



赵庆波
等著

煤层气地质与勘探技术

石油工业出版社

0.2

煤层气地质与勘探技术

赵庆波 等著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书借鉴了国外煤层气勘探经验,系统地总结了我国煤层气地质特征。通过现场反复试验,并结合国外煤层气勘探工艺技术,获得了一套行之有效的煤层气勘探工艺技术和方法。主要包括中国煤层气分布现状、煤层气勘探地质研究方法、实验测试技术、煤层气钻井、完井、录井、测井、试气技术及煤层气储量计算与经济评价。

本书可供从事煤层气勘探开发等方面的生产、研究人员及有关科研院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤层气地质与勘探技术/赵庆波等著.

北京:石油工业出版社,1999.3

ISBN 7-5021-2540-X

I. 煤…

Ⅰ. 赵…

Ⅲ. ①煤成气-石油天然气地质②煤成气-油气勘探

Ⅳ. P618. 130. 2

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第07554号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京密云华都印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 13.5印张 345千字 印1-1000

1999年3月北京第1版 1999年3月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-2540-X/TE·2071

定价:28.00元

《煤层气地质与勘探技术》
编委会

主 编	赵庆波			
副主编	李五忠	孙 斌	王一兵	张公明
	姜 毅	王发展	张继东	黄 飞
编 委	李安启	张建博	陈孟晋	许化政
	王宏岩	于顺明	黄洪春	张金成
	王 玺	杨 华	桂宝林	赵克镜
	谷文彬	刘 旭	穆献忠	马群威

前 言

煤层气是煤层生成的气经运移、扩散后的剩余量，包括煤层颗粒基质表面吸附气，割理、裂隙游离气，煤层水中溶解气和煤层之间薄砂岩、碳酸盐岩等储层夹层间的游离气。其控制因素及勘探特点不同于常规油气和固体煤。

常规天然气有其独立的一套成气理论和勘探方法，它主要储集于砂岩、碳酸盐岩孔隙、裂隙型储层中，勘探对象是以地层、岩性、构造圈闭为主的游离气，开采方式是靠地层弹性能量开采。用这种方法在构造高点找到的煤层气一般弱含水或不含水，为构造圈闭煤层气藏，由于难以排水降压，所以气产量低。如石油天然气集团以勘探常规油气为主兼探煤层气的欧5井、沁参1井、大参1井，有的井煤层埋藏深，属低孔低渗，尽管含气量大，但可解吸气率低〔解吸量/（解吸量+残余量）〕，无工业开采价值。

煤的勘探自有其一套理论和方法，勘探重点是根据现有开采条件找盆地边缘的浅煤层、低瓦斯区、无水区，开采深度一般在500m以上。对于煤层气成因而言，多处于甲烷风化带，水多气少，即使打到高瓦斯突出区，由于煤储层物性差，煤层气为游离气，瞬时产气量高但递减很快，如包头、白沙、开滦煤矿及曲江向斜。也有的处于构造应力变质区，煤层气散失严重，开采时水多气少，煤层多为超微孔隙，如荣巩新1、新2井、焦作古汉山及唐山煤层气开发试验区。

而拟合于固体和液体之间的煤层气勘探，其对象是以储层与气源同层的煤层吸附气为主，同时夹有游离气。既以承压水封堵和压力封闭成藏为主，又富集于构造斜坡或向斜；既需要侧向水封堵，又不能埋藏太浅处于盆地边缘高含水甲烷风化带，或在煤层内及附近存在大量生气期以来强水网络状循环带；既需要一定储层物性使大量 CH_4 吸附于煤层颗粒基质表面，又不能储层物性太好易与盖层勾通形成水动力流动，使气体散失严重。因此，它是找向斜、找斜坡，避开水动力冲刷区，靠承压水封堵，而又靠排水降压采气的一种特殊矿藏。在资料录取上，由于煤质松软，常规取心极易破碎原始结构，起钻时煤心在井筒内时间过长而使气体散失严重。因此，渗透率等参数的录取不能用实验室钻岩心柱子的方法求得，而是靠注入一压降试井录取，吨煤含气量的测试防止气体在井筒内散失，利用钻井绳索式密闭取心，由井底拔心到地面装罐仅用10多分钟时间。煤层为割理、裂隙、孔隙双重介质，对煤层压裂带来难度，压裂裂缝测试靠CT、大地电位法监测压裂裂缝形态和长度，确定布井几何形态和井距；在排液降压试气中，要求很严，需要负压射孔，钻试验井组均衡缓慢抽排降压，防止液面激动造成地层煤粉迁移堵塞割理孔隙。煤层不能在井筒被水时露、时淹，防止煤层与氧接触形成薄氧膜阻止甲烷的解吸。这一切，形成了煤层气独特的勘探方法和配套的勘探工艺技术系列。

1994年以来，原中国石油天然气总公司新区勘探事业部煤层气勘探项目经理部狠抓了煤层气选区评价和配套的工艺技术攻关试验。特别是“九五”期间列为原中国石油天然气总公司重点攻关项目以来，各项工作进展很快，由无到有，已初步形成了原中国石油天然气总公司配套的煤层气勘探工艺技术系列，概括总结为以下5点。

1. 在选区评价上，以探索煤层气高产富集条件为中心，狠抓了盆地一区带一目标三个层次的评价研究工作，逐步深入，取得了好的效果。如沁水煤层气大气田的发现，就是选区评

价、勘探工艺技术取得突破的历史见证：首先是选区上由华北地区沁水盆地（盆地）→沁水盆地环状斜坡带（区带）→晋城地区（目标）→樊庄区块，逐步加深研究，层层筛选目标，并应用了多种工艺技术，向试验区目标逐步逼近，最后发现了我国第一个大型煤层气大气田。

