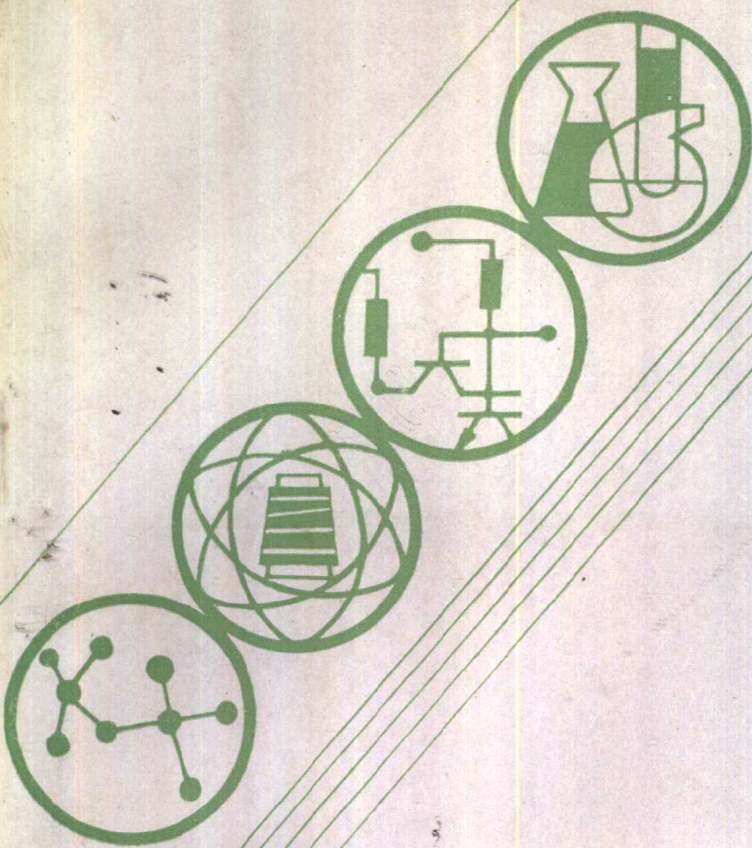


463
21



新型材料的开发与 技术经济分析

北京市科学技术情报研究所

新 型 材 料 的 开 发 与 技 术 经 济 分 析

(内部资料)

江苏工业学院图书馆
藏书章

北京市科学技术情报研究所

1985年10月

前 言

在人类历史上，材料的发展曾作为社会文明的历程碑，历史学家把史前社会划分为石器时代、青铜器时代和铁器时代，材料与人类的发展、进步是息息相关的。

在现代社会中，新兴、尖端的科学技术无不建立在新材料发展的基础上。可以这样认为，产品之间的竞争，归根结蒂是材料之间的竞争。因此，国内外社会学家、科学家在评论九十年代后“超工业社会”、“信息社会”的技术革命时，无不对作为技术革命起点的新型材料的开发给予极大的期待和关注。近年来，经济发达国家都把开发新型材料作为今后十几年的一项重要战略措施。

近来世界新型材料发展很快，其中很多材料正酝酿着较大的突破，它们的开发和应用将对人类社会带来深远的影响。在人类文明的进程中，赋予每个民族有同等的夺标机遇，在世界性科技与经济竞争中，以弱胜强，后来居上的事例屡见不鲜，在迎接世界性新技术革命的挑战中，我们必须逾越某些传统材料的发展阶段，认真研究后来居上的战略。

为加快首都现代化建设，缩短我们与国外先进水平的差距，我们在研究国内外新型材料发展的基础上，根据首都建设总体规划精神，对中、远期新型材料的研制方向和科研选题进行了较广泛地研究。先后与北京塑料工程学会、北京金属学会和北京硅酸盐学会联合召开了专家座谈会，在综合各部门专家意见的基础上，我们用“特尔裴”法对28项新型材料进行了优选，从中选出16项新型材料作为“七五”期间待选的重点项目，并进行了技术经济分析，内容包括市场需求及经济效益分析、工艺及设备要求、投资分析和发展目标等。

在分项目调研中，我们采用了国际联机检索方式查找有关文献，力求较快、较准确地反映国外新型材料的发展水平与动向。本篇综合性研究报告涉及到冶金、高分子化工、建材、轻纺、电子及食品工业等领域。可供有关领导、工程技术人员、生产管理人员和科研教学人员工作参考。

本资料各章内容由翁心林、迟建军、曹建业、袁萍、唐涓、王玉琢、李琬编写。翁心林编辑。

限于水平，难免有缺点和错误，恳切希望提出批评指正。

目 录

前 言

第一章 经济发达国家新型材料的发展方向与重点

项目	(1)
----------	-------

第二章 北京新型材料的优选项目与技术经济分析..... (13)

