



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108953988 A

(43)申请公布日 2018.12.07

(21)申请号 201810832481.0

(22)申请日 2018.07.26

(71)申请人 靳殷实

地址 100076 北京市丰台区东高地万源南里33栋8单元1号

(72)发明人 靳殷实

(51)Int.Cl.

F17C 7/04(2006.01)

F17C 5/06(2006.01)

F17C 13/00(2006.01)

F17C 13/02(2006.01)

F17C 13/04(2006.01)

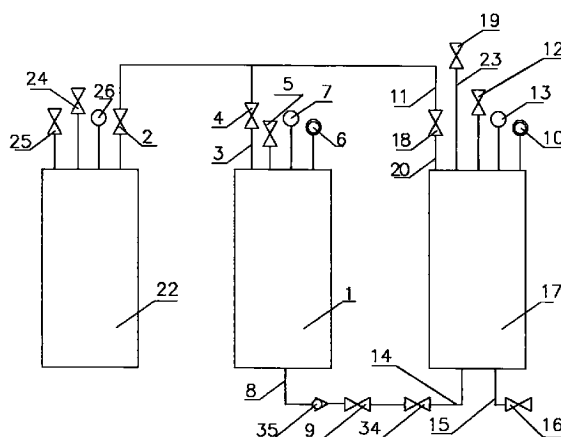
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

一种液氢汽化及自增压装置

(57)摘要

本发明涉及一种液氢汽化装置,具体涉及一种液氢汽化及自增压装置,在将液氢通过汽化器汽化为气氢,并要求将氢气增压为高压氢气的过程中使用。在氢能领域应用,具体的可以应用于以液氢为运输方式,在加氢站进行汽化和增压的这一类加氢站使用。本发明的高压液氢汽化装置将液氢汽化并实现自增压,压力为10MPa至200MPa,同时省去氢气压缩机,减少能耗。本发明还有三个向高压液氢汽化装置输入液氢的方式,其中两个采用压差挤压方式,将高压液氢储罐的液氢向高压液氢汽化装置输送;另一个是使用液氢高压泵向高压液氢汽化装置输送液氢。本发明充分利用液氢的冷能,同现有设备相比,在液氢汽化及自增压过程中,省去了氢气压缩机,也明显的减少了能耗。



1. 一种液氢汽化及自增压装置,包括液氢汽化器,所述液氢汽化器设置了氢气输出管路(3)和与之连接的氢气输出控制阀(4)、氢气安全控制阀(5)、氢气压力检测器(7)和液氢加注管路(8);其特征是,所述液氢汽化器设置为高压液氢汽化装置(1),其工作压力为10MPa至200MPa。

2. 根据权利要求1所述的一种液氢汽化及自增压装置,其特征是,所述高压液氢汽化装置(1)还设置了液氢存量检测器(6)、连接液氢加注管路(8)的单向阀(35)、及同单向阀(35)连接的加注控制阀(9)。

3. 根据权利要求1所述的一种液氢汽化及自增压装置,其特征是,所述氢气输出控制阀(4)设置为氢气输出控制流量调节阀,所述高压液氢汽化装置(1)还设置了液氢存量检测器(6)、连接液氢加注管路(8)的单向阀(35)、及同单向阀(35)连接的加注控制阀(9)。

4. 根据权利要求2所述的一种液氢汽化及自增压装置,其特征是,所述液氢汽化及自增压装置还设置了储氢气罐(22),所述储氢气罐(22)还设置了氢气输出控制阀(25)、氢气安全控制阀(24)、氢气压力检测器(26)、氢气输入控制阀(2),所述氢气输入控制阀(2)用管路和高压液氢汽化装置(1)的氢气输出控制阀(4)相连接。

5. 根据权利要求3所述的一种液氢汽化及自增压装置,其特征是,所述液氢汽化及自增压装置还设置了高压液氢储存罐(17),所述高压液氢储存罐(17)还设置了氢气安全控制阀(12)、液氢存量检测器(10)、氢气压力检测器(13)、进氢气管路(20)和与之连接的进氢气控制阀(18)、排氢气管路(23)及与之连接的排氢气控制阀(19)、液氢加注管路(15)及与之连接的液氢加注控制阀(16);所述高压液氢储存罐(17)的底部还设置了液氢输出管路(14)以及与之连接的加注流量控制调节阀(34),所述加注流量控制调节阀(34)同高压液氢汽化装置(1)的加注控制阀(9)通过管路连接。

6. 根据权利要求4所述的一种液氢汽化及自增压装置,其特征是,所述液氢汽化及自增压装置还设置了高压液氢储存罐(17),所述高压液氢储存罐(17)还设置了氢气安全控制阀(12)、液氢存量检测器(10)、氢气压力检测器(13)、进氢气管路(20)和与之连接的进氢气控制阀(18)、排氢气管路(23)及与之连接的排氢气控制阀(19)、液氢加注管路(15)及与之连接的液氢加注控制阀(16);所述高压液氢储存罐(17)的底部还设置了液氢输出管路(14)以及与之连接的加注流量控制调节阀(34),所述加注流量控制调节阀(34)同高压液氢汽化装置(1)的加注控制阀(9)通过管路连接。

7. 根据权利要求5或者权利要求6所述的一种液氢汽化及自增压装置,其特征是,所述液氢汽化及自增压装置所设置的高压液氢储存罐(17)在水平高度上其罐内的液氢最低位置比高压液氢汽化装置(1)内的液氢最低位置高0.5m-50m;所述液氢汽化及自增压装置还设置了氢气增压管路(11),所述氢气增压管路(11)将进氢气控制阀(18)及高压液氢汽化装置(1)的氢气输出控制阀(4)相连接。

8. 根据权利要求5或者权利要求6所述的一种液氢汽化及自增压装置,其特征是,所述液氢汽化及自增压装置还设置高压储氢气罐(33),所述高压储氢气罐(33)还设置了氢气输出控制阀(32)及与之连接的氢气输出管路(31)、氢气安全控制阀(28)、氢气压力检测器(29)、氢气输入控制阀(30)和与之连接的氢气输入管路(27),所述氢气输入管路(27)同高压液氢汽化装置(1)的氢气输出控制阀(4)连接,所述氢气输出管路(31)同高压液氢储存罐(17)的氢气增压管路(11)连通。

