



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103867885 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201410113573. 5

(22) 申请日 2014. 03. 25

(71) 申请人 西安航天动力试验技术研究所  
地址 710100 陕西省西安市长安区宇航街  
18 号

(72) 发明人 王朝 唐斌运 沈继斌 曹文庆

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限  
公司 61211

代理人 王少文

(51) Int. Cl.

F17C 5/02(2006. 01)

F17C 13/02(2006. 01)

F17C 13/04(2006. 01)

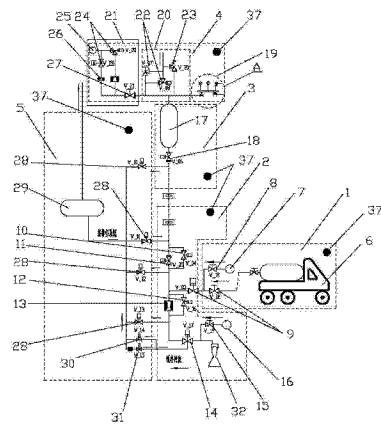
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种液体甲烷加注系统

(57) 摘要

本发明涉及一种加注系统,适用于甲烷等易燃易爆燃料的加注系统。该系统包括加注单元、试车前单元、容器单元、增压排气单元以及回收排放单元;各单元相互连通;同时,协作完了系统吹氮气、甲烷容器加注、系统低压预冷、系统高压预冷等工作。特别的,每个单元内还设置有甲烷浓度实时报警装置。通过该发明大大提高了液体甲烷加注工作的安全性和可靠性。



1. 一种液体甲烷加注系统,其特征在于:包括加注单元、试车前单元、容器单元、增压排气单元以及回收排放单元;

加注单元包括甲烷输送罐车、第一氮气气源、系统加注吹气阀、系统加注阀;所述甲烷输送罐车的出口接系统加注阀进口;系统加注吹气阀的一端接第一氮气气源,另一端接系统加注阀的出口;

试车前单元包括主管路加注阀、汽蚀管、甲烷主阀、发动机吹气阀、第二氮气气源以及待加注燃料腔;主管路加注阀和汽蚀管的入口分别接系统加注阀的出口,汽蚀管的出口接甲烷主阀的入口,发动机吹气阀的入口接第二氮气气源,发动机吹气阀的出口分别接甲烷主阀的第一出口和待加注燃料腔;

容器单元包括容器主管路隔离阀、甲烷容器;容器主管路隔离阀的入口接主管路加注阀出口,容器主管路隔离阀的出口接甲烷容器入口;

增压排气单元包括压力控制单元、高压预冷支路、排气支路;

所述压力控制单元包括测量腔体、压力继电器、压力表、压力传感器;所述压力继电器、压力表和压力传感器均安装在测量腔体上;所述测量腔体与甲烷容器连接;

所述排气支路包括容器放气阀、容器安全阀;容器放气阀与容器安全阀的并联连接,并且一端接甲烷容器的出口,另一端与大气连通;

所述高压预冷支路包括依次设置的高压气源、容器增压阀、孔板以及增压气源总隔离阀;增压气源总隔离阀的出口接甲烷容器的入口连接;

回收排放单元包括主管路排液阀、高压预冷排放阀、低压预冷排放阀以及缓冲容器;所述主管路排液阀的入口接入至甲烷容器入口之前,主管路排液阀的出口接缓冲容器入口;高压预冷排放阀与低压预冷排放阀的并联连接,并且一端接甲烷主阀的第二出口,另一端接缓冲容器入口;缓冲容器的出口与大气连通。

2. 根据权利要求1所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述加注单元、试车前单元、容器单元、增压排气单元以及回收排放单元中均设置有甲烷浓度实时报警装置。

3. 根据权利要求2所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述汽蚀管上并联有旁通汽蚀管旁通阀。

4. 根据权利要求3所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述主管路加注阀上并联有旁通主管路加注旁通阀。

5. 根据权利要求4所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述主管路排液阀为多个,多个主管路排液阀并联连接,并且一端与甲烷容器入口连接,另一端与接入至甲烷容器入口和甲烷主阀之间。

