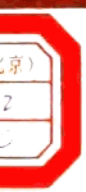


含煤岩系沉积体系研究

——以鲁西南煤田为例

李增学 李守春 魏久传 著

地震出版社



前 言

近年来,沉积学发展很快,除了在研究方法和技术上有重要突破外,在概念体系和研究内容上也有重要进展,尤其是沉积体系分析和层序地层学概念体系的形成,推动了沉积学的发展。层序地层学是沉积学、地层学等领域的最新成就,是当代沉积学发展中最有全面影响的前沿学科。在煤田地质学领域开展层序地层学研究是一项崭新的课题,而沉积体系分析又是层序地层学的重要内容。因此在煤田地质学领域开展全面系统的沉积体系分析,并着眼于资源评价和预测研究,具有重要的理论意义和很高的实际价值。

1991—1993年,我们承担了山东省自然科学基金项目“鲁西南石炭二叠纪含煤岩系沉积体系研究”,并结合有关课题,将石炭二叠系作为一个整体,从华北晚古生代沉积盆地整体演化、煤聚积规律着眼,全面开展了含煤岩系成因相及其构成、沉积体系类型、体系演化与煤聚积关系等方面的研究,并首次运用层序地层学理论和方法,分析含煤地层的层序构成特征,以体系域单元——小层序为基本编图单位,编制了高精度的沉积学分析图件,反映了成煤环境研究领域的最新进展。

鲁西煤田位于华北晚古生代聚煤盆地的东南缘,是煤层较为富集的区域,也是沉积相变较为明显的地带,南邻徐州煤田和两淮煤田,在华北晚古生代聚煤盆地研究中占有十分重要的地位。虽然在该地区不少人曾开展过成煤环境分析,但其研究内容和方法均较陈旧,也较局限,而且多是以垂向层序研究为主,没有将含煤岩系和煤聚积规律放在盆地整体和背景及演化分析的完整系统中。因此,以往的研究均较零散和一般化,没有揭示出大型聚煤盆地演化机制和充填特征。所以,在当代沉积学先进理论和思想的指导下,全面系统地进行含煤岩系沉积学分析,开展高精度岩相古地理编图与聚煤规律研究,进行科学的沉积盆地资源评价和预测,开拓煤田地质学研究新领域,是当前所必需的。

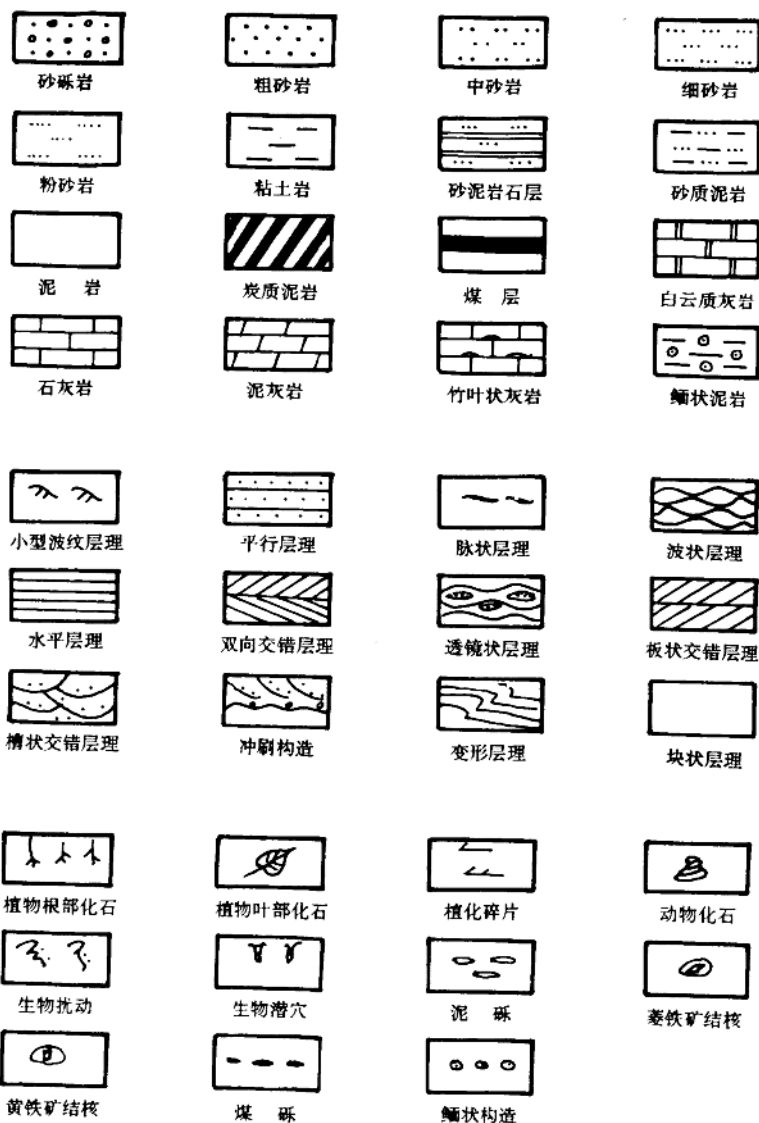
鲁西南煤田主要包括济宁、兖州、滕县、巨野和金乡等煤产地,为全隐蔽式煤田。煤田含煤层数多,储量大,有厚层、中厚层和薄层煤等,尤其厚煤层埋藏较浅、煤质及开采技术条件较好,我国著名的现代化矿区——兖州矿区就位于鲁西南煤田的东北部。鲁西南煤田所有煤产地已经过多期勘探工程施工(包括普查、详查和精查),其中兖州和滕县已有多对矿井投产,成为重要的煤炭生产基地;济宁煤产地已进入了矿井建设和首采时期;金乡煤产地已精查完毕;巨野煤田正在实施精查勘探工程。而且,随着矿井设计、建设和开拓工程的进展,一些补充勘探工程和高精度地震勘探工程不断施工,鲁西煤田内钻井、测井、高分辨地震勘探资料十分丰富,这为科研课题的开展提供了坚实的基础。

