

# 南方地区城市管道天然气用气量预测研究

吴文林 姚 欢 韦永金 (贵州燃气集团股份有限公司, 贵州 贵阳 550004)

**摘 要:** 以南方某城市 2019-2020 年、2020-2021 年冬供期间管道天然气用气量等数据为基本材料, 对用户用气量、智能远传数据、气候温度等信息进行统计、分析, 通过客户端用气量用户分类预测法、供气量同比环比预测法、综合类比分析预测法等方式对用气量进行预测、比对, 为科学、精准、合理安排天然气气源调度、气源组织提供借鉴、指导。

**关键词:** 南方城市; 管道天然气; 气量预测; 研究分析

南方某城市气候条件特殊, 处于云贵准静止锋交界地带, 多雨潮湿。冬季采暖以家庭独立采暖为主, 少部分小区集中供暖。随着采暖用户增加, 天然气用气量受气温影响的波动量逐年增大, 加之极端天气频发, 独立采暖用户启停频繁, 导致天然气计划气量预测工作难度大。本文根据近几年历史供气情况分析, 采用客户端用气量用户分类预测法、供气量同比环比预测法、综合类比分析预测法等方式进行预测、分析, 通过预测冬供期间典型月份用气量, 建立符合该城市冬季供气气量负荷预测模型, 为科学、精准、合理安排天然气气源调度、气源组织提供了借鉴、指导。

## 1 用气量预测研究分析

### 1.1 最高日用气量对比分析

该地区 2019-2020 年、2020-2021 年冬供期间最高日用气量分别为 2020 年 1 月 15 日 266 万  $\text{m}^3$ 、2021 年 1 月 11 日 420 万  $\text{m}^3$ , 在约一年的时间跨度内最高日用气量增长达到了 58%, 对该气量增长较大原因进行分析。

#### 1.1.1 气温与用气量关系分析

经统计 2020 年 1 月 15 日、2021 年 1 月 11 日最高日用气量当天和前后数日的气温与用气量情况为: 2020 年 1 月 5 日-15 日气温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) 分别为 15、12、10.5、10、7.5、5、4.5、7.5、6、4、2.5, 平均气温  $t_1=7.68^{\circ}\text{C}$ ; 日均供气量 (万  $\text{m}^3$ ) 分别为 169、177、170、163、209、232、225、202、230、257、266。2021 年 1 月 1 日-11 日气温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) 分别为 2、6.5、3、4、1.5、0、-2、-2.5、-1.5、-1、-1, 平均气温  $t_2=0.82^{\circ}\text{C}$ ; 日均供气量 (万  $\text{m}^3$ ) 分别为 305、303、329、350、358、380、407、416、390、399、420。

冬季用气量占比最大的为采暖用户, 用气量与气温呈反比, 最高日用气量的出现与之前数日的气温走势有密切联系, 但最高日用气量并非与最低温成绝对

关联, 而是与低温走势呈现关联关系; 2020 年 1 月 15 日及之前 10 天的平均气温  $t_1=7.68^{\circ}\text{C}$ , 2021 年 1 月 11 日及之前 10 天的平均气温  $t_2=0.82^{\circ}\text{C}$ , 平均气温相差近  $7^{\circ}\text{C}$ , 平均供气量相差 160 万  $\text{m}^3$ 。

