

全国高职高专印刷包装专业教材 ▶▶

# 包装 材料学

■主 编/郝晓秀

■主 审/王建清

印刷工业出版社

## 内容提要

本书系统地阐述了包装材料方面的知识,包括纸和纸板、塑料、玻璃、陶瓷、金属、纳米包装材料、复合包装材料、木质材料、黏合剂、包装用印刷油墨以及包装废弃物的处理。

本书适用于印刷包装高职院校的专业课程教材,也可供印刷包装企业的技术人员阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

包装材料学 / 郝晓秀著. —北京:印刷工业出版社, 2006.6  
ISBN 7-80000-607-7

I. 包... II. 郝... III. 包装材料 IV. TB484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 051610 号

## 包装材料学

编 著: 郝晓秀 主 审: 王建清

---

责任编辑: 张宇华 魏 欣

出版发行: 印刷工业出版社 (北京市翠微路 2 号 邮编: 100036)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北省高碑店市鑫宏源印刷厂

---

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 240 千字

印 张: 11.75

印 数: 1 ~ 3000

印 次: 2006 年 6 月第 1 版 第 1 次印刷

定 价: 29.00 元

---

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话: 010-88275707 88275706

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 概 述.....              | 1  |
| 第一节 包装材料的分类及选用原则 .....    | 1  |
| 第二节 包装材料的性能及发展方向 .....    | 4  |
| 复习思考题一 .....              | 9  |
| 第二章 包装纸和纸板 .....          | 10 |
| 第一节 包装用纸的制造 .....         | 10 |
| 第二节 纸和纸板包装材料的规格、种类和特点 ... | 23 |
| 第三节 包装用非涂布纸 .....         | 25 |
| 第四节 包装用涂布纸 .....          | 29 |
| 第五节 包装用防伪纸 .....          | 32 |
| 第六节 包装用纸板 .....           | 40 |
| 第七节 纸包装容器 .....           | 46 |
| 第八节 新型食品包装纸 .....         | 49 |
| 第九节 纸包装的发展趋势 .....        | 53 |
| 复习思考题二 .....              | 54 |
| 第三章 塑料包装材料 .....          | 55 |
| 第一节 塑料包装的特点及其产品 .....     | 55 |
| 第二节 塑料的分类 .....           | 58 |
| 第三节 包装工业中常用的塑料 .....      | 59 |
| 第四节 包装工业中常用的塑料助剂 .....    | 73 |
| 第五节 塑料包装材料的发展趋势 .....     | 84 |
| 复习思考题三 .....              | 85 |
| 第四章 玻璃和陶瓷包装材料 .....       | 86 |
| 第一节 概 述 .....             | 86 |
| 第二节 新型玻璃包装容器及其加工技术 .....  | 89 |
| 第三节 陶 瓷 .....             | 93 |
| 复习思考题四 .....              | 94 |
| 第五章 金属包装材料 .....          | 95 |
| 第一节 金属包装材料的性能特点和分类 .....  | 95 |
| 第二节 钢质包装材料 .....          | 97 |
| 第三节 铝质包装材料 .....          | 98 |

# 目

# 录

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 第四节 金属包装容器 .....          | 99         |
| 复习思考题五 .....              | 108        |
| <b>第六章 其他包装材料 .....</b>   | <b>109</b> |
| 第一节 纳米包装材料 .....          | 109        |
| 第二节 复合包装材料 .....          | 112        |
| 第三节 木质包装材料 .....          | 116        |
| 第三节 天然及纤维制品包装材料 .....     | 120        |
| 复习思考题六 .....              | 121        |
| <b>第七章 黏合剂 .....</b>      | <b>122</b> |
| 第一节 黏合剂的组成和分类 .....       | 122        |
| 第二节 包装常用黏合剂 .....         | 127        |
| 复习思考题七 .....              | 132        |
| <b>第八章 包装印刷油墨 .....</b>   | <b>133</b> |
| 第一节 油墨组成与分类 .....         | 133        |
| 第二节 油墨的特性 .....           | 140        |
| 第三节 各类油墨及其特点 .....        | 143        |
| 复习思考题八 .....              | 156        |
| <b>第九章 其他包装辅助材料 .....</b> | <b>157</b> |
| 第一节 涂 料 .....             | 157        |
| 第二节 捆扎材料 .....            | 161        |
| 第三节 胶 带 .....             | 162        |
| 复习思考题九 .....              | 164        |
| <b>第十章 包装废弃物的处理 .....</b> | <b>166</b> |
| 第一节 包装废弃物处理技术 .....       | 166        |
| 第二节 纸包装材料的回收与利用 .....     | 168        |
| 第三节 塑料包装材料的回收与利用 .....    | 172        |
| 第四节 金属包装材料的回收与利用 .....    | 176        |
| 第五节 玻璃包装材料的回收与利用 .....    | 179        |
| 复习思考题十 .....              | 182        |
| <b>参考文献 .....</b>         | <b>183</b> |

