

轻工业出版社

世界新技术 与新产品

赵化侨 夏宇兴
刘政凯 潘仁端

编



世界新技术与新产品

赵化侨 夏宇兴 编
刘政凯 潘仁瑞



内 容 提 要

这是一本当代高新技术的入门书。

本书在新材料、新能源与节能、微电子与计算技术、激光、航天技术、生物工程等高新技术领域精选了55个具有代表性的课题。侧重阐述各种新技术的基本原理和新产品的设计思想、应用成果和经济效益，并介绍了当前的研究水平和发展动态。深入浅出，图文并茂。特别注重科学性，兼有趣味性。为热切盼望了解世界新技术革命的同志提供了必备的基础知识和科技进步的最新信息。

本书可作为科技管理干部、企业的厂长经理们开拓视野、更新知识的科普读物。也可作为工程技术人员在开发新产品或进行横向交流时涉足“外行”领域的入门参考。还可供大专院校学生乃至优秀中学生吸取有趣有用知识，作为探索科学技术奥秘的课外阅读资料。

世界新技术与新产品

赵化桥 夏宇兴 编
刘政凯 潘仁瑞

轻工业出版社出版

（北京广安门内大街25号）

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米^{1/32}印张：7 字数：151千字

1988年9月 第一版第一次印刷

印数：1—5,800 定价：2.40元

ISBN7—5019—0139—2/N.013

序

当今，一场新的技术革命已在世界范围内兴起。高技术的发展日新月异，发明创造层出不穷，为人类丰富了知识的宝库，创造着新的物质的财富和文明。

“科大”的几位老师撰写的《世界新技术与新产品》反映了当今新技术革命的诸多成果，是一本高技术的入门读物。他们在涉入一些高技术领域的科研与教学实践中，对这次新技术革命的挑战和所涉及的内容，认识较深。精选了53个较有代表性的课题，着重阐明各项新技术的基本原理和各种新产品的设计思想，引叙了这些新技术的应用成就和所产生的经济效益，介绍了当前的研究水平和今后的发展动向。搜集了国际上科学技术进步的许多最新信息。为读者初次涉及这些新技术领域提供了必备的基础性知识。在写法上，比较地注重科学性而又兼顾趣味性，不吝笔墨于讲述知识和传播信息而又不赘评述。

现在，我国人民在中国共产党的领导下正在为“四化建设”的宏伟大业而奋斗。真要搞现代化，就要真正依靠科学技术进步。而这不仅要靠千百万科技工作者的“专”，还要求他们相当的“博”，还需要提高全民族的科学技术水平。

“中国科协”一向鼓励“根据实现四个现代化的需要，采用多种形式，向广大干部和群众普及科学技术知识”。因此，我愿意向那些热切盼望了解新技术革命内容的同志们推荐这本科普读物。我想，对于科技管理干部和企业领导者，读此书或许可以开阔眼界，灵通耳目，更新知识，有助于统筹决策。对于工程技术人员，或许可以作为学科之间或行业之间

AAE12/01

进行横向交流时的“敲门砖”，“他山之石，可以攻玉”。不同学科的交叉互补也许能够启迪思维，诱发创造力。对于青年学生，作为课外阅读，感受一下世界新技术革命冲击，从而激发学习，探索科学的奥秘，面向未来，将会是有益的。

我们中华民族曾对人类的文明作出过卓越贡献，当代在一些高技术领域也取得了许多重大成就。为了促进科技繁荣，为了完成“四化”大业，希望更多的科技工作者、教育工作者从事有意义的科普写作。

受编者之托，谨此为序。



1987年3月

目 录

新 材 料

1	形状记忆合金·····	(1)
2	燃氢汽车与储氢材料·····	(5)
3	非晶态合金·····	(8)
4	磁悬浮列车与超导材料·····	(11)
5	精密陶瓷·····	(18)
6	陶瓷发动机与耐热陶瓷·····	(19)
7	人造金刚石·····	(23)
8	半导体金刚石问世·····	(26)
9	超微粒·····	(27)
10	碳纤维增强复合材料·····	(31)

新能源与节能技术

11	非晶硅太阳能电池·····	(36)
12	太阳电池瓦·····	(41)
13	太阳房·····	(44)
14	燃料电池·····	(49)
15	光电解水制氢·····	(55)
16	风力发电与风力机田·····	(58)
17	地热发电·····	(61)
18	热管·····	(65)
19	斯特林发动机——外燃机·····	(68)

