



绿色包装

主 编 王桂英 温慧颖
副主编 李 琛 张 弦



东北林业大学出版社

绿色包装

主 编 王桂英 温慧颖

副主编 李 琛 张 弦

东北林业大学出版社

版权专有 侵权必究

举报电话：0451 - 82113295

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色包装 / 王桂英, 温慧颖主编. -- 哈尔滨 :

东北林业大学出版社, 2012. 4

ISBN 978 - 7 - 81131 - 962 - 0

I. ①绿… II. ①王… ②温… III. ①包装材料-无
污染技术 IV. ①TB484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 058136 号

责任编辑: 彭 宇

封面设计: 刘长友

出版发行: 东北林业大学出版社

(哈尔滨市香坊区哈平六道街 6 号 邮编: 150040)

经 销: 全国新华书店

印 装: 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16

印 张: 15

字 数: 269 千字

版 别: 2012 年 4 月第 1 版

版 次: 2012 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

如发现印装质量问题, 请与出版社联系调换。(电话: 0451 - 82113296 82191620)

前 言

随着人类对环境保护认识的不断提高,当前世界各行业的发展都要求重视环境保护、资源回收,对污染环境的行业或材料要制定出越来越严格的法律法规。因此,包装行业必须走绿色包装、可持续发展的道路,才能符合人类社会对发展的要求。目前对环保包装问题,世界各国包装组织都在积极地向国际环保组织要求的方向努力,中国只有顺应这一国际潮流,采取积极有效的手段迎头赶上,才能从根本上解决中国的环境问题。

本书涉及包装材料学和生态环境学方面的知识。该书普及环保知识,对绿色包装的内涵、评价和标准,绿色包装材料的范围和意义,回收和利用,包装废弃物的产生及对环境的影响,包装废弃物的组成和性质,处理技术以及包装废弃物收集系统的设计都进行了详细的介绍,是进行全面系统学习包装绿色化与环境保护理论的参考资料。

本书结构清晰,讲解详细,具有很强的实用性,可以作为高等院校包装工程、印刷工程等本、专科课程教科书及参考书,也可以作为包装工作者、包装管理者、包装爱好者的参考书。

本书编写人员分工如下:王桂英(东北林业大学)编写第1章、第3章(第4节和第5节)和第4章;温慧颖(东北林业大学)编写第2章;李琛(东北林业大学)编写第3章(第6节);张弦编写第3章(第1节、第2节和第3节)。

由于编者水平有限,虽经很大努力,书中难免仍有疏漏之处,希望广大同行专家和读者批评指正。

编 者
2011年10月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 概述	(3)
1.2 包装工业与可持续发展	(14)
1.3 绿色包装的定义	(16)
1.4 绿色包装的内涵	(17)
1.5 绿色包装政策	(19)
2 绿色包装的评价理论及环境标准	(24)
2.1 两个环境政策	(25)
2.2 生命周期评价方法(LCA)	(33)
2.3 包装生命周期分析内容和步骤	(35)
2.4 生命周期评价应用	(37)
2.5 生命周期评价的局限性	(41)
2.6 生命周期评价案例研究	(44)
2.7 简化的生命周期评价方法	(65)
2.8 ISO14000 标准	(68)
3 绿色包装材料	(81)
3.1 纸	(86)
3.2 玻璃	(95)
3.3 金属	(99)
3.4 塑料	(103)
3.5 可降解包装材料	(111)
3.6 代木包装材料	(135)
4 包装废弃物的回收利用	(195)
4.1 包装材料回收的定义	(196)
4.2 包装材料成功回收的衡量标准	(196)
4.3 包装材料的回收方式	(196)
4.4 包装材料收集系统分析	(197)
4.5 包装回收处理	(202)
4.6 各种包装材料回收利用	(205)
参考文献	(235)

