

## 保鲜气调库中制冷系统的设计要点

张益铭 王婵君 韩爽 王长江  
华商国际工程有限公司, 北京 100069

[摘要] 文章介绍了气调库中制冷系统设计与传统冷却物冷藏间制冷系统设计的区别, 并从调节站的设置, 压缩机组的选配, 蒸发器除霜方式的选择等角度阐述了保鲜气调库中制冷系统的设计要点。

[关键词] 保鲜气调; 制冷; 设计

DOI: 10.33142/aem.v1i4.1021

中图分类号: TB657.1

文献标识码: A

### Key Points of Refrigeration System Design in Fresh-keeping Air-conditioned Storage

ZHANG Yiming, WANG Chanjun, HAN Shuang, WANG Changjiang  
Huashang International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100069, China

**Abstract:** This paper introduces difference between refrigeration system design in air conditioned storage and traditional refrigeration room. It expounds design key points of refrigeration system in fresh-keeping air conditioned storage from aspects of setting of regulating station, selection of compressor unit and selection of defrosting mode of evaporator.

**Keywords:** fresh air conditioning; refrigeration; design

保鲜气调库又称气调储藏库, 是目前最先进的果蔬储藏方法。在普通冷却物冷藏间的基础上, 增加气体组分的调节。在控制冷库温度、湿度的同时, 对冷库中气体的组分(氧气、二氧化碳、乙烯等)进行控制, 达到抑制储藏货物的呼吸作用, 延缓货品新陈代谢过程, 更长的保持果蔬的品性及新鲜程度。气调冷库的制冷系统与常规冷却物冷藏间的制冷系统构成完全一致, 都由压缩机, 冷凝器, 节流阀及蒸发器组成。但是在气调冷库中, 制冷系统的运行通常分为两个阶段, 既冷却降温阶段及气调保鲜阶段。由于两个阶段存在着诸多不同, 因此在采用一套制冷设备时, 需要对调节站的设置, 压缩机的选配, 蒸发器除霜方式的选择等多方面进行特殊处理, 以达到系统稳定运行的目的。

#### 1 冷却降温阶段与保鲜气调阶段的区别

根据气调库设计规范<sup>[1]</sup>, 降温阶段的每日进货量不小于库容的 20%。因此按照冷库设计规范<sup>[2]</sup>中冷间制冷设备负荷的计算要求, 冷间内货物热流量较大。以一间占地面积 110m<sup>2</sup>, 容积 550m<sup>3</sup>的气调库为例, 在冷却降温阶段的设备负荷约为 40kw。在冷却入库降温阶段结束后, 冷间进入气调保鲜阶段。由于货物已经降温至贮藏温度, 因此该阶段的设备负荷相对较小, 以上文同样储藏能力的冷间为例, 气调保鲜阶段的设备负荷约为 10kw。因此, 对于同一台冷风机, 在风机换热面积、翅片间距、风速、风量等条件不变的基础上, 我们采用改变压缩机组蒸发温度, 减小换热温差的方式降低同一台冷风机的设备负荷。

#### 2 冷却降温阶段调节站的选型

冷却降温阶段的制冷系统设计与普通冷却物冷藏间的制冷系统设计基本相同, 在确定蒸发温度, 冷凝温度, 设备负荷, 过冷度及过热度等条件后, 对冷风机的供液管路以及回气管路进行选型。利用 danfoss 选型软件对上文中举例的冷却降温过程进行选型, 供液管路选型结果如图 1-1 所示。回气管路选型结果如图 1-2 所示。



图 1-1 冷却降温过程供液管路阀门选型



图 1-2 冷却降温过程回气管路阀门选型

选型注意点与常规冷却物冷藏间的阀门选型基本一致，注意供液管及回气管道内制冷剂的压降及流速等参数。

### 3 气调保鲜阶段调节站的选型

气调保鲜阶段我们通过改变压缩机吸气压力，调整蒸发温度的方式，减小蒸发器的换热温差，减小小风机的设备负荷。与冷却降温阶段的 8k 温差有所不同，气调保鲜阶段通常采用 3k 温差。同样利用 danfoss 选型软件对上文中举例的气调保鲜过程进行选型，供液管路选型结果如图 1-3 所示。回气管路选型如图 1-4 所示。



图 1-3 保鲜气调过程供液管路阀门选型



图 1-4 保鲜气调过程回气管路阀门选型

通过比较供液管路阀门选择我们发现，冷却降温阶段的阀门型号较保鲜气调阶段的阀门型号明显偏大，由于采用同一供液管路与回气管路，我们将截止阀，过滤器统一按照较大型号进行考虑。电子膨胀阀的选择需要兼顾两种工况均能正常使用。电磁阀在没有能够兼顾两个工况的情况下，建议采用并联两个型号的电磁阀。

回气管路的管径与阀门在两个工况下同样有着较大差距，因此在回气管路的处理上建议阀门按照较大型号进行考虑。回气总管同样按照较大型号进行考虑，但是如果回气总管高于冷风机回气管时，建议考虑做双上升立管。主管的管径按照冷却降温过程的主管管径进行选取。双上升立管中较小的管道管径按照保鲜气调阶段的管道最小回油速度作为选型依据进行选择。双上升立管中较大的管道管径按照主管道与小管径立管面积的差值作为选型依据。若为提高回油速度，可适当减小双上升立管的截面积之和。

