

T/NMSP

内蒙古标准发展促进会团体标准

T/NMSP 4—2023

集装箱格式压缩氢气系统技术要求

Technical requirements for compressed hydrogen system in pack format

2023 - 12 - 19 发布

2023 - 12 - 19 实施

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 系统构成	4
5 总体要求	5
6 储氢模块	5
7 换氢机构	6
8 车载托架	7
9 换氢站站控系统平台	7
附录 A（规范性） 储氢模块结构要求	10
附录 B（规范性） 储氢模块上接口结构要求	11
附录 C（规范性） 储氢模块下接口及车载托架结构要求	12
附录 D（规范性） 储氢模块中气瓶的定期检验和报废	13
附录 E（规范性） 换氢电信号连接器	14
附录 F（规范性） 氢气管路快速接头	16
附录 G（规范性） 换氢作业技术要求	17
附录 H（规范性） 氢气检验规则	19
附录 I（规范性） 氢气计算及结算	20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由宝武清洁能源（乌海）有限公司、乌海杰宁新能源科技有限公司联合提出。

本文件由内蒙古标准发展促进会归口。

本文件起草单位：宝武清洁能源（乌海）有限公司、乌海杰宁新能源科技有限公司、上海杰宁新能源科技发展有限公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、内蒙古氢力鸿运汽车有限公司、上海浦江特种气体有限公司、上海海事大学、杭叉集团（天津）新能源叉车有限公司、江苏国富氢能技术装备股份有限公司、国家再制造汽车零部件产品质量检验检测中心、内蒙古自治区质量和标准化研究院、上海智能新能源汽车科创功能平台有限公司、上海长三角氢能科技研究院。

本文件主要起草人：苗青、李宗韬、李英杰、李焕、寇健、刘炜炜、马占鑫、刘明清、丁镭哲、李昕、贾向春、李洋、杜晓丹、涂伟伟、杨秦泰、张焰峰。

集装格式压缩氢气系统技术要求

1 范围

本文件规定了背装式换氢货车集装格式压缩氢气系统构成、总体要求、储氢模块、换氢机构、车载托架、换氢站站控系统平台的要求。

本文件适用于结构设计上可进行集装格式压缩氢气系统替换的货车(N类)。叉车等场地机动车辆、使用氢气为能源的备用电源发电用可替换的集装格式压缩氢气系统等可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 2408 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3634.1 氢气 第1部分:工业氢
- GB/T 3723 工业用化学产品采样安全通则
- GB/T 6681 气体化工产品采样通则
- GB 7258 机动车运行安全技术条件
- GB/T 14194 压缩气体气瓶充装规定
- GB/T 24548 燃料电池电动汽车 术语
- GB/T 24549 燃料电池电动汽车 安全要求
- GB/T 25085.3 道路车辆 汽车电缆 第3部分:交流30 V或直流60 V单芯铜导体电缆的尺寸和要求
- GB/T 26990 燃料电池电动汽车 车载氢系统 技术条件
- GB/T 29729 氢系统安全的基本要求
- GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气
- GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 42626 车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶定期检验与评定
- QC/T 29106 汽车电线束技术条件
- TSG 23 气瓶安全技术规程

