

(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
2023 年 10 月 26 日 (26.10.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/201892 A1

(51) 国际专利分类号:
G01M 3/02 (2006.01)

INSTITUTE CO., LTD [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710032 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/102521

(22) 国际申请日: 2022 年 6 月 29 日 (29.06.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210425105.6 2022年4月21日 (21.04.2022) CN

(71) 申请人: 苏州西热节能环保技术有限公司(SUZHOU TPRI ENER & ENVIRO TECH CO., LTD) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。西安热工研究院有限公司(XI'AN THERMAL POWER RESEARCH

(72) 发明人: 单绍荣 (SHAN, Shaorong); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。钟平 (ZHONG, Ping); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。郑磊 (ZHENG, Lei); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。黄伟 (HUANG, Wei); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。徐凯 (XU, Kai); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。王安庆 (WANG, Anqing); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。聂雨 (NIE, Yu); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。王峰 (WANG, Feng); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。宋金时 (SONG, Jinshi); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING AIR LEAKAGE OF NEGATIVE PRESSURE SYSTEM BY MEANS OF HYDROPHOBIC PIPELINE

(54) 发明名称: 通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统和方法

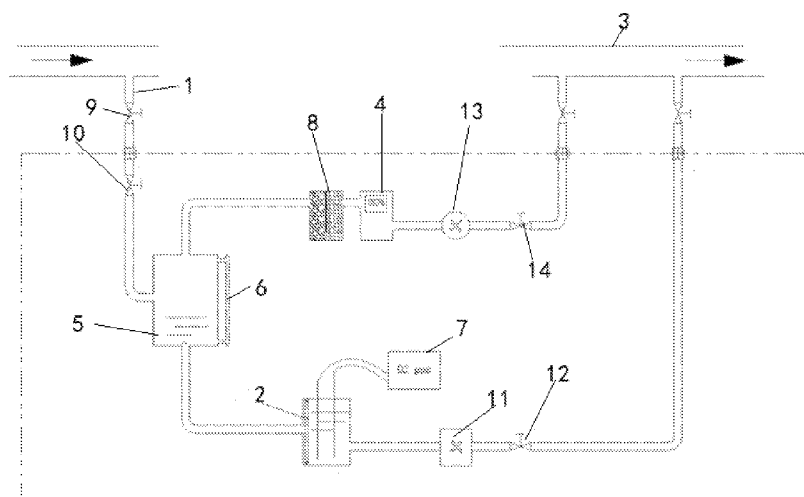


图 1

(57) Abstract: A system for monitoring air leakage of a negative pressure system by means of a hydrophobic pipeline. The system comprises a sampling tube (1), a dissolved oxygen detection tank (2), a vacuumizing main pipe (3) and a gas analyzer (4), wherein one end of the sampling tube (1) is connected to the hydrophobic pipeline of the negative pressure system, and the other end of the sampling tube is connected to a condensation separation tank (5), so that a sample entering from the negative pressure system is condensed and separated by means of the condensation separation tank (5); a condensate level meter (6) is provided in the condensation separation tank (5); the dissolved oxygen detection tank (2) is connected to a dissolved oxygen detector (7) and the condensation separation tank (5), so that the oxygen content in water separated in the condensation separation tank (5) is detected by means of the dissolved oxygen detector (7); and the dissolved oxygen detection tank (2) is connected to the vacuumizing main pipe (3), the vacuumizing main pipe (3) is connected to a vacuum pump, the gas analyzer (4) is connected to the condensation separation tank (5) and the vacuumizing main

[见续页]

215153 (CN)。史燕红 (SHI, Yanhong); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。张丁凡 (ZHANG, Dingfan); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。孟桂祥 (MENG, Guixiang); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。曹寿峰 (CAO, Shoufeng); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。韩国庆 (HAN, Guoqing); 中国江苏省苏州市培源街8号, Jiangsu 215153 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理有限公司 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区北洼路45号1号楼2层201, Beijing 100142 (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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, SC, 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))。

pipe (3), and a dryer (8) is provided between the gas analyzer (4) and the condensation separation tank (5).

(57) 摘要: 一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统。系统包括取样管(1)、溶氧检测罐(2)、抽真空母管(3)、气体分析仪(4), 取样管(1)一端与负压系统的疏水管道连接, 一端连接冷凝分离罐(5), 以通过冷凝分离罐(5)对从负压系统进入的样品进行冷凝分离, 冷凝分离罐(5)中设置有冷凝液位计(6), 溶氧检测罐(2)连接溶氧检测仪(7)和冷凝分离罐(5), 以通过溶氧检测仪(7)检测冷凝分离罐(5)中分离得到的水中的氧气含量, 溶氧检测罐(2)连接抽真空母管(3), 抽真空母管(3)连接真空泵, 气体分析仪(4)连接冷凝分离罐(5)和抽真空母管(3), 气体分析仪(4)和冷凝分离罐(5)之间设置有干燥器(8)。

通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统和方法

相关申请的交叉引用

本申请要求在 2022 年 4 月 21 日在中国提交的中国专利申请号 202210425105.6 的优先权，其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

本公开涉及技术检测领域，具体涉及一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统和方法。

背景技术

火电机组汽轮机负压侧经常发生泄漏进空气的情况，该情况对火电机组的经济性带来负面作用，以具备代表性的纯凝火力发电机组来说，凝汽器设计真空 4.9kPa，负压系统泄漏空气后实际运行的真空可达 10kPa 以上，真空严密性也飙升至 1000Pa/min 以上，严重影响火力发电企业的经营效益。

