

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2015.03.002

大中型城市燃气中压管网储气缓解小时调峰计算

□ 山东建筑大学(250101) 李新园 田贯三 王壮 韩丽

摘 要: 分析了中压管网的两种瞬态稳定流动工况: 开始储气瞬时稳定流动工况、结束储气瞬时稳定流动工况。利用这两种工况下的管道存气量之差计算中压管网的储气能力。对华北地区某地级市中心城区中压管网作为典型案例计算了计算月、计算日的小时调峰量和中压管网的储气量, 得出了此中压管网储气具有一定缓解小时调峰的能力。

关键词: 中压管网 储气能力 小时调峰

Calculation of Gas Storage of Gas Medium-Pressure Pipe Network of Large and Medium-Sized City Alleviating Hour Peak-Shaving

Li Xinyuan, Tian Guansan, Wang Zhuang, Han Li

Abstract: Analysis of two kinds of steady flow condition of the medium voltage network: start gas transient stability condition, the end gas transient stability conditions. Using the two kinds of working conditions of the pipeline inventory are calculated by the difference between the medium voltage network storage strength. Medium voltage network of a level city center city in north China is as a typical example to calculate hours of peak-shaving of maximum daily in maximum monthly, and the storage volume of medium voltage network.

Keywords: gas pipe network gas storage capacity hours peak-shaving

1 概述

在城市调峰方式中, 利用高压管网进行储气往往是在规划或初步设计阶段首先考虑的问题。高压管道储气实质上是一种高压管式储气容器, 因其直径较小, 能承受较高的压力, 利用气体的可压缩性进行储气, 可使储气量大为增加, 适用于较高压力储气, 因此高压管网储气是大多数城市采取调峰手段的一种重要储气方式。《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006

提出“对来气压力较高的天然气输配系统宜采用管道储气的方式。”高压管网储气能力的研究已经很深入, 国内外均有比较成熟的软件, 可以根据燃气管网的水利工况建立稳定流动模型或不稳定流动模型进行精确的计算^[1]。

经研究表明, 中压管网具有潜在的储气能力^[2]。相对于高压管网, 中压管网管径更小, 压力更低, 其储气量极为有限, 但对于大中型城市燃气管网, 其用户多, 管网敷设面积大, 用户用气规律很不均匀, 导

致中压管网具有可观的储气量。一般在城镇燃气专项规划中,季节和日调峰靠上游供气方和下游缓冲用户解决,而小时调峰需下游燃气企业自行解决^[3-4]。在解决城市小时调峰问题上,现阶段提出高压管道、高压球罐、LNG储配站等应急气源的建设方案,并且在调峰实施过程中会产生高昂的费用^[5]。对于大中型城市,解决小时调峰的费用更高,而中压管网的储气具有一定缓解小时调峰的能力,至于有多大的缓冲能力,目前尚无有关文献对其进行研究。

2 中压管网储气计算方法

大中型城市输配管网一般会设置储气设施平衡一天中用户用气的不均匀性,在计算小时调峰量时,一般按计算月计算日平均小时供气量均匀供气^[6]的情况下计算。城市燃气用户根据用气的性质分为居民和公福用户、工业用户、采暖和空调用户、汽车用户和分布式能源用户,工业和分布式能源用户一天的用气规律一般很均匀,影响城市一天的燃气用气规律一般为和城市居民生活规律相关的居民和公福、采暖和空调与汽车用户^[7]。因此,城市燃气一天的用气规律基本随昼夜变化,白天为用气高峰时段,晚上为用气低谷时段,这样中压管网低谷时段储存气体以补充白天用气量高于供气量高峰时段的不足部分。

确定管道储气量的近似方法是用供气量等于用气量那一瞬间的稳定工况代替燃气流动不稳定工况进行计算^[8]。稳态储气的计算方法是最为简便的一种,该方法是通过计算管道结束储气时管道平均绝对压力下的存气量减去储气开始时管道平均绝对压力下的存气量,即为管道的储气能力^[9]。一般大中型城市一天的用气工况会出现一段或几段时段的用气量大于供气量的工况,即大中型城市中压管网在一天的运行工况中会出现用气量小于供气量的储气工况。储气工况中我们重点研究开始储气和储气结束的特殊瞬时工况:储气结束的一瞬间的工况为工况a,此时为储气过程中储存气体最大瞬时工况;储气开始时的一瞬间的工况为工况b,此时为储气过程中储存气体的最小瞬时工况。

