

新型印刷包装功能材料

李路海等 编著



XINXING YINSHUA BAOZHUANG
GONGNENG CAILIAO



印刷工业出版社

新型印刷包装功能材料

李路海等 编著

印刷工业出版社

内容提要

本书构成包括功能材料概述、印刷功能材料、新型材料、薄膜功能材料以及复合功能材料等内容。所有内容,紧密结合印刷包装功能材料编写,使读者在了解功能材料的基础上,了解印刷包装功能材料与功能材料的关系。在各章节内容选择上,注重最新的功能性印刷包装材料发展与应用,为未来的功能印刷包装材料发展,提供了一批必要文献。

图书在版编目(CIP)数据

新型印刷包装功能材料 / 李路海编著. —北京: 印刷工业出版社, 2009.12

ISBN 978-7-80000-902-0

I. 新… II. 李… III. 装潢包装印刷—印刷材料 IV. TS851

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第219391号

新型印刷包装功能材料

编 著: 李路海

策划编辑: 陈媛媛 李 毅

责任编辑: 郭 平

责任印制: 张利君

责任设计: 张 羽

出版发行: 印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编: 100036)

网 址: www.keyin.cn www.pprint.cn

网 店: [//shop36885379.taobao.com](http://shop36885379.taobao.com)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

字 数: 189千字

印 张: 6.875

印 数: 1~3000

印 次: 2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷

定 价: 18.00元

I S B N : 978-7-80000-902-0

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 010-88275602

前 言

材料学被称为 21 世纪最有前途的学科。作为研究材料的组织、结构和性质的关系,探索自然规律的学科,材料学属于基础研究。与此同时,材料学研究面向实际应用,为经济建设服务,又属于应用科学。所以材料科学与工程是关于材料成分、结构、工艺与它们的性能和用途之间的有关知识的开发和应用的科学。印刷包装功能材料,是功能材料在印刷包装行业的应用,是功能材料的重要组成部分。中国是印刷包装大国,但不是印刷包装强国。中国是印刷包装行业从业人员最多的国家,但是,中国的印刷设备技术和新型印刷材料技术,目前都落后于世界发达国家。为了早日进入印刷强国行列,功能性印刷包装材料及其应用技术研究,是必不可少的。

作者曾经多年从事功能性印刷材料科研和产业化工作,在卤化银感光材料用成色剂、喷墨印刷承印材料和墨水、电泳显示电子纸显示材料、电子印刷用导电油墨方面,完成过一系列科研课题,研究成果及其产业化项目曾经获得省部级科研成果奖励 6 项,获得中国国家专利授权 3 件。本书相当部分内容,来自作者已经发表和未曾发表的研究成果。

本书旨在向读者介绍当前已经存在的印刷包装功能材料基本概念,介绍上述材料的构成,引导读者学习、了解和进入功能性印刷包装材料领域。为了使读者对印刷包装功能材料有比较全面的了解,本书构成包括功能材料概述、印刷功能材料、新型材料、薄膜功能材料以及复合功能材料等内容。所有内容,紧密结合印刷包装功能材料编写,使读者在了解功能材料的基础上,了解印刷包装功能材料与功能材料的关系。在各章节内容选择上,注重最新的功能性印刷包装材料发展与应用,在未来的功能印刷包装材料发展方面,提供了一批文献。

特别感谢北京印刷学院材料物理与化学专业 2007、2008、2009 三级硕士研究生，他们不仅选读了本人负责讲授的功能材料课程，而且对教学内容，提出过许多宝贵意见。为了编写本书，2007 级的曹华、陈俊帅、唐小君及辛智青同学，2008 级的朱惠钦、樊武琨、黄少云、梁丽娟、罗辉甲、徐丽娟、刘旭影、倪平秀、杨寅、张受业、赵文、杜鹏等同学，都帮助检索录入了部分文献内容。其中，第一、二章由李路海编写；第三章由李路海和唐小君编写；第四章由李路海、辛智青、赵艳红编写；第五章由李路海、杜鹏编写；第六章由李路海、赵文编写，冷嫻、胡旭伟同学参与了修改，全书由李路海统筹。全书从不同侧面，引用了相关专家的著述，在此感谢，引用标注不全不尽之处，望海涵。

