

# 快速发展中的中国新材料产业

李克健<sup>1</sup>, 杨兰芳<sup>2</sup>, 苗振华<sup>2</sup>, 李晶<sup>2</sup>

(1 国家新材料产业发展战略咨询委员会, 北京 100083; 2 《新材料产业》编辑部, 北京 100083)

**摘要** 新材料是中国的强项,与国外水平差距相对较小。可以预见,未来新材料是中国自主创新取得实质性突破的一个关键领域。就 2005~2006 年发展比较突出的半导体照明(LED),薄膜晶体管液晶显示器,多晶硅及光伏,有机硅,聚氨酯及 MDI,锂离子电池,永磁材料,纳米材料,环境材料等产业做了简介。

**关键词** 新材料产业 快速发展 综述

## The Fast Developing Advanced Materials Industry in China

LI Kejian<sup>1</sup>, YANG Lanfang<sup>2</sup>, MIAO Zhenhua<sup>2</sup>, LI Jing<sup>2</sup>

(1 Deputy Secretary-General of Advisory Committee of National Advanced Materials Industry

Developmental ,Beijing 100083;2 《Advanced Materials Industry》 Editorial Department, Beijing 100083)

**Abstract** China has made strong efforts in the field of advanced material, and has narrow gap between overseas research level. We can foresee that advanced material is a key field to the breakthrough of China's self innovation. This paper summarizes the industry condition of LED, TFT-LCD, polycrystalline silicon and solar - pv, organosilicon, lithiumion battery, Polyurethane and MDI, permanent magnet materials nano-materials and Ecomaterials.

**Key words** advanced materials industry, fast developing, summarize

### 1 新材料是中国的强项

我国新材料研制起始于 20 世纪 50 年代,主要是为满足国防军工发展需要。数十年来的积累使我国新材料科学和研发具有较好水平,与国外水平差距相对较小。在每年的国家科技奖励项目中,新材料项目占有很大比重,如 2005 年颁发的 300 项获国家奖成果,新材料研究成果占据重要地位,特别耀眼的是连续空缺 6 年的国家技术发明一等奖,共评出 2 项,都是新材料项目;据中国科技情报研究中心研究报告,2005 年中国科技论文发表总量据世界第 10 位,而材料科学论文据世界第 2 位,其中有些子领域已进入“三甲”。

关键材料与核心部件是中国创造的关键。新材料研发及产业链相对较短,投资门槛相对较低,自主创新成果较多,环境负荷较小,利润空间大,使各地把发展新材料产业列为发展重点方向。据不完全统计,在由科技部火炬高技术产业

开发中心批准的 120 余个“国家火炬计划特色基地”中,以新材料为重点方向的约占三分之一;每年申报和批准的国家火炬项目中,新材料比重约大于四分之一;在 53 个国家级高新技术产业开发区中,约有三分之一把新材料作为重要方向。可以预见,未来新材料是中国自主创新取得实质性突破的一个关键领域。

北京长城企业战略研究所专家认为,“从发展趋势上看,中国制造在全球处在从垂直分工向水平分工(注 1)的转型过程中,而新材料最有可能首当其冲。“新材料是我国在国际水平分工中可能突破的第一大领域”。据赛迪顾问公司测算,我国新材料产业 2001~2005 年以每年 20% 的速度增长,2006 年产业规模约 266 亿美元,“十一·五”期间将继续以较高速发展,预计 2010 年产业规模将超过 800 亿美元(注 2)(图 1,数据来源:赛迪顾问,2007,01)

