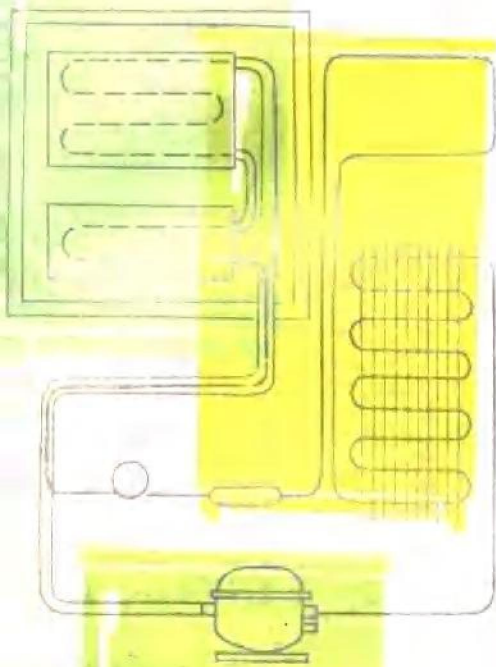


家用电冰箱



25.2

科学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍电冰箱的构造、制冷的基本原理及电冰箱的选购、使用、维护和检修知识。本书内容深入浅出,通俗易懂,实用性强。本书可供广大电冰箱使用者及生产、维修人员参考。

家 用 电 冰 箱

西安制冷学会 编

责任编辑 童安齐

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营

1986 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1986 年 8 月第一次印刷 印张: 5 3/8

印数: 0001—35,000 字数: 119,000

统一书号: 15031·751

本社书号: 5334·15—10

定价: 1.00 元

序 言

随着我国国民经济的迅速发展和人民生活水平的不断提高，继电视机之后电冰箱已成为人民生活中所需的高档商品之一，特别是双职工的家庭，它已成为节省采购食品时间、保证食品卫生、改善生活所必不可少的家用电器。近年来电冰箱的生产与销售也相应地急剧增加。因此，如何选购、安装、使用和保养电冰箱，使用时如何减少窜味，在保证食品贮藏质量的同时如何减少电能消耗，如何利用电冰箱自制冷饮食品等，已成为广大用户急需了解的问题。此外，从事电冰箱修理的技术工人也迫切需要了解电冰箱有哪些常见的故障，故障特征是什么，故障如何检查、分析与排除，以及检修技术、步骤、使用工具及材料等。为了适应社会上的需要，我们西安制冷学会编写了此书。编写时力求使本书既满足电冰箱使用者的需要，又考虑到检修技工的要求，而对制冷的原理仅作一般介绍。

参加本书编写的有史美耀、李运掌、孟宪斌、李树林等，杨磊担任组织及审稿工作，陶慰祖、高颀光和宋东晓等承担了全书的描图和誊写工作。由于编者水平所限，缺点及不足之处在所难免，希望读者指正。

目 录

第一章 电冰箱的构造与工作原理.....	1
一、电冰箱的制冷原理.....	1
二、电冰箱的制冷系统.....	3
三、制冷剂与冷冻油.....	4
四、制冷压缩机.....	8
五、热交换设备.....	12
六、毛细管与干燥过滤器.....	21
七、箱体结构.....	23
第二章 电冰箱的选购与使用.....	28
一、电冰箱的容积、类型与电耗.....	28
二、电冰箱的使用与维护.....	35
三、利用冰箱自制冷食、冷饮.....	47
第三章 电冰箱的常见故障及其排除.....	51
一、电冰箱工作正常的标志.....	51
二、电冰箱常见故障的检查与排除.....	52
三、电冰箱的电气系统.....	68
第四章 电冰箱的检修.....	102
一、一般常见故障和检查.....	102
二、常用的检修工具和材料.....	102
三、检修步骤与方法.....	110
第五章 其他家用冰箱.....	124
一、半导体冰箱.....	124
二、电磁振动式冰箱.....	135
三、吸收式冰箱.....	143
附录.....	152

