



高职高专“十一五”规划教材

# 制冷工艺

■ 李少华 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

# 制 冷 工 艺

李少华 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书阐述了冷库设计的基本知识和方法,重点介绍了制冷系统的方案确定、冷负荷计算、机器设备选型及布置设计、管道设计等内容;较详细地介绍了冷库建筑的平面设计、围护结构的隔热设计、隔汽防潮设计、冷间设计和冷库的节能、制冰和空调系统冷冻站设计等内容。重点突出工程应用内容,适当介绍了新技术、新设备。

本书可供高职高专“制冷与空调”专业作为“制冷工艺设计”课程的专业教材,还可作为其他院校相关专业的教学用书及从事制冷空调设计、施工的工程技术人员和系统管理操作人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

制冷工艺/李少华主编. —北京:化学工业出版社,  
2007.7

高职高专“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-122-00425-3

I. 制… II. 李… III. 制冷工程-设计-高等学校:  
技术学校-教材 IV. TB6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 070522 号

---

责任编辑:高 钰  
责任校对:吴 静

文字编辑:陈 喆  
装帧设计:于 兵

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张12½ 字数316千字 2007年6月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:20.00 元

版权所有 违者必究

# 高职高专制冷与空调专业系列教材 编审委员会

主 任

王绍良

副主任

李晓东 赵玉奇 孙见君 魏 龙  
杜存臣 隋继学 魏 琪

委 员

(按姓氏汉语拼音排序)

常新中	杜 垵	杜存臣	冯殿义	傅 璞
郝万新	李少华	李晓东	林慧珠	刘玉梅
潘传九	申小中	隋继学	孙见君	王绍良
魏 龙	魏 琪	杨雨松	赵晓霞	赵玉奇
郑智宏	周 皞	朱明悦		

# 前 言

随着社会的进步和人们生活水平的不断提高，制冷与空调设备的应用几乎遍及生产、生活的各个方面，社会对制冷空调设备的安装、维修、管理专业高级技术人才的需求量也愈来愈大。考虑到高职教育“培养面向生产第一线的高级技术应用型人才”的需要，本书在编写过程中，结合我国制冷与空调专业的发展以及行业对高职高专人才的实际要求，在形式和内容上进行了有益探索，力求贴近生产，强调实际、实用，突出能力的培养。

本书以制冷工艺设计为主，兼顾其他制冷装置，重点介绍了冷负荷计算方法、机器设备的选型计算与布置设计、制冷系统方案确定、冷库建筑结构及其隔热与隔汽防潮设计、管道设计等，并介绍了空调冷冻站设计的内容。本书可供高职高专“制冷与空调”专业作为“制冷工艺设计”课程的专业教材，还可作为其他院校相关专业的教学用书及从事制冷空调设计、施工的工程技术人员和系统管理操作人员的参考书。

本书的编写分工是：李少华撰写第一、二、四、五章及附录；樊磊撰写第六、七章；石玉香、孙万富撰写第八、九章；王荣梅撰写第三、十章。全书由李少华负责统稿并修改定稿。本书由潘传九副教授担任主审。

由于受理论水平、专业能力和知识面的限制，加之时间仓促，本书在编写过程中难免有不足之处，恳请广大师生和读者批评指正，以便再版时修订、补充，不断完善和提高。

编 者  
2007.7

# 目 录

<b>第一章 冷库总述</b> .....	1
<b>第一节 冷库的分类和组成</b> .....	1
一、冷库的分类 .....	1
二、冷库的组成 .....	2
<b>第二节 土建式冷库</b> .....	4
一、土建式冷库的结构 .....	4
二、土建式冷库的隔热 .....	6
三、土建式冷库围护结构的防潮 .....	7
四、土建式冷库的地坪防冻膨 .....	8
<b>第三节 装配式冷库</b> .....	9
复习思考题 .....	10
<b>第二章 冷库制冷方案的确定</b> .....	11
<b>第一节 确定冷库制冷方案</b> .....	11
一、确定冷库制冷方案的意义 .....	11
二、确定冷库制冷方案的内容 .....	11
三、确定冷库制冷方案的依据 .....	11
四、确定冷库制冷方案的原则 .....	11
<b>第二节 确定冷库制冷系统的压缩形式和冷凝器的配置方案</b> .....	12
一、单级压缩形式 .....	12
二、双级压缩形式 .....	12
三、确定冷库制冷系统压缩级数 .....	13
四、冷库制冷系统原理图 .....	13
五、制冷压缩机类型的确定 .....	14
六、冷凝器类型的确定 .....	15
<b>第三节 确定冷库制冷系统的供液方式</b> .....	17
一、直接膨胀供液 .....	17
二、重力供液 .....	17
三、液泵供液 .....	17
<b>第四节 确定冷库制冷系统冷间冷却方式</b> .....	19
一、间接冷却方式 .....	19
二、直接冷却方式 .....	20
三、冷间冷却设备的确定 .....	21
<b>第五节 冷库节能</b> .....	21

