



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107052950 B

(45)授权公告日 2018.10.12

(21)申请号 201710381630.1

B25J 11/00(2006.01)

(22)申请日 2017.05.25

B25J 13/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 周俊

申请公布号 CN 107052950 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(73)专利权人 上海莫亭机器人科技有限公司

地址 201800 上海市嘉定区菊园新区永靖路1188号1幢2117室

(72)发明人 庞川

(51)Int.Cl.

B24B 19/00(2006.01)

B24B 49/12(2006.01)

B24B 55/00(2006.01)

B24B 41/06(2012.01)

B25J 9/00(2006.01)

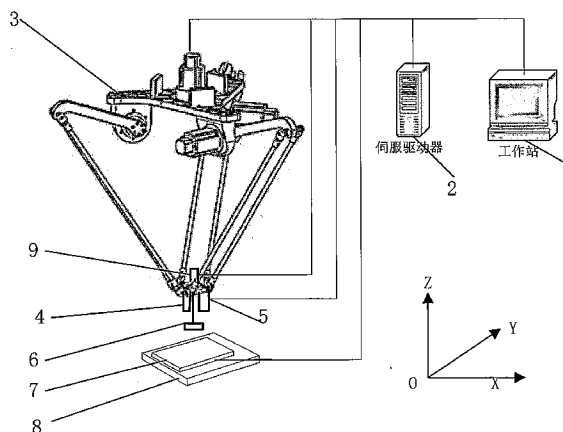
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种复杂曲面打磨抛光系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种复杂曲面打磨抛光系统及方法,所述系统包括三自由度机械手、视觉检测装置、振动传感器和三自由度工装平台。所述机械手的末端上有安装夹具,可安装油石、抛光轮和砂轮;视觉检测装置包括激光发生装置和双目摄像头,安装在机械手上,检测工件外形轮廓和粗糙度。工作时,将工件安装在三自由度工装平台上;视觉检测装置引导机械手对工件外形轮廓进行扫描,生成三维轮廓数据模型,并分析粗糙度;工作站上可进行抛光或打磨设置;进行打磨时,可通过三种方式进行设置:参考的三维数据模型与实测的工件三维数据模型比对、在实测的三维数据模型上用绘图工具进行修改、直接在实测的三维数据模型设置打磨数据。



1. 一种用于复杂曲面打磨抛光的系统,其特征在于,系统包括工作站(1)、伺服驱动器(2)、三自由度工业机械手(3)、激光发生装置(4)、摄像头(5)、机械手末端夹具(6)、三自由度工装平台(7)、工装平台底座(8)、振动传感器(9),工作站(1)、伺服驱动器(2)、三自由度工业机械手(3)、摄像头(5)、三自由度工装平台(7)、振动传感器(9),模块间通过CAN总线进行通信,激光发生装置(4)与摄像头(5)构成视觉检测装置,引导三自由度工业机械手(3)进行加工件轮廓检测和粗糙度检测;工作站(1)获取轮廓检测值和粗糙度检测值,根据用户设置,产生打磨或抛光路径,生成控制信号给伺服驱动器(2),驱动三自由度工业机械手(3)和三自由度工装平台(7),振动传感器(9)测量打磨抛光过程中的振动信号,使三自由度工业机械手(3)实时调整与三自由度工装平台(7)在工作过程中的相对速度和距离,机械手末端夹具(6)可安装油石、抛光轮进行抛光,也可安装砂轮进行打磨,三自由度工装平台(7)安装在工装平台底座(8)上,可以沿X向、Y向平移和绕Z轴旋转,共3个自由度。

2. 根据权利要求1所述的用于复杂曲面打磨抛光的系统,其特征在于工作站通过CAN总线与外部模块通信,工作站软件功能模块包括工件表面粗糙度检测模块、工件表面轮廓生成模块、视觉及机械手标定模块、视觉检测模块、抛光路径规划、打磨路径规划、运动规划模块,通过CAN总线获取工件表面高度信息及机械手移动坐标信息,工件表面轮廓生成模块产生工件表面数模,工作表面粗糙度模块产生粗糙度值;视觉及机械手标定模块实现摄像头和机械手标定流程;根据用户输入参数,抛光路径规划模块实现抛光路径规划,打磨路径规划模块实现打磨路径规划;运动规划模块实现运动规划。

