



石油地质进展丛书 3

Advances in Petroleum Geology Series 3

天然气勘探

Exploration of Natural Gas

中国石油学会石油地质委员会编

Edited by Petroleum Geology Institute of Chinese Petroleum Society

石油工业出版社

The Petroleum Industry Press

26937

石油地质进展丛书3

天然气勘探

中国石油学会石油地质委员会编

石油工业出版社

内 容 提 要

一九八四年底中国石油学会石油地质委员会和四川省石油学会联合召集了首届全国天然气(包括煤成气)资源评价座谈会。本书汇集这次会议上发表的、具有较高学术水平的论文共20篇;主要内容有:天然气资源评价;天然气藏分类及其形成条件;判别不同类型天然气的指标研究;天然气储量计算及实验研究等。

石油地质进展丛书:

天 然 气 勘 探

中国石油学会石油地质委员会编

*

石油工业出版社出版

(北京安定门内外馆东后街甲36号)

妙峰山印刷厂排版

北京顺义燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 13 $\frac{1}{2}$ 印张 309千字 印1—1,800

1986年9月北京第1版 1986年9月北京第1次印刷

书号: 15037·2643 定价: 2.85元

序

中国石油学会石油地质委员会自1979年成立以来,举办了多种形式的学术交流活动,不仅活跃了学术空气,而且对发展我国石油地质学理论和油气勘探工作起到了一定的促进作用。在各种专业学术会议上,交流和宣读了大量具有较高理论水平并能够指导油气勘探工作的论文和科研报告。但由于石油地质委员会没有与其学术活动相适应的公开刊物,以及受各方面条件的限制,只有极少量的论文得以出版,而更多的优秀论文和科研成果未能编纂成册,给科研、生产、教育部门的利用带来不便,实为可惜。

为了更好地促进学术交流,不断提高我国石油地质学术水平,推广科技成果,系统积累各类学术资料,为油气勘探、科学研究和人材培养服务,石油地质委员会决定自1985年起编辑出版《石油地质进展丛书》。我们将选择各专业学术会议上交流的具有较高理论水平和实际应用价值,并能代表国内科学技术发展方向的论文和科研成果,按石油地质构造、地层古生物、沉积相与沉积环境、油气生成及有机地球化学、油气藏形成、资源评价以及地震、测井、遥感技术、数学地质、实验技术等专题编纂成册,交石油工业出版社出版、发行。

中国石油学会名誉理事长康世恩同志为《石油地质进展丛书》题词:“石油地质科学研究要预见未来”,对编辑出版这套丛书寄予很大的希望和提出很高的要求。我们将本着这一精神,努力探索,开拓石油地质学的新领域。我们将把《石油地质进展丛书》作为反映我国石油地质理论进展和油气勘探实践的窗口,并使之成为石油地质科学研究和生产实践之间的一座桥梁,起到指导油气勘探工作的作用。

在我国新的历史时期中,为实现四个现代化的宏伟目标,加速发展我国的石油工业,用先进的石油地质学理论、先进的油气勘探技术和方法,对我国油气资源进行全面预测和评价,指出油气勘探方向和有利的油气富集区,是我会组织各种学术活动的宗旨。我们将遵循“百花齐放,百家争鸣”的方针,提倡不同学术观点的讨论,在《石油地质进展丛书》上刊载不同学派的科研成果和学术论文。欢迎广大石油学会会员和各有关部门及单位的石油地质科学工作者,积极发表独到的见解、观点和创造性的成果,为繁荣我国石油科技事业,为发展我国石油工业作出卓越的贡献。

中国石油学会石油地质委员会

1985年3月

Preface

Since the founding of the Petroleum Geological Institute of the Chinese Petroleum Society in 1979, different forms of academic activities have been organized to make provisions for its members to exchange their learnings which have not only created a lively academic atmosphere among the members but also acted as a catalyst in the development of petroleum geology both in theoretical research and in practical exploration. Large numbers of papers or findings have been presented to or read in the different symposiums which win the consensus of having fairly high theoretical level, capable of guiding field work. Due to the lack of a publication of its own and limited by many other factors, only a very few of the articlees have been selected and published, leaving many of the equally outstanding papers aside, which is quite a big loss to the research, production as well as educational institutions.

