

研究简报

隧道冻结室中多用途冻鱼车 的设计及测试分析*

DESIGN AND TEST ANALYSIS OF MULTIPLE-USE FREEZING FISH CART IN THE BLAST FREEZE TUNNEL

张 廉 郑重扬

(上海水产贸易公司)

Chang Lian and Zheng Zhongti
(Shanghai Fishery Product Trading Corporation)

在我国大、中型水产冷藏库中,一般都采用上吹风或下吹风式隧道吹风冻结装置,适用于大批量的冻结15~20公斤裸冻鱼块。但由于近年来海洋渔业资源的变化,经济海水鱼产量比例逐年下降,各地又新建了许多小型水产冷藏库,对捕获的虾、蟹、小杂鱼等水产品都实行小包装冻结加工方式,不但市销很受欢迎,而且还可以出口换取外汇。由于小包装的重量小、规格和品种多,仍采用原来的隧道吹风冻结室进行冷加工,就存在着下列问题:

1. 冻结室所要求的一次入冻量太大,冻小包装产品时,往往装不满一间而造成能源浪费。
2. 冻小包装时,以三层小包装叠放在鱼盘内冻结,不但装盘费工,而且冻结时间也长。
3. 除冻鱼车外,还要有吊鱼车的轨道,鱼车上面的滑轮等设备,结构复杂造价高。
4. 冻结室要求有较大的净高尺寸,隔热建筑结构复杂,造价高,且在冷藏库的平面布置中不容易处理。

上海水产贸易公司在食品厂小冷库中采用了手推鱼车网片搁架形式的冻结设备,经过多年的使用,证明其性能达到了预期的设计目的。本文着重论述采用多用途鱼车的隧道式吹风冻结装置。

理 论 根 据

根据普朗克对冻结时间的理论公式:

$$Z = \frac{\Delta i \cdot \gamma}{\Delta t} \left(\frac{P \cdot x}{\alpha} + \frac{R \cdot x^2}{\lambda} \right) \text{ (h)}$$

式中: Z , 冻结时间(h)

Δi , 从初温到终温的焓差(kcal/kg)

γ , 食品的容重(kg/m³)

Δt , 食品冰点与冷却介质之间的温差(°C)

* 本文曾提交给中国水产学会第四次全国会员大会暨学术年会(1987年11月5日—10日),并在学术讨论的分组会上宣读。

α , 食品的厚度(m)

α , 食品表面的放热系数(kcal/m²h²°C)

λ , 食品的导热系数(kcal/mh²°C)

P , 食品的形状系数

R , 食品的形状系数

在这个公式中, Δt 、 γ 和 λ 对同一种冻结对象是常数, Δt 是影响冻结时间的重要因素, 但它涉及到制冷设备、制冷剂、制冷工艺等一系列紧密相关的问题, 本文不作讨论。食品厚度 α 值及食品表面放热系数 α 值对冻结速度的影响是明显的, 也是可以人为控制的数值, 减小食品的厚度, 增大受风换热面积, 增大表面放热系数都是提高冻结效率的重要途径。

设计简介

1. 鱼车形式 鱼车尺寸为 100×65×170 cm, 底部安装橡胶万向轮, 可使小车进退自如。铁皮鱼盘或钢丝网片可在一侧顺搁架推进或拉出, 每层放二盘, 可放鱼盘八层, 冻鱼 2×8×15=240kg; 如改冻 0.5kg 装小包装食品(15×13×2.5cm), 可放网片24层, 冻小包装 2×24×6=288kg。网片搁架用角钢制作, 尺寸为 60×42×1.2cm, 中间铺钢丝网。冻结物平置于钢丝网上, 食品上下二面均直接受风换热, 传热面积由 10m² 增大至 24m², 扩大了二倍多。同时, 食品厚度由 7.5cm 减小至 2.5cm, 这样就大大的缩短了冻结所需的时间。根据普朗克公式理论计算, 0.5kg 装的水产品小包装, 如在铁皮鱼盘内三层叠放, 冻结时间约为 7 小时, 改为网片搁架单层铺放, 则其冻结时间约为 3 小时, 冻结速度得到了显著提高。

2. 冻结室送风 该冻结室为隧道式强制循环送风形式, 并采用上吹风静压布风形式。冻结室高度为 3.1m, 宽度为 3.6m, 蒸发器安装在冻结室的一侧, 轴流风机置在冻结室上方, 将冷却后的空气送至冻结室另一侧静压布风道内, 空气从条缝形送风口吹出, 经食品表面吸热升温, 再经导风板进蒸发器放热降温。在鱼车下部轮子两侧装有橡皮挡风板, 防止风走短路。整个冻结装置结构紧凑, 回风口装有导风板, 从而保持了一个较均匀的风速场。

