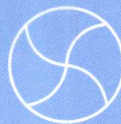


小型冷藏库 结构、安装与 维修技术

李援瑛 主编



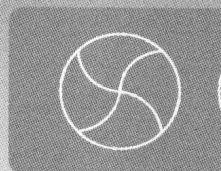
YZLI0890148237



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

小型冷藏库 结构、安装与 维修技术

李援瑛 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

随着国民经济的迅速发展和人民生活水平的不断提高,小型冷藏库被大量建设和使用,为满足人们学习小型冷藏库设计、安装和维修的要求,特编写本书。本书参照《制冷设备维修工》职业技能鉴定标准的要求,介绍了小型冷藏库主要设备的结构和工作原理,重点讲述了小型冷藏库设计、安装、调试、运行管理及制冷设备常见故障的分析与处理方法。

本书适合具有一定相关基础知识的在职小型冷藏库运行管理和维修人员阅读,也可满足中高等职业院校学生系统学习小型冷藏库专业理论知识和操作技能的需要。

图书在版编目(CIP)数据

小型冷藏库结构、安装与维修技术/李援瑛主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 2

ISBN 978-7-111-40881-9

I. ①小… II. ①李… III. ①冷藏库—基本知识 IV. ①TB657.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第301081号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:徐明煜 责任编辑:闫洪庆

版式设计:张薇 责任校对:常天培

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2013年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·8.5印张·194千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-40881-9

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

目 录

前言

第一章 冷藏库的基础知识 1

第一节 冷藏库的类型 1

一、按冷藏库库体结构的分类及特点 1

二、按使用性质的分类及特点 1

三、按冷藏库规模大小的分类及特点 2

四、按使用库温要求的分类及特点 2

五、按使用贮藏特点的分类及特点 2

六、按贮藏物品的分类 2

七、按冷藏库制冷系统冷却方式的分类 2

八、按冷藏库制冷设备所用工质的分类 2

第二节 土建式小型冷藏库 3

一、土建式小型冷藏库的结构 3

二、土建式小型冷藏库的隔热和防潮处理 4

第三节 装配式小型冷藏库 5

一、装配式小型冷藏库的结构 5

二、装配式小型冷藏库的主要性能参数 6

三、装配式小型冷藏库的种类、用途和技术数据 6

四、小型活动冷藏库的制冷机组选配参数 8

第四节 气调冷藏库的基本知识 8

一、气调冷藏库的分类 8

二、气调贮藏的原理 8

三、气调贮藏的特点 9

四、气调冷藏库的主要气调设备及辅助

设备 9

第五节 小型冷藏库参数的计算 11

一、冷藏库的容量计算 11

二、冷藏库吨位数的简易计算方法 11

三、小型冷藏库制冷负荷的计算 12

四、小型冷藏库设备及操作负荷的计算 13

五、冷藏库蒸发器参数的计算 15

六、小型冷藏库制冷机组选择 15

第二章 制冷基础知识 16

第一节 制冷剂的基础知识 16

一、常用制冷剂的基本特性 16

二、冷藏库制冷系统制冷剂的选用原则 17

三、制冷剂的存放要求 17

四、制冷剂的分装 18

第二节 冷冻润滑油的基础知识 19

一、冷冻润滑油的性能指标 19

二、冷冻润滑油在制冷系统中的作用 20

三、冷冻润滑油的规格 20

四、冷冻润滑油变质的原因及判断 20

第三章 小型冷藏库的制冷设备 22

第一节 活塞式制冷压缩机 22

一、活塞式压缩机的分类 22

二、活塞式单级制冷压缩机型号表示方法 23

三、半封闭活塞式压缩机的基本结构 24

四、全封闭活塞式压缩机的基本

结构	24	第六节 小型冷藏库氟利昂制冷系统工作	
五、活塞式制冷压缩机的常用术语	24	原理	48
六、活塞式制冷压缩机的主要技术		一、水冷式氟利昂制冷系统工作原理	48
参数	26	二、风冷式氟利昂制冷系统工作原理	49
七、活塞式制冷压缩机的性能曲线	26	三、典型小型冷藏库制冷系统工作	
第二节 冷凝器	27	原理	49
一、冷凝器的分类	27	第七节 冷却塔	52
二、水冷式冷凝器的结构特点	28	一、冷却塔的基本结构	52
三、风冷式冷凝器的结构特点	29	二、冷却塔的相关名词和工况参数	54
四、蒸发式冷凝器的结构特点	29	三、冷却塔使用的水泵	54
第三节 蒸发器	30	第四章 小型冷藏库设备安装操作	
一、蒸发器的分类	30	技能	56
二、表面式蒸发器	30	第一节 制冷系统安装常用工具及操作	
三、冷却排管蒸发器	30	方法	56
第四节 制冷系统辅助设备	31	一、铜管切断的操作方法	56
一、内平衡式膨胀阀	31	二、铜管胀管口的操作方法	56
二、蒸发压力调节阀	32	三、使用手动弯管器弯曲铜管的操作	
三、冷凝压力调节阀	32	方法	58
四、安全阀	34	四、封口钳的操作方法	58
五、易熔塞	34	五、氟利昂制冷系统使用仪器检漏的操作	
六、液流指示器	35	方法	58
七、贮液器	36	第二节 气焊设备与操作方法	60
八、过滤器与干燥过滤器	36	一、气焊设备	60
九、油分离器	37	二、焊料与焊剂	64
十、气液分离器	38	三、气焊的火焰与调节方法	64
十一、气-液热交换器	38	四、气焊的操作方法	65
十二、截止阀	38	第三节 制冷系统压缩机组及辅助设备	
十三、止回阀	39	的安装	66
第五节 制冷系统常用电器	40	一、小型冷藏库制冷系统压缩机组安装	
一、电磁阀	40	要求	66
二、温度控制器	40	二、小型冷藏库制冷系统压缩机组安装	
三、压力控制器	42	操作程序	66
四、手动控制电器	45	三、膨胀阀的安装要求与方法	69
五、交流接触器	45	四、电磁阀的安装要求与方法	69
六、热继电器	46	第四节 冷却塔的安裝	69

