(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2017 年 3 月 23 日 (23.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/045159 A1

(51) 国际专利分类号:
G21C 15/18 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/089758

(22) 国际申请日: 2015 年 9 月 16 日 (16.09.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: **中广核工程有限公司 (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **中国广核集团有限公司 (CHINA GENERAL NUCLEAR POWER GROUP)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区上步中路 1001 号深圳科技大厦 17-19 楼, Guangdong 518031 (CN)。

(72) 发明人: **周媛霞 (ZHOU, Yuan xia)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **王庆礼 (WANG, Qing li)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **程浩 (CHENG, Hao)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **彭国胜 (PENG, Guo sheng)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **刘永 (LIU, Yong)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **曹涛 (CAO, Tao)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **陈兴 (CHEN, Xing)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **许晨德 (XU, Chen de)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **黄威 (HUANG, Wei)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。

(74) 代理人: **广州三环专利代理有限公司 (SCIHEAD PATENT AGENT CO., LTD.)**; 中国广东省广州市越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508 室, Guangdong 510070 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) **Title**: NUCLEAR POWER PLANT REACTOR PRESSURE VESSEL AND SHIELDING WALL COMBINATION STRUCTURE

(54) **发明名称** : 核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构

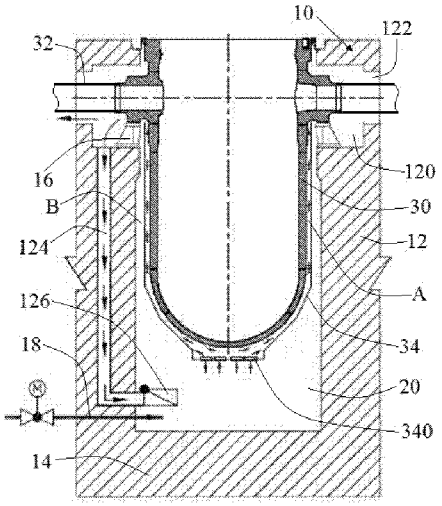

图 1

(57) **Abstract**: A nuclear power plant reactor pressure vessel and shielding wall combination structure. The combination structure comprises a reactor pit shielding wall (10), a reactor pit (20) formed by the reactor pit shielding wall (10) in an enclosed manner, a reactor pressure vessel (30) disposed in the reactor pit (20), and a thermal insulation layer (34) disposed outside the reactor pressure vessel (30). Up-and-down-through flow channels are respectively disposed between the thermal insulation layer (34) and the reactor pressure vessel (30) and between the thermal insulation layer (34) and the reactor pit shielding wall (10). A reactor pit water injection pipeline (18) is disposed at the lower part of the reactor pit shielding wall (10) in a penetration manner. An accommodation space (120) is disposed on the inner wall of the upper part of the reactor pit shielding wall (10). A flow return path (124) for communicating the accommodation space (120) with a bottom space of the reactor pit is disposed in the reactor pit shielding wall (10). In the combination structure, the flow return path is disposed in the reactor pit shielding wall to ensure saturated water entrained by steam can smoothly flow back into the reactor pit, so that a stable natural circulation can be formed between a rising flow path and the flow return path in the reactor pit to ensure that the reactor pressure vessel can be continuously and rapidly cooled under severe accident working conditions.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2017/045159 A1

(84) **指定国** (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其包括堆坑屏蔽墙（10）、由堆坑屏蔽墙（10）围成的堆坑（20）、设置在堆坑（20）内的反应堆压力容器（30）和设置在反应堆压力容器（30）外的保温层（34），保温层（34）与反应堆压力容器（30）之间、保温层（34）与堆坑屏蔽墙（10）之间均存在上下贯通的流道；堆坑屏蔽墙（10）的下部穿设有堆坑注水管线（18）；所述堆坑屏蔽墙（10）的上部内壁开设有容留空间（120），堆坑屏蔽墙（10）中设置有将容留空间（120）与堆坑底部空间连通的回流流道（124）。该组合结构通过在堆坑屏蔽墙中设置回流流道，确保了蒸汽夹带的饱和水能够顺利流回堆坑，因此能够在堆坑内的上升流道和回流流道之间形成稳定自然循环，确保反应堆压力容器在严重事故工况下得到快速持续地冷却。