3. 根据权利要求1所述的用于复杂曲面打磨抛光的系统,其特征在于工件表面轮廓和粗糙度的视觉检测方法,工件安装在三自由度工装平台(7)上,三自由度工业机械手(3)与三自由度工装平台(7)在XY平面上进行相对位置平移,安装在机械手的激光发生装置(4)投射光线在工件表面,摄像头(5)检测光线在工件表面的变形量,得到工件表面各点的坐标值,通过将坐标值点的平滑分析得到工件表面的轮廓值,并通过对轮廓曲线拟合后的残差分析,得到工件表面粗糙度。

4. 根据权利要求1所述的用于复杂曲面打磨抛光的系统,其特征在于用户进行打磨设置的参数化方法,用户在视觉检测到工件表面轮廓数模选定加工区域,系统将该区域进行网络化,将网格点坐标显示在用户界面上,用户对网格点坐标值进行打磨参数设置,系统根据用户的参数设置进行表面曲线平滑。

5. 根据权利要求1所述的用于复杂曲面打磨抛光的系统,其特征在于打磨抛光的路径规划方法,系统基于实测工件的表面轮廓,计算加工表面各点的法向值,用SVM方法将法向值相近的相邻点轨迹找出来,并将其中与打磨抛光工具发生干涉的点轨迹去除,生成打磨抛光的路径。

6. 根据权利要求1所述的用于复杂曲面打磨抛光的系统,其特征在于基于振动信号的抛光打磨过程实时运动控制补偿方法,系统根据工作过程中振动传感器(9)的信号,生成功率谱,分析功率谱特征,改变机械手和工装平台相对运动的速度和距离。

7. 根据权利要求1所述的用于复杂曲面打磨抛光的系统,其特征包括以下工作步骤:

步骤S1:视觉及机械手标定流程,三自由度工业机械手(3)与三自由度工装平台(7)相对运动,选取若干点在Z向接近,记录摄像头(5)观测值及振动传感器(9)冲击值,校正三自由度工装平台(7)与三自由度工业机械手(3)相对关系值及摄像头(5)与三自由度工业机械

手(3)相对关系值;

步骤S2:视觉检测流程,将工件安装在三自由度工装平台(7)上,三自由度工业机械手(3)与三自由度工装平台(7)相对运动,激光发生装置(4)投射激光在工件表面,摄像头(5)采集图像,计算各点的Z向高度值及记录其在XY坐标平面参数值;

步骤S3:工作站根据摄像头采集的点参数值,进行参数平滑及曲线拟合,生成工件轮廓外形的数据模型及粗糙度值;

步骤S4:在工作站用户界面上选择抛光或是打磨,若是选择抛光,用户在步骤S4a输入目标粗糙度值,若是选择打磨,在步骤S4b有三种方式来设置打磨量,分别是(i)用户输入目标数模,系统比对目标数模与实测数模的差值(ii)用户在图形界面上对实测数模进行修改,系统比对修改数模与实测数模的差值(iii)用户在图形界面上选定实测数模上要打磨的区域,系统将该区域进行网格划分,将网格点坐标值显示在用户界面上,用户对坐标值进行修改,系统将修改值进行平滑,生成修改值与实测数模的差值;

步骤S5:在工作站用户界面选择抛光用的油石/抛光轮或打磨用砂轮型号,并将对应加工工具安装在三自由度工业机械手(3)末端夹具上;

步骤S6:系统进行路径规划,找出法向值相近的相邻点的轨迹,并将与打磨抛光工具发生干涉的点轨迹去除,生成打磨抛光的路径;

步骤S7:系统进行运动规划,产生三自由度工业机械手(3)和三自由度工装平台(7)各自由度的运动指令,同时在工作过程中,根据安装在三自由度工业机械手(3)上的振动传感器采集的振动信号进行运动补偿;

步骤S8:系统通过伺服驱动器驱动三自由度工业机械手(3)和三自由度工装平台(7)的运动,同时安装在三自由度工业机械手(3)上的振动传感器采集振动信号;

步骤S9:一个打磨抛光工序完成后,判断是否需要继续打磨抛光,若需要,返回步骤S5;

步骤S10:三自由度工业机械手(3)和三自由度工装平台(7)复位。

一种复杂曲面打磨抛光系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种打磨抛光系统,特别涉及一种基于视觉信息的复杂曲面的打磨抛光系统及方法。

背景技术

[0002] 在制造业中,经常需要对工件进行打磨和抛光。工件外形简单或规则的情况下,用数控机床或磨床可以完成相应的打磨工作。但是,当工件外形是复杂曲面时,必须要由人工完成,而且对操作工人的熟练程度也有较高要求。

