



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108444685 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 28

(21) 申请号 201810215510.9

(22) 申请日 2018.03.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108444685 A

(43) 申请公布日 2018.08.24

(73) 专利权人 中南大学
地址 410075 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号
专利权人 黄相东

(72) 发明人 黄相东 余志武 申石文 毛建锋
曾志平 刘付山

(51) Int. Cl.
G01M 13/00 (2019.01)
G01N 3/08 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 207923437 U, 2018.09.28
- WO 8503573 A1, 1985.08.15
- CN 106289848 A, 2017.01.04
- CN 202522425 U, 2012.11.07
- CN 107121275 A, 2017.09.01
- CN 203096538 U, 2013.07.31
- CN 105699034 A, 2016.06.22
- JP H05281096 A, 1993.10.29
- EP 3132243 A1, 2017.02.22
- RU 2232380 C1, 2004.07.10
- CN 107314809 A, 2017.11.03
- CN 203672612 U, 2014.06.25

审查员 马梨

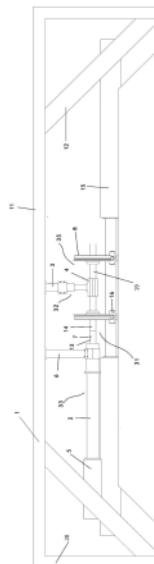
权利要求书1页 说明书5页 附图9页

(54) 发明名称

一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置

(57) 摘要

本发明涉及高速铁路模拟试验技术领域,特别是一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置。它包括反力架以及位于反力架下方的高速铁路轨道模拟结构。可以同时模拟列车实际运行时作用于轨道结构的垂向力、横向力和纵向力,并且横向力、垂向力和纵向力结合模拟其他方向的作用力,使得试验结果更加贴合实际。转向架模拟机构模拟高速列车转向架,垂向力和横向力传递至转向架模拟机构,可以模拟列车实际运行中垂向力和横向力对轨道结构的作用。而纵向力则通过锁扣直接传递到钢轨上,可以模拟列车实际运行中纵向力对轨道结构的作用。



1. 一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,其特征在于:它包括反力架(1)以及位于反力架(1)下方的高速铁路轨道模拟结构(31),反力架(1)与高速铁路轨道模拟结构(31)之间设有用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的垂向力的轨道垂直施力机构(32)、用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的横向力的轨道横向施力机构(33)和用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的纵向力的轨道纵向施力机构(34);

转向架模拟机构(35),包括两组安装在高速铁路轨道模拟结构(31)中钢轨(18)上的轮对(8)、垂直并对称安装于所述轮对(8)轮轴(19)上的刚性分配梁(4),以及沿两组轮对(8)布设方向连接两组轮对(8)轮轴的轮对纵向连接杆(9);

所述轨道横向施力机构(33)是在反力架(1)两端分别安装有一根斜撑(12),横向作动器(2)通过水平固定装置(5)固定于其中一根斜撑(12)上,横向作动器(2)的作动头通过横向传力杆(7)与轮对(8)同轴连接;

所述轨道垂直施力机构(32)就在反力架(1)的横梁(11)上垂直安装有一垂向作动器(3),垂向作动器(3)的作动头置于刚性分配梁(4)上;

所述轨道纵向施力机构(34)是在反力架(1)上固定有轮轴同向安装的水平钢桁架(15),水平钢桁架(15)上通过水平固定装置(5)安装有纵向作动器(17),纵向作动器(17)作动头通过锁扣(16)紧扣于钢轨上;

所述的所述反力架(1)的立柱(20)为高度可调的伸缩立柱,反力架(1)的横梁(11)在立柱上高度可调。

2. 如权利要求1所述的一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,其特征在于:所述的横向传力杆(7)包括由一块钢板和四根钢制圆柱体焊接而成的传力杆前端(13)以及由一根钢制圆柱体构成的传力杆末端(14)。

3. 如权利要求1所述的一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,其特征在于:所述的垂向作动器(3)的作动头置于所述刚性分配梁(4)上表面开设的凹槽中,垂向作动器(3)的作动头与凹槽底部之间设有刚性滚轮(10)。

4. 如权利要求3所述的一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,其特征在于:所述的凹槽的槽深大于垂向作动器(3)的作动头与凹槽的槽底之间的间距。

5. 如权利要求1所述的一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,其特征在于:所述的纵向作动器(17)设有四个,两个为一组,两组分别沿左侧钢轨及右侧钢轨轴线对称布置。

6. 如权利要求1所述的一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,其特征在于:所述纵向作动器(17)作动头置于所述锁扣(16)侧表面开设的凹槽中,纵向作动器(17)的作动头与凹槽底部之间设有刚性滚珠(22),纵向作动器(17)的作动头头部通过刚性滚珠(22)与锁扣(16)接触。

7. 如权利要求1或5或6所述的一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,其特征在于:所述的纵向作动器(17)的作动头为异形作动头,头部尺寸较尾部尺寸大。

8. 如权利要求1所述的一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,其特征在于:所述的横向作动器(2)与的横梁(11)之间设有垂直固定装置(6)。

一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置

技术领域

[0001] 本发明涉及高速铁路模拟试验技术领域,特别是一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置。

背景技术

[0002] 我国铁路建设正呈跨越式发展之势,多条客运专线和高速铁路正在建设之中。随着列车运行速度的提高,工程结构的动力学问题日益突出,而目前高速铁路动力学设计尚未形成系统的理论体系,现有设计方法已难以满足高速铁路快速发展的需要。针对高速铁路工程结构动力学关键问题,对高速列车-轨道-路基系统动力学开展模型试验,提出高速铁路轨道-路基动力性能室内模型试验和现场测试标准,对形成具有自主知识产权的我国高速铁路建造技术体系具有重大的实际意义,为我国高速铁路建设和可持续发展提供重要技术支撑。

