

推动东北亚天然气能源供应体系的构建

李景明 朱开成
(中国石油勘探开发研究院廊坊分院)

李景明等.推动东北亚天然气能源供应体系的构建,天然气工业,2006,26(10):1-5.

摘 要 东北亚地区天然气资源丰富且需求潜力巨大,其原始资源总量达 $283.1\times10^{12}\text{m}^3$,到 2020 年该地区天然气需求将达到 $3880\times10^8\text{m}^3$ 。研究认为,东北亚地区天然气能源供应体系必将应运而生,管道和 LNG 输运将是该地区天然气配送的主要形式,且以天然气管道输运为主。研究指出,构建东北亚地区天然气能源供应体系势在必行,并将在 2020 年初具规模。推动东北亚区域天然气能源体系建设与发展的重要力量是政府、企业与财团间的相互通力合作,该体系的建立将有利于促进这一区域经济与社会的繁荣。

主题词 亚洲 东北 天然气 能源供应 体系构建 管道 液化天然气

目前,北美和西欧已形成了两大较为完善的区域性天然气能源供应体系,这对于相关各国公平合理分享资源起到了积极作用,而且在推动区域经济一体化的进程中产生了巨大的影响。考虑到东北亚地区的人口、资源分布、经济发展形势和能源需求前景等因素,指出到本世纪 20 年代这一地区极有可能构建起巨大的天然气能源供应体系^①,随即结成能源联盟。因此,东北亚地区天然气能源供应体系的酝酿与建立令世界瞩目^[1]。

一、天然气资源与需求潜力巨大

1. 天然气资源丰富

东北亚地区天然气资源非常丰富,主要集中在俄罗斯和中国^[2],研究表明,这两个地区的天然气原始资源总量达 $283.1\times10^{12}\text{m}^3$,构成了东北亚地区天然气能源供应体系的资源基础。

(1)俄罗斯,拥有世界最丰富的天然气资源。俄罗斯天然气可采储量占世界的 40%,出口天然气量占世界的 30%。研究显示,俄罗斯天然气原始资源总量达 $236.1\times10^{12}\text{m}^3$ 。其中,陆上天然气资源为 $160.3\times10^{12}\text{m}^3$,海上天然气资源为 $75.8\times10^{12}\text{m}^3$,西西伯利亚地区是俄罗斯天然气资源的主要富集区。截至到 2004 年 1 月,俄罗斯累计探明天然气储量 $47.8\times10^{12}\text{m}^3$,控制天然气储量 $16.9\times10^{12}\text{m}^3$,天然气勘探程度为 26.2%^②。其中,北海大陆架、东西伯

利亚和远东地区天然气探明程度最低。探明天然气储量中的 78% 集中在西西伯利亚,7% 分布在北海大陆架上,6.7% 分布在俄罗斯的欧洲部分,约 8.5% 分布在东西伯利亚和远东地区,包括鄂霍次克海大陆架^[3]。

西西伯利亚地区是俄罗斯天然气的主要产地(表 1),2004 年,该地区生产天然气 $5800\times10^8\text{m}^3$ 。新

表 1 俄罗斯天然气主要产区表 10^8m^3

年 份	2000	2001	2002	2003	2004
西西伯利亚	5330	5321	5446	5689	5815
东西伯利亚及远东	71	72	72	78	80
欧洲部分	439	423	435	433	440
总 计	5840	5816	5953	6200	6335

的研究预测,在 2007~2010 年,俄罗斯 76% 的天然气将产自生产成本更高的新区,天然气新的勘探区域是勘探程度很低的東西伯利亚、远东和喀拉海、白令海以及鄂霍次克海的大陆架。表 2 为俄罗斯东西伯利亚和远东两个地区 2005~2020 年天然气产量预测结果^[3]。

(2)中国,天然气资源较为丰富。1994 年完成的全国油气资源评价表明,中国天然气资源量为 $38\times10^{12}\text{m}^3$ 。随着勘探工作的不断深化和科学技术的不断进步,2000 年以来,国内主要石油公司依据新的资

作者简介:李景明,1956 年生,教授级高级工程师;现任中国石油勘探开发研究院廊坊分院副院长,中国亚洲天然气和管道合作研究中心高级顾问;主要从事天然气综合地质与天然气规划战略研究。地址:(065007)河北省廊坊市 44 号信箱。电话:(010)69213418。E-mail:lijin@ petrochina .com .cn

