

高等学校教学用书

铁路冷藏运输

北京铁道学院铁道运输系货运组织教研组编著

人民铁道出版社

高等学校教学用書

鐵 路 冷 藏 运 輸

北京铁道学院铁道运输系貨运組織教研組編著

人 民 鐵 道 出 版 社

一九六〇年·北京

本書全面地闡述了易腐貨物在鐵路上運送的理論知識和實際經驗。並闡述了易腐貨物的性質和腐壞的原因，研究現代人工制冷和制冰的技術，研究凍結和保管天然冰的技術，研究鐵路冷藏車的結構和運用，研究加冰機械和加冰方法，研究易腐貨物的運送組織方法和冷藏車的運行組織方法。

本書適于作鐵路高等學校的教材，并可作為鐵路冷藏運輸工作人員和中等技術學校的參考書。

高等學校教學用書

鐵路冷藏運輸

北京鐵道學院鐵道運輸系貨運組織教研室編

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第010號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

書號1681 開本787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張10 $\frac{3}{4}$ 插頁1 字數250千

1960年4月第1版

1960年4月第1版第1次印刷

印數 0,001—3,320 冊 定價(9) 1.45 元

前 言

前 言

目 录

第一章 概 論

第一节 铁路冷藏运输的意义	1
第二节 冷藏事业網及冷藏运输的任务	3
第三节 我国易腐货物的主要流向	5
第四节 铁路冷藏运输的組織机构	6

第二章 易腐貨物及其保藏

第一节 易腐货物的化学成份和物理性质	7
第二节 易腐货物的保藏方法	11
第三节 易腐食品的冷却	13
第四节 易腐食品的冻结	15
第五节 易腐食品的保管条件	17
第六节 检查易腐食品保管条件的仪器	19

第三章 制冷原理和制冷设备

第一节 冷却的物理原理和制冷的的方法	23
第二节 蒸汽压缩式制冷机及其循环	26
第三节 制冷机的冷却剂	30
第四节 蒸汽压缩式制冷机的主要部件	32
第五节 蒸汽压缩式制冷机的热計算	40
第六节 制冷方法	46
第七节 制冷机的管理	48
第八节 吸收式和吸附式制冷机	49

第四章 铁路制冰厂及其管理

第一节 铁路制冰厂生产率的确定	51
第二节 制冰厂的平面布置	53
第三节 制冰厂设备的选择	55
第四节 储冰庫的絕热結構及絕热材料的选择	62
第五节 制冰厂的管理	66
第六节 制冰的新方法	67

第五章 冷藏車及其运用

第一节 冷藏車的用途及分类	70
第二节 車端式冰箱冷藏車	72
第三节 車頂式冰箱冷藏車	80

第四节	专用冷藏車.....	86
第五节	冰箱冷藏車的热計算.....	89
第六节	冰箱冷藏車的运用.....	94
第七节	机器冷藏車.....	97
第八节	机器冷藏列車的运用.....	103
第九节	冷藏車加温及保温运送时車內的装备.....	106

第六章 加冰所及其工作組織

第一节	加冰所的任务.....	108
第二节	加冰所在鉄路網上的配置.....	108
第三节	加冰所在車站內的布置.....	111
第四节	加冰所的设备.....	113
第五节	加冰所的备冰工作.....	125
第六节	冰堆的掩蔽及管理.....	134
第七节	加冰工作組織.....	139

第七章 易腐貨物运送工作組織

第一节	易腐貨物承运的特点.....	146
第二节	运送易腐貨物車輛的选择及准备.....	149
第三节	易腐貨物的裝車.....	150
第四节	主要易腐貨物的运送条件.....	153
第五节	特种易腐貨物的运送.....	164
第六节	保証易腐貨物在运送中的質量的組織措施.....	166

第八章 冷藏車运行組織

第一节	冷藏列車的編組.....	170
第二节	冷藏車的車流組織.....	171
第三节	冷藏列車的运行图.....	174
第四节	冷藏車工作的技术計劃.....	176

附 录

第一章 概 論

第一节 铁路冷藏运输的意义

铁路冷藏运输是研究易腐食品在铁路上运送的科学，是为满足人民对冷藏食品的需要和提高人民生活水平服务的科学。

我们党历来认为，发展生产的根本目的是最大限度地满足全体社会成员经常增长的物质和文化生活的需要，所以党一直注意改善和提高人民的生活水平。解放以后，我国广大劳动人民的生活水平逐年都有了很大的提高。在人民公社化以后，五亿农民的生活更得到了进一步的改善。今后，在党的“把优先发展重工业和迅速发展农业结合起来，贯彻执行发展工业和发展农业同时并举的方针。尽快地实现农业技术改造”^{*}这一方针的指导下，我国的生产力将以更高的速度向前发展，我国人民的生活水平也将得到更大的提高。在1958年生产大跃进中，全国人民废寝忘餐，日夜苦战，党在这时又再一次着重提出了要“全面地抓思想，抓生产、抓生活”，各级党组织也以关心人民生活作为日常工作的重要内容。这充分说明我们党是时时刻刻关心着人民生活的。

