

(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
2014 年 4 月 3 日 (03.04.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/048289 A1

(51) 国际专利分类号:
G21C 15/18 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/084038

(22) 国际申请日: 2013 年 9 月 24 日 (24.09.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201210370410.6 2012 年 9 月 27 日 (27.09.2012) CN

(71) 申请人: 中国核电工程有限公司 (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。

(72) 发明人: 李京彦 (LI, Jingyan); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。 史海富 (SHI, Haifu); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。 袁霞 (YUAN, Xia); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。 于勇 (YU, Yong); 中国北京市海淀区西三环北路

117 号, Beijing 100840 (CN)。 李军 (LI, Jun); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。 宋代勇 (SONG, Daiyong); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。

(74) 代理人: 北京天悦专利代理事务所(普通合伙) (BEIJING TIANYUE GIP LAW FIRM); 中国北京市海淀区中关村南大街甲 12 号寰太大厦 6 层 606 室, Beijing 100081 (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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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。

(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,

[见续页]

(54) Title: COMBINED ACTIVE AND PASSIVE SECONDARY-SIDE REACTOR CORE HEAT REMOVAL APPARATUS

(54) 发明名称: 一种能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置

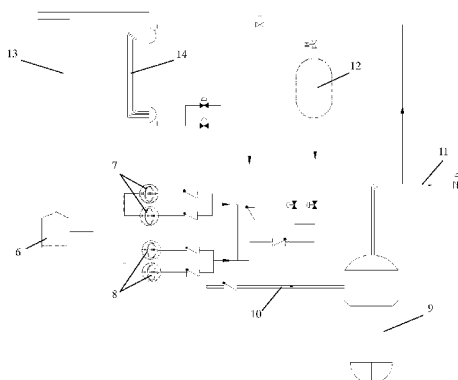


图 2 / FIG. 2

(57) Abstract: Disclosed is a combined active and passive secondary-side reactor core heat removal apparatus, comprising an auxiliary water supply system and a secondary-side passive afterheat discharge system, wherein the auxiliary water supply system comprises two redundant water supply series, one end of each water supply series being connected to an auxiliary water supply tank (6), and the other end being connected to a main water supply pipe (10) of a steam generator (9); and the secondary-side passive afterheat discharge system comprises several passive afterheat discharge series, each passive afterheat discharge series comprising a passive afterheat discharge cooler (14) arranged in an emergency cooling water tank (13), the upstream steam pipeline thereof being connected to a main steam pipe (11) of the steam generator, the downstream condensed water pipeline thereof being connected to the main water supply pipe (10) of the steam generator, and a passive supplementary water tank (12) further being provided between the upstream steam pipeline and the downstream condensed water pipeline of the passive afterheat discharge cooler. The apparatus can ensure that heat from the reactor core can be removed in the long-term in an emergency situation, alleviating serious consequences from an emergency.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/048289 A1



RW, SD, SL, 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))。

一种能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，包括辅助给水系统和二次侧非能动余热排出系统，辅助给水系统包括两个冗余的供水系列，每个供水系列的一端连接辅助给水箱（6），另一端与蒸汽发生器（9）的主给水管道（10）相连接；二次侧非能动余热排出系统包括若干个非能动余热排出系列，每个非能动余热排出系列包括一台置于事故冷却水箱（13）内的非能动余热排出冷却器（14），其上游蒸汽管线连接蒸汽发生器的主蒸汽管道（11），其下游凝水管线与蒸汽发生器的主给水管道（10）连接，在非能动余热排出冷却器的上游蒸汽管线和下游凝水管线之间还设有非能动补水箱（12）。本装置能够保证在事故情况下堆芯热量的长期导出，缓解严重事故后果。

