

冷库建筑

李继绍 编著

中国工业出版社

一九八八年·北京

重越来越大，软木和其他有机隔热材料基本不用，玻璃棉亦日益减少。如美国有65~90%的冷库、电冰箱用聚氨酯泡沫塑料。

（五）冷库管理自动化

近年新建的一些立体自动化冷库，运用电子计算机控制和监视整个制冷系统，使制冷系统处于最佳状态运行，並配合机械化实现了商品运输、进出库、堆码等方面的自动化，实现了库房管理和财务管理的自动化。

综上所述，现代冷库建筑正朝着装配化、低温化、专业化和自动化方向发展。

内容提要

本书编写目的是适应冷藏事业的发展，提高管理水平，延长冷库使用年限。全书共分七章，主要有：冷库建筑的分类、组成、特点和形式；冷库建筑所用材料的性能及选用要求；建筑热工计算理论和隔热层、隔汽防潮层的设计；冷库建筑构造及冷库建筑设计、施工维修和使用管理，並配以图、表和实例说明，有助于读者参考和实用。该书适合于从事冷库设计、施工、维修人员阅读，又可作为中专、技校教材。

冷库建筑

李继绍 编著

中国轻工业出版社 出版

(北京西城区太平桥大街4号)

济南印刷三厂印刷

新华书店首都发行所发行

开本787×1032毫米 1/32 印张10.25字数220千字

1988年3月北京第1版 1988年3月 第1次印刷

印数1—12200

ISBN 7-5050-0130-0/TU·01 定价：2.80元

说 明

食品冷藏是食品冷加工过程中的一个重要环节。冷库是食品联合加工厂的一个重要组成部分。随着我国工农业生产的发展，人民生活水平的日益提高，副食品经营和对外贸易的扩大，我国冷藏工业有了很大的发展。特别是十一届三中全会以来，冷藏工业得到了迅速地发展。但是，由于建筑设计和施工质量以及使用管理等方面存在的一些问题，一些冷库使用不久就被迫停产大修，给国家经济上造成很大损失。为了适应冷藏事业的发展，改进冷库的设计、施工技术，发挥投资效果，提高管理水平，延长冷库使用年限，我们编写了《冷库建筑》这本书。

全书共分七章。主要内容有：冷库建筑的分类、组成、特点和形式；冷库建筑所用材料的性能及选用要求；建筑热工计算理论和隔热层、隔汽防潮层的设计；冷库建筑构造以及冷库建筑设计、施工维修和使用管理。为便于读者阅读和实用，书中增加了一些图、表和计算实例。

本书在正式出版前曾由商业部设计院谢临深高级工程师和徐维工程师主审，作为商业部系统中专学校的内部教材试用。此次我们根据制冷科学技术的发展，对原书进行了较大修改，并充实了新的内容。现正式出版。本书既可作为中专、技校等有关专业师生的教材或教学参考书，又可供制冷与空调行业的工人进修，供管理企业的领导干部与工程技术人员在进行冷库设计、施工和维修时参考。

由于编者水平有限，本书难免存在一些不妥或差错之处，敬请读者批评指正。

编 者

1987. 6

绪 论

冷库是食品联合加工厂的一个组成部分，是对易腐食品进行冷冻加工、低温贮存的建筑物。它的作用就是创造适于易腐食品贮存的低温环境，减少自然界对低温环境的影响，以达到尽可能地延长易腐食品贮存时间的目的。

冷库建筑这门学科，是整个冷藏科学技术领域的一个重要组成部分，它的建立和发展只有近百年的历史。多年来，人们一直研究和探讨易腐食品的贮存问题。十九世纪中叶，人工制冷技术获得成功，出现了压缩式和吸收式制冷机，人们才逐步找到了冷冻加工、低温贮存和低温运输的科学而实用的方法，出现了现代冷库的雏形。随着科学技术的发展，人工制冷技术也有了迅速地发展，食品微生物学也取得了很大成就。同时，在建筑结构、建筑材料等学科发展的基础上，冷库建筑很快形成了一门新的应用建筑技术学科。