1 绪 论

包装与环境及资源的关系密切,自 17 世纪兴起的工业革命给人类社会的物质文明带来了空前的发展以及在改造自然和发展经济方面建立了辉煌的业绩以来,由于“高生产、高消耗、高污染”的粗放生产模式,不合理地开发利用资源,不重视治理工业化过程中产生的废气、废水和固体废弃物,因此使得地球资源日益匮乏、能源日益短缺、环境日趋恶化。由于各种有毒、有害废气、废水和固体废弃物被直接排放到环境中,还造成了一系列生态环境问题,如酸雨、臭氧层破坏、全球变暖、水污染、水体富营养化、光化学烟雾、垃圾堆积等。

包装工业也同其他工业一样,在促进商品繁荣、提高人民生活水平、推动市场经济发展的同时,也给人类带来了严重的负面效应,因此包装与环境及资源的关系有着辩证的两重性。一方面,包装工业有力地促进了商品经济效益和社会效益,包装对环境和资源也具有保护功能。包装工业有力地促进了商品经济效益和社会效益,有对产品的保护性、方便流通和促进销售的功能。保护功能对内能防止被包装物在流通过程中的损坏,对外能防止那些具有易燃易爆性、腐蚀性、有毒性、感染性、放射性等危险的内包装物对外界造成的危害、污染并避免安全事故。包装方便流通的功能则体现在方便运输、装卸及储存,减少破损,便于回收再生等方面,因此要充分看到包装有利于环境保护和减少资源损耗的一面,更好地利用包装来保护和改善生态环境和节约资源。另一方面,包装同时造成了环境污染和资源消耗等问题。包装消费与生态资源的消耗有着直接的联系,特别是纸制品、木质、竹类、藤类包装,包装材料直接来源于自然生态资源,因而对自然生态有着不可低估的影响。包装消费对生态的破坏主要来自两个方面:一是部分包装材料来源于生态系统,取之过度会造成生态不平衡,另一些人工合成材料如聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚烯烃、聚丙烯、聚酯、聚氨酯等在一定条件、时间内,其结构比较稳定,不会产生危害人体或环境的毒副作用,但使用时间过长,温度过高或在酸碱等外界条件下就可能产生毒副作用,如聚氯乙烯可溶解在油脂中而对人体产生危害;二是包装废弃物对水体、土地、大气造成污染,导致生态系统遭到破坏。在包装对人类生活作出巨大贡献的同时,包装的副产品——包装废弃物也严重污染了环境,破坏了自然生态的平衡,对人类的生

存和可持续发展构成了很大的威胁。如何协调日益增长的包装用量与环境之间的关系,成为摆在人们面前的一大难题。

20 世纪 80 年代中期,城市固体废弃物污染和“白色污染”已成为全球突出性的环境问题,引起了世界各国的高度重视,各国均要求包装制造者在选择包装材料时,必须考虑如何消除包装垃圾。只有包装垃圾能得到有效处理或消除,才能达到包装与环境相容。同时,工业发达国家还纷纷把治理的重点由以填埋、焚烧为主转向了废弃物的回收利用上,如欧洲国家提出了有名的减量化—回收循环利用—焚烧—最终填埋处置的“废弃物管理层次”原则。许多国家相继制定包装废弃物管理和回收利用的法令法规,全球由此掀起了一场声势浩大的绿色浪潮。生命周期评价被重点应用于对产品的环境性能进行评价和计算固体废物产生量和原材料消耗量方面。

我国的包装工业经过 30 多年的快速发展,已经成为一个门类齐全、体系完整、产业关联度高的支柱行业之一。资料显示,1981 年,我国包装业的总产值为 72 亿元;而到了 2004 年,这个数字已飙升至 3 283 亿元,年均递增率高于 18%,在我国 40 多个行业的排名中已从最后一位升至第 12 位。在与其他制造业的对比分析中得出,包装业的利润总额增长率高达 44.58%,销售收入增长率达 21.38%,远高于其他行业,这表明包装业在我国是极具发展能力的“朝阳产业”。当前的中国包装行业在国际同行中的地位明显提高,影响力也越来越大。据国家有关方面提供的数据显示,2008 年,我国(除港、台地区)包装工业总产值已达 8 600 亿元人民币,相当于 1 260 多亿美元,已经成为世界第二包装大国;2010 年,我国包装工业完成总产值 1.2 万亿元。对此,亚洲包装联合会主席、中国包装联合会会长石万鹏表示,按照这样的发展势头,从 2011~2015 年,包装工业总产值可达到 2 万亿元。“十二五”期间,中国包装工业将以继续保持平稳健康发展,自主创新能力明显增强,产业结构进一步优化,可持续发展能力显著提高,工业化信息化整合水平不断提高为发展目标,力争到“十二五”末,信息化的总体水平达到或超过中等发达国家。到 2020 年,中国包装工业将满足全面建设小康社会的需求,建成一个科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人才资源优势得到充分发挥的新型中国包装工业。

