



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104476321 B

(45)授权公告日 2016.09.14

(21)申请号 201410638017.X

B23Q 17/00(2006.01)

(22)申请日 2014.11.12

B23Q 17/24(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B23Q 17/22(2006.01)

申请公布号 CN 104476321 A

B23Q 17/20(2006.01)

(43)申请公布日 2015.04.01

审查员 孙丛笑

(73)专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街  
29号

(72)发明人 李迎光 郝小忠 马斯博 周鑫

赵雪冬 牟文平 汤立民

(74)专利代理机构 南京天华专利代理有限责任

公司 32218

代理人 瞿网兰

(51)Int.Cl.

B23Q 15/12(2006.01)

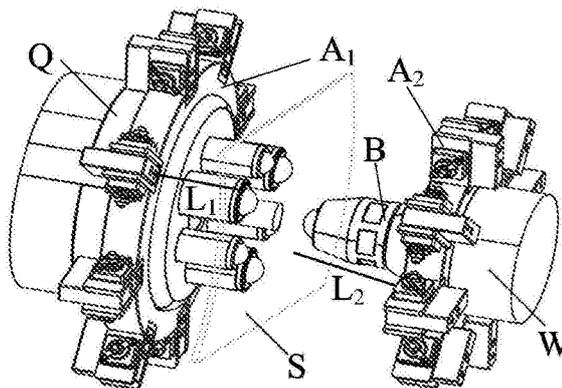
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法与检测装置

(57)摘要

一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法及检测装置,其特征是它利用激光距离传感器实时测距得到蒙皮零件实际尺寸,并结合压力传感器测量精确得到蒙皮实际曲面与理论曲面的尺寸误差,实现加工中依据零件实际曲面的刀轨实时自适应调整,该装置采用双激光距离传感器,分别安装于蒙皮镜像铣削推头和顶撑头上,压力传感器位于顶撑头内部,其中激光距离传感器装置包括基座、传感器夹持装置、传感器等。本发明可以实时根据零件的实际尺寸调整刀轨,保证蒙皮的加工质量,提高加工效率,节约成本。



1. 一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法,其特征是它包含以下步骤:

首先,将两组激光距离传感器安装在蒙皮镜像铣削系统正面推头和反面顶撑上,分布在零件两侧,压力传感器安装在反面顶撑内部,加工时正面推头压住零件,刀具从正面推头中心伸出进行铣削加工,反面顶撑顶住零件加工部位背面,并保持镜像随动;

其次,对于安装在反面顶撑上的激光距离传感器来说,通过调节传感器的位置,使其在加工中实时测量反面顶撑与零件接触部位周围的零件位置,并通过对测量点集位置的计算,得到当前加工位置周围设定范围内的零件实际曲面,根据实际曲面对下一加工位置的刀轨进行调整,保证下一加工位置的加工轨迹按照实际曲面进行加工;

第三,压力传感器安装在反面顶撑内部,其压力值来自于零件对反面顶撑的作用力,在实际加工中,通过反面激光测距能初步根据实际曲面调整加工轨迹,但仍不能做到精确调整,通过压力传感器的测量,能精确得到当前加工位置的实际位置与理论位置的偏差,从而对加工轨迹进行精确的微调,实现精确的根据蒙皮零件实际曲面的自适应铣削加工;

第四,安装于正面推头上的激光距离传感器通过测量已加工区域的蒙皮位置,并与其理论位置对比,调整铣削主轴与反面顶撑之间的相对位置,消除机械系统中的尺寸误差对蒙皮加工的影响,保证铣削主轴在加工中与反面顶撑间的相对位置;

最后,通过以上步骤能在飞机蒙皮实际尺寸与理论尺寸存在误差的情况下,根据实际尺寸实时的进行刀轨调整,实现蒙皮零件的实时自适应铣削加工,保证零件的加工质量。

2. 如权利要求1所述的铣削方法,其特征是所述的通过反面顶撑激光距离传感器测量值调整加工轨迹的方法是,通过调节反面顶撑端激光距离传感器的位置,确定激光束方向,即测量方向,使其对准反面顶撑与零件接触位置的周围,在实际加工中,通过测量距离、测量方向以及激光距离传感器的位置,计算出测量点的坐标,在设定的采样频率下,得到反面顶撑端一系列测量点的数据,根据这些密集的测量点拟合出测量区域的实际曲面,将实际曲面与理论曲面进行对比,计算出下一加工位置的刀轨偏差,并进行刀轨调整。

3. 如权利要求1所述的铣削方法,其特征是所述的通过反面顶撑内部的压力传感器测量值精确调整加工轨迹的方法是,在实际加工中,根据反面顶撑激光测距进行调整刀轨,由于其拟合曲面的精度导致其刀轨调整不能够做到非常精确,此时,反面顶撑已按照激光测距的调整结果进行运动,反面顶撑内部的压力传感器数值可以精确反映出当前加工位置的与经初步调整后的反面顶撑位置间的偏差,通过压力值的变化计算出偏差值,并实时进行补偿,保证加工位置的刀轨按照实际零件位置进行铣削。

