



第五章 气调冷库

第一节 气调贮藏工艺

获取更多资料 微信搜索 冷库设计





气调库

气调库是目前世界上最先进的果蔬保鲜设施之一。它既能控制库内的**温度**、湿度，又能控制库内的**氧气**、**二氧化碳**、乙烯等气体的含量，通过控制贮藏环境的气体成分来抑制水果蔬菜的生理活性，使库内的水果蔬菜处于休眠状态。实际应用证明，运用气调库贮藏保鲜的水果蔬菜，无论是从贮藏保鲜期上，还是从水果蔬菜的保鲜质量上都达到了最佳的效果。





【气调保鲜库的原理】

气调保鲜库是目前世界上最先进的果蔬保鲜设施之一。它既能控制库内的温度、湿度，又能控制库内的氧气、二氧化碳、乙烯等气体的含量，通过控制贮藏环境的气体成份来抑制水果蔬菜的生理活性，使库内的水果蔬菜处于休眠状态。实际应用证明，运用气调保鲜库贮藏保鲜的水果蔬菜，无论是从贮藏保鲜期上，还是从水果蔬菜的保鲜质量上都达到了最佳的效果，这是其它贮藏方式所不可比拟的。

获取更多资料 蓝领星球





【气调保鲜库特点 Features】

- ◎ 在气调库内储藏的水果蔬菜，储藏时间较长，一般比普通冷藏库长0.5-1.0倍，用户可灵活掌握出库时间，捕获销售良机，创造最佳经济效果。
- ◎ 出库后的果蔬保持原有的鲜度及脆性，果蔬的水分、VC含量、糖份、酸度、硬度、色泽、重量等与新采摘状态相差无几，果蔬质量高，具有市场竞争力。
- ◎ 气调库内储藏的水果蔬菜，在出库后有一个从“休眠”状态向正常状态转化的过程，使水果蔬菜出库后的摆架期可延长21-28天，是普通冷藏库的3-4倍。
- ◎ 气调保鲜库创造的是一种低氧环境，可抑制水果蔬菜霉菌的生长有病虫害的发生，使水果蔬菜的重量损失减少至最小。
- ◎ 对于一般高温冷库难以储藏的水果蔬菜，如猕猴桃、枣等到均能达到极佳的储藏效果。





气调库设计规范

备案号:J 835-2009

中华人民共和国行业标准

SBJ

SBJ 16 - 2009

气调冷藏库设计规范

Code for design of CA. cold store





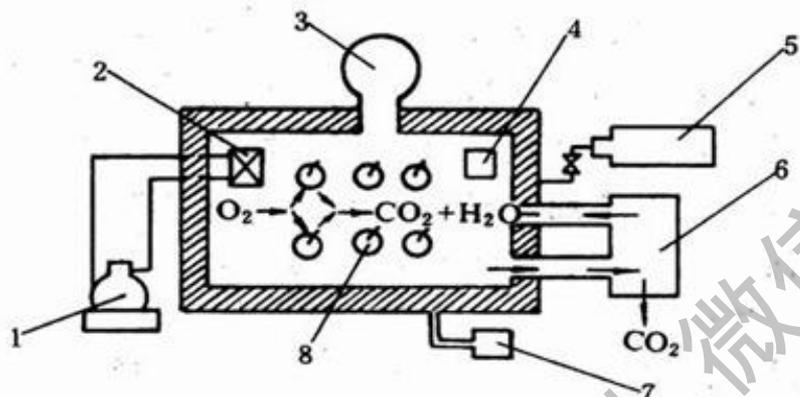
【气调保鲜库主要性能指标】

- ◎ 库内温度：-2°C~15°C可调。
- ◎ 相对湿度：RH75%~95%可调。
- ◎ 氧气含量(O₂)：1%~10%可调。
- ◎ 二氧化碳(CO₂)：1%~10%可调。
- ◎ 乙烯含量：10PPM以下。
- ◎ 库体气密指标(国内)：限定压力10mm水柱，10min后残留水柱高度不少于5mm。
- ◎ 库体气密指标(国外)：限定压力25mm水柱，30min后残留水柱高度不少于8mm。

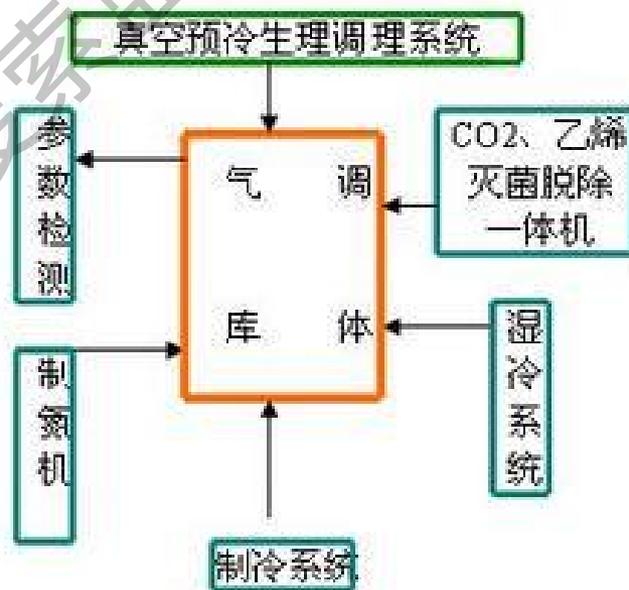




气调冷库系统



1. 制冷机
2. 空气冷却器
3. 气袋
4. 脱臭器
5. N₂发生器
6. CO₂洗涤器
7. 气体分析器
8. 果蔬



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球





【气调保鲜库的结构】

夹芯板技术的不断发展和应用推动了气调保鲜库建造技术革新的发展，由于夹芯板具有结构体系重量轻、强度高、气密性能好、隔热效果极佳及建造方便等优点，能大大缩短建造周期和降低建造成本，因此果蔬气调库的发展方向是采用聚氨脂夹芯板或聚苯乙烯夹芯板技术来建造气调库的主体结构。

气调保鲜库的特殊性就在于其主体围护结构要有良好的气密性，为防止果蔬发生缺氧呼吸，应定期向库内补充适量新鲜空气，但不能超过库内所储藏的果蔬因呼吸作用所消耗氧气的数量，同时还应精确控制其它组份气体的含量。

库房在政党运行状态下受库内外温度、日照等因素的影响，其库房内部会产生大约 $\pm 10\text{mm}$ 左右水柱的压力波动，因此应用于气调保鲜库上的夹芯板其承载强度不能低于 50kg/m^2 ，同时还应对库房的连接节点、库内地坪和保温门等处采取特殊的处理方法，以保证库房的安全运行和良好的气密度。





【气调保鲜库的库板】

应用于气调保鲜库上的库板分为两种类型，它们分别为聚氨酯夹芯板和聚苯乙烯夹芯板，由于聚氨酯夹芯板的强度、隔热等性能优于聚苯乙烯夹芯板，所以聚氨酯夹芯板通常应用于高气密标准的气调库上，而聚苯乙烯夹芯板通常应用于低气密标准的气调库上。这两种夹芯板的综合性能详见附图和附表。

获取更多资料，请扫描蓝领星球二维码





• 库板样图



获取资料

微信搜索 蓝领星球

WWW.C-C.COM





气调冷库建成内墙



获取更多资料

微信搜索蓝领星球





气调库设备主要由以下几个部分组成：

- 1、制冷设备(氨系统、氟里昂系统及乙二醇系统等)。
- 2、库内加湿设备。
- 3、库内冲霜及制冷机组冷却水设备。
- 4、电气控制设备。
- 5、气调设备(制氮机、二氧化碳脱除机、乙烯脱除机及二氧化硫发生器等)。
- 6、其它设备(气调库门、观察窗安全装置、储气袋等附属设备)。