一、冷却塔安装前的准备工作	69	三、制冷系统抽真空	85
二、冷却塔基础的安装要求	70	四、制冷剂的充注	85
三、冷却塔安装要求	70	五、膨胀阀的调试	87
四、冷却塔的安装	70	第五章 小型冷藏库的运行管理	89
五、冷却塔试运行起动前的准备工作	71	第一节 小型冷藏库的库房管理	89
六、冷却塔水泵的安装与运行	72	一、冷藏库的日常管理要求	89
七、冷却塔的维护保养制度	73	二、库房内货物存放的要求	90
第五节 装配式小型冷藏库的安装	73	三、冷藏库中排除异味的方法	91
一、装配式小型冷藏库的安装要求	73	四、冷藏库内部灭鼠方法	92
二、装配式小型冷藏库的平面布置		五、冷藏库维护与检修要求	92
要求	74	第二节 小型冷藏库制冷系统的运行	
三、装配式小型冷藏库的库板特点	75	操作	93
四、装配式小型冷藏库的装配	75	一、活塞式制冷压缩机制冷系统的起动	
五、装配式小型冷藏库间冷式蒸发器的安装		准备	93
要求	77	二、制冷系统的起动操作	94
六、装配式小型冷藏库制冷机组的安装		三、活塞式制冷压缩机的运行管理	94
要求	77	四、活塞式制冷压缩机运行中的调节	95
七、装配式小型冷藏库制冷管路的安装		五、活塞式制冷压缩机的正常运行	
要求	77	标志	97
八、装配式小型冷藏库制冷系统的配电		六、制冷系统的正常停机操作	97
系统的安装要求	78	七、活塞式制冷压缩机运行中突发事故的	
九、装配式小型冷藏库制冷系统充氟、		处理	98
调试的技术要求	78	第三节 小型冷藏库制冷系统的日常	
第六节 小型冷藏库的电气系统	78	维护	99
一、三相电动机	78	一、制冷系统中残存空气的排除	99
二、小型冷藏库基本电气控制电路	80	二、制冷系统补充制冷剂的操作	100
三、小型风冷式冷藏库基本电气控制		三、从制冷系统中取出制冷剂的操作	100
系统	80	四、制冷系统加注润滑油的操作	102
四、装配式小型冷藏库控制电路	81	五、压缩机冷冻润滑油更换的操作	103
五、小型冷藏库电脑控制典型电路	81	六、制冷系统的干燥过滤器脏堵的	
第七节 小型冷藏库制冷系统安装后的		处理	103
调试	83	七、制冷系统的干燥过滤器冰堵的	
一、制冷系统的吹污操作	83	处理	104
二、小型冷藏库制冷系统的气密性		八、蒸发器的融霜操作	105
试验	84	第六章 冷藏库制冷与辅助设备的	

维修	107	第三节 冷凝器的维修	114
第一节 活塞式制冷压缩机的维护与 检修	107	一、水冷式冷凝器的使用与维护	114
一、制冷设备的检修原则	107	二、风冷式冷凝器的清洁处理	116
二、制冷机组运行中故障的分析方法 ...	108	第四节 冷却塔的维护与检修	116
三、活塞式制冷压缩机的检修内容	109	一、冷却塔的使用及维护保养要求	116
四、活塞式制冷压缩机运行维护中的 监控	110	二、冷却塔常见故障的排除方法	118
五、活塞式制冷压缩机的常见故障及 处理	110	三、冷却塔部件的维护和保养	119
第二节 制冷控制系统维护与检修	112	第五节 水泵的维护与检修	120
一、热继电器的维护与检修	112	一、水泵运行中的检查工作	120
二、交流接触器的维护与检修	113	二、水泵的定期维护与保养	120
三、压力继电器的维护与检修	114	三、水泵常见故障的排除方法	121
四、电磁阀的维护与检修	114	四、水泵填料函严重漏水的维修方法	122
		附录	123
		参考文献	126

第一章 冷藏库的基础知识

第一节 冷藏库的类型

冷藏库是用人工制冷的方法让固定的空间达到规定的温度便于贮藏物品的建筑物。

一、按冷藏库库体结构的分类及特点

1) 土建式小型冷藏库：这是目前建造较多的一种冷藏库，可建成单层或多层形式。建筑物的主体一般为钢筋混凝土框架结构或者砖混结构。土建式冷藏库的围护结构属重体性结构，热惰性较大，室外空气温度的昼夜波动和围护结构外表面受太阳辐射引起的昼夜温度波动，在围护结构中衰减较大，故围护结构内表面温度波动就较小，库温也就易于稳定。

