(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114321707 B
(45)授权公告日 2023.07.21

(21)申请号 202011080059.8
(22)申请日 2020.10.10
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114321707 A
(43)申请公布日 2022.04.12
(73)专利权人 中国石化工程建设有限公司
地址 100101 北京市朝阳区安慧北里安园21号
专利权人 中石化炼化工程(集团)股份有限公司
(72)发明人 张奇 戴文松 张旭
(74)专利代理机构 北京英创嘉友知识产权代理事务所(普通合伙) 11447
专利代理师 王浩然
(51)Int.Cl.
F17C 5/06(2006.01)
F17C 13/02(2006.01)
F17C 13/00(2006.01)
F17D 1/02(2006.01)
F17D 3/01(2006.01)
审查员 高芬

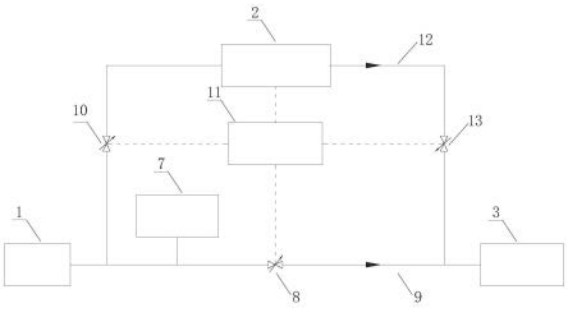
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

一种用于长管拖车向加氢站卸氢的方法和系统

(57)摘要

本公开涉及一种用于长管拖车向加氢站卸氢的方法和系统，包括：使长管拖车按照储氢罐实际压力由高到低的顺序依次向多个储氢罐卸氢；对每个储氢罐进行卸氢时，检测储氢罐内的实际压力P_{tx}和长管拖车内的氢气压力P_{ty}；当P_{tx}/P_{ty}小于第一预设值S_1时，卸氢包括：使长管拖车中的氢气进行第一压缩后送入储氢罐中；当P_{tx}/P_{ty}为S_1以上时，卸氢包括：使长管拖车中的氢气依次进行冷却和第二压缩后送入储氢罐中；当满足第一停止条件和/或第二停止条件时，停止向当前的储氢罐进行卸氢；第一停止条件包括：P_{tx}/P_{ty}为第二预设值S_2以上；第二停止条件包括：P_{tx}为储氢罐的目标压力P_{Ex}以上。本发明的方法可以最大限度地减少长管拖车内氢气的残余量，提高卸气速率，同时还可以提高氢气的运输效率，降低氢气的运输成本。



CN 114321707 B

1.一种用于长管拖车向加氢站卸氢的方法，其特征在于，采用长管拖车向加氢站卸氢的系统，该系统包括：氢气入口、第一气体管路、第二气体管路、氢气压缩机(3)、储氢罐组(4)和控制单元(11)；所述氢气入口用于与所述长管拖车的卸氢口连通；所述氢气入口与所述氢气压缩机(3)的气体入口之间通过所述第一气体管路和/或所述第二气体管路连通，所述氢气压缩机(3)的气体出口与所述储氢罐组(4)分别连通；

所述第一气体管路上连接有第一压力检测装置和第一管路控制装置，所述第一压力检测装置用于检测所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}；所述第二气体管路上连接有预冷器(2)和第二管路控制装置；所述第一管路控制装置和所述第二管路控制装置分别用于控制所述第一气体管路和所述第二气体管路的通断；所述储氢罐组(4)包括第二压力检测装置和多个储氢罐，所述第二压力检测装置用于检测所述储氢罐内的实际压力P_{tx}；

所述控制单元(11)分别与所述第一管路控制装置、所述第二管路控制装置、所述第一压力检测装置(7)以及所述第二压力检测装置通信连接，用于接收所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}，并根据所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}控制所述第一气体管路和所述第二气体管路的通断；

该方法包括：使长管拖车按照储氢罐实际压力由高到低的顺序依次向多个所述储氢罐卸氢；

其中，对每个所述储氢罐进行所述卸氢时，检测所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}；

当所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}小于第一预设值S_1时，所述卸氢包括：使所述长管拖车中的氢气进行第一压缩后送入所述储氢罐中；

当所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}为所述第一预设值S_1以上时，所述卸氢包括：使所述长管拖车中的氢气依次进行冷却和第二压缩后送入所述储氢罐中；

当满足第一停止条件和/或第二停止条件时，停止向当前的储氢罐进行所述卸氢；所述第一停止条件包括：所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}为第二预设值S_2以上；所述第二停止条件包括：所述储氢罐内的实际压力P_{tx}为所述储氢罐的目标压力P_{Ex}以上；