党对人民生活的关怀还充分表现在冷藏运输事业的发展上。

大家知道，冷藏方法是现代保藏食品（鱼、肉、水果、蔬菜等）的最好方法，没有广大的冷藏网和现代化的冷藏运输设备，要保证象今天这样的大城市和大工矿区对冷藏食品日益增长的需要是很困难的。现代冷藏事业使远在数千公里以外的地方能吃到产地的新鲜水果、蔬菜和鱼虾，同时使春汛期间捕获的鱼虾能一直吃到秋汛，使夏天屠宰的猪羊一直吃到新春。因此，在现代社会中，冷藏事业已经日益成为人民生活中不可缺少的东西了。

冷藏事业和冷藏运输虽然在提高人民生活水平上占有如此重要的地位，但在解放以前反动统治的黑暗年代里，它却始终没有得到发展，当时曾有一些铁路运输学者在著作里再三希望旧铁路大量举办冷藏运输业务，但事实证明他们的希望是落空了。要想反动统治阶级来兴办提高人民生活水平的事业，只不过是天真的幻想而已。

在旧中国，曾有几座冷冻和冷藏工厂，但都是集中在大城市，如上海，天津等地，它们是为官僚买办资产阶级的享受服务的。至于冷藏运输，就更加可怜了。旧铁路在1926年曾向比利时购买了20辆冷藏车，这算是铁路的第一批冷藏设备。当时正值军阀混战，没有很好使用。其后日本帝国主义为了掠夺中国人民的财产，又运来了一批冷藏车在东北使用。至于加冰所、制冰厂等设备，在解放前则一无所有。

^{*} 引自朱德同志代表党中央向1959年全国群英会的演说。

所以到全国解放时为止，旧铁路在冷藏运输方面遗留给我们的除了一百多辆破旧不堪的冷藏车外，就没有其他东西了。由于解放以前冷藏运输始终未得开展，所以在易腐食品的产销上就出现了离奇的现象。譬如以水果为例，虽然我国出产的苹果、梨、桃、香蕉、桔柑等，不仅品质优良，而且产地众多，但由于缺乏冷藏运输设备，加以帝国主义的摧残竞争，封建把头的重重剥削，所以连年灾难重重，产量不振，就是生产出来的少许果品也运不出去，形成产地过剩，任其腐烂，而城市市场上却充塞着外国进口的水果。

只有在解放以后，在人民掌握了自己的命运的时代，冷藏事业和冷藏运输才得到了应有的发展。

解放以后，党和政府为了适应人民生活逐步提高的需要，在易腐食品的生产上采取了很多有力的措施。如大力帮助果农恢复和发展果区的生产，鼓励农民经营多种副业，大力发展城市郊区的果树蔬菜种植等。特别是在1958年全国农村实行人民公社化以后，由于实行了农、林、牧、副、渔综合发展的方针，易腐食品的产量就增长得更快。可以预计，今后在加速农业技术改造中，易腐食品的产量将以空前的速度继续增长。

与易腐食品的生产发展相适应，在全国主要城市和易腐食品产地建设了大批的食品加工企业和冷藏库，同时还成立了各种专业的购销机构，以加强易腐食品的供应组织工作。

在实行这些措施的同时，党和政府相应地发展了铁路冷藏运输业务。人民铁路首先修复和改造了旧有的冷藏车。1952年就颁布了“易于腐败货物运输暂行细则”，铁路开始办理了易腐货物的冷藏运送。我国车辆制造工业也从1952年开始自造冷藏车，此后数量逐年增加，质量逐年提高。1956年我国铁路又增加了冷藏运输的最新技术——机器冷藏列车。1958年开始设计机器冷藏车组，并试制专用冷藏车和新型的加冰冷藏车。此外，几年间在铁路上也基本上形成了一个遍布全国的加水所网，并配备了相当数量的加水机器设备，铁路制冰厂已经建成的和正在兴建的有好几座，所有这些都代表了我国冷藏事业在解放后蓬勃发展的气象。

为了根本解决城市副食品的供应问题，满足城市居民对副食品日益增长的需要，党和政府不久前提出了“自力更生为主，力争外援为辅”的副食品生产方针。在这个方针指导下，我国有些城市已经做到了基本自给，有些城市正朝着这个方向努力，可以期望，在不久的将来，全国各大、中、小城市都能做到这一点。

