



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109727687 B

(45) 授权公告日 2020.12.11

(21) 申请号 201811629892.6

(22) 申请日 2018.12.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109727687 A

(43) 申请公布日 2019.05.07

(73) 专利权人 中核霞浦核电有限公司
地址 355100 福建省宁德市霞浦县赤岸大道56号钦驰文化园

(72) 发明人 卢忠斌 侯健红 陈征

(74) 专利代理机构 核工业专利中心 11007
代理人 李东斌

(51) Int.Cl.
G21C 15/18 (2006.01)

审查员 黄伟

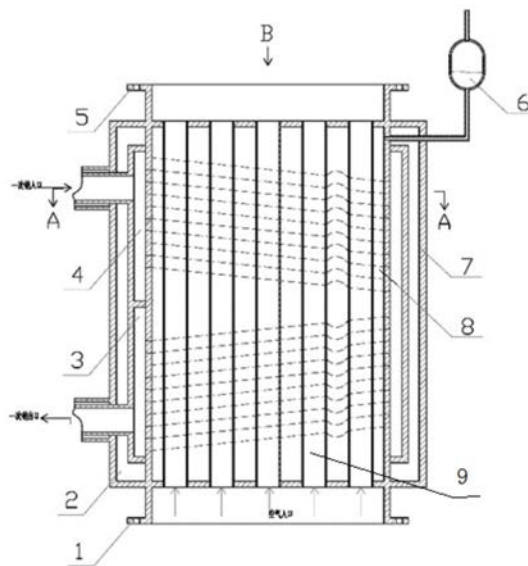
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种长方体钠-钠-气一体热交换器

(57) 摘要

本发明涉及反应堆事故余热导出技术领域，具体公开了一种长方体钠-钠-气一体热交换器。该热交换器中筒体上下两端安装有管板，并在上下管板上垂直安装有若干个钠-空气传热管；在所述的筒体左右两侧侧壁之间设有若干个具有相同倾角的钠-钠传热管，并在筒体外侧壁焊接一层围板，其将所述的钠-钠传热管位置较高的管口覆盖所形成的封闭空间为一次入钠室，围板将所述的钠-钠传热管位置较低的管口覆盖所形成的封闭空间为一次出钠室。该热交换器减少为一个钠-钠-空气热交换器，同时由于离开高中子辐射的堆容器，对设备耐辐射性能、制造及安装要求也明显降低，传热效率提高。



1. 一种长方体钠-钠-气一体热交换器,其特征在于:该热交换器包括筒体(7)、钠-钠传热管(8)以及钠-空气传热管(9),其中,筒体(7)为长方体壳体结构,在筒体(7)上下两端安装有管板,并在上下管板上垂直安装有若干个钠-空气传热管(9);在所述的筒体(7)左右两侧侧壁之间设有若干个具有相同倾角的钠-钠传热管(8),在筒体(7)外侧壁设置一层围板,使位于筒体(7)左侧上半部分且钠-钠传热管(8)向下倾斜的管口端部形成封闭的一次入钠室(4),在筒体(7)右侧外壁设置的围板将筒体(7)上半部分钠-钠传热管(8)出口端与其下面一组钠-钠传热管(8)的入口段封闭并形成折回室,在筒体(7)左侧外壁下方设置的围板将筒体(7)下部分的一组钠-钠传热管(8)的出口端封闭并形成一次出钠室(3);在筒体(7)、上下管板、钠-空气传热管(9)以及钠-钠传热管(8)之间所围成的空间中充满钠,形成二次侧钠。

2. 根据权利要求1所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器,其特征在于:所述的筒体(7)左右两侧筒壁之间设有若干个相互平行并向下倾斜的钠-钠传热管(8),并在其下方,反向在筒体(7)左右两侧筒壁之间设有若干个相互平行并向下倾斜的钠-钠传热管(8),使钠-钠传热管(8)整形形成折返的布置方式。

3. 根据权利要求2所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器,其特征在于:所述的钠-钠传热管(8)以相同的倾斜角度设置在筒体(7)的左右两侧筒壁上。

