

备案号:J 835-2009

中华人民共和国行业标准



SBJ 16 - 2009

气调冷藏库设计规范

Code for design of CA. cold store

2009 - 04 - 02 发布

2009 - 12 - 01 实施

中华人民共和国商务部 发布

中华人民共和国行业标准

气调冷藏库设计规范

Code for design of CA. cold store

SBJ 16 - 2009

(备案号:J 835 - 2009)

主编单位: 国内贸易工程设计研究院

批准部门: 中华人民共和国商务部

施行日期: 2009年12月1日

中国计划出版社

2009 北 京

中华人民共和国商务部

公 告

2009 年 第 21 号

商务部批准《商业街管理技术规范》等 15 项国内贸易行业标准(标准编号、名称及实施日期见附件),现予公布。

1~13 项由中国标准出版社出版发行;14~15 项由中国计划出版社出版发行。

附件:15 项国内贸易行业标准编号、名称及实施日期

中华人民共和国商务部

二〇〇九年四月二日

附 件

15 项国内贸易行业标准编号、名称及实施日期

序号	标准编号	标准名称	代替标准	实施日期
1	SB/T 10517—2009	商业街管理技术规范		2009年12月1日
2	SB/T 10518—2009	电子商务模式规范		2009年12月1日
3	SB/T 10519—2009	网络交易服务规范		2009年12月1日
4	SB/T 10520—2009	超市节能规范		2009年12月1日
5	SB/T 10521—2009	超市防损经理岗位要求		2009年12月1日
6	SB/T 10522—2009	饭店信息化设施条件与规范		2009年12月1日
7	SB/T 10523—2009	水产品批发交易规程		2009年12月1日
8	SB/T 10524—2009	鲜活对虾购销规范		2009年12月1日
9	SB/T 10525—2009	虾酱		2009年12月1日
10	SB/T 10526—2009	排骨粉调味料		2009年12月1日
11	SB/T 10527—2009	臭豆腐(臭干)		2009年12月1日
12	SB/T 10528—2009	纳豆		2009年12月1日
13	SB/T 10296—2009	甜面酱	SB/T 10296— 1999	2009年12月1日
14	SBJ 16—2009	气调冷藏库设计规范		2009年12月1日
15	SBJ 17—2009	室外装配冷库设计规范		2009年12月1日

住房和城乡建设部办公厅
关于同意国内贸易工程建设行业标准
《气调冷藏库设计规范》和《室外装配冷库
设计规范》备案的函

建办标函〔2009〕181号

商务部办公厅：

你厅《关于申请批准国内贸易工程建设行业标准强制性条款并予以备案的函》(商办建函〔2009〕3号)收悉。经研究,同意《气调冷藏库设计规范》和《室外装配冷库设计规范》作为“中华人民共和国工程建设行业标准”备案,其备案号分别为J 835—2009和J 836—2009。其中,《气调冷藏库设计规范》中第4.2.6、6.2.9、6.3.2、9.2.1、9.3.1条,《室外装配冷库设计规范》中第4.1.1(2)、4.2.2、4.2.5(3)、4.3.1(2)、4.6.1、4.6.3、4.6.5、4.6.6、4.6.7、4.7.1、4.7.2、5.1.13、5.3.3、5.4.2、5.4.3、8.1.3、8.2.3、8.3.4、9.0.1、9.0.2条(款)作为强制性条文,必须严格执行。

该两项标准的备案公告,将刊登在近期出版的《工程建设标准化》刊物上。

中华人民共和国住房和城乡建设部办公厅
二〇〇九年三月六日

前 言

本规范根据中华人民共和国商务部司(局)函“关于征求国内贸易工程行业标准意见的函”(商建标函[2007]331号)和中华人民共和国建设部司函“关于对《室外装配冷库设计规范》等六项国内贸易工程建设行业标准项目计划及征求意见稿意见的函”(建标标函[2007]43号)文的精神,由国内贸易工程设计研究院负责组织编制。

本规范共分11章。其主要内容有:总则、术语、基本规定、建筑、结构、气调、加湿、制冷、采暖通风、给水排水及电气。

本规范中以黑体字标志的条文,为强制性条文,必须严格执行。

本规范在编制过程中,规范编制组进行了广泛、深入的调查研究,总结了国内外建设气调冷藏库的经验,结合国内外先进技术、标准和我国国情制定。

本规范在实施过程中,如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄交国内贸易工程设计研究院(地址:北京市右安门外大街99号,邮政编码:100069),以供今后修订时参考。

本规范主编单位及主要起草人:

主 编 单 位: 国内贸易工程设计研究院

主要起草人: 王庆森 徐 维 余锡阁 黄文培 史纪纯
司 彪 邓建平 徐庆磊 张 伟 何 平
朱建平 李 英

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
4	建 筑	(5)
4.1	库址选择	(5)
4.2	总平面	(5)
4.3	库房	(6)
4.4	气调冷藏间的隔热	(6)
4.5	气调冷藏间的气密性	(6)
4.6	构造要求	(7)
4.7	气调冷藏门和观察窗	(7)
4.8	气调冷藏间安全调压装置	(8)
4.9	制冷、气调机房、变配电室和控制室	(8)
5	结 构	(9)
5.1	一般规定	(9)
5.2	荷载	(9)
5.3	材料	(10)
6	气 调	(11)
6.1	一般规定	(11)
6.2	气调系统	(12)
6.3	系统管道	(13)
6.4	控制程度	(14)
7	加 湿	(15)
7.1	一般规定	(15)

7.2	加湿系统	(15)
7.3	系统管道	(15)
7.4	控制程度	(16)
8	制 冷	(17)
8.1	一般规定	(17)
8.2	冷负荷	(17)
8.3	库房	(18)
8.4	机房	(18)
8.5	安全保护和控制程度	(19)
9	采暖通风	(20)
9.1	一般规定	(20)
9.2	采暖	(20)
9.3	通风	(20)
9.4	空调	(21)
10	给水排水	(22)
10.1	给水	(22)
10.2	排水	(22)
10.3	消防给水	(23)
11	电 气	(24)
11.1	变配电室	(24)
11.2	制冷及气调机房	(24)
11.3	库房	(25)
11.4	自动控制	(26)
	本规范用词说明	(27)
	附:条文说明	(29)

1 总 则

1.0.1 为规范气调冷藏库的工程设计,保证水果蔬菜类气调冷藏库的设计与建造质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于以氨或氢氟烃、氢氯氟烃及其混合物为制冷剂的制冷系统(以下简称为氟制冷系统)及公称体积大于或等于 500m^3 的土建和装配式气调冷藏库。公称体积小于 500m^3 的气调冷藏库,可参照本规范。

1.0.3 气调冷藏库设计应在总结实践经验和科学实验的基础上,结合国情,积极采用国内外新技术、新设备、新工艺和新材料,做到环保、节能、减耗和安全可靠,使生产流程合理、系统控制先进、操作和维护方便。

1.0.4 气调冷藏库设计,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的要求。

2 术 语

- 2.0.1 气调冷藏库** CA. cold store
采用人工调控气体成分和温、湿度的保鲜货物的建(构)筑物。
- 2.0.2 库房** (main cold)storehouse
指气调冷藏库中的主体建筑。
- 2.0.3 冷间** (cold room)
采用人工降温房间的统称。
- 2.0.4 整理间** processing room
用于货物入库前接收和货物出库后整理的房间,其室温分常温或某一特定温度。
- 2.0.5 冷却间** chilling room
对货物进行冷却工艺加工的房间。
- 2.0.6 气调冷藏间** CA. cold room
用于气调保鲜方法贮藏货物的冷间。
- 2.0.7 穿堂** anteroom
专为冷却间和气调冷藏间进出货物的通道,其室温分常温或某一特定温度。
- 2.0.8 技术走廊** technical corridor
专为气调冷藏间系统管道、分配站、系统等设备而设置的走廊。
- 2.0.9 气密层** vapor barrier
阻止气调冷藏间内部气体与外部(含地面下)气体交换的隔层;保持内部气体成分的稳定和防止隔热层受潮积水。
- 2.0.10 隔热层** insulation layer
阻止冷间内部与外部(含地面下)热交换的隔层;保持冷间内

温度的稳定,以减少能量损失。

2.0.11 气调系统 CA. system

为实现气调冷藏库内气体成分调节所配置的降氧、二氧化碳脱除和乙烯脱除系统的统称。

2.0.12 加湿系统 humidifying system

为满足冷间内相对湿度的要求由加湿设备所建立的系统。

2.0.13 制冷系统 refrigerating system

在两个热源之间工作的用于制冷目的的系统,即通过制冷剂从低温热源中吸取热量并将热量排放到高温热源中。

3 基本规定

3.0.1 气调冷藏库的设计规模应以气调冷藏间的公称体积计算。

公称体积应按气调冷藏间内净面积(不扣除柱和设备支架所占的面积)乘以房间内净高确定。

3.0.2 气调冷藏库设计规模按表 3.0.2 划分。

表 3.0.2 气调冷藏库设计规模划分

设计规模划分	大型	中型	小型
公称体积(m ³)	>15000	15000 ~ 4000	< 4000

3.0.3 气调冷藏库贮藏货物重量,应按堆码方式和品种计算。

3.0.4 气调冷藏库货物贮藏参数,应采用业主对所贮藏货物实地气调实验参数;业主不能提供参数时,可参照相同品种近似地理环境的数据为基本设计参数。

3.0.5 气密标准:空库检验初始压力 196Pa(20mmH₂O),检验降压时间 20min,检验结束压力 ≥ 78 Pa(8mmH₂O)为合格。在检验开始和结束记录中库内有温度变化时,会引起库内气体压力偏差,检验结束压力应以计算修正值为准。