### 1.1.2 居民智能远传表回传数据分析

#### 1.1.2.1 独立采暖用气量分析

##### 1.1.2.1.1 2020 年回传数据分析

由于 2020 年 1 月回传采暖用气量数据受限于回传数量样本少、智能远传表普及率低等因素导致户均日用气量不准确, 为便于对比分析, 需要从 2020 年 11 月-次年 1 月回传数据中筛选出与  $t_1=7.68^{\circ}\text{C}$  相似气温走势的时间段内采暖户用气量。经筛选, 选用 2020 年 11 月 18 日-12 月 4 日共计 17 天的数据进行分析, 该时间段内的平均气温为  $7.74^{\circ}\text{C}$ , 且期间的气温走势与 2019-2020 年冬供期气温走势 (即  $t_1=7.68^{\circ}\text{C}$ ) 基本相符, 平均气温最低值为 12 月 4 日的  $2.5^{\circ}\text{C}$ , 与 2020 年 1 月 15 日平均气温  $2.5^{\circ}\text{C}$  相符; 在该时间段内, 采暖用户户均日均用量  $5.86\text{m}^3$ , 12 月 4 日户均日均用量为  $10.23\text{m}^3$ , 取  $10.23\text{m}^3$  为 2020 年 1 月 15 日独立采暖户的户均日用量, 相较于  $5.86\text{m}^3$  增加了 75%。

##### 1.1.2.1.2 2021 年回传数据分析

通过居民用户智能远传表每日回传的用气量数据、用户数量等分析结果表明, 2021 年 1 月 1 日-11 日采暖用户户均日均用量为  $13.34\text{m}^3$ , 其中 1 月 11 日采暖用户户均日均用量达到  $15.61\text{m}^3$ 。

根据独立采暖户数量及上述分析的户均日用量, 可计算出 2020 年 1 月 15 日、2021 年 1 月 11 日的独立采暖户用气量为 96 万  $\text{m}^3$ 、168 万  $\text{m}^3$ 。

### 1.1.2.2 居民和非居民的月用气量分析

#### 1.1.2.2.1 居民用气量分析

结合抄表周期, 按月度统计值对 2018-2020 年期间居民月用气量进行统计、分析, 其中 2020 年 1 月

15日的独立采暖用户用气量在居民总用气量中的占比为66%，居民用气量在总用气量中的占比为56%；2021年1月11日的独立采暖用户用气量在居民总用气量中的占比为70%，居民用气量在总用气量中的占比为56%。

按上述独立采暖用户用气量和相应的占比进行理论计算，2020年1月15日总用气量为260万 $\text{m}^3$ ，2021年1月11日总用气量为428万 $\text{m}^3$ ，与相应的实际最高日用气量266万 $\text{m}^3$ 和420万 $\text{m}^3$ 的偏差值不大于2%。

#### 1.1.2.2.2 非居民用气量分析

对非居民类的采暖用户（包括集中供暖用户）的用气量进行对比分析。以某集中供暖典型用户为例，按前述2019–2020年、2020–2021年冬供期间的对比区段，对该典型用户在2020年1月、2021年1月日用气量进行分析。

在上述 $t_1=7.68^\circ\text{C}$ 、 $t_2=0.82^\circ\text{C}$ 平均气温下该典型用户日均用气量为4.49万 $\text{m}^3$ 、5.86万 $\text{m}^3$ ，后者相比较前者增长了约30%。

从上述独立采暖用户与集中供暖典型用户的对比中可以看出，在用气量与气温的联系中，独立采暖用户的用气量变化幅度较集中供暖用户更明显，这也反映出独立采暖用户与集中供暖用户对比，用气量对气温更敏感。

综上分析独立采暖用户的用气量受气温的影响极大，气温对用户采暖设备的使用时间、使用功率等用气习惯有很大影响。但较集中供暖用户而言，气温对独立采暖用户的用气量影响更大。

### 1.2 客户端用气量用户分类预测

通过对用户按照居民独立采暖户、居民一般用户、非居民用户3种类型进行分类，并通过每个月的存量用户、存量用气量和增量用户、增量用气量叠加的方式，从而对该城区2021年1月–次年3月共计15个月每个月的用气量进行预测；需特别注意的是2021年11月–次年3月的冬供期间，按照2020–2021年冬供期的寒冬考虑（2022年2月排除了2021年2月天气预测的较高气温因素）。

#### 1.2.1 抄表方式与抄表用气量分析

该地区有100多万居民用户、3000多非居民用户，居民用户、非居民用户的具体抄表时间均分布在抄表周期的20余天内（抄表周期为上月27日–当月20日），实际现状是用户每月通过抄表所得的月用气量实际上

