



## 渔船的微冻保鲜

### PARTIAL FREEZING FOR KEEPING FRESHNESS ON FISHING BOAT

王锡珩 张毅强

(上海水产大学食品科学技术系, 200090)

Wang Xi-hang and Zhang Yi-qiang

(Department of Food Science and Technology, SFU, 200090)

刘元璋 温德岭

(烟台冷冻机总厂 264000)

Liu Yuan-zhang and Wen De-ling

(Yantai Refrigeration Machine Head Works, 264000)

徐信祖 刘天良

(山东乳山造船厂, 264509)

Xu Xin-zu and Liu Tian-gen

(Rushan Shipyard of Shandong Province, 264509)

**关键词** 渔船, 微冻, 保鲜

**KEYWORDS** fishing boat, partial freezing, keeping freshness

近年来,我国海洋渔业由于资源问题,一批600马力渔船转向过洋性远洋渔业;群众渔业则采取扩大船型向远海发展。在这种形势下,发展渔业生产不但要增加生产量,更重要的是保持鱼品的质量。鲜度好能有效利用资源,鱼品营养价值高有益人民健康,售价高使社会和经济效益好,所以必须更新观念,从保持鱼品鲜度质量中获取渔业生产的高效益。

目前我国渔船多用冰鲜、冷却排管带冰冰鲜和速冻冷藏;而微冻保鲜从其作用机理、最适装置、能耗和效益量化概念到推广应用,尚未被人们所认识。我国远海和过洋性远洋渔业是以渔港为基地,续航期一般在30天之内,就满足保鲜期而论,微冻保鲜是一种比较理想的保鲜方法。

微冻又称“过冷却”或“部分冻结”,其作用机理在于鱼体温度在冰点以下约 $-3^{\circ}\text{C}$ (视鱼体冰点而定)条件下,能有效抑制细菌的生长繁殖,可比冻结点以上冰鲜鱼延长保鲜期1.5~2.0倍<sup>[1]</sup>;鱼体内形成的30%~50%

冰晶系鱼体细胞之间自由水,细胞内的结合水则不冻结,这样能保持鱼体最大可逆性<sup>[2,4]</sup>;能避免 $-30^{\circ}\text{C}$ 速冻时鱼肉中ATP消耗殆尽之弊,而保持一个缓慢消耗的过程<sup>(1)</sup>。

1931年英国Torry研究所研究认为,保鲜的理想温度应是低于冻结点的温度<sup>[3]</sup>。60年代初,葡萄牙在渔船应用微冻保鲜。60年代中后期英国、西德、加拿大、前苏联、日本重视微冻保鲜研究。1970年,前苏联将微冻保鲜工艺推荐应用于生产,后在金枪渔船、沿海作业渔船和加工船上应用。1979年日本在内陆水域用微冻运输代替活鱼运输,向东京运鲤和虹鳟。1980年日本市场出售微冻用的冰箱( $-3\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ),日本还计划用微冻装置改装原有渔船<sup>[3]</sup>。

我国70年代中进行微冻工艺研究,1975年天津在渔船上用冰盐微冻进行了试验,在18天航期中鱼品全为一级品<sup>(2)</sup>。1976年南海水产研究所在渔船上试用低温盐水浸渍微冻,鱼货保鲜期达25~30天,生产成本相当冰鲜的60%<sup>(3)</sup>,随后建造了一批微冻保鲜船。近几年来广东沿海在渔船上采用风冷带冰微冻保鲜,鱼体温度( $-2\pm 1^{\circ}\text{C}$ ),保鲜期20天左右,鱼品保鲜质量达到国家标准2级鲜度以上,捕捞产值可提高19%<sup>(4)</sup>。在此期间,也有用排管带冰冷却微冻的,都取得了一定的保鲜效果。

从上述观点出发,笔者自1989年开始进行研究,在山东乳山造船厂SD828型198kW拖网渔船上进行试验,1992年9月通过省级鉴定。

## 1 微冻保鲜的特点

### 1.1 微冻与冰鲜及排管带冰冰鲜比较

冰鲜是以冰的融解热使鱼体冷却(鱼体终温一般在 $+4^{\circ}\text{C}$ 左右)并在此冷却状态下保冷。排管带冰保鲜是用排管保冷贮冰,以冰融解热使鱼体冷却,再用冷却排管保冷,其最低温度不低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,保鲜期为7~10天的一种传统保鲜方法。

冰鲜受冰源和冰价的制约,市场经济中,冰以稀为贵,冰价由60元/吨到120元/吨。每吨鱼用冰1~1.5吨,生产成本高。

### 1.2 微冻与冻结冷藏比较

(1) 微冻鱼体初温 $+10^{\circ}\text{C}$ 冷冻到 $-3^{\circ}\text{C}$ ,冻结则要从 $+10^{\circ}\text{C}$ 冻到 $-18^{\circ}\text{C}$ ,仅此过程就使冻结比微冻多耗冷量56%。

