

城市燃气发展中的主要问题

李猷嘉

(中国市政工程华北设计研究院, 天津 300074)

[摘要] 21世纪我国的城市燃气面临大发展的形势, 规划中涉及使用天然气的城市超过400个, 由此产生方方面面的问题需要审慎的考虑。作者对存在的主要问题进行了分析与讨论, 以期引起广泛的注意并减少项目建设中存在的风险性。

[关键词] 城市燃气; 发展规律性; 存在问题; 建议

[中图分类号] TU996 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)11-0026-06

天然气是21世纪的主要能源。我国在上世纪末, 以陕气进京为代表拉开了城市大规模利用天然气的序幕。“西气东输”、近海天然气的利用、“俄气南输”和进口液化天然气等项目, 将根本改变我国城市燃气发展的面貌, 开始走上了与世界各国城市燃气相同的发展道路。规划中涉及天然气利用的城市约400余个, 由于供气规模和对象的变化, 涉及的技术问题更为广泛。我国城市燃气将发生质的飞跃, 在城市清洁能源战略转移中大大向前迈进一步, 对改善大气污染和生态环境起到良好的作用, 技术上也将取得更大的进步。

1 发展的规律性

从世界城市燃气的发展规律看, 燃气的利用规模决定着行业的科技水平。城市燃气带有公用事业性质, 在计划经济时期还具有垄断性, 几年来改革步伐缓慢, 竞争机制尚未建立。

国际的研究工作表明^[1], 在市场经济条件下, 特别对发展中国家, 城市燃气的发展还存在许多风险性。所有的国家, 在开始建设全国性的长输管线时, 由于规模经济的要求, 燃气的主要用户均已从民用转向工业, 统一在一个整体的供气网络中。这

一变化, 使燃气与其它替代燃料的比价关系更为复杂。

天然气发展中的首要问题是经济问题^[1]。燃气发展的第一个障碍是它的成本结构和定价方法(structure of gas costs and pricing), 因为没有有一个单一的成本和价格计算标准可简单的将燃气和其它替代燃料的成本作比较。另一个障碍是确定燃气的高使用价值(high value uses of gas)。许多国家把燃气看作是一种升水燃料或加价燃料(premium fuel), 在应用中应充分发挥它的高使用价值。

天然气市场的建设靠基础设施来保证, 基础设施的建设成为燃气发展的“瓶颈”。供气系统由天然气的开采与生产(上游)、长输管线(中游)和城市供配气系统(下游)组成, 最贴近市场的是下游部分。因此, 没有完善的城市供配气系统就等于没有燃气市场, 它的建设比长输管线更为复杂。从各国的统计资料可知, 配气管网(网状部分)与长输管线的长度比: 美国^[2]为75.3:24.7; 法国^[3]为83.36:16.64; 前苏联^[4]为85.9:14.1; 澳大利亚^[5]为82.7:17.3。城市配气管网因调峰等原因, 设备与管道的利用率低于长输管线, 敷设费用高于长输管线, 安全保障的建设费用也很高, 而气价又

[收稿日期] 2000-07-02

[作者简介] 李猷嘉(1932-), 江苏常州市人, 中国工程院院士, 中国市政工程华北设计研究院教授级高级工程师

受其它替代能源的限制。法国的经验^[3]是：输配管网前期投入大，建设期长，资金返回慢，还款期长，没有单一买方承诺长期购买。

国外的研究工作者根据天然气的资源状况将发展燃气的国家分成 3 类^[1]：一类是天然气富裕的国家 (gas surplus countries)；一类是天然气短缺的国家 (gas short countries)；再一类是天然气时多时少的国家 (surplus window countries)。资源丰富程度不同的国家应采取不同的利用对策。与世界各国的天然气资源相比，我国是属于短缺的国家。2000 年，在我国一次能源中，天然气仅占约 3.4%，比重很小，远远低于 24% 的世界水平和 8.8% 的亚洲平均水平。我国在 20 世纪的 70~80 年代还存在过一段时多时少的时期，用气设备建成后又出现短缺的情况 (气改煤)，这种情况只有在计划经济时期才能承受。

