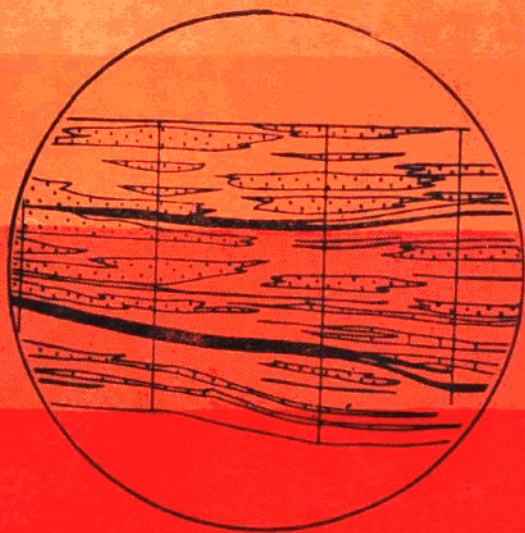


中国煤炭资源丛书之二

中国的 含煤地层

李瑞生 顾谷声 等 编著



地质出版社

中国的煤炭资源

(代 序 言)

钱 大 都

这是一套系统论述中国煤炭资源形成的地质规律、中国煤炭资源远景预测和中国煤炭合理开发利用设想的丛书。丛书的编写是以全国煤炭资源远景调查研究成果为基础，并充分汲取当今地质科学的成就和煤地质学优秀的研究成果，由地质矿产部原地矿司和现直属单位管理局组织有关专家共同完成的。

分省开展煤炭资源远景调查和研究，是地质矿产部1983—1988年的重点地质工作任务之一。工作的目的是要从数量上和质量上进一步了解全国煤炭资源远景，从资源整体上研究煤田分布和聚集规律，从应用发展上探讨各类煤的合理开发利用途径，以便为国家制定能源政策，为煤炭工业规划合理布局，为提高煤田地质勘查效益提供基础资料。煤炭资源远景调查研究方法是因地制宜的：对大面积地质工作程度低的成煤远景区采用地质、物探、钻探调查和综合研究的方法，如对海拉尔—二连盆地群、鄂尔多斯盆地、新疆准噶尔盆地及吐—哈盆地等远景区即是；对以往地质工作程度较高的省和地区，采用汇集已有各类资料进行综合研究的方法。远景调查投入的主要实物工作量计有：1:10万—1:20万专门填图和修编地质图59493km²，1:5万专门填图和修编地质图121291 km²，地震测量1444 km²，地震剖面3000km，电法21332km²，电测深剖面2737km，重力17938km²，磁法9503km²，测井1403872m，钻探695541m。远景调查研究的结果，发现了一大批新的煤田和煤盆地，预测了新一轮的煤炭资源量，分别提交了除沪、台以外包括京、津、琼在内的26省、区煤炭资源远景调查报告和30余份专题研究报告以及物探研究报告，大大提高了中国煤炭资源的地质研究程度，对于在新的地区寻找隐伏煤田和优质煤具有重要的指导意义。

这套丛书共包括七本专著，即中国煤炭资源总论，中国的含煤地层，中国煤盆地构造，中国主要聚煤期沉积环境与聚煤规律，中国煤的煤岩煤质特征及变质规律，中国煤炭资源远景预测，中国煤炭资源形势分析及合理开发利用。另有两张1:250万的中国煤田地质图和中国煤田预测图以及中国煤田地质图说明书为其配套。七本专著，分则独立成书，合则贯通一气。从整体上看，这部丛书在含煤岩系沉积环境分析方面，在含煤盆地构造分析方面，在研究中国煤变质规律方面，在分析资源现状研究资源合理开发利用方面，都较以往同类著述和1975—1980年所进行的第二轮全国煤田预测成果有许多重要的新认识和新发展。因此，丛书无疑对煤田地质勘查、科研、教学有重要的参考价值，不失为广大煤田地质工作者和能源政策研究人员的良师益友。

本丛书的主编和技术指导分别是：第一册主编钱大都；第二册主编李瑞生、顾谷声，技术指导王思恩、王柏林、王治平；第三册主编莽东鸿，技术指导（顾问）陈国达；第四册主编张韬，技术指导林畅松；第五册主编李河名、费淑英，技术指导董名山；第六册及中国煤田预测图主编胡天玉、李瑞玲，技术指导赵隆业；第七册主编金世雄、姜媛，技术

1988/04

指导马学昌；中国煤田地质图编图技术指导（顾问）兼主编岳希新。本丛书所取得的成就与他们的精心构思是分不开的。本丛书耕耘历时三年（1989.5—1992.5）终于能够按总体设想和编写大纲顺利完成，主要是由地质矿产部直属单位管理局和地质矿产处组织领导，并在该项目办公室魏斌贤、李钰两同志的具体指导和协调下进行的。地矿部地勘司，地矿部河南、吉林省地质研究所，宁夏矿产地质调查所，陕西、湖南省地矿局和中国地质科学院等有关单位给予大力支持，谨向他们致以深切的谢意。

兹将丛书各专著的概况和主要内容分述于后，以飨读者。

一、中国的含煤地层

书中第一次对全国范围内的含煤地层进行了区划，系统论述了中国含煤地层的时、空分布、岩性组合、生物面貌及沉积类型，讨论了地层划分对比和时代归属的依据，从而为进一步研究中国大陆的地质变迁、古气候演变、聚煤规律和预测煤炭资源提供了基础资料。

中国含煤地层的时间分布与全球主要聚煤期基本一致。聚煤作用较强的时期是：早寒武世，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，第三纪。中国南方和北方含煤地层时代的差异主要受控于潮湿气候带的变迁和构造—沉积环境的变化。晚古生代，潮湿气候和大型陆表海拗陷盆地在华北区和华南区相继出现，海陆交替的滨海平原或滨海冲积平原构成了聚煤的有利场所，因此含煤地层得以集中分布。中生代，陆地范围不断扩展，潮湿气候带逐渐变窄并向北迁移，聚煤带随之由南而北，因此晚三叠世含煤地层主要分布于南方，早、中侏罗世含煤地层主要展布于北方，早白垩世潮湿气候带更向北移，导致含煤地层集中于内蒙古和东北地区。

由于煤盆地构造特征和含煤性的差异，中国含煤地层的空间分布形成了东北、西北、华北、西南、华南五大聚煤区。就各时期主要含煤地层分布的地域来看，早寒武世、早石炭世含煤地层主要分布于华南；晚石炭世—早二叠世含煤地层主要分布于华北；晚二叠世、晚三叠世含煤地层主要分布于华南；早、中侏罗世含煤地层主要分布于华北和西北；早白垩世含煤地层主要分布于东北；早第三纪含煤地层主要分布于东北及华北东部，晚第三纪含煤地层则主要分布于华南西部及东部。就各聚煤区含煤地层分布的特点看，东北聚煤区包括内蒙地轴北缘深断裂以北（或称内蒙古—大兴安岭海西—印支褶皱带）的内蒙古、黑龙江、吉林地区，以内陆断陷含煤盆地成群分布为特征，盆地多呈北东方向展布。其次为鸡西—鹤岗近海含煤盆地，也是北东方向展布。含煤层位为下白垩统、上侏罗统、下第三系，含煤性较好。西北聚煤区位于贺兰山以西、昆仑山以北广大地区，含煤盆地多呈东西方向和北西方向展布，主要是在稳定地台或地块的基础上发育的大型拗陷湖盆，含煤性甚佳，如准噶尔盆地及吐鲁番—哈密盆地的早、中侏罗世含煤地层。在古生代褶皱基底上，还有不少小型断陷或拗陷含煤盆地发育，含煤层位为石炭系、下二叠统和上三叠统，含煤性一般较差。华北聚煤区位于华北地台贺兰山以东地区，以发育巨型陆表海拗陷盆地为特征，西部还上叠有鄂尔多斯大型内陆拗陷含煤盆地。前者石炭—二叠纪含煤地层受盆地南北两侧巨型构造带的控制，沉积相及富煤带呈近东西方向展布；后者早、中侏罗世含煤地层受湖盆构造轮廓控制，多呈环带状展布。两者含煤性俱好，是中国最重要的聚煤区。西南聚煤区包括昆仑山以南，龙门山—红河深断裂以西广大地区。石炭系和二叠系为复理石式或浅海碳酸盐沉积，三叠系为地槽型沉积，第三系为小型断陷或拗陷湖盆沉积，含煤

