

# 中国煤层气开发利用现状及产业化战略选择

孙茂远 范志强  
(中联煤层气有限责任公司)

孙茂远等.中国煤层气开发利用现状及产业化战略选择.天然气工业,2007,27(3):1-5.

**摘要** 中国煤层气资源丰富,资源量巨大。据最新资源评价成果,全国煤层埋深 2000 m 以浅的煤层气总资源量为  $36.81 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,其中可采资源量为  $10.87 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ;同时在区域分布、埋藏深度上有利于规划开发。“西气东输”、陕京一线、二线等天然气输气管线经过多个煤层气富集区,这为煤层气的开发提供了输送条件。截止到 2005 年底,全国共施工地面煤层气井 607 口,完成 7 个煤层气试验井组和一个示范工程项目,近年来中国煤层气对外合作已经取得了可喜成绩。为此,介绍了中国煤层气开发利用现状,分析了中国煤层气发展的新机遇,明晰了中国煤层气发展面临的挑战,进而阐述了中国发展煤层气产业化的战略选择。

**关键词** 中国 煤成气 勘探 开发利用 现状 产业化 战略 选择

## 一、中国煤层气发展的现状

### 1. 煤层气资源前景

据最新一轮全国煤层气资源评价成果(2005 年),全国煤层埋深 2000 m 以浅的煤层气总资源量为  $36.81 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,其中可采资源量为  $10.87 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。这些煤层气资源广泛分布于 24 个省、市、自治区,主要包括:新、晋、陕、冀、豫、皖、辽、吉、黑、蒙、云、贵等。从区域分布来看,华北地区煤层气总资源量为  $20.71 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,占全国的 56.3%;西北地区煤层气总资源量为  $10.36 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,占全国的 28.1%;南方地区煤层气总资源量为  $5.27 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,占全国的 14.3%。东北煤层气资源量相对较少,仅占全国煤层气总资源量的 1.3%。

按照含气盆地煤层气资源量赋存情况,大于  $5000 \times 10^8 \text{ m}^3$  的含气盆地共有 14 个,其中大于  $1 \times 10^{12} \text{ m}^3$  的含气盆地主要有鄂尔多斯盆地( $9.8634 \times 10^{12} \text{ m}^3$ )、沁水盆地( $3.9500 \times 10^{12} \text{ m}^3$ )、准噶尔盆地( $3.8268 \times 10^{12} \text{ m}^3$ )、滇东黔西盆地( $3.4723 \times 10^{12} \text{ m}^3$ )、二连盆地( $2.5816 \times 10^{12} \text{ m}^3$ )、吐哈盆地( $2.1198 \times 10^{12} \text{ m}^3$ )等。

从煤层气资源的赋存深度来看,中国的煤层气资源量的 67.6% 分布在埋深浅于 1500 m 的范围内,这对煤层气的勘探开发较有利。

中国煤层气资源在总量上占有一定的优势,同

时在区域分布、埋藏深度上也有利于规划开发。“西气东输”、陕京两条管线经过多个煤层气富集区,这为煤层气的开发提供了输送条件。

### 2. 煤层气地面勘探开发现状

中国煤层气资源勘探起步于建国后的煤田地质勘探。在进行煤田地质普查、详查、精查的同时也对煤层瓦斯含量进行了测定,初步探明了煤层瓦斯的富集程度、含量和分布规律,为后期的煤层气勘探开发试验选区提供了有价值的参考。上世纪 90 年代以来,受美国煤层气产业发展的启发,有关部门及相关行业在国内一些重点煤矿区进行了煤层气资源勘探和地面开发试验,其中一些试验取得了成功,获得了工业性的煤层气产量,获取了各项煤层气地质、工程和生产参数,为开展全国的煤层气资源评价奠定了坚实的基础。

