

山西含煤盆地 与煤和煤层气资源分析

■ 桂学智 刘鸿福 李 伟 编著



煤炭工业出版社

山西含煤盆地与煤和煤层气资源分析

桂学智 刘鸿福 李 伟 编著

煤炭工业出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

山西含煤盆地与煤和煤层气资源分析 / 桂学智, 刘鸿福, 李伟编著. --北京: 煤炭工业出版社, 2017

ISBN 978-7-5020-5628-5

I. ①山… II. ①桂… ②刘… ③李… III. ①煤盆地—
地下气化煤气—研究—山西 IV. ①P618.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 321725 号

山西含煤盆地与煤和煤层气资源分析

编 著 桂学智 刘鸿福 李 伟
责任编辑 李振祥
编 辑 田小琴
责任校对 姜惠萍
封面设计 王 滨

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
电 话 010-84657898 (总编室)
010-64018321 (发行部) 010-84657880 (读者服务部)
电子信箱 cciph612@126.com
网 址 www.cciph.com.cn
印 刷 北京玥实印刷有限公司
经 销 全国新华书店

开 本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 21¹/₄ 字数 506 千字
版 次 2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷
社内编号 8491 定价 69.00 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,电话:010-84657880

内 容 提 要

本书共分8章。1章概述了原始含煤盆地的含义和含煤盆地分析流程及研究方法要点；2、3、4章着重叙述山西含煤盆地的构造背景和中、新生代板内构造区划，赋煤（气）构造特征及构造成因分析；5、6章论述了盆地充填层序和山西晚古生代含煤盆地充填层序；7、8章着重叙述山西侏罗系大同组（J₂d）和石炭-二叠系煤炭和煤层气（瓦斯）资源分布的规律性特征及其控制因素。

本书可供区域地质、能源地质、矿井地质、煤矿安全等相关专业的生产、管理、科研人员及有关高等院校的师生教学实践参考。

前言

山西煤炭、煤层气（瓦斯）资源在我国乃至世界上均占有重要地位，有关这方面的研究起步较早。本书是作者在山西参加煤炭、煤层气（瓦斯）生产、科研和教学的基础上撰写的。其基本思路是将山西纳入华北陆块构造-沉积演化的整体格架中，运用多学科的新理论、新方法，从盆地分析的角度，按建造（沉积）与改造（剥蚀）的历史分析，对山西省区域地质构造特征、赋煤（气）构造、石炭-二叠纪和侏罗纪煤系的沉积环境、充填层序和层序地层学特征、煤炭和煤层气资源、煤矿瓦斯的防治等进行了综合研究，提出一些新的观点和看法，在理论上和实践上都有所创新。

山西石炭-二叠纪煤系是华北陆表海型原始含煤盆地的一部分，中生代侏罗纪煤系是鄂尔多斯山间型原始含煤盆地的一部分，将山西纳入原始含煤盆地中，作为盆地整体加以观察、对比、分析、研究，把地层学（古生物地层学、现代地层学）、沉积学（岩相古地理学）、矿产地质学（煤、石油、天然气等地质学）、构造地质学、地球物理学（古地磁学等）以及岩浆学、水文地质学等学科的研究思路和研究成果有机地交织在总的框架之中，研究其煤系的形成环境、聚煤规律以及成盆后的后期改造等。这种以多学科交叉渗透，并将研究区纳入盆地整体格架中所进行的系统研究方法，形成了较高的研究起点，促进认识的深化，获得一系列创新认识和观点。这是本书不与前人雷同的探索。本书1、5、6章由桂学智执笔；2、3、4章由刘鸿福执笔；7、8章由李伟执笔。全书由桂学智统稿。

本书凝聚了大批在山西从事区域地质、煤炭、煤层气（瓦斯）生产、科研和教学工作者在实践中付出的巨大劳动。撰写过程中，山西省地质矿产研究院孙富民院长，山西省煤炭工业厅煤炭资源地质局郭景林教授级高工，山西省煤炭地质局煤炭地质勘查研究院张正喜教授级高工、王海生教授级高工，山西汾渭能源开发咨询研究院常毅军董事长，太原理工大学宋晓夏教授等，以及上述单位的各级领导和同志给予了很大的帮助，并提供了大量资料。山西省煤炭地质局煤炭地质勘查研究院段丽娜工程师、太原理工大学张晓辉硕士、阎纪伟

硕士、何游硕士帮助制图。本书吸取了前人的经验与成果，引用了许多学者的观点和图表，在此一并致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编著者

