

复合材料的现状与发展

张登高

(航空航天工业部科学技术研究院复合材料处)

The Present Condition and the Development of Composite Materials

Zhang Denggao

(Composite Materials Dep., CAE)

由于现代科学技术发展需要,材料领域中许多材料正在由单一的传统材料向复合型、跨学科方向演变。近年来发展迅速、前途广阔、引起人们极大重视的复合材料就是一例。复合材料的类型,一般按基体可分为金属基与非金属基(如树脂或陶瓷基)复合材料;按增强材料则分为纤维(包括连续与不连续)及颗粒等增强的复合材料;按用途又可分为结构型和功能型复合材料。本文主要介绍近20多年发展起来的树脂基、结构用先进复合材料。

早在40年前出现的玻璃纤维增强树脂基复合材料是人们较熟悉的。它在工业上较早得到了应用。但因其刚度低、比重大等原因,不能完全满足航空航天工业发展需要,后又出现了碳纤维及凯芙拉(Kevlar)纤维等增强的树脂基复合材料。这类先进复合材料具有强度高、刚度大、重量轻等优点,在航空航天、交通运输、机械、化工、体育及医疗器械等领域迅速得到应用。在美国,复合材料同钛合金、高强度钢、铝合金一起被列为飞机的四大结构材料,并在军机应用上达到能与普通铝合金竞争的程度。据介绍,美国已有10多种类型的军用飞机不同程度地采用了先进复合材料结构件。值得注意的是这些先进复合材料的应用已由次承力件过渡到主受力构件。如美国的AV-8B垂直起落战斗机,在尾翼、机翼和前机身等部位采用的先进复合材料约占机体重量的26%。瑞典的JAS-39“鹰狮”多用途战斗机在全机受力部件中有30%重量为碳纤维增强树脂基复合材料。美国1986年出现的全复合材料飞机“旅行者”号,曾创造了不加油、不着陆、连续9天、环球飞行约41840公里的世界记录。它的成功,被认为与大量采用碳纤维复合材料直接有关。国外在直升机和大型客机上也在大量应用先进复合材料。如波音737-300客机,在舱门、机身、发动机短舱、尾翼、机翼等部位使用的复合材料零部件达600多件,其中包括单一及混杂纤维层板和蜂窝结构。波音767客机采用的复合材料构

件约占机体重量的30%。苏联大型运输机安-124用了5500公斤复合材料,其中碳纤维复合材料将近1/2。据报道,美国一架航天飞机上使用的复合材料达1800公斤。对航天飞机来说,每减轻1公斤重量,可使发射费用降低15000美元。可见,先进复合材料对航空航天工业的发展,无论从技术或经济效益考虑,其意义都是非常重大的。

先进复合材料虽然主要用于航空航天方面,但因性能优异,在民用工业中的发展前景也十分广阔。如全复合材料汽车及自行车的问世,复合材料制造的高尔夫球棍、网球拍、滑雪板、垒球棒、乐器及发声器材等的出现,还有用复合材料制造、移植到人体的人造器官,以及各种医疗器械,如超声诊断仪器及X光装置的研制成功,就是有力的证明。

随着科学技术发展,先进复合材料的研究和应用也在不断前进。从基体材料看,除继续改进热固性树脂的耐温、吸湿、增韧等性能外,热塑性树脂如聚醚醚酮(PEEK)、聚砜(PS)、聚苯硫醚(PPS等的研究发展已引起人们重视。由于高技术对材料耐温性能要求苛刻,所以国外对耐温性能较好的金属基复合材料加快了研制步伐。碳-碳复合材料在航空航天技术发展中也得到应用。陶瓷基复合材料因工艺、性能、成本等原因,目前还处在探索性研究和少量试用阶段。其他,如复合材料制造工艺与方法的改进、力学领域的进一步探索、无损检测技术与评价标准的深入研究以及设计 and 应用中的一系列新的课题等仍处在不断发展之中。

我国先进复合材料的研究虽然起步较晚,但由于“四化”建设和高技术发展需要,经国家及有关部门和全体从事复合材料研制、试验、设计和应用等方面人员的共同努力,目前在复合材料学科领域已拥有一批具有一定规模和技术水平的科研、设计、制造与教学队伍。为推动复合材料研制和应用的迅速发展,相应建立了与其配套的各种设备仪器和对

复合材料进行质量保证的一系列试验项目、检验标准与评价方法。更可喜的是,近 10 年来,能够把复合材料的研究成果与型号设计、应用较紧密地结合起来,使先进复合材料构件能较快地用于航空航天产品和民用方面。

