

世界高新材料技术发展的新趋势

湖北省自动化研究所 孙顺庚
武汉大学 孙灏

本文根据 90 年代以来新材料技术的新进展,高度概括地评述了世界新材料技术发展的新趋势,以期对跟踪世界高新技术提供依据。

关键词: 新材料, 新趋势

New Trend of the Developing of High and New Materials Technology in the World

Sun Shungeng
(Automation Institute in Hubei)

Sun Hao
(Wuhan University)

In this paper, trend of developing of new materials technology in the world is reviewed briefly on the basis of developing of materials since the nineties, in order to provide basis for following the tracks of high and new technology in the world.

Key words: new materials, new trend.

前 言

高新材料技术是高技术开发的一个关键领域。它在整个高技术发展中起着先导和基础的作用,常被视为高技术发展的突破口。它的发展对工业乃至整个国民经济发展起着决定性作用。进入 90 年代以来,高新材料技术的发展,尤其是在加速商品化进程方面取得长足进展,未来十余年高新材料技术将进入实用化时期,并将朝着复合化、智能化、多功能化和高性能化的方向阔步前进,市场需求将迅速稳步增长。

据日本通产省的一份调查报告《新材料工业——一项未来的方针》估计,到 2000 年全世界高新材料的市场将达到 95000~126000 亿日元。在这些材料中,排在最前面的是无机材料,包括半导体材料、粉末金属、无定形合金和磁性材料等,到本世纪末,销售额将达到 35000~65000 亿日元;其次是金属材料和高分子材料,2000 年销售额将从 1987 年的 8450 亿日元增加到 22000 亿日元;最后是复合材料,2000 年将从 1987 年的 5350 亿日元增加到 16800 亿日元。

一、高新技术塑料及新型光学材料

高技术新型塑料将朝着更高性能,质轻、高强、耐

热、抗拉、更硬及更便宜方向发展,其开发速度、生产能力和市场需求将日益扩大;1991 年全世界这种新型塑料消费量增长 20%;预计今后 10 年将以 15%~25% 的速率继续增长。如最近日本通产省材料研究所研制出一种新型增强塑料,其硬度、抗拉强度、比重及其它性能指标均优于铁,可广泛应用于动力工程及其它工程零部件。类似的高性能工程塑料还有液晶聚合物、聚醚砜树脂、PPS 树脂、聚醚酰亚胺 (PEI)、酮系及尼龙 46 等也将是今后高技术塑料发展的重点和新趋势。

未来高技术塑料将会在电子、医疗、航空航天、汽车等领域得到日益广泛的应用,并给这些领域带来巨大的经济与社会效益。法国蒂艾分子材料实验室的科研人员最近研制出世界第一个用有机聚合物制成的“软晶体管”或称“有机晶体管”。经试验表明,其性能足以同非结晶硅器件相媲美,而生产成本却低得多。科学家们认为,用“软晶体管”可生产出折叠式收音机,可卷式电视荧光屏等,从而将使电子电器走向“柔性化”发展的新时代。美国 Amoco 公司新推出医用、耐久性好及民用飞机用的发热低、烟雾与毒物放出量少的聚砜类新品种;美国福特公司研制开发出世界首台全塑汽车,其重量比传统汽车轻 570kg,油耗降低 1/5。日本新型塑料汽车平均每辆使用塑料 180kg,减轻重量约 1/5,比油耗减少 1/4。美国、日本、意大利联合开发的波音 767、757、A310

等大型客机,各种塑料用量平均占主机重量的40%,节能 $\frac{1}{4}$ 。高新技术塑料在这些领域展现出美好应用前景。

预计今后10年,新型光学材料的世界市场需求约以2.7%的年均增长率递增,美国约为4.4%。从目前的发展形势来看,新型光学材料在军用市场的应用呈下降趋势,在工业和医学领域呈上升趋势。新型光学材料及器件的发展前景是:长距离高性能光纤材料及其器件和短距离优质光纤材料及其配套器件,各种先进的光学晶体材料,低成本激光器,多色光发光二极管等都将得到重大发展及广泛应用。例如日本庆应义塾大学前不久采用折射率低的甲基丙烯酸甲酯和折射率高的甲基丙烯酸苄酯两种单体作原料,制成了信息传送容量为市场销售塑料光纤100倍的新型高技术塑料光纤,该材料具有十分可观的商用价值。预计,2000年日本将成为塑料光纤的最大市场,高达2.25亿美元,约占当时世界市场的%左右。

二、新型金属材料

加速推进形状记忆合金、非晶质合金和贮氢合金的商用化程度,研制开发优异、高温高强和质轻的铝-锂合金和金属间化合物在航空航天领域的应用,开发高磁通密度的金属磁性材料和探索金属基复合材料在非航空航天领域的应用等是新型金属材料的发展趋势。

