

# 商业用制冷装置

陈天及 主编



天津科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书系统地讲述了商业制冷装置的种类、结构性能及设计方法。全书共分 14 章,前 8 章为商业制冷装置设计的基础理论,介绍商业制冷装置的种类及其制冷系统、制冷设备、控制元件的合理设计及选择;后 6 章为典型商业制冷装置的结构、性能及设计介绍,主要介绍商业冷库、冷柜、陈列柜以及商业制冰机、商业冰淇淋机、饮水机等专业制冷装置。本书可作为高等院校动力类专业制冷方向的学生使用,也可作为制冷行业技术人员设计、管理等参考。

# 前 言

伴随 21 世纪的到来,商业销售发生了重大变革,商业制冷装置在商业销售中的地位 and 作用越来越重要,发展商业制冷装置是商品(主要是食品)销售的必然。

商业制冷装置由于其自身的特点在结构设计和性能上有别于其他种类的制冷装置。本书在制冷原理及设备等课程内容的基础上围绕商业制冷装置的特点介绍其制冷系统及典型结构。为动力专业制冷方向的学生提供必要的专业知识。商业制冷装置的发展应满足不断发展的商业销售的需要,但愿本书的出版能对我国商业制冷装置的发展起到促进作用,使商业制冷装置更好地为商业服务。

本书是在天津商院校内教材《商业制冷装置》(陈天及编)的基础上,根据天津市教委关于“面向 21 世纪高等教育教学内容和课程体系改革”的要求,结合原教材多年的教学使用和近些年来国内外商业制冷装置的发展重新组织编写而成的。本书由陈天及任主编(陈天及原任天津商学院教授,现任上海水产大学教授);彭苗任副主编。各章编写的人员是:第一章 陈天及;第二章 李慧宇;第三章 李慧宇、彭苗;第四章至第五章 彭苗、申江;第六章 陈瑞球;第七章 宁静红;第八章 马济成;第九章至第十四章 陈天及、杜建通、彭苗、申江。此外,施永年、孙玉英也参加了部分章节内容的编写。

本书由何少书教授任主审。在本书的编写和出版中曾得到天津商学院徐金岭副研究员、夏东伯副教授的关心和帮助。天津大学马一太教授曾提供许多有价值的资料。上海水产大学葛茂泉教授也给予许多帮助。在此一并致谢!

本书列入天津市普通高等教育“九五”重点建设教材,由天津市教委资助出版。

由于编者水平所限,书中错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

**编 者**

2001 年 1 月

# 目 录

第一章 绪论 .....	(1)
1.1 商业用制冷装置概述 .....	(1)
1.2 商业用制冷装置的种类 .....	(2)
1.2.1 商业制冷柜库 .....	(3)
1.2.2 商业专用制冷装置 .....	(3)
第二章 商业制冷装置的制冷系统 .....	(5)
2.1 单级制冷系统 .....	(5)
2.2 低温单级制冷系统 .....	(6)
2.3 双级压缩制冷系统 .....	(9)
2.4 组合制冷系统 <i>优点</i> .....	(10)
2.4.1 多蒸发器制冷组合系统 .....	(11)
2.4.2 多压缩机制冷组合系统 .....	(14)
2.5 间接冷却制冷系统 .....	(14)
2.6 能量调节制冷系统 .....	(15)
2.6.1 热气向吸气管路旁通的循环 .....	(16)
2.6.2 热气向蒸发器旁通的循环 .....	(17)
2.7 商业制冷装置的融霜系统 <i>融霜方式和控制元件</i> .....	(17)
2.7.1 自然融霜 .....	(18)
2.7.2 水融霜 <i>制冷、电热、热水、压力、温度、时间控制器</i> .....	(19)
2.7.3 制冷剂热蒸气融霜系统 .....	(21)
2.7.4 电热融霜 .....	(24)
2.7.5 融霜所需热量的计算 .....	(26)
第三章 制冷装置自动控制及元件 .....	(27)
3.1 商业制冷装置柜内温度的自动控制 .....	(27)
3.1.1 单一蒸发器制冷系统的温度控制 .....	(27)

