



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110136853 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 01

(21) 申请号 201910398275.8

(22) 申请日 2019.05.14

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110136853 A

(43) 申请公布日 2019.08.16

(73) 专利权人 中国核动力研究设计院  
地址 610000 四川省成都市一环路南三段  
28号

(72) 发明人 张世伟 沈双全 陈学德 张鲲  
孙磊 李锡华 李朋洲

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所  
(普通合伙) 51220  
代理人 廖慧敏

(51) Int. Cl.  
G21C 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 102117666 A, 2011.07.06  
CN 106803432 A, 2017.06.06

CN 103500524 A, 2014.01.08

GB 1457670 A, 1976.12.08

JP 2002071875 A, 2002.03.12

US 4986959 A, 1991.01.22

GB 1116106 A, 1968.06.06

CN 107393610 A, 2017.11.24

CN 105938039 A, 2016.09.14

CN 105424304 A, 2016.03.23

张帅 等. 高温高压辐照装置结构设计及分析.《机械工程师》.2018, (第9期), 第140-143页.  
喻丹萍 等. 反应堆堆内构件流致振动试验研究综述.《核动力工程》.2016, 第37卷(第S2期), 第47-51页.

蒲曾坪 等. 压水堆燃料组件板弹簧压紧系统性能评价方法研究.《核动力工程》.2017, 第38卷(第5期), 第178-181页.

Stepan Dyk 等. Impact vibrations of guide thimbles in nuclear fuel assembly.《Arch. Appl. Mech》.2016, 第87卷第231-244页.

审查员 蒋呈阅

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

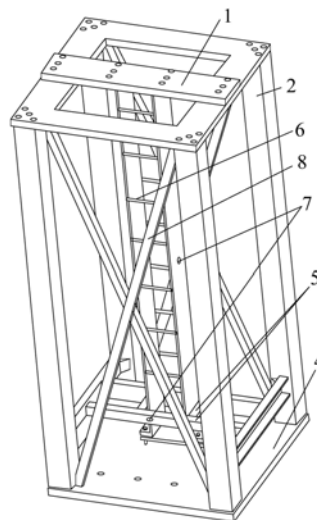
(54) 发明名称

一种燃料组件冲击试验支撑装置及其频率调节方法

(57) 摘要

本发明公开了一种燃料组件冲击试验支撑装置及其频率调节方法,解决了现有技术中由于冲击试验机承载能力不足无法开展整机试验的问题。本发明包括具有开口的法兰,安装底板,设置在法兰与安装底板之间的立柱,安装在法兰上且位于开口位置处的弹簧板组件;所述立柱数量为多个,围绕法兰一周设置,且多个立柱之间平行设置,立柱的顶端均与法兰连接,立柱的底端均与安装底板固定;所述立柱上还设置有限位组件,该限位组件上设置有位于法兰和安装底板之间的吊兰模拟体;所述吊兰模拟体上设置有螺纹孔。本发明能够为燃料组件的分机试验提供与实际安装状态相同的动力等效传递,且便于在试验

中布置加速度、应变等传感器,更好的保证冲击试验的完成效果。



CN 110136853 B

1. 一种燃料组件冲击试验支撑装置,其特征在于,包括具有开口的法兰(3),安装底板(4),设置在法兰(3)与安装底板(4)之间的立柱(2),安装在法兰(3)上且位于开口位置处的弹簧板组件(1);

所述立柱(2)数量为多个,围绕法兰(3)的开口一周设置,且多个立柱(2)之间相互平行,立柱(2)的顶端与法兰(3)连接,立柱(2)的底端与安装底板(4)固定;

所述立柱(2)上还设置有限位组件(5),该限位组件(5)上安装有位于法兰(3)和安装底板(4)之间的吊兰模拟体(6);

所述吊兰模拟体(6)上设置有螺纹孔(7)。

2. 根据权利要求1所述的一种燃料组件冲击试验支撑装置,其特征在于,所述限位组件(5)包括两个相互平行的第一限制杆,设置在两个第一限制杆之间且与第一限制杆相互配合后用于限制吊兰模拟体(6)位置的所述第二限制杆;所述第一限制杆通过连接杆固定在立柱(2)上。

