工程技术与管理·第 04 卷·第 01 期·2020 年 01 月
DOI: https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v4i1.3316

Research on Detecting and Treating of Subsidence Column in 8202 Working Face of Jinjiazhuang Coal Mine at Liulin, Shanxi

Chuanying Wang

Shandong Energy Feicheng Mining Group Co., Ltd, Feicheng, Shangdong, 271608, China

Abstract

Jinjiazhuang Coal Mine is affiliated to Jinjiazhuang Coal Industry Co., Ltd and its administrative division is located in Liulin County, China. The 4 # coal of Shanxi Formation and the 8 # coal and 9 # coal of Taiyuan Formation are mainly mined. 4 # coal has been mined, and now 8 # coal and 9 # coal is mainly mined. The first mining face 8203 working face of the second coal mining area of the next group of coal has been mined. In the 8202 track along the groove A6 point at 55-67m in the direction of the eyelet, 21 #, 22 #, 23 #, 24 # gas drainage hole construction process, the drilling water volume reached 34.2m3 / h, it is speculated that the middle of the working face There is a hidden structure, so it is necessary to study and treat the subsidence column of the 8202 working face.

Keywords

sinking pole; detect; treat; research

山西柳林金家庄煤矿 8202 工作面陷落柱探查治理研究

王传盈

山东能源肥城矿业集团有限责任公司，中国·山东 肥城 271608

摘　要

金家庄煤矿隶属于金家庄煤业有限公司，行政区划位于中国柳林县。主采山西组的 4# 煤和太原组的 8# 煤、9# 煤。4# 煤已回采完毕，现主要回采 8# 煤和 9# 煤，下组煤二采区首采面 8203 工作面已回采完毕，8202 工作面准备回采，在施工 8202 工作面瓦斯抽放孔过程中，在 8202 轨道顺槽 A6 点向切眼方向 55−67m 处施工 21#、22#、23#、24# 瓦斯抽放孔过程中，钻孔水量达到 34.2m3/h，推测工作面中部可能存在隐伏构造，因此对 8202 工作面陷落柱探查治理研究十分必要。

关键词

陷落柱；探查；治理；研究

1 工作面概况

1.1 工作面井上下位置

8202 工作面地面标高为 +919 ~ +968m，地表位于中国贺家社村、薛家岭村的山坡、山梁、沟谷地段，对应地表有一条自南东向北西的常年性河流和柳林至石盘上公路。

8202 工作面外段开采标高 +702.25 ~ +712.65m，面长 160m，推采长度 150m，煤层平均厚度 3.3m，其中 8−1 煤厚 0.70 ~ 1.14m，平均 0.9m，夹矸 1.2 ~ 1.6m，平均 1.4m，8−2 煤厚 0.80 ~ 1.16m，平均 1.0m。推采面积 24000m^2，有效可采储量 6.34 万 t，8 号煤为焦煤，采用综采工艺开采。

1.2 煤层情况

8# 煤层位于太原组的中下部，上距 K3 砂岩 36.97−51.26m，平均 42.32m，距 4 号煤层 55.80−74.10m，平均 65.21m；下距煤 9 平均 11.08m，K1 砂岩 40.7 ~ 43.55 m，平均厚度 41.73m，下距奥灰间距平均 61.65m。

8# 煤层厚度稳定，8−1 号厚 0.70−1.14m，平均 0.90m，8−2 号厚 0.80−1.16m，平均 0.96m，夹矸 1.2−1.6，平均 1.4m。煤层倾角在 3° ~ 7° 之间。

8# 煤层顶板岩性为 L1 石灰岩，局部有一层炭质泥岩伪顶；底板岩性为泥岩和砂质泥岩。

1.3 构造、钻孔不良钻孔情况

该工作面掘进过程中未揭露断层及陷落柱，工作面范围内无地面钻孔。与上覆煤 4 比效，工作面皮顺 P7 点处低洼，造成巷道此处两边高中间低，形成一汇水区。

2 工作面水文地质情况

2.1 工作面顶底板含水层情况

顶板含水层：工作面上覆有三层灰岩含水层，其中直接顶为 L1 灰岩，厚平均约为 3.19m；距 L4 灰岩层间距约为 14.71m，灰岩厚平均约为 13.27m；距 L5 灰岩层间距约为 31.15m，灰岩厚平均约为 8.62m。太灰由 L1 灰岩底至 L5 灰岩顶，厚 25.66 ~ 57.76m，平均 36.21m。根据本矿及其周边石炭系太原组含水层抽（注）水试验资料，单位涌水量 0.000068 ~ 0.00066 L/s·m，渗透系数 0.0001 ~ 0.0003m/d，水质类型以 HCO3·SO4−Na·Ca 和 HCO3·C1−Na 型为主，为弱含水层，局部构造发育地段富水性较强。

