

# 北京市应急 LNG 建设相关问题的研究

北京市燃气集团有限责任公司(100035) 刘 燕  
北京市煤气热力工程设计院有限公司(100032) 陈 敏 孙明焯 刘建伟

**摘要** 北京市作为全国用气量最大的城市,天然气供应的安全问题尤为重要,通过对现有供气系统的分析,研究 LNG 应急气源建设等相关问题,提高北京市供气可靠性。

**关键词** 天然气 应急 LNG

## 1 研究背景

### 1.1 北京市天然气供应现状

目前,天然气已成为北京市重要的能源之一,2005 年天然气占终端能源的比重,已由 1999 年的 1% 上升到 8.6%。天然气的大规模应用,为北京市的大气污染治理贡献了力量。到 2007 年底,北京市各类用户的天然气用气量约为 43 亿  $m^3$ ,天然气用户占北京市燃气总用户(包括天然气、液化石油气)的 75%。目前北京市的天然气有两个气源(长庆气田和华北油田),由于华北油田仅占北京市最大供气量的 1.5% 左右,对保障供应已不起决定作用。北京市天然气 98% 以上由陕甘宁长庆气田供应,其输气管线为已建的陕京一线和陕京二线。

### 1.2 北京市天然气发展规划

根据北京市“十一五”时期燃气发展规划,在 2008 年将达到 50 亿  $m^3$ ,2010 年将达到 68 亿  $m^3$ ~78 亿  $m^3$ ,2020 年将达到 110 亿  $m^3$ ~120 亿  $m^3$ 。高峰日用气量 2010 年将达到 5 500 万  $m^3$ ,2020 年将达到 1 亿  $m^3$  左右。

北京市今后一段时间将加快新农村建设进程,其中比较重要的一点就是乡镇地区的燃气气化工程,提高乡镇的基础设施能力,改善居民生活水平。根据目前北京市重点乡镇发展规划,年需气量约为 1.6 亿  $m^3$ 。广大乡镇地区目前天然气管道敷设难度较大,可以考虑采用 LNG、CNG 等非管输方式供应,操作灵活,投资少,将来还可以与天然气管道衔接。

### 1.3 极端天气等特殊情况下对安全供气的影响

2008 年初南方数省的极端冰冻天气造成的大范围停电、停水等城市基础生产生活资料供应短缺,为北京市天然气、煤炭等能源供应敲响了警钟。假如北京市也遭遇百年一遇极端气象条件,按照目前北京市各条长输管线能力,与极端需气量相比还是具有一定的差距。展望未来,建设一定规模的天然气应急能力具有重大的战略意义,能够最小限度的减少对城市安全供气的影响程度,提高保障水平。

据统计,目前 40% 以上的管线事故是由于施工等因素造成第三方损害引发。负责为北京市供气的六环路、五环路输配干线等重要供气管线的突发事故,会给整个城区的用气造成严重后果,影响大、范围广。通过应急设施建设能够较好的应对此类突发事件。

### 1.4 国家天然气利用政策的要求

2007 年国家发改委颁布的《天然气利用政策》第六条“保障措施”(五)规定“保障稳定供气。天然气供需双方应明确彼此在调峰和安全供气方面所承担的责任。国家鼓励建设调峰设施和建立特大型城市天然气储备机制”<sup>[2]</sup>。国家已日益重视天然气供应的安全问题,在城市建立适当规模的应急储备是符合天然气利用政策的。

## 2 北京市现状供气系统情况

从陕甘宁地区的气源地到北京的输气管道长约

1 000km,沿途经过多处地质不良地貌,塌方、泥石流等自然灾害时有发生,人为破坏也时有记录,这些都对北京市的平稳供气构成隐患。另外管道在建成投产运营中也无法完全避免事故的发生。在单一气源、外部输气管线未形成网络、已建成的地下储气库主要考虑调节季节性不均衡负荷的情况下,以及事故储备能力不足等状况,将造成天然气供应安全隐患。

从北京市的特殊地位和未来天然气快速发展的实际情况出发,北京市必须建立全面的天然气资源供应安全保障体系,防患于未然,有备无患,以期全面应对突发性供气中断,确保天然气供应的安全性、可靠性、连续性和稳定性。

