



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204735821 U

(45) 授权公告日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201520408593. 5

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2015. 06. 12

(73) 专利权人 广东省自动化研究所

地址 510070 广东省广州市越秀区先烈中路
100 号 13 号楼

(72) 发明人 刘晓光 赫亮 蒋晓明 毕齐林
周雪峰

(74) 专利代理机构 北京隆源天恒知识产权代理
事务所(普通合伙) 11473

代理人 闫冬

(51) Int. Cl.

B23K 9/032(2006. 01)

B23K 9/12(2006. 01)

B23K 9/127(2006. 01)

B23K 9/32(2006. 01)

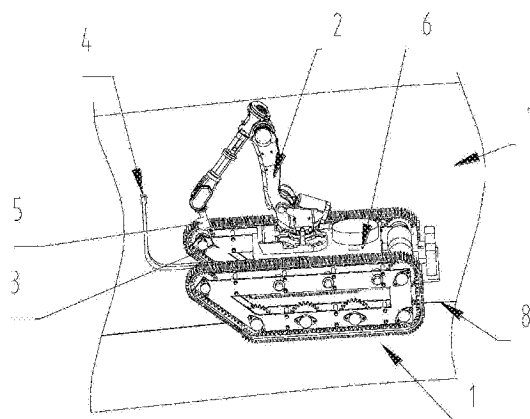
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 实用新型名称

一种大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备

(57) 摘要

本实用新型涉及一种大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备,包括一行走系统、一运动系统、一焊接系统、一控制系统,其还包括一用于指导所述行走系统行进轨迹的第一视觉系统与一用于指导所述运动系统位置的视觉系统。本实用新型效率高、焊接质量好;柔性化的操作机制,适应性好,通用性好,可实现厚板、薄板、多种坡口、不同曲线轨迹焊缝的焊接件的焊缝识别及跟踪;智能化程度较高;操作简单,自动化程度高,测量成本低,无公害。



1. 一种大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备,包括一行走系统、一运动系统、一焊接系统、一控制系统,所述行走系统为焊接设备提供主体支撑并且能够带动设备进行运动,所述控制系统控制所述行走系统沿待焊焊缝前行、控制所述运动系统带动所述焊接系统对准焊缝、控制所述焊接系统对焊缝进行焊接,其特征在于,其还包括一用于指导所述行走系统行进轨迹的第一视觉系统与一用于指导所述运动系统位置的第二视觉系统。

2. 如权利要求 1 所述的大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备,其特征在于,所述第一视觉系统包括一第一图像获取装置与一线形激光器;所述第二视觉系统包括一第二图像获取装置与一环形激光器。

3. 如权利要求 2 所述的大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备,其特征在于,所述运动系统为一多自由度机械手,所述第一图像获取装置为第一相机,所述第二图像获取装置为第二相机。

4. 如权利要求 2 所述的大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备,其特征在于,所述控制系统,包括一用于控制所述行走系统前后运动、转向运动的行动控制器、一用于控制所述运动系统动作的运动控制器与一用于处理所述第一图像获取装置与所述第二图像获取装置获取数据的图像数据处理器与一用于调整所述焊接系统焊接工艺参数的焊接控制器。

5. 如权利要求 3 所述的大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备,其特征在于,所述焊接系统包括一位于所述运动系统终端的焊枪,所述第二相机与所述焊枪活动连接,并且能够以焊枪为轴进行转动。

一种大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及焊接领域，具体涉及一种大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备。

技术背景

[0002] 大尺寸三维立体曲线对接焊缝常分布于船舶表面等大型曲面上，现有的固定式焊接系统的焊接行程难以达到，故其一直处于手工半自动焊的状态。然而手工半自动化焊接存在以下问题：首先，工人在强烈弧光、烟尘、有害气体、高温等影响因素下，容易疲劳，影响焊接质量；其次，焊枪在焊接过程中发烫较快，焊不到一米，工人需要稍停一下，再继续着焊，使得焊接中出现较多的融合点，影响了焊缝质量；接着，在船头、船尾这类曲面的焊接过程中，工人需要借助升降平台或铺设导轨的方式实现焊接，严重的制约了焊接效率；最后，焊接工种本身就对工人有一定的技术要求，尤其是船舶焊接，而工人的技术水平的高低层次不齐，直接影响了焊缝质量的均一性。随着造船技术的快速发展，焊接工种的稀缺，大吨位的船舶的需求量的增加，大尺寸三维立体曲线焊接程中传统的手工焊接方式远远不能满足造船业的需求。

[0003] 鉴于上述缺陷，本实用新型创作者经过长时间的研究和实践终于获得了本实用新型。

实用新型内容

[0004] 为解决上述技术缺陷，本实用新型采用的技术方案在于，提供一种大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备，包括一行走系统、一运动系统、一焊接系统、一控制系统，所述行走系统为焊接设备提供主体支撑并且能够带动设备进行运动，所述控制系统控制所述行走系统沿待焊焊缝前行、控制所述运动系统带动所述焊接系统对准焊缝、控制所述焊接系统对焊缝进行焊接，其特征在于，其还包括一用于指导所述行走系统行进轨迹的第一视觉系统与一用于指导所述运动系统位置的第二视觉系统。