4. 根据权利要求1所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器,其特征在于:所述的筒体(7)左右两侧筒壁横向并按相同的倾角设有一组钠-钠传热管(8),并在其下方折返以相同的倾角安装另一组钠-钠传热管(8);所述一次入钠室(4)和一次出钠室(3)中分别开有与外部管道相连通的通道。

5. 根据权利要求1~4任一所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器,其特征在于:所述的钠-钠传热管(8)安装的倾角在 5° ~ 10° 范围内;所述的钠-钠传热管(8)与钠-空气传热管(9)在筒体(7)内交错布置。

6. 根据权利要求1~4任一所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器,其特征在于:所述的钠-钠传热管(8)可以以多次折返的方式设置在筒体(7)左右两侧筒壁上。

7. 根据权利要求4所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器,其特征在于:所述的一次入钠室(4)、一次出钠室(3)以及折回室外焊接有一次钠保护室(2),其可通过缓冲罐(6)向一次钠保护室(2)填充氩气对热交换器进行保护,避免钠与空气接触。

8. 一种钠-钠-气一体换热器事故余热排出系统,其特征在于:将权利要求1所述的长方体钠-钠-气一体热交换器(10)安装在反应堆附近,并将与钠-钠-气一体热交换器(10)一次进钠口相连接的热钠管(12)接入反应堆中堆芯(13)的出口;将与钠-钠-气一体热交换器(10)一次入钠口相连接的冷钠管(11)接入反应堆中堆芯(13)的入口。

9. 根据权利要求8所述的一种钠-钠-气一体换热器事故余热排出系统,其特征在于:所述的钠-钠-气一体热交换器(10)安装的高度满足一次钠最高点小于主容器压力所对应的虹吸高度。

10. 根据权利要求8所述的一种钠-钠-气一体换热器事故余热排出系统,其特征在于:所述的钠-钠-气一体热交换器(10)的上下部分别接入空气管。

一种长方体钠-钠-气一体热交换器

技术领域

[0001] 本发明属于反应堆事故余热导出技术领域,具体涉及一种长方体钠-钠-气一体热交换器。

背景技术

[0002] 根据核安全法规要求,钠冷快堆核电站在发生所有蒸汽发生器给水中断、反应堆失厂外电、地震导致的事故停堆时,不能通过主热传输系统将热量排出的情况下,事故余热排出系统将投入用于将反应堆的剩余发热和蓄热传导至最终热阱(大气),保证燃料棒、堆内构件和反应堆容器处于可接受的温度限值范围内。

[0003] 事故余热排出系统通常由钠-钠热交换器、钠-空气热交换器、钠缓冲罐、及连接它们的管道组成。

[0004] 钠-钠热交换器,用于将事故余热排出系统一回路钠的热量传递给中间回路。钠-空气热交换器将中间回路热量传递给空气。来自堆芯的热量通过两个热交换器、两次钠循环完成传递。

[0005] 传统的两次循环事故余热排出系统中,设置中间回路的主要目的是在实现堆芯热量传递的同时避免一回路放射性钠与空气可能的接触燃烧,也保证一回路放射性不进入大气环境中。

[0006] 这种传热方案存在一些不足,主要表现在以下两方面:

[0007] (1) 需要两个热交换器,设备费用高。

[0008] (2) 钠-钠热交换器通常安装在堆容器内,安装难度大,且常年处于高中子辐射环境。对设备性能、制造及安装要求高。

[0009] (3) 需要两个钠自然循环流程,流程长,流阻大,传热效率低。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种长方体钠-钠-气一体热交换器,可针对现有事故余热排出系统的不足,利用金属钠导热性能强的特点将需要两次循环传递才能完成的热量传递至最终热阱的同时,仍然可避免一回路放射性钠与空气可能的接触燃烧问题。

[0011] 本发明的技术方案如下:一种长方体钠-钠-气一体热交换器,该热交换器包括筒体、钠-钠传热管以及钠-空气传热管,其中,筒体为长方体壳体结构,在筒体上下两端安装有管板,并在上下管板上垂直安装有若干个钠-空气传热管;在所述的筒体左右两侧侧壁之间设有若干个具有相同倾角的钠-钠传热管,并在筒体外侧壁焊接一层围板,其将所述的钠-钠传热管位置较高的管口覆盖所形成的封闭空间为一次入钠室,围板将所述的钠-钠传热管位置较低的管口覆盖所形成的封闭空间为一次出钠室;在筒体、上下管板、钠-空气传热管以及钠-钠传热管之间所围成的空间中充满钠,形成二次侧钠。