一、节能措施 .....	21
二、调整食品结构 .....	22
三、科学管理 .....	23
复习思考题 .....	24
<b>第三章 库房冷负荷的计算 .....</b>	<b>25</b>
第一节 室内外计算参数的确定 .....	25
一、室内外计算温度的确定 .....	25
二、计算相对湿度的确定 .....	26
第二节 冷间生产能力和容量的计算 .....	27
一、冷却间、冻结间生产能力的计算 .....	27
二、冷藏间容量的计算 .....	28
第三节 库房热量的计算 .....	29
一、围护结构传入热量计算 .....	30
二、货物热量计算 .....	32
三、通风换气热量计算 .....	39
四、电机运转热量计算 .....	42
五、操作热量计算 .....	42
第四节 系统负荷计算 .....	44
一、冷间冷却设备负荷计算 .....	45
二、冷间系统负荷计算 .....	45
复习思考题 .....	47
<b>第四章 制冷机器设备的选型计算 .....</b>	<b>50</b>
第一节 制冷活塞式压缩机的选型计算 .....	50
一、制冷压缩机选型的一般原则 .....	50
二、制冷压缩机的选型计算 .....	51
第二节 冷凝器的选型计算 .....	63
一、冷凝器选型的一般原则 .....	63
二、冷凝器的选型计算 .....	63
三、冷却水量计算 .....	65
第三节 中间冷却器的选型计算 .....	66
一、中间冷却器直径计算 .....	67
二、蛇形盘管冷却面积计算 .....	67
三、中间冷却器选型 .....	67
第四节 膨胀阀的选型计算 .....	69
一、手动膨胀阀的选型 .....	69
二、浮球膨胀阀的选型 .....	69
三、热力膨胀阀的选型 .....	69
第五节 辅助设备的选型计算 .....	70
一、油分离器的选型计算 .....	70
二、高压储液器的选型计算 .....	70

三、低压储液器的选型计算 .....	71
四、氨液分离器的选型计算 .....	71
五、低压循环桶的选型计算 .....	71
六、氨泵的选型计算 .....	74
七、其他设备的选型计算 .....	78
第六节 氟利昂系统制冷压缩机和辅助设备的选型计算 .....	78
一、氟利昂制冷系统的特点 .....	78
二、压缩机的选型计算 .....	78
三、冷凝器的选型计算 .....	81
四、蒸发器的选型计算 .....	82
五、辅助设备的选型计算 .....	82
复习思考题 .....	83
<b>第五章 制冷工艺设计估算法 .....</b>	<b>85</b>
第一节 冷间冷负荷估算法 .....	85
一、肉类冷冻加工冷负荷估算法 .....	85
二、食品冷藏、制冰冷负荷估算法 .....	85
三、小型冷库制冷负荷估算法 .....	87
第二节 冷间冷却设备的冷却表面积估算法 .....	87
一、根据冻藏吨位估算冷却设备冷却面积法 .....	87
二、根据冷间净面积估算库房冷却设备冷却面积法 .....	88
复习思考题 .....	90
<b>第六章 冷间设计 .....</b>	<b>91</b>
第一节 冷却间 .....	91
一、冷却间的分类及其特点 .....	91
二、冷却间的设计 .....	93
三、冷风机的选型设计 .....	93
第二节 冻结间 .....	94
一、冻结间的类别及其特点 .....	94
二、冻结间的设计 .....	97
三、冷却排管的设计 .....	98
第三节 冷却物冷藏间 .....	103
一、冷却物冷藏间设计要点 .....	103
二、冷却物冷藏间的冷却设备的设计 .....	103
三、冷却物冷藏间通风换气与加湿 .....	105
第四节 冻结物冷藏间 .....	105
一、空气自然对流循环式冷藏间 .....	105
二、风冷式冻结物冷藏间 .....	108
第五节 冷间气流组织设计 .....	109
一、冷却间的气流组织 .....	109
二、冻结物冷藏间的气流组织 .....	109