4 建 筑

4.1 库 址 选 择

4.1.1 气调冷藏库库址的选择应符合下列规定：

- 1 库址宜选在产品产地；
- 2 根据市场供需要求，经当地规划部门批准，也可建在城镇食品配送中心和较大的果蔬批发市场的贮藏区；
- 3 库址周围应有良好的卫生条件，应避免和远离有污染源的地段；
- 4 库址应选在交通运输方便的地方；
- 5 库址必须具备可靠的水源、电源和排水条件；
- 6 库址宜选在地势较高和工程地质条件良好的地方。

4.2 总 平 面

4.2.1 产地气调冷藏库应设有满足所贮货物生产工艺要求的整理间。

4.2.2 库区应将洁净、污染等生产工艺流程分区，并按夏季最大频率风向由上风侧至下风侧的要求布置。

4.2.3 应满足生产工艺流程、生产运输和设备管线布置合理等综合要求。

4.2.4 供电、供热等附属建筑应布置于使用的负荷中心。

4.2.5 库区的主要运输道路应铺设适于车辆通行的混凝土或沥青等坚硬路面，路面应平坦、不积水，并应有良好的排水系统。

4.2.6 库区绿化和建(构)筑物间的防护距离，应符合当地规划、环保部门的要求。

4.3 库 房

4.3.1 库房布置应符合下列要求：

1 库房布置应满足生产工艺流程要求，运输线路短，避免迂回和交叉；

2 库房平面柱网、开间尺寸和层高应根据果蔬的贮藏容器规格、托盘尺寸、堆码和运输方式以及堆码高度等使用功能确定，并应综合考虑建筑模数及结构选型的合理；

3 库房的分间应以设计规模大小、品种多少和每天出货量多少等因素综合考虑；

4 库房的设计应尽量减少其围护结构的外表面积；

5 库房围护结构宜优先选用隔热夹芯板。

4.3.2 每座气调冷藏库中气调冷藏间的耐火等级、层数和面积应符合国家现行标准《冷库设计规范》GB 50072 和《室外装配冷库设计规范》SBJ 17—2009 相关规定的要求。

4.3.3 库房的穿堂、技术走廊及整理间等的设置和其温度应根据需要确定。

4.3.4 气调冷藏库的公路站台、铁路站台、电梯设置、楼梯设置、库房门、库房的过磅设备，库房工作人员的办公室、更衣室、休息室等设施 and 辅助房间，应按国家现行标准《冷库设计规范》GB 50072 和《室外装配冷库设计规范》SBJ 17—2009 相关规定执行。

4.4 气调冷藏间的隔热

4.4.1 设计应按国家现行标准《冷库设计规范》GB 50072 和《室外装配冷库设计规范》SBJ 17—2009 相关规定执行。

4.5 气调冷藏间的气密性

4.5.1 气调冷藏间气密性的要求：应按本规范第 3.0.5 条执行。

4.5.2 气密层材料应符合下列要求：

- 1 应有良好的气密性；
 - 2 耐腐蚀；
 - 3 无异味；
 - 4 机械强度应能满足因温度波动等引起结构基层应变的要求；
 - 5 便于施工，并与基层能牢固的粘结；
 - 6 具有抗老化、抗微生物侵蚀和良好的耐候性。
- 4.5.3 气密层设置应确保在每个气调冷藏间的围护结构中的连续性和完整性。

4.6 构造要求

4.6.1 设计应按国家现行标准《冷库设计规范》GB 50072 和《室外装配冷库设计规范》SBJ 17—2009 相关规定执行。

4.7 气调冷藏门和观察窗

4.7.1 气调冷藏门。

- 1 气调冷藏门门扇应符合下列要求：
 - 1) 应满足隔热保温的要求；
 - 2) 面层材料应满足气密要求，并应连续无缝密封；
 - 3) 门扇周边与门框接合部位应设置保证门闭合时气密的密封条；
 - 4) 门扇关闭时，应设有使密封条与门框贴紧的机械装置。
- 2 气调冷藏门门框应符合下列要求：
 - 1) 门框构造应尽量避免冷桥；
 - 2) 门框与墙体连接部位必须确保气密层的连续性。

4.7.2 观察窗。

- 1 观察窗在正常使用中不得结露以免影响观察；
- 2 设于气调冷藏门门扇上的观察窗，其尺寸位置以满足观察、取样和进入维修为准，不宜过大；

3 气调冷藏门门扇上的观察窗,气密要求与门扇相同;

4 气调冷藏间货物顶部观察窗位置的设置,应能观察到顶部货物表面和设备运行情况,且照明观察灯的设置位置应与其相匹配。

4.8 气调冷藏间安全调压装置

4.8.1 对调压装置的基本要求:

1 应对气调冷藏间内形成的正、负压及时进行压力平衡调节;

2 气体平衡调节的能力,应与库体所能承受的正、负压相匹配,保证库体不受破坏。

4.8.2 调压装置的选用:根据库体结构对正、负压的承载能力,可采用气体平衡袋和库体安全阀。

4.9 制冷、气调机房、变配电室和控制室

4.9.1 制冷、气调机房、变配电室和控制室,可按国家现行标准《冷库设计规范》GB 50072 和《室外装配冷库设计规范》SBJ 17—2009 相关规定执行。

4.9.2 气调机房应根据气调工艺设备布置确定其开间、进深和层高,并满足自然通风、采光和生产人员的疏散要求。

5 结 构

5.1 一般规定

5.1.1 气调冷藏库宜采用钢结构或钢筋混凝土结构。中小型气调冷藏库也可采用砌体结构等适宜的结构形式。

5.1.2 库房结构应考虑温度变化作用产生的变形及内力影响。应采取相应措施减少温度变化作用对结构及气密层引起的破坏。

5.1.3 冷间钢筋混凝土板每个方向全截面最小温度配筋率不应小于0.3%。

5.1.4 对冷间温度变化及调节气体产生库内气体正压及负压作用,气调冷藏间承重结构及外墙、内隔墙(或板)、顶板等维护结构构件应能满足有关规范规定的强度及变形要求。

5.1.5 软土地基应考虑库房大面积堆载可能产生的地基不均匀变形对上部结构及地面的不利影响。

5.2 荷 载

5.2.1 库房楼面及地面等效均布活荷载标准值,应根据房间用途按表5.2.1采用。

表 5.2.1 库房楼面和地面等效均布活荷载

序号	房间名称		标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	频遇值 系数 ψ_f	准永久值 系数 ψ_q
1	气调 冷藏间	库房净高 $\leq 5.5\text{m}$	20	1.0	0.9	0.8
		库房净高 $5.5\text{m}\sim 7.5\text{m}$	27			
2	穿堂、站台		15	1.0	0.7	0.6
3	整理间		15	1.0	0.7	0.6
4	人行楼梯间		3.5	0.7	0.5	0.3

注:本表1~3项适用于库房高度不超过7.5m的房间,并已包括叉车运行荷载。

当库房贮藏货物密度大于 $400\text{kg}/\text{m}^3$ 或库房高度大于 7.5m , 使用荷载较大应按实际堆货情况采用。

5.2.2 气调冷藏间承载结构及外墙、顶板除应考虑风荷载和实际检修荷载外, 外墙、顶板及支撑结构尚应考虑气调冷藏间正压或负压 0.25kPa 的气压荷载作用。两侧为气调冷藏间之间的内隔墙(或板), 应考虑正压或负压 0.5kPa 的气压荷载作用。

5.3 材 料

5.3.1 冷间内宜优先使用普通硅酸盐水泥, 不得使用火山灰质水泥和掺有火山灰质材料的矿渣水泥。

5.3.2 混凝土结构当冷间温度 $\geq 0^\circ\text{C}$ 时, 混凝土强度等级应 $\geq \text{C}25$, 水泥用量应 $\geq 250\text{kg}/\text{m}^3$, 水灰比应 ≤ 0.6 ; 当冷间温度 $< 0^\circ\text{C}$ 时, 混凝土强度等级应 $\geq \text{C}30$, 水泥用量应 $\geq 275\text{kg}/\text{m}^3$, 水灰比应 ≤ 0.55 。

5.3.3 钢材选用应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 相关规定。

6 气 调

6.1 一般规定

6.1.1 气调冷藏库的货物入库,应确定所贮货物品种的主要参数:

- 1 采收(或收购)开始至结束时间,即采收周期(d);
- 2 连续入库总重量(t);
- 3 入库开始至结束时间,即入库周期(d),应小于采收周期;
- 4 每天最大入库量(t/d),按平均连续进货计;
- 5 实地气调贮藏参数;
- 6 堆码、贮藏容器和进出库运输方式。