一种能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置

技术领域

5 本发明属于反应堆设计技术，具体涉及一种能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置。

背景技术

反应堆停堆后，由于堆芯的剩余裂变以及裂变产物衰变产生的热量在很长
10 一段时间内仍需要排出，否则会导致冷却剂沸腾甚至堆芯熔化的严重事故。在传统压水堆核电站设计中，通常采用能动的方式给蒸汽发生器补水。即能动型二次侧余热排出系统，能动二次侧余热排出系统是在电源供给有保障的情况下，通过辅助给水泵驱动蒸汽发生器二次侧给水进行强迫循环，将堆芯余热导出，并送至最终热阱。能动二次侧余热排出系统换热效率高，但在发生全厂断电时，
15 正常电源和可靠电源供电同时丧失，系统就丧失排出堆芯余热的功能。所以能动二次侧余热排出系统受电源可靠性影响较大，安全性差。

传统能动型二次侧余热排出系统采用汽动泵与电动泵相结合的方案，随着技术的不断进步，汽动泵逐渐显现出它的缺点和不足。单从设备材料价格分析，汽动给水泵投资费用就高出电动给水泵投资费用 7%，如果再考虑汽动给水泵及其相关系统占地面积大约是电动给水泵的 2 倍，占用空间高度至少是电动泵的 3
20 倍，汽动给水泵投资费用比电动给水泵投资费用高出 1 倍以上；另外电动给水泵的维修费用仅为汽动给水泵的 25%。

非能动技术是 20 世纪 80 年代发展起来的新技术，其特点是经济、简单且可靠性高，使反应堆的固有安全性大大提高，通常应用于第三代核电站。典型
25 代表堆型是 AP1000、APR-1400。我国引进的第三代核电站 AP1000 设置了非能动

余热排出系统，该系统是通过冷却一回路冷却剂，将堆芯的热量导出，如图 1 所示，图中，1 为蒸汽发生器，2 为反应堆压力容器，3 为安全壳内置换料水箱，4 为非能动余热排出热交换器，5 为稳压器。在非 LOCA 事件时，非能动余热排出热交换器 4 将应急排出堆芯余热。该热交换器由一组连接在管板上的 C 型管束和布置在上部（入口）和底部（出口的）封头组成。热交换器的入口管线与反应堆冷却剂系统热管段相连接，出口管线与蒸汽发生器 1 的下封头冷腔室相连接，它们与反应堆冷却剂系统热管段和冷管段组成了一个非能动余热排出的自然循环回路。

10 发明内容

本发明的目的是为了提高核电站的安全水平，提供一种能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，保证在事故情况下堆芯热量的长期导出，缓解严重事故后果。

15 本发明的技术方案如下：一种能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，包括辅助给水系统和二次侧非能动余热排出系统，其中，所述的辅助给水系统包括两个冗余的供水系列，每个供水系列的一端连接辅助给水箱，另一端与蒸汽发生器的主给水管道相连接；所述的二次侧非能动余热排出系统包括若干个非能动余热排出系列，每个非能动余热排出系列与一个反应堆环路的蒸汽发生器相对应，包括一台非能动余热排出冷却器，非能动余热排出冷却器的上游蒸汽管线连接蒸汽发生器的主蒸汽管道，其下游凝水管线与蒸汽发生器的主给水管道连接，非能动余热排出冷却器置于事故冷却水箱内，在非能动余热排出冷却器的上游蒸汽管线和下游凝水管线之间还设有非能动补水箱。

25 进一步，如上所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其

中，所述的辅助给水系统的两个供水系列中，一个供水系列包括两台并联的 50% 容量的电动泵，另一个供水系列包括两台并联的 50% 容量的汽动泵；两台电动泵由应急电源供电，两台汽动泵由蒸汽发生器主蒸汽隔离阀上游的主蒸汽管线供汽；两台电动泵和两台汽动泵的排出管合并成一条母管后，分别与各蒸汽发生
5 器的主给水管道连接。

更进一步，如上所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其中，所述的辅助给水系统的每台电动泵和汽动泵的排出管上分别设有止回阀。

10 进一步，如上所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其中，所述的辅助给水系统的两个供水系列中，每个供水系列包括两台并联的 50% 容量的电动泵，四台电动泵由应急电源供电；四台电动泵的排出管合并成一条母管后，分别与各蒸汽发生器的主给水管道连接；每台电动泵的排出管上分别设有止回阀。

