

LNG 槽车装车橇应用和国产化进程

宋 坤 衣 鹏 胡贤文

中海石油气电集团有限责任公司,北京 100007

摘 要:目前 LNG 槽车运输是中国应用最广泛的、且唯一的液化天然气陆路运输方式。槽车本身的国产化已完全成熟,当前的主要任务是规范槽车装车橇系统的国产化,并进一步促进其发展。报告了中国 LNG 槽车装车鹤管和成橇制造行业的发展过程和现状,分析对比国内外装车橇产品设备和运用维护的优缺点,总结国内产品技术特点,以帮助国产 LNG 槽车装车橇厂家改进产品,发挥自身价格和售后服务优势,促使 LNG 槽车装车橇能够完全国产化。最终完善和形成标准化和规范化的行业秩序,奠定国内槽车装车橇企业走出国门参与国际竞争的基础。

关键词:LNG 槽车;装车橇;国产;历史;差异

DOI: 10.3969/j.issn.1006-5539.2013.03.002

0 前言

随着人们对 LNG 绿色能源认识的提高,近 10 年来 LNG 项目的设计和在国内快速发展,约有近百个液化厂和接收站投入运行^[1]。随着 LNG 产业链的延伸,国内大量 LNG 卫星站和 LNG 加气站建成投运, LNG 液态销量不断增大,在 LNG 从接收站和液化厂到达 LNG 卫星站、加气站等中小型用户的环节中, LNG 槽车运输是应用最广泛的方式^[2]。需要建设大量的 LNG 槽车装车设施。目前在已投入运营的 LNG 接收站中,多数槽车装车系统为进口产品,从运营情况看,存在售后服务差,备品备件昂贵且采办周期漫长等问题。LNG 槽车装车橇系统的国产化需求越来越迫切。

1 槽车装车橇简介

LNG 槽车装车橇(以下简称“装车橇”)是指将每一个 LNG 装车鹤位内的仪表和设备集成在一个专用的框架结构内,在工厂内实现预制、集成组装和测试的一体化橇装设施^[3]。主要由一对装车和回气鹤管、流量计、静电报警控制器、压力变送器、装车流量控制

阀、紧急切断阀、相关管道和批量控制器等组成,见图 1。装车橇在工厂内应进行系统强度、气密性测试和系统功能测试,系统测试合格后出厂。装车橇到达用户现场,连接地角螺栓、工艺管线、供电线路和通讯线路后,经过简单的调试就可以投入使用。



图 1 典型的装车橇

与传统的装车控制系统就地组装比较,装车橇可以节省现场设计和现场施工量,缩短项目工期,提高装车控制系统的质量。

收稿日期:2013-01-10

基金项目:福建 LNG 站线项目秀屿接收站新增槽车装车站工程资助(FJPTTSB)

作者简介:宋 坤(1975-),男,江苏江阴人,工程师,硕士,主要从事液化天然气设备和大型 LNG 储罐设计工作。

2 国外主要装车橇供货商情况

目前,国际上的装车橇供货商主要有两家,即法国的 FMC 和日本的 NIIGATA, 另外著名的控制系统制造商 EMERSON 公司也可利用德国 SVT 公司的装车鹤管集成装车橇,但其所占市场份额极小。

2.1 FMC 公司产品

FMC 公司总部、主要工厂和办事处位于法国桑斯,在印度尼西亚建有组装厂,FMC 在流体运输方面有 40 多年经验,提供的产品和服务包括输油臂、LNG 装卸臂、计量系统和流量控制系统等。

FMC 公司多年从事 LNG 装卸业务,生产的 LNG 装车橇具有结构紧凑,轻便,操作简单,可以增大装车工作区域等特点,旋转接头采用 FMC 专利结构的设计——双重密封系统,轴承滚珠位于嵌入式轨道内,避免了滚珠与旋转接头本体之间的磨损。

2.2 NIIGATA 公司产品

NIIGATA 前身为东京贸易商会,于 1959 年与世界上最早开发了全钢制装载臂的生产厂家美国 Chik-san 公司(现 FMC 公司)签订了技术合作协议,其产品与 FMC 产品构造相同,在配重模式和逻辑控制上拥有自己的特色。整体橇装布局合理,操作轻便灵活。为提高密封性,旋转接头也采用了双重密封结构。通过增加与封口为同样结构的外压用密封,阻止了外部介质进入球轴承部分,见图 2。

