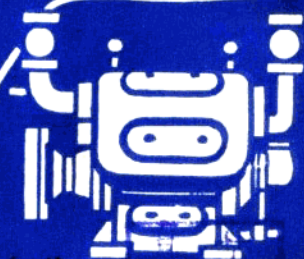


冷藏库制冷设备

安装与试运转

(第二版)



中国建筑工业出版社

冷藏库制冷设备 安装与试运转

(第二版)

郭凤臻 编

中国建筑工业出版社

前 言

本书出版以来，得到了广大读者的热情支持，很多读者来信来访，提供了不少宝贵的意见。据此，本人对本书又进行了修改和补充。特别是随着国民经济的不断发展，人民生活水平的不断提高，小型的氟利昂制冷装置得到了广泛的应用，本书着重增添了氟利昂制冷装置的应用、安装和调试方面的知识，同时对原有各章节也做了相应的修改。

本书在编写过程中，曾得到商业部设计院、广西壮族自治区第二安装公司等单位的有关同志的热情协助，提供了宝贵意见和资料；河北省第一建筑工程公司的领导和同志们给予热情的鼓舞和支持，在此表示衷心的感谢。

由于本人的业务知识有限，技术水平不高，书中难免有错误和不妥之处，热诚希望批评指正。

编者

1985年8月于保定

目 录

第一章 概述	1
第一节 冷藏库的组成与建筑特点	2
第二节 制冷工艺简介	7
第三节 制冷装置的安装	29
第四节 制冷设备安装总则	32
第二章 制冷设备安装的施工准备工作	34
第一节 总体安排和施工总平面布置	34
第二节 施工技术准备	36
第三节 施工专用机具设备的准备	37
第三章 制冷压缩机安装	39
第一节 制冷压缩机	39
第二节 安装前的准备	66
第三节 设备基础的施工、验收	67
第四节 制冷压缩机安装	77
第五节 制冷压缩机的拆卸、清洗、检查、调整和装配	93
第四章 冷凝器、蒸发器安装	126
第一节 冷凝器安装	126
第二节 蒸发器安装	138
第五章 制冷工艺的辅助设备安装	149
第一节 中间冷却器、再冷却器安装	149
第二节 贮液桶安装	152
第三节 空气分离器、氨液分离器、氨油分离器、集油器 等安装	158
第四节 阀门安装	169

第五节	控制仪表安装	177
第六节	自动化部件安装	196
第六章	蒸发排管及系统管道安装	215
第一节	管道预制安装前的准备工作	215
第二节	管道预制加工	219
第三节	蒸发排管的组对与安装	238
第四节	系统管道安装	249
第五节	仪表管路安装	266
第七章	制冷系统的检查与试运转	271
第一节	氨压缩机的单机试运转	271
第二节	氨制冷系统的吹污	275
第三节	氨制冷系统的试压	276
第四节	氨制冷系统的真空试验	280
第五节	制冷系统的灌氨检漏	281
第六节	氟利昂制冷系统的吹污、试压、抽真空及灌 制冷剂检漏	286
第七节	制冷装置自动控制系统的调试	294
第八节	制冷系统的负荷试运转	299
第八章	制冷系统的操作与调整	301
第一节	制冷工艺的主要参数	301
第二节	氨压缩机的操作	312
第三节	氟利昂制冷压缩机的操作	320
第四节	制冷装置的调整	322
第五节	制冷辅助设备的操作和调整	325
第六节	制冷系统运转时的异常现象及处理方法	335
第七节	制冷系统的安全运转	357
第九章	制冷系统的保温和涂色	362
第一节	制冷系统的保温	362
第二节	制冷系统的涂色	384
第十章	验收投产	386

第一章 概 述

在各类企业中，常常采用机械制冷的方法来满足某些生产过程的工艺要求。随着生产的发展和人民生活水平的提高，用机械制冷的方法来冷藏食品，使食品常年保鲜的方法也越来越普遍地得到应用。

一般食品是由蛋白质、脂肪、糖分、维生素、酶以及水分、矿物质等组成，它适宜于微生物的生存而使食品分解，常会使食品腐坏变质。要使食品能在较长时间内保持新鲜度不变，这就需要对食品进行保藏。

