



《环境友好材料丛书》之一

环境友好材料

福建师范大学环境材料开发研究所 编著

HUANJING YOUHAO CAILIAO

《环境友好材料丛书》之一

环境友好材料

福建师范大学环境材料开发研究所 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是《环境友好材料丛书》之一,以材料和环境协调发展为主线,引入生态设计的理念对传统材料进行系统梳理。全书共五篇。第一篇以生态设计、循环经济和低碳经济的理念阐述了资源能源、材料和生态环境三者之间相互影响、相互制约的关系;第二篇提供了研发和评价不同类型环境友好材料的方法;第三篇对传统材料、功能材料和智能材料进行了梳理;第四篇介绍了生态设计在产品产业中的重要性,阐述了固体废弃物是放错位置的资源和能源;第五篇首次把保证农业环保和高效生产的材料列入环境友好材料范畴,同时把生物质能源材料也列入了环境友好材料研究范围。

本书可作为材料科学与工程、环境科学与工程、化学、化工等学科本科生和硕士生的教材或参考书,也可供从事相关学科科研、产业开发和管理等工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境友好材料/福建师范大学环境材料开发研究所编著.

—北京:科学出版社,2010.8

《环境友好材料丛书》之一

ISBN 978-7-03-028393-1

I. ① 环… II. ① 福… III. ① 环境科学:材料科学
IV. ① TB39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 142461 号

责任编辑:许 健 / 责任校对:刘珊珊
责任印制:刘 学 / 封面设计:殷 靓

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

上海出版印刷有限公司印刷

科学出版社出版 各地新华书店经销

*

2010 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 8 月第一次印刷 印张:29

印数:1—2 500

字数:650 000

定价:58.00 元

《环境友好材料》编委会

主 编：陈庆华

副主编：肖良建 肖荔人

编 委：刘欣萍 许 兢 游瑞云 陈艺兰

黄宝銓 陈荣国 刘敏毅 杨松伟

杨文卿 钱庆荣

审 稿：黄 锐

《环境友好材料丛书》序

《环境友好材料丛书》是在构建“资源节约型、环境友好型”社会的大背景下,作者结合自身坚持“生态设计理念指导下开展环境友好材料研发”的心得,对传统材料、功能材料和智能材料进行梳理,归纳和总结了国内外为实现材料与环境协调发展所开展的政策调研、技术创新和产品开发的一系列成果而形成的。其目的在于阐述人类在 21 世纪应如何充分利用已有的研究成果,开展集成创新,既让材料更好地适应环境,同时也让环境能更好地适应或消纳使用后的材料,从而保持资源能源和生态环境的平衡;这既是现代材料科学领域研究的一个重要课题,也是环境科学、社会科学所要关注的重点。

《环境友好材料丛书》包括《环境友好材料》、《含有毒有害物质的材料及其替代技术》、《环境友好塑料》、《可环境消纳塑料》、《塑料用绿色化工助剂》等五本书,由福建师范大学环境材料开发研究所编著,科学出版社出版发行。丛书由陈庆华担任主编,每本书各设两位副主编,分别是肖良建、肖荔人,陈荣国、黄宝铨,刘欣萍、陈艺兰,许兢、游瑞云,钱庆荣、刘敏毅等十位。该丛书出版发行将对开发更加具有环境友好性能的材料具有重要的参考价值。

《环境友好材料丛书》是在华东师范大学何鸣元院士、四川大学黄锐教授和中国塑料加工工业协会改性塑料专委会刘英俊秘书长的鼓励和敦促下完成的,三位德高望重的教授对作者所开展的环境友好材料科研和编著等工作都给予了极大的关注和鼓励,使我们增强了信心,得以在历经十年努力后脱稿成书。他们为本丛书所写的序言,使本书增色许多。特别是黄锐教授不辞劳苦审核了 50 余万字的《环境友好材料》

