



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110434679 B

(45) 授权公告日 2020.12.04

(21) 申请号 201910673898.1  
(22) 申请日 2019.07.25  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110434679 A

(56) 对比文件  
JP 2013521747 A, 2013.06.10  
CN 108182689 A, 2018.06.19  
CN 108614520 A, 2018.10.02  
CN 104865897 A, 2015.08.26

(43) 申请公布日 2019.11.12  
(73) 专利权人 王东  
地址 110000 辽宁省沈阳市大东区小十字  
街35号3-6-1

审查员 张浩

(72) 发明人 王东  
(74) 专利代理机构 沈阳易通专利事务所 21116  
代理人 王建男

(51) Int. Cl.  
B23Q 17/22 (2006.01)  
B23Q 17/00 (2006.01)  
B23P 15/00 (2006.01)

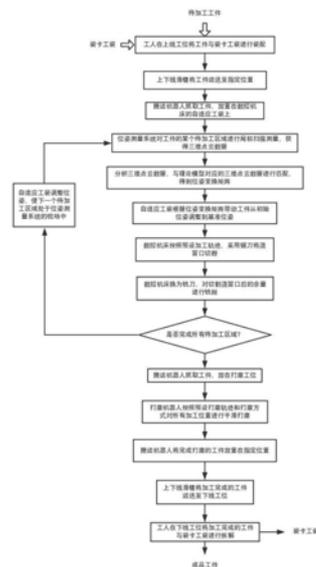
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种针对带有随机尺寸误差的工件的智能加工方法

(57) 摘要

一种针对带有随机尺寸误差的工件的智能加工方法, 对所述待加工工件的任一待加工区域进行测量并获取所述待加工工件的初始位姿; 根据所述待加工区域的初始位姿对所述待加工工件进行位姿调整, 将所述待加工工件的位姿从所述初始位姿调整至一基准位姿; 对处于所述基准位姿的所述待加工工件的所述待加工区域进行加工。本发明整体上实现工件表面加工的智能化和自动化, 避免因批量大型工件的尺寸误差带来的加工误差。



1. 一种针对带有随机尺寸误差的工件的智能加工方法,其特征在于,包括,  
初始位姿获取步骤:对所述待加工工件的任一待加工区域进行测量并获取所述待加工工件的初始位姿;  
位姿调整步骤:在机床坐标系下,根据所述待加工区域的初始位姿对所述待加工工件进行位姿调整,将所述待加工工件的位姿从所述初始位姿调整至一适用于加工所述待加工区域的基准位姿;  
加工步骤:对处于所述基准位姿的所述待加工工件的所述待加工区域进行加工,  
所述初始位姿获取步骤包括:  
采用三维扫描装置对所述待加工区域进行扫描,形成实际三维点云数据,得到其在三维扫描仪坐标系下的坐标数值;根据机床坐标系与三维扫描仪坐标系的对应关系,将实际三维点云在三维扫描仪坐标系下的坐标数值转化成机床坐标系下的坐标数值,获得所述待加工工件的初始位姿。
2. 根据权利要求1所述的智能加工方法,其特征在于,所述位姿调整步骤,包括:  
将所述待加工区域的三维点云数据,与所述工件的理论数模转化的三维点云数据进行特征匹配,计算出初始位姿与工件基准位姿之间的偏差,从而获得位姿变换矩阵;  
根据所述位姿变换矩阵将所述待加工工件的位姿从所述初始位姿调整至所述基准位姿。
3. 根据权利要求1所述的智能加工方法,其特征在于,所述待加工工件为铸造件,所述待加工区域包括浇冒口结构,所述加工包括锯切和铣削。
4. 根据权利要求1所述的智能加工方法,其特征在于,还包括,  
打磨步骤:对已完成所述加工的工件进行打磨,所述打磨包括针对工件整个表面的随形打磨,打磨执行机构与工件表面之间的接触力始终保持恒定。
5. 根据权利要求1所述的智能加工方法,其特征在于,针对所述待加工工件的每一个所述待加工区域重复所述初始位姿获取步骤、位姿调整步骤以及加工步骤,完成所述待加工工件上每一个所述待加工区域的加工。
6. 根据权利要求1所述的智能加工方法,其特征在于,在所述初始位姿获取步骤之前,还包括:借助于搬运机器人将待加工工件搬运至加工工位并使所述待加工工件与固定在所述加工工位的自适应工装装配连接。
7. 根据权利要求5所述的智能加工方法,其特征在于,在完成所述待加工工件上每一个所述待加工区域的加工之后,还包括:借助于搬运机器人将完成所述加工的半成品工件搬运至打磨工位,并借助于打磨机器人对所述半成品工件的整个表面进行打磨,得到成品工件。
8. 根据权利要求7所述的智能加工方法,其特征在于,借助于搬运机器人将完成所述打磨的成品工件搬送至指定位置。
9. 根据权利要求8所述智能加工方法,其特征在于,还包括借助于上线滑橇将待加工工件从上线工位移送至指定位置,和/或借助于下线滑橇将完成所述打磨的工件移送至下线工位。

