

商用航空发动机整机维修单位建设策略研究

Study on Construction Strategy for Commercial Aero Engine Maintenance Unit

■ 刘旭东 邱国强 徐文迪 / 中国航发商用航空发动机有限责任公司

新型号的商用航空发动机想要实现商业成功，原始设备制造商（OEM）需要在航空发动机全生命周期中为航空公司等客户提供多样性的整机维修服务，而整机维修服务能力的提供则依托整机维修单位的建设，因此针对商用航空发动机整机维修单位建设的策略开展研究具有重要意义。

商用航空发动机维修是一种涵盖多种材料（如钛合金、复合材料等）、多种工艺（如无损检测、清洁、修复、测试等）、多种学科（如物理、化学、电子等）的高技术产业，其相关技术的复杂程度和科技含量不亚于商用航空发动机制造，目前全球每年产值已达到300亿美元。作为商用航空发动机产业链中至关重要的一项服务，GE公司、罗罗公司、普惠公司等全球标杆商用航空发动机企业均建设了知识产权自主可控的整机维修单位网络，并形成了高效优质的整机维修服务能力。针对新型号商用航空发动机，OEM也应逐步建立整机维修单位网络并形成整机维修服务能力，而此项工作的关键在于目标明确的商用航空发动机整机维修单位建设策略。

建设目标

商用航空发动机OEM应针对飞机主制造商、航空公司等利益相关方的维修服务需求进行分析，并形成商用航空发动机整机维修单位的建设目标，具体包括以下5个方面：一是提供高效优质具有竞争力的多样性

维修服务，并获得维修许可证；二是掌握关键维修技术以及整机维修市场的主导权；三是通过持续收集商用航空发动机整机维修信息，并及时反馈给研发和制造单位，以支持发动机的持续改进；四是通过开展整机维修服务，获得自身利益最大化和长期稳定利益，最终实现商用航空发动机的商业成功；五是通过发挥OEM链主企业作用，培养和扶持维修供应商，充分利用市场已有的维修技术、维修人员、资金、维修单位等资源，逐步形成商用航空发动机维修产业，促进维修产业的发展，为商用航空发动机维修能力布局提供基础保障。

建设方式

商用航空发动机OEM建设整机维修单位的方式主要包括OEM直属、OEM合资和独立第三方。其中，OEM直属指的是OEM独资建立维修单位使其成为直属单位；OEM合资指的是OEM以资金、设备、授权、专利、品牌等入股，与其他单位合资建立维修单位；独立第三方指的是OEM既不投资也不持有独立第三方维修单位股份，仅对维修单位进

行维修授权。这3种建设方式各具特点，对比分析结果如表1所示。

建设案例分析

对GE公司、罗罗公司、普惠公司的多型商用航空发动机不同时期整机维修单位的建设情况进行分析，可以获得商用航空发动机整机维修单位建设策略。

首个整机维修单位建设分析

对CFM56-5B、V2500、LEAP-1A、LEAP-1B、GEnx、PW1100G以及遛达XWB商用航空发动机被中国民用航空局（CAAC）批准的首个整机维修单位类型进行统计分析，可以看出商用航空发动机首个整机维修单位建设方式为OEM直属或OEM合资，其中OEM直属占绝大多数（见表2）。

不同时期整机维修单位建设分析

选择CFM56-5B发动机作为研究对象，通过CAAC民航飞行标准监督管理系统（FSOP）查询CFM56-5B发动机维修单位信息，并针对其不同时期整机维修单位建设情况进行分析。在成长期（2007—2016年），CFM56-5B发动机保有量增长迅速，通过OEM直属、OEM合资和独立第

表1 维修单位建设方式对比分析

| 对比项目 | OEM直属 | OEM合资 | 独立第三方 |
|-----------|---|--|-----------------------------------|
| 资金投入 | 资金投入大：OEM承担维修单位所有建设成本、运营成本等 | 资金投入小：OEM按持股比例承担维修单位建设成本、运营成本等 | 不投入资金：独立第三方维修单位承担所有维修单位建设成本、运营成本等 |
| 收益 | 收益大：OEM独享维修单位收益 | 收益较小：OEM按持股比例享受维修单位收益 | 收益小：OEM通过授权费用、收益分成等方式享受维修单位部分收益 |
| 风险 | 风险最大：OEM独立承担维修单位投资和运营风险 | 风险较小：OEM按照持股比例承担维修单位投资和运营风险 | 不承担风险：独立第三方维修单位承担投资和运营风险 |
| 新技术开发和验证 | 便于开展：作为OEM独资维修单位可开发和验证新技术 | 需要获得合资方同意才可开展：新技术开发和验证需占用维修单位资源，OEM应获得维修单位其他股东同意 | 不便于开展：需获得独立第三方维修单位同意，并承担相关费用 |
| 维修信息收集 | 便于开展：作为OEM独资维修单位，便于收集维修故障、送修情况、修理记录等维修信息，向研发和制造单位进行反馈 | 需要获得合资方同意才可开展：维修信息属于维修单位，OEM应获得维修单位其他股东同意 | 不便于开展：维修信息属于独立第三方维修单位或发动机所有人 |
| 维修周期 | 维修周期可控：作为OEM独资维修单位，可实现维修周期控制 | 维修周期可控：基于OEM针对维修单位的部分管理，可实现维修周期控制 | 维修周期难以控制：只能通过合同协议等进行约束 |
| 无故障发现政策执行 | 便于执行：作为OEM独资维修单位，可实现无故障发现政策执行 | 便于执行：基于OEM针对维修单位的部分管理，可实现无故障发现政策执行 | 不便于执行：只能通过合同协议等进行约束 |
| 维修单位运营控制 | 便于控制：OEM完全控制维修单位运营 | 便于控制：OEM根据持股比例行使维修单位运营管理权限 | 无法控制：只能通过合同协议等针对维修单位进行约束 |

