

# 曹家湾井田延安组成煤环境分析

杨迎军, 郑浚茂, 宋新武

(中国地质大学 能源学院 北京 100083)

**摘要:**详细分析了宁夏曹家湾井田延安组的成煤环境及煤岩特征:岩性组合、可采煤层、厚度变化、沉积构造、物性特征、含煤系数等。井田含煤地层平均厚度 440.61 m,含煤 30 余层,编号煤层平均总厚度 18.90 m,含煤系数 4.1%。延安组自下而上可分为 5 个岩段,其中第 I 段沉积环境以河流体系的冲积平原相为主,含 4 层煤;第 II、第 III 段和第 IV 段均为三角洲平原沉积体系,共含 13 层煤;第 V 段为河流沉积体系,含 5 层煤。研究成果为该区煤炭资源勘探开发和综合评价提供参考。

**关键词:**曹家湾井田;沉积;延安组;煤田

中图分类号:P618.11

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2012)03-0117-04

## Coal-forming environment of Yanan Formation in Caojiawan mine field

YANG Ying-jun, ZHENG Jun-mao, SONG Xin-wu

(School of Energy Resources, China University of Geoscience(Beijing), Beijing 100083, China)

**Abstract:** Analyze the coal-forming environment and coal petrographic characteristics such as lithological combination, minable coal seams, thickness variation, sedimentary structure, physical properties, and coal bearing ratio of coal bearing strata in Yanan Formation in Caojiawan mine field, Ningxia Province. The average thickness of Yanan Formation is about 440.61 m, containing more than thirty coal-beds. The average total thickness of numbering coal seams is about 18.90 m, and the average coal bearing ratio is 4.1 percent. Yanan Formation can be divided into five sections from bottom to top. The sedimentary environment of the first section is dominated by fluvial plain, containing five coal seams, the sections from the second one to the fourth one are delta plain sedimentary system, totally containing thirteen coal seams, the fifth section changes into fluvial facies again, containing five coal seams. The results provide references for the exploration, development, and overall evaluation of coal resources in this area.

**Key words:** Caojiawan mine field; deposition; Yanan Formation; coal

曹家湾井田位于宁夏吴忠市盐池县,隶属惠安堡镇管辖。西北距吴忠市约 83 km,东北距盐池县约 72 km,距惠安堡镇 12 km。井田整体呈西翼陡东翼缓的不对称向斜构造,煤系地层产状沿走向倾向变化不大,断层稀少。矿区全部被新生界地层所覆盖,属隐伏式煤田。根据钻孔揭露及区域资料,井田范围发育地层由老至新为:三叠系上统白茆茆沟

群( $T_{3B}$ );侏罗系中统延安组( $J_{2y}$ )、直罗组( $J_{2z}$ )、古近系渐新统( $E_3$ )和第四系( $Q_h$ )。其中,延安组为井田含煤地层,煤岩具有特低灰~低灰、低硫、高发热量特点。利用钻探和测井技术进行含煤地层岩性组合、物性特征及沉积环境的判别对煤田勘探与开发具有重要的指示意义<sup>[1-6]</sup>。

收稿日期:2012-04-10 责任编辑:孙淑君

基金项目:油气沉积地质教育部创新团队(IRT0864)

作者简介:杨迎军(1968—)男,辽宁朝阳人,工程师,从事能源地质方面的研究工作。

引用格式:杨迎军,郑浚茂,宋新武.曹家湾井田延安组成煤环境分析[J].洁净煤技术,2012,18(3):117-120.

