



GAODENG XUEXIAO ZHUANYE JIAOCAI

• 高等学校专业教材 •

冷库建筑

L E N G K U J I A N Z H U

谈向东 主编



中国轻工业出版社

高等学校专业教材

冷库建筑

谈向东 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

冷库建筑/谈向东主编. —北京: 中国轻工业出版社,
2006.8

高等学校专业教材

ISBN 7-5019-5486-0

I. 冷... II. 谈... III. 冷藏库-建筑设计-高等
学校-教材 IV. TU249.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 067830 号

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 刘 鹏
版式设计: 马金路 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720×1000 1/16 印张: 19

字 数: 361 千字

书 号: ISBN 7-5019-5486-0/TS·3191

定 价: 36.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119817 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

50949J4X101ZBW

前 言

随着改革开放后二十多年市场经济的长足发展,我国食品冷藏链与物流已初具规模,其中一个环节——冷库是食品冷藏链中不可或缺的。

上海水产大学制冷空调工程系在制冷工艺设计、冷库建筑设计方面已有五十多年的经验积累和教学实践,培养了近千名第一线的制冷行业技术工程人员,其中不乏制冷工艺设计、冷库建筑设计的领军人物。

上海水产大学制冷空调工程系的制冷教学中,《冷库建筑》是一门必修的课程,经过多年的积累,特别是潘起元教授二十多年的努力,形成了制冷教学的一个特色,多次对教学内容不断修缮与改进;作为她的学生,也是《冷库建筑》课程教学的实践者,将其编写出书是对老师的纪念和继承;同时再次感谢潘起元教授对本书进行了仔细的审核并提出很多意见,对出书作出了贡献。

上海水产大学在新一轮本科教学改革中,对《冷库建筑》教材的修改,给了很大的支持与帮助,列为校级资助项目(编号:233030);我的同事们余克志、厉建国、谢晶等在工作百忙之中,抽出大量的业余时间,尽心尽力地多次修改自己承担的编写内容;其中,本书第二章食品冷库建筑设计原理部分内容由余克志讲师、第六章组合冷库由厉建国工程师、第七章气调冷库由谢晶教授通力完成;本书中部分图由严磊、戚彬、钱亘同学协助绘制;有些工作由潘伏忠、闫辉、梁冯雷同学协助完成。在此一并感谢。

全书由谈向东主编,方恒和高级工程师审稿。

《冷库建筑》教材的完成,目的是总结冷库建筑教学,使其较完整地梳理一下在冷库建筑教学、设计中涉及的各个节点与要点,其中难免有很多的疏漏和不足,敬请读者和制冷行业的技术人员指正。

《冷库建筑》的全体编写人员,向制冷行业的技术人员,特别是向冷库建筑教学和设计方面的参与者征求修改意见,以帮助我们再版时进一步完善。

谈向东

2006年6月于上海

引 言

在这门课开课时,按惯例对“冷库建筑”作个总体介绍,方便大家学习、掌握。

1. 制冷

顾名思义,就是制造“冷”。“冷”的一般理解就是低于常温的感觉;但是“制冷专业”出身的学生就不能按这个常理去简单理解,这里的“冷”在专业领域里应该准确地理解为“温度或温度范围,包容温度范围的空间”。“制冷”就是制造并保存一个人工环境;更广泛地理解是制造并保存一个特定温度范围的过程或方法。

例如:在哈尔滨(或北方)的一个冷库里,要求冻鱼温度为 -18°C 。在夏天需要制冷机去打“冷”;但是到冬天的大环境下,只需开一下冷库门,将外面的冷空气直接放进去即可,并需要控制时间(太冷的话,还要加热)。

制冷即制造并保存一个适宜的温度或温度范围的过程;冷库即为保存这个温度或温度范围的专有建筑。

2. 人工制冷

人工制冷是借助于一种专门装置,消耗一定的外界能量,迫使热量从温度较低的被冷却物体,转移给温度较高的周围介质,得到人们所需的各种低温。

制冷一般可分为二个部分:

- (1) 制造冷源(提供动力);
- (2) 保护冷源(围护结构即冷库)。

3. 冷库

冷库是指为保存人工制造温度或温度范围的专用建筑。

随着我们进入 21 世纪,生活水平和技术制造水平的发展,现代冷库不仅能制造“冷”,而且可以控制冷库内的空气成分(即 CA 气调库)和湿度等;建筑材料也从土建冷库发展为装配式冷库。