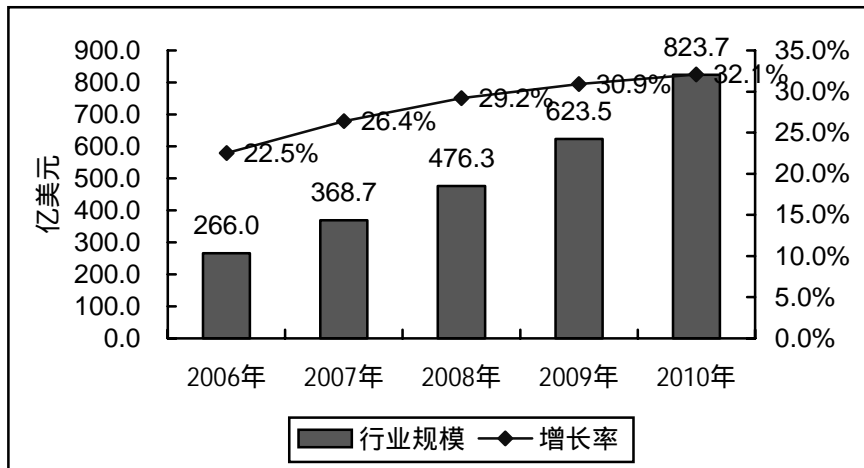


图1 2006-2010年中国新材料产业规模预测

当前新材料产业发展态势是：新的研发成果不断出现，产业发展速度快，经济效益高，有较多产品进入国际先进行列，跨国公司纷纷在中国建厂，同时中国新材料企业开始跨国兼并外国企业。

综观我国新材料产业发展，仅就 2005~2006 年发展比较突出的半导体照明(LED)，薄膜晶体管液晶显示器，多晶硅及光伏，有机硅，聚氨酯及 MDI，锂离子电池，永磁材料，纳米材料，环境材料等产业简介如下。

## 2 半导体照明产业异彩纷呈

半导体照明技术是半导体技术进步为人类社会带来的又一次重大机遇，被认为是 21 世纪最具发展前景的高技术领域之一。景观照明(替代霓虹灯)节能 70%、交通信号灯(替代白炽灯)节能 80%，如能进入普通照明，节能的效果将更加显著。中国作为世界制造中心的地位和中国城市化进程将成为半导体照明产业的两大需求动因，中国将成为全世界最大的 LED 消费国。预计 2010 年我国照明用电将达到 3500 亿度，如能实现在普通照明领域上的应用可以产生很大的节能效益和环境效益。发展半导体照明，可以提升传统照明产业，带动原材料、重大装备、信息、汽车等相关行业发展。预计 2010 年我国半导体照明及相关产业规模将达到 1000 亿元。



图 2 厦门 LED 夜景照明：厦门集美大学城

“十五”期间，国家紧急启动了国家半导体照明工程，科技部、发改委、信息产业部等共投入约 1.5 亿元。经过工程的组织与实施，功率型芯片和功率型白光封装达到国际产业化先进水平，发光功率和发光效率分别达到 189 流明瓦(mW)和 47lm/W，改变了过去蓝光芯片主要依赖进口的不利局面；包括 LED 车灯、矿灯等 4 大类 140 多个新产品陆续开发成功，大部分已实现了批量生产。2005 年国产 LED 约 180 亿粒，销售额约 133 亿元，芯片国内市场占有率 27%，2001~2005 年市场销售额增长率 48%，其中高亮度芯片从无到有，2005 年国产高亮芯片市场占有率 37%。已经形成了从外延片生产、芯片制备、器件封装到集成应用的比较完整的研发体系。对我国未来半导体普通白光照明产业实现跨越式发展，奠定了较好的基础。2006 年继续快速发展，大批海外学子回国创业，引入日本、韩国和台湾地区的技术团队，使国内 LED 企业技术水平大幅提高。预计 2006 年国产 LED 芯片 250 亿粒，销售额超过 160 亿元，国际市场占有率 15% 以上。我国 LED 相关企业 2200 余家，其中较具规模的约 10%，

如上海兰宝、厦门三安、大连路美、上海兰光、深圳方大、江西联创、深圳量子、河北鑫谷、宁波升普、厦门华联、佛山国星光电等。

## 3 薄膜晶体管液晶显示器产业链逐步形成

薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)在国内是一个新兴产业，近年我国 TFT-LCD 产业正呈现出蓬勃发展态势。京东方、上广电和龙腾光电等 3 条液晶面板 5 代生产线建成投产，上海天马的 4.5 代生产线、聚龙光电的 6 代生产线也在拟建中。有专家称，中国极有可能成为全球下一个液晶面板制造中心。

TFT-LCD 产业是一个投资大、风险高的产业。企业要降低成本，就必须将液晶面板主要部件的生产厂商吸引到企业周围以实现产业聚合效应，并实现技术交流和协同作业，才能在竞争中处于相对有利的位置。特别是，在液晶面板制造中成本占其 60%~70%的玻璃基板，对 TFT-LCD 产业发展起到至关重要的作用。2006 年，玻璃基板制造巨头美国康宁、日本电气硝子花落京、沪，分别建设玻璃基板厂为京、沪液晶面板企业配套生产第 5 代玻璃基板产品。一方面节约了国内液晶企业的生产成本，扩大了下游企业的利润空间，另一方面也使液晶面板企业能够更从容地调整产品策略，从而使京东方、上广电等液晶面板企业获得更强的生命力。更为可喜的是，2007 年 1 月，我国第一条玻璃基板生产线也在彩虹集团开工建设，这一总投资 13 亿元人民币，首期投资 7 亿元建设的 TFT-LCD5 代玻璃基板生产线，年生产能力将达到 75 万平方米。