微电子与计算技术

20	遥感技术.....	(73)
21	图象处理.....	(78)
22	语音合成技术.....	(80)
23	计算机断层技术.....	(83)
24	办公室自动化.....	(86)
25	人工智能.....	(91)
26	智能机器人.....	(94)
27	专家系统.....	(98)
28	数据库、知识库.....	(101)
29	第五代计算机.....	(104)
30	挂壁电视.....	(107)

光与激光技术

31	光与激光技术.....	(111)
32	激光与激光器.....	(113)
33	激光二极管.....	(120)
34	光纤通信.....	(124)
35	光盘存贮.....	(129)
36	激光印刷机.....	(133)
37	激光加工机.....	(137)
38	光计算机.....	(141)
39	集成光路.....	(145)
40	激光核聚变.....	(149)

航 天 技 术

41	航天技术.....	(153)
42	运载火箭.....	(155)
43	航天飞机.....	(159)
44	人造卫星.....	(162)
45	宇宙空间站.....	(165)

生 物 工 程

46	生物工程的三次飞跃.....	(170)
47	从第一代酶工程到第四代酶工程.....	(177)
48	酶和细胞的固定化技术.....	(181)
49	DNA重组技术.....	(185)
50	人生长激素和生长抑素生产的新方法.....	(192)
51	利用细菌生产人胰岛素.....	(196)
52	抗病毒和肿瘤的干扰素.....	(199)
53	细胞融合和体细胞杂交技术.....	(202)
54	单克隆抗体和“生物导弹”.....	(207)
55	人工细胞和人工器官.....	(210)
	后记.....	(214)

新 材 料

1 形状记忆合金

形状记忆合金是一种具有形状记忆功能的新型合金材料。众所周知，金属一般都很硬，热稳定性好，不易变形，若形变超过了弹性限度便不能再恢复原状。形状记忆合金则不同，用这种合金加工成型的部件，冷却到一定温度以下就变得很软，极易使其变形。而当回升到原来的温度时又可瞬时恢复原状。

图 1 为美国全国航空和宇宙航行局研制成功的宇宙飞船

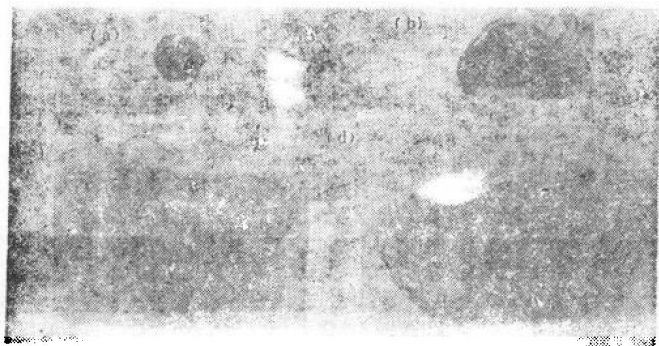


图 1 具有形状记忆效应的宇宙飞船天线

- (a) 低温下的缩折状态
- (b) (c) 受热时的形变
- (d) “记忆”中的网状抛物线型原状

天线。图 1 (d) 为网状抛物线型天线，是用具有形状记忆功能的钛镍合金丝在 70°C 的温度下制成的。由于直径太大发射

上天时难以装运。但冷至变态温度以下时，它就能变得象纱巾一样柔软，可被缩折成图 1 (a) 形。到太空后经阳光照射，当温度回升到 70°C 时就会按“记忆”经图 1 (b)、(c) 自行恢复(d)形，重新象伞一样张开成为网状抛物线型天线。

形状记忆合金之所以会有形状记忆功能是因为它具有特殊的结构。这类材料属于热弹性马登斯体，超过弹性限度的变形是一种结构上的相变，在结晶学上是可逆的。这种可逆形变的机理可用图 2 的简化二维模型来说明。图 2 (a) 所示的母相被冷至低于变态温度 T_m 时，材料在结构上转变成马

