

三坐标测量机的应用研究

邹志远, 贾晨阳

(中国空空导弹研究院, 河南 洛阳 471000)

摘要 坐标测量机通用性强, 测量精度高, 测量效果好。在实际生产工作中, 坐标的测量方式能提高测量精度和测量工作效率, 尤其对于复杂工件, 例如存在斜孔的工件, 由于测量时与轴线方向并不一致, 使用原有测量方法无法满足零件测量的实际需求, 所以自动化检测优势更明显。基于此, 本文探讨了三坐标测量机的主要应用, 旨在为相关人员提供参考。

关键词 三坐标测量机; 探针校验; 精密零件检测; 自动化生产单元; 大批量检测

中图分类号: TH72

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0001-03

三坐标测量机是集多种尖端技术、多项功能于一身的高技术测量仪器, 以其高精度、高柔性和卓越的数字性能, 在众多行业中独树一帜, 无论是传统机械、模具制造, 还是航空航天、国防军工等领域, 都获得了普遍的认同。如今, 它已成为当今工业检验和质量管理过程中必不可少的一种计量手段。从性能上看, 它不仅具有基本的测量能力, 可以对零件的尺寸、形状、相互的定位等基本数据进行检测, 而且还可以实现对工件的控制, 使其对加工工艺的调节更加有效, 降低了生产的能耗。

1 三坐标工作原理及特点

坐标检测机是一款集元素采集、追溯元素、构建三维模型于一身的检测仪器^[1]。不同于常规的机器检测技术和检测设备, 通过点触摸、滑动触摸等不同的采集装置, 通过点触摸、滑动触摸等不同的手段来测量机器的各种特性元素的相关坐标, 然后使用特定的特征元素构建三维坐标系, 在采集完所有的特征元素后, 通过逆向追溯每个元素在坐标系上的位置, 测量出被采集的特征元素的几何性质和空间的关系, 以实现机器制品的形貌和大小的测量, 检测效率高、精度高、检测资料齐全。

2 三坐标测量机在探针校验中的应用

采用一根探针只能对具有较简单外形的部件进行检测, 而对具有多个长圆柱或深孔的复杂工件, 则必须采用单一的多个可旋转的多个探测器来实现^[2]。然而, 探测器的电脑软件系统所提供的坐标却不尽相同。要得到精确的、一致的坐标值, 软件系统就需要对位于各个位置的探测器之间的坐标差进行自动的校正和补偿, 并将其存储到电脑软件的资料库中。

利用编程校验探针的方式, 可以降低人工操作次

数、节约人工操作的工时, 减少人工操作, 避免人工检查中的其他错误, 增加了工作的准确性, 减少对技术工人的依赖, 增加生产力。常规的检测方法相对单一, 仅适合于对某些部件和精度不高的工件进行检测, 而对于具有多个曲面的、具有复杂外形的工件, 则不适合。采用两个或更多个探针时, 必须采用编程校验探针^[3]。

3 三坐标测量机在精密零件检测中的应用

随着科技的快速发展和对测量手段的不断深化, 对机械工业中的三维坐标检测提出了更高的要求。在机械制造、航海、航天、反向工程等方面, 目标的立体轮廓和形状的测定已经得到了很好的运用。当前对目标进行立体轮廓测量的主要手段有: 高精度接触测量、激光点扫描、激光直线扫描三坐标测量、激光散斑目标轮廓等。其中, 以散斑体的外形测量最为精确, 属于无接触式、全场式, 具有较快的测量速率, 但其测量的幅度较窄。另外, 由于三坐标机具有较高的准确率, 因此得到了普遍的应用。但是, 这种方法仅用于接触式的测定, 而且测量的速率非常缓慢。

当前, 三坐标机分为两大类: 一是导向型三坐标测量机, 二是非导向型三坐标测量仪, 非导向型三坐标测量仪在我国还没有出现过。三坐标多用测量仪是一种高精密的测试平台, 可在同一时间内安装两个量计或多个传感器来完成多个工件的多个参数的检测。三坐标测量机在机床、模具、机床等领域得到了广泛的使用。

在工作原理上, 测量机把被测部件放入一个特定的测距区域, 使被测物体的面点处在一个三维坐标上; 其次, 利用测量软件对各个尺寸要素进行精确的拟合, 例如球、圆锥、曲面等, 进而得到形状、位置公差等有关的几何参数。从而实现了一次装夹过程中的全部

需要的测量要素的资料收集;采用先进的测试系统,充分利用了它在几何结构、尺寸统计、公差评定等各方面的作用,有效地计算和评价了各个部件的尺寸,包括几何公差。

回转零件是机床生产中的一个关键部件,它的角偏差是非常灵敏的。这种偏差会对这种类型的装配精度、振动和运动轨迹产生直接的影响^[4]。因此,角度参数的采集和测量工作就显得尤为重要。以往,用于角度测量的仪器多为角度尺、直角尺、角度仪等,但這些仪器的缺点也很突出:仅能测量单一角度,而且有一定的局限性,必须要有一定的精度;这种仪器对于空间角的测定是毫无办法的。