食品的保藏方法有四种形式：

1. 化学保藏法；
2. 生物保藏法；
3. 物理保藏法；
4. 冷藏法。

化学保藏法是以少量对人体无害且有杀菌能力的物品注入食品内，以制止微生物的生长繁殖。

生物保藏法是人为地利用某些食品经过发酵变酸的特性来抑制微生物的生长繁殖。

物理保藏法是用干制、加盐、加糖和高温或低温的方法来达到保藏的目的。

冷藏法就是以机械制冷的方法冷冻、加工和贮藏新鲜易腐食品，从而达到使一般易腐食品获得较长时间的贮藏，并保持食品的色泽、形状、味道和质量的完好，这就是现代被

广泛应用的冷藏库。

冷藏库的类型，目前还没有明确划分，根据它的使用性能可分为：1.生产性冷库；2.分配性冷库；3.零售性冷库。

生产性冷库主要是建筑在货源较为集中的产区，作为肉、禽、蛋、鱼、水果和蔬菜等加工厂的冷冻车间使用。它的结冻能力大于冷藏能力。

分配性冷库主要建筑在大、中城市，水陆交通枢纽和人口较为集中的工矿区；它的特点是结冻能力小，冷藏能力大，而且要考虑多种食品的贮存。

零售性冷库一般是建在城市的大型副食商店内，供临时贮存零售食品使用。它的特点是库容量小，贮存期短，库温根据使用要求不同而改变。

冷藏库依据容量大小又可分为：贮存能力在4500吨以上的为大型冷库；贮库能力在1000~4500吨的为中型冷库；贮存能力在1000吨以下的为小型冷库。

第一节 冷藏库的组成与建筑特点

一、冷藏库的组成

冷藏库是各冷间及附属建筑的总称，包括冷库库房（库房根据贮存的物货不同，又可分高温库和低温库）、结冻间、穿堂、楼梯间和电梯间、机器房及生活辅助建筑等。生产性冷库也包括肉类加工及动物饲养、屠宰等建筑。图1-1是一个肉类联合加工的生产性冷库的平面布置图。