目前,美国、日本等正在抓紧致力于形状记忆合金、非晶质合金和贮氢合金的商品化。美国Haychem公司、联合信号电器公司等,以及日本企业正准备投入相当数额资金进行技术开发,以尽快形成规模生产,满足生产需求。Cu系记忆合金已形成一定生产能力,并即将投放连接器市场;高压器用非晶质合金已在美国首次正式批量生产;贮氢合金越来越广泛的应用于镍、氢电池、航空航天以及汽车汽化器与阀门等。到本世纪末,该三种新金属随着商品化程度的迅速提高,其生产能力和市场需求将与日剧增。

铝-锂合金和金属间化合物是当前航空航天工业研制开发的、重点,是最有发展前途的航空航天新材料。用铝-锂合金取代普通铝合金,能使机身总重减轻10~20%,并能提高飞机性能和降低比油耗。最近在改进强度方面取得一定突破,开发出室温下强度为689MPa和250℃为517MPa的铝-锂合金。金属间化合物是另一极有潜力的高温结构材料。一些金属间化合物如NiAl的强度具有与温度变化同向的特点。目前研制的镍铝、铁铝、钛铝等轻质金属间化合物,在提高其性能方面遇到许多技术难题,距广泛应用还相差较大距离。预计,2000年以前很难达到实用化程度。

金属磁性材料开始展现新貌,金属基复合材料在非航空航天领域应用前景广阔。日本新日铁刚研制成功一种在液氮温度下能产生磁通密度高达13500G磁场的Y-Ba-Cu系氧化物超导体块状永久磁铁,其特性是高性能

Nd-Fe-B系的3倍;在软磁铁方面,现已开发出频率为100kHz,温度在80℃时,磁芯损失为目前最低值250kW/m³的MnZn磁铁。据美国Gorham先进材料研究所对新型永久磁铁的调查,到本世纪末,其市场将从1990年的20亿增至65亿美元,其中Nd-Fe-B系磁铁将从3.6亿美元增至27亿美元。金属基复合材料在非航空航天领域,特别是在汽车工业中具有很大的发展潜力。日本许多公司正在加紧这方面的探索与开发,以便为商业化取得经验,目前已率先在汽车发动机零件如活塞等中采用铝基复合材料。

三、高技术陶瓷

研制开发高硬度、低比重、大强度、长耐用、无腐蚀等高性能材料是高技术陶瓷的发展新趋势。具体而言是:促进第一代结构陶瓷—ZrO₂、Si₃N₄等的全面实用化及其在光纤连接器套管、加工塑料和金属用的优质铸模等方面的应用;开发第二代结构陶瓷氮化硅与碳化硅复合材料和金刚石薄膜的制造新方法,使汽车发动机轴承和切削工具等用陶瓷零部件提前实用及商品化。最近美国阿里森公司开发出AGT-5陶瓷汽车发动机,它在1370℃温度下已运行3500h,与现在通用发动机公司生产的四缸发动机相比,重量减少3%,且不需要冷却系统和绝热装置。这种陶瓷发动机的热效率和功率可以提高30%,具有重量轻、结构简单、体积小、成本低等优点。高技术陶瓷在这方面的应用具有很大潜力。

本世纪最后几年高技术陶瓷的市场发展趋势是:稳步发展,并维持到21世纪。1988年世界高性能陶瓷的销售额为78亿美元,1990年为90亿美元,到90年代中期可达到200亿美元,到2000年可望增至900亿美元。

四、复合材料

世界复合材料发展的新趋势是:开发耐高温、高强度、低成本的热塑性树脂聚醚砜、聚苯硫醚、聚醚醚酮和聚醚酰亚胺等;改进热固性树脂使其具有耐高温、耐湿性、高韧性、易模塑加工等特点;扩大聚合物基复合材料的市场,使其在航空航天领域和工业、科研及其它民用领域得到更为广泛的应用。

最近美国杜邦公司开发的一种热塑性树脂基复合材料用作飞机零部件时,其重量比铝制的轻45%,成本比热固性树脂低50%~70%;这种复合材料是由碳纤维或芳纶纤维增强的聚醚醚酮构成;这样一类热塑性树脂具有巨大的竞争潜力和商用价值。改进热固性树脂已初见端倪,如法国的罗纳-普朗公司、英国的ICI纤维公司、道化学公司等取得很大成效,并有待今后进一步提高。进入90年代,聚合物基复合材料增长名列各复合材料之冠,今后若干年将继续以较高速度增长,并将持续到下个世纪。到1995年高性能聚合物复合材料的销

