

(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
2022 年 8 月 11 日 (11.08.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/166186 A1

- (51) 国际专利分类号:
G21D 1/00 (2006.01) *F22B 37/26* (2006.01)
G21D 5/12 (2006.01) *F22B 31/08* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/115631
- (22) 国际申请日: 2021 年 8 月 31 日 (31.08.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202110169380.1 2021年2月7日 (07.02.2021) CN
- (71) 申请人: 西安热工研究院有限公司(XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.)
[CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136号, Shaanxi 710048 (CN)。
- (72) 发明人: 马晓珑(MA, Xiaolong); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。
- (74) 代理人: 西安通大专利代理有限责任公司(XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.);

中国陕西省西安市高新区锦业路 32 号, Shaanxi 710075 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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,

(54) Title: ONCE-THROUGH STEAM GENERATING SYSTEM AND METHOD WITH INTERMEDIATE STEAM AND WATER SEPARATION

(54) 发明名称: 一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统和方法

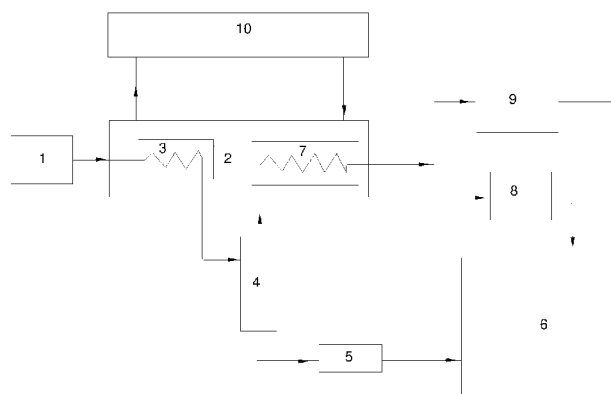


图 1

(57) Abstract: A once-through steam generating system and method with intermediate steam and water separation, the system comprising a steam generator (2) and a reactor (10), wherein an outlet of the reactor (10) is connected to a third inlet of the steam generator (2); a third outlet of the steam generator (2) is connected to an inlet of the reactor (10); and heat generated by the reactor (10) is brought into the steam generator (2) by the flow of a coolant of the reactor (10). The method has relatively small water consumption and heat consumption in the process of starting. Since a steam and water separator (4) is disposed before a superheated section (7) of the steam generator (2), if water supply fluctuates during operation of a machine unit, water will not enter the superheated section (7), and the fluctuation of the temperature of main steam is small, thereby facilitating safe operation of the machine unit; and if the machine unit restarts after a sudden shutdown, since water will not enter the superheated section (7), which is a relatively high temperature, cooling time is relatively short during the restart of the machine unit, thereby improving availability of the machine unit.

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))。

(57) 摘要：一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统和方法，系统包括蒸汽发生器（2）和反应堆（10），其中：反应堆（10）的出口接在蒸汽发生器（2）的第三入口，蒸汽发生器（2）的第三出口接在反应堆（10）的入口，反应堆（10）产生的热量通过反应堆（10）的冷却剂的流动带入到蒸汽发生器（2）中。方法在启动过程中耗水量、耗热量较小，由于汽水分离器（4）放置在蒸汽发生器（2）的过热段（7）前，机组在运行中，当给水发生波动时，水不会进入过热段（7），主蒸汽温度波动小，有利于机组的安全运行，机组突然全面停机后，再启动时，由于水不会进入温度较高的过热段（7），机组再启动过程中冷却时间较短，提高了机组的可用性。

一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统和方法

技术领域

本发明属于核电技术领域，具体涉及一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统和方法。

背景技术

目前建造的高温气冷堆核电站，目前建造的高温气冷堆核电站，其汽水分离器设置在蒸发器（过热段）的出口，在启动停堆阶段，水必须流经到过热器。目前设计存在下面几个问题：

（1）机组在启动过程中耗水量、耗热量大；

（2）机组在运行中，当给水发生波动时，水直接进入过热段，主蒸汽温度波动大，不利于机组的安全运行；

（3）机组突然全面停机后，高压加热器、低压加热器丧失了加热汽源，蒸发器给水温度只能加热到 120℃左右，蒸发器出口温度 570℃左右，二回路要建立水循环必须对蒸发器长时间冷却，降低了机组的可用性。目前建造的高温气冷堆核电站，目前建造的高温气冷堆核电站，其汽水分离器设置在蒸发器（过热段）的出口，在启动停堆阶段，水必须流经到过热器。目前设计存在下面几个问题：

