

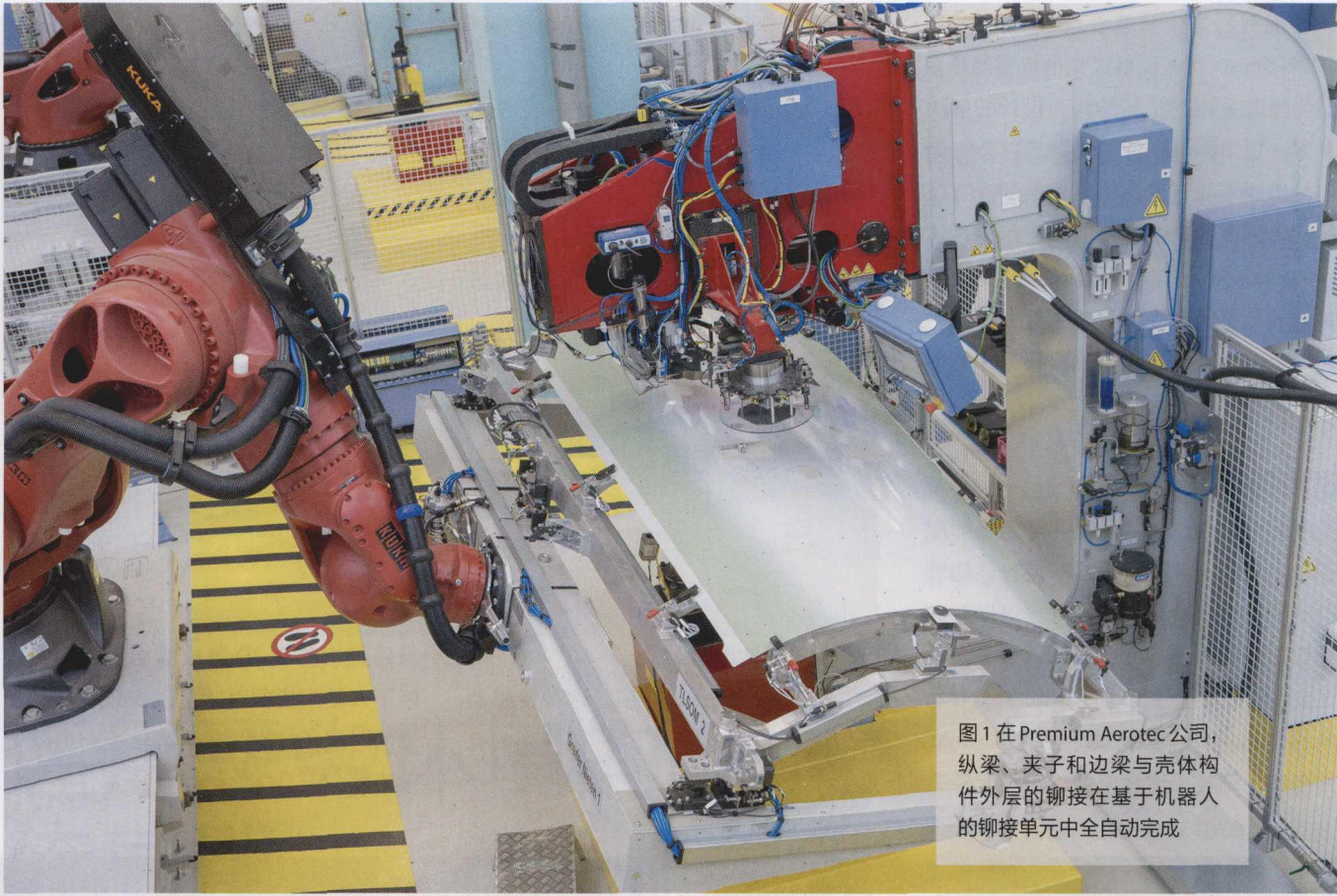


图1 在Premium Aerotec公司，纵梁、夹子和边梁与壳体构件外层的铆接在基于机器人的铆接单元中全自动完成

机器人

通过自动组装使生产更透明

一家飞机构架优质供应商将手动组装步骤智能联网，凭借现代化的壳体构件生产技术，每月最多可制造 50 个部段。

文 | Josephin Della Rovere



更多精彩请扫描二维码

Premium Aerotec 专门从事大型和复杂飞机构件的设计和和生产，除了壳体和构架部件还包括整个机身部段，比如在 Augsburg 的生产车间完成的空客 320 家族的 19 部段，从 2017 年 5 月开始，手动组装步骤与智能自动化解决方案联网：壳体构件经过 Kuka 的制造设备，被铆接起来并预先组装成半个部段，将来这里每个月最多可生产 50 个部段。