通常情况下，负压系统泄漏空气需要通过肥皂泡检漏法、氦气质谱仪检漏法、超声波定位检漏法等方式检查，定位具体泄漏空气的位置，并实施堵漏处理。但以上检查和定位的方法均存在一定的缺陷，不便于现场实施。

肥皂泡检漏法的原理是，通过在怀疑泄漏的负压系统管路外侧涂抹肥皂泡，观察肥皂泡是否变小，判断该处是否有空气吸入负压系统，其缺陷是：因负压系统庞大，焊缝、阀门、法兰、弯头、设备接口、保温等数量众多，现场实际管路堆叠，无法对每一处都涂抹肥皂泡检查，且该方式检查工程量巨大，很多时候因管道温度较高泡沫成型困难，不具备检查条件。

氦气质谱仪检漏法的原理是，通过在怀疑泄漏的负压系统管路外侧喷扫氦气，检测负压系统真空泵出口处的氦气质谱仪检查，所喷扫的氦气是否进入负压系统，从而判断所怀疑的目标位置是否有吸入空气的孔洞。该方式的缺陷是：因氦气密度较轻，喷扫到目标位置后，继续往上漂浮的氦气容易被上层负压泄漏位置吸入系统，且火电机组低压缸下侧负压系统较多，低压缸端轴封处吸入的空气容易卷吸不断向上漂浮的氦气，最终到达氦气质谱仪，引起查漏误判。

超声波定位法的原理是，通过负压系统泄漏进空气的声音频率较高的特点（通常在超声波频谱范围内），通过超声波多角度定位的方式，快速定位泄漏空气并啸叫的位置。该方

式的缺陷是：现场运行的机组噪声复杂，定位困难，除较为明显的独立位置泄漏能够顺利检查外，其余管道、保温、设备、阀门堆叠的位置，检查困难。即便缩小视野，进入相对较小的空间检查，也常常因声波的折射与衍射无法检查和定位；更有甚者，设备的高频振动往往也会被超声波定位仪误检测为泄漏空气位置。

- 5 以上检漏措施均存在一定的缺陷，且查找泄漏位置的工作量巨大，急需寻找一种简易且快速可靠的方式检测泄漏空气的相对位置，缩小检查范围并定位泄漏点。

发明内容

本公开旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

- 10 为此，本公开的目的在于提出一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统和方法，其根据负压系统的特点，能够快速检测管束内是否存在泄漏进来的空气，从而减少火电机组真空系统泄漏检查的工作量。

为达到上述目的，本公开提出了一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统，包括：

- 15 取样管，所述取样管一端与负压系统的疏水管道连接，一端连接冷凝分离罐，以通过所述冷凝分离罐对从所述负压系统进入的样品进行冷凝分离，所述冷凝分离罐中设置有冷凝液位计；

溶氧检测罐，所述溶氧检测罐连接溶氧检测仪和所述冷凝分离罐，以通过所述溶氧检测仪检测所述冷凝分离罐中分离得到的水中的氧气含量；

- 20 抽真空母管，所述溶氧检测罐连接所述抽真空母管，所述抽真空母管连接真空泵；

气体分析仪，所述气体分析仪连接所述冷凝分离罐和所述抽真空母管，所述气体分析仪和所述冷凝分离罐之间设置有干燥器，以通过所述气体分析仪检测所述冷凝分离罐中分离得到的不凝性气体的含量。

在一些实施例中，所述取样管从进口端到出口端依次设置有取样阀和进口阀。

- 25 在一些实施例中，所述溶氧检测罐与所述抽真空母管之间连接有放水管路，所述放水管路上设置有液体涡轮流量计和放水阀，所述液体涡轮流量计靠近所述溶氧检测罐设置，以通过所述液体涡轮流量计检测流经所述放水管路的水的流量。

在一些实施例中，所述放水管路上设置有第一抽真空阀，所述第一抽真空阀设置在所述放水阀和所述抽真空母管之间。

- 30 在一些实施例中，所述气体分析仪和所述抽真空母管之间连接有排气管路，所述排气管路上设置有气体涡轮流量计和排气阀，所述气体涡轮流量计靠近所述气体分析仪设置。

在一些实施例中，所述排气管路上设置有第二抽真空阀，所述第二抽真空阀设置在所

述排气阀和所述抽真空母管之间。

为达到上述目的，本公开提出了一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的方法，包括：

5 打开连接负压系统疏水管道的取样管中的进口阀，以使所述负压系统中的样品通过所述取样管进入冷凝分离罐中进行冷凝分离；

获取冷凝分离罐中的液位以及水流状态，调节放水阀，以使残留的液体排干净并且所述冷凝分离罐中通过分离所述样品积存一定量的水；

调节所述放水阀使得所述冷凝分离罐中积存的水的液位至一定范围后保持一段时间，当液位维持不变时，通过测定积存的水中的溶氧指标以确定所述负压系统是否漏气；

10 当液位下降一定值时，打开排气管路上的排气阀；

获取冷凝分离罐中的液位以及不凝性气体的气流状态，调节排气阀，以使残留的不凝性气体排干净并且所述冷凝分离罐中通过分离所述样品积存一定量的不凝性气体，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标；

根据所述氧气浓度和所述溶氧指标确定所述负压系统是否漏气。

15 在一些实施例中，所述获取冷凝分离罐中的液位以及水流状态，调节放水阀，以使残留的液体排干净并且所述冷凝分离罐中通过分离所述样品积存一定量的水，包括：

获取冷凝分离罐中的液位，当液位 <0 时，放水阀开大一定开度一段时间后，冷凝分离罐中的液位 $<50\%$ 时，放水阀关小一定开度，直到冷凝分离罐中的液位 $>50\%$ ，放水阀开大一定开度；