3 术语和定义

GB/T 24548界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

集装格式压缩氢气系统 containerization type hydrogen compress system

由更换用储氢模块、换氢机构、车载托架、换氢站站控系统平台构成。

注: 更换用储氢模块可简称为“储氢模块”。

3.2

背装式换氢货车 Tank-Swap hydrogen heavy-duty truck

具有可更换集装格式压缩氢气系统功能的货车。

注: 系统安装在驾驶室后方,通过车载托架与车辆底盘主梁连接,利用主梁上方空间进行储氢模块更换。

3.3

换氢 hydrogen Tank-Swap

通过专用装置或人工辅助快速更换储氢模块实现燃料电池车辆等装置完成氢气补充的过程。

3.4

换氢机构 hydrogen Tank-Swap device

用于结合和分离储氢模块与车体等用氢系统的机构。通常应具有引导、定位、限位、保持、紧固和锁止等功能。

3.5

车载托架 truck bottom bracket

连接于车辆底盘主梁上的可承载储氢模块的固定托架，是背装式换氢货车连接车辆和储氢模块的功能部件，具备自动锁止功能。

3.6

储氢模块上接口 hydrogen storage module upper port

位于储氢模块顶部，用于换氢时和换氢机构连接的部分。

3.7

储氢模块下接口 hydrogen storage module lower port

位于储氢模块底部，与车载托架、换氢站内储氢模块放置支架等连接的部分，一般包括空间导向及匹配结构、锁紧等功能部件。

3.8

氢气管路快速接头 hydrogen pipe quick connector

储氢模块与车辆燃料电池系统的氢管路快速连接装置，具备快速插拔功能。通常分为“公端、母端”两个部分，终端接头具备双端关闭功能。

3.9

换氢控制器 hydrogen Tank-Swap controller

能够实现车载托架锁止机构动作控制及状态检测、氢泄漏检测、并与车辆和换氢站进行信息交互的功能部件。

3.10

换氢电信号连接器 hydrogen Tank-Swap electrical signal connector

用于连接车辆换氢控制电路和储氢模块控制电路的连接器组件，通常分为“公端、母端”两个部分。

3.11

远程监控系统 remote monitoring system

由车载信息终端、储氢模块信息系统、监控中心构成的储氢及新能源汽车运行安全监控系统。储氢模块同时可内置充电电池和通信流量卡，为储氢模块脱离车辆后数据传输供电。

4 系统构成

集装箱式压缩氢气系统主要由更换用储氢模块、换氢机构、车载托架、换氢站站控系统平台四部分构成，见图1所示。

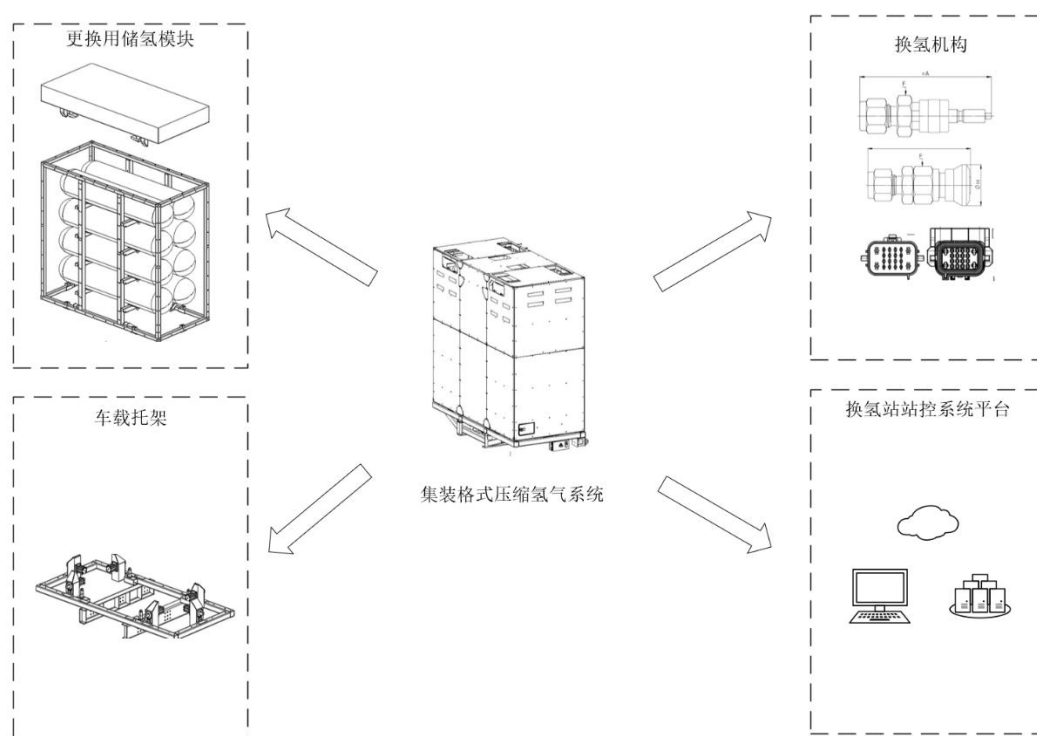


图1 集装箱式压缩氢气系统

5 总体要求

- 5.1 集装箱式压缩氢气系统应符合 GB/T 24549、GB/T 26990 的规定，且该系统及其装置应满足快速安装和安全可靠运行。
- 5.2 集装箱式压缩氢气系统设计应最大限度减少高压管路连接点的数量，设计上应保证管路连接点施工方便、密封良好、易于检查和维修。
- 5.3 集装箱式压缩氢气系统中与氢气接触的材料应与氢兼容，应充分考虑氢脆现象对设计使用寿命的影响。
- 5.4 集装箱式压缩氢气系统中使用的部件、元件、材料等应符合 TSG 23 的规定。
- 5.5 集装箱式压缩氢气系统应配备过流保护装置或其他措施，当检测到压力反常降低或流量反常增大时，应能够自动关断来自储氢容器内的氢气供应；如果采用过流保护阀，应安装在主关断阀上或紧靠主关断阀处。
- 5.6 储氢模块更换后整车的外廓尺寸、轴荷、重量等参数应符合 GB 7258 的相关要求。
- 5.7 主关断储氢容器单向阀和压力释放装置（PRD）应集成在一起，装在储氢容器的端头。主关断阀的操作应采用电动方式，并应在驾驶员易于操作的部位，当断电时应处于自动关闭状态。
- 5.8 氢气管路快速接头、换氢电信号连接器应安装在便于操作、安全防护较好的位置。
- 5.9 每个集装箱式压缩氢气系统的进口管路上应安装手动关断阀或其他装置，在加氢、排氢或维修时，可单独阻断氢气管路。

6 储氢模块

6.1 通用要求

- 6.1.1 储氢模块的总体结构应符合附录 A 的要求。
- 6.1.2 储氢模块上接口的结构应符合附录 B 的要求，精度应满足定位需求，定位相关的尺寸误差一般应 < 2 mm。
- 6.1.3 储氢模块下接口的结构应符合附录 C 的要求，且应有导向和锁止位置点；精度应满足定位需求，

