

71348
C48

包装环境生态学

陈 新 陈 洪 肖桂春 编著
邓开发 汪 涛



A1064564

国防科技大学出版社

· 湖南长沙 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

包装环境生态学/陈新, 陈洪等编. —长沙: 国防科技大学出版社, 2002.5

ISBN 7-81024-855-3

I. 包… II. ①陈…②陈… III. 包装-环境生态学
IV. TB48-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 028479 号

国防科技大学出版社出版发行

电话: (0731) 4572640 邮政编码: 410073

E-mail: gfkdcbs@pubic.cs.hn.cn

责任编辑: 何晋 文慧 责任校对: 黄煌

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

850×1168 1/32 印张: 13.125 字数: 329 千

2002 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数: 1-2500 册

*

定价: 20.00 元

总 序 一

时光荏苒，我们已迈入 21 世纪。作为新世纪的“包装人”，展望未来，我们对包装产业充满了希望和信心。寄语未来，我们更想说的是：“十年树木，百年育人，振兴包装，教育为本”。

我国包装业有着悠久的历史，但长期散落、依附于其他行业。伴随着改革开放，我国现代意义上的包装产业从“一等产品、二等包装、三等价格”的落后状态起步，经历了一个快速、健康发展的历程：据统计，1980 年，我国包装工业产值仅为 72 亿元，到 2001 年，包装工业产值迅速上升到 2600 亿元，年递增速度达到 20% 以上，已初步建立了独立、完备的包装工业体系，在国民经济各行业中的排位已上升到第 14 位，在国民经济建设及人民生活中发挥着至关重要的作用。

伴随着包装工业的发展，包装业的科技、教育行业也经历了 10 多年的发展历程。在运输包装、销售包装和包装工程系统几大领域形成了如非线性缓冲包装动力学、货架寿命及循环寿命等基本理论，以及独特的包装技术与方法、包装过程工艺与设备、包装管理与法规。可以说，包装教育为包装工业的发展起到了有力的推动作用。

我国加入 WTO 后，包装产业面临着新的机遇和挑战，包装教育也面临着新的课题。可以预测的是，随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，包装产业将继续保持快速发展的势头，入世将为我国包装产业提供更多的发展商机和良好的发展前景。但也要看到，我国包装产业也有着诸多隐忧和一些不容忽视的问题，如包装过度、包装粗放、包装污染及包装设计落后，入世后，又产生了技术性的非关税壁垒等问题。这些问题，将对我国

包装产业在加入 WTO 后的新形势下，能否继续保持持续、快速、健康发展，产生严重的制约。这些问题的产生，也与我国包装产业长期缺乏对国际化的标准和规范的研究，缺乏达到国际先进水平的包装工程基础和应用技术理论，有着密切的关系。

解决存在的问题，从根本上讲，需要从科技、教育、培训的基础性工作做起，进而造就和培养一支国际化的、高水平的专业技术人才和管理人才队伍。科技、教育和培训，能否保持一种高水平、先进、高位运作的态度，其中一项基础性工作和重要环节是教材的编写。目前我国约有四十所高校开设有包装工程专业，每年为包装业培养 2000 名左右的包装工程技术人才，亟须编写一套适应 21 世纪包装工业发展的全国性包装工程课程教材。

“21 世纪普通高等学校包装科学与技术系列教材”应运而生。这套教材力求适应现代包装工业、紧密结合实际、反映当今最新科学体系理论，包含了若干包装行业专家、学者的辛勤和努力，是一项富有意义的工作。但教材的编写，由于时间所限，难免有粗疏之处，敬请诸位读者能提出宝贵的意见，以便我们修正。

中国包装总公司总经理

南昌明

2002 年 4 月 15 日

总 序 二

我国加入世贸组织后所面临的新形势，将给包装工业和包装教育的发展带来新的机遇与挑战。目前我国每年包装业要承担 3 万多亿元内销商品和千亿元的出口商品的包装任务；包装教育约有 40 多所高校开设有包装工程专业，每年为包装业培养 2000 名左右的包装工程技术人才。由此可见编写一套适应 21 世纪包装工业发展的全国性包装教材具有十分重要的意义。

