



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101916596 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201010239825. 0

(22) 申请日 2010. 07. 28

(73) 专利权人 中科华核电技术研究院有限公司
地址 518000 广东省深圳市福田区上步中路
科技大厦 15 层

专利权人 大亚湾核电运营管理有限责任公
司
中国广东核电集团有限公司

(72) 发明人 吴天华 刘青松 朱磊 李书周
董亚超 袁杰 巩海龙 卢六平
于海峰 洪益群 王东 孟海军
程鹏 施英杰 黄文有 向文元
赵月扬 余冰

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司
44202
代理人 郝传鑫 潘中毅

(51) Int. Cl.

G21C 15/16(2006. 01)

G21C 15/243(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201780801 U, 2011. 03. 30, 权利要求
1-15.

CN 101542633 A, 2009. 09. 23, 全文.

CN 101213615 A, 2008. 07. 02, 全文.

JP 特开 2002-326002 A, 2002. 11. 12, 全文.

EP 1489624 A2, 2004. 12. 22, 全文.

黎春梅. 岭澳核电站一回路系统真空排气台
架设计. 《核动力工程》. 2010, 第 31 卷(第 2 期),
第 94 页到第 95 页及图 1.

审查员 闫静

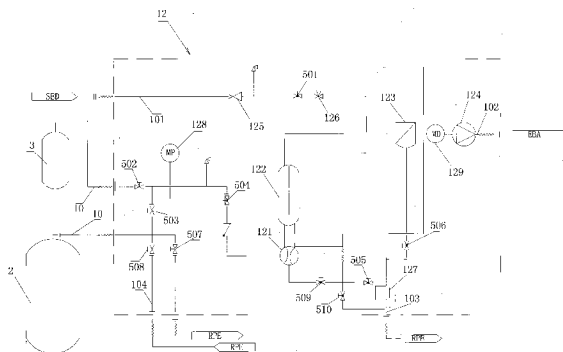
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置
和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,用于对包括由反应堆压力容器、稳压器以及蒸汽发生器相连通形成的一回路进行抽真空排气,所述抽真空排气装置分别与所述反应堆压力容器、所述稳压器相密封导通形成密封抽气回路;所述抽真空排气装置包括接入所述密封抽气回路中可对所述密封抽气回路中水汽实现汽水分离的抽真空排气台架。本发明还公开了一种移动压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气系统。实施本发明实施例一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置以及抽真空排气系统,可与一回路相密封导通形成密封抽气回路,并可对所述密封抽气回路中的水汽实现汽水分离,提高核电站运行的经济性,降低一回路中关键设备的磨损率。



CN 101916596 B

1. 一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,用于对包括由反应堆压力容器、稳压器以及蒸汽发生器相连通形成的一回路进行抽真空排气,其特征在于,所述抽真空排气装置分别与所述反应堆压力容器、所述稳压器相密封导通形成密封抽气回路;

所述抽真空排气装置包括接入所述密封抽气回路中可对所述密封抽气回路中水汽实现汽水分离的抽真空排气台架;

所述密封抽气回路包括供水管路,所述抽真空排气台架还包括减压调节装置和流量调节装置,所述减压调节装置和所述流量调节装置通过隔离阀分别接入所述供水管路中对所述供水管路中的供水进行压力和流量的调节;

所述密封抽气回路还包括:用于向所述密封抽气回路中补充空气的破坏真空进气管路;

所述抽真空排气装置还包括密封所述反应堆压力容器的密封顶盖,所述密封顶盖靠自重密封封压在可将所述反应堆压力容器与所述抽真空排气台架相密封导通的所述反应堆压力容器的敞口端上。

2. 如权利要求1所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述抽真空排气台架包括:用于使所述密封抽气回路中水汽沿所述密封抽气回路中固定方向流动提供动力的水环真空泵、用于进行汽水分离的汽水分离器、具有过滤作用的过滤器以及风机;

所述水环真空泵、所述汽水分离器、所述过滤器以及所述风机依次相连接的接入所述密封抽气回路中。

3. 如权利要求2所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述密封抽气回路还包括:换气通风管路和疏排水管路,所述密封抽气回路中的水汽经所述抽真空排气台架的所述过滤器以及所述风机进入所述换气通风管路中;

所述密封抽气回路中的水汽经所述水环真空泵、所述汽水分离器、所述过滤器通过隔离阀分别接入所述疏排水管路中。

4. 如权利要求3所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述疏排水管路上包覆设有用于形成水封,使废气不能从疏水回路排走的密封水罐。

5. 如权利要求2所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述抽真空排气台架还包括真空压力测量仪,所述真空压力测量仪接入所述破坏真空进气管路中。

6. 如权利要求1所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述抽真空排气台架具有的框架的底部设置集水盘;所述抽真空排气台架框架上装设万向轮。

7. 如权利要求1所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述密封顶盖包括:封罩和双向密封所述反应堆压力容器与所述封罩的法兰,所述封罩和所述法兰相焊接密封。

8. 如权利要求7所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述封罩是具有一定纵深深度的圆盘罩状体,分别开设抽气接口和液位接口,所述抽真空排气台架分别通过抽气接口与抽气软管的密封连接以及液位接口与水位计量软管的密封连接接入所述密封抽气回路中。

9. 如权利要求 8 所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述封罩相对的侧壁边缘上设置吊装导向用导向套;

所述封罩的内壁上焊接设置加强筋,所述加强筋呈放射性排布设置;

所述封罩自其内壁延展设置与其中心轴线相互平行的支腿。

10. 如权利要求 7 所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,其特征在于,所述法兰焊接固定在所述封罩的侧体端部边缘上,呈扁平圆环状,包括:环槽、集气罐以及键槽,所述环槽开设在沿所述法兰可与所述反应堆压力容器相接触的环状端面上,所述环槽开设与所述集气罐相导通的排气孔;

所述集气罐可收集当所述密封顶盖密封封压在所述反应堆压力容器敞口端上所述环槽中逸出的气体;

所述键槽开设在所述法兰用于容置所述反应堆压力容器堆内构件定位键的对应位置上。

11. 一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气系统,包括由反应堆压力容器、稳压器以及蒸汽发生器相连通形成的压水堆核电站回路系统,其特征在于,还包括:可密封导通接入所述压水堆核电站回路系统中可对所述压水堆核电站回路系统中水汽实现汽水分离的密封抽气系统;

所述密封抽气系统包括依次相连接的水环真空泵、汽水分离器、过滤器以及风机;

所述抽真空排气系统还包括接入所述密封抽气系统中的供水系统,所述供水系统还包括减压调节装置和流量调节装置,所述减压调节装置和所述流量调节装置通过隔离阀分别接入所述供水管路中对所述供水管路中的供水进行压力和流量的调节;

所述抽真空排气系统还包括破真空进气系统;

所述抽真空排气装置还包括密封所述反应堆压力容器的密封顶盖,所述密封顶盖靠自重密封封压在可将所述反应堆压力容器与所述抽真空排气台架相密封导通的所述反应堆压力容器的敞口端上。

12. 如权利要求 11 所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气系统,其特征在于,所述抽真空排气系统还包括:分别接入所述密封抽气系统中换气通风系统、疏排水系统。

13. 如权利要求 12 所述的压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气系统,其特征在于,所述供水系统接入核岛除盐水分配系统;

所述换气通风系统接入安全壳换气通风系统;所述疏排水系统接入核岛排气和疏水系统;

所述破坏真空进气系统接入安全壳连续通风系统。

压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及核电领域,尤其涉及一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置以及抽真空排气系统。

