

彬长矿区胡家河井田 4 号煤层沉积环境及聚煤规律研究

刘 震

(中煤科工生态环境科技有限公司, 西安 710077)

摘要: 为研究彬长矿区胡家河井田 4 号煤层的沉积环境, 总结聚煤规律, 归纳聚煤模式, 综合运用煤田地质学、岩石学、沉积学、构造地质学等多学科交叉研究方法, 野外观察和室内分析相结合, 对胡家河井田 4 号煤层的沉积环境及聚煤规律进行分析。结果表明: 井田内含煤地层主要为内陆河流相沉积, 其中河漫沼泽、牛轭湖以及泛滥平原上的泥炭沼泽是 4 号煤层的主要沉积环境; 富煤带分布于中部及南部, 并向东部和西部延伸, 富煤中心分布于中部和西南部, 与地层沉积中心有较好的对应关系; 在靠近西部的古河道时, 煤层出现分岔、变薄、尖灭的现象, 古河道流经区域富县组延安组地层全部缺失, 形成无煤区。研究成果对于该矿煤炭资源的可持续发展以及提高煤炭资源开发和利用效率具有重要的理论与实践意义。

关键词: 河流相; 沉积环境; 聚煤规律; 聚煤模式

中图分类号: P618 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)03-0166-06

我国能源资源“缺油、少气、相对富煤”的禀赋特征, 决定了煤炭是我国的基础能源, 是我国能源安全的战略保障^[1]。煤炭在一次能源消费中的占比长期大于 50%, 2021 年仍高达 56%^[2]。中国能源中长期(2030 年、2050 年)发展战略研究指出, 受中国能源资源禀赋制约, 煤炭的主体能源地位短期内难以发生改变, 2020 年煤炭消费占比将维持在 60% 左右, 2050 年在 40% 左右。煤炭作为我国能源安全的压舱石地位短期不会发生改变^[3]。随着工业化与城市化进程的加速, 煤炭资源的需求量不断增加, 同时随着煤炭资源的逐步枯竭, 对于新的煤炭资源的需求迫在眉睫^[4]。

沉积环境在一定程度上影响煤储层的成藏条件和分布规律^[5-7], 虽然煤系地层沉积环境及聚煤规律方面在国内外的研究进展令人瞩目, 但仍面临一些问题和不足。例如, 国内外学者在煤系地层沉积环境及聚煤规律方面的研究还存在着研究比较分散、数据共享不足、理论与实践应用之间不充分等问题^[4]; 过去对鄂尔多斯盆地侏罗系的研究主要是聚集在盆地东北部地区、西北部地区、北部或南部延安组的沉积体系、沉积相、沉积演变和储集层特点等领域, 研究范围较广泛, 不够聚焦^[8]。本文正是在此背景下, 以彬长矿区胡家河井田 4 号煤层

为研究对象, 对井田内大量钻孔数据进行统计研究, 通过绘制各单因素等值线图, 恢复延安组下段成煤前岩相古地理图, 旨在研究其沉积环境及聚煤规律, 为该矿煤炭资源的可持续发展以及提高煤炭资源开发和利用效率具有重要的理论与实践意义。

1 地质条件概况

1.1 区域地质背景

胡家河井田处于陕西省咸阳市彬州市、长武县境内, 泾河东侧, 地处黄陇侏罗纪煤田彬长矿区中北部, 地理坐标为东经 107°55'45"~108°04'00", 北纬 35°07'47"~35°12'45"。该井田东西长 8.5 km, 南北宽 7.2 km, 其井田面积为 54.7 km²。该井田地质储量为 819.75 Mt, 可采储量为 473.02 Mt。构造单元划分归属于鄂尔多斯盆地渭北断隆区、彬县-黄陵拗褶带。鄂尔多斯盆地受加里东运动和海西运动的影响, 形成了盆缘山脉及断裂构造格局, 区内地层呈单斜构造, 地层倾角小于 5°, 构造简单, 在单斜背景上发育有一系列宽缓褶皱。研究区即位于董家庄背斜及七里铺-西坡背斜之间, 伴随有古地貌隆起及凹陷发育宽缓褶皱^[9-10]。黄陇侏罗纪煤田赋煤构造分区及彬长矿区构造纲要简图如图 1 所示。

