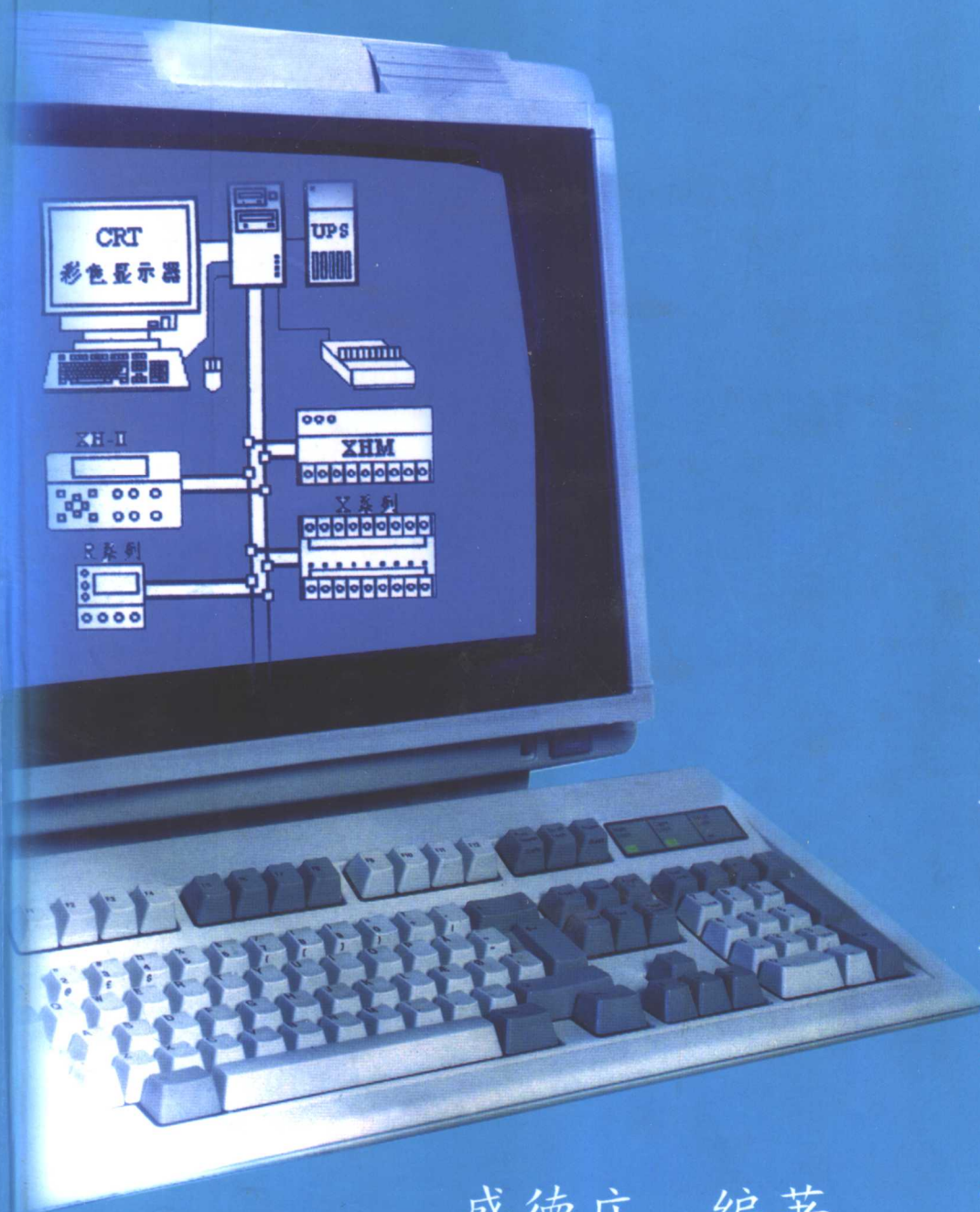


冷库电气技术应用手册



盛德庄 编著

中国建筑工业出版社

冷库电气技术应用手册

盛德庄 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

冷库电气技术应用手册/盛德庄编著. —北京:中国建筑工程出版社,2003

ISBN 7-112-05941-0

I. 冷… II. 盛… III. ①冷藏库—电气设备—技术手册
②冷藏库—电气控制—技术手册 IV. TB657.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 060778 号

本书内容包括具有冷库特点的变配电、动力、照明设计;自动控制项目、自动化元件;继电器接点控制线路的逻辑设计在冷库中的应用;可编程控制器在冷库中的应用;计算机网络在冷库中的应用等。可供从事冷库电气设计、冷库电气施工、运行与管理技术人员使用与参考。

* * *

责任编辑:俞辉群

责任设计:崔兰萍

责任校对:刘玉英

冷库电气技术应用手册

盛德庄 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

煤炭工业出版社印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:29 $\frac{3}{4}$ 字数:736 千字

2003 年 10 月第一版 2003 年 10 月第一次印刷

印数:1—2500 册 定价:65.00 元

ISBN 7-112-05941-0

TU·5219(11580)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址:<http://www.china-abp.com.cn>

网上书店:<http://www.china-building.com.cn>

前 言

本书依据《冷库设计规范》GB50072—2001 和作者本人从事冷库电气设计、施工多年积累的经验以及国内外有关的先进技术编写而成,内容包括具有冷库特点的变配电、动力、照明和自动控制项目及自动化元件、继电器接点控制线路的逻辑设计在冷库中的应用、可编程控制器在冷库中的应用、计算机网络在冷库中的应用等。

在编写过程中跟踪了冷库新技术的科研成果,例如国内贸易工程设计研究院欣辉公司开发研制成功的《XH-2000 冷冻、冷藏自动控制系统》,是将冷库自动控制技术、计算机技术、CRT 显示技术和通信技术相结合的冷库监控系统的计算机网络。在多个冷库应用成功,并在 2001 年通过国家技术鉴定后,编入本书,介绍给读者。