6. 根据权利要求1-4任一权利要求所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述系统加注阀采用手动截止阀或者气动截止阀;所述容器放气阀为手动截止阀或者气动截止阀。

7. 根据权利要求1-4任一权利要求所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述系统加注阀采用手动截止阀和电动截止阀串接组合;所述容器放气阀采用手动截止阀和电动截止阀串接组合。

8. 根据权利要求1-4任一权利要求所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述容器放气阀采用手动截止阀或者电动截止阀。

9. 根据权利要求1-4任一权利要求所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述容器

放气阀采用手动截止阀和电动截止阀串接组合。

10. 根据权利要求 1-4 任一权利要求所述的液体甲烷加注系统,其特征在于:所述容器增压阀并联设置有多个且每一个容器增压阀控制压力大小不同。

## 一种液体甲烷加注系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种加注系统,适用于甲烷等易燃易爆燃料的加注系统。

### 背景技术

[0002] 通常,甲烷和空气的混合能形成爆炸性混合气体,研究得知混合气体(体积分数)的爆炸下限为 3.6%~6.5%,爆炸上限为 13.0%~17.0%。如果存在火源,极易着火燃烧,甚至爆炸,属于易燃易爆品。

[0003] 目前,现在采用的液氧—甲烷为燃料的航空航天发动机在进行液氧—甲烷燃料加注过程中,系统工作压力为 23MPa,试验系统极易发生泄漏,故而试验危险程度高。液氧甲烷组件试车通过甲烷运输低温罐车直接将甲烷加入甲烷容器,通过对系统管路预冷、充填后进行试车。必须通过可靠的工艺系统和工艺流程保证系统加注、整个过程管路预冷以及试车后整个系统残余甲烷排放的安全性和可靠性以保证高压组合件试车成功。

### 发明内容

[0004] 为了解决背景技术中的问题,现提供一种可靠、安全的液体甲烷加注系统。

[0005] 本发明的具体技术方案是:

[0006] 一种液体甲烷加注系统,其特征在于:包括加注单元、试车前单元、容器单元、增压排气单元以及回收排放单元;

[0007] 加注单元包括甲烷输送罐车、第一氮气气源、系统加注吹气阀、系统加注阀;所述甲烷输送罐车的出口接系统加注阀进口;系统加注吹气阀的一端接第一氮气气源,另一端接系统加注阀的出口;

[0008] 试车前单元包括主管路加注阀、汽蚀管、甲烷主阀、发动机吹气阀、第二氮气气源以及待加注燃料腔;主管路加注阀和汽蚀管的入口分别接系统加注阀的出口,汽蚀管的出口接甲烷主阀的入口,发动机吹气阀的入口接第二氮气气源,发动机吹气阀的出口分别接甲烷主阀的第一出口和待加注燃料腔;

[0009] 容器单元包括容器主管路隔离阀、甲烷容器;容器主管路隔离阀的入口接主管路加注阀出口,容器主管路隔离阀的出口接甲烷容器入口;

[0010] 增压排气单元包括压力控制单元、高压预冷支路、排气支路;

[0011] 所述压力控制单元包括测量腔体、压力继电器、压力表、压力传感器;所述压力继电器、压力表和压力传感器均安装在测量腔体上;所述测量腔体与甲烷容器连接;

[0012] 所述排气支路包括容器放气阀、容器安全阀;容器放气阀与容器安全阀的并联连接,并且一端接甲烷容器的出口,另一端与大气连通;

[0013] 所述高压预冷支路包括依次设置的高压气源、容器增压阀、孔板以及增压气源总隔离阀;增压气源总隔离阀的出口接甲烷容器的入口连接;

[0014] 回收排放单元包括主管路排液阀、高压预冷排放阀、低压预冷排放阀以及缓冲容器;所述主管路排液阀的入口接入至甲烷容器入口之前,主管路排液阀的出口接缓冲容器