一、国产电冰箱的牌号、生产厂家一览表	152
二、国内电冰箱配用的进口压缩机技术参数	155
三、在 5°C 时食品的冷藏保鲜时间	157
四、氟利昂 12(R12) 饱和液体及饱和蒸汽热力性质表	158

第一章 电冰箱的构造与工作原理

一、电冰箱的制冷原理

电冰箱是由制冷机和箱体构成的冷藏装置。利用它使食物处在适宜的低温环境中,不仅不会腐败,还可保持一定的新鲜度和营养成分。此外,利用冰箱中的冷冻室,还可以自制冰块、冰淇淋等冷饮食品,至于用它来冷却汽水、啤酒和西瓜等,更是简便易行。然而,电冰箱为什么会制冷?为什么在炎热的夏天,冰箱中的冷藏室里却是寒气袭人?为了弄清这个问题,首先应该弄清电冰箱的制冷原理。

所谓“制冷”就是使某一空间内物体的温度低于周围环境介质的温度,并维持这个低温。因而制冷过程也就是使低温物体的热量不断转移到温度较高的环境介质中去的过程。这里所谓的环境介质就是指自然界的空气和水。为了使冰箱冷藏室的温度低于周围环境温度,必须不断地从室内移出热量,这些热量包括周围环境由于温度差不断地通过箱体向冷藏室传入的热量、冷藏室中所贮物品拥有的热量和照明用灯散发的一些热量。所以,只有从冷藏室内排出的热量超过或等于这些热量时,冰箱内的温度才能不断下降或保持稳定。

众所周知,当两种不同的物体相接触时,它们之间就会自发地进行传热。而且热量只能“自发”地从高温物体传向低温物体,而不能“自发”地从低温物体传向高温物体。这就象石头或水不可能“自发”地从低处向高处运动一样。这些现象已被人们在长期的生活和生产中所证实。但这并不是说石头和

水在任何条件下都不可能由低处向高处运动，只要外界给它们足够大的作用力，石头或水就能在这个力的作用下由低处往高处运动，例如利用水泵就可以使水从低处流向高处，而水泵所消耗的电能或机械功就是使水由低处流向高处的“补偿”条件。同样，热也并非绝对不能由低温物体传向高温物体，而是必须有一个“补偿”条件——制冷机消耗的能量使热量从低温物体传向高温物体。

但是，制冷机又是根据什么原理来实现制冷的呢？目前应用最广泛的还是蒸气压缩式制冷。它的基本原理是利用液体气化时要吸收热量这一物理特性。通常将用来实现制冷的工作物质称为制冷剂。

在日常生活中，我们都有这样的经验，如果在皮肤上擦上一些酒精，酒精很快干了，这时，皮肤上就会有凉快的感觉。这一现象说明，酒精在蒸发时要吸收人体的热量，而人体由于该部分失去热量，其温度就会下降，于是便收到制冷的效果而感到凉快。电冰箱也是利用液体气化时要吸收热量这一物理特征来实现制冷的，而其中使用得最多的制冷剂是氟利昂12（代号 F12 或 R12），它在一个大气压下的沸腾温度是 -29.8°C 。如果在 -15°C 的冷藏室中放置一个盛有 F12 液体的容器，当容器与大气相通、液面上的压力为大气压力时，因冷藏室内空气的温度高于大气压下 R12 的饱和温度 -29.8°C ，则 R12 便开始沸腾吸热。每一公斤 R12 液体在气化为蒸气时所吸收的热量为 39.47 千卡¹⁾。由于 R12 在气化过程中要吸收热量，所以使容器内 R12 本身的温度逐渐下降，直至接近 -29.8°C 为止。随着容器壁温度的下降，冷藏室内的温度也不断降低。由此可见，利用 R12 在低温下气化的特性就可以达到制冷的目的。但是利用在容器内 R12 气化的方法来实

