

东滩矿断层活化对 3 煤顶板突水的影响

冯恩杰, 付民强 (兖矿集团公司东滩煤矿, 山东 邹城 273512)

摘要: 兖州矿区东滩煤矿二叠纪 3(3_上)煤层与其顶部侏罗纪红层的间距约 60~220 m。回采过程中多数工作面未发生红层突水, 或水量较小; 4308 和 14301 工作面却发生了红层突水, 且水量较大。分析认为: 采动影响使工作面内断层活化, 增大了冒裂带高度, 从而导通红层含水层所致, 最后提出了防治红层突水的建议。

关键词: 冒裂带; 红层突水; 断层活化; 东滩煤矿
中图分类号: P641.4 **文献标识码:** A

1 引言

兖州矿区东滩煤矿近年来发生了几次比较大的顶板突水, 对生产造成了不同程度的影响。其中, 4308 和 14301 工作面的两次顶板突水使得工作面局部被淹, 生产曾一度停止, 经济损失很大。3 煤顶板突水预测成为当前防治水工作的首要任务。

2 煤层顶部水文地质条件

东滩煤矿现开采二叠系山西组第 3_上 层煤, 该层平均厚 5.4 m, 主要采用回采放顶煤工艺。3 煤开采的直接充水含水层为 3 煤顶板砂岩含水层, 其厚度 7.53~41.72 m, 岩性以中细砂岩为主; 间接充水含水层为侏罗系上统蒙阴组砂岩(简称“红层”)含水层, 厚 150.00~794.86 m。3 煤顶板与红层底板间距为 0.31~220.38 m, 在个别地区, 尤其是 3 煤剥蚀天窗区, 红层水可越流补给 3 煤顶板砂岩含水层。

3 采动对冒裂带高度的影响

3.1 采动影响与东滩煤矿 3 煤顶板突水的关系

由于 3 煤顶板与红层存在一定的间距, 在一般情况下, 东滩煤矿 3 煤开采的冒裂带高度波及不到红层含水层。突水水源主要来自 3 煤顶板砂岩含水层, 该含水层水以静储量为主, 突水时涌水量一般不大。而当冒裂带波及到红层时, 则红层水与 3 煤顶板砂岩水都会成为工作面突水水源。由于红层含水层厚度很大, 虽也以静储量为主, 但其量很大, 一旦突水, 最大涌水量可达 500 m³/h 以上。显然, 冒裂带发育高度决定了 3 煤顶板突水的水源和水量, 因此, 研究 3 煤开采冒裂带导通红层的条件具有十分重要的现实意义。

东滩煤矿有两次较大的工作面突水均发生在预

测的冒裂带顶面距红层底界尚有一定距离的情况下。根据分析, 我们认为, 工作面的采动影响了冒裂带的发育高度。

3.2 4308 工作面突水及突水原因

4308 工作面于 1998 年 10 月开采, 1999 年 7 月 4 日因工作面停产, 顶板来压、架子下沉, 顶板出现淋水, 涌水量为 6.0 m³/h。7 月 8 日水量出现第一次峰值, 为 450 m³/h; 7 月 20 日出现第二次峰值, 为 570 m³/h; 7 月 29 日工作面停采, 涌水量为 60.0 m³/h; 8 月 6 日降至 23.0 m³/h。7 月 4 日至 8 月 6 日, 工作面累计涌水 200 767 m³。

根据东滩矿的开采系数及地质采矿条件, 4308 工作面顶板岩层属于中硬类型, 采高 5.5 m, 按有关规程计算, 其导水冒裂带高度 44.35 m。该突水点处 3 煤顶板距 J₃ 红层底板间距为 150 m。按上述计算值, 冒裂带高度远远达不到 J₃ 红层, 但是, 为什么这次突水的瞬时涌水量和累计涌水量数值会如此大呢?