入口；高压预冷排放阀与低压预冷排放阀的并联连接，并且一端接甲烷主阀的第二出口，另一端接缓冲容器入口；缓冲容器的出口与大气连通。

[0015] 上述加注单元、试车前单元、容器单元、增压排气单元以及回收排放单元中均设置有甲烷浓度实时报警装置。

[0016] 上述汽蚀管上并联有旁通汽蚀管旁通阀。

[0017] 上述主管路加注阀上并联有旁通主管路加注旁通阀。

[0018] 上述主管路排液阀为多个，多个主管路排液阀并联连接，并且一端与甲烷容器入口连接，另一端与接入至甲烷容器入口和甲烷主阀之间。

[0019] 上述系统加注阀采用手动截止阀或者气动截止阀；所述容器放气阀为手动截止阀或者气动截止阀。

[0020] 上述系统加注阀采用手动截止阀和电动截止阀串接组合；所述容器放气阀采用手动截止阀和电动截止阀串接组合。

[0021] 上述容器放气阀采用手动截止阀或者电动截止阀。

[0022] 上述容器放气阀采用手动截止阀和电动截止阀串接组合。

[0023] 上述容器增压阀并联设置有多个且每一个容器增压阀控制压力大小不同。

[0024] 本发明的有益效果是：

[0025] 1、本发明采用加注单元、试车前单元、容器单元、增压排气单元以及回收排放单元构成的甲烷加注系统，各个单元协调工作，大大提高了甲烷加注过程的可靠性。

[0026] 2、本发明在加注单元、试车前单元、容器单元、增压排气单元以及回收排放单元中均安装甲烷浓度实时报警装置，极大程度的提高了甲烷加注过程的安全性。

## 附图说明

[0027] 图1为本发明的结构示意图。

[0028] 图2为图1的A处局部放大示意图。

[0029] 1-加注单元、2-试车前单元、3-容器单元、4-增压排气单元、5-回收排放单元、6-甲烷输送罐车、7-第一氮气气源、8-系统加注吹气阀、9-系统加注阀、10-主管路加注旁通阀、11-主管路加注阀、12-汽蚀管旁通阀、13-汽蚀管、14-甲烷主阀、15-发动机吹气阀、16-第二氮气气源、17-甲烷容器、18-主管路隔离阀、19-压力控制支路、20-排气支路、21-高压预冷支路、22-容器放气阀、23-容器安全阀、24-容器增压阀、25-高压气源、26-孔板、27-增压气源总隔离阀、28-主管路排液阀、29-缓冲容器、30-低压预冷排放阀、31-高压预冷排放阀、32-待加注燃料腔、33-压力传感器、34-压力表、35-压力继电器、36-测量腔体、37-甲烷浓度实时报警装置。

## 具体实施方式

[0030] 本发明通过建立一整套液体甲烷加注系统，满足航天发动机试车台甲烷加注以及试车过程和试车后残余甲烷排放的安全性的要求。

[0031] 结合附图1对该系统进行描述：

[0032] 一种液体甲烷加注系统分为五个部分，分别是：加注单元1、试车前单元2、容器单元3、增压排气单元4以及回收排放单元5；

[0033] 其中,加注单元 1 包括甲烷输送罐车 6、第一氮气气源 7、系统加注吹气阀(V18)8、系统加注阀 9 (V02 或 V03);甲烷输送罐车 6 的出口接系统加注阀 9 (V02 或 V03)进口;系统加注吹气阀(V18)8 的一端接第一氮气气源 7,另一端接系统加注阀 9 (V02 或 V03)的出口;

[0034] 特别的是,系统加注阀 9 可采用两种方式:

[0035] 1、单独采用手动截止阀(V02)或气动截止阀(V03)来控制甲烷输送罐车 6 是否给系统进行加注工作;

[0036] 2、采用手动截止阀(V02)和气动截止阀(V03)组合一起来控制甲烷输送罐车 6 是否给系统进行加注工作;

