

陇东地区刘园子井田煤层对比特征

许泰*, 李彦举, 杨峰峰, 张巨峰, 何姜毅

(陇东学院 能源工程学院, 甘肃 庆阳 745000)

摘要:煤层对比研究是煤炭资源勘探、矿井采掘过程中重要的地质工作。本文以陇东地区刘园子井田煤层为研究对象,在综合刘园子井田地质构造和沉积环境的基础上,从煤层厚度分布、煤层结构、煤层层间距、岩性岩相-沉积旋回及煤层层位、可采煤层煤质5个方面对井田内的煤层进行对比分析。结果表明:刘园子井田可采煤层皆具有向斜中心较厚,外围较薄,北部较厚,南部较薄的变化规律,多为厚-特厚煤层,煤层结构较易辨别对比,煤层层间距存在明显的差异;岩性岩相上存在上细下粗的粒度组合形式;可采煤层的煤质具有明显差异及变化规律。这对有效追踪煤层在层序地层中位置的变化情况,为陇东地区煤炭资源的勘查开发提供指导和借鉴具有重要意义。

关键词:煤层对比;煤层厚度;煤层层间距;刘园子井田;陇东地区

中图分类号:P642 文献标志码:A 文章编号:1672-9102(2018)03-0064-05

On Coal Seam Correlation Characteristics in Liuyuanzi Mine Field in Longdong Area

Xu Tai, Li Yanju, Yang Fengfeng, Zhang Jufeng, He Jiangyi

(College of Energy Engineering, Longdong University, Qingyang 745000, China)

Abstract: Coal seam comparative study is an importantly geological work in coal resource exploration and mine excavation. This paper, taking the Liuyuanzi coal field of Longdong region as the research object and taking the comprehensive geological structure and sedimentary environment into consideration, the coal seam in the field is compared and analyzed from the five aspects, namely distribution of coal seam thickness, coal seam spacing, lithologic lithofacies sedimentary cycle and coal seam horizon, and coal quality in recoverable coal seam. Results show that the coal seams in Liuyuanzi are thicker in the oblique center, thinner in the periphery; thicker in the north and thinner in the south, and mostly thick-to-thick coal seams, the structure of coal seam easier to distinguish and the difference of coal seam spacing is obvious. Lithology, lithofacies with coarse and fine particle size combinations, there are obvious differences and changing rules of coal quality in recoverable coal seam. This has laid the basis for effectively tracking the changes in the position of the coal seam in the sequence stratigraphy, which is of great significance to plan and guide the exploration and development of coal resources in Longdong region.

Keywords: coal seam contrast; coal thickness; coal seam spacing; Liuyuanzi minefield; Longdong region

选择煤层合适的对比手段,不仅能保证巷道精确的开采,还能节省人力物力,避免工程出现重大损失^[1]。煤层对比是煤炭勘查中起关键作用的基础地质工作,它贯穿于煤炭勘查的不同阶段,以及生产开采的全过程^[2]。煤层对比主要目的在于调查煤层的顺序以及煤层厚度和其发展变化的规律,同时通过煤层对

收稿日期:2018-02-08

基金项目:陇东学院青年科技创新资助项目(XYZK1808);甘肃省青年科技基金资助项目(18JR3RM240);甘肃省安监科研资助项目(GAJ00017);甘肃省科技计划资助项目(17JR5RM355)

*通信作者,E-mail:xutai871113@163.com

比还可以了解煤系、煤层的原生变化和后生变化以及煤质的变化,帮助研究人员对煤层进行准确的评价,判断煤层的构造,估算煤田的储量,指导煤矿开采工作的顺利进行^[3,4]。