自中联煤层气有限责任公司 1996 年 5 月(以下简称“中联公司”)成立以后,在国家有关部门的支持和有关政策的引导下,中国煤层气勘探开发进入一个规范管理、有序发展、基础研究与开发试验并举的阶段,经国务院批准,中国煤层气利用外资进行对外合作由中联公司实施专营,自此,中国煤层气勘探开发又掀起了第二次高潮。中联公司、石油及石化有关单位、地方矿山企业等相继在前期已取得成果的地区从地面和井下开展了进一步的勘探和试验,尤其在山西省的沁水盆地南部通过地震勘探、钻井、排

**作者简介:**孙茂远,中联煤层气有限责任公司总经理,研究员。地址:(100011)北京安外大街甲 88 号。电话:(010) 64298880。

采生产和计算模拟,在储量上取得了重大突破,共获得地面煤层气探明地质储量  $759.45 \times 10^8 \text{ m}^3$  和可采储量  $388.52 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。另外,煤矿区通过井下抽采也获取了煤层气探明储量  $268.64 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,分别位于铁法矿区和阳泉矿区(见表1)。

表1 中国煤层气探明地质储量一览表

地区/矿区	层位	储量面积 (km <sup>2</sup> )	探明地质储量 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	可采储量 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	提交储量单位
沁水盆地南部	P <sub>1</sub> —C <sub>3</sub>	164.20	402.18	218.38	中联公司
沁水盆地南部	P <sub>1</sub> —C <sub>3</sub>	182.20	352.26	176.13	中石油股份
铁法矿区	J <sub>3</sub>	135.49	77.30	—	铁法煤业
阳泉矿区	P <sub>1</sub> —C <sub>3</sub>	94.04	191.34	75.06	阳泉煤业
合计		575.95	1023.08	469.57	

据不完全统计,截止到2005年底,全国共施工地面煤层气井607口,完成7个煤层气试验井组和一个示范工程项目,其中,中联公司及其合作者共施工453口。2005年,全国煤层气钻井数超过历年的总和,中联公司煤层气钻井数增幅明显加大,新增煤层气井266口,其中自营项目新增123口,对外合作项目新增143口。中联公司钻井数占全国总数的75%。全国投入煤层气勘探开发的资金23~24亿元人民币,其中国内自有资金6~7亿元人民币,外国公司投入约17亿元人民币。

截至2006年上半年,中国获井组产能并实现利用的包括以下地区。

(1)中联公司沁水盆地南部枣园井组。现有煤层气生产试验井15口,拥有日压缩能力  $3.6 \times 10^4 \text{ m}^3$  的小型CNG压缩站和日发电400 kW的小型煤层气发电站,日产煤层气约  $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,日销售量4000  $\text{m}^3$ ,实现了小规模煤层气商业化开发、集输、储运和利用。

(2)中联公司山西沁南煤层气开发利用高技术产业化示范工程——潘河先导性试验项目(简称潘河项目),该项目是国家发改委批准立项的国家煤层气开发利用高技术产业化示范工程。该项目计划施工900口煤层气井,共分为三期完成。第一期施工150口煤层气生产试验井,2006年完成,计划建成一个年产煤层气约  $1 \times 10^8 \text{ m}^3$  的煤层气生产示范基地;第二期计划施工400口煤层气生产井,产能  $4 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ;第三期计划施工350口煤层气生产井,产

能达  $7 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。到2005年底,已完成100口井的钻井、40口井的压裂和地面工程建设,日产煤层气约  $6 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,日销售量约  $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

(3)中联—萨摩亚能源公司潘庄合作开发区。中联公司为主席的联合管理委员会曾委托晋城煤业集团在潘庄井田施工煤层气井,目前投入生产的煤层气井约110口,日产气量约  $30 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。该项目已建成完备的集输管网、集气站和压缩站。

(4)山西省沁水县端氏煤层气开发示范工程。该项目是中联公司承担的全国油气资源战略选区与评价项目中的一个重点项目。2005年,中联公司在该区的3号煤层成功地实施了一口多分支水平井,2006年又在该区的15号煤层实施了第二口多分支水平井。经过排采生产,第一口水平井日产煤层气已达到7000  $\text{m}^3$ 以上,预测日产量可逾  $4 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

(5)辽宁阜新井组,共有生产试验井8口,形成小型井网,单井平均日产气量在3000  $\text{m}^3$ 以上,日供煤层气  $1.6 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,实现了就近管输。