[0005] 较佳的，所述第一视觉系统包括一第一图像获取装置与一线形激光器；所述第二视觉系统包括一第二图像获取装置与一环形激光器。

[0006] 较佳的，所述运动系统为一多自由度机械手，所述第一图像获取装置为第一相机，所述第二图像获取装置为第二相机。

[0007] 较佳的，所述控制系统，包括一用于控制所述行走系统前后运动、转向运动的行动控制器、一用于控制所述运动系统动作的运动控制器与一用于处理所述第一图像获取装置与所述第二图像获取装置获取数据的图像数据处理器与一用于调整所述焊接系统焊接工艺参数的焊接控制器。

[0008] 较佳的，所述焊接系统包括一位于所述运动系统终端的焊枪，所述第二相机与所述焊枪活动连接，并且能够以焊枪为轴进行转动。

[0009] 与现有技术相比较，本实用新型的有益效果在于：

[0010] (1) 本实用新型效率高、焊接质量好，本实用新型采用二级视觉监控系统，分别对

移动的小车行进轨迹、焊枪相对于焊缝的空间位置进行监控与引导,消除或减少移动小车、多自由度机械手等系统叠加因素带来的焊枪位置、位姿与待焊焊缝不匹配的问题,实现大尺寸三维立体曲线对接焊缝自动化焊接中的智能跟踪监测和自适应反馈,避免或减少焊前、焊中、焊后人工检测、补焊的工作量,提高焊接质量和效率;

[0011] (2) 通用性好,可实现厚板、薄板及多种坡口的焊接件的焊缝识别及跟踪,本实用新型的二级视觉识别及跟踪系统对待焊接工件没有材质、形状、尺寸的特定限制,既可以用于大尺寸三维立体曲线对接焊缝的智能化焊接,也可用于大尺寸的直线焊缝的智能化焊接,对待焊件板厚及是否开坡口都没限制;

[0012] (3) 本实用新型智能化程度较高,在焊接过程中不需要人工对零及采用复杂的夹具、轨道等辅助,只需要将该装备放置于装配好的待焊件的焊接起点附近处的曲面上,就可以实现自动焊接。

附图说明

[0013] 图 1 为本实用新型所述大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备结构图;

[0014] 图 2 为本实用新型所述第一视觉系统示意图;

[0015] 图 3 为本实用新型所述第二视觉系统示意图;

[0016] 图 4a 为本实用新型第一视觉系统视场示意图 a;

[0017] 图 4b 为本实用新型第一视觉系统视场示意图 b;

[0018] 图 5a 为本实用新型 Z 轴旋转之前第二相机视场示意图;

[0019] 图 5b 为本实用新型 Z 轴旋转之前第二相机 Z 轴截面示意图;

[0020] 图 6a 为本实用新型 Z 轴旋转之后第二相机视场示意图;

[0021] 图 6b 为本实用新型 Z 轴旋转之后第二相机 Z 轴截面示意图。

具体实施方式

[0022] 为便于本领域技术人员对本实用新型的技术方案和有益效果进行理解,特结合附图对具体实施方式进行如下描述。

[0023] 实施例一:

[0024] 请参阅图 1 所示,本实用新型所述的大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备,包括行走系统 1、运动系统 2、焊接系统 3、第一视觉系统 4、第二视觉系统 5 与控制系统 6。

[0025] 其中,所述行走系统 1 为所述大尺寸立体曲线焊缝智能焊接设备的动力结构部分与主体支撑结构部分,本实施例中,其为一能够吸附在待测曲面 7 上的行走小车,所述行走小车包括行走机构与驱动机构以实现运动过程中的前后运动以及 360° 原地转向,所述移动小车在运动过程中可依靠重量紧贴待焊曲面运行,也可依靠磁吸附、压力吸附等方式紧贴待焊曲面运行,其紧贴待焊曲面运行的方式不限于此;所述移动小车在运动过程中可采取履带式的爬行方式,也可采用轮式、多足式等方式实现前后爬行,其爬行方式不限于此。

[0026] 所述运动系统 2 带动所述焊接系统 3 进行运动,本实施例中,其为一多自由度机械手,其可以为多关节式,模块化式、并联式,其实现方式不限于此。本实施例中,所述运动系统固定于所述行走系统 1 上,随所述行走系统 1 一起运动。

[0027] 所述焊接系统 3 包括焊头及其他部件,所述焊接系统 3 与所述运动系统 2 集成在

一起,如图 1 所示,所述运动系统 2 的前端为所述焊头,所述运动系统能够带动所述焊接系统到指定的位置进行焊接工作。

[0028] 请参见图 2 所示,图 2 为所述第一视觉系统结构图,图 2 中省略了所述运动系统 2 以及焊接系统 3。

[0029] 所述第一视觉系统 4 包括一第一图像获取装置 41 与一线形激光器 42,所述第一图像获取装置 41 能够获取所述线形激光器 42 向焊缝 8 发射的激光视场并将其传送至所述控制系统 6。

