

LNG储配站调峰与安全应急管理探讨

□ 郑州燃气股份有限公司 (450006) 逯兵 李超

摘 要: 文章主要介绍郑州华润燃气有限公司在LNG调峰、安全管理及突发事件处理等方面的体会。就本公司LNG设备流程进行了简单介绍, 并就LNG在城市燃气行业中的利用前景进行分析。

关键词: LNG 城市燃气 调峰 LNG突发事件

1 概述

郑州天然气工程于1986年开工建设, 经过多年的发展, 郑州天然气进入高速发展时期。2003年10月, “西气”正式进入郑州, 为郑州天然气工程注入了新的活力。但随着近几年各类用户的迅猛发展, 天然气仍然供不应求; 同时随着供气范围的不断扩大, 用气量的大幅度增长, 输配系统存在应急调峰不足等问题。2005年冬季再次遭遇瓶颈。为解决供气不足及现状输配系统调峰应急不足等问题, 郑州燃气曾多次积极筹划, 同时按照市委市政府的指示, 于2006年3月动工建设液化天然气(LNG)应急调峰储配站, 该项目投资约7 400万余元, 于2006年9月底投入运行。

2 系统简介

郑州华润燃气LNG系统由两台容积为1 750m³的子母罐、两台水浴汽化器、4组空温汽化器和调压站及工艺管道系统组成, 储气能力为210万Nm³, 最大输气能力为4万m³/h, 运行压力0.4 MPa~0.6MPa。

LNG系统建成后, 采购自新疆、河南、山西的LNG采用罐式集装箱储运, 通过公路运至郑州, 在卸车台通过3台300Nm³/h卧式专用卸车增压汽化器给运输LNG的槽车增压, 利用压差将槽车内的低温液体送至子母罐内储存。

向市区管网输气时, 利用增压器向子母罐增压, 增压后的LNG通过工艺管道进入空温气化器或水浴式气化加热器, 夏季环境温度较高, 供气缺口和调峰应急缺口较小, 考虑到气化站的经济运行, 可直接通过4台2 500Nm³/h空温式气化器正常供气, 正常供气时4台空温式气化器分两组, 两用两备, 供气量5 000 Nm³/h, 用气高峰时可将4台空温气化器同时开启, 供气10 000 Nm³/h。水浴式气化器以站区锅炉房提供的热水为热媒, 与热媒换热后将LNG气化为0℃~10℃常温天然气。正常供气时两台水浴式气化加热器一用一备, 供气量20 000 Nm³/h, 用气高峰时可将两台水浴式气化器同时开启, 供气量40 000 Nm³/h。

气化后的天然气(压力为0.4 MPa~0.8MPa, 温度为0℃~5℃)进入设计流量为40 000 Nm³/h的调压站, 通过调压、计量和加臭后使天然气出站温度稳定在0℃~10℃, 压力为0.2 MPa~0.4 MPa后, 进入市区管网。

3 日常安全管理

3.1 危险性分析

(1) LNG的低温特性: LNG泄漏后, 会吸收周围介质的热量迅速蒸发, 然后降至某一固定的蒸发速度。开始蒸发时其气体密度大于空气的密度, 在地面形成一个流动层, 当温度上升到约-108℃以上时,

蒸气与空气的混合物在温度上升过程中形成了密度小于空气的“云团”。同时，由于LNG泄漏时的温度很低，其周围大气中的水蒸气被冷凝成“雾团”，LNG再继续吸收周围介质的热量直至完全气化。LNG的低温危险性还能使相关设备脆性断裂和遇冷收缩，从而损坏设备和低温灼伤操作者。

(2) 蒸发气体 (BOG) 的危险性：虽然LNG存储在膨胀珍珠岩绝热的子罐中，但通过罐外介质传入的子罐内能量仍能引起LNG的蒸发，所以设计时要求LNG储罐有一个极低的日蒸发率，要求储罐本身设有合理的BOG安全系统放空。否则，BOG将大大增加，严重者使罐内温度、压力上升过快，直至储罐破裂。

(3) 爆炸、火灾的危险性：天然气在空气中百分含量在5%~15%，遇明火可产生爆燃。因此，必须禁止任何火源进入可能存在天然气的区域。

(4) 翻滚的危险性：储罐内的LNG长期静置不用将形成两个相对稳定的液相层，下层密度大于上层密度。当外界热量传入子罐内时，两个液相层便会发生热质交换，液层表面也开始蒸发，下层由于吸收了上层的热量，而处于“过热”状态。当两个液相层密度接近时，可在短时间内产生大量气体，使罐内压力急剧上升，这就是翻滚现象，翻滚很可能导致储罐破裂。