性均差。盆地展布方向往往受褶皱系或基底构造控制,变化较大。华南聚煤区位于秦岭—大别山以南、龙门山—红河深断裂以东地区。华南古陆石炭系和二叠系为浅海、滨海坳陷盆地沉积,含煤地层总体上呈北东方向展布,含煤性较好;川滇地区上三叠统为大型前陆坳陷和小型内陆山间盆地含煤沉积并存,含煤性差异较大;华南地区上三叠统呈狭长港湾状海湾近海盆地,发育有海陆交替相含煤沉积,含煤性亦优劣不一;华南地区第三系含煤沉积多为陆相断陷和坳陷湖盆沉积,含煤性较好,盆地展布方向受控于基底构造,海南琼州海峡及雷州半岛则为近海湖盆沉积,台湾新第三纪含煤地层系地槽型沉积,受环太平洋构造带控制,呈北东方向展布。

中国含煤地层的沉积类型,可以划分为地台区海陆交互相沉积、过渡区海陆交互相沉积、内陆坳陷盆地沉积、断陷盆地沉积四大类。前两类属于近海型沉积,其含煤地层下部多为海相沉积,中上部以陆相沉积为主体,并且都具有下细上粗的反粒序结构。其中,产于地台区者属于稳定型沉积,往往岩性简单,煤层稳定,如晚古生代的含煤地层便是。而过渡区者稳定性差,岩性多变,煤层层多而薄,如华南晚三叠世的含煤地层。后两类属于陆相沉积,垂向沉积序列都具有粗—细—粗的完整韵律结构,但内陆坳陷盆地多为纯陆相沉积,没有同生断裂影响,沉积较稳定,如早、中侏罗世含煤地层。而断陷盆地沉积往往受同沉积断裂控制,活动性强,非常发育有火山喷发—含煤碎屑沉积组合,沉积稳定性差,如早白垩世和第三纪含煤地层。以上四种沉积类型从时间上看,恰好是由老至新依次出现的,反映了聚煤环境在地质历史上由海向陆的演化过程。此外,不同聚煤时期沉积物的岩性组合也呈现出明显的差异,大致在早古生代为浅海碳酸盐岩、硅质岩含石煤组合,晚古生代为碳酸盐岩、碎屑岩交互沉积含煤组合,晚三叠世兼有碳酸盐岩与碎屑岩交替含煤沉积组合及陆相含煤碎屑岩沉积组合,侏罗纪主要为陆相含煤碎屑岩沉积组合,早白垩世及第三纪较之侏罗纪又增加了火山喷发含煤碎屑岩沉积组合。

在中国含煤地层的时代划分与对比方面,从年代地层单位与岩石地层单位的角度看,以石炭、二叠系界限之争问题最多。本书考虑到编制等时的岩相古地理图的需要,在华北聚煤区仍以太原西山标准剖面厘定的界限为准,以重要门类化石为依据,结合稳定标志层和沉积特征,对区内南带太原组 and 山西组的界限进行了年代地层单位的重新划分对比。结果认识到各剖面地点的最高海相层位并不相当于太原西山东大窑灰岩层位,而是高于东大窑灰岩的层位,过去在南带划分之太原组实为一穿时岩石地层单位。这种新的认识将有助于沉积环境和聚煤规律的研究。对于华南聚煤区的上、下二叠统界限,传统的划分是将界限置于峨眉山玄武岩顶面或茅口组顶部侵蚀面上,但由于下二叠统顶部缺失 *Neomisellina-Codonofusiella* 生物带,造成茅口组顶部侵蚀面并非真正的上、下二叠统界限。经过重新对比发现,该界限在川滇黔区应位于峨眉山玄武岩中间,而不在顶面。对于东北聚煤区陆相侏罗系与白垩系的界限,过去将有争议的岩组划为“侏罗—白垩系”,本书依据近年来的资料和当前研究趋势,认为阜新之沙海组、内蒙古东部之白彦花群(霍林河群)、大磨拐河组均应划归下白垩统。

二、中国煤盆地构造

本书的特点是将中国煤盆地和煤盆地群视为一个整体纳入地壳演化阶段进行统一研究。书中首次划分了中国煤盆地的构造类型,重点论述了各类煤盆地构造的基本特征,并且从盆地构造演化趋势和构造控煤作用阐明了中国煤盆地的分布规律和中国煤盆地的构造

特点,从而有助于从宏观上进行全国煤田预测和部署普查找煤工作,同时也提高了我国煤盆地的区域构造研究水平。

中国煤盆地构造类型和构造特征的差异,决定于不同地壳演化阶段的大地构造事件和构造古地理背景;也决定于成盆期的构造事件和盆地的基底性质。按照聚煤期构造稳定程度,可以划分为稳定型盆地、活动型盆地、过渡型盆地三类。稳定型盆地主要是以稳定地台为基底的大型陆表海拗陷盆地,通常煤系沉积稳定,同沉积构造及同期火山活动不发育,如华北石炭二叠纪巨型拗陷盆地、华南扬子区晚二叠世大型拗陷盆地等,它们都是在早古生代地台区继承发育的;其次是上叠于早古生代活动带或地堑(裂陷槽)之上的近海型盆地,如贺兰山东、西两侧的带状拗陷盆地,华南东部的三叠纪拗陷盆地等;或者是位于环太平洋构造带内构造活动微弱区,如东北晚中生代海拉尔一二连盆地群。活动型盆地主要发育在地槽区和环太平洋构造带内,煤系沉积很不稳定,同沉积构造与同期火山活动强烈,如台湾第三纪盆地、喜马拉雅地槽区第三纪盆地、大兴安岭晚侏罗世大杨树盆地群等。过渡型盆地则发育在环太平洋构造带及尚未完全稳定的地槽褶皱带之上,如京西一下花园侏罗纪盆地、阜新—营城早白垩世盆地等。按照聚煤期后煤盆地受到构造改造程度(成盆后构造挤压、岩浆活动、后期剥蚀)又可以划分为强改造型、弱改造型、中间型三类。强改造型盆地以环太平洋构造带东部及喜马拉雅地槽区的中、新生代盆地为主。弱改造型盆地,如我国中部和西北部中生代的鄂尔多斯盆地、四川盆地、新疆吐一哈盆地,以及新生代的滇东盆地群等。中间型盆地,如环太平洋构造带的中生代鸡西—鹤岗盆地东侧,中西部基底稳定性较差的侏罗纪木里盆地、鱼卡盆地,第三纪的滇西盆地群等。此外,在我国相当多的煤盆地中分布有推覆构造,尤以环太平洋构造带为多,如华北盆地南缘大别山北侧,华南盆地之北缘,河北兴隆,江西萍乡,湘中涟源,福建大田等地。

中国煤盆地构造的演化,从板块构造观点来看,可以分为两个主要阶段:古生代—中生代初期为板块漂移阶段(华北、华南两大板块盆地从古生代的远距离漂移到中生代初期的对接),中、新生代为板内盆地(中国西北部、中部)和板缘盆地(中国西南部、东部)阶段。古生代的盆地以巨大型浅海、近海拗陷盆地为主,往往占据了板块的大部分空间;中、新生代的盆地由大型近海盆地转向中小型、群体陆相断陷盆地和山间拗陷盆地为主。演化的总趋势是:板内盆地较稳定,板缘盆地由活动趋向稳定,东部盆地类型趋向复杂化(先拗后断盆地与先断后拗盆地并存,以后者更为常见;先张后挤与先挤后张现象并存,以前者较常见),大盆地后期趋向解体,小盆地后期多有联合。由于板块内各地块原来大地构造属性的差异和受到西伯利亚、太平洋、印度三大板块作用的烈度不同,导致分布板内或板缘不同部位的各个盆地构造特征的异同。受板块作用影响较小的西北部和中部的侏罗纪盆地为稳定型,后期改造较弱;受板块作用影响较大的东部和西南部的侏罗—白垩纪、第三纪盆地为过渡型;受板块构造作用影响强烈的台湾、雅鲁藏布地区的第三纪盆地为活动型,后期受到强烈改造。