2. 在煤层气地质理论上，从以下三方面取得了突破性认识。

①煤层气气藏划分为顶板水网络状微渗滤封闭气藏、承压水封堵气藏、构造圈闭气藏、压力封闭气藏四大类。

②煤的热演化生气类型划分为区域岩浆热变质、局部热动力变质、深层水交替热变质、区域压实变质、构造应力变质五大类。

③煤层气成因类型由盆地边缘到腹地划分为甲烷风化带、生物降解带、饱和吸附带、低解吸带四大类。

根据以上分类，发现了以往在我国十多个公司和单位钻煤层气井 150 多口为什么失利的主要原因，并吸取经验教训，为发现沁水煤层气大气田奠定了理论基础。

3. 在资源评价和获得煤层气地质储量方面，通过对全国 39 个含煤盆地 68 个含煤区的研究和计算，得出我国煤层气远景资源量为 350000 亿 m^3 。其中，华北占 58.1%，西北占 31.7%，华南占 8.6%，东北占 1.6%。其中最有利的 8 大有利选区 26 个目标，勘探面积 3.3 万 km^2 ，煤层气远景资源量为 43000 亿 m^3 ，分布于华北地区 7 个，华南 1 个。对河北大城、山西晋城、陕西吴堡地区，开辟了三个煤层气试验区，取得了一些宝贵的经验。特别是对沁水盆地的煤层气勘探，通过多种方法深化研究和钻探，已拿到一个大型煤层气气田，初步预测潜在资源量 4500 亿 m^3 ，已获各类储量 992 亿 m^3 ，其中探明 96 亿 m^3 ，控制 618 亿 m^3 ，预测 278 亿 m^3 。成为中国首次发现的大型煤层气气田。

4. 在勘探工艺技术上，重点研制、加工、引进了煤层气钻井绳索快速取心；测井含气量、压裂等参数处理解释软件；注入一压降法试井；煤层压裂设计软件；大地电位法；煤层压裂裂缝监测；CT 法煤层动态裂缝监测；煤层产量历史模拟；煤层气开发经济评价软件等新技术，经现场几口井试验，不断完善，取得了成功。

上述地质选区评价、气藏描述技术方法和 8 项新的工艺技术是新区勘探事业部煤层气勘探项目经理部在煤层气勘探过程中边总结、边研制而成，填补了原中国石油天然气总公司的空白，并可与国际接轨，经各方面专家评审认为已达到国际先进水平。

5. 在组织上，原中国石油天然气总公司成立了新区煤层气勘探项目经理部，承担了总公司煤层气生产、科研组织任务。特别是“九五”期间，承担了总公司煤层气科技工程攻关项目管理工作。

在科研攻关上，采取科研与生产紧密结合的方法，边研究，边组织攻关、边试验、边总结、再实践、再认识的艰苦细致工作。已建立起 6 大学科 20 多个科研攻关、现场试验联合体，分别承担了勘探、开发、钻井、试气、经济评价与下游工程、情报等方面研究与试验的连环式技术实体，形成了我国煤层气勘探配套的技术力量。

此书是原中国石油天然气总公司五年以来煤层气勘探与攻关研究取得效益的集体结晶。在此，原中国石油天然气总公司新区勘探事业部煤层气勘探项目经理部，对以下承担项目生产、科研的单位表示衷心感谢。

新区勘探事业部：项目处，监督办，经营办；

石油勘探开发科学研究院廊坊分院：天然气所，酸化压裂中心，完井所；

华北石油管理局：地质勘探公司，地质勘探开发研究院，钻井一、二公司，测井公司，井

下作业公司，录井公司，钻井工艺研究所；

中原石油勘探局：钻井一公司，井下作业公司，地质勘探开发研究院，煤层气勘探事业部；

大港油田集团有限公司：钻采工艺研究院，煤层气勘探分公司；

长庆石油勘探局：地质勘探开发研究院、勘探公司；

滇黔桂石油勘探局研究院、煤科院西安分院、华北石油地质局、中国煤田地质总局勘探一局、中国地质大学、中国矿业大学、中科院地质所、中国石油天然气集团公司信息所、江汉石油管理局钻井处、吉林石油集团有限公司录井公司等单位。

特别应感谢勘探局、新区勘探事业部、廊坊分院及各油田领导在工作上给予大力支持和帮助。

本书是以上各单位的集体研究成果，是广大科研工作者多年来在现场试验工作和室内工作的结晶，由具体组织这项工作的勘探项目经理部，将其索取精华，汇报给大家。

该书第一章由赵庆波、黄飞执笔；第二章由王发展执笔；第三章由王一兵执笔；第四章由李五忠、黄飞执笔；第五章由姜毅执笔；第六、第七章由孙斌执笔，第八章由张继东、黄飞执笔；第九章由张公明、刘旭执笔；第十章由赵庆波、穆献忠执笔。赵庆波最后对各章进行了统稿。

限于经验和水平，书中如有不当之处，望读者不吝指正。

目 录

第一章 中国煤层气分布现状	(1)
第一节 中国煤层气勘探与试验现状.....	(1)
第二节 中国成煤环境.....	(2)
第三节 中国煤层及煤层气远景资源分布特点.....	(5)
第二章 煤层气地质研究及重点目标评价	(13)
第一节 煤层气地质研究的基本任务	(13)
第二节 煤层气形成及高产富集条件	(13)
第三节 煤层气成藏条件	(17)
第四节 煤层气地质选区评价	(21)
第五节 中国煤层气重点选区目标评价	(28)
第三章 煤层气资源量、储量计算方法	(45)
第一节 煤层气储量分级	(45)
第二节 煤层气储量计算方法	(47)
第三节 煤层气储量参数确定实例	(50)
第四章 煤层气勘探实验室测试技术	(54)
第一节 煤的工业分析及平衡水分测试技术	(54)
第二节 煤层特征测试技术	(56)
第三节 煤层含气量测试技术及应用	(57)
第四节 煤层吸附等温线测定	(61)
第五节 煤层储层物性测试技术	(66)
第五章 煤层气钻井完井工艺技术	(74)
第一节 煤层的钻井完井特点	(74)
第二节 煤层气井钻井完井分类及程序	(76)
第三节 煤层气储层保护技术	(81)
第四节 煤层气固井技术	(90)
第五节 煤层气井绳索取心技术	(94)
第六节 钻井资料及完井报告	(99)
第六章 煤层气测井评价技术	(100)
第一节 煤层气测井响应.....	(100)
第二节 煤层物性和裂缝测井解释.....	(104)
第三节 煤层含气测井解释.....	(109)
第四节 煤层机械特性测井评价.....	(110)
第七章 煤层气地质录井、气测录井技术	(114)
第一节 地质录井技术.....	(114)
第二节 气测录井技术.....	(122)