近十多年来，中国包协包装教育委员会会同各相关院校和科研机构，编写了两套共 24 本包装工程教材，这些教材填补了我国包装工程教材的空白，为培养行业急需的包装人才做出了重要的贡献。受中国包协包装教育委员会的委托，株洲工学院以自己的实践经验和成果，组织专门力量对 21 世纪新教材建设进行了详细的研究与规划，编写了一套适应现代包装工业发展的、反映当今最新科学理论体系的包装工程系列教材，这是一件极有意义的工作。我欣慰地看到株洲工学院的发展和进步，感谢他们为包装事业所做的新贡献。

这套教材体系科学、规划全面、安排细致，充分注意了我国生产实际，既面向教育，也面向社会，为我国包装教育水平的提升开创了一个跨入 21 世纪的良好开端。我殷切期望全国包装界都关心教育，支持学校发展，共同创新，铸就包装事业的新篇章。

钱进

2002 年 3 月于北京

目 录

第一章 包装

§ 1.1 包装的定义	1
§ 1.2 包装的演变及其经济地位	6
§ 1.2.1 包装的演变	6
§ 1.2.2 包装的经济价值	14
§ 1.3 包装的功能	19
§ 1.3.1 包装的保护功能	22
§ 1.3.2 包装的销售与信息功能	44
§ 1.3.3 包装的控制功能	52
§ 1.3.4 包装用作废弃物处理的识别要素	55

第二章 环境

§ 2.1 环境的概念	58
§ 2.2 天然材料演变与再生利用原理	58
§ 2.3 工业包装及产品处理中材料的演变	61
§ 2.4 包装与环境潜在相互作用概述	63
§ 2.5 环境的生态参数	67
§ 2.5.1 产品毒性	68
§ 2.5.2 温度	75
§ 2.5.3 BOD 商	75
§ 2.5.4 酸性 (pH 值)	76
§ 2.5.5 渗透压	76
§ 2.5.6 电离辐射对环境的影响	77

§ 2.5.7 噪音的影响	79
---------------------	----

第三章 包装材料

§ 3.1 概述	81
§ 3.2 玻璃	81
§ 3.2.1 玻璃的发展过程	81
§ 3.2.2 玻璃的定义	82
§ 3.2.3 玻璃生产的原材料及成分	82
§ 3.2.4 玻璃包装的生产	83
§ 3.2.5 玻璃包装的主要使用特性	86
§ 3.3 金属包装	87
§ 3.3.1 金属包装的发展过程	87
§ 3.3.2 金属冶炼和金属包装的生产	88
§ 3.3.3 金属包装的使用	93
§ 3.3.4 金属包装的防腐	93
§ 3.3.5 金属包装腐蚀的机理	94
§ 3.4 纸和纸板材料	96
§ 3.4.1 背景介绍	96
§ 3.4.2 纸张生产对环境的影响	99
§ 3.4.3 纸和纸板的使用特性	104
§ 3.5 塑料	110
§ 3.5.1 塑料的定义及发展简介	110
§ 3.5.2 塑料的统计数据	112
§ 3.5.3 主要塑料树脂的生产和对环境的影响	118
§ 3.5.4 分子结构决定的塑料树脂的特性	125
§ 3.5.5 塑料与包装	130
§ 3.5.6 塑料的再生利用	131
§ 3.5.7 可降解塑料	133

第四章 包装与能源

§ 4.1 概述	136
§ 4.2 能源产生与环境因素	138
§ 4.3 包装生产中的能源消耗量	142
§ 4.3.1 玻璃包装生产中的能源消耗量	144
§ 4.3.2 金属包装生产中的能源消耗量	148
§ 4.3.3 纸和纸板包装生产中的能源消耗量	151
§ 4.3.4 塑料包装生产中的能源消耗量	153
§ 4.3.5 包装辅料生产中的能源消耗量	154
§ 4.3.6 包装运输中的能源消耗量	154

