

山西省大同煤田北辛窑井田地质特征及煤层特性研究

张佰银

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037003

摘要: 本文以山西省大同煤田北辛窑井田为研究对象, 阐述其地层、构造、含煤地层、可采煤层、煤质煤岩特性及水文地质条件。井田地层自奥陶系至第四系均有发育, 主要含煤地层为石炭系上统太原组; 构造总体呈背斜, 受区域构造影响, 断层发育, 共81条正断层, 构造复杂程度中等。井田赋存2、5、6号三层可采煤层, 2、5号稳定, 6号较稳定; 煤类以长焰煤和气煤为主, 适宜作动力和气化用煤。综合评定地质类型为中等, 开采需关注断层导水等问题, 建议用多种物探手段精细勘查以保障安全生产。

关键词: 北辛窑井田; 地质特征; 煤层特性; 构造; 煤质; 水文地质

引言

煤炭是我国基础能源, 在能源安全战略中地位关键, 详尽研究煤矿床地质特征与煤层特性, 是科学、安全、高效开发煤炭资源的前提。山西省大同煤田是我国重要煤炭生产基地, 北辛窑井田作为宁武煤田轩岗矿区北部关键部分, 煤炭资源储量丰富。但该区域地处宁武-静乐块坳东部, 构造活跃、地质复杂, 给矿井规划、设计与安全生产带来潜在挑战。前人虽做过一定地质勘查, 但针对北辛窑井田系统性、综合性研究成果不足。本文在整理分析已有资料基础上, 从地层、构造等多维度全面剖析该井田, 旨在厘清地质演化历史, 查明煤层赋存与质量特征, 评估开采条件及灾害风险, 为矿井后续工作提供依据与支撑。

1 区域及井田地层特征

1.1 区域地层概况

北辛窑井田所处的宁武煤田区域, 地层发育齐全, 自老至新跨越了太古界至新生界。根据区域地层简表(表3-1-1), 区内出露最古老的地层为太古界(Ar)的一套中-深变质岩系, 厚度超过3000米^[1]。其上依次为元古界(Pt)浅变质灰岩、下古生界的寒武系(Є)、奥陶系(O)碳酸盐岩、上古生界的石炭系(C)、二叠系(P)碎屑岩及含煤地层、中生界的三叠系(T)、侏罗系(J)陆相沉积, 以及新生界的第三系(N)红土和第四系(Q)松散堆积物。其中, 奥陶系、石炭系、二叠系及第四系构成了本区最主要的地层单元。

1.2 井田地层序列

井田大部分区域被第四系黄土覆盖, 仅在部分沟谷有零星二叠系上统上石盒子组出露, 西北边缘及外围可见奥陶系中统上下马家沟组灰岩。根据钻孔揭露和地表调查, 井田内地层由老到新依次为: 奥陶系中统上下马

家沟组(O_{2s+x})、石炭系中统本溪组(C_{2b})、上统太原组(C_{3t})、二叠系下统山西组(P_{1s})、下石盒子组(P_{1x})、上统上石盒子组(P_{2s})、上统石千峰组(P_{2sh})以及第四系(Q)。

1.2.1 奥陶系中统上下马家沟组(O_{2s+O_{2x}})

该组地层出露于井田西北边缘的管涔山东坡。下马家沟组下部为薄层泥灰岩、泥质白云岩夹角砾状泥灰岩, 上部为深灰色中-厚层石灰岩、白云质灰岩。上马家沟组下部为白云岩, 上部为灰、深灰色石灰岩、花斑状灰岩, 顶部具黄铁矿结核、方解石脉和溶洞, 顶面为凹凸不平的侵蚀面, 标志着一次重要的地壳抬升事件。

1.2.2 石炭系(C)

(1) 中统本溪组(C_{2b}): 井田内未出露, 与下伏奥陶系呈假整合接触。底部为富含黄铁矿结核的铁铝岩(山西式铁矿), 中部为砂质泥岩、泥岩, 上部为砂岩、泥岩及粉砂岩。该组含1层不稳定海相泥灰岩及0-2层极薄煤线, 经济价值不大。(2) 上统太原组(C_{3t}): 为井田主要含煤地层, 连续沉积于本溪组之上。岩性以砂岩、砂质泥岩、泥岩为主, 富含菱铁矿与黄铁矿结核。底部以K₂砂岩为界, 该砂岩为灰白色细-中粗粒石英砂岩, 平均厚5.05m。井田内该组地层北部较厚, 向南有变薄趋势。

1.2.3 二叠系(P)

