(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
2015 年 2 月 5 日 (05.02.2015)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2015/014046 A1

(51) 国际专利分类号:
G21D 3/14 (2006.01) *G21C 15/18* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/087740

(22) 国际申请日: 2013 年 11 月 24 日 (24.11.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201320461346.2 2013 年 7 月 30 日 (30.07.2013) CN

(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 CORPORATION)** [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: **咸春宇 (XIAN, Chunyu)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **施金冯 (SHI, Jinfeng)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **唐辉 (TANG, Hui)**; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **王茹 (WANG, Ru)**; 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, 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, 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。

[见续页]

(54) **Title**: NUCLEAR POWER STATION VAPOR GENERATOR AUXILIARY FEEDWATER SYSTEM

(54) **发明名称** : 核电站蒸汽发生器辅助给水系统

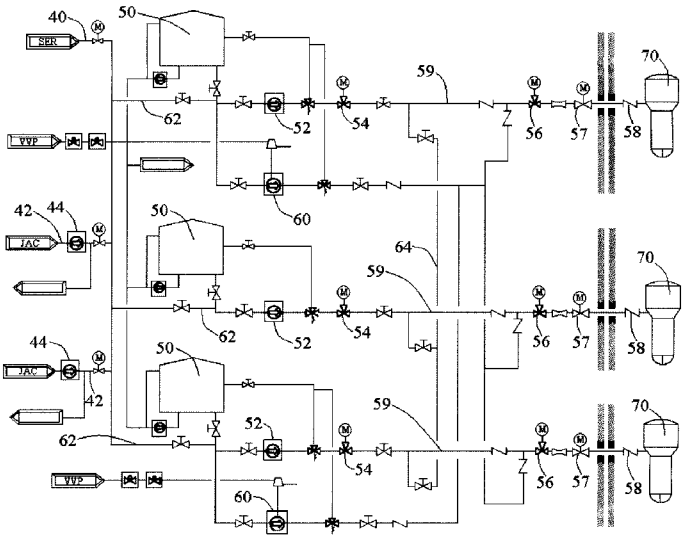


图 1 / **Fig. 1**

(57) **Abstract**: A nuclear power station vapor generator auxiliary feedwater system comprises at least three columns of independent electrically driven pump (52) series, and at least two columns of steam driven pump (60) series connected to a vapor generator (70) in a mother tube (62) distribution manner. According to the nuclear power station vapor generator auxiliary feedwater system, by means of cooperation of the independent electrically driven pump series and the steam driven pump series, the reliability of the system is improved, and the defense in depth meanns of the vapor generator secondary side feedwater can be significantly enhanced.

(57) **摘要**: 一种核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其包括至少三列独立的电动泵（52）系列和至少两列以母管（62）分配方式连接至蒸汽发生器（70）的汽动泵（60）系列。上述核电站蒸汽发生器辅助给水系统通过独立的电动泵系列和汽动泵系列相配合的方式，提高了系统的可靠性，显著增强了蒸汽发生器二次侧给水的纵深防御手段。

WO 2015/014046 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, 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))。

说 明 书

核电站蒸汽发生器辅助给水系统

技术领域

本发明涉及能动型压水堆核电站安全设计，更具体地说，本发明涉及一种核电站蒸汽发生器辅助给水系统。

背景技术

对于能动型压水堆核电站技术，在发生事故或主给水/启停给水不可用的情况下，需要向蒸汽发生器提供辅助给水(又称应急给水)，维持蒸汽发生器水位，通过蒸汽发生器导出一回路的堆芯热量。为实现蒸汽发生器的辅助给水，较为成熟的方案是使用能动装置(泵)从预备水源(如水箱)取水后，注入蒸汽发生器中。由于核电站蒸汽发生器辅助给水系统是专设安全系统，其配置方案中，需要考虑单一设备的故障、完全失去动力(如电源)、给水管道破裂等事故的发生，这对于系统配置方案的合理性、可靠性提出了很高的要求。

