

中国新材料 产业发展报告(2007)

——新材料与资源、能源和环境协调发展

国家发展和改革委员会高技术产业司
中国材料研究学会

编写



化学工业出版社

A
TB3
1261
2007

中国新材料产业发展报告(2007) ——新材料与资源、能源和环境 协调发展

国家发展和改革委员会高技术产业司
中国材料研究学会编写



化学工业出版社

· 北京 ·

本书由国家发展和改革委员会高技术产业司、中国材料研究学会组织相关专家学者共同编写，论述了我国新材料产业与资源、能源和环境协调发展方向。重点对风力发电与复合材料、太阳能电池材料、生态环境材料、低品位铝资源的综合利用、稀土材料以及铸造钛合金的回收利用等方面的产业现状、发展趋势、存在问题进行综合评述，提出了促进新材料产业发展的政策措施建议。

本书可为政府有关部门、企事业单位和相关投资决策、科研人员等提供有益的参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国新材料产业发展报告 (2007)——新材料与资源、能源和环境协调发展/国家发展和改革委员会高技术产业司, 中国材料研究学会编写. —北京: 化学工业出版社, 2007. 12

ISBN 978-7-122-01629-4

I. 中… II. ①国…②中… III. 工程材料-研究报告-中国-2007 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 185759 号

责任编辑: 王晓云
责任校对: 战河红

装帧设计: 王晓宇

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 310 千字 2008 年 3 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2008——5 号

序

新材料产业发展水平是衡量一个国家产业实力和科技水平的重要标志，是世界各国尤其是发达国家抢占高技术产业国际竞争制高点、谋求战略优势的重要产业领域。

资源短缺、能源紧张、环境污染是现代社会发展面临的三大挑战。新材料作为高技术产业的基础和先导，处理好与资源、能源和环境的协调发展，对于我国这样一个人口众多、资源相对不足的发展中国家，显得尤为重要。特别是以应用为核心，积极推动节能降耗的新型材料、环境友好可再生的生物质材料、新能源材料等产业的发展，大力推动材料的优化设计和先进的加工制造技术以及全球化的标准和质量保证体系的建设，是促使我国新材料产业体系朝着高效、节能、自主创新和环境友好的方向发展，促进资源节约型和环境友好型社会建设的重要任务。

《中国新材料产业发展报告（2007）》是国家发展和改革委员会高技术产业司和中国材料研究学会编写的年度系列报告的第四部。报告紧扣可持续发展的主题，重点突出了新材料与资源、能源和环境的协调发展，内容涵盖了我国新能源材料、新结构材料、生态环境材料以及资源保护和再生利用等产业现状和发展趋势，也对存在的问题提出了应对的政策、措施和建议，希望本报告对有关部门、企事业单位、材料科技工作者和投资决策人士等能提供有益的参考。

国家发展和改革委员会副主任

张晓强

2008年1月

前 言

由国家发展和改革委员会高技术产业司和中国材料研究学会合作编写的《中国新材料产业发展报告》自 2004 年开始到 2006 年，已陆续出版了 3 集，《中国新材料产业发展报告（2007）》的主题是贯彻落实科学发展观，推动和促进新材料产业与资源、能源和环境的协调发展。

资源、能源和环境问题是现代社会发展面临的一个重大挑战，也是我国在全面建设社会主义小康社会的事业中必须面对和解决的重大问题，它关系到如何贯彻落实科学发展观，构建和谐社会，实现国民经济的可持续发展。

根据前 3 集产业报告的情况，就 2007 年产业报告的内容题材及如何组织编写，中国材料研究学会专门邀请新材料领域的资深专家召开了座谈会，与会专家经过充分讨论，一致认为，《中国新材料产业发展报告（2007）》应突出贯彻落实科学发展观，构建和谐社会和建立创新型国家的战略思想，紧扣当前国民经济发展中人们最关切、地位最突出、影响最深远的主题，也就是如何坚持新材料与资源、能源和环境的协调发展，实现国民经济的可持续发展的主题和内容来组织编写。

根据这一讨论意见，本报告围绕新材料与资源、能源和环境协调发展的主题和内容，组织和邀请了有关领域内的专家，就有关专题编写出报告，对我国新能源材料、新结构材料、生态环境材料以及资源保护和再生利用等重点产业的国内外现状、发展趋势、市场需求等各方面的情况进行了专门的评述，并针对上述产业发展存在的问题提出了相应的对策和建议。