1.2 含煤地层

胡家河井田大部被第四系黄土覆盖, 根据地表

收稿日期: 2023-11-29

基金项目: 中煤科工生态环境科技有限公司科技创新基金(0206KGST0022)

作者简介: 刘震(1992—), 男, 陕西渭南人, 助理研究员, 硕士, 研究方向为矿山地质环境恢复治理与灾害防治。

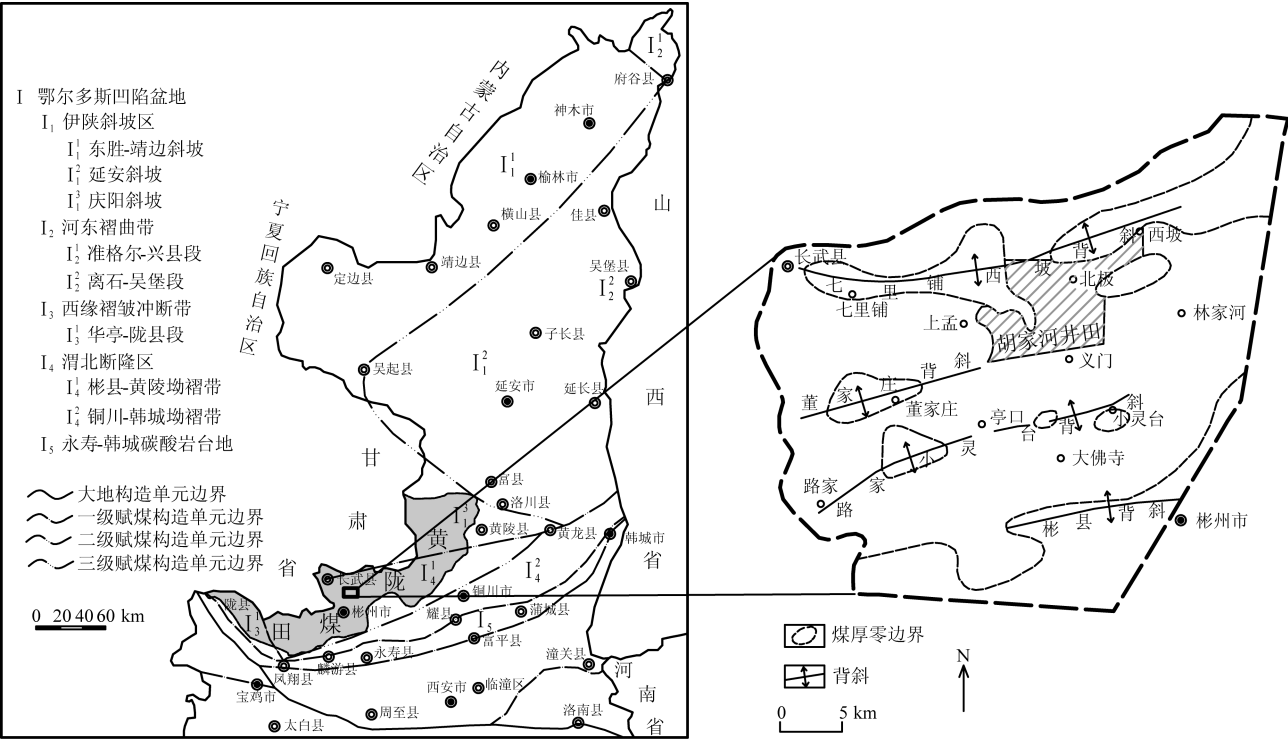


图1 黄陇侏罗纪煤田赋煤构造分区及彬长矿区构造纲要简图

出露及钻孔揭露的地层,由老至新有中生界三叠系上统胡家村组,侏罗系下统富县组,中统延安组、直罗组、安定组,白垩系下统宜君组、洛河组、环河组,新生界新近系上新统保德组及第四系。区内含煤地层为侏罗系中统延安组,可分为上段、下段两个岩段。

