

全国“星火计划”丛书

精细化学品系列丛书

碳素材料

上册

国华 主编

中国物资出版社

精细化学品系列丛书

炭 素 材 料

(上 册)

主 编 杨国华

副主编 王曾辉

高晋生

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

炭素材料/杨国华主编. -北京:中国物资出版社,
1999. 10

(精细化学品系列丛书)

ISBN 7-5047-1672-3

I. 炭… I. 杨… III. 炭素材料-基本知识 N. TQ165

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 29273 号

注:碳、炭两字的使用常混淆不清,本书封面于 1997 年制作,
仍用碳字,目前看来已不确切,待再版时更正,请读者谅解。

中国物资出版社出版发行

(北京市西城区月坛北街 25 号 100834)

全国新华书店经销

北京市白河印刷厂印刷

·新本:850×1168mm 1/32 印张:29.25 插页:8 字数:988 千字

1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-5047-1672-3/TQ · 0054

印数:0001—3000 册

定价:60.00 元(上、下册)

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委员

1987年4月28日

《精细化学品系列丛书》序言

精细化学品的开发是当今世界化学工业激烈竞争的焦点,也是 21 世纪国家综合实力的重要标志之一。我国已把发展精细化工列为第九个五年计划的战略重点之一,通过优先发展精细化工实现中国化学工业精细化工率从现在的 35% 增长到 50%。为了配合精细化学品的市场开拓,从做好宣传介绍、推广应用和技术服务出发,我们邀请国内百余名专家学者编写一套含 40 分册的《精细化学品系列丛书》,计划在“九五”中期陆续出齐。

《精细化学品系列丛书》是一套具有普及和提高并重,集国内和国外以技术经济为主、技术工艺为辅的信息性知识读物,提供给精细化学品的生产者、经营者、应用者的各级成员以及学校师生阅读,其目的是有助于引导精细化学品的生产、应用和市场开拓;反映国内外精细化学品开发的历史演变,了解过去、反映当前、展望未来、便于借鉴;从技术经济的角度介绍、对比和分析近期重点发展的品类品种,为适应市场供需和应用要求提供依据。

《精细化学品系列丛书》的每本分册均为精细化学品的一个门类,包括传统的精细化学品门类、新领域精细化学品门类和今后将进一步开发的精细化学品门类。每本分册的篇幅为 30~50 万字。每本分册的内容为概述历史沿革、门类的形成、分类的原则和变迁、在国民经济中的地位和作用、生产和应用现状;按品类品种阐述生产

技术、应用开发和技术经济概况;展望行业在生产、市场和应用技术等方面的开发前景。

精细化学品不同于通用的基本化工原料,也不同于高分子聚合物材料。品种多、批量小、知识密集度高,更新换代快、专用性和商品性强,而各国对精细化学品的释义和分类也不统一,因此,我们对精细化学品系列丛书的分册选题及其内容恐不能完全适应当前国内市场开拓的要求,而搜集的有关资料,特别是有关技术经济方面的数据资料,残缺不全的情况也是存在的。更由于我们初次尝试编纂出版这样一套分册较多的丛书缺乏经验,如出现缺点和错误,竭诚欢迎读者批评指正。