本书为新建冷库的主管者提供了如何选择冷库自动化项目的参考意见和组建冷库的策略。

本书为冷库电气设计人员提供了逻辑设计方法,继电器接点控制线路图翻译成梯形图的方法,冷冻、冷藏自动控制系统如何组成计算机网络的方法。

本书为冷库电气施工,运行与管理的工程技术人员熟悉冷库新规范及排除运行中的故障提供了方法。

开始编写本书时得到了国内贸易工程设计研究院史纪纯副总工程师的支持和具体帮助,并且对第 1 章~第 6 章进行了初审。在编写《继电器接点控制线路逻辑设计在冷库中的应用》一章时,胡崇文高工(国内贸易工程设计研究院)详尽地介绍了自己从事冷库自动化设计的心得和体会。在编写《可编程控制器在冷库中的应用》一章时,田凯军高工(国内贸易工程设计研究院)、郑颖副教授(防化兵工程学院)、尹玲高工(国家仪表总局)热情提供资料。在编写“微型计算机网络在冷库中的应用”一章时,张伟高工(国内贸易工程设计研究院)无私提供 XH-2000 冷冻、冷藏自动控制系统计算机网络资料,并且对第 7、8 章进行了初审。在编写过程中还得到谭庆红、王珂、谭晓燕、刘松江的协助,特在此致以诚挚的谢意。但限于编者的水平,还望诸多制冷电气专家、同行和读者对本书中存在的缺点、错误和不足之处,不吝指教。

编者

2003 年

目 录

第 1 章 冷库基本知识	1
1.1 冷库的类型	1
1.2 冷库的组成	3
1.3 人工制冷的基本原理	12
1.4 电气设计特点	15
第 2 章 冷库供电设计	18
2.1 负荷分级及负荷计算	18
2.2 冷库高、低压配电系统的选择	22
2.3 短路电流计算	28
2.4 继电保护	59
2.5 冷库变配电所(室)	64
2.6 柴油发电机	119
第 3 章 冷库动力设计	138
3.1 氨压缩机房、设备间动力设计	138
3.2 循环水泵房动力设计	151
3.3 气调机房动力设计	156
3.4 制冰间动力设计	158
3.5 主库动力设计	163
第 4 章 照明设计	175
4.1 冷库照明设计基础知识	175
4.2 冷库照明设计特点	186
第 5 章 冷库自动控制基本内容	190
5.1 冷库自动化基本概念	190
5.2 氨压缩机房自动控制	196
5.3 库房自动控制	231
5.4 气调库的自动控制	243
第 6 章 继电器接点控制线路的逻辑设计在冷库中的应用	249
6.1 基本概念	249
6.2 逻辑代数	266
6.3 转换表	272
6.4 继电器接点控制线路的逻辑设计在冷库中的应用实例	276
第 7 章 可编程控制器在冷库中的应用	286
7.1 基本知识	286

7.2	PLC 程序设计方法	291
7.3	可编程控制器的程序和指令系统	296
7.4	编程器的使用方法	312
7.5	PLC 控制系统的抗干扰措施和调试方法	319
7.6	PLC 机在冷库工程中的应用实例	322
7.7	部分可编程控制器产品型号及主要性能	340
第 8 章	微型计算机网络在冷库中的应用	356
8.1	计算机网络基本知识	356
8.2	XH-2000 冷冻、冷藏监控系统计算机网络	375
8.3	适用于老库改造的计算机网络	386
8.4	变配电监控系统简介	391
附录 1	图形、符号	403
附录 2	电线电缆截面选择	440
	主要参考文献	467

第 1 章 冷库基本知识

冷库主要用于食品的冷冻加工及冷藏,它与一般仓库不同,它需要通过人工制冷来保持库内一定的温度和湿度,气调库还需要控制氧和二氧化碳气体成分的比例,从而保证食品贮藏的质量。因此冷库的建筑、结构、电气设计都有其自己的特点。

1.1 冷库的类型

1.1.1 按其生产性质分类

按其生产性质分类可分为生产性冷库、分配性冷库、零售性冷库、综合性冷库等 4 类。

(1) 生产性冷库

生产性冷库主要建在交通运输方便,货源比较集中的产区。肉、禽、蛋、鱼虾、果蔬等食品就地加工,食品在此冻结并作短期冷藏贮存后,即运往其他销售区。它的特点是:冷库加工能力较大,有一定容量的周转用冷藏库。

