

航空战略咨询公司指出,航空产品供应链呈现7种发展趋势,涉及原材料的生产、信息技术和管理创新。这些趋势所带来的不仅仅是飞机设计理念的改变,还将带来全行业价值和竞争优势的变化,并决定企业的成败。

# 为未来做好准备

## Get Ready for the Future

◎晓诚

### 未来的7种发展趋势

#### 绿色发动机

虽然发动机的燃油效率已大幅提高且污染物的排放明显减少,但降低运营成本和减少温室气体排放等重任,促使发动机制造商还要继续付出更多的努力。

发动机制造商的首要任务是帮助航空公司降低发动机的拥有成本和运营成本。近年来,燃油价格暴涨,占航空公司支出的五分之一。提高发动机的燃油效率将成为启动下一代窄体飞机项目的关键,通过采用绿色发动机要使运营成本降低20%。

另一重要任务是减少温室气体排放。航空运输对环境的影响越来越引人注目。虽然航空运输产生的碳化物的污染在全球排放中所占比例小于3%,但这已成为一个快速增长的污染源。预期到2050年其比例将会达到15%,尽管这种预测看似有些夸张,但已引起各国政府和环保组织的关注。

利用现有技术,在未来20年可以使民航客机每座的平均油耗降低20%。但航空运输量预期到2016年将增长60%,所以目前的减排力度是不够的。如果按照现有的温室气体排放

标准,航空运输的增长量将被限制在每年低于1.5%。为此,需要发动机制造商能有创新之举。

业界首先依靠的是技术嵌入。在现有的发动机设计中采用先进的三维空气动力学燃烧室、电子控制和无引气装置,利用新的材料和涂层提高发动机工作温度和增压比。采用技术嵌入的方法风险较低,但难以获得预期的效率提高。

第二种方法是普惠公司的齿轮传动风扇发动机,通过一个内置的齿轮箱,把发动机的风扇与低压涡轮连接在一起,可以省油12%,降噪31分贝。这种方案不是新提出的,霍尼韦尔公司自上世纪70年代至今已生产了1000台以上齿轮传动的TFE731系列发动机。但此类发动机需要解决散热、结构和维修成本等方面的问题。

第三种方案是桨扇发动机(UDF)。在上世纪80年代,通用电气公司在—架MD-80飞机上安装了一台GE36UDF发动机,可以省油30%。但此方案存在振动、叶片包容和机体安装等问题。

究竟哪种设计将成为未来的主流?发动机制造商及其供应商正在进行综合评估。这场竞赛即将分出胜负,也能决定哪个发动机制造商在未来的航空运输领域能走得更远。

### 复合材料飞机

航空结构件正在发生转变,从全金属飞机转向高复合材料飞机。

高复合材料飞机的出现,会明显增加复合材料的市场价值。复合材料飞机曾经在飞机设计过程中因价格昂贵而被视作“奢侈品”。现在,因为生产成本的降低以及燃油价格的狂涨,使得复合材料设计成为一种可以实现价值增值的方案。

航空运输业在上世纪80年代后期开始增加复合材料在飞机结构件上的用量。当时空中客车的A320飞机以及后来的波音777飞机复合材料的用量占飞机结构重量的10%~15%。在A380飞机上复合材料的用量占25%,波音787飞机的复合材料用量占到50%,而重新设计的A350XWB飞机将采用全复合材料机身。

航空发动机中复合材料的用量也在逐步增加。GE9x发动机中复合材料的用量超过680千克(1500磅),占发动机总重的13%,这一比例是GE90发动机的两倍。

高复合材料飞机的引进,加上维修上的需求,使得航空复合材料市场在2016年会翻一番。而对于重量轻、高燃油效率飞机的需求,会使得航空复合材料市场在未来20年内再翻一番。

## 电子化功能

经济合理、技术可行的电子系统正逐步取代液压、气动和机械系统以实现电子化,如液压起动机正逐步让位于电子起动机。原因何在?关键是质轻、可靠和维修成本低。

目前的民用飞机设计距离全电子飞机还有一些距离,但电子技术在A380、波音787、“日蚀”500和近期公布的一些无人机(UAV)中已广泛采用。A380的1个液压循环已被一系列的电子流体静力学作动筒所取代,可以减重454千克(1000磅)。剩下两套液压系统的压力升至5000psi,可使飞机进一步减重454千克(1000磅)。波音787飞机的电子化程度则达到了更高的水平,在大型飞机中率先采用电子刹车技术、取消了发动机的引气装置、以电子除冰替代液压除冰装置。

