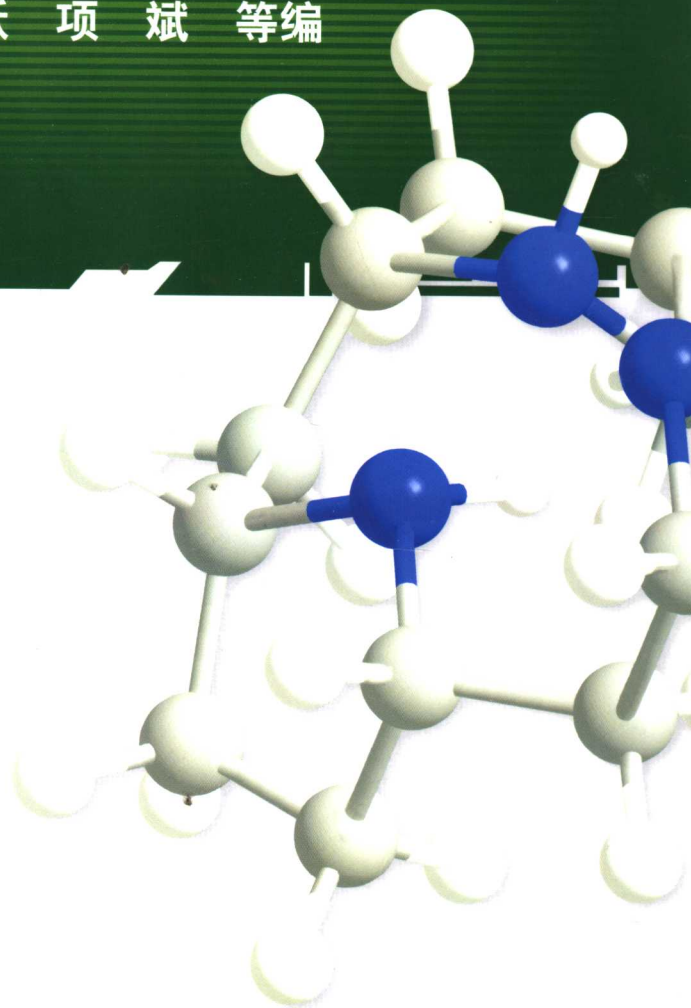


高 等 学 校 教 材

# 化学

# 功能材料概论

史鸿鑫 王农跃 项 斌 等编



化学工业出版社  
教材出版中心

高 等 学 校 教 材

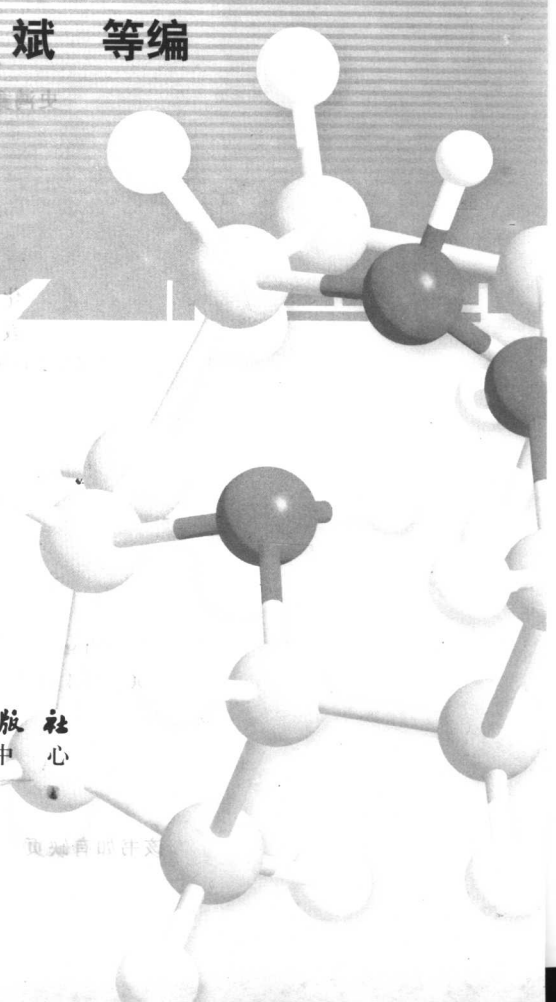
# 化学 功能材料概论

史鸿鑫 王农跃 项 斌 等编



化学工业出版社  
教材出版中心

· 北 京 ·



**图书在版编目 (CIP) 数据**

化学功能材料概论/史鸿鑫等编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 2  
ISBN 7-5025-8301-7  
高等学校教材

I. 化… II. 史… III. 化工材料: 功能材料  
IV. TB34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 013129 号

---

高等学校教材

**化学功能材料概论**

史鸿鑫 王农跃 项 斌 等编

责任编辑: 杨 菁

文字编辑: 林 丹

责任校对: 周梦华

封面设计: 尹琳琳

\*

化学工业出版社 出版发行  
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 25 字数 586 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8301-7

定 价: 48.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 前 言

材料科学是 21 世纪重点发展的学科之一，涉及冶金、机械、化工、电子、生物、航空航天、军事、信息等部门。材料科学自身的发展为生物技术、能源技术和信息技术提供了必不可少的、性能优异的各种基础材料，为它们的发展起到推动作用；而生物技术、能源技术和信息技术的发展，对材料科学提出了新的要求，或者直接应用于材料的研究和生产之中，反过来又促进了材料科学的发展。