上段为灰色泥岩、砂质泥岩、粉砂岩夹炭质泥岩、薄煤,与中细粒砂岩互层,在泥岩及粉砂岩中含有植物化石,含3号煤层,平均煤厚2.39 m,局部可采;底部为一层较厚的灰白色粗粒砂岩,厚度最大值为75.19 m,平均值为28.71 m。

下段以灰-深灰色泥岩、粉砂岩为主,夹煤层,具水平层理、波状层理及变形层理,含本次研究对象4号煤层,也是该矿的主采煤层,平均煤厚14.49 m,大部分可采;底部以灰-灰褐色铝质泥岩为主,厚度变化较大,在古地貌低洼区,沉积厚度较大,最大值为84.23 m,平均值为31.34 m。

2 4号煤层沉积环境分析

2.1 沉积相标志

2.1.1 岩石学特征

延安组岩石类型主要为黑褐色泥岩、炭质泥岩、褐灰色铝土质泥岩、灰黑色的砂质泥岩、灰白色砂岩、含砾粗砂岩、深灰色粉砂岩、煤等。

延安组岩性纵向变化为砂岩从下向上增加、减

少、再增加,泥岩在延安组中部和下部含量最高。下段含煤性最好,自下而上砂岩开始增加,泥岩开始减少。

井田内主要分布的浅灰色、灰黑色泥岩层位和结构较稳定,主要发育在煤层顶底板和夹矸中,大部分具有滑面构造,贝壳状断口,发育着大量完整的植物根部化石。从下到上,泥岩分布由多变少。

2.1.2 古生物特征

古生物化石种类、丰度及形成环境见表1^[11]。该井田大多数煤层底板的泥岩中都含有大量植物根部化石,顶板往上的砂岩中含有大量的植物叶化石和残屑化石,说明煤层沉积时期植物生长繁盛、气候潮湿;水动力能量小、覆水环境;水动力作用持续、稳定;基底沉降与沉积物补充速度达到了长时间的动态平衡;煤层发育环境是曲流河中的泥炭沼泽环境。

表1 古生物化石种类、丰度及形成环境^[11]

化石种类		砂岩	粉砂岩	泥岩	主要生成环境	
植物	根系	较少	较多	较多	沼泽	
	茎	树干	大量	较少	较少	分流河道、河口坝
		树枝	较少	大量	较多	三角洲平原、分流间湾
	叶	不完整	较多	较多	较多	各种环境均有
		完整	较少	较多		浅湖、湖湾、前三三角洲
	孢粉		较少	较多	沼泽、浅湖、湖湾	
	藻类			较少	浅湖、三角洲间湖湾	

2.2 含煤岩系沉积相

沉积相反映了一定的古地理沉积环境,研究含煤岩系沉积相,可以明确分析出沉积作用发生时期具体的沉积环境、沉积微环境。

河流相属于陆相沉积类型,可以细划为以下 3 种沉积亚相:辫状河亚相、曲流河亚相、网结河亚相。曲流河亚相体系可进一步细分出河床滞留、边滩、天然堤、决口扇、河漫滩、河漫湖泊、河漫沼泽、泥炭沼泽等次级环境和沉积微相。曲流河亚相中的河漫滩沼泽微相和牛轭湖微相是良好的成煤微环境,但形成的煤层横向连续性差。胡家河井田延安组就属于曲流河亚相沉积环境。

根据井田内钻孔岩性特征及结构构造,将井田划分为 8 个沉积微相,见表 2^[11]。

2.3 岩相古地理

单因素是反映某一特定区域沉积特征的要素。岩石结构成分、矿物组成、岩层厚度等,均可作为单因素^[12]。古地理单因素统计方法及地质意义见表 3。

经过富县组的填平补齐,在其基础上超覆沉积了延安组下段,除了古河流流经区域,其余地区均有沉积,露头剖面及钻孔测井曲线的垂直层序,反映了本段环境类型为曲流河。根据井田大量钻孔数据,绘制延安组下段的地层厚度等值线图(图 2)、砂岩厚度等值线图(图 3)、泥岩厚度等值线图(图 4)、含砂率等值线图(图 5)如下,通过对各等值线图及其代表的地质意义进行分析比对,最终恢复了延安组下段成煤前的岩相古地理图(图 6),为 4 号煤层聚积规律提供了良好的依据。