2016 年 11 月

目 次

1 绪论	1
1.1 含煤盆地的含义	1
1.2 含煤盆地分析的方法和程序	1
2 山西含煤盆地构造背景与构造演化	5
2.1 山西含煤盆地形成的构造背景	5
2.2 山西地壳运动与构造演化	7
2.3 山西含煤盆地构造成因类型	13
3 山西中、新生代板内构造区划	16
3.1 山西中、新生代板内构造单元	16
3.2 山西板内造山带的区划界线	16
3.3 山西中、新生代板内构造单元特征	27
4 山西赋煤(气)盆地(煤田)构造特征及成因分析	39
4.1 山西赋煤(气)盆地(煤田)分布	39
4.2 山西赋煤(气)盆地(煤田)构造特征	41
4.3 山西赋煤(气)盆地(煤田)构造的成因分析	78
5 盆地充填层序	84
5.1 层序地层与全球海平面变化	84
5.2 典型含煤盆地充填层序分析	114
6 山西晚古生代克拉通陆表海含煤盆地充填层序	129
6.1 山西石炭-二叠系地层多重划分	129
6.2 山西石炭-二叠系标志层等时性分析	137
6.3 山西石炭-二叠系含煤盆地古环境分析	182
7 山西赋煤特征	193
7.1 山西煤层特征	193
7.2 山西煤质特征	206
7.3 煤类分布规律及其控制因素	260

7.4 山西煤炭资源量 270

8 山西煤层气赋存特征 273

8.1 煤层气的生成规律 273

8.2 煤层气的赋存规律 282

8.3 山西煤矿瓦斯地质特征 310

8.4 山西煤层气资源量 326

参考文献 332

1 绪 论

1.1 含煤盆地的含义

含煤盆地（又称聚煤盆地）是指在一定成煤古气候条件下，在适宜的构造及其所制约的古地理条件下有大量成煤古植物生长、繁殖、堆积的原始沉积盆地（王仁农等，1998）。它是构造演化到一定阶段的产物，是地球表面沉降与充填的地区，受控于盆地演化的动力系统；同时，它又是一种天然的热-化学反应器，有机质在其中实现转化过程。

原始盆地可泛指盆地现今面貌形成之前在地史上某一个时期盆地的原始状态。一个盆地在不同的地质历史发展阶段可能分属于不同的原始盆地，也可能是原始盆地的某一部分。在进行盆地分析时，常将盆地或研究区分为几个特征有别、新老不一的原始盆地。严格地讲，含煤盆地是有时间界线的，对某一具体的沉积盆地而言，在其构造-沉积演化过程中，因“板块”的迁移导致古气候条件的改变，区域构造环境发生变化，盆地的边界条件和范围以及充填方式、沉积类型等方面也将随之改变，可由含煤盆地演化为非含煤盆地或由非含煤盆地演化为含煤盆地。例如华北克拉通盆地，寒武-奥陶纪为陆表海碳酸盐台地型盆地，石炭-二叠纪（ P_1 ）为陆表海含煤盆地，二叠（ P_2 ）-三叠纪为山前河湖盆地。中生代西部为鄂尔多斯盆地，由前陆含煤盆地（ T_3 ）演化为山间含煤盆地（ J_2 ）。华北克拉通陆表海含煤盆地东部中、新生代发生分化，局部叠加有山前含煤盆地或山间含煤盆地（ J_{2-3} ）以及大陆内裂谷含煤盆地群（ J_{2-3} -E）。

含煤盆地成盆后的改造因所处构造环境而异；一个大型含煤盆地不同地段构造活动的强度不同，表现出不同的构造-沉积演化过程，盆地的充填方式、沉积类型、水动力、热动力等都各具特色。煤体的后期变化，即煤化作用也随之而异，故含煤盆地成盆后的演化及后期改造是含煤盆地分析的重要内容之一。由于成盆后改造的强度不同，以及研究手段、方法、精度等局限性的限制，要全面恢复地史上盆地的原始状态难度颇大，有些内容的再现似乎已不可能（王仁农等，1998）。恩格斯说：“地质学按其性质来说，主要是研究那些不但我们没有经历过，而且任何人都没有经历过的过程。所以要挖掘出最后的，终极的真理就要费很大的力气，而所得是极少的”。尽管如此，原始含煤盆地的形成，对构造-沉积演化过程，盆地的充填方式、沉积类型等，以及成盆后的演化和后期改造对煤体形态、厚度分带性、煤质变化和展布规律、煤层气的生成和赋存规律、开采技术条件等是重要的控制因素。含煤盆地分析的重要性显而易见。

