

发挥坐标测量技术在航空制造中的关键作用

Importance of Coordinate Measurement Technology in Aeronautical Manufacturing

中航工业成都飞机工业(集团)有限责任公司 杨明君 魏开利



杨明君

工程硕士,高级工程师,毕业于南京航空航天大学精密机械与仪器制造专业。主要从事几何量精密测量、计量检定及计量技术管理工作,现担任成都飞机工业(集团)有限责任公司质量管理部长度计量室主任师。

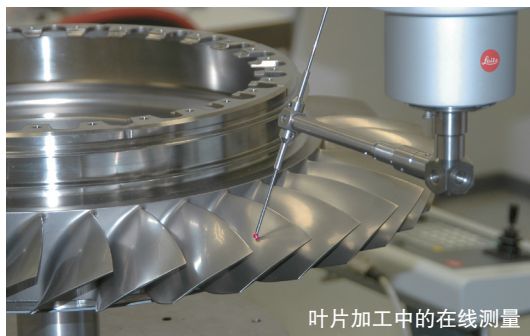
纵观近 20 年来,借助于微电子、计算机技术的飞速进步,机床正向着高精度、多功能、高速化、高效率、复合功能、智能化等方向迈进,也推动机加技术向着数字化、集成化、智能化、无纸化、绿色加工、精益高效等方向发展。并且设计技术因工艺技术水平的不断提高,采用等强度、整体结构越来越多,工件的要求越来越复

杂化。面对大量先进的坐标类测量设备,如何发挥坐标测量技术在航空制造中的关键作用,更好地为航空制造业提供技术保障显得越来越重要,下面根据多年来生产实践中遇到的各种测量问题,以坐标测量技术为例谈谈自己的一些想法。

杂化。尤其面对以数字化技术为主导,以先进装配技术、复材构件制造、数控加工为代表的先进制造技术为平台,贯彻“以装配为核心,以零件精确制造为支撑,以数字化技术为基础”的工艺设计思想,建立数字化、精确化、柔性化的制造技术体系,实现低成本、高效率的研制目标,先进坐标测量技术已经贯穿整个航空产品制造全过程。

因为任何形状都是由空间点组成的,所有的几何量测量都可以归结为空间点的测量,因此精确进行空间点坐标的采集,是评定任何几何形状的基础,这就是坐标测量技术的原理。而典型坐标测量设备的基本原理是将被测件放于它允许的测量空间,精确地测出被测件表面的点在空间 3 个坐标位置的数值,

将这些点的坐标值经过计算机数据处理,拟合形成测量元素(如圆、球、圆柱、曲面等),经过数学计算方法得出其形状、位置公差及其他几何量数据。随着先进的计算机技术、激光技术、传感器技术和自动化技术的发展,现代坐标测量技术快速发展,相继出现了高精度坐标测量机、移动式关节臂、激光跟踪仪等高精尖的测量设备,具有高精度(可达微米级)、万能性(可代替多种长度计量仪器)、数字化(把实体的模型转化成数字化



叶片加工中的在线测量

的三维坐标)的特点,因而大量、广泛地用于产品测绘、复杂型面检测、工装夹具测量、研制过程中间测量、CNC 机床或柔性生产线在线测量等方面。目前,这些先进测量技术已经成为航空工业发展的支柱技术之一,是保障制造业实现高复杂性和高精度的基础,尤其是全数字化设计和制造的今天,更加离不开用数字化的坐标测量设备去实现几何形状特征检测,从设计数模的原始数据中提取坐标测量特征需求,根据实际测量数据与理想的设计数据进行比对验证,更好地确保设计、加工、检测基准和坐标系的符合性和统一性,更好地反馈于设计,用于参数修正,所以,先进的坐标测量技术显得越来越重要。

因此,我们不难看到,航空制造业这几年不仅使用了许多先进的集刀具检测、坐标定位测量、机械加工于一体的功能多、专业性强的复合型数控设备或大型加工中心设备,同时还配套了许多的坐标测量机、适宜大尺寸测量的激光跟踪仪、关节臂等数字化先进测量设备。激光跟踪仪已几乎替代经纬仪、水准仪而广泛用于产品过程检测;坐标测量机已普遍用于零部件加工过程或产品验收检测,实现高效、多功能、数字化测量;激光投影系统(LaserEdge Projection System)也已得到使用。随着装配技术革命性要求的提出,数字化检测设备将得到更加广泛的应用。