由于时间仓促，本报告难免有不足之处，我们热切希望读者即时指正；也热烈欢迎关注我国新材料产业发展的专家、学者、材料科技工作者、企业家们的积极参与讨论。

我们谨代表本书编委员，对热中国新材料事业、积极热情为本书撰写报告的所有作者、对本书的编辑和出版付出辛勤劳动和贡献的工作人员一并表示衷心的感谢！

《中国新材料产业发展报告（2007）》编委会
2008 年 1 月

目 录

第 1 章 坚持可持续发展观，推动新材料产业与资源、能源和环境协调发展	1
1.1 我国新材料产业面临的资源、能源和环境问题	1
1.2 新材料与资源、能源和环境协调发展的思考	3
1.3 我国新材料可持续发展的建议	6
作者简介	7
第 2 章 材料与中国的可持续发展	8
2.1 传统材料的生产与应用必须予以高度重视	8
2.2 因地制宜，多种能源并举，积极开发可再生能源	12
2.2.1 太阳能的利用	13
2.2.2 风力发电	16
2.2.3 生物质能源	17
2.2.4 总结	18
2.3 生态环境的改善有赖于治沙技术的开发与推广	18
2.3.1 治沙材料及技术的要点	19
2.3.2 使用治沙材料及技术后产生显著的效果	20
2.3.3 治沙效果举例	20
2.3.4 通过治沙所能取得的效果	21
作者简介	22
第 3 章 立足自主创新，加快新材料产业化，推动创新型国家建设	27
3.1 “十五”期间新材料产业发展概况	27
3.2 “十五”期间新材料产业化实施情况	29
3.3 “十五”新材料产业化效果分析	30
3.3.1 关键技术实现突破	30
3.3.2 新兴产业蓬勃兴起	31
3.3.3 传统产业升级步伐加快	32
3.3.4 节能环保事业稳步推进	33
3.3.5 产业集群加速形成	35
3.4 “十五”新材料产业化实施的总体评价	36
3.5 结束语	38
第 4 章 生态环境材料	39
4.1 引言	39
4.2 材料回收再利用	41
4.2.1 钢铁材料	41

4.2.2	有色金属材料	42
4.2.3	石油化工材料	45
4.2.4	玻璃材料	46
4.3	废弃物资源化材料	49
4.3.1	生态水泥	50
4.3.2	利废新型墙体材料	52
4.3.3	废弃电子电器设备（材料）回收利用	54
4.4	电子功能材料领域的毒害元素替代材料	55
4.4.1	电子行业的无铅焊料	56
4.4.2	替代钽钨的多元复合稀土钨电极材料	57
4.5	天然资源材料	58
4.5.1	秸秆利用	59
4.5.2	纤维素	62
4.5.3	木质素	64
4.5.4	甲壳素	66
4.5.5	淀粉及其衍生物	67
4.5.6	蛋白质	68
4.5.7	非食用农作物工业应用和高（品质）功能生物塑料	69
4.5.8	木材改性	70
4.6	生物降解树脂	72
4.7	环境工程材料	75
4.7.1	电磁波防护类材料	75
4.7.2	环境修复材料	76
4.8	材料环境协调性评价	78
	作者简介	79
第5章	稀土材料	81
5.1	概述	81
5.2	国内外发展状况与趋势	82
5.2.1	稀土材料的冶炼与提纯	82
5.2.2	稀土永磁材料	85
5.2.3	稀土软磁材料	91
5.2.4	稀土发光材料	97
5.2.5	稀土催化剂材料	101
5.2.6	稀土储氢材料	103
5.2.7	稀土材料在其他领域中的应用	106
5.3	我国在稀土领域的产业化进展	107
5.4	前景展望	111
5.4.1	产量的评估及在全球产业中的地位	111
5.4.2	对于国民经济的作用	113

