



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117205706 B

(45) 授权公告日 2024.10.22

(21) 申请号 202310908209.7

C01B 3/50 (2006.01)

(22) 申请日 2023.07.24

C01B 3/56 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B01D 53/26 (2006.01)

申请公布号 CN 117205706 A

B01D 53/30 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

(43) 申请公布日 2023.12.12

B01D 53/46 (2006.01)

(73) 专利权人 大唐保定热电厂

(56) 对比文件

地址 071000 河北省保定市光明路1号

CN 105879670 A, 2016.08.24

CN 208526233 U, 2019.02.22

(72) 发明人 王兵 田旭辉 黄子夜 娄宏
高良平 要月桥 武学华 段雨佳
张升云 梅晓龙 李宏海 秦刚

GB 1083264 A, 1967.09.13

审查员 钱映江

(74) 专利代理机构 北京中南长风知识产权代理
事务所(普通合伙) 11674

专利代理师 金光

(51) Int. Cl.

B01D 53/04 (2006.01)

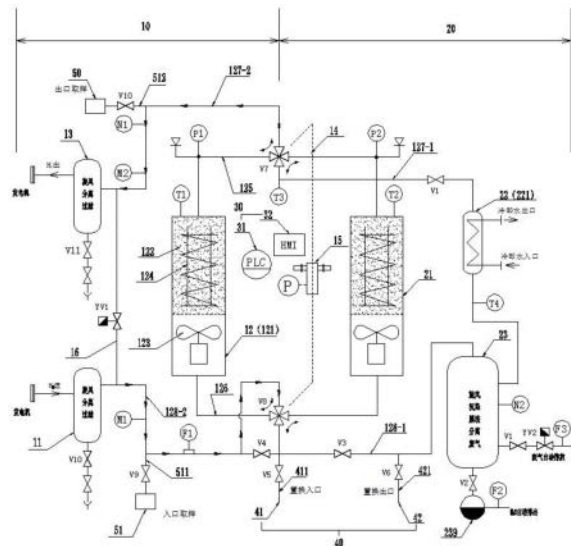
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置

(57) 摘要

一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,包括循环纯化系统、循环再生系统及控制系统:所述循环纯化系统包括顺序连接在发电机氢气出口和发电机氢气入口之间的前置过滤器、第一纯化吸收塔及后置过滤器;所述循环再生系统包括依次闭环连接的第三纯化吸收塔、再生气流冷却器及废气分离存储器;所述循环纯化系统的第一纯化吸收塔与所述循环再生系统的第三纯化吸收塔的工作状态可操作性地互换,并分别处于工作状态和再生状态。本发明能够有效的保障发电机的氢气纯度,而且排除杂质气体时夹带的氢气量较少,将氢气的浪费降低到最小,当氢气纯度足够高时基本不再向外排气,没有氢气消耗,能够长期在线运行,实时保障发电机内的氢气纯度较高。



1. 一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,其特征在于,包括:

循环纯化系统,所述循环纯化系统包括顺序连接在发电机氢气出口和发电机氢气入口之间的前置过滤器、第一纯化吸收塔及后置过滤器,所述第一纯化吸收塔在运行时始终处于吸附纯化氢气的工作状态,所述工作状态用于氢气的脱油、脱氧、脱氮、脱二氧化碳的纯化;

循环再生系统,所述循环再生系统包括依次闭环连接的第二纯化吸收塔、再生气流冷却器及废气分离存储器,所述第二纯化吸收塔在运行时始终处于再生状态,所述再生状态用于TSA脱除杂质气体以及杂质气体分离排出;

所述循环纯化系统的第一纯化吸收塔与所述循环再生系统的第二纯化吸收塔的工作状态可操作性地互换,并分别处于工作状态和再生状态;

控制系统,所述控制系统分别与所述循环纯化系统和所述循环再生系统相连,用于调控所述循环纯化系统的自动吸收纯化过程及所述循环再生系统的自动循环再生过程;

其中,所述第一纯化吸收塔的两端分别通过上四通阀和下四通阀与后置过滤器和前置过滤器连接;所述第二纯化吸收塔的两端分别通过上四通阀和下四通阀与再生气流冷却器和废气分离存储器连接;操作所述上四通阀和下四通阀的阀杆同步旋转 90° 位置可进行第一纯化吸收塔和第二纯化吸收塔的连接关系互换;所述上四通阀和下四通阀的阀杆通过连杆和气动执行器相连,用于实现两个阀杆的同步操作;

其中,所述第一纯化吸收塔包括吸收塔塔体,所述吸收塔塔体的内部设有上下布置的吸附剂床层和高压鼓风机,所述吸附剂床层包括由下至上依次连接的活性炭床层、辛化硅胶床层、锂基分子筛床层、钠基分子筛床层及脱氧床层,所述脱氧床层装有钨铂催化剂和干燥吸附剂;所述吸附剂床层内还埋设有加热器,所述加热器和高压鼓风机均在自动循环再生过程中启动;

所述吸收塔塔体上设有第一温度测量计和第一压力表,吸收塔塔体的上部设有与上四通阀相连的工作气流出出口管路,吸收塔塔体的底部设有与下四通阀相连的工作气流入口管路;

所述第二纯化吸收塔与第一纯化吸收塔的结构相同并设有第二温度测量计和第二压力表;

同时,所述上四通阀还分别通过再生气流出口管路和后置过滤器进口管路与再生气流冷却器和后置过滤器连接;所述再生气流出口管路上还设置有再生气流控制阀和第三温度测量计;所述下四通阀还分别通过再生气流入口管路和前置过滤器出口管路与废气分离存储器和前置过滤器连接;

其中,所述前置过滤器包括过滤器壳体及设置在所述过滤器壳体内部的螺旋通道和升气管,所述过滤器壳体上开设有气体入口和气体出口,所述螺旋通道的进气端连接所述气体入口,其出气端的中心处连接所述升气管的进气口,升气管的出气口与所述气体出口连通,所述升气管内装填有金属材质的烧结过滤层;所述过滤器壳体与排污入口之间还连通有排污管路,所述排污管路上安装有两个串接的排污控制阀;

所述后置过滤器与所述前置过滤器的结构相同;

其中,所述废气分离存储器包括设备外壳,所述设备外壳内设有依次连通的存储室、分离室和沉降室,所述分离室内设有旋分通道并与冷却器主体连通,所述旋分通道通过中心

升气管与存储室连通,所述中心升气管内设有高分子分离膜;所述存储室位于分离室上方且与下四通阀连接;所述沉降室设有废气含氢量测量仪、废气自动排放管路和自动排水管路,所述废气自动排放管路上依次设有排气控制阀、第二电磁阀和排放计量仪,所述自动排水管路上依次设有排水控制阀、贮水筒和微流量计量仪;

