

Study on the Amount of Coal Floor Grouting and Water Enrichment in II 1042 Working Face at Taoyuan Colliery

Wenwu Tang, Laibin Wang, Yu Feng

School of Earth and Environment, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui
Email: 1045942375@qq.com

Received: Jun. 11th, 2020; accepted: Jun. 26th, 2020; published: Jul. 3rd, 2020

Abstract

Taoyuan coal mine II 4 main water filling mining aquifer for Permian extracting seam roof and floor sandstone fissure aquifer, based on the coal floor grouting group of borehole data, studies the law of coal floor grouting volume and water content. The results show that the grouting II 4 mining area is the main reason of the large amount of ash karst gap, fracture, the hydraulic connection unimpeded, grouting quantity more than large area and the leakage points, a large quantity of leakage area.

Keywords

Taoyuan Coal Mine, Coal Floor, Grouting, Water Content

桃园煤矿II 1042工作面煤层底板注浆量与富水性研究

唐文武, 王来斌, 冯宇

安徽理工大学, 地球与环境学院, 安徽淮南
Email: 1045942375@qq.com

收稿日期: 2020年6月11日; 录用日期: 2020年6月26日; 发布日期: 2020年7月3日

摘要

桃园煤矿II 4采区主要充水含水层为二叠系主采煤层顶、底板砂岩裂隙含水层, 以煤层底板注浆组钻孔数据为基础, 研究煤层底板注浆量与富水性的规律。结果表明: II 4采区注浆量大的主要原因是灰岩溶隙、

裂隙发育,水力联系畅通,注浆量大的区域与漏失点多、漏失量大的区域一致。

关键词

桃园煤矿,煤层底板,注浆量,富水性

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着浅部煤炭资源的逐渐枯竭,国内许多矿井相继转入深部和下组煤的开采[1]。从突水灾害方面来说,深部煤炭开采面临着较为复杂的水文地质条件,突水机理也比浅部复杂,水害问题直接威胁着人民的生命安全和矿井的正常发展[2] [3] [4] [5] [6]。近年来,有学者利用分形理论的富水性指数法来对含水层富水性进行评价[7],该方法在水文地质勘察程度较低的情况下对所研究的含水层进行了合理准确的评价;与此同时,也有学者利用 LBA-BP 的矿井瞬变电磁法对岩层富水性进行定量预测研究,该方法提高了矿井瞬变电磁法的解释精度[8];为了进一步确定影响含水层富水性主控因素基础上,武强等人运用线性或非线性信息融合方法,提出了基于 GIS 的多元信息融合的“富水性指数法”,该方法在矿井含水层富水性评价中得到广泛运用[9];通过对突水工作面含水层注浆过程中钻孔涌水量、注浆量及钻孔串浆情况的研究和分析,得出富水性相对强的区域涌水量大注浆量也大的规律[10];本文以桃源煤矿 II 1042 工作面为例,通过钻孔注浆量来研究含水层的富水性之间的关系。

2. 研究区概况

II 1042 工作面右翼位于 II 4 采区一阶段,上区段为 1066 采空区,左至 II 4 采区回风上山,右至 F2-1 (H = 10~12 m)断层,开采标高-487.9~-624.2 m,走向长 800 m,倾斜宽 182 m,跨上山走向长壁式开采,左翼巷道正在准备。

3. 工作面地质构造概况

该工作面 10 煤层属二叠系山西组,煤层厚为 2.5~6.8 m,平均 3.6 m,局部含有一层夹矸,厚 0~0.4 m,平均 0.2 m;煤层倾角 15°~43°,平均 36°。该工作面整体为一倾向东的单斜构造,工作面内褶皱发育,煤层走向及倾向上有一定的波状起伏。工作面发育 23 条断层,3 条逆断层,其余断层为正断层,且均为斜交断层,F3、F17、F18、F24-11、F24-16、F24-17 六条断层落差 ≥ 2 m,其中 F24-10、F24-11、F24-16、F24-17 为 1066 轨道巷及机巷揭露。

4. 工作面水文地质概况

根据井下放水孔、地面补勘钻孔及 II 4 采区地面定向钻孔资料,10 煤层底板至一灰法距 42~57 m,煤层直接底以下 0~10 m 为泥岩和粉细砂岩,10~20 m 为泥岩,20~40 m 为粉砂岩和细砂岩,40 m 到一灰顶板为一层海相泥岩。泥岩和粉砂岩多为块状发育,结构较为完整,隔水性性能较好;一灰层厚 2.6~2.8 m,一灰至二灰间距 4.4~5.3 m,二灰层厚 3.7~4.8 m,二灰至三灰间距 1.4~3.7 m,三灰层厚 10.3~13.1 m,三灰至四灰间距 2.7 m,四灰平均层厚 12.7 m。II 4 采区开展了一~四灰放水试验,区域内太灰上段一灰、