背景技术

[0002] 如图 1 所示,为现有技术中压水堆核电站反应堆一回路的结构示意图,其中,在压水堆核电站机组正常运行时,反应堆由反应堆压力容器 701、稳压器 702 以及蒸汽发生器 703 相连通形成的一回路为满水状态,在机组每次大修时都需要对上述回路进行排水(排水水位需达到主管道上表面以下,该回路水位标高 9.28m 以下),以完成机组相关的状态转换和设备维修工作。在机组启动或一回路水压试验前,则需要将该回路重新充水,以排出该回路中的大量空气(尤其是蒸汽发生器 703U 型管内的空气),将一回路的空气量降到电站程序要求值以下,以满足系统和设备的运行要求,特别是保证三台反应堆冷却剂系统泵 704 的正常运行。

[0003] 目前,压水堆核电站大修期间基本采用静态排气和动排气相结合的方式完成该回路的排气工作。具体操作方式如下:首先,进行反应堆压力容器 701、稳压器 702 以及蒸汽发生器 703 相连通形成的该回路的充水排气,称为静态排气,即将该回路充满水,完成相应反应堆压力容器 701、稳压器 702 和一些管线的排气,但此时蒸汽发生器 703U 型管中仍存留大量空气,需要进行动排气。在动排气过程中,三台反应堆冷却剂系统泵 704 分别运行一次,然后三台反应堆冷却剂系统泵 704 同时启动一次,将蒸汽发生器 703 的 U 型管中的气体赶到压力容器 701 和稳压器 702 的顶部并由此排出,若检验不合格则需要重新进行动态排气。静态排气加动排气的方式耗时长,通常需要 20 多小时。

[0004] 采用静态排气加动排气的方法,不仅需要较长的时间,而且多次利用反应堆冷却剂系统泵 704 进行动排气,增大了反应堆冷却剂系统泵 704 的磨损和损坏的风险。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置以及抽真空排气系统,可与一回路相密封导通形成密封抽气回路,并可对所述密封抽气回路中的水汽实现汽水分离,提高核电站运行的经济性,降低一回路中关键设备的磨损率。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明公开了一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置,用于对包括由反应堆压力容器、稳压器以及蒸汽发生器相连通形成的一回路进行抽真空排气,所述抽真空排气装置分别与所述反应堆压力容器、所述稳压器相密封导通形成密封抽气回路;

[0007] 所述抽真空排气装置包括接入所述密封抽气回路中可对所述密封抽气回路中水汽实现汽水分离的抽真空排气台架;

[0008] 所述密封抽气回路包括供水管路,所述抽真空排气台架还包括减压调节装置和流

量调节装置,所述减压调节装置和所述流量调节装置通过隔离阀分别接入所述供水管路中对所述供水管路中的供水进行压力和流量的调节;

[0009] 所述密封抽气回路还包括:用于向所述密封抽气回路中补充空气的破坏真空进气管路;

[0010] 所述抽真空排气装置还包括密封所述反应堆压力容器的密封顶盖,所述密封顶盖靠自重密封封压在可将所述反应堆压力容器与所述抽真空排气台架相密封导通的所述反应堆压力容器的敞口端上。

[0011] 所述抽真空排气台架包括:用于使所述密封抽气回路中水汽沿所述密封抽气回路中固定方向流动提供动力的水环真空泵、用于进行汽水分离的汽水分离器、具有过滤作用的过滤器以及风机;

[0012] 所述水环真空泵、所述汽水分离器、所述过滤器以及所述风机依次相连接的接入所述密封抽气回路中。

[0013] 所述密封抽气回路还包括:换气通风管路和疏排水管路,所述密封抽气回路中的水汽经所述抽真空排气台架的所述过滤器以及所述风机进入所述换气通风管路中;

[0014] 所述密封抽气回路中的水汽经所述水环真空泵、所述汽水分离器、所述过滤器通过隔离阀分别接入所述疏排水管路中。

[0015] 优选的,所述疏排水管路上包覆设有用于形成水封,使废气不能从疏水回路排走的密封水罐。

[0016] 所述抽真空排气台架还包括真空压力测量仪,所述真空压力测量仪接入所述破坏真空进气管路中。

[0017] 所述抽真空排气台架具有的框架的底部设置集水盘;所述抽真空排气台架框架上装设万向轮。

[0018] 所述密封顶盖包括:封罩和双向密封所述反应堆压力容器与所述封罩的法兰,所述封罩和所述法兰相焊接密封。

[0019] 所述封罩是具有一定纵深深度的圆盘罩状体,分别开设抽气接口和液位接口,所述抽真空排气台架分别通过抽气接口与抽气软管的密封连接以及液位接口与水位计量软管的密封连接接入所述密封抽气回路中。

[0020] 所述封罩相对的侧壁边缘上设置吊装导向用导向套;

[0021] 所述封罩的内壁上焊接设置加强筋,所述加强筋呈放射性排布设置;

[0022] 所述封罩自其内壁延展设置与其中心轴线相互平行的支腿。

[0023] 所述法兰焊接固定在所述封罩的侧体端部边缘上,呈扁平圆环状,包括:环槽、集气罐以及键槽,所述环槽开设在沿所述法兰可与所述反应堆压力容器相接触的环状端面上,所述环槽开设与所述集气罐相导通的排气孔;

[0024] 所述集气罐可收集当所述密封顶盖密封封压在所述反应堆压力容器敞口端上所述环槽中逸出的气体;

[0025] 所述键槽开设在所述法兰用于容置所述反应堆压力容器堆内构件定位键的对应位置上。

[0026] 本发明还公开了一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气系统,包括由反应堆压力容器、稳压器以及蒸汽发生器相连通形成的压水堆核电站回路系统,还包括:可密封导

通接入所述压水堆核电站回路系统中可对所述压水堆核电站回路系统中水汽实现汽水分离的密封抽气系统；

[0027] 所述密封抽气系统包括依次相连接的水环真空泵、汽水分离器、过滤器以及风机；

[0028] 所述抽真空排气系统还包括接入所述密封抽气系统中的供水系统，所述供水系统还包括减压调节装置和流量调节装置，所述减压调节装置和所述流量调节装置通过隔离阀分别接入所述供水管路中对所述供水管路中的供水进行压力和流量的调节；

[0029] 所述抽真空排气系统还包括破真空进气系统；

[0030] 所述抽真空排气装置还包括密封所述反应堆压力容器的密封顶盖，所述密封顶盖靠自重密封封压在可将所述反应堆压力容器与所述抽真空排气台架相密封导通的所述反应堆压力容器的敞口端上。

[0031] 所述抽真空排气系统还包括：分别接入所述密封抽气系统中的供水系统、换气通风系统、疏排水系统以及破真空进气系统。

[0032] 所述供水系统接入核岛除盐水分配系统；

[0033] 所述换气通风系统接入安全壳换气通风系统；所述疏排水系统接入核岛排气和疏水系统；

[0034] 所述破真空进气系统包括接入安全壳连续通风系统。

[0035] 本发明实施例一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置以及抽真空排气系统，可与一回路相密封导通形成密封抽气回路，并可对所述密封抽气回路中的水汽实现汽水分离，适用于堆坑排水、反应堆压力容器排水而堆坑不排水的两种工况；密封顶盖靠自重密封封压在反应堆压力容器敞口端上，无须其他紧固装置进行密封；抽真空排气装置和系统可以提高核电站运行的经济性，降低一回路中关键设备的磨损率。

附图说明

[0036] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0037] 图 1 是现有技术中压水堆核电站反应堆一回路的结构示意图；