本书主要关注绿色包装与环境的关系,绿色包装的评价理论和环境标准以及绿色包装材料的范围和发展方向,最后对包装链末端废弃物的回收利用途径和方法加以介绍。使读者能够系统地了解绿色包装的内涵,并为其提供全面、系统的绿色包装知识。

1.1 概 述

1.1.1 包装的定义

包装是伴随着人类生产活动的发展而发展的。任何产品商品化后都需要包装,包装是现代商品生产、储存、销售和人类社会生活中不可缺少的重要组成部分。然而,包装的定义在不同的国家不同的时期也有所不同。

英国标准中这样定义包装:包装是一种为市场和销售准备货物的艺术、科学和技术。在这个定义中,给予包装一个非常广的范围,它表明包装通过被使用来增加产品在市场和销售中的价值。

在 Paine 的书中这样描述包装:包装是为运输、物流、仓储、零售和最终使用准备货物的联合系统;包装是一种在合理的条件下,以最低的成本保证货物安全有效地送达到最低消费者手中的工具;包装是一种技术经济的作用,其目标是运输成本极小化,消费和利润极大化。这个定义强调了市场和经济的作用,而对于包装技术方面强调得很少。

在包装技术百科全书中,这样描述包装:包装是新的制造系统中的一部分,并附加了方便消费者和保护环境的要求。包装充当着保护产品和环境的多种角色。这个定义强调了包装与环境的关系。

在我国国家标准(CB4122—83)的包装通用术语中,包装的定义是:为在流通过程中保护产品,方便储运,促进销售,按一定技术方法而采用的容器、材料及辅助物等的总体名称,也指为了达到上述目的而在采用容器、材料和辅助物的过程中施加一定技术方法等措施。在包装工业中,常常使用“包装系统”,在口语当中也常使用“包装”,这均是包含了包装和充填系统外加物流包装和设备的总称。

随着社会的进步,人们的消费需要结构的多维性,即物质的、精神的、经济的三个方面,因此包装的概念需要延伸。例如,包装对一个企业而言,不再是为包装而包装,而是含有为了实现其商业目的,使其产品增值的一系列经济活动的一个信息载体。在具体的功能包装之前,应完成一系列的市场调查、消费对象及心理分析,完成整个商品的企划及投资可行性分析,通过包装去树立品牌,促进商品的销售,增加产品的附加值。这种前包装是一种意识层面上的包装理念。它将会指导功能包装,避免商品包装的随意性,避免企业盲目的设备投资。这是一种包装的理论提升,是无形包装的概念,是市场理念、经济意识。功能包装之后的商品还要通过商业活动去实现这个包

装理念。这里包括广告媒体、营销、服务、信息、网络等各种商业活动手段，是商品的后包装。因此，一个完整的包装概念含有商品的前包装、功能包装、后包装三个过程。其中商品的前包装和商品的后包装是无形包装，功能包装是有形包装，有形包装是无形包装的信息载体，无形包装为有形包装提供指导并使商品增值的经济行为得以实现。

因此，包装包含有科技、文化、艺术和社会心理、生态价值等多种因素，不再是原有的单一的功能性包装概念。它应是现代包装科学中的“包装系统”，是一个系统工程，更是一种新的经济意识理念。

