



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104191245 B

(45) 授权公告日 2016.05.18

(21) 申请号 201410424609.1

(22) 申请日 2014.08.24

(73) 专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 冀世军 刘雷雷 赵继 纪瑞星  
周淑红 张雷 胡志清 王晓晖

(74) 专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有  
限责任公司 22100

代理人 魏征骥

(51) Int. Cl.

B23P 23/00(2006.01)

审查员 王海民

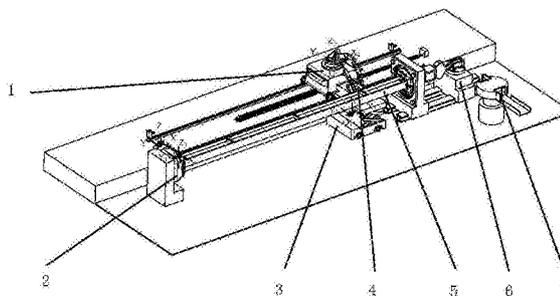
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

大型钢结构机器人自动上料焊接磨抛检测系统

(57) 摘要

本发明涉及一种大型钢结构机器人自动上料焊接磨抛检测系统,属于机械制造领域。大型工字钢自定心翻转模块与工作台固定连接,焊接磨抛机器人视觉伺服模块与工作台上的导轨滑动连接,牛角精确推料模块与工作台滑动连接,斜板送料推料模块与工作台固定连接、且位于大型工字钢自定心翻转模块的一侧。本发明从整体性出发,针对不同尺寸规格的工字钢,实现牛角和斜板的自动化上料、准确定位,焊接磨抛机器人对焊缝的自动识别、焊接、后处理等。基于理论CAD模型,控制上料及焊缝的具体尺寸位置,视觉伺服,形成闭环系统,精度高,耗时少,焊接钢结构件性能优异,减少成本。



1. 一种大型钢结构机器人自动上料焊接磨抛检测系统,其特征在于:大型工字钢自定心翻转模块与工作台固定连接,焊接磨抛机器人视觉伺服模块与工作台上的导轨滑动连接,牛角精确推料模块与工作台滑动连接,斜板供料推料模块与工作台固定连接、且位于大型工字钢自定心翻转模块的一侧;

所述焊接磨抛机器人视觉伺服模块结构是:焊接机械臂和磨抛机械臂各自独立、并列连接在旋转台上,每个独立的机械臂包含四级机械臂,每两级机械臂间通过伺服电机连接,视觉传感器一固定在焊接机械臂,视觉传感器二固定在磨抛机械臂,所述焊接机械臂末端连接伺服焊枪,所述磨抛机械臂末端连接伺服磨抛机,两驱动轮与机器人本体连接,该驱动轮为齿轮,导轨为齿条,驱动轮与齿条导轨啮合连接,限位开关分布在所述齿条导轨的两端,导轨两端与固定板固定连接,电源线拖链分别与电源盒和机器人本体上伺服电机连接;

所述大型工字钢自定心翻转模块的结构是:定心夹具与旋转机床的旋转台固定连接,滚动轴承的内圈中心为方形孔,所述方形孔边缘延伸出凸缘,定位锁紧螺杆通过螺纹连接均匀分布在凸缘上,滚动轴承外圈位于轴承支架中,滚动轴承端盖与旋转机床的旋转台固定连接,所述轴承支架与导轨滑动连接;

所述牛角精确推料模块结构是:升降平台与升降平台车通过升降装置连接,牛角推钳前端开口和牛角外缘吻合,并具有一定的拔模斜度,牛角推钳后端连接气缸,所述牛角推钳底端有两个滑道,该滑道与升降平台中的导向槽滑动连接;

所述斜板供料推料模块结构是:斜板专用夹板与液压夹钳固定连接,该斜板专用夹板上有斜板凹槽,该液压夹钳与气缸固定连接,气缸与旋转机床的旋转台固定连接,旋转机床与导轨滑动连接,滑道与供料转台固定连接,旋转卡与供料转台固定连接。

2. 根据权利要求1所述的大型钢结构机器人自动上料焊接磨抛检测系统,其特征在于:所述定心夹具的结构是:每根双向反螺纹螺杆两侧分别为左旋和右旋螺纹,所述双向反螺纹螺杆两端连接两个夹紧块,相邻两双向反螺纹螺杆相互垂直,每个夹紧块连接两根双向反螺纹螺杆,所述双向反螺纹螺杆和夹紧块顺次组合构成空心四边形,所述双向反螺纹螺杆的两端为阶梯轴、由滚动轴承支撑,轴承座与滚动轴承固定连接,所述轴承座通过螺栓固定到滑块上,导轨通过螺栓固定到底板上,所述滑块与导轨滑动连接,所述夹紧块外侧两个相互垂直方向连接两个螺纹杆,所述螺纹杆延伸出底板限位孔,同螺纹杆配合的锁紧螺母紧密贴合在所述底板限位孔处。