[0038] 图 2 是本发明实施例所提供的抽真空排气装置导通接入所述压水堆核电站反应堆一回路中的工作原理示意图；

[0039] 图 3a 是本发明实施例所提供的抽真空排气台架的第一结构示意图；

[0040] 图 3b 是本发明实施例所提供的抽真空排气台架的第二结构示意图；

[0041] 图 4 是本发明实施例所提供的抽真空排气台架的工作原理示意图；

[0042] 图 5a 是本发明实施例所提供的压水堆核电站反应堆一回路中密封顶盖的侧视剖面结构示意图；

[0043] 图 5b 是本发明实施例所提供的压水堆核电站反应堆一回路中密封顶盖的俯视结构示意图；

[0044] 图 5c 是本发明实施例所提供的压水堆核电站反应堆一回路中密封顶盖的仰视结

构示意图；

[0045] 图 6 是本发明实施例所提供的压水堆核电站反应堆一回路的抽真空排气系统结构示意图。

具体实施方式

[0046] 下面参考附图对本发明的优选实施例进行描述。

[0047] 参见图 2, 为本发明实施例所提供的抽真空排气装置导通接入所述压水堆核电站反应堆一回路中的结构示意图, 其中, 所述抽真空排气装置 1 用于对包括由反应堆压力容器 2、稳压器 3 以及蒸汽发生器 4 相连通形成的一回路进行抽真空排气, 所述抽真空排气装置 1 分别与所述反应堆压力容器 2、所述稳压器 3 相密封导通形成密封抽气回路 10, 所述抽真空排气装置 1 包括接入所述密封抽气回路 10 中可对所述密封抽气回路 10 中气体实现汽水分离的抽真空排气台架 12。

[0048] 结合参见图 3a、图 3b 以及图 4, 抽真空排气台架 12 大致呈立方状, 其由首尾依次相连接的若干条杆(未图示)相互拼搭而成的框架 120 所支撑, 优选的, 框架 120 为双层承重体结构。

[0049] 抽真空排气台架 12 还包括用于使所述密封抽气回路 10 中气体沿所述密封抽气回路 10 中固定方向流动提供动力的水环真空泵 121、用于对所述密封抽气回路 10 中沿固定方向流动的水汽进行汽水分离的汽水分离器 122、具有过滤作用的过滤器 123 以及风机 124, 所述水环真空泵 121、所述汽水分离器 122、过滤器 123 以及所述风机 124 依次相连接的接入所述密封抽气回路 10 中。

[0050] 具体实施时, 当抽真空排气装置 1 分别与反应堆压力容器 2、稳压器 3 相密封导通形成密封抽气回路 10 时, 在水环真空泵 121 的作用下, 密封抽气回路 10 中气体夹带水分可分别通过水环真空泵 121 和汽水分离器 122, 实现汽水分离。

[0051] 所述密封抽气回路 10 还包括供水管路 101, 所述抽真空排气台架 12 还包括减压调节装置 125 和流量调节装置 126, 所述减压调节装置 125 和所述流量调节装置 126 通过若干隔离阀(未图示)分别接入所述供水管路 101 中对所述供水管路 101 中的供水进行压力和流量的调节。

[0052] 具体实施中, 由于供水管路 101 可调节供水压力和供水流量的接入抽真空排气台架 12 中, 通过减压调节装置 125 和流量调节装置 126 的调节, 可以将供水压力和供水流量调整为水环真空泵 121 的最佳适配工况。

[0053] 所述密封抽气回路 10 还包括换气通风管路 102 和疏排水管路 103, 所述密封抽气回路 10 中的气体经所述抽真空排气台架 12 的所述过滤器 123 以及所述风机 124 进入所述换气通风管路 102 中; 所述密封抽气回路 10 中的水分经所述水环真空泵 121、所述汽水分离器 122、过滤器 123 通过若干隔离阀(未图示)分别接入所述疏排水管路 103 中。

[0054] 优选的, 所述疏排水管路 103 上包覆设有用于形成水封的密封水罐 127, 具体实施时, 当密封抽气回路 10 中的水分进入疏排水管路 103 中时, 密封水罐 127 可以有效防止放射性气体从疏排水管路 103 中泄露。

[0055] 所述密封抽气回路 10 还包括用于向所述密封抽气回路 10 中补充空气的破坏真空进气管路 104, 所述抽真空排气台架 12 还包括真空压力测量仪 128, 所述真空压力测量仪

128 接入所述破坏真空进气管路 104 中。

[0056] 优选的,抽真空排气台架 12 框架 120 的底部设置集水盘 1201,集水盘 1201 可以有效防止密封抽气回路 10 具有的各管路泄露时,放射性污物对地面的粘污。

[0057] 优选的,抽真空排气台架 12 框架 120 上装设万向轮 1202。

[0058] 可以理解的是,水环真空泵 121 和汽水分离器 122 的数量并不限定,可以是水环真空泵 121 和汽水分离器 122 各一台接入密封抽气回路 10 中,也可以接入多台水环真空泵 121 和汽水分离器 122,如抽真空排气台架 12 的双水环真空泵结构,其中,可以采用一台运行,一台备用的方式,也可以采用两台同时工作的方式,可以有效保证抽真空排气台架 12 的正常运行。

[0059] 结合参见图 5a、图 5b 以及图 5c,本发明实施例压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置 1 还包括密封所述反应堆压力容器 2 的密封顶盖 14,所述密封顶盖 14 固定设置在可将所述反应堆压力容器 2 与所述抽真空排气台架 12 相密封导通的所述反应堆压力容器 2 的敞口端 21 上。

[0060] 密封顶盖 14 是靠自重密封封压在所述反应堆压力容器 2 敞口端 21 上的单体结构,其包括:封罩 141 和双向密封所述反应堆压力容器 2、所述封罩 141 的法兰 142,所述封罩 141 和所述法兰 142 相焊接密封。

[0061] 封罩 141 是具有一定纵深深度的圆盘罩状体,其在如图所示的顶部和侧体分别贯通开设抽气接口 1412 和液位接口 1413,所述抽真空排气台架 12 分别通过抽气接口 1412 与抽气软管(图未示)的密封连接以及液位接口 1413 与水位计量软管(图未示)的密封连接接入密封抽气回路 10 中。

[0062] 封罩 141 相对的侧体的侧壁边缘上设置吊装导向用导向套 1414,可以理解的是,导向套 1414 设置的位置以及固定导向套 1414 的方式可以有多种方式,例如,导向套 1414 可以采用螺栓连接的方式固定设置在封罩 141 上,由于螺栓连接的拆卸便利性,可对导向套 1414 的径向位置进行调整,以适应核电站现场导向柱的位置。

[0063] 封罩 141 的内壁上焊接设置若干加强筋 1415,以增强封罩 141 的刚度,优选的,加强筋 1415 设置为狭长板状的呈放射性排布的四根。

[0064] 封罩 141 自其内壁延展设置与其中心轴线相互平行的支腿 1416,优选的,支腿 1416 等间距的设置四根,且其设置加强肋的端部在同一平面上。

[0065] 法兰 142 焊接固定在封罩 141 的侧体端部边缘上,呈扁平圆环状,包括:环槽 1422、集气罐 1424 以及键槽 1426,所述环槽 1422 开设在沿所述法兰 142 可与所述反应堆压力容器 2 相接触的环状端面上,环槽 1422 开设用于与所述集气罐 1424 相导通的排气孔 14222。

[0066] 所述集气罐 1424 设置在与所述法兰 142 开设环槽 1422 一端相对的另一端面上,具体实施中,当密封顶盖 14 密封封压在反应堆压力容器 2 敞口端 21 时,环槽 1422 中逸出的气体可以通过环槽 1422 中的排气孔 14222 进入集气罐 1424。

[0067] 集气罐 1424 设置的个数以及彼此间的具体位置并不限定,其可以开设在与环槽 1422 中排气孔 14222 相导通的所述法兰的任一位置。

[0068] 键槽 1426 开设在法兰 142 用于容置反应堆压力容器 2 堆内构件定位键的对应位置上,具体实施中,当密封顶盖 14 密封封压在反应堆压力容器 2 敞口端 21 时,键槽 1426 可

