

神东矿区水质对乳化液稳定性影响的研究

周俊丽¹, 王玉超²

(1. 神华神东质量技术检测检验中心, 内蒙古 鄂尔多斯 017000; 2. 煤炭科学技术研究院有限公司, 北京 100013)

摘要:针对神东矿区水质复杂以及不同矿井水质差别较大的问题, 对 40 个矿井水质硬度、pH 值、硫酸根、氯离子等进行了测试分析, 并分别研究了矿井水质和人工水质的总硬度、硫酸根离子、氯离子浓度对 3 种乳化液产品稳定性的影响。结果表明: 矿井水总硬度和硫酸根离子浓度过高均会对乳化液稳定性产生不利影响, 人工水总硬度达到 700 mg/L, 或硫酸根离子浓度达到 1 000 mg/L, 将导致乳化液稳定性不合格; 氯离子浓度在不高于 400 mg/L 时, 对乳化液稳定性影响较小。该研究结果可为神东各矿井合理选择乳化液提供技术支持。

关键词: 矿井水; 液压支架; 乳化液; 高含水液压液

中图分类号: TD42 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2017)07-0118-05

Study on water quality in Shendong Mining Area affected to stability of emulsion

Zhou Junli¹, Wang Yuchao²

(1. Shenhua Shendong Quality Technical Inspection and Test Center, Ordos 017000, China; 2. China Coal Research Institute Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: According to the complicated water quality in Shendong Mining Area and big water quality difference problem in different mines, a test analysis was conducted on the water hardness, pH value, sulfate, chloride ion and others of 40 mine waters and individually discussed and study the total hardness, sulfate ion and chloride ion concentration of the mine water quality and artificial water quality affected to the stability of three type emulsion products. The discussion and study results showed that the too higher total harness and sulfate ion concentration of the mine water all would have unfavorable influences to the stability of the emulsion. When the total hardness of the artificial water quality reached at 700 mg/L or the sulfate ion concentration reached at 1 000 mg/L, both would cause the stability unqualified of the emulsion. When the chloride ion concentration was not over 400 mg/L, a less influence would be caused to the stability of the emulsion. The study results would provide the technical support to the rational selection of the emulsion for each mine in Shendong Area.

Key words: mine water; hydraulic powered support; emulsion; high water content hydraulic fluid

0 引 言

近年来, 煤矿装备机械化程度持续提高, 液压系统不断改进, 煤矿井下液压支架传动介质(乳化油、浓缩液等)的需求逐步扩大, 由于煤矿综采工作面液压支架及电液控制系统的过滤精度要求非常高, 其中高压反冲洗过滤精度达到 40 μm , 先导阀过滤器的过滤精度达到 25 μm ^[1-2], 因此, 传动介质的稳定性决定了液压支架系统能否正常运行, 也直接影响着煤矿井下安全生产。目前, 煤矿支架传动介质

普遍采用高含水液压液, 它通常由乳化油、微乳液或浓缩液与 95% 以上的水在煤矿现场配制而成。因此, 配制乳化液所用水的质量十分重要, 直接影响到乳化液的防锈性、防霉性和稳定性^[3-4]。由于乳化液的用量大、消耗快, 一般直接采用矿区矿井水来配制乳化液, 而矿井水水质矿化度大、硬度高, 会引起乳化液稳定性差, 析出物、油泥不断积累, 严重污染系统及经常堵塞系统的过滤器组件、阀芯、先导阀等, 造成支架动作失常, 严重时导致系统爆管, 影响安全生产; 经常拆卸、清洗会造成部件损坏^[5-7]。据

收稿日期: 2017-03-12; 责任编辑: 赵 瑞 DOI: 10.13199/j.cnki.est.2017.07.021

基金项目: 煤炭科学技术研究院有限公司技术创新基金资助项目(2016CX03)

作者简介: 周俊丽(1978—), 女, 陕西西安人, 硕士。Tel: 13948776093, E-mail: 13948776093@126.com

引用格式: 周俊丽, 王玉超. 神东矿区水质对乳化液稳定性影响的研究[J]. 煤炭科学技术, 2017, 45(7): 118-122.

Zhou Junli, Wang Yuchao. Study on water quality in Shendong Mining Area affected to stability of emulsion[J]. Coal Science and Technology, 2017, 45(7): 118-122.

