



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 219013995 U

(45) 授权公告日 2023. 05. 12

(21) 申请号 202223266088.0

F17C 13/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.07

(66) 本国优先权数据

202222147529.9 2022.08.16 CN

(73) 专利权人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工
路2号

(72) 发明人 刘培启 王毅琳 胡大鹏 周银博
彭朝 徐琴琴 武锦涛

(74) 专利代理机构 大连星海专利事务有限公
司 21208

专利代理师 郭海英

(51) Int. Cl.

F17C 5/04 (2006.01)

F17C 5/06 (2006.01)

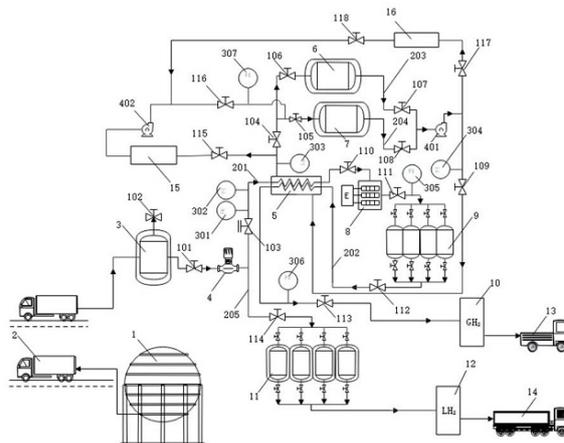
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种冷能回收型液氢加注系统

(57) 摘要

一种冷能回收型液氢加注系统,属于液氢加注技术领域。这种冷能回收型液氢加注系统通过设置多股流换热器,液氢气化时利用冷媒回收并存储释放的冷量;高压氢气加注时,利用冷媒储存的冷量预冷加注的高压氢气,达到规定温度,从而提高液氢加注站的能量综合利用率。另外,储存的冷量还可用于管道系统的预冷和站内的设施如空调系统等,从而降低液氢加注站的运行成本。该加注系统既能满足液氢气化和高压氢气预冷各自工况的要求,又可以同时运行两种工况,具有灵活性高,适应性强的特点。



1. 一种冷能回收型液氢加氢站加注系统,它包括站内液氢储罐(3),其特征在于:它还包括气氢灌注单元和冷量回收利用单元;

所述冷量回收利用单元包含多股流换热器(5)、低温冷媒储罐(6)、高温冷媒储罐(7),多股流换热器(5)的冷媒出口、并联连接的低温冷媒储罐(6)和高温冷媒储罐(7)、第一输送泵(401)、多股流换热器(5)的冷媒进口依次连接;

所述气氢灌注单元包含加热器(8)、常温高压储气瓶组(9)和气氢加氢机(10),站内液氢储罐(3)通过增压泵(4)依次连接多股流换热器(5)的一个流股、加热器(8)和常温高压储气瓶组(9)的进口,常温高压储气瓶组(9)的出口通过多股流换热器(5)的另一个流股连接气氢加氢机(10)。

2. 根据权利要求1所述的一种冷能回收型液氢加氢站加注系统,其特征在于:它还包括液氢灌注单元,所述液氢灌注单元包含低温高压储气瓶组(11)和液氢加氢机(12),站内液氢储罐(3)通过增压泵(4)经支路依次连接低温高压储气瓶组(11)的进口、低温高压储气瓶组(11)的出口和液氢加氢机(12)。

3. 根据权利要求1所述的一种冷能回收型液氢加氢站加注系统,其特征在于:增压泵(4)和多股流换热器(5)连接的管道上设置第一流量阀(103)、第一流量计(301)和第一温度计(302),多股流换热器(5)的冷媒出口管道上设置第二温度计(303),冷媒进口管道上设置第二流量阀(109)、第二流量计(304),低温冷媒储罐(6)的进口管道上设置第四开关阀(106),出口管道上设置第五开关阀(107),高温冷媒储罐(7)的进口管道上设置第三开关阀(105),出口管道上设置第六开关阀(108),加热器(8)的出口管道上设置第三温度计(305),气氢加氢机(10)的进口管道上设置第四温度计(306)。