第 一 节 非晶态合金	(13)
-------------------	--------

第 二 节 贮氢材料	(18)
------------------	--------

第 三 节 形状记忆合金	(23)
--------------------	-------

第 四 节 高吸水性树脂	(30)
--------------------	--------

第 五 节 用于食品工业的分离膜材料与 膜分离装置	(35)
------------------------------------	--------

第 六 节 超高分子量聚乙烯	(42)
----------------------	--------

第 七 节 高分子磁性材料	(50)
---------------------	--------

第 八 节 高分子合金材料	(56)
---------------------	--------

第 九 节 有机光导纤维	(62)
--------------------	--------

第 十 节 光纤传感材料及传感器	(70)
------------------------	--------

第十一节 第二代集成电路基片——砷化镓	(82)
---------------------------	-------

第十二节 液晶——新型电子显示材料	(88)
-------------------------	--------

第十三节 沥青基碳纤维	(93)
-------------------	--------

第十四节 聚对苯二甲酰对苯二胺纤维	(103)
-------------------------	-------

第十五节 超高强度聚乙烯纤维	(110)
----------------------	-------

第十六节 新型建筑材料的开发应用	(113)
------------------------	-------

第一章 经济发达国家新型材料的发展方向与重点项目

一、新型材料的发展方向

材料、信息和能源是当代文明的三大支柱，而材料又是其它两者的基础。在科学技术日新月异的当今世界，一切新的技术成就，无不依赖新型材料的开发和应用。

进入八十年代，一场与新技术革命相适应的材料革命蓬勃发展，它涉及到信息通讯、生物工程、新能源、宇宙开发等各个领域。新型材料的研究和开发工作已成为这些新兴领域中技术革命能否成功的关键。在新技术革命的挑战面前，经济发达国家对新材料的开发予以高度重视，纷纷把它列为优先发展的主要技术领域之一。美国从事材料研究的人数几乎达总科技人员的四分之一，日本以及欧洲国家也都将新材料作为重点发展项目，投入大量资金，促进其发展。国外科技界预言：“未来一个世纪将是由新材料支撑的新产业革命时代。”

从新材料的开发趋势看，近年来材料科学正酝酿着较大的突破。加速研制性能优异、综合价值高的新材料，以质代量，开辟新的应用领域，已成为引人瞩目的新动向。在整个材料开发领域中，正在形成一个新金属材料，新型合成高分子材料，无机非金属新材料及其复合材料多角利用的新局面。今后新材料开发的显著特点，可归纳为以下几点：

1、从结构材料向功能材料发展

目前，新材料正在从过去偏重于结构材料转向功能材料。随着“信息社会”的到来，那些传统的结构材料已满足不了社会的需求，人们不仅要求材料具有单一的力学、化学性能，还要求材料具有综合性能、物理效应（如压电、热电、光电、声光、磁光、闪烁等效应）以及化学效应、生物效应等特定的功能。近年来，各种功能高分子材料不断出现，高分子材料向高性能化、高功能化的发展趋势已十分明显，陶瓷材料也正从传统陶瓷转向精细陶瓷，例如发动机和燃气轮机用的结构陶瓷，电子工业用的功能陶瓷以及人造骨等医用陶瓷材料，近年来已出现“第二个石器时代”的提法。可以认为，新材料革命的主体就在于开发具有新功能材料。

2、从单一材料向复合材料发展

复合材料在性能上集中了组成它的各种材料的特点而相得益彰，它的兴起成为新材料的一个重要方向，受到各发达国家政府和科技界的重视。目前高性能复合材料已从试用阶段进入实用化阶段。从发展趋势看，世界上结构材料正朝着轻质、高强、耐高温、耐低温、耐腐蚀、高韧性方向发展，复合材料突出而全面地体现了这一发展趋势。近年来，发展最快，最引人注目的是碳纤维、芳族聚酰胺纤维增强的复合材料，混杂纤维复合材料的发展也得到普

遍的重视。据有关方面预测,到1995年,飞机上金属结构材料的65%将被高性能复合材料替代。汽车工业是复合材料的另一潜在的大用户。世界上用于汽车的耗油量占世界交通运输耗油量的70~80%,节能问题十分紧迫。美国政府已明确规定了汽车的耗油指标,其他国家也做出相应规定。因此,汽车的轻量化势在必行。用碳纤维复合材料制成的汽车,可比同类汽车轻1/3,耗用相同重量汽油,比同类汽车多行驶35%的里程。随着生产技术的不断提高,复合材料的发展方向必将逐渐从军工转向民用。一些专家认为,二十一世纪将是复合材料的时代。

3、材料研究从“配方炒菜”方式向“按预定性能设计”方向发展

材料科学是一门新兴的综合学科。由于固体物理、近代化学、量子化学、有机合成、聚合物科学等基础科学的发展,各种极限技术的建立,人们对材料的组成、结构、缺陷、效应与性能之间关系的研究不断深入,已有可能利用原子、分子结构理论来预测材料性能,并根据性能要求设计新分子和新材料。这种研制方法被称为“材料分子工程学”,它正在成为材料科学的一个极重要的战略目标。目前这种分子设计方法在较简单的功能材料研制中已实现,而对影响因素较多的材料,尚处于研究阶段。

