

现场化、自动化、数字化测量 技术推动航空制造技术的发展

Shop-Floor, Automation and Digitalization Metrology Technology Promote the Development of Aeronautical Manufacturing Technology

海克斯康测量技术(青岛)有限公司 廖鲁



廖鲁

作为中国最早进入测量行业的专业人士之一,拥有20多年测量行业资历,目前任海克斯康测量技术(青岛)有限公司市场运营总监。

长期以来,航空制造业代表着人类最新技术发展的成就。尤其是随着计算机、数字化技术及其应用的发展,使得传统飞机制造技术发生了根本性的改变,并渗透到飞机设计、工

来自海克斯康计量现场化、自动化与数字化的测量技术,代表着当今测量技术的最新发展和应用,适应了现代制造技术的发展,并将成为推动航空制造业发展的重要力量,助力航空业的腾飞与发展。

艺、制造、质量保证的各个环节。从模拟量信息、静态、刚性的技术与装备,到100%数字化产品定义、三维实体模型数字化预装配、并行产品定义,现代飞机制造技术不断演进与发展,制造与装配效率显著提升、投入降低,面对变化的调整日益灵活。

如何将飞机数字化的几何形状和尺寸准确无误地反映在最后的产品上,实现零部件之间的协调、装配与投入飞行,不仅仅是制造部门的任务,还需要借助先进的测量与分析手段,实现飞机制造全过程的测量信息共享。伴随着先进制造技术的发展,三维精密测量技术也在持续向着现场化、自动化、数字化领域推进。

测量现场化——提供第一手精确数字化信息

传统的精密测量技术,更多存在于条件完善的计量室,而在车间现场所使用的往往是仅能提供模拟量信息的通用与专用量具。这种情况下,无法实时反馈精确的测量结果,不利于工厂级数字化检测网络的搭建,使得制造现场的第一手测量信息成为数字化工厂的瓶颈。

随着技术的发展,数字化工厂需要一种能够克服现场环境与条件局限、提供第一手精确测量结果的在线测量系统,协助企业搭建位于现场的测量工作站。海克斯康计量最新发

布的 TIGO SF 车间型测量系统在确保高精度的同时充分考虑用户的操作体验。TIGO SF 在充分考虑客户需求的基础上,整合海克斯康多年车间型测量机领域的设计与应用经验,贯穿整个加工过程,可替代所有的专用与手工量具,提供了同类别机器中最高精度,实现加工过程的连续监控,并使得现场的测量工作变得更加简易而且高效。

当然,典型的现场型测量系统的代表,是各种便携式的测量系统,这包括了方便快捷的关节臂式测量机、高速白光拍照式测量以及在面向现场大尺寸测量的激光跟踪仪等。

1 ROMER 绝对关节臂测量机

为现场测量提供了最大程度的便携性:碳纤维臂身重量最轻;采用绝对编码器,开机即可测量;整合激光扫描测头,提升了操作性能,测量范围高达 4.5m。

2 白光拍照式测量方案

能够在苛刻的车间环境下,利用二维光学成像重建工件的三维数学模型,具有独特的高速数据获取能力,可完成产品开发、质量评估、曲面检查、模具设计与试制、问题根源分析等多项任务。

3 Leica AT 402 激光跟踪仪配备 B-Probe 手持式测量机

Leica AT 402 激光跟踪仪配备 B-Probe 手持式测量机的推出,丰富了 Leica 激光跟踪仪产品家族,可无线便捷操作,测量隐藏点,测量范围达到 $\phi 20m$,并可通过转站扩展到更大范围。

测量自动化——挑战人力所难以解决的测量难题

工业机器人正日渐成为我们每天生活的一部分。根据 2013 年国际机器人联合会(IFR)发布的报告,2012 年的机器人全球年销售数量排名有史以来第二的数据,全部 159346 台机器人中,接近 70% 销往美国、日本、中国和韩国。而 2013 年前 3 个季度的数据表明较去年同期有大幅增长。

