

# 北京市农村“煤改气”配套场站典型设计

□ 北京市燃气集团有限责任公司 (100035) 李持佳 邱迪

□ 北京优奈特燃气工程技术有限公司 (100031) 赵立春 肖勇 崔竞月 王壮 刘万波

**摘 要:** 针对北京市农村地区“煤改气”,对采用LNG与CNG供气进行供气方案、投资估算、占地面积等方面的对比。根据不同村庄的用气规模,对配套场站进行方案选择并且对不同方案作出典型设计。

**关 键 词:** 农村 煤改气 场站

## 1 引言

近年来,随着国家《大气污染防治行动计划》以及北京市实施细则《北京市2013-2017年清洁空气行动计划》等的纷纷出台和逐步落实,北京市燃气集团积极响应政策的清洁能源改造计划,目前北京市农村“煤改气”已经进入攻坚阶段并取得了阶段性成果。

## 2 用气量计算

农村地区天然气主要用气炊事及壁挂炉采暖,用气不均匀系数采用北燃经发(2010)123号文件《关于印发天然气用气指标及不均匀系数的通知》,见表1。北京农村地区每个村庄家庭户数一般不超过1 500户,因此对小时高峰流量在 $100\text{Nm}^3/\text{h}\sim 15\,000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的供气

8 张丽. 管状纺织复合材料及其在管道修复技术上的应用研究. 天津: 天津工业大学, 2006

9 张志川. 目前国内各种非开挖修复技术对比分析. 城市燃气, 2008; 12: 3-9

10 苗金明, 刘倩倩. 北京市地下燃气管网构成及其事故原因统计分析. 北京劳动保障职业学院学报, 2013; 7(2): 41-46

11 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 城镇燃气设计规范: GB 50028-2006. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006: 406

12 中华人民共和国住房和城乡建设部. 输气管道工程设计规范: GB 50251-2015. 北京: 中国计划出版社, 2015

13 中华人民共和国建设部. 输油管道工程设计规范: GB 50253-2014. 中国: 中国计划出版社, 2014: 165

14 国家经济贸易委员会. 钢质管道穿越铁路和公路推荐做法: SY/T 0325-2001. 中国: 2001: 44

15 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城镇燃气管道穿越工程技术规程: CJJ/T 250-2016. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016

规模进行计算, 计算结果见表2。

表1 农村用户不均匀系数

| 月高峰系数 | 日高峰系数 | 小时高峰系数 |
|-------|-------|--------|
| 3.61  | 1.15  | 1.26   |

### 3 山区煤改气供应方式研究

目前, 城市燃气供应方式主要有管道天然气、液化天然气(LNG)、压缩天然气(CNG)和液化石油气(LPG), 山区一般为天然气管道尚未覆盖的区域, 因此LNG、CNG是山区地区“煤改气”的最现实的气源。本文主要介绍LNG、CNG两种供应系统的工艺流程、技术特点及其工艺设备的选型要求。针对不同供应规模, 建立不同供气系统的方案, 再对各方案的工程投资费用、占地面积、运输成本进行比较。

#### 3.1 供气方案比较

根据小时供气量的不同, 分别确定LNG、CNG供

气方式, 并选用相对应的设备, 见表3。《城镇燃气设计规范》GB-50028规定CNG用户供气站最大储存容量为 $3 \times 10^4 \text{Nm}^3$ , 6个以上槽车位以上已超出允许存储容量(1个槽车位 $4\,500 \text{m}^3$ ), 故表中小时流量大于 $1\,500 (\text{Nm}^3/\text{h})$ 的CNG供应站需加设储气装置, 因此本文不考虑此方式与LNG气化站相对应的供气规模。

#### 3.2 经济性比较

正常的LNG运输价格为 $0.8 \text{元}/\text{t}/\text{km}$ ; 曹妃甸运输到北京往返 $700 \text{km}$ ; LNG气化量按照 $1\,350 \text{m}^3/\text{t}$ 计算;  
 $0.8 \times 700 / 1\,350 = 0.415 \text{元}/\text{m}^3$ 。

