

(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 2022/166185 A1

- (51) 国际专利分类号:
F01D 15/10 (2006.01) *F01K 25/10* (2006.01)
F01D 15/08 (2006.01) *F04B 35/04* (2006.01)
F01K 7/32 (2006.01) *G21D 1/02* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/115630
- (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:
202110177440.4 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)。李红智(LI, Hongzhi); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。

路136号, Shaanxi 710048 (CN)。梁法光(LIANG, Faguang); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。韩传高(HAN, Chuangao); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。姚明宇(YAO, Mingyu); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。张瑞祥(ZHANG, Ruixiang); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。姚尧(YAO, Yao); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。刘俊峰(LIU, Junfeng); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。李康(LI, Kang); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。余俨(YU, Yan); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。常重喜(CHANG, Chongxi); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。叶林(YE, Lin); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。彭伟超(PENG, Weichao); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。

(54) **Title:** HIGH-TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR CARBON DIOXIDE POWER GENERATION SYSTEM AND METHOD

(54) 发明名称: 一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统和方法

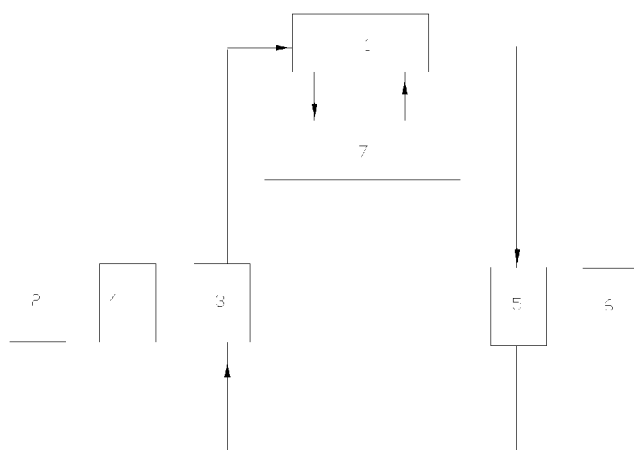


图 1

(57) **Abstract:** A high-temperature gas-cooled reactor carbon dioxide power generation system and method. The system comprises: a helium-carbon dioxide heat exchanger (1), a turbine (5), and a compressor (3); wherein a first outlet of the helium-carbon dioxide heat exchanger (1) is connected to an inlet of the turbine (5), an outlet of the turbine (5) is connected to an inlet of the compressor (3), and an outlet of the compressor (3) is connected to an inlet of the helium-carbon dioxide heat exchanger (1).

(57) 摘要: 一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统和方法, 系统包括氦-二氧化碳换热器(1)、透平机(5)和压缩机(3); 其中, 氦-二氧化碳换热器(1)的第一出口接在透平机(5)的入口, 透平机(5)的出口接在压缩机(3)的入口, 压缩机(3)的出口接在氦-二氧化碳换热器(1)的入口。



WO 2022/166185 A1

710048 (CN)。徐校飞(XU, Xiaofei); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。于德(YU, De); 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, 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))。

一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统和方法

技术领域

本发明属于核电技术领域，具体涉及一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统和方法。

背景技术

目前高温气冷堆示范电站利用直流蒸发器将反应堆产生的热量加热水，产生蒸汽，推动汽轮机发电的。

该系统存在以下一些问题：

- (1) 该系统结构复杂，特别是直流蒸发器制造、运行困难。
- (2) 目前在建的高温气冷堆核电站示范工程，蒸发器换热管内为 14MPa、570℃的蒸汽，换热管外为 7MPa、750℃的带有放射性石墨粉尘的氦气，换热管在运行中泄漏后危害很大。
- (3) 换热管故障后没有换管的手段，一根换热管在大负荷下的泄露将会损伤临近换热管，大量换热管的损伤将影响机组出力，甚至使得蒸发器报废。
- (4) 在启动停止阶段、干湿态转换阶段均存在蒸发器入口给水流量温度、流量难以控制，蒸发器出口压力波动大，主蒸汽温度变化剧烈，影响到蒸发器及汽轮机运行安全。