过去的经验证明，要想完全依靠外地调运副食品来满足城市居民的需要是不行的。城市的副食品供应必须基本上自给自足，外地调运只能是品种上的调剂和临时性的分配，这样才能保证满足城市人民的生活需要。但是这个方针并不意味着易腐食品的运量将会减少。应该指出，在我们这样大的国家里，为调剂品种和临时分配所要求的运量也将是一个巨大的数字。因此，冷藏运输仍有它的重要作用，而且随着人民生活水平的日益提高，将日益显示出它的巨大意义。根据过去几年来我国冷藏运输工作的实践，证明冷藏运输有下列几方面的作用：

首先，易腐食品是提高人民健康水平的重要物資，它含有人体营养所必需的一切必要物質。几年来通过冷藏运输供应大城市及工矿区的大量新鲜蔬菜、水果、肉类、鱼类、蛋类等，在增强人民体质上起了一定的作用。

第二，易腐食品消费量的多少是衡量人民生活水平提高程度的重要标志之一。我国广大劳动人民在解放以前吃不饱，穿不暖，解放以后，随着生活水平的不断提高，就不但能吃饱穿暖，而且要求吃得好穿好了。过去几年間，易腐食品的消费量每年都有增加，而这里有很大一部分是通过冷藏运输来实现的，因此冷藏运输在满足人民生活需要上也起着一定的作用。

第三，易腐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，又会反过来大大促进易腐食品的生产。由于生产出来就能运走，并保证品质良好，易腐食品产区人民的生产积极性自然就大大提高了。

第四，由于几年来冷藏运输的发展，我国还以一部分易腐货物联运出口，换回社会主义建设所需要的各种机器和设备，支援了我国的工农业建设，并密切了我国和社会主义阵营各国的友好合作关系。因此铁路冷藏运输还对我国经济建设和社会主义阵营各国间的亲密合作起了一定的作用。

易腐食品的运输量在铁路总运量中所占的比重并不大，但它的意义不是由它的数量来决定的，而是因为它关系到千百万人民的日常生活，因为它对社会主义建设有着一定的促进作用。冷藏运输工作者的责任就在于保证完成易腐食品的运输计划，保持食品质量的完美，在实现党的社会主义建设总路线和提高人民生活水平的工作中起到更大的作用。

目前，我国的冷藏运输工作水平还是比较低的。我们对国产的很多易腐货物的性质还不很了解，我们的水源，特别是南方地区的水源还感觉缺乏，我们的冷藏车辆在数量和质量上都还嫌不足，我们的运送组织工作还没有一套成熟的经验。我们需要全面地学习苏联冷藏运输工作的经验，我们也要学习兄弟国家对我們有用的经验。苏联的冷藏运输工作已达到了很高的水平。苏联早就有了一套成熟的易腐货物运送规章和一套先进的运送组织方法。在技术设备方面，冷藏车和制冰、加水设备正在向机械化、自动化方向发展，运用着大批的单个、成组和成列的机器冷藏车，对旧型的加冰冷藏车进行着规模巨大的改造工作，试验着連續生产人造冰和在垂直面冻结天然冰的先进方法，运用着大量移动式的制冰厂，运用着象吊斗式加水机、冲击式挖冰机这样高效率的加水机械，在易腐货物的冷藏技术方面也有精湛的研究。在其他兄弟国家，在制冰技术、冷藏车、加水机械方面也有不少可取之处。今后，在生产力不断发展的前提下，在学习苏联和各兄弟国家先进经验的过程中，我国冷藏运输工作的面貌定将迅速地改变，向技术设备机械化、组织工作完善化的方向阔步迈进。

第二节 冷藏事业網及冷藏运输的任务

易腐货物最好从出产的时候起，就用低温处理，以后直到销售的时候止，都不

間斷地保管在一定的溫度和濕度的環境中，這樣才能最好地保持它的質量，中間如有某一階段不能保證這種適宜環境，貨物就不可避免地要降低質量，或者完全變質腐壞。因此，易腐貨物本身的性質就要求生產、運輸、銷售等各個環節必須充分協作、緊密配合，在生產和運銷過程中，一環緊扣一環，保證易腐貨物所要求的條件，任何一環的薄弱或脫節都會使易腐貨物受到損失，其他各環雖然做得很好，也會前功盡棄。所以易腐貨物的產、運、銷各部門必須具備“全國一盤棋”的協作精神，同時在技術設備上也必須互相適應，都能保證要求的溫度和濕度條件，建立起一個嚴密的冷藏網，才能完成共同的任務。產、運、銷各部門的協作配合，一方面表現在具體組織工作的過程中要在時間上互相協調，在人力、物力上互相支援，以達到共同的奮鬥目標；另一方面也表現在個別環節的擴充和技術改善，應與整個冷藏網的擴充和技術改善嚴密配合起來，以充分發揮各種冷藏設備的效能。