第三节	资料的录取与总结·····	(126)
第八章	煤层气井试气技术·····	(128)
第一节	煤层气井试井技术·····	(128)
第二节	煤层气井增产措施——压裂工艺技术·····	(136)
第三节	压裂裂缝监测技术·····	(145)
第四节	井间地震声波层析成像技术·····	(152)
第五节	煤层气井抽排工艺技术·····	(157)
第六节	煤层气试气资料录取与总结的编写·····	(167)
第九章	煤层气储层数值模拟技术·····	(170)
第一节	煤层气储层模拟的数学模型·····	(170)
第二节	煤层储层数值模拟软件与参数准备·····	(172)
第三节	实例分析·····	(176)
第十章	煤层气勘探经济评价方法·····	(187)
第一节	煤层气经济评价的六大因素·····	(187)
第二节	煤层气勘探开发经济指标测算方法·····	(192)
第三节	沁水煤层气田经济评价实例分析·····	(197)
参考文献	·····	(206)

第一章 中国煤层气分布现状

第一节 中国煤层气勘探与试验现状

煤层气是在漫长的地质年代煤层中生成的天然气经运移、扩散后的剩余量。包括煤层的颗粒基质表面吸附气，由于煤层生成的气体超过煤岩表面临界吸附量后，气体在煤层孔隙或裂隙（割理）中的游离气，溶解在水中的溶解气和煤层之间一些薄砂岩、碳酸盐岩储层中的游离气。但本书指的是主要以物理方式吸附在煤层的孔隙和裂缝、割理基质表面上的煤层气。由于煤层既是生气层又是储气层，所以它是一种非常规的天然气。

我国煤层气勘探起步较晚。初期由排放煤层瓦斯减少生产灾害为目的，到80年代，特别是90年代才开始转变为以煤层气专项勘探试验为目的，进行新能源勘探研究，并逐渐改变观念，将其作为油气勘探的后备战场。由地质评价到技术储备、技术力量的培养逐步揭开了这一跨世纪新能源接替的勘探与开发试验历史新篇章。

“七五”期间，煤炭系统以减少煤层瓦斯灾害为目的进行煤层气钻井试验，开始由巷道瓦斯抽放发展到钻地面井。但是，由于是以提高采煤安全系数为目的，对煤层气高产富集条件、地质规律研究不深，不是以专门勘探煤层气为目的，所以选区研究和掌握现代煤层勘探技术上没有突破而未能获得成功。到了“八五”期间，地矿系统承担了国家“华北煤层气勘探开发试验”项目。1993年又承担了联合国开发计划署援助的“深层煤层气勘探”项目，开始引进国外煤层气勘探的一些新技术与设备，聘请国外专家，在国内进行煤层气勘探，对煤层气的勘探才有了一些新的思考。

“八五”期间，原中国石油天然气总公司在国内四个地区进行专项投资，开展了以油公司为主体的煤层气勘探试验工作，并专门成立了煤层气勘探项目经理部。煤层气勘探研究逐步加深，专门技术装备开始逐步形成，国内外技术交流比较广泛，有力地促进了中国煤层气工业的快速发展。到“九五”期间，技术上已基本成套，煤层气地质研究也不断深入，一批开发试验区也获得了工业性突破。如山西柳林、晋城、潘庄、河北大城、陕西吴堡等地区，开发试验取得了较好效果。

由于我国丰富的煤层气资源（与全国常规天然气远景资源量相当）和国内几个大公司煤层气勘探试验的启动及煤层气勘探技术的提高，吸引了许多国外公司争先恐后来我国寻求投资与合作，共同勘探开发中国的煤层气资源。如美国的 AMOCO（阿莫科）、ENRON（安然）、DERON（丹佛）等，澳大利亚的 LOWELL（略威尔）、华威等公司。

目前已发展成为由国家控制级油公司组织项目，矿务局、油田等二级单位自筹资金与国外合作，以及地方政府部门也参与合作进行勘探，真可谓中国煤层气勘探“遍地开花”。到目前为止，国内煤层气勘探已钻井140多口（见表1-1）。

表 1-1 全国煤层气勘探状况

国籍	公司	中方合作者	工作地区	已打井 (口)	状况
美国	德士古	中联煤	安徽淮北	2	
澳大利亚	华威	华北石油地质局	山西柳林	3	

续表

国籍	公司	中方合作者	工作地区	已打井 (口)	状况
美国	晋丹	晋城矿务局	山西晋城潘庄	7	建立开发试验区
美国	菲利浦	中联煤	山西临县	2	
美国	安然	华北石油地质局	山西三交	2	
澳大利亚	略威尔	华北石油地质局	陕西彬县—长武、柳林	2	
美国	阿莫科		蒙古东胜、山西	1	
美国	阿克		山西柳林	2	
中国	中联煤		辽东、六民屯、淮北、寿阳、屯留	5	
中国	煤炭地质总局勘探项目经理部(涿州)		黑龙江鹤岗	3	
中国	煤炭地质总局勘探项目经理部(涿州)		山西寿阳		
中国	煤炭地质总局勘探项目经理部(涿州)		江西丰城	1	
中国	华北石油地质局煤层气经理部		河南平顶山、柳林	7	
中国	煤炭、石油、地矿及其它系统和老井煤层气试验		抚顺、冷水江、丰城、辽河、焦作、安阳、淮北、济阳、濮阳、荥巩、铁法、星王庙、唐山、济阳等	90	
中国	石油天然气集团公司	煤层气勘探项目经理部	山西晋城、陕西吴堡、河北大城	13	建立开发试验区
合计				141	