3.1.2	多蒸发器制冷系统的温度控制	(27)
3.1.3	温度控制器	(28)
3.2	蒸发器制冷剂供液量调节	(29)
3.2.1	热力膨胀阀	(29)
3.2.2	热电膨胀阀与电子膨胀阀	(30)
3.2.3	恒压膨胀阀	(35)
3.2.4	节流机构的选择	(36)
3.3	蒸发压力调节	(47)
3.4	冷凝压力调节	(49)
3.4.1	水冷式冷凝器冷凝压力的调节	(49)
3.4.2	风冷式冷凝器冷凝压力的调节	(51)
3.5	吸气压力调节	(53)
3.6	制冷系统的安全保护	(54)
3.6.1	压缩机排气压力及吸气压力保护	(54)
3.6.2	油压差保护	(56)
3.6.3	压缩机排气温度保护	(56)
3.6.4	压缩机的液击保护	(57)
3.6.5	安全阀与易熔塞	(58)
3.7	融霜控制	(58)
3.7.1	开始融霜的控制	(59)
3.7.2	终止融霜的控制	(59)
3.7.3	微压差控制	(59)
3.8	典型商业制冷装置的自动控制实例	(60)
3.9	制冷装置自动控制系统常用的控制元件	(61)
3.9.1	电磁阀	(61)
3.9.2	能量调节阀和喷液阀	(62)
3.9.3	止回阀	(63)
3.9.4	分液器及其选择	(64)
<b>第四章</b>	<b>制冷剂</b>	<b>(67)</b>
4.1	制冷剂的作用及对制冷剂的要求	(67)
4.2	常用制冷剂	(69)
4.3	制冷剂的替代技术	(73)
<b>第五章</b>	<b>制冷压缩机</b>	<b>(76)</b>
5.1	往复式制冷压缩机	(76)

5.1.1	往复式制冷压缩机的类型及特点	(76)
5.1.2	制冷压缩机的性能	(78)
5.1.3	制冷压缩机的润滑	(82)
5.1.4	制冷压缩机组	(82)
5.2	回转式制冷压缩机	(83)
5.2.1	滚动转子式制冷压缩机	(83)
5.2.2	涡旋式制冷压缩机	(88)
5.3	制冷压缩机的选择	(93)
5.3.1	制冷压缩机选型的要点	(93)
5.3.2	制冷压缩机的选型计算	(94)
<b>第六章</b>	<b>冷凝器和蒸发器</b>	<b>(99)</b>
6.1	冷凝器	(99)
6.1.1	冷凝器的类型、特点及其应用	(99)
6.1.2	影响冷凝器性能的因素	(107)
6.1.3	冷凝器的选型计算	(110)
6.1.4	水冷却塔	(116)
6.2	蒸发器	(120)
6.2.1	蒸发器的类型、特点及应用	(120)
6.2.2	影响蒸发器性能的因素	(127)
6.2.3	蒸发器的选型计算	(130)
<b>第七章</b>	<b>制冷系统的管路设计及布置</b>	<b>(141)</b>
7.1	概述	(141)
7.2	管径的选择	(143)
7.2.1	吸气管	(143)
7.2.2	排气管	(144)
7.2.3	供液管	(145)
7.2.4	组合系统管路	(145)
7.3	管路的布置	(147)
7.3.1	吸气管	(147)
7.3.2	排气管	(149)
7.3.3	供液管	(151)
7.3.4	冷凝器的泄液管	(151)
7.4	管路的材料、安装和连接	(152)

<b>第八章 商业制冷装置的隔热保冷</b>	(155)
8.1 制冷装置的隔热保冷概述	(155)
8.2 商用制冷装置常用的隔热保冷材料	(156)
8.2.1 硬质聚氨脂泡沫塑料	(156)
8.2.2 聚苯乙烯泡沫塑料	(158)
8.2.3 玻璃棉及其制品	(160)
8.2.4 复合型隔热保冷材料	(161)
8.3 隔热保冷结构及其制作	(161)
8.3.1 制冷装置的隔热结构与防潮隔气	(161)
8.3.2 商用橱柜、陈列柜的隔热保冷结构及其制作	(162)
8.3.3 组合冷库的隔热保冷	(165)
8.3.4 气密保冷结构	(169)
8.3.5 管道的隔热保冷	(169)
8.4 隔热结构的计算	(170)
8.4.1 隔热保冷计算的内容和参数	(170)
8.4.2 冷量损失的计算	(171)
8.4.3 隔热保冷层厚度的计算	(172)
<b>第九章 商业冷库</b>	(178)
9.1 固定式冷库	(178)
9.1.1 概述	(178)
9.1.2 冷库的结构	(180)
9.1.3 冷库的热负荷计算	(184)
9.2 组合式冷库	(191)
9.2.1 概述	(191)
9.2.2 总体结构	(191)
9.2.3 具有敞开口的组合冷库	(197)
9.2.4 组合冷库的热负荷计算	(199)
9.3 冷库运行时热负荷的计算机模拟	(200)
<b>第十章 商业冷柜</b>	(207)
10.1 概述	(207)
10.2 总体结构	(208)
10.3 商业冷柜的电器控制	(215)
10.4 冷柜的热负荷计算	(217)