统计,80%的液压系统故障是由于油液清洁度不合格造成的^[8-9]。神东矿区每年消耗液压支架用乳化油和浓缩液等高含水液压液高达 9 580 t,该矿区地跨晋、陕、蒙三省(区),水质复杂,且各矿井水质特征不一,因用水水质不当导致出现各类相关问题,如严重漏液,阻力大,流量不足,造成了很大的浪费,并对安全生产造成了潜在危害^[10-11]。

针对上述问题,研究神东矿区水质总硬度、硫酸根离子、氯离子浓度等对煤矿支架乳化液稳定性的影响,针对各矿水质特点,选择适宜的乳化液产品,符合煤矿安全高效生产的要求。

1 神东矿区各矿井水质分析

神东矿区矿井水中 pH 值一般为 7.5~8.4,属中性及弱碱性水;矿化度变化范围为 341.6~1 915.4 mg/L,属淡水或微咸水,水质类型主要为 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl}$ (HCO_3)-Na 型。根据 MT 76—2011《液压支架用乳化油、浓缩物及其高含水液压液》中所用水质要求及 GB/T 19923—2005《城市污水再生利用 工业用水水质》的水质指标,分别对 40 个矿井工作面的水质总硬度、硫酸根离子和氯离子进行分析研究。由于目前神东公司采购的浓缩液、乳化油产品的型号为 HFAS10,4 或 HFAE10-4,所对应的水质硬度均为 500 mg/L,因此矿井水质数据分析均按照行业标准 MT 76—2011 所规定的等级为“10”的人工硬水作为参照标准。

1.1 矿井水总硬度分析

硬度是乳化油和浓缩液分类及选型的主要指标,如果硬度过高,会导致乳化液中的阴离子活性剂消耗过多,容易造成乳化效果差等现象,如浑浊或者油皂析出,标准要求水质总硬度不高于 500 mg/L。神东矿区 40 个矿井工作面水样中,32 个样品水质总硬度低于 500 mg/L,8 个水样总硬度高于 500 mg/L,这 8 个矿井水质的硬度分布如图 1 所示。

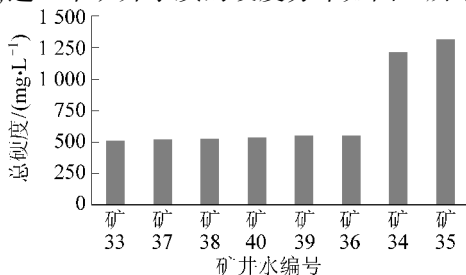


图 1 总硬度超标的矿井水质分布

Fig. 1 Distributions of mine water quality with excess total hardness

超标的 8 份水质中,6 份低于 600 mg/L,超标范围不足 20%;矿 34 和矿 35 两个矿井工作面水样总硬度高于 1 200 mg/L,严重超出标准的要求。

1.2 矿井水硫酸根离子分析

硫酸根离子含量过高会导致水的电导率增高,即水的导电性增强,容易出现水体浑浊,标准要求硬度 500 mg/L 的矿井水,硫酸根离子质量浓度不高于 480 mg/L。神东矿区 40 个矿井工作面水样中,25 个样品水质硫酸根离子低于 480 mg/L,15 个水样硫酸根离子高于 480 mg/L。超标 15 份水质中,11 份低于 960 mg/L,矿 5、矿 34、矿 35 和矿 15,4 份高于 960 mg/L,并且矿 35 和矿 15 工作面水样高于 1 200 mg/L,严重超出标准的要求,如图 2 所示。

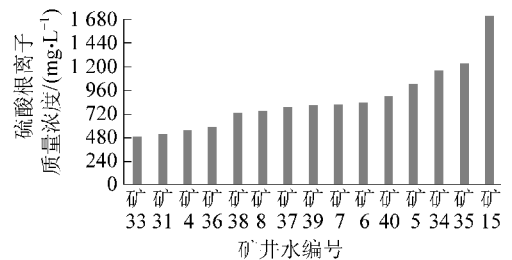


图 2 硫酸根离子超标的矿井水质分布

Fig. 2 Distributions of mine water quality with excess concentration of sulfate ion

1.3 矿井水氯离子分析

氯离子在地下水、地面水中普遍存在,氯离子含量过高会导致水的电导率增高,标准要求水质氯离子质量浓度不高于 200 mg/L。神东矿区 40 个矿井工作面水样中,25 个样品水质氯离子质量浓度低于 200 mg/L,15 个水样氯离子质量浓度高于 200 mg/L。超标 15 个水质中最低值为 250.55 mg/L,最高值为 391.48 mg/L,均值为 314.1 mg/L,如图 3 所示。