材料科学已成为发达国家研究开发、激烈竞争的领域，其发展水平将对其他高新技术领域产生极其重要的影响。功能材料是材料科学的一个重要分支，也是衡量材料领域技术水平的标志之一。因此大力发展功能材料，对于抢占 21 世纪高新技术制高点，推动科学技术的进步，加速现代化进程有十分现实的意义。为了满足发展的需要，培养具有功能材料专业知识的专门人才显得尤为重要和迫切。许多面向大学本专科学生、企业工程技术人员的材料学和功能材料方面的书籍已经出版，但鲜有化学功能材料方面的教材或专著面世。21 世纪材料领域的发展主流将是高新技术的开发和应用，其学科基础将不可避免地拓展到信息科学、化学、电子学、生物学、光学等学科。多学科交叉融合是推动功能材料进步的一个有效途径，特别是材料学和化学化工的相互交融，为化学功能材料的发展注入了新的活力。

21 世纪从事化学功能材料产品开发和生产的研究人员和工程技术人员应是新知识、新技术的拥有者。《化学功能材料概论》正是为了适应这种发展趋势，为培养化学功能材料领域高级专门人才和精英的需要而编写出版的。本书的第 1 章、第 2 章、第 3 章和第 8 章由史鸿鑫编写，第 4 章和第 5 章由王农跃编写，第 6 章和第 7 章由项斌编写，第 9 章和第 10 章由高建荣编写，全书由史鸿鑫统稿。本书的初稿已经在研究生教学中使用多年，在此实践基础上经补充和调整部分内容，重新撰写而成。《化学功能材料概论》主要介绍化学功能材料的主要种类、制备方法及其应用。针对化学功能材料的发展前沿、国内外最新研究成果，结合编者多年来的科研和教学的实践和体会，力求达到内容新颖、材料详实、反映国际先进水平。我们希冀通过《化学功能材料概论》的阅读和教学，能够培养一大批具有一定创新思维和创新能力的化学功能材料高级专门人才。

《化学功能材料概论》的读者一般应具备无机化学、有机化学、物理化学、结构化学、分析化学、量子化学、普通物理学等课程的基础知识。本书

对于有关的基本公式将不做推演，对相关的基础性内容也不做叙述。本书重点介绍化学功能材料的性能、制备规律和应用方面的内容，在每一章列出了一些主要的参考文献，以便于读者进行深入的了解和研究。在此谨向被《化学功能材料概论》所引用文献的原创者们表示深深的感谢。