15 进一步，如上所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其中，在所述的非能动余热排出冷却器与蒸汽发生器的主蒸汽管道连接的蒸汽管线上设有一个隔离阀，与蒸汽发生器的主给水管道连接的凝水管线上设有两个并联的隔离阀，两个并联的隔离阀下游设置一个止回阀。

20 进一步，如上所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其中，在所述的非能动补水箱与非能动余热排出冷却器的上游蒸汽管线相连接的管线上设有一个隔离阀，与非能动余热排出冷却器的下游凝水管线相连接的管线上设有两个并联的隔离阀，两个并联的隔离阀下游设置一个止回阀。

25 本发明的有益效果如下：

(1) 采用能动与非能动相结合的二次侧余热导出方案排出堆芯的热量，提高了反应堆的安全性；

(2) 系统保证在事故工况下能动高效的排出堆芯余热，以及在事故情况下长期非能动的排出堆芯余热，改进传统能动型核电厂对安全级电源的依赖，提高电厂的安全性；

(3) 由于采用非能动系统，可以满足系统设置多样性的要求，从而可以采用电动泵代替汽动泵，不仅在投资费用和维修费用上节省大量资金，另外也减少的占地面积，为布置提供了更有利的条件；

(4) 大大降低了人因失误的可能性；

(5) 可以显著降低堆芯损坏概率及大量放射性向环境释放概率。

附图说明

图 1 为现有技术中 AP1000 的非能动余热排出系统结构示意图；

图 2 为能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置的结构示意图。

具体实施方式

本发明所提供的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，在核电站发生事故的情况下，当主给水设施不能使用时，通过能动的方式，依靠辅助给水系统，将堆芯内的热量导出。在发生全厂断电事故且辅助给水系统汽动泵丧失的情况下，非能动二次侧余热排出系统自动投入运行，并建立稳定的两相自然循环流动，同时一回路冷却剂也形成稳定的自然循环流动，最终通过一回路和二回路的自然循环流动将堆芯热量传递到作为最终热阱的事故冷却水箱。

能动系统是在电源有保障的情况下，通过辅助给水泵强迫将堆芯余热导出，非能动设计是利用二回路和冷却回路冷热工质的密度差，以及冷热工质竖直位差，来建立自然循环。采用能动与非能动结合的方案能够应对设计基准事故和

严重事故下主给水丧失，维持堆芯热量的长期导出。

能动的辅助给水系统包括两个冗余的供水系列，每个供水系列的一端连接辅助给水箱，另一端与蒸汽发生器的主给水管道相连接。二次侧非能动余热排出系统包括若干个非能动余热排出系列，每个非能动余热排出系列与一个反应堆环路的蒸汽发生器相对应，包括一台非能动余热排出冷却器，非能动余热排出冷却器的上游蒸汽管线连接蒸汽发生器的主蒸汽管道，其下游凝水管线与蒸汽发生器的主给水管道连接，非能动余热排出冷却器置于事故冷却水箱内，在非能动余热排出冷却器的上游蒸汽管线和下游凝水管线之间还设有非能动补水箱。

采用能动与非能动相结合的二次侧余热排出系统来提高核电厂的安全水平是先进核电站设计的趋势，保证在事故情况下堆芯热量的长期导出，保证了堆芯的完整性，缓解严重事故后果。

下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

实施例

如图 2 所示，辅助给水系统有两个冗余的供水系列，一种具体的实施方式中，可以包括电动泵子系统和汽动泵子系统，以及与泵吸入管和排出管有关的阀门等。其中，一个供水系列包括两台并联的 50%容量的电动泵 7，另一个供水系列包括两台并联的 50%容量的汽动泵 8，每台电动泵和汽动泵的排出管上分别设有止回阀；两台电动泵 7 由应急电源供电，两台汽动泵 8 由蒸汽发生器主蒸汽隔离阀上游的主蒸汽管线供汽；两台电动泵 7 和两台汽动泵 8 的排出管合并成一条母管后，可以分别与多台蒸汽发生器的主给水管道连接。辅助给水泵从辅助给水箱中吸水。在失去主给水的情况下，水泵能够提供足够的流量，以导出堆芯余热，防止冷却剂通过稳压器卸压阀泄出和蒸汽发生器管板裸露。

