

制冷技术

西安冶金建筑学院 杨磊 主编

科学出版社

制 冷 技 术

西安冶金建筑学院

杨 磊 主编

科 学 出 版 社

1 9 8 0

内 容 简 介

本书着重叙述了蒸汽压缩式制冷的基本原理、设备构造、系统组成、制冷剂的热力性质、制冷循环的热力分析计算和制冷设备的选择计算及安装注意事项。另外,对空气压缩制冷、蒸汽喷射式和溴化锂-水吸收式制冷和半导体制冷的工作原理、系统组成与应用情况等,本书也做了一定的介绍。

本书可供从事空气调节、冷藏、产品低温实验等有关制冷技术方面的科技人员和高等院校有关专业师生阅读和参考。

制 冷 技 术

西安冶金建筑学院

杨 磊 主编

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

石家庄地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 4 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1980 年 9 月 第一次印刷 印张: 20 3/4 插页: 2

字数: 0001—18,600 字数: 477,000

统一书号: 16031·264

本社书号: 1638·15-1

定 价: 2.20 元

序 言

冷和热是同一范畴的物理概念,都是物质分子运动平均动能的表征。冷和热是相比较而存在的,是人体对温度高低感觉的反应。

在制冷技术中所说的冷,是指某空间内物体的温度低于周围环境介质的温度而言。因此,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,并维持这个低温的过程,此处所谓环境介质就是指自然界的空气和水。为了使某物体或某空间达到并维持所需的低温,就得不断地从它们中间取出热量并转移到环境介质中去。这个不断地从被冷却物体取出并转移热量的过程就是制冷过程。实现制冷有两种途径:天然冷却和人工制冷。

天然冷却由于客观条件的限制,使用范围较窄,而人工制冷却得到了广泛应用。

人工制冷技术大规模地用于生产虽然已有一百多年的历史,但是我国解放前却几乎是空白。新中国成立后,我国的制冷事业才得到迅猛的发展。目前,我国生产的中小型活塞式制冷压缩机已有五种缸径(50、70、100、125、170 毫米)、二十多种产品,其标准制冷量为 0.3—44 万大卡/时,并装有能量调节装置,能三种工质(氨、氟利昂 12、氟利昂 22)通用。另外,还生产半封闭和全封闭式制冷压缩机,并制定了全封闭压缩机的系列和扩大成套应用机组的品种。为适应大型空调和石油化工生产的需要,还生产有以氟利昂 11、氟利昂 12 为制冷剂的离心式压缩机。供空调或生产用冷水的离心式压缩机组也已配套供应。以丙烯和氨为制冷剂的离心式压缩机已试制成功。以氨为制冷剂的螺杆式制冷压缩机也已生产。在成套制冷设备生产方面,除冷风机组外,还有冷水机组和各种立柜式空调机组,以氟利昂 22 为制冷剂的半封闭和全封闭式制冷机组,以及热泵式窗式空调器和各种类型的成套制冷装置,如冷藏柜、低温箱、除湿机、电冰箱等。

此外,我国蒸汽喷射制冷和吸收式制冷装置的应用和生产也得到了一定的发展。除生产溴化锂吸收式制冷装置外,近年来对氨水吸收式制冷装置的试制也进行了不少工作。半导体制冷,空气压缩制冷也相应得到重视,其应用范围也逐渐扩大。

随着我国工农业生产和科学技术的快速发展,制冷技术的应用日益广泛。例如工业及民用建筑的空调装置,产品性能试验和科学研究,石油、化工、纺织、食品工业和医药生产,以及近代技术等方面,制冷装置已成为不可缺少的关键设备。

人工制冷的方法主要有三种:(1)利用物质相变(如融化、汽化、升华)的吸热效应实现制冷。(2)利用气体膨胀产生冷效应制冷。(3)利用半导体的温差电效应实现制冷。目前较为广泛应用的还是利用液体汽化来实现制冷;这种制冷称为蒸汽制冷。蒸汽制冷装置有三种类型:蒸汽压缩式、蒸汽喷射式和吸收式。

除上述列举的制冷方法以外,获得低温的方法还有多种,例如绝热去磁、涡流管、气体吸附等。但是由于这些方法在工业生产中应用得很少,因此本书不做介绍。

由于获得低温的方法不同,因此制冷机也有多种多样的型式,他们所制取的温度也各不相同。在工业生产和科学研究上,人们通常把人工制冷分为“普冷”与“深冷”两个体系,把制取温度高于 -120°C 的称为“普冷”,低于 -120°C 的称为“深冷”。但是,普冷和深冷

温度的分界线也不是绝对的,随着工业生产和科学技术的发展,普冷的温度范围实际上已经延伸到 -140°C 了。

在本书的编写过程中,参阅了西安交通大学、上海机械学院、华中工学院、同济大学、北京航空学院、华东纺织工业设计院、上海第一冷冻机厂等单位的教材和资料,并得到西北光学仪器厂和陕西省粮油科学研究所等单位的大力支持,西安交通大学张祉祐等同志对本书进行了审阅并提出了宝贵意见。张生魁、宋东晓等同志参加了描图工作。谨在此对他们表示衷心感谢。参加本书编写工作的还有田忠保(第八章)、李树林(第十二章)等同志。由于编者水平所限,书中的缺点、错误在所难免,请读者批评指正。