定位相关的尺寸误差一般应 <3 mm。

6.2 硬件技术要求

- 6.2.1 储氢模块技术条件应符合 GB/T 26990 的要求，且应满足各自领域的安全要求。
- 6.2.2 背装式换氢货车的储氢模块氢压力通常有 35 MPa 和 70 MPa 两种压力等级。
- 6.2.3 储氢模块的设计制造应满足安全、快速、可靠更换储氢模块的要求；应具有防意外操作和碰撞的安全保护。
- 6.2.4 储氢模块的设计寿命期内应具有满足互换性（互操作性）、通讯、电气控制等功能。
- 6.2.5 储氢模块在运行或可运行状态下，应通过机械自锁或电器监控装置保证系统处于正常状态，并且只有在非工作状态，使用不少于 2 个动作，才能够解除固定状态。
- 6.2.6 储氢模块如有易耗损零部件，应在相关技术文件和说明书给出易损耗零部件的范围、维护和更换要求下进行。

6.3 系统软件技术要求

储氢模块系统软件除应符合 GB/T 26990 的相关要求外，还应包括换氢连接、锁止、温度信息、换氢量等信息，且应包括表 1 的信息要求。

表 1 储氢模块系统软件信息要求

序号	信息名称	信息要求
1	LockingPinStsFB 锁止销反馈状态	预留 解锁成功 上锁成功 锁止故障（未解锁和未上锁同时出现）
2	Change_HyConSts 换氢连接状态反馈	未连接 连接 预留
3	Message Checksum 报文校验	/
4	Message Counter 报文计数	/
5	Change_El-ConSts 换氢电信号连接状态反馈	未连接 连接预留 预留
6	HMS_ ExHy-TotalChgEny 站外累计充氢量	/
7	HMS_ ExTotalChangeTimes 累计换氢次数	/
8	LockingPinStsFB 锁止销反馈状态	预留 解锁成功 上锁成功 锁止故障（未解锁和未上锁同时出现）
9	Change_HyConSts 换氢连接状态反馈	未连接 连接 预留

6.4 定期检验和报废要求

储氢模块应按照 GB/T 42626 和 TSG 23 相关要求定期进行定期检验和报废管理。符合附录 D。

7 换氢机构

7.1 通用要求

- 7.1.1 换氢机构宜采用吊装方式，并且在安装到使用车辆后，储氢模块底部应被固定锁止。
- 7.1.2 换氢机构宜采用厚壁钢管做结构材料，并采用坡口焊接。
- 7.1.3 换氢机构宜在储氢模块立柱上端窄面侧加焊四个吊装孔；宜在储氢模块立柱底端加焊四个中空锥形套，锥尖向上，埋入钢管内。

7.2 换氢机构及氢管路连接要求

- 7.2.1 换氢机构应同时具备自动解锁和手动解锁功能，应采用 2 个及以上步骤进行解锁，避免误操作。
- 7.2.2 换氢机构的氢管路接口和电器控制接口应连接牢固，并且有防止不正确耦合的结构或设计。
- 7.2.3 换氢快插时的氢管路压力应 ≤ 2 MPa。

7.3 换氢连接器要求

7.3.1 换氢电信号连接器

7.3.1.1 用于传输电信号的储氢模块与背装式换氢货车的专用电连接器，由公端和母端组成。更换的公端安装在储氢模块上，母端安装在背装式换氢货车或换氢站，技术要求应符合附录 E。

7.3.1.2 换氢电信号连接器主要性能技术应符合下列要求：

- a) 插拔力： ≤ 800 N；
- b) 插拔寿命： ≥ 10000 次；
- c) 防护等级：不低于 IP67（插头与插座耦合）。

7.3.2 氢气管路快速接头

7.3.2.1 用于导通储氢模块与氢气管路的快速接头，由公端和母端组成。氢管路连接器的公端安装在储氢模块上，母端安装在背装式换氢货车或换氢站。技术要求应符合附录 F。

7.3.2.2 氢气管路快速接头主要性能技术要求如下：

- a) 插拔力： ≤ 800 N；
- b) 插拔寿命： ≥ 10000 次。

8 车载托架

8.1 结构要求

车载托架结构应有导向和锁止位置点，结构应符合附录 C 的要求。

8.2 锁止机构要求

锁止机构结构应符合下列要求：

- a) 应能在 X/Y/Z 三个方向上将储氢模块紧固在托架机构上；
- b) 应具有手动解锁功能，能实现快速解锁更换储氢模块；
- c) 能承受的振动和机械冲击应符合 GB 38031 的要求，Z 向随机振动有效值修正为 2.7 g，XY 向修正为 1.36 g；
- d) 应通过信号控制锁体锁闭和解锁；
- e) 锁闭和解锁动作应有明确信号反馈到通讯系统。

8.3 安装要求

8.3.1 车载托架宜采用坡口焊，焊接四个实心导向圆锥销，锥尖朝上，位置和尺寸精度应与储氢模块下部四个定位孔匹配，锥销高度、强度应能够有效保持定位，焊缝应打磨光滑平整。

8.3.2 车载托架上宜铺设橡胶垫，在禁锢后起到减震吸震和预紧的作用。

9 换氢站站控系统平台

9.1 通讯方式要求

9.1.1 换氢站站控系统平台交互组件包括：储氢模块控制系统、站控系统、远程监控系统，见图 2 所

示。

9.1.2 站控系统与远程监控系统的接口为支持 TCP/IP 的网络接口，远程监控平台为服务端，站控系统为客户端，站控系统主动进行连接，远程监控系统被动响应 TCP 连接。