[0003] 目前,高速铁路动力荷载模拟装置仅能满足垂向动力加载,而高速列车在运行时由于蛇形运动会给钢轨施加横向力作用,以及高速列车在启动、制动和轨温变化等情况下会给钢轨施加纵向力,两者亦会对轨道-结构以及列车运行的安全性造成不可忽视的影响,现有模拟装置忽略了轨道结构在实际运营过程中承受的其他方向的作用力影响,不能完整研究轨道动态特性,通过此实际尺寸模型所模拟反映的轨道-路基的经时性行为有其局限性。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置。

[0005] 本发明的目的是通过如下途径实现的:一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,它包括反力架以及位于反力架下方的高速铁路轨道模拟结构,反力架与高速铁路轨道模拟结构之间设有用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的垂向力的轨道垂直施力机构、用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的横向力的轨道横向施力机构和用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的纵向力的轨道纵向施力机构。

[0006] 作为本方案的进一步优化,所述的转向架模拟机构,包括两组安装在高速铁路轨道模拟结构中轨道上的轮对、垂直并对称安装于所述轮对轮轴上的刚性分配梁,以及沿两组轮对布设方向连接两组轮对轮轴的轮对纵向连接杆;所述轨道横向施力机构是在反力架两端分别安装有一根斜撑,横向作动器通过水平固定装置固定于其中一根斜撑上,横向作动器的作动头通过横向传力杆与轮对同轴连接;所述轨道垂直施力机构就在反力架的横梁上垂直安装有一垂向作动器,垂向作动器的作动头置于刚性分配梁上;所述轨道纵向施力机构是在反力架上固定有轮轴同向安装的水平钢桁架,水平钢桁架上通过水平固定装置安装有纵向作动器,纵向作动器作动头通过锁扣紧扣于钢轨上。

[0007] 作为本方案的进一步优化,所述的横向传力杆包括由一块钢板和四根钢制圆柱体焊接而成的传力杆前端以及由一根钢制圆柱体构成的传力杆末端。

[0008] 作为本方案的进一步优化,所述的垂向作动器的作动头置于所述刚性分配梁上表面开设的凹槽中,垂向作动器的作动头与凹槽底部之间设有刚性滚轮。

[0009] 作为本方案的进一步优化,所述的凹槽的槽深大于垂向作动器的作动头与凹槽的槽底之间的间距。

[0010] 作为本方案的进一步优化,所述的纵向作动器设有四个,两个为一组,两组分别沿左侧钢轨及右侧钢轨轴线对称布置。

[0011] 作为本方案的进一步优化,所述纵向作动器作动头置于所述锁扣侧表面开设的凹槽中,纵向作动器的作动头与凹槽底部之间设有刚性滚珠,纵向作动器的作动头头部通过刚性滚珠与锁扣接触。

[0012] 作为本方案的进一步优化,所述的纵向作动器的作动头为异形作动头,头部尺寸较尾部尺寸大。

[0013] 作为本方案的进一步优化,所述的所述反力架的立柱为高度可调的伸缩立柱,反力架的横梁在立柱上高度可调。

[0014] 作为本方案的进一步优化,所述的所述横向作动器与的横梁之间设有垂直固定装置。

[0015] 本发明一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,可以同时模拟列车实际运行时作用于轨道结构的垂向力、横向力和纵向力,并且横向力、垂向力和纵向力结合模拟其他方向的作用力,使得试验结果更加贴合实际。转向架模拟机构模拟高速列车转向架,垂向力和横向力传递至转向架模拟机构,可以模拟列车实际运行中垂向力和横向力对轨道结构的作用。而纵向力则通过锁扣直接传递到钢轨上,可以模拟列车实际运行中纵向力对轨道结构的作用。通过反力架可以自由调节模拟装置的安装高度,向轨道垂直施力机构、轨道横向施力机构和轨道纵向施力机构输入预设的动力荷载时程,可以对不同的轨道结构形式进行加载。为高速铁路轨道-路基垂向、横向和纵向动力学分析提供可靠的加载平台,为揭示轨道结构损伤破坏经时性特征提供实验依据。

附图说明

[0016] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明:

[0017] 图1是本发明结构示意图;

[0018] 图2是本发明沿线路纵向断面的结构示意图;

[0019] 图3是本发明俯视结构示意图;

[0020] 图4是本发明立体结构示意图之一;

[0021] 图5是本发明刚性分配梁的立体结构示意图;

[0022] 图6是本发明立体结构示意图之二;

[0023] 图7是本发明锁扣与纵向作动头接触部分剖面的立体结构示意图;

[0024] 图8是本发明锁扣卡槽的立体结构示意图;

[0025] 图9是本发明纵向作动器立体结构示意图;

[0026] 图中,1、反力架;2、横向作动器;3、垂向作动器;4、刚性分配梁;5、水平固定装置;6、垂直固定装置;7、横向传力杆;8、轮对;9、纵向连接杆;10、刚性滚轮;11、横梁;12、斜撑;13、传力杆前端;14、传力杆末端;15、水平钢桁架;16、锁扣;17、纵向作动器;18、钢轨;19、

轮轴;20、立柱;21、水平固定装置;22、刚性滚珠;31、高速铁路轨道模拟结构;32轨道垂直施力机构;33、轨道横向施力机构;34、轨道纵向施力机构;35、转向架模拟机构。