毫无疑问,这些飞机所需的电量会更大。波音787飞机将发出1400伏安的电量,是A380飞机的两倍、波音767飞机的5倍。

电子化程度越高,对飞机配电能力的要求也越重要和复杂。新型飞机上采用的电源管理系统是枢纽-辐射结构,

消除了数英里长的导线。由固态电源控制装置在飞机枢纽管理电源载荷。

## 预测和健康管理

应用日益广泛的预测和健康管理(PHM)系统将会终结航空维修业从前的依靠猜测、直觉和经验积累的工作方式,使得维修成为一种主动而不是被动的行为,最终目的是提高飞机的可靠性。

PHM与现有的维修方式的差异何在?上世纪80年代末,随着中央维修计算机的出现,使得维修方式更加集中在查找发生了什么故障。相反,PHM系统则起到预测失效的作用,然后再采取相应的措施提高安全性、减少停飞时间和维修成本,即所谓的健康管理。

新一代的飞机(如A340-500)上已开始采用PHM系统。A340-500飞机需要监控来自48台机载计算机的1300个参数,数量较以前的飞机有明显的增加。

在航空运输领域,发动机制造商在状态监控和健康管理方面是遥遥领先的。在全球现役机队中有半数以上的发动机是被监控的。通用电气航空集团一共监控了9000台在役的发动机。罗-罗公司则将PHM转变为一种欣欣向荣

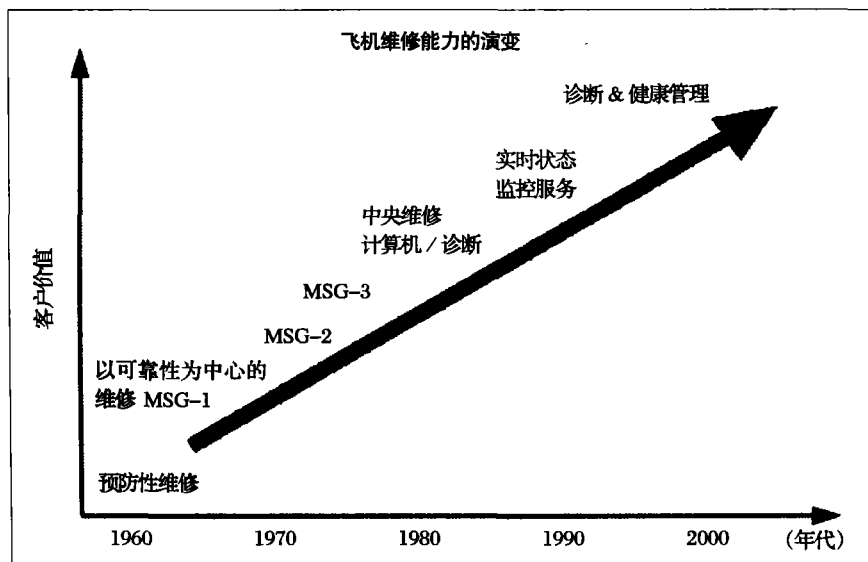
的业务,其决策系统和支持部门不仅为本公司生产的发动机提供状态监控和健康管理服务,还将此业务扩展到防务、能源等领域,2005年的收益达到1.3亿美元。新一代全权限数字式电子控制装置(FADEC)所提供的大量信息、进一步改进的传感器和算法,必将使发动机的PHM能力达到一个新的水平。

PHM对旋翼机的安全运营起到很大的作用。直升机较早地采用了状态监控系统。在上世纪90年代,健康和使用的监控系统(HUMS)被安装在北海油田运营的大型直升机上。由此,与直升机振动相关的事从每年1~2起,降至过去的10年仅发生了1起。而类似于S-92的新一代的直升机已将旋翼机PHM水平提升至更新的高度。

## 综合解决方案

航空制造业的一个明显的转变发生在管理层面而非技术层面:生产的系统集成。主要的OEM与其一级供应商更多地结成伙伴关系,由供应商提供交钥匙的系统解决方案。这种方法首先在汽车制造业兴起,之后为航空工业界所接受。比如在巴西航空工业公司的EMB170/190项目中,该公司将供应商由原来的350个削减至38个,而风险共担的供应商从4个增加至16个。这促使一些一级供应商提升其系统集成能力,并增加了商业风险。波音公司在波音787项目中采用了一个简化的供应链。空中客车公司在近期采用的Power 8计划中,A350XWB的工作量有50%被外包,并明显增加了风险共担的一级供应商的数量。

这种方法不仅仅适用于飞机制造商。罗-罗公司在2002年的遑达500项目中大约有250个供应商,而在遑达1000项目中仅有75个供应商。未



来的项目的供应商可能会不超过 40 个。普惠加拿大公司的 PW600 项目的供应商不超过 30 个,而其以往一个项目的供应商可能会是 100 个以上。

综合解决方案也是航空售后服务市场的重要举措。航空公司正简化其运营模式,外包更多的维修业务,并减少在零备件库存中的投资,这样做实际上是将其维修投资和风险外包给可提供综合解决方案的专家。