刘园子井田位于甘肃省环县西部,为厚层黄土经过长期侵蚀作用形成的中低山及丘陵。井田内含煤地层、煤层被巨厚的第四系黄土及下白垩统志丹群地层所覆盖,属全隐伏独立煤产地,含煤地层埋深多在300 m以下。在实践中,通常要根据研究区域具体情况,选择并综合最优对比方法,以达到较高的煤层对比程度^[5-8]。本文以刘园子井田煤层为研究对象,在已有资料基础上,研究区内煤层发育特征,尝试各种对比手段进行煤层对比,为理清陇东地区煤层在层序地层中位置的变化情况,煤层的区分对比、煤层编号及命名奠定基础,这对陇东地区煤炭资源的勘查开发提供指导和借鉴意义^[9]。

1 井田地质构造

刘园子井田大地构造位置处于鄂尔多斯盆地西缘断褶带东部的青龙山逆断层与盟城—张家山逆断层所控制的南北向断陷盆地东部,是夹于刘园子西侧古隆起与沙井子古隆起之间的椭圆形剥蚀残余小型赋煤盆地^[10,11]。井田内发育的短轴赋煤向斜为井田的主要控煤构造,各可采煤层皆由四周剥蚀边界向盆地中心倾斜,沿NNE走向,产状平缓。井田中—东部含煤地层中发育有大致平行于刘园子向斜轴的NNE向逆断层,断层两盘含煤地层及煤层沿倾向产状变化较大,西盘倾角 $7^{\circ}\sim 20^{\circ}$,东盘倾角高达 $30^{\circ}\sim 47^{\circ}$ 。

刘园子井田的含煤地层从中侏罗统延安组(J_2y)沉积之后(表1),在燕山早期构造运动中遭受了强烈的剥蚀破坏,含煤岩系上部第三段Ⅵ旋回,第四段Ⅶ、Ⅷ旋回几乎被全部剥蚀,形成了以刘园子短轴向斜为中心的剥蚀残余型小型独立煤盆地^[12]。由于盆地边缘的剥蚀程度比向斜中心地带强烈,因此从边缘四周向盆地中心方向残余的含煤地层层数逐渐增多,总厚度也渐次增厚。

表1 井田地层系统表

地层				岩性	厚度/m	
系	统	群	组		符号	两极值 平均值
第四系				Q	出露在刘园子地段河谷区一、二、三级阶地的砂砾石层。黄土广泛分布在梁峁丘陵上,富含钙质结核,具垂直节理,孔隙发育,有细小空洞	$\frac{1.00\sim 176.00}{76.63}$
白垩系	下统	志丹群	上部	K_1zh_2	为紫红色薄层状砂质泥岩夹薄层紫红色、灰棕色粉砂岩、泥岩。底部为暗紫红色薄层状砂质泥岩,局部夹中厚层状细砂岩及粉砂岩	$\frac{171.78\sim 280.28}{218.00}$
			下部	K_1zh_1	普遍存在,下部为暗紫色、紫红色砾岩夹同色砂岩透镜体,上部为杂色砾岩及同色砂岩透镜体。砾径 $5\sim 80$ mm,以泥钙质胶结为主,较坚硬	$\frac{43.00\sim 107.22}{68.18}$
侏罗系	中统	延安组		J_2y	上部浅黄色、灰色砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩,中下部灰、深灰、灰黑色泥岩、泥质粉砂岩,粉砂岩和浅灰、灰白色砂岩,夹煤层及炭质泥岩。富含植物化石及其碎片,煤层底板发育根化石和团块状、不规则状黄铁矿结核,多属后生结核或成岩结核,裂隙中多黄铁矿薄膜。粒度旋回明显,韵律发育。沉积环境属三角洲背景下的河流—沼泽/泥炭沼泽—浅湖相沉积	剥蚀残余厚度 $\frac{35.27\sim 326.80}{158.86}$
三叠系	上统	延长群		T_3yn	地表没有出露,为侏罗纪煤系地层的沉积基底。钻孔揭露上部为灰绿色、浅灰色含砾粗砂岩、粉砂岩、砂质泥岩,少量暗紫色砂质泥岩及泥岩,下部为灰绿、灰褐色、暗紫红色细砂岩、中砂岩,巨砾砂岩等	最大揭露厚度 115.5