9.1.3 加氢计费流程应以储氢模块和车载控制单元接入和断开时为计费点。

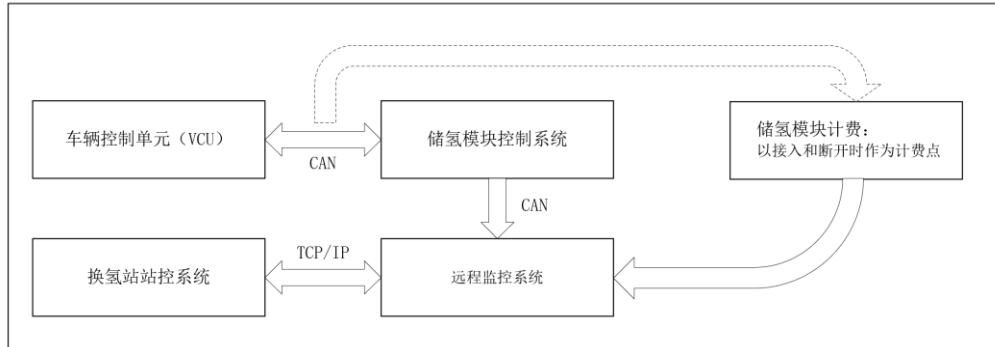


图2 换氢站站控系统平台

9.2 通讯传输过程要求

9.2.1 TCP 链路应在登录和登录确认后建立，登录确认后方可进行其他业务报文的交互。

9.2.2 通过车牌识别方式获取到换氢车辆的车牌号码，站控系统数据库应绑定车牌号码及车架号。

9.2.3 远程监控系统连接登录的车架号应与当前通过的车牌号码检索到的车架号一致，以保证换氢安全性和有效性。

9.2.4 远程监控系统向站控系统发送报文应为触发式下发。

9.3 功能码要求

功能码分为站控系统下发帧和换氢控制器上送帧，如表2所示。

表2 功能码要求

定义名称	功能定义
站控系统下发帧要求	站控回复换氢控制器登录请求
	站控回复查询站控系统状态报文
	站控回复换氢控制器请求
	站控发送换氢完成
换氢控制器上送帧要求	换氢控制器登录请求
	换氢控制器请求查询站控系统状态
	换氢控制器换氢请求
	换氢控制器应答换氢完成

9.4 站控系统发送报文要求

9.4.1 站控系统状态应说明下列内容：

- a) 站控系统满足自动换氢；
- b) 站控系统不满足自动换氢；
- c) 站控系统设备换氢过程故障。

9.4.2 换氢流程状态应说明以下内容：

- a) 待机状态；
- b) 换氢站启动换氢；

- c) 换氢站存入储氢模块;
- d) 换氢站取出储氢模块;
- e) 换氢流程结束。

9.4.3 站控系统回复换氢控制器请求内容应包括:

- a) 成功标识: 0—成功, 1—失败;
- b) 失败原因:
 - 1) 里程不足;
 - 2) 车辆状态不满足;
 - 3) 停车姿态不满足。

9.5 站控系统发送换氢完成

换氢完成后, 站控系统向换氢控制器发送换氢完成指令, 指导换氢控制器应答, 15 s未收到应答则作为异常结束。

9.6 换氢控制器登录请求上送要求

换氢控制器登录请求上送下列内容:

- a) 车辆状态 (状态: 熄火、ready; 档位: 其他、p 挡; 驻车制动: 松开、制动);
- b) 储氢模块信息;
- c) 运营公司、产权所属公司信息。

9.7 换氢控制器发送状态信息要求

9.7.1 锁止应有以下几种状态:

- a) 未解锁未锁止;
- b) 锁止位;
- c) 解锁位;
- d) 锁止故障。

9.7.2 换氢控制器应有以下几种状态:

- a) 正常;
- b) 故障。

9.8 换氢作业要求

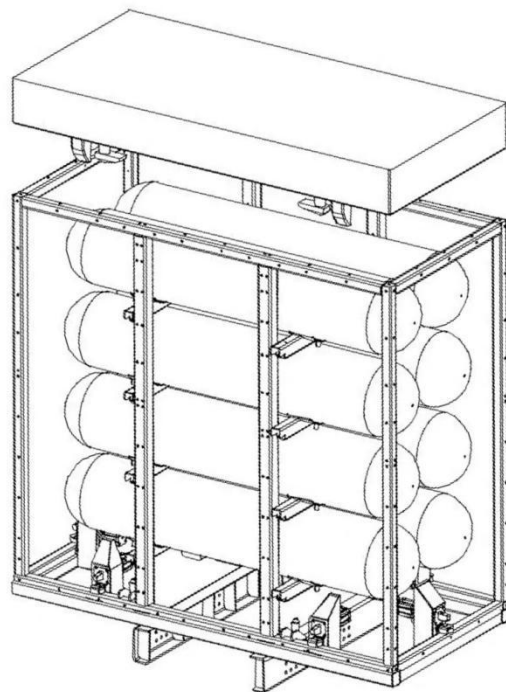
换氢作业流程和要求应符合附录G。

9.9 换氢氢气检验及结算要求

换氢氢气检验及结算要求应符合附录H和附录I。

附录 A
(规范性)
储氢模块结构要求

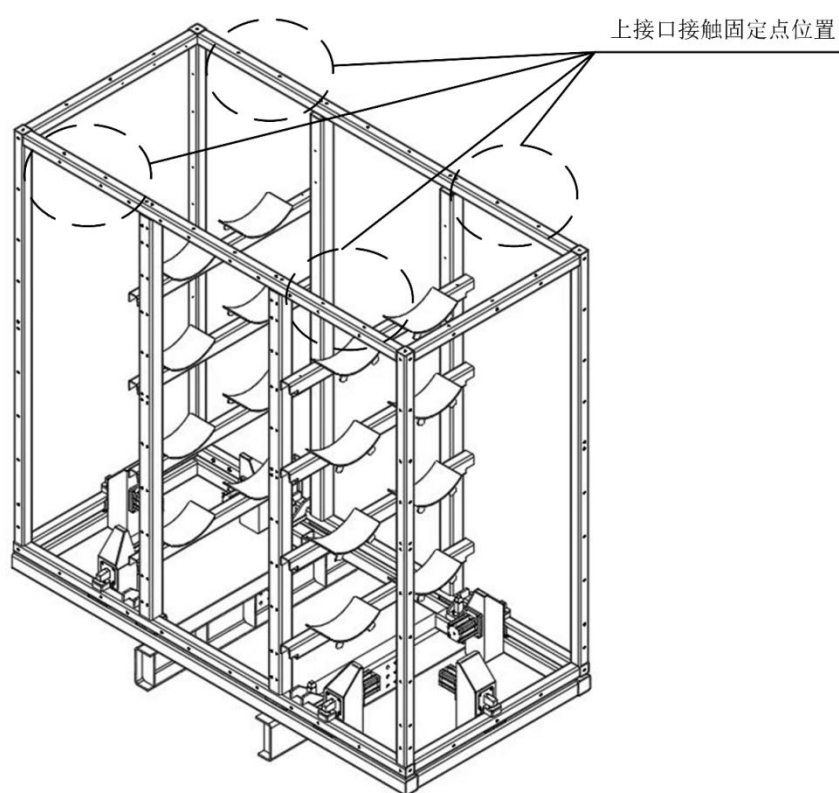
- A.1 储氢模块在结构上的设计及材料的选择应符合 GB/T 26990 及 GB/T 29729 中的要求。
- A.2 储氢模块的布置应保证车辆在空载、满载状态下的载荷分布符合 GB 7258 中的规定，见图 A.1 所示。



图A.1 储氢模块结构图

附录 B
(规范性)
储氢模块上接口结构要求

- B.1 储氢模块上接口应与换氢机构匹配，在满足储氢模块结构要求的基础上，上接口与吊具接触固定的部位应安全稳固且受力均匀。
- B.2 上接口需具备承受储氢模块整体重量的能力并避免换装过程中的晃动。
- B.3 储氢模块内部布置（如：气瓶、管路等）不应超过上接口的下部分结构，避免换装过程中与吊装装置发生干涉，造成隐患。

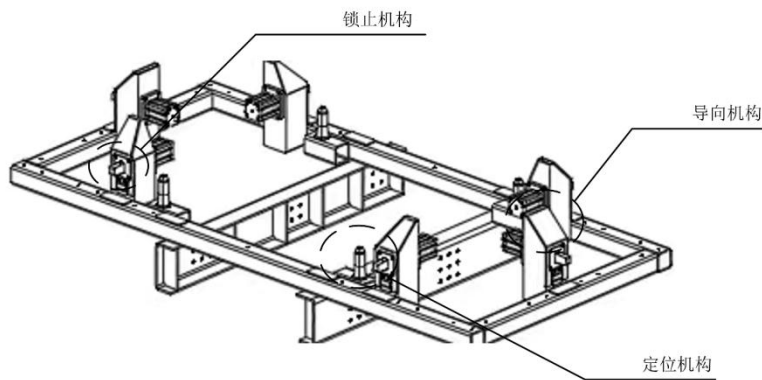


图B.1 储氢模块上接口结构图

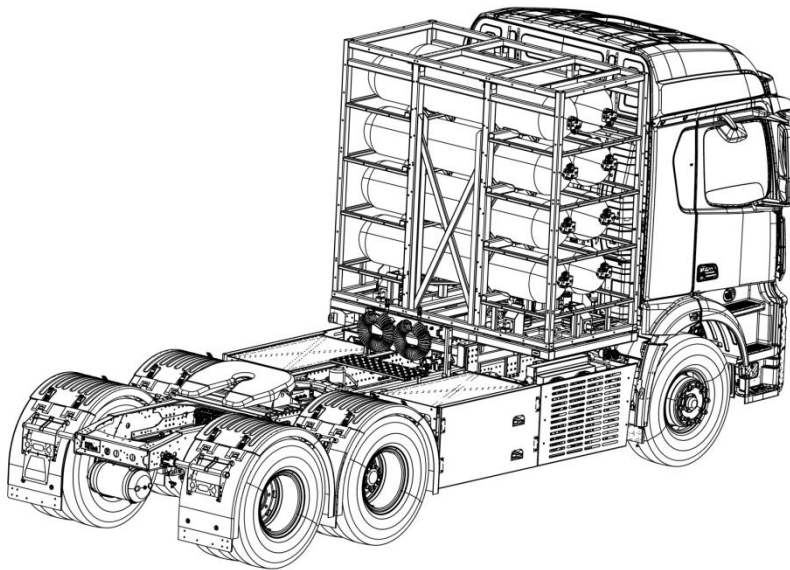
附录 C
(规范性)