第五章 包装和废弃物

§ 5.1 概述	158
§ 5.2 包装废弃物	159
§ 5.2.1 内部包装废弃物	160
§ 5.2.2 新包装废弃物	160
§ 5.2.3 旧包装废弃物	160
§ 5.2.4 包装杂质	162
§ 5.3 生活垃圾及其处理	163
§ 5.3.1 引言	163
§ 5.3.2 概念	164
§ 5.3.3 发达国家城市垃圾成分与影响因素	166
§ 5.4 生活垃圾的处置	183
§ 5.4.1 生活垃圾污染情况	183
§ 5.4.2 生活垃圾处置方式	185
§ 5.5 包装废物回收利用	194
§ 5.5.1 回收渠道	195

§ 5.5.2 再生	205
§ 5.5.3 再制造	210
§ 5.6 包装废弃物管理	214
§ 5.6.1 法律	215
§ 5.6.2 体制	222
§ 5.6.3 建立和完善收费制度	225

第六章 包装的安全性及毒性

§ 6.1 日常使用的包装	233
§ 6.2 包装对食品和其他物品的保护	234
§ 6.3 包装材料成分迁移的安全性	240
§ 6.3.1 定义	240
§ 6.3.2 成分迁移的种类	240
§ 6.3.3 塑料树脂的添加物	245
§ 6.3.4 影响包装成分迁移的主要参数	253
§ 6.3.5 材料成分迁移和相关法规认定与包装毒性的估计	258
§ 6.4 抗损坏和防小孩密封原理	262

第七章 包装的选择依据

§ 7.1 简介	266
§ 7.2 生态平衡, 生态发展及生命周期分析的原理[LCA]	267
§ 7.3 最佳包装选择的尝试	272
§ 7.3.1 包装的产品	273
§ 7.3.2 环境	273
§ 7.3.3 生活标准及生活方式	273
§ 7.3.4 生态要素	274
§ 7.3.5 安全性	274

第八章 相关法律法规

§ 8.1	中华人民共和国固体废物污染环境防治法	276
§ 8.2	城市生活垃圾管理办法	290
§ 8.3	关于加强重点交通干线、流域及旅游景区塑料包装废物管理的若干意见	294
§ 8.4	德国《循环经济法》	296
§ 8.5	国外有关城市固体废物管理政策	341