## 1 煤岩特征

宏观煤岩成分以暗煤、亮煤为主,常夹镜煤条带和丝炭薄层。宏观煤岩类型为半亮煤和半暗煤。显微组分中有机组分平均占 91.86%,无机组分平均占 8.14%。有机组分中镜质组平均占有有机组分的 40.56%,惰质组分占 57.31%,壳质组分占 2.13%。无机组分以粘土类、碳酸盐类为主,含少量硫化物和氧化硅类。油浸反射光下所测定各煤层煤的镜质组最大反射率为 0.56%~0.68%,煤属低等煤化度烟煤。垂向上,自上而下各煤层镜质组最大反射率有增大趋势,反映了随着煤层埋藏深度的加深,变质程度增大,变质类型为区域变质。

## 2 含煤地层沉积特征

延安组含煤地层为一套河流-湖泊三角洲沉积体系。其中在浅湖三角洲体系中,可细分出三角洲平原相、三角洲前缘相和前三角洲~浅湖相。河流体系在延安组中居次要地位,见有冲积河道(包括辫状河道和曲流河)沉积、泛滥盆地沉积和漫滩沼泽沉积等沉积类型。三角洲平原相是井田延安组中最主要的沉积类型。主要的构成元素有分流河道及天然堤沉积组合、决口扇和决口三角洲沉积组合、分流间细粒越岸沉积组合和泥炭沼泽沉积。延安组岩性主要由灰、灰白色长石石英砂岩,灰、灰黑色粉砂岩、泥岩和煤组成。地层平均厚度 440.61 m,含煤 30 余层,自上而下统一编号 21 层,编号煤层平均总厚度 18.90 m,含煤系数 4.1%。其中可采及局部可采煤层有 6 层(三、五、十一、十二、十八、二十一煤),可采煤层平均总厚度 9.71 m,可采含煤系数 2.2%。由于下伏地层凹凸不平,延安组沉积厚度变化较大,井田中部最薄,向南北逐渐变厚,东西方向地层厚度变化不大。底部以一套灰白或白色的细粒砂岩或粉砂岩与下伏三叠系上统白茆茆沟群呈假整合接触。其它编号煤层稳定性差,厚度变化大,个别煤层虽可采点稍多,但因连续性差、可采面积分布很局限,故其经济意义均不大。

### 2.1 延安组第 I 段( $J_{2y}^1$ )

自延安组含煤地层的底界至十八煤层顶板。钻探完全揭露段厚的钻孔有 22 个,段厚 26.8~76.7 m,平均厚度 55 m,由于发育于三叠系凹凸不平侵蚀面

之上,本段沉积厚度变化较大,总体厚度呈现中部较厚,向南北两端变薄。岩性特征为下部以灰白色细粒砂岩、粉砂岩或泥岩为主,夹有薄煤层,细粒砂岩具大型槽状、板状交错层理;上部自下而上有中粒砂岩、细粒砂岩、粉砂岩,具小型交错层理、波状及水平层理,含有植物化石碎片。

主要为河流体系的冲积平原相,向上渐变为堤泛沉积,由 2 个旋回组成(旋回 1 和旋回 2),整体呈现下粗上细的正粒层序沉积特点。煤层的发育程度主要受古河道的控制,本段中部发育有二十一煤;顶部发育有主采煤层十八煤,其下含不可采煤层十九煤、二十煤及未编号煤层 1~3 层。

物性特征:中部二十一煤层电阻率幅值达到井田所有煤层的电阻率最高幅值,在电阻率呈“单峰状”高异常反映;在伽玛-伽玛曲线上呈“箱峰状”高幅值反映;在自然伽玛曲线呈“箱峰状”低异常反映,特征明显。上部十八煤层大多含有一层夹矸,但其主体煤层较为稳定。在电阻率曲线上呈“单峰状”高幅值,在伽玛-伽玛曲线上呈“箱峰状”高幅值反映;在自然伽玛曲线呈“箱峰状”低幅值反映,特征明显。

