



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105486750 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201510989766. 1

(22) 申请日 2015. 12. 24

(71) 申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 刘玉梅 苏建 葛琦 张宏涛  
郭艳秀 熊明烨 乔宁国 刘绪洪  
李战伦 陈云 徐观 张立斌  
潘洪达 陈熔 戴建国 林惠英

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任  
公司 22201

代理人 刘程程

(51) Int. Cl.

G01N 29/06(2006. 01)

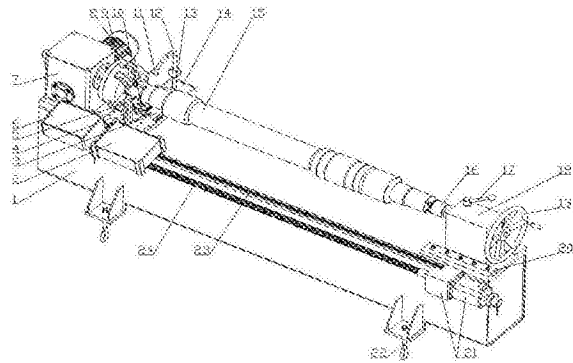
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台

(57) 摘要

本发明公开了一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,包括床身、车轴装夹装置、主轴驱动传动机构、探测机构、耦合剂喷洒装置、控制机构和相控阵探伤仪,所述探测机构可根据控制器的控制,使相控阵探头在轴向探测组件和径向探测组件的带动下沿待测车轴的轴向及径向移动,实现对不同长度和直径的轴段进行超声探伤。本发明所述探伤平台可以对现有轨道车辆各种规格的实心轴、空心轴进行全面地自动探伤,探伤速度快、自动化程度高、覆盖范围全面、具有较高的探测精度。



1. 一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,包括床身(1)、车轴装夹装置、主轴驱动传动机构、探测机构、耦合剂喷洒装置、控制机构和相控阵探伤仪(2),其特征在于:

所述探测机构包括轴向探测组件、径向探测组件以及探头组件;

所述轴向探测组件安装于床身之上,通过其中的轴向驱动伺服电机及减速器(21)驱动轴向拖板(3)带动探头组件沿待测车轴(15)的轴向滑移;

所述径向探测组件安装于所述轴向拖板(3)之上,通过其中的径向驱动伺服电机及减速器(29)驱动径向拖板(4)带动探头组件沿待测车轴(15)的径向滑移;

所述探头组件固定安装在所述径向拖板上。

2. 如权利要求1所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述轴向探测组件还包括轴向丝杠(24)和轴向导轨(23);所述轴向驱动伺服电机及减速器(21)固定在床身(1)端部,并与固定在床身(1)侧面的轴向丝杠(24)驱动连接;所述轴向导轨(23)水平安装于床身(1)之上,且所述轴向导轨(23)与所述轴向丝杠(24)均沿待测车轴(15)轴向平行设置;所述轴向拖板(3)通过丝套与所述轴向丝杠(24)配套连接,所述轴向拖板(3)通过其底部安装的轴向滑块(28)与所述轴向导轨(23)滑动连接。

3. 如权利要求1或2所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述径向探测组件还包括径向丝杠(26)和径向导轨(27);所述径向驱动伺服电机及减速器(29)安装于轴向拖板(3)端部,并与固定在轴向拖板(3)上的径向丝杠(26)驱动连接;所述径向导轨(27)水平安装于轴向拖板(3)之上,且所述径向导轨(27)与所述径向丝杠(26)均沿待测车轴(15)径向平行设置;所述径向拖板(4)通过丝套与所述径向丝杠(26)配套连接,所述径向拖板(4)通过其底部安装的径向滑块(25)与所述径向导轨(27)滑动连接。

4. 如权利要求1所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述控制机构与探测机构控制连接,控制探测机构沿待测车轴(15)轴向或径向运动;

所述控制机构包括位于主轴电机(8)上的主轴转角编码器、位于轴向驱动伺服电机上的轴向拖板转角编码器、位于径向驱动伺服电机上的径向拖板转角编码器、位于轴向拖板(3)上的轴向位置距离传感器、位于径向拖板(4)上的径向位置距离传感器以及控制器(6);

所述轴向位置距离传感器和径向位置距离传感器采集轴向和径向位置信息并输送至所述控制器(6);所述控制器根据接收到的位置信息做出判断和决策,驱动主轴电机(8)、轴向驱动伺服电机及径向驱动伺服电机运转,进而带动主轴转动、轴向拖板(3)和径向拖板(4)移动;各编码器记录旋转相位信息并反馈给控制器(6)。

5. 如权利要求1所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述探头组件中的相控阵探头(10)为柔性相控阵超声换能器,通过控制所述柔性相控阵超声换能器各阵元发射超声信号的相位延迟来控制声束在水平面及竖直面上的偏转角度。

6. 如权利要求1所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述耦合剂喷洒装置包括集液箱(14)、导管(12)、水泵(13)和喷头(11),所述集液箱(14)固定在所述轴向拖板(3)一侧,所述导管(12)的一端伸入集液箱(14)底部,另一端通过水泵(13)与喷头(11)连接,所述喷头(11)斜向下指向待测车轴(15),所述轴向拖板上设置有通向集液箱(14)的U型槽,实现耦合剂的回收再利用。