玻璃基板龙头进入国内及国内玻璃基板生产线的开建，迈出了完善我国液晶产业链的重要步伐，将直接提升国内液晶产业链的完整性，并将促进配套产业的发展，为我国建设具有全球竞争力的 TFT-LCD 产业集群，并最终获得 TFT-LCD 产业链上的话语权奠定基础。据国际半导体设备暨材料协会(SEMI)的资料显示，2007 年中国 TFT-LCD 增长率可能达到 35%，2008 年预计增长 50%。

## 4 急速扩张的光伏产业

国际市场油价一路走高，环境污染严重，寻找绿色能源提上各国政府的重要议事日程。德国光伏市场快速启动，2005 年德国的系统安装总量占全球安装总量的 57%，需大量进口太阳能组件。2004 年无锡尚德太阳能电力有限公司在美国成功上市。在这两个因素刺激下，中国光伏产业链超常规快速大规模扩张。2005 年中国太阳能电池产量约 150MW，2006 年预计达到 1400MW，代表性企业有：无锡尚德(300MW)、中电电气(南京)光伏公司(150MW)、宁波太阳能电源公司(100MW)等。与此相适应，太阳能硅片加工能力也急速扩张，2005 年我国单晶硅锭和多晶硅铸锭生产能力已超过 5000t；河北宁晋晶龙集团至 2006 年安装单晶炉 300 台，生产能力达 2250t，折合太阳能电池 200MW，成为世界最大太阳能级单晶硅生产厂。另外保定天威利、锦州华日、江西赛维 LDK 等也有相当规模，2006 年产能更大。

相比中下游产业的高速发展,上游的多晶硅远不能满足需求。由于我国没有掌握先进多晶硅生产技术,国外技术封锁,2005年我国市场约需1600t多晶硅,自产只有90t,2006年约需5000t,自产约300t,中下游企业只能到国外高价购买多晶硅。2005年12月,洛阳中硅高科技有限公司利用具有自主知识产权的技术和关键生产设备,建成了第一条年产300t多晶硅生产线。在市场缺口大、价格不断上扬的刺激下,中国投资多晶硅项目的企业也是“忽如一夜春风来”除峨嵋、洛阳中硅、新光硅业等在建的千吨级多晶硅项目以外,国内约有10多个省市30多家企业在筹划上多晶硅项目,其中包括洛阳中硅二期3000t项目。据统计,国内在建和准备筹建的多晶硅项目,总产能将月5万余吨/年。

纵览我国光伏产业超常轨发展,需要加强理性化,更多考虑产业安全,提高抗风险能力。



图3 太阳能电池板

## 5 蓝星并购罗地亚,中国有机硅产业发展迅速

有机硅是世界上应用最为广泛的材料之一,是由粗硅氧化制备的一大类材料的总称。利用硅氧化合成得到的硅油、硅橡胶、硅树脂、硅乳剂等应用于国民经济的各个领域。

2006年10月26日中国蓝星(集团)总公司100%收购法国罗地亚公司有机硅及硫化物业务。本次并购之后,蓝星将成为中国在欧洲最大的境外投资企业。至此,蓝星有机硅单体生产能力将达到42万吨,从世界第六跻身为世界第三,同时也大大提高我国有机硅下游产品的生产规模和技术水平。这是蓝星继收购世界第二大蛋氨酸企业法国安迪苏集团之后的又一次跨国并购。

蓝星的这项收购包括罗地亚公司有机硅业务的专利技术、生产装置、销售渠道等,从而使蓝星从国内有机硅行业的龙头企业跃升为国际有机硅巨擘。蓝星并购罗地亚的有机硅业务后,将在保持现有业务稳定高效运行的基础上,实施获得国家发改委核准的40万吨/年有机硅单体项目建设计划,总生产能力将达82万吨,居世界第一,保持在全球范围内的技术领先和竞争优势。