6.1.2 气调冷藏间进货期的确定:对未经冷却的货物连续进满任一间的时间,不宜超过 5d,并达到冷藏间设计温度;经冷却后,再进气调冷藏间的进货时间,不宜超过 2d,并达到设计温度。对于货物品种有特殊要求者,按贮藏工艺要求设计。

6.1.3 冷却间的设置:对所贮藏货物进货周期要求较短时应设置冷却间,冷却时间取值不宜大于 20h。对于特殊品种的冷却时间有特殊要求时,按要求确定冷却时间。冷却结束后宜转为气调冷藏间使用。

6.1.4 气调冷藏间数量和单间容量的确定:应按设计规模、货物品种多少、货物容重、进出货量大小等综合因素确定,但同期贮藏的主要品种不宜少于 2 间。

6.1.5 气调冷藏间内部尺寸、容量计算和货物移动应符合下列规定(改造库除外):

- 1 平面尺寸应按托盘占地模数、货间距和货墙距的平面尺寸确定;

- 2 堆货高度应按机械搬运货物的高度为模数确定；
- 3 货物上部送风高度不宜小于 0.8m,并且冷风机出风口下沿距货物上部 $\geq 0.2\text{m}$ ；
- 4 气调冷藏间内净高宜取 5.5m~7.5m；
- 5 气调冷藏间容量(t)计算,应按堆码方式、货物品种容重实际计算。
- 6 货物移动应按机械搬运和堆码货物方式设计。

6.2 气调系统

6.2.1 单间空库降氧时间设计值宜取 72h~96h。若所贮品种有特殊要求时,按其要求取值。

6.2.2 降氧设备能力:首次气调降氧结束时,氧的浓度宜取所贮货物的控制上限值,但不宜低于 5%,对于特殊低氧要求的品种按需取之;所选降氧设备的平均每天的总能力,应满足气调冷藏库每天最大进货量所装满气调冷藏间的总公称体积。

6.2.3 二氧化碳脱除设备在设计浓度下的单位时间脱除量,应满足所贮货物的二氧化碳单位时间生成量,并除以设备运行系数(0.75~0.85)再乘以余量系数(1.05~1.10)后的要求。

6.2.4 乙烯脱除设备,根据货物特性要求配置,在设计浓度下的单位时间脱除量,应满足所贮货物的乙烯单位时间生成量,并除以设备运行系数(0.75~0.85)再乘以余量系数(1.05~1.10)后的要求。

6.2.5 降氧设备宜采用自动再生填料或长久性膜组,但相邻设备之间应有连通,以应急代用。

6.2.6 制氮系统如多台空压机并联,应设压缩空气贮罐和安全阀。

6.2.7 制氮系统的空气压缩机排热应引至室外,且通风良好;不能收集排热时,应放置在具有良好自然通风的环境。

6.2.8 压缩空气应满足制氮机对气体质量的要求。

- 6.2.9 制氮机的富氧排出管应引至室外安全地带。
- 6.2.10 二氧化碳和乙烯脱除设备,宜就近气调冷藏间布置,相邻两个系统的设备之间宜设连通,以备应急代用。
- 6.2.11 气调设备和系统中的气动阀门供气,宜采用独立的小型空压机集中供气。

6.3 系统管道

- 6.3.1 气调系统的水平管道,均坡向气调冷藏间,坡度 $\geq 0.5\%$;压缩空气水平管道坡向压缩空气贮罐,坡度 $\geq 1.0\%$ 。
- 6.3.2 二氧化碳和乙烯脱除设备的进、出气连接管道,应从分配站集管或系统总管上部连接;二氧化碳排出管应接至室外安全地带;二氧化碳脱除设备的空气入口应朝下,并处于无空气污染的环境。
- 6.3.3 气调系统应有向气调冷藏间内补充空气的措施。
- 6.3.4 开式循环充氮气降氧系统,气调冷藏间的出气管,应引至室外;半闭式系统引至空压机的进气口(并有旁通口)。
- 6.3.5 闭式循环的气调设备,进气、出气各自回路管道总阻力不宜大于5kPa。
- 6.3.6 气调系统管道(空气压缩机至制氮机除外)、手动阀、电磁气动蝶阀的主阀体及连接法兰,宜采用相同、防腐、无毒材质。
- 6.3.7 各气调冷藏间气体采样管应伸到货间,并装有过滤器。库外管不宜过长,若经室外应有保冷措施。
- 6.3.8 自动采样电磁阀,不宜采用通电后阀体发热的电磁阀。
- 6.3.9 库体安全阀,应优先采用无液体填充的气封式库体安全阀(干式)。在阀口结露的情况下应满足启闭压力 $150\text{Pa} \pm 35\text{Pa}$,其库内管口应避开气压波动区域。
- 6.3.10 气体平衡袋的充气容积应大于等于气调冷藏间公称体积的1%,耐压应 $\geq 500\text{Pa}$,耐温应满足使用环境的高、低极限温度的1.2倍,气密标准应满足第3.0.5条的规定。制作材料应无毒、无

味、柔软及不散发影响气调库气体成分的材料制成。安装位置不得直接暴露在室外,与气调冷藏间的接口位置应远离冷风机送风和回风区域。

6.4 控制程度

6.4.1 降氧系统:气调冷藏间不超过 10 间时宜采用手动操作降氧;当气调冷藏间超过 10 间时,宜采用手动电控程序降氧。

6.4.2 气体采样分析:二氧化碳脱除和乙烯脱除系统,当气调冷藏间不超过 6 间时,宜采用手动操作运行、便携式检测仪进行采样和气体分析;当气调冷藏间超过 6 间时,宜采用连续在线气体自动分析,二氧化碳和乙烯脱除系统宜采用自动运行,必要时配有计算机监控系统。

7 加 湿

7.1 一 般 规 定

- 7.1.1 气调冷藏间采用的加湿方法,不应将室外空气带人气调冷藏间内。
- 7.1.2 加湿器喷雾方向不得朝向(或直接扩散到)冷风机吸风面。
- 7.1.3 气调冷藏间相对湿度参数,应根据货物品种的气调贮藏要求确定。

7.2 加 湿 系 统

- 7.2.1 气调冷藏间加湿设备,宜采用超声波加湿器,同时应满足相应的给水水质要求。
- 7.2.2 库内温度低于 0°C 时,库内加湿器和加湿系统管道应具有防冻措施。
- 7.2.3 气调冷藏间给、排水电磁阀宜分散就近布置。
- 7.2.4 加湿器的给水应具备持续给水条件。

7.3 系 统 管 道

- 7.3.1 加湿器溢流管、排水管应接至本间冷风机水盘或冷风机除霜排水管的水封之前。
- 7.3.2 加湿器溢流管、排水管的坡度不得小于 1% ,坡向排水点。
- 7.3.3 库内温度低于 0°C 或给水温度低于库内温度时,库内加湿给、排水管应加防冻措施和保温层,防止冰塞和管外凝结滴水。
- 7.3.4 库外加湿给、排水管,当所处环境低于 0°C 时,应有防冻措施。

7.4 控制程度

- 7.4.1 气调冷藏库加湿系统宜采用自动加湿。
- 7.4.2 加湿器应具有安全保护措施和故障反馈。
- 7.4.3 软化水处理器应具备自动运行条件。

8 制 冷

8.1 一 般 规 定

8.1.1 除本规范规定外,气调冷藏库制冷工艺设计的机器设备选型、管道布置及其管道和设备的保冷、保温与刷漆等,应按现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 和相关标准执行。

8.2 冷 负 荷

8.2.1 制冷系统货物热量计算,按货物入库冷却阶段时的每天最大进货量确定(货物品种有特殊要求除外);未经冷却的货物进满一间气调冷藏间并降至贮藏温度不宜超过 5d,经过冷却的不宜超过 2d。制冷与气调的每天允许最大进货量和允许进满气调冷藏间的数量应协调一致。

8.2.2 未经冷却直接进入气调贮藏间时,冷却设备的选择应按货物入库冷却阶段和气调贮藏阶段分别计算,取其中较大值为选型依据,并考虑气调贮藏阶段应小温差换热措施。

8.2.3 冷却间的入库冷却阶段结束后,宜转为气调冷藏间使用。冷却设备的选择应按货物入库冷却阶段和气调贮藏阶段分别计算,取其冷却阶段为选型依据,并考虑气调贮藏阶段应采取小温差换热措施。

对于冷却后的货物温度达到冷间设计温度,并且气调冷藏间与该冷却间不是同一制冷系统时,气调冷藏阶段的制冷系统设备负荷和机械负荷,应考虑冷风机除霜和气调系统运行带人气调冷藏间的热负荷。

8.2.4 寒冷地区冬季当室外温度过低而无法满足库内设计温度时,应采取加热措施。

8.3 库 房

8.3.1 库房的冷却设备宜选用直接蒸发或载冷剂间接冷却的冷风机。

8.3.2 对于装配气调冷藏库,冷间内冷风机的吊支架宜落地安装,当直接采用在库板下吊顶式安装时,应有穿顶板的吊杆防振和气密措施。

8.3.3 气调贮藏间内冷风机冷媒与库温传热温差的选定宜按表 8.3.3 取值。

表 8.3.3 传热温差取值

降温方式	入库预冷阶段	气调贮藏阶段
直接蒸发降温	$\Delta t = 5^{\circ}\text{C} \sim 9^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 2^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$
载冷剂降温	$\Delta t_m = 5^{\circ}\text{C} \sim 9^{\circ}\text{C}$	$\Delta t_m = 2^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$

