

# 2020年美欧主要发动机制造商态势分析

## Operation Analysis of Major Aero Engine Manufacturers in 2020

■ 范灵 / 中国航空工业发展研究中心

2020年突发的新冠肺炎疫情将航空业推入了深重的行业危机，新订单减少，民用飞机产能下调，使发动机制造也遭受重创。

**新**冠肺炎疫情在2020年将航空业推入了迄今为止最大的行业危机，航空公司、机场和飞机制造商都遭受了重创。而作为航空航天供应链上重要的一环，航空发动机制造商也自然感受到了影响，这一点从各发动机制造商的民用发动机交付数量可见一斑。航空客运的大量减少，一方面意味着飞机和发动机的订单和交付量下滑，另一方面发动机的维修维护费用也更低。



### GE航空集团——屋漏偏逢连夜雨

GE航空集团原本是GE公司的主要利润来源，GE公司曾计划利用发动机业务的利润来帮助其电力和能源业务扭亏为盈，屋漏偏逢连夜雨，737MAX停产的持续影响加上2020年的新冠肺炎疫情，GE航空集团在2020年实现销售收入220.42亿美元，同比下降33%；利润12.29亿美元，同比下降82%；利润率为5.6%。民用发动机虽然仍是GE航空集团的主要收入来源，实现销售收入130亿美元，但与2019年相比大幅下降，反而军用发动机收入、系统和其他收入比2019年略有增长。GE航空集团现有员工4万人，比2019年减少约

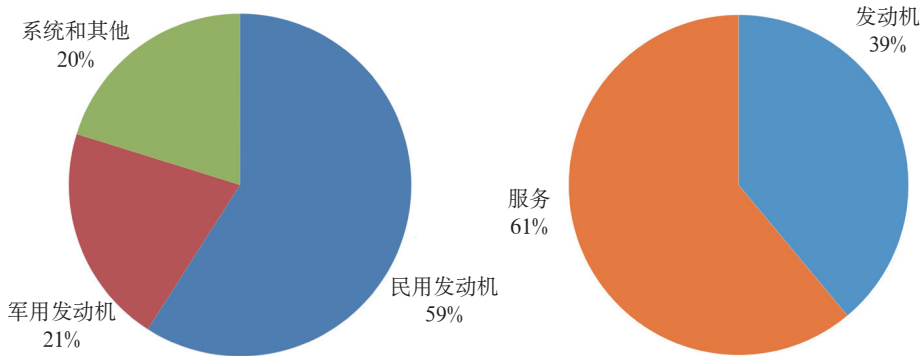
**民用发动机交付量** 单位：台

	GE航空集团	赛峰集团	普惠公司	罗罗公司
2019年	2863	2127	746	510
2020年	1487	972	546	264

23%（2019年为5.2万人）。2020年，GE航空集团交付民用发动机1487台，其中LEAP发动机815台，大幅低于2019年的1736台；交付军用发动机683台。

作为迄今为止最大的民用喷气发动机，GE航空集团的GE9X发动机在2020年9月已通过美国联邦航空局（FAA）认证，与GE90-115B

发动机相比，其设计目标是降低10%的耗油率（SFC），烟雾排放也更少。GE9X发动机集中了近年来GE航空集团研发的众多最新技术成果。作为波音777X全系列飞机的唯一动力装置，目前已经收到超过600台GE9X发动机的订单和购买承诺。777X于2020年1月25日实现首飞，但交付将推迟到2023年年底。



GE航空集团2020年业务结构

在涡桨发动机方面，GE航空集团已将“催化剂”（Catalyst）涡桨发动机安装在以“空中霸王”350飞机为基础的试验台上进行了发动机地面测试。Catalyst发动机已累计运行近2000h，主要针对公务和通用航空市场，计划在2021年秋季获得适航认证。GE航空集团表示，Catalyst发动机代表了公司对新型涡桨发动机的承诺，通过创新技术来催化涡桨发动机市场，包括获得更高的性能、减少飞行员的工作量、利用数字化实现个性化服务和支持。