《化学功能材料概论》可以作为高等院校材料、化学工程与工艺、应用化学等相关专业的研究生、本科生教学用书，也可用作大专、中专和高等职业技术学院相关专业的教学参考书。它为学生提供必需的化学功能材料的性质、生产和应用方面的知识和技能，为今后从事化学功能材料的研究、开发、生产和应用等工作打下良好的基础。本书也可作为材料、化工等相关领域的工程技术人员的参考书。本书涉及的学科知识面较宽，知识点较新，为了便于理解，采用了通俗易懂的叙述方式，文字相对简明扼要和深入浅出，鉴于编者水平的局限，疏漏甚至错误在所难免，恳请读者不吝赐教。

**史鸿鑫，王农跃，项斌，高建荣**  
**2005年8月于杭州**

## 内 容 提 要

这是一本独立的教材，从材料科学的角度来审视化工材料的功能性问题。全书内容涵盖了纳米材料、催化新材料、有机硅材料、膜材料、生物活性物质、有机氟材料、电子化学材料、智能材料和功能色素材料，介绍了这九大类化学功能材料的发展历史、制备方法、应用领域，着重讨论这些材料的合成或制备原理、性能和应用实例。本书内容系统全面，论述方法简明清晰，应用实例贴近实际，信息量大，知识点新，反映了化学功能材料领域的最新研究成果，涉及国际前沿领域和学科发展动态。

本书可供大学材料、化学工程与工艺、应用化学等相关专业的师生作为教学用书，也可为相关领域的科研开发和工程技术人员作为参考书。

# 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
第 2 章 纳米材料 .....	3
2.1 概述 .....	3
2.2 纳米材料的特性 .....	4
2.2.1 物理性质 .....	5
2.2.2 物化性质 .....	6
2.2.3 光学特性 .....	7
2.2.4 量子尺寸效应 .....	8
2.2.5 量子隧道效应 .....	8
2.2.6 其他特殊性质 .....	8
2.3 纳米材料的制备方法 .....	9
2.3.1 制备方法简介 .....	9
2.3.2 沉淀法 .....	12
2.3.3 水热法 .....	14
2.3.4 溶胶-凝胶法 .....	14
2.3.5 微乳液法 .....	16
2.3.6 电化学法 .....	19
2.3.7 超声化学法 .....	22
2.3.8 碳纳米管的制备 .....	23
2.3.9 纳米陶瓷的制备 .....	25
2.3.10 纳米薄膜的制备 .....	27
2.4 纳米材料的应用 .....	29
2.4.1 在纺织工业的应用 .....	30
2.4.2 在医学和生物工程上的应用 .....	33
2.4.3 在军事上的应用 .....	37
2.4.4 在化工方面的应用 .....	40
2.4.5 在环境保护方面的应用 .....	46
2.4.6 纳米陶瓷的应用 .....	48
2.4.7 碳纳米管的应用 .....	50

