箱维修技术入门

李援瑛 主编



机械工业出版社

本书在简明扼要地讲述制冷原理的基础上,系统地介绍了电冰箱的结构性能、工作原理、故障判断、维护及维修方法,着重阐述了电冰箱常见故障的判断和检修方面的操作技能。

本书可读性强,适用于技术培训,可作为专业教材使用,尤其适合自学电冰箱维修技术的爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电冰箱维修技术入门/李援瑛主编. —北京:机械工业出版社, 2005.5

(电子技术轻松入门丛书)

ISBN 7-111-16361-3

I. 电… II. 李… III. 冰箱—维修 IV. TM925.217

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 024065 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:徐明煜 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:陈 沛 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2005 年 9 月第 1 版·第 2 次印刷

890mm × 1240mm A5·6.25 印张·1 插页·186 千字

5 001—8 000 册

定价:13.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

编委会名单

主任：宋贵林

副主任（以姓氏笔画为序）：

孟贵华 姜有根

委员（以姓氏笔画为序）：

马广月 朱 骐 任瑞良

宋贵林 吴小蓬 吴培生

李援瑛 杨西明 孟贵华

姜有根 胡春萍 郭晋阳

电子技术轻松入门丛书

序 言

跨入新世纪,随着我国科学技术的迅速发展和人民生活水平的不断提高,各种家用电器已经大量进入千家万户。我国的电子爱好者是一支庞大的队伍,而且每年都有很多初学者加入这个行列。如何帮助这些初学者更快地进入这个五彩缤纷的电子世界,这是众多科普工作者都十分关心和考虑的问题。

过去,我们也曾为初学者举办过各种类型的培训班,并编写了很多本不同层次的培训教材。但是,我们觉得初学者参加培训班学习,总要受到时间、经济、地域等多种条件的限制。因此,为初学者编写一套自学的入门读物,可以说是一种很好的办法,也是我们多年的心愿。为此,我们编写了这套初学者的入门读物——电子技术轻松入门丛书。

本丛书的作者均为电子爱好者、专业教师、职业技术培训考评员,他们不仅具有丰富的实践经验,而且具有多年从事各种培训班的教学经验。由他们根据自己多年学习的心得体会、实践操作经验及丰富的教学经验,针对初学者的特点,运用通俗的语言,由浅入深地阐明电子技术各个方面的基本原理、实际操作及维修方法,编写成这套电子技术轻松入门丛书,奉献给各位初学者,以满足初学者随时随地学习的需求,这就是我们的愿望。

本丛书既是电子爱好者的入门读物,也可作为职业学校相应专业及业余技术培训班的教材,还可供电工、电子维修人员参考。

我们衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵的意见和建议。

“电子技术轻松入门丛书”编委会

前 言

本书结合职业技能鉴定内容,本着由浅入深,深入浅出的原则系统地讲授了电冰箱的原理结构、故障判断、维护及维修操作方法,使读者能通过本书的学习,掌握电冰箱的基本维修技能。我们的编写原则是讲明白基础,讲透基本结构和基本电路知识,重点放在技能操作上,使读者能读得懂学得会,尽快掌握实用维修技术。为了适应当前电冰箱维修技术的发展,本书在编写过程中力求基础扎实、技术实用,所涉及的内容覆盖了电冰箱维修中常见的技术问题,是自学电冰箱维修技术的实用读物。

本书可作为具有初高中文化程度的从业人员参加制冷设备维修工等级考核的学习教材,也可作为职业高中、职工中专学校专业班的教材,本书的可读性和可操作性很强,尤其适合自学电冰箱维修技术的爱好者阅读。