在事故停堆后机组需要长时间冷却才能再次建立水循环启动，影响到机组的可用性及经济性。

技术解决方案

本发明的目的是针对现有技术的不足，提供了一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统和方法。

为达到上述目的，本发明采用如下技术方案来实现的：

一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，包括氦-二氧化碳换热器、透平机和

压缩机；其中，

氮-二氧化碳换热器的第一出口接在透平机的入口，透平机的出口接在压缩机的入口，压缩机的出口接在氮-二氧化碳换热器的入口。

本发明进一步的改进在于，包括发电机、电动机和离合器；其中，

发电机与透平机的一端同轴设置，电动机通过离合器与压缩机的另一端同轴设置。

本发明进一步的改进在于，透平机的另一端轴和压缩机的另一端轴连接起来同轴设置。

本发明进一步的改进在于，包括压力容器；氮-二氧化碳换热器的第二出口接在压力容器的入口，压力容器的出口接在氮-二氧化碳换热器的第二入口。

本发明进一步的改进在于，氮气为氮-二氧化碳换热器和压力容器组成的一回路的冷却剂。

本发明进一步的改进在于，二氧化碳为氮-二氧化碳换热器透平机和压缩机组成的二回路的中间介质。

一种高温气冷堆二氧化碳发电的方法，该方法基于所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，包括以下步骤：

在高温气冷堆二氧化碳发电的系统启动初期，电动机通过离合器带动压缩机和透平机，驱动二回路内的二氧化碳循环；

随着高温气冷堆临界及功率的提升，一回路内的氮气通过氮-二氧化碳换热器将热量传递给二回路的二氧化碳，氮-二氧化碳换热器第一出口二氧化碳温度提高，二氧化碳在透平机做功，当透平机做功大于电动机的功率后，离合器脱开，电动机停止；

氮-二氧化碳换热器第一出口二氧化碳在透平机内做功后，温度、压力降低，通过压缩机将气体压力提高，使系统内的循环能够持续进行。

本发明进一步的改进在于，通过控制高温气冷堆功率提升的速度，进而控制氮-二氧化碳换热器第一出口二氧化碳的温度提升速度，进而控制透平机转速，当透平机转速稳定到 3000rpm 以后，发电机发电并网。

本发明进一步的改进在于，提高反应堆功率，发电机发电负荷增加，降低反应堆功率，发电机发电负荷减小，发电负荷根据需要增加或减少。

本发明进一步的改进在于，当因任何原因，发电系统需要停止时，电动机启动，为系统提供动力，满足机组停机的需要。

有益效果

与现有技术相比，本发明至少具有如下有益的技术效果：

本发明提供一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统和方法，该系统与目前通常使用的系统比起来有以下几方面明显的优点：

1) 二氧化碳属于惰性气体，与一回路的氮气及石墨粉尘均不会发生化学反应，工质安全性有充分保障。

2) 超临界二氧化碳发电循环全工况范围无相变，一、二回路换热器为气-气（氮气-超临界二氧化碳）换热器，避免了干湿态转化，避免了启停和运行过程的两相流流动不稳定性等问题，从机理上极大程度的规避了换热器流致振动的问题。

3) 超临界二氧化碳发电循环在高温度参数条件下，效率优势更为显著，与高温气冷堆的定位更加契合。在 600℃ 等级，净效率可以水工质循环提高 3-5 个

点，700℃等级，净效率可以水工质循环提高 6-8 个点。

附图说明

图 1 为本发明一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统的结构框图。

附图标记说明：

1、氦-二氧化碳换热器，2、电动机，3、压缩机，4、离合器，5、透平机，6、发电机，7、压力容器。

本发明的实施方式

以下结合附图和实施例对本发明做出进一步的说明。

如图 1 所示，本发明提供一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，包括氦-二氧化碳换热器 1、电动机 2、压缩机 3、离合器 4、透平机 5、发电机 6 和压力容器 7。其中，氦-二氧化碳换热器 1 的第一出口接在透平机 5 的入口，透平机 5 的出口接在压缩机 3 的入口，压缩机 3 的出口接在氦-二氧化碳换热器 1 的入口。发电机 6 与透平机 5 的一端同轴设置，电动机 2 通过离合器 4 与压缩机 3 的另一端同轴设置。透平机 5 的另一端轴和压缩机 3 的另一端轴连接起来同轴设置。氦-二氧化碳换热器 1 的第二出口接在压力容器 7 的入口，压力容器 7 的出口接在氦-二氧化碳换热器 1 的第二入口。