4. 根据权利要求1所述的一种冷能回收型液氢加氢站加注系统,其特征在于:所述多股流换热器(5)是管壳式换热器、板翅式换热器或者微通道换热器。

5. 根据权利要求1所述的一种冷能回收型液氢加氢站加注系统,其特征在于:所述多股流换热器(5)的冷媒出口管道通过支路依次连接待预冷系统(15)、第二输送泵(402)、高温冷媒储罐(7)的进口管道。

6. 根据权利要求1所述的一种冷能回收型液氢加氢站加注系统,其特征在于:所述低温冷媒储罐(6)的出口管道通过支路依次连接待预冷管线(16)、低温冷媒储罐(6)的进口管道。

7. 根据权利要求1-6任意一项所述的一种冷能回收型液氢加氢站加注系统,其特征在于:所述低温冷媒储罐(6)和高温冷媒储罐(7)采用一个冷媒存储装置中放置两个冷媒储罐或者通过隔板分隔为两个冷媒储罐的结构。

一种冷能回收型液氢加氢站加注系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及液氢加氢站技术领域,具体涉及一种冷能回收利用的液氢加氢站加注系统。

背景技术

[0002] 氢气作为燃料来源广泛,燃烧产物无污染,不会加重温室效应,被公认为清洁能源,而加氢站则是推广氢能源的基础设施,随着氢能源的快速发展,加氢站的建设也在快速进行中。国内的加氢站主要为高压储氢加氢站,高压储氢加氢站的缺点在于能耗较高。高压储气瓶中的氢气加注时,由于氢气压缩时的焦耳-汤姆逊效应,释放热量导致加注过程气瓶温度升高。因此加氢站需要设置冷水机组或换热器在加氢之前进行预冷,预冷温度应不高于-40℃,同时会造成加氢站能耗的增加。相较于气氢储存,液氢储存能够显著提升加氢站的储氢容量。液氢加氢站可将液氢气化时释放的冷量进行收集,可用于加氢预冷,降低能源消耗。

[0003] 目前已有的技术方案中对冷能回收采用蓄冷器内部填充蓄冷材料进行储存冷量,这种方式的缺点在于换热效率低,设备体积大,收集的冷量有限,且冷量仅能用于加氢预冷,多余的冷量需要释放掉。而液氢气化过程提供的冷量十分可观,多余的冷量可收集起来用于管道预冷。由于工作压力在87.5MPa左右,采用的换热器应当能够承受超高压,而且需要换热系数高。因此有必要对加氢站冷能的回收利用提出可行的技术方案。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,有必要提出一种冷能回收型液氢加氢站加注系统。这种冷能回收型液氢加氢站加注系统通过设置多股流换热器,液氢气化时利用冷媒回收并存储释放的冷量;高压氢气加注时,利用冷媒储存的冷量预冷加注的高压氢气,达到规定温度,从而提高液氢加氢站的能量综合利用率。另外,储存的冷量还可用于管道系统的预冷和站内的设施如空调系统等,从而降低液氢加氢站的运行成本。该加注系统既能满足液氢气化和高压氢气预冷各自工况的要求,又可以同时运行两种工况,具有灵活性高,适应性强的特点。

[0005] 本实用新型提出下列技术方案:一种冷能回收型液氢加氢站加注系统包括站内液氢储罐、气氢灌注单元和冷量回收利用单元。

[0006] 所述冷量回收利用单元包含多股流换热器、低温冷媒储罐、高温冷媒储罐,多股流换热器的冷媒出口、并联连接的低温冷媒储罐和高温冷媒储罐、第一输送泵、多股流换热器的冷媒进口依次连接。