我國社會主義制度的優越性，為實現冷藏事業的協調和配合开辟了廣闊的道路，我們有可能建立起一個統一的冷藏事業網，協調地完成易腐食品的產、運、銷的任務。在資本主義社會，建立這樣的統一的冷藏事業網是根本不可能的。生產的盲目性和相互競爭，使冷藏事業遭受着不可避免的驚人的浪費。

冷藏事業網包括各種冷藏庫和各種運輸工具。其聯繫情況可大体上用圖1—1來表示。

圖中 A' 代表生產冷藏庫或採購冷藏庫， A 代表基本冷藏庫， B 代表分配冷藏庫， B 代表港口冷藏庫， a 代表小型的生產採購冷藏庫， δ 代表商業網中的小型冷藏庫或冰箱，來往奔馳於各種冷藏庫之間的是鐵路冷藏車、冷藏汽車和冷藏船。在我国的目前的条件下，設在收購地點的小型採購冷藏庫還沒有，採購的易腐食品（例如水果蔬菜）往往是用民間運輸工具在常溫下運至車站直接裝車，至於生產性的冷藏庫（如肉類聯合加工廠等），則已經在好些地方雨后春筍般地建設起來了。

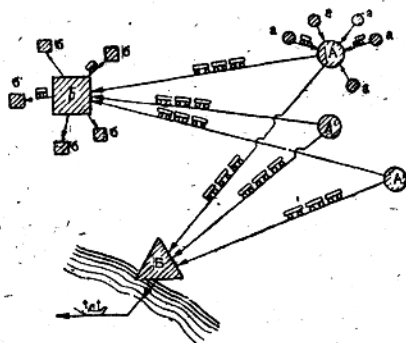


圖 1—1 冷藏事業網示意圖

生產冷藏庫是食品企業的一個組成部分，其任務是用來加工食品。

採購冷藏庫建築於採購易腐貨物的地區，其任務是將採購來的食品進行熱處理，并作短期儲存。

基本冷藏庫是用以長期儲存由生產冷藏庫或採購冷藏庫運來的食品。

分配冷藏庫建築於消費中心，用以儲存和分配易腐食品。

小型冷藏庫建築在大食堂、大食品店內，用來在食用或銷售以前短期儲存食品。

所有这些冷藏庫都必需要有铁路、公路、水路的冷藏运输把它们联系起来成为一个整体，才能发挥作用。因此，在冷藏網内，冷藏运输是一个很重要的环节。而铁路冷藏运输，由于铁路本身具有的一系列优越性，就更有它的重大意义。

铁路冷藏运输的任务是：

1. 保证完成国家的易腐货物运输计划；
2. 保证易腐货物质量完好地及时地运抵到站；
3. 正确有效地组织冷藏运输技术设备的运用，使其发挥最大的效率。

铁路在冷藏运输方面备有的技术设备，应能保证在一定时间内不降低易腐货物的质量，而正确的组织冷藏运输工作就可以保证易腐货物快速和及时地运送，保证完成上述任务。

铁路冷藏运输的技术设备有：

1. 冷藏車。这是铁路的特种車輛，适于在夏季和冬季运送易腐货物；
2. 加水所。内有加水台、加水线、加水机械、工具和备品以及必要的水盐储备量；
3. 制水厂。在不能制备天然水的线路上才设置。制水厂只是在水的生产和儲存上与加水所不同，它也负担加水任务，因此，加水设备和加水作业过程等是和加水所一样的。制水厂和加水所，都是冷藏运输的基本生产企业；
4. 预冷站及其他冷藏设备。

在水路上，易腐货物是用冷藏船运送的，船上有隔热船艙和制冷机。它在海洋捕渔业上，有特别重要的作用。我国海港很多，江河航线很长，所以在水运方面发展冷藏运输有着广阔的前途。由于水运较铁路更为经济并能更好地保持易腐货物所需的温度，发展了水运还可以减轻铁路的负担，所以发展水运的冷藏运输也是必要的。我国已经拥有了一批冷藏船。

在公路上，易腐货物只是短距离运送，是用装有隔热車廂的汽車来运送的。汽車用水盐、制冷机或低融混合冰来冷却。我国许多大城市都有这种汽車，担负着冻货的短途运输任务。

此外，易腐货物还可以空运，但除非特别珍贵或要求特别迅速送达的货物，利用空运是不经济的。我国过去北京吃的广东鲜荔枝都是空运来的，自从铁路冷藏运输发展后，由于铁路的运送量大、运费低廉，而且能更好地保持质量，所以自然而然都不走空运而走铁路了。