目 录

序 言	v
第一章 蒸汽压缩式制冷的基本原理和系统组成	1
1.1 基本原理	1
1.2 直接供液制冷系统	2
1.3 重力供液制冷系统	2
1.4 氨泵供液制冷系统	5
1.5 单级压缩氟利昂制冷系统	6
第二章 活塞式制冷压缩机	8
2.1 活塞式(往复式)压缩机的分类	8
2.2 活塞式压缩机的基本构造和工作原理	9
2.3 8AS12.5 型单级氨压缩机的构造	10
2.4 常见氟利昂制冷压缩机	34
第三章 其它型式制冷压缩机	40
3.1 离心式制冷压缩机	40
3.2 螺杆式制冷压缩机	47
3.3 滑片式制冷压缩机	56
3.4 滚动转子式制冷压缩机	57
第四章 制冷剂与载冷剂(冷媒)	62
4.1 制冷剂的热力性质	62
4.2 常用制冷剂及其性质	68
4.3 载冷剂(冷媒)	73
第五章 冷凝器与蒸发器	75
5.1 冷凝器内传热的基本情况	75
5.2 冷凝器的种类、基本构造和工作原理	78
5.3 蒸发器内传热的基本情况	84
5.4 蒸发器的种类、基本构造和工作原理	86
第六章 其它辅助设备	97
6.1 油分离器与集油器	97
6.2 中间冷却器	101
6.3 氨液分离器	102
6.4 贮液桶	103
6.5 空气分离器及紧急泄氨器	106
6.6 过滤器、干燥过滤器及汽液热交换器	109
第七章 制冷装置的控制器件	111
7.1 截止阀及手动调节阀	111
7.2 氨浮球调节阀	114

7.3	热力膨胀阀	115
7.4	电磁阀	120
7.5	主阀	122
7.6	恒压阀	123
7.7	止逆阀	124
7.8	水量调节阀	124
7.9	高低压力继电器	125
7.10	油压继电器	127
7.11	温度继电器	128
7.12	YJ 型遥测液位计	130
7.13	制冷系统的自动控制	131
第八章	单级蒸汽压缩式制冷循环的热力分析与计算	135
8.1	热力学第二定律与理想制冷循环	135
8.2	蒸汽压缩式制冷的理论循环	137
8.3	$\lg P-i$ (压-焓) 图的结构及应用	137
8.4	蒸汽压缩式制冷理论循环的热力计算	139
8.5	产冷量、消耗功率与工作温度变化的关系	141
8.6	单级离心式压缩机制冷装置热力循环	146
8.7	应用不同制冷剂时制冷机的特性	147
第九章	耗冷量的计算	149
9.1	围护结构耗冷量的计算	149
9.2	被冷却物的耗冷量	155
9.3	开门和通风换气的耗冷量	155
9.4	运行管理的耗冷量	156
第十章	制冷设备的选择计算	157
10.1	单级活塞式制冷压缩机的选择计算	157
10.2	冷凝器的选择计算	170
10.3	蒸发器的选择计算	174
10.4	其它辅助设备的选择计算	176
第十一章	整体式空调装置	179
11.1	立柜式空调机组	179
11.2	窗式空调器	180
11.3	除湿机	183
第十二章	多级压缩及复叠式制冷机循环	186
12.1	采用多级压缩及复迭式制冷机的原因	186
12.2	两级压缩制冷循环与系统组成	187
12.3	两级压缩制冷机的热力计算	191
12.4	复迭式制冷机循环	200
12.5	关于两级压缩和复叠式制冷机的几个问题	203
第十三章	制冷设备布置及管路计算	206
13.1	制冷机房和制冷设备的布置原则	206
13.2	制冷系统管路的计算与布置	207