As a way out, the Petroleum Geological Institute has decided to edit, starting from the year 1985, this publication called "Advances in Petroleum Geology Series", or a monograph series on petroleum geology in order to better to promote academic exchanges, raise the level of petroleum geological science, propagate research results and accumulate, in a systematic manner, materials on different subjects for the use of explorationists, research workers and teaching personnel. The primary source of articles will be those from the symposiums organized by the Petroleum Geological Institute which are considered to be outstanding both in theoretical level and in practical value, and representative of the scientific achievements and trend of development of geological science at home. The subjects to be covered by the series will be, petroleum geological structures, stratigraphic paleontology, sedimentary facies and sedimentary environment, origin of oil and organic geochemistry, formation of oil and gas pools, appraisal of resources, as well as seismic survey, well logging, remote sensing technique, mathematical geology, experimental techniques etc. It is a specialized publication of open circulation, published in series by the Petroleum Industry Press.

In commemorating the first issue of "Advances in Petroleum Geology Series", Comrade Kang Shien, Honorary Chairman of the Board of Directors of the Chinese Petroleum Society, sends us his words of encouragement saying: "The research in petroleum geology should aim at forecasting the future".

These words have placed a very high demand on the publication of the series. And in the spirit of these words, we should make efforts to explore and unremittingly to open up new areas for the development of petroleum industry, and through the publication of this series as a window to reflect our progress and as a bridge to link scientific research with production, guiding our way in the search of oil.

In this our new historical epoch, with the realization of four modernizations as our grand goal, we, as workers of the petroleum industry, must direct all our academic efforts toward speeding up the development of the industry through the introduction of advanced geological theories and application of advanced exploration techniques, so as to do well the work of resources forecasting and appraisal and of locating abundant oil and gas accumulations. We will stick to the policy of "letting a hundred flowers blossom and a hundred schools of thoughts contend". Discussion of different views and different schools of thought will be encouraged, and scientific treatises and academic papers from different schools will be accepted and published. Members of the Chinese Petroleum Society and petroleum geologists from related departments are welcome to make their contributions for a common cause—a flourishing petroleum science and a prosperous petroleum industry.

Petroleum Geological Institute
Chinese Petroleum Society
May, 1985

前 言

一九八四年十一月中国石油学会石油地质委员会和四川省石油学会联合召开了首届全国天然气（包括煤成气）资源评价座谈会。来自全国各有关部门的专家、教授和从事天然气研究的科技人员130多人参加了会议。会上宣读或交流了58篇学术论文。这些论文广泛探讨了我国天然气资源勘探远景与评价；天然气类型划分与成气机理；天然气地球化学特征和地质实验分析；以及天然气田形成和分布规律。

这次座谈会认真贯彻科技为经济建设服务的方针，把学会活动与咨询相结合、理论与实践相结合，并对我国今后天然气的勘探方向提出了许多具体建议，会议取得了圆满成功。与会代表认为，我国有着优越的形成大、中型天然气田的地质条件：有200多万平方公里的含煤地层分布区，蕴藏着丰富的煤系地层天然气；中国南方热演化程度比较高，也是形成天然气的有利地区。天然气与石油相比在成因、层位、深度和保存条件上更具有广泛性，它可以存在于从老到新各时代的地层，从上到下不同深度的圈闭和来自各种成因的气源。

我国的天然气工业还比较落后，发展比较缓慢。近年来，国家对天然气的勘探和科研工作开始重视，批准成立了天然气勘探开发公司，把天然气作为重点科研攻关项目，首先抓了煤成气的研究，有关部门从事天然气勘探和研究的力量普遍得到了加强。近年来，不仅在科研上取得了一些有一定水平的研究成果，而且勘探方面在一些地区取得了突破性的进展。这些都展示了我国天然气工业发展的广阔前景。

为了汇集我国天然气科研与勘探的成果，更好地为加速天然气工业的发展服务，根据中国石油学会地质委员会系列丛书出版规划，在这次会议宣读的论文中，选择内容丰富、学术水平较高的二十篇汇编成《天然气勘探》一书，由石油工业出版社出版。

参加本书编辑的人员有：田在艺、王书林、戴金星、戚厚发、王尔伟等同志。

中国石油学会石油地质委员会
《天然气勘探》编辑组

Foreword

Under the joint sponsorship of the Geological Committee of the Chinese Petroleum Society and the Sichuan Provincial Petroleum Society, the First National Symposium on The Appraisal of Natural Gas (also coal gas) Resources was convened in November, 1984, with more than 130 people participating, including specialists, professors and research workers. Altogether 58 papers were read or exchanged in the meeting, mostly dealing with the country's natural gas resources, prospects and estimations, gas classifications and mechanism of their formation, geochemical characteristics and geological analysis of gas and distribution of gas fields, etc.

The symposium has proved to be a complete success, because it has carried out our general policies of integrating science and technology with economic construction, academic activities with consultative services and theory with practice, besides having put forward a number of proposals on the direction of our future exploration for natural gas. The consensus of the participants is that, the geological conditions of our country are favourable for the formation of large and medium size gas fields, that we have a surface area of over 2 million square km covered with coal beds rich in coal gas, and that the higher thermal evolution in south China favours the formation of natural gas. In contrast with oil, natural gas may occur and be preserved in a wider range of geological formations, in traps of varying depth and from hydrocarbons of different origin.

