

软弱覆岩下的煤层水害防治技术研究与应用

Research and Application of Coal Seam Water Disaster Prevention and Control Technology under Weak Overburden Rock

董苏苏

Susu Dong

新矿内蒙古能源有限责任公司 中国·内蒙古 鄂尔多斯 016299

New Mine Inner Mongolia Energy Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 016299, China

摘要: 近年来在生产实践中发现,砂岩弱胶结,在水动力作用下具有流沙属性,采掘工作面容易引发水-沙混合型突水事故,严重威胁矿井安全生产;泥岩遇水泥化、膨胀,造成巷道大变形,支护成本高、维护费用高;回采工作面因受底板泥化影响,推进速度慢,生产效率低。内蒙古上海庙矿区侏罗系煤田因形成时间短,具有显著的软岩效应:干燥状态下泥岩抗变形能力甚至好于砂岩层,但只要与水接触则会迅速泥化,抗变形能力大大降低,这种地层条件下“有砂岩就有水,有水必出沙”。可以说,软岩下的水害才是真正制约上海庙矿区安全、高效生产的真正瓶颈。

Abstract: Over the years, we have found in the production practice that the sandstone is weakly cemented and has the quicksand property under the hydrodynamic action. The mining face is prone to cause water-sand mixed water inrush accidents, which seriously threatens the safety of the mine production; Mudstone is cemented and expanded, resulting in large deformation of roadway, high support cost and high maintenance cost; Due to the influence of floor sliming, the mining face is slow in advance and low in production efficiency. The Jurassic coalfield in Shanghaimiao mining area, Inner Mongolia, has a significant soft rock effect due to its short formation time: the anti-deformation ability of mudstone in dry state is even better than that of sandstone layer, but as long as it is in contact with water, it will be rapidly argillated, and the anti-deformation ability will be greatly reduced. Under this stratum condition, “there is water in sandstone, and there is water in sand”. It can be said that the water hazard under the soft rock is the real bottleneck that restricts the safe and efficient production of Shanghaimiao Mining Area.

关键词: 软岩; 突水溃沙; 采前预疏干

Keywords: soft rock; water bursting and sand breaking; pre-draining before mining

DOI: 10.12346/se.v4i4.7359

1 引言

新上海一号煤矿隶属于新矿内蒙古能源有限责任公司。煤矿设计生产能力 400 万吨/年,服务年限 62.5 年。井田面积 26.6 平方公里,有 10 个可采煤层,地质储量 5.19 亿吨,可采储量 3.37 亿吨。井田内地层主要有:三叠系延长组(T3y);侏罗系延安组(J2y)、侏罗系直罗组(J2z);白垩系志丹群(K1zd);古近系(E)及第四系(Q)。其中含煤地层为侏罗系延安组,上伏地层为白垩系、古近系及第四系;三叠系延长群为侏罗系含煤岩系的基底。

2 11501S 工作面概况

2.1 工作面基本概况

如图 1 所示,11501S 工作面长 2451m,宽 202m(平距),工作面运输顺槽靠近 15 露头防水保护煤柱线。11501S 工作面顶板含水层主要为煤层上方 140~180m 范围延安组含水层、直罗组含水层及白垩系含水层,由于覆岩岩层的弱胶结性,导致顶板水涌突时易携带泥砂,形成较为严重的灾害。基于上述存在的问题,有必要开展 11501S 工作面的采前水害治理工作。

【作者简介】董苏苏(1989-),男,本科,工程师,从事煤矿地测防治水研究。

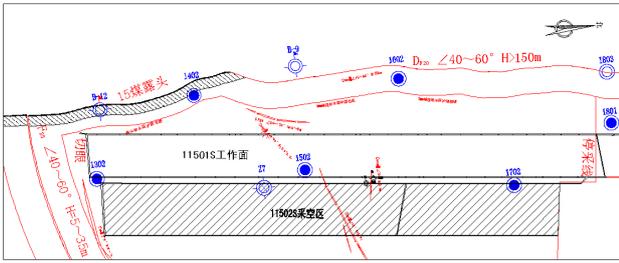


图 1 11501S 工作面平面位置

2.2 工作面水文地质情况

11501S 工作面 15 煤顶底板含水层主要包括白垩系、直罗组、延安组砂岩含水层。15 煤开采顶板水害的主要充水含水层为 8 煤底板板至 15 煤顶板含水层、直罗组含水层、白垩系含水层。