9. 根据权利要求3或者权利要求4所述的一种液氢汽化及自增压装置,其特征是,所述液氢汽化及自增压装置还设置了液氢高压泵(21),其输出端同高压液氢汽化装置(1)的加注控制阀(9)通过管路连接。

## 一种液氢汽化及自增压装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种液氢汽化装置,具体涉及一种液氢汽化及自增压装置,在将液氢通过汽化器汽化为气氢,并要求将氢气增压为高压氢气的过程中使用。在氢能领域应用,具体的可以应用于以液氢为运输方式,在加氢站进行汽化和增压的这一类加氢站中使用。

### 背景技术

[0002] 在氢气应用领域,由于液氢的密度大于高压气氢,液氢的运输成本只有气氢的五分之一,所以存在着通过液氢的储存方式进行氢气的储存和运输情况,而且这是未来的发展趋势。燃料电池汽车是新能源汽车发展的主要方向之一,加氢站为燃料电池汽车提供加氢服务,未来需要大力发展,使用液氢方式储运氢气具有较大的优势。

[0003] 在使用液氢储存的情况下,如果需要高压氢气,目前工艺是将液氢通过汽化器汽化为低压气氢,然后再通过氢气压缩机将低压氢气压缩成高压氢气储存于氢气高压储罐,便于向其它氢气储罐充装。燃料电池汽车储氢罐目前在国内普遍是35MPa压力,在国外及中国未来将使用70MPa压力的储氢罐,或者还有其他压力规格的储氢罐,在加氢站的氢气储罐,其工作压力还要高于这个压力。

[0004] 将汽化后的氢气压缩为可以充装高压容器的高压氢气,通过压缩机完成这项工作,要消耗一定的电能。如国外某知名企业一款氢气压缩机,每小时压缩160Nm<sup>3</sup>氢气,输出35MPa压力,5kg氢气需要耗电8度电;国内某企业一款氢气压缩机,每小时压缩150Nm<sup>3</sup>氢气,输出15MPa压力,5kg氢气需要耗电11度电,而且这个压力远远没有达到35MPa压力。对于燃料电池轿车,5kg氢气大约可以行使400km至500km,对于电动汽车10度电大约可以行使60km至100km,由此可见能耗是较大的。

[0005] 所以目前的两步工艺,必须使用液氢汽化器和氢气压缩机,既设备多,又能耗大。

[0006] 中国专利申请号201721362319.4的专利,提供一种车载自增压低温液氢供气系统,目的是为车载低温储液氢罐自动增压,便于向汽化器输送液氢,该装置不是汽化器生产高压氢气的装置。

[0007] 中国专利申请号201721161478.8的专利,公开了一种液氢高压加氢站的供氢系统,包括:加注主管路、汽化分管路和控制装置;所述加注主管路包括液氢储罐、活塞式压缩机、调节阀、流量计、两个温度变送器、隔膜式压缩机和加氢机的流量计。其提供的高压氢气,需要用压缩机完成升压。

[0008] 到目前为止,在国内外,如果使用液氢储运,到目的地后,首先将液氢汽化为常压或者低压氢气,提供用户,如果需要35MPa的或者其它压力的高压氢气,均采用氢气压缩机将其增压为高压氢气。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的,就是要克服由液氢汽化生产高压氢气的两步工艺,即先将液氢通过汽化器汽化为低压气氢,再通过氢气压缩机将低压氢气压缩成高压氢气,变成为一步工

艺,即在高压液氢汽化装置中完成液氢的汽化和增压为高压,压力为10MPa至200MPa,同时省去氢气压缩机,减少能耗。

[0010] 为了解决上述问题,本发明采用了以下技术方案:

[0011] 一种液氢汽化及自增压装置,包括液氢汽化器,所述液氢汽化器设置了氢气输出管路3和与之连接的氢气输出控制阀4、氢气安全控制阀5、氢气压力检测器7和液氢加注管路8;其特征是,所述液氢汽化器设置为高压液氢汽化装置1,其工作压力为10MPa至200MPa。

[0012] 所述高压液氢汽化装置1还设置了液氢存量检测器6、连接液氢加注管路8的单向阀35、及同单向阀35连接的加注控制阀9。

[0013] 所述氢气输出控制阀4设置为氢气输出控制流量调节阀,所述高压液氢汽化装置1还设置了液氢存量检测器6、连接液氢加注管路8的单向阀35、及同单向阀35连接的加注控制阀9。

[0014] 所述液氢汽化及自增压装置还设置了储氢气罐22,所述储氢气罐22还设置了氢气输出控制阀25、氢气安全控制阀24、氢气压力检测器26、氢气输入控制阀2,所述氢气输入控制阀2用管路和高压液氢汽化装置1的氢气输出控制阀4相连接。

[0015] 所述液氢汽化及自增压装置还设置了高压液氢储存罐17,所述高压液氢储存罐17还设置了氢气安全控制阀12、液氢存量检测器10、氢气压力检测器13、进氢气管路20和与之连接的进氢气控制阀18、排氢气管路23及与之连接的排氢气控制阀19、液氢加注管路15及与之连接的液氢加注控制阀16;所述高压液氢储存罐17的底部还设置了液氢输出管路14以及与之连接的加注流量控制调节阀34,所述加注流量控制调节阀34同高压液氢汽化装置1的加注控制阀9通过管路连接。

[0016] 所述液氢汽化及自增压装置所设置的高压液氢储存罐17在水平高度上其罐内的液氢最低位置比高压液氢汽化装置1内的液氢最低位置高0.5m-50m;所述液氢汽化及自增压装置还设置了氢气增压管路11,所述氢气增压管路11将进氢气控制阀18及高压液氢汽化装置1的氢气输出控制阀4相连接。

[0017] 所述液氢汽化及自增压装置还设置高压储氢气罐33,所述高压储氢气罐33还设置了氢气输出控制阀32及与之连接的氢气输出管路31、氢气安全控制阀28、氢气压力检测器29、氢气输入控制阀30和与之连接的氢气输入管路27,所述氢气输入管路27同高压液氢汽化装置1的氢气输出控制阀4连接,所述氢气输出管路31同高压液氢储存罐17的氢气增压管路11连通。