冷库建筑技术与制冷技术有着密切的关系，它是随着制冷技术的发展而发展的。制冷专业除了学习制冷技术的有关课程外，也要学习一些有关冷库建筑方面的知识。诸如了解冷库建筑的分类、组成、特点、形式及各部分的构造要求；掌握冷库建筑的热工计算和隔热、隔汽防潮层的设计；了解一些有关冷库的设计、施工与维修方面的知识等等。

一座冷库设计和施工质量以及使用管理的好坏，直接影响着冷库的使用寿命。因此，学习一些冷库建筑设计、施工等方面的知识，对从事冷库的设计、施工，提高冷库使用管

理水平，充分发挥投资效果，延长冷库使用年限，具有非常重要的意义。

二

食品冷藏是利用低温保藏食品的一种非常优良而有效的方法。它能很好地保持食品的原有风味、营养成分和新鲜程度，比其他各种保藏方法都优越。食品冷藏是制冷技术的主要应用部门之一。

从全世界范围来看，由于缺乏冷藏或其他保藏措施导致食品腐烂损失的数量占食品总产量的20~30%。可见冷藏在减少食品损失方面具有非常重要的意义。但目前世界冷藏工业的发展还远远满足不了食品保藏的需要。一九七六年国际制冷学会有关专家估计，世界食品获得冷藏处理的仅占食品总产量的20~30%。因此，食品冷藏技术在今后的食品保藏技术中仍将占主要地位，它必将得到巨大的发展。

三

解放前，我国食品冷藏工业十分落后。全国只有几个沿海港口和肉、禽、蛋产区遗留着帝国主义为掠夺我国资源而建立的冷库，其总容量还不到三万吨。解放后，党和政府极为关心人民生活水平的日益提高，因此，随着工农业生产的发展、副食品经营和对外贸易的扩大，我国食品冷藏工业有了很大的发展，在全国各大城市中几乎都建有各种类型和规模的冷库。到1977年底，全国计有大、中、小型冷库1000余座，总容量达150多万吨。其中万吨以上的冷库就有十几座。现在，平均每年约有20多万吨容量的新建冷库投入使用。

解放初期，我国建立了一批大、中、小型冷库。当时缺

乏冷库建设的经验，延用了国外一些作法，因此有些冷库投产使用不久曾出现不少问题。如：高低温穿堂处理不当，出现滴水、结冰现象；隔热材料受潮失效；冷库外墙四角出现垂直裂缝；冷库地坪冻鼓等等，致使这些冷库不得不停产大修。

近年来，在总结过去冷库建设经验教训的基础上，通过科研和实践，冷库的设计和施工都有了很大的提高。在设计方面，不同温度的库房，如低温库、高温库、冻结间注意了分区，避免了冷热相互干扰，减少冻融破坏，延长了冷库使用寿命。为了加快冷库建设速度，缩短工期，各地都在进行施工工艺的改革，出现了预制装配式、升板式和滑模式以及钢模板等新的施工工艺。为减少食品的干耗和适应水果蔬菜的长期贮存，气调贮存技术也在发展和应用。同时，各地还因地制宜地建造了一批地下或山洞冷库。

在四个现代化建设高潮中，随着新技术、新材料、新结构的出现，我国冷库建设必将有一个更大地发展。

四

目前，冷库建筑发展很快，已从土建、工艺和设备等方面的单项提高，进入到冷藏技术的整体综合提高阶段。它标志着现代化冷库正朝着专业化、装配化和自动化方向发展。

（一）日趋单层、预制装配化

近年来，为了便于货物吞吐，实现作业机械化，一般趋向于预制装配式单层结构。一九六五年以来，世界各地新建冷库单层占70%，多层仅占30%。层高一般为6~12米，最高达20米。预制装配式冷库的优点是施工周期短（国外一座万吨冷库采用装配式结构，工期仅需六个月，五千吨冷库只需

