

LENGLIANWULIU
XITONGHUA GUANLI YANJIU

冷链物流 系统化管理研究

刘佳霓 著



武汉商业服务学院资助出版

LENGLIANWULIUXITONGHUA GUANLI YANJIU

冷链物流 系统化管理研究

刘佳霓 著

湖北长江出版集团
湖北教育出版社

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

冷链物流系统化管理研究/刘佳霓著.

—武汉:湖北教育出版社,2011.9

ISBN 978 - 7 - 5351 - 7095 - 8

I. 冷…

II. 刘…

III. 冷冻食品 - 物流 - 物资 - 管理 - 研究

IV. F252.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 190355 号

出版发行 湖北教育出版社

邮政编码 430015 电 话 027 - 83619605

地 址 武汉市青年路 277 号

网 址 <http://www.hbedup.com>

经 销 新 华 书 店

印 刷 武汉市新华印刷有限责任公司

地 址 武汉市江夏区纸坊古驿道 91 号

开 本 710mm × 1000mm 1/16

印 张 11.75

字 数 199 千字

版 次 2011 年 9 月第 1 版

印 次 2011 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5351 - 7095 - 8

印 数 1 - 2 000

定 价 30.00 元

如印刷、装订影响阅读,承印厂为你调换

序

自 2009 年国家颁布《物流业调整和振兴规划》以来，冷链物流得到社会各界的高度重视。2010 年 7 月国家发展与改革委员会公布了《农产品冷链物流发展规划》，标志着我国冷链物流进入了一个崭新的发展阶段。

冷链物流作为一个新兴产业，它的发展关系到民生的安全、社会的稳定，也是产业整合的必然结果。伴随冷链物流快速发展的将是产业界的一场深刻变革。从这个意义上说，刘佳霓老师推出的《冷链物流系统化管理研究》一书顺应了冷链物流的发展趋势，满足了行业企业的管理需求，填补了目前国内此方面研究的短缺，具有敏锐的专业视角和深刻的现实意义。

本著作负责人刘佳霓是武汉商业服务学院副教授，硕士，长期从事制冷与冷藏技术的理论研究和教学工作，是全国能源类制冷与空调专业教学指导委员会委员，湖北省制冷学会理事，于 2010—2011 年作为访问学者在华中科技大学做冷链物流管理方向学习和研究，主持了湖北省人文社科课题项目《我国冷链物流配送模式的探索与研究》、武汉市重点课题项目《冷链物流配送信息管理系统的研究及实现》，发表了《基于遗传算法的城市冷链物流配送路线成本最优化研究》《冷链物流管理中制冷技术的应用》等多篇专业论文，具有较强的研究能力和组织能力。

本著作以冷链物流经济链为背景，以冷链物流系统化管理为主线，着眼于技术设施管理、信息管理系统开发和共同配送模式研究，系统、深入地研究了冷链物流的价值主张，目标消费群，配送渠道，配送模式下的客户关系，资源配置，核心能力，伙伴关系，成本结构，以及收入模型等冷链物流技术和管理环节，提出基于时间成本和路程成本的比较方法，制订了基于最短路径的人工辅助优化方法，降低了冷链物流企业的运作成本，提高了物流企业的经济效益和管理效率；同时通过研究不同产品冷链物流配送模式的特征，探索冷链物流配送模式的适应范围，提出共性与异性的差别，结合研究内容、新技术、新理念提出了新的冷链物流配送模式，为我国冷链物流共同

配送模式的发展提供了理论支持。

本著作的创新之处体现在：对空气制冷技术的特点、优势、使用范围和冷链物流行业的发展趋势进行了分析和研究；探索了我国城市冷链物流配送的路线优化和成本控制问题，并进行了建模仿真分析；借鉴国内外先进的冷链物流配送信息管理系统，构建了冷链物流配送信息管理系统的开发实施模型并进行了开发实施。

本著作深入浅出，学术性、实用性强，可以为冷链物流企业的技术管理人员提供帮助，也可从事冷链物流管理研究的研究人员提供参考，还可为冷链物流的教学培训提供有益的参考，是一部值得推荐的好书。