13.3 设备与管道的隔热措施	211
第十四章 空气压缩制冷	213
14.1 空气压缩制冷的原理	213
14.2 透平膨胀机及涡轮冷却器的构造和工作原理	217
14.3 涡轮冷却器的温降、空气流量和制冷量的计算	219
14.4 空气压缩制冷循环的系统组成	221
14.5 空气压缩制冷循环的特点	223
第十五章 蒸汽喷射式制冷	225
15.1 蒸汽喷射制冷的工作原理	225
15.2 蒸汽喷射制冷的实际工作过程	227
15.3 蒸汽喷射制冷装置循环及热力计算	230
15.4 主要参数的确定	232
15.5 蒸汽喷射式制冷机的安装方式、特点和使用范围	235
第十六章 溴化锂-水吸收式制冷	239
16.1 吸收式制冷的工作原理	239
16.2 溴化锂-水吸收式制冷装置的实际工作过程	240
16.3 溴化锂吸收式制冷装置的辅助设备、配件和有关措施	242
16.4 溴化锂-水溶液的性质及 i - ξ (焓-浓度) 图的构成和应用	245
16.5 溴化锂吸收式制冷装置的热工计算	252
16.6 自动调节简介	262
16.7 二级发生和联合运行的溴化锂吸收式制冷装置	263
16.8 设备布置和管道安装注意事项	265
第十七章 半导体制冷	267
17.1 半导体制冷(致冷)的基本原理	268
17.2 半导体制冷系数及优值系数 Z	271
17.3 半导体制冷元件的材料	273
17.4 半导体制冷器件的构造和半导体制冷应用的简况	274
17.5 半导体制冷器件的选择与使用	276
第十八章 制冷装置的安装和试运转	279
18.1 制冷装置的安装	279
18.2 压缩机的试车	282
18.3 制冷系统的吹污、气密性试验和充氮	283
18.4 氟利昂制冷装置的安装及试车注意事项	286
第十九章 制冷装置的运行管理	288
19.1 制冷装置运行参数的分析	288
19.2 氨压缩机的运行	291
19.3 辅助设备运行管理注意事项	293
19.4 常见的运行故障及排除	295
参考文献	298
附录	299
附表 1 制冷技术常用的国际单位和工程单位换算表	299
附表 2 氨饱和和液体及饱和蒸汽热力性质表	300

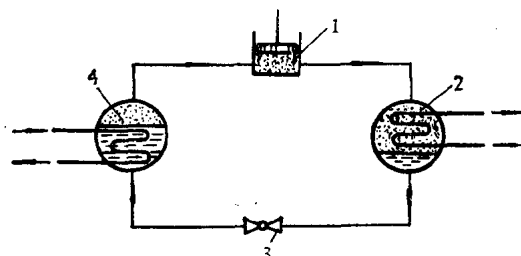
附表 3	F-11 饱和液体及饱和蒸汽热力性质表	302
附表 4	F-12 饱和液体及饱和蒸汽热力性质表	303
附表 5	F-13 饱和液体及饱和蒸汽热力性质表	306
附表 6	F-22 饱和液体及饱和蒸汽热力性质表	307
附表 7	F-114 饱和液体及饱和蒸汽热力性质表	309
附表 8	F-142 饱和液体及饱和蒸汽热力性质表	309
附表 9	F-502 饱和液体及饱和蒸汽热力性质表	310
附表 10	氯化钠(NaCl)溶液特性表	313
附表 11	氯化钙(CaCl ₂)溶液特性表	314
附表 12	低温范围内饱和水蒸汽性质表	315
附图 1	氨的 $\lg P-i$ (压-焓)图	316
附图 2	氨的 $T-S$ (温-熵)图	317
附图 3	F-11 压-焓图	318
附图 4	F-12 压-焓图	322 后 1
附图 5	F-12 温-熵图	322 后 1
附图 6	F-13 压-焓图	319
附图 7	F-22 压-焓图	320
附图 8	F-114 压-焓图	321
附图 9	F-142 压-焓图	322
附图 10	F-502 压-焓图	322 后 2
附图 11	溴化锂-水溶液 $i-\xi$ 图	322 后 2
附图 12	XS-1000 溴化锂吸收式制冷机装置图	322 后 2

第一章 蒸汽压缩式制冷的基本原理和系统组成

我们已经知道,蒸汽制冷是目前应用得较为广泛的制冷形式,其装置类型有蒸汽压缩式、蒸汽喷射式和吸收式三种,都是利用液体汽化时要吸收热量来实现制冷的。在制冷装置中用来实现制冷的工作物质,称为制冷剂或制冷工质。制冷时,为了使这份制冷剂不断循环工作,必须采用一系列的设。本章主要讨论蒸汽压缩式制冷的基本原理和系统组成。

1.1 基本原理

蒸汽压缩式制冷装置中的关键设备如图 1.1 所示。它有压缩机 1、冷凝器 2、调节阀(或称膨胀阀,节流阀) 3、蒸发器 4 等四大设备。这些设备之间用管道依次联接形成一个封闭系统,工作时:压缩机将蒸发器内所产生的低压(低温)制冷剂蒸汽吸入压缩机汽缸内,压力升高(温度也升高)到稍大于冷凝器内的压力时,将高压制冷剂蒸汽排至冷凝器。所以,压缩机起着压缩和输送制冷剂蒸汽的作用。在冷凝器内,温度和压力较高的制冷剂蒸汽与温度比较低的冷却水(或空气)进行热交换而冷凝为液体。这份液体再经过调节阀降压(降温)后进入蒸发器,在蒸发器内吸收被冷却物体的热量而汽化。这样,被冷却物体(空气、水或盐水)便得到冷却;蒸发器中所产生的制冷剂蒸汽又被压缩机吸走。因此,制冷剂便在系统中经过压缩、冷凝、节流、汽化这样四个过程,完成了一个循环。



