(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113650641 B
(45)授权公告日 2022.05.06

(21)申请号 202111107251.6

(22)申请日 2021.09.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113650641 A

(43)申请公布日 2021.11.16

(73)专利权人 浙江师范大学
地址 321004 浙江省金华市婺城区迎宾大道688号

(72)发明人 高春甫 周崇秋 包思远 王冬云 贺新升 何力钧 黄平

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
专利代理师 赵丽恒

(51)Int.Cl.
B61K 9/12(2006.01)
B61D 15/12(2006.01)

(56)对比文件
CN 214084268 U,2021.08.31
CN 112344899 A,2021.02.09
CN 106394604 A,2017.02.15
CN 201903321 U,2011.07.20
CN 111521752 A,2020.08.11
CN 213335994 U,2021.06.01
CN 106441088 A,2017.02.22
CN 109969227 A,2019.07.05
CN 101619965 A,2010.01.06
US 2017137045 A1,2017.05.18
EP 3789729 A1,2021.03.10

审查员 韩亚楠

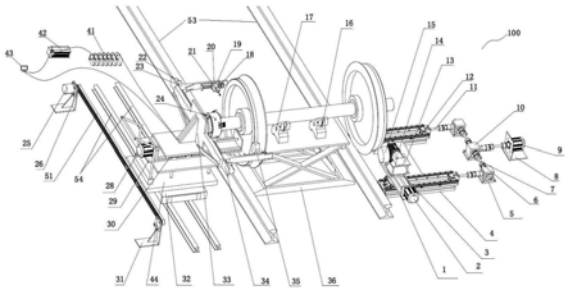
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种轮对踏面全局检测装置

(57)摘要

本发明公开了一种轮对踏面全局检测装置，包括轮对举升机构、轮对旋转驱动机构、轨道车运动机构和传感测量机构；轮对举升机构包括电动液压升降台；轮对旋转驱动机构包括底板、两个支撑轮单元，支撑轮单元包括第二滑台模组、第一滑台模组和安装支架，一个安装支架上安装有从动轮，另一个安装支架上安装有驱动轮和减速电机；轨道车运动机构包括轨道车、第四滑台模组、传感器支撑架和液压三爪卡盘；传感测量机构包括位移传感模块和激光轮廓传感模块，位移传感模块和激光轮廓传感模块均包括第五滑台模组、第三滑台模组和传感器支架，一个传感器支架上固设有探针位移传感器，另一个传感器支架上固设有激光轮廓传感器。本发明提高了轮对踏面的检测效率。



CN 113650641 B

1.一种轮对踏面全局检测装置,其特征在于:包括轮对举升机构、轮对旋转驱动机构、轨道车运动机构和传感测量机构;所述轮对举升机构位于所述轮对旋转驱动机构和所述轨道车运动机构之间;

所述轮对举升机构包括电动液压升降台和设置在所述电动液压升降台的顶面上的两个用于支撑轮对的转轴的V型块,所述轮对的转轴与所述V型块转动配合;

所述轮对旋转驱动机构包括底板和两个支撑轮单元,所述支撑轮单元包括固设在所述底板上的第二滑台模组、与所述第二滑台模组的滑块固连的第一滑台模组和与所述第一滑台模组的滑块固连的安装支架,一个所述安装支架上安装有从动轮,另一个所述安装支架上安装有驱动轮和能够驱动所述驱动轮转动的减速电机;

所述轨道车运动机构包括轨道车、固设在所述轨道车上的第四滑台模组、与所述第四滑台模组的滑块固连的传感器支撑架和与所述传感器支撑架转动连接的液压三爪卡盘,所述液压三爪卡盘用于夹紧所述轮对的转轴的一端,所述轨道车能够沿检测轨道滚动;

所述传感测量机构包括位移传感模块和激光轮廓传感模块,所述位移传感模块和所述激光轮廓传感模块均包括固设在所述传感器支撑架上的第五滑台模组、与所述第五滑台模组的滑块固连的滑块连接件、固设在所述滑块连接件上的第三滑台模组和固设在所述第三滑台模组的滑块上的传感器支架,所述位移传感模块中的所述传感器支架上固设有探针位移传感器,所述激光轮廓传感模块中的所述传感器支架上固设有激光轮廓传感器,所述探针位移传感器和所述激光轮廓传感器均能够正对所述轮对的踏面;

所述探针位移传感器和所述激光轮廓传感器分别与工控机电连接;所述驱动轮的轴向、所述从动轮的轴向、所述第二滑台模组的滑块的滑动方向、所述第四滑台模组的滑块的滑动方向及所述第三滑台模组的滑块的滑动方向均与所述轮对的转轴的轴向平行,所述检测轨道的长度方向、所述第一滑台模组的滑块的滑动方向和所述第五滑台模组的滑块的滑动方向与所述轮对的转轴的轴向垂直。

2.根据权利要求1所述的轮对踏面全局检测装置,其特征在于:还包括轮对轨道,所述轮对能够沿所述轮对轨道滚动,所述轮对轨道与所述检测轨道平行。

3.根据权利要求1所述的轮对踏面全局检测装置,其特征在于:每个所述V型块均设置有两个用于支撑所述轮对的转轴的轴承,所述轮对的转轴通过所述轴承与所述V型块转动配合。

4.根据权利要求1所述的轮对踏面全局检测装置,其特征在于:所述轮对旋转驱动机构还包括伺服电机,所述伺服电机安装在电机支架上;每个所述第二滑台模组的螺杆均通过一个第二传动轴连接有一个第一T型转向器,两个所述第一T型转向器分别通过一个第一传动轴与第二T型转向器传动连接,所述第二T型转向器的输入端通过一个连接轴与所述伺服电机的输出轴传动连接。

