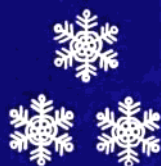


氟利昂制冷机的 原理和实践

〔日〕藤原 忠 著

王智文 译

卢成忠 校



化学工业出版社

前 言

1957年底曾出版过《氟利昂制冷机的原理和实践》一书，至今已过了15年。也许由于当时其他更合适的参考书很少之故，该书获得了好评，并再三重印，实属意外之幸。

在这15年中，冷冻、空调产业的发展是惊人的。近年来已渗透到居住、食品领域，并且进一步向改善环境方面发展。制冷业前途广阔、远大，这大概是众人的一致观点。

应该认识到这种产业发展的实质并不仅仅在于规模的扩大和量的增加，而在于它以无限发展的技术所保证的质的成长。虽然在基本理论方面无甚变化，但是，1957年的版本所介绍的内容在应用技术方面有不少地方与现状脱节，加之承出版社的要求，没有采用部分修订的办法，而是把全部内容重新整理再版。

具体地说，对以下几点着重进行了整理：

1. 把以船用制冷机为主体的记述改成通用的。
2. 尽可能地介绍最新技术。
3. 对冷媒、压缩机、热交换器、空调器、冷却塔、热泵、食品等内容加以充实。
4. 统一成米制单位(译者注：按原著单位制译，未换算法定计量单位)。

本书和1957年的版本一样，是以加强制冷、空调专业技术修养为目的的高级入门书。希望铭记一点：立于坚实基础之上，扎实地从基本知识开始就能灵活自如地应用。若此书

能成为好学之士的伴侣则深感荣幸。

最后，向为此书提供资料及协助校正的各方面人士表示衷心感谢。

著 者

1972年6月

目 录

第一章 制冷机	(1)
1.1 制冷机的发展史	(1)
1.2 制冷机的应用	(4)
第二章 制冷原理	(9)
2.1 技术术语和基础热力学	(9)
2.1.1 温度	(9)
2.1.2 压力	(9)
2.1.3 热	(11)
2.1.4 比热	(11)
2.1.5 感热和潜热	(12)
2.1.6 饱和	(13)
2.1.7 比容、密度	(14)
2.1.8 功、功率	(14)
2.1.9 制冷能力、冷冻吨	(15)
2.1.10 热功当量和热力学第一定律	(16)
2.1.11 热力学第二定律	(16)
2.1.12 热传导	(17)
2.1.13 莫里尔水蒸气焓熵图、T-s图	(18)
2.2 获取制冷效果的方法	(20)
2.2.1 热机循环、制冷循环和卡诺循环	(22)
2.2.2 空气循环系统	(26)

2.2.3 蒸汽喷射式制冷机	(27)
2.2.4 吸收式制冷机	(28)
2.2.5 吸附式制冷循环	(32)
2.2.6 电子制冷	(33)
第三章 冷媒、盐水、水及空气	(36)
3.1 冷媒的沿革	(36)
3.2 对冷媒的要求	(37)
3.3 冷媒的名称及种类	(39)
3.4 化学性质	(40)
3.4.1 热稳定性	(40)
3.4.2 氧化、毒性、臭气	(40)
3.4.3 加水分解, 对金属及其他材料的作用	(42)
3.5 物理性质及热力学性质	(44)
3.6 市场上销售的氟利昂	(51)
3.7 盐水	(53)
3.8 水	(57)
3.9 空气	(57)
3.9.1 干燥空气	(57)
3.9.2 湿空气	(57)
3.9.3 术语解释	(60)
3.9.4 空气线图	(63)
第四章 压缩式制冷机的原理	(75)
4.1 单级压缩制冷循环	(75)
4.1.1 理论制冷循环	(75)
4.1.2 莫里尔图上的制冷循环的顺序	(79)

4.1.3	导出的各种特性值	(79)
4.1.4	标准制冷循环	(80)
4.2	作动条件的变化对制冷循环特性的影响	(82)
4.2.1	蒸发温度的影响	(82)
4.2.2	冷凝温度的影响	(83)
4.2.3	过热度的影响	(85)
4.2.4	过冷却度的影响	(85)
4.3	压缩机的特性	(87)
4.3.1	活塞排量	(87)
4.3.2	实际活塞排量和容积效率	(87)
4.3.3	制冷能力	(88)
4.3.4	压缩功率	(89)
4.4	多级压缩方式	(95)
4.5	多元制冷方式	(97)
4.6	多效压缩方式	(98)
第五章	压缩机	(100)
5.1	压缩机的种类	(100)
5.1.1	按压缩方式分类	(100)
5.1.2	按结构分类	(102)
5.2	往复式压缩机	(103)
5.2.1	低中速立式压缩机	(103)
5.2.2	高速多缸压缩机	(104)
5.2.3	封闭式压缩机	(111)
5.2.4	各部分的详细结构	(114)
5.3	回转式压缩机	(127)
5.3.1	叶片式回转压缩机	(127)
5.3.2	叶片式回转压缩机的特性	(131)

