

杨家山西部剥蚀区煤层发现的意义

屈小相 丁党鹏 常青锋

中陕核工业集团地质调查院有限公司 陕西 西安 710100

摘要: 为查明杨家山勘查区西部剥蚀区煤层赋存规律, 基于2025年补充勘探的综合数据, 系统分析其地质背景、煤层特征及发现价值。结果显示, 该区三叠系上统瓦窑堡组发育稳定可采5号煤层, 厚度0.99 ~ 2.36m, 平均1.32m, 煤类为气煤45号, 结构简单且全区可采。该发现修正了古富县河剥蚀导致煤层保存不全的传统认识, 新增资源量661.4万吨, 为区域资源开发提供新基地, 也为鄂尔多斯盆地三叠纪相关地质研究提供典型实例, 对保障国家能源安全、推动区域经济高质量发展意义重大。

关键词: 杨家山勘查区; 剥蚀区; 三叠纪煤田; 煤层赋存; 聚煤规律; 资源潜力

1 引言

陕北三叠纪煤田是我国能源安全保障的关键, 子长矿区为其核心区域, 杨家山勘查区地处子长矿区中西部, 含煤地层为三叠系上统瓦窑堡组^[1]。以往研究认为, 古富县河的剥蚀冲刷导致该区西部瓦窑堡组上段地层缺失, 5号煤层可采性差。2025年3-7月, 课题组补充勘探时, 在西部剥蚀区发现稳定可采的5号煤层, 与传统认识不符。本文基于实测数据, 阐述该煤层发现过程与地质特征, 剖析其多维度价值, 为区域地质认识修正、资源开发及同类矿区研究提供参考。

2 地质背景

2.1 区域地质概况

子长矿区大地构造位置隶属于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡东部^[2], 区域地层垂向发育完整, 自下而上依次为三叠系(T)、侏罗系(J)、新近系(N)及第四系(Q)(表1)。其中, 三叠系上统瓦窑堡组(T3w)是区域主要含煤地层, 形成于晚三叠世河湖三角洲沉积环境, 在横山县以南、甘泉县以北区域广泛分布, 构成陕北三叠纪煤田的主体。区域构造以平缓单斜为主, 倾角普遍小于3°, 局部发育宽缓波状起伏, 无大型断裂构造, 整体构造复杂程度为简单类。

2.2 勘查区地质特征

杨家山勘查区地层发育与区域一致, 自老至新依次为三叠系中上统延长组(T2-3y)、三叠系上统瓦窑堡组(T3w)、侏罗系下统富县组(J1f)、侏罗系中统延安组(J2y)、侏罗系中统直罗组(J2z)、新近系静乐组(N2j)及第四系(Q)。勘查区构造为向西缓倾的单斜构造, 倾角约1°, 局部有宽缓波状起伏, 无断层及褶皱, 构造复杂程度划分为简单类(GB/T13908-2020)。

瓦窑堡组(T3w)是唯一含煤地层, 厚度300 ~ 386m, 按岩性及含煤特征分为五段: 五段(T3w5)底界为油页岩底界, 顶界为灰~灰白色巨厚中细粒砂岩顶界, 平均厚25m; 四段(T3w4)底界为3-1号煤顶板, 顶界为5号煤层顶板, 平均厚39m, 中上部含4号煤层及1~2层薄煤层, 中下部为中细粒砂岩, 是本次补充勘探重点目标层; 三段(T3w3)为细粉砂与泥质互层的含煤沉积韵律层, 底界为厚层泥岩、砂质泥岩顶界, 顶界为3-1号煤顶板, 平均厚105m; 二段(T3w2)底界为2号煤底板, 顶部为厚层泥岩、砂质泥岩, 平均厚106m; 一段(T3w1)为河湖相沉积, 顶界为2号煤底板, 底部为灰~灰白色中粗粒砂岩, 厚度20-122m、平均59m, 夹不可采1号薄煤层。富县组(J1f)平行不整合覆盖于瓦窑堡组之上, 以紫红色泥岩、砂质泥岩为主, 厚度5 ~ 110m, 其剥蚀强度直接影响下部煤层保存。

