

●主 编 孙茂远

●副主编 辛文杰 范志强

中国煤层气开发利用 与对外合作



煤炭工业出版社

中国煤层气开发利用与对外合作

主 编 孙茂远

副主编 辛文杰 范志强

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国煤层气开发利用与对外合作/孙茂远等编著. 北京:
煤炭工业出版社, 2000

ISBN 7-5020-1860-3

I. 中… II. 孙… III. ①煤成气-气田开发-中国②煤成
气-资源利用-中国③煤成气-资源利用-对外经济合作-
中国 IV. TE37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 10131 号

本书为国家自然科学基金资助项目

批准号: 79842001

中国煤层气开发利用与对外合作

主编 孙茂远

副主编 辛文杰 范志强

责任编辑: 袁筠 李小波

*

煤炭工业出版社 出版

(北京朝阳区霞光里 8 号 100016)

北京密云春雷印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^{1/16}$ 印张 $11\frac{1}{2}$

字数 265 千字 印数 1-850

2000 年 4 月第 1 版 2000 年 4 月第 1 次印刷

社内编号 4631 定价 48.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书共分九章及一个附录，分别介绍了中国煤层气开发利用与对外合作的总体情况；中国煤层气资源的分布特点及重点煤层气对外合作区块；煤层气利用和市场前景；煤层气开发的政策与法规；煤层气对外合作的基本原则、合同模式；煤层气对外合作的标准合同；煤层气对外合作的经营策略；煤层气对外合作的审批程序；煤层气对外合作项目的工程承包。在附录部分，介绍了美国煤层气资源的分布特点；美国煤层气产业发展的动因；美国重要的煤层气生产基地；中国的能源生产与消费特点；国外主要的煤层气生产企业及在京机构；中联煤层气有限责任公司简况。

本书初次总结了我国煤层气资源对外合作的投资环境、有关政策法规、投资程序、工程承包、市场利用前景，反映了刚刚起步的中国煤层气产业与发展较为成熟的美国煤层气产业间所存在的一些差距，可供外企人员和从事煤层气对外合作工作的管理人员、工程技术人员参考使用，也可供政府部门和煤层气相关企业的管理和技术人员参考。

赵志勇 杰文辛 编著



地质出版社

《中国煤层气开发利用与对外合作》编写组

主 编 孙茂远

副主编 辛文杰 范志强

编写人员 (按姓氏笔画为序)

丁健春 元淑玲 王竹平 王楚峰 刘贻军 华 伟
孙茂远 朱 超 张国良 杜 明 杨 毅 辛文杰
范志强 殷八斤 崔 巍 傅小康 彭 力 霍永忠

前言

中国是世界煤炭资源大国,同时拥有十分丰富的煤层气资源,2000m以浅煤层气资源量为 $(30\sim 35)\times 10^{12}\text{m}^3$ 。煤层气资源是一种潜在可利用的清洁气体能源,开发利用煤层气具有增加气体能源、缓解能源供应紧张局面、改善煤矿安全生产条件及保护大气环境等意义。

80年代末期,美国煤层气地面开发利用取得商业成功,从此,在中国掀起了地面勘探开发煤层气的热潮。经过近十年的实践,在全国范围内已实施150多口煤层气井,取得了具有工业开采价值的煤层气产量,初步证实了中国大规模开发利用煤层气的可能性和必要性。因此,中国从产业发展的角度有计划、有步骤地开发利用煤层气已势在必行。

开发利用煤层气是中国实施能源、环境和经济可持续发展战略的组成部分。中国政府十分重视我国煤层气产业的发展,政府已从组建国家煤层气专业公司、规范煤层气行业管理、出台煤层气开发的优惠政策、提供煤层气勘探的专用资金、吸引外资等方面给予了全面的支持。但是,与美国煤层气产业的发展相比,中国煤层气产业刚刚起步,煤层气勘探开发的技术、煤层气产业的政策法规、行业管理等都尚在探索之中,资金也明显不足。所以,依托中国的煤层气资源优势,内联外引、扩大开放、坚持走煤层气对外合作的发展道路,才能充分利用外国投资者的风险勘探资金,解决中国煤层气产业发展初期资金不足的问题,才能利用和学习国外已成熟的技术和管理经验,建立具有中国特色的煤层气勘探开发技术和管理体系,从而加快中国煤层气产业的发展。