注: Δt ——冷藏间空气与冷风机制冷剂蒸发温度之差($^{\circ}\text{C}$);

Δt_m ——冷藏间空气与冷风机载冷剂对数平均温差($^{\circ}\text{C}$)。

8.3.4 用于冷却或气调冷藏的冷间,其冷风机的选用宜考虑可调节风量的措施。

8.3.5 冷风机和热交换器的供液调节阀或膨胀阀调节范围应与冷负荷变化相匹配。

8.3.6 冷风机的布置应满足库内货物处于其气流的回流区内。

8.3.7 冷风机不宜采用电热除霜。

8.3.8 直接膨胀制冷系统管道设计时,应考虑负荷变化时压缩机排出的润滑油均能返回。

8.4 机 房

8.4.1 多间气调冷藏间的制冷系统宜采用集中供冷方式,或按不同冷间温度划分,冷间温度相同或相近的建立相应的集中供冷系统。

8.4.2 使用单台制冷压缩机组独立供冷形式的,宜选用多机头压

缩机组或具有多级能量调节,即制冷系统多级能量调节。

8.4.3 集中供冷的制冷机器设备宜尽量靠近所需的制冷负荷中心。对于采用氟制冷系统的,可分布在邻近冷藏间的技术走廊内或室外有防雨雪的位置。

8.4.4 制冷系统的供冷方式宜采用制冷剂直接蒸发或通过载冷剂间接冷却。

8.5 安全保护和控制程度

8.5.1 制冷机器设备安全保护和自动控制应符合现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 的相关规定。

8.5.2 气调冷藏间内温度允许波动范围不应超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

8.5.3 气调冷藏间温度应采用自动检测、显示、控制,自动或手动电控程序除霜。

9 采暖通风

9.1 一般规定

9.1.1 当厂区只有采暖用热或以采暖用热为主时,宜采用高温水做热媒;当厂区供热以工艺用蒸汽为主时,在不违反卫生、技术和节能要求的条件下,可采用蒸汽做热媒。

9.1.2 氨制冷机房事故排风应按现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 和相关标准执行。

9.2 采 暖

9.2.1 氨制冷机房采暖严禁用明火装置。

9.2.2 氨制冷机房室内采暖温度宜取不低于 16℃。

9.2.3 整理间室内采暖温度宜取不高于 16℃。

9.2.4 机房控制室、值班室采暖温度宜取 18℃。

9.2.5 技术走廊及气调设备所处场所应设置采暖装置,温度宜取不低于 5℃。

9.3 通 风

9.3.1 氨制冷机房及氨制冷系统封闭场所的分配站,事故排风次数按 183 次/(m²·h)进行计算确定,排风机应选用防爆型,排风口宜设在上部。

9.3.2 整理间通风换气次数宜取 2 次/h~3 次/h,并满足操作人员每人不小于 30m³/h 的新风量。

9.3.3 对于使用氟制冷剂的制冷机房及封闭式技术走廊,应设置不小于 12 次/h 事故排风装置,排风口应距地坪 0.5m。

9.3.4 建筑物的防烟、排烟设计,应按现行国家标准《建筑设计防

火规范》GB 50016 和相关标准执行。

9.4 空 调

9.4.1 机房控制室、值班室空调温度取不低于 26℃。

9.4.2 采暖、通风和空气调节系统的消声和隔振按现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 和相关标准执行。

10 给水排水

10.1 给 水

10.1.1 气调冷藏库给水水源应就近选用城镇自来水或地下水、地表水。水源的水质应符合下列要求：

1 气调冷藏库生活用水、加湿用水应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求；加湿用水同时尚应满足加湿设备对水质的要求；

2 生产设备的冷却水、冲霜水其水质应满足被冷却设备的水质要求和卫生要求。

10.1.2 气调冷藏库给水应保证有足够的水量和水压。

10.1.3 制冷系统冷却水应循环使用，冷却水补充水量根据所选冷却设备确定，一般可按循环水量的 1%~3% 计算。

10.1.4 冷风机冲霜水量应按产品样本规定。持续冲霜时间按 15min/次~20min/次计算。冲霜水宜循环使用。

10.1.5 冷风机冲霜配水装置前的自由水头不应小于 5m。

10.1.6 冲霜给水管应设坡度，坡向空气冷却器（冷风机）或泄水装置，坡度不宜小于 1%。

10.2 排 水

10.2.1 气调冷藏库冲霜排水管道的坡度和充满度，应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关规定。管道明露部分应采取保温和防止结露措施。

10.2.2 冲霜排水管道出水口应设水封（井）。水封装置的水封高度不宜小于 70mm。气调冷藏间排水管水封应单独设置。

10.2.3 水封装置设置在低温状态下时应有防冻措施。

10.3 消防给水

10.3.1 气调冷藏库消防给水应按现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 的相关规定执行。

11 电 气

11.1 变 配 电 室

11.1.1 大中型气调冷藏库宜按二级负荷供电。小型气调冷藏库可按三级负荷供电。

11.1.2 有条件时宜设置柴油发电机组自备电源,自备电源的容量应能满足气调冷藏库保温运行的需要。

11.1.3 气调冷藏库的电力负荷宜按需要系数法计算,全库总电力负荷需要系数可采用 0.55~0.70。

11.1.4 当气调冷藏库电力负荷淡旺季相差较大时,在保证气调设备及制冷压缩机可靠启动的条件下,宜选用 2 台变压器。

11.1.5 气调冷藏库宜设变配电室,并应尽量靠近制冷及气调机房布置。当不集中设置制冷及气调机房时,变配电室应尽量靠近负荷中心布置。

11.1.6 气调冷藏库应在变配电室低压侧采用集中无功功率补偿,以提高功率因数。气调冷藏库自然功率因数可采用 0.78。

11.1.7 高低压配电室应布置应急照明,可选用自带蓄电池组的应急照明灯具。应急照明持续时间不应小于 30min。

11.2 制 冷 及 气 调 机 房

11.2.1 对采用氨制冷压缩机组的气调冷藏库,氨压缩机房的电气设计应按现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 的相关规定执行。

11.2.2 对设有制冷及气调机房的气调冷藏库,在机房应根据(业主)需要显示、记录各气调冷藏间的温度、湿度及气体成分等参数。

11.2.3 制冷及气调机房的动力设备宜由低压配电室按放射式配

电。当不集中设置制冷及气调机房时,对布置分散且单台用电容量小的制冷及气调动力设备,也可采用树干式与放射式相结合的配电方式。

11.2.4 制冷及气调机房的照明方式宜为一般照明,机房照度不宜低于 150 lx,应选用节能型的照明灯具。

11.2.5 制冷及气调机房应设置应急照明,可选用自带蓄电池组的应急照明灯具,应急照明持续时间不应小于 30min。

11.3 库 房

11.3.1 气调冷藏间属低温、高湿场所,电气设计和设备选型应充分考虑到该场所的特点和要求。

11.3.2 气调冷藏间的动力及照明配电设备应集中布置在冷间外的穿堂或其他干燥场所。

11.3.3 气调冷藏间照明灯具应选用符合食品卫生安全要求的环保、节能型防潮灯具,外壳防护等级为 IP54 级。

11.3.4 气调冷藏间照度不宜低于 150 lx。

11.3.5 气调冷藏间照明灯具的布置应避开吊顶式冷风机,一般可采用均匀布置,在冷间内冷库门两侧的墙上(货位上方)应各布置 1 盏观察灯,并与货物顶部观察窗位置协调配合,不可产生逆光观察。

11.3.6 照明开关应采用带指示灯的防潮型开关,每间气调冷藏间的照明开关应集中装于该冷间的门外,2 盏观察灯应单独设置照明开关。

11.3.7 为提高库内照明的可靠性,每间建筑面积较大的气调冷藏间的照明灯具宜分成数路单独控制,按放射式配电。

11.3.8 气调冷藏间照明干线宜由低压配电室以专用回路引出,应采用 AC220V/380V TN-S 或 TN-C-S 配电系统。气调冷藏间照明支路宜采用 AC220V 单相供电,灯具金属外壳均应接专用保护线(PE 线)。

11.3.9 气调冷藏间动力及照明线路宜采用 yjv 型铜芯交联电缆明敷。电气线路穿过冷间保温墙或保温板时,必须采取可靠的防火、密封及防止产生冷桥的措施。

11.3.10 气调冷藏库消防水泵应由低压配电室以专用回路配电。

11.3.11 当气调冷藏库设有消火栓箱时,应在控制室或有人值班的房间设消火栓信号报警装置。

11.3.12 气调冷藏库当需要进行防雷设计时,可按三类防雷建筑物设防。

11.4 自动控制

11.4.1 为保证气调冷藏库的所贮货物品质和各系统正常运行,气调冷藏间的检测和控制仪器(或仪表)应满足表 11.4.1 的要求。

表 11.4.1 气调冷藏间对检测和控制仪器(仪表)的基本要求

序号	测控参数	单位	测量范围	分辨率	精度
1	温度	℃	-3~15	≤0.1	≤±0.3
2	相对湿度	%	50~98 -3℃~15℃	≤1.0	≤±4.0
3	氧	%	0~25	≤0.1	≤±0.3
4	二氧化碳	%	0~10	≤0.1	≤±0.3
5	乙烯	ppm	0~10	≤0.1	≤±1.0