冷库是城市的冰箱。

4. 食品冷库

食品冷库是指商业、水产、外贸等行业的冷库内放置的对象为食品(水产、肉类、禽蛋、水果等)的冷库。

5. 冷库建筑设计

冷库建筑设计不仅作为本课程学习的重点,也是学习冷库建筑的设计语言、方法。

6. 冷库建筑学习的意义

冷库建筑学习的意义是学习怎样建造、如何保护冷源的建筑——冷库。

7. 冷库建筑学习的重点

- (1) 从什么是建筑、什么是冷库建筑着手,了解建筑、结构建造的一般理论;
- (2) 对相关建筑材料的了解(特别是隔热材料的了解)和怎样处理;
- (3) 为制冷设备的安装,设计创造出合理的空间;
- (4) 学习冷库建筑的设计语言、方法。

我们的专业虽不是建筑工程专业,但是通过本课程的学习,可以掌握“冷库建筑”的基本原理,了解冷库建筑的基本做法,在今后工作中,指导建筑、结构设计,并做出合理方案。

8. 冷库建筑学习的过程

除正常的作业外,希望大家多看一些冷库,接受感性知识,并在课程结束时,做一个模拟的冷库规划设计,进行书面考核。

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 食品冷库建筑结构的特点	(1)
一、食品冷库建筑的特点	(1)
二、食品冷库结构的特点	(3)
三、食品冷库的建筑形式	(4)
第二节 食品冷库的分类和组成	(8)
一、食品冷库的分类	(8)
二、食品冷库的组成	(10)
第三节 食品冷库设计的程序及各设计阶段的文件要求	(15)
一、勘察、收集资料的准备阶段	(15)
二、方案设计阶段	(15)
三、技术设计阶段	(16)
四、施工图设计阶段	(16)
第四节 食品冷库设计的一般要求和设计过程中各工种的配合	(19)
一、土建设计	(20)
二、工艺设计	(20)
三、给排水设计	(20)
四、电气设计	(20)
五、采暖通风设计	(20)
第五节 学习的内容、目的和方法	(20)
一、学习的内容	(20)
二、学习的目的	(21)
三、学习的方法	(21)
第二章 食品冷库建筑设计原理	(23)
第一节 食品冷库建筑基本知识	(23)
一、施工图编制与制图标准	(23)
二、建筑施工图及其表示方法	(48)
第二节 食品冷库的总平面布置	(53)
一、食品冷藏企业在城市中的规划布置	(53)
二、食品冷库库址的选择	(55)

三、食品冷藏库的总平面布置	(59)
四、食品冷库的安全防火及卫生	(65)
第三节 食品冷库建筑的平面、立面和剖面设计	(68)
一、食品冷库建筑的平面设计	(68)
二、食品冷库建筑剖面的设计	(85)
三、食品冷库的立面设计	(86)
第四节 食品冷库的结构选型及经济分析	(88)
第三章 食品冷库建筑的隔热与隔汽防潮	(91)
第一节 食品冷库建筑热工基础知识	(91)
一、传热的基本方式	(91)
二、通过平壁的稳定导热	(93)
三、对流换热	(102)
四、辐射换热	(103)
五、平壁的稳定传热	(105)
六、材料的蓄热系数和围护结构的热惰性指标	(109)
七、湿空气的概念	(110)
第二节 食品冷库围护结构的隔热设计	(114)
一、隔热材料	(114)
二、冷库围护结构隔热计算	(119)
三、冷库围护结构隔热方案的选择	(125)
第三节 食品冷库围护结构的隔汽防潮	(126)
一、隔汽防潮材料	(126)
二、冷库外围护结构的蒸汽渗透和冷凝	(129)
三、防止和控制冷凝的措施	(135)
第四章 食品冷库建筑构造	(137)
第一节 食品冷库的地基与基础	(137)
一、地基、基础的作用及设计要求	(137)
二、地基、基础设计资料	(138)
三、地基	(139)
四、基础	(142)
第二节 食品冷库的墙体	(150)
一、冷库墙体作用和分类	(150)
二、冷库墙体构造的基本要求	(151)
三、冷库外墙的隔热构造	(152)
四、冷库的内隔墙	(156)