我国西气东输工程要大力推动并建立天然气企业与用户按国际惯例签订“照付不议” (take or pay) 购销合同的机制，即不论用户是否实际使用燃气，均得按购气合同付款，并规定了供应城市 (到门站) 的气价。在目前的体制下，城市燃气公司将代表用户方与供气方签订合同，并负责建设城

市输配系统。不论上游、中游和下游都做了许多调研工作，城市也做了天然气的利用规划，存在的问题还很多，需要进一步具体化和落实。这些问题不解决，必将对城市燃气的发展带来风险性。

2 发展中存在的问题

2.1 气价问题

“西气东输”进入城市门站的气价过高。如到上海门站的价格初步拟定为 1.3 元/m³ 左右，使电力、化肥工业难以承受。有一种建议认为：民用户包括居民做饭和家庭烹调、商业用户包括饮食行业用气、宾馆空调用气的价格可以高一些。实质上是企图以提高民用气价的办法来降低工业用气价，这是不合理的。我国城市燃气的历史上一直是按不同用户采用不同的气价，各类用户气价的确定有其内在的规律。在计划经济时期，曾研究过居民对气价的承受能力，把居民用气看作是福利事业而给以补贴。改革开放后，在市场经济条件下，气价已逐步放开。

各国对城市不同用户的燃气价格基本上是根据调峰成本和运行成本分档计算 (见表 1^[6])。

表 1 不同耗气量的燃气价

Table 1 Gas prices of various gas consumption

美元/m³

最大利用日数 /d	年用气量 /10 ⁶ m ³ ·a ⁻¹	德国	法国	意大利	荷兰	西班牙
200	<10	0.222 5	0.190 6	0.216 6	0.229 1	0.174 1
200	10~100	0.211 2	0.134 4	0.150 6	0.147 5	0.129 5
250	10~100	0.211 2	0.125 9	0.145 0	0.147 5	0.120 9
250	100~100 0	0.185 9	0.115 0	0.130 6	0.118 7	0.118 7
330	100~100 0	0.185 9	0.111 9	0.124 4	0.118 7	0.113 7
330	>100 0	0.185 9	0.111 9	0.124 4	0.100 9	0.112 8

最大利用日数越小，调峰费用就越大，成本越高。年用气量越小，则运行成本越高。民用户的用气量最小，燃气公司要对每一分散的民用户的安全供气负责，管理系统最为复杂，运行成本也最高；对工业用户，燃气公司只负责到进厂的调压站，对厂内用气的安全性不负有责任，用气量较大因而运行成本较低 (类似于零售与批发的关系)。在具体做法上，各国有所不同，如英国按季节定价，若 7—9 月的税率为 100%，则 4 月和 11 月提高 5%，1、2、3 月和 12 月提高 18%。此外，需保证供气的用户要比可中断供气的用户费率提高 20%~

25%。法国冬季比夏季要高 20%。德国也是按高峰用气的实际情况收费，因为日高峰用气量要从地下气库取气，成本较高。此外，再考虑燃气的基本价格及与其它替代燃料使用效率相比较等因素，以形成一个与耗气量和耗气特性有关的平均价。意大利也是既考虑耗气的基本支出，又考虑高峰支出。出现高峰时，支付要增加 15%。可以中断供气用户的费率另定，与中断供气时间的长短有关。20 天为供气短期中断，90 天为供气长期中断。

调峰用户 (均衡用气户) 与可中断供气户有严格的区别，前者为稳定的供气户，在负荷图上甚易

判明，而后者在接到通知后可以随时停气。

调峰用户应有明确的标准，不能任意更改。例如，美国的民用户均包括燃气采暖在内，峰值变化很大，且与气候的变化有关，因此，不使用燃气采暖的民用户就成为调峰用户。在日本，对燃气采暖

而言，夏季使用燃气空调的用户就成为调峰用户。调峰用户在气价上都有优惠。可中断的用气户都是使用双燃料的锅炉房，气价必须低到用户能接受的程度。若干国家不同使用工况下的气价见表 2。

