



21世纪高等学校教学用书
SHIJI GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU

城市天然气工程

CHENGSHI TIANRANQI GONGCHENG

©李 帆 周英彪 等 编著

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

城市天然气工程

李 帆 周英彪 等编著

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市天然气工程/李 帆 周英彪 等编著

武汉:华中科技大学出版社,2006年2月

ISBN 7-5609-3638-5

I. 城…

II. ①李… ②周…

III. 天然气-基本性质

IV. TE1

城市天然气工程

李 帆 周英彪 等编著

策划编辑:吴锐涛 徐正达

责任编辑:王新华

责任校对:吴 晗

封面设计:潘 群

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787×1092 1/16

印张:13.5

字数:316 000

版次:2006年2月第1版

印次:2006年2月第1次印刷

定价:20.00元

ISBN 7-5609-3638-5/TE·1

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书共分 11 章,主要包括天然气的脱水与脱硫,天然气城市门站、储配站,燃气输配管网 SCADA 系统、GIS 和 MIS,锅炉的燃气改造,压缩天然气汽车加气站,燃气空调,城市冷热电联产,天然气燃料电池,液化天然气。

本书可作为高等学校建筑环境与设备工程、城镇燃气工程、油气储运工程等专业的教学用书,也可作为从事燃气工程设计、施工、运行管理及科研的工程技术人员参考用书。

序

1998 年是我国城镇燃气史上有重要意义的一年。“西气东输”工程的完成标志着我国燃气行业天然气时代的来临。天然气利用将在我国总的燃料平衡中体现越来越大的价值,占有越来越大的比重。虽然有城镇燃气连续性的延展,但天然气在输配、储存、调峰、工程施工、服务、利用、控制、管理以及政府监管等方面仍呈现新的特征,产生新的领域,因此学习、研究、应用、推广和创新天然气工程技术是一件刻不容缓的事。

天然气气源相对单一、统一、充足,供应压力高,应用领域广,呈流域性输配供应,与城镇燃气自成系统的分散独立点式经营有较大的差异,在气源、储存、输配、调峰、工程施工、服务、利用、控制、管理等方面有自身的特点和规律,由此带来了经营观念、经营方式、管理方式的变革。研究天然气工程技术,培养燃气行业既懂工程技术又懂经营管理的人才当务之急,对于长期从事瓶装气和小规模管道供气的城镇燃气企业更是如此。

相信西气东输,俄气南供,LNG(液化天然气)登陆、内运,CNG(压缩天然气)区域服务等项目的实施和实现将使我国天然气事业出现前所未有的发展局面。由一个地区发展成一个大区域,再发展成全国性大流域乃至国际性管道供气系统,这对于燃气行业的工程技术、应用技术、管理技术也是一个极好的发展机遇,势必推动这些方面的研究,也为燃气从业人员施展才干提供了新的舞台。这些人才就在现在的燃气行业中,就在有志于燃气事业的学子中。

当前,国内关于人工煤气、液化石油气等气种的著述较多,但系统地以天然气为主的著述则鲜见,本书做了有益的尝试,对天然气的各方面进行了探讨和阐述,为推广天然气工程技术做了些努力。这对从事燃气工程、技术、管理工作的人员将大有裨益。

衷心希望有更多研究天然气的专著问世,以适应天然气时代的需要。

徐 姜

2005 年 1 月

前 言

能源与环境是当今全球性热点问题之一。天然气作为城市清洁能源,对我国的能源节约、环境保护、人民生活水平的提高和社会经济的发展起到了重要的促进作用,可以说,21 世纪是天然气的世纪。

我国的城市燃气事业从 20 世纪 80 年代开始有了长足的进步,燃气气源逐步从人工煤气向液化石油气、天然气转变。特别是近年来,国家十分重视天然气的勘探开发和利用工作,制定了全国天然气发展规划,并逐步加以实施。目前,“西气东输”工程已经完成,每年将有 120 亿立方米的天然气从新疆轮南输往长江三角洲地区;有 30 亿立方米的天然气从重庆忠县输往湖北省和湖南省。广东 LNG(液化天然气)项目已开始实施,2006 年后每年将有 300 万吨(约为 37.4 亿立方米)LNG 输往珠江三角洲地区。福建 LNG 项目、“海气上岸”项目和“俄气南供”项目也在论证研究或启动之中。这些项目的建成将构成我国城市燃气以天然气为主气源的格局,形成一个区域性天然气管道供气网络,并逐步向全国天然气管道联网过渡,最终形成一个全国性天然气管道供应系统,实现城市燃气天然气化。

本书阐述了城市天然气工程技术和天然气利用原理与技术,主要内容有天然气基本性质,脱水与脱硫,天然气城市门站、储配站及地下储存,流量计量,城市天然气 SCADA(数据采集与监视控制)系统、燃气管网 GIS(地理信息系统)和燃气公司 MIS(管理信息系统)等。对天然气的利用领域也作了重点介绍,有 CNG 汽车、燃气直燃型溴化锂吸收式空调、城市冷热电三联产、燃气锅炉、天然气燃料电池等。希望本书有益的尝试,能使燃气技术人员既掌握城市天然气工程的基础专业技术,又知晓燃气行业最新的技术前沿和发展动向。

