



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110470445 B

(45) 授权公告日 2021. 02. 09

(21) 申请号 201910790397.1

(22) 申请日 2019.08.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110470445 A

(43) 申请公布日 2019.11.19

(73) 专利权人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 宿恒 瞿叶高 彭志科

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201
代理人 王毓理 王锡麟

(51) Int. Cl.
G01M 7/02 (2006.01)
G01M 10/00 (2006.01)

审查员 周群

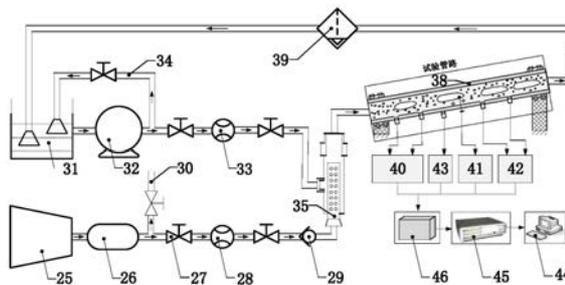
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置

(57) 摘要

一种具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,包括:依次相连的供回液系统、用固支夹具固定的试验管路系统、测量系统和数据采集系统;供回液系统包括:气相输送管路和液相输送管路,其中:气相输送管路和液相输送管路通过气液混合器将气相与液相混合均匀并输送至试验管路系统,试验管路系统再通过气液分离器将液相传输回液相输送管路以重复使用。本发明设置的固支夹具解决了倾斜管道流致振动试验中固支夹具刚性不足的问题,当倾斜角度及管道直径改变时,仅替换部分构件,节约成本;能够吸收衰减供回液系统振动,避免供回液系统与倾斜管道的耦合振动;通过改变气相输送管路中阀门开闭,即可实现倾斜管道单相流以及两相流流致振动试验工况的互换。



1. 一种具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征在于,包括:依次相连的供回液系统、用固支夹具固定的试验管路系统、测量系统和数据采集系统;

所述的供回液系统包括:气相输送管路和液相输送管路,其中:气相输送管路和液相输送管路通过气液混合器将气相与液相混合均匀并输送至试验管路系统,试验管路系统再通过气液分离器将液相传输回液相输送管路以重复使用;

所述的固支夹具包括:高侧端夹具和低侧端夹具;二者均包括:由上而下依次相连的夹持体、上支架、支撑体和底座,其中:上支架的坡度与倾斜管道的倾斜角度一致;

所述的底座包括:对称设置的两层矩形框和多个加强板,其中:两层矩形框之间设置多个竖向的加强板以提高结构刚度,矩形框的中央设置横向加强板以增加支撑面积。

2. 根据权利要求1所述的具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征是,所述的气相输送管路包括:依次相连的空气压缩机、储气罐、涡轮流量计和止回阀,其中:涡轮流量计的输入端和输出端均设有阀门,止回阀与气液混合器相连;

所述的储气罐和涡轮流量计之间设有带阀门的气相旁通回路以调节气相流量。

3. 根据权利要求1所述的具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征是,所述的液相输送管路包括:水箱、水泵和电磁流量计,其中:电磁流量计的输入端与输出端均设有阀门,该输出端的阀门与气液混合器相连;

所述的水泵和电磁流量计之间设有带阀门的液相旁通回路以调节液相流量。

4. 根据权利要求1所述的具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征是,所述的支撑体包括:至少一根支撑杆和加强筋,其中:横向的加强筋设置于支撑杆之间以提高横向刚度,竖向的加强筋设置于上支架与底座之间以提高支撑体刚度。

5. 根据权利要求1所述的具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征是,所述的试验管路系统包括:依次相连的橡胶管道、法兰和倾斜管道;所述的橡胶管道的内壁光滑且内部设有钢丝骨架以吸收衰减供回液系统的振动。