在主给水系统发生事故时，辅助给水系统投入运行，向蒸汽发生器供水，

反应堆冷却剂系统的热量通过蒸汽发生器传给二回路系统，二回路系统通过汽轮机旁通系统排入凝汽器或排向大气冷却。这样导出堆芯余热，直到反应堆冷却剂系统达到正常余热排出系统可投入运行的工况。

在辅助给水系统的另一种实施方式中，将两台汽动泵用电动泵替代，即每个供水系列包括两台并联的 50%容量的电动泵，四台电动泵由应急电源供电，每台电动泵的排出管上分别设有止回阀；四台电动泵的排出管合并成一条母管后，可以分别与多台蒸汽发生器的主给水管道连接。这种方式可以明显降低设备的投资和维护成本，并减少系统的占地面积。辅助给水系统中之所以能采用电动泵替代汽动泵，实现成本的降低，主要是因为二次侧非能动余热排出系统的结合设置，保证了系统设置多样性的要求。

二次侧非能动余热排出系统包括若干个非能动余热排出系列，反应堆每个环路的蒸汽发生器二次侧都设置一个非能动余热排出系列，每个系列包括一台非能动余热排出冷却器 14，非能动余热排出冷却器 14 的上游蒸汽管线连接蒸汽发生器 9 的主蒸汽管道 11，其下游凝水管线与蒸汽发生器 9 的主给水管道 10 连接，非能动余热排出冷却器 14 置于事故冷却水箱 13 内，在非能动余热排出冷却器 14 的上游蒸汽管线和下游凝水管线之间还设有非能动补水箱 12。

在发生全厂断电事故且辅助给水系统汽动泵系列失效工况下，非能动二次侧余热排出系统投入运行，在不超过规定的燃料设计限值和冷却剂压力边界设计条件的前提下，导出堆芯余热及反应堆冷却剂系统各设备的储热，在 72 小时内将反应堆维持在安全的停堆状态。

蒸汽管线与非能动余热排出冷却器 14 入口接管嘴相连，非能动余热排出冷却器 14 布置在事故冷却水箱 13 中。在整个运行期间，要求非能动余热排出冷却器 14 浸泡在水中，不允许裸露。凝水管由非能动余热排出冷却器出口引出，凝水管出口与蒸汽发生器的主给水管道和辅助给水管道相连。凝水管道上设置了两个并联的常关气动隔离阀，实现系统备用期间的隔离，同时保证在需要系

统投入时凝水管线能够顺利连通，下游设置一个止回阀，以防止蒸汽发生器给水通过凝水管道旁流。

在所述的非能动余热排出冷却器 14 与蒸汽发生器 9 的主蒸汽管道 11 连接的蒸汽管线上设有一个电动隔离阀，机组正常运行期间，系统蒸汽管线上的电动隔离阀保持常开，凝水管线上的气动隔离阀保持常关，非能动余热排出冷却器管侧充满水。在系统投入信号发出后，凝水管线上的气动隔离阀开启，系统投入运行，非能动余热排出冷却器管内的水在重力作用下注入蒸汽发生器二次侧，被堆芯余热加热后变成蒸汽，蒸汽进入非能动余热排出冷却器管内，与事故冷却水箱里的冷却水进行热量交换，蒸汽将热量传递给冷却水后被冷凝为水，
10 冷凝水在重力的作用下返回蒸汽发生器二次侧，从而完成蒸汽-凝水回路的自然循环。事故冷却水箱中的水由于持续受热蒸发而减少，其水容积能够保证系统持续运行 72 小时。

每个系列设置一台非能动补水箱 12，其上部通过一个隔离阀与非能动余热排出冷却器 14 的上游蒸汽管线相连，下部通过两个并联布置的隔离阀和一台止
15 回阀与非能动余热排出冷却器的下游凝水管线相连。在系统投入运行时，非能动补水箱中的水注入蒸汽发生器二次侧，以补偿蒸汽发生器二次侧蒸汽的丧失和水体积的收缩。