2 可采煤层赋存特征

刘园子井田勘探中各钻孔所见煤层虽然较多,但确定的可采煤层自上而下分别为4-1煤层、5-1煤层、7-1煤层、8-3煤层。

4-1煤层赋存于延安组第二段第Ⅲ旋回的上部,赋煤区四周外围被大面积剥蚀,残余赋存区分布于刘园子向斜轴及两翼,东西宽1 km左右,南北长2.5 km,呈椭圆状展布,总面积 1.96 km^2 。赋存面积占主采层5-1煤层近一半,为连续分布、厚度不稳定的局部可采煤层。

5-1煤层赋存于延安组第二段第Ⅱ旋回层的中部,赋存区四周外围遭受后期剥蚀,因其赋存于含煤岩系的中部,所以残存面积较大,以刘园子向斜轴部为中心,东西宽达1.4 km,南北长达4.1 km,面积

4. 16 km², 形成四周封闭的椭圆形赋煤区。

7-1 煤层赋存于延安组第一段第 I 旋回层的上部, 四周外围亦被剥蚀。因位于含煤岩系延安组的下部, 所以剥蚀后的残存面积较大, 以刘园子向斜轴为核心, 东西宽达 1.6 km, 南北长达 4.7 km, 总面积仅次于最下部的煤 8-3 层。赋煤区呈北东向展布四周封闭的椭圆状。

8-3 煤层赋存于延安组第一段第 I 旋回层的中部, 四周外围受后期剥蚀, 但因其层位位于含煤地层的最下部, 残余赋存范围最大, 以刘园子向斜为中心, 东西宽达 1.7 km, 南北长达 5.55 km, 总面积达 7.18 km², 是刘园子井田煤层赋存面积最大的煤层。赋存区呈北宽南窄、四周封闭的椭圆形, 亦呈北东向展布。

3 煤层特征对比

对刘园子井田内含煤地层进行厚度分布对比、煤层结构对比、层间距对比和岩性、岩相-沉积旋回及煤层层位综合对比。通过各种方法对比, 相互验证, 使煤层对比结果更加准确可靠^[13]。

3.1 煤层厚度分布特征对比

刘园子井田内含煤地层中侏罗统延安组(J₂y)所含煤层较多, 各可采煤层的厚度分布在平面和钻孔剖面上都有各自的变化区间, 显示了较稳定煤层的厚度稳定性的特点。

8-3 煤层厚度稳定在 2.79~6.15 m, 平均厚度为 4.65 m, 施工的 17 个钻孔全部见到了该层煤。赋煤区内均可采, 为较稳定煤层。

7-1 煤层是全区厚度仅次于主采 5-1 煤层的特厚煤层, 厚度变化范围在 0.39~7.15 m。其中 0.39 m 厚的薄煤点仅分布于井田西南剥蚀边界附近的 L302 号孔, 中心地带厚度普遍稳定在 5.09~7.15 m, 平均 5.96 m。厚度及资源量仅次于 5-1 煤层, 为本井田的第二主采煤层。

5-1 煤层属于本井田的主采煤层, 厚度最大且稳定, 厚度变化范围在 5.12~8.83 m, 平均厚度为 6.98 m, 是刘园子井田煤层厚度最大、资源量也较大的主采煤层。

以上 3 个煤层在各钻孔剖面上, 普遍存在 5-1 煤层最厚, 其次为 7-1 煤层, 最后为 8-3 煤层(仅 L503 号钻孔见到厚度达到 9.73 m 的 8-3 煤层)的规律, 极易区别。

4-1 煤层厚度变化范围在 0.56~2.56 m, 一般稳定在 1.83~2.56 m, 平均厚度为 2.15 m, 属于中厚煤层, 厚度不同于 5-1 煤层和 8-3 煤层, 较易区别。具有中部稍厚, 两翼较薄且南薄北厚的变化趋势, 南部边缘地带带有厚度小于 0.80 m 的弧状不可采区, 比较特殊的是赋煤区西南剥蚀边界附近的 L201 号钻孔, 煤层厚度仅有 0.56 m。