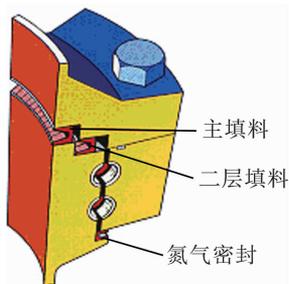


图 2 国外装车橇及旋转接头示意

3 国内装车橇供货商情况

中国 LNG 装车橇供货商的成长要归功于国内的第一个 LNG 接收站——广东大鹏 LNG 接收站项目(简称广东大鹏项目),广东大鹏项目并未成橇采购槽车装车橇,而是采用传统的就地配管、安装模式,单独采购安装 LNG 装车鹤管和回气鹤管^[4]。2007 年广东大鹏项目安装了 6 套法国 FMC 装车鹤管,但到 2009 年质保期后,由于 FMC 公司供货服务较差,装车橇的备件采办期长达 6 个月,不能保证装车橇及时更换备件,导致 LNG 槽车装车不能满足生产需求。为此广东大鹏项目联合中国远洋运输集团下属连云港远洋流体装卸设备有限公司共同研制国产装车鹤管,经过两年多的努力,终于研制出国内第一代 LNG 装车鹤管,并在广东大鹏项目先后安装了 14 套。

2011 年初,连云港远洋流体公司 4 个月内为中石油江苏如东 LNG 接收站生产了 10 套 LNG 槽车装车橇,见图 3,保证了江苏如东 LNG 接收站于当年 6 月投产,目前运行时间超过 1a,状态良好。同年 12 月该公司又为中石油大连 LNG 接收站提供了 4 套 LNG 汽车装车橇,从而奠定了该公司在这一产品的国内领军地位。

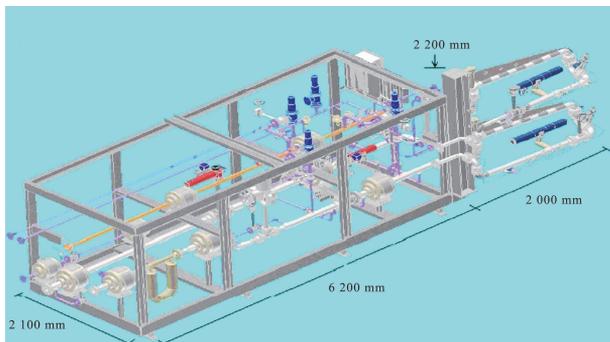


图 3 槽车装车橇外形及尺寸

同年,第一代 LNG 装车鹤管的第一专利人担任了江苏长隆科技有限公司技术副总,并研制出第二代鹤管,见图 4。目前 1 套第二代鹤管在广东大鹏项目中已替换 FMC 鹤管进行试用运行,并已正常装车 100 余车,使用情况较好,没有出现旋转接头冻堵和泄漏等情况。



图 4 LNG 装车臂

3.1 国内槽车装车橇主要参数

表1 国内槽车装车橇主要参数

项目	数值
设计流速(液)/(m ³ ·h ⁻¹)	60
设计回气流速(气)/(m ³ ·h ⁻¹)	400
液相设计压力 /MPa	1.79
液相操作压力 /MPa	Min0.7/Max 0.9
气相设计压力 /MPa	1.15
气相操作压力 /MPa	Min 0.01/Max 0.4
设计温度 /°C	-196/60
液相操作温度 /°C	-196/60
气相操作温度 /°C	-130/-60

3.2 国产 LNG 装车橇产品特点

设计用于管道系统与罐车之间传输流态产品；
介质:LNG；

定位、定量检测；

自支撑,弹簧平衡机制；

操作模式:手动、气动、液压；

管道材料:不锈钢 304L/316L；

旋转接头:见表 2；

装卸两用,可两侧装车；

PG, TIT, PIT 仪表全部采用控制系统集中显示,便于现场人员操作控制。

4 国内外产品对比

国内外 LNG 槽车装车橇综合情况对比见表 3。

表2 国内第一代鹤管与第二代鹤管旋转接头比较

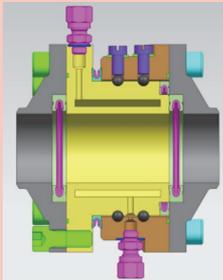
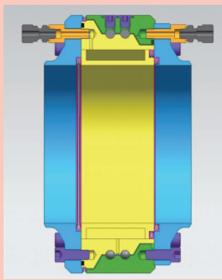
	第一代鹤管	第二代鹤管
技术特点	二者均采用旋转接头与刚性管道及弯头连接方式,用于槽车与管线之间液体介质的传输,以取代老式的软管连接,具有很高的安全性。主要区别在于旋转接头的使用。	
旋转接头		
密封性	一般	较好
结构	复杂	简单
安全性	较高	较高
使用寿命	一般	较长
存在的问题	第一代鹤管使用的旋转接头氮气密封损坏后无法更换。经过一段时间运行使用,出现冰冻现象,导致不能回臂,大大地降低了生产效率。	无