其中,所述控制系统包括PLC控制器及分别与所述PLC控制连接的人机界面触摸屏和报警指示灯,所述PLC控制器还分别电性连接于第一电磁阀、第二电磁阀、第一压力表、第二压力表、氢气流量测量仪、排放计量仪、微流量计量仪、进氢湿度检测仪、出氢湿度检测仪、氢气纯度测量器、第一温度测量计、第二温度测量计、第三温度测量计、第四温度测量计、吸收塔、分离器、冷却器、过滤器、气动执行器。

2. 根据权利要求1所述的一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,其特征在于,所述前置过滤器与所述第一纯化吸收塔之间的输入管路上设有进氢湿度检测仪和氢气流量测量仪;所述后置过滤器与所述第一纯化吸收塔之间的输出管路上设有出氢湿度检测仪和氢气纯度测量器,所述氢气纯度测量器用于测量吸附塔吸附后的氢气纯度;

所述前置过滤器的输出端与所述后置过滤器的输入端之间设有连通旁路,所述连通旁路上设有第一电磁阀;当氢湿度检测仪和出氢湿度检测仪的氢气湿度数据小于设置数据时,第一电磁阀打开,连通旁路导通,进入停止除湿状态,再生运行继续到完成,第一纯化吸收塔和第二纯化吸收塔不切换;

当氢气流量测量仪的氢气流量数据大于正常数据时,不需要循环风机功能,仅在再生状态时开启对应的高压鼓风机;当氢气流量测量仪的氢气流量数据小于正常数据时需要循环风机,则同时在吸收状态下开启相应的高压鼓风机。

3. 根据权利要求2所述的一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,其特征在于,所述再生气流冷却器包括冷却器主体,所述冷却器主体的一侧分别设有冷却水入口和冷却水出口,所述冷却器主体的靠近冷却水出口一端与上四通阀连接,所述冷却器主体的靠近冷却水入口一端与废气分离储存器连接且在二者之间安装有第四温度测量计。

4. 根据权利要求1所述的一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,其特征在于,所述氢气纯化装置还包括气体置换操作系统,所述气体置换操作系统包括置换入口和置换出口;所述置换入口一端连接再生气流入口管路的靠近下四通阀侧,另一端通过置换入口管路连接到二氧化碳供给处,所述置换入口管路上设有置换入口阀;所述置换出口一端连接再生气流入口管路的靠近废气分离储存器侧,另一端通过置换出口管路连接到气体排放处,所述置换出口管路上设有置换出口阀;所述置换入口和置换出口之间的再生气流入口管路上还设置有置换分隔阀,前置过滤器出口管路靠近下四通阀的位置设置有压力平衡阀,所述压力平衡阀连接下四通阀的一端同时连接再生气流入口管路。

5. 根据权利要求4所述的一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,其特征在于,所述氢气纯化装置还包括氢气纯度测量系统,所述氢气纯度测量系统包括氢气纯度监测器,所述氢气纯度监测器分别通过入口取样管路和出口取样管路与第一纯化吸收塔的两端相连,所述入口取样管路和出口取样管路上分别设有第一取样控制阀和第二取样控制阀。

一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,属于于气体纯化技术领域。

背景技术

[0002] 公知的,氢气纯度显著影响发电机的运行安全性和经济性。我国在《电业安全工作规程第1部分:热力和机械》(gb26164.1-2010)中13.4.2规定:发电机氢纯度不应低于96.0%,含氧量不应超过1.2%。超标将导致发电机存在氢爆可能性,严重威胁发电机的安全。氢纯度的降低还将直接影响发电机运行功耗,如氢气纯度每下降1%,400mw发电机损耗将增加107kw,600mw和800mw机组则损耗增加240kw和366kw。当氢气纯度由99.99%降到97%时,400mw发电机损耗将分别增加为321kw,600mw和800mw机组则损耗增加720kw和1098kw。

[0003] 目前,发电机内的氢气使用一段时间后,由于被油气及夹带空气的水蒸气污染,其组分变得复杂,会含有一定量的 H_2O 、 O_2 、 CO_2 、 N_2 、 C_2H_4 及 C^{3+} 等油烃类组分,当纯度不足时,为了维持发电机内的氢气的高纯度,普遍需要对发电机进行一定周期内的排补氢操作,用99.99%以上高纯氢置换低浓度的氢气,来相对提高发电机内的氢气纯度,这种方法除人力物力的耗费外,还会产生氢气的浪费。现有排掉不合格氢气补充合格氢气的做法,还由于无法过于频繁的排氢补氢,仅仅能保障发电机氢气纯度合格,很难做到氢气纯度保持最高,使发电机效率最佳。

[0004] 此外,部分电厂采用价格动辄几十万上百万元的进口膜式提纯产品来提高发电机内的氢气纯度,虽然能够达到提高发电机氢气纯度的目的,但是新增设备安装在氢气干燥回路内占用大量空间,连同氢气干燥机、氢气循环风机等设备使系统过于庞大复杂,置换操作困难,氢气可能泄漏的点较多,维护量大,安全隐患增加较大。

发明内容

[0005] 为了克服相关技术的上述不足,本发明提供一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,该装置能够有效的保障发电机的氢气纯度,而且排除杂质气体时夹带的氢气量较少,将氢气的浪费降低到最小,当氢气纯度足够高时基本不再向外排气,没有氢气消耗,能够长期在线运行,实时保障发电机内的氢气纯度较高。

[0006] 本发明解决其技术问题采用的技术方案是:

[0007] 一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,包括:

[0008] 循环纯化系统,所述循环纯化系统包括顺序连接在发电机氢气出口和发电机氢气入口之间的前置过滤器、第一纯化吸收塔及后置过滤器,所述第一纯化吸收塔在运行时始终处于吸附纯化氢气的工作状态,所述工作状态用于氢气的脱油、脱氧、脱氮、脱二氧化碳等的纯化;

[0009] 循环再生系统,所述循环再生系统包括依次闭环连接的第二纯化吸收塔、再生气流冷却器及废气分离存储器,所述第二纯化吸收塔在运行时始终处于再生状态,所述再生

状态用于TSA脱除杂质气体以及杂质气体分离排出；

[0010] 所述循环纯化系统的第一纯化吸收塔与所述循环再生系统的第二纯化吸收塔的工作状态可操作性地互换,并分别处于工作状态和再生状态；

[0011] 控制系统,所述控制系统分别与所述循环纯化系统和所述循环再生系统相连,用于调控所述循环纯化系统的自动吸收纯化过程及所述循环再生系统的自动循环再生过程。