4. 如权利要求1所述的铣削方法,其特征是所述的正面推头激光距离传感器对已加工区域的校验并调整铣削主轴与反面顶撑间的位置关系是指由于镜像铣削系统在加工过程中机床铣削主轴与反面顶撑之间通过各级结构相关联,但各级结构的误差累积起来能使得铣削主轴与反面顶撑之间的距离与理论上设置的距离不符,此时通过正面推头端激光测距值计算出实际已加工位置与理论已加工位置间的偏差,从而反应出铣削主轴与反面顶撑之间的偏差,进而调整铣削主轴与反面顶撑间的距离,保证蒙皮零件的加工质量。

5. 一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削检测装置,其特征是它包括:

一激光距离传感器装置(A),用于测量距离得到蒙皮零件的实际尺寸,该装置分别安装于蒙皮镜像铣正面推头(Q)和反面顶撑(W)上,采用定位销定位,螺纹连接锁紧;

一压力传感器装置(B),用于通过测量值精确反映出蒙皮加工位置的实际尺寸,该装置

通过螺纹连接固定安装于反面顶撑(W)内部；

所述的激光距离传感器装置包括基座(1)、传感器夹持装置(2)和传感器(3)，其中基座(1)通过定位销与对应的正面推头(Q)或反面顶撑(W)定位，并通过螺纹连接进行锁紧；传感器夹持装置(2)通过螺钉安装于基座(1)圆周面上的凹槽中，传感器(3)为高精度激光距离传感器，通过传感器夹持装置(2)进行定位和安装。

6. 如权利要求5所述的检测装置，其特征是所述的传感器夹持装置(2)包含U形夹持座(2a)和对称安装在其两侧的螺纹顶杆(2b)、调节手轮(2c)、手轮固定条(2d)、螺纹顶杆锁紧螺母(2e)和手轮固定条螺钉(2f)，U形夹持座(2a)通过底部的螺栓(2g)与基座(1)进行连接；传感器(3) 夹紧定位在两螺纹顶杆(2b)之间，两螺纹顶杆(2b)的位置通过调节手轮(2c)进行伸缩调节并通过手轮固定条(2d)、螺纹顶杆锁紧螺母(2e)和手轮固定条螺钉(2f)实现最终定位，从而实现传感器的位置调节及快速拆换。

7. 如权利要求6所述的检测装置，其特征是在安装传感器(3)时，需要对两组传感器(3)位置进行标定，既要保证每组传感器(3)的位置正确，同时还需要保证每个传感器(3)的测量方向正确，通过调节手轮(2c)能调节传感器(3)的位置并实现夹紧功能，在调节结束后利用螺纹顶杆锁紧螺母(2e)，固定各个传感器(3)。

## 基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法与检测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种机械加工方法及装置,尤其是一种用于飞机蒙皮镜像数控铣削系统的实时自适应铣削方法与装置,具体地说是一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法与装置。

### 背景技术

[0002] 飞机蒙皮镜像铣削技术是一种针对蒙皮类零件的新型加工方法,它具有集切边、铣缺口、制孔和厚度加工于一体,支撑装置跟随铣刀镜像运动,超声波测厚,实时控制切削厚度等特点。蒙皮镜像铣削避免了传统蒙皮加工的工装成本高、切削易颤振、表面质量低及加工效率低等问题。

[0003] 但目前蒙皮镜像铣削的实时测厚方法及装置存在测厚误差大及停机现象,不利于蒙皮加工效率的提升,同时由于使用超声波测厚对加工的刀轨要求高,进而使蒙皮加工数控编程难度加大,并且其装置会对蒙皮表面造成划伤,无法保证蒙皮的表面质量。

[0004] 因此本发明提出一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法与装置,主要用于蒙皮镜像铣削系统中,利用激光距离传感器实时测距得到蒙皮零件实际尺寸,并结合压力传感器测量精确得到蒙皮实际曲面与理论曲面的尺寸误差,实现加工中依据零件实际曲面的刀轨实时自适应调整,该装置采用双激光距离传感器,分别安装于蒙皮镜像铣削推头和顶撑头上,压力传感器位于顶撑头内部,其中激光距离传感器装置包括基座、传感器夹持装置、传感器等。传感器为高精度激光距离传感器。该方法可以实时根据零件的实际尺寸调整刀轨,保证蒙皮的加工质量,提高加工效率,节约成本。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是针对目前蒙皮镜像铣削系统中对零件尺寸实时测量不准确,影响加工精度提高的问题,发明一种非接触式的基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法,同时提供一种相应的非接触式检测装置。:

[0006] 本发明的技术方案之一是:

[0007] 一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法,其特征是它包含以下步骤:

[0008] 首先,将两组激光距离传感器安装在蒙皮镜像铣削系统正面推头和反面顶撑上,分布在零件两侧,压力传感器安装在反面顶撑内部,加工时正面推头压住零件,刀具从正面推头中心伸出进行铣削加工,反面顶撑顶住零件加工部位背面,并保持镜像随动;