结果与分析

1. 测试仪表 温度传感采用热电偶为感温元件, 二次显示仪表为 LM14-Y(T) 台式自动平衡记录仪, 量程为 1mV~2mV。风速测试采用 QDF-3 热球式电风速仪, 量程为 0.05m/s~30m/s。

2. 测试对象及测点布置 测试对象为小包装鱼糜制品, 每袋 0.5kg, 几何尺寸为 15×13×2.5cm, 分别置于手推鱼车铁皮鱼盘和钢丝网片搁架上, 每辆车载货量均为 288kg。

本次测试工作主要做鱼糜冻结温度变化曲线, 对二种不同装载工具的冻结曲线进行比较分析。鱼盘和网片都置于前排鱼车的相同高度处, 其迎面风速基本相同, 盘间风速略有差别(经测试 $V_{\text{盘间}}=3.7\text{m/s}$, $V_{\text{网间}}=3.0\text{m/s}$)。对前后排鱼车的不均匀性, 本文不作讨论。测点布置应尽量选择在有代表性的位置上, 本次测点布置见图 1, 测点的热电偶插入包装袋内的鱼糜中心位置(鱼盘内三层叠放, 测点布置在中间一层)。

3. 降温曲线及分析 温度变化情况详见附表。从表中我们可以看到, 1、4、5、8 点的降温速度基本相同, 2、3、6、7 点的降温速度也基本相同, 因此, 本文仅以 1、3、10 测点为代表作出降温曲线(见图 2)以供分析。

由降温曲线图上可以清楚地看到, 鱼的冻结过程明显地分为三个阶段(这与理论是相符的)。进行二条曲线的对比我们又可以看到, 网片搁架形式和铁皮鱼盘形式不仅在冻结速度上有显著差别, 而且在通

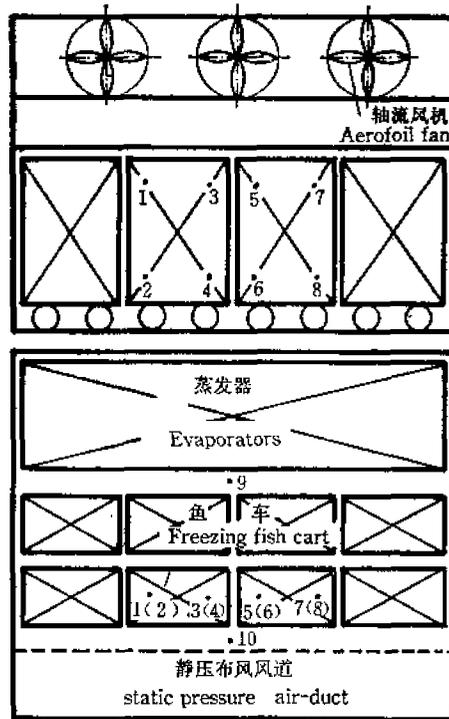


图 1 降温曲线测点布置

Fig 1 Position of feeler in the test of temperature drop curve

(1),(4),(5),(8) 铁皮鱼盘(wire fish tray), (2),(3),(6),(7) 网片搁架(wire netting shelf), (9) 回风(return air), (10) 送风(cooling air)

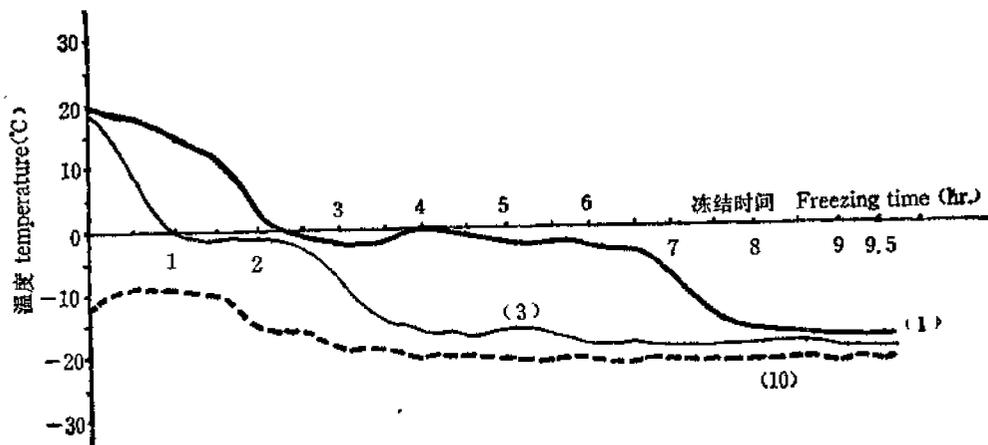


图 2 冻结降温曲线

Fig 2 The temperature drop curve frozen food

(1) 铁皮鱼盘(wire fish tray), (3) 网片搁架(wire netting shelf) (10) 送风(cooling air)

