

# 关于 LNG 加气站设计方案的研究

刘刚

(自贡通达机器制造有限公司, 四川 自贡 643000)

**摘要** LNG 加气站的设计影响到其运作、服务能力, 需要加以重视, 分析当前设计问题、对策也因此显得必要。本文以 LNG 加气站设计优化的必要性为切入点, 在此基础上分析其常见设计问题、应对策略, 包括选址设计方法、安全设计策略、优化功能分区设计、服务能力评估、污染控制等内容, 评估上述方法的应用价值, 旨在为后续各地 LNG 加气站设计工作提供参考。

**关键词** LNG 加气站; 选址; 功能分区; 服务能力; 作业安全

**中图分类号**: TE8

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)04-0094-03

LNG 加气站即液化天然气 (Liquefied Natural Gas) 加气站, 是加气站的一种, 主要面向车辆提供加气服务。当前 LNG 加气站可分为撬装式加气站、标准式加气站、L-CNG 加气站、移动式撬装加气站等四种, 其服务方式存在少许差别, 但功能定位是相同的<sup>[1]</sup>。考虑到液化天然气加工、使用存在一定的安全风险, 需要在 LNG 加气站设计工作中加以关注, 规避各类可能存在的安全隐患。同时, LNG 加气站的服务性、功能管理、污染控制也是其设计过程中需要关注的焦点。目前部分 LNG 加气站设计不完善, 存在一些不足, 影响其功能履行, 也带来了安全方面的风险。分析其常见设计问题 and 对策, 具有一定的现实意义。

## 1 LNG 加气站设计优化的必要性

### 1.1 提升服务能力

优化 LNG 加气站设计, 可以提升服务能力, 这是该工作的直接着眼点。从行业发展态势上看, 我国以液化天然气为燃料的新能源汽车数目快速增长, 根据《中国天然气汽车产业发展报告 (2023)》数据, 2025 年此类汽车的总保有量可达到 500 万辆左右, 年复合增长率超过 15%, 这对社会基础服务设施、服务能力提出了高要求。做好 LNG 加气站设计, 可以面向天然气汽车用户提供更完善的服务, 尤其是加气服务, 在此基础上, 与加气有关的其他服务也可以同步得到刺激和推动, 如人才的培育、工作系统建设等, 持续改善 LNG 加气站服务水平<sup>[2]</sup>。

### 1.2 保证作业安全

LNG 加气站设计的优化, 也可视作改善作业安全性的需要。液化天然气可燃烧, 在一定条件下也可能爆炸, 对加气站的设施、人员安全带来威胁。2023 年沈阳某

地出现加气站爆炸事故, 造成 2 人死亡、6 人受伤的严重后果。对加气站的设计进行优化, 可以减少事故发生率、控制其破坏性, 如在规划过程中避免储气罐距离过近、加气站远离居民点或闹市区、增加消防管理设施等等。值得注意的是, LNG 加气站因设计问题发生的事故目前尚少, 但随着天然气汽车数目增加, 未来 LNG 加气站的工作压力也会提升, 安全设计应作为关键点加以重视<sup>[3]</sup>。

### 1.3 积累管理经验

LNG 加气站设计的优化是积累管理经验的需要。新能源汽车以及新能源产业是未来汽车行业和社会发展的主要趋势, 对应的 LNG 加气站、LNG 大范围社会化运用也会成为常态。目前 LNG 的运用领域依然偏少, 在大规模运用的情况下, 其可能暴露出更多问题, 包括使用安全问题、使用规范化问题、使用成本问题等, 以 LNG 加气站设计为纽带, 可以提升设计工作的经验储备情况, 也可以为 LNG 在其他方面的运用提供参考, 如便携式加气设备、流动加气站等, 具有长期层面的积极价值<sup>[4]</sup>。

## 2 LNG 加气站设计的常见问题

### 2.1 选址不当

LNG 加气站设计常见问题之一为选址不当。从特点上看, 尽管天然气汽车市场广阔, 但其当前应用尚不广泛, 这对加气站选址设计提出了较高要求。大部分天然气汽车集中于城市, 出于服务方面的考虑, 一般 LNG 加气站选址在城区边缘, 部分 LNG 加气站以货车为主要服务对象, 设计时会出现货车转弯半径不够的情况, 而加气机间隔过短无法满足两台车同时加气的要求, 效率上比较有限。部分 LNG 加气站卸车点规划不

合理,可能出现卸车区域空间拥堵、加气车辆无法通行的情况。城区内用地紧张,且面临交通规划、地下设施处理等方面的困扰,建设成本和难度较高。天然气的行驶里程在 900 公里左右,部分 LNG 加气站建设在非道路周边,不利于提供及时的加气服务,建设在道路周边,面临服务对象总体规模不大、投入产出比失衡的问题,以致 LNG 加气站选址不当的问题越发突出<sup>[5]</sup>。

