

# 《汽车用液化天然气（LNG）气瓶使用规范》

## 团体标准编制说明

### 一、项目概况

在十九大之后，生态文明建设上升到国家战略，燃气汽车作为清洁能源汽车，也迎来了发展机遇。因燃气汽车在国六阶段较柴油车有较大的技术和成本优势，在国家蓝天保卫战和柴油机污染治理攻坚战中，都明确提出要推广使用达到国六标准的燃气汽车。截止 2020 年底，我国国六燃气汽车产品累计有效公告数已达 1434 个，新产品发展力强劲，特别是重型 LNG 商用车市场得到了快速发展。

燃气汽车向 LNG 重卡发展，2020 年 LNG 重卡销量 14.2 万辆，同比增长 22.3%。

燃气重卡发动机从 10 升向 13 升及以上大排量发动机发展。2020 年，13L 及以上动力占了天然气重卡发动机市场的 89.86%，11-12L 动力占了 6.68%，10L 以下排量的发动机只占了 3.46%。根据市场需要目前已在开发 15 升大功率燃气发动机。

为了满足大功率及重型车辆能耗，保障车辆的续驶里程，LNG 气瓶从 500 升以内向 1000 升、1350 升及 1500 升大容量气瓶发展。

而现有车 LNG 气瓶容积大小标准规定在 150 升至 500 升，所以规范汽车用 LNG 气瓶的容积、规格、参数等要求是行业健康规划发展的需要。

### （一）任务来源及标准组单位

中国汽车工业协会于 2021 年 6 月 21 日发布《中国汽车工业协会关于 2021 年第三批团体标准的通知函》（中汽协函字【2021】292 号），项目计划号：2021-37，由中国汽车工程研究院股份有限公司牵头，张家港中集圣达因低温装备有限公司、中国特种设备检测研究院、陕西重型汽车集团有限公司、浙江吉利新能源商用车集团有限公司、一汽解放汽车有限公司、中国重型汽车集团有限公司、长春致远新能源装备股份有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、潍柴动力股份有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、重庆特种设备检测研究院、重庆凯瑞动力科技有限公司等 13 家单位参与编写。

## （二）标准编制的必要性和意义

燃气重卡发动机从 10 升向 13 升及以上大排量发动机发展，为了满足大功率及重型车辆能耗，保障车辆的续驶里程，LNG 气瓶从 500 升以内向 1000 升、1350 升及 1500 升大容量气瓶发展。

而 GB/T 34510—2017《汽车用液化天然气气瓶》中规定的气瓶容积为 150 升至 500 升，现有气瓶标准已不能满足 LNG 重卡市场发展需要，为此制订行业团体标准以满足并规范行业发展需求。一是使现有大容积 LNG 气瓶使用有法可依，二是对 LNG 气瓶进行规范以保障行业技术有序发展。

## 二、编制过程

### （一）调研论证

2020 年 9 月 7 日至 2021 年 3 月 11 日，先后走访了潍柴动力股份有限公司，中国重型汽车集团有限公司及陕西重型汽车集团有限公

司等 LNG 整车及发动机企业，以及 LNG 气瓶企业中集圣达因和张家港富瑞公司调研，就有关 LNG 整车技术现状及市场发展状况，车用 LNG 气瓶技术现状和发展方向，LNG 气瓶技术规范团体标准等相关议题进行了调研。通过调研，形成了制订车用 LNG 气瓶使用规范团体标准共识，并向中国汽车工业协会申请了预立项，于 2021 年 4 月 8 日召开了行业专家论证会。

### 1、LNG 重卡发动机及整车技术现状及发展趋势

目前大型重型燃气发动机以 13 升为主，技术向缸内直喷双燃料技术 HPDF 方向发展。下一步将采用缸内直喷+双燃料稀燃技术路线研发 15 升大排量高马力重型燃气发动机。

LNG 重卡多数为 1000 升、1350 升或 1500 升 LNG 气瓶，并有专用物流车开发集成 2 只 1000 升加 2 只 250 升气瓶组共 25400 升的超大容积 LNG 重卡产品。所以规范大容积 LNG 气瓶标准是市场和企业发展的需要。

### 2、车用 LNG 气瓶技术现状及发展方向

汽车用 LNG 气瓶技术是成熟的，且向大容积气瓶方向发展。

2018 年前车用 LNG 气瓶基本上都是按照国标 GB/T 34510-2017《汽车用液化天然气气瓶》标准，车用 LNG 气瓶容积为 150 升至 500 升，产品多为 450 升及 500 升。

