

精密测量和自动化装配解决方案

★北京航天测控技术有限公司 周林, 闫俊杰

在航空航天领域精密电子产品装配过程中, 存在大量的尺寸信息和位置信息需要测量, 如零部件的平面度、垂直度、接口尺寸、外形尺寸、相互配合尺寸和整体结构尺寸等。目前, 采用常规的检测仪器和传统的检测手段进行测量并通过手工进行记录, 存在着精度差、效率低、数据使用管理困难的问题。电子产品结构复杂且装配精度要求较高, 人工装配的装配精度及一致性很难保证, 产品质量完全依靠熟练的操作和经验, 经常会出现因装配误差累积而导致装配失败从而必须返工的情况。另外, 由于装配人员的差异, 很难对产品建立统一的装配标准。在人工装配过程中, 无法完整地对整个装配过程信息进行有效记录, 且没有有效的数据管理系统, 装配数据易丢失, 出现问题后质量追溯困难, 产品质量难管控。

北京航天测控技术有限公司精密测量和自动化装配解决方案聚焦非接触精密测量和自动化装配技术, 采用非接触大尺寸精密测量技术、视觉—机械臂精确引导技术、大负载高精度双电机同步驱动技术、复杂逻辑控制技术, 实现航空航天领域精密电子产品关键零部件的自动精密装配, 该解决方案可用于同类型产品的精密测量和装配。

精密测量和自动化装配解决方案是一种典型的人

机协同自动化智能装配解决方案: 通过高精度数字相机、高精度激光扫描仪、单相机系统、高灵敏度力传感器等实现电子产品零部件的精密快速测量和在线装配检测, 从而保证产品的顺利装配; 通过机器人与人相互配合完成产品各零件的装配; 通过数据采集系统对检测到的产品参数、装配过程中的工艺参数以及设备状态参数等进行采集存储, 以用于数据查询等。

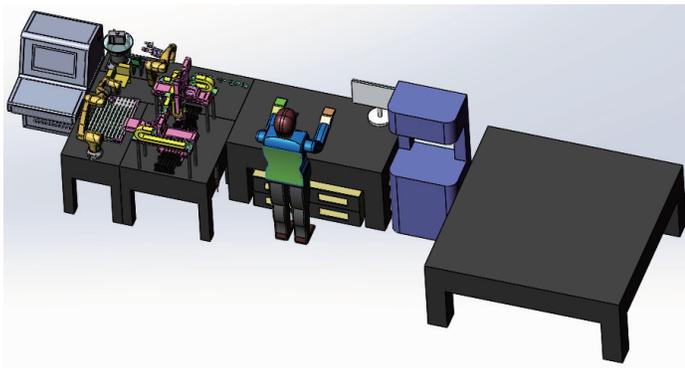


图1 精密测量和自动化装配解决方案

精密测量和自动化装配解决方案主要具备三大功能:

(1) 零部件精密快速测量功能

在产品装配之前, 往往需要对各零部件进行检测, 主要包括各零部件外形尺寸、接口尺寸、平面

度、垂直度等的检测，确保其进入装配过程前各项机械尺寸符合设计要求，若不合格则进行剔除并替换，保证最终能完成产品整体装配。另一方面，测量结果可以导入数据库建立产品数据文档，以用于虚拟装配以及质量追溯。

零部件精密快速测量主要采用影像测量和激光扫描的方法，使用影像分析处理技术对零部件的二维尺寸进行非接触式几何量测量，具有精度高、性能稳定、功能强大的特点。影像测量通过机、光、电、软件等几大领域的一体化设计，采用非接触的光学测量方法，测量各种零部件的几何尺寸，如长度、高度、深度、轮廓、表面形状、角度和位置等。尤其适用于各种精密工件的精确测量与质量控制，如电子零配件、精密模具、冲压件、塑胶件、PCB、LCD、螺纹、齿轮、成形刀具等。激光扫描主要采用直角坐标滑台配合激光扫描仪对零部件进行扫描，通过分析得到的三维点云数据可以计算出零部件的平面度、垂直度等三维特征参数。

(2) 自动装配及实时精密测量功能

自动装配及实时精密测量功能主要实现产品关键零部件的自动精密装配，通过视觉测量的方法确定装配位置，并对机械臂进行引导从而完成装配，装配过程中可通过传感器实时感知装配压力，避免对零件造成损伤。

为保证整个自动化装配过程的精度，本解决方案采用了大量的测量手段辅助引导机器人进行装配。在零部件装配前先由视觉相机对待装配零件进行拍照，配合激光扫描仪对零件接口位置进行定位，同时利用激光测距仪及校准相机对待装配零件的平面度、垂直度、位置偏差进行测量，计算得出待装配零件需要调整的姿态参数后指导机器人进行抓取和装配。

(3) 整机精密快速测量功能

产品总装完成后，需要对各零部件的空间结构以

及其他尺寸特征进行检测，本解决方案主要采用摄影测量的方法来完成。根据不同产品结构测量需求，测量时在产品待测特征表面布设圆形定向反光标志RRT，利用核线匹配原理对各标志点进行同名点匹配，通过整体光束平差法统一进行解算，计算所有标志点的坐标，即可得到产品空间结构以及其他尺寸特征。

此外，在实际测量过程中，由于测量空间限制或者由于被测对象表面结构复杂而无法实现标志点匹配时，则可以将待测对象分成前、后、左、右等各个小区域，通过在各区域内布设编码标志点，对测量图像进行扫描，识别出每幅图像中的编码标志，把每幅图像里具有相同点号的编码标志进行匹配，利用编码标志的已知空间坐标，通过后方交会把像片统一到摄影测量坐标系下，同时得到各图像的外方位元素，实现图像之间的拼接和计算。

精密测量和自动化装配解决方案利用更加精密、高效的数字测量技术和检测数据管理系统，对每一个零部件、每一个装配环节以及产品的整体结构等进行检测，并把检测结果直接反馈给控制系统，指导和控制机器人进行装配，或者用于生产过程分析评估和产品全生命周期的质量管理，以提高产品研制和装配过程的精度、一致性和可靠性，从而大大提升产品制造的能力和水平。

该解决方案中涉及的非接触大尺寸精密测量技术、视觉—机械臂精确引导技术、大负载高精度双电机同步驱动技术、复杂逻辑控制技术 etc 成果可为目前各个行业的智能制造升级系统提供设计框架、技术与规范，提高产品生产组装的数字化、智能化水平，避免大量的重复性装配工作，缩短研制和生产周期，提升产品生产效率和企业经济效益。可在航空航天、钢铁、3C 等行业的智能组装设备中深化和推广。AP