本系列丛书被选入“星火计划”是值得高兴的事情,愿它能为“星火计划”做出贡献。但是,丛书中有的分册在农村开发会受到条件的限制,不能一视同仁。

《精细化学品系列丛书》编委会

前 言

世界炭素工业的历史，有 100 年左右，中国建立炭素工业才 40 余年，历史并不长，但它生气勃勃。

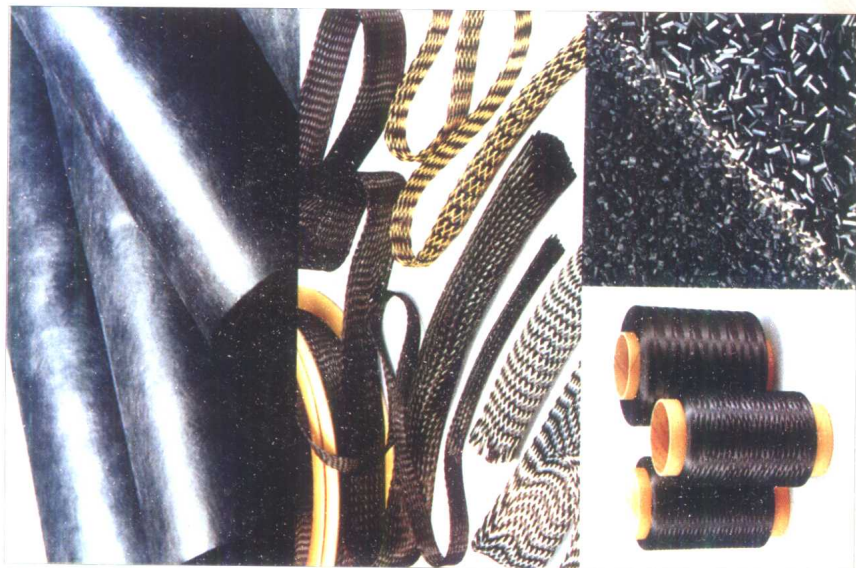
近三十年来，世界上出现了一系列令人瞩目的新型炭材料，如碳纤维、热解炭和热解石墨、各种碳纤维复合材料、生物炭材料、超细石墨等，并迅速进入高新技术领域，传统的炭/石墨材料也升级换代。1985 年又发现以巴基球为代表的富勒烯，它给 21 世纪的材料科学带来无限发展的广阔前景，发现巴基球的三位科学家，由此获得了 1996 年度诺贝尔化学奖。

为了使广大读者对目前的炭素材料状况，有一个比较全面的了解，笔者和几位同事，收集和整理了近期出版的有关资料编著了这本书。在编著中，力求反映炭素材料的最新情况，以便读者在技术创新，炭素产品结构改革和科技进步中能有所参考。

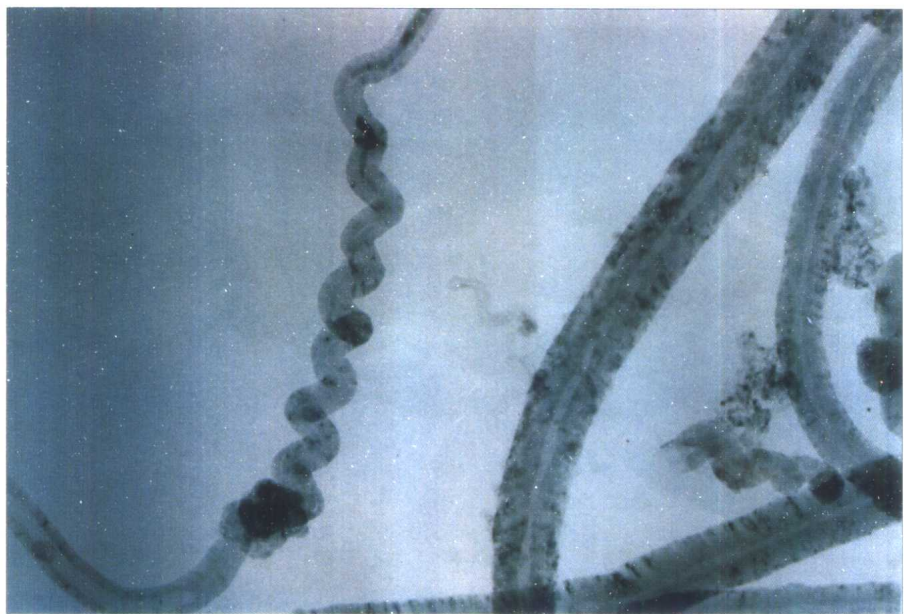
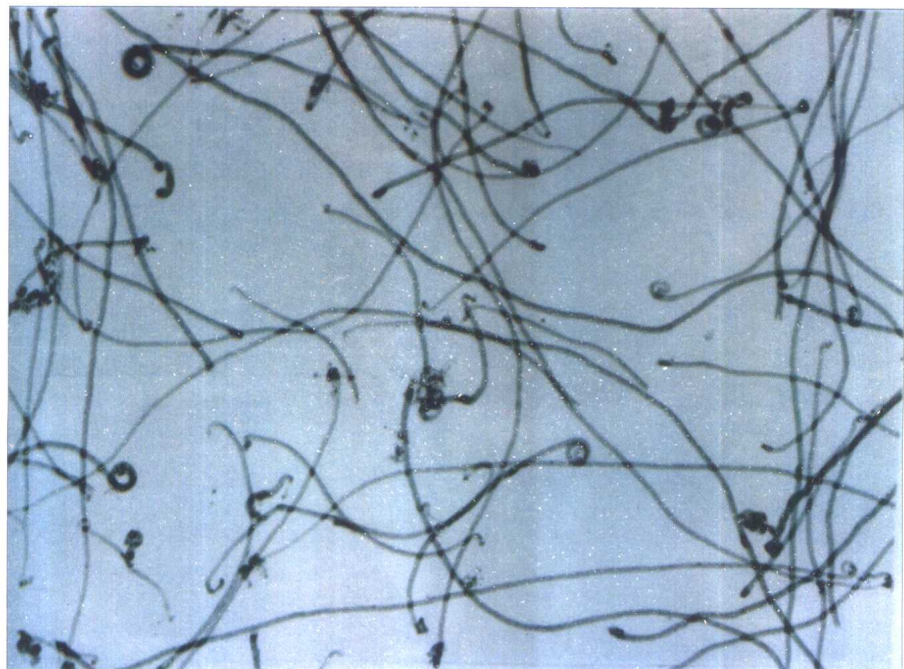
本书由杨国华编著第一章~第九章、第十二章~第十六章和第十九章，孙戈编著第十章，高彭章和石道政编著第十一章，王曾辉编著第十七章，徐志珍编著第十八章。因炭素材料涉及专业面广，笔者水平有限，难免有不当甚至错误之处，望读者能及时给与批评指正，以推动炭素技术的不断进步。

