

TIELU XIANHUO HUOWU

YUNSHU

高等学校教材

TIELU XIANHUO HUOWU YUNSHU

# 铁路鲜活货物运输

朱昌锋 主编



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校教材

# 铁路鲜活货物运输

朱昌锋 主编

盖宇仙 主审

中国铁道出版社

2009年·北京

## 内 容 简 介

本书对制冷技术、制冷原理、制冷机的热工学基础以及加冰所设备和作业组织等内容进行了概要性介绍,详细地介绍了鲜活货物的基本理论、运输设备和运输组织理论,并根据《铁路鲜活货物运输规则》涵盖的货物类别以及国际铁路联运的发展,特别增加了鲜活货物储运的基本技术要求、活动物运输组织、鲜活货物国际铁路联运以及国内外鲜活货物运输的新理论、新技术及发展趋势。

本书为普通高校、高职院校交通运输、物流管理等专业学生的教材,也可供铁路货运组织与管理者和从事鲜活货物运输的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

铁路鲜活货物运输/朱昌锋主编. —北京:中国铁道出版社,2009.6

高等学校教材

ISBN 978-7-113-10199-2

I. 铁… II. 朱 III. 铁路运输:鲜活货物运输—高等学校—教材 IV. U295.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第105424号

书 名:铁路鲜活货物运输

作 者:朱昌锋 主编

---

责任编辑:金 锋 电话:010-51873134 电子信箱:jinfeng88428@163.com

封面设计:薛小卉

责任校对:孙 玫

责任印制:陆 宁

---

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

版 次:2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷

开 本:787mm×960mm 1/16 印张:8.5 字数:161千

印 数:1~3000册

书 号:ISBN 978-7-113-10199-2/U·2522

定 价:18.00元

---

### 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电话:(市电)010-51873170,(路电)021-73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

# 兰州交通大学“十一五”规划教材 编审委员会

主任：任恩恩

副主任：王晓明 盖宇仙

委员：（按姓氏笔画排名）

王 兵 朱 琨 陈宜吉

姜国栋 谢瑞峰 虞庐松

主 编：朱昌锋

# 出版说明

近年来，兰州交通大学认真贯彻落实教育部有关文件精神，不断推进教育教学改革。学校先后出资数百万元，设立了教学改革、专业建设、重点课程（群）建设、教材建设等项基金，并制定了相应的教学改革与建设立项计划、项目管理及奖励办法等措施。根据培养“基础扎实、知识面宽、能力强、素质高、具有创新精神的应用型的高级专门人才”的培养目标，学校各院（系、部）认真组织广大教师积极参加教学改革与建设，开展系统的研究与实践，取得了一系列教学改革与建设成果。

教学内容和课程体系的改革是教学改革的重点和难点，学校投入力量最大，花费时间最长，投入精力最多，取得的成效也最为显著，突出反映在教材建设方面。“十五”期间，学校共资助“十五”规划教材45本，资助普通教材56本，这些教材是一些学术造诣较深、教学水平较高、教学经验比较丰富的教师担任主编，骨干教师参编，同行专家主审而定稿的。在教材中凝聚了编著教师多年的教学、科研积累和成果，为推进教育创新、深化教学改革、提高教学质量做出了贡献。

2005年，在认真学习教育部相关文件精神的基础上，根据学校的办学指导思想 and 人才培养目标定位，各专业修订了新的人才培养方案，构建了“通识教育基础上的宽口径专业教育”的人才培养模式。为配合新的人才培养方案的实施，进一步深化教育教学改革，学校在“十五”教材建设的基础上，制定了“十一五”教材建设规划。“十一五”期间，学校将进一步加强教材建设工作，更好地发挥教材在人才培养中的重要作用。本着“重点支持优势、特色专业教材，兼顾一般教材，优选编者，保证质量”的原则，设立教材建设专项基金，力争在“十一五”期间出版一批高水平、高质量、有特色的教材。

本教材为学校“十一五”教材建设资助计划项目，并通过了学校教材编审委员会审定。希望该教材在教学实践过程中，广泛听取使用意见和建议，适时进一步修改、完善和提高。

兰州交通大学“十一五”规划  
教材评审委员会  
2006年4月



# 前 言

鲜活货物是铁路三大特种货物之一，是铁路货运组织的重要组成部分，主要研究鲜活货物的储运设备、技术措施和运输组织理论的科学，即通过综合运用铁路运输设备和制冷技术、保鲜技术，以及冷藏、保温、防寒、加温、通风等运输方法，优质、快速、高效地运输鲜活货物，以便很好地满足人民日益增长的生活水平。