[0003] 应用机器人的柔性,来进行打磨工作,是解决复杂曲面打磨抛光的自动化的一个路径。文献“基于复杂空间曲面加工的机器人磨削系统”(洪云飞等,中国机械工程,2006:150-153)采用激光测距仪对工件表面进行点测量,用六自由度机器人夹持工件在砂带上进行磨削;文献“基于复杂曲面加工的机器人砂带磨削系统的设计及其实验分析”(崔一辉等,中国机械工程,2009,20(10):1144-1154)采用砂带进行磨削,用机器人夹持工件来进给;专利“一种自由曲面机器人打磨系统”(专利号CN103878666A)采用摄像头辅助工件定位,用六自由度机械手夹持砂轮进行磨削;专利“一种基于视觉信息的工业机器人磨削系统及方法”(专利号CN102120307)采用摄像头辅助机械手进行工件上下料。

[0004] 以上文献和专利中,没有对工件外形轮廓的精确快捷的测量方法,也不能对工件表面粗糙度进行测量;机械手往往采用6自由度机械手,控制复杂、刚性差;要借助第三方商业软件进行路径规划,不易推广;对工件进行磨削时,需要提交一个参考数模,对缺少参考数模的非标准化工件的加工适应性差;没有应用振动传感器,往往采用力传感器来测量磨削过程力信息,响应不够及时。因此,本发明构建一种能实测工件外形轮廓和粗糙度的打磨抛光系统,并实现路径规划、打磨抛光过程的全自动化。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是解决复杂曲面全自动打磨和抛光,可以实现在无参考数模情况下的打磨和抛光全自动化。对待加工的工件,系统对工件表面的轮廓和粗糙度进行测量,用户选择抛光或打磨,若选择抛光,需设置目标粗糙度,若选择打磨,需设置打磨量,系统自动进行路径规划,引导执行机构完成抛光或打磨工作。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提出一种复杂曲面打磨抛光系统。图1是复杂曲面打磨抛光系统结构示意图,系统包括工作站、伺服驱动器、三自由度工业机械手、激光发生装置、摄像头、机械手末端夹具、三自由度工装平台、工装平台底座、振动传感器。工作站、伺服驱动器、机械手、摄像头、工装平台、振动传感器通过CAN总线进行连接。激光发生装置与摄像头构成视觉检测装置,引导机械手进行加工工件轮廓检测和粗糙度检测;工作站获取轮廓检测值和粗糙度检测值,根据用户设置,产生打磨或抛光路径,生成控制信号给伺服驱动器,驱动机械手和工装平台。振动传感器测量打磨抛光过程中的振动信号,使机械手实时调整与工装平台在工作过程中的相对速度和距离。机械手末端夹具可安装油石、抛光轮进行

抛光,也可安装砂轮进行打磨。三自由度工装平台安装在工装平台底座上,可以沿X向、Y向平移和绕Z轴旋转,共3个自由度。

[0007] 工作站与各部件连接如图2所示,各部件间通过CAN总线通信,工作站软件功能模块包括工件表面粗糙度检测模块、工件表面轮廓生成模块、视觉及机械手标定模块、视觉检测模块、抛光路径规划、打磨路径规划、运动规划模块。工作站通过CAN总线获取工件表面轮廓高度信息及机械手移动坐标信息,工件表面轮廓生成模块产生工件轮廓数模,工件表面粗糙度模块产生粗糙度值;视觉及机械手标定模块实现摄像头和机械手标定流程;根据用户输入参数,抛光路径规划模块实现抛光路径规划,打磨路径规划模块实现打磨路径规划;运动规划模块实现运动规划。

[0008] 进行视觉检测时,工件安装在工装平台上,机械手与工装平台在XY平面上进行相对位置平移,安装在机械手的激光发生装置投射光线在工件表面,摄像头检测光线在工件表面的变形量,得到工件表面各点的坐标值,通过将坐标值点的平滑分析得到工件表面的轮廓值,并通过轮廓曲线拟合后的残差分析,得到工件表面粗糙度。

[0009] 进行抛光设置时,用户可在工作站用户界面输入目标粗糙度值;进行打磨量设置时,(i)用户可在工作站用户界面输入目标数模,系统比较目标数模与实测数模的差值,(ii)也可在用户界面对实测数模进行修改,系统比较修改数模与实测数模的差值,(iii)也可采用参数化方法,在用户界面选定实测数模加工区域,系统将该区域进行网格化,将网格点坐标显示在界面上,用户对网格点坐标值进行打磨参数设置,系统根据用户的参数设置进行表面曲线平滑,比较修改后的坐标值与实测坐标值的差值。