此次收购也标志着我国自1996年万吨级有机硅开车成功后,通过10年的发展,已跻身世界有机硅强国行列

近10年来,国内硅氧烷表观消费量年均增长率为31%,远高于世界其他国家和地区的增长速度,预计未来5年我国硅氧烷需求将保持年均20%以上增长。近几年以及今后相当

长的时间内,世界范围内有机硅最强劲的需求来自亚洲。中国市场需求量更是以高速率扩大,成为全球增长最快的市场,中国市场的快速增长吸引了世界各大有机硅公司。

## 6 中国聚氨酯产业迅速发展,MDI巨头抢滩中国市场

受聚氨酯涂料、热塑性聚氨酯弹性体(TPU)氨纶和合成革浆料大幅增长的拉动,我国聚氨酯工业在近十年的发展中保持了较高的增长速度。2005年,我国聚氨酯产品消费量达到300万吨,2003~2005年聚氨酯产品消费量的年均增长率达到21%。

聚氨酯主要原料二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)长期依赖国外进口。2006年初,烟台万华聚氨酯股份有限公司依靠自己开发的技术,投资25.8亿元,建设的16万吨MDI工程正式投产运营,加上原有的10万吨能力,使聚氨酯原料供应局面改观。

我国巨大的市场容量和较快增长的市场需求,带来了全球聚氨酯厂商在我国的新一轮投资热潮。2006年8月巴斯夫、亨斯迈、上海华谊(集团)公司、中石化上海高桥石油化工有限公司和上海氯碱化工股份有限公司在上海合资建设的一体化异氰酸酯项目宣布投产。此项目具有年产24万吨MDI和16万吨甲苯二异氰酸酯(TDI)的生产能力。五家公司总投资10亿美元组成三个合资企业运作,即上海巴斯夫聚氨酯有限公司、上海联恒异氰酸酯有限公司和亨斯迈聚氨酯上海有限公司,上海联恒异氰酸酯有限公司生产粗MDI及其原材料苯胺与硝基苯。2006年9月,世界化工巨头拜耳在华最大投资项目——投资总额为18亿美元的上海一体化基地在沪正式投产。上海一体化基地是拜耳公司历史上在德国以外的最大投资项目,投产的一体化基地包括了外界普遍关注的聚氨酯联合体基地核心项目,以及聚碳酸酯模克隆世界级工厂等。此次宣布投产的MDI装置初始生产能力为8万吨/年,拜耳将于2008年投产年产量35万吨的大规模MDI生产工厂。同样已经列入公司计划的还有中间体TDI的生产工厂,用于生产弹性塑料泡沫材料。

## 7 中国成为全球磁体产业的中心

2005年我国永磁材料产能达3.5万吨,直接产值60~80亿元,带动相关应用200亿以上,2006年,烧结钕铁硼磁体全球产量跃升到近五万吨,我国占据了78.2%的份额。“十五”期间,我国取得863高性能稀土永磁领域多项成果,包括千吨级钕铁硼生产线真空速凝关键技术,600kg真空熔炼速凝炉已投放市场,开发了“双合金结合速凝工艺”新技术等。申请发明专利8项。已能大批量生产N50钕铁硼磁体产业不论在“质”和“量”上都发生了根本性的变化,已成为全球性的磁体产业亮点,成为世界永磁材料产业的中坚力量。钕铁硼将成为主要商品磁体。

从2003年以来我国烧结钕铁硼产量增长均保持在30%以上,我国烧结钕铁硼产量份额在2001年超过50%后,一直稳居世界首位。我国磁体的价格不到西方市场的一半,全

球的磁体用户纷纷将定单转向中国,我国钕铁硼磁体厂家的订单接应不暇,西方磁体厂家则在中国廉价磁体冲击下不得不竞相降价。2006 年,稀土原料价格猛涨导致磁体价格停跌转升,对于稀土永磁厂家却不失为一件好事。这将使我国磁体厂家更为重视资源利用,摒弃粗放式生产,集中于生产高附加值的高档磁体。

中国成为“全球稀土磁体产业的中心”,不但是因为我国各类磁体产量占全球总量一半,更因为中国能提供物美价廉的产品。与发达国家稀土磁体是高投入、高产值、高利润的“三高”产业截然不同,中国以软件技术上的相应改动来弥补硬件的不足,成功采用“二次成形工艺”生产出合格产品,低投入,高产量,低效益的产品正好符合全球市场需求的趋势。目前我国稀土生产已经形成一套完整的工业体系,迅速成长为全球最大的稀土永磁生产、应用基地和研发中心,能够批量生产 VCM、微电机以及医用核磁共振谱仪等 N50-N55 档钕铁硼磁体,打破了发达国家的市场垄断。



