



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110706830 A

(43)申请公布日 2020.01.17

(21)申请号 201910991949.5

G21F 1/12(2006.01)

(22)申请日 2019.10.18

G21F 3/00(2006.01)

(71)申请人 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 吴宜灿 刘超 金鸣 杨琪
何梅生

(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 王伟

(51)Int.Cl.

G21C 11/00(2006.01)

G21C 15/02(2006.01)

G21F 1/02(2006.01)

G21F 1/08(2006.01)

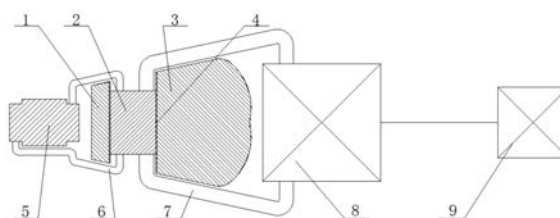
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种屏蔽换热功能一体化的屏蔽

(57)摘要

本发明公开了一种屏蔽换热功能一体化的屏蔽,包括从前向后依次分布的前置屏蔽体、屏蔽换热器、后置屏蔽体,所述前置屏蔽体和所述屏蔽换热器之间以及所述屏蔽换热器和所述后置屏蔽体之间均安装有保温层;所述前置屏蔽体和所述后置屏蔽体均为内部填充有屏蔽功能材料的箱体结构,所述屏蔽换热器采用具有 γ 屏蔽功能的材料制成,反应堆产生的热量通过所述屏蔽换热器向后端系统传递。本发明能够同时承担屏蔽和换热器的功能,设置的保温层可以有效隔绝屏蔽换热器的温度对前置屏蔽体和后置屏蔽体的影响,具有部件功能一体化,结构简洁紧凑,综合降低核反应堆系统的质量,实现核反应堆系统轻量化要求的优点,可提高核反应堆系统的可移动多场景的适配性。



1. 一种屏蔽换热功能一体化的屏蔽, 其特征在于: 包括从前向后依次分布的前置屏蔽体 (1)、屏蔽换热器 (2)、后置屏蔽体 (3), 所述前置屏蔽体 (1) 和所述屏蔽换热器 (2) 之间以及所述屏蔽换热器 (2) 和所述后置屏蔽体 (3) 之间均安装有保温层 (4);

所述前置屏蔽体 (1) 和所述后置屏蔽体 (3) 均为内部填充有屏蔽功能材料的箱体结构, 所述屏蔽换热器 (2) 采用具有 γ 屏蔽功能的材料制成, 且所述前置屏蔽体 (1) 安装在靠近反应堆 (5) 的位置处, 反应堆 (5) 产生的辐射射线经过所述前置屏蔽体 (1)、所述屏蔽换热器 (2) 和所述后置屏蔽体 (3) 后, 可衰减为设备和人员能够接受的剂量, 反应堆 (5) 产生的热量通过所述屏蔽换热器 (2) 向后端系统传递。

2. 如权利要求1所述的屏蔽换热功能一体化的屏蔽, 其特征在于: 所述前置屏蔽体 (1) 内填充的屏蔽功能材料为小原子序数元素。

3. 如权利要求1或2所述的屏蔽换热功能一体化的屏蔽, 其特征在于: 所述后置屏蔽体 (3) 内填充的屏蔽功能材料由交替布置的一层以上的小原子序数材料层和一层以上的高原子序数材料层构成。

4. 如权利要求1或2所述的屏蔽换热功能一体化的屏蔽, 其特征在于: 所述屏蔽换热器 (2) 采用高原子序数的重金属元素制成。

5. 如权利要求1或2所述的屏蔽换热功能一体化的屏蔽, 其特征在于: 所述屏蔽换热器 (2) 为多层板状或棒状结构。

6. 如权利要求1或2所述的屏蔽换热功能一体化的屏蔽, 其特征在于: 所述后端系统为热电转换系统 (8), 所述屏蔽换热器 (2) 与反应堆 (5) 之间通过管道连接成一回路, 所述屏蔽换热器 (2) 与电转换系统 (8) 之间通过管道连接成二回路。

