

包装材料与技术丛书

特种包装技术

钱俊 王武林 余喜 刘冬林 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

• 北 京 •

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

特种包装技术/钱俊等编著. —北京: 化学工业出版社,
2003. 11
(包装材料与技术丛书)
ISBN 7-5025-4872-6

I. 特… II. 钱… III. 包装材料 IV. TB484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 093992 号

包装材料与技术丛书
特种包装技术

钱俊 王武林 余喜 刘冬林 编著
责任编辑: 丁尚林
文字编辑: 徐雪华
责任校对: 陈 静
封面设计: 郑小红

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
材料科学与工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
中国纺织工业出版社印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订
开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 10 $\frac{1}{4}$ 字数 270 千字
2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-4872-6/TS·125
定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究
该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

目 录

第一章 绪论	1
第一节 包装概述	1
一、包装的定义	1
二、包装的分类	1
第二节 特种包装技术的沿革	2
一、包装技术的定义	2
二、早期和发展中的特种包装技术	2
三、现代阶段的特种包装技术	3
第三节 特种包装技术的发展特点及案例	5
一、包装材料引起的包装技术的变革	5
二、包装工艺的革新带来的影响	8
三、包装技术本身的革新	9
四、包装理念的变化引起的包装技术革新	9
第四节 20 世纪包装的发展	11
一、世纪之初包装的起步	11
二、二三十年代包装进一步发展	13
三、四五十年代塑料崭露头角	15
四、六十年代世界包装组织迅猛发展	16
五、七十年代绿色包装展露锋芒	17
六、八九十年代中外包装蓬勃发展	18
第二章 收缩包装技术	22
第一节 概述	22
一、收缩包装的定义	22
二、收缩包装的特点	22
三、收缩包装的应用	23
第二节 收缩包装薄膜	23
一、收缩薄膜的种类与性能	23

二、薄膜的加工方法	26
三、新型收缩包装薄膜	26
第三节 收缩包装的工艺及方法	29
一、收缩包装的工艺过程和方法	29
二、收缩包装裹包的方法	29
三、大型全自动收缩包装线实例	33
第四节 热收缩包装机	34
一、热收缩包装机的构成	34
二、国内常用热收缩包装机	36
第五节 收缩包装的开封方法及其发展趋势	37
一、收缩包装的多样化	37
二、实现易开封的难度	39
三、市场上销售的商品例	40
第六节 前景展望	42
第三章 拉伸包装技术	44
第一节 概述	44
一、拉伸包装的定义及特点	44
二、拉伸包装的优点	45
三、拉伸薄膜包装适用范围	46
第二节 拉伸包装薄膜	47
一、拉伸薄膜的性能及其选择	48
二、拉伸包装薄膜的分类和发展趋势	49
三、常用的拉伸薄膜	50
第三节 拉伸包装方法及操作	51
一、按薄膜拉伸方法分类	51
二、按裹包方法分类	52
三、按用途分类	53
第四节 预拉伸薄膜裹包机	59
一、预拉伸薄膜包装机及其操作	59
二、提高紧固力及效率的要点	61
三、如何尽量发挥预拉伸薄膜包装机的经济效益	61
第五节 收缩包装与拉伸包装的比较与选用	62
第四章 真空包装技术	66

第一节 概述	66
一、真空包装的定义	66
二、真空包装的原理	66
三、真空包装的应用	68
第二节 真空包装材料	69
一、包装材料的性能	69
二、食品真空包装材料	70
三、典型食品真空包装材料	72
第三节 真空包装形式和方法	77
一、真空包装的基本形式	77
二、真空包装包装产品的方式	77
第四节 真空包装机械	78
一、概述	78
二、真空包装领域的新课题	79
第五节 真空包装实例——饼干真空包装防氧化研究	79
一、实验	80
二、实验结果	80
三、讨论	81
第六节 真空吸塑包装	83
一、真空吸塑包装的工作原理	83
二、包装用材料的性能要求	84
三、真空吸塑包装机械	85
四、吸塑包装的经济价值与发展前景	85
第五章 充气包装技术	88
第一节 概述	88
一、充气包装的定义	88
二、充气包装的原理	88
三、充气包装的优越性及应用	90
第二节 充气包装材料	93
第三节 充气包装常用气体	93
第四节 充气包装机及气体比例混合系统	95
一、充气包装机简介	95
二、充气包装机中气体比例混合的原理和方法	95

三、常用充气包装机型	100
四、充气包装机的研发	101
第五节 充气包装方式	103
一、气体冲洗式	104
二、真空补偿式	104
三、真空膜式	106
第六节 充气包装技术前景展望	106
第七节 充气包装实例——荔枝的充气包装储藏研究	108
一、材料与方法	108
二、结果与分析	109
三、结论	111
第六章 无菌包装技术	112
第一节 概述	112
一、无菌包装的产生、概念及原理	112
二、无菌包装的材料、容器及形式	114
三、国内外无菌包装发展现状和趋势	118
第二节 无菌包装体系的杀菌技术	124
一、被包装物品的灭菌技术	124
二、包装容器（或材料）的灭菌技术	127
三、包装系统机械设备及其操作环境的灭菌技术	130
四、高新技术与灭菌	132
第三节 无菌包装系统	132
一、按包装形式不同分类	132
二、按包装材料不同分类	134
三、按包装容器形式的不同分类	135
第四节 无菌包装技术的特点	137
一、无菌包装技术的优越性	137
二、无菌包装技术的主要不足	137
三、无菌包装的技术要点	138
第五节 辐照无菌包装	138
一、辐照无菌包装技术的由来	138
二、辐照无菌包装的特点和性能	139
三、辐照无菌包装技术的发展前景	140

第七章 脱氧包装技术	141
第一节 概述	141
一、氧的特性	141
二、氧对不同包装物的影响	142
第二节 脱氧包装的特点和方法	146
一、脱氧包装的特点和要求	146
二、脱氧包装技术	148
第三节 常用脱氧剂及其作用机理	149
一、脱氧剂在包装中的作用	149
二、常用的脱氧剂及其作用机理	150
三、脱氧剂的研制和应用现状	154
第八章 防伪包装与防盗包装	155
第一节 防伪技术发展史及现状概述	155
第二节 防伪包装	156
一、定义	156
二、防伪包装的主要特点	156
三、防伪包装的作用	157
四、防伪包装技术的分类	157
第三节 在产品包装设计中使用的防伪技术	158
第四节 防伪包装中的功能材料	160
一、功能包装材料概况	160
二、防电磁功能包装	163
三、多功能性包装	165
第五节 油墨技术在防伪包装中的应用	167
一、防伪包装常用油墨	167
二、防伪油墨	170
第六节 后印刷防伪	177
一、后印刷技术	177
二、后印刷技术的设备选择	178
三、喷墨编码技术	180
第七节 防伪印刷技术	186
一、纸张防伪	186
二、印刷技术	188

第八节 最新防伪技术	191
一、强防伪灌瓶塞	191
二、移动数码防伪	191
第九节 一线防伪与二线防伪包装技术的应用与发展	192
一、概念及特点	192
二、应用技巧及其分析	194
三、一线防伪与二线防伪包装的发展	199
第十节 防盗包装	200
一、非复位性防盗包装	200
二、辅助技术防盗	206
第九章 绿色包装和纳米包装	207
第一节 绿色包装	207
一、绿色包装的兴起	207
二、绿色包装的定义	208
三、绿色包装的内涵	208
四、绿色包装的基本准则	208
五、绿色包装的分级	209
六、包装的绿色标识与法规	209
七、绿色包装的主要手段	211
八、绿色包装的设计	217
九、环保油墨与绿色印刷	217
十、我国积极发展绿色包装	222
十一、我国包装企业实现绿色包装的主要措施	223
十二、国外发达国家发展绿色包装的主要措施	224
第二节 纳米包装	226
一、纳米技术的概念	226
二、纳米包装技术概述	227
三、纳米技术在印刷和包装领域的应用	230
四、纳米包装应用前景	236
第十章 保鲜包装技术	238
第一节 概述	238
一、保鲜包装的产生和发展	238
二、保鲜包装材料	240

第二节 食品保鲜的机理、特点及方法	245
一、食品保鲜的原理和特点	245
二、食品保鲜包装的方法	248
第三节 国内外食品保鲜包装	252
一、国内外食品保鲜包装现状	252
二、食品保鲜包装技术的发展趋势和前景	259
第十一章 其他特种包装技术	265
第一节 防霉腐包装技术	265
一、概述	265
二、物品霉变的机理和特点	269
三、防霉腐包装技术及其分类	272
第二节 辐射及热成型包装技术	275
一、辐射包装技术	275
二、热成型包装技术	278
第三节 军用包装和医药包装技术	284
一、军用包装技术	284
二、医药包装技术	287
第四节 防辐射、防静电及其他包装技术	290
一、防辐射包装	290
二、防静电包装	291
三、微波包装	292
四、其他包装技术	294
第五节 未来包装技术的发展趋势	306
一、概述	306
二、包装新技术和发展趋势	307
三、应用先进技术, 开发我国市场	309
参考文献	310

前 言

包装是随着生产力的发展而不断发展的，它是商品有效组成部分，是科学技术的集中体现，是艺术和工程的完美结合，随着人类社会的发展，包装越来越散发出其独有的魅力。

特种包装技术是一种相对名词，它是随着时代的发展其内涵不断发生变化，是时代和社会的需求促进了包装的不断变革，不断产生新的包装技术，即相对当时的包装技术来说是一种特种包装技术，因此特种包装技术更是时代科技的体现。特种包装技术发展至今，不仅仅是利用物理和化学手段来防范一些不利于商品的自然因素的影响，更是人类认识自然，持续发展的结晶，是人类思想冲撞净化的过程。

本书简述了特种包装技术沿革，全面介绍了收缩包装技术、拉伸包装技术、充气包装技术、无菌包装技术、脱氧包装技术、防伪包装技术、防盗包装技术、绿色包装技术、纳米包装技术、保鲜包装技术等特种包装技术。全书理论和实践结合紧密，列举了许多实例，具有较强的实用性。本书可供从事包装工作的技术人员、研究人员及管理人员使用，也可作为高等院校包装专业的教辅书。

本书由钱俊担任主编。第1章、第8章第10节是由钱俊编写，第2章、第3章、第4章、第5章由余喜编写，第6章、第7章、第10章、第11章由王武林编写，第9章和第8章其余部分由刘冬林编写。全书由钱俊统一定稿。

书中参考文献不分先后。有些文献由于各种原因没有罗列上，在这里深表歉意和并致以真诚的谢意！

由于水平有限加之时间仓促，书中难免有所遗漏、不足甚至错误，恳请读者批评指正。

作者

2003年10月于珞珈山武汉大学

出版者的话

包装是指在运输和保管物品（商品）时，为了保护其价值及原有状态，使用适当的材料、容器和包装技术包裹起来的状态。

由此定义可知，包装材料与技术 在包装中占有十分重要的地位。一种包装材料的研究、开发与应用可引起包装方式发生革命性的改变。

从宏观上看，包装的功能表现为两个方面：一是自然保护功能，如防压、防震、防变质等；二是社会识别功能，如经济价值、伦理作用、生产方式、生活水平、审美爱好、历史文化、心理需求、流行时尚等不同功能。

包装使商品生产区别于产品生产，且能激发消费者的购买欲望，促进销售，繁荣经济，提高人们生活水平。

现代包装是从 20 世纪 30 年代开始兴起，到 80 年代末基本形成了比较完整的包装学科理论体系。我国的包装行业在 80 年代初才开始发展起来，现在正呈快速发展的趋势。与国外相比，我国目前的包装行业还比较落后，主要表现为企业规模小，设备差，技术落后，资金、原材料、劳动力等消耗偏多，属低效益粗放型经营。由于包装材料与技术的不足，严重影响了我国产品的对外输出，这表明，我国的包装行业还存在巨大的发展空间与发展前景。

为了促进我国包装行业的迅速发展，带动我国商品经济的繁荣，我社组织了包装行业的众多知名专家，规划出版了《包装材料与技术丛书》，本丛书包括以下各分册。

包装概论

商品包装知识与技术问答

纸包装材料与制品

纸包装印刷技术

塑料包装材料与制品

塑料包装印刷技术

软质塑料包装技术

塑料包装容器设计

金属包装容器——结构设计、成型与印刷

功能性包装材料

食品包装实用新材料新技术

实用食品包装技术

农产品保鲜包装技术

包装管理、标准与法规

包装材料、容器与选用

特种包装技术

包装材料的回收利用与城市环境

本丛书将于 2003 年底全部出版，以后再根据行业发展需要进一步补充完善。

本丛书的特点是具有较强的实用性与先进性，力求全面反映现代包装材料与包装技术的现状与最新进展。是从事包装行业的技术人员与管理人员的良好参考书，也可以作为大专院校包装专业师生的教学参考书。

化学工业出版社

2003 年 3 月

第一章 绪 论

第一节 包 装 概 述

一、包装的定义

现代包装是一门跨行业、跨部门、多学科相互渗透的边缘学科。特别是现代科学技术高速发展的今天，包装新材料、新设备、新技术日新月异，现代包装作为一新兴行业，有着很大的发展空间和潜力。

包装作为现代商品生产不可缺少的构成部分和外部形式，融合在各类商品的开发设计和生产之中，保护所有商品进入流通过程。人类社会的发展不断赋予包装新的内涵，所以，不同时期各个国家对包装的理解定义也不尽相同。过去人们普遍认为，包装就是以转运流通物质为目的包裹扎捆以及容装物品的手段和工具。借鉴发达国家对包装的定义，我国 1983 年在国家标准中对包装的定义是：为在流通中保护产品，方便储运，促进销售，按一定的技术方法所采用的容器、材料和辅助物的总体名称。

二、包装的分类

产品千差万别，对应包装也各不相同。因此对包装应从不同角度对其加以分类，才能更全面地了解包装的外延和内涵。

① 按包装功能分：内销包装、出口包装，以及特殊的包装如陈列包装容器、冷藏包装容器。

② 按包装材料分：纸包装、塑料包装、金属包装、玻璃包装、陶瓷包装等。

③ 按使用方法分：食品包装、药品包装、文教用品包装、烟酒包装、水泥包装等。

④ 按包装结构分：运输包装、封闭式包装、悬挂式包装、罩

泡式包装、喷雾包装。

⑤ 按包装形态分：（内）包装、中包装、大（外）包装等。

⑥ 按包装目的分：运输包装、销售包装，也可分为防潮包装、防震包装、真空包装、缓冲包装、保鲜包装等。

⑦ 按包装造型结构分：箱、盒、桶、袋、罐、坛、缸、瓶、管、筐、篮、篓、笼等。

⑧ 按包装处理分：一次性包装和回收性包装。

⑨ 按包装技术与方法分：防霉腐包装、防潮包装、防水包装、防湿包装、无菌包装、真空包装、充气包装、防盗包装、防伪包装等。

⑩ 按产品的形态分：固体包装、液体包装、气体包装。

⑪ 按数量分：单件包装、组合包装、集合包装。

通常一般把包装分为运输包装与销售包装两大类，运输包装主要是减少破损，减低流通费用等。后者主要是促进销售。

第二节 特种包装技术的沿革

特种包装技术是一个相对的概念，它具有鲜明的时代特点，是产品发展和社会需求提升的产物，不可能有很严格的定义，但总体来说，特种包装技术是随着生产力的发展，为了满足人类不断提升的物质和精神需求而产生的新包装技术。

一、包装技术的定义

包装技术尚没有严格的定义，一般是指研究包装过程中所涉及的技术的机理、原理、工艺过程和操作方法的总称。包装过程包括产品包装成件，然后进入商品流通领域的全过程，它是包装的一个子系统。

二、早期和发展中的特种包装技术

原始社会物质匮乏，人们主要靠天然食品和物质来维持生命，对于人类来说，第一要旨是保存生命。因此人类利用天然物质主要去盛装食物和水，如利用荷叶盛水，用葫芦装药，这时还算不上真正的包装，只能算是广义的包装。包装的作用仅仅是容纳物品，根

本谈不上任何包装技术。

到了奴隶社会，物质逐步丰富起来，生产力得到了发展，人们利用天然物质作为包装材料，经过一次加工，制成草袋、草绳、柳条筐、麻袋，并出现了青铜、陶瓷等。这种包装采用手工的方式进行，这属于包装的初级阶段，是包装技术的萌芽，但相对当时生产力技术和水平来说应该属于特种包装技术范畴。也就是说，包装的每一次发展都意味产生了一种新的形式和手段，意味着一种相对于当时的包装技术得到应用，因此包装的发展过程就是特种包装技术不断产生，成为普通包装技术的过程。

在奴隶社会后期和封建社会，社会生产力得到了进一步提高，人类的需求越来越多样化、广泛化，对生活有了享受的欲望，这时的人类已不再仅仅满足食、住，开始出现化妆品之类的产品及相应的包装。在中国几千年的历史中，酒文化一直是中国文化的一部分，“李白斗酒诗百篇”，“牧童遥指杏花村”等关于酒的佳话流传至今。因此酒的保存、储藏成为这种文化的需求了，利用酒罐、陶瓷并用封缄等方法进行保存就成为当时的特种包装技术。

随着物质的丰富，开始出现贸易交流，出现了和西方交流的丝绸之路。中国的瓷器誉满全球，但由于路途遥远，瓷器又是易脆、易破损的物品，如何保证在长途运输过程中保护商品，是与这种贸易紧密相关的难题，由此引发了防震包装技术的雏形，聪明的商人在运输瓷器的箱内放入黄豆，在运输过程中黄豆长出豆芽，起到了缓冲的作用，从而减轻了瓷器在运输中受到的冲击和振动，保护其免受损害，这种包装技术在一定程度上促进了瓷器贸易的发展，为丝绸之路繁荣做出了不朽的贡献。

这段时期包装的特点是将天然物质经过一次加工或二次加工，制成包装容器及封缄、捆扎、包裹用材料和保护性涂层材料，并且能够适应储运、销售和使用的一般要求，这属于包装的发展阶段。

三、现代阶段的特种包装技术

随着科学技术的进步和工业、农业、交通运输业的发展以及商品的数量、质量花色品种和市场的急剧变化，商品的销售、消费者

消费水平和消费习惯的发展，对商品包装提出了更高更新的要求。但需求仍是包装技术发展的源动力，是商品的发展促进了特种包装技术的不断产生。

在拿破仑时代，由于军队远征的需要，对于食品的保鲜提出了更高的要求，要求远距离、长时间条件下仍能保持食品不受污染和变质，这种要求促进了巴氏灭菌技术的产生，延长了保鲜时间。

在这个阶段，新技术、新材料、新工艺随着生产力的发展不断涌现，特别是新的理念的发展完善，使得包装工业和包装技术，尤其是特种包装技术得到了迅速而广泛的发展。材料方面，塑料、化纤、复合材料、合金、纳米材料等的出现；技术方面，新兴的灭菌、封缄、印刷装潢、金属加工、焊接等技术得到快速发展；工艺方面，由于电子、气动、计算机等技术在传动、检测、计量和控制方面的应用为包装机械的发展提供了充分的技术和工艺支持；理念方面，防伪包装、绿色包装得到了应用与实践，改变了包装只对包装物品起作用，而不影响和涉及人的观念的习惯思维，包装商品在数量、质量、应用范围等方面都达到了前所未有的水平；包装机械在生产量、生产率和机械化、自动化方面更是突飞猛进，这时达到了包装技术的现代化阶段。另一方面，包装技术在很大程度上还受到社会因素的影响，例如：商品的生产、流通和销售成本，国内、国际贸易往来，市场需求，消费水平，消费心理，消费习惯等。因此，产生了各种各样的特种包装技术。

我国是四大文明古国，包装技术在古代发展较早，其中四大发明中的两项发明——纸张和印刷直接和包装息息相关。当时包装技术曾经达到过世界先进水平，而且极具有民族风格和特色。如珠宝首饰盒、礼品盒和食品盒等都是经过雕刻，甚至镶金嵌玉，或者用木质盒匣包以锦缎制成的，具有较高的艺术价值。民间用柳编，木制、陶瓷、漆器等的包装，就地取材，具有地方特色，很多都是轻巧适用、价格低廉的。中国历史悠久，有礼仪之邦之称，礼尚往来，因此在礼品包装上具有很多独特设计，成为中国历史长河的一道风景线，凝聚了中国人民的勤劳和智慧。

但是到清朝末期，由于国道衰落，加上“酒好不怕巷子深”的包装观念影响，我国的包装一直得不到应有的发展。

新中国成立之后，国民经济和工农业生产得到迅猛发展，出口贸易也不断增长，在和国内外进行交流和交易过程中，包装的重要性日益突出。中国积极吸收和利用国外包装的优点，扬长避短，使中国的包装得到了快速发展，建立了管理机构，引进了先进技术和设备，整顿和新建包装企业，着手制订有关法规和标准。但是由于基础比较薄弱，和国外包装存在一定的差距，而且中国包装业目前缺乏的一是技术、二是创新。但是只要经过不懈的努力，中国的包装一定能够重新占据其应有的地位。特种包装技术就是不断创新而产生的新的包装技术。

第三节 特种包装技术的发展特点及案例

包装技术发展总体来说是市场和商品的需求带动的，包装创新是包装界的金科玉律，但是其具体演变原因却是千差万别的，但概括起来说，主要有以下几个原因：包装材料的变革；包装工艺的革新；包装理念的变迁；包装技术本身的革新等。

一、包装材料引起的包装技术的变革

包装材料的改变，使包装的性能得到极大改良，这样以前在包装材料上不能实现或难以实现的包装技术得以实现。

一般纸板的厚度范围为 $0.48 \sim 0.11\text{cm}$ ，而且需要增加涂层以增添一些特性，以满足不同应用的需求。加热纸板的涂料通常用聚对苯二酸酯，也有用聚乙烯、聚丙烯与丙烯酸系涂料和白土涂料的，并用熔融挤压法将涂料施于纸板上。纸板温度、涂布温度和机器运转温度等在很大程度上决定了纸板能在炉上耐受的最高温度和纸板的防裂能力。如果涂层破裂，纸板就会吸收食品中的汁液。因此，挤压法是很关键的工序。但是挤压法比较难以控制，各家纸板商采用的挤压法也不尽相同。例如国际造纸公司用白土涂料，纸板先用白土涂布，然后再用挤压涂布。澳林牛皮纸公司用丙烯酸涂料，采用在造纸机上用刀涂布的三段法，成品价格比用两步法加工

的便宜。雕印图案商标及转化过程要用油墨和黏合剂，应用胶印法、照相版印刷法和印刷法，因此油墨和黏合剂必须能耐受冷冻机的低温，又能耐受普通炉的炉温。耐受的最高温度范围为 $232\sim 288^{\circ}\text{C}$ 。普通炉的炉温通常要比微波炉的炉温高，但纸板本身很少达到或超过 $121\sim 135^{\circ}\text{C}$ ，因为硬纸盘内的食品提供了大量的冷却。

用可加热的纸板制作包装盘目前有三种方法：压制法、冲压成唇边、沿直线交合两个折叠角机上进行密封。这种纸板能形成各种包装形式，例如制饼盘、折叠纸板盒和小浅盘等。

微波炉专用包装材料发明，促使生熟食品包装技术成熟。这种新包装材料可以使消费者在微波炉中实现把生鲜食品原料有效地加热调理成熟食品。例如一种以感受器原理为基础的新包装材料在妨碍微波炉中通常的热分布状态后，可以使热能集中在重要的部分，从而使比萨饼、鸡、鱼和面包等生鲜食品和冷冻食品加工成熟食品，除了用于在微波炉中加热产品外，还可以在包装后利用微波杀菌。

冷冻果汁用的新塑料袋，其最大的特征是拉开开封十分简单容易，而且可以回收利用，用微波炉解冻时间只需 $60\sim 90\text{s}$ 。采用这种塑料容器后，包装过程简单。其中 322ml 的新塑料袋是以挤出成型的 LLDPE 附加挤出吹塑成型的 HDPE 盖组配而成。密封完整的缝隙能耐冷冻和解冻的温度变化，开封极为简单，是一种特许制法形成的封锁系统。这种新塑料容器已经用来装 100% 葡萄汁、樱桃汁、白葡萄木莓汁、鸡尾酒型的酸果蔓汁、白葡萄汁、苹果-葡萄-酸果蔓汁等多种制品。

新的纸张制造带来新的包装技术的革新，通过化学纤维减少对水和热的依赖来制造包装纸张和纸板。这种半干的造纸程序将降低能源消耗，部分解决环境问题，也允许用诸如一级三维缓冲装置来制造成品，或用纸浆直接铸成纸瓶。新技术同样也允许用菠萝麻纤维等天然纤维或人造纤维来加强纸板。在折叠纸盒的制造方面，黏合剂可能会受到排挤，纸盒的工艺连接或闭合将靠各个纸板的连锁和折印通过摩擦来完成。

谷类早餐的市场很大，其包装纸盒内一般装一个小软袋来防

潮、防氧，其中一些还装有闭合装置，但这两种包装技术都不能令人满意。为解决这个问题，目前的研究焦点放在了使用一种专用涂层，能使纸盒充分重复使用，并能保证足够的隔氧（水蒸气和氧气性能）。还有的办法就是加入可溶性的纤维化学药品来增加纸盒的密度。

灵巧材料是一种具有响应特性的材料，该特性不仅被用来发挥单一结构作用，还能提供具体功能。用来恒温控制的双金属条就是其中之一。最近发现了一些聚合物具有相似的温度、形状依赖性，这些聚合物已经在使用，由于降低了价格，它们的使用将会越来越广，特别是在包装业。未来可能的运用包括：自排微波的包装容器、充分利用呼吸控制（MAP）的呼吸盘、显示过热或过冷的自我加热装置。灵巧材料在搬运、压缩和伸展过程中可以产生电脉冲；暴露于日光后，它的电导率可能会改变；遇到小的电荷，它的不传导性可能改变，也可能变软或变硬。目前的成果之一就是在微波炉上使用“形成记忆合金”来自动散热，当预置温度达到后，通风口就自动打开，冷却后又自动关闭。

20 世纪 90 年代，世界高科技领域开发了新的纳米技术。由于该技术的特殊性、神奇性和广泛性，吸引了世界各国的许多优秀科学家纷纷为之努力拼搏。社会学家亦认为，划时代的“纳米技术”可与 12 世纪的“工业革命”相媲美，将会引起一场新的“产业革命”。由纳米技术制造的奇特功能包装材料，亦引起了世界包装专家的关注。2001 年 10 月中旬，我国“首届纳米技术包装应用研讨会”召开，拉开了我国纳米包装应用的序幕。

1989 年，美国 IBM 公司率先用纳米技术拼成 IBM 公司的商标图案——世界上最小的商标之后，日本等一些国家竞相开始“纳米技术”的研究开发工作。纳米技术之所以具有强大的诱惑力和生命力，是由于纳米技术制造的纳米材料具有常规材料所不具有的“特别性能”，纳米包装最有效地利用原子、分子赋予材料的高新特性，注重节约资源，使之极大地有利于人类社会。纳米技术是以 $1\sim 100\text{nm}$ 为特定细微范围作为研究对象。如果一种包装薄膜厚度为

$50\mu\text{m}$ ，我们再在厚度方向把它平均剖分为 50000 张薄膜，那么每层薄膜的厚度就是 1nm 。人们常说“物极必反”。当把几个几十个几百个原子“分离”出来以后，它们也会发挥极大的能力。

美国为了节约燃料，已用铝代替钢制造汽车，对铝的需求大量增加，铝箔食品盘的价格上涨，从而推动了可加热硬纸盘的改进和推广。现在在方便食品市场上，用硬纸盘包装的食品已大量地取代了铝箔盘食品，在价格上也可与铝箔盘相竞争。

二、包装工艺的革新带来的影响

包装工艺的改变也使包装技术产生变化，通过工艺的变化，可以使不同包装融合。

用于制造对折容器的、能够切成薄钢片的一种新的合成材料已经在日本使用。生产更薄钢片的新工艺已经开始，比如：用铁粉熔结，通过缝模或电镀不停地浇铸成一面鼓或一条传动皮带，将来可望生产出具有较强柔韧性的复合材料，用于生产未来具有易打开系统的灭菌小袋的成板机、灌注机、封口机等。

一种新的玻璃生产新程序产生，其加工成型方法是建立在使用了一口电弧加热产生等离子体的坩埚上，这种坩埚能够在几秒内产生强烈能量，从而把玻璃原材料熔化。熔化状态的玻璃材料就能被压制成像塑料一样，很快就可以加工成任何形状、任何容量、任何厚度的容器，也可能被连续压制成管状或条状。这种加工工艺也可以把其他成分熔炼，使玻璃改型，从而获得特定的颜色并得到机械加固。对于可热塑的玻璃材料，共同挤压将成为可能，从而极大改善了玻璃容器的性质。

不同材料的成型工艺的综合，产生新的包装工艺。过去用于塑料包装的挤压、热压、冲压等成型工艺，已逐渐用到了纸板包装的成型上。很多不同材质的包装成型已借助于气压、冲击、湿法处理、真空技术来实现其工艺的简化与科学化。塑料发泡成型技术已被广泛用于纸模包装制品的发泡与成型，使得过去不能用纸而必须使用塑料包装的产品也用上了纸类包装，从而使包装废弃物不再污染环境。

包装印后正在发生较大的变化。包装表面处理中不仅可以进行涂蜡、覆膜，而且可以进行表面过胶。包装干燥工艺也不仅只有热烘，而且有紫外光固化，干燥成型更为节能、快速和可靠。

三、包装技术本身的革新

寿命保障包装技术，使得产品保鲜超过其货架期。由受控制的渗透性材料制成的包装不仅改变大气结构，而且也包括类似泥土和气候带来的微量营养元素和水分。结合遗传工程、生物生理机理，不仅可以利用包装保鲜，而且可以给人类提供开发人体所必需的营养元素。寿命保障包装技术导致一种监测设备的发展——能够在货架期内检查质量，能就产品的最佳状态给消费者提供指示。这些监测设备也能检查出各种产品的主要质量标准，包括水分、化学成分、生物变化和呼吸率等。目前在医疗领域所运用的电子鼻检查器和诊断系统与这种包装技术的原理相同。

嗅觉显示器主要用于食品包装工业。它基于有一批微粒印点（目前拥有 32 个）来传导聚合物，每个显示器都可以对任何一种气体化合物做出反应。当某些化学药品撞击到微粒时，它们就改变导电聚合物的电特性。一台集成电路计算机可以把一整排传感器的全套信号放在一起，也能够把与食品状态有关的某些标识的化学药品的标准量化。超微型技术的发展将使这种传感器以一种平平的标签或小片印刷的形式来生产。

控制释放是一种特种包装技术，就是某种产品能够在特定的时间内，将一种活性成分传递到特定的环境中去。在许多释放技术的应用中，活性是被装在能控制成分释放的阻隔层中，该阻隔层中设置了引发机制以允许适当时候释放开来。

四、包装理念的变化引起的包装技术革新

食品包装是包装理念发生变化的典型例子。

20 世纪 50 年代，自助商品不断发展，相应地，商品要进行预包装。对顾客来说，其优点是产品选择范围大，质量有保证，购买简便，储存使用方便，还有价格总体呈下降趋势。不久又出现多件商品小包装，先是饮料，然后是少数其他几种食品。

60年代，推出特殊包装的冷冻食品和真空包装肉片及加工奶酪，后来，还产生了所谓“Sous-Vide”（真空熟食）包装。

70年代，推出了微波炉。由于有冷冻食品，有可用微波炉加热的、装在无菌、塑料阻隔式的罐中、浅盘中或直立袋中的配菜，使得微波炉的发明在方便烹调方面进了一大步。70年代可以看作是首次显著改变烹调习惯的时期，产生了许多新产品、新包装，如份额包装食品、真空包装食品、冷冻菜及无菌包装技术、新烹调法和加热法。

80年代，对技术进行改进和再开发，产生了改进型气压包装（MAP）。它首先出现在欧洲（法国、英国、丹麦），后来发展到整个世界工业化。

90年代，利用上面所说的各种技术，新推出的快餐店获得越来越大的成功。这或许是因其就餐方便，迎合了人们的需要；或许因为人们消费时间紧或失去了在家做饭的兴趣。快餐店是第一种“家庭用餐代替方式”（HMR），开始供应可以在店外食用的食品，这是一种趋势，传统的饭店也群起仿效。许多商品专门为这个成长的市场服务，甚至超级市场也开辟了专门区域，以满足人们对“拿走吃的熟食”的需求。还应该注意，顾客普遍地需求新鲜并带着方便的包装、可供下顿或第二天食用、不需要太长的货架存放期的保健食品。

技术的改进和再开方便食品的方兴未艾对包装提出了挑战，方便食品对包装有如下要求：能够保持食品的营养成分和色香味；便于在生产中流水线作业和采用先进工艺；包装产品科技含量高，便于运输储存和方便销售；在生产使用中能尽量减少对环境的污染，便于回收和循环使用。

其次是绿色包装和防盗包装技术，在考虑这两种包装技术之前，人们主要考虑的是如何对商品进行保护，而对其使用者未进行任何防范和处理，使包装技术在长期过程中仅仅被看作是一种被动的行为，而没有考虑如何去发挥包装的理性内容。

经济利益的驱动是假冒伪劣产品泛滥的一个主要原因。防伪包

装不仅是在技术上进行防伪，同时它又和法律紧密结合在一起，去触及人类深处，是预防犯罪和打击犯罪的一种有效手段。

绿色包装则是从人类长远利益出发，进行可持续性发展的一种战略，它涉及的是人类生存和发展的问題。人类利用大自然、向大自然索取的模式已从消极依靠大自然的恩赐转向积极向大自然索取。然而伴随着人类向大自然的索取和创造活动，环境的影响也呈几何级数增长，资源的消费和废弃物的排放超出地球的再生能力和自我净化能力，地球的资源日益匮乏。为了保卫共同的家园，环保主义兴起。绿色包装就是要营造对生态环境无害、对人体健康无害、可以重复或再生利用的包装，是可以促进持续发展的包装。

在包装技术的不断发展与变化中，由此产生很多特种包装技术，它的发展和社会的发展、人类的进步是紧密联系在一起的，特种包装技术的存在与发展是人类不断创新、不断和自然进行和谐相处的产物，是现代科技的结晶，人类智慧永不枯竭的证物。

第四节 20 世纪包装的发展

20 世纪是人类社会发展一个非常时期，二次世界大战的爆发，制造技术迅猛的发展，信息技术冲击世界的每一个角落，知识爆炸，知识经济等无不影响着包装的发展。生产力极大提升是这个世纪极为显著的特征。

一、世纪之初包装的起步

1900 年，铁容器从美国向欧洲发展，欧洲开始应用马口铁罐进行包装。日本进行纸箱制造。纽约百老汇大街首次出现霓虹灯广告。P. Wilard N 发现 γ 射线，为现代辐照包装打下基础。

1901 年，中国从外国开始大量进口纸张，促进了包装印刷的发展。

1902 年，美国“美孚”石油公司开始用钢琵琶桶代替原木琵琶桶包装储运石油，提高了石油的品质。

1903 年，全自动玻璃制瓶机由美国爱德华·利比公司的欧文

斯研制成功。双面衬纸的瓦楞板纸箱在美国研制成功，并被农业部门用作包装容器。

1904 年，美国奶酪行业使用硬纸板桶作包装储运容器，以代替木桶包装，降低了包装成本。中国颁布第一部商标法规《商标注册试办章程》，使中国的商业和包装设计向正规化方向发展。

1905 年，美国 Purdue 大学专门开始研究木运输容器的改进。美国把合成罐用作包装容器，使其在美国包装界占据主要地位。

1906 年，美国第一部食品（包装）法规公布，禁止假冒产品上市交易，为防伪包装的发展打下了坚实的基础。中国在沿海开设现代化罐头工厂，中外商标诉讼第一案，上海“白鹤牌”香烟商标被扼杀，中国的品牌意识开始觉醒。

1907 年，爱因斯坦提出质能守恒定律，为辐照包装技术打下了理论基础。用合金钢板制成的圆柱体钢桶首次用于包装。美国建立第一家牛皮纸工厂。

1908 年，包装行业开始使用可塑性塑料塞子。瑞士化学家布兰登·伯杰发明玻璃纸（赛璐玢），开创透明软包装的先河，使包装形式更加丰富和多样化，软包装技术也得到迅猛发展。

1909 年，贝克兰德发明人工合成酚醛塑料，开始了人工合成塑料工业新时代，塑料包装的强大功能日益显著，日本开始生产瓦楞纸。

1910 年，瑞士 R. V. 内黑尔发明连续压延法，实现铝箔材料新时代。日本用瓦楞纸作白炽灯单个包装，使瓦楞纸的用途得以扩展。

1911 年，在甘肃烽燧遗址发现东汉纸，确定中国作为纸发明国的地位。瑞士开始试用铝箔包装巧克力。

1912 年，开始用机器连续生产透明塑料薄膜。醋酸纤维素薄片首先被用于照相片基。开始使用复合软木衬垫作包装密封材料。

1913 年，欧洲首次用铝箔作为口香糖的包装，货架寿命明显提高，开创了铝箔包装材料的新时代。并且在美国生产出第一批铝箔，铝箔包装进入了大批量生产时代。

1914 年，铝金属软管在瑞士铝制品公司试产成功。第一次世界大战爆发，军用包装剧增，促进了极端条件下包装性能的研究和测试，使包装的应用范围得以扩展。

1915 年，美国规定钢包装桶的生产和质量标准，包装规范化进程加快，同时研制成功 PVDC 均聚物。

1916 年，美国路特玻璃公司设计制作 6.5 盎司腰型标准化玻璃瓶。澳大利亚物理学家发现乙基纤维素。

1917 年，帝国公司研制成功吹-吹法行列式制瓶机。美国 Dole 公司首先推出无菌（食品）包装新技术。

1918 年，法国柏拉德教授提出气调储藏理论（CA 理论），为气调包装打下基础。美国和德国同时开始牛皮纸袋的机械化生产。

1919 年，发现酪素树脂，发明醋酸乙烯塑料。中国开始工业化生产铝板。

二、二三十年代包装进一步发展

1920 年，玻璃纸开始大量用于包装，包装钢桶采用自动涂漆机涂装烘干，进行批量生产。

1921 年，中国第一家机器板纸公司——天津振华机制板纸股份有限公司创建，开始了我国纸板工业，中国打破了作为纸的发明国而无纸板的历史。

1922 年，日本开始生产马口铁皮，美国杜邦公司的卡洛瑟斯开始研究 PET（聚酯）。包装材料进一步丰富。

1923 年，世界最早的包装技术协会——日本大阪包装协会成立，为规范包装、促进包装的发展打下了良好基础。

1924 年，防盗包装问世，美国发明防盗铝质滚压螺纹盖，美国在世界上最先采用多件集合包装用于可口可乐的包装储运。包装的目的和作用得以扩展。

1925 年，德国开始生产苯乙烯，当时作为橡胶中间体。

1926 年，国际标准协会 ISA 成立。苯胺甲醛塑料研制成功。日本开始生产玻璃纸。

1927 年，醋酸纤维素透明塑料由美国杜邦公司研制成功。

1928 年，德国 Farben 公司开始工业化生产聚苯乙烯塑料。脲醛塑料研制成功。

1929 年，英荷跨国公司尼利巴奶油公司推出大众包装战略，成为国际集团，包装的作用得到了商家的重视，其地位得以提升。聚氯乙烯（PVC）工业化生产并用作商品包装。

1930 年，鲍尔发表罐头加热灭菌计算公式，保证食品包装质量。日本开始生产铝箔。

1931 年，我国引进第一条包装生产线（啤酒包装）在青岛建成投产。美国广泛使用塑料薄壁瓶。

1932 年，弗来明发明的青霉素采用玻璃瓶包装。塑料薄膜真空金属化成功。

1933 年，英国 ICI 公司研制成功聚乙烯，最先用于国防产品包封。挪威首次用铝材制作鱼酱罐，开始了铝材制罐之路。

1934 年，德国古德伊尔公司开始生产氯化橡胶薄膜，这是第一种热塑性（非纤维素）薄膜。

1935 年，美国化学家卡洛瑟斯发明尼龙。英国金属罐公司生产出首批金属啤酒罐。美国人埃布利发明自粘标签（压敏标签）。

1936 年，法国利用热塑成型法，用收缩薄膜来包装肉类制品，开拓了收缩包装，包装技术作用得以凸现。世界上第一个“萨冉”树脂 PVDC 进行了生产。

1937 年，哈特福德公司发明挤出吹塑法用于加工热塑性塑料。美国拜尔教授发明聚氨酯。美国制成聚丙烯容器并用于包装产品。美国杜邦公司开始工业化生产尼龙，引发了 21 世纪的服装革命和包装材料的革命。

1938 年，美国通过“食品、药物与化妆品条例”法律条文，规定对制售假冒者处以罚款和监禁。中国在天津建立第一家机器折叠纸盒工厂。

1939 年，美国杜邦公司获准开始工业生产聚乙烯。美国流行尼龙丝袜走俏日本。第二次世界大战爆发，促使防腐包装、饮料包装大发展，战争的需求再一次刺激了包装的发展。

三、四五十年代塑料崭露头角

1940 年，英国汶菲尔德开发成功 PET 生产工艺。涂蜡防潮玻璃纸开始用于包装，成本低而防潮性能好的包装开始用于实践。

1941 年，美国杜邦公司购得 PET 生产专利权，首先在其公司生产。聚乙烯在法国开始工业化生产。

1942 年，为了消灭虫害，美国农业部研制成功金属喷雾器，开拓了喷雾包装之路，金属包装应用得到进一步发展，氟化塑料研制成功，塑料种类得到扩展和延伸。

1943 年，美国 DOW 化学公司率先将 PS 泡沫塑料投入工业化生产（模型发泡）。

1944 年，发泡聚氨酯首次用于缓冲包装中，美国首先把 PVDC 用于军需品包装。在诺曼底战役中尼龙降落伞的优越，使尼龙震惊世界，从而促使了世界范围内对塑料研究的热潮。

1945 年，第二次世界大战结束。苏美英中等 51 国代表签署联合国宪章，10 月 24 日联合国正式成立，总部设在纽约。日本开始工业生产聚乙烯薄膜。丙烯酸纤维素研制成功。

1946 年，国际标准化组织 ISO 于 10 月 14 日在伦敦成立，日、中、美、英、法等 35 个国家代表参加。用于涂布的 PVDC 乳剂开发成功。美国首创服务商标。

1947 年，世界关贸总协定 GATT 成立，规范和促进了商品的发展。挤出吹塑 PE 撞压瓶开始工业生产并用于包装。日本制订《食品（含包装）卫生法》。发明环氧树脂并投入生产。

1948 年，第 9 届国际讲师大会（CGPM）通过安培（A）的定义。ABS 塑料研制成功。美国开发成功挤出涂布复合包装材料新技术。意大利由阿克玛 ACMA 公司牵头建立了世界上第一个包装工业区。

1949 年，日本开发成功挤出发泡聚苯乙烯泡沫塑料并用于产品包装。美国 J. W. Lamd 研究代码成功。

1950 年，美国开发蒸煮食品袋并首先用于宇航员食品包装，同年开始工业生产镀铬钢板（无锡钢板）用以代替马口铁。复合罐

首用于果汁等食品包装。

1951 年，美国通用电气公司和德国拜耳公司先后开始生产聚碳酸酯。包装教育启动，密执安州立大学率先开设包装工程专业，开始了包装教育的先河，培养了大量包装人才。

1952 年，日本制订《工业标准化法 JIS》采用（食品）充填包装法。防潮玻璃纸上市（KPT）。中国开始生产运输包装用纸箱，并把它首先用于药品包装。

1953 年，美国把铝箔复合纸管和塑料软管用于食品包装。挤出涂布 PVDC 玻璃纸在美国问世。

1954 年，意大利米兰聚合物研究所发明 PP 塑料，该塑料在六七十年代被誉为“理想的薄膜”、“包装皇后”。美国首先生产铝塑复合薄膜成功。

1955 年，美国复合纸罐装饮料开始供应军方使用并取缔金属罐，包装复合纸的功能得到了广泛的认同。英国通过《食品与药品法》强调包装的安全性，包装的保护功能得到更大的重视。

1956 年，德国开始生产 PVDC 涂布纸。我国上海自行设计制造成功第一台包装机。海上集装箱运输开始。

1957 年，聚丙烯薄膜（PP）在意大利开始大批生产。美国尼特龙公司开发成功挤出塑料新工艺。

1958 年，开创薄膜干法复合新技术。美国首次生产工业聚丙烯薄膜。美国食品法增加了关于添加剂的规定，强化了包装食品的安全性。聚苯乙烯开始用于包装。

1959 年，美国雷诺兹公司开发的收缩薄膜用于商品包装。日本首先用真空包装法包装食品。美国首创铝材制罐并用于饮料包装。G. Feissel 首先获得条码专利权。

四、六十年代世界包装组织迅猛发展

1960 年，第 11 届国际讲师大会（CGPM）通过“国际单位制及国际简称 SI”，并得到国际计量委员会 CIPM 承认。日本制订《药事法》（含有药品包装的规定），并采用自动包装机包装食品。美国饮料罐头正式上市。

1961 年，美国将塑料蒸煮袋包装食品供军方使用，军用快餐包装正式上市。欧洲标准化委员会 CEN 成立。泛美标准委员会 COPANT 正式成立，包装相关组织相继成立。

1962 年，日本开始生产多功能高级合成纸。瑞典涂塑纸盒无菌化包装牛奶果汁。我国杭州试制成功牛皮箱纸板。

1963 年，法国契摩尼亚公司开发成功自立袋，展示包装进入新时代。美国开始研制拉伸包装，并用以保护浅盘包装食品。日本包装协会（JPI）于 5 月 27 日成立。中国最大的纸箱厂青岛纸箱厂建成。

1964 年，共挤出复合薄膜新技术由美国开发成功。中国试制成功高强度瓦楞纸。

1965 年，联合国制订第一个集装箱海关公约。聚矾塑料研制成功。我国开始生产纸胶带。日本首先用充气置换法包装食品，并推出立式袋。阿拉伯标准化委员会 ASMO 成立。

1966 年，第一届国际包装会议在东京召开。美国通过第一部包装法《合理的包装条例》，包装有法可依。日本推出新型综合包装体系。

1967 年，亚洲包装联盟（APF）七月创立，中国上海研制成功 PVC 收缩薄膜。

1968 年，世界包装组织（WPO）于 9 月 6 日成立。约瑟夫·达克斯试制成功封盖用复合塑料衬垫。

1969 年，太空生命保障包装系统成功。世界卫生组织 WHO 推出《药品质量规范 GMP》，强化了包装的卫生安全，特别是对药品的包装进行了规范。美国采用饮后还能加盖密封的塑料瓶。日本开始应用蒸煮袋。

五、七十年代绿色包装展露锋芒

1970 年 4 月 22 日，绿色环保得到重视，“地球日”之始。美国通过《防止中毒包装法》。

1971 年，美国公布《儿童食品安全包装法》。中国政府关注包装行业，周恩来总理指示要“做好包装工作”。

1972 年 6 月 5 日，联合国在巴西召开环境与发展大会并发表《人类环境宣言》，为绿色包装的发展打下了良好基础。PET 瓶首先在美国开发成功。联合国召开国际集装箱运输会议，制订“国际集装箱安全公约”。

1973 年，美国编码委员会（UCC）成立，采用 UPC 条码。日本采用食品无菌包装法。我国研制成功玉米淀粉黏合剂。6 月 5 日，全球隆重实施第一个“世界环境日”。东欧经互会标准化委员会 CMEA 成立。

1974 年，美国百事可乐公司用聚酯瓶包装饮料首开先河。中国建成第一条钙塑箱生产线。WHO 实施《药品质量规范》。

1975 年，德国首先推出绿色包装（绿色回收标志）。日本开始应用脱氧包装技术。中国武钢开始生产马口铁。

1976 年，美国实现 PET 瓶的工业化生产。我国开始大批生产 PVC 瓶。

1977 年，日本开发成功第一个导电性高分子材料 PAc。聚酯瓶在美、日大量生产并用于食品包装。我国研制成功双轴定向 PP 薄膜（宽幅）。非洲标准化委员会 ARSO 成立。

1978 年，中国加入 ISO 组织，中国兵器防腐包装信息网成立。我国研制成功 PE 泡沫塑料和 PP 塑料瓶。EAN 条码开始在欧洲推广应用。

1979 年，中国实行改革开放，包装工业开始大发展，并逐步和国际接轨。美国正式批准民用蒸煮袋投产。

六、八九十年代中外包装蓬勃发展

1980 年，中国包装技术协会成立，中国包装技术协会加入世界包装组织 WPO，中国参加亚洲包装联合会。美军规定从 12 月起，军用食品包装全部采用蒸煮袋，取消金属罐。

1981 年，国际物品编码协会（IAN）成立，采用 EAN 码。日本开始生产电解铁箔包装新材料并研制铁塑复合包装材料。国外自热罐头研制成功。我国用纸箱包装出口水果成功。我国研制成功两层共挤 PE/PP 复合薄膜。

1982 年，我国举行第一届全国包装展览会。中国包装代表团首次出国赴日考察，包装对外交流活动正常化。日本制成铁（箔）纸、铁纸板、铁革等复合材料并用于包装。

1983 年，我国施行《中华人民共和国商标法》。中国举行了全国优秀包装产品展示会，有 117 件产品获奖。国外推出香味标签。国际包装机械展览会在北京举行。

1984 年，中国正式成为 ISO 包装技术委员会（TC122）成员。中国参加 1883 年成立的保护工业产权《巴黎公约》。中国开展的全国包装大检查，确认了因包装不善我国年损失 100 亿元。日本 Sapporo 啤酒公司首次采用变色标签，用以判断啤酒温度。美国制订《药品包装准则》。

1985 年，我国推广脱氧包装采用国产脱氧剂。日本开始生产 mPS、PPy 新包装材料。美国开发自冷罐头成功。我国国产 PET 瓶上市。并举行了“第一届国际包装学术讨论会及样品展览会。”

1986 年，世界最大最权威的《包装技术大全》在美国出版。亚洲包装大会于 6 月在北京举行并进行“亚洲包装之星”评比，我国有 6 项包装获奖。中国制订《1986~2000 年全国包装工业发展纲要》，为包装发展指明了方向。

1987 年，WPO 的 87 世界包装大会召开，我国“西汉古酒包装”、“玻璃器皿包装”首获“世界之星”奖，中国包装走向世界。世界包装安全事故首次高额赔偿案了结，酒瓶瓶盖致伤老姬获赔 50 万美元，同时生产厂家被罚款 1000 万美元。中国签订蒙特利尔协议，限制 CFC 应用。

1988 年 4 月，88 世界包装大会在荷兰举行。《中国商标法实施细则》发布。中国包装技术协会首次吸收铃木和夫等四名外籍专家为中国包装技术协会荣誉会员，为包装国际交流打下良好基础。军用隐身包装成功面世。

1989 年，美国 IBM 公司成功地实现了世界上最小的纳米级商标图案。日本丰田中央研究所应用高新技术研究纳米级包装材料，Internet 出现。《中华人民共和国标准化法》4 月 1 日起施行。

1990 年，美国政府把最新的纳米技术列入“政府关键技术”和“2005 年战略技术”。日本宇部兴产公司首先生产出 PA6 纳米复合包装材料。11 月首届海峡两岸包装技术研讨会在北京进行。新型高分子材料 Fullerene 在德国投产成功。

1991 年，美国工业化生产茂金属聚乙烯（mPE），开始了塑料生产新时代。中国举行首届包装废弃物回收利用环境保护研讨会。防电磁包装迅速兴起。

1992 年，中国重新启动“复关”谈判。我国开始研究隐身包装技术。隐形条码研制成功，进入国际先进条码行列。日本开始为期十年的纳米材料开发计划。

1993 年，国际标准化组织成立环保技术委员会（ISO/TC 207）。首届国际纳米技术大会（INTC）召开。中国印刷博物馆开工典礼 12 月在北京印刷学院举行。为了“复关”，我国成立“中国出口包装认证实验室”。我国开始研究二维条码。

1994 年，国际标准化组织 ISO 开始制订降解塑料（包装）材料标准。美国开发成功 PET/LCP 纳米复合包装新材料。

1995 年，世界贸易组织 WTO 正式成立。纳米新材料成为欧洲第二大制造业。美国 Amoco 公司开始工业化生产 PEN 聚酯新型包装材料。中国主办国际防伪技术交流会。

1996 年，世界经贸组织 OECD 提出“知识经济新时代”。国际环保标准 ISO 14001 开始在全球施行。中国包装技术协会举办“21 世纪世界包装技术和包装发展”国际研讨会，同时进行“世界之星”颁奖大会，中国包装技术协会并入 Internet。中国包装第一股上市。

1997 年，Shell 公司生产的 PTT 包装新材料上市，PEN 注拉吹成型设备上市。我国开始推广应用二维条码（四一七码）。包装界提出“知识包装”新概念，包装注入新活力。中国包装产品质量认证委员会成立。

1998 年，我国从 6 月 1 日起实行辐照食品包装标识制度。发生“天牛事件”，对包装产生深刻影响。美国、加拿大和西欧一些

国家先后对我国木质包装进行新的检疫标准限制，包装壁垒影响到我国经济和贸易，包装的规范化日益得到重视，促使我国包装界加强相关国际文件的执行。俄罗斯开发最大的导弹包装容器，尺寸达 $22\text{m} \times 2.5\text{m}$ ，载重 50t。

1999 年 1 月，ISO 的绿色环保标志（EL）开始在全球实行。第 22 届 ISO 大会在北京召开，通过《北京宣言》。中美两国签署“入世”双边协议。

中国“神舟号”载人航天试验飞船于 11 月 20 日发射成功，经过特殊包装的西红柿等蔬菜种子第一次搭乘飞船进行“太空育种”，迎来了 2000 年的丰收年。

百年包装发展，再一次证明需求是包装发展的源动力，包装是当代最新技术的集合体，体现了科技发展水平。

第二章 收缩包装技术

第一节 概 述

一、收缩包装的定义

收缩包装 (shrink packing) 是用收缩薄膜裹包食品或包装件, 然后加热使薄膜收缩包紧包装产品或包装件的一种包装方法, 也叫热收缩包装。

二、收缩包装的特点

收缩包装首先具有一般塑料薄膜包装的特点 (密封、防潮、防污染等), 包装后的物品可在露天堆放, 另外它还有一些独特的优点。

① 收缩包装采用的是收缩薄膜, 而收缩薄膜包装的物品经加热后具有 $25\% \sim 70\%$ 左右的收缩性, 薄膜收缩后就能贴紧物品、充分显示物品的外观, 提高物品的展销性。

② 利用收缩薄膜加热收缩的这一特点, 可将收缩薄膜作为封缄材料、无需胶黏剂, 又不污染, 就能贴在被包装物上。如用其做成收缩标签及防盗 (防止拆封) 用的瓶口封缄。此种封缄材料具有防水性和耐药性, 且可在材料里面进行印刷, 兼作封缄与商标, 使包装后的商品具有独特个性, 又因紧紧地包裹在商品外面, 所以可以保护商品免受来自外部的冲击, 具有一定的缓冲性, 还可以防止紫外线的射入, 当用于容器的包装时, 还能防止容器破碎时飞散, 具有一定的保护性能。

③ 收缩薄膜收缩时产生一定的拉力, 拉力可达 300MPa 左右, 利用此拉力可把一组要包装的物品包裹紧, 因而起到绳、带的捆扎作用, 特别适用于多件物品的集合与托盘包装, 如市场上已采用的电池、食品 (如乐百氏奶)、五金陶瓷等的包装, 省去中包装, 节

省包装费用，且方便运输与销售。

④ 收缩薄膜的撕裂强度大，一般不小于每米宽 4t 力，当收缩薄膜上出现孔洞时，不会扩大和撕开，有利于保护包装物。收缩包装的工艺及设备均较简单，操作也方便，易于实现机械化，节省人力、物力，可部分地代替纸箱和木箱包装。

三、收缩包装的应用

鉴于收缩包装的上述特点，收缩包装在下列各类商品中获得了广泛的应用。

① 建材类。沙发、玻璃制品、桌椅、床垫、瓷砖、陶瓷制品、岩棉、水泥、涂料的包装。

② 工艺品类。如石膏像，花瓶、箱包等的包装，

③ 电器类。如电池、仪表、开关等的包装。

④ 五金类。如机械零件，机器、工具的包装。

⑤ 军械类。如军械零、部件，器材的包装。

⑥ 其他商品类。如医药、卷烟以及纸张等的包装。

总之，除了弹药、胶片等具有极高热敏感性的物品外，收缩包装几乎适用于一切物品的包装。

第二节 收缩包装薄膜

收缩薄膜是收缩包装材料中最主要的一种。根据热塑性塑料在加热条件下会复原的特性，在由塑料原料制成薄膜的过程中，预先进行加热拉伸，经冷却而制成收缩薄膜。

一、收缩薄膜的种类与性能

1. 收缩薄膜的种类

收缩薄膜有片状和筒状两种。片状薄膜是先制成片状，然后分别沿薄膜的纵轴和横轴方向进行拉伸，称二次拉伸法，或者同时进行两个方向拉伸，称一次拉伸法；筒状薄膜是先制成筒状，然后进行二次拉伸或一次拉伸。

2. 收缩薄膜的主要性能指标

收缩薄膜的主要性能指标有收缩率与收缩比、收缩张力、收缩

温度和热封性能。

(1) 收缩率与收缩比 收缩率包括纵向的和横向的, 测试方法是先测量薄膜长度 L_1 , 然后将薄膜浸放在 120°C 的甘油中 $1\sim 2\text{s}$, 取出后用冷水冷却, 再测量长度 L_2 , 按下式进行计算:

$$\text{收缩率}(\%) = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\%$$

式中, L_1 为收缩前薄膜的长度; L_2 为收缩后薄膜的长度。

目前包装用的收缩薄膜, 一般要求纵横两方向的收缩率相等, 约为 50% ; 但在特殊情况下也有单向收缩的, 收缩率为 $25\% \sim 50\%$ 左右。还有纵横两个方向收缩率不相等的偏延伸薄膜。

纵横两个方向收缩率的比值称为收缩比。

(2) 收缩张力 收缩张力是指薄膜收缩后施加在包装物上的张力。在收缩温度下产生收缩张力的大小与其对产品的保护性关系密切。包装金属罐等刚性产品允许较大的收缩张力, 而一些易碎或易褶皱的产品收缩张力过大, 就会变形甚至损坏。因此, 收缩薄膜的收缩张力必须选择恰当。

(3) 收缩温度 收缩薄膜加热后达到一定温度开始收缩, 温度

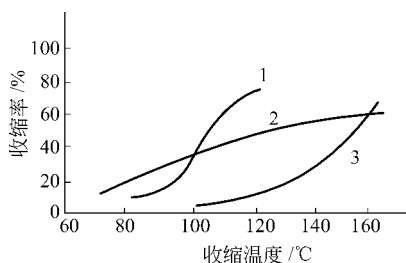


图 2-1 收缩率与收缩温度的关系

1—聚乙烯; 2—聚氯乙烯; 3—聚丙烯

升到一定高度停止收缩。在此范围内的温度称为收缩温度。对包装作业来讲, 包装件在热收缩通道内加热, 薄膜收缩产生预定张力时所达到的温度称该张力下的收缩温度。收缩温度与收缩率有一定的关系, 各种薄膜不同。图 2-1 为聚氯乙烯、聚乙烯和聚丙烯三种常用

收缩薄膜的温度-收缩率曲线。在收缩包装中, 收缩温度越低, 对被包装产品的不良影响越小, 特别是新鲜蔬菜、水果和纺织品等。

(4) 热封性 收缩包装作业中, 在加热收缩之前, 一定要先进行两面或三面热封, 而且要求封缝具有较高的强度。

3. 常用的收缩薄膜

目前使用较多的收缩薄膜是聚氯乙烯、聚乙烯和聚丙烯、聚偏二氯乙烯、聚酯、聚苯乙烯、乙烯-醋酸乙烯共聚物和氯化橡胶等。

常用的聚乙烯、聚氯乙烯及聚丙烯这三种薄膜的热收缩性能见图 2-1 及图 2-2。

从上述曲线可知，聚氯乙烯薄膜的收缩温度为 $40\sim 160^{\circ}\text{C}$ ，加热通道温度为 $100\sim 160^{\circ}\text{C}$ ，收缩温度较低且收缩温度的范围较大，故加热装置较易保证薄膜良好的收缩效果。热收缩快，作业性能好。聚氯乙烯大量地应用于收缩包装。因聚氯乙烯透明美观、光泽度好，印刷性能亦较好，尤适用于作收缩标签与商品的销售包装，如食品、饮料、玩具、电池、纺织品等。但聚氯乙烯热封时产生异味，封口强度较差，冲击强度低，多用于中、小物品的包装。

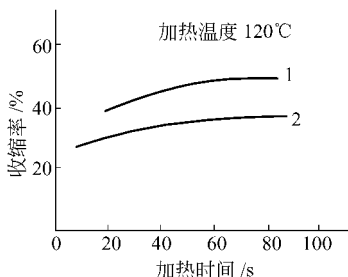


图 2-2 收缩率与加热时间的关系曲线

1—聚乙烯；2—聚氯乙烯

聚乙烯的特点是冲击强度大，价格低，封缝牢固，抗撕裂能力强，具备了重型包装不可缺少的特点，故多用于大型物品的运输包装。如自行车、机器、玻璃瓶及纸张的托盘包装。聚乙烯的光泽与透明性比聚氯乙烯差。在作业中，收缩温度比聚氯乙烯约高 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。因此，在热收缩通道后段需装鼓风冷却装置。

聚丙烯是价格最低的收缩薄膜之一。它的主要优点是透明性及光泽均好，与玻璃纸相同，耐油性与防潮性良好，收缩张力强。缺点其热合温度相当高，处于熔融温度范围，因此热封性差，封缝强度低，收缩温度比较高而且范围窄，对加热装置的精度要求高。有代表性的用途是录音磁带和唱片等的多件包装。

聚苯乙烯主要用于信件包装，聚偏二氯乙烯主要用于肉类包装。最近出现的乙烯-醋酸乙烯共聚物收缩薄膜，冲击强度大，透

明度高，软化点低，熔融温度高，热封性能好，收缩张力小，被包装产品不易破损，适合于带有突起部分的物品或异形物品的包装，预计今后会有较大的发展。

二、薄膜的加工方法

收缩薄膜是通过吹塑或流延法加工较厚的塑料薄膜，然后在软化温度以上、熔融温度以下，进行纵、横方向拉伸定向，制成双向拉伸收缩薄膜。如果仅向一个方向拉伸，则成为单方向收缩薄膜。

三、新型收缩包装薄膜

热收缩薄膜如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏二氯乙烯、聚酯、尼龙等，一般为单组分结构，收缩包装后能紧紧贴合在被包装物表面，没有褶皱，具有光泽。随着社会经济和生活水平的提高以及生产技术的发展，对热收缩包装提出了更高更新的要求，人们已能研究和生产出各种具有特殊功能的热收缩薄膜。以下是几种最新研究开发的热收缩特种薄膜。

1. 具有凹凸褶皱的热收缩薄膜

此类薄膜由 A、B 两层薄膜树脂组成，为一复合薄膜，当其加热收缩时能够形成凹凸褶皱，将其用作包装材料时，既具有良好的阻隔性能，又具有良好的防震、防滑和缓冲作用。

这种热收缩薄膜形成凹凸褶皱的原理为：薄膜中的 A 层或 B 层曾经在适当的温度中拉伸过，另一层则没有拉伸，当复合薄膜被加热至一定温度时，被拉伸过的一层则发生收缩，而另一层几乎不收缩，因此就形成了褶皱；或者两层树脂都经过拉伸，均具有热收缩性，但收缩温度不同。常见塑料薄膜的适宜拉伸温度见表 2-1。

表 2-1 常见塑料薄膜的适宜拉伸温度

聚 合 物	可收缩拉伸 温度/℃	聚 合 物	可收缩拉伸 温度/℃
EVA(醋酸乙烯质量含量 20%)	60~80	LDPE	100~110
EVA(醋酸乙烯质量含量 10%)	80~105	HDPE	115~130
软质 PVA(增塑剂 35%)	60~80	PS	110~120
软质 PVA	80~110	PP	100~140
PET	80~110		

利用不同树脂收缩温度不同的特点，我们只要选择拉伸温度低的树脂作 A 层，拉伸温度高的树脂作 B 层，然后于 A 层的适宜拉伸温度范围内进行拉伸。当使用此复合薄膜进行收缩包装时，只要将其加热至 A 层拉伸温度以上（此时的温度仍低于 B 层的可收缩拉伸温度），则 A 层受热而收缩，B 层却不能收缩，故而出现褶皱。反之，若以拉伸温度高的树脂作 A 层，拉伸温度低的树脂作 B 层，于 B 层的适宜拉伸温度下进行拉伸，则复合薄膜加热时 B 层收缩，A 层不收缩，仍能形成褶皱。下面为一代表性实例——PET/PP 复合膜。以硅酮接枝聚合的聚酯为 A 层，聚丙烯（熔体指数 MI=1）为 B 层。以 A 为外层，经共挤出法制成管状薄膜，管内径为 5mm，壁厚 0.4mm。把这种未拉伸的管膜在 100℃ 的热水中浸 3h，使树脂 A 交联，然后在 115℃ 下将管膜吹胀，直径增加 1 倍，所得拉伸塑料管膜的收缩率见表 2-2。A 层的收缩温度为 110℃，而 B 层在 110℃ 几乎不收缩。此种塑料管膜收缩后的表面状态见表 2-2。

表 2-2 褶皱型 PET/PP 复合膜收缩率和收缩状态

厚度比(B 层/A 层)	收缩率/%	收缩后表面状态
0.03	45	内表面光滑
0.05	45	内表面有凹凸褶皱
0.30	27	内表面有少量凹凸褶皱

2. 具有缓冲性的双层泡沫热收缩薄膜

此种热收缩薄膜特点为既具有热收缩性和防湿性，又具有透明性和缓冲性，在某些方面类似于包装纸，在它的一面有微小的网孔结构，另一面则呈平滑状。其结构为双层组成。其中一层为发泡层，系以聚丙烯为主要成分；另一层为非发泡层，系热收缩性树脂层，采用低密度聚乙烯或离子型聚合物。

生产工艺技术为将成型后的薄膜沿纵向横向各拉伸 3 倍以上，使发泡层中的气泡破裂为网状物，从而得到具有缓冲作用的热收缩包装薄膜。

典型的例子为 PP（发泡）/LDPE 缓冲热收缩薄膜。将含有发

泡剂，组成为碳酸氢钠、偶氮二碳酰胺或对甲苯磺基半脒等的聚丙烯 100 份（质量），无规聚丙烯（熔体指数 $MI=7.0$ ）100 份，混合组成发泡树脂。用低密度聚乙烯作为非发泡树脂。先将两种树脂分别放在两个挤出机中混炼，然后送入一直径为 50mm 的圆筒状共挤出模头挤出，所得到的管膜内层为发泡层，外层为非发泡层。再将此管膜吹胀得到厚为 0.130mm 的双层复合膜，吹胀比为 4.4，拉伸比为 5。在吹胀过程中，发泡层中的气泡大部分破裂，形成网目结构，其网孔为椭圆形或圆形，网孔直径为 1~4mm，表面呈凹凸状，而外层与普通塑料薄膜一样平滑、强韧和透明。

将此薄膜在 170℃ 甘油浴中加热试验，其纵向和横向收缩率均为 30%。如将此膜用于纸盒外部的收缩包装，可以得到收缩良好、透明度好，且装饰性好的包装效果。

3. 自动封合的热收缩包装薄膜

这种热收缩薄膜是一种多层复合薄膜，其特点为在复合时加入了阻隔层，使得薄膜对氧气和水蒸气都具有很好的阻隔性，另外，当其被加热到一定温度时，可以依靠膜的收缩作用和内外层薄膜的黏合作用而实现自动封合，这就使得这种薄膜很适合于新鲜肉类、家禽和日用百货的包装，具有广阔的前景。

以下为四层结构自动封合复合热收缩薄膜例子。以 EVA（I）（醋酸乙烯含量为 30%，熔体指数 $MI=106$ ），与 EVA（II）（醋酸乙烯含量为 25%，熔体指数 $MI=17$ ）的混合物作为复合薄膜的内层，即自动封合层，以 EVA（III）（醋酸乙烯含量为 9.0%，熔体指数 $MI=3$ ）为基层，亦即第二层，将第一层与第二层组分经共挤出法制得复合管膜，其直径为 79mm，自动封合层厚度为 0.05mm，基层厚度为 0.380mm。当此管膜冷却后，以 65000Gy 剂量的电子束辐照，使其交联，然后在基层上涂以聚偏氯乙烯型的涂料构成阻隔层，即第三层，其厚度为 0.100mm。最外层采用与基层相同的材料，厚度为 0.18mm。将上述得到的四层结构的复合膜放入 94℃ 的热水浴中进行吹胀，直至薄膜直径达 305mm，即得到热收缩性和自动封合性能优良的复合热收缩薄膜。

第三节 收缩包装的工艺及方法

一、收缩包装的工艺过程和方法

热收缩包装的工艺分为四步：裹包、裹包物品的传送、加热与冷却。裹包是指把收缩薄膜包在被包装物的外面。裹包时，薄膜尺寸应比商品尺寸大 $10\% \sim 20\%$ 。如果尺寸过小则充填物品不便，收缩张力过大，可能将薄膜拉破；尺寸过大，则收缩张力不够，包不紧或不平整。所用收缩薄膜厚度可根据商品大小、重量以及所要求的收缩张力来决定。对物品进行裹包所用的包装薄膜有筒状膜、平膜和对折膜三种形式。对折膜可用筒状膜剖割而成，也可以用平膜对折制成。用筒状膜裹包物品，制袋封口接缝少，但机械裹包效率低，结构复杂。裹包的方法有很多种，下文将详细介绍。

裹包物品的传送是指将裹包后的物品传送至加热装置与从加热装置中送出。对裹包物品的加热是利用加热装置进行的，对裹包物品的加热温度决定于收缩材料的性能，且加热时间不宜过长。

裹包物品的冷却视收缩薄膜种类的不同可采用自然冷却与强制冷却。如聚乙烯的收缩温度比聚氯乙烯约高 $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 、聚乙烯在加热后，一般采用鼓风冷却，薄膜冷却后就紧紧包裹住物品。

收缩包装方法有手工热收缩和机械全自动热收缩包装两种方法，手工热收缩通常是用手工对被包装物品进行裹包，然后用热风喷枪等工具对被包装物吹热风，完成热收缩包装。这种方法简单迅速，主要是对不适合用机械包装的包装件，如大型托盘集装的产品或体积较大的单件异形产品的热收缩包装。用热功率为 $4.2 \times 10^4 \text{ W}$ 的喷枪，包装一件体积 2m^3 的产品，热收缩只需约 2min 。所用设备除喷枪外，只需一个液化气罐即可。这种方法方便而且经济，值得推广。

机械全自动收缩包装的四步工艺全部由机器自动进行，操作者只要把物品放置在输送装置上面即可。如图 2-3 所示。

二、收缩包装裹包的方法

常用的裹包方法有以下几种。



图 2-3 热收缩包装机

(1) 两端开放式 当采用筒状膜时，需将筒膜开口扩展，再借助滑槽把物品送入筒状膜中，筒膜的尺寸比物品的尺寸大 10% 左右，如图 2-4 所示。这种方式比较适合于对圆柱体形物品裹包，如电池、纸卷、酒瓶的封口等。用筒状膜包装的优点是减少了 1~2 道封缝，外形美观。缺点是不能适应产品的多样化，通常用于

单一品种大批量产品的包装。图 2-4 为用筒状薄膜的两端开放式包装法示意。

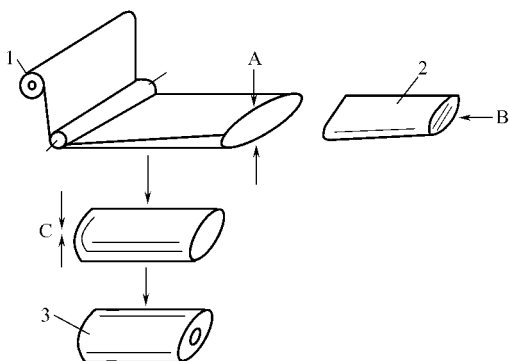


图 2-4 两端开放式包装法（用筒状薄膜）示意

1—薄膜卷筒（筒状）；2—产品；3—包装件

A—开口；B—将产品推入筒状薄膜；C—切断

用平膜裹包物品，有用单张平膜和双张平膜进行裹包两种方式。薄膜要宽于物品，用单张平膜裹包物品时，先将平膜展开，将被裹包物品对着平膜中部送进，形成马蹄形裹包，之后折成封闭的套筒，经热熔封口。双张平膜裹包，即用上、下两张薄膜，在前一

个包装件完成封口剪断之后，两片膜就被封接起来，然后将产品用机器或手工推向直立的薄膜，到位后封剪机构下落，将产品的另一个侧边接封并同时剪断，经热收缩后包装件两端收缩形成椭圆形开口，其操作过程见图 2-5，用平膜包装就不受产品品种变化的限制，平膜多用于形状方整的单一或多件产品的包装，如多件盒装产品。

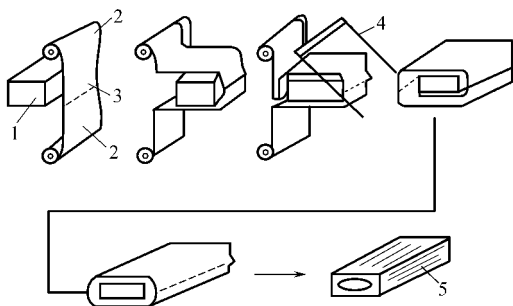


图 2-5 两端开放式包装法（用平膜）示意

1—产品；2—薄膜卷筒；3—封缝；4—封切刀；5—包装件

(2) 四面密封式 将产品四周（用平膜时）或两端（用筒膜时）均包裹起来，用于要求密封性好的产品包装。

如果用筒状膜裹包，则只需在筒状膜切断时同时进行封口、刺孔，然后进行热收缩。见图 2-4 的 C 处切断同时进行封口。

如果用对折膜可采用 L 形封口方式。这种方式是用卷筒对折膜，将膜拉出一定长度置于水平位置，用机构或手工将开口端撑开，把产品推到折缝处，在此之前，上一次热封剪断后留下一个横缝，加上折缝共两个缝不必再封。然后用一个“L”形剪断器从产品后部与薄膜连接处压下并热封剪断，一次完成一个横缝和一个纵缝，操作简便，手动或半自动均可，适合包装异形及尺寸变化多的产品。操作过程见图 2-6。

用单卷平膜进行裹包可采用枕形袋式。这种方式的材料用的是单卷平膜，先封纵缝形成筒状，将产品裹于其中，然后封横缝并切断制成枕形包装。其原理与制袋充填包装相似，操作过程见图 2-7。

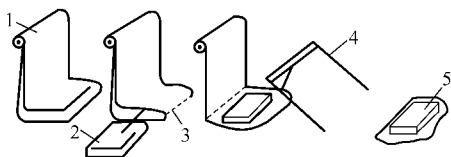


图 2-6 四面密封式 L 形封口（用对折膜）示意

1—薄膜卷筒（对折膜）；2—产品；3—封缝；
4—L 形封切刀；5—包装件

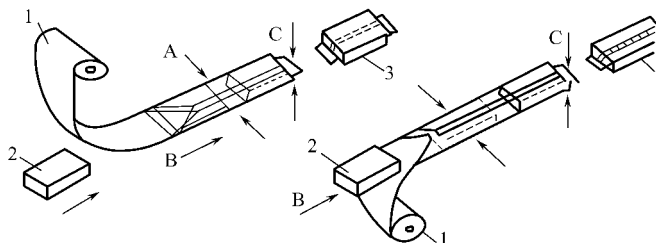


图 2-7 四面密封枕形袋式（用单卷平膜）示意

1—薄膜卷筒（平膜）；2—产品；3—包装件
A—纵封缝；B—将产品推入；C—封横缝切断

四面密封方式预封后，内部残留的空气在热收缩时会膨胀，使薄膜收缩困难，影响包装质量，因此在封口器旁常装有刺针，热封时刺针在薄膜上刺出放气孔。在热收缩后封缝处的小孔常能自行封闭。

(3) 一端开放式裹包 一端开放式的收缩包装，将物品堆积于托盘上，作运输包装用。它的工艺方法大多采用将收缩包装薄膜（管状膜或平膜）经制袋装置预制成收缩包装所用的包装袋（收缩包装袋比所要包装的托盘堆积物尺寸约大 15%~20%）。裹包时，先将包装袋撑开，而后套入托盘和堆积物，无特殊密封要求时，下端开放不封合。

(4) 托盘收缩包装 如图 2-8 所示。用托盘收缩包装是运输包装中发展较快的一种方法，主要特点是产品可以以一定数量为单位牢固地捆包起来，在运输中不会松散，能在露天堆放。

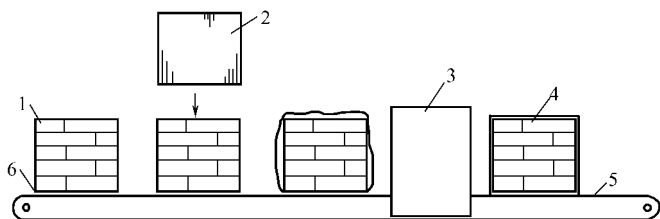


图 2-8 托盘收缩包装过程

1—集装货物；2—收缩薄膜套；3—热收缩通道；

4—包装件；5—运输带；6—托盘

三、大型全自动收缩包装线实例

由上海交通大学、镇江包装技术协会、南京长江电炉厂共同开发的大型热收缩包装线是国内第一条采用热风循环方式对物品进行收缩包装的全自动收缩包装线。用于出口铜版纸的托盘收缩包装，其包装质量明显优于国外进口纸堆的包装，填补了我国在这一项目上的空白。

1. 包装线的性能

此包装线是对造纸生产线上的不同规格的大小纸堆进行流水线包装，包装材料为国产的收缩薄膜，当罩有收缩薄膜货物托盘上线后，即可实行自动的收缩包装，除包装的速度及节奏可以连续调整、包装线的全部运动状态在控制屏上进行自动显示外，对此包装线是对造纸生产线上传动中的一些故障和包装饱和状态能实现自动报警和处理，在加热装置的温度设定后，其加热过程由计算机进行最佳调节。

2. 包装线的基本结构

包装线由输送、加热、控制装置三部组成输送。考虑到包装物较重，输送采用辊送装置。加热装置采用 GYQ 管状空气用电热元件，供加热空气用。采用热风循环加热。南京长江电炉厂的大型热收缩包装线采用了特殊供风系统，故保证了物品完好的包装质量。

为了保证包装线各个运动部件之间相互协调及连锁性，此包装

线采用了计算机实施的全自动控制系统，以达到各部分动作程序的自动运行，实施可靠控制相对加热炉的温度进行有效而合理的调节。

3. 大型热收缩包装线的用途及有关指标

这一大型热收缩包装线，包装质量良好，包装后的物品表面平整美观，适合于远洋运输，其热收缩包装的质量达到或超过国外同类产品的包装质量水平。在山东薛城造纸厂、山东富亨纸业有限公司使用的两条包装线，运转正常、良好。大型热收缩包装生产线不仅可用于纸的包装、还可用于机器、玻璃制品、建筑材料、袋装粮食、家具、布匹、书籍等的包装。

有关指标如下。

包装物外形尺寸范围：长 600~1300mm；宽 500~900mm；高 720~1820mm

包装物重：<1500kg

包装速度：1.5~4min/件

占地面积：10m×5m [长×宽]

所需电源电压及功率：380V、220V、70kW

采用国产厚度为 0.10~0.20mm 的 PE 和 PVC 收缩薄膜。一般每班由 3~4 人操作。

第四节 热收缩包装机

一、热收缩包装机的构成

热收缩包装机一般由两部分组成：对物品进行裹包与封口的包装机与对裹包有收缩薄膜的物品进行加热的收缩机。收缩机又称为热收缩通道（或热收缩隧道），由传送装置、加热装置和冷却装置等组成。热收缩过程是：将预包装件放在传送带上，传送带以规定速度运行，将其送进加热室，利用热空气吹向包装件进行加热，热收缩完毕离开加热室，自然冷却后，从传送带上取下。在体积大热收缩温度较高时，往往在离开加热室后用冷风扇加速冷却。

