

自动化正在创造X-59静声超声速演示验证机

刘亚威

洛马公司为美国航空航天局(NASA)低音爆飞行验证机项目研制的X-59安静超声速技术(QueSST)飞机将很快进行试飞。

该机的主要研制目的是解决超声速飞行中的音爆问题。按计划，X-59将于2021年进行试飞，试飞测试数据将提供给监管机构，用于建立可实施的商用超声速飞行器噪音管理标准，以解除当前因噪音污染而对超声速飞行器应用的禁令。如果X-59 QueSST项目成功，它将成为超声速飞行器市场蓬勃发展的里程碑。

X-59的制造

X-59计划的团队正在努力工作，部署最新的先进制造技术来制造这架实验飞机。这项工作主要分为三个部分：中央机身、整体单翼和尾翼，分别在前、中、后三个大型工装型架上完成。迄今为止，团队在飞机的所有三部分工作上都取得了重大进展。

X-59不仅仅是其各个部分的相加，它的装配是这架飞机的另一个故事元素。通过将先进的自动化、数字化制造设备和工艺(例如自动丝束铺放、机器人钻孔、光学投影和测量学以及基于模型的工程)与工程师以及工人的熟练技能融合在一起，团队可以缩短飞机的装配时间，从而可以地快速交付优质、经济可承受的产品。臭鼬工厂将继续践行其“14条军规”，利用小团队、简单方法、紧密沟通、顺畅的管理路径、良好的判断能力。总结起来那就是——快速、安静和质量。臭鼬关注的6大核心

能力之中，先进制造是其中之一，接下来我们具体看一些X-59数字化和自动化的制造手段。

制造和装配的数字化与自动化

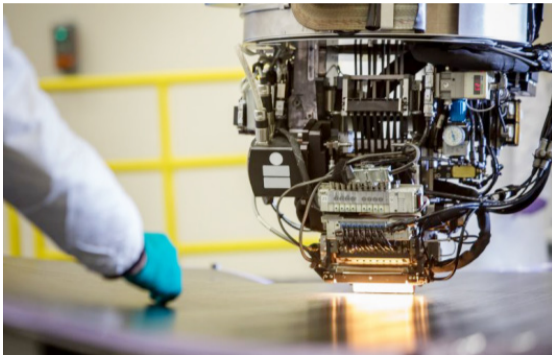
制造方面，自动丝束铺放(AFP)机床可以高效地制造大型复合材料蒙皮壁板。尽管X-59的整体单翼并无太大曲率，但我们知道，空客A350率先在其机翼蒙皮壁板上使用了AFP技术而不是自动铺带，随后波音777X和787的机翼蒙皮壁板制造也先后转向了AFP技术。AFP允许利用机器人式的高精度和能够量身定制的叠加铺层设计，自动化地制造大型整体结构，从而减少装配工艺中的零件数量，同时将丝束上还集成有红外加热装置，提升树脂的粘性与铺放质量。这标志着另一种先进的制造方法，使该计划能够在数字使能的环境下保持灵活性和敏捷性。

X-59计划还以真正的臭鼬方式应用了从以前的计划中汲取的经验教训，以降低风险和降低成本，比如“先进复合材料货运飞机”(ACCA)计划。ACCA又称X-55，洛马只用5000万美元和18个月时间就开发了一种新型军用运输机。X-55利用了多尼尔328的座舱，避免开发新的飞行控制系统，增加了一个18米长的全复合材料机身，该机身由8个ACG公司真空袋固化MTM-45预浸料制造的结构件组成，可能是目前最成功的大型非热压罐(OOA)结构件的验证。在X-59上，洛马与柯林斯航空合作研制的襟翼、副翼和舵面这些控