[0018] 所述液氢汽化及自增压装置还设置了液氢高压泵21,其输出端同高压液氢汽化装置1的加注控制阀9通过管路连接。

[0019] 本发明与现有技术相比具有如下优点:

[0020] (一)本发明实现了克服由液氢汽化生产高压氢气的两步工艺,即先将液氢通过汽化器汽化为低压气氢,再通过氢气压缩机将低压氢气压缩成高压氢气,变成为一步工艺,即在高压液氢汽化装置1中完成液氢的汽化和增压为高压,压力10MPa至200MPa。这样可以简化工艺,省去氢气压缩机,减少能耗。

[0021] (二)本方案中,高压液氢汽化装置1在汽化过程中需要补充液氢,本方案采用两种方式:

[0022] 其一是采用液氢高压泵21,虽然也要耗能,但是液氢的密度相比气氢要大得多,所

以耗能比氢气压缩机在输出相同压力和相同质量下要小的多,所以整体仍然是节能的。

[0023] 其二是设置高压液氢储存罐17,高压液氢储存罐17内上部是气相,下部是液相。采用挤压方式,有两个方案:第一个方案是,高压液氢储存罐17内上部的气相空间,同高压液氢汽化装置1用管路接通,两者保持相同压力,而高压液氢储存罐17的位置比高压液氢汽化装置1要高,形成压力差,利用这个压差向高压液氢汽化装置1输送液氢。第二个方案是设置高压储氢气罐33,其压力大于高压液氢汽化装置1的氢气压力,并且高压储氢气罐33同高压液氢储存罐17内上部的气相空间用管路接通,根据需要随时向高压液氢储存罐17补充高压氢气,使高压液氢储存罐17内液氢出口压力始终大于高压液氢汽化装置1的液氢入口压力,形成压力差,利用这个压差向高压液氢汽化装置1输送液氢。而高压液氢储存罐17需要补充液氢时,可以排出部分氢气,降低罐内压力,利用液氢常规的加注方式进行液氢加注。这两个方案没有使用液氢高压泵,更加节能。

[0024] (三)在加氢站向燃料电池汽车的储罐加注氢气时,由于氢气在高压储罐内是一个压缩过程,必然会发热,如果发热过高会影响储罐安全,目前采取的方法:其一是降低加注流量,减少发热量,从而造成加注时间过长;其二是加注前预冷氢气,这个又要耗能。而本方案氢气直接由液氢汽化,本身温度较低,在没有保温的情况下会自然升温,所以只要合理设计保温结构,使氢气加注时仍然保持合理的低温,在向燃料电池汽车的储罐加注氢气时,可以保持较高流量,缩短氢气加注时间。所以本发明生产高压氢气的方案,在向燃料电池汽车的储罐加注高压氢气时,创造了快速加注的有利条件,而且不增加耗能。

[0025] (四)对于气体,温度越低密度越大,高压氢气低温存储更加明显。资料显示,储氢在35MPa以上的高压存储时,当温度比室温降低60℃,储氢密度将提高大约6g/L,这就意味着,在加氢站,使用采用合理设计的高压氢气储罐保温结构,汽化后的低温高压氢气,储氢密度比常温高压氢气要大,可以提高设备利用率,降低生产成本。

## 附图说明

[0026] 图1为高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压示意图。

[0027] 图2为高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,并一同增压示意图。

[0028] 图3为高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压过程中,高压液氢储罐17采用同高压液氢汽化装置1由于位置高度差形成的压差,通过挤压方式向高压液氢汽化装置1输送液氢示意图。

[0029] 图4为高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,并一同增压过程中,高压液氢储罐17采用同高压液氢汽化装置1由于位置高度差形成的压差,通过挤压方式向高压液氢汽化装置1输送液氢示意图。

[0030] 图5为高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压过程中,高压储氢气罐33向高压液氢储罐17注入高压氢气,形成高压液氢储罐17和高压液氢汽化装置1的压力差,通过挤压方式将高压液氢储罐17的液氢输送到高压液氢汽化装置1示意图。

[0031] 图6为高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,并一同增压过程中,高压储氢气罐33向高压液氢储罐17注入高压氢气,形成高压液氢储罐17和高压液氢汽化装置1的压力差,通过挤压方式将高压液氢储罐17的液氢输送到高压液氢汽化装置1示

意图。

[0032] 图7为高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压过程中,通过液氢高压泵21向高压液氢汽化装置1输送液氢示意图。

[0033] 图8为高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,并一同增压过程中,通过液氢高压泵21向高压液氢汽化装置1输送液氢示意图。

### 具体实施方式

[0034] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细的描述:

[0035] 一种液氢汽化及自增压装置,包括液氢汽化器,所述液氢汽化器设置了氢气输出管路3和与之连接的氢气输出控制阀4、氢气安全控制阀5、氢气压力检测器7和液氢加注管路8;所述液氢汽化器设置为高压液氢汽化装置1,其工作压力为10MPa至200MPa。

[0036] 汽化器是工业生产中经常用到的一种设备。低温液体的汽化器,包括液氮、液氢、液氦、液氧汽化器,早已经是成熟技术,得到多领域的应用,尤其是LNG汽化器,已经大量使用。压力容器的用途极为广泛,包括几百兆帕的压力容器在多个领域应用。将液氢汽化器进行增压设计,使其工作压力达到200MPa,属于现有成熟技术,本发明不在此赘述。

[0037] 本液氢汽化及自增压装置的具体实施方式及操作方法,分液氢汽化及自增压、向高压液氢汽化装置1输送液氢两个部分。

[0038] (一)液氢汽化及自增压

[0039] 高压液氢汽化装置1进行液氢汽化和增压时有两种操作方法:

[0040] (1) 高压液氢汽化装置1独立完成液氢汽化及增压氢气。

[0041] 参看图1,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压。

[0042] 一种液氢汽化及自增压装置,包括液氢汽化器,所述液氢汽化器设置了氢气输出管路3和与之连接的氢气输出控制阀4、氢气安全控制阀5、氢气压力检测器7和液氢加注管路8;其特征是,所述液氢汽化器设置为高压液氢汽化装置1,其工作压力为10MPa至200MPa。