书稿,提出了许多宝贵的修改意见;如果说本书稿有若干观点值得肯定的话,这得益于黄教授的指点和修改完善,在此对何鸣元院士、黄锐教授和刘英俊教授级高工致以崇高的敬意。丛书的成文也要感谢作者的四位导师——福建师范大学章文贡教授、庄锦树教授和厦门大学郭金泉教授、潘容华教授,是他们的精心授业、谆谆教导和鼓励,才使团队有能力和毅力完成本书稿。同时,本团队在环境友好材料领域与国内外多家企业开展了产学研合作,特别与福州杰邦新型材料科技有限公司、福建祥龙塑胶有限公司、福建省万旗非金属材料有限公司、广东炜林纳功能材料有限公司、福建亚通新材料股份有限公司、福建华闽再生资源有限公司、福建振云塑业股份有限公司、福州隆诚实业有限公司、莆田恒通通讯器材有限公司、金冠(龙海)塑料包装有限公司等开展了一系列卓有成效的产学研合作,为我国环境友好材料的研发作出了贡献。

《环境友好材料丛书》的出版,获得了国家“十一五”科技支撑计划项目“替代毒害有机物系列产品开发及产业化”(2006BAE03B06-03)和福建省“十一五”重大专项“环境友好材料”专题“稀土壳—核无机粉体改性塑料研制与产业化”(2007HZ0001-1)的资助,同时获得了福建师范大学陈德仁资金的出版资助,在此一一表示感谢。它们是福建师范大学承担的“福建省改性塑料技术开发基地”、“福建省环境友好高分子材料工程研究中心”和“福建省高分子材料重点实验室”平台建设的成果之一。

《环境友好材料》是该丛书的第一本书,于2010年8月出版,其他四本书将陆续在2010年和2011年出版发行。该丛书可以作为研究生、本专科学生的教材用书或参考书,也可作为科研、企业开发和政府管理人员的参考书。

序 一

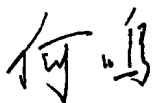
发展低碳经济和循环经济是产业的目标,也是社会的需求。要实现这一影响至为深远的目标,必然要涉及各种各样的材料,对它们的质量和性能也会提出各种各样的要求,然而最根本的要求无疑是发展环境友好的材料。在提倡构建“资源节约型、环境友好型”和谐社会的大前提下,材料的环境友好化和高值化研发具有重要的学术、产业和社会价值。环境友好材料的发展,涉及化学、化工、材料科学与工程、环境科学与工程等多个学科,有些已成为学科交叉的科学和技术前沿。

环境友好材料不仅注重材料的使用性和功能性,其定义还涵盖了材料在生产、使用和废弃过程中尽可能减少能源和资源消耗以及材料的整个生命周期中的环境友好性。进入 21 世纪,我国面临着更加严峻的材料与环境协调发展问题,很多学者为此付出了艰辛的劳动,取得了一系列科研成果,促进了环境友好材料产业的发展。

我和该丛书的主编福建师范大学陈庆华教授的相识缘于对绿色化学问题的讨论。2002 年在福州的一次会议中他向我提及他所申请的“可环境消纳塑料”项目获得了国家“十五”科技攻关计划的资助,项目所包含的一些新颖的理念和思想,尤其是对环境友好塑料材料的定义、学科背景、分类、发展前景等所作的深入的思考,引起了我的兴趣。2007 年在福建省举办的“6.18”中国·海峡项目成果交易会上,了解到他组建了“福建省改性塑料技术开发基地”,专门从事“环境友好塑料”产业关键技术研发和成果推广工作。在他倡导主办的“第三届中国塑料与环保产业技术研讨会”上,他进一步扩展了“可环境消纳塑料”的概念,以“经济性、功能性、环境协调性和舒适性”等四要素作为材料与环境协调发展的综合评判原则。2008 年 6 月我参加了教育部组织的对“2005 年度教育部新世纪优秀人才科研工作验收会”,较系统地听取了陈庆华领导的研究团队在环境友好材料、含有毒有害元素与化合物的材料及替代技术、环境

友好塑料、可环境消纳塑料、塑料用绿色化助剂等方面所开展的创新性工作。

基于多年研究工作的积累,陈庆华教授为首的研究团队编著了《环境友好材料丛书》。该套丛书反映了当今环境友好材料的发展趋势,展示了新材料领域的新概念、新理论、新技术,也包括了作者本人二十多年来在这一领域的研究成果和心得体会。该套丛书不仅可给相关专业的研究人员提供参考,也可以用作相关专业本科生和研究生的教材。丛书的出版将有助于推动环境友好材料学科的形成和相关产业的发展。