核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构

技术领域

本发明属于核电站严重事故应对领域，更具体地说，本发明涉及一种能够应对严重事故工况的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构。

背景技术

自从切尔诺贝利、三哩岛、福岛核电站事故后，世界各国对核电安全的重视达到了前所未有的高度，在对下一代核电站发生严重事故概率提出更高要求的同时，纷纷结合各国在役、在建的核电机组特点提出严重事故缓解策略改进方案。在中国核安全局 2014 年 4 月 18 日发布的新版《核动力厂设计安全规定》（HAF102）和 IAEA 导则 NS-G-1.10 中，也要求核电站在设计中应尽实际可能地考虑设置严重事故预防和缓解措施。

压水堆核电站发生严重事故后，如果堆内冷却手段失效，反应堆堆芯将逐渐熔化坍塌而掉入反应堆压力容器底部。此时，如果得不到有效的外部冷却，反应堆压力容器将会被熔穿，导致堆内熔融物滞留失效，堆芯熔融物进入到反应堆堆坑，继而与混凝土底板发生 MCCI 反应（熔融物与混凝土反应）并释放出危害性的可燃气体，从而使得严重事故状况显著恶化。

为防止堆内熔融物滞留失效，部分已公开压水堆核电站采用堆外冷却方式冷却反应堆压力容器，即：严重事故工况下向堆坑内注水，使反应堆压力容器浸泡在堆坑水体中，通过外壁冷却方式确保反应堆压力容器不被熔穿，从而使得堆内熔融物能够被稳定地滞留在反应堆压力容器内。为防止因临界热流密度不足导致的反应堆压力容器熔穿现象，冷却介质必须以较大的流量流经反应堆压力容器外壁，因此，需要为反应堆压力容器外部冷却介质提供合适的流道设

计，设法使堆外冷却介质产生较强的自然循环效应。一般地，会在反应堆压力容器外壁与其保温层之间设置合适的间隙，并在保温层上下部分别设置出汽口和进水口，严重事故工况下上部出汽口和下部进水口依靠非能动原理自动打开，从而为堆外冷却提供上升流道。由于上部出汽口处排出的汽水混合物中，蒸汽质量份额很小（约 1%量级），主要成分是饱和水，只有设法使这部分饱和水以较小的压降回流到堆坑底部，才能构成强烈稳定的堆外冷却自然循环效应。实验和分析证明，加大堆外冷却的自然循环流量有利于提高临界热流密度，从而可以更好地保证堆外冷却能力。

部分已公开的核电设计中，通过反应堆压力容器支撑环的特殊结构设计为堆外冷却提供自然循环回流流道，但部分核电站反应堆支撑环因抗震设计等需求，其上端面高于堆坑溢流标高，没法由其为堆外冷却提供回流流道。为此，需要调整堆坑结构设计方案，解决其堆外冷却的回流流道问题。此外，堆坑结构紧凑，其功能要求较多，需合理整合正常运行及严重事故下的功能设计，并在此框架下解决堆外冷却的回流流道问题。

发明内容

本发明的目的在于：提供一种核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，以保证冷却介质在严重事故工况下能够形成稳定自然循环，更有效地对反应堆压力容器进行冷却，确保反应堆压力容器的完整性。

为了实现上述目的，本发明提供了一种核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其包括堆坑屏蔽墙、由堆坑屏蔽墙围成的堆坑、设置在堆坑内的反应堆压力容器和设置在反应堆压力容器外的保温层，保温层与反应堆压力容器之间、保温层与堆坑屏蔽墙之间均存在上下贯通的流道；堆坑屏蔽墙的下部穿设有堆坑注水管线；所述堆坑屏蔽墙的上部内壁开设有容留空间，堆坑屏蔽墙中设置有将容留空间与堆坑底部空间连通的回流流道。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述