五、冷库墙体局部构造处理	(158)
第三节 食品冷库的梁板式与无梁式结构构造	(161)
一、冷库的梁板式结构	(162)
二、冷库无梁结构	(164)
第四节 食品冷库的楼面与地坪	(166)
一、冷库的楼面	(166)
二、冷库的地坪	(169)
第五节 食品冷库的屋顶和阁楼层	(173)
一、屋顶的形式和防水处理	(173)
二、冷库屋顶的隔热处理	(176)
三、冷库屋顶的檐口处理	(180)
第六节 食品冷库的楼梯、电梯间	(182)
一、楼梯和楼梯间	(182)
二、电梯间	(183)
第七节 月台和封闭式月台	(184)
一、月台	(184)
二、封闭月台	(186)
第八节 食品冷库门	(190)
一、冷库门的特点和要求	(190)
二、冷库门的形式	(192)
三、冷库门的电热防冻装置和空气幕的设置	(195)
四、吊轨小门	(197)
第九节 冷桥处理	(198)
一、冷桥的形成及其危害	(198)
二、冷桥处理	(199)
第五章 食品冷库建筑的维修	(204)
第一节 食品冷库大修的范围	(204)
第二节 食品冷库建筑的损坏	(204)
一、冷库建筑损坏的主要原因	(204)
二、冷库建筑损坏情况的观察	(205)
第三节 食品冷库建筑维修的原则与方法	(206)
一、食品冷库建筑维修的原则	(206)
二、食品冷库建筑维修的程序和做法	(207)
第四节 食品冷库维修的技术处理	(208)
一、冷库地基冻胀和地坪冻鼓的处理	(208)

二、冷库墙体的裂缝处理	(209)
三、楼地面裂缝处理	(210)
四、冷库结构构件的修理和加固	(210)
第六章 组合冷库	(211)
第一节 组合冷库简介	(211)
一、装配式冷库的结构	(211)
二、装配式冷库的组合与装配	(213)
第二节 《组合冷库》(JB/T9061—1999)简介	(217)
一、组合冷库的分类	(217)
二、组合冷库技术要求	(218)
第七章 气调冷库	(222)
第一节 气调贮藏的原理与气调调节的方式	(222)
一、气调贮藏的原理	(222)
二、气调调节的方式	(223)
第二节 气调冷库建筑特点	(224)
一、气调冷库建筑结构类型	(224)
二、气调冷库建筑最主要的特点——气密性	(225)
三、气调冷库库体的密封技术	(226)
四、气调冷库气密性的检测	(232)
第三节 气调冷库的平面布置设计	(232)
一、方案设计	(232)
二、气调冷库的主体建筑物	(233)
三、气调冷库配套建筑物	(234)
第八章 冷库库房的管理	(235)
第一节 库房操作管理	(235)
一、正确使用冷库,保证安全生产	(235)
二、加强管理工作,确保商品质量	(236)
第二节 库房卫生管理	(240)
一、冷库的卫生和消毒	(240)
二、食品冷加工过程中的卫生管理	(242)
第三节 冷库节能	(244)
一、采用新工艺、新技术、新设备的设计方案	(245)
二、及时进行冷藏食品的结构改革	(246)
三、加强科学管理	(246)
第四节 制冷系统安全运行管理	(252)

一、安全装置	(252)
二、安全操作	(258)
三、制冷剂钢瓶的使用和管理	(260)
四、人身安全及救护	(262)
附录	(267)
附录 1 冷库建设项目竣工验收技术经济资料 ——隐沙路万吨冷库	(267)
附录 2 长沙肠衣厂冷藏库(1 800t)	(286)
附录 3 四川德阳冻兔厂冷藏库(500t)	(287)
附录 4 武汉第六冷冻厂万吨冷藏库	(288)
附录 5 江苏镇江外贸万吨冷藏库	(290)
附录 6 上海龙华果品冷库(5 500t)	(291)
参考文献	(292)