储氢模块下接口及车载托架结构要求

- C.1 储氢模块下接口应与车载托架匹配，通过底座与背装式换氢货车进行锁止固定或解锁分离。
- C.2 在匹配储氢模块结构要求的基础上，车载托架应具备导向、定位及锁止功能，见图 C.1 所示。
- C.3 导向功能用于引导换装过程中的储氢模块准确坐落或吊离车载托架；定位功能用于辅助固定车载托架上的储氢模块；锁止功能用于锁定或解锁车载托架上的储氢模块。
- C.4 储氢模块下接口结构布置和车载托架的导向、定位及锁止机构相对应，见图 C.2 所示。



图C.1 车载托架的结构图



图C.2 储氢模块下接口、车载托架与车辆连接结构图

附录 D
(规范性)
储氢模块中气瓶的定期检验和报废

D.1 检验周期

D.1.1 气瓶的定期检验周期应符合TSG 23的有关规定。

D.1.2 气瓶使用过程中如遇到下列情况，应提前进行检验：

- a) 车辆发生火灾；
- b) 车辆遭受碰撞；
- c) 气瓶安装使用期间发生跌落或受到冲击；
- d) 储氢模块中气瓶因其他原因暴露于过热环境；
- e) 气瓶受损；
- f) 气瓶内氢气压力异常下降；
- g) 使用中出現异常的尖锐响声；
- h) 用户反映使用中出現异常的味道；
- i) 检验人员认为有必要提前检验的。

D.1.3 库存或停用时间超过一个检验周期的气瓶，启用前应进行检验。

D.2 检验要求

D.2.1 企业应检查和记录气瓶制造标志和检验标志。记录的内容至少应包括制造单位许可证编号或单位代码、气瓶制造标准、气瓶编号、制造年月、公称工作压力、水压试验压力、公称水容积、设计使用年限、设计循环次数、REE、瓶阀和TPRD端塞（若有，以下同）的制造单位和型号、上次检验日期及检验机构名称或代号等信息，对进口气瓶应记录国别。

D.2.2 未取得特种设备制造许可的制造单位生产的气瓶、制造标志模糊不清或项目不全又无据可查的气瓶、特种设备安全技术规范规定需报废的气瓶，登记后不予检验，应判定为报废。

D.2.3 自气瓶制造之日起，使用年限超过设计使用年限的气瓶，应判定为报废。

D.3 检验项目

D.3.1 气瓶定期检验项目应包括外观检查，内部检查、瓶口螺纹检查、水压试验、瓶网检查与装配、气密性试验。

D.3.2 检验机构应在气瓶检验前对储氢模块进行预检查，以便对储氢模块的安全状况做出初步判断。对首次检验的气瓶，检验机构可根据气瓶的使用状况及储氢模块预检查的结果确定是否进行拆卸检验。

D.3.3 若预检查的结果符合GB/T 42626的有关规定，检验机构可不拆卸气瓶完成检验，不拆卸气瓶的检验项目仅为外观检查。

D.3.4 若预检查的结果不符合GB/T 42626的有关规定，或者需要更换瓶阀的，则应将气瓶拆卸后，进行全部项目检验。

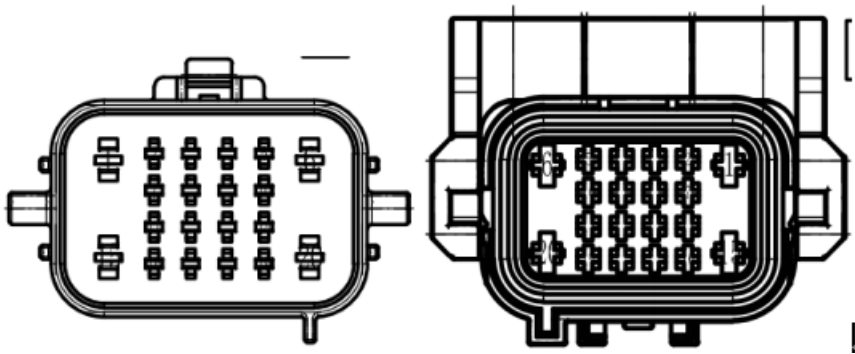
附录 E
(规范性)
换氢电信号连接器

E.1 特殊技术要求

- E.1.1 线束各导线端应有明显耐久的线号标志，例如：VOLT12-0.5R(1) 在标号管上只写到VOLT12。
- E.1.2 所有插件如有空余的引脚应塞好堵头；通讯线应采用屏蔽双绞线，屏蔽层不应接出，120Ω电阻应按要求配置。
- E.1.3 通讯线应采用带屏蔽层的双绞线；屏蔽层标号“PCV”应接到“与整车对接”的对应引脚。