中国科学院院士 华东师范大学  教授

2009年12月于上海

序 二

材料是人类生存和发展的基础。有人把社会进步从材料的角度划分为：石器、铜器、铁器和塑料时代，说明了材料对人类的重要性。材料的生产和发展是以开发和消耗资源和能源为前提的，材料产业的发展是工农业等各种产业和高新技术发展的前提和先导。随着工业社会的发展，扩大传统材料的生产、改进和应用、开发使用新材料，在给人类社会带来福利和进步的同时，也带来了相应的资源、环境压力。过度的资源和能源开发，造成了地球生态环境的大量破坏，资源、能源逐步短缺，生态环境污染严重，温室气体排放大量增加，使整个世界面临着系列的重大难题。

我国改革开放以来经济有了快速发展，人民生活不断改善，各方面取得了巨大成就，国家逐步走向繁荣富强，随之也产生了大量资源环境等问题。加强能源、资源节约和生态环境保护，增强可持续发展能力，建设“资源节约型、环境友好型”和谐社会，是我国经济发展中的重要方面，也是材料工作者正在努力去工作的方向。

《环境友好材料丛书》正是根据世界和我国面临的状况，在构建资源节约、环境友好、和谐发展社会，建设现代化强国的大背景下，将材料与环境协调发展的生态设计理念应用于材料研发的归纳总结。如何让材料更好地适应环境，同时也让环境能更好地消纳使用后的材料，使两者达到平衡，是现代材料科学领域突出而重要的课题。本书主编福建师范大学环境材料开发研究所陈庆华教授级高工长期以来一直关注这些重大问题，并组织队伍进行不断的探索与研发。十多年来我由于与他有较多的接触机会，相互间常就各种问题进行海阔天空、无拘无束的畅谈，我们既为国家不断取得的巨大成就和快速发展高兴，也为世界和我国的生态环境揪心，彼此有了很深的相互理解，在材料与环境上有非常一致的观点，他的诚恳虚心、开朗活泼，创新精神和努力工作的态度都让我感动；在许多人的关心支持下，他一边教学，一边研发，开始了环

境友好材料书籍的编写,并在各种大型学术会议和学术论文上大力向社会推介“合理利用资源能源,开发生产环境友好材料,保护生态环境”的观点;从他所工作的专业出发,经过十年的不断努力,从初稿到多次学生试用,反复的修改补充,他和团队成员终于完成了《环境友好材料》、《含有毒有害物质的材料及其替代技术》、《环境友好塑料》、《可环境消纳塑料》和《塑料用绿色化工助剂》等五本著作,并得到科学出版社的支持即将出版,对于这样工作量极大的编写任务,他所付出的艰辛努力,超长时间的写作和身体的透支,都是我所见证的;当然不能认为这套书就是这一领域完美的著述,由于认识的局限、知识面的不足、时间的紧迫等都会有各种疏漏和错误。而且随着时间的推移,人们会有许多更新的、更准确的认识,也会指出书中的各种错误,正如他在书上所阐述的环境友好材料具有“时代性、区域性和相对性”,同样的这套《环境友好材料丛书》也一定是有其“时代性、区域性和相对性”的缺陷,但就目前来讲,它应是我国这一领域较充实完整的著述,希望能在第一版的基础上,认真听取读者等各方面的意见和指正,不断充实完善,今后有更好的再版出世。为此我乐意向同行和读者推荐这套有意义的丛书。

四川大学高分子科学与工程学院 黄 锐 教授

2009 年 10 月于成都

序 三

鲜明的旗帜、永恒的主题——环境友好材料在新世纪阔步走入人们的视野,成为社会关注的热点、产业发展的方向。《环境友好材料丛书》的推出,有助于树立正确观念、掌握要点关键,当然也有利于引导社会舆论,为相关产业的健康发展扫除障碍,赢得广泛支持和宽松的环境,因此该书的撰写、编辑和出版是十分必要的、非常及时的。

从 21 世纪开始,在取得令人瞩目的经济发展成就的基础上,转变经济增长模式,用最少的能源消耗和最小的环境代价取得经济持续快速发展,建设能源、资源节约型和环境友好型社会,已成为举国一致的共识和永久性的基本国策,塑料及其众多品种的合成高分子材料虽然仅仅诞生 100 余年,但是已对人类社会产生了巨大的、不可替代的影响,而且必然还将伴随着人类社会前进的步伐,在不断自我完善的过程中,继续作出更大的贡献!