三个月，施工工期比整体式施工缩短了四分之三)，费用低，不需电梯做垂直运输设备，提高了装卸效率。国际制冷学会理事会主席马塔罗洛在1976年国际冷藏科学讨论会上说：建筑装配化已成为冷库技术发展的重要特征。

（二）库房设置趋向于低温化

为了延长食品的贮藏期限并保持食品的原有风味，近年来，世界各国冷库的冷藏温度，普遍由原来的 $-18^{\circ}\sim -20^{\circ}\text{C}$ 降至 $-28^{\circ}\sim -30^{\circ}\text{C}$ 。冻结温度则由 -23°C 降至 $-30^{\circ}\sim -60^{\circ}\text{C}$ 。

（三）冷库建设趋向于专业化

为满足使用要求，适应所贮藏食品的特点，冷库建设已趋向于专业化。

1.超低温库 库温一般为 $-45^{\circ}\sim -50^{\circ}\text{C}$ ，主要贮存特殊水产品及生物制品，以保持新鲜度和色泽。

2.夹套式冷库 这种冷库与一般冷库的区别就在于围护结构内侧增加了一个内夹套结构，由设在库外的冷风机将冷空气送入夹套内循环，将由围护结构传入的热量带走，避免了由于直接向库内供冷而造成的库内空气循环对流，因此可大大降低食品在贮藏期的干耗。

3.气调式冷库 这种冷库主要用于贮存果蔬。通过机械气调设备装置，使库内保持定温、定湿、低氧和适量的二氧化碳，并能排除乙烯等有害气体以抑制果蔬的新陈代谢，达到延长贮存保鲜期的目的。

4.空调库 主要用于贮存一些在常温下进行恒温恒湿控制的货物。如种子、粮食、药材、酒类等。

（四）冷库用隔热材料趋向泡沫塑料化

随着塑料工业的发展，冷库隔热材料使用泡沫塑料的比

目 录

绪论	(1)
第一章 概述	(1)
第一节 冷库建筑分类	(1)
第二节 冷库建筑组成	(6)
第三节 冷库建筑的特点	(17)
第四节 冷库的建筑结构形式	(21)
第二章 冷库建筑常用的建筑材料	(26)
第一节 材料的基本性质	(27)
第二节 冷库建筑常用的结构材料	(40)
第三节 冷库建筑常用的隔热材料	(59)
第四节 冷库建筑常用的隔汽防潮材料	(66)
第三章 冷库建筑围护结构的隔热	(75)
第一节 冷库建筑围护结构隔热的意义	(75)
第二节 冷库建筑传热原理	(76)
第三节 冷库建筑围护结构传热计算	(87)
第四节 冷库建筑隔热设计	(100)
第四章 冷库建筑围护结构的隔汽防潮	(111)
第一节 湿空气的物理性质	(111)
第二节 冷库建筑围护结构的蒸汽渗透	(115)
第三节 冷库建筑围护结构内部凝水的确定	(119)
第四节 冷库建筑隔汽防潮设计	(128)
第五节 冷库建筑围护结构的防水	(137)
第五章 冷库建筑构造	(141)

第一节	地基和基础	(142)
第二节	柱和梁	(156)
第三节	墙体	(162)
第四节	地坪	(173)
第五节	楼板	(181)
第六节	屋盖	(186)
第七节	冷库门	(191)
第八节	冷桥及其处理	(200)
第九节	变形缝	(205)
第六章	冷库建筑设计初步	(210)
第一节	冷库建设程序	(210)
第二节	冷库库址选择	(216)
第三节	冷库总平面布置	(226)
第四节	冷库建筑平面布置	(236)
第五节	冷库建筑面积的确定	(245)
第六节	冷库建筑方案的拟定	(251)
第七节	冷库建筑平面实例分析	(261)
第七章	冷库建筑工程的施工和维护修理	(266)
第一节	冷库建筑工程的施工	(266)
第二节	冷库建筑的使用管理	(286)
第三节	冷库建筑维修	(289)
附录		
附录 I	冷库常用建筑材料热物理系数	(303)
附录 II	相对湿度下的露点温度	(306)
附录 III	在各种温度下最大蒸汽分压力E值	(307)
附录 IV	部分地区室外气象参数	(309)

