

为下一个十年而战

——2018航空发动机发展展望

Competing for Next Decade

■ 晏武英/中国航发研究院

尽管航空电动推进技术发展很快，但发动机制造商坚持认为，燃气涡轮发动机在相当长的时间内是航空器的动力装置。随着自适应循环发动机、超大涵道比涡扇发动机、高温复合材料、增材制造和其他一些技术取得进展，军民用航空发动机的发展轨迹逐步成形，未来十年的发展景象在2018年会变得更加明晰。

军用动力装置的研发面临关键节点

美国第六代战斗机发动机

对于未来军用作战飞机推进系统，2018年的研发重点会是GE公司和普惠公司在美国空军“自适应发动机转化项目”(AETP)下开展自适应三流道验证机的组装竞赛。该项目于2016年启动，目的是推动用于第六代战斗机自适应发动机的技术成熟，目标推力达到200kN，到2025年左右还可以为F-35战斗机提供动力替换选项。

为此，美国空军打破传统，将2台AETP计划的验证机分别命名为XA100和XA101。其中，XA100由GE公司研制，XA101则由普惠公司承担，字母“A”指代“自适应”，放弃了之前用“F”指代“风扇”或“涡轮风扇”的命名规则。全新编号系列不仅凸显自适应发动机相比传统涡扇发动机将会发生巨大跃升，同时也基本明确了自适应发动机将从技术研发顺利转化为工程型号。按计划，“自适应发动机技术发展”(AETD)项目应在2017年结束，GE公司和普惠公司也已经分别开展自适应风扇、核心机



美国空军下一代远程轰炸机B-21

等关键部件的试验。

两家公司接下来将充分利用在AETD项目中测试过的技术，开展AETP项目验证机的详细设计，以期到2019年实现整机装配。此外，美国空军还将在2018年启动“支持经济可承受任务能力的先进涡轮技术”(ATTAM)计划的第一阶段工作，拓展在发动机核心机内实现自适应调节的技术验证，以期为六代机发动机实现全机自适应控制提供支撑。

美国远程战略轰炸机推进系统

美国空军于2017年年初完成了B-21“空袭者”远程轰炸机的初步

设计评审，计划在2018年左右对项目进行关键设计评审，并开始发图和制造工作。

作为B-21轰炸机动力的供应商，普惠公司一直没有公开披露有关该项目发动机的信息，但随着设计和制造工作的开展，2018年将会成为该项目的重大节点，外界也会逐步了解其动力装置的进展和特点。鉴于该项目的研制周期和进度安排，普惠公司的基于成熟发动机和经验证技术的组合会成为优先选择。

而对于现有轰炸机机队，2017年1月美国空军一架B-52轰炸机

发动机在飞行中掉落事故也使得其服役60年的TF33发动机亟待替换。美国空军表示，为B-52H轰炸机更换发动机的工作不会早于2020财年年度，将会等到2018财年国防预算通过之后做出发布征求意见稿（RFP）的决定。

目前，GE公司、普惠公司和罗罗公司均表示正在积极与美国空军接洽，并各自提供已有的商用发动机衍生机型或升级包，以支持B-52轰炸机服役至2050年。

俄罗斯五代机动力装置

联合发动机制造集团（UEC）为俄罗斯五代机研制的“产品30”发动机（也称作30号机）于2017年12月5日安装在苏-57原型机上实现首飞，2018年将开展其第一个整年的飞行试验。该机经过近十年的研制，推力达到178kN，可望从2020年开始替换苏-57过渡用动力装置AL-41F1。

俄罗斯教练机动力装置国产化

联合发动机制造集团还在为雅克-130教练机研制CM-100发动机，其旗下的礼炮燃气涡轮制造科研生产中心正在进行发动机技术方案研发。该型发动机研制是在俄罗斯进口替代框架下实施的，旨在装备将要升级的雅克-130教练机。目前，雅克-130配备的是推力为24.5kN的AI-222-25发动机，由俄罗斯和乌克兰联合研制。CM-100发动机的推力将达到29.4kN，稳定性也将有较大提升，预计2018年生产出首台样机，2019年下半年开始飞行测试。

日本下一代战斗机发动机

由石川岛播磨重工（IHI）研发的XF9-1先进涡扇发动机正在开展核心机测试，目标是到2030年用于日本国产战斗机，推力为147kN，

第一台验证机整机正在组装，将在2018年中期完成。核心机和整机的试验结果将提交给日本政府，供其在2018年下半年决策是用外国设计改进的进口机型还是与国外企业合作开发一种全新机型来替换国产F-2支援战斗机。在2018财年，日本必须在本土战斗机和备选方案中做出选择。由于日本政府非常希望看见验证机发动机的整机试验结果，所以很有可能在本财年做出抉择。