1) 1 卡 = 4.1868 焦耳，下同。

现制冷是很不经济的,因为用这种方法制冷使 R12 在吸热气化后便散失于大气之中,不能回收和继续使用。

二、电冰箱的制冷系统

为了能经济而有效地连续制冷,人们经过长期的实践和改进,采用了如图 1.1 所示的电冰箱制冷系统,它由压缩机 1、冷凝器 2、毛细管(节流机构) 3、蒸发器 4、干燥过滤器 5 等组成。蒸发器安装在隔热保温的箱体中。而所有的制冷设备通过管道连接起来组装在一个具有隔热保冷材料的长方形的箱体中。工作时,蒸发器 4 内所产生的低压低温的 R12 蒸气被压缩机 1 吸入气缸,经过压缩机的压缩,使之变为高压高温蒸气;压缩机将高压高温的 R12 蒸气送至冷凝器 2,在其中 R12 被空气冷却冷凝成液体,冷却和冷凝时放出的热量被隔热箱体外的空气带走;液体 R12 经过干燥过滤器 5 滤除其中

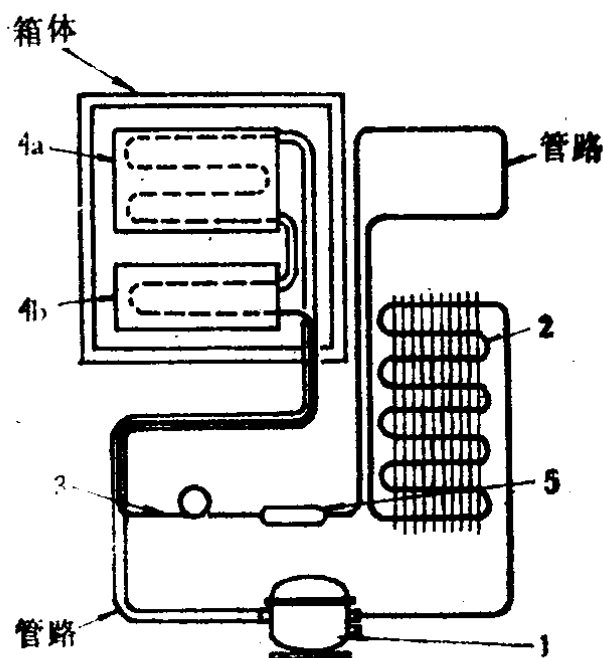


图 1.1 电冰箱制冷系统

1. 压缩机; 2. 冷凝器; 3. 毛细管; 4. 蒸发器; 4a. 冷冻室蒸发器;
4b. 冷藏室蒸发器; 5. 干燥过滤器

的机械杂质和水分以免堵塞后面的毛细管，干燥过滤后的制冷剂液体经毛细管受到节流(降压和降温)：低压低温的 R12 液体进入蒸发器并在其中气化，同时吸收冷藏室中的空气及冷藏物的热量，从而达到制冷的目的。此后产生的 R12 蒸气又被压缩机吸入。如此周而复始，不断实现制冷。

三、制冷剂与冷冻油

1. 制冷剂

制冷剂是制冷装置进行制冷循环的工作物质，所以简称工质，俗称“药水”。

自然界存在着无数的物质，但并不是所有物质都可以作为制冷剂。从理论上讲，作为制冷剂的物质在热力学、物理化学、生理以及经济等方面都应该满足一定的条件和要求，例如在大气压力下，沸点要足够低，气化潜热要大，在蒸发温度下的蒸气比容要小，冷凝压力不宜过高，蒸发压力不应太低，应没有腐蚀性，要有一定的化学稳定性，不燃烧和爆炸，对人无害以及价格低廉等。

目前制冷剂的品种已不下百余种，且越来越多，但是还没有一种制冷剂能完全满足上述各项条件和要求，常用的制冷剂也不过几种。电冰箱中大多以氟利昂 12(R12) 作为制冷剂，但在吸收扩散式制冷机中也有以氨作为制冷剂。

下面简单介绍氟利昂 12(R12) 的一些特性。

氟利昂是饱和碳氢化合物卤代物的总称，主要是甲烷和乙烷的氟、氯衍生物，即用氟(F)、氯(Cl)、原子取代甲烷(CH₄)和乙烷(C₂H₆)中的氢原子所生成的化合物，如氟利昂 11(CFCl₃，或 R11)，氟利昂 12(CF₂Cl₂，或 R12)，氟利昂 22(CHF₂Cl，或 R22)等。

