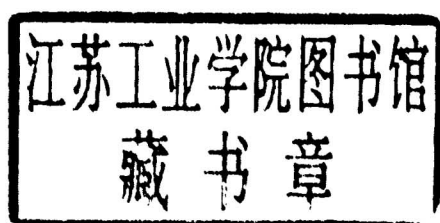


制冷原理与电冰箱构造

江苏省X光机、电冰箱保养維修学习班翻印

1973年3月

制冷原理与电冰箱构造



江苏省X光机、电冰箱保养维修学习班翻印

1973年3月

目 录

概 论	(1)
第一章 制冷原理.....	(9)
I、制冷概念.....	(9)
§ 1、制冷.....	(9)
§ 2、热力学的基本知识.....	(10)
II、制冷循环的类型.....	(18)
§ 1、蒸气压缩式制冷循环的制冷原理.....	(18)
§ 2、单级压缩式制冷循环.....	(18)
§ 3、两级压缩式制冷循环.....	(20)
§ 4、三级压缩式制冷循环.....	(25)
§ 5、复迭式(串级式)制冷循环.....	(26)
III、单级蒸气压缩式制冷循环的制冷原理及计算.....	(26)
§ 1、制冷原理.....	(26)
§ 2、单级压缩式制冷循环的计算.....	(29)
IV、制冷系统的组成.....	(40)
§ 1、中、小型冰箱的全封闭管路的制冷系统.....	(40)
§ 2、大型冰箱的管接头制冷系统.....	(42)
§ 3、低温冰箱复级式制冷系统.....	(48)
§ 4、室温调节装置的制冷系统.....	(50)
§ 5、大、中型制冷设备.....	(50)
第二章 制冷剂、传热剂和润滑油.....	(53)
I、制冷剂的一般性能.....	(53)
§ 1、物理性能.....	(54)
§ 2、制冷剂压力与温度的关系.....	(54)

§ 3、热力性能	(56)
§ 4、中毒性	(56)
§ 5、冰箱制冷操作中常用数据	(57)
II、氟利昂及氟利昂—12	(57)
§ 1 氟化昂的一般性能	(57)
§ 2 氟利昂—12	(61)
III、氯甲烷	(65)
IV、传热剂	(66)
V、润滑油	(68)
第三章 电冰箱的构造	(72)
I、技术数据	(72)
§ 1、我国卫生部批准的技术条件	(72)
§ 2、FB—516型冰箱技术数据	(72)
§ 3、冰箱的一般技术要求和一般特点	(78)
II、制冷系统及制冷机组	(82)
§ 1、制冷系统的构成	(82)
§ 2、全封闭制冷机组	(84)
§ 3、制冷系统内水分的影响	(86)
III、压缩机的构造	(88)
§ 1、压缩机的分类	(88)
§ 2、机构原理	(89)
§ 3、发展趋向	(89)
§ 4、氟利昂压缩机的特点	(90)
§ 5、冰箱压缩机构造	(91)
§ 6、铸铁壳半封闭及开式压缩机	(95)
§ 7、压缩机主要零件的结构	(98)
§ 8、FB—516型冰箱的压缩机	(110)
IV、蒸发器构造	(119)
§ 1、蒸发器的型式	(119)

§ 2、小型制冷设备的蒸发器·····	(119)
§ 3、冰箱的蒸发器·····	(121)
V、冷凝器构造·····	(123)
§ 1、冷凝器的型式·····	(123)
§ 2、小型制冷设备的冷凝器·····	(123)
§ 3、冰箱的冷凝器·····	(124)
VI、节流装置的构造·····	(128)
§ 1、控制原理及类型·····	(128)
§ 2、温感式节流阀·····	(129)
§ 3、压力式节流阀·····	(131)
§ 4、毛细管·····	(132)
VII、温度控制器构造·····	(133)
§ 1、制冷机的自动化·····	(133)
§ 2、类型及作用原理·····	(134)
§ 3、另部件的结构·····	(134)
§ 4、恒压式温度控制器·····	(136)
§ 5、FB—516型冰箱的温度控制器·····	(137)
VIII、冰箱电气部分的构造·····	(142)
§ 1、电动机构造·····	(142)
§ 2、起动—过负荷继电器构造·····	(146)
§ 3、冰箱的电路·····	(150)
IX、辅助部件·····	(158)
§ 1、热交换器·····	(158)
§ 2、储液筒·····	(158)
§ 3、干燥过滤器·····	(160)
§ 4、液体分离器·····	(161)
§ 5、开闭阀·····	(161)
§ 6、管接头·····	(161)
第四章 吸收式制冷机·····	(162)