6. 根据权利要求1所述的具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征是,所述的测量系统包括:压力传感器、电导探针、差压传感器和加速度传感器,其中:压力传感器与倾斜管道相连以检测流体压力,电导探针位于倾斜管道的中部,差压传感器位于倾斜管道的两端以间接检测两相流流型,加速度传感器位于电导探针的旁侧以测量倾斜管道的振动响应。

7. 根据权利要求1所述的具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征是,所述的数据采集系统包括:依次相连的电流变送器和数据采集卡,其中:电流变送器的输入端通过数据信号线与测量系统相连并将获取的数据传输至数据采集卡。

8. 根据权利要求6所述的具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征是,所述的压力传感器与倾斜管道的连接处涂有防脱化物以防止在振动过程中的滑脱现象。

9. 根据权利要求1所述的具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,其特征是,所述的夹持体包括:夹具体和连接夹头,通过螺栓可调节倾斜管道的夹紧程度。

具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种管道工程领域的技术,具体是一种具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置。

背景技术

[0002] 当高速高压的流体在倾斜管道中流动时,流体速度和压力变化会引起管道的振动,尤其是在管道内存在气相和液相两种介质时,两相介质的速度、压力等参数随着流动发生剧烈变化,进而诱发管道产生两相流流致振动响应,这种振动会造成管道疲劳损伤,甚至管道爆裂,严重影响管道及设备的可靠性和安全性;长时间的管道振动会造成连接件的破损和脱落,易造成安全事故且影响其工作性能。目前,现有的倾斜管道两相流试验只研究流型和压力脉动等两相流流动特征,倾斜管道两端夹具主要用于定位,支撑刚度小,无法满足固定支撑的约束条件;现有的管道流致振动试验装置缺少隔振元件,当试验管道带有一定倾角时,其固支夹具结构刚度小,在进行倾斜管道两相流流致振动试验时,易引起倾斜管道和供回液系统的耦合振动,降低流致振动试验结果的可靠性。

发明内容

[0003] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提出一种具有固支夹具的倾斜管道两相流流致振动试验装置,解决了倾斜管道流致振动试验中固支夹具刚性不足的问题;吸收衰减供回液系统振动,避免供回液系统与倾斜管道的耦合振动;通过改变气相输送管路及液相输送管路中阀门的开闭即可实现倾斜管道单相流以及两相流流致振动试验工况的转换;通过替换夹持体即可用于不同管径的倾斜管道流致振动试验研究。

[0004] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0005] 本发明包括:依次相连的供回液系统、用固支夹具固定的试验管路系统、测量系统和数据采集系统。

[0006] 所述的供回液系统包括:气相输送管路和液相输送管路,其中:气相输送管路和液相输送管路通过气液混合器将气相与液相混合均匀并输送至试验管路系统,试验管路系统再通过气液分离器将液相传输回液相输送管路以重复使用。

[0007] 所述的气相输送管路包括:依次相连的空气压缩机、储气罐、涡轮流量计和止回阀,其中:涡轮流量计的输入端和输出端均设有阀门,止回阀与气液混合器相连。

[0008] 所述的储气罐和涡轮流量计之间设有带阀门的气相旁通回路以调节气相流量。

[0009] 所述的液相输送管路包括:水箱、水泵和电磁流量计,其中:电磁流量计的输入端与输出端均设有阀门,该输出端的阀门与气液混合器相连。

[0010] 所述的水泵和电磁流量计之间设有带阀门的液相旁通回路以调节液相流量。

[0011] 所述的固支夹具包括:高侧端夹具和低侧端夹具;二者均包括:由上而下依次相连的夹持体、上支架、支撑体和底座,其中:上支架的坡度与倾斜管道的倾斜角度一致。