10.5	卧式冷柜柜内温度场的计算机仿真	(218)
<b>第十一章</b>	<b>陈列柜</b> <small>容易混淆的陈列柜</small>	(221)
11.1	概述	(221)
11.2	总体结构	(225)
11.3	典型的陈列柜结构	(230)
11.3.1	卧式敞开式陈列柜	(230)
11.3.2	立式敞开式陈列柜	(232)
11.3.3	立式封闭型陈列柜	(234)
11.3.4	敞开式包装产品展售陈列柜	(235)
11.3.5	接待型陈列柜	(236)
11.4	敞开式陈列柜的热负荷计算	(237)
11.5	敞开式陈列柜的设计和运转特性	(239)
11.6	陈列柜的节能途径	(240)
<b>第十二章</b>	<b>商业制冰机</b> <small>冰机、热机、用不锈钢、棒冰机</small>	(244)
12.1	概述	(244)
12.2	制冰机的种类及总体结构	(245)
12.2.1	冰模式制冰机	(245)
12.2.2	平板式制冰机	(249)
12.2.3	螺旋剥削式制冰机	(252)
12.2.4	鼓式制冰机	(253)
12.2.5	棒冰机	(255)
12.3	典型制冰装置介绍	(255)
12.4	制冰机的维护 <small>软冰淇淋 -5℃</small>	(261)
<b>第十三章</b>	<b>商业冰淇淋机</b> <small>硬冰淇淋 -15℃</small>	(263)
13.1	商业冰淇淋机概述	(263)
13.2	商业冰淇淋机的结构	(264)
13.3	典型装置介绍	(267)
13.4	冰淇淋机的冷负荷计算	(271)

<b>第十四章 商业冷饮水机及自动售货机</b> .....	(278)
14.1 商业冷饮水机 .....	(278)
14.1.1 概述 .....	(278)
14.1.2 商业冷饮水机的结构 .....	(279)
14.1.3 冷饮水机的负荷 .....	(282)
14.1.4 典型装置介绍 .....	(282)
14.2 扎啤机 .....	(283)
14.3 冷冻食品销售机 .....	(285)
14.3.1 冷冻食品自动售货机的基本功能 .....	(285)
14.3.2 冷冻食品自动售货机的结构 .....	(285)
14.3.3 冷冻食品自动售货机的发展及今后的课题 .....	(287)
<b>附录</b> .....	(288)
附录 1 单位换算 .....	(288)
附录 2 制冷剂热物性图表 .....	(289)
附录 3 热力膨胀阀性能表 .....	(302)
附录 4 典型制冷压缩机性能表 .....	(304)
附录 5 冷凝器和蒸发器性能表 .....	(321)
<b>参考文献</b> .....	(328)

# 第一章 绪 论

## 1.1 商业用制冷装置概述

在商业和公共饮食业中广泛使用的各种制冷装置,通常称为商业制冷装置(或设备)。它是制冷装置中品种最为繁多,占有量仅次于家用制冷装置,且结构形式最具有代表性的一类制冷装置。

通常商业制冷装置单机名义产冷量介于家用与工业用制冷装置之间,在 0.35~18kW。除了少数较大型的商业制冷装置,如商业冷库、室内溜冰场以及超级市场的集中组合系统外,绝大多数的商业制冷装置都是在制冷机制造厂整体配装成机出厂,因而设计制造规范,外形美观,自动化程度高,耐久性好,同时结构紧凑,重量轻,搬迁方便。

小型的商业制冷装置,大多使用单机全封闭式制冷压缩机,故噪声低,振动小,且系统简单,制冷剂不易泄漏,使用寿命长。目前除少量的大型商业制冷装置采用开启式制冷压缩机外,半封闭式机组的使用越来越多,大大地减少了制冷剂泄漏的可能性。同时随着转子式、涡旋式制冷压缩机机组的投入使用,超低噪音和超低振动得以实现。

商业制冷装置的制冷机组中常用空冷冷凝器,由于其价格低廉,安装维护简单,得到广泛使用。水冷式冷凝器由于其结构紧凑,重量轻,较低噪音,常用于大容量并对噪音控制要求较高的场合。通常对于全封闭式压缩机机组采用宽叶片低噪音风机,而对于开启式压缩机机组则主要使用大风量窄叶片风机。随着高效换热器的使用,空冷机组的容量正在扩大,体积不断缩小。

商业制冷装置制冷系统的节流元件,通常采用膨胀阀和毛细管,不但运行可靠,且易实现系统控制管理的自动化,故装置的运行无需专人操作管理。

由于商业制冷装置品种繁杂,其蒸发器种类和结构随装置的不同差异较大。对于商业制冷柜库多采用强迫对流冷风机,且风机与翅盘管可分离安装形成冷风道。而对专门制作冷饮食的装置,蒸发器则又是盛放冷食的容器,需符合饮食卫生要求。