第三节 我国易腐货物的主要流向

易腐货物在铁路全部营业线上都有运送，但由于地理条件关系，易腐货物的大生产区和消费区之间逐渐会形成固定的流向，在这些流向上，铁路必须视运输量的大小，配备适当的设备，来保证易腐货物的运送。

形成易腐貨物流向的因素，除了生產區和消費區的地理位置外，還有鐵路及水路的分布情況、新鐵路的建築、新運河的開掘、某一時期的國家政策等。應當指出，黨和國家的政策對易腐貨物的流向是有巨大影響的，例如我國的“蔬菜就地供應”的方針，以及大力改造自然和開墾荒地的政策等等，都會影響到易腐貨物流向的部分或全部的变化。

易腐貨物大部分在主要流向上運送，但在所有其他的鐵路線上也有少量運送。易腐貨物也有水陸聯運和國際聯運。

我國地區遼闊，南北氣候差別很大，因而易腐貨物品種很多，幾乎全年各個季節都有出產。我國華南等地區的亞熱帶水果，浙江、福建、湖南、四川的柑桔，河南、江西、山東等地的鮮蛋，江蘇、廣東、四川等地的生豬，遼寧、山東的蘋果，西北、內蒙古的乳品及畜產，沿海的水產等，產量均極豐富。解放以後，在人民政府的大力支持下，這些產品正以飛快的速度增長着，同時各地也正在興建各種食品加工廠，以適應不斷增長的食品對加工運銷的需要。隨着易腐食品國際聯運和國內運輸的發展，有關我國鐵路的易腐貨物流向問題必須進行研究，以便合理地配備冷藏運輸設備和組織易腐貨物的運送，保證經濟、有效地使用運輸力，保證易腐食品迅速而優質地由生產地運往消費地。

我國目前易腐貨物的主要流向如下：

1. 中南方向。在這個方向上，由廣東裝運大量香蕉、柑桔、菠蘿等，由湖南裝運柑桔，經京廣、京山綫供應北京、天津、沈陽、哈爾濱等華北和東北的各大城市。此外，還由該方向將大批水果和蔬菜運往華東及西北各大城市。

在這個方向上，還有長沙、武漢運出的大量凍肉、蛋品等易腐食品。將來隨着各種食品加工廠的興修，在這個方向的沿綫各省也將有大量食品運出。

2. 華東方向。在這個方向上，由上海、南京、蕪湖、合肥、蚌埠等地運出凍肉、凍家禽、水蛋、罐頭等食品，由浙江黃岩地區運出蜜橘，由寧波地區運出大量水產品，經由浙贛、滬寧、津浦等綫運往華北、東北各大城市。

在這個方向上還由天津運出凍肉、蛋品等食品，由膠東地區運出大量魚蝦和少量蘋果、蛋品等運往上述地區，同時在相反方向上運往上海和廣州等大城市。

3. 遼寧方向。在這個方向上，由遼東地區將大量蘋果及凍魚運往關內外各大城市。

4. 西北方向。在這個方向上，由西安、集寧、商邱等地運出凍貨及由四川經該方向轉運的凍肉、鮮肉、水果等，運往華北、華東各大城市。

第四節 鐵路冷藏運輸的組織機構

冷藏運輸是鐵路貨運業務工作的一個重要組成部分。由於冷藏運輸有它的特殊

性，并且必須制訂和执行一系列的技术組織措施，以保证易腐貨物的完整，所以冷藏運輸在貨运部門中划为独立的工作单位由专人负责是完全必要的。

貨物运送規則所体现的精神对易腐貨物运送是同样适用的，但其中有关裝車、卸車、保管、运到期限等的一般規定，在易腐貨物运送上已不完全适用了。易腐貨物的承运和途中服务也有它的特殊性。为了解决这些問題，在铁道部、铁路局和車站必須配备一批专职或兼职的貨运工作人員，这些人員对易腐貨物的技术作业过程、易腐貨物运送規則、加冰所工作組織、制冰厂管理、备冰、冷藏車的构造和管理等都应具有相当的知識，才能担当易腐貨物运送的各项工工作。

在铁路沿綫車站上，冷藏運輸的基本生产企业是加冰所和制冰厂。

在我国目前情况下，铁道部和铁路局負責冷藏運輸工作的多系兼职，而加冰所和制冰厂的干部和工人則多是专职，他們在多年的实际工作中已經积累了一定的理論和实际經驗，他們在党的领导下，正以冲天的革命干劲和創造精神，满怀信心地完成着自己的光榮任务。

第二章 易腐貨物及其保藏

第一节 易腐貨物的化学成份和物理性质

凡貨物按一般条件不能經受長時間的保管和運輸，需要特加防护措施，以免受到外界气温及湿度的影响，而損害其品質者，就叫做易腐貨物。

易腐貨物包括各种肉及肉制品、魚及魚制品、油脂、奶及奶制品、蛋及蛋制品、水果和蔬菜、酵母、无酒精飲料、水、鮮活植物、部分罐頭食品、活魚等。这类貨物絕大部分都是易腐食品，是供給人民生活的营养品，因而在运送和保管时，保证質量完好，是特別重要的要求。

