

黄县盆地盆缘断裂活动的阶段性与沉积充填样式*

李增学¹ 魏久传¹ 兰恒星² 韩美莲¹

(1. 山东科技大学地球科学系 泰安 271019;

2. 中国科学院地质研究所 北京 100029)

摘要 进行了黄县盆地充填沉积的层序地层划分,并与盆地构造演化阶段分析有机的结合起来。研究表明:早第三纪黄县断陷盆地的构造演化总体上经历了两次裂陷期,第一裂陷期以盆地间歇性快速沉降为特点,第二裂陷期以盆地持续缓慢沉降为特点;盆缘同沉积活动对盆地充填起控制作用,不同阶段发育的层序具有不同的沉积序列特征,层序内部单元和沉积体系、相的配置显示出有序性,从而提出了黄县断陷盆地充填样式,指出聚煤作用以低水位和水进期较强。

关键词 煤盆地 同生断层 层序地层 黄县煤田

中国图书资料分类法分类号 P542.3

作者简介 李增学 男 44岁 教授 博士 煤地质学及层序地层学

1 黄县煤田概况

黄县煤田位于郯—庐断裂以东,鲁东断块之胶北块隆的西北缘。鲁东地质构造受郯—庐断裂影响,发育由断裂控制的小型断陷盆地。黄县断陷盆地是隆起区内唯一的第三纪断陷含煤盆地,其南界为黄县—大辛店断裂,东为北林院—洼沟断裂,这两条大断裂为盆地的同沉积断裂。盆地东部和南部为太古代及元古代老地层,中生代早白垩世青山组、新生代玄武岩,以及燕山晚期花岗岩组成的低山、丘陵;北为渤海(图1)海域区尚未勘探,因而黄县盆地北侧的沉积充填情况尚不清楚。

含煤地层为下第三系黄县组中段(即油₄至煤上₃段,图2),上段和下段不含煤。下第三系黄县组与下伏白垩系、上覆上第三系呈不整合接触,这两个不整合面为区域构造运动界面。据李经荣等人^[1]研究,煤₃附近为一生物组合分界线,以上为始新统,以下为古新统。

2 层序划分与盆地构造演化阶段

2.1 层序划分

在黄县断陷盆地沉积充填序列中,下列几种界面为层序划分界面。(图2)

构造运动界面——区域性不整合面,如黄县组

与白垩系青山组之间的不整合面(燕山运动第V幕所形成),其上、下为两套截然不同的沉积组合序列。另一个构造运动界面为上、下第三系之间的界面(喜山运动所形成),在区域上具有对比性,界面之下为一套含煤、含油沉积组合,厚度巨大,界面之上的第三系,底部为厚度10 m左右的底砾岩,上部为玄武岩,且具多次喷发、多旋回的特征。以上两个区域性界面在测井曲线上和地震剖面上反映比较明显,易于追踪对比,是进行层序划分的重要界面。

构造应力场转换面——盆地水域扩张或萎缩阶段形成的体系域转换面:这种界面在盆地内部为整合面,而在盆缘区则为侵蚀、冲刷不整合面。在黄县断陷盆地,构造应力场转换面即是盆地沉积体制发生改变的界面,该界面上、下沉积体系的配置和沉积组合具有明显的不同,可以由沉积特征和测井曲线

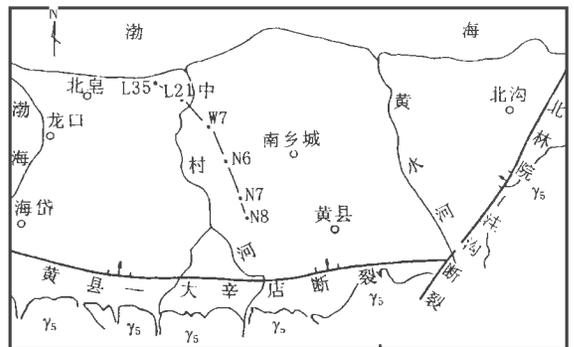


图1 黄县煤田位置示意图

* 山东省自然科学基金项目(Q94E0432)