商业制冷装置的运行温度范围较宽,属典型的冷藏冷冻设备。传统的商业制冷设备使用 CFC-12、R502(HCFC-22 和 CFC-115 的混合物)和 HCFC-22,现正被 HFC-134a、R404A 和 R507 等新工质所替代,在新装置的设计制造中应对新工质的适应性给予足够的重视。

商业制冷装置品种繁多,形式各异,功能多样。用于商品(主要是冷冻食品)的短期贮藏、保鲜、展示。具有销售功能的商业制冷柜库和用来制作各种冷食品饮料等用途的专用商业制冷装置,适合于商店、餐厅、饭店、冷食店、熟食店、超级市场等商业(旅游业)和公共饮食部门,同时也广泛地应用于医疗卫生、食品工业等其他部门,并与人们的生活密切相关。早先的商业制冷装置都是在商业中用来短期保存易腐烂变质的商品,因而小型商业用冷库和冷藏柜的历史

较早发展也较快。虽然密闭式冷藏陈列柜在二战前就已出现,但数量较少。二战后由于敞开式冷藏陈列柜的出现,极大地改变了商业的销售格局。美国是采用自选形式销售食品发展最快的国家,早在1953年就已有80%的食品由超级市场出售,每年需配备15万台冷藏食品或冻结食品的销售陈列柜。而在欧洲到1961年也已有20%~25%的食品采用自选形式销售。世界超级市场数量在1968年~1974年的6年内增长了近5倍。到七八十年代,在发达国家食品的销售出现了更趋于集中的倾向,以利于配备制冷设备。在这段时间欧美等国的商店数目减少了45%,自选市场向更大型化发展。超级市场的大型化促进了各类超级市场制冷设备的发展,商业冷库、冷柜和陈列柜更加美观、节能和性能完善。而在食品商业中出现的各种冷食饮料销售机,如:商业制冰机、饮水机和商业冰淇淋机等丰富了人们对食品的需求,也扩大了商业制冷装置的品种和功能。同时,各种制冷自动销售机的投入使用方便了人们的生活。

我国在80年代有商业冷柜生产厂家约100余家。除少数工厂引进国外技术和样机生产一些冷藏陈列柜外,绝大部分是厨房用冷藏柜,年生产能力约15万台,实际销售量仅为生产能力的一半。90年代以来,北京、上海、洛阳和大连等地的制冷设备厂家与国外著名冷藏陈列柜厂建立了合资企业,引进了先进的生产设备和技术,生产出满足不同用途、不同温度要求、式样美观和品质优良的冷藏陈列柜,使我国超级市场商业发展迅猛。单就上海市来说,到1998年超级市场就发展到一千多家,而特大型超级市场也增加到十多家。超级市场的发展使我国商业制冷设备在数量上大幅度增长。

商业冷库是应用面最广泛的制冷装置之一,早先为小型固定式土建库。国外在60年代开始普遍使用预制装配式冷库。我国在1973年开始引进使用,并于80年代开始引进生产线。到1995年已累计生产室内装配式冷库约25万套座。目前我国引进装配式冷库库板生产线的厂家有四十余家。聚氨酯夹芯板年生产能力达300万平方米,聚乙烯夹芯板年生产能力100万平方米。我国已初步建成了可与国际水平相比拟的预制装配式冷库制造业。

商业制冷装置的发展,伴随着现代商业、食品业、公共饮食业、旅游业的发展,使其在种类、形式和容量上正发生着很大的变化。商业制冷和工业制冷的界限正在逐步缩小。大型机组趋向小型多机头化,而小型机组趋向集中搁架组合装配。随着装置控制智能化的完善,无需制冷技术人员管理的装置范围正在扩大,而速冻食品、快餐微波食品的兴起,促进了各类速冻装置(设备)和销售装置(设备)的发展,以商业为目的的室内溜冰场、人工降雪等商业娱乐设施也正在成为商业制冷设备的重要组成部分。

商业制冷装置在商业和公共饮食等行业中正发挥着越来越重要的作用,它将有力地促进国民经济的发展和市场的繁荣。

## 1.2 商业用制冷装置的种类

商业制冷装置按其功能和用途,大体上可分为两大类:用于短期贮藏各种易腐败商品(主要以食品为主)的商业冷柜库和用于专门用途的商业专用制冷装置。

上述每一类中的商业制冷装置,根据其使用场合或维持温度的高低,以及按装置对食品加工工艺过程或产品种类形状等不同,又可分为不同类型的装置。由于商业制冷装置品种繁多,使用场合多样,对同一类产品其用途往往要根据用户的需求而定,装置的设计和制造者应满足用户对装置性能的要求。

