



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108994830 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201810764773.5

(22)申请日 2018.07.12

(71)申请人 上海航天设备制造总厂有限公司

地址 200245 上海市闵行区华宁路100号

(72)发明人 王永强 祁佩 王力 黄顺舟

(74)专利代理机构 上海航天局专利中心 31107

代理人 余岢

(51)Int.Cl.

B25J 9/16(2006.01)

B25J 11/00(2006.01)

B24B 49/00(2012.01)

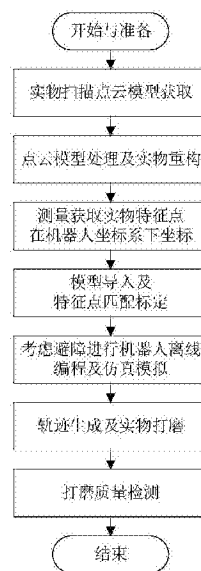
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

用于打磨机器人离线编程的系统标定方法

(57)摘要

本发明提供一种用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,包括如下步骤:S1、获取实物扫描点云模型;S2、标定打磨工具坐标系;S3、测量获取实物特征点在机器人坐标下的坐标值;S4、模型导入及特征点匹配;S5、机器人离线编程及仿真模拟;S6、机器人程序生成;S7、实物打磨。本发明提供的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,可应用于具有多种凸起法兰障碍物和短壳边缘的贮箱箱底隔热层的打磨工艺中,能够在保证外形平滑过渡的情况下尽可能满足等厚加工的要求。



1. 用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,包括如下步骤::

- S1、获取实物扫描点云模型;
- S2、标定打磨工具坐标系;
- S3、测量获取实物特征点在机器人坐标下的坐标值;
- S4、模型导入及特征点匹配;
- S5、机器人离线编程及仿真模拟;
- S6、机器人程序生成;
- S7、实物打磨。

2. 如权利要求1所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,步骤S7结束后,进行打磨质量检测,采用测距传感器或针刺法对非金属厚度进行测量,并与实际工艺进行对比检验。

3. 如权利要求1所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,所述步骤S2中,标定打磨工具坐标系包括对打磨工具的位置和姿态进行标定:X、Y轴使用打磨头顶面中心点一起测量,Z轴使用标定块单独测量,再将TCP点的各个轴组合即可得到工具TCP位置值。姿态值通过圆柱打磨刀具上平行于轴线的两点测量获得。

4. 如权利要求1所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,所述步骤S3中,在实际打磨对象与仿真模型中添加多个便于测量的特征点,进行多点测量匹配。

5. 如权利要求4所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,在实际打磨对象与仿真模型中添加多个便于测量的特征点:在打磨对象边缘的通孔上以螺接的方式固定多个小立方体,同时将该立方体模型以匹配实际安装姿态的方式扫描进入打磨仿真模型中。

6. 如权利要求4所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,多点测量匹配:

实际环境下,在机器人末端固定一个带有尖点的标定工具,将此尖点作为机器人TCP点进行标定,然后机器人运动使得该TCP点充分接近立方体上特征点,读取该状态下机器人TCP点坐标,即为特征点在机器人坐标系下坐标值,完成测量;同时在三维模型处理软件中提取扫描工件模型中相应的标定点,利用数据处理软件多点对齐的功能,完成离线仿真环境中模型对象的校正匹配。

7. 如权利要求1所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,所述步骤S3中,进行三点法工件标定:

分别在实际环境中和仿真环境中得到两组对应的3个特征点,通过特征点匹配,实现工件调整。

8. 如权利要求1所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,所述步骤S4中,将机器人模型、步骤S1中得到的实物扫描点云模型以及步骤S3中获取的特征点均导入Geomagic软件同一坐标系,将该重构模型上的对应特征点与测量获取的特征点配准,使重构模型变换至机器人坐标系下,再将上述配准标定后所有模型导入至机器人离线编程软件Mastercam进行轨迹规划。

9. 如权利要求1所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,所述步骤S5中,在具有CAM功能的机器人离线编程软件中设置障碍物规避的条件,生成加工轨迹,

