

冶坪煤矿3号煤层底板水探查和防治

李厚泽

陕西有色美鑫矿业有限公司 陕西 铜川 727102

摘要: 冶坪煤矿在首采工作面回采中期底板出水,水量逐渐增大,最大峰值 $82\text{m}^3/\text{h}$,且相关水文地质资料不充分。为查明出水来源,消除、降低矿井水害风险,科学指导矿井防治水工作,本文通过对出水规律观测及数据对比分析,研判充水性因素,进行涌水量预测及风险评估。通过取样化验分析,查明矿井首采工作面底板出水为3号煤层底板砂岩承压含水层水,水源主要为延安组承压含水层水,充水方式以构造裂隙或采动裂隙为主,充水强度较小,富水砂岩呈片区状分布,在某一点出现涌水时,补给水源相对丰富,涌水持续时间较长,有可能影响工作面回采,但总体影响程度可控。并根据探查分析结果提出针对性的防治建议、措施,为矿井同一煤层采掘工作提供安全保障,也为类似情况的矿井提供借鉴和参考。

关键词: 防治水;底板水;充水性分析;探放水

引言

煤矿水害严重威胁着安全生产工作,且水害事故多为重大事故,破坏性及经济损失大。掌握矿井各类涌水情况,探明、摸清矿井各类水患威胁,并制定有针对性的防治措施,是确保安全生产的必要手段。本文对3号煤层砂岩含水层涌水进行分析预测,并提出合理化防治水建议。

1 冶坪煤矿水文地质概况

1.1 矿井水文地质概况

冶坪煤矿为新建矿井,水文地质等级为中等,矿井主采煤层为3号煤层和4-2号煤层,均属局部可采煤层,3煤厚度 $0\sim 4\text{m}$,平均厚度 2.05m ,4-2煤厚度 $0\sim 9.90\text{m}$,平均厚度 3.26m ,矿井首采3号煤层。冶坪井田所在的焦坪矿区位于陕北高原南部,黄陇侏罗纪煤田东北部,北邻黄陵矿区,西接旬耀矿区。矿区地貌属山区丘陵地带,山高谷深,沟谷纵横,林木丛生,泄水条件良好。地势以西北部的洪山寺梁最高,高程 $+1845.6\text{m}$,向东南、西南渐次降低,以玉华川、杏树坪沟最低,高程 $+1275\text{m}$,相对高差 500m 。区内以雪梁、双庙梁、山神庙梁为界,东北属洛河水系,西南属泾河水系和石川河水系。井田内无老窑,井田北部与崔家沟煤矿相邻^[1]。

1.2 矿井首采工作面出水概况

矿井首采3号煤层,1301综采工作面是矿井首采工作面。1301首采工作面位于冶坪煤矿一采区西侧第一个工作面,由北向南回采,首采工作面走向长 1308m ,倾向长 180m 。煤层平均厚度 2.1m ,煤层底板标高 $+945\sim +979\text{m}$,工作面煤层埋深约 540m 。

1301工作面自回采开始,未出现明显的大范围顶板

淋水现象,工作面排水系统主要排出工业用水。工作面回采至 392m 时,1301运顺水仓(距推采位置 268m)帮部底板开始涌水,涌水量约 $6\text{m}^3/\text{h}$,涌水清澈透明,无色,呈轻微带压泉水状涌出(水涌出底板约 $3\sim 4\text{cm}$);随推采进度,出水点增多,主要是 780m 、 770m (运顺水仓附近),1#支架(运顺机头)等处底板开始出水,涌水量逐渐增大,工作面运顺侧推采 606m ,距离水仓 54m ,涌水量约 $73.5\text{m}^3/\text{h}$,工作面推采至距离运顺水仓 16m 处时,涌水量达到最大值约 $81.6\text{m}^3/\text{h}$;推采过运顺水仓位置后,工作面超前段巷道位置不再有底板涌水点,涌水主要来自工作面运顺隅角,原有涌水点仍在持续涌水,但涌水量缓慢减小并趋于稳定,之后涌水量稳定在 $55\text{m}^3/\text{h}$ 左右。工作面及两巷顶板未见明显淋水^[2]。

