

冷冻机
维修
教材

冰机维修扳训班教材

江苏工业学院图书馆
藏书章

第 一 章

制 冷 的 原 理

人工制冷是一种专门获致冷冻或控制物体间对低温度的科学，它是由热力学、机械学、电工学等互相配合所产生的，也是一种切合实用的科学。随着祖国社会主义工业化的飞速发展，发展制冷事业和培养制冷技术人材，更加显得迫切和重要了。因此，我们冷饮作业人员，不仅应在冷饮食品的制作方面掌握技术，还应该深入对制冷原理的研究，掌握这种科学理论和技术。熟悉了制冷原理，对检查判断冰机故障和设计安装等都起很大作用。

一、谈 谈 冷 和 热

要研究制冷的原理，首先应明瞭冷和热的性质。热是一种能量，也就是物体内部原子和分子的运动性，任何物体分子都在运动，分子振荡剧烈，则物质的热力动能增加，给人的感觉是热。热的产生，可由于摩擦冲击、压力、日光辐射，电、化学、燃烧等。冷，不过是指物质内部分子运动较缓慢，或热能较少，仅是人们的触觉反应。冰虽然是冷的，但它的分子也运动。简单的说，热物体的分子运动较为迅速，而冷物体的分子运动则较缓慢。

地球上的热量，依靠太阳光线供给，燃烧木料，煤炭、油类时也能发生热能，热能给人类带来了幸福，推向科学世纪，大家都说它是一切工业的生命。

大气中的空气，即使在最寒冷的气候下，也具有一定量的热能，北

极的气候低至摄氏零下七十度，但也还有热能存在。各种物质，不论是固体、液体或气体，多少含有一些热量。固体物质如不断吸收热量便能增加分子的运动速度，融化成液体，若继续获得热量，可蒸发成气体，例如冰吸收热量就融化成水，水再加热即气化成水蒸气。

冷，表示无热量存在，但祇能说它是缺少部份热量。虽然现在科学发达，人们会使用各种制冷方法，尽量夺取存在物体或空间内的热量，但是绝对不能夺取全部热量，因它的分子仍在运动。

温度在摄氏零下二十度，人已感觉很冷，但理论上讲，真正的零度是摄氏零下二七三度，任何物质内的分子，在那种状态下均停止运动，完全无热量存在，可说是真正的寒冷。

二、热的传播

热能也是顺从自然定律的，高温物质中的热量，都有流向低温物质中去的趋向，直到二者温度相等为止。

热从一个地方，传到另一个地方，或由高温处移向低温处，称为热的传播。传播的方式有传导、对流、辐射三种。

(1)传导：凡是热从高温处依靠物体的分子逐渐传到低温处的现象，称为热的传导。例如将金属匙的一端浸在热水中，匙柄虽未与热水接触，但也感到热，这便是热量依靠传导作用传播的缘故。各种物质对于热的传导，有难有易，凡是容易传热的物体称为良导热体。一切密度大的物如各种金属等，都是良导热体，尤以铜比铁及铝为良。凡是很难传导热的物体，叫做不良导热体，像多孔性的物体如软木、玻璃棉、木材等都是。

(2)对流：对流是指热量除了以传导方式传播以外，更由扩散和循环的方式，向低温处传播。液体和气体，虽无传热的现象，但一部份受热时，体积增大而密度减少，即行上升，其四周冷的部份，就补充其地位，形成对流。热量也就跟随物体高热源作循环流动，渐次传播热量而及全部。例如将沸水一杯，置于桌上，因为杯里的开水温度比室内温度高，因此热量就向四周扩散，杯里的水蒸气上升，就是起对流作用传播热量，直至杯里的水温与室温相等为止。

气体和液体也可利用人造方式使其循环流动，传播热量。例如冬天的暖室装置，就是用风扇吹过电热器，使热量迅速散播，室内的温度就升高。这就是利用对流作用散播热量。

(3)辐射：热的传播方式，除了对流和传导外，还有一种，就是物体本身射出热来。热由物体射出而沿直线向外传播的方式，叫做辐射。我们知道，地球从太阳得到大量的热，我们也知道，大气顶层的空气是特别稀薄的，并且太阳和地球之间，有很大一段距离是没有空气的空间。可见从太阳来的热，既不可能用传导方式也不可能用对流方式，它是利用辐射方式将热量传播到地球上来，太阳射出的热，经过真空传播到地球。