军用直升机动力装置

美国“改进涡轮发动机计划”（ITEP）的选型将成为2018年的焦点。用于美国陆军UH-60M“黑鹰”和AH-64E“阿帕奇”直升机的替换动力将在本年度做出决定，会在GE公司的T901和ATEC公司（由霍尼韦尔公司与普惠公司合资）的T900涡轴发动机之间选择获胜者进入工程和制造研发阶段。这两种发动机都是在陆军2009年启动的“改进涡轮发动机计划”（ITEP）下研制，目标是相比目前的T700发动机输出功率增加50%，耗油率降低25%，同时降低全生命周期成本。GE公司已经完成了T901-GE-900原型机的测试，并将继续开展压气机、燃烧室和涡轮部件试验。

商用发动机市场竞争激烈 窄体机动力市场

在民用窄体机动力市场，CFM国际公司和普惠公司的新一轮竞争进入白热化。普惠公司希望2018年能成为PW1000G齿轮传动式涡扇（GTF）发动机的转折点，该发动机随空客A320neo和庞巴迪C系列投入商业运营以来，负面新闻一直不断。普惠公司希望通过改进部件和软件等方式来

改善PW1100G和PW1500G的耐久性。普惠公司2017年最终交付了374台PW1000G系列发动机。2018年生产的新发动机将安装重新设计的燃烧室火焰筒，这也是试图解决PW1000G热端部件耐久性问题措施之一。该系列发动机都在持续更换改进的3号轴承座封严结构。普惠公司2018年还面临向巴航工业交付PW1900G发动机的压力，巴航工业的E190-E2于2月28日同时获得巴西民航局（ANAC）、美国联邦航空局（FAA）和欧洲航空安全局（EASA）的型号合格证，并计划于4月4日交付启动用户威德罗航空公司。而加长型的E195-E2还将在2018年持续开展飞行测试，最终将在2019年年初取得适航证。

由GE公司和赛峰集团平股合资的CFM国际公司也在支撑空客和波音前所未有的高生产速率方面感到了压力。在LEAP发动机订单持续增长的背景下，CFM国际公司2018年新年伊始的目标是让有所拖延的生产计划重回正轨，并解决部分LEAP-1A涡轮罩环涂层脱落问题。一种耐久性更好的涂层正在进行测试，可望在2018年引入生产。CFM国际公司2017年共制造了1900台发动机，其中包括1441台CFM56和459台LEAP-1A/B发动机，已经有超过100架由LEAP-1A提供动力的A320neo和将近50架由LEAP-1B驱动的波音737MAX-8投入运营。目前95%的零部件已经实现双源采购，预计到2018年第二季度将达到100%。CFM国际公司2017年获得的CFM56和LEAP发动机订单将近3000台，这也迫使公司需要进一步提高产能，才能满足空客和波音的交付要求。2018年LEAP产量将增

加2.5倍，达到每周生产24台，年产1100台。目前，CFM国际公司占到了空客A320neo系列的发动机订单的56%，不过仍有2500架售出的A320neo系列飞机没有选定发动机供应商，普惠公司仍有机会缩小差距。

中国和俄罗斯也在积极研发本土发动机，与LEAP和PW1000G竞争窄体机动力市场。

中国航发商发在2017年12月完成了大型客机发动机验证机CJ-1000AX首台整机装配，将在2018年开始地面试车，未来计划作为C919的替换动力。同时，CJ-1000AX核心机实现了100%设计转速稳定运转，初步验证了核心机各部件及相关系统的性能、功能和匹配性。

俄罗斯联合发动机制造集团也研发了PD-14发动机用于国产MC-21客机，作为MC-21原型机所用PW1400G的替代动力。目前PD-14发动机正在格罗莫夫试飞院的伊尔-76飞行试验台上进行测试，在过去的两年里已陆续完成第一和第二阶段的飞行试验，用来探索在不同工作条件（高度、速度）以及

