(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111048220 B
(45)授权公告日 2022.04.08

(21)申请号 201911408387.3
(22)申请日 2019.12.31
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111048220 A
(43)申请公布日 2020.04.21
(73)专利权人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市蜀山区蜀山湖路350号
(72)发明人 郑珍珍 梅华平 张勇 吴庆生 陈建伟 吴宜灿
(74)专利代理机构 合肥兴东知识产权代理有限公司 34148
代理人 姜玲燕
(51)Int.Cl.
G21C 7/10(2006.01)
G21C 7/11(2006.01)
G21C 7/12(2006.01)

审查员 孙娜

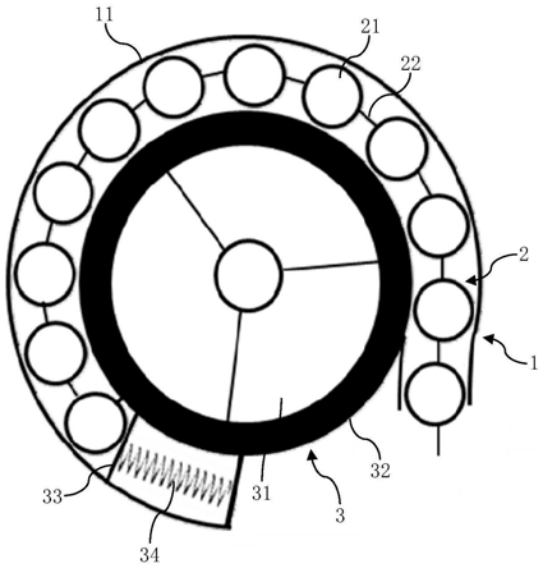
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种盘式快速停堆系统

(57)摘要

本发明公开了一种盘式快速停堆系统，包括首尾断开的旋转滑轨、控制球组件以及控制球组件驱动机构；所述控制球组件驱动机构包括转动电机，所述控制球组件滑动连接在所述旋转滑轨上，所述控制球组件与所述转动电机可拆卸连接；正常工况下，连上所述控制球组件与所述转动电机之间的连接，通过所述转动电机带动所述控制球组件在所述旋转滑轨上往复滑动，需要停堆时，断开所述控制球组件与所述转动电机之间的连接，所述控制球组件可在自身重力作用下从所述旋转滑轨上向下滑落。本发明将刚性的控制棒优化成柔性串行的控制球组件，不需要控制球组件整体进行往复上升和下降，从而有效降低了快速停堆系统高度方向的尺寸，有利于反应堆结构小型化。



CN 111048220 B

1.一种盘式快速停堆系统,其特征在于:包括首尾断开的旋转滑轨、控制球组件以及控制球组件驱动机构;所述控制球组件包括多个控制球,多个所述控制球依次连接而形成一条柔性链;

所述控制球组件驱动机构包括转动电机,所述控制球组件滑动连接在所述旋转滑轨上,且所述控制球组件的下端从所述旋转滑轨的尾端脱出而垂下,所述控制球组件与所述转动电机可拆卸连接;

正常工况下,连上所述控制球组件与所述转动电机之间的连接,通过所述转动电机带动所述控制球组件在所述旋转滑轨上往复滑动,需要停堆时,断开所述控制球组件与所述转动电机之间的连接,所述控制球组件可在自身重力作用下从所述旋转滑轨上向下滑落。

2.如权利要求1所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:相邻两个所述控制球之间通过金属链连接,所述控制球组件通过电磁离合器与所述转动电机可拆卸连接,所述电磁离合器与所述转动电机连接,所述电磁离合器位于所述旋转滑轨的内围。

3.如权利要求2所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:所述控制球组件驱动机构还包括金属隔板以及和所述金属隔板连接的加速弹簧,所述金属隔板和所述加速弹簧滑动连接在所述旋转滑轨的首端,且所述加速弹簧和所述控制球组件分别位于所述金属隔板的两侧,正常工况下,所述金属隔板吸附在所述电磁离合器上,所述加速弹簧被所述金属隔板挤压成压缩状态。

4.如权利要求1或2或3所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:所述控制球组件还包括连接在多个所述控制球依次连接形成的柔性链的下端的配重块。

5.如权利要求1或2或3所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:还包括导向筒,所述导向筒的上端与所述旋转滑轨的尾端连接,所述控制球组件的下端活动插接在所述导向筒内。

