

## 金属基复合材料国家重点实验室建成

### The Key National Laboratory of Metal-Base Composite

陈 况

(上海交通大学金属基复合材料国家重点实验室, 工程师)

金属基复合材料,是在各金属基体内用多种不同复合工艺,加进增强体,如碳纤维、硼纤维、碳化硅及氧化铝颗粒,以改进特定所需的比强度、比刚度、导电性、耐磨性、减震性、热膨胀……等等多种机械物理性能,在新兴高科技领域,宇航、航空、能源及民用机电工业,汽车、电机、电刷、仪器仪表中,要求复合材料规格品种日益繁多,应用日益广泛。

为适应我国科技及生产需要,为该项科学的迅速发展奠定坚实的基础条件,国家计委委托国家教委於1988年5月组织专家论证并1989年2月国家计委批准,在我校原有复合材料研究所有关实验室良好条件基础上,投资筹建金属基复合材料国家重点实验室,经过三年艰苦奋斗,现按预定计划完成。於1991年12月顺利通过由国家计委委托国家教委及有关专家组的检查和验收。

该实验室按国家重点实验室标准,结合本学科发展特点,在一定投资限额内,引进购置了分析电镜、扫描电镜,EDAX新型能谱仪,并型电子能量损失谱仪,离子减薄仪,超显微硬度计,多功能磁控溅射仪等十二台国际上一流的微观分析仪器和工艺设备,同时还订购和自己设计制造了十台国产先进工艺设备,是一座设备先进、装备配套、功能全面、能承担高层次研究工作及本学科发展需要的新型研究基地。

在金属基复合材料国家重点实验室三年兴建过程中,坚持边建设、边开放,这样,既能及时使新的贵重设备早见效果,又便於结合最新发展的启示和实践考验,调整和完善预拟的初始筹建计划。三年中实验室已配合、支持原研究所在“六五”、“七五”科技攻关以及863高技术计划等若干重大项目的研究,并取得一批成果。有的正转入中试研究,有的正进一步深入研究开发,并为系统深入的应用基础研究提出了一批有针对性的好课

题。与此同时,熟悉了MMG领域研究的特点,积累了经验,并逐步形成了自己的研究特色。突出的成果有:

#### 1. 碳/铝复合材料界面反应、微观结构及它们对性能的影响

主要研究C/Al复合材料的界面反应及其与性能的影响;C/Al复合材料破坏过程,环境对C/Al复合材料性能的影响,证实界面最佳结合强度的存在,发现偏高比最佳状态(或一窄的范围)性能都降低。最好的拉伸、冲击、疲劳性能对应着各自的最佳界面结合状态。C/Al复合材料性能降低的原因是界面反应产物的数量,它的多少决定了复合材料破坏机制,界面的过强结合是C/Al复合材料低应力破坏的主要原因,修正了国外研究者认为纤维损伤是造成C/Al复合材料性能降低的主要原因。提出了C/Al复合材料的界面结合状态,拉伸强度,断口形貌三者之间的对应关系。研究结果为制造C/Al复合材料,改善性能提供了一定的理论依据。

#### 2. 碳/铜复合材料电刷

电刷是电机上的导电构件,是电机行业中关键损耗部件。

C/Cu复合材料电刷是电镀铜碳纤维与改性后的石墨复合而成的一种非均质结构电刷,它利用碳纤维独有的直径小(7微米),导电性能好,纵横电阻比大等优良的电性能,又利用改性后的石墨具有优良的滑动接触性能,因此大大提高了电刷的载流能力,改善了电刷的换向性能和耐磨性能。碳/铜复合材料电刷与常规电化石墨电刷相比,它的工作电流密度提高4~5倍,换向火花提高1~2个等级,无火花换向区域扩大5~10倍,损耗降低12.5~25%。通过改变碳纤维类型,分布形式和含量来改变换向曲线的形状及无火花换向区的宽度,因而可按需要来设计系列产品,以满足各种类

型电机的需要。C/Cu复合材料电刷无论在材料选用,结构设计上都有创新,体现在性能有较大的突破。

碳/铜复合材料电刷可应用于各类电机,其意义不仅在本身的经济效益,而且还表现在电机使用此电刷后产生的二次效益。例如电刷电流密度提高,使同台电机电刷使用量可减少,换向器尺寸可缩小,以利简化电机结构,减轻重量,节约原材料,对大功率电机还可提高运行稳定性。又如换向火花的改善冲破了电机换向参数的限制,给电机容量的增大带来生机。同时,换向火花的改善增加了电运行可靠性,降低了事故率,提高了耐磨性能,延长了使用寿命,减轻了工人劳动强度。