我很欣喜地看到刘佳霓老师和她年轻的研究团队所做的努力和取得的成果，尽管在某些方面还有待进一步的研究和探讨，但他们的勇气、毅力和一往无前的精神值得大力推崇，希望刘佳霓老师和她的团队在教学和科研的道路上越走越远，为中国冷链物流的发展做出更大的贡献。

华中科技大学

陈焕新

2011 年 6 月 7 日

目录

第一章 冷链物流基础	1
第一节 冷链物流概述	1
一、什么是冷链	1
二、冷链的作用	1
三、冷链物流的适用范围	2
四、冷链物流的构成	2
五、冷链物流的特点	3
第二节 世界冷链物流业现状及发展趋势	4
一、冷链物流发展历程	4
二、世界冷链业发展现状及特点	4
三、世界冷链业发展的动力	4
四、世界冷链业发展趋势	5
第三节 中国冷链物流业现状及发展趋势	6
一、中国冷链物流业发展现状及特点	6
二、中国冷链物流行业发展存在的问题	8
三、中国现代物流业发展趋势	9
第四节 中国冷链物流标准化建设	11
一、中国冷链物流标准化建设现状	12
二、现阶段中国冷链物流标准化管理现状	13
第二章 冷链物流技术设施管理	16
第一节 冷库及其制冷设备管理	16
一、冷库概述	16
二、冷库的运行与管理	22

三、我国冷库建设的现状与规划	42
四、世界冷库行业的现状及发展趋势	47
第二节 冷链运输技术设备	49
一、冷链运输概述	49
二、冷藏集装箱运输技术	50
三、公路冷链运输技术设备	56
四、铁路冷链运输技术设备	60
五、水路和航空冷链运输技术设备	71
第三节 先进技术在冷链物流中的应用	72
一、信息技术	72
二、蓄冷保温技术	74
三、杀菌保鲜技术发展	77
四、制冷技术	83
五、自动化技术	87
第三章 冷链物流配送模式研究	93
第一节 冷链物流配送模式	93
一、中国冷链物流配送现状	93
二、共同配送——适合中国国情的冷链物流配送模式	93
三、如何发展适合中国国情的共同配送模式	96
第二节 不同流通领域冷链物流配送模式探析	98
一、连锁超市冷链物流配送模式	98
二、现代餐饮业冷链物流配送模式	107
三、现代农产品物流配送模式	112
第三节 城市冷链物流配送路线成本最优化研究	118
一、城市冷链物流配送的特点	118
二、城市冷链物流配送成本分析	118
三、城市冷链物流配送问题描述	119
四、利用遗传算法求解配送路线优化问题	119
五、考虑时间成本的人工辅助优化设计	122
第四章 冷链物流配送信息管理系统开发与研究	125
第一节 冷链物流信息管理系统	125

一、冷链物流信息系统	125
二、冷链物流信息系统的结构以及功能描述	126
第二节 冷链物流配送信息管理系统开发	133
一、冷链物流配送信息管理系统的设计目标	133
二、冷链物流配送信息管理系统的业务需求分析	134
三、冷链物流配送信息管理系统结构与开发技术	136
四、冷链物流配送信息管理系统设计概要	137
五、冷链物流配送信息管理系统详细设计	139
第五章 不同类型产品冷链物流体系研究	147
第一节 肉类产品冷链物流	147
一、肉类产品特点	147
二、肉类产品冷链需求分析	148
三、肉类冷链物流操作模式	149
第二节 水产品冷链物流	151
一、水产品特点	151
二、水产品冷链需求分析	152
三、水产品冷链物流操作模式	155
第三节 果蔬冷链物流	157
一、果蔬产品特点	157
二、果蔬产品冷链需求分析	159
三、果蔬产品冷链物流操作模式	161
第四节 冷饮、乳制品和速冻食品冷链物流	163
一、冷饮和乳制品冷链物流	163
二、速冻面米食品冷链物流	169
第五节 医药冷链物流	173
一、医药产品特点	173
二、医药产品冷链需求分析	173
三、医药产品冷链物流操作模式	175
四、强生公司中国区域冷链物流实例分析	176
后 记	178

第一章 冷链物流基础

第一节 冷链物流概述

一、什么是冷链

冷链是指为保持新鲜食品及冷冻食品等的品质，使其在从生产到消费的过程中，始终处于低温状态的配有专门设备的物流网络^①。可见在我国，冷链是泛指易腐食品从产地收购或捕捞之后，在产品加工、贮藏、运输、分销和零售，直到消费者手中的各个环节始终处于产品所必需的低温环境下，以保证食品质量安全，减少损耗，防止污染的特殊供应链系统。