在3年的研究工作中,我们先后查阅了鲁西南各煤产地及矿区的各期钻孔资料和开拓地质资料,选择了5000余个钻孔进行数据采集和统计;详细观察、分析了6个现行钻孔岩心,采集了2000余块标本,并磨制了薄片进行鉴定和分析,取得了丰富可信的第一手定量及定性资料;详细研究了晚古生代含煤岩系岩石学、沉积学特征,进行了沉积体系与煤聚积规律分

析；完成了项目设计的各项内容和任务，经系统地分析和整理，并吸收了“国家自然科学基金项目（李增学为负责人）”的阶段成果，编写了本书。为了使本书既反映科研工作成就，又符合有关人员如科研、教学和高年级学生作为参考书的要求，在撰写过程中加强了理论升华和科学规律性的提炼，使其达到高校和科研人员参考书的标准。

课题组成员有李增学（项目负责人）、李守春、魏久传、王炳山和胡绍详。参加研究工作的主要有李增学、李守春和魏久传，地球科学系 92 届和 94 届周雷鹏、代世峰等 16 名毕业生参加了部分研究工作。本书由李增学、李守春、魏久传编写。李青山高级工程师为项目研究和本书的编写提供大力支持和帮助，陶华学、靳博、刘焕芝、卢秀山等同志提供帮助，张锡麒教授、房庆华副教授、赵杰工程师、王乃红同志为项目研究提供生物地层、实验条件等方面的帮助，中国矿业大学（徐州）何锡麟教授提供生物地层新信息等。在此，向以上所有为研究工作和本书撰写提供支持和帮助的专家和同志表示衷心感谢！由于著者水平所限，书中不足之处难免，敬希读者指正。

本书各章节所使用之统一图例



目 录

第一章 沉积体系分析的基本思路和方法	(1)
第一节 基本思路	(1)
一、沉积体系分析的基本概念	(1)
二、基本思路和研究方法	(3)
第二节 研究目标和工作要点	(4)
一、研究目标	(4)
二、研究工作要点	(5)
第二章 鲁西南石炭二叠纪含煤岩系沉积体系及其内部构成	(7)
第一节 地质概况和古地理背景	(7)
一、地质概况	(7)
二、古地理背景	(10)
第二节 含煤地层沉积构成	(13)
一、含煤地层的岩石组成	(13)
二、砂岩的粒度分布特征	(15)
三、沉积构造特征	(18)
四、古生物群特征	(20)
五、地球化学特征	(21)
第三节 潮坪沉积体系的成因相构成及环境演化	(24)
一、主要成因相	(24)
二、沉积组合特征	(24)
三、潮坪沉积体系的成因相构成	(28)
四、成因相的共生组合关系	(29)
第四节 障壁岛-泻湖沉积体系的成因相构成及环境演化	(29)
一、主要成因相	(29)
二、沉积组合特征	(30)
三、障壁岛-泻湖沉积体系的主要成因相构成	(31)
第五节 河控浅水三角洲沉积体系的成因相构成及环境演化	(34)
一、河控浅水三角洲的一般特征	(34)
二、鲁西南浅水三角洲沉积体系的内部构成	(35)
三、沉积组合	(37)
四、浅水三角洲沉积体系的成因相构成	(39)
第六节 河流-湖泊沉积体系的成因相构成及环境演化	(41)
一、河流-湖泊沉积体系的内部构成	(41)
二、河流-湖泊沉积体系的成因相构成	(42)
三、河流-湖泊沉积体系的演化分析	(44)
第三章 各沉积体系富煤单元的形成与分布	(46)
第一节 富煤单元分析	(46)
一、富煤单元的概念	(46)
二、富煤单元分析	(46)
第二节 潮坪沉积体系中富煤单元的形成与分布	(48)

一、	层段和体系单元的划分	(48)
二、	主要煤层富煤单元的形成和分布	(48)
第三节	障壁岛-泻湖沉积体系中富煤单元的形成与分布	(60)
一、	第 2、3 体系单元的垂向层序	(60)
二、	富煤单元的形成与分布	(60)
第四节	浅水三角洲沉积体系中富煤单元的形成与分布	(65)
一、	主要含煤单元的垂向层序	(66)
二、	富煤单元的形成及分布	(66)
第四章	沉积体系形成及演化的主要控制因素分析	(75)
第一节	控制含煤盆地沉积的主导因素	(75)
一、	沉积盆地类型与主要控制因素	(75)
二、	晚古生代华北聚煤盆地沉积充填的主要控制因素	(76)
第二节	含煤地层旋回特征	(76)
一、	旋回划分	(76)
二、	旋回的发育特征	(79)
第三节	晚古生代海平面变化分析	(79)
一、	海平面变化的周期性特点和原因	(79)
二、	华北晚古生代海平面变化周期及级次	(80)
三、	煤系微量元素分析和主要海相层的古盐度分析	(81)
四、	晚古生代海水进退总趋势	(84)
第四节	晚古生代的突发海侵事件	(84)
第五章	鲁西南煤田含煤地层的层序地层划分	(86)
第一节	层序地层学的发展概述	(86)
一、	层序地层学的概念体系	(86)
二、	层序地层学的经典模式	(90)
第二节	鲁西南煤田含煤地层的层序划分	(91)
一、	层序界面	(92)
二、	层序及内部单元划分	(92)
三、	陆表海含煤地层层序地层构成式样	(94)
结束语		(97)
英文摘要		(99)
参考文献		(105)