# 第一章 概 述

**内容提要：**本章介绍了包装的定义、包装工业的特点、包装工业未来发展的四大趋势以及包装在国民经济和生活中的重要性；叙述了包装材料的分类和选用原则、包装材料的性能以及国内外包装材料领域的最新进展和发展趋势。

**基本要求：**了解包装材料的分类以及选用原则和主要应用领域；掌握包装的概念、包装材料的性能以及包装材料的发展方向。

## 第一节 包装材料的分类及选用原则

包装是为在流通过程中保护产品、方便运输、促进销售，并按一定技术方法采用容器、材料及辅助物等以及为达到上述目的而采用的一些技术措施的总称。包装工业伴随着社会的进步、经济的发展而不断发展壮大，在国民经济和生活中发挥着愈来愈重要的作用。包装工业的一个显著特点就是为其他行业的产品“穿衣戴帽”。在市场竞争愈来愈激烈的今天，广大消费者在购买商品时，除了注重商品的质量、性能外，对产品包装的要求也越来越高。如何改变“一流产品，二流包装，三流价格”的局面，是广大材料工作者和包装行业研发者共同关注的问题。因此，随着各行各业产品竞争的日趋激烈，产品的包装已由商品的附属地位逐步演变成为商品的重要组成部分。

包装不仅是商品的必要组成部分，而且也是流通商品生产的最后一道工序。从流通过程看，包装可保护商品、美化商品、宣传商品以及便利商品贮存、运输、销售和使用，从而提高商品市场竞争能力的重要手段。因此，激烈的市场竞争要求重视包装，不断地改进包装，这已成为企业的一个经营观念。

包装质量的好坏，很大程度上取决于包装材料的性能。包装工业的发展和进步，大多体现在新型包装材料和工艺技术的开发和应用方面。包装工业未来发展的四大趋势是包装设计趋于多样化；包装工艺趋于简单化；包装机械趋于智能化以及包装材料趋于环保和可降解。没有好的包装材料就不可能有好的包装产品。可以说包装新材料与包装新技

术的完美结合是包装工业永远的追求。现在很多新产品和新工艺必须要有好的包装材料与之配套,方可达到很好的包装效果。

包装新技术的开发,主要取决于包装材料的性能、包装机械的自动化程度以及包装设计者的专业水平。因此,只有具备丰富的包装材料知识,才有可能创造出新型的产品包装方法,提高包装技术的整体水平。

### 一、包装材料及其在材料工业中的重要性

包装材料是指用于制造包装容器和包装运输、包装装潢、包装印刷、包装辅助材料以及与包装有关的材料的总称。包装的主要材料有塑料、纸和纸板、金属、玻璃,还包括竹木与野生藤类、天然纤维与化学纤维、复合材料、缓冲材料、纳米材料、阻隔材料、抗静电材料、可降解材料等。包装的辅助材料主要有胶黏剂、印刷油墨、涂料等。各种包装材料及其容器所占的比例为:纸和纸板 35.6%,塑料 31.1%,玻璃 6.6%,金属 26.6%。

包装材料的初级阶段,可以追溯到人类有记载的历史之前,那时的包装材料取之于天然。随着人造包装材料的产生,如纸和纸板、塑料、玻璃、金属等为包装提供了更好的原料,包装的品种逐渐多了起来,并被人们广为接受。由于纸和纸板的环保特性以及塑料具有质轻、耐用、阻隔性、易成形、形状多样、资源和能源消耗少等优点,大量地取代了天然资源包装材料,促进了新包装机械的出现。可以说现代包装是随着造纸工业和塑料工业的发展而发展起来的。在 20 世纪 70 年代到 80 年代发展起来的复合包装材料,如铝塑复合材料、纸塑复合材料、塑与塑复合材料等,提高了包装的阻隔性、印刷安全性能且利于结构造型,可代替金属、玻璃等包装材料,使包装更方便、更轻巧。现代新技术的发展促进了各种新兴包装的出现。

包装材料是实现包装的三大功能的保证。包装材料对实现包装的保护功能起着决定性的作用。比如包装材料的强度韧性、阻隔性、耐腐蚀性等均取决于包装材料,优质的包装材料可以有效地减少破损,提高保质保鲜效果,延长货架期。包装的方便功能也与包装材料有着密切的关系。轻便结实的包装材料和容器,自然能使商品流通更为方便,同时也方便消费者携带。至于包装的促销功能,虽与容器造型、装潢设计和印刷有关,但新颖高档的包装材料本身所具有的特性和外观,同样具有促销的效果。

由于包装材料使用寿命短、使用量大,因此包装材料逐渐在材料工业中占据了重要的位置。世界纸和纸板总产量中,约有 50% 用于包装;塑料包装占其总产量的 30% 以上。

### 二、包装材料的分类

以包装材料作为分类标志,是研究包装材料的主要分类方法。包装材料可以从不同的角度进行分类:

(1)按材料材质可以分为塑料、纸和纸板、玻璃、金属和复合材料等。

(2)按材料的软硬性质可以分为软包装材料(如纸、铝箔、天然纤维等)、半硬包装材

料(如瓦楞纸板、塑料等)和硬包装材料(如金属、硬质塑料、玻璃等)。

(3)按材料来源可以分为天然包装材料和加工包装材料。

(4)按材料的主辅作用可以分为主要包装材料和辅助包装材料(如对包装进行装饰印刷的油墨以及在包装中用于制作纸制容器和覆膜的黏合剂等)。

### 三、包装材料的选用原则

#### 1. 对等性原则。

在选择包装材料时,首先应区分被包装物的品性,即把它们分为高、中、低三档。对于高档产品,如仪器、仪表等,本身价格较高,为了确保其安全流通,就应选用性能优良的包装材料。对于出口商品包装、化妆品包装,虽都不是高档商品,但为了满足消费者的心理要求,往往也需要采用高档包装材料。对于中档产品,除考虑美观外,还要多考虑经济性,其包装材料应与之对等。对于低档产品,一般是指人们消费量最大的一类,则应实惠,着眼于降低包装成本,方便使用,以经济性为第一考虑原则,可选用低档包装规格和包装材料。