制面都是非热压罐工艺。

X-55复合材料OOA机身装配方面，最近，X-59团队采用了电冲击公司的“组合操作：螺栓连接和机器人自动钻孔系统”(COBRA)，以完成飞机的下机翼蒙皮。机器人系统可以完成钻孔、镗孔以及检测孔质量的一系列自动化操作，且一次交检合格率超过99.99%。超过西格玛的质量水平说明这一技术已经达到了制造成熟度等级9级的水平，足以应对大规模的生产。COBRA在X-59上的使用标志着洛克希德·马丁公司首次使用该系统钻出一个生产件，将自动化和机器人技术配对以提高制造的速度和精度。

COBRA机器人系统类似于波



AFP机床。

音787后机身47和48段装配使用的Quadbots多机器人协同装配系统，系统由4台装配机器人组成并且采用防撞功能支撑协作，每个机器人都可以钻孔、镗孔、检测孔质量、涂覆密封胶和安装紧固件，可将装配效率提升30%。

波音777系列中机身中段的装配，也在机身外部使用了一台这种机器人，进行钻孔并且安装双面紧固件，而机械师则在内部工作，在紧固件上手动安装套环。机器人可以在车间中自由移动，其框架和末端执行器等位置安装了4个摄像头，能够实时监视机器人的动作和钻孔过程。

COBRA机器人系统可以自由移动洛马推出了数字织锦，正在实施数字线索，实现数字工程转型，数字化的三维作业指导书和光学投影辅助装配系统就是一个例子。前者属于虚拟现实(VR)范畴，可以让工人更好地理解作业任务；后者属于增强现实(AR)范围，可让(临时)紧固件的安装更高效、错误更少。洛马认为，实施数字线索有五个阶段——数字线索启航，从工程和工装的实体模型开始，建立各种模型和数据流；数字线索使能的自动化，就如自动铺放和装配；将数字线索带到车间，就如工程数据投影、增材制造和AR作业指导书；在数字线索打结，开发非接触测量学应用，如紧固件平整度检测、涂层厚度检测、虚拟开口验证、接缝确认、详细零件确认；实现工业4.0下的数据革命，建立相连接的企业级数据系统、将各种物料清单(BOM)加入PLM看板，实现自动化的指标计算、财务报告、数据分析、与工厂设备的集成以及实时的管理可视化。

商业超声速飞行的新时代

2020年，在充满活力的L装配区，X-59计划团队继续集中精力和决心，迅速在机身制造方面取得进展。通过采用先进的制造技术，臭鼬团队正在演示数字转型的价值，并且跟踪以装配飞机和在今年末完成总装。X-59建成后，将在2021年开始飞行，经过几次检验飞行后，飞机将移交给NASA阿莫斯特朗飞行研究中心。从2023年开始，将选出部分居民区进行测试，使我们更接近商业超声速飞行的新时代。

2020年全球工程机械制造商50强发布

9家中国企业上榜

近日，由权威工程机械行业信息商，英国KHL集团发布的2020年全球工程机械制造商50强排行榜《2020 Yellow Table》出炉。

榜单显示，全球范围内上榜企业总销售额有史以来首次突破2000亿美元，其中中国企业总销售额近360亿美元，占比提升至17.7%。这说明，在全球工程机械市场，中国品牌成为越来越重要的“增长极”。这种突飞猛进的改变，印证了中国在产品、技术上的提升，印证了中国制造向中国“质”造的转变。

2019年全球建筑设备销售额达到创纪录的2027亿美元，也是首次超过2000亿美元，与2018年相比，这个数字增长了10%，前50大制造商2018年的设备销售总额为1840亿美元。

据2020年度全球工程机械制造商排行榜显示，卡特彼勒排名第一，2019年营业额为328.82亿美元，占市场份额达16.2%。排名第二的为小松，2019年营业额为232.98亿美元，占市场份额的11.5%。上述两家企业合计占市场份额达27.7%，稳居一、

二位。总体来看，2020年度全球工程机械制造商排行榜中前十的企业占50强整体销售额达63.7%，依次为卡特彼勒、小松、约翰迪尔、徐工集团、三一重工、沃尔沃、日立建机、利勃海尔、斗山、中联重科。排名比往年有更多变化：中联重科进入了前十名，徐工集团和三一重工两家公司在前十名中排名上升。据统计，这三家企业在全市场销售额的占比增长至14%。这表明，规模较大的原始设备制造商与其竞争对手之间的销售差距正在扩大。