① 8 煤底板至 15 煤顶板含水层：该含水层富水性弱，除 1502、1702、Z7 钻孔外，其余 7 个钻孔 8 煤均被直罗组地层剥蚀。

② 直罗组含水层：该含水层富水性弱到中等，15 煤顶板上距该含水层 3.41~107.83m，工作面回采过程中主要受该含水层影响。

③ 白垩系含水层：该含水层富水性弱，15 煤顶板上距该含水层 93.2~220.08m，工作面回采过程不受该含水层影响^[1]。

2.3 工作面富水异常区情况

根据 15 煤顶底板突涌水威胁危险性“双图法”评价成果图及 11501S 工作面施工情况分析：工作面切眼及停采线附近存在局部富水区。

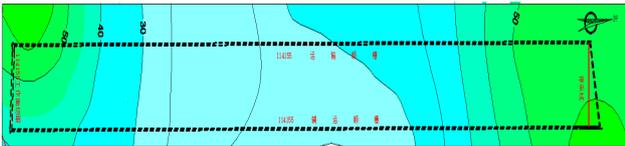


图 2 11501S 工作面富水性预测图

2.4 工作面水害情况分析

① 由于地质钻孔及水文地质钻孔间距较大，砂岩含水层含水性存在不确定性，极易发生小规模突水情况，存在探查盲区。

② 直罗组含水层底界与延安组地层之间呈角度不整合接触，围岩成岩作用差，单轴抗拉、抗压、抗剪能力弱，遇水易失去强度，弱胶结砂岩孔隙率高，5%~20% 不等，原生孔隙富水，当导水裂隙带波及砂岩含水层时引发突水溃沙^[2]。

3 钻探施工设计

3.1 15 煤顶板导水裂隙带高度计算

15 煤顶板覆岩以粉砂岩、粗砂岩、泥岩、中细粒砂岩为主，岩石抗压强度为 6.7~21.2MPa，为软弱岩层。按照国家煤矿安监局下发的《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱

与压煤开采规范》附录四要求，本区导水裂隙带最大高度按下式计算：

$$H_h = \frac{100 \sum M}{3.1 \sum M + 5.0} \pm 4.0$$

式中： H_h ——导水裂隙带发育高度；

$\sum M$ ——累计采厚。

注：此处式中选用 +4.0，公式来源：《三下开采规程》附表 4-2，2017 版。

工作面煤层最大煤厚 3.9m（据 1502 孔数据），最小煤厚 3.00m（据 1801 孔数据）平均厚度 3.45m，导水裂隙带平均发育高度为 25.98m；综采支架最大采高按照 4.2m 计算，本工作面导水裂隙带最大高度为 27.3m。

3.2 钻孔设计

3.2.1 钻孔孔径及结构

根据历年工作面顶板疏放水钻孔实际施工情况，钻孔内水压小于 1MPa，因此设计套管长度 6m。

开孔孔径为 $\Phi 75\text{mm}$ ，钻进 6.5m 后使用 $\Phi 108\text{mm}$ 钻头扩孔，安装 $\Phi 89 \times 6000\text{mm}$ 孔口管，注浆固管后用 $\Phi 75\text{mm}$ 孔径钻进至终孔。

3.2.2 疏放水孔设计

工作面疏放水钻孔设计：

① 钻孔布置原则：空间立体交叉，全范围覆盖，富水区加密。

② 布孔方式：从两顺槽开口开始，边掘进边施工，组间距 100m，采用双向双（单）层扇形布孔、上下顺槽交替布置。

③ 钻孔参数：

第一，表 1 为 11501S 运输顺槽 S1~S22 组钻孔参数。

表 1 11501S 运输顺槽 S1~S22 组钻孔参数

位置	组号	方位角 /°	倾角 /°	设计孔深 /m	平距 /m	与煤层顶板垂直距离 /m	地层倾角 /°
11501S 运输顺槽工作面侧	Si-1	51	29	120	107.85	52.60	-3
	Si-2	66	33	110	95.26	55	-3
	Si-3	96	30	130	117.82	54.94	-5
	Si-4	126	33	110	95.26	55	-3
	Si-5	141	29	120	107.85	52.60	-3
11501S 运输顺槽非工作面侧	Si-6	276	32	90	79.86	54.16	+5
	Si-7	231	30	100	92.25	54.46	+3
	Si-8	321	30	100	92.25	54.46	+3

注： $i=1, 2, 3, \dots, 21, 22$ 。

第二，表 2 为 11501S 辅运顺槽 X1~X23 组钻孔参数。

第三，表 3 为 11501S 切眼 Q1 组钻孔参数。

第四,表4为11501S切眼Q2组钻孔参数。

38974m。以上工程量为暂定工程量,对于单孔涌水量大于5m³/h的钻孔,按要求下设花管,并在钻孔附近进行加密,加密钻孔另行编制设计变更。表6为11501S工作面疏放水钻孔工作面统计表。