底板含水层：底板含水层主要是奥灰含水层，奥灰主要由石灰岩、角砾状灰岩、泥质灰岩及石膏岩、膏溶角砾岩等组成，据钻孔抽水试验资料，奥灰水位标高为 +798.5 ~ 800m，涌水量 0.0007 ~ 4.4588L/s，单位涌水量 9.12×10−6 ~ 0.4046L/s·m，渗透系数 1.2×10−5 ~ 0.4849m/d，水质类型以 SO4 ~ Ca 或 SO4·Cl ~ Na·Ca 型为主，矿化度约 2.35g/L，富水性弱~中等。

2.2 工作面实见水文地质情况

（1）8202 轨道巷：6 月 10 日至 13 日，在 8202 轨道顺槽 A6 点向切眼方向 55−67m 范围内施工瓦斯抽放孔，孔内出现涌水，具体信息如下：

21# 抽放孔，方位 307°，角度 0°，开孔高度 1.8m，夹矸层开孔，其中 0−24m 为矸，24−31.5m 为煤，31.5−54m 为岩，钻进至 54m 出水，早班测得涌水量 34.2m³/h，中班 21 点测得涌水量 18m³/h，无压力。

22# 抽放孔，方位 307°，角度 −1°，开孔高度 1.8m，夹矸层开孔，其中 0−27m 为矸，27−37.5m 为煤，37.5−61.5m 为岩，钻进至 48m 出水，测得涌水量 30m³/h，无压力。

23# 抽放孔，方位 307°，角度 −1°，开孔高度 1.8m，夹矸层开孔，其中 0−24m 为矸，24−33m 为煤，33−52.5m 为岩，钻进至 44.5m 出水，测得涌水量 30m³/h，无压力。

24# 抽放孔，方位 307°，角度 −2°，开孔高度 1.7m，夹矸层开孔，其中 0−6m 为矸，6−63m 为煤出水，测得涌水量 30m³/h，无压力。

表 1 8202 轨道顺槽抽放孔涌水量统计表

孔号	倾角(°)	孔深（m）	水量（m³/h）	孔号	倾角（°）	孔深（m）	水量（m³/h）
21#	0	54	18	22#	-1	61.5	30
23#	-1	52.5	30	24#	-2	63	30

2019.7.7 零班 6 点于 8202 轨道顺槽 205m 处向 8202 工作面施工 1# 底板验证孔，开孔距底板 1.2m，方位 307°，角度 −14°，钻进斜长 51m 出现涌水（平局 49.5m），垂深 12.1m，水压 0.3MPa(漏水），水量 20m3/h。

初步分析该水应为底板奥灰水由导水构造补给。

（2）8202 皮带顺槽

巷道掘进至低洼点处时，顶板有淋水出现，最大淋水量约 5m3/h，随巷道掘进淋水量变小，现已无水。在此处施工的 6 个顶板太灰疏放水孔，单孔最大水量 6m3/h，总水量 12m3/h，现已衰减至 5m3/h。

（3）8201 轨道顺槽

2019 年 6 月 18 日至 21 日，在 8201 轨道顺槽左帮施工 1# 探水孔，方位 25°，角度 +3°，孔深 43.5m，钻进至 39m 出水，最大涌水量为 54m³/h，压力 0.78MPa，19 日早班涌水量为 44m³/h，压力 0.8MPa，24 日中班涌水量为 4m³/h，压力 0MPa；2# 探水孔，方位 37°，角度 +1°，钻进至 34.5m 出水水量不大，继续钻进至 40.5m 水量加大，测得涌水量为 75m³/h，压力 0.9MPa，后测正常涌水量为 63m3/h。

初步分析该水应为底板奥灰水由导水构造补给 [1]。

表 2 8201 轨道顺槽探水孔涌水量统计表

孔号	倾角(°)	孔深（m）	水量（m³/h）	孔号	倾角（°）	孔深（m）	水量（m³/h）
1#	3	43.5	4	2#	1	34.5	63

3 物探探查情况

本次探测采用矿用本安型 YBD−11 型网络并行电法仪进行探测，在巷道底板依次布置电极和测线，工作方式采用 AM 法，巷道内布设 2 站，电极间距 8.5m。8202 工作面网络并行电法探测结果图，如图 1 所示。