[0010] 进行于打磨抛光的路径规划时,系统基于实测工件的表面轮廓,计算加工表面各点的法向值,用SVM方法将法向值相近的相邻点轨迹找出来,并将其中与加工工具(油石、抛光轮、砂轮)发生干涉的点轨迹去除,生成打磨抛光的路径。

[0011] 执行打磨抛光程序时,基于振动信号进行实时运动控制补偿,系统根据工作过程中振动传感器的信号,生成功率谱,分析功率谱特征,改变机械手和工装平台相对运动的速度和距离。

[0012] 为了实现所述目的,本发明的第二方面是提供一种复杂曲面的打磨抛光方法,如图3所示,包括以下步骤:

[0013] 步骤S1:视觉及机械手标定流程,机械手与工装平台相对运动,选取若干点在Z向接近,记录摄像头观测值及振动传感器冲击值,校正工装平台与机械手相对关系值及摄像头与机械手相对关系值;

[0014] 步骤S2:视觉检测流程,将工件安装在工装平台上,机械手与工装平台相对运动,激光发生装置投射激光在工件表面,摄像头采集图像,计算各点的Z向高度值及记录其在XY坐标平面参数值;

[0015] 步骤S3:工作站根据摄像头采集的点参数值,进行参数平滑 n 及曲线拟合,生成工件轮廓外形的数据模型及粗糙度值;

[0016] 步骤S4:在工作站用户界面上选择抛光或是打磨,若是选择抛光,用户在步骤S4a输入目标粗糙度值,若是选择打磨,在步骤S4b有三种方式来设置打磨量,分别是(i)用户输入目标数模,系统比对目标数模与实测数模的差值(ii)用户在图形界面上对实测数模进行修改,系统比对修改数模与实测数模的差值(iii)用户在图形界面上选定实测数模上要打

磨的区域,系统将该区域进行网格划分,将网格点坐标值显示在用户界面上,用户对坐标值进行修改,系统将修改值进行平滑,生成修改值与实测数模的差值;

[0017] 步骤S5:在工作站用户界面选择抛光用的油石/抛光轮或打磨用砂轮型号,并将对应加工工具安装在机械手末端夹具上;

[0018] 步骤S6:系统进行路径规划,找出法向值相近的相邻点的轨迹,并将与加工工具(油石、抛光轮、砂轮)发生干涉的点轨迹去除,生成打磨抛光的路径;

[0019] 步骤S7:系统进行运动规划,产生机械手和工装平台各自由度的运动指令,同时在工作过程中,根据安装在机械手上的振动传感器采集的振动信号进行运动补偿;

[0020] 步骤S8:系统通过伺服驱动器驱动机械手和工装平台的运动,同时安装在机械手上的振动传感器采集振动信号;

[0021] 步骤S9:一个打磨抛光工序完成后,判断是否需要继续打磨抛光,若需要,返回步骤S5;

[0022] 步骤S10:机械手和工装平台复位。

[0023] 本发明的有益效果,主要表现在:采用激光发生器和摄像头构成的视觉检测装置,对工件外形轮廓坐标参数进行测量,生成外形轮廓数模和粗糙度值,可应用于打磨和抛光的实测输入;灵活的打磨参数设置方法,在无标准数模时也能使用;自动进行路径规划;对打磨过程进行振动监测,并进行运动补偿。

[0024] 本发明的优点是:用视觉进行外形轮廓检测,速度快且采样点数相对激光测量丰富,而且可以生成工件表面粗糙度值;采用三自由度机械手和三自由度工装平台,减少了采用6自由度机械手控制的复杂度;即可以用于打磨,也可用于抛光,应用范围广;自动的路径规划和运动规划,实现规划全自动化;打磨设置有多种方式,操作员不会数模绘图软件工具也能操作;对打磨抛光过程进行振动监测,防止异常情况发生,并通过运动补偿提高打磨抛光的完成效果。

附图说明

[0025] 图1为复杂曲面打磨抛光系统的结构示意图;

[0026] 图2为工作站与各模块的连接及工作站内的软件功能模块示意图;

[0027] 图3为本发明的应用于复杂曲面的打磨抛光方法的流程图;

[0028] 图4为本发明的实施实例的抛光/打磨操作流程图。

[0029] 图中主要部件说明:

[0030] 工作站1、伺服驱动器2、三自由度工业机械手3、激光发生装置4、摄像头5、机械手末端夹具6、三自由度工装平台7、工装平台底座8、振动传感器9

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案、优点更加详细明白,以下结合具体实例,并参照附图,对本发明进一步的详细说明。

[0032] 如图1所示,复杂曲面抛光打磨系统包括工作站(1)、伺服驱动器(2)、三自由度工业机械手(3)、激光发生装置(4)、摄像头(5)、机械手末端夹具(6)、三自由度工装平台(7)、工装平台底座(8)、振动传感器(9)。工作站(1)、伺服驱动器(2)、机械手(3)、摄像头(5)、工

装平台(7)、振动传感器(9),通过CAN总线进行通信。激光发生装置(4)与摄像头(5)构成视觉检测装置,引导机械手(3)进行加工件轮廓检测和粗糙度检测;工作站(1)获取轮廓检测值和粗糙度检测值,根据用户设置,产生打磨或抛光路径,生成控制信号给伺服驱动器(2),驱动机械手(3)和工装平台(7)。振动传感器(9)测量打磨抛光过程中的振动信号,使机械手(3)实时调整与工装平台(7)在工作过程中的相对速度和距离。机械手末端夹具(6)可安装油石、抛光轮进行抛光,也可安装砂轮进行打磨。三自由度工装平台(7)安装在工装平台底座(8)上,可以沿X向、Y向平移和绕Z轴旋转,共3个自由度。

[0033] 工作站(1)选用符合工业现场应用标准的工业控制计算机,伺服驱动器(2)选用交流电机伺服驱动器,机械手(3)选用3-R结构并联机械手,激光发生装置(4)选用一维激光投射装置,摄像头(5)选用带DSP信号处理功能的双目摄像头,工装平台(7)和工装平台底座(8)间通过丝杆导轨和旋转台实现X、Y向平移和Z向旋转三个自由度。振动传感器(9)选用三维振动传感器,频率范围10Hz-1000Hz。

[0034] 如图4所示,本发明的实施实例的抛光打磨操作流程包括如下步骤:

[0035] 步骤ES1:开机,启动系统;

[0036] 步骤ES2:若是首班次,进行系统标定流程,否则进入步骤ES5;

[0037] 步骤ES3:操作员启动机械手及视觉标定程序,机械手移动,系统测量机械手末端与工装平台、摄像头与工装平台相对位置;

[0038] 步骤ES4:若是超出系统自校正容许误差限值,提示操作员进行手动调节,调节完成后返回ES3;

[0039] 步骤ES5:操作员安装等待加工工件到工装平台上;

[0040] 步骤ES6:启动轮廓、粗糙度检测程序,机械手相对工装平台移动,激光发生装置投射激光,摄像头采集图像,计算工件各点坐标值,系统生成工件外形数模和粗糙度值;

[0041] 步骤ES7:若是工件测量值符合要求,操作员取出工件,否则进入下一步;

[0042] 步骤ES8:操作员在工作站界面选择抛光的目标粗糙度或打磨的打磨量;

[0043] 步骤ES9:操作员在工作站界面选择抛光用的油石、抛光轮或打磨用的砂轮;

[0044] 步骤ES10:操作员安装抛光用的油石、抛光轮或打磨用的砂轮到机械手末端;

[0045] 步骤ES11:操作员启动抛光或打磨程序;

[0046] 步骤ES12:抛光/打磨程序执行完成,回到步骤ES6。

[0047] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因此,本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