（1）机组在启动过程中耗水量、耗热量大；

（2）机组在运行中，当给水发生波动时，水直接进入过热段，主蒸汽温度波动大，不利于机组的安全运行；

（3）机组突然全面停机后，高压加热器、低压加热器丧失了加热汽源，蒸发器给水温度只能加热到 120℃左右，蒸发器出口温度 570℃左右，二回路要建立水循环必须对蒸发器长时间冷却，降低了机组的可用性。

技术解决方案

本发明的目的在于针对目前机组系统的不足，提供了一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统和方法。

本发明采用如下技术方案来实现的：

一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，包括蒸汽发生器和反应堆；其中，反应堆的出口接在蒸汽发生器的第三入口，蒸汽发生器的第三出口接在反应堆的入口，反应堆产生的热量通过反应堆的冷却剂的流动带入到蒸汽发生器中。

本发明进一步的改进在于，蒸汽发生器是一种管壳式换热器，管内为水和蒸汽，称为蒸汽发生器的二次侧，管外为反应堆的冷却剂，称为蒸汽发生器的一次侧，蒸汽发生器二次侧的水吸收蒸汽发生器一次侧反应堆的冷却剂的热量后温度提高产生蒸汽，称为蒸汽发生，水产生汽的过程在一个流程完成，称为直流。

本发明进一步的改进在于，蒸汽发生器包含蒸发段和过热段；其中，蒸汽发生器的第一入口接在蒸发段的入口，蒸发段的出口接在蒸汽发生器的第一出口，蒸汽发生器的第二入口接在过热段的入口，过热段的出口接在蒸汽发生器的第二出口。

本发明进一步的改进在于，还包括第一阀门组、汽水分离器和第二阀门组；其中，第一阀门组的出口接在蒸汽发生器的第一入口，蒸汽发生器的第一出口接在汽水分离器的入口，汽水分离器的第一出口接在蒸汽发生器的第二入口，汽水分离器的第二出口接在第二阀门组的入口。

本发明进一步的改进在于，汽水分离器位于蒸汽发生器的蒸发段和过热段之间，称为中间汽水分离，汽水分离器的作用是将进入其内部的汽水混合物进行水汽分离，汽通过汽水分离器的第一出口进入蒸汽发生器的第二入口，水通过汽水分离器的第二出口进入第二阀门组的入口。

本发明进一步的改进在于，第一阀门组和第二阀门组均由截止阀和调节阀组成。

本发明进一步的改进在于，还包括汽轮机、汽轮机旁路阀门组和凝汽器；其中，第二阀门组的出口接在凝汽器的第一入口，蒸汽发生器的第二出口分两股，第一股接在汽轮机的入口，第二股接在汽轮机旁路阀门组的入口，汽轮机的出口接在凝汽器的第二入口，汽轮机旁路阀门组的出口接在凝汽器的第三入口。

一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的方法，该方法基于所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，包括以下步骤：

- 1) 在核电机组启动初期，通过第一阀门组的调节阀控制向蒸汽发生器注水，注入到蒸汽发生器的水通过蒸发段进入到汽水分离器中；
- 2) 当蒸发段注满水、汽水分离器水位可见后，通过第二阀门组的调节阀控制汽水分离器的排水，维持汽水分离器正常水位；
- 3) 提高反应堆功率，反应堆冷却剂温度提高，反应堆冷却剂通过蒸汽发生器将热量传给蒸发段内的水；
- 4) 随着反应堆功率的进一步提高，蒸发段的出口产生蒸汽，汽水混合物在汽水分离器内分离，水通过第二阀门组排入凝汽器，汽通过蒸汽发生器内的过热段、汽轮机旁路阀门组进入凝汽器；
- 5) 通过控制汽轮机旁路阀门组控制蒸汽发生器二次侧和汽水分离器内的压力；
- 6) 随着反应堆功率的进一步提高，蒸发段的出口产生蒸汽增多，水量减少，直至全部变为蒸汽；
- 7) 当过热段产生的蒸汽满足汽轮机冲转需求后，蒸汽进入汽轮机，汽轮机

