

实用精细化学品丛书

国家教学团队建设成果

总主编 强亮生

新型 功能材料制备工艺

李 垚 唐冬雁 赵九蓬 主编

◎ 本书介绍了新型功能材料制备工艺的相关知识，着重选择在各个领域典型的功能材料体系，以其具体的制备方法、工艺流程、具体步骤为基本思路，详细介绍各类功能材料。

◎ 具体内容包括新型功能材料的化学合成方法与原理，新型功能陶瓷的制备工艺，新型功能薄膜材料的制备工艺，人工晶体、功能高分子材料的制备工艺，功能复合材料的制备工艺。



化学工业出版社

实用精细化学品丛书

国家教学团队建设成果 总主编 强亮生

新型 功能材料制备工艺

赵九蓬 主编

强亮生 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

定价：49.00元

ISBN 978-7-122-09373-1

本书介绍了新型功能材料制备工艺的相关知识,着重选择在各个领域典型的功能材料体系,以其具体的制备方法、工艺流程、具体步骤为基本思路,详细介绍各类功能材料。具体内容包括新型功能材料的化学合成方法与原理,新型功能陶瓷的制备工艺,新型功能薄膜材料的制备工艺,人工晶体,功能高分子材料的制备工艺,功能复合材料制备工艺。

读者对象为材料、化学等专业的本科生、研究生以及从事材料科学科学研究的工作者。

图书在版编目(CIP)数据

新型功能材料制备工艺/李珪,唐冬雁,赵九蓬主编.—北京:
化学工业出版社,2010.10

(实用精细化学品丛书)

ISBN 978-7-122-09372-1

I. 新… II. ①李…②唐…③赵… III. 功能材料-生产工艺
IV. TB34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 165166 号

责任编辑:路金辉

文字编辑:颜克俭

责任校对:郑捷

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张20 字数417千字 2011年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究

丛书序言

随着科学技术的发展和人民生活水平的提高,精细化学品已深入到科学研究、工农业生产和衣食住行的各个领域,引起了全社会的普遍关注。为了满足社会对精细化学品的需求,近年来,广大高等院校、科研院所和生产企业研发生产了适合各种需求的精细化学品,同时在加速精细化学品研发、生产和推广的同时,出版了大量有关精细化学品的书籍,但大都集中在一般性的概论、定义、分类、原理和配方手册方面,将典型配方、配方设计、制备工艺融为一体的精细化学品书籍相对较少,为此,在化学工业出版社路金辉编辑的提议下,本人组织哈尔滨工业大学、北京航空航天大学、哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、齐齐哈尔大学、甘肃农业大学等高校的部分教授和博士,于2003年编写出版了《新型功能材料设计与制备工艺》、《催化剂设计与制备工艺》、《新型化学建材设计与制备工艺》、《化妆品配方设计与制备工艺》、《洗涤剂配方设计、制备工艺与配方实例》、《胶黏剂合成、配方设计与配方实例》、《涂料配方设计与制备工艺》、《食品添加剂制备与应用技术》、《饲料添加剂预混料配方设计与加工工艺》一套9册的《精细化学品配方设计与制备工艺丛书》。其中多册再版,得到了广大读者的肯定。同时亦收到一些反馈意见。路金辉编辑结合反馈意见,建议我们本着科学、准确、实用和读者急需的原则重新编写本系列丛书。此与本人负责的大学化学与应用化学系列课程国家优秀教学团队之专业课程建设以及高校之“教学、科研、为社会服务”三大使命相吻合。经团队认真讨论,并与化学工业出版社路编辑沟通决定,以典型配方、制备方法、具体应用、最新进展为基本框架,围绕食品添加剂、陶瓷添加剂、电镀添加剂、水处理助剂、工业清洗剂、家用洗涤剂、印染助剂、建材助剂、涂料、化妆品、胶黏剂、功能新材料12个领域重新编写了这套精细化学品系列丛书。

本系列丛书的编写本着为教学、科研、开发、生产和为社会企业服务的原则,注重突出保证基本、考虑发展、面向未来、反映最新科研成果、突出时代特色之特点。以配方、制备工艺和具体应用为主线,适当介绍基本概念、制备方法和发展趋势,并将科学性、实用性、先进性和新颖性融为一体。内容以必须和够用为度,表述注重深入浅出、简明扼要、突出重点,便于多个层次的读者阅读、领会和掌握。为使丛书的编写能够统一思想、统一要求、统一风格,并减少不必要的重复,特成立丛书编审委员会。编审委员会由丛书总编、各分册主编、主审和主要参编者组成。