2019 年开始，随着国六重卡市场的突破性发展，车用 LNG 气瓶向 1000 升至 1350 升发展，最大已到 1500 升。车用 LNG 气瓶市场主要以大容积气瓶为主。

### 3、车用 LNG 气瓶技术规范团体标准的必要性

目前车用 LNG 气瓶除满足 GB/T 34510 常规气瓶容积标准外，市场上已发展出了 750 升，1000 升、1350 升及 1500 升等大容量车用 LNG 气瓶。

500 升以内 LNG 气瓶主要是供应客车使用和少量货车配置，而 1000 升以上大容量气瓶主要是配置 LNG 重型卡车。重卡大容量气瓶约占 LNG 车用气瓶的 85%左右。

为了满足市场使用要求，目前各气瓶厂商通过制订大容量 LNG 气瓶企业标准，经全国气瓶标准化技术委员会审核备案后生产，通过特种装备检测机构定型试验和产品批量检验合格后放可销售使用。

大容量车用 LNG 气瓶在生产，销售环节是满足特种设备相关要求的。但在整车使用环节还没有相关标准规范作为使用的依据，为此燃气汽车专业委员会拟牵头制定汽车工业协会团体标准《车用液化天然气（LNG）气瓶使用规范》，该标准的制定是及时的，必要的，使车用大容量 LNG 气瓶有标准规范可依。

气瓶生产企业和 LNG 整车生产企业完全同意，支持并参与相关车用 LNG 气瓶使用规范团体标准制定工作。

### 4、专家论证

2021 年 4 月 8 日，9 名来自燃气汽车整车、发动机、零部件及检测机构等领域的专家，按照中汽协会团体标准立项论证的有关要求，对《汽车用液化天然气（LNG）气瓶使用规范》团体标准进行了论证。经过项目汇报、现场问答和专家论证等环节，通过专家组 9 名专家表

决同意立项。

## **（二）标准文本的编写情况**

2021年4月19日至23日走访安徽华菱汽车有限公司、北京北汽福田汽车股份有限公司，对标准起草工作进行了讨论，形成工作组讨论稿。

2021年5月18日在长春致远组织召开了中国汽研、一汽解放、吉林大学及长春致远多位专家领导参加“标准草案长春研讨会”，对标准内容和指标进行了补充和完善，形成了标准初稿。

2021年6月20日，原计划在北京中国特检院召开“标准内容北京研讨会”，因疫情影响会议改为小范围标准内容讨论会，通过讨论，文本中增加了静态蒸发率稳定性指标要求。

2021年7月，在行业中对标准草案征求意见，并根据意见反馈进行草案修改。

2021年8月，通过多次内部评审并召开了标准草案文本审稿会，形成征求意见稿。

2021年9月，将征求意见稿报中国汽车工业协会进行公示并公开征求意见。

## **三、主要技术内容**

### **（一）气瓶容积指标的确定**

气瓶容积规格150升至500升定义为常规气瓶，按GB/T 34510—2017《汽车用液化天然气气瓶》中规定的气瓶容积规定。

公称容积 $V$ L	150~200	200~300	300~500
推荐的内胆公称直径 $D_v$ mm	300~450	450~550	550~750

550 升至 1500 升气瓶定义为大容积气瓶,其容积规格主要为 1000 升、1350 升和 1500 升规格,所以容积规格划分为 550-1000 升,1050-1500 升,公称容积取 50 的整数倍。

公称容积 $V$ L	550~1000	1050~1500
推荐的内胆公称直径 $D_v$ mm	750~850	850~1100

## (二) 性能参数指标的确定

气瓶性能参数指标主要是规定气瓶的静态蒸发率、真空夹层漏率和漏放气速率。

参照 GB/T34510 常规气瓶静态蒸发率及行业大容积气瓶的静态蒸发率确定了本规范指标。

公称工作压力 1.0 MPa~1.6 MPa 气瓶的静态蒸发率如下表所示。

公称容积 $V$ L	150	175	200	300	450	500	750	1000	1350	1500
静态蒸发率 $\eta$ $\leq\%/d$	3.48	2.88	2.76	2.64	2.52	2.4	2.2	2.0	1.5	1.4
注 1: 公称容积为推荐参考值; 注 2: 静态蒸发率指液氮的静态蒸发率。										

