

西部地区果蔬气调库建设方面的一些建议

武俊梅^{1) 2)} 黄翔²⁾ 陶文铨¹⁾ 时玉军³⁾

¹⁾ (西安交通大学能动学院)

²⁾ (西安工程科技学院环境科学与工程系)

³⁾ (新疆轻工业设计研究院)

摘要 中国的西部盛产果蔬,在西部大开发中,特别在我国加入 WTO 后,应大力发展西部果蔬产业,这可以在拉动地区经济发展的同时,促使中国的高档果蔬走向国际市场。气调库的推广使用为这一产业的发展提供了条件。但如何保证果蔬贮藏质量、节约能源消耗值得我们进一步深入研究。本文结合西部地区的气候特点和气调技术发展现状提出西部地区果蔬气调库在设计、施工、运行管理方面应采取的措施,为西部地区果蔬气调贮藏产业的发展提供参考

关键词 西部地区 气调库 设计 管理 措施

SUGGESTIONS TO THE CONSTRUCTION OF CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE IN NORTHWEST OF CHINA

WU Junmei HUANG Xiang TAO Wenquan SHI Yujun

ABSTRACT Fruits and vegetables abound in northwest China. It is necessary to develop fruits and vegetables industry during the developing of northwest China, especially after China joined WTO. It can promote regional economic prosperity as well as promote our high-grade fruits and vegetables go into international market. The application and dissemination of Controlled Atmosphere Storage (CA) provides conditions for this. But it is still necessary for us to study hard about how to make sure the storage quality and save energy consumption so that CA is applied successfully in northwest China. On the base of climate condition of northwest China and the status of controlled atmosphere technology, the paper provides some suggestions in the design, installation and operation of CA so as to contribute to the development of fruits and vegetable storage industry in northwest China.

KEY WORDS northwest China, Controlled Atmosphere Storage (CA), design, installation, operation

1 前言

中国的西部,广袤而神奇,是人类古文明的源头之一,丝绸之路更为后人留下多少佳话。但随着历史的变迁,自然条件的恶化,西部渐渐落后了,与发达地区的差距也明显拉大了。西部地区占全国总面积的 3/4,但人均国民生产总值仅相当于全国平均数的 60%左右。自然资源虽然富集,但由于开发程度低、加工能力差,只能廉价地出售矿产品、农产品、畜产品和轻工产品,经济增长非常缓慢,全

国范围内尚未实现温饱的贫困人口的 80%在西部。

西部地区的水果、蔬菜不仅品种丰富,而且某些果品的内在质量超过进口水果,但却进不了高级市场,出口售价也很低,主要原因是采后处理技术、贮藏保鲜技术、商品化处理技术落后于国际水平。农民采摘后,由于缺乏及时的处理、贮藏,浪费极其严重,增产不增收的现象年年有发生,使他们叫苦不迭。尽管也有大小不同的高温冷藏库投入使用,

但由于设计和管理不善,贮藏期较短,贮藏质量较差,获得的利润也较少。作者曾走访过陕西省周至县农民的猕猴桃冷藏库,其贮藏期只有三四个月,而且会发生果肉失水、变黄、变软等变质腐烂现象。所以在西部地区应该发展气调冷藏库,提高果品商品质量,这不仅可以帮助农民增收,促进当地经济发展,同时可以为消费者提供更新鲜的蔬菜和水果,特别是为我国果蔬业走向国际市场开辟道路。