本书对中国煤层气资源的分布特点、煤层气利用及市场前景、煤层气开发的政策与法规、煤层气对外合作的基本原则、合同模式、煤层气对外合作的标准合同、煤层气对外合作的经营策略、煤层气对外合作的审批程序、煤层气对外合作项目的工程承包进行系统地介绍与总结,其目的是宣传中国的煤层气产业,让更多的人了解和关注它的发展,增强中国煤层气资源对外合作事业的吸引力,强化外资和技术的引进;同时,也反映中国煤层气产业发展初期尚不健全的一些管理措施及尚待改进的投资政策,以促进改革,不断地完善中国煤层气的投资环境,促进中国煤层气产业的成熟和壮大。

自1998年12月,由中联煤层气有限责任公司孙茂远副总经理任主编,国际合作部辛文杰副主任、范志强同志任副主编,组织国际合作部全体人员利用业余时间开始本书的编写工作。孙茂远负责拟定本书的整体框架及终稿审定,孙茂远、辛文杰、范志强对书稿多次修改,范志强做了大量编辑加工工作。本书编写期间,胡乃人教授级高级工程师认真审阅全部书稿,并提出了宝贵意见。编写分工如下:前言,范志强;第一章,孙茂远;第二章,辛文杰、霍永忠;第三章,华伟、朱超(煤炭信息研究院);第四章,丁健春、元淑玲;第五章,杜明、殷八斤、傅小康;第六章,杜明、杨毅;第七章,杜明、殷八斤、傅小康;第八章,刘贻军、范志强、彭力;第九章,辛文杰、张国良、崔巍、王楚峰;附录,

目 录

第一章 总论	1
第二章 中国煤层气资源	6
第一节 煤炭资源	6
第二节 煤层气资源	18
第三节 中国煤层气资源部分有利区简介	21
第三章 煤层气利用和市场前景	31
第一节 煤层气利用潜力分析	31
第二节 煤层气开发的经济效益分析	36
第三节 煤层气利用的经济效益分析	50
第四节 煤层气开发有利选区的市场简析	56
第五节 煤层气经济评价方法	61
第四章 煤层气开发的政策与法规	66
第一节 国外开发煤层气的政策	66
第二节 国际社会对中国煤层气开发的援助	69
第三节 中国的煤层气开发鼓励政策	71
第四节 中国开发煤层气的相关法规	75
第五章 煤层气对外合作的基本原则、合同模式	81
第一节 中国煤层气对外合作的基本原则	81
第二节 对外合作开采油气资源合同的基本类型	83
第三节 中国煤层气对外合作的模式选择	90
第六章 煤层气对外合作的标准合同	93
第七章 煤层气对外合作的经营策略	102
第八章 煤层气对外合作的审批程序	110
第九章 煤层气对外合作项目的工程承包	115
第一节 钻井队伍的资质认证	115
第二节 环保可行性研究与审批	118

第三节	招标与投标	121
第四节	合同执行	131
本书重点介绍现阶段中国煤层气开发利用与对外合作前景、政策、模式、程序及项目		
附 录		138
一、美国煤层气资源分布特点		138
二、美国煤层气产业发展动因		140
三、美国重要煤层气生产基地		142
四、中国的能源生产与消费		160
五、国外煤层气企业简介		165
六、中联煤层气有限责任公司简介		170
参考文献		173

第一章 总 论

能源作为人类经济社会发展的三大支柱之一，是全世界普遍关注的关键问题。21 世纪能源可持续发展，对于世界经济的可持续发展至关重要。鉴于中国的国情，在部署中长期国民经济发展战略时，研究、制订、调整能源发展战略，在新世纪保障供需平衡的前提下，使中国能源逐步洁净化，乃是刻不容缓的大事。