[0043] 所述氢气输出控制阀4设置为氢气输出控制流量调节阀,所述高压液氢汽化装置1还设置了液氢存量检测器6、连接液氢加注管路8的单向阀35、及同单向阀35连接的加注控制阀9。

[0044] 根据上述的结构,对于输出氢气的压力等要求,根据高压液氢汽化装置1的容积、汽化能力、热传递的热量、环境条件等参数,综合计算高压液氢汽化装置1汽化过程中液氢必要的存量,对于高压液氢汽化装置1汽化能力足够的情况下,增加液氢汽化装置1的存量,可以提高液氢单位时间汽化量,此时调节液氢输入流量即可完成液氢汽化装置1内液氢存量的调节。

[0045] 这里设定氢气额定输出压力 $p$ 。开始工作时,关闭氢气输出控制阀4,启动高压液氢汽化装置1工作,将加注控制阀9打开,液氢流入高压液氢汽化装置1并开始汽化,随着液氢不断的汽化,高压液氢汽化装置1内压力不断上升,当压力检测器7检测到高压液氢汽化装置1内氢气压力等于 $p$ 时,逐渐开启氢气输出控制阀4,通过计算或者试验确定氢气输出控制阀4的调节量;当液氢汽化量大于氢气输出量,高压液氢汽化装置1内氢气压力增大,反之则减小,所以,增大氢气输出控制阀4的开度,高压液氢汽化装置1内压力会减小,减小开度,其压力会增加。合理调节液氢输入量和氢气输出控制阀4的开度,可以将压力稳定在 $p$ 和大于 $p$

的一个满足要求的范围里;当高压液氢汽化装置1内氢气压力超过安全规定压力时,氢气安全控制阀5打开,排出氢气,释放压力,确保高压液氢汽化装置1的安全。本方案高压液氢汽化装置1独立完成液氢的汽化和增压,并从输出控制阀4输出高压氢气。

[0046] (2) 高压液氢汽化装置1完成液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,并同储氢气罐22一同完成氢气增压。

[0047] 参看图2。

[0048] 一种液氢汽化及自增压装置,包括液氢汽化器,所述液氢汽化器设置了氢气输出管路3和与之连接的氢气输出控制阀4、氢气安全控制阀5、氢气压力检测器7和液氢加注管路8;其特征是,所述液氢汽化器设置为高压液氢汽化装置1,其工作压力为10MPa至200MPa。

[0049] 所述高压液氢汽化装置1还设置了液氢存量检测器6、连接液氢加注管路8的单向阀35、及同单向阀35连接的加注控制阀9。

[0050] 所述液氢汽化及自增压装置还设置了储氢气罐22,所述储氢气罐22还设置了氢气输出控制阀25、氢气安全控制阀24、氢气压力检测器26、氢气输入控制阀2,所述氢气输入控制阀2通过管路和高压液氢汽化装置1的氢气输出控制阀4相连接。

[0051] 根据上述的结构,设定氢气额定输出压力 $p$ 。开始工作时,关闭氢气输出控制阀25,打开氢气输出控制阀4及氢气输入控制阀2,使储氢气罐22通过管路同高压液氢汽化装置1连通。启动高压液氢汽化装置1工作,将加注控制阀9打开,液氢流入高压液氢汽化装置1并开始汽化,同时氢气通过氢气输出控制阀4及氢气输入控制阀2流入储氢气罐22;随着液氢不断的汽化,高压液氢汽化装置1和储氢气罐22内压力同步上升,当压力检测器7检测到高压液氢汽化装置1内氢气压力达到 $p$ 时,关闭氢气输出控制阀4及氢气输入控制阀2,储氢气罐22充装高压氢气的工作完成。正常工作时可以将管路切换至另一个待充装的储氢气罐重复操作。如果没有后续液氢汽化需求,可以提前关闭加注控制阀9。

[0052] 汽化过程中,当储氢气罐22内氢气压力超压时,氢气安全控制阀24打开,排出氢气,释放压力,确保储氢气罐22的安全;同时,当高压液氢汽化装置1内氢气压力超压时,氢气安全控制阀5打开,排出氢气,释放压力,确保汽化装置1的安全。

[0053] (二) 向高压液氢汽化装置1输送液氢

[0054] 向高压液氢汽化装置1输送液氢有3个方式。

[0055] (1) 利用高压液氢储存罐17和高压液氢汽化装置1的液氢高度差形成的压力差向高压液氢汽化装置1输送液氢。

[0056] 参看图3,图4。

[0057] 根据前述的一种液氢汽化及自增压装置,并且,所述液氢汽化及自增压装置还设置了高压液氢储存罐17,所述高压液氢储存罐17还设置了氢气安全控制阀12、液氢存量检测器10、氢气压力检测器13、进氢气管路20和与之连接的进氢气控制阀18、排氢气管路23及与之连接的排氢气控制阀19、液氢加注管路15及与之连接的液氢加注控制阀16;所述高压液氢储存罐17的底部还设置了液氢输出管路14以及与之连接的加注流量控制调节阀34,所述加注流量控制调节阀34同高压液氢汽化装置1的加注控制阀9通过管路连接。

[0058] 所述液氢汽化及自增压装置所设置的高压液氢储存罐17在水平高度上其罐内的液氢最低位置比高压液氢汽化装置1内的液氢最低位置高0.5m-50m;所述液氢汽化及自增压装置还设置了氢气增压管路11,所述氢气增压管路11将高压液氢汽化装置1的氢气输出



控制阀4及进氢气控制阀18相连接。

[0059] 根据上述的结构,具体操作方式如下:

[0060] 按照输出氢气压力等参数要求,根据高压液氢汽化装置1的容积、汽化能力、环境条件、热传递的热量等参数,综合计算高压液氢汽化装置1的液氢必要的存量,对于高压液氢汽化装置1汽化能力足够的情况下,增加液氢汽化装置1的存量,可以提高液氢单位时间汽化量,此时调节液氢输入流量即可完成液氢汽化装置1内液氢存量的调节。高压液氢汽化装置1的液氢存量检测器6可以检测出液氢的余量状态,低位状态时需要输送液氢,高位状态时停止输送,正常工作时应控制在其中一个合理范围。

