



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113250020 A

(43) 申请公布日 2021.08.13

(21) 申请号 202110702984.8

(22) 申请日 2021.06.24

(71) 申请人 华纳创新(苏州)先进制造有限公司

地址 215000 江苏省苏州市高新区鸿禧路
32号7幢103室

(72) 发明人 胡运兴 于海波 王建军 梁景卫
倪航 李国直

(51) Int.Cl.

E01B 31/18 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种钢轨焊缝识别系统和正火设备

(57) 摘要

本发明提供一种钢轨焊缝识别系统和正火设备,其中的系统包括控制器;滑台,设置于钢轨定位台的上方;滑台包括沿钢轨长度方向设置的滑动轨道;驱动部件;驱动部件在控制器的控制下可沿滑动轨道滑动;摄像组件,设置于驱动部件的底端,摄像组件随着驱动部件沿钢轨长度方向滑动时对被识别钢轨进行拍摄,并将拍摄到的包含焊缝的待识别图像发送至控制器;控制器根据焊缝在待识别图像中的位置确定焊缝相对于滑动轨道的位置。本发明的以上方案能够确定焊缝在滑动轨道中的准确位置,进而确定加热线圈在滑动轨道中的精确位置,从而确保正火操作的加热步骤是正对着焊缝执行的,确保正火的效果。

1. 一种钢轨焊缝识别系统,其特征在于,包括:

控制器;

滑台,设置于钢轨定位台的上方,所述钢轨定位台用于放置被识别钢轨;所述滑台包括沿钢轨长度方向设置的滑动轨道;

驱动部件,其顶端设置于所述滑动轨道内,其被控端与所述控制器的输出端连接;所述驱动部件在所述控制器的控制下可沿所述滑动轨道滑动;

摄像组件,设置于所述驱动部件的底端,所述摄像组件随着所述驱动部件沿钢轨长度方向滑动时对所述被识别钢轨进行拍摄,并将拍摄到的包含焊缝的待识别图像发送至所述控制器;

所述控制器,根据所述焊缝在所述待识别图像中的位置确定所述焊缝相对于所述滑动轨道的位置。

2. 根据权利要求1所述的钢轨焊缝识别系统,其特征在于,所述摄像组件包括第一摄像头和第二摄像头;

所述第一摄像头的拍摄面正对所述被识别钢轨;所述第二摄像头的拍摄面与所述第一摄像头的拍摄面之间成一定角度;

所述控制器控制所述驱动部件滑动,且所述第二摄像头在所述摄像组件滑动过程中拍摄所述被识别钢轨,并将拍摄到的图像作为定位图像发送至所述控制器;所述控制器在确定所述定位图像中包含有所述焊缝时,控制所述驱动部件停止滑动;所述控制器控制所述第一摄像头执行拍摄动作并以所述第一摄像头拍摄到的图像作为所述待识别图像。

3. 根据权利要求2所述的钢轨焊缝识别系统,其特征在于,所述控制器接收到所述待识别图像后,通过如下方式确定所述焊缝相对于所述滑动轨道的位置:

所述控制器内预存有焊缝识别坐标系,所述坐标系以钢轨长度方向为X轴,以钢轨宽度方向为Y轴,以钢轨高度方向为Z轴方向;

所述第一摄像头的中心线X轴位置 X_1 在所述待识别图像中的X轴位置为 X_Q ,所述焊缝在所述待识别图像中的X轴位置为 X_F ;根据所述待识别图像的分辨率A得到所述第一摄像头的中心线与所述焊缝在所述坐标系中的X轴方向距离 $L=(X_Q-X_F) \times A$;所述焊缝在所述滑动轨道上对应的位置为 $X_0=X_1+L$ 。

4. 根据权利要求3所述的钢轨焊缝识别系统,其特征在于,所述控制器接收到所述待识别图像后,通过如下方式确定所述焊缝相对于所述滑动轨道的位置:

根据所述焊缝在所述待识别图像中的Z轴方向的分布确定所述焊缝在所述坐标系中的Z轴中心位置 Z_0 。

5. 根据权利要求4所述的钢轨焊缝识别系统,其特征在于,所述摄像组件还包括第三摄像头:

所述第三摄像头与所述第二摄像头相对设置;所述第三摄像头在所述摄像组件滑动过程中拍摄所述被识别钢轨的另一面,并将拍摄到的图像作为辅助定位图像发送至所述控制器;所述控制器在确定所述定位图像中包含有所述焊缝时,控制所述驱动部件停止滑动。

6. 根据权利要求5所述的钢轨焊缝识别系统,其特征在于,所述控制器接收到所述待识别图像后,通过如下方式确定所述焊缝相对于所述滑动轨道的位置:

所述控制器根据所述第二摄像头拍摄到的所述定位图像、所述第三摄像头拍摄到的所

述辅助定位图像、所述第二摄像头的安装位置和拍摄角度以及所述第三摄像头的安装位置和角度,确定所述被识别钢轨在所述坐标系中的Y轴中心位置 Y_0 。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的钢轨焊缝识别系统,其特征在于,所述摄像组件还包括:

补光灯,所述补光灯用于向所述被识别钢轨发射设定光强的光束。

8. 一种正火设备,其特征在于,包括权利要求1-7任一项所述的钢轨焊缝识别系统,还包括加热线圈和线圈驱动部件:

