

国外海上集装箱运输丛书

# 冷冻集装箱

刘鼎铭 编

人民交通出版社



## 内 容 提 要

本书为配合国内正在积极开展的集装箱运输而编写。内容包括冷冻集装箱的种类、结构、制造方法、强度和性能试验，冷冻集装箱的船舶运输和管理，冷冻装置的维修保养，以及冷藏货的装载方法，新颖的气调冷藏运输方法等等，并有附图供参考。

国外海上集装箱运输丛书

冷冻集装箱

刘鼎铭 编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$  印张：7.25 插页：1 字数：157 千

1981年4月 第1版

1981年4月 第1版 第1次印刷

印数：0001—1,650册 定价：1.30元

# 前 言

冷冻集装箱是一种价格贵、技术性强、操作管理复杂的专用集装箱，在国际标准集装箱的总量中约占10%。

国内目前正在积极推广集装箱运输。在开展集装箱运输时，冷冻集装箱是不可缺少的。冷冻集装箱在设计、制造、操作、管理等方面有许多特殊的要求，为了适应我国开展集装箱运输的需要，根据国内外的有关著作，如日本上村健二著《冷冻コンテナ便覧》（1974年成山堂出版），并参考了其他冷藏运输和冷冻技术资料编写成本书。

本书侧重介绍国外冷冻集装箱的种类、结构特征、制造方法、强度和性能试验以及冷冻集装箱的船舶运输、操作管理和冷冻装置的维修保养，同时，对冷藏货的装载方法和注意事项以及对新颖的气调冷藏运输方法也作了概略的介绍。希望本书的出版能对我国的冷藏货物在采用集装箱运输和冷冻集装箱的设计、制造方面有一定的帮助。

编写过程中在冷冻技术业务方面曾得到上海海运学院轮机系张永令同志和辅机教研室卢士勋同志的许多帮助，本书经过他们审阅后定稿，在此特表示衷心的感谢。

编 者

# 目 录

## 前 言

<b>第一章 冷藏运输概要</b> .....	1
第一节 冷藏运输的意义和作用.....	1
第二节 冷藏货易腐变质的原因.....	2
第三节 冷藏货的防腐法及其基本原理.....	3
一、高温处理.....	4
二、干制 .....	4
三、熏制 .....	4
四、盐渍和糖渍.....	4
五、冷藏处理.....	4
第四节 冷藏运输与冷冻集装箱.....	6
<b>第二章 冷冻集装箱的特征</b> .....	8
第一节 冷冻集装箱的一般特征.....	8
第二节 冷冻集装箱的技术要求.....	9
<b>第三章 冷冻集装箱的分类</b> .....	13
第一节 冷却方式.....	13
一、水冰方式.....	13
二、干冰方式.....	14
三、冷冻板方式 .....	17
四、液化氮方式 .....	19
五、冷冻机方式 .....	21
第二节 喷气方式.....	24
一、上部（箱顶）喷气方式.....	24
二、下部（箱底）喷气方式.....	25

<b>第三节 冷冻装置的安装形式</b> .....	26
一、内藏式冷冻集装箱 .....	26
二、离合式冷冻集装箱 .....	27
三、平头式分离型冷冻集装箱.....	31
四、平头式一体型冷冻集装箱.....	31
五、凸头式（一体型）冷冻集装箱 .....	33
六、夹箍式（一体型）冷冻集装箱 .....	35
<b>第四节 冷冻装置的驱动方式</b> .....	35
一、电机驱动方式 .....	35
二、发动机驱动方式 .....	36
三、电机驱动和发动机驱动并用方式 .....	37
<b>第四章 冷冻集装箱的主要技术参数</b> .....	39
<b>第一节 冷冻集装箱的外部尺寸</b> .....	39
<b>第二节 冷冻集装箱的主要尺寸、容积、           重量的名词定义</b> .....	41
一、净空高度.....	41
二、内侧宽度.....	43
三、内侧长度.....	43
四、实际容积.....	43
<b>第三节 冷冻集装箱的尺寸、容积、           重量表示方法的标准</b> .....	43
<b>第四节 冷冻集装箱的箱体和           冷冻装置的主要参数</b> .....	45
<b>第五章 冷冻集装箱的结构</b> .....	52
<b>第一节 冷冻集装箱的各部分名称</b> .....	52
<b>第二节 冷冻集装箱的箱体结构</b> .....	54
一、箱底 .....	56
二、箱顶 .....	58