R12 的蒸气无色、无臭，当其在空气中的浓度达 20% 时人才开始感觉到，若在空气中的浓度过大时（容积浓度超过 80%），则会引起人的窒息。作为制冷剂，R12 具有其他制冷剂所没有的许多优点，其中最重要的是无毒、无味、不会燃烧、不会爆炸、对金属腐蚀性小（没有水分时，对除含镁量大于 2% 的合金外的其他金属均没有腐蚀性）及化学稳定性好。R12 在大气压力下的沸腾温度为 -29.8°C ，因此在一般工作条件下，蒸发器中的压力较大气压力高，风冷时其冷凝压力一般不超过 10 公斤/厘米²。

R12 的不足之处主要是它的气化潜热较小，而且比重大、粘度大，循环时阻力较大，所以采用 R12 为制冷剂的压缩机的尺寸较相同制冷量的氨压缩机的尺寸要大得多，循环管道也粗的多。当 R12 含有水分时，不仅会腐蚀管道和设备，更为突出的是它与水不溶解，因此在节流机构和狭小的通道处，在温度低于 0°C 时，还会引起“冰塞”，从而使电冰箱不能制冷。为了防止水对设备和管道的腐蚀及避免系统发生“冰塞”，除了规定 R12 中的含水量不大于 0.0025% 外，同时要求系统在充入制冷剂前，设备和管道内应确保干燥，运行中要防止空气漏入系统内。此外，在向系统中充灌 R12 时首先要在系统外用干燥剂吸收干燥器中的水分，同时在系统中还要装有干燥过滤器。R12 在 400°C 以上与明火接触，会分解出卤化氢及光气 (COCl_2)，它们对人体都是有害的。R12 的渗透性极强，能透过极细的缝隙，当它泄漏时，由于无色无臭，也不易被发现，所以对设备的制造和安装、管路系统的密封要求都很严。检查有无渗漏可用肥皂水、卤素检漏灯，也可用烧红的铜丝去接近可能漏汽的地方，如呈蓝绿色则表明有泄漏，当泄漏量很大，铜丝就呈紫色。R12 的另一缺点是价格比较昂贵。

R12 虽属安全无毒的制冷剂，但是在使用和操作中仍然

要注意安全,防止发生事故,造成人身或国家财产的损失。因此必须注意下列事项:

(1) 制冷剂必须充装在经过耐压试验(60 公斤/厘米²压力)并经清洁干燥处理的钢瓶内。

(2) 盛有制冷剂的钢瓶不得受到太阳的直射,不得靠近发热设备,不得撞击,使用中禁止用明火加热。向制冷系统内充加制冷剂时,要远离火源,如果空气中含有制冷剂气体时,更应该禁火。

(3) 钢瓶上的控制阀常用帽盖或铁罩加以保护,使用后应注意把卸下的帽盖或铁罩重新装上,以防在搬运途中受碰击而损坏。

(4) 钢瓶中制冷剂用完时,应立即关闭控制阀,以免漏入空气或水蒸气。

(5) 应避免制冷剂触及皮肤,更不能触及眼睛。在分装与充加制冷剂的操作中,要戴上手套与眼镜,以防制冷剂喷溅时造成冻伤。

(6) 发现制冷剂渗漏时,必须把门窗打开,当人体感到不适时,必须立即离开工作场所。

(7) 氟利昂在 400℃ 以上与明火接触,会分解出对人体有害的卤化氢及光气。因此,卤素喷灯的使用只能在已经过其他方法检漏后的最终阶段中进行,以保证安全。

2. 冷冻油

电冰箱中的制冷剂是由制冷压缩机中的滚动转子的回转运动或活塞的往复运动来压缩和输送的。在运动部位的两个金属表面之间需要借助于油膜来减少摩擦。若运动部件表面没有适量的润滑油存在,则部件因摩擦本身温度上升和加剧摩擦而造成损坏。因此,在压缩机的轴承、活塞与气缸壁之