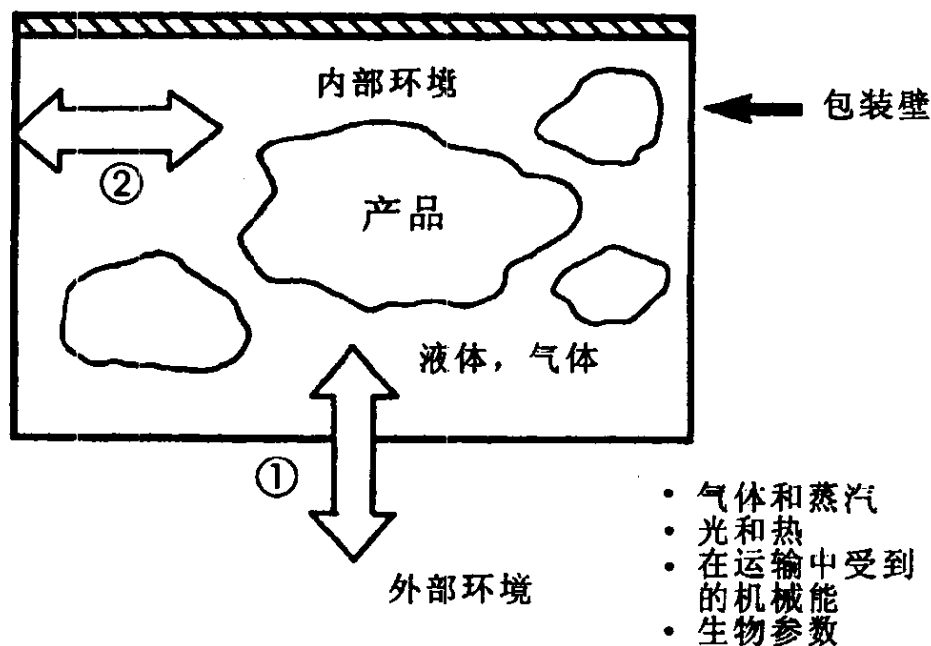
附录

参考文献

第一章 包 装

§ 1.1 包装的定义

包装包括了包裹货物和辅助装卸的所有物理要素。人们需要通过产品的适当包装，使产品在保存、仓储和运输期间保持产品的初始质量，也就是产品生产过程中完成的质量。但是，包装过程本身并不能增加产品的正常寿命，而是保持产品质量的一种方法。包装只是将产品与周边环境隔离，因而在产品与周围环境之间形成了一种屏障，而在包装内构造了一种内部环境。因而可以防止一般的生物、物理、机械和化学的改变、交换或潜在的相互作用，因为产品的这些变化会使产品的质量降低（详见图 1.1）。



①内外环境交换

②包装的产品与包装材料交换（转移现象）

图 1.1 包装用作内部环境与外部环境之间的阻隔

在包装中，由产品的形状、尺寸、色彩和印刷信息对人们心理产生的影响，是情感的和不可捉摸的要素。它们决定了一个产品的销售能力，而包装材料的成分和功能性的，它必不可少。在包装上印刷标识和符号，用作自动化的计算机辅助数据处理。包装不仅仅局限于外部的可视容器，而且包含内部的有利于产品质量保存的材料成分设计。例如，在木箱中放三层柠檬，底部放入底隔层（如聚乙烯泡沫），然后，每层有次序地放置，中间形成立方体，这样可优化接触点的压应力分布（中间层 8 个接触点），从而更好地防护在运输期间的机械碰撞。为了防止装运期间的损害，电器设备应该固定在一个有橡胶减振的木头上，然后，装进防渗漏的袋子里，并放上干燥剂（如硅胶）。最后，为了便于堆码，将它放入木箱或强纤维板箱中。绳子、带子、罩子、衬垫、印墨、标签等，被看作是包装的附件。必要时，气体也可当作包装的附件。例如，氧气用来包装生肉，氮气可用来获得无氧的大气环境。另一方面，每种被用作喷雾剂的助进气体，它是包装的产品部分，就像在饮料及啤酒中的二氧化碳气体一样。这时，气体不是包装的附件，而是产品的成份。

每个单位包装都包含有预定的或规定的货物数量，它们可能用数量或重量表示，也可用体积表示。这个量最好是适合产品在允许的保质期内的平均消费速度。消费包装通常是单个单位组成，但是，为了提高堆码效率和在运输与仓储时便于装卸，很多情况下是采用多单位包装。这样的集合包装对于定期（一周或一月）购买情况是有益的。所以，一个包装中有 12 盒瞬间灭菌（UHT）牛奶，它就是一个集合包装，也是一个消费包装。每一个包装单位的标准尺寸和较长的保存期（3~6 个月）都很重要。