[0009] 其次,对于安装在反面顶撑上的激光传感器来说,通过调节传感器的位置,使其在加工中实时测量顶撑与零件接触部位周围的零件位置,并通过对测量点集位置的计算,得到当前加工位置周围设定范围内的零件实际曲面,根据实际曲面对下一加工位置的刀轨进行调整,保证下一加工位置的加工轨迹按照实际曲面进行加工;

[0010] 第三,压力传感器安装在反面顶撑内部,其压力值来自于零件对反面顶撑的作用力,在实际加工中,通过反面激光测距能初步根据实际曲面调整加工轨迹,但仍不能做到精

确调整,通过压力传感器的测量,能精确得到当前加工位置的实际位置与理论位置的偏差,从而对加工轨迹进行精确的微调,实现精确的根据蒙皮零件实际曲面的自适应铣削加工;

[0011] 第四,安装于正面推头上的激光距离传感器可以通过测量已加工区域的蒙皮位置,并与其理论位置对比,调整铣削主轴与反面顶撑之间的相对位置,消除机械系统中的尺寸误差对蒙皮加工的影响,保证铣削主轴在加工中与反面顶撑头间的相对位置;

[0012] 最后,通过以上步骤能在飞机蒙皮实际尺寸与理论尺寸存在误差的情况下,根据实际尺寸实时的进行刀轨调整,实现蒙皮零件的实时自适应铣削加工,保证零件的加工质量。

[0013] 所述的通过反面顶撑激光距离传感器测量值调整加工轨迹的方法是,通过调节反面顶撑端激光距离传感器的位置,确定激光束方向,即测量方向,使其对准顶撑与零件接触位置的周围,在实际加工中,通过测量距离、测量方向以及激光传感器的位置,计算出测量点的坐标,在设定的采样频率下,得到反面顶撑端一系列测量点的数据,根据这些密集的测量点拟合出测量区域的实际曲面,将实际曲面与理论曲面进行对比,计算出下一加工位置的刀轨偏差,并进行刀轨调整。

[0014] 所述的通过反正顶撑内部的压力传感器测量值精确调整加工轨迹的方法是,在实际加工中,根据反面顶撑激光测距进行调整刀轨,由于其拟合曲面的精度导致其刀轨调整不能够做到非常精确,此时,反正顶撑已按照激光测距的调整结果进行运动,反正顶撑内部的压力传感器数值可以精确反映出当前加工位置的与经初步调整后的顶撑位置间的偏差,通过压力值的变化计算出偏差值,并实时进行补偿,保证加工位置的刀轨按照实际零件位置进行铣削。

[0015] 所述的正面推头激光距离传感器对已加工区域的校验并调整铣削主轴与顶撑主轴间的位置关系是指由于镜像铣削系统在加工过程中机床铣削主轴与顶撑头之间通过各级结构相关联,但各级结构的误差累积起来能使得铣削主轴与顶撑头之间的距离与理论上设置的距离不符,此时通过推头端激光测距值计算出实际已加工位置与理论已加工位置间的偏差,从而反应出铣削主轴与顶撑头直接的偏差,进而调整铣削主轴与顶撑头间的距离,保证蒙皮零件的加工质量。

[0016] 本发明的技术方案之二是:

[0017] 一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削检测装置,其特征是它包括:

[0018] 一激光距离传感器装置A,用于测量距离得到蒙皮零件的实际尺寸,该装置分别安装于蒙皮镜像铣正面推头Q和反面顶撑W上,采用定位销定位,螺纹连接锁紧;

[0019] 一压力传感器装置B,用于通过测量值精确反映出蒙皮加工位置的实际尺寸,该装置通过螺纹连接固定安装于反面顶撑W内部。

[0020] 所述的激光距离传感器装置A包括基座1、传感器夹持装置2和传感器3,其中基座1通过定位销与对应的正面推头Q或反面顶撑W定位,并通过螺纹连接进行锁紧;传感器夹持装置2通过螺钉安装于基座1圆周面上的凹槽中,传感器3为高精度激光距离传感器,通过传感器夹持装置2进行定位和安装。

[0021] 所述的传感器夹持装置2包含U形夹持座2a和对称安装在其两侧的螺纹顶杆2b、调节手轮2c、手轮固定条2d、螺纹顶杆锁紧螺母2e和手轮固定条螺钉2f,U形夹持座2a通过底部的螺栓2g与基座1进行连接;传感器3夹紧定位在两螺纹顶杆2b之间,两螺纹顶杆2b的位

置通过旋转手轮2c进行伸缩调节并通过手轮固定条2d、螺纹顶杆锁紧螺母2e和手轮固定条螺钉2f实现最终定位,从而实现传感器的位置调节及快速拆换。

[0022] 在安装传感器3时,需要对两组传感器3位置进行标定,既要保证每组传感器3的位置正确,同时还需要保证每个传感器3的测量方向正确,通过选转手轮2c能调节传感器3的位置并实现夹紧功能,在调节结束后利用顶杆锁紧螺母2e,固定各个传感器3。