表 2 若干国家的燃气的价格*

Table 2 Gas prices in several countries

	比利时 (以热值计)		韩国		立陶宛		美国		波兰	
	用量/ 10^3 GJ·a ⁻¹	价格/ USD·GJ ⁻¹	用途	价格 /USD·m ⁻³	用途或用量 / 10^6 m ³ ·a ⁻¹	价格/ USD·m ⁻³	用途	价格/ USD·m ⁻³	用户规模 或用量	价格/ USD·m ⁻³
井口								0.078 7		
民用	83.7	9.57	炊事	0.329	炊事	0.147 5		0.244	小用户	0.220 83
	1047	7.43	采暖	0.28	采暖	0.125			大用户	0.202 5
非民用	0.418 6	6.9	商业						商业	0.174 17
	4.186	4.96	一般	0.286	>15	0.094	商业	0.203	工业	0.160 83
	41.86	3.13	采暖	0.289	<5	0.099	工业	0.125		
	418.6	3.13	制冷	0.169	5-15	0.104	发电	0.099		
		工业	0.189							

* 根据各国向国际燃气联盟 (IGU) 提出的报告整理而成^[5,7]

对用户来说，气价的确定还应考虑与其它替代能源之间的比价关系。即使是民用户，对燃料的可选择性已比过去放开，除液化石油气外，还有电力。从环保和安全角度来看，电力比天然气的优点更多，随着家用电炊用具的增多，加上熟食品的增多，燃气的耗量在不断降低。生活水平越高耗气量就越大的概念已经过时，而与世界各国的发展规律趋于一致。

1996—2000 年若干较典型城市，居民的人均耗热量（以液化石油气用户为统计基础）见表 3。

表 3 1996—2000 年若干城市用于炊事与热水的人均耗热量

Table 3 Average gas consumptions for cooking and hot water in several cities from 1996 to 2000

城市	10 ⁹ J/人				
	1996	1997	1998	1999	2000
北京	2.42	2.53	2.58	2.70	2.61
天津	1.47	1.56	1.40	1.13	1.42
沈阳	0.79	0.99	1.13	0.79	2.50*
上海	2.24	2.06	2.59	1.73	2.24
西安	1.04	1.11	1.04	2.13	1.96
南京	2.27	2.14	1.92	1.96	2.33
杭州	2.17	2.17	2.17	2.17	2.13
武汉	1.82	1.85	1.83	2.30	2.39
济南	0.85*	1.47	1.55	1.56	1.23
广州	3.14	2.34	2.47	3.04	3.24

* 统计中的数字。

由表 3 可知，若仅为满足居民的生活用气，城市燃气的耗量很小，而基础设施的投资却很大。因此，必须扩大城市燃气的使用范围，提高单位管长的输气量，才能提高城市管网的经济性。民用燃气的价格如超过与其它替代燃料的适当比价关系，则民用气市场也会走向疲软，应认真研究。

2.2 资源的富裕程度

我国城市签订的合同模式为枯竭式合同，即不但供方要提出资源保证，而且需方有权审查供方的天然气储量情况，如果遇到储备储量和供气能力产生问题或供气情况需要变化时，双方可以通过合同的修正来予以解决，相应的合同气价可以低一些。国外的研究工作表明，对天然气短缺的国家，由于供气合同一般为 20~30 年，而城市的供配气管网却是永久性的公共设施^[8] (perpetual service)，不是 20~30 年后可以停止供气的。因此，在新建城市供气系统之初，就应作出决策，使系统具有应变能力，优先发展替代燃料易于转换的工业用户等。对民用户，则应在气价中增加枯竭保险金^[1] (depletion premium)，一旦天然气短缺，可用来建设代用天然气设施 (SNG)，以确保供气的连续性。我国规划中天然气入市的气价较高，不少工业难以承受，民用户气价一再上升后，也必将影响发展，使工程的可行性带有很大的风险性。

2.3 贯彻《大气污染防治法》

这无疑有利于建设城市清洁能源,改善城市能源消费结构。任何国家,即使有丰富的天然气资源,大气污染的防治也需要综合治理。我国的大气污染仍属煤烟型,治理的任务甚为艰巨。

为了有利于天然气的发展,保证与其它燃料的竞争地位,在市场经济条件下,应通过税收杠杆来进行宏观调控。各国天然气的税率(1998—1999年)见表4。

表4 各国天然气的税率(VAT)*

Table 4 The VAT of natural gas in different countries.

