

为航空制造量身定做的解决方案

Metrology Solutions for Aeronautical Manufacturing

海克斯康测量技术(青岛)有限公司

海克斯康计量最新研发的激光叶片快速检测专机,完全颠覆了传统的叶片检测方案,为广大叶片用户提供了高精度、高效率的非接触式叶片快速检测方案。不但可以应用于叶片的全尺寸检测,在叶片制造过程中协助用户进行过程质量监控。数据及时反馈工艺和制造人员,指导现场的叶片修模和工艺优化调整。

受益于全球航空市场的快速增长,飞机制造也开始从“要精度”走向“不仅要精度,而且要求品质、效率和产能兼收并蓄”的新阶段。此时,普通意义上的精密测量已经不能满足现代航空制造业的节奏,除了要求精密计量设备本身实现测量效率的改进和提升,以精密计量设备为中心,扩展配置各种提升效率的自动化工具、软件工具以及提升质量管理水平的计量管理系统,将成为把航空制

造业带向下一个高品质、高效率、低成本发展里程碑的重要工具。

下面,我们将以航空业3种典型的测量应用——航空发动机、零部件与飞机装配为例,展示海克斯康计量的最新技术与应用案例。

航空发动机:挑战尖端测量难题

飞机制造中的核心环节必然是发动机的制造,其中发动机制造中的

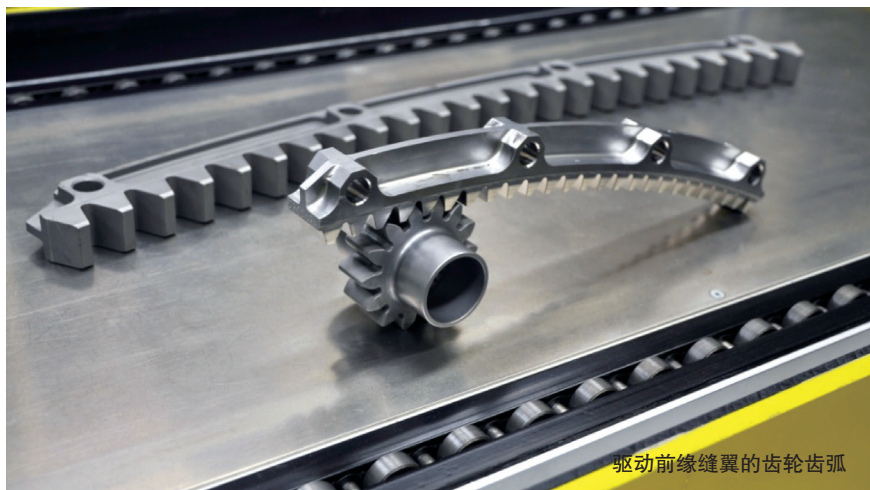
难点在于叶片、叶轮叶盘、齿轮齿弧、机匣等典型零部件的制造,为了配合其高效率过程控制,各大飞机制造供应商毫不吝惜其在质量检测中的严谨和投入,除了质检设备本身的可靠性和稳定性,各种新的效率增长点成为考量精密测量方案的重要因素。

1 助力 MTU 叶盘生产产能提升

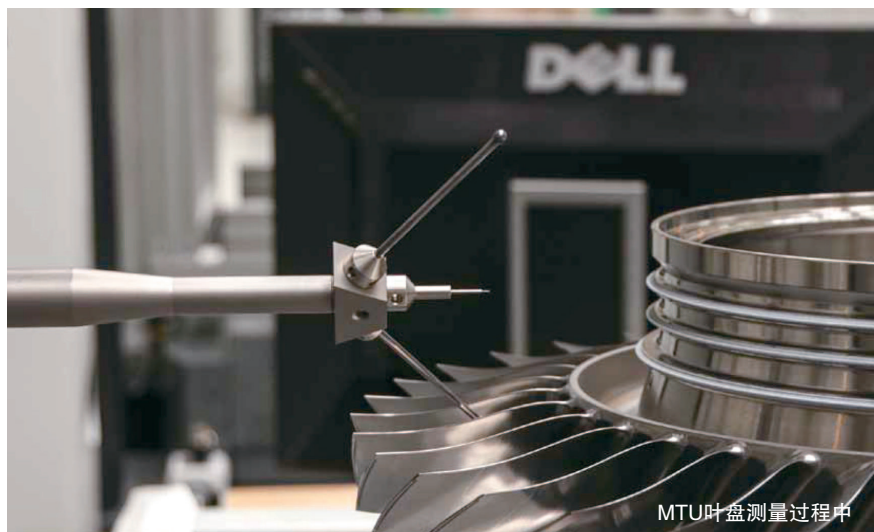
齿轮传动涡扇喷气发动机的生产是 MTU 与美国惠普合作的新项目,也是其成功的核心业务之一,其中,MTU 负责低压涡轮机上叶盘的制造。因为其订单量的不断增长,MTU 面临产能提升的挑战——将产能从目前的 600 个提升到 2016 年的 3500 个。

