

我国天然气地质理论与天然气工业的发展

石 昕¹, 石宝珩²

(1. 石油勘探开发科学研究院, 北京 100083; 2. 中国石油天然气集团公司, 北京 100724)

摘要: 我国天然气地质理论发展大致可分为两个阶段: 1949~ 1980年, 以单一的油型气理论指导勘探; 1980~ 现今, 煤成气理论的提出和四轮国家攻关使我国的天然气理论不断完善, 勘探有了大飞跃。目前, 天然气中的40%用于化工原料, 预计下世纪天然气将广泛用于发电、城市民用、商业、化工原料、天然气汽车等方面, 成为我国重要的能源。由于需求量增长迅速, 国内天然气产量在下世纪将不能完全满足需求, 为了促进天然气工业的发展, 应做到: (1) 把天然气资源勘探放在首位, 不断增加资源利用的保证程度; (2) 上、下游同步发展; (3) 充分利用国、内外两种资源, 开拓两个市场; (4) 实现供需平衡。

关键词: 天然气; 地质理论; 工业; 发展; 市场; 平衡; 供给; 需求

第一作者简介: 石昕, 女, 27岁, 博士生, 天然气地质及地球化学

中图分类号: P618.110.1 文献标识码: A

近20年来, 天然气在世界能源结构中所占比例已由1950年的9.8%上升到1995年的23.2%。专家们预测, 21世纪将是天然气时代。

我国天然气资源潜力巨大。据1995年全国第二轮资源评价结果, 天然气远景资源量为 $38.04 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 石油为 $940 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量占油气总资源量的28.8%。但我国天然气产量目前仅为 $200 \times 10^8 \text{ m}^3$, 相当于同期石油当量的11%, 在中国能源结构中仅占1.8%。21世纪中国也将是天然气发展的时代, 所以, 深入研究我国天然气地质理论及天然气工业在我国的发展是十分必要的。

1 天然气地质理论的发展

1.1 我国是发现和利用天然气最早的国家之一

我国开采、利用天然气的记载可追溯的久远的古代。主要的记载有临邛火井、鸿门火井、自流井气田等。

此外, 魏收在《宋书》、沈约在《魏书》、欧阳修在《新五代史》、脱脱在《金史》等中均有关于天然气的描述, 据不完全统计, 在古代中国文献中至少记载了在中国19个省、市和自治区发现了天然气^[1], 发

现天然气的地域之广闻名于世。

伴随着对天然气利用, 技术也不断进步, 在北宋期间发展起来的“卓筒井”技术, 开创了现代钻井技术的先河。

公元1129年, 中国四川开发了世界上第一个天然气田——自流井气田^[2], 它的开发可视为中国天然气开发史的初始阶段。

1.2 天然气地质学的建立

早期天然气地质学是依附于石油地质学的, 然而, 其一, 由于天然气新理论不断提出, 特别是20世纪40年代德国学者首先提出的煤成气理论^[3], 50年代在西欧、中亚(卡拉库姆盆地)、西西伯利亚盆地煤成气勘探取得重大成果, 开拓了煤成气勘探的新领域; 其二, 从本世纪50年代初至70年代末, 世界油气工业有了很大发展, 但是天然气工业发展更为迅速, 天然气与石油产量和储量比从约1/3分别上升为3/5和4/5, 天然气工业的迅速崛起, 为天然气地质学的诞生创造了条件。1979年H.B. 维索茨基《天然气地质学》专著问世, 是天然气地质学成为独立而成熟学科的标志。

1.3 中国天然气地质理论的形成和发展

1.3.1 早期天然气勘探以单一油型气理论为指导

旧中国油气工业极其落后, 从1878年至解放前, 仅发现6个小气田: 锦水气田(1913)、竹东气

田、牛山气田(1934)、六重溪气田(1937)、石油沟气田(1939)和圣灯山气田(1943)。累计产气 $11.7217 \times 10^8 \text{ m}^3$, 天然气探明储量为 $3.85 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