不同运行模式下发动机的性能情况。2018年1月开始了第三阶段飞行测试，并计划年内取得适航证。

宽体机动力市场

在宽体机动力市场，罗罗公司的遄达XWB-97、7000和1000 TEN三型发动机的工作重点也将从研发转向生产。这三种发动机的研发和试验是在非常紧凑的时间表内完成的。遄达1000 TEN和遄达XWB-97发动机分别于2017年8月18日和31日获颁EASA型号合格证，遄达7000则在2017年10月驱动空客A330neo实现首飞。2017年11月，遄达1000 TEN发动机开始商业运营，2018年遄达XWB-97和遄达7000也将分别交付用户，由此带动宽体机市场开始新一轮的搏杀。

对GE公司来说，2018年最大的亮点是GE9X发动机的首次飞行试验。这种发动机推力达到467.3 kN，风扇直径达到3.4 m，是全球最大的高涵道比涡扇发动机，将用于波音新的777X双发远程飞机。GE公司已经完成在波音747-400飞行试验台上安装GE9X涡扇发动机的工作，并

于3月13日首飞。从2016年3月首次运转以来，GE已经投入5台GE9X发动机用于地面试验，未来将会有8台试验发动机，此外还有一个单独的高压核心机加入地面试验。按计划该发动机将在2019年年初取得适航证。GE9X发动机采用了高压涡轮（HPT）冷却空气流量调节技术，碳纤维复合材料制造风扇出口导向叶片（OGV），并采用了陶瓷基复合材料和增材制造部件。GE9X发动机在型号认证中引入了数字化虚拟测试技术，并利用Predix大数据平台为全部14台GE9X发动机创建数字孪生体，可详细了解不同尺寸、使用条件和环境因素对每台发动机及其部件的影响。

中俄国际商用飞机有限责任公司（CRAIC）在2017年12月发布了CRJ929宽体客机推进系统邀标建议书，包括发动机系统和短舱，受邀潜在供应商将在2018年5月30日前提交建议方案。罗罗公司此前主动表示愿为CRJ929提供动力；GE公司也有意在GE_{nx}发动机的基础上为CRJ929研制一型合适的动力装置；而中国航发和俄罗斯联合发动机制造集团也签署了协议，联合为CRJ929开展发动机初始阶段工作。俄罗斯希望以PD-35大涵道比涡扇方案作为联合研发的基础，中方也在开展同级别发动机的研发工作。

新中型飞机动力装置

在窄体机和宽体机中间，波音公司的新中型飞机（NMA）预计在2018年确定动力选型。该机意在重新夺回波音757和波音767的市场，预计需要推力为178 ~ 222kN的发动机。GE公司表示新发动机的研发费用在25 ~ 30亿美元之间，必



GE9X 首飞

须仔细评估新发动机的市场机会，如果波音选择2家以上的供应商，GE公司将不准备参与竞争。目前普惠公司和罗罗公司都表达了为NMA提供齿轮传动涡扇发动机的意愿。

公务机动力装置

在公务机领域，2018年上半年由GE公司Passport发动机驱动的庞巴迪“环球”7000和由普惠公司PW800提供动力的湾流G500远程喷气公务机将要面世。这两型发动机分别代表了两家公司试图抢占罗罗公司在高端公务机动力市场领先地位的决心。霍尼韦尔公司HTF7000系列发动机中的最新成员HTF7700已经通过适航认证，将在2018年随赛斯纳“奖状-经度”投入使用。HTF7000系列发动机已经累计运行超过350万飞行小时，交付数量即将达到2000台。“奖状-经度”是该系列发动机配装的第6款飞机，前5个分别是庞巴迪的“挑战者”300/650、湾流公司的G280和巴航工业的莱格赛450/500。

赛峰集团则在2017年年末遭遇了棘手问题。为达索公司“猎鹰”5X研制的“银冠”发动机多次拖延，最终导致达索公司在12月份宣布取消“猎鹰”5X项目，希望这不会对德事隆的“奖状-半球”飞机造成影响。后者是一种航程为8334km的大客舱喷气公务机，计划于2019年首飞，2020年投入使用。达索取消赛峰发动机合同后，选择普惠的PW800发动机作为全新猎鹰公务喷气机“猎鹰”6X的动力。赛峰集团在“银冠”发动机项目上下了大笔投资，其中包括降低油耗的新技术，但一再遭遇技术故障，并最终失去



PW800成为“猎鹰”6X的动力装置

了客户的信任。

超声速飞机的动力装置

近年来，超声速飞机又重回公众视野。

美国Boom超声速公司宣称正在研制55座的超声速飞机，计划于2023年服役，希望在2018年为其项目选购一型发动机。初始阶段的可行性研究包括现有商用发动机的改型和为该飞机全新研制的发动机。该项目不太可能选用现役的军用发动机，设计方案显示这款Ma 2.2的飞机将选用3台无加力燃烧室的中等涵道比涡扇发动机。