表2 东西伯利亚和远东地区天然气产量预测表 10^8 m^3

年 份	2000	2005	2010	2015	2020
东西伯利亚(小计)	42	44	236	589	700
克拉斯诺亚尔斯克	42	44	75	216	295
伊尔库茨克			161	373	405
远东地区(小计)	37	51	227	496	829
萨哈(雅库特)	19	21	112	297	405
萨哈林	18	30	115	199	424
总 计	80	100	463	1085	1529

料,采用新的方法,对其所属的主要盆地分别再次进行了资源评价。评价的结果是,中国原始天然气资源总量为 $47 \times 10^{12} \text{ m}^3$,其中陆上天然气资源量约为 $39.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$,海上天然气资源量约为 $7.6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。按可探明率 46.8% 计,可探明的资源量为 $22 \times 10^{12} \text{ m}^3$,按可采率 63.6% 计,最终可能采出天然气资源量为 $14 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。天然气资源主要分布在 8 大气区,即四川—重庆、青海、新疆、南海、东海、渤海湾、以及中国东部和中西部的油区。其中,塔里木、陕甘宁、四川和青海 4 大含气盆地,以及中国东海和南海将成为天然气勘探的主要目标^[4]。

截止到 2004 年底,中国已累计探明地质储量 $4.38 \times 10^{12} \text{ m}^3$,累计探明剩余可采储量 $2.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$,居世界第 15 位;储采比为 60,天然气产量达 $405 \times 10^8 \text{ m}^3$,排在世界第 17 位。整体而言,中国天然气勘探开发潜力很大,当前仍处于勘探的早期,天然气储产量增长迅速。自“九五”以来,随着克拉 2 和苏里格等大型气田的相继发现,中国天然气进入了勘探开发快速发展期,并将持续很长一段时期。预计到 2020 年,中国累计探明天然气地质储量将达到 $8.5 \times 10^{12} \text{ m}^3$,天然气产量将达到 $1200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

2. 天然气需求巨大

自上个世纪中叶,特别是进入 20 年代,以日本、韩国和中国为代表的东北亚区域经济的发展迅速,对能源的需求骤增,能源供应显得颇为紧迫,尤其是清洁环保的天然气能源。但是该区域经济发达国家的天然气资源则十分匮乏,特别是经济发达的日本和韩国,其天然气利用几乎全部需要进口^[5]。中国虽然也有天然气生产并在短时间内能够满足国内需求,但从长远来看,其天然气利用也将出现缺口,引进天然气将成为必然。

(1)中国,天然气需求旺盛。国内外多家研究机构对中国未来天然气需求进行了预测,其中,有代表性是国际能源署(IEA)和中国石油天然气集团公司

(CNPC)。IEA 在 2002 年的预测较为保守,它预测,到 2010 年,中国天然气的需求量为 $610 \times 10^8 \text{ m}^3$,2020 年为 $1090 \times 10^8 \text{ m}^3$,在国内一次能源供应结构中的份额分别为 4.4% 和 6%。考虑到中国社会经济发展对能源的需求,CNPC 估计天然气在中国的需求将是十分巨大的,天然气将主要应用在发电、化工、工业燃料和城市民用 4 大领域,并依据中国经济发展程度,分 8 个区域进行了预测,时间跨度为 2005 年到 2020 年。到 2010 年,中国天然气的需求量将达到 $1068 \times 10^8 \text{ m}^3$,到 2020 年,中国天然气的需求量将达到 $2107 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。新世纪之初叶,随着中国经济的持续高速增长,其对天然气能源的需求也必将呈现出旺盛的发展势头^[6]。

(2)韩国,天然气完全依赖于进口。韩国自 1986 年开始引进和利用天然气,其消费量年平均增长率基本保持在 20% 左右。2003 年,韩国消费天然气 $268.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,在一次能源消费构成中的比例高达 11.4%,主要用于城市民用和发电。韩国天然气的供应主要是以 LNG 形式,LNG 的进口地有南亚的印尼、马来西亚和文莱,中东的卡塔尔、阿曼,以及澳大利亚。2008 年,韩国还将从俄罗斯和也门进口 LNG。预计本世纪头 20 年内,韩国天然气需求将增长 230%,根据韩国商业、工业和能源部第 7 次天然气需求与供应长远规划(两年一度)的预测,自 2003 年到 2017 年,韩国天然气消费年增长率为 3.93%,到 2017 年,韩国天然气的消费量将达到 $3200 \times 10^4 \text{ t}$,合 $331.2 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[3]。