气瓶真空夹层漏率和漏放气速率按照标准要求，所有规格气瓶真空夹层漏率不大于  $6 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ，漏放气速率不大于  $6 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

为了规范行业气瓶质量稳定性，提出了气瓶静态蒸发率稳定性要求指标。

车用LNG气瓶装上卡车后需要运行相当长的一段时间，气瓶的性能逐渐恶化是必然趋势，不管是气瓶制造单位还是最终在车上的使用者，都希望气瓶的性能恶化缓慢，这就涉及到一个如何评价气瓶性能恶化的问题。如果按照车用LNG气瓶的产品标准，需要考察低温真空度、漏放气速率、夹层漏气速率以及静态蒸发率，然而当气瓶安装到车上后，由于检测低温真空度、漏放气速率、夹层漏气速率这三项都需要采用特制工装将夹层真空封堵打开，而打开夹层封堵不可避免的会造成漏气等外部因素对气瓶的实际状态产生影响，如此不仅会造成检测对气瓶真实状况不能客观反应，而且容易导致各方对检测结果的争议。因此，综合考虑在对车用LNG气瓶检测时候就只对气瓶静态蒸发率进行测试，这么考虑的依据有如下几点：第一，静态蒸发率测试时候不用特制工装打开真空封堵连同真空夹层，对气瓶完全排除了人为因素的干扰；第二，气瓶运行过程中真空性能降低、结构上出现变形导致冷热物件直接接触传热增大、绝热层溃散或者自我破损等原因都会造成气瓶绝热性能降低，最终导致蒸发率增大，所以，采用静态蒸发率测试是对气瓶综合性能好坏的反应。

定检标准GB/T 34347-2017 《低温绝热气瓶定期检验与评定》中关于车用LNG气瓶3年定检静态蒸发率指标与产品标准GB/T

34510-2017 《汽车用液化天然气气瓶》中关于车用LNG气瓶静态蒸发率指标的比值约为1.67，即3年静态蒸发率增加了67%。从产品的实际运行规律看，可以按照定检周期分为3年，第一年允许下降30%，第二年允许下降50%，第三年允许下降67%。但随着LNG气瓶技术的不断进步和成熟，为提高车用LNG气瓶质量要求，拟将三年静态蒸发率稳定性指标要求为，第一年下降20%，第二年下降33%，第三年下降45%。

#### 四、试验验证情况说明

2021年6月15日至29日在中国特种设备检测研究院，对车用LNG气瓶使用规范团体标准中所涉及到的真空夹层漏气速率、漏放气速率及静态蒸发率三个参数指标进行了测试验证。

真空夹层漏气速率是指单位时间内漏入真空夹层的气体量，单位为  $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

漏放气速率是气瓶夹层放气速率与漏率之和，单位为  $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。放气速率为常温状态下气瓶真空夹层中各种材料在单位时间内解吸的气体量。

静态蒸发率是气瓶在充装至最大允许量的低温液体静置48h后，24h内自然蒸发损失的低温液体质量和气瓶有效容积下低温液体质量的百分比，换算为标准环境下（20℃，1atm）的蒸发率值，单位为%/d。

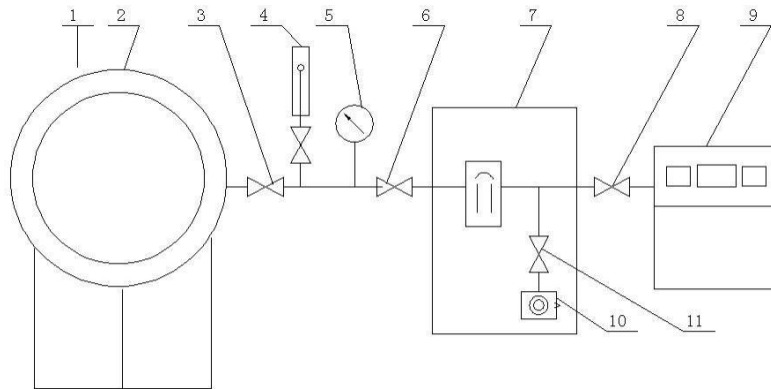
##### 一）试验测试方法

##### 1、真空夹层漏气速率测试

##### 1) 试验方法和装置

真空夹层漏气速率的测量采用无分流检测法，其原理图如图1

所示。



1- 低温气瓶；2-氮罩；3-低温气瓶真空阀；4-标准漏孔；5-真空规管；  
6-检测阀；7-真空机组；8-检漏阀；9-氦质谱检漏仪；10-辅助泵；11-分流  
阀