缩短测量时间、减小测量不确定度、过程稳定性以及测试设备能力的验证,成为 MTU 有效监测叶盘品质、寻求计量合作伙伴的主要指标。

10 家测量设备制造商参与了 MTU 的竞标,就一个样件的典型参数和形状误差进行比对竞争。最终,海克斯康基计量凭借 Leitz PMM-C



驱动前缘缝翼的齿轮齿弧



MTU叶盘测量过程中

超高精密测量机、转台、标准夹具、QUINDOS 和 I++ Simulator 测量软件构成的测量方案最终获胜,并前后在 MTU 安装了 8 台相同配置的 Leitz PMM-C 测量系统。

通过来自海克斯康计量的方案,MTU 叶盘的整体检测时间缩短了 65%,叶片轮廓测量时间缩短了 75%。其中,归功于 I++ Simulator 脱机编程的功能,MTU 质检不再被生产过程束缚,不需要测量机、叶盘的实体参与,所有编程和优化程序过程完全在仿真虚拟环境下完成。

现在,只有 10 名人员组成的 MTU 航空发动机计量团队,能够轻松控制 8 台测量系统的叶盘检测任务。最终的成效证明,所有的一切都

是值得的。

2 探测机匣深处

瑞士 RUAG Emmen 工厂,有大约 1000 名员工专业从事复杂铝和铝合金零部件的制造,主要应用于航空和国防装备工业。该工厂专为 GE 的 CF34-10E 型喷气发动机生产机匣,比如用于新一代的 Embraer 190/195 型飞机。这一接近圆柱体的工件 $\phi 1500\text{mm}$,高度在 600 mm,但是其壁很薄。

机匣的加工采用了 2 台 DMC 200 FD 加工中心,配备有托盘上下料系统。采用 Siemens 840D 控制器,加工中心配备了 m&h 红外触发测头完成在机测量,通过固定在主轴附近的小型接收器进行信息传输。

除了严格的公差要求,机匣还具有诸多复杂的几何量、曲面向 2 个方向弯曲、倒角以及隐藏的槽和孔。采用 4 个不同的 m&h 机床测头,并配备不同长度与针尖直径的探针,还包括了星型探针,机床测头的最长加长达到 500mm。

将 m&h 机床测头与测量机的测

量结果进行多次对比测试,仅有微米级的差别,并且重复性极好,可帮 RUAG 在加工过程的任何时段确定是否持续或者停止加工。

采用 3D Form Inspect 软件,管理 4 种不同的机床测头,产生探测程序包括了相应的修正,这对长测头来说非常重要。否则,使用这么长的测头,即使在主轴的微米级的小偏差也能够导致数十倍的测量误差。只需简单的用鼠标点击计算机屏幕上的数学模型,操作者就能够确定需要测量的点。

如今在 RUAG,在机测量技术已经广泛使用,为生产过程赋予了充沛活力,使得 RUAG 在短期就能得到回报。

航空零部件: 提供多样化测量选择

航空零部件主要体现在 3 个方面: 样板、壁板、肋板类零部件; 以飞机天线以及仪表板为代表的机载电子系统; 以起落架、飞机内饰、机门、座椅为代表的附件。

应用案例: QUINDOS 与 I++ Simulator, 让 BMT 航空找到新的效率增长点。

BMT 航空位于比利时 Oostkamp 的工厂专注于各种尺寸的小齿轮和齿弧的生产。飞机每次起飞和降落操作时,这些零件用于机械驱动前缘缝翼的自动运动,因此需要绝对可靠,公差都在微米级。