1.1.2 包装的等级

为了体现包装的级别，可以将包装分为三个等级，即一类包装、二类包装和三类包装。一类包装，又称为消费者包装，它是在零售卖场给用户或消费者带回家的包装，如化妆品、牙膏等反复使用物。该类包装的主要功能是保护产品，以及便于终端用户识别产品，同时包装必须采用节约资源、环境友好的材料。二类包装，或称运输包装，被设计用来容纳许多一类包装。它能作为一个整体卖给终端用户或消费者，也能作为工具。二类包装应该便于商店的产品搬运，它是一个可以直接放在货架上的单元，而不是把每一个独立的一类包装放在货架上，如瓦楞纸板制成的盘就是一个二类包装。三类包装，又被称为运输包装，它的类型选择主要受产品的影响，便于运输和搬运许多一类包装和二类包装，其目的是防止产品的损坏，它被用于将大量的一类包装和二类包装放置到托盘上。

1.1.3 包装的功能

包装在生产、物流、使用和回收的每一步必须是有效的。归纳起来包装的功能主要集中在市场、物流和环境三个方面。

物流方面：使配送阶段和最终消费者能够有效地搬运，起到保护产品和识别产品的作用。包装的供应、包装活动、内部材料物流、配送、解包、处理和返回搬运都是这个功能的组成部分。

市场方面：包括那些与最终用户有关的增加产品价值的活动。这些特性包括包装设计、布局和工效学等。这是创造包装收入的一部分。

环境方面：包括改善经济资源，减少环境压力、便于包装的回收和包装材料的回收再生。

包装具体的功能包括保护功能、方便配送、信息和通信以及环境功能。

1.1.3.1 保护功能

包装的保护功能是最重要的功能,这意味着它将防止产品在物流环境中受到的冲击、震动、静压力和其他载荷,以保证产品安全送达到用户手中。产品流通的环境参数,如温度、湿度、气压、光线、烟雾等,在流通的过程中会发生变化。这些环境参数可以用简单的仪器测试,并且可以定量描述出来。在实验室中也可以比较容易地模拟出来,为设计的包装提供必要的试验环境。但是,在实验室中却很难精确描述在装卸和运输等流通环节中,产品受到的外界冲击和振动等参数。因为这些参数会随着装卸的器具、装卸工人的文明程度、运输方式(汽车、火车、飞机、轮船等)等的变化而变化,甚至在同一车辆上不同位置的包装所受的外力也会不同;位于车辆外沿的包装与位于车辆中部、前部、后部的包装,所受的冲击和振动是不一样的。为了达到保护产品的目的,必须更加深入地了解与被包装产品相关的知识,如脆值等物理因素,确定该保护的目标,应如何保护。在设计保护功能的时候,需要了解使产品品质发生变化的每一种危害;同时也必须知道在生产、运输、装卸、储存和销售时,影响产品的所有安全因素。在考虑了以上各种因素后,可以设计出一种可靠的包装,在产品到达最终用户手中时,才能确保该产品的质量。包装必须抵抗的外部因素如表1-1所示。

表1-1 包装必须抵抗的外部因素

外部因素	包装和包装材料的功能要素
机械冲击、震动和压力载荷	冲击、震动的吸收 压缩强度 弯曲强度 拉伸强度
生物学因素	抵抗性或敏感性
气体(氧气、氮气、二氧化碳)	渗透性
光	光线传播性光线吸收 反射性
温度	热传导性
水	抵抗性 吸收性

1.1.3.2 方便配送

方便配送是包装的另外一个主要功能,通常强调从制造厂/供应者到用

户的配送。随着货物搬运的机械化和自动化程度的提高,对包装方便配送的要求也越来越高。一般来说,需要包装使用一个优化的长度系列以达到制造、配送的自动化,例如,尽可能地使用叉车、卡车和标准化托盘以适应机械化的装运。这个功能对包装线上产品生产效率的提高起到了决定性作用。具体包含内部配送、外部配送、单元载荷和搬运等部分。

①内部配送。直接关系到包装生产线的生产效率。

②外部配送。包括搬运、运输和存储及信息的传递在内的有效配送,这对成本有很大的影响。

③单元载荷。包装应该容纳产品使它们容易搬运、堆码和显示。包装应该适应基于 $1\,200\text{ mm}\times 800\text{ mm}$ (ISO 1号标准)或 $1\,200\text{ mm}\times 1\,000\text{ mm}$ (ISO 2号标准)尺寸的模数包装。这使得诸如叉车搬运的标准设备和仓储中标准托盘架的合理利用成为可能,而且可以对运输车辆进行有效的体积利用。有效的单元载荷的使用在当前欧洲的供应链中可节省销售价格的1.2%。