以避免反应堆压力容器 2 堆内构件的定位键。

[0069] 本发明实施例一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置主要应用于压水堆核电站大修期间由反应堆压力容器 2、稳压器 3 以及蒸汽发生器 4 相连通形成一回路的抽真空排气操作。

[0070] 在具体实施时,如图 4 所示的本发明实施例所提供的抽真空排气台架的工作原理示意图,当一回路中的反应堆压力容器 2 通过管道与稳压器 3、蒸汽发生器 4 相连通,反应堆一回路边界隔离完成(水位降到主管道上表面以下,图 1 中 9.28 米以下)时,抽真空排气装置 1 分别与所述反应堆压力容器 2、所述稳压器 3 相密封导通形成密封抽气回路 10,抽真空排气装置 1 对该回路进行抽真空操作。具体的:通过封罩 141 上具有的吊耳 1417 将密封顶盖 14 吊装至反应堆压力容器 2 敞口端 21 上,由于密封顶盖 14 具有较大自重,密封顶盖 14 密封封压在所述反应堆压力容器 2 敞口端 21 上。

[0071] 上述密封过程的其他实施方式中,抽真空排气装置 1 也可以是除上述密封顶盖 14 结构外的其他机构,只要满足抽真空排气装置 1 可以与反应堆压力容器 2 相密封导通形成密封抽气回路 10 即可。

[0072] 反应堆压力容器 2 密封后,分别通过软管将密封顶盖 14 封罩 141 上的抽气接口 1412 和液位接口 1413 连接至抽真空排气台架 12 上,软管的使用更便于拆装、节省操作时间。

[0073] 抽真空排气台架 12 工作时,在水环真空泵 121 的作用下,密封抽气回路 10 中气体夹带水分可分别通过水环真空泵 121 和汽水分离器 122,实现汽水分离。具体实施时:打开密封抽气回路 10 供水管路 101 中的隔离阀 501,调节减压调节装置 125 将供水压力调节到适合抽真空排气台架 12 水环真空泵 121 工作的供水压力,相继调节流量调节装置 126 将供水流量调节至水环真空泵 121 所需的工作流量,水环真空泵 121 充水。之后,关闭隔离阀 501 和流量调节装置 126。

[0074] 紧接着,打开密封抽气回路 10 中的隔离阀 502、隔离阀 503、隔离阀 504、隔离阀 505 以及隔离阀 506,当软管将密封顶盖 14 封罩 141 上的抽气接口 1412 和液位接口 1413 连接至抽真空排气台架 12 上时,打开隔离阀 507,一回路中的水位监测仪表对密封抽气回路 10 的水位进行监测显示。

[0075] 重新打开隔离阀 501 和流量调节装置 126,启动水环真空泵 121,此时,一回路气体夹带水分沿稳压器 3 和反应堆压力容器 2 与抽真空排气台架 12 形成的密封抽气回路 10 依次经过水环真空泵 121 和汽水分离器 122,经汽水分离后,气体经过滤器 123、风机 124 进入密封抽气回路 10 中的换气通风管路 102,由该管路进入核电站中的安全壳换气通风系统(EBA)中,最后排出,水分则经隔离阀 505、隔离阀 506 和密封水罐 127 进入密封抽气回路 10 中的疏排水管路 103,由该管路进入核电站中的核岛排气和疏水系统(RPE)进行处理。在疏排水管路 103 上包覆设有的密封水罐 127,在疏排水管路 103 上形成水封,可以有效防止放射性气体从疏排水管路 103 中泄出。

[0076] 经上述抽真空排气台架 12 的运转,最终将由反应堆压力容器 2、稳压器 3 以及蒸汽发生器 4 相连通形成的一回路的压力抽至规定的值。

[0077] 抽真空排气台架 12 的抽真空操作进行一段时间,一回路压力达到预定值后,关闭隔离阀 504、隔离阀 501,进行由反应堆压力容器 2、稳压器 3 以及蒸汽发生器 4 相连通形成

的一回路的补水作业,当水位低于该回路水位的标高时(主管道上表面标高,如附图所示的 9.28 米),可以边充水边抽真空维持该回路的压力在目标压力值。当水位高于该回路水位标高时,停运水环真空泵 121,只进行补水操作,并可以打开隔离阀 508,经过净化的空气通过破坏真空进气管路 104 中的隔离阀 508 向密封抽气回路 10 补充空气,加快一回路回复到大气压的速度,此过程中,需要保证一回路水位不低于该回路水位的标高。当由反应堆压力容器 2、稳压器 3 以及蒸汽发生器 4 相连通形成的一回路的最终水位升高至反应堆压力容器 2 中接近密封顶盖 14 法兰 142 面时(如附图所示 10.5 米),完成一回路的充水排气。此时一回路中气体被排出,蒸汽发生器 4 的 U 型管中虽然仍存留少量气体,但能够满足核电站的程序要求,一回路抽真空充水排气完成后,可以打开疏排水管路 103 中的隔离阀 509、隔离阀 510,将装置内的水排空。

[0078] 优选的,在抽真空和补水过程中,破坏真空进气管路 104 中真空压力测量仪 128 可以严密监测一回路的压力,一回路中的水位监测仪表可以对密封抽气回路 10 的水位进行监测显示。

[0079] 本发明实施例一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置适用于堆坑排水、反应堆压力容器排水而堆坑不排水的两种工况;反应堆压力容器 2 密封顶盖 14 和抽真空排气台架 12 上都留有水位测量接口,当反应堆堆坑中无水时,一回路中水位监测仪表通过软管连接反应堆压力容器上的密封顶盖 14 上的水位测量接口 1413,密封抽气回路 10 接入核电站中的核岛排气和疏水系统(RPE)中;当反应堆堆坑中有水时,一回路中水位监测仪表通过软管连接抽真空排气台架 12 上的水位测量接口。

[0080] 如图 6 所示,本发明实施例还公开了一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气系统 6,所述抽真空排气系统 6 包括由反应堆压力容器 601、稳压器 602 以及蒸汽发生器 603 相连通形成的压水堆核电站回路系统 60,以及可密封导通接入所述压水堆核电站回路系统 60 中可对所述压水堆核电站回路系统 60 中气体实现汽水分离的密封抽气系统 61。

[0081] 所述密封抽气系统 61 包括水环真空泵 611、汽水分离器 612、过滤器 613 以及风机 614,所述水环真空泵 611、所述汽水分离器 612、所述过滤器 613 以及所述风机 614 依次相连接。

[0082] 抽真空排气系统 6 还包括分别接入所述密封抽气系统 61 中的供水系统 62、换气通风系统 63、疏排水系统 64 以及破真空进气系统 65。

[0083] 所述供水系统 62 包括减压调节装置 621 和流量调节装置 622,所述减压调节装置 621 和所述流量调节装置 622 通过若干隔离阀(未图示)分别接入所述供水系统 62 中对所述密封抽气系统 61 中的供水进行压力和流量的调节。

[0084] 优选的,所述供水系统 62 包括核岛除盐水分配系统。

[0085] 所述密封抽气系统 61 中的气体经所述过滤器 613 以及所述风机 614 进入所述换气通风系统 63 中;所述密封抽气系统 61 中的水分经所述水环真空泵 611、所述汽水分离器 612、过滤器 613 通过若干隔离阀(未图示)分别接入所述疏排水系统 64 中。

[0086] 优选的,换气通风系统 63 接入安全壳换气通风系统;所述疏排水系统 64 接入核岛排气和疏水系统。

[0087] 优选的,破真空进气系统 65 接入安全壳连续通风系统。

[0088] 本发明实施例一种压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气系统 6 的具体实施方

