

CNG 减压供应站应用分析探讨

李银莉（贵州燃气热力设计有限责任公司，贵州 贵阳 550000）

摘要：CNG 减压供应站主要凭借自身建设周期短、投资灵活、经济效益良好等特点，可弥补燃气管道欠发达地区、工业重点城镇等目标市场的供气需求，广泛应用于中小城镇及工业企业用户。本文主要从气源背景、工艺、实际应用案例分析、根据 SWOT 分析并提出建议。

关键词：CNG 减压站；点供；气源；应用；案例分析；建议

0 引言

随着城镇化的进程，目前国内大城市的天然气管网已形成规模，但国内中小城镇数量众多，且分散不均，以及大城市周边较偏远的地方仍然没有天然气的供应^[1]。国内大部分中小城镇以液化石油气（LPG）作为城市主要气源，在当下 LPG 安全隐患较多，燃气安全事故频发，如今年甘肃酒泉 6.26 液化气爆炸事故，以及银川市兴庆区 6.21 液化气爆炸事故等。根据中国燃气协会发布的《全国燃气事故分析报告》，2022 年全年媒体报道的国内燃气事故约 802 起，其中，液化石油气事故占比超一半。

天然气作为安全可靠的清洁能源，由管道天然气、液化天然气（LNG）、压缩天然气（CNG）三种介质类型储藏运输供应^[2]。其中 CNG 供应站可以灵活根据需求选择供气设备和方式，不受管网建设情况和地理位置的限制。

1 案例分析

1.1 工艺简介

压缩天然气供应站分为压缩天然气储配站、瓶组供气站、加气站、减压供应站。本文案例主要讲述 CNG 减压供应站。

1.2 总平面布置

本案例为贵州省的新建 CNG 减压供应站，根据规模为四级站。生产区主要包括气瓶车位 1 个，卸气柱 2 个，减压撬一个、回车场、锅炉撬。站区四周设 2.0m 高实体围墙加 0.5m 高防护网。

1.3 工艺流程

CNG 减压站主要工艺流程：压缩天然气气瓶车运输至减压站压缩天然气气瓶车固定车位，经过卸气柱将进口压力为 20MPa 的压缩天然气输送至减压站，在站内经过过滤、一级换热将压缩天然气的温度加热至 60℃，加热后的压缩天然气经一级调压至 2.5MPa，减压后进入二级换热（流量小于 500 方/时无需二次换

热）、将天然气加热至 15℃左右，加热后进入二级调压装置经过二次减压，将天然气压力调节到与站外市政管网匹配的压力，本案例站外为中压燃气管网，故二级调压出口设计压力为 0.4MPa，温度约 5℃，调压后的天然气经过滤、计量、加臭、进入城镇中压燃气输配系统。

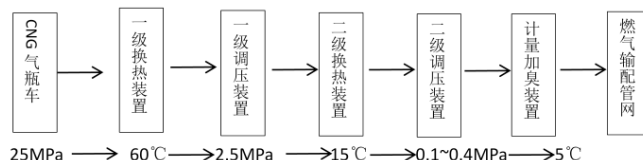


图 1 工艺流程图

1.4 主要工艺设备为：

1 个压缩天然气气瓶车固定车位，固定车位总储气容积 $\leq 18\text{m}^3$ ；1 台 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ CNG 减压撬，CNG 减压撬进口工作压力为 20~22MPa，出口工作压力为 0.1~0.4MPa；CNG 减压撬自带超压切断和放散管，加臭装置。

1.5 工艺系统

根据工艺流程及功能，减压站主要有卸车系统、换热系统、调压系统、计量系统、加臭系统以及控制系统。

1.5.1 卸气系统

卸车由高压软管、快装接头、拉断阀、止回阀、放散管、高压不锈钢球阀、紧急切断阀组成。目前常见的 CNG 运输车不同规格的卸气接口均为 DN25，因此常用的卸车高压软管均为 DN25，长度约 5m。高压软管与 CNG 运输车之间采用快装接头连接。

1.5.2 过滤换热系统

防止天然气中杂质对后端的调压计量设备产生影响，通常在进口设置第一次过滤。压缩天然气在减压过程是一个吸热过程，需要大量热量供给，若不能及时提供所需热量，就会挂霜结冰，严重时会产生管道冰堵，破坏管道及设施造成事故。换热主要分为水浴

换热、蒸汽换热和电换热。本案例采用的是水浴换热。站内设置燃气热水炉为压缩天然气减压提供热量。

换热器材质选用 0Cr18Ni9Ti, 为提高换热效率, 节省空间, 一级、二级换热管可置于同一腔内。

过滤、换热部分主要设备高压过滤、换热器。

加热部分主要设备加热器、燃气锅炉、热水泵等, 本案例采用整体撬装设备。

1.5.3 调压系统

本站所选调压器要求手动 / 自动调压功能、无启闭压力、精度高, 流通能力大, 自带超压自动切断功能及远传功能。主要设备高压紧急切断阀、一级调压器、二级调压器、放散阀。