举例来说,由于产业的发展,许多结构相当紧凑的、前所未有的、精密的外壳类的制品,都对角度的测定提出了更高的要求。这种类型的产品,无论从测量的位置,还是从测量的角度来看,都很难发现其规律性。采用常规的直角标尺进行测量,不仅要對工件的各个角进行调整,而且需要耗费很多时间来查找正确的位置,降低了工作效率。

4 三坐标测量机在自动化生产单元中的应用

4.1 三坐标测量机与自动化生产单元

三坐标测量机控制系统主要采用“Profinet”的现场总线技术,并与 Profibus、OPC、TCP/IP 等协议相结合,完成了三轴测量机与上下料机器人、量机、物料库、零点定位基座的通信,实现了三坐标测量机的组态^[5]。在主控制系统中,零点位置卡盘夹具、待加工零件 NC 程序和 CMM 程序之间的相互联系,在完成工件的过程中,通过控制系统中的测试设备,通过测试软件的调用,完成工件的检测。

飞机微型零部件的制造单位主要包括总控系统、上下料机械手、三轴测量仪、3台数控机床、加工车间周转材料架、上下料平台、零位固定底座、多个零点位置托盘。物料架、测量机与数控机床成一条直线排列,物料架、测量机、数控机床之间设置了上下料操作机构;在测量仪和数控机床均装有相同的零点位置基座,并将各种类型的零部件装配到零位固定架上,零位固定架与零位底座配合,方便各种部件之间的快速转换,提高了生产线的灵活性。该主控制器与上下料机器人、量机、数控机床、零点定位底座、物料库等进行通讯,实现对整个流水线的监控。总控系统由总控台、总控计算机、总控软件、总控 PLC、终端模块、通信电缆等组成,其功能是对各个装置和执行器进行统一的控制,从而达到自动生产的目的。

4.2 三坐标测量机在自动化生产单元中的在线测量技术

在整个测试中,先用零位底座来进行第一次基准的定位,然后利用该平台上的台架来进行测量和加工的一致性,并将各台架上的各部件的定位销进行校准,使测量标准和设计标准一致。

1. 统一测量基准和加工基准。将同一型号的零位定位装置与固定装置的标准接合面准确地装在测量机上和数控机床上。在该定位系统中,各定位设备的位置与该机床或测量机有关,在工件的切削和三坐标上进行工件的检测时,均采用该定位机构作为参考。在此基础上,采用了以坐标系为基础的空间移动理论,将测量与机械加工相结合。各种类型的制品被装入零点位置的托盘夹持器中,利用零点位置的托盘夹紧,使工件迅速转换。

2. 统一测量基准和设计基准。该流水线的工件是以大直径为标准,而各种型号的工件在托架上均为一根双针的定位,并将其固定在零位定位托架上,由大中心孔完成孔销的精确定位。第一次采用零位对准托盘固定装置时,利用该零位置托盘固定装置的个别部件位置参考由手工校准(X0, Y0)坐标系,以确定各元件的起始测定座架(X1、Y1)、(X2、Y2)…并将该零位位置支架的编号和产品图号,分别在该总控制装置上进行。在进行部件的测试时,由测试机上调用相应的子坐标系进行部件的测试,以达到测量与设计相结合的目的^[6]。

4.3 三坐标测量程序规划

三坐标测量程序规划(海克斯康公司的 PC-DMIS 采用三坐标测量软件编制 CMM),主要由配置测针、构建测量坐标系、设置安全平面、规划测量路径等组成。

1. 配置测针。在三坐标测量中,配置测量是必不可少的,高精度三坐标测量一般采用接触法,即用测头与被测元件相接触,得到被测点的真实坐标。按被测要素的不同形态和位置选用相应的探头,应当指出:

(1) 在测距的距离上,探头长度越短,误差就越少,而且准确率也就高;(2) 针尖的直径较短(尤其是扫描式测量)可以较好地反应被测元件的实际外形,但在使用较短的探测器时,要避免与工件产生干扰,从而对测试的效果产生不利的效果;(3) 在对相同部件进行测量时,为了减小因替换而产生的误差,可以选用星型式,以降低换针的次数。