为了适应我国铁路跨越式发展对铁路运输高级专门人才的需要，编者根据新的《铁路鲜活货物运输规则》（2005年修订版）内容，并结合我国铁路鲜活货物运输组织的发展与改革，在吸收国内既有教材和研究成果的基础上，编写了本教材。

本教材根据交通运输专业人才培养目标的要求，本着反映新知识、新技术的原则，力求使教材内容简练、通俗易懂。对制冷技术、制冷原理、制冷机的热工学基础以及加冰所设备和作业组织等内容进行了概要性介绍，详细地介绍了鲜活货物的基本理论、运输设备和运输组织理论，并根据《铁路鲜活货物运输规则》涵盖的货物类别以及国际铁路联运的发展，特别增加了鲜活货物储运的基本技术要求、活动物运输组织、鲜活货物国际铁路联运以及国内外鲜活货物运输的新理论、新技术及发展趋势，提高了知识的完整性和系统性。同时，每章都列出了复习思考题，以满足广大读者训练和自学的需要。

本书既具有一定的理论水平，又与铁路运输实际相结合，不但可作为交通运输、物流管理等专业本科生的教材使用，还

可作为交通运输、物流管理等专业自学考试以及铁路货运组织与管理者的学习参考资料。在教学过程中,可根据各个学校的人才培养计划、专业特点以及学时数,有针对性地选择教材的内容。

在本书的编写过程中,参编者调研了兰州铁路局货运处、兰州北站等相关铁路单位,得到了有关铁路货运组织管理部门的支持和帮助,参考引用了国内外有关专家学者的专著、教材和研究成果,也得到兰州交通大学教务处、交通运输学院相关领导和教师的关心与指导,特别是兰州交通大学陈宜吉教授、盖宇仙教授、牛惠民教授、王花兰副教授对本书的编写提出了宝贵的指导意见,在此一并表示感谢。

全书由兰州交通大学朱昌锋主编,兰州交通大学盖宇仙主审。编写分工如下:兰州交通大学朱昌锋编写第一章、第二章、第七章、第八章;呼和浩特职业学院贾润编写第三章、第四章和所有的附录,石家庄铁道学院颜月霞编写第五章,兰州交通大学张玉召编写第六章,兰州交通大学杨菊花编写第九章,兰州交通大学陈明明绘制了部分插图。

本书是兰州交通大学“十一五”重点资助教材。由于编写时间较紧和编者水平有限,在全书内容的组织等方面,难免存在诸多不妥和疏漏之处,诚恳欢迎广大读者和国内外专家同行给予批评指正。

作者

2009年3月



# 目 录

第一章 鲜活货物运输概述	1
复习思考题	5
第二章 易腐货物的性质及储运要求	6
第一节 易腐货物的分类和特性	6
第二节 易腐货物的理化特性	7
第三节 易腐货物储运的基本技术要求	10
复习思考题	16
第三章 易腐货物的冷藏原理	17
第一节 易腐货物的腐败机理	17
第二节 易腐货物的冷藏原理及冷藏条件	18
第三节 易腐货物的冷藏链与保鲜链	23
第四节 保藏易腐货物的新技术	27
复习思考题	28
第四章 制冷原理及制冷技术	29
第一节 冰盐制冷的原理	29
第二节 制冷机制冷的原理	31
第三节 制冷剂及载冷剂的选择	39
第四节 制冷技术的发展趋势	42
复习思考题	45
第五章 制冷机的选择与热计算	46
第一节 制冷机的热工学基础	46
第二节 制冷机的制冷循环过程	48
第三节 制冷机的选择计算	51
复习思考题	53
第六章 鲜活货物运输设备	55
第一节 鲜活货物运输设备概述	55
第二节 运输鲜活货物的车辆	56