此前，洛克希德-马丁公司已与Aerion公司合作开展了AS2超声速公务机新构型的可行性研究，这款12座飞机的最大巡航速度是Ma 1.4，第一架飞机有望在2023年进行试飞，并于2年后投入使用。该飞机将配装3台由GE公司生产的大涵道比发动机，GE公司表示发动机的最终构型包括由一型已累计运行“数十亿小时”的商用涡扇发动机改进而来的核心机，暗示可能采用了来自CFM56发动机的高压部件，并将其与针对超声速进行过优化的新型低压单元体相匹配。

涡桨涡轴发动机

GE公司的“先进涡桨发动机”（ATP）是挑战普惠加拿大公司PT6发动机的扛鼎之作，2017年12月已经在捷克布拉格工厂完成首次地面试车，按进度将在2018年驱动赛斯纳Denali飞机实现首飞。该发动机的设计目标是相对同级别的PT6功率提升10%且油耗降低20%，并大量使用增材制造部件，用12个零件替代了原来的855个。而普惠加拿大公司也没有躺在荣誉簿上睡大觉，而是忙着开发PT6的改进型发动机，目标针对的是下一代的多型涡桨飞机，包括皮拉图斯PC-12NG、Daher公司的TBM900、德事隆的“空中国王”等。改进后的发动机功率在1500kW级别，普惠没有披露详细信息，但希望在2018年持续开展数字电子控制和一体化螺旋桨控制器的测试。

在民用涡轴发动机领域，2018年新进入的成员是赛峰的Aneto 1K，这是在RTM322和Tech 3000验证机基础上研发的，计划用于莱昂纳多集团的AW189K超中型双发直升机，2018年年底取得适航证。



Aerion公司AS2超声速公务机

先进技术验证项目全新启动 军用发动机领域

美国空军在2017年11月发布了“支持经济可承受任务的先进涡轮发动机技术”(ATTAM)计划第一阶段的跨部门公告(BAA)草案,并于2018年1月发布了正式公告,投标截止日期为3月30日。ATTAM计划将延续之前的“通用经济可承受先进涡轮发动机”(VAATE)计划,目标是研发用于下一代大、中、小功率涡轴及军用发动机的创新性和革命性技术。第一阶段将持续到2025年,经费预计为7亿美元,初始经费预计为1.57亿美元。该计划是以美国空军涡轮技术为应用目标、基于能力的技术研发规划和实施项目,研发先进涡轮推进、动力与热管理技术,并开展演示验证及技术转化,涵盖了大量现有、新研及未来的多种军用平台的推进、动力和热管理需求。ATTAM是首个从一开始就纳入了综合动力与热管理技术的计划,目标是将不同类型航空发动机的燃油效率提高10%~30%,推进效率提升10%~25%,动力和热管理能力提高20倍。美国空军将在四个主要技

术领域寻求基础与应用研究招标:推进、动力与热管理技术,中小尺寸推进技术,保障和经济可承受性技术,创新结构和技术。此外,该计划还首次将材料与制造技术、计算工具分别列为研究领域。子计划中包括已经启动的“综合推进、动力和热管理”(INPPAT)演示验证项目、开展自适应发动机核心机技术验证的“空中优势自适应推进技术”(ADAPT)计划,还增加了涡轮-电推进技术和增压燃烧概念,为美国在下一个十年继续占领航空动力技术制高点指引了方向。

民用发动机领域

在先进民用发动机技术领域,2018年对于罗罗公司正在研发的下一代直接驱动Advance发动机和齿轮传动超扇(UltraFan)发动机将至关重要。罗罗公司已于2017年12月对Advance 3核心机验证机进行了首次试车运行,目前在英国持续开展Advance 3验证机试验。尽管还没有明确具体用途,但其验证机所采用的全新核心机将作为UltraFan发动机的重要进阶途径。与适达XWB相比,Advance 3验证机采用单级中压