二、经济发达国家新型材料的重点项目

1、日本

(1) 新材料开发是日本经济发展战略的第二大目标

七十年代末期,伴随着能源危机的再现,国际经济形势发生了深刻的变化,欧美各国对日本的产品和技术输出加强了限制,日本经济发展速度由高速降为中速。鉴于这种情况,日本政府于1980年初在《八十年代通商产业政策的应有状况》报告中明确提出“科学技术立国”的战略决策,并把1981年定为科学技术立国元年。通产省科学技术厅、文部省等部门根据中、远期科技发展规划,确定了八、九十年代以及2000年前后各个时期的重点科研课题和科研体制。在规划中,日本政府将新材料的开发列为仅次于电子行业的第二大目标,把它作为下一代技术革命的关键领域。

规划制定之前,日本官方及民方机构都进行了大量调查和民意测验。三菱综合研究所对各企业进行的调查表明,在今后的经营战略上,制造业中最关心的是电子学,其次是新材料,再者才是资源利用、海洋开发、生命科学等领域。日本企业界对新材料的开发如此高度重视,其原因有二:一是由于新技术革命浪潮的冲击,国内外市场对新材料的需求猛增;二是由于国内资源、能源的短缺,材料工业必须寻求新的出路。自从能源危机以来,石油化工、钢铁业由于成本大幅度上升,消费市场趋于饱和,竞争十分激烈,一些大企业公司相继向精细化工和新材料领域转移。一批大型钢铁企业建立了与新材料有关的机械,如新日铁、神户制钢所、住友金属工业、川崎制钢所、日本钢管等企业都分别设置了各种新材料研究和开发中心。就连过去对新材料毫不相干的综合商社也开始对新材料给予很大的重视,例如在1982年成立的日本精密陶瓷协会的150多家公司中,仅有35家原来就是陶瓷生产企业,其余都是从化学公司、电子公司、钢铁和有色金属公司、机械制造和汽车制造公司转产而来的。企业界试图通过新材料的开发,使某些处于停滞状况的材料工业复苏。当前,日本几乎整个材

料工业部门都已卷入新材料的开发浪潮。

(2) 日本通产省对新材料开发所制定的规划与政策

为克服日本资源贫乏的弱点,日本通产省采取的措施之一是从1981年开始执行“下一代产业基础技术研究开发制度”,其目的是使“官、产、学”各界发挥各自优势,克服技术上的各种障碍。

制定研究开发课题的标准如下:①技术的革新性较高,实际应用时,会给现有产业带来巨大变革,或者会形成新的产业,产生巨大的经济效益;②研究开发处于初级阶段,但作为产业技术尚需10年左右的研究时间;③欧美各国正在积极着手研究开发,紧迫性较强的技术;④利用当前已制定的一些制度,例如大型计划制度不能适应的技术。通产省根据这四项标准,从大量的(356项)技术课题中选出下一代产业基础技术研究开发制度的课题——新材料。生物工程技术、新功能元件3个领域12个课题。其中新材料就占六项,它们是:①功能性陶瓷;②高性能结晶控制合金;③高效高分子分离膜材料;④导电性高分子材料;⑤高结晶性高分子材料;⑥复合材料。其具体开发计划和进展情况见表1-1。

1984年4月日本通产省决定把新材料的研究开发作为下一年度新政策的最新课题,在其基础工业局设立“基础新材料对策室”。下旬,又成立了咨询机构“基础新材料研究会”,以利于加速制定发展新材料技术和工业的综合措施。目前,通产省正在筹建“尖端材料评价网络资料库”,这个系统将由评价网络(评价中心)、数据库和判断机能小组三部分组成。

据《日本经济新闻》报道,通产省近来已制定《促进开发新材料法》,其内容是:为促进各种新材料的研究开发和企业化,政府将在税收、金融等方面给企业以优惠待遇,如发放补助费等。将新材料的开发作为改造原有工业,建立新兴工业的基础,以高功能高分子材料、精细陶瓷、非晶态金属、超导材料、复合材料等为代表的新材料将形成日本的战略性工业。据通产省预测,到2000年前后,新材料市场将达到六十三亿日元的规模。

(3) 日本科学技术厅关于材料和器件未来的预测

日本科学技术厅于1982年就三十年(2010年)技术的开发进行了一次技术预测调查,其中“材料和器件”部分,共选出60个课题。表1-2列出这60个课题的内容、重要性和实现年份。其中重要性栏所示数字是接受调查人数(即对调查给予回答的人数)的百分比,而实现年栏所填年份,是在全部调查答案中分散的推测时段上的一个居中时点。

表1-1

下一代产业基础技术研究开发实施体制 (新材料部分)