第三节 冷藏集装箱 .....	63
第四节 铁路加冰所 .....	68
复习思考题 .....	70
<b>第七章 冷藏车的热计算及应用 .....</b>	<b>71</b>
第一节 冷藏车冷消耗的计算 .....	71
第二节 冷消耗计算方法的应用 .....	75
复习思考题 .....	79
<b>第八章 铁路鲜活货物运输组织 .....</b>	<b>81</b>
第一节 鲜活货物运输的基本要求 .....	81
第二节 易腐货物的运输组织 .....	84
第三节 活动物运输组织 .....	95
复习思考题 .....	98
<b>第九章 鲜活货物国际铁路联运 .....</b>	<b>99</b>
第一节 鲜活货物国际铁路联运概述 .....	99
第二节 鲜活货物国际铁路联运的基本条件 .....	101
第三节 鲜活货物国际铁路联运运到期限与运费核收 .....	103
第四节 鲜活货物国际铁路联运进出口运输组织 .....	105
复习思考题 .....	107
<b>附    录 .....</b>	<b>108</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>125</b>



## 第一章 鲜活货物运输概述

鲜活货物是指在铁路运输过程需要采取制冷、加温、保温、通风、上水等特殊措施,以防止腐烂变质或病残死亡的货物,或托运人认为须按鲜活货物运输条件办理的货物。鲜活货物分为易腐货物和活动物两大类。

鲜活货物是人类社会生产、生活的必需品和重要的外贸物资,主要包括农、林、牧、渔及其加工品。不同品类的鲜活货物具有不同的生理特征和理化性质,对温度等有严格的要求,储运过程中需要相应的特殊设备来保证货物的质量及基本生存条件,具有流通难度大、风险高的特点。

近年来,随着我国国民经济的持续快速发展,鲜活货物的需求量逐年增加,人们的食品消费观念逐渐从传统的、单一的数量化向现代的、多元的质量化转变,不但要求食品种类丰富、配送及时,更加关注食品的新鲜度和品质。为了满足人们对鲜活货物品质的要求,保证食品的新鲜度和安全,提高运输的安全性、经济性,研究鲜活货物的储运技术与保鲜方法具有一定的实际意义。

### 一、鲜活货物市场分析

随着我国经济体制的不断改革,鲜活货物的生产、运输及销售市场均发生了巨大的变化。肉、菜、禽蛋、奶类、水产品和水果六大类鲜活货物的产量以年均7%~13%的速度增长,其产值已占到农业总产值的52%左右。肉类食品年产量约5600万t,速冻食品850万t,乳品800万t,还有每年4000多万t的水产品及大量的蔬菜。

冷藏、冷冻食品每年增产约10%,其中市场份额最大、发展最迅速的是预制食品,每年的销售额占冷冻食品销售总额42.44%。经济的持续增长、国内需求充足、国际需求量大是肉类消费增长的主要驱动因素。在我国发达城市,冷却肉已占到人均年消费肉量的10%~15%。到2010年,国内肉制品人均年消费量将达10kg,但也只能达到目前发达国家肉类转化率的三分之一。随着保鲜技术水平和产品质量的提高,冷藏蔬菜也越来越受到消费者的青睐。

我国冷饮市场规模正在逐渐扩大。目前,国内年人均冷饮消费量已达到每年1.1kg,略低于世界平均水平。据预测,到2010年可达到260万t,年人均消费量可

达到 2 kg。随着我国城市化的发展,今后一段时间内,冷饮的生产销售仍将呈现上升趋势。

目前,我国生产乳品的企业有 1500 多家,年产量 800 万 t,乳品业以每年 30% 的速度增长。蔬菜年产量达 3 亿 t,生鲜类食品的年消费量约 2.4 亿 t。

我国的活动物以国际贸易为主。例如,出口日本、韩国、美国、俄罗斯等国家和我国香港地区的活文昌鸡、活猪、食蟹猴、章雄鱼苗、观赏活乌龟、海水观赏鱼等。1980 年,我国主要供食用的活动物出口总值为 29.85 亿美元,占当年初级产品出口总额的 32.75%;2000 年,食品及活动物出口额为 122.82 亿美元,占当年初级产品出口总额的 48.24%;2006 年,我国初级产品出口中食品及活动物占比为 48.6%。

## 二、国内鲜活货物运输的现状

我国的鲜活货物呈现了产销两旺的发展态势,这必然对鲜活货物的运输市场产生积极的影响。我国既是鲜活货物的生产大国也是消费大国,因此,我国的鲜活货物运输业将进入持续快速增长的时期。