其中，所述第一预设值S_1为4-7，所述第二预设值S_2为8-11。

2.根据权利要求1所述的方法，其中，冷却后氢气的温度为-40℃至5℃。

3.根据权利要求2所述的方法，其中，冷却后氢气的温度为-20℃至0℃。

4.根据权利要求1所述的方法，其中，所述第一预设值S_1为5-6，所述第二预设值S_2为9-10；所述储氢罐的目标压力P_{Ex}为42-47MPa。

5.根据权利要求1所述的方法，其中，第一压缩后氢气的压力为35-40MPa，温度为240-270℃；

所述第二压缩后氢气的压力为41-48MPa，温度为230-260℃。

6.根据权利要求1所述的方法，其中，卸氢结束时，所述长管拖车内的氢气压力为1-5MPa。

7.根据权利要求1所述的方法，其中，所述第一压缩的压缩比为4-7，所述第二压缩的压

缩比为8-11。

8.根据权利要求1所述的方法，其中，该方法包括：利用所述加氢站提供的冷量进行冷却。

9.根据权利要求1所述的方法，其中，所述第一管路控制装置包括第一切断阀(8)，所述第一切断阀(8)连接于所述第一压力检测装置(7)与所述氢气压缩机(3)的气体入口之间的气体管路上；所述第二管路控制装置包括第二切断阀(10)和第三切断阀(13)，所述第二切断阀(10)连接于所述氢气入口与所述预冷器(2)之间的气体管路上，所述第三切断阀(13)连接于所述预冷器(2)与所述氢气压缩机(3)的气体入口之间的气体管路上。

10.根据权利要求1所述的方法，其中，所述加氢站还包括制冷循环系统，所述制冷循环系统为所述预冷器(2)提供冷量。

一种用于长管拖车向加氢站卸氢的方法和系统

技术领域

[0001] 本申请涉及新能源领域，具体地，涉及一种用于长管拖车向加氢站卸氢的方法和系统。

背景技术

[0002] 氢气具有燃烧无污染、可再生、来源广泛以及用于氢燃料电池时能源转化效率高等诸多优点，近年来氢能逐渐成为世界范围内的关注热点。氢燃料电池汽车作为氢能的主要应用途径，其在降低大气污染、调整能源结构以及缓解能源危机等方面具有重要作用。随着氢能与燃料电池技术的不断发展与日趋成熟，美国、日本、德国等国家均已将其上升为国家战略，我国政府也出台了一系列相关政策，用于支持氢能及其相关产业的发展。

[0003] 加氢站作为燃料电池汽车的加注场所，其氢气来源分为站内制氢和站外供氢两类。相对于站内制氢，站外供氢型加氢站的建设成本较低，更加适用于现阶段商用加氢站。站外供氢主要包括长管拖车供氢、液氢槽车供氢和管路供氢三种供氢方式。显然，在当前氢燃料电池汽车市场化还未形成规模效应的时期，采用长管拖车为加氢站供氢是一种比较合适的方法。

[0004] 目前，对于采用长管拖车供氢型的加氢站，其加氢流程一般为：长管拖车将氢气运输到加氢站，利用顺序控制盘及高压压缩机将氢气储存于高中低压储氢罐中，当给氢燃料电池汽车进行加氢时，先将离开储氢罐的氢气在进入加氢机前进行冷却，然后再通过加氢机给氢燃料电池汽车加氢。一般用于从长管拖车卸气并压缩送到氢气储罐的氢气压缩机都是采用一级压缩，由于压缩机出口温度的限制，压缩比不能太高，即一般长管拖车内的压力下降到6～7MPa时，由于压缩比受到限制就要停止卸氢，这时长管拖车仍有1/3的氢气储存在长管拖车内，造成长管拖车的运氢效率降低，不利于降低氢气的运输成本。而为了解决上述问题，有的加氢站将长管拖车内的低压氢气先通过一台压缩机压缩到一定压力后，储存于中间储罐，然后再通过另一台压缩机将氢气压缩升压。此种方法不仅流程复杂，而且还增加了中间储罐和氢气压缩机，流程更加复杂，增加了投资及占地。