#### 2. 适应性原则。

包装材料是用来包装产品的,产品必须通过流通才能到达消费者手中,而各种产品的流通条件并不相同,包装材料的选用应与流通条件相适应。流通条件包括气候、运输方式、流通对象与流通周期等。气候条件是指包装材料应适应流通区域的温度、湿度、温差等。对于气候条件恶劣的环境,包装材料的选用更需倍加注意。运输方式包括人力、汽车、火车、船舶、飞机等。它们对包装材料的性能要求不尽相同,如温湿度、振动条件大不相同,因此包装材料必须适应各种运输方式的不同要求。流通对象是指包装产品的接受者,由于国家、地区、民族的不同,对包装材料的规格、色彩、图案等均有不同要求,必须使之相适应。流通周期是指商品到达消费者手中的预定期限,有些商品保质期很短,如食品;有的可以较长,如日用品、服装等,其包装材料都要相应满足这些要求。

#### 3. 协调性原则。

包装材料应与该包装所承担的功能相协调。产品的包装一般分个包装、中包装和外包装,它们对产品流通中的作用各不相同。个包装也称小包装,它直接与商品接触,主要是保护商品的质量,多用软包装材料,如塑料薄膜、纸张、铝箔等。中包装是指将单个商品或个包装组成一个小的整体,它需满足装潢与缓冲双重功能,主要采用纸板、加工纸等半硬性材料,并适应于印刷和装潢等。外包装也称大包装,是集中包装于一体的容器,主要是保护商品在流通中的安全,便于装卸、运输,其包装材料首先应具备足够的强度,并兼顾其它的功能,多采用瓦楞纸板、木板、胶合板等硬性包装材料。

#### 4. 美学性原则。

产品的包装是否符合美学,在很大程度上决定了一个产品的命运。从包装材料的选用来说,主要是考虑材料的颜色、透明度、挺度、种类等。颜色不同,效果大不一样。

当然所用颜色还要符合销售对象的传统习惯。材料透明度好，使人一目了然，心情舒畅。挺度好，给人以美观大方之感，陈列效果好。材料种类不同，其美感差异甚大，如用玻璃纸和蜡纸包装糖果，其效果就大不一样。

在当今国际市场激烈竞争的情况下，商品包装的形状、图案、材料、色彩以及广告，都直接影响商品的销售。

## 第二节 包装材料的性能及发展方向

### 一、包装材料的性能

#### 1. 力学性能。

包装材料的力学性能，主要包括弹性、可塑性、强度、韧性和脆性等。

(1)包装材料的缓冲防振性能。包装材料的缓冲防振性能主要取决于其弹性。变形量愈大，包装材料的弹性愈好，缓冲性能就愈佳。

(2)塑性。塑性是指包装材料在外力作用下发生变形，移去外力后不能恢复到原料形状的性质，这种变形称为塑性变形或永久变形。包装材料受外力作用，拉长或变形的量越大，又不会出现破裂现象，说明该材料的塑性好。

(3)包装材料强度。包装材料强度分为抗压、抗拉、抗弯曲、抗撕裂、抗戳穿、抗剪切和抗磨等强度。包装材料适用范围和使用条件不同，包装承受外力的形式也不同，因此，强度对于不同包装材料具有不同的意义。比如包装堆码时要求抗压强度，起吊时要求抗拉强度，搬运时要求抗弯曲、抗磨、抗戳穿强度等。

#### 2. 物理性能。

包装材料的物理性能主要包括密度、吸湿性、阻隔性、导热性、耐热性和耐寒性等。

(1)密度。密度是表示和评价某些材料的重要指标，它不但可以判断这些材料的紧密度和多孔性，而且对包装材料的耗料量，以及搬运、装卸、堆码都很重要。现代包装材料要求密度小、质轻、方便流通，以减少运费，并降低材料成本。

(2)吸湿性。吸湿性是指包装材料在一定温度和湿度条件下，从空气中吸收或放出水分的性能。具有吸湿的包装材料在潮湿环境中能吸收空气中的水分而增加其含水量；在干燥环境中，则会放出水分，减少含水量。包装材料吸湿性的大小，对包装物有很大的影响。吸湿率和含水率对控制包装的安全水分，保证商品质量安全都是重要的指标。

(3)阻隔性。阻隔性是指包装材料对气体和水气的阻隔性能。它对于防湿、保香包装十分重要。阻隔性的对立面是渗透性与透水性，是指被空气或水透过的性能。不同商品的包装，对包装材料的阻隔性能要求不完全相同。



(4)导热性。导热性是指包装材料对热量的传递性能。由于包装材料的组成成分和结构不同,各种包装材料的导热性有很大差异。金属材料导热性强,陶瓷的导热性差。材料的导热性,还受材料的颜色及光滑程度的影响。