[0012] 可选的,所述第一纯化吸收塔的两端分别通过上四通阀和下四通阀与后置过滤器和前置过滤器连接;所述第二纯化吸收塔的两端分别通过上四通阀和下四通阀与再生气流冷却器和废气分离存储器连接;操作所述上四通阀和下四通阀的阀杆同步旋转90°位置可进行第一纯化吸收塔和第二纯化吸收塔的连接关系互换;所述上四通阀和下四通阀的阀杆通过连杆和气动执行器相连,用于实现两个阀杆的同步操作。

[0013] 可选的,所述第一纯化吸收塔包括吸收塔塔体,所述吸收塔塔体的内部设有上下布置的吸附剂床层和高压鼓风机,所述吸附剂床层包括由下至上依次连接的活性炭床层、辛化硅胶床层、锂基分子筛床层、钠基分子筛床层及脱氧床层,所述脱氧床层装有钨铂催化剂和干燥吸附剂;所述吸附剂床层内还埋设有加热器,所述加热器和高压鼓风机均在自动循环再生过程中启动；

[0014] 所述吸收塔塔体上设有第一温度测量计和第一压力表,吸收塔塔体的上部设有与上四通阀相连的工作气出口管路,吸收塔塔体的底部设有与下四通阀相连的工作气入口管路；

[0015] 所述第二纯化吸收塔与第一纯化吸收塔的结构相同并设有第二温度测量计和第二压力表；

[0016] 同时,所述上四通阀还分别通过再生气出口管路和后置过滤器进口管路与再生气流冷却器和后置过滤器连接;所述再生气出口管路上还设置有再生气流控制阀V1和第三温度测量计;所述下四通阀还分别通过再生气入口管路和前置过滤器出口管路与废气分离存储器和前置过滤器连接。

[0017] 可选的,所述前置过滤器包括过滤器壳体及设置在所述过滤器壳体内的螺旋通道和升气管,所述过滤器壳体上开设有气体入口和气体出口,所述螺旋通道的进气端连接所述气体入口,其出气端的中心处连接所述升气管的进气口,升气管的出气口与所述气体出口连通,所述升气管内装填有金属材质的烧结过滤层;所述过滤器壳体与排污入口之间还连通有排污管路,所述排污管路上安装有两个串接的排污控制阀；

[0018] 所述后置过滤器与所述前置过滤器的结构相同。

[0019] 可选的,所述前置过滤器与所述第一纯化吸收塔之间的输入管路上设有进氢湿度检测仪和氢气流量测量仪;所述后置过滤器与所述第一纯化吸收塔之间的输出管路上设有出氢湿度检测仪和氢气纯度测量器,所述氢气纯度测量器用于测量吸附塔吸附后的氢气纯度；

[0020] 所述前置过滤器的输出端与所述后置过滤器的输入端之间设有连通旁路,所述连通旁路上设有第一电磁阀;当氢湿度检测仪和出氢湿度检测仪的氢气湿度数据小于设置数据时,第一电磁阀打开,连通旁路导通,进入停止除湿状态,再生运行继续到完成,第一纯化吸收塔和第二纯化吸收塔不切换；

[0021] 当氢气流量测量仪的氢气流量数据大于正常数据时,不需要循环风机功能,仅在

再生状态时开启对应的高压鼓风机；当氢气流量测量仪的氢气流量数据小于正常数据，时需要循环风机，则同时在吸收状态下开启相应的高压鼓风机。

[0022] 可选的，所述再生气流冷却器包括冷却器主体，所述冷却器主体的一侧分别设有冷却水入口和冷却水出口，所述冷却器主体的靠近冷却水出口一端与上四通阀连接，所述冷却器主体的靠近冷却水入口一端与废气分离储存器连接且在二者之间安装有第四温度测量计。

[0023] 可选的，所述废气分离储存器包括设备外壳，所述设备外壳内设有依次连通的存储室、分离室和沉降室，所述分离室内设有旋分通道并与冷却器主体连通，所述旋分通道通过中心升气管与存储室连通，所述中心升气管内设有高分子分离膜；所述存储室位于分离室上方且与下四通阀连接；所述沉降室设有废气含氢量测量仪、废气自动排放管路和自动排水管路，所述废气自动排放管路上依次设有排气控制阀、第二电磁阀和排放计量仪，所述自动排水管路上依次设有排水控制阀、贮水筒和微流量计量仪。

[0024] 可选的，所述控制系统包括PLC控制器及分别与所述PLC控制连接的人机界面触摸屏和报警指示灯，所述PLC控制器还分别电性连接于第一电磁阀、第二电磁阀、第一压力表、第二压力表、氢气流量测量仪、排放计量仪、微流量计量仪、进氢湿度检测仪、出氢湿度检测仪、氢气纯度测量器、第一温度测量计、第二温度测量计、第三温度测量计、第四温度测量计、吸收塔、分离器、冷却器、过滤器、气动执行器。

[0025] 可选的，所述氢气纯化装置还包括气体置换操作系统，所述气体置换操作系统包括置换入口和置换出口，所述置换入口一端连接再生气流入口管路的靠近下四通阀侧，另一端通过置换入口管路连接到二氧化碳供给处，所述置换入口管路上设有置换入口阀；所述置换出口一端连接再生气流入口管路的靠近废气分离储存器侧，另一端通过置换出口管路连接到气体排放处，所述置换出口管路上设有置换出口阀；所述置换入口和置换出口之间的再生气流入口管路上还设置有置换分隔阀，前置过滤器出口管路靠近下四通阀的位置设置有压力平衡阀，所述压力平衡阀连接下四通阀的一端同时连接再生气流入口管路。

[0026] 可选的，所述氢气纯化装置还包括氢气纯度测量系统，所述氢气纯度测量系统包括氢气纯度监测器，所述氢气纯度监测器分别通过入口取样管路和出口取样管路与第一纯化吸收塔的两端相连，所述入口取样管路和出口取样管路上分别设有第一取样控制阀和第二取样控制阀。

[0027] 相比相关技术，本发明的一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置，至少能够产生以下技术优势：