一种已知技术的辅助给水系统包括一个共用水箱、两台 50%容量电动泵、两台 50%容量汽动泵、阀门、管道和仪表等，系统内还设置有两个机组共用的除氧装置，以便为水箱提供除氧水。其中，两台电动泵和两台汽动泵分别采用母管分配方式连接至三个环路的蒸汽发生器，给水流量通过主给水管道注入蒸汽发生器，并通过系统配置设计满足蒸汽发生器的给水流量要求，通过泵、限流孔板和给水流量调节阀等设计满足事故工况下蒸汽发生器的给水流量要求。但是，上述辅助给水系统存在以下不足：1)由于采用了母管分配的注入方式，当一个蒸汽发生器发生给水管道破裂事故，向三个蒸汽发生器的注入流量会发生失配，即大量给水从破口流出，有效注入流量减少；2)对水质要求高，需要除氧配套装置，运行维护费用较高；3)只有一个水箱作为水源，可靠性较低；4)每个

注入管线上只有一个隔离阀，如果隔离失败，蒸汽发生器可能有满溢风险。

另一种已知技术的辅助给水系统包括四个独立的应急给水系列，每系列由一个水池、一台 50%容量电动泵、阀门、管道和仪表等组成，四个系列的电动泵吸入侧及出口侧均通过集管方式连接。应急给水通过与主给水系统相独立的应急给水管线注入蒸汽发生器，并通过泵、功率限制阀和蒸汽发生器液位调节阀等设计满足事故工况下蒸汽发生器的给水流量要求。但是，由于四台泵都是电动泵，不仅无法完全满足美国核电用户要求文件和中华人民共和国能源行业标准-《压水堆核电厂应急给水系统设计准则》(征求意见稿)中关于泵的驱动方式多样性的要求，而且当发生完全丧失电源(类似福岛事件)的极端情况下，辅助给水系统将失效。

有鉴于此，确有必要提供一种可靠性较高的核电站蒸汽发生器辅助给水系统。

发明内容

本发明的目的在于：提供一种可靠性较高的核电站蒸汽发生器辅助给水系统。

为了实现上述发明目的，本发明提供了一种核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其包括至少三列独立的电动泵系列和至少两列以母管分配方式连接至蒸汽发生器的汽动泵系列。

作为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的一种改进，所述每列电动泵系列都包括储水箱、电动泵、流量调节阀、蒸汽发生器水位调节阀、安全壳外电动隔离阀和安全壳内止回阀，其中每台电动泵都通过独立的管线连接至一台蒸汽发生器。

作为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的一种改进，所述多台电动泵的吸入口侧都通过母管连接，出口侧也都通过母管连接。

作为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的一种改进，所述每列汽动泵

系列的汽动泵都以与电动泵并联的方式接入，汽动泵的吸入口侧连接至电动泵吸入口侧母管，汽动泵的出口侧采用母管分配方式连接至电动泵出口侧后的注入管线。

作为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的一种改进，还包括连接至电动泵吸入口侧母管的除盐水补给管线。

作为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的一种改进，还包括连接至电动泵吸入口侧母管的储水箱再补水管线。

作为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的一种改进，所述储水箱再补水管线为两条，每条储水箱再补水管线都设有再补水泵。

作为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的一种改进，所述每列汽动泵系列都包括汽动泵以及与电动泵系列共用的储水箱、蒸汽发生器水位调节阀、一个安全壳外电动隔离阀和一个安全壳内止回阀。

作为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的一种改进，所述每列汽动泵系列的汽动泵都是依靠蒸汽发生器自身产生的蒸汽作为驱动力。

与现有技术相比，本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统通过独立的电动泵系列与汽动泵系列相配合的方式，提高了系统的可靠性，显著增强了蒸汽发生器二次侧给水的纵深防御手段。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式，对本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统及其有益效果进行详细说明，其中：