### 2.2 延安组第 II 段( $J_{2y}^2$ )

自十八煤层顶板至十五煤层顶板,井田广泛分布。钻探完全揭露段厚的钻孔有 26 个,段厚 88.0~135.5 m,平均 105.5 m,厚度变化较小。岩性以灰黑~灰白色粉砂岩、细粒砂岩为主,夹薄层中粒砂岩、泥岩和煤层。底部部分地段过渡为厚度变化较大的厚层状灰白色中~粗粒砂岩。以小型交错层理、水平层理最为发育。除含丰富的植物化石外,动物活动遗迹化石也高于第一段。

沉积环境:主要由三角洲平原相 2 个旋回组成(旋回 3 和旋回 4)。该段含煤层数多,其稳定性总体向下变好,中上部聚煤作用较差,多数煤层较薄,含局部可采煤层十五、十七煤,不可采煤层十六煤及 3~4 层未编号煤层。

物性特征:顶部十五煤层结构简单,部分煤层含有一层夹矸。在电阻率曲线上表现出稍高的幅值;在伽玛-伽玛曲线上因夹矸的存在而呈“双齿峰”高异常反映;在自然伽玛曲线呈“双齿状”低异常反映。该煤层井田内层位沉积基本稳定,厚度变化不大。

### 2.3 延安组第Ⅲ段( $J_{2y}^3$ )

自十五煤层顶板至十一煤层顶板,井田广泛分布。钻探完全揭露段厚的钻孔有27个,厚度32.1~91.8 m,平均59 m,厚度变化较小,厚度在南北两端较薄、中部较厚,向斜西翼厚度小于东翼。岩性特征:下部以灰~灰黑色泥岩、粉砂岩、细粒砂岩为主,砂岩一般多位于旋回的中下部,具水平层理;上部以灰~灰白色粉砂岩、细粒砂岩夹煤层为主。

沉积环境:由一个三角洲平原相组成(旋回5)。该段沉积稳定,聚煤作用强,在旋回的顶部发育有一层主要可采煤层十一煤,还发育有局部可采煤层十二煤及未编号煤层。

物性特征:顶部十一煤层北、中部煤层厚,煤层中大多夹有1~5层的夹矸,因而在测井曲线上呈现“多峰状齿峰”。在电阻率曲线上呈“笔架状齿峰”中、高异常反映;在伽玛-伽玛曲线基本呈“多齿峰状”高异常反映;在自然伽玛曲线呈“齿峰状”低异常反映,特征明显。南部煤层厚度变薄但趋向于稳定,结构简单,间或夹有一薄层的夹矸。在电阻率曲线上呈“笔锋状单峰”中高异常反映;在伽玛-伽玛曲线基本呈“齿状箱峰”高异常反映;在自然伽玛曲线呈“齿峰状”低异常反映。

### 2.4 延安组第Ⅳ段( $J_{2y}^4$ )

自十一煤层顶板至五煤层顶板,其分布范围与第Ⅲ段相似,只是范围相对较小。钻探完全揭露段厚的钻孔有36个,厚度68.0~139.4 m,平均88.2 m,厚度变化较大,总体西部厚度大于东部。

岩性特征:旋回6下部岩性为灰白色细粒砂岩,向上岩性为灰黑色粉砂岩、泥岩与灰色细粒砂岩互层,夹薄层炭泥岩及煤层,具大型板状、槽状交错层理;旋回7下部岩性为灰、灰白色细~中粒砂岩,横向上常过渡为粉砂岩、泥岩。上部岩性以灰、灰黑色泥岩为主,夹可采煤层。具小型交错层理、水平层理。

沉积环境:由2个三角洲平原相组成(旋回6、旋回7)。该段继承前段之沉积环境,但三角洲沉积体系已明显收缩,粒度变粗,砂体增多,环境稳定性差。湖泊淤浅,洪泛平原推进及三角洲废弃而形成广阔的泥炭沼泽,为聚煤提供了良好条件。下部中~粗粒砂岩增多,夹粉砂岩和不可采煤层八煤、九煤、十煤及1~2层未编号薄煤层;上部灰黑色中