6.如权利要求1或2或3所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:所述旋转滑轨依次包括水平的圆弧形段以及由水平状态逐渐向下过渡到垂直状态的弧形转向段。

7.如权利要求1或2或3所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:还包括位置探测器,所述位置探测器安装在所述旋转滑轨的可探测到所述控制球的位置处。

8.如权利要求1或2或3所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:还包括支撑台,所述旋转滑轨和所述控制球组件驱动机构固定在所述支撑台上。

9.如权利要求8所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:所述支撑台上铺设有中子和γ屏蔽材料。

10.如权利要求1或2或3所述的盘式快速停堆系统,其特征在于:所述控制球由金属外壳以及填充在所述金属外壳内的中子吸收材料构成。

一种盘式快速停堆系统

技术领域

[0001] 本发明涉及反应堆领域，具体地说涉及一种盘式快速停堆系统。

背景技术

[0002] 小型反应堆的特点是高安全性、体积小、用途多，不仅可以用作发电，而且可以进行工业供热供汽，还可用于海水淡化和海洋开发。国际原子能机构本世纪初即提出了积极发展小型堆的倡议，近年来世界各国都在大力发展小型模块化反应堆技术。

[0003] 快速停堆系统是核反应堆的关键安全设备，典型的工作原理是驱动控制棒组件提升和下落，通过改变控制棒组件在堆芯中的高度，利用控制棒内中子吸收材料对中子的吸收，实现对反应堆堆芯反应性的调节和控制，同时为了确保反应堆的安全特性，在紧急工况下，需要能实现快速停堆功能。

[0004] 传统的快速停堆系统，采用长条形的控制棒组件结构，由于组件在堆芯内工作行程的高度要求，其驱动机构和控制棒组件在高度方向的尺寸较大，制约了反应堆的总高度尺寸，给反应堆小型化带来困难。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种有效降低了快速停堆系统高度方向的尺寸，有利于反应堆结构小型化的盘式快速停堆系统。

[0006] 为了解决上述技术问题，本发明采用如下技术方案：一种盘式快速停堆系统，包括首尾断开的旋转滑轨、控制球组件以及控制球组件驱动机构；所述控制球组件包括多个控制球，多个所述控制球依次连接而形成一条柔性链；

[0007] 所述控制球组件驱动机构包括转动电机，所述控制球组件滑动连接在所述旋转滑轨上，且所述控制球组件的下端从所述旋转滑轨的尾端脱出而垂下，所述控制球组件与所述转动电机可拆卸连接；

[0008] 正常工况下，连上所述控制球组件与所述转动电机之间的连接，通过所述转动电机带动所述控制球组件在所述旋转滑轨上往复滑动，需要停堆时，断开所述控制球组件与所述转动电机之间的连接，所述控制球组件可在自身重力作用下从所述旋转滑轨上向下滑落。

[0009] 进一步地，相邻两个所述控制球之间通过金属链连接，所述控制球组件通过电磁离合器与所述转动电机可拆卸连接，所述电磁离合器与所述转动电机连接，所述电磁离合器位于所述旋转滑轨的内围。

[0010] 进一步地，所述控制球组件驱动机构还包括金属隔板以及和所述金属隔板连接的加速弹簧，所述金属隔板和所述加速弹簧滑动连接在所述旋转滑轨的首端，且所述加速弹簧和所述控制球组件分别位于所述金属隔板的两侧，正常工况下，所述金属隔板吸附在所述电磁离合器上，所述加速弹簧被所述金属隔板挤压成压缩状态。

[0011] 进一步地，所述控制球组件还包括连接在多个所述控制球依次连接形成的柔性链

的下端的配重块。

[0012] 进一步地，还包括导向筒，所述导向筒的上端与所述旋转滑轨的尾端连接，所述控制球组件的下端活动插接在所述导向筒内。

[0013] 进一步地，所述旋转滑轨依次包括水平的圆弧形段以及由水平状态逐渐向下过渡到垂直状态的弧形转向段。

[0014] 进一步地，还包括位置探测器，所述位置探测器安装在所述旋转滑轨的可探测到所述控制球的位置处。

[0015] 进一步地，还包括支撑台，所述旋转滑轨和所述控制球组件驱动机构固定在所述支撑台上。

[0016] 进一步地，所述支撑台上铺设有中子和γ屏蔽材料。

[0017] 进一步地，所述控制球由金属外壳以及填充在所述金属外壳内的中子吸收材料构成。

[0018] 本发明的有益效果体现在：

[0019] 本发明将刚性的控制棒优化成柔性串行的控制球组件，不需要控制球组件整体进行往复上升和下降，而是以旋转滑轨配合驱动控制球组件，这样控制球组件的上部在旋转滑轨上盘旋和往复滑动，大大缩短了竖向安装和活动空间，同时控制球组件的下端仍然可以往复上升和下降，实现对反应堆堆芯反应性的调节和控制，从而有效降低了快速停堆系统高度方向的尺寸，有利于反应堆结构小型化。