图 1 漏气速率系统试验装置原理图

## 2) 测量步骤

### (1) 仪器校验：

验证仪器最小可检漏率测量；

开启检漏仪，关闭检漏阀，检漏仪保持最佳工作状态；

关闭检漏仪标准漏孔，测出 2min 内的本底噪声  $\Delta N_n$ ；

读出仪器本底显示数  $N_0$ ；

### (2) 连接 LNG 气瓶：

按图 1 连接 LNG 气瓶，根据被检件容积的大小选择配置相适应的检漏系统，标准漏孔应安装在被检件真空阀一端；

在 LNG 气瓶真空阀和检漏阀未开启的状态下启动真空机组及检漏仪，打开检漏阀和低温气瓶真空阀；

### (3) LNG 气瓶漏率测试：

a. 打开低温气瓶真空阀、检测阀，记录本底指示值；

b. 用氮罩将整个低温气瓶罩住，将氦气充入氮罩内；如图 2 所

示。

c. 在规定的观察时间内读出并记录检漏仪输出指示值。观察时间一般不少于 10min;

d. 测量完毕，关闭低温气瓶真空阀。

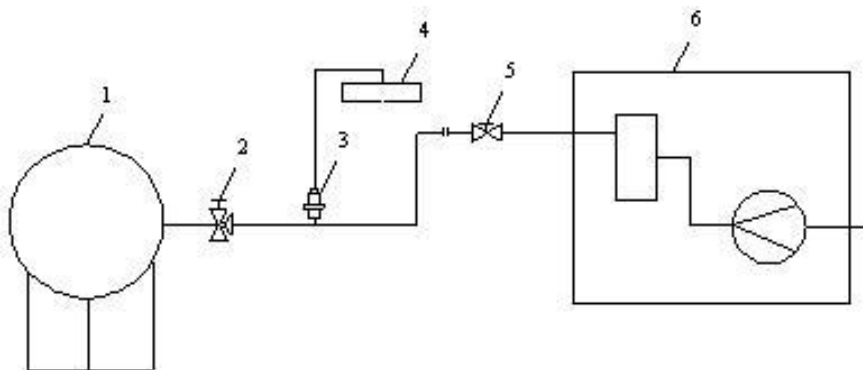


图 2 真空夹层漏气率装置图

## 2、漏放气速率测试

### 1) 试验方法和装置

真空夹层漏放气速率的测量采用直接测量法，测量装置原理图见图 3。



1—低温气瓶 2—被检件真空阀 3—带高真空密封法兰的金属高真空规管 4—真空计 5—抽气系统真空阀 6—真空机组

图 3 真空夹层漏放气速率测量装置原理图

## 2 ) 测量步骤

(1) 被检 LNG 气瓶已达到封口真空的状态。

(2) 关闭被检 LNG 气瓶真空阀和抽气系统真空阀，压力平衡后，记录稳定后的连通空间初始真空度和时间。

(3) 试验持续时间为 24 小时。

(4) 测量完成后打开被检低温气瓶真空阀和抽气系统真空阀，重新对被检低温气瓶抽空至原真空度值。

漏放气速率测试装置如图 4 所示。

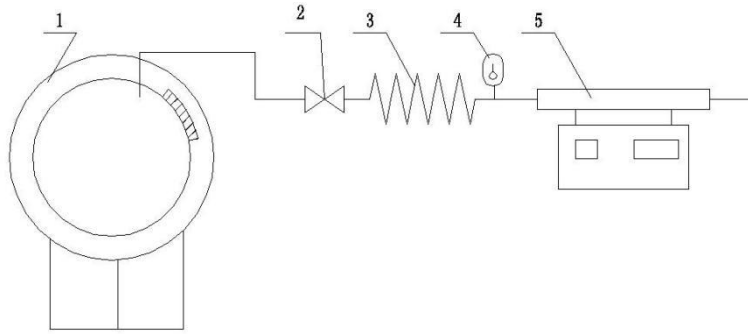


图 4 漏放气速率测试装置图

## 3、静态蒸发率测试

### 1) 试验方法和装置

采用气体质量流量计测定在单位时间内由低温气瓶中液体挥发后通过流量计的气体流量，测量装置见图 5。



1-低温气瓶 2-放空管阀 3-换热器 4-温度计 5-气体质量流量计

图5 静态蒸发率测量装置原理图

## 2) 测量步骤

(1) 采用液氮作为试验介质。

(2) 测量时液氮充满率应为额定容积的 90%，记录共充装液氮重量 XXkg。

(3) 充液结束后开始静置 48h，静置期间应打开真空绝热深冷设备的放空阀。

(4) 当内胆表压力接近为零时接入流量计。流量计接入后除了放空阀打开外，其他被检件的阀门均处于关闭状态。

(5) 静置后开始测试记录，且应不大于 1h 的时间间隔采集、记录流量计示值、环境温度、大气压力、流量计入口温度和压力，且记录数据的时间应为 24h。测得平均蒸发量 Xkg/d。