带负荷运行，逐步关小汽轮机旁路阀门组直至全关。

本发明进一步的改进在于，汽轮机的负荷随着反应堆功率的变化而同步调节。

有益效果

本发明至少具有如下有益的技术效果：

本发明提供一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统和方法，具有以下几方面明显的优点：

(1) 机组在启动过程中耗水量、耗热量较小；

(2) 由于汽水分离器放置在蒸发器过热段前，机组在运行中，当给水发生波动时，水不会进入过热段，主蒸汽温度波动小，有利于机组的安全运行；

(3) 机组突然全面停机后，再启动时，由于水不会进入温度较高的过热段，机组再启动过程中冷却时间较短，提高了机组的可用性。本发明提供一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统和方法，具有以下几方面明显的优点：

(1) 机组在启动过程中耗水量、耗热量较小；

(2) 由于汽水分离器放置在蒸发器过热段前，机组在运行中，当给水发生波动时，水不会进入过热段，主蒸汽温度波动小，有利于机组的安全运行；

(3) 机组突然全面停机后，再启动时，由于水不会进入温度较高的过热段，机组再启动过程中冷却时间较短，提高了机组的可用性。

附图说明

图1为本发明一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统的结构框图。

附图标记说明：

1、第一阀门组，2、蒸汽发生器，3、蒸发段，4、汽水分离器，5、第二阀门组，6、凝汽器，7、过热段，8、汽轮机旁路阀门组，9、汽轮机，10、反应堆。

本发明的实施方式

以下结合附图对本发明做出进一步的详细说明。

如图 1 所示,本发明提供一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统,包括第一阀门组 1、蒸汽发生器 2、汽水分离器 4、第二阀门组 5、凝汽器 6、汽轮机旁路阀门组 8、汽轮机 9 和反应堆 10。蒸汽发生器 2 包含蒸发段 3 和过热段 7;其中,蒸汽发生器 2 的第一入口接在蒸发段 3 的入口,蒸发段 3 的出口接在蒸汽发生器 2 的第一出口,蒸汽发生器 2 的第二入口接在过热段 7 的入口,过热段 7 的出口接在蒸汽发生器 2 的第二出口。反应堆 10 的出口接在蒸汽发生器 2 的第三入口,蒸汽发生器 2 的第三出口接在反应堆 10 的入口,反应堆 10 产生的热量通过反应堆 10 的冷却剂的流动带入到蒸汽发生器 2 中。第一阀门组 1 的出口接在蒸汽发生器 2 的第一入口,蒸汽发生器 2 的第一出口接在汽水分离器 4 的入口,汽水分离器 4 的第一出口接在蒸汽发生器 2 的第二入口,汽水分离器 4 的第二出口接在第二阀门组 5 的入口。第二阀门组 5 的出口接在凝汽器 6 的第一入口,蒸汽发生器 2 的第二出口分两股,第一股接在汽轮机 9 的入口,第二股接在汽轮机旁路阀门组 8 的入口,汽轮机 9 的出口接在凝汽器 6 的第二入口,汽轮机旁路阀门组 8 的出口接在凝汽器 6 的第三入口。

优选的,蒸汽发生器 2 是一种管壳式换热器,管内为水和蒸汽,称为蒸汽发生器 2 的二次侧,管外为反应堆 10 的冷却剂,称为蒸汽发生器 2 的一次侧,蒸汽发生器 2 二次侧的水吸收蒸汽发生器 2 一次侧反应堆 10 的冷却剂的热量后温度提高产生蒸汽,称为蒸汽发生,水产生汽的过程在一个流程完成,称为直流。

优选的,汽水分离器 4 位于蒸汽发生器 2 的蒸发段 3 和过热段 7 之间,称为中间汽水分离,汽水分离器 4 的作用是将进入其内部的汽水混合物进行水汽分离,汽通过汽水分离器 4 的第一出口进入蒸汽发生器 2 的第二入口,水通过汽水分离器 4 的第二出口进入第二阀门组 5 的入口。

优选的，第一阀门组 1 和第二阀门组 5 均由截止阀和调节阀组成。

本发明提供一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的方法，包括以下步骤：

1) 在核电机组启动初期，通过第一阀门组 1 的调节阀控制向蒸汽发生器 2 注水，注入到蒸汽发生器 2 的水通过蒸发段 3 进入到汽水分离器 4 中；

2) 当蒸发段 3 注满水、汽水分离器 4 水位可见后，通过第二阀门组 5 的调节阀控制汽水分离器 4 的排水，维持汽水分离器 4 正常水位；

3) 提高反应堆 10 功率，反应堆 10 冷却剂温度提高，反应堆 10 冷却剂通过蒸汽发生器 2 将热量传给蒸发段 3 内的水；

4) 随着反应堆 10 功率的进一步提高，蒸发段 3 的出口产生蒸汽，汽水混合物在汽水分离器 4 内分离，水通过第二阀门组 5 排入凝汽器 6，汽通过蒸汽发生器 4 内的过热段 7、汽轮机旁路阀门组 8 进入凝汽器 6；