目前收缩隧道中常用的输送装置有耐热皮带、自动辊筒、辊筒、刮板、板式链带等各种型式，它们的表面应不会与收缩薄膜粘住，由输送装置带出的热量应最小，因此收缩隧道的输送装置与薄膜有关。因结构不同能带动的物品重量也不相同。例如，耐热皮带适合于聚乙烯、氯化乙烯的薄膜，不能载过重的物品；板式链带适合的薄膜只有聚乙烯，能载重的物体适用于托盘收缩包装用。

加热装置主要有三种形式：热风喷枪、热收缩烘道、热收缩烘箱。

热风喷枪以电或液化石油气为热源，用人工提着对套有收缩薄膜的被包装物吹热风、完成收缩包装。以电为热源的电功率较小，约为 2kW，适用于中小物品的包装；用液化石油气为热源适用于大型物品的包装。但两者的生产率都不高，特点是设备投资小。

热收缩烘道是以电为能源，由电动机带动风机将经过发热元件加热的热气流吹到裹包的物品上，也可采用红外灯作热源，直接照射在裹包的物品上，薄膜吸收辐射热而收缩。

热收缩烘箱既可以用电，也可用煤、油、液化石油气作为产生热气流的热源。用煤、油、液化石油气作热源时往往要通过热交换器间接加热，以免用它们直接加热时，产生水蒸气形成水滴附着在薄膜内侧而影响包装质量。

热收缩烘箱是一个箱形的装置，内壁装有隔热材料。其中有加热通风装置、恒温控制装置。通常有两个门，一进一出，由热循环风机吹出的风经过加热器加热成热风，经过吹风口吹向预包装件。要恰当地配置吹风口，并合理选择风力和风速，使包装件各部分大致能同时完成收缩。为加热收缩过程保证均匀收缩，热风采用强制循环。加热室的温度采用温度自动调节装置来控制，使热空气的温差不大于 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。热收缩烘箱见图 2-9。

由于各种收缩薄膜的特性各不相同，所以应根据包装作业所用薄膜的性能合理选择热收缩通道的各种参数。表 2-3 介绍了常用收缩薄膜与热收缩烘箱的主要参数关系。

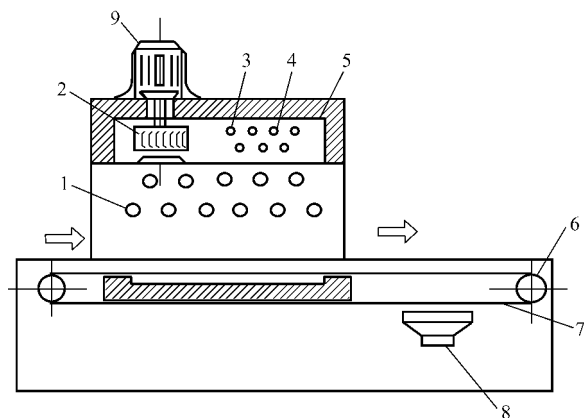


图 2-9 热收缩烘箱示意

1—热风吹出口；2—热风循环用风扇；3—加热器；4—温度调节器；
5—绝热材料；6—驱动轮；7—输送带；8—冷却风扇；9—风扇电机

表 2-3 常用收缩薄膜与热收缩烘箱的主要参数关系

薄 膜	厚度/mm	温度/℃	加热时间/s	风速/(mm/s)	备 注
聚氯乙烯	0.02~0.06	140~160	5~10	8~10	因为温度低对食品类较适宜
聚乙烯	0.02~0.04	160~200	6~10	15~20	紧固性强
聚丙烯	0.03~0.10	160~200	8~10	6~10	收缩时间长, 必要时停止加热
	0.12~0.20	180~200	30~60	12~16	

收缩薄膜不论采用何种加热装置，为保证薄膜收缩良好，加热装置的温度要均匀，且使薄膜加热时温升要快，迅速达到薄膜的收缩温度。

二、国内常用热收缩包装机

根据包装机的自动化程度不同又分为自动收缩包装机与半自动收缩包装机。前者收缩包装的四步工艺，即裹包、裹包物品的传送、加热与冷却全部由机器自动进行，操作者只要把物品放置在输送装置上面即可。后者是要将物品放置于两层薄膜之间，物品的裹

包借助于人工操纵。

目前,国外收缩包装机种类较多,如适合于杂货、食品、工业品零件等包装的 NS 式 L-2 型半自动收缩包装机;适用于食品、容器、书报、杂志等包装的 NS 式 A-8 型自动收缩包装机;适合胶合板、金属板及其他平板状产品包装的 NS 式 A-1C 型自动收缩包装机等,有几十种之多。有的包装机在国内也得到广泛应用。下面简单介绍几种国内常见的收缩包装机。

(1) 小型收缩包装机 主要用于包装水果和新鲜蔬菜,一般都用纸箱或塑料浅盘包装,如苹果、橘子、西红柿等,也可不用浅盘,如黄瓜、胡萝卜、香蕉等。因包装配套的热收缩烘箱温度因包装材料而异,用聚氯乙烯薄膜时要求 $90\sim 180^{\circ}\text{C}$;用聚乙烯薄膜时要求 $160\sim 240^{\circ}\text{C}$ 。

(2) L 型封口式包装机 一般使用卷筒对折膜,用手工送料。包装能力取决于包装件尺寸的大小和操作者的熟练程度。

(3) 板式热风包装机 用于两端开放式和四面密封式包装,如包装多件纸盒或瓶、罐装产品。包装能力决定于包装件尺寸、产品重量和薄膜厚度。一般为 $15\sim 25$ 包/min。

(4) 大型收缩包装机 用于装瓦楞纸箱和装大袋的产品集合包装。包装件长宽高一般在 1m 以上,有装于托盘上的,也有不用托盘的。包装件尺寸小,多数采用枕形袋式包装,其结构与卧式枕形袋包装机相似。

第五节 收缩包装的开封方法及其发展趋势

收缩包装有一个缺点即很难开封。所以,消费者和流通领域迫切希望包装界能尽早解决收缩包装的开封问题。

下面,就收缩包装的开封技术及其有关问题予以介绍。

一、收缩包装的多样化

香烟和点心之类的外表包装一般都带有开封带。但收缩包装因技术上有些难点尚未解决,所以带开封带的很少。

收缩包装的形态多种多样,外表包装一般为单件包装,包装薄

膜只使用容易切割的 OPP 和 $20\sim 30\mu\text{m}$ 的玻璃纸。但由于收缩包装的用途、目的、包装方式及所使用薄膜的货量和厚度等不同，所以就必须有相应的开封方式。

包装方法之一是将被包装物一个一个地包装，这主要用于不适于外表包装的商品，即呈圆形、尖形或多角形等奇形怪状的商品，不适于挤压热密封。其商品的大部分都是直接卖给用户的，所以，外观必须透明光亮。另外，为了保护商品在流通过程中不受损害和易于托运，多采用复数包装。除此之外，还有商标密封包装和托盘收缩包装。商标密封包装是指密封瓶口的封口包装或连瓶体也全部密封起来，并在瓶体上印上图案，起商标的作用。托盘收缩包装是将商品连同托盘一起进行收缩包装，起流通捆包的作用。

图 2-10 是这些概念的分类图，分类形式大致可分为以下几种。

- (1) 外表枕形包装方式 三边封缄方式、四边封缄方式、L 形封缄方式。
- (2) 套筒式包装 套筒包装、封口方式、半套筒方式。
- (3) 托盘包装 角撑板方式。

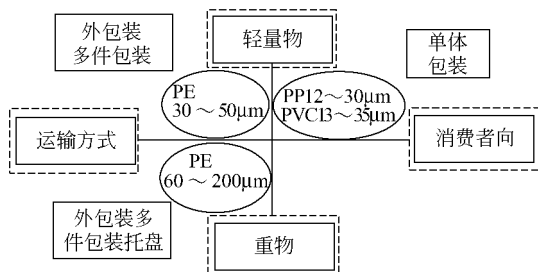


图 2-10 收缩包装方式示意

以上是几种代表性的包装方式。所使用的包装薄膜必须适用于上述包装方式。

表 2-4 是常用的几种包装薄膜及其质量性能和其开封的优缺点。

表 2-4 几种包装薄膜及其质量性能和其开封的优缺点

项 目	聚丙烯(PP)	聚氯乙烯(PVC)	聚乙烯(PE)
主要用途	单个包装杯,装面条,乳酸菌饮料,阴离子活性剂,笔记本集合,包装点心	单个包装,内装,点心类,干电池瓶,化妆品,文具类	中、大型集合包装,外装,实量物包装,电气器具托盘,包装瓶、罐
厚度	12~30 μm	13~35 μm	30~200 μm
特点	透明,光泽性好,强度高,硬度大	透明,光泽性好,强度高,硬度大,收缩温度范围广,易操作	低温冲击性好,热密封适应性强
缺点	热密封温度范围小	密封部易裂,密封时出现刺激性臭味	收缩性不好,拘束力小
开封	能从切口处轻易裂开,针孔由于加热而扩大	针孔比较稳定,切片有方向性难以切开	扯裂性不好,针孔扩大,破裂
方向性	2 个坐标(横竖同一收缩)	1~2 个坐标各种	1~2 个坐标各种
单价	中等	高价	便宜

二、实现易开封的难度

在研究收缩包装的易开封时,并不像香烟上的开封带那样简单,必须知道以下几点。

1. 开封带必须具有收缩性

如图 2-11 所示,开封带必须具有加热后与包装膜同时收缩的性质,特别是单体包装,使用 12~30 μm 厚的薄膜的话,开封带厚度应为 50~60 μm ,所以,开封带温度在短时间内不可能上升到所需温度。因此,在这种温度下要使开封带具有充分收缩性质是很难办到的。

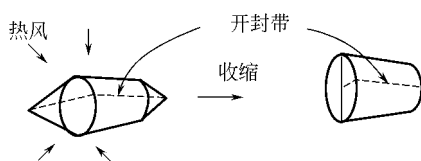


图 2-11 开封带的收缩性质

2. 薄膜很难切割

有的薄膜很柔软,并且难以切割,所以仅把这些开封带贴上了事是不行的,必须同时应用其他辅助手段。

3. 加热工序

使包装体在 140~170℃左右的加热收缩烘箱中通过几秒钟后,包装体便收缩。这时如有机器针孔的话,由于加热和收缩应力作用,有时会使针孔扩大,造成包装体破裂。

另外，针孔还会使包装体强度降低，会使中等重量及较重物体的包装造成严重损伤。

由于上述种种原因，所以，很难有固定的易开封方式。

三、市场上销售的商品例

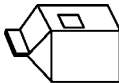
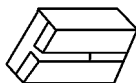
市场上销售的商品例及专利主要如图 2-12 所示。

在市场上出售的商品中，对 PP 收缩单体包装及 PVC 收缩封口包装均采用了易开封性包装。PE 收缩包装对外观几乎不大讲究。

综上所述，虽然收缩包装的开封尚有许多难题，但用户强烈要求要使开封简便易行。最近，正像大家看到的 PP 收缩包装那样，又开发了各种形式。单体包装随着包装的精细化，对奇形怪状难以包装的物品采取了廉价包装的收缩包装。集合包装和中等及较重物品包装也从箱装发展到廉价的收缩包装。

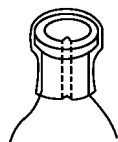
下面是各种收缩薄膜的开封方式及其优缺点，以及它们适用的商品。

1. PP 收缩 [见图 2-12(a)]

包装进行方向	用超声波将整摞纤维粘接	商品类
开封带式(本州式) ← 	(可高速作业、较便宜)	(杯装面条、纸杯、牛奶、饮料、托盘食品包装、点心、记录纸滚)
(富士机械式) ← 	热封闭式开封带，宽幅带，边切割边向前进、直角粘接	文具
(进口开封带) ← 	黏着型开封带(开封带的价格很贵)	点心
机器针孔开封式 ← 	局部带有机针孔(便宜，但担心针孔扩大、破碎)	杯装面条、杯装纳豆
标签开封式 ← 	在薄膜的切口上、贴上标签(较贵)	纸容器酒类包装
舌片开封式 ← 	纵向高温密封的剩余部分，直接用作抓手(外观不好看)	小盒点心、杯装面条

(a) PP 收缩

机器针孔 瓶封口包装

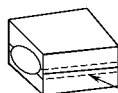


瓶商标密封

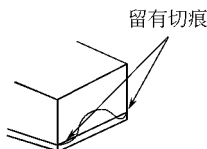


各种饮料、
调味品、调
味汁、果酱

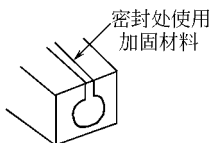
(b) PVC 收缩



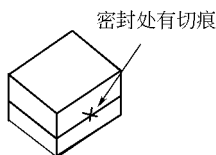
套筒包装密封时瓶、罐类
密封处两侧有针孔，电器等的
多件包装



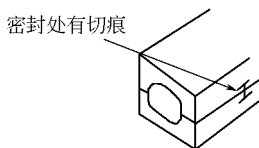
留有切痕



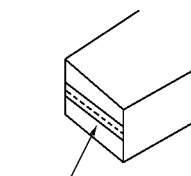
密封处使用
加固材料



密封处有切痕

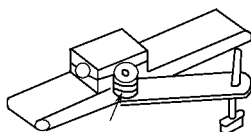


密封处有切痕



密封处插入加固
材料（绳带）密封

收缩后加工缝纫针孔



(c) PE 收缩

图 2-12 市场上销售的商品例

2. PVC 收缩 [见图 2-12(b)]

3. PE 收缩 [见图 2-12(c)]

单体包装由于其特有的性能，特别适合中等重量、较重物品的包装和集合包装，这种包装会给商店和超级商场在大量开捆时带来方便。总之，收缩包装的新功能一定会受到人们的欢迎。

第六节 前景展望

我国的收缩包装技术随着收缩材料的大量生产与收缩包装机械的逐步完善，将获得愈加广泛的应用。但与先进国家相比，目前还存在着较大差距。要发展收缩包装技术，应从以下几方面进行考虑。

努力降低收缩材料的成本，加强新型收缩材料的开发。材料的成本下降了，材料的使用量就会增加，就会推动收缩包装技术的发展。

努力开发大、中、小各种类型的热收缩包装机械。除了开发多功能的全自动的热收缩包装机械以满足专业厂批量包装的要求外，还应设计、制造各种类型的简易的和单功能的收缩包装机械，以适应小批量、多品种、多花色迅速变化的市场需要，满足不同用户的包装要求。在增加收缩包装机械的同时，还应注意降低收缩包装机的能耗，以“节能”为目标进行其收缩包装机的设计，以降低收缩包装机的使用成本。

我国的收缩包装技术多用于中、小物品的包装，大型物品的包装目前仅限于外贸物品。大型物品收缩包装的应用，要有相应的配套设施，如场地、起吊运输设备等。随着集装运输的发展，大型物品的收缩包装将会获得较广的应用。

建立与完善收缩包装体系。现在我国生产收缩薄膜与制造收缩包装机械的工厂共有数十家，各自引进国外设备或仿制，缺乏对样机的深入解剖、分析和测试对比。仿制也停留于一般产品，缺少对其关键技术的深入研究。收缩包装技术的推广与应用若能设计、制造、销售一体化，成立研制收缩材料及收缩包装设备的研究中心，努力研究国内外收缩材料及收缩包装设备的发展历史和现状，制订出攻关、理论研究、指导应用等一系列的总体规划，将会促进收缩包装技术的发展。

目前国内的收缩包装技术推广应用薄弱，这一包装技术鲜为人知。江苏省镇江市包装技术协会与江苏工学院在近两年内做了有益

的尝试，曾在全市范围内召开了推广会，传授收缩包装技术并在现场对市内各名、优、特产品进行收缩包装表演，深受企业欢迎，会后有十余家企业的产品运用了收缩包装。建议全国成立相应的推广组织，加强宣传，以促进收缩包装技术的应用与发展。

第三章 拉伸包装技术

第一节 概 述

一、拉伸包装的定义及特点

拉伸包装是 20 世纪 80 年代末开始采用的一种新包装技术，它是由收缩包装发展而来的。拉伸包装是依靠机械装置，在常温下将弹性薄膜围绕待包装件，进行拉伸，紧裹，并在其末端进行封合的一种包装方法。由于拉伸包装不需要加热，所以消耗的能源只有收缩包装的 $1/20$ 。拉伸包装主要用来捆包单件物品，也可用于托盘包装之类的集合包装。

拉伸薄膜包装除具有一般塑料薄膜包装的特点外，还有其独特的长处。这种包装形式同热收缩薄膜包装相比，可节省大量能源，并且不需要使用燃料，还可简化设备；同捆扎包装相比，可免去护角板，也可避免出现捆扎带勒坏或勒进货物的现象。拉伸薄膜的承载力是可以调节的，并可分布整个薄膜的宽度上，拉伸裹包能提供较好的保护作用，防止受到周围环境的破坏。还可以选择透明的、染色的或不透明的拉伸薄膜，以便识别货物，或者使人不容易识别以防止偷盗。由于拉伸薄膜具有弹性和回复性，因而经过拉伸薄膜裹包的货物较能耐冲击力和震动。

拉伸包装起初主要是用于销售包装，是满足超级市场销售肉、禽、海鲜产品、新鲜水果和蔬菜的包装。自从比较理想的拉伸薄膜如聚氯乙烯薄膜用于拉伸包装后，拉伸包装得到了飞速发展，而且从销售包装的领域扩展到运输包装的领域，因为拉伸包装用于运输包装可以节省设备投资和材料、能源方面的费用。拉伸包装和收缩包装一样，也是很有发展前途的包装技术。

目前，在国际上采用拉伸包装工艺已相当普遍，尤其在化工原料、药品、食品、茶叶、纸张、五金电动工具、金属丝网等产品的内外销包装方面，以及陶瓷制品、玻璃器皿、电子显像管、啤酒和饮料金属软罐和塑料瓶等产品的生产周转运输包装方面，拉伸包装薄膜是被首选的包装薄膜。

二、拉伸包装的优点

与旧的包装方式相比较，拉伸薄膜包装有许多优点，以下的说明是从一些采用拉伸薄膜包装技术的公司进行调查得到的，实际的益处将取决于特殊的环境产品。

- ① 预拉伸薄膜包装将产生一个外表吸引人的包装体。
- ② 因为拉伸薄膜非常容易使用，所以生产率将被大大提高。
- ③ 由于包装每一件物品所用薄膜的成本低于其他任何包装材料，因而包装成本将大大地降低。
- ④ 拉伸薄膜包装将减少包装材料的用量，从而减少了资源的消耗。
- ⑤ 包装材料的库存也将减少，对于薄膜来讲，一种尺寸适用各种产品。大批量的包装材料库存（不同尺寸的纸箱和纸袋）将被淘汰。
- ⑥ 薄膜包装将提供特别保护，如防尘、防潮、防摩擦等，并能安全包住产品。
- ⑦ 拉伸薄膜不易磨损，并不易黏着在产品上，所以产品表面不会被磨损。
- ⑧ 因为拉伸薄膜具有较好的透明度，因此在运输中比较容易辨认所包装的货物而不会错运。
- ⑨ 预拉伸薄膜包装减少包装材料的浪费并可回收。
- ⑩ 预拉伸薄膜包装不像其他大多数包装材料那样松散和笨重，同时所形成的一个紧凑包裹，较少地占用空间，从而提高运输效率。

表 3-1 中是拉伸包装和其他包装的特性比较。

表 3-1 几种包装的特性比较

包装方式	外 表	适 用 性	成 本	保 护 性	生 产 率
拉伸薄膜	清新干净	易使用和移动	最低	最佳保护， 避免摩擦	自动系统，生 产率高
易皱纸板	吸引的外表	难使用	贵	较好保护	需手工劳动， 生产率低
打包	难看	难移动	中等	易损	低
胶带	可接受	花大精力，难移动	中等	易损	低
塑料泡沫	吸引或不吸引 取决于泡沫类型	花大精力，凌乱	贵	较好	低
收缩膜	吸引	需热风管	中等	较好	低

三、拉伸薄膜包装适用范围

最重要的是拉伸薄膜包装可适用于环境，这种环境将安全、保护、工作效率及成本核算放在首位。

1. 固定性

通过固定性包装，对于重的、不规则的产品的包装将比传统方法更快、更有效。预拉伸薄膜包装的固定性使预拉伸薄膜能够代替一些缺乏吸引力的包装材料，例如：打捆带、保护性塑料泡沫和纸板。

固定包装可使产品固定于一个稳定的基座上，薄膜的固定力可使产品避免移动，从而消除由此造成的对产品的破坏。拉伸薄膜包装，可选择正确的包装力。对特殊的产品，还可通过对薄膜包装力的测量，选择适用的预拉伸量和包装层数，固定和保护重的货物，无论其是什么尺寸、重量和形状。

另外，薄膜包装简易的使用性将节省劳动力，它的保护特性将使产品在运输中和仓储中保持干净和安全。

2. 压缩性

在拉伸薄膜包装的压缩性方面，基本上取代了以往常用的包装材料，例如：细绳、胶带、捆带条，它的工作原理是利用薄膜的包装力包住产品的相应部位，可调的包装力可使硬的产品紧紧贴在一起或使较软的产品形成一个更坚固的、紧缩的包装体。

虽然拉伸薄膜提供较强的包装力，但它不像胶带和捆带条那样具有黏性和尖锐的边缘，从而不会对产品造成任何的损伤。

拉伸薄膜紧紧贴住产品，使其拉伸力分布整个产品，避免了受力集中（对产品有害），又可精确控制缠绕力使其适合产品。同时拉伸薄膜可从产品上迅速、安全、容易地卸下。

3. 初级保护性

初级保护包装把薄膜包装看成一种对产品的保护，例如：使产品免受环境因素的破坏及在运输中被错误地装卸。

当被看成是一种初级保护时，拉伸薄膜是塑料袋、泡沫、收缩膜和纸盒的最理想替代品，它更加经济实惠，容易操作，并成为一个个紧凑的包裹。

作为一个基础的内部包装，拉伸薄膜形成一个有效的屏障，从而达到防尘、防油、防潮的目的，它在产品的周围形成一个轻的、保护性的外表，并保证他们到达目的地后保持原来面目。另外，薄膜的防尘和抗撕裂性为产品提供了一个特别的保护方式，高的透明度能容易的鉴别所包产品的内容。

4. 拉伸薄膜包装适合的产品

拉伸薄膜包装适合的产品有：布料和软材料，涂料，电子配件，建材，家具预制板，卷筒板，金属制品，电线，软管，钢材，袋装、箱装、罐装食品，工业马达，轻设备装置，瓷砖等建筑材料，玻璃器皿等轻工产品，门、窗，卷烟工业，医药及化妆品。

第二节 拉伸包装薄膜

拉伸包装薄膜（stretch packing film）是一种可拉伸并带弹性、连续的、同时单面或双面涂有黏胶的塑料薄膜。该膜具有独特的自黏性、较高的拉伸强度、优良的耐穿刺性及良好的透明度。包装工艺简便，包装时，将薄膜拉伸施以应力，将其紧紧地贴覆在商品或将商品固定在托盘上，在商品的运输过程中起到固定、保护和保洁的作用。

拉伸薄膜的主要基材有低密度聚乙烯（LDPE）、乙烯-醋酸乙

烯 (EVA)、聚氯乙烯 (PVC) 和线性低密度聚乙烯 (LLDPE)。主要用于组成货载单元或防止货物松散时, 进行拉伸螺旋缠绕将物品裹包起来。如纸箱货物的单元化, 大量堆码捆束的玻璃瓶、塑料瓶、易拉罐、桶状物、建筑材料、化工产品, 以及大型卷筒材料无纺布、纸卷、铝箔等, 使用范围非常广泛, 无论是重物还是轻物、易碎物、不稳定物、可压缩物、形状不规则体等较大物体均可采用这种包装。

为了进一步了解拉伸包装技术, 必须首先掌握拉伸薄膜性能。

一、拉伸薄膜的性能及其选择

拉伸薄膜具有以下重要性能指标。

(1) 自黏性 薄膜之间接触后的黏附性, 在拉伸缠绕过程中和裹包之后, 能使包装商品紧固而不会松散。自黏性受外界环境多种因素影响, 如湿度、灰尘和污染物等。获得自黏薄膜的主要方法有两种: 一是加工表面光滑具有光泽的薄膜; 二是用增加黏附性的添加剂, 使薄膜的表面产生湿润效果, 从而提高黏附性。

(2) 韧性 韧性是薄膜抗戳穿和抗撕裂的综合性质。抗撕裂能力是指薄膜在受张力后并被戳穿时的抗撕裂程度。应当指出, 抗撕裂能力的危险值必须取横向的 (即与机器操作方向垂直), 因为在此方向撕裂将使包装件松散, 但纵向发生撕裂, 包装件仍能保持牢固。

(3) 拉伸 拉伸是薄膜受拉力后产生弹性伸长的能力。纵向拉伸增加, 最终将使薄膜变薄, 宽度缩短。虽然纵向拉伸是有益的, 但过度拉伸常常是不可取的。因为薄膜变薄, 易撕裂, 加在包装件上的张力增加。

(4) 应力滞留 应力滞留是指在拉伸裹包过程中, 对薄膜施加的张力能保持的程度。对乙烯-醋酸乙烯共聚物、低密度聚乙烯和线性低密度聚乙烯薄膜, 常用的应力滞留程度是, 将薄膜原始长度拉伸至 130%, 在 16h 中松弛至 60%~65%; 对聚氯乙烯薄膜松弛至 25%。

(5) 许用拉伸 许用拉伸是指在一定用途的情况下, 能保持各

种必需的特性，所能施加的最大拉伸。许用拉伸随不同用途而变化。当然，所取许用拉伸越大，用薄膜越少，包装成本也越低。除上述性能指标外，其他性能如光学性能和热封性能，可能对某些特殊包装件是重要的。

此外，在拉伸包装薄膜的选择上还应考虑以下因素。

① 拉伸膜具备的重要性能是较高的拉伸率、最小的幅宽收缩、高的纵向极限拉伸强度、高戳穿强度、高耐剪切性、低应力松弛和良好的黏性等。这些性能主要取决于基本树脂和添加剂的结合。

② 适宜的环境温度。较高的环境温度会引起拉伸膜松弛和失去在标准条件下所具备的保持力。在标准条件下，裹包后的 24h 之内，低密度聚乙烯、线性低密度聚乙烯薄膜能保持原来保持力的 65%，而聚乙烯在常温下只能保持大约 25%。低温会降低黏性、韧性和拉伸等性能。一般大多数膜适合在 $-29\sim 54^{\circ}\text{C}$ 之间使用。

③ 湿度适应性。在高湿度环境下有时能提高薄膜的黏性，这是因为某些增黏剂就是靠吸收大气中的湿气而发挥作用的。所以，如果两个光滑表面之间有湿气，则很难将两层薄膜分开。若在低湿度下能形成较高的静电黏性。在储运过程中，这种静电黏性是靠不住的，这是因为静电荷会随时间而消失。为了提高湿度适应性，一些薄膜厂家生产复合拉伸薄膜，在其单面涂覆了增黏剂以提高黏性。

④ 薄膜生产厂家。用户必须知道大批供货的薄膜性能应与薄膜样品预试验和质量鉴定结果完全一致。因为在实际的拉伸设备上，薄膜所遇到的应力和速率不一定与试验设备的完全相同。实际的裹包和运输试验应当用真实的设备和真实的货载进行，并进行不同薄膜的比较，从而做出选择薄膜的最后决定。

二、拉伸包装薄膜的分类和发展趋势

就制造方法而言，拉伸包装薄膜可分平挤薄膜和吹塑薄膜。平挤薄膜和吹塑薄膜之间有两个影响拉伸薄膜性能的主要不同点。其中之一是由于所用的冷却和固化熔融塑料的方法不同。平挤薄膜时是一个或多个高度抛光并含有循环冷却液的辊快速冷却。而吹塑薄

膜则不能迅速冷却，通常是用高速空气冷却。平挤薄膜与同样材料吹塑制成的薄膜相比，具有更均匀的厚度和较高的黏性和透明度。另一不同之处是它们的分子取向，平挤薄膜在生产过程中沿机器方向（纵向）已进行了一定程度的拉伸，我们称为单轴取向，其纵向极限拉伸强度大于横向拉伸强度。因此，横向的拉伸蔓延撕裂性较强，这就减少了裹包、储存和运输中的破损。而吹塑薄膜生产中是在纵横两个方向上拉伸，我们称为双向取向，这种膜抗横向蔓延撕裂性小，容易破损。

目的，国内外普遍欢迎的是共挤膜。它是由两层或多层同时共挤，使多层膜在熔融状态下相互接触，并通过冷却后永久地黏合在一起。这种方法为树脂和添加剂的结合提供了很多机会，提高了薄膜性能，使薄膜拉伸率提高 $200\% \sim 300\%$ ，成为拉伸包装的首选薄膜。

国际上拉伸薄膜市场大体趋向三个类型。对于需要量比较少的第一类应用，使用低拉伸率薄膜，其拉伸率为 $0 \sim 75\%$ 左右。这些薄膜被用来裹包规则、不规则或任意形状的货载，裹包时使用速度较慢的拉伸包装机。由于受设备的限制， 30% 的拉伸率都很难做到。近年来，随着设备的发展，在第二类应用中，薄膜拉伸率高达 120% ，不规则的任意形状的货载，包括重物或能位移的货物都倾向于使用这类拉伸裹包。典型的这类设备是半自动高速缠绕机。第三类应用是高性能的。薄膜拉伸率高达 300% ，有的更高。通常配有传送带的全自动高速缠绕机。发展趋势是薄拉伸膜取代厚膜。20 世纪 70 年代标准拉伸膜厚度为 $25\mu\text{m}$ ，而现在是 $20\mu\text{m}$ ，有的达 $13\mu\text{m}$ 。今后，随着新型添加剂和基体树脂以及新拉伸设备的登场，将生产出更高性能的拉伸薄膜，共挤出薄膜将继续作为螺旋缠绕薄膜被广泛使用。

三、常用的拉伸薄膜

(1) 聚氯乙烯薄膜 使用最早，自黏性甚佳，拉伸和韧性均好，但应力滞留性差。

(2) 乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜 常用的含醋酸乙烯 $10\% \sim$

12%，自黏性、拉伸、韧性和应力滞留性均好。国内已研制成功，经试用证明能满足纸袋、塑料编织袋、瓦楞纸箱和木夹板包装商品的旋转缠绕裹包要求。

(3) 线性低密度聚乙烯薄膜 这种薄膜是 1979 年出现的，比聚氯乙烯和乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜晚，但综合特性最好，因此，是目前使用最多的一种拉伸薄膜。吹塑的线性低密度聚乙烯薄膜的自黏性比聚氯乙烯及乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜略差，但挤出的薄膜则相同。

用上述材料制成的拉伸薄膜的最终性能，取决于所用原料的质量和加工工艺。几种拉伸薄膜的性质见表 3-2。

表 3-2 几种拉伸薄膜的性质

拉伸薄膜	拉伸率/%	拉伸强度/MPa	自黏性/g	抗戳穿强度/Pa
线性低密度聚乙烯	55	0.412	180	960
乙烯-醋酸乙烯共聚物	15	0.255	160	824
聚氯乙烯	25	0.240	130	550
低密度聚乙烯	15	0.214	60	137

第三节 拉伸包装方法及操作

一、按薄膜拉伸方法分类

目前国际市场上的拉伸包装按薄膜拉伸方法分类有传统拉伸和预拉伸两种方法。

传统拉伸是将货物置于转动的转台上，旋转运动产生的拉伸力从薄膜卷上拉出薄膜，货物旋转时，薄膜卷上的制动装置限制了薄膜的展开，从而实现薄膜的拉伸。用这种方法，全部拉伸膜的力都作用于薄膜卷与货物棱角之间，如要获得较高的拉伸力，有可能导致压坏货物或使转台上的货物位移，并且棱角处还可能撕破薄膜，甚至薄膜卷与货物之间的薄膜会形成严重的幅宽收缩，即纵向拉伸时横向宽度减小。因此，这种设备决不可能发挥薄膜的极限潜力。在实际生产条件下，对具有 200% 拉伸率的薄膜，一般只能拉伸

10%~55%。达不到高拉伸效果。

预拉伸方法是使薄膜在与货载接触之前即已通过动力带动两个不同转速的辊，间距只有 5cm，进行了较大比例的拉伸，将拉伸过程与缠绕货物的棱角的过程分隔开，使薄膜的拉伸过程处于缠绕货物之间受到一个恒定的拉伸力。同样，也可把薄膜对货载的拉力调节成与拉伸力无关。此方法通常可将薄膜拉伸到 60%~200%，高的可达 300%，从而降低了每个集装货物的薄膜消耗量，同时也使薄膜强度变得更大。对于不同拉伸率薄膜，操作者可自由调节拉伸力，此拉伸过程薄膜不受物品棱角的影响，使其全部物理性能都用来使货物保持在一起。与传统法相比，后者利用拉伸力，可降低薄膜成本 50%以上，因而被广泛采用。

二、按裹包方法分类

目前，国际上采用的拉伸缠绕裹包方法可分为以下几种。

(1) 螺旋缠绕法 即用单一尺寸的薄膜，通常宽为 50cm 的薄膜缠绕各种堆码在一起的货物的一种方法。将货物置于转动的转台上，转台转动时，机器支座上的薄膜卷被拉出并上下移动，将货物从底部缠绕到顶部，再从顶部返回到底部，反复几次，次数根据货物重量、外形及运输方法而决定。这种方法能灵活适应物品的尺寸及形状的变化，因而被普遍采用于托盘集装。螺旋缠绕又分平台转动、传动台转动、货物不动薄膜卷转动等方式。平台转动式是由铲车装卸被裹包的货物，操作人员将薄膜端部塞进货物的缝隙中拴住，并按拟定程序开始裹包循环，裹包后操作人员切断薄膜，从转台上卸下货物。这种装置还可变化包装能用铲车或托盘起重车装卸的低台式装置，以及铲车司机在车上遥控操作的全自动方式。传动台转动是将货物借助输送辊送进包装工位，按拟定程序进行缠绕包装后，再通过输送辊送出，完成流水线作业。货物不动薄膜卷转动方式是将货物放在地上或输送辊上保持静止，薄膜卷环绕货物旋转，以螺旋方式缠绕。这特别适用于重量轻，不紧固的货物，或者难以旋转的极重货物。

(2) 整幅裹包装 即用一种宽度为 140~180cm 的薄膜，以不

变的高度缠绕货物，将其覆盖在整个货物表面上。因货物是在转台一次旋转中完成包装，故生产率比螺旋法高。

(3) 水平裹包法 即任意长度的货物在传送辊上的传送过程中，将拉伸薄膜缠绕在货物上。这种包装适合于长状塑材、板材等物品。

(4) 滚动物品 实现螺旋缠绕包装。这种包装适于无纺布、地毯、布匹。

(5) 卷筒包装 与滚动包装一样，通过滚轴旋转物品，同时薄膜卷围绕物品作横向缠绕，实现全封闭包装。这种包装适于纸卷的防尘防潮和木材牧草的保湿、防干燥等。

(6) 环形螺旋包装 主要用于轮胎电线卷等环形物品，包装物作原点滚动运动，使薄膜穿过拉伸缠绕实现包装。

无论实行何种包装，国际市场上都曾经经历手动-半自动-全自动高速电脑控制这样一个发展阶段，并且至今各种设备并存，仍在继续被广泛采用在电子、书刊、纺织、食品、造纸、建材、化工以及铁路、码头、空港等行业部门，降低了包装成本，减少了货物破损，提高了运输周转效率。

三、按用途分类

拉伸包装方法按包装用途可分为用于销售包装和用于运输包装两类。每一类的产品包装用的设备不同，又可分为几种不同的方法。

1. 用于销售包装的方法

(1) 手工操作方法 一般都把被包装物放在浅盘内，特别是软而脆的产品，如不用浅盘则容易损坏。还有多件包装的零散产品也需用浅盘；如果产品本身有一定的刚性和牢固程度，如小工具、大白菜等也可不用浅盘。

手工操作过程见图 3-1 所示。

① 从卷筒拉出薄膜，将产品放在其上卷起来（或浅盘盛产品，再放到薄膜上），然后向热封板移动，移到一定位置时，用电热丝将薄膜切断，再移到热封板上进行封合。

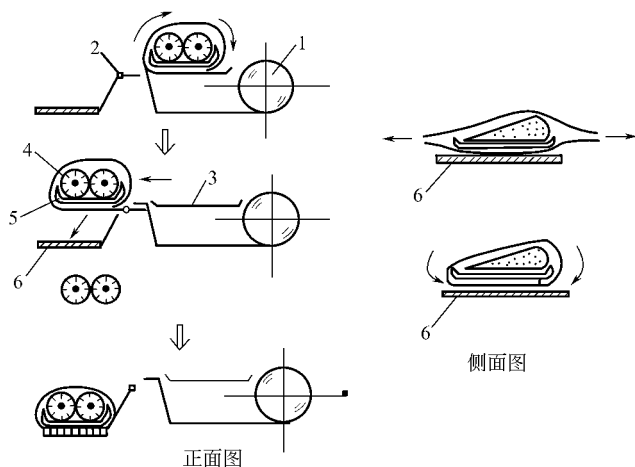


图 3-1 拉伸包装手工操作过程

1—薄膜卷筒；2—电热丝；3—工作台；4—产品；5—浅盘；6—热封板

② 用手抓住薄膜卷的两端，进行拉伸。

③ 拉伸到所需程度，将两端的薄膜向下折至薄膜卷的底面，压在热封板上封合。

(2) 半自动操作 将包装工作中的一部分工序机械化或自动化，可节省劳动力，提高生产率。包装形态主要是带浅盘的包装。被机械化的部分，根据厂家和用户不同而异。但包装的重要环节是卷包和拉伸，要使这些工序机械化，则机器的构造复杂，价格也较高，而通用性却有所削弱。虽然能节省一部分劳力，产量有所提高，但从总体考虑不一定合算。如果仅将供给、输出和热封部分自动化，包装速度不会提高多少。所以，半自动操作使用较少。

(3) 全自动操作 手工操作工人劳动强度大，单一而频繁的动作，容易引起腰、肩和肘部疲劳，以至于损伤，加上生产成本低，生产效率低，为此全自动操作方式急速地发展，图 3-2 是全自动拉伸包装机。

现有的拉伸包装机中所采用的包装方法大体可分为两种：上推



图 3-2 全自动拉伸包装机

式操作法和连续直线式操作法。上推式操作法是现在拉伸包装用于销售方面的主要包装方法。其操作过程见图 3-3。

将产品放于浅盘内，由供给装置推至供给传送带上运到上推部

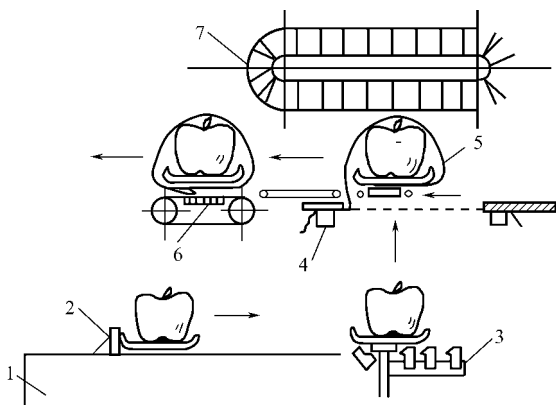


图 3-3 拉伸包装上推式操作过程

- 1—供给输送台；2—供给装置；3—上推装置；4—薄膜夹子；
5—薄膜；6—热封板；7—输出装置

位（浅盘的长边与前进方向垂直）。同时将预先按需要长度切断的薄膜，送到上推部上方。用夹子把薄膜四边夹住，把被包装物放于推杆顶部，上推部分上升。由于上推部分上升并顶着薄膜，薄膜被拉伸，然后松开左、右和后边的薄膜夹子，同时在这三边的薄膜向浅盘下面折进去。接着启动带有软泡沫塑料的输出传送带，将浅盘向前推移，前边的薄膜得到拉伸，与此同时，松开前面的薄膜夹子，把薄膜向浅盘下面折进去，随后将包装件送至热封板上，最后进行封合。

连续直线式操作法是自动拉伸包装最早出现的形式。因为包装较高产品时不够稳定，在使用上受到一定限制。其操作过程如图 3-4 所示。

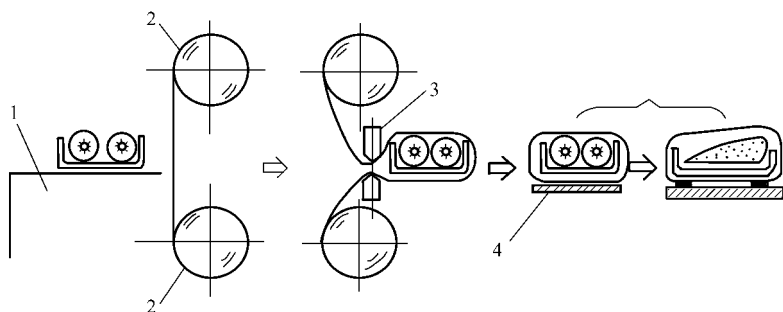


图 3-4 拉伸包装连续直线式操作过程（一）

1—供给输送台；2—薄膜卷筒；3—封切刀；4—热封板

由供给装置将放在浅盘内的产品送至薄膜前（浅盘长边方向与前进方向垂直），当前一个包装件的后部封切时，同时将两个卷筒的薄膜封合，被包装物送至此处，继续向前推移时，使薄膜拉伸。当被包装物全部被覆盖，用封切刀将后部垫封并切断。然后，将薄膜的左右两端拉伸，并向浅盘底面折进去。最后送至热封板上封合。

连续直线式操作法还有一种操作方式，见图 3-5。

由供给装置将放在浅盘内的产品沿水平方向推进，同时将薄膜的两侧向下折，用热封辊将两侧薄膜压紧热封，形成一条纵缝，此

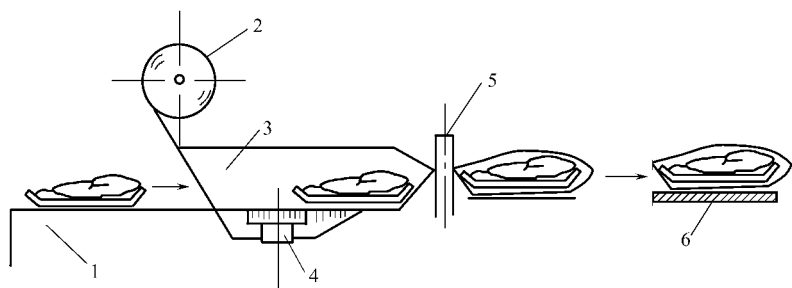


图 3-5 拉伸包装连续直线式操作过程（二）

1—供给输送台；2—薄膜卷筒；3—制袋器；

4—热封辊；5—封切刀；6—热封板

时薄膜形成圆筒状，将包装物裹于其中（浅盘的长边方向与前进方向一致）。一边封纵缝，一边向前进。到达封切刀处时，包装件的后部被热封切断，同时又形成了下一个包装件的前部薄膜横封缝。然后，将薄膜的前后两端，经拉伸后折向浅盘底面，送至热封板上封合。

2. 用于运输包装的方法

拉伸包装用于运输包装，比传统用的木箱、瓦楞纸箱等包装，有重量轻、成本低的特点，因此得到迅速和广泛应用。这种包装大部分用于托盘集合包装，有时也用于无托盘集合包装。拉伸包装用于运输包装时，按所用薄膜的不同可分为整幅薄膜包装法和窄幅薄膜缠绕式包装法两类；按操作方法的不同又可分为回转式操作法和直通式操作法；按其生产率的高低又可分为手提式、平台式、运输带喂入式、全自动式等方法。

（1）整幅薄膜包装法 用宽度与货物高度一样或更宽一些的整幅薄膜包装。这种方法适合包装形状方整的货物，既经济，效果又好，如用普通船装载出口货物的包装；20kg 大袋包装；沉重而且不稳定的货物，以及单位时间内要求包装效率高的场合。这种方法的缺点是材料仓库中要储备多种幅宽的薄膜。常用设备的操作方式有两种。

① 回转式操作法。它是将货物放在一个可以回转的平台上，

把薄膜端部粘在货物上，然后旋转平台，边旋转边拉伸薄膜进行缠绕裹包，转几周后切断薄膜，将末端粘在货物上。

将薄膜拉伸的基本方法有两种：一种是用摩擦辊限制薄膜从卷筒上被拉出的速度，从而拉伸薄膜，一般的拉伸率为 $5\% \sim 55\%$ ；另一种是用两对回转速度不同的辊，薄膜输入辊的转速比输出辊的转速低一些，从而拉伸薄膜，拉伸率一般为 $10\% \sim 100\%$ 。为了消除方形货物包装过程中四角处速度突增的不利因素，常装置气动调节器，以保持薄膜拉力均匀，见图 3-6。

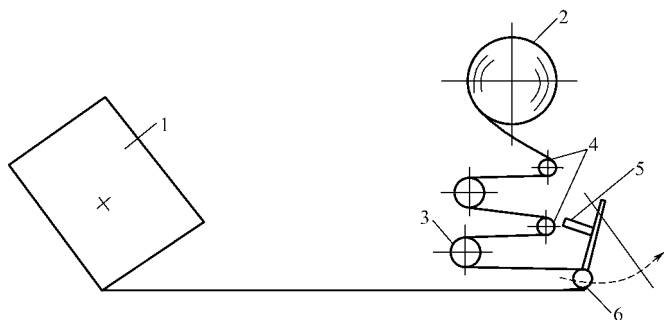


图 3-6 回转式拉伸包装示意

1—货物；2—薄膜卷筒；3—预拉伸辊；4—导辊；
5—气动调节机构；6—调节辊

这种方法所用设备有半自动的，即在开始时粘上薄膜，结束时切断薄膜，有手工操作，也有全自动的。

② 直通式操作法。将货物放在输送带上，向前移动，在包装位置上有一个龙门式的架子，两个薄膜卷筒直立于输送带两侧，并装有摩擦拉伸辊。开始包装时，先将两卷薄膜的端部热封于货物上。当货物向前移动时，将薄膜包在其上，同时将薄膜拉伸，到达一定位置，将薄膜切断，端部粘于货物背后。这种方法所用设备与回转式一样，也有半自动的和全自动的。

(2) 窄幅薄膜缠绕式包装法 用窄幅面薄膜（幅宽一般为 $50 \sim 75\text{cm}$ ）自上而下以螺旋线形式缠绕，直到裹包完成，两圈之间约有 $1/2$ 部分重叠。这种方法适合包装堆积较高或高度不一致的货物

以及形状不规则或轻的货物。包装效率较低，但可使用一种幅宽的薄膜包装不同形状和堆积高度的货物。所用设备有手工操作或自动操作的。其基本原理见图 3-7，操作过程如下。

① 将货物堆放在回转平台上，将薄膜从卷筒拉出，端部黏结在货物上部。然后回转平台，并带着货物旋转，薄膜一边缠绕，同时被拉伸。

② 开始操作时薄膜卷筒位于支柱的顶端，随着薄膜的缠绕，卷筒向下移动，薄膜就在货物表面自上而下，形成螺旋式包装。

③ 将货物全部包严后，用切刀切断，用热封板把薄膜端部黏结起来，包装完毕。

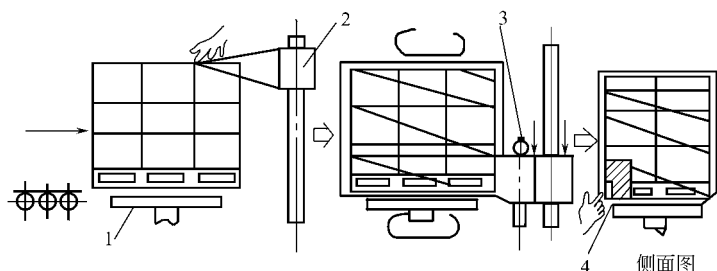


图 3-7 拉伸包装窄幅薄膜缠绕式操作过程

1—回转平台；2—薄膜卷筒；3—升降装置；4—热封板

第四节 预拉伸薄膜裹包机

拉伸包装机有传统拉伸裹包和预拉伸裹包两种，这里重点介绍预拉伸薄膜裹包机。

一、预拉伸薄膜包装机及其操作

在储存和运输过程中，为了保护货物，经常将货物在某一包装方法下由多元结合成一体，即“货物单元化”（把许多小物件变成一大件的化零为整的过程）。这时，应使货物紧密地结合在一起，使结合的整体紧固力大至足以使货物“原封不动地”从始点到达终点，但又不致令货物挤坏。同时，包装过程中如何提高其效率也非常重要。预拉伸薄膜包装在这方面提供了一种全新的包装方式，其

设备、预拉伸薄膜裹包机的设计原理也基于这两点。

预拉伸薄膜裹包机有水平方向裹包和垂直方向裹包两种。

无论是水平方向包装或垂直方向包装，货物整体的紧固力都决定于薄膜缠绕的次数、位置和张力的。薄膜向内收缩的性能也是影响整体紧固力的一大因素。所以薄膜的选用必须考虑周到。

放置于托盘上的货物一般都是以水平方向裹包。这种预拉伸薄膜包装机由三个主要部分组成：放置货物的转台、薄膜升降的设备和预拉及输出薄膜的卷筒装置。

裹包的操作周期分以下阶段。

① 把货物连托盘放置在裹包机的转台中央。

② 转台起动，薄膜经过一定的预拉伸程度（视机器设计而定）及在设定的张力下从货物底部把托盘和货物裹包结合在一起。

③ 转台继续转动，薄膜开始上升。此时，薄膜便以螺旋形裹包在货物表面。

④ 薄膜到达货物顶部时，停止上升。转台继续转动，薄膜缠绕货物达某一预设圈数后，开始下降，以螺旋形重新裹包在货物表面一次。

⑤ 薄膜降到货物底部后，转盘在原有位置停止，薄膜亦停于始点，完成操作周期。

基于上面操作周期的要求，适用的预拉伸薄膜包装机至少应该具备下列可以调整的功能。

① 启动时薄膜附于货物上的张力不能太大，免得拉脱薄膜。在此低张力状态下裹包到适当时间，薄膜才以原定张力裹包。

② 要有一段时间使薄膜将货物底部与托盘裹包结合在一起。

③ 在货物整体较弱的地方，例如两层大纸箱堆叠的层面，要有集中打捆的功能。

④ 薄膜升到货物顶部后，翻边覆盖进去的宽度应可调整。

⑤ 大多数货物是方柱形的。方柱形以一定转速旋转时，角和边对薄膜产生的拉力不同，为了整体的紧固力尽量达到全面一致，需要有设备感应到拉力的变化，做出补偿。

二、提高紧固力及效率的要点

薄膜预拉伸的程度及裹绕在货物上的次数直接影响到包裹的成本和效果。预拉程度愈大，每卷薄膜拉出来的长度也愈长，裹绕在货物上的次数就愈少，使用的薄膜便相应减少，降低了成本，同时也节省了裹包的时间，提高了效率。但是预拉伸程度不能任意加大，裹绕的次数也不可随便减少。如果裹包的圈数不足，整体的紧固力按正比减少就包不牢固。如果薄膜被拉到使回弹性能降低的程度，整体的紧固力也因此而降低。两种做法都会导致不合格的包装效果，降低了整体效率。

所谓薄膜的拉伸性能是指薄膜被拉伸后仍然保持适当弹性的能力，不同的薄膜有不同的拉伸性能。包装的操作环境和要求都有许多因素影响到不同薄膜的适用性。具有优良拉伸性能的薄膜，可以包装较多的货物，比便宜但性能不佳的薄膜更有经济效益。如果把性能不足的薄膜用在 300% 预拉伸薄膜包装机上（1m 长度预拉至 4m），便常常有拉断或弹性疲乏的情况发生。最后的结果还是降低了经济效益。同时，薄膜本身不可有割破或边缘破损的情况，否则在拉伸时容易沿着破损缺口裂开。

一般而言，包装速度和整体紧固力都可以分别提高，但是两者之间必须有一个取舍，往往提高其一就必须降低另一个。包装机的操作员应在实际的操作时，取得最理想的协调。

三、如何尽量发挥预拉伸薄膜包装机的经济效益

包装机的效率是以单位时间“合格”裹包多少件货物来计算。简单地说，由转台的转速及一个裹包周期需要多少转次便可以算出效率。但是实际操作起来，因为还有一个“合格”的要求，便多了一些需要考虑的因素。提高转速，降低底部和顶部裹绕的次数和减少每圈薄膜的重叠宽度都可以缩短一个操作周期的时间。不过降低裹绕圈数需要提高薄膜张力来维持同样的紧固力，这个紧固力可以由简单的仪器测量出来。

整体紧固力 = 薄膜张力 × 缠绕圈次

（例如：5kg × 10 圈 = 10kg × 5 圈）

先尽量把转台转速提高，然后在薄膜性能可以容许的条件下，增加薄膜裹包张力，减少需要裹包的圈数。由此可以提高效率及节省薄膜用量。但必须同时照顾到货物被拉倒及薄膜被拉断的可能。在计算使用薄膜的成本时，只需把一台裹包合格的货物上的薄膜切下来，称它的重量，便可以算出每卷薄膜可以裹包多少件货物及每件货物包装材料的成本。

第五节 收缩包装与拉伸包装的比较与选用

拉伸包装的设备和薄膜是直接由收缩包装滋生出来的。它们之间既有许多相同点，也有许多不同点。对于有的物品包装只能用收缩包装，有的物品适合于用拉伸包装，而有的物品两者都能用，故应从材料、设备、工艺、能源和投资等各方面全面考虑，综合研究，针对具体产品和工厂情况选择。

1. 热收缩包装和拉伸包装的特点

热收缩包装能得到广泛而迅速的发展，主要是因为它具有很多优异的特点。

① 能包装一般方法难以包装的异形商品，如蔬菜、水果、鱼肉类、玩具、小工具等。

② 收缩薄膜一般均为透明的，经热收缩后，紧贴于商品，能充分显示商品的外观，由于收缩比较均匀，而且材料有一定的韧性，棱角处不易撕裂。

③ 利用收缩的性质可以把零散的多件商品很方便地包装在一起，如几个罐头，几盒录音磁带，有时借助浅盒可以省去纸盒。

④ 可以延长食品的保鲜期，适用于食品的保鲜、低温储藏。防止冷冻食品的过分干燥，为超级市场和零售商提供了方便。

⑤ 密封、防潮、防污染，可在露天堆放，节省仓库面积，如水泥、化肥等的集合包装，既牢固又方便。

⑥ 包装工艺和设备简单，有通用性，便于实现机械化，节省劳力和包装费用，并能部分地代替瓦楞纸箱和木箱等。

⑦ 收缩包装不仅将被包装物紧固在一起，而且薄膜本身具有

缓冲性和韧性，能防止运输过程中因振动和冲击而损坏商品。

⑧ 体积庞大的商品，可以采用现场收缩包装方法，工艺和设备均很简单。如包装赛艇和小轿车等。

⑨ 收缩包装在包装颗粒、粉末或形状规则的商品，就不如装盒、装箱、装袋和裹包的速度高和方便。

但收缩包装需要热收缩通道，能源消耗，占用投资和车间面积均较大，实现连续化高速化生产比较困难。

拉伸包装的特点有许多是与收缩包装雷同的，因为拉伸包装来源于收缩包装，正因为如此，拉伸包装又有许多的优点是收缩包装没有的。

① 因为不需要热收缩设备，所以节省设备投资、能源和设备维修费用。

② 因为不加热，很适合包装怕热的产品，如鲜肉、蔬菜和冷冻食品等。

③ 可以准确地控制裹包力，防止产品被挤碎。

④ 薄膜是透明的，可以看到商品，便于选购和清点商品。可以防盗、防火、防冲击和防震动等。

⑤ 防潮性比收缩包装差，在运输包装中堆积的商品顶部需要另外加一块薄膜，使操作不便。

⑥ 因为拉伸薄膜有自黏性，当许多包装件堆在一起，搬运时会因黏结而损伤。

因此，热收缩包装与拉伸包装各有利弊，为了进一步加强了解，我们可集中对它们作一简单的比较，见表 3-3。

表 3-3 热收缩包装与拉伸包装的比较

序号	比 较 内 容	收 缩 包 装	拉 伸 包 装
1	对产品的适应性：		
	(1)对规则形状的和异形产品	均可	均可
	(2)对新鲜水果和蔬菜	特别适合	特别适合
	(3)对单件、多件产品的销售包装；对有托盘和无托盘的运输包装	均可，货物可紧固于托盘上	均可
	(4)对冷冻的或怕受热的产品	不适合	适合

序号	比 较 内 容	收 缩 包 装	拉 伸 包 装
2	对流通环境的适应性: (1)包装件存放场所 (2)防潮性(指运输包装件) (3)透气性(指运输包装件) (4)低温操作	仓库、露天存放均可,不怕日晒和雨淋、节省仓库面积 好,可进行六面封装 差 不适合	薄膜受阳光照射或高温天气将发生松弛现象,只能在仓库内存放 差,一般只进行侧面裹包,必要时可进行五面密封 好,一般顶部不密封 可在冷冻室内操作
3	设备投资和包装成本: (1)设备投资和维修费用 (2)能源消耗 (3)材料费用 (4)投资回收期	需热收缩设备,投资和费用均较高 多 多 较长	无需加热,投资和费用低 少 比收缩包装少 25% 短
4	裹包应力	不易控制,但比较均匀	容易控制,但棱角处应力过大易损
5	堆垛适应性	好,包装件不会互相黏结	差,薄膜有自黏性,包装件之间易黏结,搬运过程易撕裂。必要时可用单面有自黏性薄膜
6	薄膜库存要求	需要有多种厚度的薄膜	一种厚度的薄膜可用于不同的产品

2. 热收缩包装与拉伸包装的选用原则

在挑选拉伸和热收缩包装时,首先要考虑以下几个方面。

- ① 对产品尽量适应的原则。
- ② 对流通环境尽量适应的原则。
- ③ 设备投资和包装成本尽量降低的原则。
- ④ 包装材料来源广、品种多、库存方便的原则。
- ⑤ 操作方便的原则。

此外,我们还要考虑生产速度、货物重量、滑动板材、爆炸或冷冻条件以及其他变化因素。有的因素可以改变最后的选择。

收缩包装通常用于不规则形状的货物；需长期在室外存放或需防水的环境条件的货物；引擎机体这类货物需要牢靠固定在托盘上，只有收缩式包装才能很好地适合于这一类；收缩式包装能够做到完全防水；此外还有耐太阳紫外辐射的收缩薄膜可供选用。

拉伸包装的货物应用范围较广，例如袋、箱、瓶、罐、整齐排列的货物、金属拉伸材料、轧制材料、板材、农产品以及器械用具等。

一般来说，由于能耗差异，许多货运商都是首先考虑拉伸包装，然后在必要时再考虑收缩式包装。

第四章 真空包装技术

第一节 概 述

一、真空包装的定义

所谓真空包装 (vacuum packaging), 指的是将产品加入气密性包装容器, 抽去容器内部的空气, 使密封后的容器内达到预定真空度的一种包装方法。

二、真空包装的原理

目前, 真空包装主要用于食品的包装, 如肉类、谷类加工食品以及易氧化变质的食品, 也可用于机械零件、仪器和羽绒制品、毛制品等蓬松制品的包装。食品真空包装的原理如下。

食品处于大气环境中, 必会受到温度、水气、氧气和阳光的影响, 与此同时, 还会受到微生物的侵害。大气中含氧量约为 21%。氧气可使食品中的油脂氧化, 使其变色或退色, 维生素成分减少, 并产生大量有害物质, 改变味道, 通常食品长时间存在大气中, 可引起腐败, 鲜度下降, 其原因大多是微生物繁殖所致, 包括细菌、霉菌和酵母菌。这些微生物在一定的温度影响下, 有氧气存在, 生育繁殖很快, 使食品迅速腐败。大气中的水气对食品存储也有很大影响, 它的存在除了可以促进微生物生长繁殖外, 还可使食品潮解, 香味散失。

食品变质的原因, 可以是单一因素引起, 也可以是多种因素引起的。针对不同因素, 可采取物理或化学方法加以预防。真空包装储藏是简单易行的方法, 它是将包装袋中的空气抽走, 然后再封好, 使食品与大气隔绝。这样可防止食品氧化、发霉及腐败, 减少变色退色, 保持维生素 A 和 C 不损耗, 防止食品色香味改变。

真空包装保鲜工艺过程是将食品放入特制的塑料袋中, 用真空

泵抽走袋中的气体，再将袋的抽气口加热封装好。袋中气体被抽走后，在袋中造成了一个真空环境，其特点是：氧分压低；水汽含量低；易于食品内部气体或其他挥发性气体向空中扩散。真空保鲜也是利用这三个特点来保存食品的。

微生物基本生命过程是营养和呼吸，呼吸氧是生物学的氧化过程，并随之放出来微生物进行生命活动时所必须的能量。微生物呼吸过程，也就是食物的氧化过程。以葡萄糖为例，氧化 1mol 的葡萄糖，可以放出 $2.8 \times 10^6\text{J}$ 的热量。这些热量可供其维持生命活动。除糖类外，蛋白质、有机酸、醇类和脂肪都能成为细菌呼吸过程中的氧化物料，供其维持生命。真空包装就是运用这个原理，把包装袋内和食品细胞内的氧气抽掉，使微生物失去“生存的环境”。实验证明：当包装袋内的氧气浓度只有 1% 时，微生物的生长和繁殖就急剧下降；氧气浓度只有 0.5% 时，大多数微生物将受到抑制而停止繁殖。在这种真空环境下，霉菌、喜氧菌的生长繁殖得到了有效的抑制。真空除氧除了抑制微生物的生长和繁殖外，另一个重要功能是防止食品氧化，因油脂类食品中含有大量不饱和脂肪酸，受氧的作用而氧化，使食品变味和变质，此外，氧化还使维生素 A 和 C 损失，食品色素中的不稳定物质受氧的作用，使颜色变暗。所以，除氧能有效地防止食品变质，保持其色、香、味及营养价值。

在低压氛围下，食品内可挥发性代谢物，如二氧化碳、酒精、醋酸等易于向外扩散，这样可以延缓或抑制果蔬类食品的衰老及老化过程。与此同时，异味气体亦被排出。

真空环境下，水汽大量减少，而水分又是微生物生命活动必须的条件，干燥的鱼、肉和菜都能长期保存，是因为微生物因缺水而丧失了生存环境，不易繁殖，或者是造成死亡。真空封装可造成环境的相对湿度很低，甚至到零。即使这样干燥，有的细菌生命还不能终止，再次遇到适当的湿度，还会繁殖起来，造成食物腐烂。譬如真空包装后封口不好，包装袋材质透水气性好，都会使大气中的氧气和水汽进入袋中，造成食物腐烂。

食品中所含水分多少对微生物生存影响很大，可以用食品中水分活性 ϵ 来判定。 $\epsilon = P/P_0$ ， P 为食品的水蒸气压， P_0 为同温度下纯水的蒸气压。食物中微生物生长发育所需的最低 ϵ 值由表 4-1 给出。

表 4-1 微生物生长发育所需最低的 ϵ 值

微生物	细菌	酵母菌	霉	嗜盐菌	耐干性霉	耐浸透压酵母
ϵ	0.91	0.88	0.80	0.75	0.55	0.61

由表 4-1 可见， ϵ 在 0.6 以下的食品，即使是耐干性霉菌和耐浸透压酵母也不易发育繁殖。这类食品，如长期保存在气密条件下，可以少考虑微生物的影响。任何食品都有一定的含水率， ϵ 与含水率的关系如表 4-2 所示。

表 4-2 食品中含水率与 ϵ 的关系

食 品	水果	蔬菜	果汁	蛋	肉类	奶酪	面包	软糖	水果汁	蜂蜜	咸饼干
水分含量/%	90	90	80	70	70	40	40	30	20	20	10
ϵ	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.82~ 0.94	0.72~ 0.80	0.75	0.1

此外，真空包装有利于食品的热杀菌。食品包装后连袋加热时，由于包装容器或袋内排除了气体，热传导能力较强，可以使食品在短时间内温度上升到所需的温度，提高了热杀菌的效率。同时，由于排除了容器或袋内空气，可以防止食品包装在加热杀菌过程中，因气体的膨胀而导致容器或包装袋的破裂。

三、真空包装的应用

根据以上特点，真空包装适用于以下食品的包装。

- ① 腌腊制品：香肠、火腿、腊肉和板鸭等。
- ② 酱腌菜：榨菜、萝卜干、大头菜和泡菜等。
- ③ 豆制品：豆腐干、素鸡和豆沙等。
- ④ 熟食制品：烧鸡、烤鸭和酱牛肉等。
- ⑤ 方便食品：米饭、即食湿面和熟菜等。

⑥ 软罐头：清水笋、糖水水果和八宝粥等。

真空包装也有其局限性。首先，对食品进行真空包装时，一般来说真空度越高包装效果越好，保质期也越长；包装材料气密性越好，密封越牢固；内装食品的含气率越低，可保持真空状态越久。但是，真空包装时，由于被包装食品要保持一定的水分，包装材料也要有一定的透气性，所以要使包装容器或包装袋内达到完全的真空是不可能的。其次，经过真空包装的包装件内外压力不平衡，被包装食品受到一定的压力，容易粘连到一起或缩成一团；酥脆易破裂的食品，如油炸虾片、薯条等容易被挤碎；形状不规则的产品，则容易使包装件表面破损等。食品真空包装的保质效果还取决于采用较高真空度的包装机械和正确合理的包装技术，包装后一般还需适当的杀菌和储藏，如生鲜食品，真空包装后应在 10°C 以下的低温状态下流通和销售，加工食品经真空包装后还要经过 80°C 、15min 以上加热杀菌。

另外，真空保鲜有它的局限性，需要指出的是，真空保鲜（非充气式）对于失去生命的物料有较好的保鲜作用，而对于果蔬类和鲜肉类保鲜作用较差。

根据以上情况，以下食品不适于真空包装：容易破碎和容易变形的食品；带有坚硬棱角的食物，以免刺破包装袋。

第二节 真空包装材料

一、包装材料的性能

包装材料的性能要求为了保证真空包装的效果，真空包装的材料应具有以下两个基本特性。

1. 物理保护性能

包装材料必须具备良好的刚度、强度、弹性和韧性等，不易拉破、撕裂，不起皱，耐冲击力，跌落不易损坏，特别是包装不规则或具有钝角的产品时，需要防止包装材料破损，同时应该具备良好的密封性能，严防封口处的破损。真空包装材料的物理性能要求如下。

- ① 包装件容易打开，即撕裂蔓延性、剥离性好。
- ② 与批包装产品及周围介质不会发生化学或物理作用。
- ③ 不会影响产品的味道和气味。
- ④ 机械加工性中的可成型性、可密封性好。
- ⑤ 不产生收缩特性。
- ⑥ 可杀菌性。

2. 阻隔能力

阻隔能力即阻气性和阻水蒸气性。为了隔绝空气及水气，要求膜材有良好的阻隔性。真空包装需要保持袋中的原始气氛条件，大气中的气体及水气，不能进入袋中。要求膜材料有良好的气阻性，通常不是单一膜材能胜任的，需要阻水气薄膜与阻氧气薄膜复合起来，才能起到良好的阻气作用。如果简单材料组合的吸气性能不能满足要求，则需要采用有高效阻气性的材料，如聚偏二氯乙烯、乙烯-乙烯醇共聚物等，当要求非常严格时可采用一层铝箔。另外，水蒸气阻隔性能也很重要，因为它决定了包装件防止产品干燥的效能。最常用的密封材料是聚乙烯薄膜，它可以为新鲜的物品提供足够有效的水蒸气阻隔性能，而且在一定程度上也有助于防止冻伤，对于干燥产品，这种薄膜能阻止水分从外部进入包装内。

二、食品真空包装材料

1. 食品真空包装材料性能要求

目前，真空包装多用于食品包装，真空包装材料的性能，直接影响食品的存储寿命及风味的变化。在进行真空包装时，选择好包装材料是包装成功与否的关键。真空包装目前主要使用薄膜材料，当然也有使用瓶装及罐装。对食品真空包装所使用薄膜材料，要保证对各种食品的包装效果好、美观、经济性强等，在以上三个基本性能要求之外，还有如下要求。

- ① 阻光性好。为避免光照及紫外线对食品的损坏，要求膜材不透光和紫外线。为此，还需要在膜材上镀上一层铝膜（通常采用真空蒸发工艺）才能起到对光和紫外线的阻挡作用。
- ② 稳定性好。食品存储条件是多种多样的，有时热，有时冷，

有时有光照，有时处于高温环境中。要求材料无论在何种外界环境中，都必须稳定，不能失去初始的性能，故需要材料能耐热、耐冷、不怕光照。甚至还要求它具有不怕有机溶剂侵蚀、抗辐射、耐药品作用等。

③ 制作包装袋时，工艺性要好。主要包括热封强度高，易粘接，不卷曲，不带静电。如果封装粉状物品，若膜材带静电，粉尘易粘在封口处，使之不易封牢。

④ 商品性好。包括白度、彩色效果、印刷性能、透明性、光泽性等。

⑤ 便利性佳。即要求材料易保管、易输送、易携带、易开封、废弃后易处理、再利用性强。

⑥ 卫生性好。要求材料本身不变质，无细菌感染，没有异味。

⑦ 经济性好。这一指标好坏包括价格、标准化程度、生产难易、是否易储存等。

当单用一种材料不能满足这些要求时，包装件往往由多种不同材料组合而成。

真空保鲜是把食品装到包装袋中，将其中气体抽净，然后热封使其保持真空状态。如果包装材料透气性高，会使氧很快充满袋中，失掉了真空保鲜作用。一般要求材料对氧的渗透率要小于 $15 \times 10^{-5} \text{ cm}^3 / (\text{Pa} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。维尼纶、聚偏二氯乙烯、尼龙都是很好的材料。透气率小的材料还有：把偏二氯乙烯涂布在聚酯、玻璃纸、聚丙烯、尼龙上的复合薄膜；把偏二氯乙烯和其他基材复合的复合薄膜；乙烯醇共聚体薄膜作基材的复合薄膜；聚乙烯醇和防湿性薄膜复合的复合薄膜；把二氯乙烯涂布在双向拉伸维尼龙上的复合薄膜等。

为了防止食品水解及自身水分逸散而变干，对包装材料提出了水汽阻隔要求。通常要求材料透湿度小于 $15 \sim 30 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。聚乙烯和聚丙烯都是较好的阻水汽材料。

对氧和水分透过性要求更高的食品，可使用铝膜复合薄膜。

对材料热封性要求是易于加温封口，或者是低温下封口。通常

热封温度为 $90\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。封口强度大于 $2\sim 3\text{kg}/15\text{mm}$ 幅度。

某些食品为延长其储存寿命，除使用真空包装外，还配用冷藏或冷冻储存。要求包装材料在低的温度下，不允许变脆或出现微孔。

带电性强的薄膜会给制袋和印刷带来麻烦，产生故障。薄膜带静电，还很易吸灰尘，影响商品质量，影响封袋。为此，有的包装薄膜表面涂有防静电剂。

常用于真空包装的塑料薄膜主要有尼龙、聚酯、玻璃纸、聚乙烯醇等。然而，这些材料必须与其他材料复合使用，聚偏二氯乙烯具有卓越的隔气性，再选用聚酯做基材，聚酯具有坚韧的性能。印刷可在二者的复合层之间进行，不接触食品，可防止油墨的磨损剥落。另外，部分金属包装材料也可与塑料材料组成复合材料用于真空包装。

三、典型食品真空包装材料

目前国内市场儿童小食品、方便食品、干制及腌制食品种类繁多、琳琅满目。就其包装而言，大多数还是常压包装，使用单层塑料膜较多，不利于长期储存，易变质。采用真空包装，若膜材是单层，阻氧性及阻水汽性能均不佳，存放时间不长，袋子就会鼓胀，干制品变湿。以奶粉为例，如果使用三层膜复合袋，用真空封装也只能保存 $8\sim 9$ 个月。如果选用五层膜复合袋，袋材料自身的功能，就可以防潮、防氧化、抗光照、防紫外，这种袋子可使奶粉储存两年不变质。

国际上软塑包装的发展趋势，已由原来的 $2\sim 3$ 层向 $5\sim 6$ 层多层方向发展，由干式复合技术向共挤复合技术发展，因共挤复合成本上较低。金属铝箔在软塑包装业上的应用愈来愈多。真空蒸镀铝也是软包装食品和医药的发展方向。复合膜的特性主要要求有：防湿性，防气性，防油性，防水性，耐蒸煮性，耐寒性，透明性，遮光性，成形性，热封性。不同的食品对包装膜材功能要求不同。如米制点心要求膜材料具有防潮性、耐油性、耐寒性、耐破袋性。以下是几种典型的食品真空包装薄膜材料。

1. 保持食品风味的高阻隔薄膜材料

食品风味在储存过程中，常常发生变化。其原因有：由于薄膜材料透气性好，使其芳香成分通过膜材料而弥散到周围环境中；周围环境中异味，也可以通过薄膜渗透到软包装袋中，使食品沾上异味；在食品储藏过程中，油脂和色素被氧化，不仅能使食品变褐，改变颜色，在氧化过程中还会产生异味；存放过程中，食品受到微生物的侵害，也会产生异味。

要克服这些不利因素对食品的影响，在包装时需选用高阻隔材料，阻挡香味弥散，阻挡氧气进入袋中，阻止细菌侵害。从保持食品品质和风味角度来讲，材料阻隔性能的重要性是不言而喻的。通常以对氧气的阻隔程度来衡量材料阻隔性能的好坏，把透氧率低于 $8 \times 10^{-4} \text{ cm}^3 / (\text{Pa} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d})$ 的材料，称之为高阻隔性材料。

软包装袋中残余氧量和食品中油脂含量决定了食品风味变化速度。在储藏过程中，油脂氧化，使过氧化物增加，食品产生异味和变色。为防止氧化，就需尽可能减少袋中的氧气。采用高阻隔膜，进行真空包装，可以降低袋中氧含量，必要时袋中封入除氧剂，效果更好。

有的含水量大的食品，在生产中需要加热。在加热前应尽可能减少食品中的氧气。此外，愈是易氧化的食品，受光影响愈大。这就意味着，减少食品中含氧量，不仅可降低食品的氧化，还可以减少光线引起的食品组织裂解。为防止风味变化，创造优质产品，采用性能优良的高阻隔材料进行包装是极为重要的。含水的汁类产品，如豆酱、酱油、浓缩果汁类等，常出现暗色化及褐色，原因是氧引起氨基酸反应所致。通过除去袋内的氧气，就可以有效地防止产生这种现象。所以这种食品必须采用高阻隔薄膜材料包装。

蒸煮软包装袋装食品，在常温下虽然有较长的储藏寿命，但其弱点是油脂易氧化褐变，色素分解变色。如果选用一般材料包装，氧易渗透进去，会使食品很快变质。选用高阻隔性薄膜，可阻止氧渗透，保证食品质量。

常用的高阻隔性薄膜材料有：在聚丙烯、尼龙、聚酯等薄膜上涂覆聚偏二氯乙烯膜；聚偏二氯乙烯膜，或者将其复合在其他基材

上组成的复合膜；以乙烯、乙醇共聚物为基材的复合薄膜；聚乙烯醇膜复合于有防湿性薄膜上所构成的复合膜；涂覆聚偏二氯乙烯的双向拉伸维尼纶薄膜；蒸镀氧化硅的薄膜。这些材料对氧均有较高的阻隔性，是非常好的透明的高阻隔包装材料。

2. 蔬菜水果保鲜薄膜材料

蔬菜和水果采摘后，已不能由土地供给维持生命的水分和营养了，但其生理作用仍在进行着，其中最主要的就是呼吸作用。呼吸作用强，产生大量的呼吸热，促使果蔬成熟老化，就会加速变质。果蔬保鲜的本质就是抑制其呼吸作用，控制得好，果蔬存储期就长，否则会很快老化变质。呼吸作用的强弱与温度、环境气体、水分散失有关。温度越高，呼吸强度越大，会加速老化变质。为抑制其呼吸强度，一般采取低温保存是必要的。环境中的氧和二氧化碳，对呼吸强度也有较大的影响。氧气多使呼吸强度加大，促使果蔬老化。二氧化碳多，可抑制呼吸，降低呼吸强度，减少呼吸热，可以延长老化时间。但氧气过少，二氧化碳过多，会引起呼吸异常，亦会造成质量下降。另外，乙烯气也是果蔬成熟的激素，它对呼吸、叶绿素分解、老化均有促进作用。无论果蔬自身产生或外界侵入的乙烯气，对保持鲜度都不利。果蔬所含水分对其商品性影响较大，如果水分减少了5%，果蔬的外观鲜度明显下降。影响果蔬水分蒸发的原因主要有温度、呼吸作用和湿度。

为防止果蔬储存过程中变质，可以用复合膜材料进行气体置换，抑制其呼吸作用，达到保鲜目的。也可以利用功能性保鲜膜提高保鲜度。这些功能性保鲜膜主要有如下几种。

(1) 吸附乙烯薄膜 这种薄膜是在塑料中掺入多孔矿物粉，如沸石、二氧化硅、绿凝灰石而制成的。多孔矿物质可以吸附乙烯气体，其含量应高于5%，否则吸附性较差。多孔材料掺到薄膜中去，使透气性增高。故使用这种膜时，吸附性和透气性需均衡考虑。

(2) 控制气体成分的薄膜 近年来，国际上流行低温、少氧、增加二氧化碳方法来储存果蔬。利用这种低氧、高二氧化碳的环境

来抑制水分蒸发和呼吸作用，从而达到防止老化、保持绿色的效果。以聚乙烯为基体的有适当透气性的薄膜就具备这种功能。在选用这种薄膜时，需考虑果蔬的种类、成熟程度、膜厚度、环境温度、储存时间等。

(3) 防雾防结露薄膜 果蔬通常含水率为 80%~98%，当水分蒸发后，一方面造成枯萎和鲜度下降，另一方面会使包装袋内湿度大大增加，引起膜内表面出现白雾和结露。这样不仅影响外观质量，同时结露形成水滴接触到果蔬后，引起腐烂，使之失去商品价值。防止的方法有：在脂肪酸酯膜上涂布防白雾剂，或者使用掺杂界面活性剂的薄膜，两者都有防雾结露的功能，从而可以保护果蔬不腐烂。

(4) 抗菌膜 抗菌薄膜是把无机物填充到塑料中而制成的，无机填充物是以氧化铝和二氧化硅为原料合成的多孔性沸石，再使其与银离子相化合而得到的。沸石具有离子交换功能，其结晶构造中有能与其他金属离子产生置换作用的钠离子，当银离子和钠离子发生置换时，就产生银沸石。添加银沸石的薄膜，表面具有抗菌性。添加物中的银离子，不会向蔬菜水果中转移，不会影响其质量。对含银量为 2.5% 的银沸石抗菌性进行测定，已证明，当银离子浓度为 $(1\sim5)\times10^{-5}$ 时，就完全可抑制微生物的生长。另一种抗菌材料是银沸石层抗菌膜。它是把含银沸石的膜紧贴在普通薄膜的胶合层上，进行共挤而形成的复合膜，银沸石添加量为 1%~2%。当银离子浓度为 $(2.5\sim7.5)\times10^{-4}$ 时，就会有足够的抗菌能力。

3. 保持食品香味的薄膜材料

评价食品通常以色香味来衡量。香气对食品风味起着举足轻重的作用。对需要存储的食品来讲尤为重要。失去香味虽然可以食用，但风味变了，也就失去了商品价值。属于此类的食品有加香饼干、糖果、巧克力、香肠、火腿、熏制品、奶酪、炒货、饮料、酒、中药材、化妆品、花茶等，均有自身特有的香味。近年，国外把柠檬、橘子、草莓、甜瓜、苹果、葡萄等水果香味加到红茶中，制成香味茶，存放时更需保持水果香味。

目前能阻隔水气和气体的膜材很多，但都不能阻止香气跑掉。可以说，阻止香气弥散还是亟待解决的难题。以往茶叶的软包装材料为三种膜材复合而成，即聚酯、铝箔、低密度聚乙烯。这种复合膜袋不能阻止香气散发，货架上的袋装茶，时间一长，就会失去香气。香气是从热合处逸出的。已有的高阻隔材料，如乙烯、乙烯醇共聚物和聚酯，均有良好的阻隔性，但要求热封温度高，对包装机提出了更高的要求，不太适用。目前研制出一种聚丙烯腈薄膜，它具有热封性好，热封温度为 $130\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，阻隔性好，是一种较为理想的保香软包装材料。用它制成厚为 $30\mu\text{m}$ 薄膜，分别对橘子、柠檬、茶叶、薄荷等芳香油进行了保香试验，30d 后香味如故；用铝箔与聚乙烯复合膜，12d 后香味就出来了；低密度聚乙烯 4h 后，香味已大量泄漏。

