

普通高等教育“十二五”规划教材

低温物流 技术概论

申江 主编

普通高等教育“十二五”规划教材

低温物流技术概论

主 编 申 江
参 编 谢如鹤 李 帅 刘兴华
主 审 陈天及



机械工业出版社

本书以实用为立足点,重点介绍了食品整个低温物流过程中制冷技术的应用。主要内容有食品低温物流基础,食品低温流通中的热力学基础,检验分选处理,冷却、冷冻与解冻,食品包装,冷库储藏技术,冷藏运输,销售,低温物流的信息化建设,冷链中食品品质的控制,还介绍了常用设备的优缺点、适用范围、安全操作方法以及运营过程中的节能环保措施等内容。

本书可作为高等院校物流专业和制冷专业的教材,也可作为冷冻冷藏业、物流企业、食品行业等行业从业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

低温物流技术概论/申江主编. —北京:机械工业出版社,
2012. 8

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-39215-6

I. ①低… II. ①申… III. ①物流—低温贮藏—高等学校—
教材 IV. ①F252

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第168766号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:蔡开颖 责任编辑:蔡开颖 林 静

版式设计:霍永明 责任校对:刘雅娜

封面设计:张 静 责任印制:张 楠

北京鑫海金澳胶印有限公司印刷

2013年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.5印张·281千字

标准书号:ISBN 978-7-111-39215-6

定价23.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

社服务中心:(010) 88361066

销 售 一 部:(010) 68326294

销 售 二 部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育规划教材

编审委员会

(按姓氏笔画排列)

主任: 郭烈锦	西安交通大学		
副主任: 王立	北京科技大学	张华	上海理工大学
王如竹	上海交通大学	沈胜强	大连理工大学
邓海平	机械工业出版社	高翔	浙江大学
张力	重庆大学		
委员: 王军	华中科技大学	杨莱	上海理工大学
王丽	北京石油化工学院	杨昭	天津大学
王灵梅	山西大学	汪建文	内蒙古工业大学
冉景煜	重庆大学	陆靓燕	武汉工程大学
刘永峰	北京建筑工程学院	周玉明	重庆科技学院
刘忠宝	北京工业大学	周静伟	中国计量学院
吕太	东北电力大学	金苏敏	南京工业大学
孙奉仲	山东大学	姜水生	南昌大学
朱天宇	河海大学	闻建龙	江苏大学
齐学义	兰州理工大学	徐斌	河南科技大学
何伯述	北京交通大学	袁文华	邵阳学院
何宏舟	集美大学	袁镇福	浙江大学宁波理工学院
吴锋	浙江大学	郭培红	河南理工大学
吴静怡	上海交通大学	高青	吉林大学
张卫正	北京理工大学	崔海亭	河北科技大学
张文孝	大连海洋大学	章学来	上海海事大学
李人宪	西南交通大学	程有凯	大连海洋大学
李仁年	兰州理工大学	舒水明	华中科技大学
李明海	大连交通大学	谢晶	上海海洋大学
李惟毅	天津大学	谢诞梅	武汉大学
杜小泽	华北电力大学	颜伏伍	武汉理工大学
杨历	河北工业大学	黎苏	河北工业大学
秘书: 蔡开颖	机械工业出版社		

前 言

低温物流技术的发展和推广应用,使农副产品从生产源头到销售实现了一条冷藏链式的物流运作,其各个环节都始终处于产品所必需的低温环境:冷加工、冷藏运输、冷藏储运、冷藏销售等,有效地保证了产品的品质并提高了产品的经济价值。

低温物流技术涉及多个学科领域,包括物流、制冷、电子信息以及生物食品等方面。低温物流技术可应用于果蔬、肉禽、水产、医药等领域。本书从多角度对低温物流技术进行介绍,主要内容包括食品低温物流基础,食品低温流通中的热力学基础,低温物流中各环节的主要设备、操作工艺以及管理措施等。其中,重点介绍了整个低温物流过程中制冷技术的应用。书中叙述尽量做到深入浅出,力图使读者通过对该书的学习了解低温物流的基本操作环节。

本书由天津商业大学机械工程学院与广州大学商学院共同组织编写,由申江教授担任主编,上海海洋大学陈天及教授主审。全书共10章,绪论、第7章由申江编写,第1章由谢如鹤编写,第2、3、5、10章由刘兴华编写,第4、6、8、9章由李帅编写。