参考文献 .....	51
<b>第3章 催化新材料 .....</b>	<b>52</b>
3.1 概述 .....	52
3.2 固体酸催化剂 .....	52
3.2.1 概述 .....	53
3.2.2 负载试剂型催化剂 .....	56
3.2.3 杂多酸 .....	59
3.2.4 超强酸 .....	61
3.2.5 分子筛 .....	64
3.2.6 固体酸催化剂的应用 .....	66
3.3 纳米催化剂 .....	71
3.3.1 纳米催化剂的结构及特性 .....	72
3.3.2 纳米催化剂的制备方法 .....	73
3.3.3 纳米催化剂的表征 .....	73
3.3.4 纳米催化剂的催化性能 .....	81
3.4 手性催化剂 .....	83
3.4.1 基本概念 .....	83
3.4.2 手性催化剂 .....	84
3.4.3 手性催化反应动力学和热力学 .....	85
3.4.4 手性催化剂的结构 .....	85
3.4.5 手性金属络合物催化剂 .....	87
3.4.6 高分子手性催化剂在不对称合成中的应用 .....	95
3.5 生物催化剂 .....	99
3.5.1 对酶和生物催化剂概念的认识 .....	99
3.5.2 生物催化剂的种类和在化学合成中的应用 .....	101
3.5.3 生物催化剂在不对称合成中的应用 .....	108
3.5.4 生物催化剂的固定化 .....	114
3.5.5 生物催化剂在化工中的应用 .....	118
参考文献 .....	121
<b>第4章 有机硅材料 .....</b>	<b>125</b>
4.1 概述 .....	125
4.2 有机硅材料的分类 .....	125
4.2.1 有机硅单体 .....	125
4.2.2 硅油 .....	126
4.2.3 硅橡胶 .....	126
4.2.4 硅树脂 .....	127
4.3 有机硅聚合物的通性 .....	127



4.3.1	表面张力 .....	127
4.3.2	特殊柔顺性 .....	127
4.3.3	化学惰性 .....	128
4.3.4	耐水与拒水性 .....	128
4.4	有机硅表面活性剂 .....	128
4.4.1	有机硅表面活性剂的结构和应用 .....	128
4.4.2	有机硅表面活性剂的应用 .....	131
4.5	有机硅胶黏剂 .....	133
4.5.1	硅树脂胶黏剂 .....	133
4.5.2	硅橡胶胶黏剂 .....	134
4.5.3	硅烷偶联剂 .....	135
4.6	有机硅压敏胶黏剂 .....	136
4.6.1	基本组分及制备机理 .....	136
4.6.2	有机硅压敏胶的分类 .....	137
4.6.3	有机硅压敏胶的改性 .....	138
4.7	无溶剂型有机硅防粘剂 .....	139
4.7.1	乳液型有机硅防粘剂 .....	140
4.7.2	溶剂型有机硅防粘剂 .....	140
4.7.3	无溶剂型有机硅防粘剂 .....	141
4.7.4	有机硅防粘剂的应用 .....	141
4.8	有机硅密封胶 .....	142
4.8.1	有机硅密封胶的分类及特点 .....	142
4.8.2	聚氨酯密封胶 .....	144
4.8.3	触变性酮肟型有机硅密封胶 .....	145
4.8.4	单组分改性有机硅密封材料 .....	146
4.9	有机硅消泡剂 .....	147
4.9.1	有机硅消泡剂消泡机理 .....	148
4.9.2	有机硅消泡剂分类 .....	149
4.10	有机硅在医药和农药上的应用 .....	151
4.10.1	医药用新型有机硅材料 .....	151
4.10.2	制剂配方的组分 .....	152
4.10.3	医用消泡剂 .....	153
4.10.4	药物缓释、控释体系 .....	153
4.10.5	有机药物合成 .....	154
4.10.6	新型抗菌防腐剂——有机硅季铵盐 .....	154
4.10.7	具有生物活性的有机硅化合物及应用 .....	155
4.11	有机硅在纺织行业的应用 .....	157
4.11.1	有机硅柔软剂 .....	157
4.11.2	有机硅防水剂整理织物的研究 .....	160

4.12 有机硅在皮革工业中的应用	161
4.12.1 含硅皮革加脂材料	162
4.12.2 鞣剂	162
4.12.3 有机硅改性皮革涂饰材料	163
4.12.4 功能性有机硅类皮革助剂	164
4.13 有机硅在涂料工业中的应用	165
4.13.1 有机硅高聚物涂料结构与性能	165
4.13.2 有机硅改性聚合物涂料	167
4.13.3 有机硅水性涂料	169
4.13.4 涂料助剂	169
4.14 有机硅在造纸上的应用	170
4.14.1 有机硅离型纸的生产	170
4.14.2 有机硅纸张柔软剂	171
4.14.3 有机硅材料在造纸印刷工业中的应用	173
参考文献	173