## 大型钢结构机器人自动上料焊接磨抛检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于机械制造领域,尤其是指一种钢结构件加工系统。

### 背景技术

[0002] 目前中国已成为全球最大的钢材生产和消费国,钢结构在我国的应用越来越广泛,如厂房、桥梁、住宅、仓库、体育馆、展览馆、超市等建筑都在广泛运用钢结构。钢结构延展性好、塑性、韧性好,具有优良的抗震和承受荷载能力,大大提高了钢结构建筑的安全可靠性。钢结构建筑自重轻,基础造价低,建造周期短,在劳动力价格逐渐上涨的今日具有很强的竞争优势。另外,钢结构的工业化程度高,生产制造周期较短,精度控制好,加之能够满足超高度和超跨度的要求,提高空间利用率,钢结构在建筑行业获得了长足发展。整体钢结构框架是由钢结构件通过螺栓等机械连接按一定要求组合起来,而每个钢结构件包含工字钢,牛角,斜板,底角、檩条等具体结构,其中工字钢和牛角、斜板的连接方式主要为焊接。为了实现钢结构的跨越式发展,满足钢结构件的大量需求,实现大型钢结构牛角和斜板的自动上料、焊接及后处理,以达到外观和功能上的要求,变得尤为重要。

[0003] 目前钢结构的焊接方法主要是手工电弧焊和CO<sub>2</sub>保护焊,焊接工业机器人的应用也日益普遍。在工业化过程中,随着农村富余劳动力向非农产业的逐步转移,农村富余劳动力逐渐减少。在长时间作业后工人疲劳程度加深,焊接磨抛效率降低,焊缝质量参差不齐,相比人力成本,近年来机器人的成本正在不断下降,性能也在逐步提升,并且能够保证焊机磨抛质量,机器人的性价比优势日益凸显。现在存在一种手动遥控焊接机器人,虽然也能够实现对具体固定钢结构件的焊接,但是作业范围有限,难以实现钢结构件焊接的高效快捷,更无法确切的将牛角和斜板供料在工字钢上的特定位置及实现正反焊缝的全方位焊接,焊接范围受到严重制约。在焊接结束没有后处理的情况下,焊接产生的气孔、飞溅等无法有效清理,焊缝质量无法得到保障,进而对结构的性能产生影响。若采用焊接和磨抛两个工序采用两种机器人,成本大,效率低,精度差不能及时有效满足建筑领域对优质钢结构的大量需求。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种大型钢结构机器人自动上料焊接磨抛检测系统,目的是提供一种基于理论CAD模型的大型钢结构机器人自动上料、焊接、磨抛检测系统,该系统从整体性出发,针对不同尺寸规格的工字钢,实现牛角和斜板的自动化上料、准确定位,焊接磨抛机器人对焊缝的自动识别、焊接、后处理等。基于理论CAD模型,控制上料及焊缝的具体尺寸位置,视觉伺服,形成闭环系统,精度高,耗时少,焊接钢结构件性能优异,减少成本。

[0005] 本发明采取的技术方案是:大型工字钢自定心翻转模块与工作台固定连接,焊接磨抛机器人视觉伺服模块与工作台上的导轨滑动连接,牛角精确推料模块与工作台滑动连接,斜板供料推料模块与工作台固定连接、且位于大型工字钢自定心翻转模块的一侧;

[0006] 所述焊接磨抛机器人视觉伺服模块结构是:焊接机械臂和磨抛机械臂各自独立、

并列连接在旋转台上,每个独立的机械臂包含四级机械臂,每两级机械臂间通过伺服电机连接,视觉传感器一固定在焊接机械臂,视觉传感器二固定在磨抛机械臂,所述焊接机械臂末端连接伺服焊枪,所述磨抛机械臂末端连接伺服磨抛机,两驱动轮与机器人本体连接,该驱动轮为齿轮,导轨为齿条,驱动轮与齿条导轨啮合连接,限位开关分布在所述齿条导轨的两端,导轨两端与固定板固定连接,电源线拖链分别与电源盒和机器人本体上伺服电机连接;

[0007] 所述大型工字钢自定心翻转模块的结构是:定心夹具与旋转机床的旋转台固定连接,滚动轴承的内圈中心为方形孔,所述方形孔边缘延伸出凸缘,定位锁紧螺杆通过螺纹连接均匀分布在凸缘上,滚动轴承外圈位于轴承支架中,滚动轴承端盖与旋转机床的旋转台固定连接,所述轴承支架与导轨滑动连接;

[0008] 所述定心夹具的结构是:每根双向反螺纹螺杆两侧分别为左旋和右旋螺纹,所述双向反螺纹螺杆两端连接两个夹紧块,相邻两双向反螺纹螺杆相互垂直,每个夹紧块连接两根双向反螺纹螺杆,所述双向反螺纹螺杆和夹紧块顺次组合构成空心四边形,所述双向反螺纹螺杆的两端为阶梯轴、由滚动轴承支撑,轴承座与滚动轴承固定连接,所述轴承座通过螺栓固定到滑块上,导轨通过螺栓固定到底板上,所述滑块与导轨滑动连接,所述夹紧块外侧两个相互垂直方向连接两个螺纹杆,所述螺纹杆延伸出底板限位孔,同螺纹杆配合的锁紧螺母紧密贴合在所述底板限位孔处;

[0009] 所述牛角精确推料模块结构是:升降平台与升降平台车通过升降装置连接,牛角推钳前端开口和牛角外缘吻合,并具有一定的拔模斜度,牛角推钳后端连接气缸,所述牛角推钳底端有两个滑道,该滑道与升降平台中的导向槽滑动连接;

[0010] 所述斜板供料推料模块结构是:斜板专用夹板与液压夹钳固定连接,该斜板专用夹板上有斜板凹槽,该液压夹钳与气缸固定连接,气缸与旋转机床的旋转台固定连接,旋转机床与导轨滑动连接,滑道与供料转台固定连接,旋转卡与供料转台固定连接。