[0007] 所述气氢灌注单元包含加热器、常温高压储气瓶组和气氢加氢机,站内液氢储罐通过增压泵依次连接多股流换热器的一个该股、加热器和常温高压储气瓶组的进口,常温高压储气瓶组的出口通过多股流换热器的另一个该股连接气氢加氢机。

[0008] 所述的一种冷能回收型液氢加氢站加注系统还包括液氢灌注单元,所述液氢灌注

单元包含低温高压储气瓶组和液氢加氢机,站内液氢储罐通过增压泵径支路依次连接低温高压储气瓶组的进口、低温高压储气瓶组的出口和液氢加氢机。

[0009] 所述增压泵和多股流换热器连接的管道上设置第一流量阀、第一流量计和第一温度计,多股流换热器的冷媒出口管道上设置第二温度计,冷媒进口管道上设置第二流量阀、第二流量计,低温冷媒储罐的进口管道上设置第四开关阀,出口管道上设置第五开关阀,高温冷媒储罐的进口管道上设置第三开关阀,出口管道上设置第六开关阀,加热器的出口管道上设置第三温度计,气氢加氢机的进口管道上设置第四温度计。

[0010] 所述多股流换热器是管壳式换热器、板翅式换热器或者微通道换热器。

[0011] 所述低温冷媒储罐和高温冷媒储罐可以采用两个冷媒储罐并联连接,还可以采用一个冷媒存储装置中放置两个冷媒储罐的结构,或者采用一个冷媒存储装置通过隔板分隔为两个冷媒储罐的结构。

[0012] 所述多股流换热器的冷媒出口管道通过支路依次连接待预冷系统、第二输送泵、高温冷媒储罐的进口管道。

[0013] 所述低温冷媒储罐的出口管道通过支路依次连接待预冷管线、低温冷媒储罐的进口管道。

[0014] 所述的一种冷能回收型液氢加氢站加注系统的加氢方法,包括以下流程:

[0015] a) 液氢气化常温存储流程:启动增压泵,液体氢通过增压泵增压后进入多股流换热器内与高温冷媒储罐内的冷媒换热后经加热器加热至常温进入常温高压储气瓶组内存储,高温冷媒储罐内的冷媒换热后进入低温冷媒储罐内存储冷量;

[0016] b) 加氢预冷流程:打开常温高压储气瓶组底部阀门,常温高压储气瓶组内存储的气体氢进入多股流换热器与低冷媒储罐内的冷媒换热后进入气氢加氢机,低冷媒储罐内的冷媒经多股流换热器换热后回流至高冷媒储罐内存储冷量;

[0017] c) 常温储气和加氢预冷同时进行:启动增压泵,液体氢通过增压泵增压后进入多股流换热器内与低冷媒储罐内的冷媒换热后经加热器加热进入常温高压储气瓶组内存储,常温高压储气瓶组内存储的气体氢进入多股流换热器换热后进入气氢加氢机,低冷媒储罐内的冷媒经多股流换热器换热后直接或者经进一步换热升温后流回高温冷媒储罐内循环使用。

[0018] 进一步地,所述的加热器的作用是将多流股换热器气化后的氢升至常温,若多流股换热器出口温度能够达到常温,则可去掉加热器。

[0019] 进一步地,所述加氢机包括加氢枪、流量计、压力控制阀门、温度传感器、压力传感器和显示器,通过加氢枪直接给车辆加注氢。

[0020] 进一步地,整条管线运行之前需要进行预冷,可采用另一加注系统的冷媒储存罐的冷量对管线中的增压泵、输氢管线,多股流换热器、低温高压储氢瓶进行预冷降温,预冷方式采用外部套管方式由外向内预冷。后续等待车辆前来加注高压氢气的过程中,需要向管道内注入低温氢气进行保冷。