④搬运。在供应链的不同环节中,强调包装便于配送的功能是在不断变化的。近期的研究表明,配送系统的这部分成本对总的成本影响很大。无论是对最终消费者还是搬运原材料的工人而言,都必须容易搬运,因此包装应该适应它可能遇到的任何环境。实践证明,包装应该适应于机械数值,使人工搬运更加容易,并且具有良好的人体工效学性能。

⑤信息。在工业和服务业中,有关产品的信息是通过包装上的信息传递给用户的。如工业界通过包装上提供的条形码或各种高技术的标签读取所有的信息。零售商店也是这样,通过包装上的条形码提供给零售商有关库存的信息。商店的出纳员根据条形码登记售出的产品数量进行库存检查,当达到重新订购点时直接向供应商订购。条码是由一组规则排列的条和空及相应的数字组成,这种用条、空组成的数据编码可以供机器识读,而且很容易译成二进制数和十进制数。这些条和空可以有各种不同的组合方法,构成不同的图形符号,即各种符号体系,也称码制,适用于不同的应用场合。目前广泛使用的是欧洲国际物品编码协会(EAN International)提供的EAN系统和美国统一代码委员会(UCC)的UPC系统。EAN条形码则是在吸取了UPC经验的基础上发展建立的物品标识符号,所以是现在国际通行的条形码,我国目前通行的商品条形码标准是EAN条形码标准。EAN条码是一种连续型、非定长有含义的高密度代码,用以表示生产日期、批号、数量、规格、保质期、收货地等更多的商品信息。该条形码由13位数字组成,分成四组,如图1-1所示。

标准商品条码由13为数码组成,其中,1~3位:共3位,是国家代码;



图 1-1 使用条形码识别被包装的产品

4~7/8/9 位：共 4/5/6 位，代表着生产厂商代码，由各厂商申请，国家分配；8/9/10~12 位：共 3/4/5 位，代表着厂内商品代码，由厂商自行确定；第 13 位：共 1 位，是校验码，依据一定的算法，由前面 12 位数码，通过计算而得到。每一个产品都有特定的号，如果数个产品一起生产，新的产品也将得到一个的号。例如，相同饮料的不同软包装产品就有不同的商品号。

1.1.3.3 信息和通信

随着信息技术和电子商务的发展，包装的信息和通信功能变得越来越重要。通过包装可以识别产品的内容、应用场合和质量等。

①信息。包装必须提供商品必要的信息，它发挥着“沉默的销售者”的作用。成功的品牌可以清晰地传达产品信息，提高产品的可信度，与潜在的顾客建立情感沟通，以激发他们的购买欲，并提高使用者的忠诚度。对于品牌来说，没有什么方式比包装更能有效地与消费者建立交流。事实上，在消费者心中，包装和产品是不可分割的整体——它们构成品牌识别综合体。欧洲监督组织要求包装必须采用国家有关产品的信息标注规范，如食品包装标签的具体内容包括：商品名称；产品成分表和添加剂；保质期和使用期限；保存和使用条件；食品的原产地点和生产厂家；包装商或零售商的名称和地址；净重；必要的使用说明；使用对象（人、猫、狗等）。

②市场。市场是产品从生产厂家到消费者手中移动的整体策略和复杂过程。可以说，市场是产品生产和产品包装是否成功的试金石。包装的市场功能是指包装具有推销产品和增加产品价值的作用，因为通过包装不仅可以识

别产品的内容、应用场合和质量等，而且可以识别生产方式、历史文化、心理需求与流行时尚，从而起到宣传和推销产品的作用。在零售中，从前由商店的营业员完成的工作，如向消费者描述产品、产品质量如何、在什么时间和什么地方使用它等，现在在超市和自助商店里，这个工作主要由包装来完成。也就是说，有关产品的信息可以通过包装上的信息传递给用户。随着信息技术和电子商务的发展，包装的信息和通信功能变得越来越重要，而且，包装上的信息量有增加的趋势，特别是在消费包装上。市场效果往往通过以下三个效果来度量。