三、侧壁和端壁 .....	61
四、箱门 .....	65
五、内衬板 .....	67
六、喷气管 .....	69
七、通风口 .....	70
八、系紧装置和防塌装置 .....	70
九、安全环 .....	72
十、拴固装置 .....	72
<b>第三节 冷冻装置的结构</b> .....	<b>74</b>
一、压缩机 .....	75
二、冷凝器 .....	76
三、蒸发器 .....	79
四、热交换器 .....	79
五、冷凝器风扇 .....	80
六、蒸发器风扇 .....	80
七、驱动风扇电动机 .....	80
八、加热器 .....	80
九、膨胀阀 .....	81
十、视液镜 .....	82
十一、干燥器 .....	83
十二、框架和外板 .....	83
十三、汽液分离器 .....	83
十四、控制箱 .....	83
十五、电源变压器和凸轮开关 .....	83
十六、检修盖 .....	84
十七、融霜方式 .....	84
十八、运转控制和安全装置 .....	85
十九、运转指示灯 .....	86

二十、使用材料.....	88
二十一、温度换算表 .....	88
二十二、记录卡夹具 .....	88
第四节 冷冻装置的制冷循环.....	88
第五节 冷冻装置的冷剂管路系统图.....	89
<b>第六章 冷冻集装箱的材料、强度和性能试验.....</b>	<b>91</b>
第一节 冷冻集装箱的材料.....	91
第二节 冷冻集装箱的强度.....	92
第三节 冷冻集装箱的性能试验.....	93
一、气密试验 .....	94
二、冷却试验 .....	95
三、绝热试验 .....	95
四、冷冻集装箱的运转检查 .....	96
<b>第七章 冷冻集装箱的船舶运输.....</b>	<b>97</b>
第一节 运输冷冻集装箱用的船舶设备.....	97
一、电源设备 .....	97
1.冷冻集装箱的电力消耗 .....	97
2.电插座 .....	98
二、遥控集中监视装置 .....	98
三、冷却水装置 .....	100
四、舱内通风装置 .....	101
五、排水处理设备 .....	101
六、冷冻装置修理平台 .....	102
第二节 冷冻集装箱在船上的装载位置和装载数.....	102
一、装载位置.....	102
二、装载数.....	103
第三节 普通货船运输冷冻集装箱.....	105
一、电源设备 .....	105

二、电插座.....	105
三、电插座的安装地点 .....	106
四、船上的维修保养 .....	107
五、可能装载数 .....	108
<b>第八章 冷冻集装箱的装载.....</b>	<b>109</b>
<b>第一节 装货前的检查.....</b>	<b>109</b>
<b>第二节 装货时的注意事项.....</b>	<b>110</b>
<b>第三节 装载方法.....</b>	<b>111</b>
一、垂直空气循环式装载 .....	111
二、水平空气循环式装载 .....	112
三、通风孔式装载 .....	112
四、冷冻整体式装载 .....	113
五、鲜肉腿的吊挂装载 .....	113
六、混载货物的装载 .....	115
<b>第九章 冷冻集装箱的运输.....</b>	<b>116</b>
<b>第一节 运输冷冻集装箱的一般注意事项.....</b>	<b>116</b>
<b>第二节 冷冻集装箱的保温性能和箱内温度分布.....</b>	<b>117</b>
一、保温性能 .....	117
二、箱内温度分布 .....	119
<b>第三节 货物运输温度和冷冻集装箱换气量.....</b>	<b>120</b>
一、货物运输温度 .....	120
二、冷冻集装箱的换气量 .....	121
<b>第十章 冷冻集装箱的检修.....</b>	<b>125</b>
<b>第一节 陆上的检修.....</b>	<b>126</b>
一、运输前的检修 .....	126
二、集装箱场上的监视 .....	128
三、定期检修 .....	129
四、一般修理 .....	130