### 3. 煤层气对外合作成绩可喜

对外合作开采煤层气资源是中国政府重点鼓励的外商投资领域。在国家政府有关部门的指导下,中联公司借鉴中国海洋石油和陆上石油天然气对外合作的经验,确定了以产品分成合同为其对外合作主导模式。1997年原国家外经贸部批准了煤层气产品分成标准合同。

中联公司自1998年1月8日签署第1个产品分成合同以来,截止到2006年7月底,中联公司与16家外国企业共签署煤层气产品分成合同27个,合同区总面积超过  $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,总资源量超过  $3.5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。截至2005年底,对外合作区块内共施工各类煤层气井约270口,压裂和排采204口,施工二维地震2065 km,建立了7个先导性开发试验井组,外方实际完成投入累计为1.8亿美元。其中2005年利用外资创历史最高,共签署3个产品分成合同,外方实际完成投入5800万美元,钻井135口,包括一个多分支水平井,压裂114口,排采93口,施工二维地震1437 km。

目前,中联公司共有14个对外合作项目正或拟开展野外施工,其中3个项目正或拟编制整体开发方案,包括柿庄南、晋城和寿阳项目。2006年已新签署2个合同,目前正在谈判的项目有8个,可望在2006年签署。中联公司正在积极引进外资,开展煤矿区的煤层气对外合作项目,探索走采气和采煤、地面和井下互相结合及瓦斯综合利用的道路,比

如,正在山西大宁煤矿开展的矿区煤层气开采合作项目就是这样一种模式和思路。这体现了中联公司煤层气对外合作适应形势和需要的一种创新。

#### 4. 煤层气科研成果显著

从美国、加拿大煤层气产业发展的过程看,先进的煤层气钻井、完井和排采工艺技术是煤层气产业成功发展的关键。美国的空气钻井和洞穴完井技术的成功广泛应用对美国煤层气产业发展起到至关重要的作用。加拿大的连续油管钻井和压裂技术在煤层气开发中的成功应用是加拿大煤层气产业实现跨越发展的重要原因。多分支水平井钻井技术在煤层气开发的应用将进一步促进世界范围内煤层气产业的快速发展。

中国从“七五”开始重视煤层气科技的研究与发展,首先从煤层气储存形式和产出机理进行研究,初步建立了中国煤层气成藏和富集规律理论以及煤层气评价与选区理论和技术,然后在煤层气重点有利地区进行煤层气勘探和开发的试验,尝试利用国外成熟的煤层气开采技术进行实践,以期获得适合中国煤层气自身条件的勘探开发技术体系。通过一系列“十五”科技攻关项目的实施,中国煤层气科技的研究取得显著成绩,主要包括:①完善了中国煤层气资源评价和选区的方法与理论,并基本摸清了中国丰富的煤层气资源总量;②建立了煤层气实验室和野外测试及分析的方法、技术、指标体系等;③建立了煤层气垂直井钻井、测井、完井、压裂增产和排采生产的工艺技术体系和规范;④开展了一些新型的煤层气勘探开发技术的试验,主要包括欠平衡钻井技术、多分支水平井技术、清洁压裂液携砂压裂及氮气泡沫压裂技术和二氧化碳注入技术等。这些科技成果是“十一五”期间中国煤层气科技长足发展和发挥更重要的支撑作用的关键基础。

## 二、中国煤层气发展的机遇与挑战

### 1. 煤层气发展的新机遇

(1) 能源需求、煤矿安全生产、环境保护迫切需要加快发展煤层气

中国油气资源短缺,但煤层气资源丰富,是目前最现实的天然气接替资源。中国又是产煤大国,高瓦斯和瓦斯突出矿井占46%以上,每年由于瓦斯事故给国家财产和人民生命造成巨大损失,同时,由于采煤每年向大气排放的甲烷高达 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,造成了巨大的环境压力和资源浪费。因此,能源发展、煤矿安全生产和环境保护的需求为发展煤层气产业提