表2 首个整机维修单位建设方式统计结果

| 建设方式 | 数量/个 | 占比 |
|-------|------|--------|
| OEM直属 | 5 | 71.43% |
| OEM合资 | 2 | 28.57% |
| 独立第三方 | 0 | 0 |

三方3种方式建设的整机维修单位数量也呈增长趋势，但通过OEM直属方式建设的维修单位数量停止增长的时间早于通过OEM合资和独立第三方方式建设的维修单位，如图1所示。在成熟期（2017—2019年），CFM56-5B发动机保有量基本保持



图1 CFM56-5B发动机整机维修单位数量与发动机保有量关系

不变，OEM为减少投入主要通过授权独立第三方维修单位的方式建设整机维修单位，这是由于CFM56-5B发动机的维修市场是开放的，且发

动机保有量较大，吸引了众多独立第三方维修单位通过授权方式建设整机维修单位。

建设策略

首个整机维修单位建设策略

商用航空发动机的首个整机维修单位应由OEM独立投资建立，即采用OEM直属方式，并优先建设在OEM所在地或周边且维修能力应最强，主要包括以下2个原因。

一是从商业角度考虑，商用航空发动机刚上市时的市场保有量比较少，导致维修单位业务不足，实现盈利比较难，其他企业参与积极性不高；又由于构型升级比较频繁，导致相关工具、设备和工装需要升级或更新，造成维修单位成本增加；维修技术文件还存在很大优化空间，维修单位需经常与OEM沟通并获得技术支持，同时OEM的航材采购和部件送修等布局均存在提升空间，导致维修单位的运营压力增加。

二是通过OEM直属方式建设首个整机维修单位，存在较多优势，如便于收集新型号商用航空发动机的维修信息，为研发和制造提供升级反馈；便于对维修技术、工艺、方法等进行验证，开展维修手册等维修技术文件的验证和优化；便于开展维修技术支持、航材供应、工具设备工装使用、维修团队培训、大修车间管理流程磨合、新技术使用，以及其他客户服务功能的验证，并可以形成商用航空发动机整机维修单位的标杆，为建立其他商用航空发动机整机维修单位提供支撑和示范。

成长期整机维修单位建设策略

在商用航空发动机成长期，随

着发动机市场保有量的持续增长，首个整机维修单位的产能将不能满足维修需求，同时基于客户需求和OEM维修能力布局的要求，应逐步开展整机维修单位建设，快速形成整机维修单位网络。在此阶段，OEM应主要通过OEM直属和OEM合资的方式建设维修单位并形成维修能力，其中OEM合资应为主要方式，合资伙伴主要为航空公司，主要包括以下3个原因。

一是OEM为了获得更多发动机销售订单，会优先考虑与航空公司通过OEM合资的方式建设整机维修单位，但是OEM直属方式建设的维修单位维修能力最强且盈利最大，并处于主导地位。

二是在航空发动机市场保有量持续增长阶段，航空公司希望参与商用航空发动机整机维修市场，并将此作为采购航空发动机的谈判条件。通过参与整机维修，航空公司可以降低一定维修成本；灵活安排航空发动机进厂整机维修，便于控制维修周期，增加发动机在翼时间，从而降低发动机使用成本；还可以拓展业务范围，增加营业额，扩大企业规模。

三是OEM可通过较少投入，实现整机维修单位的建设并完成整机维修能力的布局。基于客户的维修服务需求，OEM应在规划区域完成整机维修单位的建设；整机维修单位的收入高，但是盈利不高，成本主要包括航材采购、部件送修和人工工时，其中航材采购和部件送修占比非常高，而且被OEM和其供应商牢牢把握，而整机维修单位只能获得人工工时的收入。

另外，OEM与航空公司合资建

设维修单位时，针对该维修单位的授权应该从浅到深逐步开展，这也是CAAC的一般要求。

成熟期和衰退期整机维修单位建设策略

在商用航空发动机成熟期和衰退期，发动机的市场保有量基本保持不变或逐步下降，在此阶段OEM应主要通过授权独立第三方维修单位的方式建设维修单位并完成维修能力布局。商用航空发动机进入成熟期，发动机市场保有量比较大，当已建设的维修单位维修量比较饱满，但基于客户维修服务需求和该航空发动机维修能力布局的要求（如地域布局要求）需开展维修单位的建设时，考虑到通过OEM直属或OEM合资方式建设整机维修单位的周期太长、投入和产出比不高，甚至收不回成本，OEM通常会通过授权独立第三方维修单位的方式建设新的维修单位，但是通过该方式建设的维修单位维修能力和盈利会弱于通过OEM直属方式建设的维修单位。

结束语

一型新的商用航空发动机要实现商业成功，其全生命周期维修服务具备非常强的竞争力十分重要，而实现强竞争力的基础是维修单位建设和维修服务能力的提供。商用航空发动机OEM应在适航规章和客户维修服务要求下，统筹整机维修单位建设计划，并基于发动机交付情况逐步开展建设，形成整机维修单位网络，建强商用航空发动机整机维修服务能力。

航空动力

（刘旭东，中国航发商用航空发动机有限责任公司，工程师，主要从事发动机维修单位建设方面的研究）