本书编写过程中,北京二商集团有限责任公司西郊食品冷冻厂的高级工程师唐俊杰女士提供了宝贵资料,在此表示衷心的感谢。

本书可作为高等院校物流专业和制冷专业的教材,也可作为冷冻冷藏业、物流企业、食品行业等行业从业人员的参考书。

由于本书内容涉及领域较广,编者水平有限,书中错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

主要符号表

符号	名称, 单位	符号	名称, 单位
A, S	面积, m^2	$\Delta T, \Delta t$	温差, K, $^{\circ}C$
a	低压级与高压级压缩机输气量之比, %	U	热力学能 (内能), kJ; 周长, m
C	热容, kJ/K	u	比热力学能 (内能), kJ/kg; 圆周速度, m/s
c	比热容, kJ/(kg · K); 相对余隙容积	V	体积, m^3
COP	性能系数, kW/kW	v	流速, m/s; 比体积, m^3/kg
c_p	比定压热容, kJ/(kg · K)	v_m	质量流速, kg/($m^2 \cdot s$)
c_v	比定容热容, kJ/(kg · K)	W	功, J 或 kJ
D, d	直径, m	w	比功, J/kg 或 kJ/kg
EER	能效比, kW/kW	x	湿蒸气的干度, %
F	力, N	δ	厚度, m
f	循环倍率; 面积, m^2 ; 频率, Hz	ε	制冷系数; 压力比; 修正系数
g	重力加速度, m/s^2	ζ	热力系数
H	焓, kJ; 高度, m	η	效率
h	比焓, kJ/kg; 表面传热系数, W/($m^2 \cdot K$)	λ	热导率, W/($m \cdot K$)
i	数量	μ	供热系数; 动力粘度, Pa · s
K, k	传热系数, W/($m^2 \cdot K$)	ν	运动粘度, m^2/s
L, l	长度, m	ρ	密度, kg/ m^3
m	质量, kg; 多变指数; 数量	ϕ	热流量, W 或 kW
N	压缩腔室对数	φ_p	空气的相对湿度, %
n	转速, r/min	b	沸腾
P	功率, W 或 kW	g	气体
p	压力, Pa; 真空度, Pa;	H	高压级, 高温级
Q	热量, J 或 kJ; 冷负荷, W 或 kW	i	指示值, 内部
q	单位质量热流量, kJ/kg; 热流密度, W/ m^2 ;	in	输入, 内部
q_m	质量流量, kg/h 或 kg/s	k	冷凝
q_v	体积流量, m^3/s	L	低压级, 低温级
R	潜热, kJ; 热阻, $m^2 \cdot K/W$; 气体常数, J/(kg · K)	l	液相
R_0	摩尔气体常数, J/(kmol · K)	m	平均, 中间, 湿球; 摩擦
r	汽化热, kJ/kg; 半径, m	o	外部
S	熵, kJ/K; 活塞行程, m	out	输出; 外部
s	比熵, kJ/(kg · K)	p	定压; 旁通
T	热力学温度, K	r	制冷剂; 浓 (溶液)
t	摄氏温度, $^{\circ}C$; 厚度, m		

