

华北地区天然气市场供需形势及解决方案

孙慧^{1,2} 周璇¹ 杨义² 刘晓娟² 刘勇²

1. 中国地质大学(北京) 2. 中国石油规划总院

孙慧等. 华北地区天然气市场供需形势及解决方案. 天然气工业, 2013, 33(3): 107-112.

摘 要 以北京市为典型代表的华北地区是我国主要天然气消费市场之一, 以采暖和发电为主, 天然气消费量大且用气峰谷波动大, 是每年冬季用气高峰时期供气的保障重点。为此, 在梳理其天然气消费和用气特性的基础上, 采用供需平衡分析法和不均匀性分析法对 2015 年和 2020 年华北地区的年量和日量供求进行评价, 以期找出存在问题并提出相应的解决方案。结果表明, 在考虑已知气源和新增气源的情况下, 上游气源可保障华北地区的年需求量, 2015 年可满足高月均日用气量, 但高月高日保障程度低; 2020 年无论高月均日用量, 还是高月高日用量均无法满足。因此建议: 加快沁水盆地煤层气开发、扩建或新建 LNG 接收站、新建输入型管线; 上、下游通力合作, 上游供气方承担季节调峰, 可考虑加快储气库建设、不均匀采购 LNG、发展可中断用户等; 下游承担日调峰和小时调峰, 可建设 CNG、LNG 等多种调峰方式, 发展可中断用户等。

关键词 华北地区 北京市 天然气市场 供需预测 供需平衡 供应解决方案

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2013.03.022

Supply and demand situation in the natural gas market in North China and its solutions

Sun Hui^{1,2}, Zhou Xuan¹, Yang Yi², Liu Xiaojuan², Liu Yong²

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. PetroChina Planning and Engineering Institute, Beijing 100083, China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 33, ISSUE 3, pp.107-112, 3/25/2013. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: North China, represented by Beijing, is one of the major natural gas markets in China, where gas consumption is dominated by residential heating and gas-fueled power generation and will have to be guaranteed especially in winter times each year due to peak need and track fluctuations in natural gas demand. This paper aims to find out the existing problems and offer the corresponding solutions. To this end, supply and demand balance analysis and inequality analysis methods were adopted to evaluate both daily and yearly gas demand and supply in North China in 2015 and 2020 respectively. When the known and newly increased gas supply sources were both taken into account, the upstream gas resources will guarantee the yearly gas demand in the said two years in North China. In 2015, the average daily gas demand in peak months will be satisfied but gas demand in those peak days in peak months will hardly be guaranteed. But unfortunately in 2020, neither average daily demand nor high daily demand in peak months will be satisfied. On this basis, the following suggestions are made. (1) CBM gas exploration in the Qinshui Basin should be speeded up; more LNG terminals should be constructed; new input pipelines should be built. (2) Upon an overall cooperation, upstream suppliers should try to meet the gas demand in seasonal peaking times by means of implementing more underground gas storage projects, purchasing LNG, developing more customers with interruptible loads, etc., while downstream suppliers should undertake daily and hourly peak shaving by adding CNG and LNG peaking modes as well as increasing interruptible customers.

Key words: North China, Beijing, natural gas, market, supply and demand balance, peak-shaving measures

作者简介: 孙慧, 1982 年生, 女, 工程师, 博士研究生; 在中国石油规划总院从事天然气市场、资源产业经济等研究工作。地址: (100083) 北京市海淀区志新西路 3 号中国石油规划总院管道所。电话: (010) 82383427。E-mail: cumtsk@126.com

2012 年我国大陆地区天然气表观消费量约为 $1\,471\times10^8\text{ m}^3$ ^[1], 约占能源消费总量的 4.9%。随着工业化、城镇化进程的加快, 国家级天然气管网建设的推进, 以及各省市气化工程的实施, 预计未来 10~20 年我国天然气工业将实现大跨步发展。国内外主要机构和个人预测 2015 年大陆地区天然气表观消费量为 $2\,000\times10^8\sim2\,500\times10^8\text{ m}^3$, 2020 年 $3\,000\times10^8\sim3\,500\times10^8\text{ m}^3$ ^[2-7]。华北地区包括北京、天津、河北、山东、山西共 5 个省市, 是我国主要天然气消费市场之一, 2010 年天然气表观消费量约占大陆消费总量的 17%。同时, 季节性消费差异突出, 以北京市为典型代表, 天然气消费以采暖和发电为主, 冬季高月高日用气量和夏季低月低日用气量之比高达 8.9:1。由于天然气消费量大和用气峰谷波动大, 华北地区不仅是每年冬季用气高峰时期的供气保障重点, 同时其天然气产业发展对其他省份和地区具有示范作用。笔者对该地区的天然气消费现状、用气特性进行了梳理, 在此基础上采用供需平衡分析法和不均匀性分析法对 2015 年和 2020 年的年量和高峰日供需平衡进行了详细分析, 并有针对性地提出了解决方案。