功能效果：常常在实验室被测定。涉及是否容易搬运、开启和关闭，同时起到保护作用。

视觉效果：必须能够促进商品的销售，有趣并具有吸引力。一个包装的形状、图形和信息成就了一个产品。这种效果往往是难以度量的，主要考察三个问题：包装引起了人们对商标的注意吗？包装使人们关注商店的存在吗？如果在去商店之前已经做了购物决定，产品容易被发现吗？

通信效果：包括商标和产品识别，通过消费者印象来评价相关竞争产品的商标。通常认为通信效果是最重要的。

1.1.3.4 环境功能

包装的环境保护功能主要是指包装通过保护商品来减少资源消耗、保护环境。包装的环境功能随着人们环保意识的增强变得日益重要。包装对商品的保护体现在包装将防止商品在物流中的冲击、振动、静压力和其他载荷，以便有效地防止产品的破损变形、化学变化及有害生物对产品的影响，防止异物的混入、污物污染、产品的丢失和散失。由此可见，商品包装不仅可以使商品本身的品质得以保持，而且可以防止那些污染环境的商品的泄漏而造成环境污染，这主要体现在化工类产品上。然而，在现实生活中，消费者仅仅在购买、打开包装，尤其是扔掉它时才真正意识到包装的作用。包装在生产、物流过程中的许多环境保护功能更是鲜为人知，甚至一些环境活动家和政治家经常把包装本身说成是环境问题，因为在垃圾箱中总会有包装废弃物。他们认为包装本身就是垃圾，包装是一种资源浪费，所有的包装都只是奢侈品而非必要的东西，所以包装经常会成为众矢之的。他们忽略了包装在生产流通过程中所起的重要作用，如果没有包装，由于产品的损坏或丢失将使环境负担大量增加。

针对包装是“污染”的一种形式的观点，更多人认为包装本质上不是污染，虽然包装及其废弃物确实导致了一些环保问题。污染是在商品的制造（或消费）过程中产生了“过多”的危害作用或者是“负面影响”，而包装

与气体或液体排放物不同,包装不是生产过程的剩余物,而是保护商品、方便流通、促进销售的工具,包装作为一种有效的产品运输工具已经是产品的一部分。事实上,包装的作用不仅体现在它是包装产品的一个必须选择,而且体现在它能够节约更多的资源和减少大量的废弃物。

1.1.4 包装链

在包装系统中,研究包装不仅仅是研究单个包装的设计,而是从包装的整个生命周期出发,进行面向产品、面向物流、面向市场、面向环境的集成设计。那么首先要解决的问题就是包装的整个生命周期包含哪些过程。包装链的定义是什么。