最终冷风机及调节站的配置如图 1-5 所示。

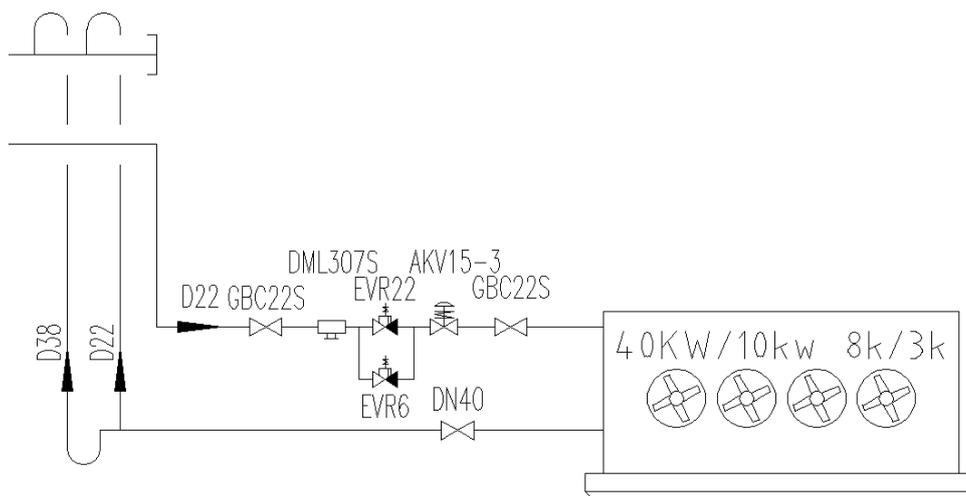


图 1-5 单台蒸发器阀门及管路选型

#### 4 压缩机组配置

由于气调库在降温阶段与保鲜气调阶段的机械负荷存在较大差异，如采用开启式压缩机组，存在单台机组机械负荷较大，部分负荷运行时间过长的的问题。因此在压缩机组的配置上建议采用多机头并联机组的机组形式。在压缩机组的配置上需注意以下几点问题：

- 1) 压缩机组的机械负荷应按照冷却降温工况的最大机械负荷进行选取；
- 2) 为保证保鲜气调过程压缩机头的正常运转，建议在并联机组中搭配一台小机械负荷机头，确保保鲜气调阶段压

缩机组能够正常开启。

3) 如采用活塞并联机组, 建议部分机头增设能级缸盖, 如采用螺杆压缩机组, 建议采用滑阀对机组的能级进行调节。

## 5 蒸发器的除霜方式

气调库中冷风机的融霜方式与大型冷库中冷风机的融霜方式基本相同, 分为热气融霜、水冲霜及电热融霜三种除霜方式。下面将对三种除霜方式进行优缺点的分析:

1) 水冲霜: 在气调库中, 水冲霜是最不推荐的除霜方式。首先, 水冲霜的初投资成本较高, 需要建设冲霜水池, 设置冲霜水泵, 在寒冷地区为维持冲霜水池中水的温度还需配套电加热系统。这种投资甚至高于一个中小型的制冷系统。其次, 市场上能购买到的水冲霜冷风机或多或少都存在水滴飞溅的现象, 在果蔬的保鲜过程中, 飞溅会导致部分果蔬的腐烂。再次, 水冲霜对水质有一定的要求, 水质较硬的地区如不采用软化水处理系统, 在长时间使用水冲霜系统后, 蒸发器内部的喷嘴有结垢堵塞的风险。气调库在保鲜气调阶段工作人员通常只会通过观察窗对冷间内的情况进行观察, 出现风险不易发现。因此不建议采用水冲霜这种除霜形式。

2) 电热融霜: 在大型气调库中不推荐电热融霜的除霜形式。首先, 电热融霜的运行成本较高, 一台冷风机的融霜电量往往高于一台冷风机的运行电量。因此电热融霜的经济性较差。其次, 电热融霜导致库温的升高比较明显, 温度较大的波动不适宜果蔬产品的储藏。但是在小型气调库中, 电热融霜是一种很有优势的融霜方式。因为小规模的气调库冷间较少, 热气融霜很难满足一台冷风机热气融霜时的热气量, 同时投资又远小于水冲霜系统。因此在规模较小的气调库中建议采用电热融霜。

3) 热气融霜: 在大型气调库中, 热气融霜是一种较为理想的融霜方式。首先, 大型气调库中冷间的数量较多, 热气量较为充足。其次热气融霜利用压缩机组排出的高温高压气体为冷风机进行融霜, 除建设初期管道及阀门的少量初投资外, 几乎不需要为除霜过程进行二次投资。节能环保的同时减少了运营费用。第三, 气调库冷风机的霜层厚度比较薄, 热气融霜的困难大大减小, 融霜时间大大缩短, 库温的波动也相对较小。

因此建议在大型气调库中优先考虑采用热气融霜这种除霜方式, 在小型气调库中优先考虑电热融霜这种除霜方式。

## 6 结束语

随着经济的发展以及消费水平的不断提升, 果蔬行业对于货物的保鲜以及品相都有着更高的要求。这给气调库的制冷系统设计提出了更高的标准及挑战。由于气调保鲜库在不同阶段的运行工况有着较大差异, 因此制冷系统中的设备、管道以及阀门的选择都需考虑在不同工况下运行的可行性。只有保证所有设备及元器件均能在负荷波动的工况下正常使用, 才能保证货品的新鲜, 才能让保鲜技术向着更高更强的方向发展。

### [参考文献]

- [1] 中华人民共和国商务部-SBJ 16-2009. 气调库设计规范[M]. 北京: 中国计划出版社, 2009.  
[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局-GB50072-2010. 冷库设计规范[M]. 北京: 中国计划出版社, 2010.

作者简介: 张益铭, 工程师。王婵君, 工程师。韩爽, 工程师。王长江, 工程师。