(3)日本,天然气也基本上依赖于进口。日本自 1969 年开始进口并利用天然气,虽然国内也有少量的天然气生产,但其大部分需要进口,主要是从印尼、马来西亚、文莱、澳大利亚和俄罗斯等国家进口 LNG。日本进口天然气在天然气供应的份额逐年增加,在 2003 年,这一份额达到 96.5%。日本亚洲管道研究协会(APRSJ)分常规和倡导两种情形对日本未来天然气的需求进行了预测,2010 年和 2020 年,日本天然气的需求量将分别达 $656.2 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $(714.2 \sim 759.7) \times 10^8 \text{ m}^3$ 。未来日本经济的持续发展也必将对天然气产生巨大的需求,研究表明,日本是继中国之后对天然气需求最大的国家之一^[3]。

(4)蒙古,天然气利用尚未起步。未来天然气的利用可能主要用于发电。2020 年天然气的需求量为 $(4 \sim 6) \times 10^8 \text{ m}^3$,可望达到 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[3]。

(5)俄罗斯,是东北亚天然气能源供应体系的主要资源供应国。据预测,2010 年,俄罗斯东西伯利亚

和远东地区天然气消费量 $169\times10^8\text{ m}^3$, 分别为 $91\times10^8\text{ m}^3$ 和 $78\times10^8\text{ m}^3$ 。这两个地区的天然气出口能力为 $294\times10^8\text{ m}^3$, 分别为 $145\times10^8\text{ m}^3$ 和 $149\times10^8\text{ m}^3$ 。2020 年, 俄罗斯东西伯利亚和远东地区天然气消费量 $334\times10^8\text{ m}^3$, 分别为 $162\times10^8\text{ m}^3$ 和 $172\times10^8\text{ m}^3$ 。这两个地区的天然气出口能力为 $1022\times10^8\text{ m}^3$, 分别为 $445\times10^8\text{ m}^3$ 和 $577\times10^8\text{ m}^3$ 。将成为东北亚天然气供应的主要来源^[3]。

结合东北亚天然气和管道论坛(NAGPF)2004 年的第二次合作研究报告“东北亚地区天然气市场、资源和管道分析”^[7], 东北亚地区在 2020 年天然气需求量将达到 $3880\times10^8\text{ m}^3$ (表 3), 表现出强劲的需求潜力。这是促进东北亚天然气能源供应体系建立的强大驱动力。

表 3 东北亚国家 2020 年天然气需求预测表 10^8 m^3

年 份	2000	2005	2010	2015	2020
中 国	360	636.6	1068.1	1534.5	2107.1
韩 国	199	298	317	39.8	458
日 本	736	—	841	—	974
蒙 古	—	—	—	—	10
俄罗斯东部	80	100	169	223	334
合 计	1375	—	2395.1	—	3883.1

二、天然气能源供应体系将应运而生

随着东北亚各国经济社会的快速发展、对环保更加严格的要求和天然气基础设施的逐步完善, 东北亚天然气能源供应体系必将应运而生。管道和 LNG 将是该地区天然气输运的主要形式, 且以天然气管道输运为主。

(1) 能源的高速增长是支撑东北亚地区经济快速发展的关键物质基础, 东北亚天然气能源供应体系的建立将是化解该地区能源不足的重要选择。

近 20 多年来, 随着东北亚地区经济持续快速增长, 东北亚能源消费迅速增加; 东北亚地区的能源需求总量在世界能源需求总量中所占的比重不断提高, 已成为造成世界能源需求飞速增长的最重要地区。据统计, 1993~2003 年, 中日韩三国能源消费年均增长率达到 3.5%, 其中石油消费年均增长 2.98%, 天然气消费年均增长 5.99%。目前, 东北亚的能源消费量已超过欧盟 15 国, 接近美国。2003 年世界能源消费为 $97.4\times10^4\text{ t}$ 油当量, 其中, 欧盟 15 国能源消费为 $15\times10^4\text{ t}$, 美国为 $23\times10^4\text{ t}$ 。中日韩三国能源消费合计达 $19.1\times10^4\text{ t}$ (中国 $12\times10^4\text{ t}$ 、日