中国煤盆地富煤带的展布和特厚煤层的形成,也受着盆地构造演化的制约。厚煤层或特厚煤层的形成,主要是在基底沉降稳定和拗陷速率适当的部位。通常,大的拗陷型盆地煤层展布广阔而较薄,较厚的煤层或富煤区多位于盆内凹陷及隆起斜坡部位;断陷型盆地中煤层分布则较局限,煤层形态及厚度变化较大,在盆缘断裂一侧或构造缓慢沉降的部位有时可形成特厚煤层。最有利于聚煤的盆地是发育在刚性地块上的晚古生代拗陷型盆地及

继承性的中生代坳陷盆地，其次是发育在已经稳定的褶皱带上的中、新生代盆地。

中国煤盆地的分布主要受板块运动形成的海陆变迁和暖湿气候带更迭的控制。也可以说，不同时代的聚煤盆地是分别受到板块构造和三大构造带控制的。石炭—二叠纪煤盆地及晚二叠世煤盆地主要受华北、华南两个会聚板块的控制，但由于两个板块后来对接，导致石炭、二叠纪聚煤集中；三叠纪由于P—T事件影响，所以聚煤量很少；华北和东北的早侏罗世、早白垩世盆地分布主要受蒙古弧形构造带的控制；我国东部一系列早第三纪煤盆地主要受西环太平洋构造带控制，由于太平洋板块俯冲，导致火山带、地温异常带及暖湿气候带出现，形成了西环太平洋第三纪聚煤带；我国西南部晚第三纪煤盆地主要受喜马拉雅构造带控制。三大构造带对煤盆地的控制作用，实际上反映了太平洋板块、西伯利亚板块、印度板块对我国煤盆地的影响，这是我国晚古生代以后煤盆地形成、演化最主要的宏观控制条件。这一展布特征，正好与我国周边邻区煤盆地的分布特征协调一致。

总结中国煤盆地的主要构造特点可以归纳为：（1）克拉通盆地聚煤广泛而强烈。以华北板块为例，石炭—二叠纪含煤岩系分布范围与块体近似，聚煤广泛丰富，各时代煤炭资源总量达35600亿吨，高于世界其它块体资源总量。（2）克拉通盆地古生代含煤地层后期构造变形普遍强烈，而世界各主要古生代克拉通煤盆地内，褶皱变形却普遍微弱。（3）陆间活动带或地槽区，聚煤作用普遍微弱，如天山—兴安地槽的石炭—二叠纪含煤岩系。

（4）分布于古生代地槽褶皱带上的中生代“地台型”盆地（吐—哈盆地，海拉尔—二连盆地），往往聚煤丰富，后期变形微弱。（5）成盆后的造山、造盆作用主要是新构造运动，使不少盆地又分别被强烈抬升或下陷。

三、中国主要聚煤期沉积环境与聚煤规律

80年代以来，我国在煤地质学领域的研究工作有了很大的进展，特别是对一些地区聚煤盆地的研究，在理论上和方法上都取得了卓有成效的成果。与此同时，各省（区）在煤炭资源远景调查和研究过程中，又发现了一批新的煤田和煤产地，通过所获取的丰富的第一手材料，有的在岩相古地理研究方面达到了80年代国内先进水平。此外，以石油、天然气为目的的勘查工作，在研究有关的含煤岩系岩相古地理方面也取得了丰硕的成果。编写本书的宗旨，就是要在上述资源远景调查和煤田地质研究所取得的成果的基础上，通过综合研究，系统总结和探讨中国各主要聚煤期的沉积环境与聚煤规律，同时进一步论述中国地壳演化阶段与聚煤盆地形成演化的区域背景，中国聚煤盆地的充填特征与聚煤古地理演化，并提出中国煤聚集规律的主要结论。本书凝聚了广大煤田地质工作者多年来在岩相古地理研究方面所取得的各项成果，并从不同角度反映了近年来在煤聚集规律研究方面的新理论和新方法。因此，本书对于煤地质学研究和沉积盆地分析，对于预测煤炭资源都有相当高的应用价值。

中国各主要聚煤期的沉积环境与聚煤规律可以按以下五个时期加以概括：（1）在石炭纪—二叠纪时期，华北和华南大型陆表海坳陷盆地的总体古地理格局是：从陆到海依次出现冲积扇—辫状河、曲流河—湖泊、碎屑滨岸带（包括三角洲、有障壁海岸、无障壁海岸）、滨浅海沉积、浅海碳酸盐沉积。其中，碎屑滨岸带是最有利的聚煤地带，碎屑滨岸带形成和迁移的主导因素是物源区的构造作用和区域性海水进退作用。富煤带的形成则受控于同沉积基底构造的活动性、海水的进退和岩相带的迁移。滨海三角洲体系或三角洲—碎屑海岸体系（体系域）是最重要的成煤环境，通常形成聚煤中心。如华北的山西、开滦、峰峰、

豫中—豫东、两淮、华南的六盘水、织金—纳雍、华蓥山等地区便是。(2) 晚三叠世华南聚煤古地理环境,在西部川滇前陆拗陷的四川盆地,主要是滨海平原、滨海—湖泊三角洲平原、滨海冲积平原和滨海山间平原。龙门山前缘的推覆构造带是控制盆地相带展布与迁移的主导因素,受其影响的滨海—湖泊三角洲平原和滨海三角洲平原可以形成富煤带;攀西地区和滇中盆地则属滨海山间平原,前者有利的赋煤部位是张性裂谷盆地,在那里形成了中国大陆晚三叠世含煤性最好的宝鼎煤田、永仁煤田、红泥煤田;滇东南盆地及贵州贞丰盆地,总体呈现滨海潮坪环境,聚煤特征与滇中盆地西部相似,仅有3—5m厚的可采煤层零星分布。在湘、赣、闽、粤、浙及苏南、皖南、鄂东南地区,含煤岩系沉积在强烈褶皱后未被充分夷平的基底之上,构造面貌是一系列北东方向为主的狭长拗陷。含煤盆地沉积范围小,分隔性强,但后期却相互连通,超覆扩张现象普遍。沉积序列是海湾—泻湖沉积与陆相沉积交替。含煤性以滨海—海湾聚煤环境为最佳,基本上大面积可采煤层连续分布,可采总厚度一般为2—5m,最厚达10m,以湘东南至萍乡一带最具有代表性。含煤性其次者为泻湖—河口湾环境。(3) 早—中侏罗世含煤盆地类型与盆地大地构造位置及基底性质密切相关。在大型、特大型拗陷含煤盆地中,湖泊—三角洲体系的广泛发育是最重要的环境特色,盆地内岩相带展布具环带状分异,自盆缘向沉积中心依次发育冲、洪积相带,滨湖三角洲相带,湖泊沉积相带。富煤带均沿盆地边缘展布,其发育规模和稳定程度受滨湖—三角洲岩相带所控制,已知的富煤中心与大型湖泊三角洲发育部位完全吻合。中、小型山间(谷地)湖盆含煤盆地,早期为河流充填阶段,形成底砾岩、粗碎屑岩和含煤碎屑岩沉积组合;晚期为湖泊充填阶段,形成以湖泊为主的细碎屑岩沉积组合。而在湖盆充填阶段和山间谷地向山间湖盆转化的充填阶段,往往有较强的聚煤作用发生。分布于甘肃、青海的大通河盆地、柴达木北缘盆地、民和盆地等是这类山间湖盆的典型代表。其富煤带往往呈断续状分布于盆地中心,展布方向与盆地延伸方向一致。分布于新疆南部的伊宁盆地、焉耆盆地、塔里木北缘盆地也比较典型,但其富煤带则是断续状分布于盆地周边。分布于中国北方东部的一系列中、小型山间湖盆,可以北票盆地、吉林万红盆地、北京盆地、内蒙古大青山盆地为代表,其富煤带主要分布于盆地边缘部位,煤层总体较薄,但稳定程度较高。这类盆地的充填演化受滨太平洋板块构造活动的影响较大,盆地基底古构造类型多为波状拗陷,古地理环境为内陆山间湖盆,聚煤期的滨湖三角洲或河流环境均可导致泥炭沼泽化成煤。(4) 中国北方晚侏罗—早白垩世内陆断陷盆地、山间拗陷盆地和近海拗陷盆地的沉积环境又别具一格。其中,主要分布在东北部地区的断陷盆地充填序列、沉积样式及相带展布,受到盆地构造格架,特别是盆缘断裂的明显控制。在代表最大湖盆发育期的厚层湖相泥岩段上、下,常常是盆地内的两个主要聚煤单元,富煤带的展布往往同盆缘断裂一侧的冲积扇—辫状河三角洲及缓斜坡上的小型滨湖三角洲沉积相带位置一致。分布于黑龙江东部的三江—穆稜河盆地(即鸡西—鹤岗盆地)是发育在大陆边缘地块基底上的近海拗陷盆地,在经历了晚侏罗世晚期的最大海侵之后,于早白垩世早期大规模海退基础上形成了聚煤作用最强的大面积废弃三角洲平原。分布于甘肃北部和南部的早白垩世山间拗陷盆地聚煤作用较弱,聚煤古地理环境为内陆湖泊三角洲,只是在盆地早期大湖充填阶段之前的水进序列中发育有稳定性较差的煤层,并以褐煤为主。分布于黑龙江北部的霍拉盆、黑宝山—木耳气、大杨树等晚侏罗世火山岩型断陷盆地的聚煤古地理景观则为火山间歇期的扇三角洲—湖泊环境,往往形成的煤量少,并以长焰煤和气煤为主。(5)