综合供气能力、场站站点布局和经济性的比较, 对于管道天然气尚未到达的农村地区, 采用LNG供气相对CNG供气具有明显的优势, 因此本文对LNG瓶组站和LNG撬装气化站供气的设计进行研究。

### 4 农村地区“煤改气”LNG配套场站的确定

北京市农村“煤改气”用气设备配置为每户1台

表2 供气规模选用表

| 小时供气量<br>( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ) | 日高峰用气量<br>( $\text{Nm}^3$ ) | 年用气量<br>( $10^4 \text{Nm}^3$ ) | 小时供气量<br>( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ) | 日高峰用气量<br>( $\text{Nm}^3$ ) | 年用气量<br>( $10^4 \text{Nm}^3$ ) |
|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 100                                 | 1 905                       | 17                             | 2 000                               | 38 095                      | 335                            |
| 200                                 | 3 810                       | 33                             | 3 000                               | 57 143                      | 502                            |
| 300                                 | 5 714                       | 50                             | 5 000                               | 95 238                      | 837                            |
| 500                                 | 9 524                       | 84                             | 10 000                              | 190 476                     | 1 675                          |
| 1 000                               | 19 048                      | 167                            | 15 000                              | 285 714                     | 2 512                          |
| 1 500                               | 28 571                      | 251                            |                                     |                             |                                |

表3 不同规模供气方式设备选用表

| 小时供气量 ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ) | 日高峰用气量 ( $\text{Nm}^3$ ) | 选用LNG设备                           | 选用CNG设备          |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|
| 100                              | 1 905                    | LNG气化撬(LQ-100)                    | 2个车位、2个卸气柱、1个减压撬 |
| 200                              | 3 810                    | LNG气化撬(LQ-200)                    | 2个车位、2个卸气柱、1个减压撬 |
| 300                              | 5 714                    | LNG气化撬(LQ-300)                    | 2个车位、2个卸气柱、1个减压撬 |
| 500                              | 9 524                    | $60 \text{m}^3$ LNG储罐 $\times 1$  | 2个车位、2个卸气柱、1个减压撬 |
| 1 000                            | 19 048                   | $60 \text{m}^3$ LNG储罐 $\times 1$  | 4个车位、4个卸气柱、1个减压撬 |
| 1 500                            | 28 571                   | $100 \text{m}^3$ LNG储罐 $\times 1$ | 6个车位、6个卸气柱、1个减压撬 |
| 2 000                            | 38 095                   | $100 \text{m}^3$ LNG储罐 $\times 1$ | —                |
| 3 000                            | 57 143                   | $100 \text{m}^3$ LNG储罐 $\times 2$ | —                |
| 5 000                            | 95 238                   | $100 \text{m}^3$ LNG储罐 $\times 3$ | —                |
| 10 000                           | 190 476                  | $200 \text{m}^3$ LNG储罐 $\times 3$ | —                |
| 15 000                           | 285 714                  | $200 \text{m}^3$ LNG储罐 $\times 4$ | —                |

7kW的燃气双眼灶以及1台24kW的燃气壁挂炉。对50户~1 500户村庄进行用气量计算，得到不同户数高峰小时和高峰日用气量如表5所示。

#### 4.1 LNG瓶组气化站

根据《农村小型液化天然气供气设施技术规程》QB/3D14-2016，使用小瓶组供气站供气，应满足以下2个条件：首先该村庄小时高峰用气量不大于400Nm<sup>3</sup>/h；其次小瓶组供气站气瓶总容积≤10m<sup>3</sup>，且一次小瓶组供

应可以保障1.5天高峰日用气量。满足以上条件的村庄户数需低于200户。LNG瓶组站供气设施选用情况如表6。

#### 4.2 LNG撬装气化站

LNG撬装气化站是将固定液化天然气储罐、卸车装置、气化装置、调压装置等设备及配套设施装配于数量不大于3个的撬体上并集中布置，利用气化装置将液态天然气转变为气态天然气，经调压、流量，并