第一章 概 述

第一节 食品冷库建筑结构的特点

一、食品冷库建筑的特点

建造各种不同类型的建筑物都是为了满足人们的物质生产和文化生活的需要。

冷库主要是对食品进行冷加工和冷藏的建筑物,它包括各类库房、氨(氟里昂)制冷机房、变配电室及其附属建(构)筑物。

冷库是用人工制冷的方法,对易腐食品进行冷加工或冷藏的建筑物,以供调节淡、旺季,保证市场供应,执行出口任务和做长期储备之用。换句话说,冷库是城市的“冰箱”。

冷库不同于一般工业或民用建筑,主要表现在:受生产工艺条件的制约,它要为易腐食品在低温条件下,进行冷却—保鲜—冻结—冷藏等工艺作业;为保持食品的色泽、味道和营养价值提供必要条件。这个必要条件就是“冷”,按冷库使用性质的不同,冷间温度一般在 $-40\sim 0^{\circ}\text{C}$ 左右。因此建筑物经常处于低温条件下,故冷库建筑必须采用相应的技术措施,以适应它的特点。图 1-1 所示为 54 000t 吴泾冷库建筑群外观。



图 1-1 54 000t 吴泾冷库建筑群外观

1. 冷库既是工厂又是仓库

冷库不仅是个储藏食品的仓库,而且是食品冷加工的生产性厂房,它必须满足各种不同食品冷加工生产工艺流程的合理要求,同时与库内外的运输条件、包装规格、托板(货架)大小、货物堆装方式、设备布置等有关,这种仓库是一种低温仓库。

2. 隔热

冷库库房内的温度,一般较库外温度低(北方的冷却物冷藏间在冬天除外),而且受外界和内部环境温度波动的影响。

一方面库外环境温度是随着自然界气温的变化而变化的。如每天昼夜气温变化,每年春、夏、秋、冬四季气温的变化,因此库外环境经常处于周期性温度波动之中;另一方面,因制冷设备的开关、库门的开启、货物的进出也会使库内的温度产生波动,这时需用制冷方法来补充库房所需的冷量。为了减少冷量的损耗,必须阻挡外界热量通过冷库库房的外围护结构进入库内,因此冷库建筑的围护结构必须设置具有适当隔热能力的隔热层,即隔热层要有一定的厚度和连续性。

3. 隔汽和防潮

冷库的围护结构设置了隔热层可以减少热量的传递,但在热量传递过程中,大气中的水蒸气也是随着温度的不同而从高温侧传到低温侧(即由水蒸气分压力高的一侧传到水蒸气分压力低的一侧)。当水蒸气通过围护结构时,会在围护结构的材料孔隙中凝结成水分。水分遇冷则结成霜或冰,使材料的热导率大大增加,隔热材料失去了它的隔热性能,严重时破坏冷库的围护结构。因此,在隔热材料的热面侧必须设置隔汽层、为了防止屋面水、地下水、地面水、使用水渗入库内的隔热层,设置防潮层也是十分必要的。

4. 冷桥

目前,冷库库房的隔热构造大多采用内隔热的施工方法,在构造上必然存在许多“冷桥”(即传递热量的桥梁)。

为了防止热量的传递影响库房温度的稳定性和防止建筑结构的损坏,在设计、施工和使用时,必须注意尽可能减少“冷桥”,在出现“冷桥”的地方,必须加以处理和预防。

5. 门、窗、洞

为了减少库房内外温度和湿度变化的影响,冷库库房一般不开窗,门、洞也尽量少开。因此要求工艺、水、电等设备管道尽量集中,减少开洞个数。

门是冷库库房货物进出的必要通道,但也是库内外空气热湿交换最显著的地方,由于热湿交换使门的周围产生凝结水,遇冷结成霜或冰,多次频繁的进出、冻融的交替作用,使门附近的建筑结构材料受破坏,故在门的周围必须采取措施,如加设风幕、电热丝、门套(门斗)和门帘等。

6. 辐射热

为了减少太阳的辐射热,冷库库房外表面的颜色要用浅色(如白色、乳白色、银灰色等),围护结构的外表面应平整光滑,有利于反射防热,尽量避免大面积的西晒,如必须朝西可采用遮阳的方法,屋顶设架空通风层,减少太阳辐射热直接通过屋面传入库房,影响库房温度。

7. 地坪防冻

由于低温库房的温度常年低于摄氏零度以下,若库房地坪下的土壤得不到足够热量的补充,温度会逐渐下降,以致产生地坪下土壤冻胀而引起地坪冻鼓或地基冻鼓现象,危及建筑、结构安全,因此低温冷库的地坪,除了设置防潮、隔热层外,还要采取地坪防冻的措施,使地坪下的土壤保持在 0°C 以上。