对于小型冷库，除必要的冷藏间外，还应设有过道、走道、平台、机器房等。库内过道不得小于2米，以便于货物的进出（如图1-2）。

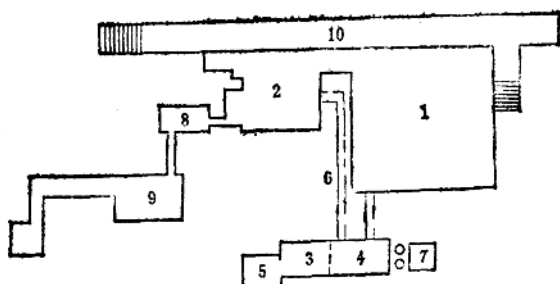


图 1-1 生产性冷库平面布置实例

1—库房；2—冻结间；3—机房；4—设备间；5—变电间；6—工艺外管线；7—冷凝器；8—凉肉间；9—屠宰间；10—站台

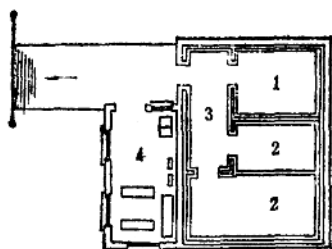


图 1-2 小型冷藏库平面布置实例

1—高温库；2—低温库；3—过道；4—机房

二、冷藏库的建筑特点

由于冷藏库的制冷工艺要求，构成了与一般建筑不同的特点。它的特点是：

1. 冷藏库平面位置的布置原则，应尽可能设置在货源中心，或服务对象的附近；可以单独设立也可以依附在服务对

象的近旁。平面布置最好成正方形或接近正方形，以便于防止热量的传入和制冷工艺的集中管理。

2. 库房内的冷却设备与建筑物相连接的各支吊点应设置在绝缘保温层内，以避免冷桥的产生或对建筑物的破坏。

3. 由于库房的主要耗冷量来源于建筑物围护结构的传热（其中包括太阳的辐射热），因此对于各冷间的地板、顶棚及墙都设有隔热层。图1-3是一个小型冷藏库的隔热层作法。

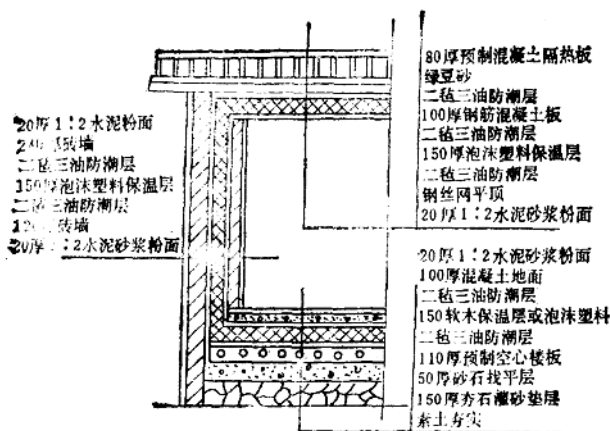


图 1-3 冷藏库库房的保温结构示意图

4. 门窗的数量应尽量减少。

5. 为了减少对太阳辐射热的吸收，一般将冷藏库外表涂成白色。同时为防止地下土壤的冻结，一般都设有地下室。

6. 在高层冷藏库中，由于库房的楼板要堆放大量的产品，并且顶棚还要吊装库房内的冷却设备，因此要求它的结

构有较大的承载能力和坚固性，一般大中型冷藏库的楼板荷载均应在18.6千帕左右。为考虑制冷设备的安装，多采用无梁楼板。

三、冷藏库中几个主要房间概况

1. 高温冷藏间（也叫高温库）。主要用来冷藏蛋类、水果和蔬菜等食品，库房内温度一般控制在 $\pm 0^{\circ}\text{C}$ 左右，温度变化保持在 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ 。房间内冷却设备一般使用干式冷风机，安装均匀送风道，下设回风道，风速控制在 $0.1\sim 0.3$ 米/秒。相对湿度控制在 $85\sim 90\%$ 。

一般库房容量可按下列公式确定：

$$G = U_m F H$$

式中 U_m ——冷藏物单位平均容重（公斤/米³）；

F ——库房有效堆货面积（库房净面积 - 库内柱子总面积 - 距墙或设备应留出的总面积 - 库内走道总面积）（米²）；

H ——库房有效堆积高度（米）。

在生产性冷藏库中，库房容量可按冷却能力的3~5倍来计算。

2. 低温冷藏间。用以长期贮存经过结冻的食品，如肉类、禽类、鱼等。一般要求在 -18°C ，温度波动控制在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度维持 $95\sim 100\%$ ，以防止食品脂肪的氧化。

低温冷藏间的冷却设备，一般为顶排管和墙排管。排管内的蒸发温度一般为 -23°C 。

低温冷藏间的库容量计算公式与高温冷藏间相同。在生产性冷藏库中，低温冷藏间容量可按结冻能力的20~50倍来计算。

3. 结冻间。做为产品需长期贮存而预先进行冻结的房

间。目前我国食品冷却加工工艺大都采用一次冻结的方式，要求新鲜肉类经过凉肉间凉肉，以除去表面浮水后即进入冻结间速冻，并在20小时内使肉体温度达到 -15°C 或更低些。故冻结间内温度一般控制在 -23°C 。排管内蒸发温度为 -33°C 。冻结间的冷却设备一般除配备有顶、墙蒸发排管外，还配有干式或湿式冷风机，以加速肉体冻结。

冻结间的生产能力一般根据冷冻加工形式和冻结时间确定。

4. 机器房。机器房在冷藏库建筑中，是整个冷藏库制冷工艺的中心。

机器房一般是与变配电间、设备间、冷凝器部分联系在一起的，通过外管网连团结冻间、库房、构成一个制冷循环系统。整个制冷用的压缩机及其辅助设备均分布在机房内或机房附近。它的总体布置原则应是：

设备布置应符合工艺流程及方便操作的要求，并要有适当的空隙，以便于设备部件的拆卸和检修。同时也应紧凑，充分利用机房空间，以节省建筑面积。机房内布置的制冷主要设备和辅助设备大致是：