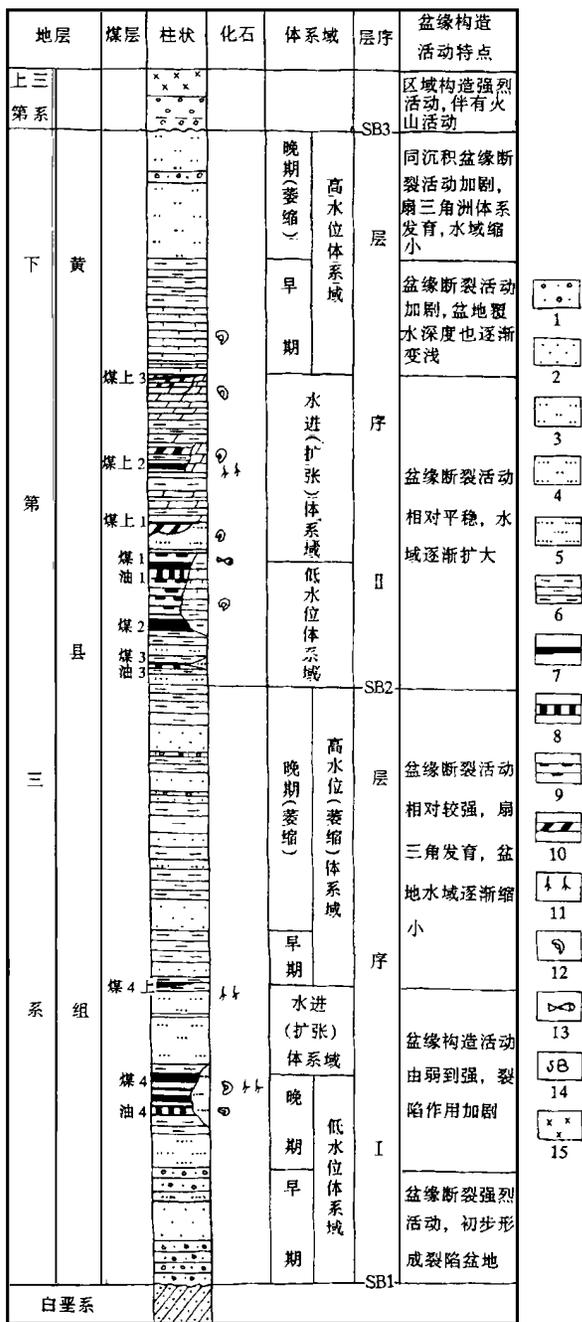


图 2 黄县早第三系断陷盆地体系域及层序划分

- 1— 砾岩、砂砾岩; 2— 粗砂岩; 3— 中砂岩; 4— 细砂岩;
- 5— 粉砂岩; 6— 泥岩、粘土岩; 7— 煤层; 8— 油页岩;
- 9— 含油泥岩; 10— 碳质泥岩; 11— 植物根化石; 12— 螺化石;
- 13— 鱼化石; 14— 层序界面; 15— 玄武岩;

识别和对比

SB2即为盆地演化过程中构造应力场由挤压转变为拉张形成的界面。其确定依据为:

a. 古土壤层及其上覆的低水位冲积沉积: 在

煤 3 之下有一层稳定分布的紫红色及杂色粘土岩,厚度由几米到 20 余米,且有北薄南厚的特点,为下含煤组顶部的主要对比标志之一。这是盆地萎缩后期,干枯阶段盆地表层土壤化的产物,是陆相盆地层序界面的重要标志。在该层杂色粘土岩之上为中一粗砂岩,其间,冲刷界面十分明显,而且界面上下为两套各具特色的含煤沉积组合。这一界面为体系域的重要分隔界面,为两种不同水域体底下的沉积组合界面。

b. 界面上下古生物组合具有明显差异: 在煤 3 上下生物组合具有明显不同,因此也是一个生物地层界面;