[0030] 所述第一视觉系统能够识别所述行动系统 1 当前位置与当前焊缝位置,将识别数据传送至所述控制系统 6,反馈时时修正所述行动系统能够沿焊缝向前施焊,进而实现自动化焊缝,并且能够提供一定的焊接精度。

[0031] 所述第二视觉系统 5 包括一第二图像获取装置与一环形激光器,请参见图 3 所示,图 3 为所述运动系统 2 的细节图,所述运动系统 2 的末端为所述焊接系统 3 的焊枪 31。第二视觉系统 5 与所述焊枪 31 为一体装置,一同在装载本实施例中多自由度机械手末端。所述第二视觉系统 5 能够围绕所述焊枪 31 中心轴线转动,所述环形激光器的环形投影线始终位于焊枪前方(相对于运动方向而言)。

[0032] 所述第二视觉系统 5 能够检测焊缝、所述焊枪 31 的相对位置,并且将位置信息反馈至所述控制系统 6 反馈控制所述运动系统 2 作出运动调整所述运动系统 2 的位置,从而实现精准与高质量焊接。

[0033] 本实施例中,所述第一图像获取装置与所述第二图像获取装置均为相机。

[0034] 所述控制系统 6 包括一用于带动所述行走系统 1 前后运动、转向运动的行动控制器、一用于控制所述行走系统 1 吸附动作、所述运动系统 2 动作的运动控制器、一用于处理焊前一定距离的线型激光线投影图像、焊前附件的圆环型激光线投影图像,得到磁吸附移动小车在曲面上的二维轨迹、焊枪空间位置及位姿调整量的图像数据处理器与一用于调整焊接工艺参数的焊接控制器。

[0035] 所述控制系统 6 所包含的各控制器,可以通过集成、外挂或其他方式实现,本实用新型中不做任何限制。

[0036] 在实际焊接过程中,本实用新型所述设备采用如下方法完成焊接工作。

[0037] S1:行走系统定位于焊接起点附近,智能获取焊接起点位置,并且开始施焊;

[0038] 本实施例移动小车的工作坐标系 XYZ,以多关节机械手的安装位置的中心为原点 O,以移动小车长度方向为 X 方向,垂直于移动小车上平面的方向为 Z 方向,与面 XZ 垂直方向为 Y 方向,所述小车在运动过程中沿着 X 方向前进,且绕着 Z 方向转动;焊枪的工作坐标系 $X_1Y_1Z_1$,以多关节机械手末端中心为原点,以其轴线方向为 Z_1 方向,相机光轴与 Z_1 的垂线方向为 X_1 方向,与面 X_1Z_1 垂直方向为 Y_1 方向。

[0039] 第一相机坐标系 UVW,原点 O_1 ,光轴方向为 W 向,与 X_1 方向平行的方向为 U 向,与面 UW 垂直方向为 V 方向;所述第二相机的坐标系为 RST,原点 O_2 ,光轴方向为 T 轴,与 X 方向平行的方向为 R 向,与面 RT 垂直方向为 S 方向。上述四个坐标系可以相互转换。

[0040] S2:第一视觉系统识别当前行走系统位置与当前焊缝位置,控制系统对所述行走系统进行实时纠偏;

[0041] 如果对行走系统不进行任何控制的话,行走系统将沿着一个固定的方向沿待焊曲

面或者待焊平面向前行进、焊接。实际情况中,焊缝通常是不规则、弯曲的形状,所以需要对待焊缝位置与行走系统的相对位置进行识别、纠正,来保证焊接的顺利完成。

[0042] 所述的第一视觉系统 4 包含直线形激光器及第一相机,圆环型激光器及相机与移动小车通过安装架刚性固定安装且一起做刚体运动;直线形激光器的线投影线及待焊焊缝始终位于移动小车前方且一直位于相机的视场中;

[0043] 步骤 S2 具体的步骤为:

[0044] 线形激光器打开,第一相机获取激光线投影及行走系统前方待焊焊缝的图像,传送给图像数据处理器,定位识别线性激光器发射的光线与焊缝在相机视场中的位置,确定行走系统需绕 W 方向调整的角度与行走系统在 V 方向调整的距离,并传送至所述行动控制器;

[0045] 运动控制器接受指令,控制所述行走系统运动。

[0046] 其中,建立第一视觉系统第一相机图像坐标系 UVW,所述坐标系 UVW 的原点 O_1 为第一相机的成像面中心,W 轴为第一相机的光轴。W 轴始终与多自由度机械手安装平台垂直且与动机器人的 Z 方向平行,U、V 轴分别与移动机器人的 X、Y 方向平行;相机安装高度 h_{11} 为安装第一相机与带焊曲 / 平面距离,此时的相机的标定参数为 ζ_{11} ,标定参数,或称为标定系数,指视场像素与实际尺寸之间的比例关系。

[0047] 当直线形激光线进入第一相机的视场时:

[0048] 若移动小车相对待焊焊缝的空间位置、角度合理,则成像如图 4a 所示,此时线形激光投影线在图像的坐标为 $u = a_1$,本实施例中, a_1 、 b_1 为所述第一相机视场 U、V 方向图像长度,激光线与焊缝边缘的交点图像坐标分别为 $M_{11}(\frac{a_1}{2}, v_{M_{11}})$ 、 $N_{11}(\frac{a_1}{2}, v_{N_{11}})$,其中点为

$P_{11}(\frac{a_1}{2}, \frac{b_1}{2})$,焊缝在 $u = \frac{a_1}{2}$ 处的切线 L_{11} 与 V 轴的夹角为 90° 。

[0049] 若移动小车相对待焊焊缝的空间位置、角度不合理时,请参见图 4b 所示,其为第一相机视场示意图。

[0050] 移动小车需绕 W 方向调整的图像角度为:

[0051]

$$\theta_{w_{11}} = 90^\circ - \theta_{12}$$

[0052] 移动小车在 V 方向调整的图像距离为:

$$[0053] \quad L_{v_{11}} = \frac{b_1 - v_{M_{12}} - v_{N_{12}}}{2}$$

[0054] 所以,在 XYZ 坐标系中,移动小车需绕 Z 方向调整的角度为:

[0055]

$$\theta_{z_{11}} = \theta_{w_{11}} = 90^\circ - \theta_{12}$$

[0056] 移动小车在 V 方向调整的距离为:

$$[0057] \quad L_{y_{11}} = L_{v_{11}} \sin \theta_{w_{11}} \zeta_{11} = \frac{b_1 - v_{M_{12}} - v_{N_{12}}}{2} \cos \theta_{12} \zeta_{11}$$

[0058] 其中, 激光线与焊缝边缘的交点坐标分别为 $M_{12}(\frac{a_1}{2}, v_{M_{12}})$ 、 $N_{12}(\frac{a_1}{2}, v_{N_{12}})$, 其中点为 $P_{12}(\frac{a_1}{2}, \frac{v_{M_{12}} + v_{N_{12}}}{2})$, $v_{M_{12}}$ 、 $v_{N_{12}}$ 分别为点 M_{12} 、 N_{12} 的 V 轴坐标, 由所述第一相机测定, θ_{12} 为焊缝在 $u = \frac{a_1}{2}$ 处的切线 L_{12} 与 V 轴的夹角, 由所述第一相机测定。

[0059] S3: 第二视觉系统识别当前焊枪位置与当前焊缝位置, 所述控制系统控制运动系统调整至最佳焊接位置;

[0060] 实际焊接工作过程中, 焊枪需要对准、并且垂直于焊缝进行焊接才能够获得出色的焊接效果, 步骤 S3 可以实现这个效果。

[0061] 所述步骤 S3 具体为:

[0062] 环形激光器打开, 第二视觉系统的第二相机定位识别环形激光器发射的光线与焊缝在相机视场中的位置;

[0063] 第一相机将光线与焊缝位置数据传送至所述图像数据处理器, 图像数据处理器确定运动系统需绕 Z_1 轴旋转角度, 并传送至所述行动控制器;

[0064] 所述行动控制器控制所述运动系统绕 Z_1 轴旋转后, 第一相机将光线与焊缝位置数据传送至所述图像数据处理器, 图像数据处理器确定运动系统需绕 Z_1 轴调整高度、绕 X_1 轴旋转角度、绕 Y_1 轴旋转角度、沿 Y_1 轴方向位移;

[0065] 行动控制器接受指令, 控制所述运动系统运动。

[0066] 具体的, 所述第二视觉系统需绕 Z_1 轴 (即绕所述焊枪 31) 旋转角度为 θ_{21} , θ_{21} 为所述第二相机视场 S 轴与焊缝切线所呈角度。

[0067] 使得在焊枪 y_1 方向上调整 $L_{y_{22}} = \frac{s_{M_{22}} + s_{N_{22}}}{2} \zeta_{22}$, 在 z_1 方向上

调整 $h_1 - h_0 = \frac{2a_r b_r h_0 (2h_0 \tan \theta_{20} + \phi_0)}{(2a_r h_0 + b_r \phi_0) \phi_0} - h_0$ 绕 y_1 轴旋转方向调整角度

为 $\theta_{22} = \arctan(\frac{2(a_r - b_r)h_0}{2a_r h_0 \tan \theta_{20} + b_r \phi_0})$ 绕 x_1 轴旋转方向调整角度为

$\theta_{23} = \arctan(\frac{2(a_s - b_s)h_0}{2a_s h_0 \tan \theta_{20} + b_s \phi_0})$, 此时焊枪以合理的空间位置、位姿沿着焊枪运动。