5) 通过控制汽轮机旁路阀门组 8 控制蒸汽发生器 2 二次侧和汽水分离器 4 内的压力；

6) 随着反应堆 10 功率的进一步提高，蒸发段 3 的出口产生蒸汽增多，水量减少，直至全部变为蒸汽；

7) 当过热段 7 产生的蒸汽满足汽轮机 9 冲转需求后，蒸汽进入汽轮机 9，汽轮机 9 带负荷运行，逐步关小汽轮机旁路阀门组 8 直至全关。此后，汽轮机 9 的负荷随着反应堆 10 功率的变化而同步调节。

权利要求书

1. 一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，其特征在于，包括蒸汽发生器（2）和反应堆（10）；其中，

反应堆（10）的出口接在蒸汽发生器（2）的第三入口，蒸汽发生器（2）的第三出口接在反应堆（10）的入口，反应堆（10）产生的热量通过反应堆（10）的冷却剂的流动带入到蒸汽发生器（2）中。

2. 根据权利要求1所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，其特征在于，蒸汽发生器（2）是一种管壳式换热器，管内为水和蒸汽，称为蒸汽发生器（2）的二次侧，管外为反应堆（10）的冷却剂，称为蒸汽发生器（2）的一次侧，蒸汽发生器（2）二次侧的水吸收蒸汽发生器（2）一次侧反应堆（10）的冷却剂的热量后温度提高产生蒸汽，称为蒸汽发生，水产生汽的过程在一个流程完成，称为直流。

3. 根据权利要求1所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，其特征在于，蒸汽发生器（2）包含蒸发段（3）和过热段（7）；其中，蒸汽发生器（2）的第一入口接在蒸发段（3）的入口，蒸发段（3）的出口接在蒸汽发生器（2）的第一出口，蒸汽发生器（2）的第二入口接在过热段（7）的入口，过热段（7）的出口接在蒸汽发生器（2）的第二出口。

4. 根据权利要求1所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，其特征在于，还包括第一阀门组（1）、汽水分离器（4）和第二阀门组（5）；其中，第一阀门组（1）的出口接在蒸汽发生器（2）的第一入口，蒸汽发生器（2）的第一出口接在汽水分离器（4）的入口，汽水分离器（4）的第一出口接在蒸汽发生器（2）的第二入口，汽水分离器（4）的第二出口接在第二阀门组（5）的入

口。

5. 根据权利要求 4 所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，其特征在于，汽水分离器（4）位于蒸汽发生器（2）的蒸发段（3）和过热段（7）之间，称为中间汽水分离，汽水分离器（4）的作用是将进入其内部的汽水混合物进行水汽分离，汽通过汽水分离器（4）的第一出口进入蒸汽发生器（2）的第二入口，水通过汽水分离器（4）的第二出口进入第二阀门组（5）的入口。

6. 根据权利要求 4 所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，其特征在于，第一阀门组（1）和第二阀门组（5）均由截止阀和调节阀组成。

7. 根据权利要求 4 所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，其特征在于，还包括汽轮机（9）、汽轮机旁路阀门组（8）和凝汽器（6）；其中，第二阀门组（5）的出口接在凝汽器（6）的第一入口，蒸汽发生器（2）的第二出口分两股，第一股接在汽轮机（9）的入口，第二股接在汽轮机旁路阀门组（8）的入口，汽轮机（9）的出口接在凝汽器（6）的第二入口，汽轮机旁路阀门组（8）的出口接在凝汽器（6）的第三入口。

8. 一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的方法，其特征在于，该方法基于权利要求 7 所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的系统，包括以下步骤：