[0023] 所述的传感器3为高精度激光距离测量传感器,采样频率为40Hz-500Hz,对应采样时间为0.025-0.002秒,测量距离为25-400mm,精度0.005-0.08mm,光斑大小为0.1\*0.1-1.8\*3.5mm,波长在655-680nm之间,对人眼伤害小,且信号稳定结构抗振动和冲击。

[0024] 本发明的有益效果是:

[0025] 本发明通过蒙皮零件双侧激光距离传感器测距结合压力传感器,得到蒙皮零件精确尺寸信息,并实时自适应调整加工轨迹,主要有以下有益效果:

[0026] 1、通过实时测量蒙皮的实际尺寸自适应调整加工轨迹,保证零件加工质量;

[0027] 2、避免传统自适应加工中超声波测厚对数控加工刀轨的特殊需求,提高编程效率;

[0028] 3、有效改善传统测厚带来的测厚误差及停机现象,提高蒙皮镜像铣削加工精度及加工效率;

[0029] 4、采用非接触式测量,对零件表面无损伤;

[0030] 5、设备结构简单,易安装和维护。

## 附图说明

[0031] 图1为本发明的基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法与装置示意图,其中Q为安装在机床主轴套上的正面推头,A<sub>1</sub>为正面推头激光测距装置,A<sub>2</sub>为反面顶撑激光测距装置,W为反面顶撑,S为飞机蒙皮零件,L<sub>1</sub>为正面推头测距激光束,L<sub>2</sub>为反面顶撑激光测距光束,且Q和W位置相对,在零件两侧呈镜像分布;

[0032] 图2为本发明的激光距离传感器装置,其中1为基座,2为传感器夹持装置,3为激光距离传感器;

[0033] 图3为本发明的传感器夹持装置示意图,其中2a为夹持座,2b为螺纹顶杆、2c为调节手轮,2d为手轮固定条,2e为螺纹顶杆锁定螺母,2f为手轮固定条螺钉,2g为螺栓,A为其正面拆解示意,B为其反面拆解示意;

[0034] 图4为本发明的压力传感器安装位置示意图,其中4为压力传感器,位于顶撑内部,通过蒙皮零件对顶撑滚珠的作用力获得压力值;

[0035] 图5为本发明的激光距离传感器示意图,其中P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>为传感器的长宽高尺寸,3a为传感器激光发射位置,3b、3c为传感器反面的无线发射装置及线路接口;

[0036] 图6为本发明的反面顶撑激光距离传感器工作示意图,其中a为其工作示意总图,b为激光测距点示意图,DP为测量点,F为进给方向,c为根据测距值进行刀轨调整示意图,T<sub>0</sub>为当前刀位点对应的顶撑位置,T<sub>1</sub>为下一刀位点对应的顶撑位置,S为蒙皮零件反面的理论位置,S<sub>Real</sub>为蒙皮零件反面的实际位置,Dis为T<sub>1</sub>位置处理论位置和实际位置的偏差值,TP为依据理论模型生成的加工刀轨,TP<sub>Real</sub>为通过调整后的加工刀轨;

[0037] 图7为本发明的顶撑内部压力传感器工作示意图,其中S是零件的理论模型位置,

S\_Real是零件的实际位置,实心黑箭头示意为顶撑调整方向,a对应压力值上升的情况,需要将顶撑缩回调整,b对应压力值减小的情况,需要将顶撑伸出调整;

[0038] 图8为本发明的推头激光测距传感器工作示意图,DP为已加工位置加工轨迹的激光测距点,TP\_Adjust为经过顶撑测距调整和压力传感器调整后的刀轨,TP\_Real为实际加工轨迹,DP'为DP点对应的TP\_Adjust上的位置点。

### 具体实施方式

[0039] 下面是结合附图和实施例对本发明的技术方案作进一步的说明。

[0040] 实施例一。

[0041] 如图1-8所示。

[0042] 一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削方法,它包含以下步骤:

[0043] 首先,将两组激光距离传感器A1、A2安装在蒙皮镜像铣削系统正面推头Q和反面顶撑W上,分布在零件两侧,如图1,压力传感器4安装在反面顶撑W内部(图4),加工时正面推头压住零件,刀具从正面推头中心伸出进行铣削加工,反面顶撑顶住零件加工部位背面,并保持镜像随动;

[0044] 其次,对于安装在反面顶撑上的激光传感器来说,通过调节传感器的位置,使其在加工中实时测量顶撑滚珠(图7中与蒙皮S相抵的球体)与零件接触部位周围的零件位置,并通过对测量点集位置的计算,得到当前加工位置周围设定范围内的零件实际曲面,根据实际曲面对下一加工位置的刀轨进行调整,保证下一加工位置的加工轨迹按照实际曲面进行加工;通过反面顶撑激光距离传感器测量值调整加工轨迹的方法是,通过调节反面顶撑端激光距离传感器的位置,确定激光束方向,即测量方向,使其对准顶撑滚珠与零件接触位置的周围,在实际加工中,通过测量距离、测量方向以及激光传感器的位置,计算出测量点的坐标,在设定的采样频率下,得到反面顶撑端一系列测量点的数据,根据这些密集测量点拟合出测量区域的实际曲面,将实际曲面与理论曲面进行对比,计算出下一加工位置的刀轨偏差,并进行刀轨调整。

