

L-CNG 加气站技术浅析

贺红明 林文胜 顾安忠

(上海交通大学制冷与低温工程研究所)

贺红明等.L-CNG 加气站技术浅析.天然气工业,2007,27(4):126-128.

摘要 近年才兴起的液化-压缩天然气加气站(即 L-CNG 加气站)以 LNG 为气源,经高压液体泵加压后气化向 CNG 汽车加气,也可同时用低压液体泵向 LNG 汽车加气。为此,介绍了 L-CNG 加气站的特点和工艺流程,分析了其相对于传统压缩天然气加气站的优点;可同时为压缩天然气汽车和液化天然气汽车加注燃料,有巨大的应用前景和可观的经济、社会效益。给出了典型的 L-CNG 加气站的工艺流程及设备布置方案,着重对 L-CNG 加气站的 LNG 低温储存和装卸系统,以及低温低压充注系统和高压气化系统,包括 LNG 槽车、LNG 低温泵、LNG 气化器等进行了说明,并介绍了相关技术要求。最后提出 L-CNG 加气站是目前 CNG 加气站向 LNG 加气站过渡的看法。

关键词 天然气 燃料 汽车 液化天然气 压缩天然气 加气站 工艺流程 技术

一、L-CNG 加气站概况

1.L-CNG 加气站的特点

L-CNG 加气站将 LNG 经高压液体泵加压后气化向 CNG 汽车加气,也可同时用低压液体泵向 LNG 汽车加气。在国外应用效果很好。并且比同样容量 CNG 加气站的投资和运行费用低^[1]。另外,L-CNG 加气站还有以下优势。

(1)不必敷设天然气管道,只需用 LNG 槽车来运载 LNG。虽说槽车价格较高,但一辆槽车可同时为多个加气站服务,能节省费用,且随着 L-CNG 加气站规模的扩大,其追加费用会逐渐减少。

(2)传统 CNG 加气站使用的压缩机、冷却装置、脱水以及脱硫装置等电力消耗很大,而 L-CNG 加气站仅低温泵耗费较少电能,其他费用很少。一般 CNG 压缩机功率为低温泵的 5~15 倍^[2]。

(3)低温 LNG 储罐单位容积储存密度高,用地少,甚至可以埋藏在地下,起到安全、绝热的保护作用,减少了设备投资费用。而普通 CNG 加气站却需体积巨大的高压天然气储罐。这点比 CNG 加气站优势更明显^[3]。

2.L-CNG 加气站工艺流程

与单纯通过气体压缩机来提高压力的 CNG 加气站相比,L-CNG 加气站的高压可以很容易通过低

温泵来实现。在质量流量和压缩比相同条件下,低温泵的投资、能耗和占地面积等均远小于气体压缩机。L-CNG 加气站的一般工艺流程见本期罗东晓文。由于进入气化器的 LNG 处于高压,而 LNG 加注机却不需要很高的压力,所以必须使用两个低温泵。

卸车流程、加气流程和调压流程见本期罗东晓文。

二、主要设备及技术要求

1.LNG 槽车

LNG 的运输状态一般是常压,温度为 110 K 左右。由于 LNG 的易燃易爆性,安全和绝热是最重要的技术要求。

安全主要包括防止压力过高和消除燃烧可能性两个方面,主要是设置安全阀门、爆破片等超压排泄装置。根据经验,槽车的储罐必须设置两套安全阀在线安装的双路系统,并设置一个转换开关^[4],在更换或维修时需要进行切换工作。

绝热方式主要有 3 种:真空粉末绝热、真空纤维绝热和高真空多层绝热。其中高真空多层绝热以占用体积小、重量轻和绝热效率高的独特优势,随着工艺成熟而逐渐得到广泛应用。