本书由李援瑛主编,参加编写的人员还有李建立、李晓、杨西明、余宁、袁燕丽、吕昀、戴志荣、刘祥元、王秀梅、崔振杰、王蓓、贺岭、耿文红、李丽、陈建立、贾鲁新等同志。

由于编者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年11月

目 录

电子技术轻松入门丛书序言

前 言

第一章 热力学的基本概念	1
第一节 热力学的基本参数	1
第二节 制冷剂的特性	9
第三节 冷冻润滑油	14
第二章 电冰箱的基础知识	19
第一节 电冰箱的分类与结构	19
第二节 电冰箱的制冷系统	31
第三节 电冰箱的电气控制系统	53
第四节 电冰箱典型控制电路介绍	81
第五节 电冰箱微电脑控制电路	87
第三章 电冰箱维修设备与工具的使用	98
第一节 制冷设备维修常用仪器仪表的使用方法	98
第二节 电冰箱修理工具的使用方法	109
第三节 气焊设备与操作方法	116
第四节 制冷剂的分装	127
第四章 电冰箱部件常见故障的维修	128
第一节 电冰箱压缩机的判断	128
第二节 制冷系统部件故障的判断与维修	130
第三节 电冰箱电气控制系统的故障判断与维修方法	139
第四节 电冰箱部件的拆装	143

第五章	电冰箱的常见故障与维修方法	149
第一节	电冰箱的挑选与使用不当故障的处理	149
第二节	电冰箱故障的一般检查方法	159
第三节	电冰箱制冷系统的维修操作	167
第四节	电冰箱修理后的检测方法	190
参考文献		192

附录

附录 A R22 的 $\lg p - h$ 图

附录 B R134a 的 $\lg p - h$ 图

第一章 热力学的基本概念

第一节 热力学的基本参数

一、温度与压力

(一) 温度

温度的定义是表示物体冷热程度的物理量。在制冷系统中，它表示了制冷剂的冷热程度。

温标是温度的标定方法。常见的温标有摄氏温标、华氏温标和热力学温标（又叫绝对温标或开氏温标）。

1. 摄氏温标 摄氏温标的符号用 t 表示，其单位是摄氏度，可以写成“ $^{\circ}\text{C}$ ”。摄氏温标是指在一个标准大气压（约为 0.1MPa 或 760mmHg ）下，将冰、水混合物的温度定为 0°C ，水的沸点定为 100°C ，在这两个定点之间分成 100 个等份，每一个等份间隔为 1°C 。

2. 华氏温标 华氏温标的符号用 F 表示，其单位是华氏度，可以写成“ $^{\circ}\text{F}$ ”。华氏温标是指在一个标准大气压下，将冰、水混合物的温度定为 32°F ，水的沸点定为 212°F ，在这两个定点之间分成 180 个等份，每一个等份间隔为 1°F 。

3. 热力学温标 热力学温标的符号用 T 表示，其单位是开尔文，可以写成“ K ”。

把物质中的分子全部停止运动时的温度定为绝对零度（绝对零度相当于 -273.15°C ），以绝对零度为起点的温标叫做热力学温标。

4. 换算关系 三种温标间的换算关系为

$$t = T - 273.15$$

$$T = t + 273.15$$

$$t = \frac{5}{9} (F - 32)$$

$$F = \frac{9}{5} t + 32$$

(二) 压力

压力的定义是，在制冷系统中，大量制冷剂气体或液体分子垂直作用于容器壁单位面积上的作用力叫做压力（即物理学中的压强），用 p 表示。空气对地球表面所产生的压力叫做大气压力，简称大气压，用符号 B 表示。

1. 压力的单位 压力的单位有国际单位制、标准大气压、工程制单位及液柱高单位等几种标定方法。

(1) 国际单位制：国际上规定，当 1m^2 面积上所受到的作用力是 1N 时，此时的压力为 1Pa ， $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ 。在实际应用中，因 Pa 的单位太小，还常采用 MPa （兆帕）作为压力单位， $1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$ 。

(2) 标准大气压：标准大气压是指 0°C 时，在纬度为 45° 的海平面上，空气对海平面的平均压力。标准大气压用 atm 表示，即 $1\text{atm} = 760\text{mmHg}$ 。

一个标准大气压近似等于 0.1MPa ，即 $1\text{atm} \approx 0.1\text{MPa}$ 。

(3) 工程制单位：工程制单位是工程上常用的单位，一般采用 kgf/cm^2 （千克力/厘米²）作单位，换算关系为

$$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 735.6\text{mmHg} \approx 0.1\text{MPa}$$