5.根据权利要求1所述的轮对踏面全局检测装置,其特征在于:所述轨道车运动机构还包括用于驱动所述轨道车沿所述检测轨道滚动的驱动机构,所述驱动机构包括一号带轮固定支架和二号带轮固定支架,所述一号带轮固定支架上安装有一号同步带轮和用于驱动一号同步带轮转动的第四步进电机,所述二号带轮固定支架上安装有二号同步带轮,所述一号同步带轮和所述二号同步带轮上绕有同步带;所述轨道车上固设有车身底座,所述车身底座上固设有三号同步带轮,所述三号同步带轮与所述同步带啮合,且所述三号同步带轮

不能够相对所述车身底座转动。

6.根据权利要求5所述的轮对踏面全局检测装置,其特征在于:所述第三滑台模组由第二步进电机驱动,所述第五滑台模组由第三步进电机驱动,所述第四滑台模组由第五步进电机驱动,所述第一滑台模组由第一步进电机驱动,所述第一步进电机、所述第二步进电机、所述第三步进电机、所述第四步进电机分别与步进电机驱动器组电连接,所述步进电机驱动器组通过PLC控制器与所述工控机电连接。

7.根据权利要求1所述的轮对踏面全局检测装置,其特征在于:所述液压三爪卡盘位于所述位移传感模块和所述激光轮廓传感模块之间;当所述液压三爪卡盘用于夹紧所述轮对的转轴时,所述第五滑台模组的滑块的滑动方向与所述轮对的车轮的径向平行。

8.根据权利要求1所述的轮对踏面全局检测装置,其特征在于:所述轨道车上设置有扶手。

一种轮对踏面全局检测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通检测技术领域，特别是涉及一种轮对踏面全局检测装置。

背景技术

[0002] 列车轮对属于轨道车辆走行部的关键部件，在轨道列车运行过程中，轮对经常面临复杂的山形地貌、承载巨大的货物吞吐量、复杂的人流运载量、复杂的雨雪天气环境等，常常导致轮对踏面与钢轨之间的存在严重的磨耗，因此为了保证轨道列车的安全运营，需要对列车轮对的服役状态展开定期检修和维护。

[0003] 目前，轮对的检测方式主要依赖于人工手动测量，存在工作量大、劳动强度高且检测效率低等缺陷。当然市面上也出现了手持式光学检测设备，但只能测的局部小区域轮对踏面的特征参数，无法进行全局测量甚至容易丢失踏面磨耗区域的关键特征参数。有鉴于上述轮对踏面检测所存在的短板，针对现有的轮对检测装置进行改进，本发明提供了一种基于多传感器的轮对踏面全局检测装置。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种轮对踏面全局检测装置，以解决上述现有技术存在的问题，提高轮对踏面的检测效率。

[0005] 为实现上述目的，本发明提供了如下方案：

[0006] 本发明提供了一种轮对踏面全局检测装置，包括轮对举升机构、轮对旋转驱动机构、轨道车运动机构和传感测量机构；所述轮对举升机构位于所述轮对旋转驱动机构和所述轨道车运动机构之间；

[0007] 所述轮对举升机构包括电动液压升降台和设置在所述电动液压升降台的顶面上的两个用于支撑轮对的转轴的V型块，所述轮对的转轴与所述V型块转动配合；

[0008] 所述轮对旋转驱动机构包括底板和两个支撑轮单元，所述支撑轮单元包括固设在所述底板上的第二滑台模组、与所述第二滑台模组的滑块固连的第一滑台模组和与所述第一滑台模组的滑块固连的安装支架，一个所述安装支架上安装有从动轮，另一个所述安装支架上安装有驱动轮和能够驱动所述驱动轮转动的减速电机；

[0009] 所述轨道车运动机构包括轨道车、固设在所述轨道车上的第四滑台模组、与所述第四滑台模组的滑块固连的传感器支撑架和与所述传感器支撑架转动连接的液压三爪卡盘，所述液压三爪卡盘用于夹紧所述轮对的转轴的一端，所述轨道车能够沿检测轨道滚动；

[0010] 所述传感测量机构包括位移传感模块和激光轮廓传感模块，所述位移传感模块和所述激光轮廓传感模块均包括固设在所述传感器支撑架上的第五滑台模组、与所述第五滑台模组的滑块固连的滑块连接件、固设在所述滑块连接件上的第三滑台模组和固设在所述第三滑台模组的滑块上的传感器支架，所述位移传感模块中的所述传感器支架上固设有探针位移传感器，所述激光轮廓传感模块中的所述传感器支架上固设有激光轮廓传感器，所述探针位移传感器和所述激光轮廓传感器均能够正对所述轮对的踏面；

[0011] 所述探针位移传感器和所述激光轮廓传感器分别与工控机电连接;所述驱动轮的轴向、所述从动轮的轴向、所述第二滑台模组的滑块的滑动方向、所述第四滑台模组的滑块的滑动方向及所述第三滑台模组的滑块的滑动方向均与所述轮对的转轴的轴向平行,所述检测轨道的长度方向、所述第一滑台模组的滑块的滑动方向和所述第五滑台模组的滑块的滑动方向与所述轮对的转轴的轴向垂直。

[0012] 优选的,还包括轮对轨道,所述轮对能够沿所述轮对轨道滚动,所述轮对轨道与所述检测轨道平行。

[0013] 优选的,每个所述V型块均设置有两个用于支撑所述轮对的转轴的轴承,所述轮对的转轴通过所述轴承与所述V型块转动配合。

[0014] 优选的,所述轮对旋转驱动机构还包括伺服电机,所述伺服电机安装在电机支架上;每个所述第二滑台模组的螺杆均通过一个第二传动轴连接有一个第一T型转向器,两个所述第一T型转向器分别通过一个第一传动轴与第二T型转向器传动连接,所述第二T型转向器的输入端通过一个连接轴与所述伺服电机的输出轴传动连接。

