

渔业 制冷保鲜丛书



制 冰

孙瑞璋 编著

农业出版社



渔业制冷保鲜丛书

制 冰

孙瑞璋 编著

农 业 出 版 社

渔业制冷保鲜丛书

制 冰

孙瑞璋 编著

责任编辑 陈力行

农业出版社出版 (北京朝阳区东直门内大街)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 3.45印张 65千字

1988年7月第1版 1988年7月北京第1次印刷

印数 1—1,670册 定价 0.70元

ISBN 7-109-00163-6/S·113

出 版 说 明

我国渔业生产发展迅速，为普及和提高从业者的水产品保鲜常识和技术水平，中国水产学会渔业制冷和水工专业委员会、科学普及工作委员会和农业出版社共同组织出版《渔业制冷保鲜丛书》。

本丛书的编者，根据从业者对保鲜基础知识和技术需求，结合编者的经验，进行收集和整理编写的。丛书从基础知识到具体操作；从冷库到渔船；从保鲜设施到具体管理，体现了丛书的系统性。为了使读者了解其他国家在渔业制冷保鲜工作上的规定，特意翻译了《国际鲜鱼保鲜实施准则》和翻译了《冷冻水产品实用管理准则》两书，以供读者参考。

丛书包括：

《冷库制冷循环的分析和计算》 《制冰》 《冻结和冻结装置》 《水产冷库管理》 《渔船制冷装置》 《保温鱼箱和集装箱》 《国际鲜鱼保鲜实施准则》 《冷冻水产品实用管理准则》

本丛书由孙瑞璋同志担任主编。丛书可供高中以上文化程度从事渔业制冷保鲜工作有关人员参考使用。

中国水产学会

农业出版社

一九八六年八月

目 录

一、冰的制造和用途	1
(一) 冰的种类和发展	1
(二) 渔业上冰的用途和保鲜鱼的方式	11
(三) 冰制冷海水	25
二、块冰制造装置	33
(一) 块冰的制造	33
(二) 盐水	58
(三) 制冰原料水	68
三、贮冰、输冰和碎冰装置	75
(一) 贮冰库的建设	75
(二) 冰的输送	85
(三) 滑冰天桥	92
(四) 提冰台和碎冰楼	94
(五) 碎冰机和冲冰漏斗	95

一、冰的制造和用途

(一) 冰的种类和发展

1. 天然冰 自古以来人类为了保存易腐的渔猎食物，就有利用天然的寒冷和冰雪的事例。我国历史悠久，在春秋战国时代就有利用冬季的天然冰，经人工贮存到夏季使用的记载。历代的皇宫里也贮存天然冰，用于夏季降温 and 贮存食物。但真正用于渔业生产的天然冰厂还是十九世纪的事。1880年，在上海市的浦东白莲泾和杨思港各建设了一座天然冰窖，库容共约 700 吨。1948 年，舟山地区有天然冰库 300 座，贮冰量约 6 万吨。建国后随着渔业生产的发展，用冰量大为增加，上海市在 1958 年有天然冰库 108 座，贮冰约 8 万吨，其中用于渔业的约 6 万吨，其余的供应工业作防暑降温用。1959 年，由于劳动力不足，天然冰库的库址，都在被征田建厂范围内，同时机制冰的产量上升，到 1967 年，上海市的天然冰行业，宣告结束。