注:1 测量范围:是按常见所贮货物使用参数范围,特殊货物按实际要求测量范围确定。

2 乙烯测量参数,根据所贮货物需要设置。

11.4.2 对于采用直接热源融霜的冷风机,在其融霜过程中应设有盘管温度超限保护。

11.4.3 气调冷藏库的控制系统应能满足生产工艺对温度、湿度、二氧化碳浓度、氧气浓度和乙烯浓度(根据贮藏品种而定)的要求。其中冷间温度和湿度应采用自动控制,并且控制系统应能自动记录和储存记录数据。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国行业标准

气调冷藏库设计规范

SBJ 16 - 2009
(备案号:J 835 - 2009)

条文说明

目 次

1	总 则	(33)
2	术 语	(34)
3	基本规定	(35)
4	建 筑	(38)
4.1	库址选择	(38)
4.2	总平面	(38)
4.3	库房	(38)
4.5	气调冷藏间的气密性	(39)
4.7	气调冷藏门和观察窗	(39)
4.8	气调冷藏间安全调压装置	(39)
5	结 构	(40)
5.1	一般规定	(40)
5.2	荷载	(41)
5.3	材料	(41)
6	气 调	(42)
6.1	一般规定	(42)
6.2	气调系统	(42)
6.3	系统管道	(43)
6.4	控制程度	(44)
7	加 湿	(46)
7.1	一般规定	(46)
7.2	加湿系统	(46)
7.3	系统管道	(46)
7.4	控制程度	(47)

8	制 冷	(48)
8.1	一般规定	(48)
8.2	冷负荷	(48)
8.3	库房	(49)
8.4	机房	(50)
8.5	安全保护和控制程度	(51)
9	采暖通风	(52)
9.1	一般规定	(52)
9.2	采暖	(52)
9.3	通风	(52)
9.4	空调	(53)
10	给水排水	(54)
10.1	给水	(54)
10.2	排水	(54)
11	电 气	(55)
11.1	变配电室	(55)
11.2	制冷及气调机房	(56)
11.3	库房	(56)
11.4	自动控制	(57)

1 总 则

1.0.1 本条阐明了制定本规范的目的。

1.0.2 公称体积为 500m^3 以下新建、改建、扩建的土建和装配气调冷藏库,由于规模较小,大多不考虑机械堆码,气调冷藏间的数量(同期贮藏的主要品种不宜少于 2 间)和内部几何尺寸常受一些因素限制,难以满足本规范的各项要求,根据实际情况可参照本规范。

2 术 语

2.0.1 气调冷藏库:是指库房及直接为其服务的附属建(构)筑物。

2.0.2 库房:一般由气调冷藏间、冷却间、整理间、穿堂、技术走廊等连为一体的主建筑。

2.0.4 整理间:一般作为货物入库前的接收整理和货物出库后清洗、分级、单体表面处理、称重、包装、出货等使用功能的房间。

3 基本规定

3.0.1 本规范以气调冷藏间的公称体积为计算标准,一是与《冷库设计规范》相互一致;二是便于控制气调冷藏库规模和基建投资;三是促使设计人员充分利用贮藏空间,提高体积的利用系数,做出更为经济实用的设计,也便于评定设计的优劣;四是促进使用单位通过改革工艺、改进贮货容器和堆码技术,挖掘气调冷藏库的贮藏潜力。

3.0.2 本规范设计规模划分,是根据中华人民共和国建设部2007年修订本《工程设计资质标准》中(附件3-8,商物粮行业建设项目设计规模划分表)的规定。

3.0.3 本规范要求气调冷藏库贮藏货物重量计算,应按实堆码方式和贮藏品种确定。由于水果和蔬菜类产品种类繁多和抗压性不同,导致贮藏容器的大小要分类,所以单位堆货容重也差别较大,甚至有成倍之差。为此,气调冷藏库贮藏货物重量据实计算有其重要意义:一是业主确定建设规模和投资的重要指标,也是计算贮藏经营效益的关键数据;二是配置气调、加湿和制冷各系统设备的关键参数之一;三是确定气调冷藏间几何尺寸的重要依据;四是促进设计人员优化设计和合理节约一次性投资的重要手段。

3.0.4 气调贮藏参数:主要对温度、相对湿度、氧气浓度、二氧化碳浓度和乙烯(根据品种特性确定)浓度的控制参数。本规范提出了“应采用业主对所贮藏货物实地气调实验参数;业主不能提供参数时,可参照相同品种近似地理环境的数据为基本设计参数”。根据气调贮藏的基本理论、国内外一些技术资料 and 国外对气调冷藏库的做法,对所贮货物的实地气调参数实验是非常重要的。因为

不同品种货物的气调贮藏参数是不同的,即使是同一品种货物生长在不同地区的最佳气调贮藏参数也是有一定差别的,甚至生长在同一地区的同一品种货物的最佳气调贮藏参数每年也是有变化的。我国推广气调贮藏的绿色保鲜方法,目的是延长水果蔬菜等贮藏期和品质,但是我国在气调贮藏方面尚属初级阶段,对所贮货物实地气调贮藏参数的重要性认识还不够充分,所以本规范从设计角度加以重视,同时也是配置气调、加湿、制冷系统设备和确定气密标准的重要参数之一。当然也考虑了目前我国的实际情况和设计应用参数的使用范围,在没有所贮货物品种实地气调贮藏实验参数时,参照相近货物生长环境的气调贮藏参数来基本满足气调冷藏库的硬件建设,但对使用者来说,也应在建库的同时,筹备气调贮藏实验设施或措施,以便跟踪实验及时调整所贮货物最佳气调贮藏参数。

3.0.5 本规范的气密标准,是参照联合国粮农组织(FAO)1995年建议的气密标准,根据其检测压降曲线而确定。从气密性来讲基本与其等效曲线相符,只是检验开始压力和结束压力不同。主要是考虑我国国情,有一定数量的气调冷藏库库体采用了金属面隔热夹心板,该板单位面积重量轻、抗压强度弱,为了减少检测气密标准时损伤库体,将其检验开始压力降低为 196Pa (20mmH₂O)。同时相应注意新的问题,对于气调冷藏库设计中,应相应提高温度控制精度和缩小温度波动范围,减少在使用中损伤库体。

联合国粮农组织(FAO)1995年建议的气密标准:空库检验开始压力 294Pa(30mmH₂O),检验压降时间 30min,检验结束压力分别为:合格 ≥ 39.2 Pa (4mmH₂O);良好 > 107.8 Pa (11mmH₂O);优秀 > 147 Pa (15mmH₂O)。按该气密标准曲线,等效气密性为:空库检验开始压力 196Pa(20mmH₂O),检验压降时间 20min,检验结束压力分别为:合格 ≥ 51 Pa (5.2mmH₂O);良好 > 98 Pa (10mmH₂O);优秀 > 127 Pa (13mmH₂O)。

在我国现行的国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274—98 第 2.8.6 条中,空库检验开始压力 100Pa(10.2mmH₂O),检验压降时间 10min,检验结束压降压力 >50Pa(5.1mmH₂O)。在条文说明中,该条是根据国家现行标准《组合冷库性能试验方法》ZBJ 73044—90 的有关规定制订的。经调研和分析,从气密性要求上讲基本与联合国粮农组织(FAO)1995 年建议的气密标准的“合格”等级相符,但从检验库体强度要求来讲,检验压力与气调冷藏库实际使用中的库内波动压力差距较大,亦即 100Pa 检验压力较低,难以预防气调冷藏库使用中库体受损和库外空气渗入。在目前我国气调冷藏库建设中,基本不采用 100Pa 作为检验开始压力。

为此,本规范综合国内外气调冷藏库气密标准和我国国情,参照联合国粮农组织(FAO)1995 年建议的气密标准等效气密性(合格与良好之间),制订气密标准:空库检验开始压力 196Pa(20mmH₂O),检验压降时间 20min,检验结束压力 ≥78Pa(8mmH₂O)为合格。

对于特殊品种的货物,可按货物贮藏参数中氧气浓度控制范围和呼吸强度,参照联合国粮农组织(FAO)1995 年建议的气密标准等效气密性的良好和优秀之间选择。在货物贮藏参数中,氧气浓度控制相对越低和所贮货物呼吸强度相对越弱,则对库体的气密性相对要求越高;反之,相对要求越低。

在气密检验时,当记录开始和记录结束有温度变化时,应按下式计算修正值:
$$P_{2x} = P_{2c} + P_1 \left(1 - \frac{273.15 + t_2}{273.15 + t_1} \right)$$

式中: P_{2x} ——检测结束时库内气体压力修正值(Pa);

P_{2c} ——检测结束时库内气体压力测试值(Pa);