表 2 胡家河井田延安组沉积微相划分^[11]

沉积微相	微相描述	岩性特征	垂向分布特征	平面分布特征
边滩沉积	曲流河体系中最重要沉积,可作为判断古河道水深和规模的标志	下部槽状、板状交错层理,上部平行、小波痕、爬升层理;常见植物茎叶碎片;以石英砂岩为主,含较少砾石	分布于延安组上段的上部和下部	分布于井田南部、中部和东部
天然堤	沿河岸分布的线状砂体,横剖面不对称,靠近河道外较厚,远离河道变薄,呈向外倾斜变薄的楔状体;粒度细、层系薄	小型波状交错层理、上攀沙纹层理和水平层理发育;常见植物根及虫迹构造;粉砂和泥质层组成	分布于延安组上段中上部	分布于井田南部
决口扇	洪水期由于天然堤决口,河水携带大量沉积物通过决口被冲到洪泛盆地形成的扇状沉积体	小型交错层理及平行层理;常见小型冲刷充填构造、植物碎片及其它化石遗体。中、厚层状粉砂岩、细粒砂岩	分布于延安组上段中下部	分布于井田的西南和东北部
河漫滩	河床主槽一侧或两侧,在洪水时被淹没,水中时出露的滩地。河流洪水期淹没的河床以外的谷底部分	沙纹交错、各种变形层理;常见植物根迹;粉砂质泥岩、泥质粉砂岩	分布于延安组下段的上部和上段的中上部	分布于井田中部、东部和南部
河漫湖泊	泛滥盆地中低洼地带积水形成,水体浅,沉积物最细	水平一块状层理;有植物碎屑,发育黄铁矿;泥岩	分布于延安组下段上部和上段中部	分布于井田大部分区域
河漫沼泽	潮湿气候下,在泛滥盆地低洼地带形成,垂向层序与天然堤类似,但沉积物更细	小型波状交错层理、上攀沙纹层理和水平层理;炭屑及植物茎干;细—粉砂岩、粉砂岩及粉砂质泥岩	分布于延安组下段下部和上段中部	分布于井田大部分区域
泥炭沼泽	通过河流、湖泊等水域转化形成,即水域泥炭沼泽化	条带状结构;植物茎、叶化石;形成煤层	分布于延安组下段中部和上段中部	分布于井田大部分区域
废弃河道充填	由河道作用、越岸洪水作用和湖泊作用综合影响的产物	小波痕交错层理;黄铁矿和菱铁矿结核;细砂岩、粉砂岩	分布于延安组上段上部	分布于井田中部和东部

表 3 古地理单因素统计方法及地质意义

参数	统计方法	等值线图意义
地层厚度	地层总厚度	反映区域沉降幅度、沉积中心位置、沉积物质供给、隆起和凹陷及盆地轮廓
砂岩厚度	砂岩总厚度	反映三角洲砂体、河道的分布范围
泥岩厚度	泥岩总厚度	指示河漫湖泊发育区
煤层厚度	煤层累积厚度	指示煤层发育区
含砂率	砂岩厚度/地层厚度	反映主要岩相分布特征及古地理,是划分相带和相区的主要依据

由恢复的胡家河井田延安组下段成煤前岩相古地理图可以看出,井田最北部、西部和东北部为古高地,由于古地层隆起,因此这些区域相比于井田的其他区域,沉积厚度小;延安期时,井田内的河流蛇曲发育;井田中部发育的牛轭湖以及西南部发育的排水性差的河漫沼泽都沉积了大量的泥炭,成为 4 号煤层的富煤中心,剩余大片区域为被植被广泛覆盖的洪泛平原,也是聚煤的重要场所。