3.2 安全、设备管理措施

针对LNG存在的以上潜在危险性，我公司根据该系统3年多的运行经验及借鉴同行业的管理优点，形成了一套行之有效的安全管理模式，较好的杜绝了危险事故的发生。

(1) 强化制度的执行力和人员水平的提高：建立各生产岗位的安全生产责任制度和工作标准，根据需要编制卸车、出液、调压、增压等各个操作环节的作业指导书，并建立安全生产考核体系，对员工的安全操作情况进行监督和考核，规范员工的操作，避免低温灼伤和设备损坏；同时为了确保站区安全，制订了《站区十大禁令》、《站区动火作业管理》、《站区安全管理》等制度，规范进入站区人员的行为，消除人的不安全行为、物的不安全状态；因引进LNG系统时间较短，我公司聘请上海交大资深教授及国内同行业专家对生产中遇到的疑难问题进行分析研讨，并

对员工进行包括LNG站工艺流程、设备的结构及工作原理、岗位操作规程、设备的日常维护及保养知识消防器材的使用与保养等内容的专题培训，使员工的理论水平和操作技能得到大幅度提升。

(2) 注重原始资料的积累：日常工作中要求员工认真如实填写卸车记录、调度指令执行记录、自控系统运行记录、巡检记录、设备运行故障记录等，并定期对这些原始数据进行分析，根据分析结果对系统或相关参数进行改造和修订，根据记录中BOG的日蒸发量调整子罐压力或进行倒罐，将日蒸发量控制在0.2%以内，避免BOG大量蒸发造成事故。

(3) 建立设备设施巡检和维护制度：自我公司LNG系统投入使用以来，建立并不断完善设备设施巡检制度，要求运行人员对整个系统进行定时巡检并做好记录，目前运行人员对LNG系统巡检周期为白天2h一次，夜间3h一次。根据系统分布制订了完善的巡检顺序和标准，包括储罐区、汽化区、调压区及工艺管道区。巡检过程中，重点观察仪表数据、系统安全装置、消防设施、管件及阀门焊接位置，发现问题及时处置；根据设备的使用频率和使用状况制定设备维护周期和标准，定期对泡沫喷淋系统、防雷防静电系统、锅炉、配电系统、自控系统、汽化系统、报警装置进行维护，确保辅助设施随时处于备用状态。

(4) 利用生产淡季对设备设施进行全面检查维修：根据郑州市气源供应情况，每年4月至9月期间为气源较充足的时期，我公司利用这个阶段进行LNG系统的全面维修和技术改造，根据上一年度运行中发现的问题进行全面分析，对系统中存在的缺陷和不足进行改进，并对锅炉压力容器、安全装置、消防系统、配电系统、防雷防静电装置进行年检，对自控系统、工艺管道进行维修维护：

2008年对工艺管道的安全装置进行了改造，增设安全阀4个，确保了进、出液管道的安全运行；

2009年5月，在储罐顶部呼吸阀位置加装了检测夹层（母罐与子管的膨胀珍珠岩填充空间）红外式可燃气体检测仪，用于监控夹层可燃气体浓度，能够在子罐及夹层盘管出现泄漏的初始阶段发出报警，为紧急处置和避免险情扩大赢得宝贵时间；

2009年9月，对原自控系统进行了改造，使紧急切断装置投入使用，同时根据3年的运行数据分析和

气源的变化,调整了储罐液位的4个限值(包括液位高高位、高位、低低位、低位),增加了温度、液位、压力(子罐压力和夹层压力)的自动报警功能,提高了系统运行的安全性能。

4 应急管理

根据国家安全生产监督管理总局于2006年9月20日发布,2006年11月1日正式实施的《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》(AQ/T9002~2006)和我公司LNG系统运行过程中出现的问题,借鉴国内外同行业大量应急处置资料,编制了包括LNG少量泄漏、大量泄漏、爆炸着火、配电系统故障、锅炉系统故障、超压等紧急状况下的抢险抢修应急预案,预案中对抢先救援的组织、分工、报警、各种事故(如)的处置程序等进行了详细的规定和明确。每年组织大型抢险演练两次,并邀请上级安全管理部门、消防部门参与,同时组织班组进行各种突发事件控制和处置的演练,应对节假日及夜间以运行班为主要力量的险情处置,提高员工应急处置的能力,收到了较好的效果。

自我公司LNG系统投入使用以来,共成功处置较大险情3次:

(1)槽车翻倾事件处置:2007年1月3日,一辆途径郑州的装满LNG的槽车翻倾在郑州市北环立交桥,现场情况千钧一发。郑州市出动500余名警力疏散万余名群众,并协调公安、消防、安监等部门,因郑州市没有处理LNG事故的先例,我公司相关领导和

技术人员到达现场,对翻倾车辆的保温层、阀门、安全装置进行检查,随即制定了处置方案并经现场上级领导批准实施,经过15h的紧急抢险,最终将事故车辆转移到我公司LNG卸车区,技术人员利用专业设备,将事故车内LNG卸到LNG储罐中,危险被彻底排除。

(2)进液过程中管道泄漏事件处置:2009年11月2日晚20:40,我公司运行人员在卸车巡检过程中,发现2#子母罐上进液管道与环管连接的三通处出现泄漏,LNG呈线状顺着保温层大量流出,且流量明显呈上升趋势,运行人员立即停止卸车,将槽车与系统隔离,并将环管中的LNG通过气化系统排入管网,同时安排专人在泄漏处监控现场燃气浓度。次日组织人员进行抢修,历时20h使管道恢复正常运行。