## 第5章 膜材料 175

5.1 概述	175
5.1.1 膜分离技术	176
5.1.2 膜分离技术的基本原理	178
5.1.3 膜分离技术的特点	182
5.2 膜材料的分类	183
5.2.1 无机膜材料	184
5.2.2 有机膜材料	186
5.2.3 功能化膜	187
5.3 膜的制备方法	188
5.3.1 无机膜的制备	188
5.3.2 有机高分子膜的制备	189
5.3.3 复合膜的制备	190
5.4 膜分离装置	191
5.4.1 在食品工业中的应用	191
5.4.2 在制药业中的应用	192
5.4.3 在废水处理中的应用	193
5.4.4 在气体分离上的应用	193
5.4.5 在石油化工中的应用	194
5.4.6 在染料生产中的应用	194
5.4.7 在纯水制备上的应用	195
5.5 高分子分离膜	195
5.5.1 纤维素膜材料	195

5.5.2	聚酰(亚)胺膜材料 .....	196
5.5.3	聚烯烃膜材料 .....	199
5.5.4	有机硅膜材料 .....	199
5.5.5	液晶复合高分子膜 .....	200
5.5.6	高分子金属络合物膜 .....	202
5.6	纳滤膜 .....	203
5.6.1	纳滤膜的分离机理与性能 .....	203
5.6.2	纳滤膜的制备方法 .....	204
5.6.3	操作条件对 NF 膜分离性能的影响 .....	206
5.6.4	物料性质对 NF 膜分离性能的影响 .....	208
5.7	超滤膜 .....	209
5.7.1	超滤原理 .....	209
5.7.2	超滤膜的种类及特性 .....	210
5.7.3	超滤膜的技术特点 .....	210
5.7.4	超滤、反渗透和微滤的关系 .....	211
5.7.5	超滤膜的改性 .....	211
5.8	分子筛膜 .....	213
5.8.1	分子筛膜的分类 .....	213
5.8.2	分子筛膜的制备方法 .....	213
5.8.3	分子筛膜的缺陷及缺陷的消除 .....	216
5.9	炭膜 .....	217
5.9.1	炭膜的分类 .....	217
5.9.2	炭膜的分离机理 .....	218
5.9.3	炭膜的制备 .....	218
5.10	无机膜 .....	220
5.10.1	无机膜的分类 .....	220
5.10.2	无机膜的特点 .....	220
5.10.3	无机膜的制备 .....	221
5.10.4	陶瓷膜 .....	222
5.10.5	结构参数对性能的影响 .....	223
5.10.6	膜材料性质的影响 .....	224
5.10.7	溶液性质对膜过程的影响 .....	224
5.10.8	操作参数对分离过程的影响 .....	225
	参考文献 .....	225
<b>第 6 章 生物活性物质 .....</b>		<b>227</b>
6.1	生物工程 .....	227
6.1.1	概述 .....	227
6.1.2	生物工程与农业 .....	229

6.1.3	生物工程与健康 .....	229
6.1.4	生物工程与化学工业 .....	231
6.2	生化试剂 .....	236
6.3	生物农药 .....	236
6.3.1	概述 .....	236
6.3.2	植物体农药 .....	239
6.3.3	动物体农药 .....	240
6.3.4	微生物体农药 .....	240
6.3.5	植物源生物化学农药 .....	241
6.3.6	动物源生物化学农药 .....	243
6.3.7	微生物源生物化学农药 .....	243
6.4	生物表面活性剂 .....	244
6.4.1	概述 .....	244
6.4.2	特点 .....	245
6.4.3	分类 .....	246
6.4.4	制备 .....	249
6.4.5	应用 .....	252
	参考文献 .....	255
<b>第7章 有机氟材料 .....</b>		<b>256</b>
7.1	理化性质 .....	256
7.2	分类 .....	257
7.3	氟氯烃及代用品 .....	258
7.4	含氟精细化学品 .....	261
7.4.1	芳香族氟化物 .....	261
7.4.2	含氟医药 .....	263
7.4.3	含氟农药 .....	274
7.4.4	含氟表面活性剂 .....	279
7.5	含氟聚合物 .....	286
	参考文献 .....	288
<b>第8章 电子化学品 .....</b>		<b>289</b>
8.1	概述 .....	289
8.2	光致抗蚀剂 .....	290
8.2.1	深紫外光刻胶 .....	291
8.2.2	248nm 深紫外光刻胶 .....	294
8.2.3	193nm 光刻中的光致抗蚀剂 .....	297
8.3	液晶 .....	299
8.3.1	液晶的结构 .....	299