[0061] 液氢储存罐17输送高压液氢汽化装置1所需液氢,其罐内为气液两相,罐内上部为气氢,下部为液氢,罐内上部氢气压力来源于高压液氢汽化装置1的汽化氢气通过进氢气控制阀18输入的氢气,这样高压液氢汽化装置1内部和高压液氢储存罐17内容器上部贯通,压力相同。但是,高压液氢储存罐17在水平高度上其罐内的液氢最低位置比高压液氢汽化装置1内的液氢最低位置高0.5m-50m,即高压液氢储存罐17液氢出口压力同高压液氢汽化装置1的液氢入口压力形成压力差。

[0062] 高压液氢储存罐17开始输送液氢时,关闭排氢气控制阀19,打开氢气输出控制阀4及进氢气控制阀18,高压液氢汽化装置1内部和高压液氢储存罐17内容器上部贯通;打开加注控制阀9及加注流量控制调节阀34,此时高压液氢储存罐17的液氢,通过压差挤压方式,通过管路流入高压液氢汽化装置1。

[0063] 根据高压液氢汽化装置1的容积、汽化能力、环境条件、热传递的热量、输出压力等参数,综合计算高压液氢汽化装置1的液氢必要的存量。实际工作中,液氢的存量在不断变化,当高压液氢汽化装置1的液氢存量检测器6发出液氢存量较低状态,需要加大液氢输入量时,加注流量控制调节阀34增大开度,当高压液氢汽化装置1的液氢存量检测器6发出液氢存量较高状态,需要减少液氢输入量时,加注流量控制调节阀34减小开度。

[0064] 氢气压力检测器13对高压液氢储存罐17的压力进行检测,保障正常工作及安全,安全控制阀12在超压时打开泄压。

[0065] 对于高压液氢储存罐17,当其液氢用完需要补充液氢时,可以将罐内的高压氢气通过打开排氢气阀19排出一部分,将氢气压力降低至可以使用常规加注液氢的压力,再使用常规技术,通过进液氢管路15及打开与之连接的进液氢控制阀16补充液氢。

[0066] (2) 向高压液氢储存罐17输入高压氢气,利用压差向高压液氢汽化装置1输送液氢。

[0067] 参看图5,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压过程中,高压储氢气罐33向高压液氢储存罐17注入高压氢气,形成高压液氢储存罐17和高压液氢汽化装置1的压力差,将高压液氢储存罐17的液氢输送到高压液氢汽化装置1。

[0068] 参看图6,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,一同增压过程中,高压储氢气罐33向高压液氢储存罐17注入高压氢气,形成高压液氢储存罐17和高压液氢汽化装置1的压力差,将高压液氢储存罐17的液氢输送到高压液氢汽化装置1。

[0069] 根据前述的一种液氢汽化及自增压装置,并且,所述液氢汽化及自增压装置还设置高压储氢气罐33,所述高压储氢气罐33还设置了氢气输出控制阀32及与之连接的氢气输出管路31、氢气安全控制阀28、氢气压力检测器29、氢气输入控制阀30和与之连接的氢气输

入管路27,所述氢气输入管路27同高压液氢汽化装置1的氢气输出控制阀4连接,所述氢气输出管路31同高压液氢储存罐17的氢气增压管路11连通。

[0070] 根据上述的结构,具体操作方式如下:

[0071] 设定增压压力 $p_2$ 、 $p_3$ 、 $p_4$ 、 $p_5$ , $p$ 表示高压液氢汽化装置1氢气额定输出压力, $p_2$ 和 $p_3$ 分别表示高压液氢储存罐17的最低工作压力和最高工作压力, $p_4$ 、 $p_5$ 分别表示高压储氢气罐33的最低工作压力和最高工作压力; $p_2$ 压力大于高压液氢汽化装置1氢气额定输出压力 $p_0$ .02MPa-0.5MPa, $p_3$ 压力大于 $p_2$ 压力0.1MPa-2MPa, $p_4$ 压力大于 $p_3$ 压力0.1MPa-5MPa, $p_5$ 压力大于 $p_4$ 压力0.1MPa-5MPa。

[0072] 本装置开始工作时,必须保证高压储氢气罐33储存氢气,并且压力大于 $p_4$ ,小于等于 $p_5$ ,放置待用。

[0073] 向高压储氢气罐33输入氢气过程如下:高压液氢汽化装置1首先汽化液氢,向高压储氢气罐33充装。首先保证高压液氢储存罐17具有足够的压力向高压液氢汽化装置1输送液氢。关闭氢气输出控制阀32、氢气输入控制阀2、进氢气控制阀18,打开氢气输出控制阀4和氢气输入控制阀30,使高压液氢汽化装置1和高压储氢气罐33贯通;启动高压液氢汽化装置1汽化液氢,氢气输入高压储氢气罐33,两者内部压力同步上升(当压力接近 $p_2$ 至 $p_3$ 时的操作,后面第4段有说明),当压力检测器7检测压力等于 $p_5$ 时,关闭氢气输入控制阀30,高压液氢汽化装置1停止向高压储氢气罐33充装氢气,管路切换至另一个待充装的储氢气罐进行操作,高压储氢气罐33充装完毕,放置待用。高压储氢气罐33使用过程中,如果高压储氢气罐33的氢气压力检测器29检测到其压力小于 $p_4$ ,可以重复上述过程,使其压力达到 $p_5$ 。

[0074] 当高压液氢储存罐17的氢气压力检测器13检测到其压力小于等于 $p_2$ 时,需要增压;此时高压储氢气罐33投入工作;打开氢气输出控制阀32和进氢气控制阀18,使高压储氢气罐33和高压液氢储存罐17内容器上部贯通,由于高压储氢气罐33内氢气压力大于高压液氢储存罐17内压力,高压储氢气罐33内氢气向高压液氢储存罐17输入,直到氢气压力检测器13检测到其压力等于 $p_3$ 时,高压液氢储存罐17增压结束,关闭氢气输出控制阀32和氢气控制阀18,高压液氢储存罐17继续进行向高压液氢汽化装置1输送液氢工作。