解放后,中国进入现代天然气工业发展阶段。早期普遍认为天然气是由腐泥型源岩形成的,即用单一的油型气理论指导天然气勘探,勘探部署集中于含油盆地和含油地层。在石油储量增长的同时,天然气储量也在增长,但增长缓慢。从1950~1980年只探明天然气储量约 $2.883 \times 10^8 \text{ m}^3$, 平均每年只有约 $85 \times 10^8 \text{ m}^3$, 发现气田68个,探明大、中型气田6个,即卧龙河气田(1959)、威远气田(1965)、兴隆台气田(1969)、中坝气田(1972)、板桥气田(1974)、文留气田(1976)。

1.3.2 煤成气理论的提出

70年代后期,以戴金星院士为首的中国学者首先提出煤系、亚煤系是良好的气源岩,标志着煤成气理论在中国的建立,使我国从一元成气论(油型成气论)走向二元成气论(油型成气论和煤型成气论),开辟了一个新的天然气勘探领域。

1.3.3 “六五”(1983~1985)——煤成气开发研究

“六五”科技攻关主要成果有:(1)总结了煤系烃类地球化学特征;(2)提出了一套鉴别煤成气的综合指标;(3)开展了全煤、煤系的生气模拟实验;(4)总结了我国煤成气藏的类型、形成条件和富气特征。

“六五”攻关期间累计天然气地质储量 $1.07443 \times 10^8 \text{ m}^3$, 年均增 $258.1 \times 10^8 \text{ m}^3$, 发现气田9个,其中大中型气田2个(苏桥和柯克亚),均为煤成气田,最高年产 $128.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ (1985)。代表著作有:《煤成气地质研究》^[4]、《中国煤成气研究》^[5]。

1.3.4 “七五”(1986~1990)——天然气地质理论和勘探测试技术

“七五”科技攻关确定了天然气多元成因类型,总结了天然气藏形成与富集的基本因素,主要成果有:(1)将中国含油气盆地划分为“冷盆”与“热盆”;(2)天然气地球化学成因分类、气源岩对比、多元(有机/无机/混合)成因天然气的确定;(3)天然气运聚动平衡、成藏条件;(4)天然气形成与富集基本地质因素;(5)我国主要含气盆地天然气资源量测算。

“七五”期间累计探明天然气储量 $1.7195 \times 10^8 \text{ m}^3$, 年均增 $344 \times 10^8 \text{ m}^3$, 发现气田20个,其中探明大、中型气田10个(大池干井、锦20-

2、磨溪、汪家屯、台南、双家坝、平湖、崖13-1、涩北二号、福成赛),其中5个是煤成气田。“七五”期间累计产气 $700.3 \times 10^8 \text{ m}^3$, 最高年产 $147.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ (1990)。

天然气地质学专著陆续出版,由我国学者陈荣书等所著的《天然气地质学》(1986)问世,促进了我国天然气地质学诞生。随后,包茨主编的《天然气地质学》(1988)和戴金星、戚厚发、郝石生所著的《天然气地质学概论》(1989)的出版,说明天然气地质学作为一门独立的学科在我国形成了。

1.3.5 “八五”(1991~1995)——大中型气田形成条件、分布规律和勘探技术研究

“八五”科技攻关的主要成果有:(1)大、中型天然气藏成藏模式的建立(包括高陡背斜带、风化壳、泥底辟等);(2)天然气聚集区带划分与分布;(3)无机成因气及其气藏的研究;(4)大、中型气田形成的主要控制因素;(5)识别天然气的物化探方法。

“八五”期间累计探明天然气储量 $5.5089 \times 10^8 \text{ m}^3$, 相当于其前40年探明储量的总和,年均增 $1.1018 \times 10^8 \text{ m}^3$, 发现气田20个,其中探明大、中型气田14个(涩北一号、高峰场、吉拉克、陕北、雅克拉、铁山、丘东、五百梯、英买7、龙门、牙哈、新场、东方1-1、乐东15-1),累计天然气产量 $775.77 \times 10^8 \text{ m}^3$, 最高年产量 $161.46 \times 10^8 \text{ m}^3$ (1995)。

出版了大量关于天然气的专著、论文。据不完全统计,“八五”期间发表论文261篇,专著17部。这些论著的出版,说明我国天然气地质研究进入了全面发展阶段。

2 天然气的时代

2.1 世界天然气发展趋势

国内外专家均预测,20世纪末是油、气交替的时代,石油开始下降,天然气将上升。21世纪将是天然气的时代。统计表明,世界天然气消耗量在1995年达到 $2.2 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 是1960年的5倍。事实证明,天然气是世界上增长最快的能源。