## 一种针对带有随机尺寸误差的工件的智能加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及自动化机加工领域,尤其是带有随机尺寸误差的工件的表面加工。

### 背景技术

[0002] 目前,例如货运火车转向架上的摇枕、侧架等大型工件,在铸造出坯体之后,需要针对坯体的表面进行加工处理,例如喷丸清砂、切割浇注系统、切除浇冒口、浇冒口余量打磨去掉凸出的浇注口,才能够得到可使用的成品工件。

[0003] 为了完成从铸坯到成品工件的上述表面加工,现有技术多采用人工处理的方法,具体地,(1)将通过砂型铸造的工件开箱取出,然后进行抛丸清砂;(2)人工采用火焰切割气对浇注系统进行切割;(3)人工采用碳弧气刨将铸造工件上的浇冒口进行切除,并再次进行抛丸清砂;(4)人工采用角磨机对切割后的浇冒口余量进行打磨去除,实现加工区域和未加工区域的平滑过渡等。

[0004] 这种人工处理的整个工艺流程中将产生大量的粉尘、火花和噪音,对操作人员具有一定的危害性和危险性,并且,切割浇冒口以及浇冒口余量的人工打磨费时费事耗力,效率低下。

[0005] 现有技术中采用数控机床对这种大型工件进行表面加工处理的效果也不理想。原因是,大型铸造件在铸造时将产生较大的尺寸误差,可以说,每一个铸坯均具有各不相同的特征尺寸。也就是说,铸坯的形状和尺寸与标准铸型的形状和尺寸总有较大偏差,而且此偏差随机出现,不同铸坯在不同部位产生的偏差不总相同。

[0006] 因此,当采用数控机床批量加工这类工件时,无论以工件的哪个部位作为加工数据基准点,待加工区域的精确位置和待加工量都是各不相同的,如果按照数控机床中预设的加工数据进行加工,势必产生较大的加工误差,无法得到合格的成品工件。

[0007] 因此,目前为止,尚无采用数控机床代替前述人工处理的成功应用,行业内普遍认为这种误差较大的大型工件无法采用现有数控机床进行全程自动化机加工。

[0008] 总而言之,现有技术中针对这种随机误差较大的工件存在以下技术问题,(1)现有的人工处理工艺效率低下、生产环境恶劣(粉尘、火花、噪音等)的问题;(2)批量待加工铸造件之间有一定的尺寸误差导致普通数控机床不能或者不方便加工的问题;(3)大型铸造件转运过程中存在危险性的问题。

### 发明内容

[0009] (一)要解决的技术问题

[0010] 为了解决现有技术中存在的上述技术问题,本发明提供了一种针对带有随机尺寸误差的工件的智能加工方法,能够适应批量待加工铸造件的随机尺寸误差,达到足够的加工精度。

[0011] 进一步地,解决恶劣的生产环境对人体健康的影响以及转运过程中对人身安全的隐患,实现全程全自动的转运和加工。

[0012] (二)技术方案

[0013] 为了达到上述的目的,本发明采用的主要技术方案包括:

[0014] 一种针对带有随机尺寸误差的工件的智能加工方法,包括,

[0015] 初始位姿获取步骤:对所述待加工工件的任一待加工区域进行测量并获取所述待加工工件的初始位姿;

[0016] 位姿调整步骤:根据所述待加工区域的初始位姿对所述待加工工件进行位姿调整,将所述待加工工件的位姿从所述初始位姿调整至一基准位姿;

[0017] 加工步骤:对处于所述基准位姿的所述待加工工件的所述待加工区域进行加工。

[0018] 优选地,所述初始位姿获取步骤,包括:

[0019] 测量并获取所述待加工区域的三维点云数据从而获取所述待加工工件的初始位姿。

[0020] 优选地,所述位姿调整步骤,包括:

[0021] 将所述待加工区域的三维点云数据,与所述工件的理论数模转化的三维点云数据进行特征匹配,计算出初始位姿与工件基准位姿之间的偏差,从而获得位姿变换矩阵;

[0022] 根据所述位姿变换矩阵将所述待加工工件的位姿从所述初始位姿调整至所述基准位姿。

[0023] 优选地,所述待加工工件为铸造件,所述待加工区域包括浇冒口结构,所述加工包括锯切和铣削。

[0024] 优选地,还包括,打磨步骤:对已完成所述加工的工件进行打磨,所述打磨包括针对工件整个表面的随形打磨,打磨执行机构与工件表面之间的接触力始终保持恒定。

[0025] 优选地,针对所述待加工工件的每一个所述待加工区域重复所述初始位姿获取步骤、位姿调整步骤以及加工步骤,完成所述待加工工件上每一个所述待加工区域的加工。

[0026] 优选地,在所述初始位姿获取步骤之前,还包括:借助于搬运机器人将待加工工件搬运至加工工位并使所述待加工工件与固定在所述加工工位的自适应工装装配连接。

[0027] 优选地,在完成所述待加工工件上每一个所述待加工区域的加工之后,还包括:借助于搬运机器人将完成所述加工的半成品工件搬运至打磨工位,并借助于打磨机器人对所述半成品工件的整个表面进行打磨,得到成品工件。

[0028] 优选地,借助于搬运机器人将完成所述打磨的成品工件搬送至指定位置。

[0029] 优选地,还包括借助于上线滑橇将待加工工件从上线工位移送至指定位置,和/或借助于下线滑橇将完成所述打磨的工件移送至下线工位。

[0030] (三)有益效果

[0031] 本发明的有益效果是:

[0032] 针对每个待加工区域进行加工之前,都经测量系统的测量匹配,并调整至基准位姿再进行切割和铣削加工。针对每个待加工区域的加工,其加工对象的位姿均是精确的,只需要使用预先设定好的刀具以及加工轨迹和加工参数,即可方便地完成加工。因此,能够实现全自动的数控加工,工作效率高,实现工件表面加工的智能化,避免因批量工件的尺寸误差带来的加工误差。

[0033] 能够使操作人员免于靠近工作空间,从而避免受到环境中粉尘等的影响,以及避免了重型工件在搬运过程中对人的潜在危险。整体上实现工件处理的全程自动化。

## 附图说明

[0034] 图1为根据本发明的针对大型工件的智能加工系统的构成示意图；

[0035] 图2为根据本发明的针对大型工件的智能加工系统的加工流程图。

## 具体实施例

[0036] 为了更好地解释本发明，以便于理解，下面结合附图，通过具体实施例，对本发明作详细描述。

[0037] 本发明的智能加工方法基于一种智能加工系统实现。

[0038] 在本发明实施例中，智能加工系统针对的工件是诸如货车转向架的摇枕和侧架等尺寸大、重量大的铸造件，具体而言是铸钢件，如图1中工件W所示。然而，可以理解的是，所述带有随机尺寸误差的工件的含义并不局限于此，而仅在于强调，在上游制造环节中工件的尺寸存在随机误差，从而各待加工区域的相对位置、姿态误差比较大。因此，本发明权利要求中提及的工件，包括但不限于铸造件或大尺寸重型铸钢件。凡是由于批量工件存在尺寸、位置和姿态的误差不同而导致数控机床无法直接批量加工的工件，均为本发明的智能加工系统所适用的加工对象。

[0039] 另外，应当理解的是，本发明中提及的待加工区域，指工件表面局部分布的具有特定可识别形态特征的表面区域。在优选的实施例中，如图1中工件W所示，其待加工区域为带有浇冒口结构的表面区域。在加工中，需要将待加工区域内的浇冒口结构去除。

[0040] 在本发明中所提及的加工，针对的是工件的这些待加工区域进行加工，并非针对整个工件的表面进行加工。

[0041] 如图1所示，本发明的智能加工系统由以下几部分组成：工件上下线系统1、工件搬运系统2、智能加工中心（包括数控机床3、位姿测量系统4和自适应工装5）、工件打磨系统6以及控制系统7。