[0021] 进一步地,液氢储罐与液氢泵之间设置有开关阀用于控制液氢的流动。液氢泵与多股流换热器之间还设置有流量计用于监测流量,方便调整开关阀来控制液氢流量。

[0022] 进一步地,液氢泵工作时,开启液氢储罐后的开关阀,液氢储罐内的液氢通过液氢输送管道输送至增压泵增压为低温高压氢,一部分低温高压氢通过液氢输送管道依次经过

多股流换热器、加热器后形成常温高压氢储存在常温高压氢储气瓶组内,另一部分低温高压氢通过液氢输送管道储存在低温高压储氢瓶组内。

[0023] 进一步地,多股流换热器采用多股流换热的模式,一股流体为冷媒,一股流为低温超临界氢,另一股流为待预冷的常温高压氢。多股流换热器的冷媒出口管道分别连接低温冷媒输送管道,高温冷媒输送管道。低温冷媒储罐和高温冷媒储罐通过低温冷媒输送管道、高温冷媒输送管道并联连接。冷媒输送管道上设有温度传感器和流量计,用于监测冷媒的温度和流量,以便于调整冷媒管道阀门来控制冷媒流量。

[0024] 进一步地,系统中的液氢输送管道,气氢输送管道,冷媒输送管道外部包扎多层绝热材料,减少冷量损失。

[0025] 进一步地,常温储气和加氢预冷同时进行,多股流换热器的冷媒出口温度远低于高温冷媒储罐的入口温度,因此需要将其冷量给释放掉。开启第七开关阀与第六流量阀,将冷媒通入其他管道预冷,释放冷量后达到高温冷媒储罐温度后返回高温冷媒储罐内以供下一周期常温储气时的液氢气化。

[0026] 本实用新型具备下述有益效果:本实用新型提供一种冷能回收型液氢加氢站加注系统,该系统加注方式和站内存储氢气方式多样,尤其以液氢形式存储能够有效提高储氢密度。这种冷能回收型液氢加氢站加注系统通过设置多股流换热器,液氢气化时利用冷媒回收并存储释放的冷量;高压氢气加注时,利用冷媒储存的冷量预冷待加注的高压氢气,达到规定温度,能够对液氢气化时的冷量进行回收利用,提高液氢加氢站的能量综合利用率。另外,储存的冷量还可用于管道系统的预冷和站内的设施如空调系统等,从而降低液氢加氢站的运行成本。该加注系统既能满足液氢气化和高压氢气预冷各自工况的要求,又可以同时运行两种工况,具有灵活性高,适应性强的特点。

附图说明

[0027] 图1是一种冷能回收型液氢加氢站加注系统的结构示意图。

[0028] 图2是另一种冷能回收型液氢加氢站加注系统的结构示意图。

[0029] 图中,1、液氢球罐,2、液氢罐车,3、站内液氢储罐,4、增压泵,5、多股流换热器,6、低温冷媒储罐,7、高温冷媒储罐,8、加热器,9、常温高压储气瓶组,10、气氢加氢机,11、低温高压储氢瓶组,12、液氢加氢机,13、氢气瓶运输车,14、液氢罐运输车,15、待预冷系统、16、待预冷管线,17、复合型冷媒储罐,101、第一开关阀,102、排放阀,103、第一流量阀,104、第二开关阀,105、第三开关阀,106、第四开关阀,107、第五开关阀,108、第六开关阀,109、第二流量阀,110、第三流量阀,111、第一控制阀组,112、第二控制阀组,113、第四流量阀,114、第五流量阀,115、第七开关阀,116、第六流量阀,117、第八开关阀,118、第七流量阀,201、第一液氢输送管道,202、气氢输送管道,203、低温冷媒输送管道,204、高温冷媒输送管道,205、第二液氢输送管道,301、第一流量计,302、第一温度计,303、第二温度计,304、第二流量计,305、第三温度计,306、第四温度计,307、第五温度计,401、第一输送泵,402、第二输送泵。