国家	税率
捷克	1998.1.1起所有燃料均为22%。但供热为5%。
丹麦	20%,含能源税及CO ₂ 税,比油税低。
芬兰	1.91美元/10 ⁶ w·h
德国	天然气:0.17美分/kwh 汽油:2.14美分/kwh 柴油:3.21美分/kwh
匈牙利	家用燃料油:25% 汽油:25% 天然气:12% 煤:25% 电力:12%
立陶宛	以环境税代替,不超标时,每吨SO ₂ 收10美元
荷兰	17.5%,用作园艺时为6%
斯洛伐克	1999.7.1起为10%,以前为6%
南斯拉夫	10%
意大利	20%
爱沙尼亚	18%
斯洛文尼亚	1999.7.1起为19%

* 根据各国向国际燃气联盟(IGU)提出的报告^[5,7]整理而成

各国除用天然气税率调控外,从20世纪90年代起,还在研究生态税(ecological taxes)的收取问题。从表4可知,有些国家的税收中已包括了生态税的概念。但生态税的收取比较复杂,它涉及到工业的经营成本以及产品在国际上的竞争能力,因而至今还没有一个国家提出成熟的生态税法。我国是以煤炭为主要燃料的国家,工业用煤量很大,要解决生态税问题更是任重道远。1990年,芬兰在世界上第一个开始收CO₂排放税,每排放1t CO₂收税18美元,至电力市场开放后停止,改为电力税,工业户电力税比民用用户低。丹麦天然气的价格已包括能源税和CO₂税,税率为20%,低于油税。意大利1999年的预算法提出要改税,以降低污染物的排放量,但CO₂税对天然气与燃料油来说并无区别,仅对煤有作用。从许多国家的现行状况来看,生态税很低,对各种燃料的市场竞争无影响。

总之,生态税的问题虽已提出,离以此来调节燃料结构为目的的距离还很远,其中还有很复杂的政治、经济因素在内,如工业发达国家决不会轻易限制本国CO₂的排放量。

我国在今后相当长的时间内,煤炭仍是主要能源,是造成大气污染的重要因素之一,应进一步加强洁净煤技术的开发和应用。以北京为例,2000年全市煤炭消费量为2700×10⁴t,2008年将控制在1500×10⁴t以下,其中市区燃料用煤控制在850×10⁴t左右,可见以清洁能源替代煤炭任务之艰巨。

2.4 长输管线与城市管网的同步建设问题

为了能很快取得经济效益,要求城市管网与长输管线建设同步进行。但同步建设并不等同于同步建成,对为数众多的民用户和商业用户来说,即使气价很低,也不可能做到同步建成。城市燃气管网建设需要有一个过程,且受多种因素的制约。为了迅速取得经济效益,应首先同步建成大型工业用户。经验表明,特别在土地的升值时期,建筑物的拆迁和建设十分频繁,管道建设必须逐步进行。以北京为例,2002年将发展管道气用户8万户,使天然气使用量达到18×10⁸m³。北京市的经济实力比较雄厚,为发展天然气已做了多年的准备工作,已发展了一定数量的采暖用户,又在为2008年的奥运会做准备工作,但2001年底天然气用户为170万户,仍有21万户人工气用户和123万户液化石油气用户。由于城市管网建设的困难,美国必须在用户十分落实且有明显的经济效益时才埋设燃气管道,日本则同时发展液化石油气用户,至今液化石油气用户仍占1/2以上。以天然气替代液化石油气和人工气的过程,受价格等因素的约束,是一个按经济规律自然过渡的过程。