CONTENT

Chapter 1 Basic thought and methodology of depositional system analysis	(1)
1.1 Basic thought	(1)
1.1.1 The basic concept of depositional system analysis	(1)
1.1.2 The basic thought and study method	(3)
1.2 Objectives and key points of the study	(4)
1.2.1 The objectives	(4)
1.2.2 The key points	(5)
Chapter 2 The depositional systems of the Permo-carboniferous coal measure and their internal architecture in the southwest Shandong	(7)
2.1 Geological outline and paleogeographic background	(7)
2.1.1 Geological outline	(7)
2.1.2 Paleogeographic background	(10)
2.2 Depositional architecture of the coal measure	(13)
2.2.1 Lithological composition of the coal measure	(13)
2.2.2 Grain size distribution of sandstone	(15)
2.2.3 Sedimentary structure	(18)
2.2.4 Fossil assemblage	(20)
2.2.5 Geochemistic characteristics	(21)
2.3 Genetic facies and environmental evolution of the tidal flat depositional system	(24)
2.3.1 Main genetic facies	(24)
2.3.2 Sedimentary combination	(24)
2.3.3 Genetic facies of the tidal flat depositional system	(28)
2.3.4 Association and combination of genetic facies	(29)
2.4 Genetic facies and environmental evolution of the barrier lagoon depositional system	(29)
2.4.1 Main genetic facies	(29)
2.4.2 Sedimentary combination	(30)
2.4.3 Genetic facies of the barrier-lagoon depositional system	(31)
2.5 Genetic facies and environmental evolution of the fluvial dominated shallow water deltaic depositional system	(34)
2.5.1 General characteristics of the fluvial-dominated shallow water delta	(34)
2.5.2 Internal architecture of the shallow water deltaic depositional system in the southwest Shandong	(35)
2.5.3 Sedimentary combination	(37)

2.5.4 Genetic facies of the shallow water depositional system	(39)
2.6 Genetic facies and environmental evolution of the fluvial-lacustrine depositional system	(41)
2.6.1 Internal architecture of the fluvial-lacustrine depositional system	(41)
2.6.2 Genetic facies of the fluvial-lacustrine depositional system	(42)
2.6.3 Analysis of the evolution of the fluvial-lacustrine depositional system	(44)
Chapter 3 The formation and distribution of coal-rich units in each depositional system	(46)
3.1 Analysis of coal-rich units	(46)
3.1.1 The concept of coal-rich units	(46)
3.1.2 Analysis of the coal-rich units	(46)
3.2 The formation and distribution of the coal-rich units in the tidal flat depositional system	(48)
3.2.1 Classification of the stratal members and system units	(48)
3.2.2 The formation and distribution of the coal-rich units	(48)
3.3 The formation and distribution of the coal-rich units in the barrier-lagoon depositional system	(60)
3.3.1 Vertical sequence of unit II and III	(60)
3.3.2 The formation and distribution of the coal-rich units	(60)
3.4 The formation and distribution of the coal-rich units in the shallow water depositional system	(65)
3.4.1 Vertical sequence of the main coal-rich units	(66)
3.4.2 The formation and distribution of the coal-rich units	(66)
Chapter 4 The main controlling factors analysis of the formation and evolution of depositional systems	(75)
4.1 The main controlling factors of coal-accumulating basin	(75)
4.1.1 The types of depositional basins and the main controlling factors	(75)
4.1.2 The main controlling factors of the Paleozoic coal-accumulating basin of North China	(76)
4.2 Cyclothems of the coal measure	(76)
4.2.1 Classification of cycles	(76)
4.2.2 Characteristics of the cycles	(79)
4.3 Analysis of the sea-level change in Paleozoic	(79)
4.3.1 Periodicity of the sea-level change and its cause	(79)
4.3.2 The periods and their order of the sea-level change in North China	(80)
4.3.3 Trace element analysis of the coal measure and the Paleo-salinity of the main marine horizons	(81)
4.3.4 General trend of the Paleozoic sea water movement	(84)
4.4 Episodic transgression event in Paleozoic	(84)
Chapter 5 Application of the sequence stratigraphic analysis in the study of coal measure	(86)
5.1 The development of the sequence stratigraphy	(86)
5.1.1 Concept system of the sequence stratigraphy	(86)

5.1.2 Typical models of the sequence stratigraphy	(90)
5.2 Sequence division of the coal measure in the southwest Shandong	(91)
5.2.1 Sequence boundaries	(92)
5.2.2 Sequence division and sub division of their internal units.	(92)
5.2.3 Sequence stratigraphic pattern of the epicontinental coalbearing basin	(94)
Conclusions	(97)
English abstract	(99)
References	(105)