本套丛书可作为广大精细化学品研发、生产人员的重要参考书和工具书,亦可作为本科和专科院校应用化学专业和化学工程与工艺专业(精细化工方向)学

生的选修课教材和教学参考书。

考虑到丛书各册的篇幅和内容的均衡性,对内容较多的精细化学品门类,只介绍了最主要的配方品种和制备工艺。在编写过程中参考了许多图书、文献和其他相关资料,均作为参考文献列于各册之后,在此谨向参考文献的作者表示衷心的感谢。另外,虽然本丛书的编写大纲和章节内容分布均由编委会讨论决定,但其具体内容还主要靠各分册主编把关,读者若有疑问,请直接与各分册主编或相应内容的作者联系。

另外,为体现先进性,书中除部分传统配方和工艺外,大多为2005年后的配方与工艺。同时为严格执行我国著作权法,总主编一再强调禁止抄袭,标明来源,并对各分册内容的科学性、合理性、准确性以及体例和文字进行了审核,但由于丛书内容较多,无法一一核实来源,故本着文责自负的原则,特别指出,若出现版权问题,均由各分册主编负责。

尽管丛书编委会对编写大纲几经讨论,力求做到内容安排合理、配方数据可靠、图表体例规范、文字表述通顺,但限于编者水平,不足之处一定难免,恳请读者原谅。

强亮生

2010年9月

前 言

材料是人类赖以生存和发展生产的物质基础,亦是近代科学技术的支柱。力学、热学、声学、电学、光学、磁学、化学及生物学等方面具有特性的新型功能材料是当前信息技术、生物技术、能源技术、纳米技术等现代高新技术及产业的前导、基石和支撑,有着十分广阔和诱人的应用前景。正因为如此,目前从事功能材料学习的人员日益增多,研究队伍也在不断壮大。

编写系统叙述功能材料的组成、结构、性能、制备、应用等内容的教材和专著对于材料、化学等专业的本科生、研究生以及从事材料学科学研究的工作者有着非常重要的意义,已引起广大教育工作者和科研工作者的普遍重视。目前市场上已经出版了很多功能材料方面的书籍,内容广泛、深入浅出,为众多初入此领域的学生、研究者了解功能材料、研究功能材料起到了非常积极的作用。但是缺少一本基于功能材料的设计,结合典型实例系统、详尽、准确介绍各种功能材料制备方法的书籍。为此,2003年我们曾编写了《新型功能材料设计与制备工艺》一书。本书出版后得到了广大功能材料研究者的关注,还有许多高校将其选作为教材。但在使用过程中读者反映,该书存在介绍原理偏多、工艺方法偏少等问题,为此,受化学工业出版社委托,我们对该书进行重新编写,全面系统地介绍不同类型的功能新材料的制备工艺。与上一版本相比,本书着重选择在各个领域典型的功能材料体系,以其具体的制备方法、工艺流程、具体步骤为基本思路,详细介绍各类功能材料。希望通过成熟工艺过程的叙述,为初涉功能材料领域的研究人员提供相对全面、最为直接的第一手资料。

全书共分7章,其中第1章由赵九蓬编写,第2、3章由李焱编写,第4章由杨丽丽、李焱编写,第5章由马天慧、赵九蓬编写,第6章由唐冬雁、程言编写,第7章由唐冬雁、韩帅编写。参加编写的还有哈尔滨工业大学张秋明、刘昕、王冬梅、楚盈、任杰、孔祥萍、辛伍红等。本书受两项国家自然科学基金项目(No. 50675045, No. 20601006)的资助。本书承蒙哈尔滨工业大学应用化学系强亮生教授审阅,并提出多条宝贵意见。全书由李焱、唐冬雁、赵九蓬统稿。

本书介绍给读者的是目前比较成熟的内容,由于所涉及范围广,而且材料科学的进展日新月异,难免忽略或遗漏了某些新生长点和新方向。由于时间匆忙和水平有限,书中难免有不当之处,恳请读者批评指正。

