

H160直升机及阿拉诺涡轴发动机发展

Development of Airbus H160 and Safran Arrano

■ 肖蔓 / 中国航发动研所

2021年12月，法国国防采购局（DGA）授予空客直升机公司一份价值约90亿欧元（101.7亿美元）的合同，用于在法国国防部联合轻型直升机（HIL）项目框架下研发和生产169架H160M“猎豹”直升机，为其提供动力的阿拉诺（Arrano）发动机也获益匪浅。

面向海上风电、油气开采作业和紧急医疗服务等领域的中型双发直升机型号较为单一，有较大的市场空间待开拓和占领，空客公司和赛峰集团瞄准这一潜在需求，针对性地推出了H160直升机和与之配套的阿拉诺（Arrano）发动机，并在此基础上发展出了三军通用的H160M“猎豹”系列直升机。

H160直升机概况

H160直升机是空客公司重组以来研制的首个新一代中型双发直升机，也是世界上首架全复合材料机体的中型直升机，采用了68项专利技术。H160直升机自2011年开始研制，设计目标是油耗降低15%~20%，二氧化碳排放降低20%，噪声水平降低50%。该直升机最大起飞质量为5.67t，航程850km，最大巡航速度287km/h。H160为12座设计，配置了采用“蓝色边缘”（blue edge）先进技术的5叶主旋翼，可降噪50%；采用了倾斜式“窗口”（fenestron）涵道尾桨和双翼水平稳定器尾翼。在H160直升机的基础上，空客公司还民转军，开发出了三军通用的H160M“猎豹”直升机。

民用型H160直升机

根据睿思誉（Cirium）公司2020



H160M 直升机

年的直升机预测，在未来10年的民用直升机市场中，中型双发直升机的交付价值将居于首位，预计达到110亿美元，占总交付价值的26%。H160直升机通过改变或增添不同配置，将在各民用领域占据重要份额。例如，紧急医疗服务（HEMS）市场中中型双发直升机面临的竞争相对较弱，空客直升机公司希望凭借民用型H160进入这一细分市场，与目前领先的莱奥纳多AW139直升机抗衡。H160直升机十分适合执行长途紧急医疗服务任务，如具有充足的照明、低振动且宽敞的机舱和方便病人进入等特点，而且双发也是为2min内快速启动和快速重新启动而

设计的，能够使用大多数医院直升机停机坪。

新冠疫情对直升机的竞争环境产生了极大影响，虽然空客直升机公司的产品销量在2020年也下降了25%~30%，但仍低于全球新型直升机平均跌幅。2019年，空客直升机公司获得10架H160的订单，良好的销售态势为其在民用市场上获得了更多的份额。2020年12月，法国直升机联盟（Heli-Union）集团订购了2架H160直升机以加强其机队，成为H160的第一个民用客户。2021年，空客直升机公司、美国海上直升机运营商和壳牌公司合作推动H160在海上钻井平台使用，标志

着H160正式进入油气作业市场。目前，空客直升机公司已签订了40架的H160直升机订单，并计划在英国、美国和巴西交付更多的H160。虽然新冠疫情影响了交付能力，但空客直升机公司依旧计划在2022年开展更多的交付工作。

军用型H160M直升机

为研制能适合陆、海、空三军通用的新一代军用直升机，以实现规模化发展及节约成本，法国武器装备局（DGA）在2017年选择了民用型H160作为联合轻型直升机（HIL）项目通用平台，未来将取代法国武装部队现役5种轻型和中型直升机，即海军的“云雀”Ⅲ和AS565“黑豹”、陆军和空军的SA330“美洲豹”和AS555“非洲狐”以及陆军的SA340“小羚羊”。

H160M“猎豹”是平台统一模块化三军通用直升机，其设计质量6t，速度296km/h，可执行突击渗透、空中拦截、火力支援和反舰作战等任务，此外还可以集成到安全的数字支持环境中。与民用型H160相比，军用型H160M的航电系统有所不同，将整合泰雷兹公司的FlytX云原生航电套件以满足军备主权的要求。H160M在结构上也进行了改进，如采用可折叠的主旋翼和尾翼，以适应军舰上有限的机库空间。H160M直升机装备了轻型攻击作战武器，可以快速重新配置，以满足三个军种的不同需求。目前，空客直升机公司正加速H160军事化改装，除加装军用航电和雷达设备外，还为海军加装了反舰导弹，为陆军加装了机枪，为空军加装了火箭等武器系统。