6.3.3 旋转活塞式回转压缩机	(135)
6.3.4 其他压缩机	(139)
5.4 离心式压缩机	(139)
5.4.1 离心式压缩机的原理	(139)
5.4.2 离心式压缩机的结构	(140)
5.5 封闭式电动机	(153)
5.5.1 结构	(153)
5.5.2 起动方式	(157)
5.5.3 保护装置	(162)
5.6 制冷机油	(164)
5.6.1 制冷机油	(164)
5.6.2 制冷机油的选择	(165)
5.6.3 油与冷媒的溶解或混合	(168)
5.6.4 引火点与发火点	(171)
5.6.5 镀铜现象	(172)

第六章 冷凝器

6.1 冷凝器的原理	(173)
6.1.1 冷凝器内应除去的热量	(173)
6.1.2 冷凝器内的热交换	(174)
6.1.3 总导热系数	(175)
6.1.4 对数平均温度差	(179)
6.2 水冷式冷凝器	(180)
6.2.1 卧式壳管式冷凝器	(180)
6.2.2 壳式盘管冷凝器	(184)
6.2.3 套管式冷凝器	(186)
6.3 空冷式冷凝器	(186)
6.3.1 强制通风式冷凝器	(186)

6.3.2	自然对流式冷凝器	(190)
6.3.3	蒸发式冷凝器	(191)
6.4	贮液器及其他	(192)
6.4.1	贮液器	(192)
6.4.2	中间冷却器	(193)
6.4.3	阶式冷凝器	(195)
6.4.4	油冷却器	(196)
6.4.5	热交换器	(197)
6.5	压力容器的强度	
	《制冷装置的结构及试验标准》摘录	(198)

第七章 蒸发器

7.1	蒸发器的原理	(208)
7.1.1	蒸发器内的热交换	(208)
7.1.2	被冷却物的量与冷却温度	(209)
7.1.3	总导热系数	(210)
7.2	液冷用蒸发器	(212)
7.2.1	泛滥式壳管型水冷却器	(212)
7.2.2	冷媒分散式水冷却器	(216)
7.2.3	干式壳管型水冷却器	(216)
7.2.4	壳式盘管水冷却器	(217)
7.2.5	套管式冷却器	(219)
7.3	空冷用蒸发器	(219)
7.3.1	盘管的选择	(220)
7.3.2	热交换	(220)
7.3.3	冷却盘管内的空气状态的变化	(222)
7.3.4	裸管盘管	(224)
7.3.5	板式冷却器	(228)

7.3.6 翅片盘管	(229)
7.3.7 风机盘管, 风扇盘管	(230)
7.3.8 除霜	(233)
第八章 冷却塔	(235)
8.1 冷却塔概况	(235)
8.2 冷却塔的种类	(237)
8.3 冷却塔的结构	(238)
8.4 冷却塔的性能	(240)
8.5 冷却塔与公害	(243)
第九章 辅助设备	(246)
9.1 冷媒系统辅助设备	(246)
9.1.1 油分离器	(246)
9.1.2 干式过滤器	(247)
9.1.3 蓄能器	(249)
9.1.4 其他	(250)
9.2 控制设备	(254)
9.2.1 低压浮子阀	(254)
9.2.2 高压浮子阀	(255)
9.2.3 毛细管	(255)
9.2.4 膨胀阀	(256)
9.2.5 先导控制阀	(252)
9.2.6 分配器	(263)
9.2.7 蒸发压力调节阀	(264)
9.2.8 吸入压力调节阀	(266)
9.2.9 四通阀	(266)