[0028] 本发明的在线纯化装置，设置控制系统、循环纯化系统和循环再生系统，一方面，将氢气干燥、提纯及氢气自主循环等功能集中到一套自动化设备中，各种功能相辅相成，互为利用，既节省了大量的设备安装空间又简化了设备，大幅度降低成本，便于使用操作和维护保养，又不会增加安全隐患。另一方面，利用循环再生系统的废气分离储存器能够分离并排出含氢量很少的杂质气体，将氢气的浪费降低到最小，当氢气纯度足够高时基本不再向外排气，没有氢气消耗，所以可以长期在线运行，实时保障发电机内的氢气纯度较高。再一方面，利用循环纯化系统的第一纯化吸收塔，能够达到提高氢气纯度1-2个百分点的性能，从而大幅度减少或基本杜绝因氢气纯度不合格而排氢的情况；利用循环再生系统的第二纯化吸收塔进行的TSA模式脱除杂质气体，可不消耗氢气进行吸附剂再生，如此交替往复，维

持不间断的氢气在线纯化工作,保障发电机内氢气纯度始终较高。

附图说明

[0029] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0030] 图1是本发明一个实施例氢冷发电机用氢气的在线纯化装置的结构示意图。

[0031] 图2是本发明一个实施例氢冷发电机用氢气的在线纯化装置中前置过滤器的结构示意图。

[0032] 图3是本发明一个实施例氢冷发电机用氢气的在线纯化装置中废气分离存储器的结构示意图。

[0033] 图4至图6是本发明一个实施例氢冷发电机用氢气的在线纯化装置使用过程中涉及的监测流程框图。

[0034] 图中标记及符号的含义说明:

[0035] 10-循环纯化系统;11-前置过滤器;111-滤器壳体;112-螺旋通道;113-升气管;114-排污管路;12-第一纯化吸收塔;121-吸收塔塔体;122-吸附剂床层;123-高压鼓风机;124-加热器;125-工作气流出口管路;126-工作气流入口管路;127-1-再生气流出口管路;127-2-后置过滤器进口管路;128-1-再生气流入口管路;128-2-前置过滤器出口管路;13-后置过滤器;14-连杆;15-气动执行器;16-连通旁路;

[0036] 20-循环再生系统;21-第二纯化吸收塔;22-再生气流冷却器;221-冷却器主体;23-废气分离存储器;231-设备外壳;232-存储室;233-分离室;234-沉降室;235-旋分通道;236-中心升气管;2361-高分子分离膜;237-废气自动排放管路;238-自动排水管路;239-贮水筒;

[0037] 30-控制系统;31-PLC控制器;32-人机界面触摸屏;

[0038] 40-气体置换操作系统;41-置换入口;411-置换入口管路;42-置换出口;421-置换出口管路;

[0039] 50-氢气纯度测量系统;51-氢气纯度监测器;511-入口取样管路;512-出口取样管路;

[0040] V1-排气控制阀;V2-排水控制阀;V3-置换分隔阀;V4-压力平衡阀;V5-置换出口阀;V6-置换入口阀;V7-上四通阀;V8-下四通阀;V9-排污控制阀;V10-第一取样控制阀;V11-第二取样控制阀;YV1-第一电磁阀;YV2-第二电磁阀;P1-第一压力表;P2-第二压力表;P-压缩空气压力;F1-氢气流量测量仪;F2-微流量计量仪;F3-排放计量仪;M1-进氢湿度检测仪;M2-出氢湿度检测仪;N1-氢气纯度测量器;T1-第一温度测量计;T2-第二温度测量计;T3-第三温度测量计;T4-第四温度测量计。

具体实施方式

[0041] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0042] 图1至图3示出了本发明一个较佳的实施例的结构示意图,图中的一种氢冷发电机

用氢气的在线纯化装置,包括:

[0043] 循环纯化系统10,所述循环纯化系统10包括顺序连接在发电机氢气出口和发电机氢气入口之间的前置过滤器11、第一纯化吸收塔12及后置过滤器13,所述第一纯化吸收塔12在运行时始终处于吸附纯化氢气的工作状态,所述工作状态用于氢气的脱油、脱氧、脱氮、脱二氧化碳等的纯化;

[0044] 循环再生系统20,所述循环再生系统20包括依次闭环连接的第二纯化吸收塔、再生气流冷却器22及废气分离存储器23,所述第二纯化吸收塔在运行时始终处于再生状态,所述再生状态用于TSA脱除杂质气体以及杂质气体分离排出;

[0045] 所述循环纯化系统10的第一纯化吸收塔12与所述循环再生系统20的第二纯化吸收塔的工作状态可操作性地互换,即相当于通过操作性实现了位置互换,并分别处于工作状态和再生状态;

[0046] 控制系统30,所述控制系统30分别与所述循环纯化系统10和所述循环再生系统20相连,用于调控所述循环纯化系统10的自动吸收纯化过程及所述循环再生系统20的自动循环再生过程。

[0047] 本发明实施例的在线纯化装置设有两个吸附塔,即第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21,运行时一塔始终处于吸附纯化氢气的工作状态,被称为第一纯化吸收塔12,而另一塔始终处于再生状态,被称为第二纯化吸收塔21;两塔交替工作,分别成为第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21,同时每个塔每次的工作过程都要经历吸附、加热和冷却三个循环工序,当作为第一纯化吸收塔12时完成循环吸附,当作为第二纯化吸收塔21时完成加热和冷却循环,以保证连续纯化发电机内的氢气。

[0048] 其中,在自动循环再生过程的加热工序,对应于变温吸附氢气提纯技术的应用,实现了不消耗氢气情况下的吸附剂再生。同时,本发明实施例的自动循环再生过程使用废气分离存储器23,可以分离并排出含氢量很少的杂质气体,消耗氢气量非常小,当发电机内氢气纯度较高(无杂质气体)时则不会有任何气体排放,因此可以长期在线运行,实时搜集发电机内氢气中的杂质气体,切实保障发电机内的氢气纯度在较高的水平上。

[0049] 本质上来说,本发明实施例将氢气在线纯化与氢气干燥所需的设备合二为一,互为利用,实现了资源的综合利用,降低了总设备成本,减少了氢气干燥环路的总容积和可能的泄漏量,便于气体置换操作和运行维护,为发电厂增加了经济效益。

[0050] 综上,本实施例的一种氢冷发电机用氢气的在线纯化装置,通过设置循环纯化系统10、循环再生系统20和控制系统30,实现了氢气提纯功能,能够完成氢气干燥、提纯及氢气自主循环,达到了提高氢气纯度1-2个百分点的性能,大幅度减少或基本杜绝了因氢气纯度不合格而排氢的情况,达到发电机节能、增效、降低碳排放的目的。