并在机器人离线编程软件中进行可达性、干涉检测、奇异点检查,选择机器人运动轨迹及姿态。

10. 如权利要求1所述的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,其特征在于,所述步骤S6和S7中,将加工轨迹导出为机器人运行指令程序,导入机器人控制柜,控制机器人进行实际打磨加工。

用于打磨机器人离线编程的系统标定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人领域,特别涉及一种用于打磨机器人离线编程的系统标定方法。

背景技术

[0002] 本专利的应用对象——某运载火箭贮箱箱底结构比较复杂,主要体现为:(1)箱底为多面焊接的大致椭球形曲面结构;(2)喷涂隔热层厚度差异较大;(3)箱底有很多法兰等凸起物;(4)箱底边缘为短壳结构。箱底的结构复杂性导致其隔热层打磨难度较大,也较难实现自动化打磨,此外隔热层打磨过程中不能碰撞法兰等凸起物,否则易导致贮箱损坏而报废。目前,该型箱底仍采用人工手动打磨方法,不仅加工周期长、生产效率低、精度差、产品质量稳定性差,而且人工劳动强度大,作业环境也差。因此,为了实现箱体隔热层高效率、高精度、高安全的规则加工,有必要研究一种贮箱隔热层机器人打磨系统精确标定与控制方法。

[0003] 然而现有的工业机器人应用大多数采用示教方式编程,即机器人工作位置需要在机器人作业前可达,这对打磨这一应用显然不适合。因此,想要使用通用工业机器人实现打磨,离线编程是必不可少的步骤。在机器人离线编程中,除了轨迹规划和代码转换外,另一个重要的步骤就是整个系统的标定,特别对于精度要求较高的领域,高精度的标定显得尤为重要。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,使实物姿态与源模型姿态精确匹配,实现软件仿真环境下机器人离线编程结果真实地反映至机器人实际加工中,保证打磨质量和安全性。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明的技术方案是:提供一种用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,包括如下步骤:S1、获取实物扫描点云模型;S2、标定打磨工具坐标系;S3、测量获取实物特征点在机器人坐标下的坐标值;S4、模型导入及特征点匹配;S5、机器人离线编程及仿真模拟;S6、机器人程序生成;S7、实物打磨。

[0006] 进一步地,步骤S7结束后,进行打磨质量检测:采用测距传感器或针刺法对非金属厚度进行测量,并与实际工艺进行对比检验。

[0007] 进一步地,所述步骤S2中,标定打磨工具坐标系包括对打磨工具的位置和姿态进行标定:X、Y轴使用打磨头顶面中心点一起测量,Z轴使用标定块单独测量,再将TCP点的各个轴组合即可得到工具TCP位置值。姿态值通过圆柱打磨刀具上平行于轴线的两点测量获得。

[0008] 进一步地,所述步骤S3中,在实际打磨对象与仿真模型中添加多个便于测量的特征点,进行多点测量匹配。

[0009] 进一步地,在实际打磨对象与仿真模型中添加多个便于测量的特征点:在打磨对

象边缘的通孔上以螺接的方式固定多个小立方体,同时将该立方体模型以匹配实际安装姿态的方式扫描进入打磨仿真模型中。

[0010] 进一步地,多点测量匹配:

[0011] 实际环境下,在机器人末端固定一个带有尖点的标定工具,将此尖点作为机器人TCP点进行标定,然后机器人运动使得该TCP点充分接近立方体上特征点,读取该状态下机器人TCP点坐标,即为特征点在机器人坐标系下坐标值,完成测量;同时在三维模型处理软件中提取相应的标定点,利用数据处理软件多点对齐的功能,完成离线仿真环境中模型对象的校正匹配。

[0012] 进一步地,所述步骤S3中,进行三点法工件标定:

[0013] 分别在实际环境中和仿真环境中得到两组对应的3个特征点,通过特征点匹配,实现工件调整。

[0014] 进一步地,所述步骤S4中,将机器人模型、步骤S1中得到的实物扫描点云模型以及步骤S3中获取的特征点均导入Geomagic软件同一坐标系,将该重构模型上的对应特征点与测量获取的特征点配准,使重构模型变换至机器人坐标系下,再将上述配准标定后所有模型导入至机器人离线编程软件Mastercam进行轨迹规划。