正像任何新生事物都具有双重性一样,科学技术的诞生和发挥作用同样是柄双刃剑:农药的使用保证了农作物的丰产,同时也带来了残留农药的隐患;汽车社会使人类尽享快捷舒适,但尾气的排放已成为空气最致命的污染物;核能的释放既能给人类带来用之不竭的能量,又能成为威胁人类生命的大规模杀伤武器等等。塑料等高分子材料在为人类社会带来种种享受和方便的同时,它在制作生产和消费使用过程中,尤其是在使用后未能得到合理的回收和再利用时,对环境所带来的负面影响(经常被称为“白色污染”)已是不可避免的问题,随之而来的指责和“禁”、“限”的呼声不断,成为塑料等高分子材料产业持续健康发展最严峻的挑战!

一个不容动摇的事实就是人类的生活已离不开塑料、橡胶、纤维等合成高分子材料,未来也必然是各种高分子材料继续参与人类生活和社会发展的局面,我们的任务

就是从思路、设计到加工制造,从消费使用到用后弃之都要从有利于环境保护、有利于人体健康的角度审时度势、把握斟酌。一个更不容轻视的事实就是在遵循市场经济规则的时代,环境友好材料不仅需要崇高的精神境界,还必须能够实现产业化,能被市场所接受,取得经济效益和社会效益的高度统一。这个艰巨而又光荣的任务要求从事于环境友好材料理论与实践工作的学者、科技人员和管理人员先行一步,认真回顾和总结我们已经取得的成绩和经验,加以整理、提高,从对环境友好重要性认知的“必要王国”走向引导材料与环境协调发展的“自由王国”。以陈庆华教授级高工为首的福建师范大学环境材料开发研究所的科技人员,依据自身多年的教学与科研成果以及在与企业、行业交往过程中获得的丰富翔实的事例与数据,撰写了《环境友好材料丛书》(包括《环境友好材料》、《含有毒有害物质的材料及其替代技术》、《环境友好塑料》、《可环境消纳塑料》和《塑料用绿色化助剂》等),这正是从生态设计理念出发,对这些宝贵的知识和正反两方面的经验教训进行的系统梳理,首次将“环境友好”的全新理念融汇到塑料等高分子材料的设计、制造、使用、再生或消纳的材料生态全过程中,首次将与之相关联的功能助剂和加工助剂的设计、使用提升到与材料本身同等重要的高度,首次将产品、标准、技术等产业化、市场化所需要的三大要素加以恰如其分的综合考虑,因此该丛书不仅可供大专院校师生、产业界从业科技人员和管理人员学习和借鉴,而且可供政府管理部门制定政策、规范社会行为时参考,对广大消费者也可起到普及科技知识,提高绿色消费、保护环境自觉性的效果。

《环境友好材料丛书》的编著、出版和发行将成为“材料与环境协调发展”理念的深入人心、环境友好材料产业迅速发展的新里程碑,这套丛书本身也将以它的科学性、系统性和实用性相结合的鲜明特色载入环境友好材料发展的史册!为此我很乐意向同行推荐这套有意义的丛书。