为了正确确定易腐貨物的保管和运送办法，我們必須了解它的結構；首先就应知道它的化学成份。

易腐貨物的化学成份很复杂，但总括起来可分为有机物质和无机物质两大类。

I. 有机物质。包括蛋白質、脂肪、醣、有机酸和维生素等。

蛋白質是食品成分中最重要而又最复杂的化合物，其組成元素有碳、氢、氧、氮，以及少量的硫和磷。因为蛋白質一定含有氮，所以有时也叫氮素化合物。

蛋白質是所有生命过程的基础，是細胞原生質的主要成分，对机体的新陈代谢，起着不可代替的重要作用。

蛋白質在动物类食品中含量較多，例如牛肉含15.01%，猪肉含14.21%，鸡蛋含10.56%，鯉魚含8.65%；而在植物类食品中蛋白質很少，例如苹果为0.4%，番茄为0.76%，菠菜为2.22%等。

食品在保管和运送时，由于微生物的作用就会使蛋白質分解，产生硫化氢、氨等各种难聞的气味和有毒物质。因之，食品腐坏时，應該仔細檢查，确定是否适于

食用。

微生物对蛋白质的分解过程与温度有着密切的关系，降低食品的温度就能延缓分解的过程。

脂肪是人的食品中不可缺少的另一种物质，它是供给人体热能的重要来源。因为脂肪被人体消化时，比起其他的物质来，产生的热量最多（1克脂肪能产生9.4大卡热），同时脂肪内的某些物质还是维持机体正常机能所不可缺少的。

脂肪在动物类食品和植物种子内含量较多，例如，猪肥肉为78.62%，鸡蛋10.03%，奶油79.33%，牛奶3.52%，落花生31.71%，而在蔬菜和一般水果中几乎没有脂肪。

脂肪是甘油和脂酸的化合物，脂酸有饱和脂酸（软脂酸，硬脂酸等）和不饱和脂酸（油酸、亚油酸等）两种。脂肪由于其中脂酸的比例不同，因而物理性质也不尽相同，如不饱和脂酸多于饱和脂酸时在常温时为液体，否则为固体。

脂肪不溶于水，而且比水轻，能溶于汽油、醚、三氯甲烷以及其他有机溶剂内。

脂肪在微生物的作用下，可以起水解作用，分解为甘油和脂酸，脂酸再被氧化分解为醛类、酮类和酸类等。脂肪的氧化分解过程与温度有着密切的关系。温度高时，氧化分解过程快；反之，温度低时，氧化分解过程就减慢。因之，保管和运送食品时，降低温度对保证质量是很重要的。

醣是碳、氢、氧三种元素的化合物，而且绝大多数醣的氢、氧比例都是2:1，所以醣又有碳水化合物之称。

醣有葡萄糖、果糖、乳糖、蔗糖、淀粉等，醣在植物类食品中，例如大米（72.04%）、马铃薯（14.35%）、葡萄（18.12%），苹果（11.01%）等含量较多，而动物类食品中含量很少，如奶油为0.49%，鸡蛋0.43%，牛奶4.41%等。所以醣是人类最经济而且最多的食物，它供给机体所需热能的60~70%（每克醣能放出4大卡热），是供热的主要来源。果实蔬菜中的醣，在保管和运送过程中，由于呼吸作用，会被氧化为 CO_2 、水蒸汽和热而损失掉。而无氧呼吸时，则生成 CO 和酒精。如果能降低保管环境的温度，就可减少这种损失。

易腐食品中的有机物质除了上述三种主要成分外，还有下述一些。

有机酸 在果实和蔬菜内有苹果酸、葡萄糖酸、草酸、檸檬酸等。在动物类食品中则有磷酸和乳酸。

食品的酸度决定于其中含有的氢离子数，氢离子愈多，食品就愈酸，否则相反。氢离子浓度用PH表示。PH值为氢离子浓度的负对数，PH等于7时为中性，大于7时为碱性，小于7时为酸性。以肉来说，最好的PH值为6.6，如PH值大于6.6，就表示肉已开始腐坏了。

酶（或称酵素）是简单蛋白质或复合蛋白质的有机物质。含于所有活的有机体内，食品成份中所含各种有机物质的化学变化都必须有酶参加。酶是生物化学的接

触剂，它只能加速或减慢变化的过程，本身不发生变化。酶的特点是每种酶只能起一定的作用，例如脂肪酶只能分解脂肪，蛋白酶只能分解蛋白质，氧化酶只能使物质氧化等。在酶的数量很少时，也能使大量的基質发生变化，例如一份蔗糖酶能分解300,000份蔗糖，一份唾液淀粉酶能分解4,000,000份淀粉等。但是温度降低时，酶的活动就大为减弱，当温度在 0°C 以下时，几乎趋近停止活动。

