(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116110624 A
(43)申请公布日 2023.05.12

(21)申请号 202310169880.4

(22)申请日 2023.02.27

(71)申请人 国核示范电站有限责任公司
地址 264300 山东省威海市荣成市富甲南路666号

(72)发明人 范赏 正雄 蔡宏伟 吴广坤 王强 刘勇 杜岩 钟铁

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332
专利代理师 贾爱存

(51)Int.Cl.
G21C 17/003(2006.01)
G21C 13/02(2006.01)
G21C 13/032(2006.01)

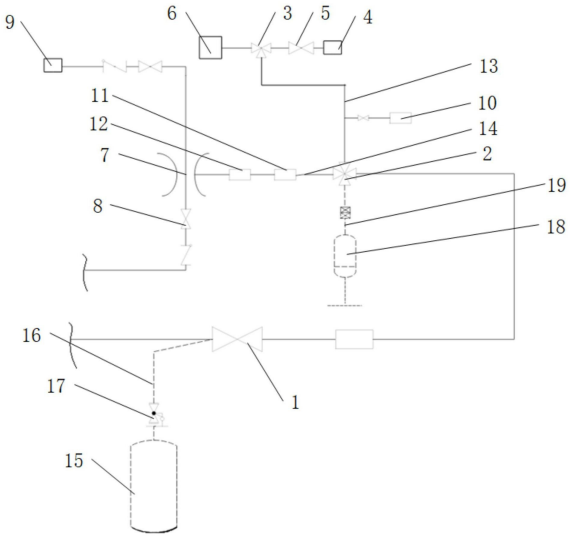
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

事故后的安全壳大气取样功能验证装置及其验证方法

(57)摘要

本发明属于核电站技术领域，公开了事故后的安全壳大气取样功能验证装置及其验证方法。该事故后的安全壳大气取样功能验证装置包括示踪气体瓶、连通管路、取样瓶、连接管和气相色谱分析仪，连通管路的一端连通示踪气体瓶，另一端连通第一截止阀的进气端，连接管一端连通第四端口，另一端与取样瓶连通，气相色谱分析仪能检测取样瓶内的示踪气体浓度。能够在调试期间或出厂前试验期间对事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的样品的稀释比例是否满足设计要求进行验证，从而避免在核电站真正发生事故后，事故后的安全壳大气取样系统采集的样品的稀释比例不满足设计要求，而影响核电站对事故后安全壳大气中放射性剂量情况的判断。



CN 116110624 A

1.事故后的安全壳大气取样功能验证装置,用于验证采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的安全壳大气样品的稀释比例是否满足设计要求;

所述事故后的安全壳大气取样系统包括:

第一截止阀(1),所述第一截止阀(1)的进气端能与安全壳连通;

带有定量环的四通阀(2),所述带有定量环的四通阀(2)具有第一端口(21)、第二端口(22)、第三端口(23)和第四端口(24),所述带有定量环的四通阀(2)能将第一端口(21)与第三端口(23)连通或者将第二端口(22)与第四端口(24)连通,所述第一端口(21)与所述第一截止阀(1)的出气端连通;

喷射器(7)和第二截止阀(8),所述第三端口(23)通过第一管路(14)与所述喷射器(7)的吸气口连通,所述喷射器(7)的喷嘴入口能与第一氮气供应件(9)连通,所述喷射器(7)的混合气出口通过所述第二截止阀(8)与安全壳连通;

三通阀(3)和第三截止阀(5),所述三通阀(3)具有第五端口(31)、第六端口(32)和第七端口(33),所述三通阀(3)能将所述第五端口(31)与所述第六端口(32)连通或者将所述第五端口(31)与所述第七端口(33)连通,所述第二端口(22)与所述第五端口(31)通过第二管路(13)连通,所述第六端口(32)通过所述第三截止阀(5)与第二氮气供应件(4)连通,所述第七端口(33)能与抽真空装置(6)连通;

其特征在于,所述事故后的安全壳大气取样功能验证装置包括:

示踪气体瓶(15)和连通管路(16),所述连通管路(16)的一端连通所述示踪气体瓶(15),另一端连通所述第一截止阀(1)的进气端;

取样瓶(18)和连接管(19),所述连接管(19)的一端连通所述第四端口(24),另一端与所述取样瓶(18)连通;

气相色谱分析仪,所述气相色谱分析仪能检测所述取样瓶(18)内的示踪气体浓度。

2.根据权利要求1所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,其特征在于,所述示踪气体瓶(15)内的气体为氢气。

3.根据权利要求1所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,其特征在于,所述事故后的安全壳大气取样功能验证装置还包括减压阀(17),所述减压阀(17)设置于所述连通管路(16)。

4.根据权利要求1所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,其特征在于,所述连接管(19)的一端设置有快插接头,所述快插接头用于与所述气相色谱分析仪连接。

5.根据权利要求1所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,其特征在于,所述取样瓶(18)包括瓶体(181)、活塞(182)、拉杆(183)和锁定结构,所述活塞(182)滑动穿设于所述瓶体(181),所述活塞(182)能将所述瓶体(181)分为两个不连通的第一腔和第二腔,所述第一腔与所述连接管(19)连通,所述拉杆(183)与所述活塞(182)固定连接,所述拉杆(183)伸出所述瓶体(181),所述锁定结构能锁定所述拉杆(183)与所述瓶体(181)的相对位置。

