

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2016.10.004

关于LNG、L-CNG加气站置换常见问题的研究

□ 佛山市汽车燃气有限公司(528000) 何伟塘

1 引言

LNG加气站置换是一项具有一定危险性的工作,在置换过程中单凭经验,缺乏理论指导,会产生一些严重的安全隐患。目前加气站置换中常见的问题有:

(1) 在LNG置换预冷液氮时,凭经验认为液氮常压饱和温度 -196°C ,而LNG -162°C ,所以,置换取样工作不重视,容易造成LNG含氮量高,热值不足,造成LNG车辆熄火。

(2) CNG储气瓶组,特别是储气井的天然气置换氮气,如果采用边进天然气边放散的置换模式,会造成大量的天然气浪费。

(3) 受液化石油气特性误导,对气液两相管的超压问题认识不足。

2 LNG混入液氮的可能及表现

LNG、L-CNG加气站进行天然气置换前都必须经过液预冷,所以,加气站在投产前需要用LNG把LNG系统中的液氮置换合格。

在置换过程中,先把液氮或氮气通过放散管进行放散,禁止就地放散,因为氮气比重较空气重,就地放散会造成作业人员窒息死亡^[1]。由于LNG系统的隔热保温系统的作用,在放散过程中,由于氮气蒸发吸热,使液氮温度降低,当液氮温度降至常压饱和温度 -196°C 时,压力降至0压(表压),液氮仍储存在LNG系统中,不能继续放散。所以,液氮放散时不能进行气相放散,要利用氮气的气相压力,把液氮从储罐底部出液管和泵池排污管,通过EAG气化器气化后

从放散管放散。

当LNG系统降至0压(表压)后,利用LNG的气相压力,从LNG储罐顶部接入气相天然气,使液氮进一步排出,同时利用天然气密度较氮气轻,使氮气进一步从底部排出LNG系统。当从放散管取气样进行天然气浓度分析,天然气浓度达到90%为第一阶段置换合格。

第一阶段置换合格后,可以开始进LNG。LNG应从储罐的底部进液管进液,进液初期,必须要控制进液速度,因为当储罐残留的 -196°C 液氮,与 -160°C 的LNG接触后,液氮迅速吸热气化,压力上升速度较快,不容易控制压力。

如果因为储罐提前排放液氮,使储罐温度恢复为“热罐”时,在这个环节一定要注意操作步骤,防止压力失控。曾经某加气站在储罐恢复为热罐后,虽然已用低温的气相天然气对系统进行了初步预冷,当作业人把LNG从储罐顶部进液, LNG以喷淋式从储罐顶部入罐, LNG迅速吸热气化,压力急升,已至安全阀启动放散,压力仍然失控,险造成事故。所以, LNG储罐经过冷的天然气预冷后,仍应该从底部进液。

当进液达到低温潜液泵能够运行的液位时,应暂时停止进液,观察15min后,压力没有上升,这时可以利用低温潜液泵对LNG系统进行打循环,把系统中残留的液氮带入储罐内,在储罐内气化成气态氮气,这时再从气相管放散,取气样分析成分,天然气含量达到90%,这时LNG系统置换合格。

这个阶段的取样分析,部分作业人员不够重视,认为只有在气相才有氮气, LNG不会存在液氮,更不会造成LNG热值不足,出现熄火的现象。某加气站曾

经因为置换方法错误，造成LNG车辆不能正常行驶的气体质量事故。主要原因是对预冷液氮排放时，从气相管上放散，当液氮温度达到-196℃时，无法放散，使大量的液氮残留在储罐内，在最后环节没有对储罐的气相进行天然气浓度取样分析，从而使LNG含有大量的液氮，造成质量事故。

实际操作时储罐内混入5%~10%重量的液氮时，最终的状态会导致储罐体内温度变至-175℃~-180℃。

根据气体状态计算，当储罐体内达到最终平衡时，其气相压力和气相气体组分将比未混入液氮前发生较大的变化。

图1为采用软件进行简单计算的结果：

在温度为-177.8℃时，设此时储罐内蒸汽压绝对压力为0.5MPa（表压0.4MPa）时，此时气相空间中的氮气的体积含量将占到90%，而甲烷的含量仅为10%左右，随着温度的升高，压力将升高，甲烷含量会增加。