为简便起见,设某城市燃气中压管网由X条管段、Y个节点组成,如图1所示,管网中某条管段i管长为L,该管段起点压力为 P_1 ,终点压力为 P_2 ,工况a的

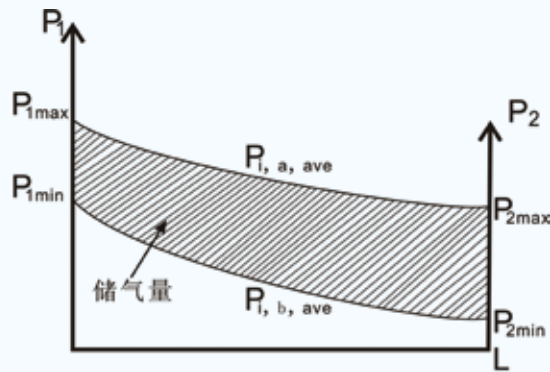


图1 管道i稳态储气能力计算图

情况下,该管段起终点压力分别为 P_{1max} 、 P_{2max} ;工况b的情况下,该管段起终点压力分别为 P_{1min} 、 P_{2min} ;由中压管道水力工况的特点可以分别计算出工况a、b下管段i的平均绝对压力,从而近似计算出中压管网的储气量。

对于实际运行的城市燃气中压管网,其用户,特别是民用和公福用户用气随意性很大,造成了管网内燃气流量及压力等参数随时间变化的不稳定流动状态。建立不稳定流动的数学模型进行水利工况分析可得出比较准确的中压管网储气能力,但以稳定流动进行水利工况分析的方法比较简单,计算过程方便快捷。城市燃气管网稳定流代替不稳定流研究表明,在气源压力3MPa~4MPa的高压燃气管网稳态模拟值最大误差达到17.15%,不能满足实际工程需求;气源压力在1MPa~1.6MPa的次高压,最大误差达到4.97%,基本满足实际工程需求;当气源压力在中压范围内时,最大误差保持在±3%之内,完全满足实际工程水力工况分析需求^[10]。此结论可以说明稳态流动分析方法计算中压管网储气能力可满足实际工程需求。

3 实际案例分析及讨论

选取华北地区某地级市中心城区的市政燃气中压管网为例。该城市市政燃气中压管网中共有178条管线,142个节点。规划2020年管网上游9个供气点,其中1个门站8个高中压调压站;下游接专用调压站、调压柜和调压箱对用户供气。管网的源点设计压力为0.4MPa,专用调压站、调压柜和调压箱的最低入口压力为0.05MPa。该城市2020年市政中压管网结构形式

见图2, 管网组成见表1, 图2中红色矩形方框表示气源, 箭头表示流动方向。见表2。

表1 该城市中压管网管道组成

公称直径 (mm)	总长 (km)	材料	管网容积 (m ³)
160	17.5	PE管	9 843
200	146.9	PE管	
250	18.9	PE管	
300	32.1	PE管	
400	13.4	钢管	

根据该城市各类用户用气规律的统计分析, 预计2020年该城市计算月计算日流量为155万Nm³, 按24h均匀供气的平均小时供气量为6.47万Nm³, 2020年平均日供气量为50.17Nm³。根据不同用户小时用气规律统计分析得出一天中各小时需求量, 绘制了计算月计算日各个小时用气量曲线和储气设备中的储气量曲线, 如图3。由图3可知, a、d两点为结束储气点, b、c两点为开始储气点, 一天中有两个储气时段, 分别为b-a和c-d两个储气时段; 小时调峰量为16.99万Nm³。

利用水力计算软件^[11-12]对管网分别在a、b、c、d四个工况下进行水力计算得出各节点的压力, 计算管段i相应的平均绝对压力, 分别对应a-d和b-c各两个储气工况, 计算出两个储气过程的储气量, 储气量

表2 该城市中压管网两个储气过程储气量

储气阶段	起始点压力 (MPa)	最不利节点压力差 (MPa)	储气量 (Nm ³)
b-a	0.36	0.08	8 832
c-d	0.36	0.03	3 120