到 2035 年还将额外生产 28000 多个标准飞机机身

机身直径在 3 ~ 4 m 之间的飞机需求持续不断：目前使用的所有民用飞机中的 2/3 是单通道标准机身飞机。标准机身飞机是指单通道，与具有两个通道的双通道机身不同，到 2035 年将增加 28000 多架标准机身飞机，低价航空公司和新兴经济体推动着这一增长。自从启动单通道项目以来，空客在这个市

场中的份额也稳步上升，为了满足这一需求，空客系列项目的首要构架供应商 Premium Aerotec 需要大幅度增加产量，同时降低制造成本。在生产空客机身 19 部段的奥格斯堡工厂，人们采用专门为航空航天领域开发的 Kuka 设备进行生产：“我们的目标是每年提供多达 575 架单通道机身，这只有通过自动化才能实现。”现场开发组装项目经理、工程硕士 Rainer Weber 说道，“为此

我们在生产车间建立了一条现代化的壳体构件制造和纵向联合组装生产线，用于 A320 系列飞机的第 19 部段。”由此奥格斯堡有了目前世界上最先进的飞机总装线，Premium Aerotec 的奥格斯堡现场经理 Ulrich Amersdorffer 证实说。

核心是一台长 80 m、带有三个机器人和三个全电动钻 / 铆接机的设备全部来自 Kuka，也包括其分包商，如美国公司 Gemcor，奥格斯堡机器人和自动化专家团队与 Premium Aerotec 的相关负责人员以及其他项目伙伴花了整整两年时间进行设备集成，库卡专家承担了最关键的规划和开发工作，生产并采购所有构件和系统部件，集成控制系统，协调所有分包商，同时确保设备的准时建造和投产。

19 段特殊形状增加了安装难度

自 2017 年 5 月起，采用新装配线生产 19 部段，它在机身中位于机舱的末端和最后一段（辅助发动机的座位）之间，飞机的这一部分必须能够承受很高的冲击力，与机身其它部分的锥形不同，由六个壳体部分组成的第 19 部段向后逐渐变细，其特殊的形状使单个片

段的组装更加困难。在制造过程的第一阶段，单个壳体部分（蒙皮区域）被连接起来，为此需要将加强元件（纵梁）和连接角（夹子）安装在蒙皮上，蒙皮由操作人员通过一个手动工作站放入，在那里它还会得到一个用于识别的 RFID 芯片，通过这一芯片，各个站点的搬运机器人和铆接设备能够识别这是哪个部件，比如更换相应的工具，整个生产过程中的每个构件都可以追踪，此外组装站中出现的过程信息可以根据构件归类，通过额外信息进行补充，然后存储在数据库中。从长远来看，铆接过程中的手动测试和记录工作应尽量减少，由自动化记录替代。

此外制造过程可以更有效地监控，如果过程或质量相关值超出一定的误差范围，相应的设备就会停机，“除了进行记录和实现设备运行可视化之外，我们还利用性能数据优化生产过程。”壳体安装负责人 Thomas Vogt 肯定地说，这样就可以识别生产中的瓶颈，支持预防性维护，从而实现透明生产，完全符合工业 4.0 精神。Premium Aerotec 的目标是：总有一天要让每个构件从一开始就配备这样的芯片，这样它们不仅在生产中，而且在整个使用寿命期内都能



图 3 手动放入构件支架中的组件被送到自动区域，线性轴上的操作机器人接过构件支架，并根据需要将其分配到两个铆接站内其中一个可以使用的转移站中

够被追踪。

通过减轻重量降低制造和组装成本

壳体构件安装了芯片同时组件被工人放入构件支架中后，自动化处理过程开始，操作机器人在线性轴上接收构件支架，并根据需要将它们送到位于两个铆接站内的一个转移站中，到目前为止，钢制模块托盘被用作构件支架，加上安装在上面的两个壳体部件，总重量超过 1000kg，这太重了，循环生产中的铰接式机器人无法移动它，因此 Kuka 与 Premium Aerotec 一起开发了一个基于轻质铝型材的实用解决方案，结果是：机器人的抓手和构件支架采用轻巧的结构，与壳体构件一起的总重量仅为 400kg，所使用的工业机器人是总共 3 个钛质 Kuka KR 1000，它们可以快速精确地移动这一负载，从而显著降低制造和组装成本。