P_1 ——检测开始时库内气体压力测试值(Pa,绝对压力);

t_1 ——检测开始时库内气体温度测试值(°C);

t_2 ——检测结束时库内气体温度测试值(°C)。

4 建 筑

4.1 库 址 选 择

4.1.1 气调冷藏库库址选择除一般食品贮藏库的要求外,根据果蔬保鲜的国内外经验,宜在产地采摘后及时就地入库对其贮藏效果更佳。

4.2 总 平 面

4.2.2 本条是食品库的一般要求,主要是防止贮藏果蔬不被污染。

4.2.3 本条是对果蔬生产工艺等的基本要求。

4.2.4 本条是从节能和节省建设投资以及方便管理等方面提出的要求。

4.2.5 本条主要是从保持库区环境洁净提出的要求。

4.2.6 一般规划部门对库区建设的绿化及环境美化均有一定要求。

4.3 库 房

4.3.1 本条是根据国内外气调贮藏的经验提出的要求,设计中根据具体情况应力求达到。

4.3.2 本条主要是防火消防方面的要求。

4.3.3 本条是根据气调贮藏生产工艺所需的空间设置。

4.3.4 气调冷藏库在公路、铁路,库内垂直运输及辅助用房方面与果品冷库基本功能相同,应按国家现行标准《冷库设计规范》GB 50072 和《室外装配冷库设计规范》SBJ 17—2009 相关规定执行。

4.5 气调冷藏间的气密性

4.5.1 气调冷藏间的气密性标准,从已知的国内外标准尚无统一一定论。应按本规范 3.0.5 条执行。

4.5.2 本条是根据气密层所要求的性能而对气密层材料提出的基本要求。

4.5.3 根据不同材质的围护结构而提出的气密层设置要求。

4.7 气调冷藏门和观察窗

4.7.1 本条主要是按气调冷藏库气密要求而提出的对气调冷藏库门扇和门框要求。

4.7.2 观察窗分为气调冷藏门上观察窗和气调冷藏间货物上部观察窗两种。气调冷藏门上观察窗,主要是为达到观察、取样和进入人维修而设的观察小门,对其小门的基本要求列于本节。气调冷藏间货物上部观察窗,主要是观察顶部货物表面和设备运行情况。

4.8 气调冷藏间安全调压装置

4.8.1、4.8.2 由于气调冷藏库气密性不同于一般建筑,当库内温度变化和运行不正常时,库体将承受正、负压而形成的压力,如不进行调节,将导致库体的破坏,故需要安装气体平衡袋和库体安全阀等调压装置。

5 结 构

5.1 一般规定

5.1.1 目前国内已建成大批气调冷藏库,结构形式有钢筋混凝土框架结构,装配式夹芯复合板钢结构,中小型气调冷藏库也采用砌体结构,在保证安全的情况下,各地可因地制宜,选用不同的结构形式。

5.1.2 气调冷藏库的冷间使用温度范围约为 $-2^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$,不同货物要求不同的贮藏温度。冷间降温会使材料热胀冷缩,引起垂直及水平方向收缩变形,在构件之间相互约束作用下产生温度应力。虽然温度变形及温度应力要小于低温库,但如果设计不当也会产生结构裂缝,影响结构安全及气密性要求。按不同结构类型,通过合理的结构设计可以减少温度变化引起的内力及变形,并防止产生裂缝。

5.1.3 对钢筋混凝土结构,为提高抗温度变化产生裂缝的影响,规定钢筋混凝土板温度配筋最小配筋率。

5.1.4 因气调冷藏库冷藏门密封性好,冷间温度升降会引起库内气体体积变化而造成正压或负压变化,向库内充氮降氧也可能引起库内气体压力变化,气体平衡袋及库体安全阀难于完全平衡压力,气调冷藏间承重结构、顶板、墙板、内隔墙(或板)及支撑构件应能承受一定的气压变化产生的荷载作用,满足强度及变形要求,注意不要因变形过大产生裂缝而影响气密性要求。

5.1.5 因库房大面积堆载,软土地基易产生地基不均匀变形,这是许多工程常出现的情况,应采取有效措施,减少不均匀变形影响。如采取地基处理,保证地坪回填土密实度,提高上部结构抗地基不均匀变形能力等措施。

5.2 荷 载

5.2.1 楼面 and 地面荷载为等效均布活荷载。据实际调查,存放苹果木箱装密度可达 $400\text{kg}/\text{m}^3$, 5.5m 高气调冷藏间堆货高度可达 4.7m , 折算均布活荷载达 $20\text{kN}/\text{m}^2$, 7.5m 高气调冷藏间堆货高度约达 6.7m , 均布活荷载可达 $27\text{kN}/\text{m}^2$ 。如果货物密度大于 $400\text{kg}/\text{m}^3$ 或冷间高度超过 7.5m 应按实际堆货情况计算。按现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072, 穿堂及整理间按一般堆货及叉车运行荷载, 仍按均布活荷载 $15\text{kN}/\text{m}^2$ 。相关荷载系数为经验值。

5.2.2 对于无外罩衣的气调冷藏间墙板应考虑风荷载, 气调冷藏间顶板尚应考虑可能产生的检修荷载。冷间温度升降和气体调节引起的库内气体正、负压变化, 考虑气体平衡袋和库体安全阀具有一定气压调节能力, 但气调冷藏间承重结构、支撑构件、墙板及顶板也应具有一定抗正压、负压变化的承载能力, 外墙及顶板应不小于 0.25kPa 。内隔墙(或板)应考虑相邻冷间同时处于一侧为温度控制上限并有冷风机除霜时, 另一侧处于温度控制下限的可能, 此时两侧温差最大, 导致压力差最大, 所以内隔墙(或板)应不小于 0.5kPa 的承载能力。

5.3 材 料

5.3.1、5.3.2 按冷间使用温度范围约为 $-2^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$, 根据混凝土结构设计规范耐久性规定, 冷间温度 $<0^{\circ}\text{C}$ 时, 应符合环境类别为寒冷地区的有关要求。

6 气 调

6.1 一般规定

6.1.1 本条要求设计人员应对气调冷藏库所贮货物品种进行全面了解,这些主要参数是方案设计的重要元素,直接关系到冷却间、气调冷藏间的布置和数量多少,更是关系到系统设备配置多少的重要依据,也是涉及整个建库投资的关键。

6.2 气调系统

6.2.1 根据不同货物进满冷间后,气体体积所占比例不同,比例较高时,取其降氧时间相对低值,反之取其相对高值。

6.2.2 首次气调降氧结束时,氧的浓度应根据所贮存品种而定,一般情况取值为贮藏品种氧气控制范围的上限值;当该贮存品种氧气控制范围较低时,一般取值不小于5%,未达控制值的氧气,靠所贮货物呼吸消耗。特殊低氧要求按需取值,但降氧设备投资较大。

所选降氧设备的平均每天的总能力,应满足气调冷藏库每天最大进货量所装满气调冷藏间的总公称体积。同时,制冷系统应满足每天最大进货量的冷却能力,相互匹配,减少设备投资浪费。

6.2.3 二氧化碳脱除设备运行系数宜取0.75~0.85,对应气调冷藏间数相对较多时,取其相对较小值,反之取其相对较大值;余量系数宜取1.05~1.10。

6.2.4 乙烯脱除设备运行系数宜取0.75~0.85,对应气调冷藏间数相对较多时,取其相对较小值,反之取其相对较大值;余量系数宜取1.05~1.10。

6.2.5 目前降氧设备主要分为两种类型:一是对气调冷藏间空气

连续循环降氧,二是对气调冷藏间空气连续充氮气置换降氧。设备宜采用自动再生填料或长久性膜组;在系统设计上应采用集中并联设置的共用系统,当循环降氧设备多台且管路过长,宜采用分置,但相邻设备之间应有连通,以应急代用。

6.2.6 对于制氮系统的多台并联空压机,应设压缩空气贮罐的目的在于供给制氮机相对压力稳定的气源和减少空压机的频繁启动;压缩空气贮罐设置安全阀,是压力容器的基本要求。

6.2.7 本条主要针对空压机允许的工作环境而言,所处的环境温度不应过高,否则排气温度和耗能都会随之增高。当然,北方地区冬季也可以回收排气热能采暖,但冬季空压机工作较少,应核算回收成本。所以,一般不作回收,有时作为技术走廊和设备间等设备防冻加热,但应考虑在排气无污染的情况下利用。

6.2.8 不同制氮机对压缩空气质量有不同的要求,若不能满足,会影响工作效率或缩短使用寿命,甚至不能正常工作,应足够重视。

6.2.9 制氮机在工作中,不断排出富氧混合气,氧的浓度高出大气许多,排至室内易于引起火灾和助燃,设计中必须引起重视。

6.2.11 由于气调设备和系统中的启动阀门是长期工作和随时启闭,而制氮系统的空压机较大,且气调贮藏期使用较少,经常启动既不节能,也会影响其使用寿命。

6.3 系统管道

6.3.1 本条规定的主要目的是防止或减少系统管道内凝结水进入气调设备。

6.3.2 本条主要目的,一是防止或减少系统管道内凝结水进入气调设备;二是气调设备排出的废气引至室外,避免污染室内空气,危害操作人员和管理人员身体健康;三是气调设备上部吸入空气口要朝下,避免杂物或灰尘等吸进气调设备,同时要求吸入的空气是无污染的,特别不应吸入对设备填料或膜组有害的气体。