[0015] 进一步地,所述步骤S5中,在具有CAM功能的机器人离线编程软件中设置障碍物规避的条件,生成加工轨迹,并在机器人离线编程软件中进行可达性、干涉检测、奇异点检查,选择机器人运动轨迹及姿态。

[0016] 进一步地,所述步骤S6和S7中,将加工轨迹导出为机器人运行指令程序,导入机器人控制柜,控制机器人进行实际打磨加工。

[0017] 本发明提供的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,可应用于具有多种凸起法兰障碍物和短壳边缘的贮箱箱底隔热层的打磨工艺中,能够在保证外形平滑过渡的情况下尽可能满足等厚加工的要求。

附图说明

[0018] 下面结合附图对发明作进一步说明:

[0019] 图1为本发明实施例提供的机器人辅助自动打磨装备示意图,其中:1为打磨工具或标定工装、2为工业机器人、3为机器人垫高工装、4为箱底支架、5为具有法兰障碍物的贮箱箱底;

[0020] 图2为本发明实施例提供的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法的流程图。

具体实施方式

[0021] 以下结合附图和具体实施例对本发明提出的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法作进一步详细说明。根据下面说明和权利要求书,本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是,附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比率,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0022] 本发明的核心思想在于,本发明提供的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法,可应用于具有多种凸起法兰障碍物和短壳边缘的贮箱箱底隔热层的打磨工艺中,能够在保证外形平滑过渡的情况下尽可能满足等厚加工的要求。

[0023] 图1为本发明实施例提供的机器人辅助自动打磨装备示意图,图2为本发明实施例提供的用于打磨机器人离线编程的系统标定方法的流程图。作为本发明的一个实施例,图1示出了本发明所要求保护的一种用于高精度打磨机器人离线编程的系统标定方法在某型贮箱箱底机器人打磨过程中的应用。图中描述具有法兰障碍物的贮箱箱底5采用箱底支架4托起并固定,因此为了使得机器人工作空间可以很好地覆盖箱底打磨区域,工业机器人2可采用垫高工装3适当抬高其底座高度,具体高度可采用离线仿真软件进行估算。机器人末端固定一种带尖点的标定工装1,将此尖点作为工具TCP点进行标定,然后用于测量箱底某些特征点的在机器人世界坐标系下的坐标值。机器人末端固定打磨工具1对贮箱箱底5进行打磨加工。参照图1及图2,本实施例提供的高精度打磨机器人离线编程的系统标定方法具体如下:

[0024] (1) 实物扫描点云模型获取。采用Creaform公司的手持非接触式激光扫描测量系统对箱底进行点云数据扫描获取,该系统由摄影测量系统MaxShot 3D和三维扫描测量系统HandyScan 3D两部分组成,摄影测量系统MaxShot 3D主要功能为拍摄编码点定位测量系统的基准坐标系,三维扫描测量系统HandyScan3D主要功能是为2个CCD相机进行箱底点云数据扫描成像。然后采用Geomagic软件对点云数据进行降噪精简处理,导入UG软件进行特征点提取、曲面拟合和障碍物模型重构。

[0025] (2) 工具坐标系高精度标定。工业机器人通用的标定方法为XYZ4点法,三个点即可求解出TCP点位置,另一个点可以测量标定精度。这里将XYZ4点法加以改进。可将X、Y轴用使用打磨头顶面中心点一起测量,这样虽有部分误差,但不影响总体打磨精度,Z轴用特制的高精度标定块单独测量,然后将TCP点的各个轴组合即可得到精度较高的工具TCP位置值。通常,采用机器人本身自带的ABC2点法测量工具坐标系姿态即可满足精度要求。但这种方法需要工具上有两条垂直的边,我们所用的圆柱形的打磨头很难找出这样的点位,直接用打磨头测量很难有高精度,这里可直接利用高精度辅助标定块来标定姿态,标定块上有精度较高的垂线,因此利用ABC2点法标定会有比较高的精度。标定完成后将此值与所标定的位置值组合即可得到精度较高的工具坐标系。

