(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102393278 B

(45)授权公告日 2013.07.10

(21)申请号 201110277452.0

(22)申请日 2011.09.19

(73)专利权人 武汉工程大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区雄楚大街693号

专利权人 武汉金惠科技有限公司

(72)发明人 喻九阳 郑小涛 徐建民 王成刚 常跃 林纬 朱康玲

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

代理人 崔友明

(51)Int.Cl.

G01M 3/06(2006.01)

审查员 彭志萍

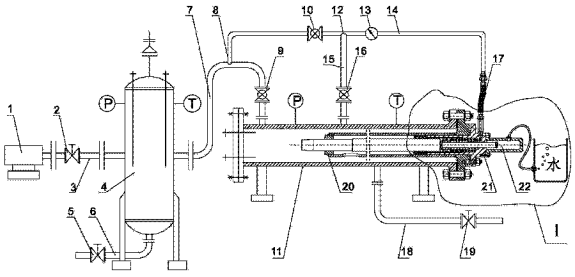
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

机械振打器双向密封性能测试系统

(57)摘要

本发明涉及一种机械振打器双向密封性能测试系统，包括空气压缩机、缓冲罐和试验筒体，所述的空气压缩机与缓冲罐通过管路Ⅰ相连、缓冲罐上设置有与外界相通的管路Ⅱ、所述的缓冲罐与试验筒体通过管路Ⅲ相连、所述的管路Ⅲ上还连接有与被测机械振打器的进气口相连的管路Ⅳ、管路Ⅳ通过管路Ⅴ与试验筒体连接，试验筒体上设置有与外界相通的管路Ⅵ。本发明的有益效果在于：本发明测试系统能同时测试机械振打器的内外密封性能；防止机械振打器内部执行机构与活塞导筒脱离的现象产生，从而实现非破坏性试验；避免下一台测试时重复长时间加温加压的过程，能有效节约试验成本，提高试验效率。



CN 102393278 B

1. 机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于包括空气压缩机 (1)、缓冲罐 (4) 和试验筒体 (11)，所述的空气压缩机 (1) 与缓冲罐 (4) 通过管路 (3) 相连、缓冲罐 (4) 上设置有与外界相通的管路 (6)、所述的缓冲罐 (4) 与试验筒体 (11) 通过管路 (7) 相连、所述的管路 (7) 上还连接有与被测机械振打器的进气口相连的管路 (14)、管路 (14) 通过管路 (15) 与试验筒体 (11) 连接，试验筒体 (11) 上设置有与外界相通的管路 (18)。

2. 按权利要求 1 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于还包括有与被测机械振打器活塞导筒 (21) 底端部相连的外漏测试装置 (22)。

3. 按权利要求 2 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的外漏测试装置 (22) 由气体导向端盖 (23)、气体导向软管 (24) 及外置水箱 (25) 组成，所述的气体导向软管 (24) 一端连接气体导向端盖 (23)，另一端连接水箱 (25)。

4. 按权利要求 1 或 3 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的缓冲罐 (4) 的顶部安设有安全阀，以对缓冲罐内压力进行过载保护；同时缓冲罐 (4) 的顶部安设有电加热器，用以加热缓冲罐内的压缩空气；同时缓冲罐 (4) 上还安设有压力传感器，用以监测缓冲罐内的压力；同时缓冲罐 (4) 上安装有温度传感器，用以监测罐内温度。

5. 按权利要求 1 或 3 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的试验筒体 (11) 一端设置有电加热器，用以保证试验筒体 (11) 内温度能达到预定要求；同时试验筒体 (11) 上安装有压力传感器及温度传感器，分别用以监测试验筒体内的压力及温度。

6. 按权利要求 1 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的管路 (3) 包括有阀门 (2) 和管件，所述的空气压缩机 (1) 的出气口通过阀门 (2) 及管件与所述的缓冲罐 (4) 上的法兰接口相连，开启或关闭阀门 (2) 时，可连接或切断空气压缩机 (1) 与缓冲罐 (4) 内介质的流通。

7. 按权利要求 1 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的管路 (6) 包括有管件和阀门 (5)，所述的缓冲罐 (4) 底部的法兰接口通过管件与阀门 (5) 相连，开启或关闭阀门 (5) 时，可连接或切断缓冲罐 (4) 内介质与外界的流通。

8. 按权利要求 1 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的管路 (7) 包括有管件、三通管 A(8) 和阀门 (9)，三通管 A(8) 的第一端通过管件与缓冲罐 (4) 上的法兰接口相连，三通管 A(8) 的第二端通过管件与阀门 (9) 及试验筒体 (11) 上的法兰接口相连；开启或关闭阀门 (9) 时，可连接或切断缓冲罐 (4) 与试验筒体 (11) 间介质的流通。