间、传动装置等部位上需要有适当的润滑和冷却。此外,润滑油在压缩机中还有一些其他的作用,如润滑油充满在密封机构(活塞环和气缸镜面、轴封摩擦面)缝隙中,可阻挡气体制冷剂的泄漏:润滑油不断地冲刷金属摩擦表面,会带走磨屑。随着制冷压缩机转速的不断提高,要求润滑油能更有效的带走摩擦热量、降低机器的磨损和摩擦功率消耗,以保证机器可靠地长期安全运转。

在制冷压缩机中,润滑油与制冷剂经常接触,部分润滑油会随制冷剂一起循环于制冷系统的各个部分。制冷剂与润滑油接触,相互间常因发生物理和化学作用而使润滑油和制冷剂改变原有的性质,从而影响制冷机正常工作。因此,要求作为制冷压缩机润滑用的冷冻机油必须具有各种功能,如蒸发温度下的流动性、排气温度下的稳定性、相对于循环系统内部的物质的化学稳定性,在排气温度下不碳化、在使用低温温度范围内不致析出石蜡及尽可能不含水分等。

我国国产冷冻机油常用的有 13 号、18号、25号和 30 号四

表 1.1 国产冷冻机油的规格

项目	牌 号			
	13号冷冻机油 SYB1213-59 代号: HD-13	18号冷冻机油 SYB1220-65 代号: HD-18	25号冷冻机油 SYB1219-65 代号: HD-25	30号冷冻机油 代号: HD-30
50°C 时运动 粘度(厘沲)	11.5~14.5	>18	>25.4	>30
凝固点(°C)	不高于 -40	不高于 -40	不高于 -40	不高于 -40
闪点(开口) (°C)	不低于 160	不低于 160	不低于 170	不低于 180
酸值(毫克 KOH/克)	不大于 0.14	不大于0.03	不大于 0.02	不大于 0.01
灰分(%)	不大于 0.012		不大于 0.007	
机械杂质(%)	无		不大于 0.007	无
水分	无	无	无	无

个牌号，其代号分别为 HD-13、HD-18、HD-25 和 HD-30，其规格如表 1.1 所示。

13 号、25 号、30 号冷冻机油适用于以氨为制冷剂的制冷机润滑，18 号冷冻机油适用于氟利昂制冷机的润滑，25 号冷冻机油适用于温度较高的情况下工作。

四、制冷压缩机

制冷压缩机是电冰箱制冷系统的关键设备。为了防止制冷剂的泄漏和减少噪声，一般电冰箱中均采用全封闭式压缩机。所谓全封闭式就是将压缩机与电动机全部装在一个用薄钢板压制成的筒形壳体内，然后用焊接将它密封起来。在壳体上只焊有排气管、吸气管和一根抽空充氟用的细铜管，此外，还有一个电源接线座。

目前，电冰箱中采用的全封闭式压缩机，主要有滑管式、连杆式和滚动转子式三种。

1. 滑管式压缩机

滑管式压缩机的结构如图 1.2 所示，它在电冰箱中使用已有二十多年的历史，目前仍然得到广泛应用。其特点是没有连杆，活塞与滑管制成一体，气缸体机架是分开的，因此工艺性好，安装方便，并能自由调节余隙容积。

电机采用单相两极，它安装在压缩机的下方，用三根吊簧将压缩机的机构和电机共同悬挂在机壳内（整体内部悬吊式），所以减震效果好，振动和噪声小，噪声一般仅 40 分贝左右（测距为 100 毫米）。如图 1.2b 所示，这种压缩机在活塞下端垂直方向外连有一个带长孔的滑管，以备安装曲轴销端的滑块，其曲轴垂直安装在机座的轴承上，当电机转子带动旋转