[0075] 向高压液氢汽化装置1输送液氢如下:根据高压液氢汽化装置1的容积、汽化能力、环境条件、热传递的热量、输出压力等参数,综合计算高压液氢汽化装置1的液氢必要的存量,对于高压液氢汽化装置1汽化能力足够的情况下,增加高压液氢汽化装置1的存量,可以提高液氢单位时间汽化量,此时调节液氢输入流量即可完成高压液氢汽化装置1内液氢存量的调节。当高压液氢汽化装置1的液氢存量检测器6发出液氢存量较低状态,需要加大液氢输入量时,加注流量控制调节阀34增大开度,当高压液氢汽化装置1的液氢存量检测器6发出液氢存量较高状态,需要减少液氢输入量时,加注流量控制调节阀34减小开度。

[0076] 向高压液氢汽化装置1输送液氢,保持高压液氢汽化装置1的加注控制阀9及高压液氢储存罐17的加注流量控制调节阀34打开状态,使高压液氢储存罐17和液氢汽化装置1的液氢管路导通,由于高压液氢储存罐17的最小压力 $p_2$ 大于高压液氢汽化装置1压力 $p$ ,所以高压液氢储存罐17的液氢在压力差的作用下,输送至高压液氢汽化装置1,具体输送的流量,根据高压液氢汽化装置1发出的需求信号,通过调节加注流量控制调节阀34的开度来完成。

[0077] 高压储氢气罐33在充装增压氢气时,压力由小向大增加,而高压液氢储存罐17的

压力会逐渐下降,因为 $p_5$ 压力大于高压液氢储存罐17的工作压力,当高压液氢汽化装置1压力大于 $p_2$ 时,高压液氢储存罐17的液氢有可能无法输入到高压液氢汽化装置1,解决的方式:加大高压液氢汽化装置1的液氢存量,当出现高压液氢储存罐17的液氢输出压力下降至同高压液氢汽化装置1压力接近时,高压液氢储存罐17的液氢无法流入高压液氢汽化装置1,随着高压液氢汽化装置1压力增大,将出现液氢倒流趋势;此时,管路中的单向阀35起作用,阻断液氢倒流。高压液氢汽化装置1的存量液氢不断汽化,使氢气压力不断上升,达到 $p_5$ 。

[0078] 实际工作中,可以采用如下方式:

[0079] 高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,在向储氢气罐22充装氢气,一同增压过程中,当氢气压力达到额定压力 $p$ 时,关闭氢气输入控制阀2;如果高压储氢气罐33压力较低,需要补氢气增压时,高压液氢汽化装置1切换为向高压储氢气罐33补氢气增压状态;打开氢气输入控制阀30,加大液氢输入量,当出现高压液氢储存罐17的液氢输出压力下降,而同时高压液氢汽化装置1压力上升,两者接近时,管路中的单向阀35起作用,阻断液氢管路;而高压液氢储存罐17的液氢存量,通过汽化之后足够使高压储氢气罐33压力达到 $p_5$ 。

[0080] (3) 采用液氢高压泵21向高压液氢汽化装置1输送液氢。

[0081] 参看图7,图8。

[0082] 根据前述的一种液氢汽化及自增压装置,并且,所述液氢汽化及自增压装置还设置了液氢高压泵21,其输出端同高压液氢汽化装置1的加注控制阀9通过管路连接。

[0083] 具体操作方式如下:

[0084] 液氢高压泵21的输入端同液氢氢源相连通。

[0085] 开始工作时,打开加注控制阀9,启动液氢高压泵21,液氢通过液氢高压泵21送入高压液氢汽化装置1。停止工作时,关闭液氢高压泵21,待管路中液氢汽化完之后,关闭加注控制阀9。

[0086] 对上述的具体实施方式总结如下:

[0087] 以上分别叙述了本发明的两种液氢汽化及自增压方法,即高压液氢汽化装置1独立进行液氢汽化及自增压,及高压液氢汽化装置1完成汽化,向储氢气罐22充装氢气,并同储氢气罐22一起完成自增压。

[0088] 也叙述了向高压液氢汽化装置1输送液氢的三种方法,其一是利用高压液氢储存罐17同高压液氢汽化装置1液氢的高度差形成的压差,通过挤压方式进行液氢输送;其二是向高压液氢储存罐17输送大于高压液氢汽化装置1的高压氢气,同高压液氢汽化装置1形成压差,通过挤压方式进行液氢输送;其三是利用液氢高压泵21向高压液氢汽化装置1输送液氢。这样本发明形成了六个具体实施方式。

[0089] 方式1:参看图3,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压,高压液氢储存罐17利用同高压液氢汽化装置1的液氢高度差形成的压差,通过挤压方式向高压液氢汽化装置1输送液氢。

[0090] 方式2:参看图5,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压,高压储氢气罐33向高压液氢储存罐17注入高压氢气,形成高压液氢储存罐17和高压液氢汽化装置1的压力差,通过挤压方式将高压液氢储存罐17的液氢输送到高压液氢汽化装置1。

[0091] 方式3:参看图7,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化及自增压过程中,通过液氢高

压泵21向高压液氢汽化装置1输送液氢。

[0092] 方式4:参看图4,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,并一同增压;高压液氢储存罐17利用同高压液氢汽化装置1的液氢高度差形成的压差,通过挤压方式向高压液氢汽化装置1输送液氢。

[0093] 方式5:参看图6,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,并一同增压;高压储氢气罐33向高压液氢储存罐17注入高压氢气,形成高压液氢储存罐17和高压液氢汽化装置1的压力差,通过挤压方式将高压液氢储存罐17的液氢输送到高压液氢汽化装置1。