9. 按权利要求 8 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的管路 (14) 包括有管件、阀门 (10)、三通管 B(12)、微量流量计 (13) 和金属软管 (17)，阀门 (10) 通过管件与三通管 A(8) 的第三端相连，三通管 B(12) 第一端通过管件与阀门 IV(10) 相连，三通管 B(12) 第二端通过管件与微量流量计 (13) 相连，微量流量计 (13) 另一端通过管件连接金属软管 (17)，金属软管 (17) 另一端连接被测机械振打器 (20) 的进气口 (26)，开启阀门 IV(10) 时，缓冲罐 (4) 内的试验气体 (11) 通过管路 (14) 进入被测机械振打器进气口 (26)，微量流量计 (13) 示值为缓冲罐 (4) 内气体通过被测机械振打器进气口 (26) 往试验筒体 (11) 内流动的流量，关闭阀门 (10) 时，可切断介质在缓冲罐与被测机械振打器进气口之间的流通。

10. 按权利要求 9 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的管路 (15) 包括有阀门 (16) 和管件，阀门 的一端通过管件连接三通管 B(12) 的第三端，阀门

(16) 另一端通过管件连接试验筒体 (11) 上法兰接口，在试验筒体与管路 间形成一条平衡支路，开启或关闭阀门 (16) 时，可连接或切断管路 (14) 与试验筒体 (11) 间介质的流通。

11. 按权利要求 1 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的管路 (18) 包括有管件和阀门 (19)，试验筒体 (11) 底部的法兰接口通过管件与阀门 (19) 相连，开启或关闭阀门 (19) 时，可连接或切断试验筒体与外界大气间的介质流通。

12. 按权利要求 1 所述的机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于所述的缓冲罐 (4)、试验筒体 (11)、管路 (3)、管路 (6)、管路 (7)、管路 (14)、管路 (15) 和管路 (18) 上均铺设有绝热层。

机械振打器双向密封性能测试系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机械振打器双向密封性能测试系统。

背景技术

[0002] 目前工业生产中，自动振打除灰装置因有效的解决了煤气化过程中气化设备换热面积灰影响传热的问题而得到了广泛推广和应用，其执行单元—机械振打器直接安装在气化设备上，其运行环境复杂，不合适的密封方式将造成严重的事故，因此，气化工艺对其密封性能的要求极其严格，需保证机械振打器在所有工况下没有至大气侧的泄漏，即外泄漏量为零，外部通入的密封保护气体通过机械振打器进气口向气化设备内泄漏量必须控制在 0.5g/min 以内。

[0003] 中国发明专利 ZL 200510018677.9（机械振打器）和 ZL 200910060886.X（机械振打器密封系统），采用的技术方案是：机械振打器振打执行机构设计为与设备传热面接触的撞击杆和起能量传递作用的活塞杆两个部分，外界气缸发出动能，对活塞杆产生冲击，活塞杆在冲击作用下产生微小位移，并将这个冲击传递给撞击杆，最后由撞击杆对设备传热面产生振打，避免振打执行部件出现大幅往复运动，同时引入气体保护，设置内外多重双向密封结构，能满足设备高温高压复杂工况的严格密封要求，解决了机械振打器结构及密封的实施方案，但并未涉及到对机械振打器密封性能测试的方面，而批量生产的机械振打器在实际应用前需模拟实际工况进行全面的密封性能测试。目前并未见关于高温高压工况下机械振打器及类似密封结构性能测试系统技术方面的报道，且普通条件下，室温的气态介质加热至煤气化工艺要求的温度需要时间较长，影响实际测试效率，无法满足批量生产机械振打器的全面测试要求；同时，由于机械振打器振打执行机构本身为传动连接，在一定内外压差的作用下较易与活塞导筒脱离，测试时容易对产品造成损坏。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的问题是针对上述现有技术而提出一种能对机械振打器双向密封进行良好性能测试的机械振打器双向密封性能测试系统，实现被测机械振打器的非破坏性试验，提高批量生产的机械振打器在高温高压工况下的试验效率，并节约批量试验的成本。

[0005] 本发明为解决上述提出的问题所采用的解决方案是：机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于包括空气压缩机、缓冲罐和试验筒体，所述的空气压缩机与缓冲罐通过管路Ⅰ相连、缓冲罐上设置有与外界相通的管路Ⅱ、所述的缓冲罐与试验筒体通过管路Ⅲ相连、所述的管路Ⅲ上还连接有与被测机械振打器的进气口相连的管路Ⅳ、管路Ⅳ通过管路Ⅴ与试验筒体连接，试验筒体上设置有与外界相通的管路Ⅵ。

[0006] 按上述方案，还包括有与被测机械振打器活塞导筒底端部相连的外漏测试装置。

[0007] 按上述方案，所述的外漏测试装置由气体导向端盖、气体导向软管及外置水箱组成，所述的气体导向软管一端连接气体导向端盖，另一端连接水箱。所述的气体导向端盖通过螺栓法兰结构安装在被测机械振打器活塞导筒端部，当试验筒体或机械振打器进气口内气体通过被测机械振打器内部密封结构向外泄漏时，外漏气体将由外漏测试装置的气体导向端盖沿着气体导向软管进入水箱，通过由此产生的气泡来判定被测机械振打器外密封的情况。