所述线圈驱动部件的顶端设置于滑台的滑动轨道内,其被控端与控制器的输出端连接;所述加热线圈固定于所述线圈驱动部件的底端;

所述控制器在确定焊缝相对于所述滑动轨道的位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈移动至与所述焊缝正对的位置。

9. 根据权利要求8所述的正火设备,其特征在于:

所述线圈驱动部件包括竖直滑道,所述竖直滑道垂直于水平面设置,所述控制器还用于在确定所述焊缝在坐标系Z轴方向的中心位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈沿所述竖直滑道上下移动,以使所述焊缝处于所述加热线圈的Z轴方向的中心区域。

10. 根据权利要求9所述的正火设备,其特征在于:

所述线圈驱动部件包括垂直滑道,所述垂直滑道平行于水平面且垂直于所述滑动轨道设置,所述控制器还用于在确定所述焊缝在坐标系Y轴方向的中心位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈沿所述垂直滑道移动,以使所述焊缝处于所述加热线圈的Y轴方向的中心区域。

一种钢轨焊缝识别系统和正火设备

技术领域

[0001] 本发明涉及钢轨焊接接头的焊后热处理技术领域,具体涉及一种钢轨焊缝识别系统和正火设备。

背景技术

[0002] 随着铁路技术的发展和列车运营速度的不断提高,对钢轨焊接接头部分的机械性能要求越来越高,从而能够保障列车运行安全的安全性。为了提高钢轨接头部分的性能,需要对焊缝进行正火处理,正火是指把焊接的工件加热到临界温度以上,然后在空气中冷却下来的过程。正火的目的是要消除焊缝处材料内部产生的热应力,消除焊接材料产生裂纹的可能性。

[0003] 目前正火过程主要是依靠操作员人为观察焊缝的位置,之后由操作员人工操作控制工作头至焊缝位置处执行加热。但是,人为识别焊缝位置容易出现偏差,人为操作控制工作头移动至焊缝位置对于操作员的专业、经验要求都非常严格。显然,现有这种依赖于人工手动操作的正火方案,不但会产生极大的人力成本,还容易因为操作人员专业、经验的不足导致正火操作的效果不佳。

发明内容

[0004] 本发明旨在提供一种钢轨焊缝识别系统和正火设备,用于解决人工识别焊缝位置导致识别偏差影响正火精度的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

本发明一些实施例中提供一种钢轨焊缝识别系统,包括:

控制器;

滑台,设置于钢轨定位台的上方,所述钢轨定位台用于放置被识别钢轨;所述滑台包括沿钢轨长度方向设置的滑动轨道;

驱动部件,其顶端设置于所述滑动轨道内,其被控端与所述控制器的输出端连接;所述驱动部件在所述控制器的控制下可沿所述滑动轨道滑动;

摄像组件,设置于所述驱动部件的底端,所述摄像组件随着所述驱动部件沿钢轨长度方向滑动时对所述被识别钢轨进行拍摄,并将拍摄到的包含焊缝的待识别图像发送至所述控制器;

所述控制器,根据所述焊缝在所述待识别图像中的位置确定所述焊缝相对于所述滑动轨道的位置。

[0006] 本申请一些实施例提供的钢轨焊缝识别系统,所述摄像组件包括第一摄像头和第二摄像头;

所述第一摄像头的拍摄面正对所述被识别钢轨;所述第二摄像头的拍摄面与所述第一摄像头的拍摄面之间呈一定角度;

所述控制器控制所述驱动部件滑动,且所述第二摄像头在所述摄像组件滑动过程

中拍摄所述被识别钢轨,并将拍摄到的图像作为定位图像发送至所述控制器;所述控制器在确定所述定位图像中包含有所述焊缝时,控制所述驱动部件停止滑动;所述控制器控制所述第一摄像头执行拍摄动作并以所述第一摄像头拍摄到的图像作为所述待识别图像。

[0007] 本申请一些实施例提供的钢轨焊缝识别系统,所述控制器接收到所述待识别图像后,通过如下方式确定所述焊缝相对于所述滑动轨道的位置:

所述控制器内预存有焊缝识别坐标系,所述坐标系以钢轨长度方向为X轴,以钢轨宽度方向为Y轴,以钢轨高度方向为Z轴方向;

所述第一摄像头的中心线X轴位置 X_1 在所述待识别图像中的X轴位置为 X_Q ,所述焊缝在所述待识别图像中的X轴位置为 X_P ;根据所述待识别图像的分辨率A得到所述第一摄像头的中心线与所述焊缝在所述坐标系中的X轴方向距离 $L=(X_Q-X_P) \times A$;所述焊缝在所述滑动轨道上对应的位置为 $X_0=X_1+L$ 。

[0008] 本申请一些实施例提供的钢轨焊缝识别系统,所述控制器接收到所述待识别图像后,通过如下方式确定所述焊缝相对于所述滑动轨道的位置:

根据所述焊缝在所述待识别图像中的Z轴方向的分布确定所述焊缝在所述坐标系中的Z轴中心位置 Z_0 。

[0009] 本申请一些实施例提供的钢轨焊缝识别系统,所述摄像组件还包括第三摄像头:

所述第三摄像头与所述第二摄像头相对设置;所述第三摄像头在所述摄像组件滑动过程中拍摄所述被识别钢轨的另一面,并将拍摄到的图像作为辅助定位图像发送至所述控制器;所述控制器在确定所述定位图像中包含有所述焊缝时,控制所述驱动部件停止滑动。

[0010] 本申请一些实施例提供的钢轨焊缝识别系统,所述控制器接收到所述待识别图像后,通过如下方式确定所述焊缝相对于所述滑动轨道的位置:

所述控制器根据所述第二摄像头拍摄到的所述定位图像、所述第三摄像头拍摄到的所述辅助定位图像、所述第二摄像头的安装位置和拍摄角度以及所述第三摄像头的安装位置和角度,确定所述被识别钢轨在所述坐标系中的Y轴中心位置 Y_0 。

[0011] 本申请一些实施例提供的钢轨焊缝识别系统,所述摄像组件还包括:

补光灯,所述补光灯用于向所述被识别钢轨发射设定光强的光束。

[0012] 本申请一些实施例还提供一种正火设备,包括以上任一项所述的钢轨焊缝识别系统,还包括加热线圈和线圈驱动部件:

所述线圈驱动部件的顶端设置于滑台的滑动轨道内,其被控端与控制器的输出端连接;所述加热线圈固定于所述线圈驱动部件的底端;

所述控制器在确定焊缝相对于所述滑动轨道的位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈移动至与所述焊缝正对的位置。

[0013] 本申请一些实施例提供的正火设备,所述线圈驱动部件包括竖直滑道,所述竖直滑道垂直于水平面设置,所述控制器还用于在确定所述焊缝在坐标系Z轴方向的中心位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈沿所述竖直滑道上下移动,以使所述焊缝处于所述加热线圈的Z轴方向的中心区域。

[0014] 本申请一些实施例提供的正火设备,所述线圈驱动部件包括垂直滑道,所述垂直滑道平行于水平面且垂直于所述滑动轨道设置,所述控制器还用于在确定所述焊缝在坐标

系Y轴方向的中心位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈沿所述垂直滑道移动,以使所述焊缝处于所述加热线圈的Y轴方向的中心区域。

[0015] 本发明的上述技术方案与现有技术相比,至少具有以下有益效果:

本发明提供的方案,摄像组件通过驱动部件设置在滑台上,驱动部件能够在控制器的控制下沿着滑台的滑动轨道进行滑动,相当于摄像组件能够沿着被识别钢轨长度方向滑动,摄像组件在滑动时对被识别钢轨进行实时拍摄并将拍摄到的图像发送到控制器,如果拍摄到的图像中有焊缝的话,控制器就能根据焊缝在图像中的位置确定焊缝在滑动轨道中的相对位置了。因为滑动轨道是后续供加热线圈进行移动的轨道,所以确定焊缝在滑动轨道中的相对位置,就能够确定后续加热线圈在滑动轨道中的精确位置,从而能够确保正火操作的加热步骤是正对着焊缝执行的,确保正火的效果。

附图说明

- [0016] 图1为本申请一个实施例所述钢轨焊缝识别系统的结构示意图;
图2为本申请实施例所述钢轨焊缝识别系统另一个视角的结构示意图;
图3为本申请实施例所述钢轨焊缝识别系统又一个视角的结构示意图;
图4为本申请一个实施例所述第一摄像头拍摄到的待识别图像的示意图;
图5为本申请一个实施例所述正火设备的结构示意图;
图6为本申请一个实施例所述正火设备的执行加热的逻辑示意图。

具体实施方式

[0017] 下面将结合附图进一步说明本发明实施例。在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明的简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或组件必需具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。其中,术语“第一位置”和“第二位置”为两个不同的位置。

[0018] 本实施例提供一种钢轨焊缝识别系统,包括控制器,如图1和图2所示,钢轨焊缝识别系统还包括滑台100,设置于钢轨定位台200的上方,所述钢轨定位台200用于放置被识别钢轨203;所述滑台100包括沿钢轨长度方向设置的滑动轨道102;驱动部件,所述驱动部件可以为驱动电机、气缸等。其顶端设置于所述滑动轨道内,其被控端与所述控制器的输出端连接;所述驱动部件在所述控制器的控制下可沿所述滑动轨道102滑动;摄像组件,通过框架101设置于所述驱动部件的底端,所述摄像组件随着所述驱动部件沿钢轨长度方向滑动时对所述被识别钢轨203进行拍摄,并将拍摄到的包含焊缝204的待识别图像发送至所述控制器;所述控制器,根据所述焊缝204在所述待识别图像中的位置确定所述焊缝204相对于所述滑动轨道102的位置。其中的控制器可以为PLC控制器、常规PC机、台式机等,其可以根据实际需要采用多种硬件模块组合的方式实现。

[0019] 以上方案,摄像组件通过驱动部件设置在滑台100上,驱动部件能够在控制器的控制下沿着滑台100的滑动轨道102进行滑动,相当于摄像组件能够沿着被识别钢轨长度方向滑动,摄像组件在滑动时对被识别钢轨203进行实时拍摄并将拍摄到的图像发送到控制器,