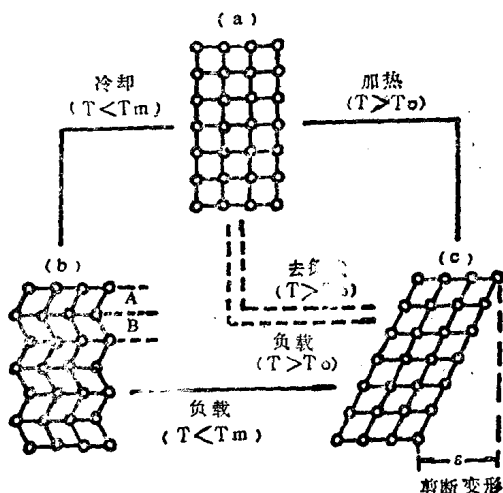


图 2 形状记忆效应和拟弹性原理示意图

T_m 材料完全变为马氏相的温度

T_o 由马氏相逆变成母相的温度

氏相，内部产生晶体结构相同而晶向不同的姊妹晶 A、B，由于 A、B 间的界面很容易移动，因而材料变得很软，施加很小的外力就能使它变形为图 2 (c)。受热到温度高于 T_o 时，结构上又逆变回母相如图 2 (a) 所示，于是材料又恢复原状。

这就是形状记忆效应的原理。

除了温度变化能引起上述结构上的相变外，施加外部应力也能诱发马氏相变态。如图2虚线所示，在高于 T_0 的温度下，对材料施加外力，可直接产生由(a)到(c)的形变。但在这种温度下，马氏相是能量上的不稳定状态，只要停止施加外力就会从图2(c)逆变回(a)。这种特性是与形状记忆效应密切相关的拟弹性。

虽然早在1951年美国伊利诺斯大学的研究小组就对金镉合金（按原子百分数计含47.5%的镉）的形状记忆效应有过报导，但这种效应引起人们的关注是从1963年美国海军研究所的W·伯拉报告了钛镍合金的记忆效应后开始的。迄今的研究表明，许多合金系都具有形状记忆效应（表1），但从实际应用角度来看，由于性能和成本方面的原因目前主要开发应用钛镍合金和铜系合金。就形状记忆效应而言，钛镍合金反复使用的耐久性可达20万次以上，比铜系合金好；耐腐蚀性也比铜系合金强，但价格太贵。铜系合金价格仅为钛镍合金的十分之一，反复使用的耐久性也可达数万次。在反复使用频度不太高的情况下，尽可能选用铜系合金。为了进一步降低成本，也正在积极研制更廉价的铁系形状记忆合金。

形状记忆合金实用化的开端是被美国海军作为专利技术用来制造F-14战斗机的管道接头。其具体作法是：在常温下制成直径分别为 d 、 D 的管子，使 $d/D \approx 0.999$ 。然后用干冰将管子冷至变态温度以下，把 d 管口径略微扩大后套到 D 管上。重新放回室温下时， d 管具有按“记忆形状”复原为原尺寸的趋势，从而将欲接管道紧锁在一起。这样制成的数万个接头安全可靠，万无一失。

近年来，这种奇妙合金的应用研究十分活跃。利用它感

表 1

形状记忆合金的种类

合 金	组 成
Ag—Cd	44~49原子%cd
Au—Cd	46.5~50原子%cd
Cu—Al—Ni	14~14.5质量%Al 3~4.5质量%Ni
Cu—Au—Zn	23~28原子%Au 45~47原子%Zn
Cu—Sn	~15原子%Sn
Cu—Zn	38.5~41.5质量%Zn
Cu—Zn—Al	数原子%Al
In—Ti	18~23原子%Ti
Ni—Al	36~38原子%A1
Ti—Ni	49~51原子%Ni
Fe—Pt	~25原子%Pt
Fe—Pd	~30原子%Pd
Mn—Cu	5~40质量%Cu

受温度后可发生形态的功能，可代替电磁机构，不仅可以简化装置，还能节电。例如用在全自动电子干燥器中代替电磁线圈作断续器，用在空调装置的气流调节器中等。特别引人注目的是作医用材料或机器人用的功能材料。例如，正在研制用形状记忆合金制作微型机械手以使其柔软性如同人的手腕、手指一般。在医疗方面，由于钛镍合金与生体的亲和性较好，化学稳定性较高，正在研究用它做成人工骨，在骨折时植入体内等。可以预见，今后形状记忆合金将在汽车、飞



