ICS 17.120
A 53

中华人民共和国国家标准

GB/T 36126—2018

汽车用液化天然气加气机

Liquefied natural gas dispenser for vehicle

2018-05-14 发布　　2018-12-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅰ
引言 …… Ⅱ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　技术要求 …… 3
5　试验方法 …… 8
6　检验规则 …… 14
7　包装、运输和贮存 …… 16
附录 A（资料性附录）　液化天然气加气机工作原理 …… 17
附录 B（规范性附录）　质量法低温液体流量标准装置 …… 18
附录 C（规范性附录）　标准表法低温液体流量标准装置 …… 19

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本标准主要起草单位:中国测试技术研究院、重庆市计量质量检测研究院、成都华气厚普机电设备股份有限公司、四川中测流量科技有限公司、艾默生过程控制有限公司、四川金星清洁能源装备股份有限公司、沈阳计量测试院、南京新冶电气工程有限公司、成都深冷凌泰机电科技有限公司、托肯恒山科技(广州)有限公司、重庆厚海能源设备制造有限公司、重庆巨创计量设备股份有限公司、新疆金康达能源设备有限公司。

本标准主要起草人:赵普俊、熊茂涛、王硕、张俊、刘缙林、赵理、高宇、吴涛、马立强、刘亚东、沈孟山、张材、任兴平、刘伟、王继洼。

引　言

本标准主要参照 GB/T 19237《汽车用压缩天然气加气机》、JJG 1114《液化天然气加气机检定规程》、JJF 1524《液化天然气加气机型式评价大纲》和国际建议 R81:2006《低温液体的动态测量设备及系统》(Dynamic measuring devices and systems for cryogenic liquids)。

汽车用液化天然气加气机

1 范围

本标准规定了汽车用液化天然气加气机(以下简称加气机)的范围、规范性引用文件、术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、包装、运输和贮存。

本标准适用于汽车用液化天然气加气机的设计、制造及验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 150.4 压力容器 第4部分:制造、检验和验收

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Db:交变湿热(12 h+12 h循环)

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB 3836.2 爆炸性环境 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的设备

GB 3836.3 爆炸性环境 第3部分:由增安型“e”保护的设备

GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的设备

GB 3836.9 爆炸性环境 第9部分:由浇封型“m”保护的设备

GB 3836.11 爆炸性环境 第11部分:由隔爆外壳“d”保护的设备最大试验安全间隙测定方法

GB/T 4798.2 电工电子产品应用环境条件 第2部分:运输

GB 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分:通用技术

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验与测试技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验与测试技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验与测试技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验与测试技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验与测试技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 18442.1 固定式真空绝热深冷压力容器 第1部分:总则

GB/T 25986 汽车用液化天然气加注装置

GB 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

GB 50156 汽车加油加气站设计与施工规范

GJB 2253A 氮气和液氮安全应用准则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

汽车用液化天然气加气机　liquefied natural gas dispenser for vehicle

为汽车提供 LNG(液化天然气)加注的液化天然气测量系统,一般由低温流量计、控制阀、加气枪、回气枪、加气软管、回气软管以及电子计控器、辅助装置等组成。

注:加气机的工作原理参见附录 A。

3.2

LNG 储气容器　LNG vessel

用于储存和供应 LNG 燃料的真空绝热深冷压力容器。

3.3

加气口　filling receptacle

储气容器上用于与加气枪连接进行 LNG 燃料加注的连接部件。

3.4

回气口　reclaiming receptacle

储气容器上用于与回气枪连接进行余气回收的连接部件。

3.5

循环口　circulation receptacle

加气机上用于与加气枪连接后进行预冷循环的连接部件。

3.6

加气枪　fueling nozzle

加气机上用于连接加气口或循环口,且符合 GB/T 25986 要求的手工操作快装接头。

3.7

回气枪　reclaiming nozzle

加气机上用于连接回气口,且符合 GB/T 25986 要求的手工操作快装接头。

3.8

拉断保护装置　breakaway protection device

加气机的专用保护装置,安装在加气软管和回气软管上,在额定拉脱力作用下可断开成两段。

3.9

紧急停机装置　emergency shutdown device

加气机的专用保护装置,一般安装在加气机的明显位置。紧急情况下人工触发后,能执行相应关断逻辑,切断或隔离 LNG 燃料来源,并关闭由于继续运行将导致事故加剧和扩大的设备。

3.10

电子计控器　electronic computer

加气机的计算和控制装置,可接受流量计传输的流量电信号和压力传感器传输的压力电信号等,并按设定的参数运算;可进行数据的传送和显示操作,并自动判断和控制流体的流动;具有回零功能、付费金额指示功能等,还可实现计量误差的调整。

3.11

辅助装置　ancillary device

加气机上用以实现特殊功能的装置,通常有预置功能、打印功能等。

3.12

最小质量变量　minimum quality variable

加气机显示质量的最小变化量。

3.13

低温流量计　cryogenic flowmeter

加气机中用于测量低温液化气体(介质温度一般≤－100 ℃,如液氮、LNG 等)的流量计。包括测量加气量的液相流量计和用于测量回气量的气相流量计。

3.14

质量法低温液体流量标准装置　cryogenic liquids flow standard facilities by weighing method

以低温液化气体(如液氮或 LNG)为试验介质,采用质量法原理确定被检流量仪表计量性能的流量标准装置。装置一般由流体源、试验管路系统、标准器以及辅助设备等组成。

3.15

标准表法低温液体流量标准装置　cryogenic liquids flow standard facilities by master meter method

以低温液化气体(如液氮或 LNG)为试验介质,在相同的时间间隔内连续通过标准流量计和被检流量计,用比较的方法确定被检流量计的计量性能的流量标准装置。装置一般由流体源、试验管路系统、标准流量计、流量调节阀以及辅助设备等组成。