[0015] 优选的,所述轨道车运动机构还包括用于驱动所述轨道车沿所述检测轨道滚动的驱动机构,所述驱动机构包括一号带轮固定支架和二号带轮固定支架,所述一号带轮固定支架上安装有一号同步带轮和用于驱动一号同步带轮转动的第四步进电机,所述二号带轮固定支架上安装有二号同步带轮,所述一号同步带轮和所述二号同步带轮上绕有同步带;所述轨道车上固设有车身底座,所述车身底座上固设有三号同步带轮,所述三号同步带轮与所述同步带啮合,且所述三号同步带轮不能够相对所述车身底座转动。

[0016] 优选的,所述第三滑台模组由第二步进电机驱动,所述第五滑台模组由第三步进电机驱动,所述第四滑台模组由第五步进电机驱动,所述第一滑台模组由第一步进电机驱动,所述第一步进电机、所述第二步进电机、所述第三步进电机、所述第四步进电机分别与步进电机驱动器组电连接,所述步进电机驱动器组通过PLC控制器与所述工控机电连接。

[0017] 优选的,所述液压三爪卡盘位于所述位移传感模块和所述激光轮廓传感模块之间;当所述液压三爪卡盘用于夹紧所述轮对的转轴时,所述第五滑台模组的滑块的滑动方向与所述轮对的车轮的径向平行。

[0018] 优选的,所述轨道车上设置有扶手。

[0019] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0020] 本发明的轮对踏面全局检测装置提高了轮对踏面的检测效率。本发明的轮对踏面全局检测装置克服了现有非接触检测中轮对踏面局部检测造成踏面信息丢失的缺陷,实现了对轮对踏面的全踏面测量。相较于轮对踏面人工检测,本装置采用自动化测量,操作简单灵活,测量精度与检测效率明显提高。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图1为本发明轮对踏面全局检测装置的结构示意图一;

[0023] 图2为本发明轮对踏面全局检测装置的结构示意图二；

[0024] 图3为本发明轮对踏面全局检测装置的部分结构示意图一；

[0025] 图4为本发明轮对踏面全局检测装置的部分结构示意图二；

[0026] 图5为本发明轮对踏面全局检测装置的部分结构示意图三；

[0027] 图6为本发明轮对踏面全局检测装置的部分结构示意图四；

[0028] 图7为本发明轮对踏面全局检测装置的部分结构示意图五；

[0029] 其中：100、轮对踏面全局检测装置；1、第一滑台模组；2、第一步进电机；3、第一滑台模组连接板；4、第二滑台模组；5、第一T型转向器；6、梅花联轴器；7、第一传动轴；8、电机支架；9、伺服电机；10、第二T型转向器；11、第二传动轴；12、联轴器；13、安装支架；14、减速电机；15、驱动轮；16、轴承；17、V型块；18、第二步进电机；19、第三滑台模组；20、传感器支架；21、探针位移传感器；22、第三步进电机；23、滑块连接件；24、液压三爪卡盘；25、第四步进电机；26、一号同步带轮；27、一号带轮固定支架；28、第五步进电机；29、第四滑台模组；30、第四滑台模组连接板；31、二号带轮固定支架；32、轨道车；33、传感器支撑架；34、第五滑台模组；35、激光轮廓传感器；36、电动液压升降台；37、底板；38、底板支座；39、轴承座；40、从动轮；41、步进电机驱动器组；42、PLC控制器；43、工控机；44、车身底座；45、轨道轮；46、二号同步带轮；47、圆柱套筒；48、滚珠轴承；49、圆柱连接件；50、电动液压缸；51、同步带；52、三号同步带轮；53、轮对轨道；54、检测轨道。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0031] 本发明的目的是提供一种轮对踏面全局检测装置，以解决上述现有技术存在的问题，提高轮对踏面的检测效率。

[0032] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0033] 如图1至图7所示：本实施例提供了一种轮对踏面全局检测装置100，包括轮对举升机构、轮对旋转驱动机构、轨道车运动机构和传感测量机构；轮对举升机构位于轮对旋转驱动机构和轨道车运动机构之间。

[0034] 其中，轮对举升机构包括电动液压升降台36和设置在电动液压升降台36的顶面上的两个用于支撑轮对的转轴的V型块17，轮对的转轴与V型块17转动配合；如图7所示，在电动液压升降台36中设置有电动液压缸50，电动液压升降台36是现有成熟设备，在本实施例中不再对其结构和具体工作原理进行赘述。每个V型块17均设置有两个用于支撑轮对的转轴的轴承16，V型块17上的两个轴承16分别位于轮对的转轴的两侧，轮对的转轴通过轴承16与V型块17转动配合。

[0035] 参照图1至图3，轮对旋转驱动机构包括底板37和两个支撑轮单元，底板37由底板支座38支撑，支撑轮单元包括固设在底板37上的第二滑台模组4、与第二滑台模组4的滑块固连的第一滑台模组1和与第一滑台模组1的滑块固连的安装支架13，第一滑台模组1通过

第一滑台模组连接板3与第二滑台模组4的滑块固连，一个安装支架13上安装有从动轮40，另一个安装支架13上安装有驱动轮15和能够驱动驱动轮15转动的减速电机14，从动轮40通过轴承座39安装在安装支架13上，从动轮40通过轴承与轴承座39转动配合；轮对旋转驱动机构还包括伺服电机9，伺服电机9安装在电机支架8上；每个第二滑台模组4的螺杆均通过一个第二传动轴11连接有一个第一T型转向器5，第二传动轴11通过梅花联轴器6与第一T型转向器5的输出端连接，第二传动轴11通过联轴器12与第二滑台模组4的螺杆连接，两个第一T型转向器5分别通过一个第一传动轴7与第二T型转向器10传动连接，第二T型转向器10的输入端通过一个连接轴与伺服电机9的输出轴传动连接。