三、冷却物冷藏间的气流组织·····	109
四、冻结物冷藏间的气流组织·····	110
第六节 调节站的设计·····	110
一、不带热氨融霜的调节站·····	110
二、带热氨融霜、加压排液调节站·····	111
三、热氨融霜、重力排液调节站·····	111
四、总调节站设计·····	111
复习思考题·····	112
<b>第七章 制冷系统的管道设计</b> ·····	<b>114</b>
第一节 氨制冷系统管道设计要求·····	114
一、对管道、阀件及连接件的一般要求·····	114
二、管道内允许的流速和压降·····	115
三、氨管道布置原则·····	115
第二节 系统管径确定方法·····	116
一、公式计算法·····	116
二、图表计算法·····	117
第三节 管架的设计·····	125
一、管架的作用·····	125
二、管架的结构形式·····	125
三、管道的支点距离·····	126
四、管道的坡度·····	127
第四节 管道和设备的保温设计·····	127
一、需要隔热的设备和管道·····	127
二、隔热层厚度的确定·····	127
三、保温材料的选用·····	129
第五节 氟利昂系统管道设计·····	129
一、氟利昂系统管道、阀件的要求·····	129
二、系统管道设计要求·····	129
复习思考题·····	132
<b>第八章 制冷机器设备和管道布置</b> ·····	<b>133</b>
第一节 机房设计的一般要求·····	133
一、土建方面的要求·····	133
二、采暖通风的要求·····	133
三、供电和照明的要求·····	134
第二节 机房的机器设备布置·····	134
一、布置的原则·····	134
二、布置的形式·····	135
三、布置的要求·····	135
四、压缩机的布置·····	136
五、设备的布置·····	136

第三节 冷间的设备布置	139
一、一般的要求	139
二、布置的形式	139
三、有关设备的布置要点	140
第四节 管道布置	140
一、布置的要求	140
二、管道布置的方法	141
复习思考题	141
<b>第九章 制冰和储冰设计</b>	<b>142</b>
第一节 盐水制冰系统的设计	142
一、制冷及制冰工艺流程	142
二、盐水制冰的有关计算	142
三、盐水制冰间的设计要求	145
四、制冰间的布置	145
第二节 快速制冰系统的设计	147
一、制冰原理	147
二、主要设备	147
三、快速制冰的工艺流程	151
四、快速制冰的设计要求	151
第三节 人工冰场	151
一、人工冰场的构造	151
二、滑冰场的冰层要求	152
三、人工冰场的负荷计算	153
四、人工冰场的制冷方式	154
第四节 储冰间的设计	154
一、储冰间的容量计算	154
二、储冰间的内净容积计算	154
三、储冰间的净面积计算	155
四、储冰间的设计要求	155
复习思考题	156
<b>第十章 空调系统冷冻站设计</b>	<b>157</b>
第一节 空调负荷	157
一、空气计算参数的确定	157
二、空调房间冷负荷系数计算法	158
三、室内热源散热形成的冷负荷计算方法	158
四、空调房间冷负荷的确定	159
五、新风量与新风冷负荷	160
六、空调系统负荷的计算	160
七、空调系统负荷估算法	160
第二节 空调系统冷冻站的设备选择	161

一、冷水机组的选择.....	161
二、辅助设备的选择.....	163
第三节 空调系统冷冻站的布置.....	166
一、布置原则.....	166
二、布置方式.....	167
三、冷水机组的布置.....	167
四、辅助设备的布置.....	168
复习思考题.....	169
附录 .....	170
参考文献 .....	188

# 第一章 冷库总述

冷库是利用人工制冷的方法，使库房内温度低于外界环境温度而有利于易腐食品的加工、储藏，以保证食品食用价值的建筑物，它包括保温围护系统、冷冻系统、电控网络系统等。用以最大限度保持食品原有质量，适应淡旺季节食品供应和长期储存之用。