运输包装的概念是附属包装，它给出单位包装的数目，并为在空中、陆地、海上运输期间加强防护。有时，基本单位也设计成运输包装，如电动机、电视机或照相机的包装。

包装包括三个主要的操作过程（见图 1.2）：

- ①包装的生产（如纸板变成纸箱，从熔化玻璃吹成玻璃瓶）；
- ②填充；
- ③封装及密封。

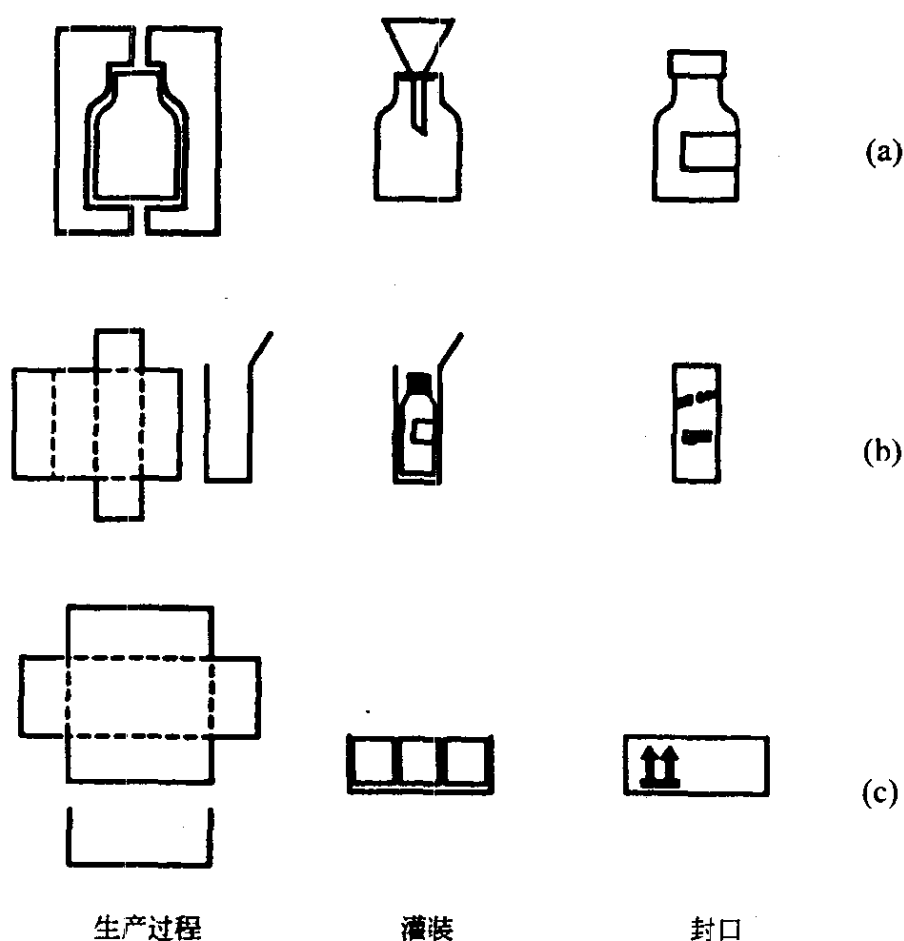


图 1.2 三种产品基本操作图示：制作、填充、封蜡

这样包装的含义不仅是一个容器，如杯子、碗、碟、平底锅等，因为，包装被封装和密封是给生产厂家和消费者的一种承诺。即使这种密封为了开启包装而被破坏，某个密封会被复原（仅限于有螺纹的瓶子和广口瓶的封口），但是整个封装系统绝不能被恢复。一旦打开，则包装失去了销售意义。包装开始就有撕裂与磨损，产品的保证就会受限制。就这方面而言，包装是一个

单向包装。

图 1.3 是一个包装概念的框图，它显示了包装的流程。如果，包装在每次使用之后，还能提供像新包装一样的质量水平，这样，包装就可多次使用（可回收）。在洗净后，重新灌装，并且良好密封（饮料用软木塞，酒用包金属箔的树皮塞）的前提下，玻璃瓶可使用几次（如牛奶瓶平均可使用 15~30 次）。包装是否回收或者是一次性使用，主要依赖于回收管理的成本。在食品领域，与重复使用的总成本相比，使用新玻璃广口瓶更便宜些。包装的再生循环与包装的再使用是完全不相同的，因为再生循环物质必须通过一个生产新包装的过程。根据制造的途径，一