工程技术与管理 · 第 04 卷 · 第 01 期 · 2020 年 01 月
DOI: https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v4i1.3316

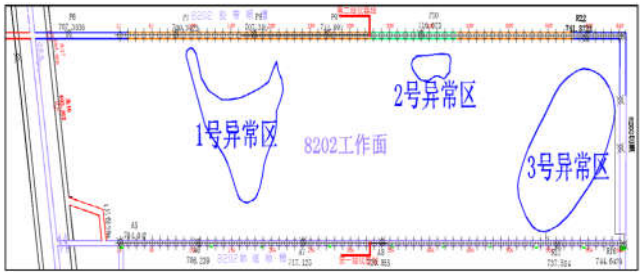

图 1 8202 工作面网络并行探测底板异常区示意图

4 钻探探查情况

4.1 物探及实见水文资料综合分析

（1）工作面底板水：工作面底板水害异常区应为网络并行探测的 1# 底板异常区，此处钻孔见水可能为底板奥灰水顺导水构造补给，应探查治理的重点。治理方法为钻探 + 注浆加固 [2]。

（2）工作面顶板水：工作面顶板淋水主要集中在 1# 异常区下方皮带顺槽 P7 点低洼处附近，淋水的水源分析可能有二：一是顶板太灰水在此处汇集，为较集中渗水点 ；二是顶板太灰水受导水构造影响，底板奥灰水可能对太灰水进行补给。治理方法：疏放 + 观测，若长期疏放顶板淋水量变化不大，说明有较稳定的补给水源，应对可能的补给通道进行注浆封堵。

（3）钻孔施工：共施工顶板孔 10 个，底板孔 16 个，合计钻孔 26 个。通过施工钻孔，基本查明陷落柱的范围，查明了顶、底板含水层的富水性。

4.2 钻探探查分析

（1）顶板含水层富水性分析

工作面外段施工顶板探查孔 10 个，4 个钻孔有水，主要集中在工作面低洼处，单孔木水量 0.5 ~ 8m^3/h。通过较长时间的放水，工作面低洼处顶板放水孔水量衰减不明显，说明有一定的补给水源。

8202 外面底板孔 D10−D13、1# 孔及 21−24# 瓦斯抽放孔注浆过程中，发现 8202 皮顺顶板淋水变小，特别是第一阶段最后注浆孔 D13 方向钻孔注浆结束后，8202 皮顺顶板淋水及帮部渗水已无，说明底板注浆加固封堵了底板对煤 8 顶板灰岩（L1) 的补给通道。

（2）隐伏疑似陷落柱分析

根据物探及钻探资料分析，D10 及 D12 方向三个角度钻孔揭露地层层位及钻孔见水量基本正常，特别是煤 9 标志层层位。而 D11、D13、21−24#、1# 孔 11 个钻孔揭露地层层位及钻孔见水量异常，结合各孔注浆量，分析此处存在一隐伏导水陷落柱，也正是由于该构造的影响，造成 21−24# 瓦斯抽放孔见水 30m^3/h；1# 孔底板下垂深 12m 处见水 30m^3/h；D11−1 孔顺煤层施工煤层缺失，见水 5m^3/h；D11−2、D11−3 孔见煤 9 层位、长度异常，正常隔水层层位见水 15m^3/h、25m^3/h；钻孔揭露该地段岩石完整性差，裂隙较发育，钻孔进浆量大，上述 11 孔共注水泥 942.75t。据钻孔及瓦斯抽放孔资料，圈定陷落柱 8 号煤范围（见水位置），长轴为西北 − 东南方向，长度约 35m，短轴为东北 − 西南方向，长度约 20m。9 号煤陷落柱范围位于 D10 及 D12 孔之间，具体位置还需进一步探查。