(2) 若大气温度为 $30^{\circ}\text{C}$ ,微冻保鲜鱼舱传热温差为 $32^{\circ}\text{C}$ ,而冷藏鱼舱则为 $48^{\circ}\text{C}$ ,若二者的传热系数和传热面积相同,冷藏要比保冷多耗冷量50%左右。

(3) 制得同样冷量,冻结冷藏制冷系统蒸发温度 $-33^{\circ}\text{C}$ ,比微冻 $-15^{\circ}\text{C}$ ,每大卡冷量多耗轴功率43%。

(4) 如把冻结冷藏比微冻保冷多耗的冷量和单位冷量多耗的电耗二者一起考虑,则前者的电耗是后者的3.5倍左右。

(5) 能耗还表现在鱼货上岸后继续加工上。山东地区冷冻厂要把船上冻鱼块解冻后分级、排盘、计量、再冻,这不但违反食品冷冻工艺要求,而且冻融再冻能耗之大不言而喻,而微冻鱼只有30%~50%水份结冰,鱼体柔软不结块,可直接进行再加工,不但不要解冻升温至 $0^{\circ}\text{C}$ 以上,还可在微冻温度基础上继续冻结,既符合冷冻工艺要求,又缩短冻结时间,与前者相比大大节约能源。

(6) 冻结冷藏系统蒸发温度低、压比大,需要配置容量大而复杂的双级压缩制冷系统,同样的生产量,设备投资约大1倍左右。

因此仅就满足30天内有效保鲜期而论,微冻保鲜明显优越。

(1) 陈健,1988.团头鲂 $-5^{\circ}\text{C}$ 保鲜研究报告,4.

(2) 蒋康,1978.速微冻保鲜试验.渔船与渔港,6.中国水产科学研究院(京).

(3) 南海水产研究所加工室,1976.渔船微冻保鲜试验报告,10.南海水产研究所(穗).

(4) 广东省水产局,1991.渔船冰微冻保鲜技术,2.广东省水产局.

## 2 微冻保鲜制冷装置设计

### 2.1 微冻方式如下表所示

序号	微冻方式	冷冻工艺要求	设备结构	安装使用特点	保鲜效果
1	冰盐微冻 排管保冷	快速均匀冻到 (-3±1)°C, 再在此条件下保冷, 符合工艺要求	设备最简单, 易腐蚀设备 设备费省	安装使用方便, 耗冰盐量大, 性能尚可靠	鲜度好, 保鲜期长, 有咸味, 适合作加工原料
2	冷盐水浸渍微冻 排管保冷	快速均匀冻到 (-3±1)°C, 再在此条件下保冷, 符合工艺要求	设备最复杂, 易腐蚀设备, 使用寿命短, 成本高	安装周期长, 使用不便, 保持盐水浓度难, 放污水有冷损, 能耗大	鲜度好, 保鲜期长, 色泽暗, 有咸味, 商品外观差, 适合作加工原料
3	半鼓风冻结微冻 排管保冷	快速均匀冻到 (-3±1)°C, 再在此条件下保冷, 符合工艺要求	设备简单, 使用寿命长, 充剂量稍大, 成本较高	安装周期稍长, 使用方便, 可靠性强, 能耗省。	鲜度好, 保鲜期长, 色泽、味道及商品外观好
4	排管空气自然循环微冻和保冷	微冻和保冷过程不明显, 冻速慢不均匀, 难满足工艺要求	设备简单, 翅片管寿命短充剂量少; 光管寿命长充剂量多, 成本低	安装周期翅片管短, 光管长, 使用方便, 可靠性差	鲜度不均, 保鲜期较短
5	风冷微冻和保冷	微冻和保冷过程不明显, 冻速慢不均匀, 难满足工艺要求	设备简单, 充剂量最少, 使用寿命较短	安装使用方便, 融霜不便, 可靠性差	鲜度不均, 保鲜期较短

本课题选用表中 3 号和 4 号作为 I、II 方案。为了使待冻期间不失时机冷却和卸货后继续保冷及有利商品观感, 又在 I、II 方案基础上加鱼重 0.4 倍的冰。

### 2.2 微冻保鲜装置设计

制冷剂采用 R<sub>22</sub>, 柴油机驱动制冷压缩机。设计微冻量 1000kg/次, 每次微冻 5 小时, 鱼体初温 +25°C, 终温 -3°C, 设计舱温 (-3±1)°C; 控制系统除机器保护为自动, 其余皆为手动, 舱温远传显示。冷负荷与设备配套如下表。

