

多数据兼容测量软件平台 PowerINSPECT及应用

Multiple Data Compatible Measurement Software Platform PowerINSPECT and Its Application

英国 Delcam 公司中国总部上海办公室 贺其宝



贺其宝

任职于英国 Delcam 公司中国总部,从事模具设计与加工、电极一体化解决方案、机械加工质量检测与误差修正等工作。

机械制造领域测量技术

测量技术作为机械制造领域不可或缺的组成部分,俨然成为了当前科学技术发展探索和 research 的前沿,集中体现了机械设备发展的科学与严谨。传统的测量多以物理原理为基石进行测量,但受制于物理原理的局限性而慢慢地淡出测量应用舞台,而科技飞速发展的当下,测量则

对于航空制造领域等先进制造技术应用集中的企业来说,PowerINSPECT 测量软件平台的应用在提升生产效率的同时,其开放及以客户需求为导向的理念更可有机地融入到品质控制全过程中,构成全闭环品控的各个环节,进而推动新产品、新工艺的研发与应用。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.07.056

更多地依托于基于基本物理再加上化学效应的传感技术和严谨的数学理论,无论是在测量数据准确性和可靠性方面,还是在测量设备的易用性方面均是传统测量不可比拟的。针对科学性而言,即使是针对同一个机械零件,在不同的环境下所用的方法也有可能是不同的,这些因素的不同决定了硬件厂商测量方案的不同,而不同的测量方案也决定了测量设备间的彼此差异。同时,在机械制造过程中,由于几何测量的目标参数非常广泛,而测量技术所依据的不同研究方法也决定了测量设备的不统一。基于市场需求,目前机械加工领域测量设备分化出了接触式和非接触式两个方向,作为平台化产品,PowerINSPECT 在这两个方向均可提供相应的解决方案。

PowerINSPECT 综述

对于传统的机械制造企业,PowerINSPECT 测量软件平台的应用可极大地提高企业检测人员的工作效率,为企业节省大量的资金和人力成本。对于航空制造领域等先进制造技术应用集中的企业来说,PowerINSPECT 测量软件平台的应用在提升生产效率的同时,其开放及以客户需求为导向的理念更可有机地融入到品质控制全过程中,构成全闭环品控的各个环节,进而推动新产品、新工艺的研发与应用。同时,平台所集成的多样性解决方案更可将 PowerINSPECT 的应用拓展至自适应加工及产品损耗修复等领域。PowerINSPECT 具备以下特性:

(1) 数据接口广泛化。

PowerINSPECT 能够广泛地读取各种主流三维 CAD 模型数据。通过 Delcam 专用的三维 CAD 数模转换软件 Delcam Exchange, 可以高速输入、输出包括 IGES、VDA-FS、STEP、ACIS、Parasolid、Pro/E、CATIA、UG、IDEAS、SolidWorks、SolidEdge、AutoCAD、Rhino 3DM、Delcam DGK 和 Delcam Parts 等格式的三维 CAD 数学模型, 在数据高速存储的同时, 也可以很好地保证数据的准确性和完整性。

(2) 人机交互客制化。

测量工作目前越来越倾向于生产现场, 测量软件未来的发展趋势也将力图实现制造工程师意图, 而非质量工程师意图。面向车间工人的测量系统需要简单易懂、便于操作, PowerINSPECT 具有简洁明快的操作界面、良好的向导式操作体验, 仅需简短培训即可轻松掌握所有技术内容, 并能独立完成机械制造业所需的从简单标准体素到复杂自由型面测量的全部工作, 随后即可输出图文并茂、清晰易懂的测量报告。此过程得益于 Delcam 开放及以客户需为导向的软件设计宗旨, PowerINSPECT 不仅可以自定义模板, 还可以以多种格式输出专业的检测报告。