发明内容

[0005] 本公开的目的是为了克服现有技术中长管拖车向加氢站卸氢时卸氢不完全、效率低的问题，提供一种用于长管拖车向加氢站卸氢的方法和系统。

[0006] 为了实现上述目的，本公开第一方面提供一种用于长管拖车向加氢站卸氢的方法，采用长管拖车向加氢站卸氢的系统，该系统包括：氢气入口、第一气体管路、第二气体管路、氢气压缩机、储氢罐组和控制单元；所述氢气入口用于与所述长管拖车的卸氢口连通；所述氢气入口与所述氢气压缩机的气体入口之间通过所述第一气体管路和/或所述第二气体管路连通，所述氢气压缩机的气体出口与所述储氢罐组分别连通；

[0007] 所述第一气体管路上连接有第一压力检测装置和第一管路控制装置，所述第一压力检测装置用于检测所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}；所述第二气体管路上连接有预冷器和

第二管路控制装置;所述第一管路控制装置和所述第二管路控制装置分别用于控制所述第一气体管路和所述第二气体管路的通断;所述储氢罐组包括第二压力检测装置和多个储氢罐,所述第二压力检测装置用于检测所述储氢罐内的实际压力P_{tx};

[0008] 所述控制单元分别与所述第一管路控制装置、所述第二管路控制装置、所述第一压力检测装置以及所述第二压力检测装置通信连接,用于接收所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty},并根据所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}控制所述第一气体管路和所述第二气体管路的通断;

[0009] 该方法包括:使长管拖车按照储氢罐实际压力由高到低的顺序依次向多个所述储氢罐卸氢;

[0010] 其中,对每个所述储氢罐进行所述卸氢时,检测所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty};

[0011] 当所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}小于第一预设值S_1时,所述卸氢包括:使所述长管拖车中的氢气进行第一压缩后送入所述储氢罐中;

[0012] 当所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}为所述第一预设值S_1以上时,所述卸氢包括:使所述长管拖车中的氢气依次进行冷却和第二压缩后送入所述储氢罐中;

[0013] 当满足第一停止条件和/或第二停止条件时,停止向当前的储氢罐进行所述卸氢;所述第一停止条件包括:所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}为第二预设值S_2以上;所述第二停止条件包括:所述储氢罐内的实际压力P_{tx}为所述储氢罐的目标压力P_{Ex}以上;

[0014] 其中,所述第一预设值S_1为4-7,所述第二预设值S_2为8-11。

[0015] 可选地,冷却后氢气的温度为-40℃至5℃,优选为-20℃至0℃。

[0016] 可选地,所述第一预设值S_1为5-6,所述第二预设值S_2为9-10;所述储氢罐的目标压力P_{Ex}为42-47MPa。

[0017] 可选地,所述第一压缩后氢气的压力为35-40MPa,温度为240-270℃;

[0018] 所述第二压缩后氢气的压力为41-48MPa,温度为230-260℃。

[0019] 可选地,卸氢结束时,所述长管拖车内的氢气压力为1-5MPa。

[0020] 可选地,所述第一压缩的压缩比为4-7,所述第二压缩的压缩比为8-11。

[0021] 可选地,该方法包括:利用所述加氢站提供的冷量进行所述冷却。

[0022] 可选地,所述第一管路控制装置包括第一切断阀,所述第一切断阀连接于所述第一压力检测装置与所述氢气压缩机的气体入口之间的气体管路上;所述第二管路控制装置包括第二切断阀和第三切断阀,所述第二切断阀连接于所述氢气入口与所述预冷器之间的气体管路上,所述第三切断阀连接于所述预冷器与所述氢气压缩机的气体入口之间的气体管路上。

[0023] 可选地,加氢站还包括制冷循环系统,所述制冷循环系统为所述预冷器提供冷量。

[0024] 通过上述技术方案,本公开的方法可以根据储氢罐内的实际压力和长管拖车内的氢气压力的比值大小来选择具体卸氢方式,当储氢罐内的实际压力和长管拖车内的氢气压力的比值大于或等于预设值S_1时,将由长管拖车内卸出的氢气首先进行冷却后再进行压

缩，能够有效地提高卸氢过程中压缩机可接受的压缩比，并最大限度地减少卸氢后长管拖车内氢气的残留，进而提高单车卸氢量、降低氢气的运输成本。本公开的系统可以实现对长管拖车的快速卸氢，长管拖车内氢气的残余量小，系统简单、投资少、占地面积小。

[0025] 本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0026] 附图是用来提供对本公开的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本公开，但并不构成对本公开的限制。在附图中：