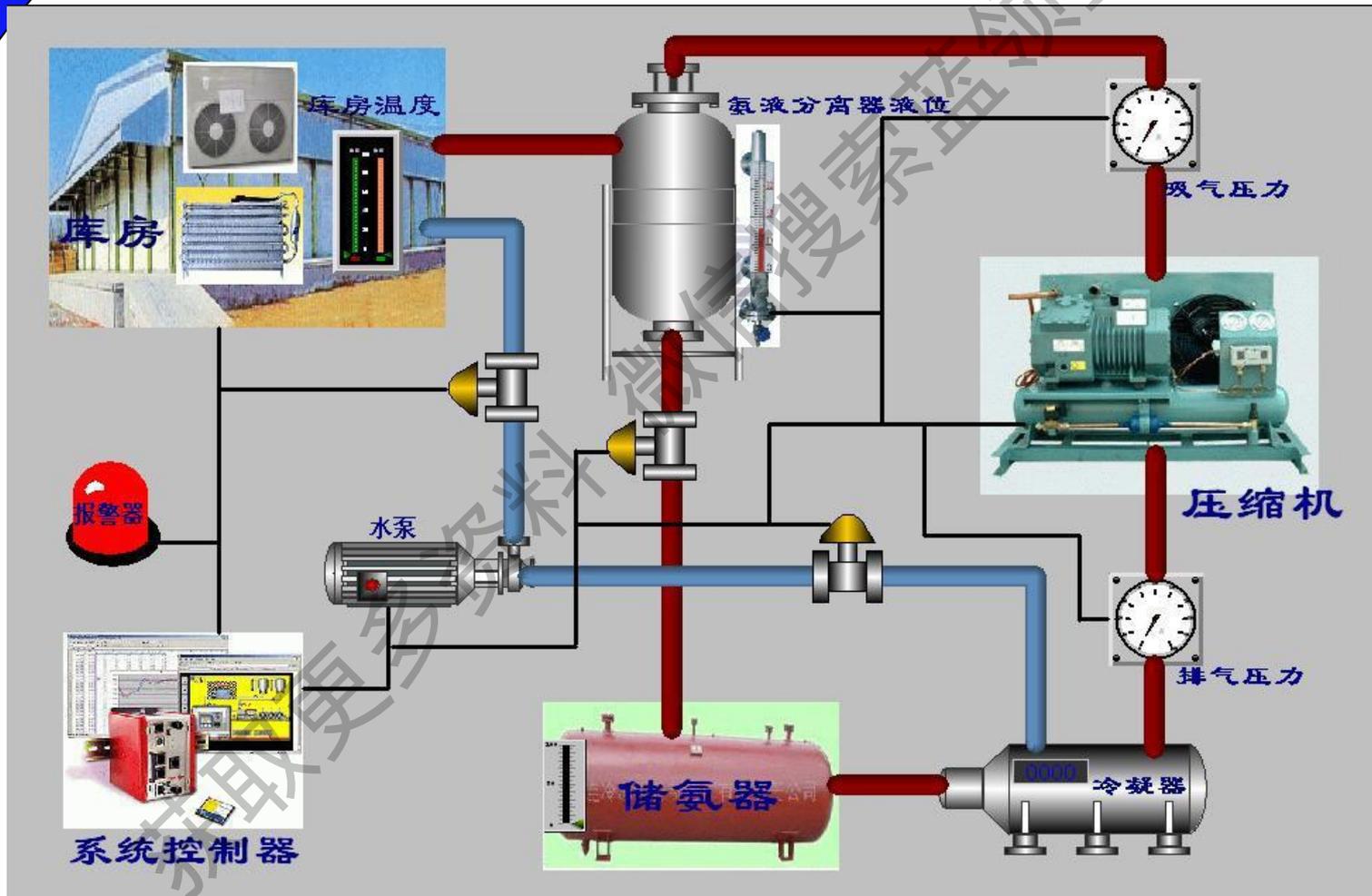
获取更多资料

微信搜索 蓝领星球





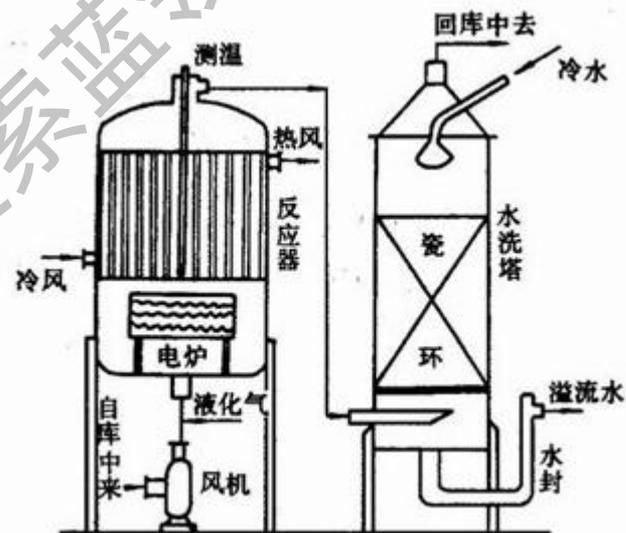
制冷系统





氮发生器

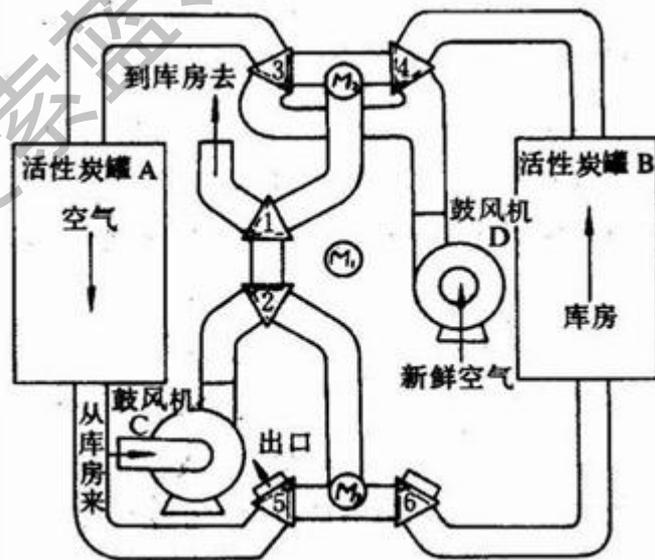
氮发生器又称催化降氧机，它的作用主要用产生的 N_2 冲淡库内的 O_2 。右图所示为管式氮发生器，由反应器、电炉、风机和水洗塔等组成。反应器由抗热合金制造，上部装有铂等催化剂，以降低燃烧温度，避免产生有毒的氮氧化合物和其他物质。下部是一个管状气体热交换器。工作流程是来自库内的气体或库外空气，通过风机与液化石油气或其他可以气化的燃料如丙烷、煤油等混合，进入反应器燃烧，烧掉气体中的氧，其余的气体经水洗冷却净化后，除残留的很少的 O_2 （1%—4%）主要是 N_2 。燃烧还生成 CO_2 。也是气调贮藏所需要的。冷风通过管式换热器，吸入燃烧过程中的热量，变为热风，用来预热进入反应器的气体，以节约热