二、食品冷库结构的特点

(一) 土建结构形式

冷库结构主要是指承担建筑物各部分重量(如人、货物、设备等)和建筑本身重量的主要构件,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,按承重部分组成的材料不同,一般可分成以下几种结构类型:

1. 钢结构

主要承重结构构件:如梁、柱、桁架等均是由各种类型的钢材组成,目前多用于大型的装配式冷库。

2. 钢筋混凝土结构

主要承重结构构件是由钢筋混凝土组成。如钢筋混凝土梁、板、柱、基础等组成的钢筋混凝土框架系统,多用于单层冷库;多层冷库多用钢筋混凝土无梁楼盖结构。

3. 混合结构

主要承重部分由砖、钢筋混凝土木屋架组成。如砖墙、砖柱、钢筋混凝土梁和板,多用于单层小型冷库。

4. 砖木结构

主要承重部分有砖木组成。如砖墙、砖柱、木楼板、木屋架等,这类结构因大量使用木料,对防火不利,目前在冷库中很少使用。

(二) 由于冷库库房具有低温的特殊性,因此冷库结构也有较一般建筑不同特点

1. 荷载

冷库库房主要是用作存放食品,它的动荷载可达 $1\sim 3\text{t}/\text{m}^2$ 。

2. 温度内力

冷库建筑结构在冷间降温后,由于建筑材料的热胀冷缩,而产生垂直或水平

方向的冷缩变形,在构件之间的相互约束作用下产生温度内力,如设计不当,易产生裂缝,必须加以注意,采取必要的措施,以减少温度内力对结构的影响。

3. 建筑材料

由于冷库库房经常处于低温潮湿或冻融频繁的环境下,因此建筑结构所采用的材料应耐低温、耐湿、抗水性能好,故多采用钢筋混凝土结构。钢筋混凝土构件除应保证结构上的安全、耐久要求外,还要考虑受冻融、碳化、风化和化学侵蚀等影响,采用钢结构时可按最低工作温度高于 -30°C 条件下优先用钢材。

对超低温冷库则更应考虑材料方面的功能。

三、食品冷库的建筑形式

(一) 食品冷库的建筑形式

冷库库房的建筑形式是根据库址来决定平面布局、冷库的容量、生产工艺流程、制冷方式、产品堆装方法的,但不外乎是单层库或多层库两种(装配式或土建)。单层库房和多层库房各有优缺点,必须因时、因地等诸多因素而定。

1. 单层库房

中小型冷库容量的库房多采用单层,国外目前常使用钢结构的大跨度、层高大的预制装配式的大型冷库,因为单层冷库有许多优点:

- (1) 结构简单,施工速度快,建设周期短;
- (2) 库房屋高不受载荷的限制,可尽量利用空间;货物的重量直接承受在地基上,基础费用少;
- (3) 跨度大,柱子少,平面利用率高。且便于使用各种运输和装卸机械;
- (4) 单层库房平面运输货物吞吐速度快。

单层冷库的缺点:

- (1) 相同库容的单层库房较多层库房的占地面积大,外围护结构面积也大,耗冷量多,隔热材料用量大;
- (2) 单层库房为低温库房时,地坪的防冻工程量较大。

总的来说,单层库房比多层库房优点多,在用地条件或建筑材料允许的情况下,应多建造单层库房,特别是大跨度,大层高的预制装配式冷库。

2. 多层库房

我国大、中型冷库库房多采用多层,层数一般宜采用4~6层,以便充分利用电梯设备,也不会因层数太多而影响货物吞吐速度。多层冷库库房的优点:

- (1) 相同库容量的多层库房较单层库房占地面积小;
- (2) 外围护结构面积小,耗冷量小,隔热材料省,每平方米土建造价较低。

多层库房的缺点:

- (1) 多层库房的荷载比较大,库房内柱子比较多,平面有效利用率较低,且

不利于使用机械搬运；

(2) 多层库房总荷载大。如库址地基承载力差时,基础施工复杂,土建价格高；

(3) 楼板的承载力限制了货物的堆装高度。如采用机械堆装利用率低；

(4) 多层库房多为现浇钢筋混凝土无梁式楼盖结构,现场施工,施工期较长。

冷库库房的建筑形式除了分单层和多层外,还有地下冷库、山洞冷库等其它不同形式的冷库。

3. 全自动高货架单层冷库

这是 20 世纪 60 年代出现的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,大大简化了建筑结构、制冷系统、货物装卸等方面的工作。