概 论

人类最先用人工冷却的方法是利用自然冰块吸热降温,我国用冰的历史已有数千年了。最早试验人造冰块的是意大利,人工制冰和工业制冷则需用制冷机,制冷机已出现一百三十余年了,近几十年来,制冷技术发展很快,应用范围不断扩大,现在已经很难指出在国民经济内那些部门不需要制冷技术了。

在医疗卫生事业,制药工业、商业部门、食品工业、化学工业、机械工业、工矿建筑事业、科学研究、交通运输等工业部门、民用的空气调节,家庭冷藏、农业和娱乐场所都已广泛地获得了应用。

在医疗卫生事业方面,制造抗生素(青霉素、链霉素等)保藏血清、血浆、痘苗、各种有机药物以及其他药物制取冰块,都使用着制冷技术,为使病人感受舒适及为施行外科手术创造良好条件,在医院的手术间,重病号房间及产科医院内设有空气调节装置,在作手术时利用低温麻醉,增加手术成功率。延长手术的时间,利用冷气实行治疗,在医药研究上也广泛的应用着制冷设备。电冰箱就是一个小型的制冷设备。

在医院、药房、工矿企业、科研部门的化验室及日常生活中作冷藏药品、血液、食品等用普通电冰箱、大多数是用来在低于室温而高于 0°C 的温度下保存物品(经常用 $0-8^{\circ}\text{C}$)除了普通冰箱($0-8^{\circ}\text{C}$)外,在许多部门还使用着低温冰箱(-20°C 至 -80°C 等多种),用来冻结状态保存物品,这些物品在普通冰箱中保存会逐渐变质,如血浆、某些生物制剂、移植的组织等。随保存的物品和用户情况不同,对冰箱的温度范围、冰箱内的湿度,以及冰箱的构造形式和容积大小都有不同要求,如专门用来保存血液的血库冰箱温度要求在 $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,均匀性要求在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 左右,存放血瓶的架子等,保存某些要求有高湿度的物品可用一种高湿度冰箱,要在一台冰箱即可在冷却状态($0-8^{\circ}\text{C}$)又可在冷冻状态(-20°C 以下)保存物品时,可用双温冰箱。随用户情况不同又有压缩式电冰箱,电吸收式,煤油或煤气吸收式冰箱,半导体冰箱等多种结构,装置方式也各不相同。

我们的课程主要讲述最常用的普通封闭压缩式电冰箱的原理构造,制造试验和修理方法。

I、电冰箱的概述

一台电冰箱由制冷系统、控制系统、箱体三大部分组成。

制冷系统用来排除电冰箱内存放物品的热量，和外面侵入的热量，降低到需要的温度。

压缩式冰箱制冷系统包括：压缩机（压缩式冰箱即由此而得名）、驱动压缩机的电动机、冷凝器、节流装置和蒸发器（挥发器）组成，系统内充制冷剂和润滑油。按制冷系统的构造可分为开式和封闭式，开式机组的压缩机和电动机分开，用皮带转动，管路连接用螺帽，由于这种机组的可靠性差，制冷剂易渗漏（特别是压缩机的轴封处）在现代电冰箱中已很少采用。目前封闭式制冷系统得到广泛应用，这种系统的压缩机和电动机封装在一个钢板制成的密闭壳中，管路连接用焊接，这样制冷剂渗漏可能性很小，这种系统的使用可靠性高，质量较好的封闭式制冷系统在合理的使用条件下可以连续工作10~20年不必修理。