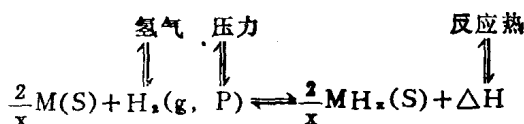
北林图 A00023323

机、机械制造、电子部件、节能、医疗等各个领域被越来越广泛地开发应用。

2 燃氢汽车与储氢材料

氢气是一种十分理想的新能源，不仅在燃料电池发电方面进入了实用阶段，代替汽油作车辆燃料的愿望也已变成现实。继联邦德国奔驰汽车公司之后，最近日本也研制成功一种“燃氢汽车”。这种汽车的车长4.7米，车高1.9米，可乘6人。在筑波科学城的试车表明时速可以超过100公里。燃氢汽车以氢气为动力燃料，不消耗汽油，自然也就没有油箱，代替油箱的是一种能吸藏氢气的合金——储氢材料。

储氢材料是易于形成金属氢化物的合金。上述联邦德国奔驰汽车公司研制的燃氢汽车用的是铁钛合金，日本新制成的燃氢汽车用的是钕镍合金。此外还有镁镍合金、钛锰合金等都有储氢功能。它们的共同特点是一旦受到冷却或增加氢气的压力，就能吸附氢气变成金属氢化物，氢原子藏在金属原子晶格的间隙里。反之，将合金材料加热或降低氢气的压力，便又会把氢气放出来。吸氢放氢是一个可逆过程，同时又伴随着热量的放出与吸收。这个可逆过程可以用下列方程式来表示



式中M为金属， MH_x 为金属氢化物，S表示固体，g表示气体，P表示压力， ΔH 是反应热。这个方程式清楚地表明了氢气的化学能、氢气平衡压力表征的机械能、反应热三者之

395334

间的储存与相互转换关系。

在有关氢能源的研究中，当前面临三大课题：氢气的产生，氢气的储存和运输，氢气的利用。开发储氢材料正是解决储存运输问题的有效途径。目前是使用笨重的氢气瓶或在 -253°C 的超低温下将氢液化。但是，用氢气瓶有爆炸危险，将氢液化储运不仅需要专用设备，还得消耗大量能源。对比之下，利用储氢合金既安全又经济。况且储氢合金的储氢能力是相当可观的。表2列出了几种不同储氢方式的氢原子密

表2 不同储氢方式的储氢能力对照表

氢原子存在形式	氢原子密度 (原子数/厘米 ³)	储氢相对密度
标准状态下的氢气	5.4×10^{19}	1
氢气钢瓶*	8.1×10^{21}	150
-253°C 液态氢	4.2×10^{22}	778
LaNi_5H_6	6.2×10^{22}	1148
$\text{FeTiH}_{1.08}$	5.7×10^{22}	1056
MgNiH_4	5.6×10^{22}	1037

• 150大气压，47升钢瓶

度和相对于标准状态下氢原子密度的比值。由表可见，几种常用合金吸藏的氢原子密度都超过标准状态下（ 0°C ，1大气压）氢原子密度的1,000倍，相当于氢气钢瓶储氢能力的7~8倍，甚至比液态氢的密度还大。每立方米镧镍合金可储氢103千克之多。

金属氢化物储氢材料的一个特点是放出氢气的纯度比吸藏前高，也就是说有一定的净化功能，可作为氢氧燃料电池

最理想的氢源；另一个特点是吸氢放氢伴随着热效应，简而言之，吸氢放热，吸热放氢，是可逆过程。这便可以通过调节氢气的压力来控制温度。基于这一特点，美、日等国正在试制利用储氢材料贮存太阳能的装置。图3是用铁钛合金储氢材料贮存太阳能的原理图。白天，由太阳光集热器吸收的热量传入地下保温层，保温层中的储氢材料吸热放氢，即