凡是一切高温热源，都有可能利用辐射方式传播热量。例如燃着一个煤炉，我们将手放在炉的侧面，也感到非常热，这就是辐射热。如果我们用一块木板挡在炉旁，然后将手贴近，这样手便不感到热。这就是辐射热被木板吸收的缘故，这可以证明辐射热是沿直线进行，不能改变方向，热源与物体间用物遮隔，物体就不能得热。因此不与辐射线直接接触的物质，

不会由辐射作用增加热能。

表面白滑光亮的物体，最善于把射来的热反射出去。所以接受的热就大大地减少了。表面黑暗粗糙的物体，能大量吸收热，也能大量地辐射出热，所以热起来和凉起来都非常快。因此在夏天穿白衣服比穿黑色衣服凉快得多。

三、热量的测量

要测定物质内含有的热能，就要分开两方面来讲：热的强度（即温度的高低）和热的数量。我们通常用的温度计（寒暑表），只能测量物质的高低，它不能测定物质内部含有若干热量。因此，热量与温根本是两个问题，不能混为一谈。

测定强度用的温度计，是以水在标准气压时的结冰点和沸点作比较标准。在一密封的玻璃管中，底部充满膨胀率大的水银或着色酒精，管外刻着度数。摄氏表以 0°C 作水的冰点， 100°C 作水的沸点，华氏表则以 32°F 为冰点， 212°F 为沸点。

物质的多少不同，想叫它升高相同的温度，所需要加入的热多少也就不同，我们用热量来表示热的多少。要计算热量，必须先确定它的单位。

(1)公制单位：把一克水的温度升高 1°C 所需要的热量选做热量的单位，这个单位叫做卡路里，简称做卡。实验指出，1克水的温度降低 1°C 所放出的热量也是一卡。在工业上要计算大量的热，卡这个单位太小，所以工业上用千卡做热量单位。1千克水的温度升高 1°C 所需要的热量是一千卡，也有人叫它做大卡。

(2)英制单位：把1磅重量的水增加1 °F 所需要的热量，叫做1英热单位。

二种单位的关系是：

1 仟卡 $\equiv$ 3,968 英热单位

1 英热单位 $\equiv$ 252 卡 (即是0.252 仟卡)

四 显 热 与 潜 热

凡一种物体的热量有变化时，用温度计可以测出的，称为显热或可感热，亦可以说，人体能感觉到的热，叫做显热。例如，将一容器盛着清水，放在炉火上，将手浸在水中，就感到水温不断增高，这便是水的显热含量增加的缘故。反之，物体的显热含量减少，温度便降低。

物质发生物理变化，由固体熔融成同温的液体，或由液体蒸发成同温的气体时，也需加入热量。由于此时加入的热量在温度计上不能显示出来，所以叫做潜热，又可称作无形热。

例如，将一块冰置于锅中，水中心挖一小孔，内置温度计，在锅底加热，在冰块未全部溶解以前，温度计仍保持0 °C不变。这时加入的热量，是用来冰变水的，称为冰的溶解潜热。如将冰水继续加热，则温度计将由0 °C渐升至100 °C，这一阶段的热量，即是显热，如果把100 °C的水再加热，则水分化为水蒸气，但温度仍保持100 °C不增高，这时加入的热量，称为水的蒸发潜热。实验证明，水在沸以后，无论怎样加热温度不会再升高，它所吸收的热，都消耗于使液体变为气体。

物质由固体变为液体，或由液体变为气体时需吸收热量，这些热量

貯在物质内部，当冷却而重复变成固体或液体时，仍能将全部热量放出并不减少。所以物质由气体重复凝为液体时，必须移去他在蒸发时所吸收的蒸发潜热。例如，经压缩后的高温气态制冷剂，通过凝结器时，冷却空气便将它蒸发时所吸收的蒸发潜热移去，使之重复变成液体制冷剂。

