

玻璃纤维复合材料新生态复合技术

回显权

(中国航空工业老干部协会, 北京 100028)

[摘要] 现代结构材料正向复合化方向发展。复合材料发展的关键在于开创低成本、高可靠性的复合技术。将玻璃纤维复合材料由传统的后期复合改为新生态的早期复合, 可降低复合成本和提高可靠性。

[关键词] 复合材料; 早期复合; 单纤维复合; 纤维力学效应; 界面效应; 树脂薄膜效应

[中图分类号] TQ171.77⁺7.77 **[文献标识码]** D **[文章编号]** 1009-1742(2002)04-0093-02

1 复合材料是现代结构材料发展的方向

结构材料是构成各种物体结构的主体材料, 因此它是世界上需求量最多的材料。结构材料包括各种天然材料、冶金材料、合成材料以及复合材料。所谓复合材料就是将两种或两种以上材料复合起来的结构材料。它能集两种材料之优点, 又可补两种材料各自的缺点, 而形成复合优势。20世纪中期, 由于航空航天技术飞速发展, 需要强度更高, 密度更低的结构材料, 于是发明了一种新型复合材料, 称为“玻璃纤维增强塑料”(FRP)。它的密度只有钢材的1/4, 强度比钢材高。这种超轻、超高强度的性能之获得是基于材料纤维力学原理: 各种材料拉制成纤维状态后, 强度将提高百倍以上, 再与密度较低的合成树脂复合起来, 制成纤维增强复合材料。这种新型复合材料的出现, 打破了原有单种材料的发展极限, 使结构材料出现新的发展希望, 因此被认为是未来结构材料发展的方向。

2 复合材料的发展前景和面临的主要障碍

复合材料经历50余年的发展, 由玻璃纤维发

展到碳纤维、金属纤维等增强材料; 基体材料由聚合物扩展到金属, 陶瓷等材料; 由应用于航空、航天、坦克、战车等国防领域延伸到各种民用领域, 成为一种很有发展前途的新型结构材料。但是, 由于复合材料的生产成本过高、可靠性较差, 阻碍了复合材料在许多结构中的应用, 成为制约复合材料发展的主要障碍。因此, 迫切需要一种低成本、高可靠的生产复合材料新技术。

3 低成本和高可靠性是复合材料新技术研究的一个焦点

由于结构材料发展在国民经济中占有重要战略地位, 许多发达国家都高度重视低成本、高可靠性生产复合材料新技术的研究。例如美国NASA支持的ACT计划(Advanced Composite Technology)和90年代中期美国商业部支持的具有重大商业价值的ATP计划(Advanced Technology Plan), 均把复合材料的高损伤容限和低成本、高可靠性生产技术作为主要研究方向。如果在这方面率先取得突破, 定会为带来巨大经济利益并提高国际竞争地位。

4 中国先于发达国家找到一条复合材料低成本高可靠性新技术的发展道路

50多年来,全世界关于复合材料新技术的研究,集中在纤维材料的后期复合,开发并使用新型浸润剂,以增加合成树脂对密集的纤维束内部的毛细渗透作用。所有的后期复合,很难准确控制合成树脂的含量、厚度和均匀度,可靠性较差,生产劳动强度大、周期长、成本高。浸润剂价格高,只有少数国家可以生产。走这样一条研究发展道路,肯定不适合中国的国情,很难超越发达国家。因此必须开辟不同的研究道路,创造出一条独特的技术路线:由后期复合改为早期复合;由集团化纤维与合成树脂的混杂复合改为单纤维复合;由浸润剂处理变为无浸润剂处理;复合材料的结构由非均匀组织变为均匀组织;将低可靠性变为高可靠性;将多工时复合变为零工时复合;将过高的生产成本降低到接近原料成本的低成本水平。这就是中国发明专利“玻璃纤维复塑丝及玻璃纤维复塑异型材”(ZL95101598.2)所开创的复合材料低成本高可靠性生产技术新道路。这种玻璃纤维复塑丝是在玻璃熔化拉丝时利用玻璃纤维初生期的表面活性和余热,将合成树脂复合在每一根玻璃纤维表面上,通过拉丝运动完成复合程序,不需要浸润剂处理。由于将复合过程与拉丝过程合二为一,成为零工时复合;由于瞬时使每一根玻璃纤维的表面与合成树脂复合起来,由此制成的复合材料的复合界面最大,等于所有玻璃纤维表面积之和;由于它是在活性表面上的热复合,所以界面结合力最佳;由于利用拉丝余热生产,节约能源,又节省了拉丝现场的降温费用。玻璃纤维复塑丝经过适当的组合排列,加热加压就能构成各种复合材料制品。这种创新技术,由于发挥了纤维力学效应、界面效应和树脂薄膜网

络效应,使得复合材料的内部结构发生了质的变化,物理机械性能得到极大的提高,达到用常规方法生产所不能达到的性能水平。

常用E级玻璃纤维对环境水分非常敏感,抗蚀能力较低,在复合前纤维表面无保护,因相互摩擦造成损伤,再经过水冷却和浸润剂处理后,达到工作态时强度下降到1200 MPa,因此玻璃纤维只能做普通复合材料使用。而高强度的先进复合材料必须使用碳纤维做增强材料,碳T300的抗降度为3500 MPa但碳纤维价格昂贵(T300单位为)90美元/kg如此昂贵的价格阻碍了先进复合材料的普及应用。人们曾设想,通过改进成分来提高玻璃纤维的强度,但是效果不大,例如S级玻璃纤维只比E级玻璃纤维强度提高30%,但是成本增加4倍。早期复合技术利用高分子材料保护玻璃纤维新生态表面不受损伤和侵蚀,所得到的玻璃纤维强度非常高,甚至高于碳纤维。例如E级玻璃纤维新生态强度为3700 MPa,它比碳纤维T300的强度高200 MPa。使用玻璃纤维复塑丝通过模具加热拉挤玻璃纤维复塑异型材,抗拉强度达900 MPa,是普通玻璃钢型材的3.2倍。抗弯弹性模量达40000 MPa,是普通玻璃钢型材的2.7倍。

复合材料生产成本由原料成本和复合成本两部分构成。过去由于技术原因,复合成本往往高于原料成本,造成复合材料生产成本过高,阻碍了复合材料的发展。新技术可以将复合材料的生产成本降低到接近原料成本的水平,使复合材料一跃成为结构材料中性能最佳,最经济的材料。玻璃纤维复塑异型材可以应用于一切工程结构中,与其它结构材料相比具有绝对优势,能够降低结构的重量、增加承载能力、降低造价。例如做门窗型材使用,由于强度和刚度非常高,不用钢芯支撑加固,减轻重量,节省用料,成本仅为塑钢窗的1/2~1/3,经济效益非常巨大,具有广阔的市场发展空间。