7. 如权利要求1所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述相控阵探伤仪(2)采用C扫描图像的显示方式,将待测车轴(15)的内部图像呈现在显示屏上,能存储、回放波形及数据,自动显示缺陷回波位置。

8. 如权利要求1所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述车轴装夹装置包括三爪卡盘(9)和尾座(18),三爪卡盘(9)连接在主轴驱动传动机构的输出端;尾座(18)设有手轮(19)、顶尖(16)和锁止机构(17),安装于床身(1)尾座导轨(20)上,通过旋转手轮调整尾座(18)的轴向位置。

9. 如权利要求1所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述主轴驱动传动机构包括固定在床身(1)上的主轴电机(8)和主轴蜗轮减速箱(7),驱动待测车轴(15)旋转。

10. 如权利要求1所述一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,其特征在于:

所述床身(1)采用角钢骨架,表面材质为钢板,并通过地脚螺栓(22)固定在地面上。

## 一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测平台,具体的说是一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,属于无损检测领域。

### 背景技术

[0002] 车轴是轨道车辆走行部件中的关键受力部件,它既承受来自车体的载荷(走行中施加的牵引力、制动力,)又承受轨道不平引起的行驶中的附加载荷,是一个受力复杂的零件,因此,车轴很容易产生疲劳破坏等损伤,。国家标准中亦规定当轨道车辆行驶一定里程数后应对车轴进行超声探伤。车轴超声探伤的传统方法是在轴的端面及侧面的不同位置布置多个普通直探头或不同角度的斜探头,这种方法需要探头的数量多,过程繁琐,且超声波束难以覆盖整个车轴,容易发生漏检;近年来也出现一些其他超声探伤平台,如为满足不同直径轴段的要求,将多个不同弧度的探头安装在一个探头支架上,在检测时,探头随探头支架沿着车轴母线移动,在检测不同直径的轴段时,伸出相应探头即可,这种探伤平台相比传统方法自动化程度更高,大大提高了检测效率,但是,其仍然需要多组探头,对不同规格的车轴无法通用。

[0003] 中国专利CN103760237A公开了一种空心轴超声探伤装置,采用推拉杆式结构,将探头伸入空心轴孔中进行探伤检测,这一类方法只适用于空心轴,而目前轨道车辆在用车轴既有空心轴也有实心轴,因此不能全部适用。中国专利CN202870036U公开了一种实心车轴的相控阵超声检测装置,分别在车轴端面和轴颈部位布置相控阵超声波探头,难以做到声波的全面覆盖,而且对于不同规格的车轴需要重新设计布置探头的位置,通用性较差。

### 发明内容

[0004] 针对上述缺陷,本发明解决的关键技术问题在于提供一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,该探伤平台可以对现有轨道车辆的各种规格实心轴或空心轴进行全面地自动探伤,结合说明书附图,本发明的技术方案如下:

[0005] 一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,包括床身1、车轴装夹装置、主轴驱动传动机构、探测机构、耦合剂喷洒装置、控制机构和相控阵探伤仪2,其特征在于:

[0006] 所述探测机构包括轴向探测组件、径向探测组件以及探头组件;

[0007] 所述轴向探测组件安装于床身之上,通过其中的轴向驱动伺服电机及减速器21驱动轴向拖板3带动探头组件沿待测车轴15的轴向滑移;

[0008] 所述径向探测组件安装于所述轴向拖板3之上,通过其中的径向驱动伺服电机及减速器29驱动径向拖板4带动探头组件沿待测车轴15的径向滑移;

[0009] 所述探头组件固定安装在所述径向拖板上。

[0010] 所述轴向探测组件还包括轴向丝杠24和轴向导轨23;所述轴向驱动伺服电机及减速器21固定在床身1端部,并与固定在床身1侧面的轴向丝杠24驱动连接;所述轴向导轨23水平安装于床身1之上,且所述轴向导轨23与所述轴向丝杠24均沿待测车轴15轴向平行设

置;所述轴向拖板3通过丝套与所述轴向丝杠24配套连接,所述轴向拖板3通过其底部安装的轴向滑块28与所述轴向导轨23滑动连接。

[0011] 所述径向探测组件还包括径向丝杠26和径向导轨27;所述径向驱动伺服电机及减速器29安装于轴向拖板3端部,并与固定在轴向拖板3上的径向丝杠26驱动连接;所述径向导轨27水平安装于轴向拖板3之上,且所述径向导轨27与所述径向丝杠26均沿待测车轴15径向平行设置;所述径向拖板4通过丝套与所述径向丝杠26配套连接,所述径向拖板4通过其底部安装的径向滑块25与所述径向导轨27滑动连接。

[0012] 所述控制机构与探测机构控制连接,控制探测机构沿待测车轴15轴向或径向运动;

[0013] 所述控制机构包括位于主轴电机8上的主轴转角编码器、位于轴向驱动伺服电机上的轴向拖板转角编码器、位于径向驱动伺服电机上的径向拖板转角编码器、位于轴向拖板3上的轴向位置距离传感器、位于径向拖板4上的径向位置距离传感器以及控制器6;