[0027] 图1是本公开的加氢站的一种具体实施方式的流程示意图；

[0028] 图2是本公开的用于长管拖车向加氢站卸氢的方法的一种具体实施方式的流程示意图。

[0029] 附图标记说明

[0030] 1长管拖车 2预冷器 3氢气压缩机

[0031] 4储氢罐组 5加氢机 6氢燃料电池车

[0032] 7第一压力检测装置 8第一切断阀 9第一气体管路

[0033] 10第二切断阀 11控制单元 12第二气体管路

[0034] 13第三切断阀

具体实施方式

[0035] 以下结合附图对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开，并不用于限制本公开。

[0036] 在本公开中，在未作相反说明的情况下，使用的方位词如“上、下”通常是指装置在正常使用状态下的上和下，具体可参考图1的图面方向。“内、外”是针对装置本身的轮廓而言的。

[0037] 如图1所示，本公开第一方面提供一种用于长管拖车向加氢站卸氢的方法，其特征在于，采用长管拖车向加氢站卸氢的系统，该系统包括：氢气入口、第一气体管路、第二气体管路、氢气压缩机3、储氢罐组4和控制单元11；所述氢气入口用于与所述长管拖车的卸氢口连通；所述氢气入口与所述氢气压缩机3的气体入口之间通过所述第一气体管路和/或所述第二气体管路连通，所述氢气压缩机3的气体出口与所述储氢罐组4分别连通；

[0038] 所述第一气体管路上连接有第一压力检测装置和第一管路控制装置，所述第一压力检测装置用于检测所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}；所述第二气体管路上连接有预冷器2和第二管路控制装置；所述第一管路控制装置和所述第二管路控制装置分别用于控制所述第一气体管路和所述第二气体管路的通断；所述储氢罐组4包括第二压力检测装置和多个储氢罐，所述第二压力检测装置用于检测所述储氢罐内的实际压力P_{tx}；

[0039] 所述控制单元11分别与所述第一管路控制装置、所述第二管路控制装置、所述第一压力检测装置7以及所述第二压力检测装置通信连接，用于接收所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}，并根据所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}控制所述第一气体管路和所述第二气体管路的通断；

[0040] 该方法包括：使长管拖车按照储氢罐实际压力由高到低的顺序依次向多个所述储

氢罐卸氢；

[0041] 其中，对每个所述储氢罐进行所述卸氢时，检测所述储氢罐内的实际压力P_{tx}和所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}；

[0042] 当所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}小于第一预设值S_1时，所述卸氢包括：使所述长管拖车中的氢气进行第一压缩后送入所述储氢罐中；

[0043] 当所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}为所述第一预设值S_1以上时，所述卸氢包括：使所述长管拖车中的氢气依次进行冷却和第二压缩后送入所述储氢罐中；

[0044] 当满足第一停止条件和/或第二停止条件时，停止向当前的储氢罐进行所述卸氢；所述第一停止条件包括：所述储氢罐内的实际压力P_{tx}与所述长管拖车内的氢气压力P_{ty}的比值P_{tx}/P_{ty}为第二预设值S_2以上；所述第二停止条件包括：所述储氢罐内的实际压力P_{tx}为所述储氢罐的目标压力P_{Ex}以上；

[0045] 其中，所述第一预设值S_1为4-7，所述第二预设值S_2为8-11。

[0046] 根据本公开，储氢罐内的实际压力P_{tx}是指实测储氢罐内的气体压力；储氢罐的目标压力P_{Ex}是指储氢罐的最大工作压力。

[0047] 本公开的发明人经实验偶然发现，当将第一预设值设置为4-7，第二预设值S_2设置为8-11时，有利于最大限度地减少长管拖车内氢气的残余量，实现对长管拖车内氢气的快速高效地卸出。

[0048] 本公开的方法通过测定长管拖车内的实际压力和储氢罐内的氢气压力大小，来选择卸氢的具体方式，可以在保证氢气压缩机的压缩比较小的条件下，最大限度地将长管拖车内的氢气卸装到储氢罐中，以减少长管拖车内的残余氢气的量，提高氢气的卸装速率，并进一步地有利于降低氢气的运输成本，提高氢气的运输效率。

[0049] 根据本公开，对将氢气冷却的方式不做具体限制，例如可以为空气冷却或水冷。在一种优选的具体实施方式中，采用加氢站内的制冷循环系统提供的冷量对长管拖车卸出的氢气进行冷却。在另一种优选的具体实施方式中，冷却后氢气的温度可以在较大的范围内变化，例如为-40℃至5℃，优选为-20℃至0℃。

[0050] 根据本公开，第一预设值S_1可以为5-6，第二预设值S_2可以为9-10。当第一预设值和第二预设值在上述范围内时，可以提高本公开的卸氢方法的灵敏性，有利于进一步减少长管拖车内氢气的残余量并提高卸氢速率。