E.2 基础技术要求

- E.2.1 线束中导线导通率应达到100%。
- E.2.2 导线应采用耐油、耐温、阻燃型薄壁导线。
- E.2.3 端子压接、电线接头应牢固可靠。
- E.2.4 线束中护套、波纹管、PVC胶布、热缩管的水平燃烧特性和垂直燃烧应分别符合GB/T 2408中的HB级和V-0级。
- E.2.5 线束中导线应按照GB/T 25085.3的抗延燃性试验后，燃烧火焰应在30 s内熄灭，试样上端应最少有50 mm绝缘/护套。
- E.2.6 线束尺寸极限偏差应按照QC/T 29106要求执行。
- E.2.7 换氢电信号连接器信号连接对应表及换氢连接器针脚线束定义和规格见表E.1。
- E.2.8 换氢电信号连接器氢系统端触头分布，及换氢连接器车辆端触头分布、结构尺寸及推荐安装面板尺寸见图E.1。



图E.1 换氢电信号连接器

- ^a 左侧为公头（整车端低压线束），右侧为母头（氢系统低压线束）；
- ^b 换氢过程中当公母头断开，两端皆应做好防水措施，避免系统短路。

表 E.1 换氢电信号连接器

连接器定义		氢系供电接口			整车端低压线束 20 PIN 公头 氢系统低压线束 20 PIN 母头 (配飞机扣)			
Pin 脚号	功能	信号类型	对应接口	额定电流 (A)	线号	I_{\max} (A)	导线线径 (mm ²)	备注
1	HMS 供电 1	电源	—	—	—	10	1.0	—
2	ON 信号	激活电	—	—	—	—	0.5	—
3	VCANH	通讯线	—	—	—	—	0.5	屏蔽双绞线 无 120 Ω 电阻
4	VCANL	通讯线	—	—	—	—	0.5	—
5	CAN 屏蔽层	—	—	—	—	—	0.5	预留
6	HMS 供电 2	电源	—	—	—	10	1.0	—
15	HMS 电源地 1	地	—	—	—	—	1.0	—
20	HMS 电源地 2	地	—	—	—	—	1.0	—

附录 F
(规范性)
氢气管路快速接头

F.1 氢气管路快速接头

F.1.1 设备端采用双卡套金属接头应符合GB/T 26990相关要求。

F.1.2 快速接头应由公头及母头组成，公头后端与氢燃料电池电堆通过氢气管路连接，母头后端属供氢系统，见图F.1所示。

F.1.3 接头尺寸：常见尺寸有1、1/2、3/8、1/4、1/8，尺寸应根据流量和管路尺寸选择。

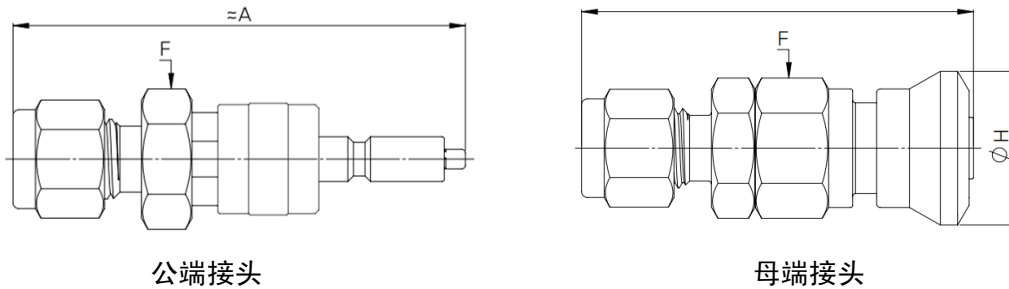
F.1.4 关断形式：双端关断（快插有单向阀，在断开连接时保持关闭）。

F.1.5 溢出及夹气：溢出是指断开快速接头时漏出的系统流体量，夹气是指在连接快速接头时进入系统的截留在管体和管茎之间的空气量。在20℃情况下，快速接头的溢出和夹气约为3 cm³。（具体数值会受到各种因素影响，如温度和快速接头规格型号）。

F.1.6 结构材料：主要由铜、306SS、316SS等材料组成。

F.1.7 快速接头操作流程及注意事项如下：

- a) 快速接头前应设置氢气过滤器；
- b) 在断开的管体和管茎上应设置管体和管茎保护器或防尘罩；
- c) 连接或断开的过程中应保持对准管体和管茎；
- d) 支撑悬挂软管或其它设备以防止侧载；
- e) 应定期对管茎密封O型圈添加润滑剂；
- f) 连接时不应旋转快速接头；
- g) 不应在断开的管体和管茎上插入无关的东西。



图F.1 氢气管路快速接头（双卡套金属接头）

附 录 G (规范性) 换氢作业技术要求

G.1 作业人员安全要求

- G.1.1 换氢作业人员应按有关规定持证上岗。
- G.1.2 换氢作业人员应了解所作业的气瓶及瓶内介质的特性、相关要求和发生事故时的应急处置技术。
- G.1.3 作业人员在作业中应经常检查气瓶安全情况，发现问题及时采取措施。
- G.1.4 作业人员应无色盲、无妨碍操作的疾病和其他生理缺陷，且应避免服用某些药物后影响操作或判断力的作业。

G.2 劳动防护要求

- G.2.1 作业单位应配备必要的劳动防护用品和现场急救用具。
- G.2.2 作业人员作业时，应穿戴相应的防护用具，并采取相应的人身机体保护措施。
- G.2.3 作业单位应负责定期对作业人员进行健康检查和事故预防、急救知识的培训。