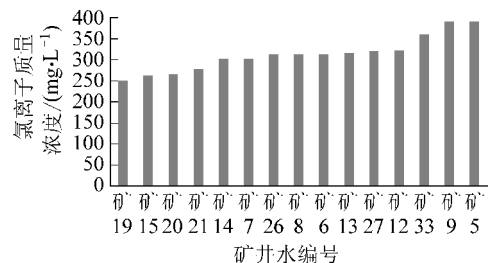


图 3 氯离子超标的矿井水质分布

Fig. 3 Distributions of mine water quality with excess concentration of chloride ion

2 各矿井水对乳化液稳定性的影响

将 40 个矿井工作面水样按照 MT 76—2011《液

压支架用乳化油、浓缩物及其高含水液压液》的要求,分别与神东矿区采购的3个国内外代表性乳化油、浓缩液按规定使用浓度配制成乳化液,分别标示为产品J、产品F、产品K。研究40个矿井工作面水

样所配制的乳化液样品室温稳定性(简称室稳)、热稳定性(简称热稳)和振荡稳定性(简称振荡)。其中31个稳定性合格,9个稳定性出现异常。9个矿井工作面水样配制乳化液稳定性异常结果见表1。

表1 乳化液与水质匹配的稳定性不合格结果

Table 1 Unqualified results of emulsion stability with mismatched water quality

| 矿井编号 | 产品J | | | 产品F | | | 产品K | | |
|------|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|
| | 室稳 | 热稳 | 振荡 | 室稳 | 热稳 | 振荡 | 室稳 | 热稳 | 振荡 |
| 5 | + | + | + | - | + | + | + | + | + |
| 6 | + | + | + | - | + | - | + | + | + |
| 7 | + | + | + | - | + | + | + | + | + |
| 15 | + | + | + | - | + | - | - | - | + |
| 34 | + | + | + | - | - | - | - | - | + |
| 35 | + | + | + | - | - | - | - | - | + |
| 36 | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 37 | + | + | + | - | - | + | + | + | + |
| 40 | + | + | + | - | - | + | + | + | + |

注: +表示合格, -表示不合格。

由表1可知产品J稳定性指标优异,与40个矿井工作面水样配液稳定性均合格;产品K的稳定性次之,与4个工作面水样配液稳定性不合格,产品F稳定性指标差,与9个矿井工作面水样配液的稳定性不合格。

综合3种产品与矿井水质稳定性匹配的全部数据:所配制乳化液稳定性有1项不合格的矿井为4个,分别是矿5、矿6、矿7和矿36;所配置乳化液稳定性有2项不合格的矿井为2个,分别是矿37和矿40;所配制乳化液稳定性有3项以上不合格的矿井为矿15、矿34和矿35。

结合神东矿区各矿井水质研究,分析如下:①矿5、矿6、矿7硫酸根离子和氯离子浓度超出标准,矿36总硬度和氯离子质量浓度超出标准要求;②矿37和矿40总硬度和硫酸根离子浓度超出标准要求;③矿15硫酸根离子浓度为最高值,达1 722.36 mg/L,该矿乳化液稳定性4项不合格;④矿34和矿35总硬度超过1 200 mg/L,硫酸根离子质量浓度均

超过1 100 mg/L,稳定性5项不合格。

3 水中阴阳离子对乳化液稳定性的影响

3.1 试验设计

根据MT 76—2011《液压支架用乳化油、浓缩物及其高含水液压液》中对于水质指标的要求,将水质指标中的氯离子含量、硫酸根离子含量及水质硬度按递增顺序分别用化学试剂配成人工水,再分别将人工水与产品J、产品F和产品K按规定使用浓度配成乳化液,分析各乳化液的稳定性。

3.2 总硬度对稳定性影响

所配置人工水总硬度分为500、600、700、800 mg/L。将配制的人工水与3个产品按规定使用浓度配制成乳化液,总硬度对乳化液稳定性影响结果见表2。当总硬度为500和600 mg/L,3种产品的稳定性均合格。当总硬度为700 mg/L,产品F室温稳定性不合格。当总硬度为800 mg/L,产品F室温稳定性和振荡稳定性不合格,产品K振荡稳定性不合格。