[0011] 本发明提供一种基于理论CAD模型的大型钢结构机器人自动上料、焊接、磨抛检测系统,该系统适用于多种尺寸规格钢结构件所需牛角、斜板的全自动上料、焊接和磨抛检测工作。以理论CAD模型为基础,视觉伺服,总体上以闭环方式实现自动上料、精确定位推料、焊缝自动识别以及焊接磨抛一体化集成。基于理论CAD模型,视觉伺服将焊缝及磨抛位置进行精确定位,平角焊接,保证焊接质量,提高焊接效率。机器人本体采用单伺服电机驱动,通过传动机构把单个运动同时传递给两个驱动轮,确保两驱动轮运行的同步性,行走采用齿轮齿条啮合方式,以齿轮作为车轮、以齿条作为车轮行走的接触地面,此行走方式可提高定位精度,确保焊接磨抛精准度。工字钢自定心夹具实现工字钢的准确定心,保证工字钢在焊接背面焊缝时能够准确绕轴线旋转。基于理论CAD模型的大型钢结构机器人自动上料、焊接、磨抛检测系统可应用于多种尺寸规格的钢结构件,具有自动化程度高,环境适应能力强,工人劳动强度小,人力成本低,焊缝一致性好,焊接质量高等特点。

## 附图说明

[0012] 图1是本发明的结构示意图;

[0013] 图2是本发明焊接磨抛机器人视觉伺服模块示意图;

[0014] 图3是本发明大型工字钢自定心翻转模块示意图;

- [0015] 图4是本发明定心夹具结构示意图；  
[0016] 图5是本发明牛角精确推料模块示意图；  
[0017] 图6是本发明斜板供料推料模块示意图；  
[0018] 图7是本发明系统上料、焊接、磨抛处理流程图。

### 具体实施方式

[0019] 大型工字钢自定心翻转模块2与工作台固定连接,焊接磨抛机器人视觉伺服模块1与工作台上的导轨滑动连接,牛角精确推料模块3与工作台滑动连接,斜板供料推料模块6与工作台固定连接、且位于大型工字钢自定心翻转模块2的一侧；

[0020] 所述焊接磨抛机器人视觉伺服模块1结构是:焊接机械臂102和磨抛机械臂109各自独立、并列连接在旋转台103上,每个独立的机械臂包含四级机械臂,每两级机械臂间通过伺服电机连接,控制二者的相对转动,其中第三级机械臂设有绕其轴线旋转的伺服电机,视觉传感器一104固定在焊接机械臂102,视觉传感器二108固定在磨抛机械臂109,所述焊接机械臂末端连接伺服焊枪105,所述磨抛机械臂末端连接伺服磨抛机106,所述旋转台和机器人本体上的旋转导轨相配合形成旋转运动副,所述机器人本体由中心控制模块控制,伺服电机连接差速器,两驱动轮107与机器人本体1连接,该驱动轮107为齿轮,导轨110为齿条,驱动轮107与齿条导轨110啮合连接,限位开关114分布在所述齿条导轨110的两端,导轨110两端与固定板111固定连接,电源线拖链112分别与电源盒113和机器人本体上伺服电机连接；

[0021] 所述大型工字钢自定心翻转模块2的结构是:定心夹具203与旋转机床的旋转台202固定连接,滚动轴承210的内圈209中心为方形孔,所述方形孔边缘延伸出凸缘207,定位锁紧螺杆208通过螺纹连接均匀分布在凸缘207上,滚动轴承外圈204位于轴承支架206中,滚动轴承端盖201与旋转机床的旋转台固定连接,所述轴承支架206与导轨205滑动连接；

[0022] 所述定心夹具203的结构是:每根双向反螺纹螺杆2009两侧分别为左旋和右旋螺纹,所述双向反螺纹螺杆2009两端连接两个夹紧块2002,相邻两双向反螺纹螺杆相互垂直,每个夹紧块2002连接两根双向反螺纹螺杆2009,所述双向反螺纹螺杆和夹紧块顺次组合构成空心四边形,所述双向反螺纹螺杆的两端为阶梯轴、由滚动轴承2004支撑,轴承座2010与滚动轴承固定连接,所述轴承座通过螺栓固定到滑块2005上,导轨2006通过螺栓固定到底板2007上,所述滑块2005与导轨2006滑动连接,所述夹紧块2002外侧两个相互垂直方向连接两个螺纹杆2003,所述螺纹杆2003延伸出底板限位孔2008,同螺纹杆2003配合的锁紧螺母2001紧密贴合在所述底板限位孔2008处；

[0023] 所述牛角精确推料模块3结构是:升降平台302与升降平台车301通过升降装置连接,牛角推钳303前端开口和牛角外缘吻合,并具有一定的拔模斜度,牛角推钳303后端连接气缸,气缸固连在焊接磨抛机器人本体内部,控制牛角推钳303的伸缩,所述牛角推钳303底端有两个滑道304,该滑道与升降平台302中的导向槽305滑动连接,所述升降平台车301在工字钢5下面直线运动,升降平台302在牛角焊接处升起,支撑工字钢5,同时为从天车拖带的供料器中滑出的牛角4提供平台；

[0024] 所述斜板供料推料模块6结构是:斜板专用夹板601与液压夹钳603固定连接,该斜板专用夹板上有斜板凹槽602,该液压夹钳603与气缸609固定连接,气缸609与旋转机床的