如果拍摄到的图像中有焊缝204的话,控制器就能根据焊缝204在图像中的位置确定焊缝204在滑动轨道102中的相对位置了。因为滑动轨道102是后续供加热线圈进行移动的轨道,所以确定焊缝204在滑动轨道102中的相对位置,就能够确定后续加热线圈在滑动轨道102中的精确位置,从而能够确保正火操作的加热步骤是正对着焊缝204执行的,确保正火的效果。

[0020] 如图1和图2所示,优选地,所述摄像组件包括第一摄像头104和第二摄像头103;所述第一摄像头104的拍摄面正对所述被识别钢轨203,其中所述第一摄像头104的位置既可以像图中所示位于被识别钢轨203的一侧与被识别钢轨203正对,也可以使位于被识别钢轨203的正上方与被识别钢轨203正对;所述第二摄像头103的拍摄面与所述第一摄像头104的拍摄面之间呈一定角度;如图所示,优选所述第二摄像头103与所述第一摄像头104的拍摄面之间呈 45° 角设置。所述控制器控制所述驱动部件滑动,且所述第二摄像头103在所述摄像组件滑动过程中拍摄所述被识别钢轨203,并将拍摄到的图像作为定位图像发送至所述控制器;所述控制器在确定所述定位图像中包含有所述焊缝204时,控制所述驱动部件停止滑动;所述控制器控制所述第一摄像头104执行拍摄动作并以所述第一摄像头104拍摄到的图像作为所述待识别图像。

[0021] 以上方案中的第一摄像头104和第二摄像头103均可以采用工业相机实现,镜头采用无畸变或者极小畸变进行,焦距根据目标物体实际尺寸进行合理选择。第一摄像头104垂直于被识别钢轨203内侧安装固定,第二摄像头103采用斜 45 度角。如图所示,框架101用于固定第一摄像头104和第二摄像头103。优选地,所述框架101上还固定设置有补光灯400,所述补光灯400用于向所述被识别钢轨203发射设定光强的光束,光束为自然光的光强,能够确保第一摄像头和第二摄像头能够拍摄到清晰的画面。

[0022] 进一步优选地,如图3所示,所述摄像组件还包括第三摄像头105,所述第三摄像头105与所述第二摄像头103相对设置;所述第三摄像头105在所述摄像组件滑动过程中拍摄所述被识别钢轨203的另一面,并将拍摄到的图像作为辅助定位图像发送至所述控制器;所述控制器在确定所述定位图像中包含有所述焊缝204时,控制所述驱动部件停止滑动。结合图2所示,所述第三摄像头105与所述第二摄像头103可以左右对称安装固定于所述框架101上,所述第三摄像头105也可以配置补光灯400,而且,为了能够确保第二摄像头103和第三摄像头105拍摄到清晰的画面,在所述框架101的上部位置也可以设置一个补光灯400。本方案中,采用垂直于被识别钢轨203内侧以及垂直与上方安装补光灯400,光照强度保证为三个摄像头均能拍摄到清晰的画面,供控制器对焊缝204进行识别。

[0023] 在一些方案中,所述控制器接收到如图4所示的所述待识别图像后,通过如下方式确定所述焊缝204相对于所述滑动轨道102的位置:

所述控制器内预存有焊缝识别坐标系,所述坐标系以钢轨长度方向为X轴,以钢轨宽度方向为Y轴,以钢轨高度方向为Z轴方向。如图所示,所述第一摄像头104的中心线X轴位置 X_1 在所述待识别图像中的X轴位置为 X_0 ,所述焊缝204在所述待识别图像中的X轴位置为 X_F ;根据所述待识别图像的分辨率A得到所述第一摄像头104的中心线与所述焊缝在所述坐标系中的X轴方向距离 $L=(X_0-X_F) \times A$;所述焊缝在所述滑动轨道上对应的位置为 $X_0=X_1+L$ 。具体地,如图4所示,预先能够获得待识别图像的在X轴方向占据的总距离,同时能够确定待识别图像的分辨率,就能够得到每一列像素在X轴方向占据的位置与距离的对应参数,通过确

定待识别图像中 X_Q 所占像素列数与 X_P 所占像素列数,二者之间相差多少列像素,根据像素与距离的对应参数就能够计算出L值。

[0024] 相似地,根据所述焊缝在所述待识别图像中的Z轴方向的分布确定所述焊缝在所述坐标系中的Z轴中心位置 Z_0 。本实施例中假设焊缝204为一条沿钢轨高度分布的直线,则可以通过如下方式得到焊缝在坐标系中的Z轴中心位置,如图4所示,所述控制器根据所述被识别钢轨第一边缘在所述待识别图像中的Z轴位置 Z_1 和所述被识别钢轨第二边缘在所述待识别图像中的Z轴位置 Z_2 ,确定所述焊缝在所述坐标系中的Z轴中心位置为 $Z_0=(Z_1+Z_2)/2$ 。以及,根据所述第二摄像头拍摄到的所述定位图像、所述第三摄像头拍摄到的所述辅助定位图像、所述第二摄像头的安装位置和拍摄角度以及所述第三摄像头的安装位置和角度,确定所述被识别钢轨在所述坐标系中的Y轴中心位置 Y_0 。在实际应用过程中,焊缝204的形状可能会出现各种不规则的情况,控制器可以根据拍摄图像的摄像头与焊缝之间的相对位置关系以及图像处理和运算模型等方式对焊缝的Z轴和Y轴的中心位置进行确定。