早第三纪含煤盆地主要分布于大兴安岭—太行山以东和秦岭以北,以及广西西南部。晚第三纪含煤盆地绝大部分分布在云南境内。台湾则属于海相沉积为主的海陆交互相含煤沉积。聚煤强度以早第三纪始新世、晚第三纪中新世和上新世为最。第三纪含煤盆地的沉积环境,除台湾外,皆为纯陆相环境。由于盆地生成的背景条件不尽一致,因此含煤岩系的沉积面貌和充填演化特征也不一样。已知大部分盆地为汇水盆地,但盆地周缘物源补给强度不同,所以沉积相的平面配置不呈现明显的环带状,而多成不对称状。在盆地的充填演化过程中,平静的湖泊相和泥炭沼泽相较为发育,有些盆地中湖相泥岩和泥炭沼泽甚至直接覆盖在古老基底之上。大多数第三纪含煤盆地,其沉积中心、沉降中心、富煤中心往往是一致的。第三纪含煤盆地的聚煤作用可以分为两类:第一类,煤层主要集中在沉积序列中下部,煤层层数少,但厚度大,属于总体为水进序列的冲洪积粗碎屑岩到湖泊相的细碎屑岩与含煤细碎屑岩的充填稳定阶段,如梅河、昭通等盆地;第二类,整个序列中煤层均较发育,层数多而薄,如珲春、百色盆地。第三纪含煤盆地的聚煤方式主要是经过湖泊淤浅达到泥炭沼泽化,常见许多煤层下面就是较稳定的湖泊相细碎屑岩。煤层结构则一般从盆地中心向边缘变复杂,煤层厚度也从盆地中心向边缘变薄尖灭。

中国地壳演化阶段与聚煤盆地的形成演化关系密切。主要聚煤期与地壳演化的大阶段基本一致。大体可划分为海西、印支、早燕山、中燕山、喜马拉雅五期(在不同成盆阶段,盆地类型、充填特征、聚煤强度都有明显的差异)。(1)海西期:在加里东构造运动之后,晚古生代聚煤拗陷已见雏型,随着新的海侵到来,使华北地台和华南地台都开始了陆表海陆源碎屑盖层的发育阶段,由于沉积和构造上的稳定,提供了形成大面积稳定煤层的区域条件。在华北地区,海水主要来自东和南,贺兰山一带海水来自西南,在物源区构造作用与区域海水进退共同作用下,形成了从海进到海退的充填序列,其中,在最大海侵前、后的沉积体系域导致了聚煤作用发生。在华南地区,海水主要从西南的特提斯海域侵入;在下扬子一带海水则来自东部古太平洋,并且总体表现为不断的海侵。在早石炭—早二叠世,由于物源区构造作用较弱,所以只有短暂的、局部的聚煤作用,早、晚二叠世期间,由于东吴运动的抬升伴随玄武岩浆喷发,导致华南地台西部强烈隆升,构成了区内主要陆源碎屑供应区,使南方最重要的扬子区晚二叠世聚煤拗陷得以形成。(2)印支期:由于华南北侧陆缘区与华南扬子北侧陆缘区对接拼合,伴随着南方拉丁期大面积海退,使中国东部连成一片大陆。此时,西部特提斯的演化成为极其重要的构造事件。正是由于来自西部的推挤,才形成了大型的、类前陆的鄂尔多斯三叠纪内陆湖盆拗陷和龙门山—大巴山三叠纪前聚煤拗陷。(3)早燕山期:这是中国大陆聚煤作用最强的时期之一,鄂尔多斯早—中侏罗世聚煤拗陷处于相对稳定的河流—浅水湖盆发育时期,成为特大型聚煤盆地。准噶尔盆地属于前陆挠曲拗陷,盆地南侧由于强烈的逆冲挠曲下沉,湖盆内细碎屑充填很发育,聚煤作用一般沿盆地边部发生。与此同时,在中国北方东部地区也出现了小型的山间聚煤拗陷。(4)中燕山期:中国东部进入裂陷作用为主的构造阶段。主要的聚煤盆地为半地堑或地堑成群出现,并多以断陷湖盆充填为特征。它们在构造格架、充填演化以及排列方式上都具有特殊的相似性,应属于东北亚晚中生代断陷盆地的一部分。(5)喜马拉雅期:聚煤盆地总体分布格局明显受环太平洋构造域的控制,同时又受海洋性气候影响,所以第三纪含煤盆地具有环太平洋分布的特点。除已知分布于大陆上的含煤盆地外,沿渤海、黄海、东海、珠江口的陆棚区还分布着一系列的第三纪含煤盆地。在陆域的依兰—伊

通断裂带和抚顺-密山断裂带上,由于裂陷作用形成了抚顺、梅河口等煤盆地;在中国西南部,由于先存断裂网络的影响,形成了众多以南北方向为主导的小型断陷盆地,盆地面积小,数目多,常有巨厚煤层赋存。这类盆地集中分布于云南、广西,如昭通、小龙潭、开远、百色、南宁等盆地。综上所述,中国聚煤盆地从晚古生代到中、新生代,总体演化趋势是:大型内陆碎屑陆表海聚煤拗陷→大型内陆湖盆拗陷(含前陆拗陷)→断陷盆地群(湖盆为主)→山间小型拗陷和断陷盆地。聚煤盆地这种由海到陆、由大到小的古地理变迁,是与地壳各演化阶段的古构造背景紧密关联的。同时,聚煤作用的气候条件随着植物的发展演化,也由热带、亚热带迁移扩展到温带。因而,古生代聚煤盆地多分布于热带、亚热带潮湿气候区;中、新生代聚煤盆地多分布于温带潮湿气候区。