气调贮藏,简称为“CA”(Controlled Atmosphere Storage),是一种世界上最先进的果蔬贮藏保鲜技术。它不仅要像传统冷藏库那样控制贮藏间的温度、湿度,而且要控制贮藏间内的气体成分,具体讲就是控制氧气和二氧化碳的浓度,以抑制果蔬的呼吸作用,水分蒸发、病原菌的滋生繁殖以及乙烯的产生,从而保持果蔬原有的品质、香味、水分和硬度,并可延长货架期。气调贮藏最早是于1918年由英国科学家凯得(F. Kidd)和韦斯特(C. West)提出,他通过实验得出低氧和高二氧化碳浓度有助于延长苹果的贮藏期,并于1927年在英国建立了世界上第一座30吨的苹果气调库,美国于1938年建成了第一座气调库,此后欧洲各国和加拿大气调技术也迅速发展。1960年后,日本、澳大利亚、新西兰、南非等国也相继研究并使用气调库。我国对气调贮藏技术的研究较晚,1978年在北京建成了国内第一座50吨试验用气调库,后又相继在广东、山东、辽宁、河北、陕西、宁夏、甘肃、新疆等地建起了一些不同吨位的气调库。但总体来说我国对气调贮藏技术的研究还不够深入,特别是对不同品种、不同产地的水果、蔬菜的适宜贮藏条件的研究还缺乏自己的数据,设计很难做到完善;另外气调库的设计、施工、管理经验还不够丰富,这也在很大程度上影响到了其使用效果,这都有待于我们继续做一些深入细致的研究,推广气调库的使用。特别在西部地区,发展气调库作为繁荣地区经济的途径之一,它是一个高投入、高风险的产业,要在保证贮藏质量的基础上,还要重视节能,只有这样才能降低贮藏成本,提高贮藏商品的市场竞争力,为商家提供更多利润,这也是气调贮藏技术可持续发展的道路。西北地区建立一座成功的气调库,应能贮存苹果、梨等水果8~10个月,外观、色泽、口感及风味基本不变。这一方面取决于其设计是否合理,另一方面还与施工、运行管理密切相关,作者结合西部地区的气候特点和气调冷藏技术的发展,特

提出以下有关建议。

2 西部地区气调库设计和运行方面应采取的措施

气调库主要包括气调库建筑、制冷系统、气调系统、加湿系统、冲霜系统、配电及控制系统等。下面就这几方面提出一些看法。

2.1 气调库建筑的设计与施工

隔热和气密是气调库建筑的基本要求,隔热性和气密性一方面影响气调库的能耗,同时会严重影响到库内的气体成分,进而影响果蔬的贮藏质量,这就要求气调库建筑要合理地进行设计和施工。

(1) 气调库总体布局:库体与制冷机房、变配电等辅助设备间防火距离应满足消防设计规范,道路畅通,进出货方便。

(2) 库体及分选间防火分区应结合工艺流程合理布局。大中型气调库单间贮存量一般在200吨左右,应设专用技术走廊(在穿堂上部),放置制冷设备及管道、气调设备及管道、加湿设备及管道,以便集中管理及操作。

(3) 大于500吨的气调库应设置低温穿堂,以减少库门开启造成的冷损失,外挂遮阳板,减少库房的太阳辐射得热,且库间呈对称布置,便于管道布置。

(4) 小型气调库应采用装配式结构,其围护结构采用表面为镀锌钢板(或合金铝板),中间为聚氨酯泡沫塑料或聚苯乙烯泡沫塑料作保温材料的夹心板,这样只需在接缝处、地面、管线进出库间处采用聚氨酯现场发泡进行气密处理,施工周期短,且易于做到整库气密。

(5) 大型气调库为节约初投资,可采用土建结构,在气调库内表面采用整体式气密层结构。密封处理前,应将所有缝隙、凹坑添补、抹平,墙角、墙体与地面、屋顶连接处抹成圆弧形,然后将内表面整体抹平,最后清除表面污物、灰尘。等内表面干燥后,贴附气密层(可用0.8~1mm的聚氨酯涂膜),再采用聚氨酯现场发泡来保温,要分多次(不少于3~4次)分层发泡,总厚度应比计算经济厚度大20%~30%,以减小制冷设备能耗并增加气密性。为达到可靠的气密效果,也可以在聚氨酯泡沫层之间设置2~3气密层(可用聚氨酯涂膜或PVC塑料薄膜)。库房地面强度还要考虑堆货高度及灌水的影响。现场喷涂的聚氨酯泡沫塑料不仅保温性能好,而且有防水、粘着力强、强度高优点,只要注意施工质量,土建库的气密性能够达到要求。

(6) 库门的保温和气密性也会对果蔬贮藏质量和能耗大小起关键作用,气密保温门应少用型钢,而用钢板弯曲成形,边框要平直且具有一定的刚性,安装时一定要注意,另外为提高门的启闭速度,可考虑采用电动冷库门(国外已有使用)。

(7) 气密检测采用半压降法,目前国际上气调库最高气密标准:库内限度压力为 30 mm H₂O 柱,保压 30 min,剩余压力不小于 15 mm H₂O 柱为合格。