实施方式

[0030] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。

[0031] 图1示出了一种冷能回收型液氢加氢站加注系统包括站内液氢储罐3、气氢灌注单元、冷量回收利用单元和液氢灌注单元；冷量回收利用单元包含多股流换热器5、低温冷媒储罐6、高温冷媒储罐7，气氢灌注单元包含加热器8、常温高压储气瓶组9和气氢加氢机10。站内液氢储罐3通过增压泵4和第一液氢输送管道201依次连接多股流换热器5的一个换流股、加热器8和常温高压储气瓶组9，通过增压泵4和第二液氢输送管道205连接低温高压储氢瓶组11和液氢加氢机12。多股流换热器5的冷媒出口管道通过第一冷媒输送管道203连接低温冷媒储罐6，通过第二冷媒输送管道204连接高温冷媒储罐7，低温冷媒储罐6和高温冷媒储罐7的出口并联后通过第一输送泵401连接多股流换热器5的冷媒进口管道。常温高压储氢瓶组12的出口总管道通过气氢输送管道202依次连接多股流换热器5的另一个换流股、气氢加氢机10。

[0032] 液氢灌注单元包含低温高压储气瓶组11和液氢加氢机12，站内液氢储罐3通过增压泵4径支路依次连接低温高压储气瓶组11的进口、低温高压储气瓶组11的出口和液氢加氢机12。多股流换热器5的冷媒出口管道通过支路依次连接待预冷系统15、第二输送泵402、高温冷媒储罐7的进口管道。低温冷媒储罐6的出口管道通过支路依次连接待预冷管线16、低温冷媒储罐6的进口管道。待预冷系统15和高温冷媒储罐7连接的管路上设置第五温度计307。

[0033] 第一液氢输送管道201上设置第一流量阀103、第一流量计301和第一温度计302，多股流换热器5的冷媒出口管道上设置第二温度计303，冷媒进口管道上设置第二流量阀109、第二流量计304，低温冷媒储罐6的进口管道上设置第四开关阀106，出口管道上设置第五开关阀107，高温冷媒储罐7的进口管道上设置第三开关阀105，出口管道上设置第六开关阀108，加热器8的出口管道上设置第三温度计305，气氢加氢机10的进口管道上设置第四温度计306。

[0034] 液氢罐车2从工厂的液氢球罐1往加氢站运送液氢。液氢罐车到达加氢站后，将液氢储存在站内液氢储罐3内进行保存。

[0035] 低温冷媒储罐6和高温冷媒储罐7可以采用两个冷媒储罐并联连接(如图1所示)，还可以采用一个冷媒存储装置中放置两个冷媒储罐的结构，如图2所示的复合型冷媒储罐17。

[0036] 液氢气化常温存储过程：多股流换热器5单独执行液氢气化工况时，开启第一开关阀101、第二开关阀104、第四开关阀106、第六开关阀108、增压泵4和第一输送泵401，调节第一流量阀103、第三流量阀110，打开第一控制阀组111连通至需要充氢的气瓶，液氢从液氢储罐中出来经过增压泵4增压后由常压增大至87.5MPa，进入多股流换热器5与冷媒换热后，进入加热器8将温度维持在常温以上进入常温高压储氢瓶组12内保存。各储氢瓶的压力均达到 87.5 ± 2.5 MPa时停止补气。高温冷媒通过高温冷媒输送管道204进入多股流换热器5内回收液氢的冷量后返回低温冷媒储罐6内保存，第二流量计304和第二温度计303监测冷媒的流量和温度。

[0037] 加氢预冷方案过程：常温高压储氢瓶组12完成补气后，当需要加氢时执行加氢预冷方案。开启第三开关阀105、第五开关阀107、第一输送泵401，通过第二控制阀组112打开常温高压储氢瓶出口，调节第四流量阀113，其他阀门关闭，常温高压储氢瓶内的氢气进入多股流换热器5内与低温冷媒储罐6内的冷媒换热后进入气氢加氢机10，通过气氢加氢机10