BMT 前后购置了 2 台 Leitz 测量机,分别配置了转台、托盘和半自动上下料,对关键特征实现 100% 测量。其中,通过托盘和半自动上下料系统,实现了设备 24h 无中断测量。晚班的测量技师只要按一个按钮,即可完成托盘上零件的批量检测,如果出错,QUINDOS 能够启动特殊控件,确保设备避免碰撞并自动继续进行下一个工件的测量。

受益于不断增长的订单, BMT



Leitz测量系统



测量设备批量检测



Leica激光跟踪仪实现自动定位装配

航空需要寻找更效率的测量方案。很快, BMT 决定添置第 3 台 Leitz 测量设备, 除了考虑到测量设备使用的互换性, 主要原因更在于, Leitz 方案中配置的测量软件 QUINDOS 和 I++ Simulator 给了 BMT 新的效率增长点。

采用新版 QUINDOS 7 软件, CAD 应用功能更强, 操作更直观, 提升了 BMT 航空编程和操作的效率。利用 I++ Simulator, 可实现全仿真的脱机模拟编程, 由此, 我们只需一台电脑就能完成编程工作, 一旦样件送到测量室, 即刻上机测量, 节省了占用测量机编程的时间, 测量机检测产能大大提高。在 BMT 航空, I++ Simulator 实现了其测量机、探测系统、工件、托盘及半自动上下料等全环境的可视化仿真, 完整的虚拟环境给予了 BMT 航空深刻的印象和极佳的体验。

飞机装配: 虚拟与柔性装配技术

随着激光跟踪仪技术的产生, 这种新型大尺寸的测量方式受到航空制造业的广泛关注。利用跟踪仪, 航空业以更灵活的方式取代了之前的装配工装的装配方式, 推出 MMA 测量辅助装配技术。激光跟踪仪通过对定位机构、目标产品等进行监控, 并采集装配对象的必要站姿信息, 处理、传递数据信息给中央控制台和控制系统, 以帮助自动定位机构的调姿运动。

应用案例: A400M 利用 Leica 激光跟踪仪实现自动装配。

A400M 或者称为“灰色巨人”的项目是空客集团最大的碳纤维机翼组装项目, 也是未来 A350 组装项目的重要一步。电子飞行控制、碳纤维复合结构以及自动上下料系统这

些特色将为军用机组带来新的操作性与安全性标准。对工厂 6 亿欧元的投入将实现年产 28 架飞机的高产出。

事实上, EADS 已经采用了激光跟踪仪的组合, 配备自动定位系统在空客军用飞机的猎鹰 F7X 水平尾翼的装配项目。在此之后, 空客军用飞机公司使用 Leica 激光跟踪仪用于型架的装配。几乎所有的工装都采用 Leica LTD 激光跟踪仪进行测量。Leica 工业测量系统的激光跟踪仪成为 EADS 品质控制的重要一员。

EADS 然后为机身启动了大型的数控定位装置, 机翼之间以及机身与机翼的装配, 采用了 2 台 Leica 激光跟踪仪, 以便有最好的可视性。但是自动化和系统整合的实现给项目组提出 3 倍的挑战, 因为 3 个装配站使用了 3 种不同的数控软件。来自 Leica 开放的软件结构使得系统整合对于分包商来说非常的容易。

在机身装配站, 8 台相机负责控制铆钉的位置, 并包括整个工作站的安全控制。不需要操作人员控制 2 台 Leica 激光跟踪仪, 软件能够实现所有的控制, 一个训练有素的操作人员进行现场检查, 只需要利用反射球间或在测量之前进行检查。跟踪仪将信息反馈到数控定位装置的控制装置中。通过计算获得现有位置与未来需要到达的位置。一旦获得正确的位置, 该位置将会存储, 被用于整个过程。在此之后, 不需要任何的其它修正。

Leica 激光跟踪仪开放的结构与全自动系统, 使得整个测量工作能够快速完成。

多年来, 凭借遍及全球航空主要制造企业的专业经验, 完善的几何量计量产品线以及我们专门的航空测量技术团队, 海克斯康计量将助力航空工业的腾飞, 我们的目标是成为航空企业长期忠实的战略合作伙伴。

(责编 亿霖)