优选的，氦气为氦-二氧化碳换热器 1 和压力容器 7 组成的一回路的冷却剂。二氧化碳为氦-二氧化碳换热器 1 透平机 5 和压缩机 3 组成的二回路的中间介质。

本发明提供一种高温气冷堆二氧化碳发电的方法，包括以下步骤：

在高温气冷堆二氧化碳发电的系统启动初期，电动机 2 通过离合器 4 带动压缩机 3 和透平机 5，驱动二回路内的二氧化碳循环；

随着高温气冷堆临界及功率的提升，一回路内的氦气通过氦-二氧化碳换热器 1 将热量传递给二回路的二氧化碳，氦-二氧化碳换热器 1 第一出口二氧化碳

温度提高，二氧化碳在透平机 5 做功，当透平机 5 做功大于电动机 2 的功率后，离合器 4 脱开，电动机停止；

氦-二氧化碳换热器 1 第一出口二氧化碳在透平机 5 内做功后，温度、压力降低，通过压缩机 3 将气体压力提高，使系统内的循环能够持续进行。

优选的，通过控制高温气冷堆功率提升的速度，进而控制氦-二氧化碳换热器 1 第一出口二氧化碳的温度提升速度，进而控制透平机 5 转速，当透平机 5 转速稳定到 3000rpm 以后，发电机 6 发电并网。

优选的，提高反应堆功率，发电机 6 发电负荷增加，降低反应堆功率，发电机 6 发电负荷减小，发电负荷根据需要增加或减少。

优选的，当因任何原因，发电系统需要停止时，电动机 2 启动，为系统提供动力，满足机组停机的需要。

目前在建的高温气冷堆示范工程，反应堆一回路出口氦气温度为 750℃，压力为 7MPa，将该参数的氦气引入“氦-二氧化碳”换热器，二氧化碳出口温度可以达到 700℃以上。二氧化碳的压力一方面通过二氧化碳压缩机达到 20MPa 以上，另一方面通过提高温度提高压力，可以将二氧化碳提高到超临界压力以上。通过高温气冷堆与二氧化碳透平结合形成的发电机组，可以实现超超临界核能发电机组，机组效率达到 50%以上，远高于现有的高温气冷堆水汽发电、压水堆发电。

权利要求书

1. 一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，其特征在于，包括氮-二氧化碳换热器（1）、透平机（5）和压缩机（3）；其中，

氮-二氧化碳换热器（1）的第一出口接在透平机（5）的入口，透平机（5）的出口接在压缩机（3）的入口，压缩机（3）的出口接在氮-二氧化碳换热器（1）的入口。

2. 根据权利要求 1 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，其特征在于，包括发电机（6）、电动机（2）和离合器（4）；其中，

发电机（6）与透平机（5）的一端同轴设置，电动机（2）通过离合器（4）与压缩机（3）的另一端同轴设置。

3. 根据权利要求 2 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，其特征在于，透平机（5）的另一端轴和压缩机（3）的另一端轴连接起来同轴设置。

4. 根据权利要求 2 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，其特征在于，包括压力容器（7）；氮-二氧化碳换热器（1）的第二出口接在压力容器（7）的入口，压力容器（7）的出口接在氮-二氧化碳换热器（1）的第二入口。

5. 根据权利要求 4 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，其特征在于，氮气为氮-二氧化碳换热器（1）和压力容器（7）组成的一回路的冷却剂。

6. 根据权利要求 6 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，其特征在于，二氧化碳为氮-二氧化碳换热器（1）透平机（5）和压缩机（3）组成的二回路的中间介质。

7. 一种高温气冷堆二氧化碳发电的方法，其特征在于，该方法基于权利要求 6 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的系统，包括以下步骤：

在高温气冷堆二氧化碳发电的系统启动初期，电动机（2）通过离合器（4）带动压缩机（3）和透平机（5），驱动二回路内的二氧化碳循环；

随着高温气冷堆临界及功率的提升，一回路内的氦气通过氦-二氧化碳换热器（1）将热量传递给二回路的二氧化碳，氦-二氧化碳换热器（1）第一出口二氧化碳温度提高，二氧化碳在透平机（5）做功，当透平机（5）做功大于电动机（2）的功率后，离合器（4）脱开，电动机停止；

