

新材料发展现状及 21 世纪发展趋势研讨会论文摘要

形状记忆与超弹性合金的研究与应用

综述了 TiNi 形状记忆与超弹性合金的应变恢复特性和微观变形机制；分析了形变应力诱发马氏体的稳定性和可逆性与其界面结构之间的内在关系。实验证实，形变对 Ni-Ti-Nb 合金的应力诱发马氏体的界面结构有明显影响，形变应力诱发马氏体的稳定性随形变量增加而提高，可逆性随之下降。在适当的变形条件下，经适量变形的形变应力诱发马氏体兼具高稳定性和良好的可逆性。高分辨电镜分析发现，应力诱发马氏体变体的微观组织变化与宏观应变相适应。同时讨论了冷变形 TiNi 合金呈现超弹性时的微观变形机制，阐述了 TiNi 合金在冷变形时的显微组织演化和孪晶界面结构特征。

还列举了 TiNi 系形状记忆与超弹性合金在航空航天、石油工业和生物医学中的若干应用实例。

(哈尔滨工业大学 赵连城)

质子交换膜燃料电池用新型氢源材料的 现状及其在 21 世纪的发展趋势

一次能源愈来愈难以适应人类生存发展的需要，急需寻找开发新能源（太阳能、生物质能、氢能、风能、潮汐能、地热能及核能等），其中氢能是一种最理想的清洁能源。当今，世界各国，尤其发达国家，都在积极进行氢能的研究与开发，21 世纪被认为是氢能时代，氢源的最好利用方式是燃料电池，它将氢和氧的化学能通过电极反应直接转换成电能，燃料电池被认为是 21 世纪全新的高效、节能、环境友好发电装置。

质子交换膜燃料电池被认为是 21 世纪最有前途的车用清洁能源，这种氢燃料电池车已成为世界各大汽车公司技术开发的重中之重。迄今为止，全球六大汽车公司在开发氢燃料电池车上的开发费用已超过 100 亿美元，并以每年 10 亿美元的速度递增。

迄今为止，氢源材料主要有金属氢化物储氢、纳米碳管（纳米碳纤维）储氢、活性炭吸附储氢、有机氢浆储氢、无机物质储氢及玻璃微球储氢等。

金属氢化物储氢兴起于 20 世纪 70 年代，是目前最常用的储氢方法，具有安全可靠、储氢能耗低、体积储氢密度高等优点。储氢合金包括 AB_5 型稀土系、 AB 型 Ti 系、 AB_2 型 Zr 系、 A_2B 型 Mg 系和纯镁等。它们的储氢质量分数： AB_5 型为 1.4%， AB 型为 1.9%， AB_2 型为 3.0~3.4%， A_2B 型为 3.6%，纯镁为 7.6%。

纳米碳管储氢。中科院金属所（1999 年）成功地开发出高纯单壁纳米碳管，在室温及 10 MPa 压力下储氢能力为 4.2%；最近又研制成多壁纳米碳管，质量储氢量可达 6.5%，体积储氢量为 31.6 kgH₂/m³。清华大学用浮动催化法制备的多壁碳纳米管，经高温处理后，在 25℃，~10 MPa 压力时其储氢量可达到 4.0%；又用催化裂解液态碳氢化合物方法制备成多层定向碳纳米管，在 290 K 和 ~10 MPa 的条件下储氢量可达 3.0%。

活性炭吸附储氢的最佳性能值在 77 K 时的质量分数为 5.3%，体积密度为 ~20 kgH₂/m³；当前研究的主要内容有适宜氢气储存、成本较低的表面改性及提高体积密度以提高其储存经济性等。

有机氢浆储氢。常用的有机物氢载体主要有苯、甲苯、甲基环己烷和萘等，它们的理论储氢量为 6.16%~7.29%，这种材料具有氢载体的储存、运输安全方便，储氢最大，储氢剂成本低且可循环使用。技术难点在于寻找合适的催化剂和减少脱氢过程的能耗。

无机物储氢。一些无机物与氢反应的反应物即可作燃料又可分解获得氢气，可以用此特性储氢。Kramer (1995 年) 利用碳酸氢盐与甲酸盐的储氢新技术得到氢，其储氢量达 2.0% 左右。

玻璃微球储氢。用中空的玻璃微球储氢，主要有 MgAlSi、石英、聚酰胺、聚乙烯三酚盐酸和 N29 等玻璃微球，质量储氢量为 15%~42%。玻璃微球储氢特别适用于氢动力车系统，是一种具有发展前途的储氢技术，其技术难点在于制备高强度的空心微球。

美国能源部颁布车用储氢系统的性能标准（每一辆燃料电池驱动汽车持续行驶 350 英里）为：质量储氢密度为 6.5% 和体积储氢密度为 62 kgH₂/m³。综上所述各种氢源材料，尚未有一种氢源材料和制备技术能够满足美国能源部颁布目标。因此各国科学家均在 21 世纪致力于高储量的氢源材料与制备技术，最具潜力的候选氢源材料被认为有以下几个方面：

Mg 及 Mg 基合金储氢。该氢源材料因具有高储氢量、价格低廉及资源丰富而被各国公认为最具有商业化应用前景的可持续发展的金属储氢材料，相信在 21 世纪初期 Mg 和 Mg 基合金的储氢目标及在燃料电池汽车上应用一定能够达到。最近，中科院金属所通过高能球磨技术制备出 $w(\text{Mg})$ 为 40% 非晶 Zr_{0.9}Ti_{0.1}(Ni_{0.57}Mn_{0.28}V_{0.1}Co_{0.01})_{2.1} 纳米复合储氢材料，具有较高的储氢量 (4.46%) 和优良的动力学性能、循环性能及抗氧化性能，尤其是工作温度降低幅度达 150 K，这是一种很有发展前途的氢源材料。据说，日本学者正在进行 Mg + 石墨 + 环己烷介质的混合物，经高能球磨处理，工作温度亦大幅度下降，其储氢量很高，亦是很有希望的氢源材料。

纳米碳管储氢。单壁或多壁纳米碳管是极有发展前途的氢源材料，有望推动和促进氢能利用特别是氢燃料电池汽车的早日实现。但需要解决纳米碳管的规模制备技术及体积储氢密度较低等问题。

此外，还有有机氢浆储氢、中空玻璃微球储氢等氢源材料，皆是很有希望在氢燃料电池汽车上应用。

(中国科学院金属研究所 陈 廉 陈 东 佟 敏等)

欢迎订阅中国工程院院刊——《中国工程科学》

《中国工程科学》(月刊)是 1999 年创刊的中国工程院院刊，它立足于我国 30 多个工程科技领域，以科学发现，技术创新，科技前沿，研究成果，现代管理，典型工程设计及经验总结，工程技术问题讨论，重大咨询调研报告等为主要报道内容，是荟萃专家学者创新精华，融百花为一园，集综合为一体的学术期刊。应广大读者要求本刊还将从 2002 年起开辟“学位论文精选”专栏以刊登博(硕)士、博士后的优秀学位论文。我们诚挚希望并热情欢迎全国广大读者订阅。

《中国工程科学》系大 16 开月刊，每期 96 页，国内售价每册 15 元。欲订阅 2002 年全年的单位和读者，可通过邮局(邮发代号 2-859)或本刊订阅。

订刊及汇款地址：北京西直门外文兴街 1 号

邮政编码：100044

E-mail: bees@public3.bta.net.cn

电话/传真：010-68336805

开户行：北京市商业银行车公庄支行

银行帐号：3001201050371-44

户名：中国工程科学杂志社