要解释溶解潜热，那也有实例举出；大家都有这种感觉，当下雪的时候，我们并不觉得很寒冷，但是当冰雪溶解时则感得特别寒冷，这就是冰雪溶解时吸收四周的热量，使四周空气温度下降的缘故。

五 压力对蒸发温度的影响

地面上包有一层很厚的空气层，空气既有重量，所以地面上的物体都受其压力，这种压力称为大气压。海平面上的大气压为每平方公分1公斤（英制每平方吋14.7磅），但是高山顶上或数千公尺的上空，大气压每平方公分就少于1公斤。

低于大气压压力称为真空，真空程度可用真空表测定，通常以水银柱高公厘数为单位。若完全真空即无压力存在，则为760公厘水银柱真空。通常抽气机祇能达到740公厘水银柱真空。

水在大气压下沸点为摄氏100度，若充装在密封的容器中，并将液面的压力增加至每平方公分1.75公斤左右，水温必需达到摄氏130度才沸腾，降低作用在水液面的压力，使其低于大气压254公厘水银柱真空，则在89度时水即能沸腾。总之，任何液体的沸点随作用在液面的压力而变化。压力愈大沸点愈高，压力减少沸点也随之降低。

有些液体的沸点很低，例如氟氯烷—12，大气压下沸点是摄氏零下

298度。液态氨在大气压下的沸点是摄氏零下334度。

测定空气，水蒸气，水或其他液体和气体的压力，可应用压力表，另有一种真空压力表，不但能指示高于大气压的压力数，也能显示低于大气压的压力数。

六 制 冷 原 理

以上所谈的都是涉及物理问题，人工制冷就是根据物理变化而发明的，制冷学就是一种科学。

制冷是取物体或空间含有的热量，使其温度降低，制冷机即是继续进行上述工作过程，使冷藏柜或盐水池能达到我们所需要的低温度。大家都知道，热能从高温处传至低温处，高温热源的热，会依靠辐射作用通过空气传往它处，或经过与热源接触的金属或固体传向低温处，也可随四周循环流动的空气传播至各处。

例如，用风扇使空气吹过电热器，气流即会吸收热源产生的热量，流往他处。若将冷水流经热源四周，则便吸收热量，如热后的水通过冰块或其它低温处时，便放出自热源处吸收的热量，如再流入热源时，便又又夺取热量。制冷机工作时恰似上述情况，液体制冷剂吸取盐水池的热量，在蒸发器内气化，凝结器把制冷剂带来的气化潜热传给冷却空气或冷却水，使之重复凝结为液体。

通常用的机械制冷方法，即是压缩制冷剂或某种气体，挤出其中包含的热，当压缩机压缩空气时，空气温度就升高，因为未压缩的空气单位体积内含有若干热量，增加每一单位体积内含有的热量数，温度因此

而升高，柴油发动机就是利用压缩空气产生的热量使燃油着火。

上述作用我们也可反复应用，设将压缩空气贮在铁桶内，经过相当时间后，其所由压缩所得的热量，便通过铁桶的四壁传给四周空气。如骤燃的将桶内压缩空气放出，则压缩空气就以其所含剩余热量，冲出铁桶，铁桶内部便会冷却。上述现象，我们冷饮业中亦常见到；例如，初装配的制冷机，未充灌制冷剂前，大都采压缩空气的方法试验有无漏气，当压缩空气时，汽缸盖及凝结器感到很热，这是受压缩后空气热分子集中而产生的。当达到需要的压力时，停转压缩机，压缩空气中包含的热量便逐渐消失，如果将开关阀开启，机内的压缩空气急剧冲出，各处的管子外壁温度降低，产生一些冷的现象。以上所谈的是利用压缩空气制冷，但这种方法手续很麻烦，而且效率很低。实际上用的制冷机，应采用其它吸放热量能力更强和更快，而且工作非常便利的化学药品或气体已代替空气这种物品称为制冷剂，（俗称雪种）。