目前,各大城市及北方各省把大力发展现代种植业和养殖业。建立现代化蔬菜、果品种植基地作为实现产业结构调整的重要举措。如过去猪肉大量依靠外地调入的京、津、沪三市,目前已建有规模养猪厂 3.35 万个。原来大量从四川调入猪肉的东北三省现已成为生猪的新产区。农副产品种植、养殖业布局的变化,必然会使鲜活货物中短距离的运输量所占的比重进一步加大。

由于各种运输方式的发展,特别是公路、航空的迅速发展,已经改变了过去鲜活货物以铁路运输为主的格局。航空运量从无到有,已进入高档水果及海鲜产品的运输领域。随着国家高速公路网的快速建设,公路运输所占市场份额持续扩大,运距由过去省内短途(500 km)为主发展到省间中长途(2000 km),水果、蔬菜等易腐货物运输中约有四分之三被公路占有,短途运输几乎全被公路包揽。

近年来,随着物流业的兴起,鲜活货物的货流方向已从过去“产地—销地”的单一去向,变为“产地—集散地(批发市场)—销地”的多发点、多去向。

目前,我国已经有铁路冷藏车、冷藏保温汽车、牲畜车、冷藏集装箱等运输鲜活货物的设备。但是由于我国鲜活货物运输起步比较晚,运输设备陈旧,暂不能完全根据货物的特性和装载方式选择合适的运输工具。同时,由于果蔬种类繁多,不同的果蔬对运输环境有不同的要求,即使是相同产品,也往往因为包装的不同对保鲜环境的要求也不同,给鲜活货物的运输带来了一系列问题。

鲜活货物的进出口运输往往要开展公、铁、海多式联运,因此冷藏集装箱是理想的运输工具。但由于我国内陆集、疏、运条件比较差,加之各种运输方式之间及各地区之间缺乏相互协调、分块管理的体制,致使我国冷藏集装箱多式联运与国外先进国



家有一定的差距。

### 三、国外鲜活货物运输的现状

国外鲜活货物运输之所以迅速发展，主要是鲜活货物运输装备的发展起到了极为关键的作用。20世纪60年代初，国外发达国家的铁路鲜活货物运输受到公路冷藏车、冷藏挂车和冷藏集装箱的竞争，铁路冷藏车的数量逐渐减少，而冷藏集装箱的数量则不断增加。1953年，美国拥有铁路冰冷藏车11.5万辆，1974年减为10.1万辆。20世纪80年代，发达国家已逐步淘汰了加冰冷藏车。近年来，国外发达国家的鲜活货物运输已经达到了很高的技术水平和运输组织水平，易腐货物基本采用控温运输，大大降低了易腐货物腐烂变质率。同时，欧、美、日等国家和地区采用铁路、公路、水路等多式联运，建立了包括生产、加工、储藏、运输和销售等在内的供应链，使鲜活货物的冷冻冷藏运输率、运输质量得到极大的提高，鲜活货物的冷藏运输率达80%~90%。例如，美国十分重视采用机械冷藏半拖车运输易腐货物实现公铁联运，由运输机械冷藏半拖车编成的Reefer Railer Ice Express快运列车，从加利福尼亚往芝加哥运输绿色植物和其他易腐食品，由装车开始3d之内即可运抵到站交付收货人，能有效地与公路运输开展竞争。

加拿大鲜活货物运输已建起了水运、铁路、公路、民航共同发展的综合冷链物流体系，各种运输方式之间实现了较好的衔接和配合。主要有三大冷链运输走廊，一是以哈利法克斯港和蒙特利尔港为中心的东海岸运输走廊，覆盖大西洋的主要海运业务；二是以温哥华为中心的西海岸运输走廊，主要处理加拿大与亚太地区和国家的贸易货物；三是以五大湖地区为中心，由公路和铁路组成的跨越美加口岸的南北运输走廊，联系着美国和加拿大之间的贸易往来。此外，东西海岸间形成了沿美加边境、贯穿东西的加拿大铁路公司(CN)和太平洋铁路公司(CP)的铁路运输通道和畅通发达的高速公路运输网络，以及联接五大湖地区与东海岸的圣劳伦斯水道系统。