由于当前我国城市用气人口的普及率已相当高,因此,未来用气人口的增加主要是城市新增人口。随着经济的发展,城市化的速度无疑也会加快,但城市化的程度是一个经济发展的过程,且地区性的差异很大。20世纪80年代中期,建设部曾对我国的城市化发展作过研究,当时认为,要增加1个城市人口,城市基础设施相应的建设费用要增加8000~10000元,这在当时是一笔不小的数目。随着我国经济建设的进一步开放,城市人口的政策已进一步放宽,但仍有许多限制条件。因此,对不同地区的城市化进程必须进行深入地研究,得

出比较可靠的定量数据,才能指导城市燃气的发展,使规划落到实处,否则会给燃气市场带来一定的风险性。

2.5 许多建筑物不能满足使用燃气的安全要求

我国及各国燃气的设计规范中,均规定建筑物必须有专设的烟道,但我国的建筑设计规范中没有相应的规定,高层建筑也只设通风道。由于排烟不畅,事故屡有发生。由于事故较多,建设部已发文不允许烟气排入通风道,许多用户只得在外墙上开洞排气,而物业管理又不允许。当前,燃气的使用已开始转入阳台,阳台成了厨房,随着燃气采暖的应用,厨房的排气负荷也日益增加,显然存在隐患。燃气事故的不断增加,将影响燃气使用的发展,有些地方,燃气的死亡人数已达到继交通、工伤而后的第三位,影响了燃气企业的形象。

2.6 城市燃气管网建设的资金问题

燃气管网建设需要大量资金,在计划经济时期,常靠向用户集资或以初装费形式征集,类似于过去电话的初装费(已取消)。如广州市,1996年开始向管道燃气新用户收取初装费3 000~3 500元,有的城市收费更高。按粗略估计,年供 1 m^3 天然气,城市管网的投资约为4~8元。由表3可知,居民生活耗气量很低,但初装费实际上包括了所有城市管网的建设费,很不合理的。因此,对初装费的收取应该立法,确立收费的法律依据,确定收费标准及收费后的优惠条件等,做到公平、公正,并有足够的透明度,防止腐败现象发生。城市燃气管网作为城市的重要基础设施,应采取多种渠道筹集资金。国外常用的方法是发行债券或股票,此外企业应有稳定的利润,才有利于技术开发和科技进步,有利于外资参加我国市政建设的投资。

3 加快发展的建议

1) 以前城市燃气通常以城市为独立经营单位,集气源、输配和应用为一体。天然气入城后,需要进一步改革经营体制。城市燃气属于整个天然气系统的下游部分,它与上、中游之间有着密切的联系。当前经营方式通过合同等法律程序进行,上、中、下游之间属于商业关系,且应以下游的终端用户要求为主体。上、中游对下游有“照付不议”的要求,而下游对上、中游供气的质量、供气的可靠性以及压力和检测方法等也有要求,偏离合同规定应给以赔偿。赔偿也可通过保险体系进行。

由于供、需关系的复杂性,供、需双方因各自的利益产生矛盾是不可避免的,不能以一方意见强加于另一方。国外的研究工作认为^[1],履行燃气的发展战略需要建立新的组织或健全已有的组织。其中,政府的作用是主要的,因为在高的商业运作风险中,参加经营的各个部门常发生为各自利益的争论。因此,燃气发展政策的形成应在涉及燃气经济(gas economy)的各投资方之间,建立照顾各方利益的对话(dialogues)制度。对话的目的是使参与各方在各自的利益上取得一致的意见。参加人员还应包括公用电力和石油部门、银行、工业中潜在的燃气用户、科技人员等。

对话过程同时可导致在燃气经济中建立内生能力(endogenous capacity)。内生能力是指国家、部门和个人作出合理的和相对独立的决策能力。内生能力是1976年联合国会议对科学技术发展所提出的概念,它适用于所有的发展领域,且是发展的一个最重要的方法。因此,如同其他发展部门一样,燃气工业也需建立内生能力。在一致性的对话中,首先应统一燃气发展中的优化次序,建立稳定的,但有弹性的政策,有利于发展潜在的燃气应用项目。在建立内生能力方面,需要有一定数量的本地的研究和开发工程技术专家参加,以保持对现有市场长期的支持和开拓新的燃气市场。