## 2.2 存在安全隐患

部分 LNG 加气站的设计存在安全隐患,主要是指其设计的过程中没有充分考虑所有风险因素。需注意的是,大部分 LNG 加气站可以避免常规火灾、爆炸等一般风险,其安全设计不当更多的是指不易察觉的隐患。如储液罐的存放管理,液化后的天然气体积仅相当于常规天然气的 1/600 左右,存放难度并不大,这导致部分加气站设计时缺乏安全管理意识,没有选用得当的压力容器,储液罐无法承受一般的撞击破坏。也有部分 LNG 加气站在存放储液罐时,没有清晰地进行标示,导致无关人员进出储液罐区域,甚至在危险区域内吸烟、使用明火,带来安全方面的问题。

## 2.3 功能分区设计不当

按照一般功能定位需要,LNG 加气站可大致分为进站区、加气区、办公区域、停车区域、等候区域、生产区域、存储区域等若干部分。当前部分 LNG 加气站的功能分区设计不当,停车区域距离存储区域较近,存储区域内存放各类加气设备、储液罐以及生产设备,部分驾驶人对此不够了解,可能在停车区域吸烟,引发安全隐患。部分 LNG 加气站等候区域过于狭小,当工作压力较大、多辆天然气汽车停留时,也可能诱发区域性拥堵情况。部分 LNG 加气站设计的生产区域不易进行物质转运,储液罐内天然气耗尽后无法及时运出、尚未耗尽的储液罐无法及时移入,影响加气工作的整体效率。

## 2.4 服务能力不强

LNG 加气站的设计,应考虑其服务能力,以满足一般意义上的天然气汽车工作为目标。目前部分 LNG 加气站设计上不够完善,不能充分保证服务能力,包括加气能力设计、综合服务能力设计等。如部分 LNG 加气站尚未完善普及 LNG 加气技术,依然使用 CNG 技术,服务能力较低。部分 LNG 加气站储气量总体不足,使用容量为 30m<sup>3</sup> 的储液罐,无法充分提供加气服务,部分加气站为降低管理负担,设计的加气服务上限不高,

LNG 储罐容积、数量有限,当交通压力、加气服务压力较大时,无法满足所有天然气车辆的加气需要。此外,国内大部分 LNG 加气站设计时未考虑综合服务需要,无法随时提供流动加气服务,当天然气车辆因燃料耗尽、无法自行行驶到加气站时,邻近加气站无法提供远程服务,综合服务能力不足。

## 2.5 放空天然气污染

放空天然气污染是 LNG 加气站设计的常见问题之一,从工作内容上看,LNG 加气站放空天然气时,会影响空气质量,也可能破坏小范围内的生态环境。部分 LNG 加气站设计过程中忽视了其放空天然气污染问题,未能妥善就天然气处理进行分析,不能集中进行大量生产废气处理,导致加气站放空天然气污染较突出,形成生产污染、降低社会效益,在工作压力较大时,也会影响加气效率。

## 3 LNG 加气站设计问题应对策略

### 3.1 选址设计方法

LNG 加气站设计应首先考虑选址问题处理,考虑到天然气汽车产业发展具有动态性、不确定性,未来建议采用几何中心和业务中心设计并行的方式优化 LNG 加气站选址设计。

几何中心设计法是指根据本地空间方面的一般特点,选取若干几何意义上的空间中心,以该中心的定位信息为依据,建设 LNG 加气站。此方式的特点在于能够面向本地区所有天然气汽车车主提供比较均衡的加气服务,无需考虑不同分区的业务态势,即便未来本地天然气汽车的数量增长,均衡配置的 LNG 加气站也能满足工作需要,对大型城市而言,几何中心设计法更具实用性。业务中心设计法是指根据本地天然气汽车加气业务的分布态势进行选址,可由交通部门提供原始数据,交由市政部门进行分析、加工,对于天然气汽车加气业务较集中、负荷较大、增长较快的区域,适当倾斜资源,增加 LNG 加气站的总量和分布密度,其他区域适当减少,以保证用户能就近获取加气服务。此方式对于中小城市的适用性更高。