随着经济、社会的发展和人民生活水平的提高，欧美国家从食品的原料生产、加工到流通等各个领域建立起了一套完善的食品安全保障体系。目前，美国已建立的食品安全控制体系中，最典型的就是在食品生产企业实施的《通用良好生产规章》(GMP)和危害分析与关键控制体系HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)，取得了良好的安全控制效果。

### 四、鲜活货物运输的研究动向

随着社会经济的不断发展和人民生活水平的不断提高，人们对鲜活货物的需求量、质量与安全提出了越来越高的要求，并积极探索先进的冷藏技术以保障易腐食品对冷链运输的需求。

随着冷藏运输对制冷技术需求质量的不断提高，以及运输过程中环保问题的日益突出，空气制冷技术又一次成为世界关注的焦点。先后有美国、澳大利亚、德国、日本、英国等进行了空气制冷装置的研究试验，研究范围涉及食品冷冻、冷藏储存及冷藏运输等冷链物流的各个环节。空气制冷系统具有运行性能优良、无臭无害且制冷速度快的特性，可通过抑制水果的呼吸，延缓水果的成熟过程，能起到防治虫害的作用，非常适合于食品的冷冻冷藏。

气调运输不仅能够减少果实内部生理紊乱和各类病害的出现，而且在有效降低运输成本的同时，可以使果蔬抵达销售地时状态均匀、货架期长，具有很大的发展空间。近年来，依靠制氮机降氧的气调集装箱得到快速发展。目前，国外开始研究膜分离技术在气调集装箱领域的应用，其工作原理为：用半透膜作为选择障碍层，允许氧气、二氧化碳等透过而保留混合物中的氮气，从而达到分离的目的。膜分离控制系统工作流程如图 1-1 所示。

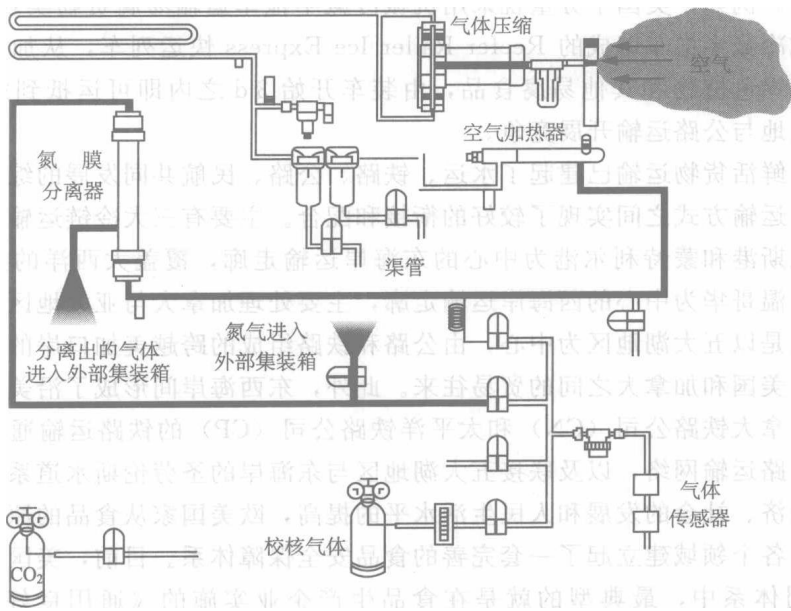


图 1-1 膜分离控制系统工作流程

随着科学研究、工业技术、生物技术的不断深入，越来越多的货物需要通过低温冷藏容器运输，以满足生物制药厂及相关科研院所的需求。在这些行业中，不仅要使用 $-24\sim-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏箱，同时还需要 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下超低温冷藏箱、 $-80\sim-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温冷却器、低温循环器等工作温度在干冰温度以下的设备。为了防止常用的、隔热性能较好的 PU 泡沫塑料在 $-80\sim-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下产生冷缩，国外低温容器采用双层的隔热材

料来处理，从而较好地实现了干冰温度环境下物品的冷藏运输。另外，澳大利亚研制了一种应用相变材料制成的新型冷藏车制冷系统，该制冷系统实现了与车体的分离，可以在停车场等地点补充制冷材料后，安装在车体上实现制冷功能。与传统制冷装置相比，该系统具有噪声低、耗能少、污染小等优势，适用于短途、区域内的配送。相变材料制冷系统结构如图 1-2 所示。