(6) 计算静态蒸发率。加液总量 XXkg 除以平均蒸发量 Xkg，静态蒸发率为 X%/d。

静态蒸发率测试装置如图 6 所示。



图 6 气瓶蒸发率测试装置图

## 二) 指标测试验证结果

### 1、1000 升 LNG 气瓶指标测试验证

测试气瓶是某 LNG 气瓶生产企业送检的一批 1000 升车用 LNG 气瓶，气瓶型号为 CDPW850-1000-1.4，其主要参数如下表所示：

项 目	单 位	主要参数
气瓶品种	/	汽车用大容积液化天然气气瓶
气瓶型号	/	CDPW850-1000-1.4
充装介质	/	LNG
气瓶规格	mm	外径： 908 ； 长度： 2119
公称容积	L	1000
有效容积	L	900
夹层容积	L	197.5
主体材料	/	内胆： 06Cr19Ni10； 外壳： 06Cr19Ni10
内胆工作压力	MPa	1.4
内胆试验压力	MPa	2.8

三项主要性能参数测试结果如下：

试验项目	试验结果	标准
真空夹层漏放气速率, Pa · m <sup>3</sup> /s	6.58×10 <sup>-8</sup>	≤6×10 <sup>-7</sup>
真空夹层漏率, Pa · m <sup>3</sup> /s	1.77×10 <sup>-8</sup>	≤6×10 <sup>-8</sup>
静态蒸发率, %/d	1.53	≤2

三项指标都是在标准设定值的范围内,说明标准设定值是符合行业产品现状要求。

## 2、1350 升 LNG 气瓶指标测试验证

测试气瓶是某 LNG 气瓶生产企业送检的一批 1350 升车用 LNG 气瓶, 气瓶型号为 CDPW1000-1350-1.45, 其主要参数如下表所示:

项 目	单 位	主要参数
气瓶品种	/	汽车用大容积液化天然气气瓶
气瓶型号	/	CDPW1000-1350-1.45
充装介质	/	LNG
气瓶规格	mm	外径: 1058; 长度: 2207
公称容积	L	1350
有效容积	L	1201
夹层容积	L	295
主体材料	/	内胆: S30408; 外壳: S30408
内胆工作压力	MPa	1.45
内胆试验压力	MPa	2.90

三项主要性能参数测试结果如下:

试验项目	试验结果	标准
真空夹层漏放气速率, Pa · m <sup>3</sup> /s	2.88×10 <sup>-8</sup>	≤6×10 <sup>-7</sup>
真空夹层漏率, Pa · m <sup>3</sup> /s	4.54×10 <sup>-9</sup>	≤6×10 <sup>-8</sup>
静态蒸发率, %/d	1.39	≤1.5

三项指标都是在标准设定值的范围内,说明标准设定值是符合行业产品现状要求。

## 3、1500 升 LNG 气瓶指标测试验证

测试气瓶是某 LNG 气瓶生产企业送检的一批 1500 升车用 LNG 气瓶, 气瓶型号为 CDPW1000-1350-1.45, 其主要参数如下表所示:

项 目	单 位	主要参数
气瓶品种	/	汽车用大容积液化天然气气瓶
气瓶型号	/	CDPW1050-1500-1.6
充装介质	/	LNG
气瓶规格	mm	外径：1108；长度：2257
公称容积	L	1500
有效容积	L	1335
夹层容积	L	319
主体材料	/	内胆：06Cr19Ni10；外壳：06Cr19Ni10
内胆工作压力	MPa	1.60
内胆试验压力	MPa	3.20

三项主要性能参数测试结果如下：

试验项目	试验结果	标准
真空夹层漏放气速率，Pa·m <sup>3</sup> /s	1.66×10 <sup>-8</sup>	≤6×10 <sup>-7</sup>
真空夹层漏率，Pa·m <sup>3</sup> /s	8.54×10 <sup>-10</sup>	≤6×10 <sup>-8</sup>
静态蒸发率，%/d	1.19	≤1.4