中国聚煤盆地的充填特征和聚煤古地理演化:盆地充填具有特定的沉积相组合或体系域构成,通过盆地充填特征的研究,可以重塑聚煤盆地古地理环境的演化过程。(1)晚古生代滨海平原是发生泥炭化的主要场所,主要聚煤沉积环境有滨海冲积平原、滨海三角洲、湖坪和泻湖障壁岛、碳酸盐湖坪等。这些体系在一定充填阶段形成特定的沉积体系配置——沉积体系域,而滨海三角洲或三角洲—碎屑海岸体系是最重要的成煤古地理环境,非常与聚煤中心相吻合。(2)晚三叠,华南西部大型川滇近海盆地和华南东部海湾型近海盆地含煤岩系主要形成于海退充填序列。主要聚煤沉积环境有滨海平原、滨海—湖泊三角洲平原、滨海冲积平原、滨海山间平原,以及滨海—海湾、泻湖—河口湾等体系。聚煤作用总体较弱,盆地充填岩系厚度变化大,岩相复杂,一般缺少大面积稳定分布的厚煤层。(3)早—中侏罗世聚煤盆地以大型内陆拗陷盆地为主,含煤岩系形成于内陆湖盆的不同充填演化阶段,主要煤层形成于湖泊三角洲充填阶段。与以往概念不同的是,早—中侏罗世大型内陆拗陷在盆地充填演化过程的长时间内存在着固定的湖泊水体,并且从盆缘向湖中心可划分出冲积体系—三角洲体系、湖滨带—湖泊、水下三角洲带等体系构成的沉积体系域。(4)晚侏罗—早白垩世和第三纪聚煤盆地基本上是相互隔离的中、小型盆地。但在三江—穆稜河晚侏罗—早白垩世近海拗陷盆地和内蒙古东部的早白垩世断陷盆地,以及环太平洋分布的众多第三纪小型断陷—拗陷湖盆中,聚煤密度均较大,巨厚—特厚煤层均形成于湖盆充填演化过程中的湖泊淤浅阶段。

中国煤聚集规律的最主要结论是:(1)海西和印支期的煤主要集中在以稳定地台为基底的大型陆表海拗陷盆地中,如华北石炭—二叠纪聚煤拗陷和华南扬子区晚二叠世聚煤拗陷。物源区构造作用和区域性海水进退是控制陆表海—近海盆地富煤带形成与迁移的主要因素。碎屑滨岸带的滨海三角洲或三角洲—碎屑海岸体系是最重要的聚煤环境,也往往是富煤的中心部位。(2)燕山早期重要的聚煤盆地是以稳定的古老地台或地块为基底的大型内陆湖盆,如鄂尔多斯盆地和准噶尔盆地。湖盆大规模扩张期前后在盆缘地带的滨浅湖—湖泊三角洲体系和冲积扇—扇三角洲体系是最重要的聚煤环境,富煤带常与之相吻合。(3)燕山中期至喜马拉雅期的煤主要聚集于和基底先存断裂有关的中、小型内陆断陷湖盆和拗陷湖盆中。这些盆地常以含有巨厚—特厚煤层为特征,盆地面积虽小,但含煤率普遍较高。燕山中期的位于大陆边缘地块基底上的三江—穆稜河近海拗陷盆地也以赋存有数百亿吨的优质炼焦煤资源而著称。(4)基底具有稳定沉降构造背景的奥拉槽、前陆拗陷、裂谷型含煤盆地,也可形成一定规模的富煤带。(5)泥炭沼泽沉积与其上、下沉积物的成因过程截然不同,因此泥炭沼泽化事件对煤层的煤岩、煤质参数产生了重要的影响。概括

言之，硫分与海水有关，形成于海陆交互相含煤岩系中的煤层硫分较高；灰分与泥炭沼泽的矿物质补给有关，形成于近源地带的煤层灰分较高；煤岩组分与泥炭沼泽的覆水程度有关，覆水较深时煤中的镜质组含量较高，反之丝质组含量较高。这些观点对预测煤质和有效地开采煤炭始终有着理论指导意义。

四、中国煤的煤岩煤质特征及变质规律

书中重点论述了中国各时代煤的煤岩煤质特征，探讨了中国煤岩煤质若干特殊属性，研究了中国煤变质规律。本书可作为教学、科研的参考用书，也可作为预测煤种的依据；对研究煤的加工技术和工艺，研究煤的综合利用，制定合理利用煤炭资源的规划，诚然也有明显的价值。

中国的煤岩煤质特征，在不同地区、不同时代的煤之间存在着明显的差别。这是由于古地理、古气候、古构造、古植物条件不同，以及地球化学条件和煤化作用有所差异造成的。晚古生代的煤主要生成于陆表海盆内较平坦的滨海地区，经历了最长久的煤化作用期，加之地壳早期海水中含电解质较多，凝胶化作用显著，因此显微组分中镜质组一般大于60%。灰分的高低则决定于距陆源区的远近，愈近大陆，灰分愈明显增加（如北方石炭一二叠纪煤靠近阴山古陆，南方晚二叠世煤靠近康滇古陆的部分），而灰分（和硫分）相对较低的煤通常总是与冲积体系向三角洲体系过渡或向碎屑海岸体系过渡的部位有关，或与上、下三角洲平原过渡带的沉积组合共生。晚古生代沉积物以富铝为特点，含煤岩系中常有铝质粘土赋存，因此在灰分中， Al_2O_3 常大于20%；在煤的无机矿物中，粘土类通常占很大比重，因此灰熔点 T_2 常大于1250℃，并且也使煤变得难以洗选。晚古生代煤的硫分以中—富硫为主，只在近古陆方向煤中含硫显著下降。煤种多为中变质烟煤。闽、赣、粤煤化作用强烈地区则以无烟煤为主。中生代的聚煤环境以内陆盆地为主，早、中侏罗世鄂尔多斯、准噶尔等大型内陆盆地的气候曾经历了较干旱—温湿—较干旱的变化，造煤植物为松柏类—苏铁类—松柏类交替出现，而煤岩宏观类型则为半暗煤暗淡煤—半亮煤—半暗煤—半暗煤暗淡煤组合而成，煤岩显微组分以富丝质组为最大特征。盆地虽然经历了几个煤化作用期，但作用较弱，所以煤种以低变质烟煤和褐煤为主。煤质以低灰、特低灰、低硫、低磷煤为主。早白垩世小型断陷盆地的褐煤，多数以低硫、中灰为主。灰分、硫分的变化通常与物源区的远近有关，往往靠近盆缘灰分、硫分均增高。早白垩世黑龙江省东部有规模较大的近海聚煤盆地，由于有利的覆水条件造成煤岩的宏观类型以光亮型和半亮型为主，显微组分中镜质组含量可高达70.9%。煤中灰分由中到低。由于当时海水是淡化的半咸水，所以煤中含硫在0.8%以下，属特低硫煤。煤种多为中变质烟煤。第三纪煤大部为褐煤，以低硫中灰煤为主；一些与海水有关的煤盆地中也出现了中硫富硫煤。有些煤盆地中煤的壳质组，特别是树脂体含量较高，显微组分中有结构的成分增加。第三纪煤中的褐煤蜡和焦油产率较高。

研究中国煤的煤质指标可以看出，各种成因类型含煤盆地中同沉积碎屑物是各种煤灰分的主要组成部分。一些含煤盆地因为有岩浆活动和矿化强烈的地下水作用，也可导致煤中后生灰分的增加，如辽宁阜新、陕西彬长、内蒙古东胜等煤田便是。中国煤的硫分，在晚古生代海陆交互相的煤中，总以中硫到高硫煤为主。中生代陆相煤则以低硫或特低硫为标志。黑龙江东部早白垩世与海水有关的含煤沉积，也以产特低硫煤为特征，这是由于当时海湾已深入内陆，海水已大为淡化的结果。南方晚二叠世与海水密切有关的煤，当硫含

量超过了3%时,有机硫又占据上风,这可能是含硫的海水从泥炭沼泽阶段就不断侵入,并与有机质结合,形成了高有机硫的煤。煤的挥发分产率决定于煤化程度,但煤岩组分的影响也不容忽视,如鄂尔多斯盆地中生代低变质烟煤挥发分产率较正常值略有偏低,就是由于煤中惰质组含量较高所致。