关于冷链的定义，各个国家有所不同。欧盟定义冷链为：从原材料的供应，经过生产、加工或屠宰，直到最终消费为止的一系列有温度控制的过程。美国食品药品监督管理局这样定义冷链：贯穿从农田到餐桌的连续过程中维持正确的温度，以阻止细菌的生长。

二、冷链的作用

作为一个普通消费者，在综合大卖场、超市或是传统的菜场购买肉类、乳制品、冷冻的包装食品等一系列需要温度控制来保鲜的产品时，除考虑产品是否是货真价实，无造假、伪劣和质量可靠外，有没有考虑到这些产品是

^① 《中华人民共和国国家标准物流术语》，国家技术监督局发布。

如何从生产厂家配送到零售终端的呢？因为再好的产品如果由于运输和储存中的问题而造成不新鲜，不但会影响营养和味道，更严重的还会对身体健康产生不利影响，因此非常温产品在整个供应链中的质量保证是非常重要的，但是这背后的供应链则往往是广大的消费者无法了解到的。

冷藏和冷冻食品需要一个完整的冷链物流对货物进行全程的温度控制（根据相关的标准），以确保食品的安全，包括装卸货物时的封闭环境、储存和运输等等，一个环节都不能少。由此看来，冷链是以保证冷藏冷冻类食品品质为目的，以保持低温环境为核心要求的供应链系统，通过对温度进行监控，以保证其品质的优良性和安全性。完整的冷藏食品供应链是食品安全不可或缺的元素。

三、冷链物流的适用范围

目前，冷链物流的适用范围分为三类：

- ◆初级农产品：蔬菜、水果、肉、禽、蛋、水产品、花卉产品等。
- ◆加工后食品：速冻食品、禽、肉、水产等包装熟食、冰激凌和奶制品等。
- ◆特殊商品：药品和疫苗等。

食品冷链是以保证易腐食品的品质为目的，以保持低温环境为核心要求的供应链系统，所以它比一般常温物流系统的要求更高、更复杂，建设投资也要大很多，是一个庞大的系统工程。

四、冷链物流的构成

冷链是随着制冷技术的进步、物流的发展而兴起的，是以冷冻工艺学为基础、制冷技术为手段的低温物流过程。冷链物流流程构成如图 1-1 所示。

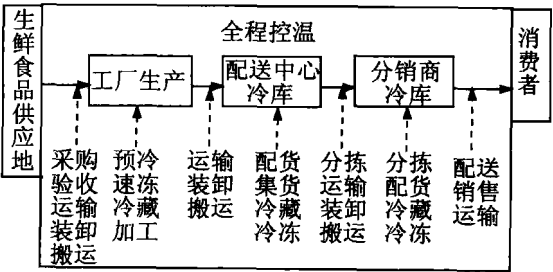


图 1-1 冷链物流流程

绝大多数的冷链物流由低温加工、低温贮藏、冷藏运输及配送、低温销售四个环节构成。

(1) 低温加工：包括肉禽类、鱼类和蛋类的冷却与冻结，以及在低温状态下的加工作业过程，果蔬的预冷、各种速冻食品和奶制品的低温加工等。在这个环节上主要涉及的冷链装备有冷却、冻结装置和速冻装置。

(2) 低温贮藏：包括食品的冷却储藏和冻结储藏、水果蔬菜等食品的气调贮藏等，保证食品在储存和加工过程中的低温保鲜环境。在此环节主要涉及各类冷藏库（加工间）、冷藏柜、冻结柜及家用冰箱等。

(3) 冷藏运输及配送：包括食品的中、长途运输及短途配送等物流环节的低温状态。它主要涉及铁路冷藏车、冷藏汽车、冷藏船、冷藏集装箱等低温运输工具。在冷藏运输过程中，温度波动是引起食品品质下降的主要原因之一，所以运输工具应具有良好的性能，在保持规定低温的同时，更要保持稳定的温度，长途运输中尤其重要。