由上述试验结果可知，聚丙烯腈是防止香味发散的较理想材料。另外，聚丙烯腈还有一个特点是不吸收香气，而低密度聚乙烯吸收芳香成分，使材料拉伸强度降低，而聚丙烯腈没有变化。

4. 鲜蘑菇包装膜材

收获的蔬菜储存寿命，随着温度、呼吸强度、氧和二氧化碳的浓度、包装条件、薄膜透气度等条件而变化。如果选择较低的温度，控制其周围的气氛，可以降低呼吸强度，延长货架寿命。鲜蘑菇也可以采用蔬菜的保鲜方式，达到保鲜目的。

鲜蘑菇是生命周期短，而经济价值、营养价值高的产品，收获后很易枯萎和变质，出现发黄开裂，茎梗伸长等现象。如果使其处于高二氧化碳、低氧和低温条件下，就可以防止这种情况的出现。这样利用气体置换技术，就可以达到此目的，进行保鲜。

鲜蘑菇可以选用聚氯乙烯单层膜进行软包装，膜厚为 $10\mu\text{m}$ 或 $15\mu\text{m}$ 。膜层透气性大小与温度有关，以对氧为例， $10\mu\text{m}$ 薄膜在 10°C 时的透气率为 3°C 时的 1.5 倍， 20°C 时的透气率为 3°C 时的 3 倍。可见温度低对储藏是有利的。

温度对蘑菇的呼吸强度有直接影响。试验表明蘑菇温度为 3°C 、 20°C 时排出二氧化碳分别为 $26\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 、 $65\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ ；

氧的消耗量分别为 $27\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 、 $164\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 。可见在 3°C 时，蘑菇排出二氧化碳最少，氧的耗量也最低，即意味着呼吸强度弱，老化速度慢，外观好看。

第三节 真空包装形式和方法

一、真空包装的基本形式

(1) 软膜包装 包装的上、底膜均使用较薄的软膜材料，如耐高温的 PA/PE（聚酰胺/聚乙烯）复合薄膜等，这种复合薄膜兼具防水、防氧的特性，可有效保护被包装物免受外部环境的影响。此外，由于其耐高温的特性，整个包装可进行高温灭菌，进一步提高安全性。这种包装形式可用于真空包装或真空充气包装，对于本身具有固定形状的产品如香肠、火腿等尤为适用。

(2) 硬膜包装 这种包装的上膜一般使用软膜，底膜一般使用硬膜以形成坚硬的托盘，盛载不定形的软体或流体物品，保护包装物免受挤压。这样的上、底膜组合，可作为理想的真空包装物，尤其适合于包装新鲜的鱼、肉等产品。

(3) 贴体包装 紧缩的贴体包装同样是以硬膜作底膜，上膜使用软膜材料。贴体包装的独特之处就在于在大气压力的作用之下，上膜能平滑地随着产品的外形收缩，紧紧地贴附在产品的表面，如同产品的第二层表皮，使包装物更为自然美观。当包装新鲜肉类产品时，由于其紧贴密封的特性可有效防止产品内的血水渗出，同时也可避免食品被冻伤，应用于冷冻食品也相当理想。

二、真空包装包装产品的方式

真空包装有如下两种包装产品的方式。

① 在真空包装机上用封边袋进行包装。首先把产品装入预先制好的小袋中，抽真空后封合，也可在封合前充入惰性气体。这种方法适合于中、小规模的生产。

② 在自动热成型机上进行包装。包装材料从卷轴上拉出，然后在同一机器上一次通过，完成成型、装填和封合操作。这种方法适合于大规模工业生产。

第四节 真空包装机械

一、概述

真空或真空充气包装机常用腔式和外抽式两种机型。腔式包装机又分真空包装机和真空充气包装机。外抽式包装机具有真空包装及真空充气包装等几种功能，故又称多功能气调包装机。如图 4-1 所示。

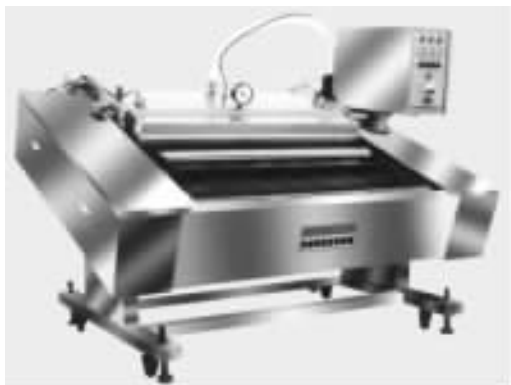


图 4-1 真空包装机

腔式结构由上、下室组成一个可以密封的真空工作室，食品包装袋袋口置于上、下封口装置之间，先将真空室抽真空，包装袋内同时真空，然后在真空状态下封口，以保证包装袋内获得高真空。常用机型有单室、双室和输送带式等，食品包装袋均水平安放，包装含液体物品或液体（如泡菜、清水笋和水果软罐头等）时液体容易外溢而不太适用。我国陈嘉中 1995 年设计并获国家专利的液体真空包装机，其热封装置倾斜安装在真空室内，物品包装袋几乎呈直立状安放，液体不会溢出。

真空包装机的分类大致如表 4-3 所示。

表 4-3 真空包装机分类

真空包装机	腔式 (有工作室)	真空包装	{ 热成型包装 成型-充填-封口包装 深冲压式真空包装
		真空充气包装	
	外抽式 (无工作室)	真空包装	
		真空充气包装 (气调包装)	

二、真空包装领域的新课题

(1) 真空无菌包装机械 国内仅有小型真空无菌包装设备用于药剂及食品的真空封装，但适用于大袋饮料封装用的真空无菌包装机在国内尚属空白，亟待开发。

(2) 真空包装的真空度 真空包装的真空度一般为 $(1 \sim 4) \times 10^3 \text{ Pa}$ ，选此范围的主要考虑有二：一是食品不会大量脱水，例如在 25°C 下水的饱和蒸气压为 $3 \times 10^3 \text{ Pa}$ ，此值决定了包装袋中真空度的高低；二是真空包装机多数使用油封式机械泵，当真空度高于 10^3 Pa 时会发生泵油返流，污染食品。低于 10^3 Pa 时气流为定向流，不会产生返流污染食品。从抑制细菌、微生物繁殖的角度看（厌氧菌除外），目前包装袋内的真空度偏低，至少还应高于 $1 \times 10^3 \text{ Pa}$ 半个数量级，解决此矛盾的良策是采用干式真空泵作为包装机的主泵，但真正做到这一点还有待于真空行业早日将干式真空泵以用户可以接受的价格大量推向市场。

第五节 真空包装实例——饼干真空包装抗氧化研究

食品中脂肪，尤其是不饱和脂肪暴露在空气中或在简单的包装条件下，容易发生脂肪氧化反应，产生氢过氧化物，同时伴生各种自由基，它们化学性能极为活泼，能攻击细胞膜中磷脂部分，使磷脂分子脂肪酸分解，使细胞膜遭到损害，促进细胞突变。

饼干是产量很大的焙烤食品之一，其特点是组织膨松、含油量高、储运时间长，消费者买回后，取食时间也往往很长。饼干自生产厂家出炉后，经历长时间暴露在空气中，必然产生大量的过氧化物与自由基等对人体有危害性物质，是必须防止的。

当然可以添加抗氧化剂以减慢油脂氧化，但抗氧化剂本身也有副作用，且抗氧化能力有限，与其加能防油脂氧化的食品添加剂，还不如真空包装隔断氧气来源为上策。如以夹有铝箔的复合薄膜袋包装方便面和奶粉，非常明显地减缓了储放过程中过氧化值的上升，取得了很好效果。饼干由于其自身的特点，在长期的储运过程中氧化作用明显，其生成物的积累足以危害身体，为此，实验采用

两种真空包装袋：一种为夹有铝箔的复合薄膜袋，因夹有金属铝箔，可以认为是不透气的；另一种为透明的复合膜袋。前者有价格相对较贵且看不见内容物的缺点，但有外观庄重，有金属心、不透气的优点；后者能看得见内容物、价格便宜为其优点，但隔气能力较差。与储于铁听内普通包装的饼干比较，前两种真空包装抗氧化性能均很好，包装费用添加有限，有实际推广意义。

一、实验

1. 样品

样品饼干是瑞安市食品厂 2002 年 3 月 15 日产品，4 月 11 日买来后等分成三部分，以三种方式包装。4 月 23 日转入 45°C 烘箱中。

① 以 PET ($12\mu\text{m}$) / LDPE ($50\mu\text{m}$) 二层复合薄膜袋真空包装，每包约 50g；

② 以 PET ($12\mu\text{m}$) / Al ($7\mu\text{m}$) / LDPE ($50\mu\text{m}$) 夹铝箔三层复合薄膜袋真空包装，每包约 50g；

③ 将原来蜡纸包装饼干储于饼干铁听内盖严，铁听内空间为饼干体积多倍，有足够空气氧化饼干。其中，①、②两种复合薄膜袋由浙江真空包装机总厂提供。

2. 仪器与试剂

葆春牌 DZQ/4002S 型真空包装机（由浙江真空包装机总厂提供）；索氏脂肪提取器；碱式滴定管。所用试剂为分析级试剂。

3. 实验方法

（1）脂肪提取 将样品饼干碾碎至芝麻粒大小，装于索氏脂肪提取器纸筒中，以中沸程石油醚提取，将石油醚蒸发干，真空干燥至恒重（2mg）。

（2）脂肪过氧化值测定 用碘量法硫代硫酸钠标准液滴定，以 100g 脂肪中所含过氧化值（以碘的总数）表示。

二、实验结果

将三种包装方式的饼干储藏于相同环境中，其过氧化值上升情况分别以 A、B、C 为标记表示之，列表及绘成曲线如下：以过氧化值 y 为纵坐标，以时间为横坐标，绘出三种不同包装的饼干过氧化值变化的曲线，如图 4-2 所示。

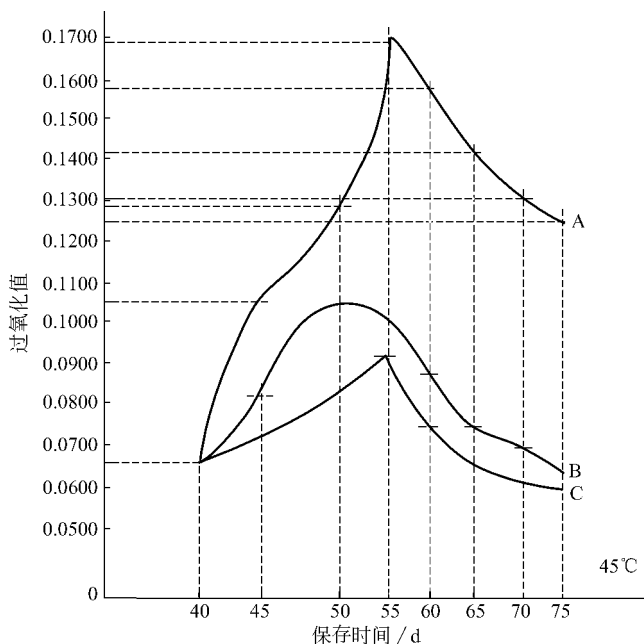


图 4-2 过氧化值变化曲线

A—铁听包装饼干的过氧化值变化曲线；B—双层薄膜真空包装饼干的过氧化值变化曲线；C—含铝箔薄膜真空包装饼干的过氧化值变化曲线

室温（20℃左右）保存 26d 后，转入 45℃烘箱保存，以加快氧化速度，缩短实验时间

三、讨论

实验数据显示，即使以夹有铝箔的复合薄膜袋真空包装的饼干，包装后即阻断了空气的渗入，但其过氧化值仍明显上升，经一最大值而下降。方便面和奶粉以同样方式包装，储存中也有类似情况，这可能是样品在包装前暴露于空气中时，已结合有少量氧气，溶解于脂肪中或吸附于多孔状态样品中，但不属于过氧状态，不为碘量法所检测出来，只是经过一定时间储存，慢慢地转化成过氧状态而被检出，经一定时间后，过氧化物分解了，曲线就下降。由于氧来源已断，原过氧化物分解完后就不再产生。铁听里饼干中的过

氧化物上升很快，由于样品中原过氧化物等化合物有自身催化过氧化物形成速度，故曲线上升越来越快，经过一个高峰也会下降，这是由于过氧化物分解速度超过生成速度。由于铁听空间大，氧的供应充足，过氧化物仍以更快速度产生，只是分解更快，曲线才下降。可以想像的到，样品中将有大量的过氧化物的分解产物堆积着，这些化合物非但会破坏样品的原来口味，且对人体有危害性。真空包装的样品在原过氧化物分解完后，过氧化反应就基本停止了，积存的过氧化物就微不足道，故真空包装效果不只限于曲线峰值降低的倍数。表 4-4 是三种不同包装饼干过氧化值及其增长率。

表 4-4 三种不同包装饼干过氧化值及其增长率

测定日期		脂肪重/g	1000g 中过氧化值 Y(碘克数)	过氧化值增长率/%	口味
月	日				
4	23	1. 9160	0. 0645	—	正常
4	29	A 1. 9332	0. 1055	63. 56	正常
		B 2. 2700	0. 0817	26. 67	
		C 2. 0440	0. 0726	12. 56	
5	8	A 2. 3876	0. 1294	100. 62	
		B 2. 3166	0. 1040	61. 24	
		C 2. 3360	0. 0820	27. 13	
5	12	A 2. 3876	0. 1688	161. 70	
		B 2. 3166	0. 1013	57. 05	
		C 1. 9410	0. 0911	41. 24	
5	16	A 1. 9590	0. 1582	145. 27	微涩味
		B 1. 9467	0. 0877	35. 97	正常
		C 1. 8835	0. 0747	15. 81	
5	21	A 1. 8900	0. 1420	120. 16	微涩味
		B 1. 9530	0. 0731	13. 33	正常
		C 1. 8750	0. 0654	1. 40	
5	27	A 2. 0585	0. 1304	102. 17	涩味
		B 1. 8990	0. 0707	9. 61	正常
		C 1. 8750	0. 0618	—4. 19	
	31	A 1. 9085	0. 1266	96. 28	涩味
		B 1. 9210	0. 0635	—1. 55	正常
		C 1. 9345	0. 0593	—8. 08	

注：A—铁听包装饼干的过氧化值变化曲线；B—双层薄膜真空包装饼干的过氧化值变化曲线；C—含铝箔薄膜真空包装饼干的过氧化值变化曲线。

实验数据表明夹有铝箔的不透明包装袋包装效果比透明袋好，但后者已远比铁听普通包装者好，且透明可见，包装成本稍低，有一定实用价值。

食品真空包装技术属于新颖的包装，食品工程技术人员对之较陌生，顾虑饼干可能被真空压碎，其实对外形方形的饼干真空包装后，只会显得更为整齐紧凑，饼干不会滑动，故而不会产生碎屑；也可能顾虑包装费用上升太大，实际上随着人们生活水平的提高，饼干质量提高，价格相对上升，原来的蜡纸或薄膜非真空包装已显得寒酸，透明袋真空包装，500g 装的 0.5 元左右，考虑到饼干拆袋后取食时间较长，可以每袋 100g 进行透明真空包装，这种包装费用不大的小包装饼干，对于旅游、地勘、部队战备等都有一定意义。

第六节 真空吸塑包装

真空吸塑包装是 20 世纪 80 年代发展起来的包装新技术与新材料，这种新技术与新材料，开始用于对药片、药丸、卫生丸、糖块等固体小件进行包装。近来，在我国真空吸塑包装开始用于对小型电器产品的包装。

一、真空吸塑包装的工作原理

真空吸塑包装的工作原理如图 4-3 所示。

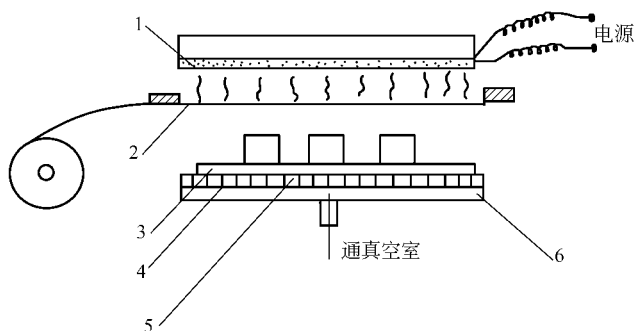


图 4-3 真空吸塑包装工作原理

- 1—远红外加热板；2—热黏性复合塑料薄膜；3—托板（瓦楞纸板）；
4—真空孔（吸气孔）；5—被包电器产品；6—真空吸盘工作台

热塑性复合塑料薄膜，经红外加热板加热软化下沉，真空吸盘工作台上放有预制的瓦楞纸板，在其上放有被包装的电器产品，当薄膜经加热软化到一定程度时，真空吸盘工作台经压缩空气推动上升，使被包装产品与软化了的带有黏性一面的薄膜接触，同时打开

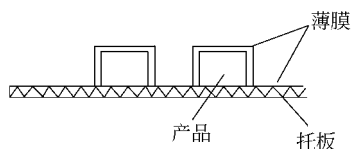


图 4-4 真空吸塑包装示意

真空室阀门，此时产品与薄膜之间的空气，经真空孔抽吸到真空室内，从而使薄膜热黏性的一面紧紧地吸附在产品与托板上，如图 4-4。再经风扇冷却薄膜外表面，将多余的边料切去，折叠起吸塑后的瓦楞

纸板成长方盒形，用胶带粘贴包装盒接口处，即为包装成型。根据产品的大小和各厂家的需要，一个包装盒里，可放置 3~5 只产品。

此包装的优点具有省材料、重量轻、运输方便、密封性能好，能包装任何异形产品，装箱无需另加缓冲材料；被包装产品透明可见，外形美观，便于销售，并适合机械化、自动化包装，便于现代化管理、节省人力、提高效率。

二、包装用材料的性能要求

1. 对热黏性复合塑料薄膜的要求

真空吸塑包装用的薄膜，一般采用热黏性复合塑料薄膜。所谓热黏性是指在薄膜一面涂有受热后才有黏性的材料，在常温下，薄膜的两面都没有黏性。如在聚氯乙烯（PVC）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）等薄膜的另一面涂上一层热熔性的、无毒、无味、透明度高、熔化温度低的黏结材料，如聚氨酯树脂加聚二氯乙烯等，除此还有：聚氯乙烯/聚偏二氯乙烯，聚氯乙烯/聚乙烯，聚三氯乙烯/聚氯乙烯，聚乙烯/聚丙烯/聚乙烯等复合塑料薄膜。它们的热封温度在 110~150℃ 左右。温度过高，薄膜易被拉破；温度过低薄膜黏结面与托板黏结不牢。

复合塑料薄膜的厚度，一般根据被包装产品的拉伸比[拉伸比=深度(高度)/直径]来选择。拉伸比越大，选用的薄膜越厚。对于小型电器产品，拉伸比在 1 以下的，可使用薄膜的厚度在 0.1~

0.25mm 之间。

2. 对吸塑包装托板的要求

“托板”既起到托附产品的作用，又起到包装的作用。这就要求托板具有较高的强度、可折叠性、缓冲性能好、耐压力强等最起码的特性。如选用 U 形瓦楞纸板作为电器产品包装的托板。这种瓦楞纸板不仅具有以上几种必不可少的特性外，还具有重量轻，有一定的挺度、硬度、耐压、耐破、延伸、易黏合、易印刷、无毒、卫生、包装易机械化、自动化、废品易处理等优点。今后不管内包装或外包装，瓦楞纸板代替木质材料包装，将是发展趋势。

为增加瓦楞纸板的强度，及有明显包装物的标记，在瓦楞纸的一面贴上一层白报纸，而在另一面贴上一层印有被包物品的制造厂名称、产品名称、性能、标准等标记的多色图案纸。

为使薄膜被吸附在产品与托板纸上，需要在托板纸上打许多小孔（这在制造托板纸时就已打好孔）便于抽真空吸气。

三、真空吸塑包装机械

随着商品包装向机械化、自动化方向发展，近几年生产热成型包装机械的厂家发展很快。吸塑成型包装机的结构型式也千差万别。如广西梧州地区包装机械厂生产的 XS-670 型二工位真空吸塑成型机（见图 4-5）。该机结构简单、操作方便，便于维修，适合中小型企业对拉伸比在 1 以下的小型固体产品的吸塑包装。

该机的主要参数：

最大吸件长度	670mm	生产效率	$670 \times 470 \times 2 / (60 \sim 80s)$
最大吸件宽度	470mm	机组外形	长 $\times$ 宽 $\times$ 高 =
最厚薄膜厚度	$< 1 (2) \text{ mm}$		$2000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 1650\text{mm}$
加热功率	6kW	机重	780kg
驱动功率	1kW		
电源	50Hz, 380V		

四、吸塑包装的经济价值与发展前景

一个优良的包装，必须符合以下六点：包装成本合理化；搬运方便；运输费用不高；占用仓库面积不浪费；防止被包装物破坏与

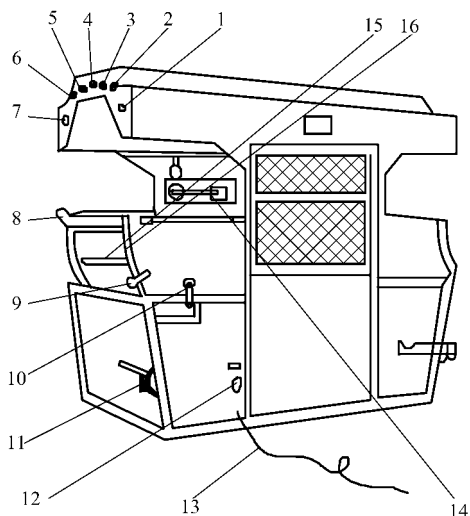


图 4-5 XS-670 型二工位真空吸塑成型机示意

- 1—空气压力表；2—工作灯开关；3—加热器按钮开关；4—空压机开关按钮；
5—真空器按钮开关；6—电扇开关；7—真空表；8—压边框、锁紧手柄；
9—转阀手柄；10—球阀手柄；11—片材支承；12—电源开关；13—三相
四线电源线；14—加热器手柄；15—工作台；16—汽阀

损失；维持或提高被包装物的价值。

一些工业发达的国家如美国、日本、德国对大批量生产的小型电器产品，均已实现电子计算机控制的包装自动化。据资料介绍，德国西门子公司电器产品的真空吸塑包装费用约占该产品成本费的2%~3%。

成都机床电器研究所引进重点消化吸收项目“贴体薄膜包装机”，仿照德国伊利公司的SB74C-4型机，研制出BT70-1型自动薄膜贴体包装机，自动化程度高，工作稳定可靠。

目前我国生产的热黏性复合塑料薄膜，数量很少，所以价格较贵，每吨售价18000元左右。粗略地计算，用复合薄膜加瓦楞纸板包装一台90mm×50mm×45mm的电器产品，所需包装费用大约在0.6~0.9元左右（一个包装盒里装5台产品）。包装费占该产品

的成本费也在 2%~3% 范围内，包装成本合理。随着包装材料及产品的大批量投产，成本降低，包装费也随之降低。

为实现我国工业现代化及对出口产品包装应符合国际标准的要求，真空吸塑包装必然成为包装业发展的重点。

第五章 充气包装技术

第一节 概 述

一、充气包装的定义

充气包装，又称为气包装或气体置换包装（国外又称为气调包装），是一种抽去包装袋中的空气、充入一些对被包装物品具有特殊保护作用的气体后再行封口的包装方法。

二、充气包装的原理

在商品的储存、运输中，除去人为破坏和机械损伤之外，商品的腐败变质或霉烂损坏都是由于微生物的作用而引起的。如粮食、水果的变质变味及腐烂，皮革、毛棉丝绒等天然纤维纺织品的霉烂，金属制品的锈蚀，医用药品的失效，中药材的变质等。特别是各种生熟食品，与微生物的关系最为密切。

微生物是引起物品污染的根源，它生存于空气之中，按其对于氧气的亲密性可分为嗜氧菌、厌氧菌和兼性厌氧菌三大类，大多数致腐性菌都属于嗜氧微生物，如霉菌、酵母、细菌等。真空包装虽可有效地阻止嗜氧菌的繁殖，但却不能阻止厌氧和兼性厌氧菌的繁殖。充气包装则不然，因为它采用一种或两种混合气体置换包装袋中的气体，改变了包装容器内的气体成分，可对上述三种微生物同时起到抑制或杀灭作用。这便是为什么充气包装能有效地保质保鲜，而且比真空包装效果更好、适用范围更广的道理之所在。

在充气包装中，当将两种或两种以上气体充入包装袋中时，针对不同的物品种类、包装条件、地区环境、保存期限等，充入气体量及配比也不同。怎样的充气量配比才能保证最好的包装质量，也就是如何求得最佳的配比是充气包装的关键技术之一。另外，包装材料和包装设备也是充气包装技术的两个重要要素。包

装设备及包装材料是硬件，充气量及配比则相当于充气包装的软件，硬件和软件必须相互联系、紧密结合才能真正取得充气包装的效果。

国内在充气包装方面做了大量的研究工作，无锡轻工业学院曾对鲜蛋的充气包装做过研究，认为充氮包装对延长鲜蛋的储存期具有显著的效果。江苏工学院从 20 世纪 80 年代中期就对鲜嫩果蔬的真空充气保鲜机理进行过全面系统的研究，研究对象为水蜜桃、草莓、蘑菇、绿叶蔬菜等，研究表明：采用气体置换包装可使以上果蔬的保鲜期延长 3~5 倍。以鲜蘑菇为例，正常鲜菇采后 24h 内尚能保持新鲜度，24h 后几乎全部褐变，时间稍长则失去食用价值，如果采用充气包装，结合温度、湿度控制对鲜嫩果蔬的保存效果更佳。其试验结果见表 5-1。

表 5-1 几种生鲜食品的充气包装

食 品 名 称	气 体 种 类	效 果
水蜜桃	O ₂ + CO ₂	抑制微生物,保持新鲜度
蘑菇	O ₂ + CO ₂	抑制微生物,保持色泽
草莓	O ₂ + CO ₂	抑制微生物与寄生虫卵,保持新鲜度
鲜蛋	N ₂	抑制微生物
绿叶蔬菜	O ₂ + N ₂	护青

国外在充气包装技术的基础理论与应用研究方面硕果累累。如肉类食品采用充气包装比目前采用真空包装方法可延长 2~3 倍的保存期。表 5-2 为对比实验的数据，其中混合气体的比例一般为氧气 50%~70%，二氧化碳 20%~30%，氮气 10%~20%。日本专家葛良忠彦对十几种食品采用气体置换包装方法延长保鲜期进行了研究，其结果见表 5-3。

表 5-2 充气包装与真空包装保存期对比

肉类品种	保 存 期		肉类品种	保 存 期	
	充气包装	真空包装		充气包装	真空包装
家禽	10 周	3 周	羊肉	17 周	7 周
猪肉	12 周	4 周	牛肉	20 周	12 周

表 5-3 生鲜食品和加工食品的充气包装

食 品 名 称	气 体 种 类	效 果
加工用鲜肉	$N_2 + CO_2$	抑制微生物,保持鲜肉色泽
市售牛肉	$O_2 + CO_2, N_2 + CO_2 + O_2$	抑制微生物,形成鲜肉色泽
鱼肉	$N_2 + CO_2$	抑制微生物,保持鲜肉色泽
炸鱼	$N_2 + CO_2$	保持风味,抑制微生物
鱼糕	$N_2 + CO_2$	杀菌防霉
火鸡、腊肠	$N_2 + CO_2$	抑制微生物,防脂肪氧化
奶粉	N_2	防氧化
奶片	$N_2 + CO_2$	防脂肪氧化,防霉
咖啡、红茶	N_2	保香
蛋糕	$N_2 + CO_2$	防霉
花生仁、杏仁	$N_2 + CO_2$	防脂肪氧化
炸土豆片、玉米快餐	N_2	防脂肪氧化
橘子粉	N_2	防脂肪氧化
市售猪肉	$N_2 + CO_2$	抑制微生物

三、充气包装的优越性及应用

(一) 优越性

与真空包装相比较,充气包装除具有真空包装优点外还具有更多的优点,这主要体现在以下几个方面。

(1) 抗压 食品经真空包装后,包装袋会收缩变形,故许多酥脆易碎食品、易结块食品、易变形走油食品、有尖锐棱角的食物等均需采用充气包装。

(2) 阻气 真空包装袋不是绝对不漏气,一般在完成真空包装后,包装袋外的环境空气还会缓慢地渗入包装袋内,影响食品的保质期。采用真空充气包装后,包装袋内的氮气是惰性气体,压强略高于环境大气压,外部空气很难进入袋内,因而可有效地延长食品的保质期。

(3) 保鲜 包装袋内充入的 CO_2 可溶于各类脂肪或水,生成酸性较弱的碳酸,有抑制霉菌、腐败细菌等微生物繁殖的作用;氧具有抑制厌氧菌繁殖、保持水果、蔬菜的色泽及鲜度的作用,此外较高浓度的氧气还可使新鲜的肉类保持其鲜红色。例如,新鲜的猪

肉、牛肉抽真空后再充入 $O_2 : CO_2$ 为 40% : 60% 的混合气体在 $-1 \sim -3^{\circ}C$ 条件下冷却, 保鲜期可达 10~14d。果蔬的保鲜是难度最高的, 如采用高透气性薄膜, 使袋内 O_2 的浓度保持 2%~5%, CO_2 的浓度保持 5%~15%, 其余为 N_2 , 则果蔬的低温储藏保鲜期可达 1~2 周。

(4) 充气包装适用范围更广 除去减缩体积的包装之外, 几乎所有真空包装适用的物品都可用充气包装取代, 而许多真空包装不适用的物品如上述的脆性大、易结块、易变形的食品、有尖锐棱角、且硬度较高会刺破包装袋的物品、新鲜鱼肉等, 都可用充气包装来解决。

(5) 可免除辅助措施 因真空包装不能抑制厌氧菌的繁殖和酶反应引起的食品变质、变色, 故常常要与其他的一些辅助方法相结合才能有效地保质保鲜。如冷藏、速冻、脱水、加热蒸煮、紫外线照射、盐腌制等。充气包装则可免除这些措施。

(6) 包装质量更好 真空包装需抽出袋内的空气使其达到一定的真空度, 此时食品袋必将紧贴被包装物, 外观不理想, 也不耐压。充气包装由于充入了气体, 使包装袋能保持一定的形状, 外形美观, 包装物品耐压, 不易变形, 油、汁亦不易渗出, 货架陈列效果更好, 保存期也更长。

(二) 应用

充气包装可广泛用于食品、药品、农副产品、土特产品、粮油、服装、花卉、纺织品、冶金产品、金属制品、机电仪表、医疗器械、文物资料等物品的包装, 具有防腐、防霉、抑菌、杀菌、保质保鲜、防锈蚀、防氧化、防虫保香等多方面的作用。其中以食品用得最多, 食品包括肉制品、腌菜、酱菜及茶叶、豆制品、乳制品、粮食、干果、水果、蔬菜、鲜鱼肉、糕点、饮料、调味品等。除可有效的保持食品原有的品质外, 还可节省 25%~30% 的包装材料费, 包装透明性更好, 并方便运输、储藏和保管, 这些都是真空包装无法比拟的。

下面列出部分物品采用充气包装后的实际效果和保存期限的

实例。

(1) 肉类及肉制品 采用充气包装可不蒸煮，不加防腐剂，保持原有鲜味，不变质，不走油。

(2) 豆制品 不加防腐剂，不蒸煮，保持原有形状及风味，不变硬、不结块、不走汁。

(3) 水产品 在不加盐腌制、不冷冻的条件下即可保质保鲜，不变质，不变味。

(4) 粮油及制品 对大米、小米、芝麻、绿豆、赤豆、精油、香油及粮食制品（如干面条等），半年到一年内不霉、不生虫、不变味、不陈化，保持固有风味及口感。

(5) 腌腊制品 可不霉变、不长虫、不走汁、不氧化、不变形地保存 3~6 个月以上。

(6) 无盐蔬菜制品 能更好地保持蔬菜的营养及风味，延长保存期，保质保鲜 3~6 个月。

(7) 中药材 既能使含水率较高，也能保证半年到一年内不发霉、不生虫、不变质，保持药效。

(8) 奶油、茶叶、咖啡 保鲜期可比真空包装延长 3~5 倍，达 2 年之久。

(9) 糕点、花生糖、面包、三明治、月饼等 一年内不哈喇、不变色、不糖化，可保持原有的酥脆特性，新鲜奶油蛋糕即使在夏季也能保存一个月之久。

(10) 花椒、辣椒、笋干 可在一年到一年半内保质，不发霉，不长虫，易复水，不变味。

(11) 榨菜、大头菜、萝卜干 保质期达半年到一年，不加防腐剂，不蒸煮，不走汁，保脆保香，不胖袋。

(12) 毛丝皮等服装鞋帽 采用充气包装后物品不受压，可在 1~2 年内不发霉，不长虫，不变形，不变色，不走样。

(13) 机电仪表、金属材料及制品 采用直接气相防锈，可在 1~5 年内不锈蚀，不碰撞，不变形，不氧化，不需拆装涂油，保持其精度，且保管十分方便。

第二节 充气包装材料

充气包装要求包装材料具备一定的性能，简单地可归纳为五点。

(1) 隔气性 充气包装是通过充入惰性气体以断绝食品和氧气的接触来达到提高食品的保存性这个目的。所以，使用的包装材料必须具备尽可能优越的隔气性。国外一般都是采用将隔气性良好的各种亚乙基烯二氯薄膜作为隔气基材的复合薄膜。

(2) 强韧性、耐穿孔性、密封强度 薄膜从包装充气后直至送到消费者手中，在这段流通过程中必然要经受运输途中的各种处理。为了防止袋子破裂，出现穿孔、封口剥离等事故造成充入的气体逸逃或微生物的入侵，要求包装材料有良好的强韧性（冲击强度、破裂强度），耐穿孔性、密封强度等。值得推荐的有聚丙烯、尼龙、聚酯等。由于外层薄膜的复合强度和内层薄膜的密封性一样，也会大大地影响整个包装的密封性，所以还应当充分注意材料的复合强度。

(3) 水蒸气隔绝性 食品水分的逸散或吸湿都会给食品质量带来不良后果。而且薄膜的隔气性又会受相对湿度的很大影响。所以，如果将隔气性良好的薄膜和水蒸气隔绝良好的薄膜制成复合包装就可以减少相对湿度的影响。

(4) 透明性 为了使消费者对充气包装的保存效果和食品的新鲜程度能一目了然，使用透明的隔气性包装材料比铝箔等不透明的包装材料当然要理想得多。

(5) 热封性 为了使充气包装能达到完全的密封，必须使用热封性良好的薄膜。

第三节 充气包装常用气体

充气包装中常用的气体主要有六种，根据不同物品的不同要求，可只定量充入单一的气体，也可定量充入按一定的比例混合的气体，通常混合的气体品种不超过三种。六种可用作充入气体的特

性分别如下所述。

(1) 二氧化碳 二氧化碳用得最经常，因为它对微生物及寄生虫卵有较好的抑制作用，较大浓度对微生物有杀灭作用，但它只对大多数的需氧菌和霉菌有强烈的抑制作用，对酵母菌不起作用。这种抑制作用是通过改变细菌细胞的渗透性和 pH 值、降低生物酶的活力来实现的。二氧化碳可溶于水和油，与物品中的水分反应生成碳酸、降低与物品活力来实现的。在充气包装中，它的浓度既不能太低，也不能太高，浓度太低时不足以对细菌霉菌的繁殖起抑制作用；浓度太高时又会改变食品的味道，使食品带酸味，对果蔬类还会产生抑制呼吸的作用。此外，若食品含水量较多，一般不单独使用二氧化碳气体。

(2) 氮气 无味、无臭、几乎不溶于水，不易起化学反应，对微生物也不起什么作用。它是一种惰性气体，充入氮气的目的在于把它作为一种充填剂或调节剂，以减少对包装物品的压力。适当提高氮气浓度，相对减少氧气浓度，可防止氧化并抑制细菌生长，因细菌在惰性气体中的繁殖速度是大大减缓的。另外，它有利于某些特殊物品如茶叶、花椒、茴香等的保香，不影响肉的色泽，用充氮包装来代替真空包装已日益增多。

(3) 氧气 一般来说，氧气是不利于食品储存的，微量的氧气主要是防止生鲜食品产生无氧呼吸，抑制厌氧菌的生长和繁殖并保持生鲜食品的色泽。如对新鲜鱼肉、贝类等因其组织具有活性，完全无氧或氧气太少反而不利于它们的保鲜，需要有适量的氧气用来维持产生氧化肌红蛋白，以使新鲜鱼肉保持正常的、固有的鲜红色。还有一类食品和鲜果蔬，对氧气也有一定的需求，必须有微量的氧气使果蔬通过呼吸来保持活性，否则，也会加速其腐败发酵的速度。而对已加工好的肉鱼制品和含油脂较多的食品来说，氧气便是有害无益的了。

(4) 乙醇 杀菌力强，但有可燃性和酒精味，需用其他气体稀释后使用，例如用二氧化碳稀释后便不再起火，不会爆炸，食品也不会有酒精味，在食品的包装中用得多一些。

(5) 二氧化硫 二氧化硫有良好的抑菌和杀菌作用，防虫、防霉效果极佳，另外它还有良好的护青和抑制呼吸的作用，特别是能减弱新鲜果蔬的呼吸和代谢速度，延长果蔬的保存期并减少维生素的损失。但二氧化硫浓度过高会给食品带来异味并造成污染，溶于水后呈弱酸性，因此应严格控制其用量。

(6) 一氧化碳 无色、无味，几乎不溶于水，杀菌和抑菌的能力也很强，主要用于果蔬的防霉和消毒上，用得很少。

第四节 充气包装机及气体比例混合系统

一、充气包装机简介

图 5-1 是充气包装机实例，充气包装机主要由两大部分组成，即气体比例混合装置和抽气-充气-封口装置。抽气-充气-封口装置对于不同的机器来说，结构原理大同小异，而气体比例混合装置则应根据不同的工艺要求设计不同的装置。

充气包装中将几种气体按照不同的比例充入包装容器中，是由包装机的气体比例混合装置来实现的。针对不同的包装物品，所用的气体及其混合比例也不同。然而对每一种包装物，要保证充气包装的质量，延长物品的保存期，混合气体必定有一个最佳比例。一旦最佳比例确定下来，尽可能实现这个最佳比例就显得至关重要。因此，气体比例混合装置是充气包装机中的核心部分，而实现气体最佳比例混合的原理和方法是真空包装机的核心问题。



图 5-1 充气包装机

二、充气包装机中气体比例混合的原理和方法

气体比例混合方法有五种：等容法、等压法、定容定压法、节流法、时间法。前三种方法较准确；节流法装置较简单，要求各气

体组分流出的压力相等，否则误差较大；时间法装置最简单，但误差也大，要求各气体组分出口压力、流量均相当或相近才可。

（一）简单的气体比例混合系统

气体比例混合系统可用图 5-2 来表示。气体钢瓶 1 中的压缩气体经减压阀减压后进入气体混合装置 4 中，根据不同的方法按预定的比例混合后进入真空包装机，通过真空包装机的自动抽空、充气、封合，完成充气包装全过程。

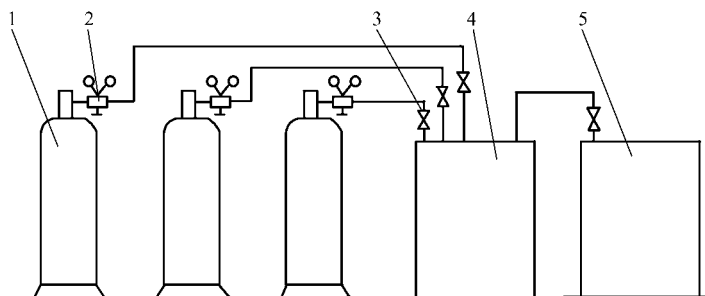


图 5-2 充气包装系统示意

1—气体钢瓶；2—减压阀；3—开关；4—气体混合装置；5—包装机

（二）气体比例混合原理和方法

基本假设：经减压后的气体为理想气体，则有

$$PV=nRT \quad (5-1)$$

式中， P 为气体的压力，MPa； V 为气体的体积， m^3 ； n 为气体的摩尔数，mol； R 为气体状态常数， 8.31 J/mol ； T 为气体温度，K。

1. 等容气体比例混合法（等容法）

由式（5-1）知

$$P_1 V_1 = n_1 RT, P_2 V_2 = n_2 RT, P_3 V_3 = n_3 RT$$

令 $V_1 = V_2 = V_3$ （设三种气体温度均为 T ），则有

$$P_1 : P_2 : P_3 = V_1 : V_2 : V_3 = \frac{M_1}{\mu_1} : \frac{M_2}{\mu_2} : \frac{M_3}{\mu_3} \quad (5-2)$$

式中， P_1 、 P_2 、 P_3 分别为各气体组分的分压，Pa； n_1 、 n_2 、

n_3 分别为各气体组分摩尔数, mol; M_1 、 M_2 、 M_3 分别为各气体组分的质量, kg; μ_1 、 μ_2 、 μ_3 分别为 1mol 各气体组分的质量, kg/mol。

由此式 (5-2) 即可以得到按预定比例混合时各气体组分的压力。将气体钢瓶内的三种气体充入三只容积相等的定量缸, 由压力表或电磁控制阀控制各定量缸分压分别为 P_1 、 P_2 、 P_3 , 再将上述三种气体充入稳压桶, 即可供充气用。

2. 等压气体比例混合法 (等压法)

此为直接按气体体积比混合的方法。将各气体组分以相同的压力充入三只容积不等的计量缸, 使三只计量缸的体积分别为预定的 V_1 、 V_2 、 V_3 , 然后通过转换阀将气体充入已抽气的包装袋内混合, 即可得到预定比例为 $\frac{V_1}{V_1+V_2+V_3}$ 、 $\frac{V_2}{V_1+V_2+V_3}$ 、 $\frac{V_3}{V_1+V_2+V_3}$ 的混合气体。

3. 定容定压气体比例混合法 (定容定压法)

根据理想气体的分压定律与分体积定律, 知

$$n_1 = \frac{P_1}{P} = \frac{V_1}{V} \quad (5-3a)$$

$$n_2 = \frac{P_2}{P} = \frac{V_2}{V} \quad (5-3b)$$

$$n_3 = \frac{P_3}{P} = \frac{V_3}{V} \quad (5-3c)$$

其中, n_1 、 n_2 、 n_3 分别为各气体组分的摩尔数, mol; V_1 、 V_2 、 V_3 分别为各气体组分的分体积, m^3 ; n_1 、 n_2 、 n_3 分别为各气体组分的分压, Pa; P 为混合气体的总压, Pa; V 为混合气体的总体积, m^3 。

上式说明, 在一定压力和容积的混合气体中, 各气体组分的分体积与总体积的比例与各气体组分的分压与总压的比值相同。故可通过控制各气体组分的分压力得到预定比例的混合气体。

4. 节流比例混合法 (节流法)

没经减压后的气体由钢瓶流出时, 在管道内的稳定流动, 则有

$$V=Qt \quad (5-4)$$

代入式 (5-1) 得

$$n=\frac{PQt}{RT} \quad (5-5)$$

其中, Q 为流量, m^3/s ; t 为时间, s 。

令相同温度下各气体的流动时间相等, 即令 $t_1=t_2=t_3$, 则由式 (5-5) 可得

$$n_1 : n_2 : n_3 = Q_1 : Q_2 : Q_3$$

且当压力一定时, 各气体的体积与摩尔数成比例, 故有

$$V_1 : V_2 : V_3 = Q_1 : Q_2 : Q_3 \quad (5-6)$$

因此, 通过控制各气体组分的流量即可得到预定比例的混合气体。具体操作方法是: 同时打开带流量计的减压阀, 使其流量分别为 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 , 在经过相同时间后关闭, 即得到了预定比例的混合气体。

5. 时间气体比例控制法 (时间法)

由式 (5-5) 知, 当 P , Q , T 一定时, 气体的摩尔数仅与时间 t 有关。假设各气体组分的输出压力和流量相等, 即 $P_1=P_2=P_3$, $Q_1=Q_2=Q_3$, 则在相同的温度下, 有

$$n_1 : n_2 : n_3 = V_1 : V_2 : V_3 = t_1 : t_2 : t_3 \quad (5-7)$$

(三) 气体比例混合装置

国外提供的充气包装机混合气体的方式有两种: 一种是集中供气, 按用户要求配气并冲入钢瓶供应, 如美国 Liquid Air 公司提供的 Aligal 混合气体, 其配气精度可达 $\pm 1\%$; 一种是将气体比例混合控制装置和经过改型的热成型真空包装机, 竖式或卧式自动制袋充填包装机联机使用, 可根据包装产品要求, 任意改变配气比例。图 5-3 是 Multivac 的气体混合装置与热成型真空包装机。该气体混合装置采用节流比例控制法, 通过流量阀将气体钢瓶内气体节流并按比例混合, 然后充入稳压储气罐, 供包装机连续充气包装。美国 RMF 公司的气体混合装置则采用压力差法控制气体混合。我国的 DQ 和 HQ 型充气包装机内气体比例混合控制装置与其他控制装置

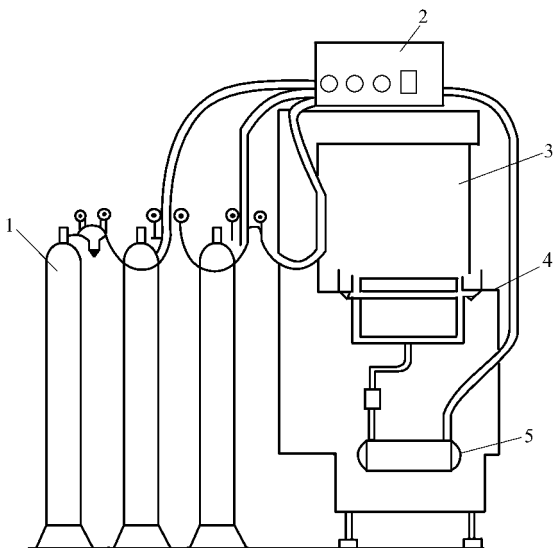


图 5-3 Multivac 气体混合装置与热成型真空包装机

1—气体钢瓶；2—气体混合控制器；3—热成型真空包装机；
4—抽气、充气热封室；5—储气桶

合为一体，用单片微机控制抽气-充气-热封的程序操作。DQ 型气体混合装置用定压定容法，HQ 气体混合装置为等容式。

我国研制的 GH-I 型气体比例混合装置为一单独部件，由单片微机控制器、储气桶和压力传感器和充气电磁阀组成，属定压定容法配气。

研制单独控制的气体混合装置目的是充分利用现有各种类型真空包装机的功能作充气包装，可减少用户投资并一机多用。GM 型气体混合装置与 DZQ280 型插管式真空包装机连接，经试验证明完全可满足充气包装要求。但与箱式包装机连接，由于充气管无袋口夹紧装置，虽然可充气包装，但耗气量大。我国已有各类真空包装机、热成型真空包装机和枕式包装机，如将原机充气部件改进或装入充气部件，与目前研制的气体混合装置连接，即可提供一系列半自动和自动充气包装机，满足充气包装发展需要。

三、常用充气包装机型

充气包装机在欧洲应用较广泛，德、英等国家的充气包装机械有 12 种基本机型，其中 9 种用于小包装，3 种用于大包装，包装形式有塑料盒、纸塑复合盒、枕式、大袋包装盒、袋装盒式（bag in carton）等。从上述几种充气包装方式可知，国外的充气包装机械大都是热成型真空包装机、枕式包装机或自动制袋充填包装机等机型上改装、配置气体混合装置和充气装置，使机型具有多功能。现将国外充气包装机的几种基本机型介绍如下。

（1）FFS 式热成型充气包装机 这种机型是热成型真空包装机的改型，可采用真空补偿式或气体出入式进行充气。生产半刚性塑料盒充气包装，包装盒的材料通常用 PVC/PE。制造这种机型的厂商有 Dixie Union、Kramer & Grebe 和 Multivac 等。充气包装食品的类型有新鲜肉、鱼、家禽和香肠等。

（2）卧式或竖式充气包装机 这种机型是自动制袋充填包装机改型，生产枕式软包装，只能作气体冲洗式充气包装。这种充气包装机供应厂商有 Rose Forgrove、Aucoturier 等，充气包装烘烤、快餐、咖啡等食品。

（3）预制袋或盒充气包装机 预制袋充气包装机是箱式真空包装机改型，仅作真空补偿式充气包装。预制盒式充气包装机可作真空补偿式或气体冲洗式充气包装。这两种充气包装机都是半自动的，生产能力较小，机器供应厂商有 Dyno 和 Multivac。

（4）纸塑复合式充气包装机 纸塑复合盒类型有两种：一种是在热成型真空包装机上放入预制纸板盒后嵌入机器上热成型的塑料盒，可作真空补偿式或气体冲洗式充气包装，生产机器厂商为英国的 Mardon 包装集团；一种是预制涂塑纸盒（用纸浆注膜成型表面涂 PP/PET/离子键树脂/PVDC 塑料）放入自动充填热封包装机作真空补偿或气体冲洗式充气包装，生产机器厂商为 Keyes Fibre/Maidstone。这两种包装材料制的纸塑复合盒具有优良的对气体盒水汽阻隔性能，广泛用于肉类、家禽、果蔬和烘烤食品的充气包装。

(5) 袋装盒或袋装箱充气包装机 袋装盒是小包装塑料袋装入纸盒内，袋装箱是大包装塑料袋装入纸箱内。前者的机器制造厂商有 Hermetet, Bosch。后者的机器制造厂商有 CVP、Corr-Vac 等，可作真空补偿或气体冲洗式充气包装。袋装箱包装的充气方法是由两根气管插入大包装袋内抽气和充气，该机型起源于美国，但因半自动式生产能力低，而后欧洲改为自动式，广泛用于咖啡、茶叶等散装料和大块肉类充气包装。

(6) 真空膜包装机 这种包装型式在 1985 年推出，供应厂商有 Dixie Union 和 Kramer & Grebe 公司。包装材料上膜用 HDPE/EVOH 或透气性膜，下膜用 Darfresh 供应的易与上膜剥离的材料，通常用于鱼类、肉类、方便食品包装。图 5-4 是真空膜包装机工作原理。

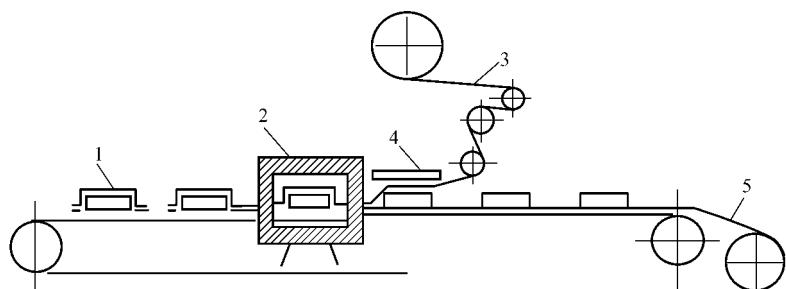


图 5-4 真空膜包装机工作原理

1—下膜输送带；2—下膜；3—上膜；4—上膜加热装置；5—包装件

国内充气包装机是插管式双工位真空包装机改型，装有气体比例混合装置，目前有四川工学院研制的 DO200A 型和江苏工学院研制的 HQ-250 型，属于半自动包装机，供塑料袋或盒真空补偿式充气包装，生产能力为每分钟 20 包。

四、充气包装机的研发

目前，国内外研制和使用的充气包装机主要有两大类型：一类是对包装件先抽气后充单一气体；另一类是对包装件先抽气后充入按所需要的比例混合的气体。充入单一气体的换气包装机比较典型

的是利用呼吸原理在真空包装机基础上改进的机型，该机型国内外均有生产，优点是充分利用现有的成熟产品，投资小，技术难度不高且一机多用，可不同程度地满足市场需求，缺点是不能充混合气体，浪费气体。还有一种机型是自制氮的换气包装机，由日本川岛制作所与库拉列化学公司和包装材料生产厂家富士特殊纸业公司合作开发。该机制氮装置由空气压缩机、吸附槽和储氮槽组成，吸附槽装有活性炭，可除去空气中的氧气而获得纯度高达 99% 的氮气。该机的优点是无需购买氮气和运输钢瓶，可实现连续化作业，提高生产效率，缺点是只能充单一气体，应用受到限制。此种机型国内目前也有生产，即由分子筛制氮装置组合而成的真空充氮包装机。

日本静岡制作所生产的真空充气包装机独具一格，它没有真空室，而是使包装本身起真空室的作用。其原理是将气嘴插管直接插入包装袋中，气嘴通过转换阀连接真空泵和储气瓶，这就是所谓的插管式充气包装机。它不仅能充入单一气体，还可利用转换阀与气体混合装置连接，充入混合气体。四川工学院研制的 DQ260A 系列充气包装机与上述原理相近，该机采用定容定压方式设计的气体混合装置再配以单片微型计算机控制，使整机配气精度较高，操作也比较方便，目前正在推广应用。江苏工学院研制的 HQ-250 系列充气包装机有两大品种，即袋式充气包装机与盒式充气包装机，该机可对三种单一气体按比例混合，定量充气。

未来充气包装机的研制和发展正从以下几个方面着手。

(1) 建立以气体混合装置为核心的充气包装设备系统 目前江苏工学院开发了一种气体混合装置，该装置自成一体，可以实现氧气、氮气、二氧化碳、二氧化硫中三种气体的任意配比，这样就突破了传统的充气包装机的范畴，可以实现对袋、盒、箱、桶、罐的多用途直接充气包装。该装置与真空包装机组合即成为真空充气包装机，若包装是一个较大容积的箱、桶、罐，则设计通用的真空充气包装系统。作为某种生鲜食品的专用包装容器首先要具备良好的密封性能，在该包装上接装专用气阀和气管接头，物料充填结束后对容器进行密封，然后打开气阀由真空泵抽真空，达到预定真空度

后向容器内充入规定配比的混合气体，充气结束后关闭气阀，充气包装即告结束。采用该系统可以实现对任意形状和容积的包装容器进行真空充气包装。

(2) 加强基础理论和相关技术的研究 充气包装设备的核心工作部件是气体混合装置，该装置的工作效率、配气精度、机械结构等因素直接影响到整个系统的性能，如何将物理学中的基本定律与机械学有机地结合起来设计出更加理想、简便、实用的气体混合装置是包装工作者努力的方向。与此同时要进一步加强各种食品品质保持机理的研究，弄清楚不同气体成分及其配比对不同食品品质保持的原因，并能根据不同食品给出其气体配比的具体数值。要加强对换气包装用材料的开发与生产，满足日益增加的社会需求。

(3) 开发全自动生产线 对充气包装机而言，目前国内的几种机型生产率普遍较低，自动化程度不高，一般每分钟生产率为20~30包，而且均为手工上料。提高生产率的途径：一是提高现有机型的速度，但受到材料、工艺及工作原理的限制；二是彻底改变设计原理与包装工艺，进一步发展全自动充气包装生产线，即发展热成型-充填-抽真空-充气-封口的全自动充气包装生产流水线。

(4) 不断采用新技术 随着科学技术的不断发展，与充气包装设备相关的技术也日新月异，追踪科学技术的最新发展方向是设计与制造先进的充气包装设备的必由之路，诸如采用最先进的大规模集成电路、设计充气包装系统专用的控制模块对设备进行控制、简化控制电路的结构、降低生产成本、提高可靠性。对袋式包装在封口方面要突破现有的电脉冲焊接方法，采用热管技术和冷封技术，既起到节能效果，又确保封口的可靠性。此外增加故障显示装置、自动检测装置、高精度计量装置等都是未来全自动生产线的发展方向。

第五节 充气包装方式

充气包装方式主要有三种：一种称气体冲洗式 (gas flush)；

一种称真空补偿式 (compensated vacuum); 一种称真空膜式 (vacuum skin packing, VSP), 其原理如下。

一、气体冲洗式

气体冲洗式充气包装原理是连续充入混合气体, 气流将包装容器内空气驱出, 袋口构成正压并立即封口。这种充气包装方式可使包装容器内含氧量从 21% 下降到 2%~5%。图 5-5 是气体冲洗式用于枕式包装机的工作原理。混合气体从充气管 2 经喷嘴 3 喷出, 此时包装袋的纵向和前端横向已封口, 混合气体气流将空气从薄膜成型模箱前端 9m 封口处驱除出, 随即横封装置 4 和切断刀具 5 将袋口热封并切断为单件包装品。气体冲洗式包装容器内残氧量较高, 不适宜对氧敏感的物品包装, 但因不抽真空并连续充气, 机器生产效率高。

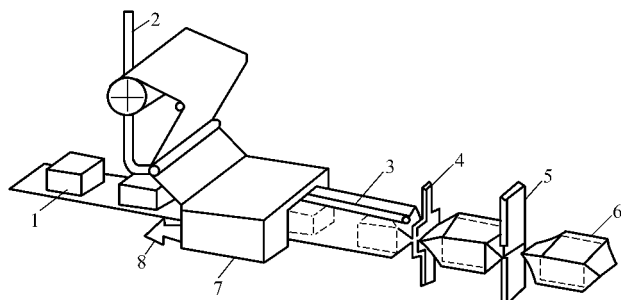


图 5-5 气体冲洗式充气包装原理

- 1—食品输送带; 2—充气管; 3—喷嘴; 4—横封装置; 5—切断刀具;
6—枕式包装件; 7—薄膜成型模箱; 8—空气排出

二、真空补偿式

真空补偿式充气包装原理是先将包装容器空气抽出构成一定真空度, 然后冲入混合气体恢复至常压并热封封口。图 5-6 是真空补偿式充气包装原理, 该机器是热成型自动真空包装机的改型。机器的底膜在热成型模 2 内加热并吸塑成型, 随后放入食品的塑料盒与盖膜 4 同时进入抽真空-充气-热封室 6 内。塑料盒在密封的热封室内先排出室内空气, 随后从充气管 5 充入混合气体, 热封模将盖膜

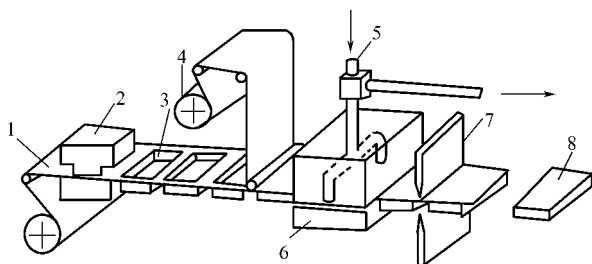


图 5-6 真空补偿式充气包装原理

1—底膜；2—热成型模；3—塑料盒；4—盖膜；5—充气管；6—抽真空-充气-热封室；7—分割刀具；8—盒式充气包装单元

与盒的周边热封。热封后的充气包装件被分割刀具 7 分割成单元。

图 5-7 是真空补偿式的抽真空-充气-热封室。

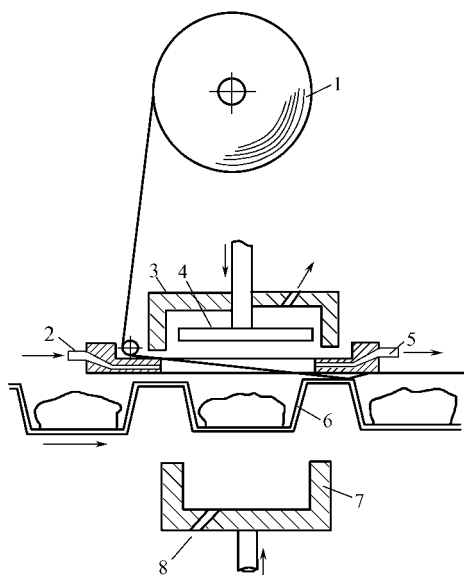


图 5-7 真空补偿式的抽真空-充气-热封室

1—盖膜卷；2—充气嘴；3—热封上膜；4—压板；
5, 8—抽真空接口；6—塑料盒；7—热封下模

三、真空膜式

真空膜式包装机不同于上述两种充气包装方式，它是使包装薄膜裹紧物品表面构成物品形状包装件。由于这种包装机型进一步提高真空度，改善包装物品底气氛环境，国外将之归纳为充气包装。包装材料分上、下两层膜，下膜为较厚的半刚性塑料膜，上膜为较薄的塑料膜。单件物品放在随传送带间隙移动的下膜上，随后与上膜一起到加热装置，上膜受热软化。当塑料膜与物品进入真空室内时，真空室密封并抽真空，软化的上膜向下坍落并裹紧物品，构成与物品形状相同的包装膜，然后上膜周边与下膜被热封膜热封。包装件移出真空室后自动贴商标并分割成单件。真空膜式包装机有两个优点：一是上膜紧贴物品，没有任何空隙，残氧量极低，比一般真空包装销售期长；二是以物品形状为“模具”，包装件具有热成型真空包装机的包装形式但又不需要特制热成型模具，这种机型的优点是明显的。

第六节 充气包装技术前景展望

由于充气包装性能优越，效果显著，已在美国、日本、西欧的许多工业发达国家和地区得到广泛采用，对充气包装基础理论和充气种类及配比的研究也在进一步发展之中，例如德国著名的克莱默尔·格雷伯（KRAMER-GREBE）机械制造公司，近几年来对食品包装中较难对付的肉类的真空充气包装问题进行了大量的试验研究，取得了许多成果。如对烤肉的包装，在抽真空后加适量氧气，对含有40%脂肪的香肠在抽真空后加适量的二氧化碳；对面包、花生抽真空后加氮和适量的二氧化碳等。这些研究成果对充气包装的发展起了很大的推动作用。

充气包装技术1980年才传入我国，开始仅用于小食品、中药材及茶叶的包装。由于宣传普及不够，一直未得到更多的推广，发展也较缓慢。20世纪80年代中期之后，我国从国际上已广泛流行和使用这一新技术的现实中看到了它的先进性和独特优点，于是便加快了研究和发展的步伐。近几年来，取得了不少有价值的成果。

其中最具代表性的是成都市科技服务中心最新研制出的 DQ200 系列换气包装机, 共有 DQ200S、DQ200D、DQ200J、DQ200DW 四个机型, 可完成 2~3 种气体的定比混合和在 0~2000ml 内实现定量充气, 具有一机多用 (可兼作封口机、气体处理机和真空包装机用)、运行稳定、自动化高、控制先进、省电省气, 适用性广等许多优点。在装袋方式上, 有立式和卧式; 在气嘴位数上, 有单位双嘴、双位双嘴、双位四嘴。折算系数为 10ml, 气体利用率大于 90%。其中双位四嘴生产能力可达 20 袋/min, 可采用各种国产的平口袋、背缝袋、三边袋和立式袋。该产品已获国家专利 (90211824.2), 并荣获 1992 及 1993 年国家级科技成果展金奖。

但总体来说, 我国的充气包装技术及应用还比较落后, 为了更好的应用和发展充气包装技术, 未来国内包装业应做好以下几个方面的工作。

① 将科研、生产及推广应用结合起, 做到三位一体, 才能与市场经济的客观规律相适应。我国以前基本上还是三脱节, 搞科研的不生产, 搞生产的不管推广应用。因此科技成果难转化为生产力, 难以取得实效。

② 加强充气配气的实验研究工作。推广应用和发展充气包装, 最关键的技术是要摸索出不同物品在不同条件下的最佳充气种类及充气量。国外对这一点十分重视, 不少公司都建有专门的实验室, 采用电脑对成千上万种不同物品进行“短期看长期”的充气包装模拟试验, 能向用户提供准确的实用数据, 这也是该技术能得到大量推广普及的一个重要原因。我国虽也开展了这方面的工作, 但深度广度不够, 品种也不多, 还有待于进一步发展。

③ 搞好专业化生产。除充气配气软件技术外, 对充气包装机和包装材料也要给予充分的重视。特别是包装材料, 必须有高度的阻隔性、防渗透性能和一定的机械、化学性能, 否则充气包装的质量将得不到保证。另外就是气体的生产与供应, 国外有专门的生产充气包装所用的各种气体的企业, 可大量提供价廉的、纯度高的气体供用户选用。我国这方面的差距较大, 不但企业数量少, 生产量

也不大，难以满足市场需求。今后若想在充气包装技术上得到推广，不解决气体的生产与供应也是不行的。

国内外的专家们一致认为：用充气包装的方法延长新鲜食品的保存期是近十年来世界包装领域的重大突破，这一新技术目前还处在进一步的发展之中，其应用前景也十分广阔。从世界范围来看，仅少数先进工业发达国家使用较多，而发展中国家和第三世界使用却很少。中国的情况属于后者，因此摆在我国包装行业面前的工作是十分艰巨的。只要我们认清形势，解放思想，加快步伐，奋起直追，就一定能在不长的时间内把我国充气包装技术的推广应用和发展提高到一个新水平。

第七节 充气包装实例——荔枝的充气包装储藏研究

当前水果的保鲜技术有辐射保鲜、化学保鲜、高静水压处理保鲜、无线电波（频率为 $1\sim 100\text{MHz}$ ）处理保鲜、一般冷藏、充气包装和气控包装。其中辐射保鲜和化学保鲜有安全、卫生方面的问题，高静水压和无线电波处理保鲜又有高新技术处理的问题，因而在冷藏基础上充气包装有比其他保鲜技术无法比拟的优点。这种利用低温和调节气体成分对果蔬生理活动（主要是呼吸作用）进行抑制的先进的保鲜方式，在发达国家已得到广泛应用，而在我国尚处于起步阶段。充气包装即 MAP 技术，是对放入果蔬的塑料薄膜袋抽空，然后充入要求的气体成分，再抽空，重复几次，以达到所需的气体配比，最后放入低温下储藏，MAP 技术一般用于上货架时进行。MAP 技术目前在发达国家应用越来越广泛。荔枝风味佳美，营养丰富，是我国南方传统的珍贵果品。但它供应期短，而且易受机械伤害和病菌侵染，不易储运。荔枝宜在果皮刚转红时，还带有少许青色时采收。下面以福建同安荔枝为原料进行充气包装的对比实验。

一、材料与方法

1. 材料来源

1999 年 8 月 1 日傍晚摘下的福建同安荔枝，次日早上空运上

海，挑选大小均匀且无机械损伤的荔枝做试验。

2. 充气包装试验

(1) 时间 1999 年 8 月 2 日~9 月 3 日。

(2) 目的 对荔枝进行充气包装储藏试验，每袋样品重量定为 0.3kg，考察在不同情况下的储藏效果。

(3) 实验内容

① 充气包装且冷藏。样品装入薄膜袋中，抽真空后充入 N_2 、 O_2 、 CO_2 且密封，使初始条件为：

O_2 4%， CO_2 2%， N_2 94%

O_2 6%， CO_2 3%， N_2 91%

O_2 8%， CO_2 4%， N_2 88%

O_2 10%， CO_2 5%， N_2 85%

O_2 12%， CO_2 6%， N_2 82%

共 5 袋，储于 $(3 \pm 0.5)^\circ C$ 环境的冷藏陈列柜中。薄膜袋为低密度 PE，厚度为 0.06mm，透气面积为 $0.35m^2$ 。

② 未充气包装但冷藏。样品装入薄膜袋中密封，材料同上，不过袋中未充气体，即自然调荔枝，共 5 袋，储于 $(3 \pm 0.5)^\circ C$ 环境的冷藏陈列柜中。

③ 冷藏无包装。样品无任何包装，储于 $(3 \pm 0.5)^\circ C$ 环境中。

④ 自然状态。样品无任何包装，储于常温。

3. 检测指标与方法

可溶性固形物测定：手持式糖度仪。

气体成分测定：HBO-2 控氧仪，CH-02 二氧化碳仪。

好果率 (%) 计算：

$$\text{好果率}(\%) = (\text{储后好果重量} / \text{贮前好果重量}) \times 100\%$$

果实感官品评：由五位专家审评。

二、结果与分析

1. 同一气体成分，不同储藏温度对荔枝好果率的影响（见表 5-4）

表 5-4 不同储藏温度下荔枝的好果率/%

储藏温度	储藏前	储藏 10d	储藏 20d	储藏 30d
0℃	100	98	81	63
3℃	100	100	95	75
6℃	100	98	85	59
常温	100			

从表 5-4 可看出,荔枝入储后 10d,常温储藏的荔枝全部失去商品价值,而低温表现出明显的抑制果实腐烂的作用。0℃以下储藏的荔枝由于冷冻伤害,易导致果实腐烂;而 6℃以上的储温不能有效抑制荔枝的黑斑,导致果实迅速发生褐变以致腐烂;3℃的储温下,荔枝储藏到 30d 时,好果率仍有 75%,且基本上保持原有果实的颜色、风味和品质,因此以后的试验中把荔枝的储藏温度定为 3℃。

2. 同一温度下,不同气体成分对荔枝的好果率的影响(见表 5-5)

表 5-5 不同气体成分下荔枝的好果率/%

气体成分	储藏前	储藏 10d	储藏 20d	储藏 30d
O ₂ 3%,CO ₂ 4%	100	98	87	76
O ₂ 5%,CO ₂ 5%	100	98	84	71
O ₂ 7%,CO ₂ 6%	100	97	80	67

表 5-5 表明,荔枝对气体成分适应性变化不大。以前的试验表明,只要二氧化碳浓度不超过 10%,就不造成荔枝生理障碍。相对比较而言,当荔枝的气体成分为 O₂ 3%、CO₂ 4%、N₂ 93% 时,好果率比较高。

3. 不同包装和储藏条件对荔枝感官、品质的影响(见表 5-6)

表 5-6 表明,无包装荔枝在常温下很快失去商品价值,无包装荔枝在低温下最多可储藏 10d,PET 薄膜低温下可储藏 30d 左右,PE 薄膜和自然气调方法在低温下可储藏 23d 左右。PET 薄膜比 PE 薄膜储藏效果好,这是因为 PET 薄膜透气性比较好。

表 5-6 不同包装、温度条件下的荔枝感官、品质评分

包装和温度	感官评分			可溶性固形物 /(g/100g)
	10d	20d	30d 天	
PE 薄膜, (3±0.5)℃	8	7	5	17.3
PET 薄膜, (3±0.5)℃	9	8	7	18.1
自然气调, (3±0.5)℃	7	6	5	16.5
无包装, (3±0.5)℃	7	5	3	15.2
无包装, 常温	24 小时颜色明显变褐			

注：评分标准如下。9 分—极好，表皮呈红色，无黑斑；7 分—好，表皮呈红色，有零星黑斑；5 分—一般，果皮有干皱现象，黑斑加浓；3 分—较差，有片状黑斑，不可售；1 分—不可食。

4. 不同气体成分 MAP 效果比较

表 5-7 列出了不同气体成分下 PET、PE 薄膜的可溶性固形物、感官评分的变化

表 5-7 不同气体成分 MAP 保鲜荔枝的比较

类 别	PE		PET	
	感官评分	可溶性固形物 /(g/100g)	感官评分	可溶性固形物 /(g/100g)
O ₂ 4%，CO ₂ 2%	6	17.3	7	18.1
O ₂ 6%，CO ₂ 3%	7	17.5	7	18.3
O ₂ 8%，CO ₂ 4%	6	16.9	7	17.6
O ₂ 10%，CO ₂ 5%	5	17.0	6	17.1
O ₂ 12%，CO ₂ 6%	5	16.7	6	16.7

从表 5-7 可看出，MAP 试验 30d 以后，不同气体成分对荔枝外观和营养成分的影响同样不是很大，相对而言当一次充气 O₂ 6%、CO₂ 3%、N₂ 91% 时，保鲜效果最好。

三、结论

① MAP 储藏过程中，温度是重要因素，试验表明 3℃ 是较理想的温度。

② MAP 储藏荔枝的最佳工艺条件是：O₂ 6%、CO₂ 3%、N₂ 91%，储于 3℃ 环境中，透气性好的薄膜储藏效果好。

③ 从保鲜效果来说，最佳的方法是充气保鲜，自然气调效果较差。

第六章 无菌包装技术

无菌包装是近年来国际上迅速发展起来的一项高新包装技术。与传统的包装技术相比,无菌包装能更好地保持食用菌原有的营养成分、风味(色、香、味),有节约能源、降低包装成本、延长商品货架寿命、包装物品质好、储存期长、保护环境等优点。无菌包装包括包装材料的无菌、产品的无菌、包装环境的无菌和包装后完整封合四个要素,其包装材料主要有金属罐、玻璃瓶、塑料容器、复合罐、纸基复合材料以及纳米新材料等,包装产品的除菌方法有热杀菌法和冷杀菌法。热杀菌法有超高温瞬时杀菌和高温短时杀菌两种;冷杀菌法有紫外线杀菌、辐射杀菌和微波照射杀菌等;包装环境的灭菌包括工作机器的灭菌和空气的灭菌等。无菌包装封口方法有热封、超声波封、胶封和气封等。根据无菌包装材料不同,无菌包装系统主要分为两大类,即复合纸无菌包装系统和复合塑料膜无菌包装系统,而复合纸无菌包装又可以分为敞开式无菌包装系统和封闭式无菌包装系统。

第一节 概 述

一、无菌包装的产生、概念及原理

1. 无菌包装系统的产生及发展

无菌包装诞生于20世纪40年代,从60年代开始,包装用塑料的迅速发展,给无菌包装发展提供了广阔的天地。由于无菌包装的优越性,无菌包装技术很快被消费者所认识。70年代无菌包装市场迅速扩大,无菌包装技术、设备、材料得到迅速发展。90年代初,发达国家的无菌包装在液体食品包装中所占的比例已超过65%。目前,作为一种特殊的包装技术在国际包装市场的应用越来越广泛。无菌包装作为一个产业或领域,它包括包装的工艺技术、

包装材料及包装容器、包装辅助器材及包装机械设备、包装辅助材料和包装科研、教育、包装工程等，以及相关产业和相关的学科。

2. 无菌包装技术的定义

无菌包装技术是指将包装物品、包装容器、材料或包装辅助器材灭菌后，在无菌的环境中进行充填和封合的一种包装技术。无菌包装并非一定把微生物全部杀死，在大多数情况下也无此必要，如食品的包装，即便是对卫生要求较高的罐头食品，也只是要求其中不含影响人体健康的任何致病菌，抑制在正常储存条件下能够使食品败坏的非致病微生物的活动，不同于细菌学上的所谓绝对无菌。当然，绝对无菌在某些产品，如医药上的针剂、器械，以及某些生物制品等是完全必需的，但我们通常所指的无菌包装是指食品的包装。因此，无菌的概念在这里是指产品经处理后，其中不含或微含影响人体健康的致病菌，对人体健康无害的微生物还是允许存在的。

3. 无菌包装技术的原理

食品无菌包装过程包括：包装机械及操作环境的杀菌处理，包装食品的杀菌，包装容器的预制成型及杀菌处理，定量灌装、封合、装箱打包运出等，各工序环节都要保证食品包装操作的无菌条件。无菌包装与传统的罐装工艺和其他所有的食品包装的不同之处在于：食品单独连续杀菌，包装也单独杀菌，两者相互独立，这就比普通罐头制品的杀菌耗能量少，且不需大型的杀菌装置。无菌包装可实现连续灌装密封，生产效率高。

一般而言，无菌包装产品的特性如下。

① 产品必须是可由泵连续输送的流体。这包括了黏稠性食品或含固体颗粒的半流体食品。

② 产品的品质均匀且其对风味、营养成分以及其他功能品质的保存较佳。无菌产品通常以高温短时间或超高温瞬间来进行产品的杀菌处理。比较传统罐头低温长时间的加工方式，无菌加工产品对其风味、营养成分以及其他功能品质的保存较佳且产品品质均匀。

③ 产品使用的包装材料可选择的范围较广。由于无菌产品的充填包装作业是在常温下进行，包装容器无需考虑能耐高温高压，因此包装材料的选择弹性相当大。

④ 产品制造应用无菌加工及包装技术是最节省能源的。无菌产品一般采用高温短时间杀菌，常温充填包装的方法，其加工设备所使用的热交换杀菌机通常可将能源再回收使用，能源的消耗少。另外，产品的运销是以常温流通不需冷藏，储存运销的成本低。

⑤ 无菌加工及包装技术也适用于大型包装及大型储运系统。因无菌包装食品的生产、产品与包装材料的杀菌是分开处理的，产品不会因容器大小造成加热不均匀，而是能够保持均一的品质。

二、无菌包装的材料、容器及形式

目前，无菌包装采用的一般过程是：包装材料（或容器）及辅

助器具灭菌-被包装物灭菌（即产品灭菌）-无菌包装-灭菌产品。无菌包装常见的包装如图 6-1 所示。



图 6-1 鲜奶无菌包装

（一）无菌包装的材料

1. 无菌包装常用的材料分类及其特点

（1）金属材料 有镀锡板、无锡铁板和铝板等，以铝板为主。其重量大、成本高，防潮、防水，气密性和耐油性很好。用作容器和容器盖，内部需用涂料，一次性使用，易于回收处理，在自然条件易于分解。使用前需灭菌处理，不易清洗和杀菌。

（2）玻璃材料 其重量大、成本低、透明，可方便地观察内部情况，防潮、防水，气密性和耐油性很好，但使用不方便，不易清洗和杀菌。制成的成品不易携带，但可重复使用和回收处理，对环境影响小。使用前需严格灭菌处理，不易清洗和杀菌。

（3）塑料 其重量轻、成本低、透明，可方便地观察内部情

况，防潮、防水，气密性和耐油性较好。一次性使用，不易于回收处理，在自然条件下不容易分解。对环境有较大影响，使用前灭菌工作较少。

(4) 纸 其重量轻、成本较低，但防潮、防水，气密性和耐油性不好，需涂塑。一次性使用，易于回收处理，在自然条件下易于分解，使用前灭菌。

(5) 复合材料 包括复合塑料、纸塑复合材料、金属塑料复合材料和纸金属塑料复合材料等。其中纸金属塑料复合材料是最主要的包装材料，其性能好、重量轻，具有纸金属和塑料的优点，避免了它们单独使用时的缺点。制成成品后便于携带，价格低，一次性使用，但在自然条件下不易分解，也不易回收处理。一般使用前需灭菌。

2. 包装材料的形式

(1) 无菌纸包装 用于无菌包装的纸包装材料实际上是一种复合材料，是由纸 / 聚乙烯 / 铝箔 / 沙林树脂多层复合的纸板。其中纸为结构材料，聚乙烯为黏结材料，沙林树脂为热封材料，而铝箔则为高阻隔材料。无菌纸包装有两种形式：屋顶包和砖形包。

(2) 无菌杯式包装 无菌杯式包装使用的材料为多层共挤无菌包装片材，其结构为 PP/ PE/ADH/ PVDC 或 EVOH/ ADH/ PS。其中 PP 为可剥离的无菌包装保护膜，PVDC、EVOH 为高阻隔材料，PS 为结构材料。成卷的无菌包装片材在进入无菌室前剥开 PP 膜，在无菌室内露出无菌的 PE 表面并在无菌室中成型-灌装-封盖，然后贴标。无菌包装用的盖材是 Al/ PE/ PET 的多层复合材料，其中 PET 为可剥离层。

(3) 无菌铝 / 塑袋包装 这种包装方法类似无菌纸包装，只不过所用材料是铝 / 塑复合膜，包装形式是袋装。

(4) 箱中袋 对于大容量的包装可以采用箱中袋的形式。将已经杀菌的食品灌入经过预杀菌的密封的多层塑料袋中，灌装后的袋子装在木质或纸板制成的外包装箱中或钢桶中，主要包装浓浆或基料。目前这种包装形式已基本取代了铁桶或塑料桶作包装，食品内

加防腐剂的保存食品的方法。

(5) 瓶装 塑料瓶可以在成型时灭菌并立即灌装，也可以在灌装前灭菌。灭菌的瓶子在无菌室中灌装和压盖。一般的瓶子不能重复使用，用高级的聚碳酸酯制成的瓶子可以重复使用。但这种瓶子的市场占有率还比较低。

3. 无菌包装材料的要求

① 有高度的阻隔性。由于空气和水分是细菌生长所必须的条件，所以良好阻气阻湿的包装材料有利于食品适用期的延长，良好阻隔性的包装材料也有利于阻隔外界细菌侵入包材内部食品中的可能性。