### 3. 碳/铝复合材料及其制品

通过工艺参数和材料组分对碳/铝复合材料板材性能的影响的研究,最终研制的M40/LD<sub>2</sub>板材的平均抗拉强度为65.75公斤/毫米<sup>2</sup>,平均弹性模量为 $15.202 \times 10^3$  公斤/毫米<sup>2</sup>,室温强度和模量可保持到400℃。此外,完成了实践3号卫星复合材料镜筒研制。力学环境试验结果表明碳/铝复合材料镜筒完全达到卫星镜筒所要求的力学性能指标。复合材料镜筒端部和台阶上涂塑料膜后,进行阳极氧化发黑处理,完全符合卫星镜筒的发黑质量要求。

### 4. 非连续增强铝(DRA)复合材料

SiCp/Al复合材料是“七·五”期间承担的863的重大项目之一,经过几年努力已顺利达到预定指标,建成10公斤的专门装置,并挤压出2米以上的型材。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>或硅酸铝增强铝活塞环槽已研制成功,通过技术鉴定,正在中试生产阶段。此外,还用通用卧式挤压机成功地挤压短纤维增强铝基复合材料槽型型材(尺寸为2×28×48.5毫米)和 $\phi 28 \times 4$ 毫米管材。与基体铝合金型材相比,其拉伸强度、弹性模量及弯曲模量都有提高,模量的提高有较大的潜力。短纤维复合材料的原料和工艺成本比连续纤维低得多,因此短纤维复合材料型材的研制成功可促进金属基复合材料推广至民用。

### 5. 碳纤维增强铝复合丝的制备及工艺改进

建立了国内唯一的一条具备日产1200~1500克碳纤维增强铝复合丝能力的试验线及相应的工艺。所制备的复合丝采用国产碳纤维,连续长度可以达到并超过50米,拉伸强度达到并部分超过合同规定的70~100公斤/毫米<sup>2</sup>的指标,具有80年代中期的国际水平。通过碳/铝复合材料基体的合金化研究,通过优选基体合金成分发现在铝基体中添加适量的钛、钽、锆可进一步提高复合材料界面及性能的稳定性。还发展了在碳纤维表面涂复SiO<sub>2</sub>,并制备C(SiO<sub>2</sub>)/Al复

合丝的方法,由于碳/铝复合材料主要用于航空、航天等领域,这条日产千克以上碳/铝复合丝生产线的建成,为在我国应用这类复合材料奠定了基础。此外,C/Mg复合材料的研究也完成了863课题的预定任务,且已制备出机器人“腿”的模拟组件。

金属基复合材料在国外已在宇航、航空和汽车工业等方面逐步获得应用。从研究中的新材料过度到实用工程材料是一个相当长的过程,其中有许多基础性的研究有待进行。根据我国当前的实际需要和已有的研究基础,一方面继续加强其在航空和兵器、工具等技术中的应用研究,另一方面应着重开发其在国民经济领域中通用机械和器件的广泛用途,同时还应致力于研究解决开发应用中的基础问题,以切实保证金属基复合材料使用性能的可靠性、稳定性和经济性。

金属基复合材料国家重点实验室的建成,为开展我国金属基复合材料的基础研究和应用基础研究提供必要的,先进的实验条件,能满足国内经济发展的需要及国内外进行高层科学研究工作的需要。

(责任编辑 肖庆山)

(上接第49页)

和西方人学拼音不一样。这可能使我们习惯于“灌输式”教学。然而,在学科交叉的新领域内,“灌输式”是行不通的。在新的学科和教材中,最需要的是激发开拓精神和占有最新信息,而不是过多指令性的教学法。

## 四、结 语

人们预测:从本世纪末到下世纪初的20~30年内,世界经济发展的热区是在环太平洋地区的西海岸,而中国和日本将是这个热区的中心。考虑到我国的人口数和四化建设的规模,应该说我们正在从事的是世界上最大规模的基本建设,我们正处在一个经济大飞跃的前夕。这种发展背景将为土木工程各学科,包括结构工程学科,提供优厚的发展环境。这一优势,甚至发达的西方国家目前亦不具备。我们应该认识结构工程学科面临的新特点、发展的新趋势,以及这种变化的必然性,尽快弥补自身的不足,根据国家建设需要及学科发展规律,努力奋斗,迎接严峻的挑战,争取做出更多的成果。

(责任编辑 特约编辑时学黄)