第一章 沉积体系分析的基本思路和方法

第一节 基本思路

在鲁西南地区进行晚古生代含煤岩系沉积体系研究是基于前人在该地区进行成煤环境分析、并获得大量资料和认识的基础上,以对煤及伴生资源进行科学预测和评价,深入聚煤盆地充填、演化和成煤环境研究为目的,亦即阐明富煤单元在聚煤盆地中的形成与分布规律。只有这样,才能全面、系统地进行盆地分析,了解煤的聚集规律,达到科学研究为资源预测、生产决策服务的目标。在进行含煤地层沉积学分析中,尤其对华北晚古生代大型聚煤盆地东南缘进行成煤环境、富煤单元预测工作中,逐渐形成一套基本的研究思路。

一、沉积体系分析的基本概念

1. 沉积体系和体系域

沉积体系和体系域的概念首先由 Brown 和 Fisher 提出 (1977),后来在沉积学领域得到广泛应用。沉积体系和体系域的概念和研究方法在盆地分析中有深刻影响,沉积体系域的重建已成为高精度沉积盆地古地理编图的基础。其概念和方法体系强调沉积体的三维形态与共生关系研究。沉积体系是成因相的三维组合,而体系域则是成因上相关的周期沉积体系配置。沉积体系和沉积体系域都是盆地充填的建造块。由于此种研究要求三维追索,因而其难度与工作量比垂向层序为主的研究方法大得多,但在沉积盆地分析中,对研究生、储、盖层分布的规律、对了解煤和沉积矿产分布特点更具实用性 (李思田, 1992)。

沉积体系分析方法的本质是 Walther 相律和相模式概念在大型沉积区乃至整个盆地中的应用,应属于成因地层学研究方法。其分析重点集中在解释大型沉积体的相互关系上,并强调沉积环境和同生沉积构造作用的影响。因此,在沉积体系分析中,相分析和盆地作用分析等是最基本和最重要的。

根据 Fisher 等人的定义,沉积体系是成因上相关联的相的三维空间组合体,它记录了盆地的主要古地理单元。实际上,沉积体系是同一物源和受同一水动力系统控制的。70—80 年代沉积环境分析和相模式研究在我国已得到广泛开展,但其工作方法是以垂向层序研究为主。在国际上,相模式研究高潮之后出现两种趋势:一是以英国沉积学家为主,更多地强调沉积过程分析,以避免简单化模式带来的束缚;一是以北美沉积学家为代表的强调对沉积体进行内部和外部的三维研究,即强调沉积环境与几何形态的统一。事实上,体系域的重建必须以等时地层格架为基础,而沉积体系和体系域又是构成地层单元的内涵。但是,地层叠覆作用是一个复杂的过程,它产生多种多样的地层构成式样。因此,需要从基础工作做起,在等时地层格架内研究成因相的构成和分布。

自然界可划分为多种沉积体系,不同类型的沉积体系在形成的地质背景、沉积物的生成过程和沉积作用、沉积物的类型、特征及其组合以及沉积体的空间展布等方面均有所不同。含煤岩系形成于多种沉积体系,研究这些沉积体系的特征,搞清楚沉积体系类型、古地理环境

及其时空演化,对揭示含煤盆地煤聚积规律无疑是十分重要的。

2. 成因相

相这一术语最早由 Gressly (1838) 提出, Reading (1978) 对相作了解释和概括。通常所说的“相”,即沉积相,一般理解为一个沉积单位中所有原生沉积特征的总和,其中包括岩性、古生物和岩石地球化学等特征。也有人理解为沉积相是沉积环境的同义语;还有人认为相是一定岩层生成时的古地理环境及其物质表现的总和。但更多的人认为沉积环境和沉积相是两个不同的概念,即沉积环境主要指沉积物形成的自然地理条件,而沉积相则是环境的产物。“岩性相”是岩石单位,它是根据其独特的岩性特征包括组分、粒度、沉积构造等而定义的,它是组成成因单位最小的岩石单位。每一种岩性相都代表了一个单独的沉积事件,若干岩性相可组成一个岩性相结合,它代表一种特殊沉积环境的特征,这些组合是建立相模式的基础。如果把沉积相作为成因地层单位,则用“成因相”来表示具有成因联系的沉积体 (Galloway, 1988)。

3. 成因单位

成因单位是成因相的最小组成单位,它是指在基本一致或以统一方式变化的作用过程中形成的沉积单位,反映了一定沉积事件或特定沉积环境的沉积作用演化过程。大多数成因单位都反映了一个连续变化的沉积过程,因此,它的内部组成不是单一的,而是由不同岩性和不同沉积构造类型组成。

成因单位的识别主要在野外完成。在鲁西南煤田,成因单位的识别与现行孔钻进取样和岩心鉴定工作同步进行,同时也要进行必要的室内验证和修正。在识别和建立含煤岩系成因单位时,应注意以下几项基本原则:

(1) 组成同一成因单位的不同岩性相之间是连续沉积的,不会出现沉积间断。多种岩性相的垂向变化反映了一个连续的沉积过程。

(2) 相邻成因单位之间,通常存在一个较明显的分界面,如底冲刷面、岩性突变面或无沉积面等。

(3) 所划分的成因单位都能进行沉积过程解释。

(4) 每种成因单位都有一定的空间形态和内部变化规律。

依据现有研究成果,成因单位有两种分类方法:一是根据岩性相的垂向变化趋势分类;二是根据产生成因单位的沉积过程的性质分类,二者具内在联系。根据成因单位的岩性相组成及其粒度和沉积构造的垂向变化趋势,通常分为三种类型:①正向变化的成因单位,即粒度由下而上变细、沉积构造规模变小的变化特征,反映物理作用强度逐渐变弱的演化过程;②反向变化的成因单位,即顶界清楚(为突变接触面),岩性相的粒度和沉积构造变化为向上变粗变厚,反映了介质动力条件向上变强的作用过程。以波浪作用为主的正常沉积环境的进积过程产生这类成因单位;③双向变化的成因单位,其顶底界面都不太清楚,但若多个成因单位叠覆在一起可以显示韵律交替的特征,其中每个成因单位中部由较细或较粗的岩性相组成,向上和向下逐渐变粗或变细,反映了沉积作用强度正态变化的规律。在鲁西南煤田最常见的双向变化的成因单位是潮汐沉积。

根据成因单位的形成过程不同,又可将成因单位分为四种类型:同沉积成因单位、遗迹化石成因单位、沉积物软变形成因单位和成岩作用成因单位。

4. 沉积组合

沉积组合是由多个相同的成因单位叠覆或两种类型的成因单位互相交替组成的自然单

位,它具有一定的几何形态、规模和内部沉积构成特征。有的沉积组合可能是在一定沉积环境中同类沉积事件多次发生的结果,有的沉积组合可能是由某种沉积环境长期发育的产物。在含煤岩系中多为后一种沉积组合类型,如潮汐水道沉积组合、分流河道沉积组合和河口坝沉积组合等。

沉积组合的主要特征可从以下五个方面鉴别:①沉积组合的几何形态和规模;②沉积组合的内部沉积构成;③沉积组合的岩石学、古生物学及地球化学特征;④古流型式;⑤与其他沉积组合的共生关系。准确地识别沉积组合,并对其进行沉积环境解释是沉积体系分析的重要内容。由于沉积组合是具有一定几何形态的三维地质体,所以其几何形态和规模是对其进行成因解释的重要参数。尤其是煤系中的砂质沉积体(砂体),上述两项参数的描述特别重要。可以从沉积组合的断面形态进行描述,如宽/厚比值:席状为宽/厚比值大;楔状为厚度单方向变小并尖灭且宽/厚比值小;透镜状为宽/厚比值小;不规则状为厚度变化大且无规律性。如果要描述沉积组合的三维空间形态,则要综合考察其长度/宽度/厚度比值的大小及变化。

对沉积组合进行成因解释,研究其内部沉积构成特征最为重要。所谓内部沉积构成是指沉积组合的垂向层序、侧向变化和成因单位之间的排列关系,以及岩石构成等。在沉积组合的几何形态、规模基本相似的情况下,其内部沉积构成的差别反映了沉积演化过程的不同。

二、基本思路和研究方法

沉积体系和体系域既有沉积学意义又有地层学意义,对它们的识别基于深入的环境分析,同时注意几何形态的研究,因为沉积体系和沉积体系域都是三维的大型沉积体,是一种成因地层单位。随着构造背景的变化,盆地中的体系域也发生变化,亦即盆地演化过程中可能出现不同沉积体系域的交替。Mall进一步指出沉积体系分析法的基础是将Walther's定律和相模式的概念用于大规模的沉积区域,甚至用于整个盆地。其研究方法是成因地层分析方法,其注意的焦点是各种大的沉积体之间的相互关系(Miall, 1984)。但在实际工作中对沉积体系的建立和三维配置的研究却十分复杂,特别是在含煤岩系中,由于聚煤盆地性质、构造运动特点、海平面变化等多方面因素经常显示出多旋回性和复杂性,因而沉积体系垂向上的重叠和横向上的进退变化复杂、频繁。由于华北晚古生代含煤盆地分布范围之广、盆地性质之特殊,而研究区仅是其一部分,而且全为隐蔽煤田,无露头可观测,因此,其沉积体系的重建主要靠砂分散体系的圈定和系统编图。为了避免认识上的多解性,借助于沉积模式的类比和区域资料的分析,使所得结论更科学和符合实际情况。

我们在进行鲁西南煤田含煤岩系沉积体系分析的过程中,总结出下列工作方法:

(1)注意资料的系统性和综合性,即全面收集和整理各个时期的勘探钻孔实测柱状和剖面、测井资料、岩性描述,使平面上的资料点分布具有较大的密度,以准确地控制各种沉积学分析界面或界线的分布及变化。

(2)利用现场钻孔施工资料、并及时跟随钻进尺度进行实际岩心观测和分析,并采取实验标本。对于已经过大面积和大规模勘探工程的鲁西煤田来说,欲使现行孔实测资料保持一定的密度是相当困难的。但充分利用已开发矿区的井下井巷剖面,可以弥补上述不足。

(3)测井曲线用于沉积环境分析已有很多成功经验和成果,其中最主要的方面是帮助进行垂向层序分析。由于高质量的测井曲线能很好地反映岩石物性,因此它可以表示垂向上不同岩性层的构成面貌。在曲线上可以了解单层或总体粒度变化趋势,如峰值变化和曲线形态