杨国华

1998 年 3 月于上海



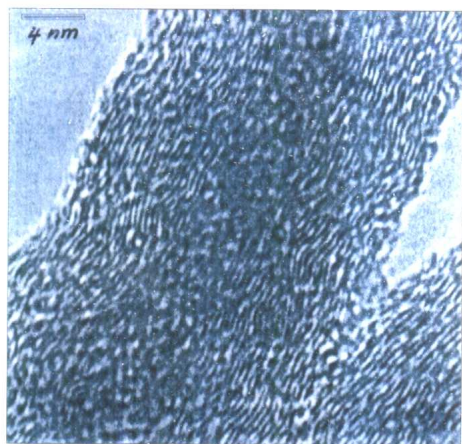
碳纤维、碳纤维织物和短切碳纤维/树脂粒（照片取自日本东丽公司样本）



纳米碳纤维 0100~150nm (照片由中国科学院金属研究所提供)



纳米碳纤维
 $\varnothing 20\text{nm}$ 左右(照片由中国科学院金属研究所提供)



纳米碳纤维高分辨率电子显微镜照片(照片由中国科学院金属研究所提供)



波音 767 飞机的碳纤维方向舵(照片取自日本东丽公司样本)



俄罗斯的炭／炭刹车片（照片取自俄罗斯石墨结构材料研究院样本）



各种碳纤维体育运动器材（照片取自日本东丽公司样本）



热解石墨栅极（照片由中国科学院金属研究所提供）



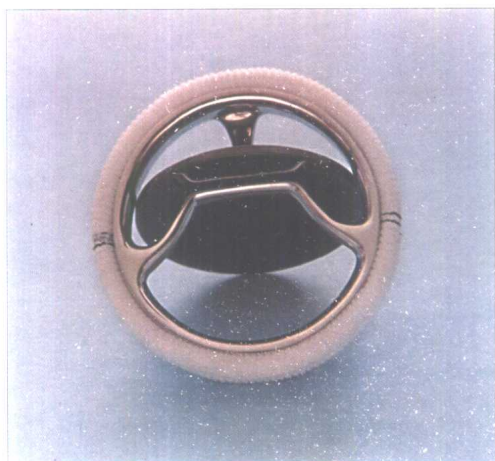
热解石墨管筒
(照片由中国科学院
金属研究所提供)