目 录

前言

主要符号表

绪论..... 1

第1章 食品低温物流基础..... 7

1.1 物流概述 7

1.2 物流的基本功能与物流系统结构 8

1.2.1 物流的基本功能 8

1.2.2 物流系统结构 10

1.2.3 供应链系统结构 11

1.3 低温物流的作用 12

1.3.1 易腐食品的基本性质 12

1.3.2 低温物流系统结构及其实现的条件 14

1.3.3 我国低温物流现状及发展低温物流的意义 15

1.4 低温物流系统结构 16

1.4.1 主体构成不同的结构类型 17

1.4.2 主体数量与规模不同的结构类型 17

第2章 食品低温流通中的热力学基础 18

2.1 热力学基础知识 18

2.1.1 制冷的基本概念 18

2.1.2 冷负荷 19

2.1.3 制冷剂 19

2.1.4 制冷系数 24

2.1.5 其他热力学知识 25

2.2 制冷方式 25

2.2.1 单级蒸汽压缩式制冷循环 25

2.2.2 制冷系统的主要设备 27

第3章 检验分选处理 31

3.1 易腐食品等级划分国内外概况 31

3.2 检验分选方法 32

第4章 冷却、冷冻与解冻 37

4.1 冷却工艺 37

4.1.1 果蔬预冷(冷却)工艺 37

4.1.2 肉类冷却工艺 45

4.1.3 水产品冷却工艺 46

4.1.4 鲜蛋冷却工艺 47

4.1.5 冷却对易腐食品的影响 48

4.2 冷冻工艺 51

4.2.1 食品冷冻工艺 51

4.2.2 冷冻方式分类及装置 54

4.2.3 冷冻对食品的影响 58

4.3 解冻 62

4.3.1 解冻工艺 62

4.3.2 解冻方式分类及装置 63

第5章 食品包装 67

5.1 食品变质的因素 67

5.2 包装材料的性质 70

5.3 食品的内包装 71

5.4 食品的外包装 73

第6章 冷库储藏技术 75

6.1 冷库的分类、组成和制冷工艺 75

6.1.1 冷库的分类 75

6.1.2 冷库的组成 77

6.1.3 冷库的制冷工艺 81

6.2 冷库典型应用 87

6.2.1 土建式冷库 87

6.2.2 装配式冷库 89

6.2.3 气调冷库 92

6.2.4 自动化立体冷库 101

6.2.5 冰温冷库 102

6.3 冷库的隔热和防潮 106

6.4 冷库的制冷工艺计算 108

6.5 冷库的节能 114

6.5.1 减少库房冷消耗	114	8.2 自动售货机	146
6.5.2 应用新技术节能	116	8.3 冷链末端设备的未来	147
6.6 冷库的管理	118	第9章 低温物流的信息化建设	149
6.6.1 冷库的操作管理	118	9.1 低温物流信息化建设的背景	149
6.6.2 冷库制冷系统的安全操作 管理	120	9.2 低温物流的信息化技术	151
6.6.3 冷库的卫生管理	121	9.2.1 定位技术	151
第7章 冷藏运输	124	9.2.2 数据采集技术	152
7.1 公路冷藏运输	124	9.2.3 可追溯技术	156
7.1.1 机械冷藏车	125	9.2.4 数据管理技术	160
7.1.2 液氮冷藏车	128	第10章 冷链中食品品质的控制	163
7.1.3 干冰冷藏车	130	10.1 品质控制方法	163
7.1.4 冷板冷藏车	130	10.1.1 原料品质的控制	163
7.2 铁路冷藏运输	131	10.1.2 前处理控制	164
7.3 水路冷藏运输	133	10.1.3 生产过程中的品质控制	164
7.4 航空运输	134	10.1.4 冷冻食品包装、鉴定的控制	165
7.5 冷藏集装箱	134	10.1.5 冷藏、运输和销售环节的 控制	166
7.5.1 冷藏集装箱的分类	135	10.2 HACCP体系在食品冷链中的 应用	167
7.5.2 冷藏集装箱的要求	137	10.2.1 HACCP的概念	167
7.5.3 冷藏集装箱的交接	139	10.2.2 HACCP的起源与发展	167
7.6 低温运输技术的节能	139	10.2.3 HACCP的特点	169
第8章 销售	141	10.2.4 HACCP的原理	169
8.1 冷藏陈列柜	142	10.2.5 HACCP在蔬菜冷链中的 应用	172
8.1.1 冷藏陈列柜的分类	142	参考文献	176
8.1.2 冷藏陈列柜货品的摆放	144		
8.1.3 冷藏陈列柜的选择	144		
8.1.4 冷藏陈列柜的节能	145		

绪 论

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，市场对生鲜食品的品质、种类的要求亦越来越高。跨地域易腐食品的流通与消费日趋广泛，使得低温物流技术渗透到了人们的日常生活之中，成为提高人们生活质量的重要手段。

在此背景下，社会对食品的冷藏运输、节能储藏等需求日益增多。以我国目前易腐食品的经销情况来看，如能采用先进的技术，最大限度地减少易腐食品的消耗，易腐食品的商品价值将有很大的上升空间，展现出这个行业中蕴藏着的巨大的经济利益。因此，低温物流技术的应用可以说是易腐食品（果蔬、肉禽、水产等）生产与流通的一次现代化革命。

1. 低温物流的概念

低温物流（Cold chain）是指通过利用制冷技术使易腐食品在生产、加工、运输、销售等各个环节中保持适宜的低温状态，最大限度地减少易腐食品的损耗并保持易腐食品品质的流通活动过程。

低温物流体系离不开“冷”，同时各环节环环相扣缺一不可，一旦某一环节操作不当，便有可能造成整个体系的不可逆损失，因此也称之为冷链。在日本大辞典中冷链被描述为“低温流通体系”。

各国对冷链的定义异曲同工。欧盟对冷链的定义是针对低温物流系统发展状况不同的多个国家的，更强调实际操作的一致性和标准性。美国对于低温物流体系强调的是从“农田”到“餐桌”，更注重整个供应链的连续性，强调低温物流体系是一个不可分割的整体。日本则更重视低温物流体系各个流程的实际操作标准规范和直接的经济利益。欧美等发达国家对低温物流体系流通的安全性及体系建设都非常重视。欧美低温物流管理是在供应链运作中，以满足客户要求为目的，对货物、服务和相关信息在产地和销售地之间实现高效率 and 低成本的、正向和反向的流动所进行的计划、执行和控制的过程。

低温物流涉及多个环节以及学科领域，现代低温物流技术应是由三个基本名词汇合而成，它们分别是“物流技术”、“冷冻冷藏技术”、“电子信息控制技术”。

（1）物流技术 低温物流系统是一个生产流通过程。易腐食品从生产到销售会经历一系列的商品流通过程，其中包括加工、储藏、运输、销售等环节。低温物流系统同时也是一个商品服务的过程，一切以最大限度地保持商品的品质并减少其消耗为目的。低温物流在冷冻冷藏技术与先进电子控制系统的基础上进行生产、加工、物流配送以及车辆调度，以最优化的方案，满足供需双方的最大利益。低温流通过程不同于常温流通体系，它强调从源头到餐桌低温流通的完整性，比如肉产品经过加工后到分销点再到零售商，中间的温度不得高于制造商规定的温度，一旦其中某一环结长时间暴露在常温下，那么这批货物的品质将受到不可逆转的损坏。

（2）冷冻冷藏技术 冷冻冷藏技术是低温物流系统的技术保障，其具体应用见表 0-1。低温物流系统的每一个环节都离不开制冷技术。低温物流体系包括冷加工、储藏、运输配送、销售等过程。