本 $5\times10^4\text{ t}$ 、韩国 $2.1\times10^4\text{ t}$), 占世界能源需求总量的比重已近两成^[1]。

东北亚地区(不包括俄罗斯)能源形势日益严峻, 对外依赖日趋严重。目前, 中国、日本、韩国分别是世界第二、三、七大石油消费国。日本和韩国石油消费几乎百分之百依赖进口, 而且还是世界第一、二大天然气进口国。2003 年, 中日韩三国石油进口量达 $4.97\times10^4\text{ t}$, 占亚太地区石油进口总量 $8.63\times10^4\text{ t}$ 的 57.6%, 占世界石油贸易量 $22.6\times10^4\text{ t}$ 的 22%。而日本、中国和韩国的能源需求则占到东北亚地区能源需求总量的 98% 以上。在东北亚地区, 中国的石油消费去年第一次超过日本而仅次于美国居世界第二位。这三国中, 韩国的石油是完全依赖进口。中国对进口石油的依赖程度也已达 32%。日本则是传统能源进口大户, 目前仅在日本海沿岸拥有为数不多的几个油田, 产量仅占全国石油供给量的 0.2%, 其他则全部依赖进口, 所以日本几乎是一个石油纯进口国; 日本的石油进口不仅居东北亚地区第一位, 也是亚洲地区进口石油最多的国家。

按照国际能源组织的预测, 未来世界能源需求的主要增长将基本产生在经济增势明显的亚太地区, 尤其是亚洲地区。而 21 世纪前 30 年, 世界经济发展热点在东北亚环日本海地区, 该地区对能源的需求增长将最快, 可达 8%~10%。因此, 东北亚天然气能源供应体系的建立将是化解该地区能源不足、支撑经济快速增长的重要选择。

(2) 环保要求日益严格和人类环保意识的日趋增强, 呼唤着东北亚地区天然气时代的到来, 构建东北亚天然气能源供应体系正逢其时。

天然气具有洁净、高效、资源丰富等优点。天然气是矿物燃料中最清洁的能源, 比如与煤炭发电相比, 二氧化碳可减少 58%、二氧化硫减少 100%、氮氧化物减少 81%、颗粒物减少 95%、炉渣减少 100%。目前全球天然气消费量已高达每年 $2.32\times10^{12}\text{ m}^3$, 占世界一次能源需求总量的 24.3%。据国际权威机构预测, 2010 年前后, 天然气在全球能源结构中的份额将超过煤炭, 2020 年前后, 将超过石油, 成为世界能源组成中的第一能源。同时, 天然气的快速发展和重要地位, 预计可在本世纪内保持相当长的时期。所以, 人们称 21 世纪为“天然气世纪”。

随着环保要求的日益严格和人们环保意识的日趋增强, 天然气这种洁净能源在东北亚地区的能源市场的份额将不断扩大, 利用前景十分广阔。构建东北亚天然气能源供应体系, 逐渐满足这一地区能

源需求,逐步替代部分煤炭和石油能源,可有效地减少该地区的温室气体排放,有利于环境污染问题的解决,提高这一地区人们的生活质量。2020年,若仅以引进俄罗斯东西伯利亚和远东地区 $1020 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的天然气来计,在这一地区可减少 CO_2 的排放量将达 $8000 \times 10^4 \sim 1.56 \times 10^{12} \text{ t}$ 。相当于中日韩三国在2002年排放量的 $1.5\% \sim 2.9\%$ 。这不仅将有助于减少该地区酸雨的形成,而且还将有助于减缓二氧化碳的地球温室效应,极大地改善东北亚区域空气环境,从根本上改善东北亚区域环境质量;同时也将极大地改善这一区域人们的家居环境,提高生活质量。