第二节 中国成煤环境

一、四大重要成煤期

我国有八大成煤期,不同成煤期煤层的分布和发育程度各不相同,其中有四个重要成煤期,即石炭—二叠纪、晚二叠世、早—中侏罗世和晚侏罗—早白垩世。这四个聚煤期形成的煤炭资源量之和占全国总储量的 98%,因此,这四个聚煤期也是煤层气的重要富集层位(图 1-1)。

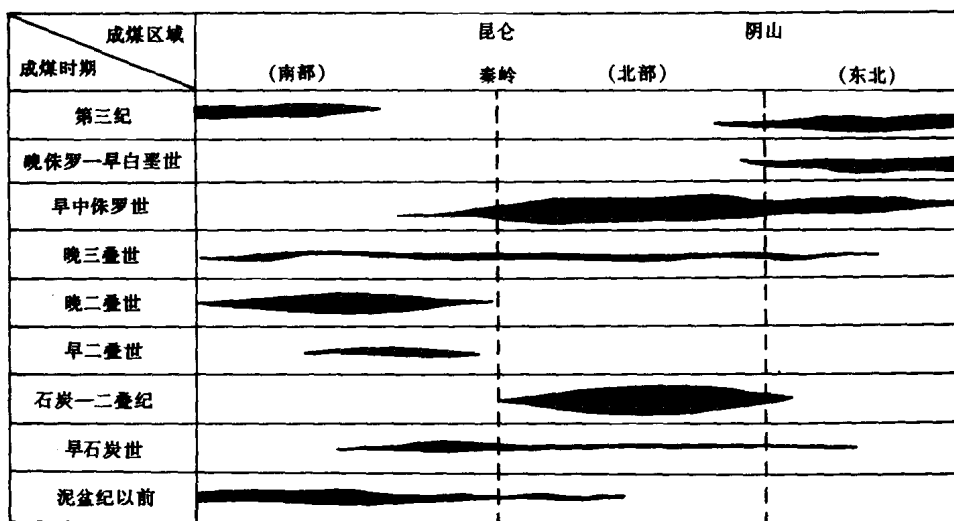


图 1-1 中国成煤期—区域关系图

(据《中国煤田预测说明书》上册, 1981)

石炭一二叠纪成煤期主要集中在华北地区，层位包括本溪组、太原组、山西组、下石盒子组和上石盒子组。受沉积环境影响，聚煤作用在纵向上表现出下部（本溪组）和上部（上、下石盒子组）弱，而中部（太原组和山西组）强的总趋势。在平面上，随着时间的推移，表现出由北向南迁移，自西向东衰退的特征。煤层厚度及煤层层数随沉积环境的变化，在不同地区也有明显的变化，煤种从长焰煤到无烟煤均存在。

以龙潭组为代表的晚二叠世含煤地区是我国南方最重要的含煤层系，遍布我国南方 12 省（区）。煤层分布受沉积环境控制，总的看来，西南区含煤性优于东南区。西南区以六（枝）盘（县）水（城）含煤区最好，含煤层数达 20~40 层，可采 2~25 层，可采煤总厚度为 1.75~42.88m。其次，在川南的珙县、筠连一带也是一个富煤带。东南区的含煤情况以湖南、江西最好，其次为福建、广东，可采煤一般为 1~9 层，可采总厚度 0.5~14m。煤变质程度从气煤到无烟煤均有，其中以无烟煤居多。川南、黔中、湖南、广东、福建为大面积无烟煤分布区，江西、浙江和湖南以及滇东、黔西和华蓥山地区多为气煤、肥煤、焦煤和瘦煤。

早一中侏罗世也是我国非常重要的成煤期，其中昆仑—秦岭以北地区是早一中侏罗世的重要聚煤区，由于它形成于规模不等、类型多样的内陆沉积盆地中，因此煤层厚度及分布变化较大。即使是同一类型盆地，受沉积相变的影响，其分布的稳定性也较差。该聚煤区又分隔成若干独立盆地，其中，准噶尔盆地及鄂尔多斯盆地为大型内陆拗陷型盆地，具有构造期相对稳定的成煤环境，导致煤层在大范围稳定发育，并形成巨厚的煤层。如准噶尔盆地南缘乌鲁木齐矿区存在两层巨厚煤层，单层最大厚度达 52.91m，可采煤总厚度达 168.74m。鄂尔多斯盆地神府煤田的 2 号煤层厚 3.12m，在数千平方千米范围内稳定发育。煤变质程度普遍较低，以长焰煤、气煤为主，局部可见无烟煤。

晚侏罗—早白垩世含煤地层集中分布于阴山山脉以北的东三省及内蒙古东部地区，除三江—穆稜河一带为海陆交互相聚煤盆地外，其余主要为断陷型盆地沉积。前者主要含煤地层是城子河组和穆稜河组，煤层层数多达 50~55 层，可采煤层为 14~21 层，横向稳定，但单层厚度小。后者以单层厚度及煤层总厚度均大，而横向变化很大为特征；煤种具有多样性，长焰煤到无烟煤均存在，以气煤最多，其次为焦煤和长焰煤，高变质的贫煤、无烟煤仅在勃利矿区有分布。