[0036] 轨道车运动机构包括轨道车32、固设在轨道车32上的第四滑台模组29、与第四滑台模组29的滑块固连的传感器支撑架33和与传感器支撑架33转动连接的液压三爪卡盘24，轨道车32上设置有扶手，轨道车32的底部设置有四个与检测轨道54滚动配合的轨道轮45，传感器支撑架33通过第四滑台模组连接板30与第四滑台模组29的滑块固连，液压三爪卡盘24靠近传感器支撑架33的一端固设有圆柱连接件49，传感器支撑架33上对应圆柱连接件49固设有圆柱套筒47，圆柱连接件49通过滚珠轴承48与圆柱套筒47转动连接，液压三爪卡盘24用于夹紧轮对的转轴的一端，轨道车32能够沿检测轨道54滚动；轨道车运动机构还包括用于驱动轨道车32沿检测轨道54滚动的驱动机构，驱动机构包括一号带轮固定支架27和二号带轮固定支架31，一号带轮固定支架27上安装有一号同步带轮26和用于驱动一号同步带轮26转动的第四步进电机25，二号带轮固定支架31上安装有二号同步带轮46，一号同步带轮26和二号同步带轮46上绕有同步带51；轨道车32上固设有车身底座44，车身底座44上固设有三号同步带轮52，三号同步带轮52与同步带51啮合，且三号同步带轮52不能够相对车身底座44转动。

[0037] 传感测量机构包括位移传感模块和激光轮廓传感模块，位移传感模块和激光轮廓传感模块均包括固设在传感器支撑架33上的第五滑台模组34、与第五滑台模组34的滑块固连的滑块连接件23、固设在滑块连接件23上的第三滑台模组19和固设在第三滑台模组19的滑块上的传感器支架20，位移传感模块中的传感器支架20上固设有探针位移传感器21，激光轮廓传感模块中的传感器支架20上固设有激光轮廓传感器35，探针位移传感器21和激光轮廓传感器35均能够正对轮对的踏面；探针位移传感器21和激光轮廓传感器35分别与工控机43电连接；

[0038] 液压三爪卡盘24位于位移传感模块和激光轮廓传感模块之间；当液压三爪卡盘24用于夹紧轮对的转轴时，第五滑台模组34的滑块的滑动方向与轮对的车轮的径向平行。

[0039] 驱动轮15的轴向、从动轮40的轴向、第二滑台模组4的滑块的滑动方向、第四滑台模组29的滑块的滑动方向及第三滑台模组19的滑块的滑动方向均与轮对的转轴的轴向平行，检测轨道54的长度方向、第一滑台模组1的滑块的滑动方向和第五滑台模组34的滑块的滑动方向与轮对的转轴的轴向垂直。第三滑台模组19由第二步进电机18驱动，第五滑台模组34由第三步进电机22驱动，第四滑台模组29由第五步进电机28驱动，第一滑台模组1由第一步进电机2驱动，第一步进电机2、第二步进电机18、第三步进电机22、第四步进电机25分别与步进电机驱动器组41电连接，步进电机驱动器组41通过PLC控制器42与工控机43电连接，减速电机14和伺服电机9也分别与工控机43电连接。滑台模组即现有的电动滑台，本实施例中不再对滑台模组的结构和具体工作原理进行赘述。

[0040] 本实施例轮对踏面全局检测装置100还包括轮对轨道53，轮对能够沿轮对轨道53滚动，轮对轨道53与检测轨道54平行；而轮对举升机构设置在轮对轨道53的两条钢轨之间，以方便能够通过两个V型块17支撑轮对的转轴的中部，从而将轮对举升。

[0041] 本实施例轮对踏面全局检测装置100的具体使用过程如下：

[0042] (1)轮对举升：将待检测轮对沿钢轨移动到检测位置，与待检测位置处标线对齐，通过工控机43控制PLC控制器42输出信号控制电动液压升降台36上升，通过V型块17将轮对举起，使其离开钢轨接触表面。

[0043] (2)轨道车32到达预定检测位：通过PLC控制器42传递脉冲信号给步进电机驱动器组41控制第四步进电机25驱动一号同步带轮26，进而带动同步带51和轨道车32运动至预定检测位，人工通过扶手微调轨道车32的位置，使得液压三爪卡盘24与轮对的转轴同轴；

[0044] (3)传感器到达预定检测位：轨道车32上安装有第四滑台模组29，并通过第五步进电机28驱动第四滑台模组29沿轮对轴向方向进给运动；传感器支撑架33通过第四滑台模组连接板30安装在第四滑台模组29上，液压三爪卡盘24固定在传感器支撑架33上，进而也实现液压三爪卡盘24沿轮对车轴轴向方向进给运动，并与轮对车轴两端轴颈接触，并通过工控机43控制液压三爪卡盘24夹紧轮对车轴；第五滑台模组34通过第三步进电机22驱动，使安装在滑块连接件23上的激光轮廓传感器35沿轮对径向方向运动，并在距离轮对踏面180mm～200mm处减速停止。使安装在带动传感器支架20上面的探针位移传感器21，并使探针位移传感器21与轮对踏面刚好接触，并将此时的探针位移传感器21标记为0位。

[0045] (4)传感器初测阶段：此时工控机43控制激光轮廓传感器35开始针对最近区域的轮对踏面进行初步测量，然后工控机43开始读取激光轮廓传感器35检测的踏面数据，并显示出测得的单条踏面轮廓线，再根据单条踏面轮廓线完整度判断激光轮廓传感器35是否到达正确检测位置；此时根据激光轮廓传感器35测量的第一帧画面，确定轮对基圆所在位置，通过第二步进电机18驱动第三滑台模组19使探针位移传感器21移动到轮对踏面基圆处，进行手动微调且使探针位移传感器21内部弹簧部件有2～3mm的微压缩量。

[0046] (6)轮对旋转驱动阶段：通过伺服电机9驱动第二滑台模组4沿靠近轮对轴向方向运动；同时通过第一步进电机2驱动第一滑台模组1，使得驱动轮15和从动轮40分别与踏面挤压接触。然后通过减速电机14带动驱动轮15转动，进而带动轮对转动，其中从动轮40作为随动轮起到稳定支撑和定位作用。

[0047] (7)正式测量阶段：通过轮对旋转驱动机构驱动轮15对转动，激光轮廓传感器35和探针位移传感器21开始进行踏面参数检测，然后工控机43进行检测数据的实时读取与分析计算。