作者

2010年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 新型功能材料概述	1
1.2 新型功能材料的应用	2
1.3 新型功能材料的发展前景	3
第 2 章 新型功能材料的化学合成方法与原理	5
2.1 固相合成法	5
2.1.1 固相反应法	6
2.1.2 固相热分解法	6
2.1.3 固态置换法	7
2.1.4 自蔓延高温合成法	7
2.2 气相法	9
2.2.1 气相化学反应法	9
2.2.2 激光诱导化学气相沉积法	11
2.2.3 化学蒸发凝聚法	12
2.3 液相法	12
2.3.1 沉淀法	12
2.3.2 溶胶-凝胶法	13
2.3.3 水热法	17
2.3.4 聚合物前驱体方法	21
2.3.5 低温自燃烧方法	21
2.3.6 柠檬酸凝胶自燃烧方法	24
参考文献	24
第 3 章 新型功能陶瓷的制备工艺	25
3.1 概述	25
3.1.1 新型功能陶瓷概述	25
3.1.2 功能陶瓷的基本制备工艺	25
3.1.3 功能陶瓷材料的表征和性能测试	36

3.2	压电陶瓷	38
3.2.1	锆钛酸铅 ($\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$, PZT) 陶瓷	39
3.2.2	钛酸锶钽 (BST) 陶瓷	43
3.2.3	铌酸锶钽 (SBN) 陶瓷	46
3.2.4	钽酸锶铋 (SBT) 陶瓷	47
3.2.5	铁酸铋陶瓷	49
3.3	微波介质陶瓷	51
3.3.1	BaO-TiO_2 体系微波介质陶瓷	51
3.3.2	$\text{BaO-Ln}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ (BLT) 系微波介质陶瓷	53
3.3.3	$\text{A}(\text{B}_{1/3}\text{B}'_{2/3})\text{O}_3$ 钙钛矿型微波介质陶瓷	55
3.3.4	$\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ (BZN)	56
3.4	半导体陶瓷	58
3.4.1	ZnO 压敏陶瓷	59
3.4.2	TiO_2 压敏陶瓷	60
3.4.3	SnO_2 陶瓷	62
3.5	磁性陶瓷	64
3.5.1	Mn-Zn 软磁铁氧体	65
3.5.2	Ni-Zn 软磁铁氧体	68
3.5.3	钡硬磁铁氧体	70
3.5.4	锶硬磁铁氧体	71
3.5.5	钇铁石榴石微波铁氧体	72
3.6	透明陶瓷	73
3.6.1	掺钕钇铝石榴石 (Nd:YAG)	73
3.6.2	透明镁铝尖晶石陶瓷	75
3.7	生物陶瓷	77
3.7.1	羟基磷灰石	78
3.7.2	磷酸三钙	80
	参考文献	81

第4章 新型功能薄膜材料的制备工艺

84

4.1	概述	84
4.1.1	功能薄膜的分类	84
4.1.2	功能薄膜的性质及应用	89
4.1.3	功能薄膜的表征技术	91
4.2	透明导电薄膜	94
4.2.1	氧化铟锡 ITO 薄膜	94

82	4.2.2	掺铝氧化锌 ZAO 薄膜	96
88	4.2.3	铜铟硒 CuInSe ₂ 薄膜	97
84	4.3	铁电薄膜	100
84	4.3.1	锆钛酸铅 PbZr _x Ti _{1-x} O ₃ 薄膜	100
74	4.3.2	钛酸钡 BaTiO ₃ 薄膜	105
84	4.3.3	钛酸锶钡 Ba _x Sr _{1-x} TiO ₃ 薄膜	107
18	4.3.4	铌酸锶钡 Sr _x Ba _{1-x} Nb ₂ O ₆ 薄膜	110
13	4.3.5	铌酸锂 LiNbO ₃ 薄膜	113
83	4.3.6	钽酸锂 LiTaO ₃ 薄膜	114
26	4.4	电致变色薄膜	116
88	4.4.1	氧化钨 WO ₃ 薄膜	116
82	4.4.2	氧化镍 NiO _x 薄膜	118
85	4.4.3	氧化钼 MoO ₃ 薄膜	120
89	4.4.4	聚苯胺薄膜	121
18	4.5	光学薄膜	123
18	4.5.1	二氧化硅 SiO ₂ 薄膜	123
20	4.5.2	氧化锌 ZnO 薄膜	127
88	4.5.3	氧化铝 Al ₂ O ₃ 薄膜	130
89	4.5.4	碲化镉 CdTe 薄膜	131
17	4.6	热电薄膜	132
87	4.6.1	氧化钴钙 Ca ₃ Co ₄ O ₉ 薄膜	132
87	4.6.2	氧化钴钠 Na _x Co ₂ O ₄ 薄膜	134
87	4.6.3	碲化铋 Bi ₂ Te ₃ 薄膜	135
87	4.7	热致变色薄膜	137
77	4.7.1	二氧化钒 VO ₂ 薄膜	137
87	4.7.2	锰酸镧钙 La _{1-x} Ca _x MnO ₃ 薄膜	139
88	4.7.3	锰酸锶镧 La _{1-x} Sr _x MnO ₃ 薄膜	141
18		参考文献	142