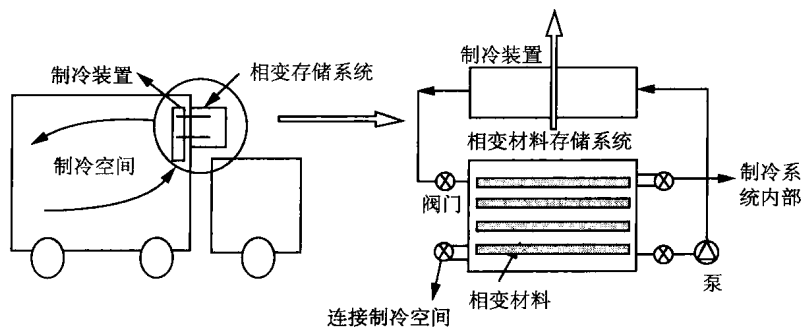


图 1-2 相变材料制冷系统结构

随着计算机、控制技术以及现代物流的不断发展，EDI 技术、自动识别技术、卫星定位系统（GPS）及无线射频技术、自动化冷库技术、储藏技术自动化、高密度动力存储（HDDS）电子数据交换及库房管理系统，逐渐地应用到鲜活货物运输组织的全过程，极大地促进了鲜活货物运输的发展。例如，加拿大最大的第三方物流企业 Thomson Group，除具有容量大、自动化程度高的冷藏运输车外，还拥有目前世界上最先进的强制供电器（PTO）驱动、自动控温与记录、卫星监控的“三段式”冷藏车，可同时运送三种不同温度要求的货物。同时，通过信息技术建立电子虚拟的农产品冷链物流供应链管理系统，对各种货物进行跟踪、对冷藏车的使用进行动态监控，同时将需求信息和遍布各地区的连锁经营网络有机地联结起来，确保物流信息快速可靠的传递。

## 复习思考题

1. 简述鲜活货物的概念、分类和特点。
2. 简述鲜活货物运输的发展现状。

## 第二章 易腐货物的性质及储运要求

易腐货物的种类繁多，不同的易腐货物具有不同的色、香、味、质地和营养，这是由于它们的化学成分及其含量决定的。在易腐货物的储运过程中，为了防止易腐货物的腐烂变质，最大限度地保证其品质，我们应掌握各类易腐货物的特性和储运的基本要求，以便科学合理地选择适合各类易腐货物性质的储运方式，获得最佳的储运效果。

### 第一节 易腐货物的分类和特性

#### 一、易腐货物的分类

易腐货物是指若按照一般条件保管和运输，极易受到外界条件的影响而损害其品质的货物，或在运输过程中需按特殊条件办理的一类货物，主要包括肉、鱼、蛋、奶、鲜水果、鲜蔬菜、冰、鲜活植物等。其主要特点是易于腐烂变质、病残死亡。

易腐货物根据其储运的温度可以分为冻结货物、冷却货物和未冷却货物三大类。

##### 1. 冻结货物

冻结货物是指储运时需经过冷冻的货物。冻结货物又可以分为一般冷冻货物（温度范围为 $-10\sim-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）和深度冷冻货物（温度范围为 $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下）。

##### 2. 冷却货物

冷却货物是指经过预冷加工后，使货物冷却到《铁路鲜活货物运输规则》（以下简称《鲜规》）规定的储运温度，其装车温度除香蕉、菠萝应为 $11\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 外，其他易腐货物应达到要求保持储运温度的上限（ $0\sim 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。

##### 3. 未冷却货物

未冷却货物是指处于自然状态，未经任何冷冻工艺处理的易腐货物。如采摘后直接提交运输的新鲜果蔬。

#### 二、易腐货物的特性

##### 1. 易腐性

大部分植物性易腐货物虽然脱离了植株，在产、储、运、销过程中，仍在进行新



陈代谢，直至衰老死亡，如果采用的储运技术不当，其耐运性、抗病性会逐渐减弱，最终导致腐烂变质。所以易腐货物如按照一般条件储运时，极易受到外界条件的影响而损害其品质。