[0014] 所述轴向位置距离传感器和径向位置距离传感器采集轴向和径向位置信息并输送至所述控制器6;所述控制器根据接收到的位置信息做出判断和决策,驱动主轴电机8、轴向驱动伺服电机及径向驱动伺服电机运转,进而带动主轴转动、轴向拖板3和径向拖板4移动;各编码器记录旋转相位信息并反馈给控制器6。

[0015] 所述探头组件中的相控阵探头10为柔性相控阵超声换能器,通过控制所述柔性相控阵超声换能器各阵元发射超声信号的相位延迟来控制声束在水平面及竖直面上的偏转角度。

[0016] 所述耦合剂喷洒装置包括集液箱14、导管12、水泵13和喷头11,所述集液箱14固定在所述轴向拖板3一侧,所述导管12的一端伸入集液箱14底部,另一端通过水泵13与喷头11连接,所述喷头11斜向下指向待测车轴15,所述轴向拖板上设置有通向集液箱14的U型槽,实现耦合剂的回收再利用。

[0017] 所述相控阵探伤仪2采用C扫描图像的显示方式,将待测车轴15的内部图像呈现在显示屏上,能存储、回放波形及数据,自动显示缺陷回波位置。

[0018] 所述车轴装夹装置包括三爪卡盘9和尾座18,三爪卡盘9连接在主轴驱动传动机构的输出端;尾座18设有手轮19、顶尖16和锁止机构17,安装于床身1尾座导轨20上,通过旋转手轮调整尾座18的轴向位置。

[0019] 所述主轴驱动传动机构包括固定在床身1上的主轴电机8和主轴蜗轮减速箱7,驱动待测车轴15旋转。

[0020] 所述床身1采用角钢骨架,表面材质为钢板,并通过地脚螺栓22固定在地面上。

[0021] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0022] 本发明所述探伤平台可以对现有轨道车辆各种规格的实心轴、空心轴进行全面地自动探伤,探伤速度快、自动化程度高、覆盖范围全面、具有较高的探测精度。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明的轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台正面立体视图;

[0024] 图2为本发明的轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台背面立体视图;

[0025] 图3为本发明的轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台的主视图;

- [0026] 图4为本发明的轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台的俯视图；
- [0027] 图5为本发明的轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台中的探测机构部分放大图；
- [0028] 图6为本发明的轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台中的主轴驱动传动机构放大图；
- [0029] 图7为本发明的轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台的结构组成框图；
- [0030] 图8为本发明的轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台中的探测机构运动示意图。
- [0031] 图中：
- [0032] 1—床身；2—相控阵探伤仪；3—轴向拖板；4—径向拖板；5—探头支架；6—控制器；7—主轴涡轮减速箱；8—主轴电机；9—三爪卡盘；10—相控阵探头；11—喷头；12—导管；13—水泵；14—集液箱；15—待测车轴；16—顶尖；17—锁止机构；18—尾座；19—手轮；20—尾座导轨；21—轴向驱动伺服电机及减速器；22—地脚螺栓；23—轴向导轨；24—轴向丝杠；25—径向滑块；26—径向丝杠；27—径向导轨；28—轴向滑块；29—径向驱动伺服电机及减速器。

### 具体实施方式

- [0033] 下面通过说明书附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。
- [0034] 如图1、图2、图3、图4和图7所示,本发明公开了一种轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,包括床身1、车轴装夹装置、主轴驱动传动机构、探测机构、耦合剂喷洒装置、控制机构、相控阵探伤仪2以及相关连接件；
- [0035] 所述床身1作为其余各部件安装及承接的基础,采用角钢骨架,其主体表面由钢板制成,并采用地脚螺栓22固定在地面上；
- [0036] 如图6所示,所述主轴驱动传动机构包括固定在床身1上的主轴电机8和主轴涡轮减速箱7,用于驱动待测车轴旋转。
- [0037] 所述车轴装夹装置包括三爪卡盘9和尾座18,三爪卡盘9连接在主轴涡轮减速箱7的输出端,一方面对待测车轴15进行定位和夹紧,另一方面用于将减速箱内减速齿轮的旋转运动传递给待测车轴15;尾座18带有手轮19、顶尖16和锁止机构17,安装于床身的尾座导轨20上,对于不同长度的车轴,可通过旋转手轮19调整尾座18的轴向位置,并通过锁止机构17固定,以使顶尖16顶紧待测车轴15。
- [0038] 所述探测机构由轴向探测组件、径向探测组件以及探头组件组成。
- [0039] 如图5所示,轴向探测组件包括轴向拖板3、轴向丝杠24、轴向导轨23和轴向驱动伺服电机及减速器21。
- [0040] 径向探测组件包括径向拖板4、轴向丝杠24、径向丝杠26、径向导轨27和径向驱动伺服电机及减速器29。
- [0041] 探头组件包括探头支架5和相控阵探头10。
- [0042] 所述轴向驱动伺服电机及减速器21固定在床身1尾端的侧板上,与轴向丝杠24相连接,所述轴向拖板3一侧固定有与其相配合的丝套,轴向拖板3底部装有与轴向导轨23相配合的一组轴向滑块28,所述轴向导轨23通过螺栓固定在床身1上表面的两侧。
- [0043] 所述径向驱动伺服电机及减速器29安装在轴向拖板3上,与径向丝杠26相连接,所述径向拖板4底部固定有与其相配合的丝套,径向拖板4底部还装有与径向导轨27相配合的