项目	品种	精细陶瓷	高效高分子分离膜材料	导电性高分子材料	高结晶性高分子材料	高性能结晶控制合金	复合材料
开发内容	开发高强度、高耐腐、高精密的耐磨结构材料。	开发高强度、高耐腐、高精密的耐磨结构材料。	开发能高效率地分离物质的过滤材料。	开发能取代铜、铝的塑料导电材料。	开发力学性质能与金属材料媲美的材料。	开发超级耐热、耐热强韧、轻量强韧的合金。	开发质轻、高强度、高刚性的树脂系与金属系的复合结构材料。
主要原材料	以硅的氮化物(Si_3N_4)碳化物(SiC)为中心。	以硅的氮化物(Si_3N_4)碳化物(SiC)为中心。	硅系或氟系聚合物。	石墨系化合物, 聚乙炔、聚噻唑等。	聚酰亚胺	Ni、Ti系合金, 铜、钴等。	碳纤维、铝碳纤维复合材料。
开发项目	用于原子能、新能源、飞机、宇航等产业, 可提高效率而大大节省能源。	用于原子能、新能源、飞机、宇航等产业, 可提高效率而大大节省能源。	用于化工的分离、精炼工程, 节约能源, 消除公害。	用于取代铜、铝导线, 节省资源。期待用它实现室温超导材料。	用于取代铝、铁等结构材料, 节省资源, 实现弹性、电绝缘性、加工性好的高强度材料。	用来大大提高原子能、飞机、宇航器的可靠性。热效率高, 可节省能源。	用作飞机结构材料, 实现汽车、飞机传送装置的轻量化, 大大节省能源。
实施单位	精细陶瓷技术研究组合等15家民间单位; 名古屋工业大学试验所等4家国立研究所。	精细陶瓷技术研究组合等9家民间企业; 化学技术研究所等3家国立研究所。	高分子基础技术研究组合等5家民间企业; 电子技术综合研究所等2家国立研究所。	高分子基础技术研究组合等5家民间企业; 纤维高分子材料研究所一家。	高分子基础技术研究组合等5家民间企业; 纤维高分子材料研究所一家。	九十年代新金属、复合材料研究开发协会等17家民间企业; 机械品科学研究所等4家国立研究所。	九十年代新金属、复合材料研究开发协会等17家民间企业; 机械品科学研究所等4家国立研究所。
时间	1981~1990年	1981~1990年	1981~1990年	1981~1990年	1981~1990年	1981~1988年	1981~1988年
费用	130亿日元	100亿日元	50亿日元	60亿日元	80亿日元	110亿日元	110亿日元

表1-2

日本未来技术预测中的材料和器件研究课题

课 题 名 称	重要性 (%)				实现 年份
	大	中	小	否	
(1) 转换效率在20%以上的太阳能电池材料达到实用化。	86	13	1	0	1993
(2) 用不起抑制反应等有害作用的半合成(或合成)材料作为人工内脏器官材料达到实用化。	85	15	0	0	1993
(3) 转换效率在8%以上的大面积非晶硅太阳电池达到实用化。	81	18	1	1	1990
(4) 开发临界温程77°K(工业电气设备用液氮)以上的超导材料。	80	19	1	0	2005
(5) 开发核反应炉第一层材料(条件:在温度450~500℃, 每年辐照损伤量为10DPA的情况下, 可用7年, 这期间氦的生成量为数千ppm的材料)。	78	21	0	1	2002
(6) 材料疲劳特性非破坏性检验技术和残存寿命推定技术达到实用化。	76	23	1	0	1994
(7) 10层、50,000门/片以上的叠层三维逻辑集成电路达到实用化。	74	25	0	1	1996
(8) 10层、10兆位/片以上的叠层三维存储器达到实用化。	78	26	0	1	1995
(9) 开发高速再生反应堆的燃料被覆管材料(条件:在650~700℃, 每1~2年经受辐照损伤100DPA以上; 在辐照损伤为100DPA的情况下, 氦的生成量控制在30ppm以内)。	71	26	3	0	1997
(10) 作为高温设备(例如内燃机部件)材料的高强度耐热陶瓷达到实用化。	71	26	3	0	1993
(11) 为了得到必要的材料特性, 设计和人工建立材料微观结构技术达到实用化。	68	28	4	0	1998
(12) 开关速度为10微微秒以下的高速逻辑器件达到实用化。	68	31	0	1	1993
(13) 表面包含光电转换器件, 内部含信号处理功能的三维集成电路单片图象处理机达到实用化。	68	30	1	0	1994
(14) 开发能存储分子级大量信息(10^{12} 位/cm ² 以上)和迅速读出的技术。(开发能存储分子级大量信息, 以及据此具有合成反应催化功能的高分子材料)。	65	32	2	0	2002