4　技术要求

4.1　一般要求

加气机一般应满足:

a)　加气机内与 LNG 接触的所有设备和管道组成件的材质应符合液化天然气低温管道设计规范。

b)　加气机内的所有设备和管道组成件的设计压力应符合 GB 50156 的有关要求。

4.2　基本功能

4.2.1　计量和计价功能

加气机的计量和计价功能应满足:

a)　加气机应具有计量功能。加气机的加气量以质量为计量单位,质量的单位为千克(kg),流量的单位为千克每分(kg/min)。

b)　加气机应具有计价功能。付费金额的单位为元,单价的单位为元每千克(元/kg)。

4.2.2　示值指示功能

加气机的示值指示功能应满足:

a)　加气机应具有示值指示功能,加气机示值读数应正确、易读、清晰。

b)　加气机的最小质量变量表达为 1×10^n、2×10^n 或 5×10^n 的形式,其中 n 是正整数、负整数或零。

c)　当有 2 个以上显示指示值时,各示值的显示应一致,在加气过程中应连续显示示值。

4.2.3　回零功能

加气机的回零功能应满足:

a)　加气机应具有示值回零功能。

b)　加气期间,示值应不能回零。

4.2.4　预置功能

加气机的预置功能应满足:

a) 加气机可以通过预置功能设置预置量。在加气过程中，预置量可以保持不变，也可以逐步回零。
b) 加气机应设有应急功能，必要时可以中断预置量的执行，停止加气。

4.2.5 付费金额指示功能

加气机的付费金额指示功能应满足：
a) 加气机应有付费金额指示功能。既可以显示单价，也可以显示付费金额。使用的货币单位或符号应清楚地显示在单价和付费金额附近。
b) 单价应可调整，可以直接在加气机键盘上调整，也可以通过外围设备调整。
c) 付费金额指示装置的回零和示值指示装置的回零应同步完成。

4.2.6 打印功能

加气机的打印功能应满足：
a) 加气机根据需要可以配置票据打印功能。打印的结果应与示值指示装置的显示结果一致。
b) 当一台打印机与两条以上加气枪配用时，应打印出相应加气枪的标识。

4.2.7 误差调整功能

加气机应具备计量误差调整功能。对能改变计量性能的重要参数，应采用机械或电子封印以确保加气机参数不能被随意更改。

4.2.8 防过充功能

为防止储气容器过充，加气过程中，加气机的加气和回气功能应避免同时工作。

4.2.9 辅助功能

加气机的辅助功能包括：IC卡信息读写、数据管理和网络扩展等功能。

4.3 标志和标识

加气机的标志和标识应满足：
a) 加气机的标志和标识应清晰可辨、牢固可靠。
b) 加气机上应有明显的安全、操作标识。
c) 对于两只加气枪及以上的加气机，加气枪应有相应标识。
d) 加气机铭牌一般注明以下内容：制造商名称（商标）、产品名称及型号规格、制造日期、出厂编号、制造计量器具许可证的标志及编号（注：新产品申请单位应在样机铭牌设计上预留出相应内容的位置）、适用介质、流量范围、准确度等级或最大允许误差、适用环境温度范围、最大工作压力、电源电压、防爆标志和防爆合格证书编号等。

4.4 外观和结构

加气机的外观和结构应满足：
a) 加气机外观表面不得有起皮、脱落、锈蚀等现象。
b) 加气机的铭牌、标志应清晰、完整、准确。
c) 加气机的紧固件应连接牢靠，无松动，插接件应接触良好，连接导线应压接或焊接良好。
d) 对不准许使用者自行调整的部件，应采用封闭式结构设计或者留有加盖封印的位置，该结构应设计成封印可更换的形式，并规定出封印的位置和数量。凡能影响计量准确度的任何人为机

械干扰，都将在加气机或保护标记上产生永久性的有形损坏痕迹，如低温流量计、电子计控器、流量系数调整设备接口处等。

e) 当机械封印不能阻止对测量结果有影响的重要参数被更改时，应施加电子封印。参数的更改记录应包含的信息有：所更改的参数名称及参数值、更改人、更改时间等。更改记录至少保存7年，且无法删除。电子封印只允许被授权人员通过密码进行访问，密码应可以更改。

4.5 耐压强度

加气机的耐压强度按GB 150.4中液压试验方法，满足耐压强度要求。

4.6 气密性

加气机的气密性按GB 150.4中气密性试验方法，满足气密性要求。

4.7 防爆性能

加气机的防爆型式和防爆性能应符合GB 3836.1、GB 3836.2、GB 3836.3、GB 3836.4、GB 3836.9、GB 3836.11和GB 50058中满足液化天然气使用场合的防爆等级的要求，并应取得具有相应资质的防爆认证检验机构颁发的有效期内的防爆合格证书和检验报告。

