

LNG加气站BOG回收利用实践

□ 宝鸡中燃城市燃气发展有限公司 (721000) 孟涛 王飞

□ 深圳中燃哈工大燃气技术研究院 (518033) 康浩

摘 要: 结合工程实例, 分析了LNG加气站BOG产生的原因并计算统计了其放散量, 通过在低效LNG加气站中增加BOG回收工艺系统, 将回收的BOG转化为CNG进行销售, 解决了LNG加注不均匀及低效状况下BOG排放的问题, 从而取得了较好的经济效益和环保效果。

关 键 词: 低效LNG加气站 BOG产生 回收利用

BOG Recycling Practices for LNG Gas Station

Meng Tao, Wang Fei Baoji Urban Gas Development Co., Ltd.

Kang Hao Shenzhen CG-HIT Gas Technologies Research Institute

Abstract: Based on engineering experiences, this essay analyses the cause of BOG generation in LNG station and calculate the radiation quantity by statistics. This process increases the efficiency of LNG stations through a BOG recycling system, and the recycled BOG can be changed into CNG for selling. This can solve the problem of uneven LNG filling and inefficient emission of BOG, which will achieve better economic benefit and environment protection.

Keywords: inefficient LNG stations BOG processing recycling

1 引言

本文以宝鸡市宝平路CNG/LNG加气合建站中BOG回收利用(改造)项目为例, 针对LNG加气站在低效加气情况下产生大量BOG问题, 利用合建站有利条件, 通过增加1套BOG回收利用工艺系统, 使产生的BOG通过气化、计量、调压后并入CNG加气站进气管道中, 经压缩后充装给加气车辆。此举从一定程度上解决了LNG加气站BOG放散问题, 避免了BOG直接放散带来的安全隐患和经济损失, 同时又减少了合建站

用气的消耗, 在安全、环保、经济上有一定成效。

2 CNG/LNG加气合建站工艺

2.1 建设规模及主要设备

宝鸡市宝平路CNG/LNG加气合建站CNG加气站设计规模15 000Nm³/d, 主要设备有1台橇装式压缩机、1台前置干燥器、3口4m³高压地下储气井、3台CNG加气机。

LNG加气站设计规模20 000Nm³/d, 主要设备有

1台60m³卧式LNG储罐，泵橇设备（包含LNG低温潜液泵、LNG泵池、卸车/储罐增压器、EAG加热器），2台LNG加液机。

2.2 加气站工艺流程

CNG加气站工艺流程，天然气从站外市政中压（0.2MPa~0.35MPa）管道引入站内，经过滤、计量、调压进入干燥器进行脱水处理后，经压缩机四级压缩至25MPa，由优先顺序控制盘控制进入储气井或直接给CNG汽车充气。

LNG加气站工艺流程包括卸车流程、加气流程、增压流程、增温流程、减压流程、边卸车边加液流程（复合流程）、边卸车边给槽车增压流程（复合流程）、边加液边给储罐增压流程（复合流程）等。LNG由槽车运至加气站，采用增压汽化器和潜液泵联合卸车将槽车中的LNG卸入LNG低温储罐中，当有车辆前来加气时，通过潜液泵和加液机将LNG充装至车载LNG气瓶。

工艺流程见图1。

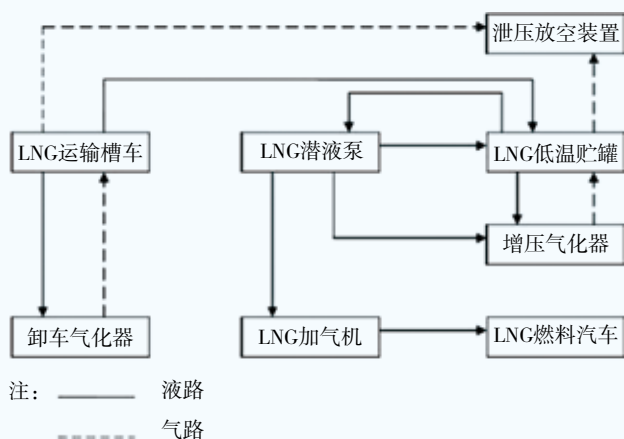


图1 LNG加气站工艺流程

3 BOG产生的原因

3.1 LNG储罐蒸发量

加气站LNG槽车卸车完成后由于初始温度较低（-155℃），卸车完成后储罐压力一般维持在0.3MPa左右。由于低温绝热储罐不能做到完全绝热，一般而言日蒸发率会小于0.3%。

3.2 LNG管道传热

目前加气站施工管道保冷技术主要分为真空管道

和发泡保温两种，真空管道保温效果好，但价格高，施工要求高、周期长，且后期维护费用较高，而发泡保温施工周期短，施工费用低，后期易于维护，受到越来越多加气站应用，但是不管采用何种保冷技术，均存在一定的管道传热效应，随着管道使用周期的增长，无论真空管道还是发泡保温的不锈钢管道，管道的保温效果均会降低，工艺管路内流动的LNG与管道换热，管道与储罐连通，加速LNG气化，导致储罐BOG蒸发量增加，致使储罐压力升高。