Our natural gas industry, now developing at a slower rate, has lagged behind others. Greater attention has been paid to the industry in recent years, as we have set natural gas, and primarily coal gas, as a key topic of research and have established a natural gas exploration and development corporation to intensify work in the field. Considerable success has been reported on both fronts and we are convinced that this will open up vast vistas for the development of our natural gas industry.

In accordance with the plan of publishing a Geological Series decided by the Geological Committee of the Chinese Petroleum Society, we have selected, for publication by the Petroleum Press, 20 papers from among those articles read in the meeting which are of higher academic level, to be entitled "Natural Gas Exploration". The whole collection consists of articles on appraisal of natural gas resources, classification of natural gas pools and geological co-

nditions under which they are formed, identification of different types of natural gas, computation of natural gas reserve and laboratory analysis, etc.

Among the editors of the present series are: Tian Zaiyi, Wang Shulin, Tai Jinxing, Qi Houfa, Wang Erwei and others.

**"Natural Gas Exploration" Editorial Group,
Petroleum Geological Committee
of the Chinese Petroleum Society**

目 录

中国主要含煤盆地天然气资源评价.....	田在艺 戚厚发 (1)
我国煤成气藏的类型和有利的煤成气远景区.....	戴金星 (15)
四川盆地地质特征及今后勘探前景.....	包茨 李懋钧 韩克猷 万湘仁 (32)
四川盆地油气藏特点、类型及勘探方法刍议.....	徐和笙 (46)
试论川东地区局部构造发展阶段对油气保存条件的影响及资源评价.....	刘云鹤 (54)
中国东部陆相盆地天然气的生成和分布.....	童晓光 徐树宝 (66)
德惠断陷天然气成因及勘探前景.....	康伟力 (78)
黄骅拗陷石炭二迭系煤成气的形成条件及评价.....	李长洲 (87)
京津地区廊固凹陷天然气资源的预测与勘探.....	李德生 杜永林 胡国农 (99)
苏桥二迭系油气藏形成条件及石炭二迭纪煤系勘探前景分析	唐秉琦 (109)
略论太原盆地石炭二叠系煤成气成气远景	李长吉 (117)
陕甘宁盆地上古生界煤成气资源远景	王少昌 (125)
新疆中下侏罗统煤成气初探	伍致中 王生荣 卡米力 (137)
天然气运移特征及空间分布主要控制因素的讨论	戚厚发 (150)
从模拟实验讨论甲烷气的下限和深部地层找气的可能性	王潘云 杨天宇 (159)
贵州赤水天然气中Ar同位素特征与时代信息讨论.....	
.....	戴樟谟 卢承祖 洪阿实等 (164)
煤成气和煤成油产出阶段和特征的初步研究	刘德汉 傅家谟 (172)
鉴别煤成气的辅助指标——汞蒸气	涂修元 吴学明 (180)
煤的热解气相色谱研究	盛志纬 葛修丽 (187)
煤成气量的热化学理论计算方法	何志高 (200)

SV53/17

CONTENTS

1. Evaluation of natural gas resources in the main coal basins in China
.....Tian Zhaiyi, Qi Houfa (1)
2. Types of coal gas pools and their prospects.....Dai Jinxing (15)
3. Geological characteristics and prospect of exploration in Sichuan Basin
.....Bao Ci, Li Maojun, Han Keyu, Wan Xiangren (32)
4. Discussion on the characteristics, types, and exploratory methods of
oil and gas pools in Sichuan Basin.....Xun Hesheng (46)
5. On the influence of hydrocarbon preservation in the evolutionary stage
of local structures in East Sichuan.....Liu Yunhe (54)
6. Generation and distribution of gas in continental basins, East China
.....Tong Xiaoguang, Xu Shubao (66)
7. Origin and prospect of gas in faulted-depression in Dehui
.....Kang Weili (78)
8. Formation and evaluation of gas generated from coal measures in
carboniferous Carboniferous-Permian systems in Huang-hua depression
..... Li Changzhou (87)
9. Prediction and exploration of natural gas resources in Langgu basin in
the Beijing-Tianjing region
.....Li Desheng, Du Yonglin, Hu Guonong (99)
10. Formation of Permian oil and gas pools, and prospect of Carboniferous-
Permian coal-measures in Suqiao.....Tang Bingqi (109)
11. Discussion on coal gas prospect of Carboniferous and Permian systems in
the Taiyuan BasinLi Changji (117)
12. Prospects of coal gas resources from the Upper Paleozoic in the Shan-
gan-ning Basin Wang Shaochang (125)
13. Discussion on gas generated from coal measures of middle-lower Jurassic
series in Xinjiang
..... Wu Zhizhong, Wang Rongsheng, Ka Mili (137)
14. Discussion on the characteristics of gas migration and the main
controlling factors for gas distribution
..... Qi Houfa (150)
15. Discussion on the lower temperature limit of methane and possibilities
of exploring deep gas based on simulation experiments
..... Wang Hanyun, Yang Tianguyu (159)