[0008] 按上述方案，所述的缓冲罐的顶部安设有安全阀，以对缓冲罐内压力进行过载保护；同时缓冲罐的顶部安设有电加热器，用以加热缓冲罐内的压缩空气；同时缓冲罐上还安设有压力传感器，用以监测罐缓冲罐内的压力；同时缓冲罐上安装有温度传感器，用以监测罐内温度。

[0009] 按上述方案，所述的试验筒体一端设置有电加热器，用以保证试验筒体内温度能达到预定要求；同时试验筒体上安装有压力传感器及温度传感器，分别用以监测试验筒体内的压力及温度。

[0010] 按上述方案，所述的管路Ⅰ包括有阀门Ⅰ和管件，所述的空气压缩机的出气口通过阀门Ⅰ及管件与所述的缓冲罐上的法兰接口相连，开启或关闭阀门Ⅰ时，可连接或切断空气压缩机与缓冲罐内介质的流通。

[0011] 按上述方案，所述的管路Ⅱ包括有管件和阀门Ⅱ，所述的缓冲罐底部的法兰接口通过管件与阀门Ⅱ相连，开启或关闭阀门Ⅱ时，可连接或切断缓冲罐内介质与外界的流通。

[0012] 按上述方案，所述的管路 III 包括有管件、三通管 A 和阀门Ⅲ，三通管 A 的第一端通过管件与缓冲罐上的法兰接口相连，三通管 A 的第二端通过管件与阀门 III 及试验筒体上的法兰接口相连；开启或关闭阀门 III 时，可连接或切断缓冲罐与试验筒体间介质的流通。

[0013] 按上述方案，所述的管路 IV 包括有管件、阀门Ⅳ、三通管 B、微量流量计和金属软管，阀门 IV 通过管件与三通管 A 的第三端相连，三通管 B 第一端通过管件与阀门Ⅳ相连，三通管 B 第二端通过管件与微量流量计相连，微量流量计另一端通过管件连接金属软管，金属软管另一端连接被测机械振打器进气口，开启阀门 IV 时，缓冲罐内的试验气体通过管路Ⅳ进入被测机械振打器进气口，微量流量计示值为缓冲罐内气体通过被测机械振打器进气口往试验筒体内流动的流量，关闭阀门 IV 时，可切断介质在缓冲罐与被测机械振打器进气口之间的流通。

[0014] 按上述方案，所述的管路 V 包括有阀门Ⅴ和管件，阀门Ⅴ的一端通过管件连接三通管 B 的第三端，阀门 V 另一端通过管件连接试验筒体上法兰接口，在试验筒体与管路 V 间形成一条平衡支路，开启或关闭阀门Ⅴ时，可连接或切断管路Ⅳ与试验筒体间介质的流通。

[0015] 按上述方案，所述的管路 VI 包括有管件和阀门Ⅵ，试验筒体底部的法兰接口通过管件与阀门 VI 相连，开启或关闭阀门Ⅵ时，可连接或切断试验筒体与外界大气间的介质流通。

[0016] 按上述方案，所述的缓冲罐、试验筒体、管路 I、管路Ⅱ、管路Ⅲ、管路 IV、管路Ⅴ和

管路Ⅵ上均铺设有绝热层。

[0017] 本发明的有益效果在于：本发明测试系统以达到机械振打器实际应用时工况要求的空气来测试其双向密封性能。一方面，本发明测试系统能同时测试机械振打器的内外密封性能；另一方面，本发明通过引入气体平衡支路，使得完成密封性能测试后的被测机械振打器在拆卸前泄压时能保持其内外压力的平衡，防止机械振打器内部执行机构与活塞导筒脱离的现象产生，从而实现非破坏性试验；同时，本发明测试系统上，进行下一台机械振打器密封性能测试时能直接利用对上一台机械振打器进行测试时已达到试验工况要求的介质，避免下一台测试时重复长时间加温加压的过程，能有效节约试验成本，提高试验效率，系统整体结构设计合理，安全可靠，且系统本身制造成本不高，因此机械振打器及类似结构设备的生产企业及最终用户均可依据本发明测试系统对批量生产的产品进行全面的双向密封性能测试。

附图说明

[0018] 图 1 为本发明的结构示意图；

[0019] 图 2 为图 1 中 I 局部放大示意图；

[0020] 图 3 为本发明测试步骤；

[0021] 图中：1- 空气压缩机，2- 阀门 I，3- 管路Ⅰ，4- 缓冲罐，5- 阀门Ⅱ，6- 管路Ⅱ，7- 管路Ⅲ，8- 三通管 A，9- 阀门 III，10- 阀门Ⅳ，11- 试验筒体，12- 三通管 B，13- 微量流量计，14- 管路Ⅳ，15- 管路Ⅴ，16- 阀门Ⅴ，17- 金属软管，18- 管路Ⅵ，19- 阀门Ⅵ，20- 被测机械振打器，21- 被测机械振打器活塞导筒，22- 外漏检测装置，23- 气体导向端盖，24- 气体导向软管，25- 水箱，26- 被测机械振打器进气口，27- 被测机械振打器凸面法兰，28- 试验筒体凸面法兰，29- 被测机械振打器活塞杆，30- 被测机械振打器撞击杆。