氦-二氧化碳换热器（1）第一出口二氧化碳在透平机（5）内做功后，温度、压力降低，通过压缩机（3）将气体压力提高，使系统内的循环能够持续进行。

8. 根据权利要求 7 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的方法，其特征在于，通过控制高温气冷堆功率提升的速度，进而控制氦-二氧化碳换热器（1）第一出口二氧化碳的温度提升速度，进而控制透平机（5）转速，当透平机（5）转速稳定到 3000rpm 以后，发电机（6）发电并网。

9. 根据权利要求 7 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的方法，其特征在于，提高反应堆功率，发电机（6）发电负荷增加，降低反应堆功率，发电机（6）发电负荷减小，发电负荷根据需要增加或减少。

10. 根据权利要求 7 所述的一种高温气冷堆二氧化碳发电的方法，其特征在于，当因任何原因，发电系统需要停止时，电动机（2）启动，为系统提供动力，满足机组停机的需要。

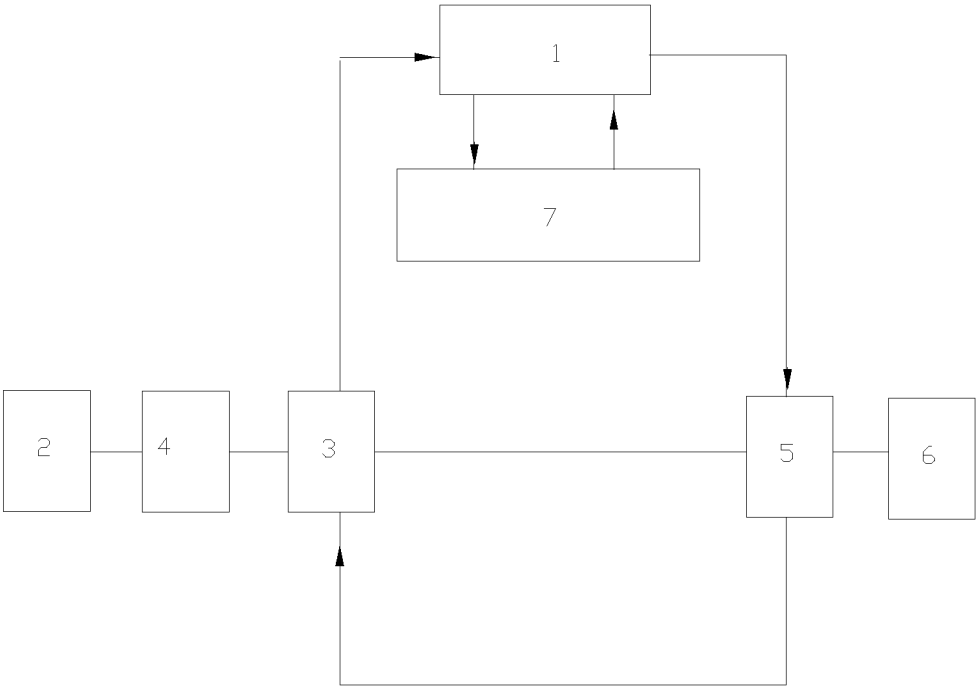


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/115630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F01D 15/10(2006.01)i; F01D 15/08(2006.01)i; F01K 7/32(2006.01)i; F01K 25/10(2006.01)i; F04B 35/04(2006.01)i; G21D 1/02(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) F01D F01K F04B G21D 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; CNKI; CNTXT; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT: 气冷堆, 发电, 涡轮机, 透平, 压气机, 压缩机, 二氧化碳, 电机, 电动机, 换热, 热交换, 氮, gas cooled reactor, generat+, turbine, turbo, compressor, carbon dioxide, motor, heat, exchang+, helium																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 112814747 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 18 May 2021 (2021-05-18) claims 1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112160809 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 01 January 2021 (2021-01-01) description, paragraphs [0033]-[0041], and figure 1</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112216407 A (NEW NUCLEAR (BEIJING) ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 12 January 2021 (2021-01-12) description, paragraphs [0049]-[0073], and figures 1-9</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112249293 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 22 January 2021 (2021-01-22) description, paragraphs [0023]-[0037], and figure 1</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2001033574 A (JAPAN ATOMIC ENERGY RES. INST.) 09 February 2001 (2001-02-09) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	PX	CN 112814747 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 18 May 2021 (2021-05-18) claims 1-10	1-10	Y	CN 112160809 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 01 January 2021 (2021-01-01) description, paragraphs [0033]-[0041], and figure 1	1-10	Y	CN 112216407 A (NEW NUCLEAR (BEIJING) ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 12 January 2021 (2021-01-12) description, paragraphs [0049]-[0073], and figures 1-9	1-10	Y	CN 112249293 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 22 January 2021 (2021-01-22) description, paragraphs [0023]-[0037], and figure 1	1-10	A	JP 2001033574 A (JAPAN ATOMIC ENERGY RES. INST.) 09 February 2001 (2001-02-09) entire document	1-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