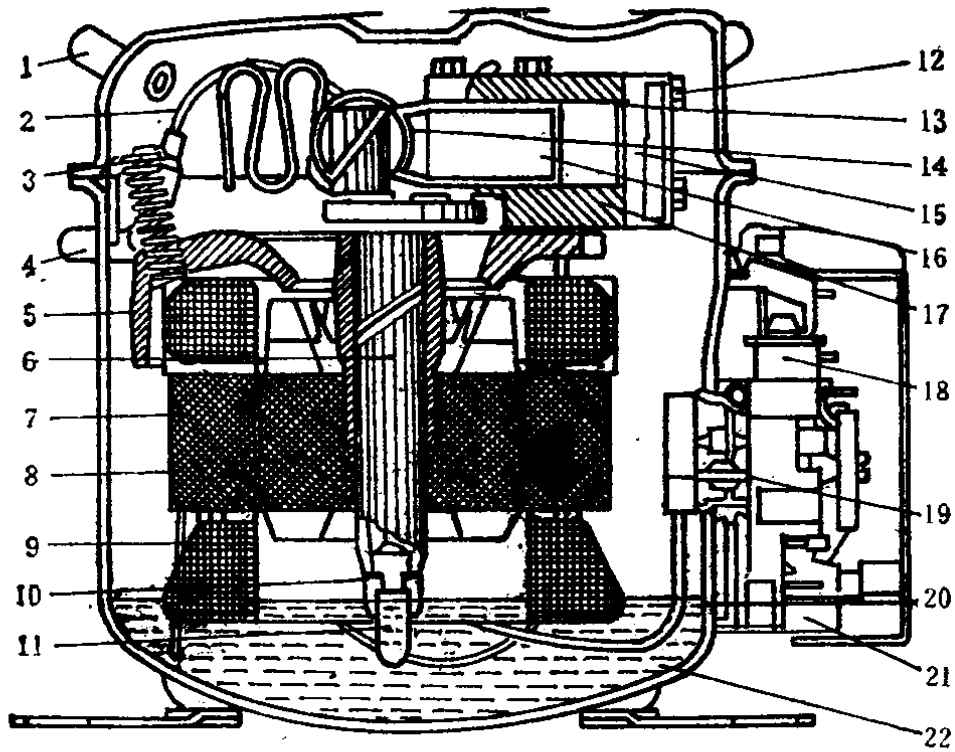


图 1.2(a) 滑管式压缩机剖面图

1. 吸入管; 2. 排出缓冲管; 3. 减震吊簧; 4. 排出管; 5. 机座; 6. 曲轴; 7. 电机定子; 8. 电机转子; 9. 限位架; 10. 排除蒸气管; 11. 吸油管; 12. 气缸盖; 13. 排气阀片; 14. 滑块; 15. 吸气阀片; 16. 活塞; 17. 气缸; 18. 启动继电器; 19. 接线端子; 20. 过载保护继电器; 21. 接线板; 22. 润滑油

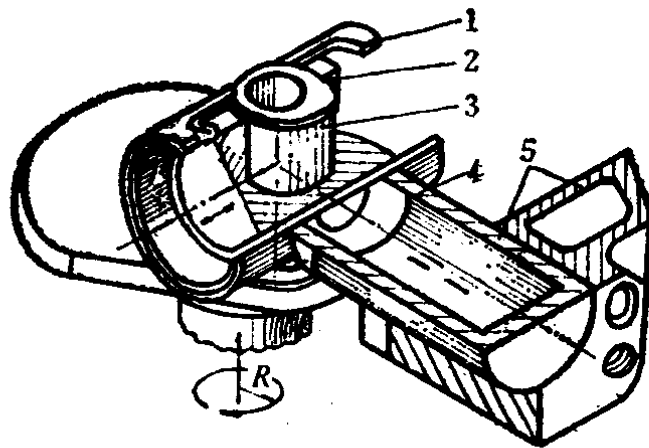


图 1.2(b) 曲柄轴与滑管、滑块及气缸的装配图

1. 滑管; 2. 滑块; 3. 曲轴; 4. 活塞; 5. 气缸

时,则带动滑块在活塞下端的滑管内左右滑动,从而带动活塞在气缸内作往复运动,进行吸气和排气。吸、排气阀片一般采用厚度为 0.15 毫米的优质薄铁制成。润滑系统大部分采用离心上油管加螺旋上油槽的形式,如图 1.2(a)所示。曲轴下端的吸油管浸入润滑油中,借曲轴在高速旋转时产生的离心力,使油沿吸油管壁上升进入曲轴下半部的偏心斜孔,再靠离心力上升,并沿着曲轴上部的螺旋形油槽继续上升,对轴承润滑,此后油再上升喷出曲柄销,散落在滑块与活塞上,对滑块与滑管、活塞与气缸壁间进行润滑。