1. 压缩机 2. 冷凝器 3. 调节阀 4. 蒸发器

图 1.1 单级制冷装置的原则性系统

图 1.1 所示的四大部件,只是蒸汽压缩式制冷装置中的基本组成。在实际的制冷装置中,为了提高运行的经济性和保证操作管理的安全可靠,除了四大部件外,还增加了许多其它辅助设备,如:油分离器、贮液桶、排液桶、汽液分离器、集油器、空气分离器、中间冷却器等。此外,还有压力表、温度计、截止阀、浮球阀、安全阀、液位计和一些自动化控制仪器仪表等。把这些设备和仪器仪表组合起来,就构成一个完整的制冷装置,形成了一个封闭系统。制冷装置是为不同工艺、不同温度需要服务的,所以其组成及效能,就必须适应不同工艺和不同温度的需要以及不同的制冷剂的种类来确定。如以氨为制冷剂时,若工艺要求的蒸发温度在 $+5\sim-25^{\circ}\text{C}$ 范围则采用单级压缩的制冷装置,而蒸发温度在 $-25\sim-40^{\circ}\text{C}$ 则采用两级压缩的制冷装置。无论是单级或两级压缩的制冷装置,按向蒸发器供液方式的不同,分为直接供液、重力供液和氨泵供液三种方式。此外如用氟利昂为制冷剂时,则由于它的热力性质不同,其制冷系统也不同。下面以单级压缩为例,分别讨论它们的系统组成和工作原理。

1.2 直接供液制冷系统

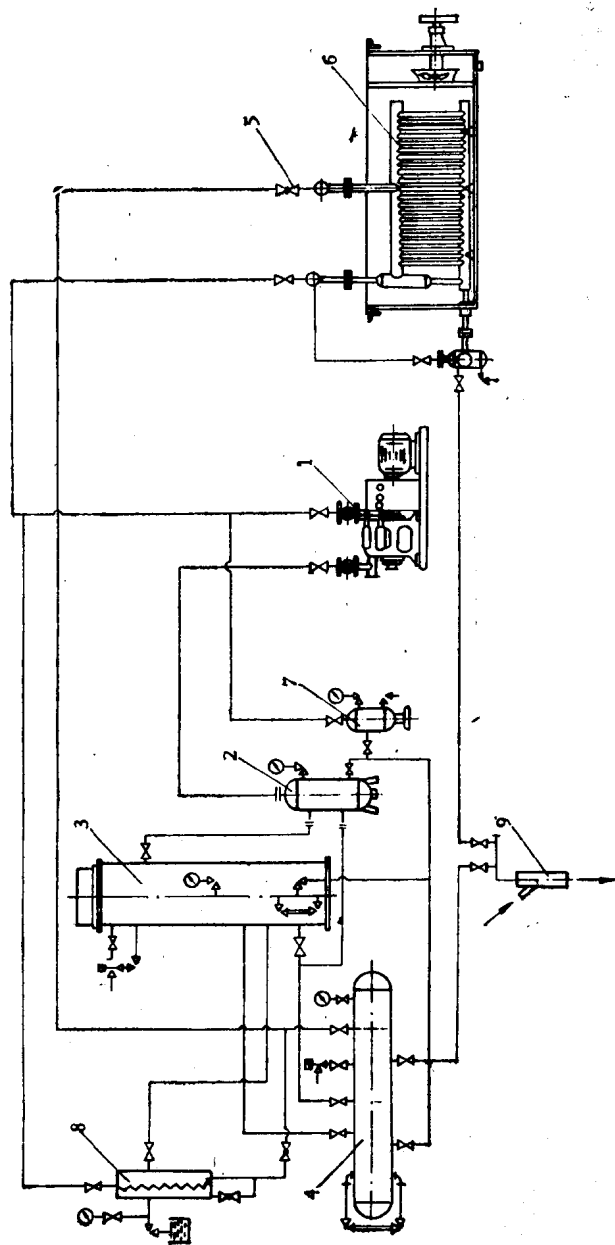
直接供液是指对蒸发器的供液只经过膨胀阀直接进入蒸发器而不经其它设备。它的系统组成和工作过程如图 1.2 所示。