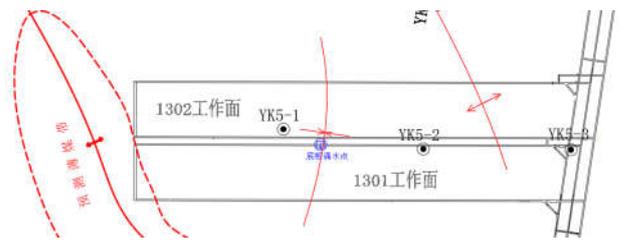


图1 1301工作面位置及构造发育图

将涌水量观测值、推采位置与涌水点距离绘制相关因素曲线图可得,1301工作面涌水点涌水量随着推采位置接近逐渐增大,在回采至涌水点附近时,涌水量达到最大值,约 $81.6\text{m}^3/\text{h}$,推采过涌水点位置后,工作面涌水量缓慢降低,涌水量与推采位置距向斜轴部距离关系明显。

2 矿井3号煤底板水探查与分析

2.1 底板含水层水文地质条件

延安组为本井田含煤地层,厚度 $14.63\sim 96.63\text{m}$,平均

厚度48.16m。岩性由深灰色、灰黑色砂岩、粉砂岩、泥岩及煤层组成，富水性弱。

延安组地层自上而下可以划分为3段（对应沉积学中的旋回），3号煤层位于延安组第二段，4-2号煤层位于延安组第一段，整个延安组地层第二、三段中砂岩厚度占比较大，第一段位于延安组底部，泥岩占比较大。

延安组第二段：由二、三旋回组成，各旋回底部为中~粗粒砂岩，以石英为主，钙质胶结，底部含砾；旋回上部为泥岩与粉砂岩，沉积了3号煤层，厚度0~4.00m，平均厚度2.05m，含夹矸1~2层，煤层较单一，属大部可采的较稳定煤层；第二旋回下部的砂岩为K2标志层，俗称“小街砂岩”，为河床相的灰白色中、粗粒岩屑石英砂岩，下粗上细，分选性及滚圆度均较差，含黄铁矿结核、煤屑、碳化木等，发育交错层理，横向变化大，常有分叉，合并现象。

2.2 采动破坏深度

据钻孔数据统计，冶坪井田4-2煤与3煤间距为2.68~22.95m，而经验公式计算所得的采动底板破坏深度为19.30~20.52m，若3煤底板至4-2煤层间存在富水砂岩，一般情况下均会受采动裂隙扰动，含水层水经底板采动裂隙涌入工作面。

2.3 充水因素分析

2.3.1 1301工作面煤层埋深大于500m，顶板无明显淋水现象，导水裂隙带一般不会直接波及地表，且工作面周边不存在采空区积水，因此可以排除采空区水或地表水作为充水水源直接向工作面充水。

2.3.2 在工作面涌水期间，先后2次采取涌水水样进行了水质分析，并采取了井筒涌水水样1组进行对比，涌水水质分析结果

矿井井筒在洛河组砂岩含水层位置有持续涌水现象，采取井筒涌水分析可得，顶板洛河组砂岩含水层水矿化度仅654.85mg/L，PH值8.16，呈弱碱性，水质类型 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Na} \cdot \text{Ca} \cdot (\text{Mg})$ ，属于浅埋深受大气降水补给较多的含水层水。而在1301工作面先后两次采取涌水水样进行分析，矿化度均高于3500mg/L，水质类型 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl-Na}$ ，其中 SO_4^{2-} 离子含量较其他两种涌水明显偏大，属径流缓慢的深层含水层水。

2.3.3 根据水质分析结果，1301工作面顶板涌水水质类型与井筒涌水、临矿采空区水均不一致，顶板洛河组含水层水与崔家沟采空区水不是工作面直接充水水源。且延安组以下是全区分布的富县组泥岩隔水层，平均厚度7.34m。岩性为紫灰色、灰绿色、黄褐色泥岩，俗称“花斑泥岩”。