一种屏蔽换热功能一体化的屏蔽

技术领域

[0001] 本发明涉及核能工程技术领域,具体地说涉及一种屏蔽换热功能一体化的屏蔽。

背景技术

[0002] 核反应堆具有环境适应性好,不依赖空气、阳光,功率密度高,工作寿命长的特点,在空间、海洋等的能源系统具有很大的优势以及应用前景。与地面的固定式核反应堆相比,应用于空间、海洋等可移动环境中的核反应堆系统,受限于运载工具的内部空间等限制,对重量和体积都有严格的要求。而屏蔽重量占整个核动力系统的约30%,直接影响核动力系统的质量。

[0003] 核反应堆的辐射屏蔽主要考虑中子和 γ 屏蔽,包含散射与吸收的过程,其能力主要由原子序数决定。传统屏蔽对不同原子序数的材料简单几何结构堆叠,存在无效材料重量体积大的问题;此外,散射与吸收的过程必须经历一定厚度及原子序数的材料,是目前难以实现轻量化的主要原因。

[0004] 核反应堆换热器承担核反应堆核裂变反应产生热量的一回路系统与连接热电系统的二回路系统之间热量传递的功能,也是核反应堆系统重量的重要组成。换热器体积由传输回路温度、工质与表面处理相关,也是反应堆难以实现小型轻量化的原因。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种能够同时承担屏蔽和换热器的功能,具有部件功能一体化优点的屏蔽换热功能一体化的屏蔽。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:一种屏蔽换热功能一体化的屏蔽,包括从前向后依次分布的前置屏蔽体、屏蔽换热器、后置屏蔽体,所述前置屏蔽体和所述屏蔽换热器之间以及所述屏蔽换热器和所述后置屏蔽体之间均安装有保温层;

[0007] 所述前置屏蔽体和所述后置屏蔽体均为内部填充有屏蔽功能材料的箱体结构,所述屏蔽换热器采用具有 γ 屏蔽功能的材料制成,且所述前置屏蔽体安装在靠近反应堆的位置处,反应堆产生的辐射射线经过所述前置屏蔽体、所述屏蔽换热器和所述后置屏蔽体后,可衰减为设备和人员能够接受的剂量,反应堆产生的热量通过所述屏蔽换热器向后端系统传递。

[0008] 进一步地,所述前置屏蔽体内填充的屏蔽功能材料为小原子序数元素。

[0009] 进一步地,所述后置屏蔽体内填充的屏蔽功能材料由交替布置的一层以上的小原子序数材料层和一层以上的高原子序数材料层构成。

[0010] 进一步地,所述屏蔽换热器采用高原子序数的重金属元素制成。

[0011] 进一步地,所述屏蔽换热器为多层板状或棒状结构。

[0012] 进一步地,所述后端系统为热电转换系统,所述屏蔽换热器与反应堆之间通过管道连接成一回路,所述屏蔽换热器与电转换系统之间通过管道连接成二回路。

[0013] 本发明的有益效果体现在:

[0014] 本发明创新地设计了两个屏蔽体,即前置屏蔽体和后置屏蔽体,将屏蔽换热器设置在两个屏蔽体之间,并且设计屏蔽换热器采用具有 γ 屏蔽功能的材料制成,三者结合可以有效屏蔽反应堆的辐射,且反应堆产生的热量通过所述屏蔽换热器向后端系统传递,实现了屏蔽换热功能的一体化,能够同时承担屏蔽和换热器的功能,另外,设置的保温层可以有效隔绝屏蔽换热器的温度对前置屏蔽体和后置屏蔽体的影响,本发明具有部件功能一体化,结构简洁紧凑,综合降低核反应堆系统的质量,实现核反应堆系统轻量化要求的优点,可提高核反应堆系统的可移动多场景的适配性,解决多场景应用下核动力系统的轻量化问题。

附图说明

[0015] 图1为本发明一实施例屏蔽换热功能一体化的屏蔽的结构示意图;

[0016] 图2为本发明一实施例屏蔽换热功能一体化的屏蔽的安装示意图;

[0017] 图3为本发明一实施例中屏蔽换热器结构剖面图;

[0018] 图4为屏蔽换热器A-A向剖视图。

[0019] 附图中各部件的标记为:1为前置屏蔽体、2为屏蔽换热器、3为后置屏蔽体、4为保温层、5为反应堆、6为一回路、7为二回路、8为热电转换系统、9为系统设备以及负载和工作人员区、10为一回路冷却剂、11为二回路冷却剂、12为换热片、13为换热器外壁、14为流道隔板。