中、小型冰箱用的制冷系统制冷量一般不超过400大卡/小时压缩机为单缸或双缸的曲柄一连杆式，曲柄一导管式，也有用回转式、叶片式等压缩机的。电动机均为单相交流异步电动机功率由50~180瓦（1/15~1/4马力）。

电冰箱常用的制冷剂为 $F-12$ (CF_2Cl_2) $F-22$ (CH_2Cl_2) 和氯甲烷 (CH_3Cl) 等。

制冷机组的工作由控制系统进行控制，控制系统包括电动机的起动——过负荷继电器和温度控制器前者是控制电动机的起动过程和进行必要的自动保护，后者用来控制电动机的开与停使电冰箱保持一定温度，温度控制器有一定的调节范围，可使冰箱在不同的使用温度下工作；在一般条件下，制冷机间断工作，机器的开停由温度控制器控制。

室温变化时，可调节温度控制器，使箱内温度保持一定值温度调节范围由温度控制器的结构形式决定，一般在 $4 \sim 8^\circ C$ 。

除电动机的起动，过负荷继电器和温度控制器外，在一些新式冰箱中还装有自动化霜控制装置。

冰箱的箱体由外壳，冷藏室（即内壳）门和绝热层构成，最常见的箱体形状是立柜式，多为前面开门，中、小冰箱是单开门，大型冰箱如血库等为双开门。

冰箱的外壳和门绝大多数用薄钢板制成，外表喷白色漆，冰箱的内壳（冷藏室）以前大多数是钢板制成。表面搪瓷或喷特种保护漆，近年来由于高分子材料工业的发展，塑

料内壳也有应用，特别是容积在100升以下的冰箱。

内壳里面装有放物品的托架，容槽，在内壳上部的蒸发器中有冻冰块冰盘，挥发器下面有滴水盘，接盛蒸发器化霜时滴下的水。冰箱的托架用钢丝焊成或以板料冲制，托架数目，总面积随冰箱容积的不同而有差异。

为了防止外面的热量侵入冷藏室，减少制冷量的损失，在冰箱的外壳和内壳之间以及门表面和门衬板之间装绝热材料，常用的绝热材料有玻璃棉毡（纤维板）玻璃丝棉、木棉、矿渣棉、各种人造泡沫塑料等，绝热效果主要与所用材料的性能和质量及绝热层厚度及填塞好坏有关。随冰箱用途、构造的不同绝热层厚度各不相同。

电冰箱的基本技术指标之一是有效容积，有效容积是指冰箱内可以用来存放物品的容积，通常以升表示，（英国及使用英制长度单位的国家的冰箱容积以立方呎表示，1立方呎=28.317升）常用冰箱的容积由80至350升，冰箱内可保存物品的重量按每6至8升容积放1公斤来估算。

中型及大型冰箱（100升以上）内部有电灯照明，电灯随门的开关而亮灭。

电冰箱的机器绝大多数装在冰箱下部，只有少数老式冰箱装在上部，制冷机组的蒸发器是用以吸收箱内的热量，装在冷藏室后部，蒸发器大多数为U形，与冷藏室上壁一起形成一个小的容积，因为制冷剂的蒸发温度比冷藏室内的温度低得多所以蒸发器内的温度也很低，可用来冻结冰块或保存冻结物品蒸发器的容积约占冰箱容积的12~15%。

随着科学技术的发展进步和人民生活水平的不断提高，冷藏和低温装备的用量将大大增加，在这些装备中普通电冰箱占很大的比重，使用范围也最广，这些冰箱的正确使用，合理维护和检修无疑是一件极为重要的事情，在这份教材里我们准备向大家介绍普通冰箱的原理、构造、制造工艺、试验和维修方法，使学完本课程的人能初步掌握普通冰箱的维护、检查和修理技术。

Ⅱ、国内外电冰箱制造业的一般情况

解放初期我国各地使用的电冰箱都是从国外进口的，牌号型式繁多，一般是美国、英国产品占多数，后来又从一些社会主义国家进口一批冰箱。

我国普通电冰箱的生产是从1956年开始的，沈阳医疗器械厂在1954年首先试制开式200升电冰箱经上海热工仪表研究所和医院鉴定后，投入了生产，后来天津市医疗器械厂又试制并投产了200升封闭式电冰箱，北京市医疗器械厂也开始生产开式200升冰箱，