表4 不同规模供LNG、CNG比较

| 小时供气量<br>(Nm <sup>3</sup> /h) | 年用气量<br>(10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> ) | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) |        | 投资 (万元) |          | 运输成本 (元/m <sup>3</sup> ) |        |
|-------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|--------|---------|----------|--------------------------|--------|
|                               |                                            | CNG供气站                 | LNG气化站 | CNG供气站  | LNG气化站   | CNG供气站                   | LNG气化站 |
| 100                           | 17                                         | 1 296                  | 157    | 123.21  | 44.91    | 0.70                     | 0.56   |
| 200                           | 33                                         | 1 296                  | 242    | 149.73  | 77.92    | 0.70                     | 0.56   |
| 300                           | 50                                         | 1 296                  | 245    | 155.93  | 84.59    | 0.70                     | 0.56   |
| 500                           | 84                                         | 1 296                  | 3 500  | 162.13  | 411.99   | 0.70                     | 0.415  |
| 1 000                         | 167                                        | 1 843                  | 3 500  | 203.31  | 432.36   | 0.70                     | 0.415  |
| 1 500                         | 251                                        | 2 149                  | 3 500  | 228.96  | 451.15   | 0.70                     | 0.415  |
| 2 000                         | 335                                        | 2 149                  | 3 500  | —       | 469.62   | —                        | 0.415  |
| 3 000                         | 502                                        | —                      | 4 800  | —       | 498.55   | —                        | 0.415  |
| 5 000                         | 837                                        | —                      | 5 380  | —       | 714.10   | —                        | 0.415  |
| 10 000                        | 1 675                                      | —                      | 5 380  | —       | 1 099.51 | —                        | 0.415  |
| 15 000                        | 2 512                                      | —                      | 5 965  | —       | 1 853.38 | —                        | 0.415  |

表5 同户数高峰小时和高峰日用气量

| 供气户数  | 高峰小时供气量 (Nm <sup>3</sup> /h) | 高峰日用气量 (10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> /d) | 保障1.5天高日 (10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> ) | LNG储罐容积 (m <sup>3</sup> ) |
|-------|------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| 50    | 42                           | 0.08                                        | 0.12                                        | 2.00                      |
| 100   | 84                           | 0.16                                        | 0.24                                        | 3.99                      |
| 150   | 126                          | 0.24                                        | 0.36                                        | 5.99                      |
| 200   | 168                          | 0.32                                        | 0.48                                        | 7.98                      |
| 250   | 210                          | 0.40                                        | 0.60                                        | 9.98                      |
| 300   | 252                          | 0.48                                        | 0.72                                        | 11.98                     |
| 400   | 335                          | 0.64                                        | 0.96                                        | 15.97                     |
| 500   | 419                          | 0.80                                        | 1.20                                        | 19.96                     |
| 600   | 503                          | 0.96                                        | 1.44                                        | 23.95                     |
| 700   | 587                          | 1.12                                        | 1.68                                        | 27.95                     |
| 800   | 671                          | 1.28                                        | 1.92                                        | 31.94                     |
| 900   | 755                          | 1.44                                        | 2.16                                        | 35.93                     |
| 1 000 | 838                          | 1.60                                        | 2.40                                        | 39.92                     |
| 1 300 | 1 090                        | 2.08                                        | 3.11                                        | 51.90                     |
| 1 500 | 1 258                        | 2.40                                        | 3.59                                        | 59.88                     |

根据供气质量规定和用户需求加臭,通过管道向用户供气的专门场所。LNG撬装气化站单个储罐容积不大于 $20\text{m}^3$ ,储罐总容积不大于 $60\text{m}^3$ 。因此LNG撬装气化站适合为300户~1 300户的村庄。LNG撬装气化设施选用情况如表7。

#### 4.3 农村地区LNG配套场站设置方案

当村庄户数小于200户时,建议选用LNG瓶组气化的方式进行供气,有效储气容积不小于1.5倍高峰日用气量,建议选用410L小瓶组储气瓶10个~24个。

当村庄户数在200户~1 000户范围内时,建议选择LNG撬装气化站方式进行供气,有效储气容积不小于3.0倍高峰日用气量、且液化天然气储气容积不大于 $60\text{m}^3$ ,建议选用 $20\text{m}^3$ 储罐1个~3个。