续表 1-2

课 题 名 称	重要性(%)				实现 年份
	大	中	小	否	
(15) 具备电—光和光—电转换功能的单片光逻辑器件达到实用化。	6	32	2	0	1994
(16) 使用各种光的1微微秒级的逻辑器件达到实用化。	61	30	7	0	2004
(17) 开发采用具有(存储分子级大量信息要求的)催化功能的高分子材料的合成反应技术。(开发能存储分子级大量信息, 以及具有合成反应催化功能的高分子材料)。	60	35	4	0	2003
(18) 普及作为动力电源的大容量固体电解质燃料电池。	59	40	1	0	1998
(19) 通过无晶格缺陷的完美硅单晶的纵向晶体管结构, 使1000千兆赫的超高频, 或开关速度在50微微秒以下的半导体器件达到实用化。	58	38	2	2	1995
(20) 开发导电性能与铜相同的高分子材料。	57	35	7	1	2000
(21) 约瑟夫逊逻辑器件在计算机中达到实用化。	57	34	9	0	1996
(22) 通过应用光合成机理的化学合成方法生产糖的技术达到实用化。	55	34	8	3	2000
(23) 以高分子材料为基础的酶敏感元件用于检测、分析激素和抗体达到实用化。	51	46	3	0	1990
(24) 多用途高温煤气用耐热合金材料达到实用化。(条件: 在1000℃的氮气中, 持续10万小时、1公斤/mm ² 应力的蠕变强度)。	51	44	5	0	1996
(25) 具有用于光通信的性能和经济价值的有机纤维达到实用化。	49	46	5	0	1993
(26) 开发在化工厂(用冷却水的)使用20年不会产生应力蚀离的金属材料。	47	49	4	1	1995
(27) 在1000千兆赫下显示负阻特性的超晶格器件达到实用化。	47	45	7	1	1996
(28) 在不改变蛋白质、生理活性物质等条件下, 能够从多组分物质中高效分离的高分子材料达到实用化。	46	49	5	0	1994

续表 1-2

课 题 名 称	重要性 (%)				实现 年份
	大	中	小	否	
(29) 普及高温气体用的陶瓷热交换器 (冷却剂出口温程为 1000~1200℃)。	44	54	2	0	1993
(30) 将传感器和逻辑器件集成一体的智能传感微处理机达到实用化。	4	54	3	0	1992
(31) 电极间距微细不致发生电子碰撞、具有1000千兆赫以上频率的晶体管功能的超高电流冲击器件达到实用化。	42	56	1	1	1996
(32) 配备陶瓷数据库, 开发根据其数据由计算机分析检测, 以制作具有必要的组成、结构和物性的陶瓷实用系统。	42	48	10	0	1998
(33) 用作大型变压器磁芯材料的非晶金属材料达到实用化。	38	57	5	0	1991
(34) 制造具有血色蛋白质功能的高分子材料, 并作为血色蛋白质的代用品达到实用化。	37	61	2	0	1992
(35) 用无机物纤维等来强化的金属材料在飞机等领域达到实用化。	37	61	2	0	1992
(36) 开发贮存氢气用的合金。要求是: 能承受10个大气压以上的氢气平衡压, 每1cm ³ 能贮藏180~200cc的标准状态(0℃, 1个大气压之状态)的氢气, 且能反复地吸收放出1000次。	34	61	5	0	1994
(37) 发展用作汽车部件的材料, 其性能优于钢铁的强化塑料, 并普及汽车部件用材料的塑料化。	34	59	6	1	1993
(38) 开发使用温度为400℃的耐热工程塑料。	33	61	5	1	1994
(39) 可随电信号发出任意颜色可见光的发光器件达到实用化。	33	61	4	1	1994
(40) 利用微生物来产生 (源于生物碱、甾族化合物和萜类化合物等植物的) 生理活性物质的技术达到实用化。	33	65	1	0	1993
(41) 在300℃下使用的高温逻辑集成电路达到实用化。	32	58	9	1	1996
(42) 耐10 ⁷ 拉德的耐辐照器件达到实用化。	29	62	9	0	1996
(43) 开发可用20年的商用不锈钢级耐海水钢板。	28	66	6	0	1995

续表 1-2

课 题 名 称	重要性 (%)				实现 年份
	大	中	小	否	
(44) 热容量大、且随时可取出必要热量的有机蓄热材料, 将其用于住宅冷暖气设备达到实用化。	28	52	18	2	1997
(45) 在常温至400℃范围内、有机材料之间, 或者有机材料和金属之间的粘结力(用抗拉强度表示)为150kg/cm ² 以上的有机粘合剂达到实用化。	27	66	5	1	1995
(46) 温差发电用的高效热电变换材料达到实用化。	26	61	10	4	1998
(47) 能改变核聚变炉、火箭材料和化工厂管道材料等的晶界脆性、熔接性的钨钼合金达到实用化。	25	70	5	0	1997
(48) 普及使用激光的材料合成技术。	25	70	4	1	1994
(49) 感光度可与照相胶片材料媲美的高分子胶片材料达到实用化。	24	62	14	0	1994
(50) 功能与人的嗅觉大致相当的气味敏感元件达到实用化。	22	63	15	1	2000
(51) 10~1000°A金属超微粒子的低成本大量生产技术达到实用化。	22	66	11	1	1992
(52) 开发光折射率可在1.2~2范围内任意调整的塑料光学材料技术。	18	68	15	0	1994
(53) 开发成本仅为天然金刚石的1/10的缺陷少的大粒金刚石超高压合成技术。	17	69	13	1	1996
(54) 开发具有超塑性的金属结构材料。	16	70	14	1	1993
(55) 普及透明度和表面硬度与玻璃相当, 而且耐冲击性能优异的高分子材料。	14	71	14	1	1996
(56) 开发可使氢等分子晶体金属化的超高压技术。	14	44	33	2	1999
(57) 提高象热解石墨那样各向异性材料的制造技术, 并广泛地普及于工业生产中。	12	78	10	0	1994
(58) 开发靠提供能量而进行可逆地显色发光, 且其作用可长时间持续的高分子材料。	9	71	20	0	1994