1) 在核电机组启动初期，通过第一阀门组（1）的调节阀控制向蒸汽发生器（2）注水，注入到蒸汽发生器（2）的水通过蒸发段（3）进入到汽水分离器（4）中；

2) 当蒸发段（3）注满水、汽水分离器（4）水位可见后，通过第二阀门组（5）的调节阀控制汽水分离器（4）的排水，维持汽水分离器（4）正常水位；

3) 提高反应堆（10）功率，反应堆（10）冷却剂温度提高，反应堆（10）

冷却剂通过蒸汽发生器（2）将热量传给蒸发段（3）内的水；

4）随着反应堆（10）功率的进一步提高，蒸发段（3）的出口产生蒸汽，汽水混合物在汽水分离器（4）内分离，水通过第二阀门组（5）排入凝汽器（6），汽通过蒸汽发生器（4）内的过热段（7）、汽轮机旁路阀门组（8）进入凝汽器（6）；

5）通过控制汽轮机旁路阀门组（8）控制蒸汽发生器（2）二次侧和汽水分离器（4）内的压力；

6）随着反应堆（10）功率的进一步提高，蒸发段（3）的出口产生蒸汽增多，水量减少，直至全部变为蒸汽；

7）当过热段（7）产生的蒸汽满足汽轮机（9）冲转需求后，蒸汽进入汽轮机（9），汽轮机（9）带负荷运行，逐步关小汽轮机旁路阀门组（8）直至全关。

9. 根据权利要求 8 所述的一种中间汽水分离的直流蒸汽发生的方法，其特征在于，汽轮机（9）的负荷随着反应堆（10）功率的变化而同步调节。

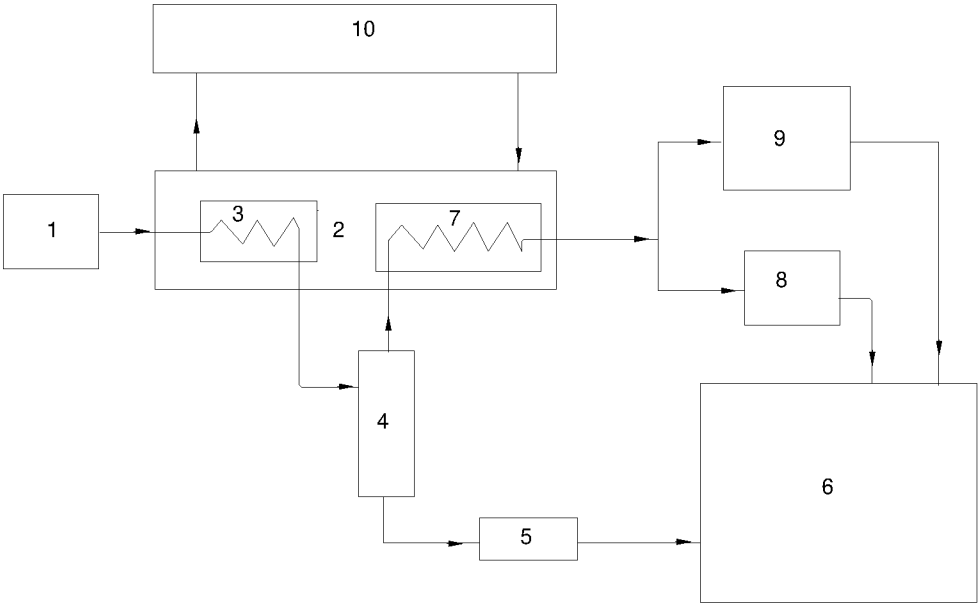


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/115631

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21D 1/00(2006.01)i; G21D 5/12(2006.01)i; F22B 37/26(2006.01)i; F22B 31/08(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:F22B

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)

CNPAT, CNTXT, CNKI, EPODOC, WPI, USTXT, EPTXT: 西安热工研究院, 马晓珑, 韩传高, 刘俊峰, 张瑞祥, 刘峰, 武方杰, 余钊, 蒸汽, 蒸发, 反应堆, 汽水, 水汽, 中间, 分离, 过热, 冷却, 直流, 阀门, 凝汽, 汽轮机, steam, evaporator, water, separate, direct, reactor, current, middle, generator, cool, heat, overheat, condenser, valve

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112768100 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 07 May 2021 (2021-05-07) claims 1-9, description paragraphs [0034]-[0046], figure 1	1-9
Y	CN 108665991 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 16 October 2018 (2018-10-16) description paragraphs [0041]-[0053], figure 1	1-6
Y	CN 110010254 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 12 July 2019 (2019-07-12) description paragraphs [0032]-[0038], figure 1	1-6
A	CN 106981322 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 25 July 2017 (2017-07-25) entire document	1-9
A	CN 103117101 A (HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY) 22 May 2013 (2013-05-22) entire 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