PX	CN 112814747 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 18 May 2021 (2021-05-18) claims 1-10	1-10																		
Y	CN 112160809 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 01 January 2021 (2021-01-01) description, paragraphs [0033]-[0041], and figure 1	1-10																		
Y	CN 112216407 A (NEW NUCLEAR (BEIJING) ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 12 January 2021 (2021-01-12) description, paragraphs [0049]-[0073], and figures 1-9	1-10																		
Y	CN 112249293 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 22 January 2021 (2021-01-22) description, paragraphs [0023]-[0037], and figure 1	1-10																		
A	JP 2001033574 A (JAPAN ATOMIC ENERGY RES. INST.) 09 February 2001 (2001-02-09) entire document	1-10																		
☐ 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 19 October 2021		Date of mailing of the international search report 28 October 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/115630

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112814747	A	18 May 2021	None			
CN	112160809	A	01 January 2021	CN	213392297	U	08 June 2021
CN	112216407	A	12 January 2021	CN	213459077	U	15 June 2021
CN	112249293	A	22 January 2021	None			
JP	2001033574	A	09 February 2001	JP	4344839	B2	14 October 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/115630

A. 主题的分类

F01D 15/10(2006.01)i; F01D 15/08(2006.01)i; F01K 7/32(2006.01)i; F01K 25/10(2006.01)i; F04B 35/04(2006.01)i; G21D 1/02(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)

F01D F01K F04B G21D

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;CNKI;CNTXT;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT: 气冷堆, 发电, 涡轮机, 透平, 压气机, 压缩机, 二氧化碳, 电机, 电动机, 换热, 热交换, 氦, gas cooled reactor, generat+, turbine, turbo, compressor, carbon dioxide, motor, heat, exchang+, helium

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 112814747 A (西安热工研究院有限公司) 2021年 5月 18日 (2021 - 05 - 18) 权利要求1-10	1-10
Y	CN 112160809 A (西安热工研究院有限公司) 2021年 1月 1日 (2021 - 01 - 01) 说明书第[0033]-[0041]段、附图1	1-10
Y	CN 112216407 A (新核北京能源科技有限公司) 2021年 1月 12日 (2021 - 01 - 12) 说明书第[0049]-[0073]段、附图1-9	1-10
Y	CN 112249293 A (东南大学) 2021年 1月 22日 (2021 - 01 - 22) 说明书第[0023]-[0037]段、附图1	1-10
A	JP 2001033574 A (JAPAN ATOMIC ENERGY RES INST) 2001年 2月 9日 (2001 - 02 - 09) 全文	1-10

☐ 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 10月 19日

国际检索报告邮寄日期

2021年 10月 28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

石科峰

电话号码 (86-512) 88995483

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/115630

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	112814747	A	2021年 5月 18日	无	
CN	112160809	A	2021年 1月 1日	CN 213392297 U	2021年 6月 8日
CN	112216407	A	2021年 1月 12日	CN 213459077 U	2021年 6月 15日
CN	112249293	A	2021年 1月 22日	无	
JP	2001033574	A	2001年 2月 9日	JP 4344839 B2	2009年 10月 14日