由表2可以看出, 该城市中压管网计算月计算日的储气量为11 952Nm³, 占管网容积的121%, 占2020年所需小时调峰量的7.03%, 占2020年居民平均日供气量的2.4%。

4 结论及建议

通过对中压管网储气过程的开始和结束储气两个瞬时流动工况的分析, 运用稳定流动代替不稳定流动的近似计算, 讨论了中压管网的储气能力计算方法。通过对华北地区某地级市中心城区作为案例进行了计算月计算日小时调峰量需求计算及该城市计算月计算日中压管网储气量计算。在此案例中, 管网的计算月计算日储气量为 11 952m³, 占管网容积的121%, 占2020年计算月计算日管网所需小时调峰量的7.03%。由此可以看出, 该中压管网储气具有一定缓解小时调

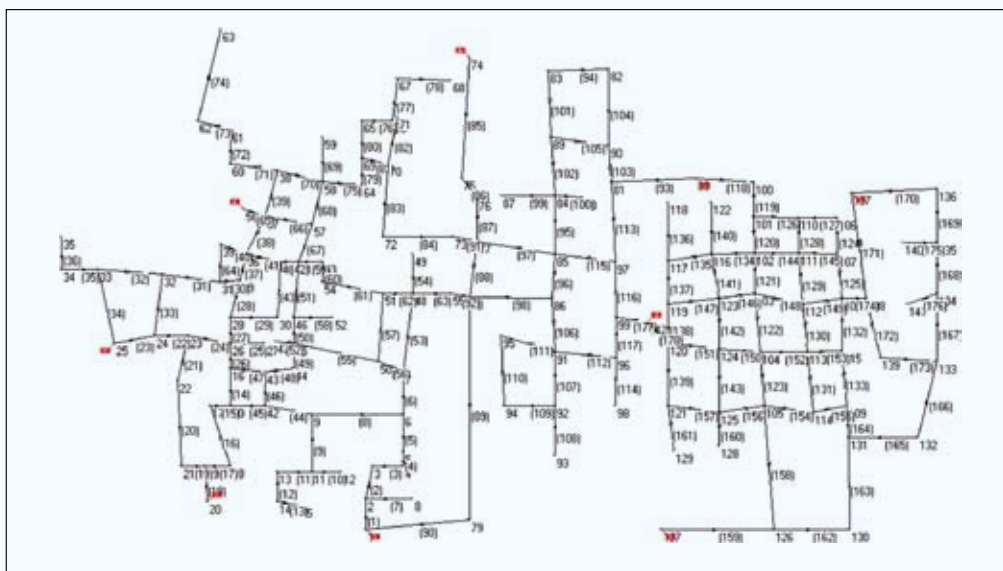


图2 华北某地级城市中心城区市政燃气中压管网结构图

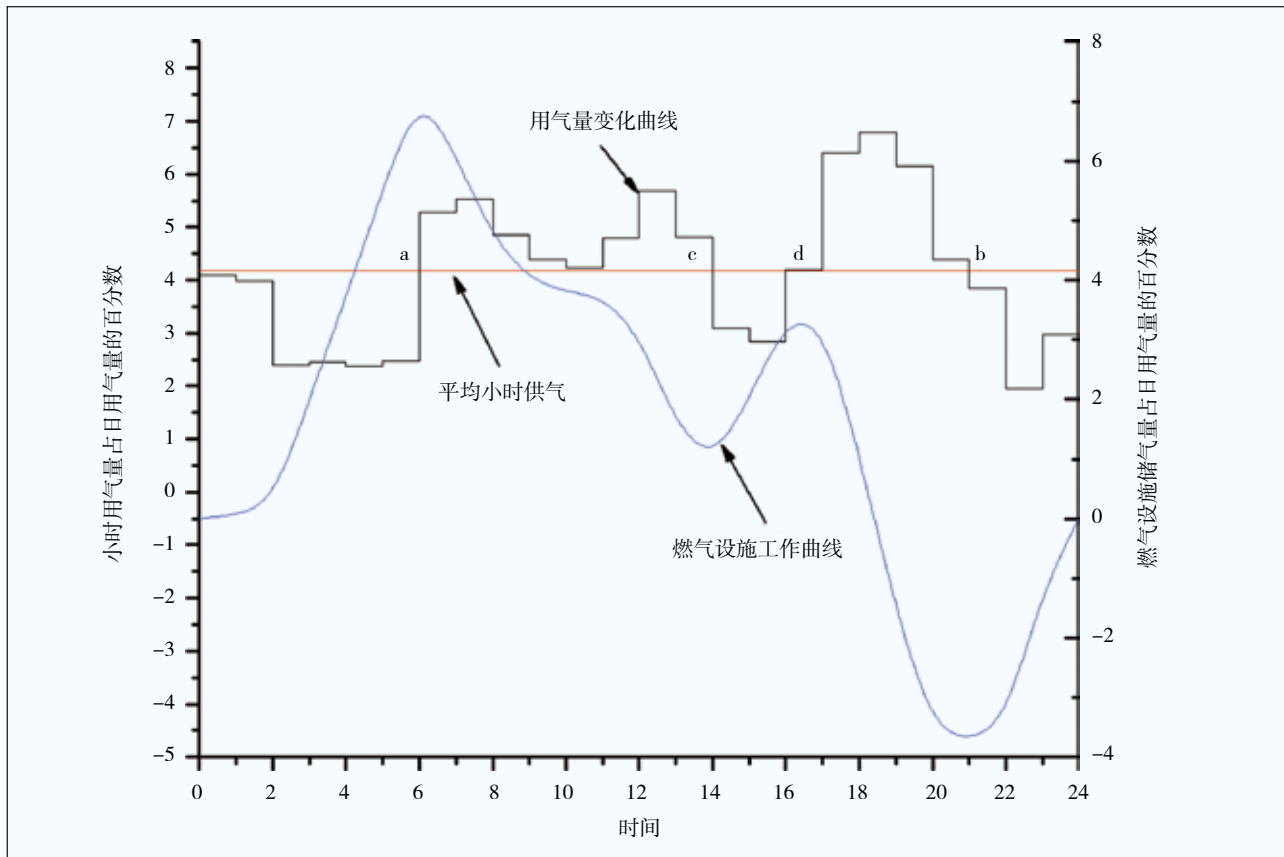


图3 用气量变化曲线和储气设备工作曲线

峰的能力，由于计算月计算日为管网供气最不利工况日，该日中压管网储气量占所需小时调峰量的比值比较保守。大中型城市燃气企业若能充分合理利用燃气中压管网的储气量，可以更加合理的制定小时调峰方案，降低调峰投资和运行成本，并对制定供气紧张情况下的调度方案也有所帮助。

参考文献

- 1 福鹏, 陈敏, 张秀梅等.天然气管网储气调峰的动态仿真模拟[J]. 煤气与热力, 2008; 28 (12): B01-B04