[0045] 第三,压力传感器安装在反面顶撑内部(图4),其压力值来自于零件对反面顶撑的作用力,在实际加工中,通过反面激光测距能初步根据实际曲面调整加工轨迹,但仍不能做到精确调整,通过压力传感器的测量,能精确得到当前加工位置的实际位置与理论位置的偏差,从而对加工轨迹进行精确的微调,实现精确的根据蒙皮零件实际曲面的自适应铣削加工;通过反面顶撑内部的压力传感器测量值精确调整加工轨迹的方法是,在实际加工中,根据反面顶撑激光测距进行调整刀轨,由于其拟合曲面的精度导致其刀轨调整不能够做到非常精确,此时,反面顶撑已按照激光测距的调整结果进行运动,反面顶撑内部的压力传感器数值可以精确反映出当前加工位置的与经初步调整后的顶撑位置间的偏差,通过压力值的变化计算出偏差值,并实时进行补偿,保证加工位置的刀轨按照实际零件位置进行铣削;

[0046] 第四,安装于正面推头上的激光距离传感器可以通过测量已加工区域的蒙皮位置,并与其理论位置对比,调整铣削主轴与反面顶撑之间的相对位置,消除机械系统中的尺寸误差对蒙皮加工的影响,保证铣削主轴在加工中与反面顶撑头间的相对位置;正面推头激光距离传感器对已加工区域的校验并调整铣削主轴与顶撑主轴间的位置关系是指由于镜像铣削系统在加工过程中机床铣削主轴与顶撑头之间通过各级结构相关联,但各级结构

的误差累积起来能使得铣削主轴与顶撑头之间的距离与理论上设置的距离不符,此时通过推头端激光测距值计算出实际已加工位置与理论已加工位置间的偏差,从而反应出铣削主轴与顶撑头直接的偏差,进而调整铣削主轴与顶撑头间的距离,保证蒙皮零件的加工质量。

[0047] 最后,通过以上步骤能在飞机蒙皮实际尺寸与理论尺寸存在误差的情况下,根据实际尺寸实时的进行刀轨调整,实现蒙皮零件的实时自适应铣削加工,保证零件的加工质量。

[0048] 实施例二。

[0049] 如图1-8所示。

[0050] 一种基于多传感器的蒙皮实时自适应镜像铣削检测装置,它包括激光距离传感器装置A和压力传感器装置B,其中激光距离传感器装置A用于测量距离得到蒙皮零件的实际尺寸,该装置分别安装于蒙皮镜像铣正面推头Q上的A1和反面顶撑W上的A2组成,A1和的安装结构相同,它们均采用定位销定位,螺纹连接锁紧,如图1所示;压力传感器装置B用于通过测量值精确反映出蒙皮加工位置的实际尺寸,该装置通过螺纹连接固定安装于反面顶撑W内部,如图4所示。激光距离传感器装置A包括基座1、传感器夹持装置2和传感器3,其中基座1通过定位销与对应的正面推头Q或反面顶撑W定位,并通过螺纹连接进行锁紧,如图2所示;传感器夹持装置2通过螺钉安装于基座1圆周面上的凹槽中,如图3(B),传感器3为高精度激光距离传感器,通过传感器夹持装置2进行定位和安装。传感器夹持装置2包含U形夹持座2a和对称安装在其两侧的螺纹顶杆2b、调节手轮2c、手轮固定条2d、螺纹顶杆锁定螺母2e和手轮固定条螺钉2f,如图3所示,U形夹持座2a通过螺栓2g与基座1进行连接;传感器3夹紧定位在两螺纹顶杆2b之间,两螺纹顶杆2b的位置通过旋转手轮2c进行伸缩调节并通过手轮固定条2d、螺纹顶杆锁紧螺母2e和手轮固定条螺钉2f实现最终定位,从而实现传感器的位置调节及快速拆换。在安装传感器3时,需要对两组传感器3位置进行标定,既要保证每组传感器3的位置正确,同时还需要保证每个传感器3的测量方向正确,通过选转手轮2c能调节传感器3的位置并实现夹紧功能,在调节结束后利用顶杆锁紧螺母2e,固定各个传感器3。传感器3可采用高精度激光距离测量传感器,如图5所示,采样频率为40Hz-500Hz,对应采样时间为0.025-0.002秒,测量距离为25-400mm,精度0.005-0.08mm,光斑大小为0.1\*0.1-1.8\*3.5mm,波长在655-680nm之间,对人眼伤害小,且信号稳定结构抗振动和冲击。

[0051] 压力传感器4位于反面顶撑内部,如图4所示,在顶撑顶住零件时,可以获得压力值,通过压力值的变化,精确得到顶撑端实际顶撑位置与理论位置的误差;