(4) 液柱高单位：空调技术中常用液柱高度作为单位，如 mmHg （毫米汞柱）、 mmH_2O （毫米水柱）。

在制冷技术中还会遇到一些非国际单位和非法定计量单位的压力单位，它们的换算关系为

$$1\text{lbf}/\text{in}^2 = 6894.76\text{Pa}$$

$$1\text{atm} = 101325\text{Pa}$$

$$1\text{kgf}/\text{m}^2 = 9.80665\text{Pa}$$

$$1\text{dyn}/\text{cm}^2 = 0.1\text{Pa}$$

$$1\text{mmH}_2\text{O} = 9.80665\text{Pa}$$

$$1\text{mmHg} = 13.5951\text{mmH}_2\text{O} = 133.322\text{Pa}$$

2. 绝对压力和表压力 以下分别叙述：

(1) 绝对压力：容器中气体的真实压力称为绝对压力，用 $p_{\text{绝}}$ 表示。

当容器中没有任何气体分子时，即真空状态下，绝对压力值为

零。

(2) 表压力：在制冷系统中，用压力表测得的压力值称为表压力，用 $p_{\text{表}}$ 表示。

当压力表的读数为零值时，其绝对压力为当地、当时的大气压力。表压力并不是容器内气体的真实压力，而是容器内真实压力 ($p_{\text{绝}}$) 与当地外界大气压力 (B) 之差，即

$$p_{\text{绝}} = p_{\text{表}} + B$$

二、真空与真空度

1. 真空 系统内的绝对压力小于当地大气压的程度。

2. 真空度 系统内的绝对压力小于当地大气压的数值称为真空度，用 H 表示，单位一般用 $\text{mmHg}^{\ominus}$ ，即

$$H = B - p_{\text{绝}}$$

3. 真空压力联程表 在工程中，用于测量高于大气压的压力仪表称为压力表；用于测量低于大气压的压力仪表称为真空表；两者皆可测的压力仪表，称为真空压力联程表。

真空压力联程表一般是以 MPa 为单位，表上的刻度有正、负之分，正刻度从 0 开始向右依次为 0.1、0.2、0.3、…，其单位为 MPa；负刻度从 0 开始向左至 -0.1，其单位也为 MPa（或刻度从 0 ~ 760mmHg），如图 1-1 所示。

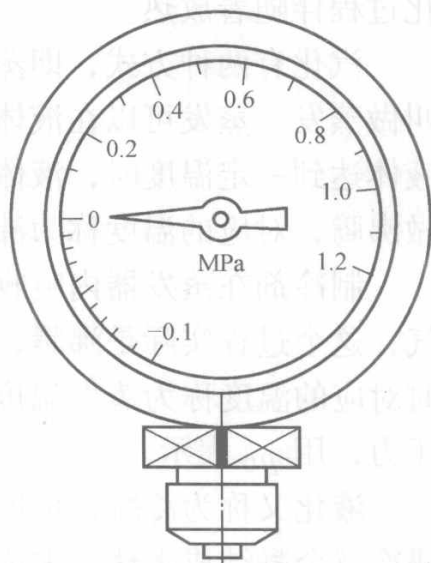


图 1-1 真空压力联程表

三、物质的相变

(一) 物质的三种状态及状态变化

自然界的物质，在不同的条件下，以不同的状态存在。同一种物质，由于压力、温度不同，可以处于固态、液态或气态。在适当条件下，各种状态可以进行相互转换，如图 1-2 所示。

物态的变化又称为相变。在相变过程中，总是伴随着吸热或放热

$\ominus 1\text{mmHg} = 133.322\text{Pa}$ 。

现象，应用在制冷装置上，就是我们要着重介绍的蒸气压缩式制冷的原理，这种制冷方式是依靠制冷装置内的制冷剂的相变来完成的。

(二) 描述物态相变的物理量

1. 汽化和液化 物质由液态转化为气态的过程叫做汽化；从气态转化为液态的过程叫做液化。汽化和液化是相反的过程，汽化过程伴随着吸热，液化过程伴随着放热。

汽化有两种方式，即蒸发和沸腾。只在液体表面发生的汽化现象叫做蒸发。蒸发可以在液体的任何温度下发生。在一定的气压下，当液体达到一定温度时，液体内部和表面同时进行的剧烈的汽化现象叫做沸腾，对应的温度称为沸点。