[0012] 所述的支撑体包括:至少一根支撑杆和加强筋,其中:横向的加强筋设置于支撑杆

之间以提高横向刚度,竖向的加强筋设置于上支架与底座之间以提高支撑体刚度。

[0013] 所述的底座包括:对称设置的两层矩形框和多个加强板,其中:两层矩形框之间设置多个竖向加强板以提高结构刚度,矩形框的中央设置横向加强板以增加支撑面积。

[0014] 所述的试验管路系统包括:依次相连的橡胶管道、法兰和倾斜管道,其中:倾斜管道由固支夹具固定。

[0015] 所述的测量系统包括:压力传感器、电导探针、差压传感器和加速度传感器,其中:压力传感器与倾斜管道相连以检测流体压力,电导探针位于倾斜管道的中部,差压传感器位于倾斜管道的两端以间接检测两相流流型,加速度传感器位于电导探针的旁侧以测量倾斜管道的振动响应。

[0016] 所述的数据采集系统包括:依次相连的电流变送器和数据采集卡,其中:电流变送器的输入端通过数据信号线与测量系统相连并将获取的数据传输至数据采集卡。

[0017] 技术效果

[0018] 与现有技术相比,本发明设置的固支夹具解决了倾斜管道流致振动实验中固支夹具刚性不足的问题,当倾斜角度及管道直径改变时,仅替换部分构件,节约成本,提高效率;能够吸收衰减供回液系统振动,避免供回液系统与倾斜管道的耦合振动;通过改变气相输送管路中阀门的开关,即可实现倾斜管道单相流以及两相流流致振动工况的互换。

附图说明

[0019] 图1为本发明的结构示意图;

[0020] 图2为固支夹具固定的试验管路系统的结构示意图;

[0021] 图3为中间支架的结构示意图;

[0022] 图中:a为第一中间支架的结构示意图;b为第二中间支架的结构示意图;

[0023] 图4为底座的结构示意图;

[0024] 图中:a为第一底座的结构示意图;b为第二底座的结构示意图;

[0025] 图5为夹持体的结构示意图;

[0026] 图中:第一底座1、第二底座2、第一中间支架3、第二中间支架4、夹持体5、横梁6、纵梁7、加强梁8、加强筋板9、横向梁10、纵向梁11、纵向加强梁12、横向加强梁13、第一底板14、支撑杆15、上支架16、加强筋17、第二底板18、第一夹具19、第二夹具20、安装孔21、筋板22、夹具体23、连接夹头24、空气压缩机25、储气罐26、阀门27、涡轮流量计28、止回阀29、气相旁通回路30、水箱31、水泵32、电磁流量计33、液相旁通回路34、气液混合器35、橡胶管道36、法兰37、倾斜管道38、气液分离器39、压力传感器40、电导探针41、差压传感器42、加速度传感器43、计算机44、数据采集卡45、电流变送器46。

具体实施方式

[0027] 如图1所示,本实施例包括:依次相连的供回液系统、用固支夹具固定的试验管路系统、测量系统和数据采集系统。

[0028] 所述的供回液系统包括:气相输送管路和液相输送管路,其中:气相输送管路和液相输送管路通过气液混合器35将气相与液相混合均匀并输送至试验管路系统,试验管路系统再通过气液分离器39将液相传输回至液相输送管路以重复使用。

[0029] 所述的气相输送管路包括：依次相连的空气压缩机25、储气罐26、涡轮流量计28和止回阀29，其中：涡轮流量计28的输入端和输出端均设有阀门27，止回阀29与气液混合器35相连。

[0030] 所述的储气罐26和涡轮流量计28之间设有带阀门27的气相旁通回路30以调节气相流量。

[0031] 所述的液相输送管路包括：水箱31、水泵32和电磁流量计33，其中：电磁流量计33的输入端与输出端均设有阀门27，该输出端的阀门27与气液混合器35相连。

[0032] 所述的水泵32和电磁流量计33之间设有带阀门27的液相旁通回路34以调节液相流量。

[0033] 如图2所示：所述的固支夹具包括：第一夹具19和第二夹具20；二者均包括：由上而下依次相连的夹持体5、上支架16、中间支架和底座，其中：夹持体5通过螺栓与上支架16相连，中间支架通过螺栓与底座相连。