根据我国国民经济发展战略部署，到 21 世纪中叶，我国国民经济将达到世界中等发达国家水平，基本实现四个现代化。专家分析认为，2050 年时的中等发达国家生活水平应不低于目前发达国家平均水平，即在基本物质和服务消费及能源消费方面，发达国家的今天就是中国的明天。从宏观看来，到 2050 年，我国城镇化率将达到 79%~80%，人口约 15 亿；经济总量约为届时世界 GDP 的 1/3~1/4，人均 GDP 在 2~2.5 万美元之间；能源总需求量为 $30\sim 37.5\times 10^8$ t 标油，占届时世界能源消费总量的 16%~22%，人均能源消费量为 2~2.5 t 标油；能源经济效率要比目前发达国家最先进水平（如日本、法国）高 29%~101%，能源系统效率将达到 55%~60%。

众所周知，我国的能源生产和消费结构仍不理想，煤炭占 75%，石油占 19%，天然气仅占 2% 左右，远远低于世界平均水平（24%）。如果继续实施以煤炭为主的能源供应战略，则需要更多的煤炭转化成电力、气体和液体的燃料，能源效率难以达到较高的要求。要实现 2050 年的经济目标，只能增加能源供应总量（总量超过 $(40.5\sim 49.5)\times 10^8$ t 标油，人均能耗大于 $(2.7\sim 3.3)$ t 标油），这将严重影响能源、经济和环境之间的协调发展。依靠以煤为主的低效能源消费结构，难以实现我国的现代化。

从世界能源结构的走势看，油气在世界能源构成中的主体地位在 30~50 年内不会改变，天然气有可能成为 21 世纪能源消费的主导方向。我国的能源战略应向世界能源主流靠拢，实施优质能源为主的能源发展路线，大幅度调整能源结构。到 2030 年，煤炭在我国一次能源结构中的比例将从目前的 75% 降低到 50%~55%，油气将从 20% 提高到 35%，一次电力将提高到 10% 以上；2050 年，在我国一次能源结构中，煤炭将占 30%~35%，石油、天然气将占 40%~50%，一次电力占 15%~20%。

根据 1994 年全国第二次油气资源评价，我国 69 个含气盆地中，天然气总资源量为 $38\times 10^{12}\text{m}^3$ ，其中，陆上为 $29.9\times 10^{12}\text{m}^3$ ，近海为 $8.14\times 10^{12}\text{m}^3$ 。我国天然气资源主要分布在新疆、青海、陕甘宁、川渝等远离市场的中西部四大地区，平均探明程度仅 67.6%，探明储量 $2.9\times 10^{12}\text{m}^3$ ，其中陆上 $2.24\times 10^{12}\text{m}^3$ 。天然气可采资源量和剩余可采储量的人均值为 $5270\text{m}^3/\text{人}$ 和 $1368.6\text{m}^3/\text{人}$ ，国土均值分别为 $67.0\times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ 和 $17.4\times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ ，不足世界平均值的 1/10，天然气单位面积剩余可采储量不足世界均值的 1/5。可以说，常规天然气资源比较贫乏。由于我国天然气产量比较低，基本上“以产定用”，需求暂不紧迫，造成天然气资源比石油资源充足的假象，实际上未来供需缺口很大。