一组径向滑块25,所述径向导轨27通过螺栓固定在轴向拖板3上表面的两侧。

[0044] 所述探头支架5通过螺栓连接在径向拖板4上,相控阵探头10安装在探头支架5上。

[0045] 所述相控阵探头10采用柔性相控阵超声换能器。通过控制换能器各阵元发射超声信号的相位延迟来控制声束在水平面及竖直面上的偏转角度。传统的超声换能器为刚性结构,为保证超声换能器与工件表面无缝接触,在检测不同轴径的轴段时须采用不同曲率的超声换能器,因此检测一根车轴往往需要4种以上的超声换能器,本发明采用柔性相控阵超声换能器,各阵元之间可相对运动,只要将所述柔性相控阵超声换能器向车轴表面略微压紧,便会与车轴表面自然贴合,因此仅需采用一个柔性相控阵超声换能器即可检测不同直径的轴段。

[0046] 所述探测机构可根据控制器的控制,使轴向驱动伺服电机和径向驱动伺服电机带动轴向丝杠24和径向丝杠26运转,从而带动轴向拖板3和径向拖板4分别沿轴向导轨23和径向导轨27移动,从而使固定在径向拖板4上的探头支架5带动相控阵探头10沿待测车轴15的轴向及径向运动,对不同长度和直径的轴段进行超声探伤;

[0047] 如图7所示,所述控制机构包括主轴转角编码器、轴向拖板转角编码器、径向拖板转角编码器、轴向位置距离传感器、径向位置距离传感器以及控制器6,其中主轴转角编码器位于主轴电机8上,轴向拖板转角编码器位于轴向驱动伺服电机上,径向拖板转角编码器位于径向驱动伺服电机上,轴向位置距离传感器位于轴向拖板3上,径向位置距离传感器位于径向拖板4上。所述轴向位置距离传感器和径向位置距离传感器采集轴向和径向位置信息并输送至上位控制器6,控制器6根据接受到的位置信息做出判断和决策,驱动主轴电机、轴向驱动伺服电机及径向驱动伺服电机运转,带动主轴运转、轴向拖板3和径向拖板4移动,从而产生探头对车轴的扫查运动。各编码器记录旋转相位信息并反馈给控制器6。

[0048] 所述相控阵探伤仪采用C扫描图像的显示方式,将待测车轴15的内部图像呈现在显示屏上,并且可以自由存储、回放波形及数据,自动显示缺陷回波位置。

[0049] 所述无损探伤平台可以对现有轨道车辆各种规格的实心轴、空心轴进行自动探伤。

[0050] 如图5所示,所述耦合剂喷洒装置包括集液箱14、导管12、水泵13和喷头11,集液箱14固定在轴向拖板3一侧,导管12末端伸入集液箱14底部,另一端通过水泵13与喷头11连接,喷头11斜向下指向待测车轴15,轴向拖板3上设置有通向集液箱14的U型槽,使耦合剂可经该槽自动流回集液箱回收再利用。

[0051] 如图8所示,采用本发明对车轴进行无损探伤的具体工作过程如下:

[0052] 1、数据调用过程;

[0053] 首先启动轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台,在控制器6的控制面板上输入待测车轴15的型号,控制系统将自动调用相应型号车轴的尺寸数据。

[0054] 2、车轴装夹过程;

[0055] 将待测车轴15放置于轨道车辆车轴相控阵超声探伤平台上,一端通过三爪卡盘9定位、夹紧,随后旋转尾座18上的手轮19,使尾座18在尾座导轨20上滑动,直到顶尖16压紧车轴的另一端,最后控制锁止机构17使尾座18的位置固定,装夹过程完毕。

[0056] 3、车轴探伤过程;

[0057] 1)轴向位置距离传感器检测轴向拖板3的位置信号,径向位置距离传感器检测径

向拖板4的位置信号,二者均将检测到的距离数据传给上位控制器6,控制器6将接收到的数据与上述第一步中调用的待测车轴15的尺寸数据相对比,计算出此时相控阵探头10的轴向位置以及相控阵探头10与待测车轴15的径向距离,并将此距离换算成径向驱动伺服电机的转角,向其发出控制指令,位于径向驱动伺服电机内部的径向拖板转角编码器向控制器6反馈转角信息,该命令执行的结果是相控阵探头10径向移动直到紧贴待测车轴15表面;

[0058] 2)随后控制器控制轴向驱动伺服电机及减速器21开始运转,带动相控阵探头10探测该段车轴,当所调用的车轴尺寸中出现轴径变化的数据时,控制器6控制轴向驱动伺服电机及减速器21暂停运转,并重复上述1)步过程,待径向驱动伺服电机及减速器29带动径向拖板4调整相控阵探头10的径向位置,直到相控阵探头10与该段车轴贴合以后,轴向驱动伺服电机及减速器21继续运转,继续探测下一轴段,直到整个车轴检测完毕。

[0059] 4、耦合剂喷洒过程;