2021年12月，法国国防部正

式向空客直升机公司采购了169架H160M直升机（陆军80架、海军49架、空军40架），预计2027年开始交付。法国武装部队采购合同包括研制几款不同的原型机，首批计划生产交付30架（陆军21架、海军8架、空军1架）。这是法国三支武装部队首次部署同一型直升机，未来将大幅提高直升机的可用性并降低研发、维修和后勤保障费用。法国海军第一架H160M预计将于2029年交付，用于执行反舰任务、舰队保护和海上救援任务。法国空军计划利用该型直升机进行空域保护、搜索和救援、收集情报和深入敌人阵地，所有空军H160M直升机都有空中加油能力。法国陆军型直升机将用于侦察、火力支援、医疗救护和特种部队渗透任务，法国陆军正在推动加速交付，将原定的2028年提前至2026年。

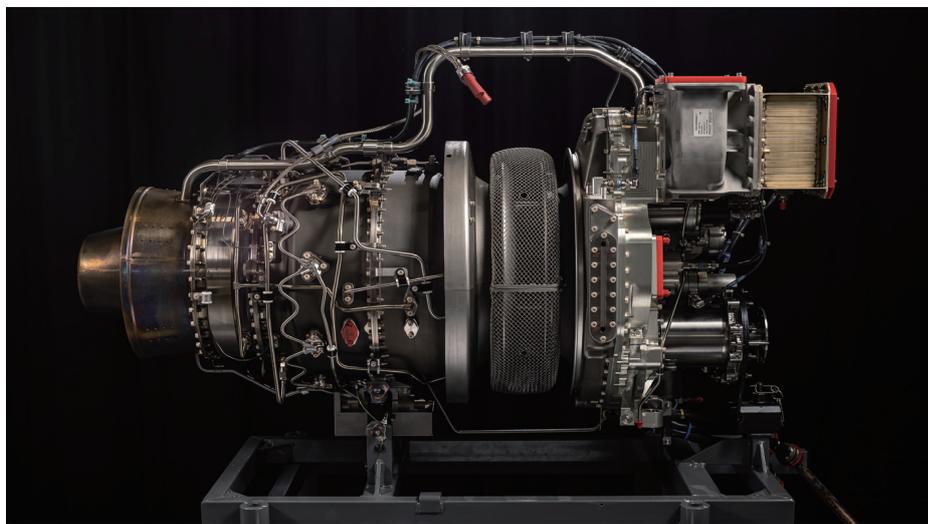
研发进展

2011年，H160直升机项目启动；2015年，首架原型机首飞；2016年，直升机气动设计冻结；2018年，第一批量产型直升机首飞；2020年2

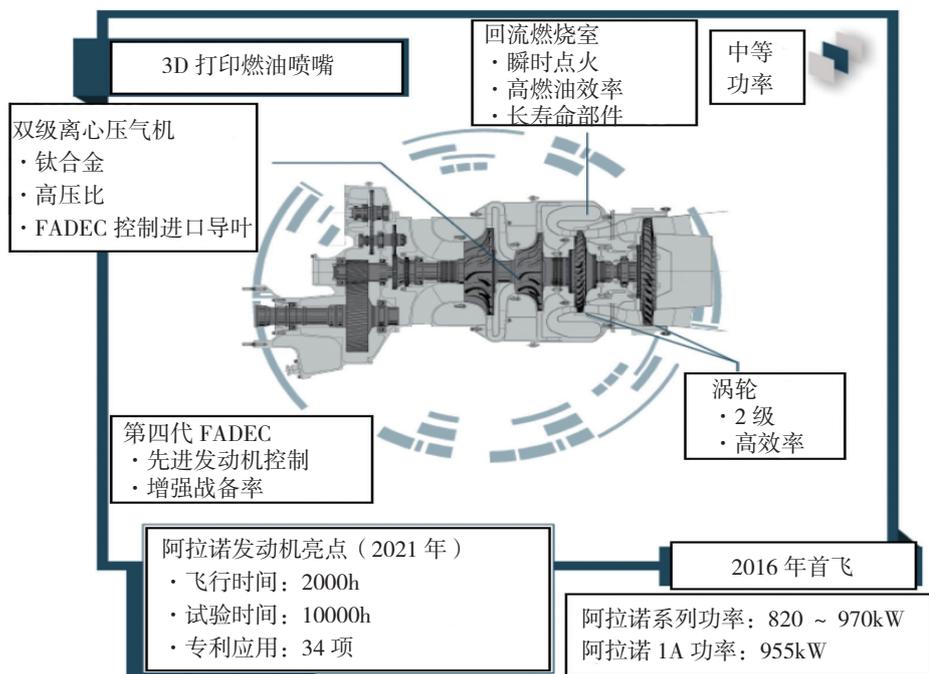
月，H160M“猎豹”项目进入预研阶段；2020年7月，H160获欧洲航空安全局（EASA）型号认证；2021年5月，H160获日本民航局（JCAB）型号认证；2021年9月，H160获巴西民航局型号认证；2021年12月，空客公司向日本交付首架H160，用于电子新闻采集任务，日本ANH直升机公司成为全球首个H160直升机的运营商。

