

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2016.07.008

# 浅析西安市天然气在供暖行业的应用

□ 西安市市政公用局(710013)任黎力

**摘 要:** 天然气作为清洁能源被应用于各个领域,尤其这几年西安市治污减霾政策导向于天然气锅炉供热。天然气燃烧后较煤炭燃烧后无粉尘、少硫化物及氮化物,对烟气净化要求不高等优点,着实是现阶段部分燃煤锅炉供热所不能比拟的,但天然气锅炉供热是否宜于大面年的应用在城市供暖中吗?本文以我国天然气储量及消费、西安市能源结构及天然气供应能力、天然气锅炉能耗及气价成本分析等方面予以简单论述,浅析天然气锅炉在供暖中的应用。

**关键词:** 天然气 供热 利用

随着人民生活水平的提高,人们对能源的需求越来越大。由于以往对煤炭的不合理利用,造成了城市环境的污染,“治污减霾”成为我国各大城市的主要任务。因此,大力发展天然气供暖成为各个城市改善空气质量的主要政策方向。但天然气作为大自然一种不可再生的生物能源,是优于煤炭的一种优质资源,其首要任务应是替代民用及工业生产燃煤,仅仅简单的将其拿来作为供热的能量来源,这是否是对优质资源的一种浪费?是否是治污减霾,改善城市环境的最佳手段,应权衡利弊,再思考斟酌。

## 1 我国天然气的储量、分布和使用情况

中国是世界上最早发现和利用天然气的国家之一,并在公元13世纪就开发了世界上第一个气田——自流井气田。但是天然气现代化的研究、勘探和开发则比较滞后,近20年才整体启动。根据中国的天然气地质和经济发展程度,可以简要地把中国分为东部区、中部区、西部区和陆架区四大含气区。分布看,中国天然气资源在区域上分布具有巨大的不均衡性,天然气资源集中分布在远离东部经济发达区的中、

电负荷的模拟计算[J]. 制冷空调与电力机械, 2009; 30(4): 85-88

14 孙文龙, 张先提. 分布式能源站冷负荷预测及制冷系统选型的探讨. 上海节能, 2012; 7

15 王振江. 城市能源规划中建筑冷负荷预测方法[D]. 大

连: 大连理工大学, 2010

16 陈靖, 和彬彬, 范洁. 分布式能源站低负荷运行难点及解决思路. 华电技术, 2014; 36

17 侯建敏, 周德群. 分布式能源研究综述. 沈阳工程学院学报(自然科学版), 2008; 4

西部区，其天然气可采资源分别为 $4.115 \times 10^{12} \text{m}^3$ 和 $3.519 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，两者合计约全国天然气资源量的66.15%；其次是海域，中国近海大陆架天然气可采资源约为 $2.967 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，占全国的25.71%；东部区天然气资源相当贫乏，仅占全国的8.14%<sup>[1]</sup>。

我国天然气工业正处在历史上最好的发展阶段，形成了天然气发展的大好局面。一是天然气储产量快速增长。2007年我国天然气产量世界排名第九位，首次进入世界前10名，成为世界产气大国。经过“十五”、“十一五”及“十二五”天然气管网的快速建设，目前，我国基本形成了东北、环渤海、长江三角洲、中南、西南、东南沿海、西北七大区域不同类型的天然气消费市场，其中西南地区、长江三角洲、环渤海和西北地区是我国天然气主要消费区域，约占全国消费量的70%。

“十一五”末，2010年中国天然气产量968亿 $\text{m}^3$ ，而消费量为1 090亿 $\text{m}^3$ ，其中进口气量122亿 $\text{m}^3$ ，占全年天然气总产量的12.6%。<sup>[2]</sup>“十二五”末即2015年，中国天然气产量1 700亿 $\text{m}^3$ ，而消费量为2 359亿 $\text{m}^3$ ，其中约有600亿 $\text{m}^3$ 的缺口依赖进口，占我国全年天然气总产量的38.8%。<sup>[3]</sup>也就是说“十二五”期间，我国天然气产量增幅75.6%，消费量增幅116.4%，进口气量增幅391.8%。由此可以看出，随着我国天然气应用的开展，虽然天然气储量较多，但由于气田地质条件、生产能力和开采水平等制约条件，我国天然气的生产能力增幅较缓，远远不及我国整体消费能力，缺口部分完全依赖进口，致使进口气量逐年大幅度增加。