供了充足的依据和良好机遇。

国家领导人都高瞻远瞩,预见性地提出煤层气应该作为新兴的能源产业发展。前国家主席江泽民题词:“依靠科技进步,发展煤层气产业,造福人民”。前国务院总理李鹏题词:“突破煤层气,开发新能源”。温家宝总理明确提出:“开发和利用煤层气既可治理瓦斯,又可利用能源,一举两得,应该加大科研、勘探、开发的力度。请发改委研究、制定规划和措施。”

美国是世界上率先形成煤层气商业化开发的国家,2004年煤层气产量为 $500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右,占其天然气总产量的8%,已成为美国重要的能源,对弥补其天然气的供需缺口和保障能源安全方面发挥着重要的作用。

### (2) 全国煤层气“十一五”发展规划已颁布实施

我国过去没有统一的国家煤层气开发利用专项规划,煤层气分列在煤炭、石油等行业中,导致了社会对煤层气的概念模糊、政策针对性不强、管理不能体现煤层气的实际需要、政府的支持不落实、资金不到位等一系列问题,这是影响我国煤层气勘探开发事业发展的重要因素之一。目前,国家发改委颁布了专项全国煤层气“十一五”开发利用规划,按照该规划,2010年,中国煤层气年产量将达到 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,新增煤层气探明储量 $3000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。全国煤层气“十一五”发展规划的出台,确定了中国煤层气作为产业发展的地位和目标,为中国煤层气产业“十一五”期间的商业化发展提供了纲领性的指导文件和依据。

(3) 煤层气科技发展对煤层气产业的支撑作用逐步增强

世界范围内,石油价格的持续上涨和供求关系的变化刺激了投资者对煤层气开发的关注,同时也引起了煤层气开发者以及政府对煤层气科技研发投入的增加,从而促进了煤层气勘探开发新技术的不断涌现和应用。在中国,国家已明确今后15年的科技工作将遵循“自主创新,重点跨越,支撑发展,引领未来”的指导方针,确定到2020年,全社会研究开发投入占国内生产总值的比重提高到2.5%以上,力争科技进步贡献率达到60%以上。为贯彻落实国家中长期科技发展的指导方针和目标,煤层气开发已被列为16个国家中长期科技重大专项之一。通过煤层气科技重大专项的实施,中国煤层气科技成果将更加丰富,煤层气勘探开发新技术将广泛应用,科技进步对煤层气产业发展的支撑作用将进一步增强,

中国煤层气产业也将获得跨越式发展。另外,煤层气开发利用国家工程研究中心已由国家发改委批准组建,这将为煤层气科技项目成果的转化和自主创新提供良好平台,也将为煤层气科技发挥支撑作用提供条件。

(4) 国务院出台文件进一步规范煤层气产业的发展

2006年6月,国务院发布了加强煤层气(煤矿瓦斯)开发利用的十六条意见(国办发[2006]47号),明确提出了在高瓦斯矿区实施“先采气后采煤”和“采气采煤一体化”以及煤层气和煤炭资源进行综合勘查评价的规定,并要求国家有关部门进一步细化对煤层气产业的优惠政策。目前,财政部正在研究制定更加优惠的税收政策,国土资源部即将出台煤层气和煤炭资源综合勘查评价和减免探矿权、采矿权使用费的管理办法,国家煤炭安全生产监督管理局正在制定煤矿安全采煤的煤层瓦斯含量标准,落实国务院的文件要求。国务院的这十六条意见将对加快中国煤层气产业发展将起到里程碑式的作用。

(5) 煤层气示范工程的建设与成功实施将有力推动中国煤层气产业发展

开展煤层气先导性试验和示范工程项目是中国煤层气勘探开发实现产业化发展的重要步骤,也是实现新理论和新技术在实践中进行测试和验证、再从实践中进行总结和完善的重要环节。2004年底,国家发改委批准中联公司实施沁南煤层气开发利用高技术产业化示范工程项目,目前,该示范工程项目第一期100口井钻井已完成,40口生产井已经运行半年多,整体设施运行平稳,产气情况良好。预计到2006年底,再钻250口煤层气生产井,产能达到 $2.5 \times 10^8 \sim 3 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。在该示范项目的建设过程中,进行了煤层气地面开发的全过程试验和多项勘探开发新技术的应用,积累了煤层气开发技术和管理经验,为推动中国煤层气资源的大规模商业化开发利用以及引导社会和企业的投资发挥了积极的示范作用。