图 4 磁性材料制品

## 8 异军突起的锂离子电池

我国“十五”期间在锂离子电池关键技术集成方面,突破了镍钴锰酸锂正极材料、高容量氧空位磷酸铁锂正极材料、复合锰酸锂正极材料工艺技术;突破了新型高性能锂离子电池正极材料、流体材料和电解液在锂离子电池中的集成核心技术,比能量、循环寿命及安全性能等方面大幅度提高。镍钴锰酸锂开始部分取代钴酸锂,我国小型电池性价比明显提升。改性复合锰酸锂和磷酸铁锂优于国际同类产品水平,保障了电动汽车重大专项高功率锂离子电池项目的顺利推进,以此生产的 10Ah 高能量型和 7.5Ah 高功率型锂离子动力电池 2004 年通过美国 UL 安全测试,成为中国本土第一个通过 UL 认证的锂离子动力电池,该类电池已率先批量进入国际市场。目前,镍钴锰酸锂等新型正极材料已在山东、广州等地形成百吨级生产规模。该项目与其它相关计划与项目的研究成果,已形成具有我国自主知识产权的高性能锂离子电池及其相关材料的专有技术,带动并提高了我国锂离子电池产业的整体技术水平;使我国信息、通信和小型动力装置等使用的移动电源达到了世界先进水平;引导形成了以新能源材料和高性能锂离子电池为主导产品的新兴产业,包括手机电源、笔记本电脑电源、摄像机电源和小型动力电源等;促进了上游原材料产业发展。最近几年,锂离子电池的发展速度高于其他二次电池,2005 年产量超过 9 亿只,已达到近 100

亿人民币的产业规模,约占世界信息、通信和小型动力电源领域使用锂离子电池市场的 30% 以上,进入世界前三名。2006 年预计产量 11~13 亿只,产业规模进一步扩大。深圳比亚迪作为一家新的全球供应商,正成为强有力的竞争者,2005 年产量达 2 亿只。天津力神股份的方形液态/聚物理锂电池/圆柱形锂离子电池产量增长迅速,预计 2006 年生产各类锂离子电池 2 亿只。中信国安在锰酸锂正极材料、北大先行在磷酸铁锂正极材料产业方面有较大进展。

## 9 纳米材料与技术的产业效益开始星火燎原

纳米材料技术对人类的健康、财富和安全产生的重大影响,纳米材料技术具有巨大的市场冲击力。

疾病筛查、检测和诊断是纳米技术应用的重要方向。由云南大学、吉林大学及昆明云大生物技术有限公司共同承担的“乙肝、艾滋病检测用纳米晶免疫试纸”,采用自主研发的新型纳米晶,来提升免疫层析检测技术,使灵敏度较极大提高,并实现了定量检测,准确率在 99% 以上;改性金及磁性 HIV-1/2 抗体诊断试纸的测试性能达到世界卫生组织(SFDA)标准血清盘的检测标准;磁性乙肝诊断试纸的灵敏度可达 0.1ng/ml,超过 SFDA 规定的检测标准。已形成年产 3000 万条乙肝诊断试纸的生产能力,效益显著。

纳米化聚丙烯酸系高性能水性木器涂料主要性能指标达到同类油性涂料的国家标准,可挥发性有机物含量低(6g/L),已形成了年产万吨的纳米化聚丙烯酸酯系共聚物乳液的合成和聚丙烯酸系水性木器涂料的制备两项工业化生产技术。该产品可以取代油性涂料广泛用于木器家具的涂装和家庭、宾馆的装修。水分散环境友好型纳米结构漆适用于建筑、汽车、铁路、化工等工业用漆。已建成年产 1000t 的水分散环境友好型纳米结构工业漆生产线 2 条,建成年产 1000t 的水分散环境友好型纳米结构汽车漆生产线 1 条,建成年产 1 万吨水分散环境友好型纳米结构建筑漆生产线 1 条。产品各项指标达到或超过国家相关行业标准,并实现销售收入 1102 万元。