(4) 低温销售：包括各种冷链食品进入批发零售环节的冷冻储藏和销售，它由生产厂家、批发商和零售商共同完成。随着大中城市各类连锁超市的快速发展，各种连锁超市正在成为冷链食品的主要销售渠道，在这些零售终端中，大量使用了冷藏（冻）陈列柜和储藏库，由此逐渐成为完整的食品冷链中不可或缺的重要环节。

五、冷链物流的特点

由于食品冷链是以保证易腐食品品质为目的，以保持低温环境为核心要求的供应链系统，所以它比一般常温物流系统的要求更高，也更加复杂。

(1) 高成本性：冷链物流比常温物流的建设投资要大很多，其冷库的建设、冷藏车的购置、制冷设备的运转均需要较高的投入。

(2) 时效性：易腐生鲜产品的不易储藏性，要求冷链物流必须具有一定的时效性，同时要求冷链各环节具有更高的组织协调性。

(3) 复杂性：整个冷链物流过程中，冷链需要复杂的制冷技术、保温技术、产品制冷变化机理和温度控制及监控等技术的支撑。而且，由于不同的冷藏物品都有其对应的温度控制和储藏时间，这就更加加大了冷链物流的复杂程度。

第二节 世界冷链物流业现状及发展趋势

一、冷链物流发展历程

冷链的起源要追溯至 19 世纪上半叶冷冻机的发明，随着电冰箱的出现，各种保鲜和冷冻农产品开始进入市场，进入消费者家庭。到 20 世纪 30 年代，欧洲和美国的食品冷链体系已经初步建立。40 年代，欧洲的冷链在二战中被摧毁，但战后又很快重建。现在欧美发达国家已形成了完整的食品冷链体系，英、美、日等国家易腐食品物流过程的冷藏率已达 100%。

二、世界冷链业发展现状及特点

随着技术的进步和社会需求的增长，冷链物流在发达国家得到了广泛应用。据资料显示，美国、日本等国家的冷链流通率达到 95%，东欧国家达到 50% 左右。以蔬菜为例，为了保证质量和降低损耗，非常重视蔬菜采摘后处理的各个环节。一般程序为：采收和田间包装→预冷→清选与杀菌→打蜡或薄膜包装→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，以保证信誉。蔬菜始终处于低温条件，形成一条完整的冷链，即田间采后预冷→冷库→冷藏车运输→批发站冷库→自选商场冷柜→消费者冰箱。由于处理及时得当，蔬菜在加工运输环节中的损耗率仅为 1%~2%。食品在冷链系统中运行，保证了品质，减少了损耗，提高了产品附加值，产生了巨大的经济效益和社会效益。

综观世界冷链物流发展，主要呈现冷库数量持续增加、现代化程度较高、行业集中度不断提高等特点。

三、世界冷链业发展的动力

刺激冷链业发展的原动力来源于以下几点：

第一，人口增长。因为冷链最终的环节是人，是消费者，所以人口增长是刺激冷链消费的一个重要原因。

第二，中产阶级人数和比例的增加，也就是消费者的消费层次的提高。发达国家冷链发展得好，是因为在发达国家，大部分中产阶级都愿意花更多的钱去买全程冷链的产品，注重食品的安全卫生、食品的保鲜度，随着中产阶级数量的增加，对冷链的需求量随之增加。

第三，超市和快餐的投资。超市和快餐，比如麦当劳、肯德基等快餐店要求全程冷链，消费者到这些冷链发展较好的快餐店就餐，承担了一部分冷链的追加费用，这也是刺激冷链发展的一个重要原因。

第四，国家给予企业发展冷链的政策和资金支持。各国政府从以往的食品安全问题中吸取教训，加强了食品安全的重视程度，制订冷链相关的发展规划，并大力推行冷链发展。

四、世界冷链业发展趋势

未来，随着全球经济的发展，冷链市场将会出现以下趋势：

1. 冷链运输需求强劲

就全球来看，北美和欧洲是保鲜食品的最大市场，而南美洲、非洲和澳大利亚等南半球国家是北美及欧洲保鲜食品的最大供应基地。由于保鲜食品的运输需求增加，冷藏车、冷藏船等冷藏供应链的队伍将不断壮大。