(5)耐热性和耐寒性。耐热性和耐寒性是指包装材料耐温度变化而不致失效的性能。耐热性大小,取决于材料的成分和其结构的均匀性。一般规律是晶体结构材料大于非晶体结构材料,无机材料大于有机材料,金属材料最高,玻璃次之,纸、塑料、木材更低。熔点愈高,耐热性愈强。有的包装材料及容器需经加热,如热灌装、高温灭菌、蒸煮、烘烤、微波加热等,它要求包装材料具有足够的耐热性。包装材料有时又需要在低温或冷冻条件下使用,则要求其具有耐寒性,即在低温下保持韧性,脆化倾向小。

### 3. 化学稳定性。

化学稳定性是指包装材料受外界条件的作用,不易发生化学变化(如老化、锈蚀等)的性能。老化是指高分子材料在日光、空气和高温作用下,它们的分子结构受到破坏,物理机械性能急剧下降的现象。塑料的老化会造成其分子结构主链断裂,分子量降低,变软、发黏,机械性能变差等。为了提高塑料包装材料的抗老化性能,一般是在材料的制造过程中,添加抗老化剂。锈蚀是指金属表面受周围电介质腐蚀的现象。金属锈蚀的基本类型有:斑锈蚀、点锈蚀、孔锈蚀、晶粒间腐蚀和全部腐蚀等。为了增加金属包装材料的抗锈蚀性能,可以采取几种金属合金、电镀、涂防锈油与油漆、气相防锈技术等措施。抗锈蚀主要要求包装材料要耐水、耐酸、耐腐蚀性气体和耐其他化学物质的性能,使材料不易与这些物质发生化学变化。

### 4. (成型)加工性能。

包装材料一般需加工成容器或进行其他加工。因此,包装材料的(成型)加工性能的好坏十分重要,(成型)加工性能不好的材料难以推广。对不同的包装材料和不同的成型加工工艺有不同的加工性能要求。如金属包装材料的冲压性、焊接性;塑料包装材料的黏合性、热封性,对各种包装材料都有适印性的要求。

### 5. 安全性。

安全性是指包装材料必须是无毒(或不含有有害物质或不溶出有害物质)、无菌、无放射性等。也就是说包装材料必须对商品无污染,对人体不产生损害,这点对食品包装和药品包装尤为重要。

### 6. 无污染、能自然分解和易于回收利用。

易于回收处理性能主要指包装材料要有利于环保,有利于节省资源,对环境无害,尽可能选择绿色包装材料。对此要研究包装废弃物的回收、回用和再生等。

## 二、绿色包装的概念及特点

所谓“绿色包装”,是指对生态环境不造成污染,对人体健康不造成危害,能循环使用和再生利用,可促进持续发展的包装。也就是说,包装产品从原材料选择、产品制

造、使用、回收和废弃的整个过程均应符合生态环境保护的要求。绿色包装的特点可归纳如下:节省资源和能源,且废弃物最少;可回收利用和再循环;包装材料可自行降解且降解周期短;包装材料对人体和生物链应无毒无害;绿色包装在其生命周期全程中,不污染环境。绿色包装设计应符合 4R1D 的标准——即减量化(Reduce),重复使用(Reuse),再循环(Recycle),获得新的价值(Recover),可降解(Degradable)。也就是设计上无害于人体健康、废弃物不污染环境,且便于回收重用或再循环的产品包装。

为了达到绿色包装的目的,首先应从绿色包装材料方面入手。绿色包装材料选择的优先顺序是纸、纸板、铝、玻璃、塑料、铁皮等。绿色包装材料的研制和开发,大大减少了不可降解包装材料的使用量,在一定程度上缓解了生态环境的压力,降低了日益枯竭的石油资源消耗,减少了环境污染,也解决了国际上禁止使用不可降解包装材料而对我国出口商品造成的限制。绿色包装材料的广泛应用,无论是从保护地球的实际角度,还是从国民经济持续健康发展的全局角度,抑或是从高新包装材料技术的角度来说都具有重要的意义。

### 三、包装材料的发展方向

21 世纪中国的包装工业面临一个新的发展时期,对于包装材料的发展也是一个充满挑战与机遇的时机。随着世界范围内对食品安全问题以及环境保护问题的极大关注、加上国内外企业加强科技投入和新产品研发在包装材料领域的应用,以及不断发展的包装市场的要求,新的包装材料和技术正在不断应用于包装领域,包装材料正趋于环保型的绿色包装材料方向发展。目前,国内外新型的包装材料正在开发,有的已初见成效,主要有以下几大类:

#### 1. 新型纸包装。

(1)以 EPS 快餐盒为代表的塑料包装将被新型的纸质类包装所取代。很多地方由于受塑料包装废弃物的危害,像 EPS 快餐盒这类用量大、难以回收和处理的塑料包装已受到限制,国家将之列为重点被替代的包装制品。以纸浆、植物纤维为材料生产的新型包装应运而生,并被国家列入重点推广项目之一。

(2)纸包装薄膜研究。开发高性能纸包装薄膜来替代食品包装中常用的塑料薄膜非常有前景。比如经防潮处理的玻璃纸可以用于食品、化妆品的包装。德国弗朗霍夫凡尔应用聚合物研究所最近研制成功厚度仅几微米的高强度纸膜,具有抗撕裂、防潮、易于封口、可吹制成型、生物分解速度快等特点。

