

文章编号: 1001-1986(2012)03-0001-05

大地构造理论和中国 4 次煤田预测与潜力评价

胡社荣, 彭纪超, 郝国强, 王浩森, 赵晋斌, 陈大野

(煤炭资源与安全开采国家重点实验室, 中国矿业大学地球科学与测绘工程学院, 北京 100083)

摘要: 在原煤炭工业部组织的 4 次全国煤炭资源预测和评价中, 其中 3 次分别运用了槽-台学说、地质力学理论和板块构造理论。简要评述了前 3 次煤田预测成果。在此基础上, 通过分析第 4 次煤田预测以来的板块构造理论和煤田地质研究进展, 以及对 2006 年 6 月开始的煤炭资源潜力评价, 建议在总结阶段, 应在不同板块构造体制下, 根据含煤原型盆地恢复、大地构造单元性质与盆地构造演化, 对煤炭聚积、煤化作用的控制和影响进行研究, 并提出了建立板块构造理论指导下的中国煤炭资源潜力评价的工作思路与技术路线。

关键词: 大地构造理论; 煤炭资源预测; 煤炭资源潜力评价; 聚煤域

中图分类号: P618.11 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1986.2012.03.001

Geotectonic theory and the fourth prediction or potential evaluation of China's coalfields

HU Sherong, PENG Jichao, HAO Guoqiang, WANG Haosen, ZHAO Jinbin, CHEN Daye

(State Key Laboratory of Coal Resources and Safe Mining, College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: During 1949–1997, six national coal resource assessments and predictions have been completed, in which four were organized by China National Administration of Coal Geology (CNACG) and Xian Branch of China Coal Research Institute. Three of which are briefly reviewed in this article. The three national coal resource assessments and predictions were explained by different geotectonic theories. The geosyncline-platform theory was applied to explain the assessment results during 1958–1959, and published on Coal Geology of China in 1961. The geomechanics created by Professor J.S.Lee (Li Siguang) was applied to explain the relation between the structural system and the coal accumulating regularities, as well as to make prediction of coal resources during 1973–1980, It was also published on Coal Geology of China in 1979 and 1980. The plate theory that had given significant influence until now was applied to coal resource potential assessment during 1992–1997. The advantages and the disadvantages of the three evaluation methods and results are reviewed. On this basis, the coal resource potential assessment initiated in June 2006 was discussed. We suggest that the assessment should be based on two kinds of plate tectonic systems before and after the Triassic. According to the investigations on the restoration of prototype coal-bearing basin, as well as the control and influence by the characteristics of tectonic units and the structural evolution of the coal accumulation/coalification, we propose that the strategies of the coal resource potential assessment should be guided by the plate theory.

Key words: geotectonic theories ;coal resource prediction ;coal resource potential assessment ;coal-accumulating domain

1949—1997 年, 中国已先后完成了 6 次全国性的煤炭资源评价和远景预测, 其中, 原煤炭工业部先后组织了 4 次, 分别是 1958—1959 年、1966—1967 年、1973—1980 年和 1992—1997 年; 地矿系统组织了 2 次, 分别是 1959—1960 年(地质部)和 1983—1988 年(地质矿产部)。2006 年 6 月开始, 国土资源部组织并正在开展第 7 次全国性的煤炭资源潜力

评价^[1]。

在原煤炭工业部组织的 4 次煤田预测中, 其中 3 次分别运用了槽-台、地质力学和板块构造学说; 目前的第 7 次全国煤炭资源潜力评价也是以板块构造理论为指导进行的^[1]。本文试图从大地构造理论与聚煤规律的角度, 评述原煤炭工业部前 3 次煤炭资源预测的主要成果; 并通过简述和归纳原煤炭工业

收稿日期: 2011-05-08

作者简介: 胡社荣(1955—), 男, 浙江东阳人, 博士, 教授, 从事大地构造与煤田及油气地质研究。

部第 4 次煤田预测工作以来板块构造理论进展及取得的主要成果,对国土资源部目前正在进行的新一轮煤炭资源潜力评价工作提出一些粗浅的思路和建议。

1 槽-台学说与第 1 次煤炭资源预测

1958—1959 年,原煤炭工业部组织了我国第 1 次全国性的煤田预测。其主要成果为 1:200 万和 1:300 万全国煤田预测挂图各 1 幅,以及 1 套分省煤田预测图集。1958 年初,原地质部估计全国煤炭储量为 15 000 亿 t^[2]。