突水点位于 C4 向斜轴附近, 工作面轨、运顺槽揭露了 7 条断层, 其落差为 0.5~4.4 m(图 1); 而且, 附近的补 29 孔曾在 3 煤顶板砂岩层段出现过冲洗液消耗量全漏的现象。由此说明, 突水点附近 3 煤顶板砂岩渗透性较好。

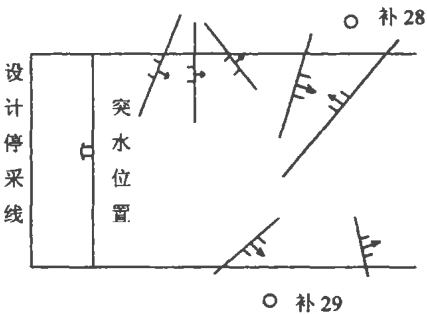


图 1 4308 综放面突水点附近地质剖面示意图

收稿日期: 2003-10-13
作者简介: 冯恩杰(1951—), 男, 山东省济宁市人, 东滩矿高级工程师, 从事煤矿建井工作。

这次突水发生在停采时,说明矿压作用是突水的诱发因素。停产时,矿压集中作用在支架上,支架受压下沉,导致顶板变形,原生裂隙发展并产生新的裂隙,造成顶板淋水,此时,矿井充水水源为3煤顶板砂岩水,充水通道为顶板采动裂隙。以后,随着采空区内老顶的冒落,冒落带上方的采动裂隙逐渐向上和向四周发展,从而导致采空区出水 and 原生裂隙的扩张,甚至引发后部采空区上方小断层的活化,使冒落裂隙高度进一步增大,将上部红层水导入工作面。所以,4308突水后期产生了 $450\text{ m}^3/\text{h}$ 和 $570\text{ m}^3/\text{h}$ 这样的水量。水量之所以这么大,正是采空区水和红层水介入的结果。

同时,从红层长观孔水位观测资料来看,4308工作面突水后,虽各长观孔水位变化比较混乱,有的孔水位下降明显(最大值为 0.92 m),有的孔水位无明显变化,有的不仅没有下降反而有所上升。但可以肯定4308工作面突水后红层水已受到一定程度的影响。另外,本次突水的水质为 SO_4-Na 型水,它既不同于3煤顶板砂岩含水层的 HCO_4-Na 型水,也不同于 J_3 砂岩含水层(未分段)的 $\text{SO}_4-\text{HCO}_4-\text{Na}$ 型水,但与邻近的鲍店矿99-1孔(红层下段)的水质 SO_4-Na 型水却完全一致。

由以上分析可以认定,由于受采动影响,断层活化后成为涌水通道,将红层水导入工作面,造成了这次4308工作面的突水。

3.3 14301工作面突水及突水原因

14301工作面于2001年2月5日开始回采,过C6向斜轴后,7月30日,在运顺槽1497 m处,发现后部采空区出水,初始涌水量 $25\text{ m}^3/\text{h}$;8月7日工作面暂时停产后,涌水量猛增至 $135\text{ m}^3/\text{h}$;8月10日,水量一直稳定在 $120\sim 135\text{ m}^3/\text{h}$ 。8月11日工作面继续推进,涌水量逐渐减少;至31日,涌水量为 $30\text{ m}^3/\text{h}$;9月1日至15日,工作面内未见出水。16日,在运顺槽1863 m处,后部采空区出水,涌水量为 $5\text{ m}^3/\text{h}$ 。随着回采的推进涌水量逐渐加大,24日4时,涌水量达 $90\text{ m}^3/\text{h}$ 。24日11时35分,回采至1955 m处,涌水量突然加大到 $314\text{ m}^3/\text{h}$,工作面局部被淹,被迫停产。25日,涌水量达到 $540\text{ m}^3/\text{h}$;之后水量开始衰减。10月18日工作面回采结束时,涌水量为 $110\text{ m}^3/\text{h}$ 。之后,涌水量始终保持在 $152\sim 100\text{ m}^3/\text{h}$ 之间。自2001年7月30日突水至2002年6月3日已累计排水 $739\,514\text{ m}^3$ 。突水点附近示意图及突水以来涌水量变化曲线分别见图2和图3。