## 第一节 冷库的分类和组成

### 一、冷库的分类

冷库可按结构特点、使用性质、规模大小和使用库温等各种不同的形式进行分类。

#### (1) 按结构特点分

① 土建式冷库 这类冷库的主体结构（库房的支撑柱、梁、楼板、屋顶）和地下荷重结构都用钢筋混凝土，维护结构的墙体都采用砖砌而成，老式冷库中隔热材料以稻壳、软木等土木结构为主。

② 装配式冷库 这类冷库的主体结构（柱、梁、屋顶）都采用轻钢结构，围护结构的墙体使用预制的复合隔热板组装而成。隔热材料采用硬质聚氨酯泡沫塑料和硬质聚苯乙烯泡沫塑料等。

#### (2) 按使用性质分

① 生产性冷库 主要建在食品产地附近、货源较集中的地区和渔业基地，通常是作为鱼类加工厂、肉类联合加工厂、禽蛋加工厂、乳品加工厂、蔬菜加工厂、各类食品加工厂等企业的一个重要组成部分。食品进行冷加工后经过短期储存即运往销售地区，直接出口或运至分配性冷藏库作较长期的储藏。这类冷库配有较大的冷却、冻结能力和一定的冷藏容量。

② 分配性冷库 主要建在大中城市、人口较多的工矿区和水陆交通枢纽，主要是接收经过冷加工的食品，作为储存和市场供应之用。可在冷藏车、船的配合下起中间转运作用，向外地调拨或提供出口。它的特点是：冷藏容量大，可实现多品种食品的储藏，冻结能力较小，仅用于长距离调入冻结食品在运输过程中软化部分的再冻及当地小批量生鲜食品的冻结。因此要求库区能与铁路、主要公路、码头相通，做到运输流畅，吞吐迅速。

③ 零售性冷库 一般建在工矿企业或城市的大型副食品店、菜场内，供临时储存零售食品之用，它的特点是：库容量小，储存期短，库温随使用要求不同而异。在库体结构上，大多采用装配式组合冷库。随着生活水平的提高，其占有量将愈来愈大。

#### (3) 按规模大小分

① 大型冷库 此类冷库冷藏容量在 10000t 以上，生产性冷库的冻结能力在 120~160t/d 范围内，分配性冷库的冻结能力在 40~80t/d 范围内。

② 中型冷库 此类冷库冷藏容量在 1000~10000t 范围内，生产性冷库的冻结能力在 40~120t/d 范围内，分配性冷库的冻结能力在 20~60t/d 范围内。

③ 小型冷库 此类冷库冷藏容量在 1000t 以下，生产性冷库的冻结能力在 20~40t/d 范围内，分配性冷库的冻结能力在 20t/d 以下。

(4) 按使用库温分

① 冷却库 又称高温库，库温一般控制在不低于食品汁液的冻结温度，用于果蔬之类食品的储藏。冷却库或冷却间的保持温度通常在 0℃ 左右，并以冷风机进行吹风冷却。

② 冻结库 又称低温冷库，一般库温在 -30~-20℃，通过冷风机或专用冻结装置来实现对肉类食品的冻结。

③ 冷藏库 即冷却或冻结后食品的储藏库。它把不同温度的冷却食品和冻结食品在不同温度的冷藏间内作短期或长期的储存。通常冷却食品的冷藏间保持库温 2~4℃，主要用于储存果、蔬和乳、蛋等食品；冻结食品的冷藏间保持库温为 -25~-18℃，用于储存肉、鱼及家禽等食品。

此外，还可以按制冷剂的种类划分。

## 二、冷库的组成

冷库建筑群通常由主库、制冷压缩机间、设备间、生产厂房以及办公、生活用房等组成，主库是冷库建筑群中的主体建筑。

(1) 主库

① 冷却间 冷却间是用来对食品预冷却加工的库房。水果、蔬菜在进行冷藏前，为除去田间热，防止某些生理病害，应及时逐步降温冷却。鲜蛋在冷藏前也应进行冷却。近些年，北方有些地方建起了一批快速冷却间，专门用于对运往南方的鲜果进行运前冷却，效果很好。