二氧化碳洗涤（吸附）机组

它的作用是排除库内过多的 CO_2 ，并净化气体，常用的为干式 CO_2 吸附器。由两个吸附罐、空气循环的风机、吸入新鲜空气的风机及导管、阀门等组成，如图所示。吸附罐是一个密封的圆筒形容器，罐上下装有滤网，罐内装满吸附剂（活性炭等）。两个吸附罐通过柔性导管和转换阀门连接，阀门由电器控制。工作时从气调库来的空气经风机进入罐内，其中 CO_2 被活性炭吸附后，再回到气调库中。罐内活性炭吸附 CO_2 达饱和时，用新鲜空气吹洗，使 CO_2 脱附。当一个罐吸附 CO_2 时，另一罐同时进行脱附。





蒸发器





气调设备



获取更多信息

微信搜索蓝领星球





加湿器





组合式气调保鲜库组装

- 1、完成库内地坪保温层以下土建工程的施工。
- 2、完成钢结构工程或外围护结构的组装及施工。
- 3、完成气调库库体部分的施工。
- 4、完成土建工程(含地面、保温层、防水隔汽层等)的施工。
- 5、完成气调库库门、安全阀、储气袋、制冷工艺设备、电气系统、给排水系统，气调系统等的安装。
- 6、完成库内外密封胶及库内气密涂料(高气密要求)...





组合式气调库





气调库建成图



获取更多资料

微信搜索蓝领星球





不同储货方式



获取

微信搜索蓝领星球





• 气调库的发展历程

- 1860年，英国建立了一座气密性较好的苹果贮藏试验库，当时未被重视；
- 1929年，英国建立了第一座商业上尝试的气调库；
- 1933年，美国也建立了一座商业气调库；
- 1941年，美国发表公告，提供了气体成份和温度的参考数据，才正式称为气调贮藏。
- 我国的CA贮藏发展较晚，直到60年代才开展气调贮藏的研究，1967年开始逐步在苹果上推广应用。贮藏的优点是比单纯冷藏效果好，显著延长了贮藏寿命，能够保持苹果的酸度和硬度，减少虎皮病和苦痘病的发生。缺点是建筑材料要求较高，费用昂贵。





气调方法

- 自然降氧法：靠自身呼吸，降氧时间长
- 机械降氧：充氮降氧
气体成分置换
减压降氧（降低空气密度）

获取更多资料
制冷专家蓝球





塑料薄膜帐气调法

利用塑料薄膜对氧气和二氧化碳有不同渗透性和对水透过率低的原理来抑制果蔬在贮藏过程中的呼吸作用和水蒸发作用的一种贮藏方法。

塑料薄膜一般选用0.20~0.25 mm厚的无毒聚氯乙烯薄膜或0.075~0.2mm厚的聚乙烯塑料薄膜。由于塑料薄膜对气体具有选择性渗透，可使袋内的气体成份自然地形成气调贮藏状态，从而推迟果蔬营养物质的消耗和延缓衰老。





硅窗气调法

根据不同的果蔬、贮藏条件选择面积不同的硅橡胶织物膜，热合于用聚乙烯或聚氯乙烯制成的贮藏帐上，作为气体交换的窗口，简称硅窗。

硅胶膜对氧气和二氧化碳有良好的透气性和适当的透气比，可以用来调节果蔬贮藏环境的气体成分达到控制呼吸作用的目的。选用合适的硅窗面积制作的塑料帐，其气体成分可自动恒定在氧气含量为3%~5%；二氧化碳含量为3%~5%的范围内。





催化燃烧降氧气调法

用催化燃烧降氧机，以汽油、石油、液化气等燃烧与从贮藏环境中（库内）抽出的高氧气体混合进行催化燃烧反应。反应后无氧气体再返回气调库内，如此循环，直到把库内气体含氧量降到要求值。当然这种燃烧方法及果蔬的呼吸作用会使库内二氧化碳浓度升高，这时可以配合采用二氧化碳脱除机降低二氧化碳浓度。





充氮气降氧气调法

从气调库内用真空泵抽除富氧的空气，然后充入氮气，这两个抽气、充气过程交替进行，以使库内氧气含量降到要求值，所用氮气的来源一般有两种：一种用液氮钢瓶充氮；另一种用制氮机充氮，其中第二种方法一般用于大型的气调库。

获取更多资料 访问 制冷网 论坛 星球





气调保藏的条件

气调贮藏保鲜的工艺条件是指保证贮藏物质的质量最好、贮藏期最长的最佳库内气体成份。正确地利用气调贮藏保鲜技术就可以延缓果蔬衰老、保持水果的硬度、保持蔬菜的绿色、减轻或缓解果蔬的某些生理失调、控制果蔬虫害的发生。但若工艺条件不合理，就会对贮藏的果蔬产生有害的影响。如过低的 O_2 浓度会引起马铃薯黑心症状； O_2 分压低于1%时，由于发酵作用会使果蔬失去原有的风味。



果蔬名称

贮藏温度/℃

相对湿度/%

O₂含量/%CO₂含量/%

贮藏期(d)

果蔬名称	贮藏温度/℃	相对湿度/%	O ₂ 含量/%	CO ₂ 含量/%	贮藏期(d)
苹果	0	90~95	3	2~3	150
梨	0	85~95	4~5	3~4	100
樱桃	0~2	90~95	1~3	10	28
桃	-1~0	90~95	2	2~3	42
李子	0	90~95	3	3	14~42
柑桔	4~6	87~90	3~5	2~4	21~42
哈密瓜	3~4	80	3	1	120
香蕉	13~14	95	4~5	5~8	21~28
胡萝卜	0~1	85~90	3	5~7	300
花椒菜	0	92~95	2~3	0~3	40~60
芹菜	1	95	3	5~7	90
黄瓜	14	90~93	5	5	15~20
马铃薯	3	85~90	3~5	2~3	240
生菜	1	95	3	5~7	10



各类食品气调保鲜包装的混合气体与保鲜期（参考）

品 种	贮藏温度（℃）	混合气体	保鲜期（d）
新鲜水产品	0~4	O_2, CO_2, N_2 或 CO_2, N_2	10~14
新鲜肉、家禽	0~4	CO_2, N_2 或 O_2, CO_2	12~14
新鲜果蔬	4~6	O_2, CO_2, N_2	14~21
焙烤食品	20~25	CO_2, N_2	30~60
熟食品	0~8	CO_2, N_2	10~21





气调保藏应注意的问题

- 不是任何果蔬品种都能气调贮藏；
- 入库果蔬必须是适于气调贮藏的优质产品；
- 气调贮藏对各项控制指标要求极严；
- 气调贮藏要与低温相配合；
- 气调贮藏库应建在产区，远离污染源；
- 气调贮藏库应增加吸收乙烯的装置；
- 要有一个强大的技术支撑体系。