2.3.4 根据涌水水质特征以及可以观测到的底板涌水现象分析，1301工作面涌水为底板砂岩承压含水层水。

2.4 矿井3号煤底板含水层威胁评价

冶坪井田以往地勘时期曾进行过煤系地层含水层的抽水试验，井田内YK3-7号钻孔对J2z+J2y地层进行了混合抽水试验，钻孔涌水量0.014L/s，单位涌水量0.00012L/s.m，水位埋深190.12m，渗透系数为0.000066m/d，矿化度0.645g/L，水质为 $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3\text{-Na}$ 型水，直罗-延安组含水层富水性弱。

2.4.1 冶坪井田主要开采侏罗系延安组3号煤，其相邻的下石节、崔家沟、陈家山、玉华井田主要开采下伏4-2煤层，因此3号煤层底板砂岩在邻近井田均为其主采煤层的顶板砂岩，据区域多个钻孔抽水试验，邻近矿井的4-2煤顶板直罗组、延安组砂岩含水层均为弱富水性含水层，在矿井掘进及回采过程中，煤层顶板的延安组砂岩含水层出水形式以巷道或工作面、淋水为主，充水强度较小，部分有小断层切穿煤层顶板的区域可能出现集中涌水现象，如陈家山煤矿以往采掘中出现过5~50m³/h的涌水，持续时间数十天至数年，玉华煤矿柴家沟井42226工作面回采至30~50m处时，揭露走向斜交工作面的小断层，出现集中涌水现象，涌水量10~20m³/h，持续至工作面推采过断层区域。

2.4.2 由此可见，3号煤层底板充水水源主要为延安组承压含水层水，充水方式以构造裂隙或采动裂隙为主，充水强度较小，单个涌水点涌水量约50m³/h左右，富水砂岩呈片区状分布，故在某一点出现涌水时，其补给水源相对丰富，因此涌水持续时间较长。

2.4.3 砂岩含水层出水形式一般以正常持续涌水为主，即随着采掘扰动范围增大，其涌水量逐渐增大并趋于稳定的涌水形式；但也不排除在构造或应力集中点受采掘活动影响，出现涌水量突增的涌水形式。在采前探查清楚底板含水层水头，查明其富水性情况，合理布设工作面临排系统的情况下，底板砂岩含水层涌水对矿井工作面回采威胁程度较小，虽然有可能影响工作面回采，但总体影响程度可控。

3 矿井3号煤地板水防治技术措施

根据前文对矿井水文地质条件分析，本章节主要针对一采区的3号煤层底板砂岩含水层水提出防治水方案及具体措施。

3.1 防治水思路

基于上述工作面水文地质特征，结合矿井采掘进度，底板水防治过程中主要按照“采前疏放、疏排为主、重点防控、监测巡查”思路进行，工作面底板防治

水技术路线为：开展采前底板物探，发现异常进行钻探验证，探查底板含水层水文地质条件；建立有足够排水能力的工作面排系统，做好排水系统维护，对工作面正常涌水以排水系统自然疏排为主；总结以往出水点特征，对采掘区域进行水情预测预报，重点加强构造裂隙发育区域巡视监测，提前布设好排水系统；制定工作面防治水应急预案，做好危机情况下停产撤人工作。

3.2 具体防治水方案

3.2.1 依据工作面构造发育形态及以往涌水点的位置，提前开展物探工作，发现异常及时钻探验证；或者可以采用掘设底板水仓的方式进行底板含水层水疏放。

3.2.2 采前合理分析工作面所面临水害威胁，对顶板水、底板水、采空区水采取相应措施进行分析治理，评价水害威胁治理情况，确保各种水害治理满足相关规定规程要求，水情可控情况下方可开始回采；

