

# 浅谈现代液化天然气加气机计量检定方法

王开文 赵雨婷

淄博市计量技术研究院 山东 淄博 255000

**摘要：**随着社会经济的不断发展，能源的需求量也逐年增加。而液化天然气（LNG）因其高能量密度、清洁环保、适合长途运输等优点，逐渐成为国际能源市场的重要组成部分，也被广泛应用于工业生产、城市供暖及交通等领域。而作为LNG输送、储存和加气的核心设备，液化天然气加气机的计量检定也显得至关重要，对于生产、销售及使用过程中安全、准确、公平具有重要意义。

**关键词：**现代液化；天然气；加气机；计量检定；方法

## 1 液化天然气加气机的工作原理

液化天然气加气机（LNG加气机）是一种特殊的压缩机，主要用于将液化天然气（LNG）转化为气态天然气（CNG）供应给汽车使用。LNG加气机的工作原理比较复杂，需要涉及到液化天然气的物理化学性质和流体力学的基础知识。下面将从LNG加气机的工作原理、主要构成部分以及工作过程等方面进行介绍。

### 2 LNG 加气机的工作原理

LNG加气机的工作原理是将低温、高压的液化天然气通过加热和蒸发转化为高温、高压的气态天然气，再将气态天然气通过高压泵加压到车用气瓶的要求压力，以供汽车使用<sup>[1]</sup>。LNG加气机的工作过程大致可以分为三个阶段：

2.1 预冷阶段：将液态天然气从储罐中抽出，经过一系列的换热器和制冷机组进行降温，将液态天然气冷却至接近沸点的温度，同时把天然气中的杂质去除。

2.2 升温阶段：将预冷后的液态天然气通过燃气加热器进行加热，使其温度升高，达到液态天然气的沸点，开始蒸发成为气态天然气。

2.3 加压阶段：将升温后的气态天然气通过高压泵加压，使其达到车用气瓶的要求压力，然后通过气体储存罐进行储存，最终供应给汽车使用。

### 3 LNG 加气机的主要构成部分

LNG加气机主要由预冷系统、升温系统、加压系统和控制系统四个部分组成。其中，预冷系统和升温系统是将液态天然气从低温变为高温的关键部分，加压系统则是将气态天然气加压到车用气瓶的要求压力的核心部分，控制系统则是整个加气机的“大脑”，负责对加气机进行自动化控制<sup>[2]</sup>。

### 4 LNG 加气机的工作过程

LNG加气机的工作过程可以分为以下几个步骤：

4.1 液态天然气从储罐中抽出，通过预冷系统中的换热器和制冷机组进行降温，去除其中的杂质，冷却至接近沸点的温度。

4.2 预冷后的液态天然气进入升温系统，通过燃气加热器进行加热，使其温度升高，达到液态天然气的沸点，开始蒸发成为气态天然气。

4.3 升温后的气态天然气进入加压系统，通过高压泵加压，使其达到车用气瓶的要求压力，然后通过气体储存罐进行储存。

4.4 当车辆需要加注CNG时，将气体从储存罐中抽出，通过压缩机进行再次压缩，最终将气体加注至车用气瓶中。

4.5 控制系统对整个加气机进行自动化控制，监测加气机的各项参数，确保加气过程的安全和稳定<sup>[3]</sup>。

## 5 液化天然气加气机的分类

现代液化天然气加气机可以分为两类：一类是通过压缩气体的方式将LNG加入到储存器中，此类方式称为压缩加气机；另一类通过液压原理将LNG加入到储存器中，此类方式称为液压加气机。

下面我们分别对这两种液化天然气加气机进行详细介绍。

### 5.1 压缩加气机

压缩加气机是利用机械压缩形式对LNG进行加压，进而将其注入储存器中的一种加气方式。一般而言，其主要由压缩机、冷凝器、蒸发器、控制系统等组成。

通过加气机的工作过程可以知道，压缩加气机的计量方式主要体现在LNG的注入量和工作时间上。其中，LNG的注入量是根据高低压表读数进行测量、计算的，而工作时间则是通过加气机上的计时器进行计量的<sup>[4]</sup>。

### 5.2 液压加气机

液压加气机是一种以液压原理为基础的加气方式，

它的主要原理是利用液压水力来提供LNG的压力,将其注入到储罐中,同时在加气过程中需要对该设备进行计量检定。

具体的工作原理如下:LNG进入压缩机后,进入高压部分,受驱动泵背压作用下,向下压缩至泵腔单侧的压缩比例插芯的上端止点,液压汽缸推动载荷臂减缓压缩泵的下落。

## 6 液化天然气加气机的使用现状

液化天然气(LNG)是一种清洁、高效、低排放的能源,具有广阔的应用前景。而液化天然气加气机作为液化天然气加注站的关键设备,对LNG的加注起到了至关重要的作用。下面就LNG加气机的使用现状做一个简要的介绍<sup>[1]</sup>。