在全厂断电事故叠加辅助给水系统汽动泵失效事故工况下，由于主泵停运，非能动二次侧余热排出系统利用系统在反应堆部分及蒸汽发生器部分的温
20 差和高度差，具有一定的自然循环能力，将反应堆的热量向蒸汽发生器传递，完成反应堆冷却剂回路的自然循环，导出堆芯余热，保障堆芯的安全。

本发明将能动的辅助给水系统和非能动的二次侧余热排出系统相结合，从总体上提高了事故工况下核电站的安全性。同时，由于采用了非能动系统，可以满足系统设置多样性的要求，辅助给水系统可以进行相应的改进设计，在
25 投资费用和维修费用上能够节省大量资金，并减少占地面积，为系统布置提供

了更加有利的条件。

显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若对本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其同等技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求

1. 一种能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其特征在于：包括辅助给水系统和二次侧非能动余热排出系统，所述的辅助给水系统包括两个
5 冗余的供水系列，每个供水系列的一端连接辅助给水箱（6），另一端与蒸汽发生器的主给水管道（10）相连接；所述的二次侧非能动余热排出系统包括若干个非能动余热排出系列，每个非能动余热排出系列与一个反应堆环路的蒸汽发生器相对应，包括一台非能动余热排出冷却器（14），非能动余热排出冷却器（14）的上游蒸汽管线连接蒸汽发生器（9）的主蒸汽管道（11），其下游凝水管线与
10 蒸汽发生器（9）的主给水管道（10）连接，非能动余热排出冷却器（14）置于事故冷却水箱（13）内，在非能动余热排出冷却器（14）的上游蒸汽管线和下游凝水管线之间还设有非能动补水箱（12）。

2. 如权利要求1所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，
15 其特征在于：所述的辅助给水系统的两个供水系列中，一个供水系列包括两台并联的50%容量的电动泵（7），另一个供水系列包括两台并联的50%容量的汽动泵（8）；两台电动泵（7）由应急电源供电，两台汽动泵（8）由蒸汽发生器主蒸汽隔离阀上游的主蒸汽管线供汽；两台电动泵和两台汽动泵的排出管合并成一条母管后，分别与各蒸汽发生器的主给水管道连接。

20

3. 如权利要求2所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其特征在于：所述的辅助给水系统的每台电动泵和汽动泵的排出管上分别设有止回阀。

25 4. 如权利要求1所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，

其特征在于：所述的辅助给水系统的两个供水系列中，每个供水系列包括两台并联的 50%容量的电动泵，四台电动泵由应急电源供电；四台电动泵的排出管合并成一条母管后，分别与各蒸汽发生器的主给水管道连接。

5 5. 如权利要求 4 所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其特征在于：所述的辅助给水系统的每台电动泵的排出管上分别设有止回阀。

6. 如权利要求 1 所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装置，其特征在于：在所述的非能动余热排出冷却器（14）与蒸汽发生器的主蒸汽管
10 道（11）连接的蒸汽管线上设有一个隔离阀，与蒸汽发生器的主给水管道（10）连接的凝水管线上设有两个并联的隔离阀，两个并联的隔离阀下游设置一个止回阀。

7. 如权利要求 1 所述的能动与非能动相结合的二次侧堆芯热量导出装
15 置，其特征在于：在所述的非能动补水箱（12）与非能动余热排出冷却器（14）的上游蒸汽管线相连接的管线上设有一个隔离阀，与非能动余热排出冷却器（14）的下游凝水管线相连接的管线上设有两个并联的隔离阀，两个并联的隔离阀下游设置一个止回阀。

