

# Paper Title Research on Energy-Saving Technology of Refrigeration Equipment in Frozen Food Enterprises

Jixue Sui<sup>1</sup>, Weixing Xu<sup>2</sup>

1. Zhengzhou college of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou, China, 450011

2. Zhengzhou college of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou, China, 450011

1. suijixue@sina.com, 2. xwxinghktk@126.com

**Abstract:** The main source of frozen food enterprises power consumption is refrigeration equipment. Energy consumption problems of refrigeration equipment matching, operating, running and management were analyzed in this article and energy saving measures in each link of food processing, storing, transporting and marketing were proposed. These energy saving measures has practical significance to improve the enterprise profit margins and reference value for other enterprises.

**Keywords:** frozen food enterprises, refrigeration equipment, energy saving technology

## 冷冻食品企业制冷设备节能技术研究

隋继学<sup>1</sup>; 徐卫星<sup>2</sup>

1. 郑州牧业工程高等专科学校, 郑州, 中国, 450011

2. 郑州牧业工程高等专科学校, 郑州, 中国, 450011

1. suijixue@sina.com 2. xwxinghktk@126.com

**摘要:** 冷冻食品企业的能耗主要来源于制冷设备。本文通过分析企业在制冷设备选配、操作、运行、管理等方面存在的能耗问题, 提出了冷冻食品企业在食品加工、贮藏、运输、销售等各个环节的节能措施, 这些节能措施对提高企业利润率具有现实意义, 对其它企业也具有一定的参考价值。

**关键词:** 冷冻食品企业; 制冷设备; 节能技术; 研究

## 1 引言

冷冻食品企业的能源主要有电、煤、蒸汽、天然气等, 但用电能耗比例最大, 一般占到总能耗的 70% 左右<sup>[1]</sup>, 而电耗的主要来源是制冷设备。根据高兴<sup>[2]</sup>等人的调查, 经营较好企业能耗成本率与利润率呈现 1:1 的比例关系, 而很多企业能耗成本率高于利润率 2 倍左右, 甚至个别企业出现了能耗成本率高于利润率 5 倍的现象。在冷冻食品企业处于微利经营的情况下, 认真分析研究企业能耗问题, 采取有效的节能措施, 对提高企业利润率具有现实意义。

## 2 制冷设备能耗分析

### 2.1 制冷设备性能不稳定、能耗高

我国一些生产制冷设备的企业, 产品水平接近国

河南省重点科技攻关项目(批准号: 072102250004)资助的课题。

际先进水平, 但设计能力、装备制造能力、技术服务能力等仍存在差距。例如速冻机, 国内速冻机与国外同类产品相比存在着体积庞大、笨重、低温性能差、能耗高等问题。目前国内速冻机几乎全部采用轴流风机, 与进口样机所采用的低噪声、低能耗、大风量、变频调速离心风机有较大的差距。速冻食品一年四季产品变换几十种甚至几百种, 若固定一种风压与风量, 不能适应不同食品品种的要求。国内一些速冻机配件生产厂生产的传送件与国外同类产品的差距, 主要是外形粗糙、精度较差、使用性能不稳定。

### 2.2 制冷系统设计有缺欠、能效低

根据高兴<sup>[2]</sup>等人对多家冷冻食品企业的调查, 目前国内大多数冷冻食品企业均采用氨制冷系统, 但普遍存在三种现象。1)同一种功能的冷库库温相差太大, 某企业 8 间冷藏库经常出现有的冷藏间温度为 -29°C,

而有的才-17℃；2) 不同功能的末端设备并联于同一制冷系统中，运行过程中相互干扰严重，某速冻机运行过程中，导致冷藏库库温波动严重，半小时内就有5℃温差；3) 夏季经常出现冷凝压力偏高，导致停机或启动不了机器的现象。针对库温波动和库温差异严重的问题，制冷设备操作人员经常增加压缩机运行台数来提高系统的制冷量，但效果不明显，反而降低了能效水平。末端并联的氨制冷系统实际流量是动态变化的，而设计时则是建立在静态平衡方程基础上的，与设计流量存在很大偏差。制冷系统设计上存在缺失，必然导致系统运行的不稳定、能效低。