回流流道包括用于连通堆坑底部空间的底部出口，底部出口处设置有可开启的阻挡件；正常工况下，阻挡件将回流流道的底部出口关闭，避免堆坑正常送风从回流流道旁路；严重事故工况下，阻挡件依靠非能动原理自动打开，使回流流道畅通，确保容留空间中的堆外冷却介质顺利回流到堆坑底部。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述保温层与反应堆压力容器之间的流道为严重事故下堆外冷却介质的上升流道；在严重事故工况下，所述上升流道和回流流道在介质密度差的作用下形成自然循环回路，持续对反应堆压力容器进行外部冷却。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述堆坑屏蔽墙的容留空间通过主管道进出口与堆坑外部空间连通；在严重事故工况下，上升流道中的汽液混合介质在容留空间内分离成蒸汽和饱和水，其中蒸汽通过堆坑屏蔽墙上的主管道进出口排出堆坑并带走堆坑热量，分离出的饱和水通过回流流道重新流回到堆坑底部。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述保温层的底部开设有注水孔，顶部与反应堆压力容器之间留有出汽口；保温层的上部出汽口和下部注水孔平时关闭，在严重事故工况下依靠非能动原理自动打开，从而在反应堆压力容器与保温层之间形成堆外冷却介质的上升流道。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述注水孔全部位于反应堆压力容器的下封头下方。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述回流流道的顶部入口位于堆坑屏蔽墙容留空间的最低点。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述堆坑屏蔽墙的容留空间位于反应堆主管道接管段标高处，且为环形。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述反应堆压力容器的上部连接有多根主管道，主管道一一对应地自主管道进出口

穿出堆坑屏蔽墙；主管道进出口的大小大于主管道的横截面积，从而将容留空间与堆坑外部空间连通。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述环形容留空间的底壁上安装有支撑环，支撑环对所有主管道的根部形成支撑，使得反应堆压力容器悬空收容在堆坑内；回流流道的顶部入口位于支撑环外侧的容留空间底壁上。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述主管道进出口的底壁高于环形容留空间的底壁，回流流道的顶部入口位于环形容留空间底壁的最低点。

作为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的一种改进，所述保温层与堆坑屏蔽墙之间的流道为正常通风流道，在正常工况下用做堆坑通风的气流通道。

与现有技术相比，本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构通过在堆坑屏蔽墙中设置回流流道，确保了蒸汽夹带的饱和水能够顺利流回堆坑，因此能够在堆坑内的上升流道和回流流道之间形成稳定自然循环，确保反应堆压力容器在严重事故工况下得到快速持续地冷却，从而有效地将熔融物滞留在反应堆压力容器内。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式，对本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构及其有益技术效果进行详细说明，其中：

图 1 为本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构的示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案和有益技术效果更加清晰明白，以下结合附图和具体实施方式，对本发明进行进一步详细说明。应当理解的是，本说明

书中描述的具体实施方式仅仅是为了解释本发明，并不是为了限定本发明。

请参阅图 1，本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构包括堆坑屏蔽墙 10、由堆坑屏蔽墙 10 围成的堆坑 20 和设置在堆坑 20 内的反应堆压力容器 30。反应堆压力容器 30 在上部连接有自堆坑屏蔽墙 10 穿出的多根主管道 32。

堆坑屏蔽墙 10 包括侧墙 12 和底板 14。侧墙 12 在上部的内壁上开有一个环形的容留空间 120 和多个将容留空间 120 与堆坑外部空间连通的主管道进出口 122；容留空间 120 位于反应堆主管道接管段的标高处。主管道进出口 122 的数量和位置与主管道 32 的数量和位置相对应。容留空间 120 的底壁上安装有支撑环 16，支撑环 16 对所有主管道 32 的根部形成支撑，使得反应堆压力容器 30 悬空收容在堆坑 20 内。由于主管道进出口 122 的大小大于主管道 32 的横截面积，且二者之间未采用密封设置，因此主管道进出口 122 成为堆坑 20 及容留空间 120 与外部空间连通的通道。主管道进出口 122 的底壁高于容留空间 120 的底壁，主管道进出口 122 和容留空间 120 共同形成堆坑屏蔽墙 10 的出汽口。侧墙 12 的下部密封穿设有堆坑注水管线 18，堆坑注水管线 18 的出口位于靠近堆坑 20 底部的位置，用于在严重事故工况下向堆坑 20 内注水。堆坑注水管线 18 与堆坑补水箱、安全壳内换料水箱等水源连接，通过非能动、能动或二者相结合的方式向堆坑 20 内注水。