续表 1-2

课 题 名 称	重要性 (%)				实现 年份
	大	中	小	否	
(59) 开发每分钟500~1000转, 可在一年里稳定地工作的小型发电用记忆合金发电机。	7	37	53	3	1999
(60) 高灵敏度光色玻璃普遍用于住宅和汽车等领域。	3	56	40	0	1993

在上述课题中, 重要性较高(指表前1~24项)的占总数的40%。电磁功能材料、化学和生物功能材料以及器件领域重要性高的课题居多, 这反映出人们对能源、生物工程、电子和超导等尖端技术的极大关注。从实现时期看, 几乎所有课题的实现都分布在九十年代, 平均实现时段为1995~1996年。

2、美国

美国政府对材料科学技术的研究极为重视。总统科学顾问基沃思认为: “材料研究可能是今天美国最重要的科学领域”。目前, 美国全国的材料研究和工程费用每年多达20~25亿美元。

(1) 美国发展新材料的做法

A、强调材料处理技术的重要性

材料处理技术是美国目前材料研究中的一个前沿领域。美国科学家认为, 材料研究的重点不仅是研究新材料本身, 更重要的是研究材料的处理技术, 以提高材料的性能。不论是对高分子材料, 还是陶瓷材料或合金材料, 处理技术对材料的性能都有影响。例如, 改进表面特性, 在半导体工业中利用离子注入、气相沉积、快速凝固、激光加热等处理技术都可以改变表面特性, 找到所需要的材料。在材料的研究中, 目前正在研究纤维的特性, 以及固化过程中温度的均匀性。在合金材料研究中, 快速凝固技术很受重视, 它可使金属粉末快速冷却而形成特殊的结构和组织, 然后凝固。用这种处理技术生产的合金, 其强度可提高20%以上, 其韧性、防腐蚀、导磁性都能大有提高, 有的还可能具有超导性。

B、重视战略材料的代用研究

在美国, 材料研究也被看成是一种战略资源, 因为材料研究可以提供具有各种所需要特性的新材料, 以解决国防和高级技术工业的需要。例如, 高分子矩阵材料、玻璃和玻璃陶瓷涂料都可用作防腐蚀的化学材料; 结构陶瓷材料可以作为耐高温和耐磨损的材料。利用延伸固熔法快速凝固结晶金属可产生一系列具有高强度、高硬度和耐高温的合金材料。

C、强调对材料进行多学科的综合研究

材料科学涉及的学科较多, 早在五十年代初期, 美国科学家约翰·诺尔曼就提出对材料科学应进行多学科的研究, 把物理学家、化学家等技术专家结合起来, 对半导体物理、原子能等进行多学科研究。最近, 美国政府为了适应高技术发展的需要, 加强材料的多学科研究, 决定在加利福尼亚大学伯克分校新建大型国家先进材料研究中心, 其经费已列入里根政府1984年财政预算。该中心设表面和催化实验室以及先进材料实验室。中心的主要任务是对

材料进行多学科研究,以便从中取得经验和教训。

D、重视材料的基础研究工作

美国科技界对材料的基础研究十分重视,他们认为,对材料进行基础研究能增加对材料结构、表面晶粒界面,以及原子系统的微观现象的深入了解。这无疑会导致材料性能的改进和新材料的出现。

(2) 重点科研项目

A、新型陶瓷材料

美国自1971年开始,研究陶瓷燃气涡轮发动机部件,耗用经费2亿5千8百万美元,其中2千8百万美元用于材料研制。目前美国通用汽车公司已研制成在1260℃下运行7400小时的陶瓷燃气轮机,并完成了9300小时的陶瓷零件的试验。有关专家认为,如果能够进一步加强晶粒的界面特性的控制,就有可能研制出长时间使用的耐高温结构陶瓷材料。美国研制的陶瓷发动机材料是先在汽车上试用的,准备在1985年全部采用陶瓷部件进行载重试车,并完成阶段研制计划,为在汽车中大规模采用某型号高温陶瓷燃气轮机开路。在此后15年(即2000年以前), Si_3N_4 及 SiC 陶瓷涡轮导向叶片(定子)将从1300℃向1400℃的工作温度发展。今后长远目标是达到1650℃长期工作(10000~50000小时)。至于能否用于飞机发动机,国际上多数学者尚持谨慎态度,并将继续实验研究。

B、复合材料

美国对碳纤维复合材料和金属基复合材料非常重视。在美国国家科学基金会向国会提出的报告中,将这两类复合材料列为未来的战略性材料。美国仅在碳纤维复合上就耗资数百亿美元。为了鼓励在运输机上使用复合材料,美国国家航空和宇航局计划拨款一亿六千万美元。目前,美国所有大的飞机公司均在大力研制复合材料及其制品。从1981年起,生产一架波音767飞机,碳纤维复合材料的使用量已达到1吨左右。在波音757飞机上,每架飞机的碳纤维复合材料使用量已超过9吨。由于燃料价格猛长,客机燃料费已占航运成本的60%,因此飞机公司都在努力寻求轻质高强的机身材料。目前许多大学和研究所已开始由研究金属材料转向开发复合材料。美国通用汽车公司和福特汽车公司的实验室几乎把全部力量放在复合材料上。为了促进和保护美国复合材料的发展,美国政府于1979年宣布对金属基复合材料实行保密,规定不得公开发表该项材料的发展结果和研究报告。违者要追究法律责任。