在军用发动机方面，GE航空集团于2020年5月向韩国航空航天工业公司交付首台F414-400K涡扇发动机，用于KF-X战斗机。该战斗机预计2023年开始飞行测试，2026年完成全部研发工作。韩国空军计划采购120架KF-X战斗机，相应地采购240台F414-400K发动机，外加备用发动机。F414系列涡扇发动机于1998年开始服役，交付数量超过1750台。2020年9月，GE航空集团向美国空军交付了首台配装在F-15EX战斗机上的F110-GE-129发动机。F110发动机生产线目前已全面投入运营。

GE航空集团的维修业务在2020年受到拖累，维修服务收入134.6亿

美元，同比下降33%，主要是由于民用发动机备件出货量减少和维修量减少。2020年2月，GE航空集团宣布CF34-8发动机推出高压涡轮耐久性升级计划，以改善机队的稳定性及成本。2020年12月，美国海军空战中心飞机部授予GE航空集团一份发动机改进合同，内容包括支持F/A-18E/F战斗机、EA-18G电子战斗机的F414发动机系统部件改进计划，预计将于2021年12月完成。

### 雷神技术公司——欲渡黄河冰塞川

2020年4月，联合技术公司的航空业务（柯林斯宇航公司和普惠公司）与雷神公司完成对等合并，形成一家拥有先进技术的超级系统供

应商——雷神技术公司。作为两家公司合并的反垄断附加条件，雷神公司和联合技术公司分别出售军用机载战术无线电和GPS业务。雷神技术公司2020年销售收入为565.87亿美元，经营利润亏损18.89亿美元。其中涉及发动机业务的主要是普惠公司，普惠公司实现销售收入167.99亿美元，同比下降20%；经营利润亏损5.64亿美元，同比下降131%。利润率为负，低于雷神技术公司的其他所有部门。

美国政府是普惠公司的重要客户，2020年从美国政府获得销售收入共计51.93亿美元，占比31%，比2019年的比例（21%）有所提升。国外军售方面，对外军事销售（FMS）收入和直接商业销售（DCS）收入分别为12.29亿美元、5.83亿美元，比2019年均有所下降。民用航空及其他产品销售收入97.85亿美元，同比下降34%。2020年4月，雷神技术公司在其民用航空业务领域裁员约8000人。2020年9月，雷神技术公司又宣布将削减1.5万个工作岗位。合并之后的第一年，原本打算大展拳脚，结果疫情打乱了全部节奏，道琼斯工业指数、标普500指数现均已将雷神技术公司剔除在外。

GTF系列发动机配套情况

机型	发动机数量	GTF系列	备选
A320neo	2	PW1100G	LEAP
A220	2	PW1500G	
E-Jets E2	2	PW1700G/PW1900G	
MC-21	2	PW1400G	PD-14
Space Jet M90/M100	2	PW1200G	

当然，普惠公司在2020年也取得了一些成绩，例如在齿轮传动涡扇（GTF）发动机项目上，空客A320neo的GTF发动机已拥有世界级的99.98%的签派可靠率。GTF发动机系列目前为50家航空公司的3个飞机平台的900多架飞机提供动力，包括空客A320neo、空客A220和巴航工业的E-Jets E2。普惠公司也计划研究尺寸更大的第二代GTF发动机。在通用航空领域，普惠公司交付了第50000台PT6涡桨发动机。同样在2020年，普惠公司获得了大量的F135项目合同，该项目为F-35战斗机的3种型号提供动力，生产里程碑包括交付了第600台和第700台生产型发动机。

尽管市场低迷使普惠公司亏损，但该公司坚持继续投资于未来。2020年2月，联合技术公司宣布在美国康涅狄格州东哈特福德地区开设一个新的航空发动机压气机测试中心，重点用于普惠制造新型航空发动机的研究、测试和试验。2020年10月，普惠公司宣布在美国北卡罗来纳州阿什维尔建成世界先进的涡轮发动机叶片生产工厂。雷神技

术公司首席执行官表示，新工厂将为普惠公司的制造能力降低成本，并将更多的自动化技术投入生产。

GTF发动机维修（MRO）网络是普惠公司EngineWise服务解决方案的一部分，向运营商提供多种售后市场服务，为其带来长期、持续的价值。2020年6月，普惠公司升级其位于美国缅因州北贝里克的工厂，以拓展PW1100G发动机的MRO能力。2020年9月，北京飞机维修工程有限公司（Ameco）成为普惠批准的中国首家、亚洲第四家GTF发动机维修服务中心。2020年12月，珠海摩天宇航空发动机维修有限公司加入普惠全球GTF发动机维护供应商网络。到2020年年底，GTF发动机MRO中心的数量达到9家。另外，公司还首次在MRO领域采用了3D打印航空发动机部件。