本书全文由魏先福教授主审，本书出版，受到北京市重点实验室建设及北京教委人材强校计划经费资助。一并致谢。

李路海

2009 年 8 月 5 日

CONTENTS | 目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 功能材料的发展和分类	(1)
功能材料的发展概况	(1)
第二节 印刷包装功能材料的现状和展望	(4)
一、电子信息材料	(4)
二、生物医用材料	(5)
三、能源材料	(5)
四、生态环境材料	(5)
五、智能材料	(6)
第二章 功能性印刷材料	(8)
第一节 功能性承印材料	(8)
一、喷墨印刷承印物	(8)
二、热升华打印纸	(16)
三、热敏纸	(18)
第二节 功能性油墨	(22)
一、喷墨印刷墨水	(22)
二、防伪油墨	(27)
三、电子油墨与静电印刷墨粉	(35)
第三节 电子印刷材料	(43)
一、印刷电子与印刷电子材料	(43)
二、导电油墨	(54)

第三章 功能包装材料	(60)
第一节 功能材料型智能包装材料	(60)
一、导电高分子材料智能包装	(61)
二、观察窗	(62)
三、柔性电池包装	(62)
四、高阻隔材料	(63)
五、保鲜包装材料	(70)
六、可食性包装材料	(72)
七、高温蒸煮材料	(74)
八、水溶性包装材料	(76)
第二节 信息型功能包装	(79)
一、无线射频识别系统 (RFID) 与功能包装	(79)
二、“指示型”智能包装	(81)
三、电致变色功能包装	(83)
四、信息智能包装的发展	(84)
第三节 功能结构型智能包装	(84)
一、自动加热和自动冷却包装	(84)
二、安全包装	(85)
第四章 信息功能材料	(87)
第一节 信息记录与存储材料	(87)
一、概述	(87)
二、光学信息记录材料	(88)
三、磁记录存储材料	(97)
四、光盘存储材料	(103)
五、新型信息存储材料	(104)
第二节 信息显示材料	(106)
一、信息显示技术及其分类	(106)
二、阴极射线显示材料	(107)
三、液晶显示材料	(109)

四、等离子体显示材料	(113)
五、场致发射显示材料	(115)
六、柔性发光显示材料	(117)
七、电子墨水与电子纸	(121)
第五章 薄膜功能材料	(146)
第一节 薄膜功能材料制备方法简介	(147)
一、物理气相沉积	(147)
二、化学气相沉积	(150)
第二节 薄膜功能材料及其应用	(151)
一、半导体薄膜	(151)
二、电学薄膜	(153)
三、信息记录用薄膜	(156)
四、光学薄膜	(160)
五、敏感薄膜	(162)
第三节 纳米功能材料	(163)
一、纳米科技诞生	(163)
二、纳米技术与纳米材料的概念	(166)
三、纳米材料的特性	(167)
四、几种典型的纳米材料	(171)
第四节 碳纳米功能材料	(173)
一、碳纳米管	(173)
二、富勒烯 C_{60}	(180)
第五节 纳米材料分散和涂覆	(182)
一、产品性能的强化	(183)
二、纳米粒子分散与涂覆成功应用所要具备的条件	(184)
三、纳米粒子分散和涂覆在印刷包装行业中的应用	(185)
第六章 功能复合材料	(187)
第一节 聚合物基导电功能复合材料	(187)

一、聚合物基导电功能复合材料概述	(187)
二、聚合物基导电功能复合材料的组成及分类	(187)
三、聚合物基导电功能复合材料的导电机理及制备	(188)
四、影响聚合物基导电功能复合材料导电性能的因素 ...	(189)
五、聚合物基导电功能复合材料的应用与展望	(190)
第二节 电磁波吸收功能复合材料	(192)
一、电磁波吸收功能复合材料概述	(192)
二、吸波功能复合材料的吸波机理	(193)
三、吸波功能复合材料的分类、组成以及性能	(195)
四、吸波功能复合材料的制备技术	(195)
第三节 装甲防护功能复合材料	(199)
一、装甲防护功能复合材料种类及应用形式	(199)
二、复合材料在装甲防护中的应用趋势	(200)
第四节 机敏复合材料	(201)
一、机敏材料与机敏复合材料	(201)
二、机敏复合材料的组成	(202)
三、机敏复合材料的研究及应用	(203)
参考文献	(205)

第一章 绪 论

功能材料是指具有优良的物理、化学和生物或其相互转化的功能，用于非承载目的的材料。伴随印刷包装技术的发展，对功能性印刷包装材料的需求越来越多，与之对应的应用领域也不断扩展，诸如印刷电子、包装防伪、高科技产品包装方面的印刷包装材料，例如电子油墨、导电油墨、智能包装、生物可降解包装以及保鲜气调包装材料，需要不断发展和完善。因此，学习、研究开发印刷包装功能材料及其应用技术与工程，具有重要意义。



