

展望航空技术的发展*

顾诵芬

(航空工业总公司 北京 100012)

摘要 文章论述了发展航空对国防建设和国民经济与社会发展的重要意义,分析了未来民用飞机的发展趋势及需要的相关技术,提出要依靠我国自己的科学研究和工业技术,研制在世界上占有一席之地的民用飞机。

关键词 航空工业,民用飞机,相关技术

1 发展航空是国防建设和国民经济与社会发展的需要

空中力量在现代战争中的重要地位已为世界所公认。1991年的42天海湾战争,多国部队在38天的空袭中,摧毁了伊拉克1/3左右的坦克和大炮,瓦解了对方10多万精锐部队;地面部队仅用4天时间和阵亡79人的代价,就迫使伊拉克无条件投降,这是历来战争所没有过的。因此,战后各国都十分重视加强军事航空力量。美国在军费大量削减的情况下,为了保持空中优势,还在继续实施费用高达588亿美元的隐身战斗机F-22的研制计划。

为了提高人民生活质量和加快经济发展,航空已成为现代生活所必需。航空运输的特点是快捷、舒适、安全、经济。虽然铁路运输也在提高速度,但其经济性仍不如航空。西方有关人士认为,路程超过650公里,连先进的悬浮高速列车也不如航空运输经济。

美国估计,1990年世界航空运输量为16 000亿人·公里(不包括前苏联),预计2010年将达到48 000亿人·公里,每年增长10%左右。俄罗斯估计本国航空运输量年增长率为7%—9%,2010年将达到3 000亿人·公里。我国航空运输量从1985年到1994年平均年增20%,1994年达552亿人·公里。为实现国民经济建设第三步目标,达到发达国家现在的水平,我国民用航空运输量还将保持较高的速度增长,这就需要大量的民用飞机。

要获得民用飞机市场,产品必须有高的安全性、经济性、舒适性和低的成本,这就需要采用各专业的高新技术,要靠国家投资。美国在海湾战争后重申航空技术为国家关键技术,除出于国防需要外,千亿美元的民机市场也是它的着眼点。欧洲四国政府不惜投资260亿美元,终于使空中客车飞机获得了25%的民机市场。现在发展中国家也纷纷创办航空工业,他们看到了航空产品的高技术、高附加值,且能推动各工业部门发展。为此,我国也要开展民机的研制。

* 中国科学院第八次院士大会学术报告
收稿日期:1996年6月8日

2 未来民用飞机的发展趋势

2.1 大型亚音速客机

预计2020年航空运输主要靠亚音速客机,1991年至2005年约需100座以上的亚音速客机9000架。要求2020年飞机的运营总费用比现在降25%,单位座公里油耗降40%,其中25%靠发动机改进,15%靠提高飞机气动效率和减少飞机空重;飞机的客座量提高到1000,但飞机轮廓尺寸仍应在现有机场允许使用的条件内。要提高飞机的全天候起降能力,提高可靠性,降低事故率(包括减少人的差错和自动系统的可靠),降低噪音和发动机排放污染。

2.2 超音速客机

70年代研制的“协和”与“图-144”超音速客机,由于不经济和对环境造成污染,得不到发展。展望2000年,越洋飞行的运输量将大大增加,因此,超音速客机还要发展,到2015年可能需要600—1500架。

将来的超音速客机将能乘250—300人,巡航M数在1.6—2.5,航程在10000—12000公里。为使用经济,要求超音速升阻比大于9,发动机油耗在1.2—1.3公斤/公斤推力·小时。要降低音爆强度,使之控制在小于0.0005大气压,主要靠改进飞机的气动外形。

解决污染问题,主要是控制发动机燃烧后的氮氧化物(NO_x)排量。NO_x在高空要破坏自然臭氧层,在低空则与阳光作用产生大量臭氧和其它强氧化物。所以需要研究不影响自然臭氧层的NO_x排放标准,以便选择合理的巡航高度。为控制NO_x排量,还应改进发动机的燃烧器。

2.3 偏转旋翼式支线客机

为解决中心机场的拥挤,需要垂直起降飞机疏散客流,并进行市区对市区的运输。利用可偏转旋翼的支线客机将能达到此目的。这种飞机有直升机的机场利用优点,又能克服直升机气动效率低、振动噪音大的缺点。现在已有军用V-22型。将来应进一步降低空机重量,提高气动效率,特别是垂直飞行时旋翼对机翼载荷的影响。