在本书编写过程中,华中科技大学环境学院燃气教研室的同仁提供了大量技术资料;湖南省燃气协会及武汉、长沙等地的燃气公司给予了极大的关心和支持;武汉市城管局燃气处徐姜处长在百忙之中抽空审阅了本书,并提出了许多宝贵意见;中南建筑设计院严阵高级工程师对第 8 章作了修改和补充,在此一并表示衷心的感谢。李帆编写第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章第 2~3 节、第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章第 1~6 节,周英彪编写第 2 章,王蕾编写第 11 章第 7 节,张成毅编写第 6 章第 1 节。

由于编著者水平有限,本书中难免有疏漏和错误之处,敬请读者批评指正。

李 帆

2004 年 11 月

目 录

第 1 章 天然气概论	(1)
1.1 天然气资源概况	(1)
1.2 我国城市天然气状况	(5)
1.3 天然气的基本性质	(12)
第 2 章 天然气的脱水与脱硫	(21)
2.1 天然气水合物	(21)
2.2 固体吸附法脱水	(22)
2.3 天然气脱硫	(28)
第 3 章 天然气门站、储配站与流量计量	(30)
3.1 城市天然气门站	(30)
3.2 天然气储配站	(35)
3.3 清管设备	(37)
3.4 天然气的流量计量	(43)
第 4 章 天然气的储存	(63)
4.1 高压储气罐储气	(63)
4.2 天然气的地下储存	(65)
4.3 液化天然气的低温储存	(68)
4.4 长输管道末段储气	(69)
第 5 章 SCADA 系统、GIS 和 MIS	(78)
5.1 城市天然气 SCADA 系统	(78)
5.2 城市燃气管网 GIS	(92)
5.3 燃气公司 MIS	(96)
第 6 章 燃气锅炉及燃煤锅炉的燃气改造	(101)
6.1 锅炉的参数、型号和技术指标	(101)
6.2 几种常见燃气锅炉	(104)
6.3 燃煤锅炉的燃气改造	(111)
第 7 章 压缩天然气汽车及汽车加气站	(125)
7.1 压缩天然气汽车加气站	(125)

7.2 压缩天然气汽车及其专用装置	(133)
7.3 压缩天然气汽车对环境空气质量的影响	(138)
第 8 章 燃气直燃型溴化锂吸收式空调	(141)
8.1 溴化锂吸收式制冷机的特点	(141)
8.2 溴化锂吸收式制冷原理	(142)
8.3 燃气直燃型溴化锂吸收式制冷机机房燃气系统设计	(148)
8.4 燃烧器	(149)
8.5 燃气直燃型溴化锂吸收式制冷机机房设计	(152)
第 9 章 城市冷热电联产	(156)
9.1 城市冷热电联产概述	(156)
9.2 热电联产系统装置	(158)
9.3 天然气冷热电联产系统	(161)
9.4 城市热力网设计	(165)
第 10 章 天然气燃料电池	(170)
10.1 燃料电池概述	(170)
10.2 各类燃料电池	(173)
10.3 家庭用燃料电池	(180)
第 11 章 液化天然气	(183)
11.1 液化天然气概述	(183)
11.2 天然气液化工艺	(185)
11.3 LNG 的海上运输	(186)
11.4 LNG 接收站	(188)
11.5 LNG 的冷能利用原理及方法	(193)
11.6 LNG 小型站	(196)
11.7 LNG 小型站安全设计	(200)
附录 A 缩写词中英文对照	(205)
附录 B 天然气特性参数	(206)
参考文献	(209)

第 1 章 天然气概论

1.1 天然气资源概况

1.1.1 国际天然气资源

跨入 21 世纪,能源供给成为人们最关心的问题之一。100 多年来,石油为人类社会的经济发展带来了繁荣,人类在现代化过程中迅速地发展了石油工业。20 世纪初,世界石油年产量只有 24 万吨,1978 年石油产量已达到 30.6 亿吨,同时天然气年产量达到 15089 亿立方米,两者成为最重要的能源构成。到 1999 年,据美国《油气杂志》统计,世界石油年产量为 32.3 亿吨,天然气年产量达到 23484 亿立方米。随着天然气勘探、开发、储运和利用技术的进步和人们对环境问题的日益关注,人们普遍认为“21 世纪是天然气时代”。

天然气一般指以烃类为主的存在于岩石圈、水圈以及地幔和地核中的气体,依其成因和储存状态可分为常规天然气和非常规天然气。常规天然气包括单一相态气藏气、气顶气、油藏溶解气,非常规天然气包括致密岩石中的天然气、煤层气、深层气和天然气水合物等。地球上蕴藏着极其丰富的天然气资源:常规天然气资源量约为 600 万亿立方米,按照现在的开采速度,可供人类开发利用 200~300 年;非常规天然气资源潜力更加巨大,仅其中的甲烷水合物资源就是全球已知所有常规矿物燃料(煤、石油和常规天然气)总和的两倍。但是,对于非常规天然气,目前还处于早期勘探开发和前期研究阶段,其中煤层气勘探开发技术较为完善,而对于甲烷水合物,目前只有俄罗斯和美国等少数国家进行了开发利用,主要还处于前期研究与试验阶段。