6.根据权利要求5所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,其特征在于,所述活塞(182)由橡胶材料制成。

7.根据权利要求5所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,其特征在于,所述瓶体(181)设置有容积标识。

8.根据权利要求5所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,其特征在于,所述锁

定结构包括固定块(1841)和固定螺栓(1842),所述固定块(1841)固定设置于所述瓶体(181),所述拉杆(183)滑动穿设于所述固定块(1841),所述固定块(1841)设有螺纹孔,所述固定螺栓(1842)螺接于所述螺纹孔,所述固定螺栓(1842)的一端能压紧所述拉杆(183)。

9.根据权利要求5所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,其特征在于,所述瓶体(181)包括瓶身和端盖,所述瓶身和所述端盖可拆卸连接,所述连接管(19)与所述瓶身连接,所述活塞(182)滑动穿设于所述瓶身,所述拉杆(183)滑动穿设于所述端盖。

10.事故后的安全壳大气取样功能验证方法,其特征在于,采用权利要求1-9任一项所述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置,包括:

S1:将示踪气体瓶(15)通过连通管路(16)与第一截止阀(1)的进气端连通,将取样瓶(18)通过连接管(19)与带有定量环的四通阀(2)的第四端口(24)连接;

S2:将带有定量环的四通阀(2)的第二端口(22)和第四端口(24)连通,三通阀(3)的第五端口(31)与第七端口(33)连通,通过抽真空装置(6)对所述取样瓶(18)进行抽真空操作;

S3:判断第二管路(13)的压力是否达到第一设定压力;

若是,则将带有定量环的四通阀(2)的第一端口(21)和第三端口(23)连通,三通阀(3)的第五端口(31)与第六端口(32)连通,并打开第一截止阀(1)和第二截止阀(8),使所述示踪气体瓶(15)内的示踪气体依次经过第一截止阀(1)、带有定量环的四通阀(2)、喷射器(7)和第二截止阀(8),进入安全壳;

S4:判断第一管路(14)内的压力大于等于第二设定压力且第一管路(14)内的流量大于等于设定流量的持续时间是否大于等于第一设定时间;

若是,则将带有定量环的四通阀(2)的第二端口(22)与第四端口(24)连通,并打开第三截止阀(5),使第二氮气供应件(4)的氮气依次经过第三截止阀(5)、三通阀(3)、带有定量环的四通阀(2),进入取样瓶(18);

S5:判断第二管路(13)内的压力达到第三设定压力的持续时间是否大于等于第二设定时间;

若是,则关闭第一截止阀(1)、第二截止阀(8)和第三截止阀(5),并将取样瓶(18)与第四端口(24)分离;

S6:将取样瓶(18)与气相色谱分析仪连接,通过气相色谱分析仪检测取样瓶(18)内示踪气体的浓度,得到取样瓶(18)内示踪气体的浓度C_1;

S7:根据示踪气体瓶(15)内示踪气体的浓度C_2、取样瓶(18)内示踪气体的浓度C_1、取样瓶(18)的容积V_1、第二管路(13)的容积V_2和连接管(19)的容积V_3,得到稀释比例N;

S8:根据稀释比例N和设定稀释比例,判断采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的安全壳大气样品的稀释比例是否满足设计要求。

事故后的安全壳大气取样功能验证装置及其验证方法

技术领域

[0001] 本发明涉及核电站技术领域，尤其涉及事故后的安全壳大气取样功能验证装置及其验证方法。

背景技术

[0002] 目前三代核电(AP系列)设计有先进的一回路取样系统，该一回路取样系统包括机组正常工况下的一回路冷却剂及其附属系统的取样、机组正常工况下的安全壳大气取样、事故工况后的安全壳大气取样、事故工况下的一回路冷却剂系统取样，以及事故工况后的安全壳地坑取样等功能。其中，事故工况后的安全壳大气取样能得到稀释的安全壳大气样品和未稀释的安全壳大气样品。

[0003] 在机组调试期间或出厂前需要验证各取样功能是否满足设计要求。现有技术中，正常工况下的取样功能完全可以在机组调试期间和出厂前进行验证，但由于机组调试期间的热态功能试验时安全壳大气中的氢气含量较低，无法被用做示踪剂，导致无法得到事故工况下稀释后的安全壳大气样品的稀释比例，无法验证在事故后稀释的安全壳大气样品的稀释比例是否满足设计要求，从而无法验证事故后稀释的安全壳大气取样功能是否满足设计要求。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供事故后的安全壳大气取样功能验证装置及其验证方法，以解决现有技术中无法验证事故后稀释的安全壳大气取样功能是否满足设计要求的问题。

[0005] 为达此目的，本发明采用以下技术方案：

[0006] 事故后的安全壳大气取样功能验证装置，用于验证采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的安全壳大气样品的稀释比例是否满足设计要求；

[0007] 所述事故后的安全壳大气取样系统包括：

[0008] 第一截止阀，所述第一截止阀的进气端能与安全壳连通；

[0009] 带有定量环的四通阀，所述带有定量环的四通阀具有第一端口、第二端口、第三端口和第四端口，所述带有定量环的四通阀能将第一端口与第三端口连通或者将第二端口与第四端口连通，所述第一端口与所述第一截止阀的出气端连通；