具体实施方式

[0020] 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。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 参见图1和图2。

[0024] 本发明屏蔽换热功能一体化的屏蔽,包括从前向后依次分布的前置屏蔽体1、屏蔽换热器2、后置屏蔽体3,所述前置屏蔽体1和所述屏蔽换热器2之间以及所述屏蔽换热器2和

所述后置屏蔽体3之间均安装有保温层4;

[0025] 所述前置屏蔽体1和所述后置屏蔽体3均为内部填充有屏蔽功能材料的箱体结构,所述屏蔽换热器2采用具有 γ 屏蔽功能的材料制成,且所述前置屏蔽体1安装在靠近反应堆5的位置处(距离以能够实现有效屏蔽为准),反应堆5产生的辐射射线经过所述前置屏蔽体1、所述屏蔽换热器2和所述后置屏蔽体3后,可衰减为设备和人员能够接受的剂量,反应堆5产生的热量通过所述屏蔽换热器2向后端系统(即后续需要热量的设备)传递。

[0026] 反应堆为核动力系统的核心,供给系统热量,但也是系统的辐射放射源,以图1的情况为例,本发明位于反应堆5与热电转换系统8之间,前置屏蔽体1、屏蔽换热器2、后置屏蔽体3沿着从反应堆5至热电转换系统8的方向依次排列,保护热电转换系统8的系统设备以及负载和工作人员区9。

[0027] 本发明创新地设计了两个屏蔽体,即前置屏蔽体和后置屏蔽体,将屏蔽换热器设置在两个屏蔽体之间,并且设计屏蔽换热器采用具有 γ 屏蔽功能的材料制成,三者结合可以有效屏蔽反应堆的辐射,且反应堆产生的热量通过所述屏蔽换热器向后端系统传递,实现了屏蔽换热功能的一体化,能够同时承担屏蔽和换热器的功能,另外,设置的保温层可以有效隔绝屏蔽换热器的温度对前置屏蔽体和后置屏蔽体的影响,本发明具有部件功能一体化,综合优化系统重量,实现核反应堆系统轻量化要求的优点,可综合降低核反应堆系统的质量,提高核反应堆系统的可移动多场景的适配性。

[0028] 在一实施例中,所述前置屏蔽体1内填充的屏蔽功能材料为小原子序数元素,包括但不限于是 ^{11}B 、 ^{10}B 、 ^6Li 、 ^7Li ,承担散射和吸收中子的功能。

[0029] 在一实施例中,所述屏蔽换热器2采用高热导率和高原子序数的重金属元素制成,包括但不限于是铁、铅、钨以及它们的相关合金(也即具有 γ 屏蔽功能的材料),具有散射和吸收 γ 射线,并将反应堆的热量传递给热电转换系统的功能。

[0030] 在一实施例中,所述后置屏蔽体3内填充的屏蔽功能材料由交替布置的一层以上的小原子序数材料层和一层以上的高原子序数材料层构成。这里的小原子序数材料包括但不限于是 ^{11}B 、 ^{10}B 、 ^6Li 、 ^7Li ,承担散射和吸收中子的功能,这里的高原子序数材料包括但不限于是铁、铅、钨以及它们的相关合金,承担散射和吸收 γ 射线的功能,两者交替布置,可以有效实现中子和次级 γ 射线的屏蔽。

[0031] 本发明的屏蔽换热器可以选用包括现有技术在内的任何可以将一种介质的热量传递给另一种介质的热交换器,结构可根据实际需求选择,包括但不限于是板式、管壳式、螺旋管式的换热器。

[0032] 在一实施例中,所述的保温层4为包括但不限于是金属箔材料,可以有效隔绝屏蔽换热器的温度对前置屏蔽体和后置屏蔽体的影响,保障前置屏蔽体与后置屏蔽体内材料的有效性。

[0033] 在一实施例中,所述后端系统为热电转换系统8,所述屏蔽换热器2与反应堆5之间通过管道连接成一回路,所述屏蔽换热器2与电转换系统8之间通过管道连接成二回路。