中国煤岩煤质的环境标志和若干特殊属性值得认真研究总结,本书对此做了初步归纳。(1) 沉积环境对煤质的主要影响。煤中灰分的高低主要决定于成煤泥炭沼泽距陆源区及海岸线的远近。古生代近海远陆的煤层一般为低灰煤,古陆边缘的煤层一般为高灰煤;在冲积平原上生成的煤灰分的变化还与距分流河道的远近有关。分布于分流河道或决口扇厚砂岩带一侧的煤,灰分往往较低;发育在分流河道、决口扇、潮汐水道下游的泥炭沼泽生成煤层的灰分一般较高。煤层下伏为潮道砂体和障壁岛砂体时,煤中灰分较高,坝后风坪或涨潮三角洲前缘,煤层灰分较低。在泻湖间湾处,往往形成高灰煤。煤的成分中CaO及MgO较高与海水有关,因为海水中的Ca、Mg离子伴随海水进入或渗入泥炭沼泽,可与沼泽中的 CO_3 离子结合形成 CaCO_3 和 MgCO_3 沉淀下来。水介质条件不同的泥炭沼泽,形成煤灰的成分不同。通常,在咸水—半咸水—淡水泥炭沼泽中形成之煤层, $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 逐渐增高, $\text{FeO} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{SO}_3$ 逐渐降低。研究资料表明,近海远陆煤灰成分中 $\text{FeO} + \text{CaO} + \text{MgO} > 30\% - 54\%$ 。近陆远海地区煤灰成分中, $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 可高达90%以上。泥炭沼泽受海水影响程度,是导致煤中全硫及各种硫变化的主要原因。(2) 中国华北的腐泥煤具有自身独特的属性。山西的腐泥煤多呈透镜状或薄层夹在腐殖煤中,构成藻煤—烛藻煤—腐殖煤的组合系列,它们是由湖泊中的藻类和漂游生物经过部分腐解生成。山西河东煤田及霍西煤田,见有腐泥煤出露,厚度为0.5m左右,含油率可达18—24%。单独藻煤则产于山西大同、浑源、洪洞、蒲县及山东肥城、兖州等地。烛煤(腐殖腐泥煤)则产于山西浑源及山东新泰、兖州、枣庄,常与藻煤互层产出,挥发分、含氢量、焦油产率均高。(3) 中国南方晚二叠世煤中瓦斯亦独具特征。瓦斯煤主要分布于湘、赣、川、黔、滇、粤、皖诸省。其特点是:腐殖煤多形成高沼气煤矿,残殖煤多形成低沼气煤矿;煤层厚、含煤性好的地区多形成高沼气煤矿;中、低变质煤种多形成低沼气煤矿,高变质煤种多形成高沼气煤矿,超高变质的无烟煤既可以形成低沼煤,亦可形成高沼煤矿。围岩透气性的强弱是瓦斯保存的先决条件,同一地区盖层越厚,煤层埋藏越深,瓦斯积聚量也越多;地质构造的有利部位控制着瓦斯的储存和运移。研究还表明,瓦斯的形成与含煤岩系沉积环境关系密切,晚二叠世龙潭组煤层中的瓦斯,几乎都分布在滨海三角洲和滨海平原含煤沉积区内,前者高沼气煤矿达97.8%,后者高沼气煤矿占67.8%。而在浅海和局限海碳酸盐台地环境形成的含煤沉积区内,则以低沼气煤矿为主。(4) 关于中国晚古生代煤的还原程度。我国学者认为,煤的还原性是除煤岩成分和变质程度以外,影响着煤质的第三个成因因素。相同煤岩成分和相同变质程度的煤,由于成煤原始植物属性和成煤初期转变环境的不同,可以使它们的物化性质、粘结性有所差异,也就是由于煤的还原性质不同所造成的,或者说煤的不同还原程度是由不同成煤环境(或不同煤相)所造成的。赵师庆根据煤岩的显微特征研究华北东部石炭—二叠系煤层的煤质差别,识别出太原组煤一般具较强还原性,山西组煤属弱还原性,由此提出了环境—煤型—煤质的概略成因模型。本书则从华北若干地区煤的挥发分产率、碳含量、全硫量、煤灰成分及镜煤反射率的计算分析中,进一步表述了太原组煤和山西组煤还原性的差异。由于煤的还原系数(K)有明显的分带规

律,因此可用以划分煤的还原类型。从 K 值的分布可以看出,强还原性煤的形成,总是与海相层位的广泛发育密切相关。在川滇黔三省晚二叠世龙潭组聚煤规律研究中,又将细分散状黄铁矿矿化煤粒含量引入作为划分不同还原类型煤的一项新指标,获得了成功。

关于中国煤变质规律的研究,本书采取从构造分析入手,结合构造热演化理论,将煤变质类型、煤种分布、煤变质规律与大地构造密切联系,从而找到了煤种与变质类型在区域分布上的规律。由于热(源)是煤化作用的主要因素,而热源机制又受控于大地构造和构造运动,因此,建立在构造分析基础上的对煤种分布和变质规律的认识,是本书的一项重要成果。研究过程中,通过对区域地质、古构造、岩浆活动、地热与地温场等要素历史和现状的分析,以变质因素作用为主线,编制了各时代的以煤种分布与变质类型分布为主的煤变质规律图,发现了中国本土从北到南有三个巨型煤变质带。在每个带中可划分若干个煤变质区(全国共划分了20个变质区)。每个变质区通常又有一个或几个较高变质煤区形成的变质中心或较低变质煤区形成的变质源,围绕变质中心(或变质源)又依次呈环带状分布着较低(或较高)的煤种。这种分布特征为预测煤种提供了较为可靠的依据。就总体而言,中国从北向南煤的变质程度逐渐升高;东西方向则从中部向两端煤变质程度逐渐升高。书中,还提出了“变质中心”和“变质源”,“区域岩浆热”和“构造岩浆热”,“热传导”和“热运移”等有关煤变质作用的新概念。

五、中国煤炭资源远景预测

本书是在1983—1988年地质矿产部开展的全国煤炭资源远景调查研究的基础上,特别是在调查研究了以往工作程度低,成煤条件好,远景规模巨大的含煤区基础上编写的。书中尽可能地应用了80年代最新的煤田地质研究成果和研究方法(如沉积环境分析方法、物探方法、煤变质作用理论等),进行了全国煤炭资源远景区划和新一轮的资源量预测。本书重点叙述了中国煤炭资源远景预测的原则和方法,中国分区煤炭资源远景预测成果,对中国今后煤田地质工作规划部署的意见。因此,可以作为国家制定能源政策和编制煤田地质勘查工作规划之用,也可供煤田地质勘探部门、地质院校煤田地质教学和煤矿设计生产部门参考使用。

中国煤炭资源远景预测的原则和方法:远景区划分的原则是按大地构造单元、含煤时代、沉积环境将全国聚煤远景区从大到小划分为四级单元。Ⅰ级单元聚煤区是以大地构造为背景,以主要含煤时代为依据进行划分。它相当于一级大地构造单元。Ⅱ级单元含煤区(或煤盆地群)是在聚煤区内根据沉积环境、含煤时代和地质构造特征进行划分。Ⅲ级单元煤田(或煤盆地)是独立构成的中小型盆地,或大盆地经后期构造变动分割成的独立负性单元。Ⅳ级单元煤矿区(或煤产地)是孤立的小型煤盆地或煤田经后期构造影响切割的负性构造单元。依据以上划分原则,全国煤炭资源远景区可划分为七个Ⅰ级聚煤区,即华北区、东北区、西北区、扬子区、华南区、西南区、台湾区;57个Ⅱ级含煤区及167个Ⅲ级煤田。进行煤田预测的依据和方法,主要是地质依据和物探依据两个方面。地质依据包括成煤前和成煤期的基底古构造、古地理条件所决定的沉积环境和聚煤规律,成煤后的构造改造情况,煤变质作用所决定的煤质分布规律。物探依据包括航磁异常所反映的煤盆地基底性质和岩浆活动影响,电性特征所反映的盆地类型,地震成果所反映的含煤地层深度、厚度、构造形态及空间展布形态。高分辨率地震勘探,甚至可直接追踪煤层,从而提高了预测的可靠性;利用石油测井曲线解释煤层,可以解决深部煤田预测问题,最后,在