这次煤田预测是在前人运用槽-台学说进行煤田类型划分基础上进行的。苏联专家 A.C.霍敏多夫斯基(1952)最早对中国煤田进行大地构造分类,这是运用大地构造理论研究我国煤田的开始。随后,黄汲清(1956, 1959)、谢家荣(1956)、张文佑(1956)、地质部地质研究所(1959)、北京矿业学院(1961)^[2]、北京地质学院(1962)等先后运用槽-台学说对含煤建造或煤田进行分类。槽-台学说是这一时期煤田大地构造分类的共同基础。

同时,也有运用槽-台学说,并分别按古生代、中生代和新生代煤田进行煤田分时代的大地构造分类,其成果在第 1 次煤田预测成果和《中国煤田地质学》^[2]等著作中皆有反映。

这一次全国煤田预测虽然是在勘探、开采资料有限的情况下进行的,但却取得了重要的认识和成果:

a. 大地构造是影响与控制煤聚积和赋存的主要因素。不同大地构造单元,其聚煤特征不同。因此,可以依据大地构造单元及其性质进行聚煤区的划分和聚煤规律与煤变质规律的探讨。

b. 本次煤田预测,通过系统搜集全国煤田研究资料和借鉴国外煤田地质理论与实践经验,弥补了这一时期勘探资料的严重不足。这次工作对当时国内外的煤田地质理论与实践、我国煤炭资源量、聚煤区的划分、大地构造单元与性质的控煤作用等,都做了系统的、全方位的论述和开创性的工作。

2 地质力学理论与第 3 次煤炭资源预测

原煤炭工业部组织的第 3 次煤田预测(1973—1980 年),由原煤炭工业部地质局委托煤炭工业部地质勘探研究所组织进行。本次工作于 1973 年 10 月起首先在辽宁、吉林、黑龙江三省开始试点,1974 年 9 月,其他各省普遍开展。

这次煤田预测,编制了 1:200 万中国煤田地质图、中国煤田分布与构造体系关系图、中国煤种分

布图和中国煤田预测图,以及中华人民共和国煤炭储量汇总表。在煤炭资源量方面,获得了全国煤炭资源量的新数据。埋深在 2 000 m 以内的煤炭总储量为 50 881.56 亿 t,其中:已探明 6 125.79 亿 t,预测储量 44 755.77 亿 t;埋深在 1 000 m 以内的预测储量为 20 854.21 亿 t。

本次煤田预测,以地质力学理论为指导,研究了贺兰—龙门经向构造带、天山—阴山和秦岭—大别山纬向构造带以及新华夏构造体系对我国煤田分布的控制情况,揭示出中国煤田分布的基本特征与规律,并提出了构造体系控煤等很有创见的新认识。此外,将构造体系与煤变质作用相结合,建立了构造体系控制煤变质作用的模式^[3]。

本次煤田预测虽然比较系统地运用地质力学理论对中国煤田地质进行总结,但在煤田预测中却未涉及国外已经流行的板块构造理论。

3 板块构造理论与第 4 次煤炭资源预测

1992—1997 年,原煤炭工业部组织开展了第 4 次全国煤田预测。本次煤田预测提交的成果有:1 套《全国煤炭资源预测和评价(第 4 次全国煤田预测)研究报告》(上、下两册),各种图件 7 种 52 张,附表 5 册;并正式出版了《中国煤炭资源预测与评价》一书^[4]。煤田预测取得的主要成果为:

a. 煤炭资源量更为细化。储量的细化表述是这次煤炭资源预测的亮点之一。东北三省及南方各省(区)的预测深度由第 3 次预测时的 2 000 m 改为 1 500 m;对南方各省(区)还考虑了可采含煤率参数的修正;分出了垂深 1 000 m 以浅、1 000~2 000 m 的预测资源量。此外,还提出了优质煤炭资源的概念^[4]。

b. 编制了 1:500 万中国大地构造格架与煤田分布图,进一步认同了第 3 次煤田预测中作为聚煤区边界的贺兰山—六盘山—龙门山—盐源—丽江南北向构造带,而该构造带即为中国大地构造格架与煤田分布的东西分异界线。

c. 以板块构造理论为指导,分时代划分沉积聚煤域,并提出在华北古陆壳区煤田的宏观构造样式呈环带状分布的规律。

这次煤田预测的最大特点是运用板块构造理论,分时代划分聚煤构造单元。由于勘探体制的改变,本次预测工作的实际勘探资料增加有限。因此,其本次煤田预测资源量数据与前一次及地矿系统的数据(1983—1988 年)相差不大。