图 1 为本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统的结构示意图。

具体实施方式

为了使本发明的发明目的、技术方案及其有益技术效果更加清晰，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，并非为了限定本发明。

请参阅图 1 所示，本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统包括三列独立的电动泵系列、两列汽动泵系列、一条除盐水补给管线 40 和两条储水箱再补水管线 42。

每列电动泵系列都包括一个储水箱 50、一台电动泵 52、一个流量调节阀 54、一个蒸汽发生器水位调节阀 56、一个安全壳外电动隔离阀 57 和一个安全壳内止回阀 58，每台电动泵 52 都通过独立的注入管线 59 连接至一台蒸汽发生器 70。另外，三个电动泵 52 的吸入口侧通过母管 62 连接，出口侧通过母管 64 连接。

除盐水补给管线 40 和储水箱再补水管线 42 分别连接至电动泵 52 吸入口侧的母管 62，每列储水箱再补水管线 42 都设有再补水泵 44。

每列汽动泵系列都包括一台汽动泵 60 以及与电动泵系列共用的一个储水箱 50、一个蒸汽发生器水位调节阀 56、一个安全壳外电动隔离阀 57 和一个安全壳内止回阀 58。换言之，两台汽动泵 60 都以与电动泵 52 并联的方式接入，汽动泵 60 的吸入口侧连接至电动泵 52 吸入口侧的母管 62，汽动泵 60 的出口侧通过母管 61 连接至电动泵 52 出口侧后的注入管线 59。由于汽动泵 60 是依靠蒸汽发生器 70 自身产生的蒸汽作为驱动力，因此汽动泵系列可在完全丧失电源时向蒸汽发生器 70 提供给水，导出反应堆热量。

在本发明的其他实施方式中，如果蒸汽发生器 70 的数量超过三个时，可以根据实际情况增加汽动泵和独立电动泵系列的数量。

本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统通过独立的电动泵系列与汽动泵系列相配合的方式，取得了以下有益效果：

1) 克服了给水管道破裂带来的不利影响：使用三列电动泵系列为蒸汽发生器 70 补水时，由于三列电动泵系列是独立的注入管线，因此发生给水管道破裂事故而隔离其中一列后，并不会影响其他两列的给水流量；

2) 解决了完全失去电源情况下的供水问题：由于汽动泵 60 的驱动力来自蒸

汽发生器 70 产生的蒸汽，因此，不依赖于外部电源就可以为蒸汽发生器 70 提供给水，有效解决了完全失去电源情况下的供水问题;

3) 采用三个独立的储水箱 50，增强了水源的可靠性;

4) 防止了蒸汽发生器 70 满溢:每列注入注入管线 59 上都有两个隔离阀 57、58，能够可靠地实现给水隔离，有效防止蒸汽发生器 70 满溢;

5) 增强了系统的纵深防御能力：电动泵 52 和汽动泵 60 组合配置，符合驱动方式多样性的要求，增强了系统的纵深防御能力。

可见，与现有技术相比，本发明核电站蒸汽发生器辅助给水系统具有更高的系统可靠性，大大增强了蒸汽发生器 70 二次侧给水的纵深防御手段。

根据上述说明书的揭示和教导，本发明所属领域的技术人员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. 一种核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其特征在于：所述核电站蒸汽发生器辅助给水系统包括至少三列独立的电动泵系列和至少两列以母管分配方式连接至蒸汽发生器的汽动泵系列。

2. 根据权利要求 1 所述的核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其特征在于：所述每列电动泵系列都包括储水箱、电动泵、流量调节阀、蒸汽发生器水位调节阀、安全壳外电动隔离阀和安全壳内止回阀，其中，每台电动泵都通过独立的管线连接至一台蒸汽发生器。

3. 根据权利要求 2 所述的核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其特征在于：所述多台电动泵的吸入口侧都通过母管连接，出口侧也都通过母管连接。