据中国石油天然气集团公司预测,到2010年,我国天然气探明储量达 $(4.1\sim 4.5)\times 10^{12}\text{m}^3$,2020年达到 $(5.5\sim 6)\times 10^{12}\text{m}^3$ 。2000年、2010年、2020年天然气产量分别为 $300\times 10^8\text{m}^3$ 、 $700\times 10^8\text{m}^3$ 、 $1000\times 10^8\text{m}^3$,2025年达到高峰产量,预计为 $(1100\sim 1300)\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ 。采用能源弹性分析法和用气地区调研的结果表明,2000年、2010年、2020年天然气需求分别为 $300\times 10^8\text{m}^3$ 、 $(1010\sim 1365)\times 10^8\text{m}^3$ 、 $(1606\sim 1800)\times 10^8\text{m}^3$ 。即2010年以后,常规天然气生产不能满足市场需求,只能提供占市场需求量的60%左右。再者,天然气利用地域主要分布在我国东部和南部,占总需求量的60%~72%,特别是长江三角洲地区潜在利用需求量占东部地区需求量的40%。随着天然气的开发与利用,在我国能源消费结构中,天然气所占比例将从1997年的2%,增加到2010年和2020年的6%和8%。天然气供需缺口可以通过进口管道天然气和进口LNG来解决。但是,无论从成本还是从供给安全上看来都存在很大问题,因此开发利用煤层气是补充常规天然气短缺的最现实而可靠的策略,不但具有巨大的综合经济效益和社会效益,而且比进口天然气具有更大的竞争力。

煤层气俗称“煤矿瓦斯”,其成分与常规天然气大致相同, CH_4 含量超过90%。煤层气如不开发利用,危害极大。首先,煤层气是一种温室气体,其温室效应是 CO_2 的20~24倍, CH_4 对全球气候变暖的贡献占15%,仅次于 CO_2 。我国每年因采煤向大气排放的 CH_4 气体总量近 $200\times 10^8\text{m}^3$,并且随煤炭产量的增加而递增,约占世界采煤排放 CH_4 总量的1/3,也占中国 CH_4 排放量的近1/3,这已引起国际社会的普遍关注。我国是《联合国气候变化框架公约》的缔约国之一,在满足经济发展需要的前提下,具有减排温室气体的国际义务。

瓦斯事故又是煤矿的四大灾害之首。我国高瓦斯煤矿占矿井总数的44%,瓦斯事故死亡矿工占煤矿总死亡人数的30%~40%,瓦斯事故又占煤矿重大伤亡事故的70%~80%。采煤之前先采气可以从根本上防止煤矿瓦斯事故,改善煤矿安全生产条件,同时,还可以减少矿井建设和生产通风费用1/5~1/4,有利于提高煤矿的经济效益,提高煤矿社会形象。

煤层气发热量一般在 $33.44\text{kJ}/\text{m}^3$ 以上,可归属为一种非常规天然气,一种洁净的气体能源。在世界范围内,近20年内煤层气产业迅速崛起。美国自从1979年颁布《能源意外获利法》中的第29条税收补贴条款以后,在政府的鼓励和扶持下,煤层气产业突飞猛进。1983年煤层气产量仅为 $1.73\times 10^8\text{m}^3$,1990年增至 $100\times 10^8\text{m}^3$,1995年达到 $250\times 10^8\text{m}^3$,1998年突破 $300\times 10^8\text{m}^3$,是我国同期常规天然气产量的约1.5倍。美国煤层气生产形成了相当规模,并逐步走向成熟。在美国煤层气商业性开发成功的鼓舞下,澳大利亚、加拿大、中国、英国、独联体、印度、波兰、德国、捷克等主要产煤国也都加快了煤层气勘探开发的步伐,取得了不同程度的发展。

中国煤炭和煤层气资源丰富,具有煤层气开发利用的雄厚物质基础。据中国煤田地质总局1997年预测,埋深2000m以浅的煤炭资源总量为55697.49亿t。据专家估算,中国煤层气资源总量为 $(30\sim 35)\times 10^{12}\text{m}^3$ (或 $32.68\times 10^{12}\text{m}^3$),主要集中在13个含煤盆地,其中,10个含煤盆地位于我国中、东部地区,煤层气资源量达 $22.3\times 10^{12}\text{m}^3$,占总资源量的68%。这些地区人口密度大,经济相对发达,具有良好的市场前景。