第二节	船上的检修	130
<b>第十一章</b>	<b>有关冷冻集装箱的几个问题</b>	<b>133</b>
第一节	电源电压和插头插座	133
一、	电源电压	133
二、	插头插座	135
第二节	冷冻机油	141
第三节	电缆	142
一、	长度	142
二、	规格	142
第四节	冷冻能力和加热能力	142
一、	冷冻能力	143
二、	加热能力	144
第五节	制冷负荷	145
一、	装冷冻货时的制冷负荷	145
二、	装低温货时的制冷负荷	145
第六节	冷剂	146
一、	冷剂的一般要求	146
二、	氟利昂-12的特性	147
三、	氟利昂的代号	150
四、	氟利昂的蒸汽压力曲线	150
第七节	深冷集装箱	151
第八节	冷冻集装箱作移动式冷冻库用	152
<b>第十二章</b>	<b>水果、蔬菜的气调冷藏运输</b>	<b>154</b>
第一节	气调冷藏运输的概念	154
第二节	控气式气调冷藏运输	155
一、	控气式气调冷藏运输的原理	155
二、	控气式气调冷藏运输的优点	156
三、	控气式气调冷藏运输的缺点	157

第三节	控氧式气调冷藏运输	158
一、	控氧式气调冷藏运输的原理	158
二、	控氧式气调冷藏运输的优点	159
三、	控氧式气调冷藏运输的缺点	159
第十三章	电动发电机组	160
第一节	电动发电机组概要	160
第二节	电动发电机组的机种	161
一、	日本的电动发电机组	161
二、	美国的电动发电机组	161
三、	澳大利亚的电动发电机组	163
四、	欧洲的电动发电机组	164
第三节	电动发电机组在底盘车上的安装方法	165

## 附    录

### 附录 I

日本几种冷冻集装箱用冷冻装置的技术参数	167
---------------------	-----

### 附录 II

日本几种冷冻集装箱用的冷剂管路系统图	188
--------------------	-----

### 附录 III

集装箱用铝及铝轻合金材料的机械性质	199
-------------------	-----

### 附录 IV

铝、钢铁、木材、合成树脂的材质比较表	插页
--------------------	----

### 附录 V

国际冷冻协会对各种低温、冷冻货	
运输温度的推荐值	211

### 附录 VI

世界各国或地区动力用电源电压和周波数	216
--------------------	-----

参考书	219
-----	-----

# 第一章 冷藏运输概要

## 第一节 冷藏运输的意义和作用

冷藏运输是指使用装有特制冷藏设备的运输工具，来搬运易腐食品（如水产品、畜产品、水果和蔬菜，特别是鲜食品）等，以保持食品的鲜度，味觉和营养价值，并较快地运达目的地的运输方法。

冷藏运输包括冷冻运输和低温运输。

冷藏运输的对象主要是易腐食品，但除此之外，象某些毛皮、丝绸等货物，在特殊条件下，为了防虫，以及有些药品，为了防止危险和变质，也需要采用冷藏运输。

就冷藏运输的食品来说，一般可分为两大类，即动物性食品和植物性食品。

动物性食品包括：肉（禽畜肉类）及肉制品，鱼及鱼制品，蛋及蛋制品，乳及乳制品等。

植物性食品包括：各种水果和蔬菜等。

冷藏运输的食品种类繁多，从其组成的成分来看，基本可归纳成无机物质和有机物质两类。无机物质中包括各种矿物质和大量水分，水分一般占食品总重的50~90%，其中肉类为45~78%，鱼类为62~82%，新鲜果蔬可达80~95%；有机物质包括糖类、脂肪、蛋白质、有机酸及维生素和酶等。这些都是人体所需要的营养成分。

冷藏食品的特点是，在常温条件下，如长时间的保管和运输容易发生腐败变质，所以，这些货物通常又称为易腐货物。由于易腐货物多采用冷藏方法进行保管和运输的，所以

这一类货物又称为冷藏货物。

冷藏运输经实践证明有如下几方面的作用：

1. 冷藏运输的食品，大都是供应城市和工矿区的具有高度营养价值的新鲜水果、蔬菜、肉类、鱼类和蛋类等，因此，冷藏运输对维护人民健康，增强人民体质具有一定作用。

2. 冷藏食品消费量的多少，是衡量人民生活水平提高的重要标志之一。解放前，我国广大劳动人民吃不饱、穿不暖。解放后，随着人民生活水平的不断提高，不但能吃饱穿暖，而且还要吃好穿好。由于国民经济的不断发展，冷藏食品的生产量和消费量不断增加，这些冷藏食品大部分都是通过冷藏运输才到达人民手中的，因此，冷藏运输在满足人民日益增长的生活需要方面，越来越显示它的重要性。