2.2 制冷系统的设计与管理

制冷系统负责对库间温度进行调节和控制,其工作性能对果蔬贮藏质量和能耗大小有很大影响。近年虽在高温冷藏库的设计和运行管理上积累了一定的经验,但因气调库本身的初投资较大,对其制冷系统的节能问题应给予足够的注意,以减少气调库的运行费用,减小贮藏成本,增强贮藏果蔬的市场竞争力。

2.2.1 制冷系统设计

(1) 小型气调库采用直接冷却式制冷系统,以 R22 作制冷剂;以简化制冷系统,节约投资和运行费用。

(2) 大型气调库宜采用间接冷却式制冷系统,以乙二醇水溶液为载冷剂,这样一方面可以提高库温的控制精度,另一方面也可以适当增大冷风机的传热面积、提高冷风机表面的温度,以减小冷风机的去湿量,提高冷藏库的加湿效果;冷风机的风速应是可调的,以便在果蔬刚入库时采用高速冷却,在密封贮存阶段,采用低速运行,以减轻果蔬的风干。

(3) 间接冷却式制冷系统采用氨或 R22 为制冷剂,采用前者对大气无危害、制冷剂费用小,但系统复杂,后者则正好相反,各有千秋,目前都可以使用;宜采用螺杆式压缩机,这样即可节能又可使制冷量实现无级调节,是提高库温的控制精度的保证。

(4) 在西部地区大型气调库制冷系统宜采用蒸发式冷凝器,它一方面可以简化冷却水系统,减少泵的能耗,还可以节约西部地区本不丰富的水资源,另一方面因为西部地区的室外湿球温度低,采用蒸发式冷凝器可以获得较低的冷凝温度,从而减小压缩机的能耗,据测算,在新疆库尔勒地区采用蒸发冷凝器氨制冷系统的冷凝温度在 36℃ 以下,理论循环计算表明,冷凝温度从 38℃ 降低到 36℃

,耗功率可以减小 6%~8%。

(5) 为了节能并达到较高的贮藏效果,库温波动要尽可能地小,因为库温的波动会导致库内压力的变化,从而引起库内外气体的交换,同时当库温偏低还会导致库内湿度降低,果蔬失水严重,所以一定要设计可靠性高的库温控制系统,鉴于此,建议采用国外可靠的传感器和控制产品。

2.2.2 制冷系统运行管理维护

(1) 注意蒸发式冷凝器的进风过滤和补水水质,建议补水采用软化处理,且要定期冲洗蒸发式冷凝器的布水器,以免影响布水均匀性,保证冷凝器长期高效地运行;另外因气调库贮藏时间长,季节变化导致室外空气干、湿球温度跟着变化,为了节能且同时避免冷凝温度太低,蒸发式冷凝器的进风量应根据冷负荷的变化而作调节。

(2) 及时排除制冷系统中的不凝性气体,采用定期排放或自动排放。

(3) 要使冷风机及时除霜,关于除霜方法和除霜控制见 2.3。

(4) 氨制冷系统要及时放油,为此应设置多个集油器而非传统设计中设置一个或最多两个。

(5) 要经常检查螺杆式制冷系统的油过滤器和油冷却器,以保证润滑系统的可靠性和高效性。

2.3 除霜系统设计管理

因为冷风机在低温高湿的环境下工作,表面经常结霜,结霜导致冷风机传热恶化,冷却效果变差,能耗增加,因此必须考虑除霜措施。

(1) 目前的除霜方式有电热除霜、热气除霜和水冲霜。电热除霜需额外的加热器,能耗大,一般不用,热气除霜迅速,节能,水冲霜系统简单,可以选择使用,但大型系统也可以二者结合使用,起到除霜节能又可靠的效果。

(2) 除霜控制是除霜效果的关键,最简单控制的就是定期除霜,最节能的控制就是根据结霜厚度来决定除霜,此时需要一个测量冷风机前后压差的一个可靠、灵敏的微压差传感器,结霜量改变,压差跟着改变,根据压差设定值来决定除霜,为安全起见,也可以同时再设一个时间继电器。

(3) 除霜时间的长短要结合除霜方式、除霜周期或结霜厚度来定,应保证在除霜期间所有霜都能融净,融霜水全部顺畅地排到库外。

2.4 加湿系统的设计与管理

加湿系统是保证气调库内高的相对湿度,以减

少果蔬因失水带来的干耗和果蔬品质的下降。但因气调库内是处于低温加湿,加上冷风机的去湿作用,远比高温加湿困难,况且加湿不当造成水滴散到果蔬表面,会造成果蔬霉变腐烂。所以气调库的加湿至今还没有很好的解决。