3. 根据权利要求1所述的一种燃料组件冲击试验支撑装置,其特征在于,所述弹簧板组件(1)包括通过螺栓固定在法兰(3)上的固定板,以及安装在固定板上的弹簧组件。

4. 根据权利要求1所述的一种燃料组件冲击试验支撑装置,其特征在于,所述法兰(3)为回型法兰,立柱(2)的数量为四个,分别连接在回型法兰的四个角的位置处。

5. 根据权利要求1或2或3或4所述的一种燃料组件冲击试验支撑装置,其特征在于,所述法兰(3)与立柱(2)顶端之间设置有垫块。

6. 根据权利要求5所述的一种燃料组件冲击试验支撑装置,其特征在于,所述法兰(3)与立柱(2)之间通过螺栓连接。

7. 根据权利要求1所述的一种燃料组件冲击试验支撑装置,其特征在于,所述立柱(2)上还设置有加强块(8)。

8. 根据权利要求1所述的一种燃料组件冲击试验支撑装置,其特征在于,所述限位组件(5)上设置有螺纹孔(7)。

9. 权利要求6所述的一种燃料组件冲击试验支撑装置的频率调节方法,其特征在于,包括:通过螺栓连接的法兰(3)与立柱(2)之间增加或减少垫块,进而改变立柱(2)和弹簧板组件(1)的有效跨度,实现水平向及垂向频率的调整。

## 一种燃料组件冲击试验支撑装置及其频率调节方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及试验用模拟装置领域,具体涉及一种燃料组件冲击试验支撑装置及其频率调节方法。

### 背景技术

[0002] 燃料组件是核动力反应堆的关键设备之一。在整个寿期的运行过程中,燃料组件不可避免地会承受冲击载荷,而冲击载荷将直接影响到燃料组件的可靠性,并最终影响所驱动舰船的战术性能与安全性,有必要开展燃料组件冲击试验。

[0003] 为了确定新型试验堆核动力装置用燃料组件的设计能否满足总体规定的寿期要求,有必要开展燃料组件冲击试验,确保其抗冲击能力满足相关规范的要求,为其工程应用提供试验依据。

[0004] 由于冲击试验机功能的限制,即,由于冲击试验机承载能力不足无法开展整机试验,燃料组件抗冲击试验需要采用分机试验的方式进行。分机的安装和整机的安装应该是动力学等效的,即用于燃料组件抗冲击试验支撑装置与燃料组件在实际安装条件下的动态特性是等效的。进而需要保证燃料组件安装在模拟支承架上的支承频率特性(传递特性)与实堆安装条件下频率特性相同或相近(允许误差为-10%~+20%),燃料组件在支承架上的安装需要尽量模拟其在实堆上的安装情况。目前,国内尚无针对燃料组件的冲击试验支撑装置。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是:由于冲击试验机承载能力不足无法开展整机试验的问题,目的在于提供一种燃料组件冲击试验支撑装置,其为燃料组件冲击试验专门设计,能够为燃料组件的分机试验提供与实际安装状态相同的动力等效传递,且便于在试验中布置加速度、应变等传感器,更好的保证冲击试验的完成效果。

[0006] 本发明通过下述技术方案实现:

[0007] 一种燃料组件冲击试验支撑装置,包括具有开口的法兰,安装底板,设置在法兰与安装底板之间的立柱,安装在法兰上且位于开口位置处的弹簧板组件;

[0008] 所述立柱数量为多个,围绕法兰一周设置,且多个立柱之间平行设置,立柱的顶端均与法兰连接,立柱的底端均与安装底板固定;

[0009] 所述立柱上还设置有限位组件,该限位组件上设置有位于法兰和安装底板之间的吊兰模拟体;

[0010] 所述吊兰模拟体上设置有螺纹孔。

[0011] 冲击试验标准规定,支撑装置的设计准则是模拟燃料组件的实际安装条件,即安装结构边界与安装频率(传递特性)均要满足设计要求,这是保证冲击试验有效性的必要前提。同时支撑装置还必须满足在冲击过程中的强度条件以及屈曲要求;另外还要考虑中型冲击机的承载能力以及台面尺寸等的限制以及试验中传感器的布置便利性,设计出的支承

结构要同时满足上述条件。

[0012] 根据冲击试验标准中有关分机试验支承结构的设计要求,通过有限元分析与结构设计交互完成本发明的结构设计。本发明通过立柱的结构可有效模拟水平方向的刚度,通过顶部的弹簧板组件可有效模拟垂直方向的刚度;并且通过上述立柱、限位组件和/或吊兰模拟体上螺纹孔、法兰等结构的配合,具有易加工、易装配,并且便于测量传感器布置的优点,可用于燃料组件的冲击试验。