[0010] 喷射器和第二截止阀，所述第三端口通过第一管路与所述喷射器的吸气口连通，所述喷射器的喷嘴入口能与第一氮气供应件连通，所述喷射器的混合气出口通过所述第二截止阀与安全壳连通；

[0011] 三通阀和第三截止阀，所述三通阀具有第五端口、第六端口和第七端口，所述三通阀能将所述第五端口与所述第六端口连通或者将所述第五端口与所述第七端口连通，所述第二端口与所述第五端口通过第二管路连通，所述第六端口通过所述第三截止阀与第二氮气供应件连通，所述第七端口能与抽真空装置连通；

[0012] 所述事故后的安全壳大气取样功能验证装置包括：

[0013] 示踪气体瓶和连通管路，所述连通管路的一端连通所述示踪气体瓶，另一端连通所述第一截止阀的进气端；

[0014] 取样瓶和连接管，所述连接管一端连通所述第四端口，另一端与所述取样瓶连通；

[0015] 气相色谱分析仪，所述气相色谱分析仪能检测所述取样瓶内的示踪气体浓度。

[0016] 作为上述事故后的安全壳大气取样功能验证装置的一种优选方案，所述示踪气体瓶内的气体为氢气。

[0017] 作为上述事故后的安全壳大气取样功能验证装置的一种优选方案，所述事故后的安全壳大气取样功能验证装置还包括减压阀，所述减压阀设置于所述连通管路。

[0018] 作为上述事故后的安全壳大气取样功能验证装置的一种优选方案，所述连接管的一端设置有快插接头，所述快插接头用于与所述气相色谱分析仪连接。

[0019] 作为上述事故后的安全壳大气取样功能验证装置的一种优选方案，所述取样瓶包括瓶体、活塞、拉杆和锁定结构，所述活塞滑动穿设于所述瓶体，所述活塞能将所述瓶体分为两个不连通的第一腔和第二腔，所述第一腔与所述连接管连通，所述拉杆与所述活塞固定连接，所述拉杆伸出所述瓶体，所述锁定结构能锁定所述拉杆与所述瓶体的相对位置。

[0020] 作为上述事故后的安全壳大气取样功能验证装置的一种优选方案，所述活塞由橡胶材料制成。

[0021] 作为上述事故后的安全壳大气取样功能验证装置的一种优选方案，所述瓶体设置有容积标识。

[0022] 作为上述事故后的安全壳大气取样功能验证装置的一种优选方案，所述锁定结构包括固定块和固定螺栓，所述固定块固定设置于所述瓶体，所述拉杆滑动穿设于所述固定块，所述固定块设有螺纹孔，所述固定螺栓螺接于所述螺纹孔，所述固定螺栓的一端能压紧所述拉杆。

[0023] 作为上述事故后的安全壳大气取样功能验证装置的一种优选方案，所述瓶体包括瓶身和端盖，所述瓶身和所述端盖可拆卸连接，所述连接管与所述瓶身连接，所述活塞滑动穿设于所述瓶身，所述拉杆滑动穿设于所述端盖。

[0024] 本发明还提供了事故后的安全壳大气取样功能验证方法，采用上述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置，包括：

[0025] S1：将示踪气体瓶通过连通管路与第一截止阀的进气端连通，将取样瓶通过连接管与带有定量环的四通阀的第四端口连接；

[0026] S2：将带有定量环的四通阀的第二端口和第四端口连通，三通阀的第五端口与第七端口连通，通过抽真空装置对所述取样瓶进行抽真空操作；

[0027] S3：判断第二管路的压力是否达到第一设定压力；

[0028] 若是，则将带有定量环的四通阀的第一端口和第三端口连通，三通阀的第五端口与第六端口连通，并打开第一截止阀和第二截止阀，使所述示踪气体瓶内的示踪气体依次经过第一截止阀、带有定量环的四通阀、喷射器和第二截止阀，进入安全壳；

[0029] S4：判断第一管路内的压力大于等于第二设定压力且第一管路内的流量大于等于设定流量的持续时间是否大于等于第一设定时间；

[0030] 若是，则将带有定量环的四通阀的第二端口与第四端口连通，并打开第三截止阀，使第二氮气供应件的氮气依次经过第三截止阀、三通阀、带有定量环的四通阀，进入取样

瓶；

[0031] S5：判断第二管路内的压力达到第三设定压力的持续时间是否大于等于第二设定时间；

[0032] 若是，则关闭第一截止阀、第二截止阀和第三截止阀，并将取样瓶与第四端口分离；

[0033] S6：将取样瓶与气相色谱分析仪连接，通过气相色谱分析仪检测取样瓶内示踪气体的浓度，得到取样瓶内示踪气体的浓度C_1；

[0034] S7：根据示踪气体瓶内示踪气体的浓度C_2、取样瓶内示踪气体的浓度C_1、取样瓶的容积V_1、第二管路的容积V_2和连接管的容积V_3，得到稀释比例N；

[0035] S8：根据稀释比例N和设定稀释比例，判断采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的安全壳大气样品的稀释比例是否满足设计要求。

