



聚焦俄罗斯MS-21全面国产化之路

张慧 吴杨萌

2020年5月，俄罗斯工业和贸易部与MS-21中程干线客机的主要研制企业伊尔库特公司签订了为期两年、总价超过120亿卢布（当前汇率1美元约兑换70卢布）的科研合同，该合同的实施成果将促进俄罗斯在未来五年内实现MS-21的全面国产化。

2015年3月俄联邦工业与贸易部发布663号令，批准《民用航空制造领域进口替代措施的专项计划》，MS-21项目作为俄罗斯民用航空产业未来发展的希望，其国产化是俄罗斯在国际环境背景下的必然选择，尽管过程漫长且充满困难，但俄罗斯从未改变初衷，力图以此为契机提升振兴民用航空产业。

项目之初明确国产化要求

2007年6月，俄罗斯联合飞机制造集团启动MS-21飞机研制项目，由伊尔库特公司负责实施，计划用来替代俄国内市场上运营的老旧的图-154、图-204客机和波音737、空客A320等客机，并参与国际市场竞争。俄在之前的SSJ100支线飞机研制项目中，机载设备几乎全部来自于国外供应商，土星公司与法国斯奈克玛公司联合研制的SaM-146发动机热端部件（法国斯奈克玛公司负责研制）也屡次出现技术问题，导致该项目备受诟病。为此，俄罗斯在MS-21项目上充分吸取了教训，研制之初即在供应商布局和发动机研发方面采取了相应措施。

一是提高国内企业参与度。为避免关键配套产品完全由国外供应商把持，俄罗斯在MS-21项目中要求要求每一个重要的机载系统都至少有一家俄罗斯供应商参与，确保近一半的部件和系统来自俄罗斯国内。MS-21飞机由伊尔库特公司负责总装生产以及机头和机身制造，乌里扬诺夫斯克“航星”工厂负责机身制造，航空复合材料公司负责机翼和尾翼制造，起落架由俄罗斯液压机股份公司与德国利勃海尔宇航林登伯格公司建立的合资公司提供；液压系统由美国伊顿公司提供，但50%的部件由俄罗斯厂商制造；电源系统主要由美国汉胜公司提供，同时该公司还提供辅助动力装置和机翼防冰系统，并与“科学”科研生产联合体股份公司共同提供空调系统；驾驶舱航电系统由莫斯科航空电子科研生产联合体股份公司和美国罗克韦尔·柯林斯公司（2020年4月初成为雷神技术公司的一部分）提供。

二是采用发动机双选方案。与SSJ100项目相比，俄罗斯在MS-21项目上，对发动机的掌控又进了一步，引入了发动机双选方案。为了兼顾占领市场和提高国内技术水平，伊尔库特公司选择了十分适合MS-21飞机的美国普惠公司的PW1400G发动机。与此同时，俄罗斯还积极为MS-21

研制国产发动机PD-14。PD-14项目的主要执行方是联合发动机制造集团，主要研制者是集团下属的“航空发动机”公司，主要制造商是“彼尔姆马达”公司。该发动机是俄罗斯最近十年来第一型完全自主研发的用于民用客机的现代化动力装置，采用了紧凑的双轴布局、优化了涵道比、研制了新的高效的压气机、引入了全权式数字化控制系统（FADEC）。通过模块化结构、内埋式诊断系统和售后服务系统可保证PD-14在良好的技术状态下稳定运营，达到较高的可靠性和降低使用成本。2020年1月，“彼尔姆发动机”公司向MS-21飞机研制商伊尔库特公司交付了第一批PD-14发动机。

总的来看，MS-21项目早期布局体现了从本国技术发展出发的特点，谋求有限飞机性能需求、积极带动本国航空科技工业进步，为俄后续实施进口替代、全面国产化计划奠定了良好的基础。

应对欧美制裁加速进口替代

当前，俄罗斯民用飞机及机载部件和系统中，不乏国外研制产品，由此给航空工业带来了严峻的进口替代问题。2014年以来，受俄乌关系变化和西方制裁影响，为摆脱来自欧美和乌克兰配套产品供应限制，以及在本国形成完备的航空产品供应链，俄出台并着力落实进口替代政策，这也是保障俄重点民机产品顺利投放市场及自身航空工业争产运转必须开展的工作。