世界天然气资源分布极不均衡。根据世界天然气学会的资料,常规天然气主要集中于两大富集区——俄罗斯和中东地区,这两个地区天然气探明储量约占世界天然气总探明储量的 2/3,所占比例分别为 33.0%和 34.0%。其余天然气资源主要分布于东欧和前苏联地区其他国家、美洲、西欧、非洲和亚太地区等五个地区,且这五个地区的天然气资源量也较为接近,如表 1-1 所示。

表 1-1 1991 年年底世界天然气探明储量分布情况

国家或地区	天然气探明储量 /万亿立方米	占世界天然气 总探明储量的 比例 / %	国家或地区	天然气探明储量 /万亿立方米	占世界天然气 总探明储量的 比例 / %
东欧和前苏联地区	56.66	38.9	西欧	4.43	3.0
(其中俄罗斯)	(48.1)	(33.0)	非洲	11.16	7.7
中东	49.50	34.0	亚太地区	10.29	7.1
(其中伊朗)	(22.99)	(15.8)			
美洲	13.6	9.3	总计	145.64	100

1.1.2 国内天然气资源

1.1.2.1 中国天然气勘探开发简况

中国是世界上最早发现并利用天然气的国家之一,在相当长的时期内我国油气开采和利用技术在上世界上都处于遥遥领先的地位。早在公元前3世纪的秦汉时期,劳动人民在挖水井和盐井时就发现了天然气的可燃现象。

气田的开发历史大致可分为三个阶段:13世纪以前以采盐为主,13—19世纪大规模开采和利用浅气层所产天然气,19世纪30—40年代钻到气层构造深部的主要产气层,产气量迅速增长。

我国周代著作《周易》中就有“泽中有火”、“火在水上”等记载。在公元前约250年,秦孝文王以李冰为蜀守,于广都(今四川成都)一带开凿盐井,随后就在盐井中发现了天然气。西汉宣帝神爵元年(公元前61年),在陕西省鸿门(今神木县和榆林县一带)也发现了天然气井。《汉书·地理志》载有“西河郡鸿门县有天封苑火井祠,火从地出”。这很可能是当时人们在钻凿水井过程中发现了天然气,并发生了燃烧现象,人们将此奉为神明,立祠来表示虔敬。“火井”这个名词,是中国古代人民给天然气井取的非常形象化的名字。在生产实践中,劳动人民对天然气的性质逐步加深了认识,开始有目的地钻凿、开采和利用。1950年从四川成都出土的东汉画像砖中,有一幅“煮盐图”,画有从井下取卤水并用竹管送到盐锅中,灶上共有五口大锅,灶火门处排列有几根管线通到锅底。英国著名科学家李约瑟著的《中国科学技术史》中指出:这些并排的管子是输送天然气供在盐锅下燃烧用以煮盐的。这一画像砖是中国古代人民开采和利用天然气的历史见证,也是研究我国天然气生产技术发展史的珍贵文物。东汉顺帝在位期间(公元2世纪),在四川陵州(今仁寿县一带)凿盐井时发现了天然气(据《太平广记》一书所载)。三国时期蜀国丞相诸葛亮还曾亲自到四川临邛观看过天然气井,那时用天然气煮卤熬盐,燃烧时的熊熊火焰,蔚为奇观。南朝宋人刘敬叔(公元468年前后)所著《导苑》中载有“蜀郡临邛县有火井,汉室之隆则炎赫弥炽,暨桓、灵之际,火势渐微,诸葛亮一瞰而更盛,至景曜元年,人以烛投即灭。其年蜀并于魏”。这一段文字有些迷信色彩,认为天然气的火势是随封建王朝的衰盛而消长,这显然是由当时科学技术水平较低而对火井出气的道理不明所造成的。从西汉开始到蜀亡于魏为止,那些天然气井至少连续烧了200年。3—4世纪时,西晋的著名文学家左思著的《蜀都赋》,郭璞所著《盐池赋》,都对四川地区的“火井”有所描述。4世纪东晋常璩所著《华阳国志》中描写临邛县的火井天然气火焰时说:“夜时光映上昭,通耀数十里。”公元557年,南北朝北周时期,还把临邛县命名为“火井镇”,公元606年,隋大业二年又把“火井镇”改为“火井县”。唐宋时期临邛都一直以“火井”而闻名。传到明朝,临邛还设有火井巡检司。明崇祯十年(1637年),宋应星写的《天工开物》一书,对四川的天然气开采和用于制盐等技术都有较详细的记载,并绘制有钻井图和火井煮盐图。他发出“西川有火井……未见火形而用火神,此世间大奇事也”的感叹,也就是说看不见火的形象而起了火的作用。作者对天然气的燃烧现象的描述是真实的,以当时的科学知识水平来说,作者认为火有精神,看不见像烧柴、烧煤那样含有大量固体微粒的红黄色火焰,燃烧后又看不见灰渣,因此称为奇事。清康熙三十二年(1676年),据《台湾府志》记载的“从山口隙缝中如泉涌出,点之即燃,火出水中,火水同源,蔚为奇观”,证明当时已在台湾省发现油气苗。18世纪清高宗乾隆写的一首火井诗中有“火井欲具示”的诗句。到了1765年,在四川自流井构造钻老双盛井,钻深530m,遇天然气,日产气量约160m³。1815年在上述构造钻井深度有的达800m左右。1835年又在上述构造的兴海井钻