2. 信息化趋势

随着科学技术的迅速发展，冷链信息化的发展必然是未来世界发展的趋势。目前，很多食品冷链普及的国家，已经广泛采用无线互联技术、条码技术、RFID 监测技术、GIS 以及在仓储、运输管理中基于互联网的移动通信技术等。为了更好地实施冷链服务能力，冷链公司将会更重视自身的信息化建设，以此来提高自身的竞争力。

3. 冷链物流向系统化发展

为提高冷链效率和满足不同用户的需求，发达国家冷链物流企业已经由单环节的物流企业向跨行业、跨地域的一体化物流企业转变。

第三节 中国冷链物流业现状及发展趋势

一、中国冷链物流业发展现状及特点

我国冷链行业起步于 20 世纪 50 年代，目前肉类、农产品冷链流通率仅为 15%，果蔬产品和水产品冷链流通率分别为 5% 和 23%，与发达国家相比存在很大差距。

近年来我国冷链发展迅速，主要体现在以下方面：

1. 冷链物流需求增幅加快

随着人民生活水平的提高以及生活节奏的加快，冷冻冷藏食品需求迅猛增长，食品冷链物流行业迎来了较大的发展空间，以肉制品、速冻食品、乳制品等为代表的冷链食品发展较快。

(1) 肉制品市场需求分析。我国肉制品加工业正处在成长期，消费群体迅速壮大，产量与销售额持续增长。在未来 10 年内，肉类加工业将进入一个新的高速发展时期。肉类食品的消费除在城市仍有扩展的余地外，在农村有着更大的增长潜力。随着中国农村城市化进程的加快和农民收入水平的提高，肉类食品消费数量会在较长时期内持续增长。

(2) 速冻食品市场需求分析。速冻食品是利用现代速冻技术，在 -25°C 迅速冻结，然后在 -18°C 或更低温度条件下贮藏并远距离运输、保存的一种新兴食品，常见的有速冻水饺、速冻汤圆、速冻馒头等。从 1995 年起，我国速冻食品的年产量每年以 20% 的幅度递增，年产量接近 1000 万吨。据不完全统计，近年来，我国现有各类速冻食品生产厂家近 2000 家，年销售额达 100 亿元。

速冻食品品牌中，三全、思念占据重要位置，并均以超过 10% 的市场占有率雄居第一集团。第二集团品类众多，但每一种所占市场份额均十分有限。

速冻食品对贮藏运输要求十分严格,必须保证在 -18°C 以下。目前,专业化、社会化、并能不断适应市场变化的速冻食品冷链配送体系尚未形成。

(3) 乳制品市场需求分析。乳制品包括液态奶、各种奶粉和其他乳制品等。自1990年以来,我国以牛奶为主的乳制品进入快速发展期。1990~2007年,年平均增长率为12.1%,位居世界第一。2005年产量达到2864.8万吨,人均占有量达到22千克。快速增长的乳制品行业给冷链物流带来了巨大的需求。

一般情况下,生产的鲜奶都需要运至乳品厂进行加工,属于鲜度要求严格的商品,天天都要配送。如果运输不当,会导致鲜奶变质,造成重大损失。为保证质量,鲜奶运输有特殊的要求。因此,高质量的冷链物流运作对促进乳制品行业的发展有至关重要的意义。

2. 冷库、冷藏车等基础设施资源加速增长

截至2009年年底我国冷库接近3万座,冷库总容量为6137.39万立方米,年营业额在500万元以上(含500万元)的食品冷冻、冷藏企业超过2万家(包含加工企业内的冷库车间及冷藏库)^①。但由于我国经济发展具有地域性特点,对低温冷藏产品的需求也具有地域性的特点,因此,冷库的地域性特点比较明显,主要集中在东部和中部地区。

2002~2008年,中国冷藏汽车每年的销售量4000多辆,年均需求增长率维持在10%左右。截至2010年6月,我国冷藏汽车和保温汽车产量共为2980辆,与2009年同比上升109%,其中冷藏车产量为2788辆,与2009年同比上升117%。

3. 冷链制度正在逐步完善

2007年,《易腐食品机动车辆冷藏运输要求》正式颁布施行;2009年,《物流业调整和振兴规划》中重点强调了要发展农产品和食品冷链物流体系;2001年1月,全国物流标准化技术委员会冷链物流分技术委员会正式成立;2010年上半年,国家发改委出台《农产品冷链物流规划》,计划到2015年极大缓解我国冷藏技术设施不足的问题。由此可见,中国冷链的制度完善之路正在大步前进。