中国塑料加工工业协会改性塑料专业委员会

副理事长兼秘书长 刘莫俊

2009年11月于北京

前言

资源、能源与环境、生态是一对相辅相成的矛盾统一体,材料的研发与利用是连接资源、能源和环境、生态的纽带,究其本质,资源和能源主要由矿物质和生物质两大部分组成的。材料是构建人类和谐社会的三大支撑之一,作者认为,首先在合理、适度、尽可能不影响生态环境的前提下,开发利用矿物质和生物质作为材料研发的原料和能源,如果研发出的材料具备“性价比优良、寿命长、可采用清洁方法生产、对节能降耗有促进作用、可回收再利用或可环境消纳”等六种功能的一种或几种,这样的材料就能尽可能地保证材料在研发、利用和废弃过程中既减少对资源和能源的耗用,又可使该材料减少或不对环境生态产生破坏;其次,对材料及材料构建的产品系统及以研发产品为核心的工业园区等三个层面均采用绿色工艺、生态设计、回收与回收再利用和循环经济等措施,这就能保证整个工业系统对资源能源和环境生态的保护;其三,在社会层面,倡导绿色消费,建立资源回收再利用系统。通过这三个层次的规划与建设,自然而然就会构建起区域和国家层面的“资源节约型、环境友好型”和谐社会。

基于作者对材料的上述认识,在提倡构建“资源节约型、环境友好型”和谐社会的大背景下,材料的环境友好化和高值化研发具有重大的学术、产业和社会价值。作者长期从事环境友好材料开发,希望通过《环境友好材料丛书》的出版,激起全社会对开发与应用环境友好材料的兴趣和热潮,从而推进材料产业与资源能源和环境生态的协调发展。

世纪之交,刚刚成立的福建师范大学环境材料开发研究所倡导并主持召开了“新世纪首届塑料与环保研讨会”,在中国塑料加工工业协会廖正品会长、马占峰秘书长,中国塑料加工工业协会改性塑料专委会赵安赤会长、刘英俊秘书长,中国塑

料加工工业协会降解塑料专委会原秘书长唐赛珍高工,中国塑料加工工业协会技术协会专委会杨惠娣秘书长的支持和鼓励下,分别于2000年、2003年和2007年召开了三届中国塑料与环保产业研讨及产学研对接会,形成了3~4年召开一次的系列会议的传统,成为连接材料与环保产业的桥梁和纽带,在《中国塑料》杂志主编杨惠娣、副主编张玉霞和《塑料》杂志主编杨明锦等大力支持下,以专辑等形式集中发表了一系列有关该领域的文章,使材料与环境的协调发展成为近十年来塑料界的共识。与此同时,福建师范大学获批建设了材料加工工程、环境科学、环境工程等工科硕士点,福建师范大学环境材料开发研究所从2000年开始承担了《环境友好材料》课程建设,至今已用自编教材为研究生、本科生开课十年。在十年的教学实践中,注意跟踪国内外最新成果,并不断补充和完善自编教材,对环境友好材料的内涵和外延有了更深和更广的拓展,各篇章数据较翔实、案例分析较丰富,力争做到分析深入浅出,通俗易懂,内容涉及诸多行业,对化工、材料、农林业、环境生态保护等都具有一定的参考价值。

本书以材料和环境协调发展为主线,引入生态设计的理念对传统材料进行系统梳理。全书共五篇。

第一篇“材料与环境协调发展的几个基本概念”,分别以“资源能源、材料与环境生态”,“清洁生产与绿色化学”,“循环经济与节能减排”,“产品生命周期分析与绿色壁垒”,“生态设计与再利用设计”,“固体废弃物综合利用与治理”,“工业生态学、生态工业园区建设与静脉产业”,“绿色消费与食品安全”等八个章节展开论述;重点阐述了资源能源、材料和生态环境三者之间相互影响、相互制约的关系,强调了生态设计、循环经济和低碳经济理念对环境友好材料研发的重要性,为后面四个篇章的内容奠定了较坚实的理论基础。

第二篇“环境友好材料的配方设计原则”,以好的性价比、可回收再利用、可采用清洁方法生产和可环境消纳等四个层次将环境友好材料定义为“性价比优良环境友好材料”、“长寿命环境友好材料”、“采用清洁方法生产的环境友好材料”、“低能耗环境友好材料”、“可回收再利用环境友好材料”和“可环境消纳环境友好材料”等六大类,共六章,提供了研发和评价不同类型环境友好材料的方法,对于开发和利用环境友好材料具有一定的参考借鉴价值。