深达 1001.4 m,当时钻这样深的一口井,需费时 3 年。1840 年前后有一口井钻到 1200 m 以下,钻穿了石灰岩的主气层,气势凶猛,引起大火。从井口喷出几十丈^①高的火舌,历史上称为“自贡古今第一大火井——火井王”。据考证当时在自流井气田上日产上万立方米的气井约有十口。

自流井气田位于四川省自贡市富顺县和荣县境内,历史上称为自流井场和贡井场,面积约有 50 km²,是中国最早投入开发和利用的天然气田,也是世界上最早开发的天然气田。这个气田是开采井盐时发现的。开始时曾发现有的井自流盐水,因而称这个地方为自流井。13 世纪后大规模开发浅气层,如《富顺县志》中载有“井火,在县西 90 里,井深四五丈,大径五六寸,中无盐水”^②。那时已打出天然气井,主要用天然气做制盐的燃料。自流井地区长期以来成为四川省主要产盐地,就是因为自流井能自流卤水,而且有丰富的天然气资源。天然气的开发利用,直接影响到盐业的发展。在开发盐和天然气时,用竹子或木料制成管线输送天然气,是古代中国人民在天然气工业发展史中的一项伟大成就,当时把这种管线叫做“笕”或“视”。置笕,就是建设地面输气管线,将竹管或木管外缠上竹篾条,用桐油和石灰把缝隙涂上防漏。据《川盐纪要》记载,当时自流井气田已有竹木制的集输管道总长达 100 km 以上,专门从事管道建设的工人有 10000 多人。与当时的欧美几个国家仅开始用空心木管短距离输送人工煤气或天然气相比,中国处在遥遥领先的地位。在没有钢管和铁管的条件下,充分利用四川盛产的竹子和桐油来完成输气管线的伟大工程,不能不说是一项伟大的创造。也可看到,即使在封建社会束缚生产力发展的不利条件下,我国人民也显示了惊人的才智。

1840—1949 年,中国沦为半殖民地半封建国家,天然气工业发展非常缓慢,到 1949 年新中国成立时,仅发现石油沟、自流井、圣灯山等七个气田,年产气 7000 万立方米,探明储量 3.85 亿立方米。

新中国成立后,天然气工业获得迅速发展。其标志首先是发现了一大批含油气盆地,气田数量、储量和产量大增;其次,从事天然气地质研究的队伍发展壮大,建国前仅有 48 人从事石油地质调查研究,没有专业天然气研究人员,而目前,仅从事油气地质勘探的人员就达十余万人之多;第三,天然气地质理论取得了飞跃发展,尤其是经过“六五”至“八五”的国家科技攻关,形成了一系列适合中国地质特征的天然气地质理论,勘探效益和成果日益显著;第四,天然气勘探开发技术取得重大进步,如复杂构造气藏识别技术、气藏精细描述技术、致密砂岩气藏开发技术等,极大地扩大了储量发现和开发利用的范围。到目前为止,我国已在 30 多个沉积盆地发现了天然气,其中四川、鄂尔多斯、塔里木、吐哈、柴达木、准噶尔、渤海湾、松辽、琼东南、莺歌海、渤海湾海域和东海等 12 个盆地为主要的含气盆地。近 20 年来,中国经济进入高速发展期,天然气工业也突飞猛进,形成了东部、中部、西部和海上 4 大天然气勘探开发区。至 1999 年年底,我国剩余天然气探明储量为 1.18 万亿立方米,年产量达 250.17 亿立方米。

除此之外,我国还致力于非常规天然气的勘探、开发和应用。20 世纪 80 年代初我国开始勘探煤层气,20 世纪 90 年代又加大了勘探试验力度,通过不断学习国外先进经验和引进国外技术设备,煤层气勘探取得了一定进展。截至 1999 年年底,全国煤层气累计探明地质储量为 268.64 亿立方米,累计采出 2.93 亿立方米。20 世纪 90 年代以来开展的天然气水合物研究在

①② 1 m=0.3 丈=30 寸,1 里=0.5 km。

我国南海和东海海域取得了进展,在海洋高分辨率地震勘探中发现了天然气水合物存在的拟海底反射层特征,并在南海深海钻探中取得了天然气水合物芯样。我国海域辽阔,天然气水合物资源潜力巨大,开展天然气水合物研究,可以为我国天然气工业提供后备资源。