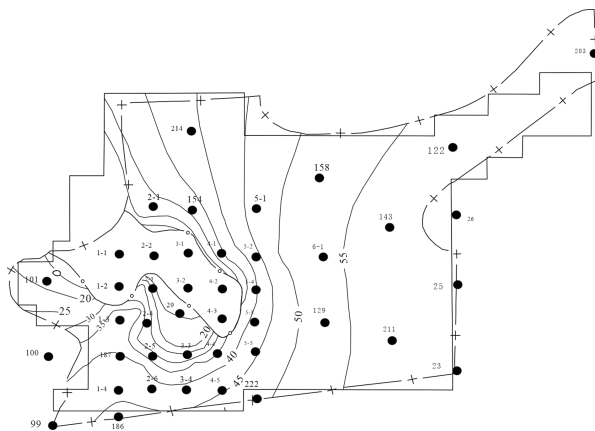


图 2 胡家河井田延安组下段地层厚度等值线图

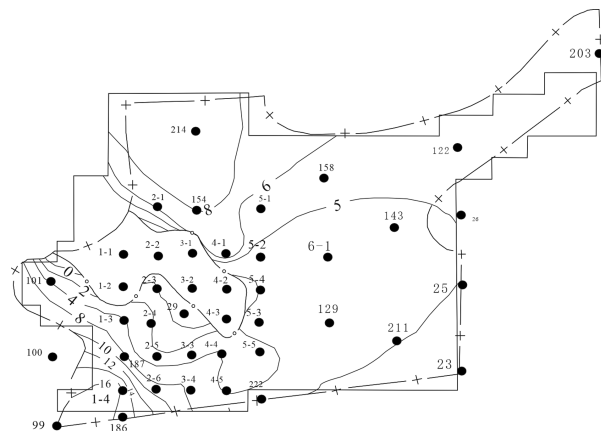


图 4 胡家河井田延安组下段泥岩厚度等值线图

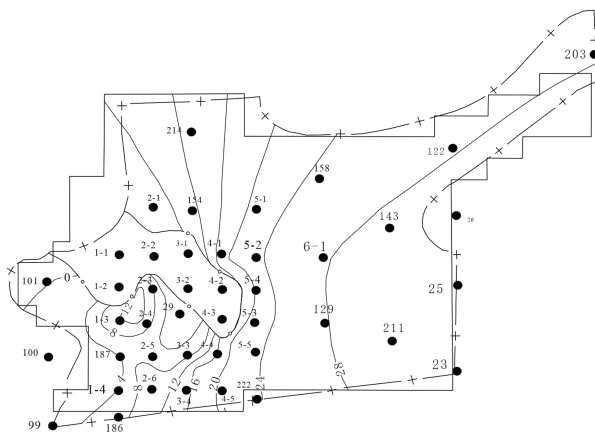


图 3 胡家河井田延安组下段砂岩厚度等值线图

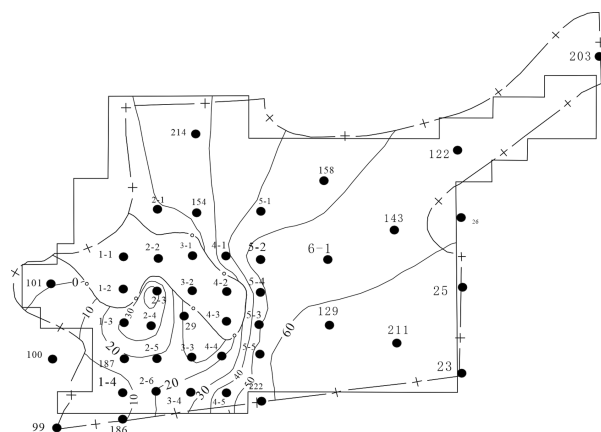


图 5 胡家河井田延安组下段含砂率等值线图

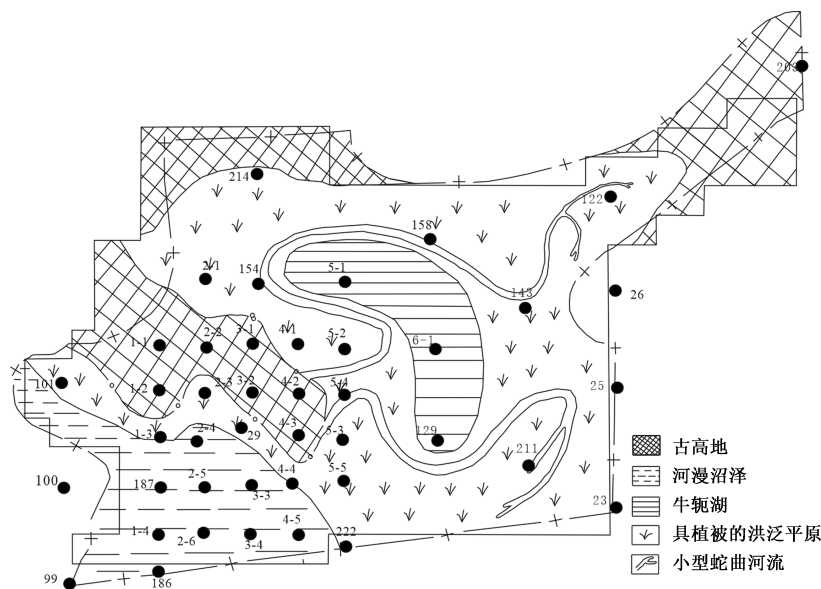


图 6 胡家河井田延安组下段成煤前岩相古地理图

3 4 号煤层聚煤规律及聚煤模式

3.1 4 号煤层聚煤规律

胡家河井田侏罗系富县组、延安组假整合于三叠系顶面风化壳,古地貌受河流夷平的影响,泛滥平原过渡为河漫沼泽环境发育了厚度稳定的 4 号煤层;叠加后期的构造运动,基底不均匀沉降,在井田西南部