[0034] 所述的第一底座1和第二底座2均设有安装孔21。

[0035] 所述的上支架16为箱型结构用于调整夹持体5的倾斜角度。

[0036] 如图3a所示，所述的第一中间支架3包括：第一底板14、支撑杆15和加强筋17，其中：第一底板14与第一底座1相连，支撑杆15连接上支架16和第一底板14，通过改变支撑杆15的高度以调节夹持体5的高度，加强筋17设置于上支架16与第一底板14之间以提高第一中间支架3的刚度。

[0037] 如图3b所示，所述的第二中间支架4包括：第二底板18、两根支撑杆15和加强筋17，其中：第二底板18与第二底座2相连，两根支撑杆15连接上支架16和第二底板18，通过改变两根支撑杆15的高度以调节夹持体5的高度，两根支撑杆15之间设有横向的加强筋17以提高夹持体5的横向刚度，两根支撑杆15的一侧设有竖向的加强筋17以提高第二中间支架4的刚度。

[0038] 所述的上支架16的底端与支撑杆15之间设有筋板22以提高支撑体刚度。

[0039] 如图4a所示，所述的第一底座1包括：横梁6、纵梁7、加强梁8和加强筋板9，其中：四组横梁6与四组纵梁7间隔连接形成两个矩形框，加强梁8位于两个矩形框的中央形成日字形结构以增加支撑面积，加强筋板9位于两个矩形框之间以提高结构的刚度。

[0040] 如图4b所示，所述的第二底座2包括：横向梁10、纵向梁11、横向加强梁13、纵向加强梁12和加强筋板9，其中：四组横向梁10与四组纵向梁11间隔连接形成两个矩形框，横向梁10中部设有纵向加强梁12，纵向梁11的中部设有横向加强梁13形成田字形结构以增加支撑面积，加强筋板9位于两个矩形框之间以提高结构的刚度。

[0041] 如图5所示，所述的夹持体5包括：夹具体23和连接夹头24，通过螺栓调节倾斜管道38的夹紧程度，并且通过替换夹持体实现管径改变。

[0042] 如图2所示，所述的试验管路系统包括：依次相连的橡胶管道36、法兰37和倾斜管道38，其中：倾斜管道38由固支夹具固定。

[0043] 所述的橡胶管道36的内壁光滑且内部设有钢丝骨架以吸收衰减供回液系统的振动。

[0044] 如图1所示，所述的测量系统包括：压力传感器40、电导探针41、差压传感器42和加速度传感器43，其中：压力传感器40与倾斜管道38相连以检测流体压力，电导探针41位于倾

斜管道38的中部,差压传感器42位于倾斜管道38的两端以间接检测两相流流型,加速度传感器43位于电导探针41的旁侧以测量倾斜管道38的振动响应。

[0045] 所述的压力传感器40与倾斜管道38的连接处涂有防脱化物以防止在振动过程中的滑脱现象。

[0046] 所述的数据采集系统包括:依次相连的电流变送器46、数据采集卡45和计算机44,其中:电流变送器46的输入端通过数据信号线分别与压力传感器40、电导探针41、差压传感器42和加速度传感器43相连并将数据经数据采集卡45传输至计算机44。