表2 总硬度对乳化液稳定性影响

Table 2 Effects of total hardness on emulsion stability

| 总硬度/ (mg·L ⁻¹) | 产品J | | | 产品F | | | 产品K | | |
|-------------------------------|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|
| | 室稳 | 热稳 | 振荡 | 室稳 | 热稳 | 振荡 | 室稳 | 热稳 | 振荡 |
| 500 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 600 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 700 | + | + | + | - | + | + | + | + | + |
| 800 | + | + | + | - | + | - | + | + | - |

注: +表示合格, -表示不合格。

3.3 硫酸根离子对稳定性影响考察

所配置人工水硫酸根离子质量浓度分别为400、600、800、1 000和1 200 mg/L。将配制的人工水与3个产品按规定使用浓度配制成乳化液,硫酸

根对乳化液稳定性影响结果见表3。当硫酸根离子质量浓度不高于800 mg/L时,3种产品的稳定性均合格。当硫酸根浓度升高至1 000和1 200 mg/L时,产品F和产品K室温稳定性不合格。

表3 硫酸根浓度对乳化液稳定性影响

Table 3 Effects of sulfate ion concentration on emulsion stability

| 硫酸根离子质量 浓度/(mg·L ⁻¹) | 产品 J | | | 产品 F | | | 产品 K | | |
|-------------------------------------|------|----|----|------|----|----|------|----|----|
| | 室稳 | 热稳 | 振荡 | 室稳 | 热稳 | 振荡 | 室稳 | 热稳 | 振荡 |
| 400 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 600 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 800 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 1 000 | + | + | + | - | + | + | - | + | + |
| 1 200 | + | + | + | - | + | + | - | + | + |

注: +表示合格, -表示不合格。

3.4 氯离子对稳定性影响考察

所配置人工水氯离子质量浓度分为100、200、300和400 mg/L。将配制的人工水与3个产品按规

定使用浓度配制成乳化液,氯离子对乳化液稳定性影响结果见表4。当氯离子质量浓度不高于400 mg/L时,3种产品的稳定性均合格。

表4 氯离子浓度对乳化液稳定性影响

Table 4 Effects of chloride ion concentration on emulsion stability

| 氯离子质量浓度/ (mg·L ⁻¹) | 产品 J | | | 产品 F | | | 产品 K | | |
|-----------------------------------|------|----|----|------|----|----|------|----|----|
| | 室稳 | 热稳 | 振荡 | 室稳 | 热稳 | 振荡 | 室稳 | 热稳 | 振荡 |
| 100 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 200 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 300 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 400 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

注: +表示合格, -表示不合格。

4 结 论

1) 矿区40个矿井工作面水样中,8个水样总硬度高于500 mg/L,15个工作面水样硫酸根离子质量浓度高于480 mg/L,15个工作面水样氯离子质量浓度高于200 mg/L。

2) 产品J与矿井水质匹配性最好,可满足神东矿区各个矿井的水质要求;产品F和K受水质硬度和硫酸根影响较大,使用时应选择水质较好的矿井。

3) 矿井水质总硬度和硫酸根离子质量浓度对乳化液的稳定性有不利的影 响,硬度高于700 mg/L,硫酸根质量浓度高于1 000 mg/L,氯离子对各乳化液产品影响不大。

参考文献(References):

- [1] 李 森. 乳化液浓度在线检测技术现状及前景分析[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(3): 96-99.
Li Sen. Analysis on status and prospects on online detection technology of emulsion concentration[J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(3): 96-99.
- [2] 陆小泉. 液压支架用乳化液热稳定性快速测定研究[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(4): 110-113.
Lu Xiaoquan. Study on thermal stability rapid measurement of emulsion applied to hydraulic powered support[J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(4): 110-113.
- [3] 王玉超, 沈 栋, 韩 勇. 环保型浓缩液在电液控制系统中的工业性试验[J]. 煤炭科学技术, 2009, 37(8): 7-10.
Wang Yuchao, Shen Dong, Han Yong. Industrial trial of environment protection concentrated hydraulic fluid in electric-hydraulic