第5章 人工晶体

人工晶体的物理特性与制备工艺 145

48	5.1	概述	145
18	5.1.1	人工晶体发展概况	145
88	5.1.2	人工晶体生长方法	146
18	5.1.3	人工晶体的应用	152
48	5.2	激光晶体	153
18	5.2.1	钇铝石榴石 (YAG) 系列激光晶体	153

5.2.2	GGG 系列激光晶体	157
5.2.3	铌酸锂 LiNbO_3 (LN) 激光晶体	159
5.2.4	CaF_2 晶体	163
5.3	闪烁晶体	165
5.3.1	钨酸铅 PbWO_4 (PWO)	165
5.3.2	锗酸铋 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO)	168
5.3.3	硅酸镨 Lu_2SiO_5 (LSO)	170
5.3.4	钨酸铋钠 $\text{NaBi}(\text{WO}_4)_2$ (NBW)	171
5.4	宝石晶体	172
5.4.1	红宝石晶体	172
5.4.2	蓝宝石晶体	174
5.5	非线性光学晶体	176
5.5.1	磷酸二氢钾 (KDP) 和磷酸二氘钾 (DKDP) 非线性光学晶体	176
5.5.2	磷酸钛氧钾 KTiOPO_4 (KTP)	181
5.5.3	偏硼酸钡 BaB_2O_4 (BBO)	184
5.5.4	三硼酸锂 LiB_3O_5 (LBO)	186
5.6	半导体型非线性光学晶体	188
5.6.1	硫化锌 ZnS 与硒化锌 ZnSe 晶体	188
5.6.2	砷化镓 GaAs 晶体	191
5.6.3	黄铜矿类非线性光学晶体	193
5.7	压电晶体	197
5.7.1	简介	197
5.7.2	硅酸镓钪 $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ (LGS) 晶体的结构	197
5.7.3	提拉法生长 LGS 晶体	198
5.7.4	液相外延法生长 LGS 单晶膜	199
	参考文献	200

第 6 章 功能高分子材料的制备工艺

202

6.1	概述	202
6.2	吸附分离高分子材料	203
6.2.1	离子交换树脂的结构与类型	203
6.2.2	离子交换树脂的制备与应用	204
6.2.3	吸附树脂的结构与类型	208
6.2.4	吸附树脂的制备与应用	209
6.3	高分子分离膜材料	211

6.3.1	膜分离机制与分离膜类型	211
6.3.2	高分子分离膜的制备	214
6.3.3	高分子分离膜的应用	216
6.4	电活性高分子材料	218
6.4.1	电活性高分子材料的特点与类型	218
6.4.2	导电高分子材料及其制备	219
6.4.3	化学修饰电极材料及其制备	226
6.4.4	电致发光高分子材料及其制备	229
6.4.5	电致变色高分子材料及其制备	231
6.5	光敏高分子材料	233
6.5.1	光敏高分子材料及其类型	233
6.5.2	光刻胶及其制备	235
6.5.3	光致变色聚合物及其制备	236
6.5.4	光稳定剂及其制备	238
6.5.5	高分子非线性光学材料及其制备	240
6.6	高分子液晶材料	241
6.6.1	高分子液晶材料及其类型	241
6.6.2	高分子液晶材料的制备	243
6.6.3	高分子液晶材料的应用	250
	参考文献	252