② 要有足够的强度，防止包装材料在流通过程中损坏。

③ 要有足够的耐杀菌能力，在杀菌过程中不被损坏，并且能透过杀菌所需的热或射线，能保证均匀全面地做到彻底的杀菌。

④ 包装材料印刷图案在杀菌过程中不被损坏，尤其是表面印刷用 H_2O_2 消毒时，印刷品不变色、不脱落。

⑤ 要有良好的耐热、耐寒、耐候性。某些无菌包装食品，需在一 -20°C 的深冷下保存，包装材料应有良好的耐寒性，不发脆。

⑥ 包装材料耐针刺性好，耐曲折性、低温热封性好。

(二) 无菌包装常用的容器及其特性

1. 容器的类型

(1) 金属罐 金属罐是无菌包装使用最早的包装材料之一，主要分马口铁罐和铝罐两种，目前世界上金属罐无菌包装的最先进的典型代表是美国的多尔无菌装罐系统。多尔系统所采用的金属罐杀菌方法是干热杀菌，即采用高温过热蒸汽来杀菌，当空罐在输送链上通过杀菌室时，过热蒸汽从上下喷射 45s，这时罐温上升到 $221\sim 224^{\circ}\text{C}$ ，罐盖也采用 $287\sim 316^{\circ}\text{C}$ 的过热蒸汽杀菌 75~90s，这些温度足以杀灭全部的耐热细菌。由于所有容器和设备均采用过热蒸汽杀菌，因此无菌程度高，罐头内部顶隙残留空气极少，且处于高真空状态，产品的质量安全可靠。

(2) 复合罐 复合罐是由两种以上材料组成的三片罐，即底和

盖用金属，罐身用铝箔、纸板或聚丙烯等材料制成。复合罐的印刷装潢效果好，成本低，质量轻，处理方便而不造成公害，但复合罐的气密性比金属罐差，耐热性也较差，因此欧美和日本各国都用它作为冷冻浓缩果汁的无菌包装容器。由于复合罐的耐热性较差，因此一般采用 127°C 左右的热空气杀菌，果汁在 93°C 以上温度杀菌后冷却到 80°C 进行热灌装。灌装和密封区都采用无菌空气来保持正压，以防细菌污染。尽管如此，还难以杀灭耐热的细菌芽孢，因此复合罐仅限于灌装高酸性的果汁，在低温和高酸性的条件下这些残存的细菌芽孢不会繁殖生长，因此保证了食品的卫生指标。

(3) 纸基复合材料容器 纸基复合材料容器是由纸、聚乙烯、铝箔等多种材料组成，西欧各国的无菌包装较多采用这类容器，尤以瑞典的利乐包装公司生产的无菌砖形盒、菱形袋为典型。这种厚约 0.35mm 的复合材料由 8 层材料构成，对氧气和水蒸气的阻隔性极佳，而且印刷装潢效果也很好，饮用方便，产品的货架期长，也是饮料的无菌包装的理想材料之一。纸容器的灭菌是采用过氧化氢与加热相结合的方法。先将包装材料经过过氧化氢水浴，然后在灌装时在进料管部位采用管形加热元件使其间空气温度高达 4300°C 左右，使纸内表面过氧化氢液膜迅速分解成水和新生态氧，这种氧具有极强的杀菌能力，使容器达到无菌的要求。也有采用高浓度的过氧化氢溶液在 80°C 左右温度下对包装材料进行 $8\sim 9\text{s}$ 的杀菌工艺。

(4) 塑料容器 塑料是无菌包装中发展最快、应用最广泛的材料，它的成本较低，形状多样化，机械适应性强，特别是近年来塑料薄膜的共挤复合以及容器成型技术的不断发展，塑料将成为无菌包装材料的主角。对于塑料包装材料的要求主要是具有对食品的保护保存性、适应流通的机械强度、包装机的适应性以及商品性等，尤其要求对氧气和水蒸气有较高的阻隔性，因此当前世界各国所采用的无菌塑料主要是复合薄膜。目前，我国的塑料薄膜生产企业绝大多数尚没有生产这类无菌包装材料，也缺乏聚偏二氯乙烯类阻隔性良好的国产材料；在制造无菌包装容器方面，也缺乏严格的洁净

室条件以及各种灭菌措施。因此,要发展我国的无菌包装,包装材料制造是极重要的一个环节。由于塑料耐热性较差,因此目前对塑料包装材料的灭菌方法常用过氧化氢杀菌,也有用过氧化氢低浓度溶液与紫外线、无菌热空气相结合的技术,据报道这些方法均有良好的灭菌效果。为了防止过氧化氢在操作环境内扩散,采用低浓度过氧化氢是比较有利的。

采用塑料包装材料的无菌包装系统一般有两类:一类是直接 在食品加工厂采用热成型-充填-封口无菌包装机,塑料容器的成型、食品的充填以及无菌密封等过程连续完成;另一类是由容器制造厂提供食品加工厂无菌容器的系统,这些容器制造厂对容器的灭菌方法有采用 γ 射线、环氧乙烷、乙醇等各种措施,但容器的无菌性不如金属罐可靠。法国的 ERCA 公司则采用共印刷的铝箔和 PP 或 PE 复合成的材料进行重叠热封。

(5) 玻璃瓶 玻璃瓶的无菌包装早在 1942 年就得到了开发,但是一直未形成大规模工业化生产。近年来随着玻璃瓶制造技术的发展,出现了轻量强化玻璃瓶,玻璃瓶的耐热冲击性也大大提高,即使内外温差在 800°C 以上也不至产生破裂,这就大大推动了无菌包装技术的应用。

2. 容器及材料的发展

除了以上所列的包装容器和材料外,在无菌包装中还会涉及一些特殊的材料,如金属复合材料及容器、纸质与金属复合的容器等。而且,随着人们对食品质量要求的提高和人类生存环境的可持续发展需要,包装材料和容器逐渐走向环保和绿色,特别是在人们日常消费的食品包装方面,更加需要注意健康和绿色。因此,无菌包装容器的发展将会是无菌包装技术发展需要解决的一个重要课题,而它的发展将以健康无毒、绿色环保、经济实用为主要的目标和方向。

三、国内外无菌包装发展现状和趋势

食品的无菌包装应用范围日益扩大,现在已经广泛应用于牛奶、巧克力、奶酪、乳酸菌饮料、布丁、果冻、奶油冻等甜点心;

咖啡、冰淇淋、茶、酒、豆奶、水果汁、蔬菜汁等饮品；调味品、香料等食品的包装。从被包装的食品形态来看，已从液体、黏稠酱类均质食品向液固混合、颗粒、固体块状食品方面发展。

无菌包装技术日臻完善，应用领域日趋广泛。无菌包装技术在工业较发达的国家也是一项正在迅速发展的高新技术，我国目前正处在研究生产起步阶段，现已列入有关部门科技攻关项目之中。食品的无菌包装拥有巨大的潜在市场，随着经济的发展，人民生活水平的提高，相信无菌包装的食品会受到越来越多的消费者的欢迎，食品的无菌包装也因此具有十分广阔的发展前景。

（一）国外无菌包装的发展现状和趋势

国外的无菌包装从 20 世纪 40 年代后期无菌包装技术诞生开始，凭借其强大的优越性，得到了广泛的应用，并在食品包装中占领了大部分市场。同时经过了几十年的发展和完善，无菌包装技术、设备、材料得到迅速发展。截至目前，国外共有 100 多家公司生产各种无菌包装设备，另有许多生产包装材料、元器件的配套厂家。此外，为了增强竞争能力，有些公司组成了集团。例如，瑞典的利乐公司和阿发拉法公司联合组成了利乐拉法公司，法国的 ERCA 公司加入了 JAGEN-BERG 集团，有些大的集团公司开发生产了无菌包装设备，例如，美国国际纸业、德国 BOSCH、荷兰 SI-ORK 等公司都生产无菌包装设备。以上这些企业和公司在无菌包装领域中都有较高的知名度。目前，国际上较大的较有影响力的无菌包装器材生产企业有瑞典利乐包装有限公司、美国国际纸业公司、德国 PKL 公司、德国意韦卡公司和日本大日本印刷株式会社等。表 6-1 汇总了目前世界著名无菌包装线（机）的简况。

（二）我国无菌包装的发展现状和趋势

1. 我国无菌包装的现状

（1）我国无菌包装的发展阶段 到目前为止，我国无菌包装业的发展可分为三个阶段。

① 起步阶段。我国的无菌保鲜包装起步于 20 世纪 70 年代末。1979 年由广东罐头厂以补偿贸易的方式，在全国率先引进一套瑞

表 6-1 世界著名无菌包装线（机）简况

生产或销售公司	无菌包装系统名称	首次推出年份	可包装食品	包装材料与容器	对包装材料杀菌方法	备 注
James Dole(美)	多尔无菌包装系统	20 世纪 40 年代	布丁, 奶酪, 调料, 汤汁	各种大小金属罐	过热饱和蒸汽	美国有 60 多套, 其他国家有 60 多套
Cherry Burell Fran Rica(美)	无菌桶充填机	20 世纪 80 年代	番茄制品, 水果酱	55 加仑桶(208L)		为新型零售系统服务
Scholle(美)	无菌衬袋箱包装机(BIB)	20 世纪 70 年代	pH4.6 以下液料食品: 番茄酱, 水果丁, 冰淇淋配料	多层复合软材料衬袋, 纸盒	γ 射线, 紫外线	全世界已销售 100 多台
Tetra Pak(瑞典)	利乐成型充填封合机(线)	20 世纪 80 年代	果汁, 饮料, 牛奶	5 ~ 7 层合卷筒材料, 砖形盒, 屋顶盒	过氧化氢, 环氧乙烷	全世界已销售 200 多台
PKL(德)	Combi block 灌装封合机(康美盒机)	20 世纪 60 ~ 70 年代	牛奶, 果汁, 汤料	预成型纸盒(1L 及以上)		
Contin, Can(美)	Conoffast 热成型充填封合系统(康诺法斯特)	1982 年	多种食品	无菌多层材料, 热成型杯	多层材料高温加工	
Bosch(德) Benco(意)	成型充填封合机		低酸度食品	纸塑复合材料, 杯	过氧化氢, 高热空气	
Metal Box(美)	Metal Box 麦特宝系统	近年	低酸度食品	预成型容器	过氧化氢	
Rampart Pack-Mead(美)	Crosscheck 克洛斯切克系统	近年	低酸度食品		热柠檬酸	

典利乐包装有限公司的复合纸砖形无菌包装设备，用来包装甘蔗汁、果汁、豆奶、菊花茶等液体饮料。产品投放市场后，引起了广大消费者和食品行业、包装行业、包装学者的兴趣和关注。之后，有经济能力又获国家批准的企业相继引进。

② 发展阶段。随着改革开放的深入，我国包装行业开始大力引进国外先进设备和技术，无菌保鲜包装市场日益趋旺。后来，中国包装技术协会及时成立了无菌包装委员会，专责管理、指导无菌包装业，并组织了多次全国性或国际性的无菌包装、保鲜包装技术交流会和研讨会。中国包装技术协会无菌包装委员会还经常在报刊宣传无菌包装知识，编印无菌包装通讯，发送生产企业和有关部门及各级领导，不断发布国内外无菌包装发展的动向、技术、信息、新成果，使我国的无菌保鲜包装业进入一个新的发展时期。

③ 平稳过渡阶段。90年代中期到现在，我国无菌保鲜包装业经历了从平稳过渡到迅速发展的过程。同时，中国包装技术协会、中国食品工业协会都建立了无菌包装委员会以推动无菌包装技术的发展，越来越多的单位从事无菌包装设备、材料、工艺、元器件的开发和生产。应用国内外无菌包装设备和技术的许多包装企业在掌握和提高新科技方面作了大量的工作，越来越多的消费者对无菌包装有了比较全面的认识和理解。据初步统计，目前国内外各种无菌包装设备约 300 台套，年生产能力 150 万吨。

(2) 我国无菌包装发展中存在的问题

① 我国无菌包装发展水平与世界水平相比还差很远。第一，无菌包装的食品消费以纸盒包装为例，有的国家人均年消费量已达 100 多包，全世界人均也接近 20 包，而我国人均年消费才 2 包多。第二，国外发达国家的无菌包装已占同类产品包装的 65% 以上，有的已超过 70%，而我国只占 5%。第三，国外发达国家平均每年递增 5% 以上，最高超过 8%，而我国经历一个大发展出现了滞缓。就奶业来说，由于生产销售水平低下，包装滞后，大多数的乳品企业仍是以奶粉为主，液体奶仍停留在定点定时送奶为主，包装多采用玻璃瓶或塑料袋，未能满足消费者多样化的

需求，使乳业陷入低水平饱和状态。由于我国地域差异大，奶产区和销售区分布极不合理，主产区销不多，主销区又不产奶或少产奶。要改变这种不合理状况还得靠合理的包装——无菌保鲜包装来解决远程运销问题。

② 我国无菌包装虽然取得了广泛的应用，但从引进设备的使用情况来看，有些设备没有获得较好应用，今后应避免盲目引进。国际上无菌包装设备种类繁多，性能差异较大，而且都有一定的适用范围，在引进时，需根据国内情况作详尽的调研考察、慎重选型。

③ 应加强和提高无菌包装技术水平，对无菌包装设备的无菌性能作定期测定，解决某些产品的微生物腐败问题，如豆奶的利乐包装的平酸腐败问题和埃卡包装产品的胀包腐败。

④ 解决包装材料问题，开发较好的隔氧材料，以保证产品的保质期。

⑤ 从无菌包装发展本身来看，目前国内食品包装设备大部分是国外进口的，不少包装材料和零部件也依赖进口，因而企业资金投入过大，成本过高，影响产品的销量，从而限制了无菌包装的大规模发展。

2. 我国无菌包装的发展趋势

根据世界发展趋势，今后的乳品应由奶粉为主改为以液体奶为主，一可节省能源，二可提高营养价值和方便食用。乳品中约有25%采用无菌保鲜包装计。同样，对于果汁饮料和其他饮料业，随着经济的增长和消费的多样化，无菌包装容器产量发展的潜力很大，有很多产品还有待发展、开发。随着社会进步，科技的发展，人们对健康的追求和消费观念的更新，有关部门及有关专家预测，未来5~10年，我国的蔬菜制汁作饮料或佐料将得到一定程度的发展，这类产品的最佳包装将是无菌包装。因为它既可以有效保持原有营养成分，又可以使产品长时间储存不变色、不变味、不变质和适宜远程运销。

我国是中药、草药种的采、用大国。中药、中草药不仅在国

内自古以来就享有盛名，历史悠久，传统沿用，而且在国际上也相当有名，是一个宝贵医药财富。随着科技的进步，加工水平的提高和人们生活节奏的加快，传统的家庭式的中药煎药服用方法已很不适应，既费工费时费能源，又给服用带来不方便。未来的中药、草药服用方式应走由药厂、医院按传统的固定处方、验方和加减处方、复合处方，分别集中加工煎熬，根据不同的年龄设定不同的容量，采用无菌包装，分销到各批发市场、零售商或医院药房、民间药店中去。目前，国内只有个别企业生产无菌包装清凉茶之类的保健饮料，尚未有人开发无菌包装水剂中成药。这一新领域的开拓将给无菌包装业带来无限商机，给患者带来极大的方便和福音。此外，茶类、酒类的无菌保鲜包装也等着我们去开发。

加快无菌包装行业发展的举措应从以下几方面入手。

① 国家要及时出台有利无菌保鲜包装业发展的政策、法规，为无菌保鲜包装业创造良好的环境条件。

② 政府职能部门要做好长远发展规划和短期目标计划协调相关学科、行业加强合作，攻克发展中的技术难题，解决发展中的困难，同时要加强宣传，普及无菌保鲜包装知识，加深人们对无菌保鲜包装的认识，增强对无菌保鲜包装的追求。

③ 无菌包装在发达国家仍是高新技术，要鼓励有研究开发实力的企业、科研院所、院校、实验室开展科学研究，特别是基础研究，加快开发出具有创新技术和竞争能力的设备、包装材料、包装容器以及包装原料。

④ 充分、合理利用现有的设备和人力资源，从我国国情实际出发，致力于无菌包装技术提高及材料、容器的革新改进。

⑤ 要和国际间相关行业加强联系，加强合作。国内从事无菌保鲜包装业的企业联合起来，取长补短，共同提高，不断赶超国外先进水平，在全国范围内形成若干个各具特色的机械生产企业和无菌包装材料、包装容器生产企业，合理分工，合理布局，为加快发展我国的无菌保鲜包装业做出新的贡献。同时不断开发新产品、新

技术，不断提高质量，继续拓展国外市场。

第二节 无菌包装体系的杀菌技术

食品无菌包装主要包括三个部分：包装前的无菌食品、包装材料和容器、无菌包装生产线。这三者的有机统一构成完整的无菌包装。无菌包装包括包装材料的无菌、产品的无菌、包装环境的无菌和包装后完整封合四个要素。

一、被包装物品的灭菌技术

（一）食品的性质决定采用的热杀菌工艺

1. 均质液体食品

在适宜的热交换器中，高速流动的低黏度均质液体可以进行很好的温度平衡，有很高的热导率，因而加热温度可以较高，均质液体食品的加热时间很短。

2. 含有较小固体颗粒的液体食品

需要较长的加热、保温和冷却时间来平衡颗粒的内部温度，所以其温度平衡只能在缓慢的热传导过程中完成。如果其液相物质的黏度较高，就需要采用刮板式热交换器进行加热和冷却；反之则采用片式或管式热交换器进行加热和冷却。如果食品中固体颗粒的直径或边长达到了 15mm，可以采用双层管式和刮板式热交换器进行加热和冷却。

3. 含有较大固体颗粒的液体食品

含有较大固体颗粒的液体食品要达到温度平衡，就需用很长的时间，因而加热、保温和冷却的时间均必须大大延长。例如液体中含有边长达 15~25mm 的土豆块或块状蔬菜，这类食品的常用高温杀菌工艺为：将液相与固相分离，对液相物质进行连续作业的 UHT 工艺，对固相物质则在无菌容器中断续地用蒸汽直接进行杀菌，然后在无菌的条件下将液相与固相重新混合并灌注。

（二）被包装物品的灭菌技术

食品包装前杀菌工艺近十多年发展很快，其主要方法有：过热蒸汽杀菌法、饱和蒸汽杀菌法、干热空气杀菌法、湿热空气杀菌

法、紫外线杀菌法、辐射杀菌法、微波杀菌法及化学杀菌法等。除了单独杀菌外，还有两种或两种以上的杀菌方法同时使用。总之要求达到提高杀菌温度、缩短杀菌时间的目的。

(1) 低温灭菌 又称巴氏灭菌，灭菌条件为 $61\sim 63^{\circ}\text{C}/30\text{min}$ ，或 $72\sim 75^{\circ}\text{C}/15\sim 20\text{min}$ 。巴氏灭菌技术是将食品充填并密封于包装容器后，在一定时间下保持 100°C 以下的温度，杀灭包装容器内的细菌。巴氏杀菌可以杀灭多数致病菌，而对于非致病的腐败菌及其芽孢的杀灭能力就很不够，如果巴氏杀菌与其他储藏手段相结合，如冷藏、冷冻、脱氧、包装配合，可达到一定的保存期的要求。

巴氏灭菌技术主要用于柑橘、苹果汁饮料食品的灭菌，因为果汁食品的 pH 值在 4.5 以下，没有微生物生长，灭菌的对象是酵母、霉菌和乳酸杆菌等。此外巴氏杀菌还用于果酱、糖水水果罐头、啤酒、酸渍蔬菜类罐头、酱菜等的杀菌。巴氏杀菌对于密封的酸性食品具有可靠的耐酸性，对于那些不耐高湿处理的低酸性食品，只要不影响消费习惯，常利用加酸或借助于微生物发酵产酸的手段，使 pH 值降至酸性食品的范围，可以利用低温杀菌达到保存食品品质和耐藏的目的。此法所需时间较长，对热敏性食品不宜采用。

(2) 高温短时灭菌 (HTST) 灭菌条件为 $85\sim 90^{\circ}\text{C}/3\sim 5\text{min}$ ，或 $95^{\circ}\text{C}/12\text{min}$ ，主要用于低温流通的无菌奶和低酸性果汁饮料的杀菌，可采用换热器在瞬间把液料加热到接近 100°C ，然后速冷至室温。此方法需时较短，效果较好，有利于产品保质。主要可杀灭酵母菌、霉菌、乳酸菌等。

(3) 超高温短时灭菌 (UHT) 超高温短时灭菌是将食品在瞬间加热到高温而达到杀菌目的，有两种方法。

① 直接加热法。用高压蒸汽直接向食品喷射，使食品以最快速度升温，几秒钟内达到 $140\sim 160^{\circ}\text{C}$ ，维持数秒钟，再在真空室内除去水分，然后用无菌冷却机冷却到室温。

② 间接加热法。根据食品的黏度和颗粒大小，选用板式换热

器、管式换热器、刮板式换热器。板式换热器适用于果肉含量不超过1%~3%的液体食品。管式换热器对产品的适应范围较广，可加工高果肉含量的浓缩果蔬汁等液体食品。凡用板式换热器会产生结焦或阻塞，而黏度又不足用刮板式换热器的产品，都可采用管式换热器。刮板式换热器装有带叶片的旋转器，在加热面上刮动而使高黏度食品向前推送，达到加热杀菌之目的。

此法效果最好，食品质量几乎不变，生产效率很高。多用于流体食品，如牛奶、果汁等的灭菌，也可将食品装袋后，浸渍于此温度的热水中灭菌。

(4) 紫外线灭菌 紫外线对液体料的灭菌效果较理想，使用时，可使液体料，如饮料、牛奶等以薄层状通过紫外线照射区即可灭菌。

(5) 远红外线灭菌 远红外线的热效应可以灭菌，它可以直接照射食品，也可在食品装入塑料袋后给以远红外线照射灭菌。

(6) 微波灭菌 微波能使物质中的水分子振动、摩擦而发热，使微生物受热致死以起到灭菌作用。微波可用于液态、固态物品的灭菌，包装好的物品置于微波场中，在极短时间内即可完成灭菌过程。此法灭菌快，效率高，应用范围广，操作简单，但应注意防止微波泄漏。

(7) 欧姆灭菌 欧姆灭菌是一种借通入电流使食品内部产生热量达到杀菌目的的新型热杀菌技术。对于带颗粒（粒径小于15mm）的食品，常规的换热器间接加热杀菌方式，其热量首先由加热介质通过间壁传递给食品物料中的液体，然后靠液体与固体颗粒之间的对流和传导传给固体颗粒，最后是固体颗粒内部的传热。显然，要使颗粒内部达到杀菌温度，其周围食品介质必须过热，这必然导致含颗粒食品杀菌后质地软烂、外形变坏，影响产品风味和质量。采用欧姆杀菌技术，可使颗粒加热速度与液体加热速度相接近，并可获得比常规传热杀菌方法更快的加热速率（颗粒升温约 $1\sim 2^{\circ}\text{C/s}$ ），得到高品质的产品。

欧姆杀菌作为高新技术应用于含颗粒，诸如牛肉丁和胡萝卜丁

的汤汁类食品，对提高产品卫生安全性和品质风味质量，便于过程控制和降低操作费用，均有关键作用。

二、包装容器（或材料）的灭菌技术

（一）包装容器及辅助器具的灭菌方法

包装容器用以包装产品，而辅助器具则是为进行正常包装所需的装置或工具等，它们都应是无菌的，即凡与包装物相接触的物品都应进行灭菌处理。常用的灭菌方法有以下几种。

（1）药剂灭菌 它是利用能使有害微生物致死，而对人体无害的化学药剂灭菌，如过氧化氢（双氧水）、乙醇等。以双氧水使用较多。在使用双氧水灭菌时，其浓度为 25%~30%，温度为 60~65℃，操作时，可将物品在双氧水中浸渍，或将双氧水喷射于物品上，再稍微加热；用乙醇灭菌时，可配制成 75% 的溶液浸渍或喷洒于物品。用药剂灭菌的基本要求是无残留量。

（2）过热蒸汽灭菌 这是利用温度为 130~160℃ 的过热蒸汽喷射于需灭菌的物品包装，在数秒钟即可完成灭菌操作，但仅适用于耐热物品和金属制品、玻璃制品等。

（3）紫外线灭菌 紫外线能使微生物细胞内核蛋白分子构造发生变化而引起死亡。波长在 250~260nm 左右的紫外线灭菌能力最强。使用时，只需将紫外线照射于需灭菌物品表面即可，但需根据紫外线灯管的功率确定照射距离和时间。紫外线灭菌最为简便，无药剂残留，效率高，速度快，但若照射不到则不能灭菌。

（二）不同灭菌介质灭菌的特点和划分

按照灭菌介质的不同可以将灭菌方法划分为物理法和化学法两种。物理方法有热处理、紫外线辐射、高频电场处理等；化学方法有双氧水、乙醇、有效氯和环氧乙烷杀菌法等。

（1）热处理 热处理可以有效地灭菌，不会产生有毒物质，但对包装材料本身会产生有害的影响，能量消耗较大。例如对多层包装纸进行彻底的热处理时，包装纸会发脆难以密封，玻璃包装由于受热容易破裂，所以使用热处理也受到限制。热处理的介质有以下几种：干热空气、过热蒸汽、饱和蒸汽和成型热等。成型热用于吹

塑塑料瓶及挤出复合膜。在其他几种加热方法中，干热方法直接灭菌需较高的温度，因此主要用于综合法中清除残留的化学药品；湿热法可用于包装材料及容器的灭菌，但使用时应注意防止损坏包装材料及容器。

(2) 辐射法 放射线辐照包括 γ 射线、X 射线等。辐照玻璃瓶会引起玻璃瓶变色，因此该方法仅用于热敏性塑料瓶、复合膜及纸容器。辐照时，剂量过大会加速包装材料的老化和分解，因此辐照剂量要限制，且包装材料需要较厚的保护层。紫外线具有强烈的表面灭菌作用，且波长为 250~260nm 时灭菌效果最好。此法需使用专门设计的高性能设备，对聚乙烯、低密度聚乙烯有降低其热封强度的作用，使偏氯乙烯共聚物产生褐色，而对聚丙烯、高密度聚乙烯则影响较小。红外线辐射可以作为热源使用，一般不直接用于灭菌。微波对包装材料表面的灭菌效果不明显。

(3) 环氧乙烷 其杀菌效果很好，但有毒，不适于单独使用。有效氯即使在常温下杀菌效果也很好，但由于氯对金属材料有强烈的腐蚀作用，从而影响了其使用。

(4) 双氧水 (H_2O_2) 在常温下，双氧水的灭菌作用较弱。使用方法：一是浸渍法，将包装材料或容器浸入双氧水中；二是喷雾法，将双氧水喷雾，在灭菌中很少单独使用双氧水。

(5) 综合法 一般以双氧水处理为主，以加热或紫外线处理为辅，用来增强化学药剂的效果，并促使其挥发及分解。

① 双氧水+热。这是应用最多的方法，几乎所有包装材料都可用此方法处理，用热双氧水浸泡或喷雾，然后加热，使残留在包装材料表面的双氧水挥发和分解，加热本身亦有抑菌作用，不同的设备加热方式不同，但一般多为无菌热空气加热。

② 双氧水+紫外线。紫外线可以增强双氧水的灭菌效果。在常温下，用低浓度双氧水（浓度 $<1\%$ ）喷雾处理包装材料或容器，然后用高强度紫外线照射，可以达到无菌要求。这种方法中双氧水用量极少。

③ 乙醇+紫外线。主要用于处理塑料薄膜，乙醇需进行过滤

处理，循环使用。

利用双氧水+热方法灭菌的典型系统有瑞典利乐公司的利乐无菌填充系统、国际纸公司（international paper）的无菌填充系统、德国 PKL 公司的 Combiloe 无菌填充系统、Serca 公司的无菌填充系统等。

利用双氧水+紫外线灭菌的典型系统有国际液装公司（liquipak international Inc.）的无菌液装机（liquipak system）。

利用乙醇+紫外线灭菌的典型系统有法国 Thim onnier 公司的无菌填充系统。

（三）几类常用包装材质的灭菌

1. 纸塑类包装容器的杀菌

无菌包装用纸塑类材料为纸与塑料薄膜，或再加上铝箔的多层复合软包装材料，这类材料在复合加工时的温度高达 200°C 左右，这相当于对包装材料进行了一次灭菌处理，但储运、印刷等加工过程会重新被微生物污染，如果直接用来包装食品则会造成微生物的二次污染，因此，在无菌包装时必须对包装材料单独进行杀菌处理。一般采用物理的紫外线辐射杀菌和化学的 H_2O_2 杀菌。

（1）紫外线杀菌 紫外线在波长 $250\sim 270\text{nm}$ 范围内有较好的灭菌效果，且与照射强度、时间、距离和空气温度有关。紫外线杀菌还与材料表面状态有关，对于表面光滑无灰尘的包装材料，采用紫外线可杀灭表面上的细菌；对于压凸的铝箔表面，杀菌时间比光滑表面长 3 倍；对不规则形状的包装容器表面，则灭菌照射时间要比平面长 5 倍。同时，采用紫外线杀菌时还需考虑材料的特性，特别是复合材料的内层，如 PVC、PVDC、LDPE 等材料受紫外线照射后会使其热封强度降低约 50%。如果紫外线与空气加热、 H_2O_2 和乙醇等灭菌方法结合使用，可大大增强其杀菌能力。

（2）过氧化氢（ H_2O_2 ） H_2O_2 是一种杀菌能力很强的杀菌剂，对微生物具广谱杀菌作用，但其杀菌力与 H_2O_2 的浓度和温度有关，浓度越高、温度越高，其杀菌效力就越好。但杀菌温度受包装材料的限制。 H_2O_2 杀菌常采用溶槽浸渍或喷雾方法，使包装材

料表面有一层均匀的 H_2O_2 液，然后对其进行热辐射，完全蒸发分解成无害的水蒸气和氧，同时增强灭菌效果。

(3) H_2O_2 和紫外线并用的杀菌方法 此方法比 H_2O_2 杀菌结合加热处理的杀菌效力更显著。即使采用低浓度 H_2O_2 ($< 1\%$) 溶液，加上高强度的紫外线辐射杀菌处理，也可取得惊人的杀菌效果。这种杀菌方法只需在常温下施行就可产生立即的杀菌效果。

2. 金属、玻璃包装容器的杀菌

金属罐盖一般采用过热蒸汽杀菌，在容器内外加热使其温度达到 $200\sim 300^\circ\text{C}$ ，即达到完全灭菌之目的。玻璃容器的杀菌一般也使用热力方法，但热力方法用于玻璃容器杀菌时，要考虑玻璃不耐热冲击的特性，另外还需注意对瓶盖进行杀菌。常用的方法是杀菌时逐步使瓶子升温，充填时控制玻璃瓶与食品的温差在 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 范围内，或采用过热蒸汽对瓶子内外进行均匀加热杀菌。然后充填无菌牛奶，封口即制成无菌包装产品。

不同的灭菌方法存在着不同的缺陷，采用何种包装材料及其对应的灭菌方法，在很大程度上决定了无菌包装系统的构造类型、复杂程度和稳定性等。

三、包装系统机械设备及其操作环境的灭菌技术

食品包装前，首先应对包装机械及操作环境进行无菌处理。包装机械可用热碱水洗涤，经稀盐酸中和，热水冲洗，再用高温蒸气杀菌。操作环境可采用化学灭菌和物理灭菌并用的方法进行无菌处理，并定期地进行紫外线照射以杀灭游离于空气中的微生物。

一般无菌室安装有空气过滤装置和紫外线灭菌装置，用以保持无菌室经常性的无菌状态。无菌室的洁净度、温度和湿度都应符合规定的标准 [温度一般为 $(18\pm 2)^\circ\text{C}$ ，湿度一般为 $55\%\pm 10\%$ RH]。

无菌包装要求从杀菌到包装密封的整个工艺过程中防止外部微生物的侵入污染，食品流经的各个连接部位要保证可靠的密

封。在无菌包装过程要充分注意微生物二次污染的可能性，尽量缩短杀过菌的食品和包装容器与空气直接接触的时间。一般要在无菌操作环境设立检测装置以监控环境中微生物数量，保证包装产品的无菌。

1. 包装系统设备的杀菌

食品经杀菌到无菌充填、密封的连续作业生产线上，要防止食品受到来自系统外部的微生物污染，因此在输送过程中，要保持接管处、阀门、热交换器、均质机、泵等的密封性和系统内部保持正压状态，以保证外部空气不进入。同时要求输送线路尽可能简单，以利于清洗。无菌包装系统设备杀菌处理一般采用 CIP 原位清洗系统实施，根据产品类型可按杀菌要求设定清洗程序。

常用的工艺路线为：热碱水洗涤→稀盐酸中和→热水冲洗→清水冲洗→高温蒸汽杀菌。

2. 操作环境的杀菌

操作环境的无菌包括除菌和杀菌两项工作。杀菌可采用化学和物理方法并用进行，并定期进行紫外线照射，杀灭游离于空气中的微生物。除菌是防止细菌和其他污物进入操作环境。除菌主要采用过滤和除尘方法实现，一般无菌操作空间的空气需经消毒、二级过滤和加热消毒产生无菌过压空气，其过压状态保证避免环境有菌空气渗入无菌工作区。包装机械的杀菌常用环氧乙烷处理，由于环氧乙烷气体对乙烯基塑料有渗透作用，而包装机中许多与食品接触的部件往往是由乙烯基塑料制成，因此，当用环氧乙烷杀菌时，应采取升温 and 减压的方法加速其挥发逸出。

3. 包装封口

包装封口对无菌包装来说是最后一个环节，也是关键的一个环节，其直接影响产品的包装品质和储存期。其要求是一方面是能防止微生物和气体或水蒸气侵入，另一方面是不能让产品自身的气味和原液溢出。多数无菌包装封口采用热封、超声波封、胶封或气封，有些用折叠、咬合封口。封口时注意压力应均匀分布于密封表

面；封口过程的条件如封口温度、时间、压力必须有安全界限，并能控制；封口表面应避免产品或其他污物污染；封口位置必须准确，特别是热成型/灌装/封口同机进行情况下更应防止封口位置发生偏差。

四、高新技术与灭菌

1. 高静水压灭菌技术

高静水压技术利用液体为传压介质，使食品处于高压状态，达到灭菌的目的。其操作温度低，对食品热损伤小，处理的产品适宜于无菌灌装。美国佐治亚大学的 Toledo 教授使用连续高静水压设备对橙汁进行灭菌，然后采用实验室无菌包装设备灌装，产品在 4℃ 下储藏，90d 无任何劣变现象，保持了原有的色泽与风味。其无菌包装设备由箱体、氮气输送管、高温高压蒸汽输送管和物料输送管组成。灌装前，将包装容器置于箱体中，通入高温蒸汽杀菌，然后通入高压灭菌后的物料，最后充氮气密封。

2. 臭氧灭菌技术

臭氧灭菌机理在于 O_3/H_2O 形成强氧化电极电位，所以对微生物的细胞膜、细胞壁中的磷脂、蛋白质有破坏作用。当 O_3 进入细胞后会破坏酶和遗传物质，从而杀灭微生物。将臭氧与水混合形成臭氧水，可代替双氧水处理无菌包装容器，同时由于自身的半衰期（5~14min）作用， O_3 会自行分解为氧和水。臭氧水杀菌速度比氯水快 300~1000 倍，同时臭氧对环境灭菌也非常有效，还可以去除异味。

第三节 无菌包装系统

一、按包装形式不同分类

根据包装形式不同，无菌包装系统主要分为两大类，即敞开式无菌包装系统和封闭式无菌包装系统。

（一）敞开式无菌包装系统

图 6-2 表示了典型的敞开式无菌包装系统的基本结构。包装材料从纸卷 1 进入包装机，并上升到包装机的背部。这时，纵封

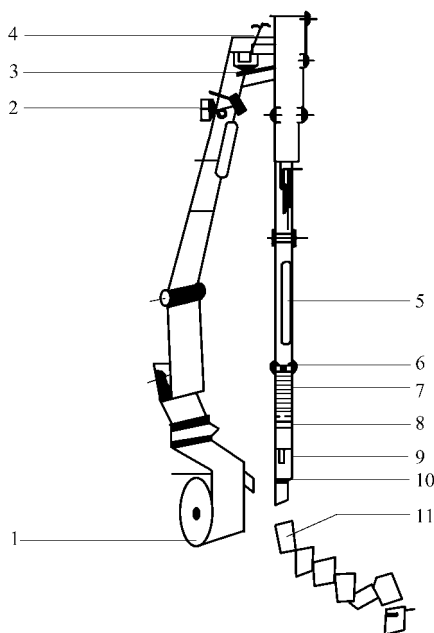


图 6-2 敞开式无菌包装系统的结构

- 1—纸卷；2—包装纸；3—轱轮；4—压力轱轮；5—纵封加热器；
6—导轮；7—加热器；8—液位；9—产品下端；
10—第二步封合；11—纸盒

贴条经热合粘到包装纸的一侧 2。纵封贴条主要有以下两个功能：加强纵封的接合和防止产品接触到包装材料的纸层。黏合纵封贴条之后，包装纸经轱轮 3 涂上一层双氧水薄膜，随后一对压力轱轮 4 将多余的双氧水除去。这时包装纸已达到最高位置，随后向下移动，经过纵封加热器 5 和导轮 6 而形成纸筒，残留的双氧水经加热器 7 蒸发，然后产品开始进入。产品的液位 8 始终控制在横封液面之上。两对横封压力爪连续不断地将包装纸拉过包装机，同时产品也连续不断地进入包装机。横封的第一步是通过一对夹爪夹住圆柱形的纸筒，这样纸筒就变成长方形，产品在封

合区通过夹爪的压力将其挤出。内层的聚乙烯通过“电感加热”，即高频电流通过夹爪内 U 形的金属圈，在包装纸的铝箔层形成反向电感电流，从而使铝箔受热并将热量传递给内层聚乙烯，并使其熔化，在压力和热量的作用下完成第一步横向封合。产品通过灌注管进入纸筒，其下端 9 位于产品液位之下，这样能有效防止泡沫的形成。然后另一对夹爪通过同样原理完成了第二步封合 10，最后纸盒通过终端成型器，将顶部和底部的边角分别弯曲、折叠、黏合而成型为纸盒。

（二）封闭式无菌包装系统

封闭式无菌包装系统最大的改进是无菌室的建立，包装纸是在无菌室内灭菌的，并且不需要润湿剂；其另一改进就是增设了自动接纸装置。

包装系统通常按用途和容量可以将各种不同的无菌包装容器分为两大类。一是无菌袋式大包装。主要用于包装浓缩果汁，浓缩蔬菜汁等饮品或酱类，容量从几千克、几百千克到一千千克。二是无菌小包装，供市场零售用，一般是杯式与盒式两种。

二、按包装材料不同分类

① 箱中袋无菌包装，铝塑复合袋。袋上有灌装口，容量大，包装材料成本低。国际上主要有美国的 Scholle、意大利的 EIPO、德国的 Fran Kian 公司的产品。

② 纸盒无菌包装设备。主要是瑞典利乐公司的利乐包。纸质材料便宜，成品储存空间小，盒轻，运输成本低，包装的食品质量稳定，使用后废弃盒容易处理。

③ 塑料袋无菌包装设备。主要是法国制造的百利包，芬兰的芬包，用于立式成型密封式塑料袋无菌包装设备。

④ 塑料杯无菌包装设备。主要是法国埃卡（ERCA）公司生产的，使用共挤塑料复合薄膜为包装材料，利用表面剥离层获得无菌表面。

⑤ 塑料瓶无菌包装设备。主要是美国多尔（Dole）金属罐无菌包装设备和波特派克塑料瓶无菌包装设备

三、按包装容器形式的不同分类

(一) 无菌罐装包装系统

图 6-3 所示为无菌罐装包装系统，在此系统中产品与包装罐分别进行消毒灭菌。包装罐由传送带送入机器，然后通过消毒灭菌部位，在此部位包装罐被过热蒸汽消毒灭菌，蒸汽的温度约为 200°C ，但此蒸汽不是饱和蒸汽，因此这种蒸汽的杀菌效果与热空气相类似。包装罐经过消毒灭菌后，到冷却部位，在此部位用过压无菌空气降低包装罐的温度。当包装罐通过充填部位时，预先消毒灭菌的产品在充满过压无菌空气的无菌环境下，充填入罐。然后加上已经过消毒灭菌的罐盖，接口处用特殊设备焊合起来。最后，将已封入产品的包装罐由输送带输出。

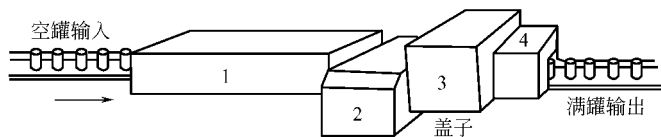


图 6-3 无菌罐装包装系统

1—包装罐灭菌部位；2—充填部位；3—包装罐盖灭菌部位；4—封罐部位

(二) 塑料瓶无菌包装系统

图 6-4 所示塑料瓶无菌罐装系统，这个系统采用过氧化氢对包装材料进行化学灭菌。两个塑料材料卷筒（一个作容器体，一个作容器盖）分别送入系统。卷筒 1 提供底部材料，卷筒 13 提供上盖材料。材料经过过氧化氢液洗涤，然后通过 3、4 两段，在那里过氧化氢或其中一部分因负压而分解，而后由 4、11 两个干燥器作用而使残留的过氧化氢分解。干燥部分也被应用于软化塑料。成型器 6 使容器成型，成型后的容器通过充填区域 8。充填部位保持在过压无菌空气下充填，充填后容器离开充填部位进入封口部位 12。同时上盖的材料通过过氧化氢槽 9，再经加热元件 10 除去过氧化物。然后将封口、密封后的包装件输出。

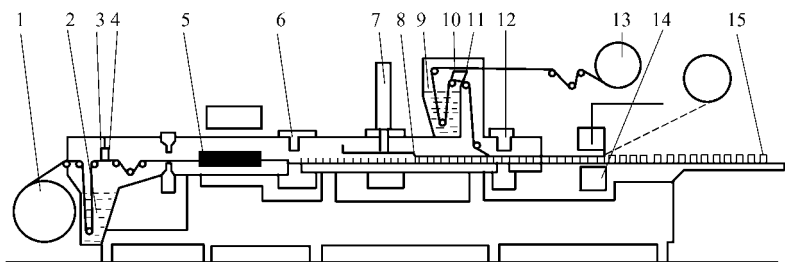


图 6-4 塑料瓶无菌罐装系统

- 1—材料卷筒；2，9—过氧化氢槽；3—吸气吸液工位；4，11—干燥器；
5—加热元件；6—热塑材料成型（用无菌空气）；7—无菌充填部位；
8—充填区域（无菌通道）；10—负压干燥；12—真空封口；
13—铝箔材料卷筒（上盖）；14—冲剪模；15—输出

（三）塑料袋无菌包装系统

图 6-5 所示为塑料袋无菌包装系统。在这个系统中两个卷筒塑料薄膜上下合在一起，然后封成各自独立的小袋子。根据塑料材料的种类，可对这些包装袋采用不同的方式灭菌。已经过灭菌的产品由无菌针将产品灌进这些预先杀菌的包装袋内，满袋装后，在灌装点以下封口，完成无菌包装，输出无菌包装件。

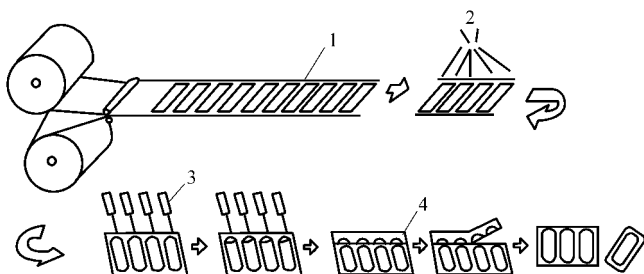


图 6-5 塑料袋无菌包装系统

- 1—制袋；2—灭菌；3—无菌充填；4—封口

第四节 无菌包装技术的特点

一、无菌包装技术的优越性

无菌包装对食品包装来说具有极其重大的意义，它是保证食品卫生的极其重要的手段，所以发展十分迅速。无菌包装有下列特点。

① 能有效地防止产品变质。食品中富含微生物生长必需的营养素，它们在食品中的生长繁殖，最终将导致食品的变质、败坏，而这些有害微生物的减少或杀灭将有效地保护产品。

② 无菌包装的食品灭菌效率高，而且可以在常温下进行保存和运输，无需利用特殊装置，可降低流通费用、节省能源，方便运输。

③ 有些产品经过无菌处理能够提高质量，如生装的肉类、禽类罐头，通过加热杀菌后变熟，组织软化，风味改善；鱼类的骨头和鱼刺也变得酥松可食。

④ 可采用高温瞬时或者超高温杀菌的先进技术，使食品的加热时间大大缩短，从而能最大限度地保持食品原有的色、香、味和营养价值。

⑤ 无菌包装的食品其卫生性已得到充分保证，因此，启封后即可放心食用，如消毒牛奶、罐头食品等，使用十分方便。

⑥ 能大大延长食品的保质期和货架寿命。经无菌处理的食物，其中的有害微生物含量甚微，在有效保存期内质量保持完好，而且在常温下就可储藏，有利产销。

⑦ 对包装材料的耐热性要求可降低，可以使用塑料、纸等成本较低的包装材料，包装容器的形状及大小可多样化，特别适宜加工大型的食品包装容器，这是以往一般罐头食品无法做到的。

二、无菌包装技术的主要不足

无菌包装一般都要用大型设备，尤其是食品杀菌机和无菌包装机，设备投资大，成本较高；操作和管理的卫生要求严格，难度大，一旦污染将会成批报废，造成浪费，损失很大，而且从头到尾

的各个环节必须重新杀菌；设备和产品的专一性强，不适宜生产小批量多品种的产品，泛用性差；无菌包装难以应用在高黏度食品以及固体食品上，一般只用于流动性较好的食品。

综上所述，食品的无菌包装优势是十分明显的，因此近年来风靡世界各国，成为食品包装上的一场重大变革。

三、无菌包装的技术要点

我们知道，要实现食品的无菌包装必须具备三个条件：第一是被包装食品无菌，第二是包装材料无菌，第三是包装环境无菌。以下是对各个部分及其要求的简要描述。

无菌包装设备是一个机组的总称，它主要由杀菌冷却和无菌灌装设备两大部分组成。在机组中必须配备相适应的物料输送系统，必须有完全可靠的自动控制系统，必须设自动清洗系统，必须使用特殊的包装材料。要求水、电、蒸汽、压缩空气的供应必须可靠。物料必须按规定的杀菌和冷却的工艺参数要求进行处理，物料所经过的系统必须保证无菌，物料由灌装头进入包装容器时所经过的空间环境必须保证无菌。包装容器必须是无菌的，这是无菌包装的重要环节。杀菌必须按经过严格试验所确定的可靠的杀菌形式进行，因为无菌大包装容器多采用软质复合袋，考虑尽量减少长时间的高温对物料品质的影响，这是无菌包装的关键。

第五节 辐照无菌包装

一、辐照无菌包装技术的由来

食品包装行业长期以来采用了干燥、加热、冷藏和使用化学防腐剂等传统方法来保存食品，曾收到了相当显著的效果。同时，在包装技术方面，为达到食品长期保质的目的，使用了真空包装、充气包装、放置干燥剂或吸氧剂等的密封包装，还有较先进的 MAP/CAP（内控气调/外控气调）包装技术等。采用加热、冷藏、添加剂或其他方法来保存食品，虽然解决了避免食品带菌污染或抑制细菌暂时繁殖，但又造成了食品营养成分的破坏，资源严重浪费，能源大量消耗，又会产生环境污染以及生态失去平衡等问题。因此，

各国都在寻求和研究新的食品保存方法以及先进的无菌包装技术。其中，食品辐照消毒保鲜包装技术则被看好。

辐照包装指食品完成加工并经过密封包装，通过射线辐照进行杀毒灭菌处理。在辐照处理过程中，内装产品本身温度变化不大，其外形与颜色也不会因此而发生什么改变，然而灭菌消毒的效果却比加热或冷冻的效果更好。

二、辐照无菌包装的特点和性能

用于辐照包装的射线具有穿透力强、杀伤力大的特点，通过这种射线的辐照，寄生在食品中的病原菌、微生物及昆虫等都被杀死。同时，食品经辐照处理后还能抑制食品自身的新陈代谢过程，因而可以防止食品的变质与霉烂。目前，辐照能量的放射，可以实现调节或控制到预定的穿透深度，在这种情况下，影响到至多只是聚合物包装材料的表面状态或选定的需要消毒的食品表面，而不会影响到实施辐照消毒的无菌包装件内的产品特性和品质。

除了食品的营养性、高品味等因素以外，辐照包装的安全性问题尤其引起人们的关注。由于食品在接受辐照消毒时，不与辐照源直接接触，只是接收到射线的辐射能量作用到食品，因而也就不存在产品中遗留放射性的问题。不过人们已发现，当聚合物材料受到射线辐照作用时，就有气体分解物出现，这些分解物就有可能对被包装物品产生作用。研究结果表明，这些气体分解物与塑料成分和环境氧气压力有很大关系，但在添加增塑剂和稳定剂以后，这种情况就会得到不同程度的抑制。根据辐照分解物的总量而言，不同塑料的分解量是不同的，即它们受辐照的稳定性不一样，其中 PET、PS 等材料的稳定性最好。同时在食品消毒辐照剂量的合理范围内，包装材料对气体的渗透性和材料阻隔性没有发生多大变化。

一般地，放射线辐照包括 X 射线、 β 射线和 γ 射线等，辐照时，剂量过大会加速包装材料的老化和分解，因此辐照剂量要限制，且包装材料需要较厚的保护层。紫外线具有强烈的表面灭菌作用，且波长为 250~260nm 时灭菌效果最好，此法需使用专门设计的高性能设备，对聚乙烯、低密度聚乙烯有降低其热封强度的作

用，使偏氯乙烯共聚物产生褐色，而对聚丙烯、高密度聚乙烯则影响较小。红外线辐射可以作为热源使用，一般不直接用于灭菌。

三、辐照无菌包装技术的发展前景

辐照无菌包装作为一项新技术，由于它具有消毒效果好、快速、能保持食品特性、节省能源和保护环境等一系列优点，因而在国际上发达国家中得到日趋广泛的应用，它也是 WTO（世界贸易组织）认可的一项包装新技术。但我国在这项新技术的开发和应用方面与发达国家相比有着很大差距。因此，为使这项无菌消毒包装新技术在国内能得到推广应用，我们应加大开发研究力度，要使食品包装及其相关行业充分认识到这项新技术的优势所在，并促使其使用率和推广率不断提高。

第七章 脱氧包装技术

随着社会的进步和消费水平的不断提高，人们要求包装好的食品在食用时能保持原有的色、香、味，同时保证其不受潮变质。众所周知，氧是生命体生存的必要条件，然而食品在生产、运输、加工、储存和销售过程中，由于氧的侵入而导致食品变质是引起食品质量变化的最主要因素之一。在包装食品中，氧可以引起其变色、变质，而且，在有关金属物品的包装中，氧也是造成金属氧化而变质的重要因素。因此，研究食品的脱氧及包装技术以避免氧的侵入，从而提高产品的附加值、增强产品的竞争能力是非常必要的。

目前，防氧包装的主要方法有三种，即真空包装、充气包装、脱氧剂的防氧化包装。真空和充气包装具有一些共同的特点，它们都采用高度防透氧材料，包装线的设备大多是相同的，而且都是通过控制包装容器内的空气来防止和延缓产品的变质。

采用真空和充气包装，并不能完全去掉包装中的微量氧气，脱氧包装是继真空包装和充气包装之后出现的一种新型除氧包装方法。脱氧包装是在密封的包装容器中，使用能与氧气起化学作用的脱氧剂与之反应，从而除去包装容器中的氧气，以达到保护内装物的目的。脱氧包装方法适用于某些对氧气特别敏感的物品，使用于那些即使有微量氧气也会促使品质变坏的食品包装或者金属品的包装中。

第一节 概 述

一、氧的特性

氧的化学性质非常活泼，常与各种物质发生氧化反应，同时放出大量热，从而为包装食品内有害霉菌的生存和活动创造条件，进而加速食品变质和腐败的过程。氧气也是昆虫和微生物赖以生存和

繁殖的重要条件之一，而昆虫和微生物对高分子材料和食品有着巨大的危害，可以直接导致它们的变性和变质。

对于非食品类商品特别是金属商品而言，除了金、铂等少数的几种金属外，绝大多数的金属都可与氧气发生化学反应，从而使金属变质或腐蚀。在空气中的氧气、水蒸气和二氧化碳等共同作用下，绝大多数的非金属物也会发生复杂的化学反应，从而出现了非金属材料的老化、退色和腐蚀变性等现象。因此，氧是商品发生变质或变性的一种重要的因素，商品在储存和运输过程中为了保证质量的完好和延缓其腐败需要控制包装中氧气的量或者与氧气彻底地隔离。

二、氧对不同包装物的影响

1. 氧对包装食品的作用

(1) 食品的化学组分 食品按其来源分为动物性食品和植物性食品，按其化学组成成分分为有机物食品 and 无机物食品两类。各种各样的食品其化学成分是相差很大且十分复杂的，但是一般来讲，食品的主要化学成分有：蛋白质、酶、糖类、脂类、维生素、矿物质以及水等。

(2) 食品的变质机理 导致食品变质的因素很多，有的是由于油脂、色素、维生素等物质的氧化引起，有的是由于酶与蛋白质参与的褐变形成，从而使得食品色、香、味和营养价值下降，食品变质和腐败。

如前所述，食品的氧化一般表现为油脂氧化、色素的氧化、维生素的氧化。油脂可以改善食品的味道并提供更多的热量。油脂的氧化有自动氧化、热氧化和酶促氧化三种方式，这些方式都受到油脂本身的稳定性、氧的数量与以及与氧的接触面、光线照射、水和环境温度的影响；食品中含有的色素，不仅赋予食品以独特的色彩与形象，而且是判断其质量、营养价值的重要标志，食品的变色、退色的原因主要是氧化和褐变，食品色素基本上分为植物系和动物系两种，如西红柿、西瓜中的胭脂红色素，胡萝卜、南瓜中的胡萝卜素色素，玉米、橘子等的黄色素均属于植物系色素，又如鲜肉、火

腿、香肠、鲜鱼片的肌红色素，虾、蟹中的黄色素属于动物系色素。一般地讲，食品中的色素受热、氧、光的影响后，容易退色、变色，尤其在光线照射或在高温条件下，氧化更为剧烈；维生素 C 很易被氧化成脱氢维生素 C，若再继续分解将使维生素 C 失去原有作用，从而使食品失去应有的营养成分。

食品的褐变指在加工或储藏时，食品或者原料失去原有的颜色而变为褐色或者深色的现象。影响食品质量的褐变有酶促性和非酶促性。动物性食品或植物性食品本身都含有酶，它可促使化学变化发生且不消耗它自身。食品成分若由酶促进氧化而引起的褐变，称为酶促性褐变。每一种酶只能催化小范围内的反应，如淀粉酶只能对淀粉有催化作用；同时酶作用下的生化反应速度，随食品性质的不同而有很大差异；非酶促性褐变是指非酶促氧化或脱水反应所引起的食品的褐变，分为加热褐变和氧化褐变。加热褐变是在基本上无氧的条件下加热食品所引起的褐变，加热合理时可赋予食品以令人满意的色、香、味；氧化褐变是在有氧的条件下加热食品而引起的褐变反应，它与加热褐变紧密相关，加热褐变时将产生中间产物，再经氧化反应即产生褐变，此时将使食品变成暗色并产生异臭。

氧在食品中的存在有两种形式：一种是气态氧，存在于粉粒状、块状食品的空隙中；另一种是溶性氧，溶解于液体、黏稠体中。食品是由成分、配比不同的有机物或无机物构成，氧是一种活性元素，易与有机物中的许多成分起氧化作用而生成另外的物质，从而使食品变色、变质。如在果汁中，氧与色素作用，使果汁失去本色；在乳制品中，氧促使糖类与蛋白质反应，引起乳制品褐变等。在食品变色的同时，伴随着食品风味的降低、维生素的损失，同时食品也就发生变质。

食品在储藏过程中和空气中的氧发生化学反应会出现退色、变色，产生异味、异臭的现象，使食品质量下降，甚至不堪食用。如肉类食品的变质，蔬菜、水果的褐变，啤酒的异臭和变色，均与氧化有关。食品变质是一个复杂的化学变化过程，食用含有过氧化物

脂肪的食品会破坏生物膜，引起细胞功能衰退乃至组织死亡，诱发各种生理异常而引起疾病。同时氧还促使微生物繁殖，从而加速食品的腐败变质。因此，对容易产生氧化和褐变的食品必须采用防氧脱氧及改进包装技术。

(3) 防止氧对包装食品变色变质的方法 要防止氧对包装食品的作用，关键是使食品尽量少与氧接触，在包装中常用下列方法。

① 真空包装。它是一种较好的隔氧方法，可以防止外部氧气的侵入，也使食品处于低氧环境中。要求用气密性好的包装材料，实际多用复合薄膜包装。此法常应用于肉类、鱼类制品。

② 隔氧包装。它是用对氧阻隔性能好的包装材料包装食品，主要是阻隔外部氧气继续侵入包装内。一般使用气密性好的塑料薄膜，若用复合薄膜，效果更好。在这种包装中，对食品本身要添加抗氧化剂。此法广泛用于一般食品的包装，如快餐食品、糕点、饼干等。

③ 充气包装。它是用惰性气体，如氮气、二氧化碳等置换包装内的氧气，所用包装材料与真空包装相同。为防止氧化作用，仅用氮气充填即可；若为防霉、防虫，则用二氧化碳、氮气混合气体，效果尤佳。此法可用于海产品、肉类、茶叶、糕点等食品的包装。

④ 脱氧剂包装。它是将易于与氧起化学反应，从而消耗氧的物质封入包装中，使包装容器内处于低氧状态。这种包装需要用气密性好的材料制作容器。此法简便易行，由于脱氧剂能持续作用，故效果持久。

2. 氧对金属和非金属物的影响

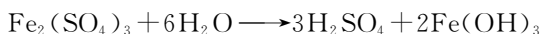
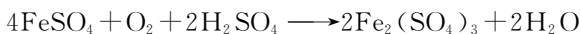
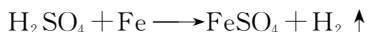
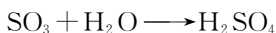
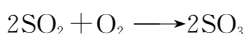
(1) 金属的氧化因素和过程 同样是被氧化，但金属品的氧化不同于食品的氧化变质。影响金属制品氧化的因素有金属制品本身的特征、大气相对温湿度条件、氧气、二氧化硫、灰尘及空气中的盐分。

一般而言，电极电位越负的金属在大气中就越容易被氧化。常用的金属材料及其制品都不是纯金属，而是多种金属成分的合金，

其在成分、组织、物理状态等方面都会存在着各种不均匀性，这就更增加了被氧化的可能性。

空气的相对温湿度会影响金属的氧化过程，一般地，温湿度越高这种进程越快。由于大气中氧的含量约占其全部体积的 $1/5$ ，当金属制品吸附大气中的水分形成很薄的水膜时，氧气极易溶解在水膜中并渗透水膜。在水滴边缘的金属表面上，氧容易达到高浓度，此处电位也比较高，因而形成阴极，进行着取得电子的还原过程；越往水滴的中心处，其浓度越低，因此水滴中心区电位低，形成阳极，进行着金属溶解的氧化过程。

另外，在湿空气存在的情况下，工业大气中的二氧化硫在金属表面的催化作用下被氧化而生成三氧化硫，并且在液膜中形成硫酸，促进金属的腐蚀。例如，硫酸与铁发生反应会生成硫酸亚铁，而硫酸亚铁又在氧的作用下生成硫酸铁，硫酸铁又被水解生成硫酸，继续进行着腐蚀，此过程的化学反应方程式如下：



此外，还有许多特殊环境，当金属制品处于其中时，会结合氧气发生复杂的化学反应，从而使得金属品变质和生锈，所以金属制品的存储和运输中也需要适当的防氧化包装措施和无氧环境来保证其品质的完好。

(2) 非金属或高分子材料的氧化因素和过程 塑料、橡胶等高分子聚合物的老化，就是外界因素的长期作用下进行裂解与交联过程中导致其物理力学性能变坏的表现，如发黏、脆裂、变色与各种力学性能指标降低等。高聚物的老化除与其本身的热稳定性有关外，氧的作用是最基本的，氧通常是在热、光、机械作用、臭氧、离子辐射等物理作用下与高聚物发生氧化反应，且其化学反应是极其复杂的。

① 橡胶的老化。橡胶是高弹性的高分子化合物，橡胶制品受到氧气和其他多种外界因素影响，其物理性能将产生劣化，因为大多数橡胶分子结构是不饱和的，极易与活性氧原子起化学反应，从而使橡胶的原来结构遭到破坏。氧化作用是橡胶老化的基本原因，而热、光、离子辐射、机械作用等因素通过促进其化学、物理、生化反应而加速了橡胶的氧化老化。为防止橡胶老化，可在橡胶配料中加入相应的防老剂，如抗热氧防老剂、防紫外线剂等。此外，橡胶在储运过程中要采用一定的防护性包装来达到防氧、防光（特别是紫色光和紫外线）、防热、防湿、防止温度过高的目的。

② 塑料的老化。塑料老化的机理、影响因素与橡胶基本相同，但塑料的氧化反应速度比橡胶要缓慢得多，不过，对于一些特殊用途和要求的塑料制品，也需要通过一定的包装技术来防止其氧化和腐蚀过程，从而延缓其衰老和变质。

第二节 脱氧包装的特点和方法

一、脱氧包装的特点和要求

（一）脱氧包装技术的定义及特点

1. 脱氧包装技术的定义

脱氧包装技术指在密封的包装容器内，封入可以与氧气起化学作用的脱氧剂，从而尽可能地去掉包装内的微量氧气，使被包装物在含氧量极少甚至是几乎无氧的环境下保存，达到延缓或防止包装物与氧作用而变质或品质受影响的一种特种包装技术。

脱氧包装技术的关键是脱氧剂的研制和使用，从脱氧剂的研制和最初使用到现在已经经历了大约 80 年的时间，因此脱氧包装技术也逐步进入了成熟阶段，并且在包装行业得到了广泛的应用。脱氧剂与气密性好的包装材料配合，可应用于不同类型的产品包装，并获得了良好效果。目前脱氧包装主要用于对氧敏感的易变质食品，如蛋糕、礼品点心、茶叶、咖啡粉、水产加工品和肉制品等的保鲜包装。

2. 脱氧包装的特点

脱氧包装有着许多其他包装技术无可比拟的特点。

① 脱氧包装是在真空包装和充气包装出现之后形成的一种新型的包装方法，它克服了真空包装和充气包装去氧不彻底的缺点，同时脱氧包装还具有所需设备简单、操作方便、高效、使用灵活等优点。

② 在食品包装中封入脱氧剂，可以在食品生产工艺中不必加入防霉和抗氧化等化学添加剂，从而使食品安全、卫生，有益于人们的身体健康。

③ 采用合适的脱氧剂，可使包装内部的氧含量降低到 0.1%，食品在接近无氧的环境中储存，可防止其中的油脂、色素、维生素等营养成分的氧化，较好地保持产品原有的色、香、味和营养。

④ 脱氧包装比真空和充气包装更有效地防止或延缓需氧微生物所引起的腐败变质，这种包装效果，可适当增加食品中的水分含量（如面包）并可适当延长保质期。

（二）脱氧包装的要求

由于在脱氧包装技术中最关键的是在包装内加入脱氧剂，因此，特别是在食品包装中，对脱氧剂有着如下的要求。

① 脱氧剂对人安全无毒。在封入食品包装中时，脱氧剂可能与食品发生接触，也有可能被误食，所以要保证其对人体无害。

② 脱氧剂不应与被包装物发生化学反应，更不能产生异味甚至发生产生有害物质的反应。因此在使用脱氧剂时对脱氧剂性质及被包装物的特性都要有所了解。

③ 脱氧剂储藏时的温度不能太低。铁系脱氧剂等如在 -5°C 的温度下储藏后，其脱氧能力下降，即使温度再恢复到常温时其活性也难复原。而且，在 -15°C 时则丧失其脱氧能力，因此要注意包装物温度的变化范围。

④ 脱氧剂在使用前应密封在气密性好的包装容器中，使用时最好能做到随启封随使用。脱氧剂在空气中搁置的时间不能太久，以防失效。例如铁系脱氧剂开封后一般应在 5h 内使用完，否则会影响其吸氧性能。如启封的脱氧剂一次使用不完，应立即再行密封

保存。

⑤ 根据不同的脱氧需求选用适宜的脱氧剂。如用于要求快速降氧产品的封入脱氧剂包装时，则应选择脱氧速度快的（速效型）脱氧剂；相反，则可使用脱氧速度较慢的（缓效型）脱氧剂。用于对氧含量有严格限制的产品时，则应选择脱氧效果高的脱氧剂。

⑥ 包装内的氧由脱氧剂吸收后，由于氧气量的减少使得包装内减压，代之产生碳酸气及氮气等惰性气体，所以保持一定的气压很有必要。由于在水分较高的条件下，碳酸气可以促进厌氧细菌的增殖，所以一般选择可以产生氮的脱氧剂来达到去氧的目的。

二、脱氧包装技术

（一）食品的脱氧包装技术

脱氧包装是指将脱氧剂和被包装物品一起密封在包装容器中，从而使容器内保持无氧状态来保护物品的一种包装技术。该项技术自 20 世纪 70 年代中期起首先在日本等工业发达国家得到了迅速的发展，目前已成为国际上新兴的重要包装技术之一。

脱氧包装技术最显著的一点就是在密封的包装内可以使氧的含量降低到很少的水平甚至产生一个无氧的环境。脱氧剂不仅有可能去除容器内的氧，还能将从外界环境中渗入包装内的氧以及溶解在液体中或充填在固体海绵状结构微孔中的氧除去，从而有效控制包装内因氧而造成的产品的各种腐败变质，使其降低到最低限度。

许多食品对氧极为敏感，食品在接近无氧环境中储藏，可以有效地抑制油脂、色素、维生素、氨基酸、芳香物质等成分的氧化，较好地保持产品原有的色、香、味和营养，同时氧的去除抑制了嗜氧微生物的生长繁殖，进而减少了由此引起的腐败变质的发生。此外，所有的害虫都需要氧维持生命，不管昆虫处于生命活动的何种阶段，只要环境中的氧气低于 0.1%，半个月内可使昆虫全部死亡。

为防止食品氧化、腐败，保持食品的色泽、香味和品质，目前可供采用的较理想的包装技术是脱氧包装，放入密闭容器内的脱氧剂可以吸收游离氧而达到容器无氧。去除了氧也就使氧化反应失去了条件，可以防止脂肪的氧化、维生素的分解、色素的氧化退色、

固体饮料的生虫、微生物的繁殖，从而使食品得以安全。

在生产实践中，为提高包装效果和效率，可将封入脱氧剂包装与真空包装和充气包装结合起来应用。

（二）金属或高分子材料的脱氧及防氧包装技术

对于金属和高分子材料，由于其不具有食品可食性的特点，因而有多种防氧化的包装方法。首先，用于食品包装内加入脱氧剂的脱氧包装技术能够适合于它们的储藏和运输包装；另外，应用防锈油脂封存包装法、气相防锈封存包装法、可剥性塑料封存包装法、容器充氮封存包装法以及干燥空气封存包装法都可以达到防止或者延缓金属制品或高分子材料氧化过程的目的。

第三节 常用脱氧剂及其作用机理

脱氧剂是用化学的方法将氧气在短时间内吸收并有效地去除，因而能够在近似无氧的状态下较长期达到物品的保鲜，从而可以较好地保持物品的各项质量指标。由于脱氧剂具有保鲜效果好、使用范围广等众多的优点，因而在包装行业得到广泛的青睐。

一、脱氧剂在包装中的作用

概括地说，脱氧剂在常温下比其他物质更易于与氧发生反应。使用脱氧剂不需要抽真空和充气设备，不仅可以彻底除去包装中的氧气，而且可以及时地去除产品微孔中的微量氧和包装完成后慢慢渗进来的少量氧气。

在包装中使用脱氧剂的作用如下。

① 可减缓和防止金属的锈蚀。氧气是金属锈蚀的主要因素之一，缺氧和无氧会有效地减缓锈蚀速度，脱氧剂和干燥剂配合使用，能有效地去除氧气和水分。

② 可防止有机物中油脂的氧化、天然色素的氧化退色，抑制需氧型微生物的生长繁殖，有利于延长该类物品的储存。

③ 可防止包装物品生霉、变质。生霉是微生物作用的结果，如果控制了生霉微生物所必需的氧气，那么其活动能力将大大减弱，生霉现象会大大减小，这对食品、纸张、服装等的保存均极为

有利。

④ 可有效地防止害虫对包装物品的侵扰。害虫在缺氧时难以生存，这对保存中药、纺织品、古代文物、粮食等物品是非常有利的。

⑤ 有利于物品长期保质。氧气可参与绝大多数物质的氧化过程，使其变质、变色、变味，如使很多食品产生褐变和氧化；使塑料、橡胶老化等。总之，氧气的存在对包装物品的长期保存是不利的，因此有必要降低包装容器内的氧气浓度，而脱氧剂就是降低氧气浓度的一种制剂。

脱氧剂能在较短的时间内与氧气发生不可逆的化学反应，并形成稳定的化合物。脱氧剂与氧气之间不是简单的物理吸附，温度和催化剂等因素都会影响脱氧剂所参与的化学反应，对脱氧效果均有影响。

二、常用的脱氧剂及其作用机理

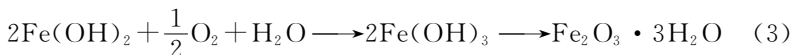
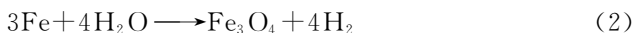
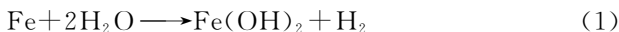
（一）常用的脱氧剂的类型

虽然脱氧剂的组成有很大差异，但它们的作用原理是相同的，即利用脱氧剂中的无机或有机物质与包装内的氧发生化学反应而消耗氧，使氧的含量下降到要求的水平甚至达到基本无氧。目前在生产上常用的脱氧剂种类有铁系脱氧剂，亚硫酸盐系脱氧剂，铂、钯和铈等加氢催化剂型脱氧剂，葡萄糖氧化酶脱氧剂，抗坏血酸类及丁基羟基茴香醚（BHA）脱氧剂等。

（二）常用脱氧剂的作用机理和特点

1. 铁系脱氧剂

铁系脱氧剂是研制最早和目前应用最为广泛的一类以铁和亚铁盐为主剂的脱氧剂。铁系脱氧剂在包装容器内的化学反应较为复杂，主要反应如下：

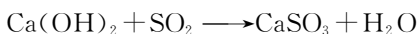
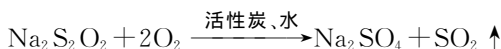


通过反应（1）和（3）可以脱除包装内的氧气，事实上以上的

反应受到如温度、相对湿度（水分）、压力及加入到脱氧剂中的辅助成分（助剂）等因素的影响。铁系脱氧剂的去氧能力较强，从而使得其得到广泛的应用。另外该脱氧剂的主剂原料容易获得、制作简单、成本较低。铁系脱氧剂通常使用温度为 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，在 -5°C 以下的温度范围其脱氧能力大大下降，因此不适宜在 0°C 以下使用。此外，该脱氧剂的脱氧速度相对较慢。最后，反应中产生一定量的氢气，在生产脱氧剂时常需加入一些助剂来抑制或处理氢气。

2. 亚硫酸盐系脱氧剂

亚硫酸盐系脱氧剂效果较好且应用比较广泛，这类脱氧剂多以亚硫酸盐为主剂，以氢氧化钙和活性炭为助剂。主要反应如下：



由此可以看出，当包装空间的相对湿度太低时，脱氧速度会降低。

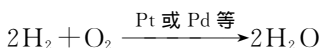


如果在助剂中加入适量的碳酸氢钠，则不仅可以达到去氧的目的，而且可以生成二氧化碳，虽然二氧化碳本身无杀菌作用，但可以抑制某些细菌的发育和繁殖，从而进一步提高对包装物的保护效果。

实验得知，在标准状况下， 1g 亚硫酸钠可以脱除约 130cm^3 的氧。所以相比之下，其脱氧能力逊色于铁系脱氧剂。但它的脱氧速度较快，并且可以生成二氧化碳，这对于许多食品的储藏和保鲜是非常有利的。

3. 加氢催化剂型脱氧剂

这种脱氧剂是以铂、钯、铑等加氢为主剂的，是较早研制并使用的一类脱氧剂。通过它们对氧化过程的催化作用，把内包装中的氢和氧化合成水，达到脱氧的目的。化学反应如下：



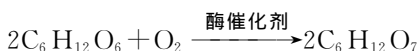
活性状态的加氢催化剂的微孔可以吸附比自身体积大许多倍的

活泼氢，并可以催化氧和氢生成水的反应，因此把用氢活化了的钯、铂等催化剂封入包装容器中，包装空间的氧可与氢反应而除氧。包装内如果封入吸收剂或干燥剂，就可以吸收反应生成的水。

不过，因为催化剂钯或铂等都是稀有金属，成本较高，故这类脱氧剂现已很少单独使用，大多数被其他高效脱氧剂代替或与其他脱氧剂配合使用于一些特殊的场合。

4. 葡萄糖氧化酶脱氧剂

这是由葡萄糖和葡萄糖氧化酶为主剂的脱氧剂，也称有机系脱氧剂。在葡萄糖氧化酶的催化作用下，葡萄糖和包装中的氧气发生反应生成葡萄糖酸，从而达到去氧的目的。



此反应适宜的温度条件是 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，pH 值为 $4.8\sim 6.2$ 。这种脱氧剂目前仅用于某些特定产品的包装。

5. 抗坏血酸及异抗坏血酸脱氧剂

抗坏血酸与氧发生反应形成氧化型抗坏血酸。这种脱氧剂可用于所有的食品和药品包装，但成本较高。

6. 丁基羟基茴香醚（BHA）、二丁基羟基甲苯脱氧剂（BHT）

丁基羟基茴香醚（BHA）是一种白色或微黄色蜡样结晶性粉末，带有酚类的特异味道，使用方便但成本较高。使用时可将其涂抹于容器内表面，或充入其蒸气，效果均很好。将其加入食品中是油性食品很理想的脱氧剂。

二丁基羟基甲苯脱氧剂（BHT）是一种白色结晶粉末，无味、无臭，稳定性较高，抗氧效果好，其价格也比较低廉，但有弱毒性，一般用于焙烤食品、方便食品的包装。

除上述几种主要的脱氧剂外，还有碱性糖制剂、硫化物脱氧剂以及光敏脱氧剂等其他的制剂。

（三）脱氧剂的反应特性

1. 脱氧剂的脱氧速度

脱氧剂根据脱氧速度的不同可分为速效型和缓效型两种。几种

类型脱氧剂的脱氧反应速度如图 7-1 所示。

由图得知亚硫酸盐系脱氧剂的吸氧速度最快，属速效型；铁系脱氧剂的吸氧速度较慢，属缓效型。不过两者绝对脱氧能力并无明显差别。在实际使用时，可将两种脱氧剂配合作用，并加入

其他助剂，使其脱氧效果即迅速又长期有效。必要时还可加入能产生 CO_2 的组分，造成缺氧并有 CO_2 的较理想防氧化环境。

2. 脱氧剂反应速度与温湿度条件

一般地，脱氧剂随包装环境温湿度升高而活性变大，使得其脱氧速度加快。一般地，脱氧剂正常发挥作用的温度为 $5\sim 40^\circ\text{C}$ 。若低于 -5°C ，脱氧能力明显下降，此时即使温度恢复到以前的高温，对有些脱氧剂来说其脱氧能力不会再复原，故脱氧包装不能在 -5°C 以下的温度下储存。

（四）脱氧剂使用中的注意事项

脱氧剂有粉末状、颗粒状和片状等形态，各种形态有着不同的使用方法和对象，使用时或者与包装材料结合置于复合材料的夹层中，或者置于透气性好的包装袋内。选用脱氧剂的量要足够，不仅要保证去除包装内的氧，还要依据包装材料的透气性考虑氧气渗入的情况，一般增加脱氧剂的量到 $15\%\sim 20\%$ 。由于脱氧剂的作用与环境温湿度关系密切，因此需要考虑外界条件。脱氧剂使用前必须完好，不能直接与空气接触，以免吸氧后影响使用效果。对于长期封存的仪器、设备、武器装备、文物等在使用脱氧剂时，可同时封入探氧剂。一般探氧剂制成药片形状，探氧剂的颜色随环境氧的浓度的改变而变化，使用探氧剂时应该用透明包装容器或开窗式容器，以便观察探氧剂颜色变化。注意根据脱氧剂的吸收能力和效果选择合适的脱氧剂类型，并按照需要加入必要的助剂，实现理想的

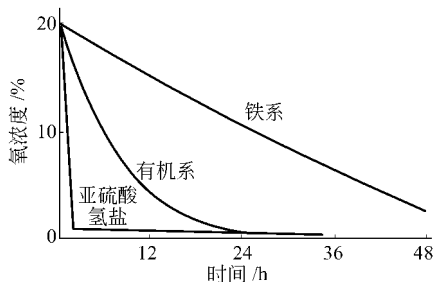


图 7-1 脱氧剂的脱氧速度

脱氧和保质目的。

三、脱氧剂的研制和应用现状

脱氧剂是运用化学的方法将包装中的氧气脱除以达到延长保存期和提高保存质量的一类保鲜剂。由于对食品质量特别是食品保鲜质量的严格要求，世界各国的食品工作者对食品保鲜技术的研究投入了巨大的精力，脱氧剂正是因为很好地解决了这一问题，因而自日本和美国率先研究出相应产品之后，经过短短二三十年的发展，用作食品保鲜剂已在食品行业得到广泛的应用。

用在食品上的脱氧剂，根据脱氧能力的不同分为 100 型、200 型、300 型、500 型和 1000 型五种规格，使用条件是温度 $2 \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度小于 95%，且要求被脱氧产品的含水量低于 20%。由于市场上的脱氧剂选择性有限，而使用脱氧剂的目的、要求、对象、条件等各有不同，因此在许多情况下脱氧剂需根据具体需要进行制备。

常用的脱氧剂制备法有很多，如氢化钠和铅粉按一定比例和在一定条件下混合，铁粉和稀盐酸、铁粉、硫代硫酸钠和活性炭混合，硫化钠和二氧化铈混合等均可生产出不同的脱氧剂。在加入一些助剂如催化剂、抑菌剂、吸附剂和分散剂后，研究者得出了几种类型的脱氧保鲜剂配方，分别为水分依存型、自力吸收型、月饼专用型及干腊肠专用型等脱氧保鲜剂。

由此可见，脱氧剂与包装技术结合应用于食品脱氧包装中，必将大幅度地延长食品的保鲜时间，并能很好地保持食品质量，且具有使用方便、价格低廉的特点。随着脱氧剂研究的深入和使用的推广以及在食品行业成功的应用，越来越多的脱氧剂将被研制并发挥更为广泛的用途。由于除氧的彻底性和使用方法的灵活性，使脱氧剂广泛用于食品、药品、纺织品、精密仪器、金属制品、文物等的包装。另外作为和脱氧剂配套的脱氧指示剂、各种脱氧包装也会得到人们广泛的注意。脱氧包装作为一种有效的良好的物品保存方法也会得到更为广泛的关注和应用。

第八章 防伪包装与防盗包装

第一节 防伪技术发展史及现状概述

随着改革开放的进一步深化，我国的经济、社会发生了许多根本性变化，经济的增长带动了投资和消费的增长，为我国商品市场提供了持续稳定发展的基础，我国的社会商品流通也发生了深刻的变化。1997 年我国的社会商品流通实现了由卖方市场向买方市场的跨越，社会商品流通已从供给约束转变为市场约束，这标志着我国正在进行一场深刻的流通革命：一是实现由传统计划经济体制下的卖方市场向社会主义市场经济体制下的买方市场的转变；二是实现由传统商品流通向现代商品流通的转变。在这个大环境下，作为商品不可分割的附加物——包装必须适应现代商品流通发展的需要，从传统商品包装向现代商品包装转化，才能顺应时代的要求，更好地为商品流通服务。