(3)东北亚各国天然气基础设施的逐步完善为东北亚区域天然气能源供应体系的构建奠定了良好的基础。

天然气已经实现了跨洲运输。天然气从产地到市场之间的运输的方法有两种:一是用通过输气管道将天然气送往用户,运送距离通常为 $1650 \sim 3300 \text{ km}$;另一种方法是将天然气在 -160°C 的低温下使其变成液态,成为液化天然气(LNG),然后用船将LNG运往使用地区,在使用地区建设接收终端,再将LNG重新还原为气态,通过管道将天然气送往发电厂和其他用户。目前,全球天然气产品中有20%通过国际贸易的形式销售,其中75%依靠管道输送,其余25%以LNG形式用船舶进行运输。天然气输运技术的进步拓展了天然气消费市场,推动了天然气消费增加。

东北亚各国天然气基础设施逐步完善。韩国的输气干线总长达 2452 km ,已建成4个进口LNG接收终端和156个控制站,并形成了全国范围的输气管网。日本拥有进口LNG接收终端23个,并计划再建9座。天然气管线有两类,一类是由生产商用来连接消费用户;另一类是煤气公司所控制的主干线,形成了全国范围的输气管网。中国,目前天然气消费量较小,还没有形成全国性供气管网系统。截止到2004年底,中国天然气管线长度已达 $2.4 \times 10^4 \text{ km}$ 。但是,随着近几年来已建成并投产多条长距离天然气管道,如西气东输、陕京二线、忠武线以及广东、福建、上海、天津等进口LNG接收站项目的启动与建成,将形成全国范围的输气管网。俄罗斯,规划了“西线”、“中线”、“东线”3条由东西伯利亚和远东地区输往东北亚能源需求国的天然气管道线路。主要是将科维克金气田、萨哈和萨哈林岛的天然气输往中国、韩国和日本。俄罗斯东部输气管线的建成和投产是构建东北亚区域天然气能源供应体系的

关键。笔者预测,到2020年,东北亚区域天然气能源供应体系将初步建成^[7]。天然气管网的建成将改变日本和韩国目前依赖LNG进口天然气的局面,天然气管输(PNG)将成为东北亚区域天然气能源供应体系的主要输配形式。

同时,需要指出的是,由于俄罗斯特殊的地位,构建东北亚区域天然气能源供应体系对于实现与欧洲天然气供应体系的对接有着重要意义。

三、天然气能源供应体系构建与发展的推动力量

东北亚是能源与安全结合最紧密的地区。美国著名能源问题专家K.E.卡尔德将从亚洲东北部富有能源的俄罗斯萨哈林,穿过朝鲜经日本到中国缺乏能源的福建省和广东省称为是“东北亚弧形危机地带”,他认为,由于地缘政治结构和自然资源的差别,能源对这一敏感地带而言是一把双刃剑。一方面,能源可能造成大国对抗从而加剧地区紧张;另一方面,通过重要的新形式合作,各国之间的矛盾可得到化解。因此,积极推进东北亚能源合作,构建区域天然气能源供应体系,将对整个东北亚的稳定起建设性的作用。推动东北亚天然气能源供应体系构建与发展需要政府、企业与财团间的通力合作。

(1)东北亚各国政府应将发展天然气放在优先位置,为东北亚天然气能源供应体系的建立扫除障碍。

东北亚国家天然气能源合作的意义重大。

其一,天然气合作大于竞争。随着东北亚经济的持续高速增长,同为石油消费和进口大国的中日韩,特别是中日之间在谋求能源供应多元化、利用国外资源、保证石油供应等方面不可避免存在这样那样的竞争。但合作与竞争并存,正因为有了竞争才需要合作。从油、气、煤、电及可再生能源等在内的“大能源”和“大安全”角度看,东北亚天然气的合作大于竞争。

其二,东北亚中国、日本和韩国在能源领域面临共同的难题,存在着共同的弱点。首先是面对世界能源市场动荡的冲击巨大,存在着亚洲能源“溢价”。亚洲是近年来油价大幅上涨的最大受害者,持续的油价上涨将对亚洲经济带来重大影响。同时,由于东北亚地区能源联系与合作远远落后于欧美,进口油源单一,石油市场脆弱,自1992年起,亚洲的石油价格就高出欧美 $1 \sim 1.5$ 美元,而且目前已扩展到LNG和LPG等领域。亚洲原油“溢价”的存在,使