1 华北地区天然气供需形势分析

1.1 供需现状

1.1.1 供需概况

总体来看, 华北地区 5 省市在我国天然气市场中占有非常重要的位置。2010 年 5 省市共消费天然气 $185.7\times10^8\text{ m}^3$, 约占全国消费总量的 17%。其中北京市消费量最大, 2010 年约 $75.1\times10^8\text{ m}^3$, 占地区消费

总量的 40%; 其次是山东省, 消费量 $43.5\times10^8\text{ m}^3$, 占比 23%; 河北、天津和山西 2010 年消费量分别约为 $31.6\times10^8\text{ m}^3$ 、 $19.0\times10^8\text{ m}^3$ 和 $16.5\times10^8\text{ m}^3$ 。

从消费结构看, 华北天然气市场以城市燃气和工业燃料为主。2010 年城市燃气所占比例最大, 达 47%; 其次是工业燃料, 为 37%; 发电和化工所占比例较小, 分别为 13% 和 3%。

气源供应上, 华北地区是我国较早使用天然气的地区之一, 气源相对丰富, 目前的供应气源包括陕京线系统(陕京一线、陕京二线、陕京三线)、冀东油田、华北油田、大港油田、榆济线、胜利油田、渤海气和山西煤层气。其中陕京线系统和榆济线是供应主体, 2010 年供应量分别约为 $142\times10^8\text{ m}^3$ 和 $13\times10^8\text{ m}^3$, 约占总供应量的 84%。

1.1.2 天然气管网现状

华北地区天然气管网相对发达, 主要干线管道共 15 条(表 1)。其中: ①输入型气源管线 5 条, 已建成管道 4 条, 即陕京一线、陕京二线、陕京三线和榆济线, 输气能力共 $380\times10^8\text{ m}^3/\text{a}$, 担负着将长庆油田天然气输往华北地区的功能; 在建 1 条, 即克什克腾旗—古北口的煤制天然气管道, 将赤峰煤制天然气输往北京, 供气能力 $40\times10^8\text{ m}^3/\text{a}$; ②本地型气源管线主要有 6 条, 外输能力约 $120\times10^8\text{ m}^3/\text{a}$, 担负着将华北本地气源如大港油田, 输往用户的功能; ③输出型管线 2 条, 外输能力约 $140\times10^8\text{ m}^3/\text{a}$, 主要担负将长庆油田天然气通过华北地区输往其他市场的功能, 其中冀宁线将长庆油田天然气供应山东的同时, 南下送往江苏省, 供应江苏的最大能力约 $50\times10^8\text{ m}^3/\text{a}$, 永唐秦线将长庆油田天

表 1 华北地区主要天然气干线表

序号	项 目 名 称	供气能力/($10^8\text{ m}^3\cdot\text{a}^{-1}$)	投产年份	性质
1	陕京一线	30	1997	输入型 气源管线
2	陕京二线	170	2005	
3	陕京三线	150	2011	
4	榆济线	30	2010	
5	克什克腾旗—古北口	40	2013(在建)	
6	港沧线	2.6	1976	本地型 气源管线
7	港沧复线	11	2001	
8	沧淄线	10.5	2002	
9	港清线	20	2004	
10	港清复线	70	2004	
11	冀东外输	9	2008	
12	冀宁线	110(泰安以南 50)	2005	输出型 管线
13	永唐秦线	90	2009	
14	西气东输一线	170	2005	过境管线
15	西气东输二线平泰支干线	100	2012	