防伪技术古来有之，古代的虎符就是一个典型的防伪案例，现代防伪技术最早都是由于战争的需要而发展起来的。到 20 世纪 80 年代随着科学技术的飞速发展，高新技术的不断应用，加上商品流通范围的不断扩大才逐渐形成以高技术为主的各种防伪手段，主要有油墨防伪、光学防伪、纸张防伪、特种印刷防伪、核径迹防伪、生物防伪、粒子防伪、基因防伪、数字防伪等。

早在 100 多年前，马克思就曾指出，100% 的利润会使人不顾犯罪，践踏一切法律；而 300% 的利润，就会有人敢冒砍头的危险。当今世界，伪造、假冒、盗版所获利润何止 300%。从伪造货币、信用卡、有价证券到假冒合同、证件、商标、名优商品等，犯罪活动遍及世界各地，假冒和伪造产品已占世界贸易总额的 5%，达 1000 亿~2000 亿美元，涉及的国家 and 地区达 60 多个，来自东

南亚国家的伪造假冒产品就占了世界总数的 70%。

据专家分析，如此猖獗的假冒现象，其原因之一是生产名优产品的厂家自我保护意识不够，没有采取相应的防伪措施，另外防伪技术还没有很好的普及，不能适应市场的需求，这就给假冒产品以可乘之机。从目前统计情况看，名优产品使用防伪技术的还不到 10%。

据统计，全世界每年的伪造产品，使医药界损失达 30 亿美元以上，使软件制造商损失 20 亿美元，使汽车零件商损失 30 亿美元以上。面对如此猖獗的假冒伪造活动，美、英、德、日、西班牙、埃及等国政府都先后通过立法，动员社会上各界力量采取措施防伪打假。市场在呼唤防伪产品，厂家在呼唤防伪技术。

过去防伪技术的应用仅限于货币、有价证券、特种行业等。近年来，由于假货日益严重，出于防范的需要，采用防伪技术越来越受到各国生产名牌产品商家的重视。雕刻凹版印刷、激光全息、特种油墨、水印、加密电码等技术已广泛应用。

近几年来，随着经济日趋繁荣，假冒伪劣商品也不断出现，给人民生活、社会治安和国家利益带来了极大危害。为了维护消费者和商家的利益，有效地保护国家和人民财产，发展防伪包装技术，利用高科技来打赢这场打假战争，提高产品的防伪性能，杜绝假冒伪劣商品的出现具有非常重要的现实意义。

第二节 防 伪 包 装

一、定义

防伪包装技术是指借助于包装，防止商品在流通与转移过程中被人为有意识的因素所窃换和假冒的技术与方法。

二、防伪包装的主要特点

防伪包装是具有一般包装功能的特殊包装，与一般包装相比，防伪包装具有以下特点。

① 防伪包装所实现的功能更多，传递的信息量更大。

② 防伪包装的生产、设计和使用更科学，难度更大，更注意

方法和技巧。

③ 防伪包装有时与一般包装在直观上看无任何区别，只有在特定条件下它的加密才显示出来实现其防伪功能。

④ 防伪包装是一般包装的延伸和发展，它最主要的特点和功能是防止人为的某些有目的的损坏而对商品进行的保护。

⑤ 防伪包装只有在流通交换中发挥作用，也就是商品在与人的交往中发挥作用，而不像一般包装那样在储运中也发挥作用。

⑥ 防伪包装的防伪作用有时必须依靠社会有关机构发挥作用。

三、防伪包装的作用

① 防伪包装最主要的作用就是保护商品生产厂家的利益和声誉，同时也保护商品消费者的利益和身心健康。

② 它对制造假冒伪劣商品的行为能予以遏制。

③ 科学而可靠的防伪包装技术可以促进新技术、新工艺、新的经营在产品开发、生产和改进方面的应用和推广，同样，科学和社会的发展也将促进新技术、新工艺在包装上的应用和实施。

④ 在一些经济纠纷中涉及产品真伪时，可以通过防伪包装进行验证，因此防伪包装具有科学验证的功能。

⑤ 防伪包装使得用户选用放心，也使多层次的经销商在经销过程中放心，给所包装的产品增加信任度和安全感。

四、防伪包装技术的分类

1. 按识别真伪的方法分

常见的防伪包装技术按识别真伪的方法分主要有一线防伪包装技术、二线防伪包装技术和组合防伪包装技术。

① 一线防伪包装技术。指大众化的识别真伪，只需要借助于简单的方法或不需要任何特殊技术仅凭目测便可判别真伪的包装技术。

② 二线防伪包装技术。指由专业人员或需要用专门仪器识别，将特殊材料或信息经过特殊工艺加入到包装中的包装技术。

③ 组合防伪包装技术。将上述两种防伪包装技术组合使用，以方便大众消费者识别的包装技术，同时还可通过仪器作科学评判

验证的包装技术。

2. 按包装材料分

① 印刷油墨防伪包装技术。选用特殊的防伪油墨制作特殊的防伪图案、色彩、文字等。

② 材质防伪包装技术。对包装容器的材料作特殊的处理，使之具有特殊的物理的、化学的功能。

③ 加密防伪包装技术。对包装容器所用材料在加工中实施特殊的技术，使之具有加密功能，例如激光全息防伪包装技术等。

3. 按特种技术分

防伪包装按特种技术分可分为各种各样的特种包装技术，例如包装信息防伪包装技术、核径迹防伪包装技术、重离子微孔防伪、条码防伪包装技术、电码电话防伪包装技术等。

下面，我们介绍目前领先潮流的一些防伪包装技术。

第三节 在产品包装设计中使用的防伪技术

作为快速增长的市场需求的反应，世界上一些著名的专业防伪设计软件厂商纷纷将其已在货币、有价证券设计领域成熟应用的产品，改装后推向了包装设计市场，以增强包装产品的防伪性能和产品的竞争力。采用全息商标、特殊油墨等防伪手段，商家需要增加额外的成本，而其成本最终将转嫁到用户身上。但如果采用在包装设计图案上增加防伪特征的方法，则起到既易于识别，又可以降低成本的作用。同时，先进的专业防伪设计软件所制作的包装产品具有无法或难以仿制的特点。

提供专业防伪设计软件的国外著名厂家有：比利时 BARCO、匈牙利 JURA 等。另外，可喜的是我国国产软件在这方面也有了长足的进步。

下面仅以 BARCO 的专业防伪设计软件 SECUSEAL 为例，简单介绍一下防伪设计在包装设计中是如何应用的。

1. 特殊光栅图案设计

在印刷制版中，是以网点来表现连续调图像的，普通网点形状

只有圆形、椭圆、方形等几种规则形状。使用 SECUSEAL 的特殊光栅软件，可以用用户自己设计的任意网点形状（可以是不规则的形状）来表现连续调图像，并且其形状还可以自动随原稿图像的明度而变化。任何一台现有的 RIP 和胶片输出设备都不可能输出任意的网点形状。这一特点还具有易于识别的特点，用户无需专用设备，用肉眼即可分辨真伪。

另外，传统的防伪图案设计是以实地线条的疏密和粗细的变化来表现连续调图像的，全部是用手工雕刻，费时费力。一幅美观的图案还需要设计师深厚的艺术功力。特殊光栅软件使用计算机来模拟手工雕刻，可以使线条图案在瞬间生成。

2. 快速背景产生

在传统防伪工艺中，雕刻图案是由浮雕机床制作的，先要将浮雕图形做成一个模型，浮雕机床在扫描模型的同时进行记录，原理是将控针的垂直运动转为记录针的水平运动。快速背景软件就是模拟了这种方式进行浮雕图案的创作。当然，由于采用计算机辅助设计，其创作范围和复杂性已远非机械方式可比。例如，前景与背景之间，不仅有浮雕的高度，还可以掺有线宽的变化，使仿造者望而却步。

3. 晶体模板

自然界天工造物，许多美丽的图案如雪花、水晶、分子结构等均已被用到了防伪设计中，不仅由于其美观，而且其结构复杂、富于变化。但用普通 DTP 系统制作这种图案，不仅费时费力，而且不易修改，SECUSEAL 的晶体模板提供了现成的多种对称结构供用户选择，用户要做的只不过是用鼠标一点，繁复的晶体结构背景瞬间即可生成。

4. 路径定义

当今的货币和有价值证券的防伪设计中，追求背景图案的复杂性和变化性已成为一种趋势，而这种趋势也将在包装设计中得到广泛的应用。其原理是用某种图形或文字作为基本结构，使其沿给出的方向或用户绘制的路径重复排列，同时产生几何的变形，模仿者

要想找出其规律几乎不可能。

以上几个方面只列举了包装防伪设计软件中有代表性的几种工具和它们的原理。不同厂家会有不同的特点，但其基本原理是类似的。

第四节 防伪包装中的功能材料

包装的作用可以归纳为三大功能，即保护产品、方便储运、促进销售，包装是实现商品价值和使用价值的重要手段之一。在生产过程中，包装是最后一道重要的工序；在流通过程中，包装对商品的保护、美化、宣传、储藏、运输、销售、使用等各个环节都起着十分重要的作用；在国际市场上，包装从经济、技术、科学、文化等方面反映了一个国家的发达程度，关系到国家产品的声誉。

为了实现包装功能，就要采用合理的包装材料和一定的包装技术。在流通过程中，物品会受到各种外来的影响和损害，如运输过程中的震动、冲击、碰撞，储运过程中的温湿度、放射线、电磁场、微生物等影响。因而采用合理的包装材料就应具有相应的保护功能。一般而言，目前包装界将常用的功能包装材料分为如下八类。一是阻隔性包装材料，包括气体阻隔型、潮气阻隔型（水蒸气）、香味阻隔型（保香型）和光阻隔型。二是耐热性包装材料，主要是微波炉加热型。三是选择渗透性包装材料，它是对某些气氛有阻挡性能同时对另一些气氛则有透过性的高级包装材料。四是保鲜性包装材料，它既有缓熟保鲜功能，又有抑菌防菌之能力。五是导电性包装材料，由于添加物的不同而制成不同导电性能的材料，或防静电，或用于防止电磁干扰等。六是分解性包装材料，有生物分解型、光分解型、热分解型等几类。七是其他功能性包装材料，诸如可食性包装材料、防锈蚀包装材料。八是智能型包装材料等。

一、功能包装材料概况

功能包装材料仅仅是功能材料大家族中的一员。为了全面地了解功能包装材料，我们先来看看功能材料的轮廓是很有必要的。

所谓功能材料，就是具有能传递、转换或储存物质、能量和信

息的特种材料及其复合材料的总汇。这类材料的功能性来源大体上有两种途径：一种是材料本身就带有的特殊功能，称为结构型功能材料；另一种是以普通材料为基体，在其中加入具有特定功能作用的另一种材料，称为复合型功能材料。

功能材料大多属于高新技术研究开发的新材料，其特殊功能往往涉及多种学科，研制难度较大，开发周期较长。功能材料有明显的特点和优点，一般具有重量轻、易加工、有特殊功能或特定用途、专用性强、附加价值大、经济效益高等特点。这些特点在功能性包装材料中也明显地体现出来。

现代功能材料种类繁多，而且发展十分迅速，因而功能材料的分类也较为繁杂。下面按照材料功能的归属加以分类，对于多功能材料和多功能包装材料，将按其主要功能的归属予以划分。现将与包装有关的功能材料分类介绍如下。

(1) 电功能材料 电功能材料主要有导电功能材料、光电功能材料、热电功能材料、蓄电功能材料、介电功能材料等。其中，具有导电、半导、超导的电功能材料发展尤为迅速，如结构型导电聚合物、复合型导电塑料等在防静电包装、电磁屏蔽包装中也有一定的应用。

(2) 光功能材料 此类材料主要有光导功能材料、偏光功能材料、光化反应材料、光色功能材料等。其中，光化反应材料、光色功能材料等也在包装领域中有了一定的应用，如光降解塑料即是典型用例。

(3) 热功能材料 热功能材料包括热光功能材料、热敏功能材料、热变形功能材料、绝热功能材料、耐热功能材料等。其中，热敏变色材料、热致发光材料也在防伪包装中初露锋芒，阻燃包装材料也受到包装界的青睐。

(4) 磁功能材料 磁功能材料主要有导磁功能材料、磁滞功能材料、磁性流体功能材料等几类。其中，磁滞封合材料用于包装封合技术，可以大大提高软包装袋的封合强度，而磁性油墨用于防伪包装，深受厂家好评。

(5) 机械功能材料 这类功能材料主要包括传质功能材料、力电转换功能材料等。前者中的分离膜，具有选择性地透过某种物质而阻止其他物质透过的功能，可望在包装工业中特别是食品包装工业中占有一席之地。

(6) 生物功能材料 生物功能材料主要是指仿生功能材料、生物工程材料、药物功能材料、人体功能材料等。其中，生物降解塑料在包装工程领域也刮起了一股应用风浪，微生物塑料的研究成功为包装界注入了活力。

(7) 摩擦功能材料 这类功能材料包括减阻功能材料、增阻功能材料(防滑功能)、润滑功能材料等几类材料。其中，减阻功能材料、防滑功能材料已成为包装科研人员追踪的目标之一，并且在包装材料、包装容器的生产中也有一定的应用。

(8) 黏合功能材料 这一类功能材料主要有胶黏功能材料、密封功能材料，它们在包装领域应用的时间较长，应用面也比较广，已是包装科技人员比较熟悉的一种包装用辅助材料。

(9) 记忆功能材料 记忆功能材料主要有形状记忆功能材料，其特点是变形后能够记住原来的形态，只需将材料放在合适的温度场中，就能够完全恢复原来的形状，而且只要高分子链不被破坏，这种形变与回复就能长期反复地进行下去。热收缩包装就是该类材料在包装中的典型用例。

(10) 特种功能材料 这一类材料指化学反应性功能材料、催化功能材料、吸附功能材料、解吸功能材料等。其中的高吸水性树脂可吸水为自重的 500 倍以上，已在食品包装领域得到了良好的应用，并受到好评。

根据文献资料情况来看，目前功能包装材料的评价标准与管理方面仍比较混乱，这主要表现在几个方面：名词术语不统一；规格标准不一；检验测试方法不一。可以说，目前没有一个统一通行的国际标准，各个国家各自为政制订和执行自己的标准，这无疑给材料的评价和管理带来了一定的困难。

有鉴于此，功能包装材料的标准化是一项当务之急，建议参照

采用国际上使用较为广泛的标准执行。这对于功能包装材料门类和系列的研究发展是有益的。

二、防电磁功能包装

1894 年,伟大的物理学家 C. A. 波波夫发明了无线电,并创立了电磁波传播理论。电磁波在服务于人类的同时,也带来了各种不良的影响,科学家们很快就注意到了这点。1934 年,管理电磁波的国际组织 CISPR 成立。1952 年,德国率先制订了电磁波干扰(EM I)管制法规 VDE。1976 年,美国制订了 FCC 法规并被许多国家等效采用。继 FCC 法规之后,英国、加拿大、日本等一些国家先后制订了自己的相关法规或标准。

从上看出,EM I 的严重性和加强管制的必要性。近 10 年来,我国的电磁波源增加很快,北京等大城市的年增长率在 20% 以上。这引起了有关环境专家和政府官员的重视,我国的电磁屏蔽包装材料亦才开始起步。

在世界范围内,EM I 屏蔽材料在近几十年内得到迅速的发展。EM I 屏蔽材料主要有以下几类:金属箔材;表面导电型屏蔽材料;填充型屏蔽材料;屏蔽涂料等。

1. 金属箔

防止电磁波干扰,金属箔的应用最早最广。常用的箔材有铜箔、铝箔、镍箔、铁箔、不锈钢箔等。电解铁箔是其新品种之一,它经电解高速卷绕制成,其厚度很薄,不到 $20\mu\text{m}$,由于经过镀锌、铬酸盐钝化处理,外观美,导磁导电性能优异,容易与其他材料复合,是一种优良的包装材料。

金属箔材往往与其他材料复合后使用。新颖的铁-塑、铁-纸、铁-瓦楞纸等就是电解铁箔与其他材料的复合新材料。铁箔复合材料除了具有优良的电磁屏蔽性能之外,还具有力学强度高、阻燃性好、保形性好、磁屏蔽性好等优点,已用于电磁敏感产品的包装。

2. 表面导电型屏蔽材料

上述材料是将金属涂镀在高分子绝缘材料表面,获得极薄的导磁导电金属膜层,从而起到阻挡、屏蔽电磁波,达到防止电磁干扰

的目的。

(1) 电镀型材料 通常采用化学镀、电镀的方法，将金属 Ni 或 Cu/Ni 等镀覆到材料的表面，金属膜层厚度一般为 $50\mu\text{m}$ 左右。这样制得的材料导磁导电性好，结合力牢固，具有较好的 EMI 屏蔽效果。目前国外采用共混工艺使 ABS 塑料与其他工程塑料形成塑料合金，以使某些难于电镀的塑料获得可电镀性，从而拓展了这类材料的发展方向。

(2) 热喷涂型材料 此型材料的喷涂方法有电弧喷涂、火焰喷涂等，所喷用的金属有锌、镍等，电磁屏蔽效果可达 70dB。

3. 填充型屏蔽材料

此型材料是用导电填料与热塑性树脂混炼造粒制作并通过注射成型而制成产品。其填料常用导电性好的粉片状或纤维状的铝、铜、铁、不锈钢，或者用金属化的碳纤维、玻璃纤维和云母片等。目前美国、英国、日本等国开发了填充型屏蔽材料。

(1) 铝片填充型材料 美国研制一种铝片与聚碳酸酯/ABS 树脂混合料。现在生产的有 ME-2540、ME-6540 两种型号。前者是通用型，在 $1\sim 960\text{MHz}$ 频率范围内屏蔽效果为 65~54dB；后者的屏蔽效果为 50~45dB，属耐燃型，达 V-0 级。

(2) 铁纤维填充型材料 日本推出一种铁纤维与尼龙 6、聚丙烯、聚碳酸酯等树脂混合而制成的屏蔽塑料。其中 FE-125、FE-125MC、FE-125HP 三个品种的铁纤维填充率为 20%~27%（体积），其屏蔽效果可达 60~80dB。

(3) 不锈钢纤维填充型材料 此型材料有良好的屏蔽效果，不锈钢纤维直径大约 $7\mu\text{m}$ ，填充率为 6%（质量）时屏蔽效果可达 40dB，且随填充率的增加，屏蔽效果也增加，但其价格较为昂贵。美国 Brun Swick 公司大量生产这种不锈钢纤维及其填充的屏蔽塑料。

(4) 铜纤维填充型材料 此型材料因铜纤维优良的导电性而具有更佳的屏蔽效果。除了新的防铜氧化技术外，目前多采用黄铜纤维作填料。例如，日本推出的黄铜纤维填充型屏蔽材料，当填充率

为 10%（体积）时，其体电阻率小于 $10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，屏蔽效果可达 60dB。

（5）镀镍石墨纤维填充型材料 金属化的石墨纤维具有良好的导电性能，因此美国开发的镀镍石墨纤维型屏蔽材料，就是在 ABS 树脂中填充 20%（体积）直径为 $7\mu\text{m}$ 的镀镍石墨纤维，其屏蔽性能优异，在 1000MHz 时屏蔽效果高达 80dB。

4. 导电性涂料

在一液型热塑性丙烯酸树脂黏合剂中，加入粉状或片状的银、镍或铜制成混合液即可。涂装时需用溶剂稀释后方可进行喷涂。导电性 EMI 屏蔽用涂料有多种，但主要有银、镍、铜三大系列。

银系涂料是最早开发的品种之一，美国军方早已用作屏蔽材料，流行于 20 世纪六七十年代，随后被诞生的镍系涂料所取代。镍系涂料价格适中，结合力好，屏蔽效果好，因而应用较为广泛，但也有高频场屏蔽效果欠佳的不足之处。铜系涂料因铜的体电阻率低而前景光明，但由于铜防氧化技术在近年开拓成功，才使铜系涂料得到迅速发展。

导电性涂料由于价格适宜，工艺简单，施工方便而发展很快，迄今品种繁多。例如，日本 Shin tron 公司的 EMI 屏蔽涂料 Shin tron K-3040、E-3063、E-3315 三种型号就是银系、镍系、铜系涂料的代表，其涂膜的体电阻率为 $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 数量级，电磁屏蔽效果优良。

三、多功能性包装

正如包装学是一门涉及物理学、化学、力学、材料学、美学、心理学等诸多学科的边缘学科一样，包装材料要满足三大功能和适应诸多的外界环境，只靠上述的单一功能往往是不能满足市场要求的，因此，包装材料经常要根据需要而制成双功能或多功能性包装材料。

（1）电磁屏蔽-防静电包装材料 一般而言，电磁屏蔽型包装材料（包装容器）都不是单功能型的，根据实际需要往往都在具有 EMI 屏蔽性时还赋予它抗静电功能，成为名符其实的双功能材料。

其抗静电能力通常是在电磁屏蔽型复合包装材料（容器）的内外表面涂敷一层抗静电剂而赋予的。例如，铝塑复合包装袋内外涂敷抗静电剂即是一种。

（2）电磁屏蔽-阻燃包装材料 在实际应用中，往往在要求电磁屏蔽性能时提出阻燃要求，一般选用阻燃高分子材料或者在普通塑料中添加阻燃剂即可满足要求。美国开发一种柔性电磁屏蔽网材，在燃烧时可放出一种自灭性气体阻止燃烧的继续进行。我国广州开发的一种铜网式电磁屏蔽复合塑料阻燃性能达到 UL V-0 级。

（3）易滑-防静电-高阻隔性包装材料 塑料包装薄膜在包装材料中占有十分重要的地位。对于防静电复合包装薄膜而言，二次加工中的滑动性变劣经常带来生产中的许多麻烦，诸如蛇行、擦伤等。为此日本开发了一种易滑-防静电-高阻隔三功能的包装材料，它是在 OPP 薄膜上涂敷一层 FB 特殊层而赋予其功能的，其面电阻率为 $10^{-10} \Omega \cdot \text{cm}$ ，动摩擦系数为 0.3，透氧率达 $1 \text{ mL}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 以下。

（4）EM R/RFR/MW R 防护材料 上述三种防护材料，由于波段多频带宽，要求的双导性能自然比 EM I 屏蔽材料高。美国新近推出一种高铜粉含量的柔性塑材外加阳离子抗静电剂和非离子抗静电剂，使导磁、导电性能提高，可以有效地用于防护电磁辐射/射频辐射/微波辐射。

以上仅列出多功能性包装材料几例。功能高分子聚合物材料是 20 世纪 70 年代发展起来的新领域，现正处于方兴未艾的良好时期。据日本产业结构研究会预测，到 2005 年，世界功能高分子材料销售额将达 300000 亿日元，将以年增长率 10% 的速度增长。

据资料报道，已经问世或即将问世的功能性包装材料尚有许多。到 2010 年，功能性包装材料将会得到更大的发展和完善，特别是在保护地球、保护人类生存环境方面，现有的包装材料将会得到极大的进步。

第五节 油墨技术在防伪包装中的应用

油墨技术是印刷技术在防伪包装上应用的一个主要方面。将油墨技术应用于防伪包装是通过改变油墨的配方，或者在普通的油墨中添加一些特殊的敏感材料，如光敏材料、热敏材料、磁性材料等而实现的。用这些特种油墨印刷的商标具有一些独特的特点，消费者根据不同的特点可识别出商品的真伪，商标本身也不易被仿制，因而具有防伪效果。

要使油墨技术合理地应用于防伪包装并取得理想的防伪效果，需要考虑的因素很多，包括印刷方式的选择、印刷机的选用、承印物的加工处理、油墨基料的使用、印刷成本及企业技术及管理水平的等，这里仅就防伪油墨技术本身进行讨论。

一、防伪包装常用油墨

1. 包装对印刷油墨的要求

一般来说，不同材料的承印物，对印刷油墨的要求也不同。包装件所用的材料千变万化，因而就有了各种各样适宜不同包装用的印刷油墨。但是，一些基本的特点则是各种油墨所必须具有的。

(1) 包装对印刷油墨的基本要求

① 流动性好。流动性好的油墨在使用时便于输送，易于转移，不堵塞印头。

② 油墨在印到承印物上以后要能快速干燥，黏着性好、不易摩擦掉，保证印刷品的干净整洁。

③ 印品的色彩要正确，不退色、不变色。

(2) 包装对印刷油墨的特殊要求

① 色彩多样化。商品包装装潢的目的相当一部分是为了促销，因而，印刷色彩的多样化、色彩鲜艳是对包装印刷油墨的基本要求，适宜的印刷油墨，才能印出装潢靓丽的包装，才能引起消费者对商品的购买兴趣。

包装印品的装潢都比较漂亮，所用的颜料大多是有机化合物，这类颜料色彩鲜艳，但是耐久性一般不很理想，印品放置时间一

长，常常出现退色的情况，使得包装的商品看起来有陈旧感，因此在选择包装用的彩色油墨时，要特别注意使用那些不易退色的颜料，以保证包装装潢的持久鲜艳。

② 特殊的工艺要求。不同的工艺对印刷油墨有不同的要求。拿印铁油墨来说，如果印刷后的包装不需要高温蒸煮杀菌，那么就不需要考虑油墨耐高温的问题，一般的普通油墨就能满足工艺要求，否则就必须采用高温耐蒸煮油墨，以防止在食品杀菌过程中油墨退色和起某些化学反应及物理变化，影响商品包装的装潢效果。

③ 特殊的卫生要求。对印刷油墨的卫生要求也是很重要的一个方面。例如在印刷食品包装用塑料薄膜时就要考虑印刷油墨的渗透性，以免引起食品的污染。

④ 特殊的干燥要求。不同的材料具有不同的油墨干燥性。像陶瓷、马口铁、塑料薄膜等材料，由于表面光洁平滑，普通油墨黏着，就需要使用快速干燥油墨，像紫外线干燥油墨、脉冲辐射干燥油墨等。

影响油墨使用效果的因素很多，要将诸多的因素全都给予考虑是不现实的，因此，只有重点考虑主要的因素，通过合理的选用颜料、连结料和添加剂，才能配制出基本合格的印刷油墨。

2. 防伪包装常用油墨

防伪包装用于印刷是指为了使包装印刷后的产品具有一定的防伪能力，而在印刷油墨的配制中加入适量的特种物质，就形成了形形色色的防伪包装用印刷油墨。

(1) 热敏油墨 又称示温油墨，它的颜料能根据温度的变化而变色，不同温度时显现不同的颜色。能呈现热敏变色的颜料品种较多，常用的颜料有晶体结构变化型、遇热分解型、结晶转移型等。

目前市场上出售的热敏印刷油墨种类较多，基本能满足热敏变色的要求。但不同种类之间的差异较大，例如液晶型的油墨变色精度较好；金属铬盐型的油墨耐光性较强；燃料类的印刷油墨色彩鲜艳，包装装潢效果较好。

包装印刷热敏油墨的关键是如何让消费者识别真伪，企业可以

按照不同的配方形成自己的防伪秘诀，但是应明白无误地告知消费者，在什么温度下显现什么颜色。例如某企业在酒的商标上使用了热敏印刷油墨，商标加热后可显现“优”字标记，并印有“遇热显优”的提示。但这种提示给消费者分辨真伪并没有多大的帮助，反而给不法之徒提供了制假的思路，因为能达到“遇热显优”效果的热敏油墨极多，模仿制假易如反掌。厂家的秘诀防伪形同虚设。如果企业合理选择配方，提示出在什么温度显现什么颜色，那么制假者就很难掌握配方的秘诀，消费者也易于辨别商品的真伪，真正使包装印刷热敏油墨起到防伪的作用。

(2) 磁性油墨 磁性油墨采用的颜料是磁性材料，常用的有氧化二铁和四氧化三铁等，前者呈棕色，后者呈黑色，二者的残留磁性都比较高。连结料一般是醇酸树脂，还可以在磁性的油墨中加入其他颜料，以得到各种各样颜色的油墨。

磁性油墨最早主要用于印制信用卡上的编码。随着计算机及计算机识读扫描系统的开发与发展，各种磁卡应运而生，从大学生使用的饭票磁卡到股票市场的股东卡，从各处各样的购物卡到邮电系统的邮电卡，给磁性油墨的使用提供了广阔的领域。由于磁卡具有携带方便，结算快捷的特点，将会得到更广泛的应用。

磁性油墨用于防伪包装主要是在包装的某个部位用磁性油墨印刷，用特殊手段可以检测出，从而形成秘诀防伪。各种磁卡在扫描识读时要受到识读系统摩擦，还要在识读系统的电场作用下存储，因而要求在印刷时达到足够的墨层厚度和密度。

(3) 荧光油墨与磷光油墨 荧光油墨是由荧光材料溶于相应的树脂而制成。荧光颜料的颗粒一般较精，连结料的种类也较多，不同的连结料会产生不同的荧光，在使用荧光油墨时应保证其有足够的浓度，印品的墨层应厚一点，这样才能保证满意的荧光效果。

用荧光油墨印出的印品色彩鲜艳，装潢效果很好，在可见光和紫外线的作用下，可发出闪闪荧光。

防伪包装用的荧光油墨以自己调配的防伪效果最好。不同的配方可以得到不同的荧光效果，一般很难进行逼真的伪制，配方掌握

在企业自己的手里，从而形成了防伪秘诀。荧光油墨的耐光性较差，用于室外的印刷品效果不好。

磷光油墨的特点是可以吸收射到其上的光线，并在一定的时间内再以一定的波长发射出去。它的颜料是硫化锌类物质，连结料一般是中性透明物质，如环己酮树脂等。主要用于印刷广告及标牌等。将磷光油墨与荧光油墨混用，可以收到更好的防伪包装效果。

(4) 防伪油墨 防伪油墨又被称为保险油墨、安全油墨，是在防伪领域使用最早的一种特殊油墨。它主要是为对付用退色灵等涂改票据的不法之徒而设计的，用于印刷发票及一切有价证券的底纹，当遇到退色灵等化学药品作用时，这些底纹消失或变色，从而发现涂改的痕迹。

防伪油墨退色的机理主要有两个方面，一是使用遇退色灵就退色的颜料，如一些盐基性染料等，二是使用遇到退色灵或其他一些化学物质就能变色的连结料如联苯酚等。两种方法都能得到比较满意的效果。在防伪油墨中加入荧光材料，其防伪包装的效果会更好。

(5) 喷涂油墨 指喷墨印刷用的油墨，适用于喷涂金属、塑料、玻璃等材料。喷涂油墨的颜料是水溶性染料，连结料主要有聚酯、聚醚、氯化聚烯烃等。

喷墨印刷在防伪包装方面的应用越来越广，由于其喷印速度快，质量好，因而被大量地装备到生产线上，用于喷印日期及其他标识。早期的喷墨打印机由于使用的喷涂油墨质量不稳定，经常堵塞喷嘴，造成停产，现在已基本得到了解决。因此要求喷涂油墨的黏度要适当，流动性要好，以免堵塞喷嘴。

将喷涂油墨的配方加以改进，加入适量的荧光材料、磁性材料、热敏材料等。会使喷涂油墨的防伪效果更好，下面我们重点讲述防伪油墨。

二、防伪油墨

1. 防伪油墨概念及分类

防伪是指防止以欺骗为目的，未经所有者准许而进行仿制或复

制的措施。防伪油墨是指具有防伪功能的油墨，即在油墨连结料中加入特殊性能的防伪材料，经特殊工艺加工而成的特种印刷油墨。印刷油墨按印刷形式可分为凸印、凹印、网印、胶印和水性柔印油墨等；按承印物不同又可分为纸张油墨、印铁油墨、新闻油墨、塑料油墨等。

按照防伪功能分类，防伪油墨可分为七大类：紫外激发荧光油墨；日光激发变色油墨；热敏防伪油墨；化学反应变色油墨；智能机读（机器专家识别）防伪油墨；多功能或综合防伪油墨（激光全息加荧光防伪油墨）；其他特种油墨，如 OVI 光折射防伪油墨等。具体实施方法是以印刷方式在票证、各种标识和包装上实现。这些防伪技术的特点是通过施加不同的外界条件，主要采用光照、加热、光谱检测等形式，来观察油墨印样的色彩变化，达到防伪的目的。其实施过程简单、成本低、隐蔽性好、色彩鲜艳、检验方便。而智能机读（机器专家识别）防伪油墨由于检测复杂、重现性强、变色多样等优点，是各国纸币、票卡、票证和商标包装的首选防伪技术。

2. 防伪油墨种类

（1）紫外激发荧光油墨 指在紫外光（200~400nm）照射下，能发出可见光（400~800nm）的特种油墨。按激发光源的波长不同，又可分为短波紫外线激发荧光防伪油墨（激发波长为 254nm）和长波紫外线激发荧光防伪油墨（激发波长为 365nm）。根据油墨有无颜色分为有色荧光油墨和无色荧光油墨两种。这类油墨是所有票证的首选基本防伪技术之一。

紫外激发荧光油墨的成分主要是荧光粉，常用的荧光材料按其组成分类主要有三种。其一，有机荧光材料是具有大共轭体的不饱和分子，多是日光激发，用于色彩明显的装饰印刷，其荧光稳定性差，易氧化分解。其二，由高温合成的无机荧光材料，是用于荧光屏、日光灯管的发光材料，抗辐射好，稳定性高，但在油性介质中难以分散，合成难度高，耐水性差。其三，以化学合成的稀土有机络合物为荧光材料，是防伪油墨的主要材料。常规的有机稀土荧光

络合物具有制备简单、在油性介质中易分散、溶解、细化，在可见光下无色，紫外光激发下表现较强的荧光效果。

荧光稀土络合物作为目前国际上采用的最为流行的防伪材料之一，其研究开发也受到极大的重视。络合物的发光与能量传递化学原理是：在有机稀土络合中，能量吸收基团一般在紫外区（200~400nm）有强烈的吸收，而发光中心的稀土金属离子在此区间吸收很弱。当络合物有机配体吸收光能后，从基态 S_0 跃迁到激发单重态 S_1 ，并很快通过一个非辐射体系的跃迁，将能量传递至三重激发态，如果此三重态能量高于金属离子发射荧光的激发态能量，则能使能量传递给金属离子而发射出特种荧光。

荧光产生过程说明：当不同的络合物有机基团引入到发光中心离子的周围，改变其周围环境，并引起邻近电场的对称性变化时，将会直接影响络合物的荧光强度。这一点对于提高稀土络合物的荧光效率和荧光稳定性十分重要。

（2）日光激发变色防伪油墨 是指在阳光照射下，油墨由无色变为有色（400~800nm），但撤离光源后能还原为无色的防伪油墨。这种油墨表面上看是由于日光作用而变色，实质上也是受紫外线照射而变色的。目前国内开发成功的日光激发变色防伪油墨的防伪特点是在太阳光（也可在紫外光 365nm）下发生变色效果，可以从无色变为紫、蓝、黄等色，也可设计为从有色到有色变化，是防伪材料中的新秀。

当太阳光或紫外光（UV）照射到防伪油墨上时，油墨中的光敏材料被激发，其分子结构发生变化，从而产生外观颜色的变化。而当移去外界刺激（太阳光或紫外光）后，油墨中的光敏材料分子又回到原来的基态，油墨又恢复到原来的颜色。这些光敏材料分子是一类无色的同分异构体有机物，其中含有仅吸收紫外光的两个定域 π 键系统。当光敏材料分子中的 —C=O 被 300~360nm 波段的紫外光所激发而分解，这两个离域 π 键系统变成一个离域的 π 键系统，而这个领域的 π 键系统吸收某种可见光，从而产生某种颜色。

（3）热敏防伪油墨 指在加热作用下，能发生变色效果的油墨

(也称热致变色防伪油墨或温变防伪油墨)。根据变色所需温度的不同,可以分为手温型变色防伪油墨和高温变色防伪油墨。手温型变色防伪油墨是指在 $34\sim 36^{\circ}\text{C}$ 温度作用下能发生变色反应的油墨;高温变色防伪油墨,指在 $40\sim 100^{\circ}\text{C}$ 甚至更高温度作用下能发生变色效果的油墨。油墨按照变色方式的差异,又可分为单变色可逆、多变色可逆、单变色不可逆和多变色不可逆热敏防伪油墨。我国已经开发出单变色可逆油墨,变色方式有:玫瑰红变无色、紫红变无色、蓝色变无色等。也可设计为有色变成各种其他颜色。高温单变色可逆防伪油墨变色方式有:黑色变无色、红色变黑色等。不可逆热敏防伪油墨主要有在 $70\sim 90^{\circ}\text{C}$ 条件下,由无色变红色、无色变黑色等。

热致变色物质可分为无机盐类配位化合物、有机物(染料分子)和液晶高分子等。

能产生热致变色的物质很多,但真正符合制作热致变色防伪油墨要求的,必须满足如下条件。

① 变色灵敏度高。在短时间内显示出鲜明的颜色变化;前后颜色对比度大,如红变蓝、蓝变白、黄变蓝等。

② 变色温度适当。变色温度应控制在 $40\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间。

③ 稳定性好。在不同气候条件下的温度、湿度、光线等因素的影响下,应保证在使用期内灵敏有效。

(4) 化学反应变色油墨 将化学物质加在油墨中,在一定条件下,能发生各种化学反应,从而使油墨改变颜色,达到防伪目的。例如,不可逆热敏防伪油墨(热致变色油墨)、压敏变色油墨、湿敏变色油墨等都属于反应变色油墨。另外,还有利用酸碱指示剂添加到油墨中,印刷成商标后,采用检测笔涂划,遇到变色剂,能使油墨的颜色发生变化,达到防伪目的。

(5) 智能机读防伪油墨 智能机读(机器识别)防伪技术包括智能防伪油墨、智能防伪印油、智能防伪鉴别仪。它是利用一种新的能谱(红外光谱、核能谱、弱荧光光谱、磁谱等)分析技术与计算机技术相结合的高科技产品,属国内首创智能型“制作-检测”

一体化专利技术，居国际领先地位，其优良的防伪性能和使用的便利可满足较高层次防伪的需要，是政府职能部门重点防伪项目不可多得的技术。智能防伪技术主要表现在防伪材料（防伪印油、油墨或胶水等）的多变性，即防伪材料由多种可变化学物质，其中特征化合物的性质、种类、数量、含量、存在形式等信息来构成防伪材料的特性、个性。根据这种特殊性、个性生产的防伪材料和制造的检测仪器（可通过计算机处理得到结果），分别为智能防伪材料和智能防伪鉴别仪，它们是智能防伪系统技术中的必须构成要素。

智能防伪技术主要由两大部分组成。

① 智能防伪材料。目前开发成功的特种防伪保密复合物。可作为主要智能防伪原材料，由此开发的系列新型智能防伪油墨（为智能识别并配有系列高级加密码），适合各类印刷和各类不干胶标识。

② 智能检测仪器，由于采用保密可检测物质，在仪器方面通过计算机专用接口和插板，并通过软件程序，来控制检测仪器窗口光敏元器件探测信号，进行复杂的逻辑光谱数字处理，即能实现以专用智能防伪鉴别仪来定性、定量及报警惟一性的检测。并根据客户需要，可提供的特种化合物（其稳定性可在 50 年以上）和智能防伪鉴别仪，来表征具有惟一性极强的、可信号报警的智能防伪产品。

智能防伪技术的特点如下。

① 惟一性、复杂性。该技术采用的材料组分多，生产设备多、投入大，加工工艺复杂，难度大。

② 技术含量高。该技术跨越多学科领域，集多学科科技于一身。

③ 直观性、快捷性。可在 5~30s 内，直接从计算机屏幕看到结果。

④ 专用性。由于采用计算机识别，每一个鉴别终端都有防伪产品和机器的加密码，只有同时知道被检标识或印鉴密码时，才能使用专用检测仪器鉴别。

(6) 多功能(综合)防伪油墨 多功能或综合防伪油墨是指同时具有两种或两种以上防伪功能的油墨。这类油墨的典型实例是激光全息标识结合荧光加密防伪油墨,以及长短波智能防伪油墨、日光型荧光防伪油墨、温变型荧光防伪油墨等。

激光全息标识在商标、标识等领域已经广泛使用。但随着激光全息标识制备技术的推广普及,激光全息标识的防伪效能有所下降。如果能在不损坏激光全息标识完整性的前提下,增加新的防伪措施进行二次加密,则能提高其防伪功能。即在激光全息标识上,采用一定工艺加入可检测的特殊荧光材料,在日光下肉眼看不见,在验钞仪器的紫外光下显示特殊的各色荧光图文,具有耐摩擦、耐热,检测方便、准确、防伪性强的特点,且制作成本增加较少。

除以上几类防伪油墨外,还有许多其他类型的特种油墨,即针对特殊的要求,采用非常特别的技术达到防伪目的的油墨,如 OVI 光学可变防伪油墨、磁性防伪油墨等。

已开发的防伪油墨技术如下。

① 日光变色防伪技术。日光变色防伪技术是当前较先进的一线防伪技术,它识别方法简便,在日光照射下即可看到明显的变色效果,也可通过长波紫外光灯(即验钞仪)检验。

② 智能谱分析防伪技术。将非常特殊的加密物质与机器智能鉴别相结合的高科技二线防伪技术。

③ 长波、短波荧光防伪专用技术。长波荧光防伪技术是目前世界上采用的先进防伪技术之一,它的鉴别仪器也较普及;而短波防伪技术具有较高的技术含量和较复杂的化学合成过程,另外,它的鉴别仪器也为专用仪器,是现今较为先进的防伪技术。采用长波、短波荧光防伪技术印制或盖印的图文,在长波(365nm)紫外光照射下,能显现鲜艳的特定颜色(多为红色、蓝色)的荧光;在短波(254nm)紫外光照射下显现的颜色多为特定黄色、绿色的荧光。

④ 定温热敏防伪技术。采用特殊化学合成法合成的、具有特定变色温度(30℃, 40℃或 50℃)的有机络合物,分子结构设计

复杂，品种多，变色丰富，例如，可从有色变无色或变为其他色。

以上所列各项防伪技术，均有较好的相容性，可以选择多项防伪技术综合于一体。

从国际、国内印刷防伪技术发展趋势看，利用各学科的优势技术，开发防伪新材料、新技术，走综合防伪道路是防伪技术发展的必然趋势。

3. 防伪油墨的应用

防伪油墨的种类较多，随着科学技术的发展，新的防伪油墨不断地涌现。我们对防伪油墨的特点研究得较多，但对防伪油墨的应用却探讨不够，造成了使用防伪油墨的包装也不能达到有效防伪效果。因此，对防伪油墨的应用进行讨论很有必要，可使防伪油墨能真正起到包装防伪的作用。

(1) 防伪油墨的在线使用 目前防伪油墨的使用多数以商标的形式出现，印刷企业将商标印刷后交与包装企业，包装企业将其贴在包装容器上。这种程序的弊端在于使用企业不知道防伪油墨的具体配方，即不知防伪秘诀，将商品防伪的主动权拱手让出，商标及其油墨的配方容易流入不法之徒的手中。

克服以上弊端的方法是防伪油墨的在线使用。企业可以将印制机械直接安排在包装线上，防伪油墨可以自己调配（一般企业是可以做到的），根据不同的日期、不同的产品可以采用不同的配方，这样可以保证油墨配方的安全，也不存在油墨配方流入他人之手的弊端。

油墨的在线使用事实上是企业掌握了油墨的配方秘方，从而达到防伪的目的。实际上在所有的防伪方法中，秘诀防伪是最可靠的一种，世界上许多大的企业都是靠秘诀防伪而保住自己的品牌的，如可口可乐公司，健力宝公司等，无一例外。

(2) 防伪油墨的复合使用 随着时间的推移，每一种防伪油墨都会失去新颖性和保密性，但只要我们给以恰当的使用，就会延长它的使用寿命，将防伪油墨复合使用就是一个好办法。

复合使用防伪油墨主要有两种方法：一种是将两种或两种以上

的防伪油墨复合使用，结合两种油墨各自的特点，形成新的防伪油墨；另一种是将字符或图案用两种或两种以上的防伪油墨印制。如印制像条码一样的图案，可以用磁性防伪油墨印制图案的条，而用热敏油墨印制图案的空，显然，这样就是提高了防伪油墨的技术含量，如果能将这种复合方法在线使用，则会收到更好的防伪效果。

综上所述，油墨技术在防伪包装中的应用越来越广，只有不断地开发和应用，科学地将油墨技术与包装设计和加工相结合，并不断地创新，定能更好地发挥油墨的防伪作用。

第六节 后印刷防伪

一、后印刷技术

后印刷技术是指包装的装潢印刷工序在包装以后进行，是与先印刷包装装潢工序不同的印刷工艺。通常的包装装潢印刷都是在包装以前进行，也就是先印好包装物后再进行商品的包装。例如普通酒盒，就是先在有关的企业印好酒盒的纸片，后拿到酒厂包装成盒的。而后印刷技术则与此相反，它是要求先进行商品的包装作业，而后再进行印刷，例如酒瓶上的标签，不是先印好以后再进行酒的灌装，而是要求先灌装，后印刷，当然印刷的位置有特别的要求。

严格来说后印刷技术不是一项技术，而只能称作为一种方法，但是在防伪包装方面来说，由于印刷的位置不同会直接影响到防伪的效果，因而说它是一项技术，是一项具有特定含义的技术。传统的包装装潢印刷无论采用直接印刷还是采用间接印刷，都需要印刷企业的参与，由此加大了防伪的难度，主要表现在两个方面：一是管理的不善易于导致包装的流失，给不法之徒制假提供了机会；二是不能从经济方面抑制不法之徒的活动。而后印刷技术则很好地解决了这两个方面的问题。

后印刷防伪可以从经济方面抑制不法之徒的假冒活动。以普通葡萄酒的后印刷工艺为例，就可看出防伪的威力。普通葡萄酒的后印刷工艺为：

其中印刷的工序保证图案分布在膜与瓶上，通过预先印刷的方法不能达到目的，只有在包装以后才能实施印刷。每一个企业要实施后印刷技术，就必须添置适当的印刷设备，而不法之徒无力投资，因而就从经济方面抑制了不法之徒的假冒活动。

后印刷技术防伪的效果与现场使用的设备投资成正比例关系，即投资越大，防伪效果越好。要使酒类商品具有良好的防伪效果，就应购置精度高的印刷设备。采用后印刷防伪的方法应注意的一个问题是要保证达到破坏防伪的目的。如果包装不采用特殊的设计，达不到饮酒时破坏包装的目的，那么空的酒瓶和瓶盖被不法之徒回收以后就可能被用来造假。因此，设法破坏旧包装的完整性，使得空酒瓶不能再被利用，其防伪效果会更好。

破坏性较好的一类材料是热收缩膜或其他收缩膜，这些收缩膜绝大部分是在包装工序以后使用的，如果在这些膜包装商品以后进行印刷，无疑在享用这些商品时，包装就会被完全破坏。因而具有较好的防伪效果。例如采用热收缩膜裹包普通酒盒，该酒盒是由白板纸制成，没有印刷任何图案或文字，那么在酒盒被裹包上收缩膜以后就完成了酒的整个包装，这时再进行印刷工序，无论是图案或文字，全部都印在收缩膜上，开盒时首先要破坏掉收缩膜，图案或文字的完整性也被破坏，因而旧的包装不能被复用，达到防伪的目的。

后印刷防伪可以堵塞包装物流通方面的漏洞。从印刷厂到酒类企业的包装物生产和流通环节中，难免出现一些管理上的漏洞，例如印版被盗，成品被盗等，这些漏洞会导致包装的流失，给企业带来一些伤害。也有一些不守法的企业，将印制的包装低价出售给制假者，使得假冒产品的成本极低，为不法之徒的假冒活动开绿灯。后印刷的方法是酒类企业在本厂直接印刷，不存在包装物的流通问题，从而堵塞了流通过程的漏洞，无疑是一种较好的防伪方法。

二、后印刷技术的设备选择

后印刷技术是一种较好的防伪方法，属于经济防伪的范畴。其

特点就是企业必须具有一定的印刷设备。从表面来看任何印刷设备都可以成为后印刷设备，但是考虑到印刷的效率、设备的价格、企业的经济条件等因素，则后印刷技术所需要的设备具有一定的选择性，这里谈一些比较适用的设备类型。

1. 喷墨印刷机

喷墨印刷机是一种非接触式印刷机械，印制时不与被印物接触，对包装物没有平面质量的过高要求，印刷速度快，效率高，对包装以后的酒盒印刷具有较好的适应性，所以在商品的生产日期等印制方面是首选的主要设备。早期只能喷印一种色彩，因而使用范围受到了限制。随着科学技术的进步，彩色喷墨印刷机也由试验阶段走向了实用阶段，目前四色喷墨印刷机已能完成普通的喷印工作，将其安装于酒类的生产线上，就能满足酒类的后印刷防伪要求。从发展的情况来看，彩色喷墨印刷机会成为最好的后印刷设备之一。在下面的内容中将再重点介绍。

2. 激光光刻机

激光光刻机是一种高科技的印刷设备，它不用油墨，是靠高能量的激光束聚焦使得被印物表面熔化形成痕迹而实现印刷的。由于不用油墨，所以印痕清晰、持久，不易抹掉，对各种包装材料（对反光材料需要使用特种涂层）都有较好的刻印效果。由于是一种非接触式印刷方式，所以对包装材料的表面质量要求不高，在粗糙的表面也能印刷出高质量的产品。激光光刻机的价格高于喷墨印刷机，因而它的防伪效果也比较好。

3. 烫印机

烫印技术是一种古老的印刷技术，在包装装潢方面一直占有一定的地位，特别是激光全息烫印技术的问世，更为酒类的防伪包装提供了技术保证。由于激光全息烫印技术属高新技术，不易掌握，加之设备投资高，装潢效果好等特点，所以在国外普遍认为该技术是普通激光全息标识技术的换代产品，在商品包装方面具有更好的防伪效果。烫印机是实施烫印技术的关键设备，它的质量情况直接影响着烫印的效果。由于烫印的成本比较高，且与烫印面积成正比

例关系，所以对标签或封签一类面积比较小的后印刷任务常常采用烫印技术，具有很好的防伪效果。

4. 其他印刷机

无论是凹版印刷机或是凸版印刷机，还是丝网印刷机等，都可以用作后印刷设备，但这些设备基本都是接触式印刷设备，因而在具体使用时会受到多方面的限制，结果是影响生产率和印刷的效果，所以在印刷设备的选择方面，以非接触式设备为最好。

后印刷技术具有较好的防伪效果。完成后印刷工艺需要特定的印刷设备，除了设备本身的投资以外，还需要掌握使用这种设备的技术，如果包装的设计保证印刷必须在包装以后实施，那么不具备后印刷技术和无力投资的假冒者就失去了假冒的条件。

有了印刷设备以后，并不能保证就有了良好的防伪效果，还要与包装的整体设计相结合，以达到明显的防伪效果和良好的装潢效果之目的。只有从印刷设备、印刷材料、包装的设计等方面综合考虑，才能收到良好的后印刷防伪效果。

三、喷墨编码技术

喷墨编码技术和前面介绍的喷墨印刷技术在原理上是相同的。在防伪包装中具有重要的地位和广泛的应用。

“喷墨编码”是指许多相关的技术，我们利用这些技术使非常微小的油墨滴从喷头中喷出，墨滴穿过空气，最后落在被喷印物的表面上形成喷印图案。所有这些相关技术都具有如下特征。

① 非接触。因为只有墨滴接触到被喷印物表面，移动的表面和脆弱的表面都可以获得成功的喷印。

② 变化的信息。信息可以持续变化，所以可以在线和实时改变时间、日期、批号和类似的数据。

③ 速度。利用喷墨编码技术，不超过 6m/s 移动速度的物体都可以拿来喷印，这对于大多数生产过程是足够的。

像所有事物一样，也许存在一些技术在特定的场合特别适用，但是就应用的绝对广度来说，喷墨编码技术仍是难以匹敌的。

喷墨编码所需要的技术并不是新生事物，早在 19 世纪，人们就已经能够使墨流断裂为墨滴，并对墨滴充电并使之偏转。同样，压电材料也已存在一段时间了，例如，它们被用在声纳、香烟打火机上。然而，真正促进喷墨编码技术发展的因素却是如下几点：在产品上印制日期和批号的需要（阀门式喷墨编码机和连续式喷墨编码机）；计算机打印机的开发（脉冲式喷墨编码机）；微处理器的发展和应用

从 20 世纪 60 年代开始，许多神奇的技术产生，花开花落，能够生存发展下来的技术今天主要分为三种类型：阀门式喷印、脉冲式喷印和连续式喷印。

这三种主要的技术在应用时会有一些重叠，而每一种都有自己的优势和弱点。在很大程度上，正是这些优势和弱点决定了它们最合适的应用范围。本文的初衷就是想向读者介绍每一种技术，进而帮助用户为自己选择一种最佳的方案。

1. 阀门式喷印

这种方法是最易实现的，在过去 20 年中，主要用在外包装箱施印。基本上，一个阀门喷印装置包括一个低压油墨系统、一个电子控制机箱和一个用软性导管与机箱相连的喷头。油墨系统中的油墨经过简单的开/合阀门被送到喷头中的喷嘴中（一个喷头一般有 7~18 个直径 $200\mu\text{m}$ 的喷嘴或更多），当一个油墨滴需要被喷出时，电子元件打开相应的开/合阀，油墨滴就被喷射出来（如图 8-1）。

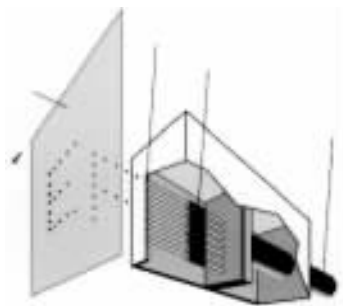


图 8-1 阀门式喷印工作原理

由于机械结构简单，阀门式喷印系统是易于建立的。顾客一般通过比较用户界面（即操作是否容易）、喷印能力/喷印多样性/质量和适用的油墨系列来选择供应商。

阀门式喷印的喷印质量不稳定，这是由于油墨在被射出之前一

直停留在喷嘴里，如果油墨在管道中干了，就会产生阻塞。系统使用水基油墨在渗透性表面上喷印时效果最好。许多阀门式喷印系统制造商生产干燥速度快于水基油墨的非渗透性表面用油墨，这时阻塞便时会发生，干燥时间也仍然颇长——大约需 15~30s。

总的来说，如果对喷印质量要求不高和经常清洗喷头，阀门式喷印系统都可以表现良好。虽然购置成本较低，但一两年后阀门式喷印系统的使用成本计算下来都较高，所以这种技术逐渐被脉冲式喷印技术所替代。

2. 脉冲式喷印

脉冲式喷印技术主要分为两种类型：压电式喷印和气泡式喷印。这两种技术的实现差别很大。脉冲式喷印的喷头由办公打印领域发展而来，脉冲式打印现在在办公打印领域被广泛接受并有很好的效果。

虽然脉冲式喷印在概念上是简单的，但值得注意的是：直到 20 世纪 70 年代，才有人获得最初的专利，而且尽管佳能、惠普等公司做了大量的研究，直到 90 年代，才有便宜可靠的产品投放市场。所以脉冲式喷印并不像看起来那么简单，从在办公室里在固定喷印距离向干净的纸上喷印到在工厂较恶劣的环境中完成喷墨编码，还有很多事情要做。

(1) 压电式喷印 脉冲式喷印技术首先出现的是压电式喷印，如图 8-2 所示。



图 8-2 压电式
喷印工作原理

简单地说，喷嘴中的油墨压力必须足够低（或者是负压），因为是油墨的表面张力将油墨保持在喷嘴中，需要喷印时，一个脉冲电压加在压电晶体上，压电晶体产生变形，使喷嘴油墨腔的容积减少，这样，一滴油墨便从喷嘴中喷射出。然后，压电晶体恢复原状，由于表面张力作用，新的油墨进入喷嘴，通过并排排列大量喷嘴，就

可以获得理想的喷印宽度和解像度（一般 8~6 点/mm）。虽然可以通过倾斜放置喷头（这样会牺牲打印高度）来提高喷印解像度，

喷印解像度根本上还是由喷嘴间距决定的。更加精密的改进可以使每个压电晶体驱动更多的喷嘴（比方说 8 个），32 个压电晶体可以驱动 256 个喷嘴中的油墨，这样就会有更大的喷印范围，当然在被喷印表面上只有 32 个可编程落点。

因为系统不是连续式的，油墨必须在喷嘴中保持为流体，在被喷印表面上变干。压电式喷印使用的油墨通常上是油基或石蜡基的，这两类油墨在喷嘴中不会变干，但可被喷印表面吸收。压电式喷印也使用一些快干油墨，快干油墨仍然需要相当长的时间（大约 10s）才会变干。当产品在喷印后需要迅速处理而又禁止产生污迹的时候，使用快干油墨就会产生问题。为了避免油墨在喷嘴中变干，我们还可以在压电晶体上加一个较低的脉冲电压，这样就会对喷嘴中的油墨产生轻微的扰动，喷嘴中的油墨就不会变干。这种方法依赖于油墨成分的改变或机械上更精密的改进。

另一种实现压电式喷印的方法是加热喷头，同时使用热溶性油墨。这样，在喷嘴中保持为流体的油墨在较冷的被喷印物表面上就会固化。这种压电式喷印系统在许多被喷印表面上都能得到好的效果，但在触碰的过程中容易被刮掉。

除了油墨在喷嘴中会变干的问题，另一个需要注意的问题是喷头对振动很敏感。振动可使油墨被振出喷嘴和油墨腔，以至于表面张力无法使油墨充填到喷嘴中，这时系统必须重新启动。显而易见，发现振动问题时，喷印质量已经受到了影响。

（2）气泡式喷印 气泡式喷印技术是更新的技术，仍然广泛应用于办公领域，如图 8-3 所示。

一个电压加在两个端子上，由于端子间的阻抗，油墨被加热，从而形成了一个蒸气泡，由于气泡的膨胀，一滴油墨喷出喷嘴。去掉端子间的电压时，气泡消失，由于表面张力作用，新的油墨充填到喷嘴中。像压电式喷印技术一样，将一系列喷嘴排列在一起，就会得到更大的喷印范围。解像度很大程度上由喷嘴排列的密集程度

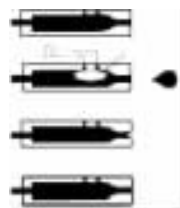


图 8-3 气泡式
喷印工作原理

决定。

油墨特性对于气泡式喷印系统的正常工作特别重要。在办公室里，可以控制打印物表面，使之与油墨相配，但在生产环境下完全是另一码事。由于这个原因，气泡式喷印技术在产品编码领域的影响受到了一定限制。不过，在气泡式喷印油墨适用的场合，我们可以得到出色的喷印效果。

3. 连续式喷印

连续式喷墨编码有着广泛的应用范围，它也许是最多样性的技术。20 世纪 70 年代中到 70 年代末，早期的连续式喷墨编码器操作复杂，故障频出。这种影响现在还存在，但情况已发生了变化，就像我们开车时汽车不再漏油一样。最新的连续式喷墨编码系统只需操作者按一下开/关键和每周做一次例行维护，而且维护比其他一些命运多舛的设备所需的维护要少得多。有两种尽管有关但不同的连续式喷墨编码技术：偏转式喷印；二元式喷印。

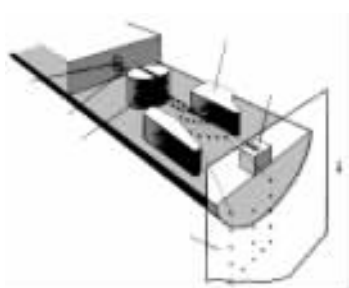


图 8-4 偏转式喷印工作原理

(1) 偏转式喷印 偏转式喷印技术从 20 世纪 70 年代早期开始商业化，它也许是应用在生产环境中的技术中发展程度最高的一种技术。原理虽然相当简单，但许多年来，大量的控制电路被组合在一起来保证可靠性和使用简单。偏转式喷印工作原理如图 8-4 所示。

油墨加压后被送至喷嘴，形成了一个约 20m/s 的墨流，喷嘴后有一个压电装置，加上电压，装置会产生位移，这种位移对墨流产生扰动，如果加在压电装置上的电信号频率与墨流喷射频率谐振，墨流就会断裂成相同大小、相同间距的墨滴。在连续的墨流断裂为一系列墨滴的位置，有一个充电电极。如果充电电极上脉冲电压的频率与墨流断裂的频率相同，每一个墨滴就会带上相应的电荷。墨滴继续前行，经过一

对偏转板，偏转板上的电压为定值（比如说 $\pm 5\text{kV}$ ），形成一个静电场，在该静电场作用下，带电油墨滴根据自身所带电量的不同，朝着其中一个偏转板方向产生相应量的偏转。最终，墨滴穿过空气，落在经过喷头的被喷印物表面上。未被充电的墨滴不产生偏转并被装在喷头底部的回收槽回收，最后经过一个油墨储液器再循环至喷嘴。

这样，近似地，油墨滴喷印的模式就与加在充电电极上的脉冲电压对应起来，实际过程却并非如此简单。我们必须使墨滴断裂与对充电极板充电同步，必须考虑带电墨滴之间的相互排斥，甚至飞行中墨滴的空气动力问题。连续式喷墨编码机的用户不会感到这些问题，但正是这些问题使设计连续式喷墨编码器变得有趣。

因为油墨喷射是连续式的，连续式喷墨编码器可以使用许多类型的油墨，特别是那些干燥速度非常快的油墨（ 1s 以内）。因此连续式喷墨编码技术对于那些在印码后需要迅速处理的具有非渗透性表面的产品（比如说罐头和塑料）的印码是非常理想的。此外还可以使用颜色更鲜明的颜料油墨。

由于连续式喷印有着相对较高的喷射速度，通常连续式喷印的喷印距离比脉冲式喷印的喷印距离（一般超过 10mm ）远得多。而喷印质量却不会下降，这样喷头位置的放置就可以有较大的选择余地。

（2）二元式喷印 二元式连续式喷印技术的概念与偏转式喷印技术一样悠久，这种技术早期朝高速（高成本）、大范围喷印的商业领域发展。随着技术进步，二元式喷印在很短时间内就会实用化，该系统如图 8-5 所示。



图 8-5 二元式喷印工作原理

油墨从一系列紧密排列的喷嘴中喷出，喷印解像度为 $4\sim 8$ 点/ mm ，墨流由压电装置断裂为墨滴，断裂方式与偏转式喷印相似（不过二元式喷印有更多的墨

流)。不需喷印的墨点被充电、偏转，然后由回收槽回收。需要喷印的墨点不被充电，不发生偏转，直接打在被喷印物表面上。这样，喷印图案的宽度便由喷嘴数或墨流数决定。当然，我们也可以用电充电墨滴喷印而回收未被充电的墨滴。

二元式喷印的喷印距离要小于偏转式喷印，但仍比阀门式喷印大得多。原则上各种各样应用于偏转式喷印的油墨都可以应用于二元式喷印。将来，选择使用二元式喷印还是偏转式喷印，将取决于喷印侧重于信息行数还是速度与成本。在同时喷印三行以上的信息时，二元式喷印无疑比偏转式喷印快。然而，二元式喷印更加昂贵，在早期应用中还会需要较多的人工操作，特别是使用不同的异性油墨的时候。基本上，二元式喷印与偏转式喷印将会共存，因为在当前，它们在线印码领域给客户提供了最多多样性和有效的解决方案。

第七节 防伪印刷技术

防伪印刷技术涉及的学科领域很多，例如光学、化学、电磁学、计算机技术、光谱技术、印刷技术、图纹字码技术等，属于一门交叉边缘学科。其中防伪油墨技术占据相当重要的位置，具有不可替代的作用。

我国的防伪印刷技术，主要围绕在各种证券及商品商标等领域进行研究、开发和应用。主要表现在以下两个方面。

一、纸张防伪

纸张是印刷各种证券的物质基础，一些采用特殊工艺制造的专用纸基本上就具有防伪特点，在专用纸张中采用的防伪技术主要有如下几种。

1. 防伪纸张

防伪纸张作为防伪技术领域的新发展，其优越性有以下几方面。首先，它是把全息图案直接制作在纸张上，除去了塑料信息层，因此很少有被复制的可能。其次，这种防伪纸张上的图案可根据商家要求设计、制版，生产出商家需要的不同质地、不同克重的

纸张 (70~400g), 如铜版纸、卡纸、纸板, 并且它还可以像普通纸一样, 再进行胶印、丝网印等, 既可靠又方便。其三, 这种防伪纸的价格只略贵于普通复合金银卡纸, 只相当于全息防伪商标价格的 1/10, 且省去了贴标签的人工费, 易被商家接受。其四, 直接用这种激光防伪纸张包装的产品, 既可起到防伪作用, 又十分美观。其五, 由于全息纸张废弃后可在泥土中风化, 不会造成环境污染, 因此, 它将日渐取代含有塑料膜的激光全息产品。

目前某些生产烟、酒、化妆品、食品的厂家已开始初步尝试使用激光全息防伪纸张, 取得了良好经济效益。预计这种新型的防伪包装材料将会有一个广阔的市场。

2. 水印纸

水印纸在制造过程中, 可利用技术手段将所需要的标识、图案等做入纸中, 这些图案平常情况下不易看出, 只有对着强光才能看清。我国发行的较大面额人民币大都采用了水印纸印刷。水印在当今科学技术发达的时代, 仍被世界各国防伪专家公认为是一种行之有效的防伪技术, 继续被各国采用并有所发展, 大多数国家的钞票、重要的国际文件、设施图纸和各种票证也用水印纸印刷。如 1996 年新版 100 美元纸张中就采用了富兰克林人头像水印, 我国大面额人民币纸张中制作了天安门图案、毛泽东头像等水印。水印除在货币纸张中被采用外, 在其他票证纸张中也已被广泛使用。水印在纸张中的位置有固定、不固定和半固定几种。

水印纸的生产工艺是 13 世纪意大利造纸专家发明的。因为它在制造过程中融会了设计、雕模、制网、抄纸等复杂的工艺过程, 因此常使造假作伪者束手无策。验看水印也是识别真假的最有效手段之一。当然, 包装装潢上大量使用水印防伪在现阶段尚不经济。用特殊材料研制出一种油墨, 将仿水印标记制印在普通铜版纸上, 与水印效果极其相似。

3. 安全线

安全线是指在造纸过程中将一条金线或塑料线置于纸张中间。安全线最早使用的是特制金线, 现在使用的是塑料线并已发展成多

种多样，如微型字母安全线，荧光安全线等。其安全线的形状有直线、波浪形、锯齿形等，我国在货币纸张中已采用直线安全线。据有关资料称，新版美钞不仅在纸中埋入金属线，而且金属线上缩微了只能用高倍放大镜才能看清的有关文字。

近年来，随着高科技的迅猛发展，造纸技术也在融会了其他技术后有了长足的进展，纸张品种琳琅满目，例如：可以在不同光线下反射出多种颜色的名片纸，珠光纸，激光虹膜纸，金属与纸张复合后形成的金箔纸、银箔纸以及再处理形成的压花纸、折光纸等。如果能合理利用它们的性能、特点，并控制进货渠道，作为防伪印刷用纸，产生的效果和作用力是不可低估的。

4. 红蓝纤维丝或彩点

在造纸过程中将红蓝纤维丝或彩色小片（点）掺入纸浆内，或在纸张未定型前撒在纸张表面，在紫外线照射下有荧光反射。红蓝纤维丝和彩点在纸张中有固定位置和不固定位置两种。

二、印刷技术

随着高科技的发展和人们对高质量包装印刷品的要求，包装印刷业近年来开始了大范围的技术革命，多种印刷设备的并用，多种印刷工艺的相互渗透，使印刷产品更加变幻莫测、丰富多彩。采用这些新技术印出的产品为试图作伪者设置了层层障碍和阻力。

1. 平凸合印与多工序合印

一般高档包装装潢印刷品多设计有大面积的色块、多色序的连续调画面及复杂的线条、花纹图案等，给单一印刷手段带来了一定的难度。如果采用平凸合印，即利用凸版印刷机压力大、着墨均匀的长处大面积地印实地色块，用平版印刷机压力平柔的长处印四色连续调和复杂线条部分，这样扬长避短，其效果是十分明显的。对于一些要求更高更复杂的印品，还可以采用手、凸、凹和平、凸、凹漏等多工序合印。总之，印刷工序愈复杂、印刷难度愈大的包装装潢印品，防伪效果就愈好。

2. 多色串印

多色串印也称串色印刷，一般多采用凸版印刷机印刷，它是根

据印品要求，在墨槽里放置隔板后，再在不同隔板里分别放入多种色相的油墨。在串墨辊的串动作用下，使相邻部分的油墨混合后再传至印版上。采用这种印刷工艺，可以一次印上多种色彩，并且中间过渡柔和。由于从印品上很难看出墨槽隔板的放置距离，故也能起到一定的防伪作用。如果在大面积的底纹印刷上采用这种工艺，其防伪作用将更为突出。

3. 凹印技术

是指印版上图文部位是凸起的，印出来的图文，其油墨也是凸起的，而图文线条清晰，层次分明，手触即能感觉。这种印刷技术既对纸张有保护作用，又具有防伪性能。重要的证券使用凹印技术。

凹版印刷的种类根据制版方法分为两类：雕刻凹版（手工雕刻凹版、机械雕刻凹版）和腐蚀凹版两大类。

手工雕刻凹版印刷的防伪效果较好。与防伪油墨技术相结合。有些印刷防伪油墨的颜料颗粒较大，需要较厚的墨层，而凹版印刷的质感较强，两者的结合，会得到双重的防伪及装潢效果。如凹版印刷使用荧光油墨，既保证了凹版印刷的微凸感，又保证了荧光油墨的使用要求，两者的秘诀防伪功能也都得到了保证。

4. 激光全息虹膜印刷

激光全息虹膜印刷是采用激光全息摄影手段，在防震室中制出模版，然后通过一定压力将图纹转移到某种载体上。其产品在 45 度点光源照射下，可产生色彩斑斓的彩虹状的独特效果，且图像的立体感极强，深受消费者青睐，被一些有识之士称为 21 世纪无油墨的彩色印刷术。目前多采用冷压涂镀和做成汤印膜直接热烫两种工艺。由于这种技术的制版工艺比较复杂，难度很大，国内仅有少数几个厂家能够生产，所以防伪效果极佳。应特别指出的是，全息摄影是在防震室里利用激光光源在极短的时间内将景物光波的振幅信息和相位信息同时摄取，利用光的干涉原理构成景物的每一个质点，形成全部信息。在制版过程中，室内细微的空气流动都能导致

全息图像颜色的变化，所以，无论如何也不可能做两件一模一样的全息图版。

5. 手工雕刻版压印

大多数包装装潢印刷品都要求将重点品名、图案凸起。这些图文凸起多采用化学腐蚀法制成凸版，上机后与石膏凹版合成压印来完成。虽然这种方法具有制作工艺简便、周期短等优点，但是压印后凸效果不佳，不具备防伪作用。所以目前有很多印刷厂采用雕刻版压印工艺。

手工雕刻版需选用质地较好的铜版材，靠雕刻师手工技艺将用户要求的图文（主要是图案）用雕刀分层次雕出，一般可雕出3~4个层次。特别要指出的是，化学蚀版法只能做出一个层次，而且边缘部分的死角也不可能像手工雕刻那样做成一定弧度来提高压凸效果和防止纸张崩裂。由于雕刻师的技艺不是短时间内能够掌握的，且不同的雕刻师有不同的雕刻风格，即使是同一雕刻师也不可能刻出两块一模一样的模版，所以，用这样的模版压印出的包装印品，不仅压凸效果好，层次丰富，压印率高，而且具有较强的防伪作用。

6. 特种光泽印刷

特种光泽印刷是近年来包装印刷界较流行的新型印刷技术。特种光泽印刷工艺目前主要有金属光泽印刷、珠光印刷、珍珠光泽印刷、折光印刷、可变光泽印刷、激光全息虹膜印刷、结晶体光泽印刷、仿金属蚀刻印刷和哑光印刷等。其中金属光泽印刷是采用铝箔类金属复合纸，着以较透明的油墨，在印品上形成特殊金属光泽效果。珠光印刷是在印品表面首先铺以银浆，再着以极透明的油墨、银光闪光体透过墨层折射出一种珠光效果。珍珠光泽印刷是采用掺入云母颗粒的油墨印刷，使印品产生一种类似珍珠、贝类的光泽效果。折光印刷是采用折光版通过一定压力将图纹压印在印品上产生光折射的独特效果。哑光印刷是采用哑光油墨印刷或普通油墨印后再覆以消光膜，可产出朦胧的弱光泽特色，因此也有较安全的防伪作用。

第八节 最新防伪技术

一、强防伪灌瓶塞

特别适用于酒类等液体的强防伪包装，并能保持瓶口完整光滑不伤人。其特征是在塞口的上方周围有若干导流槽，强防伪塞上端为凹形，锥体上端为曲凹面，中心流孔瓶口的导流槽通向中心流孔，当从瓶内倒出液体时，液体顺导流槽流向中心流孔流出瓶外。当往瓶内再灌入液体时，还须从中心流孔灌入，液体压力首先只能作用于强防伪塞的上方，使强防伪塞把塞口塞严。如灌入时人为施加压力，压力越大，只能使强防伪塞塞向塞口的压力越大，从而只会使强防伪塞塞得更严密，以达到强防伪灌的效果。

二、移动数码防伪

在科技不断发展的今天，防伪技术也不断的进步和发展，从过去的激光防伪、荧光防伪、磁性防伪、温变防伪、特制版防伪、电码防伪到更为先进的“移动数码防伪”。它使现有的防伪技术和手段得以极大的提升。

该系统由“数码防伪标识”和“手机短讯平台查询系统”组合而成，利用覆盖全国的移动 GSM 网络通道和移动的短信息平台方便、快捷的信息传递方式，不仅解决了过往数码防伪查询线路不畅的难题，同时也将电信产业和传统产业相互结合，使电信的资源得到最大程度的利用和发挥。

该技术采取加密算法得出每个惟一性号码，其号码的产生、验证均有一套严密、完整的算法，与目前的加密数据库相比，它不需要海量数据库；该系统从应用角度看，首先由数码防伪中心为每一件产品设置一个惟一编码，同时在全国建立起通讯查询鉴别网络，消费者购买到贴有数码防伪标识的商品，只需利用通讯终端——手机短信息（程控电话或因特网）查询，输入商品上的编码，即可知道产品的真假。该系统从推广角度上看，首先，由于其利用现有的覆盖全国的移动 GSM 网络，而且随着 GSM 网络的不断建设和改造，已经逐渐实现随时随地地进行查询，移动手机用户无论走到哪

里都能利用该系统进行查询。其次，从手机用户数量来看，全国手机用户量每年均以迅猛的势头增长。第三，手机短信息市场看好，手机短信息以其快捷、方便、实惠等优点风靡全球，手机短信息正逐渐成为一种新型媒介，进行各种信息的传播。利用手机短信息查询，直观明了，针对性强，使用方便。手机短信息的查询方式，用户只需在查询时输入防伪编码和统一服务号码 2315 就能够获得反馈信息，以此来鉴别产品的真假。

第九节 一线防伪与二线防伪包装技术的应用与发展

防伪包装技术多种多样，很多防伪包装技术有待于进一步的探索与研究。现对一线防伪与二线防伪包装技术的应用与发展加以分析。

一、概念及特点

1. 一线防伪包装

一线防伪包装指普通消费者（用户）都能识别真伪，不用专门的技术仪器，仅用简单的方法或目测就可判别其是否真实的包装技术。

一线防伪包装具有如下几大特点。

① 一线防伪包装适用性广且识别方便。因它仅靠人们用肉眼或简单的方法便可识别真伪、断定真假，因此，它属于大众化的防伪包装。由于识别时不需要任何专用仪器和工具，故一线防伪包装是十分适用而又便于普及的防伪包装技术。

② 一线防伪包装易于被消费者接受和便于推广。因为它在识别时不需要任何附加条件和繁琐手段，只需按其简单的识别知识和方法便可很快得知其商品的真伪。如识别时有的靠手触摸，有的靠肉眼观察、有的靠耳听、有的靠鼻闻等。这些都是通过人体本身具有的器官和本能便可完成真伪识别的过程。这对用户和消费者十分便利。因此消费者和用户很乐于接受，便于推广。它正像我们日常识别人民币上的水印一样（典型的一线防伪），谁都会接受其识别方法。

③ 一线防伪包装直观，可信度高。因为一线防伪包装主要靠消费者在选购时当场（现场）识别，而且是通过自己直接识别，不需要其他的仪器（仪器有时出现故障而导致误判误识），人最莫过于相信自己的了（眼见为实、亲临其境与亲身体验是人的自信本能）。因此，一线防伪包装在商品包装中是最为直观和让人最可信的包装。

2. 二线防伪包装

二线防伪包装是一种识别难度较大的防伪包装。需借助于专用仪器及设备方能识别，由专家或技术人员才能识别，这些专家或技术人员指经专业培训和已掌握其机理与技巧的技术监督人员、海关技术人员等。

二线防伪包装技术是将特殊功能材料、信息经特殊处理的工艺加入到包装中去，或将包装结构制成特殊的结构表现出固有的特性。二线防伪包装其防伪功能与特性很多是靠仪器表现的。因此，二线防伪包装技术是一种非直观的、间接的防伪包装技术。

二线防伪包装具有如下几大特点。

① 属于一种间接识别防伪技术。它必须通过有关专门人员和借助于相应的手段方能鉴别其产品的真伪。因此，二线防伪相对于一线防伪鉴别要复杂且速度相对较慢，同时一般消费者难以现场辨别。

② 二线防伪相对一线防伪技术仿造难度更大。在防伪识别上，借助于科学仪器进行识别。因此，二线防伪包装识别实现了科学化、定量化和现代化，从而为识假打假提供了现代化的手段和可靠的科学依据（通过仪器对其包装防伪参数做出科学的指标或数据），这样就能消除在市场流通中出现的不必要的纠纷（减少人为识别中的失误）。

③ 为市场监督管理部门和技术监督部门带来工作上的便利。高难度的识别方法通过设备来解决，并为消费者提供了保障。设备仪器的科学判别可很好地消除人们知识不足（商品包装常识）所带来的判断不准确性。有关管理部门在从中得到方便的同时，可准确

地处理消费者投诉中的抽样调查鉴别，从而树立有关监督和管理部门的权威性。

④ 可作为一线防伪的验证依据和最终保障。一旦一线防伪失灵（误）时便可通过二线防伪进一步验证并作出正确的结论。也就是二线防伪包装可作为商品防伪的“二重保险”。

⑤ 二线防伪包装适用性不如一线防伪包装，二线防伪包装不适用于大众消费者辨认，且识别费用较高。

二、应用技巧及其分析

1. 一线防伪包装的应用技巧分析

一线防伪包装是研究最早、同时也是应用最广的防伪包装技术。最先使用的防伪包装技术，大多属于一线防伪。我们常见的一些防伪包装技术，如结构防伪包装、油墨防伪包装等均属于一线防伪包装。另外，最先人们采用的印刷防伪，也属于一线防伪包装技术。

① 印刷防伪。印刷防伪包装其防伪的关键是通过印刷质量、制版与印刷难度、一次性设备投资大小和印刷相关材料的特殊渠道（难以购买到）等来使印制包装复杂化，而又使包装精美，从而使制假者难以得逞，也就使仿制的包装难以达到真品包装的质量要求。总之，印刷防伪包装就是将自己的包装在印刷及造型、选材、工艺等方面增大难度，比普通的包装印刷更精美、图案更复杂、色彩更鲜艳，图案色彩层次更分明和华丽，并具有特殊的工艺，而且一般的印刷设备难以完成。这种印刷难度化的防伪包装，均靠人们在购买商品时用肉眼去识别和判断。这种防伪包装在早期的商品防伪包装中，曾发挥了积极的作用，但对于那些无印刷专业知识的普通消费者来讲，却很难准确区分真伪。这种防伪包装技术只有批量很大，而且资金和技术力量很雄厚的企业，才会采用。但在现代商品经济十分发达、各种技术不断进步的今天，制假者逐渐发展到财团化和跨地区、跨国界有组织的行为，其假冒技术已很高，因此，印刷防伪包装技术已很难起到有效防伪了，即使能在一段时期内防伪，但其防伪的有效期也会越来越短。