### 2. 种类的多样性

易腐货物的种类繁多，品种各异，其耐运性、抗病性随各种环境因素的影响呈多样化分布。因此储藏、运输、管理都应与之特性相适应。

### 3. 个体的不均性

易腐货物不仅成熟度、品种、大小各不相同，而且储运条件也有差别，如果用相同的条件储运不同的易腐货物，就会造成货物的腐败，所以装车前要通过分级提高其均一性，以保证运输质量。

## 第二节 易腐货物的理化特性

### 一、易腐货物的化学成分及特性

易腐货物由有机物、矿物质和水等化学成分组成，是各种组成成分以不同的分散度综合而形成的复合体，具有胶体和真溶液所固有的复合体性质。

例如，果蔬类易腐货物的肉质部分是由细胞组成的类似海绵的结构，其中散布有各种糖类的水溶液，有形成胶体的体系、高分子体系和以真溶液形式存在的细分散体系。

#### 1. 蛋白质

蛋白质是一切生命的基础，在动物体内不能用其他材料合成。蛋白质中的各高分子是由不稳固的缔合键互相联结而形成的一个巨大聚合体，这种聚合体在化学或物理作用下能重新分解为各个高分子。与高分子相毗邻的一层水称为结合水，它不易挥发，约在 $-40^{\circ}\text{C}$ 时冻结。

蛋白质在动物性易腐货物中含量较多，在植物性易腐货物中含量较少。蛋白质内部联系破坏，将沉淀析出。

#### 2. 脂肪和类脂肪

易腐货物中所含的脂肪和类脂肪，有的以原生质脂肪的形态存在，有的以沉积于脂肪组织中的后备脂肪形态存在。脂肪中的饱和脂肪酸是实现正常新陈代谢所必需的。

植物油中含有大量的不饱和脂肪酸，常温下为液态；而动物性脂肪中主要含有饱和脂肪酸，在常温下呈固态。脂肪在动物性易腐货物和植物种子内含量较多，在一般水果蔬菜中含量较少。

#### 3. 糖类

糖类是多羟基醛或多羟基酮和它们的缩合物以及某些衍生物的总称，是自然界中





分布最广的有机物质。动物与植物组织中的主要糖类有多糖、二糖和单糖。

糖在植物性易腐货物中含量较多，在动物性易腐货物中含量较少。易腐货物储运期间，糖会被消耗而逐渐减少，糖分消耗慢，则说明储藏条件适宜。

#### 4. 维生素

维生素是低分子的有机化合物，是生物生长和代谢不可缺少的成分。除维生素 D 外的其他维生素都不能由动物体合成，必须从食物中摄取，人体需要的维生素主要由植物性食品中取得。在易腐货物保管和运输过程中，适当的低温对保护各种维生素具有重要的意义。

#### 5. 酶

酶在易腐货物体内含量不多，但易腐货物成分中的各种物质能在酶的作用下发生化学变化，因此必须控制酶对易腐货物的作用。酶的催化作用（活性）受温度等条件的影响，在 40~50℃ 时活性最强，在低于 0℃ 或高于 70℃ 时，酶的催化作用即变得缓慢或完全丧失其活性。蔗糖酶的活性和温度之间的关系如图 2-1 所示。

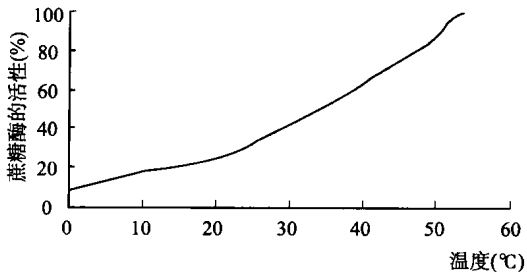


图 2-1 蔗糖酶的活性和温度关系

#### 6. 有机酸

在果蔬等植物性易腐货物体内含有苹果酸、葡萄酸、草酸、柠檬酸等；在动物性易腐货物中则有乳酸。易腐货物的 pH 值标志着易腐货物的新鲜程度。果蔬等植物性易腐货物成熟时一般含酸量增加，长期储藏后由于呼吸作用而减少，使风味变淡，品质下降。

#### 7. 水和矿物质

水分不仅是物质完成生命活动的必要条件，而且对果蔬等易腐货物的新鲜度和风味有重要影响，部分易腐货物的含水量见表 2-1。

矿物质对新陈代谢起着重要的作用，一般总含量占食品总重的 1% 左右，大都是以有机化合物和可溶性盐类的形式存在。