

LEAP和PW1000G维修市场发展展望

MRO Market Outlook of LEAP and PW1000G

■ 王翔宇/中国航发研究院

随着以LEAP和PW1000G为代表的新一代发动机开始投入运营并逐步取代现有发动机，CFM国际公司和普惠公司正在根据其自身产品特点加速相应的维修市场布局。

奥维公司（Oliver Wyman）的数据显示，2017年全球在役窄体飞机14332架，占商用飞机总数的55.6%，未来10年还将以4.9%的年化增长率不断发展，超过了商用飞机机队的平均增长速度（3.4%）。窄体飞机市场的持续扩张相应地带来了发动机市场的演变，这种演变不仅仅是指飞机装备和备用发动机的数量会保持增长，维修（MRO）市场也会随其大规模的生产交付而进一步繁荣。预计到2027年，窄体飞机发动机在役数量将超过5万台，发动机维修市场价值将较现有水平提升1.5倍左右，达到160亿美元，同期占有整个民航维修市场18%的份额。不过，在如此广阔的市场空间下也暗含着深刻的变革，以LEAP和PW1000G为代表的新一代发动机开始投入运营并逐步取代CFM56和V2500，CFM国际公司和普惠公司正在根据其自身产品特点加速相应的维修市场布局。

从CFM56/V2500到LEAP/PW1000G

尽管窄体飞机动力市场主要为CFM国际公司（由GE公司和赛峰集团平股合资组建）和国际航空发动机公司（IAE公司，由普惠、罗

罗、MTU和日本航空发动机公司合资组建，罗罗公司后来退出）所垄断，但是这背后反映出来的本质还是GE公司和普惠公司这两大航空动力巨头之间的角力竞争。目前在役的窄体飞机发动机型号有RB211、PW2000、CFM56、V2500以及LEAP和PW1000G等系列，其与飞机的装配关系及市场份额如表1所示。随着波音757和波音737经典等老旧飞机的退役淘汰，装配的RB211、PW2000和CFM56-3等发动机也进入了夕阳期，其市场价值已经接近维修成本，这些发动机主要面向二手市场交易或者干脆被回收拆解，逐

步退出了历史的舞台。CFM56-5B/7B和V2500正处于成熟期的巅峰，未来一两年内将保持生产交付的历史性高点，并在今后较长的一段时间内占据窄体飞机动力市场的大半份额。与此同时，LEAP和PW1000G基本突破了研发生产上的瓶颈，CFM国际公司和普惠公司都在加快生产交付速度以满足海量的市场订单需求。虽然二者现在的市场份额还非常小，但在未来10年将以接近20%的年化增长率飞速壮大，预计到2027年LEAP和PW1000G的在役数量将分别超过16000台和7000台。

从图1不难看出，尽管CFM56-

表1 窄体飞机发动机市场基本信息

发动机生命周期阶段	发动机型号	生产公司	主要装配的窄体飞机型号	2017年市场占有率	2027年市场占有率
成长期	LEAP-1A	CFM国际	空客A320neo	1%	12%
	LEAP-1B		波音737MAX	1%	18%
	LEAP-1C		C919		3%
	PW1100G	普惠	空客A320neo	2%	14%
	PW1500G		庞巴迪C系列		
	PW1900G		E190-E2		
成熟期	CFM56-5B	CFM国际	空客A320ceo	24%	12%
	CFM56-7B	CFM国际	波音737NG	40%	26%
	V2500	IAE	空客A320ceo	20%	10%
夕阳期	CFM56-3	CFM国际	波音737经典	6%	1%
	RB211	罗罗	波音757-200/300	2%	
	PW2000	普惠	波音757-200/300	2%	