第7章 功能复合材料制备工艺

254

7.1	概述	254
7.1.1	功能复合材料及其复合效应	254
7.1.2	功能复合材料的设计途径	256
7.1.3	功能复合材料的应用与发展	257
7.2	聚合物基导电复合材料	259
7.2.1	Co (或 Ni) 包覆聚苯乙烯-甲基丙烯酸导电粒子	259
7.2.2	聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)/ 膨胀石墨 (EG)	262
7.2.3	聚苯胺 (PANI)/ MnO_2	263
7.2.4	苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物 (SBS)/ 炭黑	264
7.2.5	聚苯胺 (PANI)/ TiO_2	264
7.3	聚合物基压电复合材料	265
7.3.1	聚偏氟乙烯 (PVDF)/ BaTiO_3	265
7.3.2	锆钛酸铅 (PZT)/ 炭黑 (CB)/ 环氧树脂 (EP)	265
7.3.3	锆钛酸铅 (PZT) 及掺镧锆钛酸铅 (PLZT) 纤维/环氧	265

树脂 (EP)	266
7.4 聚合物基磁性复合材料	268
7.4.1 聚丙烯酸 (PAA)/ Fe_3O_4 及 PAA 修饰 Fe_3O_4	269
7.4.2 纳米铁氧体/聚苯乙烯 (PS)/聚丙烯 (PP)	270
7.4.3 聚丙烯酸 (PAA)/聚苯乙烯 (PS)/聚丙烯腈 (PAN)	271
7.4.4 $[\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{聚醋酸乙烯酯 (PVAc)}]/\text{SiO}_2$	272
7.5 聚合物基电磁波吸收功能复合材料	272
7.5.1 高密度聚乙烯 (HDPE)/聚苯乙烯 (PS)/炭黑 (CB)	273
7.5.2 树脂基/ $\text{SiC}_p\text{-SiO}_2$	273
7.5.3 聚苯胺 (PANI)/ $\text{BaFe}_8(\text{Ti}_{0.5}\text{Mn}_{0.5})_4\text{O}_{19}$	274
7.5.4 环氧树脂 (EP)/炭黑 (CB)/ MnO_2	276
7.6 金属基复合阻尼材料	276
7.6.1 锌基合金 (ZA27)/皮胶和锌基合金 (ZA27)/松香	277
7.6.2 镁基合金 (AZ61)/ SiC_p	278
7.6.3 $\text{Mg}_2\text{Si}/\text{Mg-9Al}$	278
7.7 金属基超导复合材料	279
7.7.1 Ag/钇钡铜氧 (YBCO)	279
7.7.2 Ag/铋锶钙铜的氧化物 ($\text{Bi}_2\text{212}$ 或 $\text{Bi}_2\text{223}$)	280
7.7.3 $\text{Fe}/\text{Cu}/\text{MgB}_2$ 和 $\text{Nb}/\text{Cu}/\text{MgB}_2$	280
7.8 增韧陶瓷	281
7.8.1 $\text{ZrO}_2/\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$	282
7.8.2 SiC 晶须/ $\text{MoSi}_2\text{-Si-SiC}$	283
7.8.3 碳纤维/ SiC	284
7.9 陶瓷基层状复合材料	286
7.9.1 $\text{Ti}_3\text{SiC}_2/\text{金属}$	286
7.9.2 $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{TiO}_5$	287
7.9.3 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{YAG})/\text{LaPO}_4\text{-Al}_2\text{O}_3$	289
7.10 仿生复合材料	290
7.10.1 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)/ ZrO_2	290
7.10.2 云母/羟基磷灰石	292
7.10.3 聚 (D-L 乳酸) 基仿生复合材料	292
7.10.4 壳聚糖基仿生复合材料	293
7.10.5 β -相磷酸三钙 (TCP)/多孔胶原 (Col) 仿生复合材料	295
7.11 梯度功能复合材料	295
7.11.1 聚丙烯腈 (PAN)/Cu	295
7.11.2 Ag/ SnO_2 (或 La_2O_3)/ ZnO_w	296
7.11.3 Fe/碳化钨 (WC)/Cu	297

7.11.4	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}$	299
7.11.5	丝素蛋白/羟基磷灰石	300
7.11.6	有机硅聚合物-聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)	301
7.12	纳米复合材料	301
7.12.1	$\alpha\text{-Fe}_3\text{O}_4$ (或 SiO_2 、 NiFe_2O_4)/氧化锡锑 (ATO)	301
7.12.2	八乙烯基多面体低聚硅倍半氧烷 (OVS)/聚苯乙烯 (PS)	302
7.12.3	Au/SiO_2	303
7.12.4	$\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$	303
	参考文献	305