1.2 含煤盆地分析的方法和程序

1.2.1 含煤盆地分析的方法

盆地分析方法是综合性地质研究方法。地层学（古生物学、古生态学、现代地层学）、沉积学（岩相古地理学）、矿产地质学（煤、石油、天然气等地质学）、构造地质学、地

球物理学（地球物理测井、地震地层学、古地磁学等）以及岩浆学、水文地质学等方面的分析方法在这里都将得到具体应用。对含煤盆地来讲，古地热及煤变质作用研究对煤层气的生成和赋存具有重要意义；研究煤层气的生成和赋存规律是含煤盆地分析的重要内容之一。

山西含煤盆地位于华北陆块的中西部。本书研究的基本思路是将山西纳入华北陆块构造-沉积演化的整体格架中，运用多学科的新理论、新方法，用“活动论”“全方位”立体观察和分析的视野，从盆地分析的角度，按建造（沉积）与改造（剥蚀）的历史分析进行综合研究，研究方法的要点概述如下：

（1）早在 20 世纪 60 年代国内外一些学者就正确地指出：“将盆地作为一个整体进行研究”。整体分析是盆地分析的一项基本要求。以往聚煤规律、煤层气赋存规律等方面的研究，多是在某一行政区（省、市）或煤田、矿区等范围内进行，它们可能是原始含煤盆地的一部分，或分属几个原始含煤盆地的一部分，也可能是在其演化阶段属不同的原始含煤盆地的一部分等。从盆地分析的角度研究聚煤规律、煤层气赋存规律等就是将研究区置于原始含煤盆地中研究其充填、演化特征，这是含煤盆地分析最基本也是最重要的工作方法。

（2）含煤盆地是大地构造演化到一定阶段的产物。把含煤盆地放到板块构造的统一格架中研究沉积盆地的形成、分布以及各种类型盆地的特征，为预测分析提供了理论依据。含煤盆地的演化与区域构造背景、古气候、海陆分布、海水进退等因素相联系。

（3）盆地充填层序（又称盆地充填序列、垂向沉积序列、垂向层序等）是盆地分析的基础。它是在沉积分析的基础上建立等时地层格架，在三维空间里研究沉积环境组合和空间配置，判别沉积体系。沉积环境分析采用沉积参数和沉积体系综合分析的方法。沉积参数分析就是研究沉积物中一些标志性特征，如物质组成、结构、构造及生物化石特征等。泥质岩和碳酸盐岩还要进行地化分析，研究介质的古盐度。将“砂体”作为沉积骨架，着重研究砂体形态、古流向及沉积层序。沉积体系分析以沉积过程分析为基础，从盆地整体格架出发，在三维空间内研究沉积体系的演化和环境配置，并应用比较沉积学方法同现代沉积类比。除此之外，还要在不同时间内研究不同沉积环境的演化型式。所以，沉积过程分析实际是在“四维空间”里研究沉积环境的演化模式。将 Walther 定律和相模式的概念用于大规模沉积区，甚至整个盆地（李思田，1988），在盆地范围内应用层序地层学分析方法，划分盆地级层序地层单位，即沉积体系域、准层序（聚煤层序，又称聚煤事件）、准层序组、层序，从盆地分析角度建立研究区的等时地层格架，然后根据岩石中的古生物组合、古地磁等资料以及现代地层学分析方法确定年代地层。

本书盆地充填层序的研究方法主要采用“沉积断面网络”追踪的方法。该方法首先选择基岩出露良好地段系统地实测地层（重点为煤系）剖面，并进行沉积断面网络追踪，观测砂体、煤体和灰体等之间的纵横方向的接触关系，建立砂体、煤体和灰体等的层序演化模式。在此基础上连接钻孔柱状图编制沉积断面图、沉积断面展开图、沉积断面组合图、栅状对比图，以及砂体、煤体、灰体等值线图，研究砂体、煤体和灰体等的展布形态，综合其他特征确定砂体、煤体和灰体等的形成环境及其层序关系，建立研究区的等时地层格架，并置入盆地的总体框架中。

（4）选择基岩出露良好地段进行“构造网络”追踪，系统地观测构造变形特征和节

理，进行“结构面”的力学分析，包括研究构造形变的力学性质、级别和序次及其转化，形成时期和几何形态等，主干构造和配套构造的相互关系，建立不同时期的构造应力场。

(5) 近年来“板块构造”理论有了很大进展，通过收集并整理古地磁资料，有条件时可系统地采集和实测古地磁数据，进行古地磁学研究，复原古构造，研究“研究区”在不同地质时期的空间位置及位移，根据其古纬度判别所处气候带。分析“板块迁移”，为构造应力分析提供理论依据。

(6) 水文地质条件对煤层气的赋存起着重要的控制作用。含煤盆地成盆后的后期改造控制着岩层中地下水的活动，水动力对煤层气具有水力封闭和水力驱替、运移的双重作用。水力封闭作用有利于煤层气的保存，而水力驱替、运移作用则引起煤层气的逸散及在