反映的并不是该月实际发生的用气量，而是包含了上个月甚至上上个月实际发生的用气量。而本预测方法中使用的月用气量，均针对的是当月实际发生的用气量，即月抄表用气量和月实际用气量之间存在用气时间差。

非居民用户每月采取人工抄表的方式，虽然部分安装了远传表，但未全面覆盖，相较抄表方式复杂、用户数量庞大的居民用户，非居民用户每月的抄表用气量可以认为抄表周期内的20余天对非居用户相对均匀抄表。具体抄表时间均分布在抄表周期的20余天内（抄表周期为上月27日–当月20日），用户每月通过抄表所得的月用气量实际上反映的并不是该月实际发生的用气量，而是包含了上个月甚至上上个月实际发生的用气量；考虑冬季非居民用气量受气温因素极大，故该抄表方式主要近似适用于非冬供季，即当月抄表用气量的0.83%为上上月实际用气量，70%为上月实际用气量，29.17%为当月实际用气量（按照实际抄表占比情况，加权平均后得出抄表量各月占比）。

#### 1.2.2 按用户分类推导用气量

根据2018–2020年期间的用户数量分类变化情况，对2021年每个月的新增数量取2018–2020年期间每月用户增量占比全年增量的百分比的平均值，得居民2021年每月新增数量。对居民每月新增户数，加上每月存量户数，按照独立采暖户和一般生活户分别的每月户均用气量，乘以相应的月新增和存量数量即得每月的居民用气量。

其中11月、12月、1月的户均用气量取前述推导数值，2月–10月的户均用气量取2020年期间对应月份的抄表户均用气量数值。由于居民用户抄表方式、类型的复杂性和规模较大，故2020年期间对应月份的抄表户均用气量数值与实际发生的用气量之间会有偏差。

非居民用户每月气量按照每月存量气量和增量气量进行推导，每月存量气量，2021年1月参照2020年12月与2021年1月的独立采暖户气量对比值取2020年12月推导出的数值进行推导，2021年2月、3月参照2020年2、3月气量的变化值。

结合最高日用气量对比分析中的用户用气量分类月度占比、用气结构比例等数据，用气量分类推导，得到2021年11月–次年3月（共计5个月）每月的日均预测供气量为167万 $\text{m}^3$ 、328万 $\text{m}^3$ 、333万 $\text{m}^3$ 、

273 万  $\text{m}^3$ 、187 万  $\text{m}^3$  (最高值记为  $Q_{1\max}=333$  万  $\text{m}^3$ ) ; 实际每月的日均供气量为 215 万  $\text{m}^3$ 、281 万  $\text{m}^3$ 、330 万  $\text{m}^3$ 、352 万  $\text{m}^3$ 、145 万  $\text{m}^3$  (最高值记为  $Q_{\max}=352$  万  $\text{m}^3$ ) , 以月最高日均供气量预测值  $Q_{1\max}$  与实际值  $Q_{\max}$  相比较, 偏差为 5.7%。

### 1.3 供气量同比、环比预测

经统计分析 2018–2020 年供气量数据, 非冬供期与冬供期的日均用气量对比, 达到了 1:3~1:4, 且该比值呈逐年上升的趋势, 每年的 4 月–9 月, 月供气量并非随时间逐渐上升, 而是呈上下波动的趋势, 这表明在不受气温影响的时段。用气量特征主要体现为用户的不均匀用气, 其主要原因在于居民用户的用气习惯、餐饮用户的经营情况、工业用户的生产周期等, 并无绝对的影响因素。

在 10 月–次年 3 月期间, 月供气量受气温的影响极其明显, 月供气量与气温呈反比, 即月度气温升高, 月供气量降低; 月度气温降低, 月供气量升高, 这表明在这一时间区间, 对该地区用气量有绝对影响的因子, 即为气温。

根据时间周期的不同采用相应的分析方法, 对于 4 月–9 月的月度供气量预测, 采用同比分析法, 即通过供气量在不同年份的相同月度的增长率, 结合具体供气情况进行推导; 对于 10 月–次年 3 月的月度供气量预测, 采用环比分析法, 即对供气量逐月变化比例进行推导。