用天然冰来冷却和保存鱼的历史是很古老的。中国也是最早使用者之一。1840 年时已有用冰盐混合物为起寒剂的办法来冻鱼。

天然冰的历史虽很古老，但毕竟是一种可以利用的天然能源，在渔业和空调降温方面，仍有利用的价值。我国北方

的寒冷地区，在合乎卫生要求的基础上，仍宜开展天然冰的利用，没有电力供应的渔业地区，也可利用天然冰来保鲜鱼货。

2. 机械制冰

(1) 制冷机的发展：机械制冷技术的发展是从1834年到1859年形成的。即经过气化方式，膨胀方式和吸收方式发展起来的。

① 气化方式：1834年美国~~人~~雅各布·珀金斯利用乙醚液体，发明了汽体压缩式制冷机。1853年美国~~人~~采用珀金斯的东西为模型，制出了日产750公斤的制冰装置，运行几年后，因成本比天然冰高，在商业上以失败告终。1857年费迪南·卡雷对乙醚压缩机进行了改进，制出了一台改良的乙醚压缩机。后来他改用氨来代替乙醚，制出了用氨的吸收式制冷机。1865年美国~~人~~撒迪厄斯·洛斯制出了二氧化碳压缩机。1874年瑞士人拉乌尔·皮克泰制造了二氧化硫压缩机。1876年德国人考尔·范·林德归纳了氨压缩的理论，制造出性能优良的氨压缩机。

② 膨胀方式：1844年美国医生约翰·卡里为缓和病人的痛苦，制造了将经过压缩的空气使其膨胀的制冷机。1862年苏格兰人柯克将空气式制冷机作了较大的改进。以后经过很多人的改进，到1890年，二氧化碳压缩机在船舶上使用，居有独占的地位。

③ 吸收式：1857年费迪南·卡雷发明氨吸收式制冷机在工业上已达到实用化。在1867年美国有日产60吨的制冰厂是用吸收式的制冷机。

上述发明的各式制冷机，起初大都是为了制冰用的。

（2）机制冰的制造方式

①桶式制冰：1868年美国新奥尔良的弗兰克斯·德·科波特把制冰原料水煮开，排除了水中的空气后制造透明冰。1874年V·比彻利用空气往制冰桶里吹气来制造透明冰，这是可以食用的冰。利用蒸馏水来制冰要耗用大量水蒸汽，清洁程度决定于水蒸汽冷凝水的处理，包括分离油、过滤木炭和焦炭，反复沸腾以除去溶解于水中的空气等，每吨原煤大约可制造10—12吨冰。

现在的制冰方法接近于1876年皮特设计的東西，与1883年由林岱和1886年雷迪特发表的几乎没有多大变化，也无特别新奇的东西。像整排的制冰桶，对制冰原料水的搅拌，壳管式、盘管式和排骨式蒸发器、盐水搅拌器、吊冰的起重机和倒冰架等都是老样子。重要的改进是重力式供液使制冷剂发生湍流，从而增加蒸发器的传热效率。这些都是一个世纪前早已建立起来的老概念。现在的改进只在吊冰方法上，不是每排制冰桶在原位起吊，而在最后一排加两个液压推进器，每次把一排制冰桶往前推一格，而只在最前一排吊冰，经倒冰加水后放入最后一格冰槽内，这样的制冰池以苏联及东欧国家较为普遍。1977年日本在老式制冰池的基础上，建造了一种完全自动化的制冰池，全部操作用电子计算机控制。自动操作分为：