这种压缩机与连杆式压缩机相比,其主要零件的受力情况稍差,但制造工艺要比连杆式简单,因而迄今仍得到广泛应用。

2. 连杆式压缩机

这种压缩机如图 1.3 所示。与滑管式压缩机相比,它的曲轴,曲轴和机座与电机转子、机座与电机定子的结合方式,吸、排气阀组的结构和润滑系统等基本相同。不同之处仅仅是带动活塞作往复运动的是曲柄连杆。当曲轴由电机转子带动旋转时,曲轴端部的曲柄销带动连杆并通过活塞销带动活塞,从而形成往复运动对制冷剂蒸气进行吸气压缩和排气。这种压缩机主要零部件的受力情况比滑管式压缩机好,同时,随着近年来制造工艺技术的发展和改进,这种压缩机得到了一定范围的应用。

3. 滚动转子式压缩机

这种压缩机如图 1.4 所示,在其圆柱形的气缸里,安置了一个带有偏心的转子,旋转中心和气缸中心重合,使滑片能上下滑动。在转轴的带动下,其外表面能紧贴气缸内表面滚动。

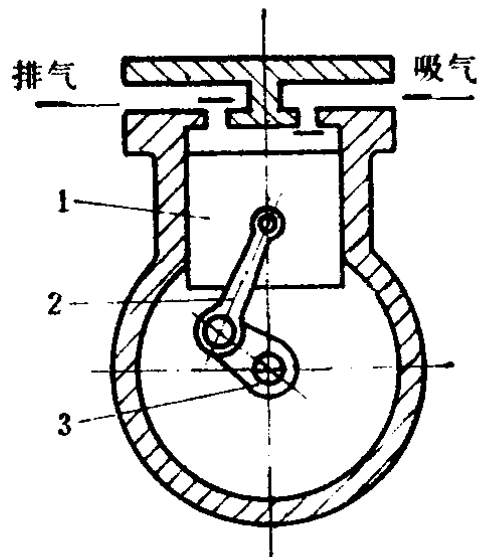


图 1.3(a) 连杆式压缩机结构原理图

1. 活塞; 2. 连杆; 3. 曲轴

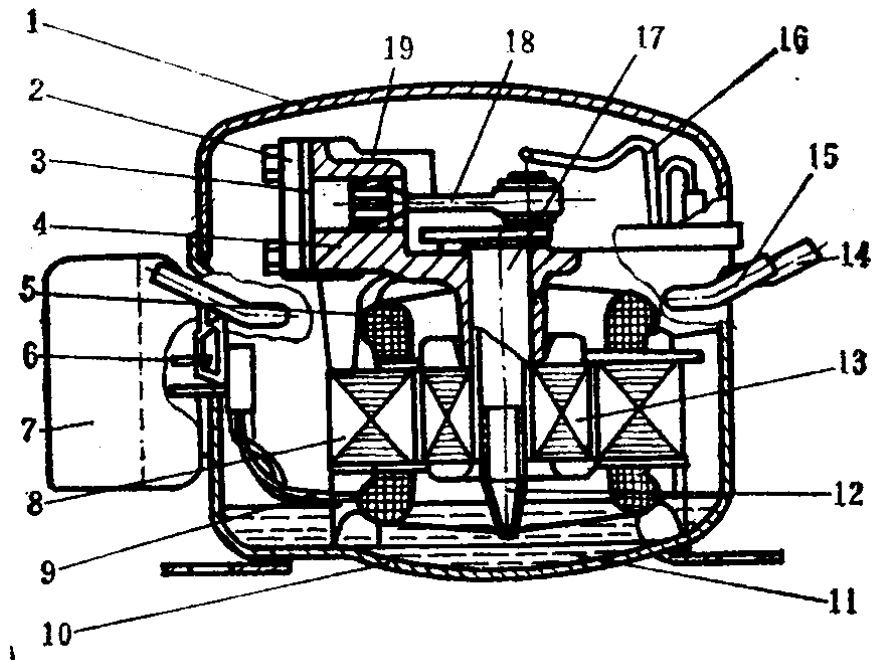


图 1.3(b) 连杆式压缩机剖面图