七 蒸发制冷法

前面已经说过，凡是液体蒸发成气体的时候，一定需要吸收外部的热量，蒸发制冷法就是根据这个物理定律而构成。它亦是几种制冷方法中效率最高的一种。

大家都有这种感觉，当身体上的汗滴蒸发时，人体就觉得凉爽。如将手指用水浸湿，再放在气流中，则正对着气流流动方向这一面感觉特别凉爽。若手指用汽油浸湿，再放在气流中，则感觉更加凉爽，这是因为汽油的沸点比水低（摄氏65度），蒸发速度较水快，因而产生较

大的冷却作用。为甚么上例的例子会使人体感觉到凉快呢？这是因为液体在人体的表面蒸发，需要吸收蒸发潜热，这种热量在人的皮肤取得，使皮肤的温度暂时降低，所以便感到凉快了。

氟利昂 F 12 的沸点是在大气压力下是—— 29.8° ，故在室温下就能快的蒸发，大量吸收四周空气的热量，产生冷却作用。假如将少量的液态氟利昂——12 注入玻璃管中，将玻璃管浸在摄氏 15 度左右的水里，则正蒸发的二氧化硫液体，大量吸收玻璃管四周水中的热量，使水凝成冰块，附着在玻璃管的外壁，未凝成冰块的水，因水的对流作用也降低了温度，这就是最简单的蒸发制冷方法。

在上述制冷过程中，氟利昂蒸发后便与空气混和，不能再度取回使用，化费太大，但通常应用的机械制冷系统，仍利用上述基本原理，唯制冷剂蒸发后仍存在外界隔绝的蒸发器内。经压缩与冷却重复凝成液体，永续在制冷机系统内循环，使制冷剂可以连续再度使用。

冰机的制冷原理如下：压缩机从蒸发器中吸取低压气态制冷剂，压缩成高压高温气体，高压高温气体经过凝结器，将蒸发潜热完全放出，把热量传给四周冷却空气，凝为高压液体，流入贮液器中，经过液体管路及控制阀，喷入蒸发器内，即行膨胀蒸发，气化为低压力气体。大量吸收冰柜内空气或盐水所含的热量，使冰柜产生冷却作用及能达到低温。总的来说，我们所用的制冷机，就是根据上述原理，因而产生制冷作用。

第 二 章

氟利昂F-12冷冻机的构造

冷冻机是利用沸点低的液体作制冷剂（俗称“雪种”），依靠压缩机的往复压缩，驱动制冷剂循环，使制冷剂在蒸发系统气化和在冷凝系统液化，形成制冷循环。

当液体蒸发成气体时，能吸收四周热量并使冷藏柜内的温度降低，至于已吸收热量的气体，要使它重复变为液体，则必须除去它在蒸发时带来的气化潜热。物理定律告诉我们，要气体液化，必须具备两个条件，第一是压缩，第二是冷却，制冷系统中的压缩机做了压缩工作，冷凝器做了冷却工作，因而能凝成高压液态制冷剂，不断供给制冷循环之用。

冷冻机使用的制冷剂种类较多，以氟利昂和液氨在工商业中采用最广泛。因为氟利昂无臭味而液氨有强烈的臭味和毒性。所以人们把采用氟利昂作制冷剂的俗称，“香气”冷冻机，对采用氨作制冷剂的叫“臭气”制冷机。本章所谈的是“香气”冷冻机的构造。成套的冷冻机是由压缩机、高低压三通阀、排气管、冷凝器、贮液器、输出阀、液体管、过滤器（又叫脱水器）、膨胀阀、蒸发排管（又叫蒸发器）、吸气管、盐水池（或冷藏库）、电动机、盐水搅拌器（又叫“水拔”）等部件所组成下面将每个部件介绍它的构造和作用。

一、压缩机

压缩机由轴箱、中缸、曲轴、轴封器、连杆、活塞、活塞环、活塞

销子、气阀板、吸气阀片（低压拍）、排气阀片（高压拍）、气缸盖、飞轮等零件所组成。

通常压缩机设有两个气缸，每个气缸配有一个活塞，活塞与气缸壁应很密合，否则压缩效率不良。活塞上端开有三条环槽，装上活塞环，其中两条气环，一条油环。气环的作用是使活塞与缸壁更加密合，增加压缩效率，油环的作用是防止冷冻机油过量排出气缸。连杆小头用活塞销与活塞配合，大头设有分裂式轴承与曲轴连接。当压缩机转动时，曲轴推动连杆和活塞往复工作，起到压缩作用。曲轴安装在油箱里，油箱前后两端都装有合金或铜质轴承，以支承曲轴旋转。油箱内需经常保持有适量的冷冻机油以润滑机内各零件。从油箱上的油镜可以看到油的水平，一般以浸到油镜十分之六为适宜。