[0051] 根据本公开，第一压缩后氢气的压力可以为35-40MPa，温度可以为240-270℃；第二压缩后氢气的压力可以为41-48MPa，温度可以为230-260℃。

[0052] 根据本公开，第一压缩的压缩比可以为4-7，第二压缩的压缩比可以为8-11。

[0053] 根据本公开，储氢罐的目标压力P_{Ex}可以为42-47MPa，优选为44-46MPa。

[0054] 根据本公开的一种具体实施方式，加氢站可以包括2-4个储氢罐，优选为2-3个储氢罐。

[0055] 在本公开的一种具体实施方式中，加氢站按照储氢罐实际压力由高到低依次包括第一储氢罐、第二储氢罐和第三储氢罐，该方法包括：使长管拖车依次向第一储氢罐、第二储氢罐和第三储氢罐卸氢；对每个储氢罐进行卸氢时，检测储氢罐内的实际压力P_{tx}和长管

拖车内的氢气压力P_{ty}。例如，向第一储氢罐卸氢时，检测第一储氢罐内的实际压力P_{tA}和长管拖车内的氢气压力P_{ta}；当第一储氢罐内的实际压力P_{tA}与长管拖车内的氢气压力P_{ta}的比值P_{tA}/P_{ta}小于第一预设值S_1时，使长管拖车中的氢气进行第一压缩后送入第一储氢罐中，当第一储氢罐内的实际压力P_{tA}与长管拖车内的氢气压力P_{ta}的比值P_{tA}/P_{ta}为第一预设值S_1以上时，使长管拖车中的氢气依次进行冷却和第二压缩后送入第一储氢罐中；当P_{tA}/P_{ta}为第二预设值S_2以上时，并且/或者，当P_{tA}为第一储氢罐的目标压力P_{E1}以上，停止向第一储氢罐内卸氢。

[0056] 停止向第一储氢罐卸氢后，开始向第二储氢罐卸氢，检测第二储氢罐内的实际压力P_{tB}和长管拖车内的氢气压力P_{tb}，当第二储氢罐内的实际压力P_{tB}与长管拖车内的氢气压力P_{tb}的比值P_{tB}/P_{tb}小于第一预设值S_1时，使长管拖车中的氢气进行第一压缩后送入第二储氢罐中，当第二储氢罐内的实际压力P_{tB}与长管拖车内的氢气压力P_{tb}的比值P_{tB}/P_{tb}为第一预设值S_1以上时，使长管拖车中的氢气依次进行冷却和第二压缩后送入第二储氢罐中；当P_{tB}/P_{tb}为第二预设值S_2以上时，并且/或者，当P_{tB}为第二储氢罐的目标压力P_{E2}以上时，停止向第二储氢罐内卸氢。

[0057] 停止向第二储氢罐卸氢后，开始向第三储氢罐卸氢，检测第三储氢罐内的实际压力P_{tD}和长管拖车内的氢气压力P_{td}，当第三储氢罐内的实际压力P_{tD}与长管拖车内的氢气压力P_{td}的比值P_{tD}/P_{td}小于第一预设值S_1时，使长管拖车中的氢气进行第一压缩后送入第三储氢罐中，当第三储氢罐内的实际压力P_{tD}与长管拖车内的氢气压力P_{td}的比值P_{tD}/P_{td}为第一预设值S_1以上时，使长管拖车中的氢气依次进行冷却和第二压缩后送入第三储氢罐中；当P_{tD}/P_{td}为第二预设值S_2以上时，并且/或者，当P_{tD}为第三储氢罐的目标压力P_{E3}以上时，停止向第三储氢罐内卸氢。

[0058] 停止向第三储氢罐卸氢后，该长管拖车完成卸氢，此时长管拖车内剩余的氢气压力可以为5MPa以下，例如为1-5MPa，进一步为2-3MPa。

[0059] 根据本公开，该方法可以包括：利用加氢站提供的冷量进行冷却，以提高加氢站内的能源利用率。

[0060] 本发明的系统简单、占地面积小，可以提高长管拖车的卸氢速率、减少卸氢时间，从而有利于提高氢气的运输效率。

[0061] 根据本公开，第一管路控制装置可以包括第一切断阀8，第一切断阀8连接于第一压力检测装置7与氢气压缩机3的气体入口之间的气体管路上；第二管路控制装置包括第二切断阀10和第三切断阀13，第二切断阀10连接于氢气入口与预冷器2之间的气体管路上，第三切断阀13连接于预冷器2与氢气压缩机3的气体入口之间的气体管路上。