吊冰作业：有全自动作业，从任意一格开始动作后就按作业程序进行吊冰；半自动作业，对吊冰行车、脱冰机等的动作程序，预先调整好而自动运转；手动操作，专为调整及

事故时用，也可按以前的方式吊冰。

吊冰后制冰桶的自动作业：吊冰后制冰桶在空气中停留的时间自 5—10 分钟是自动作业的。

融冰作业：根据冷凝器冷却水的热量，自动控制融冰作业的时间。

脱冰作业：由传感器确认已经把冰全部倒出来后，脱冰机就自动复位。

加水作业：当脱冰机复位后，加水器就自动加水。

吹风作业：制冰桶放入制冰池后，吹风总管与制冰桶内吹风管道上，结冰终了时就脱开。

冰块芯子内换水作业：是吸水阀自动抽掉冰芯水后再注满新的水。

制冰桶盖的移动：盖子是直接放在制冰桶架上，在吊冰、脱冰和加水时，利用吊冰行车的吊钩，能自动脱开。

②老法板式制冰：应用河水、池塘水或井水在一块大而垂直放置的金属板外侧结冰。每块冰重约 4—5 吨，冰层的厚度为 25—35 厘米，冰块高 3.6 米，宽 6 米。冷却板是用 32—38 毫米外径的管子做成盘管，管距 10—18 厘米，外面覆以薄的钢板，浸入水池中后在两侧结冰。冰块结到上述厚度约需 7—14 天。在冰块中冻入中空的吊冰环，用起重机将冰块吊出水面。将盘管中制冷剂排出后，用水蒸汽或热氨气加热，使冰块与板面脱离后，放在倾斜的桌子上然后放平。待结入冰内的中空吊冰环融脱后，将吊冰环拔出，再用大锯锯成小的冰块，然后放入贮冰库内贮存起来。

③片冰：早在 1877 年美国丹尼尔·霍台采用卡里的制

冷机完成了做薄片冰的制冰机，并把制造出来的薄片冰集中起来，用压榨机将其压成 100 公斤重的冰块。到 1823 年美国制成了片冰机生产片冰。片冰机是由含镍 68%，铜 28%，锰 2% 和铁 2% 柔韧性特强的金属莫涅耳合金薄板制造成卧式圆筒。冷盐水从空心轴流入圆筒内，吸热后返回蒸发器进行再冷却而往复循环流动。如图 1.1 所示。因为圆筒浸在水中，由外部的小齿轮传动使圆筒转动。水在圆筒的外表面上

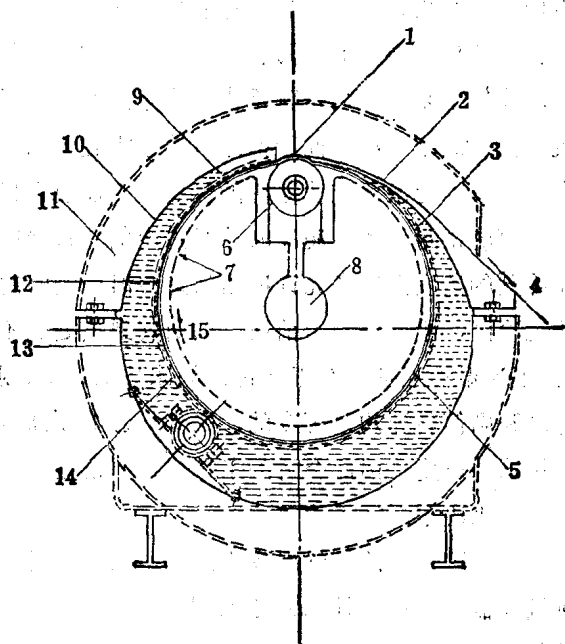


图 1.1 片冰机

1. 结冰筒壳在此处产生弯曲度变化而使片冰剥离 2. 片冰滑出的板
3. 薄的冰膜 4. 片冰往贮冰库内去的出冰方向 5. 结冰筒 6. 滚轮
7. 盐水喷射口 8. 空心的中心管 9. 水面 10. 铁板制的外壳 11. 隔热材料 12. 盐水筒 13. 厚的冰层 14. 齿轮圆条 15. 结冰筒回转方向

约在 10—15 分钟内可结成 3—5 毫米厚的一层冰。在圆筒内的上部装有一个滚轮，圆筒转到该处时，筒的表面突然变形升高，而使结在筒面上的片冰剥离。为便于制冰过程顺利进行，在水面上有一条橡皮带，横放在圆筒上，从圆筒上脱落下来的片冰就沿倾斜面落入贮冰库中。