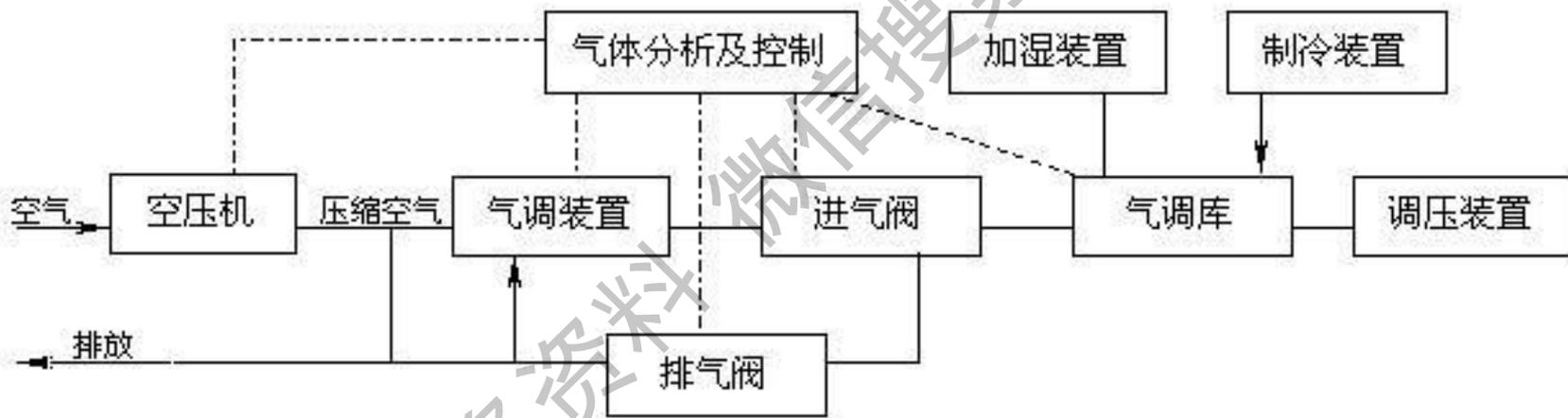
气调库主要性能指标

- 库内温度：-2°C~15°C可调；
- 相对湿度：RH75%~95%可调；
- 氧气含量(O₂)：1%~10%可调；
- 二氧化碳(CO₂)：1%~10%可调；
- 乙烯含量：10PPM以下；
- **库体气密指标(国内)：限定压力10mm水柱，10min后残留水柱高度不少于5mm；**
- 库体气密指标(国外)：限定压力25mm水柱，30min后残留水柱高度不少于8mm。





气调库工艺流程



获取更多资料

微信搜索蓝领全球





组合式气调库



获取更多资料微信搜索蓝领星球





气调保鲜包装机



获取更多信息
微信搜索 蓝领星球





气调保鲜包装机的加工产品



获取更多资料

微信搜索蓝领地球





气调保鲜的水果



获取资料

专家蓝领星球





脐橙气调保鲜库





气调保鲜库





第二节 气调冷库建筑的特点

• 气调冷库建筑结构的特点

1. 气密性

这是气调库建筑结构区别于普通果蔬冷库的一个最重要的特点。普通冷库对气密性要求不高，而气密性对于气调库来说至关重要。要想在气调库内形成气调工况，并在果蔬贮藏中长时间地维持所要求的气体介质成分，减少或避免库内外气体的交换，气调库必须有较严格的气密性，这一点被气调库的理论研究及实践经验所证实。