### 3 国内外相关经验简介

法国南特市液化天然气储配站建有 500m<sup>3</sup> 和 2 000m<sup>3</sup> 储罐各 1 座。巴黎西北沿海的勒阿弗尔有 3 座几何容积为 1.2 万 m<sup>3</sup> 的液化天然气储罐,马赛附近的弗斯有两座几何容积为 3.6 万 m<sup>3</sup> 的储罐。这 3 处液化天然气储气站的总容积是 11.05 万 m<sup>3</sup>,可储气 6 600 万 m<sup>3</sup>。此外,法国蒙度瓦天然气接收站用于接收从阿尔及利亚购买的作为调峰用的天然气,建设了 3 座 12 万 m<sup>3</sup> 预应力混凝土外壳的天然气储罐,全部设施能够保证每年输送 100 亿 m<sup>3</sup> 天然气。

上海市在浦东五号沟建设了 1 座应对应急事故工况的 LNG 工厂,装置液化能力为 10 万 m<sup>3</sup>/d,LNG 储存规模为 2 万 m<sup>3</sup>,于 2000 年 5 月投产,采用混合冷剂制冷液化工艺,主要用于海上气田事故应急和燃气调峰用。一旦有台风影响钻井平台安全,东海气不能上岸,就启动 LNG 工厂的气化设施,给管网供气。<sup>[3]</sup>目前,正在扩建 2 个 5 万 m<sup>3</sup> 的 LNG 储罐。新储罐投入运营后,上海将拥有 12 万 m<sup>3</sup> 应急储备能力。

## 4 北京市应急 LNG 建设相关问题

### 4.1 应急储存气量

一般来说,居民用户的用气关系到国计民生问题,在任何情况下都不能停止供气;有些工业用户如果在生产期间突然停气,也会带来巨大的经济损失,甚至有可能出现安全问题。这类用户属于重要用户,需慎重决策停气。另外,有一部分用户在紧急情况

下,可以适当减少供气量或停止供气,不至于出现重大事故或损失,如 CNG 汽车。采暖用户可以减少供气量或降低采暖温度;一些间断生产的工业也可以停产。有必要继续深入研究用户分级管理,提出针对可中断用户的政策措施,提高燃气需求侧管理水平。

作为事故应急储备,应按照最大管线的供气能力来确定,一旦上游气体处理厂或管线出现故障,不能供气,为确保北京市内天然气用户的用气要求,应急储备开启,按照用气负荷等级先满足居民用气及重要用户的供气要求。

目前北京市的气源供应管线共有 5 条管线,管输能力如表 1 所示。

表 1 北京市各气源管线供气能力

| 序号 | 管线名称  | 管道直径<br>mm | 设计压力<br>MPa | 管输能力<br>×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d | 管线长度<br>km |
|----|-------|------------|-------------|--|------------|
| 1  | 陕京一线  | 660        | 6.4         | 1 130                                      | 900        |
| 2  | 陕京二线  | 1 016      | 10.0        | 1 650                                      | 926        |
| 3  | 华北-东郊 | 219        | 4.0         | 5  | 70         |
| 4  | 华北-南郊 | 529        | 2.55        | 45   | 65         |
| 5  | 永清-次渠 | 660        | 5.5         | 1 100                                      | 167        |

2010 年高峰月平均日不可中断气量约为 3 000 万 m<sup>3</sup>/d,正常情况下将由 3 条管线向北京供气,分别是陕京一线、陕京二线和地下储气库管线(永清至次渠),因在实际管线运行调度时,各条管线供气量占需求总气量的比例受多种因素影响难以预计,从目前上游调度运行方式来看,三条管线基本按平均输送量进行调度。因此若 2010 年仍按此方式进行调度,当一条管线发生故障时将至少影响供气量 1 000 万 m<sup>3</sup>/d,因此应急气源规模可确定为 1 000 万 m<sup>3</sup>/d 以上,事故期按照 5 天考虑,应急储备规模应达到 5 000 万 m<sup>3</sup> 以上。