3.3 车载LNG气瓶回流气体

LNG燃料汽车来站加气前，伴随着气瓶中LNG液体储罐时间的增长，自身压力有所升高，需通过加液机气相管路进行气瓶减压，即车载气瓶中气相空间与加气站储罐的液相空间相连进行减压和再冷凝，此部分蒸发气携带一定热量进入储罐，也会使储罐产生一部分BOG。

3.4 LNG槽车释放量

由于槽车到站卸车需通过潜液泵卸车，因此需对槽车进行增压（一般增压至高于储罐压力0.2MPa即可），使其LNG液体流入泵池，最终通过潜液泵将槽车中LNG转移至加气站LNG储罐中，在进行增压前进行的均压过程，以及卸车完成后均会产生一定量的BOG，一般槽车卸车完成后其压力维持在0.2MPa~0.3MPa范围内。

综上情况，BOG的产生需要维持在设备安全运行的范围内（0.4MPa~0.6MPa），这是加气站各流程实现的有效保证。当储罐压力升高至存在安全风险的压力时（本站设定紧急放散阀开启压力为0.9MPa，关闭压力为0.8MPa），需进行紧急泄放，储罐通过紧急放散阀自动进行排放降压。另外，如果LNG在低效情况下运行，LNG储罐的液体储存时间加长，蒸发量加大，BOG对空排放量增加，长时间以此模式运行，直至新购入LNG到场后通过均压和低温液的上进液喷淋再冷凝使储罐压力降低，因此对BOG气体的回收显得尤为重要。

4 BOG蒸发量的计算

4.1 LNG储罐日蒸发量计算

LNG储罐及连接管道压力达到安全泄放压力

0.9MPa时,产生BOG气体就需进行排空放散。本站为1个LNG储罐,容积为60m³,储罐充装率为90%,储罐额定静态蒸发率0.3%,计算的储罐日蒸发量为101.7Nm³。

4.2 管道日蒸发量计算

本站低温管道主要有D57×3.5管道6m, D45×3管道46m, D32×3管道49m,考虑低温阀门以及其他设备,站内管道当量长度按120m(D45×3)计算,每平方米管道吸收热量按25W/m²考虑。经计算,站内管道日总吸收约为52 902kJ热量,气化144Nm³/d。

4.3 车载LNG气瓶回流气体

一个500L的气瓶在充装前向储罐回收的气量约为3Nm³(气相质量流量计测量所得),本项目按较大加气量7 300Nm³/d,500L低温气瓶计算,即:500L气瓶按照最大充装量460L,计算每车充装量为197.8kg,每天充装车辆为25辆,产生回收气量约75Nm³。

4.4 LNG槽车释放量计算

卸车完毕后,一般LNG槽车内气体压力为0.3MPa,若气体进行放空处理,将造成能源浪费和环境污染,考虑将其回收,按槽车压力降至0.1MPa计算,每辆LNG槽车可回收天然气120Nm³。本站按较大加气量7 300Nm³/d,每4天需1辆LNG槽车到站,即平均每天需回收30Nm³天然气。

每天本站BOG排放量合计大约为101.7+144+75+30=350.7Nm³。LNG加气站在未形成稳定的加气车辆情况下,在低效运行下所产生的BOG量虽无法精确

计量,但所造成的BOG量也不可忽略。

5 BOG利用方案

本站为CNG/LNG加气合建站,CNG气源来自市政中压管道,气源稳定可靠,站址位于宝鸡市市区,CNG加气车辆方便且稳定,具有将BOG回收利用为CNG的有利条件。BOG回收工艺方案是将LNG加气站产生的BOG通过气化、计量、调压后并入CNG加气站进气管道中(干燥器前端),经压缩后充装给CNG加气车辆,主要设备有1台气化调压计量橇(气化量50Nm³/h)和配套的土建及工艺管道安装,为防止气化后温度过低,影响CNG压缩机性能,橇内设有电热式水浴复热器,确保出口气体温度大于5℃,同时为防止气流倒流,分别在气化橇入口和出口及CNG加气站进气管道处设置有单向阀,见图2。

6 BOG回收经济效益

本站BOG回收设备采用某公司小型集成撬装设备,最大限度的减少了占用场地,设备安装在已建卧式LNG储罐尾部(前期加气站设计已预留了BOG回收撬装设备安装位置),减小了工艺管道安装距离,其总投资见表1。