为了保证反应堆压力容器 30 外部冷却的效率，还在其外部设置有保温层 34。保温层 34 通过外部支撑（图未示）与堆坑屏蔽墙 10 的内壁连接，其内壁与反应堆压力容器 30 无连接，因此，保温层 34 的内壁与反应堆压力容器 30 的外壁之间存在上下贯通的间隙。而且，保温层 34 的底部开设有注水孔 340，注水孔 340 横向排列在反应堆压力容器 30 的下封头下方，保温层 34 的顶部也与反应堆压力容器 30 之间留有出汽口。保温层 34 的上部出汽口和下部注水孔 340 平时关闭，在严重事故工况下则依靠非能动原理自动打开，从而在反应堆压力容器 30 与保温层 34 之间形成上升流道 A，用于严重事故工况下堆外冷却介质的上升。

保温层 34 的外壁也并没有与堆坑屏蔽墙 10 的内壁贴合，因此在堆坑屏蔽墙 10 与保温层 34 之间也存在上下贯通的间隙，此间隙与堆坑通风结构（图未示）连接，用于核电站堆芯正常运行期间的堆坑通风气流通道，称为正常通风流道 B。

为了使冷却水能够在堆坑 20 内形成自然循环，本发明还在堆坑屏蔽墙 10 的侧墙 12 中设置有用于严重事故下堆外冷却的回流流道 124。回流流道 124 的顶部入口设于支撑环 16 外侧的容留空间 120 底壁上，整个通道穿过侧墙 12 的大部分高度，底部出口设于侧墙 12 内壁下部靠近堆坑 20 底部的位置上。为了保证回流顺畅，回流流道 124 的顶部入口所在位置是容留空间 120 底壁的最低点。回流流道 124 的底部出口处设有逆止阀或其他具有类似功能的可开启阻挡件 126。在正常工况下，阻挡件 126 闭合，堆坑送风不会从回流流道 124 处旁路，回流流道 124 也不影响堆坑 20 的正常运行功能；在严重事故工况下，阻挡件 126 则依靠非能动原理自动打开，回流流道 124 开启畅通，为饱和水提供回流路径，从而与上升流道 A 构成堆外冷却的自然循环流道。

使用本发明的核电站在严重事故工况下的工作步骤为：

1）当反应堆压力容器 30 出口温度达到 650℃时，通过堆坑注水管线 18 向堆坑 20 内注入冷却水，注水方式为：初始阶段大流量注水以快速充满堆坑 20，淹没反应堆压力容器 30 的底部外壁；后续以小流量注水，以补充因冷却反应堆压力容器而蒸发的水量；

2）保温层 34 的下部注水孔 340 和上部出汽口以及设于回流流道 124 底部出口处的阻挡件 126 均自动打开；进入堆坑 20 内的冷却水分为两路：一路通过注水孔 340，经由上升流道 A 对压力容器 30 的壁面进行冷却；一路进入并留在正常通风流道 B 中，对堆坑 20 整体进行冷却；

3）进入上升流道 A 内的冷却水流经反应堆压力容器 30 的下封头段时被加热至泡核沸腾，形成汽液混合介质，该混合介质上升到上升流道 A 的顶部后，经由反应堆压力容器 30 与保温层 34、支撑环 16 之间的空隙流出，进入容留空

间 120;

4）汽液混合介质在环形容留空间 120 内分离成蒸汽和饱和水，其中蒸汽通过堆坑屏蔽墙 10 上的主管道进出口 122 排出堆坑并带走堆坑热量；分离出的饱和水通过回流流道 124 流回到堆坑 20 的底部;

5）此时，上升流道 A 和回流流道 124 即构成了堆外冷却的自然循环回路：在上升流道 A 内的堆外冷却介质为汽液混合物，其密度较小；在回流流道 124 内的堆外冷却介质是饱和水，其密度较大；上升流道 A 和回流流道 124 的密度差形成了较大的自然循环驱动力，使得流经反应堆压力容器 30 外壁的冷却流体具有较高流速，从而持续高效地对反应堆压力容器 30 进行冷却。