## 2 西安市能源结构

根据《2015年西安市能源报告》中数据，2014年西安市全社会能源消费总量为2 457.94万t标准煤，其中煤炭消费总量为1 473.29万t，石油消费量为411.83万t，电力消费总量为275.32kW时，天然气消费量为18.85亿 $\text{m}^3$ 。在主要能源品种终端消费中，电力占38.6%，石油占24.06%，煤占17.31%，天然气占10.41%，其他各种能源占9.62%。如图1。

由此看出，西安市的能源消耗还是以煤炭为主，天然气的消费排在电力及煤炭的后面，这也是由我市天然气整体供气量及应急调峰能力所决定的。

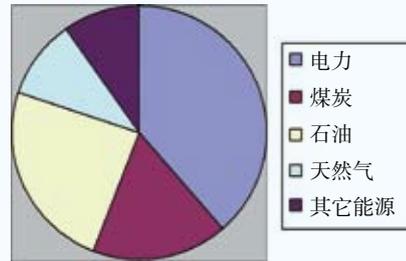


图1

2015年西安市全年城区消耗气量约为16.5亿 $\text{m}^3$ ，郊区县4.3亿 $\text{m}^3$ 。非采暖季西安市日用气量约为220万 $\text{m}^3$ ，而冬季采暖季日用气量达1 106万 $\text{m}^3$ ，峰谷比约为1:5。随着这几年治污减霾工作深入开展，西安市二环内20t以下的燃煤锅炉被天然气取而代之，西安市冬季“气荒”情况日益加重。西安市进入冬季后天然气供应紧张的局面如何而来，最主要的原因就是西安市天然气供应季节调峰能力差，几乎没有可用的调峰设施。

目前，西安市的天然气储存设施有两处，一为位于南郊的 $4 \times 10^6 \text{m}^3$ 的高压天然气储罐。运行压力为0.25MPa~0.95MPa，最大调峰能力为28万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。其二为位于西安市北郊2009年建成的液化天然气应急调峰储配站，其储存规模为3 500 $\text{m}^3$ ，有2台1 750 $\text{m}^3$ LNG子母罐，日供气规模为30万 $\text{m}^3/\text{d}$ ，高峰小时供气量为30 000 $\text{m}^3/\text{h}$ 。可以看出西安市的调峰储气能力有限，因此每到冬季，即使两处调峰储气设施满负荷运行，也会捉襟见肘，难以保证居民正常用气。

近几年因二环内20t以下燃煤锅炉拆改并网，区域天然气锅炉供热项目的快速上马，就使得西安市冬季天然气供应愈发紧张。2015年冬季，日最高供气量达1 106万 $\text{m}^3$ ，两处调峰储气设施满负荷运行，且停工业保民用，车用天然气汽车错峰加气等一系列措施，西安市每日供气缺口尚有50万 $\text{m}^3$ ~60万 $\text{m}^3$ ，西安市天然气管网次高压末端压力仅为0.18MPa，中压末端为5kPa。近200个小区居民生活用气受到了影响，部分燃气锅炉由于气压过低无法运行。

## 3 天然气供热种类

天然气主要成分以甲烷为主，根据产地不同成分中也会包括一定量的乙烷、丙烷和重质碳氢化合

物。还有少量的氮气、氧气、二氧化碳和硫化物。甲烷的分子结构是由一个碳原子和四个氢原子组成，燃烧产物主要是二氧化碳和水。与其它化石燃料相比，天然气燃烧时仅排放少量的二氧化碳粉尘和极微量的一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物，因此，天然气是一种清洁的能源。我国天然气开发的快速进展，使得天然气在供暖领域得到广泛利用。天然气供热大致可分为以下几种：

#### (1) 燃气锅炉

对于燃气锅炉，天然气燃烧产生的热量直接用于供暖，是最简单的一种供热方式。从规模上来看，这种供暖方式包括用于一家一户的家用燃气炉，一幢楼或一个小区的小型燃气锅炉以及用于大面积供热的区域性燃气锅炉。