[0025] 以上方案,能够结合多个摄像拍摄到的图像确定出焊缝204在X轴、Y轴和Z轴三个方向的空间位置信息,后续利用线圈对焊缝进行加热时,就能够根据焊缝的空间位置信息调整线圈的位置,使焊缝在X轴、Y轴和Z轴三个方向上均位于线圈的中间位置。

[0026] 如图3、5和图6所示,本申请实施例还提供一种正火设备,包括以上任一项所述的钢轨焊缝识别系统,还包括加热线圈301和线圈驱动部件,线圈驱动部件可以为电机、电缸等;所述线圈驱动部件的顶端设置于滑台的滑动轨道102内,其被控端与控制器的输出端连接;所述加热线圈301固定于所述线圈驱动部件的底端;所述控制器在确定焊缝204相对于所述滑动轨道102的位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈301移动至与所述焊缝204正对的位置。优选地,所述加热线圈与所述焊缝识别系统在所述滑动轨道上的移动过程可以不互相干扰,且加热线圈与焊缝识别系统中框架的相对位置保持固定。补光灯400与三个摄像头,加热线圈均固定在同一刚性物体(滑台)上,避免发生偏移,三个摄像头与加热线圈的位置不能发生偏移,以免影响到坐标换算的精度,三个摄像头的设置位置不会发生变化,以保证通过三个摄像头能拍摄被识别钢轨左右两侧和上面与加热线圈的缝隙。

[0027] 进一步地,所述线圈驱动部件包括竖直滑道,所述竖直滑道垂直于水平面设置,所述控制器还用于在确定所述焊缝在坐标系Z轴方向的中心位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈沿所述竖直滑道上下移动,以使所述焊缝处于所述加热线圈的Z轴方向的中心区域。以及,所述线圈驱动部件包括垂直滑道,所述垂直滑道平行于水平面且垂直于所述滑动轨道设置,所述控制器还用于在确定所述焊缝在坐标系Y轴方向的中心位置后,控制所述线圈驱动部件将所述加热线圈沿所述垂直滑道移动,以使所述焊缝处于所述加热线圈的Y轴方向的中心区域。

[0028] 从图3所示的结构可以看出,当执行加热操作时,加热线圈移动至正对焊缝的位置处,此时也可以通过三个摄像头分别拍摄到的图像确定出加热线圈与焊缝之间的对应关系,根据三个摄像头拍摄到的加热线圈与焊缝在各个方向的间隙距离对加热线圈的位置进行精确调整。另外,也可以为线圈额外增加至少一个光源,光源与线圈处于同一直线上,且这一直线垂直于钢轨,该额外增加的光源可以位于钢轨的侧面或者正上方,光源发射光束能够经过加热线圈照射到被识别钢轨上,被加热线圈遮挡的部分就会形成阴影,摄像头拍摄到的图像能够确定阴影部分是否与焊缝相重合,如果阴影部分与焊缝相重合了,则说明

此时线圈与焊缝正对。由于钢轨的厚度和宽度是已知量,能够根据加热线圈的内径结合被识别钢轨的厚度和宽度调整加热线圈在坐标系中的Y轴和Z轴的位置,本申请中,为了能够提高加热线圈位置调整的精度,通过三个摄像头拍摄到的图像对焊缝在坐标系中的位置进行精准定位,根据精准定位对加热线圈在坐标系中三个方向的位置进行调整,能够使加热线圈对焊缝的加热作用达到最佳。

[0029] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制。对于所属领域的技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的修改或变形。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