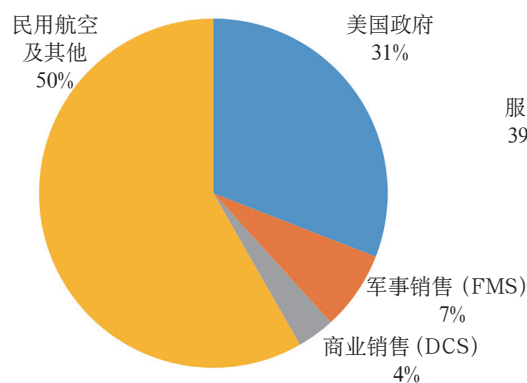
由于目前民用航空旅行需求下滑，民用发动机交付量及有关备件销售大幅减少，好在被军用型F135发动机销售、F117发动机大修等的增长略微抵消。2020年11月，美国海军航空系统司令部授予雷神技术公司1份为F-35战斗机提供发动机

维护服务的合同。雷神技术公司总裁兼首席执行官表示对公司民用和防务的业务平衡持乐观态度。

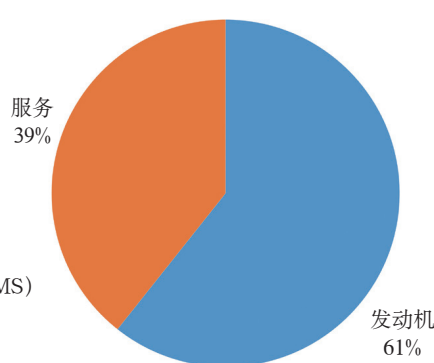
## 罗罗公司——抽刀断水水更流

英国罗罗公司2020年受疫情影响严重，首当其冲的是宽体飞机市场整体低迷，而罗罗公司退出IAE公司之后，主要发动机业务都集中在宽体机市场。2020年罗罗公司实现销售收入118.24亿英镑，亏损20.81亿英镑。其中，民用航空实现销售收入50.89亿英镑，同比下降37%；利润亏损25.74亿英镑，而罗罗公司其他业务部门均有盈利。由于现金流压力，罗罗公司宣布了剥离其位于西班牙的ITP航空公司业务的意向，正在与一些潜在买家进行对话。

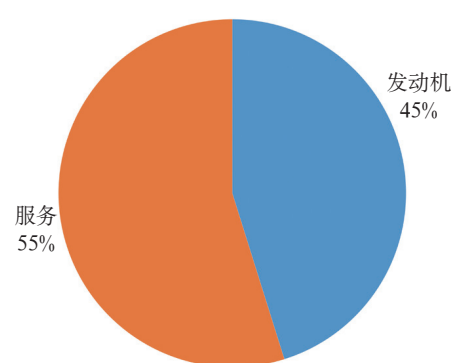
由于飞机制造商的减产导致大型发动机的交付量大幅减少。2020年罗罗公司全年共交付264台大型发动机。公务机交付量也由于飞机制造商对疫情带来的需求影响进行了调整，到下半年也开始下降。相比发动机销售，罗罗公司的维修收入也大幅下降。大型发动机长期服务



普惠公司2020年客户结构



普惠公司2020年业务结构



罗罗公司民用航空2020年业务结构



罗罗公司民用航空运营情况

	2019年	2020年	同比降幅
大型发动机交付量	510	264	-48%
公务机发动机交付量	219	184	-16%
发动机总体交付量	729	448	-39%
大型发动机LTSA飞行小时	15.3 × 10 <sup>6</sup>	6.6 × 10 <sup>6</sup>	-57%
大型发动机LTSA主要翻新次数	306	272	-11%
大型发动机LTSA检查及维修次数	660	559	-15%
大型发动机LTSA总计次数	966	831	-14%

合同 (LTSA) 飞行小时数仅为2019年的43%。公务机发动机的LTSA飞行小时数有所反弹,但支线飞机发动机及V2500的飞行小时数都有显著减少。罗罗公司与空客公司达成协议,延长遑达XWB-84对A350-900的排他性地位至2030年。