### 2.3 冷藏运输设备陈旧落后、效率低

我国冷冻食品冷藏运输设备与国外相比差距很大。内地货运车辆约七成是敞篷式设计，只有约三成为密封式或厢式设计，而备有制冷机及保温箱的冷藏车辆连一成都不到。特别是我国的铁路冷藏运输设施非常陈旧，大多是机械式的速冻车皮，缺乏规范保温式的冷藏运输车厢，冷藏食品运量仅占总货物运量的1%。公路运输中，易腐保鲜食品的冷藏运输只占运输总量的20%，其余80%左右的禽肉、水产品、水果、蔬菜大多是用普通卡车运输。发达国家预冷保鲜率为80%~100%、果蔬采后损失率5%，冷藏运输率80%~90%，冷藏保温汽车占货运汽车比率1%~3%，而我国分别为30%、20%~40%、10%、0.3%，在硬件设施和运输效率方面还存在较大差距。

### 2.4 冷冻销售设备普及率低、发展不均衡

冷冻销售设备在大中城市中较大型的商场、食品超市或冻品专卖店配置较为齐全，但小城镇和农村市场的冷藏设备配置发展较缓慢，而且国产冷柜质量参差不齐，性能不稳定，常常出现故障。进口冷柜价格昂贵，在很多大城市的大型超市往往令商家却步，在中小城镇的小型超市或商店更没有人使用，我国目前能耗少的冷柜产品也仅达欧盟的B、C级能耗水平，况且食品冷柜设施运行服务队伍尚未走向专业化、独立化。虽然，我国近年来在冷藏链物流技术上有了比较大的进步，但是缺少训练有素的冷藏链物流供应链管理和操作人员，许多先进的全程冷藏控温运行管理制度也还在建立中，并不能及时使用，导致各个环节上的信息阻塞，易腐制品在运输途中经常发生无谓的延误，进一步加大了风险。

## 2.5 制冷设备人工操作、自动化水平低

由于氨的单位容积制冷量大、汽化潜热大，相同制冷量下需要的流量比氟利昂小，因此我国大型冷冻食品企业的制冷系统多采用氨制冷剂，但是在氨制冷设备的操作上仍以手动操作为主，自动化水平比氟利昂系统低。加上制冷设备的操作人员节能意识淡薄，责任意识不强，操作不规范，在制冷系统运行过程中，往往对系统管路流量偏差不能够及时有效调整和控制，导致系统运行的不稳定，能耗大，能效低。

### 2.6 企业管理理念滞后、技术创新慢

科学的管理理念、模式、流程是企业节能降耗的重要途径，以技术创新为基础的新技术、新工艺、新材料和新方法的推广应用，则可逐步淘汰低效设备和高耗能产品群在企业生产中的使用，对实现节能降耗有着重要的推动作用。而我国很多大型冷冻食品企业，尤其是一些大型民营冷冻食品企业的领导，在管理理念、管理模式等方面缺乏创新，仍然采用“家族式”或“家长式”的管理模式，个人权威至上，缺乏民主谏言，规章制度形同虚设，技术创新速度太慢，不利于企业节能降耗，不利于高能效设备的推广应用，不利于企业的现代化发展。

## 3 制冷设备节能措施

2010年4月7日至9日，第二十一届“国际制冷、空调、供暖、通风及食品冷冻加工展览会”在北京中国国际展览中心举行，本届展会的主题是“攀登行业制高点，为低碳排放尽力”，众多与会者明显感觉到今年与往年最大的不同是，制冷设备的高效节能产品越来越多，节能减排、提高能效是企业必然的选择。事实上，冷冻食品企业无论生产还是销售，各个环节都是由多个制冷设备的“硬件”构成的，制冷设备作为冷冻食品企业的能耗大户，其经济性将严重影响企业的运行成本。选择节能型压缩机、在制冷系统中采用更多的节能技术，是冷冻食品企业面临的必然选择。