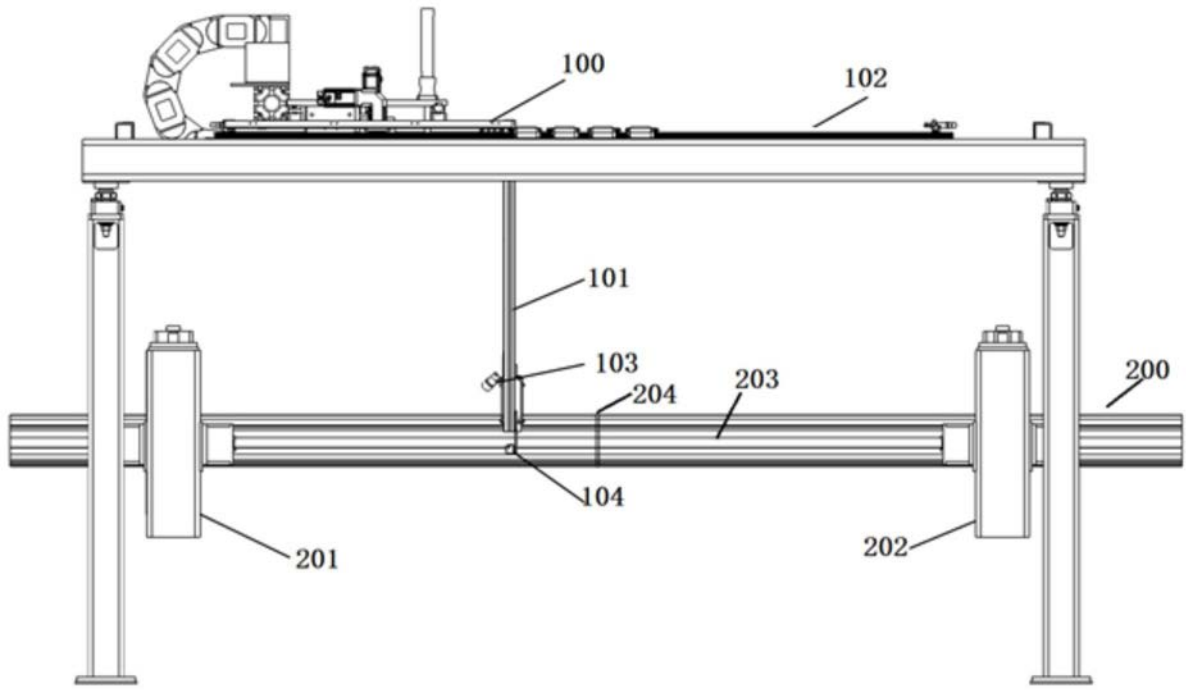


图1

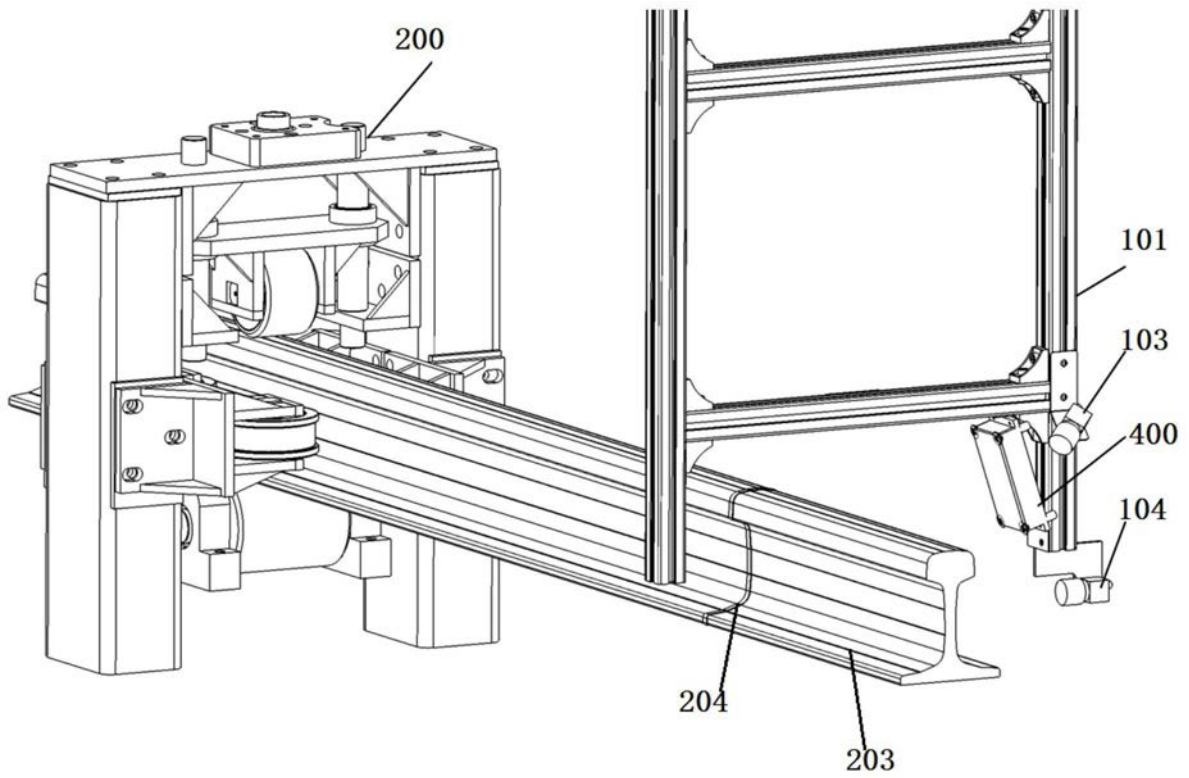


图2