2) 燃气的生产与输配,最终的目的在于应用,燃气的优越性也只有通过广泛而有效的应用才能体现出来。21世纪燃气应用的发展将以减少排放量,解决环境问题为重点。因此,对燃气的质量也必然有一定的要求。供气质量的波动会影响到燃气正常使用,应认真研究国际标准中对燃气质量的规定,城市燃气与国外先进技术的接轨首先应反映在各类规范、标准、法规和法令的建设上。为确保安全用气,建筑设计规范中必须包括对排烟设施的要求。

3) 在城市燃气项目实施的不同阶段,安全管理应有不同的内容。在工程的前期,必须结合当地的情况做好论证工作。在天然气的供气工程中,尤其对供气质量和“照付不议”的合同要求要做好论证工作,避免因燃气质量的不稳定和用气量测算不准所引起的供气不安全和经济上的损失。在工程的实施阶段,尤其要落实好各种调峰措施。没有完善的调峰措施,城市就无法供气。在投产、运行阶段,因燃气的易燃、易爆特性,必须有健全的安全保障体系。安全保障体系应包括工程的质量管理和

长期的运行管理两部分。在市场经济条件下, 安全体系实质上就是安全法律体系。建议政府就“燃气产业法”立法, 规范各部门的职责。据此, 再制定各部门的安全技术和安全管理法规。

参考文献

- [1] Vergara W, Hay N E, Hall C W. Natural Gas, Its role and Potential in Economic Development[M]. Boulder San Francisco & Oxford: Westview Press, 1990
- [2] Pijachi M. Gas Fact, Gas Data Book[M]. American Gas Association, 1992
- [3] Usclat D. Strategy of Investment of gaz de France in China[A]. China Gas' 2000 [C], Chengdu, China, November 28 - 29, 2000
- [4] Боясанов Д Б, Ионин А А. Распределительные Системы Газоснабжения [М]. Москва: Стройиздат, 1977
- [5] Detourne C. Actual developments in the gas industry [R]. IGU Council Meeting, Buenos Aires. October 7. 1998
- [6] Фурман И Я. Дифференциация цен на газ в зависимости от режимов газоснабжения [J], Газовая Промышленность, 1997
- [7] Detourne C. Actual development in the gas industry[R]. IGU Council Meeting, Cheju Island Korea, October 13, 1999
- [8] Wilson G G, Parker R L. Distribution Book D - 1, System Design[M]. Arlington Virginia: The American Gas Association, 1990

Major Considerations in Development of City Gas in China

Li Youjia

(North China Municipal Engineering Design and Research Institute, Tianjin 300074, China)

[Abstract] As a result of the advent of natural gas in China, the city gas faces a good situation of great development at the beginning of the 21 st century. Over 400 cities are involved in the overall planning of natural gas supply, but many careful considerations should be made at present. This article makes the analysis and discussion of the major problems existed, in the hope of attracting universal attention to decrease the risks existed in the construction of projects.

[Key words] city gas; regularity of development; problems existed; suggestions

(cont. from p. 18)

Under the control of the described above general tectonic conditions, the seismicity in the strait is in some concert with that on the Taiwan Island proper. But crustal stress is largely released in the high seismic zone on the western margin of the Central Mountain Range, which has screen and prevention effects on the straits area. However, the zones in outer sea areas off both ends of the Taiwan Strait and Taiwan Island proper controlled by NW-trending transform-like faults are prone to strong earthquakes when the NE-trending seashore faults intersect the transform-like faults.

The Taiwan Strait are located on the Eurasian continental crust and its seismicity is of intraplate type. Large historic earthquakes of magnitude around 7 occurred on both northern and southern ends of the Taiwan Straits. Moreover, the Cenozoic deposits are evenly distributed in the intended engineering project area, where no active fault zone was found. It is estimated that the probability of occurrence of future $M \geq 6$ earthquake is quite lower. Thus, construction of the tunnel across the straits is feasible in seismotectonic aspect.

[Key words] Taiwan Strait; tunnel across strait; earthquake