表3 国内外LNG槽车装车橇综合情况对比

	法国 FMC	日本 NIIGATA	远洋流体	江苏长隆
供货能力	最早研制 LNG 刚性臂,国际市场最大供货商,中国业绩丰富	占日本市场 90%,中国业绩丰富	广东大鹏(仅鹤管),中石油江苏如东和大连项目成橇供货	广东大鹏(仅鹤管),厂内已生产出一台装车橇样机
关键技术	旋转接头、配重和控制系统等关键技术成熟可靠性强,但外购阀门也存在一定质量问题		第一代旋转接头,除采用国外密封圈,其他自制;但用于广东大鹏 7 台鹤管,由于轴承滚珠不合格,退厂更换	第二代旋转接头,主要负责设计和组焊,所有零件外购
供货周期	8~12 个月	同左	4~6 个月	同左
参考价格	50 万美元	同左	200 万人民币	同左
主要问题	售后服务差,备品备件供应不及时	操作系统复杂	国内材料存在不稳定性	缺少橇使用业绩

由表3可见,国内槽车装车橇与国外成熟设备相比,具有供货期短,价格便宜20%以上等优点,售后服务和备品备件供货及时,操作控制程序可根据项目差异进行调整;关键零件的国产化基本成熟,但最大的问题是如何保证厂家采用的国产材料的稳定性。

连云港远洋流体为应对广东大鹏项目7套装车橇管旋转接头轴承滚珠低温变形,导致装车臂装车后冻结不能回位,在7套装车臂回厂检修时购置了1台红外测分仪用于国产轴承滚珠等关键零件低温测试后的尺寸检验,以保证最终产品出厂质量的稳定性。

5 装车橇关键技术点分析

a) 最核心的关键技术点是鹤管上的5个旋转接头质量^[5],旋转接头既要保证低温结霜情况下自由运动,又要确保泄漏量符合国际规范要求,各厂家的旋转接头皆为其专利产品,并各具特点。国内旋转接头的特点表2已有介绍,相对而言法国FMC的旋转接头采用轴承滚珠位于嵌入式耐磨轨道内,避免了滚珠与旋转接头本体之间的摩擦,使用寿命最长,但广东大鹏项目长期使用中也发现了密封圈变形泄漏等问题。

b) 装车橇内工艺管线的设计和接收站内工艺控制程序息息相关。通过对福建莆田、广东大鹏和江苏如东3个已运行项目的调研和分析,在装车橇内预留1根LNG排液管线,并在槽车装车区内单独设立1个低温排液罐,有效地将超装工况下槽车内的LNG反卸出来。同时在槽车装车回气BOG管线母管上配备1个压力控制阀,既能够减缓大量槽车装车时BOG量波动对接收站BOG处理系统的影响,又可使低压的BOG装载到槽车内,以增加槽车运量。

c) 装车控制的优化^[6]。虽然各供货商都能提供完整的装车控制设备和程序,但如日本NIIGATA不在各装车橇配备单独的PLC,而统一由放置在槽车控制室内的控制系统控制。控制程序中步骤复杂,工况确认过多,虽然操作安全性高,但装车效率低,且槽车失去了独立操作功能。国内厂家应结合各用户槽车装车运行的具体情况,优化整理出一套安全可靠、适应性强、界面友好且效率高的槽车装车控制程序。

6 结论

通过近年的发展,国产LNG槽车装车橇这一新型产品已跨过了实验期,基本具备了与国外竞争力,并正逐步替代进口产品;这一产品的科技含量较高,涉足的企业尚少,还未产生无序价格竞争。借此发展良机,相关部门和企业应尽快制定产品行业标准并尽可能提升为国家标准,以规范企业入门要求,提前避免产品成熟后一拥而上、鱼龙混杂的局面。

参考文献:

- [1] 邢云. 液化天然气项目管理手册[M]. 北京:石油工业出版社,2012:43-55.
Xing Yun. Liquefied Natural Gas Project Management Manual [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2012:43-55.
- [2] 黄海东, 黄威. 液态天然气销售对燃气发电市场的影响[J]. 能源与节能, 2012, (8):7-9.
Huang Haidong, Huang Wei. Influence of LNG Liquid Sales on Gas Generation Marketing [J]. Energy and Energy Conservation, 2012, (8):7-9.
- [3] 贺耿, 王正, 包光磊. LNG槽车装车系统的技术特点[J]. 天然气与石油, 2012, 30(4):11-14.
He Geng, Wang Zheng, Bao Guanglei. Technical Characteristic of LNG Truck Loading System [J]. Natural Gas and Oil, 2012, 30(4):11-14.
- [4] 杜光能. LNG终端接收站工艺及设备[J]. 天然气工业, 1999, 19(5):82-86.
Du Guangneng. LNG Terminal Technology and Equipment [J]. Natural Gas Industry, 1999, 19(5):82-86.
- [5] 熊光德, 毛云龙. LNG的储存和运输[J]. 天然气与石油, 2005, 23(2):17-20.
Xiong Guangde, Mao Yunlong. Gathering and Transportation of LNG [J]. Natural Gas and Oil, 2005, 23(2):17-20.
- [6] 杨建坡. LNG槽车装车操作方式及其优化措施[J]. 油气储运, 2012, 31(B05):41-43.
Yang Jianpo. LNG Truck Loading Operation and Optimization Measures [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2012, 31(B05):41-43.