维生素在食物中含量很少，但在人体营养上的作用是很重要的，人体缺乏某种维生素就可能患各种不同的疾病。

维生素A含于各种动物的肝脏和脂肪中，而以维生素A（胡萝卜素）的形式存在于胡萝卜、红辣椒、洋葱及多种蔬菜中。维生素A易被氧化、易被紫外线所破坏。人体缺乏了维生素A，就会患夜盲症。

维生素C在植物类食品中如柑桔、洋葱、西红柿、白菜、菠菜等，含量都很多，牛羊肝内也不少。维生素C极不耐热，最易破坏。人体缺乏维生素C，就会患坏血病。

维生素D在鱼肝油、奶油、卵黄及各种动物肝内含量不少。缺乏维生素D，就会使人体不易吸收钙和磷，小儿会患佝偻病，成人则骨质脆弱。

维生素除上述几种外，还有 B_1 、 B_2 、K等多种，而且新的维生素还在不断被发现，它们都在人体机能上起着各自的重要作用，都是人体的重要营养物质。在食品保管和运送中，应设法不让受到损失。适当的低温对保持各种维生素不受破坏具有重要的意义。

II、无机物质 易腐食品中的无机物质有各种矿物质和水。矿物质中如铁、钙、磷、镁、硫、氯、碘、钾、钠等都是人体所不可缺少的物质。这些物质不供给人体能量，但是，它们是构成人体所有细胞和组织成份，而且对人体的新陈代谢起着重要的作用。如果人体摄取某种矿物质的数量不足，就可能引起严重的疾病。例如：甲状腺肿就是碘量不足所致；缺少钙、镁、磷等，则骨骼不能健全。在易腐食品中，矿物质的含量只占食物总重1.5%左右。矿物质有的是以盐的形式，有的是与有机物化合，也有少量是以离子状态存在于食物中。

食品内含有大量的水，占食品重量的百分之五十至九十五以上，例如，肉含水45~78%，鱼62~81.5%，牛奶87%，蛋74%，水果蔬菜72.9~96%。

在其他条件相同的情况下，易腐食品的含水量愈多，腐坏也就愈快，易腐食品也就愈不坚实。

易腐食品的物理性质 主要是指易腐食品的比热、热传导、冻结温度和比重。这些性质对易腐食品的热加工、保存和运送都发生重要的影响。

一公斤物体的温度变更 1°C 所吸收或放出的热量大卡数，称为该物体的比热。比热的大小直接与易腐食品冷却或冻结时所消耗的冷量有关。在其他条件相同下，比热愈大，冷却或冻结时所消耗的冷量就愈多，反之，比热愈小，消耗的冷量也愈少。

同一物体的比热随着温度的降低而减小，尤其是在液态转为固态时，变化特别

显著。例如，水在+4℃时比热为1大卡/公斤℃，但水的比热则为0.5大卡/公斤℃。同样，没有冻结的食品的比热要比冻结食品的比热大得多，例如，冷却肉的比热为0.76大卡/公斤℃，而冻肉的比热则为0.43大卡/公斤℃。

由于易腐食品的比热与其化学成分有关，因之可用下列公式计算出各种易腐食品比热的近似值。

高于冻结温度时，易腐食品的比热：

$$C = \varphi + C' (1 - \varphi) \text{大卡/公斤}^\circ\text{C} \dots\dots\dots (2-1)$$

式中： φ ——食品中的含水量，以公斤/公斤计；

C' ——食品中干燥成分的比热，取0.82~0.35大卡/公斤℃。

冻结食品的比热：

$$C_0 = 0.57w + C'' (1 - \varphi) + C' \varphi (1 - w) \text{大卡/公斤}^\circ\text{C} \dots\dots\dots (2-2)$$

式中： w ——冻结水量占食品中全部水量的百分数；

C'' ——食品中未冻结的水的比热，取0.9大卡/公斤℃；

C' ——食品干燥成分的比热，取0.82~0.35大卡/公斤℃。

热传导对易腐食品的热准备有很大的影响，在其他条件相同时，热传导系数愈大，冷却和冻结过程就进行得愈快，反之就慢。热传导系数是1米厚的块状物体，两面温度差为1℃时，在1小时内垂直通过1平方米表面传过热量的大卡数。冷却食品的热传导系数可用下式求其近似值。

$$\lambda = 0.52\varphi + 0.23(1 - \varphi) \text{大卡/米} \cdot \text{小时} \cdot ^\circ\text{C} \dots\dots\dots (2-3)$$