通过以上描述可知，本发明核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构通过在堆坑屏蔽墙 10 的侧墙 12 中开设回流流道 124，实现了利用堆外冷却介质密度差在上升流道 A 和回流流道 124 中形成稳定自然循环，因此在严重事故工况下，能够对反应堆压力容器 30 进行快速持续地冷却，从而有效地将熔融物滞留在反应堆压力容器 30 内，保持反应堆压力容器 30 的完整性。

根据上述原理，本发明还可以对上述实施方式进行适当的变更和修改。因此，本发明并不局限于上面揭示和描述的具体实施方式，对本发明的一些修改和变更也应当落入本发明的权利要求的保护范围内。此外，尽管本说明书中使用了一些特定的术语，但这些术语只是为了方便说明，并不对本发明构成任何限制。

权 利 要 求 书

1. 一种核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，包括堆坑屏蔽墙、由堆坑屏蔽墙围成的堆坑、设置在堆坑内的反应堆压力容器和设置在反应堆压力容器外的保温层，保温层与反应堆压力容器之间、保温层与堆坑屏蔽墙之间均存在上下贯通的流道；堆坑屏蔽墙的下部穿设有堆坑注水管线；其特征在于：所述堆坑屏蔽墙的上部内壁开设有容留空间，堆坑屏蔽墙中设置有将容留空间与堆坑底部空间连通的回流流道。

2. 根据权利要求 1 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述回流流道包括用于连通堆坑底部空间的底部出口，底部出口处设置有可开启的阻挡件；正常工况下，阻挡件将回流流道的底部出口关闭，避免堆坑正常送风从回流流道旁路；严重事故工况下，阻挡件依靠非能动原理自动打开，使回流流道畅通，确保容留空间中的堆外冷却介质顺利回流到堆坑底部。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述保温层与反应堆压力容器之间的流道为严重事故下堆外冷却介质的上升流道；在严重事故工况下，所述上升流道和回流流道在介质密度差的作用下形成自然循环回路，持续对反应堆压力容器进行外部冷却。

4. 根据权利要求 3 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述堆坑屏蔽墙的容留空间通过主管道进出口与堆坑外部空间连通；在严重事故工况下，上升流道中的汽液混合介质在容留空间内分离成蒸汽和饱和水，其中蒸汽通过堆坑屏蔽墙上的主管道进出口排出堆坑并带走堆坑热量，分离出的饱和水通过回流流道重新流回到堆坑底部。

5. 根据权利要求 3 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述保温层的底部开设有注水孔，顶部与反应堆压力容器之间留有

出汽口；保温层的上部出汽口和下部注水孔平时关闭，在严重事故工况下依靠非能动原理自动打开，从而在反应堆压力容器与保温层之间形成堆外冷却介质的上升流道。

6. 根据权利要求 5 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述注水孔全部位于反应堆压力容器的下封头下方。

7. 根据权利要求 1 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述回流流道的顶部入口位于堆坑屏蔽墙容留空间的最低点。

8. 根据权利要求 1 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述堆坑屏蔽墙的容留空间位于反应堆主管道接管段标高处，且为环形。

9. 根据权利要求 8 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述反应堆压力容器的上部连接有多根主管道，主管道一一对应地自主管道进出口穿出堆坑屏蔽墙；主管道进出口的大小大于主管道的横截面积，从而将容留空间与堆坑外部空间连通。

10. 根据权利要求 9 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述环形容留空间的底壁上安装有支撑环，支撑环对所有主管道的根部形成支撑，使得反应堆压力容器悬空收容在堆坑内；回流流道的顶部入口位于支撑环外侧的容留空间底壁上。

11. 根据权利要求 9 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述主管道进出口的底壁高于环形容留空间的底壁，回流流道的顶部入口位于环形容留空间底壁的最低点。

12. 根据权利要求 1 所述的核电站反应堆压力容器与屏蔽墙的组合结构，其特征在于：所述保温层与堆坑屏蔽墙之间的流道为正常通风流道，在正常工况下用做堆坑通风的气流通道。