亚洲石油消费国每年向石油生产国多支付 50~100 亿美元。其次是对中东石油依赖严重。中日韩三国石油进口的 3/4 依赖中东。据统计,2003 年,中日韩自中东原油进口比重已分别达 51%、87% 和 79%, 远高于美、欧的 23.4% 和 14%。预计到 2010 年,亚太地区对中东石油的依赖将超过 90%。再次是海上能源运输的风险增大。近年来,海盗活动猖獗且愈演愈烈,严重影响了东北亚各国海上能源通道的安全。中日韩三国对马六甲海峡的依赖度分别为 85.7%、90.6% 和 87.3%。由此可见,东北亚天然气能源供应体系的建立是破解东北亚能源难题,克服共同存在的弱势的有效途径。

其三,利于俄罗斯东部经济发展,促进区域繁荣。地处亚洲的东西伯利亚和远东地区面积达 $1024 \times 10^4 \text{ km}^2$,是俄罗斯经济欠发达地区,但油气资源丰富。随着俄罗斯东部开发计划已经被政府提上日程,俄罗斯东部天然气的勘探、开发与利用进程必将加快。由于东北亚国家具有地缘优势、历史传统和明显的互补性,东北亚天然气能源供应体系的建立,一方面必将在俄罗斯东部发展上产生联动效应,对俄罗斯东部社会经济将产生强有力的拉动作用;另一方面也必将促进东北亚区域经济的发展与繁荣,从而实现区域共赢。由此,东北亚各国政府应将发展天然气放在优先位置,为东北亚天然气能源供应体系的建立扫除障碍。

(2)东北亚各国油气公司应为东北亚天然气能源供应体系的建立,提前做好前期技术准备。

俄罗斯东西伯利亚和远东地区地形复杂,气候恶劣,给天然气管道的施工与建设带来了诸多技术上的挑战。管道施工要穿越自然条件不同的地区,西伯利亚地台的主要地形为高原和沟壑台地(相对高度达 300 m,极少数达到 500 m 或更高),河谷高度在 300~500 m 和 800~1400 m 之间变化。平坦地区与宽广的山谷相邻,它们的底部经常是沼泽地。山脊雄伟,主要是前寒武和古生界坚硬的岩浆岩和变质岩,山间下陷区是疏松陆相厚层和弱胶结的中生—新生界地层。其间伴有泥石流、雪崩、地震和永冻层地带。显然,天然气管道建设的自然条件非常恶劣。这就需要东北亚各国油气公司,包括世界相关领域的专业公司,从整体考虑,为东北亚天然气能

源供应体系的建立,提前做好前期技术准备,同时,还需兼顾生态环境等问题。将世界最新成就融入东北亚天然气主干线的设计和建设之中,就有可能在可接受的期限内成功地完成^[8]。

(3)东北亚各国财团应积极介入东北亚天然气能源供应体系的建立,为体系的建设提供足够的资金支持。

可以预见,东北亚天然气能源供应体系将是本世纪的一项耗资巨大的宏伟工程,需要大量的资金投入。但鉴于东北亚地区对天然气的强大需求、油气行业低投资高回报率以及天然气在东北亚的广阔发展前景,东北亚各国财团,包括世界大财团,应积极介入东北亚天然气能源供应体系的建立,为体系的建设提供足够的资金支持。东北亚各国政府也应在天然气的定价方面,充分考虑投资者的利益,保证投资者得到高额的回报,从而推动东北亚天然气能源供应体系的建设。

本文参考的文献:①李景明等,东北亚天然气研究的新进展.天然气,2005。

参 考 文 献

- [1] NAGPF. A Long-term vision of natural gas trunkline in northeast asia[C],2000.
- [2] 胡见义,等.东北亚天然气资源及其发展趋势[C].21 世纪中国油气勘探国际研讨会文集,2002.
- [3] NAGPF. A Long-term vision of natural gas infrastructure in northeast asia[C].2005.
- [4] 李景明,等.中国大中型气田富集区带[M].北京:地质出版社,2002.
- [5] 李小军,等.东北亚地区天然气资源状况与需求展望[J].天然气工业,2003.
- [6] 朱开成,等.对我国天然气生产与供应问题的几点思考与认识[J].天然气,2005.
- [7] NAGPF. Analysis on natural gas market, resource, and pipeline in northeast asia[C].2004.
- [8] 第六届“东北亚天然气和管道国际研讨会”编译文集[C].中国亚洲天然气和管道合作研究中心,2000.

(收稿日期 2006-06-25 编辑 黄君权)