超扇发动机是罗罗公司遑达系列发动机的继任者。该发动机原计划2025年上市,但经过多年研发仍未确定装机对象。2020年2月,罗罗公司使用复合材料制造的超扇发动机风扇叶片开始在英国布里斯托尔技术中心投入生产。2020年8月,罗罗公司开始航空发动机低排放燃烧室的测试,该先进燃烧系统是超扇发动机项目的关键技术。2021年1月罗罗公司宣布,超扇发动机的验证阶段将于2022年完成,验证完成后公司将暂停超扇发动机项目。

E-Fan X计划由空客公司和西门子公司于2016年联合发起,罗罗公司于2017年加入该项目,该项目基于BAE系统公司的RJ100支线飞机进行混合动力改装,利用罗罗公司的AE2100涡桨发动机的核心机改装

为发电机。2020年4月,空客公司决定终止E-Fan X验证项目,但罗罗公司计划继续进行该项目的相关开发工作。

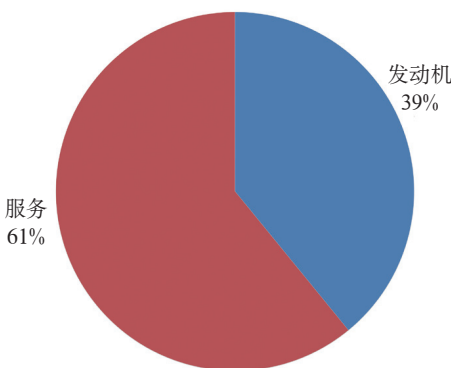
英国继法国和德国宣布联合研发新一代战斗机后,立即公开了由自己主导的“暴风”战斗机项目,而罗罗公司将为其提供动力,预计2035年服役。在“暴风”项目启动之前,罗罗公司已着手设计完全内置于燃气涡轮发动机核心机的嵌入式电起动机发电机(E2SG),第二

阶段研发工作现已纳入“暴风”项目,可以为战斗机配装的定向能武器提供能源。

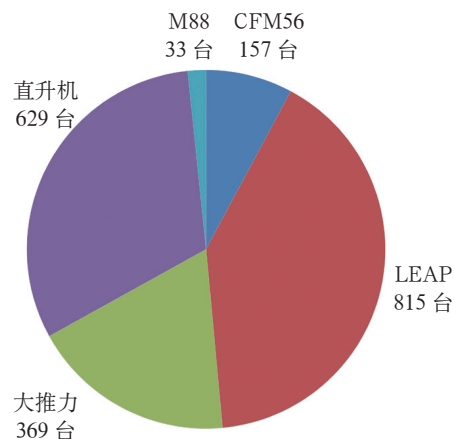
## 赛峰集团——问君能有几多愁

不只是GE公司,波音737MAX的停产在2020年持续对共同生产LEAP发动机的合作伙伴赛峰集团也带来了影响。2020年赛峰集团实现销售收入164.93亿欧元,同比下降33%;经营利润16.86亿欧元,同比下降56%。其中航空航天推进业务实现销售收入76.63亿欧元,同比下降52%;经营利润11.92亿欧元;利润率15.6%,依旧超过了赛峰集团的其他所有部门。赛峰飞机发动机业务的发展得益于LEAP发动机和CFM56发动机。但由于疫情影响,2020年LEAP发动机的交付量大幅下降,2020年仅交付815台(2019年为1736台)。CFM56交付量按计划逐步减少,2020年交付157台。

维修业务方面,尽管2020年CFM56的生产接近尾声,但使用寿命仍很长,超过50%的CFM56-7B



赛峰集团航空航天推进板块2020年业务结构



赛峰集团2020年发动机交付量

和CFM56--5B发动机还没有返厂，售后市场依旧强劲。预计2021年CFM56发动机的服役数量将达到最高水平，超过2.1万台，未来10年这一数字将逐渐下降至大约1.6万台，这与目前因疫情导致的客流量减少而使用的发动机数量大致相当。疫情并没有改变维修的流程，赛峰集团首席执行官表示，虽然公司2020年的维修次数有所减少，但每次维修的工作量并没有明显下降。