表 0-1 冷冻冷藏技术的应用

物流环节	制冷技术的应用
冷加工	冷加工包括果蔬类预冷，畜禽类、水产类的分割、冷却或冷冻，蛋类的冷却，速冻食品、奶类以及冰激凌类在低温环境下的加工。制冷装置涉及预冷、冷却、冷冻装置以及速冻装置
储藏	储藏包括冷藏和冷冻。具体方式有普通冷库储藏、气调储藏、冰温储藏等。保持适宜的低温储藏环境以保持易腐食品的品质，减少由储藏环境引起的产品损耗，延长货架寿命
运输	在低温运输中，冷冻冷藏工具主要有铁路冷藏车、冷藏汽车、冷藏集装箱和小型冷藏箱等。在运输环节，要尽量减少温度波动，如选择合适的运输设备、规定常温下装卸货物最长装卸时间等
销售	销售包括大型批发站、中小型批发站、超市及自动售货机等。其主要制冷设备有中小型冷库、冷藏柜以及自动售货机等。销售环节除了为易腐食品提供适宜的环境外，还应在收货时作好记录、检查，把好维护消费者权益的最后一关

(3) 电子信息控制技术 先进的电子信息控制技术是低温物流行业时代发展的标志。为了达到高要求、高标准的行业建设，电子信息控制技术在低温物流行业有广泛的应用前景。由于低温物流中易腐食品的特性，不同产品对时间、温度、湿度等条件有不同的要求，并且这些环境条件在不同程度上直接影响着易腐食品的货架寿命以及商品价值。电子信息控制技术能够将低温物流中的各个环节整合起来，实现对温度等环境条件的监控，使物流信息透明化、可追溯性增强，方便企业规划管理、统筹安排。

随着科技发展，电子技术在低温物流行业迅速开展应用。目前，较为常见的电子技术应用有供应链管理系统（SCM）、地理信息系统（GIS）、无线射频识别技术（RFID）等。

低温物流行业集制冷、物流、食品生物、电子信息于一身，这正是一个现代化行业的特征。低温物流涉及的领域很广，包括食品、医药、鲜花等很多方面。本书中讲的低温物流主要是针对易腐食品的流通过程。

2. 我国的饮食结构

从 20 世纪 80 年代开始，冷冻冷藏食品在我国市场开始发展。随着经济的发展，人们的生活习惯、饮食结构和消费观念也发生了改变。近 20 年来的变化主要有以下几点。

1) 饮食结构变化。除了米、面等基本主食需求稳定增加外，肉禽类、鱼贝类、乳制品等副食品需求大幅增加，人们开始注重营养物质摄入的平衡。

2) 饮食种类多样化。以前人们的饮食主要是本地区内自给自足，现在交通网络不断发展，南北互通，各地的特色果蔬、小吃等通过特定的流通方式可以被全中国乃至全世界享用。

3) 饮食高品质化。随着人们生活水平的提高，人们对于食品的要求不再满足于解决温饱，健康和味道成为人们新的追求。人们越来越重视食品的安全与营养，越来越多的人能承受并愿意消费高成本的优质绿色食材、半成品以及一些高档食品。

易腐食品主要指在流通过程中不能保证适宜的低温环境时容易腐烂的食品，包括蛋奶类、肉制品、水产品、果蔬、速冻食品、冷饮等。近年来，冷鲜肉、鱼、冰鲜鸡等在全国范

围已经打开了市场,乳制品、米面制品、熟食、半加工食材也已经进入低温物流领域流通。冷冻冷藏食品几乎涵盖了人们日常饮食生活的所有食物,而低温物流为人们提供了更为绿色、健康、营养、可口的食物。

(1) 畜禽类产品 畜禽类产品是人们日常饮食生活中的重要组成部分。我国肉类的年总产量约为 6865.7 万 t,我国的猪肉产量和消费量都是世界第一位。除了猪肉生产需求在不断增长外,家禽和牛羊肉生产也持续增长,牛肉的年产量约为 613.4 万 t,羊肉年产量约为 382.6 万 t。

近年来不但肉制品的需求越来越大,而且以美味、营养、安全、健康为代表的高品质肉制品越来越成为消费的新趋势。随着肉制品企业的发展以及品牌肉制品市场的拓展,先进的冷冻冷藏技术以及规范的低温物流操作为实现标准化规模生产和销售,以及为进一步完善肉制品产业链奠定了坚实的基础。

(2) 农产品 我国目前蔬菜在田面积 9340 万亩,对市场信息、市场设施、物流配送、冷链系统的要求越来越高。随着城市化快速发展,城市周边耕地面积不断减少,蔬菜自给率明显下降,越来越多的大城市主要依赖外来菜。例如,北京的蔬菜自给率不足 20%。目前,农产品的流通一般要经历四个环节,即产地收购,中间运输,销售批发和终端零售。在一些大城市,果蔬批发可能还要分为一级批发、二级批发等。

为了避免过多中间环节的流通,鼓励农贸市场与农产品生产、流通企业和生产基地实现“农超对接”。同时还要求流通环节拥有强大的物流配送、先进的信息系统。

(3) 乳制品 我国的乳制品包括液态奶、酸奶和其他乳制品。液态奶在我国的城镇居民消费中所占比例最大,我国城镇居民人均乳制品消费量增长情况如图 0-1 所示。随着营养健康知识的普及,乳制品已经培育出稳定的消费群体,正逐渐成为人们的日常饮品,由即时街头消费转为固定家庭消费。从 1998 年开始,液态奶的消费量每年以超过 20% 的速度迅速增长。随着奶制品的多样化和城市冷链系统的不断完善,酸奶的销售量一直处于高速增长状态。