可以识别总体向上变粗的粒序和总体向上变细的粒序。曲线变化序列的底部突变常常是冲刷面的反映,此种情况经常见于河道或其它水道的底部。但是,利用测井曲线进一步确定沉积环境还必须与地质研究相结合,即与详细地质研究所确定的各种沉积体系的垂向层序相结合,以建立各种环境曲线的标形特征,用于解释沉积环境的曲线类型有视电阻率曲线、自然电位曲线、天然放射性曲线以及人工放射性曲线,它们在解释沉积环境的应用中最为有效。本次大量运用了测井曲线进行剖面编制、环境解释。当然,测井曲线的功效首先在于能解释岩性,为编制砂体图和其它环境解释图提供基础数据。这对于了解无岩心孔、取心率低的钻孔以及过去编录质量过差、岩心颠倒而不能正确判明砂岩层粒序的钻孔无疑是十分重要的。

(4) 为了对沉积体进行三维控制和追踪,编制了中等比例尺和大比例尺的沉积断面图及沉积断面网络。后者是以准确的对比界面为划方依据,进行高分辨率的沉积体(主要为砂体)的对比、划分和连接。这可为解析沉积体系内部构成、分析体系演化提供重要的环境参数。

(5) 各种平面图的编制,如编制体系域单元砂分散体系图以了解沉积体系某一演化阶段环境单元的大致分布和水动力条件在平面上的强弱变化;编制煤层单层厚度图以了解煤聚积的规律性;编制单元地层厚度图及其与砂分散体系图的对比分析以了解盆地沉积作用过程中水域变化及基底沉降的不均衡性;而煤层厚度、砂体图和单元厚度图三者的有机结合分析,可以了解富煤单元的形成与分布特点,并为进行成煤环境和煤聚积规律分析提供依据。

(6) 野外与室内相结合、宏观与微观相结合的分析方法,是地质研究多年的经验总结,开展鲁西南煤田含煤岩系沉积体系研究尤其注意加强了这一方法。室内分析主要包括孢粉分析、微量元素分析、岩矿分析、电镜扫描分析、煤岩煤质有关参数分析等,为沉积体系的重建及成煤环境分析提供了重要参数和微观方面的依据。

第二节 研究目标和工作要点

一、研究目标

研究含煤岩系沉积体系,旨在查明含煤岩系沉积构成、沉积组合类型、成因相,重建沉积体系,最终查明富煤单元的分布,进行资源评价和预测。为了查明煤的聚积规律,特别是在巨大的聚煤盆地的一侧进行沉积体系分析和富煤单元形成研究,孤立地从若干剖面进行垂向层序研究或仅从一个煤产地分析是难以奏效的。而像传统分析方法那样将一个群或一个组作为一个分析单位,尽管编制十分繁锁的图件如岩比图等,但很难说明沉积学的细节问题,而且容易把不同体系类型叠加在一起进行统计分析,也容易造成概念上的混淆和解释上的错误,导致对资源预测的失误。

在进行鲁西南煤田含煤岩系沉积体系分析的工作中,及时汲取了沉积学与地层学的前沿学科——层序地层学的研究思路和分析方法,结合研究区的实际情况,开展具有中国特色的陆表海盆地、陆相含煤盆地的层序地层分析,精确地识别和确定各级层序界面,尤其详细地鉴别Ⅲ级层序(基本层序)内部单元的界面,以便在层序格架内进行精细的古地理图的编制,恢复古环境单元,重建沉积体系和盆地充填史,最终阐明煤聚积的规律性。为达此目的,以小层序为编图单元,进行煤层单层三维形态及单元内主要沉积体(如砂体)形态及分布的研究,阐明富煤单元的形成机制及分布规律,尤其详细研究了研究区深部煤层聚积规律,为资

源预测提供了可靠的依据。

因为层序地层分析在含煤盆地中尚处于探索阶段,所以,在本书第三和第四章中仍以“段”为研究单元,在段中再划分出体系单元,进行富煤单元的分析。第三、四两章中的“段”与第五章中层序划分和内部单元的划分是相吻合的。

二、研究工作要点

沉积环境分析与相模式研究的进展已经使沉积学分析由过去的描述性科学发展成为较为成熟的成因研究科学。但是,模式毕竟是人们从盆地中繁乱的沉积、地层和构造等特征中抽象出来的,是对沉积特征和沉积环境的高度概括,因此其应用和对沉积环境的研究也是有限度的。每个区域甚至每个盆地的沉积环境都有其特色,因而需要从最基础的观察描述开始做细致的工作。尽管鲁西南煤田是华北巨型聚煤盆地的一部分而不是盆地的全部,但也必须从盆地整体分析着眼进行相的三维配置,以揭示其相互过渡和共生关系,这是沉积体系分析最主要的基础。

1. 垂向层序研究

野外进行的岩石成因标志的详细观察研究仍然是沉积环境分析的最主要的基础工作,包括详细研究岩石结构、构造、颜色等物理标志,岩性成分和地球化学标志以及生物标志等,其中垂向层序的分析是第一步工作。垂向层序研究要求客观、详细地描述岩石成因标志在垂向上的变化,详细划分岩性相、成因单位、成因相及亚相,并进行沉积过程分析。为保证垂向层序研究的精度,单孔沉积分析柱状图均以1:200比例尺要求为标准,成因单位复杂的层段还要进一步放大比例尺,并需经过测井资料对岩性、粒度、接触关系等进行补充和校正。主要钻孔采取全孔照相以保留垂向层序的真实记录,并进行采样和测试。因此,每个单孔研究成果即为垂向层序,因而探索垂向层序类型与煤层发育的关系成为研究工作的一项重要内容。为此注意加强了同一沉积体系中不同部位的垂向层序特征,这种研究为指导煤层聚积规律预测提供了科学依据。