3. 冷藏食品的大量生产推动了冷藏运输的发展，而冷藏运输的发展，反过来又会促进冷藏食品的生产。

4. 由于冷藏运输的发展，我国对外贸易中冷藏食品的出口数量也逐年增长。由于冷藏食品的出口，增加了外汇收入或换回各种机器和设备，有利于四个现代化的建设，并密切了我国与世界各国人民的友好合作关系，加强了国际间的团结。

由此可见，冷藏运输虽不及杂货或大宗货运量大，但其对人民的生活和国民经济的发展是具有重大意义的。

## 第二节 冷藏货易腐变质的原因

冷藏货的易腐变质是由多方面的原因造成的，首先决定于货物本身所组成的性质，其次由于微生物的存在，酶的作用以及外界温度的影响等。其中因微生物的生长、发育和繁殖活动而造成货物腐败，是冷藏货易腐变质的主要原因。此外，由于货物受压或因在运输过程中受到碰撞、震动而造成

表面损伤，从而引起化学变化而腐败。这种腐败，开始时虽只局限于受损部分，但在一定条件下，由于微生物的作用，能迅速扩大引起整体腐烂。

新鲜蔬菜有着丰富的营养价值，它品种多，特性各异。由于蔬菜本身所组成的性质适宜于微生物的繁殖和生长，因此，是一种易腐易坏的货物。蔬菜腐坏的原因主要是受温、湿度的影响、环境卫生条件和气体成分不适宜而引起的。空气过于干燥，萝卜容易空心；过于潮湿，叶菜类就容易腐烂。一般来说，蕃茄、黄瓜、南瓜、甘薯等应储存在温度稍高和比较干燥的地方；白萝卜、胡萝卜、甜菜等宜储存在冷凉湿润的环境里；洋葱、大蒜则适宜储存在冷凉干燥的地方。

微生物的生长、发育和繁殖是具有一定条件的，它需要一定的养料、适宜的温度和足够的水分，才能生存和活动。因此，为了防止易腐货物的腐败变质，就必须设法杀死有害菌类，或抑制微生物的活动，才能延长易腐货物的储运时间。

温、湿度的高低对于保持冷藏货的质量有密切的关系。大部分蔬菜在摄氏零下2度以下就会结冰，结冰后会变质、走味、食而不鲜。水果的品种很多，生理特性也各不相同。温、湿度的变化对水果的影响也很大，它最怕“碰”、“热”、“冷”。为了保持果蔬类货物的原有品质，必须要掌握好保管场所适当的温、湿度。

因此，在长时间的运输和保管易腐货物时，必须根据它们各自的特性，要储存在适宜的环境中，才能保持其原有的品质。

### 第三节 冷藏货的防腐法及其基本原理

防止冷藏货物易腐变质的方法称为防腐法。

防腐法的主要原理是，抑制有害微生物的生命活动，或使霉菌全部杀死。一般采用的防腐法有：高温处理、干制、熏制、盐渍或糖渍以及冷藏处理等几种。现将各种防腐法简单介绍如下。

### 一、高温处理

将食品密封在马口铁罐中，要求罐不漏气，然后将罐放在耐压浸渍器中，加温到 120°C 进行消毒，消毒时间需 1 小时半，使食品中的有害菌类和微生物全部杀死。

### 二、干制

将鱼、肉、水果、蔬菜等进行烤干或晒干，制成鱼松、肉松、果干、鱼干和脱水蔬菜等。鱼与肉在烤干之前，一般先稍微加以盐渍。主要是使微生物失去生长、发育和繁殖的条件，几乎所有的易腐货都可以采用此法防腐。

### 三、熏制

通常用于鱼和肉的防腐。熏制前一般先加以盐渍，熏时将食品烘干，并覆以由燃烧所产生的防腐剂。

### 四、盐渍和糖渍

盐和糖的渗透压力很大，能使食品细胞内的水分减少，以致使微生物不易活动，甚至死亡。盐渍防腐法是最普通最便宜的防腐方法。

### 五、冷藏处理

它是使物品温度降低，从而使食品中所含水分结冰，发生脱水作用。虽然利用这种办法能阻碍微生物的生长和繁

殖，但这时微生物并未死亡，仅是暂时处在休眠状态中，待解冻后，外界的温湿度条件适宜时，微生物还能迅速地恢复其生命活动，对保管货物质量仍产生极为严重的威胁。因此，要长时间地运输和保管，必须使货物始终处于低温状态中，才能保证货物不致损坏，而使食品保持其原有的品质。