然气送往东北,最大能力约 $90\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$;④过境管线 2 条,为西气东输一线和西气东输二线平顶山—泰安支干线,目标市场均为长江三角洲,其中西气东输一线仅通过山西省运城市,西气东输二线平泰支干线在泰安与冀宁线相连,共同向江苏省转供天然气。

在干线的基础上,华北各省市均建设了通往各个市县的省天然气管道。其中:①北京市已经完成了天然气六环东半环建设,天然气输配管网已基本覆盖中心城,并开始向外围新城扩展;②天津市城市配气管网已扩展至全部 16 个区县;③山东省在 2009 年 4 月胶州—日照天然气管道投产后,17 个地级市均实现了天然气管道覆盖;④山西省随着 2012 年 2 月 16 日太原—和顺—长治煤层气(天然气)输气管道的投运,全省 11 个地市均开始使用管道天然气;⑤河北省除承德外,其余 10 个地市均已用上管道天然气,而克什克腾旗—古北口的煤制天然气管道途径承德市,2013 年上半年投产后,可结束承德无管道天然气的历史。

1.1.3 用气特征分析

华北地区典型的用气特征主要有两类:①以北京市为代表,天然气消费结构以采暖制冷和发电为主;②以山东省为代表,天然气消费以工业燃料为主。王小林^[8]和彭赞^[9]分别在 2011 年和 2012 年对山东省的用气特性进行了研究,本文则重点对北京市用气特性进行分析。

1.1.3.1 用气量变化

1987 年华北油田天然气引入北京。1997 年陕京一线建成投产,长庆油田正式向北京供气,标志北京市燃气发展进入天然气时代。2005 年,陕京二线投产,使北京成为在全国第一个拥有两条长输管道的城市。2006 年 7 月,北京市完成置换天然气工作,结束了人工煤气的历史,成为全国第一个实现燃气管网天然气化的大城市。2010 年 1 月,陕京三线正式向北京通气,使北京市又增加了一个气源保障。

1997 年北京市天然气用量为 $1.7\times 10^8\text{ m}^3$,2010 年天然气用量达到 $75.1\times 10^8\text{ m}^3$ ，“十五”时期年均增长率达到 20%，“十一五”时期年均增长率达到 13%。2010 年天然气占全市能源消费比例达到 13.1%。

1.1.3.2 月不均匀情况

目前,北京市天然气消费结构以采暖制冷和发电居多。2010 年采暖制冷用气量最大,达到 $28\times 10^8\text{ m}^3$,占总消费量的 37%。发电用气居第二位,为 $18\times 10^8\text{ m}^3$,均为热电厂用气,主要为太阳宫燃气热电厂、第三热电厂、郑常庄热电厂等。居民生活用气 $9\times 10^8\text{ m}^3$,居民用户约 454 万户,气化人口约 1 300 万人,全

市天然气气化率达到 68%。

由于北京市的工业用气比例极低,采暖用气比例过高,导致天然气季节性消费差异突出。2010 年高月系数高达 2.36,而冬季高月高日用气量和夏季低月低日用气量之比约为 8.9 : 1;而整个华北地区 2010 年高月系数为 1.75,冬季高月高日用气量和夏季低月低日用气量之比约为 3.2 : 1,均低于北京市系数,原因是北京以外市场中采暖用气比例不高,如天津市 2010 年高月系数 1.46,冬季高峰日与夏季低谷日用气量比为 2.2 : 1;但由于北京市是华北地区的主要消费地区,加之地理位置和气温条件,无论是高月系数,还是高峰日与低谷日用气比,华北地区均远高于长江三角洲等地(图 1)。

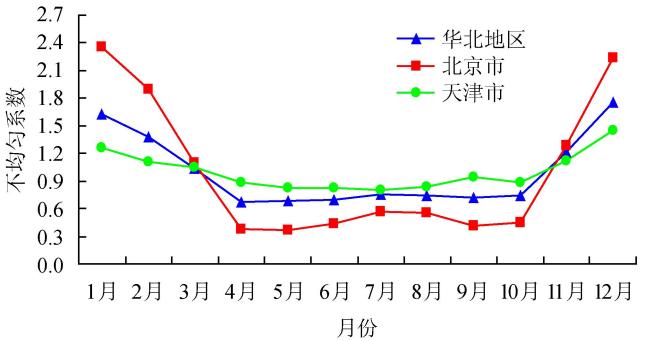


图 1 2010 年北京、天津及华北地区用气月不均匀系数示意图

1.2 天然气供需预测

1.2.1 需求侧

随着经济的持续健康快速发展,节能环保要求的不断提高,以及天然气管道的不断建设,预计未来华北地区天然气需求潜力将越来越大。根据各省市的天然气利用现状和增长态势,考虑今后几年的发展趋势、国家经济能源政策等因素,预计 2015 年华北地区的天然气需求量约 $490\times 10^8\text{ m}^3$,2020 年约 $780\times 10^8\text{ m}^3$ (表 2),“十二五”年均增速约 21%。