### 4.2 LNG 液化工厂

#### 4.2.1 液化生产能力

根据目前设定的应急储备及周边用气规模,确定生产能力 150 万 m<sup>3</sup>/d,其中 50 万 m<sup>3</sup>/d 为应急储备运作,生产天数暂定为 100 天,规模 0.5 亿 m<sup>3</sup>/a。

北京市乡镇等天然气管道未敷设区域规划用气量约为 1.6 亿 m<sup>3</sup>, 高峰月高峰日用气量约 105 万 m<sup>3</sup>, 高峰月日均用气量约为 94 万 m<sup>3</sup>, 平均为 100 万 m<sup>3</sup>, 因此规划设置生产能力为 100 万 m<sup>3</sup>/d。

#### 4.2.2 液化工艺流程的选择

世界上成熟的天然气液化工艺流程有 3 种类型, 分别是复迭(阶式)循环流程、膨胀机致冷流程和混合冷剂致冷流程。

目前, 国内共有几套 LNG 生产装置, 均采用引进国外的液化技术。

上海 LNG 装置液化能力为 10 万 m<sup>3</sup>/d, 采用混合冷剂制冷液化工艺。中原油田 LNG 装置是国内第一套商用 LNG 装置, 其处理能力为 30 万 m<sup>3</sup>/d, 采用丙烷预冷+乙烯制冷+节流膨胀制冷的阶式制冷工艺, 液化率为 50%。新疆广汇 LNG 装置是目前国内最大的一套 LNG 生产装置。其一期生产能力为 150 万 m<sup>3</sup>/d, 采用林德公司的混合冷剂制冷液化工艺。

表 2 液化工艺技术对比表

| 工艺路线   | 制冷系统数量 | 换热器数量 | 复杂程度 | 成本 | 能耗 | 处理压力 | 备注   |
|--------|--------|-------|------|----|----|------|------|
| 混合制冷   | 1      | 1     | 低    | 低  | 较高 | 低    | 专利技术 |
| 三级阶式制冷 | 3      | 6     | 很高   | 高  | 较低 | 高    |      |
| 膨胀机    | 1 或 2  | 2     | 中等   | 低  | 高  | 高    | 液化率低 |

根据目前国际 LNG 工程的发展趋势及综合比较, 可优先选择混合制冷液化工艺。

#### 4.2.3 储存能力

设置储存总量为 10 万 m<sup>3</sup> 容积的 LNG 储罐, 能够按照 1 000 万 m<sup>3</sup>/d 的能力应急供应城市管网持

续 5 天以上。

#### 4.2.4 应急气化能力

根据前面设定的应急储备要求, 气化能力可按 1 000 万 m<sup>3</sup>/d 考虑。

#### 4.2.5 占地及投资估算

LNG 液化工厂约需占地 250 000m<sup>2</sup>(375 亩), 可布置在 500m × 500m 方型区域内, 其中主工艺装置占地 130 m × 90m, LNG 储罐可采用全包容形式, 储罐规模为 10 万 m<sup>3</sup>。

工程建设总投资约 19 亿人民币。

### 4.3 环境影响

LNG 储罐如采用全包容形式, 全包容罐的外筒体可以承受内筒泄漏的 LNG 及其气体, 不会向外界泄漏, 其安全防护距离也要小得多。国外已有几十年安全运行的成功案例, 安全是有保障的。LNG 液化基地整体技术成熟, 不会对环境造成恶劣影响, 可选择在城市周边建设。

## 5 结语

从北京市能源发展思路来看, 能源的供应应提供适量冗余。吸取 2008 年年初南方雪灾的经验和教训, 从战略的高度审视北京市燃气供应问题, 必须掌握一定的容量在城市可控范围内, 起到应急保安的作用, 是符合当前国家产业政策以及北京市实际情况的, 是非常必要的。

#### 参考文献

- 1 国家统计局《2007 北京统计年鉴》国家出版社
- 2 《天然气利用政策》发改能源[2007]2155 号
- 3 葛敏, 张宝隆. 天然气液化工业的发展和上海 LNG 站的液化工艺. 化工世界[J]. 2002 增刊