c. 测井曲线对 SB2 界面呈现突变特征。

d. 相分布,相沉积断面图(图 3)上也有反映,相带、砂体在空间上的叠置型式表现不同,辫状河体系在 SB2 界面之上重新发育。

古土壤层实际上是一种沉积间断,其上的冲积沉积代表一种冲刷作用,而古生物组合又有明显不同,因而 SB2 面作为三级层序界面是可靠的。

2.2 盆地构造演化阶段性

构造活动(表现在盆地沉降方面)是黄县盆地沉积充填层序形成和演化的主导因素。可以认为,黄县下第三系是在拉伸背景下的不同裂陷期形成的构造层序(即原型断陷盆地的充填层序),其形成受控于一级构造活动。盆缘断裂和盆内基底断裂共同控制着黄县断陷盆地沉积层序的发育。三级层序的发育是盆地构造旋回的产物,构造差异性沉降、气候等因素的变化导致相对湖平面变化,湖平面变化周期控制了层序单元的发育。由于盆地构造活动的阶段性、间歇性特点,导致盆地水域体制发生规律性的变化,如水域扩张、萎缩和低水位状态。层序具有三元结构特点,即由三种体系域组成:低水位、水进(扩张)、高水位(萎缩)体系域。在高水位期还可以识别出早期高水位和晚期高水位期的沉积。

因此笔者认为,对于陆相盆地,尤其是陆相断陷盆地来说,研究构造的活动特点、研究构造—沉积旋回结构特点对于进行高分辨率层序划分具有重要的意义。可以认为,构造活动是控制盆地充填、层序及内部单元结构特点的主导因素。湖平面变化是控制体系域类型的主要因素,而湖平面变化又受控于构造活动、气候变化等因素。

