

表面活性剂在综放工作面注水防尘中应用效果研究

葛国锋（山西潞安化工集团左权阜生煤业有限公司，山西 晋中 032612）

摘要：为提高综放工作面煤层注水综合防尘效果，提出将表面活性剂添加到煤层注水水中。通过现场试验确定将煤层注水水中表面活性剂体积分数为 0.1% 时，可显著提升水对煤体浸润效果。并以 9301 综放开采工作面为工程实例，对注水施工方案进行设计。现场应用后，工作面粉尘产生量较应用前降幅达到 70% 以上，现场取得较好防尘效果。

关键词：表面活性剂；综放开采；注水降尘；煤层含水率

煤层注水是降低井下粉尘产生量的主要技术措施，具有施工简单、成本低廉等优点，注水效果好坏与煤层浸润效果等密切相关^[1-2]。在注水压力保持一定情况下，水在煤层中是否均匀分布与煤岩体自身孔隙率、空隙分布等密切相关^[3]。为了提升注水效果，可在注水水体中添加一定量的表面活性剂^[4-5]。文中就以山西某矿 9301 综放工作面煤层注水降尘为工程实例，提出采用高压注水方式增加该层本身含水量，并在水体中添加一定量的表面活性剂来达到均匀浸润煤层目的，从而提高粉尘防治效果。

1 工程概况

山西某矿 9301 综放工作面位于 3 采区，为采区首个回采工作面，采面西侧为采区集中轨道、运输等巷道，其余各方向均为实体煤。9301 综放工作面回采的 9# 煤层赋存稳定，厚度平均 10.3m，该层结构较为复杂，中间夹着有 2~5 层泥岩、炭质泥岩矸石。采面设计走向、倾向长度分别为 1690m、205m，设计采放比为 1:2.8，全部垮落法管理顶板。

根据已有资料显示，9# 层原始瓦斯含量为 2.9m³/t，本层具有自然发火倾向性、煤尘具有爆炸危险性，具体此层参数见表 1 所示。由于采面采用综放开采工艺，此层开采强度较大，在采煤机割煤以及后续放煤过程中会产生大量的粉尘，为此在采面内对这一层进行高压注水，并在注水水中添加一定量的表面活性剂，提高注水降尘效果。

表 1 煤层参数

煤层密度 (g/cm ³)	煤层 硬度	Mad/ (%)	Aad/ (%)	Vad/ (%)	孔隙率/ (%)
1.35~1.55	0.45~0.70	1.79	18.51	25.46	7.86

2 表面添加剂使用量确定

煤层注水选用的表面添加剂类型为 PO-10（辛基酚聚氧乙烯(10)醚），为合理确定表面添加剂添加量，采用 FAT200 表面分析仪对清水、0.1%PO-10 添加量以及 0.2%PO-10 添加量时的煤层接触角以及表面张力等进行分析。具体分析结果见表 2 所示。

表 2 煤层接触角以及表面张力测定结果

表面活性剂类型	体积分数 / (%)	接触角 / (°)	表面张力 / (mN/m)
清水	100	78.5	72.18
PO-10	0.1	11.7	25.59
	0.2	8.2	24.09

从表中看出，添加一定量的 PO-10 表面活性剂后，煤层接触角呈降低趋势；在该层中注入清水时，接触角为 78.5°，当注水水中 PO-10 表面活性剂体积分数为 0.1% 时，接触角降低至 11.7°，较清水时接触角降低幅度达到 85.1%；当注水水中 PO-10 表面活性剂体积分数为 0.2% 时，接触角降低至 8.2°、较清水时接触角降低幅度达到 89.6%；当 PO-10 添加量增加 1 倍时，接触角降幅变化仅为 4.5%，变化较小。

在该层中注水为清水时，水的表面张力为 72.18mN/m，随着表面活性剂 PO-10 添加量增加，水的表面张力呈现逐渐降低趋势，其中表面活性剂体积分数为 0.1% 时，表面张力降低至 25.58mN/m，较清水而言表面张力降幅为 59.01%；表面活性剂体积分数为 0.2% 时，表面张力降低至 24.09mN/m，较清水而言表面张力降幅为 66.63%；表面活性剂体积分数由 0.1% 增加至 0.2% 时，表面张力由 25.58mN/m 降低至 24.09mN/m，变化幅度整体不大。

通过上述分析，确定将所注水中添加一定量 PO-10 表面活性剂，活性剂体积分数为 0.1%。

3 注水现场布置以及降尘效果分析

3.1 注水钻孔现场布置

为提高 9301 综放工作面注水效果，提出采用高压注水方式提高该层含水率，依据 9301 综放工作面现场开采情况以及此层特征，决定采用脉冲高压注水方式进行注水。具体注水布置方案为：

3.1.1 注水钻孔布置

本层高压脉冲注水钻孔布置在采面轨道巷、运输巷内，钻孔与煤壁间有 30° 仰角，开孔位于此层底板

上方 1.6m 位置, 注水孔间距均为 3.0m, 钻孔孔径均为 94mm, 注水钻孔孔深均为 80m。注水孔在超前采面切眼 40m 位置开始布置, 每施工完成 5 个钻孔后统一进行煤层注水。

3.1.2 高压注水设备

采用高压脉冲方式对 9# 层进行注水, 具体选用的注水设备为 2BZ-40/12, 该注水泵注水流量、注水压力均可使用脉冲式, 主要结构包括有脉冲泵、压力调节器以及压力显示器等。具体高压脉冲式注水泵技术原理图 (图 1)。