此外，肉类屠宰后也可加工为冷却肉（中心温度 0~4℃），能作短期储藏，肉味较冻肉鲜美。对于采用二次冻结工艺来说，也需将屠宰处理后的家畜胴体送入冷却间冷却，使品温由 35℃ 降至 4℃，再进行冻结。冷却间的室温为 -2~±0℃，当食品达到冷却要求的温度后称为“冷却物”，即可转入冷却物冷藏间。

② 冻结间 冻结间是用来对食品快速冷却状态迅速降至 -18~-15℃ 的库房，它的室温为 -30~-23℃（国外有采用 -40℃ 或更低温度的）。冻结状态达到冻结终温的食品称为“冻结物”，即可转入冻结物冷藏间。

③ 冷却物冷藏间 这种冷藏间又称高温冷藏间，室温为 -2~4℃，相对湿度为 85%~95%，随着储存食品种类的不同，温湿度条件也有变化，如香蕉的储存温度为 11~16℃。它主要用于储藏经过冷却的鲜蛋、果蔬；由于果蔬在储藏中仍有呼吸作用，库内除保持合适的温湿度条件外，还要引进适量的新鲜空气。

④ 冻结物冷藏间 它又称低温冷藏间，室温为 -25~-18℃，相对湿度 95%~98%，用于较长期地储藏冻结食品。在国外，有的冻结物冷藏间温度降至 -30~-28℃。国内也有降低库温的趋势，在大连、烟台等地，已建起了大容积的超低温冷库。

⑤ 制冰间和冰库 冰库用于储存冰，库温为 -6~-4℃，冷却设备多用顶排管，也可采用冷风机，位置应靠近制冰间、出冰站台处。多层冷库制冰间在顶层时，冰库多设在下层。冰库内墙体、柱子应设护壁，以减轻冰块撞击。

制冰间主要制造桶式冰块，用盐水作载冷剂。制冰间设有制冰池、融冰池、倒冰架、注水器、吊车等设备，位置宜靠近设备间。利用快速制冰设备制冰时，可不设制冰间。

⑥ 气调保鲜间 气调保鲜主要是针对水果蔬菜的储藏。果蔬采收后，仍然保持着旺盛的生命活动能力，呼吸作用就是这种生命活动最明显的表现。呼吸作用越强，衰老越快。多

年来生产上一一直采用降温的办法来延长果蔬的储藏期，但效果欠佳。

目前国内外正在发展控制气体成分的储藏。即在果蔬储藏环境中适当降低氧的含量和提高二氧化碳的浓度，来抑制果蔬的呼吸强度，延缓成熟，达到延长储藏的目的。一般情况气体成分控制为： $O_2$  2%~5%， $CO_2$  0%~4%。控制气体成分有两种方法，即自然降氧法和机械降氧法。自然降氧法是用配有硅橡胶薄膜的塑料薄膜袋盛装物品，靠果蔬本身的呼吸作用降低氧的含量和提高二氧化碳的浓度，并利用薄膜对气体的透性，透出过多的二氧化碳，补入消耗的氧气，起到自发气调的作用。机械降氧法是利用降氧机、二氧化碳脱降机或制氮机来改变室内空气成分，达到气调的作用。

⑦ 穿堂 专为冷加工间或冷藏间进出货物的通道，起沟通各冷间及站台的作用，有常温穿堂或某一特定温度的穿堂。穿堂的平面布置和宽度由食品的流通量和运输工具决定。

⑧ 站台 供进、出库装卸之用，可分为铁路站台、公路站台或进货站台、出货站台等，常见为罩棚式。现在逐渐发展的封闭式站台，不仅具有进出货装卸的功能，更有保藏食品的功能。

## (2) 制冷压缩机房及设备间

① 制冷压缩机房 它是冷库主要的动力车间，安装有制冷压缩机、中间冷却器、调节站、仪表屏及配用设备等。目前国内大多将制冷压缩机房设置在主库邻近单独建造，一般采用单层建筑。国外的大型冷库常把制冷压缩机房布置在底层，以提高底层利用率。对于分散供冷方式的冷库，不设置集中供冷的压缩机房。

② 设备间 它安装有卧式壳管式冷凝器、储氨器、气液分离器、低压循环储液桶、氨泵等制冷设备，其位置紧靠制冷压缩机房。在小型冷库中，因机器设备不多，压缩机房与设备间可合为一间。水泵房也包括在设备间内。