二灰富水性弱；三灰、四灰灰岩岩溶发育，含水丰富。区域内无明显的奥灰垂向补给通道。放水试验求得区域内的太灰导水系数 $T = 58.1 \sim 72.1 \text{ m}^2/\text{d}$ ，平均 $68.6 \text{ m}^2/\text{d}$ ；渗透系数 $K = 2.07 \sim 2.73 \text{ m/d}$ ，平均 2.45 m/d 。由于断裂构造等因素的影响，采区内的不同块段水文地质参数呈现非均一性，总体为中等至强透水岩层，导水性较好。灰岩水压较大，水量丰沛，易通过导水断层、采动裂隙涌入采掘空间形成水害，威胁安全生产，是 II 1042 工作面外段水害防治的主要对象。

5. 注浆工程分析

1) 钻井液漏失情况

在钻进过程中遇到钻井液大漏或者消耗较大的区段，即提钻注浆，钻孔三开施工过程中发生 119 次钻井液漏失，其中 65 次漏失量大于 $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ，13 次漏失量 $30 \sim 50 \text{ m}^3/\text{h}$ ，13 次漏失量 $10 \sim 30 \text{ m}^3/\text{h}$ ，28 次漏失量小于 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ，全漏点如表 1 所示。

综合区域分析，冲洗液漏失次数和漏失量从南向北、由深向浅逐渐增大，且漏失点多分布在断层附近及地层倾角有变化的区域，与地层发育规律相吻合，即靠近 F2 ($H \geq 420 \text{ m}$) 断层附近地层完整性较差；南部地层倾角相对较小(平均 30°)，北部地层倾角较大(平均 38°)，地层起伏变化较大处，溶隙、裂隙发育，漏失点较多。

Table 1. The total leakage position statistics of each hole group

表 1. 各孔组全漏位置统计表

孔组名称	钻孔编号	全漏位置			注水泥(t)	粉煤灰(t)	水泥 + 粉煤灰(t)	终压(Mpa)
		X	Y	深度(m)				
2-5#		3715087.63	39502975.14	1167				
		3715085.44	39502988.87	1175	2187	0	2187	12
2#	2-1#	3715152.47	39502973.44	1175	2114	124	2238	10
	2#	3715152.04	39502544.78	620	890	0	890	6
	2-2#	3715259.03	39502919.56	1117	3090	0	3090	
3-1#新		3715436.68	39502778.29	1006	1648	474	2122	7.5
		3715501.79	39502729.29	894	252	0	252	7
	3-1#	3715413.35	39502806.50	1052	674	0	674	5.5
3#	3#	3715455.29	39502806.22	1010	1856	0	1856	
		3715499.32	39502865.07	1041	460	0	460	7.5
3-3-1#		3715500.92	39502862.69	1040	790	0	790	2
		3715544.66	39502796.13	930	1113	0	1113	8
		3715547.83	39502791.44	905	51	18	69	5
3-4#		3715535.99	39502908.58	1026	219	0	219	8.5
		3715599.31	39502796.60	913	377	0	377	8
5-1-1#	5#	3715855.43	39502688.67	776	1342	43	1385	4.5
		3715882.69	39502666.38	746	1639	282	1921	4.5
	5#	3715885.45	39502696.54	760	403	0	403	
	6#	3716257.11	39502597.73	656				
6-2#	6#	3716265.88	39502587.61	659	459	0	459	5.5
		3716316.86	39502612.11	694	720	158	878	6.5

2) 注浆情况

II 4 采区 10 煤层底板灰岩水地面定向钻区域治理工程共施工 9 个孔组，完成主孔 9 个、分支孔 71 个，累计完成钻探工程量 45,824.82 m，其中顺三灰层段 35,034.45 m，平均跟层率 87.2%；累计注水泥 251,913 t、粉煤灰 13,928 t，合计 265,841 t。各孔组最大注浆情况如表 2 所示。通过注浆最大程度上充填了三灰含水层裂隙，有效的改造了三灰含水层；注浆量大的区域与漏失点多、漏失量大的区域一致，工作面南翼注浆量明显小于北翼。

Table 2. Grouting situation of each hole group

表 2. 各孔组注浆情况表

孔组名称	钻孔编号	观测井深	漏失量	注水泥	粉煤灰	水泥+粉煤灰	终压
		m	m ³ /h	t	t	t	Mpa
1#	1-1#	1017.00	40.00	2859	24	2883	12
检 1#	检 1#	613.00	30.00	4177	43	4220	11.5
2#	2#	768.00	35.00	5920	542	6462	10
3#	3#	995.00	60.00	2719	564	3283	8
4#	4#	721.00	45.00	7054	1902	8956	10
5#	5-2#	986.92	20.00	14,475	392	14,867	6
6#	6-4#	981.00	60.00	10,640	0	10,640	10
7#	7#	1035.00	15.00	2811	1007	3818	11
8#	8-2-1#	1006.00	50.00	627	38	665	11

工作面外段孔组施工过程中，除 5#孔组因灰岩岩溶溶隙极其发育，进浆量大且不起压，终孔压力调整为 6 MPa 外，剩余孔组终孔压力均不小于 8 MPa。对 5#孔组覆盖范围补充施工了检查孔组，进行强化、验证，检查孔终孔压力均大于 10 MPa，满足设计要求。地面定向钻孔注浆情况如表 3 所示。