[0034] 一回路和二回路是本领域的通俗叫法,一回路即反应堆的冷却剂流通通道,二回路即后续系统,如热电转换系统的冷却剂的流通通道,一回路的冷却剂和二回路的冷却剂在屏蔽换热器内进行热交换,一回路将反应堆的热量传递到屏蔽换热器,二回路将从屏蔽换热器中得到的一回路的热量传递到热电转换系统中。热电转换系统将热量用于发电和其

他形式的能源供应。

[0035] 在一实施例中,所述屏蔽换热器2为多层板状或棒状结构,层级间和棒间流动不同冷却剂进行热量交换。

[0036] 如图3和图4所示,本发明的优选实施例提供了一种板式屏蔽换热器2,所述的屏蔽换热器2由换热片12、换热器外壁13、流道隔板14组成,一回路冷却剂10和二回路冷却剂11分别在换热片12的两侧流动,进行换热。

[0037] 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。

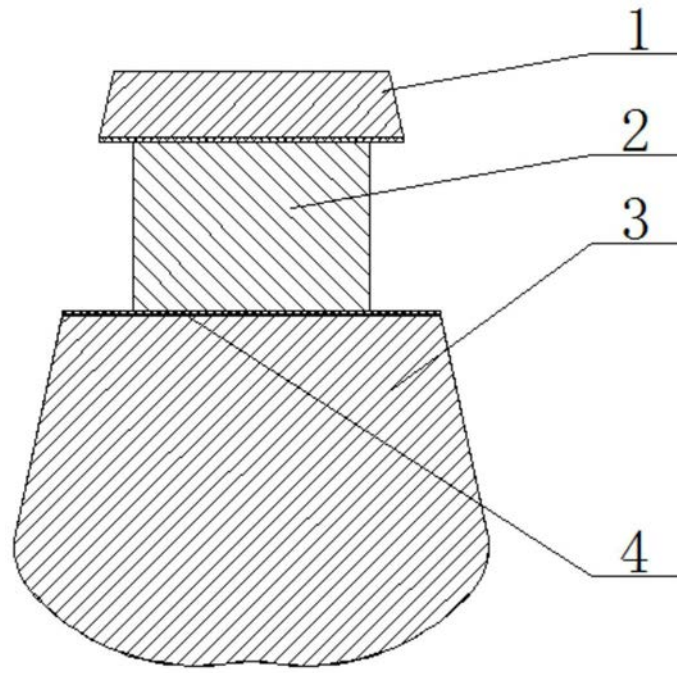


图1

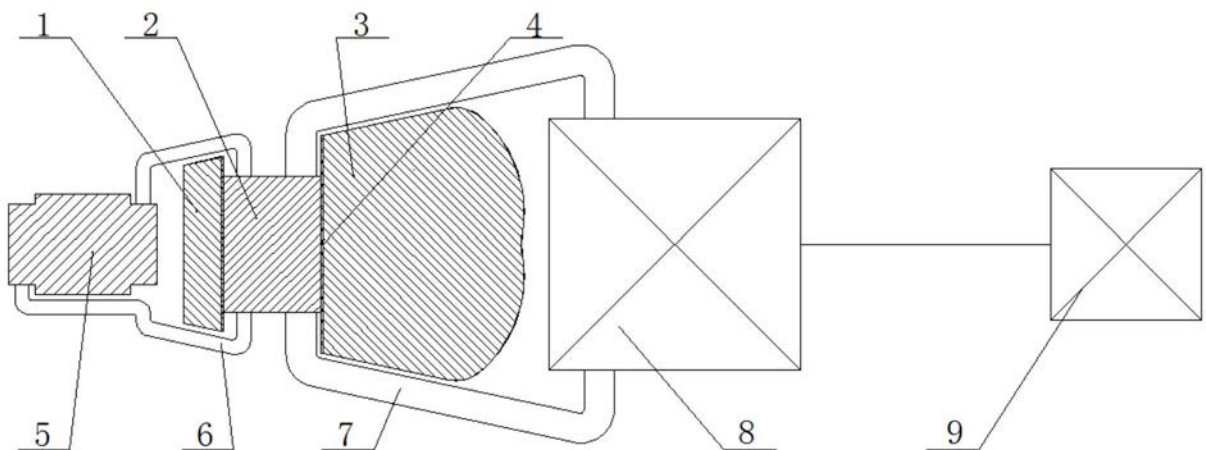


图2

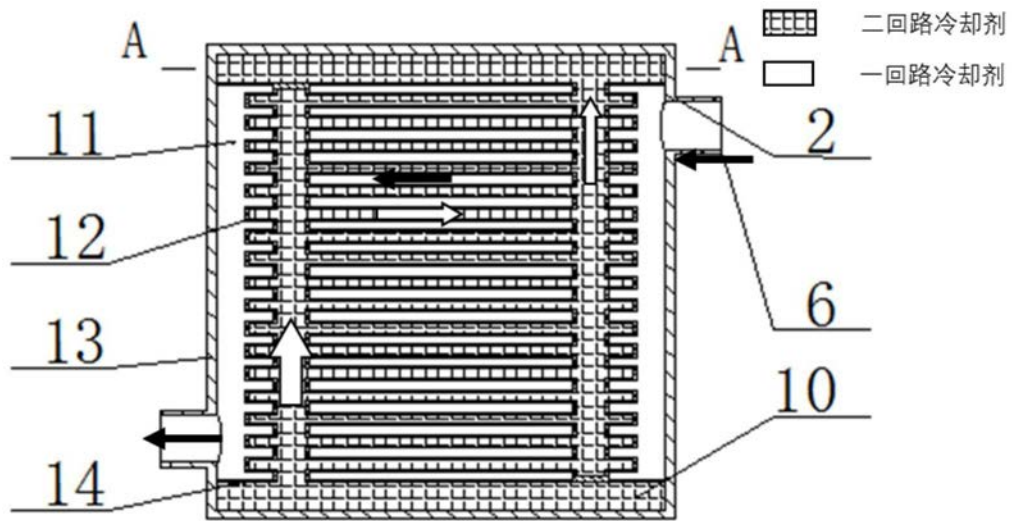


图3

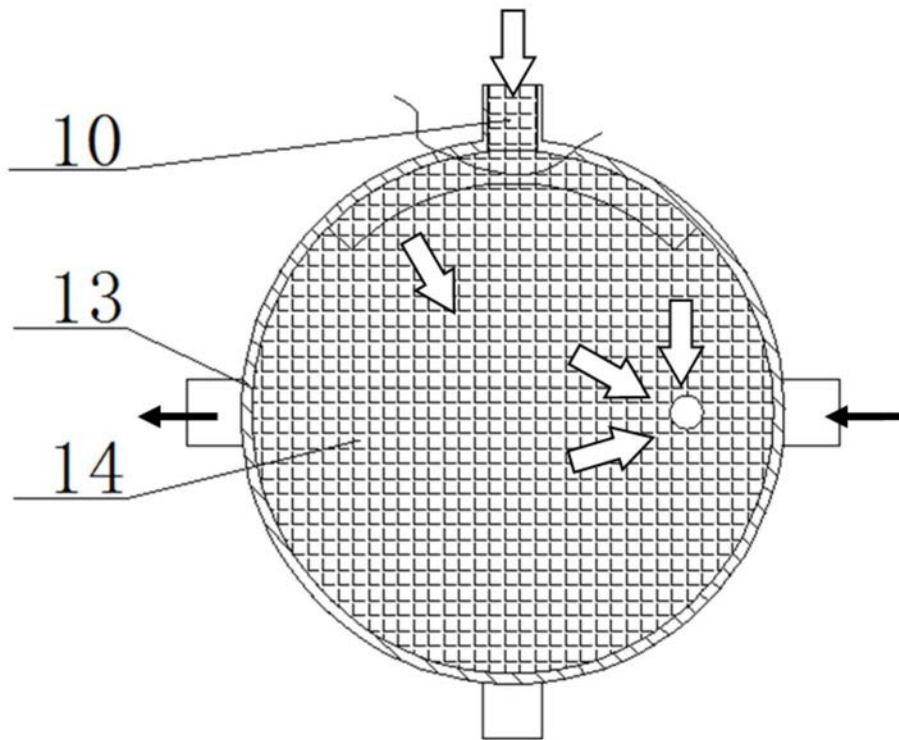


图4