

橇装式LNG汽车加气站发展现状及前景

□ 兰州理工大学石油化工学院 (730050) 陈叔平 任金平 李延娜 马志鹏

摘要: LNG汽车在国内城市逐渐推广使用并发展迅速,其相应的配套设施橇装式LNG加气站也引起了重视。LNG加气站占地少、建设周期短、自动化程度高、易搬迁、运营成本低,我国已完全掌握相关技术并能够实现所有设备的国产化。本文将从结构设计、安全设计、投资建站及运行成本几个方面分析橇装式LNG加气站优势,并展望橇装式LNG加气站未来的发展趋势。

关键词: 液化天然气 橇装式加气站 LNG汽车

Development Status and Prospects of Skid-mounted LNG Vehicle Filling Station

School of Petrochemical Engineering, Lanzhou University of Technology

Chen Shuping, Ren Jinping, Li Yanna, Ma Zhipeng

Abstract: With the promotion and rapid development of LNG vehicles in domestic cities, the corresponding supporting facility skid-mounted LNG filling station is receiving more and more attention because of its outstanding advantages, such as less occupation area, short constructing period, high automatization level, easy moving, low operation cost. At present, China has a complete mastery of technology about skid-mounted LNG filling station and can achieve all equipment localization. The advantages of skid-mounted LNG filling station were analysed from the structural design, safety design, investment in station construction and operation cost in this paper, and the future trend of development of skid-mounted LNG filling station was forecast.

Keywords: LNG Skid-mounted gas filling station LNG vehicle

1 引言

在LNG燃料的使用过程中,LNG汽车以其污染小、安全性能高、经济效益显著且适用于大型长途运输车辆等优点而得到快速推广。美国拥有大量的LNG汽车和LNG加气站,在该方面技术上处于领先地位。近年来,我国在LNG特别是车用LNG及其配套设施方

面开展了很多工作。通过863项目的实施,已完全掌握了橇装式LNG汽车加气站的设计及建造技术,设备几乎完全能够实现国产化^[1]。橇装式LNG加气站是一种将各种设备在工厂集成安装在一个或多个橇块上运往现场的LNG加气站,具有不依赖天然气管网和气源、安全、环保、能耗低、占地少、现场安装方便、建设期短、易操作、可灵活移动等突出特点,成为一

种具备良好发展前景的加气站类型^[2-8]。国内许多城市正在积极推广，并已建成多座橇装式LNG加气站，行业发展快速，市场前景广阔。

2 橇装式LNG加气站发展现状

2.1 国外发展现状

LNG是现今世界能源供应中需求增长最快的一种燃料^[9]，以LNG作为汽车燃料替代汽油、柴油等可降低汽车尾气污染物的排放，是解决城市大气污染、保护环境的有效措施。20世纪80年代，美国、加拿大、德国和法国等国开始对LNG汽车技术研究，90年代初技术已趋成熟，并开始小规模推广。目前，国外大部分国家采用固定式LNG加气站，为了弥补固定式LNG加气站存在的缺点和不足，在一定范围内以固定加气站为中心发展移动式加气站，橇装式LNG移动加气站技术被逐步应用在加气行业中。现在国外橇装式加气站处于起步阶段，但技术也日趋成熟^[8, 10-12]。目前，全世界有相当数量的LNG汽车在运行，一部分橇装式LNG加气站已投入了使用，其中美国表现出强劲的发展势头，这表明LNG汽车和橇装式LNG加气站技术已经实用化。

2.2 国内发展现状

随着我国经济的快速发展，能源结构的调整，人们环保意识的增强，近几年清洁燃料LNG产业在国内的发展之快前所未有，很受燃料市场的青睐。以河南绿能高科、新疆广汇、海南海然、成都星星能源等为代表的企业，相继投资建成了数座LNG工厂。此外沿海城市数座LNG码头接受站的建成，使我国从海外进口LNG的数量已形成一定规模。自从2006年进口LNG以来，最近五年进口量逐年增加。

伴随着国内LNG市场规模的不断扩大，LNG汽车和LNG加气站也在大规模的推广和使用，数量日益增加。据安迅思息旺能源发布统计数据显示，截至2012年10月底，中国已经投运的LNG加气站数量约为385座，较2011年同期实现翻番；且预计到2013年年底，国内LNG加气站数量或将上升至接近400座，新疆、山东、广东已投LNG加气站数量依次排名全国前三，为当地LNG市场需求起到重要支撑作用。其中新疆无论是在LNG产能、LNG汽车加气站数量，还

是LNG车辆保有量方面均居全国之首，2010年底全区LNG汽车加气站数量超100座；截至2012年10月底，山东拥有LNG加气站数量仅次于新疆排名全国第二；广东省目前共有加气站13座，LNG汽车保有量708辆；福建省福州市已拥有3座加气站和210辆LNG公交车，莆田建有一座LNG加气站；海南的海口、三亚、琼海LNG公交车目前保有量为230多辆；贵州省贵阳市目前有800多辆LNG公交车，占全市公交车的约36.4%，可以说是全国乃至全世界拥有LNG公交车最多的城市。此外，如大连、青岛、烟台、日照、张家港、武汉、昆明等，其特点是一市一站，一般均仅有几十辆LNG汽车^[9]。