蒸发器 6 内所产生的低压低温的氨蒸汽被压缩机 1 吸入汽缸, 经压缩后压力(温度)升高。高压(高温)的氨蒸汽先经过氨油分离器 2, 使其中所携带的润滑油分离出来, 再进入冷凝器 3。氨蒸汽在冷凝器中受冷却水的冷却, 放出热量凝结成氨的液体, 并不断贮存在贮液桶 4 中。使用时将氨液经调节阀 5, 使其压力(温度)降低后进入蒸发器 6。低压的氨液在蒸发器中不断吸收空调回水的热量而汽化, 然后又被压缩机吸入。为了保证压缩机的安全运转, 就要使进入压缩机的氨蒸汽先经过氨(汽)液分离器, 并将其中的氨液分离出来。应该说明, 用于空调的制冷装置一般不装氨液分离器, 这是由于它所采用立管式蒸发管组中的粗竖管可起到氨液分离器的作用, 所以在系统图 1.2 中没有画出氨液分离器。氨液分离器一般常用于冷藏库的重力供液制冷系统中。为了将氨油分离器、冷凝器、贮液桶中的润滑油定期排出, 先将它们中的润滑油汇集在集油器 7 中, 以便在低压下将润滑油排出。在冷凝器和贮液桶中, 如有不凝性气体(主要是空气), 将会影响它们的正常工作, 所以必须定期排出。排出时, 为了不使氨蒸汽随同排出, 排出前应经过不凝性气体分离器 8, 在其中将不凝性气体所携带的氨蒸汽冷却液化, 使它从中分离出来, 再将不凝性气体排出。如贮液桶设在冷机房内, 当机房发生火警等意外事故时, 为了保证运行人员的安全和避免国家财产造成严重损失, 可将贮液桶和蒸发器中的氨液排至紧急泄氨器 9, 在其中与水混合排入下水道。

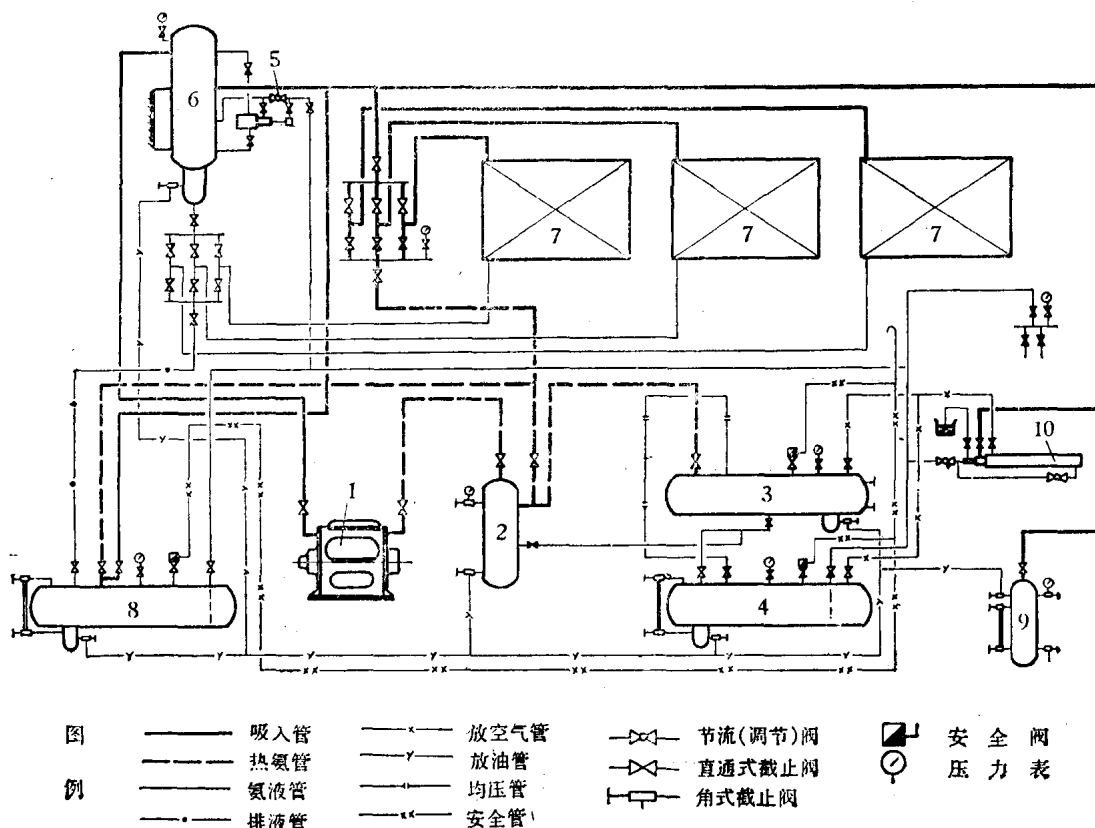
1.3 重力供液制冷系统

重力供液是利用制冷剂液柱的重力来向蒸发器输送低温的氨液。这种系统是将经调节阀(膨胀阀)的制冷剂先经过氨液分离器, 将其中蒸汽分离后, 使氨液借助氨液柱的重力自氨液分离器经液体调节站而进入蒸发器(或蒸发排管、冷风机)。为了保证压缩机的安全运转, 防止湿冲程, 使出蒸发器(或蒸发排管、冷风机)的氨蒸汽先经过氨液分离器, 以便将所携带的氨液分离出来再进入压缩机。