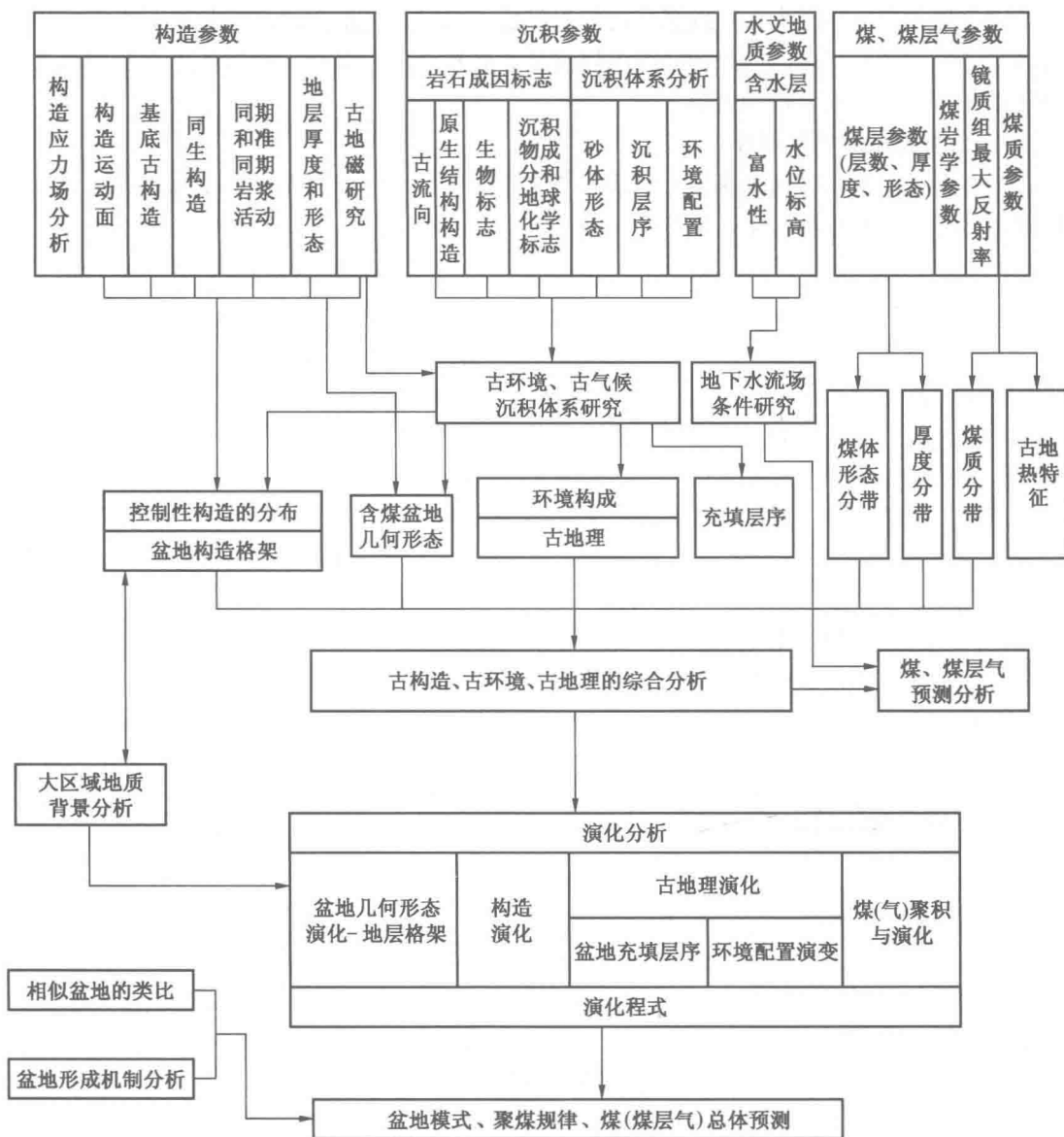


图 1-1 用于煤和煤层气资源预测的含煤盆地分析流程图（按李思田等，1988，略加修改）

新条件下的聚集（常规圈闭）。一般来讲，地下水压力大，煤层气含量高；反之则低。地下水的径流区煤层气含量低；滞流区则含量高。

在一般条件下，含煤盆地基底岩溶地下水的泉域范围即是水文地质单元，其上覆煤系含水层的流场也受其控制。在赋煤（气）盆地内表现为：浅部为地下水活动较强的补给、径流区，煤层气含量低，往腹部为滞流区，煤层气含量增高。