20 当液位 >0 时，放水阀直接开大一定开度；

所述放水阀开大一定开度一段时间，测定液体涡轮流量计的累计水流量值，当累计水流量值小于液体涡轮流量计上游容积体积的2倍时，放水阀开大一定开度，直到累计水流量值大于液体涡轮流量计上游容积体积的2倍。

25 在一些实施例中，所述打开排气管路上的排气阀，获取冷凝分离罐中的液位以及不凝性气体的气流状态，调节排气阀，以使残留的不凝性气体排干净并且所述冷凝分离罐中通过分离所述样品积存一定量的不凝性气体，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标，包括：

30 打开排气阀一段时间后，测定气体涡轮流量计的累计流量值以及冷凝分离罐中的液位，调节排气阀以使冷凝分离罐中的液位不变并且不凝性气体的累计流量值大于上游容积体积的2倍，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标。

在一些实施例中，所述根据所述氧气浓度和所述溶氧指标确定所述负压系统是否漏气，包括：

当氧气浓度大于 0 和/或所述溶氧指标高于运行指导凝结水溶氧指标时，所述负压系统泄漏；

当氧气浓度等于 0 且所述溶氧指标不高于运行指导凝结水溶氧指标时，所述负压系统不泄漏。

5 本公开附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

附图说明

本公开上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是本公开一实施例提出的一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统的结构示意图；

图 2 是本公开另一实施例提出的一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的方法的流程图；

15 附图标记

1、取样管；2、溶氧检测罐；3、抽真空母管；4、气体分析仪；5、冷凝分离罐；6、冷凝液位计；7、溶氧检测仪；8、干燥器；9、取样阀；10、进口阀；11、液体涡轮流量计；12、放水阀；13、气体涡轮流量计；14、排气阀。

20 具体实施方式

下面详细描述本公开的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本公开，而不能理解为对本公开的限制。相反，本公开的实施例包括落入所附加权利要求书的精神和内涵范围内的所有变化、修改和等同物。

25 图 1 是本公开一实施例提出的一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统的结构示意图。

参见图 1，一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统，包括取样管 1、溶氧检测罐 2、抽真空母管 3 和气体分析仪 4，取样管 1 一端与负压系统的疏水管道连接，一端连接冷凝分离罐 5，以通过冷凝分离罐 5 对从负压系统进入的样品进行冷凝分离，冷凝分离罐 5 中设置有冷凝液位计 6，也就是说，由于火电机组的负压系统最终均汇入凝汽器，可以在负压系统各管道（凝汽器附近）安装取样管 1，通过取样管 1 从负压系统中取样，取的样品可能全是水样，也可能是水和水蒸气的混合物，也可能全是水蒸气，当样品进入冷凝分

离罐 5 中后,水蒸气会冷却形成液体水。溶氧检测罐 2 连接溶氧检测仪 7 和冷凝分离罐 5,以通过溶氧检测仪 7 检测冷凝分离罐 5 中分离得到的水中的氧气含量,也就是说,当负压系统中漏气时,样品中含有氧气,在冷凝分离罐 5 中进行冷凝分离后,样品在冷凝分离罐 5 中分成上层的不凝性气体以及下层的水,其中水中可能会含有一定量的水,通过测定液态水中的溶氧指标,当液态水中的溶氧指标高于运行指导凝结水溶氧指标时,则说明负压系统中漏气,漏气进入的氧气融入了液态水中。另外,溶氧检测罐 2 连接抽真空母管 3,抽真空母管 3 连接真空泵,气体分析仪 4 连接冷凝分离罐 5 和抽真空母管 3,气体分析仪 4 和冷凝分离罐 5 之间设置有干燥器 8,以通过气体分析仪 4 检测冷凝分离罐 5 中分离得到的不凝性气体的含量,通过真空泵的作用能够提供动力,使得取样管 1 能够从负压系统中取样,并且测定后的液态水也能够排出,同时,当冷凝分离罐 5 对样品进行冷凝分离后上层有不凝性气体时,此时通过干燥器 8 对不凝性气体进行干燥后,然后通过气体分析仪 4 能够测定不凝性气体中氧气的含量,进而确定负压系统是否漏气。

在一些实施例中,取样管 1 从进口端到出口端依次设置有取样阀 9 和进口阀 10。

可以理解的是,在取样开始时,通过打开取样阀 9 和进口阀 10,使得负压系统中的液态水和/或水蒸气进入冷凝分离罐 5 中进行冷凝分离。在一些实施例中,溶氧检测罐 2 与抽真空母管 3 之间连接有放水管路,放水管路上设置有液体涡轮流量计 11 和放水阀 12,液体涡轮流量计 11 靠近溶氧检测罐 2 设置,以通过液体涡轮流量计 11 检测流经放水管路的水的流量。

可以理解的是,液体涡轮流量计 11 能够测量溶氧检测罐 2 中流出的水量。

在一些实施例中,放水管路上设置有第一抽真空阀,第一抽真空阀设置在放水阀 12 和抽真空母管 3 之间,通过第一抽真空阀打开后,能够实现真空泵提供动力驱动取样管 1 进行取样。

在一些实施例中,气体分析仪 4 和抽真空母管 3 之间连接有排气管路,排气管路上设置有气体涡轮流量计 13 和排气阀 14,气体涡轮流量计 13 靠近气体分析仪 4 设置。