图1 计算软件示意

即使LNG中含有低于5%，由于液氮较LNG优先气化，当LNG含有一定量的液氮时，也会容易造成LNG车辆熄火。LNG的凝固温度为-182℃，由图1数据可知，当LNG中含10%摩尔质量的液氮时，混合液的温度-177.8346℃，0.4MPa（表压），此时的气相成份，氮气含量90%，甲烷含量10%。所以，只要我们重视气相的天然气浓度分析，就能够确保天然气置

换合格。

3 储气井（瓶）的CNG置换

储气井（瓶）进CNG前，应进行氮气置换。当用CNG对储气井的氮气进行置换时，由于排污管没有接入放散管，不能用于置换放散。储气井的进出口都位于储气井的顶部，氮气密度比天然气密度大，这种情况下要把储气井置换至天然气含量达到90%不容易，也没有这种必要。当储气井的氮气压力排至常压后，直接向储气井充天然气，当压力充至20MPa时，根据PV=nRT可知，天然气含量已高于90%的合格标准。但从规范的角度要求，还应进行取样分析。

也就是说，当储气井（瓶）氮气置换合格后，把氮气排至常压后，就可以直接充装CNG，最后再取气样进行分析确认结果。

4 气液二相管的超压问题分析

由于从事LNG行业的人员，相当部分人员早期从事过液化石油气的储运工作，容易受过去的工作经验影响，对气液二相管的超压问题重视不够，容易造成超压事故（因为容器规定有安全阀，所以超压主要是管道）。

由于液化石油气的物理特性，气液二相的管道、容器在温度40℃的时候，压力不会高于0.9MPa压力，而压力管道一般设计压力在1.0MPa压力以上。所以在液化石油气行业中气液二相管出现超压的现象非常少见。但在LNG行业就完全不同，当对LNG管进行放散时，由于保温层的作用，LNG不容易气化放散干净，随着LNG气化放散吸热，残留的LNG温度降至-162℃就不再气化放散，也就是说，当LNG放散干净的表象后面，管道内仍然残留部分LNG。

LNG气化潜热约510kJ/kg，热容约3.4667kJ/kg.k，假设放散前温度为-140℃，每公斤LNG从-140℃降至-162℃所释放热量Q， $Q=3.4667\text{kJ/kg.k} \times (-140\text{℃} + 162\text{℃}) = 76.2674\text{kJ/kg}$ 。每公斤LNG降至常压饱和温度所释放的热量 $Q=76.2674\text{kJ/kg}$ ，与气化潜热510kJ/kg相比可知，20%LNG气化吸收的热量可以使余下80%的LNG温度降至常压饱和温度-162℃，即大部分的

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2016.10.005

LNG加气站设备故障及对策

□ 广东中油粤运天然气有限公司 (510030) 蒋文强

摘 要: 随着国内LNG加气站行业的迅猛发展, 各类LNG加气站因设计、施工、使用和维检修等原因, 出现设备故障的情况大幅度增加, 如何有效保障LNG加气站正常使用, 是燃气公司必须面对的问题。除依赖于设备厂家的维修外, 更多的是要培训自身维修队伍, 并做好各方面的应急对策, 方可在发生LNG加气站损坏事故时, 及时维修, 避免脱销断供引起社会群集事件的发生。

关键词: LNG加气站 设备故障 对策

Analysis and Countermeasure of LNG Filling Station Equipment Failures

Jiang Wenqiang Yue Yun Guangdong petroleum natural gas company

Abstract: Along with the rapid development of domestic LNG refueling station industry and all kinds of LNG filling station because of design, construction, use and dimension inspection etc., equipment failure of a big increase, how to effectively guarantee the normal use of LNG refueling station, is already gas company must face the problem, in addition to rely on the maintenance of equipment manufacturers, more is to train their own maintenance team, and do a good job in all aspects of emergency measures, in the occurrence of LNG refueling station damaged accident, timely solve the maintenance problems, to avoid out of stock outages caused by social cluster events.

.Keywords: LNG filling station equipment failure countermeasures

LNG没有气化放散。如果此时把管道两端阀门关闭, 随着时间的推延, LNG透过隔热层, 逐步从外界吸取热量, 温度升至-110℃, 占80%体积比例的LNG气化为原体积的600倍, 整个管道的压力升至约定40MPa以上, 足以把压力管道破坏, 造成事故。

所以, 对LNG系统的放散置换, 一定要有一个

清晰的认识, 在有保温条件下, LNG是不容易放散干净, 通过吸收保温层的漏热, 会容易造成管道超压。

结论: 无论是在LNG加气站的投产置换作业中, 还是在日常维修置换工作中, 不能光凭经验, 一定要用专业理论去分析、指导每个作业环节, 避免发生安全事故。