对于14301突水水源,我们认为既有3煤顶板砂岩水也有 J_3 红层水,甚至还有部分老空水的介

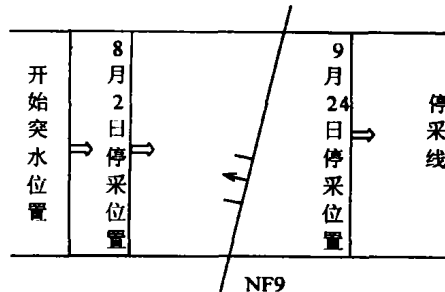


图2 NF9断层与14301突水位置示意图

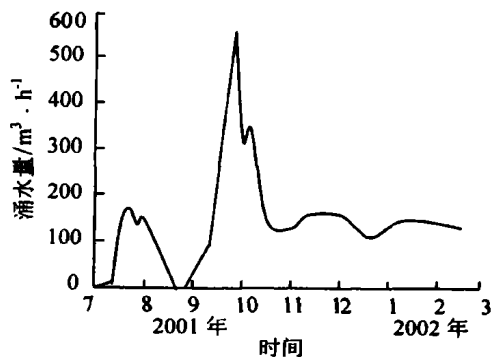


图3 14301工作面涌水量变化曲线

入。

突水初期,工作面附近采空区的老顶尚未冒落,3煤顶板砂岩水通过砂岩老顶和直接顶的裂隙淋入采空区,再由采空区涌出。8月2日,工作面停产,压力相对集中,老顶变形加剧,导致断裂冒落。由于3煤老顶砂岩为坚硬~中硬岩层,层厚、悬顶面积大,一旦老顶冒落后,上方岩层移动极易加剧覆岩中原生裂隙的扩展和断层的活化,当裂隙沟通 J_3 红层时就会造成工作面红层突水。8月11日工作面继续向前推进,在未到达NF9断层前由于推进速度相对比较均匀,顶板不具备集中来压的条件,老顶下沉和断裂、冒落的规模也相对稳定,对老顶上覆岩层移动的影响也比压力集中时相对要小,因而这一阶段涌水量衰减较快,致使工作面推进至1751~1791 m处(此时工作面位置在NF9断层附近),工作面甚至无水;当工作面推进至1863 m时(此时工作面已部分推过NF9断层)。由于断层的影响,涌水量逐渐增大至 $90\text{ m}^3/\text{h}$;当工作面在9月24日推进至1955 m时再度停产,由于压力再次集中,采空区内NF9断层下盘冒落,老顶上方岩层随之下沉、移动,对断层面产生拉伸,导致了NF9断层的活化,从而使上部的红层水导入工作面,并使涌水量达到 $540\text{ m}^3/\text{h}$ 。由于NF9断层倾角陡,活化形成的突水通道比较顺畅,工作面采完后在8个多月时间内涌水量始终保持在 $100\sim 152\text{ m}^3/\text{h}$,迄今仍无衰减。

除此以外,井田内 J_3 红层长观孔水位在14301

工作面突水后,均有不同程度的下降,其中尤以 J_5 —5孔下降最为明显,以后虽有些孔水位有所波动,但总的仍呈下降趋势。14301突水水质为 SO_4-Na 型水,与鲍店矿 J_3 下段(99—1孔)水一致。说明14301突水主要为 J_3 红层水。

3.4 4308和14301工作面突水条件的比较

这两次突水的相同点有:突水点后方都有垂直或斜交工作面走向的断层,在顺槽掘进时都不导水;工作面推进方向都与断层的倾斜方向相反;两次突水都发生在工作面推过向斜轴后;3煤距红层均有较大距离,按类比法裂高预测公式推算4308突水点处冒裂带顶面距红层底界20 m,14301突水点处间距大于40 m;最大涌水量均大于 $500\text{ m}^3/\text{h}$ 。

两次突水的不同点有:4308工作面突水点附近的7条断层均未切穿工作面,而14301工作面的NF9断层切穿了工作面;4308工作面突水历时较短且水量衰减较快,14301工作面突水经历时间长且水量至今仍在 $100\text{ m}^3/\text{h}$ 左右。