重力供液系统如图 1.3 所示。它主要由压缩机 1、油分离器 2、冷凝器 3、高压贮液桶 4、调节阀 5、氨液分离器 6、蒸发排管 7、排液桶 8、集油器 9、空气分离器 10 所组成。整个系统, 从制冷压缩机的排汽部分至调节阀以前属于高压(高温)部分, 自调节阀后至压缩机的吸汽部分属于低压(低温)部分。所以, 调节阀是制冷系统高低压部分的分界线。重力供液系统的工作过程与直接供液系统相似, 制冷剂蒸汽经压缩机 1、油分离器 2 进入冷凝器 3。冷凝后的制冷剂液体进入高压贮液桶 4; 高压贮液桶中的氨液经管路送至调节阀 5 降压降温后送入氨液分离器 6。在氨液分离器中, 将节流所产生的氨蒸汽分离后, 氨液经液体调节站进入蒸发排管 7。氨液在蒸发排管中吸收了被冷却物体的热量而汽化, 汽化后的氨蒸汽经过氨液分离器。在分离器中, 由于流速降低, 便将它所携带的液滴分离出来, 然后进入压缩机。这样不但防止了压缩机的湿冲程, 也使氨蒸汽中的液体制冷剂得到



1. 压缩机 2. 氨油分离器 3. 冷凝器 4. 贮液桶 5. 调节阀 6. 蒸发器 7. 集油器 8. 空气分离器 9. 紧急泄氨器
图 1.2 直接供液氨制冷系统



1. 压缩机 2. 氨油分离器 3. 卧式冷凝器 4. 高压贮液桶 5. 调节阀 6. 氨液分离器
7. 蒸发器(排管) 8. 排液桶 9. 集油器 10. 空气分离器

图1.3 单级压缩重力供液氨制冷系统

利用。在低温系统中,为了对蒸发排管进行热氨冲霜,除了设有高压贮液桶外还设有排液桶8。排液桶的构造和高压贮液桶的构造相似,只是管路和管接头较多,它的作用是在对蒸发排管进行热氨冲霜时,将蒸发排管中的氨液收集贮存起来。因为当蒸发排管表面的温度低于空气露点温度时,空气中的水分就会析出而凝结在管子的外壁上,所以当管壁温度低于冰点时,在管子外表面就会结成霜层。由于霜层的导热系数远比金属小,这样就会影响蒸发排管的传热,使传热系数减小。这种情况对翅片管的影响更大,因为当翅片管外表面上结霜时,不但加厚了传热的固体层,使导热热阻增大,而且使翅片间的空气流动困难,减少了外表面的对流换热系数和换热面积。因此,就会使制冷装置工作恶化,制冷量降低,耗电量增加,所以应该定期及时的从排管表面将霜层除去。如采用器具进行除霜则称为扫霜。对于光管的蒸发排管可以用器具进行除霜,但是对于翅片管就不适宜了,而宜采用高压的过热制冷剂蒸汽通过管内,使管外的霜层溶化而脱落,此种方法称为冲霜。氨制冷系统冲霜所用的高压过热氨蒸汽,大多数是自油分离器后的排气管上引出,因为该处的排汽温度较高,含油量少,这样可缩短冲霜时间和减少油对蒸发排管的污染。冲霜的工作过程是:冲霜开始前,开启排液桶上的降压阀,使桶内的压力降低到低于相联接系统的蒸发压力,然后再关闭降压阀。停止冷间工作,适当关小总供液阀,关闭分调节站(液体调节站和汽体调节站)上被冲霜冷间的供液阀和回汽阀,打开液体调节站的排液阀以及排液

桶的进液阀,使冷间被冲霜的蒸发排管的氨液因压差的关系而输入排液桶。在排液过程中,如排管内的氨液不易排出,可缓缓开启压力较高的热氨蒸汽冲霜阀,再稍微开启蒸发排管的冲霜加压阀,以增加被冲霜排管的压力(表压不应超过6公斤/厘米²)。排液时,排液桶的贮液量不应超过80%。待排管内氨液排出后,关闭液体调节站的排液阀和排液桶的进液阀。

开始冲霜时,开启汽体调节站的冲霜阀,使过热氨蒸汽送入蒸发排管,此时管内温度上升,霜层溶化。冲霜完毕后关闭冲霜阀。

冲霜后应缓缓开启蒸发排管的回汽阀,以降低排管内的压力。当回汽压力达到系统的蒸发压力后,开启液体调节站的供液阀,恢复供液。

冲霜时排入排液桶的氨液,在排出排液桶前,须在桶内静置20分钟左右,以便使其中所含的润滑油沉淀,然后进行放油。放油后应缓缓开启排液桶的加压阀,待桶内压力达到6公斤/厘米²后关闭加压阀。然后开启排液桶的出液阀并关闭贮液桶的出液阀,开启浮球调节阀前的总供液阀,使氨液经氨液分离器向蒸发排管供液(排液桶在排液过程中应保持桶内压力在6公斤/厘米²左右)。排液完毕后应关闭加压阀和出液阀,并开启高压贮液桶的出液阀进行供液。为了给再次排液作好准备,在排液后,应开启降压阀以降低排液桶的压力。