### 1.2.1 商业冷柜库

主要用于商品的短期贮藏和保鲜,品种包括冷库、冷柜和陈列柜,统称商业冷柜库。

(1)商业冷库 商业冷库的内容积通常在 $3\sim 100\text{m}^3$ 之间,人可以自由进入冷室操作商品。早先的商业冷库都是筑造式的,称小型固定式冷库;目前使用较多的是组合式冷库,用预热板现场拼装,安置在室内。根据使用库温的不同,商业冷库分为冷藏库和冷冻库,冷藏库的库温通常在 $0\sim +5^\circ\text{C}$ ,冷冻库的库温在 $-18^\circ\text{C}$ 以下。商业冷库适用于大型商场、饭店、超级市场等场所。

(2)商业冷柜 商业冷柜内容积在 $0.4\sim 3\text{m}^3$ 之间,人可以在橱柜外伸手贮取商品。冷柜根据使用温度也可分为冷藏柜和冷冻柜;形式有立式和卧式,立式使用较多。冷柜可以设计成具有单个或多个取物的门。冷柜通常多是整体式的,仅需要安装水管。冷柜内部装有搁架,用于贮放商品。商品的贮放不应使从盘管来的空气流受到限制。冷柜的用途是多样的,使用的场合也很广泛。卧式冷柜还可设计成冷水箱式,用来冷却瓶装饮料供销售用。

(3)陈列柜 陈列柜的结构和容量是多种多样的。它们可以设计成只用来全部显示陈列待销售的商品,也可以设计成顶部显示陈列而底部贮存的起双重功能作用的组合式。外形美观,通常具有多层搁架。它们不但能保持商品的品质,而且能吸引顾客去购买更多的商品。在敞开式陈列柜中顾客不但能看到想买的商品,而且能亲自动手挑选,促使购买。陈列柜的机组可以是内藏式也可以是分离式。分离式陈列柜在大型和超级市场上使用广泛,通常可以用一台机组连接多台陈列柜,也可以用多台陈列柜组合在一起使用。陈列柜可以做成立式也可以做成卧式。根据陈列商品的种类陈列柜具有不同等级的柜内温度。冻结食品陈列柜柜内温度可低至 $-18^\circ\text{C}$ 以下。

### 1.2.2 商业专用制冷装置

商业专用制冷装置品种多样,结构和功能各异,用途和使用场合涉及商业、公共饮食业等行业的各个方面。本书主要介绍用于制作冷食饮料(主要用于将液态饮料或乳制品进行冷却或冻结后出售的专用制冷装置)。其品种有商业制冰机、商业冰淇淋机和商业饮水机等。相应的装置结构和设计将在有关章节中详细介绍。

(1)商业制冰机 商业制冰机是用于制作小型食用冰的装置。根据所制冰的形状可分为块冰机和片冰机,不同的机种其制冰的方式是不同的,因而装置的结构原理也不同。块冰机有热切式和冰模式,片冰机多是螺旋剥离式的,商业制冰机的日产冰量一般在 $50\sim 500\text{kg}$ 左右。目前商业制冰机的种类、产量和使用范围正在不断地扩大。

(2)商业冰淇淋机 商业冰淇淋机是用来制作各种花色冰淇淋的装置。根据产品种类有硬冰淇淋机和软冰淇淋机之分。冰淇淋机可设计成带有预冷缸和消毒杀菌缸。软冰淇淋机还可设计成带两个冷冻缸,组成双色或三色冰淇淋。商业冰淇淋机的生产能力通常每小时在 $20\sim 100\text{kg}$ 。

(3)商业饮水机 商业饮水机是制作 $7^\circ\text{C}\sim 14^\circ\text{C}$ 饮料水的装置。从外形看有柜式和喷淋式;从结构来分有直接型和贮槽型。直接型饮水机可连续放出冷水。贮槽型饮水机除冷却罐外还具有贮水罐,可将配制好的饮料水倒入贮水罐再注入冷却罐而后放出冷水。喷淋式冷却罐也是贮水罐并用透明材料制成,冷却罐中的饮料水用水泵喷洒在冷却器上以加

强冷却效果和吸引顾客。喷淋式饮水机可设计成两个以上的透明冷却罐并列安置,冷却不同品种的饮料水,组成双喷淋或多喷淋饮水机。饮水机的冷水生产能力每小时在 30~250kg,喷淋式较小而柜式较大。