附图说明

[0020] 图1是本发明一实施例的俯视结构示意图。

[0021] 图2是本发明一实施例的侧视结构示意图。

[0022] 附图中各部件的标记为：1旋转滑轨、11圆弧形段、12弧形转向段、2控制球组件、21控制球、22金属链、23配重块、3控制球组件驱动机构、31转动电机、32电磁离合器、33金属隔板、34加速弹簧、4导向筒、5位置探测器、6支撑台。

具体实施方式

[0023] 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的一部分实施例，而不是全部的实施例。在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动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。

[0024] 需要说明，若本发明实施例中有涉及方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……)，则该方向性指示仅用于解释在某一特定姿态(如附图所示)下各部件之间的相对位置关系、运动情况等，如果该特定姿态发生改变时，则该方向性指示也相应地随之改变。

[0025] 另外，若本发明实施例中有涉及“第一”、“第二”等的描述，则该“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外，全文中出现的“和/或”的含义，包括三个并列的方案，以“A和/或B”为例，包括A方

案、或B方案、或A和B同时满足的方案。另外，“多个”指两个以上。另外，各个实施例之间的技术方案可以相互结合，但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础，当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在，也不在本发明要求的保护范围之内。

[0026] 参见图1和图2。

[0027] 本发明盘式快速停堆系统，包括首尾断开的旋转滑轨1、控制球组件2以及控制球组件驱动机构3；所述控制球组件2包括多个控制球21，多个所述控制球21依次连接而形成一条柔性链；

[0028] 所述控制球组件驱动机构3包括转动电机31，所述控制球组件2滑动连接在所述旋转滑轨1上，且所述控制球组件2的下端从所述旋转滑轨1的尾端脱出而垂下，所述控制球组件2与所述转动电机31可拆卸连接；

[0029] 正常工况下，连上所述控制球组件2与所述转动电机31之间的连接，通过所述转动电机31带动所述控制球组件2在所述旋转滑轨1上往复滑动，需要停堆时，断开所述控制球组件2与所述转动电机31之间的连接，所述控制球组件2可在自身重力作用下从所述旋转滑轨1上向下滑落。

[0030] 本发明的工作原理是，控制球组件在旋转滑轨上往复滑动时，脱出旋转滑轨的控制球组件的下端就可以往复上升和下降，从而可以改变在堆芯中的高度，实现对反应堆堆芯反应性的调节和控制；而控制球组件从旋转滑轨上向下滑落，就可以实现反应堆的停堆。

[0031] 本发明将刚性的控制棒优化成柔性串行的控制球组件，不需要控制球组件整体进行往复上升和下降，而是以旋转滑轨配合驱动控制球组件，这样控制球组件的上部在旋转滑轨上盘旋和往复滑动，大大缩短了竖向安装和活动空间，同时控制球组件的下端仍然可以往复上升和下降，实现对反应堆堆芯反应性的调节和控制，从而有效降低了快速停堆系统高度方向的尺寸，有利于反应堆结构小型化。

[0032] 在一实施例中，相邻两个所述控制球21之间通过金属链22连接，所述控制球组件2通过电磁离合器32与所述转动电机31可拆卸连接，所述电磁离合器32与所述转动电机31连接，所述电磁离合器32位于所述旋转滑轨1的内围。电磁离合器在打开时，产生电磁力，能够吸引金属链，电磁离合器在关闭时，电磁力立即消失，从而能够快速断开对金属链的吸附力，这样通过电磁吸附原理实现控制球组件与转动电机的间接可拆卸吸合连接，不仅方便安装，而且能够实现非常快速地停堆。