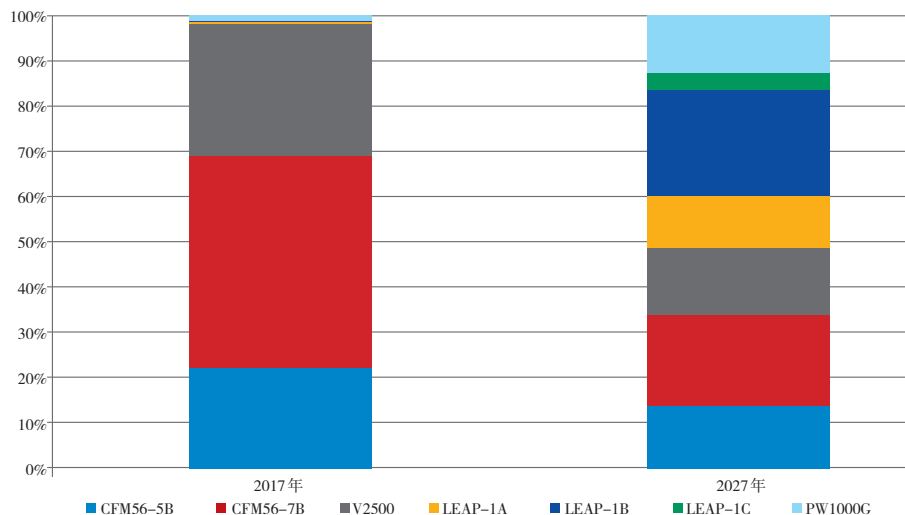


图1 不同型号窄体飞机发动机的维修市场占比

5B/7B和V2500的绝对维修价值下降不大（从2017年的超过100亿美元到2027年的90亿美元左右），但其相对市场空间受到了很大程度的挤压（从2017年的95%以上降至2027年的50%）。LEAP和PW1000G的维修市场随着其大量投入市场运营而迅猛扩张，到2027年所占比例将与CFM56-5B/7B和V2500基本持平。LEAP和PW1000G之所以受到民机市场的格外青睐，与其在先进设计制造技术下跨时代的性能提升密不可分，但同时也大大提高了维修保障的难度。业内普遍认为从CFM56-5B/7B到LEAP对发动机维修市场所带来的变革与冲击，可能要远大于当年CFM56-5B/7B取代CFM56-3的过程，这也意味着未来发动机维修市场面临的决不是一个单纯的产能扩充问题。

对于像CFM56-5B/7B和V2500这样久经市场考验、技术上非常成熟的产品，很多第三方MRO服务供应商与独立MRO服务供应商也能在某种程度上形成与原始设备制造商(OEM)的竞争态势，通过采用非OEM航材（如PMA件等）有效压低了维修成本，

受到很多航空公司的欢迎，相应的市场份额占到了1/3以上。而在LEAP和PW1000G进入市场的初期，OEM厂商严密把控新技术，形成新航材壁垒，这种对自己产品认知与理解的先天优势会得到进一步释放，一揽子售后服务模式大行其道，成为发动机维修市场的绝对主体。

考虑到这种“垄断有余，开放不足”的局面可能要到LEAP和PW1000G真正从成长期进入成熟期后（预计在2030年左右）才能发生改变，一些航空公司的第三方MRO服务供应商借助并延伸其母公司与OEM厂商在采购层面的良好合作关系，积极加入OEM构建的售后维修网络，力争早日在LEAP和PW1000G丰厚的维修利润中分一杯羹。而独立MRO服务供应商更多的是采取一种暂时观望的姿态——由于第一批交付使用的LEAP和PW1000G发动机要到2019年以后才陆续进入大修阶段，目前的维修市场尚未从根本上启动，还存在着太多的未知。比如，由于可靠性的提升使得新发动机的大修周期由5年延长到10年以

上，在其全生命周期内可能只进行两次大修，返厂频率的大幅下降意味着市场空间虽大但容量却有限，独立MRO服务供应商在进行技术升级和改造时会更加谨慎，更何况很多所谓的新技术对于发动机维修产生的新要求还停留在纸上谈兵的阶段。因此，对于独立MRO服务供应商来说，目前盲目跟风快速进入新发动机维修市场存在着相当大的战略风险，一切还有待于市场的进一步检验。

LEAP : CFM56多元化维修策略的延续

作为CFM56系列发动机的升级换代，LEAP一立项就受到了各大航空公司与飞机制造商的热切关注与追捧。从其投入市场两年多的表现来看，LEAP不负重望地握牢了从CFM56传来的历史交接棒，CFM国际公司预测，从2020年开始其年交付量要不低于2000台才能满足日益增长的订单需求，这甚至已经超过了CFM56的历史年产量峰值。而在目前的14000余台LEAP订单中，更是有50%以上客户选择了签订包修服务协议。在这种顺风顺水的情况下，CFM国际公司无疑希望LEAP能够充分利用其在CFM56维修中已有的产业布局继续稳扎稳打，延续其一贯标榜的“多元化”维修模式从而继续保持对维修市场的强劲掌控力。

根据图2给出的CFM56-5B/7B发动机的维修市场分布，除OEM厂商占据40%以上外，其他各个市场参与主体份额相对均衡，确实呈现出多元化的发展态势——需要注意的是，此时距离其投入市场超过了15年，市场模式已经非常成熟，而对