机器人和激光跟踪仪正在改变着制造的格局。20 世纪 90 年代中期,激光跟踪仪已开始应用于机器人的校准。利用校准软件引导机器人到工作区域的相应坐标位置,通过跟踪仪测量记录下实际的位置。通过理论与实际位置的比较,软件可生成一整套补偿参数,在其运动过程中修正机器人的位置。补偿参数既包括了运动过程中的机械问题,也考虑了负载情况下的变形与扭曲。绝对精度的修正能够将机器人 8~15mm 的偏差

修正到 0.5mm 左右。

今天,这些流程被广泛应用于机器人每天的操作过程中,但并不意味着没有改善的空间。过去 10 年里,激光跟踪仪的性能得到极大的提升,最显著的提升是跟踪仪可以完成六自由度的测量,也称为 6DoF。这一功能允许机器人制造商在校准过程中以更少的姿态对机器人末端执行器进行修正,并为系统提供了更多可能性。过去,采用传统的三维激光跟踪仪,需要在 6D 空间测量多个位置计算 TCP 点,现在,通过使用 6DoF 的激光跟踪仪,能够在 6D 空间实时获取末端执行器的准确位置。这一创新技术能够完全消除机器人校准的需要,实时修正末端执行器的位置,而无需考虑机器人在“关节空间”做什么。

随着机器人、加工中心等自动化设备的发展,设备间的兼容性和通信技术也日渐成熟,在此基础上,Leica 激光跟踪仪将其应用领域进行了扩展,通过和机器人、自动化系统的交互通信实现了现场大尺寸空间的自动化测量。这一新型的六自由度测量系统主要可应用于如下场合:

(1) 生产线上工件质量的自动化监测:快速扫描工件外形或触发测量;

(2) 可充分利用现有机器人和生产线进行系统升级:兼容导轨系统扩展测量量程,兼容通用机器人控制通信标准协议,将生产系统升级扩展为在线检测系统;

(3) 提供“便携式”测量设备:激光跟踪仪位置相对于机器人系统独立,实现完全的跟踪仪便携测量功能能够,根据需要变换位置。设备与 T 系列测量附件随用随装,既可以自动测量也可以用作手动测量。

这一先进的技术最新应用在 Premium 航空,实现空客 A350 XWB 机身截面桁条的自动化安装。因为桁条长度达 18m,机器人特有的绝对

紧凑的全合一系统配置,占地面积小,方便在现场的移动

无需压缩空气、15~30℃的宽温带、完善的外罩与风琴罩保护,使得现场高精度测量成为可能

机器的底座,还承担着放置电气系统的任务,具备 IP54 的防护等级



采用 PC-DMIS Touch 软件,引导操作者简便的完成各种测量工作

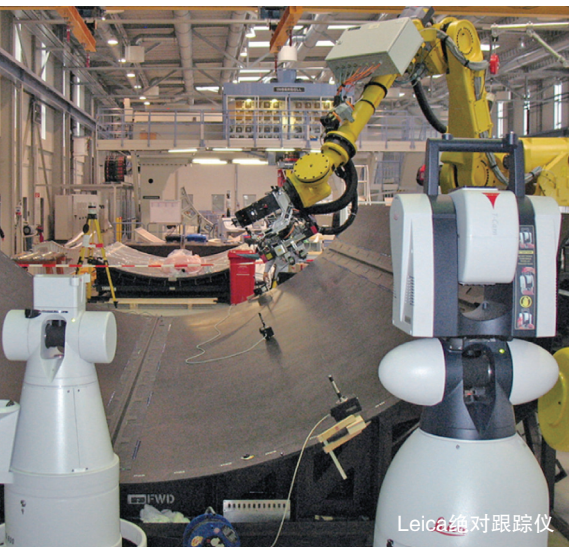
三面开敞的结构,方便零件上下料以及与机床的整合

整体花岗岩工作台、预制螺纹孔镶嵌件,提供稳定结构的同时,方便工件装夹

TIGO SF, 确保高精度的同时充分考虑用户的操作体验



ROMER绝对关节臂测量机



Leica绝对跟踪仪

测量数字化——实现企业级测量信息的整合

随着现代工业的迅猛发展,数字化工厂需要测量数字化和高效计量管理的支持。如何连通分散在工厂不同位置的计量设备、如何关联不同环节质量数据和质量管理信息、如何洞悉海量数据背后的价值、如何实现安全可靠的信息传输和分角色共享、如何将质量管理无缝链接到其他生产管理系统以打通产品的数据流,面对这些问题,海克斯康计量的 MMS 计量管理系统整合数字化计量和可视化信息技术,为高效质检、数字化生产和快速决策提供了有力的支撑。