这就结束了我国不能制造电冰箱的历史，随着各厂生产的发展，技术的进步，产品质量和产量均不断上升，基本上满足了国内的需要，近年来从外国进口的电冰箱数量已大大减少。

为了提高电冰箱质量，增加使用的可靠性，从1957年后各厂陆续把开式冰箱改成封闭式，至目前为止除北京市医疗器械厂尚生产少量开式200升冰箱外，各厂都已全部生产封闭式冰箱了。

国产冰箱全部是利用国产原材料制造的，目前大量生产的冰箱只有200升一种规格，各厂生产的这种电冰箱结构基本相同，主要性能指标也接近。1962年8月在天津召开了沈阳、北京和天津三个医疗器械厂参加的电冰箱经验交流会议，促进了各厂冰箱质量的改进提高。今年以来各厂生产的冰箱从质量方面，外观方面都比过去的产品有了很大提高。除此以外还试制成并小批生产400升，600升电冰箱，1400升厨房冰箱，690升和490升血库，此外还有 -40°C ， -80°C 的低温冰箱，内部容积均在100升至450升范围内，这些冰箱的制冷机组有封闭的1FZ2.7型，半封闭的2FZ4型，2F/4型，4FP5型等，敞开的2FZ38型，2FZ48型，2FZ63型，2FZ65型制冷机组，制造厂还以这些制冷机组制造了冷风机，低温离心机，恒温、恒室装置冰果机，行车降温设备等工业用和民用的制冷设备。

随着我国高分子材料工业的发展，塑料已开始在冰箱生产中广泛采用，对于冰箱重量的减轻，成本降低，以及外观方面都有很好的促进作用。

我国冰箱目前主要供医药卫生，科学研究，工矿企业等部门使用，产量还较少，但随着工农业生产的发展及人民生活水平的提高，冰箱的产量、规格、类型都将会大大增加。

国产冰箱的构造在后面将有详细介绍：

目前国内，制造电冰箱的工厂，有沈阳医疗器械厂、北京市医疗器械厂、天津市医疗器械厂、上海市电气冰箱厂、天津市低温设备厂，专门制造中型制冷机组的有上海冷气机厂、大连冷冻机厂等，研究和教学部门有一机部、化工与通用机械研究所、西安交通大学冷冻专业教研室、北京商业学院药品器械系制冷专业，此外，南京工学院及同济大学热工教学研究组，大连工学院化工原理教研组等，也有有关制冷理论方面的教研内容。

国外生产普通电冰箱的公司和厂家很多，其中产量最大的一些公司主要是美国的通用电气公司（GE）西屋公司（威斯汀豪斯）TeCumSeh公司，Ke¹IVindtqr公司，pnirco

公司，英国的莱特福脱公司，考别林得公司，德国的西门子，BOSCh公司，法国的BOneII LUnite Hermetique公司，chaoson公司，日本的日同、富士、车艺，NEC三麦等公司，丹麦的Danfoss Atlas公司等。这些国家和公司绝大多数生产封闭式电冰箱，产量都很高（见表1）

表1

国别 \ 年代	1960年	1961年	1962年
美国	347.5万台	348 万台	387 万台
西德	220 "	207.9 "	181 "
英国	104.6 "	88.2 "	83.6 "
法国	100 "	97.6 "	80 "
日本	708 "	125 "	210 "

表1、各国电冰箱产量表（根据日本，日立制作所资料。由于国外冰箱有很大一部分供家庭使用，所以冰箱的外表修饰很好，内部的附件，结构也考虑到家庭使用的要求。

一些国家对冰箱的修理也很重视，修理工厂都有比较完善的装备，修理技术工也经过必要的考试，例如美国1957年以前各公司生产的冰箱都是集中自行修理，57年以后由于冰箱数量增多才培训了一批技工分散修理。