涡轮和2级高压涡轮,从而能够达到60的高压比。此外,在验证机上还对由陶瓷复合材料、3D打印部件和贫油燃烧室组成的部件进行了测试。在进行Advance 3发动机试验时,罗罗公司同时在推进UltraFan齿轮传动涡扇发动机所用的大功率齿轮箱(PGB)验证试验,已经创纪录地实现了52200 kW功率传递,最终将对功率达到和超过74571kW的后续传动系统进行评估,并在长度为35m且能应用100MW的动态力矩设备上进行了试验。UltraFan将把Advance核心机的改进版本与大型齿轮驱动风扇相结合,形成投标波音NMA的动力方案基础。

日本希望在国际联合开发中争取部件开发份额,目前正围绕开发具备国际竞争力的航空发动机不断加大投入力度。日本航宇研究开发机构(JAXA)计划从2018年开始与企业、大学合作开发下一代航空发动机,研发的重点为:减少氮氧化物排放,提高燃烧效率,并进行技术验证。日本文部科学省把开发下一代航空发动机计划列入了2018年的研究开发预算之中,计划在2018—2022年的5年时间内,每年投入约10亿日元(6300万人民币)经费。JAXA将根据产品化要求及技术实证及关键技术的评价、计测、分析等实际需要,与相关发动机制造商、大学等加强合作。JAXA已经成功开发了氮氧化物排放量比国际民航组织(ICAO)基准低75%的燃烧室,今后的目标是解决实用化过程中的相关技术问题。在高温高效涡轮的研究开发方面,JAXA已经开发了能够承受1600℃的小型发动机涡轮叶片。在新项目中将围绕如何在加大涡轮输出功率的同时提高其

工作效率进行设计、开发、性能验证，以及将耐热复合材料应用于涡轮的技术开发。JAXA计划在对燃烧室进行改良后，于2019年开始在日本国产F7发动机上进行有关氮化物及二氧化碳减排效果的试验，2023年后正式应用于F7发动机进行验证试验。据预测，日本下一代航空发动机将在2025年后实现量产，2030年后用于实际飞行。

公务机动力领域

为了应对其他厂商咄咄逼人的态势，罗罗公司于2017年公布了公务喷气发动机战略计划，利用其在大型民用发动机先进技术方面取得的巨大优势来推动其新一代公务机动力装置的发展。罗罗公司正在Advance2项目下研发3种技术验证机，包括2种不同尺寸的核心机和3种不同的低压系统，推力在44.5 ~ 89kN范围，将在2018年开始首次重大试验。初始验证机的推力将与BR725类似，目前已经完成了风扇、压气机、燃烧室和高压涡轮的台架试验，下一步是整机试验。这些验

证机将为新的发动机系列提供基础，预计在本世纪20年代中期投入使用，并根据市场需求确定启动型号的推力级别，目标是耗油率比BR710发动机低10%，排放比新的ICAO航空环境保护委员会要求的范围低50%，签派率的目标则是99.99%。

此外，在航空电推进技术方面，美国国家航空航天局（NASA）的X-57分布式电推进验证机已经完成了电池系统的热失控测试，预计将于2018年进行X-57的第二阶段测试，用两个电动机原位取代两台Rotax活塞发动机。到2018年5月完成两次飞行任务后，将改为第三阶段配置，包括高展弦比机翼和12个小型电动高升力发动机。

航空发动机企业经营面临新的挑战

对于航空发动机业界巨头GE公司来说，2017年是动荡的一年。董事长的更替、核心业务的调整和燃气轮机市场的萎缩都让这家百年老店面临新的挑战。2017年GE公司股价

累计下跌44%，2015年曾斥资100亿美元收购的阿尔斯通电力业务也由于传统发电市场走弱，燃气轮机订单量急剧下降，行业产能严重过剩。迫于巨大的盈利压力，GE公司于2017年10月宣布将重心放在航空、电力和医疗保健三大核心业务上，并于12月宣布在电力业务部门裁员1.2万人，关闭海外3家研发中心，目标是节省10亿美元成本。但GE公司在2017年第四季度仍亏损近100亿美元，未来两年将出售超过200亿美元的业务，甚至一度计划出售从事燃气发电机业务的贝克休斯公司的股份，但最终决定保留，并调低了2018年的利润预期。GE公司预计，2018年对于燃气轮机制造业将是更具挑战性的一年，订单将可能继续下滑。不过由于波音公司和空客公司都计划未来两年内继续提高单通道客机产量，GE公司的航空业务在2018年仍有望持续增长，业界第一的地位一时难以撼动。