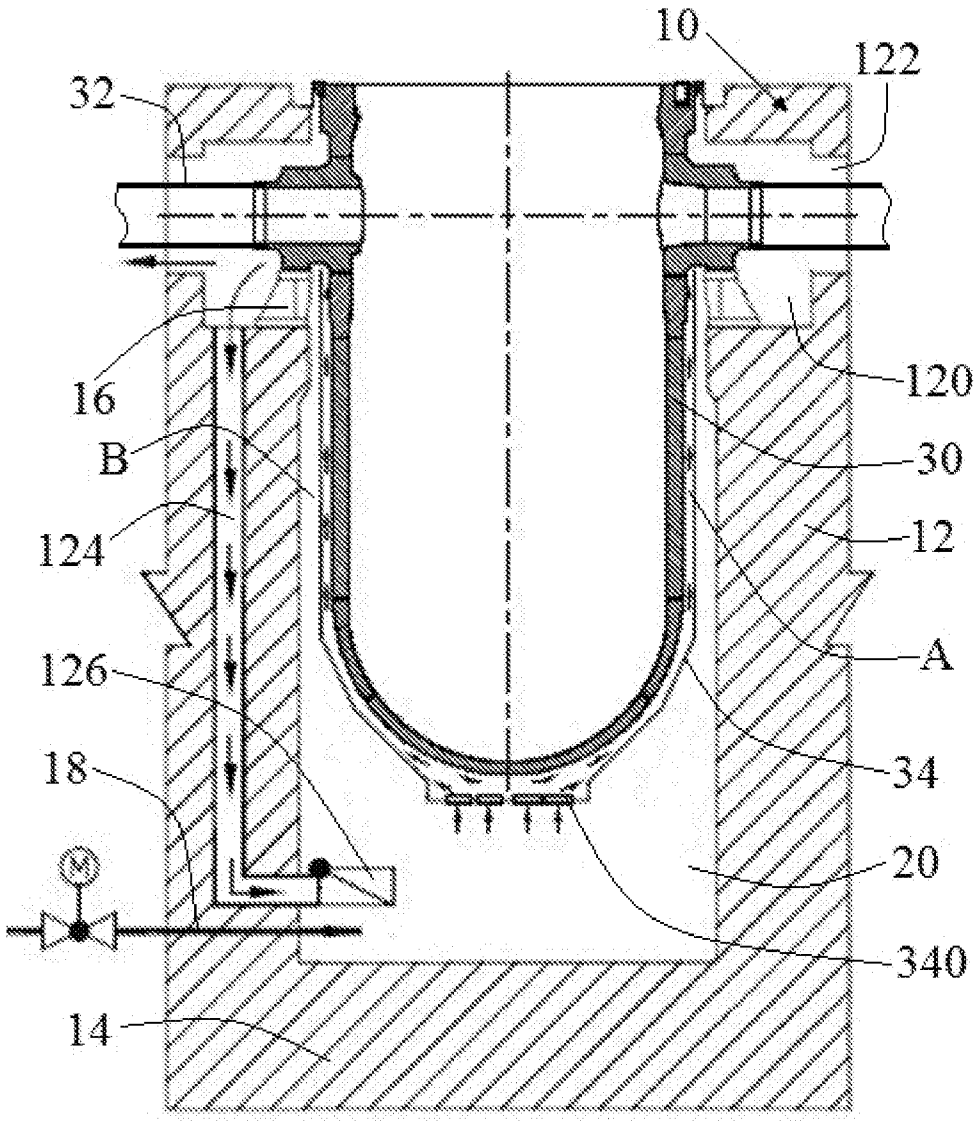

图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/089758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21C 15/18 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G21C 15/-; G21C 13/-; G21C 9/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, SIPOABS, TWTXT, WPI, EPODOC, CNKI: reactor, pressure w (container or vessel or reservoir), cool???, (back or reflux or return???) w flow, reflux, fall???, drop???, return???, tube, conduit, pipe, passway, channel, passage, pathway, shield???, shell, wall, circuit, circulate???, loop???, cyclic, recycle, recirculate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008/198960 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC.) 21 August 2008 (21.08.2008) description, paragraphs [0023]-[0029], and figures 1 and 2	1-12
A	CN 203950555 U (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.) 19 November 2014 (19.11.2014) the whole document	1-12
A	CN 201570286 U (CHINA NUCLEAR POWER TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 01 September 2010 (01.09.2010) the whole document	1-12
A	CN 202855316 U (CHINA NUCLEAR POWER TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 03 April 2013 (03.04.2013) the whole document	1-12
A	CN 103377722 A (SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE) 30 October 2013 (30.10.2013) the whole document	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 June 2016	14 June 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer JIANG, Song Telephone No. (86-10) 61648536

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/089758

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-242160 A (TOSHIBA CORP.) 01 December 2011 (01.12.2011) the whole document	1-12
A	EP 0563739 A1 (SIEMENS AG.) 06 October 1993 (06.10.1993) the whole document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/089758

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2008/0198960 A1	21 August 2008	WO 2008118510 A2	02 October 2008
		WO 2008118510 A3	24 December 2008
		US 8401142 B2	19 March 2013
CN 203950555 U	19 November 2014	None	
CN 201570286 U	01 September 2010	None	
CN 202855316 U	03 April 2013	None	
CN 103377722 A	30 October 2013	None	