表2.中列举了国内外一些电冰箱的主要技术数据。

各国电冰箱技术数据

表 2

国别	名称	型号	容积 (升)	外型尺寸(毫米) (高×宽×深)	蒸发器 容积(升)	有效利用 系数	托架总 面积(米 ²)	室温20°箱 温3°工作 时间系数	电动机输 入功率瓦	注
美		P-1	77	660×786×498	60	0.33	0.29	0.16	125—140	
苏	CapaToB	k×uL-85	85	912×542×536	4.5	0.32	0.52	0.22	110—130	
英	莱特福脱		85	900×550×005	6.0	0.27	0.49	0.19	135—150	
西德	BOSCh	125	120	1090×555×600	6.0	0.33	0.60	0.18	90—100	
苏	CaqaTeB	п×—120	120	1200×550×590	18.5	0.30	0.62	0.17	105—120	
苏	Nup	пkl-175	175	1280×580×620	20.0	0.38	0.87	0.22	110—140	
美		C-70A	200	1345×695×575	16.0	0.37	0.80	0.20	100—120	
中国	沈阳	FB516	200	1450×750×660	18.6	0.28	0.80		140—160	
美	G E	B-8IN	230	1450×610×620	18.0	0.44	1.11	0.21	170—195	
美		EkA-8k	230	1360×615×600	29.0	0.46	1.16	0.24	130—150	
苏	3pl—OckB2	K×—240	240	1375×640×690	30.0	0.39	1.27	0.27	130—155	
美		k7371k	320	1503×785×690	42.5	0.36	1.55	0.30	140—185	
美	G E	H-1213	350	1785×788×770	60.0	0.34	1.80	0.59	90—240	双温冰箱

说明：有效利用系数等于冰箱有效容积与外形容积之比

Ⅲ、现代电冰箱结构型式的发展趋向

在这一节里对近年来各国生产的新型电冰箱的结构形式的发展，作概要的介绍。

箱 体：

近年来冰箱外形有了明显的改变，过去的大圆角，短门冰箱已较少见，现在生产的冰箱大多数是圆角很小、平顶、长门的形式，压缩机在箱下部只占后面一角，冰箱的有效利用系数增高了。

在箱体结构中开始广泛采用塑料，许多容积较小的冰箱内壳用抗震塑料板压成，门内衬板用塑料板压成，门内衬板装物品的容积增大了。有些小型冰箱的外壳和内壳全用塑料制成，冰箱的重量要轻，外观也更好。

冰箱的绝热材料也有很大一部分采用了人造泡沫塑料（脲醛泡沫塑料，聚氯和聚苯乙烯泡沫塑料等），泡沫塑料的比重很小，只有玻璃纤维的1/4左右。

冰箱内的附件如滴水盘，容槽等也广泛采用塑料。新式冰箱的托架和装饰性另件有很多采用铝板，为了防止铝腐蚀，铝板经过氧化，着色等处理。

冰箱的门封除了广泛采用的胶皮外，也开始采用塑料（聚氯乙烯）门封。

门拉手和锁的结构也有很多新形式，磁铁门锁在一些冰箱上的应用效果很好，结构简单，制造方便。

制冷机组：

现代电冰箱中制冷机组的改进主要从工艺方面出发，降低制造成本，用低廉材料代替昂贵材料。

小型制冷压缩机，除了普通曲柄连杆式以外，曲柄导管式压缩机也采用很多，后者的制造精度较低，加工方便，结构也较简单，压缩机的消震方式已有很多机器采用内部消震，用弹簧把机器吊在密闭壳内，这种消震方式效果较好，机器所占的位置可以减少，但电动机的冷却条件差，因电动机不与密闭壳接触，导热差，需要采取特殊方法加强冷却。

除了普通曲柄压缩机外近年来出现了一种电磁压缩机，它是利用转子作直线往复运动的电磁机构推动活塞工作的，由于省去了曲柄和连杆等机件，并且速度较高，所以这种压缩机的尺寸很小，结构也大大简化，目前这种压缩机已用在小型电冰箱的生产中，法国、日本、美国等均有生产。