如图 1-2 所示,包装链包括从包装材料及容器的生产、运输、仓储、使用到包装在生命周期终结时的处置各个环节,其中包括了许多子过程,每个子过程又包含了若干活动。

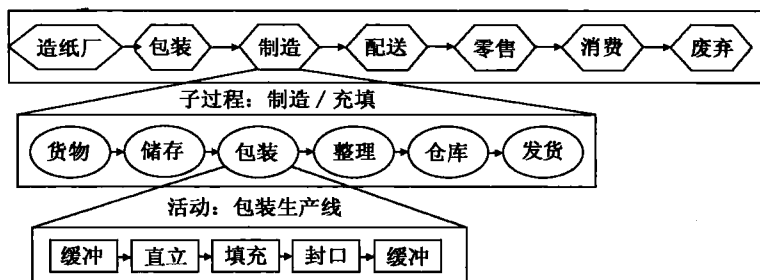


图 1-2 包装链

产品的生命周期可以通过如图 1-3 所示来完成。

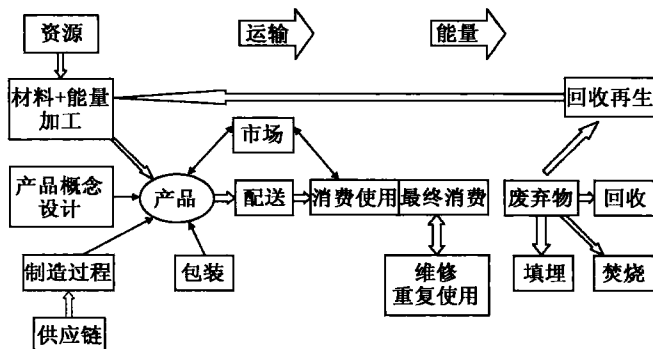


图 1-3 产品的生命周期

1.1.5 包装废弃物

包装废弃物是指在生产、流通和消费过程中基本上或者完全失去使用价值、无法再重新利用的最终排放物。所谓不再具有原使用价值，并不意味着没有利用价值。“废”与“不废”是一个相对的概念，它与当时的社会发展阶段、技术水平与经济条件以及生活习惯均密切相关。废弃物又称二次资源 (Secondary resource)、再生资源 (Renewable resource)、放错了地方的资源等称谓，并将固体废物视作第二矿业 (Secondary mining)，固体废物工程也已发展成为一门新兴的应用技术型学科，即再生资源工程。总之，“放错地点的原料”“废”具有时间和空间的相对性。

1.1.5.1 包装废弃物回收现状

在发展绿色包装中，包装废弃物的回收处理是非常重要的一个方面。回收处理与再生并非相同含义，回收处理是再生的前提，所以十分重要。世界上原本没有垃圾，只有资源，垃圾仅仅是放错了地方的资源。主动处理废弃物的做法是从垃圾的源头动手，首先避免它的出现，从根本上解决垃圾的污染。

在德国，对于包装废弃物的回收、处理、再生，已经规模化、产业化、商品化，已成为 20 世纪 90 年代发展最快的产业。回收、处理、再造一条龙服务，以连锁店的形式开办跨国回收处理公司，形成国际化的服务产业。由于采用了先进的设备，纳入了科技前沿的处理技术，所以其处理量相当大，每年处理几百万吨，效果相当好，基本不形成二次污染，既节约了能源，保护了资源，造福了人类，还获得了巨大的利润。

按我国的成熟技术计算，1 t 废纸可再生 800 kg 新纸或 830 kg 纸板，可节约木材 4 m³，纯碱 400 kg，标准煤 400 kg，电 500 kW · h，水 4 700 t；每回收再造 1 t 玻璃，即可节约纯碱 240 kg，节约能源 10% 左右；回收 50 万个玻璃瓶重复再用，可节约煤数万吨，节约资金 6 万元；若回收 1 t 废旧聚乙烯塑料，可节约 1.1 t 乙烯原料，3 t 汽油。

1998 年，我国主要包装制品产量分别为：纸包装制品 1 081 万 t，塑料包装制品 292 万 t，金属包装制品 173.79 万 t，玻璃包装制品 410 万 t。随着国民经济的增长和包装业的迅速发展，2000 年，包装产品的产量已达到纸包装制品 1 300 万 t，塑料包装制品 343 万 t，玻璃包装制品 452 万 t，金属包装制品 205 万 t。由此可见，包装废弃物的产生量也将会进一步上升。然而就目前来说，我国可利用而未利用的固体废弃物价值就达 250 亿元。针对这种情况，我国环保部门已做了部署，在今后 5 年中，国家将投入 500 亿元人

民币进行固体废弃物的处理，使它在城市的存量控制在 1.8 亿 t，无害化学处理综合利用达 45%。

目前我国的大部分企业都是消费式的生产方式，产品的包装在生活方面只追求消费水平而忽视了节约和回收的意识。目前，我国包装纸的回收率为 25%，塑料回收率约 10%，玻璃约 20%，金属不足 10%。总之，回收再利用包装废弃物具有巨大的经济效益，将成为各国解决包装废弃物问题最有效的途径。