一是配套部件及机载系统替代取得重要进展。苏联解体后一段时间内，俄罗斯飞机、造船和航天工业一度高度依赖乌克兰提供关键配件，俄乌关系的恶化暴露出俄罗斯工业体系存在严重的安全隐患。在此背景下，俄罗斯政府进一步强化了进口替代战略作为国家安全战略的属性和地位。2015年3月31日，俄罗斯联邦工业与贸易部发布了总统令，批准俄联邦《民用航空领域进口替代措施计划》，以落实俄联邦政府2014年9月30日批准的决议《促进工业进口替代计划》。《民用航空领域进口替代措施计划》主要涉及4种民用飞机（SSJ100、MS-21、伊尔-96-300、图-214）和8种民用直升机（卡-32A11VS、卡-32A、卡-226T、米-8MTV-1、米-171、米-38-2、卡-62、安萨特）的共408项产品。

其中，针对MS-21项目的替代产品包括玻璃、综合导航系统、自动控制系统、燃油系统、起落架和机轮、供电系统、液压系统、内部装饰和日常设备、辅助动力系统等等。到2019年底，俄罗斯的发动机控制系统（FADEC）、机轮、机上电缆、用于燃油和液压系统的柱塞泵等都完成了国产化。在此过程中，俄罗斯政府采取多种措施提供资助，包括提供政府补贴或通过工业发展基金提供贷款

等。二是持续推进关键复合材料机体部件替代。为实现飞机的性能指标，在与空客和波音的市场竞争中获得竞争优势，MS-21项目采用了多项新技术，其中在技术上最重要的亮点是复合材料在飞机机体结构的大量应用，中央翼、机翼翼盒、垂直尾翼和水平尾翼的翼盒均采用复合材料。正因如此，由欧美企业把持的高性能碳纤维材料作为复合材料部件的基础成为了美国制裁的最佳切入点之一。2018年9月26日，美国宣布对俄罗斯11家企业实施制裁，其中五家企业来自航空航天领域，制裁的原因是涉及军民两用技术，从事“与美国国家安全利益或外交政策相矛盾”的活动，2019年1月，美国赫氏和日本东丽终止向俄罗斯航空航天复合材料公司供应碳纤维和环氧树脂。

事实上，俄罗斯对于复合材料的进口替代筹谋已久，早在2015年左右就开始布局，原子能公司下属的UMATEX公司是最有潜力的备选公司。2015年该公司在阿拉布格地区建立了新的碳纤维生产厂，碳纤维材料研制生产水平在俄罗斯排名第一；2018年兼并了“预浸材料-SKM”公司，形成了覆盖高强度和高模量碳纤维、织物和预浸料生产的复合材料全寿命周期研发能力，已基本能够用本国产品为MS-21飞机生产提供保障，且无需对MS-21的机翼等部件进行重新设计。2019年3月，俄罗斯政府还向航空复合材料公司追加投资27亿卢布，用于加速进口替代计划的实施。

美国制裁或配套产品断供加速了俄罗斯民用航空工业的进口替代进程，虽然使MS-21项目延迟了一年左右，但俄已掌握了研发的主动权，并未改变其总体发展形势。

瞄准国内市场推动全面国产化

随着国内外局势的变化，俄意识MS-21飞机在未来一段时间内进入国际市场希望渺茫，唯有以国内市场为主要目标，通过从基础材料、配套部件到发动机的国产化，摆脱来自欧美制裁对项目的影响，为后续参与市场竞争提供保障。正如俄联邦副总理尤里·鲍里索夫2019年7月在伊尔库特公司视察时所说，西方对MS-21项目实施新制裁的风险仍然存在。为此，俄工业和贸易部与伊尔库特公司共同制定并实施了一系列措施，保障完成MS-21配套部件、系统和复合材料的国产化。

一是以2024年实现全国产化为目标。根据俄当前进口替代相关计划，预计MS-21项目的国产化进程将持续到2024年，在未来几年内需完成54个配套部件和系统的替代工作，最终使MS-21项目中国外零部件的比例从60%降低到3%，这也意味着俄罗斯全国产化的MS-21即将问世。预计到2021年底前，装配PD-14发

动机的MC-21-300飞机获得俄罗斯认证，完成全国产化的MS-21还将积极获取欧洲航空安全局的认证，为以后参与国际市场竞争奠定基础。但是应当注意，国产部件的应用将增加MS-21飞机在欧洲航空安全局取证过程中的不确定性和工作量，使其面临更多的进度和经费风险。