## 2. 中国煤层气发展面临的挑战

(1) 对煤层气产业的投资严重不足

近年来,对煤层气资源勘探开发投入的资金严重不足。目前,煤层气探明储量仅占总资源量的3%左右,国家每年只有2000~3000万元的煤层气地质勘探费和资源补偿费,难以促进产业的快速形成与发展。而美国为了煤层气产业的发展,在1983至1995年投入的勘探费用曾多达60多亿美元。

(2) 对煤层气产业的经济扶持政策力度不够

美国的煤层气产业之所以成功,关键在于美国政府于1980年颁布的《原油意外获利法》第29条税收补贴政策,使煤层气具有比常规天然气更优惠的政策。

我国现行的煤层气开发利用政策与法规,只是比照常规天然气,没有出台更优惠的激励政策,因而没有为煤层气产业搭建可与常规天然气竞争的平台,极大地影响了中、外企业开发煤层气的积极性,亟待落实和细化国务院办公厅47号文件。

(3) 煤层气开发与煤炭开采间的矛盾突出

近几年,由于我国煤炭供需形势发生巨大变化,煤炭价格一路飙升,从而造成国内众多煤矿企业纷纷扩大勘探区域,千方百计地改扩建现有矿井和新建矿井,追求短期利益,不仅不重视采煤之前的煤层气开采,而且还对煤层气企业的勘探开采设置重重障碍,煤层气开发与煤炭开采间的矛盾日趋严重,而煤炭企业又处于强势地位,我国煤层气产业的发展仍步履维艰。

(4) 煤层气输送管网基础设施薄弱

煤层气与天然气可以混输混用,两者拥有共同的市场用户。与发达国家相比,我国煤层气开发潜力较大的地区缺乏可利用的天然气管线,这就使煤层气生产区与市场脱节,市场需求不能对煤层气的开发起到强有力的推动作用,造成煤层气开发的成本大大增加,加大了煤层气项目的风险。

(5) 社会对煤层气的观念上存在诸多误区

自2005年中国煤层气勘探开发力度的加大以及中联公司示范工程项目的成功实施,中国煤层气勘探开发又掀起了新一轮的热潮,引起了国内外企业的广泛关注和积极参与。正因为如此,在对待煤层气的发展上却出现了诸多误区:①中国的煤层气开发技术已经完全成熟,只要有钱,投资煤层气就一定能赚钱,这种过于乐观的思想已误导不少企业的盲目投资;②中国煤层气仅在个别地区有商业前景,不具备产业化发展的条件和前途,而且煤层气开发的价值远低于煤炭开采的价值,煤层气不应作为独立的资源开采,即使进行煤层气开发,也应该以煤炭企业为主体,这种过于悲观和陈旧的观点正限制着中国煤层气产业的发展;③煤层气资源对外合作不应实行专营权,这种观点一方面严重违背现行的法律和对外合作已取得的丰硕成果,另一方面将对中国煤层气对外合作的健康发展和国家利益的保护产生非常有害的影响。

### 三、中国发展煤层气产业化战略选择

中国煤层气勘探开发已经历了三个阶段。

第一阶段可追溯到20世纪80年代前半期,结束于1999年,历时四个“五年”计划。本阶段在煤层气地质研究上表现为寻证,在煤层气勘探上表现为找气,在开发试验上表现为摸索,总体上表现为试图通过引进和消化国外相关理论与技术来解决中国的煤层气地质问题。

第二阶段从2000年开始至2002年结束。在此阶段,中国煤层气发展表现为对科学技术的强势需求,在地质上表现为探因,勘探上表现为普查,开发试验上表现为彷徨,总体上处于为催生中国煤层气产业化时代到来前的“阵痛”阶段。