1.1.5.2 包装废弃物分级管理原则

包装废弃物分级管理原则，即遵循减量—重复使用—循环利用—焚烧—填埋从优先到最低优先的顺序，如图 1-4 所示。

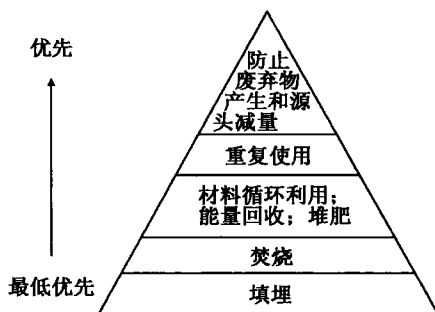


图 1-4 包装废弃物分级管理原则图

①防止废弃物产生和源头减量。意味着控制包装极小化，减少包装的使用量，减小包装对环境的有害性。

②重复使用。包括以产品的最初形式使用多次，或用作其他用途。在这个过程中，需要考虑重复使用过程中的经济效益。

③回收与回收再生。意味着当包装使用后还能充分利用包装材料，它包括材料回收再生、能量回收和堆肥。这些方法中没有明显的等级。

回收再生工业的成功关键在于经济性；能量回收是众多材料通常使用的方法，特别是塑料；堆肥是在一定的控制条件下，使用微生物对用过的包装进行微生物分解，得到稳定的有机物滤渣或甲烷。

④填埋/焚烧。这是处理用过的包装的最后一种方法。

某些传染性废弃物可以通过燃烧做到无害化；另外需要考虑包装的热量值是否适合燃烧。需要考虑填埋物是否含有传染性问题。

1.1.5.3 包装废弃物处理

通过物理、化学、生物、物化及生化方法将其转变成适于运输、利用和

储存或最终处置的过程技术和方法。

(1) 包装废弃物处理技术种类

物理技术：通过浓缩或相变化改变包装废弃物的结构，使之成为便于运输、储存、利用或处置的形态。具体方法包括压实、破碎、分选、增稠和脱水等。

化学技术：采用化学方法破坏包装废物中的有害成分，从而达到无害化，或将其转变成适于进一步处置的形态。具体方法包括氧化、还原、中和、化学沉淀和化学溶出等。

生物技术：利用微生物分解包装废物中可降解有机物，从而达到无害化或者综合利用。具体方法包括好氧处理、厌氧处理和兼性厌氧处理。

热处理技术：通过高温破坏和改变包装废物的组成和结构，同时达到减容、无害化或资源化的目的。具体方法包括焚烧、热解、湿式氧化及焙烧、烧结等。

固化技术：通过固化基材将废物固定或包覆起来以降低其对环境的危害，从而能较安全地运输和处置的一种处理过程。具体方法包括水泥固化、石灰固化、热塑性材料固化、自胶结固化和玻璃固化等方法。

(2) 包装废弃物处理所产生的污染

人类进入 20 世纪以来，随着工业的发展，环境污染、资源破坏日益严重。全球性、广域性的环境污染，以及大面积的生态破坏和突发性的严重污染事件已成为当今人类面临的环境问题的主要特征。当今由于包装废弃物处理引发的环境问题主要包括如下内容。

①热污染，全球性气候变暖。导致全球变暖的主要原因是人类在近一个世纪以来工业活动排放出大量的 CO_2 等多种温室气体。由于这些温室气体对来自太阳辐射的可见光（3.8 ~ 7.6 nm，波长较短）具有高度的透过性，而对地球反射出来的长波辐射（如红外线）具有高度的吸收性，也就是常说的“温室效应”，导致全球气候变暖。全球变暖的后果，会使全球降水量重新分配，冰川和冻土消融，海平面上升等，既危害自然生态系统的平衡，更威胁人类的食物供应和居住环境。毫无疑问，我们这个星球正在升温，20 世纪全世界的平均温度大约攀升了 0.6℃。北半球春天的冰雪解冻期比 150 年前提前了 9 d，而秋天的霜冻开始时间却晚了 10 d 左右。政府间气候变化问题小组根据气候模型预测，到 2100 年，全球气温估计将上升 1.4 ~ 5.8℃（2.5 ~ 10.4 ℉）。根据这一预测，全球气温将出现过去 10 000 年中从未有过的巨大变化，从而给全球环境带来潜在的重大影响。

②淡水资源短缺与污染。缺水已是世界性的普遍现象，全世界有 100 多