重力供液系统的特点是供液均匀,它是我国中、小型冷库所广泛采用的供液形式。这种供液方式还存在着下列一些问题。

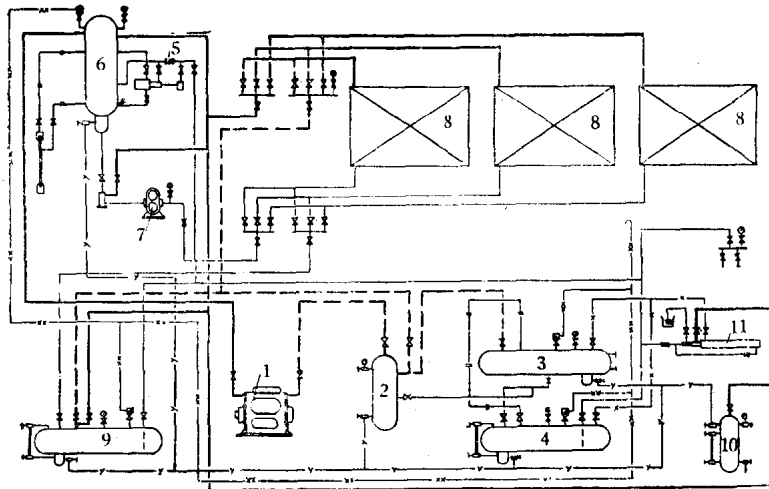
- (1) 氨液在蒸发排管中流动不是强迫流动,传热系数较低。
- (2) 如果几个库房、多组排管共用一个氨液分离器供液时,将会产生排管供液量的不均匀,因而不能完全发挥蒸发排管的冷却效能。
- (3) 重力供液要将氨液分离器装置在一定的高度。为了保证供液,一般要求氨液分离器的设置高度(系指其中液面高)应高于冷间最高层的蒸发排管(一般系指顶排管)0.5—2.0米左右,最好是1—2米之间。如果氨液分离器安装过低,当液柱的静压差不能克服管路系统的阻力时,将会影响供液量。

1.4 氨泵供液制冷系统

氨泵供液制冷系统,是利用氨泵向蒸发排管输送低温氨液。它的系统组成如图1.4所示。它与重力供液的制冷系统的组成和工作过程基本相同,主要差别是:重力供液是利用液柱的压差来克服管路系统的阻力进行供液,而氨泵供液的制冷系统是利用氨泵的机械作用克服管路阻力来输送氨液。至于设备和工作原理,也与重力供液基本相同,因而关于它的工作过程不再介绍。

氨泵供液制冷系统过去一般都用于多层楼的冷藏库建筑中,近年来在小型冷库也有应用。氨泵供液系统具有下列优点:

- (1) 由于依靠氨泵的机械作用来输送氨液,因而氨液分离器的高度可降低;
- (2) 氨液在蒸发排管中是强迫流动,因而提高了蒸发排管的传热效果;
- (3) 向蒸发排管供液时,经过调节后容易达到均匀供液;
- (4) 可以实现系统的自动化。



1. 压缩机 2. 氨油分离器 3. 卧式冷凝器 4. 高压贮液桶 5. 调节阀 6. 氨液分离器
7. 氨泵 8. 蒸发器(排管) 9. 排液桶 10. 集油器 11. 空气分离器

图 1.4 单级压缩氨泵供液制冷系统

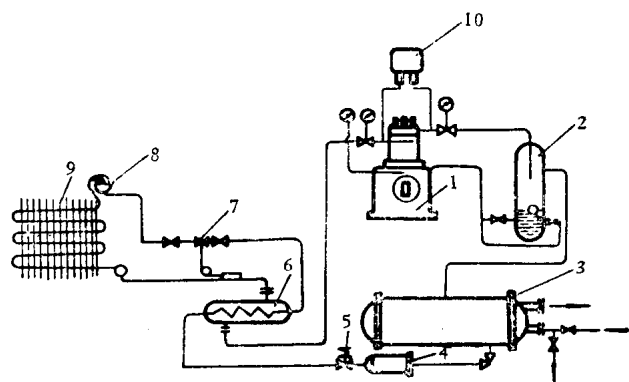
1.5 单级压缩氟利昂制冷系统

一般在分散式小型空调系统和小型的冷藏库中，常采用以氟利昂为制冷剂的小型制冷装置。由于制冷剂的热力性质不同，因而组成系统的设备和制冷剂的流动情况也有所不同。它与氨制冷系统显著不同之处是采用热力膨胀阀代替调节阀，并装有汽液热交换器、干燥过滤器，氟利昂液体由蒸发器的上部进入，蒸汽由下部排出。图 1.5 为小型氟利昂制冷系统。压缩机 1 由马达带动，将氟利昂制冷剂蒸汽在其中进行压缩。高压汽体经油分离器 2 将所携带的润滑油进行分离，然后进入水冷式冷凝器 3，在其中被冷凝为液体。液体制冷剂由冷凝器下部出液管经干燥过滤器 4、电磁阀 5，然后流经汽液热交换器 6，在其中被来自蒸发器的低温蒸汽进一步冷却后，进入热力膨胀阀 7 节流减压，然后经分液头 8 送入蒸发器 9，在其中吸热汽化。汽化后的低温制冷剂汽体，经热交换器提高过热度后被压缩机吸去重新加压。