## 第二章 商业制冷装置的制冷系统

商业制冷装置中广泛应用蒸气压缩式制冷系统。制冷系统内所使用的制冷剂主要是氟利昂制冷工质。蒸气压缩式制冷系统实现制冷过程的基本原理是利用制冷剂由液体变为气体的气化吸热效应。制冷系统是指由压缩机、冷凝器、节流阀、蒸发器、辅助设备、管道及阀门等配件相互连接而组成的闭环系统,制冷系统的核心是制冷压缩机。制冷剂在制冷系统中不断循环流动,其压力、温度和状态不断地发生着变化,依次完成压缩、冷凝、膨胀、蒸发四个过程,将热量不断地带走,使温度下降,使其达到储存食品的温度要求。

制冷装置是为不同的制冷工艺、不同温度需要服务的,其制冷系统的组成必须按照食品冷藏工艺要求、温度要求及不同的制冷剂种类来进行确定。所以制冷系统可以有多种不同的形式,商业制冷装置的制冷系统通常可以分为如下几种:单级制冷系统、低温单级制冷系统、双级制冷系统、组合制冷系统、间接制冷系统、热气融霜制冷系统和能量调节制冷系统。

### 2.1 单级制冷系统

当商业制冷装置所制取的温度为 $-20^{\circ}\text{C}$ 以上时,其制冷系统可采用单级压缩制冷系统。单级制冷系统通常使用全封闭式或半封闭式压缩机,制冷系统的节流元件采用热力膨胀阀、电子膨胀阀或毛细管,冷凝器为风冷式或水冷式。商业制冷装置的冷却设备——蒸发器安装在橱柜内,利用低温低压制冷剂的蒸发来直接冷却橱柜内的空气,通过空气再去冷却食品,这种冷却方式称为制冷剂直接蒸发冷却。蒸发器管外的空气可以自然循环流动,也可以通过风机强制循环流动。压缩冷凝机组可以为内藏式或分离式。压缩冷凝机组安装在商业制冷橱柜内部的,称为内藏式。这种布置形式不仅要占据制冷橱柜的空间,而且在使用时冷凝器所排出的热气直接排入到商场或超市中,将使商场或超市的室内空调负荷增加。同时,由于制冷机组的振动和噪音将影响顾客的购买欲望,所以对于内藏式压缩冷凝机组的压缩机一般应采用噪音较小的封闭式压缩机。分离式的压缩冷凝机组安装在商场外的机房内,通过管路与各种制冷橱柜相联接,可以消除那些内藏式机组给商场带来的不利影响,但分离式压缩冷凝机组的制冷系统存在着管路较长,使制冷剂的流动阻力增大,制冷剂的充灌量较多,泄漏的可能性增大及压缩机在运行时可能引起润滑油短缺等不足。图2-1为一典型的单级压缩制冷系统的流程图。其工作过程如下:

压缩机排出的制冷剂高压气体,进入到空冷式冷凝器,在冷凝器中制冷剂蒸气将热量传给冷却空气,冷凝成为液体进入贮液器,经膨胀阀节流降压后进入蒸发器,制冷剂低压液体在蒸发器中吸收了被冷却物体的热量而蒸发成为低压气体,低压气体被压缩机吸入,经压缩后气体压力提高排入到冷凝器中,如此不断循环。

商业制冷橱柜中的温度通过双位温度调节器直接控制压缩机的开停来进行控制。高低压

力控制器是用来控制压缩机的排气压力和吸气压力的,当压缩机的排气压力超过控制压力值时或吸气压力低于设定压力值时,该压力控制器就控制压缩机停机。电磁阀的作用是在压缩机停止工作时,切断向蒸发器的供液,防止压缩机再次启动时产生液击现象。

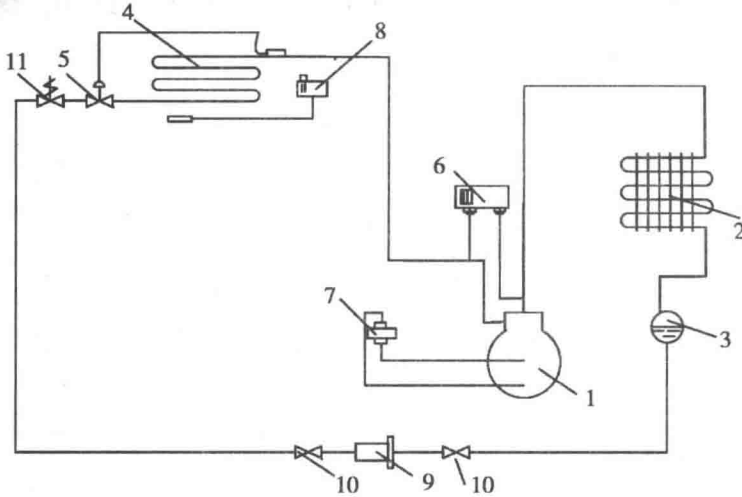


图 2-1 单级压缩制冷系统

- 1-压缩机 2-冷凝器 3-贮液器 4-蒸发器 5-热力膨胀阀 6-高低压力控制器  
7-油压差控制器 8-温度控制器 9-干燥过滤器 10-截止阀 11-电磁阀