根据2015年全年当地LNG市场采购价格统计,LNG进货价最高达5250元/t、最低达3070元/t、2015年

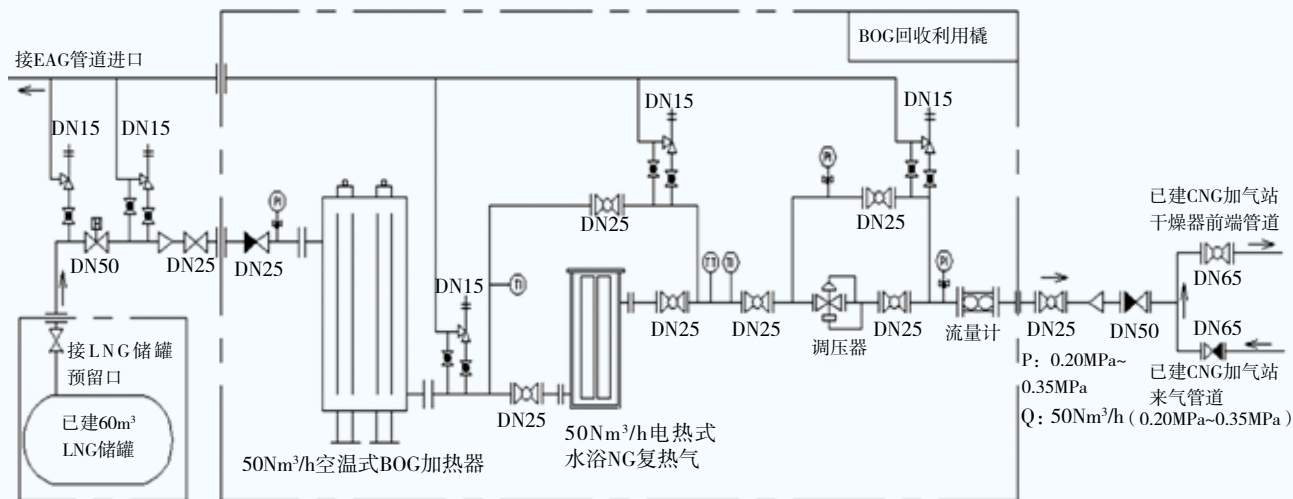


图2 BOG回收工艺流程

表1 BOG回收设备总投资一览表

序号	项目	投资 (万元)	备注
1	BOG气化撬设备 (50 Nm ³ /h)	8.00	含气化器、电 热式水浴复热 器、调压器、 流量计等设备
2	工艺管道及配套阀门	3.00	
3	配电、监控、报警	2.00	
4	土建等费用	1.00	
5	总投资	14.00	

平均采购价格为3 800元/t, CNG销售价格3.55元/Nm³。按上面理论计算BOG排放量为350.7Nm³/d, 全年可回收12.8万Nm³BOG气体。

本站BOG回收系统自2016年3月投运以来, 流量计已显示累计回收利用天然气62 000Nm³ (2016年3月2日~2016年11月1日), 平均月回收7 750 Nm³, 年预计回收可达93 000Nm³。根据本站实际回收BOG气体对其进行经济效果分析, 见表2。

可见, 回收利用BOG可获得一定的经济效益, 2年~3年可回收BOG设备投资。自本站BOG回收系统建成投运后, 彻底解决了LNG加注不均匀及低效状况下BOG排放所导致的经济损失。

7 结论及建议

LNG加注量、销售价格受加气车辆和外部市场影响, 波动较大, 导致一些LNG加气站在建成后无稳定流量的车辆加注, 长期处于低效状态, 致使LNG储存

表2 BOG气体回收经济效果表

序号	项目	LNG 高位价	LNG 低价位	LNG 平均价
1	BOG回收设备 总投资(元)	140 000.00	140 000.00	140 000.00
2	进气价格(元/t)	5 250.00	3 070.00	3 800.00
3	进气价格 (元/Nm ³)	3.60	2.10	2.60
4	售气价格 (元/Nm ³)	3.55	3.55	3.55
5	本站实际BOG 产生量(Nm ³ /a)	93 000.00	93 000.00	93 000.00
6	年销售收入(元)	-4 267.81	134 595.21	88 095.21
7	气化后年运营 费用(元)	27 900.00	27 900.00	27 900.00
8	气化后年利润 (元)	-32 167.81	106 695.21	60 195.21
9	BOG回收收入 (元)	334 417.81	195 554.79	242 054.79

注: 以上LNG价格折算为元/Nm³计算, 气化率为1 460Nm³/t, 运营费用按0.3元/Nm³。

时间加长, BOG不断产生, 造成气体损耗较大。

LNG加气站中增加BOG回收利用设备后, 既可解决BOG气体放散造成的环境和安全问题, 同时也可减少气量损耗, 获得一定的经济效益。

本站利用CNG/LNG加气合建站的优势, 将BOG转化为CNG出售, 投资少, 经济效益可观。

低效下LNG加气站可通过发展周边区域LNG点供市场, 增加LNG点供用户, 增加LNG对外销售量, 从而减少LNG储存时间, 增强场站的运行效率。

工程信息

北控鄂尔多斯40亿m³煤制天然气项目建设启动

2017年9月15日, 内蒙古北控京泰能源发展有限公司40亿m³/a煤制天然气项目建设启动仪式在内蒙古鄂尔多斯市准格尔旗大路镇工业园区举行。据介绍, 该项目总投资为283亿元, 项目采用粉煤

加压气化+碎煤加压气化的技术方案, 合成气经变换、净化后, 由甲烷化装置产出合格天然气送至首站, 以满足内蒙及北京地区天然气需求。

(本刊通讯员供稿)