式中： φ ——食品含水量，公斤/公斤；

0.52——水的热传导系数；

0.23——干燥物质的热传导系数。

冻结食品的热传导系数依据温度的不同，是在水和冰的热传导系数之间变动

表 2-1

易腐食品的主要物理性质表

食品名称	比重克/厘米 ³	热传导系数 大卡 米·小时·℃	冻结 温度℃		比 热 大卡/公斤℃	
			由	到	高于冻结温度	低于冻结温度
瘦 肉.....	0.97~0.99	0.478	-0.6	-1.2	0.76	0.42
肥 肉.....	0.96~0.98	—	-0.6	-1.2	0.60	—
猪 肉.....	0.94~0.96	—	-0.6	-1.2	0.52	0.36
瘦 鱼.....	1.01~1.02	0.387	-0.6	-2.0	0.80	0.32
肥 鱼.....	0.97~0.99	—	-0.6	-2.0	0.68	0.43
蛋.....	1.0~1.09	0.250	-0.5	-0.6	0.76	0.40
奶 油.....	0.92~0.95	0.129	—	—	0.64	0.40
牛 奶.....	1.03~1.08	0.55	-0.53	-0.55	0.94	0.4
凝 乳.....	0.94~1.02	—	-0.53	-0.55	0.84	0.6
水 果.....	1.03~1.07	—	-1.0	-2.5	0.8~0.9	0.5
蔬 菜.....	1.06~1.10	—	-1.0	-2.5	0.8~0.9	0.4~0.5

(0.52~2)。冻鱼和冻肉的热传导系数约为1.2大卡/米·小时·°C。

食品的冻结温度与食品液汁中盐的浓度有关，在一定限度内，盐的浓度愈大，则冻结温度也愈低。

食品冻结时，起先水由食品液汁中渐渐呈冰的晶体析出，因而剩下的液汁内盐的浓度就增加，冰点也就随之降低，这样直到不能再从液汁中冻出水来的时候，剩下的液汁就冻成均匀的固体。这个状态叫做该食品液汁的结晶状态。达到结晶状态的温度，称为结晶温度。因此，某种溶液的结晶温度就是该溶液的最低冻结温度。

食品的比重决定于它的化学成分，特别是水的含量。一般是水愈多，食品比重愈大，易腐食品的比重约在0.9~1.1之间。但易腐食品由于不能紧密挤压，所以大多是体积货物。

易腐食品的主要物理性质见表2~1。

第二节 易腐货物的保藏方法

易腐食品的腐败过程有化学变化、生物化学变化和生物变化三种。化学变化主要是食品碰伤碰撞后发生氧化，而使食品变色、变味、腐烂。但影响的最初只是表面或局部的纯化学变化；要使食品完全腐坏，过程比较长。生物化学变化主要是指水果、蔬菜的呼吸作用，在呼吸过程中，逐渐消耗体内的养分而腐烂。生物变化是指由于微生物（霉菌、细菌、酵母菌）在食品内滋长繁殖，而使食品全部变坏。但是化学变化、生物化学变化和生物变化往往是同时进行的，而且互相影响。例如水果碰伤后，伤口立即氧化、变色，呼吸强度也就加剧，同时天然的免疫力开始丧失，微生物就乘机侵入繁殖，使水果腐烂。所以防止食品腐坏，对这三种变化都应注意，不过最重要的首先是要避免微生物所引起的生物变化，因为微生物的繁殖能使食品迅速地彻底腐坏。

食品生霉是由于霉菌的繁殖，霉有黑、青、绿、白等种。霉菌可使食品由表及里地腐坏。酵母菌可使食物发酵发臭，生皮膜或斑点，破坏食品的营养物质。细菌体积小，繁殖最快，对食品的腐坏比其他微生物更厉害。

微生物的繁殖和滋长必须有适宜的条件，这些条件包括物理因素和化学因素两类。物理因素如溶液的渗透性、水分的多少、温度的高低、放射能、电能的存在等；化学因素如营养物质的有无、酸度的大小、有无毒物及微生物生命活动的产物等。上述因素如果有一个不适宜时，就能使微生物的发育减慢或停止活动。

易腐食品中有大量的水分和蛋白质、脂肪和糖等营养物质，这就给微生物的滋长创造了良好的条件，如果没有水，微生物是绝对不能滋长的，没有营养物质，微生物也无法繁殖。

为了保藏食品，只要人为地破坏微生物滋长的条件，将食品加工，改变任何一个适合微生物滋长的因素就行了。保藏易腐食品常用的有生物、化学和物理三种方法。兹分述如下：

生物保藏法 这种方法是利用一种有益的发酵消灭另外使食品腐坏的发酵，来