③ 变、配电间 它包括变压器间、高压配电间、低压配电间（大型冷库还设有电容器间）。变、配电间应尽量靠近负荷大的机房间，当机房间为单层建筑时，一般多设在机房间的一端。

## (3) 生产工艺用房

① 屠宰车间 它的任务是宰杀生猪、牛、羊及禽类，建设规模按建库地区货源情况而定，平面布置时应注意与主库的联系。

② 理鱼间或整理间 理鱼间是供水产品冻结前进行清洗、分类、分级、处理、装盘、过磅、包装等工序的场所，一般按每吨冻鱼配 10~15 $m^2$  操作面积计算，处理虾、贝类则根据具体操作方式适当扩大。果蔬、鲜蛋在冷加工前先在整理间进行挑选、分级、整理、过磅、包装，以保证产品的质量。理鱼间或整理间都要求有良好的采光和通风条件，地面要便于冲洗和排水，设备、用具要符合卫生条件。

③ 加工车间 商业冷库常设有食用油加工间、腌腊肉加工间、熟食加工间、副产品加工间、肠衣加工间、制药车间等。水产冷库常设有腌制车间、鱼粉车间等。

④ 其他 如化验室、冷却塔、水塔、水泵房、一般仓库、汽车库、污水处理厂、铁路专用线、修理间等。

## (4) 办公、生活用房

办公、生活用房包括办公楼、医务室、职工宿舍、俱乐部、托儿所、厕所、浴室、食堂等。

## (5) 其他

危险品仓库是单独建筑的专储汽油、酒精、丙酮、制冷剂、易燃、易爆物品的库房，它应离开其他建筑 20m 以上。另外还有传达室、围墙、出入口、绿化设施等。

## 第二节 土建式冷库

冷库建筑不同于一般的工业与民用建筑，主要表现在不仅受生产工艺的制约，更主要的是受冷库内外温度差和水蒸气分压力差的制约。按冷库使用性质的不同，冷库建筑物内部常置 $-40\sim 0^{\circ}\text{C}$ 温度范围，而冷库建筑物外部则随室外环境温度的变化经常处于周期性波动之中，加之冷库生产作业需要经常开门导致库内外的热湿交换等，促使冷库建筑必须采取相应的隔热、隔汽、防潮等技术措施，以适应冷库的特点。这也是冷库建筑区别于普通建筑的特点所在。

冷藏库是食品冷却、冻结、冷藏的场所，它必须为食品提供必要的库内温度、湿度条件，并符合规定的食品卫生标准。合理的冷库结构、良好的隔热、防潮性能和地坪强度，是冷库长久使用的重要条件。