第三篇“环境友好材料的主要品种”,以环境友好材料的“经济性、功能性、环境协调性和舒适性”等四性为评判原则,以环境友好材料的“时代性、相对性、区域性”等为视角对传统材料、功能材料和智能材料进行梳理;重点推介“天然材料”、“仿生材料”、

“智能材料”、“纳米材料”、“环境友好高分子材料”、“环境友好有色金属材料”、“生态建筑装饰材料”、“绿色包装材料”、“环境修复材料”等九种环境友好材料,共九章,几乎涵盖了所有的材料品种。

第四篇“产品生态设计和综合回收利用”,以“电子电器类产品生态设计及综合回收利用”和“汽车工业生态设计和综合回收利用”为例,重点介绍了生态设计在产品产业中的重要性;强调了由环境友好材料构建的产品系统未必是环境友好产品,实现产品系统的环境友好化必须从源头开始生态设计,实现综合回收再利用;以“固体废物污染控制与资源再利用”和“矿山资源综合利用与矿山修复”为例,重点阐述了固体废弃物是放错位置的资源和能源,固体废弃物综合回收利用是制备材料的重要原料之一,提出了矿山资源高值化利用、综合治理与利用和矿山修复是实现资源能源开发与环境生态协调发展的核心的观点;以“废旧高分子材料综合回收利用”、“有色金属再生循环利用”和“废纸再生循环利用”为例,强调了各品种废弃物回收与回收再利用的意义及价值。全篇共七章,扩展和丰富了环境友好材料的外延和内涵。

第五篇“高效农业环境友好材料和绿色食品”,分析了“农业污染现状及优先要解决的问题”,强调了保护土壤质量和周边环境的重要性,指出了目前种植和研发绿色食品存在的问题;较系统地介绍了“高效农业环境友好材料”,强调农用地膜、棚膜、织造材料、农业用具的环境友好化对高效农业发展的促进作用;重点论述了“生态肥料”、“生态农药”,介绍了“植物光合作用及其生物质能源材料”以及构建“环境友好材料产业链”的方法方式。全篇共五章,首次把保证农业环保和高效生产的材料列入环境友好材料范畴,同时把生物质能源材料也列入了环境友好材料研究范围,更加全面地体现了本书对环境友好材料定义的理解。

本书主要由陈庆华、肖良建和肖荔人编著,刘欣萍、许兢、游瑞云、陈艺兰、黄宝铨、陈荣国、刘敏毅、杨松伟、杨文卿、钱庆荣等参与编著。福建师范大学 2001 级到 2008 级环境科学和 2004 级到 2008 级环境工程两个硕士点的全体研究生、2000 级到 2008 级高分子化学与物理和 2004 级到 2008 级材料加工工程两个硕士点的部分研究生,共 100 多人参与了书稿资料的收集和演讲,2009 级研究生协助完成了 PPT 制作。正是由于有这批年轻又有朝气的学子们的努力促成和认可,才使本书六易其稿,得以脱稿交付出版,由于参与研究生人数众多,无法一一列出,他们大多已走上材料或环保的教学、科研、管理和产业开发的工作岗位,正在不同岗位上为我国环境友好材料产业奉献自己的力量,作者向他们表示衷心

感谢。

本书作者虽对环境友好材料的界定、定义、分类和研发环境友好材料的思路有所创新,也融入了本研究团队二十多年的研究成果,但仍是国内外专家集体智慧的结晶,因为本书稿引用了大量国内外文献资料,虽力求在图表和每章后面加以标注,但难免有所遗漏,在此表示感谢和歉意。

陈庆华

2009年10月于福州

目 录

《环境友好材料丛书》序

序一

序二

序三

前言

第一篇 材料与环境协调发展的几个基本概念

第一章 资源、能源、材料与生态环境·····	2
本章导读·····	2
第一节 资源、能源支撑着材料的发展·····	2
第二节 材料对生态环境的双重效应·····	8
第三节 材料科学对人类文明的贡献·····	12
第四节 材料与环境协调发展目标·····	13
第五节 环境友好材料的定义及研究内容·····	15
第六节 材料与环境协调发展的哲学思考·····	17
习题与思考·····	21
参考文献·····	21

第二章 清洁生产与绿色化学·····	22
本章导读·····	22