[0037] 其中,试车前单元 2 包括主管路加注阀(V05)11、汽蚀管 13、甲烷主阀 (V17)14、发动机吹气阀 (V19)15、第二氮气气源 16 以及待加注燃料腔 32;主管路加注阀 (V05)11 和汽蚀管 13 的入口分别接系统加注阀 9 (V02 或 V03)的出口,汽蚀管 13 的出口接甲烷主阀 (V17)14 的入口,发动机吹气阀(V19)15 的入口接第二氮气气源 16,发动机吹气阀(V19)15 的出口分别接甲烷主阀 (V17)14 的第一出口和待加注燃料腔 32;

[0038] 为了减小初始加注瞬间对系统管路的冲击;因此,汽蚀管 13 上并联有汽蚀管旁通阀门(V16)12;并且汽蚀管旁通阀(V16)12 的口径大于汽蚀管 13 喉部直径;主管路加注阀 (V05)11 上并联有主管路加注旁通阀(04)10;并且主管路加注阀 (V05)11 口径大于主管路加注旁通阀(04)10;

[0039] 其中,容器单元 3 包括容器主管路隔离阀(V06)18、甲烷容器 17;容器主管路隔离阀(V06)18 的入口接主管路加注阀(V05)11 出口,容器主管路隔离阀(V06)18 的出口接甲烷容器 17;

[0040] 其中,增压排气单元 4 包括压力控制单元 19、高压预冷支路 21、排气支路 20;

[0041] 具体的说,压力控制单元 19 包括测量腔体 36、压力继电器 35、压力表 34、压力传感器 33;所述压力继电器 35、压力表 34 和压力传感器 33 均安装在测量腔体 36 上;所述测量腔体 36 与甲烷容器 17 连接;

[0042] 具体的说,排气支路 20 包括容器放气阀(V07 或 V08)22、容器安全阀(V20)23;容器放气阀(V07 或 V08)22 与容器安全阀(V20)23 的并联连接,并且一端接甲烷容器 17 的出口,另一端与大气连通;当甲烷容器压力大于预设值时,容器安全阀开启,开始释放甲烷容器中的压力;当压力小于预设值则容器安全阀关闭;

[0043] 特别的是,容器放气阀 22 可采用两种方式:

[0044] 1、单独采用手动截止阀(V07)或电动截止阀(V08)来控制;

[0045] 2、采用手动截止阀(V07)和电动截止阀(V08)组合一起来控制;

[0046] 高压预冷支路 21 包括依次设置的高压气源 25、容器增压阀(V09 或 V22)24、孔板 26 以及增压气源总隔离阀(V21)27;增压气源总隔离阀(V21)27 的出口接甲烷容器 17 的入口连接;

[0047] 在进行高压预冷处理时,为了提供系统不同的压力大小,该支路上并联设置有多个容器增压阀(V09 或 V22)24 以及与多个容器增压阀相适配的多个孔板;

[0048] 回收排放单元 5 包括主管路排液阀(V10、V11、V12、V13)28、高压预冷排放阀(V15)31、低压预冷排放阀(V14)30 以及缓冲容器 29;所述主管路排液阀 28 的入口接入至甲烷容

器 17 入口之前,主管路排液阀 28 的出口接缓冲容器 29 入口;低压预冷排放阀(V14) 30 与高压预冷排放阀(V15) 31 的并联连接,并且一端接甲烷主阀(17) 14 的第二出口,另一端接缓冲容器 29 入口;缓冲容器 29 的出口与大气连通。

[0049] 特别的是,主管路排液阀 28 为多个,并且每一个主管路排液阀均采用一端接缓冲容器 29 入口,另一端接甲烷容器 17 入口之前的管路上的方式连接,确保系统中每一节管路上残余甲烷都能流入缓冲容器内。

[0050] 为了对甲烷由甲烷输送罐车向系统加注甲烷、系统进行预冷及试车后试验现场的甲烷浓度进行现场检测,该系统中的加注单元 1、试车前单元 2、容器单元 3、增压排气单元 4 以及回收排放单元 5 中均设置有甲烷浓度实时报警装置。

[0051] 以下结合上述系统的结构对该系统的具体操作步骤进行描述:

[0052] 步骤 1:对系统管路进行吹氮气置换处理;