旋转台608固定连接,旋转机床604与导轨205滑动连接,滑道606与供料转台605固定连接,旋转卡607与供料转台605固定连接,所述供料转台605通过旋转卡607将从滑道606中按一定方向滑落的斜板夹持住,供料转台605旋转180度,待液压夹钳603将斜板7夹持住,气缸609回缩,旋转台608旋转90度,气缸609推动液压夹钳603顶在工字钢5端面上。所述液压夹钳603前的斜板专用夹板601内侧为斜板凹槽,由于斜板比例为行业标准件,所述斜板专用夹钳可适用于夹持多种尺寸斜板7。

[0025] 下面结合附图进一步说明本发明及其工作过程。

[0026] 在计算机已有的CAD图纸中,所绘制的机床、焊接磨抛机器人等同实际场地中机床、焊接磨抛机器人的位置等信息一致,现场中工字钢按照同图纸中已确定的工字钢理论位置对应装夹,这样就得到了与实际焊接等处理过程完全相同的理论CAD模型,在CAD模型中规定基准坐标系、大型工字钢自定心翻转模块坐标系等坐标系,根据牛角、斜板的焊接要求便得到了焊缝的理论始点和终点坐标。视觉伺服识别焊缝理论和实际位置的误差并调节到一定精度范围,此外视觉伺服处理焊接过程出现的气孔、飞溅等缺陷。坐标系的建立如下:

[0027] 如图1所示,基于理论CAD模型的大型钢结构机器人自动上料、焊接、磨抛检测系统采用不同坐标系,以地面固定坐标系为基准,不同模块间采用不同坐标系,例如大型工字钢自定心翻转模块2所在坐标系,以底板2007内表面作为其坐标系坐标起点,顺着工字钢5方向为 $X_1$ 轴正方向,根据右手定则确定其他两轴,焊接磨抛机器人所在位置为 $Y_1$ 轴正方向,竖直向上为 $Z_1$ 轴正方向。大型工字钢自定心翻转模块坐标系、焊接磨抛机器人坐标系、升降平台车坐标系同基准坐标系建立联系。点的位置信息建立在基准坐标系下,焊接磨抛机器人坐标系、升降平台车坐标系或是大型工字钢自定心翻转模块坐标系的点坐标为 $(x_n, y_n, z_n)$ 转化到基准坐标系下的 $(x, y, z)$ 。坐标转换矩阵为:

$$[0028] \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = R_{zn}^T R_{yn}^T R_{xn}^T P^T \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0029] 式中 $n=1, 2, 3$ ;

[0030] P——平移矩阵;

[0031]  $R_{xn}$ ——绕 $X_n$ 轴旋转矩阵;

[0032]  $R_{yn}$ ——绕 $Y_n$ 轴旋转矩阵;

[0033]  $R_{zn}$ ——绕 $Z_n$ 轴旋转矩阵;

[0034]  $(x, y, z)$ ——一点在基准坐标系下的坐标;

[0035]  $(x_n, y_n, z_n)$ ——一点在焊接磨抛机器人坐标系等其他非基准坐标系下的坐标;

[0036] 具体操作流程如下:

[0037] 如图2所示,大型工字钢5在天车的吊起装夹入定心旋转模块2,对于表面质量较好的工字钢可直接装夹,表面质量较差的工字钢进行适当修形。如图4所示,同时旋转上下螺杆203实现大型工字钢5的左右定心,同时旋转左右螺杆203实现大型工字钢5的上下定心,旋转底板限位孔2008内壁各锁紧螺母2001,使各锁紧螺母2001顶在底板2007上,将工字钢5

锁紧。支撑组件在伺服电机的驱动下向前移动,使得工字钢5从滚动轴承内圈209穿过,调整各定位锁紧螺杆208锁紧工字钢5,实现大型工字钢5的另一端支撑,旋转机床202便可以控制大型工字钢5在定心旋转模块2中360度旋转。

[0038] 当工字钢5处于图3所示位置,由于牛角4的重量过大,焊接磨抛机器人101无法直接拖带,天车调动牛角料斗到CAD模型预定焊接位置,升降平台车中心处理器根据设定的坐标,行驶到大型工字钢5下,将平台302升起,顶住大型工字钢5。牛角4按照一定方向从料斗中滑落到升降平台302上。焊接磨抛机器人101运行到理论CAD模型焊接位置,运用视觉传感将所处位置反馈回中央处理器,焊接磨抛机器人中央处理器对比理论数据和视觉反馈二者数据,根据精度需求,驱动焊接磨抛机器人继续行走,使得焊接磨抛机器人101运行到更加精准位置。焊接磨抛机器人本体内部的气缸推动牛角推钳303向工字钢5方向运动,如图5所示,升降平台302支撑牛角4的重量,升降平台302的导向槽305约束牛角推钳303的直线推动,焊机磨抛机器人101的位置精度高于升降平台车301,导向槽305的开口端为Y形,便于升降平台车301对升降平台车301和焊接磨抛机器人之间产生的位置误差进行补偿,使得牛角推钳303精确将牛角推到工字钢指定焊接位置。

[0039] 焊接磨抛机械臂根据焊接时平角要求调整伺服焊枪105位置。虽然已知的牛角焊接位置,以及在理论CAD模型中已经规划好焊缝轨迹,但是实际运行中会存在一定误差,视觉传感器将实际测量值传递到中央处理器,实际值和理论CAD模型数据相对比,进行位置误差补偿。在焊接过程中出现偏差或是未完全焊接焊缝,视觉传感器会将信息传递到中央处理器,进行焊接补偿,提升焊接准确度,优化焊接质量。待将正面焊缝全部焊接完毕后,旋转机床202带动大型工字钢5旋转一定角度,满足平角焊接的要求,将背面焊缝逐步焊接完毕。在焊接的过程中不免产生气孔和飞溅,视觉传感器可将焊接过程中产生的气孔和飞溅的具体位置传递到中央处理器,中央处理器向磨抛机械臂109发出指令,伺服磨抛机106将对缺陷处进行磨抛后处理作业,必要时可进行二次焊接。