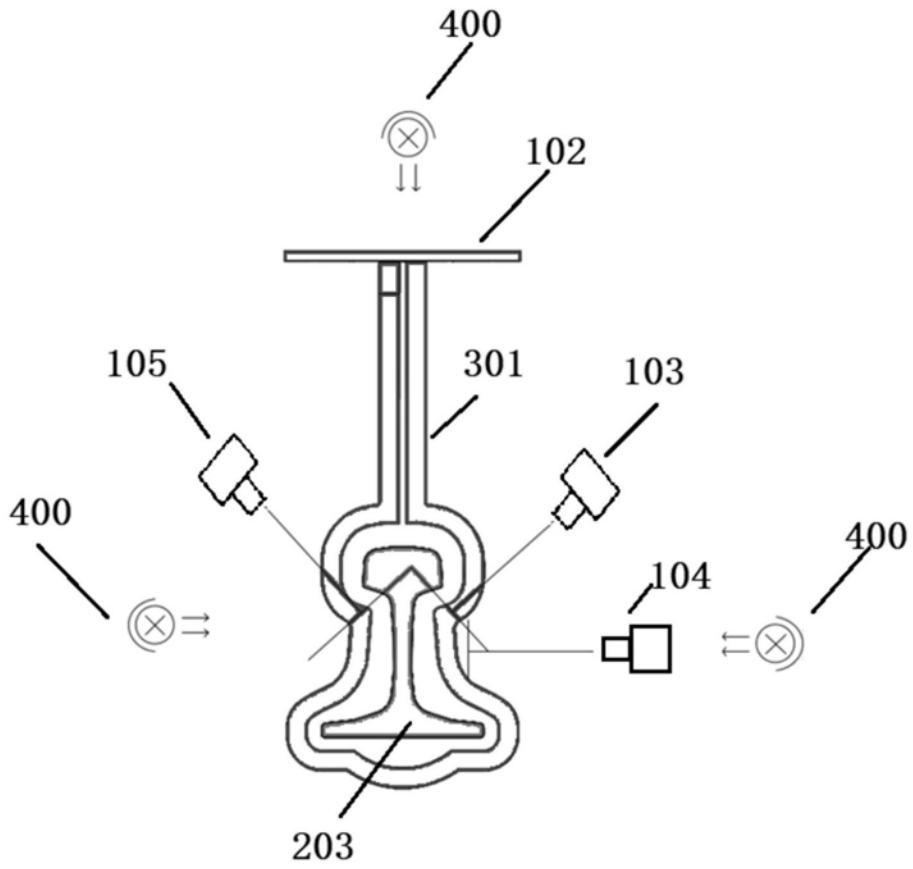


图3

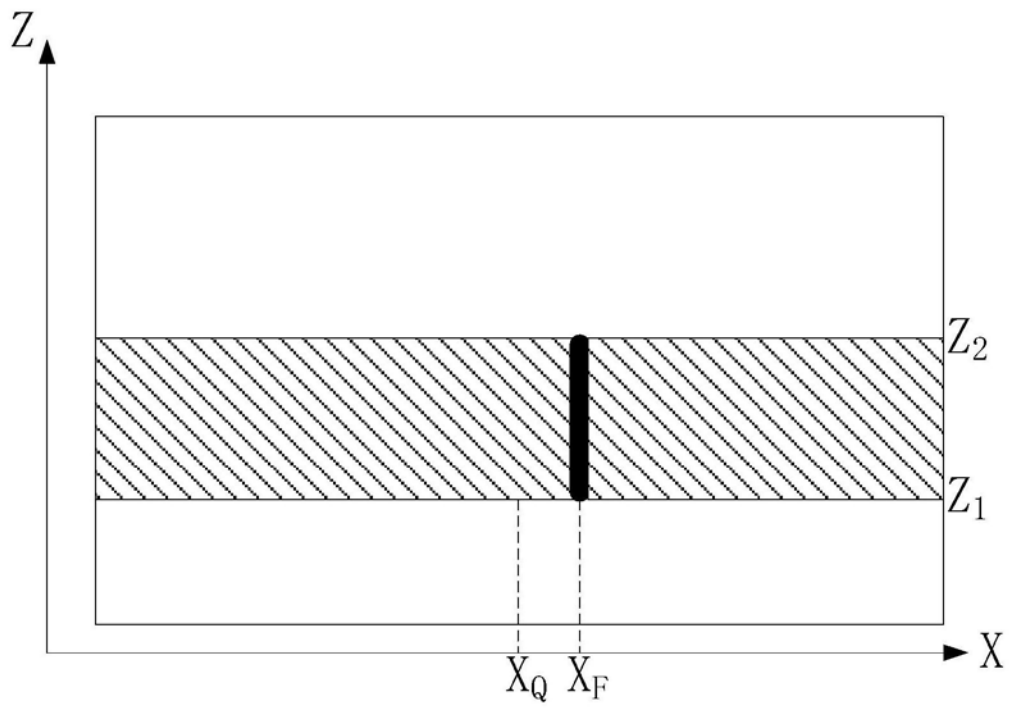


图4