罗罗公司最近几年由于同时研发多型新发动机，加上遑达1000发动机暴露故障及被迫升级等原因，经营业绩连续三年下滑，研发费用逐年上涨，到2016年年底公司自由现金流只有1亿英镑。在入主董事会的美国风投基金的压力下，罗罗公司出售了一部分船用零件业务，甚至表示可能出售连年亏损的商用船舶业务，只保留其中的船用燃机。不过随着三型新发动机先后投入服役，罗罗公司逐渐复苏，2017年大型商用发动机交付增长35%，达到483台，动力系统也强势反弹，使得公司全年营业收入达到151亿英镑，比上一年增长6%，利润率达到7.8%，提高一倍，现金流也大幅提高到2.73



X-57电推进验证机



罗罗超扇发动机齿轮减速器试验

亿英镑。同时罗罗公司完成了对西班牙ITP航空发动机公司剩余53.1%股份的收购，使商用发动机供应链的效率提升，成本降低。目前ITP公司暂时作为罗罗公司的独立业务单元进行管理，2017年实现收入8.27亿欧元。不过由于遑达1000和遑达900发动机在涡轮叶片耐久性等方面出现问题，重新设计工作预计到2020—2022年才能完成，其中2018年是工作量最重的一年。罗罗公司之前因为遑达1000发动机的问题导致利润损失惨重，2017年研发投入达到10.35亿英镑，接近收入的7%，预计2018年还将增加0.5亿英镑。此外公司的重组计划初见成效，通过压缩管理层级、降低生产和维修支出，2017年实现了成本压减2亿英镑，到2020年将达到10亿英镑左右。2018年的营业收入预计将实现5%以上的增长，自由现金流达到4.5亿英镑。

普惠的母公司联合技术公司(UTC)2017年9月宣布收购罗克韦

尔柯林斯，经罗克韦尔柯林斯股东决议和政府审批之后，预计在2018年第三季度最终完成收购交易。UTC与罗克韦尔柯林斯的业务高度互补，此次并购将大大加强UTC的创新系统能力和集成数字化产品的提供能力，包括航电、飞控和数据服务。这对普惠公司无疑是一重大利好，将会进一步增强其面对飞机制造商时的地位和话语权，使普惠公司在以后新飞机动力的竞争中获胜的概率大大增加。普惠公司2017年的业绩也稳步增长，全面营业收入达161.6亿美元，增长近8.8%，利润高达14.6亿美元：一方面不断获得军用发动机生产和维护合同，F135发动机生产逐步加速；另一方面PW1000G系列发动机尽管暴露出很多问题，但基本实现了原定的目标，交付374台，到2017年年底已经在两种飞机平台投入使用，随21个运营商的135架飞机的发动机累计飞行50万飞行小时。此前受产能困扰的普惠公司决定大幅投资整个GTF发动

机制造的上游供应链，在钛铝风扇叶片制造上，普惠公司更是宣布要在原有新加坡和兰辛工厂的基础上再建两个叶片厂，同时大幅改进钛铝风扇叶片的制造速度和质量，使生产周期和合格率都得到显著改善。

作为航空发动机整机制造商第二梯队的赛峰集团在2017年可以说喜忧参半，一方面LEAP发动机生产稳步提升，订单也大幅领先竞争对手，全年交付量达到459台，2018年将达到1100台。2017年赛峰集团的营业收入达到165.21亿欧元，增长4.7%，营业利润24.7亿欧元，2018年预测利润还将增长7%~10%。赛峰集团还在2017年宣布收购法国飞机内饰制造商卓达航宇，合并后的新公司将成为继GE公司和联合技术公司之后的全球第三大机载系统供应商，将大大增强赛峰集团在未来航空市场的竞争力，以抵御来自其他行业巨头的压力。但另一方面，由于“银冠”发动机研制一再拖延，取证工作被迫延期至2018年第二季度完成，原计划配套达索“猎鹰”5X公务机的合同被取消，达索转而选择普惠的PW800发动机作为新的“猎鹰”6X公务机动力。而52.9 kN推力级的“银冠”-2 C型发动机将为赛斯纳“奖状-半球”飞机提供动力，但赛斯纳同时也放弃为“奖状-经度”公务机配套该型发动机的初衷，选择了推力较低的霍尼韦尔HTF7700L发动机。2018年赛峰集团的首要任务无疑是尽快实现“银冠”发动机的取证以挽回业界声誉，同时大力提升LEAP发动机的产能，以确保公司营收的主要来源不受影响。 **航空动力**

(晏武英，中国航发研究院，高级工程师，主要从事航空发动机战略和情报研究。)