[0053] 将系统加注吹气阀(V18) 8、系统加注阀 9 (V02 或 V03)、主管路加注阀(V05) 11、容器主管路隔离阀(V06)18 打开,其余阀门关闭,第一氮气气源 7 开始向系统管路内吹氮气置换;同时,为了确保甲烷容器 17 和系统管路内的空气排放,因此,排气支路 20 中的容器放气阀 22 (V07 或者 V08)、容器安全阀(V20)23 均打开(此时甲烷输送罐车与系统并未连接)。

[0054] 步骤 2:对待试验发动机燃料腔进行吹氮气置换;

[0055] 将发动机吹气阀(V19)15 打开,甲烷主阀(V17)14 关闭,第二氮气气源 16 打开,开始给待加注燃料腔 32 进行吹氮气置换。

[0056] 步骤 3:进行甲烷容器加注;

[0057] 其具体是:甲烷输送罐车 6 与系统加注阀 9 连接,打开系统加注阀 9 (V02、V03)、主管路加注阀 11 (V05)、主管路隔离阀 18 (V06),甲烷输送罐车 6 开始向甲烷容器 17 内注入甲烷。

[0058] 步骤 4:对系统管路进行低压预冷处理;

[0059] 首先,打开主管路加注旁通阀(V04) 10、主管路隔离阀(V06) 18、甲烷主阀(V17) 14,甲烷容器 17 中的甲烷液体沿容器主管路隔离阀(V06) 18、主管路加注旁通阀(V04) 10、汽蚀管 13 至甲烷主阀(V17) 14 充满主管路,然后关闭主管路加注旁通阀(V04) 10,打开主管路加注阀(V05) 11,完成对整个系统管路的低压预冷。

[0060] 步骤 5:对系统管路进行系统高压预冷;

[0061] 首先,打开容器增压阀(V-09 或 V-22) 24、增压气源总隔离阀(V21) 27、主管路加注旁通阀(V04) 10、主管路隔离(V06) 18、甲烷主阀(V17) 14,开启高压气源 26,其余阀门关闭,甲烷容器 17 中的甲烷液体沿容器主管路隔离阀(V06) 18、主管路加注旁通阀(V04) 10、汽蚀管 13 至甲烷主阀(V17)14 充满主管路;然后,关闭主管路加注旁通阀(V04)10,打开主管路加注阀(V05) 11,使整个系统管路的温度再次下降,残余甲烷进入缓冲容器 30。

[0062] 步骤 6:试车后整个系统残余甲烷的排放;

[0063] 完成上述步骤后,将主管路加注阀(V05) 11、容器主管路隔离阀(V06) 19、主管路排液阀(V10、V11、V12、V13)28、低压预冷排放阀(V14)30、高压预冷排放阀(V15)31 均打开,其余阀门关闭,在自然通空条件下的甲烷的静液柱高度产生的压力将剩余甲烷排挤至缓冲容器 29,通过缓冲容器 29 蒸发排至大气。