阿拉诺发动机技术特点与发展历程

2014年，空客公司为H160直升机选择普惠加拿大公司的PW210E发动机和赛峰直升机发动机公司的阿拉诺发动机作为候选动力装置。2015年6月，H160进入试飞阶段，PW210E为H160首架原型机的首飞提供动力。由于H160要求配装的发动机在高温高原条件下能满足功率增加10%的要求，而PW210E功率水平无法满足且普惠加拿大公司决定不再对PW210E进行升级，所以空客公司最终选取阿拉诺发动机作为H160的唯一动力装置。



阿拉诺发动机



阿拉诺发动机技术特点

技术特点

阿拉诺是赛峰集团的新一代涡轴发动机，功率为820 ~ 970kW，适用于4 ~ 6t级中型双发直升机或2 ~ 3t级单发直升机。阿拉诺发动机功率介于阿赫耶（Arriel）和阿蒂丹（Ardiden）发动机之间，与同等级的发动机相比，其最大优势在于耗油率可降低10% ~ 15%，且可在高温高原条件下满足功率增加10%的要求。阿拉诺发动机首翻期为5000h，且维修时间仅为同等级发动机的1/2。

阿拉诺发动机结构设计紧凑，具有良好的维修性和保障性，能有效提升载荷和航程并具有优良的环境性能。该发动机采用了34项创新专利技术，包括气动设计、增材制造、控制系统和高效燃烧等。在气动设计方面实现了高性能和可靠性，采用了2级离心压气机、单级动力涡轮结构，进口可调导向叶片改善了

发动机巡航状态下的热动力学循环，同时实现了低油耗；在制造方面采用了增材制造技术，燃油喷嘴、进口导叶和扩压器叶片等零件均采用增材制造技术，快速生成复杂形状零件且数量大幅减少；在控制方面采用了第四代全权限数字式电子控制（FADEC）系统，并采用了赛峰最先进的健康监测、自动故障诊断和预防性维修技术，可与发动机运行监控服务系统（BOOST）完全兼容；在燃烧方面采用了新型回流燃烧室，新燃烧室设计利用油气混合旋流稳定火焰，达到均匀温度以保护部件的目的，新燃烧室仅保留了主燃油喷嘴，省去了常用于起动的喷嘴，将燃油喷嘴的数量减少到9个，具有更好的可操作性和更简单的布局。

研发历程

阿拉诺发动机型号研制之前，赛峰集团在欧洲清洁天空计划框架下以Tech 800验证机为平台进行了

预先研究，2013年完成验证机的首次运行，这是阿拉诺发动机研发过程中的一个重要里程碑。该验证机主要针对耗油率、二氧化碳排放、噪声控制、复合材料质量、钛铝合金部件和控制系统等方面的技术突破来开展验证，关键技术涉及压气机结构和性能、燃烧室低污染排放、涡轮在高温下的工作性能以及高效率涡轮等。

阿拉诺1A于2013年开始台架试验，2014年开始地面试验，2015年交付空客公司用于H160动态直升机0号机的装机台架试验，2016年随H160首飞同年完成高空模拟试验和发动机断油试验，2017年完成耐久性试验并向空客公司交付第一批初始生产发动机，2019年6月获颁欧洲航空安全局（EASA）型号合格证，2021年6月获颁美国联邦航空局（FAA）型号合格证。赛峰集团为实现可持续航空燃料（SAF）战略目标，阿拉诺发动机经认证可以使用高达50%的可持续航空燃料，包括生物燃料。

结束语

赛峰集团根据精准定位，构建差异化的竞争优势，专为4 ~ 6t中型双发直升机市场设计了阿拉诺发动机，并主动识别和挖掘H160直升机的潜在需求，优先发展出第一型也是唯一与该飞机平台匹配的动力装置，同时积极助力民转军用的H160M的系列化发展，开拓出了一条与飞机平台融合打造系列化的共赢发展之路。

航空动力

（肖蔓，中国航发研研所，高级工程师，从事航空发动机科技情报研究）