具体实施方式

[0022] 机械振打器双向密封性能测试系统，其特征在于包括空气压缩机 1、缓冲罐 4 和试验筒体 11，所述的空气压缩机 1 与缓冲罐 4 通过管路 Ⅰ 3 相连、缓冲罐 4 上设置有与外界相通的管路Ⅱ 6、所述的缓冲罐 4 与试验筒体 11 通过管路Ⅲ 7 相连、所述的管路Ⅲ 7 上还连接有与被测机械振打器的进气口相连的管路Ⅳ 14、管路Ⅳ 14 通过管路Ⅴ 15 与试验筒体 11 连接，试验筒体 11 上设置有与外界相通的管路Ⅵ 18。

[0023] 还包括有与被测机械振打器活塞导筒 21 底端部相连的外漏测试装置 22。

[0024] 所述的外漏测试装置 22 由气体导向端盖 23、气体导向软管 24 及外置水箱 25 组成，所述的气体导向软管 24 一端连接气体导向端盖 23，另一端连接水箱 25。

[0025] 所述的缓冲罐 4 的顶部安设有安全阀，以对缓冲罐内压力进行过载保护；同时缓冲罐 4 的顶部安设有电加热器，用以加热缓冲罐内的压缩空气；同时缓冲罐 4 上还安设有压力传感器，用以监测罐缓冲罐内的压力；同时缓冲罐 4 上安装有温度传感器，用以监测罐内温度。

[0026] 所述的试验筒体 11 一端设置有电加热器，用以保证试验筒体 11 内温度能达到预

定要求；同时试验筒体 11 上安装有压力传感器及温度传感器，分别用以监测试验筒体内的压力及温度。

[0027] 所述的管路I 3 包括有阀门I 2 和管件，所述的空气压缩机 1 的出气口通过阀门I 2 及管件与所述的缓冲罐 4 上的法兰接口相连，开启或关闭阀门I 2 时，可连接或切断空气压缩机 1 与缓冲罐 4 内介质的流通。

[0028] 所述的管路II 6 包括有管件和阀门II 5，所述的缓冲罐 4 底部的法兰接口通过管件与阀门II 5 相连，开启或关闭阀门II 5 时，可连接或切断缓冲罐 4 内介质与外界的流通。

[0029] 所述的管路III 7 包括有管件、三通管 A8 和阀门III 9，三通管 A8 的第一端通过管件与缓冲罐 4 上的法兰接口相连，三通管 A8 的第二端通过管件与阀门III 9 及试验筒体 11 上的法兰接口相连；开启或关闭阀门III 9 时，可连接或切断缓冲罐 4 与试验筒体 11 间介质的流通。

[0030] 所述的管路IV 14 包括有管件、阀门IV 10、三通管 B12、微量流量计 13 和金属软管 17，阀门IV 10 通过管件与三通管 A8 的第三端相连，三通管 B12 第一端通过管件与阀门 IV10 相连，三通管 B12 第二端通过管件与微量流量计 13 相连，微量流量计 13 另一端通过管件连接金属软管 17，金属软管 17 另一端连接被测机械振打器 20 的进气口 26，开启阀门 IV10 时，缓冲罐 4 内的试验气体 11 通过管路IV 14 进入被测机械振打器进气口 26，微量流量计 13 示值为缓冲罐 4 内气体通过被测机械振打器进气口 26 往试验筒体 11 内流动的流量，关闭阀门IV 10 时，可切断介质在缓冲罐与被测机械振打器进气口之间的流通。

[0031] 所述的管路V 15 包括有阀门V 16 和管件，阀门V 的一端通过管件连接三通管 B12 的第三端，阀门V 16 另一端通过管件连接试验筒体 11 上法兰接口，在试验筒体与管路IV 间形成一条平衡支路，开启或关闭阀门V 16 时，可连接或切断管路IV 14 与试验筒体 11 间介质的流通。

[0032] 所述的管路VI 18 包括有管件和阀门VI 19，试验筒体 11 底部的法兰接口通过管件与阀门VI 19 相连，开启或关闭阀门VI 19 时，可连接或切断试验筒体与外界大气间的介质流通。

[0033] 所述的缓冲罐 4、试验筒体 11、管路I 3、管路II 6、管路III 7、管路IV 14、管路V 15 和管路VI 18 上均铺设有绝热层。

[0034] 下面结合实施例对本发明进行更详细的描述。

[0035] 在图 1、2 中，机械振打器双向密封性能测试系统由空气压缩机 1、缓冲罐 4、试验筒体 11、外漏测试装置 22、管路 I3、管路II 6、管路III 7、管路IV 14、管路V 15、管路VI 18 组成：