鱼类生产性冷库为了供给鱼船用冰,还设有较大能力的制冰车间和冰库。

生产性冷库的工艺流程如方框图 1-1~图 1-4 所示。

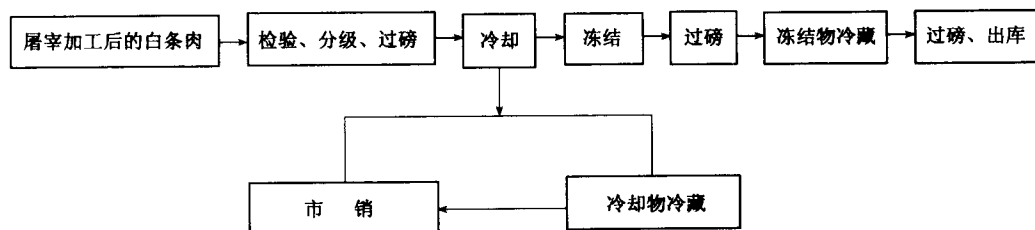


图 1-1 肉类生产性冷库工艺流程图

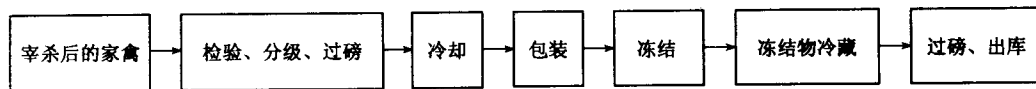


图 1-2 禽类生产性冷库工艺流程图

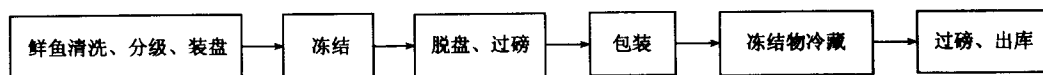


图 1-3 鱼类生产性冷库工艺流程图

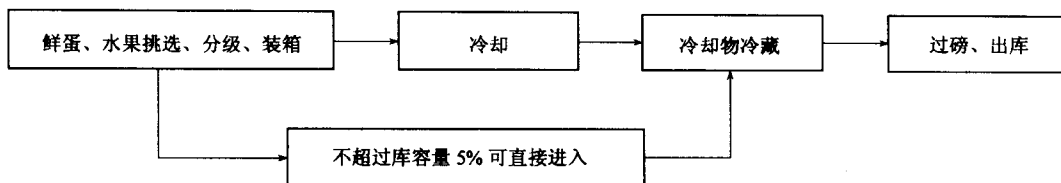


图 1-4 鲜蛋、水果生产性冷库工艺流程图

(2) 分配性冷库

分配性冷库一般建在大中城市,水陆交通枢纽和人口较多的工矿区,作为市场供应中转运输和贮藏食品之用,其生产特点是冻结量小,冷藏量大,进出货物比较集中,吞吐迅速。冻结食品工艺流程如方框图 1-5 所示。贮藏鲜蛋、水果的分配性冷库的工艺流程与生产性冷库方框图 1-4 相同。

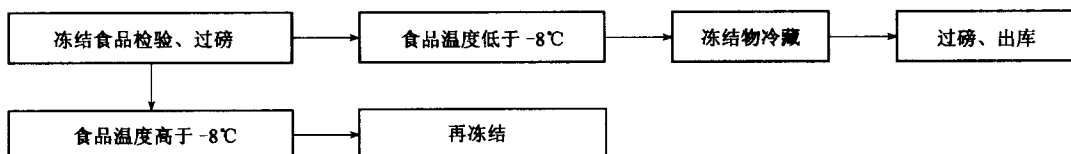


图 1-5 分配性冷库冻结食品工艺流程图

(3) 零售性冷库

零售性冷库一般采用装配式冷库,建在工矿企业或城市中的大型副食店内,供临时贮存零售食品之用,其特点是库容量小,贮存期短,库温则随食品要求不同而异。

(4) 综合性冷库

综合性冷库这类冷库库容量大,功能比较齐全。兼有生产性冷库和分配性冷库的功能,有整理加工间、冻结间、冻结物冷藏间、冷却物冷藏间、制冰间和冰库。有的还设有屠宰车间。是我国普遍采用的一种冷库类型。

1.1.2 按其建筑结构型式分类

为了保持库内低温和保证食品贮藏质量,它的建筑结构型式不同于一般的工业与民用建筑,它具有独特的结构。冷库按其建筑结构型式可分为土建式冷库和装配式组合冷库。

(1) 土建式冷库的特点

土建式冷库建筑一般由围护结构和承重结构组成。

1) 围护结构

外墙一般采用砖砌而成。内衬墙有采用砖砌的,也有采用预制钢筋混凝土板的,外墙与内衬墙之间及阁楼层中,填充保温材料。围护结构是冷库的“外套”。不仅能阻挡风、雪、雨和太阳辐射,而且起着防潮隔气层、隔热层的作用。

2) 承重结构

冷库的主体结构是承重结构。单层冷库有采用内柱支承阁楼层,外柱支承屋顶的两套承重结构。也有采用与多层冷库一样,全部用内柱支承阁楼层和屋顶的一套承重结构。承重结构起着承受风力、积雪的重量,自重、货物、设备和人的重量。

其主体结构中的柱、楼板、屋顶及基础多采用现浇钢筋混凝土结构。

3)构造要求

冷库的地面要求隔热防冻,它的柱、墙体、楼板、屋面的做法,都严格要求具有隔热性、密封性,坚固性和抗冻性来保证主库建筑物的质量。

(2)装配式冷库的特点

装配式冷库一般为轻钢结构的单层冷库,也有采用钢筋混凝土框架结构和预应力钢筋混凝土结构。装配式冷库的主要特点是库体组合灵活、随意。可根据不同的场地拼装成不同外形尺寸和高度的冷库,可在室外安装,也可在室内安装。又可拆装搬迁。由于采用了轻钢结构,复合隔热墙板,所以库体重量轻,对基础的压力减小,故整体抗震性能好。按其承重方式分为内承重结构、外承重结构、自承重结构等3种。

1)内承重结构:在库房内侧设钢柱、钢梁、轻钢龙骨。外挂预制隔热墙板、隔热屋面板,利用库房内的钢框架安装制冷等设备。这种结构便于制冷设备、照明灯具、管线的安装。

2)外承重结构:在库房外侧设钢柱、钢梁、轻钢龙骨。内挂预制隔热墙板、隔热顶板,这种结构对制冷设备、照明灯具、管线的安装都比较复杂。一般照明灯具和温度传感器挂在尼龙钩上,尼龙钩穿过隔热顶板固定在龙骨上。电线管线也沿库外框架或龙骨敷设。入库的孔洞用密封材料密封。

3)自承重结构:没有框架,利用预制隔热板自身良好的机械强度,构成无框架结构,这种结构多用于室内安装。

1.1.3 按库容量分类

我国商业冷库按库容量分为4类,见表1-1。

冷库按库容量分类

表 1-1

规 模 分 类	冷 藏 容 量(t)	冻 结 能 力 (t/d)	
		生产性冷藏库	分配性冷藏库
大 型 冷 库	10000 及以上	120~160	40~80
大中型冷库	5000 以上~10000 以下	80~120	40~60
中小型冷库	1000~5000	40~80	20~40
小 型 冷 库	<1000	20~40	<20