4.8 紧急停机装置

加气机的紧急停机装置应满足：

a) 加气机应配备紧急停机装置。

b) 加气机可提供紧急停机信号，完成相应阀门的开关操作。

c) 紧急停机装置设在加气机明显位置并标识其功能，同时具有保护措施，防止误动作。

d) 紧急停机装置触发后，应经人工确认后才能复位。

4.9 拉断保护装置

加气机的拉断保护装置应满足：

a) 加气机的加气软管上应配备拉断保护装置，在额定拉脱力(600 N～900 N)作用下应断开成两段。

b) 加气机的回气软管上应配备拉断保护装置，在额定拉脱力(400 N～600 N)作用下应断开成两段。

c) 特殊场合使用的更大拉脱力的拉断保护装置应在表面和说明书中标注其额定拉脱力。

4.10 安全保护装置

加气机的安全保护装置应满足：

a) 加气机应配备安全阀等安全保护装置。

b) 安全阀等安全保护装置应取得具有相应资质的安全阀检测机构颁发的检测证书或标识。

4.11 掉电保护和复显功能

加气机的掉电保护和复显功能应满足：

a) 加气机在加气过程中，因故停电而中断加气时，应能完整保留所有数据。

b) 故障发生时，当次加气量和付费金额的显示时间应不少于30 min；或者在故障发生后1 h内，手动控制单次或多次复显的时间之和应不少于20 min。

4.12 电气安全性能

加气机的电气安全性能应满足：

a) 加气机的对地泄漏电流不应超过 3.5 mA。

b) 加气机应有足够的抗电强度，在一次电路与机身之间或一次电路与二次电路之间施加有效值为 1.5 kV、频率为 50 Hz 的交流试验电压，保持 60 s。试验期间，绝缘不应被击穿。

c) 加气机的接地端子或接地接触件与需要接地的零部件之间的连接电阻不应超过 0.1 Ω。

d) 加气机的接地端子和连接端接触的导电零部件应能耐腐蚀，其最大电位不应超过 0.6 V。

4.13 计量性能

4.13.1 最大允许误差

加气机的测试流量点 q_i 及最大允许误差见表 1。

表 1 测试流量点及最大允许误差

测试流量点	最大允许误差
32 kg/min$<q_1\leqslant$80 kg/min	±1.5 %
20 kg/min$<q_2\leqslant$32 kg/min	
10 kg/min$<q_3\leqslant$20 kg/min	±2.5 %

4.13.2 重复性

加气机测量结果的重复性应不大于被检加气机最大允许误差绝对值的 1/3。

4.13.3 流量范围

加气机的流量范围应为 10 kg/min～80 kg/min。

4.13.4 最小质量变量

加气机的最小质量变量应不大于 0.01 kg。

4.13.5 付费金额误差

加气机面板显示的付费金额应不大于计算的付费金额(单价和面板显示加气量示值的乘积)。

4.14 环境适应性

4.14.1 低温适应性

加气机应能在－25 ℃的低温环境下正常工作。试验过程中和试验后加气机在规定的极限内性能正常，数据不得丢失，存储器储存的程序或内容不能有任何变化，不能改变状态，所有接口上的各点电平不能有异常变动。

4.14.2 高温适应性

加气机应能在 55 ℃的高温环境下正常工作。试验过程中和试验后加气机在规定的极限内性能正常，数据不得丢失，存储器储存的程序或内容不能有任何变化，不能改变状态，所有接口上的各点电平不

能有异常变动。

4.14.3 交变湿热适应性

加气机应能在温度25 ℃～55 ℃且相对湿度93%～95%交变湿热的环境中正常工作。试验过程中和试验后加气机在规定的极限内性能正常，数据不得丢失，存储器储存的程序或内容不能有任何变化，不能改变状态，所有接口上的各点电平不能有异常变动。

4.14.4 电源适应性

加气机应能在电源标称电压的85%～110%电压范围内、供电频率为(50±1)Hz的供电环境中正常工作。试验过程中和试验后加气机在规定的极限内性能正常，数据不得丢失，存储器储存的程序或内容不能有任何变化，不能改变状态，所有接口上的各点电平不能有异常变动。

4.14.5 静电放电抗扰度

加气机应能在试验电压8 kV的接触放电和15 kV的空气放电条件下正常工作。试验过程中和试验后加气机在规定的极限内性能正常，数据不得丢失，存储器储存的程序或内容不能有任何变化，不能改变状态，所有接口上的各点电平不能有异常变动。

4.14.6 射频电磁场辐射抗扰度

加气机应能在场强为3 V/m、频率为80 MHz～1 000 MHz、80%调幅的射频电磁场中正常工作。试验过程中和试验后加气机在规定的极限内性能正常，数据不得丢失，存储器储存的程序或内容不能有任何变化，不能改变状态，所有接口上的各点电平不能有异常变动。

4.14.7 电快速瞬变脉冲群抗扰度

加气机的供电电源端口应能承受开路电压峰值为2 kV，重复频率为5 kHz的脉冲群试验。试验过程中和试验后加气机在规定的极限内性能正常，数据不得丢失，存储器储存的程序或内容不能有任何变化，不能改变状态，所有接口上的各点电平不能有异常变动。