(1) 下统山西组(P_{1s}): 井田内无出露, 与太原组整合接触。属陆相碎屑岩沉积, 岩性为粗-细粒砂岩、砂质泥岩夹薄煤层。底部以K₃砂岩与太原组分界, 该砂岩为灰白色中细粒长石石英砂岩, 平均厚约5.60m。含1-4层不稳定不可采煤层。(2) 下统下石盒子组(P_{1x}): 岩性以黄绿色、灰绿色砂岩、粉砂岩、泥岩为主, 上部多紫红色。基底K₄砂岩特征与K₃相似^[2]。(3) 上统上石盒子组(P_{2s}): 井田内小面积出露, 岩性为黄绿色、紫红色砂岩、

泥岩,底部为K₅砂岩。(4)上统石千峰组(P_{2sh}):井田西南部有出露,残留厚度0-55.35m,一般约50m。岩性为黄白、紫红色长石石英砂岩、紫红色泥岩及砖红色含灰岩结核砂质泥岩,底部为含砾粗砂岩。

1.2.4 第四系(Q)

(1)中上更新统(Q₂₊₃):广泛分布,由粉砂土、亚砂土、石灰岩砾石等组成,垂直节理发育。厚度0-340m,平均61.53m。(2)全新统(Q₄):分布于较大沟谷内,为近代冲洪积物,由次生黄土、砂、砾石组成,厚0-20m。

2 井田构造特征

2.1 区域构造背景

北辛窑井田位于宁武煤田轩岗矿区北部,区域构造上处于宁武-静乐块坳东部。主干构造为宁武向斜,其西部发育有大白坡-老付窑大背斜和摩天岭大型逆断层。区域中部(宁武-阳方口一线以东)构造复杂,发育一系列近东西向至北东东向的大型张性断裂(如王万庄断层、丁家梁断层、宁武断层等)及伴生的次级褶曲(如禅房山背斜)。本井田正位于这一构造复杂部位。

2.2 井田构造形态

受区域构造应力场影响,井田内部构造亦较为复杂。总体上,井田呈现为一个背斜构造(S1背斜),在此基础上叠加发育了小型的背、向斜。地层总体走向为北东(NE),S1背斜轴以北,地层倾向北西(NW);轴以南,地层倾向南东(SE)。地层倾角一般为6°~14°,局部可达24°。

2.2.1 断层

断层是井田内最主要的构造形迹,对煤层的连续性和完整性造成了严重破坏。井田内共发育有81条断层,均为正断层,走向可分为北东(NE)、北西(NW)及近东西(EW)三组。其中,NE向断层51条,EW向16条,二者合计占总数的83%。断层倾角陡峻,介于63°~79°之间。根据落差大小,这些断层中既有落差高达280米的区域大断层(如F7断层),也有大量落差在20至100米之间的中型断层,以及众多落差小于20米的小断层^[3]。如此密集且高落差的断层网络,将煤层切割成众多孤立或半孤立的块段,对采区的合理划分和工作面的连续推进构成了显著障碍。

2.2.2 褶曲

由于断层切割强烈,地层被分割成多个块体,使得背、向斜构造形态不太明显。主要褶曲包括位于井田中部、轴向近EW向的S1背斜,其延伸长约4200米,两翼倾角分别为14°和8°;位于井田北部的小型S2背斜,轴向N70°E,两翼基本对称;以及位于井田南部、轴向

N42°E的S3向斜,延伸长达6000米,两翼地层也基本对称,倾角约6°。

2.2.3 其他构造

根据以往勘查工作,井田内未发现陷落柱及岩浆岩侵入体。但在南翼辅运大巷特定段(过水仓向北50m至168m)观察到地层倒转、岩性混乱破碎的现象,经分析认为此处存在一个“人”字型推覆构造,上盘岩层由西北向东南方向推覆,导致接触带岩石受挤压而倒转破碎。这一发现提示在局部区域可能存在更为复杂的构造样式。

综合来看,北辛窑井田构造复杂程度应划分为中等。

3 煤层与煤质特性

3.1 含煤地层与可采煤层

井田内含煤地层包括石炭系上统太原组、中统本溪组及二叠系下统山西组。其中,本溪组和山西组仅含不可采的薄煤层或煤线,为次要含煤地层。石炭系上统太原组是井田内唯一的主含煤地层,共含煤6-8层,自上而下编号为2、3、4、4下、5、6号煤层,另有1-2层不稳定无编号煤层。根据煤层稳定性、可采性及工业价值,可采煤层主要为以下三层:2号煤层位于太原组上部(“上组煤”),结构较简单,含夹矸0-7层,一般1-3层,其煤厚变异系数为30%,可采性指数为1.0,属稳定煤层,全区赋存并可采。5号煤层位于太原组下部(“下组煤”),结构同样较简单,含夹矸0-5层,一般1-3层,煤厚变异系数为29%,可采性指数为1.0,亦属稳定煤层,全区赋存并可采。6号煤层位于太原组底部(“下组煤”),含夹矸较少,仅为0-1层,但其煤厚变异系数为38%,可采性指数为0.81,属较稳定煤层,为局部可采。综合评定,2、5号煤层为井田主要可采煤层,6号煤层为次要可采煤层。