(3) 完善的虚拟仿真技术。

随着现代科技的发展以及人类追求完美和极致的特性, 复杂零部件的使用需求愈发凸显, 但是复杂零部件机械加工本身就是一个挑战, 而加工质量检测的相关要求则进一步提升。复杂零部件加工质量检测涉及多个方面, 其中安全最为基本, PowerINSPECT 提供了完整的、基于数模的虚拟测量仿真技术, 可大大提高复杂零部件加工领域现代科研和开发所追求的效率。

(4) 精准的测量结果。

PowerINSPECT 拥有良好的数学理论, 测量数据评定结果通过了行业公认的最为严格的德国 PTB 认证且

符合 ISO9002 标准, 不会因为软件算法的严谨性问题而导致额外的误差引入, 可以有效地保证测量结果的真实性。

(5) 基于标准化的智能化。

目前, 各行业均以标准化为基石大力发展智能化, 测量技术作为机械科学研究与制造的核心更需要走在智能化的前端。PowerINSPECT 可通过统计分析形成专家数据库, 为提升批量产品的制造质量提供智能型参考。同时 PowerINSPECT 也在不断开发智能化的采样策略、路径规划技术, 以提高数据获取精度。

PowerINSPECT 应用模块及应用领域

PowerINSPECT 作为机械加工测量系统集成平台包含了多个子模块, 每个模块均可独立地与测量设备组合形成相应的测量方案, 这样对于不同的测量需求即可提供不同的解决方案, 最大限度地为客户提供优质高效的服务。

1 PowerINSPECT 手动模块

PowerINSPECT 手动模块应用于常见的传统桥式 CMM 三坐标测量机、划线机及臂式测量设备, 形成手动测量解决方案。在实际使用中仅需通过联机协议将 PowerINSPECT 与硬件测量设备联机即可按照所熟知的 PowerINSPECT 操作步骤完成测量工作, 化繁为简, 将复杂的数学运算交由 PowerINSPECT 自动进行, 省去人工干预极易带来的潜在误差 (见图 1)。对于加工业来说, 产品已由精密制造逐步向精益制造发展, 对产品生产各个环节的质量把控均对现行的三坐标检测提出了更高的要求。PowerINSPECT 与关节臂相结合的测量解决方案, 对使用环境要求较低, 且可快速完成系统的组建与设置, 从而实时快速地完成质量检测, 这是我们现行三坐标测量机不可实现的。同时, PowerINSPECT 手动模

块功能不仅局限于测量, 作为拓展, PowerINSPECT 可通过实时检测得到的数据构造出平面、直线、槽及各种标准几何形体, 并可以以 IGES 等格式输出, 供逆向工程、产品设计等领域使用。

2 PowerINSPECT CNC 模块

PowerINSPECT CNC 模块多应用在使用 CNC/DCC 控制的 CMM 坐标测量机上, 可通过数控指令控制快速安全地完成自动测量, 对于复杂型面及批量生产零件来说尤其适用 (见图 2)。PowerINSPECT CNC 模块可通过两种模式生成测量所需的指令, 以适应不同的生产需求。

(1) 示教学习模式。示教学习模式简单易学, 只需要在联机状态下对初件产品使用手工驱动的方式在需检测的位置执行测量操作, PowerINSPECT 就“学会”了当前检测过程, 并自动生成数控指令, 对于此后的同一批所有的零件, 都可以按生成的数控指令驱动测量机自动检测。