现在制造的片冰机，圆筒已用不锈钢来制造，循环的盐水改用制冷剂直接冷却的方法使圆筒外的原料水结冰，上面露出水面部分是用铁片将结好的冰膜刨下来。

另一种片冰机，转动的刮刀将固定不动的结冰圆筒外表面上结的冰膜括下来。圆筒也有垂直和水平的两种。转动滚筒片冰机的优点是结冰冷表面和括冰机械暴露在外面而使操作者看得清楚，固定滚筒式片冰机的优点是不需要有供应制冷剂循环管道的密封设备。脱冰时冰是过冷的，过冷的程度决定于制冷剂的蒸发温度和允许冰达到过冷温度的时间。在圆筒上的过冷区，刚好在刮刀前面，圆筒转到该处时不再加水了，降低了冰温而保证只有干而过冷的冰被刮下来。制冷剂的过冷温度和圆筒转速均是可变的，二者均影响制冰机的生产能力和片冰的厚度。因此合适的工作条件要根据当地的条件和冰的厚度来决定。

国外有很多牌号片冰机的现成产品。中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所设计和制造的 PBW 型片冰机，其主要技术性能示于表 1.1 中。

④管冰：1937 年美国首先制造管冰，现在已有很大的发展。管冰机的布置同一种立式壳管型冷凝器相似。制冰原料水经过顶部分配水的水槽 3 流入直径为 50 毫米立管的内表

表 1.1 PBW型片冰机主要技术性能表

项 目	型 号	PBW75	PBW45	PBW35
生产能力(吨/日)		海水 5, 淡水 4.5	海水 2, 淡水 1—1.5	海水 0.821, 淡水 0.8
圆筒尺寸 (毫米)		$\phi 750 \times 600$	$\phi 458 \times 500$	$\phi 375 \times 450$
圆筒转速 (转/分)		1.8—3	1.8—3	1.8—3
制冷剂		R12或NH ₃	R12或NH ₃	R-12
制冷剂蒸发温度 (°C)		-18—-22	-18—-22	-18—-22
制冷剂冷凝温度 (°C)		海水 32, 淡水 35	海水 32, 淡水 35	海水 32, 淡水 35
原料水进水温度 (°C)		预冷至 5	预冷至 5	预冷至 5
原料水预冷器面积 (米 ²)		0.5	0.2	0.1
配用制冷机组		JZS-4F10	JE-2F10T	2F6.5
标准工况下产冷量 (千卡/小时)		28,000	14,000	4,400
配用电动机功率 (千瓦)		22	11	3—4
片冰机耗用功率 (千瓦)		0.8	0.4	0.37
外形尺寸 (毫米)		1260 × 1085 × 1140	770 × 530 × 830	900 × 980 × 1330
重量 (公斤)		800	450	800 连机组在内

面，往下循环流动。参见图 1.2。在立管的外壁与结冰器壳体之间蒸发着制冷剂液体。供入结冰器的液体制冷剂由浮球阀 9 控制，保持一定高度的液面。循环流动的水在管子的内表面逐渐冻结成管冰。高 3—4 米的空心管冰能在 15 分钟内形成，全部结好冰的冰柱约在 40 分钟内形成。因结冰的水不断循环，在结冰时排除了水中的空气，因而保证了冰的透明度。结冰完成后，用制冷剂的热蒸气将制冷剂液体排入转移氨液的贮液筒 6，冰即融解而与管壁分开。融冰时间约需 10 分钟。已融解而与管壁分开的冰柱受重力作用而下落，被底部旋转割刀切割成约 50 毫米长的管冰块。融冰完成后，制冷剂液由转移贮液筒放回蒸发器内，水在管子内壁的结冰过程又重复进行。此制冰机的操作，系由自动控制的仪器来控制操作的。

管冰的长度，可以调整旋转割刀的转速而调节，制成的管冰直接落入圆筒状的贮冰库中，库中有一根松弛的长链条，链条旋转时可将库壁冰粒刮下来。制造管冰时，制冷剂的蒸发温度为 $-8 - -10^{\circ}\text{C}$ ，在进入贮冰库之前，通常不需要过冷，贮冰库的温度，一般保持在 -5°C 。因贮存的管冰颗粒较大而不适宜用来直接冷却鱼类，故要在输冰系统中装一台可以调节冰粒大小的碎冰机。