[0048] (8)测量结束后处理阶段：当轮对完成一周的旋转，激光轮廓传感器35和探针位移传感器21检测完毕，减速电机14停止转动，第二滑台模组4由伺服电机9驱动沿远离轮对踏面方向运动；第五滑台模组34由第三步进电机22驱动沿远离轮对踏面方向移动，传感测量机构呈张开状，电动液压升降台36开始下降，将轮对放置在钢轨初始位置。

[0049] 在本发明的描述中，需要说明的是，术语“第一”、“第二”、“一号”、“二号”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0050] 本说明书中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，

依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

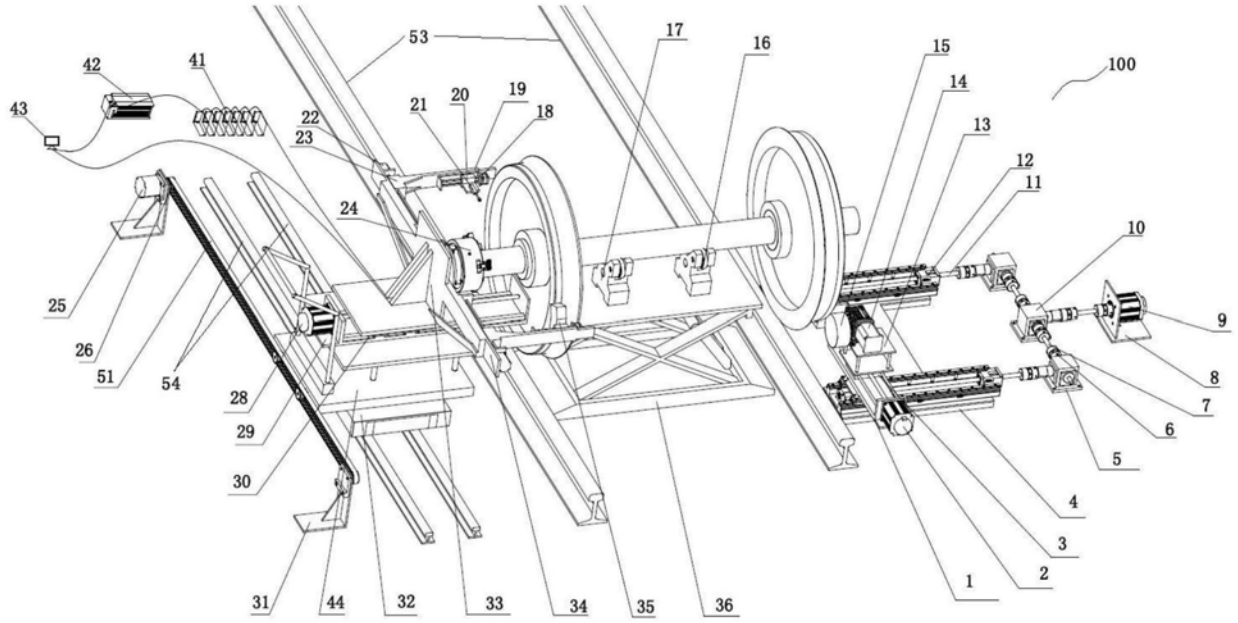

53
17
16
15
100
42
41
14
43
22
21
20
19
18
13
23
12
11
24
10
25
9
26
51
54
8
28
7
29
6
30
5
4
3
2
1
31
44
32
33
34
35
36