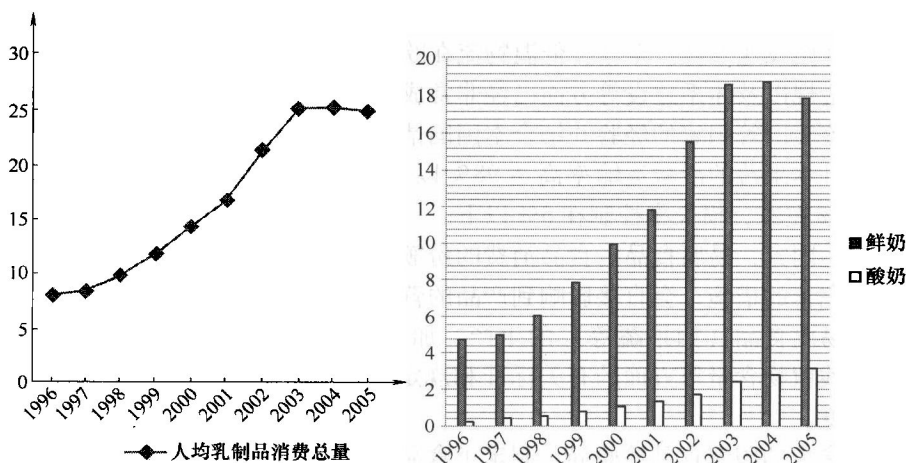


图 0-1 我国城镇居民人均乳制品消费量增长情况

乳制品市场的激烈竞争以及需求的不断发展扩大,大大促进了我国低温物流行业的发展

展,使得各项工艺环节趋于标准化。国内消费者保健意识逐渐增强,越来越多的人认识到,乳制品不但营养丰富、口感好还具有增强体质的功能。城市低温物流行业的迅速崛起为乳制品的大规模广域流通提供了必不可少的运营条件。如今,乳制品企业竞争激烈,低温物流技术不仅可以产品更加优质,还使产品价值增加,树立健康的品牌形象,形成自己的优势。

(4) 水产品 我国是世界渔业大国,水产品的生产总量和消费总量逐年增长,在世界上都占有绝对优势。在我国很多省市,水产品因为营养丰富、味道鲜美,已经成为餐桌上必不可少的一部分。

我国江河湖海沿岸城市如广州、湖北、大连等依旧是传统的水产品主产区和主销区,这些地区素有食用水产品的习惯,并且各有特色。我国水产品结构分布见图 0-2。由于水产品易腐的特性,传统水产品的销售模式中有 80% 以上都是本地消费,只有少部分销往外地。随着低温物流的发展,沿海城市 and 很多大中城市也都根据本地特色相继建立起水产品批发市场。很多批发市场集水产品冷藏、运输、批发、零售为一体,对水产品市场的快速发展起到了积极作用。另外,水产信息网络的建设也为水产品的产销提供了比较完整、系统、及时与准确的信息。

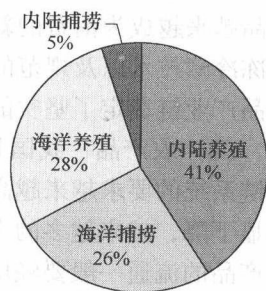


图 0-2 我国水产品结构分布

此外,我国外海、远洋渔船上大多配有冷冻冷藏装置,冷藏运输船也在渔业中广泛应用,水产品从冷藏运输船等渔船卸下后一般通过冷藏运输车或者冰鱼箱等工具进行低温流通,其鲜度以及综合品质有明显提高。越来越发达的低温物流网络同时也打开了中西部内陆地区的广大市场,打破了原有的区域自销模式,使水产品真正进入广域流通。

3. 国外低温物流的发展

如今,对于易腐食品的流通,冷冻冷藏是一个非常重要并且普遍的方法。低温物流对于食品行业是一个极其重要的组成部分。美国在 20 世纪 20 年代就提出了冷链的概念,随后 30 年代低温物流开始飞速发展。至今,低温物流在欧美国家发展已有百余年,在硬件设施、软件管理、法律法规以及体系建设等方面已经非常成熟。日本在 20 世纪 60 年代开始大力发展低温物流,借鉴美国等国家的经验并结合本国国情在低温流通领域取得了巨大的成就。

据统计,日本果蔬的冷藏运输率高达 98% 以上。英、美等发达国家易腐食品的低温物流运输率在 90% 左右,损失率控制在 5% 以下。

在欧美发达国家,易腐食品占食品消费的份额很大。由于这类产品有易腐的特性,如果不采取适宜和完善的措施,会直接影响到产品的营养价值和经济价值。因此,很多国家制定了一系列涉及易腐食品(如果蔬等)的生产、加工、销售、包装、运输、储存、标签、品质等级、农药残留物含量等方面的有关标准和规定,且对易腐食品进出口也有严格的检验、检测和认证制度。