3-1 煤层仅见于刘园子向斜中心部位, 在 L202, L301, L402 这 3 个钻孔可见, 厚度变化范围在 2.27~2.33 m, 平均厚度为 2.31 m, 其典型特点是在赋煤区内厚度非常稳定。

位于含煤地层延安组中部第二段 III、IV 旋回层中的 4-1 煤层、3-1 煤层均属于中厚煤层, 与 5-1 煤层及以下的煤层在厚度上存在较大差异, 易于区别, 但这两层煤之间厚度存在的差异很小, 可通过各自的层位关系及有规律的剥蚀残余赋存范围进行区别。

2-1 煤层、1-1 煤层平均厚度分别为 0.86, 1.22 m, 赋存面积非常有限, 均位于经强烈剥蚀后残余的延安组地层上部第三段 V、VI 旋回层中。其中 1-1 煤层仅在向斜中心 L301 号钻孔可见, 2-1 煤层在 L301, L402 两钻孔均可见。在刘园子井田内这 2 层煤均属于不可采煤层, 但是在层位对比及剥蚀规律研究方面具有重要意义。

3.2 煤层结构对比

厚度较大的 8-3 煤层、7-1 煤层均含矸, 含矸数 0~5 层不等, 为结构简单-较复杂煤层。

主采 5-1 煤层含矸 0~6 层, 结构简单至复杂不等。

7-3 煤层虽薄, 但普遍含矸 1 层, 唯有 903 号钻孔煤层总厚度达到 3.08 m, 含矸 3 层, 且矸的厚度大于分采煤层的厚度, 属于不可采。其他煤层均不含矸, 结构简单。

总体来说, 各煤层结构存在一定的差异, 较易辨别、对比。

3.3 煤层层间距对比

刘园子井田 4 个可采煤层无论从赋煤区中心到刘园子向斜轴部附近, 还是在剥蚀边界处, 其煤层间距均存在一定的变化规律。

8-3 煤层与 7-3 煤层的层间距在赋煤区中部-西部较稳定, 一般西部较小, 向中部至东北部逐渐增

大,变化在 2.95 m(L302 号钻孔)、13.25 m(L502 号钻孔)至 23.13 m(L602 号钻孔)之间。

赋煤区东部往往缺失 7-3 煤层,7-1 煤层与 8-3 煤层间距变化非常明显,东南部剥蚀边界附近的普 2 号钻孔 7-1 煤层与 8-3 煤层趋于合并,总厚度达到 9.24 m,从资源量计算厚度的合理性考虑,其中部一层 0.34 m 厚的夹矸将该区厚煤层分为 7-1 煤层(厚度 5.77 m)和 8-3 煤层(厚度 3.14 m)两层.井田东北部的 L503 号钻孔 8-3 煤层与 7-1 煤层的层间距达到 82.98 m。

7-3 煤层与 7-1 煤层同处于一个煤组内,层间距稳定在 1.05~7.63 m,平均 5.16 m;7-1 煤层与 5-1 煤层的层间距为 22.70~33.96 m,平均 30.68 m,较稳定;5-1 煤层与 4-1 煤层的层间距 36.83~47.62 m,平均 43.11 m,是相邻可采煤层层间距最大者;4-1 煤层与 3-1 煤层的层间距 30.26~37.18 m,平均 34.28 m;3-1 煤层与 2-1 煤层的层间距 21.21~21.34 m,平均 21.28 m;2-1 煤层与 1-1 煤层的层间距(L301 号钻孔) 21.41 m。

煤系剖面上煤层层间距的这些分布规律也是煤层对比的重要依据之一,由上述各相邻可采煤层层间距统计数据可发现两个方面的规律:一是含煤岩系不同层位的相邻煤层之间的层间距均存在自身的厚度变化区间,在煤系剖面上,上下煤层层间具有明显的差异;二是煤系剖面上下部煤层间距变化较大,愈向上煤层间距愈趋于稳定.这主要受控于成煤古环境,包括古地形及碎屑沉积物对沉积盆地充填的稳定性,自下而上渐趋稳定的发展规律。