### 3.2 安全设计策略

LNG 加气站设计过程中,需要关注安全控制,重点着眼于两个方面:一是常规安全管理;二是与 LNG 加气站特点有关的管理。

常规管理如消防设施配置、烟火管制等,要求根据国家规定以及行业要求出具明确的设计方案,详细罗列安全管理的基本要求、执行方法,应由国家管理

部门或地区管理部门给出标准文件,各地、本地的LNG加气站一体按照相关文件进行安全设计,再由交通部门、消防部门进行检查、监督,确保LNG加气站安全设计满足具体要求。与LNG加气站特点有关的管理更应加以重视,要求根据加气站功能、工作内容确定具体的安全设计方案、方法。如上文所述的储液罐管理,要求使用满足液化天然气存储管理的压力容器,并定期进行检查更换,所有工作区域内严禁无关人员进出,使用明显标示,对LNG加气站各类功能分区进行标示,尤其是村砸安全管理需要的区域,包括储液罐存放区、加气工作区等,提升安全设计水平。

### 3.3 优化功能分区设计

LNG加气站功能分区设计应关注不同区域的功能实现,同时兼顾其未来可能出现的扩展、变化。具体工作中,主要强调功能分区的直接分析,根据分析结果利用模拟技术进行虚拟实践,确定比较合理的设计方式。

如加气站的停车区域、等候区以及生产区域,这些区域的功能比较明确,不会因业务活动出现改变。在组织设计时,停车区域应远离一般工作区,包括加气区、等候区等,等候区的设计应考虑本站工作压力情况,如果等候中的天然气汽车偏多,也应适当扩大等候区范围。生产区域应保证物质转运便利,尤其是工作忙碌时,各类大型工具、设施的转运,包括储气瓶等,按一般原则出具设计方案后,将其代入计算机中形成虚拟参数,再添加工作有关数据,模拟不同工作环境下相关设计的可实现性,再根据模拟结果进行调整和优化。

### 3.4 服务能力评估

对LNG加气站的服务能力进行分析、设计,是保证其正常发挥作用的基本条件,未来主张采用大数据分析提供辅助,并设计多元服务体系。

大数据分析主要用于分析LNG加气站工作负荷水平以及可能出现的变化。如某地天然气汽车的数目持续增加,这要求LNG加气站提升设计容量,能够面向日益增长的对象群体提供服务。可以利用大数据,对LNG加气站周边的天然气汽车增长态势进行分析,大致确定合理的服务能力参数,确定站内储气瓶的总数,适当予以增加。在此基础上,如果LNG加气站设计区域周边缺少同类服务点,还应考虑设计流动加气系统,在服务对象燃料耗尽、不能赶往加气站加气时,通过流动加气系统提供服务。流动加气系统的具体设计也以大数据资料提供辅助,分析周边天然气汽车产

业的变化情况、评估服务态势的波动,以合理进行流动加气系统规模、服务能力和标准分析、设定。

### 3.5 污染控制

LNG加气站设计过程中,污染控制主要关注废气处理、噪声控制。废气处理应以国家规定、本地法规为基础,加以严格化,噪声控制则以挡板、噪声隔绝设施为中心。

具体工作中,可根据各类规定确定废气处理方案,在设计LNG加气站时引入废气处理系统,预留建设空间、设计工作标准和具体方法。如果条件允许也可以引入其他地区的成熟经验,参考LNG加气站废气处理的既有模式提升工作水平和设计效果。加气站周边的围挡设施、内部建设用材等,均可一体设计使用隔音材料,尤其是邻近生活区、商业区的加气站,设计时应评估噪声等级,如果噪声过大,超过90分贝,均应考虑使用隔音设计提升社会效益。

## 4 结论

LNG加气站设计问题影响其正常履行职能,也可能带来安全方面和经济方面的损失,需要加以重视、解决。具体而言,LNG加气站设计问题包括选址不当、安全设计不理性、功能分区和服务能力不足、放空天然气污染等几个方面,为予以应对,本文主张在工作中做好选址和安全设计,根据功能目标和服务目标做分区、服务方式等方面的设计分析,最后还应控制污染。上述策略可以控制安全隐患、提升LNG加气站的服务效率,也可以降低污染,未来工作中可予以应用和参考。

### 参考文献:

- [1] 朱吉华.LNG加气站合规性运营存在的问题及对策[J].石油库与加油站,2023,32(05):3-6,51-52.
- [2] 王一昊,张阳,凌晓东,等.撬装式LNG加气站可燃气体探测器覆盖率优化研究[J].石油化工自动化,2023,59(05):51-54.
- [3] 杨宇粟,刘强,李剑.LNG加气站供销差产生原因分析与管控[J].石油与天然气化工,2023,52(04):61-65.
- [4] 罗英杰,郭秀英,龚攀懿.基于粗糙集理论的L-CNG加气站安全评价指标构建[J].山东化工,2023,52(05):219-222.
- [5] 陈静,董敏,史博文.基于Bow-Tie模型和贝叶斯网络的LNG加气站动态风险分析[J].石油工业技术监督,2023,39(02):41-49,77.