5.4.3 知识产权	113
5.5 问题、对策与发展战略	114
5.5.1 对于资源、能源和环境的影响	114
5.5.2 可持续发展战略	115
参考文献	117
作者简介	118
第6章 太阳能电池材料	119
6.1 概述	119
6.2 光伏产业发展现状与趋势	120
6.2.1 国际	120
6.2.2 国内	124
6.3 太阳电池材料发展现状与趋势	126
6.3.1 晶体硅电池材料	128
6.3.2 薄膜电池	134
6.3.3 硅基太阳能电池的原材料	141
6.4 发展前景	146
6.4.1 光伏产业发展前景	146
6.4.2 光伏技术发展前景	150
6.5 存在问题、对策和建议	151
6.5.1 存在问题	151
6.5.2 对策和建议	151
参考文献	152
作者简介	153
第7章 薄膜太阳能电池	154
7.1 引言	154
7.2 薄膜太阳能电池产业发展现状与趋势	155
7.2.1 非晶硅薄膜太阳能电池	155
7.2.2 多晶硅薄膜太阳能电池	156
7.2.3 CIS 薄膜太阳能电池	157
7.2.4 CdTe 薄膜太阳能电池	160
7.3 我国发展薄膜太阳能电池的机遇与挑战	162
参考文献	164
作者简介	165
第8章 风力发电与先进复合材料	167
8.1 前言	167
8.2 国外风电发展的现状和趋势	168
8.2.1 发展风电已成为全球能源界的共识	168
8.2.2 全球风电发展的势头强劲	170
8.3 中国风电产业的现状和存在问题	174

8.4 风电行业推动复合材料产业的发展	175
8.4.1 复合材料风电叶片的发展趋势	176
8.4.2 发展我国复合材料风机叶片产业的思考	180
参考文献	181
作者简介	181
第9章 生物基塑性复合材料（木塑复合材料）	182
9.1 概况	182
9.2 主要产品	184
9.3 市场分析	185
9.4 研发动向	186
9.5 自主创新情况	187
作者简介	188
第10章 复合材料低成本制造	189
10.1 前言	189
10.2 由性能最优先到性能/成本平衡，是复合材料发展的重要转折	190
10.3 通过成本分析，复合材料成本主要高在制造成型	192
10.4 开发低成本成型，是要实现性能与成本的平衡	194
10.5 国外低成本成型的现状及发展趋势	196
10.6 国内低成本成型产业的现状及发展趋势	198
参考文献	202
作者简介	203
第11章 我国中低品位铝资源的高效利用与铝工业可持续发展	204
11.1 概述	204
11.2 矿产资源高效利用是我国国民经济长期稳定发展和国家安全的需要	204
11.3 我国铝土矿资源利用现状与挑战	205
11.3.1 铝的提炼	205
11.3.2 铝土矿资源特征与氧化铝生产方法	206
11.4 我国中低品位铝资源高效利用的重大技术创新	210
11.4.1 浮选脱硅新技术	210
11.4.2 高效节能与清洁铝冶金新技术	218
11.5 我国中低品位铝资源高效利用技术创新发展方向	223
11.5.1 铝资源高效利用基础研究与新技术开发	224
11.5.2 高效提取氧化铝的物理化学基础与技术	228
11.5.3 基于惰性电极的铝电解新工艺	229
参考文献	230
作者简介	230
第12章 铸造钛合金的回收利用	231
12.1 铸造钛合金回收利用与循环经济	231
12.2 铸造钛合金回收处理的方法	232

12.2.1 铸造钛合金残料的分类、处理 232

12.2.2 铸造钛合金残料的熔炼技术 233

12.3 铸造钛合金回收料的应用 237

12.4 铸造钛合金回收利用的建议 238

12.4.1 目前国内铸造钛合金残料回收利用存在的问题 238

12.4.2 建议 239

参考文献 239

作者简介 239

第 1 章 坚持可持续发展观，推动新材料产业与资源、能源和环境协调发展

许 勤 任志武 韩雅芳

我国的材料工业，特别是新材料产业，虽然起步较晚，但近年来，在国家政策的扶持和材料工作者的努力下，取得长足的进步，在产业规模、技术装备、创新能力、技术开发和科学管理上都达到较高水平，满足了我国高技术产业的发展和对关键新材料的需求，为国民经济的持续发展提供了保证，同时也使我国的新材料在国际上占了一席之地。

资源短缺、能源紧张、环境污染是当代社会发展时面临的三大挑战，同其他高技术产业一样，新材料也面临着如何与资源、能源和环境协调发展的的问题。新材料是其他高技术产业发展的先导和基础，在如何面对和处理这些问题时，更是首当其冲。