### 一、土建式冷库的结构

冷库的结构主要由围护结构和承重结构组成，是指承担建筑物各部分质量和建筑物本身质量的主要构件，如屋架、梁、楼板、柱子、基础等，这些构件构成了建筑的传力系统。

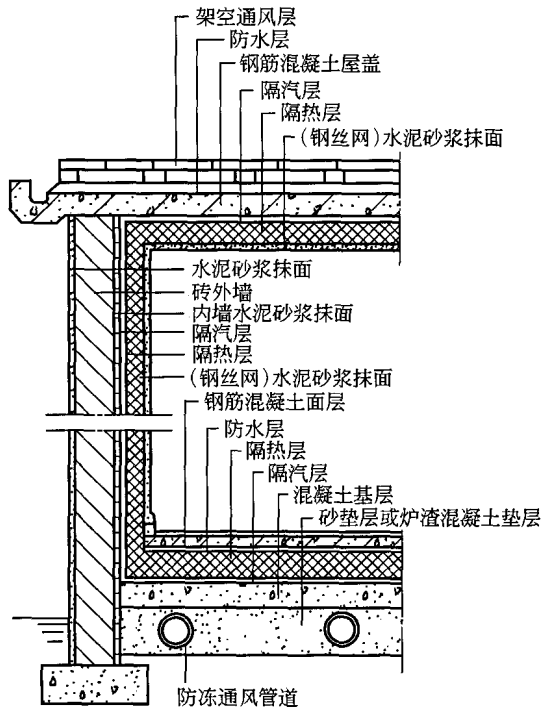


图 1-1 土建式冷库的基本结构

冷库地基应选择有较大承载能力的，地基应稳定，并不受地面、地下水的影响和低温冻胀。地基表面应与载荷合力垂直。冷库地基有天然地基和人工地基两类。

#### (2) 基础

基础应有足够的抵抗外力的抗力，有良好的抗潮湿、防冻的性能。一般冷库采用柱基础、条形基础、板式基础和箱形基础。

土建式冷库的基本结构如图 1-1 所示。

土建式冷库结构的性能要求：应有较大的强度和刚度，并能承受一定的温度应力，在使用中不产生裂缝和变形；冷库的隔热层除具有良好的隔热性能并不产生“冷桥”外，还应起到隔汽、防潮的作用；冷库的地坪应作防冻胀处理；冷库的门应具有可靠的气密性能。

#### 1. 地基与基础

土建式冷库的地基是指承受全部载荷的土层；基础是直接承受冷库建筑自重并将全部重量传递给地基的结构物。基础应具有较大的承载能力、足够的强度，并将冷库载荷均匀地传到地基上，以免冷库建筑产生不均匀沉降和裂缝，同时基础也应具有足够的抗潮湿、防冻胀的能力。一般冷库多采用柱基础。

##### (1) 地基

冷库地基应选择有较大承载能力的，地

## 2. 柱和梁

### (1) 柱

柱是库的主要承重构件。冷库柱子截面多为方形，以便于施工和敷设隔热材料。为满足强度的要求，冷库普遍采用钢筋混凝土柱，一般不可用砖柱。冷库的柱子要少（尽可能用大跨度梁），柱网跨度要大，尽量采用小截面，以少占空间。冷库的柱网多采用  $6\text{m} \times 6\text{m}$ ，大型冷库的柱网可采用  $12\text{m} \times 6\text{m}$  或  $18\text{m} \times 6\text{m}$ 。

### (2) 梁

冷库采用的梁有楼板梁、圆梁、基础梁、过梁等形式。梁可以预制，也可现场水泥浇筑。

## 3. 墙体

冷库墙体是冷库建筑的主要组成部分。冷库外墙除隔绝风、雨侵袭，防止外温变化和太阳辐射影响外，还应有较好的隔热防潮性能。

冷库外墙由围护墙体、防潮隔汽层、隔热层和内保护层等组成，见图 1-1。

围护墙体有砖墙（外墙）、预制混凝土墙和现浇钢筋混凝土墙等。一般采用热惰性大、延迟时间长的砖外墙，墙厚在  $240 \sim 370\text{mm}$  范围。为增强墙体稳定性，除设锚系梁外，可设不承载的砖垛。外墙内依次敷设防潮隔汽层、隔热层及内保护层，目前新建冷库防潮隔汽层多为油毡或新型尼龙薄膜，并敷设于隔热层的相对高温侧，油毡隔汽一般为二毡三油。冷库隔热层可用块状、板状或松散隔热材料，如泡沫塑料、软木、矿渣、棉等敷设或充填，冷库常用隔热材料的热物理性见表 1-1。

表 1-1 冷库常用隔热材料的热物理性

材料名称	密度 $\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$	热导率 $\lambda/[\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})]$		比热容 $C$ / $[\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$	蓄热系数(24h) / $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$
		实测值	设计采用值		
玻璃纤维	190	0.04	0.076	1.09	0.51
聚苯乙烯泡沫塑料	19	0.035	0.047	1.21	0.23
聚氨酯泡沫塑料	40	0.022	0.03	1.26	0.28
软木	170	0.58	0.070	2.05	1.19

另外，在分间冷库中设有冷库内墙，把各冷间隔开。冷库内墙有隔热、不隔热两种。不隔热的内墙用于两相邻冷间温差  $< 5^\circ\text{C}$  的场合，一般采用  $240\text{mm}$  或  $120\text{mm}$  厚的砖墙，两面水泥砂浆抹面（不隔热内墙不得破坏吊顶隔热层）。隔热内墙多采用块状泡沫混凝土作衬墙，再做隔热和防潮，以水泥砂浆抹平，并应注意隔热的连续性。隔热内墙的防潮隔汽层多做墙壁高温侧，亦可两侧均做。