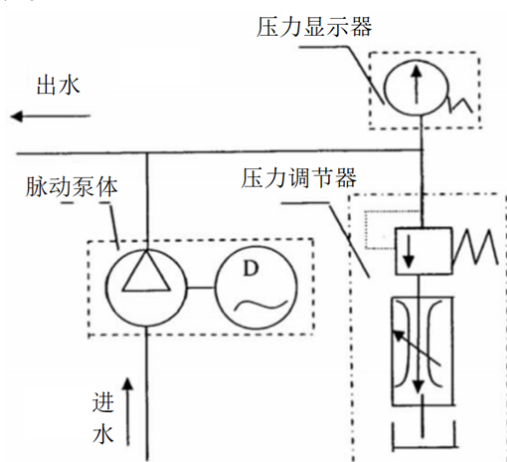


图 1 脉冲泵注水技术原理图

3.1.3 钻孔封孔

为提高注水效果, 注水孔采用型号 FKT-65/5 封孔期进行封孔, 使用的封孔器主要结构包括有注浆管、注水管、控制阀门以及高压橡胶管等构成。注水孔封孔长度为 5.2m, 其中在封孔终端 0.2m、距注水孔孔口 0.2m 范围内均通过缠绕棉纱进行封孔; 待棉纱与注水孔孔壁紧密贴合后, 再使用水泥砂浆进行注浆封孔, 水泥砂浆封孔 2d 后即可开始注水工作。具体注水钻孔封孔结构见图 2。

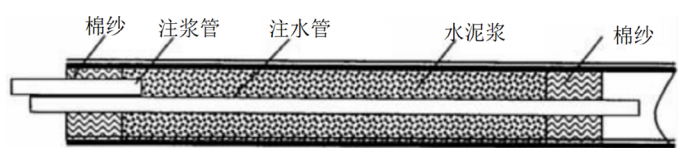


图 2 注水钻孔封孔结构示意图

3.1.4 注水压力及注水时间

在 9301 综放工作面高压脉冲注水压力为 8MPa, 在注水过程中不断的增加注水压力。依据该层注水降尘相关研究成果, 当注水时间持续 8h 时, 注水有效浸润半径可达到最大值, 后续随着注水时间增加注水有效浸润半径增加缓慢。为此, 将单孔注水时间控制在 8h, 同时当注水钻孔终孔压力达到 8MPa 以上同时稳压 30min 以上后可停止注水。

3.2 注水效果分析

为评价高压煤层注水效果, 在采煤机机组后、司机、

液压支架操作司机以及回风巷内均布置测点对注水前后降尘效果进行分析。具体注水前后粉尘浓度测定结果见表 1。

表 3 粉尘浓度测定结果

测点编号	注水前粉尘浓度 / (mg/m ³)		注水后粉尘浓度 / (mg/m ³)		降尘率 / (%)	
	全尘	呼吸性粉尘	全尘	呼吸性粉尘	全尘	呼吸性粉尘
采煤机机组后	523.0	255.5	144.1	50.3	72.5	80.4
采煤机司机	505.8	278.7	140.2	45.8	72.3	83.6
液压支架操作司机	469.3	223.4	131.1	42.2	72.1	81.0
回风巷	345.5	128.6	100.3	33.6	71.0	74.2

从表 3 看出, 对该层进行注水后, 工作面各位置全尘、呼吸性粉尘综合降低率可达 70%、80% 以上, 通过注水后, 采煤机司机、液压支架操作司机位置全尘浓度降低分别降低至 140.2mg/m³、131.1mg/m³; 呼吸性粉尘浓度分别降低至 45.8mg/m³、42.2mg/m³, 注水取得较好的除尘、降尘效果。

4 总结

①煤层注水是降低综采工作面粉尘产生量的主要技术措施之一, 若单独向煤层中注入清水则容易出现注水不均匀、降尘效果不显著等问题。为此, 提出将表面活性剂添加到水中, 提高注水浸润效果。并通过综合试验方法确定水中表面活性剂体积分数为 0.1% 时即可达到有效提升注水效果;

②以山西某矿 9301 综放工作面注水为工程实例, 对该层注水钻孔布置以及注水参数等进行具体设计。现场应用后, 综放工作面开采过程中采面粉尘浓度降低平均可达到 70% 以上, 采煤机司机以及液压支架操作司机位置全尘浓度分别降低至 140.2mg/m³、131.1mg/m³, 现场取得较好的防尘效果。

参考文献:

- [1] 胡强. 表面活性离子液体影响煤尘润湿性的实验研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2020.
- [2] 高英杰, 王世冠. 对煤炭行业中表面活性剂应用的探究 [J]. 中国洗涤用品工业, 2019, 4(05): 70-73.
- [3] 李虎贵. 煤矿综合防尘用水添加降尘剂技术的研究与应用 [J]. 能源技术与管理, 2017, 42(01): 110-112+143.
- [4] 甄浩. 表面活性剂对煤吸水效果影响的试验及应用 [D]. 邯郸: 河北工程大学, 2014.
- [5] 胡红伟, 赵国芳, 马红娟. 添加表面活性剂注水防尘试验研究 [J]. 中州煤炭, 2014, 4(04): 77-78.

作者简介:

葛国锋 (1991-), 男, 汉族, 河南新蔡县人, 本科, 助理工程师, 从事煤矿瓦斯抽采、防突工作。