[0040] 将各牛角4按照指定位置焊接到工字钢5后,工字钢5旋转回初始位置,如图3所示。斜板7从滑道606按规定顺序滑到送料转台的凹槽,旋转卡607夹住斜板,送料转台605旋转90度,如图6所示。张开的液压夹钳603在气缸609的推动下到达指定位置,液压夹钳603夹住斜板7,待气缸杆回收,旋转台608带动斜板夹钳旋转90度。气缸609推动液压夹钳603顶在工字钢端面。焊接磨抛机器人按照焊接要求完成对斜板7的正面焊接工作,液压夹钳603张开后收回,旋转机床202带动工字钢5旋转,对斜板7背面进行焊接,完成后将焊接完毕的钢结构件卸除。

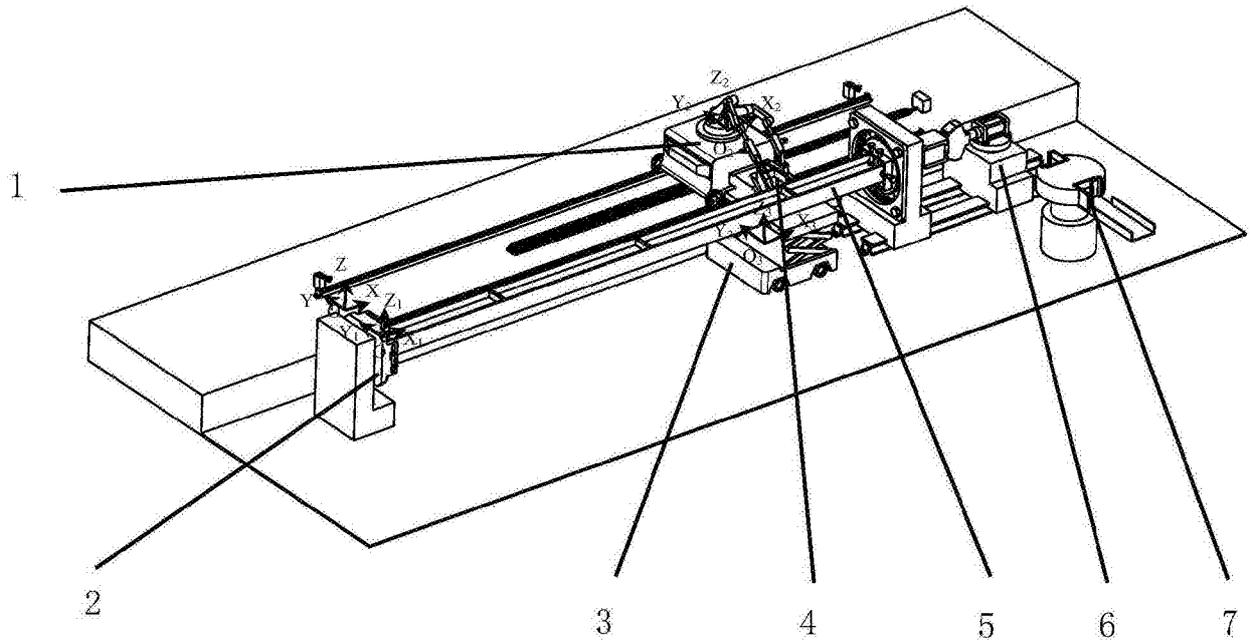