具体实施方式

[0027] 如图1所示,本发明提供一种高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置,它包括反力架1以及位于反力架1下方的高速铁路轨道模拟结构31,所述的所述反力架1的立柱为高度可调的伸缩立柱,反力架1的横梁11在立柱上高度可调。反力架1与高速铁路轨道模拟结构31之间设有用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的垂向力的轨道垂直施力机构32、用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的横向力的轨道横向施力机构33和用于模拟高铁列车实际运行时作用于轨道结构的纵向力的轨道纵向施力机构34;前述的轨道垂直施力机构32和轨道横向施力机构33通过用于模拟高铁列车转向架的转向架模拟机构35作用至高速铁路轨道模拟结构31上,而轨道纵向施力机构34则直接作用在高速铁路轨道模拟结构31的钢轨18上。

[0028] 如图4所示,所述的转向架模拟机构35,包括两组安装在高速铁路轨道模拟结构31中轨道上的轮对8、垂直并对称安装于所述轮对8轮轴上的刚性分配梁4,以及沿两组轮对8布设方向连接两组轮对8轮轴的轮对纵向连接杆9;

[0029] 如图1所示,所述轨道横向施力机构33是在反力架1两端分别安装有一根斜撑12,横向作动器2通过水平固定装置5固定于其中一根斜撑12上,横向作动器2的作动头通过横向传力杆7与轮对8同轴连接;所述横向作动器2与的横梁11之间设有垂直固定装置6。所述的所述横向传力杆7包括由一块钢板和四根钢制圆柱体焊接而成的传力杆前端13以及由一根钢制圆柱体构成的传力杆末端14。

[0030] 如图3所示,所述轨道垂直施力机构32就在反力架1的横梁11上垂直安装有一垂向作动器3,垂向作动器3的作动头置于刚性分配梁4上;所述的垂向作动器3的作动头置于所述刚性分配梁4上表面开设的凹槽中,垂向作动器3的作动头与凹槽底部之间设有刚性滚轮10。所述的凹槽的槽深大于垂向作动器3的作动头与凹槽的槽底之间的间距。

[0031] 如图2、图6所示,所述轨道纵向施力机构34是在反力架1上固定有轮轴同向安装的水平钢桁架15,水平钢桁架15上通过水平固定装置5安装有纵向作动器17,纵向作动器17作动头通过锁扣16紧扣于钢轨上。所述的纵向作动器17设有四个,两个为一组,两组分别与左侧钢轨及右侧钢轨轴线对称布置。所述纵向作动器17作动头置于所述锁扣16侧表面开设的凹槽中,纵向作动器17的作动头与凹槽底部之间设有刚性滚珠22,纵向作动器17的作动头头部通过刚性滚珠22与锁扣16接触。所述的纵向作动器17的作动头为异形作动头,头部尺寸较尾部尺寸大。

[0032] 刚性分配梁垂直并对称放置于两个轮对的轮轴之上,并通过焊接固定防止试验过程中刚性分配梁位移超限,刚性分配梁上部设置有尺寸略大于垂向作动器下部作动头的凹槽,保证作动头放于凹槽正中心时,凹槽内壁与作动头之间留有3-5cm的间隙,凹槽内设置刚性滚轮,保证垂向作动器底部通过刚性滚轮与刚性分配梁接触;水平钢桁架用螺栓固定于斜撑上,锁扣用螺栓固定于钢轨上,纵向作动器分别通过水平固定装置用螺栓固定于水平钢桁架上,锁扣侧面设置有尺寸略大于纵向作动器前部作动头的凹槽,保证作动头放于凹槽正中心时,凹槽内壁与作动头之间留有1-2cm的间隙,凹槽内设置刚性滚珠,保证纵向

作动器头部通过刚性滚珠与锁扣接触,纵向作动器的作动头为异形作动头,头部较尾部为大,锁扣设置有卡槽以保证纵向作动器在向远离锁扣的方向移动时不从锁扣中脱离。

[0033] 试验过程中,通过调节横梁11的高度,可适应不同的铁路路面结构或作动器。采用多个作动器联动,可实现列车运行过程中不同轮对下的动力荷载。在刚性分配梁4上设置尺寸略大于垂向作动器3底部尺寸的凹槽,用以防止垂向作动器3在试验过程中纵横向位移超限。如图1、图5所示,在刚性分配梁4中部设置尺寸略大于垂向作动器3底部尺寸的方形凹槽,保证作动头放于凹槽正中心时,凹槽内壁与作动头之间留有3cm-5cm的间隙。横向作动器2的力通过横向传力杆7传递至轮对8上,进而作用于轨道结构上。如图1~4所示,在横向作动器2底部设置四根横向传力杆7与一块铁板固定后与轮对的横向传力杆7垂直固定。水平固定装置5通过直径为30mm的间距为150mm~200mm的三排螺栓固定于斜撑12上。如图1所示,水平固定装置5通过直径为30mm的三排螺栓固定于斜撑12上。垂直固定装置6通过直径为30mm的间距为150mm对称布置的两排螺栓固定于横梁11上。如图1和图4所示,垂直固定装置6通过直径为30mm的间距为150mm对称布置的两排螺栓固定于横梁11上。横向作动器2通过垂直固定装置6和水平固定装置5共同固定。如图1~4所示,横向作动器2通过用螺栓固定于斜撑12的水平固定装置5和用螺栓固定于横梁11的垂直固定装置6共同固定,垂直固定装置6下部与作动器焊接连接。垂向作动器3的底部设置刚性滚轮10,以适应由于横向作动器2的加载对垂向作动器3位置的影响。如图2所示,在垂向作动器3的底部设置了刚性滚轮10。在刚性分配梁4垂直对称放置于轮对8上,并通过焊接固定防止试验过程中刚性分配梁4位移超限。如图1、3、4所示,模拟转向架的两组轮对8的轮轴上分别垂直对称放置了一片刚性分配梁4。通过纵向连接杆9连接模拟转向架。如图1~4所示,钢轨上放置了两组轮对8,相距为高速列车固定轴距,并通过纵向连接杆9连接模拟转向架。在锁扣16的侧面设置尺寸略大于纵向作动器17头部尺寸的凹槽,用以防止纵向作动器17在试验过程中竖横向位移超限。如图1、图7所示,在锁扣16两侧的对称位置设置尺寸略大于纵向作动器17头部尺寸的圆形凹槽,保证作动头放于凹槽正中心时,凹槽内壁与作动头之间留有1cm-2cm的间隙。如图9所示,纵向作动器的作动头为异形作动头,头部尺寸较尾部尺寸大。如图8所示,锁扣与上述纵向作动器的作动头的连接部分设置成卡槽的形式,以保证纵向作动器在向远离锁扣的方向移动时不从锁扣中脱离。如图1、图6所示,水平钢桁架15通过直径为30mm的三排螺栓固定于斜撑12上,纵向作动器17-20分别通过4个直径为30mm的螺栓和水平固定装置21-24连接在一起,水平固定装置21~24则通过卡槽与水平钢桁架15焊接在一起。