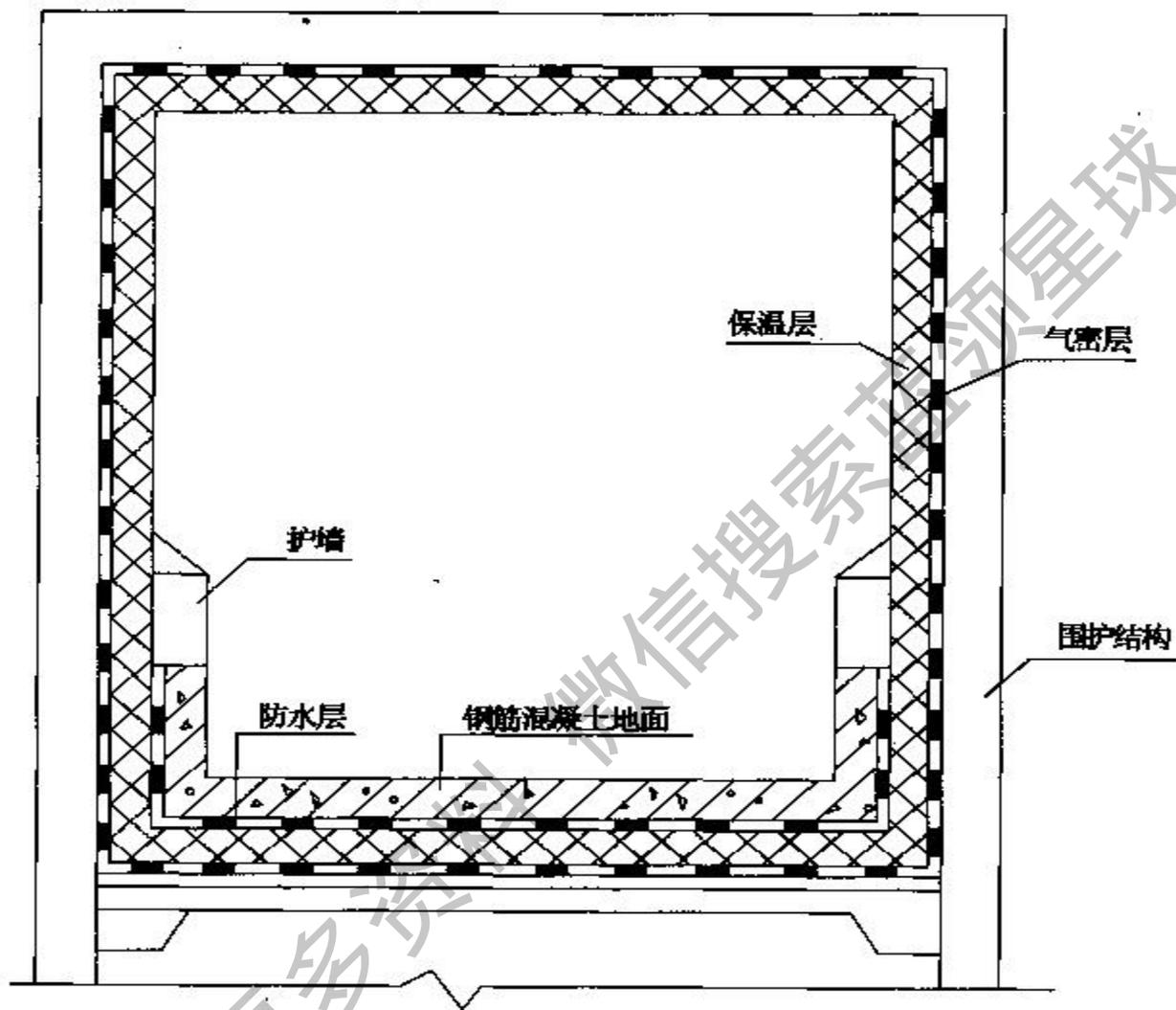


图 7—16 土建气调库围护结构的气密处理示意图

- 气密材料一般采用**聚氨脂涂膜**，厚度一般为0.8—1.0毫米；保温材料采用现场喷涂聚氨脂泡沫塑料，厚度一般为80—100毫米。



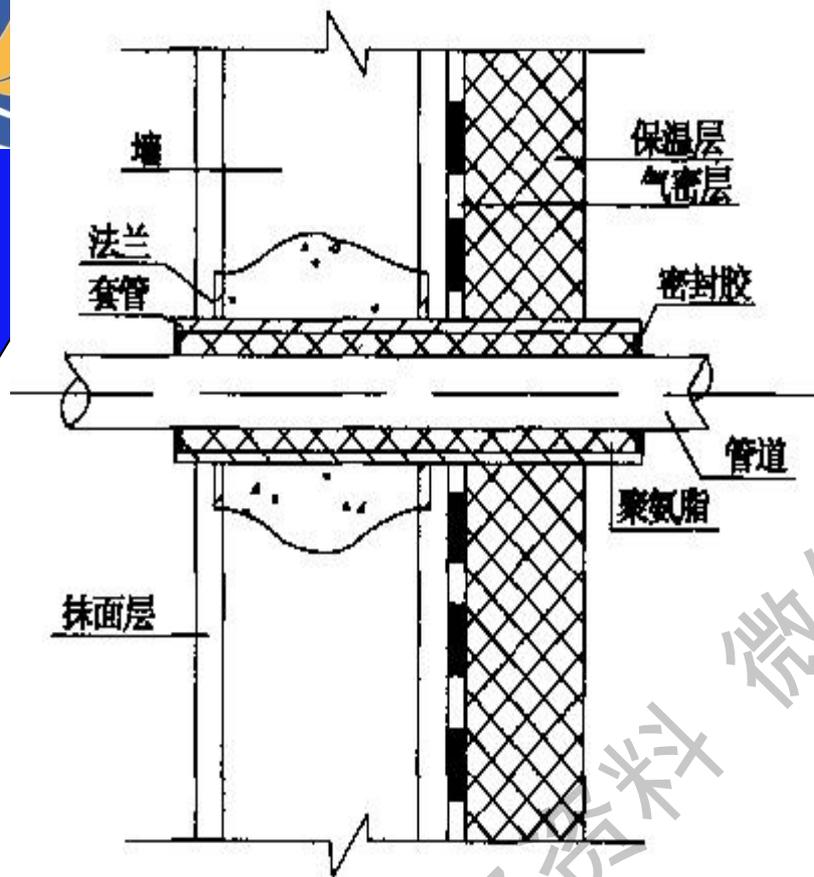


图 7—17 单管穿墙气密处理示意图

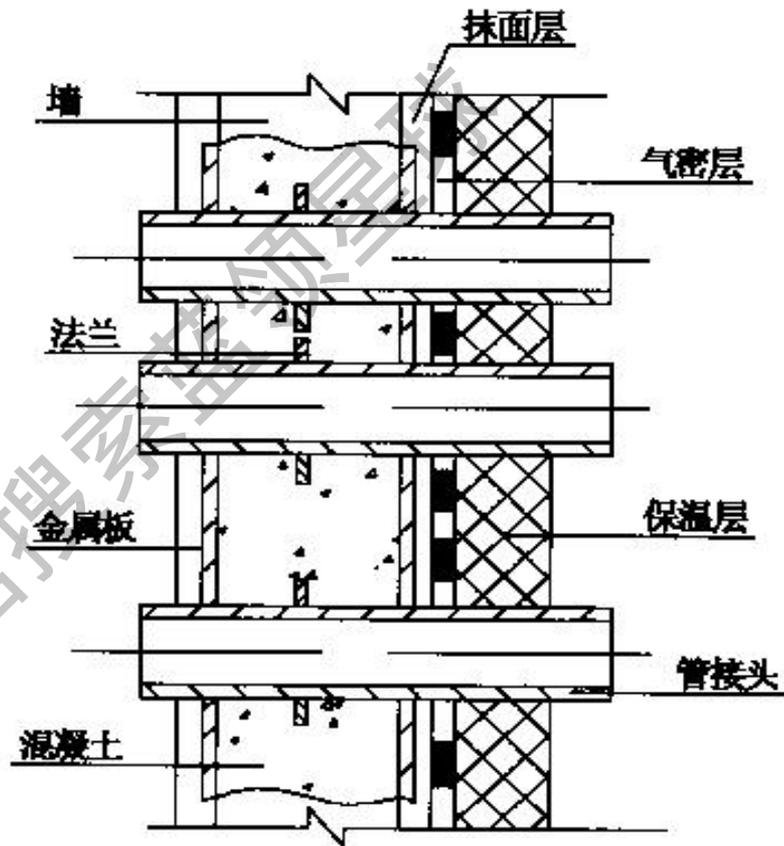


图 7—18 多管穿墙气密处理示意图

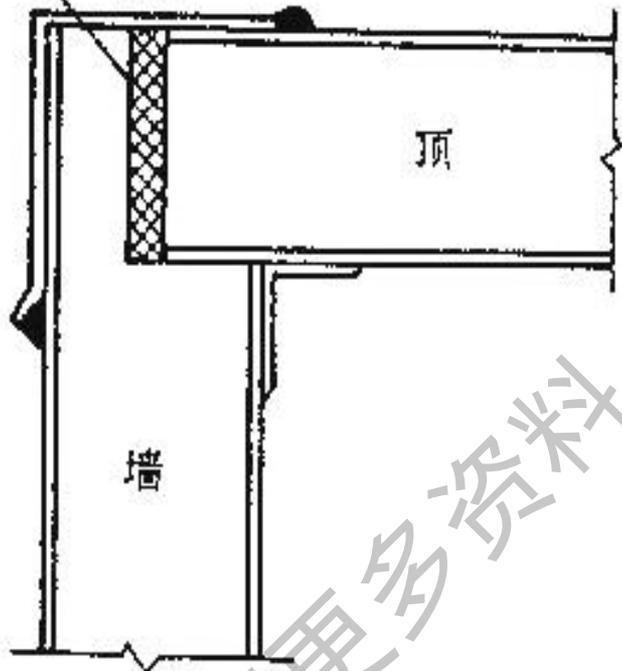
获取更多资料 微信搜索 资料



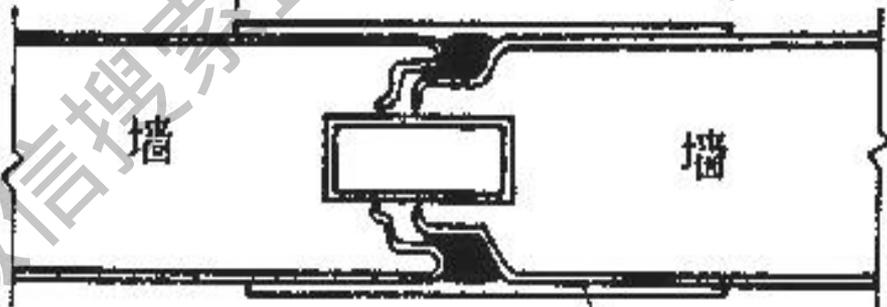


聚氨酯发泡

50



100



铝箔气密层

获取更多资料

微信搜索 蓝领星球





2. 安全性

- 在气调库建筑结构设计中还必须考虑气调库的安全性。由于气调库是一种密闭式冷库，当库内温度降低时，其气体压力也随之降低，库内外两例就形成了气压差。据资料介绍，当库内外温差 1°C 时，大气将对围护结构产生 40Pa 的压力。温差越大，压力差越大。

此外，在气调设备运行以及气调库气密实验过程中，都会在围护结构的两侧形成压力差。若不把压力差及时消除或控制在一定的范围内，将对围护结构产生危害。





3.单层冷库

一般果蔬冷库根据实际情况，可以建成单层或多层建筑物，对气调库来说，几乎都是建成单层地面建筑物。这是因为果蔬在库内运输、堆码和贮藏时，地面要承受很大的动静载荷，如果采用多层建筑，一方面气密处理十分复杂，另一方面在气调库使用运行中易破坏气密层。所以，气调库一般都采用单层建筑。