煤层气含量的区域分布规律与地下水等水位线总体形态之间具有对应关系，在水文地质环境较稳定、封闭性较好的区域，煤层气含量较高；在水文地质环境的稳定性和封闭性较差的区域，地下水和地表水交替强烈，使煤层气以水溶状态运移散失，导致煤层含气量和含气饱和度降低，进而使开采井的产气量降低。高位势带位于地下水的强径流带，使煤层气以水溶状态运移散失，导致煤层含气量降低；煤层含气量高的区域与地下水等水位线的局部低洼带高度吻合。为此，研究含煤盆地基底岩溶地下水和上覆煤系含水层的水文地质条件也是含煤盆地分析的内容之一。

1.2.2 含煤盆地分析的程序

参考李思田主编的《断陷盆地分析与煤聚积规律》一书，绘制出用于煤和煤层气资源预测的含煤盆地分析流程图，如图 1-1 所示。

2 山西含煤盆地构造背景与构造演化

山西省煤炭资源的空间展布格局是成煤前的构造运动及后期构造改造的结果。按地质构造及地理位置,划分为大同、宁武、河东、西山、霍西、沁水 6 个煤田和浑源、五台、繁峙、平陆、垣曲等零星煤产地。从煤层气(煤矿瓦斯)赋存特征分析,分为河东(鄂尔多斯盆地的山西部分)、大同、宁武、沁水(包括西山、霍西、沁水 3 个煤田) 4 个赋煤(气)盆地。山西煤和煤层气(煤矿瓦斯)的生成与赋存规律受控于极其复杂的构造运动。

2.1 山西含煤盆地形成的构造背景

中国大陆是由一些小陆块(准地台)和众多微陆块及其间的造山带组合而成的复合大陆。中国大陆构造以天山-林西、昆仑山-秦岭-大别山东西向的海西期板块碰撞对接带和贺兰山-龙门山-康滇、大兴安岭-太行山-武陵山南北向构造带(印支运动以后),构成“东西呈带,南北分块”的构造格局,具有清晰的多旋回演化过程和复杂的镶叠式、立交桥式结构。

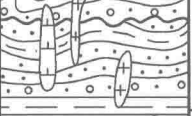
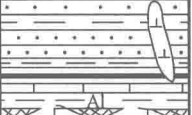
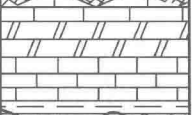
立交桥结构在中国东部显示最为清楚,以秦岭-大别山和天山-阴山两条深层构造带为界,分为南(华南)、中(华北)、北(蒙古)三块,与古生代到侏罗纪构造格局完全吻合。现代地貌、表层构造、上地幔结构则以大兴安岭-太行山-武陵山重力梯级带为界,分为东(松辽、华北平原)、西(黄土高原、云贵高原)两个区域,与白垩纪以来的走向 NNE 和近 S-N 向的构造格局一致(任纪舜等, 1997)。

山西在印支运动以前位于塔里木-华北板块中部,属华北陆块;印支运动以后位于大兴安岭-太行山-武陵山南北向构造带的中部,处在鄂尔多斯-四川前陆拗陷带与松辽-华北-江汉断陷带之间,经历了多期次的构造演化阶段和地质构造热事件。山西在地质历史时期主要经历了太古代-古元古代克拉通变质基底形成,中元古代-古生代沉积盖层形成与发展,中生代-新生代滨太平洋板内造山带形成与演化阶段(表 2-1)。

山西经历了古陆核的形成和增生与拼贴,复杂的构造变形及变质作用叠加改造,最终于 1800 Ma 的吕梁运动,以大规模的北西向基性辉绿岩(墙)脉的侵位,标志着华北陆块早前寒武变质结晶基底,即统一的华北早前寒武纪克拉通陆壳的形成。中元古代克拉通陆壳局部破裂形成裂陷槽(拗拉槽),沉积中-新元古代地层,随裂陷槽活动的结束,华北陆块进入了稳定盖层形成阶段。古生代进入以刚性陆壳差异性和整体升降为主的构造变形阶段,该阶段没有发生广泛和强烈的造山运动。早古生代华北陆块为一个较大的陆表海,广泛发育碳酸盐台地沉积,有水下礁岛和浅海滩。晋冀鲁豫运动,北部西伯利亚板块和南部扬子-华夏陆块对华北陆块的相对俯冲挤压,华北陆块整体上升为陆,并夹在“兴蒙”和“扬子”两个古海洋之间。经受了晚奥陶世至早石炭世的风化剥蚀,晚石炭世至早二叠世兴蒙古海洋开始从西向东逐渐关闭,华北陆块中北部逐渐下沉为浅水型陆表海,山西地势为北低南高,海水绕过华北北缘活动带从东向西侵入山西北部,随着华北北部板缘造山