2. 构建测量坐标系。完成测头后,根据 CMM 程序编制的测量坐标系。在测量系统中,一般采用两种

坐标系统,一种是机械系统,另一种是工件的测量系统。作为机械的坐标系,机械坐标系是工件的基准坐标系;在进行加工时,要利用工件的基本要素来确定工件的几何尺寸和形状的位置,这是由主要和次要的两个系统组成的。本课题采用了主坐标体系,其主要功能是对工件进行校正,并建立起初始的测量坐标;在各部件的主要位置针上分别设有一个副坐标系,以确定各部件的准确测量坐标值。目前常用的测量坐标系有 3-2-1 法(面一线一点)、面一线一线、面一圆一圆、面一线一圆等多种方式。本论文以一面两销的方法对工件进行定位,利用 3-2-1 法来确定测量坐标。

3. 设定安全平面。在整个测试过程中,CMM 不会与工件、夹具等产生干扰,而测头总是在安全范围之外进行工作,只在得到了检测命令后,才会在安全的范围内进行采样,然后按照预定的方位返回到下一次的测点。在此工程中,在 +Z 轴坐标之外设定 10mm 的为全面,并将其测得的后部间距为 3mm。

4. 规划测量路径。在三坐标测量机中,测量路径规划是实现三坐标测量机工作的关键环节,其目的在于产生最佳的非冲突测量路线,以缩短测量周期。采用常规的自定义方法进行测头,然后按照工件的测点的位置来进行路线的计划,包括了测头角度和安全度,这些都是为了确保测量的安全性而设计的。DMIS 计量软件采用路线计划的方法进行了硬化,从而可以对自动制造单位进行批量化。

5 三坐标测量机的大批量检测应用

5.1 大批量定位

三坐标测量机以其高精度、高灵活性、高精度和高精度的数字性能而被广泛应用于模具设计、开发、加工、质量保障等领域。三坐标测量机是我国模具工业的两大支柱。

首先,三坐标测量机能够为模具工业的生产提供优质的产品,是生产厂家的理想产品。三坐标测量机处理不同任务的灵活性和较高的精度使其成为仲裁者。当提供工艺控制的大小资料时,CMM 还可以提供额外的性能,如来料产品检验、客户质量检验、量规检验、模具工件检验等。高柔性三轴测定仪可以在工厂内进行,并能参与到模具加工、装配、试模和模具修理等各环节的工作,为客户提供测试和回馈,以减少再加工数量,缩短模具研发时间,进而达到降低模具生产费用的目的,使生产处于可控状态。

其次,三坐标测量机具有很好的反向设计功能,是一个非常好的数字仪器。通过三坐标测量探头与不

同结构形式的三坐标测量机的结合,该方法能够快速准确地获取零件的三维数据和形状,对于模具设计、样品复制和破损模具的修补具有重要意义。另外,采用三坐标测量机的触点扫描探针,借助该测试工具所提供的强大的扫描能力,能够实现复杂的零件 CAD 建模。不需要进行变换,可以通过多种 CAD 软件进行直接的辨识和编制,极大地提升了模具的开发工作。

5.2 快速校准

在传统的测量仪中,一般采用两种方式来实现箱形件及复合形件量测,也就是用三轴测量仪对箱形件进行测试;精密零件的尺寸由专门的量具进行。如专用的齿轮检测仪和专用的凸轮检测设备。所以,在制造具有较高难度的零件时,质量控制单位既要配备三轴测量机、通用标准量具、专用齿轮检测仪器、凸轮检测仪器等通用测试仪器。这就造成了企业计量单位必须配置各种计量仪器,配备专门的检验工作,因而计量器具利用率不高。与此同时,公司还要支付测量工人的高成本,以及测量仪器的维修保养成本;而在现有的测试与测试中,企业不能做到弹性和通用性。减少测量成本,培训人员培训成本,设备维修费用,以改善测量与检验的效能,实现对产品的实时品质监控,从而对企业的市场行为产生一定的影响,并对帮助企业建立和保持良好的市场信誉具有重要的决定性作用。

6 结语

三坐标测量机是测量和获得尺寸数据的最有效的方法之一,现阶段三坐标测量机检测已广泛用于机械制造业、汽车工业、电子工业、航空航天工业和国防工业等各部门,成为现代工业检测和质量控制不可缺少的测量设备。

参考文献:

- [1] 刘盼,李昕愉.浅析三坐标测量机校准的问题及误差[J].工业计量,2022,32(03):36-37,41.
- [2] 张礼才,宋扬.关节臂式三坐标测量机在矿用设备装配精度检测中的应用[J].智能矿山,2022,03(05):80-83.
- [3] 余俊斌.三坐标测量机校准过程的问题分析和探讨[J].计量与测试技术,2022,49(04):76-78,82.
- [4] 刘广东,刘心宇,韦晶.三坐标测量基本参数对测量准确度影响的研究[J].机械工程师,2022(03):49-51.
- [5] 刘广东,刘心宇,曹阳.三坐标测量机实测元素与数字模型最佳拟合的应用[J].机械工程师,2022(02):11-13.
- [6] 陆晓.三坐标测量技术在现代机械制造工业的应用[J].铸造,2022,71(02):250.