

文章编号 : 1000-3851(2007)01-0012-01

先进复合材料与航空航天

杜善义*

(哈尔滨工业大学, 哈尔滨 150001)

摘要: 复合化是新材料的重要发展方向, 先进复合材料已经成为航空航天结构的基本材料之一。本文中阐述了先进复合材料在航空航天领域的应用需求和现状, 介绍了诸如点阵、纳米、多功能复合材料与结构等研发热点和前沿技术, 并讨论了其研发与应用趋势。最后, 重点讨论了复合材料的原材料技术、低成本技术、设计/评价一体化技术等亟待解决的问题。

关键词: 先进复合材料; 航空航天; 低成本; 设计/评价一体化

中图分类号: TB33 文献标识码:

Advanced composite materials and aerospace engineering

DU Shanyi*

(Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: Advanced composite materials (ACM) have become the basic materials of the aerospace engineering. In this paper, the requirements and the applications of ACM in the aerospace engineering were presented. Some hot-spot technological fields, such as lattice materials and structures, nano-composite materials and multi-functional materials, were introduced. Their potential applications and developments were prospected. Finally, the problems to be resolved about raw materials, low cost, integration of design and evaluation in ACM were discussed.

Keywords: advanced composite materials; aerospace; low cost; integration of design and evaluation

1 先进复合材料是航空航天的重要物质基础与先导技术

1.1 先进复合材料已成为四大类材料之一

材料是社会发展的物质基础和先导, 而新材料则是社会进步的重要里程碑。新材料技术是支撑当今人类文明的现代工业关键技术, 新材料技术一直是世界各国科技发展规划之中一个十分重要的领域, 它与信息技术、生物技术、能源技术一起, 被公认为是当今社会及今后相当长时间内总揽人类全局的高技术。复合化是新材料的重要发展方向, 也是新材料的重要组成部分和最具生命力的分支之一。复合材料已经发展成为与金属材料、无机非金属材料、高分子材料并列的四大材料体系之一^[1], 见图 1。

复合材料是指由有机高分子、无机非金属或金属等几类不同材料通过复合工艺组合而成的新型材料, 它既能保留原有组分材料的主要特色, 又通过材料设计使各组分性能互相补充并彼此关联与协同, 从而获得原组分材料无法比拟的优越性能, 与

一般材料的简单混合有本质的区别^[2]。所谓先进复合材料 (Advanced composite materials, 简称 ACM) 是指用碳纤维等高性能增强相增强的复合材料, 对于先进树脂基复合材料, 在综合性能上与铝合金相当, 但比刚度比强度高于铝合金^[3]。本文中主要针对先进复合材料 (主要指先进树脂基复合材料) 及其在航空航天中的应用进行评述与讨论。

随着复合材料的广泛应用和人们在原材料、复合工艺、界面理论、复合效应等方面实践和理论研究的深入, 使人们对复合材料有了更全面的认识。现在人们可以更能动地选择不同的增强材料 (颗粒、片状物、纤维及其织物等) 与基体进行合理的性能 (功能和力学) 设计 (如宏观的铺层设计、微结构设计等), 采用多种特殊的工艺使其复合或交叉结合, 从而制造出高于原先单一材料的性能或开发出单一材料所不具备的性质和使用性能, 如优异的力学性能、物理-化学多功能 (电、热、磁、光、耐烧蚀等) 或生物效应的各类高级复合材料。因此“复合”涵盖的

收稿日期: 2006-10-27; 收修改稿日期: 2006-12-06

通讯作者: 杜善义, 院士, 研究方向为复合材料、固体力学及飞行器结构

E-mail: sydu@hit.edu.cn