另外,排气管路上设置有第二抽真空阀,第二抽真空阀设置在排气阀 14 和抽真空母管 3 之间。

可以理解的是,系统具备在线自动分析的功能,且进口阀 10、放水阀 12、排气阀 14 可由控制系统控制其开、关和中停功能,并具备阀位反馈能力。液体涡轮流量计 11、气体涡轮流量计 13 具备测量流量和传输至控制系统的功能,控制系统具备积分计算能力,以便统计流体的体积流量,冷凝液位计 6 具备将液位传输至控制系统的功能,以便控制系统感知冷凝分离罐 5 液位,溶氧检测,7、气体分析仪 4 具备将数据传输至控制系统的功能,以便控制系统记录和判断是否存在氧气超标的现象,以便进一步判断该疏水管道是否出现空

气吸入负压系统的现象。

综上可知，可以按照以下顺序操作检测疏水取样中是否含有超标的氧气成分。

打开进口阀 10；

打开放水阀 12，观察冷凝分离罐 5 液位及溶氧检测罐 2 内水流状态，并将溶氧检测罐
5 2 及上游冷凝分离罐 5 和管路内余水排尽（若有），通过液体涡轮流量 11 计判断是否排尽
上次检测并残留的液体或气体。

观察冷凝分离罐 5 液位计及罐内状态。若取样为液态水，则适当调整放水阀 12 保持流
速并测量溶氧检测罐 2 内水的溶氧指标（此时，因无不凝性气体，无需检测不凝性气体氧
浓度指标）；若取样为汽水混合物，则适当关小放水阀 12，以使冷凝分离罐 5 积液并产生
10 水位，水位建立后，便可测量溶氧检测罐 2 内水的溶氧指标；若取样为蒸汽，则关小放水
阀 12，以使冷凝分离罐 5 积液并产生水位，水位建立后，便可测量溶氧检测罐 2 内水的溶
氧指标。

若冷凝分离罐 5 内水位已经建立，并积攒了不凝性气体，则缓慢打开排气阀 14，并维
持冷凝分离罐 5 液位，待气体涡轮流量计 13 显示气侧管路内上次检测残留的气体已经排除，
15 则开始读数气体分析仪读数，检测不凝性气体中氧气浓度。

根据水侧溶氧指标和不凝性气体中氧气浓度判断该管路中是否含有超标的氧气，并判
断该负压管路是否已经出现了泄漏点并吸入进了空气的现象（可与凝结水溶氧指标对比判
断）。

参阅图 2，在一些实施例中，还公开了一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的方法，
20 包括如下过程：

步骤 1、打开连接负压系统疏水管道的取样管 1 中的进口阀 10，以使负压系统中的样
品通过所述取样管 1 进入冷凝分离罐 5 中进行冷凝分离。

具体来说，开始时所有阀门均关闭，打开取样阀 9、第一抽真空阀和第二抽真空阀，打
开进口阀 10，启动测量仪器和数据采集系统，负压系统中的样品进入冷凝分离罐 5 中进行
25 冷凝分离。

步骤 2、获取冷凝分离罐 5 中的液位以及水流状态，调节放水阀 12，以使残留的液体
排干净并且冷凝分离罐 5 中通过分离所述样品积存一定量的水。

也就是说，可能冷凝分离罐 5 中以及相应的管路中本身在前次使用后里边可能存储有
一定量的水，通过打开放水阀 12 能够使得负压系统中的样品能够通过取样管 1 进入冷凝分
30 离罐 5 中进行冷凝分离生成水的同时，还能将冷凝分离罐 5 中的水排出，在冷凝分离罐 5
中残存的水排出后，持续进行取样时，冷凝分离罐 5 中会积存一定量的水。

步骤 3：调节放水阀 12 使得冷凝分离罐 5 中积存的水的液位至一定范围后保持一段时

间，当液位维持不变时，通过测定积存的水中的溶氧指标以确定所述负压系统是否漏气。

可以理解的是，当冷凝分离罐 5 中也达到一定范围时，能够保障冷凝分离罐 5 中的水不会太多而从排气管路流出，也不会太少，当冷凝分离罐 5 中如有不凝性气体时，不凝性气体可能会从放水管路排出，当冷凝分离罐 5 中液位在一定范围维持不变时，说明取样管 1 取样的样品为水样，没有不凝性气体，此时，可以直接通过测定水样中溶氧指标即可确定负压系统是否漏气。

步骤 4：当液位下降一定值时，打开排气管路上的排气阀 14；

获取冷凝分离罐 5 中的液位以及不凝性气体的气流状态，调节排气阀 14，以使残留的不凝性气体排干净并且冷凝分离罐 5 中通过分离所述样品积存一定量的不凝性气体，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标；

根据所述氧气浓度和所述溶氧指标确定所述负压系统是否漏气。

可以理解的是，当冷凝分离罐 5 中的液位下降时，说明冷凝分离罐 5 中进入了不凝性气体，此时，对于泄露检测需要检测不凝性气体中氧气浓度，但是在系统使用前可能冷凝分离罐 5 中也存留一定量的不凝性气体，此时通过打开排气阀 14 能够将其中的不凝性气体排出，并且冷凝分离后的不凝性气体进行积存，然后通过检测积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标能够确定负压系统是否漏气。

在一些实施例中，获取冷凝分离罐 5 中的液位以及水流状态，调节放水阀 12，以使残留的液体排干净并且冷凝分离罐 5 中通过分离所述样品积存一定量的水，具体过程如下：