1.1 我国新材料产业面临的资源、能源和环境问题

面对资源、能源和环境的巨大压力，各国都更加重视新材料与资源、能源和环境的协调发展，不断加大在这方面的研究与开发力度，并从政策、资金等方面都给予更大支持，这是新材料及其产业在资源和环境问题制约下满足经济可承受性、实现可持续发展的必然选择。开发新材料将更加重视从生产到使用的全过程对环境的影响、资源保护、生产制备过程的污染和能耗、使用性能和回收再利用的问题。新材料与资源、能源和环境的协调发展已形成全球共识。

我国是一个人口众多、幅员广大，但自然资源相对短缺的国家，我国的现代化历程起步于 20 世纪 80 年代，但实际上是沿着其他先进国家走过的老路，即以消耗大量的资源来换取经济的增长，采取先发展后治理的办法，结果是使我国面临着资源、能源和环境问题上更大的难题和压力，随着时间的推移，这些难题已日益威胁到了我国经济的发展。

同其他高新技术产业一样，我国的新材料产业也面临着资源、能源和环境问题的严重挑战。

(1) 我国新材料产业尚未跨越资源密集型的发展阶段

我国的钢铁产量和重要的有色金属产量（如铝合金、钛合金的产量）都已居世

界前列，但大都是以品位很低的矿产资源为对象进行提取、生产的，生产耗能占全国总能源消费量的10%，吨钢耗标准煤1.52t，而发达国家为0.68t，比发达国家高出1倍左右。我国的铝土矿中优质资源不多，导致冶炼过程中能耗高，环境污染严重。我国的海绵钛生产技术普遍落后，单位产出的电耗超出国际先进水平许多。整个建材产业也以矿产资源为原料，生产能耗占全国能源消费的13%。按目前水平继续发展下去，我国的资源和能源难以承受。

中国能源生产已达12亿吨标准煤，成为世界第三能源生产国，同时又成为第二大能源消费国和世界上产值能耗最高的国家。一次能源消费总量达14亿吨标准煤。我国万元GDP能耗为世界平均水平的3倍，是日本的7.2倍。

另一方面，资源利用效率有待提高。我国有色金属矿产资源利用率为60%，比发达国家低10~15个百分点；共伴生有色金属综合利用率仅为40%，比国外低20个百分点。另外，部分有色金属矿山秩序混乱，乱采滥挖、采富弃贫屡禁不止，造成资源浪费严重。

我国的稀土资源非常丰富，但大多产业处于低效率的粗放型发展模式，原材料型和中低产品占有相当大的比重，资源利用率低，个别地区还存在挖山毁林，破坏资源和环境的问题。

再生资源产业总体实力不强。同发达国家相比，我国再生有色金属在金属产量中比例还比较低，目前再生铝占铝产量的21%，再生铜占30%，再生铅占17%，再生锌更低。而美国的再生铝占总产量的40%。

我国材料产业的高能耗主要是因为设备陈旧、生产工艺落后、科技含量低和产业结构不合理而造成的。高的能耗不仅消耗了大量的资源，而且增加成本，造成经济效益低下。

(2) 我国的新材料产业也还未跨越劳动密集型发展阶段

我国的新材料产业目前还停留在劳动密集型发展阶段，主要表现在企业的自主创新能力不够，技术装备落后，产品缺乏国际市场竞争能力，人员素质不高。这是我国目前的国情决定的，我国有世界上最丰富的劳动力资源，劳动力成本低，使我国商品和劳务在国际市场上最具竞争优势，劳动密集型产业在国民经济中目前还起着重要的作用。

但劳动密集型是属于较为低层次的产业经营形态，它不是我国新材料产业发展的终极目标，劳动密集型产业竞争激烈，利润率水平低、不利于产业升级，也不利于国民素质的提高。从长远看来，这与我国发展独立自主创新型国家的战略目标不相适应。

我国的人口占世界的1/4，但有关最新的调查结果表明，在过去6年时间里，广大公众的科学素质水平停滞不前，具备基本科学素质公众的比例依旧是0.3%，美国和欧共体的这一比例分别为6.9%和4.4%。低的人员素质，造成企业管理水平低下、产品质量不高、市场应变能力差、资源利用率不高，经济效益低下。我国