- 2 宋迪, 郭挺进, 谢东来等. 城市燃气中压输配管网潜在储气能力计算[J]. 煤气与热力, 2011; 31 (3): A31-A34
- 3 刘晓艳, 姚安林, 于培林. 城市燃气调峰储气方案选择专家系统研究[J]. 煤气与热力, 2008; 28 (1): B18-B24
- 4 叶毅邦. 利用压缩天然气调峰的探讨[J]. 煤气与热力, 2008; 28 (9): B25-B26, B29

- 5 徐松强. 城市燃气中压管网调峰能力测试的探讨[J]. 煤气与热力, 2011; 32 (3): B31-B36
- 6 段常贵. 燃气输配 (第三版) [M]. 中国建筑工业出版社, 41-45
- 7 王明. 燃气管网动态模拟及节点负荷变化规律的研究 [D]. 山东建筑大学, 2012
- 8 刘燕, 马一太. 北京拟建六环天然气管道储气能力计算及调峰问题探讨[J]. 天然气工业, 2004; 24 (12): 155-157
- 9 段常贵. 燃气输配 (第三版) [M]. 中国建筑工业出版社, 211-213
- 10 张明光. 城市燃气管网在线仿真技术及应用的研究[D]. 山东建筑大学, 2011
- 11 彭继军, 田贯三, 刘燕. 燃气管网水力计算图的计算机生成[J]. 山东建筑工程学院学报, 2003; 18 (1): 58-62
- 12 张宁, 田贯三, 李成乐等. 燃气管网水力计算程序的开发[J]. 煤气与热力, 2011; 31 (2): B01-B04