[0034] 横向作动器2通过横向传力杆7将横向力传至轮对,其中横向传力杆7分为两部分,其中一部分为一块钢板和四根钢制圆柱体焊接而成的传力杆前端,另一部分是一根钢制圆柱体传力杆末端。传力杆前端由一块钢板和四根钢制圆柱体焊接而成,其相邻两根圆柱体间距为15cm,四根钢制圆柱体的直径为5cm,长度为2m,四根钢制圆柱体一端对称焊接于横向作动器2的作动头,另一端对称焊接于一块钢板,钢板的尺寸为30cm×30cm×4cm。传力杆末端是一根钢制圆柱体,其直径为10cm,长度要使得其一端刚好与轮对的轴相接处,其另一端与钢板中心焊接。

[0035] 高速铁路轮轨垂横纵向力耦合加载模拟装置可以同时模拟列车实际运行时作用于轨道结构的垂向力、横向力和纵向力,使得试验结果更加贴合实际。用杆件连接两个轮对8,并使轴距为标准轴距,以模拟高速列车转向架,垂向力通过分配梁传递至轮对,横向力通

过横向传力杆7传递至轮对,纵向力通过锁扣16传递至钢轨,这样就可以模拟列车实际运行中垂向力、横向力和纵向力对轨道结构的作用。垂向作动器3下部置于刚性分配梁4的凹槽中,两者之间设置刚性滚轮,允许垂向作动器3产生有限的移动以适应由于横向作动器2的加载对垂向作动器3位置的影响。纵向作动器17头部置于锁扣16的凹槽中,两者之间设置刚性滚珠,允许纵向作动器17产生有限的移动以适应由于横向作动器2和垂向作动器3的加载对纵向作动器17位置的影响。可以自由调节安装高度,向作动器输入预设的动力荷载时程,这样就可以对不同的轨道结构形式进行加载。

[0036] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本领域的技术人员在本发明所揭露的技术范围内,可不经创造性劳动想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书所限定的保护范围为准。