目前,LNG加气机的应用在国内尚处于起步阶段,但随着LNG作为清洁能源的认可度越来越高,LNG加气机市场前景正在逐渐开拓。近年来,国内液化天然气加气机市场在政策引导和市场需求的推动下发展迅猛,液化天然气加气站的建设也得到了高度重视。

目前,国内液化天然气加气机生产企业主要集中在山东、河北、湖南、河南等地。同时,随着能源需求的不断增长,各种类型的液化天然气加气机也在逐步发展。一方面是压力更高、输送更稳定的大型LNG加气机,另一方面是便携式、小型的LNG加气机,使LNG加气机逐渐应用于不同领域。

同时,政策支持也是LNG加气机市场快速发展的重要原因。国家对于LNG作为清洁能源的支持不断加强,各地也积极推动LNG加气站的建设。例如,国家能源局发布的《关于加快天然气交通推广应用的指导意见》提出,到2020年,LNG加气站数量要达到1500座以上,LNG加气量要达到120亿立方米以上<sup>[2]</sup>。

## 7 计量过程的控制原则

液化天然气加气机计量检定的首要目的就是能够保证其在加气过程中的公正、准确与安全。为此,计量过程的控制原则主要包括以下三个方面:

7.1 要求每个使用者均需事先称重,并在称后核实数据,以保证计量过程中数据的准确性、公正性。

7.2 在加气站内安装计量交接表,以记录加气量、时间、单位价值等相关信息,并定期清尔并对其进行检验。

7.3 进行计量检定的过程中,必须确保所使用的计量设备具有有效的检定证书。

## 8 计量检定的要求

液化天然气加气机计量检定主要包括以下三个方面:

8.1 进行加气过程时,必须保证加气器内的LNG温度

和密度始终保持恒定<sup>[3]</sup>。

8.2 加气机的计量检定需要以容器中的LNG为基准,通过控制液位标准来确保

8.3 在进行计量检定时,需注意LNG的温度,尤其要注意它的温度稳定性。这主要是因为,在LNG的温度与密度之间存在着密切关系,如果温度不稳定,将会造成计量的偏差。

## 9 液化天然气加气机计量检定的方法

液化天然气加气机是用于将液化天然气输送到车辆油箱内的机器,其计量检定是非常重要的。计量检定的目标是确保机器的精度和稳定性,以避免在液化天然气加注过程中发生错误。下面将介绍液化天然气加气机计量检定的方法。

### 9.1 标准器检测

标准器检测是计量检定中最常见和最基本的一步。通过使用标准器检测液化天然气加气机的测量精度和误差。标准器的选择应该包括一个稳定的传感器,例如压力传感器。此外,标准器的选择还应考虑到管道通径,流量范围和要求的误差范围等因素<sup>[4]</sup>。

标准器检测的步骤如下:

9.1.1 选择标准器,根据液化天然气加气机所需求的流量范围,选择合适的标准器。

9.1.2 连接标准器,将标准器与液化天然气加气机相连接。

9.1.3 读取数据,使用传感器读取标准器的数据。

9.1.4 比较数据,将液化天然气加气机和标准器得到的读数进行比较和评估。

9.1.5 调整机器,如果液化天然气加气机的读数与标准器之间存在误差,需要进行相应的调整。

### 9.2 流量计校准

流量计校准是指对液化天然气加气机的流量计进行检测和校准。流量计的校准是确保加气机的准确度和稳定性的重要步骤。在流量计校准时,需要注意选择合适的流量计校准仪器和检查仪器,以避免因仪器不当引起误差<sup>[1]</sup>。

流量计校准的步骤如下:

9.2.1 安装仪器,将校准仪器安装在流量计的出口管道上,确保与流量计的连接无泄漏。

9.2.2 测量数据,读出流量计的数据。同时,使用校准仪器和检查仪器获取流量计的校准数据和误差。

9.2.3 分析数据,将流量计得到的数据与检查仪器得到的数据进行分析,确定流量计的误差,以及误差的来源。

9.2.4 调整机器,如果流量计的误差超过允许误差范

围,则需要进行相应的调整,使其误差尽量小。

### 9.3 温度的校正

温度对加气机的计量精度产生很大的影响,因此温度的校正也是液化天然气加气机计量检定的重要步骤。校正温度的目的是减小温度对计量的次生影响。温度的校正可以使用控制温度的仪器,如恒温水浴<sup>[2]</sup>。

温度校正的步骤如下:

9.3.1 准备,启动仪器并运行,先记录仪器室内实际的温度。

9.3.2 执行校准,将仪器的传感器直接或间接钳在在加热棒或变压器上,并将其它测量设备接线好。

9.3.3 记录,记录每几秒钟的温度,以此来确定一个实验结果,并进行计算。

9.3.4 校正,如果测量结果与标准有偏差,则需要对仪器温度进行调整,以达到更为准确的校准结果。

以上就是液化天然气加气机计量检定的方法的详细说明。液化天然气加气机的计量精度和稳定性对提高加气的效率、安全等方面有着非常重要的作用。因此,在使用前和后及定期进行计量检定,以确保其正常运行和加注的精度和准确性<sup>[3]</sup>。