通过冷凝液位计 6 检测获取冷凝分离罐 5 中的液位，当液位 ≤ 0 时，放水阀 12 开大一定开度一段时间后，冷凝分离罐 5 中的液位 $\leq 50\%$ 时，放水阀 12 关小一定开度，直到冷凝分离罐中的液位 $> 50\%$ ，放水阀开大一定开度；

当液位 > 0 时，放水阀 12 直接开大一定开度；

放水阀 12 开大一定开度持续 5s，测定液体涡轮流量计 11 的累计水流量值，当累计水流量值小于液体涡轮流量计 11 上游容积体积的 2 倍时，放水阀开大一定开度，直到累计水流量值大于液体涡轮流量计 11 上游容积体积的 2 倍，上游容积体积也就是从取样管 1 到液体涡轮流量计 11 之间的液体能够存储的容器和管路的体积，当累计流量大于液体涡轮流量计 11 上游容积体积的 2 倍时，说明上游容积中无论是否有水已经全部排出，并且排出后还进行了一定液体的积累，当上游容积中没有残留水时，排出的水可以是冷凝分离罐 5 通过冷凝分离积存的水。

可以理解的是，需要通过放水阀 12 的开度设置调节液位，下面以具体的示例进行说明：

通过冷凝液位计 6 检测获取冷凝分离罐 5 中的液位，当液位 ≤ 0 时，放水阀 12 开大 50% 左右一段时间后，冷凝分离罐 5 中的液位 $\leq 50\%$ 时，放水阀 12 关小 2% 左右，直到冷凝分离

罐中的液位>50%，放水阀开大 2%左右；

当液位>0 时，放水阀 12 直接开大 2%左右；

放水阀 12 开大 2%左右持续 5s，测定液体涡轮流量计 11 的累计水流量值，当累计水流量值小于液体涡轮流量计 11 上游容积体积的 2 倍时，放水阀开大 1%左右，直到累计水流量值大于液体涡轮流量计 11 上游容积体积的 2 倍。

在累计水流量值大于液体涡轮流量计 11 上游容积体积的 2 倍时，继续保持 5s，测定冷凝分离罐 5 中的液位，当液位下降 10%左右，放水阀关小 2%左右一段时间后直到冷凝分离罐 5 中的液位维持在 $\pm 5\%$ 范围内，当液位上升 10%左右，放水阀开大 2%左右一段时间后直到冷凝分离罐 5 中的液位维持在 $\pm 5\%$ 范围内，测定冷凝分离罐 5 中水中的溶氧指标一段时间，同时测定冷凝分离罐中 5 的液位，当液位维持在 $\pm 5\%$ 范围内时，然后记录溶氧检测罐溶氧指标 5min，并且在 5min 内持续的记录测定冷凝分离罐 5 中的液位，当液位一直维持在 $\pm 5\%$ 范围内时，说明取样的样品为水样，此时可以直接根据测定的溶氧指标判断所述负压系统是否漏气，也就是说，将测定的溶氧指标与运行指导凝结水溶氧指标进行比较，当测定的溶氧指标高于运行指导凝结水溶氧指标时，说明漏气，当测定的溶氧指标不高于运行指导凝结水溶氧指标时，说明不漏气，当 5min 的检测过程中测定冷凝分离罐 5 中的液位下降 10%左右时，说明冷凝分离罐 5 中冷凝增加有不凝性气体，此时通过打开排气阀 14，进行排气处理，并且测定冷凝分离罐 5 中不凝性气体中的氧气浓度。

在一些实施例中，打开排气管路上的排气阀 14，获取冷凝分离罐 5 中的液位以及不凝性气体的气流状态，调节排气阀 14，以使残留的不凝性气体排干净并且所述冷凝分离罐 5 中通过分离所述样品积存一定量的不凝性气体，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标，具体过程如下：

打开排气阀 14 保持 2s，测定气体涡轮流量计 13 的累计流量值以及冷凝分离罐 5 中的液位，调节排气阀 14 以使冷凝分离罐 5 中的液位不变并且不凝性气体的累计流量值大于上游容积体积的 2 倍，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标。

具体来说，将排气阀开大 2%左右保持 2s，测定气体涡轮流量计 13 的累计流量值，并且测定冷凝分离罐 5 中的液位，当液位上涨 2%左右时，排气阀 14 关小 0.2%左右保持 2s 直到液位保持不变，当液位下降 2%左右时，排气阀开大 0.2%左右保持 2s 直到液位保持不变，然后测定不凝性气体的累计流量值要大于上游容积体积的 2 倍，记录溶氧指标，气体分析仪记录氧气浓度，根据氧气浓度和溶氧指标判断负压系统是否漏气。

需要说明的是，上述排气阀 14 以及放水阀 12 开大或关小的数值不局限于上述实施例中给出的数值，可以根据实际情况进行调节，只要能维持住冷凝分离罐 5 中的液位，不至于全部被下游放水阀 12，或者排气阀 14 开度过大，导致水位下降小时，或者水位上升充

满分离罐，从而失去冷凝分离罐 5 原本的气水分离功能。

在一些实施例中，根据氧气浓度和所述溶氧指标确定所述负压系统是否漏气，具体如下：

当氧气浓度大于 0 和/或溶氧指标高于运行指导凝结水溶氧指标时，负压系统泄漏；

5 当氧气浓度等于 0 且所述溶氧指标不高于运行指导凝结水溶氧指标时，所述负压系统不泄漏。

需要说明的是，在本公开的描述中，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外，在本公开的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

10 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为，表示包括一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分，并且本公开的优选实施方式的范围包括另外的实现，其中可以不按所示出或讨论的顺序，包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序，来执行功能，这应被本公开的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

15 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本公开的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