两次突水说明:

a 与工作面停采有关,停采时压力集中,促使冒裂带向上发展。

b 突大水与采空区内断层有关,也与向斜轴部岩层裂隙比较发育有关,但断层比裂隙影响大。

c 在采动影响下,冒裂带向上发展促使断层的活化。当断层倾向与工作面推进方向相反时,断层两侧覆岩沿断层面相对滑动时,断层面受力特征为:当工作面刚推到断层时,断层上盘对断层面施加的力为压应力;推进断层后,断层下盘对断层面施加的力为拉应力,断层易于活化,且活化后的导水通道不易堵塞、封闭。

d 同样是断层倾角与工作面推进方向相反,断层的规模(长度、落差、倾角等)影响水量的衰减速度,4308断层数量虽多,但因其未切穿工作面,且以逆断层为主,倾角小、落差不大,断层活化后的导水通道易于堵塞致水量衰减快;而14301工作面虽只有一条断层,但因其切穿整个工作面,且为正断层,倾角和落差均较大,断层活化后形成的导水通道不易堵塞,故水量衰减慢。

此外,本矿NF6断层($N20^\circ W-SN$, $\angle 70^\circ$, $H=0\sim 4.7\text{ m}$)曾穿越14304、14305、14306、14307和14308等多个工作面,这些工作面在断层附近的煤厚和红层与3煤间距均与14301工作面相近;断层走向和工作面推进方向近于垂直,只是工作面推进方向与断层倾向一致,这些工作面过断层后并未发现突水。分析原因是工作面过断层后,覆岩移动作用在断层

面上的力为先拉后压,工作面过断层后有利于上盘覆岩的移动下滑,对断层移动影响小所致。另外,14306工作面过NF8断层($N15^\circ-SW$, $\angle 50^\circ$, $H=0\sim 7.5\text{ m}$)时,工作面推进方向与断层推进方向相反,其他条件与14301工作面相似,甚至在断层处3煤厚度达9 m,但由于断层距切眼约90 m,14306工作面过断层后,采空区内形成的压力拱较低、较小,导水裂隙带内岩层未达到充分采动,断层活化的影响尚未达到红层,也未发生红层突水。

4 结论与建议

根据东滩煤矿3煤工作面过断层后发生红层突水的实践,笔者认为,在工作面上方冒裂带附近有红层含水层分布时,断层的活化影响能否导致红层突水,主要取决于:

a 当工作面推进方向与断层走向一致时,由于采动后断层两盘覆岩移动相对均衡,受采动影响断层的活化高度较小,不易发生红层突水;当工作面推进方向与断层走向垂直或近于垂直时,由于采动后断层两盘覆岩移动不均衡,受采动影响断层的活化高度较大,易于发生红层突水;

b 在断层走向与工作面走向垂直或近于垂直时,当工作面推进方向与断层倾向一致时,工作面推过断层后,覆岩移动作用在断层面的力是先拉后压,不易发生红层突水或突水后涌水通道易于堵塞、封闭,使涌水量衰减;当工作面推进方向与断层倾向相反时,由于断层面上受覆岩移动影响的作用力是先压后拉,易于形成局部导水通道,导致红层突水,且导水通道不易堵塞、封闭,涌水量不致衰减或衰减较慢;

c 断层与工作面位置关系相同时,正断层比逆断层、倾角大的断层比倾角小的断层、切穿整个工作面的断层比未切穿整个工作面的断层、落差大的比落差小的断层对突水影响大;

d 靠近停采线或离切眼远的断层比距切眼近的断层,受采动影响的活化程度大,易发生红层突水。

根据以上规律,建议今后在类似情况下,回采工作面应尽可能平行断层走向布置,当工作面走向与断层走向一致时,工作面应尽可能与断层倾向一致。另外,在采煤工艺上,工作面在回采至断层附近时,须加快推进速度,快速通过断层和减少不必要的停产(尤其在过断层后)有助于控制矿压集中和抑制断层活化程度,避免突水发生或减少突水量,切实消除顶板水对工作面的危害,保证安全生产。

文章编号:1001-1986(2004)04-0036-04

铜川市滑坡侵蚀灾害强度分区研究

郑书彦^{1,2}, 李占斌², 薛小杰^{2,3}

(1. 长安大学, 陕西 西安 710054; 2. 西安理工大学, 陕西 西安 710048;

3. 中煤航测遥感局博士后工作站, 陕西 西安 710054)