当村庄户数超过1 300户时,且位于镇中心区2km范围内,建议利用镇中心区已建设的LNG常规气化站供气;当镇中心区不具备LNG常规气化站或者,用气村庄距离镇中心距离较远时,在满足规范要求安全间距时,可以考虑设置2座LNG气化站。

## 5 农村地区“煤改气”LNG配套厂站典型设计

### 5.1 LNG瓶组气化站

站区内主要设备:LNG立式低温瓶10个~24个(410L)、主气化器2套、EAG气化器、调压计量装置、水浴式复热器和自动加臭装置等。增加槽车预留接口,接口应配备配对法兰。

站区布置及占地面积见图1、图2。

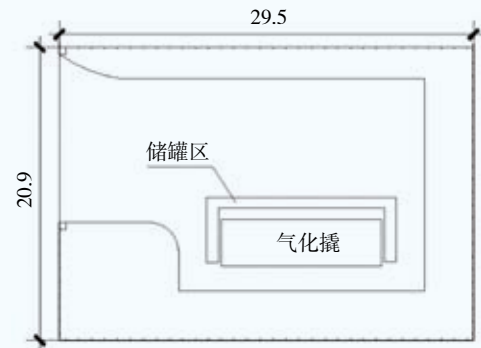


图1 典型小瓶组气化站站区布置图

表6 LNG瓶组供气设施选用表

| 户数  | 高峰小时供气量<br>( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ) | LNG瓶组容积<br>( $\text{m}^3$ ) | 小型液化天然气瓶(组)供气设施       |            |
|-----|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
|     |                                       |                             | 气化撬                   | 气瓶数(410L)  |
| 50  | 63                                    | 4                           | LNG气化撬(LQ-100, 10个接口) | 10个        |
| 100 | 100                                   | 6                           | LNG气化撬(LQ-100, 10个接口) | 20(10用10备) |
| 150 | 141                                   | 8                           | LNG气化撬(LQ-200, 12个接口) | 24(12用12备) |
| 200 | 181                                   | 10                          | LNG气化撬(LQ-200, 12个接口) | 24(12用12备) |

表7 LNG撬装气化站设施选用表

| 户数    | 高峰小时气量<br>( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ) | 高峰日气量<br>( $\text{Nm}^3/\text{d}$ ) | LNG储气容积<br>( $\text{m}^3$ ) | 气化设施             |                      |
|-------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|
|       |                                      |                                     |                             | 气化撬              | 储罐                   |
| 250   | 210                                  | 3 992                               | 10.0                        | LNG气化撬(LQ-250)   | 1个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 300   | 252                                  | 4 791                               | 12.0                        | LNG气化撬(LQ-300)   | 1个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 400   | 335                                  | 6 388                               | 16.0                        | LNG气化撬(LQ-400)   | 2个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 500   | 419                                  | 7 985                               | 20.0                        | LNG气化撬(LQ-500)   | 2个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 600   | 503                                  | 9 581                               | 24.0                        | LNG气化撬(LQ-600)   | 2个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 700   | 587                                  | 11 178                              | 27.9                        | LNG气化撬(LQ-600)   | 2个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 800   | 671                                  | 12 775                              | 31.9                        | LNG气化撬(LQ-700)   | 2个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 900   | 755                                  | 14 372                              | 35.9                        | LNG气化撬(LQ-800)   | 3个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 1 000 | 838                                  | 15 969                              | 39.9                        | LNG气化撬(LQ-900)   | 3个 $20\text{m}^3$ 储罐 |
| 1 300 | 1 090                                | 20 760                              | 51.9                        | LNG气化撬(LQ-1 100) | 3个 $20\text{m}^3$ 储罐 |

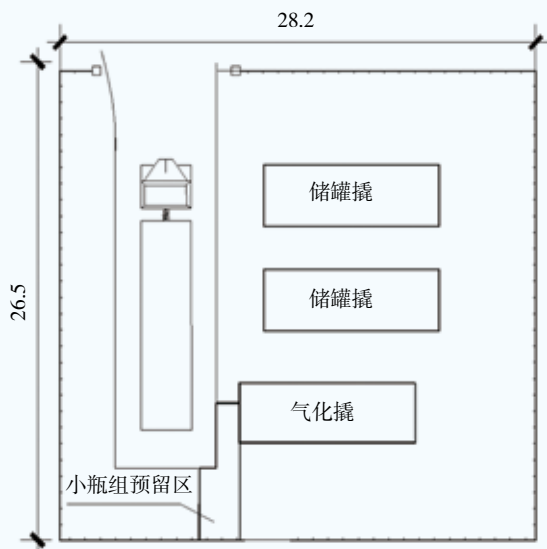


图2 典型LNG储罐撬装气化站站区布置图  
(20m³储罐、单罐)