4.14.8 浪涌(冲击)抗扰度

加气机的电源端口应能承受开路电压峰值为2 kV，波形为(1.2/50 μs～8/20 μs)的浪涌试验。试验过程中允许加气机功能或性能暂时丧失或降低，但试验结束后加气机应能自行恢复正常。

4.14.9 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度

加气机应能在电压试验等级为70%，持续时间为25个周期(500 ms)的电压暂降情况下正常工作。加气机应能在电压试验等级为0%，持续时间为1个周期(20 ms)的电压短时中断情况下正常工作。试验过程中和试验后加气机在规定的极限内性能正常，数据不得丢失，存储器储存的程序或内容不能有任何变化，不能改变状态，所有接口上的各点电平不能有异常变动。

4.15 计量性能复测

环境适应性试验后，应按4.13的要求复测加气机的计量性能。

4.16 耐久性

耐久性试验后加气机最大允许误差及重复性应符合4.13.1和4.13.2的要求，示值误差与试验前相比其变化量应不超过0.5%。

4.17 运输适应性

在包装运输条件下，加气机在运输适应性试验后应能达到4.2和4.13的要求。

4.18 关键零部件

4.18.1 低温流量计

低温流量计应满足：

a) 加气机所用的低温流量计应铭牌清晰、标识齐全，计量准确度等级应不低于0.5级。

b) 低温流量计的流量范围、温度范围、压力范围和使用介质等满足加气机的技术要求。

c) 低温流量计应取得制造计量器具许可证和防爆合格证。

d) 用于贸易结算的加气机应安装测量加气量的液相流量计和用于测量回气量的气相流量计。

4.18.2 电子计控器

电子计控器应具有指示功能、回零功能、误差调整功能和付费金额指示功能等。

5 试验方法

5.1 基本功能

按照4.2的要求采用目视和常规方法检查加气机的基本功能。

5.2 标志和标识

按照4.3的要求采用目视和常规方法检查加气机的标志和标识。

5.3 外观和结构

按照4.4的要求采用目视和常规方法检查加气机及其附属装置。

5.4 耐压强度

按照4.5的要求采用GB 150.4中液压试验的方法进行试验。

5.5 气密性

按照4.6的要求采用GB 150.4中气密性试验的方法进行试验。

5.6 防爆性能

按照4.7的要求检查加气机防爆合格证书等附件。

5.7 紧急停机装置

按照4.8的要求检查加气机紧急停机装置，触发后能否实现紧急停机，经人工确认后能否复位。

5.8 拉断保护装置

按照4.9的要求进行拉断保护装置试验：将加气机拉断阀的上、下端分别固定在拉力试验机距离调整器的两端，并确保在轴向力方向进行拉断试验，缓慢增加拉力直至拉断阀被拉断，记录拉力试验机显示的拉断力示值。加气管路和回气管路的拉断保护装置各进行1次试验。

5.9 安全保护装置

按照 4.10 的要求检查加气机安全阀等安全保护装置检测证书等附件。

5.10 掉电保护和复显功能

按照 4.11 的要求进行掉电保护和复显功能试验：开启加气机加气，在加气过程中断开电源，记录加气量和付费金额的显示时间。若加气机无法显示加气量或付费金额，则记录断电后 1 h 内手动控制单次或多次复显的时间之和。

5.11 电气安全性能

按照以下要求进行电气安全性能试验：

a) 按照 4.12 的要求采用 GB 4943.1 的方法测试加气机的对地泄漏电流。
b) 按照 4.12 的要求采用 GB 4943.1 的方法测试加气机的抗电强度。
c) 按照 4.12 的要求采用 GB 4943.1 的方法测试加气机接地端子或接地接触件与需要接地的零部件之间的连接电阻。
d) 按照 4.12 的要求采用 GB 4943.1 的方法测试加气机的接地端子和连接端接触的导电零部件的耐腐蚀性能。

5.12 计量性能

5.12.1 试验介质

计量性能试验按照 GJB 2253A 中的规定采用液氮作为试验介质。

5.12.2 试验设备

计量性能试验采用质量法低温液体流量标准装置(见附录 B)，也可采用标准表法低温液体流量标准装置(液化天然气加气机检定装置，以下简称检定装置，见附录 C)。

5.12.3 试验方法

5.12.3.1 测试流量点及试验次数

测试流量点的选定见表 1。加气机应分别在每个测试流量点至少测试 3 次，完成最大允许误差及重复性试验。试验时可通过调整低温泵输出压力或降低液氮储罐压力、调整加气管路末端或储气容器进气口上安装手动调节阀等方式调整流量。

5.12.3.2 质量法低温液体流量标准装置的试验方法

按照以下步骤进行质量法低温液体流量标准装置的试验：

a) 电子天平放置在坚硬的平地上，并使电子天平接地，四周放置电子天平防风装置，将电子天平调整至水平位置，电子天平通电预热至规定时间。按照测试使用的称量范围，使用标准砝码对电子天平进行校准，检验其是否在最大允许误差范围内。
b) 每次加气前，应用压缩空气或氮气吹扫加气枪、加气口、回气枪和回气口等易结霜部件表面。
c) 将排空后的储气容器平稳的放置在电子天平上，然后将电子天平的示值归零(去皮)。
d) 将加气机进行循环流程：加气机的加气枪与循环口相连接(见图 1)，开启加气机加气，期间观察加气机面板显示的瞬时流量值，同时调整流量。当观察到瞬时流量值满足测试流量点要求，且同时满足温度、密度等测试条件时，停止循环流程。