在华北和华南两大聚煤区,沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘(河东地区)、太行山东麓、

两淮煤田、滇东-黔西含煤区、江西萍乐含煤区的一些有利区块已经对外开放或即将对外开放。一些煤层气勘探区已取得了良好的初步勘探成果。如,在沁水盆地南部潘庄井田的合作区,数年内平均单井日产 $2000 \sim 3000 \text{ m}^3$ 煤层气,最高日产超过 $1 \times 10^4 \text{ m}^3$;在沁水盆地南部由中联公司钻的 TL-007 井最高日产超过 $1.6 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。位于河东煤田的对外合作区块——三交区块的试验井显示出较高的储层渗透性,专家预计的单井日产气量可望超过 $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。淮北合作区已经取得的勘探成果显示,该地区的煤层气饱和度、储层压力和渗透率都较为理想。预计,中国近几年内,可开放的有利合作区面积将达到 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$ 以上。

我国井下抽放利用煤层气已经有几十年的历史,近几年抽放量为 $(6 \sim 7) \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,利用量仅为 $5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 左右,大多作为福利性居民用气。随着我国地面开发煤层气的成功,煤层气利用、市场和经济效益的问题将越来越迫切。根据预测和调研,我国东北、环渤海、长江三角洲及南部地区在中长期规划中,对天然气(含煤层气)的需求量占总需求的 $60\% \sim 72\%$ 。用户主要是发电、化工、城市民用、工业燃料、商业等行业和部门。2005 年以后,发电和城市民用将占很大比例。在沁水煤田、阳泉矿区、西山煤田、河东煤田、两淮煤田、盘江矿区、铁法矿区、准格尔矿区、丰城矿区、韩城矿区等有利选区的初步调研表明,这些地区有条件开拓和培育良好的煤层气利用市场。

无论是自营勘探还是对外合作,煤层气开发利用的经济效益分析都十分重要。美国已开发出煤层气经济评价的模型,成功地应用于商业生产。我国华北石油地质局、煤层气信息中心、煤炭科学研究总院西安分院也开发出经济评价模型。今后结合具体情况,需要在实践中不断修改、完善,以便对开发和使用煤层气作出实用性强的前瞻性评估。

我国 80 年代末,在美国煤层气开发成功的启示下,开始掀起试验地面钻井开发煤层气的热潮。迄今为止,已钻出 150 多口煤层气勘探井,其中一些取得良好的效果。从整体来看,我国煤层气开发仍处于起步阶段,虽然具有资源、市场的优势,但是缺少资金、技术和管理经验。对外合作是加快我国煤层气产业发展的重要策略。我国海洋石油工业的发展历程和成功经验,值得我们深思和借鉴。

我国海洋石油工业 50 年代末期起步,十几年的时间累计生产原油不足 100t,至改革开放初的 1982 年,大于 $300 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的蓝色国土上只有 3 座简陋的油田,产量不足 $10 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。从 1982~1997 年的 15 年,从扩大和深化对外开放入手,原油产量增至 $1539 \times 10^4 \text{ t}$ (含海外 $38.33 \times 10^4 \text{ t}$),天然气 $26.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,国有资产从 28.3 亿元增值到 315.6 亿元,人均劳动生产率从 3 万元提高到 34 万元,向国家纳税 58.5 亿元。已与 18 个国家和地区的 67 家公司签订了 126 个石油合同和协议,累计利用外资 60 亿美元。

新兴的我国海洋石油工业经历了三个发展阶段:第一阶段,建立法规,组建国家公司,制定标准合同,选择最佳对外合作方式,掀起对外合作高潮;第二阶段,即从 80 年代中期开始,坚持对外合作的同时,利用对外合作学到的技术和管理经验以及积累的资金,开辟自营战场,加快发展民族产业。十几年来在 19 个油田中,有 6 个是自营开发的;第三阶段,90 年代,实行上、下游一体化和海外发展战略。综观我国海洋石油工业发展道路,关键性因素如下:国家制定改革开放的大政方针和一整套符合国情及国际惯例的政策;学习和借鉴外国石油公司的先进管理模式;创造出新型管理体制;培养出一批高素质人才,为参与国际竞争取得较高资信。总而言之,大规模开展对外合作,有效的利用外

资，乃是我国海洋石油工业成功之宝。目前，对外合作油、气田的产量比重约占中国海洋石油总公司的85%以上，简括其发展方针为“继续开放，扩大自营，油气并举，稳步提高。”