## 10 液化天然气加气机的未来发展趋势

液化天然气(LNG)加气机是一种将LNG从储罐中抽取并加压用于加注车辆燃料的设备。随着环保意识的不断加强和对传统能源的限制,LNG加气机市场正在经历一个快速增长的时期。未来,LNG加气机的发展将受到技术、政策和市场等多个因素的影响,下面我们就来探讨一下LNG加气机的未来发展趋势。

### 10.1 技术趋势

#### 10.1.1 自动化和智能化

在未来,LNG加气机的自动化和智能化程度将不断提高。通过物联网、云计算和人工智能等技术,LNG加气机可以实时监测、自动控制和预测维护。这将大大提高运营效率和安全性,并降低人力成本<sup>[4]</sup>。

#### 10.1.2 节能与高效

LNG加气机的能源利用效率和加注效率也是未来发展的重要方向。对于能源利用,未来将采用更加高效的压缩技术和回收技术,以降低能源浪费,提高加注效率,缩短加注时间。此外,运用一些常规能源、太阳能等非非常规能源设计特殊的LNG加气站,既节能又环保。

#### 10.1.3 多元化

目前,LNG加气机主要被应用于公共交通,货车和物流行业。随着LNG加气机技术的发展和新型应用场景的出现,LNG加气机的应用范围将不断扩大。比如,运

用LNG加气机清洁化垃圾车辆、挖掘机等大型工程机械,以替代传统的柴油机,从而减少燃料成本 and 环境污染,有利于促进节能减排。

### 10.2 政策趋势

#### 10.2.1 引导政策

随着环保意识的不断加强,各国政府为了鼓励LNG加气机的应用,将推出一系列政策引导措施。这包括降低相关设备的税收、提高市场准入门槛、积极推进智慧城市建设和等,以创造一个更加宽松和有利的市场环境<sup>[1]</sup>。

#### 10.2.2 监管政策

液化气的物性使其在运输和使用中具有较高的风险,因此完善的监管制度也是LNG加气机未来发展的基础。针对加气站的建设和运营,相关行业管理部门将制定更严格的规定和管理要求,以确保设备的安全性和运营管理规范。

### 10.3 市场趋势

#### 10.3.1 市场需求

全球LNG需求量持续增加,亚太地区的LNG市场规模居于全球领先地位。高清IP摄像头实时在线提供不间断的摄像服务,广泛拓展LNG市场应用范围。随着环保意识的提高和对传统燃料的限制,LNG将逐渐替代传统的燃油和柴油,未来LNG加气机的市场需求将不断扩大。

#### 10.3.2 市场竞争

液态天然气市场在全球范围内已成为石油产业的新热点,随着市场的深入,品牌效应和技术优势将更加突显,未来市场竞争将越来越激烈。相对而言,在技术革新、市场调研及工程运营等方面具备竞争优势的公司发展前景更加可观<sup>[2]</sup>。

### 10.4 安全与环保趋势

#### 10.4.1 安全技术

随着LNG加气机的发展,安全问题也变得越来越重要。LNG加气机应加强设备安全设计,保障操作人员的安全,并遵守运营规范和相关法律法规。

#### 10.4.2 环保技术

LNG作为一种燃料,排放的污染物比传统的柴油要少很多。LNG加气机应不断采用更加环保的技术,通过减少有害气体的排放,完成减排在LNG加气机市场的发展中起着不可或缺的作用。

### 结束语

液化天然气加气机作为LNG输送、储存和加气的核心设备之一,其计量检定对于实现LNG加气站规范化建设及加气站用气的安全、准确和公正具有重要意义。在计量检定过程中,需要根据具体情况,采用相应的计量

方法和技术手段,以确保计量设备的准确性和稳定性,在LNG加气站的建设和发展中发挥更加重要的作用。

#### 参考文献

[1]戚毅敏.液化天然气加气机检定现状及解决措施[J].河南建材,2020(02):39-41.DOI:10.16053/j.cnki.hnjc.2020.02.022.

[2]李志峰,翟文礼.液化天然气加气机检定现状及可能出现的问题浅析[J].中国石油和化工标准与质

量,2018,38(11):46-47.

[3]何红梅,曾武,王赞凯.液化天然气(LNG)加气机相对误差测量结果的不确定度评定[J].中国石油和化工标准与质量,2018,38(17):138-139.

[4]赵普俊,熊茂涛,尹保来,杨修杰,雷励,张宗平.液化天然气加气机计量检定方法的研究[J].中国测试,2018(05).