表 2 华北地区各省市天然气需求预测表						10^8 m^3
省市	北京	山东	河北	天津	山西	总计
2015 年	180	130	70	60	50	490
2020 年	280	170	130	120	80	780

从需求分布看仍集中在北京和山东两省市,2015 年需求量分别约为 $180\times 10^8\text{ m}^3$ 和 $130\times 10^8\text{ m}^3$,占华北地区需求总量的 63%。其中北京市需求量最大,占华北需求总量的 37%。

北京市规划在“十二五”期间实现天然气的跨越式

发展,建成东南、东北、西南和西北 4 大燃气热电中心,完成 63 座大型燃煤锅炉天然气改造,基本实现五环内供热无煤化。同时,推进新城和乡镇燃气管线建设。10 个郊区新城全部接通管道天然气,重点镇基本实现燃气管道化。到 2015 年天然气占能源消费总量的比例提高至 20% 以上,全市常住人口的天然气气化率达到 80% 以上^[10]。

从需求结构看,城市燃气和工业燃料仍然是华北地区的用气主力,二者用气需求占需求总量的 70% 以上。其中,2015 年城市燃气占比 44%,工业燃料 34%,发电 19%,化工 3%;2020 年城市燃气占比 39%,工业燃料 33%,发电 25%,化工 3%。与 2010 年相比,发电用气所占比例有所上升,原因是北京、天津等地规划大力发展天然气热电厂。北京市规划发展的 4 大热电中心共配置 14 台 9F 级发电机组,供热能力达到 4 550 MW,天然气需求约 $75\times10^8\text{ m}^3$,占 2015 年全市天然气总需求的 42%。其中,东北热电中心 2 台 9F 机组已于 2011 年底建成投产。

1.2.2 供需平衡

由于华北地区用气波动较大,因此分别从年量和日量上分别进行供需平衡分析。

1.2.2.1 年平衡

将华北地区需求与已知气源进行平衡。华北地区现有的输入型气源供应能力约 $420\times10^8\text{ m}^3/\text{a}$,本地型气源供应能力约 $120\times10^8\text{ m}^3/\text{a}$,加上目前在建的唐山 LNG,已知的可供华北地区的天然气年能力约 $589\times10^8\text{ m}^3/\text{a}$;考虑华北地区需求和输出型管线供往江苏和东北的能力后,华北地区年供应能力缺口 2015 年约为 $41\times10^8\text{ m}^3$,2020 年约为 $331\times10^8\text{ m}^3$ (表 3)。

表 3 华北地区天然气年量供需平衡表				10^8 m^3
年 份		2015	2020	
1.供应量	输入型气源管线	420	420	
	本地型气源管线	120	120	
	唐山 LNG	$49(350\times10^4\text{ t})$	$49(350\times10^4\text{ t})$	
	小计	589	589	
	2.需求量	490	780	
3.输出型管线输量		140	140	
4.缺口		41	331	

注:缺口=需求量+输出型管线输量-供应量

1.2.2.2 日平衡

1)日需求量计算参照《城镇燃气设计规范(GB 50028—2006)》中不均匀性系数定义:

高月均日用量=年用气量/年天数 $\times$ 高月不均匀系数。

高月高日用量=年用气量/年天数 $\times$ 高月不均匀系数 $\times$ 高月高日不均匀系数。

其中,高月不均匀系数和高月高日不均匀系数参照 2010 年华北地区实际情况选取,分别取 1.75 和 1.1。

华北地区 2015 年年需求约 $490\times10^8\text{ m}^3$,高月均日需求约 $2.35\times10^8\text{ m}^3$,高月高日需求约 $2.58\times10^8\text{ m}^3$;2020 年年需求约 $780\times10^8\text{ m}^3$,高月均日需求约 $3.73\times10^8\text{ m}^3$,高月高日需求约 $4.10\times10^8\text{ m}^3$ 。