[0026] (3) 测量获取实物特征点在机器人坐标系下坐标值。机器人末端固定一个带有尖点的标定工具,将此尖点作为机器人TCP点采用XYZ4点法进行标定,然后机器人运动使得该TCP点充分接近曲面上特征点,读取该状态下机器人TCP点坐标,即为特征点在机器人坐标系下坐标值,完成测量。

[0027] (4) 模型导入及特征点匹配。将机器人模型、步骤(1)重构三维模型、以及步骤(3)获取的特征点均导入至Geomagic软件同一坐标系,将该重构模型上的对应特征点与测量获取的特征点配准,使重构模型变换至机器人坐标系下,再将上述配准标定后所有模型导入至机器人离线编程软件Robotmaster。

[0028] (5) 考虑到某型贮箱箱底打磨精度要求较高,可以步骤(3)中的三点改成多点,用机器人测量工具测量实际工件上的多个标志点,同样使用三维坐标扫描仪扫描标定点与打磨工件,软件处理后得到带有标志点的三维打磨工件模型。然后在CAM软件中使用多点拟合的方法将仿真模型与实际模型匹配。

[0029] (6) 考虑避障进行机器人离线编程及仿真模拟。在具有CAM功能的机器人离线编程软件中,设置障碍物规避的条件,生成加工轨迹,并在机器人离线编程软件中进可达性、干

涉检测、奇异点等检查,选择合适的机器人运动轨迹及姿态。

[0030] (7) 轨迹生成与实物打磨。将加工轨迹导出为机器人运行指令程序,导入机器人控制柜,控制机器人进行实际打磨加工。步骤(6)与(7)可按粗精加工分2-3步进行。

[0031] (7) 打磨质量检测。采用测距传感器(例如高精度激光位移传感器与电涡流传感器的组合测量)或针刺法对非金属厚度进行测量,并与实际工艺要求作对比检验。

[0032] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变形而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

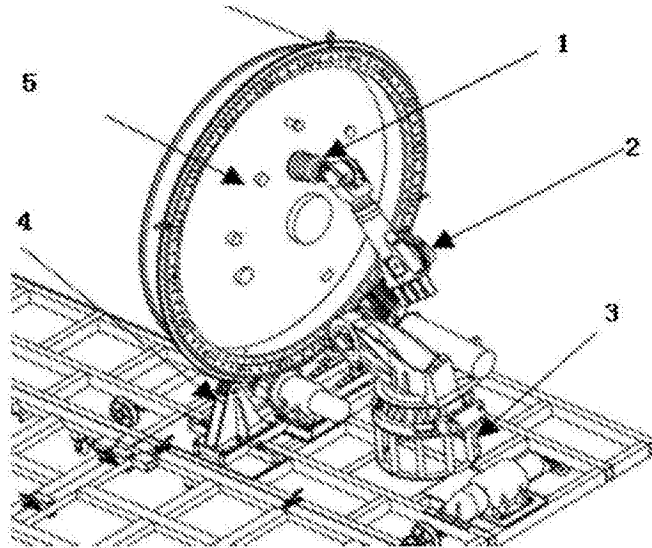


图1

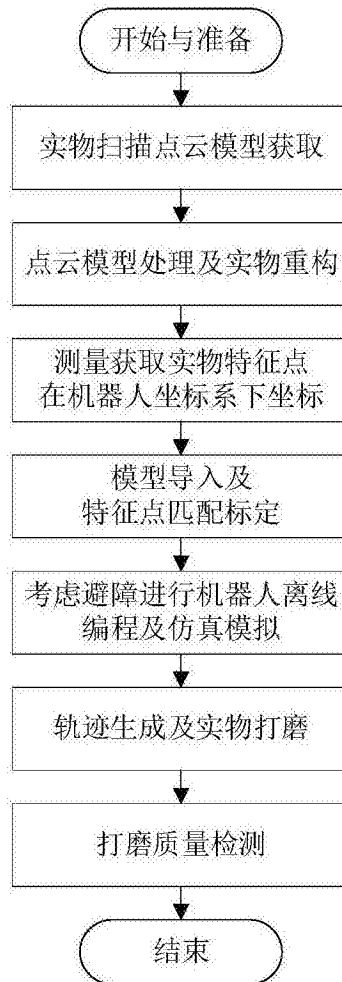


图2