1.1.2.2 中国常规天然气资源及其分布情况

我国幅员辽阔,拥有 373 个沉积盆地,总面积达 670 万平方千米(陆上 354 个盆地,面积 480 万平方千米;海域 19 个盆地,面积 190 万平方千米),这为形成丰富的天然气资源奠定了良好的地质基础。据“八五”期间开展的全国第二次油气资源评价结果,我国常规天然气资源量为 38 万亿立方米,可采资源量为 10.5 万亿立方米,占全球可采资源量的 3.2%。至 1999 年年底,剩余探明储量为 1.1778 万亿立方米,不到世界剩余探明储量的 1%。

从我国天然气资源的国土面积和人口平均值分析,明显低于世界平均水平,尤其是剩余探明储量和年产量的人口平均值,仅分别为世界的 3.35% 和 3.7%。这一方面说明中国的天然气资源并不十分丰富,另一方面也说明我国天然气资源勘探开发程度较低,还有较大的潜力可挖。

尽管我国有 373 个沉积盆地,但是并不是每一个盆地都有天然气。按盆地类型进行资源量计算,其中复合陆内、前陆盆地(如四川盆地、鄂尔多斯盆地和塔里木盆地)资源量最大,占 40.3%;其次为陆内裂谷盆地(如松辽盆地、渤海湾盆地、东海盆地),占 17.3%;弧后拉张盆地为第三,占 13.4%;被动边缘盆地、克拉通盆地和克拉通隆褶区天然气资源分别占 10.7%、8.7% 和 7.7%。

迄今为止,我国在 30 余个沉积盆地中发现了天然气,根据 2001 年国土资源部储量通报,截至 1999 年年底累计探明天然气地质储量为 3.11 万亿立方米,剩余可采储量为 1.18 万亿立方米。天然气探明储量集中在四川、鄂尔多斯、塔里木、吐哈、柴达木、准噶尔、渤海湾、松辽、琼东南、莺歌海、渤海湾海域和东海等 12 个沉积盆地。这些盆地按地域划分为 4 个气区,即东部、中部和西部 3 个陆上气区和 1 个海域气区。

2000 年在内蒙古伊克昭盟发现的苏里格大气田又传来令人振奋的消息:到目前为止,天然气探明地质储量达到 6025.27 亿立方米,相当于一个储量 6 亿吨的特大油田,不仅是我国现在规模最大的天然气田,也是我国第一个世界级储量的大气田。

1.1.2.3 中国天然气消费状况

近 20 多年来,改革开放使我国经济建设获得了迅猛发展,人民的生活水平得到了显著提高。相应地,能源需求大大增加,2000 年一次能源消费总量达到 7.5 亿吨油当量。天然气消费量也逐年上升,其中 1997 年比 1996 年增加了 17%,达到 200 亿立方米。但总体上讲,中国的能源结构中煤炭一直占有相当高的比例,长期以来维持在 75% 左右,而天然气仅占 2%。与世界天然气消费的平均水平相比,我国还存在很大差距。在天然气消费结构方面,目前我国的天然气主要用于化工原料和油气开采,分别占天然气消费量的 40% 和 29%,而作为燃料用气和发电用气比例较低。中国是一个发展中国家,随着国民经济的持续、健康、快速发展,保护和合理利用资源已越来越受到各级政府和人民的关注。1998 年 9 月召开的“全国天然气利用规划会议”,从可持续发展战略、保护生态环境和提高生活质量出发,决定优化我国一次能源结构,对 21 世纪扩大天然气在能源结构中的比重作了规划部署。据预测,我国天然气消费量在 2010 年将达到 959 亿立方米,2020 年达到 2088 亿立方米;天然气利用方向也将发生巨大的变化,天然气作为原料的比例减少,作为城市用气和发电用气的份额上升,如图 1-1 所示。

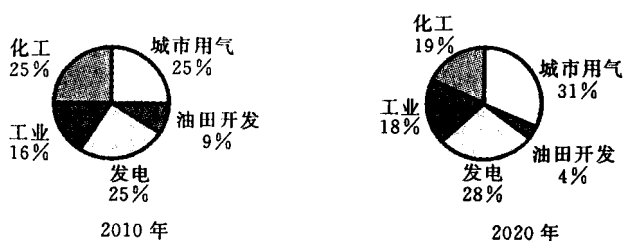


图 1-1 中国天然气消费结构预测

2001 年我国天然气产量达 303.02 亿立方米,较上年有大幅增长,增幅达 11%。根据我国的天然气资源和生产发展状况,预计在 2010 年国内天然气产量将达到 800 亿立方米 ~ 1000 亿立方米,2020 年达到 1200 亿立方米 ~ 1500 亿立方米。但与届时需求量相比,尚存在较大的缺口,中国天然气供求矛盾将长期存在。为满足未来天然气的需求,我国提出了天然气工业发展思路:以市场为导向,积极利用两种资源和两个市场,即利用国内资源和国外资源、国际市场和国外市场;整体规划输配气管线、接收站和管网等基础设施,分期实施,加快建设;满足能源紧缺的经济发达地区和中心城市的需求,逐步改善能源结构。利用两种资源和两个市场,我国除加大国内天然气资源勘探开发力度,努力发现和开发大型气田外,还计划从俄罗斯、土库曼斯坦以及中东和东南亚地区进口管道天然气和液化天然气,以弥补国内资源的不足。天然气输气干线及其配套系统的建设已经得到国家的高度重视,预计若干年后,中国将有“两横两纵”4 条大型输气干线,与若干支线配合形成完整的天然气输配管网,实现“西气东输”、“北气南下”、“海气上岸”,为我国国民经济持续、健康发展服务。