[0012] 所述的筒体左右两侧筒壁之间设有若干个相互平行并向下倾斜的钠-钠传热管,并在其下方,反向在筒体左右两侧筒壁之间设有若干个相互平行并向下倾斜的钠-钠传热

管,使钠-钠传热管整形形成折返的布置方式。

[0013] 所述的钠-钠传热管以相同的倾斜角度设置在筒体的左右两侧筒壁上。

[0014] 所述的筒体左右两侧筒壁横向并按相同的倾角设有一组钠-钠传热管,并在其下方折返以相同的倾角安装另一组钠-钠传热管;在筒体外侧壁设置一层围板,使位于筒体左侧上半部分且钠-钠传热管向下倾斜的管口端部形成封闭的一次入钠室,在筒体右侧外壁设置的围板将筒体上半部分钠-钠传热管出口端与其下面一组钠-钠传热管的入口段封闭并形成折回室,在筒体左侧外壁下方设置的围板将筒体下部分的一组钠-钠传热管的出口端封闭并形成一次出钠室,并在一次入钠室和一次出钠室中分别开有与外部管道相连通的通道。

[0015] 所述的钠-钠传热管安装的倾角在 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 范围内;所述的钠-钠传热管与钠-空气传热管在筒体内交错布置。

[0016] 所述的钠-钠传热管可以以多次折返的方式设置在筒体左右两侧筒壁上。

[0017] 所述的一次入钠室、一次出钠室以及折回室外焊接有一次钠保护室,其可通过缓冲罐向一次钠保护室填充氩气对热交换器进行保护,避免钠与空气接触。

[0018] 一种钠-钠-气一体热交换器事故余热排出系统,将权利要求1所述的长方体钠-钠-气一体热交换器安装在反应堆附近,并将与钠-钠-气一体热交换器一次进钠口相连接的热钠管接入反应堆中堆芯的出口;将与钠-钠-气一体热交换器一次入钠口相连接的冷钠管接入反应堆中堆芯的入口。

[0019] 所述的钠-钠-气一体热交换器安装的高度满足一次钠最高点小于主容器压力所对应的虹吸高度。

[0020] 所述的钠-钠-气一体热交换器的上下部分别接入空气管。

[0021] 本发明的显著效果在于:本发明所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器,设置在堆容器外,基本排除中子辐射影响,而且事故余热排出系统只通过两根管道与堆容器相连,安装简单,对堆容器影响小。事故余热排出系统从两个热交换器,减少为一个钠-钠-空气热交换器,同时由于离开高中子辐射的堆容器,对设备耐辐射性能、制造及安装要求也明显降低。设备费用将减少约一半。钠-钠-空气热交换器为一体设计,传热效率提高。自然循环从两个钠循环流程减少为一个钠循环流程,设备少,流程阻力降低。

附图说明

[0022] 图1为本发明所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器结构示意图;

[0023] 图2为图1的B向视图;

[0024] 图3为图1的A-A剖视图;

[0025] 图4为本发明所述的一种长方体钠-钠-气一体热交换器事故余热排出系统示意图;