4 岩性、岩相—沉积旋回及煤层层位对比

刘园子井田赋煤盆地内所见到的各煤层皆赋存于含煤地层延安组中-下部的 6 个含煤旋回层中.此 6 个旋回层是在延安组地层沉积的早期-中期 6 次发育的水进-水退性扇三角洲→湖泊→淤浅及泥炭沼泽化成煤这样一个环境发展演化过程中形成的.刘园子井田的含煤岩系仅是整个沙井子断陷盆地中众多的扇三角洲朵叶体中的一个,是该朵叶状砂体 6 次充填、淤浅、沼泽化成煤的集合体.该朵叶体每次都从厚层砂岩沉积开始 6 次有规律的环境演变形成 6 个沉积旋回层,它们具有以下特点:

1)各旋回都存在下粗上细的粒度组合形式,各次成煤作用主要发生在各旋回层形成的中期-后期(即旋回层的中部-上部)。

2)下部旋回发育时间长,厚度大;上部旋回发育时间短,厚度小,这为旋回层厚度在平面上进行对比提供了可能性。

3)虽然每一旋回层都是由下粗上细的砂岩、粉砂岩、泥岩、炭质泥岩、煤层等组成,但同一旋回层中所分布的各种岩层的厚度、岩性皆有各自的组合规律,该组合规律在平面上也可以进行对比。

以上含煤岩系各旋回层的 3 个特点为在各钻孔煤系地层剖面上划分及各旋回层中的煤层的对比,煤层编号命名奠定了基础.经过对本井田延安组地层所含的 18 层煤(可归纳为 10 个煤组)进行对比,分别位于以下 6 个旋回层中(按沉积顺序从下而上叙述):

煤 10 层、煤 9 层及煤 8 组,煤 7 组位于延安组下部第一段第 I 旋回($J_2y_1^1$)的中部-上部.该中部旋回往往又可分为上、下两个小旋回,煤 10、煤 9 及煤 8 组位于下部小旋回的上部;煤 7 组位于上部小旋回层的上部。

煤 6 层、煤 5 组分别位于延安组中部-下部第一段第 II 旋回($J_2y_1^2$)的中部-上部。

煤 4 组位于延安组第二段第 III 旋回($J_2y_2^3$)的上部。

煤 3 组(3-1 煤层)位于延安组第二段第 IV 旋回($J_2y_2^4$)的上部。

煤 2 组位于延安组第三段第 V 旋回($J_2y_3^5$)的上部。

煤 1 组(1-1 煤层)位于延安组第三段第 VI 旋回($J_2y_3^6$)的上部。

5 可采煤层煤质特征对比

煤质与成煤的环境有着直接的联系,对于不同环境下,成煤所含的物质是不同的,会造成煤质的差异.但是对于一个井田内,煤层相同的位置,由于所处的成煤环境相差很小,所以煤质相似性会很高^[14].对刘园子井田内可采煤层进行以下 5 项煤质化验(表 2),从各煤层煤质化验、测试指标中可以明显发现煤层在垂向剖面上,上下煤层五项指标存在明显的差异及变化规律。

1)原煤灰分(A_d):上部煤层灰分含量少,以低灰煤为主;下部煤层灰分含量逐渐增多,为中灰煤。

2)原煤全硫(S_{td}):4-1煤层至8-3煤层的中下部煤层原煤全硫低,多为中硫煤;上部零星可采的3-1煤层全硫高达2.04%,为中高硫煤。

3)原煤有机硫(S_{od}):从4-1煤层至7-1煤层具有明显的上高下低的规律,8-3煤层又较高.反映了各煤层成煤原始植物有机硫含量的明显差异。

4)原煤磷(P_{ad})含量:上部煤层磷含量低、下部煤层磷含量高.4-1煤层至7-1煤层为中磷分煤,最下部的8-3煤层为高磷分煤,规律性及差异性很明显。

5)镜煤最大反射率(R°_{max}):具有上部煤层反射率较低而向下逐渐变高的趋势.反映了本井田的所有煤层虽然都属于I变质阶段初期(I-1)的低变质长焰煤,但在煤层垂向剖面上仍然具有下部煤层变质程度略高于上部煤层的规律。