气阀板开有排气和吸气孔，都有阀座凸线，与拍片非常吻合，否则会引起漏气，压缩效率不良。高压拍和低压拍都起止回作用，其工作原理和开合情况是：当活塞向上移动时，气缸内的压力增大而推动低压拍片闭合，使经压缩的气体不能倒流低压边，而冲开高压拍片排出高压边；当活塞向下移动时，由于高压边的压力和弹簧的力量，将高压拍片闭合，使高压气体不能流回气缸，这时气缸内的压力迅速降低，形成部份真空，从吸气管流来的低压气态制冷剂便冲开低压拍片，进入气缸。这样，压缩机便不断起到吸入和排出作用。

轴封器装置在油箱前端的填函内，是压缩机的主要部件，当压缩机正常工作时，油箱内的压力总比大气压力高，如果没有轴封装置，制冷

剂气体便会洩漏出来，此外，当轴箱内压力低于大气压力时，外间空气便从曲轴与轴承的间隙吸入。所以轴封器是不能缺少的。

各种牌子冷冻机的轴封装置不尽相同，但其作用是一样的。我们通常使用的66型冷冻机的轴封器是由弹簧、垫圈、丁青胶圈、石墨圈、佛兰盘等零件所组织。丁青胶圈能耐油，不易涨大或溶解，此胶圈应宽紧合度地套在轴上。太宽则制冷剂会洩出，太紧则使弹簧弹不出来，引起石墨圈与佛兰盘的磨擦面洩漏。

曲轴一端呈锥形，开有键槽，用半月键与飞轮配合。

二 三通阀

压缩机的排吸两边都装有三通阀，以备在修理时能够个别间断，进行检修工作。它的另一作用是装接压力錶和真空压力錶，同时，凡灌入和抽出制冷剂时都要动用此阀。吸气三通阀装在低压边与吸气管联接；排气三通阀装在高压边，联接排气管通往冷凝器。在开动压缩机时，切不能将排气三通阀向前关闭，（除非已拆除阀上装接压力錶的管塞），否则，因堵塞了排气管的通路，经压缩的气体无处发洩，直至冲毁气缸盖或压力錶为止造成严重事故。

排吸两边的三通阀构造完全相同，将阀杆向顺时针方向旋转是向前关闭，向反时针方向旋转是向后关闭。三通阀有三条通路，一路联接压缩机，一路联接排气管（或吸气管），一路联接压力錶的接头。闭尖前后两面都呈锥形，与前后阀座都可以吻合。所以向前向后都有关闭作用。例如，当压缩机正常运转时，排吸两边的三通阀都是向后关闭（亦即是

完全开尽)，这时低压气体可以通过吸气三通阀流入气缸，经压缩后的高压高温气体又可以通过排气三通阀压入冷凝器。如要测看高压边的压力数，可以拆除排气三通阀上的管塞，旋上一个接头，装上压力錶，然后将阀杆稍向前旋转一点（即是将阀尖放在中间位置），这时排气三通阀便可三路相通，压缩机就可照常运行，一方面气体压力又可通至压力錶指示出高压边的压力数。如果要测看低压边的压力数，也可照上述方法，在吸气三通阀上装一个真空压力錶（又叫低压錶）。三通阀的阀杆用石棉绳或丁青胶圈作填料（又叫“迫件”），以防制冷剂洩漏出来。如填料宽松发现洩漏，可将填料螺帽旋紧一点，可以消除故障。

总之，三通阀的使用方法非常重要，每个冰机维修人员首先要明瞭该阀的构造及其使用方法，才能逐步掌握维修技术和避免意外事故发生。

三 冷凝器

冷凝器的作用是将高压高温气态制冷剂冷却，使之凝结为液体。

冷凝器分风冷式和水冷式二种。铜的传热能力很强。因此，冷凝管大都用铜管制成。风冷式冷凝器，管外附着很多翅片，其作用是扩大与空气接触面积，增进散热效率。风冷式冷凝器需依靠装在电动机皮带轮上的风叶来冷却。