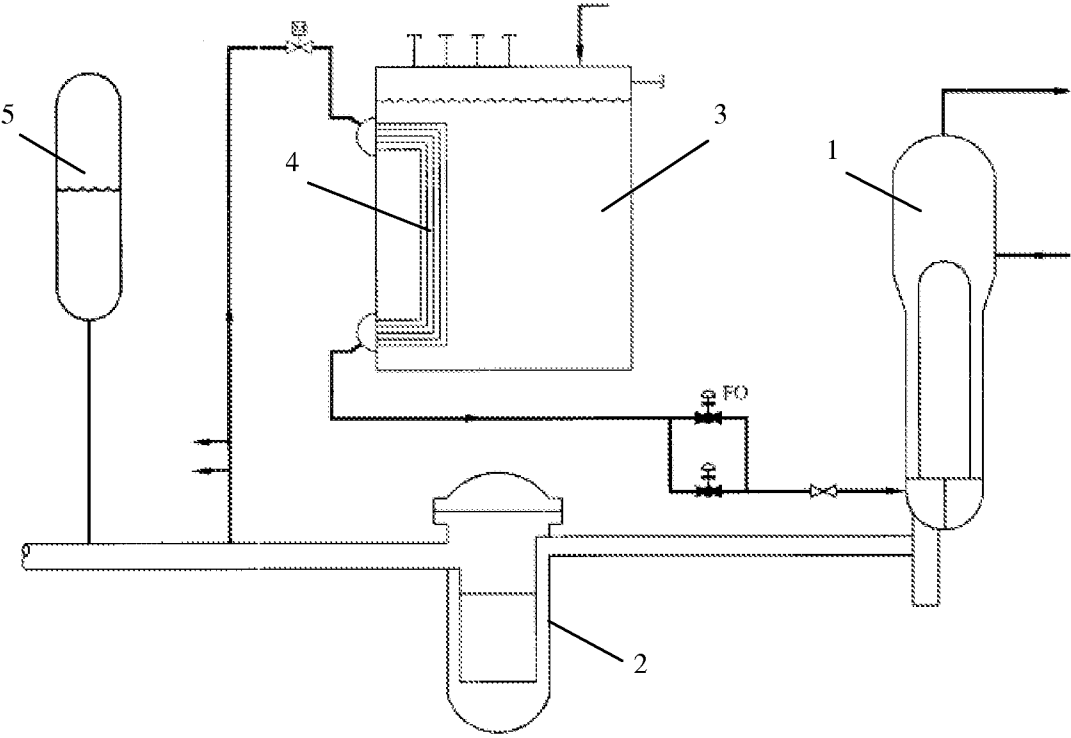


图 1

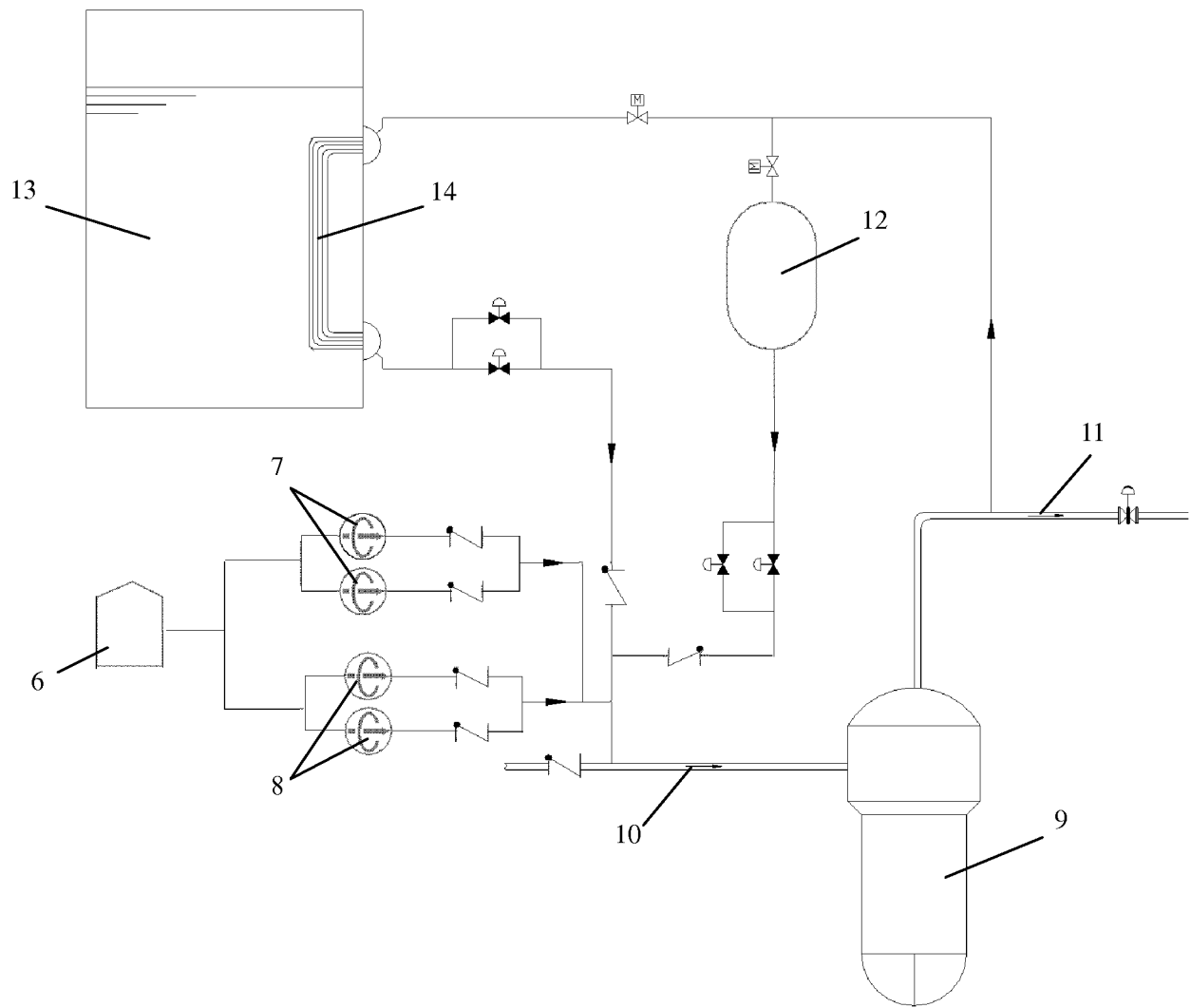


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/084038

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)

IPC: G21C/--

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)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, WOTXT, USTXT, EPTXT, CATXT: passive, second+ 1w (loop or side), steam 1w generator, (auxiliary 1w feedwater 1w system) or afw, pump?, nuclear power plant, nuclear reactor, active

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	CN 102867548 A (CHINA NUCLEAR&POWER ENG CO LTD) 09 January 2013 (09.01.2013) the whole document	1-7
P, X	CN 102903402 A (CHINA NUCLEAR&POWER ENG CO LTD) 30 January 2013 (30.01.2013) the whole document	1-7
P, X	CN 202887749 U (CHINA NUCLEAR&POWER ENG CO LTD) 17 April 2013 (17.04.2013) the whole document	1-7
P, X	CN 202887750 U (CHINA NUCLEAR&POWER ENG CO LTD) 17 April 2013 (17.04.2013) the whole document	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 December 2013 (16.12.2013)	Date of mailing of the international search report 02 January 2014 (02.01.2014)
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 YE, Hongxue Telephone No. (86-10) 62085699

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/084038

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 100261752 B1 (KOREA ADV INST SCI & TECHNOLOGY) 15 July 2000 (15.07.2000) description, page 2, paragraph [0008] to page 1, paragraph [0001], and figure 1	1-7
Y	CN 101800085 A (CHINA NUCLEAR&POWER ENG CO LTD) 11 August 2010 (11.08.2010) description, paragraphs [0015]-[0018] and figure 2	1-7
A	CN 102169733 A (CHINA NUCLEAR&POWER ENG CO LTD) 31 August 2011 (31.08.2011) the whole document, especially description, paragraphs [0025]-[0026] and figure 1	1-7
A	HAN, Xiaofeng et al. On the Reliability of the Auxiliary Feed-Water System Design, Nuclear Power Engineering, October 1988, vol. 9, no. 5, pages 29-34	1-7
A	JP 2006138744 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK) 01 June 2006 (01.06.2006) the whole document	1-7
A	US 5414743 A (SIEMENS AG) 09 May 1995 (09.05.1995) the whole document	1-7
A	EP 2096644 A2 (TOSHIBA KK) 02 September 2009 (02.09.2009) the whole document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/084038

