

潘三矿 C_{13-1} 煤层构造软煤分布特征及其主控因素分析

刘明举¹, 孟 磊¹, 刘彦伟¹, 李 波¹, 汤友谊²

(1. 河南理工大学 煤矿安全工程技术研究中心, 河南 焦作 454000;

2. 河南理工大学 资源环境学院, 河南 焦作 454000)

摘 要: 利用钻孔测井曲线, 结合井巷工程揭露情况, 对潘三矿构造软煤发育和分布进行了综合分析, 查明了潘三矿 C_{13-1} 煤层构造软煤的分布特征。研究表明, 南北向推覆作用形成的褶皱顺层滑动对该煤层构造软煤的发育和分布起着主要控制作用, 断层及其与褶皱的叠加是煤层局部构造软煤加厚的主要原因, 这些认识为潘三矿突出危险性区域划分奠定了基础。

关键词: 构造软煤; 软煤比; 分布特征; 地质构造; 主控因素

中图分类号: TD712⁺.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2010)01-0046-04

1 概 述

煤与瓦斯突出综合假说较全面的考虑了突出动力(原岩应力、地应力和瓦斯压力)和突出阻力(煤强度)两方面的因素, 因而得到国内外学者的普遍认可。在具备了一定突出动力条件下, 构造软煤的发育程度和区域分布就成为控制突出区域危险的主要控制因素^[1]。构造软煤是地质构造作用的产物和地应力作用过程的记录^[2,3], 长时间强烈的挤压、剪切作用使煤体结构遭受严重破坏, 产生大量孔隙, 比表面积显著增大, 强度和透气性大大降低, 有利于积聚大量瓦斯, 从而形成较高的瓦斯压力和瓦斯膨胀能, 为突出的发生创造了有利条件, 并且煤体强度的削弱, 大大降低了突出发生的门槛, 从而使煤与瓦斯突出更容易发生。

淮南矿区的129次突出中, 103次突出发生地点有“软煤发育”、“煤层变软”、“软煤变厚”、“类煤”或“类煤”等描述, 这说明淮南矿区约有80%以上的突出是发生在构造软煤发育区^[4]。构造软煤的发育程度及其空间分布, 对淮南矿区煤与瓦斯突出的发生有着重要的影响。位于淮南矿区的潘三矿发生煤与瓦斯突出14次, 其中 C_{13-1} 煤层发生13次, 而且都发生在有构造软煤发育的地质构造带^[5]。所以研究潘三矿 C_{13-1} 煤层构造软煤的分布特征及其主控因素对于预测和防治煤与瓦斯突出具有重要意义。

2 矿井地质构造特征

潘三矿位于淮南复向斜潘集背斜的南翼西部, 与潘一矿毗邻。总体构造为一单斜构造, 地层走向 NWW - SEE,

地层倾角一般为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$; 呈浅部陡、深部缓的趋势, 如图1所示。在井田东部的第九至第十线局部地段, 因受 F1、F1-2、F1-1断层的影响, 倾角高达 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$; 甚至直立。井田内发育次一级的董岗郢向斜和叶集背斜, 是受区域性 NS 向的挤压作用而形成。井田内次级褶曲和不同形式、性质和规模断层的存在, 受区域性构造的控制。

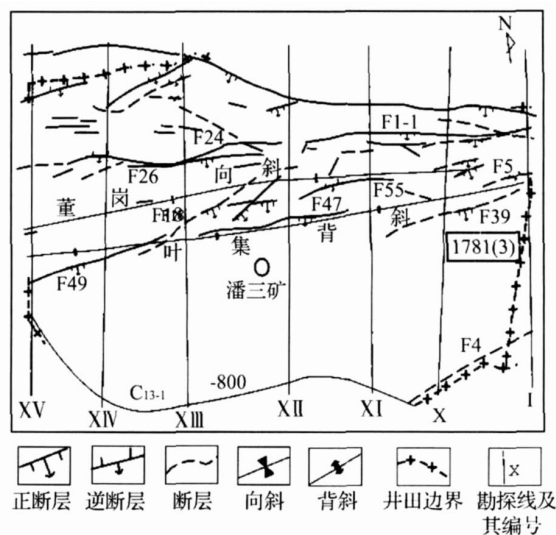


图1 潘三矿构造纲要图及构造分区

按井田构造特征, 可以把井田划分为3个瓦斯地质单元。北区: 北以 F1 为界, 南以 F1-1、F24、F26 为界。大中型断层多, 断层密度大, 各个方向的断层和正、逆两种