区域地层简表 表1

界	地层系统			厚度(m)	地层特征
	系	统	组		
新 生 界	第 四 系 (Q)	全新统(Q ₄)		5 ~ 60	沟谷以冲积、洪积的砂粘土, 砂及砂砾石层为主, 黄土区以风成及坡残积次生黄土层为主。
		上更新统(Q ₃)	马兰组(Q _{3m})	5 ~ 40	灰黄色黄土, 常夹有砂层, 偶夹1~2层褐红色古土壤层, 厚度5~40m, 与下伏离石组呈平行不整合接触。
		中更新统(Q ₂)	离石组(Q _{2l})	57 ~ 150	下部为浅棕黄色粘土层, 夹数层钙质结核, 底部为灰黄色砂层, 上部为浅黄褐色黄土状粉砂土层, 夹数层红色古土壤层。
	新近系(N)		静乐组(N _j)	19 ~ 70	岩性为河湖相深红、紫红及棕红色粘土岩、砂质粘土岩, 富含钙质结核。底部有砂砾岩, 厚度19~70m。与下伏侏罗系呈不整合接触。

续表:

地层系统				厚度 (m)	地层特征
界	系	统	组		
中生界	侏罗系 (J)	中统 (J ₂)	安定组 (J _{2a})	38 ~ 116	上部紫红、暗紫色泥岩, 紫杂色砂质泥岩为主, 与粉砂岩及细砂岩互层, 含叶肢介、介形虫及鱼化石, 下部以紫红色中至粗粒长石砂岩为主, 夹砂质泥岩。
			直罗组 (J _{2z})	250	主要分布于延安西杏子河-谭家营-李家岔-大理河上游。为一套黄绿色、灰绿色砂岩及蓝灰、灰紫色等杂色泥岩、泥质粉砂岩。与下伏延安组呈平行不整合接触。
			延安组 (J _{2y})	200 ~ 300	下部为灰黄色巨厚层状中粗粒砂岩, 上部为灰色、灰白色砂质泥岩、粉砂岩及砂岩, 含植物化石, 东薄西厚。区域上以含大量暗色泥岩为主要特征, 为煤、油的重要层位。
	三叠系 (T)	上统 (T ₃)	富县组 (T _{3f})	5 ~ 110	主要分布于富县-延安一带, 下部为紫红、浅灰、灰黄色巨厚层-块状砂岩或砾岩。上部为紫红、灰绿等杂色泥岩、砂质泥岩。厚度由几米至上百米不等, 与下伏上三叠统瓦窑堡组呈平行不整合接触。
			瓦窑堡组 (T _{3w})	300 ~ 386	为一套河湖相含煤沉积。在盆地腹部横山县以南, 甘泉县以北形成陕北三叠纪煤田。岩性为灰色、灰白色砂岩、深灰色粉砂岩, 泥质岩, 油页岩及煤层等, 地层厚度一般300m, 蟠龙至子长一带厚达386m, 向四周变薄。为三叠系重要的含煤层位。
			延长组 (T _{2-3y})	684 ~ 771	岩性以灰绿、灰白色细~中粒厚层状砂岩为主, 夹灰黑、灰绿色泥岩, 粉砂质泥岩, 含黄铁矿结核。是区内重要的含油地层之一。

3 西部剥蚀区煤层发现过程与特征

3.1 以往地质认识局限

以往杨家山勘查区地质工作集中于东部, 基于少量钻孔及地表调查, 认为古富县河在西部形成强烈剥蚀通道, 导致西部瓦窑堡组第四段(T_{3w4})及以上地层大面积缺失, 5号煤层被完全剥蚀或残留厚度低于可采下限(0.5m), 判定无工业开采价值^[4]。该认识长期指导区域地质工作, 使西部剥蚀区成为煤炭勘查空白区。