正如在美国 NASA 好奇号火星车的研发制造项目中,启用了以 PC-DMIS 为核心技术的计量管理系统,所有测量设备均采用统一的 PC-DMIS 软件,由此,在这个偌大的并行工程中,获得前所未有的统一、有序和高效质量管控。在工件加工之前,测量程序即随设计更改实时更新,之后,测量程序准确无误的传递到指定部门指定人员;一旦工件送到计量室,立即执行测量;打通所有环节的计量孤岛,所有设备收集的质量数据格式统一,在同一个 PC-DMIS 技术平台上实现无障碍沟通和高效的根源分析。

在好奇号翱翔太空之前,为完成这个 6 个轮子、18000 磅(1 磅 $\approx 0.45\text{kg}$)重、小型汽车大小的火星车制造,进行了大量辛苦的工作。产品开发阶段涉及了数以万计的零部件,在大多数情况下,团队需要为该项目的每一个零部件制造 3 个及以下的部件,用于各种破坏与非破坏性试验、火星任务以及火星环境模拟。

对于喷射推进实验室(JPL)来说,压力是巨大的,在这里,科学家、工程师以及技术人员夜以继日地工作,为火星科学研究实验室(MSL)进行火星车巡航阶段以及下降阶段

设备的设计、制造与测试。

JPL 拥有来自海克斯康计量各种尺寸的测量机,还包括配备触发测头的 ROMER 关节臂以及 Leica 激光跟踪仪,均配备来自海克斯康计量统一的 PC-DMIS 企业计量解决方案(EMS)软件。另外, JPL 超过 200 个合约部件制造商以及所有独立的测量实验室可以采用不同类型的测量设备,使用同一软件完成工件的测量、产生标准化的报告。作为回报,精干的测量团队有各种不同的选择以配合实验室难以预测的工作节奏。

除了使用的测量设备,通用测量程序一般在 JPL 编制,在设计之初以及制造阶段采用脱机编程工作站。最终,这些程序被应用于并行工作的工程和制造环节,产生标准化的输出: PDF、RTF 文件或者 PC-DMIS 数据程序文件。

正是 PC-DMIS 所具备的强大的数字化测量能力,使得 JPL 在火星车的建造过程中从标准化的测量程序编制,到后期的测量数据共享与报告,都可以利用数字化的方式共享,简化了操作,短期内完成了奔赴火星的计量承诺。

作为全球最大的计量集团,依托集团成熟的智能化工厂管理平台(SPF)、企业级数据库、多年专业的计量经验和领先的计量理念,海克斯康 MMS 计量管理系统(Metrology Management System)为数字化工厂提供质量相关包括测量规划、测量程序、测量数据、测量设备、测量人员等全面信息的系统管理,助力打造现代可视化的数字化工厂,提升产品品质,降本增效。

来自海克斯康计量现场化、自动化与数字化的测量技术,代表着当今测量技术的最新发展和应用,适应了现代制造技术的发展,并将成为推动航空制造业发展的重要力量,助力航空业的腾飞与发展。

(责编 亿霖)

精度无法保证准确无误的安装。只有凭借来自具备六自由度的绝对激光跟踪仪反馈进行实时的机器人修正,制造团队才能保证桁条的安装精度。

海克斯康计量目前在全球有 60 多套基于机器人的自动单元和移动式测量系统。利用 Leica 绝对跟踪仪监控机器人移动机身桁条,并实时相对 3D 模型补偿任何的偏差。

基于机器人的自动化单元和移动测量系统不再仅仅是未来派,他们在全球范围的应用得到持续提升。凭借这一智能技术,不同类型的制造商和行业开始用崭新的眼光审视其制造过程,使得测量与检测自动化开始扮演关键角色。