典型LNG瓶组气化站站区主要包括气化撬区、储罐区、进出车路线和站内绿化，总占地面积约600m²。

## 5.2 LNG撬装气化站

站区内主要设备：LNG储罐1台~3台，单台20m³、主气化器2套、卸车（储罐）增压气化器1台（300Nm³/h）、EAG气化器、调压计量装置、水浴式复热器和自动加臭装置等，并为液化天然气瓶组预留接口（接口为DN25）。

站区布置及占地面积见图3、图4。

典型LNG储罐撬装气化站站区主要包括气化撬区、储罐区、进出车路线和站内绿化，总占地面积约800m²~900m²。

## 6 结论与建议

（1）农村“煤改气”的地区，大多是管道气难以到达的山区地区，通过对CNG和LNG供气站供气规模、设备选用和经济情况进行分析和比较，建议北京市农村煤改气供气方式采用LNG供气。

（2）农村“煤改气”配套场站的选择应与供气对象的规模和特点相结合，对于户数不超过200户的村庄，建议选择小瓶组气化站供气；当户数200户~1300户范围内，建议选择LNG撬装气化站供气。

（3）虽然LNG供气站在占地面积、用气保障等方面较CNG供气站具有优势，但是LNG在价格稳定

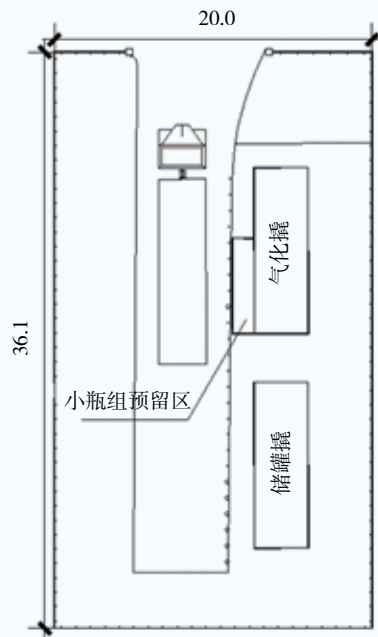


图3 典型LNG储罐撬装气化站站区布置图  
(20m³储罐、2罐)

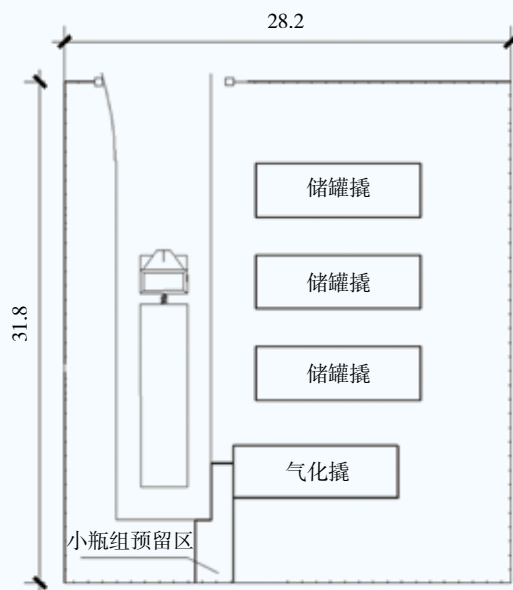


图4 典型LNG储罐撬装气化站站区布置图  
(20m³储罐、3罐)

性、气源保障、基础设施建设等方面处于劣势。因此在进行具体项目建设时，应进行可行性分析和投资回报分析，条件合适时也可以选用CNG供气站供气。

（4）对于偏远山区的分散户、卫星户，当工程建设条件困难，且投资性价比明显不合理时，可考虑使用液化石油气，由燃气公司定期配送。