的材料产业必须尽快地由劳动密集型向技术密集型转化。

(3) 我国新材料产业存在环境污染的问题

我国钢铁冶金生产排放废气、废水占工业排放量的 13%~14% (仅次于化工)。有色金属工业生产 400 万吨, 产品造成的以尾矿和废渣为主的工业固体物每年达 6000 万吨, 尾矿库总库容达 10 亿立方米, 生产过程中排放的二氧化硫、氟化氢、砷等废气, 是有毒废气的主要源头之一。全国水泥工业平均粉尘、烟尘排放量达 23.2kg/t, 年排放量达 98 万吨, 是造成城镇严重污染的主要因素之一。

我国由石油基塑料引起的“白色污染”形势严峻, 我国每年生产约 1500 万吨塑料, 而产生的塑料垃圾已超过 500 万吨。大量使用的农田覆盖地膜, 导致残留在土壤里的塑膜残片大量增加, 破坏了土壤结构, 妨碍作物根系正常生长。废弃的塑料制品、包装材料、一次性餐具数量日益增加, 留下了环境后患。

以上分析表明我国的材料产业总体尚处于粗放型的资源密集型、低素质的劳动密集型和高污染型的经济模式之中, 面临着与资源、能源和环境协调发展的艰巨任务。

1.2 新材料与资源、能源和环境协调发展的思考

面对资源和环境的双重压力, 我国新材料产业必须改变高投入、高消耗、高污染、低效益的传统路子, 调整产品结构、加大绿色环保材料的开发与应用比重是中国新材料产业急需解决的问题, 把生态环境意识贯穿于产品和生产工艺设计中, 走一条既符合中国实际, 又借鉴各国经验教训, 提高新材料产业资源能源利用效率、降低制造过程中环境污染的道路。

结合新材料领域本身的发展要求, 有以下几方面值得思考和探索。

(1) 大力发展新能源材料, 扩大能源材料的生产

我国能源生产和消费以煤为主, 专家估计, 今后 20 年这种趋势不会改变, 核能产量不到总量的 4%, 其他自然资源的能源利用率更低, 燃煤造成的二氧化硫和烟尘排放量均占其排放总量的 80%~90%, 使我国环境形势严峻的状况仍然没有改变。因此大力开发新能源及发展新能源材料, 改变我国能源生产和消费结构刻不容缓。

我国发展能源产业的战略是在今后十几年内大国发展核能同时, 加大其他新能源的开发和利用, 其中重要的一个方面是发展新能源材料。

新能源包括太阳能、生物质能、核能、风能、地热、海洋能等一次能源以及二次电源中的氢能等。新能源材料则是指实现新能源的转化和利用以及发展新能源技术中所要用到的关键材料。主要包括储氢电极合金材料为代表的镍氢电池材料、嵌锂碳负极和 LiCoO_2 正极为代表的锂离子电池材料、燃料电池材料、硅半导体材料

为代表的太阳能电池材料以及铀、钚、钍为代表的反应堆核能材料等。当前的热点和技术前沿包括高能储氢材料、聚合物电池材料、中温固体氧化物燃料电池电解质材料、多晶薄膜太阳能电池材料等。

大力发展无污染的新能源和清洁能源如太阳能、风能、地热能、海洋能及生物质能的开发利用。突破太阳能电池、燃料电池、锂离子及镍氢电池等绿色电池用关键材料技术瓶颈和产品产量问题。大力开发风能的利用，解决大功率大尺寸复合材料风能旋叶桨的制造成型技术。大力加速核能材料产业化和新材料研发。

积极发展生物能源。充分利用非粮作物、植物和农林废弃物，大力开发低成本、规模化、集约化生物能源技术，积极培育生物能源产业。我国是农业大国，潜在的生物质资源非常丰富。可作为燃料的生物质占到生物质总量的 50% 以上。农产品加工废弃物包括稻壳、玉米芯、花生壳、甘蔗渣和棉籽壳等，也是重要的生物质能源。我国有广大的森林覆盖面积，由此而提供的生物质能源十分丰富，为发展我国的生物能源提供可靠的保证。

(2) 大力发展生物基材料和环境友好材料

随着人类对绿色和环境友好的追求、对化石资源供应短缺的担忧，利用丰富的农林生物质资源，开发绿色、环境友好和可循环利用的生物基材料，是国际新材料产业发展的重要方向。生物基材料是指利用可再生生物质，包括农作物、树木、其他植物及其残体和内含物为原料，通过生物、化学以及物理等手段制造的一类新型材料，主要包括生物塑料、生物基平台化合物、生物质功能高分子材料、功能糖产品、木基工程材料等产品，具有绿色、环境友好、原料可再生以及可生物降解的特性。