制冷剂在蒸发器内吸收了被冷却物体的热量后，由液态汽化为蒸气，这个过程实际是沸腾，在制冷技术中，习惯上称为蒸发，并将此时对应的温度称为蒸发温度，用 t_0 表示，此时对应的压力称为蒸发压力，用 p_0 表示。

液化又称为冷凝，可通过降温或加压的方法进行。例如，水蒸气遇冷就会凝结成水珠，水蒸气液化很容易，但有些气体的液化要在较低温度和较高压力下才能实现，如电冰箱中 R12 制冷剂若在室温下液化，就需加压到 0.6MPa (6atm) 以上，才能在冷凝器中放热液化。

制冷剂在冷凝器内液化时对应的温度称为冷凝温度，用 t_k 表示，对应的压力称为冷凝压力，用 p_k 表示。

2. 熔解和凝固 物质从固态变为液态的过程叫做熔解；从液态变为固态的过程叫做凝固。熔解时的温度称为熔点，凝固时的温度称为凝固点。

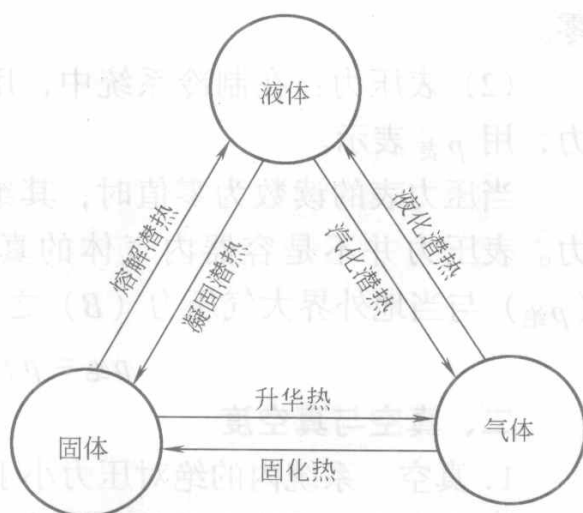


图 1-2 物质状态的变化

3. 升华和凝华 固体不经过液体而直接变成气体的过程叫做升华；反之，由气体直接变为固体的过程叫做凝华。

四、热能、热量、制冷量

热能是能量的一种形式，它是物质分子运动的动能。热能是可以随物质运动由这种形式转变为另一种形式的能量。

热量是物质热能转移时的度量，是表示物体吸热或放热多少的度量，用符号 Q 表示。在国际单位制中，热量的单位是 J（焦耳）或 kJ（千焦）。在工程技术中，热量单位常用 cal（卡）或 kcal（千卡，又称大卡）来表示。这两种单位的换算关系是

$$1\text{kJ} = 0.24\text{kcal} \quad 1\text{kcal} = 4.18\text{kJ}$$

制冷量是用人工方法在单位时间里从某物体（空间）移去的热量，其单位为 kJ/h（千焦/小时）或 W（瓦）、kW（千瓦）。

五、冷吨

冷吨是英制的制冷量单位。1 冷吨就是在 24h 内冻结 1t 0°C 的水变成 0°C 的冰所需的冷量。美国用 2000lb 作为 1t，因此 1 美国冷吨 = 12659kJ/h；日本用 1000kg 作为 1t，因此 1 日本冷吨 = 13898kJ/h。

六、内能、焓和熵

内能是由工质（所谓工质是指热力循环中工作的物质）内部状态决定的能量。它包括工质内部分子热运动的动能和分子相互作用的热能。工质的内能取决于工质的状态——温度、压力和比容。单位质量工质的内能叫比内能。比内能用符号 μ 表示。1kg 工质的内能单位是 kJ/kg。

焓是工质在流动过程中所具有的总能量。在热力工程中，将流动工质的内能和推动功之和称为焓。

单位质量工质所具有的焓称为比焓，用符号 h 表示，单位是 kJ/kg（或 kcal/kg）。

熵是表征工质在状态变化时与外界进行热交换的程度。单位质量工质所具有的熵称为比熵，用符号 s 表示，单位是 kJ/(kg·K) [或 kcal/(kg·K)]。

七、热力学定律

热力学是研究热能与机械能之间相互转换规律的学科，主要研究

能量转换的客观规律（即热力学的基本定律）和工质的基本热力性质及热力装置的工作过程。制冷装置中制冷剂的吸放热过程及压缩过程都是通过制冷剂的状态变化来实现能量交换的。因此，热力学也是制冷技术主要理论基础，热力学的理论与方法可以用来分析制冷循环、进行热力计算、确定性能指标，且可指出制冷装置性能改进与提高的方向。