LNG 的卸载方式有两种。一是采用压力卸载(自增压卸载),即将在增压器中气化的 LNG 返回槽车储罐增加压力卸载 LNG。这种方法简单,仅需少

作者简介:贺红明,1981年生,硕士研究生;主要从事液化天然气应用技术的研究。地址:(200030)上海市上海交通大学制冷与低温工程研究所。电话:(021)62932602,13482296859。E-mail:hshhnm@sjtu.edu.cn

量管路和阀门。二是采用安装在槽车上的低温泵来卸载,时间短、效率高,尽管存在造价高、结构复杂等问题,但仍然是未来的发展趋势。

2. LNG 储罐

LNG 储罐作为主要设备之一,安全性是最重要的性能要求。储罐可采用卧式或立式、地上或地下的形式,其设计、制造、安装以及定期检测等应满足 LNG 储罐的有关规范和标准。

储罐的主要技术要求如下。

(1) 储罐要设计一个最高液位限定值,防止液面过高。若过高可通过溢流阀从溢出管排出。在充注 LNG 时,应考虑到液体受热后的体积膨胀而出现液位超高的情况。如充注的 LNG 相对于储存压力来说是已经膨胀了的 LNG,则可以充注到最高液位;反之则应预留适当的空间。

(2) 储罐在首次充注 LNG 前,或在需进行内部检修而停止使用后,要进行惰性处理,目的是利用惰性气体将罐内的空气或天然气置换出来,避免形成天然气与空气的混合物。

(3) 储罐还应配有压力控制装置,应设置一定数量的压力安全阀和真空安全阀,分别预防罐内发生超压和负压。一般 LNG 储罐的结构如图 1 所示。低温储罐一般采用双层金属结构。内罐一般采用低温不锈钢材料,如 0Cr18Ni9 等。外罐多采用普通低合金钢,如 16MnR 等。内外罐之间的支承宜采用在低温下既有较高强度又有较低导热系数的低温玻璃钢结构。内外罐之间可以采用堆积绝热或高真空多层绝热方式进行绝热。如果采用高性能的高真空多层绝热方式,维持中空部分的真空度是至关重要的。首先,在抽真空时要确保腔内材料充分放气,并确保多层材料层间真空度达到规定要求。其次,可在腔内放置吸附剂,或采用添加吸附剂的层间隔热材料,如填炭纸等,以吸附腔内材料可能释放出的少量气体。

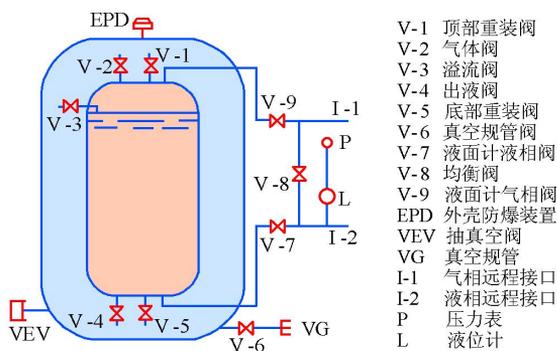


图 1 LNG 储罐流程结构图

3. LNG 低温泵

LNG 低温泵是整个 L-CNG 加气站的动力装置,其性能要求最主要是能耐低温且绝热效果好,以及承受高压(出口压力高于 25 MPa^[3])。其次是气密性和电气方面的安全性能要求比普通泵高很多。

L-CNG 加气站一般使用非潜液式的立式无轴封电动泵,它有单级与多级之分。其特点是将泵体与电动机的机壳通过密封结构连在一起,即叶轮直接安装在电动机的主轴上,从而成为一个整体而无需轴封,因此不存在 LNG 的泄漏问题。由于两者是静密封,使得泵对工作环境的适应性大为增强,很适合输送 LNG 之类的低温可燃液体^[4]。

图 2 为非潜液式电动低温泵的结构^[4]。在泵的 LNG 排出口引出少量低温流体来对电机进行冷却,然后从回气管流回泵内。设置翅片和气/液迷宫是为了避免由于导热引起电动机温度过低,同时使底部轴承在适宜的温度范围内工作。