第1章 绪论

随着时代的发展,材料不但与信息、能源一同构成了当前世界新技术革命的三大支柱,还与信息技术、生物技术一起形成了 21 世纪最重要和最具发展前途的三大领域。

近年来新型功能材料层出不穷,并取得了突破性进展,已成为材料科学和工程领域中最为活跃的部分,其发展以每年 5% 以上的速度增长,相当于每年有 1.25 万种新材料问世。未来世界还将需要更多性能优异的功能材料,功能材料正在渗透到现代生活的各个领域。

1.1 新型功能材料概述

功能材料是指具有特殊物理性能、化学性能、生物性能的一类材料,能将光、声、磁、热、压力、位移、角度、重量、速度、加速度、化学能、生物能等转换为电信号,从而实现对能量和信号的转换、吸收、存储、发射、传送、传感、控制和处理等功能。有些功能材料还可以有选择地吸附某种物质,或者只允许某种物质通过,而且有分离、催化或传感某种物质的功能。功能材料主要用于制造各种电子器件、光敏元件、绝缘材料等,其涉及面较广。

功能材料是目前材料领域发展最快的新领域。其产品产量小、利润高、制备过程复杂,主要原因是基于其特有的“功能性”。这类材料相对于通常的结构材料而言,一般除了具有机械特性外,还具有其他的功能特性。功能材料的结构与性能之间存在着密切的联系,材料的骨架、功能基团以及分子组成直接影响着材料的宏观结构与材料的功能。特定的功能与材料的特定结构是相联系的,如导电聚合物一般具有长链共轭双键;压电陶瓷晶体必须有极轴等。研究功能材料的结构与功能之间的关系,可以指导开发更为先进、新颖的功能材料。

功能材料既遵循材料的一般特性和变化规律,又具有其自身的特点,比如功能材料的功能特殊、性能优异、不可取代;功能材料的聚集态和形态多样化,除了晶态外,还有气态、液态、液晶态、非晶态、混合态和等离子态,除了三维体相材料外,还有二维、一维、零维材料,除了平衡态外还有非平衡态;功能材料

的制备技术不同于结构材料用的传统技术，而是采用许多先进的新工艺和新技术；功能材料品种规格多、形状差异大、精度高，单件用量少、生产规模小，产品价格贵，经济效益和社会效益好，发展迅速，更新换代比较快。

随着科学技术的发展和人类认识的深入，新型的功能材料不断被开发出来，对其也产生了许多不同的分类方法。常见的新型功能材料有：功能陶瓷材料、功能薄膜、功能半导体材料、功能晶体材料、氧化物无机非金属超导材料、氧化物磁性材料、功能高分子材料和功能复合材料等。本书将在下面的章节中重点对上述材料的制备进行介绍。

1. 2 新型功能材料的应用

目前以功能材料为主流的新材料产业，已被公认是全球最重要、发展最快的高新技术产业之一。新型功能材料对工业、农业、交通、信息、国防及其他高新技术产业的发展具有不可替代的支撑作用。从日常生活用具到高、精、尖的产品，从简单的手工用具到技术复杂的航天器、机器人，这些都利用了不同种类、不同性能的功能材料。表 1-1 列举了一些主要新型功能材料的功能及应用实例。

表 1-1 一些主要新型功能材料的功能及应用实例

种 类	功能	应用实例
导电高分子材料	导电性	电池电极、防静电材料、屏蔽材料
超导材料	导电性	核磁共振成像技术、反应堆超导发电机
高分子半导体	导电性	电子技术与电子器件
光电高分子	光电效应	电子照相、光电池、传感器
压电高分子	力电效应	开关材料、仪器仪表测量材料、机器人触感材料
热电高分子	热电效应	显示、测量
声电高分子	声电效应	音响设备、仪器
磁性高分子	导磁作用	塑料磁石、磁性橡胶、仪器仪表的磁性元器件、传感器
磁性记录材料	磁性转换	磁带、磁盘
电致变色材料	光电效应	显示、记录
光纤材料	光的传播	通信、医疗器械
液晶材料	偏光效应	显示、连接器
光盘的基板材料	光学原理	高密度记录和信息存储
感光树脂、光刻胶	光化学反应	大规模集成电路的精细加工、印刷
荧光材料	光化学作用	情报处理、荧光染料
光降解材料	光化学作用	减少化学污染
光能转换材料	光电、光化学	太阳能电池
分离膜与交换膜	传质作用	化工、制药、环保、冶金
高分子催化剂与高分子固定酶	催化作用	化工、食品加工、制药、生物工程
高分子试剂絮凝剂	吸附作用	稀有金属提取、水处理、海水提铀
储氢材料	吸附作用	化工、能源
高吸水树脂	吸附作用	化工、农业、纸制品
人工器官材料	替代修补	人体脏器
骨科、齿科材料	替代修补	人体骨骼