前事不忘，后事之师。根据我国海洋石油工业的成功经验，结合产业自身和外部环境的实际情况，中国煤层气产业发展战略宜着眼于：强化对外合作，坚持自营开发；地面开发与井下抽放相结合，近期重点突破与长远全面规划相结合；外引内联，滚动发展。现阶段，强化对外合作应作为最重要的手段于应有的高度，通过刻意创建适宜的投资环境，以对外合作为龙头推动煤层气产业健康发展。

实践证明，国家的政策与法规当否，对产业的发展起着特别重要的作用。我国政府高度重视发展煤层气产业。党和国家领导人江泽民主席、李鹏委员长等曾经亲笔题词鼓励。政府颁文确认国家鼓励开发利用煤层气，并将其列入“鼓励外商投资的产业和产品目录”以及“国家鼓励的重点基础产业与产品目录”之中。1996年国务院组建了煤层气开发利用的国家公司——中联煤层气有限责任公司（简称中联公司），批准其在国家计划中单列，享有对外合作勘探、开发、生产煤层气专营权。规定煤层气开发按石油模式管理，即适用石油天然气有关法规，并对煤层气资源管理制定出若干管理办法。其中有关法规明确“煤层气资源属于国家所有”，简化了美国几十年悬而未决的煤层气资源所有权的难题。随之国家还颁布了扶持煤层气产业发展和鼓励对外合作的经济扶持政策，包括减免税收、气价、减免矿区使用费等重要内容。初步营造出吸引外资的良好大氛围。随着改革开放和煤层气对外合作的深入开展，国家必将出台专门的煤层气对外合作法规和条例，中联公司也将继续向国家申请优于常规天然气对外合作的经济扶持政策。特别值得指出的是，我国政府体制改革以后，煤层气对外合作的有关审批程序正在向合理化和简化发展，将推动我国煤层气开发对外合作更快地前进。

资源归国家所有，开采活动和设施受资源国管理和保护，保护自然和保持生态平衡等前提下的“双赢互利”是煤层气对外合作的基本原则。所谓“双赢互利”，就是按国际准则和国际惯例规范运作，以双方认可的价值观，建立互惠互利的伙伴关系，在资源、市场、资金、技术、管理、人才方面优势叠加互补，获得最佳勘探开发效果，实现最大的经济利益，即合作项目利益最大化，合作企业价值最大化，使双方经营者都在合作中获取合理的利益。为此，合作双方统一思想、精诚配合，才能奏出流畅、和谐、悦耳、成功的对外合作之曲，达到“和气生财、双赢互利”的目的。

通过考察国际石油合作的方式，以及参考我国海洋和陆上石油对外合作的经验，我国煤层气对外合作首选产品分成合同为基本模式。目前，产品分成合同在国际石油合作中占主导地位，它有效地避免或降低了资源国的勘探风险，最大限度地保护了外国投资者的利益，有益于提高工程质量和降低成本。随着煤层气对外合作深入扩展，也将试验采用其他合作模式。1997年中国对外经济贸易部批准了《煤层气对外合作产品分成标准合同》。该标准合同既借鉴了我国石油对外合作的有关合同，又结合我国煤层气开发的具体情况和特点而制订，经一定周期还将不断修改和完善。

对外合作是手段，不是目的，最终目标还是发展和壮大我国的煤层气产业。在煤层气对外合作中，选择彼此适合的战略以及正确的经营策略，才能更好地服务于经济目标。不断完善立法和相关政策，营造良好的煤层气国际合作环境、建立健全现代化企业经营机