4. 容积利用系数高

这是气调库建筑设计和运行管理上的一大特点。
容积利用系数是指气调库内果蔬贮藏时实际占用的容积(含包装)与气调库的公称容积之比。气调库的容积利用系数高，指装入果蔬具有较大的装货密度，除留出必要的通风、检查通道外，应尽量减少气调间自由空间。这样，气调库内的自由空间越小，库内气体介质的量也越小，一方面气调设可以适当选小，另一方面可以加快气调速度，缩短气调的时间，使果蔬尽早进入气调贮状态，故气调库的容积利用系数都比普通果蔬冷库高得多。





5. 速进整出

这是气调库运行管理上的又一特点。在果蔬采集整理后，若延长入库时间，就会影响到贮藏效果。气调贮藏要求果蔬入库速度快，尽快装满、封库和调气，让果蔬在尽可能短的时间内进入气调贮藏状态。不能像普通果蔬冷库那样随便进出货，库外空气随意进入气调间，这样不仅破坏了气调贮藏状态，而且加快了气调门的磨损，影响气密性。因此，果蔬出库时，最好一次出完或在短期内分批出完。



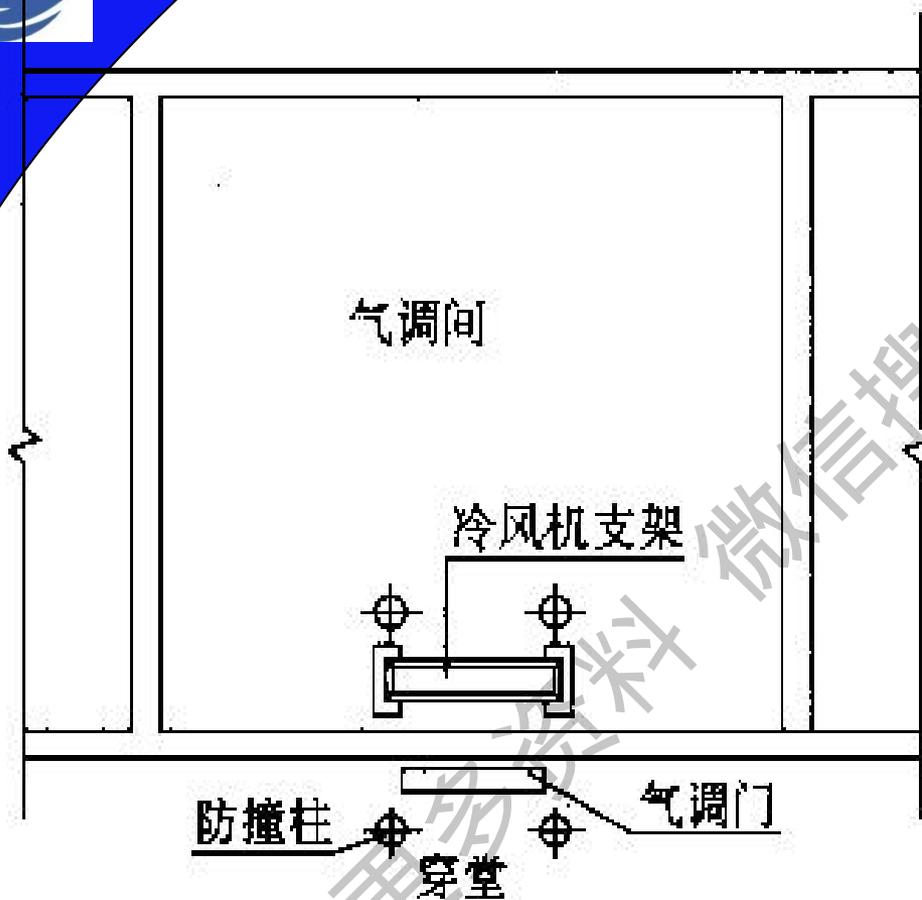


气调库特有的设施

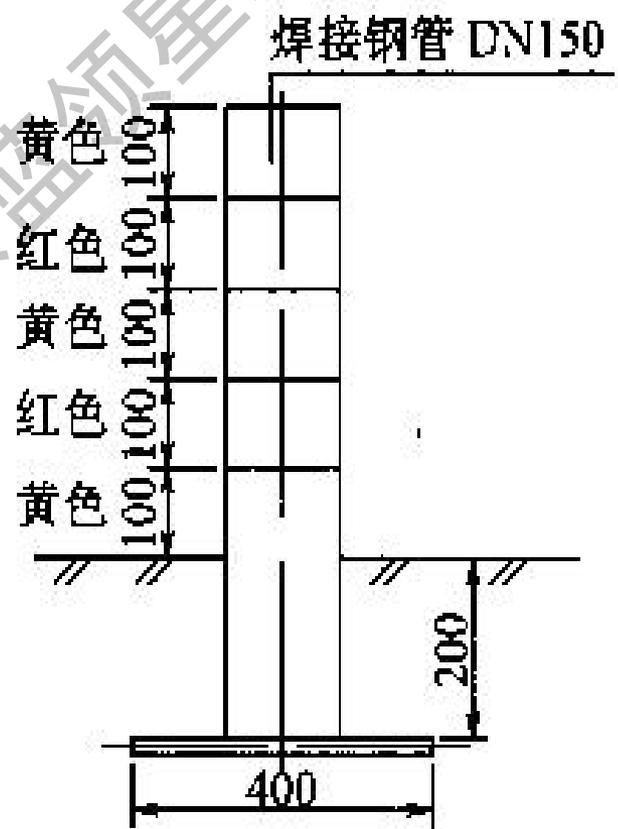
1. 气调门

每个气调间都要设置一扇气调门。气调门具有良好的**保温性和气密性**，其内部用钢骨架支撑，表面可用不同材料(如彩色玻璃钢板、不锈钢板、镀锌钢板、铝板等)封闭，中间的空隙用硬质聚氨酯泡沫塑料发泡填充密实。气调门的气密是由门框内装有高弹力、耐老化充气式气密条保证的，门的起闭一般采用手动推拉平移方式。

为了保证气调库的气密性，防止铲车在进出库时碰撞门扇、门框以及门口处的冷风机钢支架，应在门洞内外设置防控柱，如下图所示。



(a) 防撞柱平面设置示意图



(b) 防撞柱示意图

图 7—11 防撞柱示意图





2.观察窗

在气调库封门后的长期贮藏过程中，一般不允许随便开启气调门，以免引起库内外气体交换，造成库内气体成分的波动。为了使管理人员可以清楚地观察了解库内果蔬贮藏情况以及冷风机、加湿器运行情况，通常在技术穿堂内设置观察窗。可以在冷风机出风口处安装一个风标，以便了解气流通过冷风机的程度。观察窗的形状有方、有圆，方形观察窗一般为 $500 \times 500\text{mm}$ 的双层玻璃真空透明窗；圆形观察窗一般做成拱形，可以扩大观察视线。每个气调间设置一个观察窗，其位置安装合适，不能被设备和堆码货物挡住视线。

位置：技术穿堂外墙、气密门、天花板上





3. 安全阀

在气调库密闭后，保证库内外压力平衡的安全阀也是气调库必不可少的特有安全设施。安全阀可以防止库内产生过大的正压和负压，使围护结构及其气密层免遭破坏；安全阀是利用水封原理制成的，其原理如图所示。国内规定保持的库内外压差定为 $20\text{mmH}_2\text{O}$ ，即 196Pa （国外为 $25\text{mmH}_2\text{O}$ ， 245Pa ）