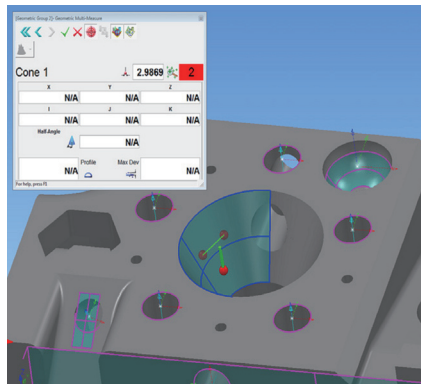


图1 PowerINSPECT手动模块测量示意图

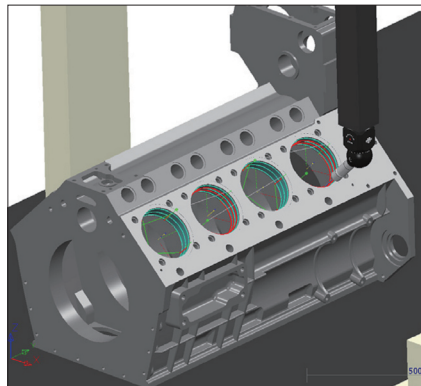


图2 PowerINSPECT CNC模块测量示意图

(2) 脱机编程模式。脱机编程模式可在不连接测量设备的情况下,在计算机上输入待检测零件的理论三维 CAD 数学模型,PowerINSPECT 可轻松地识别出模型上的各种特征,且针对不同的几何特征提供了多种测量策略以帮助用户方便地生成优化的检测路径。对于自动化方案的可执行性,其首要的就是安全保证,PowerINSPECT 提供了完整的测量机虚拟使用环境以供模拟,可快速地判断出当前的检测路径是否安全,并以显著的标识显示出不安全路径。同时脱机编程对多类型工件可预先生成所需的检测路径,从而提高检测效率,缩短产品的生产周期。

3 PowerINSPECT 点云模块

随着光学测量技术的飞速发展,测量领域现已逐步发展到非接触式测量与接触式测量并驾齐驱的状态。PowerINSPECT 前瞻性地开发了点云模块,点云模块提供了全面的光学测量设备接口协议,无论是激光跟踪仪、激光点、线扫描设备还是照相测量设备、经纬仪等均可快速地与 PowerINSPECT 组成非接触式测量解决方案,快速完成大型零部件、组装件及整体外形几何参数等大批量测量数据的获取。同时 PowerINSPECT 融合了计量分析和逆向工程所需的多项要求,既可对测量数据进行评定,亦可将测量数据输出,输出的数据配合 PowerSHAPE 逆向模块可以快速构造出 CAD 实体,用于逆向工程。对于非专业光学测量设备,也可以通过加载光学测头的方式来拓展设备的使用效能,例如不同类型的 CMM 测量设备,PowerINSPECT 点云模块均可提供解决方案(见图 3)。

4 PowerINSPECT 在线测量模块

在机械加工行业,离线测量方式应用居多,但是离线测量自身也存在运行环境苛刻、误差引入、效率低下等弊端,对测量方式、方法的革新需求催生了在线测量方式。

PowerINSPECT 在线测量模块可通过在机床上加装测头的方式轻松地赋予机床坐标测量功能,形成加工过程质量控制解决方案,该方案不仅能够减少工件在反复装夹过程中出现的误差,同时由于大部分检测工作在机床上完成,减少了工件的搬运和装夹时间,可显著提高生产效率,企业也不需要再投入资金购买更多的专业检测设备(见图 4)。



图3 PowerINSPECT点云模块测量示意图

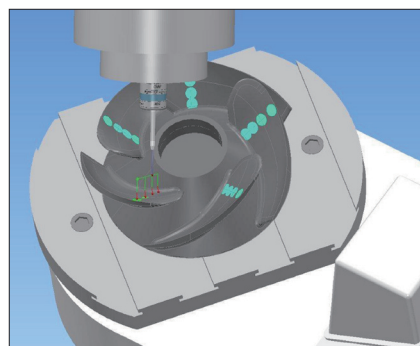


图4 PowerINSPECT在线测量模块测量示意图

PowerINSPECT 在线测量模块配合产品质量终检模块,即构成了闭环制造系统完整的质量控制解决方案。区别于传统的品控解决方案,运用 PowerINSPECT 在线测量模块可在生产过程中实时对产品品质进行监控,以便分析批量生产过程中产品的质量趋势,并适时调整加工方案,使批量产品品质差异化最小。同时 PowerINSPECT 在线测量模块可通过网络的方式直接与机床通信,为实现制造业所追求的全自动化生产方案提供技术保障。