1.1.4 按冷库温度分级

我国装配式冷库专业标准 ZBX99003—86 中按库温分级,分为 L、D、J 等3级,详见表1-2。

冷库按库温分级

表 1-2

冷 库 级 别	L 级 冷 库	D 级 冷 库	J 级 冷 库
冷 库 代 号	L	D	J
库 内 温 度(℃)	+5~-5	-10~-18	-23

1.2 冷库的组成

冷库是低温条件下贮藏货物的建筑群。由主库、制冷压缩机房、设备间、循环水泵房、变配电所(室)等及其附属辅助建(构)筑物组成,如图1-6~图1-9所示。

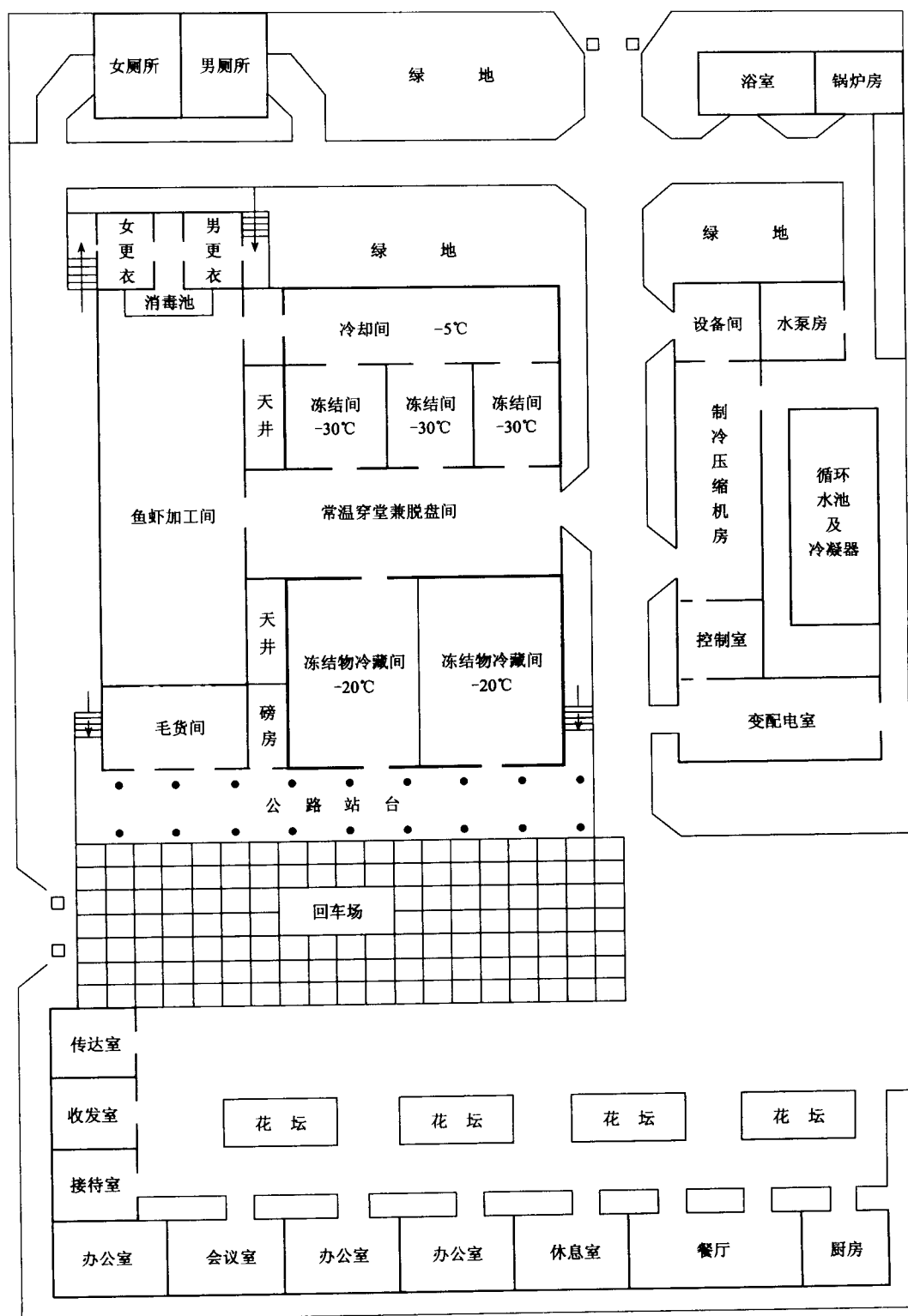


图 1-6 水产冷库总平面示意图

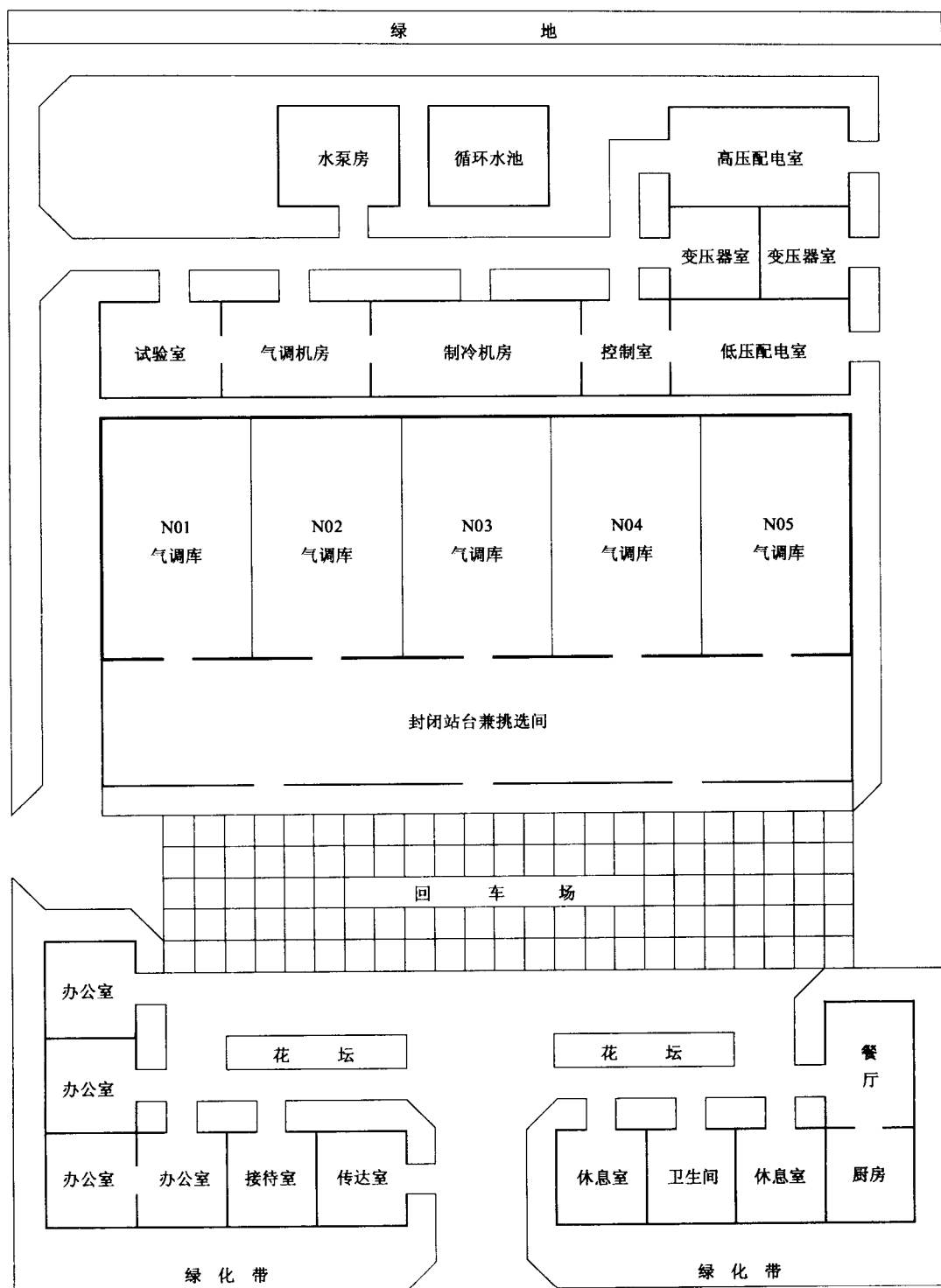