② 油墨防伪。油墨防伪包装技巧是继印刷防伪包装之后而发展起来的防伪包装技术。这种防伪包装是将具有特殊性能的油墨印刷到包装上，用户（消费者）在选购商品时便可用简单的方式方法（如光照、加热等）来识别真伪。它是一种相对先进的一线防伪包装技术。它具有仿制难度大、产品开发投入成本高、破密困难等特点。油墨防伪包装很多是在材料配方上加密并配合特殊的工艺，因此，制假者也就很难在较短时间内复制出来，比起印刷防伪包装有更好的可靠性。油墨防伪包装其识别信息有可逆与不可逆之分。可逆指可重复使用和多次识别；不可逆指一次性识别，一次识别后便使其防伪功能破坏而失去防伪作用。防伪用油墨常见的有多种类型，例如光变油墨、磁性油墨、热敏油墨、导电油墨等。无论哪类防伪油墨，都是在其成分配比中及制作工艺上进行特殊的处理。印刷到包装上后，消费者根据其说明，通过简单的办法对其识别部分（标志、标记、标签等）进行刺激（如光照、加热、磁电接触等），便可收到特殊的信号，从而实现（判断）防伪目的。

油墨防伪包装是应用得最普遍，也是较受欢迎的防伪包装技术。特别是在纸容器包装制品上得到广泛应用，识别方法均在包装上说明。

③ 结构防伪。结构防伪包装技术是一种研究和应用较早的防伪包装，在现代商品包装中仍在广泛使用，随着各种新技术的出现，使得防伪包装在结构上又有了新的发展，从而使结构防伪包装技术成为具有很好发展前途的一线防伪包装技术。

结构防伪包装最常用的结构是破坏性的，也就是在商品使用前，其包装通过结构而严密地保护着内包装物，让你无法接触和触摸到内包装物，只有把其包装结构破坏后方可接触到内包装实物。

结构防伪包装形式和方法繁多。因包装产品的多样化、包装结构的多样化、包装开启与使用方法的多样化、包装材质的多样化等，使得结构防伪包装技术也层出不穷、日新月异。很多防伪结构是通过包装开启部位与开启方式结构而进行防伪的。如兼有销售包装与运输包装于一体的瓦楞纸箱防伪包装，在装入物品封口后，其

封口处很难打开（成全封闭型），要打开取出箱内物品，只能通过特制（在制箱制版时制作的）一次性开启拉条（拉环）或拉舌，使纸箱破坏（变成两半）方可得到。又如目前一些高档白酒的一次性瓶盖或瓶塞，也是要使瓶盖或瓶塞破坏后倒出酒来。还有的结构防伪包装是将结构与其他物理化学变化结合于一体而实现防伪的。例如日本三菱燃气化学公司有两项结构防伪包装技术就是融结构与化学技术于一体：其一是在包装开启处加入变色技术，未开启时开启处呈绿色，一旦打开后便变成了红色；另一种是在开启部内层加放小包氧化亚铁，一旦开启，包装开启内展缺氧环境破坏，氧化亚铁便变氧化铁，开启部就改变了颜色。结构防伪包装可用于刚性容器（包装），也可用于软性容器；既可用于整体包装，还可用于局部包装如标贴标签等。因此，结构防伪包装是人们研究和应用得最多的防伪包装。

另外，一些打码技术、光刻技术、全封闭技术、收缩裹包技术、泡置包装技术均已被用于防伪包装上，这些都属于一线防伪包装的结构防伪包装技术。

2. 二线防伪包装的应用技巧分析

二线防伪包装是在一线防伪的基础上发展起来的。有很多一线防伪包装在消费者进行识别出现疑虑时，就需要有关专家和机构，利用科学的手段（设备仪器）进行裁决和验证，这就有了我们所讲的第二线防伪包装技术。也就是说二线防伪包装比一线防伪包装有更为科学和更为先进的特点。

二线防伪包装过去多用于一些证件和高档贵重物品包装防伪，如护照、身份证、营业执照、海关凭证等。在不法行为猖獗，企业和消费者利益大受损害情形下，才逐渐将二线防伪包装引入流通与生产中。降低成本、提高消费者的防伪打假意识（发现有疑问的包装产品应请示与考虑鉴别真伪）才能更好地发挥二线防伪包装作用。

常用的激光全息防伪包装技术、条形码识别技术、电码防伪技术等均属于二线防伪包装技术。

① 激光全息防伪。将激光全息防伪技术用于制作防伪标识贴于商品包装上，最初兴起是在 20 世纪 80 年代中期，当时一段时间曾为商品的防伪发挥了积极的作用。在起初的几年里，许多的商品包装，从高档的名酒、药品、化妆品到各种保健品、食品，都曾一度使用激光全息防伪标签贴于包装上防伪。小小的激光全息防伪标签曾为打假保真立下汗马功劳，也曾一度辉煌。可是好景不长，时过不久制假者借道而行，巧用防伪之伪标识，作为假冒伪劣产品的真品证明，从而使许多的名优产品厂家和消费者惨遭厄运。之所以如此，是厂家和消费者都把这种属于二线防伪包装技术的激光全息防伪技术当成了一线防伪包装技术。而实际上，激光全息防伪标识的识别需要一定识别技术（知识），真正能在购买商品时正确识别其真伪的并不多。因为它在不同强度光线下、在不同角度上、使用（表面会受损）前后，观察出的图案色彩是不一样的，而对于一般消费者要想准确识别又是有一定难度的。尽管制假者所仿制或回收使用的激光全息标签与真品（或未损伤的真品原样）是有区别的，但因众多的消费者和使用者的识别能力有限而难辨别真相。因此，它只能靠有关专业人员才能真正识别，或者经多次识别具有一定的相关知识后才能识别。激光全息防伪包装技术从技术含量到仿制都不可能完全制得与原有真品一模一样的制品，关键是消费者大多数都没有能准确识别真伪的能力，也就是它还不是属于一线防伪包装那种易于识别的包装制品。

激光全息防伪除了要广泛宣传其识别技术方法外，还需正确使用。所谓正确使用是指标识的使用部位，如动静接合处（开口处，转动处）在开启包装时便会使标识受损而不能重复借用制假；标识的加密措施与技巧；标识的保护等。目前已从过去的小面积标识改为大面积防伪，从印刷的标识贴合改为包装表面印刷达到整体防伪。同时还需要在包装表面或特制标识识别说明。另外激光全息防伪已在所用材料选择和研制上增大工艺难度。如随激光全息防伪包装技术之后出现的彩色模压技术、隐形加密技术、彩虹微印技术、彩虹微雕技术等均属此列。

② 条形码识别技巧分析。条形码技术可作防伪包装。在国际市场和发达国家的超市上，包装没有条形码的商品是不能进行销售的。我们在设计与制作防伪包装时，可根据条形码的有关标准、选择条形码的印刷位置和选用不同的油墨等来达到防伪目的。

条形码常用标准有：条形码的符号标准（包括条形码符号的编码规则和条形码符号尺寸）；条形码的使用标准；条形码的印刷质量标准（宽度公差、污点、孔隙及边缘粗糙度、反射度和对比度）。我国的条形码已有五个标准草案：《条形码通用术语》、《通用商品条形码》、《39 条形码》、《库德巴条形码》、《中国标准书号条形码》。而在我们设计商品包装时用到的主要是《通用商品条形码》和《39 条形码》。

设计时可选择条形码符号的标识位置，印刷上可在保证不超出其宽度公差、污点、孔隙及边缘粗糙度、反射度和对比度等要求外，进行防伪设计。如选择特定的标识位置、选择特种油墨、选择特种印刷方式、采用特殊的加密方法等。

条形码具有多重防伪功能。一般普通消费者是难以识别条形码的，而只能从其条形码上判断该产品能否在超市上买到、或是否可以出口、或是否可找技术监督部门判别。但具体的内容如类别、质量标准、商品物性等信息是不能得知的。若再加入防伪措施，则更难以通过肉眼来确定真伪了。因此，条形码是一种用于防伪包装的二线防伪包装。它将越来越普遍地被用于包装（防伪包装是它的用途扩展），而一般消费者必须熟悉但又不能单独完全进行识别。

③ 电码防伪。电码防伪包装技术是将包装信息网络化的一种防伪包装技巧。它将消费者与有关机构或“准确答复”系统联系在一起。使消费者有了可以依赖的“防伪护身符”。

外包装（运输包装）、中包装（销售包装的组合包装）、小包装上（销售内包装）均可设置电码标识。特别是销售包装上更不可少，以便于在市场上选购识别。但运输包装上与销售包装上的电码号（明码与暗码）不应相同。

电码防伪是最利于消费者识别的防伪包装技术。当消费者对所

购商品（该商品有电码防伪）的真实性有怀疑时，只要揭开防伪密码，打通咨询热线（网络系统）就能得到准确答案。电码防伪是一种高新技术，具有不可伪造性，制假者无法将伪造的产品编号档案送存于防伪中心数据库中。识别时，用户不必求助他人，只需拨电话便可完成识别过程。所需电话费用生产商已给预付，每件产品的每个号码均由厂家通过邮电部门协商。因此，这是一种高技术的二线防伪。它将广大消费者带入打假行列，将打假变为全民的自觉行动。

三、一线防伪与二线防伪包装的发展

一线防伪包装是一种大众化的、消费者可能独自识别真伪的包装技术。它的识别难易程度及判别的可靠性，均与消费者的打假意识、所受教育程度、知识水准、接受和判断能力有很大的关系。至于判断的正确与否，一般一时难以得到可靠的答案。但一线防伪包装具有最大的优点是现场的快速性和直观性。因此，任何一种商品采用了一线防伪包装，应进行广泛宣传让消费者知道其识别方法，以免失去防伪的意义。二线防伪包装是更多的依赖于消费者本身技能之外的因素作出判断，如厂家、专家、技术监督部门等。而且这种判断具有权威性与可靠性。

综上所述，一线与二线防伪包装各有其优点与不足，为了更好地保护厂家与消费者利益，它们正朝着以下方向发展。

一线防伪与二线防伪相结合。这样，可使商品包装防伪识别的大众化与权威性、准确性相结合，形成双重保险与双重防伪。一旦消费者在购买商品时，通过一线防伪包装进行现场判别真伪有疑问时，还可通过二线防伪包装进一步证实其判别结论的正确性。另外，还可增加仿制造假的难度。

一线防伪包装未来发展主要是提高加密技术难度，加强包装新材料的开发与应用以及合成；在包装结构的创新与开发上进行深层的研究，更进一步更好地防伪和更有利于消费者识别（增加准确性）。总的要求是仿制难度越来越大（破密难度大）、识别越来越简单方便。

二线防伪包装将电子计算机与通信系统形成网络化。也就是将高精尖技术结合建立全国乃至国际性的打假网络，进行由技术到管理的系统打假，形成严密的防伪打假机构，将拥有一支受过专业训练的防伪打假队伍，拥有一批性能优越的防伪用品和识假监测设备，一套严格的送检、举报、鉴定、处理的操作程序及使用、保管制度（法规）。

无论是一线防伪包装、二线防伪包装，还是一线与二线结合的防伪包装，都将不断地应用新技术、新工艺，使用新材料与新设备。高科技领域将成为防伪包装的技术库。主要有现代光学、微影加密技术、分析化学、计算机网络技术、信息传播技术、电磁感应技术、生物工程技术、遗传工程、通信技术等。众多的科学部门也将联合组成防伪包装技术攻坚队伍。可以预言，不久将有一批科技含量高、保密性强、易于识别、价格适中的防伪包装技术产品问世。

第十节 防 盗 包 装

对商品的盗窃主要分为两种形式：一种是对包装物整体的盗窃，一种是对包装内容物的盗窃。第一种情况的发生，主要是个体包装的体积小，使盗窃者易于携带和隐藏在口袋和手提袋中，解决这种盗窃行为的办法主要是采用组合包装，使包装整体体积变大，而且通过设计可以形成不同组合和造型，同样是优良的包装。

对于第二种情况，采用的方式较多，主要有两种形式：非复位性防盗包装和辅助技术防盗。

一、非复位性防盗包装

非复位性防盗包装是利用消费者及用户在使用商品时，需要开启包装，而在开启包装过程中，会使包装内物品位置或包装开启部位发生变化。在进行防盗包装设计与制作时，通过专门的设计、使包装开启后难以恢复原有位置。

防盗包装不仅要防盗，更要保证其包装的功能，在设计非复位性包装的开启结构时，无论结构是否破坏，却不能对整个包装的功

能产生影响。

（一）非复位性防盗包装设计方法

非复位性防盗包装主要是针对偷换真品的包装盗窃行为而设计的，这种盗窃的主要手段是在包装中装入其他同类劣次产品，以假充真，以次充好。这种盗窃最关键的一点就是只制作或偷换包装的物品，而不盗窃整个包装，借助于正品的包装进行获利，在盗窃过程中，最终还得将开启后的包装“恢复”原样，也就是使开启部位复位。这种技术的关键是使包装开启后再无法复位，即保持包装的完整。

1. 螺旋扭断盖

螺旋扭断盖是一种破坏性包装，它是利用瓶盖和其连接带断裂而使瓶盖开启后不可复位的原理来防盗的，如图 8-6 所示。



图 8-6 防盗瓶盖

螺旋扭断盖平均以每年 10% 的数量在递增，而且其形式在不断创新。对于塑料防盗盖一般有传统盖、一片盖和两片式内塞盖三种。下面简单进行介绍。

（1）传统盖 传统盖采用聚丙烯（PP）作为盖体材料，内垫

采用改性聚乙烯（PE）料。通过内垫机塑压成型，盖体与内垫黏结，成为一体，至今仍占据着半壁江山。

（2）一片式盖 一片式盖采用压塑设备，其材料为高密度聚乙烯（HDPE）。经过不断改进，一片式盖有了长足的发展。

（3）两片式内塞盖 两片式内塞盖体为一片，内塞为另一片，互相装配而成。它是从医药盖演变来的，由盖体与内塞组成，是日本才奇公司最先推出，伴随着热灌装和果汁饮料的兴起而出现。通常采用聚丙烯（PP）作为盖体材料，内塞采用聚乙烯（PE）。内塞是通过内塞机嵌入盖体，盖与塞之间不黏结，可以有一定的活动空间。

（4）三种盖型的比较 表 8-1 是在相同材料、尺寸及瓶型条件下的进行的防盗和包装性能的对比，从其中可以看出传统盖的密封性能最佳，一片式盖与两片式内塞盖的泄漏和断环角度占优。

表 8-1 三种盖型的防盗性能比较

防盗性能指标	一片式盖	两片式内塞盖	传统盖
泄漏与断环角度	优异	优异	不理想
密封性能	良好	良好	优异
耐候性能	良好	良好	优异

表 8-2 是对热灌装防盗盖与连接容器的配合性进行了对比。全结晶的热灌装 PET 瓶口的公差范围比部分结晶的热灌装瓶大。如果采用全结晶的热灌装 PET 瓶灌装茶饮料，传统盖是最佳的选择，部分结晶的 PET 热灌装瓶瓶口的公差范围小，一片式盖是最佳的选择，两片式内塞盖居中。

表 8-2 三种盖型对热灌装瓶口的包装配合性的比较

对瓶口适应性	一片式盖	两片式内塞盖	传统盖
全部结晶的热灌装瓶	受到限制	受到限制	优异
部分结晶的热灌装瓶	良好	优异	优异
在线配合	优异	受到限制	优异

表 8-3 是以一片式盖为参照物进行的成本比较，一片式盖成本为 100，可以看出一片式盖的成本最低，两片式内塞盖成本最高。

表 8-3 三种防盗盖的成本比较

指 标	一片式盖	两片式内塞盖	传统盖
生产效率	100	65~75	65~75
能耗	100	140~150	140~150
原料消耗	100	140~150	120~130
成本	100	140~150	130~140

表 8-4 是三种盖型的市场适应性，比较多家企业配套，传统盖的适应性是最强的；自我配套，选用一片式盖为佳。

表 8-4 三种防盗盖的市场适应性比较

市场适应性	一片式盖	两片式内塞盖	传统盖
为多家企业配套	不合适	不合适	最佳选择
自我配套	最佳选择	成本高	成本高

通过上面三种防盗盖的比较，各有所长，应用时应扬长避短。传统盖对瓶口变化的宽容度很大，适用于饮料生产企业。而且专业的制盖企业通常以传统盖为主要产品，成本低，适用范围广，能为多家企业的不同类型的瓶口配套。一片式盖对瓶口尺寸的要求相当严格，有很强的排它性，适合自我配套的制盖企业。这类企业一般有自己的制瓶线，一般选用的是部分结晶式的制瓶线，能达到尺寸一致的要求。两片式内塞盖子有非常好的泄漏和断环角度，但两片式内塞盖子成本是最高的，还有卫生死角的问题有待解决。除非有特殊的需求，两片式的使用受到限制。

防盗盖还在不断发展，如 H-1A 热压模塑料盖、Double-lok 热压塑瓶盖和防盗运动瓶盖。H-1A 热压模塑料盖采用耐温内垫材料，适用于热灌装材料，其独特的设计使防盗环断桥角度（BBA）非常接近于密封泄漏角度（SHA），有效改善了防盗性能。这种防盗环既可水平切割，也可垂直切割。对顶部可以进行三色印刷，亦可进行内部印刷。Double-lok 热压塑瓶盖是双保险防盗，分布于防盗

环上的锁片及锁片挡圈确保瓶盖开启时防盗环的断裂，锁片和挡圈的组合可提供防盗性能。防盗运动瓶盖包括一具有突出端的瓶盖，在瓶盖突出端上套装处设有出水口的出水头，以及罩装在出水头上的盖罩。盖罩的内壁有纵向设置的可嵌合卡住出水头外表面的凸起，盖罩的边沿装有与瓶盖表面粘连易拆的易拆环，易拆环与盖罩边沿之间通过易拆的粘连点连接。这种防盗运动瓶盖一次成型制造，可安装于饮水或饮料瓶上，具有防伪功能，不会被制售假冒者盗取去制售假冒伪劣产品，或被盗取而掉换原装瓶。

2. 力学定位设计法

利用弹性力学和材料力学中材料的受力与变形关系进行设计的。包装容器中的瓶盖、瓶塞的瓶口密封中最能体现这种设计。瓶塞压入瓶口密封就是瓶塞压入过程中要经径向力的作用而产生弹性变形；瓶盖在旋入瓶口密封时，瓶盖受向外的径向力的作用而产生变形（位移）。

（1）瓶塞压合定位 利用特定的瓶塞（材料与结构）压入瓶口内，让瓶塞产生变形，实现封口与密封。但当开启再次用作密封时，它便失去了原有的弹性，而不能再起到密封作用。

（2）玻璃球堵口定位 在瓶中压入一玻璃球，使瓶口与玻璃球之间产生微量的变形（弹性变形），并形成较紧的过度配合或过盈配合，从而使包装瓶口有较好的密封性。当使用（取用）开启时，需用硬物（棒子或筷子等）将堵在瓶口处玻璃球捅入瓶内，方能取出（倒出）瓶内的物品（液体或粉料）。这种方法由于回收利用性差，难以环保而逐渐不被采用。

（3）旋盖定位 将包装瓶的盖旋到一定值（旋转圈数或松紧程度），并使旋盖产生一定的变形，通过控制并设定标记来实现防盗要求。

3. 胶质定位设计法

胶质定位设计法是非复位性防伪包装中的最重要的设计方法之一。

（1）普通胶质 利用普通胶黏剂对包装容器的封口件（盖、塞

等)进行黏合,一旦开启后再也难以恢复原位,无法保证达到原装效果。

(2) 热熔胶质 这种胶质设计方法是指那些用普通胶质难以实现的非纸品包装容器。如易拉罐的封口(拉环舌与罐盖的胶合)、某些酒(高档白酒等)瓶塞与瓶口(均为玻璃材质)的封口。这种防盗设计在启封时必须将封口处局部破坏才能取出其内物品,再也不能复位重新使用。

4. 填充定位设计法

选用合适的材料,对包装进行填充定位,且在充填后便可固定成型,而一旦打开或启用后便恢复不了原样,从而达到防盗的目的。填充定位有整体填充与局部填充两种。

整体填充设计法是指内包装或单件物品放入包装容器中,再加入填料后,使之固定成型。一旦使用拆开后,其固化结构就被破坏或散架。

局部填充设计法是指包装容器的封口处填充固化材料,包装封口完毕后,将封口处的空间全部填平填满并固化。当使用开启时,其填充材料必须挖掉破坏,填充材料仅能一次性发挥包装作用,再进行填充固化时,已失去原有功能,不可能再作固化与成型密封。

5. 机械定位设计法

防盗包装中的非复位性机械定位设计是通过包装中的变形、装配、卡合等工艺技巧来实现的。

包装件封合时靠机械力作用产生变形,封合完毕后卡合部位恢复原来的尺寸后而自锁。当要打开包装时,卡合部位被撕破而不能再卡合。卡合时包装的变形属于弹性变形,当卡合时的机械力消除后,也就是卡合到位包装过程结束后,变形又恢复,最后自锁达到防止重复以免制假或包装物被偷换。机械定位设计法必须注意防伪材质的选择与匹配。卡合件包括塞(舌)、盖、罩等,其开启部位(件)材料应保证在开启过程中破坏,也就是在开启时的开启力足以使卡合件破坏,但又不能损坏包装容器本身,最终也就是要保证通过开启而使封口部位的包装材料(或附件)产生不能复位的破坏

(变形或破裂破损)，使开启的包装附件、卡合件不能再复位使用。在包装封口时则是通过机械力使材料变形而实现包装封合（卡合）或紧密配合。

6. 组合定位设计法

利用封口部位的各部分封口元件（材料）使包装得以严密封合，而当使用物品打开包装时，必须将封口处各个元件破坏方可取出包装内的物品。如“五粮液”高档酒的防盗瓶盖就是利用组合定位设计法设计的，该瓶盖由三部分组成：保险环、压盖和瓶口塞。其保险环是与压盖配合的连接体，只有当保险环被拉开破坏后，压盖才能旋动或拉启。而瓶口塞是一种特殊的结构，只有当瓶体旋转到某一方向时才使瓶内的酒倒出。

非复位性防盗包装最重要的特点是局部结构破坏性，除上面采用的方法外，还有通过喷墨打印或加封防伪标志在瓶盖与瓶口，一旦拧开或使用后，这部分就损坏，不可复位，从而防盗的方法。

非复位性防盗包装有如下发展特点：由单一的局部结构向组合型方向发展；加工与装配技术难度正在加大；采用新材料新技术；使用和识别趋于方便明了；应用已越来越广。

非复位性防盗包装是一种很有前途的、结构和技术多样性（化）的防伪包装技术。其设计更趋多样化，技巧更趋科学和合理。

二、辅助技术防盗

利用一些辅助手段防盗，如日本三菱燃气化学公司最近研制成功两种食品防伪包装：一种是信号显示技术，这种包装在原封不动时呈绿色，一旦开封即变成红色；另一种是将氧化亚铁放在包装内，将一氧气指示图形标志安装在透明盖内，一旦开启，包装内的缺氧气氛遭到破坏，氧化亚铁就转变为氧化铁，圆形标志便改变颜色。这种防盗包装可以应用于粒状、粉状、焙烤和罐装食品中。

第九章 绿色包装和纳米包装

第一节 绿色包装

一、绿色包装的兴起

1992年6月，在巴西里约热内卢召开的联合国“世界环境与发展”大会上，183个国家和70多个国际组织就长远发展的需要一致通过了国际环境保护纲要，正式确定“可持续发展”是人类社会的主题。人们越来越深刻地认识到包装废弃物对环境和资源的破坏作用，要求减少或制止固体废弃物的排放，要充分有效地对它们进行回收利用和开发新型的材料来造福于人类。

如今绿色包装已成为当今包装工业、世界贸易不可逆转的潮流，世界许多发达国家相继出台了许多环境保护和绿色包装的法律法规，以及具体实施的措施，国际标准化组织统一了全球的意志，制订了ISO/CD 14000环境管理标准，这是一套严格、严谨的系统，科学地规范了人类环境保护的准则和条件，为全世界的绿色工程带来了不可估量的推动作用。

绿色包装的兴起源于白色污染的泛滥。究其根源，主要在于随着包装材料以及包装制品日益丰富而带来的包装废弃物的与日俱增。由于人们在生产和经营的活动中忽视环境因素，对难以处理的塑料包装制品不予理睬，对于该回收的包装制品不予回收，对环境造成了极其严重的污染。

1996年6月，中国环境保护白皮书指出：我国政府将在“九五”期间实施《中国跨世纪绿色工程计划》，为创造绿色产品、绿色包装指明了方向，使企业有规可循、有章可依。

实施绿色工程最为重要的是要进行绿色工程的教育，不断提高人们的环保意识和造福千秋万代的思想境界。只要全人类不懈地努

力，白色污染一定会被清除，绿色革命一定会卓有成效，一个清新美好的绿色世界即将到来。

二、绿色包装的定义

根据可持续发展的思想以及世界专业学者的研究结论，绿色包装可以定义为：绿色包装就是对生态环境不会造成污染，对人体健康不会造成危害，能够循环和再生利用，可促进持续发展的包装。

相应地绿色包装技术可定义为：指在生产和流通、储运、消费等一系列过程中对生态环境不造成污染，对人体健康不造成危害，可使包装循环和再生利用，使之可持续发展的包装技术。

三、绿色包装的内涵

作为绿色的内涵是要与自然融为一体，既能取之于自然，又能回归于自然。引申到绿色包装上来也就是说它所用的材料要来自于自然，通过无污染的加工形成绿色产品，经使用后丢弃又可以回收处理，或回到自然，或循环再造。本质上绿色包装涵括了保护环境和资源再生两方面的意义。

绿色包装的宗旨是以不污染环境、保证人体健康为前提，以充分利用再生资源、节约自然资源、降低能源消耗为发展方向，以造福人类千秋万代为目的。真正意义上的绿色包装，不仅包装产品本身是绿色的，作为废弃物也不污染环境，可以回收再利用或回归自然。更重要的是它从原料变成产品的加工生产过程中，或在回收处理的过程中都不能造成污染。

包装业“绿色革命”的主要内容包括：减少非必要浪费；提供可再生的产品；讲究经济实惠和生态效益；不使用污染环境、破坏大自然的产品等。

四、绿色包装的基本准则

绿色包装产品的基本准则可以概括为 4R 和 1D 原则。

① Reduce。减少包装材料，反对过分包装。即在保证盛装、保护、运输、储藏和销售的功能前提下，要尽量减少包装材料的使用量。

② Reuse。可重复利用原则。不轻易废弃可以再利用的制品。

③ Recycle。可回收再生原则。即把废弃的包装制品进行回收处理，再利用。

④ Recover。获得新的价值。即利用焚烧来获取能源和燃料。

⑤ Degradable。可降解腐化，有利于消除白色污染。

五、绿色包装的分级

绿色包装分为 A 级和 AA 级。A 级绿色包装是指废弃物能够循环复用、再生利用或降解腐化，含有毒物质在规定限量范围内的适度包装。AA 级绿色包装是指废弃物能够循环复用、再生利用或降解腐化，且在产品整个生命周期中对人体及环境不造成公害，含有毒物质在规定限量范围内的适度包装。上述分级主要是考虑首先要解决包装使用后的废弃物问题，这是一个过去、现在、将来需继续解决的问题。生命周期分析法（LCA）固然是全面评价包装环境性能的方法，也是比较包装材料环境性能优劣的方法，但在解决问题时应有轻重先后之分。

六、包装的绿色标识与法规

（一）绿色包装标识

1975 年，世界第一个绿色包装的“绿色”标识在德国问世。世界第一个绿色包装的“绿点”标识是由绿色箭头和白色箭头组成的圆形图案，上方文字由德文 DERGRNEPONKT 组成，意为“绿点”。

绿点的双色箭头表示产品或包装是绿色的，可以回收使用，符合生态平衡、环境保护的要求。1977 年，德国政府又推出“蓝天使”绿色环保标识，授予具有绿色环保特性的产品，包括包装。“蓝天使”标识由内环和外环构成，内环是由联合国的桂冠组成的蓝色花环，中间是蓝色小天使双臂拥抱地球状图案，表示人们拥抱地球之意。外环上方为德文循环标识，外环下方则为德国产品类别的名字。

德国使用“环境标志”后，许多国家也先后开始实行产品包装的环境标志。如加拿大的“枫叶标志”，日本的“爱护地球”，美国的“自然友好”和证书制度，中国的“环境标志”、欧共体的“欧

洲之花”，丹麦、芬兰、瑞典、挪威等北欧诸国的“白天鹅”，新加坡的“绿色标识”，新西兰的“环境选择”，葡萄牙的“生态产品”等。

1993年6月国际标准化组织成立了“环境管理技术委员会”（TC207），制订了像质量管理那样的一套环境管理标准。迄今为止，TC207委员会已制订了一些标准（例ISO 14000）并颁发实施。美国的企业界、包装界纷纷实施ISO 14000标准，并制订了相关的“环境报告卡片”，对包装进行寿命周期评定，完善包装企业的环境管理制度。日本1994年10月成立了环境审核认证组织。欧共体1993年3月提出了《欧洲环境管理与环境审核》，并于1995年4月开始实施。我国一些企业也开始了实施ISO 14000系列标准，但与国外相比，还有一定差距。

（二）绿色包装法规

1981年，丹麦政府鉴于饮料容器空瓶的增多带来不良影响，首先推出了《包装容器回收利用法》。由于这一法律的实施影响了欧共体内部各国货物自由流动协议，影响了成员国的利益，于是一场“丹麦瓶”的官司打到了欧洲法庭。1988年，欧洲法庭判丹麦获胜。欧共体为缓解争端，1990年6月召开都柏林会议，提出“充分保护环境”的思想，制订了《废弃物运输法》，规定包装废弃物不得运往他国，各国应对废弃物承担责任。

1994年12月，欧共体发布《包装及包装废弃物指令》、《都柏林宣言》之后，西欧各国先后制订了相关法律法规。与欧洲相呼应，美国、加拿大、日本、新加坡、韩国、中国香港、菲律宾、巴西等国家和地区也制订了包装法律法规。

我国自1979年以来，先后颁布了《中华人民共和国环境保护法》、《固体废弃物防治法》、《水污染防治法》、《大气污染防治法》等四部专项法和八部资源法，多项环保法规明文规定了包装废弃物的管理条款。1984年，国家开始实施环保标识制度。1998年，各省绿色包装协会成立。

七、绿色包装的主要手段

(一) 绿色包装材料

绿色包装技术的发展首先是绿色包装材料的发展，因此，研究绿色包装技术首先要研究绿色包装材料。

绿色包装材料的分类如下。

① 可回收处理再造材料。包括纸张、纸板、纸浆模塑材料、金属材料、玻璃、可降解高分子材料。

② 可自然风化回归自然的材料。包括纸制品、可降解材料及生物合成材料、可食用材料等。

③ 可焚烧回收能量不污染大气材料。包括部分不能回收处理再造的线性高分子材料、网状高分子材料、部分复合材料。

1. 纸

制浆通常使用的三种方法如下。

(1) 化学法 首先经过蒸煮，使主物纤维原料与化学药品在高温下起化学反应，令纤维从原料上分离制成化学纸浆，所用化学药品通常是硫酸盐或亚硫酸盐。

(2) 机械法制浆 主要用于木材原料，用机械的压、刮、磨等方式，将木材通过压力，紧压在快速旋转的具有刮刀沟纹的磨石上进行摩擦，以达到分离纤维制成纸浆的目的。此法生产成本低，纸浆收率高，制成的纸平滑、柔软、印刷适性好，不透明度高。缺点是强度低。

(3) 化学机械制浆 将化学法与机械法配合，形成两段制浆法。然后经过填充、显白、净化、筛选、滤水、压榨、脱水、压光等工序制成成品纸。

纸制品是一种源于自然又能回归自然的包装材料，但是，传统造纸工艺过程污染程度较大。基于世界环境保护以及各国环保法律的完善，目前已采用使用重氮和过氧化物代替漂白所用的次氯酸等有害化学物质，使用先进的物理手段及新型化学品代替制浆中使用的强碱，减少对环境及水资源的污染。

2. 玻璃

玻璃材料的制造主要是以二氧化硅与金属氧化物为主要原料，经过反应生成硅酸盐，成为玻璃的主要成分，再配以各种辅助剂经过一定的工艺过程熔制而成。

玻璃的制造过程通常先将各种原料干燥、磨细，再经过筛选，依确定的比例混合成均匀的配料，然后在高温条件下经过一段时间的熔制，成为硅酸盐熔体，然后冷却成为脆性的玻璃成品，其后进行成品的后处理，完成玻璃制造全过程。玻璃的成型方式常用的是压制成型与吹制成型。

(1) 压制成型 压制成型是将定量的玻璃液放入玻璃压制机的模具内，随后用冲头进行冲压，玻璃液被冲压成型。工业上生产应用较多，其特点是制品形状精确，生产效率高，但是，产品表面不够光滑，产品较厚。

(2) 吹制成型 吹制成型又分为人工吹制与机器吹制。机器吹制是将定量的玻璃液放入吹制模具内，用压缩空气进行吹制。人工吹制是用铁吹管蘸少量玻璃液先吹出一个小泡，然后立即将小泡浸入玻璃液中蘸足所需的玻璃液，放入制品模子中，在连续旋转下吹制。机器吹制法生产量大，效率高，用于一定形状、且形状简单的制品。人工吹制用于生产数量少，但形状特殊的器皿。

3. 金属

金属包装材料的特点如下。

① 延展性好，加工方便，成型效果好，表面易于镀层，抗腐蚀能力强。

② 强度高，对光、气、水的阻隔性好，可长期有效的保护内装物。

③ 表面光滑光亮，易于印刷，具有良好的装潢性能。

④ 金属易于回收，再生利用，重复利用，无污染。

4. 可降解塑料

目前国际上流行的“可降解新型塑料”具有废弃后自行分解消失、不污染环境的优良品质。

德国发明了一种由淀粉制作、遇到流质不溶化的包装杯，可以

盛装奶制品，这项发明为德国节省 40 亿只塑料瓶，其废弃后也容易分解掉。美国研究出一种以淀粉和合成纤维为原料的塑料袋，它可在大自然中分解成水和二氧化碳。荷兰和意大利等国已立法规定某些塑料包装材料必须采用可降解塑料，有害环境的包装一律不得投放市场。

5. 竹

竹包装具有无毒、无污染、易回收等特点。竹包装是指：竹胶板箱、丝捆竹板箱等。中国是世界上木材缺乏的国家，但中国的竹林总面积和竹资源蓄积量分别居世界首位和第二位。中国具有浓郁传统文化气息的竹包装已受到欧美及日本等国的青睐。

（二）绿色废弃物的回收处理与再利用、可食、可降解

1. 废弃包装纸回收与利用

废弃包装纸回收后，主要用于生产再生纸和各种用途的纸板和纸浆模塑制品，其工艺流程为：废纸的初步清理与分类筛选→废纸的碎解→废纸的脱墨→油墨的清洗与分离。

（1）废纸的碎解 废纸的碎解实际上就是将废纸借助机械力粉碎成纤维悬浮液，同时除去废纸中的各类杂质，为下一段废纸的脱墨做好准备。目前常用的立式水力碎浆机，其工作程序是：废纸捆经过传送带连续运到碎解机的进料口，纸在机内通过机械的旋转运动被碎解，废纸中夹杂的破布条、绳索、铁丝、塑料膜等杂质经过绞索装置将它们拉成辫状拖出来。较大、较重的杂质，如金属、砂石、玻璃等从底部排渣道排除。在整个过程中，主要影响因素有破浆的温度、转盘的转速和废纸浆的浓度。

（2）废纸的脱墨 脱墨就是将油墨彻底从纸上剥离脱出，也就是说要破坏油墨粒子与纤维的黏附力，为此采用各种方法使连结料皂化并溶解，达到油墨和颜料从纤维上分离的目的。脱墨工艺采用的方法有浮选法、蒸煮法、洗涤法、超声波法，目前使用最广泛的还是浮选法。

浮选法的原理是采用表面活性剂解凝油墨粒子，然后通过体系内的放气管产生的气泡吸附油墨粒子后上浮而将油墨粒子分离，最

后由真空抽除设备将这些附有油墨的泡沫抽去。其主要工艺流程如图 9-1 所示。

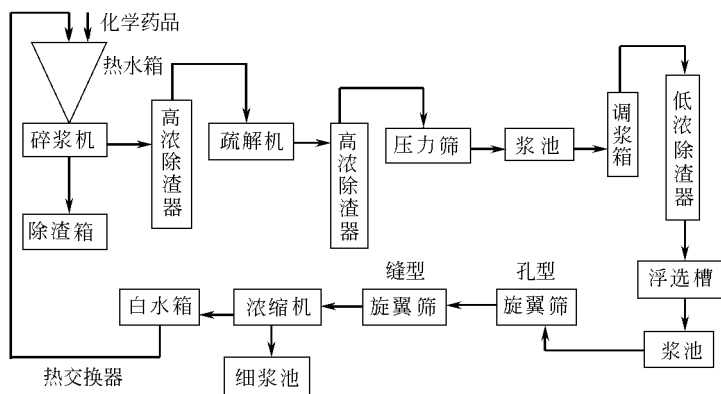


图 9-1 废纸处理重新制浆的主要工艺流程

2. 废弃玻璃制品的回收与利用

废弃玻璃的回收处理与再利用主要有三种：循环复用、回炉熔融再造、直接再加工。

(1) 回收利用 主要是将回收的玻璃瓶进行初步清理分类→水洗→洗涤剂洗→水洗→121℃烘干→消毒→再用。

(2) 回炉熔融再造 此过程主要有三个阶段：初步清洗和清理等预处理；回炉熔融；再生料通过吹制或压制制成各种玻璃制品。

(3) 直接再加工 直接再加工意味着旧材料不必回炉即可直接通过加工转换为可应用的材料。先将回收的破旧玻璃经过清洗分类、干燥等预前处理，然后用机械的方法将它们粉碎成小颗粒，或研磨加工成小玻璃球。一种是直接与建筑材料共同混合搅拌，制成整体建筑预制板；一种是用于建筑材料的表面，使其具有美丽的光学效果；还有一种使直接研磨成各种造型，然后黏合成工艺美术品或小装饰品。

3. 废弃金属包装制品的回收与利用

金属包装制品主要用于易拉罐或大型的不锈钢盛装罐或民用铁

桶等，因此废弃金属包装制品的回收处理方法主要有两种：循环复用和回炉再造。

(1) 回收复用 将各种不同规格，不同用途的储罐钢桶先翻修整理，然后洗涤、烘干、喷漆再用。

(2) 回炉再造 将回收到的废旧空罐、铁盒等分别进行前期处理，然后打包送到冶炼炉重熔铸锭，轧制成铝材或钢材。

4. 废旧塑料的回收与利用

塑料包装废弃物的处理方法主要有回收再利用、焚烧获取能量或重获原料、最后是进行填埋。

(1) 回收再利用 回收再利用是最积极的促进材料循环再使用的方式，是保护资源、保护生态环境的最有效的方法。回收利用又分为回收循环复用、机械处理再生利用、化学处理回收再生。

(2) 焚烧法 焚烧是一种最简单、最方便的处理废弃塑料及垃圾的方法。它是将不能用于回收的混杂塑料及其他垃圾的混合物作为燃料，将其置于焚化炉中焚化，然后充分利用燃烧而产生的热量。焚烧的工艺非常简单，也不需要任何前处理，节省了人力资源，既获得了高价值的能源，又有效地保护了生态环境。从经济的角度看，有时处理一些难分拣的塑料所花费的资金很大，价值却不高，不如焚烧获取大量的能源。但是，焚烧也有不足之处，首先是建设的一次性投资大，费用高。其次，有些塑料在焚烧过程中不可避免地产生二次污染的有害物质，焚烧的灰烬中也残存有重金属及有害物质，因此，在采用焚烧法的同时一定要配建一套处理废气与残渣的系统。还有，它需要有大面积的场地和方便的运输。

(3) 填埋法 填埋法是最消极又最简单的处理废弃塑料的方法，因为，即使是最普通的塑料也要好几百年才会分解消失，所以这种方法是最不理想的。但是它也有一定的优势：它不需要设备，不需大量的投资，方法简单；垃圾深埋处理后短期内不会对地表植物构成危害；可以暂时缓解环境的污染状态。这种方法毕竟是不科学的，也不利于长期的生态发展，且占用了大量的土地，潜藏了大

量的污染源，大大地浪费了再生资源，这是不可取的。

5. 可食用

几十年来，大家熟知的糖果包装上使用的糯米纸及包装冰淇淋的玉米烘烤包装杯都是典型的可食性包装。人工合成可食性包装膜中比较成熟的是 20 世纪 70 年代已工业化的普鲁兰树脂，它是无味、无臭、非结晶、无定形的白色粉末，是一种非离子性、非还原性的稳定多糖。由于它是由 α -葡萄糖苷构成的多聚葡萄糖，因而在水中容易溶解，可作黏性、中性、非离子性的不胶化水溶液。其 5%~10% 的水溶液，经干燥或热压能制成厚度为 0.01mm 的薄膜，它透明、无色、无臭、无毒，具有韧性、高抗油性，能食用，可作食品包装。其光泽、强度、耐折性能都比高链淀粉制得的薄膜好。

最近，武汉市的科研人员研制成一种新型的内包装材料可食性包装膜。该产品是由苕干、土豆、碎米等原料经发酵转化成多糖，然后将多糖延成薄膜。该膜是由葡萄糖连接而成的高分子物质，具可食性、可降解性、无色透明、隔氧性好等特点。作为食品包装膜，其直角撕裂强度、力学强度、透光性等均可达到塑料包装优等膜标准。该膜制成袋后，装奶粉和色拉油不漏油，并可与奶粉共溶于水一起食用。

6. 可降解

可降解材料是指在特定时间、特定环境下，其化学结构发生变化的一种塑料。可降解塑料包装材料既具有传统塑料的功能和特性，又可以在完成使用寿命之后，通过阳光中紫外光的作用或土壤和水中的微生物作用，在自然环境中分解和还原，最终以无毒形式重新进入生态环境中。可降解塑料主要分为合成光降解塑料、添加光敏剂的光降解塑料和生物降解塑料，以及多种降解塑料复合在一起的多功能降解塑料。也有按降解塑料的环境条件分为光降解塑料、生物降解塑料（完全生物降解塑料、部分生物降解塑料）、化学降解塑料（氧气降解塑料、水降解塑料），以及上述三种降解塑料组成的复合降解材料。

八、绿色包装的设计

绿色包装产品又称为环境友好包装或生态包装，对生态环境和人体健康无害，包装产品要从原材料的选择、产品的制造、使用、回收和废弃的整个过程全面衡量，使其符合生态环境保护的要求，并能在自然生态系统保持良性循环。根据这一原则，有些专业人士给绿色包装的设计提出了六个方面的含义。

① 包装设计人员应该尽量采用绿色包装材料并设计寿命的包装材料，能极大地减少包装物废弃后对环境的污染。

② 包装减量化。在包装设计中尽量减少使用的材料，消除不必要的包装，提倡简朴包装，以节省资源。

③ 包装材料单一化。采用的材料尽量单一，不要混入异种材料，以便回收利用。

④ 包装设计可拆卸化。需要复合材料结构形式的包装应设计成可拆卸式结构，有利于拆卸后回收利用。

⑤ 包装材料要能再利用。采用可回收、复用和再循环利用的包装，提高包装物的生命周期，从而减少包装废弃物。

⑥ 包装材料的无害化。规定禁止使用或减少使用含有某些有害成分的包装材料，并规定重金属的含量。

九、环保油墨与绿色印刷

印刷中的油墨对环境的影响是非常大的，而且在用于食品包装印刷时，油墨对人体有害的成分还会直接危害食用者的健康。与油墨相关的环保问题主要有如下几点：油墨中对人体有害的成分；油墨中的溶剂挥发造成的大气污染和臭气问题；排放清洗水性油墨的水任意排放造成的水质污染；排放胶印润版液所造成的水质污染；印刷品以及油墨容器等产业废弃物的处理。

为了从根本上改善油墨对环境的影响，应该从油墨的组成方面入手，即尽量采用环保型材料来配制环保油墨。目前这类环保油墨主要有三类。

① 水性油墨。它与溶剂型油墨的最大区别在于水性油墨中使用的溶剂是水而不是有机溶剂，溶剂型油墨大多以挥发干燥为主，

挥发时有毒气放出，污染四周环境并对人体有害，而水性油墨使用的溶剂是乙醇和水，对环境污染小。

② UV 油墨。它是在一定波长的紫外线照射下能够从液态变成固态的光固化型油墨。它不用溶剂，干燥速度快而彻底，耗能少，无溶剂排放，无需防止印品之间沾污而采取喷粉措施，印刷机和车间环境清洁，无粉尘污染。

③ 水性 UV 油墨。它是目前 UV 油墨领域的一个新的研究方向。普通 UV 墨中的预聚物黏度一般比较大，需要加入活性稀释剂稀释，而目前使用的活性稀释剂具有不同程度的毒性，为此在研制低黏度、低毒性的活性稀释剂的同时，发展水性 UV 墨，采用乙醇作溶剂，将使油墨有好的相容性和粘接性能。

1. 发展无醇印刷和无水胶印技术

当前，减少胶印过程中有机化合物使用量最有效的方法就是发展无醇印刷和无水胶印技术。

自从印刷工艺中使用醇类以来，人们就一直在探索取消使用醇类的方法。因为醇蒸气成为印刷车间危害健康的主要因素，同时醇类会污染环境。目前人们已开发了无酒精润版液，国外已研制出称为 subS-tifiX hd 的醇替代品，经过广泛的试验已证实它是一种对人体和对环境安全的产品。我们知道，醇类最大的作用是降低胶印印版表面张力，使 PS 版的非图文部分润湿良好。因而，发展无醇印刷应从界面化学特性、流变性入手使油墨具有良好的特性。

无水胶印是指不需水溶液润版，而用斥墨的硅胶层作为印版的空白部分，使用特殊油墨来完成印刷的一种平版印刷方式。无水胶印取消了润版液，取消了醇类物质，对环境保护具有重大意义。无水胶印的许多优点是普通胶印方式所无法比拟的，如无水胶印在利用再生纸方面具有重大意义，因为再生纸纤维短，不像非再生纸表面强度大，易受到传统胶印的限制；无水胶印不用润版液，即可保持纸的原有强度，解决了传统胶印对再生纸的发展限制，对保护森林资源、回收废纸意义重大。无水胶印的其他好处还包括印刷准备时间与纸张浪费少（这对在机成像短版数字印刷尤为重要），不存

在对剩余润版液附加物的清除处理问题，在印刷车间空气中只含有较少的挥发性有机化合物等。

无水胶印的出现是平版胶印技术上一次巨大的飞跃。近年来，国外已经开始采用无水胶印，在我国无水胶印方式正在逐渐地被人们所接受，已有少数企业开始对原有胶印设备进行结构调整进行无水胶印，并取得了良好的经济效益，开辟了我国发展无水胶印的先河。虽然无水胶印实际应用的印刷厂还很少，但从环保角度考虑，凡是有利于环境保护的新技术、新材料、新工艺、新设备，今后将有极大的发展前途，潜力是无可估量的。可以预见，无水胶印作为一种先进的印刷方式，随着数字技术的不断发展，在人们不断地探索中最终会发挥其巨大优势，成为人们的必然选择。

2. 发展环保胶印油墨

发展环保胶印油墨目前重在解决胶印的新型溶剂研制和使用问题。对于胶印油墨中使用的芳香型溶剂，在发达国家已引起高度重视，例如日本已停止生产芳香型矿物油溶剂，并由石油公司推出了无芳香成分的油墨溶剂——AF 系列溶剂。受 VOC 排放标准及环境适应性的影响，美国已开始用大豆油（SOY）代替矿物油溶剂作为胶印油墨溶剂，起初大豆油的研制是为了振兴美国的大豆农业和适应 VOC 限制需要，从美国新闻发行协会（ANPA）倡导使用大豆油油墨印刷报纸开始的，现在在美国大豆油墨正在逐步取代以冷凝轮转胶印油墨为主的矿物油油墨，并逐步考虑选择棕榈油代替矿物油溶剂。

另外，胶印工艺中也应推广应用环境性能良好的油墨，如水性胶印墨。水性胶印墨是含有丙烯酸盐连结料的水性油墨，不含矿物油，不含易挥发的有机溶剂，是通过水分蒸发和连结料成分结膜而干燥的，适合在传统的胶印机上印刷使用，特别适用于小尺寸的单张纸胶印机和短版印件。普通胶印机经适当改造也可以运用环保的 UV 油墨。

应当指出，降低润版液中的有机化合物，以及采用脱烃矿物油溶剂和更多的植物油（如大豆油）制造油墨等技术是当今胶印油墨

主要的绿色化发展方向。

3. 发展直接制版技术 (CTP)

迅速推行无软片电镀雕刻工艺，发展直接制版技术 (CTP)，这样可免去以往雕版制版时的复杂工序，提高制版、软片冲洗速度，减少废液排放，降低环境污染。EPiKOs 公司开发的激光雕刻凹版制版机，很好地解决了由此带来的环境污染问题，是一种名副其实的 CTP 雕刻凹版制版工艺。

4. 实现溶剂无苯化和水性凹印墨印刷

凹印生产过程中需大量使用有机溶剂，发展“凹印油墨水性化”对于凹印绿色环保意义重大。凹版印刷主要应用于包装印刷领域，因此凹印油墨必须向无苯型、适应多样化印刷基材方向发展。当前应当有效控制溶剂型油墨的溶剂残存量。溶剂是凹印油墨中重要组成部分，也是塑料薄膜复合黏合剂中不可缺少的材料，其中甲苯等有机溶剂往往会残留在印刷薄膜中，这种印刷品若使用在食品包装中，会带来很大的危害。凹印油墨生产正受到消防法、劳动安全法、卫生法等法规的制约，因此要积极发展符合环保要求的绿色凹印油墨，使用水性油墨是一个必然趋势。

水性凹印油墨于 20 世纪 70 年代广泛应用于包装纸、厚纸板纸盒的印刷中，由于纸印刷中蒸发干燥与吸收干燥较好，因此水性油墨的干燥问题比较好解决，普及得也较早。但包装薄膜印刷中的油墨水性化，时至今日仍未达到真正的实用阶段，这主要是因为水性凹印油墨在塑料薄膜印刷中的干燥问题未得到很好的解决。但可以预见，凹印在薄膜包装材料印刷的水性化方面将成为一个重要的课题。另外，从总体上看，水性凹印油墨迟迟得不到进一步普及的一个重要原因是，如果要保持原来凹印墨的印刷速度和印刷质量，不仅要增强现有凹印干燥机的性能，并且必须配备高精度的浅穴印版（减少用墨量、提高干燥速度）等，而整个印刷系统的改善需要相当的投资。

另据报道，由湖南晶鑫科技股份有限公司和香港叶氏油墨公司联合开发了一种“GL 凹版醇溶性复合塑料油墨”，它是一种醇溶

性硝化纤维树脂与其他高级树脂拼合而成的环保型油墨产品，具有低气味、不含苯等特点，这类环保油墨的产生必将提高凹印在包装印刷领域的竞争力。

5. 发展凹印连线加工

1998 年赛鲁迪公司生产了一台 10 个印刷单元、3 个以上干法复合单元（无溶剂复合正在取代有溶剂复合，特别是以聚丙烯为基材的复合。因为无溶剂复合工艺宜于降低成本，而且由于无需在复合机上配通风系统，因而机器结构简单，使用时节能，并且不存在溶剂挥发问题，节省资源，保护环境，因此干复合工艺是未来复合包装发展的主旋律）、1 个无溶剂复合单元及 1 个废气处理室的软包装凹印机。连线复合在国内凹印机上还没有使用，主要是因为规模和产品批量较小。

当前对环保非常重要的很多印刷单元在国产凹印机上还未运用，这些单元主要是：全封闭型印刷单元，可防止溶剂向周围环境挥发，提高了凹印机的环境性能，既改善了环境，又便于回收利用；预清洗系统，在凹印机上使用压力溶剂，对印版滚筒墨膜进行清洗，可大大减少溶剂的挥发和人工清洗工作量，另外，可采用超声波凹印滚筒清洗系统，以减少溶剂的使用量；溶剂回收装置，其主要是采用活性炭吸收生产中产生的溶剂气体，由于苯溶剂气体不允许排出室外，必须 100% 的回收，该装置可将回收的溶剂再利用以降低溶剂的成本。此外，国外先进厂家一般都充分考虑了凹印机对不同油墨的适用性，使其能够长期适应油墨发展变化的情况，满足越来越严格的卫生环境要求，其生产的凹印机既适用于溶剂性油墨，也适用于水性油墨，不难理解，这种机型对于材料选用、干燥等有更高的要求。

总之，凹印在环保发展上应注重以下几个方面：全自动凹印滚筒电镀加工；迅速推行无软片电镀雕版工艺；光聚物薄卷筒凹版工艺；包裹在滚筒上的环绕式凹版的发展；数字化快速打样；凹版印刷机应朝着多用途、多色、高速、自动化、联动化、环保化方向发展；实现水性凹印墨印刷，有效控制溶剂墨印刷的溶剂残存量。

十、我国积极发展绿色包装

(一) 积极开发绿色包装材料

出口商品的包装材料只有符合进口国的规定，才能被准许输入该进口国，否则进口国海关将不放行。许多国家以法规形式对进口商品的包装材料进行限制或进行强制性监督和管理。例如：美国规定进口商品包装不得用稻草，否则将被强行烧毁；新西兰农渔部规定进口商品的包装不得为干草、稻草、竹席等。为此，我国做了许多工作。一是避免使用含有毒性的材料。包装容器或标签上所使用的颜料、染料、油漆等应采用不含重金属的原料，作为接合材料的黏合剂，除应不含毒性或有毒成分外，还应在分离时易于分解。二是尽可能使用循环再生材料。目前国际上使用的可循环再生材料多是再生纸，以废纸回收后制成的再生纸箱、模制纸浆、峰浆纸板和纸管等。三是积极开发植物包装材料。植物基本上可以延续不息地重产繁殖，而且大量使用植物一般不会对环境、生态平衡和资源的维护造成危害，受到国际包装市场青睐。四是选用单一包装材料。这样不必使用特殊工具即可将材料解体，还可以节省回收与分离时间，避免使用黏合方法而导致回收、分离的困难。

(二) 在环境标志方面向国际靠拢

ISO 14000 环境管理体系国际标准规定对不符合该标准的产品，任何国家都可以拒绝进口，从而使不符合标准的产品被排除在国际贸易之外。我国的环境标志制度产品种类较少，远不能满足对外贸易发展的需要，只有顺应这一国际潮流，采用积极有效的手段迎头赶上，才能从根本上保护我国的外贸利益。在典型引路的同时，普及这项标准体系。此外还应及早研究国际环境标准，可以通过行政立法程序将该国际标准转化为国家标准，在全国范围内推广使用，与该国际标准有关的国内配套法规亦应尽早制订。

(三) 包装设计方面要突出环保内涵

设计者必须调查国际市场对环保包装的具体要求，例如出口国有关环保包装的法规、消费者环保消费观念的深度、绿色组织活动、环保包装发展趋势等，以便在包装设计时充分考虑这些因素。

另外在包装设计中还应考虑突出环保营销的标志，这种标志不同于环境标志，可由制造商、供应商或批发商自行设计，用以表示某种商品上有特定的环境品质以取得消费者的好感，达到扩大营销的目的。

十一、我国包装企业实现绿色包装的主要措施

根据 ISO 14000 系列标准，包装厂商要实现“绿色包装”，必须进行以下工作。

① 包装厂商要建立环境管理体系。建立“环境管理体系”(EMS)，是包装公司、企业走向绿色包装的第一步，正如 ISO 9000 要求建立“质量体系”一样。它的任务是制订和实施环境方针、策划环境活动、实施环境管理进行监督和检查等。管理体系的核心要素有公司的环境方针、环境策划、实施运行、检查纠正和管理评审等五点。管理体系将保障企业实现“绿色包装”的目的。企业制订的环境方针、目标和活动计划应与自身的属性、规模、生产(活动)、产品和服务对环境的影响是适当的；并有节省资源、防止污染和遵守有关法规等项的承诺。

② 包装企业要通过环境认证。根据 ISO 14000 要求，各包装企业必须通过“环境认证”(EA)，确保企业符合 ISO 14010~19 标准的要求。质量认证侧重产品的自身质量，而环境认证则侧重产品的“环境质量”。对于包装厂家而言，光有“节省资源、减少污染、回收再用”是远远不够的，企业必须有 EMS 体系并通过国家权威机构的认证。我国一些厂家已经通过环境认证。

③ 包装物应有环境标志。环境标志(EL)就是通常所说的“绿色标志”，今后在全球实行的是由 ISO 推出的三种环境标志——Ⅰ型、Ⅱ型和Ⅲ型。ISO 14000 规定的Ⅰ型标志叫“生态标志”，它是根据各个国家的生态情况而定，因而在发达国家与不发达国家之间会有较大的差异。Ⅱ型标志是企业“自我声明”式的“信息标志”，企业将自己的环境方针、环境数据与信息以标签方式向社会公开，接受社会监督。Ⅲ型标志是产品的环境“质量标志”，用具体的数字指标和线段同时进行标示，较为直观方便。各国政府

机构将向用户或消费者推荐有“环境标志”的产品、包装。

④ 包装企业要由有关部门对自身的环境行为和环境影响进行评估，称之为环境行为评价（EPE），其结果用“环境行为指数”（EPIS）来表征。评价结果将帮助包装企业选择节省资源、防止污染、利用新技术和新的管理系统，从而迈上新台阶。

⑤ 包装产品要进行寿命周期评价。所谓寿命周期（life cycle）是指“产品（包装）从材料开采→加工制造→流通使用→回收利用→废弃处理”“从地球中来再回到地球中去”的全过程，亦译作“生态循环”或“生态圈”。制造任何一种产品，必先“投入”材料、能源、人力等，然后产出“产品”。这个“产品”必然包括需要的产品和废物、排泄物等。因此，ISO 14000 要求包装企业必须对包装进行上述“全过程”的寿命周期评价（LCA），以便进行“全过程”的控制，采取“零污染”或“清洁工艺”，生产出“绿色产品”，达到“绿色包装”的标准。

十二、国外发达国家发展绿色包装的主要措施

目前，在国际上绿色包装制度已成为发达国家设置绿色标准的主要内容之一。绿色包装制度就是要求进口商品包装要节约能源、用后易于回收或再利用、易于自然分解、不污染环境、保护环境资源和消费者健康。根据这一制度原则，近十几年来，发达国家相继采取措施，制订含有明确环保措施的关于包装的法律和指令，主要有以下几种。

① 以立法形式规定禁止使用某些包装材料。如立法禁止使用含有铅、汞和铜等成分的包装材料；不能再利用的器具；没能达到特定的再循环比例的包装材料。

② 建立存储返还制度。许多国家规定，含酒精饮料及软饮料一律应使用可循环使用的容器。有些国家（如丹麦）要求，若不能达到这一标准，则拒绝进口。

③ 实行税收优惠或罚金。即对生产和使用包装材料的厂家，根据其生产包装的原材料或使用的包装中是否安全或部分使用可以再循环的包装材料给予免税、低税优惠或征收较高的税赋，以鼓励

使用可再生的资源。

另外，欧洲和美国在包装废弃物的回收和处理方面也制订了相对完善的规定。德国在这方面走在了世界的前列，该国于 1991 年颁布的德国包装法，用国家法令的形式，规定了销售包装再循环率，对包装废弃物的回收、处理作了明确而严格的规定，提出了“谁污染、谁治理”的原则。法国一项关于家用包装废弃物的法令借用了德国的原理，规定：包装食品的制造商或进口商必须对家用废弃物的回收负责。他们或加入由政府支持的工业系统组织中去，或建立自己的回收系统，或参加一个存放计划。它没有制订特别的指标，所以在执行时更加灵活。这就是被欧洲其他国家视为楷模的法国系统。美国对城市固体废弃物的回收、利用，按照完全不同的方式进行。它更强调按照市场机制运行，强调对所有垃圾进行处理，而不仅仅致力于包装废弃物的处理；制订总的、有重点的再循环目标，而非针对每一种材料制订不合理的再循环比例和期限。

绿色包装作为一个完整独立的绿色系统应该符合以下要求：一是有一套绿色程序设计方案，包括整个系统中各个子系统的工程内容、实施方案、工艺路线等；二是具有一套完备的绿色生产设备以及绿色保证的环保系统；三是具有一套完善的绿色管理系统和方案，包括所有环节的管理和监控措施。

绿色包装的评估体系是国际环境管理系统 ISO 14000 中的 ISO 14040 产品的生命周期评估。

生命周期评估（LCA）能够对任何一个复杂的涵盖多个领域的系统各生命阶段做出环境影响的定性、定量的统一评估标准，并通过具体系统分析比较给出全面综合性的评价，以验证一个产品是否符合绿色产品要求，是否符合国际标准，为产品的开发、推广、生产提供信息支持。

食品包装的“绿色革命”是一项国际性的大事业、大变革。它将是新世纪人类生活的共同追求，也将是未来全球食品业发展的一个共同主题和重要特征。这种世界范围内的食品包装业的“绿色革命”，必须采用 ISO 标准。

可以预见,“绿色革命”必将是新世纪全球包装业重要的主题,也是新世纪包装业发展的显著特征。21 世纪将是一个绿色的世界,也将是一个绿色包装的世界。中国的包装业必须迎头赶上世界的“绿色浪潮”,以迎接“入世”后的挑战,确保在 21 世纪的世界市场上取得主动。

第二节 纳 米 包 装

一、纳米技术的概念

“纳米”是英文 nanometer 的译名,是一种度量单位,是十亿分之一米,约相当于 45 个原子串起来那么长。而纳米技术也就是在纳米尺度(1~100nm 之间)研究物质的相互作用和运动规律,以及在实际应用中利用这些规律的多学科的科学和技术。其基本含义是在纳米尺寸范围内认识和改造自然,通过直接操作和安排原子、分子创造新的物质。

纳米科学技术是以许多现代先进科学技术为基础的科学技术,它是现代科学(混沌物理、量子力学、介观物理、分子生物学)和现代技术(计算机技术、微电子和扫描隧道显微镜技术、核分析技术)结合的产物,纳米科学技术又将引发一系列新的科学技术,例如纳米电子学、纳米材料科学、纳米机械学等。纳米科学技术被认为是世纪之交出现的一项高科技。

从迄今为止的研究状况看,关于纳米技术分为三种概念。

第一种是 1986 年美国科学家德雷克斯勒博士在《创造的机器》一书中提出的分子纳米技术。根据这一概念,可以使组合分子的机器实用化,从而可以任意组合所有种类的分子,可以制造出任何种类的分子结构。这种概念的纳米技术未取得重大进展。

第二种概念把纳米技术定位为微加工技术的极限。也就是通过纳米精度的“加工”来人工形成纳米大小的结构的技术。这种纳米级的加工技术,也使半导体微型化即将达到极限。现有技术即便发展下去,从理论上讲终将会达到极限。这是因为,如果把电路的线幅变小,将使构成电路的绝缘膜变得极薄,这样将破坏绝缘效果。

此外，还有发热和晃动等问题。为了解决这些问题，研究人员正在研究新型的纳米技术。

第三种概念是从生物的角度出发而提出的。本来，生物在细胞和生物膜内就存在纳米级的结构。

纳米技术包含的主要方面为：纳米材料学（nanomaterials）；纳米电子学（nanoelectronics）；纳米动力学（nanodynamics）；纳米生物学（nanobiology）和纳米药理学（nanopharmics）。

从纳米技术研究的尺度范围来看，研究纳米技术的方法可以采取“从小到大”（bottom up）和“从大到小”（top down）两种方式。“top down”的方式是利用机械和蚀刻技术制造纳米尺度结构。而“bottom up”是应用一个原子一个原子或一个分子一个分子创造有机和无机结构。“top down”或“bottom up”可以用来衡量纳米技术发展的水平。

纳米科学技术使人类认识和改造物质世界的手段和能力延伸到原子和分子。其最终目标是直接以原子、分子及物质在纳米尺度上表现出来的新颖的物理、化学和生物学特性制造出具有特定功能的产品。这可能改变几乎所有产品的设计和制造方式，实现生产方式的飞跃。因而纳米科技将对人类产生深远的影响，甚至改变人们的思维方式和生活方式。

二、纳米包装技术概述

20 世纪 90 年代，世界高科技领域开发了新的纳米技术。由于该技术的特殊性、神奇性和广泛性，吸引了世界各国的许多优秀科学家纷纷为之努力拼搏。社会学家亦认为，划时代的“纳米技术”可与 18 世纪的“工业革命”相媲美，将会引起一场新的“产业革命”。由纳米技术制造的奇特功能包装材料，亦引起了世界包装专家的关注。2001 年 10 月中旬，我国“首届纳米技术包装应用研讨会”召开，拉开了我国纳米包装应用的序幕。

从社会发展的角度看，纳米包装和绿色包装相似。绿色包装旨在改变人们的传统观念，充分利用包装材料的综合特性，注重生态平衡，使之极大地有利于环境和人类社会。而纳米包装则是改变人

们的传统技术，最有效地利用原子、分子赋予材料的高新特性，注重节约资源，使之极大地有利于人类社会。纳米技术成了最近十年来最新兴的综合科学技术。

（一）纳米包装技术

纳米技术是以 $1\sim 100\text{nm}$ 为特定细微范围作为研究对象的理论研究和应用研究的总汇。在包装领域，我们形象一点来说，如果一种包装薄膜厚度为 $50\mu\text{m}$ ，我们再在厚度方向把它平均剖分为 5000 张薄膜，那么每层薄膜的厚度就是 1nm 。

纳米（包装）材料按结构可分为四类。晶粒尺寸至少在一个方向上在几个纳米范围内者称为三维（3）纳米材料；具层状结构者称二维（2）纳米材料；有纤维结构者称一维（1）纳米材料；具有原子簇和原子束结构者称零维（0）纳米材料。

自 1991 年 Glener 等人率先制得纳米材料以来，经过十多年的发展纳米材料有了长足的进步。如今纳米材料种类较多，按其材质分为纳米金属材料、纳米陶瓷材料、纳米半导体材料、纳米复合材料、纳米聚合材料等。它们或多或少在包装领域有所应用。例如纳米高阻隔密封包装材料、纳米防静电包装材料既有比原材料好的高性能，又可以在常规下进行加工，还具有高的表面光泽度，为我们的应用提供了良好的前景。纳米材料由于纳米级晶粒、高浓度晶界和晶界的原子状况三方共同造就了其性能优于一般材料的优点。

所谓纳米包装材料，就是用晶粒尺寸为 $1\sim 100\text{nm}$ 的单晶体或多晶体材料与其他包装材料复合制成的纳米复合包装材料。由于纳米级晶粒比常规材料的晶粒细小，因而其晶界上的原子数多于晶粒内部的原子数，形成高浓度晶界，从而赋予纳米材料以许多不同常规材料的性能，诸如高强度、高硬度、高电阻率、低热导率、低弹性模量、低密度等。

（二）纳米复合包装塑料

1993 年，日本丰田公司开发的 PA6 纳米复合包装材料的问世引起人们极大的关注。研究表明，传统的复合包装材料与纳米复合包装有很大的不同。一般而言，纳米复合材料是分散相尺寸为 $1\sim$

100nm 复合的材料体系，显而易见，其分散相尺寸比传统的分散相尺寸（1~1 μ m）要小 100 倍，纳米体系更加细微、更加分散。聚合物基的纳米复合材料包括两大体系：一是分子复合材料体系。二是无机超微粒子复合体系。纳米 LCP/PI 复合包装材料属于前类，而纳米炭黑/PE 防静电复合包装材料属于后一类。

就包装领域而言，近几年来，国外研究得最多的纳米复合材料是聚合物基纳米复合材料。常用的纳米材料有金属、无机物、聚合物等无机系和有机系成分。高分子纳米复合材料包括分子复合材料体系和无机超微粒子复合体系两大类，前者是把刚性高分子如 LCP 以分子水平（10nm 数量级）分散在柔性高分子基体中，后者是把无机超微粒子以单层片状或层状的形态分散在柔性高分子基体中。最终制成纳米复合包装材料。

（三）纳米复合工艺技术

纳米复合材料的制法有多种，诸如插入法、合成法、直接分散法、熔融共混法等，1993 年日本首先研制成功的纳米复合包装材料“PA6 纳米复合包装材料”就是采用第一种方法的典型例子：首先制得纳米级蒙脱石粉，然后以层状方式与己内酰胺单体混合，之后再把它们聚合成聚酰胺纳米复合材料基体，最后根据需要制成包装薄膜或其他形状的容器。蒙脱石粉以单层形式加入分散，每层厚度约 1nm，长度为 100nm，分子量约为 2×10^6 。这样制得的纳米复合 PA 包装材料的性能比常规复合 PA 要高出许多，引起了人们极大的关注。

（四）纳米包装高新技术

随着 21 世纪包装对特种功能需求的增加，诸如防爆包装、防电磁包装、迷彩包装、高阻包装、隐身包装、防雷达包装等要求的出现，促进了纳米包装技术的发展。由纳米材料复合而成的纳米复合包装材料就成了我们所需要的一类高新材料，它不仅大大提高了原材料的性能并赋予新的功能，而且亦拓展了原材料的应用范围和美好前景，还节省了稀缺资源。

新世纪的高新包装技术要依赖结构设计，还要采用高新材料。

日本利用纳米技术新近制成一种金属板材，由于在板材的表面覆盖一层单分子有机膜层使板材性能大大提高，涂膜的剥离强度提高了100万倍，有机涂层与金属材料“合二为一”，其他的物理化学性能亦有大幅度增加。这种单分子厚度的膜层还可用于陶瓷、玻璃、塑料等基体，用以增加强度、改善性能，制造包装容器。

国外现今用于包装的新型高分子纳米复合包装材料已有多种，诸如纳米蒙脱石粉/PA类、纳米炭黑/PE类、纳米 SiO_2 /PP类、纳米LCP/PI类、纳米型黏合剂等。以上述例子为例，纳米复合PA包装材料与普通复合PA包装材料相比较，性能大为提高，材料的拉伸强度和拉伸模量提高为110MPa和2.1GPa，热变形温度增加是PA的250%，热膨胀系数是原来的60%，吸水率则有大幅度降低。它既可用于太空包装，亦可用于食品包装，还可制造高级机械零部件。

而纳米型高分子聚合物导电包装材料（用于防静电包装、防电磁包装等）不仅导电能力极大提高，外观颜色亦有多种变化，而且其他物理化学性能亦大为增强。一种超级聚合物TSOP系由ERP/PP/PE/滑石粉纳米复合而成，硬度高、耐热性好、抗冲击性高，可用作导弹包装材料。

此外，信息产业、国防工业等领域中的一些难题可望借助纳米技术解决。例如磁记录材料是不透明的，而纳米 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁带（磁卡）具有很好的透光率。纳米光盘将使信息储存量大大增加，1张纳米光盘可以储存北京图书馆的全部资料，而用10nm左右的纳米 SiO_2 、 TiO_2 等粒子复合的高档薄膜，透明性好，正是包装界极需要的新品种。此外，纳米材料可用以吸收红外线、紫外线、雷达波等，在军品防护包装上有很好的应用前景。

三、纳米技术在印刷和包装领域的应用

目前纳米科技研究主要在纳米材料方面。当材料粒子进入纳米级粒子时，本身就具有量子尺寸效应、小尺寸效应、表面效应和宏观量子隧道效应等特性。由于纳米粒子的尺寸已接近光的波长，加上其具有大表面的特殊效应，其所表现的特性如熔点、磁性、光

学、导热、导电特性等往往不同于该物质在整体状态时所表现的特性。

纳米技术在印刷领域的应用如下。

1. 纳米纸

传统纸张所用的树木、竹、麻等纤维较粗，而漆料、填充物的颗粒较大，令普通纸具有怕水、怕潮等缺点，柯式印刷纸和静电复印纸虽有防水、防潮等功能，但书写不便。纳米技术在造纸业应用日益广泛。目前木纤维只能加工到微米（100~1000nm）的水平，由于木材的细胞直径相对较粗，通过木材纳米技术可改变木材细胞结构和控制细胞生长，就可能改变木材的特性。将木材加工到纳米级，木材原来的细胞结构将被破坏，纤维组织结构发生变化，纤维素、半纤维素和木素可在加工过程中用机械方法分离，这样就可以大大提高制浆率和降低制浆造纸工业对环境的污染。

在造纸涂料中，将纳米碳酸钙应用于涂布白纸板涂料中能有效改善白纸板的性能。纳米碳酸钙的加入有利于涂层的几种重要性能指标的提高，如 IGT 值、K&N 油墨吸收性、平滑度等。

目前，纳米技术在造纸工业中的利用已开始进入实用性生产，例如：河南银鸽公司和华中师范大学纳米科技研究院采用国际最先进的纳米技术，在普通纸表面制备纳米结构层，成功研制防水纳米纸。它除保持纸张原有的书写、复印功能，还具有普通纸不具备的超级疏水性和防潮、提高印刷表面强度、降低伸缩率的特殊性能。

2. 纳米油墨

油墨细度与印刷品质量有密切关系。油墨细度越好着色力越强，印刷品的网点也越清晰和饱满有力。国内近来被科技部评为国家重点新产品的纳米级透明氧化铁系列颜料已开发成功。纳米金属微粒可吸收全部光波而使自身呈黑色，同时对光亦有散射作用。将纳米金属微粒添加到黑色油墨中，可提高黑色油墨的纯度和密度。半导体纳米粒子表面经化学修饰后，粒子周围的介质可强烈影响其光学特质，表现为吸收光谱发生红移或蓝移。如把它们分别加入黄色和青色油墨中制成纳米油墨，可增加黄墨和青墨的纯度，令印刷

品层次更丰富。如今，借助高新技术可将油墨中各种成分（树脂、颜料、填料等）制成纳米级原材料，因它们高度微细而具有很好流动与润滑性，可达到颜料用量少而遮盖力高的效果。若用于 UV 油墨中，可加快固化速度，并消除墨膜的收缩起皱现象。纳米级炭黑具有导电性，对静电有很好的屏蔽作用，若加入油墨便可制成导电油墨。在导电油墨中将如 Ag 制成纳米级而代替微米级 Ag，可节省 50% 的 Ag 粉，这种墨可直接印在陶瓷和金属上，墨膜层薄且均匀光滑；若将 Cu、Ni 材料制成 $0.1\sim 1\mu\text{m}$ 的超微颗粒，可代替钯与银等贵重金属导电。将纳米与防伪技术结合，将开辟防伪油墨另一个广阔天地。

有些纳米粉微粒可自己发光，如 $(-\text{N}=\text{N}-)$ 纳米微粒等，经几分钟光照就能在黑暗中自行发光 12~24h 以上，其发光强度和维持时间是传统荧光材料的 30 倍以上，且材料本身无毒、无害，不含任何放射性元素。又因纳米微粒具有很好的表面湿润性，它们吸附于油墨的颜料颗粒表面，可大大改善油墨的亲油性和可湿润性。

3. 纳米包装材料

纳米技术对包装产品进行纳米合成、纳米添加、纳米改性，使其具备纳米结构、尺度等包装新特性。近年来研究最多的是聚合物基纳米复合材料。如纳米复合塑料包装材料，它与传统塑料包装材料相比，可塑性、耐磨性、硬强度等性能都有明显提高。此外，聚酯 PET 和 PBT 纳米塑料亦具有阻燃性能、阻隔性较纯等特点，可代替价格较高的 PBT 树脂，符合包装食品要求。

4. 纳米陶瓷网纹辊

所谓纳米陶瓷，是指显微结构中的物相具有纳米级尺度的陶瓷材料，从而令材料的强度、韧性和超塑性大幅度提高。我们知道，激光雕刻的陶瓷网纹辊目前在柔版印刷中应用非常普遍，它被认为是柔版印刷提高质量的关键所在。窄幅柔性版印刷机和 UV 油墨柔印机，几乎已全部采用陶瓷网纹辊。从柔印发展来看，陶瓷网纹辊最终将全部淘汰金属网纹辊。英国著名材料专家 Cahn 指出纳米陶瓷是解决陶瓷脆性的战略途径。对柔版印刷用的网纹辊来说，用

等离子热喷涂工艺加工网纹辊时，要求在基材表面喷涂出高质量的陶瓷涂层，涂层硬度范围须为 HV300~1300，一般孔隙率必须低于 1%，对高于 1200 线的网纹辊，其孔隙率须低于 0.5%，且要保证涂层结构均匀、高硬度、高密度等。而纳米陶瓷中的纳米特性能改善陶瓷硬度、韧性、耐磨度，这就为雕刻优良的网纹辊打下基础。

总之，纳米作为近年来研究发展迅速的高新技术，它在印刷领域的应用也将和其他领域一样，在深度和广度上不断发展。

纳米技术在包装领域中的应用目前尚未被人们所重视，其实纳米技术在包装领域中具有广阔的应用前景，在包装材料、包装技术中，纳米技术的价值将不可估量。就纳米技术的神奇功能与特性，可从如下几个方面加以分析。

1. 消除静电提高包装与印刷速度和效果

金属纳米微粒具有消除静电的特殊功能。我们可以利用纳米技术的这一特性，将纳米微粒涂覆在包装与印刷材料表面，以消除在高速全自动包装机或印刷机上输送包装与印刷材料时所产生的静电，从而大大提高包装与印刷速度。另外，由于静电的消除，使得包装与印刷材料表面不再吸引灰尘，而使得材料表面不再沾灰尘增加摩擦导致擦伤，同时也使印刷表面无静电吸尘而提高印刷效果。因此，纳米技术可通过其静电消除特性而大大提高包装与印刷效果。

2. 消毒杀菌提高包装品质和增加货架寿命

在包装材料（如塑料及复合材料）中加入纳米微粒，使其产生了除异味、杀菌消毒的作用。现在我们一些企业就是利用这一技术特性，将纳米微粒加入到冰箱材料（塑料）中，生产出了可抗菌的冰箱，使存放于冰箱内的食物大大延长了保存期，使用户不用过于担心食品腐败。同样也可将纳米微粒加入纸、塑及复合材料中用于包装食品，可提高包装食品的货架寿命。

3. 取代传统化学颜料生产高级印刷油墨

早在 1994 年美国的马萨诸塞州 XMX 公司已申请并获得了

一项用于生产印刷油墨的、颗粒均匀的纳米微粒的专利。该公司正准备设计制造一套商业化的生产系统，不再依靠化学颜料，而是选择适宜的纳米微粒来得到各种颜粒，以生产高级印刷油墨。纳米技术为生产高档印刷油墨创造了条件。

4. 使易脆而无毒的包装容器赋予了韧性

陶瓷容器与玻璃容器是两大传统的包装容器，由于它们具有无毒、密封和表面光洁等优点，已在包装产业中占有重要的地位，只因它们有易脆不便搬运的缺点，而今已被部分金属包装所取代。近些年来，西欧、美国、日本等国家研制纳米技术，将纳米微粒加入陶瓷或玻璃中，得到了富有韧性的陶瓷或玻璃材料。例如英国把纳米氧化铝与二氧化锆进行混合，在实验室已获得高韧性的陶瓷材料。又如，日本将氧化铝纳米颗粒加入到普通玻璃中，明显改变了玻璃的脆性。这些技术的突破，使为陶瓷和玻璃增韧而奋斗将近一个世纪的科学家们见到了希望，也为我们重振陶瓷包装与玻璃包装产业带来了新的希望。

5. 使防伪包装进入一个崭新阶段

纳米材料具有优越的敏感性，在温敏、气敏、湿敏等方面具有广阔的应用前景，它在防伪包装上加以利用与开发，将会使防伪包装技术进入一个崭新的阶段。

可以利用纳米微粒的敏感性，分别制取温（热）敏材料、气敏材料和湿敏材料，然后用作防伪包装。

一般金属微粒是黑色，具有吸收红外线等特点，而且表面积巨大，表面活性高，对周围环境敏感（温、热、光、湿度等）。因此，当把具有这些特性的纳米微粒加入包装材料中，或制成涂料或上光剂涂布于材料表面，用于产品包装。人们在选择商品时便可通过热度、光线或湿度加以鉴别，从而达到防伪目的。这也就是说利用纳米技术可实现色彩防伪、理化效应防伪等目的。