2. 砂体几何形态和展布特征研究

砂体形态是确定其成因的重要依据,因此我们特别注意了通过密集的钻孔资料恢复砂体形态的分析工作。研究区中各期钻孔在煤田密集分布,可以满足对砂体形态及展布的控制需要,如潮道、潮沟砂、分流河道砂等与垂向层序分析及实际岩心观测相吻合;对沉积体系演化中的某一沉积阶段,用各种砂体的空间分布格局也能很好地体现该阶段沉积格架特点。

3. 成因相的共生关系分析

成因相的共生关系分析是成因相三维空间配置的重要内容之一。同样一种沉积构造或沉积构造组合可以出现于不同的沉积环境中,只有搞清楚相邻成因相的共生组合关系才能把握住总体背景。因此特别注意了不同成因相在横向上的过渡关系,尽管海陆交替型含煤岩系在横向上相变不很显著。由密集钻孔控制的详细沉积断面图不但可以反映各种成因沉积体的几何形态,而且反映了它们之间的相互关系。如详细研究横切潮汐三角洲的沉积断面后发现,由主潮道向泻湖区伸展的指状砂体向泻湖中心分叉并尖灭于泻湖沉积之中,而通过编制煤层厚变化图发现煤聚积与潮汐三角洲、泻湖及环潮坪带等环境单元的分布具有密切关系。

4. 煤层单层形态及展布特征的分析

以体系域单元为基本编图单位,详细研究每一单元中煤层单层形态及其展布特征,其编图方法同砂体图没有太大区别,煤层厚度图反映了每一个煤层在平面上分布的差异性,从

而展示了煤聚积时盆地基底沉降的不均衡性。而将煤层图与同单元砂体图进行同位对比分析可以发现主要沉积体展布与富煤单元分布的成因关系，进而阐明煤聚积的规律性。

5. 测井曲线在沉积环境分析中的应用

利用测井曲线解释所获的砂体厚度资料可以编制出相当精美的砂体图 (Kaiser, 1978a; Kaiser 和 Ayers, 1984)。由于研究区后期的勘探钻孔中有相当一部分为无心进尺孔 (即不取岩心)，因此测井曲线的应用就显得更为重要。在研究中，视电阻率曲线和天然放射性曲线对解释岩性变化及沉积环境最为有效，将该两种曲线分别放于钻孔两侧 (一般天然放射性曲线在左侧，视电阻率曲线在右侧)，能形象地反映垂向粒度变化和环境更替的特点。

6. 以沉积断面网络为骨架的成因地层编图方法

进行沉积体系分析需要做一整套大、中比例尺的图纸来实现，而沉积断面网络为这些分析图的骨架部分，其工作要点有：①单孔垂向沉积序列的详细研究 (1:200 比例尺柱状图)，每个单孔资料又需经过测井曲线的对比和校正。②编制大比例尺的纵、横向沉积断面 (水平比例尺较小、垂直比例尺较大)。断面上不仅要求连结和对比煤层、海相层，而且要求连结和对比砂体。作图时充分考虑沉积体系变化、过渡的规律性。断面上使用的钻孔应尽量密集，以保证对比和连结的可靠性。③以沉积断面网络为全区煤层和地层对比的骨架。由于充分使用了密集的钻孔，这种对比可以充分地反映砂体形态、煤层形态及稳定性以及相变。编图精度要求达到小层序 (即 parasequence, 亦即体系域单元)。④有关参数统计和整理，如各种岩性在小层序中所占厚度和比例、小层序厚度、煤层和煤质的各种参数等。⑤地层厚度图是以小层序为主要基本单位进行编制。因为地层厚度可从一个侧面反映构造沉降，所以这类图可作为含煤盆地基底沉降差异性解释的一个参数。⑥煤质参数图用以反映古环境和古构造，主要编制了等灰分线图、等硫分线图和镜惰比值图等。

第二章 鲁西南石炭二叠纪含煤岩系沉积体系及其内部构成

第一节 地质概况和古地理背景

一、地质概况

1. 概述

山东地区是一个古老的地块,位于华北地台的东南部,其基底属于华北地台的组成部分,大约形成于13—25亿年,由泰山群、胶东群、粉子山群中深度变质岩组成。主要构造形态为紧密的复式褶皱和压性断裂,普遍遭受混合岩化,并伴随有超基性—中酸性岩浆侵入。结晶基底之上的第一套盖层为上元古界土门组(鲁西)或蓬莱群(胶东),大约形成于6—7亿年,不整合于基底变质岩系之上。土门组未经变质,蓬莱群为浅变质。古生代以来(6亿年)的盖层均未遭受变质作用,主要构造为不同规模的断裂,大的断裂系统中发育褶皱,这是山东盖层构造的显著特点。

2. 地质构造基本特征

山东地区主要构造系统由区域东西向构造、区域南北向构造、北东向及北北东向构造等组成。这些构造控制着山东西部煤田的分布和形态。其中的聊考断裂,曹县断裂、巨野断裂、峰山断层、凫山断层等,是控制煤田分布的主要构造(图2-1)。大部分煤田周围或两侧或一侧发育规模较大的断裂构造,如肥城煤田、新汶煤田、济宁煤田、巨野煤田、临沂煤田等的北侧或东、西侧存在的断裂构造,使煤田总体呈现单斜式构造形态。