[0036] 缓冲罐 4 的顶部安设有安全阀及电加热器，同时缓冲罐 4 上还设有温度及压力传感器，并开设有多个法兰接口；

[0037] 试验筒体 11 一端设有电加热器，另一端设有与被测机械振打器凸面法兰 27 尺寸一致的凸面法兰 28，同时试验筒体 11 上还安装有温度及压力传感器，并开设有多个法兰接

口；

[0038] 外漏测试装置 22 由气体导向端盖 23、气体导向软管、水箱 25 组成，气体导向端盖 23 通过法兰螺栓结构安装在被测机械振打器活塞导筒 21 上，气体导向软管 24 一端连接气体导向端盖 23，气体导向软管 24 另一端连接水箱 25，当试验筒体 11 或被测机械振打器进气口 26 内气体通过被测机械振打器内部密封结构向外泄漏时，外漏气体将由外漏测试装置 22 的气体导向端盖 23 沿着气体导向软管 24 进入水箱 25，通过由水箱 25 中产生的气泡来判定被测机械振打器 20 外密封的情况。

[0039] 管路 3 由管件、阀门Ⅰ 2 组成，阀门Ⅰ 2 一端通过管件与空气压缩机 1 出气口连接、另一端通过管件与缓冲罐 4 上的法兰接口连接，开启或关闭阀门 2 时，可连接或切断空气压缩机 1 与缓冲罐 4 内介质的流通；

[0040] 管路 II6 由阀门Ⅱ 5、管件组成，阀门Ⅱ 5 通过管件分别与缓冲罐 4 底的法兰接口及外界大气连接、开启或关闭阀门 II5 可连接或切断缓冲罐 4 内介质与外界大气的流通；

[0041] 管路 III7 由管件、三通管 A8、阀门Ⅲ 9 组成，三通管 A8 的第一端通过管件与缓冲罐上 4 的法兰接口相连，三通管 A8 的第二端通过管件与阀门 III9 相连，阀门Ⅲ 9 另一端与试验筒体 11 上的法兰接口相连；开启或关闭阀门 III9 时，可连接或切断缓冲罐 4 与试验筒体 11 间介质的流通；

[0042] 管路 IV14 由管件、阀门Ⅳ 10、三通管 B12、微量流量计 13 及金属软管 17 组成，阀门Ⅳ 10 通过管件与三通管 A8 的第三端相连，阀门 IV10 的另一端通过管件与三通管 B12 第一端相连，三通管 B12 第二端通过管件与微量流量计 13 相连，微量流量计 13 另一端通过管件连接金属软管 17，金属软管 17 另一端连接被测机械振打器进气口 26，开启阀门Ⅳ 10 时，缓冲罐 4 内试验气体可通过管路Ⅳ 14 进入被测机械振打器进气口 26，微量流量计 13 示值为缓冲罐 4 内气体通过被测机械振打器进气口 26 往试验筒体 11 内流动的流量，关闭阀门 IV10 时，可切断介质在缓冲罐 4 与被测机械振打器进气口 26 间的流通；

[0043] 管路 V15 由管件、阀门Ⅴ 16 组成，阀门Ⅴ 16 的一端通过管件连接三通管 B12 的第三端，阀门 V16 另一端通过管件连接试验筒体 11 上的法兰接口，形成管路Ⅳ 14 与试验筒体 11 间的平衡支路，开启或关闭阀门 V16 时，可连接或切断管路Ⅳ 14 与试验筒体 11 间介质的流通；

[0044] 管路 VI18 由管件、阀门Ⅵ 19 组成，阀门Ⅵ 19 一端通过管件与试验筒体 11 底部的法兰接口相连，另一端与外界大气相连，开启或关闭阀门 VI19 时，可连接或切断试验筒体 11 与外界大气间介质的流通；

[0045] 同时，缓冲罐 4、试验筒体 11、管路 I3、管路Ⅱ 6、管路Ⅲ 7、管路Ⅳ 14、管路Ⅴ 15 和管路 VI18 上均铺设有绝热层。

[0046] 一并参照图 1- 图 3，其中图 3 可视为揭示一种密封性能测试方法，此密封测试方法包含下列步骤：

[0047] 1) 开启阀门 I2，关闭其他阀门，打开空气压缩机 1，待缓冲罐 4 内压力增加至 0.5MPa 后，打开阀门 II5，将上次试验的缓冲罐 4 内所沉积的水分、污垢等通过管路Ⅰ 3 排净

至缓冲罐外(步骤 31)；

[0048] 2) 将被测机械振打器凸面法兰 27 通过螺栓垫片安装在试验筒体凸面法兰 28 上，将金属软管 17 与被测机械振打器进气口 26 连接，将外漏检测装置 22 的气体导向端盖 23 安装在被测机械振打器活塞导筒 21 端部(步骤 32)；