第一节 功能材料的发展和分类

功能材料的发展概况

材料与能源、信息并列为现代科学技术的三大支柱，材料的使用和发展标志着一个国家科技和经济的发展水平。

所谓材料，是指人类用于制造物品、器件、构件、机器或其他产品的那些物质。可见材料与物质并非一个概念。工程研究材料在制备工程中的工艺和工程问题。材料科学是研究材料的组织、结构和性质的关系，探索自然规律的学科，属于基础学科。材料学研究面向实际应用，为经济建设服务，又属于应用科学。

材料工程学有四要素和五要素之说。材料作为一门独立的学科，是从20世纪60年代开始的。材料的研究和制造的发展，经历了从经验、定性和宏观向理论、定量和微观的发展历程。20世纪70年代，美国学者首先提出了材料科学与工程（materials science and engineering）这个学科全称，定义材料科学与工程是关于材料成分、结构、工艺与它们的性能和用途之间的有关知识的开发和应用的科学，并提出了四

面体模型，如图 1-1 所示。

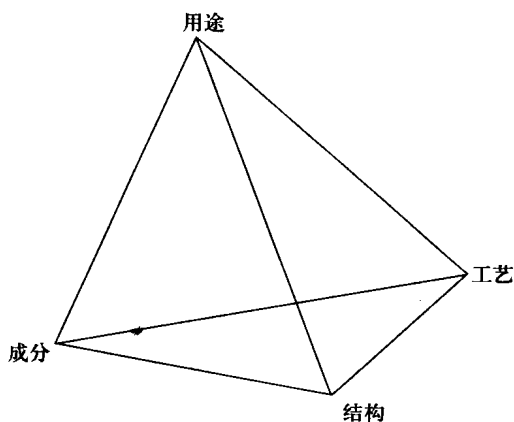


图 1-1 功能材料四要素说图示

中国学者认为，材料工程由五要素构成，包括合成/制备、结构、成分、性质和效能。相互关系如图 1-2 所示。从图示可见：

(1) 材料性质与使用性能有特殊关系，材料的使用性能便是材料性质在使用条件下的表现。

(2) 材料理论和材料设计或工艺设计，在材料制备过程处于六面体中心，是材料工程学研究的核心。

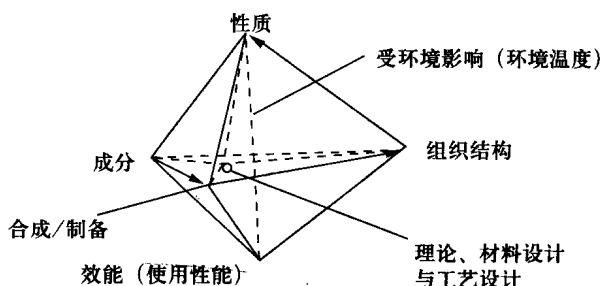


图 1-2 材料工程学五要素说图示

（一）材料分类

材料一般分成结构材料（structural materials）和功能材料（func-

tional materials) 两大类。结构材料是指能承受外加载荷而保持其形状和结构稳定的材料,它具有优良的力学性能,在物件中起着“力能”的作用。功能材料是指具有一种或几种特定功能的材料,它具有优良的物理、化学和生物功能,在物件中起着“功能”的作用。

尽管人类对功能材料的研究和应用很早,但功能材料的概念到1965年才由美国贝尔研究所 J. A. Morton 博士提出,20世纪60年代以来,各种现代技术如微电子、激光、红外、光电、空间、能源、计算机、机器人、信息、生物和医学等技术的兴起,促进了功能材料的快速发展。

(二) 功能材料的分类和特征

功能材料的种类繁多,为了研究、生产和应用的方便,常把它进行分类。由于着眼点不同,分类的方法也不同,目前主要有以下6种分类方法。

(1) 按用途分类:分为电子、航空、航天、兵工、建筑、医药、印刷包装等材料。

(2) 按化学成分分类:分为金属、无机非金属、有机高分子材料。

(3) 按聚集态分类:分为气态、液态、固态、液晶态和混合态功能材料。其中,固态又分为晶态、准晶态和非晶态。

(4) 按功能分类:分为物理(如光、电、磁、声、热等)、化学(如感光、催化、含能、降解等)、生物(如生物医药、生物模拟、仿生等)和核功能材料。

(5) 按材料形态分类:分为体积、膜、纤维和颗粒等功能材料。

(6) 按维度分类:分为三维、二维、一维和零维功能材料。三维材料即固态体相材料。二维、一维和零维材料分别为其厚度、直径和粒度小到纳米量级的薄膜、纤维和微粒,统称为低维材料,其主要特征是具有量子化效应。