#### (2) 燃气热电联产

对于纯热力系统，燃料一般只有少部分的能源转化为电能，发电效率只有30%左右，而大部分燃料的能量形成余热排到大气。热电联产系统则在发电的同时，利用了这部分余热用以供热，从而使得热电联产的能源利用效率可以达到80%以上。由于实现了能量的梯级利用，因而是比燃气锅炉先进的供暖形式。评价热电联产系统能源利用效率的指标主要有热电比和发电效率等。热电比是指热电联产系统或装置的供热量和发电量之比。

#### (3) 燃气热泵

燃气热泵是由燃气驱动，利用环境热量供热的装置。燃气热泵供热量是燃气热量与环境热量之和，因此它的效率高于燃气锅炉。携带热量的环境介质可以是周围空气、江河湖海的水，地热以及其他余热介质等。常见的工质主要有溴化锂溶液和氨-水等。对于溴化锂燃气热泵，单效型热泵供热效率可达150%~170%，双效型则可超过200%。由于技术条件的局限，在我国北方地区的严寒期因除霜困难和效率低等问题，燃气热泵与电动热泵一样，直接从环境空气吸热的空气源热泵受到限制。

## 4 能耗与成本分析

### (1) 燃气供热能耗分析<sup>[4]</sup>

用一次能耗率 $b$ 作为供暖系统能耗的评价指标，

它表示单位供热量的一次能耗量（即燃料耗量）。对于燃气锅炉，一次能耗率 $b_b$ 是供热效率 $\eta_{not}$ （考虑管道损失）的倒数，即：燃气锅炉汽轮机，系统有热和电两种不同能的输出，应将电能所耗一次能源扣除，设常规发电设备的发电效率为 $\eta_E$ （可取为全国平均水平的发电效率32.5%），则其一次能耗为。如果热电联产的能源利用效率为 $\eta_{not}$ ，发电效率为

$$\eta_e, \text{ 则供热系统的一次能耗率 } b_c \text{ 为 } \frac{\frac{1}{\eta_{not}} - \frac{1}{\eta_E}}{\frac{\eta_{not}}{\eta_e} - 1}.$$

表1

	家用小型燃气炉	区域燃气锅炉	燃气锅炉汽轮机
$\eta_{not}$	0.9	0.8	0.8
$\eta_e$			0.25

由此可见区域燃气锅炉的一次能耗是最大的，燃气锅炉汽轮机的能耗是最小的。由此可见，燃气锅炉汽轮机组的供热形式最为优化，若从能耗角度考虑，且在城市优先考虑燃气锅炉汽轮机方式而尽量避免建设区域型燃气锅炉。

### (2) 燃气锅炉气价成本

供暖形式的经济性问题比上述能耗总是更为复杂，它取决于系统初投资、各能源转换环节的效率、设备使用年限、系统维护费以、人工工资、能源价格等等。一般来讲，系统效率越高，投资也就越大，两者对经济性的影响正好相反。上一节已说明，若是天然气锅炉加汽轮机形式供热，将为最优方案，但实际中由于初投资及上网电价等政策不完善等因素制约，西安市近几年大力发展的还是一次能耗较高的天然气锅炉供暖，现以16蒸t的一个燃气锅炉为例，对其用气量及气费成本简单核算，从而了解到天然气供暖成本有多高。

按照每蒸t约为0.7MW计算，则产生热能为：

$$P_n = 16\text{t/h} \times 0.7\text{MW} = 11.2\text{MW} = 11.2 \times 106\text{J/S} = 11.2 \times 3\ 600 \times 103\text{kJ/h}$$

现取天然气的热值为3 517kJ/m<sup>3</sup>，且天然气锅炉热效率按90%计算，则每小时所需天然气为：

$$V_t = 11.2 \times 3\ 600 \times 103 / (35\ 170 \times 90\%) = 1\ 273.8\ \text{m}^3$$