[0026] 图中:1、下法兰;2、一次钠保护室;3、一次出钠室;4、一次入钠室;5、上法兰;6、缓冲罐;7、筒体;8、钠-钠传热管;9、钠-空气传热管;10、长方体钠-钠-气一体热交换器;11、冷钠管;12、热钠管;13、堆芯;14、栅板连箱。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0028] 如图1~3所示,一种长方体钠-钠-气一体热交换器,包括筒体7、钠-钠传热管8以及钠-空气传热管9,其中,筒体7为长方体壳体结构,在筒体7上下两端安装有管板,并在上下管板上垂直安装有若干个钠-空气传热管9,其中,钠-空气传热管9上下两端通过胀管焊固定在上下管板上,在筒体7上下两端分别形成上法兰5和下法兰1,空气可通过下法兰1进入下管板中的钠-空气传热管9,并将钠-空气传热管9外侧壁与筒体7之间的二次侧钠的热量带走;在筒体7左右两侧筒壁横向并按相同的倾角安装有一组钠-钠传热管8,并在其下方折返以相同的倾角安装另一组钠-钠传热管8,且钠-空气传热管9与钠-钠传热管8交错布置;在筒体7外侧壁焊接一层围板,使位于筒体7左侧上半部分且钠-钠传热管8向下倾斜的管口端部形成封闭的一次入钠室4,在筒体7右侧外壁安装的围板将筒体7上半部分钠-钠传热管8出口端与其下面一组钠-钠传热管8的入口段封闭并形成折回室,在筒体7左侧外壁下方安装的围板将筒体7下部分的一组钠-钠传热管8的出口端封闭并形成一次出钠室3,并在一次入钠室7和一次出钠室中分别开有与外部管道相连通的通道;在一次入钠室4、一次出钠室3以及折回室外焊接有一次钠保护室2,其可通过缓冲罐6向一次钠保护室2填充氩气对热交换器进行保护,避免钠与空气接触;钠-钠传热管8安装的倾角在 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 范围内;在筒体7、上下管板、钠-空气传热管9以及钠-钠传热管8之间所围成的空间中充满钠,形成二次侧钠;一次钠通过一次入钠室4后流过钠-钠传热管8,将一回路的热量传递给二次侧钠,并由一次出钠室3流出;根据快堆工程需要,钠-钠传热管8可以2次或多次折返,以提高传热能力。

[0029] 如图4所示,一种钠-钠-气一体热交换器事故余热排出系统,将钠-钠-气一体热交换器10通过地脚螺栓安装在反应堆附近,安装的高度即一次钠最高点应小于主容器压力所对应的虹吸高度;钠-钠-气一体热交换器10中的冷钠管11和热钠管12经由堆容器上方进入堆容器,并使冷钠管11与栅板连箱14上堆芯13的入口相连接,是热钠管12与堆芯出口相连接;空气管分别从上下部接入热交换器。