(3)蜂窝纸板。中间为自然蜂窝状纸芯,上下两侧由纸板黏合而成,具有轻、强、刚、稳四大优点,有非常好的缓冲性能和机械强度,适合包装贵重易损物品如玻璃仪器和精密仪器等。

#### 2. 塑料包装。

塑料类包装材料正朝着可降解、无污染的方向发展。很多城市相继禁止使用超薄塑料袋(包装),所以不污染环境的塑料包装材料亟待研究开发,如复合材料中的复合塑料

膜、各种表面覆膜等。一些可替代现有塑料包装材料的新材料的研究已取得进展,如水溶性塑料薄膜以及可降解的其他各类塑料薄膜等。

(1)生物降解塑料。理想的生物降解塑料是一种具有优良使用性能、废弃后可被环境微生物完全分解的高分子材料。纸是生物降解材料,而通常用的合成塑料是非降解高分子材料。生物降解塑料就是兼有纸的可降解性和合成塑料的高性能化的新型高分子材料。生物降解的高分子(大分子)材料,其降解机理已经被证实:主要由细菌或其水解酶将大分子量的高分子分解成小分子量的碎片,然后进一步被细菌分解成二氧化碳和水等物质。例如:美国科研人员近期研制开发出一种易于分解的油菜塑料包装材料,它是从制作生物聚合物的细胞中提取了三种能产生塑料的基因,再转移到油菜的植株中,经过一段时期便产生一种塑料性聚合物液,再经提炼加工后便可得到一种油菜塑料。用这种油菜塑料加工制成的包装塑料或食品快餐包装材料,废弃物能自行降解。

(2)化学降解塑料。水溶性塑料包装薄膜作为一种新颖的绿色包装材料,在欧美、日本等国被广泛用于各种产品的包装,例如农药、化肥、颜料、染料、清洁剂、水处理剂、矿物添加剂、洗涤剂、混凝土添加剂、摄影用化学试剂及园艺护理的化学试剂等。它的主要特点是:降解彻底,降解的最终产物是  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,可彻底解决包装废弃物的处理问题。使用安全方便,避免使用者直接接触被包装物,可用于对人体有害物品的包装;力学性能好,且可热封,热封强度较高;具有防伪功能,延长优质产品的寿命周期。

水溶性包装薄膜的主要原料是低醇解度的聚乙烯醇,利用聚乙烯醇成膜性、水溶性及降解性,添加各种助剂,如表面活性剂、增塑剂、防黏剂等。就降解机理而言,聚乙烯醇具有水和生物两种降解特性,首先溶于水形成胶液渗入土壤中,增加土壤的团黏化、透气性和保水性,特别适合于沙土改造。在土壤中的 PVA 可被土壤中分离的细菌——甲单细胞(*Pseudomonas*)的菌株分解。至少两种细菌组成的共生体系可降解聚乙烯醇:一种菌是聚乙烯醇的活性菌,另一种是产生 PVA 活性菌所需物质的菌。仲醇的氧化反应酶催化聚乙烯醇,然后水解酶切断被氧化的 PVA 主链,进一步降解,最终可降解为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)开发轻量、薄膜型的优质塑料。为减少塑料包装废弃物总量,各国积极推行薄膜化,提高其质量。日本研制出超韧超薄性 PET 薄膜,其厚度为  $0.5\ \mu\text{m}$ ,用于精密电子元件的包装。芬兰开发出一种 OPA/PE 复合薄膜,厚度减少了  $1/3$ ,而其他性能不受影响。

(4)开发可回收重复使用的塑料。塑料包装材料如果能够重复使用,可以大大降低原材料的消耗以及对环境的污染。例如 PET 瓶的使用, PET 瓶经粉碎后重新吹制成新瓶,在物理、化学、综合机械性能上几乎没有什么变化。聚苯二甲酸乙二醇酯(PEN)比 PET 的耐热性更好,可以承受低酸性食品要求的消毒条件,阻气性和防紫外线更好,可以代替玻璃瓶,可以重复使用,有广泛的应用。

### 3. 天然生物包装材料。

利用天然生物资源开发包装材料具有环境负载低、资源丰富等特点。充分利用竹、木屑、麻类、棉织物、柳条、芦苇、农作物秸秆、稻草和麦秸甲壳素等原料。扩大包装品种、提高技术含量已成为包装方向之一。例如用稻草加工成稻草板,具有节能、保温、隔热、隔音等功能,透气性好,冲击强度高,且防水和抗震性明显高于传统材料制品;另外,稻草板用作包装材料,其单位质量是同体积纸板材料的1/10,具有明显的优势;国内开发了以稻草为原料的聚苯乙烯泡沫餐盒代替品;蒲叶经过热定性、漂白、杀菌可以制造一次性包装,受到国外进口商的重视。

除了稻草外,国内还利用其他草浆为主要原料,开发出一次性餐具专用纸板。它采用提高草浆质量的化学助剂优化应用技术,保证草浆接近制造餐具纸板所需要的木浆的各项物理性能,表面又进行了适合于食品包装的加工处理,使成品具有抗热水、不渗漏、不分层、抗油及热封等功能。