热解石墨异形坩
埚(照片由中国科学
院金属研究所提供)



热解石墨球(照片由中
国科学院金属研究所提供)



炭质人造心脏瓣膜 (照片
由兰州炭素厂提供)



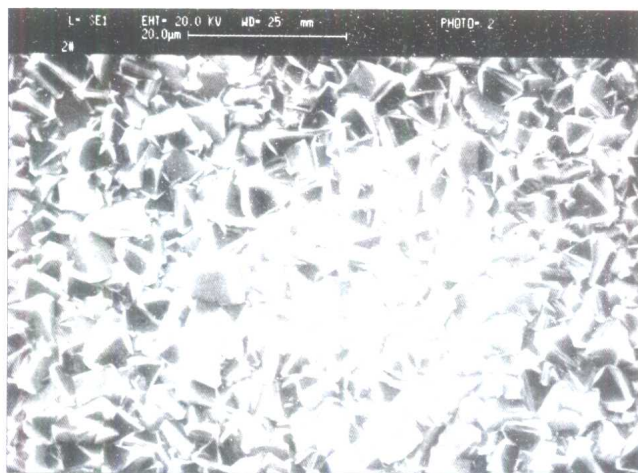
俄罗斯的各种生物炭材料 (照片取自
俄罗斯石墨结构材料研究院
样本)



俄罗斯生产的
玻璃炭制品 (照片取自
俄罗斯石墨结构
材料研究院样本)