摘要:铜川市是滑坡侵蚀灾害严重的地区之一, 本研究调查了铜川市滑坡侵蚀的形成环境, 分析了滑坡侵蚀的基本规律, 用现场调查得到的滑坡侵蚀量作等值线图, 按照等值线将铜川市滑坡侵蚀强度分为剧烈侵蚀区、强烈侵蚀区、中度侵蚀区、轻度侵蚀区、微弱侵蚀区 5 个等级的分区。结果表明, 中等以上侵蚀区面积 58.25 km², 占研究区总面积的 70.6%。研究区内共有滑坡 127 个, 滑坡侵蚀量 11 542.6 万 t, 占重力侵蚀总量的 92.9%。研究表明, 铜川市滑坡侵蚀非常剧烈, 必须尽快建立防灾、减灾的预警系统, 加大治理对人们生命财产有威胁的滑坡侵蚀。

关键词:滑坡; 侵蚀灾害; 强度分区; 铜川市

中图分类号:P642.22 **文献标识码:**A

1 引言

铜川市位于黄土高原南缘, 是以煤炭工业发展起来的工业城市, 是陕西省重要工业生产基地。近年来由于煤炭资源的不断开采及人为活动的影响, 生态环境日益恶化, 加上本区气候多大雨、暴雨, 致使滑坡侵蚀、崩塌侵蚀经常发生, 水土流失日益严重。在本次工作区 82.50 km² 的范围内, 据前人资料和本次现场调查, 共有新老滑坡 127 个, 崩塌 272 处, 滑塌 52 个。为配合铜川市的综合治理规划, 特进行铜川市滑坡侵蚀灾害强度分区研究。

2 铜川市滑坡侵蚀形成环境

2.1 自然地理

铜川市位于陕西省中部, 老区距西安 92 km, 位于东经 109°00' ~ 109°15', 北纬 34°50' ~ 35°10'。铜川

市老区面积约 85 km², 人口约 50 万, 交通发达。老市区位于漆水河峡谷, 两侧斜坡高陡。漆水河与支流王家河呈“Y”字型水系流经市区, 城市依山傍水, 总地势由北西向南东方向递降, 两侧为黄土残塬、梁峁。本区最大高程 1 051 m, 最小高程 680 m, 塬面与河道高差 100 ~ 160 m。区内冲沟发育, 多呈树枝状分布, 干枯的小河流纵横。地貌可划分为 2 个大类型——黄土地貌及河谷地貌。

铜川市气候属北温带半湿润区, 半干旱大陆性季风气候, 夏季炎热多雨, 冬季盛行偏北风, 春秋两季属季风交替季节, 天气冷晴干燥。水热条件的时空变化较大, 多年平均气温 10.6 °C, 极端最高温度 37.7 °C, 极端最低温度 -18.2 °C。年内降水不均匀, 多年平均降水量 588 mm, 最大年降水量 889.3 mm, 最小年降水量 354 mm, 每年的 7、8、9 月为雨季。多年平均湿度 64%, 多年平均蒸发量在 1 400 ~ 1 500 mm。

收稿日期: 2003-12-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(40371075)资助; 陕西省自然科学基金项目(2000D08)资助

作者简介: 郑书彦(1958—), 男, 甘肃宁县人, 长安大学博士后研究人员, 副教授, 硕士生导师, 主要从事水土保持和边坡稳定的教学与科研工作。

Influence of fault activation on water inrush from roof of Coal Bed 3 in Dongtan Mine

FENG En-jie, FU Min-qiang

(Dongtan Mine, Yanzhou Mining Group Company, Zoucheng 273512, China)

Abstract: The distance between Triassic age Coal Bed 3 and Jurassic age red bed is about 60 ~ 220 m in Dongtan Mine, Yanzhou mining area. Generally in mining process no water inrush or less water from roof red bed, but in Nos 4308 and 14301 mining faces occur water inrush and the water yield is relatively large. The analysis results indicated that the mining operation caused the fault to activate and the height of caving zone to increase, connecting the red bed aquifer. At last, schemes are suggested to control water inrush from red bed.

Key words: caving zone; water inrush from red bed; fault activation; Dongtan Mine