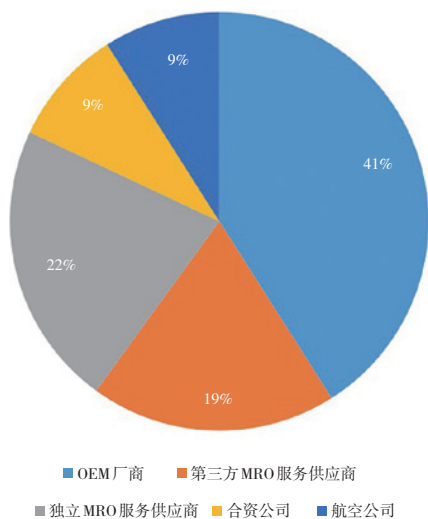


图2 CFM56-5B/7B 发动机维修市场份额分布

于尚未进入第一个大修周期的LEAP来说，理想的多元化市场分布是不可能立刻形成的。考虑到LEAP强大市场竞争力与CFM国际公司强势的市场策略，初步估计5年内，CFM国际公司所把持的维修份额至少会在2/3以上，而独立MRO服务供应商的占比会被削弱到5%以下。随着LEAP产品的成熟与在役量的提升，CFM国际公司也需要引入更多的市场参与者消化庞大维修需求。考虑到目前非OEM厂商所属的CFM56-5B/7B维修工厂有34处，进入成熟期后LEAP至少会与此持平，到2030年左右整个的市场份额分布可能会与当前CFM56的情况非常类似。

从公开的信息来看，CFM国际公司明确表示未来会持续推进LEAP维修网络的开放力度，但首先考虑的还是建设自营维修工厂。截止到2018年年初，CFM国际公司旗下只有三家维修工厂开始进入运营，不要说满足未来空前的增长需求，较CFM56的维修规模尚有很大差距。一方面CFM国际公司正在抓紧对现有CFM56发

动机工厂升级改造，使之能够开展LEAP的维修业务；另一方面针对日益扩张的亚洲和南美洲发展中国家市场积极布局，除了位于马来西亚的维修基地正在建设外，一旦LEAP-1C配装的C919开始大量交付运营，CFM国际公司也很有可能在中国设立专门的维修工厂。

今年8月，四川国际航空发动机维修有限公司(SSAMC)迎来了国内第一台LEAP-1B发动机进厂维修(图3)，SSAMC将按照客户的工作范围为其进行改装修理。目前，SSAMC是经OEM授权的国内唯一一家LEAP发动机修理厂。为顺利引进LEAP修理能力，SSAMC筹备了3年时间，开发了LEAP发动机在翼支援项目，并获得了中国民用航空局(CAAC)、美国联邦航空局(FAA)以及欧洲航空安全局(EASA)的维修许可。2017年，SSAMC的LEAP在翼支援团队(OSS)为C919、空客等LEAP发动机用户提供了专业及时的在翼支援服务。同时，SSAMC的LEAP进厂大修能力也

获得了FAA的批准。

另外，早在2014年，法荷航工程维修公司(AFI KML E&M)就宣布将与赛峰成立合资公司以满足未来的LEAP-1A维修业务需求，而汉莎航空技术公司(LHT)也获得了CFM国际公司的技术许可，预计在2021年可独自承担LEAP的返厂大修。这种合作不但进一步深化了CFM国际公司与第三方MRO服务供应商的母公司的伙伴关系，便于日后发动机的销售采购的开展，也能够借助第三方MRO服务供应商丰富的一线维修经验，缩短从发现问题到解决问题的迭代时间，加快LEAP这款产品的成熟化进程。

PW1000G：开放市场下EngineWise的崭新尝试

在与CFM56发动机的20多年的市场博弈中，V2500虽然也占有相当可观的市场份额，但更多的只是扮演了一个追赶者的角色。这种情况下将更多的参与者纳入整个V2500市