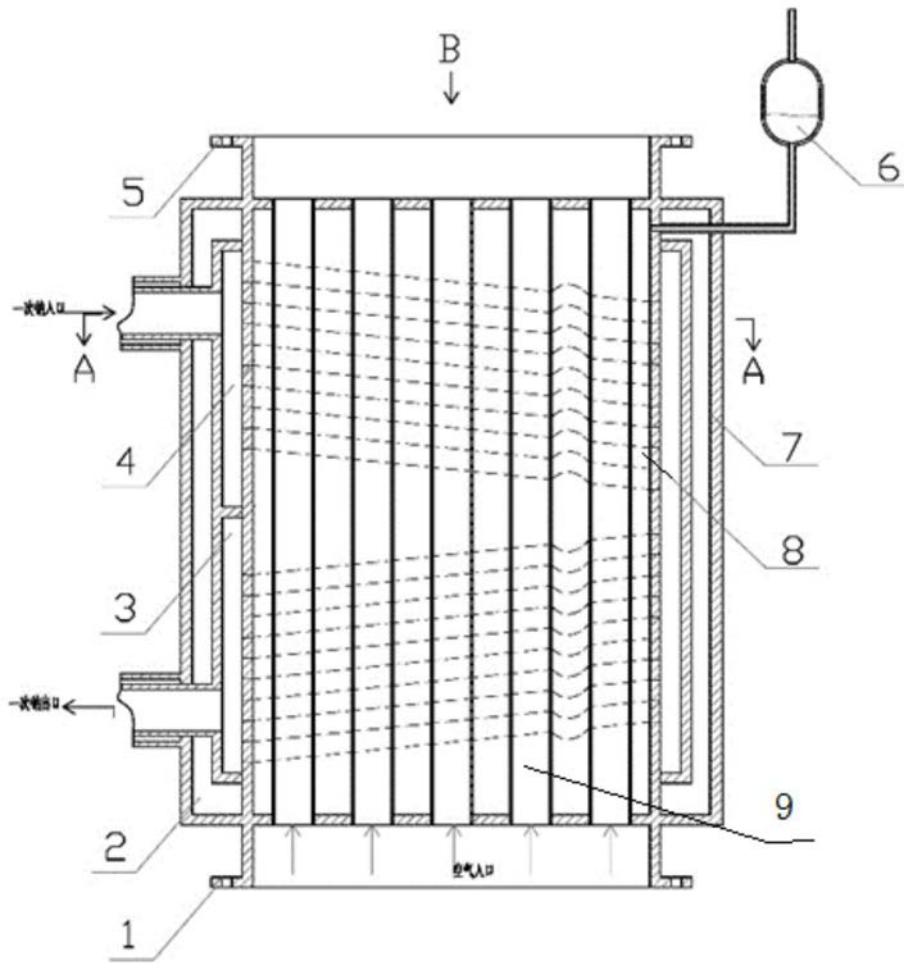


图1

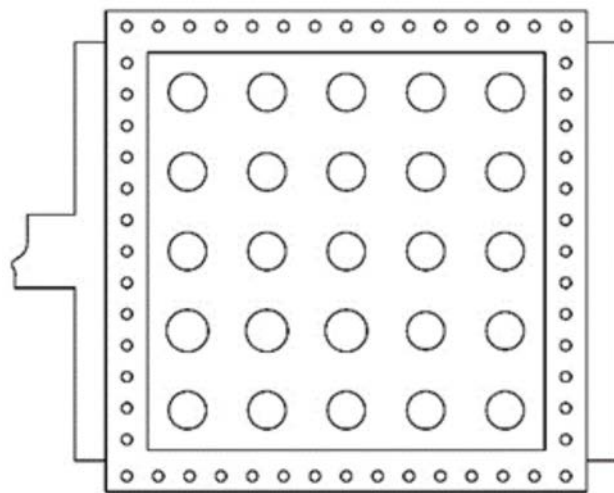


图2

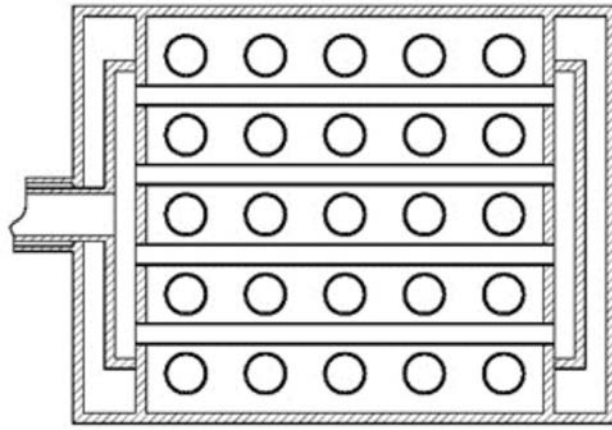


图3

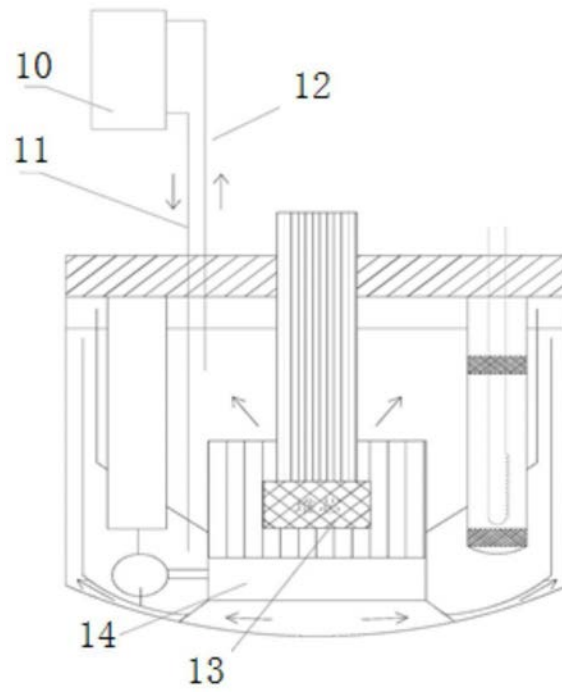


图4