全世界天然气储量,美国学者估计为 $323 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 俄国学者估计为 $400 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 可采储量预测为 $144 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 可开采65年(原油仅为45年)。若考虑尚未发现的常规和非常规资源(致密砂岩气藏、水溶气、煤层瓦斯气等),那么天然气开采年限就更长。

近20多年来,世界天然气产量持续大幅增长,

从1970年的 $1.004 0 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 增加到1996年约 $2.337 0 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。据法国天然气技术协会预测,天然气产量仍将逐年增长,2000年达 $2.5 \times 10^{12} \text{ m}^3$,至2020年将达到高峰产量 $3.5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。

2.2 我国天然气工业发展潜力大

我国天然气总资源量为 $38.04 \times 10^{12} \text{ m}^3$,其中陆上占 $29.9 \times 10^{12} \text{ m}^3$,海域占 $8.14 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。“八五”以来,天然气储量步入快速增长阶段,平均年增长 $1340 \times 10^8 \text{ m}^3$,累计发现大、中型气田61个,形成了五大气区:四川、长庆、莺-琼、塔里木、柴达木。预计今后储量仍将持续增长,2000~2025年,我国天然气储量增长进入高峰期,规划“九五”新增 $7500 \times 10^8 \sim 9500 \times 10^8 \text{ m}^3$,2001~2010年新增 $1.5 \times 10^{12} \sim 2.0 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。

1997年我国天然气产量 $223.1 \times 10^8 \text{ m}^3$,约为世界年产量的1%。油气产量比为1:0.1,而世界油气产量比为1:0.7,说明我国天然气产量仍能保持强劲的上升势头。预计今后的15~20年内,我国可形成4个年产量 $100 \times 10^8 \sim 200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上、2个年产量在 $50 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上的大型天然气生产区。到2000年天然气产量可达 $300 \times 10^8 \sim 360 \times 10^8 \text{ m}^3$,2010年达到 $660 \times 10^8 \sim 770 \times 10^8 \text{ m}^3$,2020年达 $970 \times 10^8 \sim 1200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

2.3 我国天然气供需关系

2.3.1 天然气利用结构现状

纵观世界,天然气利用主要集中于发电、工业燃料、化工原料、城市居民和商业用气等方面。发达国家气约有90%用于工业、民用及发电,约有10%用于化工原料。我国由于煤炭产量高,天然气用于化工原料的比例高达30%~40%,民用很低,不超过10%。

2.3.2 天然气市场预测

我国天然气的利用与经济发达国家相比处于落后状态,须不断开拓市场。据有关部门的产业政策 and 规划,预测下世纪天然气的利用市场主要包括:

(1) 以气代油。据统计,1996年消耗燃料油 $3475 \times 10^4 \text{ t}$,到2010年80%改烧天然气,年耗气达 $130 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(2) 发电。世界天然气发电占火力发电总量的19%~20%,我国目前只占1%。预测我国气电将加快发展,2010年用于发电的耗气量为 $200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(3) 化工原料。按农业部和化工部规划,至2020年氮肥需求量的50%是以天然气为原料的。

(4) 城市民用、商业用气。争取2010年全国省会以上大城市气化率达85%~90%,中等城市达80%,若要达到这一目标,2010年年耗气 $200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(5) 天然气汽车。争取2020年100万辆汽车以天然气为燃料,耗气 $150 \times 10^8 \text{ m}^3$,可节约 $1000 \times 10^4 \text{ t}$ 汽油,减少汽车运费100亿元。

2.3.3 天然气供需预测

据有关部门预测,2000年天然气的需求量约为 $300 \times 10^8 \sim 400 \times 10^8 \text{ m}^3$,2010年为 $800 \times 10^8 \text{ m}^3$,至2020年达 $1200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。可见,我国对天然气的需求量持大幅增长态势。但是,我国天然气产量增长幅度远远低于需求量增长幅度,2000年以后,国内天然气产量将无法满足不同需求。