这种冷库层高一般在 20~30m,库内沿纵向设两排或多排轻型钢制作的多层高货架,货架本身就是建筑物的结构构件,预制的外围护隔热墙板就固定在货架上(见图 1-2)。两排货架之间设两台沿轨道可在库房内纵向水平移动的自动巷道式装卸机(见图 1-3),在一侧货架底层有两处货物进出口,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,可确保货物按先进先出的原则进行管理,管理人员可减少到最低限度,一般只有 2~3 人。

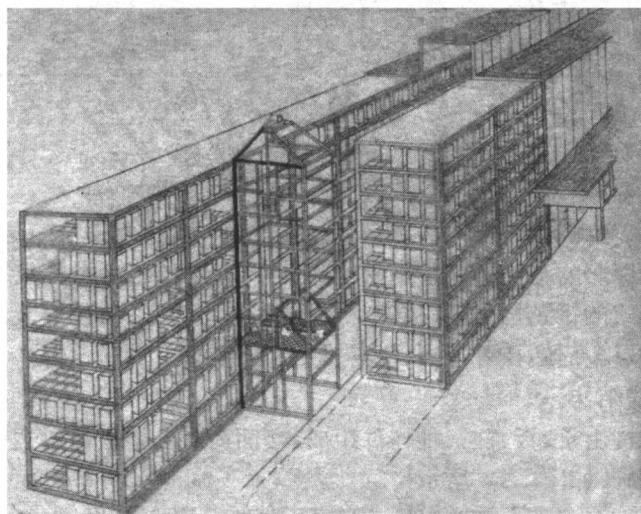


图 1-2 全自动高货架单层冷库剖视图

这种类型的冷库适用于吞吐量大,货物进出频繁的大、中型冷库。但全自动高货架单层冷库一次性投资比普通冷库高 60%~70%;同时,技术水平要求高,配套系统复杂,管理水平要求较高。目前,还没有被广泛采用,但却是冷库建筑

发展的方向。

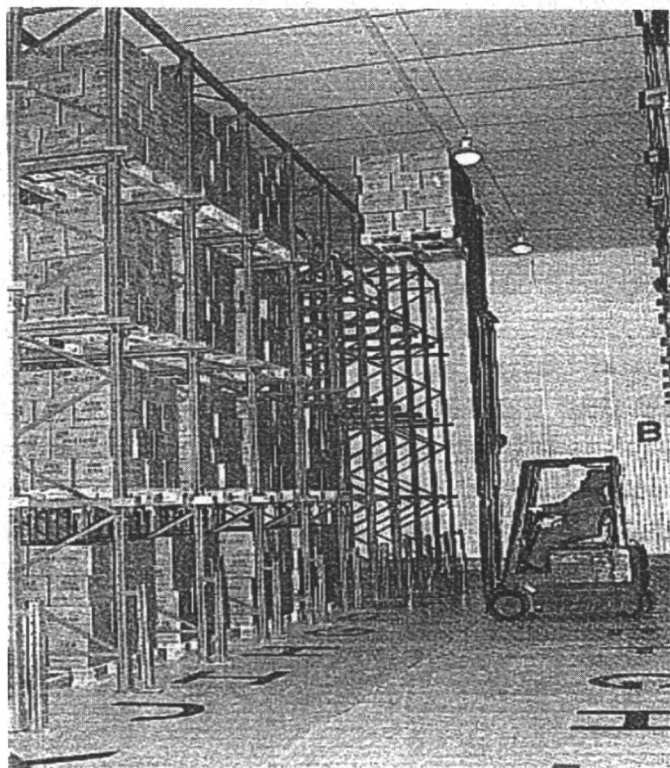


图 1-3 铲车进出货架实景

(二) 食品冷库的结构形式

我国冷库库房的结构形式常用的是梁板式结构和无梁式楼盖结构两种,属大型预制装配式的钢结构,具有构件工厂预制、成套生产、现场安装简便、施工期短、投产迅速、资金周转快等特点,值得推广和发展。

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 1-4 所示。

梁板式结构多用于小型单层冷库库房,它具有技术简单、施工方便的特点,冷库要求整体性好,宜用现浇梁板式结构,为方便制冷管道安装和便于库房气流组织,库内的梁多做成反梁;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铺设,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,梁板连接部位容易孳生霉菌,影响冷藏卫生。