带强烈上升的远程效应，华北陆块由北往南、从西向东逐渐抬升，陆表海中海水也随之向东、东南（或西南）两个方向退出。

表 2-1 山西大地构造演化序列简表

地质时代		构造旋回柱		大地构造演化		构造运动及时限/ Ma	
新生代	第四纪	喜马拉雅期		滨太平洋山西板内造山带形成	伸展盆-山作用在山西板内造山带叠加形成汾渭裂谷带，山体上升，黄土高原盆岭构造地貌形成	喜马拉雅	三幕 2.6
	新近纪						二幕 23.3
	古近纪						一幕 65
中生代	白垩纪	燕山期		华北陆块强烈构造-岩浆活化，山西为侏罗纪盆地，侏罗纪末板内造山带形成，吕梁山-五台山脉隆升，其两侧形成构造盆地，碱性和中酸性侵入岩及晋东北火山岩带，以及NNE-NE向褶皱、冲断构造和地堑、地垒式断裂组发育	燕山	印支	六幕 65
	侏罗纪						五幕 137
	三叠纪						四幕 205
古生代	二叠纪	海西期		风化壳之上为由陆表海型聚煤盆地向内陆河湖盆地演化，沉积铁铝岩(山西式铁、铝矿)、含煤碎屑岩、碳酸盐岩、紫红色碎屑岩等	海西	晋、冀、鲁、豫	一幕 250
	石炭纪						二幕 320
	奥陶纪	加里东期		陆表海碎屑岩-碳酸盐岩沉积，经历了稳定沉降-缓慢抬升过程	冰期冰积砾岩	晋宁	一幕 543
	寒武纪						二幕 800
新元古代	震旦纪	晋宁期		熊耳-汉高三叉裂谷、中酸性火山岩喷发，拗拉槽碳酸盐岩夹碎屑岩沉积，基性岩墙	晋宁	吕梁	一幕 1000
	青白口纪						二幕 1400
	蓟县纪						三幕 1800
	长城纪						四幕 2500
元古代	溱沱纪	吕梁期		初始克拉通地壳破裂，形成晋、豫裂陷带，陆内造山发生次绿片岩-角闪岩相变质，华北早前寒武纪克拉通变质基底最终形成	五台	阜平	一幕 2800
	五台期						二幕 2500
新太古代	五台期	五台期		近水平伸展韧性剪切，高角闪岩相-麻粒岩相变质，盆地扩张双峰式火山岩喷发，钠质花岗岩侵入，新太古代碰撞造山带形成，绿片岩相-角闪岩相变质和钙碱性花岗岩侵入	五台	阜平	一幕 2800
	阜平期						二幕 2500
中太古代	阜平期	阜平期		古陆核形成，TTG岩套，紧闭褶皱，角闪岩相-麻粒岩相变质，阜平末期-五台初期近水平韧性剪切，形成片麻岩穹隆，深熔条带	五台	阜平	一幕 2800
	五台期						二幕 2500

注：按山西省地质矿产勘查开发局，2007，略加修改，内部资料。

在海水进退过程中形成石炭-二叠纪陆表海型含煤岩系,聚积了具有工业价值的煤和煤层气资源。煤系基底岩层的形成时代各地不一。南部秦岭古海洋从三叠纪开始关闭,华北南部板缘活动带的远程效应使华北陆块上升为内陆盆地,形成河湖相碎屑沉积。印支运动华北陆块开始解体,大致以太行山为界,西部形成鄂尔多斯盆地。山西境内的地壳也发生分化,云冈盆地(大同煤田)开始隆升,并有煌斑岩侵入,其他地段仍继续接受沉积。燕山运动初期(三叠纪末至侏罗纪初)山西南部大面积隆升,遭受剥蚀。侏罗纪初云冈盆地(大同煤田)开始沉降接受沉积。从中侏罗世开始,山西南部大面积又开始逐渐沉降接受沉积。燕山运动末期(侏罗纪末)至四川运动初期(白垩纪初)山西东和东南部大面积褶皱隆升,即山西板内造山带形成。云冈盆地则表现为拗陷,其石炭-二叠系含煤岩系的构造形变表现为向北西倾的小型构造盆地,并接受晚侏罗世和白垩纪沉积。鄂尔多斯盆地白垩纪的范围已退缩到吕梁山以西和北西,这一构造格局一直延续至今。云冈盆地的地层展布自东南向西北依次为前寒武系、寒武-奥陶系、石炭-二叠系、侏罗-白垩系。云冈盆地演化史与鄂尔多斯盆地同步。