[0013] 进一步,所述限位组件包括两个相互平行的第一限制杆,设置在两个第一限制杆之间且与第一限制杆相互配合后用于限制吊兰模拟体位置的所述第二限制杆;所述第一限制杆通过连接杆固定在立柱上。所述弹簧板组件包括通过螺栓固定在法兰上的固定板,以及安装在固定板上的弹簧组件。

[0014] 进一步,所述法兰为回型法兰,立柱的数量为四个,分别连接在回型法兰的四个角的位置处。

[0015] 进一步,所述限位组件上也设置有螺纹孔。

[0016] 更进一步,所述法兰与立柱顶端之间通过螺栓连接。所述法兰与立柱之间还设置有垫块。本发明还提供了用于调节上述一种燃料组件冲击试验支撑装置的频率的方法,其可以更好地适用于燃料组件冲击试验的需求,具体调节方法如下:

[0017] 采用ANSYS程序作为分析工具,经过反复计算,确定出用于支撑燃料组件的支撑装置的几何尺寸,通过螺栓连接的法兰与立柱之间增加或减少垫块,进而改变立柱和弹簧板组件的有效跨度,实现水平向及垂向频率的调整。

[0018] 即,加工完成、总装后进行模态实测,若测试频率较低,超出了设计频率的取值范围,可以改变立柱刚度和调整弹簧刚度或者有效支撑板跨度,从而较方便地调整结构的水平向及垂向频率,更好地满足燃料组件冲击试验的实验需求。并且,通过上述结构的设置,还能有效适用于不同燃料组件的支撑,适用范围更广。

[0019] 进一步,当立柱的刚度不满足需求时,可以通过在立柱上增加设置加强块的方式增加刚度,进而满足实验需求。

[0020] 本发明与现有技术相比,具有如下的优点和有益效果:

[0021] 1、本发明具有易加工、易装配、便于测量传感器布置等优点,可有效应用于燃料组件的冲击试验,且本发明满足冲击试验标准中分机试验安装和整机的安装应该是动力学等效的要求,确保了燃料组件冲击试验的顺利实施;

[0022] 2、本发明的结构频率可调,也更好地适用于燃料组件的冲击试验,并且也适用于不同燃料组件的支撑。

## 附图说明

[0023] 此处所说明的附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明实施例的限定。在附图中:

[0024] 图1为本发明的立体结构示意图。

[0025] 图2为本发明的部分剖面结构示意图。

[0026] 附图中标记及对应的零部件名称:

[0027] 1-弹簧板组件,2-立柱,3-法兰,4-安装底板,5-限位组件,6-吊兰模拟体,7-螺纹

孔,8-加强块。

### 具体实施方式

[0028] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明作进一步的详细说明,本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明,并不作为对本发明的限定。

[0029] 实施例1

[0030] 一种燃料组件冲击试验支撑装置,包括具有开口的法兰3,安装底板4,设置在法兰3与安装底板4之间的立柱2,安装在法兰3上且位于开口位置处的弹簧板组件1;

[0031] 所述立柱2数量为多个,围绕法兰3一周设置,且多个立柱2之间平行设置,立柱2的顶端均与法兰3连接,立柱2的底端均与安装底板4固定;

[0032] 所述立柱2上还设置有限位组件5,该限位组件5上设置有位于法兰3和安装底板4之间的吊兰模拟体6;

[0033] 所述吊兰模拟体6上设置有螺纹孔7。

[0034] 本发明按照冲击试验标准中有关分机试验支撑装置的设计要求,以及考虑冲击机安装重量、空间限制和燃料组件的接口结构形式,首先确定支承结构的初步形式,即通过弹簧板组件1模拟垂直方向的刚度,通过立柱2模拟水平方向的刚度,通过立柱2、法兰3和安装底板4之间的配合,方便在吊兰模拟体6上的螺纹孔7位置处布置传感器,进而方便冲击试验的完成。

[0035] 由于需要保证安装燃料组件后的试验装置结构频率满足相应规范和试验方案的要求,因而可以采用ANSYS程序作为分析工具,经过反复计算,确定支承结构的几何尺寸,最终设计出了满足上述要求的燃料组件冲击试验用的支撑装置。考虑到计算值一般比实测值偏大,本装置所取的几何尺寸使结构的计算频率落在许用值的上界,能更好的确保装置实测频率满足试验要求;应力限值也留有裕量,确保了装置具有足够的强度,能承受较强冲击载荷。