[0094] 方式6:参看图8,高压液氢汽化装置1进行液氢汽化,向储氢气罐22充装氢气,并一同增压;通过液氢高压泵21向高压液氢汽化装置1输送液氢。

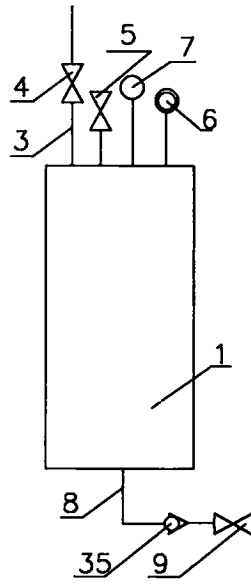


图1

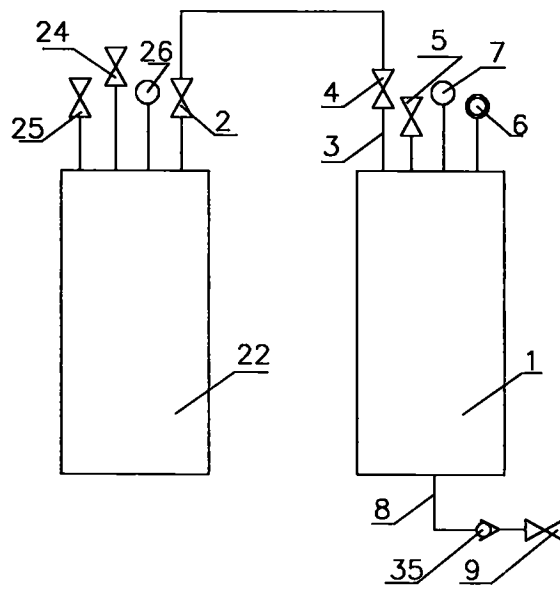


图2

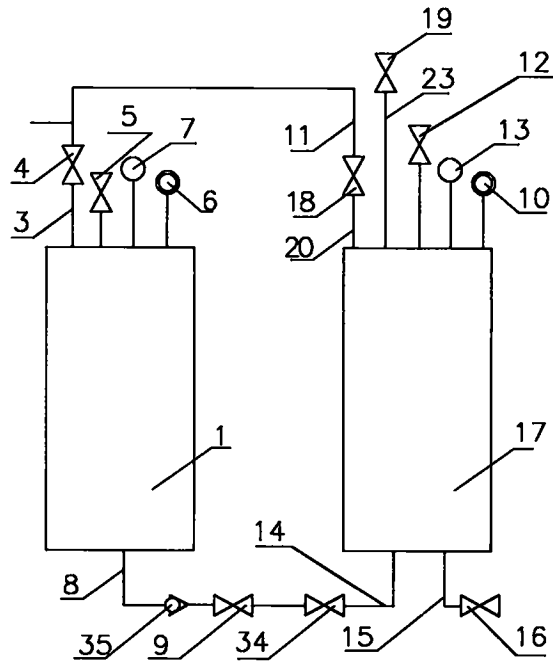


图3