制、注意引进消化适用的高新技术、加速培养骨干队伍和合格人才，是煤层气国际合作的重要经营策略。通过对外合作，我方要在执行合同中从学习、协助、监督逐步转到参与协助、监督、接替上来。在钻井、完井、增产、排采等煤层气对外合作工程项目中，采用面向国内外公开招标、公平竞争的方式确定施工队伍。对国内现有工程队伍进行筛选和资质认证，挑选出设备条件良好、人员素质高、服务水平优良的队伍，参与工程项目的投标，在竞争中进一步提高和改进技术水平与服务质量，以确保优质、高效、低成本地完成工程项目。目前已评选出煤层气反承包工程施工队甲级队 15 个、乙级队 23 个，实行动态管理，定期复查、调整与补充。目前已中标的施工队伍，在执行合同中得到了锻炼与提高，大多数获得外方作业者的好评。

第二章 中国煤层气资源

中国是一个煤炭资源大国,同时煤层气资源也十分丰富,深入了解煤炭资源和煤层气资源的数量、分布及特征,对煤层气资源的开发具有重要的意义。

煤层气是与煤伴生、以吸附状态储存于煤层内的一种非常规天然气,其中 CH_4 含量大于 95%,热值在 $33.44\text{kJ}/\text{m}^3$ 以上,是一种优质洁净的气体能源。

中国的一次能源结构中煤炭消费量大约占 75.3% 左右,石油比例不足 17.5%,天然气的比例不足 1.9%;中国特别缺乏洁净的气体能源,预计 2000~2010 年,中国天然气的缺口将分别为 $(20\sim50)\times 10^8\text{m}^3$ 及 $(200\sim400)\times 10^8\text{m}^3$,中国丰富的煤层气资源有望成为 21 世纪中国的替代性新能源之一。

中国由于采煤每年向大气层释放的煤层气总量为 $(14\sim24)\times 10^9\text{m}^3$ 。因此,大规模开发利用中国丰富的煤层气资源,能够增加中国的洁净气体能源,减少资源浪费,有效地改善能源结构。

因开采而排放的大量煤层气,不仅严重破坏矿区空气质量,而且对全球的大气环境产生污染,这已引起国际社会的普遍关注。中国是世界上最大的煤炭生产和消费国,中国开发利用煤层气,不仅可以减少全球 CH_4 排放的总量,而且可以对世界环境保护做出贡献。

煤矿瓦斯对煤矿的安全生产构成重大威胁早已为人们所熟知。中国煤矿高瓦斯的矿井比例大,煤矿瓦斯事故比较严重。1983~1994 年的 10 年间,中国煤矿因瓦斯突出事故而死亡的人数达 4571 人。估计每采百万 t 煤就有 4~5 人因瓦斯爆炸而死亡,瓦斯事故死亡矿工占煤矿总工伤死亡人数的 40% 以上,在煤矿重大恶性事故中瓦斯事故约占 70%~80%,造成严重的人员伤亡和经济损失。在采煤之前先开采煤层气,除了从根本上防治煤矿瓦斯事故,有效地保障煤矿的安全生产外,还将降低煤矿基建费用四分之一,从而提高煤炭生产的经济效益。

综上所述,开发煤层气资源具有改善能源结构、保护环境、改善煤矿安全生产条件的三重意义,另外,开发利用煤层气还具有较强的经济潜力。

第一节 煤 炭 资 源

中国煤炭资源总量居世界第一位。原地质矿产部全国煤炭资源调查表明,我国埋深 2000m 以浅的煤炭资源总量为 $62,000\times 10^8\text{t}$,其中预测储量为 $53287\times 10^8\text{t}$,保有储量为 $8737\times 10^8\text{t}$ 。据原煤炭部第三次全国煤田预测资料埋深 2000m 以浅的煤炭资源总量为 $55697.49\times 10^8\text{t}$,其中预测储量为 $5521.04\times 10^8\text{t}$,保有储量 $10176.45\times 10^8\text{t}$ 。

一、主要聚煤期及地理分布

我国地史上的聚煤期有 14 个,其中早石炭世、晚石炭世—早二叠世、晚二叠世、晚三叠世、早—中侏罗世、早白垩世和第三纪为主要聚煤期。在这 7 个主要聚煤期中,以晚石炭世—早二叠世、晚二叠世、早—中侏罗世和早白垩世 4 个聚煤期更为重要,相应煤系地层中赋存的煤炭资源占我国煤炭资源总量的 95% 以上,煤层气资源占我国煤层气资源总量为