图3 SSAMC修理的首台LEAP发动机

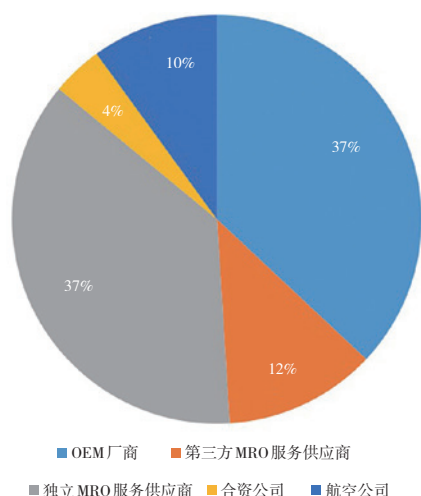


图4 V2500发动机维修市场份额分布

场体系，以更加开放灵活的维修模式为突破点来提升产品的竞争力成为了IAE公司的必然选择。如图4所示，独立MRO服务供应商在V2500维修市场中占比达到37%，几乎与IAE公司自身的占比持平。而作为齿轮传动涡扇（GTF）发动机的第一代民用产品，PW1000G自2016年进入市场以来在可靠性与耐久性方面的问题不断，很多潜在客户还都处于观望状态，已有订单数量大幅落后于LEAP（仅就空客A320neo而言，LEAP-1A就占据了发动机订单总量的56%）。此时除了尽快完善GTF相关技术从而提升用户的使用体验外，普惠公司似乎也没有理由收紧维修市场的入口，独立MRO服务供应商想要获取普惠公司维修授权与知识产权的使用许可仍会相对容易，不过一般认为PW1000G相比V2500在维修技术上的革新要大于从CFM56到LEAP，相关设备升级改造可能需要一笔更大的投入。

由于GTF技术的采用使得PW1000G发动机的零件总数、压气机和涡轮

级数以及核心机温度均有明显下降，其返厂大修费用相比V2500可能会减少15%左右，而LEAP的花费则近乎与CFM56持平，显然这对于提振PW1000G的市场反响无疑是一个重大利好。同时，在PW1000G研发之初，普惠公司即将MTU航空发动机公司、日本飞机开发公司（JADC）和汉莎技术公司（LHT）等MRO服务供应商纳入其风险与收益共享伙伴（Risk and Revenue Sharing Partner）体系，它们在发动机设计和生产中就参与了进来并占有相当比例的投资份额（比如MTU航空发动机公司可能达到了近1/5），而这种极为密切的合作方式使得非OEM厂商在发动机大修中能够发挥出前所未有的关键作用。事实上，预计到2020年，MTU航空发动机公司和LHT公司组建的合资公司将承担不少于300台的PW1000G发动机返厂维修业务，是二者同期进行的LEAP大修数量的一倍还多。

无论是普惠公司的机队管理项目（Fleet Management Program），还是GE公司的TrueChoice计划，长期以来由OEM厂商主导的发动机售后服务协议主要包括飞行时间管理、发动机大修服务和航材解决方案三方面的内容。在这些基础服务的范畴之上，普惠公司于2017年4月推出了一个全新的发动机维修品牌——EngineWise，重点在于为客户提供维修预测与快速响应的处理方案，即通过采用大数据分析技术，建立相关数学模型对发动机当前的健康情况进行分析诊断，防止非计划的发动机拆换并预估评判未来可能发动机的维修活动。从“可靠”到“可预测”的升级使得发动机维修活动更

加有计划性，能够大大减少发动机返厂大修的时间，降低因突发故障造成的运营中断的风险——对于像PW1000G这样全新的产品来说，如何能够消解客户由于其使用和维护中的不确定性所产生的疑虑是至关重要的。未来普惠公司将雇用2.5万名新员工以支持EngineWise的开展，实现对PW1000G的覆盖率达到80%以上。可以说在目前GTF的技术成熟度仍需得到进一步认可的大环境下，EngineWise对于提升PW1000G的市场信心有着非常重要的意义。

结束语

在窄体飞机动力市场需求日益增长、新旧产品变革交替的背景下，发动机维修市场的主导力量更加向OEM厂商一侧倾斜。受限于新技术新材料的门槛，MRO服务供应商需要与OEM厂商进行深度合作以获得新发动机维修市场的准入资格，而这种情况可能一直要延续到LEAP和PW1000G真正进入成熟期。目前来看，CFM国际公司依靠LEAP维持并巩固了CFM56发动机取得的市场优势地位，在其维修市场上也是基本沿袭了CFM56时代的多元化策略，并且十分注重自营大修工厂的布局建设。而为了扭转略显下风的竞争局面，普惠公司将PW1000G的售后维修作为重要的发力点，在保持其一以贯之的开放型维修市场环境的同时，还打造了全新的维修服务品牌EngineWise，希望通过以预测性为核心卖点的维修服务来提升PW1000G的产品综合竞争力。

航空动力

（王翔宇，中国航发研究院，工程师，主要从事航空发动机发展战略研究）