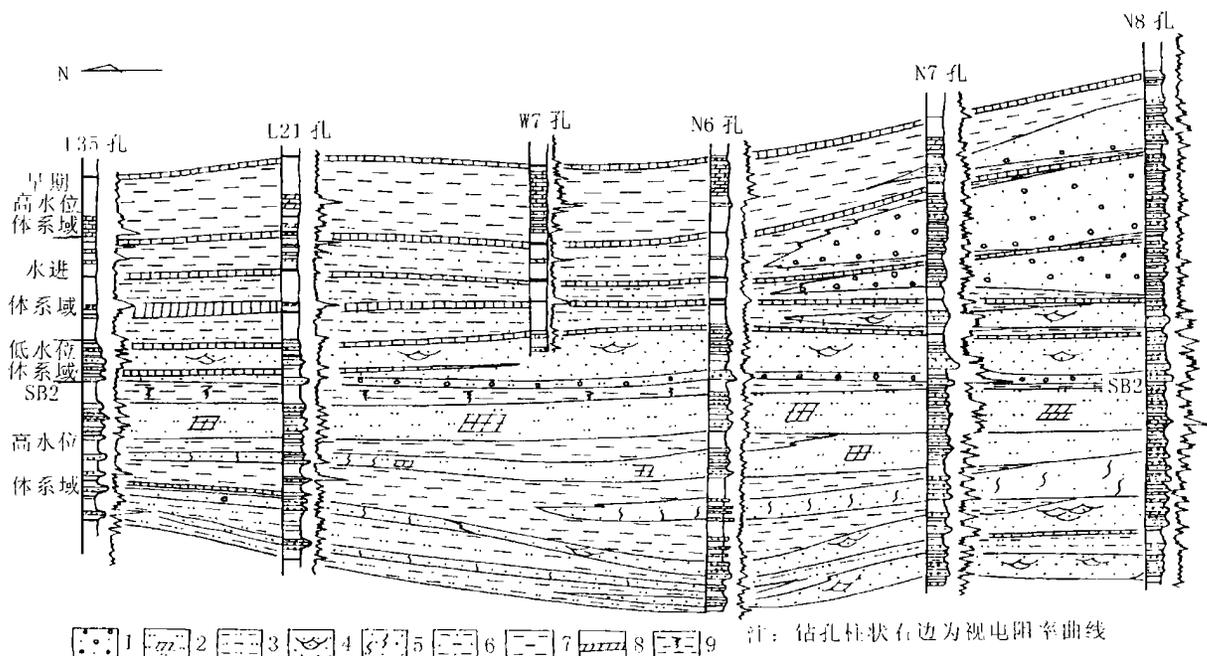


图 3 黄县断陷盆地黄县组中段沉积断面图

1—冲积扇；2—扇三角洲；3—扇三角洲前缘；4—辫状河三角洲；5—湖底扇；
6—滨浅湖；7—浅—深湖；8—沼泽及泥炭沼泽；9—古土壤

3 构造活动的阶段性和盆地充填的有序性

盆缘断裂形成于中生代晚期,在新生代强烈活动。盆缘构造活动控制着盆地沉降作用的强度,而盆地的沉降作用过程控制着盆地的充填演化,因而盆缘断裂的活动对层序的发育起控制作用。早第三纪黄县盆地的构造演化总体上经历了两个裂陷期。第一裂陷期以盆地的间歇性快速沉降为特点,第二裂陷期以盆地持续缓慢沉降为特点。两期裂陷作用所控制的盆地充填过程显示出明显的阶段性,而不同阶段发育的层序具有不同的沉积序列特征,层序内部单元和沉积体系、相的配置又显示出有序性。

早第三纪早期的裂陷作用,形成黄县断陷盆地的雏形。由于此阶段盆地表现为迅速沉降,面部地壳快速拉伸,不断裂陷,即形成于中生代的黄县—大辛店断层活动加剧,断裂两侧地形差异明显,上盘区下陷(沉降)形成盆地接受沉积,从而形成了黄县盆地的总体向北倾斜的半地堑盆地构造格架。这一阶段沉积物供应充足,剥蚀区与沉积区相距较近,由小型冲积扇逐步形成大型冲积扇——辫状河沉积,构成冲积沉积体系。但这一阶段没有形成大的湖泊,盆

地水体较浅,水域范围不大,或大部分地区处于暴露状态,突发性的洪水事件成为主要的沉积驱动力。因此早第三纪早期黄县盆地充填沉积主要是粗碎屑夹杂色粘土类沉积,厚度达 500 余米,不含煤,无任何化石。可以认为是盆地低水位早期的充填沉积。

盆地从产生、成熟发展到废弃阶段经历了两个较大的构造—沉积旋回事件,期间形成了两套含煤、含油的沉积组合。在盆地第一裂陷期中段,由于经过了早期的迅速沉降作用,盆地进入短暂的相对稳定发展阶段,形成断陷湖泊盆地。此阶段沉积物供给速度小于盆地沉降速度,盆地覆水深度加大,沉积可容空间增大,早期的冲积沉积体系转变为扇三角洲—湖泊沉积,盆地的整个沉积体制发生根本性变化。据国内外大量研究表明,许多陆相断陷盆地中,冲积—河流沉积体系是最常见的。而湖泊则需要特殊的条件。有两种机制可导致沉积体系或体系域的转换:

a. 构造作用导致单位时间进入盆地沉积物体积减少或盆地的可容沉积空间增加,冲积—河流体系即向湖泊体制转换 (Lambiase, 1991);

b. 由于盆地边界断层活动导致沉积面积随时间而增大,即使供给的沉积物体积不变,只要沉积物

不能填满新增加的沉积空间,早期的河流沉积体系也将最终转换为湖泊体系 (Scholz, 1991)。这实质上是沉积可容空间变化导致的结果。

盆地构造沉降幅度加大的过程是导致盆地整体水进的过程,这一阶段使盆地水域达到最大,主要为小型扇三角洲体系。该阶段维持时间并不长,紧接着则是盆地快速充填和冲积体系向湖泊推进的重要时期,沉积体系主要是大型冲积扇—辫状河—湖泊三角洲—湖下扇。这一过程实际上是盆地高水位期沉积体快速充填的过程,最终导致盆地水域缩小,直至废弃。此时盆地充填的高水位体系域实质上是一种萎缩体系域。

黄县断陷盆地构造—沉积充填演化经历两个大的旋回。在第一裂陷期结束后,盆地又进入稳定沉降

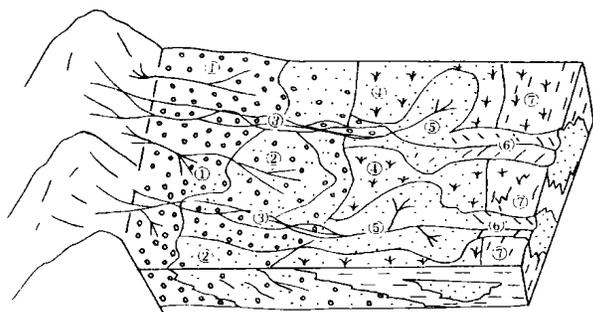


图 4 层序 II 低水位期沉积体系模式图

- ①——冲积平原洪积扇群;②——洪泛平原;
③——辫状河道;④——支间洼地;⑤——分支河道;
⑥——下切谷;⑦——滨岸沼泽;