### [0042] 工件上下线系统1

[0043] 工件上下线系统1包括两条滑橇输送装置11、12，用于将待加工工件从上线工位移送至指定位置，和/或将完成加工工件移送至下线工位。当然，在满足输送需求的前提下，上下线系统也可包括一条滑橇输送装置，在不同的时段用于工件的上线或下线。或者，根据输送需求也可设置多条滑橇输送装置。

[0044] 每个滑橇输送装置11、12包括两条滑轨11a/12a、11b/12b，以及在滑轨上滑动的平台11c、12c。平台11c、12c上表面放置有装卡工装C，所述装卡工装C适于与工件W进行装配固定，并适于与搬运机器人2和/或自适应工装5可释放地接合，优选地，与搬运机器人2和/或自适应工装5的气动卡盘接合。对于本发明实施例中的工件摇枕，装卡工装C与工件W的底部装配固定。在其他结构的工件也可以选取其他适合的部位装配固定，所述适合的部位应具有大致平齐的表面、不包含待加工区域或待加工特征，并适于装卡工装着力装卡。

[0045] 与装卡工装C装配后的工件W由平台11c、12c带动而实现输送。

[0046] 在上线工位，工人将待加工工件W与装卡工装C进行装配，并由上线滑橇11传送至指定位置，等待搬运机器人2对其进行抓取和搬运；工件完成加工后，由下线滑橇12传送至下线工位，处在下线工位的工人将装卡工装和已完成加工的工件进行拆分。

### [0047] 工件搬运系统2

[0048] 工件搬运系统2用于将待加工工件W连同装卡工装C从上线滑橇11的平台11c上搬运到数控机床的工作台上的加工工位,也用于将在加工工位完成加工的工件连同装卡工装C搬到打磨工位,以及用于将在打磨工位完成打磨的工件搬运到下线滑橇12的平台12c上。

[0049] 在本发明的实施例中,工件搬运系统由搬运机器人2实现。针对本发明实施例中的工件类型—摇枕,选用的是型号为KUKA KR1000工业机器人作为搬运机器人,其承载能力为1000kg。整个摇枕的毛坯件(包含浇冒口)的重量约为700kg,工件的装卡工装约为200kg。可以理解的是,搬运机器人2可采用市售其他规格机器人,方便抓取并满足载荷需求即可。

[0050] 搬运机器人2对工件的抓取操作可采用以下方式实现。搬运机器人2的末端通过法兰式零点定位装置,即气动卡盘21,与固连在待加工工件W上的装卡工装C进行连接。气动卡盘21与装卡工装C侧面的钉销配合锁紧,此时待加工工件与搬运机器人无相对运动,搬运机器人2带动工件W实现搬运,并将其搬运到数控机床3的工作台上的自适应工装5上。装卡工装C底部的钉销与自适应工装5上的零点定位装置(气动卡盘51)配合锁紧,与此同时搬运机器人2末端上的气动卡盘21释放,搬运机器人2与工件W脱离。

[0051] 智能加工中心

[0052] 本发明的实施例中,智能加工中心包括数控机床3、固定设置在数控机床3上的位姿测量系统4和固定设置在数控机床工作台上的自适应工装5。

[0053] 数控机床3具体地包括一台三轴立式数控机床。针对摇枕的尺寸特征,数控机床3的三轴尺寸需进行特殊配置。例如,摇枕尺寸:长约260cm,宽约50cm,高约50cm,三轴中x轴行程 $\geq 300\text{cm}$ ,y轴行程 $\geq 80\text{cm}$ 。

[0054] 当然,数控机床3也可以是卧式或龙门式数控机床或加工中心。具体机床主轴和工作台的布置关系,可以根据待加工工件的形状、类型和加工需求来确定。

[0055] 优选地,机床采用BT50机械主轴,配备可自动换刀的刀具库,至少包含多个尺寸的盘铣刀、锯刀等刀具以满足针对摇枕工件的浇冒口进行锯切加工和铣削加工的需求。当然,刀具的种类不限于此,而是根据待加工工件的加工类型需求而定。

[0056] 在本发明的实施例中,摇枕需要在数控机床3中完成的加工类型包括:首先,用锯刀将浇冒口进行切割,切割完后留大约3mm的余量;然后,换用盘铣刀对切割后的余量进行铣削,铣削完成后留大约0.3mm的微小余量。