C、功能高分子材料

美国在这方面的研究工作处于领先地位,其主要研究项目包括:高分子分离膜材料、导电高分子材料、液晶聚合物材料、耐高温聚合物以及用于电子信息领域的高性能聚合物材料。高分子分离膜材料的研制和应用在美国受到相当的重视。1978~1986年间,美国将投资50亿日元(据日刊报导)采用膜分离技术进行海水淡化。同时还积极开发气体分离膜材料,美国Oxygen Enrichment公司已研制成商品化的医用氧富集器,可从空气中获得40%的富氧空气。导电高分子材料由美国Du Pont公司和IBM公司进行研制,人们希望能够得到电阻率接近超导的高分子材料,但目前的研制水平离实际应用还有相当一段距离。

D、光学材料

美国科技界认为,紧接着电子革命之后就是光学技术的新领域,因此加紧对光纤、光记录材料等光学材料的研制。其重点开发项目有:能长距离、大容量进行无中继传输的新型光纤、光盘、磁光材料、微型固体激光器、光活性分子级记忆元件等。目前,美国IBM公司生

产的30厘米光盘，容量达1200兆字节，其光盘材料采用碲化物为记录介质。光记录的线密度受光源波长的限制，没有磁记录高。该公司正积极研制立体光记录体系，虽然近期还不大可能进行商品化的生产，但很有发展前途。

E、非晶态合金

七十年代以来，美国非晶态合金的研究工作进展很快。通用电气公司、联合化学公司都在大力开发这种材料，并积极推广应用。联合化学公司现已批量生产2英寸宽的非晶态合金薄带，商品名为“Metglas”。美国电力研究所计划试制25KVA配电变压器1000台，在野外进行实用性能评价试验。从发展趋势看，降低生产成本是非晶态合金的主要研究方向。

3、联邦德国

西德联邦研究和技术部于1983年8月制订了一项材料研究五年计划。研究和技术部部长里森贝宣布，该计划将于1985年1月1日起执行。里森胡贝估计，实施这项计划每年至少需要5,000万马克的费用，其中大约40%将从有关的工业计划中获取，其余资金则由研究和技术部通过压缩其它领域的开支来筹集。

这项新的材料研究计划的目的既是为了推动那些超越目前水平的高级技术发展，也是为了显著地提高材料的重要性能，如强度、抗高温性能、抗腐蚀性能以及磁性能和电气性能。

某些跨学科的综合性材料研究项目（包括基础研究、应用研究和工业开发）也将受到资助。其重点是结构陶瓷、粉末冶金、金属高温材料、复合材料和专用聚合物。对这些材料分别要求具有特殊的电气性能、电子性能、光学性能、机械性能和热性能。

里森胡贝部长指出，近三、五年来，国际上对材料研究的重视程度普遍提高。今天只要能向工程技术人员提供适宜的材料，那么各个领域，不管是汽车制造工业还是微电子技术工业，都有可能突破目前的技术可行性界限，因此，没有一个出口贸易发达的工业国家不重视材料的研究工作。

里森胡贝部长要求德意志研究协会、马克斯·普朗克协会和工业部门加强合作，共同解决材料方面的技术问题。他希望新的材料研究计划将在这样的基础上得以实施，并出现一个有重点的新知识不断涌现的繁荣的材料研究局面。

里森胡贝部长还指出，在材料研究计划正式执行之前，不能有一个材料研究的“真空时期”，而应该进行适当的过渡，政府研究费用预算实际上已经考虑了材料研究方面许多领域的工作。

4、法国

近年来，法国政府意识到新兴产业竞争的激烈和开发新材料的重要性，因此，于1982年3月，成立了由产业界、高校和政府机关三方组成的特别委员会，用了三个月的时间，对新材料领域进行了现状分析，提出发展计划，规定了具体措施。1982年11月，法国科研与工业部长采纳了特别委员会的提案，决定设立新材料委员会，它的职能相当于国家委员会或常设事务局，负责有关的组织工作。委员会确定1983~1985年的主攻方向如下表：

48052

表1—3 法国新型材料研究的重点领域

主 攻 内 容	三年总投资 (万法朗)
I. 一般课题	
(1) 反应规律(应力、温度、辐射)	3500
(2) 表面处理(离子注子、激光、等离子体)	6500
(3) 制造技术(节能、节资源)	16000
(4) 热力学处理(机械、热处理)	2000
II. 特定课题	
(1) 聚合材料	5000
(2) 复合材料	16000
(3) 陶瓷材料	8000
(4) 新型元件	5000
(5) 木质材料	3500
(6) 新型建材	6500
(7) 非晶、微晶材料	3500