### 3.1 采取经济合理的保温措施

冷冻食品企业需要保温的管道和设备很多，从速冻机、冷藏库、冷藏车到超市冷柜，冷冻食品与外界之间都存在热交换现象。实际上，只要是与外界有温差的地方，都应采取有效地保温措施，保温效果好，运行费用低。目前国外广泛采用的加大月台面积，并

对月台进行全封闭保温，除了提高物流效率、保证冷藏链的完整性外，实际上增强了冷库的保温，达到了节能的效果。因此，无论速冻机还是冷库，无论冷藏车船还是超市冷柜，都应采取优质的保温材料和经济合理的保温层厚度，即使初期投资费用较高，但从以后运行情况看，既节能又保证了食品的质量。

### 3.2 采用经济合理的冷藏温度

冷冻食品的冷藏温度越低，能耗越大。针对不同食品的贮藏期应分别采用不同的冷藏温度。例如我国规定冻结物冷藏间的温度为-18℃，在此温度下猪、羊、牛的胴体肉最大冷藏期分别为6个月、9个月和12个月。如果有批牛胴体肉需要在3个月内消费掉，该批牛肉在冷藏链中运行的温度就可以适当提高到-16℃或更高一点，只要能保证这批牛肉3个月的保质期就可以。当然，不同食品在不同低温下运行时的实用冷藏期的长短，需要专业技术人员通过计算或实验数据获得，而不能想当然。否则，虽然提高冷藏温度实现了节能效果，但是却牺牲了产品的质量，未免有些本末倒置。

### 3.3 选择经济型制冷压缩机

制冷设备的选配一定科学合理，既不能“小马拉大车”降不下温度，也不能“大马拉小车”造成浪费。例如一个食品厂的车间可能会有多个温区，原料的前处理间及存放间、成品包装间及冷库等都要求不同的温度，这对制冷系统的配置提出了较高的要求。在制冷系统中，压缩机的工况不同，效率不同。用于速冻的压缩机去服务于车间空调是绝对不经济的；反之，用于成品冷藏库的压缩机如果和速冻设备合并系统，也会大大影响速冻的效率。目前，国内外大型冷冻食品企业广泛采用螺杆压缩机，除了螺杆压缩机易损件少、对湿冲程不敏感的特点外，主要是因为螺杆压缩机组成的配搭双级系统可以满足多个温度要求，又能最大限度地提高系统的制冷系数。因此，冷冻食品企业制冷设备的选配尽可能优化，尤其是主机应尽量选择经济型、节能型压缩机。

### 3.4 制冷系统综合节能措施

对于一个完整、独立的制冷系统，可根据使用的目的、对象不同，综合采取节能措施。

#### 3.4.1 尽可能降低冷凝温度

在食品冷冻加工过程中，制冷系统采用蒸发式冷凝器或水冷式冷凝器的冷凝效果要远远好于空气冷

却。

#### 3.4.2 尽可能提高蒸发温度

加大冷间蒸发器的面积是提高蒸发温度的一个有效措施。除此之外，还要准确确定蒸发温度与冷间温度、冷间温度与货物温度、货物表面温度与中心温度的温差。

#### 3.4.3 尽量采用热氨融霜

热氨融霜对库温影响小，融霜后降温快，避免了水冲霜的不足，值得提倡使用。但是需要在接水盘上增设电加热器，防止融霜水再结冰堵塞下水道<sup>[3]</sup>。

#### 3.4.4 加强对冷库门的管理

要尽量减少开门时间和开门次数，增设PVC软门帘或高效率空气幕。定期检查密封条和电热丝的性能，保持冷藏门的密封性和启闭灵活性。

#### 3.4.5 采用自动控制系统

自动控制系统是最优化的系统，在保证制冷效果的前提下，自动控制系统可以最大程度地降低输入功率，同时可以有效改善人为因素影响产品质量的状况。

#### 3.4.6 定期检修设备

机器设备的检修时保证制冷系统安全运行、防患于未然的重要措施，不可忽视，必须按压缩机的运转时数，每800~1000小时小修，3000小时中修，8000~10000小时大修的检修制度。检查设备、管道阀门是否有泄漏，防止制冷剂的跑、冒、滴、漏现象。