[0062] 在一种优选的具体实施方式中，如图1和图2所示，该系统包括：氢气入口、第一气体管路、第二气体管路、氢气压缩机3、储氢罐组4、控制单元11和第一切断阀8、第二切断阀10和第三切断阀13；氢气入口与储氢罐组4之间通过第一气体管路和/或第二气体管路连通；

[0063] 第一气体管路上连接有第一压力检测装置7和第一切断阀8，第一压力检测装置用于检测长管拖车内的氢气压力P_{ty}；第二气体管路上连接有预冷器2、第二切断阀10和第三切断阀13；第一切断阀8用于控制第一气体管路的通断，第二切断阀10和第三切断阀13用于控制第二气体管路的通断；储氢罐组4包括第二压力检测装置和多个储氢罐，第二压力检测装

置用于检测储氢罐内的实际压力P_{tx}；

[0064] 控制单元11分别与第一切断阀8、第二切断阀10、第三切断阀13、第一压力检测装置7以及第二压力检测装置通信连接，用于接收P_{tx}和P_{ty}，并根据P_{tx}和P_{ty}控制第一切断阀8、第二切断阀10和第三切断阀13的通断。

[0065] 根据本发明，压力检测装置可以为本领域的技术人员所常规采用的，例如可以为不锈钢压力表和/或膜盒压力表。控制单元11可以包括PLC、DCS和BPCS一种或几种。

[0066] 根据本公开，加氢站还可以包括制冷循环系统，制冷循环系统为预冷器2提供冷量。

[0067] 根据本公开，该系统还可以包括卸气柱；卸气柱的出气口为氢气入口。

[0068] 下面通过实施例来进一步说明本公开，但是本公开并不因此而受到任何限制。

[0069] 实施例1

[0070] 如图1所示，氢气通过长管拖车1将氢气运输到加氢站，氢气压缩机3将长管拖车1内的氢气进行压缩并存储于储氢罐组4中，待给氢燃料电池车6进行加氢时，储氢罐组4内的氢气通过加氢机5计量后进入氢燃料电池车6。

[0071] 如图2所示，用于长管拖车向加氢站卸氢的系统包括：长管拖车1、第一压力检测装置7、第一切断阀8、第一气体管路9、氢气压缩机3、第二切断阀10、预冷器2、控制单元11、第二气体管路12、第三切断阀13、储氢罐组4，其中，储氢罐组4包括压力由高到低的第一储氢罐、第二储氢罐和第三储氢罐；第一切断阀8位于第一气体管路9；第二切断阀10和预冷器2以及第三切断阀13位于第二气体管路；第一切断阀8用于控制第一气体管路9的开启和关闭，第二切断阀10用于第二气体管路12的开启和关闭；第一气体管路9和第二气体管路12并联且两端分别连接长管拖车1和氢气压缩机3；第二切断阀10位于长管拖车1和氢气卸气预冷器2之间，第三切断阀13位于预冷器2和氢气压缩机3之间。

[0072] 当长管拖车将氢气运送到加氢站后，首先将长管拖车1中的氢气卸装在压力最高的第一储氢罐中。第一压力检测装置7检测长管拖车内的氢气压力P_{ta}为20MPa，第二压力检测装置检测储氢罐内的实际压力P_{tA}为36MPa。第一储氢罐内的实际压力P_{tA}与长管拖车内的氢气压力P_{ta}的比值P_{tA}/P_{ta}小于第一预设值S_1，使长管拖车中的氢气进行第一压缩至36MPa后，此时第一切断阀8为开启状态，氢气经由第一气体管路9卸装到第一储氢罐中。随着将氢气卸装到第一储氢罐中，第一储氢罐内的实际压力逐渐增加，长管拖车内的氢气压力逐渐减小，当第一储氢罐内的实际压力P_{tA}为45MPa时，长管拖车内的氢气压力P_{ta}为14MPa，第一储氢罐内的实际压力P_{tA}与长管拖车内的氢气压力P_{ta}的比值P_{tA}/P_{ta}仍小于第一预设值S_1，但是此时P_{tA}等于第一储氢罐的目标压力P_{E1}(45MPa)，控制单元11发送信号关闭第一切断阀8，长管拖车停止向第一储氢罐充装氢气，开始向第二储氢罐卸氢。