收稿日期: 2009-09-20

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划 (NECT-07-0257); 教育部长江学者和创新团队发展计划 (RT0618); 河南省杰出人才计划 (084200510002); 国家重点基础研究发展计划 (973) 项目 (2005CB221501)

作者简介: 刘明举 (1964-), 男, 河南桐柏人, 河南理工大学教授, 主要从事煤岩动力灾害和瓦斯灾害的研究。

断层均有分布,其中正断层 20条,逆断层 20条,反映出经历过复杂的应力作用。地层倾角在 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 之间。

中区:北界为 F1 - 1、F24、F26 断层组,南以 F5、F47、F49断层组为界。宽缓的向斜构造展布本区,向斜轴在本区中间,地层平缓,北侧靠近 F26附近倾角增大,达 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。区内断层密度相对较小,断层方向相对一致,同时存在正、逆断层,共发育断层 40条,其中,正断层 24条,逆断层 18条。

南区: F5、F47、F49断层组以南。该区中西段进入矿井深部,勘探程度相对较低,据分析,区段内断层较少,地层倾角一般在 8° 以下。本区查明断层 5条,其中落差 100m 以上的有 F25、F4 正断层;落差 20~50m 有正断层 F39,逆断层 F168;落差 20m 以下有 F45 正断层。在南区,以 F18 为界,可以分为东、西两个小区。西小区的突出次数较多,东小区的瓦斯压力和构造煤厚度较大。

3 构造软煤分布特征

构造软煤的分布可以根据构造软煤厚度和软煤比两项指标来综合分析,因此,利用测井曲线技术结合井巷工程揭露情况进行比较、校正,进而初步查明研究区构造软煤的分布状况。

基于构造软煤和硬煤的视电阻率存在明显差异的原理,根据潘三矿 107 个钻孔的测井曲线判别获得各钻孔软煤厚度^[6-8],并依据煤层厚度求得软煤比。将上述构造软煤厚度的判别结果与采掘区及其附近钻孔构造软煤的实际观测相结合,进行反复比较、校正,最终确定构造软煤的分布。

3.1 潘三矿构造软煤厚度分布

潘三全井田构造软煤普遍发育,最小厚度 0.3m,最大厚度 2.15m,构造软煤平均厚度 0.96m,厚度在 0.9m 以上的点达到 56个,占 52.34%,见表 1。即有一半的钻孔构造软煤厚度已达到突出危险性指标 0.9m。

3.2 潘三矿软煤比统计分析

潘三全井田钻孔揭露软煤占全煤层厚度的比为 0.08~0.50,软煤比平均为 0.25,见表 2。软煤比最小的 0.08 是 XⅣ东 3 孔,其构造软煤厚度为 0.30m,该孔煤层厚度为 3.72m。软煤比最大的 0.49 是 XⅢ2 孔,构造软煤厚度 2.10m,该处煤厚度为 4.30m。由表 2 可知,潘三井田虽然构造软煤普遍发育,但未达到全层软煤。同时软煤厚度的起伏变化较大,在局部形成软煤加厚,软煤比在 0.3 以下的占 66.35%,而达到 0.3 以上的只有 33.65%。根据构造软煤和软煤比两项指标来综合分析,可以认为潘三 C₁₃₋₁煤层为局部突出危险煤层。

3.3 按分区进行分析

潘三井田软煤厚度有不同特点,如图 2 所示。北区软煤厚度为 0.3~1.6m,软煤厚 0.9m 以上的点占 38.46%,多数点软煤厚小于 0.9m。中区软煤厚度为 0.3~1.8m,软煤厚度 0.9m 以上的点有 34.86%。南区软煤厚度为 0.25~2.15m,软煤厚度 0.9m 以上的点达 82.9%。南区软煤厚度最大,软煤厚度大于 0.9m 的较多,软煤发育的不均衡性程度更显著,这些是南区瓦斯突出危险性大的主要原因。