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102867548 A	09.01.2013	None	
CN 102903402 A	30.01.2013	None	
CN 202887749 U	17.04.2013	None	
CN 202887750 U	17.04.2013	None	
KR 100261752 B1	15.07.2000	KR 98029457 A	25.07.1998
CN 101800085 A	11.08.2010	CN 101800085 B	27.06.2012
CN 102169733 A	31.08.2011	None	
JP 2006138744 A	01.06.2006	None	
US 5414743 A	09.05.1995	DE 4126630 A1	18.02.1993
		WO 9304481 A1	04.03.1993
		EP 0598779 B1	01.05.1996
		DE 59206192 D1	05.06.1996
		ES 2086761 T3	01.07.1996
		EP 0598779 A1	01.06.1994
EP 2096644 A2	02.09.2009	EP 2096644 B1	12.09.2012
		US 20130259183 A1	03.10.2013
		CN 101521049 A	02.09.2009
		JP 2009210283 A	17.09.2009

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)

IPC: G21C/--

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))

CNABS, CNTXT, CNKI: 核电站 or 反应堆, 能动, 非能动, 二次侧, 蒸汽发生器, 辅助给水系统, 气动泵 or 汽动泵, 电动泵

VEN, WOTXT, USTXT, EPTXT, CATXT: passive, second+ 1w (loop or side), steam 1w generator, (auxiliary 1w feedwater 1w system) or afw, pump?

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
P, X	CN 102867548 A (中国核电工程有限公司) 09.1 月 2013 (09.01.2013) 全文	1-7
P, X	CN 102903402 A (中国核电工程有限公司) 30.1 月 2013 (30.01.2013) 全文	1-7
P, X	CN 202887749 U (中国核电工程有限公司) 17.4 月 2013 (17.04.2013) 全文	1-7
P, X	CN 202887750 U (中国核电工程有限公司) 17.4 月 2013 (17.04.2013) 全文	1-7

☒ 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

16.12 月 2013 (16.12.2013)

国际检索报告邮寄日期

02.1 月 2014 (02.01.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

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

叶红学

电话号码: (86-10) 62085699

C(续). 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
Y	KR 100261752 B1 (KOREA ADV INST SCI & TECHNOLOGY) 15.7 月 2000 (15.07.2000) 说明书第 2 页第 8 段—第 1 页第 1 段, 图 1	1-7
Y	CN 101800085 A (中国核电工程有限公司) 11.8 月 2010 (11.08.2010) 说明书第 15-18 段, 附图 2	1-7
A	CN 102169733 A (中国核电工程有限公司) 31.8 月 2011 (31.08.2011) 全文, 尤其是说明书第 25-26 段, 图 1	1-7
A	韩晓峰等, “辅助给水系统设计中的可靠性问题”, 《核动力工程》, 10 月 1988, 第 9 卷, 第 5 期, 第 29-34 页	1-7
A	JP 2006138744 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK) 01.6 月 2006 (01.06.2006) 全文	1-7
A	US 5414743 A (SIEMENS AG) 09.5 月 1995 (09.05.1995) 全文	1-7
A	EP 2096644 A2 (TOSHIBA KK) 02.9 月 2009 (02.09.2009) 全文	1-7

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/084038

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102867548 A	09.01.2013	无	
CN 102903402 A	30.01.2013	无	
CN 202887749 U	17.04.2013	无	
CN 202887750 U	17.04.2013	无	
KR 100261752 B1	15.07.2000	KR 98029457 A	25.07.1998
CN 101800085 A	11.08.2010	CN 101800085 B	27.06.2012
CN 102169733 A	31.08.2011	无	
JP 2006138744 A	01.06.2006	无	
US 5414743 A	09.05.1995	DE 4126630 A1	18.02.1993
		WO 9304481 A1	04.03.1993
		EP 0598779 B1	01.05.1996
		DE 59206192 D1	05.06.1996
		ES 2086761 T3	01.07.1996
		EP 0598779 A1	01.06.1994
EP 2096644 A2	02.09.2009	EP 2096644 B1	12.09.2012
		US 20130259183 A1	03.10.2013
		CN 101521049 A	02.09.2009
		JP 2009210283 A	17.09.2009