阶段,进入低水位沉积期。(图 4)此时辫状河—河流体系发育,在盆地缓坡带发育下切谷,分支河道间洼地形成沼泽及泥炭沼泽。

4 盆地充填样式

Scholz 等人^[2]研究了非洲 Tanganyika 半地堑湖盆地的层序地层和体系域模式, Cohen 等人^[3]研究了同样的湖盆,并总结出了相似的层序地层模式。林畅松等^[4]系统总结了断陷湖盆的层序—体系域构成样式,提出了深湖盆地、浅湖—半深湖盆地和浅湖—河流盆地充填层序样式。这些研究成果为本项目研究提出了重要参考思路和方法。

通过以上研究可以认为,黄县断陷湖盆的沉积体系主要为冲积扇、扇三角洲、辫状三角洲、湖底扇、滨浅湖、深湖及三角洲平原沼泽等,其发育主要受控于构造运动及由此引起的湖平面变化。两次裂陷作用形成两套沉积组合序列。可以认为,这两期裂陷构造作用阶段形成两种层序—体系域充填型式(或样式)。第一期裂陷作用形成浅湖半深湖层序—体系域充填型式(层序 I),层序内扇三角洲、辫状河三角洲体系发育;低水位早期冲积扇发育,聚煤作用主要发生于低水位晚期和水进期(图 5)。第二期裂陷作用形成深湖盆地层序—体系域形式(层序 II),高水位体系域早期深湖沉积发育,可发育湖底扇、浊积扇等;晚期则以扇三角洲为主体。辫状河体系在低水位期和水进期比较发育。聚煤作用仍然以低水位和水进

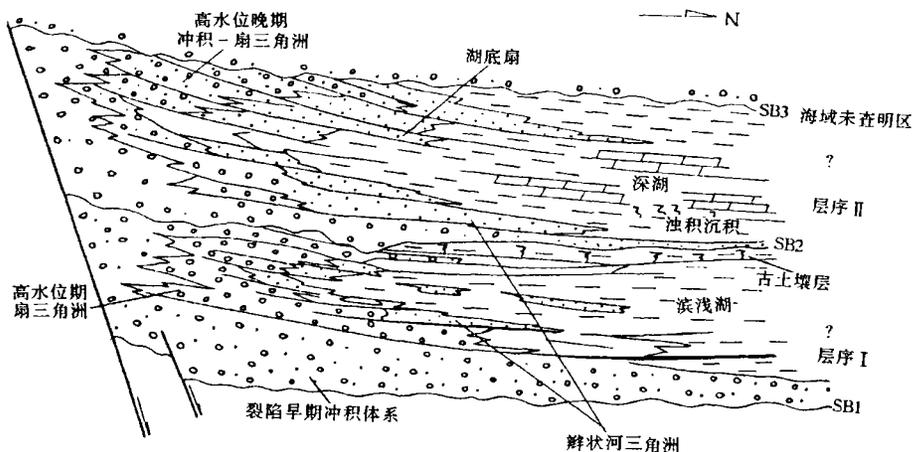


图 5 黄县早第三纪断陷盆地层序、体系域充填样式

期较强。

参考文献

- 1 李经荣,徐金鲤,杨育梅. 山东北部地区古新统孢粉组合. 古生物学报, 1992; (4): 445- 458
- 2 Scholz L A, Rosendahl B R. Coarse-clastic facies and stratigraphic sequence models from lakes Malawi and Tanganyika, East

Africa- AAPG Memoir 50, 1991: 151- 168

- 3 Cohen A S. Tectonic stratigraphic model for sedimentation in lake Tanganyika, East Africa AAPG Memoir 50, 1991: 137- 149
- 4 林畅松,李思田,徐建业. 断陷湖盆层序研究和计算机模拟. 地学前缘, 1995; (3- 4): 124- 132