式与上述压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气的实施方式相同,不再赘述。

[0089] 本发明实施例压水堆核电站反应堆一回路抽真空排气装置和系统,可与一回路相密封导通形成密封抽气回路,并可对所述密封抽气回路中的水汽实现汽水分离,适用于堆坑排水、反应堆压力容器排水而堆坑不排水的两种工况,省去了动态排气的过程,节省了大修关键路径;密封顶盖靠自重密封封压在反应堆压力容器敞口端上,无须其他紧固装置进行密封;抽真空排气装置和系统可以提高核电站运行的经济性,降低一回路中关键设备的磨损率,降低风险和设备维护费用。

[0090] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

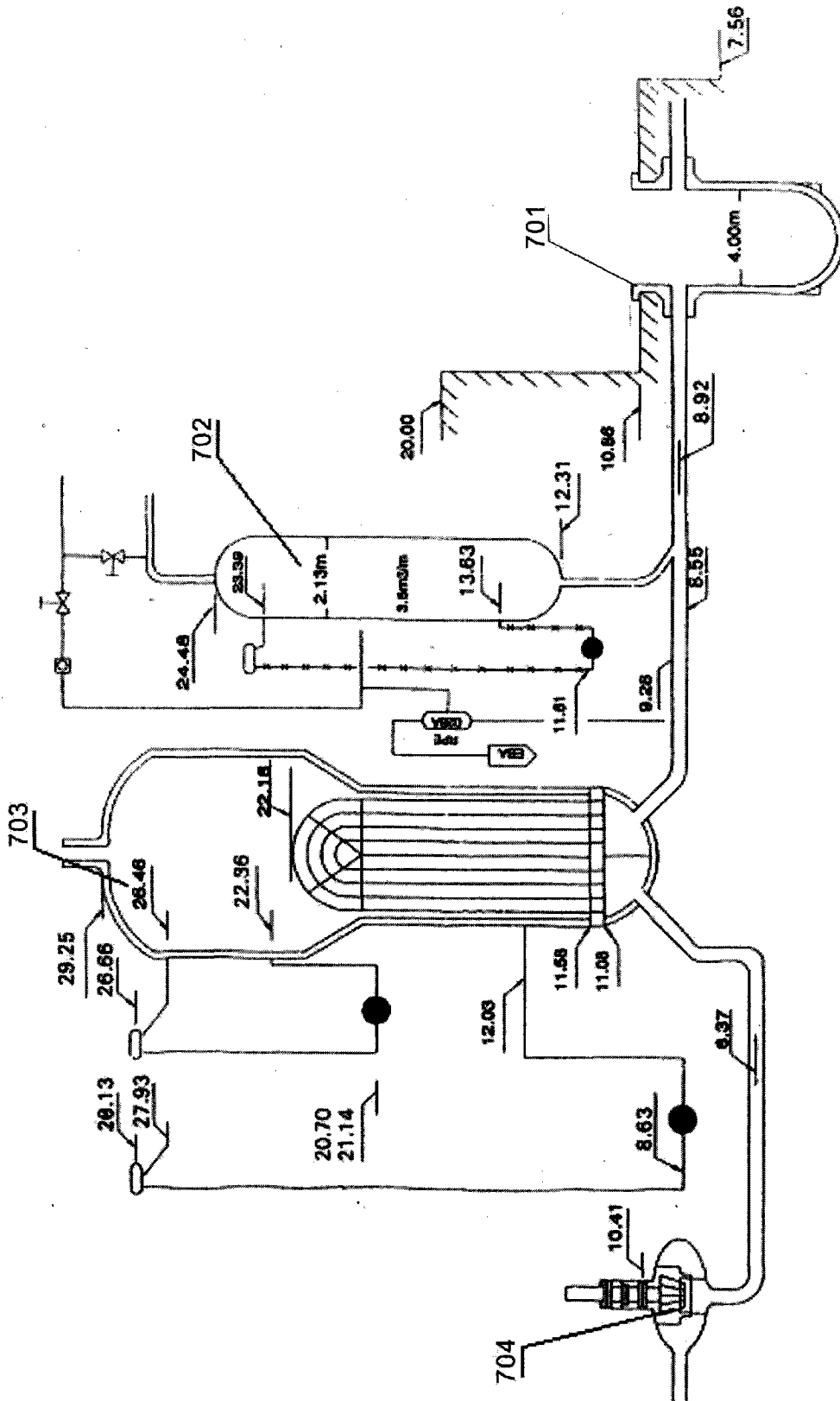