美国、加拿大的国家食品检验局,制定了食品安全监督计划(FSEP),在肉类和家禽加工厂以及蔬菜、水果物流中广泛应用。这些国家十分重视消费者的满意度、物流公司的服务质量以及低温物流的设备要求。严格的体系制度以及相关行业协会的协助,使得易腐食品从生产加工到消费者之间的若干环节合理化,而且能在保障食品安全的基础上将损失降到最

低，创造最大的经济利益，最终实现“从农田到餐桌”低温物流全过程的食品安全控制与管理。

以美国为例，正是因为具有良好的低温物流环境（图 0-3），美国的水果、蔬菜等农产品在采摘、运输、储存等物流环节的损耗率仅有 2% 左右。在低温运输中基本全部使用冷藏车或者冷藏箱，采用铁路、公路、水路等多种方式联运，运用物流信息系统、EDI 技术、卫星定位系统（GPS）及无线射频技术等现代化技术，将生产、加工、储藏、运输、销售等各环节联合起来，通过相关法律、法规和规范操作对流程进行管理，尽最大可能地实现各环节无缝链接。

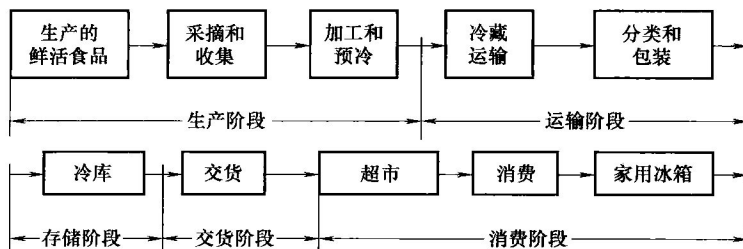


图 0-3 美国低温物流流程图

蔬菜从农田到餐桌的一般程序为采收、田间包装、分级、预冷、运输、销售等。蔬菜经过清选与杀菌、打蜡或薄膜包装进而分级包装。所有蔬菜包装材料均印有蔬菜名称、等级、净重、农家姓名、地址、电话等，实现冷链的可追溯性。包装后的果蔬一般会进行预冷，常见预冷方式有水冷、冰冷、空气预冷等。蔬菜经过前端加工后进入冷库，通过对产品的品质、经济性以及市场供求关系等因素进行综合考虑，最后选择合理的储藏时间进行储藏。产品出库后，由冷藏运输工具运输到达批发站冷库、自选商场冷柜、消费者冰箱等地，最后到达消费者的餐桌。

4. 我国低温物流的未来

我国的农畜产品产量巨大，但是损失也同样巨大。为解决这一问题，建立完善的低温物流体系、引进先进的冷冻冷藏设备和监控设备以及规范行业秩序都是目前我国低温物流行业的发展目标。

为了建立起以现代物流、连锁配送、电子商务、期货市场等现代市场流通方式为先导，以批发市场为中心，以集贸市场、零售经营门店和超市为基础，布局合理、结构优化、功能齐备、制度完善、有较高现代化水平的统一、开放、竞争、有序的易腐食品市场体系，低温物流体系建设主要从以下四个方面进行。

（1）低温物流模式建设 我国国情较为特殊，近 70% 的人口从事着初始农产品的生产，并且多数为单一农户生产方式，这就决定了我国的低温物流模式应该具有中国特色。一方面依靠农业龙头企业和大型食品企业，发展以核心企业为轴心的食品冷链体系，串联供应链上下游，逐步形成覆盖分类食品产业的冷链保障体系；另一方面在建设农产品绿色通道的基础上，建设连接农产品主产区和消费地的食品冷链主干网络，提高大批量食品物流的安全保障水平。

（2）低温物流人才教育的培养 低温物流涉及多个学科，既有管理知识又有工科知识，

因此,需要高等人才培养科研机构和学校进行相应人才的培养,为全社会培养高标准的低温物流人才。这一点,可以由通过以下途径实现。

1) 设立相关的低温物流专业,与市场要求相结合,培养相应的人才。

2) 进行“产、学、研”合作,即产业、学校、科研机构相互配合,以企业需求为导向,以高等学校为基础,为企业开设特色课程,创建特色教育,形成企业和学校合作的教育方式,促进低温物流的发展。

(3) 低温物流标准体系建设 食品低温物流是以低温环境为要求,以保证易腐食品品质为核心目的的供应链系统。因此,低温物流比常温物流系统更复杂并且要求更加严格。完善的低温物流体系涉及环节多并且要求高,它需要政府、行业组织和企业通力合作,单靠任何一方都是难以有效推进的。借鉴发达国家经验,完善技术管理手段和监管措施可以有效地推进低温物流行业的健康发展。

目前,涉及低温物流过程的国家标准也正在制定中,由于低温物流集合了多学科的综合知识,这个标准是多方面的。

1) 在低温物流过程中,制冷设备是最重要的保证,目前主要需要在机械设备方面,对一些新型的相关设备,如预冷设备等建立相应的标准。

2) 低温物流不同于一般的物流过程,在整个过程中,涉及质量监控、环境温度和洁净度控制、卫生管理和包装、冷藏运输等行为,相应的法规标准必不可少,如冷冻冷藏质量监控、冷库环境温度和洁净度控制、卫生管理和包装技术、冷藏运输温度控制等一系列标准。