在民航运输界的综合解决方案源自于公务航空,如赛斯纳公司的 ProParts 以及庞巴迪公司的 SmartParts 等。这些项目包含了维修航材的成本,公务机用户不必为航材投资。现在公务航空运营商通过购买各种打包服务,可以担保每飞行小时的所有维修成本。

而在航空运输领域,汉莎技术公司、瑞航技术公司则开发了更广的综合解决方案,包括维修(MRO)服务。受低成本航空公司和新成立航空公司的驱动,这些项目的需求在全球迅速增加。以空中客车 MRO 网络和波音 787 金色维护项目为例,飞机制造商在航空维修领域所起的作用会越来越重要。

### 透明供应链

供应链的可视化也是一种业务创新,起初是对航空制造业和航空售后服务市场变化的响应。现在,供应链的可视性已成为未来变化的一个平台。

在过去的 10 年中,航空供应商通过企业资源管理(ERP)软件和精益六西格玛管理提高了生产效率。这些努力已从企业内部转移到外部。各企业 ERP 系统的连接,创建了一个供应链的“生态系统”,大大改进了协作水平和信息透明度。

对于全球分布的波音 787 供应链,实现 135 个风险共担伙伴的密切合作

对于项目的成败至关重要。波音公司采用 Exostar 为工具来提高供应链的透明度。由波音公司负责管理供应链,并预测较低级供应链可能会出现的问题,收集整个供应链的需求。

对供应链的透明度要求源自于原设备制造商(OEM),但对于提高整个售后服务市场的效率也很重要。航空战略咨询公司曾指出,在售后服务市场有价值 440 亿美元的库存,每年的支出大约是 100 亿美元。而航空公司作为该供应链的参与者,希望供应链更为有效。供应链透明度的提高使得航空公司在放弃不必要的库存的同时可以维持较高的安全性和签派可靠率。

今后,航空公司在将维修业务外包时更需要了解维修合同中的成本的透明度。他们需要了解供应商是如何提供服务和成本,以确保维修成本是逐步下降的,而不是逐步增加的。

### PMA 部件

有两件事使得航空售后服务在资本货物行业地位独特。首先,OEM 必须长期为其产品提供支持,通常是 30 年。第二,与其他行业相比,OEM 在其服务领域占有很高的市场份额,没有明显的竞争对手。

这些服务部件的收入确保了 OEM 的研发资金和收益。

为此,在民用航空售后服务市场使用 PMA 件也引起了争议。特别是在发动机的售后服务市场,普惠公司进入 PMA 市场会带来两个后

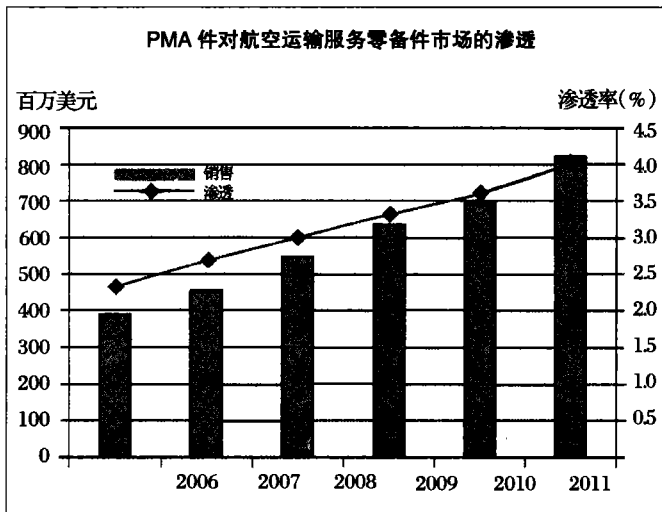
果:更多大客户会接受 PMA 件;第二,在利润丰厚的发动机时寿件市场引入 PMA 件的竞争。

航空战略咨询公司预期到 2006 年,在整个航空运输服务部件市场中,PMA 件占 2.3%的份额,市值为 3.8 亿美元。该市场每年以 20%的速度增长,在 5 年内达到 4%的份额。随着 DER 修理和 PMA 件渗透,使得 OEM 服务部件的竞争达到新水平。这些可替代部件加上航空公司日益减少的初始采购成本,会促使 OEM 重新考虑依靠售后服务市场获利的业务模式和服务部件供应链。