《2020 Yellow Table》在2003年出版的第一年，中国制造商的市场份额只有1.6%，价值只有8.41亿美元。到2020年，中国品牌全球市场销售额占比已经增加至17.7%。

2019年全球工程机械各国制造商销售额占比美国企业占50强企业机械设备销售总份额的24.6%，日本占23.1%，中国占17.7%，瑞典占9.6%，德国占6.0%，韩国占4.5%，英国占2.7%，芬兰占2.5%，法国占2.3%，意大利占1.6%，奥地利占1.0%。(辛文)

俄罗斯联合飞机公司加快MS-21飞机的飞行测试进度

俄罗斯联合飞机公司(UAC)正在加快MS-21飞机的飞行测试进度，多次同时使用两架原型机进行飞机测试，以弥补新冠肺炎疫情大流行期间造成的时间延误。

MS-21项目共有4架用于测试的飞机，其中两架装有客舱，包括163个座位的两级客舱和211个座位的超密集布局。俄罗斯联合飞机公司表示，最新一代的测试设备可以记录约4万个参数，已经对MS-21飞机进行了抗振动和极端迎角的测试，同时对主发动机和辅助动力装置也进行

了测试，并确认了在黑暗中飞行的仪器着陆系统和设备的可操作性。

俄罗斯工贸部长丹尼斯·曼图罗夫表示，将在今年下半年对配套国产PD-14发动机的MS-21试验机开始测试。PD-14发动机由俄罗斯Perm Motors公司开发，在Mashinostroitel Perm工厂完成生产制造，预计在2021年获得认证。

目前，MS-21原型测试机正在使用之前采购的普惠发动机进行测试。(刘秀)

空客公司计划将飞机产量降低40%



空客公司计划在两年内将喷气式飞机产量减少到疫情前计划量的60%。产量减少40%，意味着可能产生数千人的裁员。由于新冠肺炎疫情对航空业的影响，迄今为止，空客已宣布将减产三分之一。

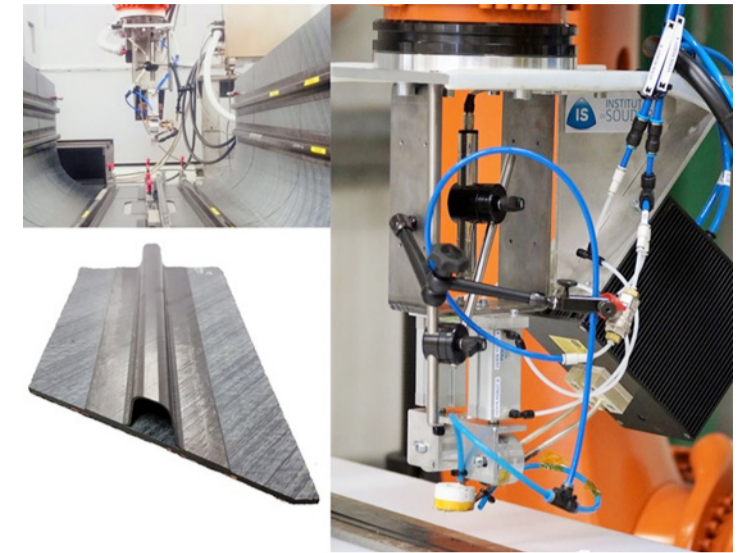
尽管整个5月没有接到新订单，空客公司仍交付了24架飞机，且没有取消现有的订单，这意味着今年前5个月整体净订单仍为299架。5月份，空客公司共交付了20架单通道飞机，包括5架A321neo、12架A320neo和1架A319，还交付了4架双通道宽体飞机，包括2架A350-900和2架A350-1000。