3) 低温物流中的每一环节的工艺操作的需要统一的标准,如冷却工艺操作等。

(4) 提高经济效益 由于一些企业的操作不规范以及设备陈旧等原因,易腐食品损失巨大,整个物流费用可以占到产品成本的70%。而按国际标准,食品物流成本最高不超过食品总成本的50%。因此,冷链被有些人认为是“昂贵易耗损食品,无利可图”的供应链。但这也恰恰说明了我国低温物流行业有巨大的发展空间。提高企业利润的措施见表0-2。

表 0-2 提高企业利润的措施

提高企业利润的措施	
运输	1. 企业应根据易腐食品的具体情况选择最优的运输方式,如组织铁路、公路、水路、航空等方式联运 2. 使用先进的电子技术(EDI、GIS、RFID等),选择最佳路线并且对产品进行温度监控,平衡运输时间与运输方式之间的关系,在降低运输成本的原则上,尽可能减少运输时间,以减少易腐食品损耗
储藏	1. 建设节能型冷库。冷库是冷链中耗电量最多的设备之一,节能可以减少冷库使用的成本 2. 根据易腐食品的特性选择合适的冷库。可以根据易腐食品的批量大小、品种特质等在获得最大经济收益的基础上选择不同类型的冷库 3. 提高冷库的利用率。通过市场调研各季节易腐食品的品种需求情况,平衡各季节冷库中的储存情况,合理安排,使收益最大化
物流管理	企业实行共同配送。共同配送是企业联合起来建立共同配送中心,建立一个共存互利的关系。这种配送方式不仅降低了物流成本,节约了人力、物力,还充分利用了车辆、土地等资源

第1章 食品低温物流基础

1.1 物流概述

1. 物流与物流管理的定义

1985年,美国物流管理协会对物流的定义是:所谓物流,就是为了满足顾客需要而对原材料、半成品、成品及其相关信息从产地到消费地有效率或有效益地移动和保管进行计划、实施、统管的过程。这些活动包括但不局限于顾客服务、搬运及运输、仓库保管、工厂和仓库选址、库存管理、接受订货、流通信息、采购、装卸、零件供应并提供服务、废弃物回收处理、包装、退货业务、需求预测等。1998年美国物流管理协议会又一次对物流管理进行了重新定义:物流是供应链流程的一部分,是为了满足客户需求而对商品、服务及相关信息从原产地到消费地的高效率、高效益的正向和反向流动及储存进行的计划、实施与控制过程。

欧洲物流协会 European Logistics Association (ELA) 1994年公布的物流术语中,对物流管理下了这样的定义:物流是在一个系统内对人员或商品的运输、安排及与此相关的支持活动的计划、执行与控制,以达到特定的目的。

国家标准《物流术语》(GB/T 18354—2006)对物流的定义是:物品从供应地向接收地的实体流动过程。根据实际需要,将运输、储存、装卸、搬运、包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能实施有机结合。物流管理的定义是:为达到既定的目标,对物流的全过程进行计划、组织、协调与控制。

2. 供应链与供应链管理的定义

生产及流通过程中,涉及将产品或服务提供给最终用户所形成的网链结构称为供应链。在供应链管理的发展过程中,许多专家和学者提出大量的定义,反映了不同的时代背景,是不同发展阶段上的产物,可以把这些定义大致划分为三个阶段。

1) 早期的观点认为供应链是制造企业中的一个内部过程。

2) 后来供应链的概念注意了与其他企业的联系。

3) 最近供应链的概念更加注重围绕核心企业的网链关系,如核心企业与供应商、供应商的供应商乃至与一切前向的关系,与用户、用户的用户及一切后向的关系。

一般认为,所谓供应链其实就是由供应商、制造商、仓库、配送中心和渠道商等构成的物流网络。同一企业可能构成这个网络的不同组成节点,但更多的情况下是由不同的企业构成这个网络中的不同节点。比如,在某个供应链中,同一企业可能既在制造商、仓库节点,又在配送中心节点等占有位置。在分工越细,专业要求越高的供应链中,不同节点基本上由不同的企业组成。在供应链各成员单位间流动的原材料、在制品库存和产成品等就构成了供应链上的货物流。

供应链管理(Supply Chain Management, SCM)是一种集成的管理思想和方法,它执行

供应链中从供应商到最终用户的物流的计划和控制等职能。从单一的企业角度来看,是指企业通过改善上下游供应链关系,整合和优化供应链中的信息流、物流、资金流,以获得企业的竞争优势。

供应链管理是企业的有效性管理,表现了企业在战略和战术上对企业整个作业流程的优化。整合并优化了供应商、制造商、零售商的业务效率,使商品以正确的数量、正确的品质,在正确的地点,以正确的时间、最佳的成本进行生产和销售。

全球供应链论坛(Global Supply Chain Forum, GSCF)将供应链管理定义成:为消费者带来有价值的产品、服务以及信息的,从源头供应商到最终消费者的集成业务流程。