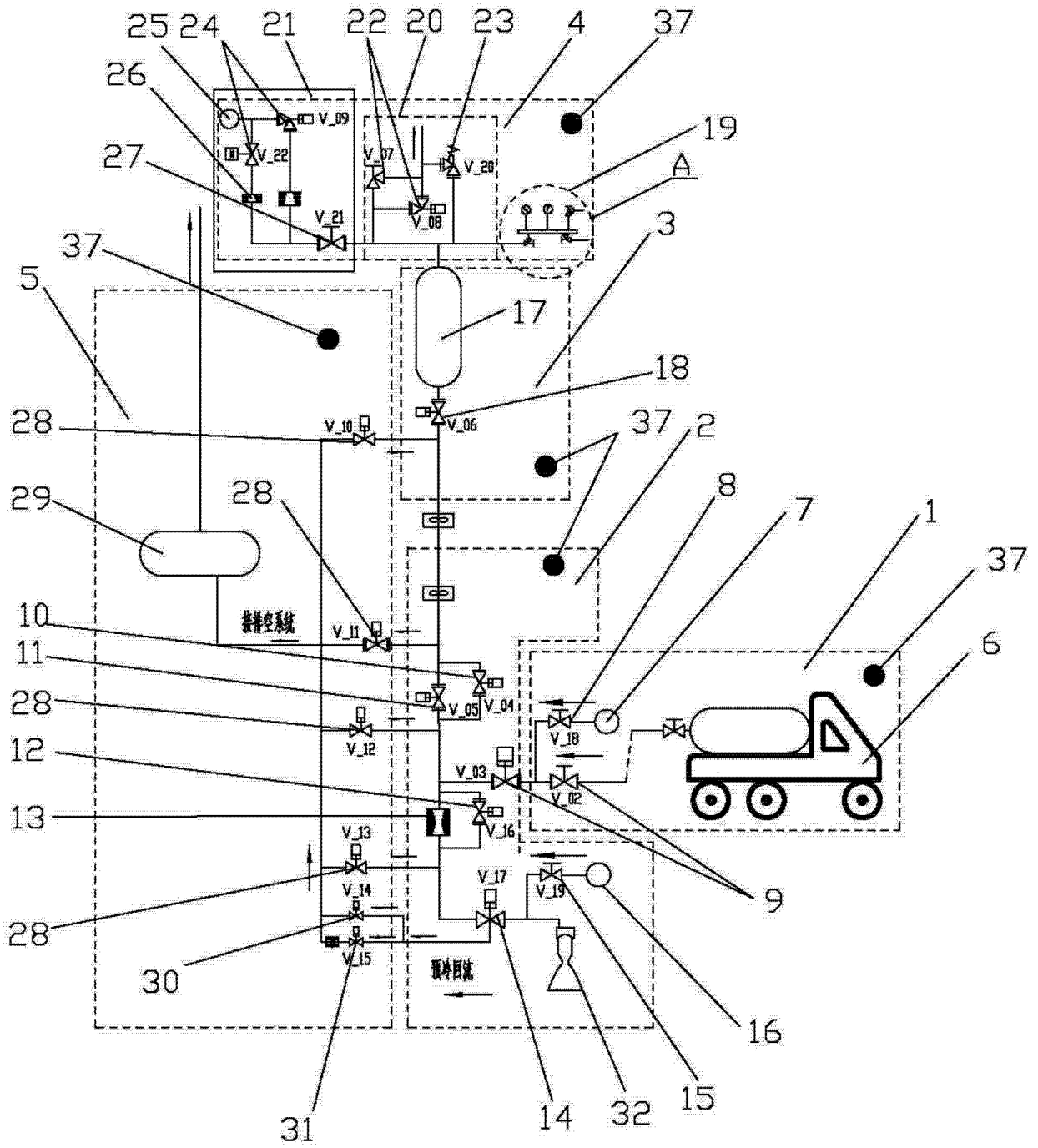


图 1



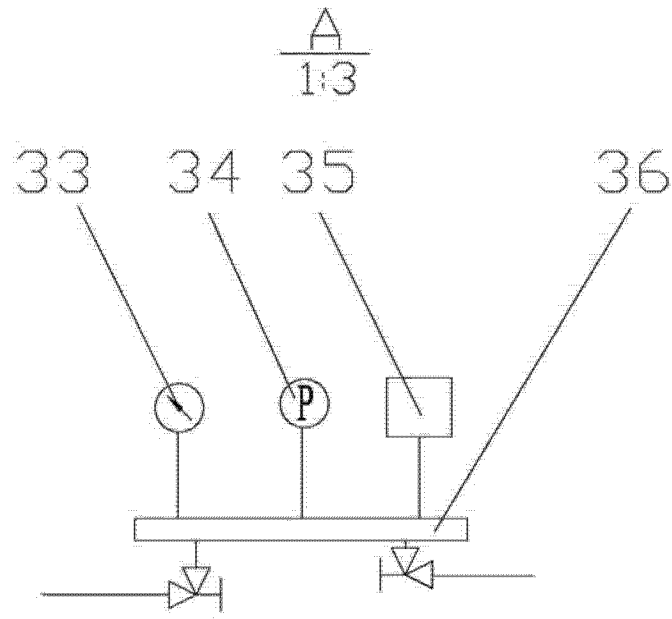


图 2