99.5%以上。

晚石炭世—早二叠世聚煤作用主要发生在中国北方(图2-1),该期聚煤作用发生的大地构造单元为华北地台的主体部分,含煤面积达 $80 \times 10^4 \text{ km}^2$,也是我国重要的煤层气聚集区。由于印支运动及燕山运动的改造,华北石炭—二叠系煤层主要赋存在鄂尔多斯盆地东缘、沁水盆地、西山、豫西、太行山东麓及两淮等含煤区。

晚二叠世聚煤作用在我国南方十分强烈,同时晚二叠世是南方煤炭资源的主要聚集期,主要分布于秦岭—大别山以南,龙门山—大雪山—哀牢山以东(图2-1)。现存的主要含煤区主要有滇东—黔西、萍乐凹陷等。

早—中侏罗世聚煤作用主要发生西北地区和华北地区北部。该期聚煤作用在西北地区广泛而强烈,所形成的煤炭资源在该区占绝对优势。早—中侏罗世煤炭资源主要分布在鄂尔多斯盆地、准噶尔盆地、塔里木东缘盆地、吐—哈盆地等侏罗纪盆地中。

早白垩世聚煤作用主要发生在内蒙东部—东北的断陷盆地中,其大地构造单元为兴蒙褶皱带东缘和华北地台北缘。该期聚煤作用是东北地区最主要的聚煤作用,也为东北地区的煤层气聚集奠定了物质基础。

二、主要聚煤期的煤层

我国各聚煤期均有可采煤层形成,从早石炭世到第三纪,富煤面积逐步缩小,煤层稳定性变差,煤层层数减少,煤层单层厚度增大。聚煤范围广、煤层连续性最好的是华北石炭—二叠纪聚煤区,其次是华南二叠纪聚煤区,煤层单层厚度最大的发育在东北中生代断陷盆地内。

1. 华北石炭—二叠系煤层

石炭—二叠系煤层是华北地区的主要煤层。上石炭统可采煤层分布于北纬 35° 以北(图2-2),二叠系可采煤层遍及整个华北盆地,含煤性较好。

总体而言,石炭—二叠系主要可采煤层具有北厚南薄的总体分布趋势,南北分带明显(图2-3)。华北石炭—二叠纪大煤层在煤岩组成及煤质方面具有南北分带的特点。从图2-4中可以看出,太原组和山西组煤层镜惰比值(V/I)具有南北分带的现象,太原组煤层内镜质组含量与惰质组含量之比由北向南呈增加趋势, V/I 值由北部的1增至两淮地区的10,镜质组含量由47.9%增至80%~90%(表2-1)。山西组煤层 V/I 值亦有相近的变化趋势, V/I 值由1增至4,镜质组含量由46.9%增到60%~80%(见表2-2、图2-5)。

华北石炭—二叠系煤层厚度展布,煤岩及煤质所表现出的南北分带的现象,是由于石炭—二叠纪时期,华北盆地的形态总体上呈北高南低之势,海侵来自东或东南方向,逐渐向北,海退则从西北向东南/南方向迁移,这种海侵/海退特点造成了华北盆地的泥炭或煤的物质成分和物质输入具有南北分带的现象。

2. 华南二叠系煤层

华南二叠系煤层主要发育在华南西部的滇东—黔西—川南地区和东部的萍乐—南通凹陷。华南西部煤层的发育在黔北—川南、黔中、黔西和滇东等地区有所不同。黔北—川南、南桐、华莹山、桐梓等含煤区,含煤3~53层,平均16层,煤层总厚0.45~28.12m,平均6.24m,可采煤层总厚1.90~32.25m,平均4.33m。

黔中地区分布有贵阳、织纳、威宁等煤田,含煤8~82层,平均26层,煤层总厚7.51~45.03m,平均16.35m,可采煤层总厚3.04~38.0m,平均9.98m,局部可采煤层16层。