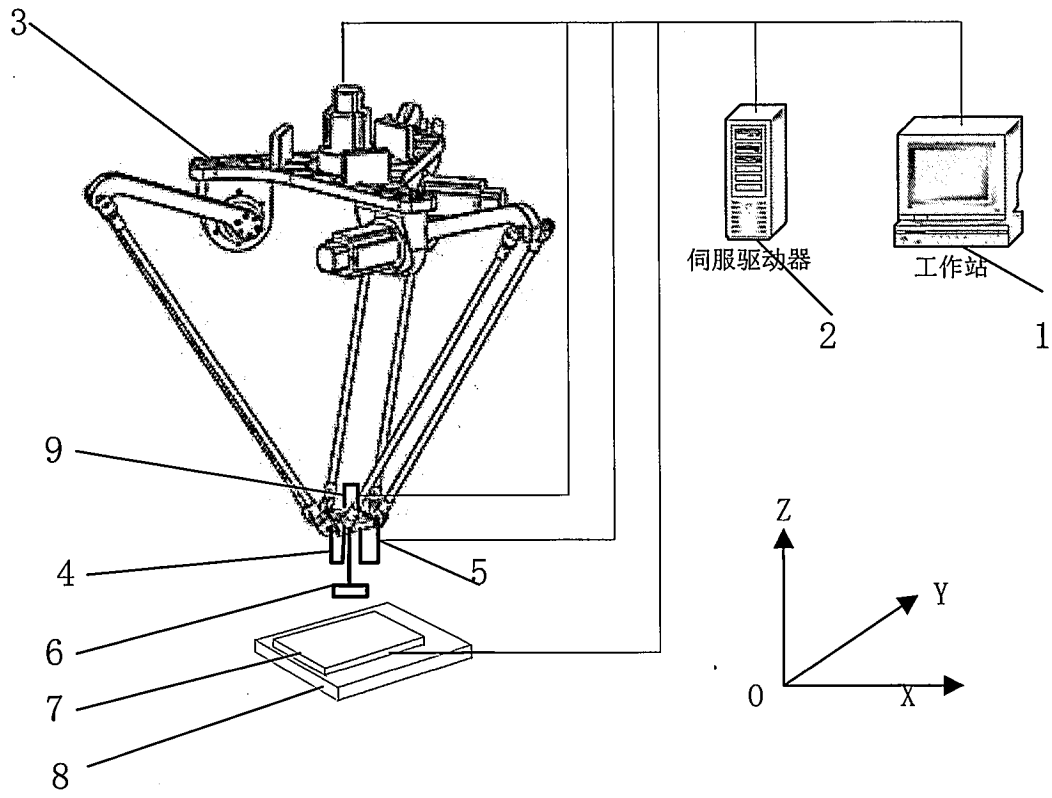


图1