2) 装配式小型冷藏库：这种冷藏库多为单层形式，库板为钢框架轻质预制隔热板装配结构，其承重构件多采用薄壁型钢材制作。库板的内、外面板均用彩色钢板（基材为镀锌钢板），库板的芯材为发泡硬质聚氨酯或粘贴聚苯乙烯泡沫板。由于除地面外，所有构件均是按统一标准在专业工厂成套预制、在工地现场组装，所以施工进度快，建设周期短。

3) 覆土小型冷藏库：它又称土窑洞小型冷藏库，洞体多为拱形结构，有单拱形式，也有连续拱形式。一般为砖石砌体，并以一定厚度的黄土覆盖层作为隔热层。用作低温的覆土冷藏库，洞体的基础应处在不易冻胀的砂石层或者基岩上。由于它具有因地制宜、就地取材、施工简单、造价较低、坚固耐用等优点，在我国西北地区得到较大的发展。

4) 山洞小型冷藏库：这种冷藏库一般建造在石质较为坚硬、整体性好的岩层内，洞体内侧一般作衬砌或喷锚处理，洞体的岩层覆盖厚度一般不小于 20m。

二、按使用性质的分类及特点

1) 生产性冷藏库：这种冷藏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、肉类加工厂、禽蛋加工厂、蔬菜加工厂、各类食品加工厂等企业的一个重要组成部分。这种冷藏库配有相应的加工车间、包装车间等，设有较大的冷却、冻结能力和一定的冷藏容量，食品在此进行快速冷却加工后经过短期贮存即运往销售地区、直接出口或运至分配性冷藏库作长期的贮藏。

2) 分配性冷藏库：这种冷藏库主要建在大中城市、人口较多的工矿区和水陆交通枢纽，专门贮藏经过冷加工的食品，以供调节淡旺季节、提供外贸出口和作长期贮备之用。它的特点是冷藏容量大，并考虑多品种食品的贮藏，其冻结能力较小，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结及当地小批量生鲜食品的冻结。

3) 零售性冷藏库：这种冷藏库一般建在工矿企业或城市大型副食品店、菜场内，供临时贮存零售食品之用，其特点是库容量小、贮存期短，其库温则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藏库。

三、按冷藏库规模大小的分类及特点

1) 大型冷藏库: 冷藏容量在 10000t 以上, 生产性冷藏库的冻结能力在 120 ~ 160t/d 范围内, 分配性冷藏库的冻结能力在 40 ~ 80t/d 范围内, 库容大于 1000m³。

2) 中型冷藏库: 冷藏容量在 1000 ~ 10000t 范围内, 生产性冷藏库的冻结能力在 40 ~ 120t/d 范围内, 分配性冷藏库的冻结能力在 20 ~ 60t/d 范围内, 库容为 500 ~ 1000m³。

3) 小型冷藏库: 冻结能力在 1000t 以下, 生产性冷藏库的冻结能力在 20 ~ 40t/d 范围内, 分配性冷藏库的冻结能力在 20t/d 以下, 库容小于 500m³。

四、按使用库温要求的分类及特点

1) 高温冷藏库: L 级 (+5 ~ -5℃), 主要用来贮藏果蔬、乳、蛋、药材、木材等。它又称为冷藏库, 库温一般控制在不低于食品汁液的冻结温度, 通常在 0℃ 左右。常以冷风机进行吹风冷却库内物品。

2) 中温冷藏库: D 级 (-10 ~ -18℃), 主要用来贮藏肉类、水产品等。它又称为冷冻库, 常以排管直接冷却和冷风机进行吹风冷却。

3) 低温冷藏库: J 级 (-18 ~ -30℃)。它又称为速冻冷藏库, 有的内部加上隧道叫做速冻隧道冷藏库, 用于食品快速冻结。一般库温约为 -20 ~ -30℃, 通过冷风机或专用冻结装置来实现对食品的冻结。

4) 超低温冷藏库: 冷藏库的冷藏设计温度一般为 -30 ~ -80℃, 主要用来速冻食品及工业试验、医疗等特殊用途。

五、按使用贮藏特点的分类及特点

1) 超市冷藏库: 超市用来贮藏零售食品的小型冷藏库。

2) 恒温冷藏库: 对贮藏物品的温度、湿度有精确要求的冷藏库, 包括恒温恒湿冷藏库。

3) 气调冷藏库: 气调保鲜冷藏库是目前国内外较为先进的果蔬保鲜冷藏库。它既能调节库内的温度、湿度, 又能控制库内的氧气、二氧化碳等气体的含量, 使库内果蔬处于休眠状态, 出库后仍能保持原有品质。所谓气调保鲜就是通过气体调节方法, 达到保鲜的效果。气体调节就是将空气中的氧气浓度由 21% 降到 3% ~ 5%, 即保鲜冷藏库是在高温冷藏库的基础上, 加上一套气调系统, 利用温度和控制氧含量两个方面的共同作用, 以达到抑制果蔬采摘后的呼吸状态。