水冷式冷凝器分封闭式和敞开式二种。封闭式冷凝器是密封在贮液器里，两物共成一体。是用一园形长铁筒制成壳体，内置圈形管或直管。高压气态制冷剂由压缩机经排气管压入筒内，冷却水则由管的一端流入，另一端流出，利用水的流动将筒内高压气态制冷剂的热量移去，使之受

冷凝结为液体，储集在铁筒的底部，然后经输出阀及液体管流向蒸发系统。

敞开式水冷冷凝器，不是藏在贮液器里，而是用铁板制成长方形水箱，箱的上端是露空的，冷凝管路全部浸在箱内，管的一端联接排气管，另一端联接贮液器，冷却水由箱底流入，吸取热量后由箱面排水孔流出。

四 贮液器和输出阀

贮液器的作用是贮集由冷凝器流来的液态制冷剂。另一作用是在检修时可以将蒸发系统的制冷剂全部抽回，贮在里面。贮液器是用铜筒制成，两端密封焊接，构造很简单，里面没有什么零件。它的一端焊有接头，连接冷凝器，另一端装有输出阀，连接液体管。在冷冻机正常工作时，输出阀应完全启开。在发生故障需进行检修的情况下，有时需动用此阀。此外，当膨胀阀有故障失去控制作用时，可临时将输出阀调节，起到辅助控制作用，但这只是暂时的办法，彻底的还是要将膨胀阀修复为好。

五 膨胀阀

膨胀阀（俗称“发冷包”）是用以调节液态制冷剂喷入蒸发排管的流量。有了膨胀阀的装置，在制冷系统中才能分开高压边和低压边。理论上讲，压力愈高，温度愈低，液体都难于蒸发，例如没有膨胀阀来调节制冷剂的流量，那么，液态制冷剂便过多地流入蒸发排管，使蒸发系统的压力过高，液体制冷剂便不能蒸发，不起蒸发作用就不能吸收热量。因此，冷藏柜内也不能达到低温。所以膨胀阀的装置很重要，它的阀门调节得适当与否，对制冷效率有很大的关系。例如阀门调得过大，液体

制冷剂流入蒸发系统太多，引起低压边压力高于正常及严重湿行程，制冷效能不良。反之，如果阀门开得过小，液体制冷剂流量过少，引起低压系统蒸发量不足而形成干行程，使冷藏柜的温度很难下降。

膨胀阀的种类和型式很多，这里着重介绍通常使用的国产的，恒温式自动膨胀阀。它是由滤网、阀体、阀杆、弹簧、阀尖，推动杆（俗称“筷子”），铜膜，感应微管等零件所构成。感应微管灌充有少量的制冷剂，此微管伸入冷藏柜内或附着在吸气管，利用热胀冷缩的物理作用自动调节，例如，当冷藏柜内温度高时，微管内的压力增大，而使铜膜膨胀，推动筷子将阀尖顶开一些，使制冷剂的流量也多一些，以适应柜内温度高时的蒸发量；又例如当柜内温度低时，微管内的压力减少，使铜膜收缩，这时，弹簧的弹力大于铜膜的胀力，因而能自动将阀尖关小一些。制冷剂喷入蒸发管的数量也少一些，适应了低温时的蒸发压力。

自动膨胀阀与液体管连接的入口处装有一个滤网，用来隔除混在制冷剂里的污物，以免阻塞阀门小孔，这个滤网容易因积存污物过多而阻塞，如有此种故障，就要拆下来清理。

六 蒸发排管

蒸发排管通常是用紫铜管或无缝钢管制成，它的一端连接膨胀阀，另一端连接吸气管。

蒸发排管属低压范围，它的作用是使制冷剂在管内膨胀蒸发，吸收盐水或空间所含热量，使冷藏柜内的温度降低。

蒸发排管所用管径多少及口径大小都有一定的数据，这就是有关蒸