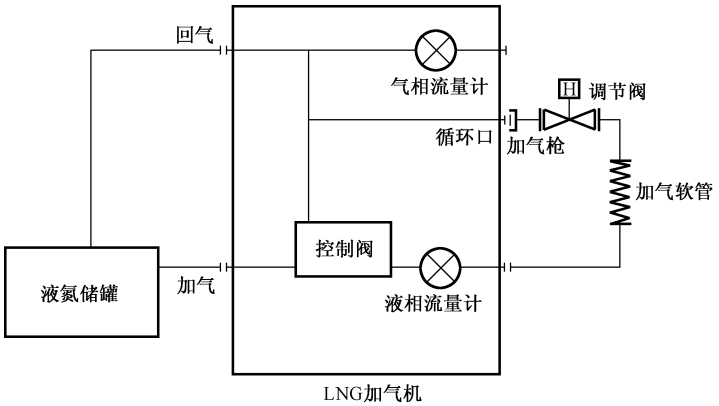

图 1　循环流程原理图

e）　加气机进行循环流程后，根据需要可按图 2 的方式将加气机与储气容器采用快装方式相串接，加气机的回气枪插到储气容器的回气口上，回收储气容器的余气。回收余气结束后，按图 3 的方式将加气机的加气枪插到储气容器的加气口上，其余连接不变。开启加气机加气，完成加气机测试（见图 3）。

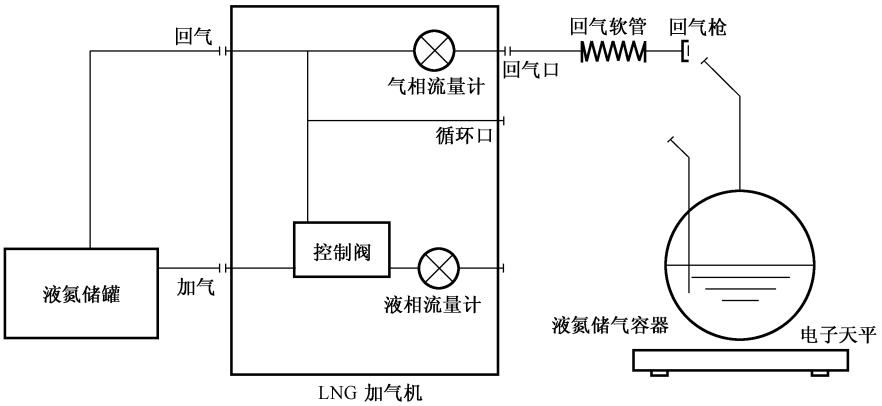

图 2　回收余气原理图

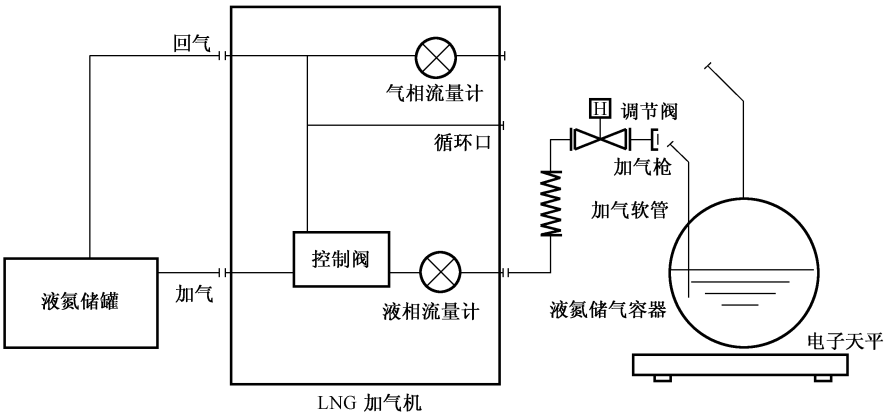

图 3　质量法测试原理图

f）　加气机停止加气后应立即取下加气枪和回气枪，断开加气机与储气容器的连接。

g）　采用静态法进行数据采集：开始测试前加气机和电子天平归零，在 q_i 流量点开启加气机进行

一次完整的加气，加气结束后，记录加气机累积流量示值，同时记录电子天平净称量值，用式(1)计算加气机的单次测量示值相对误差 E_{ij}：

$$E_{ij}=\frac{(m_J)_{ij}-(m_E)_{ij}}{(m_E)_{ij}}\times 100\% \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

$(m_J)_{ij}$——q_i 流量点第 j 次测量时加气机面板显示的累积流量示值，单位为千克(kg)。

$(m_E)_{ij}$——q_i 流量点第 j 次测量时电子天平净称量值，单位为千克(kg)。

E_{ij}——q_i 流量点第 j 次测量的单次测量示值相对误差，%。

5.12.3.3 标准表法低温液体流量标准装置的试验方法

按照以下步骤进行标准表法低温液体流量标准装置的试验：

a) 检定装置应可靠接地，通电预热时间不少于 30 min。

b) 循环流程：将加气机与检定装置采用快装方式相串接，加气机的加气枪插到检定装置的加气口上，检定装置的加气枪插到加气机的循环口上(见图 4)，开启加气机加气，期间观察检定装置显示的流体状态参数(流量、温度、密度等)。当观察到瞬时流量值满足测试流量点要求，且满足温度、密度等测试条件时，停止循环流程。