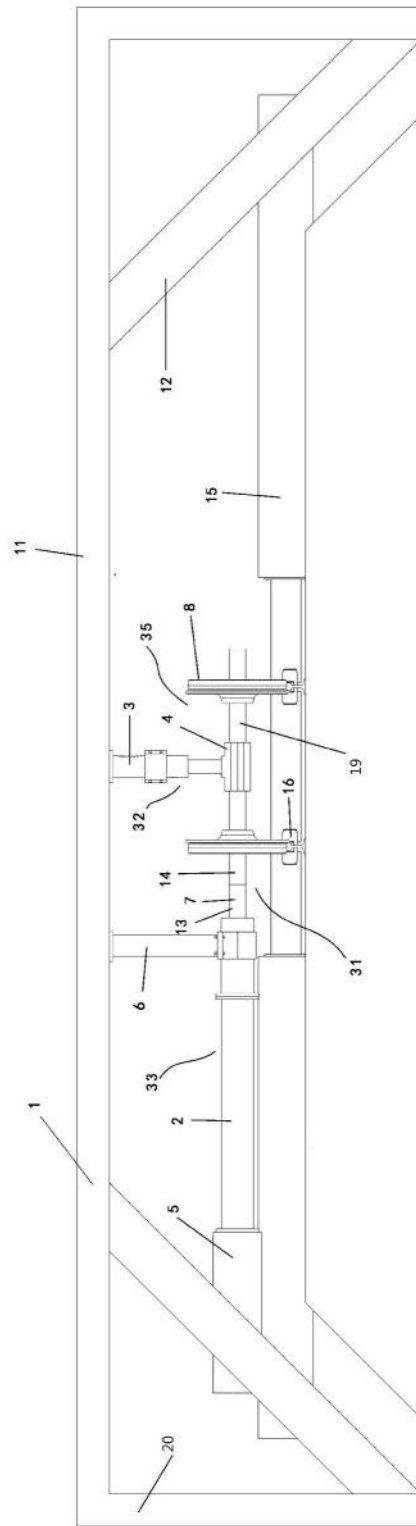


图1

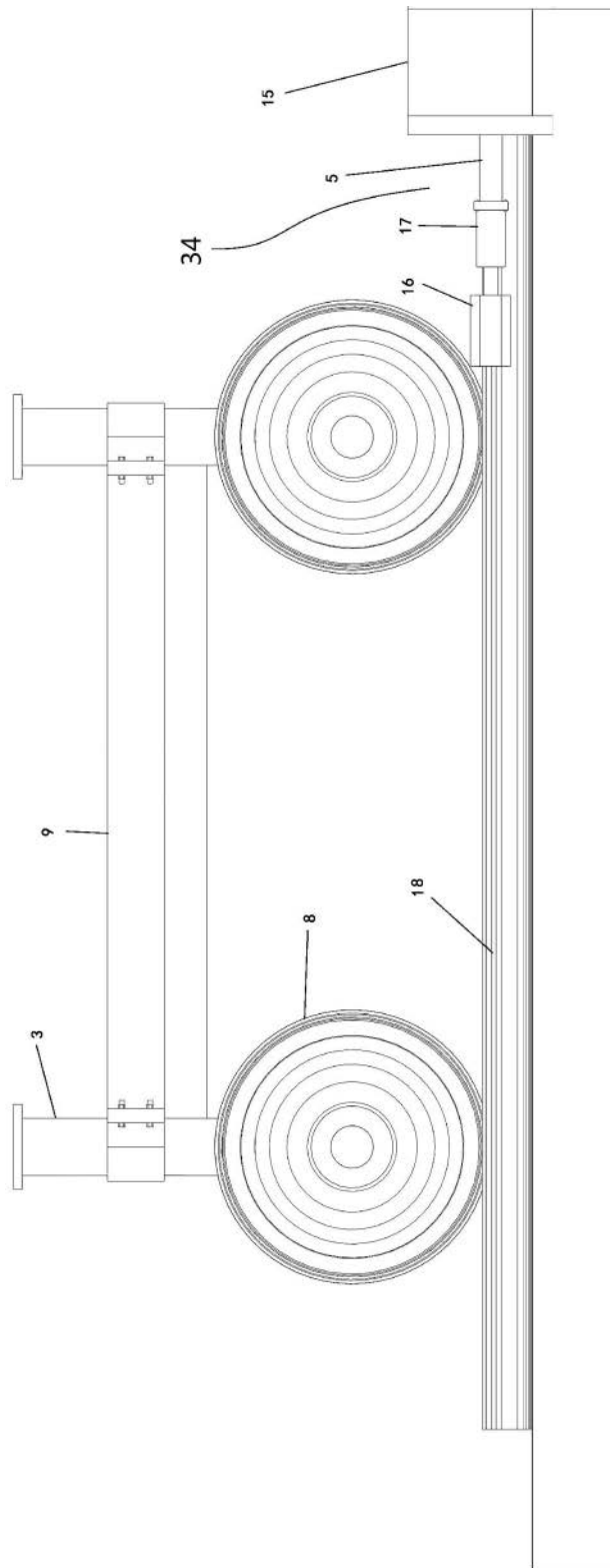


图2