古地貌低凹区及地壳缓慢上升区,煤层厚度较厚,东部延安组沉积厚度较大,其间发育了一些小型聚煤凹陷,煤层较薄且层数较多^[13-14]。胡家河井田三叠系顶面等高线与 4 号煤层的煤厚等值线叠合图如图 7 所示,可以看出,井田中部及西南部的富煤中心与地层沉积中心有较好的对应关系。受古彬县河道冲刷影响

响,井田西部出现无煤区,4 号煤层在靠近河道处出现变薄、尖灭现象。在延伸到井田东南部时,4 号煤层出现分岔则是由于泥炭堆积出现间断导致。

3.2 4 号煤层聚煤模式

胡家河井田延安组下段 4 号煤层形成于内陆曲流河亚相环境。延安组初期,多条小型蛇曲河流遍布井田并从东部和中部向西汇入古河道,形成了大面积泛

滥平原以及牛軛湖和河漫沼泽,随着基地的不断沉降和泥炭的不断堆积,两者的速度逐渐趋于平衡并保持了比较长的时间,加上该地区较稳定的古构造环境,使得聚煤作用充分发生。其特点是富煤带分布的区域面积十分广泛;富煤中心为牛軛湖和流动性差的河漫沼泽;煤层单一,厚度极大;煤质优良,表现为低灰、低硫。由此归纳出了胡家河井田 4 号煤层聚煤模式如图 8