[0051] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述第一纯化吸收塔12的两端分别通过上四通阀V7和下四通阀V8与后置过滤器13和前置过滤器11连接;所述第二纯化吸收塔21的两端分别通过上四通阀V7和下四通阀V8与再生气流冷却器22和废气分离存储器23连接;操作所述上四通阀V7和下四通阀V8的阀杆同步旋转90°位置可进行第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21的连接关系互换;所述上四通阀V7和下四通阀V8的阀杆通过连杆14和气动执行器15相连,用于实现两个阀杆的同步操作,而气动执行器15需要压缩空气压力P驱动。

[0052] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述第一纯化吸收塔12包括吸收塔塔体

121,所述吸收塔塔体121的内部设有上下布置的吸附剂床层122和高压鼓风机123,所述吸附剂床层122包括由下至上依次连接的活性炭床层、辛化硅胶床层、锂基分子筛床层、钠基分子筛床层及脱氧床层,所述脱氧床层装有钨铂催化剂和干燥吸附剂;所述吸附剂床层122内还埋设有加热器124,所述加热器124和高压鼓风机123均在自动循环再生过程中启动;

[0053] 所述吸收塔塔体121上设有第一温度测量计T1和第一压力表P1,吸收塔塔体121的上部设有与上四通阀V7相连的工作气流出出口管路125,吸收塔塔体121的底部设有与下四通阀V8相连的工作气流入入口管路126;

[0054] 所述第二纯化吸收塔21与第一纯化吸收塔12的结构相同并设有第二温度测量计T2和第二压力表P2;

[0055] 同时,所述上四通阀V7还分别通过再生气流出出口管路127-1和后置过滤器进口管路127-2与再生气流冷却器22和后置过滤器13连接;所述再生气流出出口管路127-1上还设置有再生气流控制阀V1和第三温度测量计T3;所述下四通阀V8还分别通过再生气流入入口管路128-1和前置过滤器出口管路128-2与废气分离存储器23和前置过滤器11连接。

[0056] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述前置过滤器11包括过滤器壳体111及设置在所述过滤器壳体111内的螺旋通道112和升气管113,所述过滤器壳体111上开设有气体入口和气体出口,所述螺旋通道112的进气端连接所述气体入口,其出气端的中心处连接所述升气管113的进气口,升气管113的出气口与所述气体出口连通,所述升气管113内装填有金属材质的烧结过滤层;所述过滤器壳体111与排污入口之间还连通有排污管路114,所述排污管路114上安装有两个串接的排污控制阀V9;

[0057] 所述后置过滤器13与所述前置过滤器11的结构相同。

[0058] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述前置过滤器11与所述第一纯化吸收塔12之间的输入管路上设有进氢湿度检测仪M1和氢气流量测量仪F1;所述后置过滤器13与所述第一纯化吸收塔12之间的输出管路上设有出氢湿度检测仪M2和氢气纯度测量器N1,所述氢气纯度测量器N1用于测量吸附塔吸附后的氢气纯度;

[0059] 所述前置过滤器11的输出端与所述后置过滤器13的输入端之间设有连通旁路16,所述连通旁路16上设有第一电磁阀YV1;

[0060] 当氢湿度检测仪M1和出氢湿度检测仪M2的氢气湿度数据小于设置数据时,第一电磁阀YV1打开,连通旁路16导通,氢气大部分流经旁路管道,进入停止除湿状态,再生运行继续到完成,第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21不切换;

[0061] 参照图4,将来自进氢湿度检测仪M1和出氢湿度检测仪M2的氢气湿度数据,与设置数据进行比较:

[0062] 当氢气湿度数据大于设置数据的上限时,对第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21进行工作状态判断,对工作中的第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21继续维持当前的纯化/再生工作状态,对暂停运行的第一纯化吸收塔12或第二纯化吸收塔21则进行切换,并关闭第一电磁阀YV1;

[0063] 当氢气湿度数据在设置数据的范围内时,维持第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21的当前工作状态;

[0064] 当氢气湿度数据小于设置数据的下限时,打开第一电磁阀YV1,维持第二纯化吸收塔21的再生运行,并在再生完毕后暂停第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21的切换操

作。此时,氢气大部分流经连通旁路16的管道,第一纯化吸收塔12会有少部分氢气流经,处于适量的循环纯化过程。

[0065] 上述氢气湿度数据小于设置数据的下限情况,视为发电机内氢气湿度过低时,这时整个在线纯化装置处于单提纯工作模式。在该单提纯工作模式下,需要控制第二纯化吸收塔21进行吸附剂再生时将不进行冷却排水,直接进行废气分离,这样再生冷却时,水分会仍然停留在干燥吸附剂内,从而可以有效的控制发电机内氢气湿度,同时兼顾持续的氢气在线纯化工作,保障发电机内氢气纯度始终较高。

[0066] 参照图5,将氢气流量测量仪F1的氢气流量数据与正常数据比较:

[0067] 增大时,定义为不需要循环风机功能,则停止第一纯化吸收塔12内的高压鼓风机123,仅将处于再生状态的第二纯化吸收塔21内的高压鼓风机123开启;

[0068] 正常时,第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21内的高压鼓风机123分别维持各自的当前状态;

[0069] 减小时,定义为需要循环风机功能,则在吸收状态下的开第一纯化吸收塔12也开启高压鼓风机123。

[0070] 参照图6,控制系统30根据氢气流量测量仪F1的氢气流量数据进行流量判断,流量若不正常就由PLC控制器31操控报警指示灯发出报警提示;流量若正常,则与实时采集其他数据分别输入PLC及人机界面触摸屏32,并形成数据曲线,经与同种发电机型的普遍情况大数据对比分析,将分析结果直接显示出来,提供直接的数据参考和直观的发电机运行情况评估报告。这里的其他数据包括的氢气流量、排水量、发电机内氢气湿度数据等。日排水量和发电机内氢气湿度值是衡量发电机运行情况的重要参数,一般而言可以据此判断发电机密封油含水量、发电机轴瓦密封情况、密封油压差调节情况及发电机内漏水情况等,并可以据此判断发电机运行效率。本发明实施例设计将正常排水量和同一时刻的发电机内氢气湿度自动测量并纪录,形成数据曲线,经与同种发电机型的普遍情况大数据对比分析,将分析结果直接显示出来,提供直接的数据参考和发电机运行情况评估报告,具有准确、及时、可靠的优点。

[0071] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述再生气流冷却器22包括冷却器主体221,所述冷却器主体221的一侧分别设有冷却水入口和冷却水出口,所述冷却器主体221的靠近冷却水出口一端与上四通阀V7连接,所述冷却器主体221的靠近冷却水入口一端与废气分离储存器连接且在二者之间安装有第四温度测量计T4。