5 PowerINSPECT & NC PartLocator 自适应加工模块

机械制造过程中面临的首要问题即为加工坐标的对齐定位,但是随着产品应用范围的不断扩展,生产过程中常常会遇到超大型工件及无基准工件,这些类型的工件加工坐标的对齐定位非常不易。然而,加工坐标对齐定位存在误差,必定会引起产品的质量问题的,鉴于此,Delcam 根据 CAM 开发和应用积累的丰富经验开发出了 PowerINSPECT & NC PartLocator 模块,为机械制造业提供了一种基于测量数据的自适应加工解决方案。

PowerINSPECT & NC PartLocator 自适应加工解决方案可用于工件的自适应加工及工件和夹具的精确定位。进行自适应加工时,首先使用 PowerINSPECT 进行离线编程,制定出零件或毛坯的位置测量方案和次序,通过在零件或毛坯上测量出的位置点数据即可计算出零件或毛坯在机床上的精确位置。然后将这些数据输入到 NC Partlocator, NC Partlocator 将对产生 PowerMILL 刀具路径的名义位置和工件在机床上的实际位置,应用三维拟合算法移动和旋转工件对齐定位原点,从而使工件和刀具路径对齐,并将结果输出到机床控制器。这样在对零件进行简单装夹定位后,仅需几分钟的时间,系统即可产生自适应加工所需的精确定位,从而帮助机床操作人员快速准确地进行工件的重复装夹定位,达到高效率与高精度的有机融合(见图 5)。同时 PowerINSPECT & NC PartLocator 自适应加工解决方案完全继承了 Delcam 产品面向用户需求的特性,用户可使用任何一种面向对象的语言,根据自己的实际生产需要来编写自动对齐定位方案,完善产品加工工艺。

6 PowerINSPECT & NC Checker 精度校验模块

得益于日益膨胀的尖端加工技术应用需求, Delcam 开发出了独特、快速、简便的机床及测量系统精度校验模块 PowerINSPECT & NC Checker, 可快速地检测和报告机床和其测量系统的运行状态, 用来在加工开始前确认机床和其测量系统的精度, 以及生产过程中检测因加工运作而造成的任何机床精度改变, 为用户加工出高质量的零件提供保障和信心。

PowerINSPECT & NC Checker 精度校验模块作为独立的解决方案时, 可在生产过程中任何时候、任何阶段进行, 且其不依赖于硬件设备的特性决定了其即使高频率的使用也不会引入误差, 为机械制造企业日常设备点检提供了不二的选择。同时, 作为系列化解决方案, PowerINSPECT & NC Checker 精度校验模块配合 PowerINSPECT 在线测量模块可形成加工过程预控制与过程控制的完美解决方案, 从源头上消减误差对产品加工精度的影响(见图 6)。

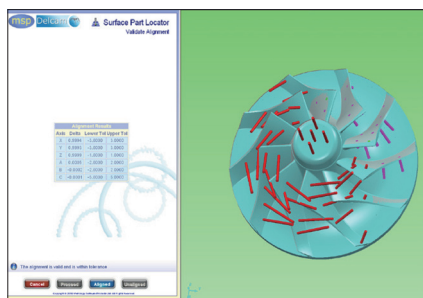


图5 PowerINSPECT & NC PartLocator 自适应加工模块示意图

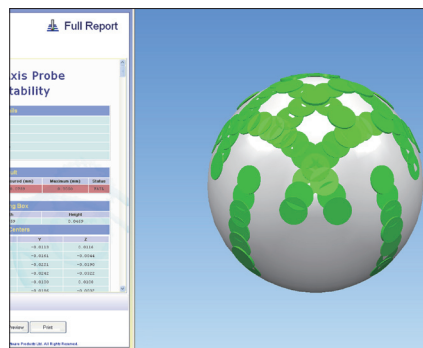


图6 PowerINSPECT & NC Checker精度校验示意图

PowerINSPECT 应用 ——误差修正

接触式测头作为在线测量数据获取媒介, 在测量过程中的地位举足轻重。由于接触式测头的工作原理使其在测量过程中存在瞄准误差、挠曲变形误差等, 若直接使用测头说明书给定的标称值, 则会给测量带来极大的原理性误差, 而测量中各参数值变化引起的误差使得通过理论分析定量计算的方式来补偿这些误差几乎不可行, 因而必须根据测量需求建立面向测量任务的测头作用参数标定, 以消除测头引入的测量误差。