[0068] 请参见图 5a、5b 所示, 其分别为第二相机 Z_1 轴旋转之前视场示意图及 Z 轴截面示意图。

[0069] 请参见图 6a、6b 所示, 其分别为第二相机 Z_1 轴旋转之后视场示意图及 Z 轴截面示意图。

[0070] 其中, a_2 、 b_2 为所述第二相机视场 R、S 方向图像长度, $s_{M_{22}}$ 与 $s_{N_{22}}$ 分别为焊缝边缘与第二相机视场坐标系 S 轴交点的 S 轴坐标, 交点为 M22、N22, 即 $M_{22}(0, s_{M_{22}})$ 、 $N_{22}(0, s_{N_{22}})$, P22 为 M22 与 N22 中点, $L_{y_{22}}$ 为焊枪与 Y 轴的偏离量, ζ_{22} 为所述第二相机的标定系数。

[0071] 若焊枪相对待焊焊缝的空间位置、位姿合理, 此时所述第二相机坐标系距离待焊焊缝的实际距离为 h_0 (适宜距离), 圆形光斑图像的直径为 Φ_0 。

[0072] 若焊枪相对待焊焊缝的高度不合理时, 假设此时图像获取的光斑的直径为 Φ_1 , h_1 为此时所述第二相机坐标系距离待焊焊缝的实际距离。

[0073] a_r 为经 Z_1 轴旋转后的所述第二视觉系统的所述环形激光器向待焊平面照射形成的近椭圆形沿着 r 正向的半轴图像长度, b_r 为经 Z_1 轴旋转后的第二视觉系统的所述环形激光器向待焊平面照射形成的近椭圆形沿着 r 负向的半轴图像长度。 a_s 为经 Z_1 轴旋转后的所述第二视觉系统的所述环形激光器向待焊平面照射形成的近椭圆形沿着 s 正向的半轴图像长度, b_s 为经 Z_1 轴旋转后的所述第二视觉系统的所述环形激光器向待焊平面照射形成的近椭圆形沿着 s 负向的半轴图像长度, 均由所述第二相机测定; θ_{20} 为圆形光斑的散射角度。

[0074] S4: 重复步骤 S2 及 S3 直至焊接工作完成。

[0075] 实际工作中, 所述步骤 S2、步骤 S3 同时并且时时进行, 一直对所述行走系统与所述运动系统进行轨迹修正。

[0076] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例, 对本实用新型而言仅仅是说明性的, 而非限制性的。本专业技术人员理解, 在本实用新型权利要求所限定的精神和范围内可对其进行许多改变和修改, 甚至等效, 但都将落入本实用新型的保护范围内。