全国煤炭资源远景调查重点地区(内蒙古东部海拉尔—二连盆地群、新疆准噶尔盆地、吐鲁番—哈密盆地、鄂尔多斯盆地、鲁豫皖区、川滇黔区、山西河东煤田等)获得重大找煤新进展的基础上,确定预测区的分类和预测资源量的分级。预测区分类的原则,一是成煤期的古地理、古气候、古构造条件及成煤后的构造变动情况,二是地质物探研究程度和钻探控制程度,三是资源潜力和埋藏深度。根据上述三项原则,将预测区划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三类。Ⅰ类——成煤条件十分有利,可列为优先安排地质工作的地区,如古生代华北太原期、山西期形成的冲积平原—三角洲沉积相分布区;Ⅱ类——成煤条件有利,可列为考虑安排工作的地区;Ⅲ类——具有成煤条件,可以作为进一步安排资源调查工作的地区。全国总计划分了1673个预测区,其中Ⅰ类645个,Ⅱ类496个,Ⅲ类532个。按照全国矿产资源分类分级统一的原则,将本次煤田预测资源量分为E、F、G三个级别。其中,E级(又称预测可靠资源量)是在煤田普查勘探区以外有限推断的资源量,一般埋深在1500m以浅,可作为部署普查工作的依据;F级(又称预测可能资源量)是在E级预测资源量以外,推断可能有煤炭资源的地段,埋深一般在1500m以浅,可作为评价煤炭资源远景的依据;G级(又称预测推断资源量)是在F级资源量以外,埋深多在1500m以下的资源量,或者是根据物探资料、区域地质资料,肯定有含煤地层存在,理论上推断有含煤远景的区域。

中国煤炭资源远景预测成果:按照七大聚煤区、57个含煤区分别叙述了它们的含煤地层及含煤性、含煤区构造特征、煤质、资源远景预测及其中主要预测区情况,并且对各聚煤区的远景预测作了系统的小结。就全国而言,截止1990年底,埋藏在2000m以浅的煤炭预测资源量为53287亿吨。其中,按预测区资源形成条件的有利程度分三类:Ⅰ类31960亿吨,占60%;Ⅱ类15144亿吨,占28.4%;Ⅲ类6183亿吨,占11.6%。按资源(地质研究)可靠程度分三级:E级17633亿吨,占33.1%;F级22624亿吨,占42.5%;G级13029亿吨,占24.4%。按不同成煤时代统计:石炭纪154亿吨,占0.3%;华北石炭—二叠纪14940亿吨,占28%;华南及扬子晚二叠世2578亿吨,占4.8%;晚三叠世95.4亿吨,占0.2%;北方早、中侏罗世33598.2亿吨,占63.1%;华北及东北早白垩世1592.5亿吨,占3%;第三纪329.1亿吨,占0.6%。按煤类统计:褐煤1430.5亿吨,占2.7%;低变质烟煤28835亿吨,占54.1%;烟煤14308亿吨,占26.8%(其中焦煤2330亿吨,占4.4%);贫煤2271亿吨,占4.3%;无烟煤4961.3亿吨,占9.3%;牌号未定煤1481亿吨,占2.8%。按埋藏深度统计:<600m的9971亿吨,占18.7%;<1000m的23276亿吨,占43.7%;<1500m的39009亿吨,占73.2%;<2000m的53287亿吨,占100%。按各聚煤区统计:华北28552亿吨,占53.6%(<1000m的7537亿吨);西北20061.1亿吨,占37.6%(<1000m的12039亿吨);扬子2605.3亿吨,占4.9%(<1000m的1938亿吨);东北1791亿吨,占3.4%(<1000m的1571亿吨);华南81.4亿吨,占0.1%(<1000m的60亿吨);西南196亿吨,占0.4%(<1000m的130亿吨);台湾估计只有100万吨左右。分省统计在1000亿吨以上的有:新疆19885亿吨,占37.3%;内蒙古12094亿吨,占22.7%;陕西7981亿吨,占15%;山西3764亿吨,占7%;贵州1973亿吨,占3.7%;甘肃1659亿吨,占3.1%;宁夏1104亿吨,占2.1%;河南1096亿吨,占2%。八省合计占全国预测量的92.9%。

对中国今后煤田地质工作规划部署的意见:本书作者认为,中国多年来煤炭供需矛盾尖锐,每年工业生产缺煤数千万吨,缺电数百亿度,造成直接经济损失数百亿元。中国煤田地质勘探程度较低,探明储量仅占资源总量的15.2%,因此必须大力开展和加强煤田地

质勘查工作。具体意见是：(1)将海拉尔一二连盆地群、吐鲁番盆地、哈密盆地、准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地列为“八五”及“九五”煤田地质工作重点区，以增加精查储量为重点，加快大中型矿井和前期准备矿区的勘探工作。(2)川滇黔地区，应通过沉积环境分析、煤变质规律及构造条件研究，寻找低灰低硫优质煤。(3)冀鲁豫皖苏地区，要加强1000m以浅和1000—1500m深度段的普查找煤工作。在方法上，一要采用地震勘探普查找煤，配合少量中深孔钻探验证；二要进行资料的二次开发，特别是对石油地震资料进行高分辨率处理。(4)华南缺煤省区，特别是江西、湖南应保持精干的、技术力量强的煤田地质队伍，加强对沉积环境和聚煤规律的研究，以便选择条件相对较好的地区开展煤田勘查，为建设中小型煤矿服务。

六、中国煤炭资源形势分析及合理开发利用

本书编写的目的是在全国煤炭资源远景调查和煤田地质研究的基础上，通过对煤炭资源形势和煤炭生产利用状况的分析，论证煤炭资源在中国国民经济发展中的保证程度和合理开发利用途径，试图为决策部门提供合理开发利用中国煤炭资源的对策。书中在引用煤炭资源勘查、预测、开发等重要数据的基础上，重点进行了中国煤炭资源形势和保证程度分析，中国煤炭生产利用现状分析，并从十个方面提出了中国煤炭资源勘查和合理开发利用的建议。本书图文并茂，构思独特，立论有据，是一本位居煤炭资源地质条件研究和煤炭资源开发利用动态研究接合部的新书，可供国民经济规划部门、能源部门和煤炭资源综合利用研究部门参考。

本书主要引用了1988年以来多方面的新资料和数据进行综合分析定量研究；本书统计的煤炭储量数据则基本上截止1988年底。

中国煤炭资源形势和保证程度分析：中国煤炭资源总量虽然在世界上居第二位，但人均占有资源量和矿井可采储量却远低于世界水平（世界人均煤炭资源占有量为2786t，中国为1913t；世界人均煤炭证实储量为435t，中国为103t；世界人均煤炭可采储量为173t，中国为51t）。中国可供建井利用的精查储量严重不足。据统计，全国统配煤矿2000年前有精查储量保证的占总规划能力的47.8%，尚无精查储量保证的为52.2%。2001—2020年有精查储量保证的仅占总规划能力的21.3%，尚无精查储量保证的为78.7%；地方国营煤矿，在主要产煤区及用煤区2000年前有精查储量保证的占54%，2001—2020年有精查储量保证的仅占18.3%。此外，在目前1t矿井可采储量需要3t可供利用的精查储量作保证的情况下，矿井可采储量的可供程度更是十分紧张。根据矿井生产能力、储量备用系数和矿井现实回采率等指标计算，全国统配煤矿平均矿井实际服务年限仅为36年，地方煤矿平均矿井实际服务年限为30年。

中国煤炭生产利用现状分析：中国煤炭生产一直占能源生产的70%以上，占矿业的50%以上。煤炭产量（原煤）虽于1989年突破了10亿吨，位居世界之首，但原煤人均占有量仅为世界第19位，人均消费量仅及世界平均水平，只及美国 and 原苏联的三分之一。在各省煤炭产量中，山西占25%，居全国首位，依次为河南、河北、黑龙江，四省共占全国总产量的48.3%。原煤产量按煤种划分，炼焦烟煤占47%，非炼焦烟煤占29%，无烟煤占21%，褐煤占3%。中国煤炭资源大多埋藏较深，开采条件不够理想。在600m以浅保有的2505亿吨储量中，适于露天开采的只有375亿吨左右，因此开采方式以地下矿井为主，露天开采仅占产量的3.2%，而世界露天煤矿产量比重平均占45%。中国地下开采的矿井开采深度一