六、按贮藏物品的分类

按贮藏物品的分类, 可分为药品冷藏库、食品冷藏库、水果冷藏库、蔬菜冷藏库、茶叶冷藏库等。

七、按冷藏库制冷系统冷却方式的分类

按冷藏库制冷系统冷却方式的分类, 可分为强制对流风冷却式冷藏库和冷却水冷却式冷藏库。

八、按冷藏库制冷设备所用工质的分类

1) 氨冷藏库: 此类冷藏库制冷系统使用氨作为制冷剂。

2) 氟利昂冷藏库: 此类冷藏库制冷系统使用氟利昂作为制冷剂。

第二节 土建式小型冷藏库

一、土建式小型冷藏库的结构

土建式小型冷藏库的基本结构如图 1-1 所示。

土建式小型冷藏库的基本结构一般由地下构造、地坪构造、墙体构造和屋盖构造四大部分组成。

1. 土建式小型冷藏库的地基结构

土建式小型冷藏库的地基结构如图 1-2 所示，包括地基与基础两部分。

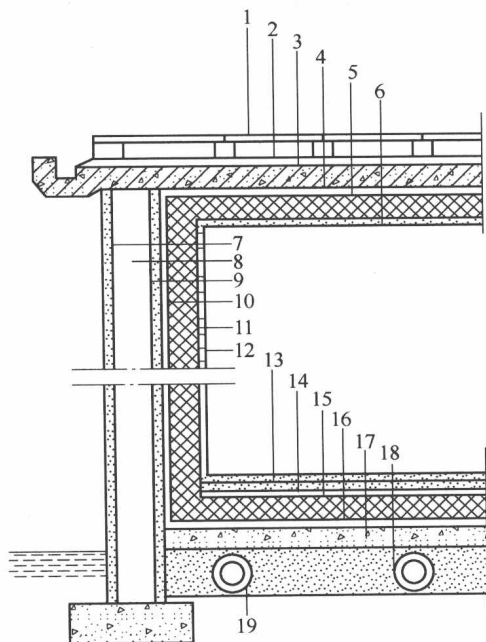


图 1-1 土建式小型冷藏库的基本结构

- 1—架空通风层 2、14—防水层 3—钢筋混凝土屋盖
4—隔气层 5、15—隔热层 6、12—钢丝网水泥砂浆抹面
7—水泥砂浆抹面 8—砖外墙 9—内墙水泥砂浆抹面
10、16—隔气层 11—隔热层 13—钢筋混凝土面层
17—钢筋混凝土基层 18—砂垫层或炉渣混凝土垫层
19—防冻通风管道