“纳米金刚石复合涂层”采用化学气相沉积法(CVD),在硬质合金拉拔模具内孔和其他耐磨器件表面涂覆纳米金刚石复合涂层,产品技术性能达到了国际先进水平,已由上海交友钻石涂层有限公司实现产业化,该产品已在七十多家生产企业应用,新增产值 14 亿、利润 4510 万元、税收 6009 万元。

高聚物基纳米特种功能纤维可提升传统化学纤维的功能性,实现了功能性、舒适性与可纺性的有效统一。目前已建成 3000 吨/年功能性纳米复合树脂的加工生产线一条,建成了年产 10000 吨/年功能性纤维加工能力的研发生产基地。导湿功能 PP 纤维及其制品、抗菌功能 PP 和 PET 纤维等已在上海依福瑞实业有限公司和上海金霞化纤有限公司等企业成功实现产业化,新增产值 3.25 亿元,新增利税累计达 7200 多万元。

## 10 绿色制造势在必行，环境友好材料应运而生

2005年8月13日欧共体《关于报废电子电气设备指令》(WEEE指令)生效,2006年7月1日欧共体《关于在电子电气设备中限制使用某些有害物质的指令》(ROHS指令)生效,2007年又将相继推出《关于化学品注册、评估、许可和限制制度》(REACH法规)和《用能源产品生态设计框架指令》(UEP指令)。这些法规严禁对环境和人体造成污染和伤害的有毒、污染物质(如含铅、镉、6价铬、溴等卤族化合物)在欧共体国家生产和进口。美国、日本也颁布了相关“绿色法令”。中国政府也着手制定环保法规。这对我国长期生产、使用和大量出口的材料和制品提出了严重挑战,也为环境友好的新材料发展带来了机遇。

在‘十五’期间我国“863计划”安排的固沙植被用新材料及其低成本制备技术,二氧化碳共聚物的工业化合成及其在医学领域的应用,光催化自洁净玻璃在线制造方法,环境功能型建筑材料,材料环境协调性评价技术及其应用,环境协调材料(无铅焊料、环境友好涂料等)及清洁制备技术(高效清洁催化剂),低成本全降解农用地膜,以及降低废弃物排放及综合利用的新型功能材料与技术方面的20多个研究项目,绝大部分都已经产生了一批具有自主知识产权的新技术。我国电子电器行业在国际“绿色指令”的压力下,企业与有关大学、研究院所相结合,围绕高端绿色与环保材料,在开展电子电器产品急需的替代有毒、有害元素的材料研究开发方面取得了明显进展,比如:环境友好的封装材料、涂料、阻燃剂及无铅焊料等。此外,如:钙钛矿结构的钛酸铋钠钾系列和铋层状结构的钛酸铋锶钙系列的无铅压电陶瓷材料;复合稀土钨电极及钼阴极、金属载体/极板等系列新型环境材

料等,都是替代有毒有害材料的新材料。这些新材料的研制成功和实现工业化应用,标志着我国在这些方面已达到了国际水平。

广东佛山炜林纳功能材料有限公司利用以往研究成果,开发出轻稀土功能助剂,替代原用的含铅盐的助剂用于塑料改性,使我国塑料制品达到ROHS环保法令要求。炜林纳成立于2001年,原本是注册资金100万元的小厂,因产品受市场追捧,产量连年翻番,至2006年达到3万吨能力,仍不能满足市场需要,预计2007年6月可扩产到10万吨,可新增产值16亿元,创利税4亿元,带动相关塑料产业300亿元以上。

北京有色金属研究院研发的无铅焊料,因成本高于有铅焊料,长期找不到市场而不能产业化。ROHS环保法令出台后需求急剧扩大,供不应求,正在扩大生产规模。

### 参考文献

- 1 2005《中国期刊引证报告》中国科学技术信息研究所2006年度出版
- 2 《新材料是引导“中国制造”走向“中国创造”的关键》:北京长城企业战略研究所王德录,2007年1月在北京新材料年会报告
- 3 中国半导体照明产业发展报告》2005年,国家新材料行业生产力促进中心编
- 4 《中国半导体照明产业发展年鉴》2006年,国家半导体照明工程研发及产业联盟编
- 5 《中国磁性材料发展报告2006年度》,中国磁性材料工业协会
- 6 《新材料产业》2006年第12期,2007年第1期
- 7 《国家863计划新材料领域十五成果报告》新材料领域专家委员会工作报告