面对大量先进的坐标类测量设备,如何发挥坐标测量技术在航空制

造中的关键作用,更好地为航空制造业提供技术保障显得越来越重要,下面根据多年来生产实践中遇到的各种测量问题,以坐标测量技术为例谈谈自己的一些想法。

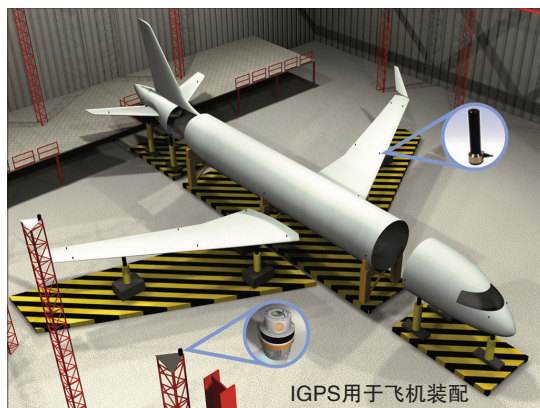
先进坐标测量技术在航空制造业中的重要作用

门捷列夫说过“没有测量就没有科学”,测量技术是保障科研生产的基础,对科研发展起着重要作用,尤其是数字化制造的今天,那种固定的、专用的或手动的工量具、平板加高度尺加卡尺的检验模式已完全不能满足现代制造和更多复杂形状工件测量需要。取而代之的,坐标测量已经扮演了越来越重要的角色:精加工前的基准及定位尺寸测量、新工艺拟定后的试加工测量和提供产品全过程测量、不合格产品返工测量和数据分析等作用。在目前日益注重个性化生产的趋势下,提倡 100% 检测,最大限度地保证产品质量,不仅凭准确的测量数据保证刀具、加工基准、定位的正确性,还需凭真实的测量数据指导加工过程、监控工艺、检测产品,质量才能真正得到保障。更重要的是,通过测量,不但能够准确地发现、反馈并协调设计和实际加工能力之间的差距,发挥测量技术在设计、工艺以及机械加工之间承上启下的桥梁作用,还能通过测量数据实现对产品的控制和评价,不断修正设计、工艺参数,以求精益制造。

测量技术的严密性、科学性

我们知道先进的坐标测量设备大多从国外引进,首先从国外开始应用,而国外发达国家非常重视测量技术和测量人才队伍建设,从转包的民机生产线可以了解到对测量技术的苛刻要求,比如:对转包化铣零件粗

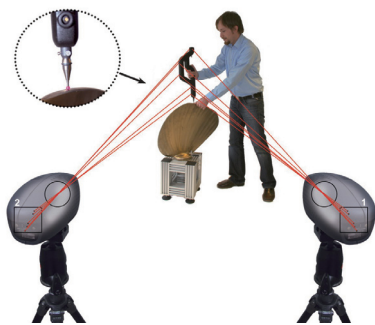
糙度测量,工艺文件上不仅规定粗糙度仪精度要求、校准周期和校准方式,还规定其测量过程方法、测点位置、测点数量及数据处理方式等。从一次次波音评审过程中可以看到国外对先进坐标类测量设备——激光跟踪仪用于工装或波音零件交付使用中严密的流程和规定:从设备校准(包括测量软件验证)、每一个测量计划的编制、坐标系建立、测量数据



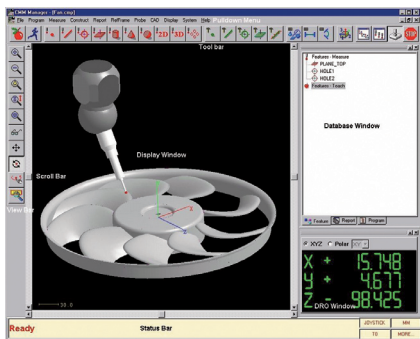
采集与分析,到最后测量结果的评定和优化处理,甚至包括每次使用的辅助工装均要求使用前标定并把标定数据记录在测量报告中等近乎详尽严密的测量要求。因为任何产品零件的真实尺寸都是客观存在的,人们只能通过测量设备尽可能去实现测量并得到一个约定的测量值,测量值的可靠性(接近真值的程度)很大程度决定于测量设备和测量人员能力,对每一个实现测量的环节把握不好都会影响到最终测量结果的准确性,所以,一定要认识到测量技术的严密性和科学性。

先进坐标测量技术的科技含量和高难度

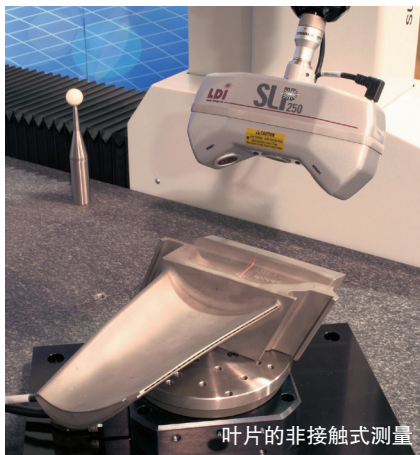
当今,数字化制造技术已越来越普及,许多大型制造业已经全方位实现了数字化设计、制造及检测,各种规格和精度的坐标测量机已普遍用于机加车间零部件的过程检测和验收,激光类大尺寸测量设备——激光跟踪仪也越来越普及,是工装制造、