天然甲壳素也是一种非常好的原料。全球每年生物合成的甲壳素高达数百亿吨,产量仅次于天然纤维素,是地球上第二大生物高分子资源。用甲壳素加工制备的包装材料,有良好的透气性能,吸水保湿性也好。由于原料来自天然,无毒、无味、耐热,能够满足食品、卫生、医药等行业对包装材料的卫生要求。该材料还具有较好的化学稳定性、耐光性、耐药品性、耐油脂性、耐有机溶液性、耐寒性等,其稳定性优于纸张。

### 4. 木包装正在寻求替代包装材料。

美国等西方国家以在中国出口产品木包装中发现“天牛”为借口,限制我国产品出口,凡是用木包装的产品必须进行复杂的特殊处理或用其他材料代替。由于成本价格等问题,即使采用重型瓦楞纸箱也难以胜任,因此目前我国已在进行攻关,推荐用蜂窝纸板箱代替木包装,但必须解决包装箱能承受的重力和装卸强度问题。

### 5. 具有环保功能的竹制绿色包装前景看好。

随着我国餐具消费速度的递增,现有的大量一次性餐具大都存在环境污染问题,因此,具有环保功能的竹制绿色餐具或食品包装容器被看好。众所周知,我国竹林资源丰富,竹林生成快,四季成材。如果使用竹材料生产餐具或食品包装容器,不仅原材料供应无后顾之忧,而且竹材料餐具或食品包装容器在生产和使用的过程中无污染,有利于环境保护。同时,用竹材料制成的餐具或食品包装容器还保留了竹子所特有的自然清香、淳朴色调和刚柔相济的特性。目前,我国竹材料餐具或食品包装容器的研发和生产还处于起步阶段。

### 6. 可食性包装材料。

该包装对人体无害,可食用并具有一定的强度,主要用于食品和药品的包装,它采用淀粉、蛋白质、植物纤维、甲壳素和其他天然物质为原料。

(1)玉米蛋白质包装膜。玉米蛋白质包装膜可以在自然条件下很容易地分解成有机

物,适用于油脂较重,浸透性强的高含油脂食品包装以及快餐业、油炸薯类食品、月饼生产等食品企业。玉米蛋白质包装膜主要用于快餐盒和其他带油食品的包装内层。该膜是纸与玉米蛋白质合成的包装材料,不会被油脂渗透。该包装材料前景广阔。不少大公司都看好这种新的环保材料。可口可乐公司在盐湖城冬奥会上用了50万只一次性杯子,这种杯子只需40天就在露天环境下消失得无影无踪。

(2)大豆蛋白质可食性包装膜。大豆蛋白质可食性包装膜用途广泛,适用于各种即食性食品。主要采用大豆提取豆粕后的剩余物质进行生产,原料来源广阔。特别是北方盛产大豆的区域更是原材料丰富。由于是采用大豆制取豆粕后的剩余物,所以价格极其便宜。该包装膜既能阻止氧气透过,又能保持水分,还能确保原味。这种可食性包装膜在食品生产工业里应用极广,绝大部分糖果、糕点均可采用,由于该包装具有保鲜功能,且原材料丰富,所以具有极好的工业前景。

(3)壳聚糖可食性包装膜。这种可食性包装,解决了食品包装废弃物与环保之间的矛盾,应用于糖果、果脯、保鲜蛋糕、月饼保鲜等方面。这种包装膜采用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,生成均匀的可食性薄膜,并且用该包装膜包装去皮的水果和水果片,也有很好的保鲜作用。这种包装材料所用的壳聚糖是贝类外壳经粉碎后的加工产品。由于来自天然,对环境无污染,食用后对人体有补充微量元素的功效,可谓是一种新型的环保食品包装。其不足之处是原料来源有限。

(4)复合型可食包装膜。将不同配比的蛋白质、脂肪酸和淀粉合成在一起,生成不同物理性质的可食性薄膜。该产品可以根据食品的特点来调整包装薄膜的软硬程度,形成不同类型的内包装,在食品行业应具有巨大的市场。

## 复习思考题一

1. 简述包装的概念和包装材料的种类。
2. 简述包装工业未来发展的四大趋势。
3. 简述包装材料的选用原则。
4. 简述包装材料具有哪些性能。
5. 简述绿色包装的定义及特点。
6. 包装材料未来发展方向是什么? 并举例说明。

## 第二章 包装纸和纸板

**内容提要：**本章对包装用纸的组成、包装用非涂料纸以及涂布加工纸的制造、纸和纸板包装材料的规格、种类和特点进行了详细的阐述。本章尽可能多地汇集了纸和纸板包装材料的最新研究成果，并介绍了它们在包装领域的应用，同时还介绍了纸质包装材料的发展趋势、世界各国最新开发的食品包装纸的基本状况等。

**基本要求：**了解包装用纸和纸板的规格、特点和种类，以及纸和纸板包装材料的发展趋势、世界各国最新开发的包装用纸的基本状况等；掌握包装用纸的主要组成、纸和纸板的制造工艺、纸张涂布加工的目的、涂布加工纸涂料的基本组成以及各类包装用纸和纸板的应用领域。