[0072] 第四温度测量计T4用于监测再生气流经过冷却器冷却后,冷却器出口的温度值。

[0073] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述废气分离储存器包括设备外壳231,所述设备外壳231内设有依次连通的存储室232、分离室233和沉降室234,所述分离室233内设有旋分通道235并与冷却器主体221连通,所述旋分通道235通过中心升气管236与存储室232连通,所述中心升气管236内设有高分子分离膜2361;所述存储室232位于分离室233上方且与下四通阀V8连接;所述沉降室234设有废气含氢量测量仪、废气自动排放管路237和自动排水管路238,所述废气自动排放管路237上依次设有排气控制阀V1、第二电磁阀YV2和排放计量仪F3,所述自动排水管路238上依次设有排水控制阀V2、贮水筒239和微流量计量仪F2。

[0074] 废气分离存储器23采用旋风分离技术、重气体沉降技术、膜法分离技术来分离再

生气流中的废气和氢气,做到尽可能少的排出氢气。排水控制阀V2、贮水筒239和微流量计量仪F2的设置实现排水量自动计量和调节功能,排气控制阀V1、第二电磁阀YV2和排放计量仪M1的设置实现了排气量自动计量和调节功能。废气分离存储器23下部的废气含氢量测量仪表,用于智能控制只有当废气含氢量小于设置值时才启动排放氢气。

[0075] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述控制系统30包括PLC控制器31及分别与所述PLC控制连接的人机界面触摸屏32和报警指示灯,所述PLC控制器31还分别电性连接于第一电磁阀YV1、第二电磁阀YV2、第一压力表P1、第二压力表P2、氢气流量测量仪F1、排放计量仪F3、微流量计量仪F2、进氢湿度检测仪M1、出氢湿度检测仪M2、氢气纯度测量器N1、第一温度测量计T1、第二温度测量计T2、第三温度测量计T3、第四温度测量计T4、吸收塔、分离器、冷却器、过滤器、气动执行器15。其中,第一压力表P1、第二压力表P2分别用以显示第一纯化吸收塔12和第二纯化吸收塔21的工作压力,第一温度测量计T1表示第一纯化吸收塔12的内部温度,第二温度测量计T2表示第二纯化吸收塔21的内部温度,第三温度测量计T3表示再生气流出口的温度值。

[0076] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述氢气纯化装置还包括气体置换操作系统40,所述气体置换操作系统40包括置换入口41和置换出口42,所述置换入口41一端连接再生气流入口管路128-1的靠近下四通阀V8侧,另一端通过置换入口管路411连接到二氧化碳供给处,所述置换入口管路411上设有置换入口阀V6;所述置换出口42一端连接再生气流入口管路128-1的靠近废气分离储存器侧,另一端通过置换出口管路421连接到气体排放处,所述置换出口管路421上设有置换出口阀V5;所述置换入口41和置换出口42之间的再生气流入口管路128-1上还设置有置换分隔阀V3,前置过滤器出口管路128-2靠近下四通阀V8的位置设置有压力平衡阀V4,所述压力平衡阀V4连接下四通阀V8的一端同时连接再生气流入口管路128-1。

[0077] 在本发明实施例的一种可选实施方式中,所述氢气纯化装置还包括氢气纯度测量系统50,所述氢气纯度测量系统50包括氢气纯度监测器51,所述氢气纯度监测器51分别通过入口取样管路511和出口取样管路512与第一纯化吸收塔12的两端相连,所述入口取样管路511和出口取样管路512上分别设有第一取样控制阀V10和第二取样控制阀V11。氢气纯度测量系统50的作用主要是可以通过阀门切换测量入口氢气纯度和出口氢气纯度。

[0078] 本发明实施例的工作原理:

[0079] 氢气纯化的原理是利用装在立式压力容器“吸收塔”内的辛化硅胶、活性炭、锂基分子筛、钠基分子筛等固体吸附剂,对混合气体中的各种杂质进行选择性的吸附而完成的。由于混合气体中各组分沸点不同,根据易挥发的不易吸附,不易挥发的易被吸附的性质,将原料气通过吸附剂床层122,氢以外的其余组分作为杂质被吸附剂选择性地吸附,而沸点低、挥发度最高的氢气基本上不被吸附,以大于99%左右的纯度离开吸附床,从而达到与其它杂质分离的目的。

[0080] 变温吸附的基本原理是利用吸附剂对不同组分的吸附容量随温度的不同而有较大差异的特性,在吸附剂选择吸附的条件下,常温吸附原料气中的高沸点杂质组分,高温脱除这些杂质,使吸附剂得到再生。利用这种原理,可以将吸附剂吸附的杂质在不消耗氢气的前提下最大限度的脱附,工作时吸附能力最佳,使产品气保持高纯度。

[0081] 发电机内的氢气压力较低,都在0.50MPa以下,为了保证装置的可靠性和产品氢的

质量,本发明实施例的在线纯化装置实现了可靠的“前处理脱油+脱氧+TSA脱除杂质气体 + 杂质气体分离排出”的处理过程。具体是,发电机来的氢气首先流经前置过滤器11进行过滤处理,除去液滴和少量油汽、部分 C^{3+} 等液态物质,再在第一纯化吸收塔12内经钌触媒催化去除氢气中的氧气,然后在第二纯化吸收塔21内用变温吸附(TSA)法除去 CO_2 、 N_2 、 C^{3+} 气体组分,最后经旋风沉降和膜法分离把废气分离并排出,实现 H_2 与 H_2O 、 N_2 、 O_2 和 C^{2+} 等杂质组分的分离,达到氢气持续纯化的目的。

[0082] 本发明实施例的工作过程:

[0083] 在纯化吸收工作过程中,发电机来的氢气首先流经前置过滤器11,在前置过滤器11内流经螺旋通道112而产生高速旋转,受离心作用,将非气态的所有重物与氢气分离,除去液滴、油汽和部分 C^{3+} 等液态物质,只通过气体,气体由中部的升气管113流出,升气管113内部的烧结过滤层,可滤除气体中的雾化油、细小微粒等杂质,使流出的氢气进一步净化。前置过滤器11流出的氢气经下四通阀V8导向始终流过处于吸收纯化工作模式的第一纯化吸收塔12,在第一纯化吸收塔12内依次进入活性炭床层、辛化硅胶床层、锂基分子筛床层、钠基分子筛床层,依次针对 C^{2+} 、 H_2O 、 N_2 及其他杂质气体进行吸附,一次性除去氢以外的绝大部分杂质气体,仅余少量 O_2 ,然后进入吸收塔最上部的脱氧床层,在钌铂催化剂的作用下使氧气与氢气反应生成水,从而去除氢气中的氧气,水被混装的干燥吸附剂吸收,从而使氢气彻底纯化。纯化后的氢气在返回发电机之前,会再经过后置过滤器13的二次过滤处理,更加确保了发电机内部氢气的高质量。当吸附塔吸附到一定程度时,氢气纯化性能降低,此时就要对吸附剂进行再生以恢复吸附纯化能力,此时通过上四通阀V7和下四通阀V8转动90度切换,使需要再生的第二纯化吸收塔21置于再生环路中,再生好的第二纯化吸收塔21则置于吸收环路中进行连续的吸收纯化工作。