3 发展航空需要的相关技术

3.1 空气动力学

空气动力学的研究着眼于如何提高未来飞机的性能上。

提高飞机的巡航升阻比,最有潜力的是翼面流动的层流化。如能将亚音速客机上翼面保持全弦长层流,则可提高巡航升阻比10%—12%。要得到实用的层流化机翼的设计方法,须弄清附面层转捩的机理,以便建立模型,用CFD(计算流体力学)方法进行精确的实验验证。超音速客机同样也要在超音速巡航时得到层流。对于机身等不易获得层流的气动部件,要研究实用的紊流减阻措施。

超音速客机要减少波阻,包括升致阻力和体积波阻,要利用波的可利干扰,要研究新的气动布局方案。

为了进一步提高飞机起降性能,要研究新的高效增升装置。要研究发动机安装和飞机机体的一体化设计,以获得高推进效率,并利用发动机推力转向的增升作用。

CFD作为设计手段,可以计算任意形状物体的气动力,要有足够精度,程序使用要方便、快速,要利用并行计算技术。

空气动力实验需要高R数、低扰动的风洞,要研制高分辨率、高精度的非接触测量装置。

总之,发展飞机空气动力学必须是理论、精致实验和CFD的结合。

3.2 推进技术

今后 20 年的发展目标仍是提高热机和推进效率,降低油耗,提高推力级,减轻重量,减少排放,降低噪声,增加可靠性,提高寿命及减少维护工作量。

亚音速客机用发动机,要较大幅度提高压比和涡轮进口温度。风扇函道比要比现在提高 3—5 倍,或采用无函道桨扇。

提高部件效率主要用 CFD 设计风扇、压气机和涡轮。

燃烧室要做大幅度改进,将 NO_x 的排放量降低约 8 倍。

发动机也要采用主动控制技术,以提高压气机效率和喘振余度。采用磁悬浮轴承以减轻重量。广泛采用计算机监控技术,以保证发动机的安全可靠运行。

3.3 材料和结构

下一代民用飞机机体材料仍是金属为主。要发展铝锂合金,在不降低寿命条件下,提高刚度,减少密度,提高韧性和抗腐蚀能力。采用快速凝固技术以获得新的、耐高温的、价低的铝基合金。要开展对序列合金 TiAl、Fe₃Al、Ni₃Al 等的研究,以获得强度/重量比更高的航空材料。

要发展复合材料结构实用的设计、分析、制造、检验和修复方法,研究复合材料结构的损伤容限机理和实用有效的无损探伤技术。

要研究超音速客机结构用的耐高温树脂基复合材料。陶瓷基复合材料将用于不需冷却的发动机涡轮部件,要提高抗氧化能力和韧性。

利用复合材料特点开展“灵巧结构”研究,要研制埋入式传感器、处理器和作动器的综合。利用光纤、压电材料和记忆材料实现颤振和载荷的主动控制。

要积累民机和适航使用数据,研究制定高效率的适航要求和鉴定方法。进一步开展先进结构寿命预测方法和结构分析软件的研究。

3.4 航空电子和控制

为提高航空系统的输送能力,要充分利用各种来源的导航信息,实施航迹的四维管理。

要实现全天候起降,建立可靠的防撞系统。要研制新的风切变探测装置及其回避系统。

为便于飞行员在视线很差的环境下仍能操纵飞机着陆,需要在飞行员的视景上叠加各种传感器提供的视景数据,增强视景画面,进一步研究灵境技术的应用。还要研究语音控制,以提高飞行员操作的正确性。

新一代民用飞机也要采用主动控制技术,实现放宽静稳定、突风减缓和载荷降低。要开展飞行和发动机的一体化控制。要研究新的机上能源系统及相应的作动器。

3.5 认知工程

将信息科学、认知科学和人素工程的知识结合在一起,使飞行员、飞机和空中交通管制这个大系统能更好地运行,这就是航空上的认知工程。要应用认知工程,研究增进航空运输系统的安全,保证系统正确、可靠地工作,对信息进行有效管理和传播。

4 结束语

我国航空工业 45 年来主要为国防建设服务,有了一定基础,现在正在开展民用飞机的研制。要研制出在国际市场上能占一席之地的民用飞机,必须采用先进技术,要依靠我国自己的科学研究和工业技术的支持。