对于山东省地质构造,各大地构造学派均有过研究。槽台说认为山东属华北地台的范围,有两个次级构造单元,郛庐断裂以西为鲁西台背斜,以东为胶辽地盾的一部分。鲁西台背斜沉积有古生代地台盖层,中生代断陷构造发育,以穹状隆起为主,发育同心状和放射状断裂。地洼说认为山东是典型的地洼,因为包括山东在内的华北地台中生代以来所表现的剧烈构造活动,显示了它不再属于地台,而是属于继地槽、地台发育起来的地洼,据其活动观点可划分为鲁西地洼和鲁东地穹等。断块说认为山东是一断块区,特别强调基底断裂对盖层断裂和褶皱的影响。板块构造观点认为山东的构造比较复杂,既有古板块缝合线,又有古大型转换断层,鲁西属于华北板块,鲁东属华南板块。地质力学理论深刻地影响着山东地质研究,认为山东地区可划分出纬向构造体系,区域东西向构造带、区域南北向构造、新华夏系等构造体系。

3. 地层发育概况

1) 煤系基底

以本溪组与中奥陶统间的假整合面为界,其下为含煤岩系基底,由太古界泰山群、震旦系、寒武系和奥陶系组成。

太古代泰山群(Art)主要为混合花岗岩,出露局限,厚度不详。

震旦系(Z)以硅质岩为主,间夹薄层砂岩和粉砂岩,厚约80m,出露局限,与下伏地层

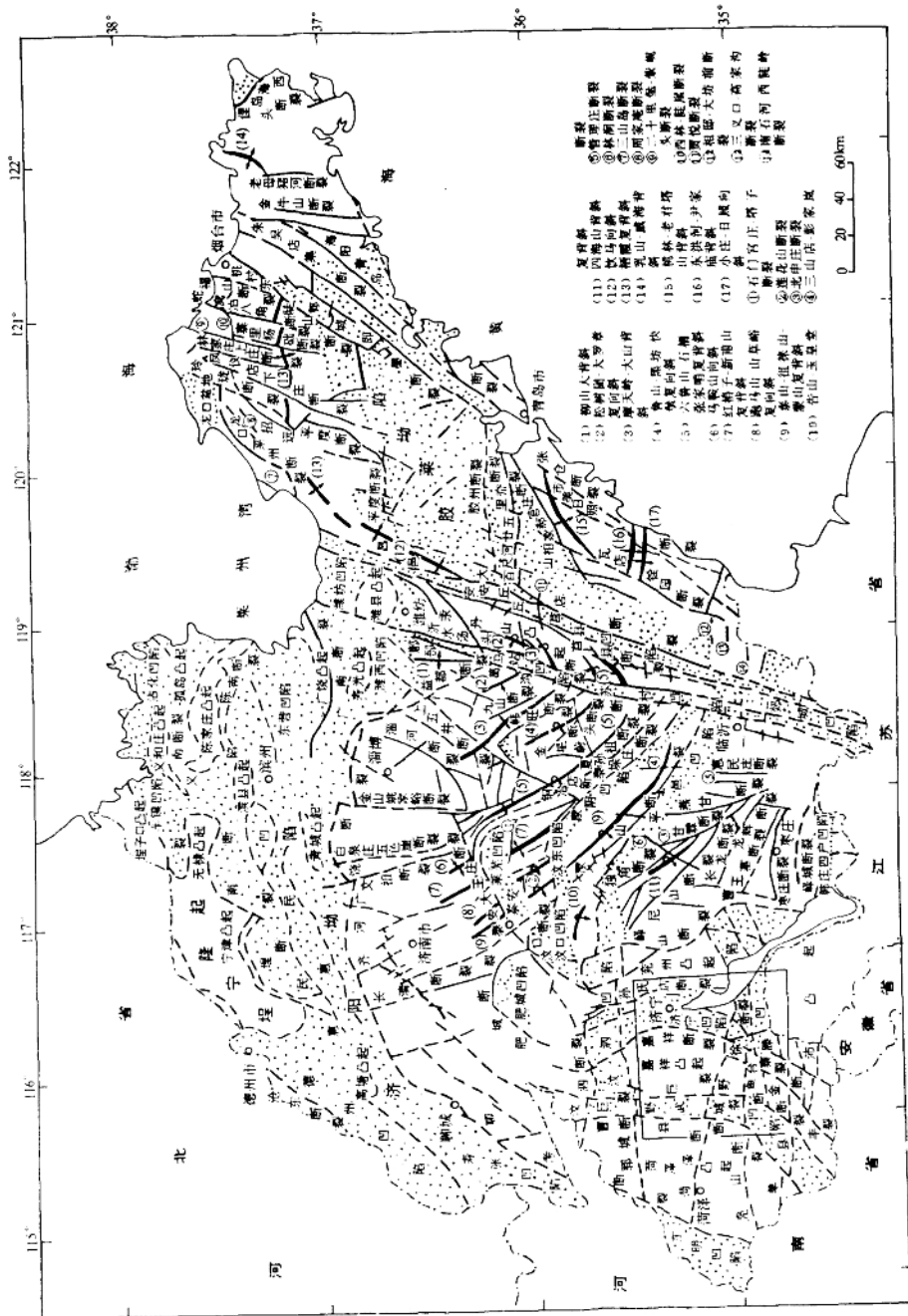


图 2-1 山东省地质构造展布及研究区位置图 (据山东省地矿局, 1991)