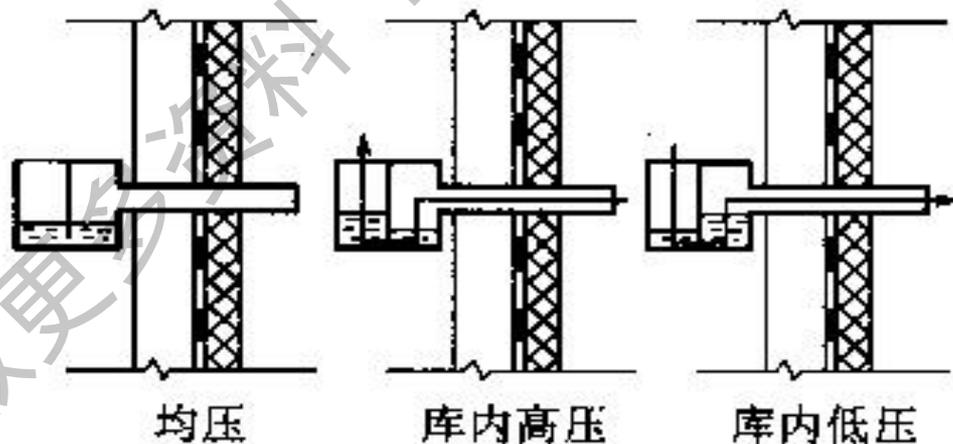


图 7—12 安全阀原理图



• 4.气调帐

由气密性好、具有一定抗拉强度的柔性材料（如橡胶布或塑料复合布）制作而成

其容积不应小于库内净容积的1.5%

当库内温度在设计库温上下波动尚未达到 0.5°C 时，可以通过气调帐缓解压差对围护结构的作用力

气调帐吊装在邻近气调库房的过道上或库房的顶上
一般将气调帐的进出气口设置在冷风机出风口之前

气调帐可以降低气调库出现的微量压力失衡，如下图



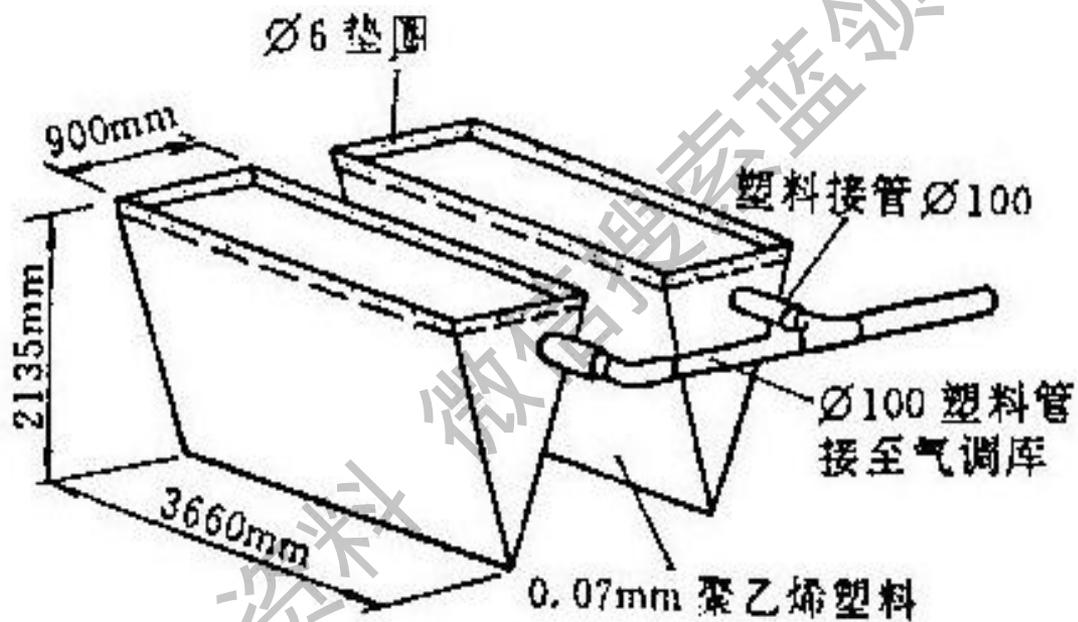
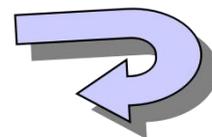


图 9-65 连接气调库的气囊





5.压力测试要求

- 气调库的气密性，可由气调贮藏货物的要求来确定
- 在GB50274-98《制冷机、空气分离设备安装工程施工及检验规范》中，有关组合（气调）冷库一节中规定：
“气调冷库在库体安装后，应进行库体气密性试验，试验应符合下列要求：启动鼓风机，当库内压力达到100Pa（10mmH₂O）后停机，并开始计时，当试验到10min时库内压力应大于50Pa（5mmH₂O）”，即半压降时间为10min。砌筑式土建库的密封试验也应按此标准执行。





- 气调库的气密性也可以用气密系数表示：

$$P' = P e^{-\xi t} \quad (7-1)$$

式中： P' — t 分钟后库内压力，Pa；
 P — 库内的压力，即库内限压，Pa；
 t — 时间，min；
 ξ — 气密系数。

将式 (7—1) 变形为对数表达式，则：

$$\xi = \frac{2.3026}{t} \lg \frac{P}{P'} \quad (7-2)$$





- 气调库的压力测试：

试验前封住所有的敞口

将库房加压到一定值（100Pa）

然后注意压力随时间的变化，每隔一定时间读一次压力表上的数值，根据读数绘出时间压力曲线，线的斜率表示压力降的速度，也代表了库房的气密程度。

气密较好的库房，压力降的速度比较缓慢。





气调库的组成及设计



组成

气调库是各气调间及辅助建筑的总称，包括气调间、预冷间、常温穿堂、技术穿堂、月台、整理间、机房、变配电间及控制室、值班室、泵房、循环水池等。

技术穿堂：

这是气调库特有的建筑形式，通常设置在常温穿堂或整理间的上部。它的主要作用是方便操作管理人员观察库内果蔬贮藏的情况和库内设备运行的情况，也是制冷、气调、水电等管道及阀门安装、调试、操作、维修的场所。





• 气调库贮藏容量的确定

气调库内的所有气调间贮藏总容量,也称气调库贮藏总吨位数,其计算公式为:

$$G = \frac{\sum V\eta r}{1000}$$

式中 G ——气调库贮藏吨位(t);

V ——气调间的公称容积(m^3);

η ——气调间的容积利用系数;

r ——果蔬的计算重度(kg/m^3);

1000——1t 换算成千克的数值(kg/t)。

公称容积是指气调库(间)的净面积(不扣除管道、设备和地坪局部构造等所占的面积)与净高的乘积。

气调间的容积利用系数是指果蔬贮藏时实际占用的容积(含包装)与公称容积之比;根据气调库的特点,一般取 $\eta = 0.6 \sim 0.85$,视气调间容积大小、包装及堆码方式而定。

果蔬的计算重度,可按表 7—4 规定采用。





表 7—4

果蔬的计算重度

序号	名 称	计算重度(kg/m ³)
1	筐装新鲜水果	220(200 ~ 230)
2	箱装新鲜水果	300(270 ~ 330)
3	托板式活动货担存菜	250
4	木杆搭固定货架存蔬菜(不包括架间距离)	220
5	篓装蔬菜	250(170 ~ 340)