给氢气瓶运输车13上的车载储氢瓶加氢至70MPa。当常温高压储气瓶内的压力降至与车载储气瓶压差在2~3MPa左右,满足不了加注条件时,调节控制阀组112将气源切换至下一储气瓶继续加注。低温冷媒储罐6中的冷媒通过第二冷媒输送管道203进入多股流换热器5内将冷量传递给氢使其达到加注的温度-40℃。第二流量计304和第二温度计303监测冷媒的流量和温度。执行加氢预冷方案时,低温冷媒进入多股流换热器内释放冷量后,温度能够达到高温冷媒储罐的温度后返回高温冷媒储罐7内保存。

[0038] 液氢气化和加氢预冷同时进行方案:在实际运行过程中,为了节省运行时间,充分利用冷量,因此考虑液氢气化和加氢预冷同时进行的多股流换热方案,即在向一常温高压储气瓶内补充氢气的同时,有车辆前来加氢,需要对常温高压储气瓶组12中另一常温储气瓶的高压气氢进行加注前的预冷后加注给车辆。开启第一开关阀101、第二开关阀104、第三开关阀105、第五开关阀107、第七开关阀115、增压泵4、第一输送泵401和第二输送泵402,调节第一流量阀103、第三流量阀110、第四流量阀113、第六流量阀116,打开第一控制阀组111连通至需要充氢的气瓶。调节控制阀组112,使常温氢从某一储气瓶中流出进入多股流热交换器内进行加氢前预冷。经过多股流热交换器后氢的温度到达-40℃,通过加氢枪加注给车辆。预冷的同时,液氢进入多股流热交换器5气化后,将常温高压氢储存在空的储气瓶内。此时常温高压储气瓶组9能够同时进行不同储气瓶的加气放气过程。根据流量换热计算,执行多股流换热工况时需要液氢气化和冷媒同时提供加氢预冷的冷量。冷媒从低温冷媒储罐6中通过第二冷媒输送管道203进入多股流换热器5内与气化流股逆流换热,与预冷流股顺流换热,常温储气和加氢预冷同时进行,多股流换热器5的冷媒出口温度远低于高温冷媒储罐7的入口温度时,需要将其冷量给释放掉,冷媒通过第二输送泵402进入待预冷系统15(例如加氢站的空调系统预冷),释放冷量后达到高温冷媒储罐温度后返回高温冷媒储罐7内以供下一周期常温储气时的液氢气化。

[0039] 液氢加氢站内加氢系统流程可以是多个,利用第一流程中多余冷量对另一流程进行管道预冷。使用低温冷媒储罐6内的低温冷媒对另一流程内待预冷管线16沿程液氢泵、液氢输送管线、多股流换热器、液氢加氢机、冷媒输送管道等预冷,预冷方式采用外部套管方式由外向内预冷。开启第八开关阀117与第七流量阀118,将冷媒通入另一流程内待预冷管线16释放冷量后达到高温冷媒储罐温度后返回高温冷媒储罐7内以供下一周期常温储气时的液氢气化。后续等待车辆前来加注高压氢气的过程中,需要向管道内注入低温氢气进行保冷。另外,低温冷媒储罐6内的低温冷媒冷量也可用于整个加氢站的空调系统的制冷等途径。

[0040] 当载有高压储气瓶的车前来加氢时,在站内常温高压储气瓶组内储存的常温高压氢通过气氢输送管道与多股流换热器相连通,经过降温后达到加注的温度,之后通过常温高压氢加氢机加注给车辆。通过增压泵与站内液氢储罐相连通的液氢输送管道与低温液氢储存罐相连通,液氢储存罐另一侧与低温高压液氢加氢机相通,当载有低温高压液氢储罐的车(液氢储罐运输车14)前来加氢时,通过低温高压液氢加氢机(液氢加氢机12)加注给车辆。

[0041] 综上所述,以上仅为本实用新型的较佳实施例而已,并非用于限定本实用新型的保护范围。凡在本实用新型的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