2)已知气源的日供应能力。陕京一线、陕京二线、陕京三线等管道按 350 d 均匀来气考虑;唐山 LNG 和本地型气源按照 365 d 均匀供气考虑。与年平衡不同的是,日平衡时需考虑地下储气库在冬季用气高峰时的供应能力。目前,华北地区已建储气库 9 座,同时还规划有一批储气库,预计 2015 年储气库的高峰日供应能力约为 $0.6\times10^8\text{ m}^3$,2020 年约为 $0.8\times10^8\text{ m}^3$ 。

3)日平衡。输出型管线按照 365 d 均匀外输考虑,若华北地区按照上游气源满足高月均日量平衡,则日缺口 2015 年约 $0.47\times10^8\text{ m}^3$,2020 年约 $1.65\times10^8\text{ m}^3$;若上游气源满足高月高日量,则日缺口 2015 年约 $0.70\times10^8\text{ m}^3$,2020 年约 $2.02\times10^8\text{ m}^3$ (表 4)。

表 4 华北地区天然气日量供需平衡表			10^8 m^3
年 份		2015	2020
1.供应量	输入型气源管线	1.20	1.20
	本地型气源管线	0.33	0.33
	唐山 LNG	0.13	0.13
	储气库	0.60	0.80
	小计	2.26	2.46
2.高月均日需求量		2.35	3.73
3.高月高日需求量		2.58	4.10
4.输出型管线输量		0.38	0.38
5.高月均日缺口		0.47	1.65
6.高月高日缺口		0.70	2.02

注:高月均日缺口=高月均日需求量+输出型管线-供应量;高月高日缺口=高月高日需求量+输出型管线-供应量

2 天然气供应解决方案

2.1 年平衡解决方案

已知气源无法满足天然气市场需求,需要从区内区外两个角度努力增加供应量。区内可考虑加快沁水盆地煤层气开发,扩建或新建 LNG 接收站;区外可考虑继续建设输往华北地区的天然气长输管道。

2.1.1 沁水盆地煤层气

该盆地是我国煤层气“十二五”规划中的发展重点,位于山西省东南部,含煤面积 $2.4\times10^4\text{ km}^2$,埋深 2 000 m 以浅煤层气资源量 $3.7\times10^{12}\text{ m}^3$,探明地质储量 $1\,834\times10^8\text{ m}^3$,已建成产能 $25\times10^8\text{ m}^3$ 。“十二五”期间,规划建成寺河、潘河、成庄、潘庄、赵庄项目,加快建设大宁、郑庄、柿庄南等项目,新建马必、寿阳、和顺等项目。2015 年沁水盆地规划形成产能 $130\times10^8\text{ m}^3$,产量 $104\times10^8\text{ m}^3$ ^[11]。若参照“十二五”发展速度,2020 年产量可达到 $200\times10^8\text{ m}^3$ 左右。

2.1.2 扩建或新建 LNG 接收站

目前,华北地区仅有 1 座 LNG 接收站——唐山 LNG 接收站,规模 $350\times10^4\text{ t/a}$,目前正在建设。结合 LNG 接收站建设时间和我国 LNG 长期贸易合同量,预计华北地区扩建或新建 LNG 接收站最快在“十三五”实现。本文按照华北地区“十三五”扩建或新建 1~2 座 LNG 接收站,总规模 $300\times10^4\sim600\times10^4\text{ t}$ (折合约 $42\times10^8\sim84\times10^8\text{ m}^3$)考虑。

2.1.3 新建输入型气源管线

以陕京线系统和榆济线为代表的输入型管线是目前华北地区的供气主力,为满足供气缺口可考虑继续建设输入型管线。参考近年来国内长输管道的参数选择,预计新增管道的年输气能力在 $150\times10^8\text{ m}^3$ 以上。

综上所述,华北地区“十二五”期间可考虑增加的气源能力包括沁水煤层气和新建输入型管线,2015 年新增能力约 $254\times10^8\text{ m}^3$ 以上;“十三五”可考虑继续增加 LNG 接收站,2020 年新增气源总能力 $392\times10^8\sim434\times10^8\text{ m}^3$ 。2015 年和 2020 年可考虑新增的气源能力均远大于华北地区的年供应缺口,即上述供应气源若能实现即可保证华北地区 2015、2020 年天然气年量供应。