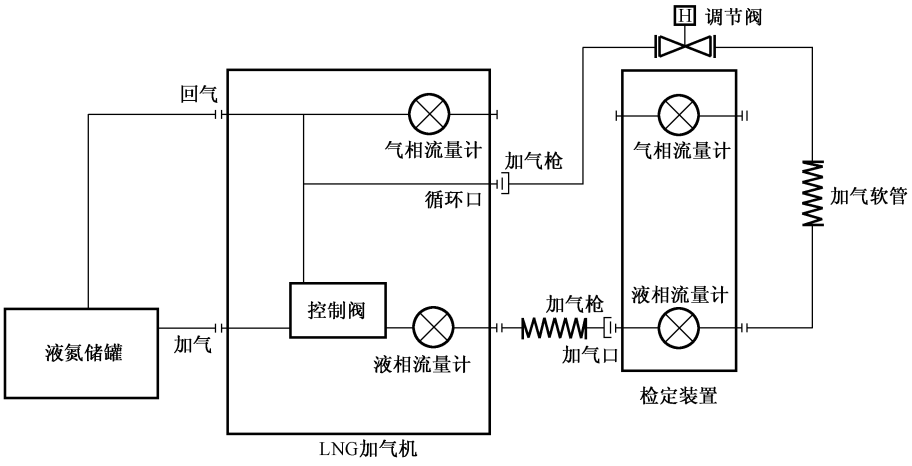

图 4 循环流程(标准表法测试)原理图

c) 完成循环流程后，用检定装置分别在每个测试流量点至少完成三次加气机测试，即加气机不连接回气管路，直接循环加气完成标准表法测试(见图 4)。

d) 采用动态法进行数据采集：在 q_i 流量点开启加气机加气，当检定装置显示的流体状态参数(流量、温度、密度等)满足测试条件时，对某时刻加气机面板显示的累积流量示值进行数据采集，至少间隔 1 min 后，再次进行数据采集，将前后两次数据采集的累积流量示值之差与同步时间内检定装置的累积流量示值进行比较，用式(2)计算加气机的单次测量示值相对误差 E_{ij}：

$$E_{ij}=\frac{[(m_{J2})_{ij}-(m_{J1})_{ij}]-(m_B)_{ij}}{(m_B)_{ij}}\times 100\% \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

$(m_{J1})_{ij}$——q_i 流量点第 j 次测量时第一次数据采集的加气机累积流量示值，单位为千克(kg)。

$(m_{J2})_{ij}$——q_i 流量点第 j 次测量时第二次数据采集的加气机累积流量示值，单位为千克(kg)。

$(m_B)_{ij}$ ——q_i 流量点同步时间内检定装置的累积流量示值，单位为千克(kg)。

E_{ij} ——q_i 流量点第 j 次测量的单次测量示值相对误差，%。

5.12.4 最大允许误差

按照以下步骤计算加气机的最大允许误差：

a) q_i 流量点 3 次测量完成后，取 3 次相对示值误差的平均值作为该流量点的示值误差 E_i，见式(3)。

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} E_{ij}}{n} \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

E_i ——q_i 流量点的示值误差，%。

n ——测量次数，$n=3$。

b) 取各流量点示值误差绝对值最大的值作为加气机的示值误差。

c) 加气机的最大允许误差应符合 4.13.1 的要求。

5.12.5 重复性

按照以下步骤计算加气机的重复性：

a) 重复性 E_r 用式(4)计算：

$$(E_r)_i = \frac{E_{i\max} - E_{i\min}}{d_n} \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：

$E_{i\max}$ ——为 q_i 流量点中单次测量示值相对误差的最大值，%。

$E_{i\min}$ ——为 q_i 流量点中单次测量示值相对误差的最小值，%。

d_n ——极差系数(当测量次数为 3 时，$d_n=1.69$)。

$(E_r)_i$ ——q_i 流量点的测量重复性，%。

b) 取各流量点测量重复性最大的值作为加气机的重复性。

c) 加气机的重复性应符合 4.13.2 的要求。

5.12.6 流量范围

按照 4.13.3 的要求采用目视和常规方法检查加气机的流量范围。

5.12.7 最小质量变量

按照 4.13.4 的要求采用目视和常规方法检查加气机的最小质量变量。

5.12.8 付费金额误差

按照以下步骤计算加气机的付费金额误差：

a) 付费金额误差可与最大允许误差测试同时进行。

b) 单次加气完成后，记录加气机面板显示的加气量 Q_j 和付费金额 P_j，用式(5)计算单次付费金额误差 E_j。

$$E_j = |P_j - Q_j \times P| \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中：

E_j ——第 j 次加气机付费金额误差，单位为元。

P_j ——第 j 次加气后加气机面板显示的付费金额，单位为元。

Q_j ——第 j 次加气后加气机面板显示的加气量，单位为千克(kg)。

P ——加气机面板显示的单价，单位为元每千克(元/kg)。

c) 重复进行 3 次，付费金额误差应符合 4.13.5 的要求。

5.13 环境适应性

5.13.1 低温适应性

按照 GB/T 2423.1 中温度下限试验中严酷等级：温度－25 ℃，持续放置时间 2 h，恢复时间 2 h 的方法进行，试验后按 4.14.1 的要求检查加气机。