表 1 潘三矿钻孔构造软煤厚度统计

范围	样本数	构造软煤厚度 /m															
		<0.3		0.3~0.6		0.6~0.9		0.9~1.2		1.2~1.5		1.5~1.8		1.8~2.1		2.1~2.4	
		个	%	个	%	个	%	个	%	个	%	个	%	个	%	个	%
井田	107	4	3.7	28	26.6	19	18.7	27	25.2	17	15.9	9	8.4	2	1.9	1	0.9
北区	26	2	7.7	8	30.8	6	23.1	4	15.4	5	19.2	1	3.8	0	0	0	0
中区	44	1	2.3	1	36.4	12	27.3	11	25.0	1	2.3	3	6.8	0	0	0	0
南区	35	1	2.9	4	11.4	1	2.9	12	34.3	9	25.7	5	14.3	2	5.7	1	2.9

表 2 潘三钻孔软煤比统计

范围	样本数	软煤比											
		< 0.1		0.1~0.2		0.2~0.3		0.3~0.4		0.4~0.5		>0.5	
		个	%	个	%	个	%	个	%	个	%	个	%
井田	107	6	5.61	36	33.64	29	27.10	30	28.04	5	4.67	1	0.93
北区	26	1	3.80	12	46.20	6	23.10	6	23.1	1	3.8	0	0
中区	44	2	4.50	17	38.60	12	27.30	11	25.0	2	4.5	0	0
南区	35	3	8.60	6	17.10	10	28.60	12	34.3	3	8.6	1	2.9

潘三软煤比区域分布特点是南区软煤比高值多,如图 3 所示。达到 0.30 以上的,北区为 26.9%,中区的为 29.5%,南区占 45.8%。南区软煤比达到 0.4 的点占 11.5%,而中区和北区分别为 3.8%和 4.5%。这也说明南

区突出危险性比中区、北区大。

4 构造软煤分布的控制因素

研究构造软煤的控制因素主要是分析和研究构造软煤

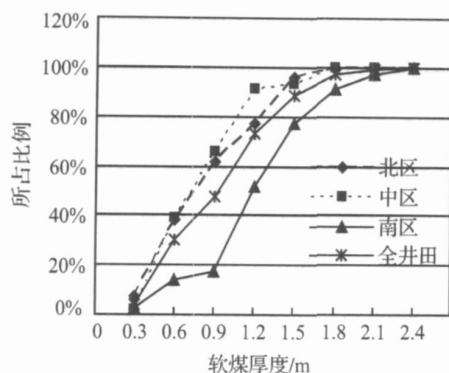


图2 潘三矿构造软煤厚度累计曲线

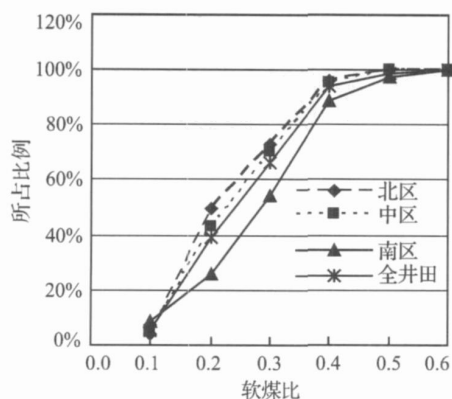


图3 潘三矿构造软煤比累计曲线

的成因和构造软煤与地质构造的关系, 为实现通过地质构造预测进行构造软煤预测, 进而通过构造软煤预测实现瓦斯突出危险性预测基本思路。

4.1 褶皱引起构造软煤的发育

通过对潘三 1452 (3) 和 1781 (3) 两个工作面的实际观测, 发现煤体中层滑作用对构造软煤的控制作用十分明显。在顺层滑动过程中, 顺层平直剪切作用使发育次级褶皱地段容易发生切割顶板或底板的层滑断层, 而未发生切层断裂的层间滑动, 由于其层序正常, 往往不能引起重视。但恰恰是这种未发生切层断裂的层间滑动, 使煤层厚度未重新分配, 在褶皱翼部软煤厚度大于轴部。潘三矿 C_{13-1} 煤层普遍存在层间滑动构造软煤。

淮南煤盆地主体构造为一复向斜, 呈近东西向展布, 并在南北两翼发育了一系列走向压扭性逆冲断层, 褶皱发育。南翼的舜耕山和阜阳—风台断层组成了舜耕山、八公山、刘庄由南向北的推覆体。北翼的上窑—明龙山—尚塘断层组成了上窑、明龙山由北向南的推覆体。在复向斜内部, 地层倾角平缓, 一般 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$; 为一系宽缓褶曲, 其中陈桥—潘集背斜隆起幅度最大, 是复向斜内的主要构造。