16. Discussion on the isotopic characteristics of Ar contained in natural gas of Chishui in Guizhou province.
.....Dai Tongmo, Eu Yunzu, Hong Ashi, Pu Zhiping,
Zhang Qianfen, Chen Xiaojing (164)
17. Preliminary study on the formation stages and characteristics of hydrocarbons generated from coal measures.
..... Liu Dehan, Fu Jiamo (172)
18. Supplementany index for identifying gas generated from coal measures~mercury vapour.....Tu Xiouyuan, Wu Xueming (180)
19. Study of coal petrography by GC-Pyrolysis analysis.
..... Sheng Zhiwei, Ge Xiouli (187)
20. Thermochemical method of calculation for gas reserve generated from coal measures,He Zhigao (200)

中国主要含煤盆地天然气资源评价

田在艺 戚厚发

(石油工业部石油勘探开发科学研究所)

前言

近年来,天然气发展速度比石油更快的趋势愈来愈明显。五十年代初期,世界已发现的油气资源中,以石油为主,按热值计算,天然气仅为石油的一半左右。1970年,世界探明天然气储量约为42万亿米³,原油约为740亿吨,到1980年,天然气探明储量增至73万亿米³,原油增至842亿吨,天然气的增长速度超过原油6~7倍,按热值计算,也愈接近原油的储量。世界天然气发展速度加快的重要原因之一,是天然气的勘探领域不断扩大,其中又以煤系地层天然气的勘探对储量增长的作用最为显著。五十年代以来,世界上陆续发现很多特大型煤成气田,如中欧盆地和西西伯利亚地区,70年代末期,探明与煤系有关的天然气储量共计22万亿米³,占当时世界天然气总储量的1/3~1/4。

现在,世界油气的探明储量比值大体为1:0.9我国二者的比值约为15:1,世界天然气在能源构成中占20%,而我国仅占2.4%。由此看来,我国天然气工业的发展速度与世界天然气的发展速度差距很大,即使与我国石油的发展速度相比,也很不相称。我国天然气发展速度缓慢的主要原因,并非是地质条件问题,而主要是主观上对天然气的勘探和研究工作重视和努力不够。当前,发展天然气工业的关键应是迅速增加天然气储量。

我国具有广阔的天然气勘探领域,除无机成因气外,生物气、石油伴生气和石油裂解气均已发现有工业性聚集。特别是我国煤系地层十分发育,具有地质远景的含煤面积约90万平方公里,占全国面积的1/10,且含有众多的大型含煤盆地,这为煤成气聚集提供了雄厚的物质基础。因此,在开展不同领域天然气的勘探中,应把含煤盆地的勘探和研究放到重要的位置。

煤系地层产气特征及聚集类型

我国含煤沉积,除早古生代有少量藻煤为腐泥型母质外,绝大多数均为高等植物形成的腐植煤。煤系中所夹碳质页岩、暗色泥岩,也以腐植型干酪根为主。

腐植型干酪根的元素组成特征是贫氢富氧,腐泥型干酪根则是富氢贫氧。腐植型干酪根的化学结构特征是以芳环结构为主,所带支链少而短,而腐泥型干酪根的芳核带有较多较长的支链。这种元素组成和化学结构上的差别,决定着煤系腐植型干酪根在热演化过程中以产CH₄为主的气态烃为主,腐泥型干酪根在成熟阶段以产液态烃为主。

煤系地层产出气体的化学组分和碳同位素组成与腐泥型干酪根生成的气体有明显差别,在相同成熟度条件下,前者比后者化学性质干(即CH₄含量高),同位素组成重,前者

的 $\delta^{13}\text{C}_1$ 值一般为 $-25\sim-35\%$ ，后者为 $-35\sim-55\%$ 〔1〕。

腐植型有机质与腐泥型有机质的生气潜力相比，在有机碳含量相同条件下，后者比前者为高。但同时应该注意到，煤系地层的有机碳含量往往比生油岩系的含量高得多，煤的有机碳含量一般高于50%，煤系中碳质页岩和暗色泥质岩的有机碳含量也多在2~5%以上，因此，就整体而言，煤系地层的生气潜力往往要比生油岩系高。还要指出，不同的煤岩组分产烃能力也有明显差别，壳质组有利于生油，镜质组有利于生气。我国主要煤系的显微组分中，一般以镜质组为主，约占50~90%，有利于生成大量气态烃。