表2 各可采煤层有关煤质指标差异性规律对比表

煤层号	原煤灰分 Ad	原煤全硫/ S_{td}	有机硫 S_{od}	磷 P_{ad}	镜煤最大反射率 R°_{max}
煤 4-1	6.04-17.21	0.43-1.51	0.14-0.72	0.020-0.158	0.381-0.452
	13.81	1.14	0.53	0.066	0.417
煤 5-1	12.54-21.38	0.49-2.08	0.41-1.37	0.026-0.176	0.425-0.455
	16.24	1.48	0.71	0.072	0.44
煤 7-1	11.22-20.38	0.32-1.92	0.23-0.58	0.090-0.151	0.468-0.47
	16.07	1.06	0.39	0.084	0.469
煤 8-3	10.03-29.21	0.30-2.68	0.09-0.94	0.022-0.221	0.457-0.463
	17.49	1.35	0.60	0.105	0.460

6 结论

1)5-1煤层、7-1煤层、8-3煤层是刘园子井田内主要的可采煤层.3个煤层皆具有向斜中心较厚,外围较薄;北部较厚,南部较薄的变化规律,多为厚-特厚煤层.不含矸至最多含矸6层,结构简单至复杂.不同层位的相邻煤层之间的层间距在煤系剖面上,上下煤层层间具有明显的差异,愈向上煤层间距愈趋稳定。

2)各岩性、岩相-沉积旋回都具有下粗上细的粒度组合形式,且各次成煤作用主要发生在各旋回层形成的中-后期.旋回层下部旋回发育时间长、厚度大,上部则恰好相反。

3)井田内可采煤层垂向剖面上,上部煤层灰分少,磷含量低、反射率较低,全硫中高,下部则相反,存在明显的差异及变化规律。

参考文献:

- [1] 徐安映,黎海涛,杨竞,等.贵州省纳雍县法地煤矿沙子岭井田主采煤层对比特征探讨[J].有色金属文摘,2015,30(1):13-19.
- [2] 庞世臣,宋萍.红会一矿煤层对比分析及主要标志层的确定[J].西安科技学院学报,2000,20(4):304-306.
- [3] 张震.复杂井田的煤层对比方法分析[J].科技与企业,2013(24):201.
- [4] 李志伟.煤层对比方法综合性分析[J].山东煤炭科技,2014(2):132-134.
- [5] 张晓波,张祥.煤层对比方法分析[J].河北煤炭,2011(1):6-7.
- [6] 石彦强,邢立杰,薛鲜群.东胜煤田锡尼布拉格勘查区煤层对比[J].中国煤炭地质,2012,24(8):16-22.
- [7] 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.
- [8] 常红梅.河南焦作煤田程村井田岩、煤层对比方法[J].江苏地质,2007,31(4):315-318.
- [9] 任晓明.陇东地区煤炭资源赋存规律及勘查方向探讨[J].煤,2012,21(7):44-46.
- [10] 马永辉.甘肃环县西部地质构造及控煤作用[J].煤田地质与勘探,2010,38(4):12-15.
- [11] 宋宝德.甘肃刘园子矿区矿井涌水量预测研究[D].西安:长安大学,2012.
- [12] 宿敬北,何静.陇东环县沙井子矿区煤系与聚煤作用[J].山东工业技术,2013(13):145-146.
- [13] 黄平华,宁超.新安煤田正村井田二叠系煤岩层对比[J].煤田地质与勘探,2001,23(3):183-186.
- [14] 陈良立,乐志军,刘永峰.禹州煤田梁北一号井田煤岩层对比分析[J].能源技术与管理,2013,38(1):15-17.