第一章 概 述

第一节 冷库建筑的分类

目前冷库建筑的种类很多，可以从不同的角度来进行分类。一般有以下几种：

一、按冷库的使用性质可分为以下三类

（一）生产性冷库

凡设有屠宰加工生产的冷库均称为生产性冷库。生产性冷库一般建在距货源产地较近（鲜活货源运输距离一般小于100公里）或货源较集中地区，相应地配有较大屠宰加工和冻结能力。食品在此作短期冷藏后，即分运到各有关分配性冷库或零售性冷库。食品流通的特点是零进整出。

（二）分配性冷库

分配性冷库主要是接收经过冷加工的食品，一般建在大、中城市，水陆交通枢纽或人口密集的工矿区，以调节食品淡季生产，保证市场供应及中转运输之用。该类冷库有较大的冷藏容量、适量的冻结能力和制冰能力，必要时，也可附设一些小量屠宰加工等生产能力。食品流通的特点随冷库的功能有所不同。建设在水陆交通枢纽的中转运输用冷库，其食品流通为整进整出，要求吞吐迅速，装卸站台及库内电梯均应能适应集中吞吐的需要。面向消费市场的分配性冷库，其食品流通为整进零出，宜有较大的汽车站台及回车场，以

适应节日集中供应的需要。

（三）零售性冷库

零售性冷库一般指建在较大的副食品商店、菜场或工矿企业内的冷库，其特点是库容量小，贮存期短，品种多，堆货率比较低。这是居民区或企业用来为消费者直接服务的一种冷库。

生产性冷库、分配性冷库、零售性冷库的生产流程见图 1—1。

二、按冷库的建设规模，一般可分为以下四类

（一）大型冷库

其冷藏容量在10,000吨及10,000吨以上的冷库。

（二）大、中型冷库

其冷藏容量在5,000吨以上10,000吨以下的冷库。

（三）中、小型冷库

其冷藏容量在500吨以上5,000吨以下的冷库。

（四）小型冷库

其冷藏容量在500吨以下的冷库。

三、按冷库库房用途可分为以下几种

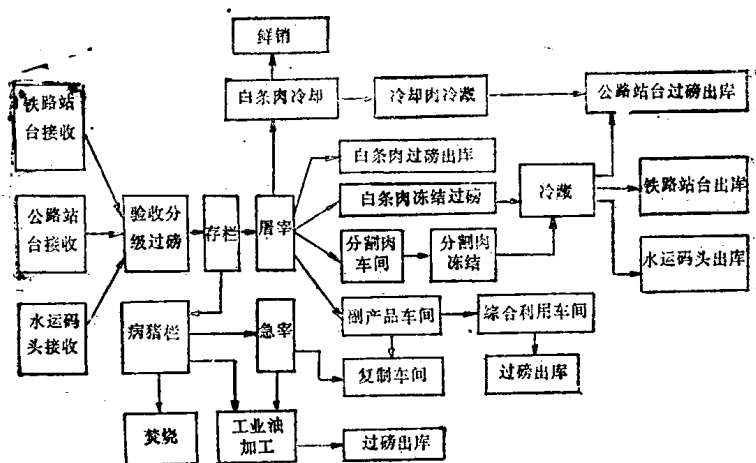
（一）冷加工间

泛指食品冷藏前进行冷却、冻结等用的房间。根据冷加工方式及房间内的温度，冷加工间又可分为冷却间及冻结间。

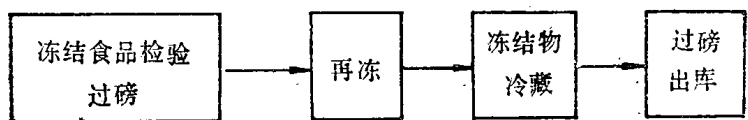
1. 冷却间 入库贮存或要进行冻结的常温货物先进行冷却或预冷。库内温度一般为0℃。