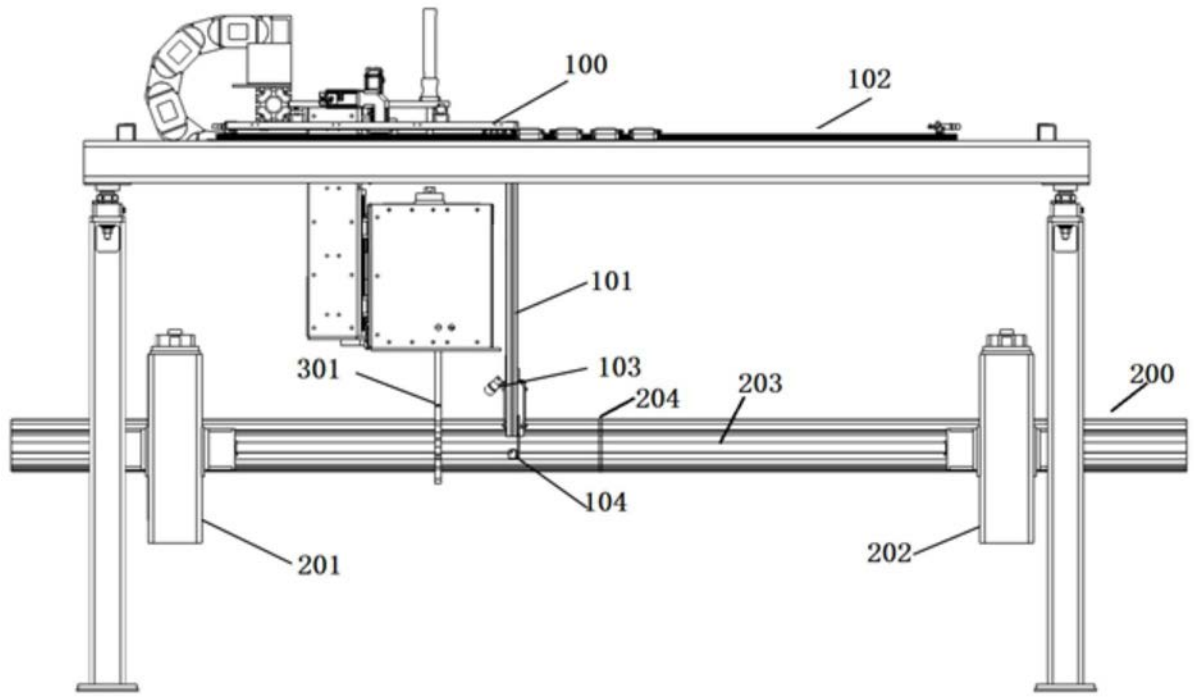


图5

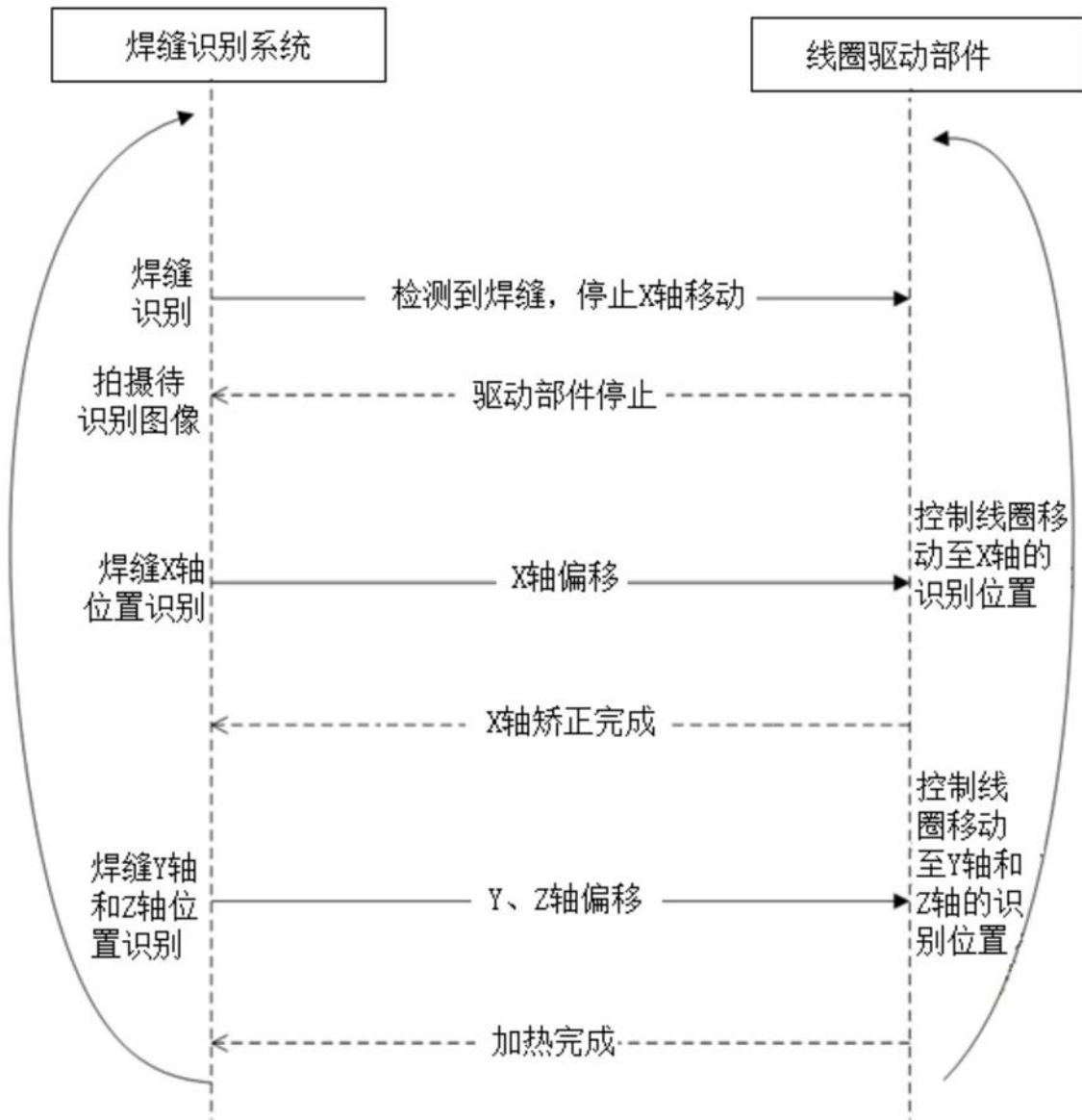


图6