在系统的液体管路中安置干燥过滤器。干燥剂吸收管路中的水分,降低系统中水分的含量,使其达到规定的数值,以防止在系统中产生冰堵的现象,同时还具有吸收一定量的酸的能力。干燥过滤器中的滤网应能阻止系统中杂质的循环,以防止系统中的阀被堵塞,造成系统的脏堵。

## 2.2 低温单级制冷系统

当商业制冷装置中带有冻结食品的橱柜,其制取的蒸发温度一般在 $-30^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ 左右。因为使用一般的单级压缩机所能制取的最低蒸发温度有一定的限制,因此不能满足该制冷装置的使用要求,此时就可以采用一些厂家如 BITZER、SANYO 等公司生产的低温单级制冷压缩机。使用低温单级压缩机的制冷系统称之为低温单级制冷系统。这些厂家生产的低温单级压缩机所能制取的最低蒸发温度为 $-45^{\circ}\text{C}$ ,完全可以满足商业制冷装置中冻结食品的需要。

一些压缩机在实际使用中可以适用于不同的工作温度,在通常的食品冷藏温度范围内可以采用吸气来冷却电机的方式,而在制取较低温度范围内则可以采用在气缸头上加装通风机来实现强化外部通风的方式对机体进行冷却。由 BITZER 公司提供的专门为 R22 而发展的 VIRICOOL 系统,不仅可采用制冷剂的吸气对电机进行冷却,也可以同开启式压缩机一样,制冷剂气体直接进入压缩机的气缸,而不需要采用吸气对压缩机的电机进行冷却。在直接吸气的工作方式中,电机线圈所散发的热量没有传给低温的制冷剂气体,这样可以减少制冷机的吸气过热,由此可以降低润滑油的温度,降低制冷剂的排气温度。这两种冷却方式的转换可以通

过简单的改变吸气单向阀的位置来实现(如图 2-2 所示,从位置“SL(A)”向“SL(B)”转换)。使用 VIRICOOL 压缩机的制冷橱柜,对于蒸发温度在  $-5^{\circ}\text{C} \sim -45^{\circ}\text{C}$  变化时,只需应用同一台压缩机,即可满足不同温度的需要,这样可以使用户根据实际情况存储不同的食品,同一台商业制冷橱柜可以达到不同的温度要求,扩展了商业制冷橱柜的使用范围。图 2-2 为 VIRICOOL 系统带冷却风机的压缩机外形图。

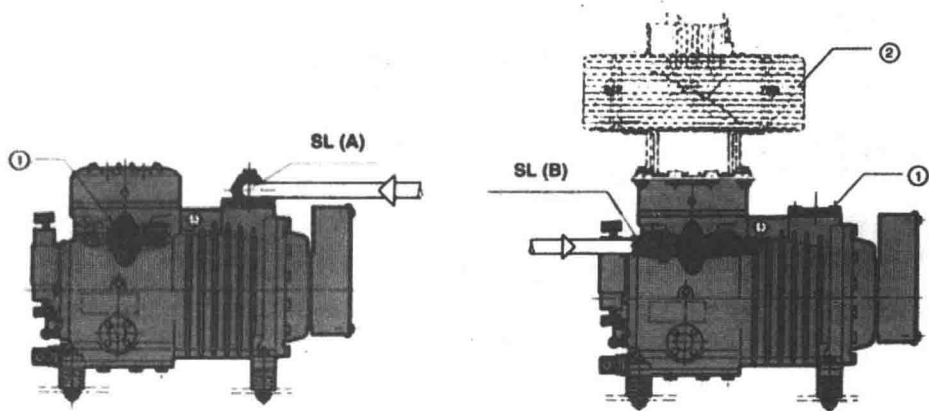


图 2-2 带附加冷却风扇的低温压缩机(VARICOOL 系统)

1- 封闭法兰 2- 附带风扇

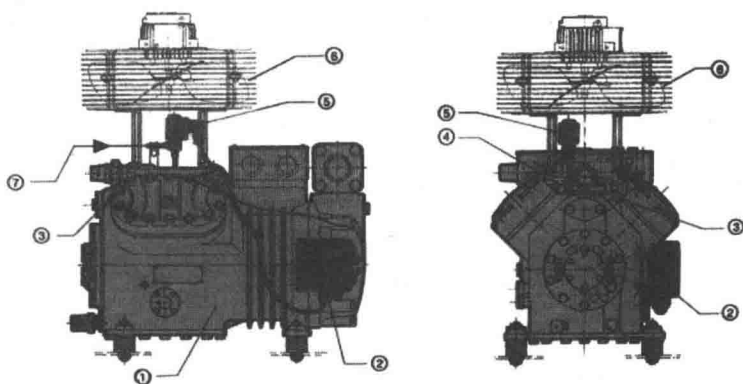


图 2-3 用 CIC 系统和辅助风扇的半封闭式压缩机(CIC 系统)