20 尽管上面已经示出和描述了本公开的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本公开的限制，本领域的普通技术人员在本公开的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

25

权利要求书

1、一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的系统，包括：

取样管，所述取样管一端与负压系统的疏水管道连接，一端连接冷凝分离罐，以通过
5 所述冷凝分离罐对从所述负压系统进入的样品进行冷凝分离，所述冷凝分离罐中设置有冷
凝液位计；

溶氧检测罐，所述溶氧检测罐连接溶氧检测仪和所述冷凝分离罐，以通过所述溶氧检
测仪检测所述冷凝分离罐中分离得到的水中的氧气含量；

抽真空母管，所述溶氧检测罐连接所述抽真空母管，所述抽真空母管连接真空泵；

10 气体分析仪，所述气体分析仪连接所述冷凝分离罐和所述抽真空母管，所述气体分析
仪和所述冷凝分离罐之间设置有干燥器，以通过所述气体分析仪检测所述冷凝分离罐中分
离得到的不凝性气体的含量。

2、如权利要求 1 所述的系统，其中所述取样管从进口端到出口端依次设置有取样阀和
15 进口阀。

3、如权利要求 1 或 2 所述的系统，其中所述溶氧检测罐与所述抽真空母管之间连接有
放水管路，所述放水管路上设置有液体涡轮流量计和放水阀，所述液体涡轮流量计靠近所
述溶氧检测罐设置，以通过所述液体涡轮流量计检测流经所述放水管路的水的流量。

20 4、如权利要求 3 所述的系统，其中所述放水管路上设置有第一抽真空阀，所述第一抽
真空阀设置在所述放水阀和所述抽真空母管之间。

5、如权利要求 1 至 4 中任一项所述的系统，其中所述气体分析仪和所述抽真空母管之
25 间连接有排气管路，所述排气管路上设置有气体涡轮流量计和排气阀，所述气体涡轮流量
计靠近所述气体分析仪设置。

6、如权利要求 5 所述的系统，其中所述排气管路上设置有第二抽真空阀，所述第二抽
真空阀设置在所述排气阀和所述抽真空母管之间。

30 7、一种通过疏水管道监测负压系统泄漏空气的方法，包括：

打开连接负压系统疏水管道的取样管中的进口阀，以使所述负压系统中的样品通过所
述取样管进入冷凝分离罐中进行冷凝分离；

获取冷凝分离罐中的液位以及水流状态，调节放水阀，以使残留的液体排干净并且所述冷凝分离罐中通过分离所述样品积存一定量的水；

调节所述放水阀使得所述冷凝分离罐中积存的水的液位至一定范围后保持一段时间，当液位维持不变时，通过测定积存的水中的溶氧指标以确定所述负压系统是否漏气；

5 当液位下降一定值时，打开排气管路上的排气阀；

获取冷凝分离罐中的液位以及不凝性气体的气流状态，调节排气阀，以使残留的不凝性气体排干净并且所述冷凝分离罐中通过分离所述样品积存一定量的不凝性气体，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标；

根据所述氧气浓度和所述溶氧指标确定所述负压系统是否漏气。

10

8、如权利要求 7 所述的方法，其中所述获取冷凝分离罐中的液位以及水流状态，调节放水阀，以使残留的液体排干净并且所述冷凝分离罐中通过分离所述样品积存一定量的水，包括：

获取冷凝分离罐中的液位，当液位 <0 时，放水阀开大一定开度一段时间后，冷凝分离
15 罐中的液位 $<50\%$ 时，放水阀关小一定开度，直到冷凝分离罐中的液位 $>50\%$ ，放水阀开大一定开度；

当液位 >0 时，放水阀直接开大一定开度；

所述放水阀开大一定开度一段时间，测定液体涡轮流量计的累计水流量值，当累计水
20 流量值小于液体涡轮流量计上游容积体积的 2 倍时，放水阀开大一定开度，直到累计水流量值大于液体涡轮流量计上游容积体积的 2 倍。

9、如权利要求 7 或 8 所述的方法，其中所述打开排气管路上的排气阀，获取冷凝分离
25 罐中的液位以及不凝性气体的气流状态，调节排气阀，以使残留的不凝性气体排干净并且所述冷凝分离罐中通过分离所述样品积存一定量的不凝性气体，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标，包括：

打开排气阀一段时间后，测定气体涡轮流量计的累计流量值以及冷凝分离罐中的液位，调节排气阀以使冷凝分离罐中的液位不变并且不凝性气体的累计流量值大于上游容积体积的 2 倍，测定积存的不凝性气体中氧气浓度以及积存的水中的溶氧指标。