[0073] 与向第一储氢罐中卸装氢气相类似，第一压力检测装置7检测长管拖车内的氢气压力P_{tb}为14MPa，第二压力检测装置检测储氢罐内的实际压力P_{tB}为28MPa。第二储氢罐内的实际压力P_{tB}与长管拖车内的氢气压力P_{tb}的比值P_{tB}/P_{tb}小于第一预设值S_1，使长管拖车中的氢气进行第一压缩至28MPa后，经由第一气体管路9送入第二储氢罐中。随着将氢气继续卸装到第二储氢罐中，第二储氢罐内的实际压力逐渐增加，长管拖车内的氢气压力逐渐减小。当第二储氢罐内的实际压力P_{tA}为40MPa时，长管拖车内的氢气压力P_{ta}为8MPa，第二储氢罐内的实际压力P_{tB}与长管拖车内的氢气压力P_{tb}的比值P_{tB}/P_{tb}等于第一预设值S_1，控制单元11

发送信号关闭第一切断阀8,同时打开第二切断阀10和第三切断阀13,进而关闭第一气体管路9打开第二气体管路12,此时长管拖车内的氢气先进入预冷器2冷却至-10℃后,再进入氢气压缩机3进行第二压缩至40MPa。当P_{tB}高于第二储氢罐的目标压力P_{E2}(45MPa),控制单元11将发送信号关闭第二切断阀10和第三切断阀13,停止向第二储氢罐内卸氢,开始向第三储氢罐中卸装氢气。

[0074] 与向第一储氢罐中卸装氢气类似,第一压力检测装置7检测长管拖车内的氢气压力P_{td}为6MPa,第二压力检测装置检测第三储氢罐内的实际压力P_{tD}为20MPa。第三储氢罐内的实际压力P_{tD}与长管拖车内的氢气压力P_{td}的比值P_{tD}/P_{td}小于第一预设值S_1,使长管拖车中的氢气进行第一压缩至20MPa后,经由第一气体管路9送入第三储氢罐中。随着将氢气继续卸装到第三储氢罐中,第三储氢罐内的实际压力逐渐增加,长管拖车内的氢气压力逐渐减小。当第三储氢罐内的实际压力P_{tD}为25MPa,长管拖车内的氢气压力P_{td}为5MPa时,第三储氢罐内的实际压力P_{tD}与长管拖车内的氢气压力P_{td}的比值P_{tD}/P_{td}等于第一预设值S_1,控制单元11发送信号关闭第一切断阀8,同时打开第二切断阀10和第三切断阀13,进而关闭第一气体管路9打开第二气体管路12,此时长管拖车内的氢气先进入预冷器2冷却至-10℃后,再进入氢气压缩机3进行第二压缩至25MPa,继续将氢气卸装到第三储氢罐中;当长管拖车内的氢气压力P_{td}为3MPa时,第三储氢罐内的实际压力P_{tD}为30MPa,P_{tD}/P_{td}等于第二预设值S_2,控制单元11将发送信号关闭第二切断阀10和第三切断阀13,长管拖车停止向第三储氢罐内卸氢。

[0075] 其中,第一预设值S_1为5,第二预设值S_2为10。卸氢结束后,长管拖车内氢气的残余量为17.03重量%,卸氢消耗的时间为65min。

[0076] 实施例2

[0077] 采用与实施例1相同的方法对长管拖车进行卸氢,不同之处仅在于,当第二、第三储氢罐内的实际压力与长管拖车内的氢气压力的比值大于第一预设值S_1时,控制单元11发送信号关闭第一切断阀8,同时打开第二切断阀10和第三切断阀13,进而关闭第一气体管路9打开第二气体管路12,此时长管拖车内的氢气先进入预冷器2冷却至5℃后,再进入氢气压缩机3进行第二压缩,继续将氢气卸装到第二、第三储氢罐中。

[0078] 卸氢结束后,长管拖车内氢气的残余量为22.46重量%,卸氢消耗的时间为80min。

[0079] 实施例3

[0080] 采用与实施例1相同的方法对长管拖车进行卸氢,不同之处仅在于,第一预设值S_1为7,第二预设值S_2为11。

[0081] 卸氢结束后,长管拖车内氢气的残余量为15.93重量%,卸氢消耗的时间为95min。

[0082] 对比例

[0083] 与实施例1相比,当长管拖车将氢气运送到加氢站后,还是按照储氢罐内实际压力由高到低的顺序依次将氢气卸入储氢罐中。但是无论储氢罐内实际压力与长管拖车内的氢气压力比值多大,氢气都不经过预冷,氢气一直是直接通过压缩机进行压缩。由于压缩机出口温度的限制,该比值最大只能为8。也就是说停止向储氢罐卸氢的条件包括:该比值大于8,或者储氢罐的压力高于45MPa。