3.2 补充勘探工作技术方法

本次补充勘探采用“钻探+地球物理测井+采样测试”综合技术体系: 钻探施工36个钻孔(YB105~YB714), 孔深300~650m, 平均孔距750m, 全孔取芯且取芯率≥75%; 采用PSJ-2A型测井系统, 测量自然伽马等曲线用于煤层识别与岩性划分; 每个揭露煤层的钻孔采集1-3组煤样, 按标准开展煤质相关测试。野外工作于2025年3月启动、7月完成, 室内数据分析于8月完成。

3.3 煤层发育特征

补充勘探显示, 西部剥蚀区6个钻孔均揭露5号煤层, 其赋存于瓦窑堡组第四段(T_{3w4})中下部, 埋深460~520m。特征如下: ①厚度0.99~2.36m, 平均1.32m, 厚度≥1.0m钻孔占83.3%, 属厚度稳定型; ②含1-4层泥

岩夹矸, 平均单层厚0.34m, 夹矸含煤率≤20%, 结构较简单; ③煤质为气煤45号, 空气干燥基水分、灰分、挥发分等指标均值分别为2.21%、19.38%、42.43%, 可作为炼焦配煤等; ④平均厚度超可采下限, 厚度稳定、煤质优良, 判定为全区可采煤层。

4 煤层发现的多维意义

4.1 地质意义

4.1.1 修正区域地质认识

本次在杨家山西部剥蚀区发现稳定可采的5号煤层, 颠覆了以往“富县组强烈剥蚀导致区域煤层保存不全”的传统认知。研究表明, 富县组对瓦窑堡组的剥蚀具有差异性: 勘查区东部及中部剥蚀强烈, 导致5号煤层局部缺失; 西北部受古地形及构造运动影响, 剥蚀较弱, 瓦窑堡组第四段(T_{3w4})部分保留, 5号煤层厚度稳定、可采性良好。该发现揭示了富县组剥蚀的非均一性, 为重建区域地层演化序列、精准评价煤层赋存规律提供关键实测数据, 修正了区域地质调查的认知偏差。

4.1.2 深化聚煤规律研究

杨家山勘查区5号煤层赋存于瓦窑堡组第四段(T_{3w4}), 为晚三叠世晚期聚煤产物。本次发现表明, 该段不仅发育稳定可采的5号煤层, 局部还伴生可采煤层, 含煤稳定

性优于以往认知。结合沉积环境分析,晚三叠世晚期该区处于河湖三角洲前缘洼地,水体、物源、古气候条件适宜,为泥炭堆积提供有利保障^[2]。且古富县河仅局部冲刷煤层顶部,未破坏其连续性,为研究“古河流剥蚀—煤层保存”耦合关系提供典型实例,深化了陕北三叠纪煤田聚煤规律的研究。

4.2 经济意义

4.2.1 新增煤炭资源储量

依据《固体矿产资源储量分类》GB/T 17766-2020及补充勘探实测数据,采用地质块段法估算5号煤层资源量。勘查区西部剥蚀区含煤面积3.60km²,煤层平均厚度1.32m,体重1.35t/m³,估算资源储量661.4万吨,其中控制资源储量305.4万吨,推断资源储量356万吨。该资源量的新增,显著提升了杨家山勘查区的煤炭资源保障能力,为区域煤炭资源的规模化开发提供了坚实的资源基础。此外,该煤层煤类为气煤45号,是优质的炼焦配煤与化工用煤,市场需求旺盛,经济价值突出。