第五,表5为11501S辅运顺槽花管钻孔参数。

3.2.3 工程量

11501S工作面顶板疏放水孔共计350个,总工程量

表2 11501S辅运顺槽X1~X23组钻孔参数

位置	组号	方位角/°	倾角/°	设计孔深/m	平距/m	与煤层顶板垂直距离/m	地层倾角/°
11501S辅运顺槽工作面侧	Xi-1	231	23	120	107.85	52.60	+3
	Xi-2	246	29	100	84.80	52.99	+3
	Xi-3	276	20	130	117.82	54.94	+5
	Xi-4	306	29	100	84.80	52.99	+3
	Xi-5	321	23	120	107.85	52.60	+3
11501S下顺槽非工作面侧	Xi-6	96	35	100	81.91	57.35	-5

注: i=1, 2, 3, …… , 22, 23。

表3 11501S切眼Q1组钻孔参数

位置	组号	方位角/°	倾角/°	设计孔深/m	平距/m	与煤层顶板垂直距离/m	地层倾角/°
11501S切眼	Si-1	351	30	120	103.92	53.24	+3
	Si-2	21	22	130	120.53	52.56	-3
	Si-3	51	22	130	120.53	52.56	-3
	Si-4	81	22	130	120.53	52.56	-3
	Si-5	111	22	130	120.53	52.56	-3
	Si-6	141	30	120	103.92	53.24	+3
	Si-7	171	30	120	103.92	53.24	+3
	Si-8	201	30	120	103.92	53.24	+3
	Si-9	231	30	120	103.92	53.24	+3
	Si-10	261	30	120	103.92	53.24	+3
	Si-11	291	30	120	103.92	53.24	+3
	Si-12	321	30	120	103.92	53.24	+3

注: i=1, 2, 3, …… , 22, 23。

表4 11501S切眼Q2组钻孔参数

位置	组号	方位角/°	倾角/°	设计孔深/m	平距/m	法线距离/m	地层倾角/°
11501S切眼	Xi-1	351	30	120	103.92	53.24	+3
	Xi-2	21	22	130	120.53	52.56	-3
	Xi-3	51	22	130	120.53	52.56	-3
	Xi-4	81	22	130	120.53	52.56	-3
	Xi-5	111	22	130	120.53	52.56	-3
	Xi-6	141	30	120	103.92	53.24	+3
	Xi-7	171	30	120	103.92	53.24	+3
	Xi-8	201	30	120	103.92	53.24	+3
	Xi-9	231	30	120	103.92	53.24	+3
	Xi-10	261	30	120	103.92	53.24	+3
	Xi-11	291	30	120	103.92	53.24	+3
	Xi-12	321	30	120	103.92	53.24	+3

注: i=1, 2, 3, …… , 22, 23。

表 5 11501S 辅运顺槽花管钻孔参数

组号	方位角 /°	倾角 /°	设计孔深 /m	平距 /m	法线距离 /m	地层倾角 /°
Xi- 花	216	36	100	80.90	52.53	+3

注: i=1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23。

表 6 11501S 工作面疏放水钻孔工作面统计表

位置		组数	单组孔数	孔数	单组进尺 /m	工程量 /m
11501S 运输顺槽	S1~S22 组	22	8	176	882	19404
11501S 辅运顺槽	X1~X23 组	23	6	138	670	15410
	Xi- 花	12	1	12	100	1200
11501S 切眼	Q1 组	1	12	12	1480	1480
	Q2 组	1	12	12	1480	1480
合计		59		350		38974

4 工作面疏放水成果

11501S 运输顺槽施工探疏放水钻孔 176 个, 进尺 19400m, 累计放水量 11088m³, 最大涌水量 2m³/h; 11501S 辅运顺槽共施工探疏放水钻孔 158 个, 进尺 15410m, 累计放水量 1152m³, 最大涌水量 0.5m³/h; 11501S 切眼施工探疏放水钻孔 24 个, 进尺 2960m, 累计放水量 1058m³, 最大涌水量 2m³/h。工作面共计施工钻孔 350 个, 总进尺 38970m, 累计放水量 13298m³, 最大涌水量 2m³/h。目前 11501S 工作面已到末采阶段, 仅有几处顶板淋水, 确保了工作面安全回采^[3]。

5 结语

新上海庙一号煤矿为软岩开采, 针对软岩遇水膨胀效应,

从软岩治理角度提出了预疏干开采技术, 即在工作面两顺槽内每隔一定的距离施工一组放水孔, 通过采前预先疏干, 实现回采过程中顶板无淋水、采空区无涌水, 大大改变了生产环境, 使回采效率得到了极大的提高。

参考文献

- [1] 任继宁. 煤矿水害防治技术的现状及发展趋势[J]. 黑龙江科技信息, 2016(36):33.
- [2] 聂朋启. 物探技术在煤矿水害防治中的应用[J]. 矿业装备, 2022(4):38-39.
- [3] 黄勇. 断层伴生裂隙近距离开采水害防治技术和评价[J]. 能源技术与管理, 2021, 46(4):108-109.