(1) 压缩机的布置：对于压缩机的压力计和其它操作仪表应面向主要操作通道。

(2) 总调节站的布置：一般总调节站都布置在机房内，尽可能使各操作点能看到调节站上的信号装置。

(3) 中间冷却器的布置：在双级压缩制冷系统中的中间冷却器，应设置在接近于高压级和低压级压缩机的地方。

(4) 氨油分离器的布置：凡不带自动回油装置的氨油分离器，且压缩机总共产冷量大于20.326千瓦，氨油分离器则应设在室外，对于专供冷库内热氨融霜用的氨油分离器可

设在机房内。

(5) 冷凝器的布置：一般大型冷藏库的冷凝器连同供冷却水的水池均应布置在机房外，小型的可设在室内。且安装高度必须保证液体能自行回流流入贮液桶。

(6) 贮液桶的布置：贮液桶应设置在冷凝器近侧。若布置在室外时，应防止太阳的直接照射。

(7) 排液桶的布置：一般排液桶应布置在机房的设备间内，并靠近冷库近侧。

(8) 低压循环贮液桶的布置：低压循环贮液桶是专为氨泵系统设置的，它应设在靠近氨泵处。

机房设备布置如图1-4所示。

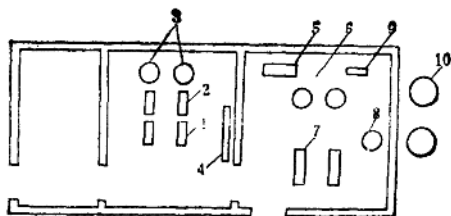


图 1-4 双级压缩机房布置

1—高压级压缩机；2—低压级压缩机；3—中间冷却器；4—总表
盘；5—排液桶；6—循环贮液桶；7—贮液桶；8—氨油分离器；
9—空气分离器；10—冷凝器

第二节 制 冷 工 艺 简 介

机械制冷的要求，就是将被冷却物质中的热量用机械方法移向周围介质，使该物质的温度低于周围介质的温度，并

在所需要的时间内保持这一温度。

获得低温的方法很多，以机械方法制冷应用最广。机械制冷是由具有很低的汽化温度的某些液体的蒸发而获得的。这样的液体叫做制冷剂。根据热力学定律，要使热量从低温物体传导到高温物体，要使这一非自发过程能够进行，必须有一个能量补偿过程，即消耗一定数值的能量。根据能量补偿过程，机械制冷可分为：1.压缩式制冷；2.蒸汽喷射制冷；3.吸收式制冷。

压缩式制冷：是将容易液化的气体（如氨、氟利昂等）进行压缩，成为压缩气体，送去冷却，从而冷凝成为液体，而后将液体节流减压膨胀，进入蒸发器吸热蒸发，从而吸收周围热量。其补偿过程是消耗机械功的压缩过程。

蒸汽喷射制冷：是利用0.303~0.707兆帕的水蒸汽，在通过喷射器时，使相连的蒸发器内形成真空状态（约400~1067帕）。此时蒸发器内的水部分蒸发吸热，使剩留的水温度降低，成为低温水，达到制冷目的。所消耗的能量是热能。蒸汽喷射制冷主要应用于大冷量的空调和轻工、化工工厂供应冷冻水。

吸收式制冷：是利用某些气体（如氨气等）在常压、常温下能够大量溶解于水，在温度升高时又能蒸发逸出的特性来制冷。吸收式制冷除采用氨外，还采用溴化锂制冷剂。此法一般在有废气、废热可利用时采用。补偿过程所消耗的能量是热能。

目前，由于压缩制冷的投资省，运行管理较为方便，在我国冷藏库中，利用氨或氟利昂制冷最为普遍。

一、压缩制冷原理

压缩制冷装置主要是由压缩机、冷凝器、调节阀和蒸发

器组成一个密闭循环系统。制冷剂通过调节阀流入蒸发器后，压力降低，在蒸发过程中吸收被冷却物质的热量，使被冷却物质温度降低。蒸发后的低温制冷剂气体被压缩机吸回，经压缩后再排入冷凝器，使制冷剂在蒸发器中所吸收的热量传给周围介质，从而使制冷剂的温度降低而凝结成液体，然后通过调节阀再进入蒸发器蒸发。如此往复循环，即可达到制冷的目的（如图1-5）。

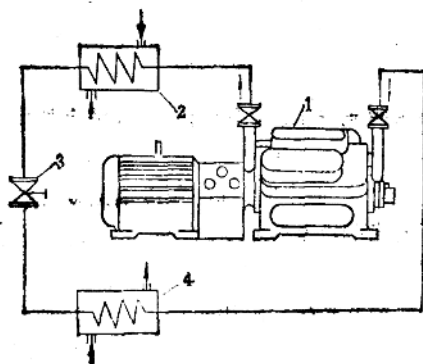


图 1-5 压缩制冷原理图

1—压缩机；2—冷凝器；3—节流阀；4—蒸发器

二、制冷工艺的主要设备和辅助设备

一个密闭循环的制冷系统，是由下列一些机器和设备组成：

制冷压缩机：它是将系统中低温低压制冷剂蒸气吸回，压缩成高温高压气体，是制冷系统中的主要设备。

冷凝器：它是用来将压缩机排出的高温高压气体进行冷却，使其放热，在一定的压力和温度下，把气体液化成为液体。

节流阀，它是用来将高压的液体减压，节流膨胀，成为低压的液体。

蒸发器：通过液体蒸发，吸收周围热量，达到降温的目的。在冷藏库中，库房及结冻间的顶排管、墙排管和冷风机等，都属于蒸发器范围。

为了改善和调节制冷系统的工作，除主要设备外，还包括一些辅助设备，如氨油分离器、氨液分离器、集油器、空气分离器、贮液桶、排液桶及中间冷凝器、氨泵、以及相应的各种阀门、仪表等。