JP 2011-242160 A	01 December 2011	None	
EP 0563739 A1	06 October 1993	DE 4211030 C2	10 March 1994
		US 5402456 A	28 March 1995
		ES 2078079 T3	01 December 1995
		DE 4211030 A1	14 October 1993
		EP 0563739 B1	27 September 1995

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2015/089758

A. 主题的分类

G21C 15/18(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G21C15/-; G21C13/-; G21C9/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNTXT，SIPOABS，TWTXT,WPI,EPODOC,CNKI:反应堆，压力容器，冷却，回流，返流，下降通路，下降管，下降通道，返回通道，返回通路，屏蔽墙，屏蔽壳，混凝土，循环，再循环,reactor,pressure w (container or vessel or reservoir),cool???,(back or reflux or return???)w flow,reflux,fall???,drop???,return???,tube,conduit,pipe, passway,channel,passage,pathway,shield???,shell,wall,circuit,circulat???,loop???,cyclic,recycle,recirculate

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2008/0198960 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC.) 2008年 8月 21日 (2008-08-21) 说明书第0023-0029段、图1-2	1-12
A	CN 203950555 U (中国核电工程有限公司) 2014年 11月 19日 (2014-11-19) 全文	1-12
A	CN 201570286 U (中科华核电技术研究院有限公司等) 2010年 9月 1日 (2010-09-01) 全文	1-12
A	CN 202855316 U (中科华核电技术研究院有限公司等) 2013年 4月 3日 (2013-04-03) 全文	1-12
A	CN 103377722 A (上海核工程研究设计院) 2013年 10月 30日 (2013-10-30) 全文	1-12

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。　　☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2016年 6月 2日	2016年 6月 14日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 姜松 电话号码 (86-10)61648536

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	JP 特开2011-242160 A (TOSHIBA CORP.) 2011年 12月 1日 (2011 - 12 - 01) 全文	1-12
A	EP 0563739 A1 (SIEMENS AG.) 1993年 10月 6日 (1993 - 10 - 06) 全文	1-12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/089758

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2008/0198960	A1	2008年 8月 21日	WO	2008118510	A2	2008年 10月 2日
				WO	2008118510	A3	2008年 12月 24日
				US	8401142	B2	2013年 3月 19日
CN	203950555	U	2014年 11月 19日		无		
CN	201570286	U	2010年 9月 1日		无		
CN	202855316	U	2013年 4月 3日		无		
CN	103377722	A	2013年 10月 30日		无		
JP	特开2011-242160	A	2011年 12月 1日		无		
EP	0563739	A1	1993年 10月 6日	DE	4211030	C2	1994年 3月 10日
				US	5402456	A	1995年 3月 28日
				ES	2078079	T3	1995年 12月 1日
				DE	4211030	A1	1993年 10月 14日
				EP	0563739	B1	1995年 9月 27日