1984 年我国从澳大利亚引进日产 35 吨冰的两台管冰机，安装在上海水产供销公司第二批发部的码头上，向渔船供应渔业用冰，因管冰的冰粒不易粘结在一起，很受渔民们的欢迎。

⑤板冰：板冰的生产原理如图 1.3 所示。制冰原料水由

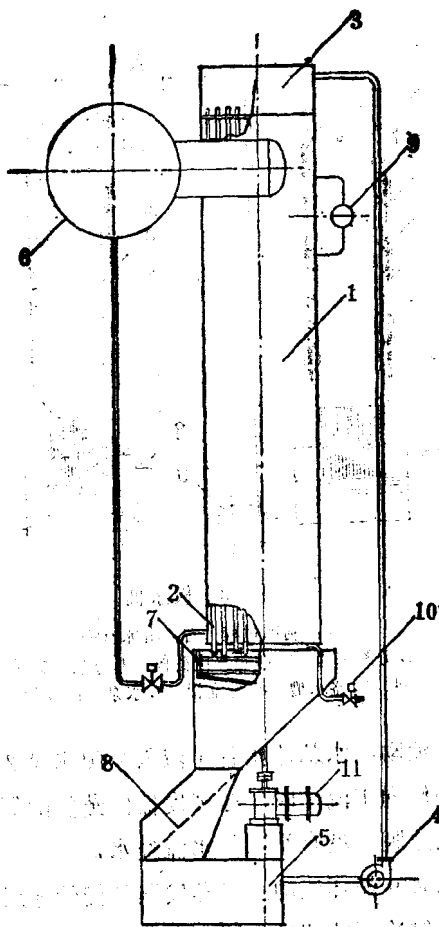


图 1.2 管冰机

1. 管冰机的外壳 2. 结冰的管子 3. 顶部分配水的水槽 4. 循环水泵
5. 下部水箱 6. 氨液贮液筒 7. 切断管冰装置 8. 沥去水的筛子
9. 氨液面的浮球阀控制装置 10. 冲霜用高压气体入口 11. 切断机构的
驱动装置

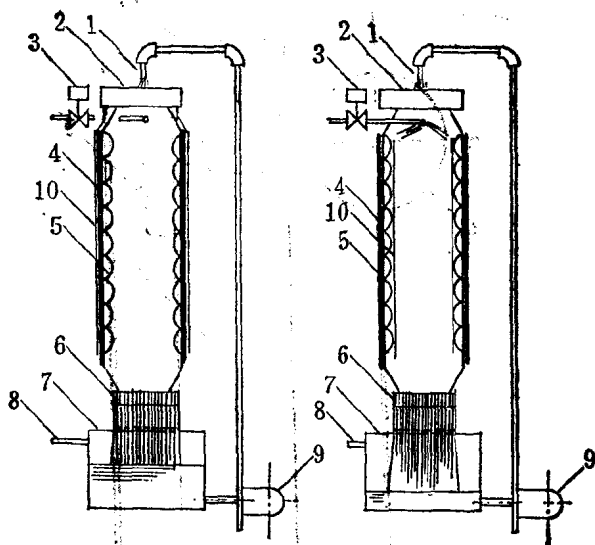


图 1.3 板冰机

左：制冰过程 右：融冰过程

1. 流水管 2. 分配水盘 3. 冲霜水电磁阀 4. 冰层 5. 蒸发器 6. 水盘 7. 盛水槽 8. 溢流管 9. 水泵 10. 流水

水泵 9 循环流动，水从流水管 1 流入分配水盘 2 中后，在蒸发器 5 的外侧向下流动时，被蒸发器内蒸发的制冷剂吸去热量后，结成冰膜。没有结冰的水流经水盘 6 而落入盛水槽 7 中。再由水泵 9 循环流动。当蒸发器外侧的冰层结到一定厚度时，停止制冷剂的蒸发，同时电磁阀开启，热水从顶部向蒸发器的内侧喷淋，冰膜融化后即脱开蒸发器而自动下落。关闭电磁阀 3，启动水泵 9 和制冷机继续结冰。板冰机由好几块板组成一台。合适的板冰厚度为 10—12 毫米。在生产时冰膜的厚度是可以调节的。通常要有一台碎冰机将冰膜粉