二、大地构造、古气候对成煤的控制作用

自泥盆纪出现陆生植物以来，我国晚古生代即可鉴别为重要的聚煤时期，该时期槽台相间，以台地相为主体的沉积为煤层发育的主要地区。地槽区的含煤地层，如杨山煤田及准噶尔盆地的石炭一二叠纪含煤沉积，均因沉降速度过快，形成的煤层多而薄，并且多为碳质页岩，经济价值低。该时期总体表现为与海相有关的煤系沉积，华北地区表现为滨海型煤系沉积，华南属于陆棚边缘海沉积。煤层具有分布稳定，单层厚度薄的特点，单层最大厚度一般为 0.5~2m。由于该时期煤层形成时代早，并经过多次构造变动，现今多为残留分布区，特别是华南地区分布更零散，不仅煤变质程度普遍较高，而且横向变化较大。

经过印支运动后，中国三大地台已拼合成整体，两大海槽即秦岭—祁连海槽、蒙古海槽已全部褶皱成陆，中国大陆基本形成，沉积体系已从古生代台地型沉积转向中、新生代陆相沉积体系。

早中侏罗世，我国中、西部处于挤压背景下的内陆拗陷型盆地沉积，形成如准噶尔、塔里木、吐哈、鄂尔多斯、四川等大型盆地及一系列中小型挤压盆地。东部地区则处于拉张背景下的小型断陷盆地沉积，聚煤盆地主要受古地理控制，煤层主要分布于北部潮湿气候带，形

成了著名的中亚聚煤带；而中部干燥气候带煤层不发育。

晚侏罗至早白垩世，我国东北部及邻国构成东北亚断陷盆地体系，并处于古北部潮湿气候带内，形成我国东北地区重要的煤炭基地。这类地区的煤层分布变化较大，热变质程度相对较低。

三、煤炭资源的分布特点

我国煤层发育最好、煤层总厚大于 50m 的地区有新疆的伊宁、乌鲁木齐、吐鲁番，内蒙古的海拉尔、霍林河，黑龙江鹤岗，辽宁抚顺，以及云南的个别第三纪煤田，其厚度虽大，但分布范围有限。煤层厚为 20~50m 的分布区有准噶尔、伊犁、吐哈等盆地的大部分地区，青海塔里木，甘肃靖远，宁夏石炭井、灵武，内蒙古、准噶尔，山西大同、宁武，河北承德、京西，黑龙江双鸭山、鸡西，安徽淮南、淮北，以及贵州六盘水地区，其煤层分布范围较广。煤层厚为 10~20m 的分布区主要有鄂尔多斯盆地、沁水盆地、太行山东麓诸煤田、平顶山、鲁西、淮北、川南、黔北、黔西等地，其煤层稳定，分布广阔（图 1-2）。以上各地也是我国煤层气田的主要分布地区。

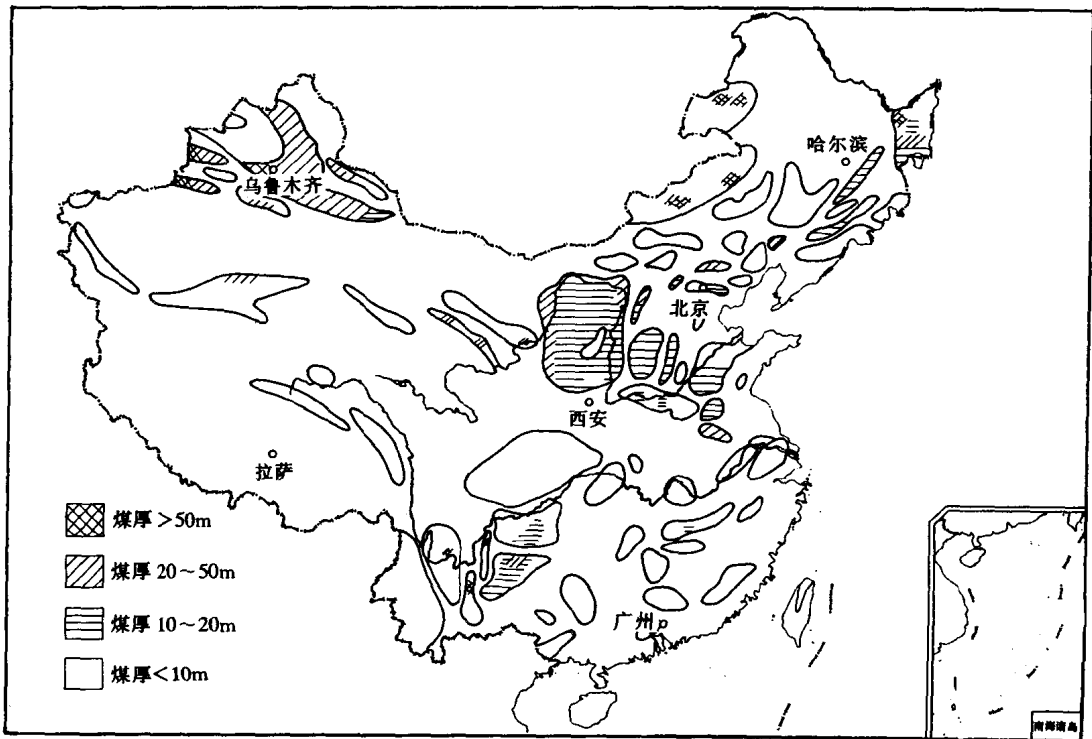


图 1-2 中国主要煤系煤层总厚度分布示意图

我国煤种自褐煤到无烟煤都有，在各煤种的探明储量中褐煤占 14.0%，低级烟煤占 31.1%（含长焰煤、不粘煤、弱粘煤），中高级烟煤（炼焦煤）占 35.0%（其中，气煤为 20.0%，肥煤为 4.5%，焦煤为 6.0%，瘦煤为 4.5%），高变质煤占 19.90%（其中贫煤为 2.9%，无烟煤为 17.0%）。可见，我国煤炭资源中不利于形成煤层气的低级烟煤和褐煤储量小于 50%，而有利于煤层气勘探的中高级烟煤储量大于 30%，而煤层气开发难度较大的高变质煤储量约占 20%，这就是我国煤炭资源的特色。