4. 根据权利要求 3 所述的核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其特征在于：所述每列汽动泵系列的汽动泵都以与电动泵并联的方式接入，汽动泵的吸入口侧连接至电动泵吸入口侧母管，汽动泵的出口侧采用母管分配方式连接至电动泵出口侧后的注入管线。

5. 根据权利要求 3 所述的核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其特征在于：还包括连接至电动泵吸入口侧母管的除盐水补给管线。

6. 根据权利要求 3 所述的核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其特征在于：还包括连接至电动泵吸入口侧母管的储水箱再补水管线。

7. 根据权利要求 6 所述的核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其特征在于：所述储水箱再补水管线为两条，每条储水箱再补水管线都设有再补水泵。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的核电站蒸汽发生器辅助给水系统，其特征在于：所述每列汽动泵系列都包括汽动泵以及与电动泵系列共用的储水箱、蒸汽发生器水位调节阀、一个安全壳外电动隔离阀和一个安全壳内止回阀。

9. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的核电站蒸汽发生器辅助给水系统，

其特征在于：所述每列汽动泵系列的汽动泵都是依靠蒸汽发生器自身产生的蒸汽作为驱动力。

说 明 书 附 图

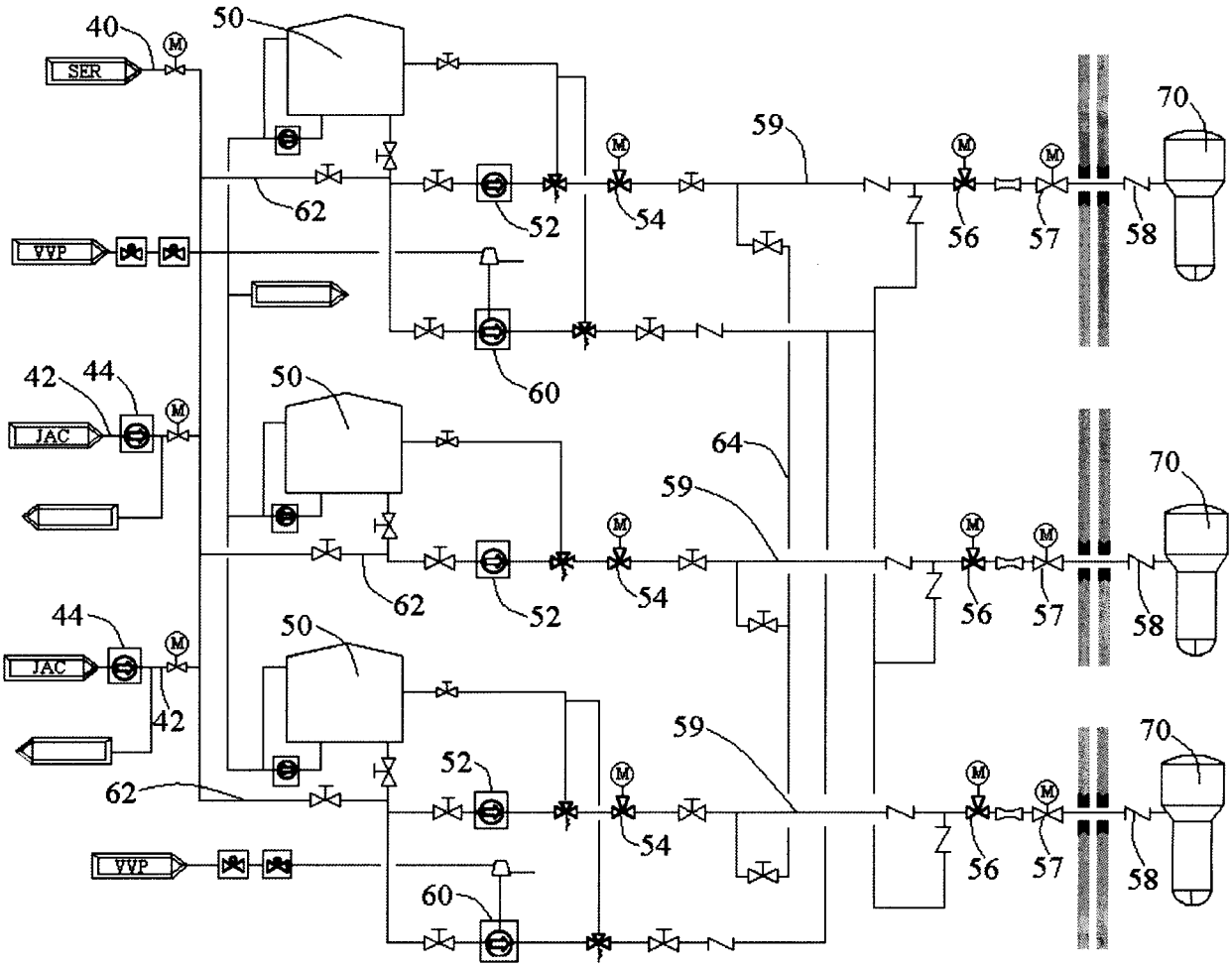


图 1

替换页(细则第26条)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/087740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21D 3/14 (2006.01) i; 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)

G21D 3; G21C 15

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; VEN: electric pump, mother pipe, steam generator, pneumatic pump, pump+, auxiliary, valv+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101800085 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.), 11 August 2010 (11.08.2010), description, paragraphs 9 and 13-15, and figures 1 and 2	1-9
A	CN 201741419 U (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.), 09 February 2011 (09.02.2011), the whole document	1-9
A	CN 103050157 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.), 17 April 2013 (17.04.2013), the whole document	1-9
A	JP 07318684 A (TOSHIBA CORP.), 08 December 1995 (08.12.1995), the whole document	1-9
A	KR 20120115753 A (KOREA ATOMIC ENERGY RES), 19 October 2012 (19.10.2012), the whole document	1-9
A	US 5343507 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP.), 30 August 1994 (30.08.1994), the whole document	1-9