(收稿日期 1999- 03- 04)

THE ACTIVE STAGES OF THE BOUNDARY FAULTING AND THE DEPOSITION-FILLING PATTERN IN HUANGXIAN FAULTED BASIN

Li Zengxue¹ Wei Jiuchuan¹ Lan Hengxing² Han Meilian¹

(1. Shandong University of Science & Technology; 2. Geology Institute Academy)

Abstract The sequence stratigraphic division of basin filling succession in Huangxian faulted basin is conducted, and combined with the analysis of tectonic evolution stages of basin. It is indicated that the tectonic evolution in Huangxian faulted basin was generally gone through two rifting stages in Paleogene. The first stage is characterized by the intermittent rapid subsidence and the second one is dominated by the continuously slow subsidence. Due to the control of synsedimentary activity of the boundary faults on the basin filling, The sequences development in different stage have different depositional features, but the internal units of sequences, the depositional systems and the package patterns of the facies show the ordered property. The filling pattern in Huangxian faulted basin is presented, and it is indicated that the coal accumulation is stronger in both low-stand period and water-progression period.

Keywords coal basin; contemporaneous faults; sequence stratigraphy; Huangxian coal basin

成煤大地构造学研究成果获奖

80-90年代,以中国科学院长沙大地构造研究所童玉明为首,有陈胜早、王伏泉、周瑶琪、籍民、刘以宣等科学家参加的集体,进行了成煤大地构造学的研究,先后用中、英、俄文发表了有关论文三四十篇,《中国成煤大地构造》专著一本。该成果于1998年获中国科学院自然科学贰等奖,1999年获地洼学说特等奖。它将大地构造学和煤地质学相结合,提出了一门新的边缘学科——成煤大地构造学(即煤成矿学)。它是从大地构造角度研究聚煤作用和煤矿床在地壳中时空分布及其形成演化规律的科学,把全球构造聚煤单元分为域、带、盆三级。应用该理论,以中国为例,对成煤构造有关问题进行了研究,其主要内容和创新点是:(1)根据大地构造环境,将聚煤盆地和含煤建造分为地槽、地台、地洼三大类型。它们还可细分,前者10个成因类型,后者15个成因式样。(2)揭示古构造与聚煤作用的制约关系,以相对稳定的构造环境聚煤条件较好,中国腐殖煤聚煤量,地台型占87%,地洼型占13%,地槽型几乎没有工业价值煤层。中国煤炭资源60%和世界煤炭资源70%集中于地台边缘拗陷。(3)从全球成煤大地构造出发,阐明了从晚元古代腐泥煤至第三纪褐煤(含泥炭),中国成煤大地构造演化历史和聚煤盆地时空分布规律。将晚古生代、中生代和新生代成煤大地构造分别划分

为四、二、一个煤域。(4)首次提出了海域构造聚煤带,论证了中国海域赋存有丰富的煤炭资源。东海陆架聚煤盆地第三系含煤近百层,单层厚达3-4m,煤的变质程度随埋深而增高(垂深600m以内为泥炭,1600m以内为褐煤,3700m以内为长焰煤,4700m以下为气煤,5000m以下为焦煤)。南海琼东南盆地崖13-1气田是中国海域最大的煤成气田。(5)首次编制了中国及邻区深部构造与中、新生代构造聚煤域、带等四种图纸,探讨了深部构造格局对聚煤盆地的控制作用及其演化机制。(6)提出了成煤构造地球化学,不同含煤建造、褶皱、断裂和岩体具有不同的成煤地球化学特征。(7)依构造破坏程度和成因不同,将聚煤盆地的构造叠加和改造分为:地槽+改造、地台+改造、地洼+改造三型,它们可再细分为轻、中、重等亚型。(8)对与成煤大地构造环境有关问题做了探讨,如从灾变论观点认为,P-T间发生的大规模灾变事件破坏了地球晚二叠世成煤的古气候和古植物环境,导致了长达20Ma年的缺煤期。(9)将该理论应用到全球性、区域性和煤盆地煤炭资源的预测和评价。它的科学意义,不但丰富了大地构造学的内容,并推动了煤地质学的发展。

仇庆芬(中国科学院长沙大地构造研究所 410013)