6. 使保鲜包装效果更佳和工艺简单化

目前，研究和开发的保鲜包装效果不佳且工艺十分复杂，在包装操作和储运过程中相对成本较高。采用纳米技术后，这些问题将

迎刃而解。

我们在研究果蔬新鲜食品的保鲜包装时发现，有一种加速果蔬变质腐烂的气体物质，这种气体物质就是乙烯。在保鲜包装中，果蔬释放出乙烯，当乙烯达到一定浓度后，果蔬会加速腐烂，因此，在保鲜包装中应设法加入乙烯吸收剂，以减少包装中的乙烯含量而提高保鲜效果和延长货架寿命。但试验表明，目前所寻找到的乙烯吸收剂效果不理想，从而使得保鲜包装的研究遇到了难题。而正好纳米级 Ag 粉具有对乙烯氧化的催化作用，也就是纳米 Ag 粉可作为乙烯氧化的催化剂。在保鲜包装材料中加入纳米 Ag 粉，便可将果蔬食品释放出的乙烯加速氧化，减少乙烯含量，从而达到良好的保鲜效果。用作氧化催化剂的纳米微粒主要有 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 、 Co_3O_4 、NiO 以及 Pt、Rh、Ag、Pd 等。

利用纳米技术制作的包装容器具有保洁杀菌保鲜功能。例如纳米 TiO_2 在可见光的照射下对碳氢化合物有催化作用，利用这一效应可在玻璃、陶瓷等材料表面涂覆一层纳米 TiO_2 ，可产生很好的保洁杀菌作用，日本在这方面已做了成功的实验。只要在玻璃、陶瓷材料表面涂上薄薄一层纳米 TiO_2 ，任何玷污在其表面的物质，包括油污、细菌等在光的照射下由于 TiO_2 的催化作用，使这些碳氢化合物进一步氧化而变成气体或者很容易被擦掉的物质，同时有明显的杀菌作用。

7. 纳米技术可使塑料类包装材料性能大大提高

纳米微粒对紫外线有吸收能力。塑料包装制品在紫外线照射下很容易老化变脆，如果在塑料包装材料表面涂上一层含有纳米微粒的透明涂层，这种涂层在 300~400nm 范围有很强的紫外线吸收性能，这样就可以防止塑料包装的老化，而大大增加塑料包装的用途（如外包装、大型设备的裹包等）和寿命。

目前对紫外线吸收好的包装材料有两种：一种是 30~40nm 的 TiO_2 纳米粒子的树脂膜；另一种是 Fe_2O_3 纳米微粒的含醇树脂膜。前者对 400nm 波长以内的紫外线光有极强的吸收能力，而后者对 600nm 波长以内的紫外线光有良好的吸收能力。纳米技术的这种

光吸收材料将成为传统包装材料的良好替代产品，为包装材料的改性和功能保护创造了技术条件。

8. 使包装容器的加工性能大大提高

我国各类饮料及食品包装用的金属罐，国产材料一直存在着韧性差和延展性差，加工易于产生裂纹等技术问题，使得我们很多金属包装容器（罐、盒、桶、筒等）所用原材料需要进口。如果采用纳米技术后，在制罐金属材料中加入纳米微粒，可使其韧性和延展性大大提高，使包装容器的成型加工工艺大大简化，并提高其可靠性和成品率。

四、纳米包装应用前景

在 21 世纪，纳米科技是“创造”高性能、高效比、高功能等高新包装的最新技术，因此纳米复合包装材料有着强劲的发展动力和广阔的应用前景。例如在聚合物中加入 10% 的纳米 TLCP（热致液晶聚合物）就会使材料的拉伸强度提高到 470MPa，从而大大拓展了用途。

信息社会更需要纳米技术和纳米材料，它可能使纳米型光盘早日出现。此类新光盘的信息储存量将是现在光盘的 100 万倍，对于未来的科学发展和信息社会具有重要的意义。

在新世纪纳米技术将对人类生活和社会进步做出新的贡献。纳米技术除了向家电、纺织、食品、化妆品、橡胶、建材、陶瓷、医药、环保等日用工业部门大举进军外，亦在向汽车、航空航天、国防工业等领域前进。例如纳米型 PA、PP、PE、B、PET、PEN、PBT、LCP 等复合材料（添加不同的纳米材料）已经用于汽车、飞机、宇航、船舶之中，其中一些亦用于无菌包装、抗菌包装、除臭包装、高阻包装中，还有的可用于特种包装诸如防静电包装、防电磁包装、防爆包装、隐身（隐形）包装、危险品包装等方面。在包装领域应用的程度与多寡将取决于纳米复合材料的生产规模、材料成本、包装用途和包装物品等各种因素。世界未来学家乐观地预计，纳米技术在今后二三十年内将从根本上改变人类的生活环境和生活方式。号称“第三代”的纳米胶黏剂，性能好，可粘接金属、

非金属、高分子等各种材料，其应用范围十分广泛。纳米塑料在包装领域的应用还将取决于纳米复合材料的生产规模、材料成本和包装物品等各种因素。不久的将来，越来越多的物质将会按照人的意志去改变，越来越多的高新包装将会出现在我们面前。它为我们包装行业带来了美好的希望和光明的前景。

第十章 保鲜包装技术

食品包装是一个古老而又现代的话题，也是人们自始至终在研究和探索的课题。无论是远古的农耕时代，还是科学技术十分发达的今天，食品包装随着社会的进步和科学技术的发展而显得变化神速、日新月异。

保鲜包装技术是指在规定的存储条件下，采取有特殊性能的包装材料或者特殊结构的容器包装水果、蔬菜等食品，或在此基础上对食品进行必要的物理、化学处理，使其在一定时期内保持所具有的色、香、味的防护包装技术。

如前所述，对食品的真空、充气、脱氧、无菌等包装技术均可以起到保鲜作用，而这里的所讲的保鲜包装是指通过包装的方法实现产品的保鲜，不采用杀菌和充气等方法获得保鲜效果，也就是为了保鲜而采用的包装。和以前的包装技术相比，目的虽然相同，但方法和手段有别，应用场合也不同，保鲜包装必须借助于包装材料与包装技术。因此保鲜包装常用的方法有使用特殊的保鲜材料作包装袋以及采用保鲜溶液和保鲜薄膜处理食品等。

第一节 概 述

一、保鲜包装的产生和发展

古时候，人们为使食物得以长期保存或便于携带，将食物装入树叶或树藤制成的篮中，或装入瓦罐，或装入竹筒里。南方民间常用新鲜荷叶来包裹熟肉，这种食品包装既能实现方便目的，又可使肉在食用时带来一丝淡淡清香。我国几千年来一直沿用竹叶包粽子，到包装新材料新技术迅猛发展的今天仍在沿用，这种包装既体现了一种别致的造型，又方便携带，还容易储藏。还有用于酒包装的陶坛，几十年乃至几百、上千年不会发生变质，且越久越香，因

而有“酒是陈年的好”之说法。

食品包装已发展成为一项工程技术，在科学技术迅速发展的今天，包装材料已经是那些融入各学科技术而开发出的功能性包装材料。包装技术是那些应用十分普及的特种包装技术。包装技术在不断完善，不断创新。而包装食品也变得千姿百态、特性各异，对包装的要求也各不相同。

保鲜包装在当今的食品包装中占有举足轻重的地位，也是近年来不断发展和完善起来的一种特种包装技术。保鲜就是保持新鲜，指从采集或加工后到消费期间的新鲜保持。它包括储藏、运输和销售等环节的保鲜，更多的是指储藏保鲜。

在漫长的人类生活里程中，食品储藏保鲜出现了两次重大技术革命，并由此而产生了食品包装材料与包装技术一系列的革新。历史上有两次重大的食品储藏保鲜技术革命。第一次是 19 世纪后期的罐藏、人工干燥、冷冻三大主要储藏技术的发明与应用；第二次是 20 世纪以来出现的快速冷冻及解冻、冷藏气调、辐射保藏和化学保鲜等技术的出现。在第一次储藏保鲜技术革命以前，人类对食品的保存完全依赖于自然，如干制食品靠阳光日晒，冷藏食品靠天然冰块。进入 19 世纪后人们摆脱了自然的束缚，发明了罐藏、人工干燥、机械制冷、人工冷冻技术。这些技术的发明与应用，表明食品包装储藏已由过去的依靠自然气候条件进入人工控制条件，这是食品包装与储藏史上一次质的飞跃。

食品包装储藏保鲜技术第二次革命则是质与量的共同提高。科学技术和发明创造的成果得到了利用和实践，同时一些新的技术与方法也被发明，并加以应用。从下面一些实例便足以证明：1902 年，世界上首次开发出钢桶容器；1905 年，美国普遍采用瓦楞纸箱运输食（物）品；1916 年，德国的普兰克提出了食品速冻方法，并于 1929 年设计出了多极冷冻式装置，结合食品的冻结储藏和解冻方法的研究，进一步提高了冷冻食品的质量；1922 年，英国的凯德研究了气体储藏法，将其与冷藏方法相结合，称为 CA（控制气体储藏）储藏，该法对于储藏蔬菜、水果等鲜活食品有良好效

果；1940年，美国开始研究蒸煮食品；1950年，研究成功了蒸煮食品的软包装；到1972年，蒸煮包装食品实现了商品化。

现代的科技进步和社会发展使得人们的生活水平有很大的提高，各种新型食品相继出现，人们的消费意识逐步转变，给食品包装储藏技术及包装材料赋予了新的含义，也提出了更高的要求。

在这样的情况下保鲜包装应运而生，而保鲜包装的对象主要是水果、蔬菜和需要特殊保持其色、香、味的加工食品，还有水产食品、肉食品及水分较重的糕点食品等。新鲜食物和大部分加工食品具有本质的区别，前者具有活的细胞组织，在适于它们生存的温度下能进行酶活动新陈代谢，而很大一部分加工食品没有活的机体组织，不能进行酶的活动和新陈代谢，它们的变化属于化学、物理及微生物的变化。因此对新鲜食物的保鲜包装技术，就是通过对温度、湿度、气体浓度、微生物等影响生命活动及酶活动的各种因素的控制，来使新鲜食物的变化在一定期限内处在允许的范围内，从而达到保鲜的效果。具体地说也就是通过控制其生理代谢的手段来防止生鲜食品的变色、退色及腐败，或者通过提取成熟的荷尔蒙激素，去除臭味而保持食品的鲜美。在保鲜包装中最主要的是物理保鲜，如通过特殊的包装材料来达到内容物保鲜的目的。根据不同的食品以及其所处外界条件和运输要求可以选择适合的包装材料和包装方法。

经过多年的研究和付诸实践，我国的保鲜包装技术得到了长足的进步和发展，并且在包装行业实现了广泛的应用，取得了显著的成效。在国外，如美、日、德、俄等国家，保鲜包装技术也渐趋成熟和完善，并在实践中取得了良好的效益、积累了丰富的经验，有些大型的包装系统不仅满足了本国的需要，还向世界各国转让新型的技术。

二、保鲜包装材料

保鲜包装材料指具有一定的保鲜功能且用于食品保鲜包装的材料。用于食品保鲜的包装材料种类很多，目前应用的功能性包装材料可以分为硬材、软材和散材。保鲜包装硬材指具有一定刚性和硬

度的板材或片材，如金属板材、瓦楞纸板、塑料板材等；包装软材指材质较软的材料，如不同组分的纸或塑料薄膜等；而包装散材多指粉剂或水剂，如蓄冷材料、保鲜剂等。不同的保鲜包装材料适合于不同食品或不同条件下的保鲜包装。

（一）保鲜包装硬材及容器

保鲜包装用的片材一般是以高吸水性树脂为基材，在其中加入功能性的材料而制得。这种片材的种类很多，它们的吸水能力很强，往往可以吸收数百倍重的水分，在片材中加入活性炭后不仅具有吸湿、防湿功能，而且可以吸收对食品有害的有机气体如乙烯等。目前有许多功能性片材可以应用于各类食品的保鲜包装中。瓦楞纸板由全纤维制成，在其上通过包裹塑料薄膜、加入隔热材料以及远红外放射体而组成的纸箱，可以用来包装食品，有很好的调湿、抗菌等功用。一般地，保鲜瓦楞纸箱的结构大体分为四种类型：在内装衬和外装衬中夹进保鲜膜，称作多夹层方式；在内、外包装衬上复合保鲜膜和铝蒸镀膜的类型；将瓦楞纸板与发泡树脂加以复合的类型；在造纸阶段混入能吸附乙烯气体等多孔质粉末。其功能是冷藏、控制气体、吸附乙烯气体和调湿，其中以冷藏为目的的制品较多。隔热容器由涂布有隔热材料的纤维板材组成，一般的隔热性材料有发泡聚氨酯和发泡聚乙烯复合材料。

（二）保鲜包装软材及特性

食品保鲜包装的软材主要形式是薄膜，尤其以功能性薄膜为最多，应用最广泛。常用的保鲜膜按用途分为鲜储膜、包装膜、冷藏膜等；按原料分为聚乙烯（PE）、聚氯乙烯（PVC）、偏氯乙烯（PVDC）、聚乙烯醇（PVA）、聚丙烯（PP）等；按生产工艺分为吹塑膜、压延膜、流延膜、共挤吹塑复合膜；按规格分为宽幅、窄幅、薄型、超薄型；按颜色分为无色膜和有色膜；按功能分为透明膜、遮光膜、气调膜、真空膜、多功能膜等；按农产品分为粮食膜、果品膜、菜类膜、加工食品膜等。上述各类的不同组合，形成了诸多保鲜包装膜产品系列。各种薄膜根据需要被制成袋状、套状及管状等的形式。

聚乙烯保鲜包装膜以低密度聚乙烯为基材，加入一定量的偶联剂、填充剂、改性材料和其他化学助剂等，经先进的吹塑工艺而成，通过对附加材料各项指标的严格调整，可以使保鲜膜对透气性、透湿性等指标具有可调节性，从而适应不同食品储藏和包装的需要。聚乙烯保鲜膜的物理力学性能如拉伸强度、断裂伸长率、直角撕裂强度是选用的重要依据。

聚氯乙烯保鲜包装膜由聚氯乙烯树脂中加入一定量的增塑剂、稳定剂、润滑剂、填充剂等加工助剂，经特殊生产工艺吹塑而成。通过对加工助剂的各项指标的改变，可以使透气、透湿、耐低温、耐老化等性能得到改变。物理力学性能即拉伸强度、断裂伸长率、低温伸长率、直角撕裂强度和加热损失率，是影响其使用效果和 Related 质量的重要参数。

硅橡胶保鲜膜又称硅窗膜，是一种有机硅高分子聚合物，由于其化学结构的复杂性，使得其具有许多特点。首先，硅橡胶膜对二氧化碳和氧的渗透系数要比前面两种有机物膜大得多；其次，具有较大的二氧化碳和氧的透气比，气体在该保鲜膜中的透过是源于吸附、溶解、扩散和释放的过程，保鲜膜可以抑制食品的呼吸强度，降低果实内酶的活性，保持食品品质的鲜度。用于果蔬保鲜包装时，可以起到自发控制其中氧气和二氧化碳的浓度。

另外，近年来开发了许多功能性保鲜膜。这些薄膜除改善透气性、透湿性外，还有涂布脂肪酸或掺入界面活性剂的具有防雾、防结露作用的薄膜；提高透明性的薄膜；混入泡沸石为母体的无机系抗菌剂的抗菌性薄膜；混入陶瓷、泡沸石、活性炭等以吸收乙烯等对保鲜有害气体的薄膜；混入远红外线放射体的保鲜膜等。

(1) 能吸附有害气体的薄膜 在果蔬包装内单独或混合放入气体吸收剂、水分吸收剂、脱氧剂、脱臭剂、杀菌剂、蓄冷剂等都具有保鲜作用。而近年来国外开发了更简便且有效的方法，即将这些保鲜剂配合原有的薄膜添加剂，以适当形式和一定比例与原材料树脂混合制成功能性薄膜。如将多孔的二氧化硅矿物原料或活性炭等混入原料树脂所得的薄膜具有新的保鲜功能：提高了薄膜的透气

率；多孔物质可以吸收食品呼吸时排出的有害气体，如乙烯、氨、硫醇等；可以调节包装内水蒸气的含量。

(2) 防结露薄膜 包装容器内的温度一般较高，当包装内的水蒸气压高于该温度下的饱和水蒸气压时，包装内表面会结露。常用的 PE、PP 塑料的表面张力比水的小，因此凝聚在表面的水形成球形的微小雾滴。对内装物有以下害处。

① 雾滴产生“抽吸”现象，使得果蔬中的水分不断蒸发而枯萎，水蒸气变为水滴使得包装空间的相对湿度下降。

② 果蔬中的水溶性成分会部分溶解在水中，不仅造成营养损失，也会为微生物繁殖提供条件，从而引起腐烂。

③ 小雾滴使光线发生漫反射，影响包装的透明度。

防结露薄膜是将防雾剂加入原料树脂或涂敷内膜内表面，在塑料表面形成亲水层，当水蒸气遇冷凝结于膜内表面时，不是形成水滴，而是形成连续的薄水膜。

(3) 选择性透气的包装材料 这是一类采用特殊工艺制造的、对不同的气体能选择性渗透的新型高级包装材料。不同的食品对透气的要求差别非常大，如天然乳酪在包装的熟化过程中自身产生较多的 CO_2 气体，因此要求其包装材料有高的 CO_2 透过率，但要有较低的 O_2 透过率。

(4) 杀菌保鲜膜、蓄冷保鲜膜及其他 将抗菌剂如银沸石等以适当的形式引入包装薄膜或瓦楞纸板，所得的包装容器有一定的杀菌能力。

蓄冷材料在食品包装中有着很好的保鲜作用，比如在日本，将丙烯酸聚合并交联制得的凝胶状的高分子蓄冷材料装入发泡聚苯乙烯箱或瓦楞纸箱中，可以制得隔温蓄冷型果蔬保鲜包装容器。也有些蓄冷材料在食品产地加水就可使用，价格低廉。更先进的是在产地用薄膜、吸水性高聚物和水就地制造预定容量的蓄冷容器。

另外，近年国外又开发出含有可以阻隔远红外线辐照的包装薄膜，延缓了食品的老化过程。还有一些包装材料可以调节内装物所含的水分。

（三）保鲜包装散材

包装散材指用于食品保鲜的粉剂、颗粒剂、液体水剂、蓄冷剂等。保鲜剂研究和开发的历史很早，目前开发的主要是以吸附对食品有害的乙烯气体的气体吸附剂，常见的保鲜剂及其特性如下。

（1）气体调节剂 很多物质对不同的气体有吸收或调节作用，因此可以实现食品的保鲜效果。气体调节剂有脱氧剂、去乙烯剂、二氧化碳发生剂等。脱氧剂多用于耐低氧环境的水果；二氧化碳发生剂多用于柿子、草莓等；去乙烯剂（包括去乙醇剂），如吸附高锰酸钾的泡沸石、溴酸钠处理的活性炭等均有抗腐效果。

（2）烟熏保鲜成分 众所周知，烟成分中所含的石炭酸和煤酚、醛类也具有防腐性。因此可认为烟成分也是一种保存材料。

（3）涂布保鲜与抗菌抑菌保鲜剂 涂布保鲜是通过在物体表面涂布相应的涂布保鲜剂而实现的。涂布保鲜剂主要有天然多糖类、石蜡、脂肪酸及胶汁类等。而抗菌抑菌保鲜剂主要有日柏醇、二氧化氮、银、泡沸石等。它们可独立成袋置于包装内，也可加入包装材料中，还可施于食物之间。

（4）植物激素 研究试验表明，植物激素具有保鲜功能。植物激素有赤霉素、细胞激动素、青鲜素、维生素 B 等，均可抑制呼吸、延缓衰老、推迟变色，保持果蔬的脆度和硬度等。

（5）亚硝酸盐 亚硝酸盐具有很好的保存效果，其抑制效果一方面来自于微生物的硫黄代谢，另一方面由于其 pH 值较低，可以与氨基酸的 α -氨基产生反应。由于亚硝酸盐受 pH 值的影响而变动较大，在实际操作中为了真正起到抑制微生物而达到保鲜的目的，添加相当数量的亚硝酸盐是很有必要的。

（6）天然香辛料 天然香辛料的防腐效果已经得到包装界和广大消费者的承认，比如在鲜肉中加入大蒜的精油成分会延长其保存期。不过这种防腐效果是在加入相当数量的香辛料后才具有的，有时为了防止天然香辛料自身带来的微生物污染还要用乙烯进行杀菌处理，因此对于天然香辛料的防腐效果我们不能期望过高。

（7）食用盐 众所周知，食盐可用于食品的保鲜和保存，通常

肉类及蔬菜等的腌渍就是典型的保鲜方法，一般地，如果要取得较好的保鲜效果要求食盐的浓度也高，但是食盐浓度较高会影响食品的食用，而且它的防腐能力有限，如果能够和亚硝酸盐、香辛料等综合使用会取得很强的防腐效果。对于病原性微生物如化脓性链球菌等来说，食盐没有很好的防腐能力，需要借助其他方法来达到保鲜的目的。

(8) 其他保鲜材料 除上述材料外，还有许多材料经证明也具有保鲜作用，如生物酶制剂、乳酸、乙酸、山梨酸、安息香酸等，不过相对来说它们使用的场合不多。

(9) 蓄冷剂 蓄冷剂和隔热材料如隔热性保冷瓦楞纸并用可以达到简易的保冷效果，在产地进行食品的预冷，保证食品从产地到市场的运输中处于低温状态，提高食品的保鲜效果。

常用的蓄冷剂有阿迪加浓缩蓄冷剂、冷星蓄冷剂、水合 U 蓄冷剂等。在使用蓄冷剂时要根据整个包装所需的制冷量配置蓄冷剂量，并均匀地将其排放于整个容器中，以保证均匀制冷。

第二节 食品保鲜的机理、特点及方法

一、食品保鲜的原理和特点

(一) 新鲜食品的特性

在食品的保鲜包装中，主要针对水果、蔬菜、肉类、蛋类等进行保鲜，这些食品在保鲜包装期间所产生的物质主要有水分、无机成分、维生素、碳水化合物中的糖、淀粉、有机酸、色素、单宁物质、蛋白质、脂类等，而这里我们主要以果蔬食品为例来介绍。

(1) 水分 水分是生鲜食品在保鲜期间产生的重要成分之一，含量的多少及变化依据其品种而异。水分的存在或失去是影响生鲜食品保鲜的因素，对于新鲜的水果蔬菜等，只要降低 5% 的含水量，就会失去光泽、出现褶皱、质量变次、商品价值降低。而含水量高时，又会出现容易变质和腐烂的现象。

(2) 无机成分 果蔬中含有微量的矿物质无机成分，这对于人的营养和食品的保存是非常必要的，矿物质和有机酸结合，其余成

分与果胶物质结合。一般地，人体需要最多的是钙、磷、铁，还有少量的其他矿物质。无机成分的不同会使生鲜食品在保鲜储藏中发生化学变化而影响保鲜效果。

(3) 维生素 维生素一般分为水溶性维生素和脂溶性维生素，对生鲜食品的保鲜和人体的健康影响很大。水溶性维生素有维生素 B₁、维生素 B₂ 和维生素 C 等，在包装中保持或延缓维生素的减少可以起到保鲜作用，维生素 B₁ 和维生素 B₂ 分别在糖代谢和氧化中起辅酶作用，维生素 C 在酸性环境下比较稳定，在低温和低氧条件下可以延缓其损失。

脂溶性维生素不溶于水，只溶于油脂，主要有维生素 A、维生素 E 和维生素 K。前者在维持人体黏膜和保护眼睛及皮肤方面有很大的作用，在食品包装和储藏中损失不显著。后两者存在于植物的绿色部分，性质比较稳定。

(4) 碳水化合物 碳水化合物也即我们所说的糖类如单糖、多糖及可以转化为糖类的淀粉、纤维素和果胶物质等，它们的变化会直接影响食品的质量。果蔬在成熟和衰老过程中，常常伴随着含糖量和种类的不断变化，多数果蔬中含有蔗糖、葡萄糖和果糖，含糖量因果蔬品种和品质的不同有所差异。由于糖类具有吸湿性，对于食品应该进行密封包装和严格控制温度等条件；糖类也可以与食品中的氨基化合物发生化学反应，因此需要实施一定的控制措施来限制反应。

食物中的淀粉可以受酶作用而转化为糖，淀粉的老化受温度、酸碱度、水及其分子链等诸多因素的影响，因此需要将食品保持在合适的温度和湿度状态下，并加入相应的化学助剂。

纤维素是植物性食物所含的成分，在果蔬皮层中含量较多，它不溶于水，只有在特定的酶作用下才可以被分解，受霉菌感染腐烂的果蔬，往往变得又软又烂，就是因为纤维素和半纤维素被分解的缘故。

果胶主要分布于植物细胞之间的中胶层部位，与纤维素合成为原果胶，起着粘接细胞和保持生鲜食品肉质硬脆等特性的作用。当

原果胶发生酶促水解反应时，植物性活鲜食品的组织细胞解体，肉质变软，食用质量和储藏性大大降低。

(5) 其他成分 生鲜食物中除了含有以上所述物质外，还有有机酸、色素、芳香物、单宁、蛋白质类物质以及酶等。各种物质在不同条件下的作用变化都会对食品的保鲜产生不同程度的影响。因此在保鲜包装中需要有针对性地对其所含物质采取适当的去留和保护措施。

(二) 食品保鲜原理

生鲜食品在保鲜包装后的保鲜期间内，会发生许多的变化，产生大量的物质。在生鲜食品保鲜包装所产生的众多物质成分中，有的物质是必须设法保留的，如维生素、矿物质成分、碳水化合物中的糖、淀粉等及色素与含氮化合物；有的是必须控制其量以保持平衡的，如水分、有机酸、酶、果胶等；有的成分必须去除的，如单宁物质和乙烯等。

生鲜食物在保鲜包装期间有可能发生下列变化：在酶的作用下多数由活细胞组成的食品发生变质；发生氧化、分解、氨基碳酰反应等化学变化；产生吸湿、干燥等物理变化；受到虫害影响；因微生物的繁殖而引起腐败变质。另外由于外界环境的变化会加剧上述现象的发生和发展速度，因而也应该考虑从控制温湿度及气体成分等各个方面达到保鲜的目的。

由于传统的杀菌、干燥、除氧等方法会损害生鲜食品所必须的生理条件，因此不能用于生鲜食品的保鲜包装。对于保鲜包装中内装物不同的成分，可以依据它们对食品的利弊分别处理，水分可用透水性差而有一定透气性的膜或胶汁加以包装处理，这样可保持较小的蒸发面积而使水分得以保持平衡；矿物质、维生素、色素等，可通过调节包装环境中的温度和酸碱度来予以保存，即使这些物质在保鲜与储藏期间不发生分解；碳水化合物中的糖、淀粉、纤维素、果胶的保存应在控制适合温度的同时，加入一定的生物制剂来抑制食物中酶的活性，从而使这些碳水化合物达到在短时间内水解或分解；蛋白质的保存是极其重要的，防止各种酶的作用，防止各

种射线直接照射以及各种化学物质的作用，有利于生鲜食品蛋白质的保存。

生鲜食品内部有一些物质是不利于保鲜包装的，其含量达到一定量或作用一段时间后会使得食品变质腐烂，因此在保鲜包装中应去除。如乙烯诱导成熟和衰老过程，还参与植物逆境胁迫响应过程和病理过程，即加快果实实物病变腐烂，特别是高浓度乙烯不仅可诱发果实成熟和衰老，还可诱发病原菌在生鲜果蔬食品组织中生长，在加工和包装时应设法控制和排除。单宁会使果实味变涩，还可以发生氧化，从而加速食物的分解过程。还有许多物质，由于在果蔬的保鲜中起到了负面作用，所以需要控制和去除。

我们说生鲜食品在保鲜过程中还要受温湿度的影响，一般情况下，低温可以抑制果蔬类水分的蒸发，减少养分的消耗和微生物侵蚀，从而保持果蔬新鲜度。但是，这种低温是有限度的，过低反而有害。每一种果蔬都有自己允许的最低温度。

果蔬体内水分的蒸发，会导致果蔬的萎缩，使呼吸作用受到破坏，酶活动趋向水解，加速了有机物的分解，从而降低了果蔬对微生物的抵抗力，使其易受微生物侵袭。因此，控制果蔬水分的蒸发对保持新鲜度很重要，而控制水分蒸发强度主要由相对湿度决定。一般相对湿度应在 $80\% \sim 90\%$ 左右。

果蔬生命活体的呼吸作用，会消耗养分，加速衰老。它呼吸时吸收氧气，放出二氧化碳。氧气浓度降低和二氧化碳浓度增高，都会抑制呼吸作用。但并不能无限制，否则反而有害。合适的氧气和二氧化碳浓度，可使果蔬维持正常的最低的呼吸作用，这对果蔬在较长时间内保持其新鲜度有极其重要的意义。

二、食品保鲜包装的方法

（一）食品保鲜的包装要求

为了保证果蔬的品质和鲜度，在保鲜包装时要求充分利用各种包装材料所具有的阻气、阻湿、隔热、保冷、防震、缓冲、抗菌、抑菌等特性，设计适当的容器结构，采用相应的包装方法对果蔬进行内外包装，在包装内创造一个良好的微环境条件（温度、相对湿

度、气体组成、抗震、防压以及无菌等),降低果蔬呼吸作用,使其处于“冬眠”状态或者维持其生命活动所需的最低限度,并尽量降低蒸发作用,使其处于水分的饱和环境中,防止微生物的侵染与危害,及时排除果蔬在存储过程中产生的有害气体和催熟激素,以防止果蔬的衰老。同时,也应避免果蔬受到机械损伤。

不同种类的果蔬对包装特性的要求不尽相同。对于草莓、葡萄、水蜜桃等软性水果,含水量大,果肉组织极软,是最不易保鲜的一类。这类水果要求包装应具有防压、防震、防冲击性能,包装材料应具有适当的水蒸气、氧气透过率,避免包装内部产生水雾、结露和缺氧性败坏;苹果、香蕉、桃、甘薯、胡萝卜、甜菜、萝卜等硬性果蔬,肉质较硬,呼吸作用和蒸发也较软质水果缓慢,不易腐败,可较长时间保鲜,这类果蔬的包装要求是创造最适的温湿度条件和环境气体组成,尽可能的长期保鲜;茎叶类蔬菜组织脆嫩,脱水速度较快,易造成萎蔫,另外,其呼吸速度也较快,对缺氧条件非常敏感,因此这类蔬菜的包装主要应考虑其防潮性能和抗损伤作用以及对环境气体的调节能力。

(二) 食品保鲜包装方法

果蔬保鲜包装技术已有了长足发展,常见保鲜包装方法也很多,按保鲜过程中加入物质的类型及发生的反应分为化学保鲜、生物保鲜、气调保鲜、物理保鲜等,物理保鲜又包括辐射保鲜、低温保鲜、速冻保鲜、控温保鲜等,这些方法从不同方面控制了果蔬的呼吸及代谢作用,使其达到保鲜的目的。

1. 化学保鲜包装

用消毒灭菌剂、生长抑制剂、保鲜剂等化学药剂喷洒在果蔬上或封置在包装袋中,以达到消毒杀菌、抑制微生物的生长并保持鲜绿色泽的目的。由于多数化学药剂对生物有害,包装技术具有一定的局限性因此使用时要谨慎、针对性要强。

2. 辐射包装技术

用适量的放射性同位素(常用 ^{60}Co)对大蒜、洋葱、马铃薯等进行照射,可抑制其发芽。此法使用范围较小。

3. 减压保鲜技术

亦称真空冷却或真空预冷技术。是将表面积较大的蔬果置于密闭的容器内，降低容器内的压力，使水的沸点降低，果蔬因水分从组织表面蒸发而被迅速均匀地冷却，这一方法主要是快速消除果蔬采摘后的田间热，另外可去除部分乙烯，使其几乎不起催熟作用。经此处理后再包装，能达到一定的保鲜目的。

4. 速冻保鲜包装技术

速冻保鲜是将果蔬在 30min 内迅速降温至 $-4 \sim -38^{\circ}\text{C}$ ，冻结为冷冻食品，包装后在低温下储存。由于其迅速冷却，果蔬组织内结冻的冰晶细小均匀，不至于破坏细胞壁，故其营养成分损失少，基本维持原有品质，但要求在每个流通环节都具备冷链条件。

另外，按照包装方法的差异可以将保鲜包装技术分为食品的内包装和外包装两种方法。内包装一般指单个包装，常用的是保鲜薄膜包装和保鲜剂保鲜包装。

(1) 保鲜薄膜包装 保鲜薄膜是一种塑料薄膜，这种薄膜几乎不透水，而氧气和二氧化碳却较易通过，用这种性能独特的保鲜薄膜进行果蔬的单个包装时，包装袋内处于一种有利于果蔬保鲜的微气候，由于这种薄膜对氧气和二氧化碳有适度的透过性，能自动调节包装袋内氧与二氧化碳浓度，使其浓度既能抑制果蔬的呼吸作用，又不致损害果蔬品质。一般适合保鲜的氧气浓度为 $1\% \sim 6\%$ ，二氧化碳浓度为 $1\% \sim 10\%$ 。这种薄膜由于几乎不透水，使袋内相对湿度增大，可防止果蔬因水分过度蒸发而干缩。常用的保鲜薄膜有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏二氯乙烯、聚酯等薄膜。而保鲜薄膜的包装又细分为如下。

① 塑料袋包装。选用低密度或高密度的聚乙烯薄膜，要求其透气性、透湿性、热封性适当，可以起到简易气调效果，还可以与真空和充气包装结合进行，以增加保鲜效果。此法需要薄膜具有良好的透明度并无毒副作用，适合于大部分生鲜食品。

② 托盘包装。将干净的果蔬放入托盘中再进行裹包或装盒，浅盘主要有纸浆模塑盘、塑料热成型盘、瓦楞纸板盘等。这种包装

具有可视性，有利于产品的展示销售。

③ 穿孔薄膜包装。在密封包装的条件下，由于包装内二氧化碳过度积累氧气量急剧减少和出现过湿现象，包装物会出现厌氧腐败和微生物的侵染，为此，需要用穿孔薄膜来包装那些呼吸作用强、水分蒸发快的食品。

④ 块形塑料薄膜包装。用塑料薄膜对果蔬进行裹包，然后放入瓦楞纸箱或其他包装容器，在一定程度上可以抑制水分的蒸发，适合于呼吸作用较弱水分蒸发慢的果蔬。

⑤ 硅窗气调包装。用聚甲基硅氧烷为基料涂覆于织物上而制成的硅酸膜，对环境各种气体具有不同的透过性。它可以自动排除包装内的二氧化碳和乙烯及其他有害气体，同时透入适量氧气，抑制和调节果蔬的呼吸强度，防止发生生理病害，保持果蔬的新鲜度。此外，双层纸袋、开窗纸袋、带孔眼纸袋和纤维网袋、塑料网袋等也常用于包装新鲜果蔬，如土豆、洋葱、柑橘、葡萄等。

果蔬保鲜的外包装方法是对进行了包装的果蔬进行二次包装，以增加它的耐储运性，并有利于创造合适的保鲜环境。外包装所用的材料主要是木箱、瓦楞纸箱、纤维板箱、塑料箱等。外包装的保鲜容器形成不一，可在瓦楞纸中夹一层聚乙烯等保鲜薄膜，再制成纸箱；也可在纸箱上涂布聚乙烯类涂料，塑料有选择的阻隔性能使其内处在有利于果蔬保鲜的微气候中，纸箱良好的隔热性可保持箱内一定的温度和湿度。还可以设计一种人造气窗包装容器，这是在密封容器上开一个气窗，刀窗部位用“人工肺”薄膜覆盖，这种薄膜是用尼龙纤维布浸于硅氧烷混合液后干燥而成，有如肺一样，有良好的调节氧气浓度、抑制呼吸作用的功能，保鲜效果很好。

5. 保鲜剂保鲜

保鲜剂可延缓果蔬的生命活动，使果蔬得以保鲜。无论是内包装还是外包装法，都可同时封入保鲜剂以及各种衬垫缓冲材料，如：脱氧剂、杀菌剂、去乙烯剂、蓄冷剂、 CO_2 发生剂、吸湿性片材等。一般地，保鲜剂分固体和液体两类。小包装多用液体保鲜剂。使用时，将水果浸入这种浸涂液中，然后取出干燥，水果表面

便形成一层可食的极薄保护膜，能堵塞果皮表面的气孔，减弱呼吸作用而保鲜。还可在包装容器内加适量的固体保鲜剂，它以沸石、膨润土、活性炭、氢氧化钙等制成，实际是一种吸附剂，可吸收果蔬散发的如乙烯等气体物质，从而延缓其后熟过程。用时将其装入透气小袋，封口后再置于包装内。

6. 功能性包装袋保鲜法

除了以上所述之外，这是近年来又出现的一种新型包装方法，目前使用的有 FH 膜、白硅石薄膜、脱臭薄膜、抗菌薄膜等，因为它们具有气调、防雾、防结露、抑菌、脱臭、抑制后熟等作用而成为现在包装发展的趋势。

当然还有许多形形色色的保鲜包装方法，在不同的场合和条件下得到了一定的应用，也有一些方法不太成熟，处于当前的研究之中，在这里不一一赘述。

第三节 国内外食品保鲜包装

一、国内外食品保鲜包装现状

随着人们生活水平的提高和生活节奏的加快，其消费结构和生活方式发生了深刻的变化。对赖以生存的食品要求已由原来的实惠、营养型转向了在确保营养前提下的快捷、新鲜、方便、卫生型，从而促进了食品包装技术的迅速发展，以适应消费观念的变化。在这种情况下保鲜包装也应运而生，并且在包装材料和技术方面都得到了迅速的发展并趋于完善。

（一）包装材料的发展

由于果蔬品种繁多，每种都有各自的特殊生理过程，因此应选择与果蔬呼吸速度相匹配的，具有适宜透氧率、透湿率和 CO_2 透过率的相应的包装材料进行包装。

国内外已经开发出了很多气体透过量不同的包装材料用于果蔬包装，如密度不同的聚乙烯膜（PE）；变化增塑剂含量的 PVC 膜；醋酸乙烯酯含量不同的 EVA 膜；与透过性高的聚烷烃混合物式叠片；填充多孔无机矿物质的薄膜；厚度不同的各种薄膜；针孔大小

和数量不同的薄膜；穿孔大小和数量不同的薄膜；能自调气氛的微孔包装膜；含磷酸铝的抗菌性 PS 膜；防菌、吸收乙烯气体的保鲜瓦楞纸盒。

为防止蒸发，国外用开封类包装，包装材料用防湿玻璃纸、防晕性拉伸聚丙烯、聚苯乙烯、低密度聚乙烯等；气体遮蔽性高的薄膜有尼龙、拉伸维尼纶、聚丙烯腈等。对易受伤、软脆的蔬菜保鲜包装，是把蔬菜充分预冷之后选择具有最适宜的气体透过性、且有选择透过性的包装材料包装，并在与蔬菜呼吸量相配合的流通温度下保存、流通。

最近国外还开发了对乙烯、氨有吸着机能的果蔬物的机能性包装材料，吸着乙烯的包装材料是在聚乙烯中加入活性化硅、天然矿石或活性化碳酸钙，吸着氨的包装材料是在聚乙烯中加入硅石系的多孔质矿物质。机能性薄膜的特性有提高气体透过性、透明性及透过的均匀性等，效果有防止食品劣化、结露等。SC 薄膜就是一种具有吸收乙烯和水蒸气功能，同时又能调节包装内二氧化碳和氧浓度，还有一定防腐作用的薄膜，可用于任何一种蔬菜、水果的保鲜包装。

上述包装材料我国大都能够生产，有些则需要进一步研究与开发，以满足我国果蔬市场对这类材料日益增长的需求，推动我国包装技术的发展。

（二）包装技术的发展

最近，国外果蔬保鲜采用的技术，有用低温和控制气体透过性的包装来抑制果蔬物生理活动的保鲜技术；有在高湿度下吸着、选择除去乙烯等，并选择透过气体的综合保鲜技术；为确实维持流通过程的低温，研究开发了低温流通系统，并在不断的实用化。另外，还有形形色色的特殊保鲜包装技术，在不同的国家和地区被发明并初步的投入使用，同时取得了良好的效果，并在实践中不断推广。以下简要地介绍几种国外比较新型的保鲜包装技术。

积水保鲜系列包装是用于新鲜水果、蔬菜、肉品等食物的系列包装技术。日本在这方面技术突出。积水保鲜系列技术是通过对待食

品的温度、湿度、气体浓度、微生物等的控制来达到保鲜效果。具体讲，就是通过抑制生理代谢的手段来防止生鲜食品的变色、退色及其腐败；或通过提取成熟的荷尔蒙激素去除臭味而保鲜。目前，积水保鲜系列包装技术包括五大类：一是 NEUPALON——水分控制和气体控制；二是 NEOPACK——气体控制；三是 SC 薄膜——气体膜和防雾；四是 NC 衬垫——生鲜食品的鲜度保存及精包装；五是 DTR——一次用包装温度记录器。以纸箱作为基本的外包装，配合其他手段，形成具有特殊功能的保鲜包装瓦楞纸箱。以下对各类包装技术作一简述。

(1) NEUPALON——水分控制和气体控制 即通过吸收生鲜食品放出气体以及调整新鲜食品水分来达到保鲜目的。具体说，就是把具有高吸水性聚合物与活性炭放在袋状的垫子里，可以吸收由于蔬菜、水果进行呼吸而放出的乙烯等气体，同时也可以去除使新鲜食品腐败的臭味，可以吸收水分，起到水分调节作用，用于怕结露的蔬菜和易蒸发的蔬菜。

NEUPALON 的主要使用对象为由于易蒸发排出大量水分而使鲜度下降的蔬菜水果，以及适于补充水分的蔬菜、水果。如水果中的柿、梨、苹果、樱桃、甜瓜、枇杷、葡萄、猕猴桃、草莓及蔬菜类的豆类、玉米、竹笋、西红柿、菜花等。NEUPALON 根据作用效能的不同可以分成三种。

① NEUPALON AG 型。特点为能吸收由于蔬菜的呼吸活动等而排出的多余水分，除去乙醛、乙烯、硫醇、氨、胺等，特别是能去除排出来的大量乙烯气体。它适用于蔬菜、竹笋、鱼、肉等。

② NEUPALON BO 型。通过吸收由于呼吸活动等而产生的水分，吸收乙烯等气体保鲜，特别对由于乙烯气体的影响而使鲜度下降的食品有特效。适宜用于果实、菜花之类。

③ NEUPALON DB 型——KDF 型。用于蔬菜、水果必须先调节水分，对于防止柿子变黑有很好的效果。

(2) NEOPACK——气体控制 它以活性炭为主要成分，通过吸收由蔬菜、水果排泄出来的乙烯和恶臭气体如乙醛、硫醇、乙醇

达到保持新鲜食品的保鲜目的。最适合于产生大量气体的蔬菜和水果保鲜。使用时可把它装在密封的包装袋中，效果很好，称为“活的包装袋”。如果与 NEUPALON 合并使用，效果更加显著。有两种使用方式：密封包装袋 NEOPACK AG 型，适用于苹果、樱桃、竹笋、鲜蘑、西红柿等，便于储藏及流通；包装箱 NEOPACK BO 型，适用于梨、甜瓜、酸橘、葡萄、梅等。NEOPACK 的特点在于采用具有特殊吸附性能的吸着剂。比一般的吸着剂效果更佳。

(3) DTR——一次用包装温度记录器 这是一种能简单而经济地记录运输储存温度，达到最佳保鲜效果的温度记录控制器。DTR 采用特殊的弹簧式驱动，无需专门配线，可安置在任何角落。记录时用图表纸描述，拿到温度记录结果，及时了解运输和储存过程中温度的变化情况。DTR 经过实际的考验可靠性很好，已取得用户的信赖。

DTR 有四个序号产品：7-D 型，监控时间 7d；14-D 型，监控时间 14d；30-D 型，监控时间为 30d；60-D 型，监控时间则为 60d。它们的监控温度范围为 $-25 \sim +35^{\circ}\text{C}$ ，监控温度精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，尺寸规格 $15.9\text{cm} \times 9.7\text{cm} \times 3.8\text{cm}$ ，重量 220g。

(4) NS 衬垫——生鲜食品的鲜度保存及精包装 这种衬垫由两部分组成：吸收衬垫和隔离衬垫。吸收衬垫由高吸水性聚合物制造，吸水能力极强。达每立方米可吸收 4L 水。通过从生鲜食品中吸取多余的水分，使食品显得更加鲜美。而隔离衬垫为苇席式结构，使得食品不直接与吸附衬垫接触，保证了食品的卫生清洁，它还能防止食品在运输中错位。

NS 衬垫形状多样，色彩齐全美观，可根据需求自由变换选择尺寸、形状、色彩。NS 衬垫用途很大，可用于冷冻车与蓄冷剂一起发送货物；用于鲜鱼送礼包装；可垫在蔬菜、水果如竹笋、松蘑等包装盒里；可吸收肉食输送与加工品产生的滴水；可吸收明太鱼子、成鳟鱼子、鱼胆酱等加工品的滴水。

(5) SC 薄膜——气体膜和防雾 SC 薄膜具有良好的防雾性能，而且透明性好，食品装在其中清晰可见、价格便宜，是一种经

济实用的保鲜材料。SC 薄膜可防止蔬菜、水果由于水分蒸发而发蔫、腐败。它的伸缩性好，不易破裂，能长期稳定使用。如果与 NEUPALON 和 NEOPACK 等保鲜材料联合使用，则可起到更好的保鲜效果。SC 薄膜使用范围大，任何一种水果、蔬菜均可使用。

日本还研究开发成功以新包装材料——聚丙烯腈热可塑性树脂为原料，一次加工制成的薄膜和片材为基础，制成薄膜容器，形成“赞库隆”食品保鲜包装系统。它们可利用容器的内部气体置换法，或外加小包装脱氧剂法、密封法、达到长时间保持食品鲜度和风味的目的。这种新型的包装材料具有阻气性优良，耐药品性良好，包装物品的耐储藏性优异，加工的包装容器刚性好，可制成薄壁容器，拉伸冲拔加工性良好，单体不存在针孔问题等性能。

“赞库隆”包装除了对鲜鱼、牛肉有良好的效果外，对火腿、腊肉、晒干的青鱼子、咸腊鱼子以及糕点、柚子等许多食品均有良好的保藏性。该包装系统的形态有托盘包装、袋包装和瓶容器包装等。适于包装各种食品，取得了良好的效果。

食品充 N_2 置换保鲜技术是改善气体包装的主要方法，可以延长货架寿命，已被广泛采用。它无需使用添加剂，包装内充填的 O_2 、 N_2 、 CO_2 气体的混合气体是对人无害的，一般根据食品种类的不同和保存时间的长短，改变混合气体的比例。该包装的关键因素是塑料薄膜。充气保鲜膜共有两大类型：阻气型薄膜和透气型薄膜，要根据阻隔或透过气体的需要来选择合适的保鲜薄膜。目前充气保鲜包装技术可以用于中小规模的企业，当然也适用于大型的企业。保鲜包装使用的混合气体和薄膜材料成本不高，具有很强的竞争性，保鲜塑料薄膜要能适应包装机械的性能，有良好的密封性和符合印刷要求。

减压保鲜包装技术是指在减压条件下，采用通风措施，除去储藏物产生的乙烯，在氧气成分减少的同时，控制乙烯的生成和呼吸作用，从而达到保鲜目的的保鲜技术。低温保鲜包装技术促进了食品的流通，使得流通朝大型化、系统化方向发展。但是由于冷冻技

术容易引起鲜花、种苗、谷类等腐烂，造成蔬菜、水果等生鲜食品质量下降，因此不适宜长期储存和远距离运输，而减压包装可以解决这个问题。

减压能吸出果实产生的有害气体乙烯，降低氧气压力，防止因呼吸产生的消耗和真菌的产生，可以混合储藏各种果品。如果配合低温能够抑制呼吸、防止消耗、抑制微生物、酶活性、防止老化；保湿可防止干燥；通气可排出乙烯、补充氧气。当然减压保鲜包装还不够完善，如保水性能较差，不适于水分大较柔软的水果包装，另外在包装中发霉的问题还未得到理想的解决。

冷藏链气调保鲜包装技术是目前发达国家普遍用于保鲜果蔬的包装技术，是一种综合性的果蔬包装技术。美国在 20 世纪 40 年代末就着手冷藏链技术的研究，并提出了重要的 3T 概念，即 TIME、TEMPERATURE、TOLERANCE——时间、温度、耐藏性，这一概念是生鲜食品包装技术与流通技术的灵魂。冷藏链技术是为了减少食品在冷藏过程中受温度波动影响，建立生鲜食品从采收、储运、加工到销售等环节的冷藏系统来处理果蔬食品的体系：冷藏链气调保鲜包装工艺流程为（冷藏链环境 $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ ）：采收→预冷→清洗→分级→加工处理→气调包装→储存运输→销售，通过采用冷藏链气调保鲜包装技术来包装新鲜果蔬，其保鲜期延长了 $8\sim 40\text{d}$ ，这就给商品化市场流通创造了技术基础。目前，在澳洲有 65% 的果蔬流通是采用这一技术，而在日本则有 98% 的果蔬是靠这一技术实现商品流通的。由此我们可以得知，冷藏链气调保鲜包装技术需要在产地建立冷藏链的起点，即将采收后的果蔬在 24h 内进行预冷处理，以迅速除去果蔬田间热，通常可用强风预冷或冷库预冷。随后进行清洗、分级（必要时喷保鲜剂、脱氧剂）及气调包装，再冷藏运输和销售，直至到达冷藏链的终点——消费者手中。在整项技术过程中，气调包装阶段极为重要，也是关键环节，因为这一环节要根据不同的果蔬品种选择适宜的处理方法，确定是否需要加入脱氧剂或多功能脱氧剂。确定是否加入保鲜剂及其剂量，同时又要确定包装材料和包装袋内的气体环境即 O_2 、 CO_2 、 N_2 的比

例，在果蔬气调环境中， N_2 只起排除其他气体和调节气体总量的作用，而 O_2 、 CO_2 的用量和比例则根据不同果蔬的特点来确定。

冷藏链气调保鲜包装技术给果蔬的商品化流通创造了条件，但是首先应当看到，我国虽有众多的冷库，但主要是用来储存肉类食品，用作果蔬储存的尚严重缺乏。而且冷库大多集中在大中城市，在广大的果蔬产地，尤其是偏远地区很少见，而恰恰是偏远地区的果蔬急需进入流通市场，这些地区产量大而消费极少，严重失衡。因此为偏远产地创造冷藏条件极为重要，也是其果蔬产品进入商品化市场必不可少的环节，有关部门应大力引导在这些地区投资兴建冷库。其次，我国目前冷藏汽车、冷藏火车车厢、冷藏船和冷藏集装箱尚不能满足新鲜果蔬的流通需要，同样需要加大对这类运输工具的生产，以满足这类产品市场的特殊需要。再次，我国各大中城市商场的冷气货柜虽然大都设立，但多被肉类、海鲜等高档商品占据，各大商场的果蔬食品仍在室温柜台上销售，在超级市场上不难看到失水枯萎的果蔬，因此在销售环节多建冷风果蔬柜台，无疑对商场增大果蔬销量和发挥大型商场果蔬流通主渠道作用具有极为重要的意义，尤其是在我国北方极为重要。加大我国冷藏链的规划建设，开发我国果蔬冷藏链包装流通技术对我国果蔬产品形成大生产、大市场、大流通格局有着极大的推动作用。

我国在果蔬保鲜技术方面与国外先进国家相比，差距还很大。我们应尽快研究开发符合本地区果蔬品种特性的低温保鲜工艺与设备。研究流通过程中的温度控制、输送车辆的低温化、温度管理系统等，并积极开发气体透过性高，且对气体有选择透过性、物性好的薄膜；开发乙烯去除剂、蓄冷剂等包装辅材。同时需要积累准备各类、各种果蔬物的生理特性资料。特别是在设定的流通温度带内果蔬物的呼吸量及其分散度的资料。由于果蔬物栽培条件、收获日期、测定方法等不同，其各特性值变化很大，应积极组织尽快出版果蔬物特性手册，以根据各种条件，推测出各种果蔬物呼吸量等生理特性值。还应准备包装材料的氧、二氧化碳透过性比率等诸物性的定量资料，以利于更正确地进行果蔬保鲜包装的设计，并在其指

导下合理充分地应用于食品保鲜包装中。

二、食品保鲜包装技术的发展趋势和前景

食品保鲜包装是一种新型的包装技术，随着社会的发展和人们生活质量的提高，对于生鲜食品的要求越来越高，因此保鲜包装的市场不断增大，应用范围也越来越广。保鲜包装技术出现了多样化、新型化和合理化的特点。

(1) 果蔬保鲜的自发性气调薄膜包装 (MAP) 自发性气调薄膜包装是近年来发展起来的一种新型的气调储藏及销售包装，其原理是利用果蔬装袋密封后自身呼吸要消耗氧气和释放二氧化碳的特性，减少袋内氧气含量，增加二氧化碳的浓度，达到自发性气调的目的，从而延长储藏和保持新鲜。这种包装主要涉及三个因素：包装材料对氧气和二氧化碳的透气率；不同水果的呼吸速率、含水量和蒸发速率；被包装物的储藏温度。该包装具有透明、透气、保湿等特点，被广泛用于新鲜果蔬的采后保鲜包装。

(2) 草药制成果蔬保鲜纸技术 这是一种专用包装纸，是将多种天然植物、中草药筛选、粉碎、调成粉末液涂布在专用果蔬包装上制成的，其保鲜保质性能远远超过现有的果蔬保鲜包装纸，具有良好的杀虫灭菌的作用。而且这种纸具有易自然降解、不污染环境的特点，其制作方法较为简单，取材方便、成本低，适合中小型企业生产。因此是一具有明显经济效益和社会效益的果蔬保鲜包装技术。

(3) 微穿孔技术 许多新鲜果蔬产品即使是使用高渗透性的聚烯烃类薄膜作包装，其呼吸率也很高，因为包装膜无法提供商业标准的气体交换，特别是产品被装入托盘时，由于托盘不透气，只能在装盖之前储存一定量的气体，因此，为防止这种过高呼吸的发生，增加包装膜渗透性的方法之一是采用微高渗透率的薄膜，同时又可以减少水分。

(4) 天然果蔬保鲜剂 果蔬保鲜剂可分为两大类，即化学合成和天然果蔬保鲜剂。长期以来，人们主要采用化学合成物质作为保鲜剂对储存的果蔬保鲜，虽有较好的保鲜防腐效果，但很多化学合

成物质对人体健康却有一定的不利影响，甚至于出现致癌、致畸、致突变毒性。近年来，国内外广泛开展了对天然果蔬保鲜剂的研究和开发，其中，食用香料植物的保鲜作用越来越多地引起人们的重视。其保鲜、防腐、抑菌作用取决存在于这类植物的根茎、叶和花果之中的活性物质精油。另外像一些中草药煎剂或浸泡提取物，可用于对柑橘、苹果、草莓等果蔬的保鲜，大蒜可用于柑橘类果实的保鲜，植酸及以植酸为原料配制的保鲜剂，可延长草莓、香蕉、哈密瓜等易腐果蔬的储存期，能较好的保持果蔬的新鲜状态。

(5) 冻干技术 真空冷冻干燥脱水技术是一项对食品、药物护色、保鲜、保质、保味的高新技术，简称为冻干技术。是在低温条件下，对含水物料冻结，再在高真空度下加热，使固态冰升华，脱去物料中的水分；食用时，将这种物品浸入水中很快就能复原，好似鲜品，最大限度地保留了原有的色、香、味及营养成分和生理活性成分。这种食品从本质上讲优于传统的热风干燥、喷雾干燥、真空干燥等脱水食品，从储运角度讲它远远优于速冻食品和罐装食品。冻干食品因脱水较彻底，包装时不加任何防腐剂便可较长时间储藏保鲜，但因其多为多孔疏松结构，易吸水，故在包装上应采取防潮、防氧及防碎等包装技术。

(6) 可食保鲜膜技术 科学家研制成了一种可食用的果蔬保鲜剂。它是由蔗糖、淀粉、脂肪酸和聚酯物调配成的半透明乳液，可用喷雾、涂刷或浸渍的方法覆盖于柑橘、苹果、西瓜、香蕉和西红柿、茄子等表面，由于这种保鲜剂在果蔬表面形成了一层密封薄膜，可阻止果蔬组织与外界交换氧气、水分和二氧化碳等物质，使果蔬腐烂时间延长，从而起到保鲜的作用，减少果蔬运输和存储中的浪费现象。食用时，人们既可以直接连保鲜膜一起吃下去，由于这种薄膜可溶于水，也可用水把它洗去食用。

(7) 高温处理保鲜法 英国发明了一种鳞茎类蔬菜高温储藏技术。该技术利用高温对鳞茎类蔬菜发芽的抑制作用，把储藏室温度控制在 23°C ，相对湿度 75%，这样就可达到长期储藏目的。但这种条件下蔬菜易产生腐生性真菌，造成病斑。目前，英国正在研

究如何控制这种腐生性真菌。据报道，洋葱在这种条件下可储藏 8 个月。

(8) 海藻糖保鲜新技术 最近国外又推出一项利用海藻糖保存食品的新技术。英国农业、渔业和粮食部门经过相当长时间试验之后，已正式批准使用这一新技术。海藻糖又称酵母糖，是一种单糖，由两个葡萄糖分子连结组合而成。它的主要特点是，既可以防止食品腐烂变质，又可以保鲜，并且大大延长保存食物的时间。用海藻糖保存食品，可以圆满解决生鲜食品在用冷冻和脱水等方法时出现的色泽消失、味道改变、肉类干硬变质、维生素被破坏等问题，同时加工程度也很简单，只要将刚收获的各种食物除去杂质后撒入海藻糖，搅拌或翻动几次，使海藻糖均匀地布满食品即处理完毕，这样食品便可以摆上货架出售，或堆放在食品篓中长时间保存，不用担心会变质。食用时，将食品取出重新洗涤，原来的色泽会立即恢复，味道也鲜美如初。肉类所含的维生素保持完好，其色、香、味和营养成分都没有改变，与新鲜的食物相比丝毫不逊色。

海藻糖长期保鲜食物的原理是其可在常温下形成一种特殊的膜而将食物密封，同时还会析出黏液将其黏结和滋润，并将原有的细菌和随后沾染的细菌杀死。这种保护膜在常规湿度下非常稳定，并且还能将外来的热量辐射出去。因此，利用海藻糖保存食品不仅效果非常理想，而且不需要特别的设备，操作非常简单，只要注意避免和水接触就能长期保存。海藻糖存在于酵母中，而酵母可以大量繁殖，因而海藻糖很容易获得。这一技术如果在我国普遍采用，前景十分广阔。

(9) 减压处理保鲜法 近年来，一种减压储藏果蔬保鲜技术，在国外得到迅速广泛的应用。这种保鲜方法的原理并不复杂。主要是应用降低气压，配合低压和高温，并利用低压空气进行循环等措施，为果蔬创造一个有利的储藏环境。储藏室的低气压是靠真空泵抽去室内空气而产生的，将低气压控制在 100mmHg (1mmHg = 133.322Pa, 下同) 以下，最低为 8mmHg。空气中的相对湿度是

通过设在室内的增湿器来控制的，一般在 90% 以上，由于抽气减少了室内氧气含量，使果蔬的呼吸维持在最低程度的水平上，同时还排除了室内一部分二氧化碳和乙烯等气体，因而有利于果蔬长期储藏。

(10) 艾蒿抗菌保鲜袋 美国利用艾蒿制造出一种新型食品保鲜袋，这种保鲜袋可反复使用，且最终能够被微生物分解。艾蒿是一种野生植物，具有抗菌、防霉、防虫和药用功能。据生产艾蒿保鲜袋的公司提供的资料表明，新开发的食品保鲜袋是用 60% 的可降解塑料、20% 的艾蒿粉末及 20% 的添加物混合加工而成的薄膜制成的。把蔬菜、水果等食品放在这种保鲜袋里，置于冰箱内，可确保食物处于抗菌、防霉、防虫的环境中，能够将食物保鲜期延长 2 倍。如果这种保鲜袋用脏了，经过刷洗还可以反复使用，直到用破为止。废弃后，保鲜袋可被微生物分解。

(11) 最新水果保鲜剂 美国一农业研究中心研究开发了一种最新的水果保鲜剂。这种保鲜剂采用从天然植物中提取的 4-乙基间苯二酚与钙化物按比例混合后配制而成，它具有抑制生物活力和酶氧化能力的作用，因而保鲜效果好。试验证明，将新鲜苹果削皮切开后喷上该剂，可使苹果片即使在 20℃ 左右气温下几周不变色，在桃、香蕉等水果的保鲜上同样适用。

为了使水果和蔬菜在空运中保持新鲜，美国一家公司发明了一种在包装箱里减少氧增加氮含量的新方法，这中供空运使用的具有空调性能的新型包装箱中有一层特制的薄膜，薄膜纤维能吸收氧分子而让氮气通过，因此在空气通过薄膜进入包装箱后，箱内的氮气含量可高达 98% 以上，高含量的氮气可以使果蔬的呼吸减慢，也就达到了长时间保鲜的目的。美国的一家食品公司利用干酪和从植物油中提取的乙酰单甘油酯制成了一种可食用的包装。这是一种透明、无味的覆盖膜，将它粘贴在切开的瓜果蔬菜表面，可以达到防止果蔬脱水、变黑以及防止微生物侵入的目的，使得切开的水果和蔬菜也能长时间地保持新鲜。

(12) 鲜花保鲜包装 针对鲜花容易枯萎的问题，以色列最近

研制了一种新的鲜花保鲜包装方法。该方法是将通常用于包装电脑和电子仪器的带有气泡的塑料加以改进后，制成一种新的包装填充物，将它填充在装鲜花的箱子里作内衬，不仅能使箱内温度降低几度，还能减缓箱内外的空气交换，起到了良好的保鲜作用。

(13) 可测毒性塑料保鲜膜 加拿大毒素塑板公司发明一种可测出食品是否变质、是否有毒的食品保鲜膜。这种涂有一种化学物质的塑料保鲜膜，在遇到某些毒素时即变形（从圆形变为扁状）。经测定，这种保鲜膜可检出沙门氏菌、曲形菌、埃舍利大肠杆菌和李斯特氏菌等多种病菌。涂敷的化学物质无毒，不会污染食物，不会影响人体健康。

日本保鲜包装技术在研究方法上取得了不小的成就，今后其发展趋势表现在如下几个方面。开发功能性保鲜膜，利用相关技术使瓦楞纸箱保鲜效果更好，满足食品保鲜的特殊要求；远红外瓦楞纸箱，激发水分子的活力并使其保持活化态，从而预防微生物侵蚀和氧气的散失。另外远红外还激活了氧气，使水果糖度增加；生物保鲜瓦楞纸箱，能防止水分蒸发，并控制呼吸，达到保鲜的目的。

日本昌坂电器公司研制出一种负离子食品保鲜机，这种保鲜机是利用高压负静电场所产生的负氧离子和臭氧来达到保鲜的目的。负氧离子可以有效抑制果蔬代谢过程中的酶活力，降低果蔬内具有催熟作用的乙烯生成量；同时，臭氧既具有消毒灭菌功效，又可有效抑制并延缓有机物的分解，因而可以延长果蔬的储存期。

日本还研制成功一种一次性新型塑料保鲜膜。它由两层透水性极好的尼龙半透明膜组成，两层之间装有渗透压高的砂糖糖浆。用这种塑料膜来包装果蔬，能缓慢地吸收从果蔬表面渗出的水分，从而达到保鲜的目的。

由于世界贸易的日益发展和人们生活水平的不断提高，对新鲜食品的要求愈来愈高，对新鲜食品的需求量也在迅速增加，世界各国对食品保鲜技术十分重视。致力于研究该技术的中外科学家和科研人员在食品的保鲜上加大了研制力度并取得了不少成绩，近年来

研制出了许许多多新型实用的保鲜包装材料和技术。生鲜食品的保鲜是一项既实用又迫切需要解决的难题，目前，国外对果蔬保鲜和食品包装的研究主要集中在选材及工艺上。不过，使保鲜包装效果更佳和工艺简单化、节省费用和提高效率将是保鲜包装追求的目标。

第十一章 其他特种包装技术

近年来，国内外包装工业的发展突飞猛进，包装新材料、新设备、新工艺和新技术不断涌现，给国民经济的发展带来了许多机遇，为各行业的进步和人们生活水平的提高做出了应有的贡献。随着科学技术的发展，包装领域也经历着翻天覆地的变化，新的包装材料和技术陆续被研究和发明成功，除了前面所讲述的包装技术外，在包装行业和日常生产生活中，还有其他一些特种包装技术如防酶腐包装、辐照包装、热成型包装、冷冻干燥包装、防倒置包装、医用包装、军用包装、隐形包装、自适应包装、在树保鲜包装、活性包装、儿童安全包装和防静电包装等，虽然它们在包装业并没有广泛的应用，但对于物品或食品的特殊包装而言发挥着很重要的作用，丰富和完善了包装技术的内容，同时也满足现实中特殊包装方面的需求，解决了一些相关问题。

第一节 防霉腐包装技术

一、概述

（一）产生及概念

物品霉变是由霉菌作用产生的、由有机物构成的物品，包括生物性物品及其制品或含有生物成分的物品，它们在日常环境条件下容易受霉菌作用发生霉变和腐败，使物品质量受到影响和损害。霉菌危害的范围非常之广，有机物之外的材料在一定条件下也会遭到霉菌的侵蚀，如玻璃、铝、铜、铁等均可能受到霉菌的侵蚀，这主要是霉菌在黏附其上的有机物上生长，其代谢产物对此类物质产生作用的结果。防霉腐包装技术就是指在物品包装时，采取一定的措施使其处在能够抑制霉菌微生物滋长的特定条件下，从而延长其保质期和货架寿命的包装技术。

在物品的生产和流通的过程中，由于涉及的环节较多，增加了环境因素对物品的污染和影响，微生物生长繁殖就会造成大量物品的霉变和腐败，所以防霉腐包装可以抑制微生物的产生和繁殖，有效地阻止或延缓微生物对物品的危害，达到保护内装物质量的目的。

（二）霉腐微生物及其特性

1. 霉菌的组成和分类

霉菌体积很小，是由许多细胞组成的微生物生命体。微生物的细胞由各种复杂的化合物构成，含有碳、氢、氧、氮和各种矿物质元素。在微生物的组成成分中，水分约占微生物细胞的 85%~95%，是微生物细胞的主要组成成分，微生物的各种生理活动如蛋白质、碳水化合物与脂肪的水解作用，都需要在有水参与的情况下才能完成；干物质是霉菌微生物的另一种主要成分，微生物细胞内的干物质含量不是固定的，而是随菌龄和生活条件改变的，约占细胞的 5%~15%，其中主要为蛋白质、核酸、糖类、脂类、维生素等有机物，还有少量的无机物，如硫、磷、钾、钙、镁、铁、钠和微量的铜、锌、锰、硼、钼等。

霉菌的种类繁多，常见的有如下几种。

（1）毛霉 毛霉外形呈毛状，具有分解蛋白质的能力，可引起果实、果酱、蔬菜、糕点、乳制品、肉类等食品变质腐败。

（2）青霉 青霉可呈青色、灰绿色或黄褐色。青霉菌能生长在各种食品上，引起食品变质。其中有些青霉菌种可制取抗菌素，如青霉素。

（3）曲霉 曲霉有分解有机物的能力，从而引起许多有机物组成的食品发生霉腐。

（4）根霉 根霉形态与毛霉相似，可使淀粉转化为糖，还会引起粮食及其制品霉变。

（5）木霉 木霉可使谷物、水果、蔬菜等霉变，也可使木材、皮革与纤维物质霉烂。

（6）芽枝霉 芽枝霉能引起食品霉变，并危害有机物食品之外

的材料如纺织品、皮革、纸张与橡胶等。

(7) 镰刀霉 镰刀霉可引起谷物与果蔬霉变，其中有些菌种可产生毒素。

(8) 枝霉 枝霉分布在土壤与空气中，在冷藏肉与腐败蛋中经常出现。

2. 霉菌的特性

物品中霉菌的生长繁殖受到环境温湿度、环境中适合于霉菌微生物生长的营养条件等诸多因素的影响。对于霉菌微生物来说，其生存的营养条件主要有水分、碳源、氮源以及其他微量的矿物元素，另外还有能够促进其生长发育的生长因素。生长因素一般为有机物质，目前已知的生长因素大约有 30 种，主要是 B 族水溶性维生素。

营养物质可以提供菌体代谢所需的能量，也可以合成菌体。在菌体所需的营养物质中，水分是最主要的因素，没有水分的参与，就不能提供给霉菌生长的基本条件，因为细胞内的生物化学反应需要在水溶液中进行；含氮物质是细胞内蛋白质和核酸等元素的来源，细胞的合成离不开氮源，而氮源一般是含氮的无机和有机化合物；同样碳源也是构成细胞必需的，通常二氧化碳和一些有机含碳化合物如有机酸和糖类作为菌体的碳源；矿物元素对菌体的生长繁殖有刺激和促进作用，霉菌需要的矿物元素种类较多如钙、铁、硫、钾、镁、磷、铜、钼、钴、锰、锌等，但对于它们的需求是微量的；在霉菌的形成过程和发育阶段，除了以上所述及的条件外，还有一些其他的环境因素，这里不再一一赘述。

(三) 包装防霉剂种类及其性能

霉菌在自然界大量存在，它靠寄生分解有机物质得以生存繁殖，而很多包装材料，如纸、木材、纺织品、涂料、橡胶、塑料等均属有机物，在霉菌作用下，含有机物的物品会逐渐遭到分解破坏而腐败，使包装材料变质受损，失去保护功能。防霉剂是一种能抑制霉菌生长和杀灭霉菌的制剂。

1. 对包装防霉剂的要求

在物品的防霉腐包装中有时需要防霉剂的参与，通常要求防霉剂有很强的抑菌和杀菌作用，能有效地控制霉菌的生长繁殖，最好是无毒或低毒；不影响包装材料的性能和外观，能适应包装制品的应用条件；化学性能稳定，不与其他物质或物品发生化学反应，在加工和包装制品流通时性能稳定；来源丰富，易于制造、使用，浓度低，且便于储存。

2. 包装上常用的防霉剂

防霉剂的品种繁多达数千种，不过其使用对象各不相同。在包装上常用的有以下几种。

(1) 多菌灵 它是淡褐色粉末或白色结晶，难溶于水，能溶于乙醇、乙酸及无机酸，毒性很小。可用于纸、棉麻织品等包装材料的防霉，使用时磨成粉末，制成 0.3% 的悬浮液喷洒。

(2) 百菌清 百菌清难溶于水，可溶于乙酮、丙酮、二甲苯、亚麻油等，毒性低，对许多霉菌有显著作用。可用于纸张及纸制包装材料，也可用于皮革及其制品，使用浓度 0.1%~0.5%。

(3) 菌霉净 它是灰褐色或白色粉末，难溶于水，易溶于醇类、酮类等有机溶剂，低毒，热稳定性好，防霉效果较好，最宜于木材防霉，使用浓度 0.1%~0.6%。

(4) 8-羟基喹啉酮 它是淡黄色粉末或固体，不溶于水和大多数溶剂，易溶于酒精，杀菌力强，低毒，稳定。可用于塑料、涂料、纤维织品等包装材料的防霉，使用时，将其溶于酒精，再配成 3% 水溶液处理物品，效果显著。

(5) 萘酸酮 它是翠绿色半固体的油蜡状物质，有味，不溶于水，可溶于苯，可用于棉、麻或有沥青涂层的包装材料的防霉。

(6) 对羟基苯甲酸酯类 又名尼泊金酯类，为白色结晶粉末，低毒，抑菌范围广，在酸性溶液中抑菌作用强，碱性中较弱。

(7) 二氯乙烯基水杨酸酰胺 它是白色粉末，难溶于水，能溶于乙醇、丙酮、氯化钠水溶液中，无味、稳定、低毒。对纸、皮革、棉、麻等包装材料防霉效果较好，使用浓度为 0.1%~0.5%。

(8) 3-苯基水杨酸酮 它是绿褐色粉末，无味，可用于木、竹

容器及织物等包装容器的防霉。

(9) 硫柳汞 它是白色或奶油色晶状粉末，可溶于乙醇、丙酮等溶剂，可用于涂料、塑料、纺织品及光学仪器的防霉。

(10) 水杨酰苯胺 它是白色或淡红色鳞片状结晶，溶于丙酮，微溶于醋酸、甲苯。可用于塑料、涂料、皮革、橡胶等包装材料的防霉。

(11) 对硝基酚 黄色或淡黄色结晶，可溶于乙醇、乙醚或热水中，用于涂料、皮革、纸张及纤维等包装材料的防霉。

(12) 噻苯咪唑 黄色粉末，对热稳定，高温时稍有升华，无毒。可添加到纸、塑料或复合材料中用于食品包装，也可直接喷涂于水果、蔬菜表面，防霉效果较好。

(13) 氯化高汞 白色粉末或结晶，可溶于丙酮、醋酸乙酯等，有剧毒，可用于对卫生条件要求不高的纸、木材等包装材料的防霉。

(14) 多聚甲醛 它是甲醛的聚合物，常温下能解聚为甲醛气体，有很强的杀菌作用，但对人毒性较高，对人眼刺激性大，是一种较常用的气相防霉剂。使用时，将其包成小包放入包装容器中，顺其自然升华扩散，即可起到防霉作用，但不适于金属容器和食品包装容器。

(15) 山梨酸与山梨酸钾 它是无色或白色结晶或结晶性粉末，无毒、无臭，对光、热稳定，易溶于水，抑菌范围广，对人眼有刺激性。可喷洒在包装材料上，也可加入食品中防霉。

(16) 苯甲酸与苯甲酸钠 它们均为白色结晶，无毒、无臭、稳定，在酸性环境中抑菌范围广泛，惟对产酸菌作用弱。苯甲酸易溶于乙醇，苯甲酸钠易溶于水。它们可涂覆于包装材料表面，更多的是作为食品防腐剂。

二、物品霉变的机理和特点

(一) 物品及其包装产生霉变的原因

物品的霉腐包含着霉变和腐败两个过程，其中物品的霉变是指霉菌在物品上经过生长繁殖后，肉眼能见到其上附着的霉菌。物品

的腐败是指细菌、酵母霉菌等引起物品中的营养物质发生分解，使物品遭到侵袭破坏从而呈现腐烂现象。制品产生霉腐的主要因素一般有以下两个方面。

1. 物品及其包装产生霉变的内因

在自然界中霉菌到处可见，由于在物品的生产、包装、运输和存储过程中，周围空气、土壤、水分等微生物的污染，使得物品带有种类繁多的大量微生物。但并非一切物质都会受到霉菌的侵蚀，在同样的条件下，有些物品不受霉菌侵蚀，而有些却易于为霉菌侵蚀，其根本原因就在于产生霉变的物品中含有霉菌所需要的有机物。很多产品，如食品、植物纤维制品、皮革、毛线等，以及很多包装材料，如纸及纸制品、涂料等都是由有机物构成的，它们能够为霉菌的生长提供霉菌生长繁殖所需要的水分、碳、氮及矿物养料。由于霉菌种类的不同，也造成其对营养物质需求的差异，所以不同组分的物品受到霉腐的程度是不同的，但无论如何，物品对物品的霉腐影响是起决定作用的，这就是产品及其包装产生霉变的内因。

2. 物品及其包装产生霉变的外因

在包装中，仅仅存在产生霉变的内因并不意味着一定产生霉变，霉菌的生长繁殖还需要有适宜的外界条件即外因，如温度、湿度、氧气和 pH 值等。

(1) 环境温度 霉菌微生物种类很多，温度因素对其产生的影响也不尽相同，但温度对微生物的生长繁殖有着重要的作用。最主要的影响是对菌体内各种酶的作用，温度的高低会影响到酶的活性和新陈代谢。多数霉菌的最适宜环境温度为 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，少量霉菌会有例外，如腊叶枝孢霉在 -6°C 时还能生长，而毛壳霉甚至在 62°C 时还能生长。

(2) 环境湿度和物品的含水量 水分是霉菌生长繁殖的关键条件，霉菌孢子萌发需要水分，霉菌的新陈代谢需要水分，霉菌的胞内酶、胞外酶所进行的生物化学反应只有在有水的条件下才能起到催化作用。而这些水分主要从物品和周围空气中所含水分来获得。

物品中的含水量是受周围空气的相对湿度影响的，处于动平衡状态。对一般霉菌来说，空气的相对湿度低于 65% 时，其孢子几乎不生长，在该数值以上，相对湿度越大，霉菌生长越快，就越易霉变。要想控制霉变，要求产品及其包装的含水量控制在 12% 以内，空气相对湿度控制在 75% 以下。

(3) pH 值 pH 值大小对霉菌的活动能力有很大影响，这主要是因为霉菌内的酶只有在一定的 pH 值时才能体现活力，否则便会受到抑制。一般霉菌在 pH 值为 4~6 时生长最快。

(4) 氧气 霉菌的生命活动离不开氧气，一般氧气含量越小，霉变越轻，若把含氧量降到 5% 以下，大多数尤其是嗜氧霉菌的生长就大受抑制，不过，缺氧的环境适宜于厌氧霉菌的活动。

(5) 化学物质及其他因素 化学物质对菌体的作用取决于其浓度、环境的物质性、菌体敏感性以及温度的高低，其对微生物的作用主要有抑制代谢、破坏菌体结构和代谢机制、作为营养物质等，不同的化学物质其对应的菌体种类不同，主要有酸类、碱类、盐类化合物以及有机化合物和糖类。

(二) 物品霉变的特点

霉菌的生命活动，与营养物质、温度、湿度、氧气、pH 值等密切相关，绝大多数物品及其包装上所使用的材料，都具有霉菌生长所需要的营养物质，若是环境条件适合，霉菌就会大量生长，但是，只要控制与霉菌生命活动有关的任一因素，霉菌的生长就会受到极大的抑制，也就避免或者延缓了物品腐败的进程。

一般地讲，物品的霉腐有如下几个过程。首先是受潮，物品受潮是霉菌生长繁殖的关键因素。当物品吸收了水分受潮后，其含水量一旦超过了安全水分的限度，就为微生物的生长繁殖提供了条件。其次是发热，我们知道温度是影响霉菌活动的重要因素，物品受潮后霉腐微生物开始生长繁殖产生热量，一部分供其本身利用，剩余部分就在物品中散发，由于物品的外部比内部易散热，所以其内部温度容易升高。再次是发生霉变，由于霉菌在物品上生长繁殖，开始有菌丝生长，能看到被称为菌毛的白色毛状物，霉菌继续

生长繁殖形成叫做霉点的小菌落，菌落增大或菌落融合形成菌苔，称为霉斑。霉菌代谢产物中的色素使菌苔变成黄、红、紫、绿、褐、黑等色。最后就是物品的腐烂，物品霉变后，由于霉菌摄取物品中的营养物质，通过霉菌分泌酶的作用，破坏了物品的内部结构，发生霉烂变质。发霉后的物品发出霉味，外观上产生污点或染上各种颜色，内部结构被彻底破坏，随之物品也就腐烂变质，失去了其使用价值。

三、防霉腐包装技术及其分类

在合适的条件下，霉菌会从物品和外界环境中不断地吸取营养和排出废物，在大量生长繁殖的同时，物品也就逐渐遭到分解破坏，也就是说，物品发生了霉腐。为了保护物品安全地通过生产、流通、销售和储存等环节并充分被利用，就必须采用防霉腐包装技术防止其霉变。目前常用的防霉腐包装技术有以下几类。

1. 药剂防霉腐包装

化学药剂防霉腐包装技术主要是使用防霉防腐化学药剂将待包装物品、包装材料进行适当处理的包装技术。这类药剂称为防霉防腐剂，通常将其分为两大类：一类是用于工业品的防霉剂；另一类是用于食品的防霉腐剂。选用时依据制剂的低毒、高效、价廉、易购及使用方便等特点，同时要求制剂不影响商品的性能和质量，有良好的稳定性、耐热性和持久性能。

药剂能杀灭和抑制霉菌，其机理主要是使菌体蛋白质变性、沉淀、凝固，有的能影响菌体的代谢，有的能降低菌体表面张力，使细胞破裂或溶解。在采用药剂防霉包装时可采取下列方法：其一，可将防霉剂制成溶液，喷洒或涂布在产品表面，也可将产品浸泡防霉剂后再包装；其二，可将包装容器在防霉剂溶液中浸渍一下再包装产品；其三，可在生产包装材料时添加防霉剂，再用这种防霉包装材料包装产品。