另悉，在美国阿拉巴马州莫比尔装配厂总装的第一架空客A220飞机于6月2日完成了首飞。

这次飞行是空客公司莫比尔工厂的一个里程碑，该工厂于2019年开始组装A220。该工厂还组装了A320系列飞机。

空客公司于2018年从庞巴迪公司手中收购了A220项目(以前称为C系列)的多数股权，并立即着手在莫比尔开设第二个装配厂。空客公司还在加拿大魁北克生产A220。空客公司最初将莫比尔视为规避美国对A220进口产品征收的关税的一种手段。空客公司最近还在莫比尔开始生产捷蓝航空公司的首架A220。目前达美航空公司有31架A220-100运营，还有64架未交付的A220订单，其中包括14架A220-100和50架A220-300。(刘禹彤)

感应焊接技术创新 让热塑性复材飞机更进一步



直升机机身/机尾桁条的感应焊接。

同方

法国焊接学院(IS)集团在焊接金属方面拥有100多年的经验，目前正成为焊接热塑性复合材料的领导者。IS集团开发了“动态感应焊接”工艺，在空客旗下STELIA宇航的航空热塑性复合材料演示项目中，被用于连接碳纤维/聚醚醚酮(PEKK)单向带桁条和机身蒙皮。

尽管这项工艺很成功，但是由于在界面处没有感受器，因此在粘接桁条的半径性能和壁板全局加热方面存在局限。感受器是置于热塑性复合材料焊接接头的两个被粘物之间的材料，该材料被焊接接头中的感应线圈加热。感受器可以是电阻加热的导电体，也可以是磁滞加热的磁性体，在焊接界面融化基体，同时将基体压在一起以形成具有很高强度的熔接接头。用于感应焊接热塑性复合材料的感受器最初是一种金属筛网或网格，有时浸有聚合物。

IS集团与热塑性材料供应商阿科玛建立了合作伙伴关系，共同开发并获得了专利技术，称为焊接创新解决方案。

焊接创新解决方案的基础

焊接创新解决方案的基础是使用感受器来加热焊接界面，但这是与焊接头相连的可移动感受器。感受器使工艺能够完美地定位焊缝的加热区域，而带有感受器的焊头是移动的，因此界面中没有残留物，不会干扰焊接结构的性能。在感应焊接的早期迭代中，金属网格感受器保留在焊缝中，但这并不是想要的结果。由普通的航空航天层压板中的碳纤维是导电的，最新的技术已经能够消除感受器，这也使得能够使用碳纤维材料作为感受器。

焊接创新解决方案的另一特点是在焊接界面处使用纯热塑性基体或低纤维量的铺层，以增加树脂流动性。可以调节该界面层的熔融温度和粘度，并且还可以进行功能化，提供导电性或隔离性，以防止电腐蚀，例如碳纤维与铝或钢之间的电腐蚀。

焊接创新解决方案的成果

该解决方案的接头系数为80%~90%。接头系数与焊接强度相对应，用于金属、塑料和复合材料。在对使用该解决方案将焊接在一起的两个预固化板进行的单搭剪切试验中，获得了未经焊接、热压罐固化的参考板的80%~90%的性能。这些试验使用了由赫氏Hextow AS7碳纤维和阿科玛Kepstan 7002 PEKK制造的单向带。

焊接创新解决方案可用于焊接任何种类的基体：PE、PA、PEKK、PEEK以及碳、玻璃或芳纶纤维增强的热塑性复合材料。而且，还可以焊接具有铜网格的组件以防雷击，这是航空结构制造的关键。焊接创新解决方案的设计是完全自动化的，焊接头安装在6轴机械臂机器人上。

焊接温度控制

金属网格感受器在受到磁场作用时的一个普遍问题是所焊接零件的温度分布不均匀。该解决方案通过使用感受器来熔化焊接界面来控制这一点，使用激光高温计感知温度，该高温计实际上是从侧面测量感受器边缘的。因此，可以知道界面处的确切温度。还使用冷却方法来帮助控制温度，并确保整个焊接过程中热塑