[0047] 上述装置在运用过程中,试验开始前先打开气相输送管路的阀门27,试验结束后先关闭液相输送管路的阀门27。

[0048] 本发明提供的固支夹具刚度大,结构稳定性好,可根据倾斜管道的倾角设计上支架的坡度,以便适用于不同倾角的倾斜管道。根据倾斜管道管径设计夹持体的通孔内径,可以适用于不同管径的倾斜管道。本发明通过倾斜管道两端的橡胶管道吸收衰减供回液系统的振动,橡胶管道内壁光滑,不会改变两相流流动状态,橡胶管道内部采用钢丝骨架保证橡胶管道不会发生大变形振动。现有的倾斜管道两相流试验主要研究流型和压力脉动等两相流流动特征和参数,其支撑夹具不能满足固定支撑的约束条件,且缺少隔振元件,不能直接用于流致振动试验研究;倾斜管道固支夹具重心高,现有的管道流致振动试验固支夹具结构在重心比较高的情况下,夹具的刚度小,结构不稳定,本发明提供的固支夹具将高侧端夹具设计成三角形支撑结构,提高了固支夹具的刚度和结构稳定性,保证了倾斜管道两相流流致振动试验结果的可靠性。

[0049] 上述具体实施可由本领域技术人员在不背离本发明原理和宗旨的前提下以不同的方式对其进行局部调整,本发明的保护范围以权利要求书为准且不由上述具体实施所限,在其范围内的各个实现方案均受本发明之约束。