5.13.2 高温适应性

按照 GB/T 2423.2 中温度上限试验中严酷等级：温度 55 ℃，持续放置时间 2 h，恢复时间 2 h 的方法进行，试验后按 4.14.2 的要求检查加气机。

5.13.3 交变湿热适应性

按照 GB/T 2423.4 中严酷等级：温度上限 55 ℃，温度下限 25 ℃，相对湿度 93%～95%，24 h 循环的方法进行，试验后按 4.14.3 的要求检查加气机。

5.13.4 电源适应性

按照表 2 组合进行电源适应性试验，试验后按 4.14.4 的要求检查加气机。

表 2 电源适应性试验组合表

组合	电源电压/V	频率/Hz
1	标称电压	50
2	标称电压×110%	49
3	标称电压×110%	51
4	标称电压×85%	49
5	标称电压×85%	51

5.13.5 静电放电抗扰度

按照 GB/T 17626.2 的方法进行试验。选择操作者容易接触的被试件表面作为施加放电点，每点至少施加 10 次单次放电，试验中按 4.14.5 的要求检查加气机。

5.13.6 射频电磁场辐射抗扰度

按照 GB/T 17626.3 的方法进行试验，试验中按 4.14.6 的要求检查加气机。

5.13.7 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按照 GB/T 17626.4 的方法进行试验，试验中按 4.14.7 的要求检查加气机。

5.13.8 浪涌(冲击)抗扰度

按照 GB/T 17626.5 的方法进行试验，试验中按 4.14.8 的要求检查加气机。

5.13.9 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度

按照 GB/T 17626.11 的方法进行试验，试验中按 4.14.9 的要求检查加气机。

5.14 计量性能复测

按照 5.12 的方法复测加气机计量性能，试验中按 4.13 的要求检查加气机。

5.15 耐久性

按照 4.16 的要求进行试验，试验介质为液氮。将加气机的加气枪与循环口相连接(见图 4)，开启加气机加气，加气机进行循环流程，在 q_1 流量点条件下每天启停加气机不少于 100 次，连续工作 10 d。试验完成后，按照 5.12 的方法复测加气机最大允许误差及重复性。

用式(6)计算误差变化量 ΔE。

$$\Delta E = |E_1 - E_{n1}| \qquad \cdots\cdots(6)$$

式中：

E_1 ——耐久性试验前 q_1 流量点的加气机示值误差，%。

E_{n1} ——耐久性试验后 q_1 流量点的加气机示值误差，%。

5.16 运输适应性

按照 4.17 的要求采用 GB/T 4798.2 的方法进行模拟运输试验：将出厂检验合格的加气机安放在振动试验台上，机械环境条件等级为 2M2 级(正弦稳态振动)，振动时间上下 2 h、左右 1 h、前后 1 h。

5.17 关键零部件

5.17.1 低温流量计

按照 4.18.1 的要求采用目视和常规方法检查低温流量计。

5.17.2 电子计控器

按照 4.18.2 的要求采用目视和常规方法检查电子计控器。

6 检验规则

6.1 型式检验

6.1.1 型式检验

加气机在正常生产三年时应进行型式检验。如遇下列情况之一时，也应进行型式检验：

a) 新产品定型时。

b) 产品设计、工艺、使用材料有重大改变可能影响产品性能时。

c) 出厂检验结果与上次型式检验结果差异较大时。

d) 国家质量监督部门提出要求时。

6.1.2 抽样

型式检验的样品应从出厂检验合格产品中随机抽取 1 台。

6.1.3 检验项目表

加气机的检验项目见表3。

表3 加气机检验项目表

序号	检验项目		技术要求	检验方法	型式检验	出厂检验
1	基本功能		4.2	5.1	√	√
2	标志和标识		4.3	5.2	√	√
3	外观和结构		4.4	5.3	√	√
4	耐压强度		4.5	5.4	√	√
5	气密性		4.6	5.5	√	√
6	防爆性能		4.7	5.6	√	—
7	紧急停机装置		4.8	5.7	√	√
8	拉断保护装置		4.9	5.8	√	—
9	安全保护装置		4.10	5.9	√	√
10	掉电保护与复显功能		4.11	5.10	√	—
11	电气安全性能		4.12	5.11	√	√
12	计量性能	最大允许误差	4.13.1	5.12.4	√	√
		重复性	4.13.2	5.12.5	√	√
		流量范围	4.13.3	5.12.6	√	—
		最小质量变量	4.13.4	5.12.7	√	—
		付费金额误差	4.13.5	5.12.8	√	√
13	环境适应性	低温适应性	4.14.1	5.13.1	√	—
		高温适应性	4.14.2	5.13.2	√	—
		交变湿热适应性	4.14.3	5.13.3	√	—
		电源适应性	4.14.4	5.13.4	√	—
		静电放电抗扰度	4.14.5	5.13.5	√	—
		射频电磁场辐射抗扰度	4.14.6	5.13.6	√	—
		电快速瞬变脉冲群抗扰度	4.14.7	5.13.7	√	—
		浪涌(冲击)抗扰度	4.14.8	5.13.8	√	—
		电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度	4.14.9	5.13.9	√	—
14	计量性能复测		4.15	5.14	√	—
15	耐久性		4.16	5.15	√	—
16	运输适应性		4.17	5.16	√	—
17	关键零部件	低温流量计	4.18.1	5.17.1	√	√
		电子计控器	4.18.2	5.17.2	√	√