以纸和纸板为原料制成的包装，统称为纸制包装。纸和纸板作为传统包装材料，发展至今仍是现代包装最主要的包装材料。纸包装材料是最早采用的包装材料之一，也是当今世界各国包装行业用的最广、用的最多的包装材料。在全世界包装材料与容器的消费中，纸和纸板的消费在数量上和金额上都占有优势。纸制包装产值约占整个包装材料产值的45%左右，它广泛地应用于商品的销售包装、运输包装，以其独特的性能为商品提供良好的保护，是包装材料中极具发展前途的材料。

### 第一节 包装用纸的制造

包装用纸包括非涂布纸和涂布纸两大类。传统观念认为非涂布纸是指以植物纤维为主要原料，以填料、胶料和色料等为辅助原料而制成的薄片物质，但随着科学技术的发展，现代纸的含义已经扩展到更大的范围。就原料而言，有植物纤维，如木材、草类；矿物纤维，如石棉、玻璃丝；防伪纤维，如彩色纤维、温致变色纤维（有色变无色或无色变有色）、紫外光致变色纤维（紫外光下由无色变红色或蓝色）；其他纤维，如金属丝、尼龙纤维和碳纤维等。涂布纸是在原纸上涂一层由颜料、胶黏剂、助剂和色料等组成的涂料而制成。

一、包装用纸的组成

包装用纸的主要组成如图 2-1 所示。

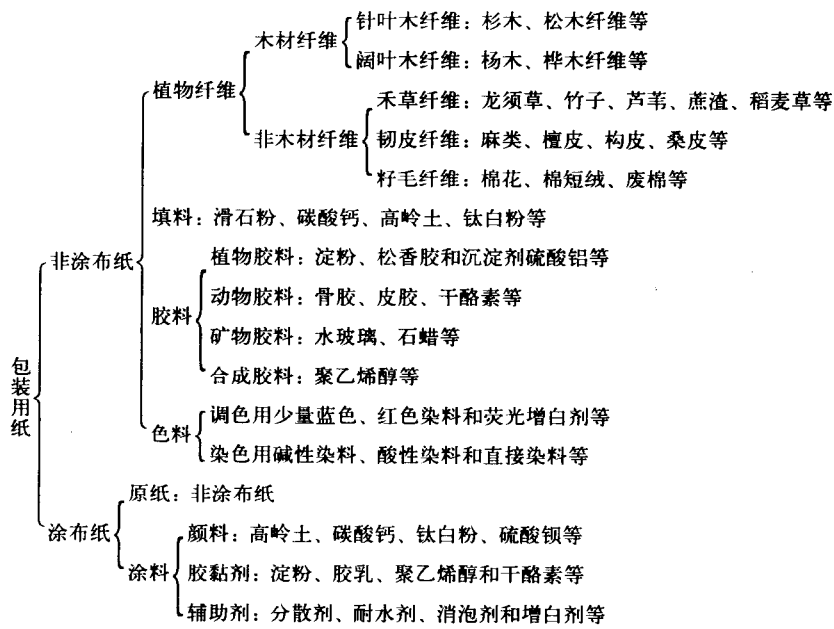


图 2-1 包装用纸的主要组成

1. 植物纤维原料的化学组成。

不管是木材还是非木材造纸植物纤维原料，其化学组成都是纤维素、半纤维素及木素。不同的造纸植物纤维，其纤维素、半纤维素及木素的含量不相同。表 2-1 列出几种代表性的植物纤维的主要化学成分。

表 2-1 几种植物纤维的主要化学成分

| 原 料  |       |     | 组 成       | 纤维素       | 半纤维素      | 木素 |
|------|-------|-----|-----------|-----------|-----------|----|
| 木材   | 阔叶木纤维 | 白 桦 | 43 ~ 53   | 18 ~ 25   | 19        |    |
|      | 针叶木纤维 | 云 杉 | 52.1 ~ 63 | 10 ~ 18   | 27 ~ 30   |    |
|      |       | 落叶松 | 54 ~ 58   | 15 ~ 22   | 18 ~ 20   |    |
| 草类   | 草类纤维  | 稻 草 | 36 ~ 40   | 16 ~ 23   | 14        |    |
|      |       | 麦 草 | 40 ~ 52   | 20 ~ 21   | 9.5 ~ 12  |    |
|      |       | 甘蔗渣 | 50 ~ 59.5 | 20.5 ~ 26 | 18 ~ 20.5 |    |
|      |       | 芦 苇 | 43.7 ~ 51 | 21 ~ 23   | 21 ~ 23.5 |    |
| 韧皮纤维 |       | 亚 麻 | 80 ~ 82   | 3.5 ~ 5.9 | 2.74      |    |
| 棉纤维  |       | 棉 花 | 94 ~ 97   | 0.5 ~ 1   | 0         |    |

(1)纤维素。纤维素是植物和树木细胞壁的主要组成部分。经测定纤维素由三种元素化合而成的,其元素比例为:碳(C)44.4%,氢(H)6.2%,氧(O)49.4%。从以上百分比可以推算出纤维素的分子式为 $C_6H_{10}O_5$ 。

近来通过X射线对纤维素进行研究,说明纤维素分子是由许多的葡萄糖基通过氧桥结合成的链状大分子,也就是说葡萄糖基是组成纤维素分子的基本化学单位。纤维素的分子式是 $(C_6H_{10}O_5)_n$ , $n$ 为聚合度,纤维素分子量的大小,只要测得纤维素的聚合度 $n$ 就可知了,因为葡萄糖基的分子量是162。