测头作用参数标定可通过 PowerINSPECT 在线测量模块来完成。如图 7 所示, 测头在未校准的状态下测量结果偏差非常大, 已无精度可言。实际使用中, 可首先利用 PowerINSPECT 在线测量模块生成接触式测头作用参数校验测量程序, 然后运行测量程序并将测量结果传回 PowerINSPECT 中, 继而打开在线测量模块测头作用参数校准功能, 即可快速准确地计算出测头有效作用参数。为避免人工因素在操作过程中的不确定性, PowerINSPECT 可直接将修正后的测头参数以系统文件的形式传输到机床控制器供后续测量使用。图 8 即为测头校准后标准球的测量结果, 图 9 为某一实际加工工件测量结果, 从图 9 可看出 PowerINSPECT 在测头作用参数修正后成功地将测量精度锁定在微米级, 有效保证了测量结果的准确性。

对于航空制造业来说, 薄壁件最为常见, 其易变形的特性限制了离线测量解决方案的应用。相对于特种测量解决方案的复杂性, 由图 9 可知, PowerINSPECT 在线测量解决方案可轻松完成高精度测量数据的获取, 未来配合机床定位误差实时修正技术, PowerINSPECT 在线测量解决方案可更好地服务于航空制造领域。

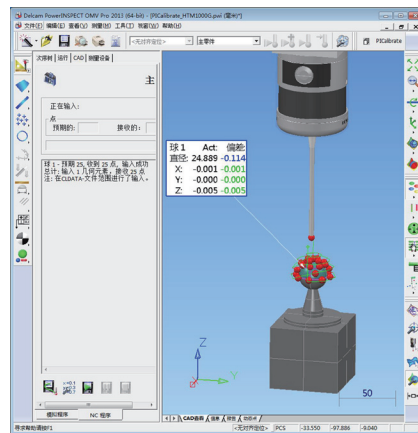


图7 测头作用参数未修正标准球测量结果

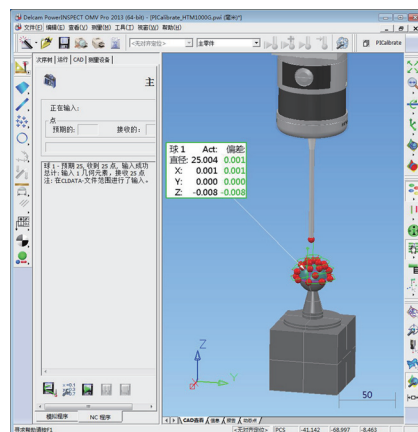


图8 测头作用参数修正后标准球测量结果

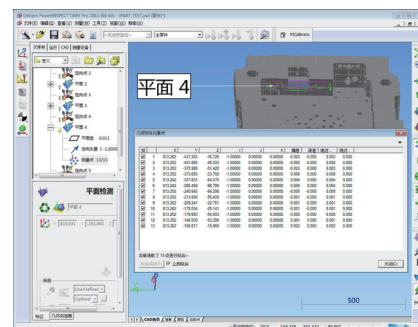


图9 测头作用参数修正后实际工件测量结果

结束语

机械制造业的发展日新月异, 航空制造领域尤其突出, 新技术、新工艺的开发与应用均离不开测量技术的保障, 基于 PowerINSPECT 测量软件平台的众多开放性测量解决方案能够满足机械制造全过程的质量控制需求, 可为推动先进制造技术的快速应用提供有力的支持。

(责编 玲犀)