

赛峰将新建首条LEAP发动机海外总装线

本报讯 近日，赛峰集团宣布将在摩洛哥卡萨布兰卡建设 A320 系列客机配套的 LEAP-1A 发动机新总装线，同时新建一座发动机维护维修工厂。其中，维护维修工厂计划 2027 年底投用，总装线 2028 年投产，这也是赛峰在法国境外的首条发动机总装线。

这一布局是为了弥补赛峰与通用航空航天合资的 CFM 国际的产能缺口。近年来，空客窄体客机需求旺盛，但 CFM 的 LEAP 系列发动机交付滞后，直接影响了 A320 系列生产。

目前，A320 系列多数机型都配备的是 LEAP-1A 发动机，另外还有些配备普惠公司的

PW1100G 齿轮传动涡扇发动机。

新总装线占地 1.3 万平方米，赛峰投资 2 亿欧元。投产后，LEAP-1A 年产能约为 350 台，占赛峰为空客配套发动机产量的 25%，还将创造 300 个就业岗位。

该总装线将与邻近的 CFM 维护维修 (MRO) 工厂共用测试台，这座 MRO 工厂同步建设，总投资 1.2 亿欧元，2027 年底运营后年维修发动机可达 150 台，且会新增 LEAP 系列发动机维修能力。

此前，赛峰的 LEAP-1A 全靠法国巴黎郊外的维拉罗什工厂生产，该厂的 3 条生产线年产能

最高约 1000 台。随着摩洛哥新厂落地，CFM 整体产能将大幅提升。2024 年，CFM 共交付 1407 台 LEAP 系列发动机，今年计划增产 15% 至 20%，2028 年起年产能预计达 2800 台。

赛峰选择摩洛哥，关键在于当地经济稳定、产业基础扎实。目前，赛峰在摩洛哥已有 10 个生产基地，雇佣 4800 名员工。纵观整个摩洛哥航空航天领域，现已有 150 家企业、2.5 万名从业者，2024 年出口额约 2.8 亿美元，较上年增长近 20%。

为吸引外资，摩洛哥提供最高 30% 的资本支出补贴，开放米德帕克等专业产业区（赛峰

新厂即选址卡萨布兰卡机场附近的米德帕克工业区），还设有 7 所航空航天职业培训机构，计划 2030 年前培养 1 万名相关人才，覆盖高科技板块。

摩洛哥工业大臣里亚德·迈祖尔表示，赛峰的投资让摩洛哥跻身少数能生产完整飞机发动机的国家，有望吸引更多配套供应商，推动当地航空航天出口额翻倍。

此外，波音早就在摩洛哥布局航空航天投资，目前摩洛哥皇家航空正推进机队更新，进一步为当地产业发展提供支撑。

（王雪瑶）

实现安全与发展的良性互动

商用飞机维修能力建设浅析

□ 丁楠

当一架架商用飞机翱翔于天际，其背后离不开一套严密、科学的维修体系作为安全基石。商用飞机在投入航线运行后，随着飞行小时、飞行循环、使用日历时间的累积，定期的检查与保养对于保持其持续适航状态至关重要。

在国内，民航维修能力主要涵盖机体、发动机、螺旋桨、部附件及其他维修项目等多个领域，共同构筑起保障飞行安全的长城。

维修能力体系全景勾勒

在机体维修范畴内，航线维修如同飞机的日常“体检”，由航空公司的维修团队执行，在运行过程中主要实施飞行前后、过站再飞前等检查，范围包括绕机检查、灯光测试、飞机充氧、轮胎充气等基本勤务工作。因此，运营人的维修单位或协议维修单位可申请该类工作的许可批准，即航线维修能力。这是确保飞行安全的第一道防线。

更深一层的是定期检修。在飞机投入运行前，民航局航空器评审组 (AEG) 会就该型飞机在各时段所需实施的，包括覆盖系统、发动机、区域检查、结构检查等在内的定期检修项目，批准形成 MPD (维修计划文件)。其中包含了所有航空器制造厂家推荐的任务、制造国当局持续适航要求的维修任务和计划、发动机等零部件制造厂家的维修维护要求等。