1. 热力学第一定律 热力学第一定律是能量转化与守恒定律在热力学中的具体体现。在热力学范围内，主要指的是物体的内能与机械能之间的相互转化与守恒。它可表达为热和功可以相互转化，一定量的热消失时必然产生数量完全一样的机械能；而当一定量的机械能消失时必然产生数量完全一样的热能。这表明热和功之间存在着一定的数量关系，用数学公式可表达为

$$Q = AL$$

式中 Q ——热量，单位为 kJ；

L ——机械功，单位为 $\text{kgf} \cdot \text{m}$ ；

A ——功热当量，单位为 $\text{kJ}/(\text{kgf} \cdot \text{m})$ 。

2. 热力学第二定律 热力学第一定律只说明了热与机械功之间的转化关系，并没有指出能量转化的条件和方向。热力学第二定律指出，在自然条件下，热量不能从低温物体转移到高温物体，欲使热量由低温物体转移到高温物体，必须要消耗外界的功，而这部分功又转变为热量。

人工制冷是对热力学第二定律的典型应用。人工制冷是指消耗一定的能量（电能或其他能量），以使热量从低温热源（蒸发器周围被冷却物质）转移到高温热源（冷凝器的冷却介质——空气或冷却水）的过程。

热力学第一定律和第二定律是基本定律，也是制冷技术的理论基础。它们说明了制冷机中功和能（热量）之间相互转换的关系及条件，以及制冷要消耗功的原因。

八、显热和潜热

虽然热量是物体吸收或放出热的多少，但是有的物体吸收或放出热量只有温度的变化，而无状态的变化；有的物体吸收或放出热量只

有状态的变化，而无温度的变化。它们的区别是，前者吸收或放出的是显热，后者吸收或放出的是潜热。

1. 显热 物体吸收或放出热量时，物体只有温度的升高或降低，而状态却不发生变化，这时物体吸收或放出的热量叫做显热。

用“显”这个字来形容热，是因为这种热既可以用触摸感觉出来，又可以用温度计测量出来。例如， 20°C 的水吸热后其温度升高至 50°C ，吸收的热量为显热；反之， 50°C 的水降温到 20°C 时，所放出的热量也为显热。

2. 潜热 物体吸收或放出热量时，物体只有状态的变化，而温度却不发生变化，这时物体吸收或放出的热量叫做潜热。

潜热因温度不变，所以无法用温度计测量。物体相变时所吸收或放出的热量均为潜热，分别称为汽化潜热、液化潜热、熔解潜热、凝固潜热、升华潜热和凝华潜热。例如，在常压下，水加热到沸点 100°C 后，如果继续加热，水将汽化为水蒸气，汽化过程中温度仍为 100°C 不变，这时吸收的热量为汽化潜热（又称蒸发潜热）；反之，高温的水蒸气冷却到 100°C 后再继续降温，水蒸气将冷凝为水，冷凝过程中温度保持 100°C 不变，这时放出的热量为液化潜热（又称冷凝潜热）。

制冷系统中的制冷剂一般选用蒸发潜热数值大的物质，这是因为制冷剂在蒸发器中主要是利用由液态吸热变为气态的相变过程来达到制冷目的，这个热就是蒸发潜热。

九、热传递

热量从高温物体（空间）向低温物体（空间）传递的过程称为传热。

隔热又称为绝热，是利用隔热材料来防止热量从外界向冷却对象渗透，或防止热量散失到周围环境中的一种方法。

当两个温度不同的物体互相接触时，由于两者之间存在温度差，两者的热能会发生变化，即温度高的物体失去热能，温度降低；而温度低的物体得到热能，温度升高。这种热能在温度差作用下的转移过程称为热传递过程。