[0060] 在上述第三步的整个探伤过程中,控制器6控制耦合剂喷洒装置的水泵13与轴向驱动伺服电机及减速器21一起运转,即当相控阵探头10沿轴向探测待测车轴15时喷洒耦合剂,当轴向运动停止、相控阵探头10调整径向位置时,耦合剂不喷洒。水泵13的运转使集液箱14中的耦合剂通过导管12和喷头11喷洒到待测车轴15上,耦合剂将自动充满相控阵探头10与待测车轴15接触位置的缝隙,使超声波束更好的入射工件。

[0061] 5、回波信号的处理与显示过程;

[0062] 在上述第三步的整个探伤过程中,控制器6控制柔性相控阵超声换能器的各个阵元以一定规律的相位延迟来发射和接收超声信号,从而控制声束的偏转角度,发射出的超声波束遇到工件表面或工件内部缺陷时会发生反射,各阵元接收到超声回波信号以后经过前置放大、程控放大、滤波、A/D转换等处理后得到数字化超声信号,送往存储器存储,并采用C扫描显示方式,将工件内部截面图像呈现在相控阵探伤仪2的显示屏上。



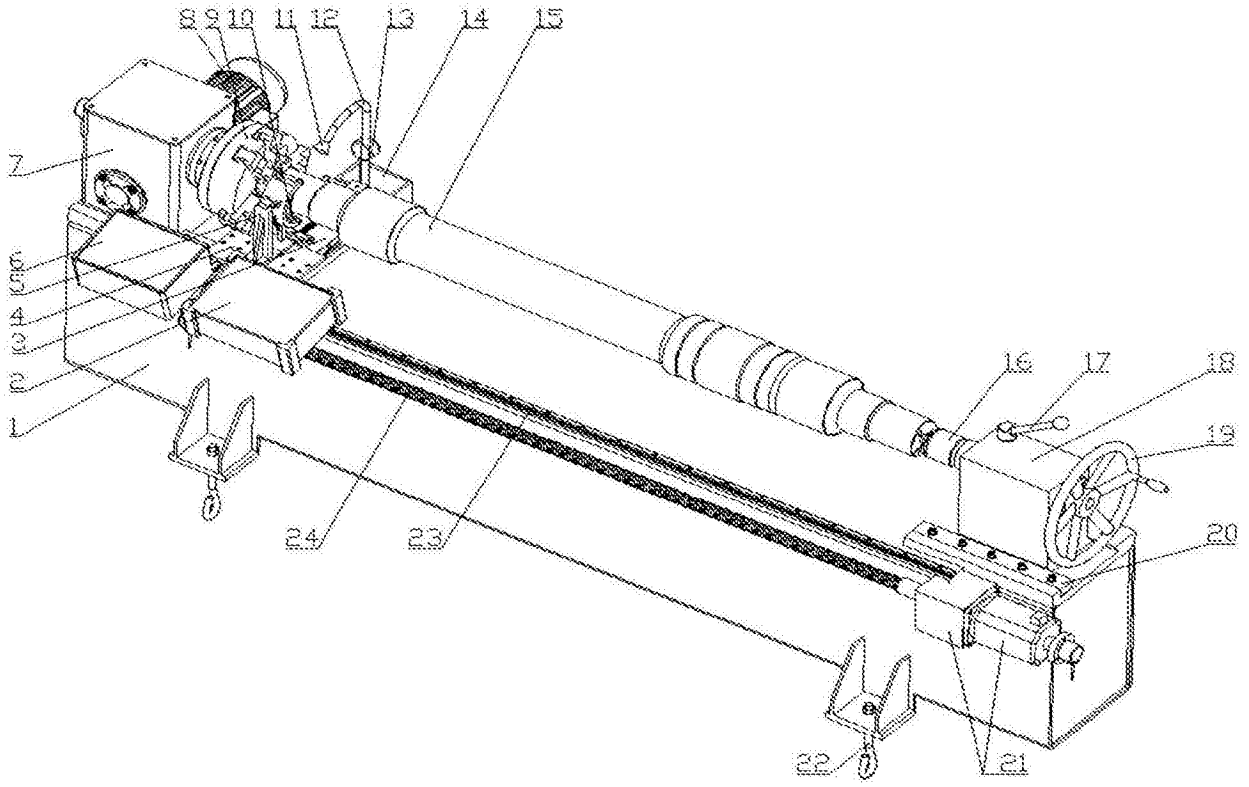


图1

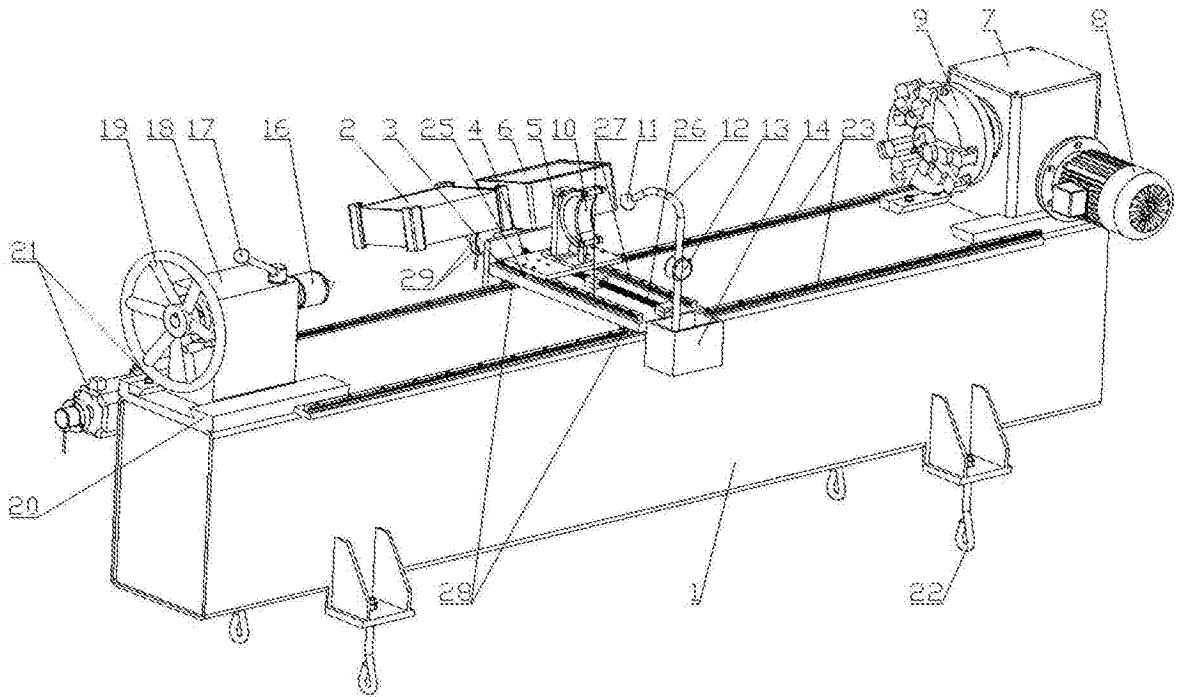


图2

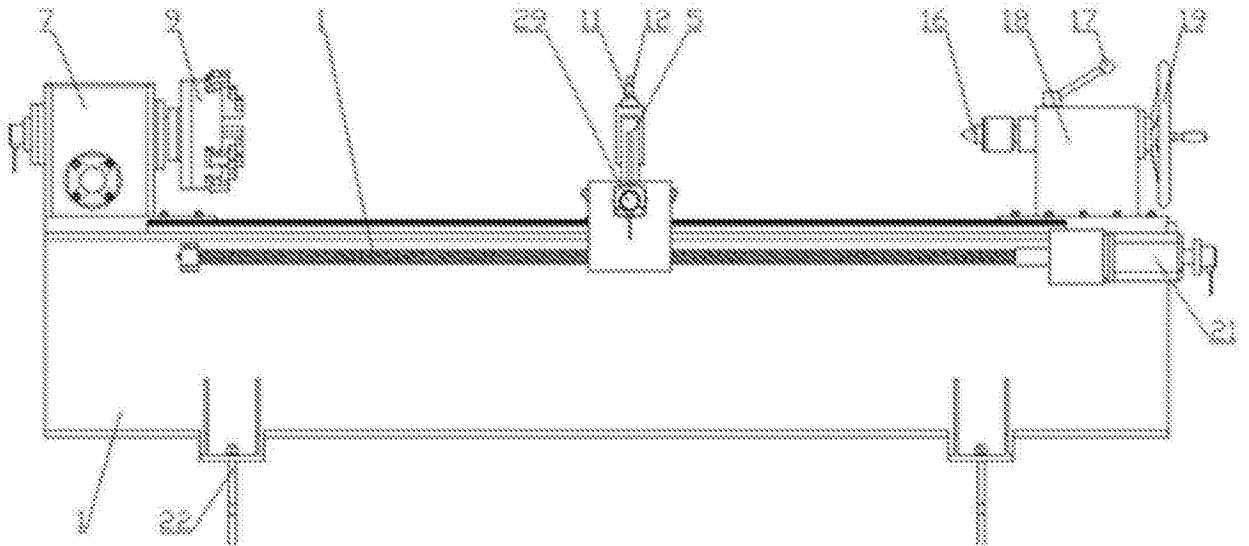


图3

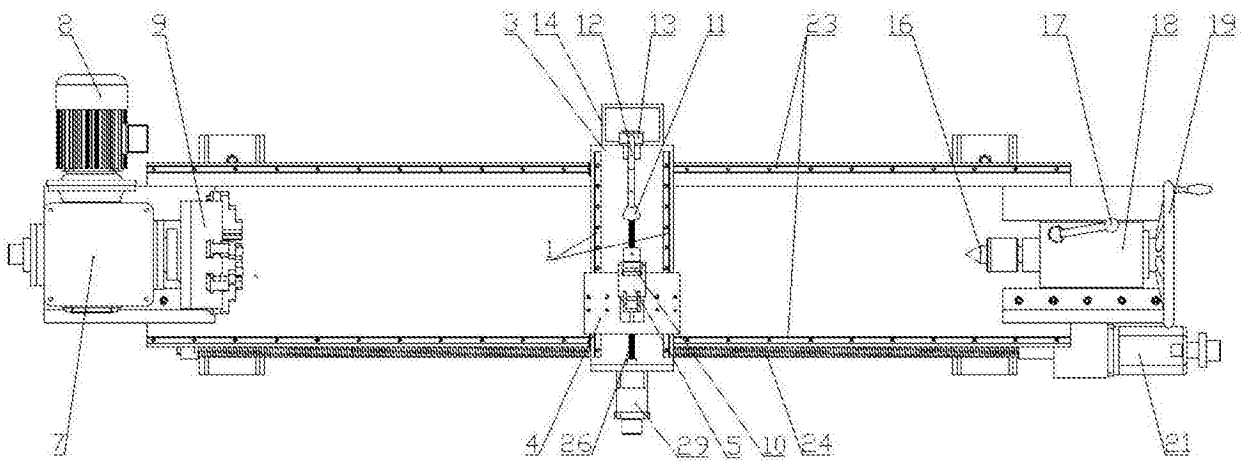