二是以实现复合材料配套部件自主为重点。为改变关键原材料和零部件受制于国外的情况，2020年5月俄罗斯工贸部与伊尔库特公司签订了执行期限为2020-2021年的合同，合同内容主要涉及国产材料配套部件和系统的研制试验工作，以及制造配套PD-14发动机的0012号MS-21试验样机并通过试验等。其中，机体部件包括机翼翼梁、中翼盒、升降舵、方向舵和尾翼等，备选材料包括用UMATEX公司的UMT49S、UMT42S和UMT290碳纤维等制备的复合材料。包括技术发展集团、格罗莫夫飞行试验研究院、热交换器公司、航空复合材料公司、彼尔姆发动机公司、中央气动和流体力学研究院、俄罗斯航空登记局在内的超过50家的企业作为合同联合执行方，合同总价值为120.79亿卢布，其中2020年合同金额84.63亿卢布，2021年36.13亿卢布。

启示建议

如果说美国对复合材料企业的制裁是“图穷匕见”，那么俄罗斯MS-21项目的全面国产化则是对欧美占据绝对优势的民机市场“亮剑”，这些你来我往见招拆招的过程对我国相关产品的研制开发具有参考意义。

首先，民用航空产品自主可控需尽早布局，持续开展并根据内外环境变化动态调整。在国际环境宽松、供应链安全的条件下保持警惕，积极落实发动机、关键材料和部件的国产备选方案，在国内逐渐形成各类航空产品研制供应的闭环，保障在制裁、供应链断裂等极端情况下民机产品顺利研制交付。

第二，民用航空产品国产化进程可带动航空工业创新与现代化发展。政府的保护政策和财政扶持政策有助于引导资金流向国内航空工业企业，提高资金使用效率的同时拉动地方经济；民机产品将来需与欧美顶尖企业同台竞技，国产化过程需要不断融入创新思想、夯实技术基础、优化性价比，提升竞争能力。

第三，在变数不断的市场条件下，全面自主的民用航空产品是把握机会的前提。长期以来，波音和空客在民机市场上占据绝对优势，但近一两年来灾难事故给未来市场格局带来了更多的不确定性，民机市场需要竞争，只有完全掌握的成熟产品才有可能在国内外竞争中占据一席之地。

霍尼韦尔3D打印飞行关键部件获FAA认证

霍尼韦尔公司使用增材制造（通常称为3D打印）制造了首个经过FAA认证的飞行关键的发动机零件，这是在航空和增材制造行业的一个重要技术里程碑。该零件目前正在生产中，并已安装在发动机上，它是达索猎鹰20G海上巡逻机上使用的一个零件。法国海军将其用于巡逻和搜救任务。

目前只有大约12台ATF3-6发动机还在飞行。这为达索猎鹰20G飞机的运营提出了采购和供应链方面的挑战。此外，该零件的制造十分复杂，由于所下的订单量少，

因此更换零件的成本非常高。传统的铸造方法将熔融金属倒入模具中并使其硬化，所需的工具成本高昂。通过增材制造，这些零件可以更快、更少量地打印，而无需昂贵的工具。

霍尼韦尔航空航天制造工程副总裁乔恩·霍布古德说：“我们能够利用我们在增材制造领域的专业知识，更快地生产合格的零件，将交货时间从大约两年缩短至两周。”霍尼韦尔一直与FAA紧密合作，开发和认证多种增材制造部件。这些努力使轴承成为美国联邦航空局（FAA）正常授权下批准的第一个打印组件。（刘高彤）

2027年全球航空航天和国防材料市场将达到238.2亿美元



日前，有专业机构发布《航空航天和国防材料市场规模、份额和行业分析报告（2020-2027）》。报告称，到2027年，全球航空航天和国防材料市场规模预计将达到238.2亿美元，预测期内的复合年增长率为4.21%。

国际航空运输协会的数据显示，航空乘客占飞机载客率的81.9%，而货运占49.3%。航空市场规模的不断扩大，对航空材料的性能要求也越

来越高。报告认为，由于近些年碳纤维复合材料的推广应用，使航空材料的轻量化和耐用性指标大幅提升，使得飞机的燃油经济性明显改善。此外，碳纤维材料优异的抗疲劳、耐腐蚀性能，也降低了零部件的维护成本。

报告认为，北美仍将占据航空航天材料市场的最大份额，同时，亚太市场在该市场的崛起将是一个不可避免的趋势。（郭文涛）

Air bp和Neste公司联合推广欧洲可持续航空燃料使用

日前，航空燃料产品和服务供应商Air bp公司与全球最大的可再生柴油和可持续航空燃料（SAF）生产商Neste公司已签署协议，将在2020年和2021年为机场客户提供更多的SAF，供应量将是2019年的5倍。Air bp公司力争使Neste公司生产的SAF可以在欧洲的某些机场使用，预计将在未来几周开始向斯德哥尔摩（ARN）和奥斯陆（OSL）等机场交付。