2. 冻结间 只冻结加工肉类、肉类的副产品、家禽、鱼及鱼品。库内温度一般为-23℃。

（二）冷藏间



a)



b)

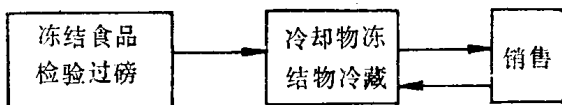


图 1—1 肉类冷库生产流程图

a) 生产性冷库生产流程图 b) 分配性冷库生产流程图

c) 零售性冷库生产流程图

贮藏冷加工过食品的房间。根据冷加工方式及房间内的温度，冷藏间又分为冷却物冷藏间及冻结物冷藏间。

1.冷却物冷藏间(高温库) 主要用于贮存鲜蛋、水果、蔬菜、奶品、药品、试剂及香料等。库内温度为 -2°C 或高于 -2°C 。

主要贮存一些要求在正温条件下贮存的食物,如大米、小麦、药材等的库房叫空调库。库内要求恒温恒湿。温度一般控制在 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$,相对湿度控制在 $70\sim 80\%$ 。

主要用于水果蔬菜长期贮存的冷库又叫气调冷库。气调冷库土建气密性要求较高,当库房内外压差为10毫米水银柱时,经30分钟不降到零为合格。该库配有降氧、吸收二氧化碳或充氮等设备,以及控制和测定各种气体成分的仪器、仪表装置,使库内保持一定的低温、适宜的氧、二氧化碳成分和一定的湿度,及时掌握和排除库内的促熟气体(如乙烯和其他挥发性气体),从而抑制果蔬的新陈代谢,延长贮存时间,保持新鲜品质。

2.冻结物冷藏间(低温库) 主要贮存经冻结加工过的肉类、禽类、鱼及其制品。库内温度为 -18°C 。

3.冰库 贮存冰块用。贮存盐水制冰的冰块的库内温度为 -4°C ,贮存快速制冰的冰块的库内温度为 -10°C 。

四、按冷库的层数可分为以下两种

(一)多层冷库

冷库的层数在二层及二层以上的,均称多层冷库。

(二)单层冷库

只有一层的冷库叫单层冷库。

五、其他类型的冷库

(一)全自动高货架冷库

这是一种新的冷库建筑形式。它具有单层冷库和多层冷库的优点,大大减化了建筑结构、制冷系统和货物装卸等方

面的工作。层高一般在20~30米，库内沿纵向设两排轻钢制作的多层高位货架。货架本身就是建筑物的结构构件，预制的外围护隔热墙板固定在货架上。两排货架之间设两台沿轨道在库房内纵向水平移动的自动巷道式装卸机，在一侧货架底层有两个进出口，巷道机由进出口的输送装置上接送货物。库内装卸作业和制冷系统操作全部自动化。根据电子计算机的指令，可以从指定的货格中取出或放入货物，整个库房只需2~3人即可。这种冷库适用于吞吐量大、货物进出频繁的大、中型冷库。其最大优点是可确保库存货物按先进先出原则进行管理，使仓库管理科学化，减少食品损耗。

（二）夹套式冷库

夹套式冷库与一般冷库的不同点在于外围护结构里增加了一个内夹套结构，由设在库房外的冷风机将冷空气送入夹套内循环，将外围护结构传入的热量带走，防止热量传入库内，所以库内温度十分均匀稳定，而且干耗小。夹套宽度：顶棚、地板处一般为20厘米，墙壁为5厘米；风速为0.8~3.33米/秒。

由于夹套式冷库增加了一个内隔套，所以土建造价比普通冷库高，但它对食品的长期贮存、确保食品质量和减少干耗都是非常有利的。

（三）装配式冷库

这种冷库大都是单层形式，其承重结构大多是由薄壁型钢骨架组成。各种构件均按统一的标准在工厂成套预制，现场只要螺栓连接。隔热墙板大都采用刚性夹心组合板，板两侧为0.6毫米镀锌铁皮或0.8毫米铝板，板中心贴聚苯乙烯泡沫塑料或灌注聚氨酯泡沫塑料。制冷设备也是采用在工厂组装好的紧凑的成套机组，现场只要接上水、电即可投入运