9.2.10 单向阀	(267)
9.2.11 节水阀	(267)
9.2.12 电磁阀	(269)
9.3 电控制器	(271)
9.3.1 电控制器的功能	(272)
9.3.2 低压调节器	(274)
9.3.3 高压调节器	(275)
9.3.4 高低压调节器	(275)
9.3.5 油压保护调节器	(275)
9.3.6 水压调节器	(276)
9.3.7 温控器	(276)
9.3.8 湿控器	(278)
9.4 泵	(279)
9.4.1 泵的结构	(280)
9.4.2 泵的性能	(282)
9.5 风扇	(286)
9.5.1 与风扇特性有关的术语	(286)
9.5.2 风扇的种类、结构和特性	(287)
第十章 配管	(293)
10.1 配管	(293)
10.1.1 铜管	(293)
10.1.2 钢管	(295)
10.1.3 管的强度	(297)
10.2 接头	(300)
10.2.1 螺纹接头	(300)
10.2.2 法兰盘接头	(301)
10.2.3 焊接接头	(301)

10.2.4 钎焊接头	(302)
10.2.5 喇叭接头	(302)
10.3 决定管的尺寸	(303)
10.4 配管施工注意事项	(312)
第十一章 制冷负荷的计算	(315)
11.1 冷藏库的负荷计算	(315)
11.1.1 通过壁传导的热量 Q_W	(315)
11.1.2 侵入的外界空气热量 Q_A	(317)
11.1.3 食品的热量 Q_P	(319)
11.1.4 杂热量 Q_M	(326)
11.1.5 简便算法	(327)
11.2 制冰负荷的计算	(331)
11.3 水或盐水冷却的负荷计算	(332)
11.4 空调的负荷计算	(332)
11.5 空调的各个过程	(338)
11.5.1 感热冷却	(338)
11.5.2 感热加热	(338)
11.5.3 绝热饱和	(342)
11.5.4 除湿冷却	(343)
11.5.5 加湿加热	(344)
11.5.6 用吸附剂除湿	(344)
11.5.7 混合	(344)
11.5.8 典型的夏季空调	(345)
第十二章 空气调节	(348)
12.1 空气调节的方式	(348)

12.1.1	单管道式	(348)
12.1.2	双管道式	(350)
12.1.3	各层单元式	(351)
12.1.4	水用风扇盘管机组式	(352)
12.1.5	诱导式空调方式	(353)
12.1.6	辐射板式	(357)
12.1.7	柜式	(357)
12.2	空调器	(359)
12.2.1	立柜式空调器	(359)
12.2.2	窗式室用空调器	(365)
12.2.3	空气处理机	(369)
12.2.4	风扇盘管机	(370)
12.2.5	诱导式空调器	(373)
12.3	热泵	(374)
第十三章 车用、船用制冷机		(377)
13.1	车用制冷机	(377)
13.1.1	小轿车用空调器	(377)
13.1.2	大轿车用空调器	(379)
13.1.3	汽车制冷装置	(380)
13.1.4	冷冻集装箱	(386)
13.2	船用制冷机	(392)
13.2.1	单体式空调装置	(394)
13.2.2	中央式空调装置	(394)
13.2.3	食物冷藏库用制冷装置	(396)
13.2.4	货舱用制冷装置	(399)
13.2.5	渔船用制冷装置	(401)

第十四章 食品 (406)

14.1 食品的低温贮藏 (406)

14.2 食品冷藏库 (409)

14.2.1 普通冷藏库 (410)

14.2.2 CA 冷藏库 (415)

14.2.3 冷冻库 (419)

14.3 冻结装置 (422)

14.3.1 空气冻结装置 (423)

14.3.2 吹风冻结装置 (424)

14.3.3 半吹风冻结装置 (425)

14.3.4 接触式冻结装置 (426)

14.3.5 沉浸冷冻装置 (427)

14.3.6 其他冻结装置 (430)

14.4 预冷装置 (432)

14.4.1 空气冷却装置 (432)

14.4.2 冷水冷却装置 (437)

14.4.3 真空冷却装置 (438)

14.4.4 冰冷 (439)

第十五章 安装、运转和维修 (441)

15.1 灰尘、水分、空气及其他异物 (441)

15.2 漏泄试验及清洗 (443)

15.3 干燥 (444)

15.4 卤化物喷焰气体检测器 (445)

15.5 制冷机油的充填及排放 (448)

15.5.1 曲轴箱内的油面 (448)