图1

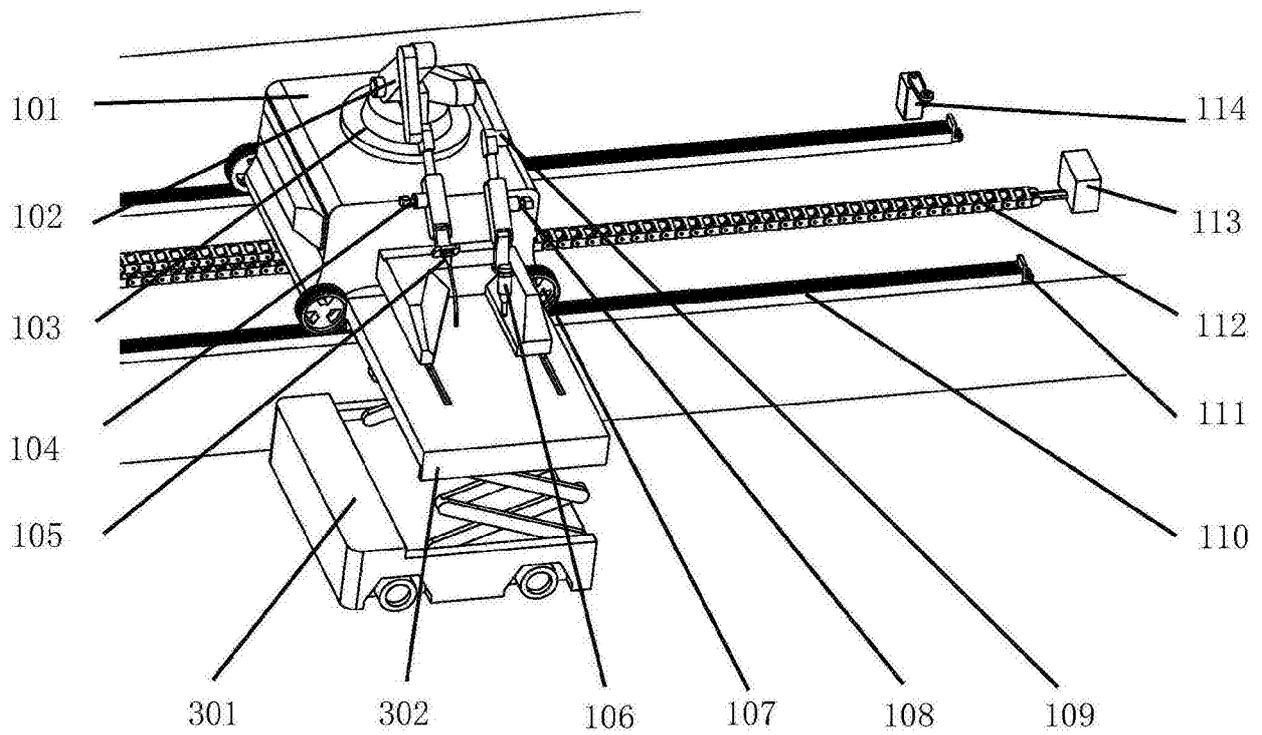


图2

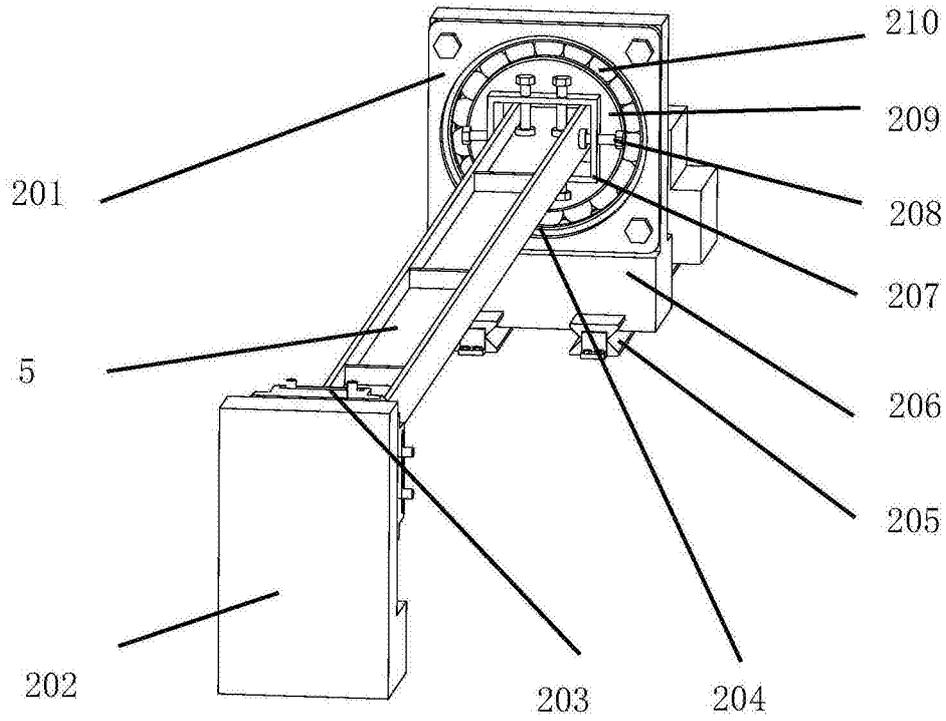


图3

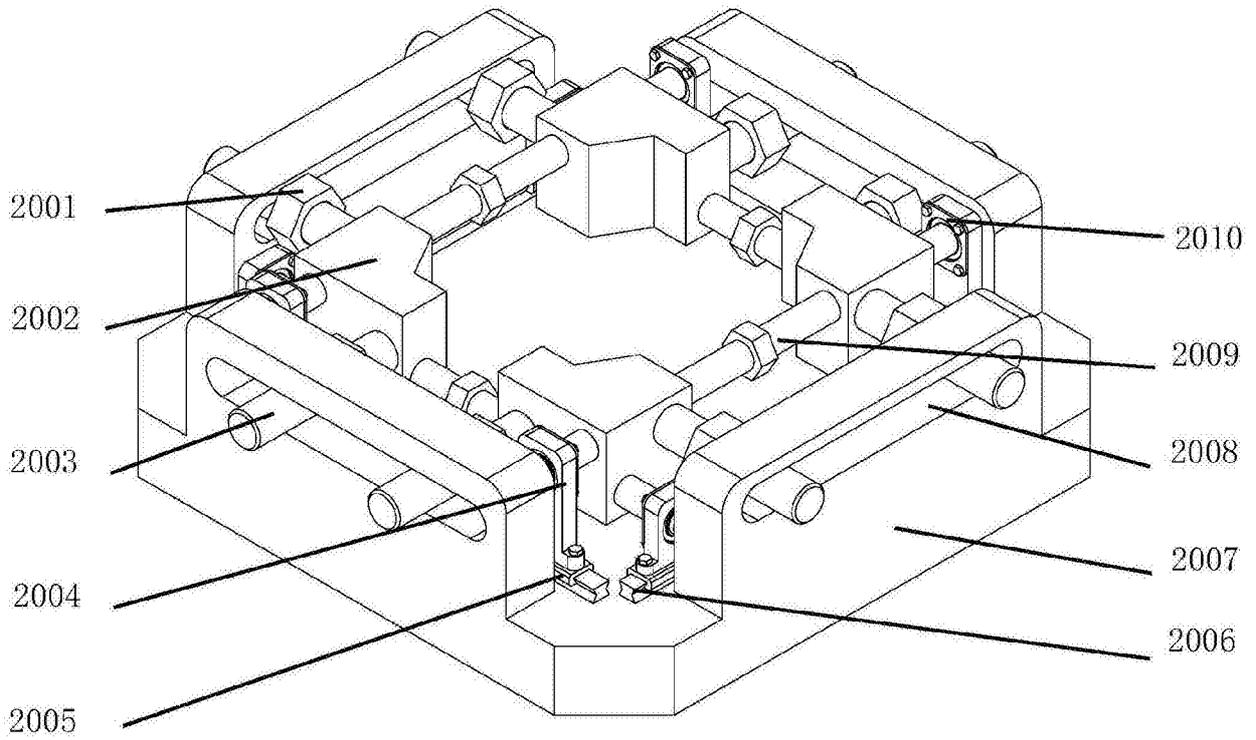