潘三矿井田处于潘集背斜和谢桥古沟向斜公共翼上, 在井田内部小型褶皱发育由于弯滑作用形成层间差异性运动, 使煤体结构遭受破坏, 形成面状分布的构造软煤。在

小向斜轴部煤层厚度较两翼大, 构造软煤加厚。如潘三矿 1151 (3) 工作面, 曾在小向斜轴部掘进发生瓦斯量为 5167m^3 的瓦斯突出。又如潘三矿 C_{13-1} 煤层的 1731 (3) 工作面下顺槽在一个小褶曲处底板凸起, 煤层倾角有 10° 的变化, 转折端煤层变厚且原生结构破坏严重, 在掘进时发生突出, 突出煤量 87t 瓦斯 904m^3 。

4.2 断裂影响构造软煤的形成

研究区内断裂作用的影响主要表现为井田中、小型断层影响带内构造软煤分层厚度及其破坏程度的侧向变化。断层影响带宽度与断层的规模、组合型式、断层性质等相关, 一般影响带宽度与断层规模相关; 断层并列、交叉及不同的组合形式使影响带加宽且呈现不同的展布形态, 致使软煤分层分布的复杂化; 逆断层的影响带宽度一般较大。影响带内软煤分层厚度及其破坏程度, 通常取决于观测点与断层面 (带) 的距离, 一般越接近断层, 煤体结构的破坏越严重, 软煤分层厚度越大。

井田中部块段中、小型断层的影响也较为突出。以 XM13 和验 1 孔中心的软煤分层较厚地段、以 XIII—XM9 和 XIII 西 9 孔为中心的软煤分层较厚地段、以 XIII2 孔为中心的软煤分层较厚地段、以 311 孔为中心的软煤分层较厚地段等都是数条中、小型断层组合影响的结果, 并形成中部块段构造软煤普遍较北部块段发育的状况。

井田南部块段, 以 XIII 东 7 孔为中心和以 X29 孔为中心的构造软煤分层较厚地段也是分别由多条中、小型断层组合影响的结果, 加之南部谢桥古沟向斜轴向北较大凸弯的组合影响, 形成潘三矿井田南部块段比中部块段的构造软煤厚度大, 破坏程度高的状况。

4.3 褶皱与断裂的叠加影响构造软煤的发育

断层发育地区或后期叠加有褶皱, 往往造成煤层更强的结构破坏, 厚度变化大, 构造软煤破坏程度高, 煤与瓦斯突出灾害极易发生。如潘三矿 C_{13-1} 煤层的 1731 (3) 工作面上风巷位置靠近 F5 断层上盘中发育褶曲, C_{13-1} 煤层由 4.5m 增厚至 5.1m , 倾角由 8° 变为 15° ; 构造煤软分层厚达 2.4m , 当掘进至此, 发生了突出, 突出煤量 70t 瓦斯 22366m^3 。

在潘三矿南区 F18 东侧, 小断层比较发育, 依据三维地震探测, 此处又有短轴小型褶曲发育, 根据测井曲线判读, 此处恰好是构造软煤厚煤带发育区, 因此判定构造软煤的加厚是断层叠加褶皱造成的, 煤层的突出危险性会很大。

5 结论

1) 通过对淮南潘三矿 107 个钻孔的测井曲线判别可知潘三全井田构造软煤普遍发育, 且软煤厚度的起伏变化较大, 最小厚度 0.3m , 最大厚度 2.15m , 钻孔构造煤厚度 0.9m 以上的达 56 个, 占 52.34% 。即有一半以上的钻孔构造软煤厚度已达到潘三矿构造煤的突出危险性指标 0.9m 。并且软煤比在 0.3 以下的占 66.35% , 而 0.3 以上的仅占

三河尖煤矿深部综采沿空留巷技术实践

张周权¹, 李剑锋²

(1. 徐州矿务集团有限公司 权台煤矿, 江苏 徐州 221003;

2. 徐州矿务集团有限公司 三河尖煤矿, 江苏 徐州 221613)

摘 要: 运用大小结构理论简要分析了控制沿空留巷围岩稳定的关键技术, 并对三河尖矿深部厚煤层 72202 综采工作面的地质情况和充填材料力学性能进行了理论分析、计算机数值模拟。结合以上研究成果, 对沿空留巷支护设计进行优化, 取得了显著的经济效益和社会效益。

关键词: 大小结构; 沿空留巷; 深部煤层; 加强支护

中图分类号: TD322⁺.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2010)01-0049-03