## 4. 楼板

库房楼板的结构形式常用梁板式结构和无梁楼盖结构两种。

### (1) 梁板式结构

梁板式结构由梁、板、柱三种构件组成，楼面荷载由楼板传给主梁，再由主梁经柱子传给基础，如图 1-2 所示。

梁板式结构多用于小型单层冷库库房，具有技术简单、施工方便的特点。冷库要求整体性好，宜用现浇梁板结构。

### (2) 无梁楼盖结构



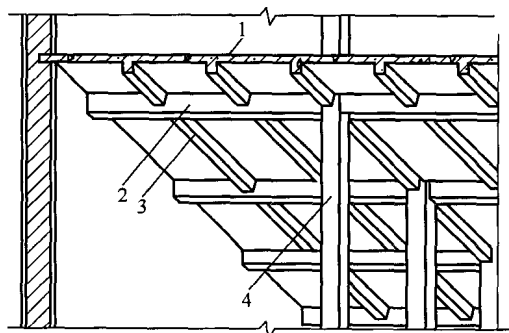


图 1-2 梁板式结构

1—楼板；2—主梁；3—次梁；4—柱

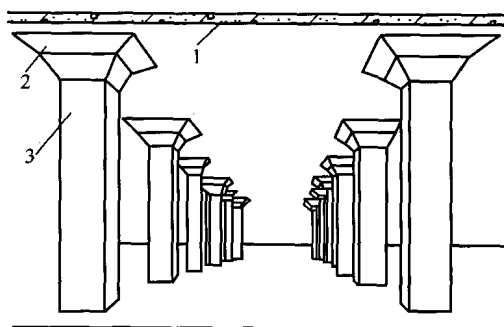


图 1-3 无梁楼盖结构

1—楼板；2—柱帽；3—柱

多层冷库不宜采用梁板式结构，因板底有主、次梁通过，不利于隔热层和隔汽层的施工，也不利于制冷管道的安装和气流组织，更不能充分利用建筑空间。目前，多层冷库库房多采用无梁楼盖结构。无梁楼盖结构是由楼板、柱帽、柱组成，如图 1-3 所示。

为了整体性好，多用现浇无梁楼盖。无梁楼盖结构的特点是：

- ① 现浇板底光滑平整，有利于顶排管和风道的设置，同时也有利于库内气流组织；
- ② 因板底无梁，库房内的空间可充分利用，节省土建投资；
- ③ 板底如需倒贴隔热层和隔汽层时，施工方便，且节省材料；
- ④ 板底光滑平整，不易积聚灰尘，卫生条件好。

## 二、土建式冷库的隔热

冷库隔热对降低冷库热负荷、保持库内温度的稳定具有重要作用。很难想像一个无隔热的冷库能储存质量良好的冷藏食品，更难预计采用多么大的制冷设备才能补偿冷库的冷量损失。因此对冷库的墙、地板、屋顶乃至楼板均应进行隔热。

冷库隔热结构除了应有良好的隔热性能，即较小的传热系数（如停机后库温回升一般不大于  $1.5 \sim 2^\circ\text{C}/\text{h}$ ）外，还应考虑有一定的强度，地坪应有较大的负载能力；应尽可能少占冷库有效空间；减少隔热层内的“冷桥”，隔热结构应能防潮，具有持久的隔热效能；隔热材料外部设保护层，以防虫蛀、鼠咬或装卸作业时损坏。

### 1. 冷库隔热材料应满足的基本要求

- ① 热导率较小，使用较薄的隔热层能获得较好的隔热效果；
- ② 相对密度小且价廉；
- ③ 良好的耐火性，不自燃，也不助燃，以提高冷库的防火性能；
- ④ 良好的抗湿性、抗冻性，坚固结实，抗压强度大，经久耐用，以保证长期使用；
- ⑤ 不产生任何异味，也不吸收异味，不散发有毒物质，这对冷库的食品储存具有重要意义。

此外，冷库隔热材料还应有良好的抗腐蚀性能，不孳生蛀虫或其他细菌，且易于安装施工和拆修。

### 2. 冷库常用隔热材料

针对冷库隔热材料的要求，目前尚难找到一种十分完美的隔热材料。但隔热技术的不断发展，为冷库隔热材料的选择提供了良好的条件和可能。目前冷库广泛采用的隔热材料有软木、玻璃纤维、泡沫塑料或组合夹心板等。