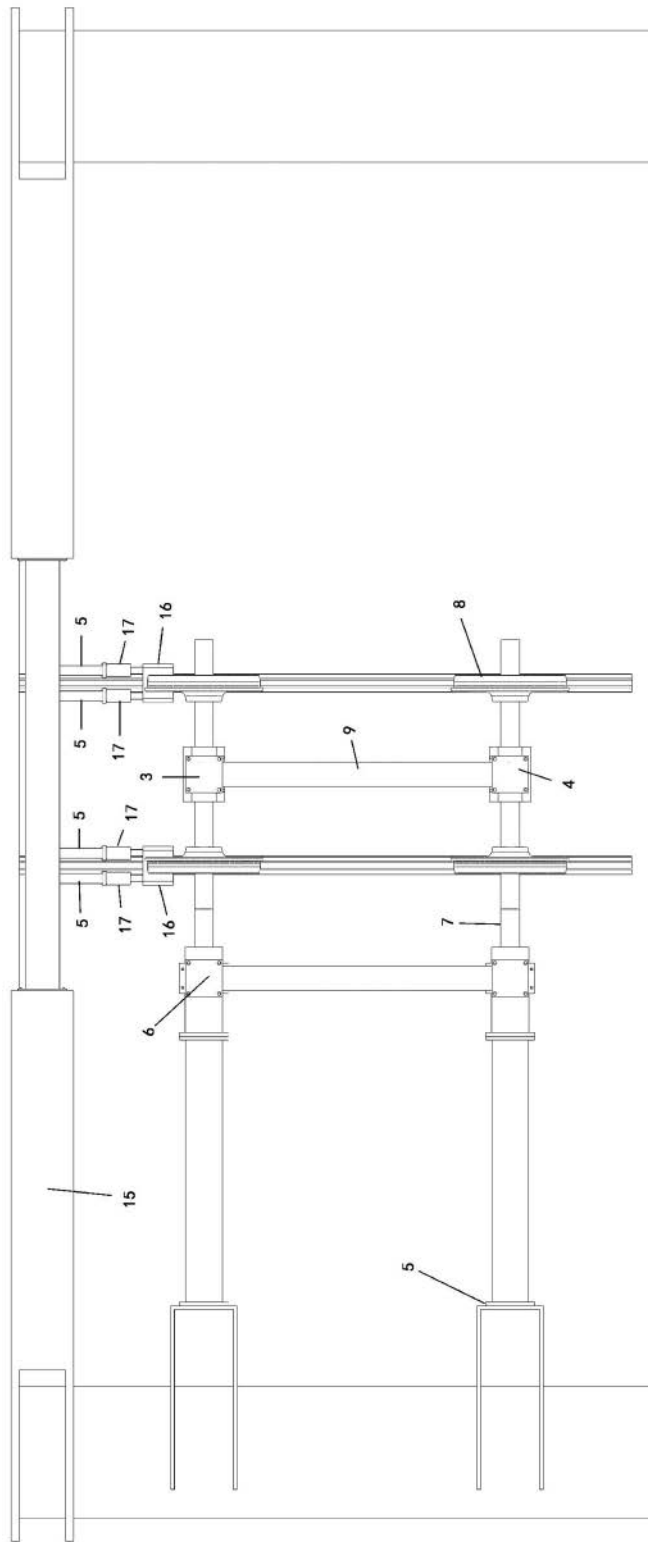


图3

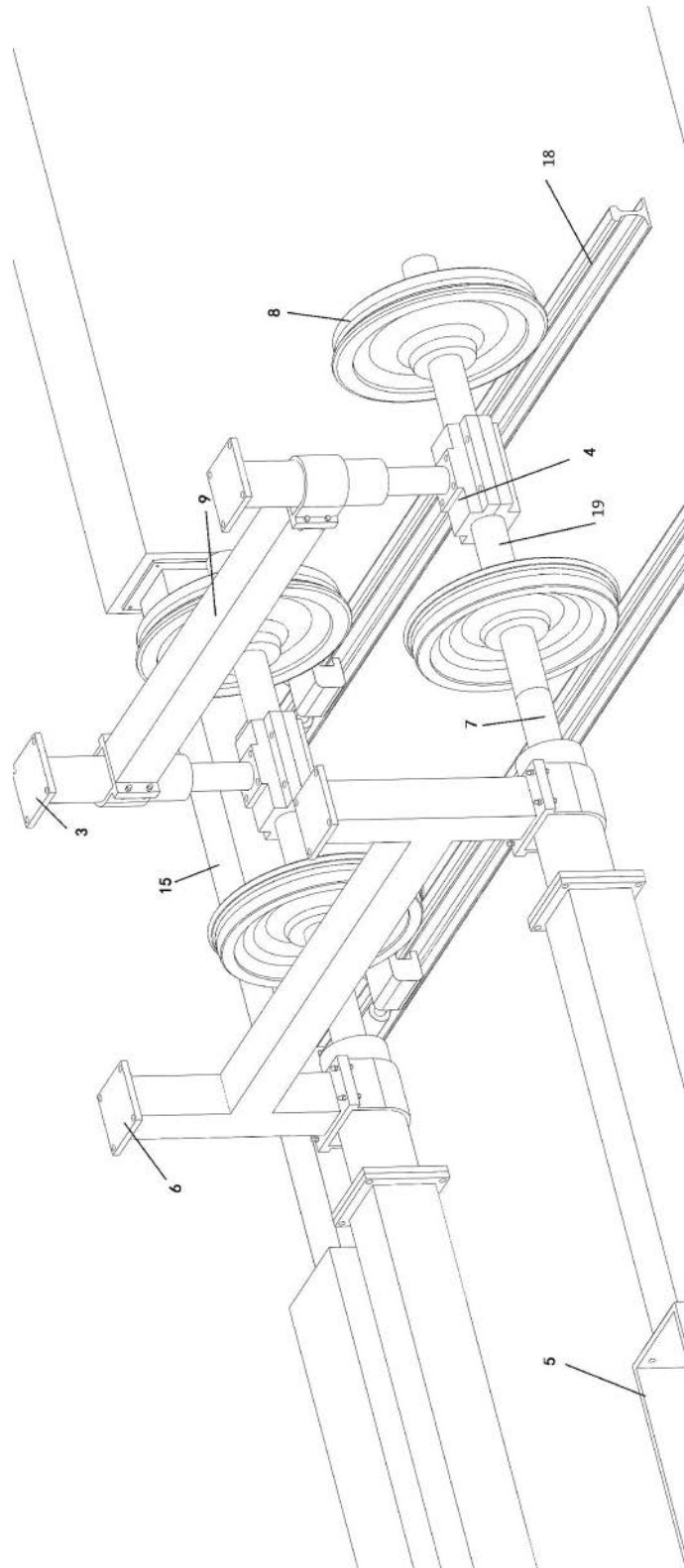


图4

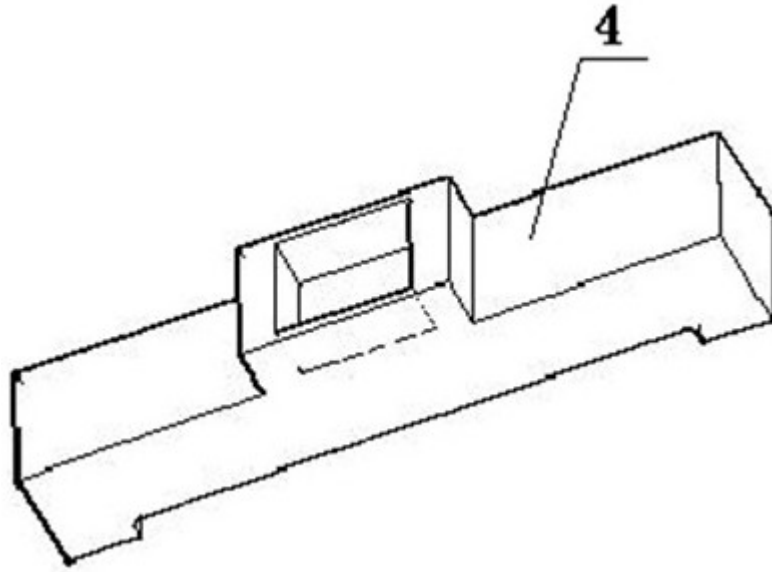