注：“√”表示应检验项目；“—”表示可不检验项目。

6.1.4 判定规则

若型式检验项目全部合格，则判定该产品合格；型式检验中出现不合格项，则判定该产品不合格。

6.2 出厂检验

加气机须经公司质量检验部门逐台检验，检验合格并附上合格证后方可出厂。

7 包装、运输和贮存

7.1 包装

7.1.1 随机文件

加气机包装内应包括产品合格证、产品装箱单、产品出厂检验报告和产品使用说明书等随机文件。

7.1.2 标志及防护

加气机的包装储运图示标志和包装防护应符合 GB/T 191 和 GB/T 13384 的有关要求。

7.2 运输

适用于一般交通工具。装卸、运输过程中，应注意方向标志，包装箱的倾斜度不应超过 30°。

7.3 贮存

包装或未包装的加气机应放置在干燥、通风并有遮盖的场所。加气机贮存场所不应有腐蚀金属的有害气体。

附 录 A
（资料性附录）
液化天然气加气机工作原理

加气机工作原理如图 A.1 所示。

加气机根据工作状态确定 LNG 的流向：加气机长时间处于空闲状态时，液相管路及液相流量计温度较高，需先通过“大循环”流程完成预冷管路及流量计。操作人员将加气枪插在加气机的循环口上，点击“预冷”按键，加气机进入“大循环”流程，此时加气机不计量。当液相流量计的温度降低到预设值，大循环自动结束，加气机转为“空闲”状态。当加气机频繁加注、无需“大循环”预冷时，操作人员将加气枪插在储气容器的加气口上，点击“加注”按键，加气机进入“小循环”流程，此时加气机不计量。当加气机参数达到预设值时，小循环自动结束，加气机自动转入“加注”状态。加气机的电子计控器自动控制加气过程，并根据流量计输出的流量信号进行运算，并将运算结果显示在加气机显示屏上。加气结束后，加气机自动转入“空闲”状态。加气前根据需要，可将加气机的回气枪插到储气容器的回气口上，储气容器中的余气通过气相流量计回到 LNG 储罐，降低储气容器内部压力，保证 LNG 能顺利加入。

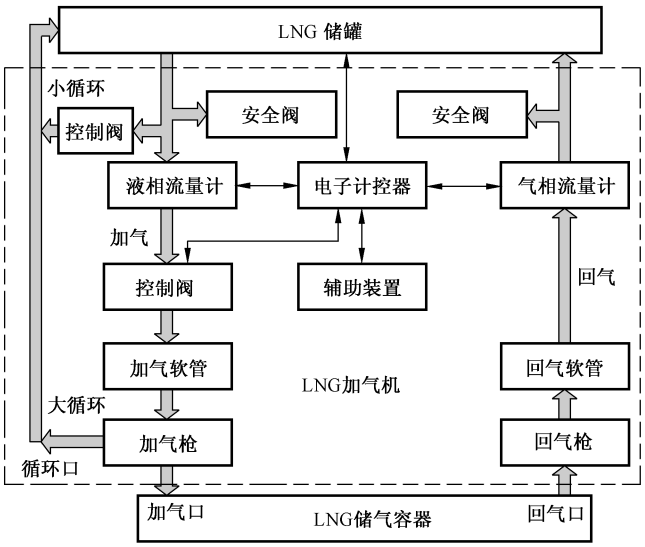

图 A.1 加气机工作原理图

附 录 B
（规范性附录）
质量法低温液体流量标准装置

B.1 扩展不确定度

质量法低温液体流量标准装置示值误差测量结果的扩展不确定度（包含因子 $k=2$）应不超过加气机最大允许误差绝对值的 1/3。

B.2 标准装置

主标准器为电子天平，应配备有效期内的检定证书。

B.3 辅助设备

B.3.1 储气容器

储气容器的技术指标应满足 GB/T 18442.1 要求，应具备有效期内的检测证书。试验前应根据计算储气容器的最大充装量，不得超过储气容器标称容积的 90%。

B.3.2 标准砝码

标准砝码应不低于 F2 等级，且质量在 80%～100%最大称量值之间。

B.3.3 管路及阀门

储存和流经液氮的管路、阀门等应符合低温管道设计规范。

附 录 C
（规范性附录）
标准表法低温液体流量标准装置

C.1 扩展不确定度

标准表法低温液体流量标准装置（液化天然气加气机检定装置，以下简称检定装置）示值误差测量结果的扩展不确定度（包含因子 $k=2$）应不超过加气机最大允许误差绝对值的 1/3。

C.2 检定装置

C.2.1 防爆要求

检定装置应满足防爆要求，具备有效期内的防爆合格证。

C.2.2 主标准器

检定装置的主标准器为低温流量计，其压力范围和流量范围应与被检加气机相适应。

C.3 辅助设备

C.3.1 压力表及安全阀

压力表、安全阀等应具备有效期内的检定证书或检测报告。

C.3.2 管路及阀门

储存和流经液氮的管路、阀门等应符合低温管道设计规范。