

## 国外消息

### 从1978年法恩巴勒展览会 看航空材料的发展趋势

英国航空协会(SBAC)主办的1978年法恩巴勒(Farnborough)展览会共展出16个国家的70种飞机、350多件展品。其中最引人注目的有英国的海上鹞式飞机、法国的幻影2000格斗机和加拿大的达希-7短距起落客机。此外,还有美国的A-10A战斗机,号称可与F-15、F-16和F-17一起保持前线服役直到本世纪末。本文作者从展览会情况评述飞机和发动机材料和工艺的发展趋势。

若干年来,用钛合金和增强塑料代替钢和铝合金作飞机结构材料一直是明显的趋势。为了提高格斗性能,现代战斗机用钛合金已占飞机重量的15~17%,而非金属材料却占25%。展览会上有些工程师预言,下一代战斗机结构重量的50%将是碳纤维增强塑料。展出的超F-28飞机结构件(如:减速板前舱门、襟翼和卸升板)采用了石墨纤维增强塑料和其它复合材料,使飞机重量减少680磅。AV-8B改型鹞式飞机的主要部位(盒形主翼梁、翼肋、蒙皮、翼尖)和整流罩等都采用石墨环氧树脂复合材料。在民用客机方面,波音747采用铝/玻璃-纤维蜂窝板的比例最大,几乎半个机翼和尾翼面以及大部分的机身都用这种材料。展出的波音757、767、777(模型)也将大量采用非金属材料。

承受高负荷的部件(如:起落架零件、发动机框架等)仍然要用钢或钛合金。高强度结构钢有Ni-Co-Mo马氏体时效钢和可控相变沉淀硬化钢。后者在550°C进行热处理可获得最大强度。

军用飞机已充分使用钛合金。美国全国钛产量的四分之一以上用于军用机零件,而民用机约用8%。波音747用了13吨的钛作防火墙、热屏障或作钢的代用料。鹞式、旋风、协和、三星等飞机都采用了英国IMI钛公司研制的钛合金IMI550(4Al-4Mo-2Sn-

0.5Si)、IMI551(成份同550,但有4Sn)和IMI680(2.25Al-4Mo-11Sn-0.2Si)。

由Johnson Matthey公司展出的粉末冶金钨基合金(密度18克/厘米<sup>3</sup>)用作配重、振动阻尼、飞轮和惯性传感件等。最重的合金(95W-Ni-Fe)用作辐射屏蔽件。

有些厂商仍然在展览会上强调铝合金的重要性。英国Alcan铝公司研制的铝合金用在协和号作整体的蒙皮-翼肋结构的主蒙皮面板。这种铝板经轧制和热处理后,其110~150°C的强度至少保持在10000小时以上。

高温材料和工艺是这次展览会的重要内容。典型的高温合金是钼公司研制的Hastelloy系列固溶强化镍基合金,其中Hastelloy X在高达1100°C循环加热使用条件下具有低的膨胀系数和高的抗氧化性,Hastelloy S则可用到1200°C。钼公司生产的钼基高温合金Hs-25和188广泛用作发动机零件,还有Ni-Cr-Co-Fe多元合金,具有高温强度、热稳定性和良好工艺性。此外,用作涡轮盘和空心叶片的铸造合金包括在两年前的法恩巴勒展览会上由英国联合碳化物公司展出的两个低碳高硼合金。

在工艺方面,铸造气冷涡轮叶片的应用是现代高性能发动机的重要标志。由于复杂陶瓷型芯和成形耐火材料管的发展,有可能生产出带有细小冷却通道的叶片。热等静压工艺是最新的铸造技术之一,用来提高冷却时会产生疏松的钛合金和高温合金铸件的质量,即把铸件置于高压惰性气体炉内加热到1350°C左右,疏松就被压合,不留痕迹。在防护涂层方面,展览会上有四种飞机采用了联合碳化物公司的新涂层,其中两种就是钼基的LCo-17A和LCo-19A,这种涂层材料含有弥散的氧化铝,采用“爆炸喷涂”工艺进行喷涂。使用这种涂层可使涡轮叶片的叶冠表面的磨损量减至最小,并可使合金在980~1000°C的氧化气氛中具有有良好的耐磨性。另外,联合碳化物公司还研制出一种扩散焊的Ni-Co-Cr-Al-Y涂层(LCo-22),用来防止叶片磨损和外层气封环的氧化和腐蚀,以保持不带冠涡轮叶片叶尖与气封环之间的精确间隙。若用等离子喷枪把这种材料喷镀0.015~0.1英寸的厚度,就可修复磨损的气封环。

陈荣章摘译自《Metals and  
Materials》1978.12/1979.1