图5

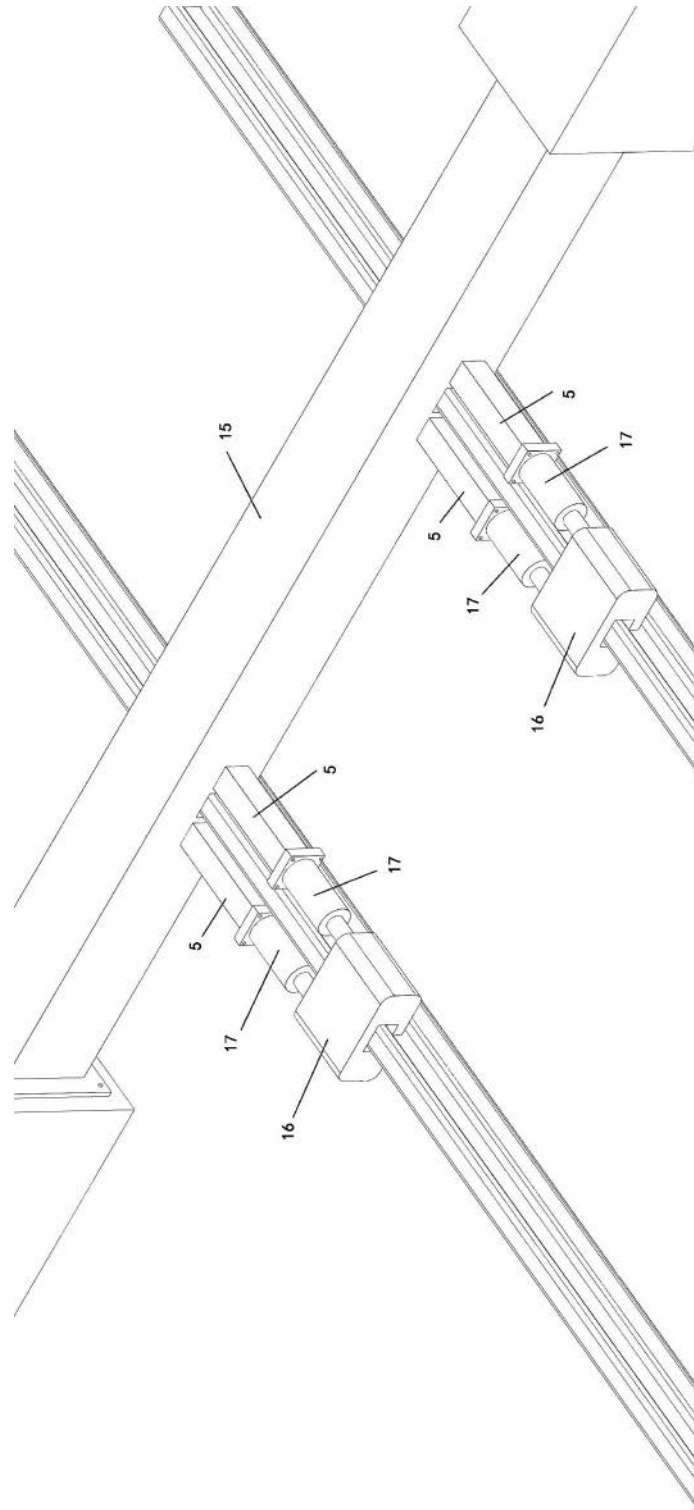


图6

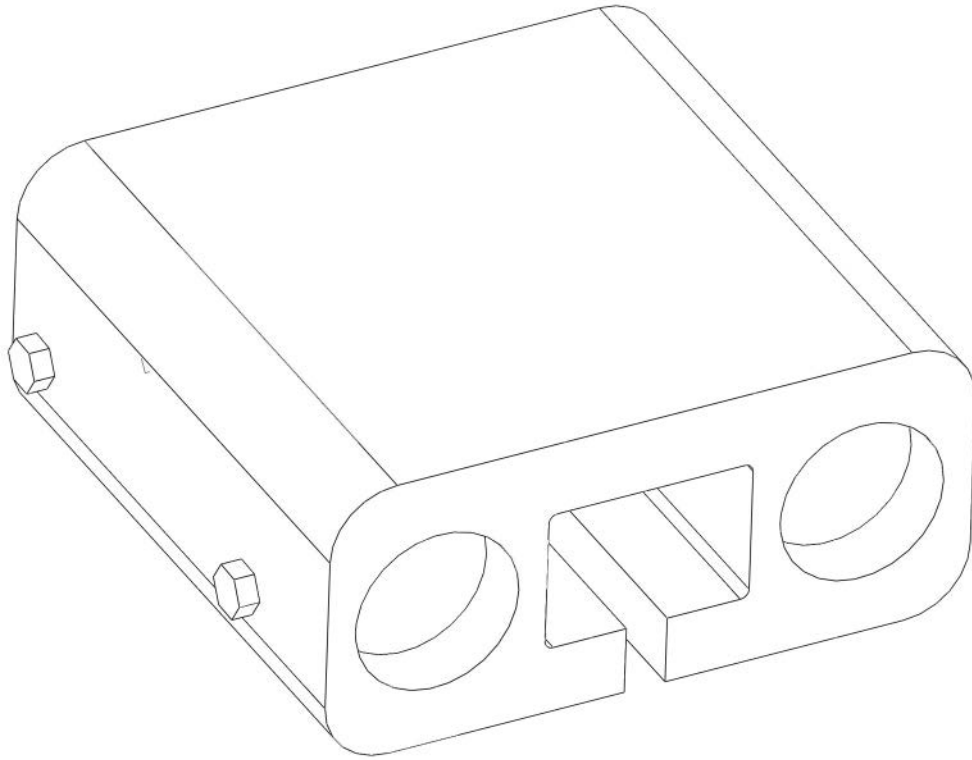