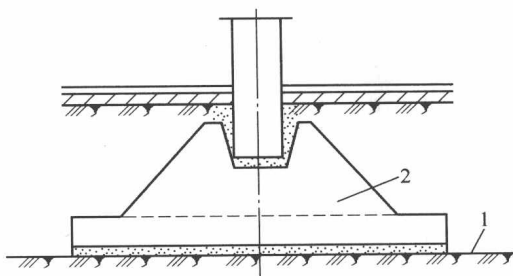


图 1-2 土建式小型冷藏库的地基结构

- 1—地基 2—基础

2. 土建式小型冷藏库的地坪结构

土建式小型冷藏库的地坪结构如图 1-3 所示，有架空防冻地面和自然通风防冻地面两种形式。

3. 土建式小型冷藏库的墙体结构

土建式小型冷藏库的墙体结构如图 1-4 所示，其墙体隔热一般多采用稻壳隔热材料墙体和发泡聚氨酯隔热材料墙体。

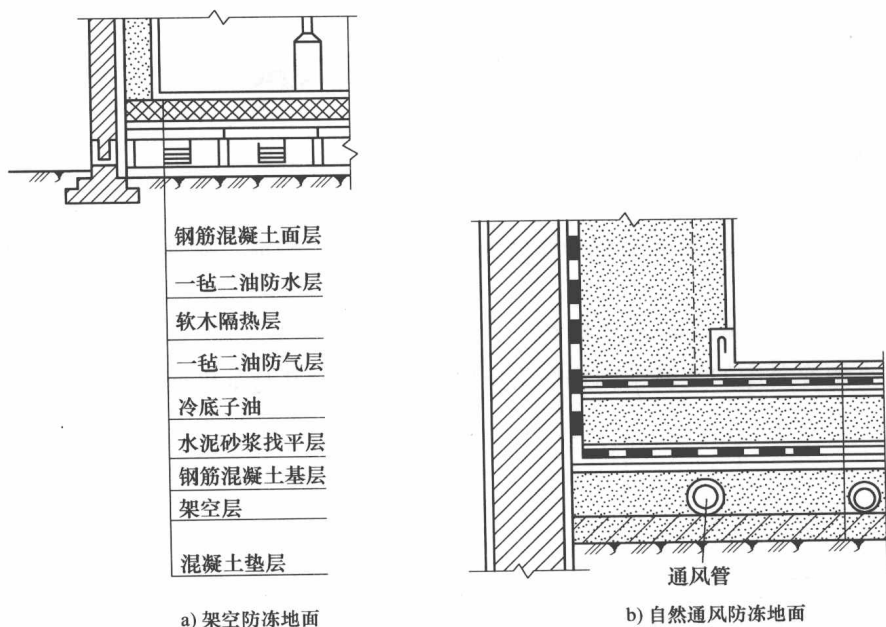


图 1-3 土建式小型冷藏库的地坪结构

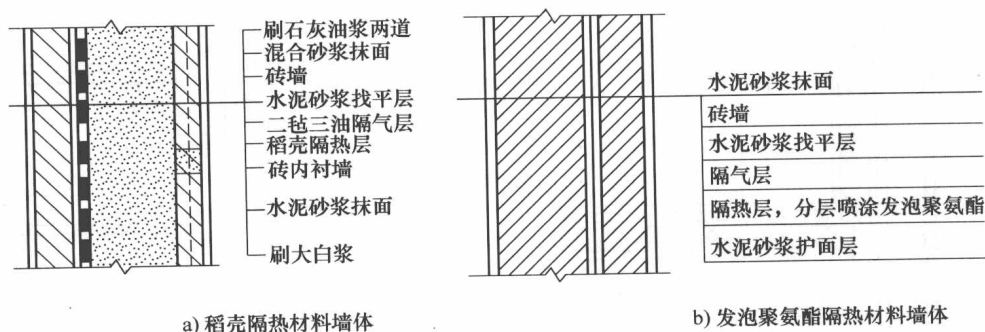


图 1-4 土建式小型冷藏库的墙体结构

4. 土建式小型冷藏库的屋盖结构

土建式小型冷藏库的屋盖结构可分为两类，一类是如图 1-5 所示的将屋面防水构造与隔热层、防潮层做在一起的整体式屋盖结构；另一类是将防水构造与隔热层、防潮层分开设置的阁楼式屋盖结构。

二、土建式小型冷藏库的隔热和防潮处理

1. 土建式小型冷藏库库顶隔热和防潮层方案

做法依次（从上到下）为：80mm 厚预制混凝土隔热板；豆砂层；二毡三油防潮层；100mm 厚钢筋混凝土板；二毡三油防潮层；200mm 厚泡沫塑料保温层；二毡三油防潮层；钢丝网平顶；20mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面。

2. 土建式小型冷藏库墙体隔热和防潮层方案

做法依次（从里到外）为：200mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面；240mm 厚砖墙；二毡三油防

潮层；200mm 厚聚苯乙烯保温层；二毡三油防潮层；120mm 厚砖墙；20mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面。

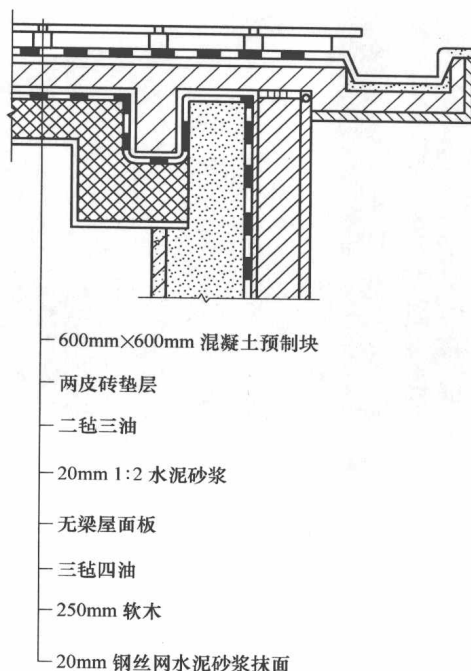


图 1-5 土建式小型冷藏库的整体式屋盖结构

3. 土建式小型冷藏库地面隔热和防潮层方案

做法依次（从上到下）为：20mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面；100mm 厚混凝土地面；二毡三油防潮层；200mm 厚软木保温层或 100mm 厚聚苯乙烯保温层；二毡三油防潮层；110mm 厚预制混凝土空心楼板；50mm 厚砂石找平层；150mm 厚砂石灌砂垫层素土夯实。

第三节 装配式小型冷藏库

一、装配式小型冷藏库的结构

室内装配式冷藏库又称为活动冷藏库，库容一般多为 5 ~ 1000t，室内装配式冷藏库适用于宾馆、饭店、学校、部队和企事业单位食堂及超市等商业流通领域使用。

装配式小型冷藏库按其容量、结构特点，有室外装配式和室内装配式之分。

室外装配式冷藏库均为钢骨架结构，并辅以隔热墙体、顶盖和底架，其隔热、防潮及降温等性能都基本类同于土建式冷藏库。室外装配式冷藏库的库容一般大于 20t，建筑成独立的建筑物，库内净高多大于 3.5m。

装配式小型冷藏库的基本结构如图 1-6 所示。

室内装配式小型冷藏库可安装在室内或在一块地基坚实并具有防雨、防晒的棚子下。室内装配式小型冷藏库库容一般多为 2 ~ 20t（使用较多的装配式小型冷藏库库容一般多为 2 ~ 20t）。安装要求一般不高，多数都采用可拆型结构，冷藏库顶板、底板、侧板都可拆装。一