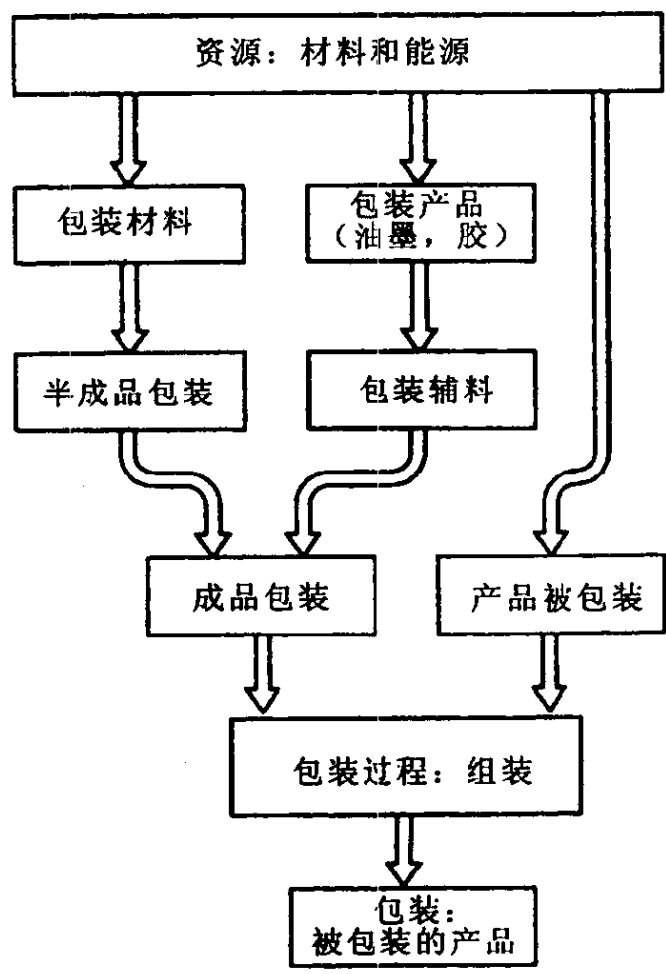


图 1.3 包装概念的流程图

个空食品罐绝不可能再使用，它必须再生循环。扔掉的一次性包装，像食品罐、塑料袋或纸袋，是不能再使用的。用过即弃与一次性包装之间的区别很小，常引起误会。一般来说，所有用过即弃的包装都是一次性包装，但反之不成立。

依据结构，大容量包装，如油箱和油罐，一般是可以再使用的包装，但是，其使用次数与质量必须得到许可（符合国际运输标准）。从理论上讲，作消费包装它们使用同种材料，但是不会设计为多用途，这样就不会产生环境问题。但是，不能孤立地讨论这个问题，图 1.4 概括了包装在运输链中的重要性。

最后，用作容器的运输工具，如卡车、载重车、小货车、轮

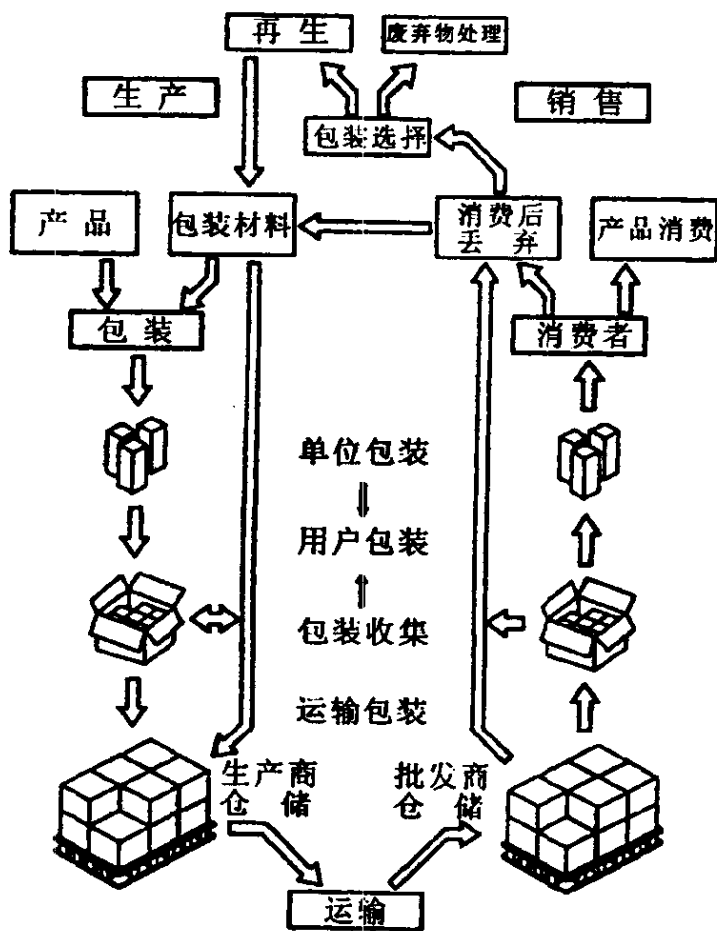


图 1.4 产品的分销与消费中的包装的回收及生命周期

船、飞机，都不能作为一种包装，因为它的主要功能是商品的运输，而非商品保护。这证明现代包装的复杂性，它与商品运输和销售系统的发展并驾齐驱。今天，包装有一个社会尺度，因为，一个产品紧密联系着它所反映的这个社会的生活形态的发展水平。