按照寒冬考虑, 参照对应月份的供气量变化系数, 以 2021 年 9 月预测的 93 万  $\text{m}^3$  为基数, 得到 2021 年 11 月–次年 3 月 (共计 5 个月) 每月的日均预测供气量为 189 万  $\text{m}^3$ 、350 万  $\text{m}^3$ 、357 万  $\text{m}^3$ 、288 万  $\text{m}^3$ 、206 万  $\text{m}^3$  (最高值记为  $Q_{2\max}=357$  万  $\text{m}^3$ ) , 以月最高日均供气量预测值  $Q_{2\max}$  与实际值  $Q_{\max}$  相比较, 偏差仅为 1%。

### 1.4 综合类比分析预测法

以月为单位, 以日均用气量为对象 (以下关于用气量均是指月度日均用量) , 预测该地区 2021 年 11 月–次年 3 月需求计划。通过对历史供气量、历史天气, 分析用气量与气温之间的相关性、冬夏季用气不均匀性、日用气不均匀性等。在确定存量的基础上, 增加合理增量, 修正冬供期间可能出现的气温, 分月计算月度需求计划, 最终汇总为年度预测量。

常用的预测方法有同比分析法、环比分析法、平均算法、气温修正法、用气量对温度影响分析等。

计算中用得最多的就是平均算法, 几年平均增量、平均增幅、夏季平均用量、冬季平均用量等, 是为了降低某一年因气温或其他特殊原因对预测值造成较大偏差。

根据该地区淡季用量低且稳定, 旺季用量高, 受气温影响波动大的特点, 将年计划划分为淡季和采暖季分类分析, 以存量+增量的方式进行详细计算。采用该法对相关数据进行分析, 得到 2021 年 11 月–次年 3 月 (共计 5 个月) 每月的日均预测供气量为 182 万  $\text{m}^3$ 、331 万  $\text{m}^3$ 、351 万  $\text{m}^3$ 、281 万  $\text{m}^3$ 、205 万  $\text{m}^3$  (最高值记为  $Q_{3\max}=351$  万  $\text{m}^3$ ) , 以月最高日均供气量预测值  $Q_{3\max}$  与实际值  $Q_{\max}$  相比较, 偏差仅为 0.3%。

## 2 结论和建议

①冬季用量受气温影响程度不同, 进入采暖季后, 用气量除淡季基础用量有一定增幅外, 绝大部分用量变化来自于气温波动, 相较新增、工业开停等少量影响, 可将气温视为唯一变量进行分析;

②冬供期间以采暖用气量为主体的地区, 总用气量受气温影响的程度很大, 独立采暖用气受气温影响的程度高于集中供暖用户。在具体的预测方法上, 客户端用气量分类预测法和供气量同比环比预测法, 这两种方法可做对比分析, 以提高预测的精确性;

③按用户类型进行气量预测, 应通过多种手段获取可分析出分类型用户用气量规律的相关数据。如短期内无法实现对大部分用户的智能化手段覆盖, 可采取对分类型用户抽样调查的方式获取相关用气量数据;

④提高居民和非居民燃气表智能远传覆盖率, 特别是独立采暖用户、非居民用户中的大用户和集中供暖用户。

### 参考文献:

- [1] 于涛. 城市煤气管道改输天然气的应用研究 [D]. 南京: 南京工业大学, 2007.
- [2] 袁树明, 赖建波, 张德坤, 等. 城市燃气管网长期规划用气量的预测 [J]. 煤气与热力, 2009(5):4.
- [3] 张艳红. 城市管道天然气配气价格体系的相关研究和理性思考 [J]. 中国市场, 2019(15):2.
- [4] 邵伟. 天然气长输管道项目环境风险预测模型研究 [J]. 北方环境, 2019(05):31.
- [5] 孙莉莉. 天然气采暖地区城市高峰日用气量预测研究 [J]. 城市燃气, 2019(4):5.