冷负荷 kW (kcal/h)	设 备 配 套									
	名 称	规 格	单 位	数 量	名 称	规 格	单 位	数 量		
I 方 案	微冻	14.7(12640)	制冷压缩机	C2FC10	台	1	汽液分离器	LJS4-106	台	1
			驱动柴油机	2105A-1	台	1	干燥过滤器	ZYG-20	台	1
	保冷	4.65(4000)	卧式冷凝器	CWNF3.0	台	1	半鼓风冻结器	BFD-1000	台	1
	冰舱	2.33(2000)	贮液器	CZF285	台	1	冷却排管	干式光管	组	4
	或保冷		热交换器	CRGF45	台	1				
II 方 案	微冻	14.7(12460)	制冷压缩机	C2FC10	台	1	汽液分离器	LJS4-106	台	1
			驱动柴油机	2105A-1	台	1	干燥过滤器	ZYG-20	台	1
	保冷	4.65(4000)	卧式冷凝器	CWNF3.0	台	1	翅片排管	微冻舱 19M <sup>2</sup>	组	1
	冰舱	2.33(2000)	贮液器	CZF285	台	1	翅片排管	保冷舱 60M <sup>2</sup>	组	1
	或保冷		热交换器	CRGF45	台	1	翅片排管	冰舱 8M <sup>2</sup>	组	1

## 3 实船使用效果

I 方案首对船 1991 年 10 月投入使用, II 方案两对船 1992 年 5 月后投入使用, 取得了如下使用效果。

(1) 空舱降温 6~8 小时内降至  $-12^{\circ}\text{C}$ , 试车过程中各参数稳定正常, 自控元件动作灵活, 机器设备元件匹配良好。

(2) 实船出海正常产量情况下, 机器运转稳定, 每天开机 10 小时左右, 鱼舱温度  $-2\sim-4^{\circ}\text{C}$ , 鱼体温度  $-3^{\circ}\text{C}$  左右。制冷能力与生产匹配较好(有裕度, 提高产量有潜力)。

(3) 贮冰舱温度稳定在  $-4^{\circ}\text{C}$  左右, 碎冰呈过冷状态, 干燥松散不结块, 开冰方便, 冷却能力强。

(4) 作业在 25 天以上, 返港鱼货鲜度感观鉴定一级鲜度, 无低质次鱼, 深受鱼商和消费者欢迎。现已有数家船厂在造此类微冻保鲜渔船。

## 4 效益分析

(1) 本船用于群众渔业, 根据一年来实船应用情况按每对船与传统冰鲜渔船比较如下表。

每对船年指标	冰	鲜	微冻保鲜	备 注
生 产 量(吨/年)	400		400	每年 10 航次, 每航次每对船产量 40 吨
生产成本(万元/年)	(耗冰 600 吨/年) 4.2		(耗油 10.80 吨/年) 1.50 (耗冰 160 吨/年) 1.12	每航次 25 天, 每天开机 7 小时, 柴油机 14.7kW, 油价 1400 元/吨
成 本 降(万元/年)			1.57	
鱼价增值(万元/年)			8.00	每公斤鱼增值 0.2 元
制冷设备投资(万元)			16.00—18.00	
投资回收年限(年)			2	

## 5 结 语

(1) 实船使用结果表明, 微冻保鲜期能够达到冰保鲜的 1.5~2.0 倍。微冻保鲜比冰保鲜和冻结冷藏保鲜成本低、售价高、能耗低和效益好。

(2) 借助适合的快速微冻设备实现微冻过程是必要的。半鼓风微冻器是一种较理想的微冻设备。

(3) 微冻保鲜的技术关键在于精确控制微冻和保冷过程温度精度, 使鱼体冰晶生成率在 30%~50%, 避免鱼体结合水结冰损伤鱼肉组织结构。

(4) 在当前形势下, 在续航期 30 天以内的其它渔船上, 及陆上淡水渔业、冷藏运输业等方面推广微冻保鲜的时机已到, 可以予以推广。

## 参 考 文 献

- [1] 冯志哲等, 1982. 食品冷冻工艺学, 94—96. 上海科学技术出版社。
- [2] 孙时中等, 1986. 食品工业制冷技术, 24—25, 55, 435. 轻工业出版社(京)。
- [3] 沈月新等, 1986. 罗非鱼的微冻保鲜. 水产学报, 10(2): 177—183.
- [4] 船舶设计手册编写组, 1975. 船舶设计实用手册第六分册, 564—575. 国防工业出版社(京)。
- [5] 长冈顺吉, 田中和夫, 1960. 冷冻冷藏学, 279—283. 恒生社厚生阁(日)。
- [6] 渔船协会, 1975. 渔船冷冻设备设计基准 2—50. 创文印刷工业株式会社(日)。