10、如权利要求 7 至 9 中任一项所述的方法，其中所述根据所述氧气浓度和所述溶氧
30 指标确定所述负压系统是否漏气，包括：

当氧气浓度大于 0 和/或所述溶氧指标高于运行指导凝结水溶氧指标时，所述负压系统泄漏；

当氧气浓度等于 0 且所述溶氧指标不高于运行指导凝结水溶氧指标时，所述负压系统不泄漏。

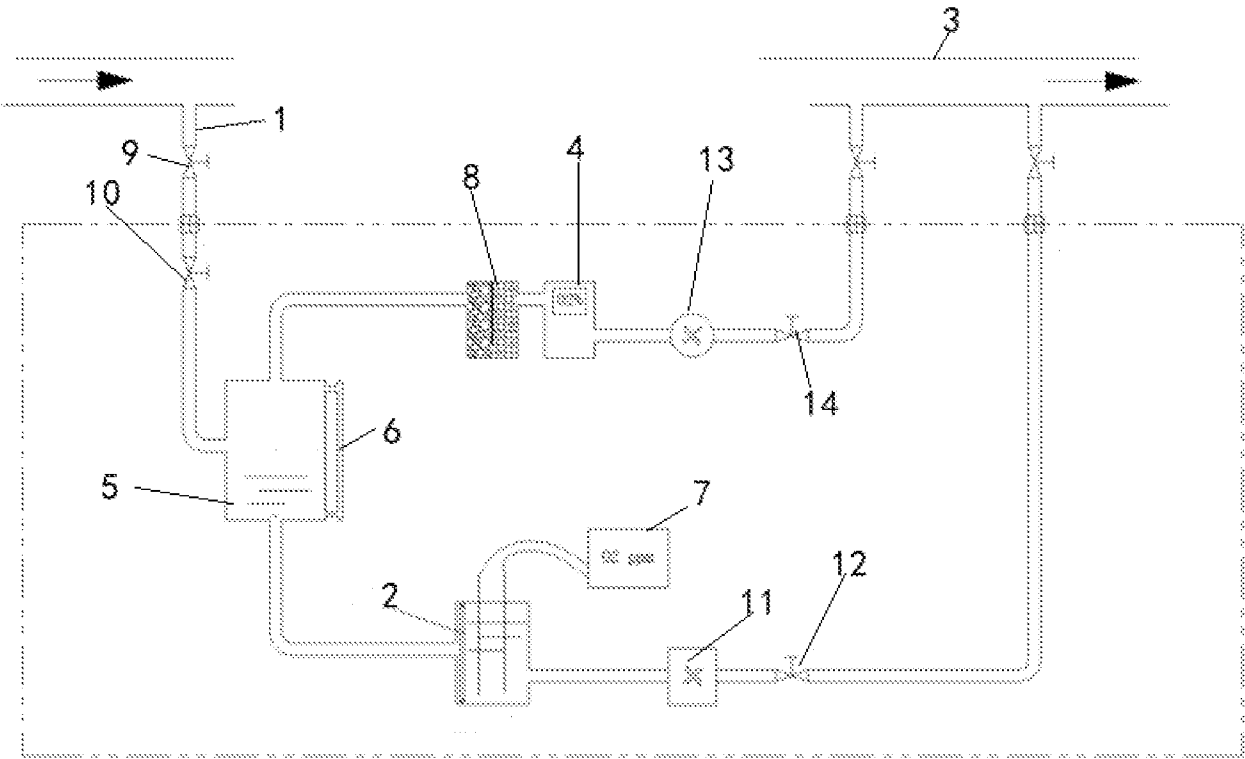


图 1

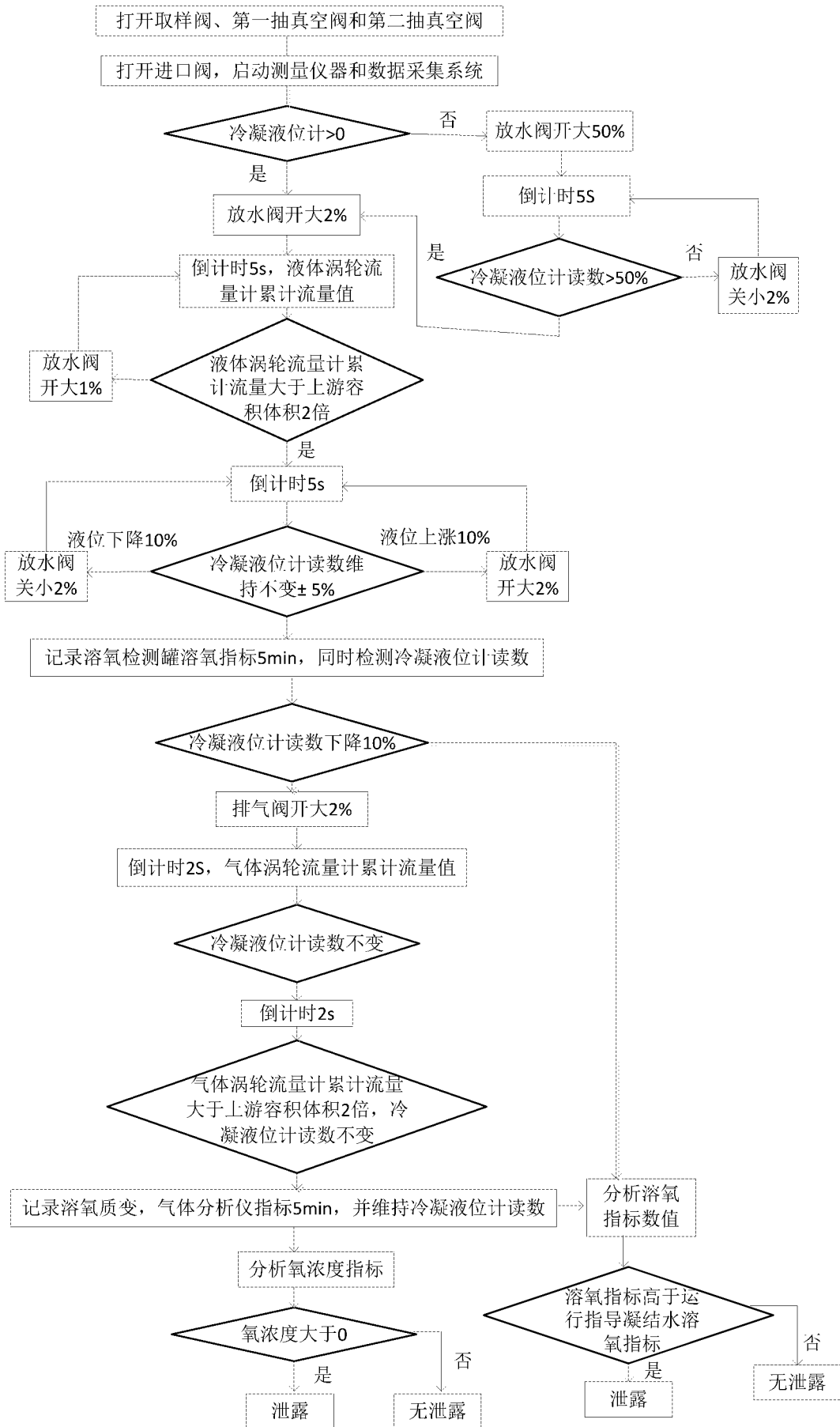


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/102521

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 3/02(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)

G01M; G01N

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; ENTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CJFD; CNKI: 液, 水, 气, 氧, 冷凝, 汽, 分离, steam, gas, oxygen, condensation, separate, liquid, water

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 207066699 U (NORTH CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE (XI'AN) CO., LTD.) 02 March 2018 (2018-03-02) description, paragraphs 22-28, and figure 1	1-10
Y	CN 111128417 A (CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 08 May 2020 (2020-05-08) description, paragraphs 43-71, and figure 1	1-10
Y	CN 103487218 A (STATE GRID CORP. OF CHINA et al.) 01 January 2014 (2014-01-01) description, paragraphs 19-57, and figures 1-2	1-10
A	CN 106289656 A (XINTE ENERGY CO., LTD.) 04 January 2017 (2017-01-04) entire document	1-10
A	CN 101476966 A (HUANG RUO) 08 July 2009 (2009-07-08) entire document	1-10
A	CN 210037114 U (CHENGDU RICH PETROCHEMICAL ENGINEERING CO., LTD.) 07 February 2020 (2020-02-07) 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

13 December 2022

Date of mailing of the international search report

11 January 2023

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/CN2022/102521**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103383296 A (YANGZHOU BAOLI ELECTRIC CO., LTD.) 06 November 2013 (2013-11-06) entire document	1-10
A	JP 6192796 B1 (NIKKISO CO., LTD.) 06 September 2017 (2017-09-06) entire document	1-10
A	US 2020041374 A1 (INTELLIHOT INC.) 06 February 2020 (2020-02-06) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/102521

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	207066699	U	02 March 2018	None			
CN	111128417	A	08 May 2020	CN	111128417	B	04 March 2022
CN	103487218	A	01 January 2014	None			
CN	106289656	A	04 January 2017	None			
CN	101476966	A	08 July 2009	CN	101476966	B	14 December 2011
CN	210037114	U	07 February 2020	None			