总之，煤系中的煤和分散有机质在热演化过程中能够生成大量天然气。煤系中生成的天然气，由于其后期运移、赋存条件的不同，构成了两种资源量有重大差别的天然气聚集类型。一种是，它所生成的天然气运移到煤系内或煤系外的储层中，并经二次运移（指储层内部的运移）在适宜的圈闭中形成天然气聚集。这样形成的天然气藏，在有利条件下可以达到很大的规模，例如，荷兰的格罗宁根气田，是一个比较公认的与煤系有关的特大型煤成气田，单个气田的可采储量高达2.2万亿米³。另一种是，由煤生成的天然气，呈吸附状和封闭游离状被封存在煤层本身或临近的围岩中，构成所谓煤层瓦斯。这种煤层瓦斯在一定地质条件下，也可以通过解吸、运移并聚集成小型天然气藏（也包括煤层或围岩中的“瓦斯包”），但其资源量规模是无法与前一种聚集类型比拟的。国外把前一种类型当作常规天然气藏勘探开采，而把后者划为非常规天然气资源范畴进行研究和勘探〔2〕。国内已习惯把这两种类型的天然气统称为煤成气，但在实际研究和勘探工作中，应该加以区别对待。本文所讨论的含煤盆地的天然气资源系指前一类天然气聚集。

中国主要含煤盆地〔3〕

从石油地质观点来看，在我国已发现的含煤地层，不论其有无开采价值，确实层位很多，差不多每一个地质年代都有煤系地层形成。所以说，我国煤系地层分布普遍，发育良好，具有生成油和气的物质基础。

（一）古生代含煤地层分布与含煤盆地

古生代煤系地层主要为广阔海盆、滨海平原潮湿气候地质环境的海陆交替相含煤沉积，是在稳定的陆台构造控制下形成的含煤盆地。因而煤系地层主要分布在华北陆台、华南陆台的西部和东部边缘地区，以及祁连山北部的走廊断陷带。

1. 石炭纪前的下古生界及泥盆系常发现有石煤或碳质页岩。在此时期，中国南方是一个广阔陆台海盆，从南宁经长沙到上海这一狭长地带的南部属扬子地台与华南海的过渡带，北部是地台内部的台向斜，还有地台北缘地区与秦岭海的过渡带。海盆水体较深，沉积物主要是石灰质、硅质的黑色页岩夹石煤层，是还原环境下形成的，有机质丰富，可能为油源岩。它们主要分布在湘桂黔区，区内下寒武统牛蹄塘组石煤地层分布很广，层位稳定，煤层厚度大。湘西的中上寒武统及下奥陶统，湘西北的震旦统灯影组中亦常含有石煤层。在湘西皖南赣北等地的下寒武统荷塘组石煤或黑色碳质岩层，分布广泛。陕南、鄂西北、川东北、豫西南等地在寒武—奥陶系、下志留统常发现有石煤层。在粤西封开中泥盆统棋子桥组发现有碳质页岩。

2. 晚古生代煤系地层在华南地区主要分布在秦岭以南，康滇古陆以东，大致在粤闽沿

海及浙西赣东一带，是在滨海、浅海的地质环境下形成的含煤建造。

早石炭世大塘阶沉积时，在盆地边缘北、西、东侧形成了陆相或海陆交替相含煤建造，海盆内部主要为浅海相的碳酸盐岩沉积。如滇、黔地区的滨海低地，以碎屑岩为主夹灰岩和煤层，厚度20米到500米，从陆地向海盆增厚。湘中涟源、新化低地和桂中南丹一带煤系地层厚50~150米，为局部封闭的深凹陷。粤北、赣南滨海低地，煤系地层厚150~300米，有由西向东逐渐减薄的趋势。

早二叠世早期梁山阶由于滇中—黔北—湘北有一个北东东向的隆起带，其北为陕南凹陷，其南为南华凹陷，梁山组含煤地层主要发育在这一带，为碎屑岩夹石灰岩含煤建造。早二叠世晚期童子岩组含煤地层主要分布在粤、闽、赣、浙、苏南、皖南等地，以闽西南浅海沼泽区最发育。晚二叠世下部地层不含煤，上部为浅海相的长兴组石灰岩，中部为龙潭组含煤沉积建造，煤层发育。在海盆东部主要分布在浙西、赣东北、闽西南、粤东等地区，凹陷中心在闽西南、粤东一带。西部主要分布在康滇古陆以东的滇东、黔西、川南一带(图1)。