[0049] 3) 开启阀门 I2、阀门Ⅲ 9、阀门Ⅳ 10，关闭其他阀门，开启空气压缩机 1、缓冲罐 4 及试验筒体 11 上的电加热器，使得缓冲罐及试验筒体内气体压力及温度提升至预定压力及温度(步骤 33)，所述的预定压力范围为：3.5MPa~4.0MPa，预定温度为：250℃ ~270℃；

[0050] 4) 通过试验筒体 11 上压力传感器及温度传感器监测试验筒体 11 内压力及温度，待达到预定要求后，保温保压 5min (步骤 34)；

[0051] 5) 观察并记录步骤 34 中水箱 25 内冒气泡情况，若水箱中有连续冒泡现象产生，即该被测机械振打器 20 外密封存在缺陷，为不合格产品；若水箱 25 中无连续冒泡现象产生，即被测机械振打器 20 向外部大气无泄露(步骤 35)；

[0052] 6) 进一步对被测机械振打器 26 进行内部密封性能测试：开启阀门Ⅰ 2、阀门Ⅳ 10，关闭其他阀门，保持试验筒体 11 内温度及压力不变，开启空气压缩机 1，待缓冲罐 7 内空气压力及温度提升至预定提升值后，保温保压预定时间 30min；具体的说，步骤 36 实际上是通过提高缓冲罐 4 内压力来提升管路 IV14 及被测机械振打器进气口 26 内空气的压力，该预定提升值为 0.5MPa~0.6MPa，即管路 IV14 内空气压力较试验筒体 21 内压力要高 0.5MPa~0.6MPa，同时，通过电加热器来防止缓冲罐 4 及试验筒体 11 内温度的下降(步骤 36，37)；

[0053] 7) 观察并记录步骤 37 中管路 IV14 上微量流量计 13 示值的变化情况，具体的说，微量流量计 13 的示值即表示气体介质在管路 IV14 内的流动情况，预定压差作用下，管路Ⅳ 14 内气体将通过被测机械振打器 20 内部结构往试验筒体 11 内流动，微量流量计 13 的示值即为被测机械振打器 20 通过其进气口 26 往试验筒体 11 内泄漏量的大小；同时，观察并记录步骤 37 过程中水箱 25 中气泡的情况(步骤 38)；

[0054] 8) 若步骤 38 中微量流量计 13 最大示值大于 0.5g/min，表明该台被测机械振打器 20 存在内密封泄漏的缺陷，为不合格产品；若小于等于 0.5g/min，依此判断被测机械振打器进气口 26 向试验筒体 11 内部泄露情况符合技术要求，即内密封合格；同时，若步骤 38 中水箱 25 内无连续冒泡现象产生，则该台被测机械振打器 20 外密封符合要求；若该被测机械振打器 20 内外密封均合格，可判断该被测机械振打器 20 密封性能合格(步骤 39，40)；

[0055] 9) 完成内外密封性能测试后，关闭其他所有阀门，开启阀门 V16，使得试验筒体 11 内气压通过管路 V15 与管路Ⅳ 14 内气压达到平衡，再缓慢开启阀门Ⅵ 19，使得试验筒体 11 及管路 IV14 内气体同时通过管路Ⅵ 18 排至外界大气，避免泄压时步骤 36 因试验筒体与被测机械振打器进气口间所产生的压力差对被测机械振打器 20 造成的损坏；具体的说，若试验筒体 11 与被测机械振打器进气口 26 的泄压不同步，被测机械振打器 20 的振打执行机构—被测机械振打器活塞杆 29、被测机械振打器撞击杆 30 则会在此压差的作用下与被测机械振打器活塞导筒 21 脱离，造成被测机械振打器 20 的损坏，因此管路 V15 可实现对被测机械振打器 20 进行非破坏性密封测试(步骤 41)；

[0056] 待试验筒体 11、管路 IV14 完成泄压后，拆卸完成试验的机械振打器 20，安装好

下一台被测机械振打器；缓慢开启阀门 I2、阀门 III9、阀门 IV10，关闭其他阀门，重复步骤 32~42；具体的说，本发明引入了平衡支路—管路 V15，使得步骤 41 中不通过缓冲罐 4 向外泄压时也能保证试验筒体与被测机械振打器进气口 26 的同步泄压，步骤 41 中泄压时切断了缓冲罐 4 内气体与外界的流通，使得缓冲罐 4 内已达到预定要求压力及温度的气体得到保留，重复步骤 32 时可避免再次重复长时间加温加压的过程，有效的节省试验成本及试验时间，提高试验效率(步骤 42)。