电冰箱中用的冷凝器大多数是空气自然冷却式的，使用最广的型式是板式冷凝器，近来一种用铜管和细钢丝焊接的冷凝器得到推广，这种冷凝器的性能较好，工艺性好，便于组织自动化生产。

冰箱的蒸发器较新的型式是用铝板焊接轧制的平板形蒸发器，铝的比重小，导热系数较高，是制造热交换器的良好材料。铝挥发器的制造比较困难，焊接、防腐蚀、密封，强度等问题都需要深入研究。在修理有铝制挥发器的冰箱时应特别注意甲醇对铝有破坏作用，不能用加甲醇防毛细管冻结的方法。

在现代的电冰箱中，蒸发器内的容积趋于增大，可以保存较多的冻结物品，蒸发器内的温度也希望较低一些，为了防止冷藏室内的温度不至过低，有些电冰箱在蒸发器下面放有绝热层的滴水盘，使箱内空气对流较差。

控制系统：

温度控制器和起动过负荷继电器近年来变动不大有少数电冰箱采用了温度自动调正装置，当室温改变时调正装置可供冰箱温度保持在一定的数值。

近年来发展较快的是蒸发器自动化霜装置，一般电冰箱蒸发器的化霜是用人工操纵的，把温度控制器旋钮拧到，化霜点，机器停止时间很长，冰箱温度逐渐上升，蒸发器表面积结的霜层逐渐融化，化霜终了时再将旋钮拧回至原来工作位置，这种方法很不方便，在现代冰箱中采用了多种自动和半自动化霜方法，化霜的冰也作适当处理。常用的自动化霜系统有定时系统，按机器工作时间，冰箱开停次数，总的开门时间等系统，化霜时用电热器或制冷剂的热蒸气加热蒸发中。

除了压缩式电冰箱外，近几年在国外出现了新式的半导体冰箱，这是利用两种半导体材料相连接，通电后在一个接点温度降低，另一接点温度升高的现象而制成的一种电冰箱，由于没有运转部分，无声音，寿命长，使用简单可靠等优点，这种冰箱正在很快发展着，不久的将来要和压缩式冰箱一样得到推广，目前制成的半导体冰箱容积由7至96升。

第一章 制冷原理

对制冷原理和制冷系统组成的了解，在于建立最基本的基础，以便在分析电冰箱所发生故障的原因时能够正确地诊断，此外对制冷原理的了解和掌握简单的计算，也有助于修理者配置制冷系统，修理者往往遇到这样的情况，制冷系统中某一部件已经损坏，必须将这一部件更换，而更换的部件，往往不是原来那种型号的冰箱部件，规格上和结构上均有所区别，这时，修理者就可将这些更换的部件的技术数据验算一下，是否和这个制冷系统相配，从而选择合适的部件，或者将这个部件改造一下，配制成一个较合理的制冷系统。

I、制冷概念

§ 1、制冷：制冷就是排除物体或空间内含有的热量，使该物体或空间降低温度的过程。

冷和热给人的感觉是相对的，冷和热是表示温度的高低，或者说是表示物体含热量的多少。

热的传递是由高温度的物体传至低温度的物体。欲将一物体的温度降低到比周围介质的温度更低，则必须要用人工制冷的方法来达到各种不同的冷却程度，使需要冷却的介质获得低温，人工制冷的的方法有，接触法，化学法和机械法。接触法是以低温物体（一般是冰）与所需冷却的物体直接或间接接触，化学法是利用某些化学物质（如 SO_2 等）的化学反应，吸热降温。

机械制冷是应用最广泛的一种，属于机械制冷的有压缩式蒸汽喷射式（蒸汽抽气式）和吸收式。

制冷温度范围的划分，一般以 $-80^{\circ}C$ 为基线， $-80^{\circ}C$ 以下称为深度制冷，也有的是以 $-120^{\circ}C$ 为基线，即 $-120^{\circ}C$ 以下称为深度制冷。