04 November 2021

Date of mailing of the international search report

25 November 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/115631**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108278590 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 13 July 2018 (2018-07-13) entire document	1-9
A	CN 106678770 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 17 May 2017 (2017-05-17) entire document	1-9
A	US 2016196885 A1 (HOLTEC INTERNATIONAL) 07 July 2016 (2016-07-07) entire document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/115631

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112768100	A	07 May 2021	None			
CN	108665991	A	16 October 2018	CN	208189227	U	04 December 2018
CN	110010254	A	12 July 2019	CN	209880171	U	31 December 2019
CN	106981322	A	25 July 2017	CN	106981322	B	23 October 2018
CN	103117101	A	22 May 2013	CN	103117101	B	30 September 2015
CN	108278590	A	13 July 2018	CN	207962612	U	12 October 2018
CN	106678770	A	17 May 2017	None			
US	2016196885	A1	07 July 2016	EP	3061099	B1	05 December 2018
				US	2020098483	A1	26 March 2020
				US	10510452	B2	17 December 2019
				US	10395783	B2	27 August 2019
				EP	3061099	A1	31 August 2016
				KR	101745881	B1	20 June 2017
				WO	2015061641	A1	30 April 2015
				KR	20160099541	A	22 August 2016
				US	2019333651	A1	31 October 2019

A. 主题的分类 G21D 1/00(2006.01)i; G21D 5/12(2006.01)i; F22B 37/26(2006.01)i; F22B 31/08(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) G21D;F22B 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)) CNPAT, CNTXT, CNKI, EPDOC, WPI, USTXT, EPTXT:西安热工研究院, 马晓珑, 韩传高, 刘俊峰, 张瑞祥, 刘峰, 武方杰, 余俨, 蒸汽, 蒸发, 反应堆, 汽水, 水汽, 中间, 分离, 过热, 冷却, 直流, 阀门, 凝汽, 汽轮机, steam, evaporator, water, separate, direct, reactor, current, middle, generator, cool, heat, overheat, condenser, valve		
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
PX	CN 112768100 A (西安热工研究院有限公司) 2021年 5月 7日 (2021 - 05 - 07) 权利要求1-9, 说明书第[0034]-[0046]段, 图1	1-9
Y	CN 108665991 A (西安热工研究院有限公司) 2018年 10月 16日 (2018 - 10 - 16) 说明书第[0041]-[0053]段, 图1	1-6
Y	CN 110010254 A (西安热工研究院有限公司) 2019年 7月 12日 (2019 - 07 - 12) 说明书第[0032]-[0038]段, 图1	1-6
A	CN 106981322 A (西安热工研究院有限公司) 2017年 7月 25日 (2017 - 07 - 25) 全文	1-9
A	CN 103117101 A (哈尔滨工程大学) 2013年 5月 22日 (2013 - 05 - 22) 全文	1-9
A	CN 108278590 A (西安热工研究院有限公司) 2018年 7月 13日 (2018 - 07 - 13) 全文	1-9
A	CN 106678770 A (西安热工研究院有限公司) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 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 2021年 11月 4日		国际检索报告邮寄日期 2021年 11月 25日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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 朱磊 电话号码 86-(10)-53962379

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 2016196885 A1 (HOLTEC INTERNATIONAL) 2016年 7月 7日 (2016 - 07 - 07) 全文	1-9

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/115631

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	112768100	A	2021年 5月 7日	无	
CN	108665991	A	2018年 10月 16日	CN	208189227 U 2018年 12月 4日
CN	110010254	A	2019年 7月 12日	CN	209880171 U 2019年 12月 31日
CN	106981322	A	2017年 7月 25日	CN	106981322 B 2018年 10月 23日
CN	103117101	A	2013年 5月 22日	CN	103117101 B 2015年 9月 30日
CN	108278590	A	2018年 7月 13日	CN	207962612 U 2018年 10月 12日
CN	106678770	A	2017年 5月 17日	无	
US	2016196885	A1	2016年 7月 7日	EP	3061099 B1 2018年 12月 5日
				US	2020098483 A1 2020年 3月 26日
				US	10510452 B2 2019年 12月 17日
				US	10395783 B2 2019年 8月 27日
				EP	3061099 A1 2016年 8月 31日
				KR	101745881 B1 2017年 6月 20日
				WO	2015061641 A1 2015年 4月 30日
				KR	20160099541 A 2016年 8月 22日
				US	2019333651 A1 2019年 10月 31日