图1

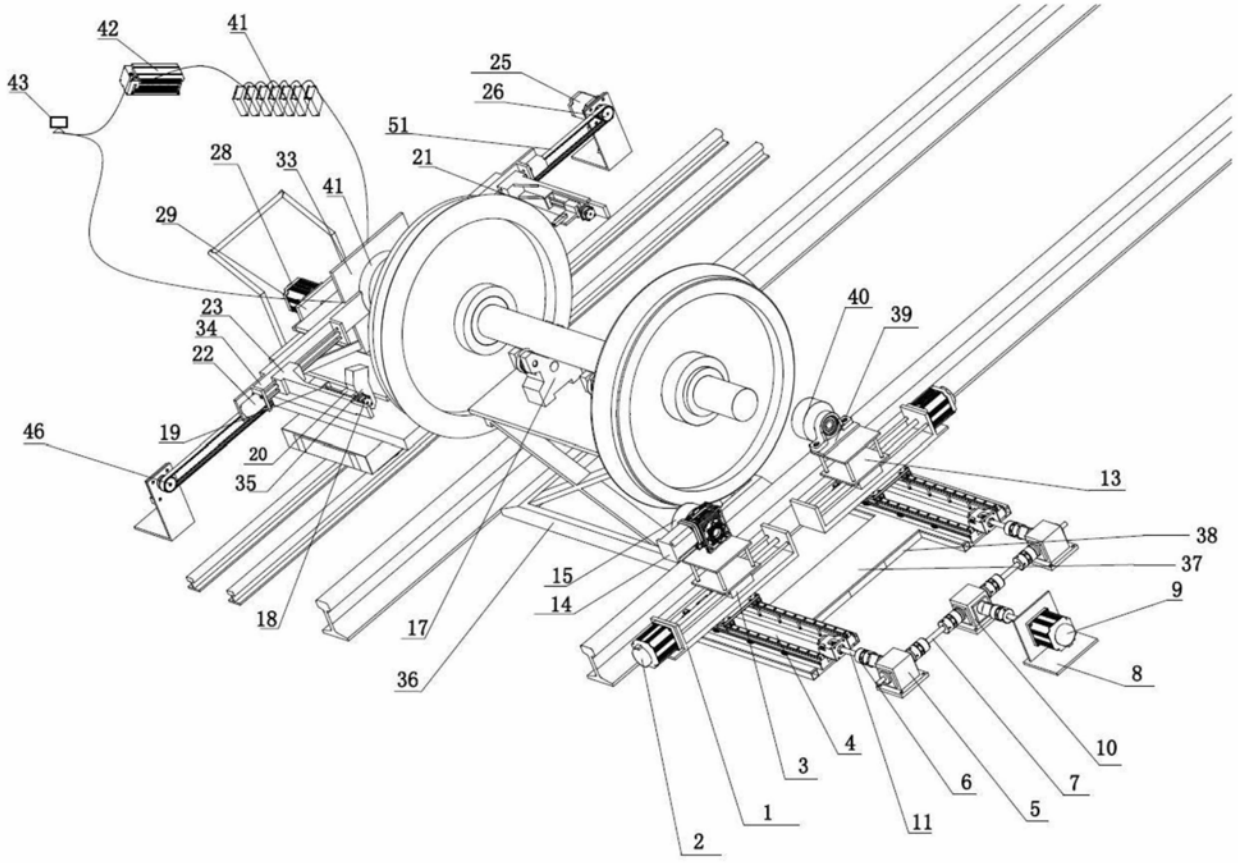

42
41
43
25
26
51
28
33
21
41
29
40
39
23
34
22
13
46
19
38
20
37
35
15
9
14
18
17
8
36
10
4
3
7
6
5
1
11
2