Table 3. Analysis table of grouting situation of ground directional drilling

表 3. 地面定向钻孔注浆情况分析表

钻孔编号	注浆总量	注浆终压	单位注浆量(t/m)			最大单位吸水率
	(t)	(MPa)	最小值	最大值	平均值	(L/min·m·m)
1#孔组	14,594	11~12	0.21	8.5	2.68	7.30E-03
2#孔组	20,042	10~12	0.66	14.3	4.98	1.73E-03
3#孔组	15,597	5.6~10	0.4	8.32	2.49	1.55E-03
4#孔组	38,036	6.5~11.5	0.38	67.9	9.11	5.84E-03
5#孔组	65,989	4~12	0.17	47.08	15.14	5.73E-03
6#孔组	66,680	4.5~11	0.46	77.26	16.52	9.47E-03
7#孔组	22,875	10.5~12	0.89	13.02	6.2	9.61E-03
8#孔组	2115	10.5~12	0.09	0.74	0.63	2.28E-04
检 1#孔组	21,313	12	0.87	11.69	3.88	6.23E-03
合计	266,741		0.09	77.26	6.6	9.61E-03

各孔注浆结束后,进行了压水试验,求得单位吸水率为 $9.81\text{E}-05\sim 1.04\text{E}-03\text{ L}/\text{min}\cdot\text{m}\cdot\text{m}$,远小于设计不大于 $0.01\text{ L}/\text{min}\cdot\text{m}\cdot\text{m}$,符合设计要求。

6. 富水性分析

II 4 采区注浆量总体呈北部高、南部低的规律,4#、5#、6#孔组单位面积注浆量明显大于2#、3#孔组,单位注浆统计见表4。与相邻的II 2 采区相比较,II 4 采区单位面积注浆量 $0.287\text{ t}/\text{m}^2$,远大于II 2 采区的 $0.143\text{ t}/\text{m}^2$,推算II 4 采区的岩溶裂隙率为3.0%,而II 2 采区仅为0.6%。因此,灰岩溶隙、裂隙发育,水力联系畅通,是II 4 采区注浆量大的主要原因。

Table 4. Statistic Table of Drilling Unit Grouting Volume

表4. 钻孔单位注浆量统计表

孔组编号	注浆量	治理面积	单位面积注浆量	岩溶裂隙率
	t	m^2	t/m^2	
1#	14,594	230,322	0.062	0.64%
2#	20,042	150,394	0.133	1.39%
3#	15,597	199,692	0.078	0.82%
4#	38,036	131,014	0.290	3.03%
5#	65,989	109,283	0.604	6.30%
6#	66,680	125,632	0.531	5.54%
7#	22,875	137,233	0.167	1.74%
8#	2115	134,483	0.015	0.16%
检1#	21,313	230,021	0.00	0.00%
II 4 采区	245,428	927,421	0.287	2.76%
II 2 左翼	42,483	298,000	0.143	0.58%
II 2 右翼	74,211	514,000	0.144	0.6%

7. 结论

- 1) 研究区冲洗液漏失次数和漏失量从南向北、由深向浅逐渐增大,且漏失点多分布在断层附近及地层倾角有变化的区域,与地层发育规律相吻合;
- 2) 灰岩溶隙、裂隙发育,水力联系畅通,是II 4 采区注浆量大的主要原因。

参考文献

- [1] 武善元,刘磊,等. 黄河北煤田定向钻进精准注浆防治水技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2019, 47(9): 34-40.
- [2] 马凯,尹立明,陈军涛,等. 深部开采底板隔水关键层受局部高承压水作用破坏理论分析[J]. 岩土力学, 2018, 39(9): 1-10.
- [3] 陈星明,曹树凯. 石炭—二叠系煤层底板高承压岩溶水防治技术[J]. 煤炭科学技术, 2018, 46(3): 182-187.
- [4] 郭惟嘉,张士川,孙文斌,等. 深部开采底板突水灾变模式及试验应用[J]. 煤炭学报, 2018, 43(1): 219-227.
- [5] 尹立明,郭惟嘉,路畅. 深井底板突水模式及其突变特征分析[J]. 采矿与安全工程学报, 2017, 34(3): 459-463.
- [6] 白继文,李术才,刘人太,等. 深部岩体断层滞后突水多场信息监测预警研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2015, 34(11): 2327-2335.
- [7] 薛建坤. 基于分形理论的富水性指数法在含水层富水性评价中的应用[J]. 煤矿安全, 2020, 51(2): 197-201.

-
- [8] 程久龙, 赵家宏, 董毅, 等. 基于 LBA-BP 的矿井瞬变电磁法岩层富水性的定量预测研究[J]. 煤炭学报, 2020, 45(1): 330-337.
- [9] 武强, 樊振丽, 刘守强, 张耀文, 孙文洁. 基于 GIS 的信息融合型含水层富水性评价方法——富水性指数法[J]. 煤炭学报, 2011, 36(7): 1124-1128.
- [10] 王力, 高平涛. 孟津煤矿奥灰含水层岩溶水赋存特征及应用[J]. 煤炭科技, 2018, 1(1): 85-87.