国家标准《物流术语》(GB/T 18354—2006)对供应链管理的定义是:对供应链涉及的全部活动进行计划、组织、协调与控制。

1.2 物流的基本功能与物流系统结构

1.2.1 物流的基本功能

物流系统的功能要素是指物流系统所具有的基本能力,这些基本能力有效地组合、联结在一起,便成了物流的总功能,便能合理、有效地实现物流系统的总目的。一般而言,物流的基本功能包括运输、储存保管、包装、装卸搬运、流通加工、配送和信息管理(图1-1)。

1. 运输

运输是物流的主要功能要素之一。按物流的概念,物流是“物”的物理性运动,这种运动不但改变了物的时间状态,也改变了物的空间状态。而运输承担了改变空间状态的主要任务,运输是改变空间状态的主要手段,运输再配以搬运、配送等活动,就能圆满完成改变空间状态的全部任务。

在现代物流观念未诞生之前,甚至就在今天,仍有不少人将运输等同于物流,其原因是物流中很大一部分责任是由运输担任的,是物流的主要部分,因而出现上述认识。运输活动包括供应及销售物流中的车、船、飞机等方式的运输,生产物流中的管道、传送带等方式的运输。对运输这一项功能要素的优化,应选择技术经济效益最好的运输方式及联运方式,合理确定运输路线,以实现安全、迅速、准时和经济的要求。

运输方式随着科技的进步不断演变,至今主要有铁路、公路、水运、航空、管道五种交通方式(图1-2、图1-3)。

2. 储存保管

在农业经济时期,储存保管的地位远远高于运输、装卸搬运等与物流相关的其他活动的地位。在传统经济中,储存保管也经常和运输处于共同重要的地位。在现代物流系统中,物流系统特别强调“流”的能力,而尽量减少储存保管活动以及其带来的消耗。但在现代物流技术还未能实现零库存的情况下,储存保管仍是物流中一个重要环节。

储存保管包括堆存、保管、保养、维护等活动。对仓储活动的管理,要求正确确定库存

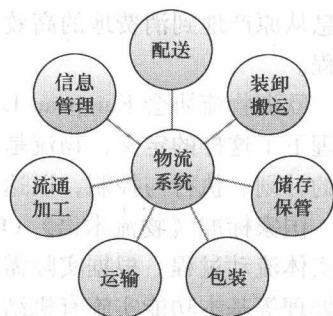


图 1-1 物流的基本功能

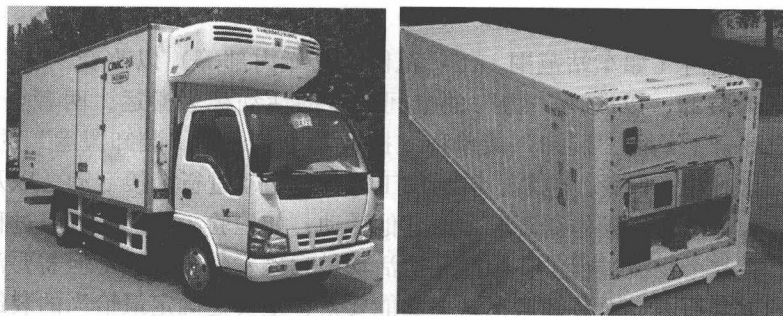


图 1-2 冷藏汽车与冷藏集装箱

数量,明确仓库以流通为主还是以储备为主,合理确定仓储制度和流程,对库存物品采取区别的管理方式,力求提高仓储效率,降低损耗,加速物资和资金的周转(图1-4)。

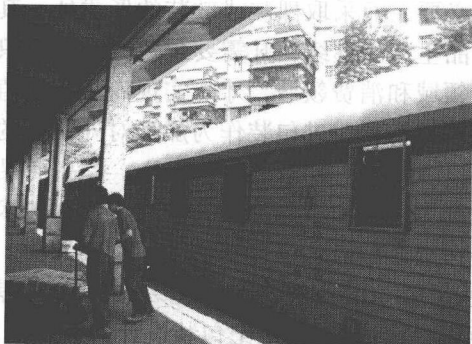


图 1-3 铁路冷藏车



图 1-4 冷藏库

3. 流通加工

流通加工又称流通过程的辅助加工活动。这种加工活动不仅存在于社会流通过程,而且存在于企业内部的流通过程中。所以实际上是在物流过程中进行的辅助加工活动。企业、物资部门、商业部门为了弥补生产过程中加工程度的不足,为了更有效地满足用户或本企业的需求,更好地衔接产需,往往需要进行这种加工活动。

4. 配送

配送是在经济合理区域范围内,根据用户要求,对物品进行拣选、加工、包装、分割、组配等作业,并按时送达指定地点的物流活动。

配送是物流进入最终阶段,以配货、送货形式最终完成社会物流并最终实现资源配置的活动。配送活动过去一直被看成运输活动中一个组成部分,看成是一种运输形式。所以,过去未将配送独立作为物流系统实现的功能,未看成是独立的功能要素,而是将其作为运输中的末端运输对待。但是,配送作为一种现代流通方式,集经营、服务、集存、分拣、装卸搬运于一体,已不是单单一种送货运输所能包含的,所以在现代物流管理中将其作为独立功能要素。配送已逐步成为企业发展的重要战略手段。