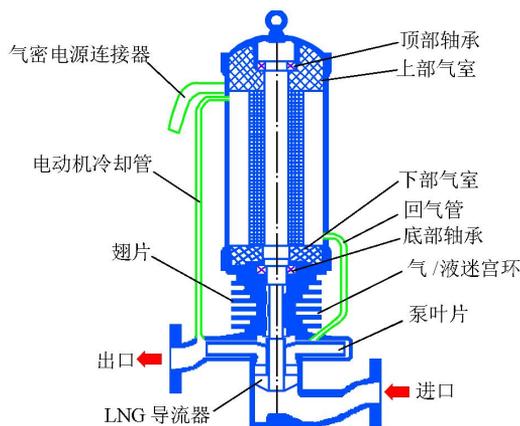


图 2 立式 LNG 低温泵图

依照 CH·IV 的研究结论^[5],低温泵应能达到以下要求:①必须有足够的压力和流量范围,以适应不同级别的汽车 LNG 储存系统。现在一般采用的变频技术均可满足此要求;②尽可能减少运行时产生的热量,以防止引发 LNG 气化;③不可出现两相流,否则会造成泵的损坏。

4. LNG 高压气化器

气化器通常采用空浴式,即 LNG 通过吸收环境热量来达到气化目的,其能耗很低。为提高 LNG 与环境的换热效率和气化速度,气化器主体部分一般采用耐低温的铝合金纵向翅片管,同时拥有很大的换热面积。影响气化器工作的因素主要有流量、工作周期,大气温度、相对湿度、风力、日照等气象条件以及工作压力等。

气化器应设置切断阀和安全减压阀。为防止泄漏的 LNG 进入闲置气化器,应安装两个进口阀门,并采用其他安全措施排出聚集在两个阀门之间的 LNG。

此外,气化器应配备切断热源的装置来确保安全;还需安装温度检测设备,用来测量其 LNG 和热交换介质的进出口温度,确保传热效率。

5. LNG 加注机和 CNG 加注机

加注机应能承受一定的低温或高压。一般应满足几点基本要求^[5]:①出于安全考虑,不宜安装在距储罐很近的地方;②加注完成后可通过控制系统轻松关闭;③能够显示加注的燃料总量、金额及单价。

三、结 论

L-CNG 加气站可以脱离天然气管网建设,为无管网地区发展天然气汽车创造了条件。

L-CNG 加气站不使用高压压缩机,代之以低温泵,运行费用大大降低,投资成本和占地面积也明显减小。

LNG 汽车是天然气汽车的发展趋势。L-CNG 加气站以其高度灵活性,目前可以为 CNG 汽车加气,逐步向为 LNG 汽车加气过渡,也可同时向老的 CNG 汽车和新的 LNG 汽车加气。

L-CNG 加气站也可作为现有 CNG 加气站的备用气源,平时储备 LNG,在 CNG 加气站气源中断或供气不足时发挥作用以确保供气的连续性。

可以相信,L-CNG 加气站将会随着各种相关技术的成熟而不断出现。

参 考 文 献

- [1] JAMES WEGRAYN, MICHAEL GUREVICH. Liquefied Natural Gas for Trucks and Buses [R]. Government/Industry Meeting Washington, D C, 2000.
- [2] Zihni Group of Companies. LNG and CNG market report [R]. ZIHNI, 2004.
- [3] Dr ularch bubger, alexander loerbroks. First Results from Demonstration Activities with LNG/L-CNG as a Vehicle Fuel in Europe [R]. Strategic Consultants for Sustainable Energy and Transport Concepts, 1998.
- [4] 顾安忠,等.液化天然气技术[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [5] <http://www.ch-iv.com>
- [6] 乔国发,张孔明,李多金,等.撬装式 LNG/CNG 汽车加气站[J].天然气工业,2005,25(3):148-150.

(修改回稿日期 2007-03-09 编辑 赵 勤)