2. 气相防霉腐包装

气相防霉腐包装是利用气相防霉腐剂的挥发气体直接与霉菌作用，杀死或抑制霉菌，以起到防霉腐效果。气相防霉腐是气相分子

直接作用于商品，对物品外观和质量没有不良影响，但要求包装容器透气率小、密封性好。

常用的气相防霉腐剂有多聚甲醛、环氧乙烷等。多聚甲醛对金属有腐蚀性，不能用于金属商品的包装，另外甲醛气体对人眼有害，要注意操作。环氧乙烷可在低温下使用，适用于怕热怕潮的物品，另外它可以破坏粮食中的维生素和氨基酸，还残留下有毒物质，所以只适用于日用工业品，而不宜用作食品的防霉腐。使用气相防霉剂进行防霉包装时，可将防霉剂包成小包，与产品一起放入包装容器内，要求包装容器密封性好，其包装材料气密性好，这样才能有效地防霉。

3. 气调防霉腐包装

气调防霉腐包装是降低产品所处环境中的氧气浓度，以抑制霉菌生长的防霉腐包装。霉菌微生物的代谢需要空气、水分和合适的温度，有效地控制其中的某一个因素就会抑制微生物的呼吸。气调防霉腐包装是在包装内充以氮气或二氧化碳气体，当空间中二氧化碳浓度为 $10\% \sim 14\%$ 时，对霉菌有抑制作用，若浓度超过 40% 时，即可杀死多数霉菌。

进行降氧防霉包装的方法有二：其一是先抽真空到一定程度，再充入氮气或二氧化碳；其二是在包装内加入脱氧剂来消耗包装内的氧气，以降低氧气的浓度。无论采用哪种降氧方法，都要求包装容器具有良好的气密性和密封性。

4. 低温防霉腐包装

低温防霉腐包装技术是通过一定的方法控制物品的温度，使其低于霉菌微生物生长繁殖的最低界限，从而抑制物品的呼吸和代谢分解，也抑制微生物的代谢和生长繁殖。在低温环境下，霉菌的活动不仅会受到极大抑制，甚至会死亡。所以一般地，环境温度越低，持续时间越长，防霉腐效果越好。

低温防霉腐包装技术分冷藏和冷冻两种，冷藏温度一般为 $3 \sim 5^{\circ}\text{C}$ ，在此温度下，霉菌生长受到极大抑制，但并非死亡，适用于含水量大且不耐冷冻的食品，如水果、蔬菜等。冷冻温度在 -12°C

以下甚至更低，在此温度下，霉菌多数死亡，适用于耐低温的物品，如肉类、鱼类等。需要注意的是，低温防霉腐包装的材料应使用能耐所需低温的包装材料。

5. 低湿防霉腐包装

水分是霉菌生长的必要条件，没有合适的水分，霉菌无法生长。低湿防霉腐包装技术是通过降低密封包装内的水分与商品本身的含水量，使霉腐微生物得不到生长繁殖所需水分来达到防霉腐目的。因此，控制物品和包装内水分可有效地抑制霉菌生长，一般控制包装内的相对湿度在 60% 以下，即可有效防霉腐。

一般高速失水不易使微生物死亡，缓慢干燥霉菌菌体死亡最多，且在干燥初期死亡最快。菌体在低温干燥下不易死亡，而干燥后置于室温环境下最易死亡。进行这种包装时，需要选用气密性好和透湿度低的容器或包装材料进行密封包装，并在其内放置适量的干燥剂如硅胶等和湿度指示纸，以吸收水分和指示相对湿度。

6. 其他防霉腐包装

除了前面所述及的包装方法外，还有一些其他防霉腐包装技术，在特殊的防霉腐包装中起着重要的作用。目前应用的主要有以下几类包装技术。

(1) 电离辐射防霉腐包装 电离辐射的直接作用是当辐射线通过微生物时能使微生物内部成分分解而引起诱变或死亡。其间接作用是使水分子离解成为自由基，自由基与液体中溶解的氧作用产生强氧化基团，此基团使微生物酶蛋白的—SH 氧化，酶失去活性，因而使其诱变或死亡。电离辐射一般是放射性同位素放出的 α 、 β 、 γ 射线，它们都能使微生物细胞结构与代谢的某些环节受损。电离辐射防霉腐包装目前主要应用 β 射线与 γ 射线，包装的物品经过电离辐射后即完成了消毒灭菌的作用。

(2) 微波辐射防霉腐包装 微波是频率为 300~300000MHz 的高频的电磁波。微波的杀菌机理是微生物在高频电磁场的作用下，吸收微波能量后，一方面转变为热量而杀菌，另一方面菌体的水分和脂肪等物质受到微波的作用，它们的分子间发生振动摩擦而

使细胞内部受损，在此过程中产生的热能促使菌体死亡。微波产生的热能在内部，所以热能利用率高，加热时间短，加热均匀。

(3) 紫外线照射防霉包装 紫外线是具有杀菌作用的一种射线，为日光杀菌的主要因素。紫外线的波长范围为 $100\sim 400\text{nm}$ ，其中波长为 $200\sim 300\text{nm}$ 的紫外线具有杀菌作用。紫外线穿透力很弱，所以只能杀死商品表面的霉腐微生物。此外，含有脂肪或蛋白质的食品经紫外线照射后会产生臭味或变色，不宜用紫外线照射杀菌。紫外线一般是用来处理包装容器（或材料）以及非食品类的被包装物品，将这些要灭菌的对象在一定距离内经紫外线照射一定时间，即可杀死物品表面和容器表面的霉腐微生物，对于包装而言则可延长其有效期。

(4) 远红外线 远红外线是频率高于 3000000MHz 的电磁波，其作用与微波相似，其杀菌机理主要是远红外线的光辐射和产生的高温使菌体迅速脱水干燥而死亡。

(5) 高频电场 高频电场的杀菌机理是含水分高的物品和微生物能将通过自己的高频电能转变为热能而杀菌。只要物品和物品上的微生物有足够的水分，同时又有一定强度的高频电场，消毒瞬间即可完成。

第二节 辐射及热成型包装技术

一、辐射包装技术

(一) 辐射食品包装概述

如前所述，辐射包装技术可以用于食品的防菌与防霉腐包装中，这是因为利用核技术产生的电离射线照射所包装的食品，能有效抑制或消灭食品中的细菌、真菌和许多微生物，使食品保持原有的品质、风味和营养价值。密封的果蔬、鱼、肉等，对其进行适当的射线辐照后，由于抑杀了微生物群落和抑制了成熟过程，在常温下的储存期明显延长。如用剂量为 4000Gy 的 γ 射线辐照番茄，在 18°C 下可储存 30d 。在低真空 ($5300\sim 8000\text{Pa}$) 环境下，用聚合物包装袋包装并用剂量为 4000Gy 和 6000Gy 的 γ 射线辐照牛肉或猪

肉半成品，可在 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 下分别保存 40d 和 60d。辐照包装不仅用于防霉腐和无菌包装，还适用于食品的保鲜包装，与加热灭菌和冷藏保鲜相比，辐射包装具有食品特性能长期保持完好无损，无化学致癌物质残留；可以用于新型包装，并对包装食品直接辐照；可以实行自动化生产等优点。研究表明，只要照射剂量不超过 10000Gy ，辐照对任何食物都无不良影响，人体的安全也能得到保证。我国已建成科学、安全的辐照中心，辐照技术已达到世界先进水平，新世纪，我国辐照包装将会得到更大的发展。

（二）辐射包装技术的机理、工艺和特点

1. 辐照包装灭菌保鲜机理

在前面几章介绍的包装技术中，我们知道食品包装常用的加热灭菌是靠升高环境温度以超过细菌生长发育的耐受度，最终达到消灭细菌的目的；微波灭菌是靠电磁波作用于细菌分子，使其吸收能量，温度升高或细胞内部受到振动，由此引起细菌分子运动而产生摩擦热，导致细菌死亡。当人们发现了电离射线的灭菌方法后，认为灭菌理论主要有标靶论和代谢论两种。经典的损害机制是标靶论，以为细胞有一个生命中心即脱氧核糖酸分子，如果高能射线粒子击中这个“标靶”，细胞就会死亡；近代理论“构造代谢论”认为：在射线照射下，生物膜损坏形成过氧化脂肪酸和醌，这些毒素足以对细胞的遗传器官造成严重的二次损伤，最终导致细菌死亡。

研究表明，辐照灭菌一般随微生物的种类、菌数、生理状态、照射温度、环境成分、共存物质的不同而异。在无孢子细菌中，革兰氏阳性菌远比革兰氏阴性菌耐性高；有孢子细菌一般比无孢子细菌耐性高，尤其是孢子抗射线强。在真菌类中，霉菌与酵母菌耐性强。一般而言，影响灭菌效果的因素主要有环境温度、气体成分和细菌浓度。在温度方面，对食品在加热条件下进行照射，灭菌效果就会增强，实验也证明，加热和照射同时使用是提高照射灭菌效果的有效手段；在气体成分方面，照射时如果有氧气存在，生物的伤害会增大，灭菌效果就会明显提高；对细菌的浓度而言，随着细菌浓度的减少，对放射线的耐性也逐渐降低，灭菌效果就好一些。

2. 食品辐射包装技术的工艺方法和特点

(1) 工艺方法 食品辐射包装技术从深入研究到投入实际应用经历了很长的时间,直到 20 世纪 70 年代,新的电离辐照包装储存法才逐渐趋于成熟。由于电离射线会使肉类、各种肉制品的微生物发生物理化学和生物化学变化,考虑到辐照产品的生物学价值与安全性,许多国家进行了大规模的研究和试验,在此基础上创立了有科学依据的包装肉产品的辐照加工及保藏工艺。肉食品的辐照加工工艺主要有辐照选择性灭菌和辐照完全灭菌两种方法。选择性灭菌就是射线巴氏灭菌,即对肉类和肉制品进行微量辐照处理,使微生物的孢子量大大下降,使其活性受到抑制,但未完全消灭;辐照完全灭菌则是用大的照射剂量进行辐射消毒,从而基本上消灭微生物并延长食品的货架寿命。辐照灭菌工艺也可用于肉食品罐头,研究表明,采用辐照完全灭菌法长期储存的火腿、猪肉、牛肉、鸡肉等罐头,其肉品的色香味形均优于加热灭菌的罐头。

(2) 辐射包装的特点 对于辐射包装而言,食品的安全性至关重要,综合采用加热法和辐照法对包装食品进行处理,可以大大提高半成品的抗微生物腐败性能。经过研究,对于易腐烂的水果和蔬菜而言,采用低剂量辐照可以满足果蔬的保鲜要求,起到延长其储存期从而增加其社会效益和经济效益的目的。蔬菜、水果用规定的剂量辐照后,在常温下的储存期由于抑杀了微生物群落和抑制了成熟过程而明显延长。

辐射包装还具有如下的特点:可以延长食品的保存期,提高其货架寿命;具有卫生性和安全性;便于采用新型的包装,并对包装物品进行直接辐照;生产过程便于实现自动化;物品的特性可以在较长时间内保存完好,无化学有毒物质残留;有良好的社会效益和技术经济效益。

(三) 辐射包装技术的应用及前景

目前,辐照包装技术广泛地应用于包装以及包装材料的再生等。比如,干鲜果品的保质包装;调料和香料的保质包装;化妆品、护肤品的保质包装;中药药材以及医药、器械的无菌包装;各

种饮料、保健饮料的无菌包装；包装材料的灭菌处理。

我国于 20 世纪 90 年代开始初步接触辐射包装，如今食品工业和包装工业进入了新时代，辐照包装也有了很大的发展，除了粮食和肉品包装之外，还用于日用品及医药药材等包装，亦可用于聚合物包装材料的接枝；聚合物包装材料的交联；包装废弃混合塑料的再生利用；包装废弃物的辐照处理等，因而具有巨大的经济效益和社会效益。随着社会和科技的发展，对辐射包装会提出更高的要求，辐射包装也会越来越完善以满足包装的需要，国内外对辐射包装正在作深入的研究，因此辐射包装有着良好的前景。

二、热成型包装技术

热成型包装又称吸塑包装，由于热塑性的塑料薄片在加热成型后所形成的泡罩、空穴、盘盒等均为透明的，可以看到商品的外观，作为衬底的卡片可以印制精美的图案和使用说明，便于陈列和使用。另外，商品在包装后被固定在泡罩和衬底之间，在运输和销售中不宜损坏，从而使商品既延长了保存期，又起到宣传和扩大销售的作用。该包装方式性能优越，目前在医药、食品、化妆品、文具、日用品和机械零件等领域以及玩具、礼品、装饰品等销售包装方面有着广泛的应用。热成型包装技术包括泡罩包装和贴体包装。

（一）泡罩包装技术

1. 泡罩包装及其结构形式和材料特性

（1）概述及结构 所谓泡罩包装即是将产品封合在用透明塑料薄片（常用的有聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯等）形成的泡罩与底板（纸板、塑料薄膜、铝箔或它们的复合材料制成）之间的一种包装方法。泡罩包装又称起泡式包装，于 20 世纪 50 年代末始于药片包装，现在有些食品、日用品、玩具等也广泛采用泡罩包装。

由于泡罩包装的迅速发展，目前出现了许多泡罩结构。如图 11-1 为泡罩的截面结构，主要由塑料片材、热封材料、印刷油墨、纸板等组合而成。纸板和泡罩的组装可以用直接加热封合法（对塑料泡罩加热）或间接加热法（对纸板加热），加热设备有电阻式、脉冲式、电子式、高频式等。直接加热法较间接加热法封合速度

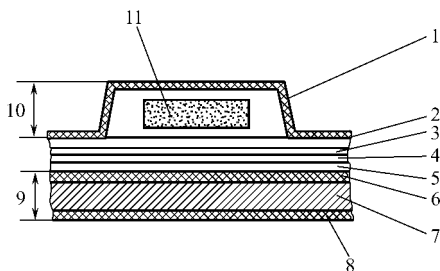


图 11-1 泡罩包装横截面构造

1—塑料片材；2—热封涂层；3—印刷油墨层；4，5—白土涂层；
6，8—化学表面处理层；7—内施胶；9—原纸；10—泡罩；11—产品

快，并能减少纸板的烧焦和翘曲。

图 11-2 所示为典型泡罩封合方法。图 11-3 为泡罩的基本结构方式。

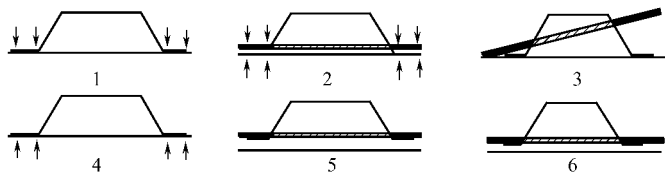


图 11-2 泡罩的典型封合方法

1—热量通过塑料；2—热量通过塑料和纸板；3—热量通过纸板；4—泡罩固定于
纸板之间；5—折合纸板、热封、胶封或 U 钉封合；6—泡罩由标贴与纸板相互固牢

(2) 包装材料及特性 泡罩包装从其结构来看主要由具有热塑性的塑料薄片和衬底组成，有时还需要热封涂料和其他辅助材料。

① 塑料。一般地，包装所用材料为硬质塑料片材，有纤维素、苯乙烯、乙烯树脂三类，以纤维素应用最为普遍。泡罩包装设计的关键是对泡罩材料的膜片的性质、等级和厚度的选择，泡罩材料要求透明度高，热封性好，抗油脂的透过性好，易于切断和修整等；若包装食品、药品等，需用无毒塑料，如无毒聚氯乙烯等。

② 衬底。衬底也称底板，是泡罩包装的主要组成部分，在选用时需要考虑到被包装物品的大小、质量和形状。常用的衬底有白

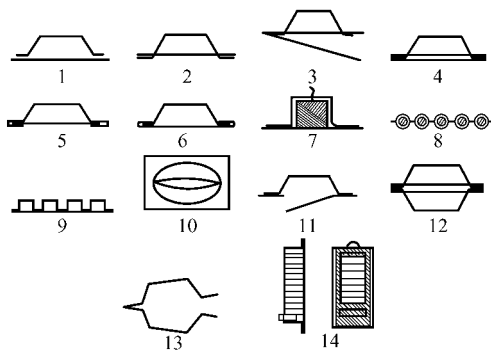


图 11-3 泡罩的基本组合方式

- 1—泡罩与单纸板黏合；2—泡罩与模切纸板封合；3—折合纸板；4—夹板式或双纸板；
5—盖子插入卷边槽；6—沟盖插入于盘上；7—自动销售包装；8—全塑条带式包装；
9—分格式泡罩包装；10—压挤或开启泡罩；11—铰链开启式纸板；12—模切纸板双泡罩；
13—全塑铰链式或双泡罩；14—滑槽式自动销售泡罩

纸板、带涂层铝箔、多种复合材料等，白纸板有好的适印性和可涂布性，能牢固地涂布热封涂层，常用的白纸板厚度为 $0.45 \sim 0.60\text{mm}$ ，衬底的厚度范围是 $0.35 \sim 0.75\text{mm}$ ；铝箔和复合材料的一面也应有热封涂层。包装药片等小产品，可用铝箔作底板，以便于开启；包装大而重的产品，可用纸板和复合材料作为底板。

③ 热封涂料和印刷油墨。热封涂料用凹槽辊涂布法、橡胶版涂布法、丝网涂布法或组合喷涂法涂到卷筒纸料上。纸板或塑片基上的热封涂料的涂布量要适当，使整个泡罩包装具有最佳的热封合效果。溶剂型乙烯基涂料的主要性能是热黏性、封合温度、光泽、流变性、流动性等。热封涂料必须与纸板或塑料片基泡罩两者都相适应。只有合适的涂料才有好的黏合强度。泡罩包装上的印刷油墨要有较高的耐热封温度（ $230 \sim 250^\circ\text{C}$ ）、耐磨损、耐折、不退色、安全性好，不应含有过量的烃类油脂和防粘剂。

2. 泡罩包装的工艺和机械选用

泡罩包装加工过程需要成型部分、泡罩切割部分和热封合部分。泡罩包装的泡罩形状一般由产品形状而定，泡罩是由模具成型

的（只用阴模），其底板可以用硬纸板，也有用柔性材料如铝箔、复合薄膜的，它们的基本包装方法类似。泡罩包装的形态很多，基本上是以被包装物品的形状为基础。其操作步骤如下。

① 泡罩薄片软化。将卷筒泡罩薄片料通过加热器，使其软化。

② 泡罩成型。软化的薄片随即进入模具，常用两种成型方法：其一是从上方向模腔处吹压缩空气，使软片紧贴阴模而成型；其二是从阴模底部抽真空，使软片按阴模形状成型。

③ 充填产品。成型后的泡罩经冷却定型，即可充填产品。

④ 密封。将底板卷筒料覆盖于产品上，在底板和泡罩四周进行热封。

⑤ 切断。密封好的包装物经切刀切断，即成单个成品，包装过程即告结束。

泡罩包装机根据自动化程度、加热部分、成型方法、封合方法的不同可以分为很多种机型，如何选择需要的机型要根据机械工作装置的区别和对工艺的适应性来决定。加热部分的作用是使塑料薄膜热融软化备成型用，常用的加热方式有热气流加热和热辐射加热，前者用热气流喷射于被加热材料，加热效率不高且不均匀；后者用红外线电磁波辐射加热，加热效率较高。另外按照与包装材料接触的方式分为直接加热和间接加热两种方式。接触加热速度快但不均匀，适合于较薄材料；辐射加热透彻均匀，速度较慢，厚薄材料均适用。成型部分分为压塑成型和吸塑成型两种方法，前者采用平板型，成型质量好，适合于深浅泡罩和空穴；后者是负压成型，用抽真空方法成型，适合于较浅泡罩和较薄的材料。封合部分有平板式和滚筒式两种，前者用于间歇传动；后者用于连续传动。机械自动化程度有半自动化、自动化单机和全自动化生产线等几类，不同的包装对生产线的自动化程度要求不同。

3. 泡罩包装的特点

① 美观、漂亮。透明的泡罩很易看到产品形状、色彩；印刷有图文的底板使人为之耳目一新，展示效果好，外形美观，给人以美感。

② 商品保护性好。泡罩包装密封性好，防潮、防尘、防污染、防霉、防震，加之泡罩有一定弹性，缓冲性能好，商品不易受损。

③ 使用方便。使用时，可根据需要任取数量，启封容易，手压泡罩即可倒出，这对药品、食品的取用，既方便，又卫生。

④ 生产能力大。它易于实现自动化生产，符合少品种、大批量产品的自动化包装作业。

⑤ 安全性能好。由于是密封包装，一旦启封就无法复原，可防偷窃、假冒。

⑥ 成本较高，可以用于食品、药品、玩具、文化用品、医疗器具、机械零部件等的包装。

（二）贴体包装技术

1. 贴体包装及其结构形式和材料特性

（1）概述及结构 贴体包装又称卡片包装，属于塑料薄片热成型包装。贴体包装的用途有二：一方面有透明性，决定了货架陈列的销售包装；另一方面是保护性，适合于包装形状复杂、易碎、怕挤压的商品。目前，贴体包装已被广泛用作各种易碎物品、真空食品、锋利物品、日用器皿、文教用品、机械配件等商品的销售包装。也可以利用贴体包装作为工业衬垫物，这样既节约成本，又减少存放空间。

贴体包装的结构形式、组合方法和特点与泡罩包装有类似之处。它们的区别是贴体包装以产品本身的形状作为模型（阳模），通过对覆盖在它上面的塑料膜抽真空并加热，形成紧贴于产品之上的贴体泡罩，然后使其与衬板热封黏合，加工原理如图 11-4 所示。

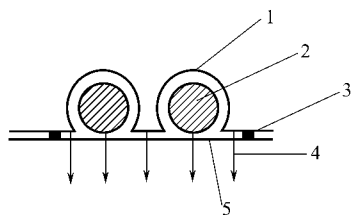


图 11-4 贴体包装示意

1—塑料膜片；2—产品；3—热封涂层；
4—抽真空；5—卡纸板

（2）包装材料及特性 贴体包装材料主要是塑料面片和底板，必要时还有一些热封涂料和辅助材料。

① 塑料面片。面片要求透明，能与底板热封，用于贴体包装的塑料片材有低密度聚乙烯、聚氯乙烯、离子键聚合物等。其中低密度聚乙烯价格低，强度牢固，有乳状外观，但透明度较差；聚氯乙烯价格较低，光亮度好，透明度好，有良好的抗戳穿性能，但不耐低温；离子键聚合物由乙烯和甲基丙烯酸共聚合，加入钠或锌依不同量形成不同聚合物，有良好的透明度和光泽，良好的抗油脂性能，良好的热黏性和延伸性，成型温度低。包装轻而小的产品时可用 0.1~0.2mm 厚的离子键聚合物薄片，包装大而重的产品时用 0.2~0.4mm 聚乙烯薄片。具体使用时还可以根据以销售美观还是保护产品为主来选用不同性能的材料。

② 底板。用于贴体包装的底板要求有一定的硬度、合适的挺度、厚度和对产品的支撑强度，应该能够透过空气，使塑料膜被抽真空时能与底板接触。常用的有白纸板 and 复合材料薄片，上面开有小孔，孔径为 0.15mm 左右，每平方厘米开孔 3~4 个。

③ 热封涂料及印刷油墨。热封涂料要求和包装中的塑料面片、底板和油墨相适应。可以根据需要选用溶剂型涂料或者水基型涂料，前者光泽性和耐磨性较好、包装时需要开小孔以便抽真空；后者无味、不易燃，包装时无需开孔。考虑到印刷适应性的因素，贴体包装的热封涂料渗透性必须很小，以免在底板孔隙中漏墨。

2. 贴体包装的工艺和机械选用

贴体包装的工作原理如图 11-5 所示。主要工艺过程如下。

① 将产品 5 与底板 4 一同送到工作平台 3 上，上面覆盖以透明塑料面片。

② 将柔性加热装置压住面片及产品，加热面片至软化。此时面片四周应压紧于底板上。

③ 开动真空泵抽真空，面片与产品中的

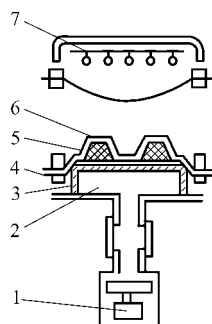


图 11-5 贴体包装原理

- 1—真空泵；2—真空室；
- 3—工作台；4—底板；
- 5—产品；6—面片；
- 7—加热器

空气便由底板上的小孔中排走，软化的面片在大气压力下紧紧贴住产品。

④ 待面片依产品形状定型好后，随即将面片与底板热封牢固，包装过程即告结束。

贴体包装方法具有操作较简单、能很好地展现产品外形、包装稳固等特点，适合包装形状复杂、怕压易碎的产品，也可用作陈列包装。广泛应用于食品、化妆品、五金工具、机械零件、玩具、礼品的销售包装。

贴体包装机必须具有如下特点：加热系统必须高效，受热必须均匀，机械运转必须平稳、可靠；抽真空效果要好，必须稳定；薄膜升降要能自动完成，而且须性能良好，操作尽可能简单、安全。

由于贴体包装后的产品装帧精美，格调高雅，货架效应好，适应商品出口，因此国外贴体包装机也发展很快，目前大体可分为两类。一类是热成型-填充-封合机，主要用于医疗器械、航空用品、肉类食品的包装，其主要用成型的薄膜片作卡板，薄膜作为贴体材料，进行贴体包装，优点是在运输中保持较好的密封性。另一类即目前广泛使用的贴体包装机，膜卷从机架的高处落下，经过加热软化抽真空后，把纸板上的产品紧紧地覆住，使薄膜、产品、纸板形成一体。

第三节 军用包装和医药包装技术

一、军用包装技术

（一）概述

军用包装是指用于军事目的的各种用品的保护性包装，通常由政府军事机构确定具体组成内容和详尽的性能要求。军用包装的对象包括军队中各种必需物品，如武器弹药、医疗器械、化学制品、生活用品和军用食品等。军用品由于其供应系统、流通条件、储存环境和使用要求的特殊性，所以很多包装形式、材料和工艺技术有别于民用物品，因而军用包装被作为一个专门的包装分支来看待。

世界各国为军用包装制订了许多标准法规，内容包括军用包装

的分级、运输与储存容器、防护包装方法和质量保证等。军用包装因其特殊性，有着如下的特点。军用包装面广量大，其包装和流通具有秘密性，由于其使用时间和地域的散发性和极端性，包装要求更严格，安全可靠最为重要，一般为过分包装，为便于携带和使用，应该尽量提高轻便性和耐用性。

（二）军用包装技法

1. 军用食品包装

随着现代战争对军用食品的要求不断提高，其包装新技术也越来越先进。据发展趋势而言，军用食品包装将向着轻质、可靠、增加功能、可生物降解等方向发展。

组合包装军用食品是由多种食品按照营养成分组合成餐份或日份食品，不同的使用场合，组合包装采用的材料不同。目前，用作组合包装的材料有纸盒、复合袋、塑料盒、马口铁等。这些材料，在提供防护性能的前提下，最重要的原则是减轻重量、降低成本。铝塑包装在一些野战食品中使用，如果酱、奶油和一些调味品的包装。异形罐头采用的是一种长方形的扁盒，其材料为镀铬马口铁，实际上是二片罐，由底和盖两部分组成。这种罐头既可以当炊具，在火上或架在蒸汽锅上加热、保温；也可以作为餐具，替代碟碗，提高了军用食品的使用方便性。而复合包装研制新型的半硬罐头材料，将是未来军用罐头发展的方向之一。干制品在常温下耐储藏，所以很多军用食品都采用这种形式，我军干制品包装使用的材料比较广泛，如马口铁、铝箔和复合包装材料。可食性包装常用于军用食品内包装，一方面可减少包装占有的体积和质量，增加整套食品的可食部分；另一方面可以提高使用的方便性，减少食品受污染、掉渣等。为了提高军用食品的感官接受性，军队研制出一种能自动加热的无火焰加热器，用于军用食品的保温包装。这种加热器能把罐头食品中心温度加热到 60°C 左右。为了有效地提高加热效率，防止热量散失，防止温度过高烫伤皮肤，需要用保温材料。这种包装材料要求体积小，隔热效果好。另外由于军队作战的快速性、机动性，要求军用食品能经得起空投、伞投，能在水面上漂浮，能防

止核武器的爆炸造成的损害和污染，因此需要食品的防护包装。目前，用作防护包装的材料有泡沫塑料、玻璃棉等，这两种材料既可以在水面上漂浮，也能较好地缓冲空投产生的冲击力。

军用食品的特殊性决定了其包装方法的特别，虽然到现在为止，各国在军用包装方面的研究取得了一定的成效，但这方面的研究还有待于进一步加强，军用食品包装也将是一个极具发展前景的研究内容。

2. 军用物资包装

军用包装涉及许多特殊的物品，如枪支弹药、易燃品、易爆品及化学物品等危险品等，根据具体的物品一般要采取几种包装技术的组合进行包装，除了要用到前面提到的特种包装技术外，还有传统的包装技术如防潮包装、防锈包装、密封包装、缓冲包装、防震包装等。

就拿弹药包装为例，弹药包含了各种枪弹、炮弹、炸弹、远程导弹、手雷等，而且弹药本身是机械构件和化学产品的综合体，涉及金属、塑料、纸、橡胶、火药、黄磷等普通材料和易燃易爆材料。不同种类弹药或者不同组成部分要求不同的安全保护性、防潮性、防湿性和防火性，所以采用的包装方法不同。弹药的包装必须确保长期存放的有效性，确保能够在各种地域和不同环境下储存使用安全可靠、对运输装卸手段的适应性和方便携带。

弹药的包装技术按战备要求分为全备弹式包装和分装弹式包装，前者是将其所有元件装于同一包装容器，对不同元件可以按照防潮防腐防锈及防震等要求分开封存；后者将元件分散储存，其安全性较好。按防护形式将弹药包装分为非密封式包装（经涂油或涂漆）、部分密封式包装、完全密封式包装和集装箱式包装，在不同的包装中需要依据种类和组成成分给予相应的防护或者保护性包装措施。

3. 隐身包装技术

在国外，隐身包装技术也已出现在军用方面，隐身包装包括可见光隐身技术、红外隐身技术、激光隐身技术、雷达隐身技术等。

随着国外隐身包装技术的发展，亦给我们提出了今后为军政人员、军用物资、军事目标、普通兵器、观察仪器等进行隐身包装的重要课题。

二、医药包装技术

（一）概述

医药包装属于一种特殊包装，它分为药品包装和医疗器械包装两部分。和军用品一样，医药及其医用器械是特殊的物品。我们知道，药品和医用器械的功效与质量直接关系到人体健康和生命安全，药品和医疗器械的包装是药物和医用设备质量的有机组成部分，包装材料及结构形式在确保药物和医疗器械的有效性、安全性、可靠性和方便性诸方面起着极关键的作用，药品和医疗器械的流通与销售有其特定的渠道和方式。评价某种医药包装的好坏，除了看其对于内容物功效的保护功能，其材料与结构的安全性和使用方便性外，还要看是否符合节省资源成本、有利于环保的原则。良好的医药包装总体质量由多方面条件构成，如科学而方便的包装结构形式，能满足特定功能要求的包装材料，先进高效的包装生产工艺及其装备，优良的医药包装生产管理体系，对运输条件和存储环境的良好适应性，有效促进医药品流通销售的市场化措施等。

医药品按其形态可分为液体、黏稠体和固体三种。液体包括溶液、悬浊液等；黏稠体包括软膏、乳液、胶液等；固体包括粉状、粒状、片状、丸状及中成药等。按药品的使用方式，又分口服、涂擦、注射等。使用形式不同，其包装要求也不一样。

（二）医药包装技术

1. 医药品的包装

药物的包装是很严格的，要求其材料和容器在物理和化学两方面都有良好的保护作用，在完成包装之前对包装材料性能如透明度、抗破碎、封闭性、防水气渗透等和包装物性能如药效稳定性、耐久性等作大量的适应性试验。

（1）液体医药品的包装 液体医药品分注射、口服、涂擦等几类，包装方法如下。

① 注射液液体药品包装。这类药品直接进入人体，在包装时，一定要严格密封保证绝对无菌。主要包装形式有安瓿瓶和玻璃瓶等。安瓿瓶主要包装小剂量药品，一次一瓶。包装时，干净的安瓿瓶在充填溶闭机内依次进行充填、溶闭和退火，然后进行高压杀菌，再将其装入纸盒中的缓冲托上。用量较大的，如生理盐水等，可用玻璃瓶包装，罐装完毕后用可翻卷的橡胶塞塞住瓶口，再用铝制拴箍套装在胶塞上，然后进行高压杀菌。

② 口服液体药品包装。这类药品经口服进入人体，其卫生要求没有注射液严格，一般用玻璃瓶包装，橡胶塞封口，再套外盖封装即可。

(2) 黏稠药品的包装 黏稠药品的流动性小，如各类软膏制剂，其包装形式主要有软管和瓶罐等。充填方式主要用定量泵定量充填，然后封盖再装入纸盒。

(3) 片状、丸状药品的包装 片状、丸状药品多为口服，其包装的关键是密封、防潮。包装的主要形式为容器包装和泡罩包装。

① 容器包装。所用的容器主要有袋、瓶、盒、罐等，包装时主要经过计数、充填、密封等工序，要求计数准确、容器无菌，充填后加软木或塑料内盖密封，不允许漏气，然后拧紧螺纹盖，对塑料袋装药品，用热封法热封。

② 泡罩包装。它是片状、胶囊状药品包装的新形式，方便使用，便于携带，防潮性好，外形美观，自动化程度高。主要包括成型、充填、密封、切断等工序。

(4) 粉状、粒状药品的包装 这类药品主要也是考虑密封和防潮。其包装形式主要有袋装和瓶装。

① 塑料袋包装。它是粉状、粒状药品包装的主要形式，粉粒状药品吸湿性大、易飞散、易黏附，会给包装带来一些困难。

② 瓶装。有些注射用药往往先制成粉末状，计量充填到小玻璃瓶内，用橡胶塞封口，再用铝制拴箍套装在胶塞上封牢。

目前医药品包装取得了很大的进步，包装种类繁多，还有许多特殊的药品包装这里不一一赘述。

2. 医疗器械的包装

(1) 概述 医疗器械包装的目的是为各种器械的消毒、运输、储存和送至患者的全过程提高保护作用，使之完好无损、洁净无菌、无副作用。医疗器械用品包括一次性使用的易耗易损品，如一次性注射器等；需要多次清洗、杀菌消毒再使用的各种工具，如剪刀等外科小工具；价格昂贵质量标准严格的可重复使用器械，如静脉注射用具、手术刀具等；精密严格的大型器械如起搏器等。

其包装种类有平袋、透气袋、热成型充填封合、预成型盘盖等，分别适合于不同的包装产品及包装技术。对医疗包装材料的基本要求是既具有多孔性，又有足够的微生物的阻隔性，经受消毒作业不宜发生质量的变化，不宜老化。当一种材料不能提供所要的性能时，可以采用两种或多种材料复合或组合的方法，达到多种性能组合效果。

(2) 医疗器械包装技术 医疗器械的包装要依据其性能决定所用的包装材料及方法，通常包装材料的组合工艺有层合法和共挤法。层合法是对已有的多种材料借助黏合剂形成复合材料，而共挤法是指多种受热熔融的塑料，由各自管道挤入同一流道内形成共挤压材料。

医疗器械包装的技术要求主要有包装物开启性和封闭性的要求，开启性要求主要有：为了便于快速剥离和开启，将包装设计成易启开的形式；封口的强度要适中，以利于操作；开启时为防止污染器械，要求包装物不易撕裂，并且开口的大小适中。包装物封闭性要求主要有：医疗器械必须严密封闭以防止任何外界物质的进入；封闭物要能经受住消毒、运输和储存过程中产生的各种应力；封闭物要经过说明该包装封闭性能合格与否的自动检测程序；为防止受到污染，医疗器械包装不适合采用冷封合黏合剂。

另外，我们知道医疗器械在开封启用前是无菌的，但在使用时一定要进行杀菌消毒，因为不同的消毒方法对各种包装材料和包装方法的使用性不同，所以在包装前应该考虑到器械消毒的问题，而了解各种消毒方法的特点，会有助于在器械包装前合理地选用包装

材料和包装技术。在医药器械方面，常用的消毒方法有蒸汽消毒法、气体消毒法、辐射消毒法、化学杀菌剂消毒法等。蒸汽消毒法速度快、效果可靠、价格低，但有使刚性包装材料及外观变形的缺点，最常用材料为聚丙烯（PP），聚碳酸酯（PC）等。气体消毒法可以用多种气体作杀菌剂，甲醛和环氧乙烷用于杀菌很有效，不过对人体有致命危险，故需专业人员来操作。适合气体消毒法的常用包装材料有纤维基材料、聚乙烯（PE）等柔性材料，聚氯乙烯（PVC）和聚酯（PET）等刚性材料。辐射杀菌法的应用日益广泛，杀菌既快捷又方便，不必如蒸汽和气体消毒法要考虑包装材料的多孔性，辐射可在室温和环境湿度下进行，对包装及其封合处不会产生应力。但其投资成本高、设备体积大。适于辐射消毒法的常用包装材料有聚乙二醇酯（PETG）和聚酯。

第四节 防辐射、防静电及其他包装技术

一、防辐射包装

1. 概述

防辐射包装是指通过包装容器及材料防止外界辐射线损害内容物品所采取的防护性包装措施。辐射分为天然辐射和人工辐射，天然辐射包括宇宙射线、雷电射线和紫外线等的辐射，人工辐射包括电磁辐射、微波辐射和核辐射等。

电磁辐射由发射体作为信号源发出，电磁频谱的频带很宽，包含从 10^4 Hz 低频到超高频大约 $10^{22} \sim 10^{25}$ Hz 的范围。通常情况下由于低频辐射功率较小，因此对物品的影响甚微，而在微波范围内，辐射是由人为和自然界产生的，在宇宙射线范围内，辐射是由自然界产生的。有些电子装置对电磁辐射十分敏感，很小的电磁场作用即可造成其永久性损坏，电磁辐射还可能引起爆装置的引信发生作用。固体电子器件对核辐射效应极其敏感，核辐射将使半导体中的原子电离或移位，影响该器件的工作特性。对光敏感的感光材料制品如照相胶卷、电影胶片、X 光胶片、印相纸和其他光敏产品，在受到强光源辐射后将会损坏和失去使用价值。而微波辐射在导航、

跟踪、通信、食物烘烤、医疗等领域得到广泛的应用，微波发生器和雷达会对周围附近和较远的物品产生不同程度的影响。电子设备的屏蔽可以防止外来电磁波的干扰，以确保设备正常工作；又可以阻止本电子设备工作时发射的电磁波去干扰别的电子设备工作和影响操作人员的健康。所以有必要对一些物品实施防辐射包装。

2. 防辐射包装技术

防辐射包装的关键是选择合适的包装材料，电磁敏感产品在生产、储存、运输、销售的过程中都要进行保护，这就需要防辐射电磁屏蔽包装，电磁屏蔽以金属箔为最佳，现在已经实用的有铟箔、铁箔、铜箔、不锈钢箔以及导磁材料和它们的复合制品，常用的防辐射包装材料除金属屏蔽材料外，还有导电性复合塑料屏蔽材料。将特制的含金属细纤维的粒料加入到热塑性塑料中进行注塑，可以形成各种屏蔽性包装材料和容器，如模压导电复合塑料、填料导电复合薄膜、表面导电处理材料等。

防辐射包装方法主要有：防光辐射包装采用能防止光线透过的黑色纸、炭黑型导电塑料膜、铁皮等制成容器，可有效防光辐射，配合其他密封与无漏光的措施，导电性纸盒和导电性瓦楞纸箱、硬质密闭塑料盒、金属容器均可作光敏感产品的运输包装容器。对于各种电子元器件、电子精密仪器、医疗器械、计算机、自动化办公设备等对电磁辐射十分敏感的产品通常都需要采用防电磁辐射包装方法，但对电子产品而言，单纯采用高性能屏蔽包装材料不一定能完全可靠有效地消除电磁辐射对产品性能的影响，还需要在电子产品的电路结构设计时综合考虑到电磁保护和屏蔽问题，因为外包装屏蔽材料不能完全阻隔电磁波，只是起到一定的衰减作用。

二、防静电包装

1. 概述

静电释放在日常中比较常见，一些电子产品如电视机、电脑屏幕等在使用中会产生静电，而某些电子元件则易受静电场的影响，甚至因为电磁干扰和射频干扰而损坏，因此有必要对它们实行防静电包装。

静电产生的原因很多，当物质间接触非常紧密时就有利于电子和离子的交换而产生静电现象。包装件在运输过程中，由于振动冲击等影响，内装物品与包装的表面之间不断相互摩擦也可产生静电，在雷击过程中，云内或地面物体内会产生大量的电荷移动，从而在大地引起大的电荷流动，与其相联系的强大磁场就会穿透包装容器外壳，能量耦合于内部装备中，形成大电流，导致元器件的损坏，所以静电的危害很大。

2. 防静电包装及其包装材料

而防静电包装的方法主要是在包装中尽可能选择那些具有良好抗静电性的材料，使包装在起防护作用的同时对物品起到防静电的有效屏蔽保护。抗静电防护包装，就是采用具有导电性的静电屏蔽材料裹包住物品，或用抗静电材料制成容器将内装物品封闭起来，使内装物品与外界干扰电场或静电感应隔离开而免受危害。

抗静电材料就是在使用和搬运中不产生摩擦电荷的材料。包装材料中用得最多的是塑料，因为塑料不能导电，因而存在许多不足，在实际操作中可采用一定的技术方法改变其表面导电性能。抗静电材料可分为表面导电性材料（仅材料表面含导电剂）和体积导电性材料（整体材料都含导电剂）。这些材料抗静电主要特性参数是表面导电性（电阻率）或体积导电性（电阻率）和静电荷耗散率（时间）。抗静电材料对静电场和电磁场并不一定具有屏蔽作用。

另外，金属纳米微粒具有消除静电的特殊功能，在生产包装材料时只要加入少量金属纳米微粒，就可以摆脱的静电现象，使得包装表面不再吸附灰尘，减少了因摩擦而导致的擦伤，同时也使印刷表面因无静电吸附问题而能以更高的印刷速度获得更好的印刷效果。

三、微波包装

1. 微波包装的概述和特点

微波在食品包装上的最大应用是用于食品包装的灭菌。食品包装纸在生产、传输和保存过程中，极易受到病原微生物的污染，常规的化学或物理消毒方法都会损及纸的品质，尤其是化学消毒方

法，甚至会因其臭味而降低纸的使用价值。而且用紫外线进行灭菌，仅能杀灭包装纸表面各种细菌，效果也不理想。微波消毒比常规加热消毒所需温度低，杀菌可以从表面到内部。其杀菌机理除热效应外，还有某些非热效应（如光化学效应）、电磁共振效应和均致力效应等，可以方便地用于食品包装的灭菌中。

微波食品包装材料指便于微波炉直接和食品一起加工处理的包装材料，主要分为能被微波穿透的材料、吸收微波能量的材料和反射微波能量的材料。一般地，对微波食品包装材料的要求如下：确保食品的安全卫生，材料的卫生安全应符合卫生标准；微波穿透性好，即选用介电系数小的材质；具有耐热性，即耐热程度必须大于食品加热后的温度，能耐温度急速变化；具有耐寒性，对于低温流通的微波速食食品而言，至少能耐 -20°C 的温度；确保食品品质，耐油、耐水、耐酸、耐碱；具有方便性和多用途、廉价性，并符合环保要求。

微波食品的包装可分为外包装和内包装，内外包装有很多区别，所选用材料及其包装技术也有所不同。微波食品的外包装和其他食品的外包装一样，具有充分的保护性，防止食品的变质、变味、破碎、损伤，使食品的外观和食用性不受影响。对于低温储藏食品，其包装材料应该具有耐冷、防破碎和防冲击性。常用的外包装材料组合有尼龙/黏合层/低密度聚乙烯复合材料；聚酯（膜）/黏合剂/低密度聚乙烯复合材料；聚丙烯/黏合剂/低密度聚乙烯复合材料等。微波食品内包装需要和内装食品一起放入微波炉中加热处理，所以内装容器除了良好的耐低温性外，另外还需直接承受微波产生的 $130\sim 140^{\circ}\text{C}$ 的高温，同时，还应具备的条件有内容物的保存性、微波穿透性、隔热性、环境保护性、低成本等。常用的内包装材料有结晶再聚酯材料、耐热纸包装材料、聚丙烯材料、聚甲基戊烯包装材料及磁性容器和铝箔容器等。

在未来的微波包装中，微波材料会有如下的发展趋势，多层复合材料将成为主流，聚酯膜及材料将成为微波包装的主要材料，新型的微波感受膜成为微波食品包装的新秀，传统的玻璃包装容器也

将发挥作用。未来微波包装材料的开发将着重于食品、材料和微波三方的配合原则来进行。由于微波对不同性质的材料有不同的作用,因此应尽量选用损耗小的塑料、陶瓷、玻璃、纸等作微波食品的包装材料和容器,它们很少吸收微波能量,可以减少不必要的热损失,提高食品的品质。

2. 微波包装的发展和前景

当前,欧美国家使用微波炉的家庭已达 90%,开发微波包装是这些国家食品包装的新趋势。瑞典一家公司生产了一种扁盘式微波包装。该包装选用 C-PET 材料,采用 PET 衬里,多层复合,并压制出加强筋。采用这种包装的食品从冰箱取出就可直接进入微波炉烘烤,耐受 230℃ 高温。以往常用的铝箔和塑料复合材料所制的包装不透明、不易回收,且不能用于微波加工,近几年研究开发的镀 SiO_x 材料可以作为代替品。 SiO_x 是在 PET、PA、PP 等基材上镀的一层硅氧化物,这种镀膜具有高阻隔性、高微波透过性、透明性,可用于高温蒸煮、微波加工等食品软包装,也可制成饮料和食用油的包装容器。但 SiO_x 镀膜成本较高,要进行大规模生产,其技术还不完善。不过由于材料特殊的优越性,镀 SiO_x 的微波包装材料必将成为 21 世纪的重要包装材料,微波包装也将得到更加广泛的应用。

四、其他包装技术

包装材料与技术是随着整个科学技术的发展而不断发展的,每一种新技术的出现都将会在包装技术中得到应用。因此,众多的新型的包装材料与技术不可能在本书中详细分析和研究,现将一些新型包装材料与技术作一简单介绍。

(一) 活性包装

1. 概述

目前,在世界范围内,人们对优质新鲜食品的需求在日益增长。为了保证新鲜食品的常年供应,储藏方法和包装技术就显得更为重要。真空包装、气调包装等虽能使新鲜食品的储藏寿命延长,但都不同程度地对产品质量和营养价值产生不良影响。当今,较为

先进的“活性包装”技术，不但能延长食品的货架寿命和新鲜食品的新鲜期，而且还能保证食品的质量和营养价值不变。

所谓的“活性包装”不外乎是去除系统和释放系统。实际上，这两个系统都是根据植物性食品收获后、动物屠宰后新鲜组织仍在进行着活性代谢过程而设计的。活性包装系统主要包括如下几个方面。

(1) 控氧系统 活鲜动植物的维持离不开氧，但也不能供氧太多，该系统控氧和供氧原理是在包装中或包装材料中加入能自动发生供氧反应的材料。

(2) 二氧化碳控制系统 国外研制出了先进的二氧化碳控制系统，通过对内包装里二氧化碳量的控制可以提高生命的活性。

(3) 乙烯吸收系统 植物体释放的乙烯气体会促进植物和果蔬的生长和腐败，而多孔性的无机矿物质如硅石、沸石等可以吸收乙烯，所以将此类材料粉末混入包装材料可以起到控制作用。

(4) 保存剂释放控制系统 这是一个包装环境卫生保持系统，通过它可以使包装内的微生物细菌受到抑制，系统的组成主要有杀菌剂、抗生素和其他材料。

(5) 吸水保鲜系统 由聚乙烯醇薄膜中间夹丙二醇组成，这种材料可以吸收水分，并抑制微生物的繁殖，而且可以吸收乙烯气体，有利于食品活性延续。另外还有脱氧剂和水果保鲜膜保鲜法。

2. 常用活性包装技术举例

活性保鲜包装的适用范围较大，有植物和果蔬保鲜包装以及动物和海鲜类的保鲜包装。对于淡水活鲜活性包装，其包装技术主要有如下几种：催眠包装技术、蒙眼包装技术、麻醉包装技术。对于海水活鲜活性包装，由于应该考虑的相关因素较多，包括运输及包装设备与性能、内部物质成分、适应外界能力、环境温度、氧气供应等，因而包装技法主要有低温法、麻醉法、无水法等。

植物保鲜包装材料是根据植物的生物特性以及环境因素对植物的影响和危害而选用的具有相应技术特性和功能的包装材料。其性能主要有保水性、抑制营养损失、乙烯吸收作用、降温和隔热作

用。而植物活性包装技术目前主要有微寒保鲜和微量元素保鲜包装，前者需要将食品温度保持在 $-1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 的基础上，释放乙烯气体防止新鲜植物氧化、抑制微生物的繁殖，保护植物表面，该技术效果十分明显，具有很好的应用前景。微量元素保鲜包装的关键是利用多种微量元素制取一种保鲜液，将保鲜液用于植物的保鲜包装会明显地延长其保存期。

（二）警示包装

此包装可提示食品是否变质，由三个分离层组成。内层为一多孔渗水层，它直接与食物接触，如果食物感染了某些能导致疾病的细菌，这些细菌就能穿过多孔渗水层，到达中间一层。中间层中含有一种有营养的凝胶体，细菌能与这种凝胶体中的一种抗体发生化学反应，从而改变颜色。随后细菌就会进入最外层，与其表面上的另一种抗体发生作用，以 X 形状散布开来，让食用者能够发现食物已变坏。

澳大利亚包装材料专家 Rooney 研制出一种新型电子警示包装，当易腐败的食物在高温下受热，其质量已不能得到保证时，包装上的传感条便改变颜色，电子芯片即发出警报。电子包装技术也能对缺乏保鲜措施的食品出口商提供帮助，厂商可通过卫星去跟踪、监督运往海外的食品在运输途中的温度变化，使他们的产品能够安全地出口到国外。

（三）喷罐包装和可蒸煮包装

1. 喷罐包装

是将液态或粉末状商品装入带有阀门、内装喷射剂的气密性容器中，开启阀门时，内装物品在喷射剂产生的压力作用下被喷射出来，可分别形成喷雾、喷粉末、盐泡沫、喷流体或半流体等。喷射剂是喷罐中为喷射物品提供内压力的压缩气体，例如硫氟化合物、碳氢化合物等液态喷射剂。喷罐一般由金属、玻璃、塑料等制成，用这种方法包装商品，可使内装物不受外界污染，同时为使用者提供了很大的方便。内装物品与推进剂的灌装方法很多，有冷冻灌装法、经阀门压入法、盖下灌装法、二元包装系统灌装法、后泡胶灌

装法等。

2. 可蒸煮包装

可蒸煮包装是选用特殊的包装材料包装物品的方法，用于这种包装的材料必须具有耐热、防水和水蒸气、加热无毒副作用等特点。用于此包装的可蒸煮袋由三层或五层材料组成 PE、结构层、黏合层和 CPP 或改性 LDPE 封合层、铝箔阻隔层。除此之外，还有五层阻隔托盘、聚碳酸酯多层蒸煮容器等。它们由 PP/黏合剂/PVDC 黏合剂或 PP/黏合剂/EVAL/黏合剂/PP（有些场合，黏合剂可不用）、聚碳酸酯（弹初外层）/PVDC 或 EVAL（阻隔层）/PP（食品接触层）等复合基材组成。

（四）可生物降解包装和可食性包装

1. 可生物降解包装

可生物降解包装指用可生物分解的材料来包装物品的方法。生物降解材料是指那些使用时具有与普通塑料相同功能、使用后能被微生物分解为低分子化合物、最后分解为水和二氧化碳等无机物的高分子材料。日本有家公司从玉米中提取聚乳酸，制造出生物降解性发泡材料。其制作方法是用玉米粉制取聚乳酸树脂，溶解后混入一种特殊添加剂对其分子结构进行控制，使之变为易发泡的微粒，然后再加入发泡剂，在成型机中成型，经过高压水蒸气加热，即成发泡材料。这种生物降解发泡材料的强度、压缩应力、缓冲性、耐药性等均与聚苯乙烯塑料相同，可使用现有的发泡材料塑料制造设备生产，包装废弃物可用作肥料，不污染土壤。生物降解包装在法国、美国和瑞典等国家都有不同程度的研究和应用，我国也已研制出由微生物合成的生物可降解材料聚羟基脂肪酸 PHA，它具有优良的生物可降解性、相容性、电活性以及光活性，其结构的多样性，加上由结构变化所带来的新材料性能，使这种材料在食品包装方面有着广阔的前景。

2. 可食性食品包装技术

（1）概述 可食性食品包装是以可以消化食用的蛋白质、脂肪、淀粉为基料，制成一种不影响被包装食品风味的包装物。在完

成包装功能后，包装物可被人食用或用作动物饲料，从而不会造成环境污染。可食性食品包装技术的关键是开发和利用所需的包装材料对食品进行包装。可食性包装的使用由来已久，早期人们用蜂蜡来包封水果，将米粉加工成薄膜来包装食品，还有一些食品内包装和药品内包装可以直接食用。随着绿色包装的兴起，当今世界各国正竞相研制和开发一些可食性包装材料及其相应的技术。由于可食性包装具有其他任何食品包装无法替代的作用，再加之它多方面的优点诸如原料均取自于绿色食物，且来源广泛、不再加入任何添加剂，有利于人体的健康；包装材料可以食用，从而降低了由于食品包装废弃而形成的污染，特别是由于当今“白色污染”的形成，更是找到了可以替代的理想原料；品种多、性能好，广泛地适用于各种食品的内外包装技术，而且十分方便。结合我国资源丰富，人口众多的特点，大力开发可食性包装成为大有开发前途及市场前景的食品包装技术，所以这种包装有着广泛的前景。

可食性包装材料的技术原理是利用可食性的材料，经过混合、加热、加压、涂布、挤出等方法成型，在其制作过程中，包装材料实现了一定的物理和化学的变化，以满足不同类型的包装的要求。可食性包装及其材料以天然材料为主，合成材料为辅，而且从纯天然材质的直接使用走向天然材质的处理和组合使用，利用现代工艺和技术改造或完善传统材料与包装的功能。随着包装技术的发展和完善，在可食性包装中会引入一些新的技术与工艺，包括生物技术、萃取技术、微波技术、光固化技术、酶促技术等。

(2) 可食性包装材料及特点 可食性包装材料的类型大体上分为淀粉类、蛋白质类、多糖类、脂肪类、复合类和其他类型的包装材料如发泡型等几种。目前，国内外研制成功的可食性包装膜有以下几种。

① 大豆蛋白质包装膜。这种包装膜具有良好的防潮性和强度，有很好的弹性和韧性。用于食品包装，有一定的抗菌消毒能力，既能保持食品水分，又可阻止氧气进入，还能保持食品原味。

② 玉米可食性水溶包装膜。该膜具有溶解速度快、口味清淡、

韧性强、热封性能好、透明度高、对空气有较好的阻隔性能、能印刷、成本低、无内包装污染和环境污染等优点。

③ 苕干土豆可食性包装膜。该产品是由苕干、土豆、碎米等原料经过发酵转化成多糖，然后将多糖流延而成的薄膜。该膜是由葡萄糖连接而成的高分子物质，具有可食性、可降解性，无色透明，防氧性能好，作为食品包装膜，其直角撕裂度、机械强度、透光性等性能均可达到塑料包装优化膜的标准。

④ 壳聚糖可食性包装膜。这种包装膜以贝类提取物壳聚糖为主要原料，将壳聚糖与月桂酸结合在一起制成均匀的可食性薄膜，用该包装膜包装去皮的水果片，有较好的保鲜作用。

⑤ 玉米淀粉、海藻酸钠或壳聚糖复合包装膜。这种膜以玉米淀粉为基体，加入海藻酸钠壳聚糖，再配以增塑剂、增黏剂、防磨剂经特殊工艺加工而成。可用于果脯、糕点、方便面、汤料及多种方便食品的内包装。

⑥ 改性淀粉和纤维素包装材料。改性淀粉材料具有很好的拉伸和耐折性能，透明度高、不宜溶于水，透气率很低。改性纤维素材料种类繁多，需要在纤维素中添加增强剂和增塑剂等辅助原料。包装膜为半透明状，具有较高的拉伸强度和较低的透气性。

可食性包装材料得到了大家的逐步认可和使用，但由于很多方面的原因使得其存在一些需要解决的问题。首先是性能有待提高，这种包装材料和容器在性能方面和传统材料相差较大，而且由于处在研究和试验阶段，使得成本相对较高；其次，该包装的相关工艺不够成熟，技术参数不很稳定，所以工艺有待进一步完善。另外，包装和食品的相互适合的程度、储存和运输的条件需要探索和试验，还要考虑满足市场的品种需要。

（五）防倒置包装技术

众所周知，电子制品（精密零部件及贵重件）中的关键部件如 CD Deck、VCD Deck、DVD Deck、CDR Deck、DVR Deck 以及数码零件、PC 相关产品。在包装上除了必需的防静电、防震、防冲击、防潮等包装技术外，外箱的显眼处印上向上的箭头指示该包

装不能倒置，但在实际运输及安放中无法确保搬运操作人员严格按照包装标识规范操作。当某些包装被倒置运送后，内部的零部件会留下严重的隐患，但各交收环节和验收部门无法做出该包装是否曾经被倒置过的判断。

一种新型的包装防倒置记忆贴纸，解决了这一难题。防倒置记忆贴纸粘贴在产品外包装的侧边，当包装一旦被倒置，向上的箭头就会永久地变色，就算事后再纠正，变了色的箭头亦无法复原。防倒置记忆贴纸的问世，标志着产品包装与运输业的一大突破，它在约束与监控包装运输人员进行规范操作的同时，也给验收、使用人员以重大提示，杜绝了因不规范搬运造成的隐患品流入生产线的可能，亦为不良品的责任区分问题提供了有力的证据。

（六）在树保鲜包装和基因包装技术

在树保鲜包装技术指非采摘包装技术，就是对果蔬、粮食等植物性食品而言，解决季节变化给人们带来的储藏与包装难题。所以为了打破季节对作物栽培的限制，我们可通过在树保鲜包装技术来实现。具体方法是用特殊的材料包装蔬菜或瓜果类食品，从而使其对自己吸收的光照、水分和气温能够进行调节，这样食品不仅在树上得以储藏与保鲜，同时又跨过旺季与淡季的界限。

基因包装技术是利用生物基因技术使食品包装的货架期延长的技术。该技术主要是从食品原料、包装材料的最初组成开始，将有利于包装储藏的物质的基因进行转移，将多种具有优势的基因材料进行组合，或将多种优良的基因移植到几种食品或包装材料中，最后用它或它们制取性能优异的包装材料或具有抗腐蚀、对环境易于适应的食品。

（七）自动冷热包装、冷冻干燥食品包装及速冷速热食品包装

1. 自动冷热包装

自动冷热包装是指在食品的包装中加入一些特殊的物质，在需要时通过使这些物质发生简单的物理和化学反应来制冷和制热。日本食品厂家生产出用于咖啡、浓汤、米粥、面条、香肠、米酒和饮料等食品包装的自热或自冷罐头，这种罐头采用复合塑料或铝制

成，上部装食品或饮料，底部有加热或制冷装置。其加热是通过使水与生石灰相混合产生出热量来实现；制冷则是由水与硝酸铵或氯化铵发生化学反应获得。

2. 冷冻干燥食品包装

冷冻干燥食品已成为风行全球的又一新型加工食品。冷冻干燥食品是指经过冷冻干燥处理后的脱水食品，在品质上优于传统的热风干燥、喷雾干燥、真空干燥等脱水食品，在储运方面远远优于速冻食品和罐藏食品。冷冻干燥食品很容易恢复，而且最大限度地保留了新鲜食品的色、香、味及其原有的营养成分和生理活性成分。

品质方面，冷冻干燥食品收缩率低于其他干制食品，可以保持其形状，表面无硬化现象，有很好的复水性能，加工时营养成分不宜受破坏，不会发生色素分解和褐变现象，在干燥加工时芳香成分挥发性较低。包装特性方面，冷冻干燥食品脱水彻底，无任何防腐剂，可长时间保鲜；食品结构为多孔海绵状，易于吸湿潮解；表面积较大，易于和氧气接触发生反应，这些都需要选用合适的包装技术来解决。不过，冷冻干燥食品目前已成为高质量的速食方便食品，使得很多功能性食品或高档食品的原料多采用冷冻干燥食品原料，也使得冷冻干燥食品成为高附加值的食品或原料。

3. 速冷速热食品包装

目前，自动升温或降温包装技术发展快速型、持续型、保温型等多种。速冷包装的制冷利用两组分原料相混合而实现，其中以十水硫酸钠为 A 组分，以四水硝酸钙或六水氯化镁等为 B 组分，当将两组分混合时便立即产生制冷，实现快速冷却，也可制成包装速冷制剂。

速冷食品包装的主要成分有十水硫酸钠、四水硝酸钙、硝酸钠等，因为两组分发生化学反应时吸收热量，又反应迅速，所以可起到速冷效果。速冷包装的制作比较简单，将制冷剂与物品共置于隔热性好的包装中，食品在上部，速冷剂在下部，中间用强度和密封性好的材料隔开，使用时取出 A、B 组分，用力揉合，使隔离层剥离从而两组分混合发生反应，起到制冷效果。该速冷食品包装可广

泛用于各种流体食品的包装及冬季食用品，特别是旅游食品的包装，也可用于名贵特产、生鲜食品、菌苗等的低温储运。速冷食品包装有如下特点：原料易得、价格便宜；操作简单，原料不需再加工即可使用；携带方便、使用简单；冷却作用快、温度低、持续时间长、使用性能良好；节能、安全、无污染；制冷效果较好，最低温度可达到 0°C 以下，因此速冷食品包装是一种很具发展前途的包装技术。

速热包装技术是以化学反应产生的氧化热而实现升温发热的。该包装所用原料成分有氧化还原剂、吸水剂、黏稠剂等，具体成分是还原铁粉、硅酸、硅酸钠、活性白土、食盐、活性炭、黏合剂等。速热包装的制作包括制作透气性材料和制作发热体两部分，透气性材料用于包装发热体，靠材料的透气量来控制发热效果，透气量不同、其发热体发热量也不同，透气量小则发热温度就低，持续时间就长，反之亦然。制作发热体时首先确定所用的配方，然后按一定的比例进行研磨，并在氮气保护下充分搅拌混合，再将其装入事先准备好的具有选择性透气功能的包装袋密封即可。一般在食品包装时，食品置于上方，发热体置于下方，但食品与发热体置于一个容器内却严格分开，以免影响食品质量。使用时取下密封部分，使透气面与空气接触即可发热。由于透气量大时，发热温度高，发热时间短；透气量小时，发热温度低，发热时间长，故可通过调节透气量来控制发热量和发热时间，使之满足使用需要。速热食品包装可广泛适用于饮料、罐头等食品的加热和冷冻食品的解冻，特别适用于食品的野外及冬季加热，还可以用于冬季人体取暖和医疗热敷等。速热包装有原料易得、制造简单、携带和使用方便、安全可靠、发热效果好等优点。

（八）微波烘烤包装、隐形包装及太空包装

1. 微波烘烤包装

目前，采用微波加热的食品，由于不同食品的阻热传导性和加热性能存在着差异，加之不同的微波炉有不同的加热特性，因此在使用过程中烹制的效果不太理想。而微波烘烤包装将电子信息用于

包装中，包装中携带有加热所需的信息。这种包装是用耐热薄膜（热导箔）作包装材料，采用热感技术进行微波烘烤食品的包装。微波烘烤包装最终将通过冷冻食品来体现其应用。如包装时在其中某种食品上加上热感材料，烘烤时，这种食品被加热，而其他食品仍是冷的。在微波炉上安装一个扫描仪和微处理器，就可以对微波磁控管的功率和时间做出合理的选择，从而使被烘烤食品达到它的最佳温度。

2. 隐形包装

隐形包装技术指所用于食品包装的主要材料及成分是隐形或可见度不大的包装技术，如食品包装的透明涂层材料，包装中的气体保存剂，包装技术中的辐射处理、光照处理、磁化处理等。未来食品的包装要体现效果和减量，同时又要提倡节约有限的物质资源，特别是提倡适度与减量包装，因此隐形包装材料与技术将会成为未来包装领域研究的热点问题。

3. 太空包装

太空包装指用太空材料对食品进行的包装。太空材料即食品的太空物质原料如太空育种种植的植物，以及用以为包装材料及其加工原料进入太空处理从而增加相应性能的太空物质成分。现在太空食品已取得初步成功，不过太空包装材料和方法还需要进一步的深入研究。

（九）危险品包装技术

危险品有上千种，通常将其分为易燃品、易爆品、剧毒和强蚀品等几大类。对易爆品而言，其爆炸形式有物理性爆炸和化学性爆炸两种，物理性爆炸的原因是包装容器的内压力过大，超过了包装材料的耐压强度所致。所以在包装时应选择耐压强度高的材料，在容器顶部安装安全阀，控制包装物所处环境如隔热、防震等。化学性爆炸指因化学反应而产生的爆炸，一般有撞击爆炸、燃烧爆炸和受热爆炸三种形式，对其包装应注意隔热、防火、防晒、缓冲，采用高强度的容器包装，防止流通和储藏中环境温度过高。

易燃品主要是自燃物品、遇水燃烧物品、易燃液体、易燃固体。自燃物品化学性质活泼，极易和氧气化合，燃点较低，所以隔氧是主要的方法。如包装黄磷，可将其置于密封的铁桶内，再浸入水中保存；硝化纤维胶片在包装时需要用坚固的金属盒严封，再用金属或木箱作外包装；水和水蒸气是遇水燃烧物品发生反应的主要原因，所以防水和防潮以及隔氧是该类物品包装的关键，通常根据物品的特性选用装入无水矿物油的塑料、玻璃或铁桶来作为包装容器；易燃液体均属有机化合物，常温下呈液态，它们分子量小、沸点低、极易挥发，黏度小、渗透力强、容易泄漏。应该采用气密性好的材料制成的坚固容器密封包装，还要有可靠的缓冲设施；易燃固体燃点较低，受热、碰撞、摩擦时可能燃烧或爆炸，所以包装时注意密封、防震、隔热是很重要的，一般这类物品需要多层包装和坚固的包装容器。

毒害品主要是一些氰化物、有机剧毒品、挥发性的毒害品等，它们的形态不一，毒害的作用方式不同，包装时应区别对待，不过防渗漏的密封包装、防损坏的牢固包装和防冲击振动的缓冲包装是需要这种考虑的方面。强腐蚀性物品主要是强酸、强碱类物品，易于和许多物质发生化学反应，要选择化学性质稳定、耐腐蚀的包装材料，如陶瓷、玻璃和塑料等作容器，对其进行密封多层包装。放射性物品需要特殊的防辐射材料作为包装容器，在其包装和使用过程中要防止射线外漏而引起人体或环境的危害。

（十）智能包装技术

1. 自适应包装

自适应包装技术就是模拟食品所需的环境参数，而自动调节食品在储藏与转移中的环境变化，使包装中的环境能最大限度地实现食品的储藏与保质。所要调节或适应的食品环境参数主要是温度、湿度、压力、气体组分等。自适应包装技术是一种智能包装技术，这种技术包含材料与工艺两部分，有的环境参数要靠化学调节，有的要靠生物调节，有的要靠物理调节。因此，目前这种技术是最圆满的包装技术，同样也是最难实现和控制的技术。

2. 显窃启包装

显窃启包装是指为防止开启、偷换、撕破、恶作剧等行为而对物品采取的某些特别技术措施,通过这种措施可以判断物品在外包装开启前的安全性。为确保物品的安全性,需要在制造程序、零售环节,科学合理又巧妙的显窃启结构设计三方面采取相应的措施。该包装技术因包装材料、销售方法、容器结构、内容物的不同而具有多样化特点,大体上可以归纳为以下几种类型。

① 薄膜裹包。裹包形式有全面黏合裹包、收缩裹包、拉伸裹包和贴体裹包几种。

② 泡罩包装。适合于高级食品、药品和工艺品等,有泡眼包装、浅盘包装和蛤壳包装等。

③ 收缩箍套。

④ 全封闭容器。

⑤ 瓶口封闭包装。通常分为内封式和软盖式。

⑥ 胶带密封。

⑦ 可破坏盖。有断开式盖和真空盖两种形式。

⑧ 报警信号式包装。利用现代科技使窃启后的包装容易被识别出来。这样的材料有可变色的塑料薄膜、新型的光纤封条以及含有某些化学物质的特殊材料。

3. 可跟踪性运输包装

可跟踪性运输包装是指在运输和流通中包装物品及容器被全程跟踪,以便管理者及时完成对其流通渠道和运输路径的优化调整的包装。这种包装技术是在容器或托盘上装有电子芯片,可以追踪记录下各种信息,能够在任何时间和地点被读出。可跟踪性运输包装尤其适合于自动化运输管理和电子购物送货方式,因为电子交易要求配以即时生产法或精益生产法的供货方式,同时,电子购物流通中心和地区配货中心也希望以最短化路径和混装货物满载化进行送货,从而达到降低成本的目的。由于这种包装形式的特殊性,它的应用范围较窄。

第五节 未来包装技术的发展趋势

一、概述

前面我们已经讨论了适宜于不同商品的特种包装技术，科学与技术发展突飞猛进的今天，各种新型商品的出现，人们消费意识的改变和要求的提高，给商品包装、储藏技术及包装材料赋予了新的含义，为食品包装材料与包装技术研究带来了新的课题。未来的课题主要表现在以下几个方面：新型的商品呼唤新型的包装材料和新技术，随着人类生存与社会发展对健康卫生、环保绿色的要求，迫切需要与之相适应的包装新材料、新技术；消费观念的改变，人们已从过去对商品外在的保护要求转向对内在品质的营养保护、消除不可视或潜在的污染与危害等深层要求，需要新的包装材料与技术实现抗拒包装外围环境污染与消除包装内在食品的潜在污染与质变的目的；包装功能的实现要求从过去的静态转向动态，例如对鲜活食品从加工前的成长、流通与转移到防止污染、保鲜保质，对水果实行的在树套袋保鲜包装、海（水）鱼类的加氧包装、鲜花食品的远距离包装等均属此类；包装从单一技术转向与加工相结合的一体化技术，全新概念的包装材料如防光污染包装材料、防菌包装材料、可溶性包装材料、可食性包装材料、活性包装材料等即将或已经出现，全新概念的包装技术如防放射性污染的包装技术、非外加能源的速冷（速热）包装技术、化学污染及重金属离子消除包装技术、食品环境自适应（温度、湿度等）包装技术等也将出现；现代新技术，特别是生物技术与基因技术将在食品包装中发挥重要的作用，如酶技术、维生素、发酵剂、各类食品添加剂、各种气体吸收剂、抗氧化剂、活性剂等食品包装中的作用。

总之，商品包装材料与技术的研究和开发已成为多学科、多技术的结合点，随着科学技术的飞速发展，市场竞争日益激烈，商品包装已成为促进销售、增强竞争力的重要手段。许多新技术、新工艺、新思维将会应用于包装设计、包装工艺、包装设备、包装新材料、包装新产业等方面。

二、包装新技术和发展趋势

包装是一门新兴的学科，包装的发展依赖于包装的设计、工艺、设备、材料、技术和产业化等诸多因素。任何一方面的变化和提高都会不同程度地促进包装技术的发展和改进。

1. 包装设计走向电脑化

未来的包装设计将全面进入电脑化时代，传统的设计方法和手段很难适应当今竞争激烈的市场环境。由于现在新产品从开发到市场的周期越来越短，包装的结构和形式也日趋多样化，因此要尽快及时地把握市场机遇，必须凭借先进的手段快速而准确地进行包装的设计。而且适当地借鉴和组合会成为未来包装设计的主流。

2. 包装工艺趋于简单、合理化

包装工艺指包装过程中的各种操作及其原理，现代科技用于包装领域，使得包装工艺得以更加简化和科学合理化。包装工艺包括其成型工艺、黏合工艺、印刷工艺、印后处理工艺、干燥工艺、修饰工艺以及各种特殊包装的加工工艺等，随着包装业的发展，各种包装工艺逐步走向科学实用和简单合理。总之，包装工艺是发展最快，变化最快和种类最多的技术。先进的工艺是能否制得效果良好的包装产品的重要保证，因此包装工艺是很多厂家竞相研究的一项内容。

3. 包装设备向智能化发展

目前，包装机械的特征趋于“三高”，即高速、高效、高质量。发展重点趋向于能耗低、自重轻、结构紧凑、占地空间小、噪声低、效率高、外观造型适应环境和操作人员心理需求、有利环保等。国外包装机械的发展也体现先进的高新技术，如航天工业技术、微电子技术、磁性技术、传感技术、激光技术、生物技术等，国内包装机械的在引进、消化、吸收的基础上，正在向机电结合、主辅机结合、成套连线方向发展。

4. 包装材料不断更新

未来的包装材料将逐渐被功能性材料所垄断，功能性材料有结构型和复合型两种。功能材料大多属于高新技术研究开发的新材

料，其特殊功能涉及多种学科。功能材料一般具有重量轻、易加工、有特殊功能或特定用途、专用性强、附加价值大，经济效益高等特点。未来的功能性包装材料主要有如下几种。

(1) 电功能材料 主要有导电功能材料、光电功能材料、热电功能材料、蓄电功能材料、介电功能材料等。其中，具有导电、半导、超导的电功能材料发展尤为迅速，可以用于防静电包装和电磁屏蔽包装。

(2) 光功能材料 此类材料主要有光导功能材料、偏光功能材料、光化反应材料、光色功能材料等。其中，光化反应材料、光色功能材料等也在包装领域中有了一定的应用，如光降解塑料。

(3) 化学功能材料 这一类材料指化学反应性功能材料、催化功能材料、吸附功能材料、解吸功能材料等。其中的高吸水性树脂可吸水为自重的 500 倍以上，已在食品包装领域得到了良好的应用。

(4) 热功能材料 热功能材料包括热光功能材料、热敏功能材料、热变形功能材料、绝热功能材料、耐热功能材料等。其中，热敏变色材料、热致发光材料在防伪包装中初露锋芒，阻燃包装材料也受到包装界的青睐。

(5) 磁功能材料 磁功能材料主要有导磁功能材料、磁滞功能材料、磁性流体功能材料等几类。其中，磁滞封合材料用于包装封合技术，可以大大提高软包装袋的封合强度，而磁性油墨已成功用于防伪包装。

(6) 机械功能材料 这类功能材料主要包括传质功能材料、力电转换功能材料等。前者中的分离膜，具有选择性地透过某种物质而阻止其他物质透过的功能，可望在包装工业中特别是食品包装工业中占有一席之地。

(7) 生物功能材料 生物功能材料主要是指仿生功能材料、生物工程材料、药物功能材料、人体功能材料等。生物降解塑料和微生物塑料在包装工程领域有了一定的起色。

(8) 另外，还有一些其他的功能材料，如摩擦功能材料、黏合

功能材料、记忆功能材料以及一些复合功能材料。

总之随着物品包装的特殊要求以及适应环保和绿色包装的需要，包装材料将不断地更新和发展。

5. 关于商品包装的新技术

目前，各种技术仍在不断地被开发，今后，功能性包装材料和新技术还会作为继续研究的课题，还需要研究具有多种功能的包装材料和包装中电磁波的利用技术。很多包装新技术是建立在包装新思维之上的，这方面的技术有包装固化技术、包装切割成型技术、包装与加工结合技术、包装功能借用技术、包装功能保护技术等。

6. 包装的产业化发展

包装的产业化发展是通过技术与产品相结合在市场上增加市场占有率而实现的。有好的产品必须有好的包装，有好的包装才有好的市场，相辅相成。未来的包装产业既要有特色，更要有规模，包装产业必须要有行业依托，以设备和技术做后盾，走集团化道路。专业化和技术创新是包装产业立于竞争不败的根本法宝。

三、应用先进技术，开发我国市场

人类进入知识经济时代，科学技术突飞猛进，商品包装日新月异。国内包装行业为在激烈的市场竞争中占据主动，在不断引进和吸纳国外新技术的同时，也十分重视对包装新产品的开发和研究，使我国的商品包装业与发达国家间差距不断缩短，在许多方面已达到和接近国际先进水平。

加入世界贸易组织后，我国商品在国际和国内市场将面临严峻挑战。商品离不开包装，包装的好坏直接影响商品的质量、品位和市场销售。当今市场的竞争，有相当部分取决于商品包装质量的竞争。我国商品包装业要融入国际商品包装新潮流，加大科技和资本的投入，开发具有更多、更新颖独特功能的包装，使之既能满足现代人不同层次的消费需求，又有利于生态环境的保护。

参 考 文 献

- 1 马桃林编著. 包装技术. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1999
- 2 章建浩主编. 食品包装技术. 北京: 中国轻工业出版社, 2001
- 3 杨福馨, 吴龙奇编著. 食品包装实用新材料 新技术. 北京: 化学工业出版社, 2002
- 4 金国斌编著. 现代包装技术. 上海: 上海大学出版社, 2001
- 5 李基洪, 王培良等编著. 包装技术问答. 北京: 中国轻工业出版社, 1995
- 6 窦翔编著. 塑料包装与复合技术. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1999
- 7 刘晔, 杨小俊. 对果蔬保鲜包装技术的现状及发展趋势的分析和研究. 中国包装, 2001, (6)
- 8 邓理, 郭松青. 食品无菌包装中包装材料的灭菌方法. 农机化研究, 2001, (1)
- 9 吴建文等. 脱氧剂的研究和应用. 食品科学, 2002, (5)
- 10 周祥兴. 无菌包装材料及无菌包装技术. 中国包装工业, 2002, (1)
- 11 佛山. 日本保鲜包装技术的发展. 中国包装工业, 1996, (4)
- 12 杨新华. 果蔬保鲜包装技术的动向. 包装工程, 1996, (5)
- 13 邱伟芬. 食品的活性包装. 食品科学, 1998, (8)
- 14 唐勇. 食品无菌包装技术. 饮料工业, 2002, (2)
- 15 张丽红. 未来包装技术趋势分析. 包装工艺技术与材料
- 16 赵平. 无菌包装技术. 中国乳品工业, 1998, (3)
- 17 王润如. 新世纪食品包装的发展趋势. 扬州大学烹饪学报, 2002, (2)
- 18 杨福馨. 速冷(热)包装材料与包装技术研究. 包装世界, 2001, (5)
- 19 庄建军. 新鲜果蔬的包装技术与流通. 中国包装, 1999, (3)
- 20 武军, 李和平编著. 绿色包装. 北京: 中国轻工业出版社, 1999
- 21 余汪洋. 大力推广应用和发展充气包装技术. 包装工程, 1995, 16 (6)
- 22 沈洪. 国外食品充气包装发展趋向. 包装工程, 1995, 16 (3)
- 23 刘信芳. 充气包装技术与设备研究动态. 包装与食品机械, 1994, 12 (2)
- 24 傅志红. 充气包装中气体比例混合原理和方法. 中国包装工业, 1996, 4 (10)
- 25 李勇祁, 张青, 徐世琼. 荔枝的气调贮藏和充气包装贮藏的研究. 制冷, 2000, 19 (1)
- 26 梵欣. 方便食品的快速向包装提出挑战. 中国包装报, 1998, (12): 21
- 27 皮尔·路易斯. 21 世纪的食品包装技术. 西方国家的食品和包装业, 1998, (2)
- 28 徐人平, 段绍平. 包装技术创新决策. 中国包装工业, 1996, (12)
- 29 华祥惠, 韩曲. 二十一世纪的包装技术——控制释放. 中国包装工业, 1997, (5)
- 30 韩景平. 纳米包装技术新发展. 中国包装工业, 2002, (7)
- 31 周抗. 真空吸塑包装在电器制造行业中的应用. 机床电器, 1991, (4)
- 32 董镛. 食品包装的大趋势——真空包装. 真空, 1998, (2)

内 容 提 要

本书系统介绍了各种特种包装技术的特点、机理、工艺技术和发展前景。内容涉及收缩包装技术、拉伸包装技术、真空包装技术、充气包装技术、无菌包装技术、脱氧包装技术、保鲜包装技术、防伪包装与防盗包装技术、绿色包装和纳米包装技术，同时还简单介绍了防霉腐包装技术、辐射及热成型包装技术、军用包装和医药包装技术以及防辐射、防静电包装技术。

本书内容丰富，实用性强，可供从事包装技术研发的工程技术人员及大专院校相关专业师生作为参考用书。