按照局方规章建立获批的维修单位，可就上述定期检修项目，申请许可批准，即定期检修能力。一旦获批相关能力，即可承接客户委托



实施飞机维修工作，以及可结合定期检修停场实施的改装。维修单位与运营人客户的关系，类似于汽车 4S 店与车主的关系。

过去，类似汽车以年为间隔区分的 A、B 保养，商用飞机也曾经历按统一的字母检来划分定检维修间隔的时期，飞机系统、发动机和区域检查 (非结构类) 涉及的检查项目以字母划分间隔，根据深度逐渐递增，依次为 A、B、C、D 检，不同机型“字母检”的检查间隔不同；结构检查和区域检查涉及的工作一般以飞行循环 (飞机的一个起落记为一个循环) 或日历时限划分检查间隔，如 4000 循环或 15 个月等。

随着民用航空对维修理论、维修控制的工程评估技术不断提高，航司已不拘泥于照搬维修方案中的项目内容，而会根据自身需求和机队特点，发展形成各自特色的维修方案文件。为充分保障航线运行时长、利用好停场施工的周期，提升运行经济性，航司生产计划人员会打破原有字母检的工作项目范围，将一定间隔的工作项目进行组包，在航线维修中穿插或定检维修期间集中实施，久而久之，也就推动了维修方案的控制方式由原来的字母检变更为依照飞行小时、循环或日历时限进行划分。

对于老旧机型来说，还有一类特殊的维修类型，即翻修 (Overhaul)，意为将该飞机维修方案中各项目实施的起算点清零所需执行的工作。

相较于机体维修，部附件维修则展现了更高的专业性及复杂性。小到一个关键阀门，大到一套电源系统，每一个部件都有其专属的“身份证”——ATA (美国航空运输协会) 章节号，如蓄电池对应 24 章电源系统，缝翼对应 57 章机翼。对这些部件的检测、修理与翻修，是维修深度和技术实力的体现。

与此同时，结合定检维修工作，可执行的其他专业性较高的维修项目，包括发动机更换、起落架更换、针对机体结构的无损检测、发动机孔探、整机喷漆、航空器拆解、客改货等，以满足飞机在全生命周期内的多样化需求。

迈向高质量与智能化发展

展望未来，维修能力建设仍需秉持“一以贯之、锲而不舍、扎扎实实、脚踏实地”的态度。在机体维修领域，未来的目标是实现安全与发展的良性互动。主制造商不仅要为客户提供更高效的手册验证和紧急支援服务，更需致力于在工艺流程、标准施工和智能化应用方面树立行业标杆，推动整体维修标准的提升。

在部附件维修领域，“降本增效”仍是核心驱动力。围绕规模化运营的目标，需要明确关键部件的维修能力建设路径。通过坚持自主研发、吃透核心技术，并积极与产业链各方协同合作，有望突破技术瓶颈，实现关键维修能力的跨越式发展，最终为民航业的持续安全与高效运行提供更加坚实的支撑。

系统工程管理概念的历史演变

航空纵览

□ 梁德刚

日常工作中，很多人经常会遇到工程管理、技术管理、系统工程管理等名词，大家一定会感到疑惑，它们之间到底是什么关系？笔者就以权威标准与指南为准，带大家一起溯本清源。

这个事要从 1969 年说起。当年，美国国防部 (DoD) 发布了第一份系统工程标准——MIL-499《系统工程管理》。该标准不仅要求产品必须以任务或需求为导向来开展正向设计，还针对产品架构、设计权衡、确认验证、构型控制等研制活动提出了技术要求。巧合的是，阿波罗登月计划在同一年成功实施，该工程项目也成为第一个经官方认证的系统工程应用实践。

1974 年，MIL-499A 发布，同时该标准更名为《工程管理》，这也是第一次对“工程管理”作出了标准定义。

到了 1998 年，EIA-632《系统设计方法》发布，替代原先 MIL-499A。该标准首次提出“技术管理”一词，并就规划、评估与控制过程提出了相关要求。

时间来到 2023 年，用于取代 EIA-632 的 ISO 15288《系统与软件工程——系统全生命周期过程》最新版发布。而其中的“技术管理”活动已由原先 3 个增至 8 个，如技术规划、需求管理、构型管理、度量等。