G.3 换氢装置及安全要求

- G.3.1 换氢宜设置起吊设施，起吊设施的起吊重量应按吊装件的最大荷重确定；在爆炸危险区域内的起吊设施应采用防爆设施。
- G.3.2 更换储氢模块时，不应敲击、带压维修和紧固，不应超压，不应发生低于规定压力的状态。
- G.3.3 换氢装置应于每次使用前进行检查，并做好定期检验。

G.4 换氢场所安全要求

- G.4.1 换氢场所应远离有明火或散发火花的地点，周边至少10 m内不应有明火；避免在人员密集地段和交通要道邻近处操作，宜设置不燃烧体的实体围墙。
- G.4.2 换氢区域应通风良好。保证空气中氢气最高含量不超过1%（体积）。应采用机械通风的建筑物，进风口应设在建筑物下方，排风口应设在上方。
- G.4.3 建筑物顶部或外墙的上部应设气窗或排气孔。
- G.4.4 应设置固定式可燃气体检测报警仪，可燃气体检测报警仪的有效覆盖水平平面半径，室内宜为7.5 m，室外宜为15 m。
- G.4.5 换氢区域装卸平台地面应做到平整、耐磨、不出火花。
- G.4.6 换氢场所应按照GB 2894的规定，在换氢区域周围设置安全标识。

G.5 换氢作业流程

- G.5.1 换氢前应按照下列要求核对车辆就位：
 - a) 车辆行驶至入口处时核对车辆，如为可换氢车辆，将自动放行；如果不是，将拒绝入场；
 - b) 引导司机行驶至指定位置。
- G.5.2 换氢应按照下列要求准备工作：
 - a) 储氢模块状态确认信息收集与核对；
 - b) 车辆信息确认信息收集与核对；
 - c) 车辆熄火状态确认；
 - d) 发送计费用的氢气压力、温度等参数；
 - e) 换氢电信号连接器及氢气管路断开；
 - f) 起吊装置对接；

T/NMSP 4—2023

- g) 锁止机构解锁；
- h) 换氢机构执行原储氢模块吊离工作；
- i) 新储氢模块脱离换氢站车载托架；
- j) 新储氢模块核对位置无误后落座，锁止机构上锁；
- k) 换氢电信号连接器及氢气管路快速接头对接；
- l) 发送计费用的氢气压力、温度等参数；
- m) 置换作业后检漏。

附 录 H
(规范性)
氢气检验规则

- H.1 储氢模块中的氢气应按照 GB/T 37244 的要求执行。
- H.2 氢气产品的采样、判定和复验应按照 GB/T 3634.1 的规定执行。
- H.3 采样中的安全事项应符合 GB/T 3723 规定。
- H.4 气体样品的采样原则及一般规定应符合 GB/T 6681 规定。
- H.5 压缩气体应使用针形阀减压后经采样管送入检测设备。
- H.6 应严格保证采样气路的气密性，宜采用金属管道，严防环境气体对样品的污染。

附录 I
(规范性)
氢气计算及结算

1.1 充装

- 1.1.1 充装现场应符合GB/T 14194中的作业环境要求，且应取得相应的充装许可。
- 1.1.2 在进行充装前，应对气瓶进行检查，检查的项目和标准应按照GB/T 42626的要求执行。
- 1.1.3 检查后判定气瓶在一级损伤以下的方可进行充装，损伤二级和损伤三级的不应进行充装。

1.2 换氢氢耗计量方法

- 1.2.1 储氢模块应安装可用于计量的压力表与温度计。
- 1.2.2 依据计入温度压力补偿系数的公式计算出的换氢质量进行结算。
- 1.2.3 具体采用的计量方式为：

$$Q = \frac{(0.01P_2+1) \times V_2 \times 294.15}{(273.15+T_2) \times Z_2} - \frac{(0.01P_1+1) \times V_1 \times 294.15}{(273.15+T_1) \times Z_1} \dots\dots\dots (I.1)$$

$$M = Q/11.122$$

式中：

- Q——实际换得的氢气量，单位为标立方 (Nm³) ；
- M——实际换得的氢气量，单位为公斤 (kg) ；
- P₂——新换的满瓶组的压力，单位为千帕 (kPa) ；
- P₁——空瓶组的压力，单位为千帕 (kPa) ；
- V₂——新换的满瓶组的水容积，单位为立方米 (m³) ；
- V₁——空瓶组的水容积，单位为立方米 (m³) ；
- T₂——新换的满瓶组内气体的温度，单位为摄氏度 (°C) ；
- T₁——空瓶组内气体的温度，单位为摄氏度 (°C) 。
- Z₁——空瓶组在换氢时的压缩因子
- Z₂——满瓶组在换氢时的压缩因子

注：Z是氢气的压缩系数，该系数值可根据温度和压力在“氢气压缩系数表”中查询得到。

- 1.2.4 一个气态标准立方米 (Nm³) 是指在0 °C条件下，1.013 bar压力时所测得的一个立方米气体。如需单位转换，将按表I.1进行：

表 I.1 温度压力补偿系数

气体类型	千克 kg	标立方 Nm ³
H ₂	1.000	11.122
	0.090	1.000
	0.071	0.789

1.3 氢耗结算程序

换氢系统的结算点应设置离开换氢底座开关为起始点，重新回到换氢底座开关为终止点。期间消耗氢气应按I.2中算法结算，若剩余氢气量大于该储氢模块离开换氢底座时记录的起始氢气量，则按零计算。