行。因此，它的突出优点是设计、施工速度快，建设周期短，为加速冷库建设提供了有利条件。

（四）山洞冷库

为了节约能源，降低冷库土建投资和减少经常费用，国内外都因地制宜地建造了山洞冷库。山洞冷库一般建在石质坚硬、整体性好的岩层内，根据实际情况，有的库内不做衬砌，只需喷一定厚度的砂浆层即可；有的做衬砌或喷锚。整座冷库不做隔热处理。因此可以节省大量隔热材料和其他建筑材料，同时，不需经常维修，可长期使用。如因故停车，库内温度波动小。

第二节 冷库建筑组成

冷库建筑由主体建筑和附属建筑两大部分组成。主体建筑包括：冷加工及冷藏部分，辅助用房部分，交通运输设施部分；附属建筑包括：机房、设备间、变配电间、制冰间等。

冷库建筑的组成如图 1—2 所示。

一、主体建筑

主体建筑包括以下几部分：

（一）冷加工及冷藏部分

冷加工及冷藏部分统称为“冷间”。这一部分包括：温度为 0°C 左右的冷却间；温度一般为 $-23^{\circ}\text{C} \sim -25^{\circ}\text{C}$ 的冻结间；温度一般为 $-18^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ 的冻结物冷藏间，温度为 0°C 左右的冷却却物冷藏间；温度为 $-4^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ 的冰库。

1. 冷却间 入库贮存或要进行冻结的常温货物，必须先

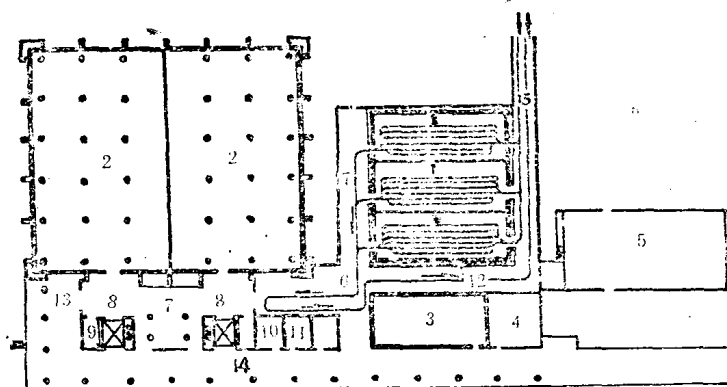


图 1—2 肉类生产性冷库平面组成

- 1—冻结间 2—冻结物冷藏间 3—贮水间 4—制冰间 5—机房
6—常温脱盘、脱钩间 7—常温穿堂 8—电梯 9—贮藏室 10—值班室
11—工人休息室 12—回钩廊 13—公路站台 14—铁路站台 15—联系廊

进行冷却或预冷（采用一次冻结工艺的冷库不需冷却间）。经过冷却后，产品温度要求降到 4°C ，加工周期一般为24小时。冷却间的室内温度一般为 0°C ，相对湿度为90%。

2.冻结间 需要长期贮存的食物必须先经过冻结加工，然后才能进行冷藏。冻结间的作用是将食品由常温或冷却状态迅速降至 -15°C 或 -18°C ，阻碍或停止微生物活动，以利贮藏。冻结间的室内温度为 -23°C ，加工周期为24小时。

目前，肉、禽类多采用一次冻结，即入库的货物不经过冷却直接进入冻结间冻结。这种加工方法可减少干耗，缩短加工时间，节省一次搬运劳动和进出库的时间；但冻结间因货物进出和冻结设备冲霜频繁，温度波动较大，建筑结构因冻融循环而易损坏。为了便于冻结间的维修和保证冷库的正常使用，可因地制宜地将冻结间移出库外单独建造。