

矿井地质构造对煤层稳定性的影响分析

吴松

贵州文家坝矿业有限公司二矿 552100

DOI:10.12238/ems.v7i9.15166

[摘要] 本文选取大冲头井田6号煤层作为研究标的,聚焦地质构造对煤层稳定性的作用机制及配套水害防治路径。井田地处阿弓向斜中段,褶皱、断层等构造作用下,6号煤层厚度与结构呈现明显变动,工作面中部受向斜构造制约形成积水区域,底板泥岩遇水膨胀给开采作业带来阻碍;断层活动造成煤层连续性中断,导水裂隙带随之发育,地表水与含水层通过裂隙连通引发水害风险。控制回采推进速率,强化周期来压阶段的监测防控,结合物探与钻探技术手段实施探测,能够为煤层开采安全提供可靠保障,相关实践经验可对同类地质条件下的煤层水害防治工作形成借鉴。

[关键词] 大冲头井田;6号煤层;地质构造;煤层稳定性;水害防治

引言

浅部易采煤层资源日渐枯竭后,深部复杂地质条件下的煤炭开采逐步成为行业主流,地质构造对煤层赋存状态的作用也更为突出,断层、褶皱、节理等构造改变煤层连续性与完整性,还可能诱发瓦斯突出、顶板垮塌等安全风险,直接影响开采效率与生产安全。新能源转型进程中,煤炭作为过渡能源依旧肩负重要使命,对资源回收率的标准不断提高,精准评判地质构造对煤层稳定性的影响,是优化开采设计、压缩生产成本的核心环节,地质探测技术近年的发展为精细化研究创造了条件,复杂构造的多尺度耦合作用机制却仍需深入剖析,这类研究同时具备理论突破与工程实践的双重意义。

1. 研究区概况

大冲头井田坐落于贵州省织金县西南部,北接文家坝井田以AF4断层为界,南邻碾子边井田以SF4断层相隔,东、西两侧界限为煤系底界,走向长8.5—10公里,倾向宽约4公里,面积38平方公里。井田处于阿弓向斜中段,含煤地层属上二迭统龙潭组,厚278—379米,含煤24—44层,其中可采煤层7层(2、6、7、16、23、27、30号),除2号煤稳定性不足外,其余均较稳定,煤种为中灰、富硫、低磷无烟煤,井田范围内有一矿井,矿区面积21.8489km²,一期设计生产能力120万t/a,首采煤层为6号煤层,110602综采工

作面作为首采工作面,分布在11采区北东部6号煤层中,标高+1502.2m~1536.3m,平均走向长度1441m,倾向长度205m,面积295405m²,地质储量127.6万t。工作面北部靠近AF4断层及地层露头带,地表呈沟壑状,雨季易形成季节性小溪;阿弓向斜中部枢纽构造作用下,工作面中部标高低于上、下出口标高,自然排水受阻积水,底板泥岩长期浸泡后易膨胀松软,推采难度加大。

2. 主要地质构造类型及特征

2.1 褶曲构造

井田主体为阿弓向斜,属不对称宽缓向斜构造,轴向N40°E,全长8.5公里,18线以西转向北35°E,向南西平缓倾伏,枢纽呈波状起伏。向斜核部最新地层为下三迭统飞仙关组四段,南东翼宽缓,飞仙关组地层倾角5°—13°,煤系地层倾角10°—30°;北西翼较陡,飞仙关组地层倾角20°—30°,煤系地层倾角25°—35°;轴部地层倾角多小于5°。南东翼有次级褶曲带发育,距向斜轴600—1300米,以平缓小背斜为主体,宽400—900米,与向斜轴平行,长300—3000米,沿走向断续分布,全长超6000米,造成煤层呈缓波状起伏,边界断层诱导形成牵引小褶曲,规模小却褶皱急剧,局部出现倒转,主要分布在断层两侧,区域构造设计意图如图1所示。