☐ 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
25 April 2014 (25.04.2014)	**27 May 2014 (27.05.2014)**
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 **YANG, Lisha** Telephone No.: (86-10) **62085661**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/087740

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101800085 A	11 August 2010	CN 101800085 B	27 June 2012
CN 201741419 U	09 February 2011	None	
CN 103050157 A	17 April 2013	None	
JP 07318684 A	08 December 1995	None	
KR 20120115753 A	19 October 2012	None	
US 5343507 A	30 August 1994	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2013/087740

A. 主题的分类

G21D 3/14(2006.01)i；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)

G21D3; G21C15

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;VEN:电动泵，母管，蒸汽发生器，汽动泵，辅助，pump+，auxiliary，valv+

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
X	CN 101800085A (中国核电工程有限公司) 2010年 8月 11日 (2010-08-11) 说明书第9段，第13-15段，图1、2	1-9
A	CN 201741419U (中广核工程有限公司等) 2011年 2月 09日 (2011-02-09) 全文	1-9
A	CN 103050157A (中国核电工程有限公司 等) 2013年 4月 17日 (2013-04-17) 全文	1-9
A	JP 07318684A (TOSHIBA CORP) 1995年 12月 08日 (1995-12-08) 全文	1-9
A	KR 20120115753A (KOREA ATOMIC ENERGY RES) 2012年 10月 19日 (2012-10-19) 全文	1-9
A	US 5343507A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 1994年 8月 30日 (1994-08-30) 全文	1-9

☐ 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
2014年 4月 25日	2014年 5月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451	杨莉莎 电话号码 (86-10)62085661

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/087740

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）
CN	101800085A	2010年 8月 11日	CN	101800085B	2012年 6月 27日
CN	201741419U	2011年 2月 09日		无	
CN	103050157A	2013年 4月 17日		无	
JP	07318684A	1995年 12月 08日		无	
KR	20120115753A	2012年 10月 19日		无	
US	5343507A	1994年 8月 30日		无	