[0052] 使用时,将激光距离传感器A1、A2安装在蒙皮镜像铣削系统正面推头Q和反面顶撑W上,分布在零件S两侧,压力传感器4安装在反面顶撑W内部,加工时正面推头Q压住零件S,刀具从推头中心伸出进行铣削加工、反面顶撑W顶住零件加工部位背面,在加工部位形成局部高刚性,并保持镜像随动,如图1所示;

[0053] 通过调节顶撑端激光距离传感器的位置,确定激光束方向,即测量方向,使其对准顶撑滚珠与零件接触位置的周围,如图6所示,在实际加工中,通过测量距离及测量方向以及激光传感器的位置,计算出测量点的坐标,在选择合适的采用频率下,可以得到顶撑端一系列测量点的数据,如图6中DP所示,根据这些密集的测量点可以拟合出测量区域的实际曲面,将实际曲面S\_Real与理论曲面S进行对比,计算出下一加工位置的刀轨偏差Dis,并将根据理论曲面生成的刀轨TP调整为TP\_Real,这一步可以看做是刀轨的初步调整,由于测量点

的密度以及范围的限制,无法在加工中实时拟合成真正的实际曲面,但这一初步调整基本上可以将90%的调整工作完成。

[0054] 在初步调整后,通过反正顶撑内部的压力传感器测量值精确调整加工轨迹,如图7所示,在实际加工中,根据反面顶撑激光测距进行调整刀轨由于其拟合曲面的精度导致其刀轨调整不能够做到非常精确,此时,顶撑已按照激光测距的调整结果进行运动,顶撑内部的压力传感器数值可以精确反映出当前加工位置的与经初步调整后的顶撑位置间的偏差,通过压力值的变化可以精确计算出偏差值,并实时进行补偿,保证加工位置的刀轨按照实际零件位置进行铣削。

[0055] 在刀轨调整完毕后,又正面推头激光距离传感器对已加工区域的校验并调整铣削主轴与顶撑主轴间的位置,如图8所示,由于镜像铣削系统是一个庞大的运动系统,在加工过程中机床铣削主轴与顶撑头之间通过各级结构相关联,但各级结构的误差累积起来可能使得铣削主轴与顶撑头之间的距离于设置的距离不符,此时通过推头端激光测距值可以计算出实际已加工位置与理论已加工位置间的偏差,从而反应出铣削主轴与顶撑头直接的偏差,进而调整铣削主轴与顶撑头间的距离,保证蒙皮零件的加工质量。

[0056] 通过以上步骤可以针对飞机蒙皮实际尺寸与理论尺寸存在误差的情况下,根据实际尺寸实时的进行刀轨调整,实现蒙皮零件的实时自适应铣削加工,保证零件的加工质量。