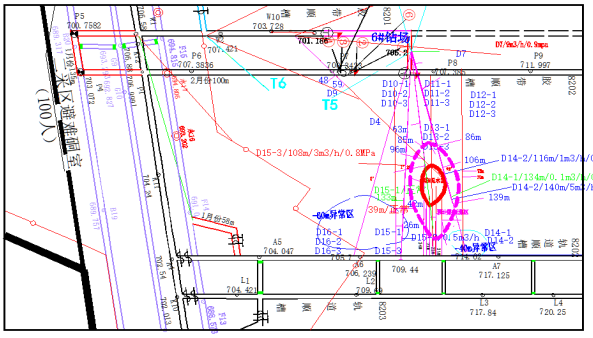

图 2 陷落柱范围示意图

（3）水层含水层富水性分析

通过施工的底板孔分析，正常区域奥灰顶部富水性较差，岩芯较完整，D9、D12−3 孔揭露奥灰顶部均未见水，层间距分别为 61.65m、66.82m。

5 钻孔注浆情况

利用已施工的钻孔对陷落柱进行注浆加固，共注浆钻孔 20 个，注水泥 974.65t。钻孔注浆量情况如下：

孔号	方位（°）	倾角（°）	终孔深度 (m)	钻孔水量 (m^3/h)				终孔参数
				见水深度 (m)	水量（m^3/h）	水压 MPa	水泥 (t)	孔压 MPa
1#	307	-14	51	49	20	0.3	0.15	3.0
21#	307	0	54	54	34.2	0	0.15	3.0
22#	307	−1	61.5	48	30	0	212	3.0
23#	307	−1	52.5	44.5	30	0	0.15	3.0

24#	307	−2	63	6	30	0	266.2	3.0
D10−1	307	−2.5	115.0	59.0	0.5	0	2.0	3.0
D10−2	307	−26	166.0	132.0	0.3	0	5.0	3.0
D10−3	307	−38	112.0	79.5	1.0	0	4.0	3.0
D11−1	307	−2.5	134.0	43.0	1.0	0.9	5.5	3.0
				45.0	2.0			
				80.0	5.0			
				扫孔 35	2.0			
D11-2	307	-27	160.0	49.0	6.0	0.9	190.5	3.0
				91.0	16.0			
D11−3	307	−42	111.0	51.0	15.0	0.9	47.1	3.0
				89.0	25.0			
D12−1	307	−2.5	126.0		0	0	0.4	3.0
D12−2	307	−25	185.0	113.0	0.1	0	0.5	3.0
D12−3	307	−39	127.5	46.0	1.0	0.9	5.5	3.0
				50.0	3.0			
				69.0	5.0			
				124.5	6.0			
D4	83	−20	193.5		0		8.5	3.0
D7	45	−30	180.5	105	4	0.9	6	3.7
				145	8			
				180.5	9			
D9	48	−30	159.0	122.0	2.0	0.77		
D13−1	120	−5	160.0	120.0	2.0	0.5	8.5	3.0
D13-2	120	-14	161.0	111.5	2.0	0.9	153.0	3.0
				130.0	10.0			
				154.0	20.0			
D13-3	120	-28	150.0	51.0	2.0	0.9	59.5	3.0
				135.0	20.0			
				146.0	40.0			
合计			2522.5				974.65	

6 物探验证

2019 年 10 月，在 8202 工作面外段进行网络并行电法勘探，分析经过注浆后，低阻异常区已得到改造，底板隔水层得到注浆加固 [3]。

7 治理效果评价

通过物探、钻探等综合探查方法，查明了外段工作面水文地质条件，查清了顶底板含水层富水性，各含水层之间水力联系及补给方式，基本圈定了疑似陷落柱在煤 8、煤 9 层位分布范围，对陷落柱进行了注浆加固，对补给通道进行了注浆封堵，该区的水文地质条件得到明显改善。

施工顶板探查孔 14 个，钻孔水量 0 ~ 20.0m^3/h。通过 T3、T4 孔注浆 (118t) 封堵及工作面顶板孔的疏放，工作面皮顺顶板淋水逐渐消失，顶板疏放水量明显减少，太灰水的富水条件明显减弱，随着顶板孔持续疏放，涌水量会越来越小，预计对工作面回采不会造成大的影响。

施工底板钻孔 27 个，钻孔水量 0.1 ~ 40m^3/h，最大水压 0.9MPa，最高水位 +801.5m，共注水泥合计 1070.15t，注浆前后底板由低阻区转变为高阻区，注浆后通过物探及钻探资料验证，注改后该区水文地质条件得到明显改善，注浆改造质量符合煤矿防治水规定要求。

8 结论

通过物探、钻探对工作面进行探查及治理，水文地质条件基本查清，治理效果达到规定要求，工作面回采符合《煤矿防治水细则》要求。

参考文献

[1] 李向银 . 隐伏导水陷落柱探测与注浆加固技术 -- 煤矿现代化 ,2019.06.

[2] 尹尚先 , 连会青 , 刘德民 , 尹慧超 . 华北型煤田岩溶陷落柱研究 70 年 : 成因 机理 防治 -- 煤田科学技术 ,2019,11.

[3] 周鹏 , 郭瑞 , 兰天龙 . 带压开采掘进巷道隐伏陷落柱探查与治理 -- 建井技术 ,2019.02.