1.3 新型功能材料的发展前景

自 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、生物和医学的兴起强烈刺激了功能材料的发展。为满足现代技术对材料的需求,世界各国都非常重视功能材料的研究和开发。与此同时,固体物理、固体化学、量子理论、结构化学、生物物理和生物化学等学科的飞速发展以及各种制备功能材料的新技术和现代分析测试技术的应用,使许多新型功能材料在试验中被研制、批量生产并且得到应用,这些新型的功能材料在不同程度上推动或者加速了现代技术的进一步发展。

当前国际上功能材料及其应用技术正面临新的突破,诸如超导材料、微电子材料、光子材料、信息材料、能源转换及储能材料、生态环境材料、生物医用材料等正处于日新月异的发展之中,发展功能材料技术正在成为一些发达国家强化其经济及军事优势的重要手段。

我们国家也非常重视功能材料的发展,在国家“863”、“973”、国家自然科学基金等计划中,功能材料都占有很大的比例。这些科技行动的实施,使我国在功能材料领域取得了丰硕的成果。开辟了超导材料、平板显示材料、稀土功能材料、生物医用材料、储氢等新能源材料、金刚石薄膜、高性能固体推进剂材料、红外隐身材料,材料设计与性能预测等功能材料新领域,取得了一批接近或达到国际先进水平的研究成果。功能材料不仅是发展我国信息技术、生物技术、能源技术等高技术领域和国防建设的重要基础材料,而且是改造与提升我国基础工业和传统产业的基础,直接关系到我国资源、环境及社会的可持续发展。

我国经济的快速增长和社会可持续发展,对发展新型能源及能源材料具有迫切的需求。能源材料是发展能源技术、提高能源生产和利用效率的关键因素,我国目前是世界上能源消费增长最快的国家,同时也是能源紧缺的国家。发展电动汽车、使用清洁能源、节约石油资源等政策措施使得新型能源转换及储能材料的需求不断增加。随着电子信息技术的迅猛发展,我国便携式电器如手提电话、笔记本计算机用户每年均以超过 20% 的速度增加,形成了一个对小型高能量密度电池的巨大社会需求。随着移动通信等新一代电子信息技术的迅速崛起,作为一大批基础电子元器件技术核心的信息功能陶瓷日益成为我国发展相关高技术的需求重点。按照 5% 的世界市场占有率计,2010 年我国信息功能陶瓷材料及制品的年销售额将达 300 亿元人民币,对信息通信产业的发展具有举足轻重的作用。我国是一个稀土大国,其工业储量占世界总储量的 70% 以上,发展稀土功能材料我国有着独特的资源优势。我国西部还拥有储量丰富的钨、钛、钼、钽、铌、钒、锂等,有的储量甚至占世界总储量的一半以上,这些资源均是特种功能材料的重要原材料。研究开发与上述元素相关的特种功能材料,拓宽其应用领域,取得自主知识产权,将大幅度地提高我国相关特种功能材料及制品的国际市场竞争力,这对实现西部资源的高附加值利用,将西部的资源优势转化为技术优势和经

济优势具有重要意义,将有力地支持国家的西部大开发。

展望各种类型材料的发展前景,功能材料已成为材料研究、开发与应用的_{重点},它与结构材料一样重要,今后将互相促进、共同发展。从国内外功能材料的研究动态看,功能材料的发展趋势可简单归纳为: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)和在极端条件下工作的(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、原子氧和核爆炸等)高性能功能材料;功能材料的功能从单功能向多功能和复合或者综合功能发展,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;功能材料和器件一体化、高集成化、超微型化、高密集化和超分子化;完善和发展功能材料检测和评价的方法;功能材料和结构材料兼容。进一步加强功能材料的应用研究,扩展功能材料的应用领域,特别是尖端领域和民用高技术领域,把成熟的研究成果迅速推广,以形成生产力具有重要意义。