~细粒砂岩夹粉砂岩、主采中厚煤层五煤及不可采煤层六煤、七煤。

物性特征:顶部五煤在14线以北沉积厚度大,煤层一般有1~2层的夹矸。因而在电阻率曲线上基本呈的“笔架峰状”高幅值异常;在伽玛-伽玛曲线上呈“塔林状峰”或“箱峰状”高异常反映;在自然伽玛曲线可表现为“齿状峰”低异常反映。南部五煤层结构变得简单,其电阻率幅值与上下围岩接近而不易区分,在三侧向电阻率曲线上有稍高的起伏;在伽玛-伽玛曲线上为“陡立的箱峰状”高幅值反映;自然伽玛曲线为明显的低幅值反映。

### 2.5 延安组第Ⅴ段( $J_{2y}^5$ )

自五煤层顶板至直罗组地层的底界,除浅部遭剥蚀外广泛分布。钻探完全揭露段厚的钻孔有23个,厚度115.7~166.5 m,平均148.1 m,除个别钻孔外,厚度一般在150 m左右。

岩性特征:旋回8中部以灰白色中粗砂岩为主,下部和上部以灰、灰黑色泥岩、粉砂岩为主,顶部发育有较稳定煤层,具大型板状、槽状交错层理;旋回9下部以灰黑色粉细砂岩为主,上部以灰、灰黑色泥岩、粉砂岩为主,具大型板状、槽状交错层理;旋回10在区内局部地段不发育。下部为灰、灰白色中~细粒砂岩,上部为灰、灰黑色粉砂岩、泥岩,顶部常受到直罗组底部砂岩(七里镇砂岩)的冲刷,具小型交错层理,波状层理、水平层理。

沉积环境:第Ⅳ段沉积之后,地壳抬升,湖泊三角洲体系退出,造成本段以河流沉积体系为主的沉积环境,岩性特征是下部以中~粗粒砂岩为主,夹粉砂岩;上部为细粒砂岩夹粉砂岩、泥岩、薄层炭质泥岩数层,常见微波状层理,聚煤多在局部进行。旋回8顶部沉积大部可采煤层二煤、三煤及不可采煤层四煤,旋回10沉积不可采之一煤及未编号煤层。

物性特征:中部三煤层含有薄层的夹矸,在伽玛-伽玛曲线上而呈现“陡立的双尖峰状”高幅值反映;在自然伽玛曲线上呈现与伽玛-伽玛曲线对应的低幅值反映;在电阻率曲线上为中高电阻率幅值,在曲线上呈“笔锋状”高幅值。顶部二煤层结构简单,在电阻率曲线上为中高电阻率幅值,在曲线上呈“笔锋状”高幅值;在伽玛-伽玛曲线上呈“陡立的单峰状”高幅值反映;在自然伽玛曲线上为低幅值特征。

### 3 结 语

曹家湾井田延安组含煤地层共含煤 30 余层,煤层平均总厚度 18.90 m,含煤系数 4.1%;可采煤层以及局部可采煤层有 6 层,平均总厚度为 9.71 m,可采含煤系数 2.2%。宏观煤岩类型以半亮煤和半暗煤为主,镜质组和惰质组平均占有有机组分的 97.9%,镜质组最大反射率为 0.56%~0.68%,属低等煤化度烟煤。延安组沉积厚度变化较大,井田中部最薄,向南北逐渐变厚,东西方向地层厚度变化不大。以沉积间断面或稳定煤层的顶界面作为分界面,将延安组自下而上划分成 5 个中级旋回。第 I 段平均厚度 55 m,沉积环境为河流体系的冲积平原相,含 4 层煤,具有高电阻率、低伽玛、高伽玛伽玛的物性特征。第 II、第 III 段和第 IV 段均为三角洲平原沉积体系,平均厚度分别为 105.5、59 和 88.2 m,共含 13 层煤。其中第 II 和第 III 段全区厚度变化不大,而第 IV 段西部厚度明显大于东部。第 V 段湖泊