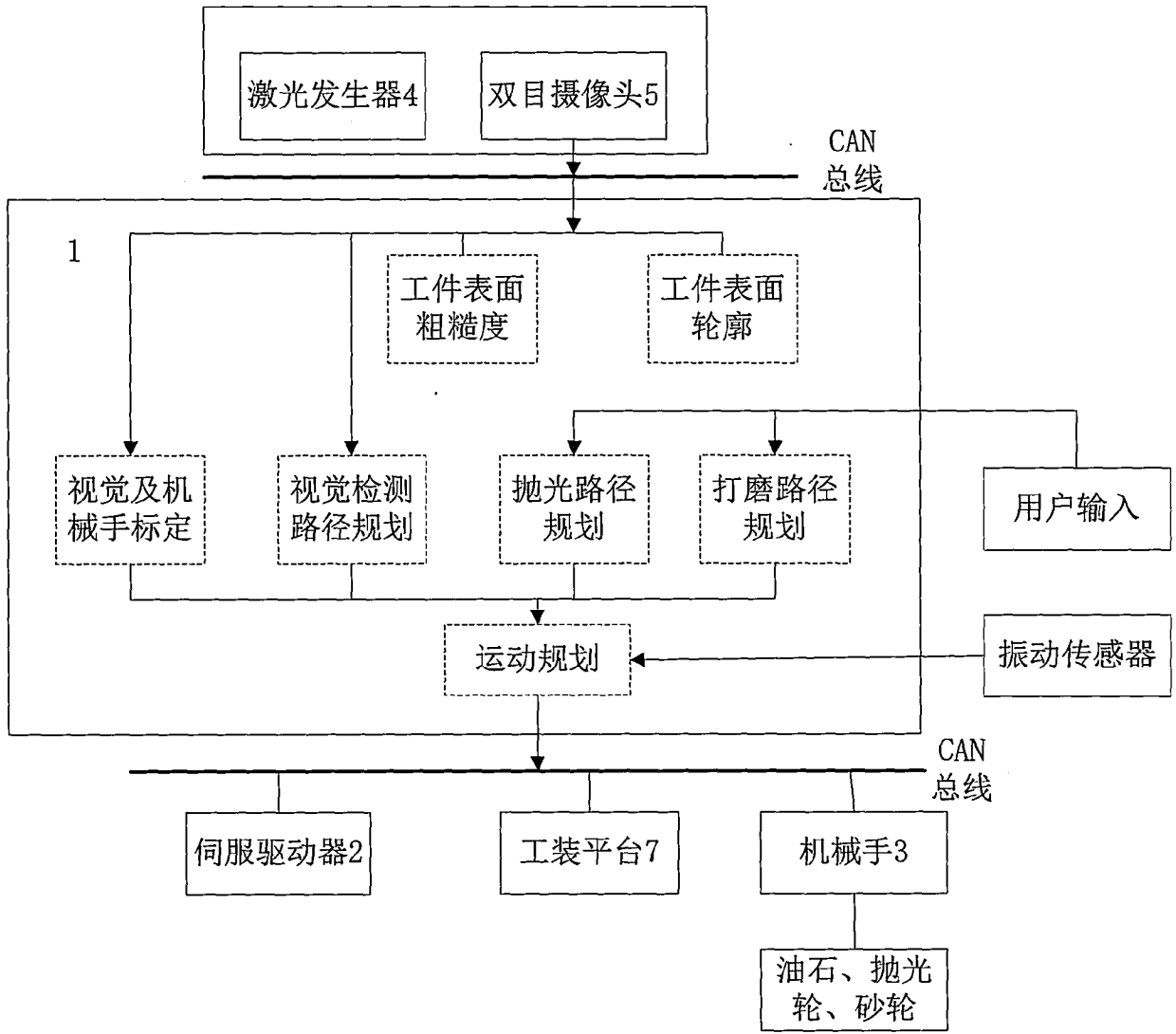


图2

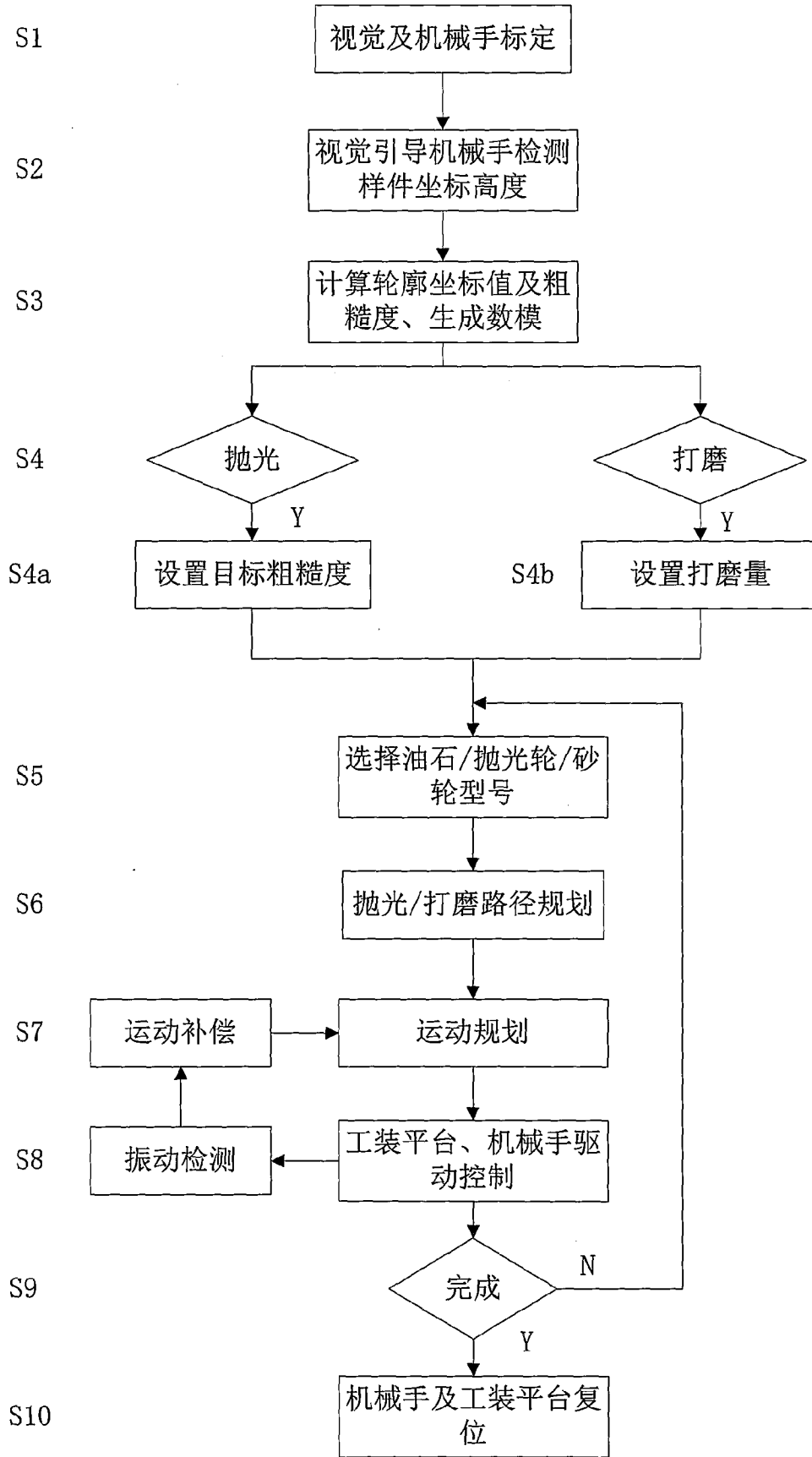