3 橇装式LNG加气站优势

3.1 结构设计

橇装式LNG加气站包括：LNG储罐、LNG低温泵、LNG调压气化器、LNG加气机、橇座，另外还有管路系统、控制系统及配套设施^[8]，如图1所示。图2为橇装式LNG加气站的工艺流程，可分为4个部分：卸车流程、调压流程、加气流程、卸压流程^[6, 13-14]。

橇装式LNG加气站与传统的固定式LNG加气站从结构设计方面相比具有突出的优点：

(1) 高度集成化，机动灵活，占地少。不依赖天然气管网，只需用LNG槽车来运载LNG。所有设备都安装在一个橇块上，整体尺寸较小，非常适于用车搬运。可根据市场需求随时改变加气站地点，在城市



图1 橇装式LNG加气装置

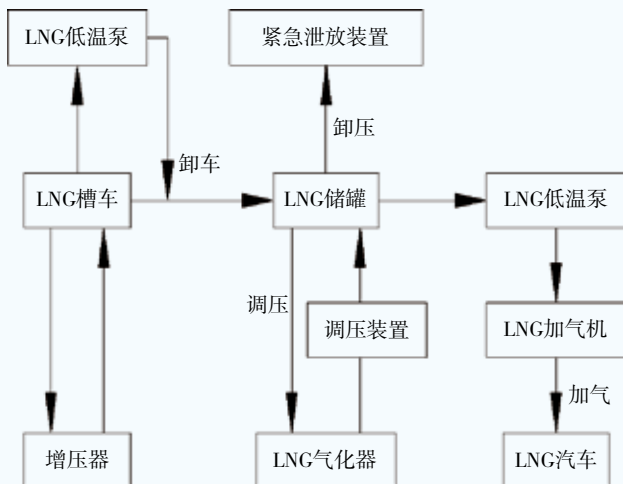


图2 橇装式LNG加气站工艺流程图

尤为适宜。可设在加油站、高速公路服务区、城市马路边等，解决了城市建站用地审批困难的现状。

(2) 安全环保，能耗低，投资小。LNG已经经过了净化处理，无需压缩机、冷却、脱水以及脱硫等电力消耗很大的装置，整个生产工艺减少了天然气净化设备和空气压缩机，大大减少了配套设施，节约了设备投资。

(3) 厂内组装，现场作业量少，建站周期短。所有设备在工厂内安装在一个或多个橇块上，然后只需托运往至预先施工好的混凝土基础安装，减少现场组装、焊接等作业，减少多工种、立体交叉作业量，加快了施工进度，提高了施工安全性。

(4) 自动化程度高，易操作，适用人群范围广。配有自动控制系统，数据采集、可燃气体监测、超压停泵及低压开泵都可自动完成，几乎不需要人工操作，简单易学，适于大多数人使用。

LNG加气站建设初期，由于资金短缺，加气车辆较少，可以采用橇装式LNG加气站作为启动站。加气车辆达到饱和后只需把储存橇移走，扩容成常规站即可，而电器自控橇和加气橇可留下继续为常规站服务^[4]。另外，橇装式LNG加气站除通过LNG低温泵向LNG汽车加气外，如有需要也可同时经高压液体泵加压后气化向CNG汽车加气。

3.2 安全设计

天然气经净化处理（脱除CO₂、硫化物、烃、水等杂质）后，在常压下深冷至-162℃，由气态变成液

态，成为LNG。LNG燃料充分燃烧后不含一氧化碳，不会引起一氧化碳中毒；LNG着火点为650℃，比汽油、柴油、LPG的着火点都要高，LNG泄漏与空气混合的爆炸极限为5%~15%，LNG密度为0.45左右，气化后的密度比空气小，稍有泄漏即可看到结霜，且由于比空气轻，挥发扩散较快；LNG气瓶为常压容器，较CNG气瓶在使用上更为安全。因此，使用LNG燃料的汽车比使用CNG、LPG、汽油和柴油的汽车更加安全。

除LNG燃料本身安全需考虑外，加气站的自身安全性也是建站所必须考虑的重要问题之一。决定加气站安全性的主要因素有高压管道、动力设备、高压储气设备和系统复杂程度等几个方面。每个橇装式LNG加气站的建设方案在其主要设备上采取了严密的安全措施，采用防爆电气设备，加气机具有紧急切断、过流切断、拉断切断等安全装置，设置安全放散系统等。通过这些安全措施的实施，使得加气站的安全性有了较好的保障。但是，必须认识到天然气属于易燃易爆的危险性物质，生产操作必须严格按照规范进行，以免发生意外。

3.3 投资建站及运行成本

在不考虑原料气费用时橇装式LNG加气站总投资估算355万元，比固定式LNG加气站、L-CNG加气站和CNG加气站前期建站投资都要小。橇装式LNG加气站后期运营成本相对也比较小，节省了大量的人力和财力，因此，推广LNG橇装加气站将具有非常好的社会效益。天然气加气站购置设备及年运行成本费（原料气除外）如表1所示^[11]。