SAF的供应增加是为了满足现有和新航空公司客户需求，还有挪威所要求的SAF需占所售航空燃料的0.5%。

Neste公司的SAF由100%可再生废物和残渣原料制成。与传统航空燃料相比，SAF形式清洁并在整个生命周期内可减少多达80%的温室气体排放。SAF接受与常规化石航空燃料相同的质量测试，并且可以高达50%的比例混合向飞

机提供燃料。目前，SAF是唯一可行的化石液体燃料替代品，用于为民用飞机提供动力。Neste公司的SAF年产能目前为10万吨。随着新加坡炼油厂的扩建以及对鹿特丹炼油厂可能的追加投资，Neste公司将有能力在2023年之前每年生产约150万吨SAF。

自2010年以来，Air bp公司已为全球20多家客户和16个机场提供SAF。2018年，Air bp公司和Neste公司宣布计划探索和开发用于向机场和航空公司提供SAF的供应链解决方案。作为合作的下一步，他们于2019年4月联合开发了一种可行的供应链解决方案，用于向瑞典市场供应SAF。今后，双方将通过充分利用各自在生产、混合、供应和安全运营领域的专业知识，帮助各个机场使用SAF。（何鸱）

预算和疫情给俄罗斯国防工业基础带来挑战

国际货币基金组织（IMF）预测，为防止新冠肺炎疫情扩散而采取封闭措施减少了国内外经济活动，而后者进一步降低了全球能源需求，今年俄罗斯的实际国内生产总值（GDP）将萎缩6.6%。预计2021年增长4.1%，这意味着俄罗斯经济到2022年才能恢复疫情暴发之前的产出。

上个月，作为应对惨淡财政状况的更广泛措施的一部分，俄罗斯财政部提议今后3年将国家军备计划的投资减少5%。根据新的计划，到2027年为期10年的军事拨款计划（称为GPV 2027）为20万亿卢布（约合2710亿美元），将覆盖国防采购、维修、研发和基础设施投资，而在2021-2023年拨款将总共削减2250亿卢布。在采取其它措施的情况下，国防开支最多可减少3320亿卢布。

随着俄罗斯追求宏伟的现代化目标，先前的国家军备计划（GPV 2020）在2011-2016年实现了对国防投资的大幅增加。2015年，俄罗斯官

方国防预算占GDP的比例达到最高峰，为3.8%。如果其中包括军事养老金、社会保障和住房等较为广泛的国防支出项目，2015年俄罗斯的国防总支出



则占了当年GDP的4.8%。这段重要的国防投资时期帮助俄恢复了前20年的一些失地。

进步是显著的，但绝不是全面的，

因为俄战略核力量和军用航空航天超越了现代化目标，而海军和陆军的情况不太理想。在发展大量先进能力（如防空系统、武器、作战飞机）时实体效率低下，因而俄未能实现GPV 2020的雄心。

不过，当俄军70%的装备实现“现代化”总体目标时，俄罗斯放慢了国防开支的增长速度，并从能力急剧增强时期走向了维持阶段——这进一步预示着当时面临更广泛的经济制约。

因此，GPV 2027不如GPV 2020雄心勃勃，年度国防预算拨款已经反映了这一点。自2017年以来，俄罗斯的国防支出实际上一直停滞不前，因为制裁影响了政府财政状况，能源收入仍然低迷，现代化雄心壮志只是认为接近完成。

2021和2022年俄官方国防预算略有增长，但这是在疫情对经济造成全面影响之前的几个月提出的。因此，俄罗斯公司面临着更紧缩的国内市场（疫情暴发之后大多数国家的如确

8月17日，英国国际战略研究所网站发布博客文章，题为“Budget and pandemic present challengesto Russia's defence industrial base”，作者是国防经济高级研究员内拉·麦格蒂。博文分析了为什么两家俄罗斯国防公司在今年美国《防务新闻》百强榜单中再次排名下降。

在今天的百强榜单中，两家俄罗斯国防公司——防空导弹系统制造商金刚石-安泰公司和武器开发商战术导弹公司再次排名下降。

金刚石-安泰公司从2018年和2019年的第8和第15位跌至第17位。同样，战术导弹公司JSC从2018年和2019年的第25位和第32位跌至第35位。

两家公司今年收入的下降反映了由于新冠肺炎疫情对政府预算的影响，它们正处于艰难的市场环境。

甚至在疫情和随之而来的经济产出萎缩出现之前，鉴于2019年油价持续低迷，俄罗斯国防支出的前景就已经暗淡。由于油价在4月跌破每桶20美元，今年俄国内支出进一步受到限制，而预计全年平均油价仅为每桶40美元。