在上述五种防腐法中，最理想而使用最广泛的是冷藏处理法。

从货物本身来看，冷藏处理有冷却处理和冷冻处理两种。

冷却处理是把冷藏物品的温度降低到 $4\sim 0^{\circ}\text{C}$ ，在冷却过程中，夺取货物热量，并使其表面析出水分或结冰。

冷冻处理是把冷藏物品的整体形成冻结，使食品中的绝大部分水分和液汁结冰，这种处理要在低温 $-20^{\circ}\text{C}$ 以下速冻。

采用冷藏处理来防止食品易腐变质的方法，不仅工艺过程简单，操作方便，包装节约，成本降低，而且还具有如下优点：

1. 食品在冷冻时，其液汁由水变成冰，不能再供应微生物生活所必需的水分，而且低温又进一步阻碍了微生物的生长和繁殖，从而大大提高了耐藏性能。

2. 食品在冷冻过程中所含糖类、蛋白质、脂肪和无机盐类等营养物质，几乎不会遭到损失；而维生素中，除极易氧化的维生素丙外，其余维生素变化极少，如果在处理过程中，设法破坏或长期抑制酵素活动，在 $-25^{\circ}\text{C}$ 以下冻结，保藏于 $-18^{\circ}\text{C}$ 的环境中，维生素丙的损失也很少。

3. 冷冻果蔬类货物的内部水分大部分冻结为冰，在细胞的间隙处，形成冰结晶，即细胞的原生质被脱水，使其处于

假死状态，但当置于较高温度（即解冻）中，又会立即恢复其生命活动。

采用冷冻处理法保藏的食品，由于冻结而会破坏细胞组织，故影响了食品的营养价值和滋味，不能保证其原有的色、香、味不变，这是它很大的不足之处。

随着冷藏技术的不断发展，目前国外产生了一种所谓围气冷藏运输的新方法。这种冷藏运输方法主要用于保存水果和蔬菜类货物，采用这种方法以后，就能达到以前采用冷冻处理法时所达不到的鲜度，从而使食品在运输过程中保证达到最高的质量。关于围气冷藏运输的内容，在以后的章节中另行叙述。

#### 第四节 冷藏运输与冷冻集装箱

陆上短途运输冷藏货，一般都采用具有绝热性能的冷藏车。长距离的公路运输，一般采用带有冷冻装置的冷冻车等。铁路运输中一般采用保温车。

水上冷藏货的运输，可采用带有绝热性能的冷藏驳，或带有制冷设备的专用冷藏船，而在远洋航线上，过去一般都采用在大型货船或客货船上设置专用的冷藏舱。

随着集装箱运输的发展，采用过去的那种冷藏运输方法，无论在技术上和保证运输质量的要求上，都远远不能满足货主的要求。因此，可以说自从集装箱运输一开始，冷藏货的运输就采用了冷冻集装箱。到目前为止，世界主要航线上冷藏货的运输几乎都已经集装箱化了。

冷冻集装箱实际上是一个移动式的冷库，它与过去的那种利用冷藏舱或专用冷藏船运输比较起来有许多优点。

1. 在进行水陆联运中，冷藏货在车船换装时，不必把货物取出冷库，就可以实现“门到门”的运输。



2. 运输小批量冷藏货时，利用冷冻集装箱运输，既经济又方便。

3. 由于冷冻集装箱上带有冷冻装置和加热装置，运输温度可保持在  $+25^{\circ}\text{C}\sim-25^{\circ}\text{C}$  范围内，根据各种货物的特性，自由选定并调整到各自所需要的温度。

4. 可以装在甲板上，增加船舶的装载量。

但是冷冻集装箱由于本身带有冷冻装置，故除了造价昂贵之外，在“管”、“用”、“养”、“修”方面带来了许多问题，它是所有集装箱中，技术要求最高，管理最复杂的一种集装箱，但在开展集装箱运输时，又是必不可少的一种十分重要的集装箱。

现将国外冷冻集装箱的种类及各种冷冻集装箱的特征和技术要求分章介绍如下，以供我国在设计、制造和使用冷冻集装箱时参考。