1.5.4 计量系统

流量计的选型计算: 本案例所需计量的标准状况流量为 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$, 工作温度为 $-10\sim 50^\circ\text{C}$, 工作压力为 $0.1\sim 0.36\text{MPa}$, 忽略压缩因子的变化, 流量计选型计算:

$$\text{工况流量} = \frac{\text{标况流量} \times 101.325 \times (\text{工作温度} + 273.15)}{\text{工作压力} \times \text{标况温度}}$$

根据公式计算:

$$Q_{\max} = 5000 \times 101.325 \times (273.15 + 50) / (100 + 89.33) \times 293.15 = 2949.72\text{m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\min} = 5000 \times 101.325 \times (273.15 - 10) / (360 + 89.33) \times 293.15 = 1012.13\text{m}^3/\text{h}$$

因用户使用的不均匀性, 采用超声波计量较准确, 但费用较高, 本案例采用涡轮流量计。

1.5.5 加臭系统

按照流量在撬出口设置小型加臭机, 在减压撬内集成。加臭流量为 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$, 本项目设置一台储罐容积 60L, 自动加臭功能的加臭机。

1.5.6 控制系统

CNG 减压供应站可设置为无人值守站, 在安全运行的基础上实现连续稳定供气, 燃气公司须配备巡检维护人员负责无人值守站巡检维护和事故处理工作。

CNG 减压供应站设置站内控制室, 主要对温度压力的控制, 以及联动紧急切断系统, 管道设置紧急切断阀, 调压阀自带切断和超压放散功能, 进出口设置温度压力的就地显示器及变送器, 传输至控制室, 实现减压站无人值守, 远传监控及操作。

2 CNG 减压供应站应用

2.1 中小城市气源的应用

在一定供气规模下, 管道天然气输送是最经济有

效的输送方式, LNG 气化站经济投入也相对较高, 由于供应范围, 投资回报等受限, 中小城镇在一段时间内长输管道还无法辐射到其所在区域, 能够在中小城镇使用上清洁、高效的天然气, 建设压缩天然气减压供应站具有明显的优势。推广使用安全环保节能的天然气, 对新型城镇化基础建设有重要战略意义。

2.2 工业用户的应用

随着低碳环保政策的推动, 在陶瓷、建材、机电、冶金等重点工业领域, 实施天然气燃料替代煤, 逐步推进工业企业锅炉、窑炉“煤改气”工程。工业用气时间及用气量相对稳定, 可根据用气特点就近位置选择减压撬及固定车位, 分析是否为不可中断用户, 若因生产工艺要求, 需连续稳定供气可在定制减压撬时考虑一用一备的形式, 压缩天然气进口卸车柱也需做备用回路, 重点不可中断用户建议采用 2 台固定车位及减压撬互为备用, 达到持续不断、平稳的供气需求。

2.3 应急调峰气源的应用

为保障供气, 解决天然气供应的季节不均匀问题, 可采用压缩天然气作为储备调峰气源。也可在管道出现供气故障时, 也可作为临时应急气源。应急气源的安全可靠性要求严格, 需要设备灵活、机动性强、移动方便, CNG 减压供应站的工艺简单, 可通过集装箱将整套设备收入其中, 形成 CNG 减压撬。在应急救援时, 协调运输车将 CNG 减压撬运至指定地点后, 联通减压撬出口就可正常供应。

3 SWOT 应用分析

根据 SWOT 分析法对 CNG 减压供应站在贵州省应用可行性分析详见以下内容:

3.1 优势

①贵州省内有丰富的天然气资源, 随着页岩气、煤层气的勘探开发, 在气井附近建立 CNG 母站, 就近利用消费天然气也成为一种形势。根据《中国 CNG 气源分布图》的统计, 目前全国已建、在建和规划中的天然气压缩 / 加气母站共计 716 座。正安、道真、六盘水、普定、都匀等地都有压缩天然气气源、CNG 加气站遍布大部分大中城市, 省内页岩气井周边也有 CNG 母站, 附近调配以及外购压缩天然气资源均方便、气源充足有保障; ②压缩天然气转化为天然气的工艺简单, 便捷, 建设 CNG 减压供应站的投资相对较低, 用户群体稳定中逐步见长, 可长期稳定供应, 投资回报高; ③压缩天然气减压供应站内机器设备均已实现国产化、集成化, 形成撬装设备, 方便管理及运输,