针对我国的生物基材料目前尚处于发展的初期阶段，创新能力弱、产业规模小、产品市场竞争力不强的现状。选择一些重要产业着重发展，如：全降解生物塑料，包括淀粉基高分子材料、PLA、PHA、聚对苯二甲酸丙二醇酯（PTT）、聚丁二酸丁二醇酯（PBS）等；利用可再生的生物质原料生产生物基平台化合物，如生物乙烯、乳酸、1,3-丙二醇、丁二酸等；以水为介质的水性环氧树脂材料 and 功能碳质吸附材料；新型、高效功能糖产品的集成制备技术及在化工、医药、饲料和食品上的应用；无醛型的木单板/回收塑料复合板材和木塑型材。同时加大一些先进技术的研发力度，如：生物质高效转化技术，高附加值利用拓展技术，功能性材料制造技术，低质原料综合利用与定向转化技术，标准化体系构建，包括：产品质量安全检验检测技术，重要的生物基材料生产过程技术规范，不同种类生物质资源使用准则及技术，生物基材料产品应用标准等。提升我国生物基材料产业自主创新能力，突破生物基材料共性关键技术，强化工业生物技术与化工技术衔接与工程化集成，构建生物基材料技术与产品标准体系，实现重要生物基材料产品的规模化生产，彻底扭转生物基材料产业发展对外技术依赖的局面，全面提高我国生物基材料

产业的国际竞争力。

(3) 加强节能减耗的新材料的应用开发

新材料是国民经济和人们物质生活的基础，新材料的发展应朝着产品实现高性能化、多功能化、智能化的方向发展，从而降低生产成本、延长使用寿命、提高新材料产品的附加值和市场竞争力。

如新型结构材料主要通过提高强韧性、提高温度适应性、延长寿命以及材料的复合化设计等来降低成本，当今的热点是先进复合材料，主要是先进树脂基复合材料（FRP），它最大的优点是轻质高强，在航空航天领域得到越来越广泛的应用，用FRP制造的航空结构，与相同的铝合金结构相比，减重效果可达20%~40%，节约油耗达20%或更多，正因为如此，现代的大型商用飞机越来越多的采用复合材料，波音787用了50%的复合材料，空客A380也用25%的复合材料，这不仅在节能效果上产生巨大的效益，也标志着航空材料发展到一个新阶段。同样复合材料在其他的交通运输部门，如汽车、铁路、海运等以及建筑行业也正体现出广阔的前景。

高性能的轻质金属材料在节能降耗方面也有巨大潜力，主要是铝、镁等合金材料，铝合金具有密度较小，比强度、比刚度较高，成形性、加工性能优良的优点，在汽车轻型化过程中起着至关重要的作用，也是目前航空工业主要结构材料之一。铝合金应着重发展的材料包括铸造铝合金、形变铝合金、锻造铝合金、快速凝固铝合金、粉末冶金铝合金、超塑铝合金等轻型结构材料。

镁合金具有高的比强度，且尺寸稳定性、机加工性能、吸振性好。它的另一优点是熔点低，回收重熔所需能量较钢铁大为减少，具有良好的回收再生性能。近年来在汽车工业和其他交通运输部门的应用上呈上升趋势。

功能材料应以微型化、多功能化、模块集成化、智能化等方向发展来提升材料的性能。

生态环境材料及其相关产业应着短流程、低污染、低能耗、绿色化的方向发展。着重节约资源以及材料回收循环再利用。

(4) 大力发展先进的制备技术以及产品性能评价和质量保证技术

提高产业自主创新能力，充分发挥产、学、研一体化的积极作用和科技人员主观能动性，促进关键技术的开发和重大技术装备的研制；加强国际合作，引进、消化和吸收国外先进的材料成型加工和制备技术。提高生产效率和产品的性能质量，降低资源消耗，减少环境污染。

完善产业技术标准体系。鼓励自主开发、修订和完善符合经济社会发展要求的产业技术标准，积极制定先进技术标准，及时淘汰落后标准。鼓励产学研联合开发重要技术标准，支持企业、社团自主制定和参与制定国际技术标准，推动我国技术标准成为国际标准，加快国外先进标准向国内标准的转化。建立标准服务平台，推动先进技术标准的广泛应用，提升产业竞争能力。