(3)出液过程中管道泄漏事件处置:2008年2月18日,运行人员在进进行LNG装车操作过程中,发现LNG2#罐上进液总管与装(卸)车管线焊接三通处漏液,运行人员随即关闭LNG2#罐出液总管操作阀、LNG装(卸)车台阀门、LNG槽车相关阀门,并放散LNG槽车装(卸)软管内液体,同时开启LNG空温气化器进口低温“进口”阀门,将管道内(液)气体排入市区管网(由0.53MPa降至0.50MPa时漏液停止)。安排专人实施监控,每1h检测1次LNG2#罐区漏气处周围的燃气浓度,公司随即与施工单位联系组织抢修。

5 LNG储配站调峰和气源补充

作为郑州市的应急和补充气源,LNG储配站担负着事故应急和气源短供情况下保障居民正常用气的重任。尽管LNG增加生产、运输、存储环节的成本致使其价格远高于管道燃气,为了保障郑州市冬春季供气正常,作为城市燃气企业,我们每年将数百万Nm³LNG作为补充气源输入市区管网,有力的保障了冬春季正常供气。

自2006年建成以来,LNG应急储配站共输送LNG 1 472万m³,已逐渐成为一个重要的调峰手段。具体供气情况见表1。

2009年11月10日晚至12日8时,郑州地区第一场暴雪的平均雨雪量达37.8mm,郑州市区雨雪最大



图1 槽车翻倾现场

表1 2006年~2010年LNG用气情况(单位:万Nm³)

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
年用气量	32 485	35 736	41 558	47 775	52 210
LNG气量	396	97	221	435	513
所占比例	1.22%	0.27%	0.53%	0.91%	0.98%

注: ①2006年LNG气量为采购量,有一部分用于补充空罐。
②2010年LNG气量为上半年已用气量。

量为45.6mm,积雪深度为32cm,这是郑州市区有气象记录以来最大的一次。据嵩山气象站观测,10日以后,市区的气温降至零下7.1℃,降温幅度接近20℃。郑州市需求气量从145万m³猛增至173万m³,造成供气缺口近30万m³的紧急局面,向市政府请示后,紧急启

动应急预案,供LNG20万m³,保证民用取暖、医院、学校等重点用户不受短供影响。

6 结束语

随着经济的快速发展,能源的需求量与日俱增,我国迎来了LNG发展的新时代,如何搞好LNG站的安全技术和应急管理、如何更好的发挥价格昂贵的LNG在城市燃气中的调峰、应急作用成为我们面临的一个新课题。在以后的实践中,我们要学习国内外同行业的先进经验,引进先进的控制技术,真正了解了LNG的特性及潜在危险和控制措施,探索出一条更适合我们的管理之路。

企业管理消息

秦皇岛燃气总公司 力保2011年度春节期间燃气充足供应

冬季是用气高峰期,全国天然气供应形势非常紧张,秦皇岛市燃气总公司通过长输管道天然气、液化天然气、压缩天然气“三位一体”燃气保障机制的建立,以及指挥协调联动机制作用的有效发挥,确保了春节期间供气工作的平稳运行。

秦皇岛市管道燃气为长输管道天然气为主,液化天然气(LNG)、压缩天然气(CNG)为补充的多气源同时供应。进入2011年1月份以来,我市日均供气量达72万m³,最大日供气量已达80万m³。面对供气高峰的严峻考验,燃气总公司积极采取各种有效措施,抓好协调保供应。一是积极与长输管道天然气上游中石油供气方保持密切联系,争取保持长输天然气供气压力正常,尽最大努力保证长输天然气管网有足够储量。二是为提高供气的可靠性,增强应急调峰的保障能力,现已从内蒙、山西高价购进了60万m³液化天然气作为储备气源,并与内蒙星星能源公司、山西易高燃气

公司、河南绿能高科公司签订了应急保障协议,同时与冀东油田签订了压缩天然气供气协议,不计成本、不惜代价确保春节期间燃气安全充足供应。三是全方位加强供气设备设施检修维护,确保其正常运行。四是加强安全用气宣传,通过开展燃气安全宣传进社区系列活动,广泛宣传安全用气常识,增强广大用户的安全用气意识,加强燃气安检工作,保障用气安全。

在供应服务方面,军分区燃气服务大厅和维修站节日期间照常上班,可为用户正常提供购气、维修、点火等保障服务,增加维修抢修力量,全天24h坚守岗位,保证抢修人员快速到位,处理及时,确保维修工作快捷方便。同时,加强中低压管网巡护工作,检查附属设施运行情况,发现泄漏及时处理,防止人为破坏事故发生,保证管网安全运行。山海关和北戴河液化气公司春节期间保证液化石油气合理库存和充足供应,确保安全优质供气。(邱晓辉 陆忠 吴婷)