从聚煤构造的动力学体制而言,统一的华北板

块聚煤作用的分异,是从晚三叠世鄂尔多斯盆地形成开始的。中、新生代环太平洋域大地构造动力学体制的逐渐形成,及其特提斯构造域对中国东部地区的影响作用,致使华北板块上的含煤岩系从晚古生代主体上的近东西向展布,到燕山期,主体已转变为 NNE-NE 向展布。在华北板块,从三叠纪到中侏罗世,因相邻古板块之间碰撞和陆内俯冲,导致南、北边部 EW 向推覆造山带的形成^[5];华北板块南缘的铜川、济源一带是三叠纪最大的沉积中心之一,呈近东西向展布。自三叠纪末以来,自西向东,贺兰山—六盘山以东的华北板块部分逐渐形成了近东西向的秦岭—大别造山带和天山—阴山造山带围限,其在近南北向的贺兰山—六盘山、山西隆起区和南辽宁—朝鲜隆起带分隔下,形成了分别以鄂尔多斯盆地和太行山断裂带以东华北平原为主体,周缘为造山带与隆起区(带)围限下的两大环带状块体分布特征。在侏罗纪,秦岭—大别造山带和天山—阴山造山带边缘的含煤盆地仍呈近东西向展布,但在盆地主体部分,则出现东西分异现象:在西部的鄂尔多斯盆地,侏罗纪含煤岩系发育;在山西隆起区及太行山断裂以东地区,侏罗系主要发育在造山带两侧的边缘盆地内。从三叠纪开始,华北板块的构造与沉积盆地的展布特征充分反映出其板块的构造动力学与构造线方向已从此前的 NWW 向为主,转变为燕山期以来的 NNE 向为主。因此,华北板块南部的陕西韩城—山西晋城—河南焦作—江苏徐州一线的 NWW 向高变质煤带是印支期华北板块与扬子板块相互碰撞,导致华北南缘岩石圈减薄、高地热梯度带产生的结果^[6-8]。

此外,由于构造控煤包括聚煤作用、改造作用和赋煤状态三大方面^[9]。因此,煤炭资源预测应进行包括原型盆地分析、同沉积构造与改造研究在内的盆地沉积、构造热演化的系统研究。认识与预测现今煤炭资源赋存状况,应该在板块构造理论的指导下,研究煤炭聚积规律、改造过程、构造样式、构造变形区(带)和煤变质特征的基础上,参照开采煤炭的实际情况,进而进行煤炭资源的预测与评价。只有这样,才有可能提高预测与评价的准确性。

4 新一轮全国煤炭资源潜力评价与板块构造理论

4.1 煤炭资源潜力评价的基础和优势

20 世纪 90 年代中期至 2002 年,我国煤炭行业不景气,加上煤田勘探体制的改变,使得我国煤田勘探工作进展甚少。后来,随着煤炭产量的大幅度提升,可供煤炭生产设计的煤炭资源面临紧张,

“十一五”期间,煤田勘探相比此前明显加快。原煤炭工业部第 4 次煤炭资源预测后的最大进展和研究基础表现为以下几个方面:

a. 第 4 次煤田预测后,内蒙古自治区和新疆维吾尔自治区探明了大量的煤炭储量,其次是山西省。2003—2011 年,新疆维吾尔自治区新增煤炭资源量已超过 3 200 亿 t;截止 2010 年,“十一五”的 5 a 间,新探明煤炭储量 5 100 亿 t。据国土资源部公布的数据,山西省 2009 年新探获煤炭资源量约 147 亿 t。截止 2010 年底,内蒙古自治区已探明煤炭资源量达 7 413.9 亿 t,其中,“十一五”的 5 a 间,探明煤炭资源量 5 100 亿 t。除了上述三省、自治区外,煤炭资源勘探的进展不太大。