对于一些土地资源紧张或规划要求严格的地区，CNG 减压供应站的安全间距相对较小，选址限制少。

3.2 劣势

①压缩天然气气瓶车的供应量有限，常见的气瓶车容量为 2800~5000m³；②受下游用户使用情况影响，卸车时间差异性较大；③场站建设需要占用一定的土地面积和设备空间。

3.3 机会

①我国燃气行业发展潜力大，正处于行业发展的成长期，用户市场大，燃气需求量不断扩大，尤其是当下“煤改气”“碳达峰”等蓝天保卫战政策下，发展清洁优质的绿色能源天然气逐渐代替传统能源，不仅是改善大气质量和生活条件的迫切需求，也更是发展低碳经济、保护生态环境，追求可持续发展的需要；②根据国家发改委发布的《“十四五”新型城镇化实施方案》，全国常住人口城镇化率稳步提高，城镇可持续发展能力明显增强，需加快城镇基础设施建设，不断调整优化能源结构，培育壮大天然气消费市场；③2022年6月10日，国务院办公厅印发《城市燃气管道等老化更新改造实施方案（2022-2025年）》该方案明确指导要加快进行城市燃气管道等老化更新改造工作，消除安全隐患。近年来，燃气事故频发，国家也在进一步推广已建管道的更新改造以及“瓶改管”；④压缩天然气减压供应站可以主打差异化，获取利润。在管网敷设前利用供气时间差，在液化石油气对比下，主打清洁能源和安全差异，锁定用户；在与 LNG 供气成本对比下，利用价格差异获得合理的利润。

3.4 威胁

①压缩天然气减压供应站的供应量有限，仅适合中小城镇、工业用户以及作为应急气源，若需要长期大量供应天然气，连接长输管道的分输站或建立 LNG 气化站为最优方案；②长期使用液化石油气的部分居民对天然气的接受度不高，部分商业用户因商铺租赁以及安装费用等原因，下游市场开发的情况差异性较大；③天然气点供主要分为 LNG 气化点供站和 CNG 减压供应站，LNG 气化点供站也是压缩天然气减压供应站竞争对手。对于相同供气规模的 LNG 气化点供站用地约 2400m²，工艺设备较多，需设置消防设备设施，安全间距要求严格，选址相对困难。但同供气规模的 CNG 减压供应站用地仅需约 1000m²，工艺设备少，不用设置消防水池，安全间距较小，选址相对容

易。

3.5 压缩天然气减压供应站可行性条件

①场站附近压缩天然气气源的品质、运输的距离、交通环境、气瓶车数量等条件；②下游天然气用户的用气规模及用气的不均匀系数，合理进行用气量预测，选择合适的供气规模；③全方面对比其他供气方式的建设期及运营期的经济可行性。压缩天然气减压供应站气源主要由气瓶车运输，运输距离直接影响供气的经济效益和安全性。根据用气量（Q）、上游 CNG 气源位置（S）、工作时间（T）的相互关系，压缩天然气有效输送范围（R）约束关系如下所示：

$$R=1/SmQnTk$$

公式中 m、n、k 为修正指数（技术因素指数），考虑压缩天然气储存量、设备特性、道路状况、人员技术水平等因素的影响。同时经济性条件对有效输送范围同样有制约性，压缩天然气的有效输送范围在 150km 左右。

4 建议

CNG 减压供应站适用于压缩天然气气源在 150km 以内，供气量 5000Nm³/h 以内，建设四级、五级场站，经济效益最佳，建议设置为无人值守站。

天然气作为重要能源，需要对压缩天然气减压供应站进行运输管理，提高供应链的安全性和可靠性，以确保天然气供应的稳定。保障天然气供应持续稳定，需要运营企业建立完善的应急预案。

5 结语

CNG 减压供应站具有工艺简单，工期短、投资少，见效快的优点，对于距离气源较近或管道天然气暂时不能到达的大城市周边地区，对用气量不大的中小城镇或迫切需要“煤改气”工商业用户，存在较高的应用价值。另外，在气源紧张、开展大型项目或管道中断时可作为应急气源，在用气高峰或冬季供暖时尤其是高峰期供气压力不足，作为调峰储备气源。在燃气供应市场，CNG 减压供应站在国家政策“煤改气”、“碳达峰”、“罐改管”等的推动下，或将得到更大范围的普及和应用。

参考文献：

- [1] 张鹏,王航.CNG 撬装减压站在子洲乡镇气化的典型应用[J].西安文理学院学报(自然科学版),2020(4):103-106.
- [2] 王涛.压缩天然气(CNG)加气站工艺流程和主要设备分析[J].城镇建设,2020(12):89-91.