与结构材料相比,功能材料具有以下主要特征:

(1) 功能材料的本质特征是其功能对应于材料的微观结构和微观物体的运动。

(2) 功能材料的聚集态和形态多样化。包括前面提到的晶态外, 气态、液态、液晶态、非晶态、准晶态、混合态和等离子态; 三维体相材料、二维、一维和零维材料; 平衡态、非平衡态等。

(3) 结构材料常以材料形式为最终产品, 而功能材料有相当一部分是以元件形式为最终产品, 即材料元件一体化。

(4) 功能材料是利用现代科学技术、多学科交叉的知识密集型产物。

(5) 功能材料的制备技术采用先进的新工艺和新技术, 如急冷、超净、超微、超纯、薄膜化、集成化、微型化、密集化、智能化以及精细控制和检测技术。

功能材料中以物理功能材料为主, 包括:

(1) 单功能材料: 导电、介电、磁性、信息记录、储热、隔热、光学、红外、旋光材料等。

(2) 功能转换材料: 压电、光电、热电、声光、磁光、声能转换、磁敏材料等。

(3) 多功能材料: 防震、降噪、三防(热、激光、核)材料、耐热、密封、电磁材料。

(4) 复合和综合功能: 形状记忆、隐身、电磁屏蔽、传感、智能、显示材料等。

(5) 新形态和新概念功能材料: 液晶、非晶态、梯度材料、纳米、非平衡态材料。



第二节 印刷包装功能材料的现状和展望

一、电子信息材料

光电子技术是现代信息科学技术的重要组成部分, 信息的传递可由光子负担, 而信息的产生、处理、检测、存储和显示等功能则由光子和电子联合来完成。光电子信息系统包括光载波源、光控制与信号加载、光信号传输、处理和接收(检测和显示), 所需要的光电子器

件材料多种多样,从无机物到有机物,从单晶态到非晶态,从半导体到绝缘体,可达几十种之多。光电子材料是指光电子技术中所需用材料,在功能性智能包装材料方面,有许多正在开发和实际应用中。

二、生物医用材料

作为生物体部分功能或形态修复的材料称为生物医用材料,简称生物材料(biomaterials)。

三、能源材料

能源材料是指那些正在发展的,可能支撑新能源体系的建立,满足各种新能源及节能新技术所要求的一类材料,包括新能源材料、节能材料和贮能材料。能源是人类社会生存与发展的重要物质基础,是现代文明的三大支柱之一,是人类发展未来 50 年面临的十大问题之一。

太阳能电池材料是新能源材料研究开发的热点,目前最有希望大量应用的是硅太阳能电池,单晶硅光电池光电转换效率高,但材料价格较贵。多晶硅光电池效率达 13%,半导体 GaAs 的转换效率可达 20%~28%。采用多层复合结构,通过选择性吸收涂层和光谱转换涂层可进一步提高转换效率。伴随印刷电子技术的发展,柔性太阳能电池研究进展迅速,导电高分子等功能材料在功能性印刷油墨制造、智能窗等功能型包装材料以及太阳能包装等方面,潜力很大。

四、生态环境材料

生态环境材料是具有良好的使用性能或功能,能够和环境相协调的材料,这类材料消耗的资源 and 能源少,对生态和环境污染小,再生利用率高。生态环境材料不是指某一具体的新材料,而是指那些考虑到资源和环境问题的新材料的总称。从材料的制造、使用、废弃直至再生循环利用的整个过程,都具有环境友好特性。

在印刷包装功能材料领域,生态环境材料研究的主要内容包括:生物可降解材料技术,废物的再生资源化技术,材料制备加工中的洁

净技术以及资源、能源节省技术，开发使用使经济可持续发展的环境协调性材料，例如，仿生材料、环境保护材料。

五、智能材料

智能材料（intelligent materials，简称为 IM）是能够感知环境变化并通过自我判断得出结论执行相应指令的材料，它是继天然材料、合成高分子材料、人工设计材料之后的第四代材料，是现代高技术新材料发展的重要方向之一，将支撑未来高新技术的发展，实现结构功能化、功能多样化。

智能材料系统和结构集传感、控制和驱动（执行）等功能于一体，它能适时地感知与响应外界环境的变化，作出判断，发出指令，并执行和完成动作，在高水平上实现自检测、自诊断、自监控、自修复及自适应等多种功能。目前研究开发的智能材料系统和结构的主要材料有形状记忆材料、压电材料、电（磁）致伸缩材料、光纤和电流变体、磁流变体等。利用这些材料的功能，通过多种材料组元的功能复合和仿生设计，将智能属性“注入”包装材料系统的结构中，得到传感、控制和驱动于一体的智能材料系统和结构。