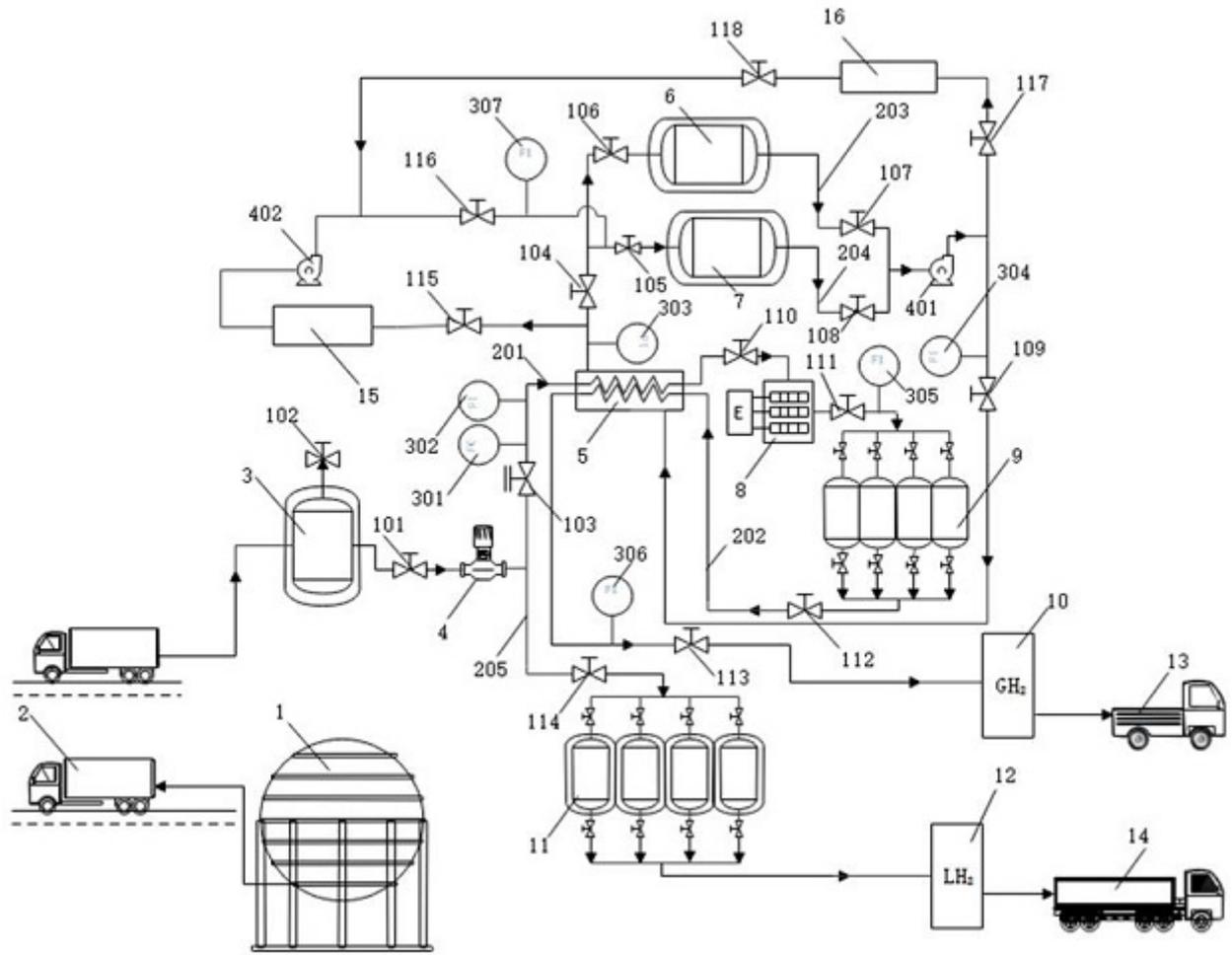


图1