8.3.2	液晶的种类 .....	301
8.3.3	液晶的特性与应用 .....	304
8.3.4	主链型液晶高聚物 .....	309
8.3.5	侧链型液晶高聚物 .....	318
8.3.6	铁电液晶 .....	324
8.4	高纯试剂和气体 .....	328
8.4.1	超净高纯试剂 .....	328
8.4.2	超净高纯试剂的应用 .....	332
8.4.3	超净高纯试剂的制备技术及配套处理技术 .....	333
8.4.4	典型高纯化学试剂的制备 .....	335
	参考文献 .....	338
<b>第9章</b>	<b>智能材料 .....</b>	<b>339</b>
9.1	概述 .....	339
9.2	智能无机材料 .....	340
9.2.1	无机智能结构材料 .....	340
9.2.2	电致变色材料 .....	341
9.2.3	灵巧陶瓷材料 .....	341
9.3	智能高分子材料 .....	342
9.3.1	温敏性凝胶 .....	342
9.3.2	光敏性凝胶 .....	343
9.3.3	磁场响应凝胶 .....	343
9.3.4	电场响应凝胶 .....	344
9.3.5	pH 值响应凝胶 .....	344
9.3.6	化学物质响应凝胶 .....	344
9.3.7	温度/pH 值响应性凝胶 .....	346
9.4	智能药物释放体系 .....	346
9.5	智能材料展望 .....	347
	参考文献 .....	348
<b>第10章</b>	<b>功能色素材料 .....</b>	<b>349</b>
10.1	概述 .....	349
10.2	有机功能色素的分类 .....	349
10.3	有机光导材料 .....	350
10.4	激光染料 .....	354
10.4.1	激光的产生 .....	354
10.4.2	染料激光原理 .....	354
10.4.3	典型激光染料 .....	355
10.5	有机电致发光功能色素材料 .....	361

10.5.1	载流子传输材料	362
10.5.2	发光材料	364
10.5.3	有机悬挂体系电致发光材料	368
10.6	有机非线性光学材料	368
10.6.1	有机二阶非线性光学材料	369
10.6.2	有机三阶非线性光学材料	371
10.7	化学发光材料	377
10.7.1	化学发光的原理	378
10.7.2	化学发光材料	378
10.8	喷墨打印用和热扩散转移成像技术用功能色素	380
10.8.1	喷墨打印用功能色素	380
10.8.2	热扩散转移成像技术用功能色素	382
	参考文献	385

# 第 1 章

## 绪 论

材料科学是 21 世纪高新技术之一，它将与生物、能源、信息等技术一起成为研究与发展的热点。材料科学自身的发展为生物技术、能源技术和信息技术提供了必不可少的、性能优异的各种基础材料，为它们的发展起到了推动作用，而生物技术、能源技术和信息技术的发展，对材料科学提出新的要求，或者直接应用于材料的研究和生产中，反过来又促进了材料科学的新发展。有人将 21 世纪称为能源、信息和材料的世纪，鉴于材料的重要性，又称之为新材料的世纪。无疑在 21 世纪人们将会更加重视现有材料的应用潜力的发掘和新型材料的研制。