三、制冷剂和冷媒

制冷剂也叫制冷工质，是用来吸取被冷却物的热量，并将热量传给周围介质的工作物。压缩制冷一般都是利用其物态变化时传递热量的原理。即：制冷剂蒸发时吸热，冷凝时放热。因而要求制冷剂应有这样的性能：即蒸发温度低，才能吸收冷却物的热量。临界温度高，凝固点要低。也就是在较高的温度时就能液化，凝固点低，以便于取得较低的温度。导热系数、放热系数要高，以便于提高传热效率。能满足上述要求的常用制冷剂是：

1. 氨 (NH_3)：是应用最广泛的中压制冷剂。氨在一个大气压下的沸点为 -33.4°C ，凝固点为 -77°C ，临界温度 $+132.4^\circ\text{C}$ 。氨液为无色透明液体。氨的优缺点是：

(1) 氨的传热系数大；

(2) 氨的单位容积产冷量较大；

(3) 氨易溶于水，不溶于油， 15°C 时一个单位容积的水中可以溶解700个单位容积的氨，氨的这一性质排除了在系统中形成冰塞的可能性。一般工业用氨含水量不得超过2%。

(4) 氨的容重较小, 40°C 时氨的容重只有 6.8牛/升 。

(5) 氨有特殊的刺激性臭味, 使氨在检漏时易于发觉。

(6) 纯氨对钢铁不起作用, 在氨中含有水分时, 对铜及铜合金(磷青铜除外)具有腐蚀作用。因此在氨制冷机械设备中, 不得用铜与铜合金作零件。

(7) 氨有特殊的臭味, 有毒, 对人的皮肤、呼吸器官、眼睛等具有刺激作用和危害。按容积计算, 空气中含有 1% 以上的氨时就有中毒的危险。

(8) 氨虽不易自燃, 但为可燃物, 与明火接触能燃烧, 发出黄绿色的火焰。当空气中含有 $13.1\sim 26.8\%$ 的氨时, 遇火焰有爆炸的危险。

2. 氟利昂(F), 是饱和碳氢化合物中的氢被氟、氯、溴取代生成的衍生物。这些衍生物的正常蒸发温度有很大的范围, 常用的有:

(1) 氟利昂-12 (CF_2Cl_2)

它的优点是:

1) 无色无味, 是对人体生理危害最小的制冷剂, 在不准有刺激性臭味的场所尤为适宜。

2) 在一个大气压下, 蒸发温度为 -29.8°C , 凝固点为 -155°C , 临界温度是 111.5°C , 故是一种应用很广的中压制冷剂。从最小的家庭用冰箱到大型的活塞式制冷压缩机都可应用。

它的缺点是:

1) 单位制冷量小, 故机器尺寸较相同制冷量的氨压缩机为大。

2) 比重大, 其干饱和蒸汽的比重较饱和氨蒸汽的比重

大4~5倍,因此在管道内的流动阻力大,故一般氟利昂12的管道较氨管大一倍。

3)不燃烧、不爆炸,在535°C时保持不分解,唯与水或氧混合时会分解生成有毒的光气。

4)不溶于水,因此系统中如有微量的水时,就有形成冰塞的可能。因此,一般要求氟利昂含水量不超过0.0025%,在将其注入制冷系统前,必须将系统仔细干燥。

5)价格较贵。

(2)氟利昂-22(CHF_2Cl)：是中压制冷剂,应用范围是低级或多级的活塞式或透平式制冷机。制取中等温度。在一个大气压下的蒸发温度为 -40.8°C ,凝固点为 -160°C ,临界温度 $+95^\circ\text{C}$,少量溶于润滑油,溶水性好。

综上所述,氨与氟利昂作为制冷剂各有优缺点。氟利昂的价格较贵和渗透性强。大大限制了它的使用范围,通常只用于小型冷藏柜。氨虽然有毒,有臭味,但只要妥善地安装和使用,就可以制止它对人和食品的影响,特别是氨的价廉,蒸发潜热大,更决定了它的使用范围。故我国一般较大的制冷系统都采用氨作为制冷剂。

冷媒：冷媒是制冷机所产生的冷量传递给被冷却物的媒介物质。用于制冷剂不能直接进入需要冷量的场所(如图1-6)。常用的冷媒有空气、水和盐水。在 0°C 以上可用空气和水, 0°C 以下时需用盐水。水中掺入了盐(NaCl)，水的凝固点就会降低,如盐在水中含量为10.6%时,其凝固点就降到 -6.6°C ;含量为29%时,其凝固点可达 -21.2°C 。但含量为31.1%时,凝固点反而提高到 -17.3°C 。如用氯化钙(CaCl_2)，其性能又不同。

盐水会腐蚀金属,盐水腐蚀金属的强度,与金属中的含