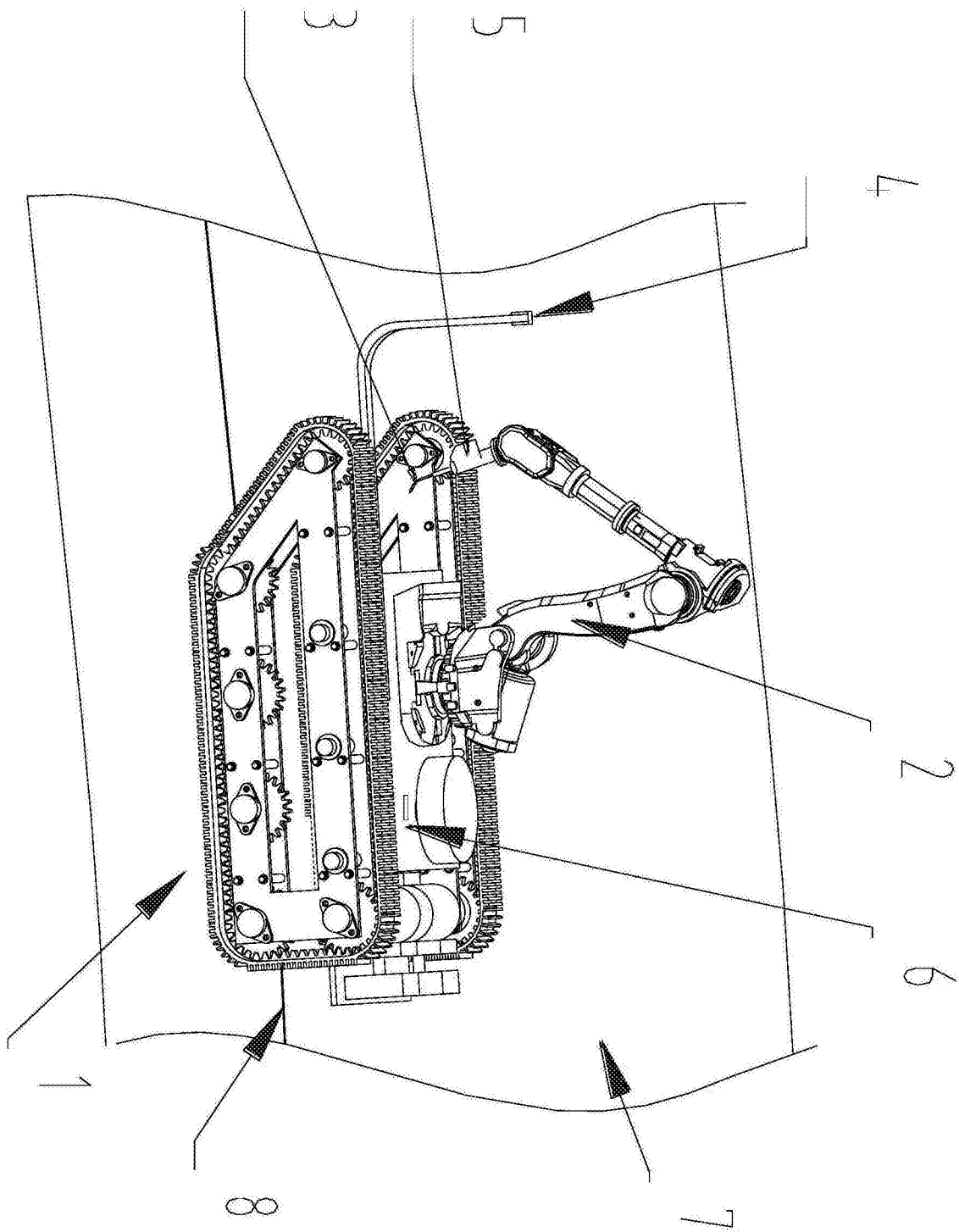


图 1

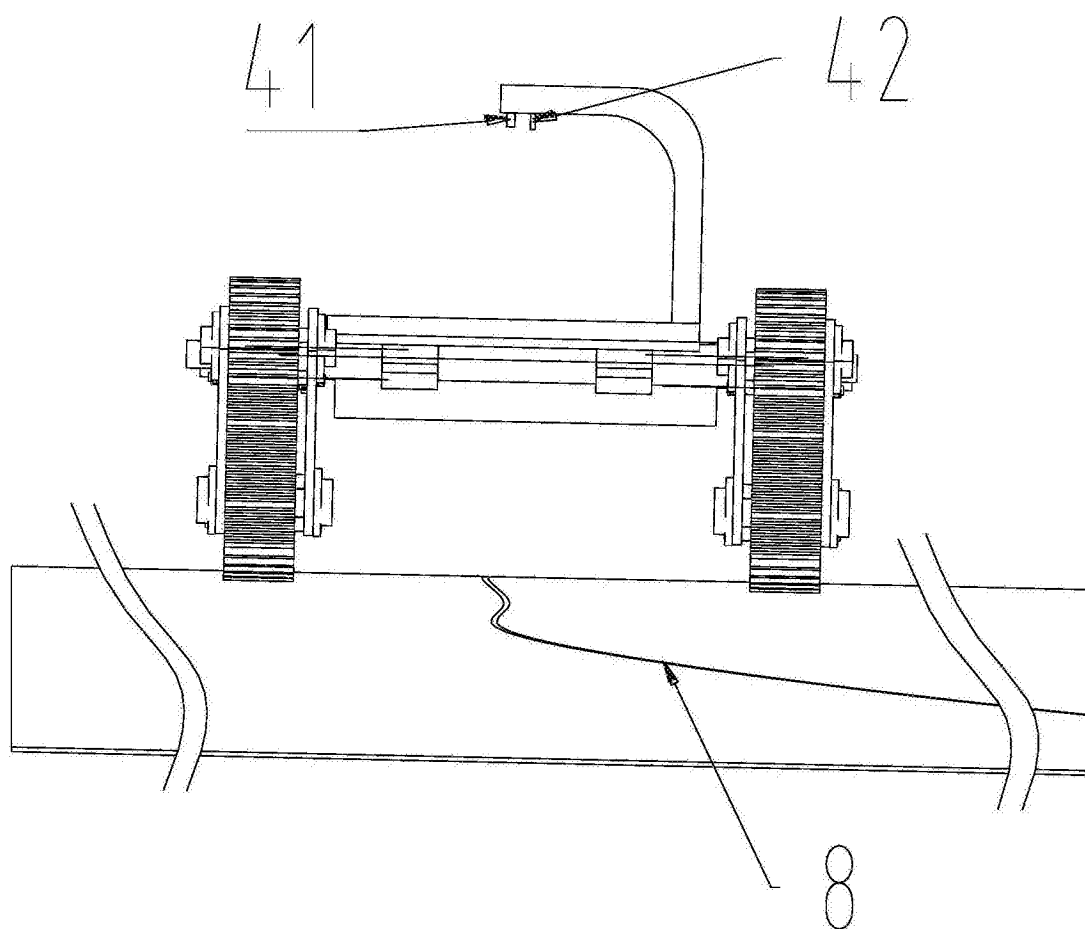


图 2

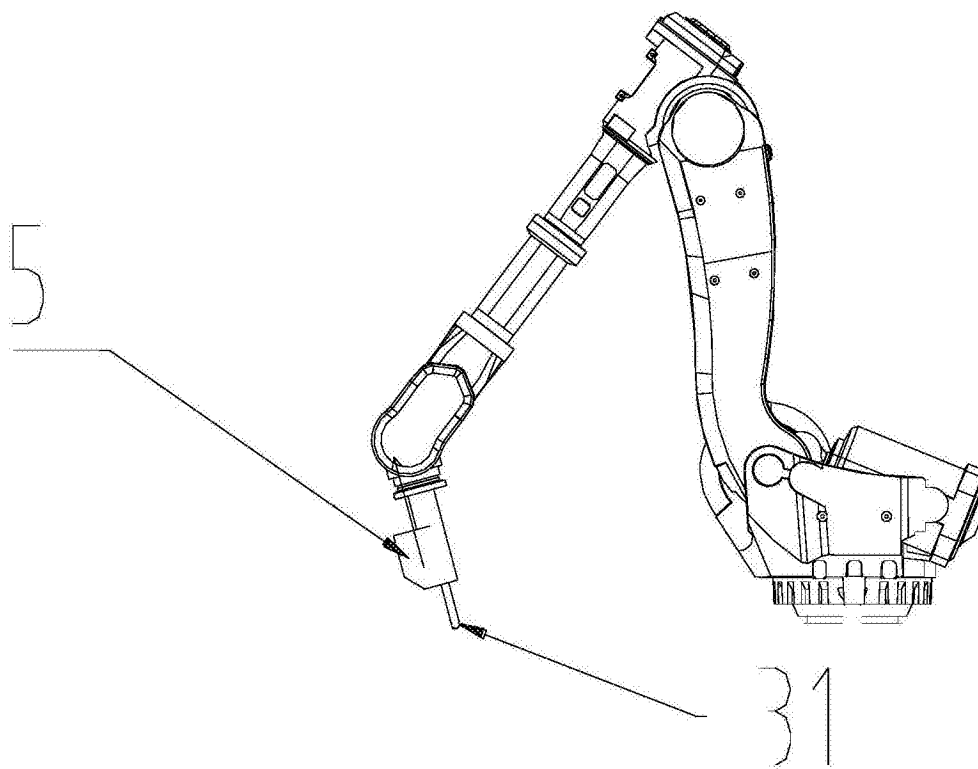


图 3