一般固体材料为应用最广泛的一类材料，根据其组成可以分为金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料和复合材料四类。根据材料的特性和用途，可将其分为结构材料和功能材料两大类。利用结构材料的力学性能可制造承受一定负荷的设备、零件、建筑结构等；利用功能材料的某些特殊物理性能，可制造各种电子器件、光敏元件、绝缘材料等。根据材料内部原子排列情况，可将其分为晶态和非晶态材料。而根据材料的热力学状态，又可将其分为稳态和亚稳态材料。

功能材料是指材料本身受外界环境（化学或物理）刺激产生特定的功能，具有敏锐的应答能力，可进行选择性、特异性工作，如光功能、生物功能、分离功能、导电功能、磁性功能、医用功能等。功能材料是一类新兴材料，它具有能量转换的特异功能。通常是把光、磁、声、热和机械力等的能量转换为相应的电信号，然后通过电信号来控制或接收这些能量或信息。例如电脑、电眼、电鼻、电耳等器件，就是分别采用记忆、光电、气敏、压电晶体等材料制成的。

功能材料按其显示功能的过程分为一次功能和二次功能。一次功能指当向材料输入的能量和从材料输出的能量属于同种形式时，材料起能量传送部件作用，这样的功能材料称载体材料。主要功能包括：

- ① 力学功能，如惯性、黏性、流动性、润滑性、成型性、超塑性、高弹性、恒弹性、振动性和防震性；
- ② 声功能，如吸音性、隔音性；
- ③ 热功能，如隔热性、传热性、吸热性和蓄热性；
- ④ 电功能，如导电性、超导性、绝缘性和电阻；
- ⑤ 磁功能，如软磁性、硬磁性、半硬磁性；
- ⑥ 光功能，如透光性、遮光性、反射光性、折射光性、吸收光性、偏振性、聚光性、

分光性；

⑦ 化学功能，如催化作用、吸附作用、生物化学反应、酶反应、气体吸收；

⑧ 其他功能，如电磁波特性和（常与隐身相联系）、放射性。

二次功能是当向材料输入的能量和输出的能量属于不同形式时，材料起能量转换部件作用，又称高次功能。主要功能包括：

① 光能与其他形式能量的转换，如光化反应、光致抗蚀、光合成反应、光分解反应、化学发光、感光反应、光致伸缩、光生伏特效应、光导电效应；

② 电能与其他形式能量的转换，如电磁效应、电阻发热效应、热电效应、光电效应，场致发光效应、电光效应和电化学效应；

③ 磁能与其他形式能量的转换，如热磁效应，磁冷冻效应、光磁效应和磁性转变；

④ 机械能与其他形式能量的转换，如压电效应、磁致伸缩、电致伸缩、光压效应、声光效应、光弹性效应、机械化学效应、形状记忆效应和热弹性效应。

目前常用的功能材料有三大类：信息功能材料（集成电路材料、记忆合金材料、信息储存材料、光导纤维与光电通讯、敏感材料及传感器）、能源功能材料（高临界温度超导材料、永磁材料、太阳能转换材料以及有机导电高分子、分离膜与生物机能模拟材料）、生物材料与智能材料。包括功能材料在内的新材料是支撑一切高技术的基础，而化学工业则是材料科学的基础。未来精细化工将向新材料特别是功能性材料方向发展。有机硅材料、有机氟材料、纳米材料、膜材料、生物活性材料、催化新材料、电子用化学材料，智能材料、功能色素材料等以有机合成和化学化工为基础的一批功能性新材料已经崭露头角，它们在电子、通讯、计算机、航空、航天、军事、医药、化工、纺织、造纸、皮革、机械、建筑、生物等领域有着广泛的应用，并且有强劲的发展势头，必将成为新的经济增长点和研究热点。《化学功能材料概论》从化学的角度介绍有机硅材料、有机氟材料、纳米材料、膜材料、生物活性材料、催化新材料、电子化学材料、智能材料和功能色素材料，在许多方面将突破传统的功能材料的概念，介绍它们的分类、合成方法、应用和发展趋势等有关知识，引发读者对功能材料的兴趣，进而投身于功能材料的研究开发和生产应用中。