[0036] 本发明的有益效果：

[0037] 本发明提供了事故后的安全壳大气取样功能验证装置及其验证方法，该事故后的安全壳大气取样功能验证装置，通过在事故后的安全壳大气取样系统的第一截止阀的进气端外接示踪气体瓶，用示踪气体瓶内的示踪气体代替安全壳大气被事故后的安全壳大气取样系统采集，可以理解的是，示踪气体瓶内的示踪气体浓度足够高，取样瓶内采集的被稀释后的示踪气体的浓度能够被气相色谱分析仪检测到，因此，能够得到采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释后的样品的稀释比例，从而能够得知该稀释比例是否满足设计要求。该事故后的安全壳大气取样功能验证装置能够在调试期间或出厂前试验期间对事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的样品的稀释比例是否满足设计要求进行验证，从而避免在核电站真正发生事故后，事故后的安全壳大气取样系统采集的样品的稀释比例不满足设计要求，而影响核电站对事故后安全壳大气中放射性剂量情况的判断。

附图说明

[0038] 图1是本发明具体实施例提供的事故后的安全壳大气取样系统的结构示意图；

[0039] 图2是本发明具体实施例提供的事故后的安全壳大气取样功能验证装置的结构示意图；

[0040] 图3是本发明具体实施例提供的事故后的安全壳大气取样功能验证装置的取样瓶的结构示意图。

[0041] 图中：

[0042] 1、第一截止阀；

[0043] 2、带有定量环的四通阀；21、第一端口；22、第二端口；23、第三端口；24、第四端口；

[0044] 3、三通阀；31、第五端口；32、第六端口；33、第七端口；

[0045] 4、第二氮气供应件；

[0046] 5、第三截止阀；

[0047] 6、抽真空装置；

[0048] 7、喷射器；

[0049] 8、第二截止阀；

[0050] 9、第一氮气供应件；

[0051] 10、第一压力传感；

[0052] 11、第二压力传感器；

[0053] 12、流量传感器；

[0054] 13、第二管路；

[0055] 14、第一管路；

[0056] 15、示踪气体瓶；

[0057] 16、连通管路；

[0058] 17、减压阀；

[0059] 18、取样瓶；181、瓶体；182、活塞；183、拉杆；1841、固定块；1842、固定螺栓；

[0060] 19、连接管。

具体实施方式

[0061] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明，而非对本发明的限定。另外还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0062] 在本发明的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“相连”、“连接”、“固定”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0063] 在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触，也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0064] 在本实施例的描述中，术语“上”、“下”、“右”等方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述和简化操作，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”仅仅用于在描述上加以区分，并没有特殊的含义。

[0065] 如图1所示，事故后的安全壳大气取样系统包括：第一截止阀1、带有定量环的四通阀2、喷射器7、第二截止阀8、三通阀3和第三截止阀5，第一截止阀1的进气端能与安全壳连通，带有定量环的四通阀2具有第一端口21、第二端口22、第三端口23和第四端口24，带有定量环的四通阀2能将第一端口21与第三端口23连通或者将第二端口22与第四端口24连通，第一端口21与第一截止阀1的出气端连通，第三端口23通过第一管路14与喷射器7的吸气口连通，喷射器7的喷嘴入口能与第一氮气供应件9连通，喷射器7的混合气出口通过第二截止阀8与安全壳连通，三通阀3具有第五端口31、第六端口32和第七端口33，三通阀3能将第五端口31与第六端口32连通或者将第五端口31与第七端口33连通，第二端口22与第五端口31通过第二管路13连通，第六端口32通过第三截止阀5与第二氮气供应件4连通，第七端口33

能与抽真空装置6连通。

[0066] 事故后的安全壳大气取样系统用于在事故工况下对安全壳大气进行采样，由于事故工况下安全壳大气中的氢气和放射性气体等都会迅速倍增，氢气的浓度足够高，事故工况下采集的稀释后的安全壳大气样品中氢气的浓度仍能够被检测到，但在正常工况下，安全壳大气中的氢气浓度较低，所以在机组调试期间或出厂检验时，采集的稀释后的安全壳大气中的氢气浓度由于太低以至于检测不出来氢气浓度，导致在机组调试期间或出厂检验时，无法验证采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的安全壳大气样品的稀释比例是否满足设计要求。

[0067] 由此本发明提了供事故后的安全壳大气取样功能验证装置，用于验证采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的安全壳大气样品的稀释比例是否满足设计要求。

[0068] 如图1和图2所示，该事故后的安全壳大气取样功能验证装置包括示踪气体瓶15、连通管路16、取样瓶18、连接管19和气相色谱分析仪，连通管路16的一端连通示踪气体瓶15，另一端连通第一截止阀1的进气端，连接管19一端连通第四端口24，另一端与取样瓶18连通，气相色谱分析仪能检测取样瓶18内的示踪气体浓度。该事故后的安全壳大气取样功能验证装置，通过在事故后的安全壳大气取样系统的第一截止阀1的进气端外接示踪气体瓶15，用示踪气体瓶15内的示踪气体代替安全壳大气被事故后的安全壳大气取样系统采集，可以理解的是，示踪气体瓶15内的示踪气体浓度足够高，取样瓶18内采集的被稀释后的示踪气体的浓度仍能够被气相色谱分析仪检测到，因此，能够得到采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释后的样品的稀释比例，从而能够得知该稀释比例是否满足设计要求。该事故后的安全壳大气取样功能验证装置能够在调试期间或出厂前试验期间对事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的样品的稀释比例是否满足设计要求进行验证，从而避免在核电站真正发生事故后，事故后的安全壳大气取样系统采集的样品的稀释比例不满足设计要求，而影响核电站对事故后安全壳大气中放射性剂量情况的判断。