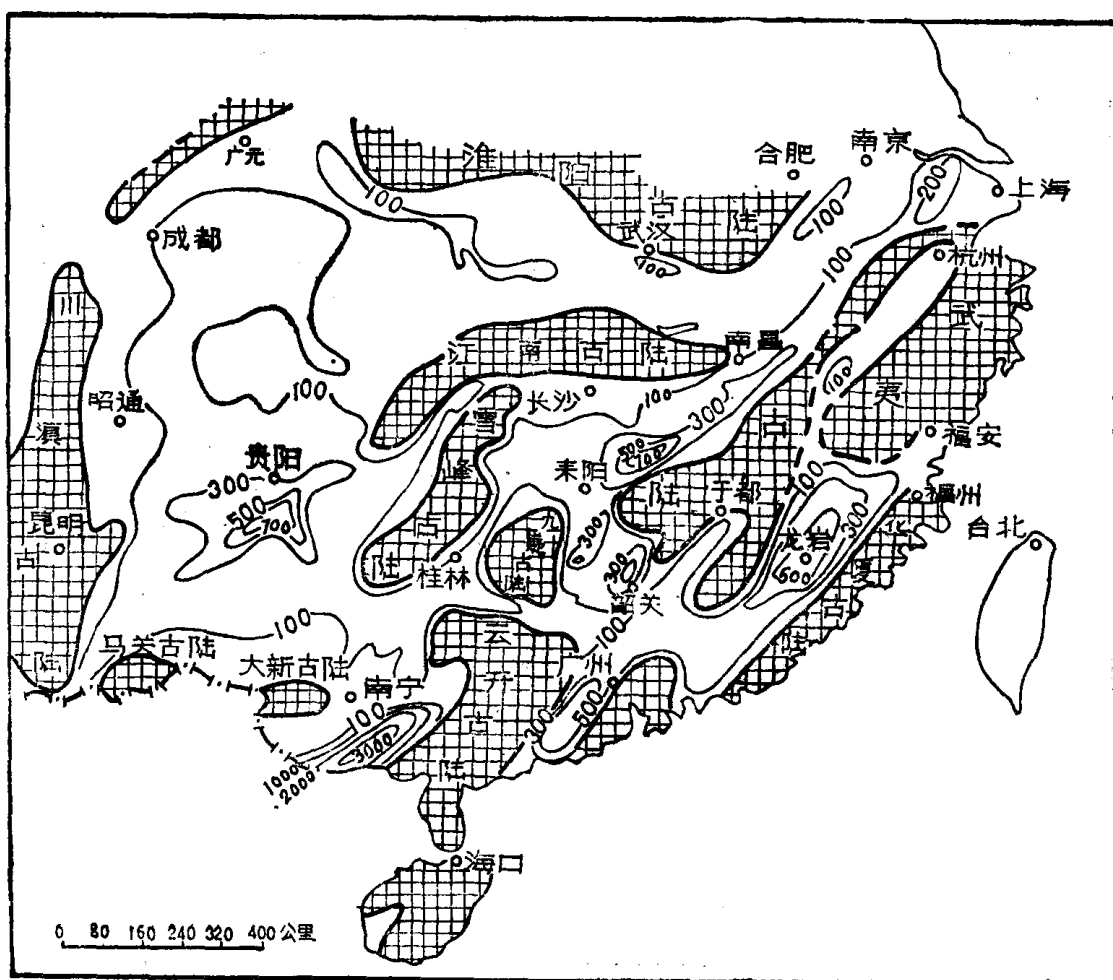


图1 华南晚二叠世龙潭组等厚图(据韩德馨等)

3. 石炭—二叠纪含煤地层在我国北方分布十分普遍(图2)。在秦岭—大别山以北阴山山脉以南广大范围内都有分布。石炭—二叠纪时期，秦岭山脉与阴山山脉南北所夹持的华

北陆台型盆地，普遍发育以陆相为主的海陆交替相含煤建造。

加里东期，由于秦岭一大别山及阴山的隆起，本区曾长期遭受剥蚀，直到中石炭世，普遍开始沉降，接受沉积，形成了广阔的聚煤盆地。

华北陆台石炭一二叠纪含煤地层在不同地质时期，沉积中心有所迁移。本溪组在北缘辽宁一带沉积最厚。太原组移至徐州、淮北一带，山西组南薄北厚，石盒子组沉积时，沉积中心又移至南部。这种沉积中心迁移的现象，是在地台运动体制下差异沉降造成的。