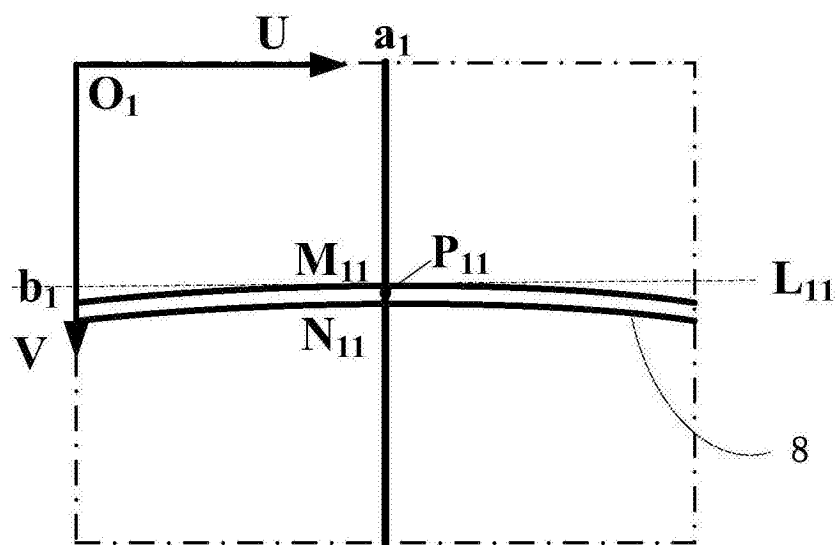


图 4a

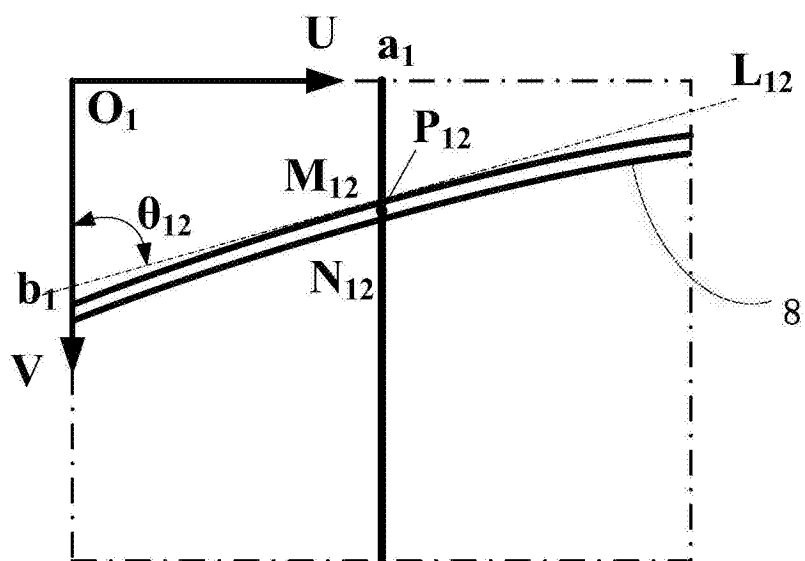


图 4b

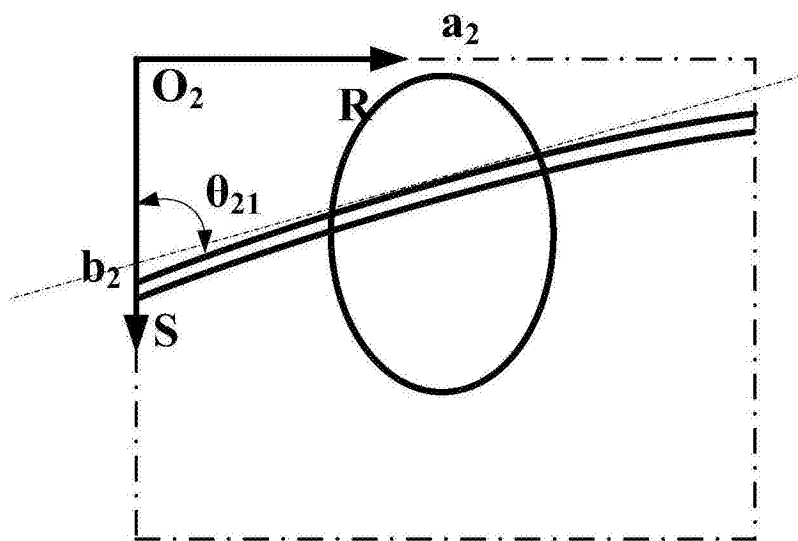


图 5a