b. 1997 年以来,煤炭资源勘查及其相关研究开展的不多。但是,在煤炭资源,特别是煤层气、瓦斯与煤矿地质灾害方面,有不少国家 973 计划等项目已经做过一些总结,有一些创新性的成果。

c. 2004 年 9 月 6 日,国务院第 63 次常务会议审议并原则通过《全国危机矿山接替资源找矿规划纲要(2004—2010 年)》。就煤炭资源方面,据报道,截止 2009 年底,新增资源储量原煤 52.9 亿 t。

d. 根据《国家能源局关于组织开展全国煤矿瓦斯地质图编制工作的通知》(国能煤炭[2009]117 号),取得了全国煤矿瓦斯地质编图工作的相应成果。

此外,也发表了一系列与煤田地质有关的文章和著作^[10-11]。

4.2 板块构造理论进展与煤炭资源潜力评价

在原煤炭部组织的第 4 次全国煤田预测工作中,板块构造理论已被引入煤炭资源潜力评价。根据板块构造的新进展和煤炭资源聚积的新认识,很有必要认识两者关系中的一些重要问题。

从板块构造的动力学角度,将中国的板块构造分为印支期以前和以后两大体制已取得一些基本共识^[12-14]。这一观点也就意味着从二叠纪(某些地方可能还包括部分石炭纪)到下、中三叠世代表了一个体制过渡时期^[13]。

早二叠世以来,古亚洲洋和古特提斯洋的闭合导致了大陆的聚合,形成超级大陆(Pangaea; Wegener, 1966)的一部分。

早二叠世,西伯利亚板块开始快速向南漂移,并于二叠纪末期(250 Ma)和华北板块发生碰撞;华北板块与扬子板块碰撞发生在晚二叠世至三叠纪期间^[15]。塔里木板块与华北板块的分界在恩格尔乌苏蛇绿混杂岩带(103°50', 41°12', 可能延至 107°10', 42°15'),在晚二叠世或稍晚相拼合^[16]。

据 Hilde 等的意见,大约在 185 Ma 前,太平洋板块便从库拉、法拉隆和菲尼克斯板块间的扩张脊三联点中心开始发育,由日本向南延伸的断裂带是库拉板块和特提斯板块的边界,此外,它又是太平洋板块的西界。在约 40~50 Ma 前,太平洋板块的运动方向变为 NWW 向,特别是约 25 Ma 前,洋脊系发生变化以前,对亚洲东缘和南缘发生构造影响的是这种近南北向的转换断层,并主要表现为左旋平移^[17]。

印度板块于晚二叠世与“北特提斯”浅海下的陆块(可可西里—巴颜喀拉及以北地区)相撞,最后拼合成一个大陆地壳;与此同时,东方的云岭—无量山板块、保山—掸邦板块也互相靠拢、拼合,并与扬子板块合并。古特提斯大洋从辽阔的海域逐步变窄而最后消失。

印度斯河—雅藏布江带一带,从三叠纪晚期开始发育的中特提斯洋,经侏罗纪到白垩纪的继续扩张,形成中生代或中特提斯大洋。晚白垩世大洋开始收缩,洋壳板块迅速向北俯冲消减。始新世,印度板块与欧亚板块碰撞(P. Molnar et al., 1975),冈瓦纳大陆和欧亚大陆连成一体,形成今天的构造格局。

对于中、新生代盆地演化的转折阶段,尚有不同的看法。大致以白垩纪末至古近纪初的晚燕山运动为转折点^[13]。这里有两个重要的转折时期:侏罗纪末到白垩纪初的早燕山运动和白垩纪末到古近纪初的晚燕山运动^[12];鄂尔多斯盆地现今近南北向的轮廓是中生代晚期形成的^[18]。天山、祁连山—秦岭—大别山以北,特别是中国天山、燕山以北地区,中新世以来受西伯利亚地块从深部地幔到上部地壳相对向南运动而导致发生的、环绕西伯利亚地块南侧呈指向南的弧形分布的中、新生代陆内构造系^[14]。

从上述简要的阐述可以看出:西伯利亚板块与华北板块于二叠纪末拼合;华北板块与塔里木板块于晚二叠世或稍晚相拼合;扬子板块与华北板块于三叠纪拼合,在约 40~50 Ma 前,太平洋板块的运动方向为 NWW;始新世,印度板块与欧亚板块碰撞。中国板块的形成过程与先后的不同,决定了中国不同时期煤聚积规律与分布的差异。