[0036] 但是在加工完成、总装后进行模态实测时,有可能会出现问题测试频率较低,超出了设计频率的取值范围的问题。为了能有效适用于燃料组件的冲击试验,本发明上述的支撑结构可以通过改变立柱2的刚度和调整弹簧板组件1的刚度或者有效跨度,从而较方便地调整结构的水平向及垂向频率。具体实现方式为:

[0037] 所述法兰3与立柱2顶端之间通过螺栓连接。所述法兰3与立柱2之间还设置有垫块。通过螺栓连接的法兰3与立柱2之间增加或减少垫块,进而改变立柱2和弹簧板组件1的有效跨度,实现水平向及垂向频率的调整。

[0038] 同时,本发明还可以通过优化弹簧板组件1的设置来调节垂直方向的刚度,所述弹簧板组件1包括通过螺栓固定在法兰3上的固定板,以及安装在固定板上的弹簧组件。通过不同加工长度、厚度的弹簧组件的结合,组成组合弹簧调节刚度与有效支撑距离。并且,通过在立柱2上设置加强块8的方式,还可以进一步调节立柱刚度。

[0039] 通过上述结构的调节后,将燃料组件安装在吊兰模拟体6上,即可以更加有效的适用于燃料组件的冲击试验,并且,还可以有效适用于不同燃料组件的冲击试验中用于有效对燃料组件支撑。

[0040] 实施例2

[0041] 本实施例与实施例1的区别在于,本实施例进一步优化了具体结构,设置如下:

[0042] 所述限位组件5包括两个相互平行的第一限制杆,设置在两个第一限制杆之间且与第一限制杆相互配合后用于限制吊兰模拟体6位置的所述第二限制杆;所述第一限制杆通过连接杆固定在立柱2上。

[0043] 本实施例中所述法兰3为回型法兰,立柱2的数量为四个,分别连接在回型法兰的四个角的位置处,如图1和图2所示。

[0044] 本实施例中还在所述限位组件5上也设置有螺纹孔7,该限位组件5上的螺纹孔7可以有效调节燃料组件和限位组件5之间的间隙量,更好地模拟真实安装情况。

[0045] 本实施例还对上述支撑装置进行了模态试验测量,测量结果表明该支撑装置满足冲击试验标准中分机试验安装和整机的安装应该是动力学等效的要求,安装燃料组件后的试验装置结构频率满足相应规范和试验方案的要求,该支撑装置准确模拟了燃料组件的实际安装条件,确保了燃料组件冲击试验的顺利实施,本发明中的结构设计具有极高的可靠性。