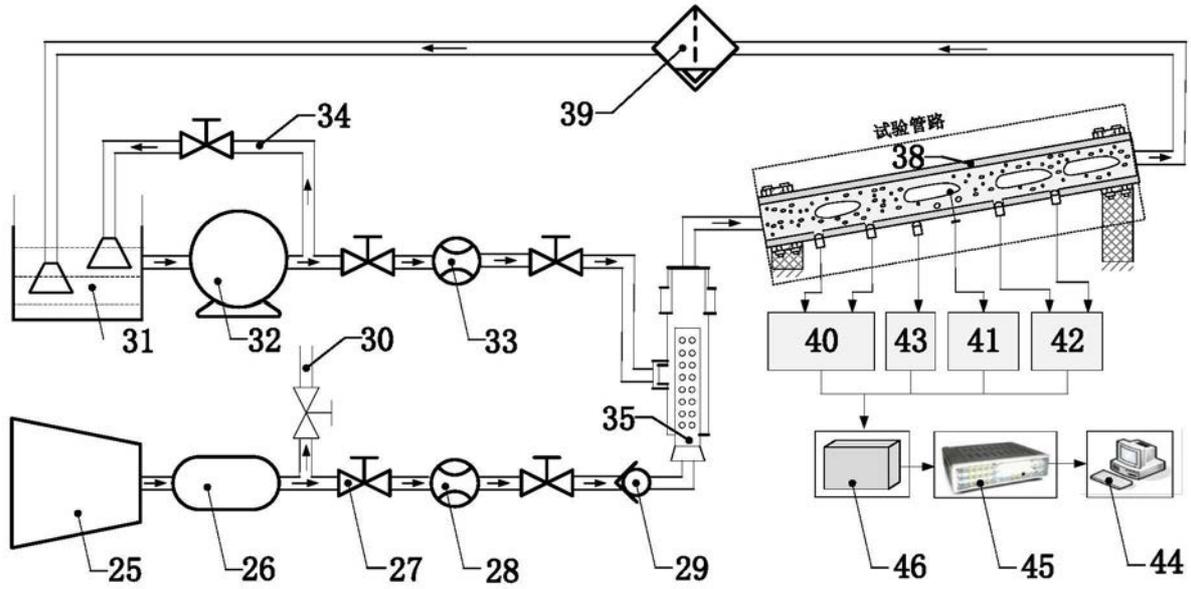


图1

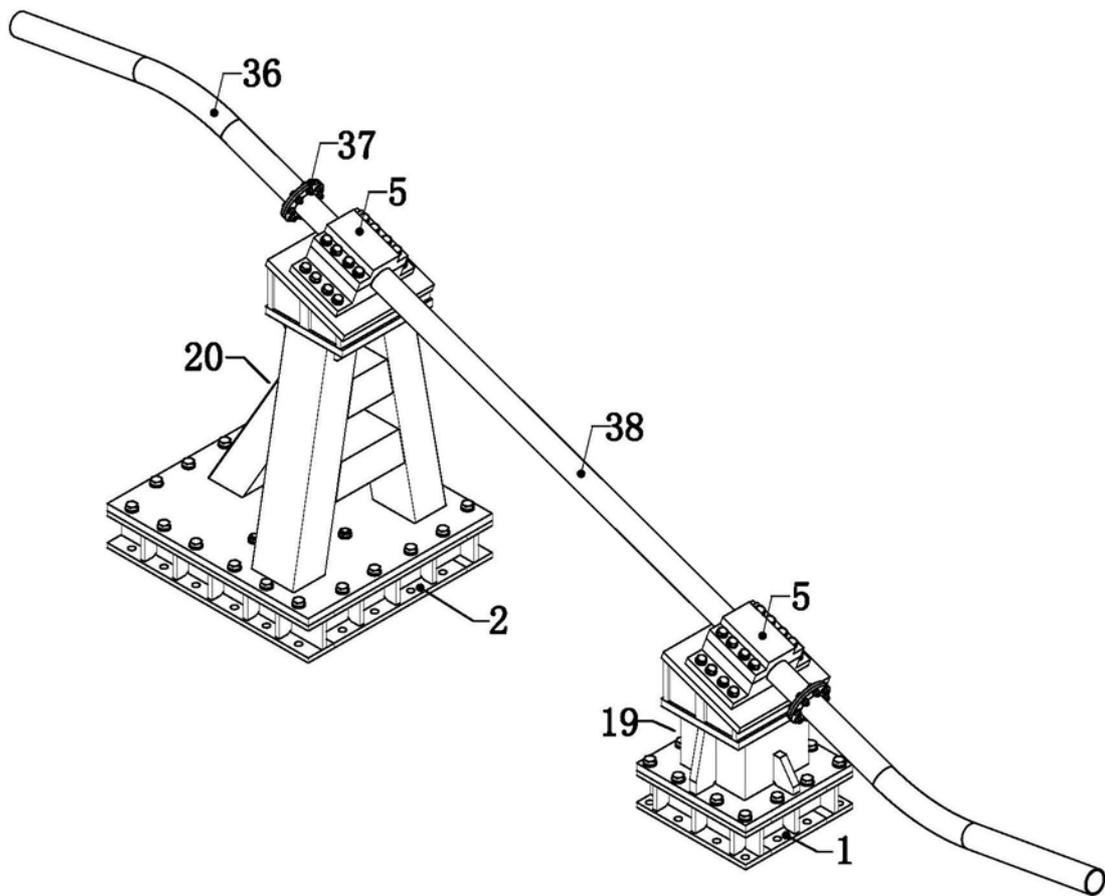


图2

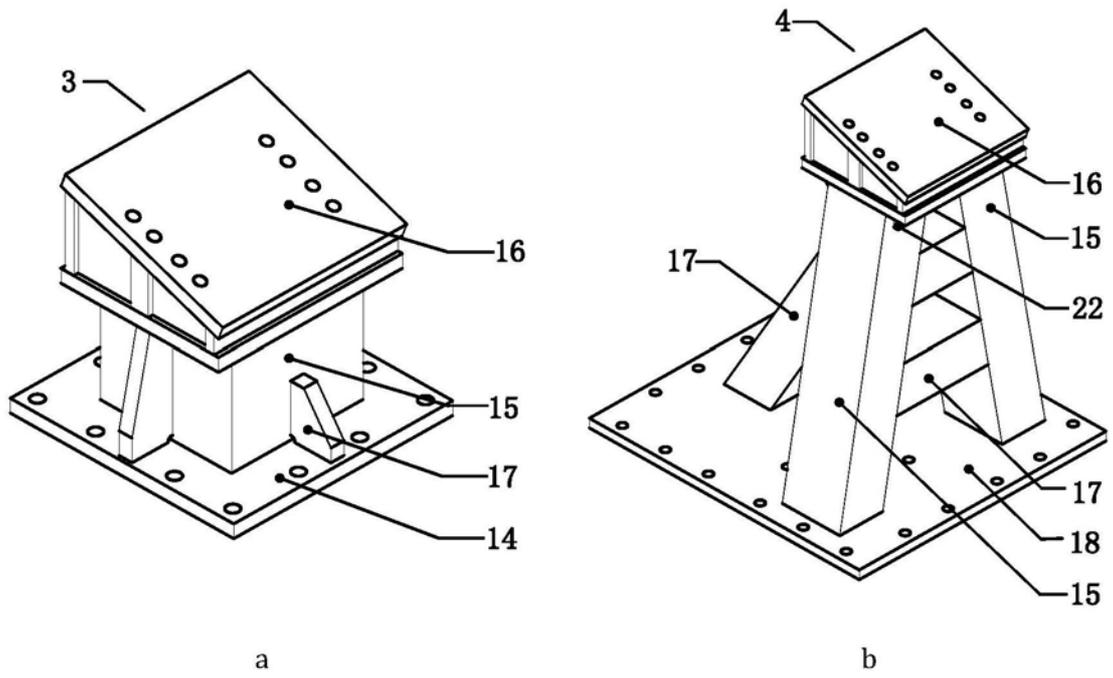