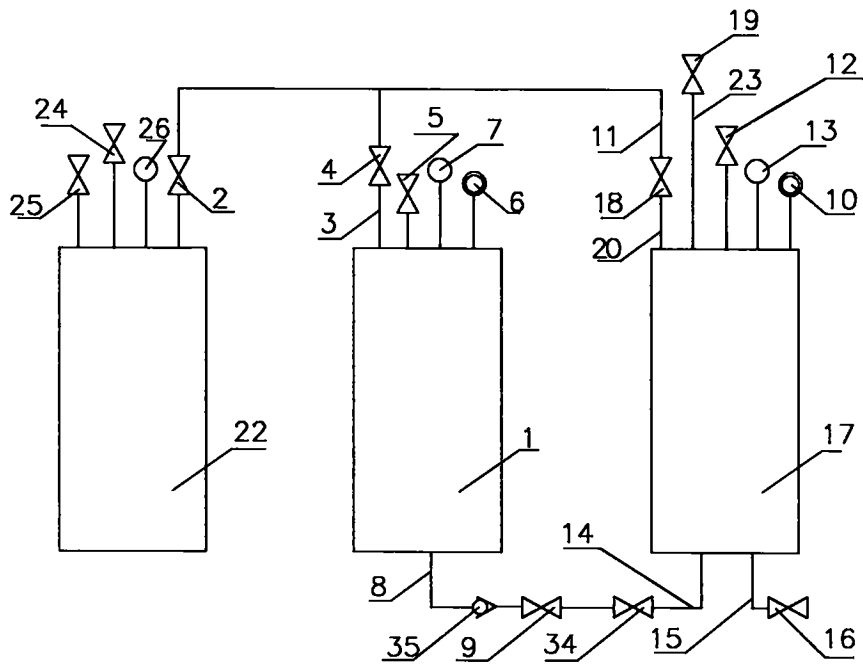


图4

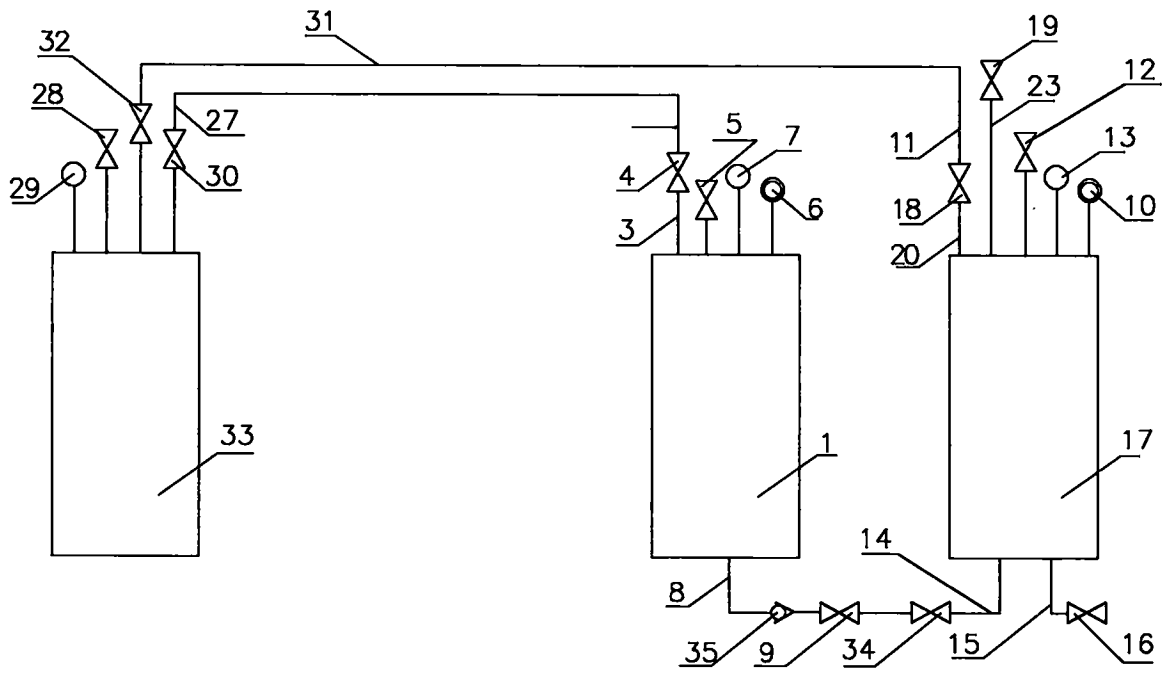


图5

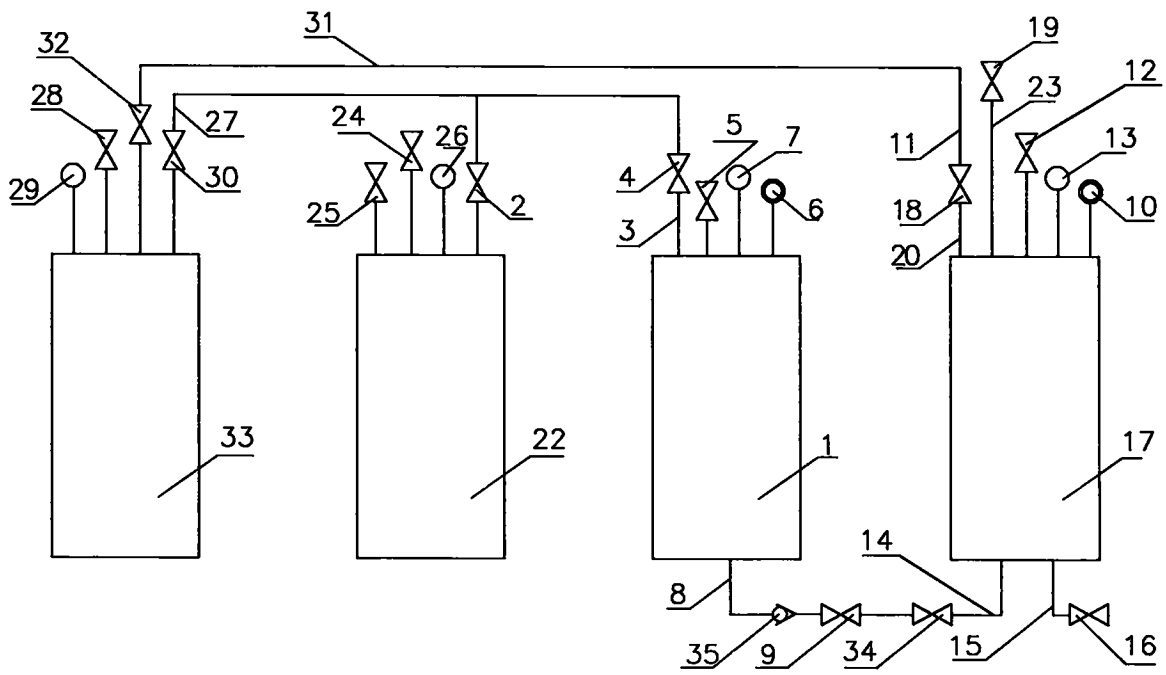


图6

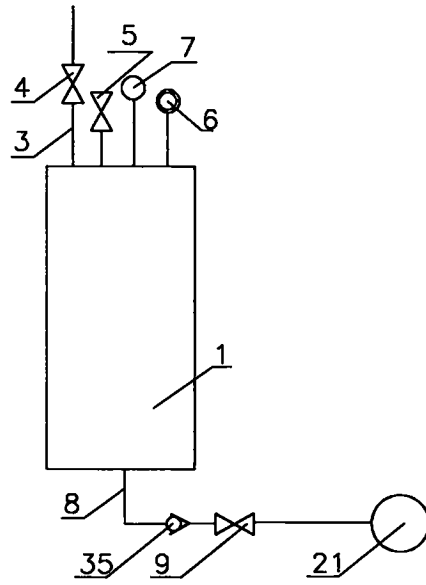


图7

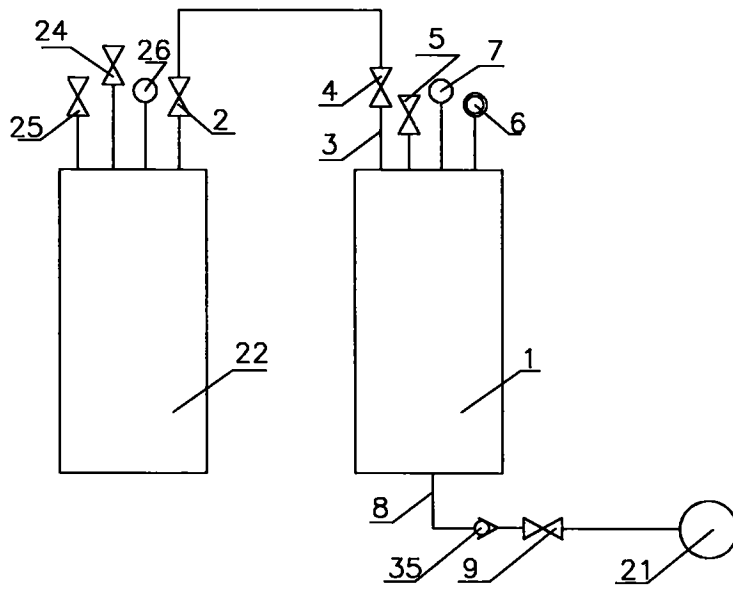


图8