[0057] 位姿测量系统4包括固定设置在所述数控机床3上的至少一个三维扫描装置41,以及与所述三维扫描装置41数据连接的测量计算模块。本发明实施例中的三维扫描装置41优选采用非接触式设备,例如投影式三维扫描装置。

[0058] 三维扫描装置41通过设置在工作台上方的刚性支架43与数控机床3固定连接,二者之间没有相对位移。所述三维扫描装置41的投影方向与所述数控机床3的主轴31平行或呈微小角度,以避免遮挡获得完整扫描图像为准。在这种仅有一台三维扫描装置41的方案下,所述三维扫描装置采集一待加工区域的三维点云数据,获得针对该待加工区域的工件的位姿信息。

[0059] 优选地,所述位姿测量系统包括固定设置在所述数控机床上的两个三维扫描装置41、42,两个所述三维扫描装置采集一待加工区域的三维点云数据,并进行数据拼接,获得针对该待加工区域的工件位姿信息。具体地,采用两台三维扫描装置同时对待加工工件的同一个待加工区域进行扫描,并且两台扫描仪布置成扫描范围部分重叠。在获得两台扫描

仪的点云数据后进行数据拼接,可获取针对该待加工区域的工件位姿信息,并获得待加工区域内更详细的局部特征。

[0060] 测量计算模块可以集成在所述控制系统7中。本发明对测量计算模块的软硬件形式、具体实现方式、设置的位置不做限制,只要能够满足本发明中基于根据所述三维扫描装置采集的三维点云数据获得工件的初始位姿、输出位姿变换矩阵和待加工量数据的功能即可。

[0061] 具体地,所述测量计算模块中预存有工件的理论数模,所述工件的理论数模包括多个不同的机床基准待加工位置状态。更具体地,不同的所述机床基准待加工位置状态适用于加工不同的待加工区域,并对应地存在一个基准位姿。通常来讲,对应于不同的待加工区域,基准位姿是不同的。

[0062] 三维扫描装置41采集得到的某待加工区域的实际三维点云数据适于与所述工件的理论数模转化的三维点云数据进行特征匹配,计算出初始位姿与工件基准位姿之间的偏差,从而获得位姿变换矩阵。

[0063] 位姿测量系统4的位姿测量和计算过程如下:

[0064] (1) 将三维扫描仪与数控机床(数控机床3)标定,计算得到三维扫描仪坐标系和数控机床坐标系之间的对应关系;

[0065] (2) 三维扫描装置对待加工工件的某一待加工区域进行扫描,形成实际三维点云数据,得到其在三维扫描仪坐标系下的坐标数值;

[0066] (3) 测量计算模块根据两坐标系的对应关系,将实际三维点云三维扫描仪坐标系下的坐标数值转化成机床坐标系下的坐标数值,即获得工件的初始姿态。

[0067] (4) 通过对所述待加工区域的实际三维点云数据与预存的处于机床基准待加工位置状态的理论数模的三维点云数据进行特征匹配,计算出初始位姿与基准位姿之间的偏差,并输出位姿变换矩阵、待加工区域的相对位置和待加工量。

[0068] 在本实施例中,初始位姿与基准位姿之间的偏差通过比对实际工件与理论数模中待加工区域所在的工件特征(例如,浇冒口根部所在的工件表面特征、工件轮廓特征、SIFT特征值等)来确定。

[0069] 所述待加工区域的相对位置,指待加工工件的位姿调整到基准位姿时,待加工工件上所述待加工区域相对于其所在工件表面的相对位置,即浇冒口相对于浇冒口根部所在平面的相对位置;所述待加工量,指实际工件的待加工区域内浇冒口需要切除的高度。

[0070] 自适应工装5固定连接在数控机床的工作台上,实现对待加工工件的装卡固定和位姿调整功能。自适应工装5上具有工作面向上的零点定位装置(气动卡盘)51,气动卡盘51与固连在工件W上的装卡工装C底部的钉销配合锁紧,使工件W自底部固定在自适应工装5的气动卡盘的工作面上,并与自适应工装5之间无相对位移。由于摇枕铸坯的底部不具有浇冒口,不具有本发明中所述的待加工区域,因此,工件W自底部固定能够将所有待加工位置暴露出来,以便于测量和实施加工。