[0069] 可选地，如图3所示，取样瓶18包括瓶体181、活塞182、拉杆183和锁定结构，活塞182滑动穿设于瓶体181，活塞182能将瓶体181分为两个不连通的第一腔和第二腔，第一腔与连接管19连通，拉杆183与活塞182固定连接，拉杆183伸出瓶体181，锁定结构能锁定拉杆183与瓶体181的相对位置。气相色谱分析仪只能检测流动的气体，即只有流动的气体进入气相色谱分析仪，气相色谱分析仪才能对其进行检测。由于现有技术中的取样瓶18为一端开口的普通瓶子，气相色谱分析仪无法对现有技术中的取样瓶18内的气体进行检测。由此，将现有技术中的取样瓶改进为活塞式取样瓶，推动拉杆183，拉杆183能推动活塞182，活塞182压缩第一腔的空间，活塞182推动采集的气体流动的进入气相色谱分析仪，从而能使气相色谱分析仪对采集的气体进行检测。在采集过程中，锁定结构将拉杆183与瓶体181的相对位置锁定，以防止拉杆183在采集过程中运动而改变第一腔的容积。在将连接管19与气相色谱分析仪连接后，锁定结构再对拉杆183与瓶体181的相对位置解锁。

[0070] 可选地，活塞182由橡胶材料制成。采用橡胶材料的活塞182，能够密封活塞182与瓶体181之间的间隙。

[0071] 可选地，瓶体181设置有容积标识。能够方便得到取样瓶18的容积。

[0072] 可选地，锁定结构包括固定块1841和固定螺栓1842，固定块1841固定设置于瓶体181，拉杆183滑动穿设于固定块1841，固定块1841设有螺纹孔，固定螺栓1842螺接于螺纹

孔，固定螺栓1842的一端能压紧拉杆183。固定块1841与瓶体181固定连接，固定螺栓1842螺接于固定块1841的螺纹孔，当固定螺栓1842压紧拉杆183后，固定螺栓1842将拉杆183与瓶体181的相对位置锁定。本实施例中，固定螺栓1842与拉杆183垂直设置。

[0073] 可选地，瓶体181包括瓶身和端盖，瓶身和端盖可拆卸连接，连接管19与瓶身连接，活塞182滑动穿设于瓶身，拉杆183滑动穿设于端盖。当需要清理活塞182时，可将端盖从瓶身上拆卸，方便活塞182脱离瓶身。

[0074] 可选地，示踪气体瓶15内的气体为氢气。将氢气作为示踪气体。示踪气体瓶15内的氢气纯度为0.5％。连通管路16为耐高压软管，连通管路16由不锈钢或者PVC材料制成。

[0075] 可选地，事故后的安全壳大气取样功能验证装置还包括减压阀17，减压阀17设置于连通管路16。减压阀17能够调节示踪气体的流量和压力。

[0076] 可选地，连接管19的一端设置有快插接头，快插接头用于与气相色谱分析仪连接。方便与气相色谱分析仪连接。

[0077] 本发明还提供了事故后的安全壳大气取样功能验证方法，采用上述的事故后的安全壳大气取样功能验证装置，包括：

[0078] S1：将示踪气体瓶15通过连通管路16与第一截止阀1的进气端连通，将取样瓶18通过连接管19与带有定量环的四通阀2的第四端口24连接。在要对事故后的安全壳大气取样系统的功能进行验证时，将示踪气体瓶15和取样瓶18接入该事故后的安全壳大气取样系统。

[0079] S2：将带有定量环的四通阀2的第二端口22和第四端口24连通，三通阀3的第五端口31与第七端口33连通，通过抽真空装置6对取样瓶18进行抽真空操作。可以理解的是，带有定量环的四通阀2控制第二端口22和第四端口24连通时，其第一端口21与第三端口23不连通；带有定量环的四通阀2控制第一端口21与第三端口23连通时，其第二端口22与第四端口24不连通。将带有定量环的四通阀2的第二端口22和第四端口24连通，三通阀3的第五端口31与第七端口33连通，此时抽真空装置6通过三通阀3、第二管路13、带有定量环的四通阀2与取样瓶18连通，启动抽真空装置6可对取样瓶18进行抽真空。

[0080] S3：判断第二管路13的压力是否达到第一设定压力；若是，则将带有定量环的四通阀2的第一端口21和第三端口23连通，三通阀3的第五端口31与第六端口32连通，并打开第一截止阀1和第二截止阀8，使示踪气体瓶15内的示踪气体依次经过第一截止阀1、带有定量环的四通阀2、喷射器7和第二截止阀8，进入安全壳。

[0081] 当第二管路13的压力达到第一设定压力时，停止抽真空操作，将带有定量环的四通阀2的第一端口21和第三端口23连通，三通阀3的第五端口31与第六端口32连通，并打开第一截止阀1和第二截止阀8，使示踪气体瓶15内的示踪气体依次经过第一截止阀1、带有定量环的四通阀2、喷射器7和第二截止阀8，进入安全壳。此时示踪气体经过带有定量环的四通阀2时会被截留定量容积的示踪气体。此时，取样瓶18处于密封状态且维持负压状态。