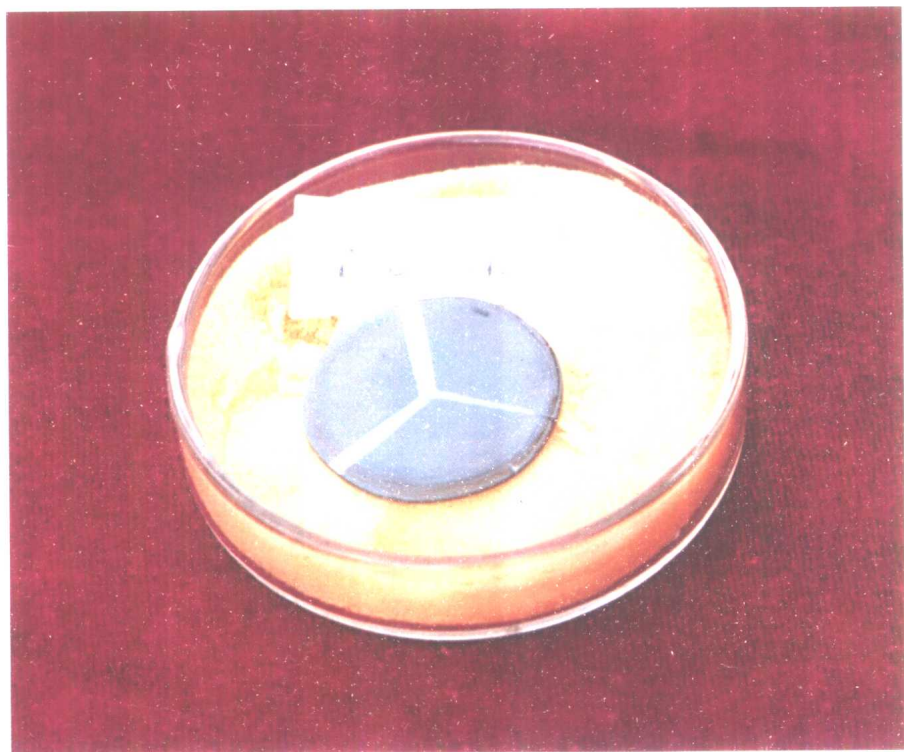
炭弹簧



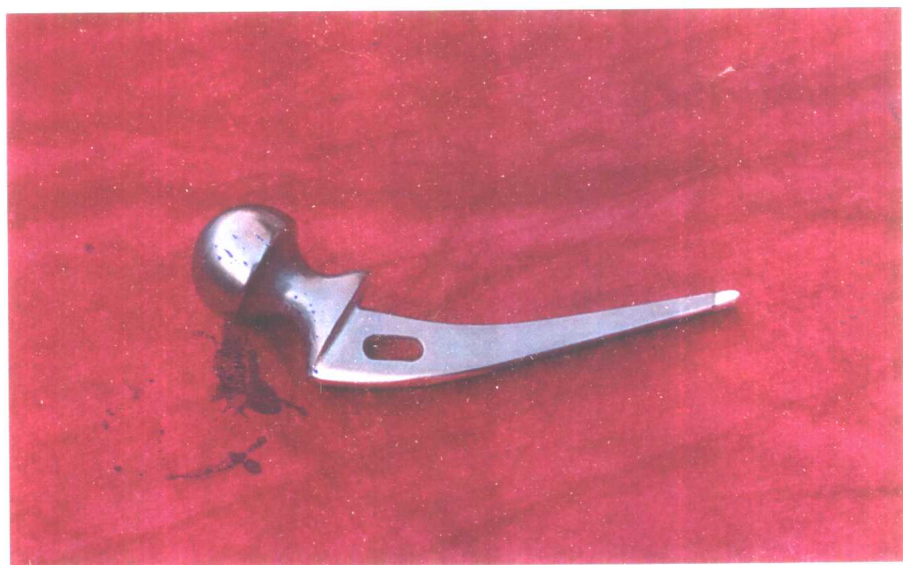
CVD 金刚石薄膜的显微照片（照片由中国科学院金属研究所提供）



CVD 金刚石颗粒显微照片（照片由中国科学院金属研究所提供）



类金刚石膜（ sp^3 碳）（照片由中国科学院金属研究所提供）



钛基镀类金刚石膜髋关节（照片由中国科学院金属研究所提供）

目 录

I. 概 论

1.1 炭素材料发展史.....	(1)
1.2 炭素材料的分类.....	(3)
1.2.1 以生产隶属系统分类.....	(3)
1.2.2 按用途分类.....	(3)
1.2.3 以材质分类.....	(4)

II. 炭素材料生产的主要原料

2.1 石油焦.....	(6)
2.1.1 石油的加工.....	(6)
2.1.2 焦化反应机理.....	(7)
2.1.3 焦炭的生成.....	(8)
2.1.4 焦化工艺.....	(8)
2.1.5 延迟焦化的产品.....	(9)
2.1.6 石油焦的质量.....	(10)
2.2 沥青焦.....	(12)
2.3 针状焦.....	(13)
2.3.1 液相炭化.....	(13)
2.3.2 中间相小球体的生成.....	(14)
2.3.3 石油系针状焦.....	(15)
2.3.4 煤沥青针状焦.....	(20)
2.3.5 若干国外针状焦的质量.....	(21)
2.4 无烟煤.....	(26)
2.5 冶金焦.....	(27)
2.5.1 冶金焦质量.....	(27)
2.6 天然石墨.....	(29)

2.7 炭素生产中的返回料	(30)
2.8 煤沥青粘结剂	(30)
2.8.1 煤沥青生产	(31)
2.8.2 煤沥青的质量	(32)
2.8.3 沥青的族组成	(32)
2.8.4 煤沥青的其他性能	(34)
2.8.5 改质沥青	(36)
2.8.6 浸渍沥青	(41)
2.9 葱油	(42)

Ⅲ. 炭素生产的主要工艺过程

3.1 煅烧	(44)
3.1.1 原料煅烧的目的	(44)
3.1.2 炭素原料在煅烧时的变化	(44)
3.1.3 煅烧炉	(47)
3.2 各种粒度料的制备	(56)
3.2.1 原料必须事前进行试验后才能用于生产	(56)
3.2.2 原料的破碎和粉碎	(57)
3.2.3 颗粒料的筛分	(61)
3.3 配料	(61)
3.3.1 原料的选择及使用比例	(62)
3.3.2 确定固体炭质原料的粒度组成	(63)
3.3.3 粘结剂的用量	(64)
3.3.4 配料装置	(64)
3.4 混捏	(65)
3.4.1 混捏设备	(65)
3.4.2 混捏工艺	(67)
3.5 炭素制品的压型	(68)
3.5.1 模压成型	(68)
3.5.2 挤压成型	(70)
3.5.3 振动成型	(78)