1.2 我国城市天然气状况

1.2.1 城市天然气利用工程

1.2.1.1 “西气东输”工程

我国西部的塔里木盆地、柴达木盆地、陕甘宁盆地以及川渝盆地经过多年的油气资源勘探开发,已经形成 4 个国家级天然气田。到 2000 年年底,西部地区累计探明的天然气储量已超过 1.5 万亿立方米,其中:塔里木盆地 4190 亿立方米,柴达木盆地 1472 亿立方米,陕甘宁盆地 3340 亿立方米,川渝盆地 5795 亿立方米。随着天然气勘探开发的投入,天然气探明资源还将会逐年有较大的增长,为大规模的“西气东输”提供足够的资源保证。

“西气东输”工程项目已作为发展西部经济,推动西部大开发战略的重要部分来实施。为此,经国务院批准,成立了“西气东输”工程建设领导小组,由国家计划委员会统管。管道途经新疆、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、安徽、江苏等 8 个省(自治区),终点为上海。管线全长约 4000 km,输气能力为每年 120 亿立方米。2004 年年底实现全线贯通,2008 年达到设计输气量。管线管径确定为 1016 mm,全程同径,输气压力为 10 MPa,压比为 1.25,材质为 X70,管道有内涂层。西气东输管道干线上共设工艺站场 32 座,其中:首站 1 座,中间压气站 17 座(含分输压气站 1 座),分输站 11 座,独立清管站 2 座,末站 1 座。复线设工艺站场 18 座,与干线工艺站场同建。管道走向如图 1-2 所示。

为提高供气系统的可靠性,并解决市场用气的调峰和应急问题,国家计划在江苏金坛建设

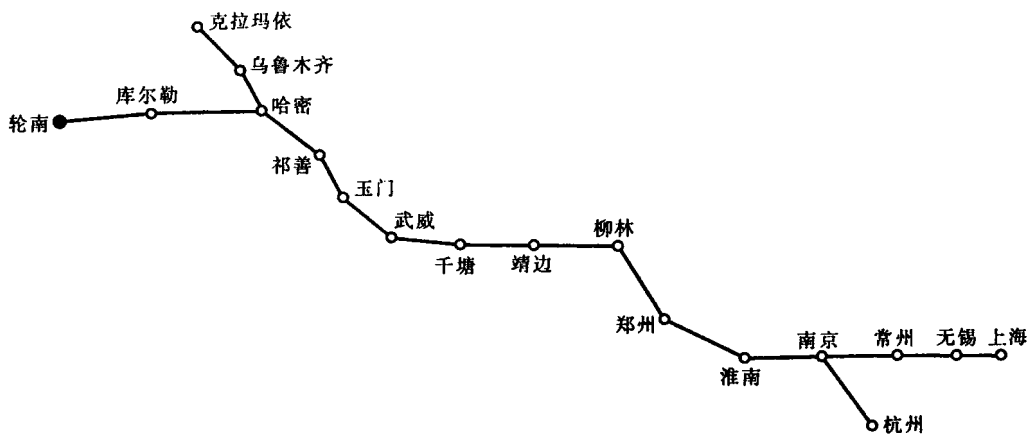


图 1-2 “西气东输”工程管道走向图

一座盐穴型地下储气库。储气库的有效工作气量为 6.66 亿立方米，垫气量为 3.3 万亿立方米，总库容量为 9.99 亿立方米。储气库最高运行压力为 16 MPa，最低运行压力为 5.5 MPa，最大日注气量为 505 万立方米，应急状态时最大日采气量为 1286 万立方米。

1.2.1.2 “川气东送”工程

“川气东送”工程建设四川忠县到湖北武汉的主管线，全长 703 km，管径为 700 mm，年输气能力为 30 亿立方米，2004 年年底已建成通气，主要供湖北省、湖南省用气，中远期部分供江西省。管道走向如图 1-3 所示。