2.2 日平衡解决方案

年量解决方案中,若新增输入型管线按 350 d 均匀来气,沁水盆地煤层气和扩建或新建 LNG 接收站按照 365 d 均匀供气考虑,则日供应能力 2015 年新增约 $0.71\times10^8\text{ m}^3$,2020 年新增 $1.10\times10^8\sim1.21\times10^8\text{ m}^3$ (表 5)。

将新增日供应能力与日量缺口进行比较,2015 年新增的日供应能力大于高月均日量缺口,即上游气源可满足下游市场的高月均日用水量;新增日供应能力与高月高日缺口相当,即上游气源可勉强满足下游市场的高月高日用水量,但用气保障程度差,一旦气源出现问题,将会出现用气紧张,建议上下游合作共同增加用气保障,一方面上游可考虑通过 LNG 的不均匀采

表 5 华北地区天然气日量供需解决方案表		10^8 m^3	
年份		2015	2020
1.原高月均日缺口		0.47	1.65
2.原高月高日缺口		0.70	2.02
3.新增气源	沁水盆地煤层气	0.28	0.55
	扩建或新建 LNG		0.12~0.23
	新增输入型管线	0.43	0.43
	小计	0.71	1.10~1.21
比较	新增气源—原高月均日缺口	0.24	-0.55~-0.44
	新增气源—原高月高日缺口	0.01	-0.92~-0.81

购和现货购买^[12]增加日供应能力,另一方面下游城市燃气公司应发展自己的调峰设施,并通过差别气价等方式发展可中断用户,降低对上游气源的依赖。

2020 年即使考虑新增气源的日供应能力,上游气源仍无法满足下游市场的高月均日用量和高月高日用量。此时,唯有上下游同心协力才能保障用气安全。建议参照国际通行做法,上游供气方承担季节调峰(即上游气源满足高月均日用量),日调峰和小时调峰由配气方(城市燃气公司)和用户承担。此时,上游供气方可考虑的方式有加快储气库建设、LNG 的不均匀采购现货购买,发展可中断用户等;下游市场可选择建设 CNG、LNG 等多种调峰方式、发展可中断用户等。

3 结论

1)北京市是华北地区的典型用气省份,用气结构以采暖、制冷和发电为主,冬夏季节性消费差异突出。2010 年北京市采暖制冷和发电用气占比超过 60%,高月系数高达 2.36,冬季高月高日用水量 and 夏季低月低日用水量之比高达 8.9:1。

2)年平衡。已知气源无法满足华北地区的天然气年需求量,2015 年缺口约 $41\times10^8\text{ m}^3$,2020 年约 $331\times10^8\text{ m}^3$ 。可考虑加快沁水盆地煤层气开发、扩建或新建 LNG 接收站和新建输入型管线。新增供应能力 2015 年约 $254\times10^8\text{ m}^3$,2020 年 $392\times10^8\sim434\times10^8\text{ m}^3$,均远大于华北地区的年供应缺口。

3)日平衡。已知气源无法满足日需求量,高月均日缺口 2015 年约 $0.47\times10^8\text{ m}^3$,2020 年约 $1.65\times10^8\text{ m}^3$;高月高日缺口 2015 年约 $0.70\times10^8\text{ m}^3$,2020 年约 $2.02\times10^8\text{ m}^3$ 。在考虑新增日供应能力后,上游气源可满足下游市场 2015 年的高月均日用水量,但高月高日保障程度低;2020 年无论是高月均日用水量,还是高月高日用水量上游气源均无法满足。