图7

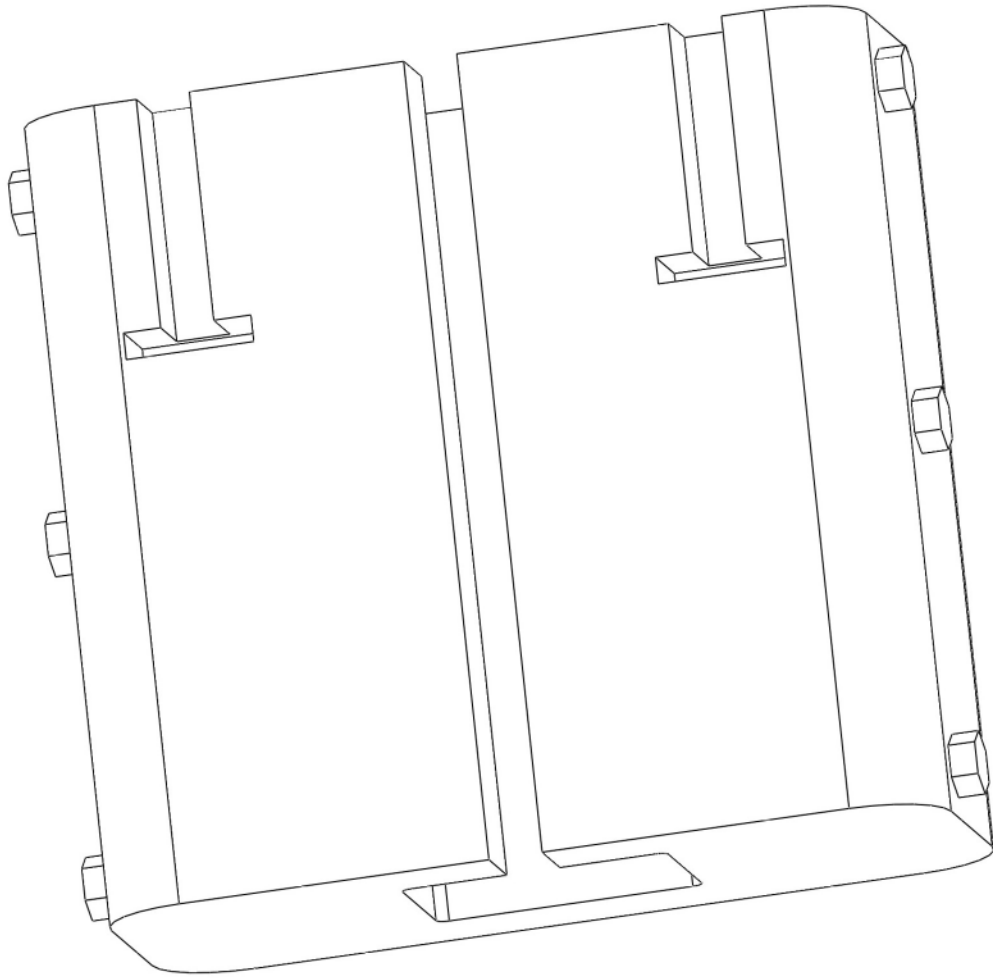


图8

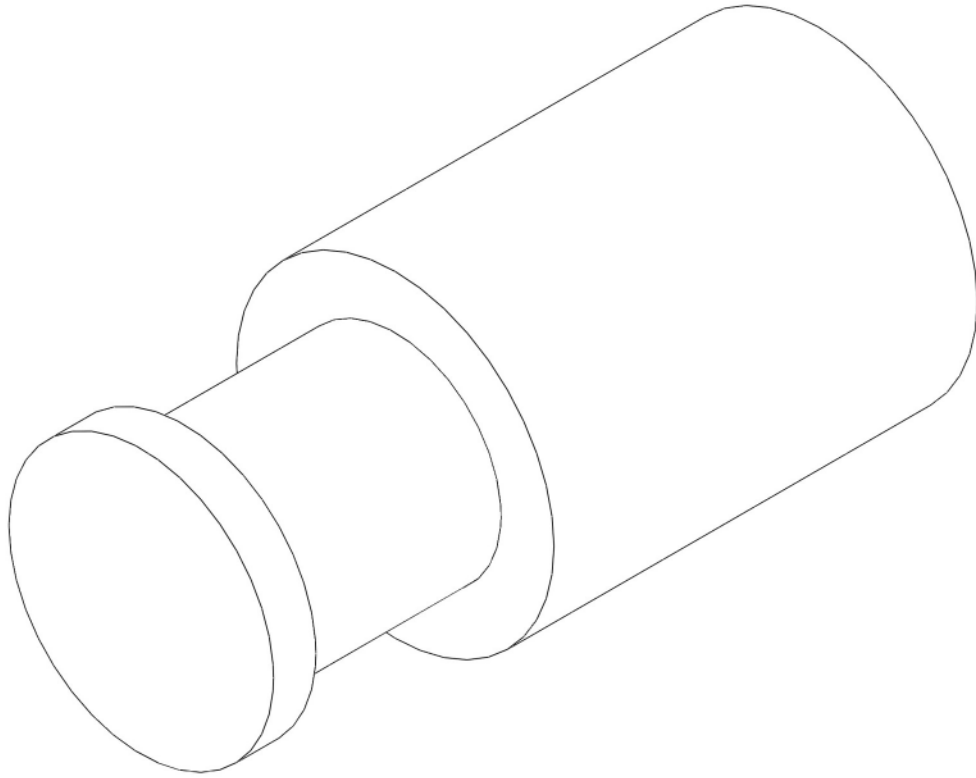


图9