① 《2010年中国仓储行业发展报告》。

4. 冷链物流信息技术开始发展

随着现代科技的不断发展,先进的信息技术也不断在我国的冷链物流产业中应用。例如,冷藏车载 GPS 定位系统是冷链信息技术的重要方面。利用多采点智能温度计与冷藏车载 GPS 系统实现无缝对接,能够迅速准确地记录和回传冷藏车厢体内的多点温度,使冷藏运输温度监控借助 GPS 系统在 Internet 和移动通信系统中实现。

RFID 监测技术是冷链物流信息技术发展的趋势之一。利用 RFID 技术,将温度变化记录在“带温度传感器的 RFID 标签”上,对产品的生鲜度、品质进行细致、实时的管理。另外,RFID 还可扩展为覆盖全冷链流程的冷链监测中心数据平台。企业或联盟成员通过口令获取相关数据,实现对冷链温度的全程、实时监控和预警,同时向消费者提供方便的查询手段,向社会公布产品的安全溯源信息。

二、中国冷链物流行业发展存在的问题

1. 完整的冷链体系尚未建成

根据有关资料,目前中国大约 85% 的肉类、77% 的水产品、95% 的蔬菜水果基本上是常温运输销售,每年仅果品腐烂近 1200 万吨,蔬菜腐烂 1.3 亿吨,经济损失严重。对比发达国家,加拿大已经形成完整的农产品冷链物流体系,蔬菜物流损耗仅为 5%。因此,中国冷链体系的建立需要政府的大力支持。

2. 冷链设施相对落后,运输效率低

近年我国冷链基础设施正在迅速增长,但相对于我国庞大的人口基数,冷库及冷藏车等资源的人均占有量仍旧偏低,部分基础设施陈旧且分布不均,亟待升级改造。冷藏运输是冷链物流的重要环节,中国冷链物流主要集中在铁路和公路运输。截至 2010 年,我国共拥有 59.4 万辆铁路货车,冷藏车 6587 辆,占铁路货车总量的 1.1%。公路冷藏车保有量在 5 万辆左右,仅占货运汽车的 0.3%。从运输情况看,受我国铁路资源等因素限制,铁路冷藏运输与公路冷藏运输难以协同,严重影响冷藏运输效率。

3. 第三方物流比重低

由于受传统计划经济体制的影响,我国相当多企业仍保留着“大而全”的经营组织方式,从原材料采购到产品销售过程中的一系列物流活动主要依靠企业内部组织的自我服务完成,大量潜在的物流需求还不能转化为有效的市场需求。

目前,多数企业内部各种物流设施的保有率都比较高,成为企业经营资产中的一个重要组成部分。这种以自我服务为主的物流组织模式在很大程度上限制和延迟了工商企业对高效率的专业化、社会化物流服务需求的产生和发展,这也是当前制约我国冷链物流产业快速发展的一个重要“瓶颈”。

4. 员工素质不高

员工素质是决定企业发展速度的关键因素。现阶段,冷链物流公司的工作人员素质参差不齐,特别是一线工作人员缺少基本的专业培训,有的连基本的冷冻、冷藏知识都不懂,这严重影响了冷链物流企业的发展,也严重地影响了冷链企业所提供的冷链服务质量。

5. 信息化技术的应用程度不高

冷链物流信息化是物流产业发展的一个重要趋势。由于历史的原因,我国物流业信息化技术的应用程度并不高,真正建立了自己的冷链物流信息系统的企业不多。

6. 冷链企业经营规模小,管理水平不高

与国际知名的大公司相比,我国的冷链物流企业起步较晚,规模较小,公司品牌、运输网络等没有真正建立起来,很难形成规模效应。并且由于企业规模较小,有效的温度控制设施投入必然有限,高层次的冷藏物流供应链管理 and 操作人员流失严重,导致冷冻类产品在运输途中风险增多。

三、中国现代物流业发展趋势

1. 冷链物流体系的建立和不断完善

国家对冷链物流产业的重视将促使冷链物流体系的建立与完善。2010年7月,由发改委颁布的《农产品冷链物流规划》(以下简称《规划》)标志着我国有关部门对冷链物流的空前重视。该《规划》提出到2015年,建成一