[0084] 在再生过程中,利用埋置在吸附剂床层122中的加热器124加热吸附剂到 $150^{\circ}C \sim 200^{\circ}C$ 左右后,使其将吸收的水分和杂质气体脱附放出,同时让封闭在再生系统内的氢气经塔内置的高压鼓风机123的推动流过干燥剂吸收层,将释放出的水蒸汽和杂质气体带再生气流冷却器22,在再生气流冷却器22内同冷却水进行热交换,水蒸汽冷凝成水分离出来,经废气分离存储器23、贮水筒239由排水控制阀V2排出。杂质气体随再生气流进入废气分离存储器23,在废气分离存储器23内,氢气流经旋分通道235而产生高速旋转,受离心作用,将非气态的所有重物与氢气分离,只通过气体,并且较重的杂质气体向四周汇聚并沉降向下,较轻的氢气向中部汇聚,经中心升气管236向上流动,中心升气管236内装有对氢气具有较大渗透速率、对其他杂质气体具有较小渗透速率的高分子分离膜2361,氢气迅速通过该高分子分离膜2361,而其他气体则仅少量可透过该高分子分离膜2361,从而使杂质气体在废气分离存储器23内富集并向下沉降,当废气分离存储器23内的杂质气体含量超过设置含量限值时,设备启动第二电磁阀YV2将废气排放掉,完成废气的去除。含少量杂质气体的再生气流经中心升气管236的高分子分离膜2361流出,回到第二纯化吸收塔21底部,经内置高压鼓风机123加压推动后继续进行再生循环。再生脱附完毕后,停止加热,让封闭在再生系统内的氢气经第二纯化吸收塔21内置的高压风机的推动继续流过吸附剂床层122,使之逐渐冷却至常温,冷却结束后,第一纯化吸收塔12完成一次循环,可以进行下一周期吸附纯化工作过程。第一纯化吸收塔12与第二纯化吸收塔21如此循环,完成不间断纯化工作。

[0085] 本发明实施例的经济效益:

[0086] 根据相关资料计算,某厂发电机若提高氢气纯度1个百分点,可减少风磨损耗11%,减小损耗(提高发电机出力)100KW/h左右,而且该损耗只要发电机运转就是基本不变的,并不因为发电机负荷的改变而变化,相当于提高氢气纯度1个百分点发电机每运转一年就可节约原煤280吨。若某厂发电机氢气纯度一般在96-98%之间波动,应用本发明实施例的在线纯化装置后具有提高氢气纯度2个百分点左右的潜力,实现后,年可节约500吨左右的标准煤。

[0087] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明做任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质,对以上实施例所做出任何简单修改和同等变化,均落入本发明的保护范围之内。