没想到的是，2 年后，技术管理又“认祖归宗”了。2025 年，在国际系统工程委员会 (IN-COSE) 发布的《系统工程知识体系 (SEBoK)》2.12 版本中，为进一步强调系统工程的成功离不开有效的“管理”，特意又将技术管理更名为“系统工程管理”，并利用《系统工程管理规划 (SEMP)》这个“火车头”来拉动各要素，提升活动间统筹与协同能力。

好似历史的车轮转了一圈——从刚开始的“系统工程管理”，这一概念逐渐演变为“工程管理”“系统工程”和“技术管理”，最终又回到了“系统工程管理”。而这也正是这些名称会同时出现在大家面前的原因。

那么，如今的“系统工程管理”到底包含了哪些要素？这些要素之间又是什么样的关系？后续，笔者将继续为大家“答疑解惑”。

空客在华第二条 A320 系列飞机总装线正式投用

本报讯 10 月 22 日，空客在中国天津启用第二条 A320 系列飞机总装线。新总装线预计于 2026 年初全面投入运营，目前首架飞机的总装准备工作正在进行中。

随着新总装线启用，空客在全球范围内形成了由 10 条总装线组成的生产网络，其中 4 条位于德国汉堡、2 条位于法国图卢兹、2 条位于美国莫比尔、2 条位于中国天津。这也意味着中国的产能将占到全球的五分之一。

据悉，空客二线项目总占地约 30 万平方米，包括总装厂房、喷漆机库、最终装配及工作组机库等 13 个单体建筑。生产机型包括空客 A319、A320 和 A321，目前总装首架飞机的准备工作正在进行。新总装线采用了空客最新的科技与工艺，将以空客全球最高标准生产飞机，并使用可再生能源、中水和地热能。

空客天津总装线于 2008 年投入运营，是空客在欧洲以外的首条民用飞机生产线。截至目前，天津总装线已总装并交付 780 余架飞机。空客在中国现役 A320 系列飞机机队中约三分之一来自空客天津总装线。2024 年，空客天津总装线出厂的飞机中有约四分之一远销欧洲、亚洲及中东地区。



■ 航史今朝

5 年前，空客交付首架美国生产的 A220 飞机

1797 年 10 月 22 日，法国人安徒烈·雅克·加纳林在巴黎莱蒙公园上空，从 800 米高的氢气球上跳伞成功，此举被视为现代降落伞诞生的标志。

1909 年 10 月 22 日，法国妇女雷蒙德·拉罗什驾驶固定翼飞机上天。据称，她于次年 3 月 8 日获得法国航空俱乐部颁发的第 36 号飞行执照，成为世界首位有资质的女飞行员。

1922 年 10 月 22 日，苏联图波列夫设计局 (OKB-156) 在莫斯科成立，由著名飞机设计师安徒烈·图波列夫主持，该局产品以后以“图”(Tu) 系列而闻名。

1938 年 10 月 22 日，意大利飞行员马里奥·佩齐中校驾驶卡普罗尼 Ca.161bis 飞机，创下 17083 米的活塞发动机飞机升限世界纪录，该纪录保持至今。

1983 年 10 月 22 日，厦门高崎国际机场正式通航，首航航线为厦门至上海。该机场是中国首座完全利用国外贷款建设的机场。

1991 年 10 月 22 日，波音 747-400D

高容量型客机在日本航空投入运营。该机型专为日本国内航线设计，可载客 568 人。

2000 年 10 月 22 日，中国首架 5 座 AC500 轻型公务机在洪都集团公司出厂，由南京航空航天大学研制。

2006 年 10 月 22 日，欧盟宣布将投资 1000 亿欧元，支持欧洲航天局研发 5 马赫的民用高超声速飞机，项目拟采用氢燃料。

2008 年 10 月 22 日，海拔 4290 米的康定机场正式通航，为当时世界第三高海拔机场，排在四川稻城亚丁机场 (海拔 4411 米) 和的西藏昌都邦达机场 (海拔 4334 米) 之后，可起降波音 737-700 和空客 A319 等机型。

2019 年 10 月 22 日，中国成飞民机公司向波音公司交付第 1000 个 787 方向舵。

2020 年 10 月 22 日，空客向达美航空交付首架在美国阿拉巴马州生产的 A220-300 飞机。

（钟强 辑录）