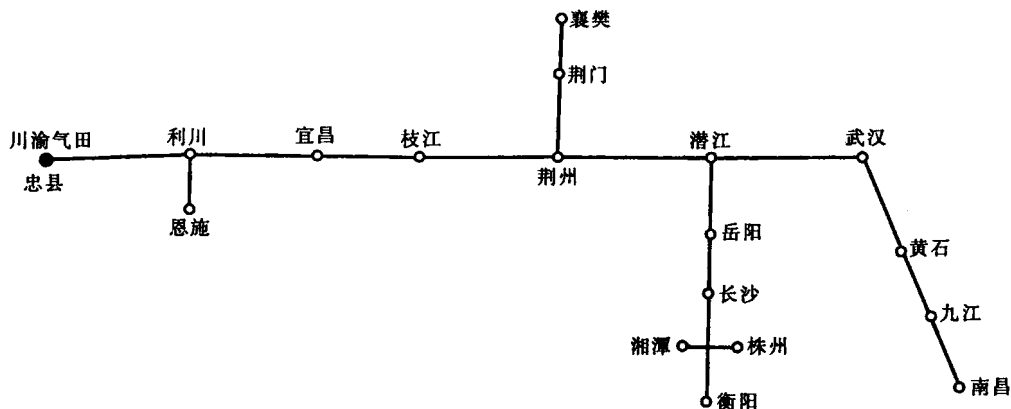


图 1-3 “川气东送”工程管道走向图

1.2.1.3 广东 LNG 工程

为改善东南沿海地区经济增长迅速但缺少能源的状况，经国家批准，广东省珠江三角洲地区首先引进国外液化天然气资源进行 LNG(液化天然气)项目的试点。前期工作目前已全面启动，计划在 2005 年前建成一期工程。一期工程规模为每年 300 万吨(每年 37.4 亿立方米) LNG，输往四个城市；二期工程规模为每年增加 200 万吨(每年 24.9 亿立方米) LNG，增加五个城市。管道全长 506 km，管径为 600 mm。管道走向如图 1-4 所示。根据规划，在中期(2010 年前)，有可能每年在闽东南或长江三角洲地区各输入 200 万吨 ~ 300 万吨 LNG。



图 1-4 广东 LNG 工程管道走向图

——为一期工程；- - -为二期工程

1.2.1.4 “俄气南供”工程

随着我国能源需求量的上升以及与俄罗斯合作伙伴关系的加强，“俄气南供”项目即将启动。中国石油天然气集团公司受国家计划委员会的委托，于 2000 年 2 月在北京召开了“引进俄联邦东西伯利亚地区天然气项目市场工作协调会”，会议对项目的前期工作进行了协调，并作了具体的布置。该项目对东北和环渤海地区的发展将具有重大的政治、经济意义。在 2000 年 12 月各省、市、部门完成了可行性研究，并向国家计划委员会上报确定的用气项目。2001 年 2 月中俄天然气合作项目可行性研究报两国政府批准，2005—2007 年建成投产并送气，2010 年满负荷运行。管线全长 4091 km，其中中国境内 2131 km。规划每年从俄罗斯进口 300 亿立方米，中国境内利用 200 亿立方米，其中，东北地区 100 亿立方米，环渤海地区 100 亿立方米，输送到韩国 100 亿立方米。管道走向如图 1-5 所示。