1 工作面地质条件

72202 工作面位于三河尖矿南翼刘庄区 - 980m 水平南二采区的第一个综采工作面。该工作面煤层厚度为 2.0 ~ 3.6m, 平均厚度 3m, $f=2\sim3$; 走向长度为 450m, 倾斜长度为 184m, 煤层倾角 18°; 采深为 - 878 ~ - 964m。工作面顶底板特征见表 1。

表 1 72202 工作面顶底板特征

类别	直接顶	老顶	伪底	直接底	老底
名称	砂泥岩	中砂岩	泥岩	砂泥岩	细砂岩
厚度 /m	1.4	10.2	0.6	18	10.6
硬度 f	4~6	10	0.8~3	4~6	6~10
强度 /MPa	40	50	12	40	50

为提高煤炭回收率, 实现无煤柱开采, 提高万吨掘进

率, 缓解采掘接续紧张的矛盾, 该矿在 72202 工作面进行沿空留巷技术研究并取得成功。

2 沿空留巷技术理论

2.1 沿空留巷“大小结构”理论

在采场上覆岩层活动规律研究方面, 经过大量观测和理论探讨, 钱鸣高院士提出上覆岩层的开采后呈“砌体梁”式平衡的结构力学模型的基础上, 进一步倡导了岩层控制的关键层理论, 对开采后岩层的现象和规律作出了更为全面、深入的解剖。近年来侯朝炯又提出了沿空留巷上覆岩体“大小结构”的观点, 建立了以基本顶岩层断裂特征为主的“大结构”模型, 树立了沿空留巷锚杆与其锚固范围内围岩形成统一的承载结构 - 巷道围岩“小结构”的观点。认为沿空巷道在“大结构”稳定的前提下, “小结构”自身的变形特征及稳定性是决定巷道最终能否稳定的关键。

33.65%。由构造软煤厚度和软煤比两项指标综合分析, 可以认为潘三 C₁₃₋₁ 煤层为局部突出危险煤层。

2) 潘三矿软煤比区域分布特点是南区软煤比高值多, 达到 0.30 以上的, 北区为 26.9%, 中区为 29.5%, 南区占 45.8%。南区软煤比达到 0.4 的点占 11.5%, 而中区和北区分别为 3.8% 和 4.5%。这也说明南区突出危险性比中区、北区大。

3) 南北向推覆作用形成的褶皱顺层滑动对潘三矿 C₁₃₋₁ 煤层的构造软煤发育和分布起着主要控制作用, 断层及其与褶皱的叠加是此煤层局部构造软煤加厚的主要原因。

参考文献:

[1] 刘明举, 龙威成, 刘彦伟. 构造煤对突出的控制作用及其临界值的探讨 [J]. 煤矿安全, 2006, (10): 45~47.

[2] 曹代勇, 张守仁, 任德贻. 构造变形对煤化作用过程的影响 [J]. 地质论评, 2002, 18 (3): 313~317.

[3] 曹运兴, 张玉贵, 李凯琦, 等. 构造煤的动力变质作用以其演化规律 [J]. 煤田地质勘探, 1996, 24 (4): 15~18.

[4] 刘明举, 李振福. 淮南矿区煤与瓦斯突出规律及控制因素浅析 [J]. 山东煤炭科技, 2007, (1): 44~45.

[5] 朱国维, 宋韦剑, 王富强. 淮南矿区潘三矿地质构造及煤与瓦斯突出特征 [J]. 中国煤炭, 2007, (7): 78~81.

[6] 焦作工学院, 等. 煤与瓦斯突出区域预测瓦斯地址方法研究 [D]. 国家“十五”科技攻关项目专题研究报告, 2003.

[7] 汤友谊, 孙四清, 郭纯, 等. 不同煤体结构类型煤分层视电阻率值的测定 [J]. 煤炭科学技术, 2005, 33(3): 7~9.

[8] 刘明举, 刘毅, 刘彦伟, 等. 地球测井技术在判识构造煤中的应用 [J]. 煤炭工程, 2005, (5): 35~37.

(责任编辑 李泽荃)

收稿日期: 2009-09-09

作者简介: 张周权 (1966-), 男, 陕西凤翔人, 研究员级高级工程师, 1988年毕业于西安矿业学院采矿工程专业, 现任徐州矿务集团有限公司权台煤矿矿长。