三项指标都是在标准设定值的范围内，说明标准设定值是符合行业产品现状要求。

## 五、主要技术内容的确定及依据

本标准文件是一个使用规范性文件，主要立足点是规范车用 LNG 气瓶的容积，使车用 LNG 气瓶有标准规范可依。所以标准文本第七项内容“气瓶规格”进行了规范。

定义满足 GB/T 34510 的常规气瓶容积 150-500 升，550-1500 升为大容积气瓶。

其次，通过本标准文本介绍 LNG 常识，对 LNG 理化特性有个基本认识，为此标准文本第四项内容“液化天然气（LNG）特化特性”。

规范了 LNG 的一般特性和存贮特性。

第三，通过标准文本介绍车用 LNG 气瓶结构原理及工作特性，为此标准文本第五项内容“车用 LNG 气瓶特性”。规范了气瓶的结构原理和瓶阀的安装位置。

第四，通过标准文本介绍气瓶结构形式及产品型号编码规则，为此标准文本第六项内容“气瓶形式和产品型号”。规范了气瓶结构形式和产品型号。

第五，通过标准文本介绍气瓶基本参数，为此标准文本第八项内容“气瓶基本参数”。规范了气瓶真空夹层漏率不大于  $6 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ，漏放气速率不大于  $6 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  指标，150 升至 1500 升各规格的静态蒸发率及静态蒸发率稳定性要求。气瓶静态蒸发率稳定性指标以该型号气瓶定型试验测试的静态蒸发率为基准，第一年静态蒸发率下降不大于 20%，第二年下降不大于 35%，第三年下降不大于 45%。

第六，作为使用规范性标准文本，在车用 LNG 气瓶使用及维护保养等内容需要进行规范说明，从而形成了标准文本第九项“气瓶使用规定”及第十项“气瓶的日常维护保养”内容。

1、在标准文本阶段形成过程中，在调研的基础上，工作组首先进行文本内部讨论，确定了使用规范文本的基本框架大纲，并由中国汽研负责形成标准初稿。

2、通过长春标准研讨会，对 LNG 气瓶结构形式等标准内容进行了补充和完善。

3、通过北京标准内容讨论会，对静态蒸发率稳定性要求提出了

多种意见方案，经过讨论，采用了更高指标要求方案。即三年检测指标从 67%提高到 45%，并在此基础上提出了一年、二年稳定性指标要求。

4、通过征求意见，对使用要求进行了补充完善。

通过书页征求意见和电话交流，收到了产好的意见建议。对草案文本进行了修改补充和完善。

序号	原草案项	原草案文本内容	修改意见建议	备注
1	4.1 一般特性	热值 50MJ/kg，天然气热值 38MJ/m <sup>3</sup>	建议区分是高热值还是低热值	
2	5 车用 LNG 气瓶特性	为汽车自动提供连续的天然气	建议删除，有歧义	
3	9.1.3	将气瓶编码与整车车架编码对应	建议改为车辆识别代号(VIN)	
4	9.2.1	真空丧失	建议量化描述	
5	9.2.3	委托有关单位	改为“具有检测资质的单位”	
		严禁私自维修气瓶，气瓶的维修应由有制造资格的厂家或在其指导下委托的有关单位进行维修	瓶规的规定是：气瓶的维修应由有制造资格的厂家，没有在其指导下委托的有关单位进行维修，否则杜绝不了气瓶维修混乱	
6	10.2	定期对各附件连接处附件进行检漏	建议改为“管路密封性检查”，并增加检漏方法	

## 六、与现行法律法规和政策标准的协调性

本标准规范是对现有标准的补充，是行业性规范性使用文件，与现行国家标准、行业标准没有冲突，并注重标准之间的协调配套。

## 七、贯彻标准的要求和措施建议

1、本标准一经发布，将率先主要在车用 LNG 气瓶生产企业、LNG 整车生产企业及气瓶特检机构进行宣贯，以达到行业规范性要求。

2、本标准将通过日常宣传中，向 LNG 汽车用户及 LNG 汽车全产业链贯彻执行。

3、本标准为你推荐性团体标准，建议标准发布后组织宣贯实施。

## 八、其他应说明的事项

无

标准起草工作组

2021 年 9 月 29 日