在开发构件支架的同时，试验还测试了机器人将壳体构件在构件支架上定位的速度和精确度，结果反映了整个系



图 2 来自第一个自动区域的组件被松开并送到下一个手动工位，然后在这里进行半个壳体的组装，借助 RFID 芯片可以无缝追踪制造过程中的部件

统的刚性，这个信息很重要，因为自动化单元中的铆接循环开始之前，必须完成定位循环，同时不出现明显的晃动。

钻孔 / 铆接机牢固地固定在单元中，在这里纵梁、夹子和边梁与壳体构件的外层连接，钻孔、扩孔和铆接完全自动执行：一个机器可视化系统使用定位铆钉确定基准，然后钻孔并放置铆钉，不同长度和直径的铆钉自动进给和加工，每个壳体构件最多可达 1800 个，随后构件支架和构件一起被移送至精加工站，组件被手动松开，由高架起重轨道系统继续送往下一个工位，壳体构件在其它构件支架中被预先组装成半个部段，然后通过轨道提升装置运往最终钻孔 / 铆接中心，在那里装上连接器，完成半个部段。

Kuka 集成了西门子的 Sinumerik 840D 作为上一级设备控制，通过由 Kuka 定义并制造的、在西门子控制器和 Kuka KRC4 机器人控制器之间的接口，工作人员凭借一个熟悉的界面就能操作所有机器。

无论是 Kuka 操作机器人还是第三方机器，例如将 Kuka 无缝集成到系统中的美国自动铆接设备，都是如此，所有建筑工地都是数字联网，整个过程

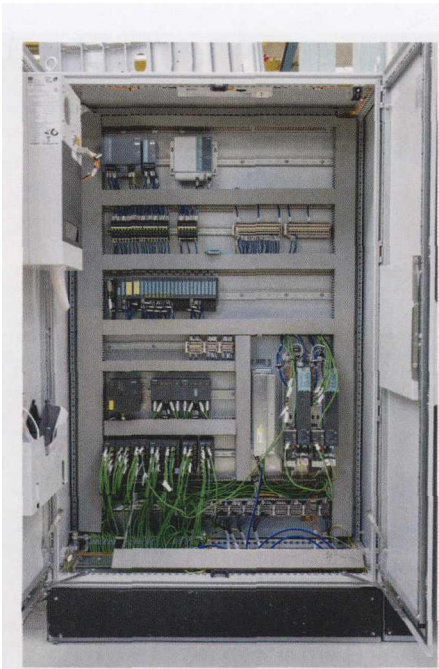


图 5 采用西门子 Totally Integrated Automation 的全面自动化：带中央 PLC 控制（可编程逻辑控制器）的控制柜、I/O 站以及借助安全模块 Profi-Safe 和总线系统 Profi-Net 的无故障通信

由线控 PC 控制，使用 Kuka 自己的控制标准 miKuka 收集信息，在线显示并提供给客户系统（MES，SCADA，ERP）。钻孔 / 铆接过程的机器人运动完全通过基于 Cenit Fastsuite 的离线编程和自己为此开发的 PIK（过程专用实施套件）进行编程。

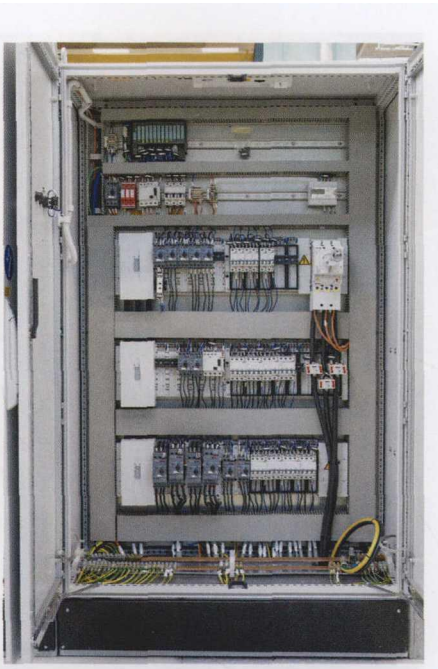


图 6 在西门子的电源柜中，整个铆接单元的能量供应和监控聚集在一起

优化壳体构件生产的持续性和效率

通过 Kuka 系统，Premium Aerotec 能够明显减少维护时间、运行时间和物流成本，困难的手动操作步骤，例如组装或由员工完成的运输，可以更加符合人体工程学，对于员工而言这不仅意味着工作量大大减少，而且也意味着带有更复杂技术任务的全新工作流程。

凭借这一系统，Kuka 满足了最高精度和生产率的要求，同时成本极具吸引力。“Kuka 将自己视为智能自动化解决方案的领先供应商。” Weber 描述了这一合作，“凭借组合解决方案以及在飞机总装方面的深厚专业知识，我们能够优化生产的持续性和效率，使之符合航空业的极高质量标准。”

该项目的优异成绩是奥格斯堡飞机壳体和部段组装革新设备的重要基础，从长远来看，这里取得的经验能够得到回报：在下一步扩展阶段，将实施类似的 Kuka 自动化解决方案，将半个壳体组装成完整的部段。MM



图 4 如纵梁、夹子等单个部件的对准和壳体构件的拼接是手动完成的，钻孔、扩孔和铆接则高度自动化，机器人处理部件并将组件送入铆接机