1- 压缩机 2- 控制模块 3- 温度传感器 4- 喷嘴 5- 注液阀 6- 附带风扇 7- 制冷剂入口

在使用功率较大的单级半封闭式压缩机的 R22 低温制冷系统中,随着功率的增加,制冷剂从蒸发器和压缩机带走的热量也增加,此时单独采用通过外部通风来冷却机体不能达到较好的冷却效果,在制冷剂进行电机冷却的同时,把外部通风和控制制冷剂喷射结合起来。如 BITZER 公司为单级半封闭式压缩机提供的 CIC 系统,如图 2-3 所示。当压缩机的排气温度超过某一额定值时,通过一个专门的喷嘴将制冷剂液体喷入到压缩机的吸气腔。制冷剂液体

吸收了热的吸气腔的热量而蒸发,使吸气腔被冷却,同时使制冷剂的吸气(过热)温度下降。由一个注液阀来准确定量喷入制冷剂液体,通过温度传感器测量压缩机的排气温度,根据压缩机排气温度的高低来进行控制。当排气温度超过某一值后,向吸气腔喷入液体,而当排气温度下降至某一值时,喷射自动中断。在电机冷却不足或者在任何异常的工作条件下,压缩机都会自动进行安全断路。

在低温单级制冷系统中除了使用上述带 CIC 系统的低温压缩机以外,在制冷系统中还可使用如图 2-4 所示的一种低温单级制冷系统的流程。因为低温制冷系统制取的蒸发温度较低,系统运行时压缩机的压力比较大,引起压缩机排气温度过高,而系统中使用的低温压缩机本身带有附加电机冷却设施,保证排气温度在允许的范围之内。在制冷系统中采用在吸气管路加喷液的方法。图中 6 为喷液阀。从贮液器(或冷凝器)来的制冷剂高压液体,经喷液阀节流降压,低温液体制冷剂喷淋在吸气管路中,利用液体的蒸发降低压缩机吸气的制冷剂温度。喷液阀是根据排气温度的高低来自动控制其开度的,喷液阀的感温毛细管缠绕在排气管路上,当排气温度超过设定值时,喷液阀就打开。安装时应严格控制 在吸气管路上连接喷液管的位置,应距压缩机的吸入口一定距离,以免液体制冷剂没有完全蒸发就被压缩机所吸入造成压缩机液击。

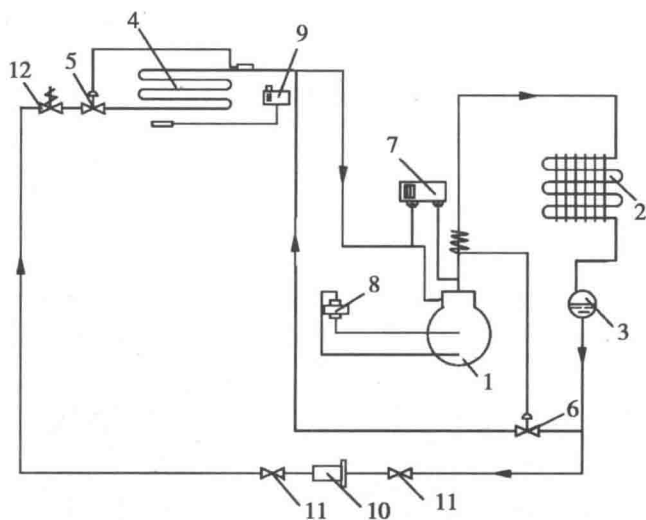


图 2-4 一种低温单级制冷系统

- 1-压缩机 2-冷凝器 3-贮液器 4-蒸发器 5-热力膨胀阀 6-喷液阀  
7-高低压力控制器 8-油压差控制器 9-温度控制器 10-干燥过滤器 11-截止阀 12-电磁阀

在低温单级制冷系统中,压缩机曲轴箱中应维持适当的油面,以保证运动部件的可靠润滑。

如果在系统中制冷剂的流速太低,就不能保证迅速回油,此时应使用合适的油分离器。同时在系统中应严格控制制冷剂或油的充灌量,以防压缩机在运行中发生液击现象,造成压缩机阀板、活塞等损坏的事故。

在制冷管路的设计和安装中应避免集油,同时在最大制冷剂流速的情况下也不致引起制冷剂在管路中的阻力损失超过规定的允许压力降。在制冷系统的实际运行时防止系统的蒸