图 1

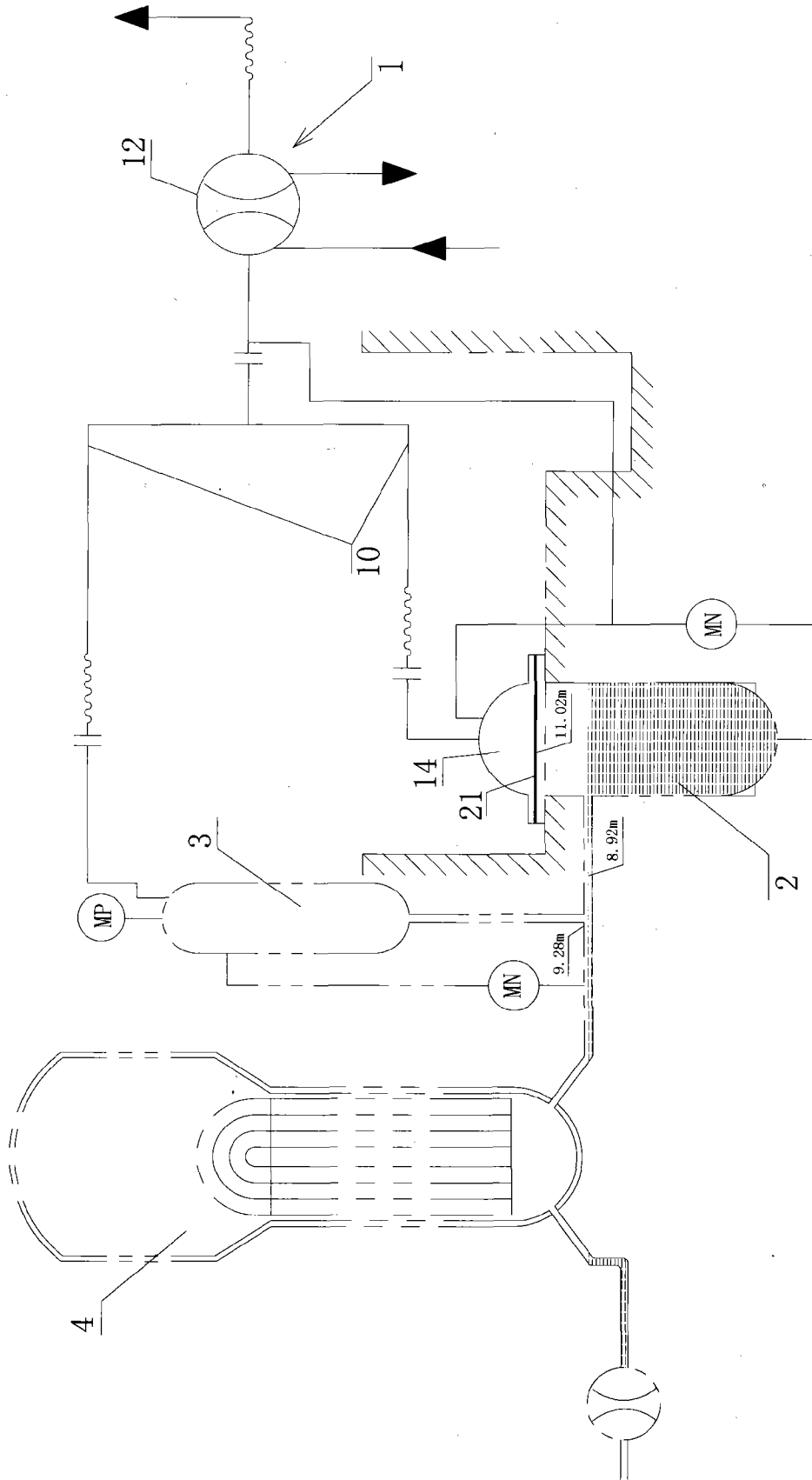


图 2

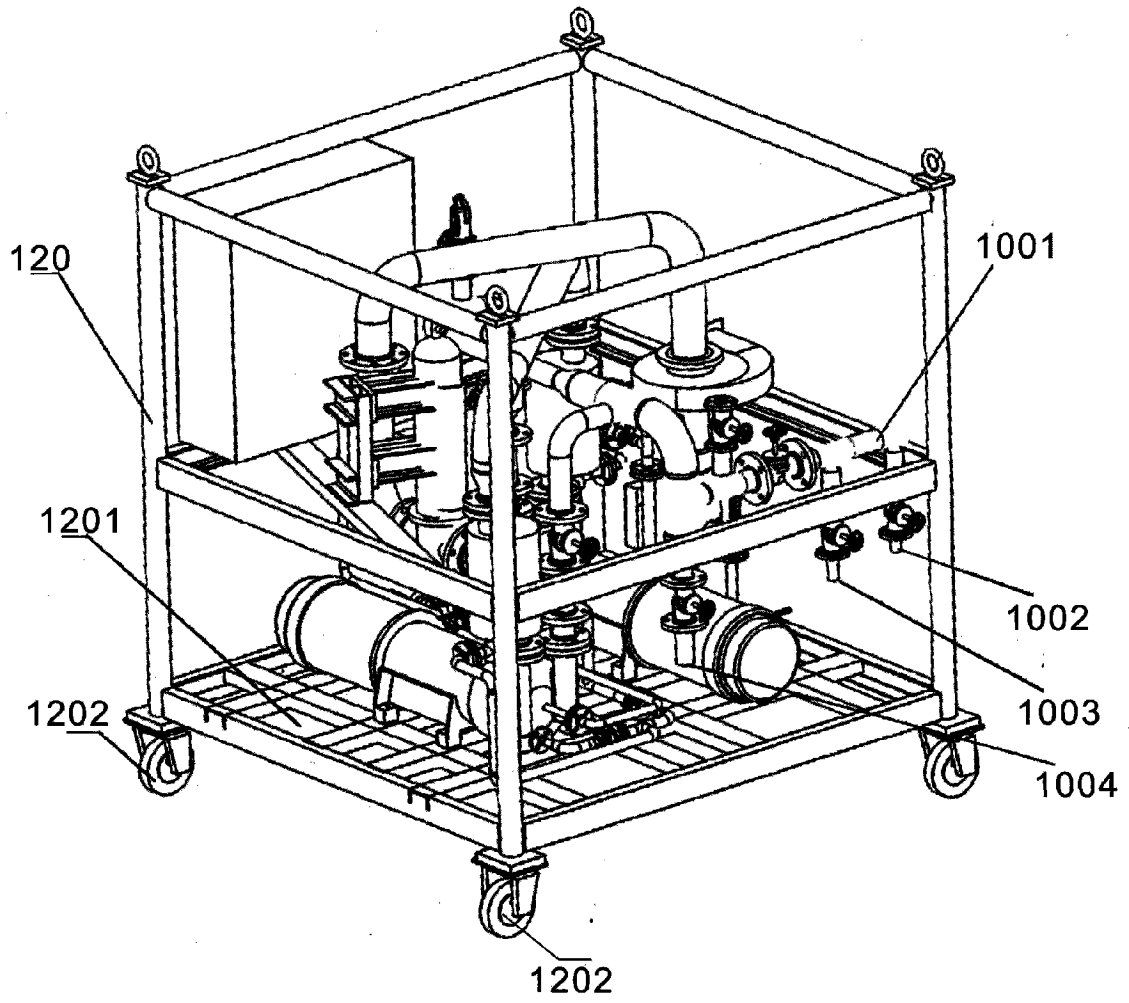


图 3a

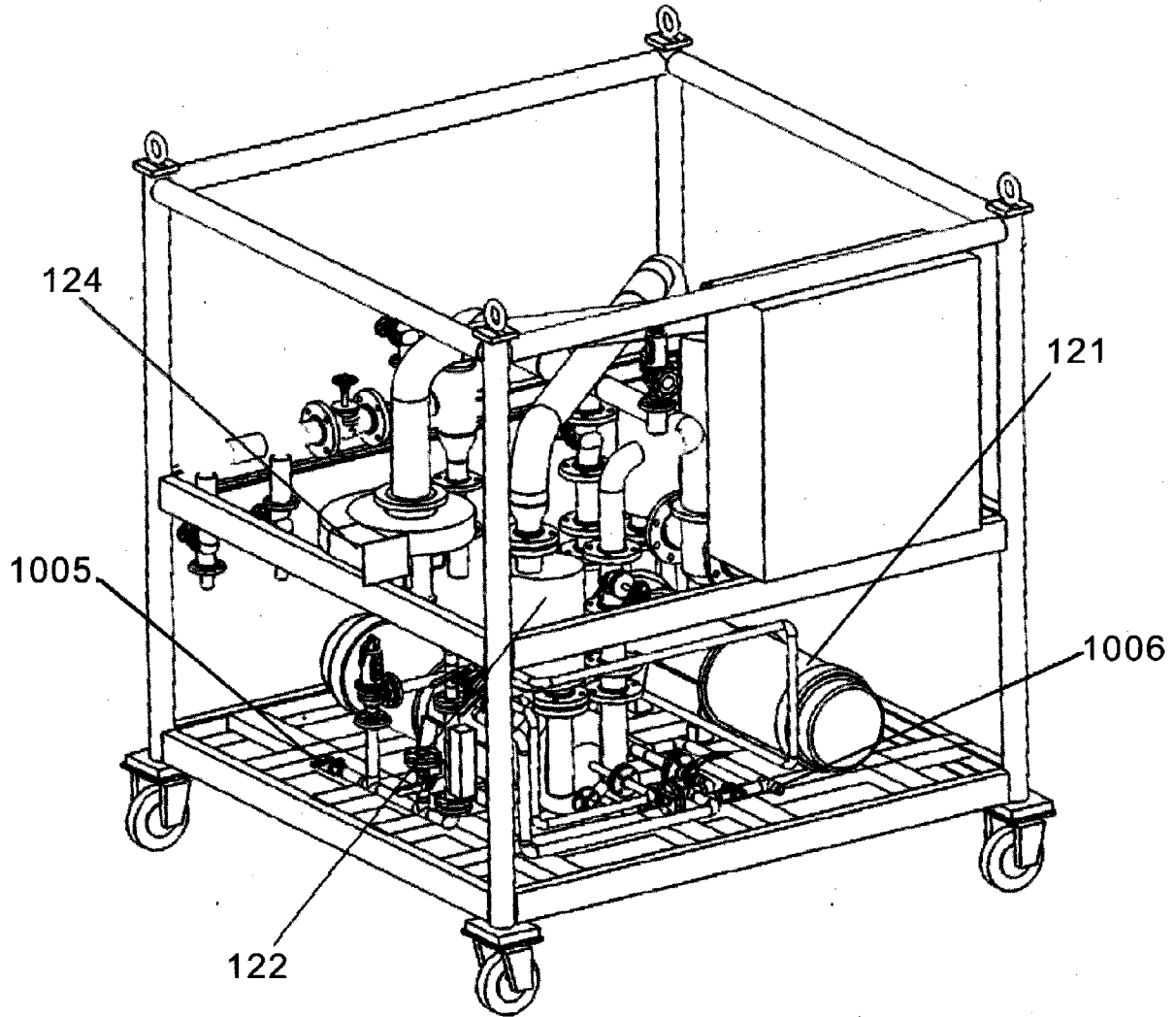


图 3b

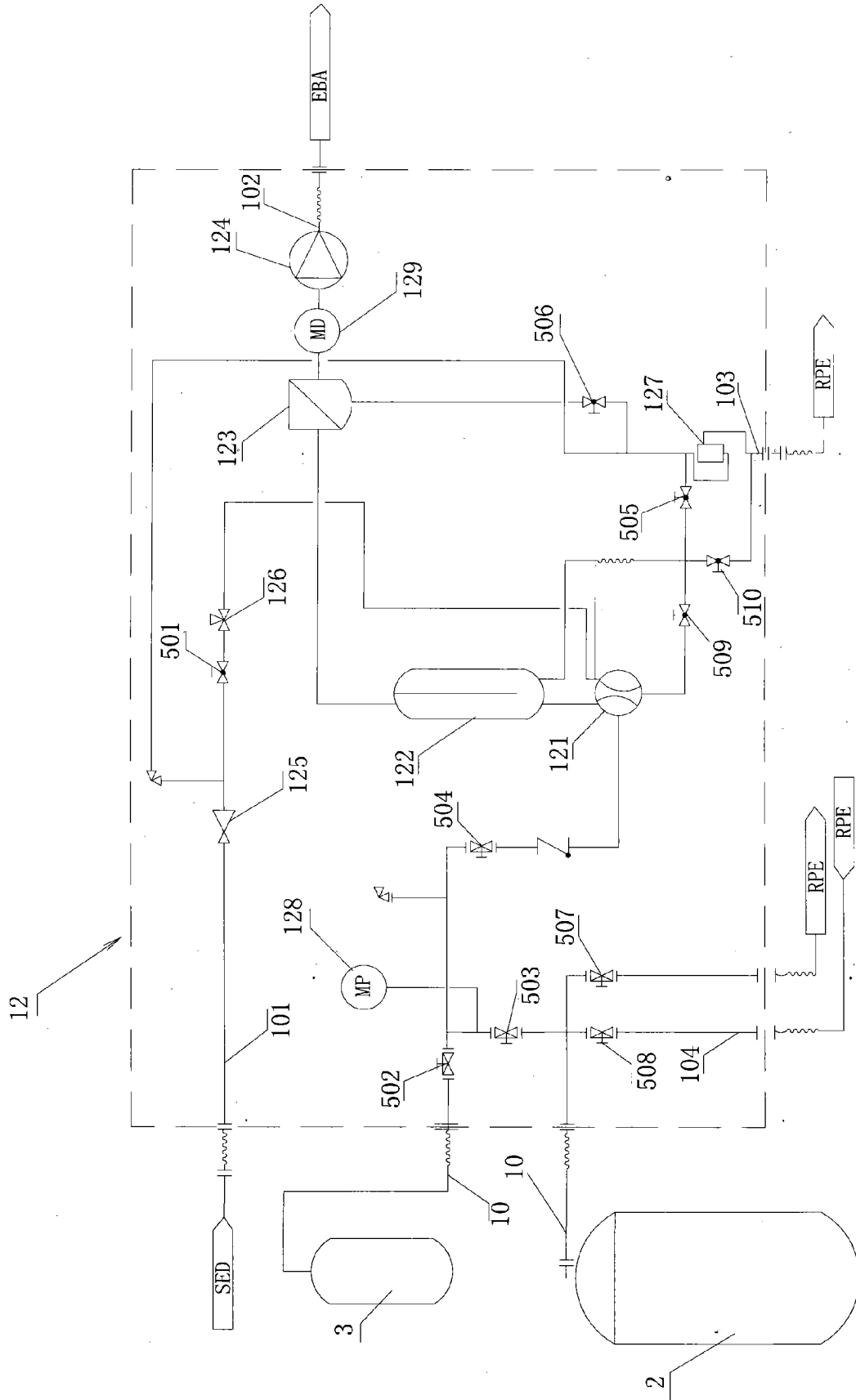