光笔式坐标测量仪



坐标测量软件



叶片的非接触式测量

大部件检测首选的先进测量设备,激光雷达、室内 GPS (Indoor GPS) 已经逐步用于数字化装配现场。由于坐标测量是一项综合性强、复杂程度极高的测量技术,因为在进行坐标测量时,我们需要根据设计图纸要求制订具体测量方法和工艺,要懂得各类几何特征的数字测量方法,包括点、空间点、线(截面线、中心线)、圆(截面圆)、平面、圆柱、圆锥、球、曲线(平面曲线、空间曲线)、曲面等几何要素的测量及拟合方法,提取和规范各几何特征测量所需相关参数;了解各类几何公差数字评定方法和各类基准和基准体系的建立方法;综合考虑被测工件工程图样上的各种测量要求,确定工件的装夹方位和方式(包括考虑测量夹具等),测针的类型、大小、方位和组合等;根据工件中被测几何特征的具体情况(如大小、方位、形状和表面质量等),选择合适的测量方法,并对测量中的具体参数进行设置,包括测点数量、测点分布、测量位置等;根据工件工程图

样的基准要求,选择合适的测量和评定基准建立方法、几何要素拟合方法、误差评定方法等;针对被测工件的具体情况和自动测量要求,确定几何数字测量(坐标测量)过程中的一些参数,如测量机的测量力、运行速度、测量速度、接近和回退距离、自动运行的中间点、安全平面、测针编号和编程参数等一系列过程。类似工件的制造工艺,有效地指导和规范具体的数字测量工作,确保测量结果的复现和再现性等,还要熟悉测量结果的合格判定标准、不确定度来源分析及测量结果合格判定方法等。所以,要使用好这些先进的坐标测量设备,坐标测量人员不但需要经过严格的设备操作、使用培训,还必须具备以下知识体系和综合能力要求才能应对其测量的高难度:

- 熟悉有关 GB、ISO 和 ASME 等技术标准;
- 具有与产品工程师相互沟通的能力;
- 熟悉几何坐标测量的原理和方法;
- 具有坐标测量的操作技能;
- 具有安装工艺和工装知识;
- 了解传统测量方面的知识和相关的规范;
- 了解测量工具、测量方法、测量环境、工件实际状况等因素对测量结果的影响;
- 具有对测量结果进行综合判断分析的能力。

航空制造业坐标测量技术应用现状和人才短缺问题

由于对先进坐标测量设备操作人员能力要求的了解不够,大多企业在购进时通常按每台设备配置 2 ~ 3 名中专或大专学历的操作人员,一般是从工艺或数控机床操作工中抽调出来,而非从事过工程测量、具有基本测量实践经验的人员。这类人员在供应商短期的应急式的坐标测

量技术培训后就上岗操作,出现的问题较多。

(1) 缺乏经验和技能,对设备功能了解不够,往往停留在最基本操作上,难以应对稍微复杂的测量任务;

(2) 对测量结果的综合分析能力和判断能力不够。个别部门由工艺员编写测量工艺流程,操作工仅会测量采点,对图纸标准尺寸、形位公差要求和数据处理不具备分析能力,只能根据测量数据简单判定零件合格性。不能正确运用国家标准《GB/T 18779.1—2002 idt ISO 14253-1 :1998 产品几何量技术规范(GPS)工件与测量设备的测量检验》第一部分:按规范检验合格或不合格的判定规则来分析处理产品零件的合格性,容易误判产品零件的合格或不合格;

(3) 岗位薪酬设置偏低,操作人员知难而退导致测量人员变更过快;

(4) 企业缺乏测量队伍整体规划,各个部门独自分散式管理使用,测量能力参差不齐,设备使用效率不高;

(5) 对普遍应用的坐标测量机和激光跟踪仪的维护和修理能力缺乏,几乎依赖于生产厂家,并且维护修理费越来越高。

打造测量人才队伍 用好先进测量设备,服务航空业

由于坐标测量设备的普及应用,有些大型企业拥有数量高达几十台,有关部门需要根据新的形势,打破传统的测量队伍管理模式,正确了解当前测量技术人才的实际状况,全新考虑挑选一部分具有工艺、软件基础知识的复合型人才进入测量队伍,带动并培养一支具有高素质、高效率的专业化测量技术梯队,不断加强测量技术培训和交流,切实用好这些先进的坐标测量设备,更加充分地发挥坐标测量设备的测量能力,提高工作效率,提高检测质量,为更好地服务生产做好进度和质量保障。

(责编 小颖)