图4

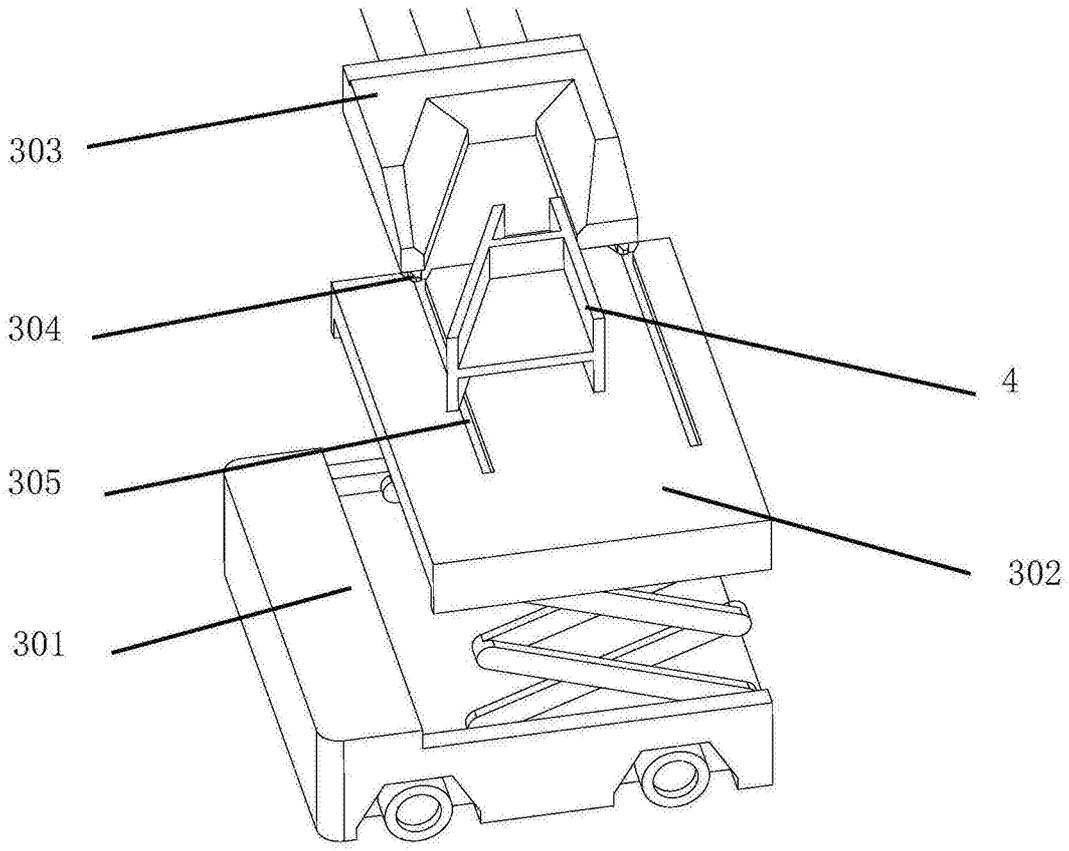


图5

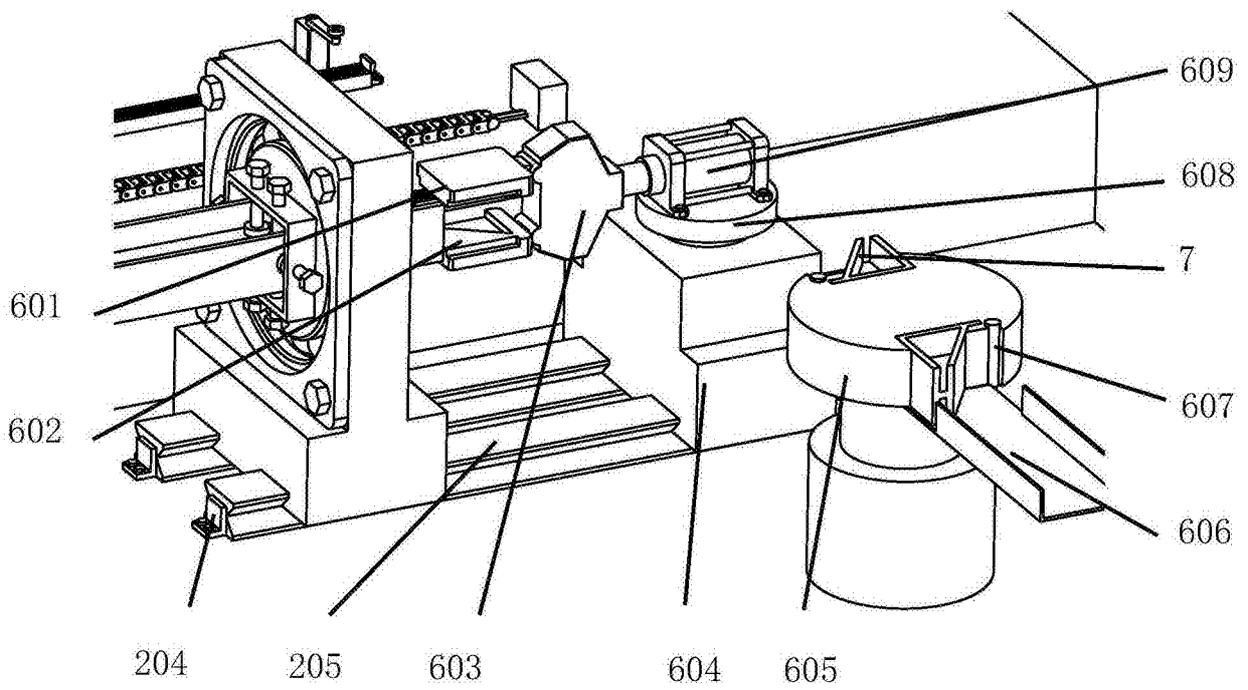


图6

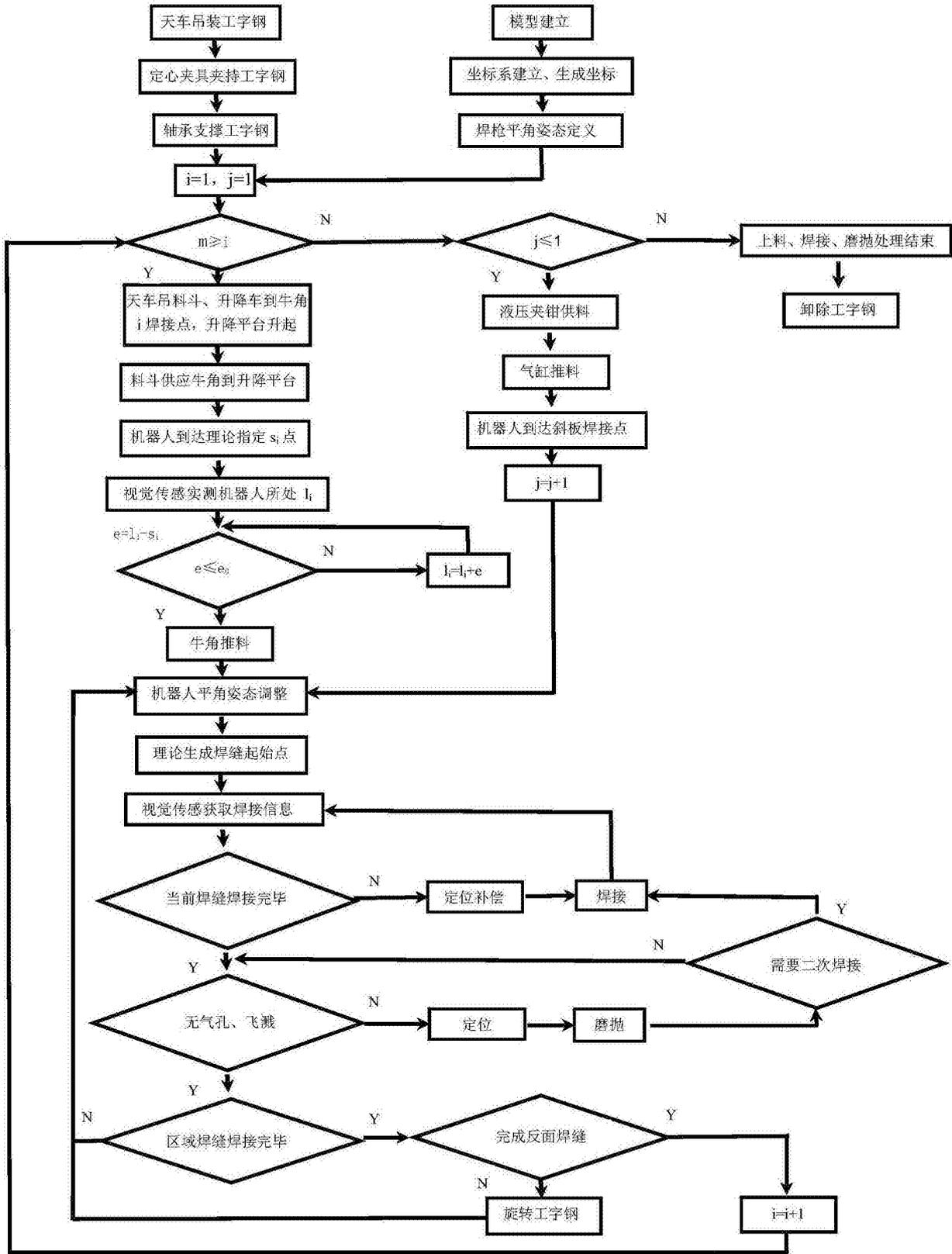


图7