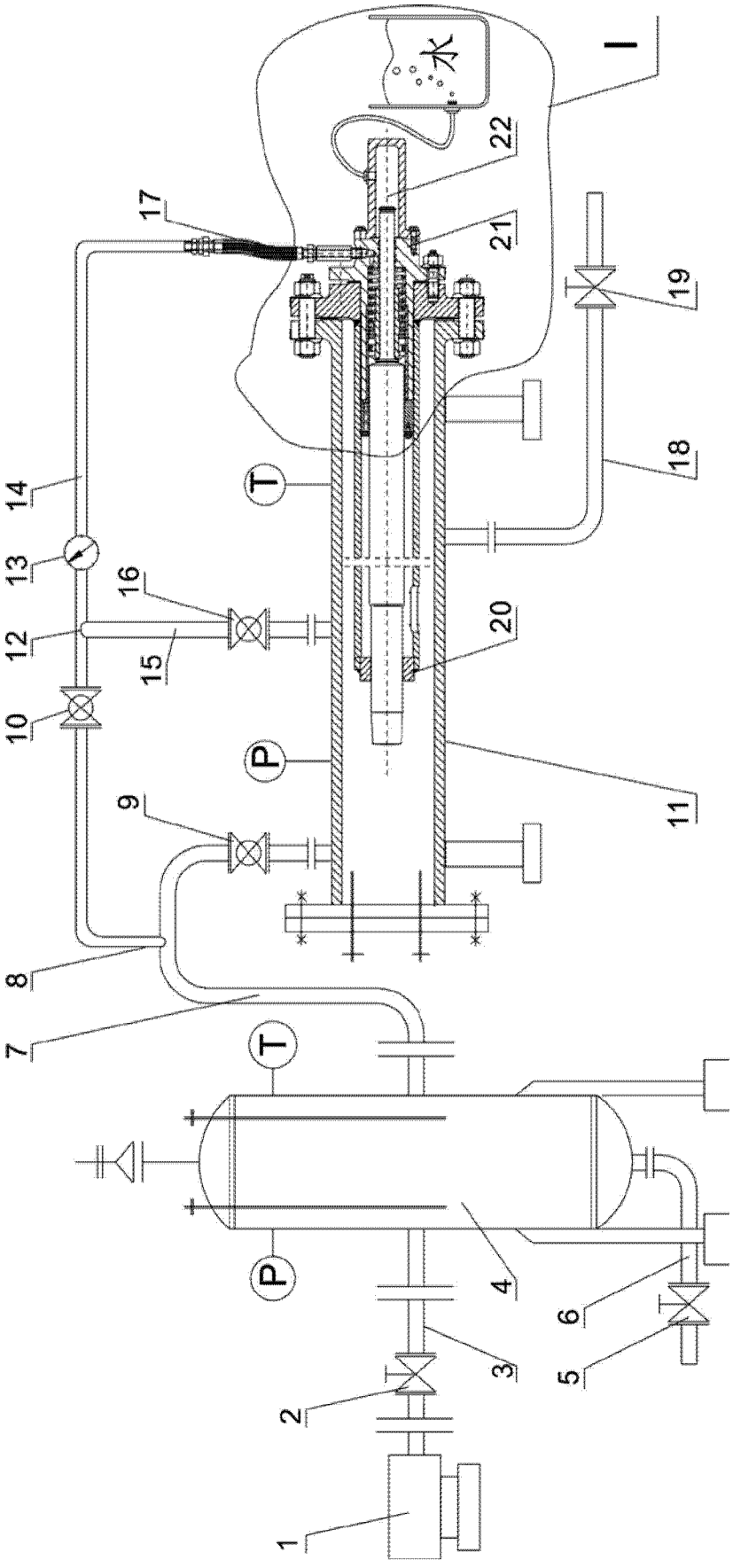


图 1

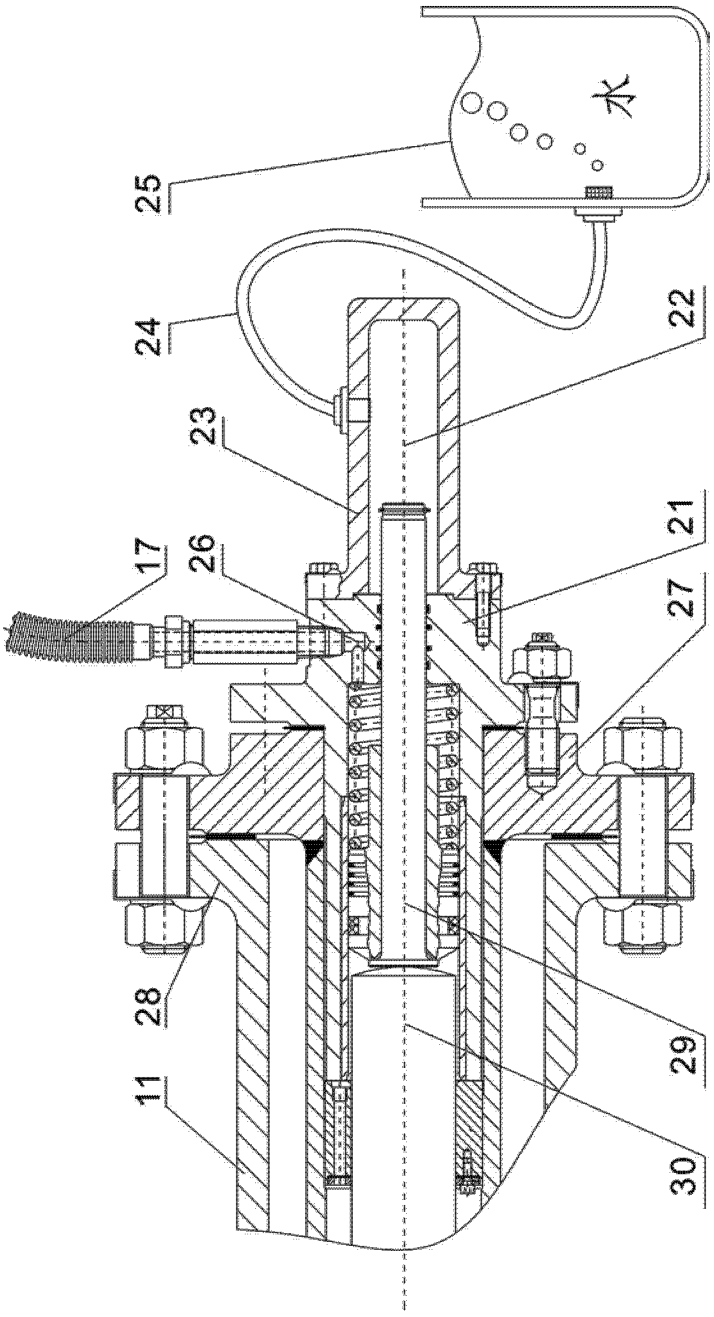


图 2

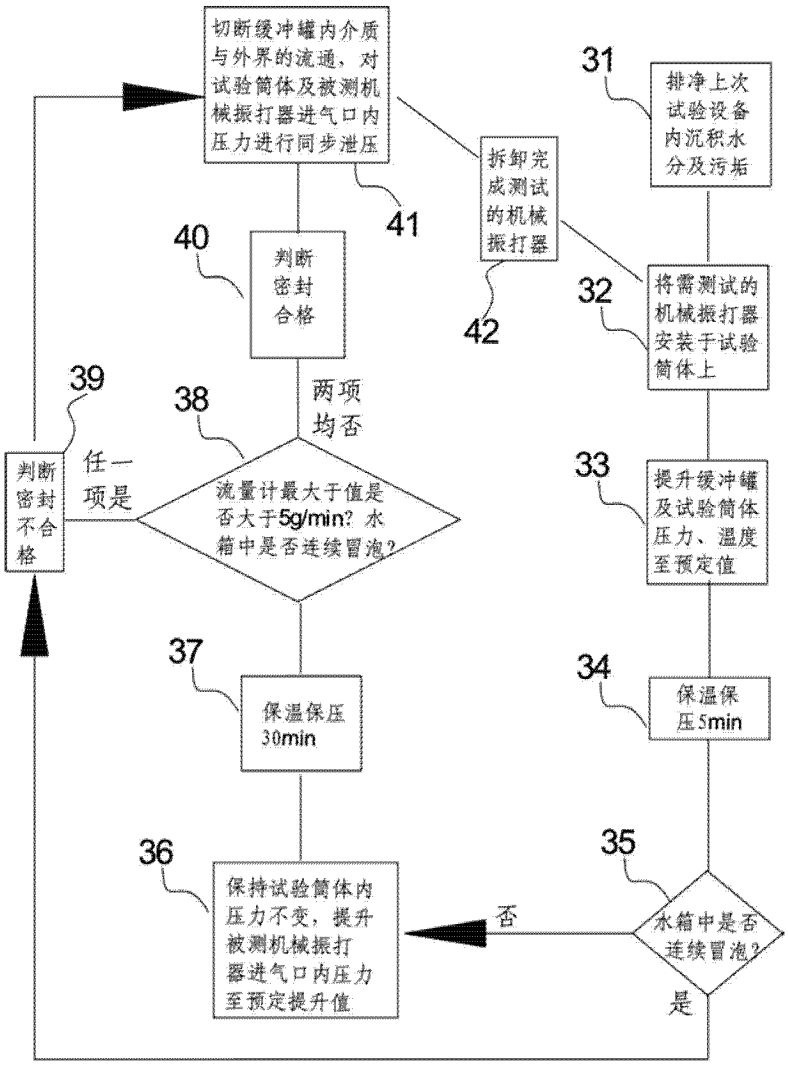

切断缓冲罐内介质与外界的流通，对试验筒体及被测机械振打器进气口内压力进行同步泄压
41
拆卸完成测试的机械振打器
42
31
排净上次试验设备内沉积水分及污垢
32
将需测试的机械振打器安装于试验筒体上
33
提升缓冲罐及试验筒体压力、温度至预定值
34
保温保压5min
35
水箱中是否连续冒泡?
否
是
36
保持试验筒体内压力不变，提升被测机械振打器进气口内压力至预定提升值
37
保温保压30min
38
流量计最大于值是否大于5g/min? 水箱中是否连续冒泡?
两项均否
40
判断密封合格
39
判断密封不合格
任一项是

图 3