CN	103383296	A	06 November 2013	None			
JP	6192796	B1	06 September 2017	JP	2018091816	A	14 June 2018
US	2020041374	A1	06 February 2020	US	2020400527	A1	24 December 2020
				US	11137316	B2	05 October 2021
				US	10794792	B2	06 October 2020

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/102521

A. 主题的分类 G01M 3/02 (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) G01M; G01N 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; ENTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CJFD; CNKI: 液, 水, 气, 氧, 冷凝, 汽, 分离, steam, gas, oxygen, condensation, separate, liquid, water				
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		
Y	CN 207066699 U (华北电力科学研究院西安有限公司) 2018年3月2日 (2018 - 03 - 02) 说明书第22-28段, 图1	1-10		
Y	CN 111128417 A (长沙理工大学) 2020年5月8日 (2020 - 05 - 08) 说明书第43-71段, 图1	1-10		
Y	CN 103487218 A (国家电网公司等) 2014年1月1日 (2014 - 01 - 01) 说明书第19-57段, 图1-2	1-10		
A	CN 106289656 A (新特能源股份有限公司) 2017年1月4日 (2017 - 01 - 04) 全文	1-10		
A	CN 101476966 A (黄若) 2009年7月8日 (2009 - 07 - 08) 全文	1-10		
A	CN 210037114 U (成都瑞奇石化工程股份有限公司) 2020年2月7日 (2020 - 02 - 07) 全文	1-10		
A	CN 103383296 A (扬州宝力电器有限公司) 2013年11月6日 (2013 - 11 - 06) 全文	1-10		
A	JP 6192796 B1 (NIKKISO CO LTD) 2017年9月6日 (2017 - 09 - 06) 全文	1-10		
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。				
<table><tr><td>* 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</td><td>“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</td></tr></table>			* 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
* 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 2022年12月13日		国际检索报告邮寄日期 2023年1月11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 严文 电话号码 (86-27)59371268		

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 2020041374 A1 (INTELLIHOT INC) 2020年2月6日 (2020 - 02 - 06) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/102521

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	207066699	U	2018年3月2日	无	
CN	111128417	A	2020年5月8日	CN	111128417 B 2022年3月4日
CN	103487218	A	2014年1月1日	无	
CN	106289656	A	2017年1月4日	无	
CN	101476966	A	2009年7月8日	CN	101476966 B 2011年12月14日
CN	210037114	U	2020年2月7日	无	
CN	103383296	A	2013年11月6日	无	
JP	6192796	B1	2017年9月6日	JP	2018091816 A 2018年6月14日
US	2020041374	A1	2020年2月6日	US	2020400527 A1 2020年12月24日
				US	11137316 B2 2021年10月5日
				US	10794792 B2 2020年10月6日