无论是煤,还是油气的大地构造分区,以往都以贺兰山、六盘山、龙门山及横断山为界^[2-4,6,10-11],划分出东西聚煤(油气)区域。然而,从晚古生代含煤岩系形成与展布特征来看,贺兰山—六盘山南北向构造带并非石炭—二叠纪含煤建造的东西分野界线,也非侏罗纪含煤盆地的分界线。例如,在贺兰

山—六盘山以西,祁连山前、柴达木盆地、吐哈—三塘湖—伊犁盆地、准噶尔盆地及其塔里木盆地的周缘均为侏罗纪含煤岩系发育的区域,沉积有单层厚度 217.4 m,总厚 301 m 的超厚煤层^[20];同样,在贺兰山—六盘山以东,鄂尔多斯盆地也是侏罗纪含煤岩系发育良好的盆地。

有研究显示,“至晚石炭世,河西走廊—北祁连浅海与华北海联成一片,因而太原网格长身贝等华北型的古生物群的分子进入走廊浅海区,并沉积了与华北太原组相当的煤系地层。”“桌子山—六盘山形成也较早,控制了煤盆地的西界,至于贺兰山则形成于燕山期,隆起的时间应在聚煤期后^[3]。”从含煤建造的沉积环境和分布规律来看,贺兰山—桌子山南北向构造带形成于晚古生代含煤岩系形成之后。由晚古生代含煤岩系古生物特征以及华北板块与塔里木板块的缝合线位置与时期,结合华北板块、祁连山地区和塔里木盆地在该时期聚煤规律的巨大差异,可以看出,关于晚古生代的聚煤区(带)界线,恩格尔乌苏蛇绿混杂岩带要比贺兰山—六盘山带更为合适。

新生代的含煤盆地主要分布于东北、南海边缘与西南地区。断陷盆地与超厚煤层是这一时期含煤盆地的两大特征。新生代含煤盆地与太平洋板块和亚洲大陆板块以及印度板块与欧亚板块的碰撞密切相关,显示了两者的成因联系。

中国含煤盆地分布规律以及聚煤特征,显示出了印支期前后两大板块体制下聚煤作用的巨大差异和不同的控制与影响特征。

4.3 新一轮煤炭资源潜力评价的思路与建议

从大地构造与煤炭资源潜力评价角度,提出如下设想或建议:

a. 聚煤域的划分要充分考虑两种板块构造体制,分时代进行聚煤域的划分,以及进行聚煤规律与大地构造活动关系的探讨。

b. 从原型盆地恢复、含煤盆地改造和赋煤状态的构造控制方面,进行构造控煤的过程与结果的讨论与总结。注意超厚煤层^[20]往往分布在断陷盆地的事实,应进行其分布规律与成因的总结与探讨。

c. 河南永城—山西南部—陕西韩城高变质煤带的分布,与印支期华北—扬子板块碰撞拼接有直接的关系。太平洋构造域、特提斯构造域及其板块的拼贴与煤变质的关系,也值得很好地探讨。

d. 在控煤构造样式与构造演化研究方面,应该运用构造—历史分析方法和构造解析方法,分时代进行研究。

e. 拓展煤炭资源潜力评价的内容与范畴, 进行煤层气, 乃至与其有关的矿井地质灾害等方面的总结与评价。

5 结论

a. 原煤炭工业部组织过4次全国性的煤田预测, 其中3次分别是以槽-台学说、地质力学理论和板块构造理论为基础; 2006年6月开始的全国煤炭资源潜力评价也是以板块构造理论为指导。

b. 第3次煤田预测得出的聚煤区(域)划分、煤炭资源量数据、分割聚煤域的主构造带, 以及聚煤规律的应力场分析等方面, 为以后的中国煤田预测(或潜力评价)奠定了基础。

c. 贺兰山—龙门山南北向构造带抑或是比较公认的中国东西不同构造变形特征的分界线, 然而, 晚古生代, 走廊带的聚煤作用与华北板块近于一致; 早、中侏罗世, 主要聚煤作用发生在昆仑—秦岭—大别造山带之北的克拉通盆地、前陆盆地和造山带内的山间盆地中。这些事实需要从大地构造单元的性质和板块构造的演化角度, 重新考虑不同板块构造体制下的聚煤规律与聚煤域的划分。