[0057] 本发明未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

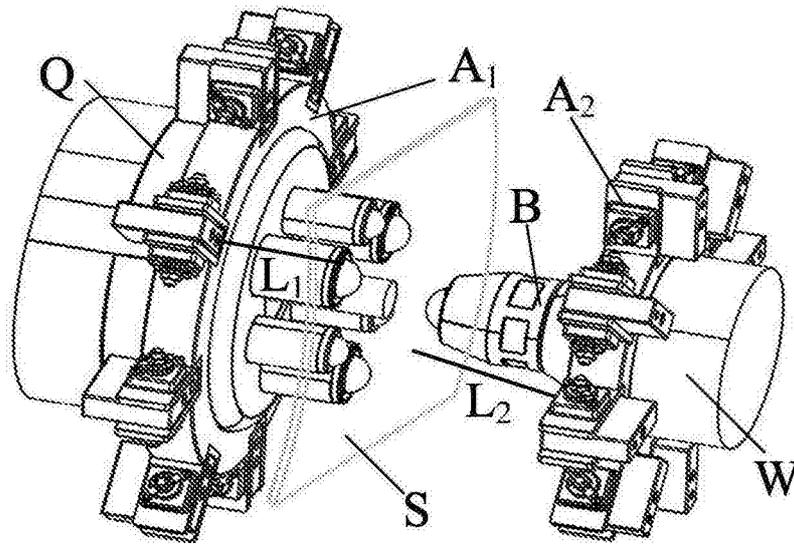


图1

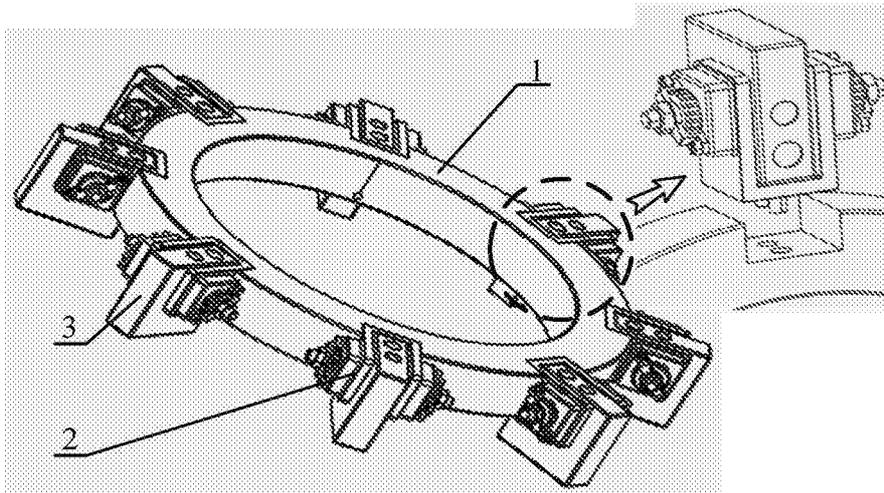


图2

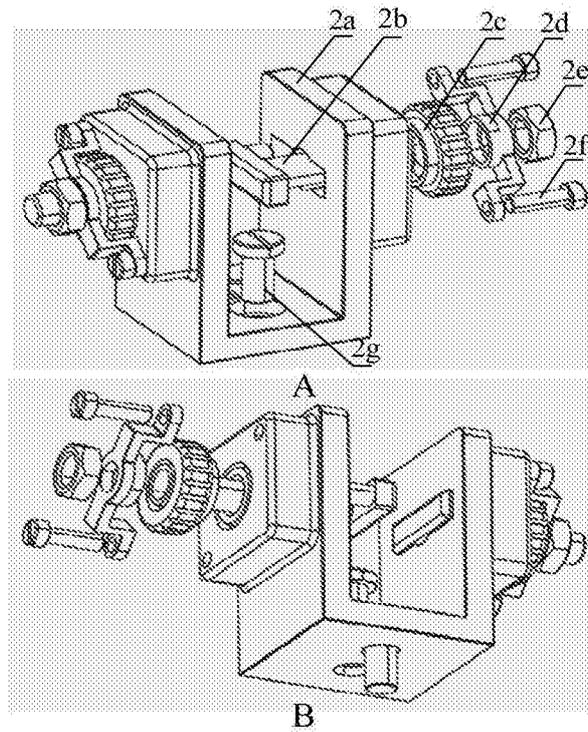


图3