[0033] 在一实施例中，所述控制球组件驱动机构3还包括金属隔板33以及和所述金属隔板33连接的加速弹簧34，所述金属隔板33和所述加速弹簧34滑动连接在所述旋转滑轨1的首端，且所述加速弹簧34和所述控制球组件2分别位于所述金属隔板33的两侧，正常工况下，所述金属隔板33吸附在所述电磁离合器32上，所述加速弹簧34被所述金属隔板33挤压成压缩状态。金属隔板也是通过电磁吸附原理实现与电磁离合器的可拆卸连接，继而能够被转动电机带动在旋转滑轨内滑动，由于正常工况下，加速弹簧处于压缩状态，这样，需要停堆时，关闭电磁离合器，金属隔板立即断开与电磁离合器的连接，加速弹簧能够立即释放弹力，从而推动控制球组件从旋转滑轨的尾端移动，为控制球组件的下落提供附加动力，加速推动控制球组件的下落。

[0034] 在一实施例中，所述控制球组件2还包括连接在多个所述控制球21依次连接形成

的柔性链的下端的配重块23。配重块用于增加控制球组件的自重，从而为控制球组件的下落提供附加动力，从而加速控制球组件的快速下落，即使加速弹簧失效，控制球组件在重力作用下仍能快速自由下落，实现反应性控制的固有安全性。

[0035] 优选地，所述配重块23的材料选择高密度和大中子吸收界面的钨、铪等金属材料。

[0036] 在一实施例中，还包括导向筒4，所述导向筒4的上端与所述旋转滑轨1的尾端连接，所述控制球组件2的下端活动插接在所述导向筒4内。导向筒起到引导控制球组件的下端的往复上升和下降运动的作用，从而提高系统运行的安全性。

[0037] 优选地，所述配重块23的底部采用圆斜角结构，所述导向筒4的底部采用斜角式结构配合。这样设计，在配重块的下落过程中可以实现缓冲作用，更加安全。

[0038] 在一实施例中，所述旋转滑轨1依次包括水平的圆弧形段11以及由水平状态逐渐向下过渡到垂直状态的弧形转向段12。水平的圆弧形段可以使控制球组件水平盘绕，尽可能缩小竖向安装和活动空间，降低了快速停堆系统高度方向的尺寸，而弧形转向段则能够引导控制球组件由水平状态稳定地过渡到竖直状态，保证系统运行的安全性。

[0039] 在一实施例中，还包括位置探测器5，所述位置探测器5安装在所述旋转滑轨1的可探测到所述控制球21的位置处。位置探测器用于监测旋转滑轨上的控制球的数量和位置，从而实现控制球组件在反应堆内位置测量。

[0040] 在一实施例中，还包括支撑台6，所述旋转滑轨1和所述控制球组件驱动机构3固定在所述支撑台6上。支撑台起到支撑和将旋转滑轨、控制球组件驱动机构集成在一起的作用，方便整体安装和使用，实用性更好。

[0041] 在一实施例中，所述支撑台6上铺设有中子和γ屏蔽材料。以减少辐照对加速弹簧等部件的损伤。

[0042] 在一实施例中，所述控制球21由金属外壳以及填充在所述金属外壳内的中子吸收材料构成。中子吸收材料用于吸收中子。

[0043] 应当理解本文所述的例子和实施方式仅为了说明，并不用于限制本发明，本领域技术人员可根据它做出各种修改或变化，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