我国煤种在地理上的分布有一定规律，西北地区以早、中侏罗世为主，煤种多为长焰煤、不粘煤和弱粘煤，个别地区有气煤、肥煤和焦煤。华北地区以中、高变质烟煤及无烟煤为主，

只有鄂尔多斯盆地的中生代煤层以低级烟煤为多。此外，在若干煤田范围内仍有高、低煤种呈带状分布现象，内蒙古东部和东北地区则以褐煤和低变质烟煤为主。华南广大地区，除第三纪为褐煤外，均以中、高变质烟煤及无烟煤为主，如六盘水含煤区，湘、闽、粤及长江中、下游等地区都广泛分布有无烟煤。

低级烟煤常在大煤田或大范围内分布，储量大而煤质相对稳定；褐煤和无烟煤也在某些地区相应比较集中；而中、高变质烟煤则常在一个煤田或局部地区横向变化较大。在不少煤田中，气煤、肥煤及其过渡煤可单独存在，形成规模较大的气、肥煤煤田，如大同、开滦、两淮、平顶山等煤田及鄂尔多斯盆地东缘（黄河东西两岸地区），这些煤种的相对集中分布对煤层气的形成和开发是有利的。

第三节 中国煤层及煤层气远景资源分布特点

我国是世界上煤炭资源量最丰富的国家之一，截至1992年底，全国探明煤炭储量约9800亿t（不包括台湾省），但煤炭分布不平衡。在我国八大成煤期中，各层位的煤富集程度差别较大，其中C—P、P₂、J₁—J₂、J₃—K的煤炭储量占总储量的98%；其次是下第三系（E）。上述四个聚煤期也是煤层气勘探的重要富集层位。

全国39个含煤盆地5大聚煤区或68个含煤区，煤层埋深为300~2000m。如果扣除甲烷风化带和低煤阶的褐煤，煤层气远景资源量为250000亿m³。

五大聚煤区包括：华北大区、西北大区、华南大区、东北大区及滇藏大区。忽略滇藏地区，现将其它四个大区煤层气的分布特点分述如下（表1-2）。

表 1-2 中国煤层气资源分布数据表

分布	东北	华南	西北	华北	全国
含煤区（个）	9	23	17	19	68
资源量（亿 m ³ ）	4100	21500	79000	145400	250000
资源比例（%）	1.6	8.6	31.7	58.1	

一、华北煤层气聚集区

华北煤层气聚集区位于中国中、东部，东临渤海，西界为贺兰山和六盘山，南为秦岭、大别山，北为阴山、燕山，面积为120万km²（图1-3）。

华北地区工业发达，人口密集，天然气供需矛盾突出，急需后备资源接替。

中上元古代、下古生代沉积了巨厚的以海相为主的碳酸盐岩地层，晚奥陶世加里东运动，盆地整体抬升遭受1.3~1.5亿a侵蚀，海西期海水由东部华北海和西部祁连海两个方向侵入本区，沉积了一套石炭—二叠纪滨海沼泽相，进而形成第一套含煤系地层。其中石炭系以海陆交互的含煤系地层为主，二叠系多数地区进入河流—三角洲相的沉积阶段。进而华北盆地定型。

燕山运动以来，吕梁山、太行山、五台山、中条山、燕山、秦岭及大别山进一步隆起，盆地分割为若干构造型及构造—沉积复合型盆地。

石炭纪本溪期时，盆地呈北高南低的平缓斜坡，厚十余米至百余米。宁西南、河西走廊地区厚度达1000m的早、晚石炭世海陆交互相碎屑沉积，是在地槽型寒武—志留纪海相沉积和泥盆纪磨拉石建造的基础上沉积的。早石炭世时，轴向为NW50°~60°的隆起、拗陷甚发育，

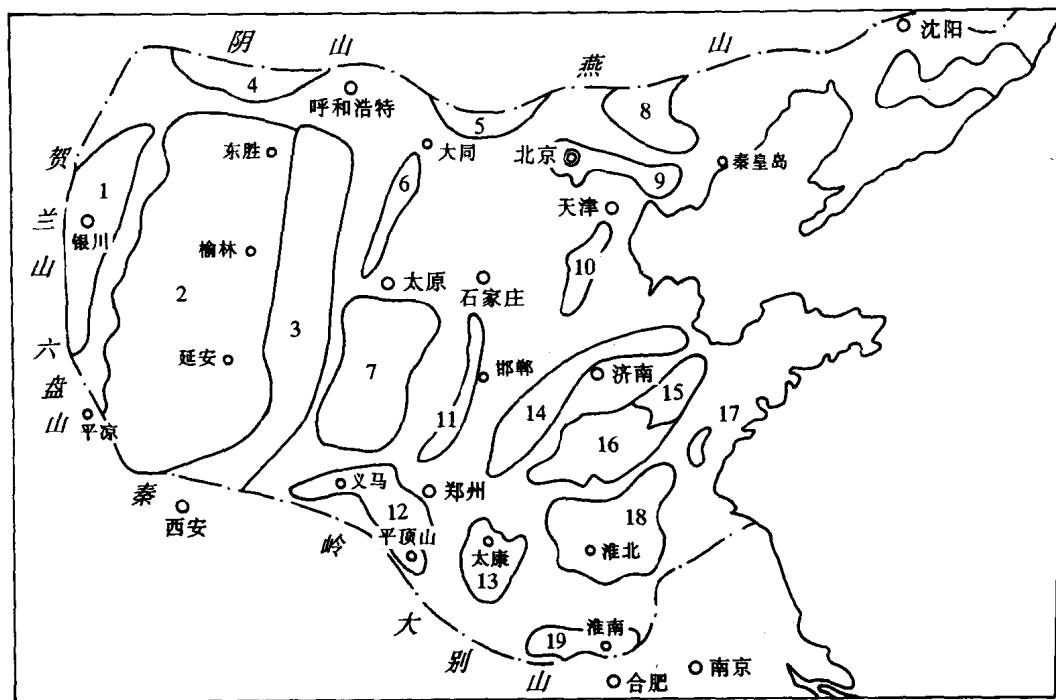


图 1-3 华北地区煤层气分布略图

- 1—桌贺；2—鄂尔多斯中部；3—鄂尔多斯东部；4—大青山乌拉山；5—张家口宣蔚；6—大同宁武；
7—泌水；8—承德；9—京塘；10—大城；11—太行山东麓；12—豫西；13—豫东；
14—鲁西；15—鲁中；16—济南；17—鲁南；18—淮北；19—淮南