[0082] 本实施例中，第一设定压力为-0.05kPa。第二管路13设置有第一压力传感10器，第一压力传感10器能够检测第二管路13的压力。

[0083] S4：判断第一管路14内的压力大于等于第二设定压力且第一管路14内的流量大于等于设定流量的持续时间是否大于等于第一设定时间；若是，则将带有定量环的四通阀2的第二端口22与第四端口24连通，并打开第三截止阀5，使第二氮气供应件4的氮气依次经过

第三截止阀5、三通阀3、带有定量环的四通阀2，进入取样瓶18。

[0084] 当第一管路14内的压力大于等于第二设定压力且第一管路14内的流量大于等于设定流量的持续时间大于等于第一设定时间时，将带有定量环的四通阀2切换为第二端口22与第四端口24连通，并打开第三截止阀5，第二氮气供应件4的氮气依次经过第三截止阀5、三通阀3和带有定量环的四通阀2，氮气带动存留在带有定量环的四通阀2的示踪气体一起进入取样瓶18，从而取样瓶18内采集稀释之后的示踪气体。

[0085] 本实施例中，第二设定压力为0.007MPa，设定流量为14L/min，第一设定时间为1min。第一管路14设有第二压力传感器11和流量传感器12，第二压力传感器11能检测第一管路14的压力，流量传感器12能检测第一管路14的流量。

[0086] S5：判断第二管路13内的压力达到第三设定压力的持续时间是否大于等于第二设定时间；若是，则关闭第一截止阀1、第二截止阀8和第三截止阀5，并将取样瓶18与第四端口24分离。当第二管路13内的压力达到第三设定压力的持续时间大于等于第二设定时间时，完成取样。

[0087] 本实施例中，第三设定压力为0.007MPa，第二设定时间为5min。

[0088] S6：将取样瓶18与气相色谱分析仪连接，通过气相色谱分析仪检测取样瓶18内示踪气体的浓度，得到取样瓶18内示踪气体的浓度C_1。取样瓶18与气相色谱分析仪连接后，推动拉杆183使采集的样品进入气相色谱分析仪，气相色谱分析仪能检测出取样瓶18内示踪气体的浓度C_1。

[0089] S7：根据示踪气体瓶15内示踪气体的浓度C_2、取样瓶18内示踪气体的浓度C_1、取样瓶18的容积V_1、第二管路13的容积V_2和连接管19的容积V_3，得到稀释比例N。

[0090] 通过公式：$N=\frac{C_2}{C_1}\left(\frac{V_1}{V_1+V_2+V_3}\right)$，得到稀释比例N。其中，N为稀释比例；$C_1$为取样瓶18内示踪气体的浓度；$C_2$为示踪气体瓶15内示踪气体的浓度；$V_1$为取样瓶18的容积；$V_2$为第二管路13的容积；$V_3$为连接管19的容积。其中，示踪气体瓶15内示踪气体的浓度C_2已知，可以直接使用已知浓度的示踪气体瓶15，也可以在试验之前用取样瓶抽取部分示踪气体瓶15的气体到气相色谱分析仪中进行检测浓度。

[0091] 通过公式：$V_2=\frac{\pi D_1^2 L_1}{4}$，得到第二管路13的容积$V_2$。其中，$D_1$为第二管路13的内径，$L_1$为第二管路13的长度。

[0092] 通过公式：$V_3=\frac{\pi D_2^2 L_2}{4}$，得到第二管路13的容积$V_3$。其中，$D_2$为第二管路13的内径，$L_2$为第二管路13的长度。

[0093] S8：根据稀释比例N和设定稀释比例，判断采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的安全壳大气样品的稀释比例是否满足设计要求。通过将计算得到的稀释比例N与设定稀释比例进行比较，若稀释比例N达到了设定稀释比例，则采用事故后的安全壳大气取样系统采集的稀释的安全壳大气样品的稀释比例满足设计要求。

[0094] 显然，本发明的上述实施例仅仅是为了清楚说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷

举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

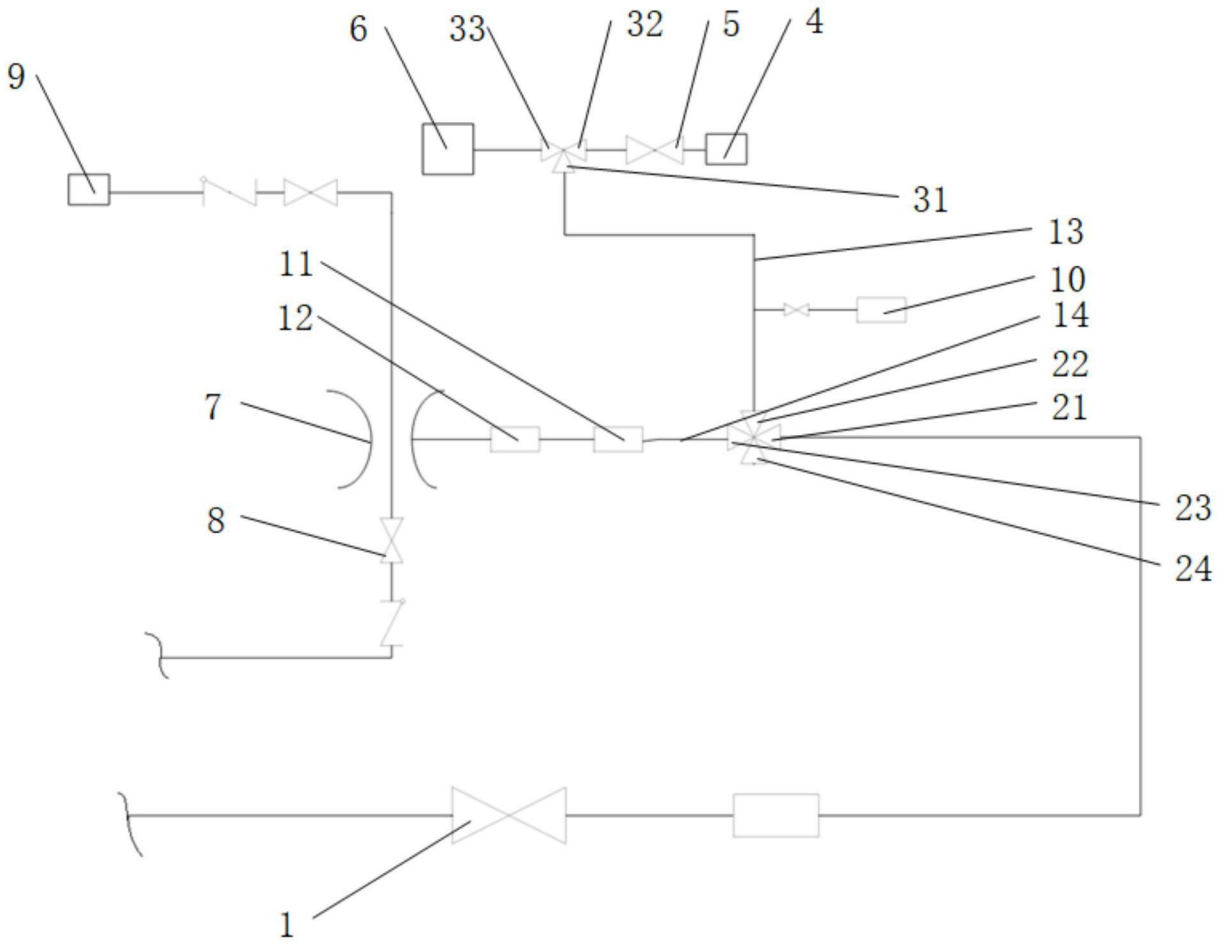