图 1-7 气调库总平面示意图

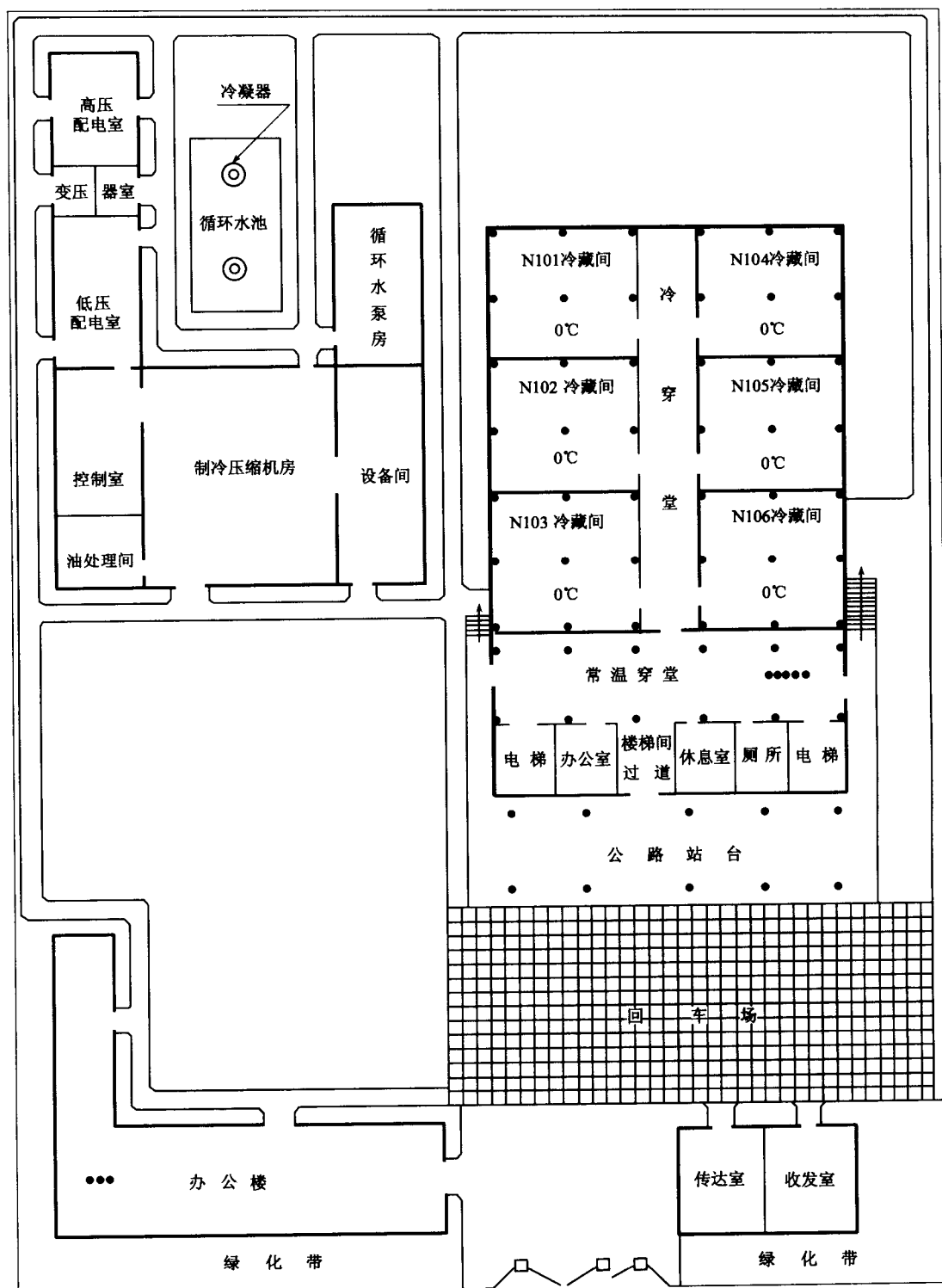


图 1-8 多层冷库总平面示意图

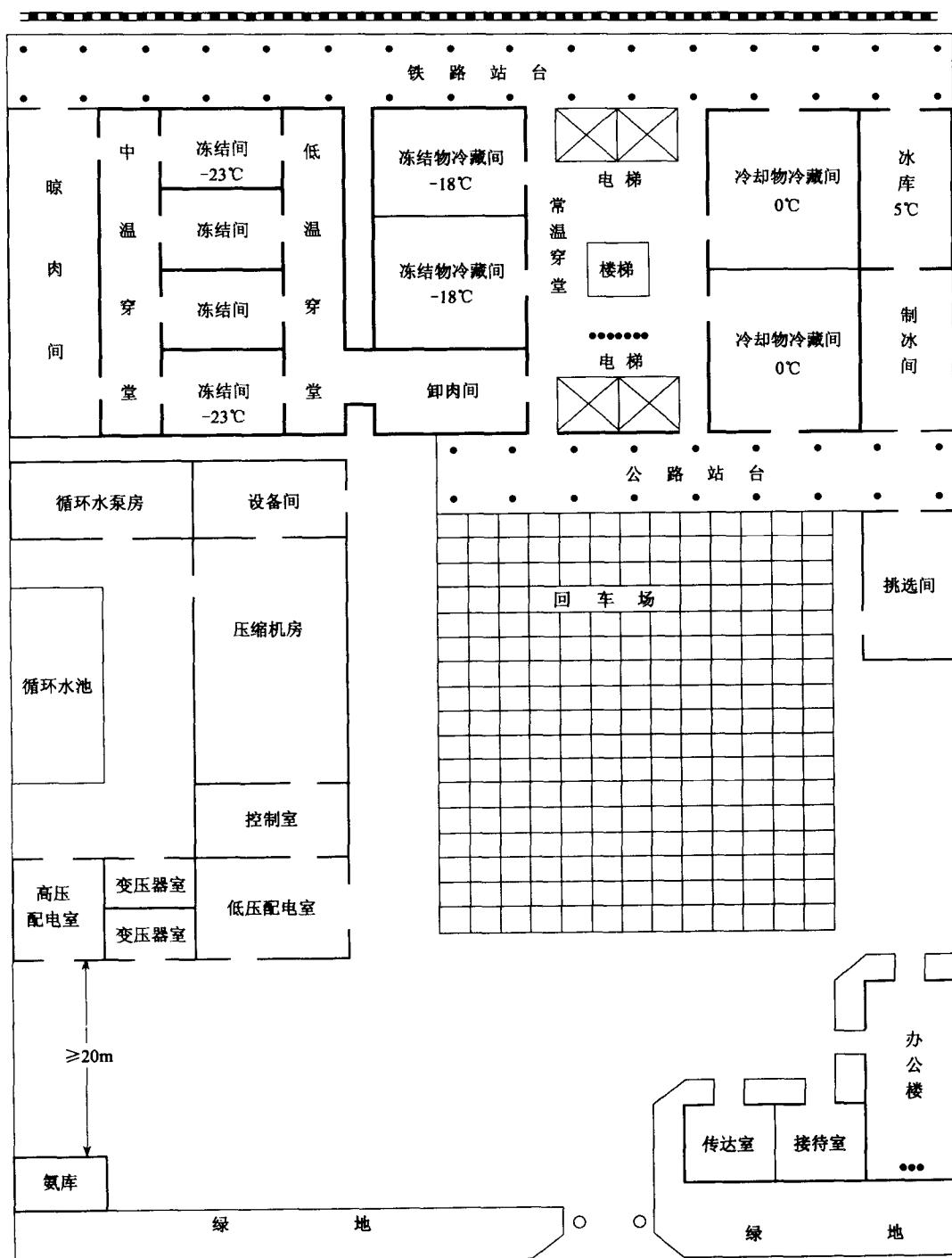


图 1-9 综合冷库总平面示意图

1.2.1 主库

主库是冷库的主体建筑,有晾肉间、冻结间、冷却物冷藏间、冻结物冷藏间、冰库、制冰间以及沟通库内外运输的穿堂、站台、楼梯间和电梯间等。贮藏品种不同,工艺不同,主体建筑的组合也不一样。各个冷间功能不同,贮藏食品的品种不同,对室温和湿度要求亦不尽相同。详见表 1-3。

冷间设计温度和相对湿度

表 1-3

序 号	冷 间 名 称	室 温(℃)	相对湿度(%)	适 用 食 品 范 围
1	冷 却 间	0	—	肉、蛋等
2	冻 结 间	-18~-23	—	肉、禽、兔、冰蛋、蔬菜、冰淇淋等
		-23~-30	—	鱼、虾等
3	冷却物冷藏间	0	85~90	冷却后的肉、禽
		-2~0	80~85	鲜蛋
		-1~+1	90~95	冰鲜鱼
		0~+2	85~90	苹果、鸭梨等
		-1~+1	90~95	大白菜、蒜薹、葱头、菠菜、香菜、胡萝卜、甘蓝、芹菜、茼蒿等
		+2~+4	85~90	土豆、橘子、荔枝等
		+7~+13	85~95	柿子椒、菜豆、黄瓜、番茄、菠萝、柑等
		+11~+16	85~90	香蕉等
4	冻结物冷藏间	-15~-20	85~90	冻肉、禽、兔和副产、冰蛋、冻蔬菜、冰棒等
		-18~-23	90~95	冻鱼虾等
5	冰 库	-4~-6	—	盐水制冰的冰块