1.3 我国新材料可持续发展的建议

(1) 改变观念，牢固树立可持续发展观

多年以来，我国的新材料产业包括传统材料产业一直是矿产资源的主要消耗者，也是能源的主要消耗者和污染环境的主要责任者之一。为此，在发展新材料产业时，必须树立和加强正确的资源意识和环境意识，在利用目前有限的资源满足人类日益增长的需要的大前提下，协调解决经济发展与环境的发展，做到近期与远期效益统一，自然、经济、社会的统一，防止先污染后治理的不良后果。对非再生资源要节约使用，回收使用，循环使用，以延长使用期限，从过度消耗资源、能源和损害环境，转变为珍惜资源、节约能源、保护环境，走与资源和环境协调发展的道路。

(2) 做好资源的综合利用，加强资源的回收和再生及深度开发

加强对传统材料产业的更新改造。加强资源的回收和再生及深度开发，花大力气改进现有材料产业生产工艺，引进和开发一些新技术，将高技术成果应用于传统材料，促进产业升级和产品的更新换代，改进产品质量，加强资源的回收和再生及深度开发，做好资源的综合利用，降低能耗，提高经济效益。

(3) 加强国际合作和技术创新，提高人员素质，提高资源和能源的利用率

技术创新是我国新材料产业持续发展的必由之路。企业是技术创新的主体。在技术创新中人是关键资源。我国拥有众多较强实力的材料研究开发人员，要充分发挥他们进行技术创新的积极性，要为他们提供良好的创新环境和条件，同时要大力发展创新教育，提高产业各级管理人员和从业人员乃至国民的科技素质和环境保护素质，加快既有高水平的材料专业知识，又能从事新技术研究开发与推广应用的“复合型”人才的培养，加快具有创新管理意识的管理人才的培养。

建立以技术引进和自主开发为技术创新的主渠道，以形成具有我国独立知识产权的，适合我国国情的高新技术材料产业。大幅提高材料产业的劳动生产率和全员劳动生产率，综合利用原材料，提高产品质量，提高资源和能源的利用率，赶上和接近国际先进水平。

(4) 开发低污染、低能耗的材料和洁净生产新工艺

实现材料产业和环境的协调发展，有效地利用有限的资源，减少材料对环境的负担性，开发对资源和能源消耗少，对环境污染小且再生利用率高的新材料和洁净生产新工艺及利用富有资源开发替代稀缺资源的新材料，积极开发材料延寿新技术、材料仿生新技术、固态废弃物高附加值综合利用新技术，以及材料制备加工中零污染与零排放技术等的发展，在保持资源平衡、能量平衡和环境平衡，实现材料产业和相关产业的可持续发展。

(5) 加强宏观组织调控，转变经济发展模式

发展新材料要按我国国情的实际情况出发，认真考虑我国的资源、人口、工业

发展阶段、科技水平的实际情况，在产业布局、产品结构及市场规划等方面统筹考虑，合理安排。要充分发挥政策的引导和支持作用。采取集中有限的资金和人力，抓住重点，带动全面的策略，综合协调材料发展中的基础研究，应用研究与开发研究的关系。同时应加强人力资源管理，尤其是高素质人才的管理，集中优势力量，有所为有所不为，破除陈规，进行创新性思维和开创性探索，不单纯抓产品，而抓住那些在应用上有重要价值，在学科上代表了发展主流的品种作为重点，同时强调解决其在科学与工程两方面的实质性障碍，从而推动全门类的发展。

在发展新材料产业时，要严格依照我国有关环境、资源的条例和法规，如《环境保护法》、《水污染防治法》、《大气层污染防治法》等法律和法规，建立严格科学的评估体系，对现有材料产业进行评估，加大产业结构调整力度，使高污染、高消耗的材料生产企业转产、合并乃至被取缔、关闭和淘汰，以节能、环保作为产品结构调整的主方向，加速产业结构的调整及升级，形成合理的产业布局和市场运作机制，加大材料与环境协调发展的管理力度，促进新材料产业由资源密集型、粗放型的发展模式向技术、知识密集型，资源节约型方向转变，使资源环境得到保护和合理开发，使新材料产业在发展中加快调整，在调整中促进发展，最终实现我国新材料产业的可持续发展。

作者简介

许 勤，国家发展和改革委员会高技术产业司司长。

任志武，国家发展和改革委员会高技术产业司副司长。

韩雅芳，中国材料研究学会秘书长。