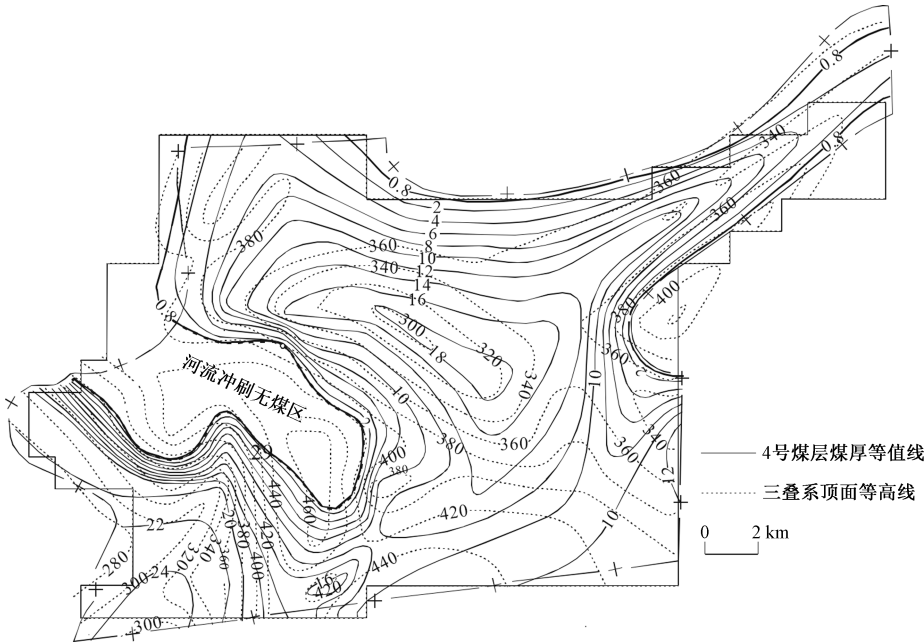


图 7 胡家河井田三叠系顶面等高线与 4 号煤层煤厚等值线叠合图

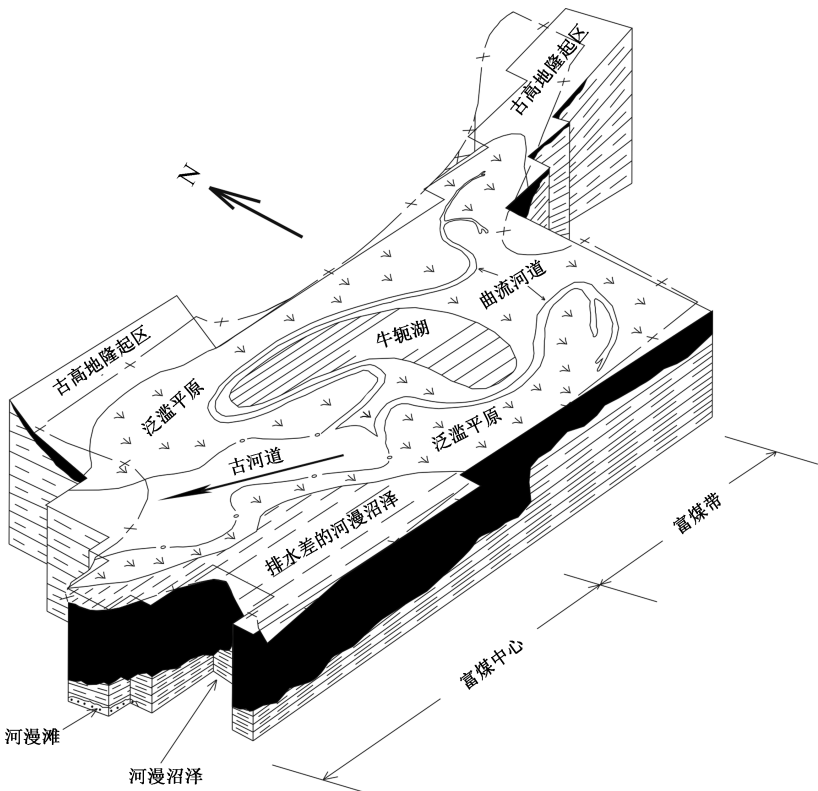


图 8 胡家河井田 4 号煤层聚煤模式图

所示。

平面上,该煤层在井田的分布面积接近百分之九十。富煤带分布于井田中部及南部,并向东部和西部延伸,富煤中心分布于井田中部和西南部。剖面上,煤层在曲流河沉积环境上形成,煤层单一且厚度大,靠近西部古河道,煤层出现分岔、变薄、尖灭的现象,古河道经过的井田西部大片区域,富县组和延安组地层全部缺失,形成无煤区。