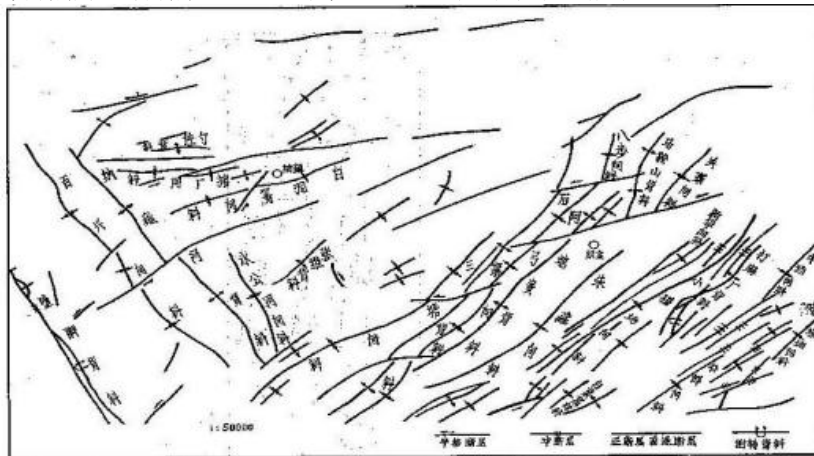


图1 区域构造设计意图

2.2 断层构造

井田共查明断层173条,依走向与性质划分为四类:北东东向平推正/逆断层斜切向斜,与地层走向呈30°锐角,构成井田边界主要构造,AF4全长7500米,倾向南东,倾角

37°—70°,落差20—106米,破碎带最厚50米,由多岩性角砾构成,带有水平擦痕和平移特征;SF4全长8500米,西段倾向南东,东段倾向北西,倾角41°—84°,西段呈现逆断层效应,东段呈现正断层效应,断距西大东小。

走向逆断层：与地层走向平行，大多倾向南东，呈叠瓦式排列，南东翼 9—12 线分布的 F2030-2 逆断层长 1500 米，倾向南东，倾角 22°—29°，16 号煤层因重复出现形成约 30 米落差，向深部延伸时断距逐渐减小，与地表马鞍山挠曲相连。

横向正断层：垂直地层走向，F18 正断层沿吹聋河出露，长 2490 米，倾向南西，倾角 52°—84°，最大落差 16 米，16 号煤层 1450 米等高线水平错距 300 米，切穿多套地层。

走向正断层：平行地层走向，规模偏小数量较多，落差多在 20 米以内，北西翼 14 线的 F6 正断层长 190 米，倾向南东，倾角 67°，地层断距 25 米，上下盘伴生多条平行小断层，共同构成阶梯状构造。

2.3 其他构造

断层破碎带分布广泛，AF4 断层破碎带由粉砂岩、灰岩、煤等角砾混杂构成，胶结程度低，透水性良好，部分地段有方解石脉充填；2011 号钻孔揭露的破碎带厚度 50 米，岩芯呈碎块状，包含断层泥。煤层及顶底板节理发育，剪节理为主，走向与褶皱轴或断层平行，密度 0.5—3 条/米，向斜轴部及断层附近密度增加，110602 工作面煤层节理密度 2—3 条/米，部分贯通顶底板，易引发顶板垮落与渗水，16 号煤层底板局部存在膨胀性泥岩，受构造应力作用，遇水后膨胀量 5%—8%，加剧底板变形。

3. 地质构造对煤层稳定性的影响

3.1 褶曲构造的影响

向斜构造让煤层赋存形态更趋复杂，110602 工作面处于

阿弓向斜中部枢纽区域，煤层沿倾向平均倾角 - 1°，枢纽部隆起造成工作面中部标高低过上、下出口，形成“锅底状”低洼，雨季积水无法自然排走，底板泥岩经浸泡后膨胀系数达 1.2—1.5，抗压强度从 25MPa 落至 8MPa，支架下沉量超过 300mm，推采阻力提升 20%—30%^[1]。次级褶曲造成煤层厚度呈波浪状起伏，南东翼 ZH2 背斜核部 6 号煤层厚度比翼部多出 1.2—1.8 米，夹矸层数从 2—3 层升到 5—7 层，单层夹矸厚度达 0.5—0.8 米，煤质均匀性下降；向斜翼部煤层受拉伸作用，裂隙发育密度较核部高出 1.5—2 倍，顶板完整性不佳，回采时片帮率达 15%—20%，比正常地段高出 8—10 个百分点。