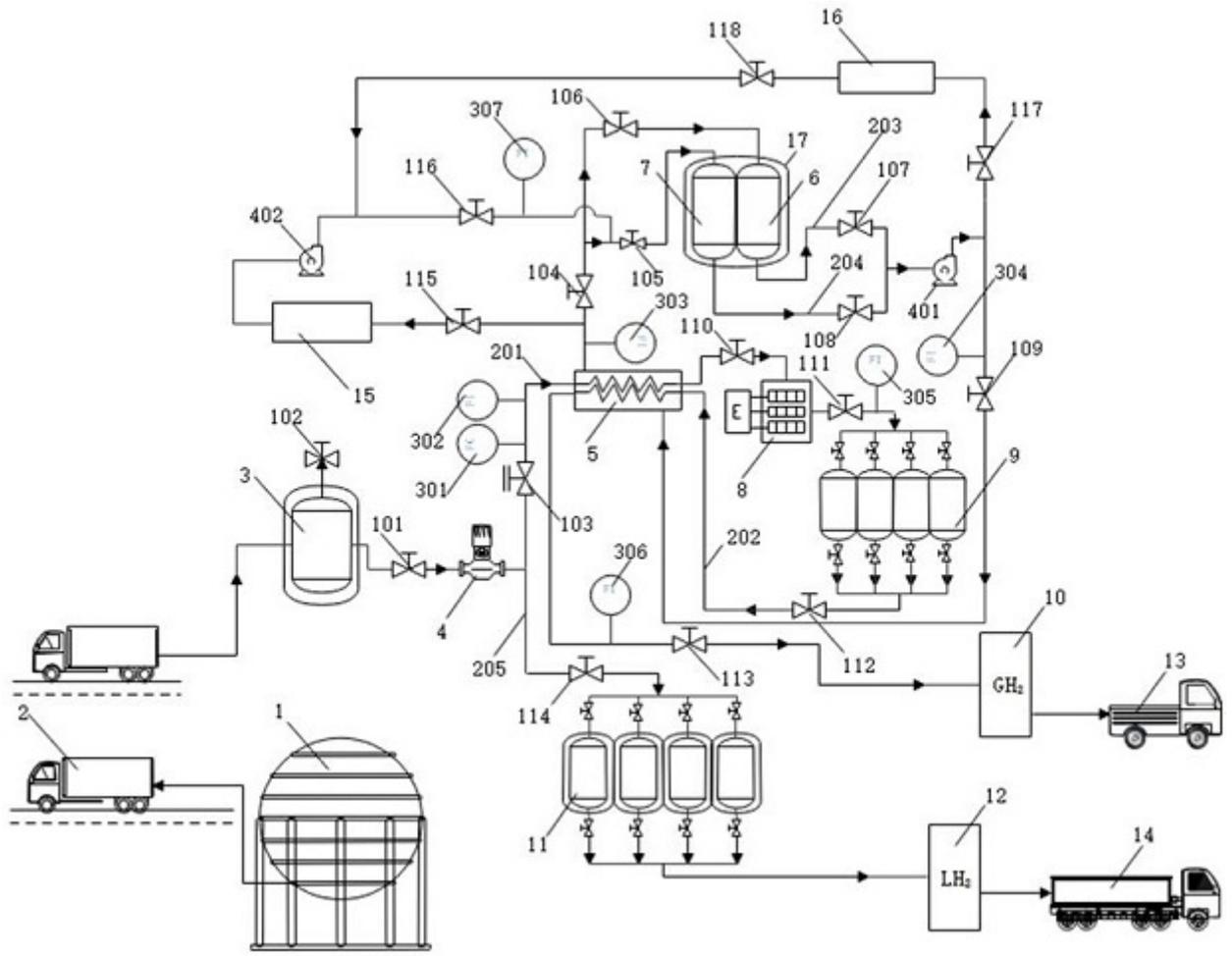


图2