3 促进天然气工业的发展

目前,我国天然气资源探明程度很低,截止到1997年,探明气层气储量仅为总资源量的4.32%,远低于石油的37.7%,还有很大的找气潜力。只有不断加大勘探投入、立足于寻找大、中型气田,才能保证天然气储量、产量快速增长,满足国民经济快速发展的需要。

3.1 上、下游同步发展

我国天然气资源分布不均衡,多分布于中部和西北区,远离消费区,要上下游同步发展,才能使天然气工业步入良性发展,这就要求:

(1) 重视天然气管网建设。天然气管网是连接气田与用户的“纽带”,是实现天然气有效、合理利用的前提。自60年代我国建成巴-渝输气干线以后,一直没有中断过天然气管道建设。这几年,有了进一步的发展,截止至1996年,已投产的天然气管道有 10030 km^2 ,但仅在四川地区形成了环状供气,在西部、东部主要为点对点输气,与发达国家相比还有很大的差距。今后我国的管道建设将与重点产气区的开发相结合,利用世界先进技术,采用大管径、长距离管道,面向经济发达地区。据我国天然气供需关系,预测21世纪初我国的天然气流向为:“西气东调、川气出川、引进国外资源”。这就需要在建成区域性天然气管网的基础上,建设覆盖大部分省市的南北、东西输气干线,满足国民用气需求。

(2) 开拓下游市场。利用天然气发电、作化工原料、工业用、民用, 具有良好社会效益、经济效益和环境效益。只有开拓好市场, 才能使上游的天然气资源得以充分开发利用。

3.2 开拓两个市场

我国人口众多, 人均天然气资源 $9\ 200\ \text{m}^3$, 远低于世界人均资源 $55\ 700\ \text{m}^3$ 。从长远来看, 国内资源无法满足需求, 应积极开拓国外市场。其一, 可引进国外资源, 例如俄罗斯和中亚土库曼斯坦、哈萨克斯坦等国均有丰富的天然气资源, 而且与我国北方相距不远, 可从这些地区向我国输气。其二, 利用我国丰富的科技和人力优势, 参与国际天然气勘探开发活动, 按照国际惯例, 利益共享。

3.3 实现供需平衡

实现天然气的供需平衡, 是保障天然气工业发

展的基本条件。随着中国经济发展和人民生活水平提高, 天然气作为一种洁净、高效的能源, 需求量必将急剧增长, 有关方面应当充分注意这一点, 保证天然气资源的合理开发利用, 实现供需平衡。

参 考 文 献

- 1 戴金星. 我国古代发现石油和天然气的地理分布[J]. 石油与天然气地质, 1981, 2(3): 292~298
- 2 申力生, 主编. 中国石油工业发展史(第一卷)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1980
- 3 史训知, 戴金星, 王则民, 等. 联邦德国煤成气的甲烷碳同位素研究和对我们的启示[J]. 天然气工业, 1985, 5(2): 1~9
- 4 煤成气地质研究编委会. 煤成气地质研究[M]. 北京: 石油工业出版社, 1987
- 5 地质矿产部地质研究所. 中国煤成气研究[M]. 北京: 地质出版社, 1988

DEVELOPMENT OF GEOLOGICAL THEORY AND INDUSTRY FOR NATURAL GASES IN CHINA

Shi Xin¹ Shi Baoheng²

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing; 2. China National Petroleum Corporation, Beijing)

Abstract: The development of China's natural gas geological theory could be divided into two stages: gas exploration guided by the theory of single oil-type gas during 1949~1980; the theory of coal-formed gas since 1980. Now 40% of natural gas is used in industrial chemicals. It is predicted that in the coming century, natural gas will be widely used in electric power, urban civil use, commercial, industrial chemicals and automobile as an important source of energy. The demands on natural gas would increase rapidly, domestic gas production would not meet the needs. In order to improve China's natural gas industry, it is suggested that: 1. put gas exploration in the first place and increase energy resources assurance; 2. lay equal stress on both gas exploration, exploitation and processing; 3. make use of natural gas resources of both at home and abroad and open domestic and foreign markets; 4. ensure the balance of gas supply and demands.

Key Words: natural gas; geological theory; industry; development; market; balance; supply; demand