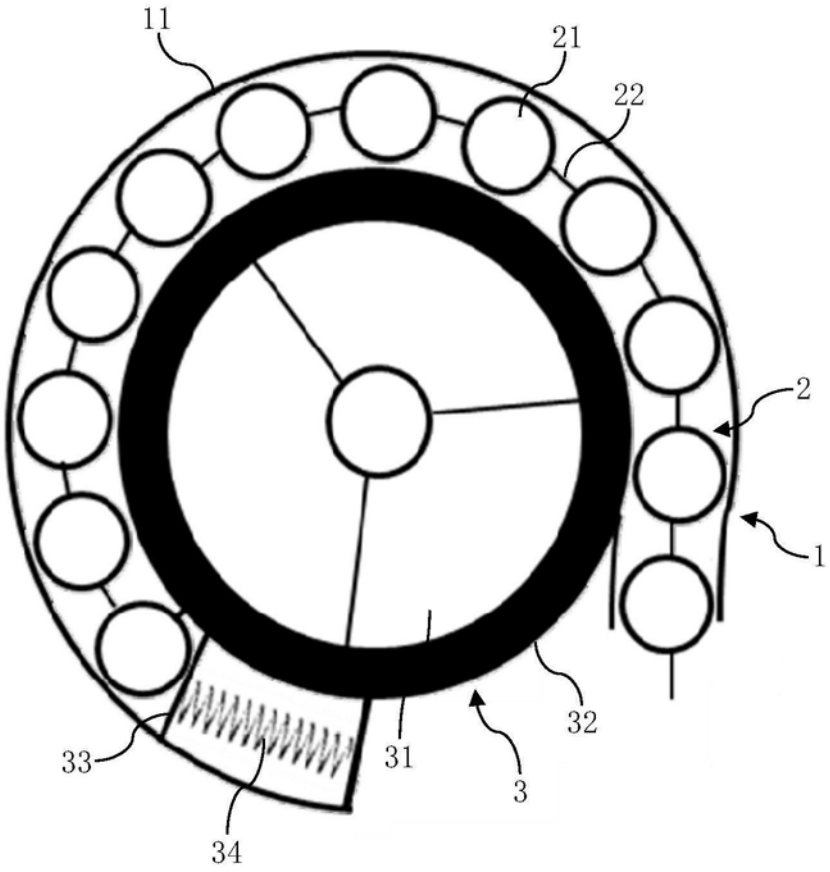


图1

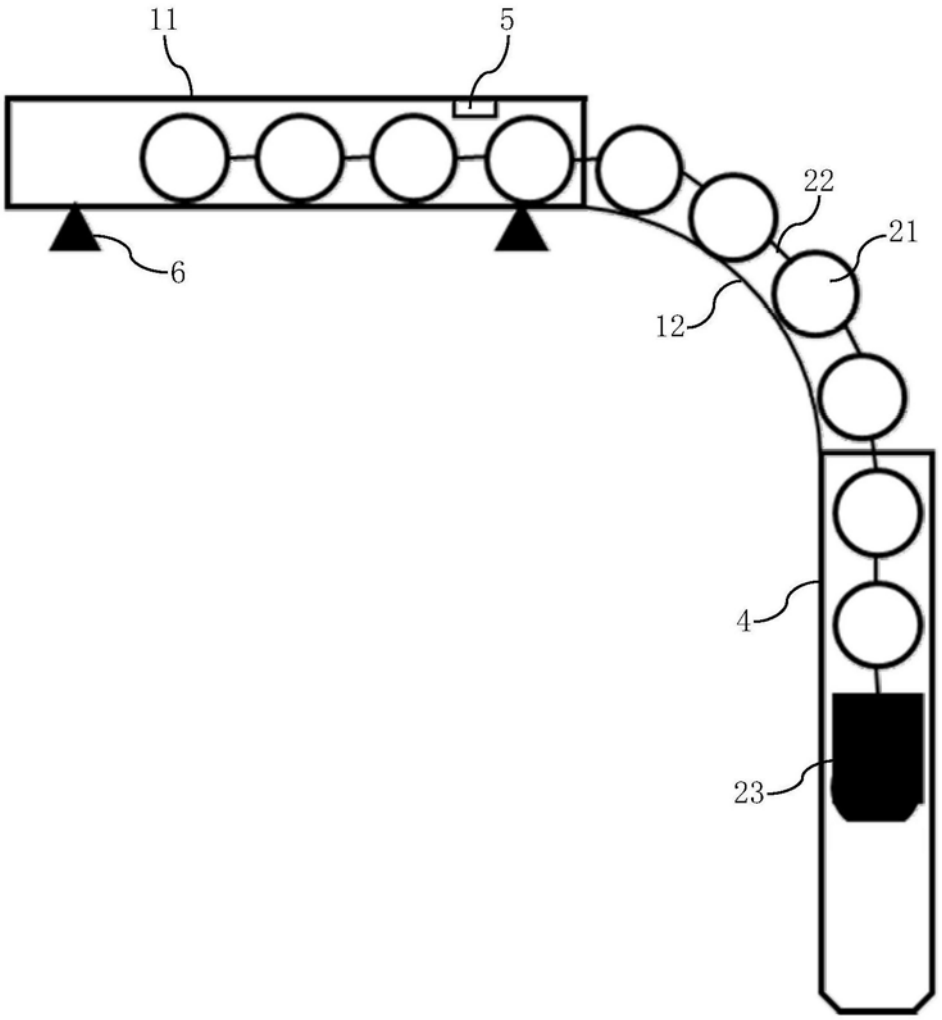


图2