为了保证制冷系统运行时高压的压力不致过高和低压的压力不致过低，在系统中还装有高低压力继电器 10，它的高压控制部分与压缩机排汽管相连接，低压部分和吸汽管道相连接。当排汽压力超过调定值时可使压缩机自动停转，以免发生事故；当吸汽压力低于调定值时也可使压缩机停转，以免压缩机在不必要的低温下工作而浪费电能。

装置在系统中的热交换器 6，用来提高制冷剂蒸汽的过热度和制冷剂液体的过冷度。这样，一方面可以防止压缩机走潮车，同时可以提高制冷装置的效率。

氟利昂系统中的热力膨胀阀前，一般都装有干燥过滤器 4，其中装有过滤网。滤网中装有硅胶或氯化钙等吸湿剂，用来吸收氟利昂中的水分。这样，在蒸发温度低于 0°C 的工况运行时，不致在热力膨胀阀狭小断面处产生“冰塞”，同时可以减少系统中钢制设备及管道的腐蚀。此外，在封闭式压缩机中，也不致因制冷剂中混有水分而造成电机的烧毁。为了能较好的吸收水分，制冷剂液体通过干燥剂的流速应小于 0.03 米/秒。



1. 压缩机 2. 油分离器 3. 水冷式冷凝器 4. 干燥过滤器
5. 电磁阀 6. 汽液热交换器 7. 热力膨胀阀 8. 分液头
9. 蒸发器 10. 高低压力继电器

图 1.5 单级压缩氟利昂制冷系统

在冷凝器与蒸发器之间的管路上还装设有电磁阀 5, 它可控制液体管路的启闭。当压缩机启动时, 电磁阀自动打开, 液体制冷剂进入蒸发器; 当压缩机停转时, 电磁阀自动关闭, 防止大量液体制冷剂流入蒸发器, 以免压缩机再次启动时液体被抽入压缩机而造成冲缸事故。

热力膨胀阀 7 装置在蒸发器之前的液体管路上(其感温泡紧扎在靠近蒸发器出口的汽体管路上), 用来自动调节进入蒸发器的液体制冷剂量, 并使制冷剂节流减压, 由冷凝压力降低到蒸发压力。

冷凝器冷却水进水管路上有的还装有水量调节阀, 它可根据冷凝器工况的变化, 自动调节进入冷凝器的冷却水量, 使冷凝压力和温度保持大致不变。

第二章 活塞式制冷压缩机

制冷装置中最主要的组成部分是压缩机，一般称它为主机，而其它设备则称为辅机。压缩机是用来压缩和输送制冷剂蒸汽的，它用电动机带动进行工作。

制冷装置所用的压缩机的型式主要有活塞式、离心式、螺杆式和刮片式。但是目前应用得最广泛的还是活塞式压缩机，所以首先对活塞式制冷压缩机的分类、构造和工作原理进行讨论。

2.1 活塞式(往复式)压缩机的分类

按所采用制冷剂分类，一般有氨压缩机和氟利昂压缩机两种。

按压缩级数分类，有单级压缩和两级压缩。单级压缩如图 2.1 所示，即制冷剂蒸汽由低压至高压只经过一次压缩。两级压缩如图 2.2 所示，所谓两级压缩，即制冷剂蒸汽由低压至高压的过程是连续经过两次压缩。

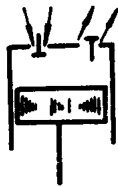
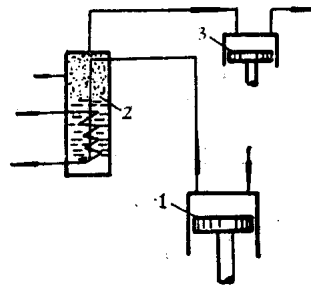


图 2.1 单级压缩示意图



1. 低压缸 2. 中间冷却器 3. 高压缸

图 2.2 两级压缩示意图

按作用方式分类，有单作用压缩机和双作用压缩机。单作用压缩机如图 2.3 所示，其制冷剂蒸汽仅在活塞的一侧进行压缩。双作用式压缩机如图 2.4 所示，制冷剂蒸汽轮流在活塞两侧的汽缸内进行压缩。

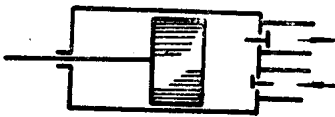


图 2.3 单作用压缩机

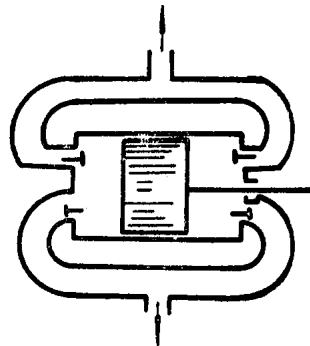


图 2.4 双作用压缩机