智能材料的内涵极为广泛，涉及的材料从无机到有机，结构层次从宏观（如大型工程构件）到微观（如纳米组装材料）。其研究与开发涉及物理、化学、力学、电子学、计算机科学、仿生学、生命科学和控制论等，极大地促进了材料科学技术和信息科学技术、生物工程技术等的交叉渗透和融合，在国民经济各部门特别是高技术领域里具有重要的作用。例如，在航天航空飞行器、空间平台系统、核反应堆、桥梁、大坝、海底工程、高层民用建筑等大型重要工程结构系统中，能够在线“感觉”自身的负载以及所受应力、振动、冲击、温度、损伤等状况，进行主动和动态的监测与控制，通过自适应调整和自修复等方式，消除隐患，提高安全性和可靠性，利用智能材料制造的飞机机翼可以自己弯曲、自动改变形状，有效地调整升力或阻力，不仅可以减轻飞机的质量，还能提高飞机（特别是战斗机）的适应性和存活率。在船舶设计制造方面，一种随外界压力变化而改变自身

弹性的智能材料可用于潜水艇的设计中,这种潜水艇即使在深海高压下仍能保持其刚性。又如,具有自我调节功能的汽车悬架可以识别路面的变化,并相应改变自身的刚度,提高乘坐的舒适性和安全感。利用变色材料制成的电致变色智能窗,可使办公室节省电能达 40%。在气调包装材料方面,改善和提高保鲜包装材料功能性作用。

从国内外功能材料的研究动态来看,功能材料的发展可归纳如下:

(1) 开发高技术所需的新型功能材料,特别是尖端领域(如航空航天、分子电子学、高速信息、新能源、海洋技术和生命科学等)所需和在极端条件(如超高压、超高温、超低温、高烧蚀、高热冲击、强腐蚀、高真空、强激光、高辐射、粒子云、原子氧、核爆炸等)下工作的高性能功能材料。

(2) 功能材料的功能由单功能向多功能和复合或综合功能发展,从低级功能(如单一的物理功能)向高级功能(如人工智能、生物功能和生命功能等)发展。

(3) 功能材料和器件的一体化、高集成化、超微细化、高密集化和超分子化。

(4) 功能材料和结构材料兼容,即功能材料结构化,结构材料功能化。

(5) 进一步研究和发展功能材料的新概念、新设计和新工艺。已提出的新概念有梯度化、低维化、智能化、非平衡态、分子组装、杂化、超分子化等;分子设计、分子自组装技术在柔性包装智能电路印刷方面已经得到一定的应用。

(6) 完善和发展印刷包装功能材料检测和评价的方法。

(7) 加强功能材料的应用研究,扩展印刷包装功能材料的应用领域。

第二章 功能性印刷材料

第一节 功能性承印材料

传统印刷是在一定的承印材料,包括纸张、薄膜以及其他物体表面,通过胶印、凹印、孔版印刷、凸版印刷等方式,获得图像或者文字的信息记录与复制技术。功能性承印材料是指通过特定的印刷机,经过一定方式,特别是数字化印刷技术,获得印刷品硬拷贝的承印材料。这些承印材料区别于传统印刷承印物,因具有特定的信息复制与存储和显示功能,而属于功能性承印材料。喷墨印刷介质、热转印图文接受介质以及传真纸都属于功能性承印材料。

一、喷墨印刷承印物

(一) 喷墨印刷原理及分类

喷墨打印技术,又称喷墨印刷技术,是20世纪末期迅速发展起来的特种印刷方式之一。喷墨打印属于无压印刷,主要包括连续式喷墨打印(Continuous system,简称CS)、间歇式按需喷墨(Drop on demand,简称DOD)两种。图2-1所示为喷墨印刷原理技术一览。

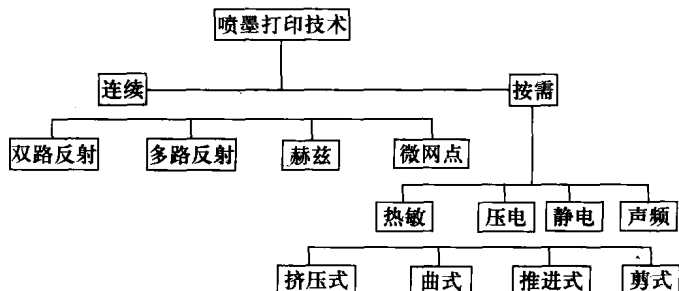


图2-1 喷墨印刷原理技术一览