5、苏联

最近,苏联科学院院长在谈苏联本世纪末的任务时,将发展新材料作为科学技术方面的四大任务之一,其中包括塑料和复合材料、陶瓷材料、玻璃纤维、非晶态金属合金等。苏联从60年代开始研究金属基复合材料,并把宇航和航空行业作为应用重点,对诸如高温领域等限制条件下使用的复合材料尤为重视。同时他们在功能高分子、记忆记录材料和陶瓷刀具的研制方面也取得了一定的进展。1983年,苏联科学院化学物理研究所成功地合成了聚乙炔导电高分子材料,用这种材料制成的电动机电刷比石墨电刷的寿命高九倍。

从国外情况看,新材料的研究开发过程大致可分为基础研究、应用研究、开发研究以及推广应用四个阶段。各国对待新材料的研究开发全过程不尽相同。大致可分为三种类型,一种是以美国为代表,对新材料的研究开发的全过程都显得较强;一种是以英国、法国、联邦德国、苏联为代表的欧洲类型,这些国家较多地关心研究开发过程的前半期;第三种是以日本为代表,它较多关心的是研究开发过程的后半期。从目前情况看,日本政府倡导的新材料研究课题,大多数是属于八十到九十年代内完成并转入生产的基础技术,与经济效益密切挂钩,它的发展规划比欧美的更值得我们借鉴。

参 考 资 料

- 1、牧野井:五大技术革命改变日本面貌
- 2、张波等:新材料与新技术革命
- 3、陆黎:今后二十年材料的发展
- 4、师昌绪:材料科学研究必须密切结合国民经济的發展
- 5、李福绵:功能高分子与未来的化学工业
- 6、杨治安:新技术革命中的材料开发
- 7、宗祥福:信息材料与材料革命
- 8、钱鸿元:新技术革命浪潮中的新材料
- 9、欣华译:日本科学技术厅关于材料和器件未来技术的预测

第二章 北京新型材料的优选项目 与技术经济分析

第一节 非晶态合金

一、国内外发展动向

非晶态合金也称无定形金属，是七十年代金属领域中出现的一种完全崭新的形式。以往，晶态一直被认为是金属共有的特性，不同的金属材料有着不同的晶体结构，人们惯于使用加入某种元素或加热到某一温度范围，使其形成一定的晶体结构，来达到改变金属材料性能的目的。比如：纯铁主要为铁素体，比较软，强度低，韧性大，加入一定量的碳以后形成部分珠光体，使材料的强度提高，而韧性降低。又如：低温下的 α 铁具有很强的铁磁性，当加热超过 769°C 时，铁磁性趋于消失。但是，千百年来经验证明，通过改变晶体结构的方法来改善性能，只能限制在一定的范围内，在科学技术相当发达的今天，它已不能满足人们对金属材料性能的需求。

1960年，美国加利福尼亚工学院鲍罗·杜韦兹（Paul Duwez）教授等人经过长期的研究，发现把金（Au）—硅（Si）合金熔解后在一个特殊装置中加以急冷，便可看到非结晶相，打破了“金属即结晶”的传统概念，这一发现，被看作是认识非晶态金属的起点。

实际上，晶态与非晶态的重要区别就在于组成晶体的质点（原子、离子、分子）是否规则排列，地球上有一百多种元素，其中五分之四为金属，这些金属除水银外，常温下质点都是规则排列的，也就是说，金属都是晶体。但如果将晶态金属加热到熔化温度以上时，由于原子的热运动加剧，使得原有的规则排列结构被破坏，成为液态金属，如果将液态金属以每秒 10^6°C 以上的速度急剧冷却，使液态金属中原来不规则排列的结构来不及改变而被完整地固定下来，这种具有类似液体结构的金属叫做非晶态合金。

自从六十年代美国发现非晶结构，并于七十年代成功地制成带状非晶态合金以来，许多工业发达国家都比较重视这一新型材料的研究开发工作，已先后建立了非晶态合金的系列牌号，并开始向工业化生产过渡。作为传统晶态材料的竞争对手，业已建立了更加牢固的基础。美国阿莱德化学公司是当今世界上研究生产非晶态合金最先进的厂家，从1973年至1984年共投资8千万美元进行非晶态合金的研制，它持有非晶态金属专利，并在美国新泽西州的帕西帕尼建立了一个具有最大生产能力的现代化非晶态金属生产厂，拥有一条年产25000吨的非晶连续生产线，仅该生产线投资就达1千万美元，是目前世界上唯一的一条生产非晶薄带的连续生产线，它的连续制带时间长达4~5小时，进展惊人，1983年以来，带宽已由4"（102mm）扩大到8"（204mm），带厚25~50 μm ，同板差 $\pm 10\%$ 。随着“防止喷口阻塞和加压溶注”等重大技术难关的突破，其产品的宽度越来越大，产量逐年增加，价格不断降低。由于它具有明显的节能效果，近年来，非晶电力变压器铁芯材料的研究与开发势头迅猛。非晶模