2.2 山西地壳运动与构造演化

2.2.1 结晶基底构造演化

华北陆块是中国大陆最古老的部分。迁西群和集宁群以及稍晚的阜平群、泰山群、鞍山群、登封群、太华群等组成两个最古老的陆核,即西部的鄂尔多斯陆核和东部的冀鲁陆核。山西处在这两个陆核之间,由早期具有绿岩带特征的五台群及晚期具“冒地槽”特征的滹沱群组成。经历了前五台运动(至2850 Ma)和五台运动(至2550 Ma),经过吕梁运动(至 1800 ± 50 Ma),与上述两个陆核一起固结为统一的华北陆块,它是一个不包含显生宙褶皱区的大陆地壳,可称为克拉通。由此山西地域结晶基底可分为3个构造层,即前五台构造层、五台构造层和吕梁构造层。其空间展布集中在两条北东-北东东向的断褶带内,即吕梁黑茶山-大同采凉山、临汾孤峰山、塔儿山-忻州五台山。五台-吕梁期的主压应力方向为NW,产生一系列NE-NEE向构造。

2.2.2 聚煤前基底(早古生代)构造演化

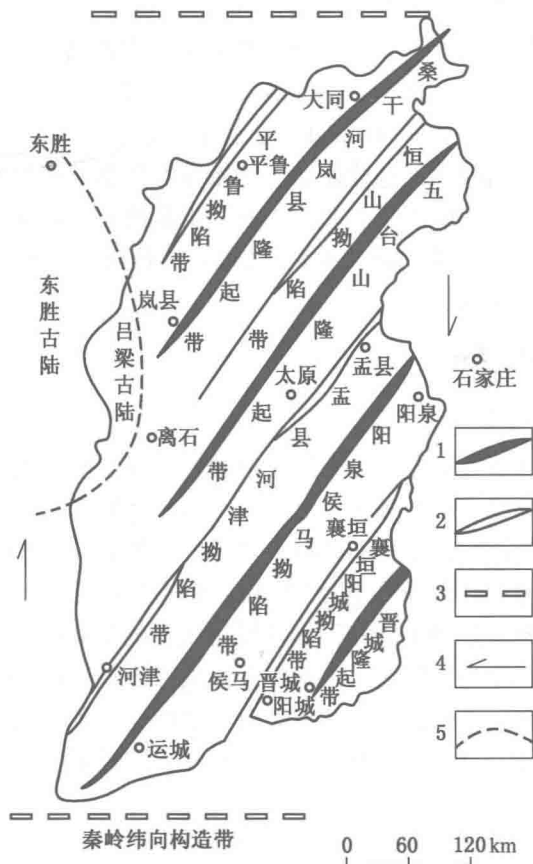
华北晚古生代含煤盆地坐落在早古生代盖层之上,经历了晋宁期和加里东期的构造运动。

晋宁期系指前寒武纪的变形阶段,时限为1850~590 Ma。华北陆块由活动阶段转入相对稳定阶段。经过吕梁运动后,地壳处于松弛拉张状态。山西地域在吕梁期拗陷带旁侧形成一些裂谷、裂隙,其中以中条山东侧和南侧的“三角裂谷带”规模较大,它是河南境内的E-W向和NE向两支裂谷发展成古大洋的边缘,进入本省后呈NE向一直延伸到阳泉以东,形成NE向的古浅海海峡。

山西境内晋宁期经历了王屋、金柱、兴城、杨庄、芹峪等构造变动,至850 Ma前后绝大部分地区隆起,裂谷带除上述“三角裂谷带”外,还有吕梁山中的汉高山、白家滩、关口以及忻州系舟山等规模较小的裂谷,其展布方向仍为NNE-NE向。

加里东期系指早古生代变形阶段,时限590~386 Ma。在华北陆块北缘可能存在一个早加里东褶皱带,再向北依次为晚加里东及华力西褶皱带,与西伯利亚板块南缘相对应。这些褶皱带使华北陆块不断增生、扩充,同时与西伯利亚板块不断靠近以致最终对接。华

北陆块北缘早加里东期的俯冲和拼贴，使其基盘北隆南倾，致使早寒武世的海侵只在豫西及淮北一带发生。山西下寒武统不发育，中寒武世开始下降，逐渐演化为浅海碳酸盐台地。怀远运动使南部海水变浅，并于早奥陶世上升为陆地，且局部遭受剥蚀，海水深度北深南浅。寒武系和奥陶系各组厚度等值线图反映了早古生代构造为 NE 向的相对隆起或拗陷（图 2-1）。