售额将从 1990 年的 39 亿美元增至 55 亿美元，年均增长率为 7%。2000 年其销售额将可望达到 90 亿美元。

五、超导材料

致力于超导温度的不断提高，使其在稳定的惰性气体液态氮的温度上（即 -250 C 或 63.3K）乃至更高温度一室温，推进超导材料在电力输送、电子检测、大规模集成电路、计算机、磁悬浮运输等领域的广泛应用是本世纪末和下世纪超导材料发展的新趋势。

超导材料（相对绝对零度而言又常称为“高温超导材料”）被誉为 20 世纪末的最重大发现。但现在距大规模商业化程度还差相当一段距离，其主要技术难题是超导温度还不够高。科学家们正为此不遗余力。1991 年美国贝尔实验室率先发现新型超导体 C_{60} ；日本奋起直追，日本电气基础研究所制成临界温度为 33K 的 C_{60} （美国最高为 43K）；最近日本无机材料研究所开发出 B1 系高温超导材料，把临界温度提高到 124K，远远高出惰性气体液态氮的温度。可见超导临界温度正在以惊人的速度向室温靠近，可望在 20 世纪末或 21 世纪达到此温度。

即使在目前的超导临界温度下，超导材料的应用前景亦非常迷人。目前已有许多接近实用的样品问世，而且有些产品已开始上市。美国电话电报公司已用超导材料制成无电阻、不发热、安全可靠的柔性电线，它与常规输电比可减少浪费 15%，在美国如果推广使用超导输电线，每年可节省 100 亿美元。若全世界推广，每年可节省近万亿美元。日本富士通公司使用钇钡铜氧化物 HTc 超导材料研制成超导晶体管。此晶体管在 -269 C 下，可放大电压和电流的倍数分别为 3 倍和近 1000 倍，而且温度越低越好。这种超导晶体管可用于电子通讯、信号处理设备及雷达天线、卫星中。新近，日本率先研制出世界上第一台超导体原件组成的计算机，其运算速度比现有同类型半导体计算机快 10 倍，耗电钟相当于

普通计算机的千分之一。日本东芝利用超导磁体悬浮制成搬运装置；电子技术综合研究所新试制成每分 3600 转的超导发动机；更有前景的是超导微磁传感器（SQUID），可测出地球磁力的一亿分之一，用它可制成脑磁计、心磁计等人体脏器磁测计，可望给医学带来一场革命。东京至大阪的中央直线型超导悬浮列车计划已开始酝酿，等等。

目前，世界范围的超导材料及其制品的年销售额仅为 3 亿美元，到 2000 年，其成交额可望达到 36 亿美元。倘若研制出室温超导材料，其市场规模将会激增至 360 亿美元。

六、智能材料和环境材料

是材料科学中最热门的领域之一。智能材料将朝着有一定反应和响应、能适应多种环境变化的方向发展，如纤维智能化材料、玻璃智能化光材料、半导体智能化光电材料等。目前日本已研制出一种做衣服用的全天候的纤维。穿着这种衣服，可防热、防冷，亦可抗菌、防臭、防污染，1g 重这种纤维可以拉织成 9km 长的丝。今年日本科技厅即将实施玻璃智能化光材料的研究计划。

环境材料主要是开发与环境协调即在使用和废弃过程中减轻环境负担的新材料。据抽样调查，未来环境材料的发展将朝着社会公众及企业最关注的氢气吸附合金、可循环利用塑料、铝木复合材料、生物分解塑料、氢和氟里昂的替代物以及二氧化碳固化技术、环境传感器等方向发展。预计本世纪末将会有较大发展。

参考文献

1. Super conductor update, high-tech Materials Alert, 1991, No. 8
2. Sampe Technical Roundup, Materials Edge, 1991, No. 24
3. '91 新材展つしエー, NIKKEI New Materials, 1991, No. 97

（上接第 45 页）

水平的标志。表 6 列出了各国 IF 钢产量分配情况。

我国对 IF 钢的研制起步虽较晚，但宝钢和武钢研制的产品已经进入实用阶段。今后十年随着我国汽车工业的发展

表 6 各国 IF 钢产量（万吨）⁽²⁾

日本	西德	法国	荷兰	比利时	英国	奥地利	世界
~400	≥78	≥80	~25	~10	~10	~9	≥700

* 引自 Cranb, 1990, No. 9, P102~3

展，IF 钢系列汽车用钢板的研制和生产也将会有一个大的发展，IF 钢系列汽车用钢板的研制和生产也将会有一个大的发展，国产汽车的生产全面采用第三代冲压用钢—无间隙原子钢的新格局即将到来。

参考文献

1. 王先进等，《IF 钢织构控制》，内部资料
2. 王先进等，《超低碳钢的最新发展》，现代薄板工程与科学综述之二，北京科技大学，1991，4
3. 王淑怀等，《超深冲钢译文集》，武汉钢铁公司钢铁研究所、科技情报研究所，1990.10, P1~9