表1 天然气加气站设备购置及年运行成本费（原料气除外）
(单位：万元)

加气站类型	设备购置费	年运行费	合计
CNG加气站	461.3	88.7	550.0
L-CNG加气站	221.2	52.7	273.9
LNG加气站	136.0	30.4	166.4

4 橇装式LNG加气站未来发展趋势

低碳经济正成为国人关注的焦点，而作为优质清洁能源，天然气将是发展低碳经济、优化能源结构的必然选择^[15]。近年来我国的LNG汽车产业已步入了快

速发展的道路。国内从天然气开采、加工、液化、储存、运输、加注，到天然气发动机、车载燃气供气系统、安全保障系统和天然气汽车的生产制造、配套、销售、服务体系建设等，已基本形成了一条完善的产业链^[6]。截止到2011年底，在很短的几年时间里，国内相继投入运行的LNG汽车大约为4万辆，其中LNG重卡约3万辆，主要集中在新疆、山西、内蒙古等地；LNG公交车约1万辆，主要分布在在北京、杭州、深圳、乌鲁木齐、昆明、海口、湛江、张家口等城市。据统计数据显示，2012年中国LNG重卡销量将超过2万辆，预计到2015年，LNG重卡年需求将增加到8万辆~10万辆，占当年重卡销量的10%~15%左右；LNG重卡保有量22万台，占重卡总保有量的约5%。

对LNG汽车发展速度制约最大的因素是LNG加气站的建设，LNG加气站作为LNG汽车产业链的一个环节，加气站建设的完善是LNG汽车发展的基础。因此，LNG加气站设备实现橇装化，将有利于LNG汽车产业配套设施的建设与完善，进一步促进LNG汽车产业的发展，实现LNG清洁能源汽车的市场化。为了实现“十二五”节能减排的战略目标，国家已经规划在“十二五”期间重点发展清洁能源汽车，以逐步替代现有的燃油汽车^[7]。国家工业和信息化部装备工业公司在《节能与新能源汽车产业发展规划（2011—2020）》中明确提出天然气汽车的阶段性推广规模，这为我国的LNG汽车和加气站在未来10年的发展和建设注入了新的活力。据了解，未来中石油将在全国布局5 000座以上的LNG加气站。其中，在河南省中石油计划到“十二五”末，实现在全省“三横三竖”的高速公路上规划建设LNG加气站126座，并规划在“五纵三横”的国、省道上规划建设LNG加气站122座。另外，在山东省，中石油规划“十二五”期间发展LNG加气站720座。此外，中海油“十二五”期间也计划建设1 000座LNG加气站。除此之外，还有中石化、新疆广汇，新奥燃气、中国广华燃气、华润燃气等一批公司作出了3年~5年建设LNG加气站的规划，因此，未来的中国LNG市场橇装式LNG加气站有着广阔的前景。

清洁燃料LNG备受青睐的今天，国外LNG汽车运行量也日益增大，然而橇装式LNG加气站是在我国城市土地获取越来越困难的背景下产生的，国外基本没

有可借鉴的使用案例，国内在技术方面不存在瓶颈，设备基本可以完全国产化^[8]。在紧抓国内市场的同时应该积极拓展橇装式LNG加气站的国外市场，因此，未来的重点将放在橇装式LNG加气站的规范化、标准化设计方面，以便于大批量生产、建造和维护。进行该技术和设备的出口，利用橇装式LNG加气站突出的优点抢占国外LNG加注市场。

5 结语

近年来，我国LNG产业得到了快速的发展，但仍尚处于起步阶段，未来的发展有着广阔的技术空间和市场前景。橇装式LNG加气站推广和使用符合我国节能减排政策和经济快速发展的需要，必将得到国家和地方政府的支持以及企业和人们的重视。随着人们环保意识的不断增强，LNG汽车将得到快速的发展，需要的配套设备橇装式LNG加气站数量也将越来越多。结合我国的地理环境和地区经济发展的差异，橇装式LNG加气站所具有的突出优点必将成为未来LNG加气站建站的首选。

参考文献

- 1 浦晖.LNG汽车橇装加注装置技术进展[J].化学工程与装备, 2011; (10): B176-B177
- 2 陈叔平, 谢高峰, 李秋英等.天然气加气站的经济性分析[J].天然气工业, 2007; 27(1): 134-136
- 3 Beale J. CH-IV Cryogenics.Design and operation of "self-serve" LNG fueling stations[R].USA: CH-IV corporation, 2003
- 4 吴佩英, 周春.LNG汽车加气站的橇装化[J].煤气与热力, 2008; 28(7): 13-15
- 5 乔国发, 张孔明, 李多金等.橇装式LNG/CNG汽车加气站[J].天然气工业, 2005; 25(3): 148-150
- 6 彭红涛.天然气汽车发展中存在的问题及对策研究[J].煤气与热力, 2006; 26(3): 26-28
- 7 陈叔平, 任永平, 殷劲松等.橇装式LNG汽车加气站的