1—隆起带；2—拗陷带；3—构造带；4—应力方向；5—古陆边界
图 2-1 加里东期构造带示意图（山西省地质矿产局，1989）

冀鲁豫运动南北两侧相向俯冲和挤压，导致华北陆块整体上升为陆地，上升幅度山西境内表现为南北两端大于中部，西部大于东部，为一个“箕状盆地”，成为晚古生代聚煤盆地的基盘（图 2-2）。

2.2.3 聚煤期（晚古生代）构造演化

晚古生代聚煤期为海西期，时限 386~257 Ma。华北陆块经历了 100 Ma 以上风化剥蚀之后开始下降接受沉积。山西大部分地区自晚石炭世起直至中生代三叠纪为连续沉积。晚石炭世至早二叠世中期为陆表海聚煤期，继后沉积基面抬高，至中二叠世中期演化为河流冲积平原聚煤期，至晚二叠世晚期为内陆大型河湖盆地，接受陆源碎屑沉积，为非含煤盆地。在北缘与内蒙古的交界地带，石炭-二叠系由南向北逐渐超覆沉积在奥陶系古剥蚀面上。石炭系、二叠系各组厚度等值线图的高值带与低值带呈北东向条带状雁行展布（图

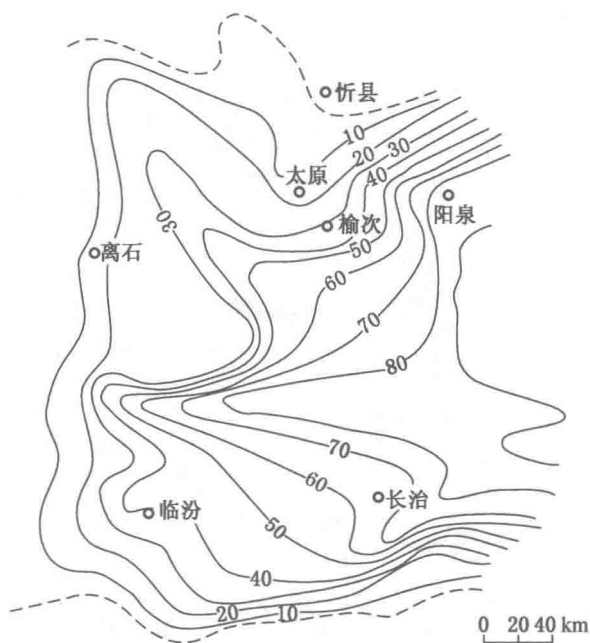


图 2-2 峰峰组残余厚度等值线图 (山西省地质矿产局, 1989)

2-3), 表明上古生界仍然受 NE 向的隆拗带控制。根据层序地层学分析北缘逐渐抬升, 南缘相对沉没, “阴山隆褶带” 不仅是构造和沉积的屏障而且还是主要的 “物源区”。西南部由秦岭北侧 (渭北煤田) 延伸到本省的中条古隆起逐渐沉没, 其西部陕西境内为局部的 “物源区”。

2.2.4 聚煤期后 (含中生代聚煤期) 构造演化

山西石炭-二叠系含煤岩系为华北陆表海含煤盆地的一部分, 且位于其北部和西部靠近边缘的部位, 在印支运动以前的构造演化与华北陆块同步。印支运动华北陆块开始解体, 山西境内的地壳也发生分化。云冈盆地演化史与鄂尔多斯盆地同步。宁武盆地虽也表现为拗陷, 但构造形变为一个遭受强烈挤压的向斜, 且由东北向西南掀斜, 与吕梁山-五台山隆起 (复背斜) 向南西倾伏同步。宁武盆地内保留有三叠系和侏罗系, 属吕梁山-五台山隆起 (复背斜) 内的向斜成分, 同时也表明吕梁山-五台山隆起 (复背斜) 内的背斜成分中的上部地层遭受剥蚀, 在一些低拗处还零星保留有石炭-二叠系含煤岩系。按盆-山演化, 以王万庄断裂带为界, 东南为山地, 西北为盆地, 将云冈盆地等划归为鄂尔多斯盆地。

山西石炭-二叠系含煤岩系聚集后经历了印支期、燕山期、四川期、华北期和喜马拉雅期的构造运动 (图 2-4)。

(1) 印支期为三叠纪至早侏罗世的变形阶段, 时限为 257~205 Ma。华北晚古生代聚煤盆地开始解体。

三叠纪前北部古蒙古洋 (古亚洲洋) 封闭, 形成兴蒙板缘造山带, 南部祁连-秦岭海槽也最终关闭, 扬子与华北陆块拼合为一体, 实现了欧亚大陆的统一。在拼贴过程中, 南北陆块的对挤使华北陆块产生不均衡的抬升和掀斜, 中三叠世大致以太行山为界形成了东