1. 外壳盖; 2. 气缸盖; 3. 气阀组; 4. 气缸体; 5. 过载保护继电器; 6. 接线端子; 7. PTC 启动继电器与接线板盒; 8. 电机定子; 9. 消震顶簧; 10. 外壳; 11. 润滑油; 12. 上油管; 13. 电机转子; 14. 排出管; 15. 吸入管; 16. 排出缓冲管; 17. 曲轴; 18. 连杆; 19. 活塞

因此，滑片、气缸内表面、偏心轮外表面以及气缸两侧的端盖组成了封闭的基元容积。此容积随滚轴的旋转位置而变化，从而完成了压缩机的吸、排气功能。

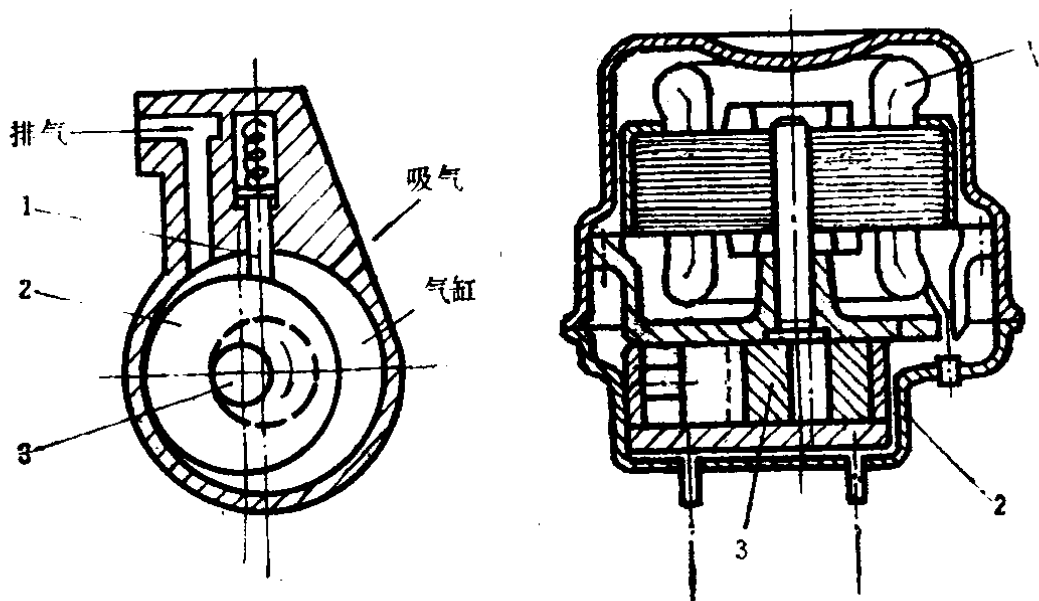


图 1.4(a) 滚动转子式压缩机结构原理图

1. 滑片; 2. 偏心转子; 3. 转轴

图 1.4(b) 滚动转子式压缩机剖面图

1. 电动机; 2. 机壳; 3. 转子

滚动转子式压缩机不是象滑管式和连杆式压缩机那样把电动机的旋转运动变成往复运动，而是直接用旋转运动来完成吸气压缩和排气过程的。这种压缩机不用吸气阀，因此输气系数 λ_v 大(容积效率高)，压缩过程圆滑，运转平稳，振动噪声小，且其零部件也少，适于小型化。但由于这种压缩机的加工精度要求高、所用材料需有很高的耐磨性、且要求有十分可靠的润滑系统等原因，所以目前在电冰箱中仍很少得到使用。附录二示出目前国产电冰箱机组的技术参数。

五、热交换设备

电冰箱的热交换设备由冷凝器和蒸发器组成。