华北盆地的陆屑主要来源是阴山隆起区。岩性为碎屑岩夹煤层，在辽宁地区厚100~150米；徐州厚90米；至西部乌兰格尔—平凉隆起逐渐尖灭。太原组沉积范围扩大，与祁连海连通，岩性为砂泥岩夹灰岩含煤层。

早二叠世早期山西组在盆地中部与太原组连续沉积，向边缘地区逐渐超覆。岩性以碎屑岩为主，夹薄层灰岩和煤层。在冀中一带厚100~160米，在山西地区厚30~60米。早二叠世晚期下石盒子组岩性为杂色粗粒碎屑岩。沉积中心逐渐向盆地东南偏移。晚二叠世早期上石盒子组全是陆相沉积，为粗粒碎屑岩建造，沉积中心向南部转移，在皖北和豫南一带煤层较厚。

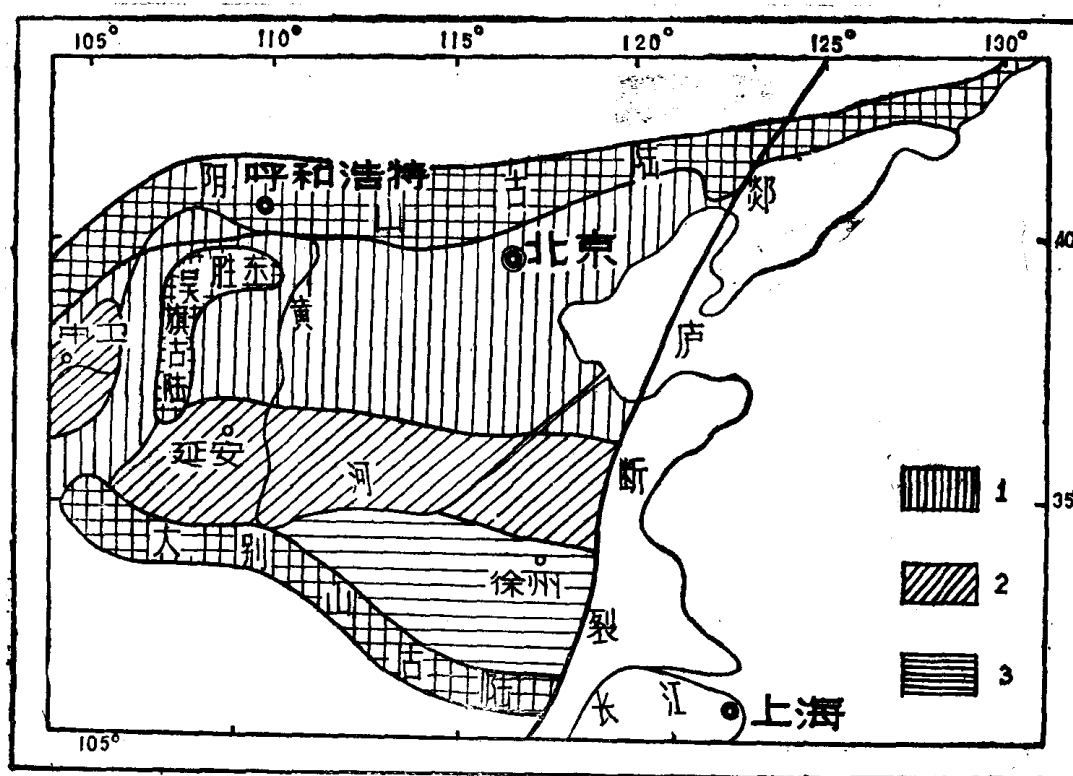


图2 华北陆台石炭一二叠纪煤系地层分布图

1—上石炭—下二叠系主要含煤层；2—下二叠系主要含煤层；3—二叠系主要含煤层

4. 走廊断陷盆地，由于加里东运动祁连山隆起，石炭一二叠纪含煤建造受区域性东西向构造控制，含煤地层呈东西向展布。石炭系为海陆交互相沉积，二叠系以陆相为主，偶有海相成分，其水体环境似为滨海低地。臭牛沟组由砂泥岩夹灰岩和薄煤层组成，沉积中心在中卫一带。羊虎沟组在山丹地区厚20~40米，中卫地区最厚1000米。太原组是走廊盆地的主要含煤层，厚度200~400米。

(二) 中生代含煤地层分布与含煤盆地

中生代以来, 由于中国地壳运动体制的改变, 台槽发展体制已不复存在。中国大陆受太平洋, 印度板块的影响, 造成复杂的种种不同的板内断陷和拗陷型盆地。含煤地层以陆相沉积为主, 沉积相带窄, 沉积速度快, 沉积物质粗, 厚度大, 变化剧烈。其主要含煤时期有晚三叠世, 早、中侏罗世, 晚侏罗世—早白垩世及第三纪等。

