

九十年代的金属材料

师 昌 绪

(技术科学部主任, 国家自然科学基金委员会副主任)

随着科学技术的迅猛发展,近二三十年来在材料及材料科学领域也发生了深刻的变化,主要表现在:第一,陶瓷材料和有机高分子材料有很大的发展,特别是功能陶瓷成果累累,如光导纤维、非线性光学材料以及最近发现的氧化物超导体,都为社会文明做出了贡献;有机材料的发展更为迅速,平均每年以 10% 左右的速度增加,目前成为每家每户都离不开的一类材料。第二,由于新工艺、新技术的发展,使原子级人工合成材料成为可能,这给按需要设计新材料开辟了新途径。第三,材料科学研究越来越深入,范围越来越广阔:由宏观到微观,由微观到宏观与微观相结合;由单纯从学科出发,进入到具有应用前景的研究;由研究材料的结构与性能的关系,扩大到与环境的交互作用,甚至研究在接近使用条件下的性能变化,从而使材料研究与设计及使用密切结合起来,给材料的发展带来更强的生命力。这些趋势在 90 年代仍然会继续下去,陶瓷材料、有机高分子材料及复合材料仍将受到高度重视,而且会不断有新的品种出现;至于金属材料的地位,我认为在下个 10 年仍会占材料中的主导地位,特别是钢铁仍将被作为衡量国力的一个重要因素。这是因为金属材料价格性能比是比较低的,如以价格/比强度计,钢为 1,三氧化二铝 (Al_2O_3) 陶瓷为 4,聚丙烯为 4,碳纤维为 5。金属材料的有些性能,如导电性、磁性等都是难以取代的,更重要的一个原因是金属材料本身也在不断发展,随着科学技术的发展,已有材料的质量在不断提高,新的品种不断涌现。

(一) 非平衡态(亚稳态)合金具有广阔的发展前景。这里所指的是通过快凝或离子注入而产生的非晶态、微米级的微晶与纳米级的微晶。非晶态和微米级微晶在工业中已开始得到应用,90 年代将会有更大发展。纳米级微晶研究刚刚开始,但已显示出很多特点,如合金固溶度的提高,熔点与烧结温度的大幅度下降以及在力学行为方面的异常,都使这类材料有广阔的前途。

(二) 高比强度、高比刚度金属基复合材料及某些轻金属将是今后研究的重点。金属基复合材料如碳纤维强化的铝合金,碳纤维、碳化硅纤维(晶须或颗粒)强化的铝合金、钛合金及镁合金等,都具有比基体更高得多的强度和模量,是空间材料所不可缺的,因而成为当前的研究重点,估计 90 年代会有所突破。高强轻合金中的铝锂合金及钛铝合金,这些都是目前航空材料的对象。

(三) 在特殊条件下使用的金属材料日趋重要。所谓特殊条件是指在常温和大气以外的各种条件,包括腐蚀介质、磨损、辐射、高温和低温等,这些条件都会加速材料的破坏,必须采取各种各样的措施,才能使其满足要求。一般都是发展适应不同工作条件的材料,而近来发展较快的是复合材料,如表面涂层、表面处理等。发展最快的是采用激光处理,既可改变部件的表

面显微结构,也可使表面合金化,增加适应外界环境的能力。

(四) 新金属功能材料不断涌现。磁性材料是最主要的金属功能材料,从 30 年代的钢磁到 80 年代的钕铁硼 ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$),其磁能积提高百倍以上,当前正在发展的信息记录用的磁光材料,一般采用真空沉积薄膜。它们是稀土金属与过渡金属的非晶态薄膜,如钆钴 (GdCo)、铽铁 (TbFe)、钆铽铁 (GdTbFe) 及钆铽钴 (GdTbCo),具有高密度、非接触、可擦除等特点。用量最大的软磁材料硅钢片仍会有所前进,新材料非晶态铁、硼、硅 (Fe-B-Si) 系薄带,作为变压器蕊,其铁损只有硅钢片的 $1/3$,很有发展前途,国外年产以万吨计,我国年产百吨的装置已自力更生地制造出来了。金属功能材料的另一类是形状记忆合金,它已在工业和机床方面得到广泛应用,更有前途的是用它做海水温差发电装置,有可能得到成功。

金属新材料固然应得到重视,但在我国应该把更多的注意力转移到基础材料上来,如钢、铝、铜等。一方面采用新工艺、新技术使基础材料工业得到改造,另一方面基础材料本身,从提取冶炼、轧制、浇铸到使用,都需要开展深入的研究工作,使能耗不断下降,质量不断提高,成本不断下降,品种不断扩大。过去我们在这方面已经吃了亏,以致卫星上了天,而汽车薄板、甚至搪瓷钢铁皮还要大量进口。这个教训必须吸取。我们不是没有能力,而是在政策上和计划安排上存在问题。

发展新材料必须与发展新技术相结合。否则我们的新材料只能为外国人做嫁,而自己却无用武之地,从而不利于国内新材料的发展,因为出口的渠道究竟有限。

发展新材料还需重视“军民结合”。新材料往往从军事工业开始,而军工应用量少,不计成本或成本占比重小,因而缺乏竞争能力而难以稳定发展,只有通过大量民用才能把成本降下来,并不断得到提高。

发展新材料还必须重视基础研究和鼓励创新。这里所指基础研究包括发展新工艺、新流程所涉及的基础研究。基础研究是发展新材料的根本保证,因为新材料是一项技术密集和知识密集的高技术产业。如高温超导体的出现已两年多了,但达到实用阶段还需几年或更长的时间,主要是我们对它认识不够,以致电流密度提不上来,脆性问题无法解决。当然,也存在一种可能,那就是根本无法解决,但要通过大量基础研究工作,才能下这个结论。同时通过基础研究可以培养科技人员的思维能力和分析问题的能力,这是发展我国科学技术的根本,材料科学技术也是一样。