注:本表摘自《冷库设计规范》GB50072—2001。

(1)晾肉间

肉类食品采用直接冻结工艺的,必须配备晾肉间,它的作用是消除肉体表面水分,使肉类食品温度下降至 28℃ 左右。室内配备小型冷风机或鼓风机,使室温保持在 20℃ 左右。晾肉间也可与屠宰车间合建。

(2)冷却间

冷却间是食品进行冷冻加工或冷藏前,预先冷却的库房。水果、蔬菜在进入冷藏前,需要先在冷却间降温冷却,以除去田间热,防止某些生理病害。相对湿度为 90%。鲜蛋在进入冷藏前也需要降温冷却,以免突然遇冷时,蛋液收缩,蛋内压力降低,空气中微生物随空气进入蛋壳内而使鲜蛋变质。冷却间的温度一般保持在 0℃~2℃ 之间。

肉类屠宰后在冷却间短期贮存(中心温度 0℃~4℃)称为冷却肉,肉味较冻肉鲜美。

加工好的鱼虾、肉类进入冻结间以前也须先进入冷却间降温冷却后再进冻结间,室温保持在 0℃~-5℃ 之间。

冷却间的冷却设备一般采用吊顶冷风机,强制库内空气循环,加速食品的冷却,当食品达到冷却要求的温度后称为“冷却物”,即可送进冷却物冷藏间贮存。或送冻结间冻结。

(3)冻结间

冻结间是食品进行冷冻加工的库房,要求温度较低,肉、禽、兔、冰蛋、蔬菜、冰淇淋等室温在 $-18^{\circ}\text{C} \sim -23^{\circ}\text{C}$ 之间;鱼、虾等室温在 $-23^{\circ}\text{C} \sim -30^{\circ}\text{C}$ 之间。冷却设备大部分采用强烈吹风式空气冷却器,也有采用搁架式排管,当采用空气冷却器冻结时,其蒸发盘管采用热氨熔霜和水冲霜相结合。当采用搁架排管冻结时,采用人工扫霜,定期用热氨熔霜去冰壳,使管内润滑油排出,冷库门设置电热丝防冻。冷冻好的食品送入冻结物冷藏间贮存。

(4) 冷藏间

1) 冷却物冷藏间(俗称高温库)

主要贮藏新鲜的蛋品、水果和蔬菜等,贮藏品种不同,要求室温也不一样,详见表 1-3,冷却设备采用空气冷却器,安装在库房一端的中央,采用多喷口的风道均匀送风,空气冷却器蒸发盘管采用水冲霜。冷藏门的上方安装冷风幕。

2) 冻结物冷藏间(俗称低温库)

用于贮藏已冻结好的食品,库温要求详见表 1-3,冷却设备一般采用顶排管或墙排管,采用人工扫霜和定期热氨熔霜,也有采用空气冷却器制冷的,采用空气冷却器冷却时,采用热氨熔霜和水冲霜相结合的方式。冷藏间门上设置电热丝加热防冻,门的上方安装冷风幕。

(5) 气调保鲜间

水果、蔬菜在冷库内贮藏时,仍然有呼吸作用,这种呼吸作用消耗了水果、蔬菜组织中的糖类、酸类及其他的有机物质。这种呼吸作用越强,水果、蔬菜衰老也就越快。因此低温贮藏还达不到理想的保鲜效果。必须抑制果、蔬的呼吸作用,延缓衰老,达到保鲜目的。抑制水果、蔬菜的呼吸作用的方法,就是采用气调方法改变水果、蔬菜库内空气组成比例,适当降低空气中氧的含量,提高二氧化碳的浓度,以抑制水果、蔬菜的新陈代谢作用,达到延长贮藏保鲜的目的,简称“CA”贮藏。

新鲜空气的标准组成是:氧(O_2)21%、氮(N_2)78%。其他 1%(其中二氧化碳(CO_2)含量为 0.03%)。而不同品种的水果蔬菜气调贮藏中,对气体成分的要求不同,如表 1-4 所示。

水果蔬菜对气体成分的要求

表 1-4

名 称	贮藏温度 ($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度 (%)	O_2 含量 (%)	CO_2 含量 (%)	贮藏期 (天)	气 调 方 式 选 择
红玉苹果	1	85~90	1.5	1	120	箱装,整库气调
黄元帅苹果	0	85~90	1.5	3.5	120	箱装,整库气调
红元帅苹果	-0.5	85~90	1.5	3.5	120	箱装,整库气调
鸭 梨	± 0.5	90	2	3	120	箱装,整库气调
香 梨	-1	90	3~5	1~1.5	240	硅膜或帐式
哈 密 瓜	3~4	80	3	1	120	硅膜或帐式
樱 桃	-1	85~90	7~16	4~10	—	硅 膜
柑 橘	+8	95	—	—	—	箱装,整库气调
西 红 柿	12	90	4~8	0~4	60	硅 膜
芹 菜	1	95	3	5~7	90	帐 式
生 菜	1	95	3	5~7	10	帐 式
蒜 薹	0	95	5~8	5~10	240	硅膜袋或帐式
胡 萝 卜	1	95	3	5~7	180	帐 式
香 菜	1	95	3	5~7	90	帐 式