4 结论

(1)胡家河井田内含煤地层主要为内陆河流相沉积,其中河漫沼泽、牛轭湖以及泛滥平原上的泥炭沼泽是4号煤层的主要沉积环境。

(2)富煤带分布于井田中部及南部,并向东部和西部延伸,富煤中心分布于井田中部和西南部,与地层沉积中心有较好的对应关系。

(3)在靠近井田西部的古河道时,4号煤层出现分岔、变薄、尖灭的现象,古河道流经区域富县组和延安组全部缺失,形成无煤区。

参考文献

- [1] 王双明,孙强,乔军伟,等.论煤炭绿色开采的地质保障[J].煤炭学报,2020,45(1):8-15.
- [2] 中国工程院.中国能源中长期(2030—2050)发展战略研究:节能,煤炭卷[M].北京:科学出版社,2011.
- [3] 王双明,申艳军,宋世杰,等.“双碳”目标下煤炭能源地位变化与绿色低碳开发[J].煤炭学报,2023,48(7):2599-2612.
- [4] 孙国忠,石彦强,王志光.沁水煤田下霍井田煤系沉积环境及聚煤规律研究[J].能源与环保,2023,45(5):97-103.
- [5] 申有义,任斗金,常锁亮,等.沁水盆地永乐南区块煤储层聚煤前后沉积相预测及其控气作用[J].科学技术与工程,2021,21(11):4352-4359.
- [6] 张智超,冷伟,平建华,等.黄河下游原阳段沉积物粒度特征与沉积环境分析[J].科学技术与工程,2023,23(8):3177-3189.
- [7] 陆雨诗,胡勇,侯云东,等.鄂尔多斯盆地西缘羊虎沟组微量元素地球化学特征及沉积环境指示意义[J].科学技术与工程,2021,21(28):11999-12009.
- [8] 王欣月,庞军刚,王梓萱,等.鄂尔多斯盆地侏罗系延安组延10沉积特征[J].科技和产业,2023,23(6):192-197.
- [9] 张佳为,马家亮,高政,等.彬长矿区胡家河煤矿煤岩特征及古地理环境研究[J].煤炭科学技术,2018,46(10):209-215.
- [10] 李焕同,李谦倬,李阳,等.彬长矿区胡家河井田煤质特征对成煤环境的指示意义[J].中国科技论文,2017,12(21):2431-2437.
- [11] 王良忱,张金亮.沉积环境和沉积相[M].北京:石油工业出版社,1996.
- [12] 冯增昭.单因素分析多因素综合作图法:定量岩相古地理重建[J].古地理学报,2004(1):3-19.
- [13] 侯海海,陈泓圳,邵龙义,等.煤层分布规律新认识:气候演变控制下的聚煤模式[J].煤田地质与勘探,2023,51(3):10-18.
- [14] 侯海海,李强强,邵龙义,等.珲春盆地古近纪含煤地层层序:古地理与聚煤规律[J].煤田地质与勘探,2022,50(6):41-55.

Study on Sedimentary Environment and Coal Accumulation Law of No. 4 Coal Seam in Hujiahe Mine Field in Binchang Mining Area

LIU Zhen

(China Coal Technology and Engineering Group Ecological Environment Technology Co., Ltd., Xi'an 710077, China)

Abstract: In order to study the sedimentary environment of No. 4 coal seam in Hujiahe mine field in Binchang Mining area, the law of coal accumulation and the mode of coal accumulation are summarized, the interdisciplinary research methods of coal field geology, petrology, sedimentology and structural geology, combining field observation and indoor analysis are comprehensively applied to analyze the sedimentary environment and coal accumulation law of No. 4 coal seam in Hujiahe mine field. The results show that the coal containing strata in the mine field are mainly inland fluvial facies deposits, among which Hemang swamp, oxbow lake and peat swamp on the flood plain are the main sedimentary environment of No. 4 coal seam. The coal-rich belt is distributed in the middle and south, meanwhile extends to the east and west, and the coal-rich center is distributed in the middle and southwest, which has a good correspondence with the stratigraphic depositional center. When approaching the ancient river course in the west, the coal seam appears bifurcated, thinned and peaked, and the strata of Fuxian Formation and Yan'an Formation in the area through which the ancient river course flows are all missing, forming a coal-free area. The research findings have important theoretical and practical significance for the sustainable development of coal resources and the improvement of the exploitation and utilization efficiency of coal resources.

Keywords: fluvial facies; sedimentary environment; coal accumulation law; coal accumulation mode