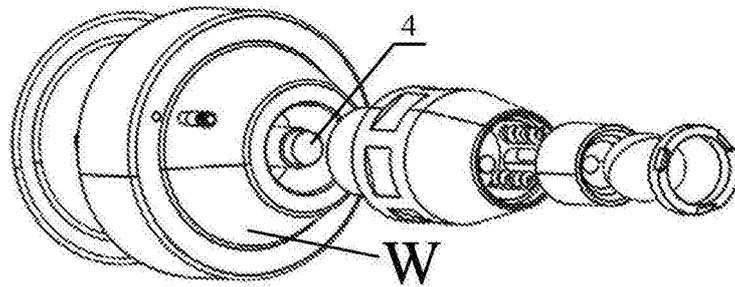


图4

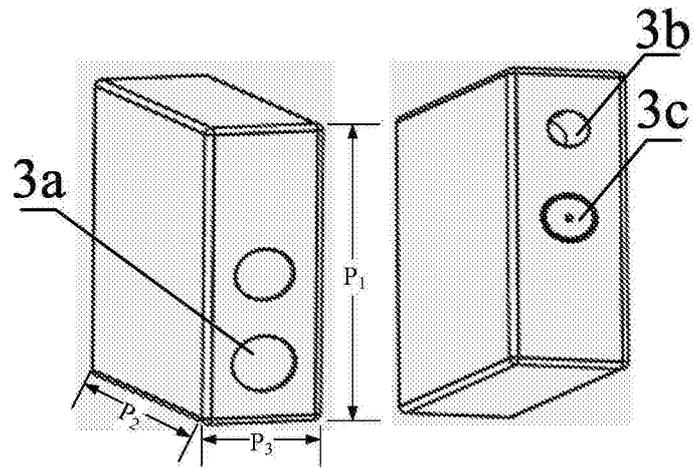


图5

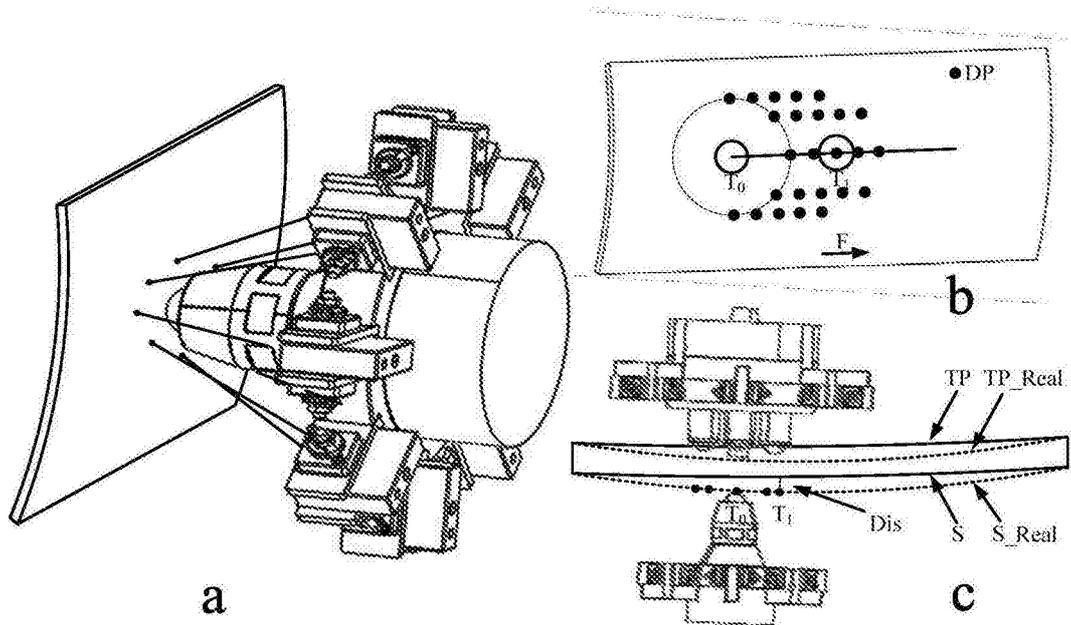


图6

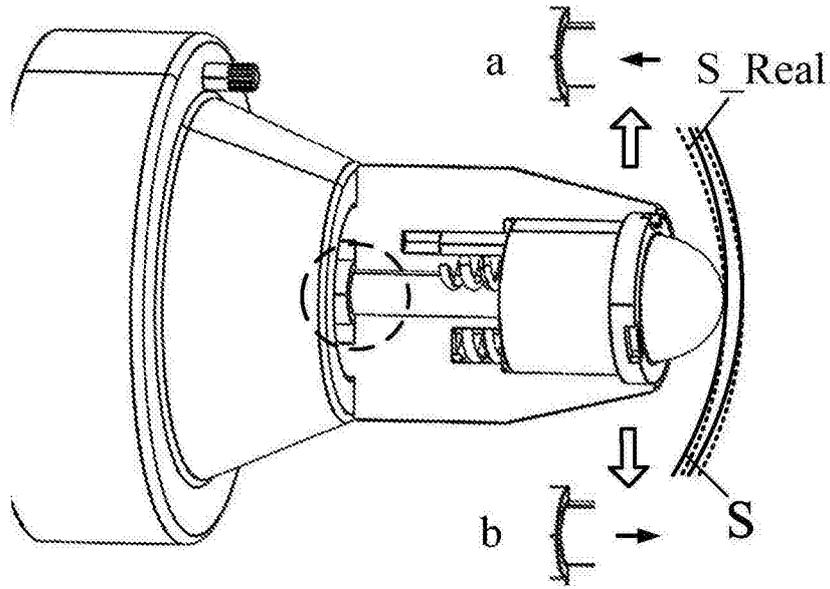


图7

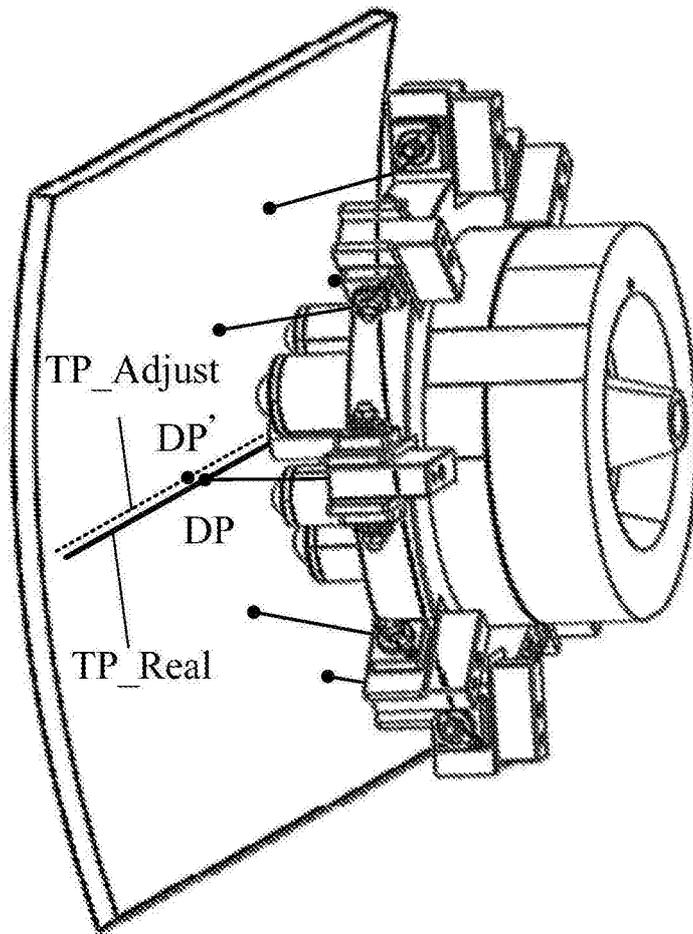


图8