图3

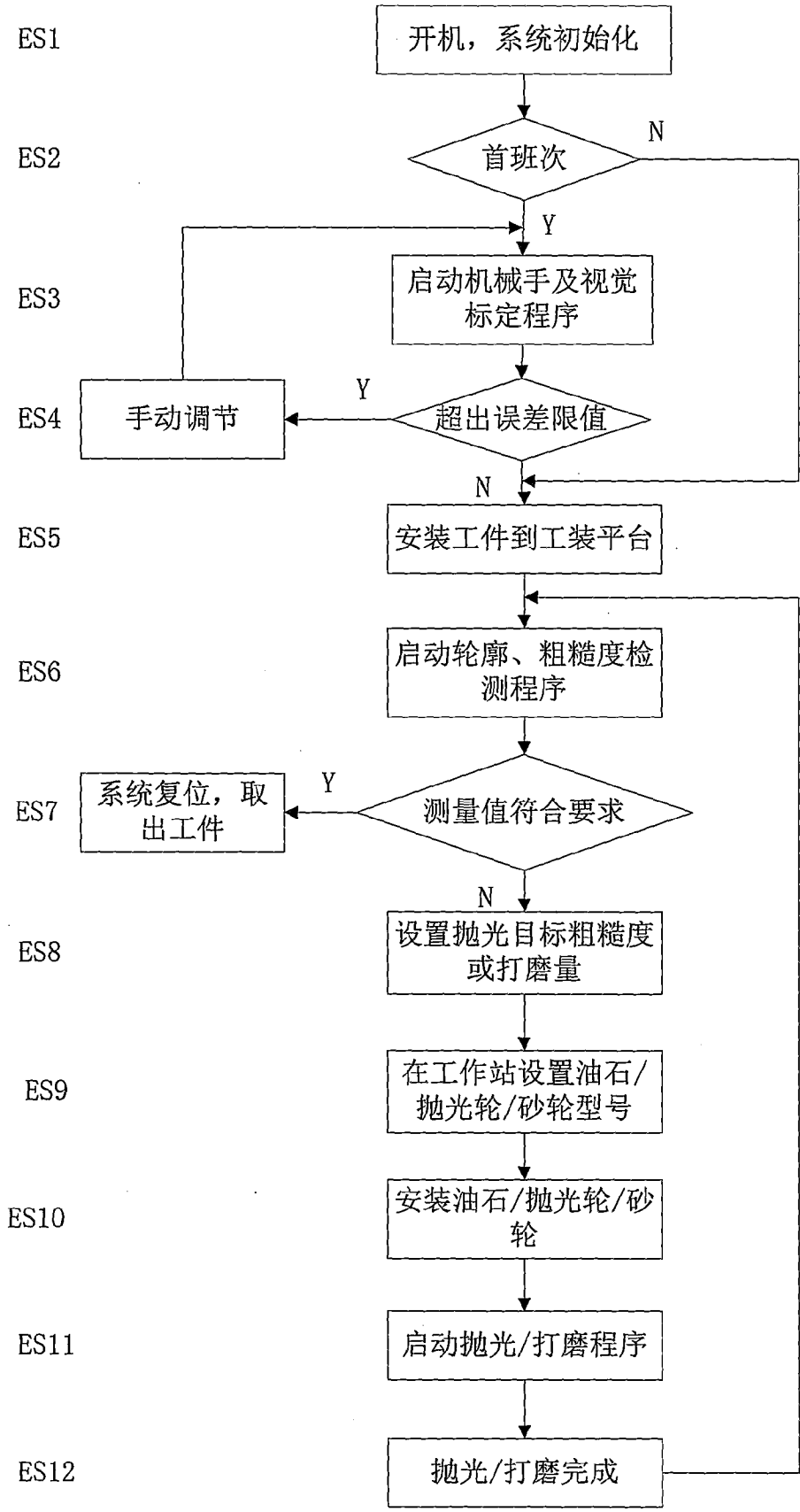


图4