图1

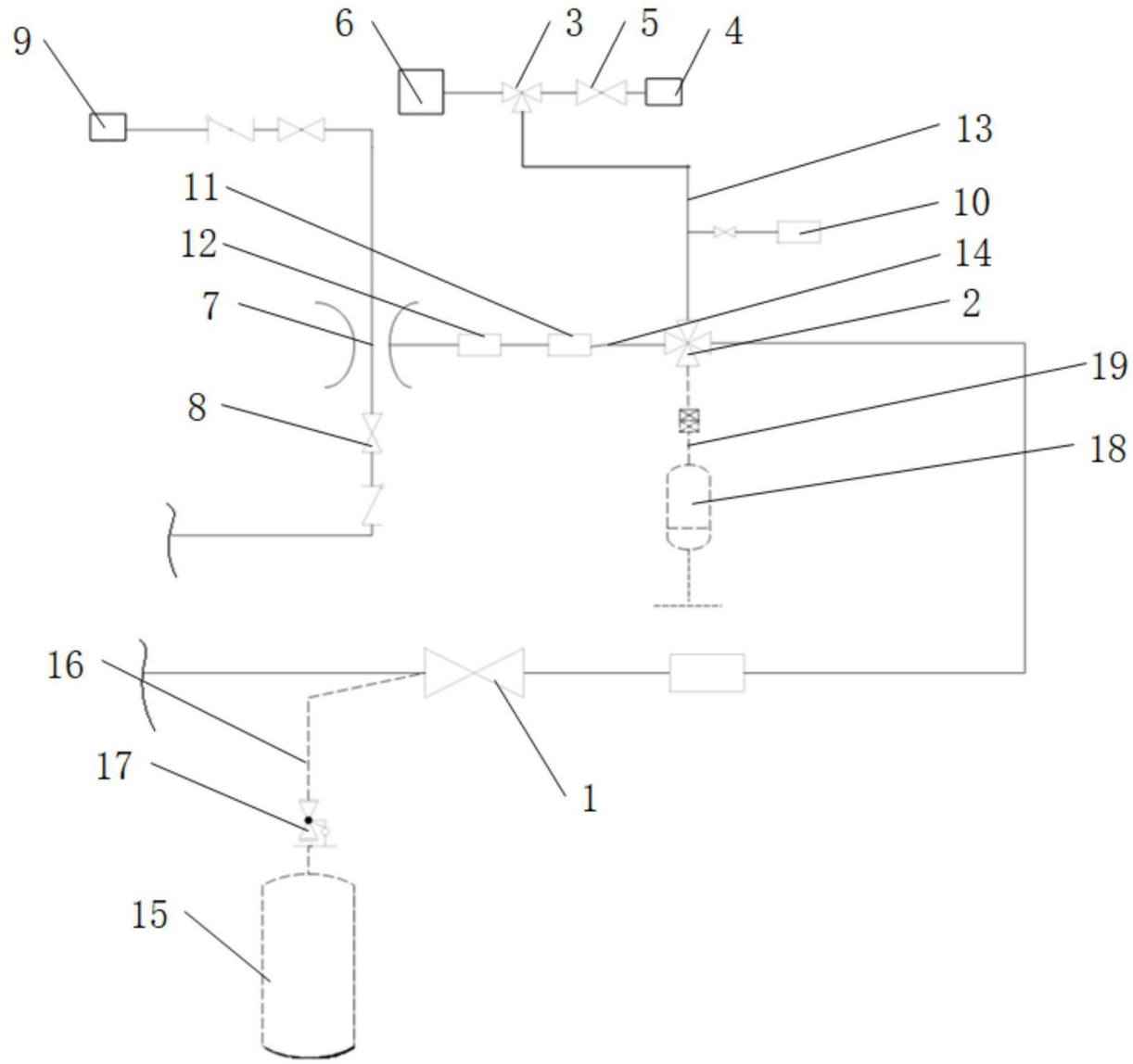


图2

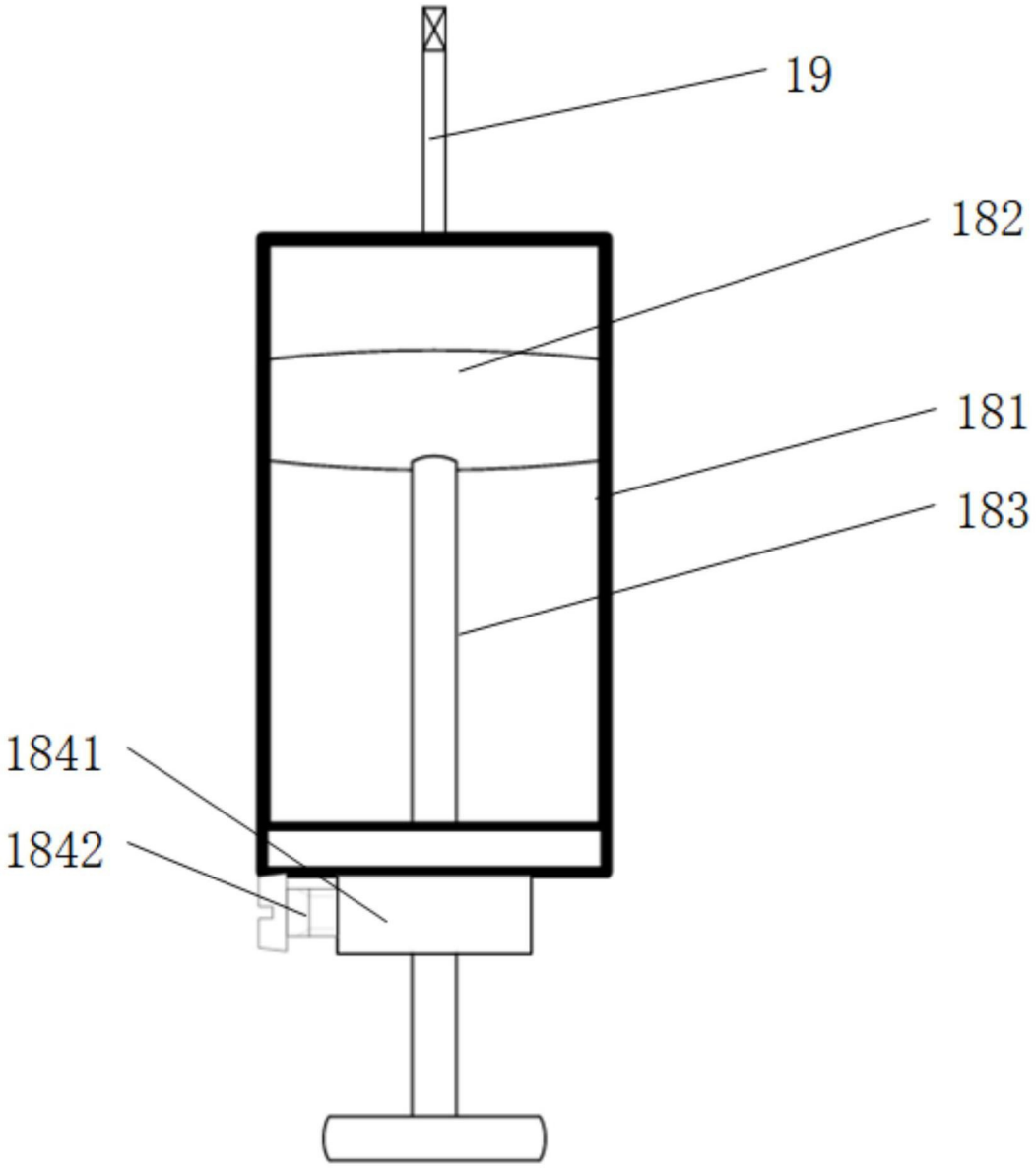


图3