[0046] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

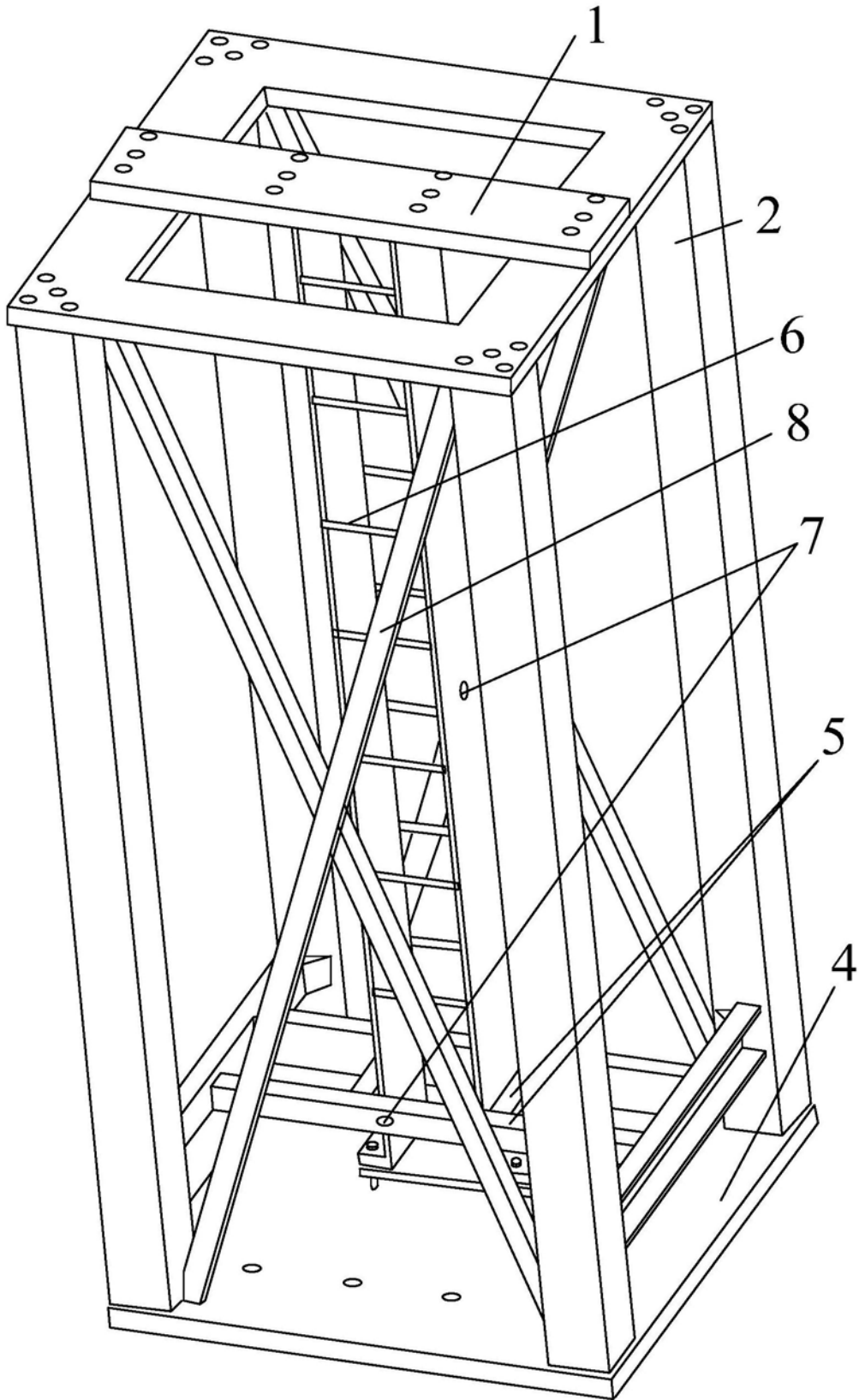


图1

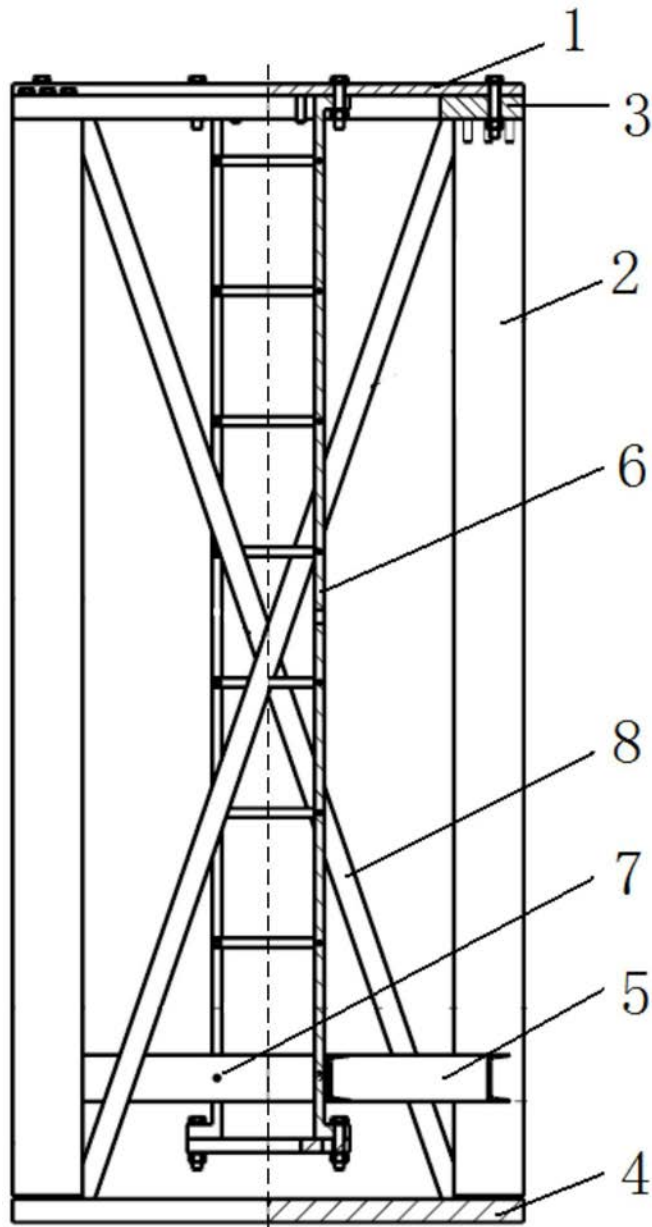


图2