晚石炭世的羊虎沟组与陕、晋一带的本溪组沉积连为一片。

晚石炭世太原期时，盆地持续下降，仍呈北高南低，区内地层广泛分布，在山西西山厚度为 94m，其它地方一般为 80~140m。鄂尔多斯西缘厚度变化较大，边缘为几十米，到拗陷中心最厚达 354~600m，与下伏本溪组呈假整合接触。西部地区太原组覆盖至甘肃山丹等地，亦属海陆交互相沉积，厚度与华北中部相差不过数十米至百米，局部厚 300~400m，一般含煤 10 层左右，为薄至中厚煤层。煤层在济源—兖州一线以北层数少但厚度大（普遍大于 5m）。在晋西北—陕北、保定—开平、贺兰山—桌子山形成三大富煤区，最厚达 30m。济源—兖州一线以南，煤层层数增多，但厚度变薄，一般不到 5m，薄的不足 1m。

早二叠世山西期时，大部分地区平稳抬升为陆，南部少数地区仍间有海水侵入。盆地内幅度不大的水下隆拗分布较广，基本格局与太原期相似。

河北省境内的山西期水下隆拗使南、中部仍以近东西和北西西向为主，如隆尧、馆陶、井陘拗陷，高邑、巨鹿隆起和曲阳、黄骅拗陷，保定、静县隆起；北部为北东东、北东向，如北京、开滦、廊坊拗陷及蓟县隆起等。隆拗幅度不过 20~60m，最大不超过 150m（北京拗陷）。北东东向涞源—武清—昌黎和井陘—衡水等同沉积断裂对山西期及石炭—二叠纪各组的沉积有明显控制作用。

此时，鲁西地区分解为东西向的济南—潍坊隆起、东平隆起和被郯庐断裂破坏了的蒙阴—临沂隆起。

安徽省的沉积中心仍在北部。淮北宿县厚度约 100m，淮南减为 60m，砂岩北厚南薄，泥岩相反；主要是淮北、淮南两个近东西的拗陷，幅度不过 50m 左右。

河南省的水下隆起更趋平缓，“煤1”层沉积之后，随着最后一次短暂海侵的结束，总的沉积面貌为向东南倾斜的广阔三角洲平原，沉积了主要煤层——“煤2”层。

山西省的隆拗轴线部分南移或呈角度不大的偏转，局部隆拗有交替的现象，但幅度不大。陕西省以三角洲和河流冲积平原沉积为主；吴旗一定边以西可能属于祁连海的滨海环境，拗陷中心在延安附近。总之，这套地层在区内广泛分布，厚度比较稳定，除北京、辽宁南票附近厚达150m以上外，一般均小于100m，隆起部位厚度不足30m，与下伏太原组呈整合接触。山西组一般含煤3~7层，可采煤层2~4层，厚度从数米到十几米，全区基本可采。煤层最厚处于阴山南侧，普遍大于10m。

早二叠世下石盒子期时，地层分布范围与山西组基本一致，厚度也较稳定，一般为100~200m。该组仅在距海较近的鲁南、豫西—苏北—淮南一带为聚煤期，沉积体系由滨海平原含煤建造过渡为内陆三角洲平原含煤建造，与山西组呈假整合接触。从河南密县以南，由山东南部到皖北、皖南，煤层厚度逐渐增厚，由1m增加到淮南的10m左右，徐州最厚达18m。

晚二叠世上石盒子期时，华北多数地区为一套杂色不含煤地层，仅在两淮、苏北、豫西、鲁西南含有煤层。本组厚度比较稳定，一般为500~600m，与下石盒子组呈整合接触。

印支运动盆地逐渐抬升，石炭—二叠系遭受了不同程度的剥蚀。

燕山运动盆地抬升地台解体，由于吕梁山隆起并由东向西推覆，西部局部地区继续下陷，形成第二套淡水湖泊—沼泽相含煤系地层，鄂尔多斯盆地中南部延安期沉积了一套陆相碎屑岩含煤地层，厚100~400m，含可采煤层2~10层，煤层总厚6~32m。

喜山运动东部地区形成大型渤海湾大陆裂谷盆地，在裂谷的收缩期形成了Es₃、Ed两套含煤系地层。但由于有的煤埋藏深，有的煤演化程度低，致使含气量低，以褐煤、长焰煤为主，为非主要勘探目的层。

燕山运动和喜山运动早期，盆地内部解体持续抬升，东、南部地区构造运动相对强烈，大部分地区的石炭—二叠系煤层遭受剥蚀，甚至剥蚀殆尽，或是形成较大范围的古甲烷风化带，对煤层气勘探极为不利。

聚煤区内发育多组方向的构造带，其中南北方向的构造带有郟庐深断裂带，平凉—桌子山（西来峰）深断裂带。在这两条断裂带控制下，形成了东、中、西三个特点不一的沉积区。中区发育着两条东西走向的构造带，一条是石家庄—太原—中卫断隆带，大致分布在北纬37°30′附近，其南北宽约45km；一条是山西侯马—河南商丘断隆带，大致分布在北纬34°30′附近。在这两条东西向构造带的作用和控制下，形成沉积特征各异的北、中、南三个沉降带。