图3

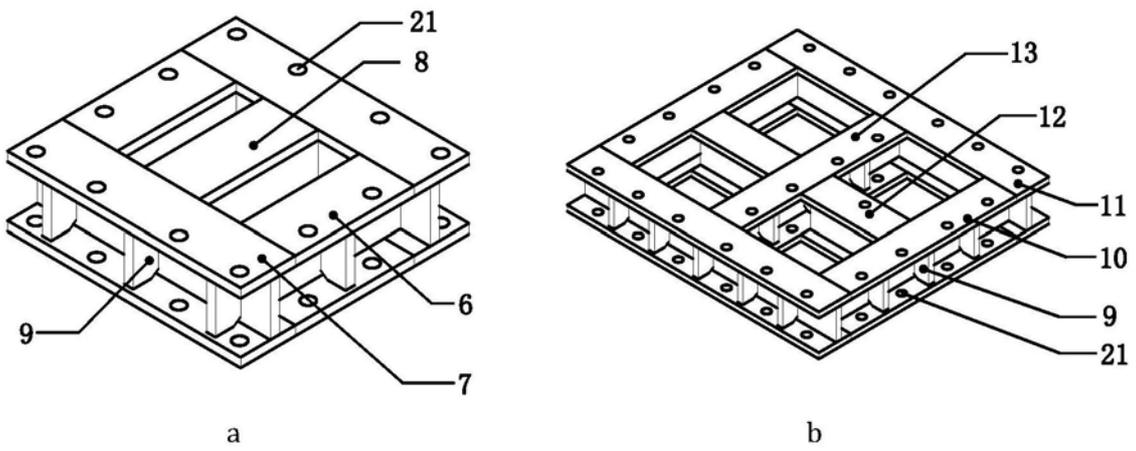


图4

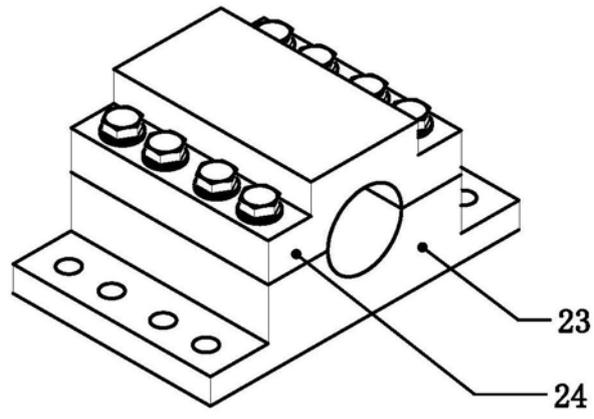


图5