功能材料属于高新技术的范畴，是 21 世纪重点发展的领域，例如纳米材料在国家尖端技术，航空航天领域，国防建设中的导弹、新型兵器等方面有十分重要的作用。有机硅材料和有机氟材料在日常生活的许多地方有新的用途。膜材料和新型催化材料在化工领域有不可替代的地位。电子用化学品、智能材料和功能色素等都是崭露头角的新材料。与传统的化工原料、中间体和化学品不同，这些化工材料是在近期迅速发展起来的，具有特殊的功能性、很高的技术含量和附加值，是国际化工界竞争最激烈的焦点之一。功能材料的发展水平直接标志着一个国家的科学技术水准，因此世界强国纷纷投入巨资研究开发。编写《化学功能材料》，介绍材料科学领域的热点和研究动态，旨在使化学新材料这一 21 世纪的高新技术成为贴近人们生活、触手可及、实实在在的技术，并利用这些技术，推动中国化学功能材料事业的向前发展。



## 第 2 章

# 纳米材料

### 2.1 概述

纳米材料是指平均粒径在纳米量级（1~100nm）范围内的固体材料的总称。纳米材料由于平均粒径小、处于宏观与微观的过渡区、表面原子多、比表面积大、表面能高，因而其性质既不同于单个原子和分子，也不同于普通的颗粒材料，常常显示出独特的量子尺寸效应、表面效应，宏观量子隧道效应等特性，并具有普通材料所没有的奇异功能，因而引起人们的广泛兴趣和高度重视。纳米材料是采用纳米技术制备出来的新型材料，伴随着纳米技术的不断成熟而发展。纳米科学与技术是一个融科学前沿和高科技于一体的完整体系。所谓纳米技术，是指研究由尺寸在 0.1~100nm 之间的物质组成的体系的运动规律和相互作用，以及可能的实际应用中的技术问题，即通过微观环境下操作单个原子、分子或原子团、分子团，以制造具有特定功能的材料或器件为最终目的的一门崭新的科学技术。纳米技术是 21 世纪科技产业革命的重要内容之一，它是与物理学、化学、生物学、材料科学和电子学等学科高度交叉的综合性学科，包括以观测、分析和研究为主线的基础科学，以纳米工程与加工学为主线的技术科学。纳米技术主要包括纳米电子、纳米机械和纳米材料等技术领域。

对纳米材料的研究始于 19 世纪 60 年代，随着胶体化学的建立，科学家开始对纳米微粒系统的研究。而真正将纳米材料作为材料科学的一个独立分支加以研究，则始于 20 世纪后半叶。1959 年诺贝尔奖获得者理查德·费曼提出了纳米材料的概念：“我不怀疑，如果我们对物质微小规模上的排列加以某种控制的话，我们就能够使物质具有各种可能的特性”。1982 年 Boutonnét 首先报道了应用微乳液制备出纳米颗粒，用水合肼或者氢气还原在 W/O 型微乳液水核中的贵金属盐，得到了单分散的铂、钯、铑、铱金属颗粒（3~5nm）。1984 年德国物理学家 Gleiter 首次用惰性气体蒸发原位加热法制备了具有清洁表面的纳米块材料，并对其各种物性进行了系统的研究。1987 年美国和德国同时报道，成功制备了具有清洁界面的陶瓷二氧化钛。

20 世纪 80 年代末，IBM 公司的研究人员发现用电子显微镜的电子探针，可以随意一次拾起物质极小的构块并将它移动。为了证明这一点，科研人员取出 35 个氩原子，将它们不断移来移去，并拼写出一个非常小的“IBM”字样来。随后这种“拼图绝活”便普及起来。IBM 用微小的金块制成一幅比例为十亿分之一的世界地图；斯坦福大学的科学家