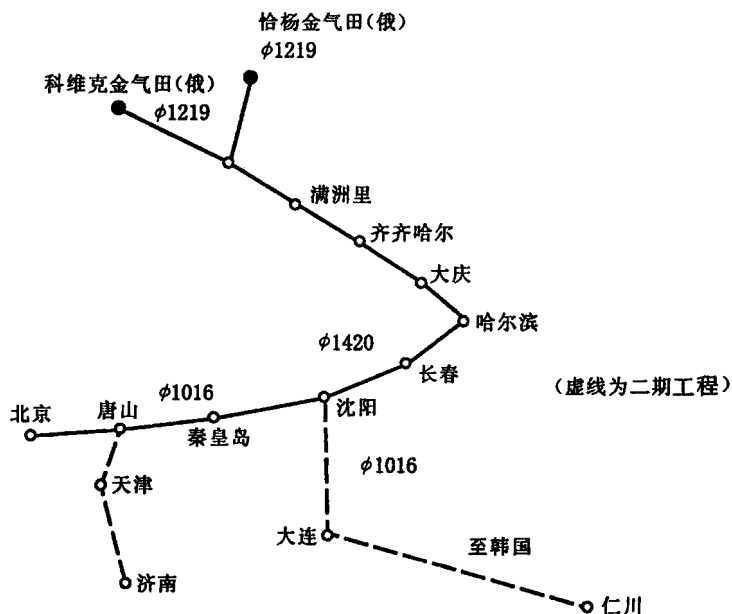


图 1-5 “俄气南供”工程管道走向图

——为一期工程；- - -为二期工程

我国部分省(自治区)、直辖市城市利用天然气规划预测如表 1-2 所示。

表 1-2 部分省(自治区)、直辖市利用天然气规划预测

序号	省(自治区)、 直辖市	近期(2005 年年底以前)		中期(2006—2010 年)		远期(2011—2020 年)
		城市数 /个	气量 /(亿立方米/年)	城市数 /个	气量 /(亿立方米/年)	气量 /(亿立方米/年)
1	四川省	18	48.50	19	69.53	120
2	重庆市	1	16.60	1	24.99	35
3	湖北省	11	6.46	24	15.10	25
4	河南省	12	6.96	19	15.13	30
5	安徽省	5	2.99	12	6.78	22
6	江苏省	5	3.21	13	33.00	85
7	上海市	1	15.33	1	21.33	41
8	浙江省	6	8.91	11	20.37	44
9	青海省	13	1.90	13	2.91	8
10	甘肃省	3	1.70	7	3.40	20
11	新疆	9	2.92	11	4.77	25
12	宁夏	4	1.71	7	2.99	8
13	内蒙古	5	1.96	5	2.16	8
14	陕西省	8	15.74	8	30.43	48
15	山西省	4	1.38	12	3.84	8
16	北京市	1	20.24	1	30.00	60
17	天津市	1	6.54	1	10.56	36
18	河北省	7	5.04	7	6.46	25
19	山东省	8	5.30	17	11.80	42
20	广东省	4	1.96	9	19.80	45
21	广西	6	3.07	9	7.69	24
22	海南省	4	1.84	7	4.53	14
23	辽宁省	4	5.58	11	10.00	30
24	黑龙江省	5	5.98	5	11.99	32
25	吉林省	3	10.60	9	17.60	31
26	湖南省	—	—	8	4.79	15
27	贵州省	—	—	16	4.46	8
28	福建省	—	—	5	15.78	40
29	江西省	—	—	2	1.58	8
合计		148	202.42	270	413.77	937

1.2.2 积极推进城市天然气的利用

城市利用天然气是坚持可持续发展战略、优化能源结构、保护环境的重大措施。它对拉动国民经济的增长、提高人民的生活质量、改善城市基础设施的水平、推进城市建设,具有促进和

推动作用,无论在经济效益和社会效益上,都将产生直接的深远影响。

经过天然气规划的实施,2005年内将有148个城市约7200万人口可望使用天然气,用气量达202亿立方米;到2010年,将有270个城市利用天然气,用气量为414亿立方米,占天然气总量的比例将达到35%左右,与目前国际上城市利用的比例数(23%~50%)相当,城市天然气在我国一次能源中的比例将达到2.7%~3%;到2020年,城市利用天然气总量将为937亿立方米,届时我国城市天然气能源的利用将达到一个新的水平,但是天然气在能源消费结构中的比重,仍需进一步提高。

根据城市利用天然气规划研究工作以及近期发展的情况,尚有一些问题需要引起注意和进一步深化研究。

1. 明确城市市场的重要作用

世界各国天然气消费中城市利用所占比例不尽相同,美国、欧洲、日本和韩国城市用气均占首位,荷兰和韩国城市民用天然气占总消费量50%以上,美国占到38.5%。可见城市民用在各国天然气消费中,均占有较为重要的位置。

从天然气各类用户(如发电、化工、工业等)对天然气价格承受能力的分析来看,城市用气最强。这也正是天然气城市利用能够作为天然气消费市场的主要支撑的原因。

2. 认识城市天然气的建设和供应特点

城市天然气市场是由千家万户以及大量的公建、工业用户组成的,要做到上游(资源)、中游(管道)、下游(市场)同时启动,同时完成,对城市天然气市场需要有一种特殊的认识。从前期研究到设计、施工以及建成投产,用户置换等,比其他下游市场需要耗费更多的时间(至少三五年),因此为保证上下游一体化运行,必须提前做好前期的准备工作,缩短运作周期。

3. 利用城市天然气必须与环保部门联合推出有力措施

有必要制定一系列有利于城市天然气发展的环保措施。有些措施甚至是带有政策性可以强制执行的。只有环保政策支持,才能保证城市天然气的顺利实施。

(1) 实行“货币治污”,收缴环保治理费定量化、制度化,例如:制定污染收费和罚款的标准,凡是通过天然气项目实施可以减少污染的部分,根据减污量多少按标准进行项目补贴。

(2) 各地区可以推行城市用煤总量、排污总量控制的措施。推广划分城市无煤区的办法,分期分批逐步进行。

(3) 积极支持汽车燃油税的政策出台,只有使目前汽油、柴油价格加上燃油税后高于使用CNG(压缩天然气)汽车的燃料费(应给以免除燃油税的优惠),才能推动CNG汽车大量发展,有利于城市大气质量的改善。世界各国对CNG汽车均有各种政策优惠。

(4) 北方地区用天然气改造烧煤锅炉房对改善城市污染状况有显著的作用,需要和环保部门、物价部门联合研究相关的政策。

4. 天然气的合理定价对城市天然气市场的影响

天然气的价格与城市居民经济收入的承受能力以及和其他城市能源(如电、液化石油气、煤等)竞争的经济比较,是十分敏感而直接影响市场容量的问题,因此确定合理的天然气价格对城市天然气发展是至关重要的。城市天然气能承受的平均高位价格为立方米1.80~2.10元(居民用户价,2001年)。

5. 调整城市天然气居民和工业价格的关系

城市天然气市场中,居民的用气量份额只是和城市人口增长、用气水平的提高以及城市化进展等因素有关,估计随着城市气化率的提高,已经不是城市天然气利用市场发展的主要方