3.2 断层构造的影响

断层直接破坏煤层连续性，AF4 断层造成 6 号煤层在 8 线附近缺失 30—50 米，断层两侧煤层走向突变 30°—40°，需留设 20—30 米保护煤柱，资源损失约 8 万 t；F18 断层导致 16 号煤层水平错距 300 米，工作面布置需转折衔接，巷道掘进量增加 1200 余米。断层破碎带削弱煤层力学强度，2011 号孔揭露 AF4 断层影响带内 6 号煤层单轴抗压强度从 18MPa 降至 6—8MPa，普氏硬度系数 f 值从 1.8 降至 0.6—0.8，回采时冒顶易发生，需采用加密支架及超前注浆加固^[2]。断层连通含水层诱发水害，长兴组燧石灰岩与断层破碎带贯通，110602 工作面回采期间，AF4 断层附近涌水量达 60m³/h（正常涌水量 3.6—8.9m³/h），水压 0.3—0.5MPa，煤层软化系数从 0.7 降至 0.4—0.5，顶板垮塌风险随之加剧，断层规模及钻孔控制情况见表 1。

表 1 断层规模及钻孔控制情况

断层或落差（米）	占总数		地面断层			隐伏断层				
			条数	占（%）	占（%）	探明钻孔控制		有网孔以上控制		
		数				条数	占（%）	数	占（%）	条数
大于 20	5	4	5	83	4	33	1	17	1	100
小于 30 大于 10	3	2	3	100	0	0	1	17	1	100
20 - 10	44	25	20	45	9	45	24	55	6	33
小于 10	120	69	63	32	1	2	57	48	1	2
总计	173		91	53	16	16	83	47	10	

3.3 复合构造的影响

褶曲与断层叠加加剧煤层稳定性恶化，9—11 线阿弓向斜轴部与 F2030-2 逆断层交汇区域，6 号煤层因向斜核部加厚至 4.5—5.2 米（正常范围 2.5—3.0 米），受断层挤压出现揉皱现象，煤体呈鳞片状破碎，视密度从 1.45t/m³降至 1.30—1.35t/m³，巷道支护失效概率提升 40%—50%^[3]。复合构造区水文地质条件复杂，南东翼 ZH5 向斜（9—11 线）与 F18 断层交汇处，地表雨水沿向斜低洼处渗入，经断层破碎带导入煤层形成“带状富水区”，6 号煤层含水率达 8%—10%（正常 3%—5%），黏聚力从 1.2MPa 降至 0.5—0.7MPa，内摩擦角从 30°降至 20°—22°，回采时支架工作阻力需提高至 6000kN（正常 4000kN）。次级构造加剧煤层非均质性，12—14 线向斜翼部与多条小断层（落差 5—10 米）组合区域，6 号煤层厚度变异系数达 0.45（正常 0.2—0.3），夹矸分布无规律，回采率降低 8—10 个百分点，需频繁调整采煤机截割高度影响生产效率^[4]。

4. 结语

大冲头井田 6 号煤层受阿弓向斜及次级褶曲、AF4 与 SF4 等断层构成的复杂地质构造制约，稳定性呈现显著差异。褶曲造成煤层厚度呈波浪状变动，形成低洼积水区域，软化底

板泥岩；断层破坏煤层连续性，破碎带削弱其力学强度，还充当导水通道加剧水害风险；复合构造叠加进一步恶化煤层均质性与水文条件。相关研究显示，需针对不同构造类型优化开采设计，强化断层带支护与水害监测，为该井田 6 号煤层安全高效开采提供地质依据，对相似构造条件矿井具有借鉴价值。

【参考文献】

[1] 崔宏科. 冲击地压煤层构造带围岩超前加固技术实践[J]. 陕西煤炭, 2023, 42 (05): 171-174.

[2] 幸雪松, 庞照宇, 刘岳龙, 等. 割理结构对 WW 盆地煤层气井井壁稳定性影响研究[J]. 钻采工艺, 2024, 47 (05): 100-106.

[3] 詹召伟, 王彦敏, 高超, 等. 含不同落差断层深部煤层开采围岩稳定性研究[J]. 煤炭技术, 2024, 43 (09): 88-96.

[4] 杨学春. 复杂地质大采高综采工作面顶板与煤壁稳定性控制技术应用[J]. 山西冶金, 2023, 46 (04): 185-186+215.

作者简介：吴松，1990.09.09，男，苗族，籍贯：贵州凤冈，学位：大学，职位：地测副总工程师，职称中级，研究方向：矿井地质。