6.3.3 本条主要考虑由于所贮货物呼吸作用耗氧,使氧的浓度过低导致货物受低氧伤害,为此设置补充空气措施。

6.3.7 气体采样管伸向货间,取货物周围气体具有代表性;采样管端头装有过滤器,防止杂物进入堵塞采样管和采样泵。采样管出气调冷藏间后不宜过长,即便是在室内也会引起采样气体的温度变化,特别是经过室外影响温度变化更大,因不同气体成分的热膨胀系数是不同的,从而导致被测气体体积浓度的误差增大。

6.3.8 采样电磁阀通电后发热是普遍存在的现象,但应用在自动采样时会使被测气体加热,而温度升高,导致被测气体体积浓度的误差增大。所以,采样电磁阀应用通电后不发热的为宜。

6.3.9 气封式库体安全阀(干式)的安全压力确定 150Pa,一是根据气密试验压力 196Pa 而定,加上安全阀的允许开启精度 $\pm 35\text{Pa}$ 后,不应超过气密试验压力。二是目前国内气调冷藏库广泛应用的产品,就能达到在阀口结露的情况下满足启闭压力 $150\text{Pa}\pm 35\text{Pa}$ 。

6.3.10 气体平衡袋的耐压、适应环境和气密标准的确定:耐压主要考虑在库温异常升高(或制冷系统故障)时不易被损坏;耐温主要考虑在我国大部分地区满足自然环境下温度的使用条件,如阁楼内、库体顶棚下等;气密标准相对等级要高些,因为在使用过程中是交替收缩和膨胀过程,易于折损漏气。不过目前国内大部分使用的产品达到耐压 600Pa 和耐温 $-30^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$,气密标准也满足或超出本规范的要求。

6.4 控制程度

6.4.1 降氧系统的工作特点基本是连续性工作,主要是在入库期基本昼夜不停,建库规模较小时操作系统手动指令程序控制也意义不大。本规范推荐气调冷藏间超过 10 间时宜采用手动电控程序降氧。一是节省人力资源和劳动强度;二是减少人为的误操作,提高系统运行的可靠性;三是从发展的角度,推进我国气调冷藏库的建设水平和技术进步。

6.4.2 本规范推荐气体采样分析,当气调冷藏间小于等于6间时,二氧化碳脱除和乙烯脱除系统宜采用手动操作运行和人工采样气体分析。主要是从投资角度考虑较多,建库规模较小,控制系统投资相对不宜过大的原则;其次是在目前国内气调冷藏库中,对于6间的频繁操作管理强度也可以接受。

对于气调冷藏间超过6间时,本规范推荐采用连续在线气体自动分析,二氧化碳和乙烯脱除系统自动运行,必要时配有计算机监控系统。主要基于以下几点考虑:一是对于气调贮藏的气体成分控制要求是比较高的,它直接影响着果蔬保鲜的质量,采用自动控制系统易于得到保障;二是从国内市场能够直接采购到的气体采样分析、自控阀件、仪表、电器件、控制系统及计算机监控等技术水平和产品质量与先进国家实际应用的水平无大差别,综合技术水平趋于成熟阶段,具备普及推广的条件;三是节省人力资源和劳动强度,减少人为的误操作,提高系统运行的可靠性;四是自控系统相对投资随建设规模增大而相对减小,故性价比相对提高;五是从科技发展着眼,推进我国气调冷藏库的建设水平和技术进步,尽快与国际先进水平接轨。在国内目前气调冷藏库中,有相当部分达到了本规范的要求。

7 加 湿

7.1 一 般 规 定

7.1.1 目前气调冷藏间加湿的方法很多,但不管采用哪种方法,都不应将室外空气带人气调冷藏间内,否则会使氧的浓度升高和不同气体成分紊乱,而达不到应控制参数的要求。

7.1.2 加湿器喷雾方向不得朝向(或直接扩散到)冷风机吸风面。否则会将湿气先吸入到蒸发器凝结成水或结霜,而达不到货物所处环境加湿的目的。

7.2 加 湿 系 统

7.2.1 超声波加湿器对给水水质的要求一般是对水质硬度的要求,水质硬度过高时,对水源进行软化处理。

7.2.3 由于加湿系统采用自动运行,给、排水电磁阀分配站就近各自冷间布置,受加湿器自身的控制,这样可以节约水管和电缆的投资,使系统控制更为简化。

7.2.4 为了保持气调冷藏间内湿度控制的稳定性,提高产品保鲜质量,各间的自动运行的加湿器随时处于启闭状态,为此要求给水应具备持续给水的条件,尽量减少断水故障的出现而影响正常运行。

7.3 系 统 管 道

7.3.1 加湿器溢流管、排水管靠重力排水,气调冷藏间内气压与本间内的加湿器处于同一压力,这样才有正常排水的基本条件。否则若于水封之后连接,当气调冷藏间内压力低于大气压力时,不但排不出水,当管内无水或水很少时,空气还会进入气调冷藏间内

致使气体成分改变。

7.3.3 本条规定的主要目的:加湿器给、排水管在一定条件下,一是防冻,避免加湿不能正常运行;二是防滴水,防止货物表面有水影响正常的呼吸而腐烂。

7.4 控制程度

7.4.1 目前我国气调冷藏库加湿系统自动运行方式比较成熟,应用广泛并成为常规设计。

7.4.2 气调冷藏库加湿器基本放在库内,在气调贮藏期间不便进库巡视,为此本规范要求加湿系统达到自动运行,所以加湿器亦应自身满足安全保护和故障反馈信号输出条件。目前国内的气调冷藏库专用加湿器比较成熟,并且普及应用。

7.4.3 气调冷藏库加湿系统耗水量比较小,而我国市场上小型软化水处理设备品牌繁多,技术比较成熟且具备自动运行条件。

8 制 冷

8.1 一 般 规 定

8.1.1 气调冷藏库制冷工艺设计的计算、机器设备选型、管道布置及其管道和设备的保冷、保温与刷漆等,与普通食品冷库有很多相同或相似的方面。因此除本规范已作规定外,应按现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 和相关标准执行。

8.2 冷 负 荷

8.2.1 制冷系统负荷的计算。

气调贮藏要求果蔬从采摘、运输、入库、降温并投入气调运行等过程中,在进入正常气调贮藏之前时间越短越好(货物品种有特殊要求除外),因此货物入库冷却阶段需要提供较大的制冷负荷。但是在计算系统负荷时,既不能一味地追求为缩短冷却时间而加大机器设备,以至于在需要较小制冷负荷的气调贮藏阶段造成闲置,也不能为了减少机器设备的投入而人为地延长冷却时间,导致贮藏果蔬的品质下降。所以控制好同一制冷系统中货物的冷却时间及每天最大进货量,既保证贮藏果蔬的新鲜品质,又能使制冷机器设备始终处于较满负荷状态下运行。

8.2.2、8.2.3 气调贮藏货物入库方式一般有两种:一是货物品种从入库到气调开始的时间要求不太迫切(不宜超过 5d),宜采用气调冷藏间自冷却,这样少倒一次库。二是货物品种从入库到气调开始的时间要求较短,宜采用先进冷却间冷却,然后转入气调冷藏间,这样相对多倒一次库;为了充分发挥投资效应,冷却间冷却完成后可转为气调冷藏间使用。为此,在制冷负荷计算时应按实际过程分段计算,同时在气调贮藏阶段应采取小温差换热和能量调

节措施,达到提高保鲜质量和节能的目的。

8.2.4 气调贮藏间内冬季热补偿问题。

在气调贮藏期间,库内果蔬的呼吸作用受到很大抑制,呼吸热很小;同时传入库内的地表热极少;在冬季风机很少运行产生的热量也有限。当室外温度长时间低于气调贮藏间内的温度时,可能导致库内温度无法维持在设定温度范围内,严重的还可能致贮藏间内表面结霜。这时必须考虑采取辅助加热措施。库内热量通过维护结构散失,根据维护结构蓄热特性按非稳态传热计算。有条件时宜采用当地同类贮藏库的实测数据。

8.3 库 房

8.3.1 气调冷藏库制冷系统采用氨或氟作为制冷剂,库内的冷却方式可以是制冷剂直接蒸发冷却,也可采用中间载冷剂的间接冷却,后者用于气调冷藏库比前者效果理想(但耗能相对较多)。因为中间载冷剂更便于控制供给冷风机的液体温度,仅需在供液管道上装一个两通或三通控制阀,就能满足同时实现不同库房内不同温度的要求。近年来以采用载冷剂间接冷却方式的气调贮藏库或普通果蔬冷藏库不少,故提出本条。

8.3.2 气调冷藏库必须具有良好的气密性。这是气调冷藏库建筑结构区别于普通果蔬冷库的一个最重要的特点。普通冷库对气密性几乎没有特殊要求,而气密性对于气调冷藏库来说至关重要。这是因为要在气调冷藏库内形成要求的气体成分,并在果蔬贮藏期间较长时间地维持设定的指标,避免库内外气体的渗透交换,气调冷藏库就必须具有良好的气密性。装配气调冷藏库如果冷风机吊顶安装,由于风机运转引起的振动很可能破坏维护结构的气密性,尤其是动平衡较差的风机更是如此。