3.2 煤岩与煤质特征

3.2.1 物理性质与宏观煤岩类型

各可采煤层物理性质相似:颜色为黑色,光泽以沥青光泽为主,兼有弱玻璃光泽;结构为条带状、线理状及透镜状;构造为层状、块状;断口多为参差状。宏观煤岩组分上,2号煤以暗煤为主,5、6号煤以亮煤、暗煤为主。宏观煤岩类型上,2号煤以半暗煤为主,5、6号煤以半亮煤为主。

3.2.2 显微煤岩特征

显微煤岩鉴定结果揭示了更深层次的差异。2号和5号煤的有机组分均以惰质组为主(含量超过48%),镜质组次之;而6号煤则以镜质组为主(含量达53.59%),惰质组次之。各煤层的壳质组含量均大于5%。在无机组分方面,均以粘土类矿物为主,其次为硫化铁(黄铁矿)及少量碳酸盐类矿物。通过镜质组最大反射率(R^{max})测

定, 2号煤为0.69%、5号煤为0.70%、6号煤为0.62%, 表明它们均处于煤化作用的第II阶段, 相当于烟煤阶段的早期。

3.2.3 煤类与工业用途

依据国家标准(GB/T5751 - 2009), 以浮煤挥发分(Vdaf)和粘结指数(GR.I)为主要指标, 2、5、6号煤均被划分为长焰煤和气煤。具体而言, 2号煤为中灰、中硫、高挥发分、中等发热量; 5号煤为中灰、中高硫、高挥发分、中高发热量; 6号煤则为中灰、高硫、高挥发分、中等发热量。尽管气煤通常可用于炼焦, 但本井田煤层硫分含量普遍偏高(1.40密度级浮煤硫分: 2号煤1.56%、5号煤2.17%、6号煤2.50%), 且以难以脱除的有机硫为主, 因此不适宜作炼焦配煤^[4]。其主要工业用途应定位为动力用煤和气化用煤。此外, 由于煤的变质程度低、挥发分高, 属于富油煤, 亦可考虑作为炼油用煤。

3.2.4 微量元素

对2、5、6号煤层的锗(Ge)、镓(Ga)、铀(U)、钍(Th)、钒(V)等微量元素进行了测定。结果显示, 锗含量普遍较低(均<9ppm), 而镓、钒含量相对较高, 尤其是6号煤层钒平均含量高达54.8ppm。这些数据为未来煤炭伴生元素的综合评价与利用提供了基础信息。

4 建议

(1) 广泛运用新技术、新手段、推动地质工作技术进步、应用构造成因解析法, 应用槽波、地质雷达、无线电坑道透视、瑞雷波、水平钻等手段进行综合勘查, 做好盘区、采面和掘进面的三个层次的地质、水文勘查工作, 进一步查明水文、煤层、构造的变化规律和特征, 更好地为生产服务。(2) 由于井田中部、北部构造发育, 断层破坏地带充水通道较发育, 一些断层断距较大, 成为矿

井水害的隐患, 必须进行严格的构造探测, 在今后生产过程中加强对断层的研究工作。(3) 随着煤层开采的疏放, 有可能导致裂隙砂岩含水层水局部被疏放, 其位置和富水范围不清, 在进行煤层开采时不能以个别现象代表全面问题, 该类含水层对矿井突水威胁依然存在。(4) 井田南部本溪组岩石较为破碎, 裂隙发育, 稳定性较差, 在生产过程中引起注意。且煤层存在伪顶和软岩层, 应加强顶板支护和安全管理。

5 结语

北辛窑井田地层序列完整, 主含煤地层为石炭系上统太原组, 总体为背斜构造, 断层发育(81条正断层), 构造复杂程度中等。井田赋存2、5、6号三层可采煤层, 煤类为长焰煤和气煤, 适宜作动力和气化用煤。综合评定地质类型为中等。基于此, 建议强化构造精细探测, 应用先进技术精确查明断层情况; 深化水文地质勘查, 加强动态监测, 对突水危险区采取主动防治措施; 重视顶板管理与灾害防治, 优化支护参数, 落实安全措施; 在保证安全开采前提下, 探索对煤中微量元素综合利用, 提升资源开发效益。

参考文献

- [1] 仝重宇. 北辛窑井田构造特征及其控水作用[J]. 煤, 2024, 33(02): 95-97+101.
- [2] 董广铭. 北辛窑煤矿2号煤层底板突水机理研究与突水危险性评价[D]. 山西大同大学, 2024.
- [3] 刘波. 北辛窑矿南翼回风大巷过断层支护技术分析[J]. 江西煤炭科技, 2024, (02): 28-30.
- [4] 姚文杰. 北辛窑矿8406综放面覆岩破坏规律模拟分析[J]. 江西煤炭科技, 2025, (04): 93-95+98.