此外制冷除了可以降低物质的温度外，并且，还可以转变物质形态，如水被移去热量后就可会结冰。

制冷的物理原理是利用液体蒸发成气体和湿蒸汽膨胀时需要吸收热量的性质。液体制冷剂在制冷系统内改变本身的状态在沸腾过程中吸取被冷却介质的热量。变成蒸汽，在冷凝过程中放出热量变成液体，此外还利用液体压力的降低能使液体的沸点降低，增加蒸汽压力能使蒸汽的液化点升高的特性。

制冷机就是用来实现制冷的机器，也就是用来使需要冷却的物体温度降低到低于周围介质的温度，在冷却过程中，热量由低温的制冷剂带走，制冷机就是保证制冷剂在适当的压力下蒸发，并不断地抽去产生的蒸汽，使制冷剂总是保持低温的状态。

制冷的循环是一个闭台的工作循环，制冷剂在这循环中重复交替地改变着自己的状态——变成蒸汽和变成液体，实现制冷剂重复循环的整个部分，称为制冷系统，广义来说，这也就是制冷机（实际上，人们往往把制冷机狭义地认为是制冷压缩机和压缩机组），制冷系统与耗用冷气的部分和其他部分装置一起时称为制冷设备。

§ 2、热力学的基本知识：

1、热的传递：热的传递方式有传导、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，当两个物体接触时，也能产生这种现象，凡容易传导热的物体称良导热体如金属，尤以铜为佳，难以传导热的物体（即热阻大的物体）称非导热体（不良导热体）一般称为绝热材料，如软木、石棉、玻璃（纤维）、泡沫塑料等。

（2）对流：含热的液体或气体，体积因热而膨胀，因而密度减小，即行上升，其周围的冷的部分，就补充其地位，形成对流。热量也就跟随物体离热源作循环的流动，逐渐传播热量而及全部。

（3）辐射：高温热源透过空间，射向低温物体，使该物体接热升温，这种辐射热线与光线很相似，只是周率较低和波长较长，也是以直线进行，不能改变方向。可以通过空气和玻璃等介质，而这些被辐射波透过的空间其本身并不受热，此外也具有有光的反射和折射吸收的性质。

实际上，热的传播往往不是单一方式进行，而是两种或三种方式同时进行的。

2、热的测量：

（1）温度：测量热的强度（也就是冷热的程度）。一般温度计。就是利用两个物体相接触后温度会趋于一致的性质制成的以一密封的细玻璃管中，底部充满膨胀系数较大的水银或着色酒精，外面刻度有摄氏和华氏两种温标，摄氏温标 $t^{\circ}\text{C}$ 是以在一个大气压下以 0°C 作水的冰点相当于华氏温标为 $t^{\circ}\text{C}32^{\circ}\text{F}$ ； 100°C 作为水的沸点，华氏为 212°F ，

两者换算公式:

$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32)$; $t^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9}t^{\circ}\text{C} + 32$, 此外还有绝对温度以凯氏 $t^{\circ}\text{K}$ 温标, $t^{\circ}\text{K} = (t + 273)^{\circ}\text{C}$ 绝对另度(0°K)即为 -273°C 此温度是达不到的。

(2) 热量: 即指热的数量的测量, 有公制和英制两种单位公制单位为卡路里, 简称卡, 1卡就是把1公分(克)纯水的温度升高或降低 1°C (摄氏), (严格讲应当由 14.5°C 至 15.5°C), 所吸收的或放出的热量, 而英制单位用英热单位(B, T, O), 1英热单位就是把1磅纯水的温度升高或降低 1°F (华氏)所吸收或放出的热量, 二者换算公式: 1英热单位=252卡, 1千卡=3.97英热单位。

(3) 比热: 比热就是单位重量的物质温度升高或降低1度所吸收或放出的热量, 水的比热是1大卡/公斤 $^{\circ}\text{C}$ 常用物体的比热见表3。