4.2.2 推动区域经济高质量发展

煤炭产业是子长市的支柱产业,杨家山西部剥蚀区煤层的开发将产生显著的社会经济效益。一方面,项目开发可带动煤炭开采、洗选加工、交通运输、装备制造等相关产业发展,预计新增就业岗位1200余个,有效促进当地劳动力就业;另一方面,煤炭开采与加工将为地方政府带来稳定的税收收入,为区域基础设施建设、生态环境保护等提供资金支持。同时,该区域煤炭资源的开发利用,将进一步提升陕北三叠纪煤田的能源供应能力,为保障国家能源安全、优化能源结构提供有力支撑,推动区域经济与国家能源战略的协同发展。

4.3 科学意义

4.3.1 为构造演化研究提供新证据

鄂尔多斯盆地三叠纪构造演化是中国北方中生代构造动力学研究热点^[5]。杨家山西部剥蚀区5号煤层的发现,反映了区域构造演化的复杂性:瓦窑堡组沉积后,盆地经历侏罗纪早期构造抬升,富县组对下伏地层产生剥蚀,而勘查区西北部煤层得以保存,表明该区域构造抬升过程中处于相对稳定位置,未发生强烈褶皱或断裂。通过分析煤层埋深、厚度及顶底板岩性,可反演晚三叠世至侏罗纪早期构造运动强度与古地理变迁,为盆地构造演化历史重建提供新实物证据。

4.3.2 促进煤田地质学发展与找矿突破

本次补充勘探采用“钻探+地球物理测井+采样测试”综合技术体系,有效解决了传统方法难以识别剥蚀区残留煤层的难题。同时,揭示了剥蚀区煤层赋存规律与找矿标志:瓦窑堡组第四段中下部为有利层位,富县组厚度<30m区域煤层保存概率高,特定测井曲线异常是煤层识别关键。这些成果为同类剥蚀区勘查提供了技术与思路,助力北方三叠纪煤田剥蚀区找矿突破,也为煤田地质学相关前沿问题研究提供典型案例,丰富了其理论体系。

5 结论与展望

5.1 结论

(1)杨家山勘查区西部剥蚀区瓦窑堡组第四段(T₃w⁴)发育稳定可采5号煤层,厚度0.99~2.36m、平均1.32m,结构简单、煤类为气煤45号,全区可采,新增资源储量661.4万吨;(2)修正了富县组强烈剥蚀导致煤层保存不全的传统认知,揭示其剥蚀非均一性及瓦窑堡组晚期聚煤稳定性,为区域地质演化提供新依据;(3)新增资源为区域能源开发提供新基地,对保障国家能源安全、推动区域经济高质量发展意义重大;(4)为相关地质研究提供新实例,勘查技术与找矿标志可为同类剥蚀区提供参考,推动煤田地质学发展。

5.2 展望

未来重点开展四方面工作:一是加密钻孔控制,精准圈定煤层边界与资源范围,为开采设计提供详实资料;二是评价煤层气潜力,探索“煤—气共采”模式,提升资源综合利用率;三是研究顶底板稳定性及地质灾害风险,制定防治方案,实现开发与生态保护协同;四是扩大研究范围,分析陕北三叠纪煤田其他剥蚀区煤层保存条件,力争更大找矿突破。

参考文献

- [1]王双明,黄庆享,范立民,等.鄂尔多斯盆地煤炭资源与可持续发展[J].煤炭学报,2018,43(1):1-12.
- [2]李增学,刘海燕,吕大炜,等.中国三叠纪聚煤盆地演化与聚煤规律[J].地质学报,2020,94(5):1435-1448.
- [3]张泓,王润福,段中会,等.陕北三叠纪煤田煤质特征与资源利用前景[J].煤田地质与勘探,2019,47(3):1-8.
- [4]刘池洋,杨仁超,曲江秀,等.鄂尔多斯盆地演化与能源矿产分布规律[J].地学前缘,2017,24(4):1-15.
- [5]赵红格,刘池洋,桂小军,等.鄂尔多斯盆地构造演化及其油气资源效应[J].地质论评,2016,62(3):649-664.