过最大冰晶生成带时间上也有显著差别;如能尽快地通过这一冰晶生成带,则不仅可以缩短整个冻结周期,而且可以提高冻结品质量。

附表 温度变化实测结果

Attached Table The Measurements on the temperature variation

测点 Position	温度变化(°C) Temperature variation(°C)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
冻结时间(时) Freezing time(h)											
0	19.5	18.5	18.5	19	19.6	18.4	18	19.1	-9	-12.4	
0.5	18.5	9.0	8.2	18.1	18.5	9.1	8.5	18.1	-6	-8.5	
1	15.1	-1.0	-0.5	15.0	14.9	-0.8	0	15	-5.9	-8.5	
1.5	12.3	-1.5	-1.4	12	12.3	-1.4	-1.1	11.9	-8.5	-10	
2	1.1	-1.1	-1.0	0.8	1	-1.4	-1.2	1	-13.8	-15.5	
2.5	-0.6	-3.6	-3.5	-0.5	-0.5	-3.4	-3.0	-0.5	-15.4	-16.7	
3	-1.3	-10.4	-10.0	-1	-1.2	-10.2	-19.5	-1	-17.7	-19.2	
3.5	-1.0	-15.8	-15.6	-1	-1.3	-15.5	-15.0	-1	-18.8	-19.5	
4	0	-18	-17.6	-0.5	-1.2	-17.7	-17.5	-1	-19.2	-20	
4.5	-0.5	-19	-18.5	-1	-1.6	-18.5	-18.6	-1.1	-19.3	-20.2	
5	-1.5	-17.5	-17.6	-1.3	-1.3	-17.3	-18	-1	-19	-20.5	
5.5	-1.3	-19.2	-18.5	-1.2	-1.3	-19	-18.5	-1.2	-19.9	-20.9	
6	-1.6	-19.5	-17.6	-1.2	-1.5	-19.5	-19	-1	-20	-20.9	
6.5	-3.8	-19.5	-18.5	-3.9	-3.6	-19.4	-19.5	-3.5	-20.5	-21	
7	-10.6	-19.6	-19.2	-9.7	-10.5	-19.5	-19.5	-9.6	-20.6	-21.4	
7.5	-15.5	-19.6	-19.2	-14.7	-15.5	-19.5	-19	-14.5	-20.6	-21.4	
8	-17.1	-20.5	19.5	-16.5	-17	-20.5	-20.1	-16.5	-21	-21.6	
8.5	-17.4	-21	-20.1	-17	-17.4	-20.5	-20.3	-17.1	-21.1	-21.6	
9	-18.0	-21	-20	-17.5	-18.0	-20.5	-20.1	-17.7	-19.9	-21.7	
9.5	-18	-21.1	-20.4	-17.5	-18	-20.6	-20.8	-18	-20	-21.6	

铁皮鱼盘式冻结时间为7.5小时(其中通过冰晶区时间为3.5小时),而网片搁架式冻结时间为3.8小时(其中通过冰晶区时间为1.25小时),冻结时间是铁皮鱼盘式的47%,节电效果显著,并大大提高设备利用率,当然,实际生产过程的影响因素较多,而非理想过程,而且其设备耗冷量也不同,本文在此提出的仅是直观的数值概念。

4. 几点说明: 1)实际生产所用鱼车尺寸与测试装置略有不同。2)网片搁架装置是加快小包装食品冻结速度并提高产品质量的有力措施,它适合于各类冷库的小包装产品冻结。3)多用途手推鱼车及网片搁架装置可在原有鱼车形式上稍加改装即成,所需费用很少,而其降低能耗,提高设备利用率,提高产品质量的经济效益则是显著的。

参 考 文 献

- [1] 商业部冷藏加工企业管理局编, 1980。冷库制冷技术, 391~393, 400~423。中国财政经济出版社。
- [2] 湖北工业建筑设计院《冷藏库设计》编写组编, 1980。冷藏库设计, 227~233。中国建筑工业出版社。
- [3] 魏润柏编, 1981。通风工程空气流动理论, 164~195。中国建筑工业出版社。