般未能超过500m,而世界主要产煤国家矿井开采深度一般可达1000m。世界上发达国家采煤已近100%实现了机械化,而中国的机械化采煤只在统配煤矿中实现(占58%),综采只及世界水平的33%。发达国家煤炭矿井回采率大体保持50—60%,而中国目前矿井平均回采率是32%。中国煤炭采出后的运输量占煤炭总产量的84%,铁路运煤占了铁路货运总量的40%,而发达国家产煤后多为就地消化或转化。中国煤炭消费的80%以上是直接燃烧,煤炭在国内消费总量构成中用于生产建设的占78.4%,用于生活民用的占21.6%。中国煤炭经过筛选的只占原煤总产量的20.5%,洗煤占原煤总产量的17.5%。而发达国家洗煤比重占原煤产量的80%以上。中国城镇生活用型煤已达50%以上,但乡村及工业用型煤却甚少。中国水煤浆利用已从实验室转向应用阶段,预计2000年规划能力达到3000万吨。中国煤炭的转化率仅占煤炭总消费量的34.4%,其中电化(及供热)占25.1%,焦化占8.9%,气化占0.3%,液化尚有待发展。而世界主要产煤国家用于电化和焦化的比重均在78%以上。制约中国煤炭开发利用的主要因素有煤炭运力不足、煤炭环境污染、富煤区水资源贫乏,以及煤价不合理等问题。由于中国煤炭资源西富东贫造成产量西多东少,而煤炭消费又是东耗西供,因此煤炭基本流向是由西向东,自北而南,又由于运力不足导致产煤省普遍积压煤炭,所以形成以运定产制约着煤炭的开发利用。煤炭开发利用过程中对环境造成的污染(如燃煤对大气的污染,采煤对水资源的污染,矸石及粉煤灰对环境的污染,煤炭开发对土地资源和生态环境的破坏等),如不能得到及早治理,煤炭工业的前景将不容乐观。据有关人员研究分析,中国目前每年因环境污染和生态破坏造成的经济损失高达860亿元。中国水资源与煤炭资源呈逆向性分布,富煤地区由于水资源贫乏,将会严重制约能源基地的发展。价格是促进资源合理利用和建立社会主义市场经济的中心环节。长期以来,不合理的煤价是制约煤炭开发利用的重要因素之一。煤炭开发中存在的主要问题是:资源利用率低(包括储量利用率低、煤炭资源回收率低),与煤共生或伴生的矿产利用程度低,优煤劣用十分突出。

对中国煤炭资源勘查和合理开发利用的建议:合理开发利用中国煤炭资源的指导思想应该是:既要最大限度地满足国民经济建设的需要,又要认真保护资源和防止环境污染。作者根据这一指针,提出了下面10个方面的建议:(1)运用先进的勘查技术方法加强东部地区找煤,突出西部地区找水,为煤炭开发重心的战略转移做好准备。在东部找煤的同时,还要加强对东部煤田地地质规律的研究。(2)增加地质工作投入,加强精查勘探,加速提供可供建设利用的煤炭储量,以适应煤炭工业和国民经济发展的要求。(3)实行地质成果有偿使用制度,尽快制订地质勘查法,保护探矿权人的优先权,增强地质工作活力。(4)坚决贯彻《矿产资源法》。依法治矿,合理分配煤炭资源,对乡镇矿山统筹规划、合理安排。制订优质煤保护性开采方案。(5)实行煤炭资源有偿开采,促使开发单位及用户节约资源,多耗资源就要多缴资源补偿费。提高资源回收率,并作为企业承包考核指标,促使矿山企业珍惜资源,延长矿山寿命。调整煤价,按质计价,防止资源过快消耗。(6)矿山企业要认真贯彻煤炭工业技术政策,依靠技术进步和先进管理方法,使用先进工艺和技术装备,提高采煤工效、资源回收率和煤炭加工利用效益。(7)在煤炭资源和优质能源短缺地区,鼓励开展应用煤矸石、石煤、泥炭等低热值燃料。(8)建立坑口电站,鼓励矿山企业成为综合经营的集团,以充分发挥资源效益,减少运输压力;实行煤电联营,煤与化工联营,煤与共生伴生矿产开发加工联营。(9)加强矿山地质测量,扩大矿山储量;发展露

天采煤，进一步查明开采技术条件，扩大露天开采规模，提高煤炭资源利用程度和经济效益；矿山地质测量机构要与各级矿管机构密切配合，加强对煤炭资源的监督保护工作。

(10) 搞好煤炭开发利用的环境保护。

1992年于北京

前 言

《中国的含煤地层》是“七五”期间地质矿产部的重点地质项目——“全国煤炭资源远景调查”的第一课题。本课题的任务是在各省（区、市）地质矿产局煤炭资源远景调查成果的基础上，通过深入的分析、对比和研究，总结我国主要聚煤期含煤地层的沉积特征，并对其进行合理的划分与对比，以提高我国含煤地层的研究水平，同时也为我国煤盆地的构造研究、主要聚煤期沉积环境与聚煤规律研究、全国煤田地质图的编制及宏观预测等工作提供基础资料。

本课题由陕西省地质矿产局第八地质队和湖南省地质矿产局 418 地质队共同完成。前者负责北方地区（昆仑山—秦岭—大别山以北），为两队牵头单位；后者负责南方地区。中国地质科学院地质研究所王思恩副研究员、山西省地质矿产局王柏林高级工程师、中国地质大学（武汉）王治平副教授应聘担任本课题的技术指导。课题负责人为李瑞生（陕西八队）、顾谷声（湖南 418 队），下设六个专题，其名称和负责人是：1. 北方晚古生代含煤地层（曹咏梅）；2. 北方中生代含煤地层（苏玉芳）；3. 北方新生代含煤地层（李寅）；4. 南方晚古生代含煤地层（龙梦幻）；5. 南方中生代含煤地层（黄探科）；南方新生代含煤地层（高明）。本课题于 1992 年 2 月在北京通过了由地矿部组织的专家评审。

本书的前言、第一章、第十二章由李瑞生、顾谷声执笔；第二章由龙章亮执笔；第三章由龙梦幻执笔；第四章由曹咏梅、郑平、樊小宁执笔；第五章、第七章由黄探科、刘冀华执笔；第六章由李瑞生执笔；第八章由苏玉芳执笔；第九章由李寅执笔；第十章由高明执笔；第十一章由李寅、李瑞生执笔。技术指导为第一、二稿进行了仔细审改。全文最后由李瑞生、顾谷声统编而成。先后参加过本课题工作的还有陕西八队王新建、刘莎莉，湖南 418 队林友仁、黄东风、彭志香、陈适等同志。本书图件的清绘是由陕西八队和湖南 418 队绘图室分别完成的。

本课题是在地质矿产部原地矿司和现直属单位管理局的领导下进行的，钱大都、李钰和魏斌贤高级工程师负责具体的组织工作并自始至终给予直接的指导。陕西省地质矿产局和湖南省地质矿产局有关领导给予了大力支持。兄弟课题组莽东鸿、张韬、李河铭、蔡乃仲、胡天玉、金世雄、温明星等同志给予了积极的帮助。中国地质大学（北京）刘本培教授，中国地质科学院地质研究所詹立培研究员、王大宁副研究员及本课题三位技术指导热情提供了资料。在本书的编写过程中，还参考并使用了有关省（区）的区域地层表、古生物图册、断代总结或地质志中部分地层剖面 and 古生物资料，因篇幅所限，这些资料未列入文后所附参考文献中，特予说明。作者在此谨对所有支持和帮助过本课题工作的单位和个人致以深切的谢意。