(上接第 102 页)

关集控设备的联锁控制功能,极大地满足了工艺生产要求。

(4) 尤其是在选煤厂中采用变频调节后,管道上阀门处于全开启状态,这样不仅减少了阀门节流损失,而且可实现均匀调速,在大大满足工艺生产需要的同时,还节约了大量的电能,具有明显的节电效果<sup>[5]</sup>。在低负荷下转速降低,减少了机械部分的磨损和震动,延长了泵的使用寿命,提高了生产效率,节省了大量的人力和物力。

(5) 变频器能减少噪音污染,如果用阀门调控流量,电机处于工频状态运行,电机的噪音可达到 90 dB 左右,若改用变频器,频率运行在 40 Hz 左右时,电机的运行噪音明显下降,在低速运行时能达到 65 dB 以下,极大地改善了现场的噪音污染。

山煤国际澄蓉选煤厂自 2010 年 7 月投产以来,变频器基本上都在 42、43 Hz 附近工作,变频电机总功率为 1125 kW,变频器变频工作频率为 42 Hz,变频器工作频率为 50 Hz,则节电率:  $1 - [(42/50)^3] \times 100\% = 40.73\%$ ,设每年生产 300 d,每天生产 20 h,则每年节电:  $1125 \text{ kW} \times 40.73\% \times 330 \text{ d} \times 20 \text{ h/d} = 302.42 \text{ 万 kWh}$ 。按工业用电电价 0.6 元/kWh 计算,仅节电一项每年可节省成本:  $302.42 \text{ 万 kWh} \times$

三角洲沉积体系逐渐退出,变为河流沉积体系,含 5 层煤,矿段平均厚度达 148.1 m。中高电阻率、低伽玛、高伽玛伽玛。

参考文献:

- [1] 魏冬,王宏语. 地球物理技术在煤层气勘探中的应用[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(5): 52-55.
- [2] 吴德军,加蓬 G4-188 区块 WZ 构造带含油气特征[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(6): 114-116.
- [3] 杨克敬,杨春燕,郭震,等. 测井曲线对比在永乐煤矿报告中的应用[J]. 煤炭技术, 2008, 27(2): 135-136.
- [4] 席道瑛,陈林,谢端,等. 煤田测井物性参数的综合研究[J]. 煤炭学报, 1994, 19(6): 564-572.
- [5] 何光强. 煤田地质勘查中煤层对比方法的探讨[J]. 煤炭科学技术, 2009, 37(6): 106-109.
- [6] 段喜国,黄伟. 煤田测井中的煤层判断及定厚方法[J]. 新疆有色金属, 2007, 30(S1): 49-52.

0.6 元/kWh=181.45 万元。

### 5 结 语

选用变频器可以增加一次性投资,但变频器的干扰也给控制带来一些不利因素,从长远的角度来看,选煤厂泵类设备选用变频器还是利大于弊。所以在国家对煤矿整合、选煤厂规模的调控以及对节能减排要求日益提高的形势下,变频节能技术应该在选煤厂中广为推广。

参考文献:

- [1] 美国能源部能源信息署. 清华清洁能源研究与教育中心. 国际能源展望 2004 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [2] 杨华. 应用变频调速技术节能降耗[J]. 天津电力技术, 2006(3): 17-19.
- [3] 韩元盛,刘持安,聂泽超,等. 变频调速技术在选煤厂渣浆泵上的应用[J]. 中国西部科技, 2010(23): 18-19.
- [4] 孙剑,王强,缪洪波,等. 变频调速水泵应用分析与展望[J]. 中国建设信息(水工业市场), 2009(8): 63-66.
- [5] 陈薇,李建文. 变频调速控制系统在选煤厂循环泵中的应用[J]. 装备制造技术, 2009(6): 184-185.