一般来讲,由纯粹的纤维构成的棉纤维素的聚合度为3500~5000,而木材的纤维素的聚合度不超过2000,图2-2就是纤维素的化学结构式。葡萄糖基是构成纤维素分子的基本单位,纤维素分子之间又连结起来成为链状的巨分子束。它们进一步的结合就形成极细的纤维丝(微纤维),又由无数细小的微纤维组合得到基本的纤维。纤维素是典型的亲水性胶体物质,这是因为它的葡萄糖基上有三个羟基的缘故,故具有多元醇的性质。由于纤维素具有这一特性,无论是在造纸工业还是在印刷工业的实际生产中都具有重要的意义。

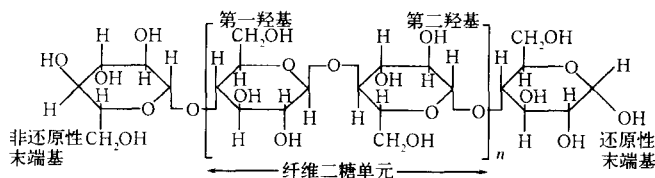


图2-2 纤维素的化学结构

(2)半纤维素。半纤维素是类似纤维素的物质,没有固定的化学组成,它是除纤维素以外的一切碳水化合物的总称。它同纤维素的区别主要在于:

①可溶于稀碱溶液,并能溶于沸水中。

②被稀酸所水解生成简单的五碳糖或六碳糖。纤维中若含有较多的半纤维素,则它在成纸之前的工艺处理时就易于水化膨胀,成纸后彼此交织得更加紧密,从而使纸张的机械强度得到相应地提高。

(3)木素。木素也是植物纤维的组成之一,其结构非常复杂,到目前为止尚未确定它的分子结构。木素能溶于碱液、酸液,在各种氧化剂的作用下能发生分解。因此在造纸过程中,就利用这一特性,通过碱液或酸液的蒸煮处理,先将木素溶解去掉,将纤维素分离出来。因为木素存在于纸张中,受日光和空气的作用会变成褐色的物质,使纸张的颜色变黄,发脆而变质。

植物纤维中除了含有纤维素、半纤维素、木素外,还有少量的果胶、树脂和脂肪及其他成分,一般来说对制成纸张都有影响,必须把它们除去。

## 2. 造纸过程中的添加剂。

(1)填料。

①常用填料的种类。



滑石粉。滑石粉是我国用得最多的填料，它的化学式为  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，可以提高纸张的平滑度、柔软性和光泽度。

碳酸钙。碳酸钙主要是提高纸的不透明度，增加纸张吸收油墨的能力，成纸柔软性强，紧密而有光泽。

高岭土。可以提高浆料中细小纤维的留着率。

钛白粉。钛白粉有优良的性能：分散度高、覆盖能力高、折射率高、具有较高的不透明度、白度和光泽度。

## ②包装用纸加填料的目的和作用：

降低成本。通常矿物填料的价格比纸浆便宜，因此用滑石粉或其他价廉的填料来代替一定量的植物纤维，具有一定的经济意义。

提高纸张的白度和不透明度。造纸工业中应用的填料的白度，大部分高于所用纸的白度，因此，在配比中加入填料，一般有助于提高纸的白度。

提高平滑度。在加进矿物填料时，纸的平滑度不经压光是不会提高的，但是含有填料（硫酸钡、滑石粉、高岭土）的纸，在经过超级压光机以后，与不含填料的纸相比，变得较为平滑。这是因为当压光时，填料粒子填平了纸页粗糙表面的凹处，促使纸页平滑度增加。

降低弹性，提高塑性。

增大纸页总的孔隙率。含有矿物填料的纸，通常比不含矿物填料的纸毛细管增多，从而增大了纸页总的孔隙率。通常这也引起纸的吸收能力增加，降低纸的湿变形，减少纸的卷曲性，提高纸页的干燥速度。

增加对油墨的吸收能力。施加填料后胶版印刷纸对油墨的吸附能力，因纸中填料的增加毛细孔增多而提高。所以在这种纸中应该限制填料含量的上限，以防止在胶版印刷过程中油墨渗透到纸的另一面。

提高紧度。纸的紧度是随着所用填料的比重、纸中填料量和分散度的增加而提高。尤其是在超级压光之后，紧度提高很多。

掉粉。随着纸中矿物含量增加，纸的掉粉程度增大。

(2)胶料。施胶目的是使纸张具有一定的抗水性、提高表面强度和某些性质，减少掉毛掉粉现象。施胶方法有内部施胶和表面施胶两种。

内部施胶剂常用松香、石蜡松香。要配用沉淀剂硫酸铝  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。如果再配用铝酸钠  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}$  即为中性或弱碱性施胶，提高纸的耐久性。

表面施胶剂常用淀粉、动物胶、松香、聚乙烯醇等。淀粉和动物胶过去和现在使用最广泛，它们与纸张有一定的亲和性，使植物纤维彼此黏和起来在纸表面形成一层薄膜，阻止墨水或水渗透到纸页内部。同时提高了纸的耐磨性和纸的机械强度。

松香或石蜡松香可以提高纸张的光泽度；聚乙烯醇可以提高纸张的抗油脂渗透性；使