8.3.3~8.3.5 为使所贮货物在长时间的贮藏期内保持新鲜品质,气调贮藏要求货物入库速度快,尽快装满、封库并及时调气,让货物在尽可能短的时间内达到设定温度并进入气调状态,要求在

货物入库冷却阶段适当加大冷风机传热温差和风量。而当达到或接近设定温度后,避免传热温差大造成物品的干耗,应改为小温差制冷,同时减少冷风机风量。

由于货物入库冷却阶段与气调贮藏阶段冷却负荷变化较大,要求与风机连接的各种阀件的选用应该考虑这种特点,膨胀阀、调节阀(或节流阀)调节的容量范围要与之相适应。如有条件时直接膨胀制冷可采用调节容量范围较大的电子膨胀阀或热力膨胀阀;或当单个阀无法满足使用要求时,可采用两个阀并联连接方法,负荷大时两个同时工作,小时关闭其中一个;热力膨胀阀宜采用静态过热度和开启过热度较小的类型;调节阀(或节流阀)宜采用等百分比特性的阀门。

8.3.6 气调冷藏间内冷风机的出风口不得直接对着货物,一来较大的风速引起果蔬的干耗,二来较低的出口射流温度可能冻伤货物而造成损坏,同时也形成局部的短循环而致冷藏间各点温度不均匀。为避免以上问题出现,建议冷藏间内冷风机送风尽量形成贴附射流。

8.3.8 由于货物入库冷却阶段与气调贮藏阶段负荷相差较大,对于直接膨胀制冷,制冷管道设计时应考虑负荷波动时压缩机排出的润滑油均能顺利返回压缩机。例如,对于蒸发器内的润滑油,要求在满负荷时其上升出气管应保持适当的压降,又要在低负荷时不小于带油所需的最小气体速度。因此气调冷藏间冷风机的回气管通常采取双上升立管的措施。

8.4 机 房

8.4.1、8.4.2 气调冷藏间在果蔬入库预冷阶段几天内需要的设备冷却负荷相对较大,而在正常气调贮藏阶段的长时间内需要的设备冷却负荷又相对较小。如果每间冷藏间按最大负荷单独配置一台制冷机组,则在正常气调贮藏阶段的绝大部分时间内制冷机组处于部分负荷(通常约 10%~30%)状态运行。无论从投资上

或是从设备利用率、运行效率上都很不经济。

因此在实际工程中有一定规模的气调冷藏间大部分采用集中供冷或者是各有几间冷藏间由某一机组单独供冷方式。当使用一台机组独立为所有或多间冷藏间供冷时,该台机组宜使用多级能量调节和不少于两台压缩机,一是当机组中某个机头故障,其他的可以继续正常使用,提高了运行的可靠性;二是也提高了负荷波动时机组在部分负荷情况下运行的制冷系数。

8.4.3 制冷机器设备靠近所需负荷中心,节省管道及保温材料的同时,可以减少冷量损失,减少吸气压力降及过热度等,从而提高制冷系统的制冷效率。对于使用氟制冷剂直接膨胀制冷的压缩机组,目前应用于气调冷藏库的氟制冷剂主要以 R22、R134a、R407C 等为主,这些制冷剂的毒性和可燃性均为 A1 级,制冷工艺系统相对简单且自控程度较高,因此可以就近设在冷藏间的旁边,如冷藏库穿堂上方的技术走廊内,中小型机组还可设在站台边或冷藏库墙边,但要有防水水防雪的措施。各机组运行状态及其运行参数传至控制室或值班室便于集中监测。

8.4.4 见条文说明第 8.3.1 条。

8.5 安全保护和控制程度

8.5.1 以氨为制冷剂的机器设备安全保护和自动控制,现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 及相关国家标准已有较为详细的规定,不再赘述。使用开启式压缩机(机组)的氟(如 R22)泵制冷系统也可参考上述规范说明。使用卤代烃及其混合物直接膨胀制冷的,应符合现行有关标准规范的规定。

8.5.2~8.5.3 为保证气调冷藏间内货物的良好品质,除了适当的气体成分和相对湿度外,合适、稳定和可靠的贮藏温度也是重要因素之一。为防止人为原因导致库温波动超出设定范围,建议气调冷藏库温度采用自动检测、显示,自动控制。

9 采暖通风

9.1 一般规定

9.1.1 应按现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 相关规定执行。

9.1.2 事故排风是保证安全生产和保障工人生命安全的一项必要措施。

9.2 采 暖

9.2.2~9.2.4 各条应按现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 相关规定执行。

9.2.5 气调冷藏库技术走廊及气调设备所处场所设置着各种设备和装置,此类设备常年均处在工作状态,为了防止冬季气温过低时对设备管道液体冻损,本规范定为采暖温度不低于5℃。

9.3 通 风

9.3.1 事故排风是保证安全生产和保障工人生命安全的一项必要措施,对在事故发生过程中可能突然散发有害气体的氨压缩机房,在设计中均设置了事故排风系统。

9.3.2 整理间内在果品和蔬菜加工整理过程中散发出大量气味和呼吸热,操作人员又密集,为了改善操作人员环境,本条规定换气通风次数宜取2次/h~3次/h。

9.3.3 为防止使用氟制冷剂的制冷机房系统突发泄露,设置事故排风是为了保证安全生产和保障工人生命安全的一项必要措施。

9.4 空 调

9.4.1 制冷机房控制室和值班室,在夏季为了设备安全运行和改善操作管理人员劳动环境需设置空调装置。

10 给水排水

10.1 给 水

10.1.1 气调冷藏库一般都是贮藏保鲜食品,根据《中华人民共和国食品卫生法》有关要求的规定,加湿用水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定。

10.2 排 水

10.2.2 气调冷藏库各冷间排水管水封应单独设置。是根据气调冷藏库气密性要求所定,主要是防止各冷间气流串通。

11 电 气

11.1 变 配 电 室

11.1.1 气调冷藏库在正常运行中,如突然停止供电,势必会使库温升高,气调参数不能保证,导致储存物品变质损坏,从而造成较大的经济损失,因此从对供电可靠性的要求看,大中型气调冷藏库宜按二级负荷供电。对小型气调冷藏库因停电造成的损失较小,可按三级负荷供电。

11.1.2 气调冷藏库为了保证可靠运行,在条件许可时可以考虑设置柴油发电机组自备电源。

11.1.3 参照现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 的相关内容制定本条。在工程设计中,建议征求建设方意见,参考同类规模的气调冷藏库运行经验确定全厂需要系数取值。

11.1.4 一般气调冷藏库的运行均有淡旺季之分,因此为了节能降耗,做到经济运行,当单台变压器能保证制冷及气调设备可靠启动的条件下,宜选用 2 台变压器。

11.1.5 气调冷藏库的主要用电设备布置在制冷及气调机房,约占全库总用电负荷的 50% 以上,因此当设有制冷及气调机房时,变配电室应尽量靠近机房设置。

11.1.6 气调冷藏库的自然功率因数较低,用电负荷大部分集中在制冷及气调机房,气调冷藏库一般没有高压负荷,因此应在低压配电室集中设置无功功率补偿装置。

11.1.7 突然停电时,为了进行必要的倒闸操作,在高、低压配电室应设置应急照明。

11.2 制冷及气调机房

11.2.1 由于氨制冷机房的电气设计有其特殊性,因此本条规定应按现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 的相关规定执行。

11.2.2 为便于集中控制和管理制定本条。

11.2.3 本条为常规做法。

11.2.4 机房照度取值系参照现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的相关内容制定。

11.2.5 当突然停电时,值班人员为了安全要对制冷及气调设备进行必要的操作,因此机房应设应急照明。

11.3 库 房

11.3.1 本条是对气调冷藏间电气设计的一般要求。

11.3.2 由于气调冷藏间属于低温、高湿场所,电气设备易受潮损坏,且检修困难,因此如无特殊要求不应将电气设备布置在冷间内。

11.3.3 为满足食品卫生安全要求及实现节能降耗目的制定本条。

11.3.4 气调冷藏间照度取值系参照现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的相关内容制定。

11.3.5 为防止损坏灯具和保障工人安全,故不应将灯具布置在吊顶式冷风机下面,而应沿冷风机两侧布置。

11.3.7 为提高冷间内的照明可靠性而制定本条。

11.3.8 气调冷藏间属低温、高湿场所,为提高用电的安全性,配电线路应采用带有专用保护线(PE线)的TN-S或TN-C-S系统,灯具金属外壳应与保护线可靠连接。

11.3.9 根据气调冷藏库的特点制定本条。

11.3.10 消防水泵属于气调冷藏库中的二级负荷,供电应予以保证,不应与其他负荷共用同一路电源。

11.3.11 当发生火警时,除可在消火栓箱处启动消防水泵外,在控制室或有人值班的房间应发出报警信号,以通知值班人员。

11.3.12 根据现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定,气调冷藏库宜按三类防雷建筑物设计。

11.4 自动控制

11.4.1 本条是气调冷藏库的基本要求。

11.4.2 本条规定为防止直接热源融霜导致气调冷藏库温升过高的保护措施。

11.4.3 本条是对气调冷藏库的基本要求。