#### 3.4.7 能量综合利用技术

在制冷系统中采用热回收技术、冷回收技术、制冷剂回收技术、冷冻机油再生技术等，可以达到节能降耗、节约运行成本的目的<sup>[4]</sup>。

### 3.5 制冷设备的科学管理

制冷系统运行的经济性，很大程度上体现在设备的使用、人员的培训、产品的监控、标准的执行等方面。任何一个环节出现问题，都可能造成企业能耗增加甚至是浪费，造成损失。

#### 3.5.1 严格操作规程

冷冻食品企业，制冷设备是能耗最大的设备，管理并用好设备非常关键。例如减少冲霜次数、减少冷间开门次数、尽可能集中进出货物等，都可以有效减少冷量的损失。根据制冷系统操作规程，按时放出系统中油和不凝性气体，按时保养和维修，可以大大延长设备的寿命。在保证冷间温度的前提下，采用最经济的开机方式，如尽可能在晚间电价低、环境温度低时开机等，都能实现有效的节能。

### 3.2.2 加强技能培训

目前我国冷冻食品行业发展很快，但技能型人才缺乏已逐步成为制约行业快速发展的瓶颈。企业间的竞争归根到底是人才的竞争，人才是企业的第一资源，是科技进步和社会经济发展最重要的资源和主要推动力。企业能吸收并聚集优秀人才，就能获得竞争的主动权，就会在激烈的市场竞争中立于不败之地。因此，冷冻食品企业要千方百计吸引、聚集、培养、培训大量制冷操作运行管理人才，并严格要求持证上岗。

### 3.2.3 实施自动监控

冷冻食品的运行温度，如果还采用人工测量和纸面记录，无统一数据系统支持，就会造成监管脱节，取证困难，无法确定责任，损失率大等问题。近年来，我国冷冻食品企业纷纷加信息化建设步伐，实施了全方位 GPS 卫星定位系统、RFID 冷藏链温度管理系统、仓库管理系统、仓库恒温系统等一系列措施，加大了对冷冻食品低温运行全过程的有效监控。

## 4 结束语

从当前我国经济形势分析，冷冻食品企业的节能减排已经不是一项常规性的工作，而是一项庞大的紧迫性工程。2010 年 6 月国务院印发的《节能减排综合性工作方案》，明确了 2010 年我国实现节能减排的目标任务和总体要求。作为宏观调控的重要目标，要动

员全社会的力量，扎实做好节能降耗和污染减排工作，确保实现节能减排约束性指标，推动经济社会又好又快发展。因此，在全国节能减排的宏观形势下，冷冻食品企业不仅要在制冷设备的“硬件”上下功夫，采取有效节能技术，还要在科学管理的“软件”上积极采取节能措施，把先进的制冷技术、冷藏技术、信息技术、自动控制技术以及超前的经营理念等运用到企业的生产经营上，尽量实现企业的节能运行，争取良好的社会效益。

## References (参考文献)

- [1] Gao Xing,Luo Huiming, Zhang Dianguang, et al. Study on Energy Consumption Appraisal index of Large Food Production Factories[J]. Journal of Refrigeration, 2008, 29(1):45-50.  
高兴, 罗会明, 张殿光, 等.冷冻食品加工企业能效评价[J].制冷学报, 2008, 29(1):45-50.
- [2] Gao Xing, Zhang Dianguang, Yuan Jie, et al. Analysis on Feature of Energy Consumption and Energy Conservation Potential of Frozen Foodstuff Enterprise[J]. Journal of Refrigeration, 2008, 29(5): 44-48.  
高兴, 张殿光, 袁杰, 等.冷冻食品加工企业耗电特点及节能潜力分析 [J]. 制冷学报, 2008, 29(5):44-48.
- [3] Cao Wensheng. The Energy Saving on Refrigeratory Running[J]. Cold Storage Technology, 1999,(3):46-50.  
曹文胜. 冷库运行的节能. 冷藏技术, 1999,(3):46-50.
- [4] Sui Jixue, et al. Research on The Energy Saving of the Food Cold Chain System[J]. Cold Storage Technology, 2009,(1):1-6.  
隋继学等. 食品冷链系统节能技术探析. 冷藏技术, 2009, (1):1-6.