[0071] 自适应工装5具有工件锁紧状态和工件可调状态。当处于工件锁紧状态时,自适应工装5实现对工件的固定和装卡,可承受机床加工时的切削力、工件的自身重力和偏心力矩,并保持稳定,不因内外因素的干扰而滑动或偏转。当处于工件可调状态时,自适应工装5能够根据系统扫描匹配的结果带动工件进行位置和姿态的调整。

[0072] 在工件可调状态下自适应工装的运动自由度包括：围绕x轴（工件的水平主轴线）进行旋转；工装右（左）侧立柱相对于左（右）侧立柱沿x轴方向的平移；右侧立柱y轴方向上的平移。

#### [0073] 工件打磨系统6

[0074] 在工件上所有的待加工区域均在数控机床3中完成加工之后，例如切割和铣削后，工件表面需要进行整体打磨以获得成品工件。特别是，待加工区域中的浇冒口切割后，加工区域与非加工区域之间可能存在尖锐的突起或凸棱，打磨能够实现加工区域与非加工区域的平滑过渡。

[0075] 如前所述，本发明借助于搬运机器人2将自适应工装5上的工件取下并搬运至打磨系统6以完成打磨作业。如图1所示，工件W被搬运机器人2搬运到打磨工位。图示打磨工位设置有一个具有水平顶面的平台61，工件W连同装卡工装C一起被水平放置在该平台上，并且在自身重力作用下保持稳定。

[0076] 本发明实施例中打磨借助于打磨机器人62实现，具体地，选取型号为KUKA KR210的机器人，机器人末端设置一打磨执行机构63。打磨执行机构例如是采用BT30刀具接口的电主轴带动打磨砂轮或打磨刀头旋转。

[0077] 一套恒力控制系统连接于磨机器人末端与打磨执行机构63之间。恒力控制系统的轴向方向为打磨执行机构与待打磨工件之间提供恒定的接触力，为打磨执行机构提供一定量的缓冲行程，以起到随形打磨的功能。恒力控制系统旨在改善由于批量工件之间存在尺寸误差而带来的无法预先规划打磨路径的问题。具体地，由于机械臂为刚体，对于打磨执行装置接触凹凸不平的表面时，在不同的地方对工件的压力不同，采用统一轨迹路径打磨时，会出现损毁打磨工具或者损毁工件的情况，因此要预先规划好贴合接触面的打磨路径。但是如果批量工件之间表面凹凸不平的情况并不相同，则无法预先规划好贴合接触面的打磨路径。恒力控制系统用于解决这一问题，实现贴合待打磨面的随形打磨。

[0078] 由于采用恒力控制系统，使得打磨执行机构63在待打磨面上的压力是一定的：在表面凸起处，压力不变，打磨执行机构与机器人末端之间的相对距离被压缩得多；在表面凹进处，压力不变，打磨执行机构与机器人末端之间的相对距离被压缩得少。

[0079] 恒力控制系统的具体装置可采用市售产品实现，并加装在机器人末端和打磨执行机构63之间即可，例如可采用市售PUSHCORP品牌型号为AFD1100-2型主动恒力控制装置。

#### [0080] 控制系统7

[0081] 控制系统7采用PLC控制工件上下线系统1、工件搬运系统2、数控机床3、位姿测量系统4、自适应工装5以及工件打磨系统6的运动及信息处理。例如，通过Profinet通讯协议连接搬运机器人、打磨机器人、打磨执行机构、及上下线滑撬机构，进行信号交互与数据传输，通过I/O接口控制数控机床的开启与关闭。本发明旨在说明工件上下线系统1、工件搬运系统2、数控机床3、位姿测量系统4、自适应工装5以及工件打磨系统6的功能，控制系统7可以采用现有技术中的任何方式实现，对其实现方式，在此不做限制。