碎成合用的规格，冲霜水温要求达到 23°C ，低于此温度时要将水事先加热。不用冲霜水也可以用热制冷剂气体脱冰。此式制冰机像管冰机一样，可以采用自动化操作而将冰粒输送到贮存的地点。1975 年时我国曾从挪威引进过此式板冰机。

(二) 渔业上冰的用途和保鲜鱼的方式

1. 冰的本性和性质 将水冷却到 0°C ，并在此温度下继续冷却，一部分的水就开始由液体变成固体而结成冰粒，随着冷却时间的延长，冰结晶逐渐扩大，最后使全部水都结成冰，再继续冷却，冰的温度也要下降。水结成冰时要从水中移去一定的热量，并且冰在融解时也要加入同样多的热量。水和冰的混合物保持在 0°C ，直至全部冰融解成水为止。冰从固体变成液体的水所需的热量称为融解潜热，即一公斤重的冰需要吸收 80 千卡或 334.944 焦耳的热量，才能变成水。同样在 0°C 的一公斤水要结成 0°C 的冰，也需要被吸去 80 千卡的热量，称为结冰潜热。用纯水做的冰，所需的热量总是相等的，通常商业用的新鲜原料水所做的冰，其所需热量只有极小的差别。因为冰在融解时要吸收大量的热量，所以冰内贮藏着大量的冷量，所以冰能广泛用于渔业上作为鱼的冷却剂。用冰来冷却鱼有其极大的好处：一定量的冰有较大的冷却能力（即每公斤冰要吸收 80 千卡的热量）；冰是无害的，可以搬运和价格低廉；用来冷却鱼有其特殊价值，因为小片的冰粒能与鱼体紧密接触而使鱼迅速冷却，冰能使鱼保持在冷、潮和光滑状态，比用机械制冷的冷却法更易防止鱼体的干耗。

把冰放到暖的鱼体上时，鱼体的热量会使冰融化，使鱼

体内的热量不断被移去，直至两者的温度相等时为止。冰有它自身的恒定温度，因为鱼肉的主要成分是水，冰所保持的鱼体温度刚略高于鱼开始冻结前的温度，刚捕上来的鱼用冰保藏起来的平衡温度接近于 1°C ，因为冰水中常有少量的盐和血液的缘故。

1 千卡的热量是 1 公斤水升高 1°C 所需的热量。加热水所需的热量，通常要比加热别种物质在同样范围内的要多。提高 1 公斤过冷却的冰 1°C 所需的热量只要 0.5 千卡。某种物质所持有的热量与水所持有的热量相比较时，其比例称为该物质的比热。所以水的比热为 1，冰的比热为 0.5，鲜鱼含水量约在 80% 左右，其比热可取为 0.84。故

除去的热量 = 物质的重量 $\times$ 温度的变化 $\times$ 比热

例如 10 升水 (10 公斤) 要从 20°C 冷却到 0°C ，被移去的热量为：

$$10 \text{ 公斤 } (20 - 0) \times 1 = 200 \text{ 千卡}$$

60 公斤的冰，从 -5°C 冷却到 -10°C ，被移去的热量为：

$$60 \text{ 公斤 } (-5 + 10) \times 0.5 = 30 \text{ 千卡}$$

1 公斤 -5°C 的冰升温到 0°C 所需的热量为：

$$1 \text{ 公斤 } (0 + 5) \times 0.5 = 2.5 \text{ 千卡}$$

1 公斤 -5°C 的冰融解成水要吸收 $80 + 2.5 = 82.5$ 千卡的热量。若贮冰库内的冰温为 -5°C ，经过粉碎后加到渔船上最后到冷却鱼的时候，也只有 0°C 了。

冰融化成水后，流过鱼体时，若水温会升高 2°C ，则 1 公斤水吸收鱼体上的热量为：