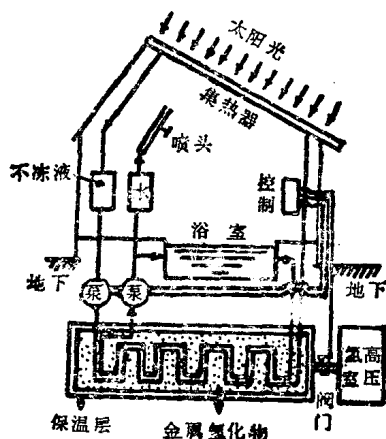


图3 利用储氢合金长期贮存太阳能的太阳房

下列化学平衡向右移动。在80℃环境下解离出的氢气平衡压



为5个大气压，放出的氢气输入高压氢室贮存。到了夜晚，保温层温度下降，可调节氢室的阀门保持适当压力来使储氢材料吸氢，同时放热。即上述化学平衡向左移动。利用4个大气压的氢气就能把水加热到40℃，或用来采暖或供热水。这便构成一个能长期循环使用的太阳能贮热系统。是建造太阳房时利用化学能贮热的一个很好的设计思想。

此外，储氢材料还可用在化学压缩机、氢气打火机、热

泵、氢的同位素分离等许多方面。随着制氢新技术的发展，对储氢材料的需求势必越来越迫切。

3 非晶态合金

变压器是配电系统和各种机电设备中广泛使用的器件。许多人都有这样的常识，就是变压器运行时会发热。这不仅造成电力损失（每千克铁芯损耗约1.1瓦），而且给安全运行增添麻烦。例如不得不用油冷措施来给大型变压器“防暑降温”等。值得庆幸的是进入80年代以后，一种新型变压器已经投放市场。用来制作这种新型变压器铁芯的磁性材料就是非晶态合金。这种铁芯的电力损耗很小，仅为特级硅钢片铁芯的 $1/5 \sim 1/8$ ，对于节电、节能意义极大。

变压器的用途非常广泛。特别是配电系统通常要经过4~6级变压，每级都有损失。据报导美国在输电过程中由变压器铁芯所造成的电力损失约占美国总发电量的2.5%，只大容量输电变压器这一项如能用非晶态合金代替硅钢片，每年便可降低输电成本达15亿美元。另据日本资料推算，日本每年由此可节约电力60亿千瓦小时。

那么非晶态合金的奥妙是什么呢？关键就在“非晶态”这种结构上。当物质处于熔化状态时原子作无规则运动，但冷却固化后各种物质的“表现”就大不相同了。对于金属或合金来说，原子会整齐有序地排列成一定的晶格形成“晶体”。而氧化物之类则不然，例如二氧化硅（ SiO_2 ）、三氧化二硼（ B_2O_3 ）等。它们的原子在冷却为固体后仍然保持杂乱无章状态，俗称玻璃态。凡是原子不作整齐有序排列的固体状态统称“非晶态”，即未结晶的意思。玻璃不过是非

晶态的一种狭义的俗名。实际上不仅氧化物可形成非晶态，金属、合金、半导体等统统可以形成非晶态。只不过比氧化物要困难得多，需要采用特殊的工艺措施。自1954年首次制成非晶态金属起30多年来，已经研究成功将物质由气态、液态、固态转变成非晶态的多种方法（图4）。其中制备非晶态合金即采用急冷凝固法，也叫做玻璃化。常用的工艺措施是双辊轧法和单辊轧法。这两种工艺方法的共同点是把熔融的

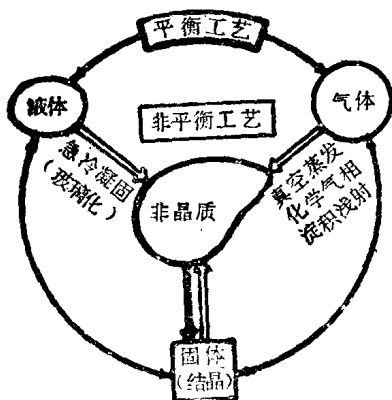


图4 非晶态材料的制作方法

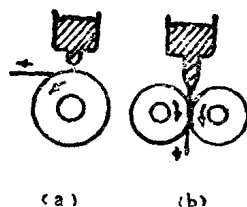


图5 液体急冷法制备非晶态合金

(a) 单辊法

(b) 双辊法

液体喷到高速旋转的钢质辊筒表面，以每秒钟 $100,000^{\circ}\text{C}$ 以上的冷却速度骤然凝固，金属原子来不及整齐有序排列就被强行固化，制成厚度约25微米的带状薄片（图5）。双辊轧法适于制造两面光滑的材料但辊筒面易破损，制造宽幅材料也较困难。单辊轧法有利于制成宽幅材料，一般制成宽10~15厘米，长几百米的薄带。