

初露头角的碳化硅纤维

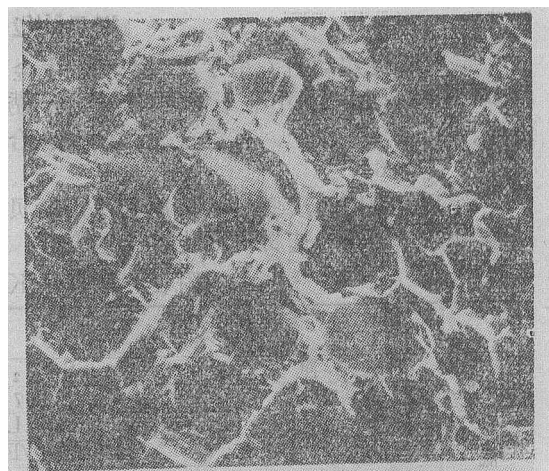
在增强材料家族中，继Kevlar-49纤维之后，近年来又出现了新型碳化硅(SiC)纤维，为宇航业制造先进复合材料提供了新的增强体。

这种新型SiC纤维是日本东北大学金属材料研究所矢岛教授于1975年春发明的；同年9月日本碳素公司获得通常实施权继续促进开发使其工业化。1978年确立了生产连续千米纤维（以往约80厘米长）的技术，取商品名为“尼卡龙”。

新型SiC纤维除具有它的兄长们——硼、碳等纤维的优点外，其独特的优点是金属基体的相容性好，能与多种金属基体复合，在高温下极为稳定，仍保持优异的性能。例如SiC纤维增强铝合金的复合材料(FRM)，在温度高达400℃时其弯曲强度仍保持近100公斤/毫米²，而超硬铝在200℃时弯曲强度降至1/2。因此，这种FRM特别适用于飞机上要求轻质高强的结构部份（如机体中央的构架结构部分、尾翼部份等）以及要求高温高强部份（如发动机外围部份、风扇叶片等）。

SiC纤维增强金属基复合材料，可采用箔冶金法、粉末冶金法、电镀法、等离子喷涂法、蒸镀法、熔融金属渗透法等复合工艺来获得。由于SiC纤维本身含有游离碳，在复合过程中游离碳能与金属基化合，因此除了物理机械的结合外还有化学键的结合，从而提高了结合强度，得到比较稳定的复合材料并有很高的强度（参见照片）。

SiC纤维与树脂基体复合的效果也是很好的。其复合工艺与碳纤维/树脂基复合工艺基本相似。SiC/环氧与C/环氧复合材料的力学性能也基本相似。但SiC/环氧却克服了C/环氧复合材料层间剪切强度较低的弱点，其层间剪切强度为后者的2倍，可达10公斤/毫米²，这是目前不经过表面处理的碳纤维无法达到的。当前正在积极开展SiC/环氧复合材料及SiC和C纤维混合增强环氧复合材料在宇航工业方面



照片 复合材料（铝均匀地浸透在纤维间）

的应用研究。SiC纤维与改性环氧241#复合，得到了满意的结果，数据如下：

四点弯曲强度	172公斤/毫米 ²
四点弯曲模量	10.68吨/毫米 ²
抗拉强度	108.7公斤/毫米 ² （理论计算为147公斤/毫米 ² ）
压缩强度	155.5公斤/毫米 ² （C/环氧为121公斤/毫米 ² ）
冲击强度	270公斤/毫米 ² （C/环氧为140公斤/毫米 ² ）

此外，SiC纤维还可增强陶瓷做成复合材料，具有高强度、高硬度、耐腐蚀、低密度、抗氧化、刚性好等优点，并能弥补一般陶瓷抗热震性和抗冲击性差的缺点，是制造导弹头部、火箭发动机喷管和发动机周围的极好的耐热材料。

SiC纤维“尼卡龙”是由分子量为1500左右的聚碳硅烷（生丝）用熔融法拉制而得的，是一种微晶(33~70 Å)β-SiC纤维，在1300℃以下性能比较优越，在1300℃以上性能稍差。纤维直径为8~12微米，比重2.8，抗拉强度250~450公斤/毫米²，弹性模量18~30吨/毫米²。1978年初日本碳素公司横滨工厂月产100公斤，价格为10万日圆/公斤，处于供不应求状态。美国从日本引进SiC纤维技术正在积极进行研究。据称当月产1吨时，价格可望降至2万日圆/公斤。

（哈尔滨玻璃钢厂李国强据《日本工业技术》1978年№5及其他资料编写）