根据以上用气量测算，天然气锅炉每平方米仅天

表2 锅炉耗气量及气费

(西安市民用天然气价格: 1.98元/m<sup>3</sup>)

日供热时长	日耗气量 (万m <sup>3</sup> )	日所需天然气费 (万元)	月所需天然气费用 (万元·月)
24h	3.1	6.1	183
14h	1.8	3.6	106.9

然气费用约为11.43元/m<sup>2</sup> (24h)和6.68元/m<sup>2</sup> (14h)。而西安市现行的集中供热价格为5.8元/m<sup>2</sup>,若将天然气锅炉的运行折旧、电费、水费、人员工资和企业运营利润等诸多因素再予以考虑,则其供热价格将约为7元/m<sup>2</sup>~9元/m<sup>2</sup>,对于采取此种方式供热的居民,每年的热费较集中供热多支出20%~40%左右,由此可以看出,天然气锅炉供热,单纯以供热价格考虑,毫无推广优势可言,采暖热用户也不会接受如此高热费的供热形式。这也就是因天然气供热热价问题,每年采暖季都是居民投诉和放映的热点和焦点问题,甚至西安市部分已用一两个采暖季的天然气锅炉用户积极联系集中供热企业,拆炉并网,以降低居民热费支出。

## 5 结论及建议

近几年由于治污减霾工作的力度不断加大,西安市燃煤锅炉拆工作快速推进,为解决居民采暖问题,天然气锅炉的建设不谓是一个较为行之有效的解决办法,但笔者认为仅为权宜之计,不宜广泛推广此法。其原因有以下几点:

西安市天然气供应峰谷较大,且没有可靠的储气调峰设施,若还是盲目建设天然气锅炉供暖,待到冬季采暖时,势必会引起更大大范围的“气荒”,居民正常生活用气都会受到影响,天然气锅炉也会因为压力过低无法点火启动,供暖既无从谈起。

天然气成本过高,上文以16t的天然气锅炉进行估算,不考虑运营利润、设备折旧、人员工资,水电等因素,仅用气成本平摊到热用户则热费约为(6.68~11.43)元/m<sup>2</sup>。这样的“贵”气,让居民如何消费得起。

天然气主要成分以甲烷为主,根据产地不同成分中也会也包括一定量的乙烷、丙烷和重质碳氢化合物。还有少量的氮气、氧气、二氧化碳和硫化物。比起燃煤,天然气燃烧比煤炭燃烧减少了粉尘、SO<sub>x</sub>和

NO<sub>x</sub>的排放,定是有益于治污减霾效果的。但天然气的燃烧,还是会有一定的SO<sub>x</sub>和NO<sub>x</sub>的产生,且其燃烧后产生的主要废气CO<sub>2</sub>也确是造成气候变暖的主要元凶。

因此,笔者建议:

(1)应大力发展高效清洁煤燃烧技术的热电联产项目,积极推进煤炭清洁利用。而天然气锅炉供暖、地源热泵及太阳能等清洁能源供暖作为辅助供暖措施,因地制宜的建设和发展。

(2)政府应出台天然气供热的价格优惠措施,及燃气热电的并网电价的补贴政策,鼓励社会资金投入燃气热电项目,降低用气成本,提高效率,减少能耗。

(3)建设西安市可靠的天然气调峰设施,消减峰谷差值,建设并完善天然气多门站项目及管网互补等技术措施,保障天然气冬季供暖用气。

天然气锅炉供暖对城市的治污减霾贡献极大,但应在气源保障、气价及上网电价等各项优惠补贴政策完善的情况下实施并推广,若各项基础条件不完善的情况下,贸然大面积推广天然气锅炉供热,供热效果实难保证,而其路到底能走多远,值人深思!

### 参考文献

- 1 刘海波. 谈我国天然气资源和石油资源状况. 建筑与艺术设计学院
- 2 史文婧, 麻男迪, 李雪文. 我国天然气消费量. 北京大学能源安全与国家发展研究中心工作论文系列, 2012; 6
- 3 中国行业咨询网. 2015年我国天然气消费量及产量预测分析
- 4 付林, 狄洪发, 江亿. 天然气在城市供暖中的应用. 暖通空调, 2002; 5