1. 上三叠统煤系主要发育在鄂尔多斯、四川、滇中、准噶尔、塔里木、吐鲁番等盆地和粤、湘、闽、赣等地区。根据上三叠统地层厚度分布和含煤情况推测, 大致由北而南, 沿太行山—武陵山—都阳山有一南北向的隆起, 分为东西两部分。东部受太平洋板块影响, 除粤、湘、闽、赣有局部海水侵入外, 绝大部分地区隆起抬升, 西南地区则属古特提斯海域的范畴。自昆仑山—祁连山—秦岭东西一线, 分为南北两部分, 北部准噶尔、塔里木、吐鲁番以及走廊诸盆地都是东西走向, 为陆相含煤地层, 南部诸盆地为海相或海陆交替相沉积。

四川、滇中是统一的含煤沉积盆地(图3), 发育巨厚的浅海相或海陆交互相的上三叠统。在四川盆地须家河组, 龙门山前带沉积凹陷中心最厚达4500米, 向东逐渐变薄, 约500米, 呈东薄西厚的不对称盆地。岩性下部为砂泥岩、石灰岩、白云岩, 属浅海沉积; 中部为粉细砂岩与泥岩互层夹煤层, 属滨海沼泽相沉积, 上部为碎屑岩夹煤层, 属湖泊相沉积。

滇中盆地—平浪组, 分布在渡口—永仁、楚雄、开远诸凹陷, 西部接受沉积早, 称云南驿组。中后期逐渐向东超覆, 称干海子组, 向上为舍资组, 自西向东渐次向康滇隆起顶部尖灭。

粤、闽、湘、赣地区在晚三叠世时期, 海水自粤东分两支侵入, 一支经粤北向湘南赣西方向, 一支向闽西南地区, 形成狭长海湾式的古地理环境。在低凹陷部位为浅海相, 边缘地区是近海平原型的海陆交互相沉积。从沉积经历看, 形成海侵海退的完整旋回。在湘赣地区称安源群。在湘南粤北地区称艮口群。

上三叠统延长组分布在鄂尔多斯盆地和秦岭以北的河南南部地区。自南向北, 地层逐渐超覆, 南部为湖泊相沉积, 北部为河流冲积平原沉积。下部以砂岩为主, 夹碳质页岩、油页岩及煤线, 上部为粉细砂岩、泥岩和煤层, 称瓦窑堡组。

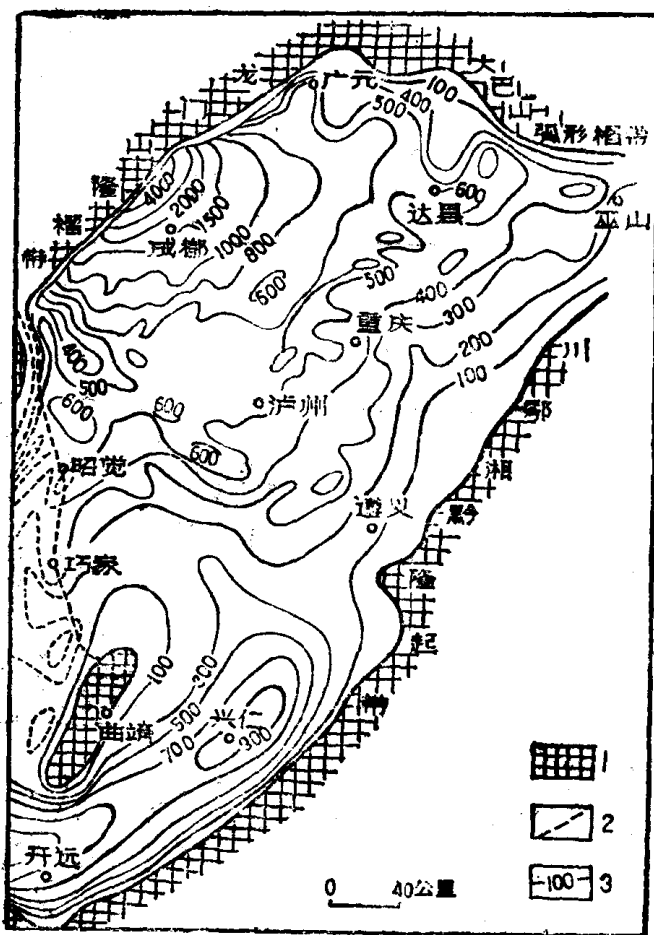


图3 华南西部晚三叠世含煤沉积等厚图(据韩德馨等)
1—古隆起带; 2—川滇隆起带界线; 3—等厚线