图 4

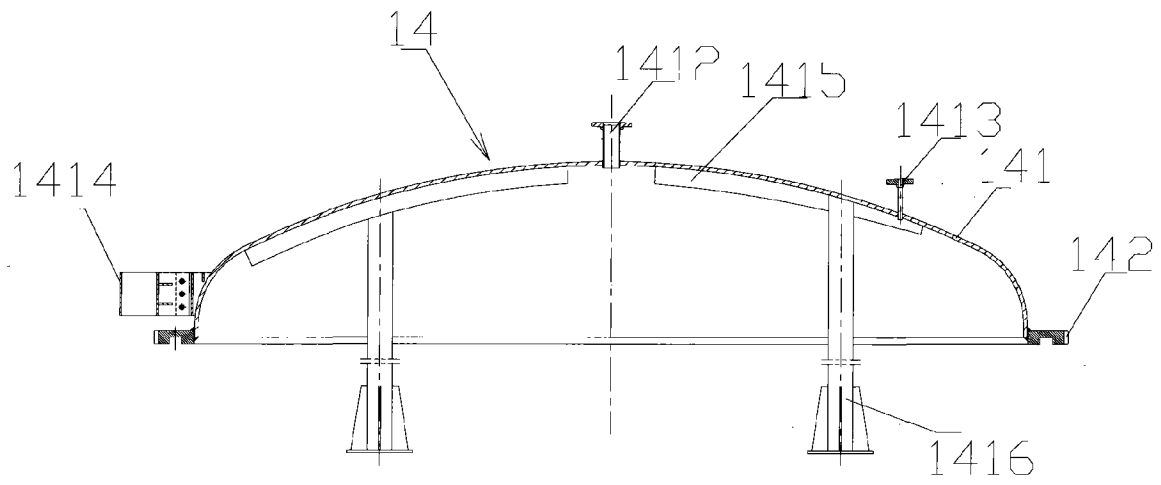


图 5a

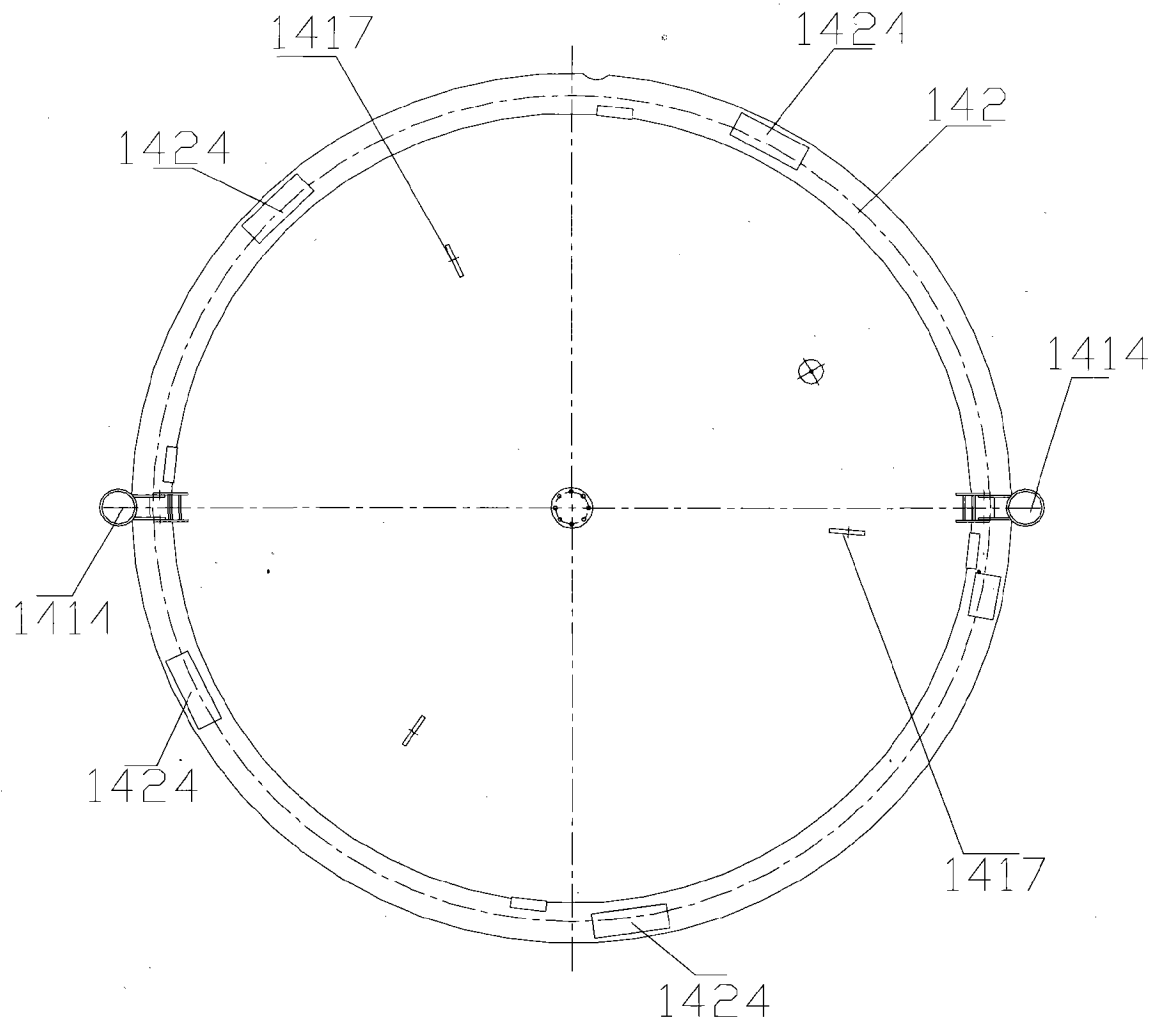


图 5b

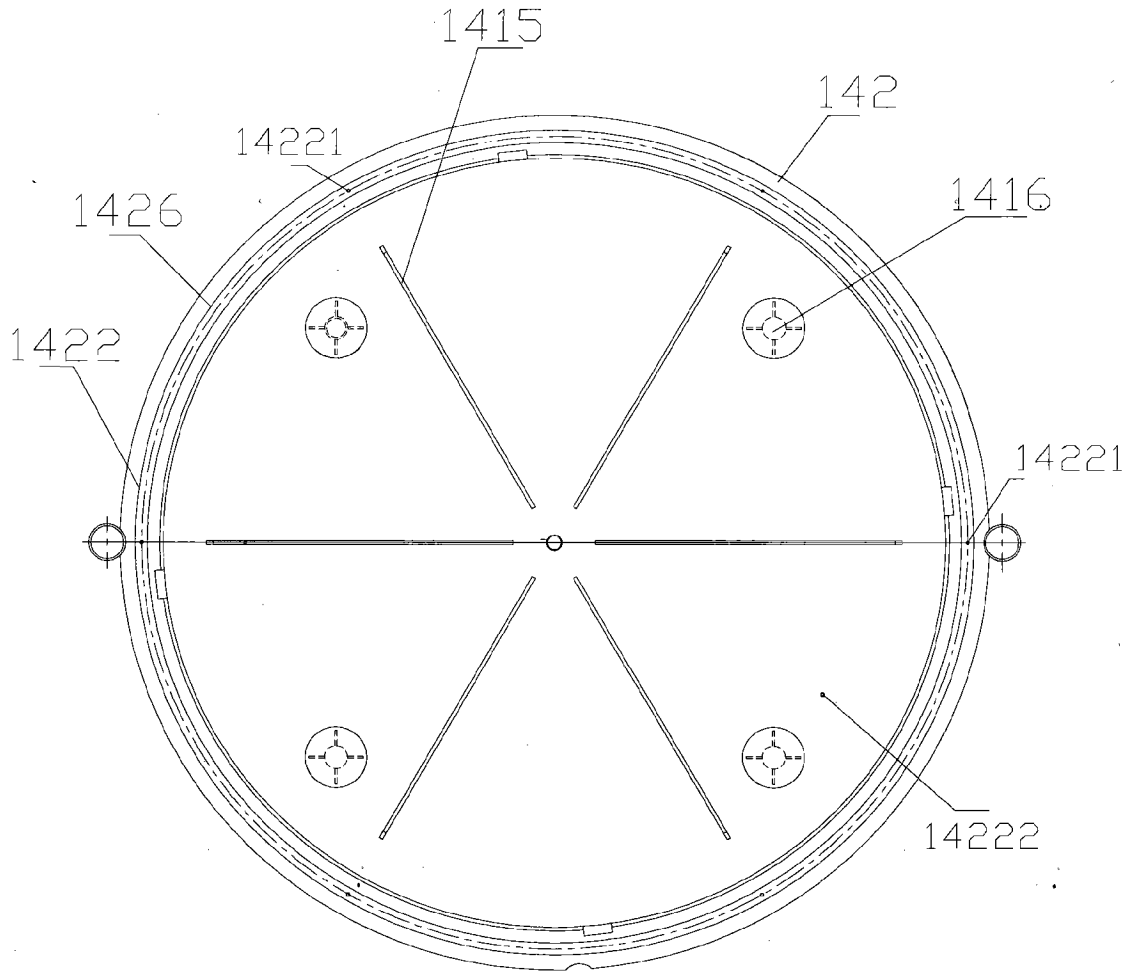


图 5c

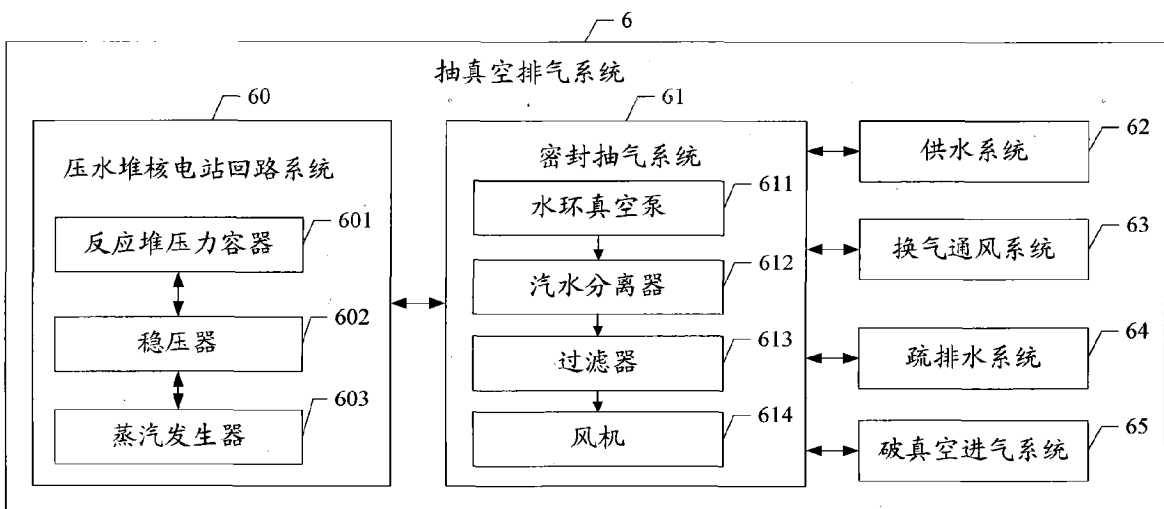


图 6