### 对未来的影响

没有任何一家航空企业可以不受以上 7 种发展趋势的影响。

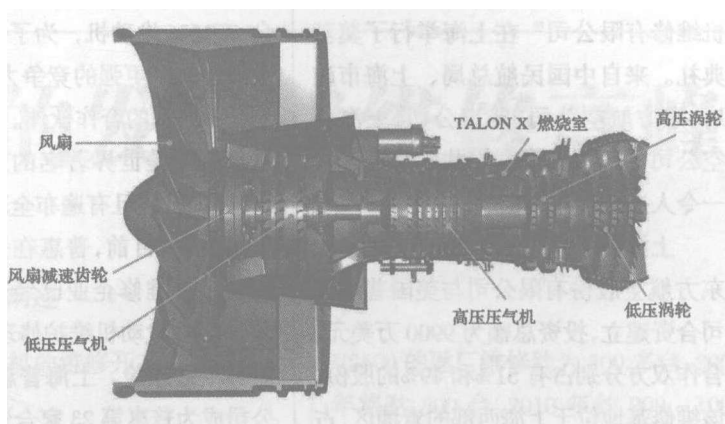
首当其冲的是飞机制造商。无论哪一种绿色发动机投入使用,将会对未来飞机设计的成败产生重大影响。高复合材料飞机的提供,不仅影响到拥有成本,而且还会影响到新飞机的销售。空客 A350XWB 和 C 系列飞机就在近期调整设计,增加了复合材料的用量。而对于综合解决方案的需求,将会进一步促使供应链战略的改变,飞机制造商将会更加依赖于少量的供



# 普惠齿轮传动涡扇发动机成为三菱支线飞机动力装置

2007年10月9日,日本三菱重工宣布选用普惠的新一代齿轮传动涡扇发动机为其新的三菱支线喷气飞机(MRJ)提供动力,这是普惠齿轮传动涡扇发动机在飞机上的首次应用。

新型的齿轮传动技术可使风扇以不同于低压压气机和涡轮的转速运转,这样就能提高燃油效率,同时也降低了噪声。普惠公司历经20余年开发齿轮传动涡扇发动机,对每一个主要单元体都进行技术改进。普惠公司表示,其齿轮传动涡扇发动机今年下半年开始地面试车,明年开始试飞,将保证三菱支线机MRJ的研发按时顺利进行。



应商。PHM系统的普及为飞机制造商提供机会创建复杂的、闭环的信息系统,以改进飞机的可靠性和加强其客户支持系统,如波音的金色维护。

对于发动机制造商,将要研制的绿色发动机取决于投资的力度,在未来几十年内决出胜负。使绿色发动机成为现实所需要面对的挑战显然要大于PMA件和DER修理的渗透的挑战。而对于综合解决方案的需求,则可以为发动机制造商带来更多的好处,可以更多地提供打包的MRO服务。此外,PHM系统使用的增加,为新的可靠性和实时的状态监控服务提供更多的机会。

随着更多的电子化功能的实现,过去专注于液压或气动部件的供应商会有两种结局:获得新的技能,或者眼看着自己的业务缩水。相反,电子系统市场则很繁荣。PHM使用的增加,会导致部件OEM、飞机OEM以及MRO之间的角力,未来将由谁来控制运营和维修信息?这一趋势对于部件OEM最大的打击就是源自于综合型解决方案的出现。许多独立的部件OEM不得不得成为系统联合体中的一员。

对于其他的一级和二级供应商会怎样呢?过去侧重于金属结构件生产的航空结构件供应商只有两种选择:要么

一级供应商重新调整组织结构和流程。

原材料供应商将要面临不同的挑战。金属材料供应商将会受到复合材料供应商的冲击。相反,钛合金供应商则受益于高复合材料飞机。供应链的整合和透明,将允许OEM集合所有的需求,与各类供应商讨价还价。

独立的MRO供应商在日益强调电子化功能的市场中更容易受到打击,一方面是部件更为可靠使维修量减少,另一方面更加依赖于OEM的知识产权和测试设备。独立的MRO供应商需要发展更广且价格透明的服务,以满足客户对综合解决方案的需求。

分销商也深受综合解决方案的影响。由于OEM需要减少供应商数量和提供更高水平的服务,市场期待有大的分销商的出现。分销商在综合解决方案中扮演重要角色,这一点在波音收购Aviall中也得到印证,另一方面,OEM也转向分销商进行资产管理和后勤保障。

在这种快速变化的市场中,做好准备才是关键!

开发复合材料结构件生产能力,要么忍受市场占有率的降低。

如果飞机和发动机OEM继续致力于减少供应商的数量,将会加速供应商的整合,由大的、系统级的一级供应商来收购部件OEM。最终将导致