第三阶段自2003年开始,中国煤层气产业发展进入了一个崭新的历史时期,即商业化生产启动阶段。主要标志为煤层气地质研究进入了求源,勘探实践进入了详查,开发上步入了商业化生产,新技术逐步推广应用,这是中国煤层气发展的至关重要的阶段,也是中国煤层气勘探开发史上的一个重大转折时期。在这个关键的时期,抓住机遇,迎接挑战,克服困难和问题,深入研究和正确选择中国煤层气发展的战略具有非常重要的意义和作用。

考虑到中国煤层气勘探开发所处的阶段和目前面临的挑战与问题,中国发展煤层气必需遵循如下战略选择。

(1)加强宣传和正确引导,牢固树立煤层气资源开发利用产业化发展的概念,消除观念上的误区,以科学发展观指导中国煤层气的发展与建设。

(2)加大国家对煤层气勘探开发的投入,引导社会和企业的广泛参与,落实煤层气“十一五”发展规划的执行与目标的实现。比如,国家设立煤层气勘探开发专项基金,确保煤层气勘探开发所需的资金。

(3)切实执行国务院47号文件的指导意见,制定更加适宜的优惠税费政策,通过政策激励提高煤层气开发的积极性和煤层气参与竞争的能力,加快中国煤层气产业的发展。比如,增值税即征即返,2020年前实行零税率;实行企业所得税“五免三减半”的优惠政策等。

(4)重点突破、滚动发展,对沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘等大型整装煤层气田实行整装开采利用,建设大型煤层气生产示范基地,带动整个产业的快速发展。

(5)加大对煤层气科技攻关的投入,实施好煤层

气重大专项,突破一批重大关键技术,全面提升煤层气科技支撑能力。

(6)继续鼓励煤层气对外合作,强化煤层气对外合作专营权管理,简化项目审批程序,改善投资环境,保持政策连续性。煤层气对外合作涉及国家利益、军事设施和国家秘密保护等诸多方面,煤层气对外合作专营权不仅不能打破,反而应该进一步加强,通过完善合同条款和退出机制,解决目前对外合作中存在的问题。

(7)通过法律程序,出台“先采气后采煤”的强制性规定。通过研究,制定煤炭安全开采的煤层含气量标准,对煤矿按照煤层中含气量的高低划分煤炭安全开采区和非安全开采区(比如煤层含气量在 $6\text{ m}^3/\text{t}$ 以下的属安全开采区),对非安全开采区,强制性实施“先采气后采煤”,直至煤层中的含气量降低到安全标准以下才能开始采煤。在煤层气的开采方式上,坚持地面开发与井下抽采相结合、垂直井与水平井相结合,缩短煤炭开采等待的时间,最终实现煤层气开发利用和煤矿安全生产的双重目的。实施“先采气后采煤”,还将有利于解决煤层气开发和煤炭开采间的矛盾,促进二者的协调发展。

(8)统筹规划天然气和煤层气输气管网建设。煤层气资源分布与常规天然气资源的分布在地域上具有互补性,因此,国家在规划常规天然气长输管线的建设时应充分考虑二者的可混输性及煤层气资源分布的地域特点,尽可能安排常规天然气长输管线靠近煤层气生产基地,并为未来区域煤层气管线并入预留足够容量,从而节约煤层气产业发展初期管线建设的投资。同样,国家也应大力支持重点煤层气管线的建设。

(9)坚持多元化发展战略原则,加强与煤层气企业、石油企业和大型煤炭企业合作,加大煤层气开发利用和煤矿瓦斯治理的力度,实现煤层气开发利用在资源、安全和环保方面的多重社会效益。

(10)营造更为良好的投资煤层气开发利用的外部环境。以科学的发展观统一中央与地方,煤层气企业与相关行业的观念,创造良好的煤层气开发利用投资的大环境,放水养鱼而不是竭泽而渔。

总之,我们只要转变观念上的“误区”,突破技术上的“困区”,培育产业发展的“范区”,就可能尽早建成洁净能源的“新区”。

(收稿日期 2006-12-08 编辑 居维清)