气调保鲜有自然降氧法和机械降氧法两种,自然降氧法是将水果、蔬菜装入硅橡胶薄膜袋子内,靠水果、蔬菜本身的呼吸作用的耗氧能力来降低空气中氧气含量和提高二氧化碳的浓度,并利用薄膜对气体的渗透,透出过多的二氧化碳,补入消耗的氧气,起到自发气调作用。机械降氧法是采用催化燃烧降氧设备、二氧化碳脱除设备、乙烯脱除设备等来改变室内气体成分,达到气体调节的目的。

气调设备都自带控制设备,只须提供一路电源。

(6)制冰间

冰在食品保鲜中用途很多,从海中或养殖场内捕捞鱼虾后运输到加工间需要冰,鲜货长途运输需要冰。医疗、科研、生活服务等部门也需要冰。所以大、中型冷库中常附设制冰间,制冰方式有盐水制冰、桶式快速制冰设备、沉箱管组式快速制冰设备和管冰机及片冰机等,不同的食品生产工艺,需要采用不同的制冰设备,各种制冰设备具有不同的特点。

盐水制冰是广泛采用的一种制冰方式,一般大、中型冷库附设盐水制冰间。采用成套盐水制冰设备,成套盐水制冰设备有日产5t、10t、15t、20t、30t、60t、180t、240t等规格。

制冰间的位置靠近设备间和冰库。盐水制冰间内,设置有电动葫芦作起重冰块之用,制冰池旁设搅拌机。氨液分离器等设备。

(7)冰库

冰库即是贮冰间。冰库和冻结物冷藏间相似,它的冷却设备也是采用光滑顶排管,室高在6m及6m以上时增设墙排管,冰库的温度一般要求 $-4^{\circ}\text{C} \sim -6^{\circ}\text{C}$ 。快速制冰的冰库库温要求 -10°C 。

(8)穿堂

穿堂是食品进出冷库的通道,也是联系各冷间的交通枢纽,按其温度的不同,有低温穿堂,中温穿堂,常温穿堂等3种。

1)低温穿堂:设置有隔热措施和冷却排管或吊顶风机。

2)中温穿堂:只设置隔热措施,没有冷却设备。

3)常温穿堂:不设置隔热措施和冷却设备。

(9)电梯间

电梯是多层冷库作为垂直运输之用,电梯数量及大小,视吞吐量由工艺决定。《冷库设计规范》GB50072—2001第4.3.8条规定设置货梯的数量按下列规定计算:

1)3t货梯运载能力按每小时20t计算;2t货梯运载能力按每小时13t计算;

2)以铁路进出货为主的冷库及港口中转冷库应按进出货吨位和装卸允许时间确定设置货梯的数量。

通常小于5000t的多层冷库配置2台3t货梯,5000~10000t多层冷库配置3~4台3t货梯。

(10)站台

站台有铁路站台、公路站台和联系站台,供装卸货物之用。一般站台为罩棚式。

1)铁路站台

《冷库设计规范》GB50072—2001第4.3.6条规定:铁路站台宽7~12m;站台长220m,当受地形等条件限制时,可适当缩短,但不少于128m。

2)公路站台

《冷库设计规范》GB50072—2001 第 4.3.5 条规定:公称体积大于 4500m^3 的冷库,其站台宽度为 $6\sim 8\text{m}$;公称体积小于 4500m^3 的冷库,其站台宽度为 $4\sim 6\text{m}$;

也有的冷库建封闭式站台。封闭式站台与冷库穿堂合并布置。其宽度根据使用要求确定。封闭式站台的门洞尺寸及数量应与货物吞吐量相适应。

(11)主库辅助房间

库房工作人员需要的办公室、烘衣室、更衣室、休息室及卫生间布置于穿堂附近,多层库宜设置在首层。

1.2.2 制冷压缩机房

制冷压缩机房是冷库的主要动力车间,主要安装制冷压缩机及其配套设备。按《建筑设计防火规范》GBJ16 的规定,氨压缩机房的火灾危险性分类应属乙类,因此机房的耐火等级、层数、面积、防火间距、防爆、安全疏散等建筑设计要求均需按照该规范中对乙类生产厂房的规定。一般机房设置在主库附近,为独立单层建筑,有两个通向室外的出入口,门窗向外开,有良好的采光和通风对流好的条件。并要安装事故通风设备,以确保安全。

1.2.3 设备间

设备间与机房相连接,主要安装低压循环贮液桶,氨泵等辅助设备及操作平台。应设两个出入口,至少要有有一个出入口通向室外。

1.2.4 油处理间

油处理间与机房相连,主要安装油桶、油泵及油处理机,须安装通风设备。

1.2.5 循环水泵房

循环水泵房一般与机房相连接,或靠近机房设置,主要安装循环水泵和冲霜水泵,屋顶安装冷却塔。当消防水压不能满足消防要求时,需设置消防水泵。消防水泵也安装在循环水泵房。

1.2.6 变配电室和柴油发电机房

变配电室和柴油发电机房一般与压缩机房毗连,但也可独立设置,此时应尽量靠近压缩机房,因为压缩机机房是冷库的电气负荷中心。

1.2.7 整理加工间

整理加工间是鱼虾、蛋品,果蔬等食品在进库前,须先进行挑选,分级,整理,过磅,装盘或包装的场所。

整理加工间要求良好的采光和通风条件。每小时应有 $1\sim 2$ 次的通风换气。地面要便于冲洗,排水要通畅。

1.2.8 氨库

氨库是贮藏氨气瓶的仓库,一般要求建在离生产厂房 $20\sim 30\text{m}$ 的地方,距离住宅区 $50\sim 150\text{m}$,应选用不低于二级的耐火建筑材料,采用轻型屋面,门窗均应向外开,并应有良好的自然通风条件。室内照明采用防爆灯具。

1.2.9 办公室及生活福利间

各类型冷库根据当地情况配置办公室和工人休息室、锅炉房、洗澡间、卫生间、更衣室等福利设施。