常用物体的比热表

表3

固 体	液 体	气 体 (等压)
钨 0.09	水 1.00	水 蒸 汽 0.45
铜 0.12	酒精 0.55	SO ₂ 0.15
玻璃 0.16	汽油 0.54	CO ₂ 0.21
冰 0.50	氯化钙溶液0.75	空气 0.24
铝 0.21	油 0.45	H ₂ 3.41
木 0.55	水银 0.03	NH ₃ 0.52

物体温度变化时需增减的热量用下列公式即可求得:

$$Q = M \times \Delta t \times C \text{大卡}$$

式中: M —— 为物体重量, 公斤;

Δt —— 为温度变化的度数; $^{\circ}\text{C}$

C —— 物体的比热

3、气体及蒸汽: 自然界中的物质均以三态之一而存在固态、液态、气态。

气体即为强烈过热的蒸汽(过热蒸汽)一般气体较难变成液态, 而蒸汽只要稍加冷却或增加相应的压力即可液化, 换言之, 使液体受热蒸发即可转变成蒸汽。

蒸汽又分饱和蒸汽和湿蒸汽，饱和蒸汽是由液体中产生的且在该压力下具有最大密度的蒸汽，饱和蒸汽与液体处于平衡状态（密封容器内的液体蒸发后，即处于平衡状态，液面上的蒸汽即为饱和蒸汽），饱和蒸汽的温度视其压力而定，当液体完全蒸发时，即变成干燥的饱和蒸汽（干饱和蒸汽）。湿蒸汽是干饱和蒸汽与许多悬浮在里面的极细小的液体细滴的混合物，湿蒸汽的状态取决于蒸汽的压力，温度及其干燥程度过热蒸汽较之饱和蒸汽在同样压力下具有更高的温度，其密度与其压力及温度有关，并低于饱和蒸汽的密度，干饱和蒸汽受热即可变成过热蒸汽，过热蒸汽在通常温度下不能转变为液体，其液化需剧烈地冷却并须同时加以压缩。

4、熔化与凝固，沸腾与蒸发：

（1）熔化（溶解）与凝固：固体吸收热量，温度升高达到一定温度，固体即变成液体的过程，称为熔化，熔化时的这个温度称为熔点，单位质量的物质，由固体转变为同温度的液体所需（吸收）的热量，称熔化热，同样，物体由液态转变为固态也需要放出同等热量，液体的凝固，一般须在与固体熔化相同的温度下进行，例如冰的熔点是 0°C ，熔化热是80大卡/公斤；胶的熔点是 $+35^{\circ}\text{C}$ ，熔化热是30大卡/公斤，珐琅的熔点是 960°C 。

（2）沸腾与蒸发：将液体加热，至一定温度后，液体开始逐渐转化成蒸汽或气体，由液体到气态的转变，包括沸腾和蒸发两个过程，蒸汽的形成不仅来自液体的表面，且来自液体的内部，并形成许多小汽泡上升至液面上方的空间，当温度达到液体蒸汽的压力与周围空间的压力相等时，即开始沸腾，沸腾时的温度称为沸点，沸点与液体的物理性质以及液面上方的蒸汽压力有关，压力降低时，沸点亦降低。蒸发是指在任何温度下（只要低于临界温度）液体表面的汽化过程，在制冷技术中通常“蒸发”代表液体的沸腾过程。单位质量的液体变成同温度的气体所需的热量称为汽化热（或蒸发热）。例如在一个大气压时水的沸点为 $+100^{\circ}\text{C}$ ，蒸发热为539大卡/公斤，酒精的沸点为 78°C 蒸发热为210大卡/公斤， $\text{F}-12$ 沸点为 -29.8°C 蒸发热为38.3大卡/公斤，其他一些制冷剂的蒸发热见表—4。

（3）潜热：凡一种物体的热量有变化时，温度有变化（可用温度计测量出）称为可感热或显热。物体吸收或放出热量，并不改变温度，而只转变物体形态，这种热量称潜热（此热量在温度计上不能测量出来）。潜热有两种，一种为溶解潜热（简称溶解热），即单位质量的固体熔融成同温的液体所吸收的热量，当复又变成固体时仍放出相等的热量。另一种是汽化潜热（简称汽化热）：即单位质量的液体变成同温度的汽体所