般配有成套的制冷系统和电器控制系统，压缩机一般多采用半封闭式。

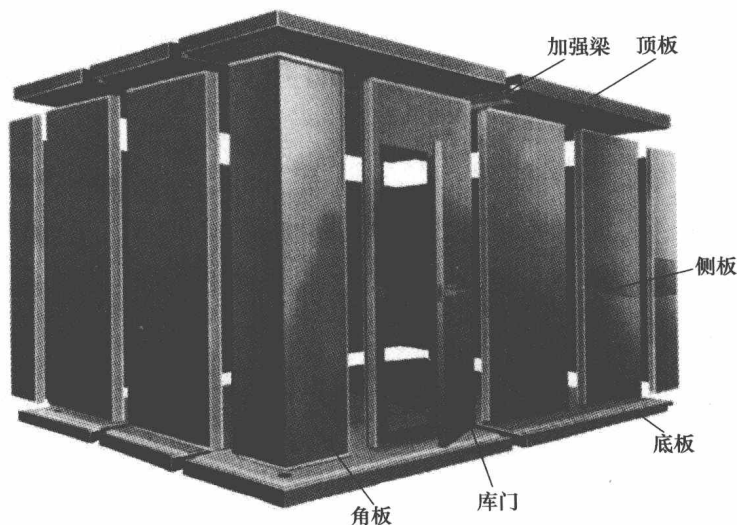


图 1-6 装配式小型冷藏库的基本结构

室内装配式小型冷藏库的隔热板，通过特殊结构的子母钩拼接、固定，以保证冷藏库具有良好的隔热和气密性。

装配式小型冷藏库是用预制的钢夹心保温板块，按一定的容量拼装而成的。库容一般在 5 ~ 100t 左右，库温有 0 ~ 5℃ 高温冷藏库或 -15 ~ -18℃ 低温冷藏库，也可制成 -23 ~ -40℃ 低温速冻冷藏库。库板厚度有 75mm、100mm、150mm 和 200mm 等系列，库板尺寸可在宽 1200mm、长 800mm 以下范围内，根据需求选取。

冷藏库门能灵活启闭、关闭严密、使用可靠。另外，冷藏库门内的木制件经过干燥防腐处理，不易受潮变形，冷藏库门锁装有安全脱锁装置，在低温装配式冷藏库的门框上暗装有电压为 24V 以下的电加热器，以防止冷凝水和结露。库内装防潮灯，测温元件均匀地置于库内各处，其温度显示器装在库体外墙板易观察位置处。

装配式小型冷藏库常用大写的汉语拼音字母 NZL 表示，我国装配式冷藏库专业标准 ZBX 99003—1986 中按库温进行分级，见表 1-1。

表 1-1 冷藏库的分级

冷藏库种类	L 级冷藏库	D 级冷藏库	J 级冷藏库
冷藏库代号	L	D	J
库内温度/℃	+5 ~ -5	-10 ~ -18	-18 ~ -30

例如，NZL-20 (D) 表示库内工程容积为 20m³，库内温度为 -10 ~ -18℃ 的 D 级冷藏库。

二、装配式小型冷藏库的主要性能参数

装配式小型冷藏库的主要性能参数（见表 1-2）。

三、装配式小型冷藏库的种类、用途和技术数据

装配式小型冷藏库的种类和用途见表 1-3。

表 1-2 装配式小型冷藏库的主要性能参数

库 级	L 级	D 级	J 级
公称比体积/(kg/m^3)	160 ~ 250	160 ~ 200	25 ~ 35
进货温度/ $^{\circ}\text{C}$	≤ 32	热货 ≤ 32 ; 冻货 ≤ 10	≤ 32
冻结时间/h	18 ~ 24		
库外环境温度/ $^{\circ}\text{C}$	≤ 32		
隔热材料的热导率/[$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	≤ 0.028		
制冷工质	R22		
配电	三相交流电, $380(1 \pm 10\%) \text{V}$, $50(1 \pm 1\%) \text{Hz}$		

表 1-3 装配式小型冷藏库的种类和用途

装配式冷藏库种类	冷藏库温度/ $^{\circ}\text{C}$	冷藏库用途
保鲜冷藏库	8 ~ -10	水果、蔬菜、花卉、乳制品、酒类、巧克力、黄油、鲜鸡蛋、鲜肉等的保鲜
冷藏库	-10 ~ -20	冻鱼、冻肉、冻家禽、冰蛋等冷藏
冻结冷藏库	-20 ~ -35	鲜鱼、鲜肉、米面制品冻结、冰激凌、血液制品、化工原料等低温贮存
气调冷藏库	8 ~ 0	水果、蔬菜、药材、种子等长时间贮存
非标准冷藏库	10 ~ -60	用于电子、冶金、化工、生物、制药、汽车、建材、航天航空等行业的工艺性冷冻超低温贮存和处理

装配式小型冷藏库的主要技术数据见表 1-4。

表 1-4 装配式小型冷藏库的主要技术数据

型号	ZLK10-A	ZLK15D-A	ZLK10D-A	ZLK35D-A	ZLK60D-A	ZLK100D-A	ZLK200D-A	ZLK300D-A
容积/ m^3	9.6	15	20.4	35	60.4	100.6	196.6	290
库温	-18 $^{\circ}\text{C}$							
库板隔热材料	100mm 厚硬质聚氨酯泡沫塑料							
库内面积/ m^2	4	6.2	8.5	14.6	22.4	33.5	54.6	50.5
库内净高/m	2.4	2.4	2.4	2.4	2.7	3	3.6	3.6
库内有效尺寸 (宽/m $\times$ 高/m)	0.65 $\times$ 1.8	0.65 $\times$ 1.8	0.65 $\times$ 1.8	0.65 $\times$ 1.8	0.65 $\times$ 1.8	0.85 $\times$ 2	0.85 $\times$ 2	0.65 $\times$ 2
使用环境温度	$\leq 40^{\circ}\text{C}$							
标准工况制冷量/kW	4.0	6.6	8.0	13.0	16.0	16.3	32.6	65.5
装货量/t	2	3	4	7	12	20	40	60