性材料能够充分结晶。

桁条蒙皮焊接试验

空客旗下STELIA是这种感应焊接工艺的首批客户之一。IS集团和阿科玛为STELIA进行了一项专门研究，将7层碳/PEKK桁条焊接到14层的蒙皮上，并用铜网格覆盖以防雷击。最终目标是焊接长度为30米、具有直线和双弯曲截面的结构。使用包括Tenax HST45碳纤维和Kepstan 7002 PEKK的194gsm单向带制作组件。STELIA规定了一种均质焊缝，其机械性能大于热压罐固化的参考材料的85%，而被粘物的热力学性能不会退化。STELIA还要求开发一种改变被粘物厚度的棒棒性工艺。IS集团对焊接组件进行了化学和性能试验。

IS集团和阿科玛能够满足STELIA的要求，与热压罐固化的参考层压板相比，达到了大于单搭剪切和层间剪切强度性能的85%。组件层压板或防雷击网格中没有散开或退化。唯一不足的方面是速度，STELIA要求焊接速度大于等于1米/分钟。目前，该解决方案的速度为每分钟0.3米。可以焊接的基材厚度方面，可以焊接航空航天结构的典型厚度，并将5毫米厚的零件焊接到5毫米基底上。

技术机遇与挑战

IS集团和阿科玛是焊接创新解决方案技术的共同所有人，并通过可靠的专利组合保护了该技术，该专利组合已经包括五项法国和国际专利申请。焊接创新解决方案可以与任何热塑性复合材料基体一起使用，IS集团正在通过与欧美公司合作的计划来演示该技术。对于阿科玛来说，重点是PEKK，其与赫氏在2018年结成了战略联盟关系，为未来飞机开发碳/热塑性带，着重于为客户提供更低的成本和更快的生产速度。作为合作伙伴关系的一部分，法国将建立一个联合研发实验室。

这项耗资1350万欧元、为期48个月的用于自适应结构的高度自动化集成复合材料项目是阿科玛与赫氏战略联盟的延续。项目将优化用于复合零件生产的材料的设计和制造，以期实现具有竞争力的成本。它还将开发一种生产效率更高的复合材料放置/铺放技术，以及一种带有在线质量控制的、通过焊接装配最终零件的新系统。目标应用包括飞行器的主结构，汽车行业的结构零件以及石油和天然气行业的管道。热塑性材料提供的可回收性和可持续性优势对于这些市场也很重要，并将在项目中进行展示和量化。

与2017年相比，与动态感应焊接工艺相比，焊接创新解决方案可以提供的益处之一是所需电力减少了50%以上。使用常规感应，需要大功率来加热表面，但是在界面处有了感受器的话，加热的表面要小得多，所需的能量也要少得多。这也有助于避免桁条半径上的材料，并让此处的纤维移动。但是，仍然存在散热问题。对于扁平形状，热控制方案通过使用感受器来熔化焊接界面来控制这一点，使用激光高温计感知温度，该高温计实际上是从侧面测量感受器边缘的。因此，可以知道界面处的确切温度。还使用冷却方法来帮助控制温度，并确保整个焊接过程中热塑

“猎鹰”900B公务机 改装为医疗货物运输飞机

达索航空公司所属的达索猎鹰服务公司(DFS)日前宣布，在巴黎布尔歇机场完成了“猎鹰”900B客机的客改货转换。从收到订单到获得法国民航总局(DGAC)的快速批准豁免，该公司仅用8天时间即完成了对这架



三发飞机的改装。

DFS技术人员拆除了乘客座位和相应装饰，并在飞机上安装设备以装载货物并确保货物安全，该飞机可装载135立方米或6325磅(2884千克)的货物。DFS表示，由于转换没有对“猎鹰”飞机的检修孔或其他系统进行重大更改，所以很容易改装。DFS客户服务、工程和运营团队参与了改装，达索航空公司则提供测试和认证资源。

改装后的飞机已将货物运往东欧的一家工厂，用于生产法国、北非和其他受新冠肺炎疫情影响的国家和地区需要的口罩。(王妙香)