为加快发展和不断开发复合材料,在国外不仅政府及军队中有复合材料的专门研究机构,而且许多大学都设有复合材料研究室或研究所,许多专业公司对复合材料的研究、设计、制造直到对产品的应用、销售,全部承揽下来。这样的实体机构不仅有竞争能力,同时也促进了复合材料的迅速发展。此外,还有复合材料的有关学术团体,经常组织各种学术交流和专题讨论会,并在有关刊物上介绍复合材料研究进展与动态。如日本、欧洲、美国、加拿大等都先后成立了复合材料学会。各国及国际性复合材料学术会议日益频繁。如近几年先后组织的中日、日苏及日美复合材料研讨会和学术交流会,两年一次的复合材料国际学术会议 (ICCM) 已开了 6 次,欧洲复合材料会议 (ECCM) 举行了两次。此外,还有国际复合材料结构会议 (ICCS) 等。两年一届的英国国际增强塑料大会始于 1958 年,苏联复合材料结构力学学术委员会等单位发起并定期举办了聚合物和复合材料力学全苏代表会议,日本已多次组织了纤维增强塑料 (FRP) 学术会议及复合材料讨论会,美国每年一次的国际 SAMPE 年会到今年 5 月共举行了 34 届,复合材料已成为该年会交流、讨论的重要内容。

我国近年来在复合材料领域的研究、设计与应用等方面不断取得新的进展。因此,各种复合材料学术活动也十分活跃。两年一次的全国复合材料学术会议从 80 年代初开始已举行了 5 届,举办了 4 次全国民用碳纤维复合材料技术交流会,1985 年还召开了复合材料设计与应用专题讨论会。近几年,由我国主办了两次玻璃钢/复合材料国际技术交流会,1986 年在北京召开了国际复合材料和结构学术会议 (ISCMS)。现正积极筹办在我国举行的第 7 届复合材料国际学术会议 (ICCM-VII),并准备举办展览。据统计,这次会议选用的约 300 篇论文中,中国学者的论文超过 1/6。这表明我国在发展复合材料方面已达到一个新的水平。我国复合材料学术团体,除了中国玻璃钢协会、中国航空学会复合材料专业委员会、中国青年复合材料研究会以及有关复合材料的标准化技术委员会等组织外,今年 1 月正式成立了中国复合材料学会。这对加强国内

外复合材料学术交流与合作,加快复合材料领域科学技术的发展,将起到促进作用。我国复合材料学术刊物,除了《复合材料学报》、《纤维复合材料》、《玻璃钢》等专门杂志外,材料工程、塑料和机械、力学及高分子等方面的杂志或刊物也登载复合材料的进展、动态、研究成果和论文。

复合材料的优异性能加快了它在工业上的迅速应用,而复合材料的应用效果又为它的进一步发展提供了可靠依据。日本国际贸易和工业部 (MITI) 对 20 世纪 90 年代新技术开发进行了决策,拟选择开发的新材料方面就有复合材料。科学技术发达的国家对 90 年代未来战斗机的预测认为,高性能复合材料在其结构中的更大量应用是必然的。可以预料,21 世纪复合材料的开发应用前景无疑将会更加广阔。

* * * * *

安-24 飞机国产扭力筒 通过航线试用阶段鉴定

1989 年 8 月 7~9 日由中国航空器材公司飞机刹车公司主持召开了安-24 飞机国产扭力筒航线试用阶段技术鉴定会。六二一所根据国家计委批准民航总局《关于民航进口飞机刹车装置立足国内解决》报告精神,受民航局航材公司委托,于 1987 年开展扭力筒国产化的一系列研制试验工作,并于 1988 年 1 月通过了国产扭力筒地面试车试验,达到了美国联邦航空局 FAA TSO-C26C 和中国民航局 CCAR TSO-C26C 技术标准有关技术要求。

国产扭力筒先后经民航广州局批准在湖南省局航线领先使用,在 B-343 和 B-3411 号民航飞机上共飞行 422 个起落,使用情况正常,经两次定期分解检查,扭力筒技术质量状况正常。根据民航局有关文件要求,又在安-24 飞机上进行国产刹车扭力筒领先使用。在这次鉴定会上,代表们听取了六二一所关于产品研制技术工作汇报和民航湖南省局的航线试用情况汇报,一致认为,安-24 飞机国产扭力筒研制成功和航线使用,将为我国民航、空军、海军建设作出贡献。研制工作是成功的,具有可喜的技术经济效益。

会议希望研制单位本着“飞行安全第一”原则,严格控制产品质量,制定使用维护说明书,并配合使用单位做好技术服务和使用信息反馈工作,使国产扭力筒尽快定型。

(李东泰 供稿)