3.2.3 优化布设工作面排水系统，重点区域加强排水系统能力，并使其具备一定的应急排水能力；

3.2.4 建立工作面防治水应急预案，当工作面出现水情时启动应急预案，工作面排水系统不能排出全部涌水或工作面出现相应的突水征兆时立即停产撤人。

3.3 主要技术方法手段

3.3.1 涌水疏排：设计并合理布设排水系统，做好维护工作。

3.3.2 井下钻探：对物探异常区采用钻探手段进行底板含水层水的探查；掘进及回采前，按照《细则》要求分析煤柱是否满足采空区积水防治要求，若不满足则需对相邻采空区积水进行探查疏放。

3.3.3 水化学测试：用于工作面涌水水质分析，判别出水水源。

3.4 掘进防治水技术措施

3.4.1 掘进至以往涌水点相邻对应位置或者构造核部位置，提前开展超前物探工程，探查工作面超前段顶板 30° 、水平、底板- 30° 方向的低阻异常区域，判断可能存在的富水异常区域。

3.4.2 掘进超前物探若出现低阻异常区，应当停掘并布设探查钻孔对低阻异常区进行探查，排除异常后方可继续掘进。

3.4.3 掘进前分析邻近采空区积水水位，验算防隔水煤柱宽度是否满足防治水要求，若不能满足要求，则需在掘进中进行采空区积水疏放。

3.4.4 因底板涌水形式以裂隙涌水点为主，单个涌水点涌水量可达到 $50\text{m}^3/\text{h}$ 以上，因此建议按照2倍预测最大涌水量配备排水系统，特别在下山掘进区段应该做好掘

进系统与排水系统协调配合，排水设备紧跟掘进进度调整位置。

3.4.5 做好相关技术人员培训，加强水害防治意识，掌握涌水后的现场处置方案，明确避灾路线，紧急情况下及时撤人。

3.5 回采防治水技术措施

3.5.1 工作面采前开展底板直流电法探查，查明底板砂岩含水层富水异常区域，掌握底板含水层富水规律及富水区段。根据物探工作成果结合构造发育情况，布设钻孔探查验证底板富水异常区富水性。

3.5.2 裂隙发育区域存在相邻采空区积水经底板或顶板裂隙进入本工作面的可能，建议采前分析采空区水位、水质，评价防隔水煤柱安全性，及时对比水质，分析回采工作面充水水源，必要时采取疏放水措施治理采空区水威胁。

3.5.3 监测顶板洛河组含水层水位，井下涌水时及时采取涌水水样，对比含水层水位变化，及时确定井下涌水水源。

3.5.4 建立满足排水需求的工作面临排系统，考虑底板起伏合理布设排水点位置，上山推采时，排水点尽量临近回采位置；利用好底板形态尽量使涌水自流，下山推采时在前方巷道最低点布设集中排水点，做好排水系统维护。

3.5.5 利用好工作面褶皱构造，上山推采过程中，后方采空区有足够的储水空间，有利于较大流量涌水时的水害控制；推采过程中根据巷道底板高差，及时调整排水系统布设，尽量将涌水控制到一侧进行疏排。

3.5.6 工作面两巷均需布设排水系统，标高较低一侧单巷排水系统能力必须达到预测最大涌水量的2倍。

结语

矿井生产过程中随时面临着新发、突发情况，尤其是气体、水、火等威胁着矿井安全生产的因素务必要及时应对、科学研判。收集好基础资料详细分析，并总结归纳出能指导生产的结论，制定有效措施，提前做好面对突发状况的准备，提升矿井防灾减灾能力。

参考文献：

- [1]刘新利.小街砂岩含水层特征对4-2煤层开采的影响[J].陕西煤炭, 2014,14(6): 28-29.
- [2]张万虎.崔家沟煤矿老顶砂岩含水层特征挤兑煤层开采的影响[J].华东科技, 2012,10: 66-69.
- [3]金洪伟,于世雷,等.煤矿水害风险量化评价方法[J].中国安全生产科学技术, 2020,16(4): 107-113.