[0084] 按照此方法卸氢结束后,长管拖车内氢气的残余量为38.075重量%,卸氢消耗的时间为120min。

[0085] 本申请的方法可以显著降低长管拖车内氢气的残余量，提高卸氢速率，降低卸氢时间，从而有效地降低氢气的运输成本。

[0086] 以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式，但是，本公开并不限于上述实施方式中的具体细节，在本公开的技术构思范围内，可以对本公开的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本公开的保护范围。

[0087] 另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重复，本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0088] 此外，本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本公开的思想，其同样应当视为本公开所公开的内容。

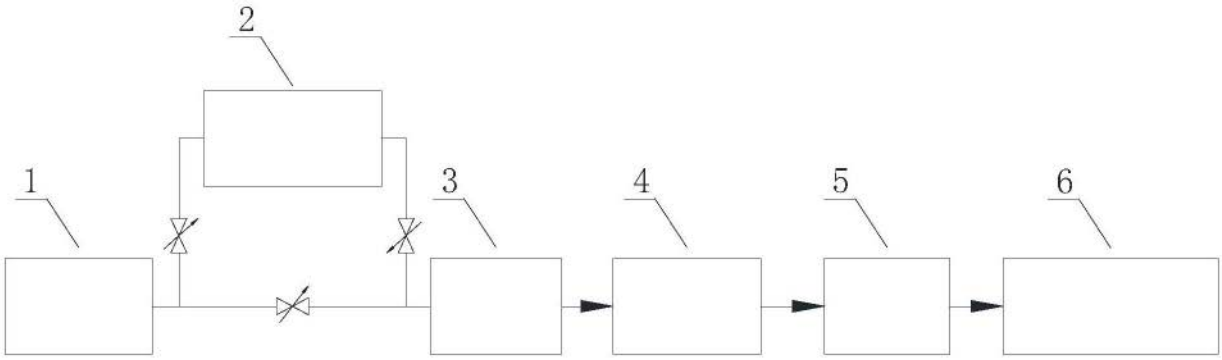


图1

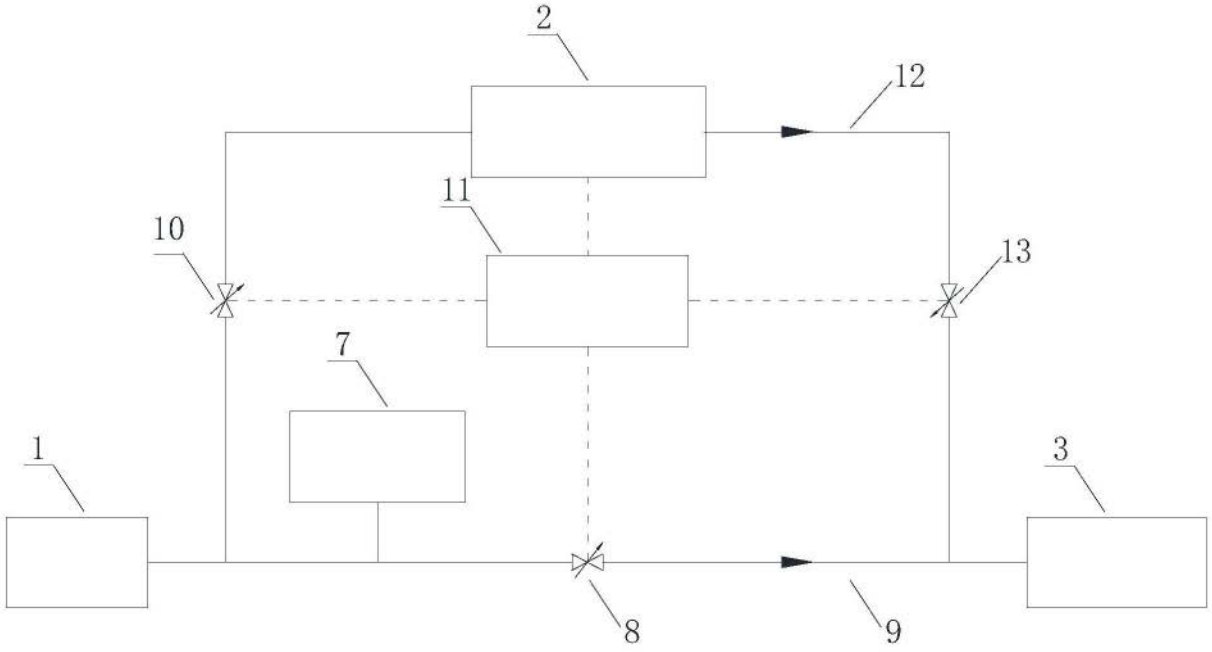


图2