涡桨发动机方面，2020年7月，赛峰直升机发动机公司与德国ZF航空技术公司签署备忘录，计划在阿蒂丹（Ardiden）3涡轴发动机的基础上开发Ardiden 3TP涡桨发动机，竞争对手包括普惠公司的PT6和GE航空集团的Catalyst先进涡桨发动机。据此备忘录协议要求，ZF航空技术公司将提供Ardiden 3TP的螺旋桨减速器和附件齿轮箱。除了使用来自Ardiden 3涡轴发动机的核心部件外，新型涡桨发动机还将采用Tech TP涡桨发动机技术验证机上使用的技术。

在下一代欧洲战斗机发动机方面，法国和德国政府2020年已经授予由法国达索飞机制造公司、空客公司、赛峰集团、德国MTU航空发动机公司、欧洲导弹公司和泰雷兹集团组成的团队“未来作战航空系统”（FCAS）初始框架合同（第1A阶段），正式启动演示验证机阶段工作。其发动机部分以赛峰集团为主要承包商，MTU航空发动机公司为主要合作伙伴。

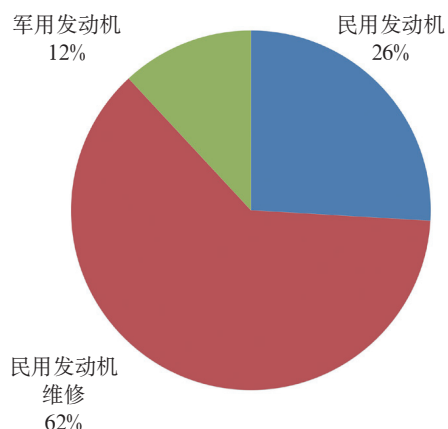
## MTU公司——东风不与周郎便

在法国和德国打算加强欧洲自主防

务的背景下，德国MTU航空发动机公司将与赛峰集团合作，参与下一代欧洲战斗机发动机研发。其中，MTU公司主要负责开发低压和高压气机以及低压涡轮。同时为了平衡法国和德国的工作份额，发动机的服役和售后阶段，将由MTU公司来领导。

2020年，MTU公司实现销售收入39.77亿欧元，同比下降14%；营业利润达4.16亿欧元，同比下降45%；净利润也达到2.94亿欧元，同比下降45%。其中民用发动机收入10.52亿欧元，同比下降32%，下降幅度最大，主要是由于波音公司和空客公司的减产以及飞机交付量的减少。MTU公司民用发动机业务中，最重要的收入来源是A320系列飞机的V2500发动机和A320neo飞机的PW1100G发动机。军用发动机业务受疫情影响较少，收入为4.83亿欧元，同比增长5%，主要来源是欧洲“台风”战斗机的EJ200发动机。原始设备制造商（OEM）业务利润为2.8亿欧元，利润率18.2%。维修业务收入为25.22亿欧元，同比有所下滑，民用维修业务的主要收入来源是V2500发动机和PW1100G-JM发动机。2020年，公司获得了价值超过50亿美元的MRO新订单，也算是危机中取得的不小成绩。民用维修业务利润1.36亿欧元，同比下降48%；利润率5.4%。

MTU公司与主要的几家发动机制造商都有合作，与普惠公司合作的主要是窄体和支线飞机发动机，包括GTF发动机。在GTF项目中，MTU公司的市场份额为15%~18%。军用维修方面，



MTU公司2020年业务结构

2020年2月，MTU公司为美国空军F138发动机提供基地级维修及部件修理，该发动机是CF6-80C2发动机的军用型，为C-5M运输机提供动力。

## 结束语——雄关漫道真如铁

2020年，新冠肺炎疫情肆虐，全球民用飞机市场遭受重创，飞机交付量和新增订单加速下滑。一时间，波音公司会不会倒闭，罗罗公司会不会破产，各种话题甚嚣尘上。短期看，发动机制造商的普遍做法是首先确保现金流，例如股票增发或者贷款；其次是全球布局的优化和精简；再次就是缩减人员成本，同时布局未来。长期看，主要布局包括电动和混合动力、可持续航空燃料（SAF）、氢能等新技术，助力航空业奔向低碳未来。从整个供应链的角度看，也许考虑的不仅仅是企业多久能反弹，而更应该关注潜在的合并，或者对全行业商业模式进行重新思考。

航空动力

（范灵，中国航空工业发展研究中心，高级工程师，主要从事航空产业及企业发展研究）