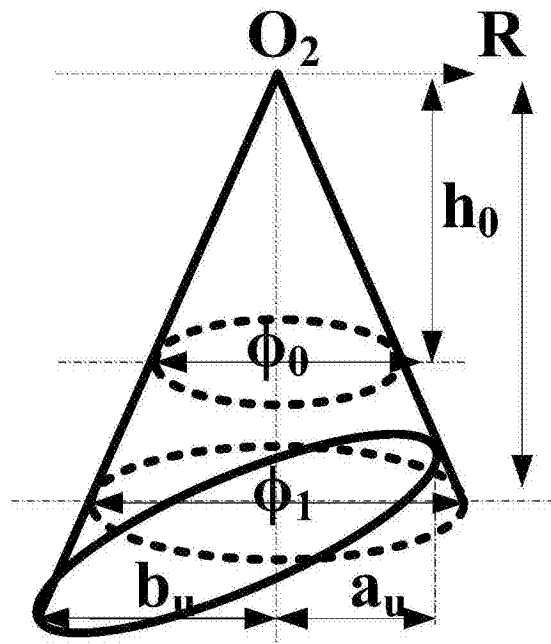


图 5b

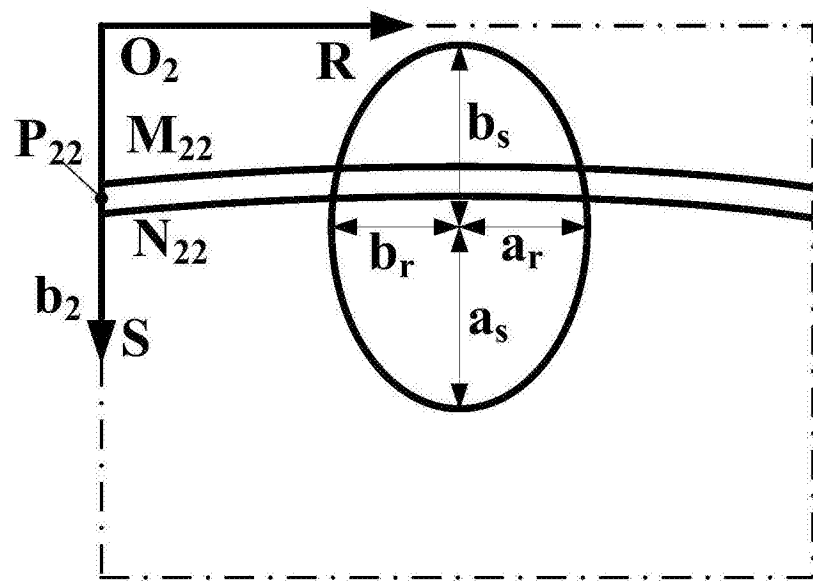


图 6a

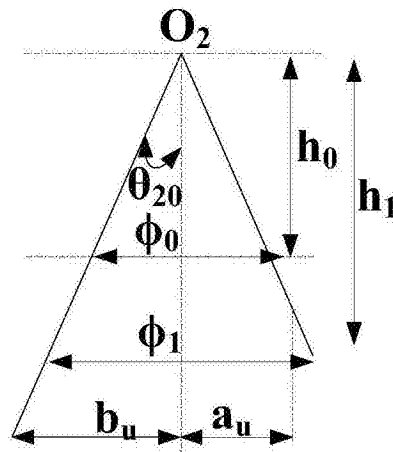


图 6b