#### [0082] 加工方法

[0083] 基于以上加工中心与位姿测量系统的设置，待加工工件在本发明的系统中进行搬运、测量、定位、加工、打磨的过程，如图2所示。

[0084] (1) 工人在线工位将待加工工件与装卡工装进行装配；

- [0085] (2) 上下线滑橇将工件运送至指定位置；
- [0086] (3) 搬运机器人2将待加工工件W搬运到数控机床的自适应工装5并固定；
- [0087] (4) 固连在数控机床3上的位姿测量系统4对工件上的一个待加工区域进行局部扫描测量,获取包含该待加工区域在内的待加工工件的三维点云数据,对应地获取待加工工件此时的初始位姿；
- [0088] (5) 分析所获取的三维点云数据,与预存的理论数模的三维点云数据进行匹配对比,得到初始位姿与基准位姿的偏差,即得到位姿变换矩阵,同时获得待加工区域的相对位置以及待加工量；
- [0089] (6) 将位姿变换矩阵反馈给控制系统7,控制自适应工装5带动待加工工件W进行位姿调整,调整到与基准位姿重合；
- [0090] (7) 数控机床3根据待加工区域的相对位置以及待加工量调整进刀位置,并按照预先设定好的加工轨迹和加工参数对工件的所述待加工区域进行锯切加工,例如将浇冒口切断；
- [0091] (8) 更换铣刀,对切割浇冒口后的余量进行铣削；
- [0092] (9) 检查是否完成所有待加工区域:如是,则进行下面第(10)步操作;如果尚未完成所有待加工区域的加工作业,则将工件上的下一个待加工区域移动刀位姿测量系统的视场中,重复上述步骤(4)-(8),完成工件上所有待加工区域的加工；
- [0093] (10) 搬运机器人2将完成切割和铣削加工的工件W搬运到打磨工位；
- [0094] (11) 打磨机器人按照预设的打磨轨迹和打磨方式对所有加工位置进行平滑打磨；
- [0095] (12) 搬运机器人2将已打磨工件W搬运到下线滑橇的平台上；
- [0096] (13) 下线滑橇将完成加工的工件运送至下线工位；
- [0097] (14) 工人在下线工位将完成加工的工件与装卡工装进行拆解,得到成品工件。
- [0098] 在另一种可选的实施方式下,一次性对所有的待加工区域进行扫描,获得相对于每个待加工区域的初始位姿,并通过与相对于每个待加工区域的基准位姿进行对比,获得位姿变换矩阵、待加工区域相对位置以及待加工量,然后针对每个待加工区域逐个进行位姿调节和加工。也就是说,步骤(4)-(5)进行重复,获取所有待加工区域的数据,并在步骤(9)中重复步骤(6)-(8)。
- [0099] 根据以上描述可知,针对每个待加工区域进行加工之前,都经测量系统的测量匹配,并调整至理想位姿再进行切割和铣削加工。针对每个待加工区域的加工,其加工对象的位姿均是精确的,只需要使用预先设定好的刀具以及加工轨迹和加工参数,即可方便地完成加工。
- [0100] 在不冲突的情况下,上述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。
- [0101] 需要理解的是,以上对本发明的具体实施例进行的描述只是为了说明本发明的技术路线和特点,其目的在于让本领域内的技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,但本发明并不限于上述特定实施例。凡是在本发明权利要求的范围内做出的各种变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围内。