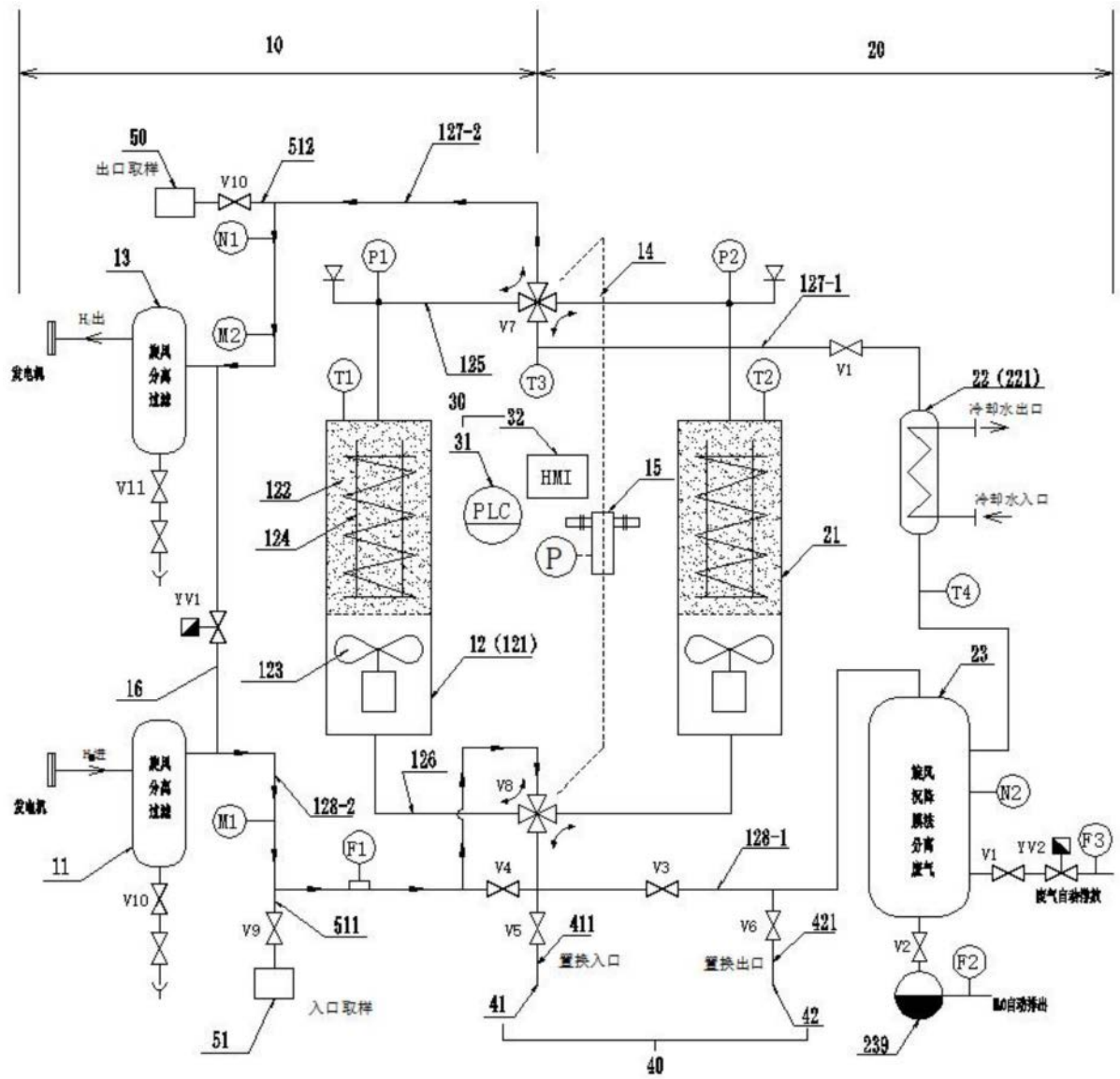


图1

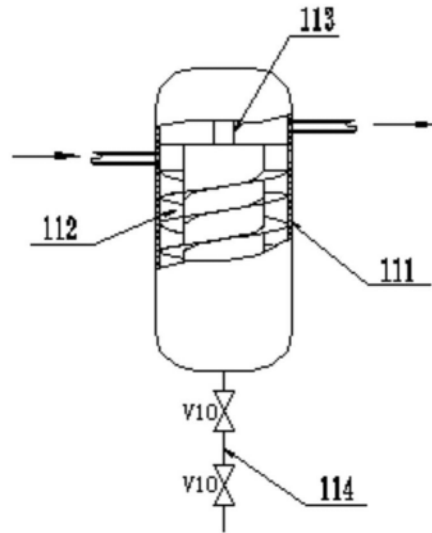


图2

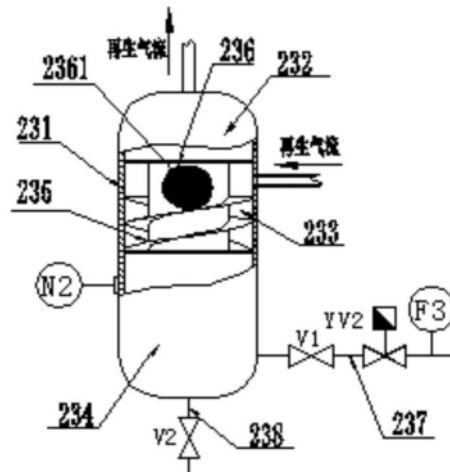


图3

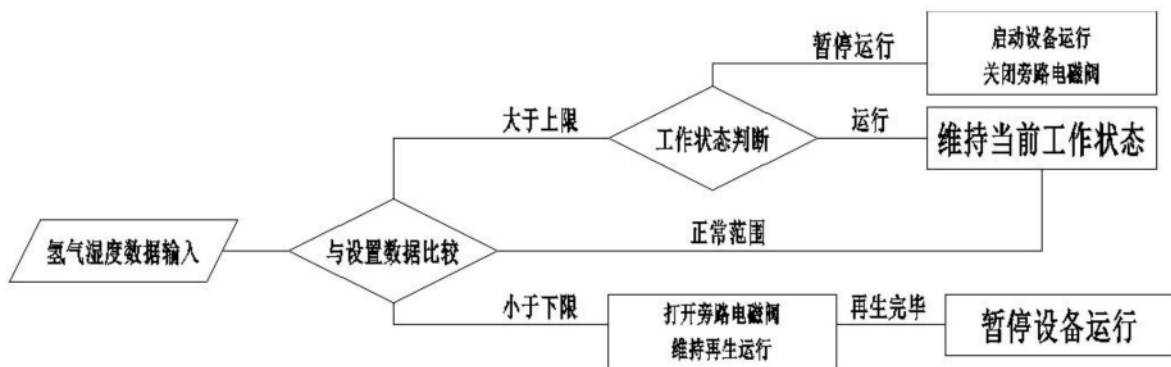


图4

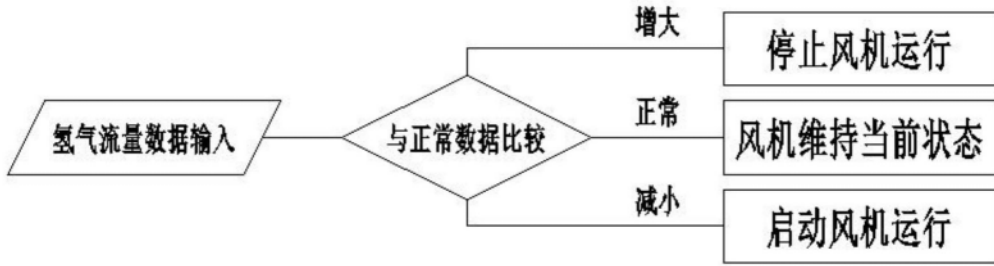


图5

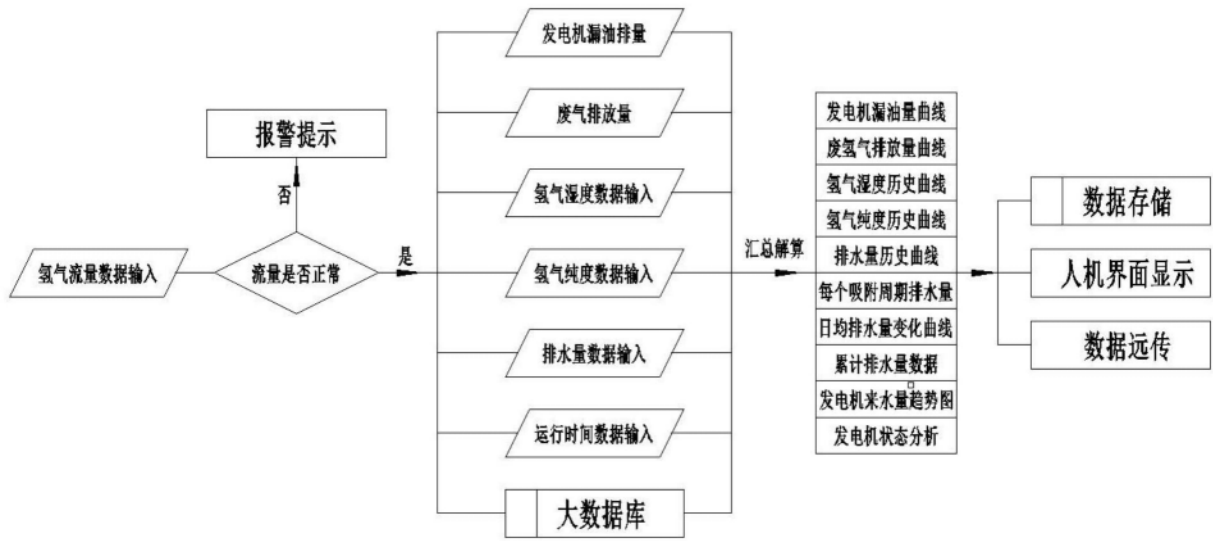


图6