获取更多资料





气调冷库的平面布置

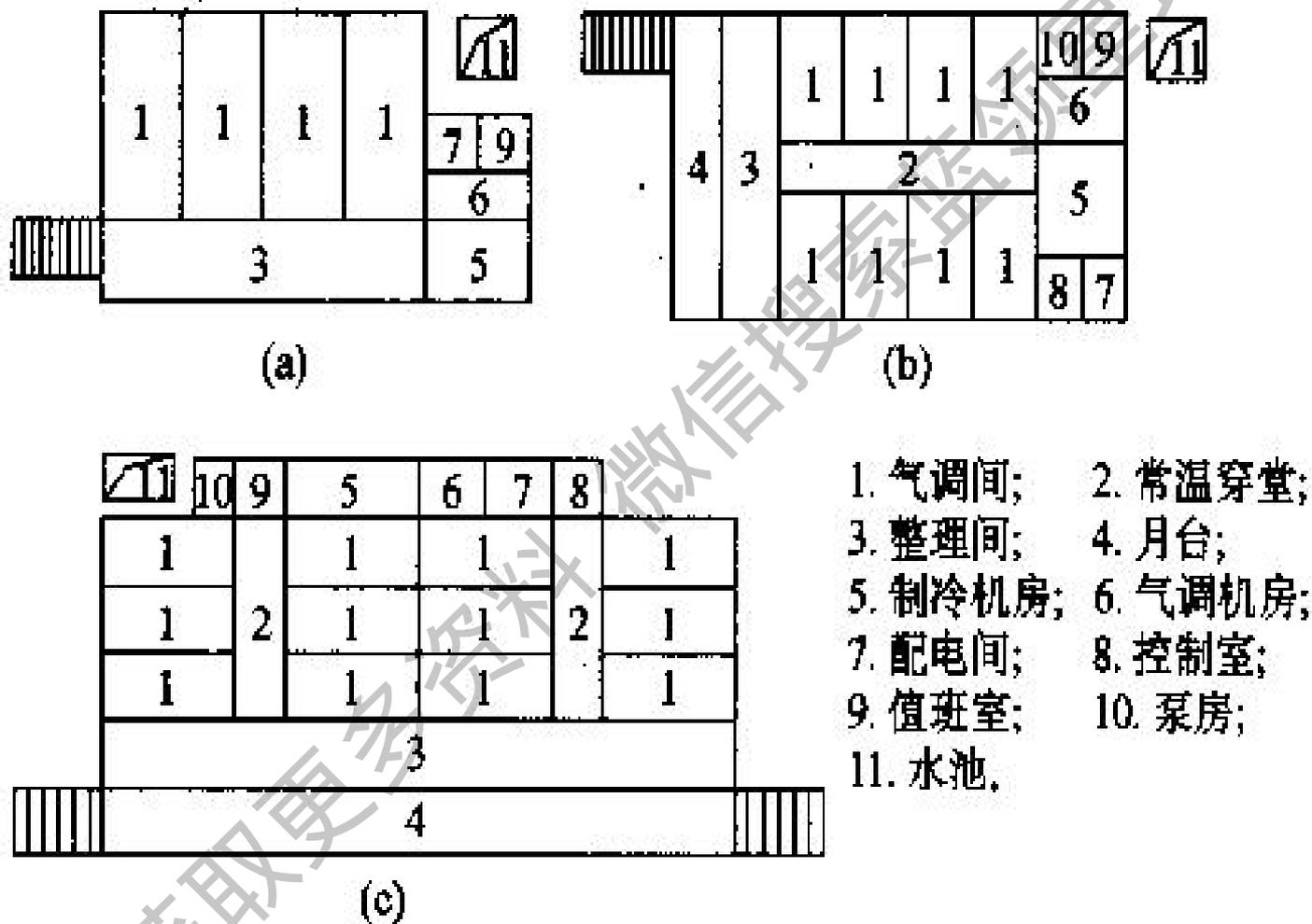
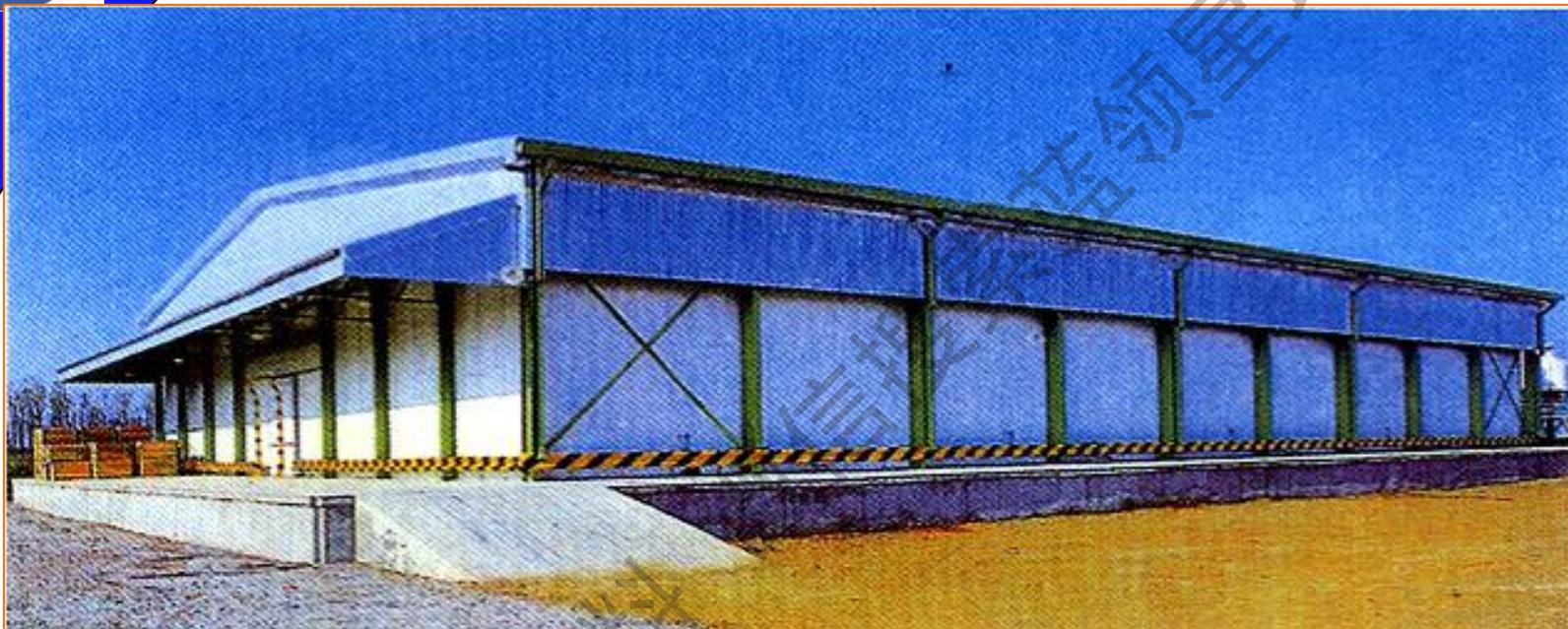


图 7—13 气调库平面布置的参考方案



项目 Item	密度 (kg/m^3) Density	导热系数 ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$) Thermal-coefficient	抗压强度 (N/m^2) Compression strength	抗弯强度 (N/m^2) Bending strength	抗拉强度 (N/m^2) Tensile strength	吸水性 ($\text{g}/100\text{cm}^2$) Hydroscopicity	自熄性 (Sec) Selfextinguishment
数值 Value	40-50	≤ 0.029	≥ 20.0	≥ 24.5	≥ 24.5	≤ 3	≥ 7

气调冷库





排管蒸发器



氨制冷设备

气调冷库内部及制冷设备