图2

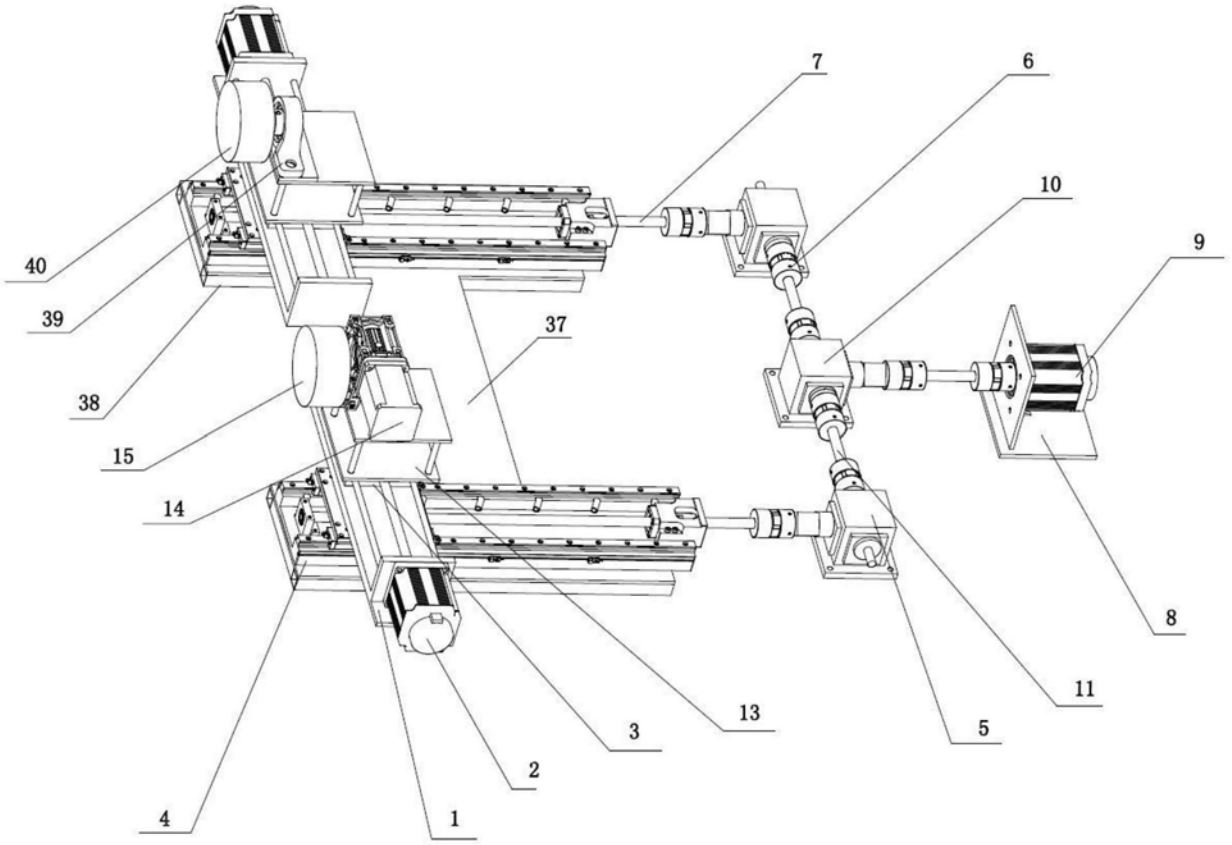


图3

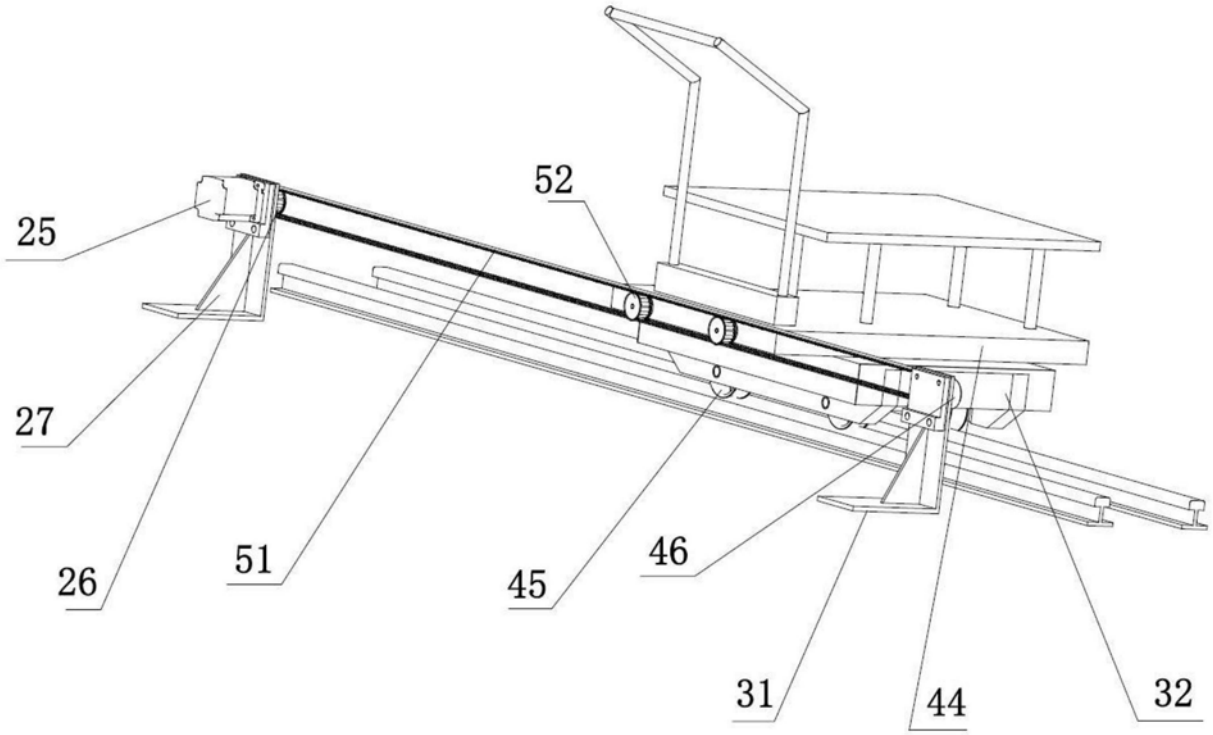


图4

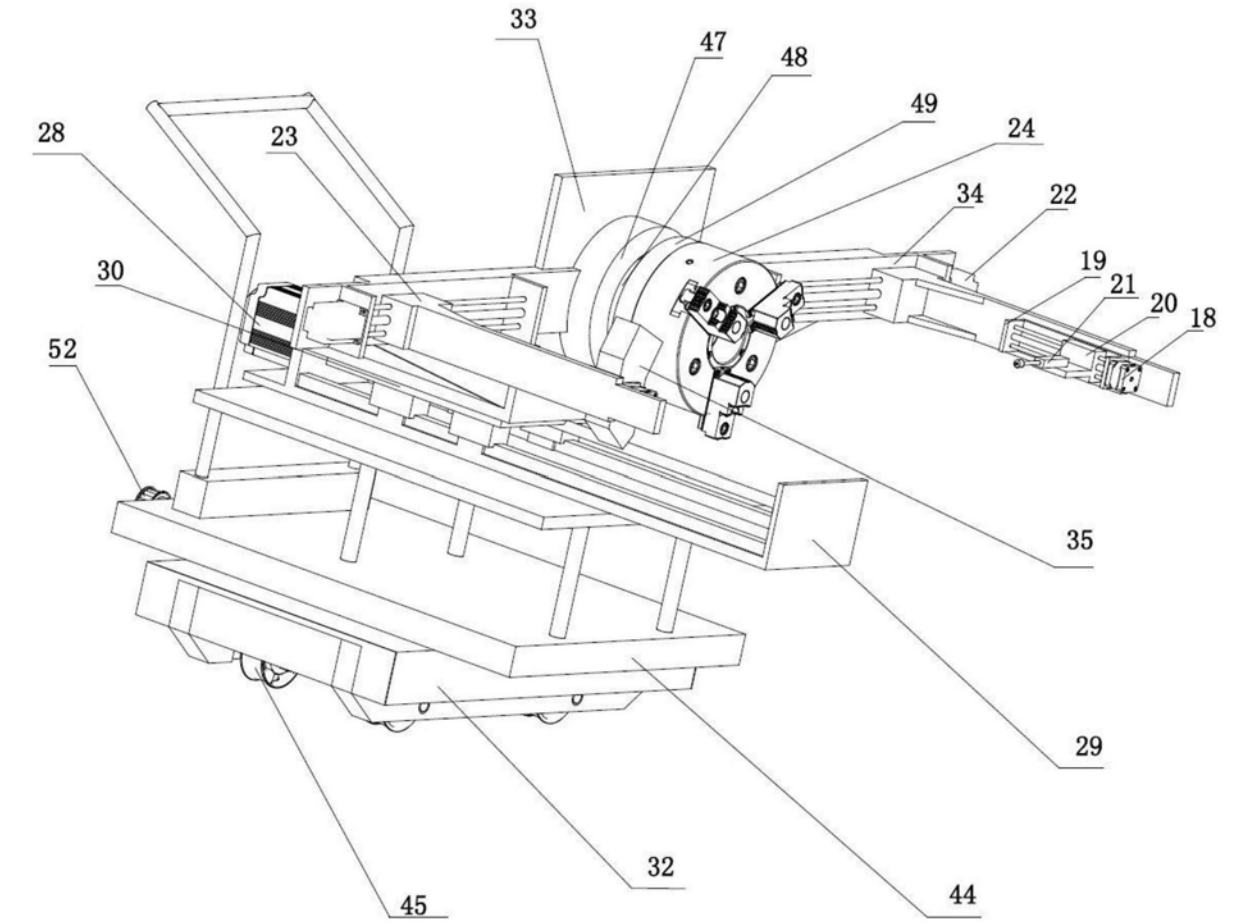

33
47
48
49
24
34
22
19
21
20
18