(1) 目前气调库的加湿方法有地面充水加湿、喷雾加湿。前者管理不方便且难于控制加湿量,且易结冰,所以目前广泛采用喷雾加湿,加湿器放在冷风机的出风口处,以便形成较均匀的湿度场。

(2) 为防止喷嘴堵塞以及结垢对加湿效果的影响,宜采用软化水来加湿。

(3) 正如前所述,应适当增加冷风机的传热面积,提高蒸发温度或冷风机表面温度可减低冷风机的去湿能力,使库内易于达到湿度要求。

2.5 气调系统的设计与管理

相对于制冷系统,人们对气调系统的设计及管理经验更加缺乏,但它却是保证贮藏质量的最关键的因素之一。

(1) 目前适宜的制氮设备有碳分子筛制氮机和中空纤维制氮机,前者设备结构简单,操作方便,氮气纯度高,且可以同时去除乙烯、乙醛、乙醇等有害气体,是目前小型气调库最常用的,但其高、低压阀门频繁启动,噪音大,故障率高。另外国产碳分子筛的性能还低于国际先进水平,应首选国外高质量的产品;后者无运动部件、可靠性高、能耗小,产气量和压力平稳,尽管产气纯度低,但也能满足气调要求,缺点是需要与专门的除乙烯装置配合使用,随着膜技术的发展和装置整体成本的降低,它应该是一种有前途的制氮设备,在大型气调库中推荐采用这种设备。

(2) 分子筛制氮机在使用过程中,应定期排污,确保空压机、过滤器、冷却器、除油器正常工作;另外在维护保养时仔细检查吸附剂是否粉化,若粉

化要进行过筛并补充或更换。

(3) 库内的气体成分不仅与制氮机性能有关,而且与气体成分的检测和调节有关,所以在气调库中气体采样和分析仪是一个必不可少的设备,用来测定氧气和二氧化碳的浓度,目前已有使用非常方便的电子式气体分析仪可供选用。一般库内都设有集中取样调节站,取样口设在气流干扰较小的位置。整个取样调节应实现自动控制,以便达到迅速、准确的气体成分调节。

2.6 其它

(1) 不同产地、不同品种果蔬的适宜的贮藏条件不同,目前我们还缺乏不同的国产果蔬贮藏条件的可靠数据,特别是适宜的气体成分,应加大力度进行这方面的研究,尤其在实践过程中,气调库设计和管理人员要注意分析总结,这样从设计参数上不再简单套用国外的数据,从而提高果蔬贮藏质量。

(2) 尽快制定气调库的相关标准,规范气调库设计、施工和管理,以促进气调库整体建设水平的提高。

(3) 培养一支专业化的气调库管理队伍,工程中运行管理是非常重要的一环。

(4) 要提高果蔬的贮藏质量,适时地进行采摘以及采后整理、包装也是非常重要的因素,应给予足够的重视。

3 结语

气调冷藏技术作为现代化的贮藏技术,在中国的西部必有用武之地,只要相关的气调冷藏技术研究人员、气调库设计人员及管理人员携手合作、共同努力,气调贮藏业也必然会成为西部地区的支柱产业之一,为繁荣地区经济和国家出口创汇做出重大贡献。

参考文献

- 1 赵家禄,黄清华,李彩琴. 小型果蔬气调库. 科学技术出版社. 2000. 3.
- 2 徐庆磊. 我国气调库建设的现状及建设气调库时应注意的几个问题. 制冷与空调. 2001, (4).
- 3 宋壮兴. 我国气调库建设中的若干问题. 保鲜与加工. 2001, (5).
- 4 王素荣. 气调冷藏库的优化设计. 包装与食品机械. 1999, (2).
- 5 张建一. 美国和加拿大冷库维护保养中的节能技术研究. 大连水产学院学报. 2001, (3).
- 6 林锋,谢晶,陈邓曼. 果蔬气调库贮藏中温湿度控制及气密性措施. 制冷. 2000, (4).
- 7 王成. 加湿问题及改进措施. 暖通空调. 1999, (6).