§ 1.2 包装的演变及其经济地位

§ 1.2.1 包装的演变

被人首先使用的包装材料可能是树叶、皮革、粘土、草和用来编织成篮子的圆木条等。它们常被用作包裹商品（保护功能），做成篮子、袋子、碗、罐（保护或运输功能）等。

人类文明的演化是基于实践，包装的发展也不例外。它也留下了人类演变的痕迹，其起源远远超越了历史的记载。

最古老的包装形式是自然产生包装，如椰子果壳，水果等的干壳如葫芦瓢，有空洞的树干或岩石。在冰川纪（公元前 1.8×10^6 到冰河时代）时期，当时人们在找得到食物的地方生活，那时就可能有了大量这样的包装。通过模仿自然对树木和岩石的侵蚀而形成的孔洞，人们希望能制造包装，最早制造的产品是用毛发、皮革等生产的。例如：早期的毛毡就是用动物的毛发做的，后来发现的含合成纱线，可做成衣服。相似地，树枝与小草被编织成席子和篮子。人们相信在古巴比伦时代第一个封闭的篮子就已经被编织出来。从中石器时代（冰河时代到公元前 8000 年）出土文物显示人们已经使用这些篮子保存过剩的食品。

当人们掌握用火以后，在新石器时代（公元前 8000—公元前 4000 年），发现了制陶艺术。后来，又发明了铜、青铜及铁等的金属工艺。除了在珠宝上的利用（主要是金属）之外，这些新

材料常用于制造各种包装。由于简单且容易获得，陶器在相当长一段时间内是包装的主要材料。古希腊著名的带柄水壶和双耳瓶，就是从古代东方山村人类于公元前 7000 年间用木材或编织材料创造的造型获得灵感而创造出来的，这种东方文化的中心是土耳其的 Chatal Hujuk 镇。

希罗多德 Herodotus（公元前 480—430 年）在他的《Historiae Box》中说到，在公元前 498—449 年，双耳瓶被波斯人用来给被征服的埃及城镇提供水和酒。在使用后，它们被收集运回国内重新使用。在埃及金字塔的研究中可以证明，那时（大约公元前 2700 年）的商人不仅使用陶器，而且也使用木器、亚麻布（亚麻纱）、纸莎草叶来运输和携带货物。昂贵的化妆品及香料被保存在这种几乎全是用雪花石膏制成的带柄小壶中。大约公元前 3000 年的苏美人已经掌握了玻璃的制造技术，鉴定为 18 世埃及王朝（公元前 1580—1314 年）时代的小玻璃瓶显示出其很高的技巧、工艺和材料知识。在罗马和希腊，喜欢用皮革包装大量的液体（水，啤酒、油）和大宗物品（如粮食），虽然玻璃瓶和陶壶容易破碎，但也使用。在圣经中，基督教徒也提到用皮革作包装材料。

根据大谱勒力（Pling，公元 23—79 年）在他的《Naturalis Historica》记载，生活在阿尔卑斯山的部落发明了木桶，这种木桶是用铁箍将做桶的木板固定而成。在那个年代，在制木桶中用铁钉固定桶板而使其牢固的情况很少，因为这样价格很高，所以多用木榫连接。在封建的中世纪时代的包装状况（见表 1.1），在包装出现的缓慢发展过程中，可以再一次注意到，他们在创造人类文明的同时，也创造了形形色色的包装。

人们增加移动性的愿望刺激发展了适合移动的包装。18 世纪以来，随着海路的发现和贸易的拓展，木材、玻璃、金属越来越多地用作包装材料。