28
23
30
52
35
29
32
44
45

图5

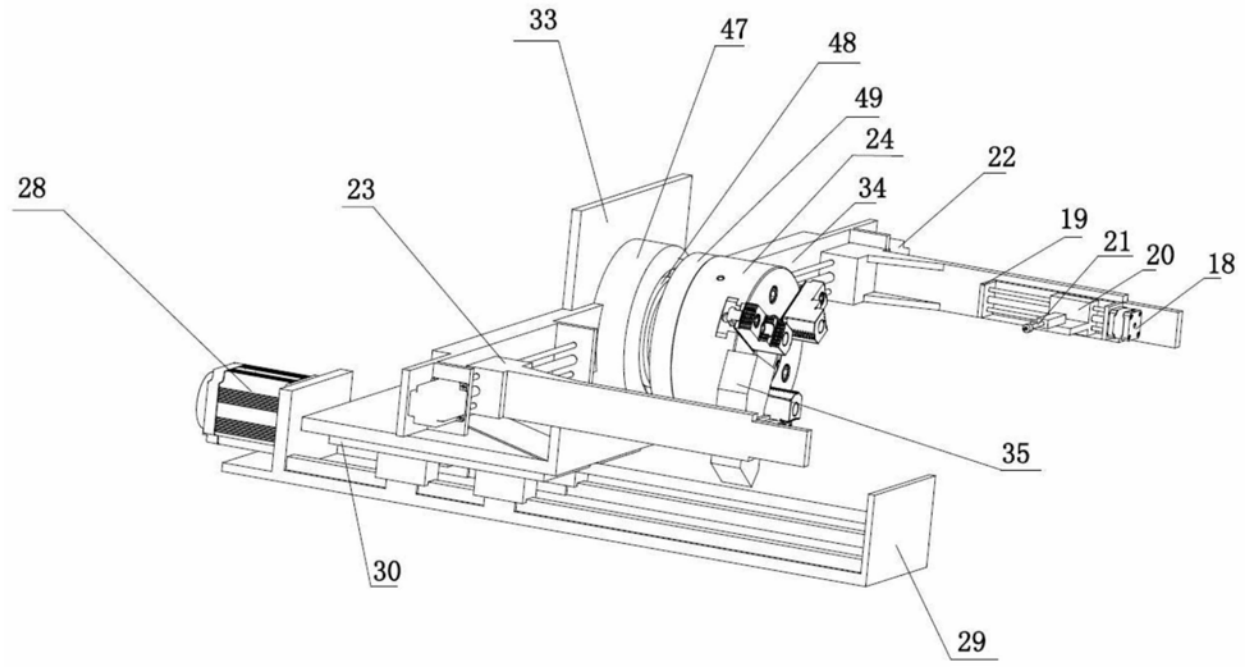

33
47
48
49
24
22
28
23
34
19
21
20
18
35
30
29

图6

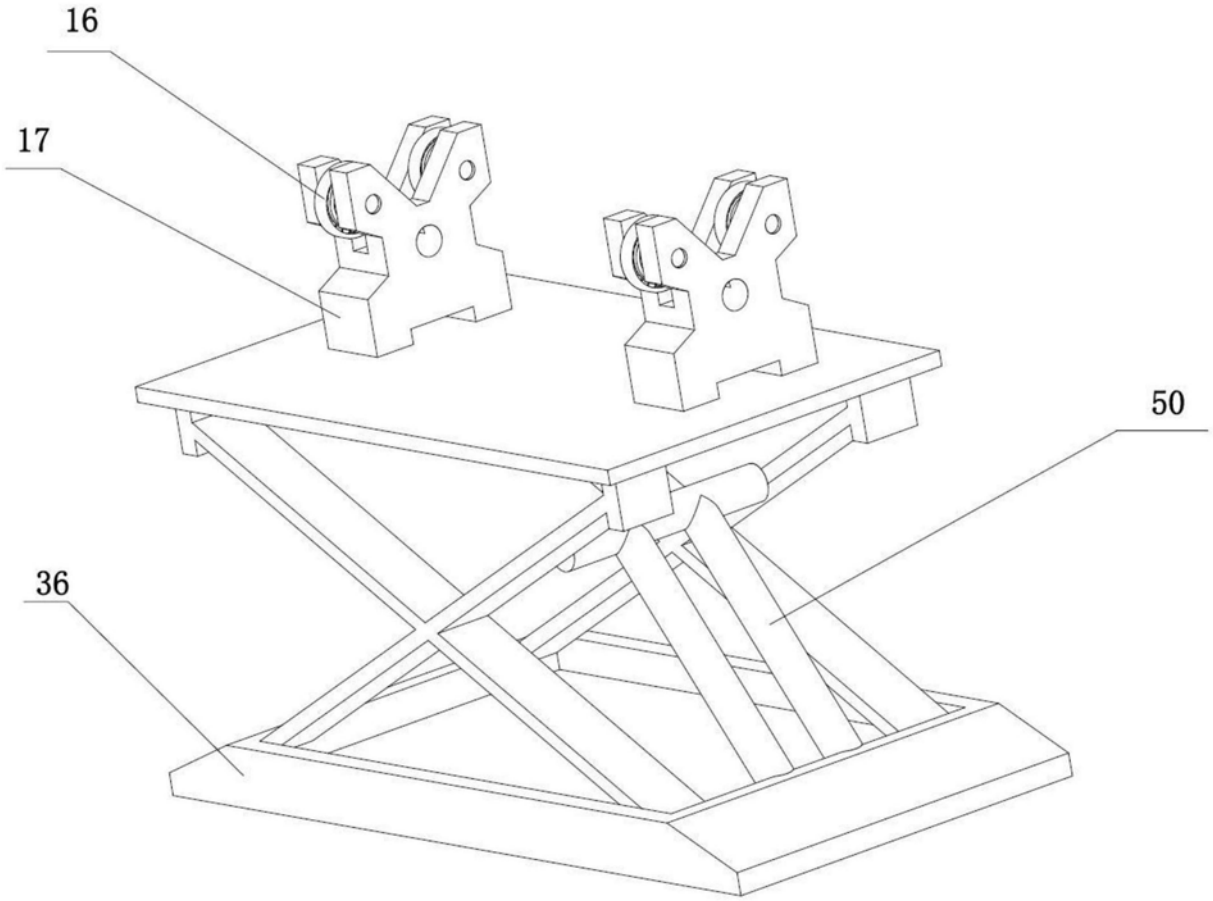


图7