热传递的方式有三种，即热传导、对流和热辐射。

1. 热传导 温度不同的两个物体相接触或者同一个物体的各个

部分温度不同时,热量会从高温向低温传递,这种发生在固体内部的传热方式称为热传导。

不同物体的传热本领是不一样的。容易传热的物体叫做热的良导体,如银、铜、铝、铁等金属;不容易传热的物体叫做热的不良导体(也叫绝热材料),如玻璃棉、聚氨酯泡沫塑料、软木、空气等。在制冷设备中要根据不同的需要,选用不同的材料。如对于蒸发器、冷凝器等传热设备,应采用钢、铝等良导体;对于箱体等隔热材料,则应采用聚氨酯泡沫塑料、玻璃棉等绝热材料。

热传导是固体中热量传递的主要方式,在气体或液体中,热传导过程往往是和对流同时发生的。

2. 对流 依靠流体(液体或气体)的流动而进行热传递的方式称为对流。

对流可分为自然对流和强制对流,其中靠流体密度差进行的对流称为自然对流,靠外部用搅拌等手段强制进行的对流称为强制对流。直冷式电冰箱箱内获得低温,是箱内空气自然对流的结果;而间冷式电冰箱箱内获得低温,主要是依靠小风扇强迫箱内空气对流的结果。

3. 热辐射 热量从物体直接沿直线射出去的传热方式叫做热辐射。热辐射的传递方式和光的传播方式一样,是以电磁波的形式传递,传播速度为光速。太阳的热就是通过热辐射传到地球的。

热辐射总是在两个物体或多个物体之间进行的。物体间的温差越大,热辐射就越强烈。热辐射的大小除了与热源的温度有关外,还与物体表面的性质有关:物体表面越黑、越粗糙就越容易辐射热和吸收热;表面越白、越光滑就越不容易吸收辐射热,但善于反射辐射热。因此,电冰箱的表面要做得白而光亮,以减少吸收其他物体的辐射热;为利于向空气辐射热,电冰箱背后的冷凝器和压缩机应喷涂黑漆。

十、热力循环与节流

1. 热力循环 一个封闭的热力过程称为热力循环。将热量从低温热源中取出,并排放到高温热源中的热力循环,称为制冷循环。

2. 节流 节流是指流体在流道中流经阀门、孔板或多孔堵塞物时,由于局部的阻力使流体压力降低的现象。在节流过程中,流体与外界没有热量交换,就称为绝热节流。制冷剂流经热力膨胀阀或毛细

管可视为近似绝热节流过程。制冷剂在节流过程中与外界无热交换，因此节流前后的制冷剂的焓不变，所以称为等焓节流。

十一、制冷循环的状态术语

1. 饱和状态 在汽化过程中，气液两相处于平衡共存的状态。
2. 饱和温度 在某一给定压力下，气液两相达到饱和时所对应的温度。
3. 饱和压力 在某一给定温度下，气液两相达到饱和时所对应的压力。
4. 饱和液体 温度等于其所处压力下对应饱和温度的液体。
5. 湿蒸气 处于两相共存状态下的气液混合物。
6. 过热 将蒸气的温度加热到高于相应压力下饱和温度的过程。
7. 过热蒸气 温度高于其所处压力下对应饱和温度的蒸气。
8. 过热度 过热蒸气温度与其饱和温度之差。
9. 过冷 把液体的温度冷却到低于相应压力下饱和温度的过程。
10. 液体 温度低于其所处压力下对应饱和温度的液体。
11. 干度 湿蒸气中，饱和蒸气与湿蒸气质量之比。
12. 气液混合物 处于平衡或非平衡状态下单一物质的气相和液相的混合物。

第二节 制冷剂的特性

制冷剂又称制冷工质，是制冷系统中必需的工作流体。它在低温低压下汽化为气体，吸收待冷却物的热量；在高温高压下由气体液化为液体，向环境放出热量。如此循环反复地进行状态变化，达到人工制冷的目的。

一、制冷剂的分类

(一) 根据制冷剂的化学成分分类

根据制冷剂的化学成分，可将制冷剂分为无机化合物、卤族化合物（氟里昂）、碳氢化合物和共沸混合物四种。

1. 无机化合物制冷剂 无机化合物制冷剂是使用较早的制冷剂，后来逐渐为氟里昂制冷剂所取代，但氨和水依然作为制冷剂应用于空调制冷行业中。