北带为北纬37°30′以北地区，包括大青山、晋北、燕辽等地，主要煤层为上石炭统太原组。

中带为北纬37°30′~34°30′之间，包括晋东南、豫北、鲁西南，主要煤层为下二叠统山西组。

南带为北纬37°30′以南的豫、淮地区，主要煤层为下二叠统山西组（西部）、上二叠统下石盒子组。显示出聚煤中心呈规律性向南迁移的特点。

尤其是石家庄—中卫断裂带控煤明显，一直到侏罗纪仍在活动。鄂尔多斯盆地在其控制下，三叠系北薄南厚，侏罗系含煤性北好南差。

在深成变质及岩浆热变质作用下，华北石炭—二叠纪煤具有高、中、低成带的分布规律。

太原和山西组煤层在吕梁山以西、鄂尔多斯盆地范围内，以延安为中心呈环带状向外变质程度递减。中心为无烟煤，向外逐渐变为贫、焦、气、长焰煤，尤其是北部分带现象更为明显。而以东分布比较复杂，变质程度既有东西成带、又有北东成带分布的规律。沁水—郑州—永清为东西向高变质带，煤种多为无烟煤，次为贫煤。此带以南呈东西向，向南逐渐变

浅，煤种为瘦、焦、肥、气煤，在平顶山、淮南等地以肥气煤为主。以北则呈北东向分带，从西向东分为高、低、高三个带。太原—沁水为高变质带，煤种为贫煤—无烟煤；保定—石家庄为中变质带，煤种以肥煤为主；天津—济南为中—高变质带，煤种为焦煤—无烟煤。

综上所述，华北地区煤层气主要勘探目的层为石炭系太原组和二叠系山西组，其次为侏罗系延安组。下二叠统下石盒子组和下第三系局部煤层分布也比较厚，埋藏较浅，也是煤层气勘探不可忽视的领域。

初步预测，华北地区 19 个含煤区有 78 个煤层气勘探有利、较有利目标区，煤层气远景资源量为 145400 亿 m^3 ，占全国的 58.1%。

二、华南煤层气聚集区

华南煤层气聚集区位于我国南部，面积约 148 万 km^2 ，石炭—二叠系总厚 1500~2500m，局部厚达 5000m 以上。主要聚煤期为早石炭世、早—晚二叠世。早石炭世至早二叠世尽管沉降较深，但由于以海相碳酸盐沉积为主，含煤层系较少，仅在短暂的海退时期及一些古陆边缘沉积了厚度相对较薄的煤层。晚二叠世整体抬升，地形反差较小，陆相沉积发育，含煤面积较大，层位也较稳定，为华南最重要的聚煤期，聚煤区集中于黔西、滇东及川东一带。依据构造、煤系分布特征，全区分为扬子、江南和东南三个含煤盆地（图 1-4）。

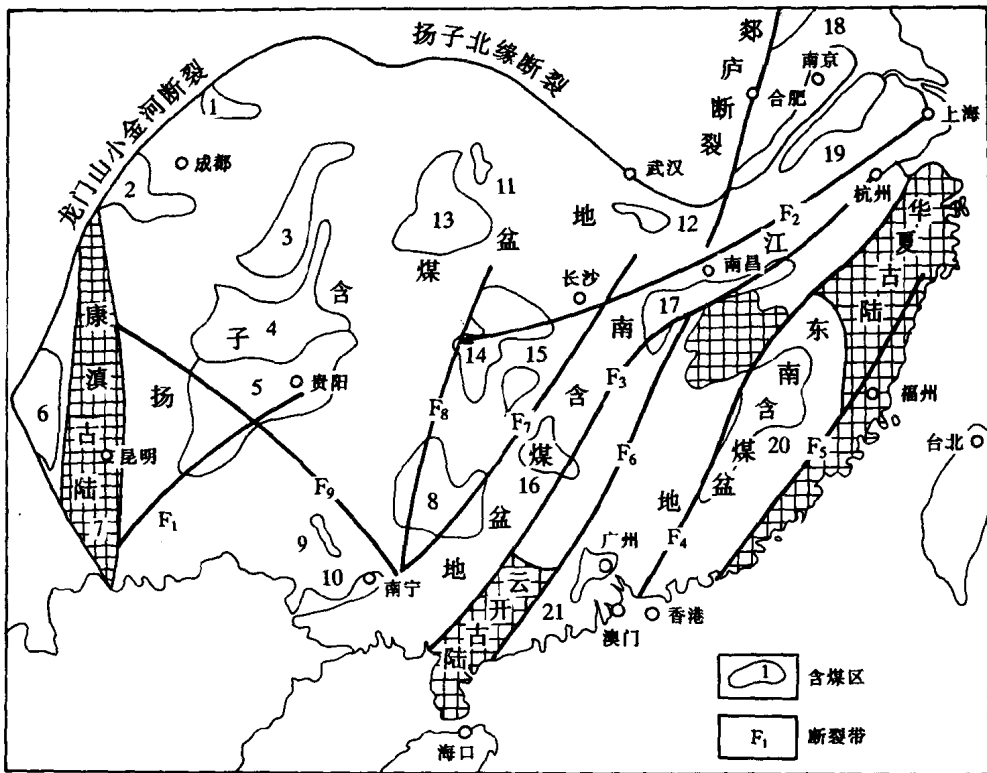


图 1-4 华南地区煤层气分布略图

- 1—广旺；2—雅乐；3—华蓥山；4—川南黔北；5—六盘水；6—渡口楚雄；7—昆明开远；8—桂中北；9—百色；
 10—南宁；11—鄂中；12—鄂赣边；13—川鄂湘边；14—涟邵；15—郴资；16—粤北；17—萍乐；
 18—长江下游；19—苏浙皖；20—水梅；21—广州；
 F₁—弥勒—凯里；F₂—景德镇—宜春；
 F₃—马金—陆川；F₄—邵武—河源；F₅—福安—南靖；F₆—吴川—四会；
 F₇—凭祥—大黎；F₈—淑浦；F₉—嘎都—紫云