装配式小型冷藏库地坪荷载随其冷藏库高度不同而不同, 其选用见表 1-5。

表 1-5 冷藏库地坪荷载

冷藏库净高/m	<2	<3.5	<4.8	<9
地坪荷载/(N/m^2)	10000	15000	20000	30000

四、小型活动冷藏库的制冷机组选配参数

1) 高温活动冷藏库制冷量计算公式: 冷藏库容积 $\times 90 \times 1.16$ + 正偏差, 正偏差根据冷冻或冷藏食品的冷凝温度、入库量货物进出库频率确定, 范围在 100 ~ 400W 之间。

2) 中温活动冷藏库制冷量计算公式: 冷藏库容积 $\times 95 \times 1.16$ + 正偏差, 正偏差范围在 200 ~ 600W 之间。

3) 低温活动冷藏库制冷量计算公式: 冷藏库容积 $\times 110 \times 1.2$ + 正偏差, 正偏差范围在 300 ~ 800W 之间。

第四节 气调冷藏库的基本知识

气调冷藏库又称气调贮藏库, 是当今最先进的果蔬保鲜贮藏方法。它是在冷藏库的基础上, 增加气体成分调节功能, 通过对贮藏环境中温度、湿度、二氧化碳、氧气浓度和乙烯浓度等条件的控制与调节, 抑制果蔬呼吸作用, 延缓其新陈代谢过程, 更好地保持果蔬新鲜度和商品性, 延长果蔬贮藏期和销售货架期, 通常气调贮藏比普通冷藏可延长贮藏期 2 ~ 3 倍。

一、气调冷藏库的分类

气调冷藏库按建筑方式可分为三种类型: 装配式、砖混式、夹套式。

1. 装配式气调冷藏库

装配式气调冷藏库围护结构多选用彩色夹心板组装而成, 这种钢板具有隔热、防潮和气密三重作用。装配式气调冷藏库建筑速度快、美观大方, 但造价略高, 是目前国内外新建气调冷藏库最常用的类型。

2. 砖混式气调冷藏库

砖混式气调冷藏库即土建库。它是用传统的建筑、保温材料砌筑而成的。其优点是费用较低, 但存在施工周期长、气密处理难以达到要求等问题。

3. 夹套式气调冷藏库

夹套式气调冷藏库是在高温冷藏库内, 用柔性或刚性的气密材料围起一个密闭的贮藏空间, 接通气调管路, 利用原有制冷设备降温的。水果放在贮藏空间内, 隔热和气密分别由原库体结构和气密材料来实现。这种库的优点是简单实用, 周期短, 特别适用于传统冷藏库改造成气调库。其缺点是气密材料需定期更换, 内外温度有一定差异。

二、气调贮藏的原理

果蔬类食品变质是由于其呼吸作用造成其水分的蒸发以及微生物的生长、食品成分氧化等造成的。另外, 这些作用与食品冷藏环境中的气体有着密切关系。在正常的空气中, 一般含氧气 21%、二氧化碳 0.03%, 其余为氮气和一些微量气体。新鲜果蔬采摘后仍是一个有生命的活体, 在贮藏过程中仍然进行着正常的以呼吸作用为主导的新陈代谢活动, 主要表现为果实消耗氧气, 同时释放出一定量的二氧化碳和热量。在环境气体成分中, 二氧化碳和由果实释放出的乙烯对果实的呼吸作用具有重大影响。

降低贮藏环境中的氧气浓度和适当提高二氧化碳浓度, 可以抑制果实的呼吸作用, 从而延缓果实的成熟、衰老, 达到延长果实贮藏期。较低的温度和低氧气、高二氧化碳浓度能够

抑制果实乙烯的合成和削弱乙烯对果实成熟衰老的促进作用,从而减轻或避免某些生理病害的发生。

通过气调降温贮藏可以控制食品在适宜的温度下,改变冷藏环境中气体的成分,主要是控制氧气和二氧化碳的浓度,使食品获得保鲜,达到延长贮存期的目的。

三、气调贮藏的特点

气调贮藏能在适宜低温条件下,通过改变贮藏环境气体成分、相对湿度,最大限度地创造果蔬贮藏最佳环境,其效果表现在以下方面:气调贮藏营造的低氧气(一般氧气含量为1%~5%)、适当提高二氧化碳浓度能有效地抑制呼吸作用,减少果蔬中营养物质的损耗,同时抑制病原菌的滋生繁殖,控制某些生理病害的发生;清除贮藏环境气体中的乙烯,以抑制其对果蔬的催熟作用,延缓后熟和衰老过程;增加环境气体中的相对湿度,以降低果蔬的蒸腾作用,从而达到果蔬长期贮藏保鲜的目的。

因此,经过气调贮藏的果蔬具有以下特点:

- 1) 很好地保持果蔬原有的形、色、香味。
- 2) 果蔬硬度高于普通冷藏。
- 3) 果蔬的贮藏时间延长。
- 4) 果蔬腐烂率低、自然损耗(失水率)低。
- 5) 延长果蔬的货架期。由于果蔬长期受低氧气和高二氧化碳浓度的作用,当解除气调状态后果蔬仍有一段很长时间的“滞后效应”或休眠期。
- 6) 果蔬质量明显改善,适于长途运输和外销,为外销和运销创造了条件。
- 7) 许多果蔬能够达到季产年销的周年供应,可创造出良好的社会效益和经济效益。

四、气调冷藏库的主要气调设备及辅助设备

1. 气调冷藏库的气调设备

气调设备主要包括制氮机、二氧化碳脱除机、乙烯脱除机,其中制氮机利用率最高,所以显得更为重要。依据制氮机的工作原理,可以将其分为三种类型,即吸附分离式制氮机、膜分离式制氮机和燃烧降氧式制氮机。

(1) 制氮机

我国目前在气调冷藏库上采用的制氮机主要有两大类型:吸附分离式碳分子筛制氮机和膜分离式中空纤维膜制氮机。两种类型比较,碳分子筛制氮机具有价格较低、配套设备投资较小、单位产气能耗较低、更换吸附剂比更换膜组件便宜、兼有脱除乙烯功能等优点,但工艺流程相对复杂、占地面积和噪声也较大、运转稳定性不及中空纤维膜制氮机。

(2) 二氧化碳脱除机

二氧化碳脱除装置分间断式(通常称为单罐机)和连续式(通常称为双罐机)两种。库内二氧化碳浓度较高的气体被抽到吸附装置中,经活性炭吸附二氧化碳后,再将吸附后的低二氧化碳浓度气体送回库房,达到脱除二氧化碳的目的。

二氧化碳浓度指标:通常以0℃、3%的二氧化碳浓度为标准,用其在24h内的吸附量作为主要技术指标。当工作一段时间后,活性炭因吸附二氧化碳而达到饱和状态,再不能吸附二氧化碳,这时另外一套循环系统起动,将新鲜空气吸入,使被吸附的二氧化碳脱附,并

随空气排入大气，如此吸附、脱附交替进行，即可达到脱除库内多余二氧化碳的目的。

二氧化碳脱附再生后的空气中含有大量的二氧化碳，必须排至室外。因此，使用二氧化碳脱除机的气调冷藏库的进气和回气管道必须向库体方向稍微倾斜，以免冷凝水流到脱除机内，造成活性炭失效。

(3) 乙烯脱除机

目前被广泛用来脱除乙烯的方法主要有两种：高锰酸钾氧化法和高温催化分解法。前一种方法是用饱和高锰酸钾水溶液（通常使用浓度为5%~8%）浸湿多孔材料（如膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、氧化铝、分子筛、碎砖块、泡沫混凝土等），然后将此载体放入库内、包装箱内或闭路循环系统内，利用高锰酸钾的强氧化性将乙烯氧化脱除。

在高温催化分解法装置中，其核心部分是特殊催化剂和变温场电热装置。所用的催化剂为含有氧化钙、氧化钡、氧化锶的特殊活性银。

变温场电热装置可以产生一个从外向内温度逐渐升高的变温度场，即由 $15^{\circ}\text{C} \rightarrow 80^{\circ}\text{C} \rightarrow 150^{\circ}\text{C} \rightarrow 250^{\circ}\text{C}$ ，从而使除乙烯装置的气体进出口温度不高于 15°C ，其反应中心的氧化温度可达 250°C ，这样既能达到较理想的反应效果，又不给库房增加明显的热负荷。这种乙烯脱除装置一般采用闭环系统。高温催化分解法装置与高锰酸钾氧化法除乙烯装置比较，前者投资费用要高得多，但脱除乙烯的效率很高。同时这种装置还兼有脱除其他挥发性有害气体和消毒杀菌的作用。

2. 气调冷藏库的辅助设备

气调冷藏库的主要辅助设备有加湿系统和压力平衡系统。

(1) 加湿系统

与普通果蔬冷藏库相比，由于气调贮藏果蔬的贮藏期长，果蔬水分蒸发较高，为抑制果蔬水分蒸发，降低贮藏环境与贮藏果蔬之间的水蒸气分压差，要求气调冷藏库贮藏环境中具有最佳的相对湿度，这对于减少果蔬的干耗和保持果蔬的鲜脆有着重要意义。一般库内相对湿度最好能保持在90%~95%之间。

常用的气调冷藏库加湿方法有以下几种：

- 1) 地面充水加湿。
- 2) 冷风机底盘注水加湿。
- 3) 喷雾加湿。
- 4) 离心雾化加湿。
- 5) 超声雾化加湿。

(2) 压力平衡系统

在气调冷藏库建筑结构设计时，还必须考虑气调库的安全性。由于气调冷藏库是一种密闭式冷藏库，当库内温度降低时，其气体压力也随之降低，库内外两侧就形成了气压差。

当库内外温差为 1°C 时，大气将对围护结构产生40Pa的压力，温差越大，压力差也越大。若不把压力差及时消除或控制在一定的范围内，将会使库体损坏。为保证气调冷藏库安全性和气密性，并为气调冷藏库运行管理提供必要的方便条件，气调冷藏库应设置压力平衡系统。压力平衡系统包括安全阀、缓冲贮气袋。安全阀是在气调库密闭后，保证库内外压力平衡的特有