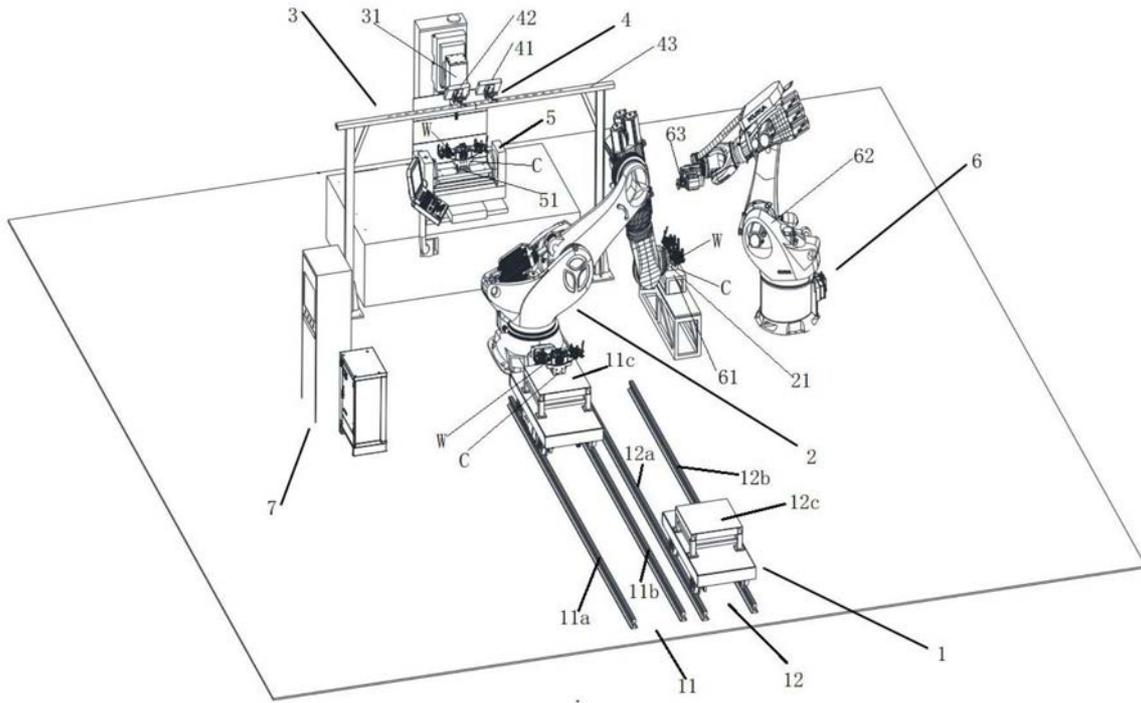


图1

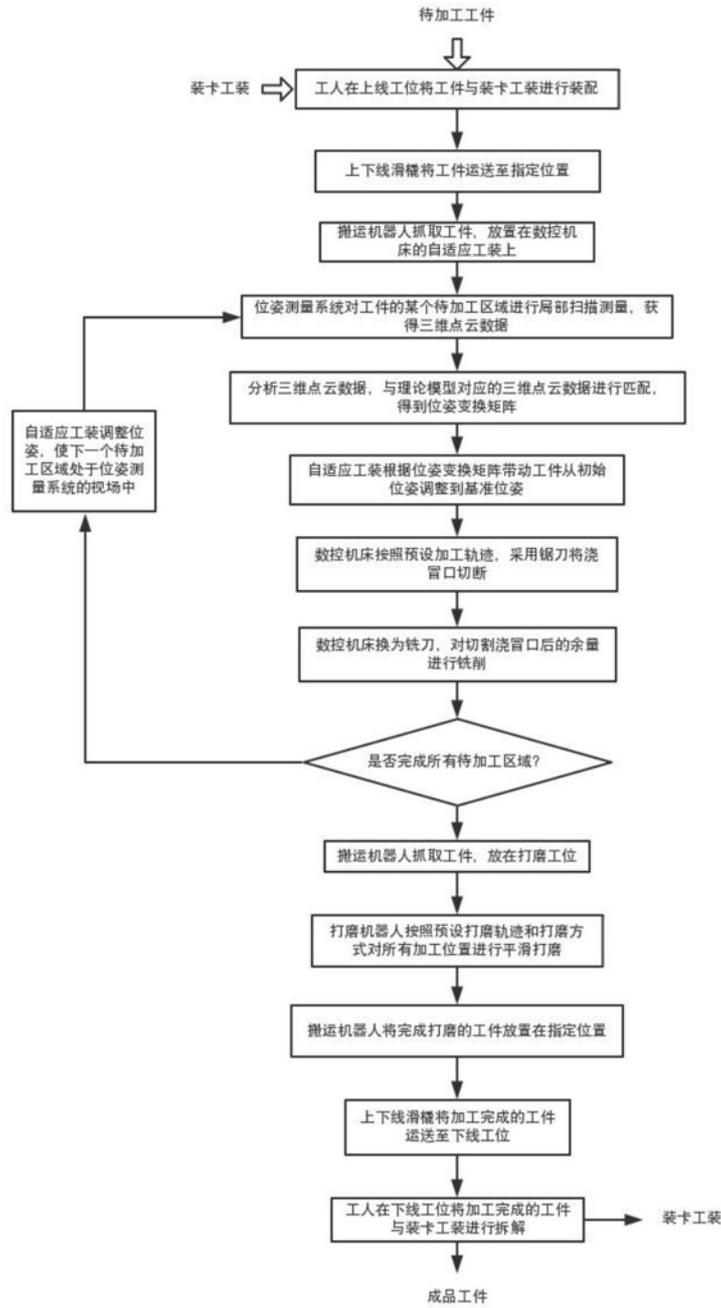


图2