4)上下游通力合作,共同保障用气安全。建议参照国际通行做法,上游供气方承担季节调峰,日调峰和

小时调峰由下游承担。上游可考虑加快储气库建设、不均匀采购 LNG、发展可中断用户等;下游可建设 CNG、LNG 等多种调峰方式,发展可中断用户等。

参 考 文 献

- [1] 国家发展和改革委员会.2012 年天然气行业运行简况[EB/OL].(2013-01-28)[2013-03-14].http://www.sdpc.gov.cn/jjxsfx/t20130128_524028.htm.
National Development and Reform Commission.The operation of natural gas industry in 2012[EB/OL].(2013-01-28)[2013-03-14].http://www.sdpc.gov.cn/jjxsfx/t20130128_524028.htm.
- [2] 孙慧,李伟,杨义,等.2010 年中国天然气行业发展动向及“十二五”展望[J].国际石油经济,2011,19(6):56-61.
SUN Hui, LI Wei, YANG Yi, et al.2010 trend in China's natural gas industry development and 12th 5-year Plan prospects[J].International Petroleum Economics,2011,19(6):56-61.
- [3] 郭玉志.“十二五”天然气需求将翻番对外依存度逐年上升[EB/OL].(2012-05-09)[2013-01-31].<http://news.hexun.com/2012-05-09/141201508.html>.
GUO Yuzhi.During the 12th Five-Year Plan natural gas demand will double the original capacity and foreign dependence will increasing year by year[EB/OL].(2012-05-09)[2013-01-31].<http://news.hexun.com/2012-05-09/141201508.html>.
- [4] 刘小丽.中国天然气市场发展现状与特点[J].天然气工业,2010,30(7):1-6.
LIU Xiaoli.Present situation and characteristics of the development of natural gas market in China[J].Natural Gas Industry,2010,30(7):1-6.
- [5] 中国石油集团经济技术研究院.2011 年国内外油气行业发展报告[R].北京:中国石油集团经济技术研究院,2012.
CNPC Economics & Technology Research Institute.2011 report on domestic and international oil and gas industry developments[R].Beijing:CNPC Economics & Technology Research Institute,2012.
- [6] International Energy Agency.World energy outlook 2011 special report:Are we entering a golden age of gas[R].Paris:International Energy Agency,2011.
- [7] 国家发展和改革委员会.国家发展和改革委员会关于印发天然气发展“十二五”规划的通知[EB/OL].(2012-10-22)[2013-01-31].http://www.gov.cn/zwggk/2012-12/03/content_2280785.htm.
National Development and Reform Commission.Circular of the National Development and Reform Commission on natural gas development 12th Five-Year Plan[EB/OL].(2012-10-22)[2013-01-31].http://www.gov.cn/zwggk/2012-12/03/content_2280785.htm.
- [8] 王小林,郭明晶,杨晓东.大牛地气田天然气产销运行多级调峰体系研究[J].理论月刊,2011(1):170-172.
WANG Xiaolin, GUO Mingjing, YANG Xiaodong.Multi-peak-shaving system research on natural gas production, transmission and marketing in Daniudi area[J].Theory Monthly,2011(1):170-172.
- [9] 彭赞,王小林,马珂,等.华北地区天然气市场态势与供需平衡分析:以山东省为例[J].中国矿业,2012,21(4):33-36,55.
PENG Yun, WANG Xiaolin, MA Ke, et al.Analysis of natural gas market situation and supply and demand balance in North China:A case study of Shandong[J].China Mining Magazine,2012,21(4):33-36,55.
- [10] 北京市市政市容管理委员会.北京市“十二五”时期燃气发展建设规划[EB/OL].(2011-03-01)[2013-01-31].<http://zhengwu.beijing.gov.cn/ghxx/sewgh/t1221296.htm>.
Beijing Municipal Commission of City Administration and Environment.“12th Five-year Plan”in Beijing city gas development[EB/OL].(2011-03-01)[2013-01-31].<http://zhengwu.beijing.gov.cn/ghxx/sewgh/t1221296.htm>.
- [11] 国家发展和改革委员会.煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十二五”规划[EB/OL].(2011-11-26)[2013-01-31].http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/2011tz/t20111231_454225.htm.
National Development and Reform Commission.Coal-bed methane (coal gas) development and utilization of “Twelfth Five-Year Plan”[EB/OL].(2011-11-26)[2013-01-31].http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/2011tz/t20111231_454225.htm.
- [12] 张薇.LNG 项目的储气调峰作用——兼论 LNG 项目建设理念的转变[J].天然气工业,2010,30(7):107-109,119.
ZHANG Wei.Storage and peak-shaving role of LNG projects: A new concept in the LNG project construction[J].Natural Gas Industry,2010,30(7):107-109,119.

(修改回稿日期 2013-01-23 编辑 赵 勤)