d. 按板块构造的两种体制概念, 应根据板块的构造动力系统及其演变, 以大地构造单元性质与构造线方向的改变为前提, 以煤岩学研究为基础, 对中国煤变质带的分布、成因机理进行探讨和预测。

e. 全国煤炭资源潜力评价应根据原煤炭工业部第4次煤田预测后的煤炭资源量增长及其聚煤规律等, 重点应放在新疆、内蒙、鄂尔多斯和山西四省区, 并对厚煤层的分布规律与形成机理方面的信息有所体现。

f. 拓展煤田地质学内容与范畴, 进行煤层气与矿井地质灾害方面的总结与评价。

参考文献

- [1] 程爱国, 曹代勇, 袁同星. 煤炭资源潜力评价技术要求[M]. 北京: 地质出版社, 2010: 1-78.
- [2] 北京矿业学院煤田地质系, 北京地质学院煤田地质教研室, 煤炭工业部北京科学研究院地质研究所. 中国煤田地质学(第一册)[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1961: 1-178.
- [3] 韩德馨, 杨起. 中国煤田地质学(下册)[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1980: 1-415.
- [4] 毛节华, 许惠龙. 中国煤炭资源预测与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 1-465.
- [5] 葛肖虹. 华北板内造山带的形成史[J]. 地质论评, 1989, 35(3): 254-261.
- [6] 胡社荣, 高文泰. 中国煤田与板块构造的关系[M]//中国矿业大学北京研究生部地质专业委员会, 中国矿业大学地质系. 煤田地质研究文集—庆祝高文泰教授八十华诞暨从事地质工作六十年. 北京: 煤炭工业出版社, 1996: 12-20.
- [7] HU Sherong, LIU He, NING Shuning. Tectonic evolution of the area of coal-bearing formations in Henan Province since the late Paleozoic and its related mechanism of coaly metamorphism[C]// Proceedings of the International Symposium on Mining Technology and Science. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 1987: 872-879.
- [8] 李宝芳, 李祯, 付泽明, 等. 华北南部晚古生代陆表海的沉积充填、聚煤特征和构造演化[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1989, 14(4): 367-378.
- [9] 黄克兴, 夏玉成. 控煤构造概论[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1991: 1-236.
- [10] 张泓, 李恒堂, 熊存卫, 等. 中国西北侏罗纪含煤地层与聚煤规律[M]. 北京: 地质出版社, 1998: 1-317.
- [11] 王桂梁, 琚宜文, 郑孟林, 等. 中国北部能源盆地构造[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2007: 1-540.
- [12] 黄汲清, 任纪舜, 姜春发, 等. 中国大地构造基本轮廓[J]. 地质学报, 1977(2): 117-135.
- [13] 朱夏. 中国东部板块内部盆地形成机制的初步探讨[J]. 石油实验地质, 1979(创刊号): 1-9.
- [14] 张国伟, 董云鹏, 裴先治, 等. 关于中生代环西伯利亚陆内构造体系域问题[J]. 地质通报, 2002, 21(4/5): 198-201.
- [15] 李朋武, 高锐, 管烨, 等. 华北与西伯利亚地块碰撞时代的古地磁分析—兼论苏鲁大别超高压变质作用的构造起因[J]. 地球学报, 2007, 28(3): 234-252.
- [16] 王廷印, 王士政, 王金荣. 阿拉善地区古生代陆壳的形成和演化[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1994: 1-205.
- [17] 朱夏, 陈焕疆. 中国大陆边缘构造和盆地演化[J]. 石油实验地质, 1982, 4(3): 153-160.
- [18] 李思田, 路凤香, 林畅松, 等. 中国东部及邻区中、新生代盆地演化及地球动力学背景[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 1-239.
- [19] MOLNAR P, TAPPONNIER P. Cenozoic tectonics of Asia: Effects of a continental collision[J]. Science, New Series, 1975, 189(4201): 419-426.
- [20] 胡社荣, 蔺丽娜, 黄灿, 等. 超厚煤层分布与成因模式[J]. 中国煤炭地质, 2011, 23(1): 1-5.