15.5.2	油的充填补充	(448)
15.5.3	放油	(449)
15.6	冷媒的充填及排放	(449)
15.6.1	冷媒充填前的注意事项	(449)
15.6.2	冷媒的充填	(451)
15.6.3	冷媒的排放	(453)
15.7	运转	(453)
15.7.1	运转准备	(453)
15.7.2	运转开始	(455)
15.7.3	停止运转	(456)
15.7.4	冷媒的回收	(456)
15.8	与运转有关的检查事项	(457)
15.8.1	吸入气体的温度、压力	(457)
15.8.2	排出气体的温度、压力及冷凝温度、压力	(458)
15.8.3	液位计及液眼	(459)
15.8.4	油面及油压、油温	(460)
15.8.5	曲轴箱温度	(460)
15.8.6	异常音响及振动	(461)
15.8.7	液体锤击	(461)
15.8.8	检漏	(462)
15.8.9	其他	(462)
15.9	与运转有关的其他事项	(463)
15.9.1	排除非冷凝气体	(463)
15.9.2	起动长期放置的压缩机的规则	(464)
15.9.3	使用冷媒的一般规则	(465)
15.10	故障的原因及措施	(465)
15.11	维修	(465)
15.11.1	零件的更换和检查	(471)

15.11.2 阀的检修	(472)
15.11.3 压缩机轴封装置的更换	(474)
15.11.4 过滤器的清理	(475)
15.11.5 干燥剂的更换	(477)
15.11.6 膨胀阀及电磁阀的清理	(477)
15.12 基本维修原则	(477)
附录——比较表·换算表——	(479)

第一章 制 冷 机

1.1 制冷机的发展史

世界上不管是东洋人还是西洋人，自古以来都是从天然冰获取低温。从古埃及壁画人们可以领略到古代人在陶器瓶中装入水，并利用其蒸发潜热制冷水的生活智慧。但是利用机械做人造冰或低温水还是比较近代的事。1755年威廉·卡伦(William Callen)使用排气泵使水在真空中蒸发，利用其潜热获得低温的试验成功，这是最原始的机械式制冷。

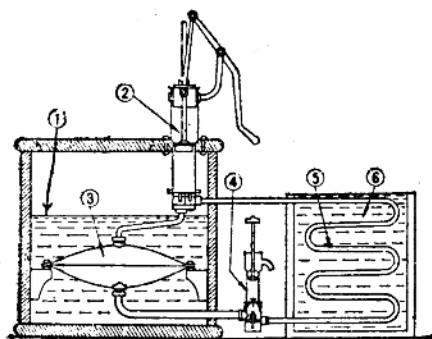


图1.1 帕金斯乙醚制冷机

- (1) 被冷却的水； (2) 手动式压缩机；
(3) 乙醚蒸发器； (4) 膨胀阀；
(5) 冷凝器； (6) 冷却水。

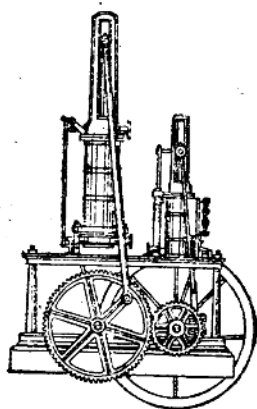


图1.2 乙醚压缩机

其后，1834年美国的雅克布·帕金斯(Jacob Perkins)这位压缩制冷机的鼻祖设计了乙醚密封式循环压缩制冷机(见图1.1)，是手动式的，到了1859年美国的詹姆斯·哈里逊(James Harrison)将帕金斯的制冷机改进成蒸汽发动机驱动式的乙醚制冷机。

1849年美国的约翰·戈里(John Gorrie)设计出了空气压缩式密封循环制冷机。1855年法国的费迪南德·卡来(Ferdinand Carre)设计了亚硫酸气体吸收式制冷机和氨吸收式制冷机，其原理是当水吸收了氨变成氨水，氨水再受热又分解成氨与水，卡来将这一特性巧妙地应用到冷冻循环上。在这种氨吸收式制冷机问世之后的1862年，由米格农(Mignon)和鲁阿特(Rouart)将其用于工业领域。

氨压缩式制冷机原理于1823年由英国的迈克尔·法拉第(Michael Faraday)发表，后于1872年由美国的戴维·博伊尔(David Boyle)制成原型机，在1873年法国的卡尔·林德(Garl Linde)成功地使之工业化。

虽然当时也曾出现了氟压缩制冷机，但是用途受限。在当时氨气压缩机较之其他冷媒和冷冻方式更优越，所以，持续使用几乎长达一个世纪。

此后，制冷机制造业更加活跃。维里特(Vilter)，约克(York)，德·拉·万(De La Vergune)等等著名的公司也就是在这时候创立的。

其后，1902年，蒸汽喷射制冷机；1903年，水蒸气离心式制冷机；1913年，手动式家用冰箱；1918年，家用电冰箱；1921年，离心式涡轮制冷机等等研制成功。可以说，50年前就已奠定了制冷行业的基础。