图4

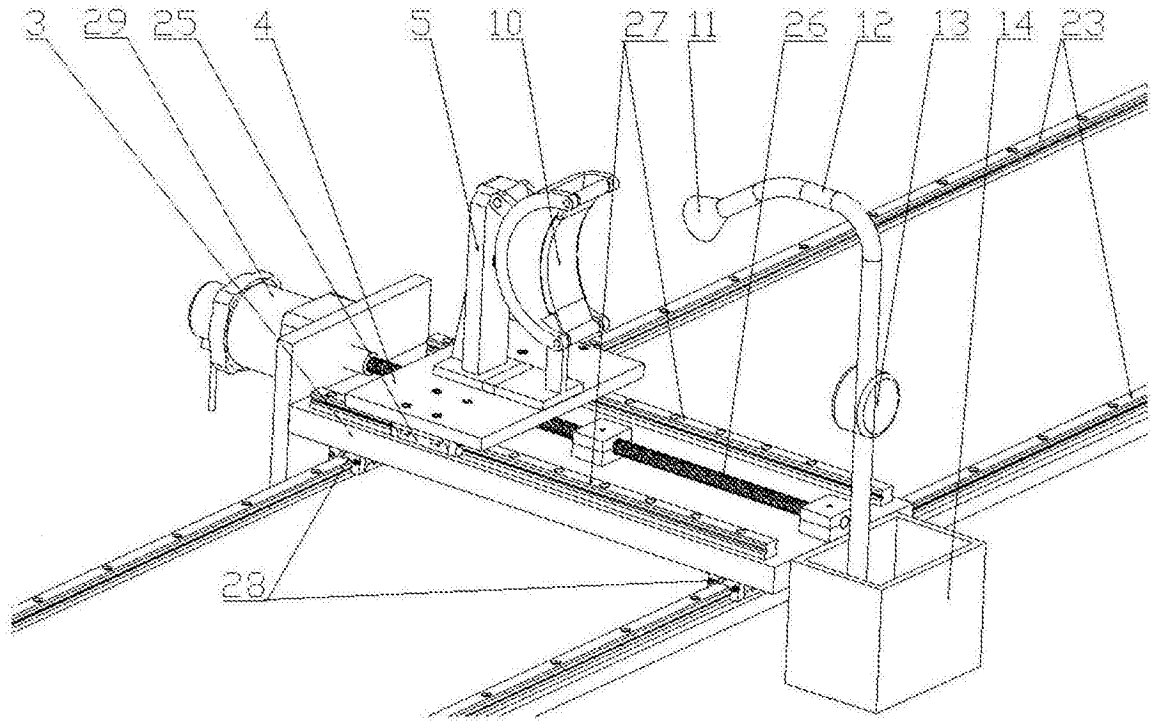


图5

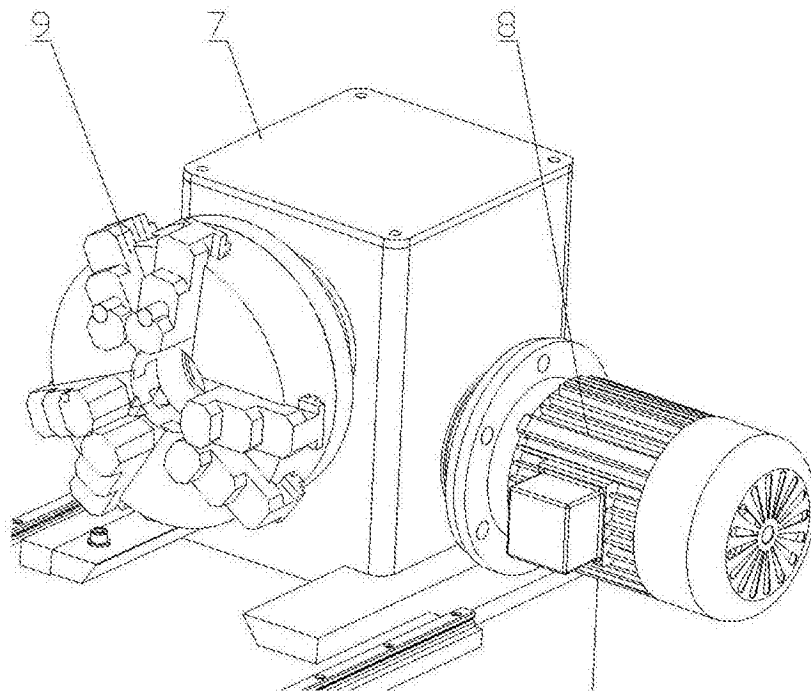


图6

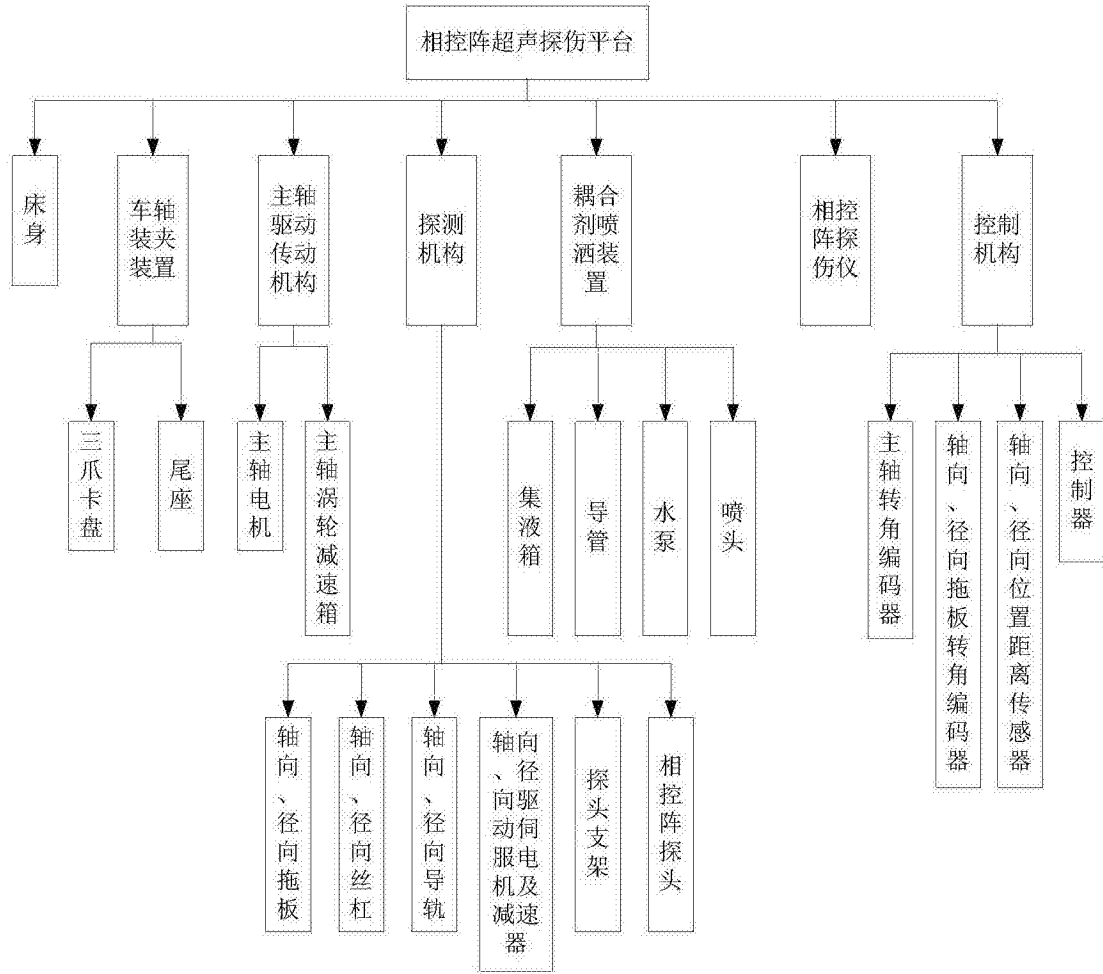


图7

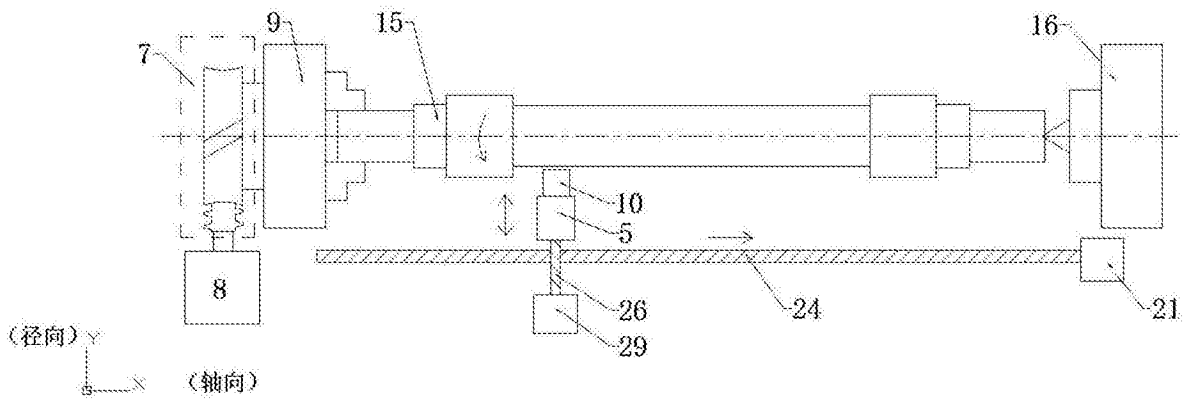


图8