- control system[J]. Coal Science and Technology, 2009, 37(8): 7-10.
- [4] 沈栋, 王玉超, 韩勇. 新型液压支架浓缩液在煤矿中的应用[J]. 煤矿开采, 2009, 14(2): 76-77.
Shen Dong, Wang Yuchao, Han Yong. Application of new-style concentrated solution of powered support in colliery[J]. Coal Mining Technology, 2009, 14(2): 76-77.
- [5] 李然. 矿用高压大流量乳化液泵站应用现状及发展趋势[J]. 煤炭科学技术, 2015, 43(7): 93-96.
Li Ran. Current status of application and development trend of mining high pressure and large flow rate emulsion pump station[J]. Coal Science and Technology, 2015, 43(7): 93-96.
- [6] 许海霞, 王义民, 姚元书, 等. 新型合成液压支架用浓缩液的研究[J]. 煤炭学报, 2004, 29(4): 487-491.
Xu Haixia, Wang Yimin, Yao Yuanshu, et al. Study on the newly type of synthetically concentrate hydraulic fluid used in powered support[J]. Journal of China Coal Society, 2004, 29(4): 487-491.
- [7] 于坤, 夏旗, 刘艺芳. 综采面液压传动介质污染问题分析及预防控制[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(S1): 183-186.
Yu Kun, Xia Qi, Liu Yifang. Analysis and prevent control on pollution problem of hydraulic transmission medium in mine fully-mechanized working face[J]. Coal Science and Technology, 2014, 42(S1): 183-186.
- [8] 刘鲤棕, 杨叶, 张德, 等. 淮南矿区液压支架配液水质研究及使用建议[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(3): 86-88.
Liu Lizong, Yang Ye, Zhang De, et al. Research and using suggestion of fluid preparation of hydraulic support in Huainan diggings[J]. Clean Coal Technology, 2011, 17(3): 86-88.
- [9] 白飞飞, 王玉超, 侯建涛, 等. 煤矿用浓缩液与橡胶相容性研究[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(3): 106-111.
Bai Feifei, Wang Yuchao, Hou Jiantao, et al. Study on compatibility between mine concentrated liquid and rubber[J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(3): 106-111.
- [10] 杜勇, 韩勇, 谢恩情. 矿用水基液液生物降解性能的试验研究[J]. 煤炭科学技术, 2008, 36(8): 4-7.
Du Yong, Han Yong, Xie Enqing. Experimental research on biodegradation performance of mine water base hydraulic fluid[J]. Coal Science and Technology, 2008, 36(8): 4-7.
- [11] 杜勇, 韩勇, 方全国. 基于摇床试验法的浓缩液生物降解性能研究[J]. 煤炭科学技术, 2009, 37(11): 117-120.
Du Yong, Han Yong, Fang Quanguo. Study on biodegradable performance of concentrated fluid based on table test method[J]. Coal Science and Technology, 2009, 37(11): 117-120.
- cutting coal mining face with soft and broken roof[J]. Coal Engineering, 2014, 46(3): 76-79.
- [14] 杨仰朝. 复杂厚煤层大采高开采采场围岩控制技术[D]. 北京: 中国矿业大学(北京), 2017.
- [15] 许家林, 钱鸣高. 仰斜开采综采面支架与围岩作用关系的研究[J]. 中国矿业大学学报, 1995, 24(2): 38-42.
Xu Jialin, Qian Minggao. Study of the interaction between supports and surrounding rock of fully-mechanized up-dip working faces[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 1995, 24(2): 38-42.
- [16] 成辰欣, 张保, 吕伟伟. 仰采角度对煤壁片帮的影响研究[J]. 中国矿业, 2013, 22(10): 96-99.
Cheng Chenxin, Zhang Bao, Lyu Weiwei. Research on the impact of upward-mining angle on mining coal wall piece[J]. China Mining Magazine, 2013, 22(10): 96-99.
- [17] 韩建锋. 大采高综采工作面过复杂地质构造带回采技术[J]. 煤炭工程, 2013(1): 54-56.
Han Jianfeng. Coal Mining technology with complex mining structure in fully mechanized face with large mining height[J]. Coal Engineering, 2013(1): 54-56.
- [18] 徐长红. 复杂地质条件下软煤层大采高围岩控制技术[D]. 太原: 太原理工大学, 2012.
- [19] 徐亚军, 王国法, 刘业献. 两柱掩护式液压支架承载特性及其适应性研究[J]. 煤炭学报, 2016, 41(8): 2113-2120.
Xu Yajun, Wang Guofa, Liu Yexian. Supporting property and adaptability of 2-leg powered support[J]. Journal of China Coal Society, 2016, 41(8): 2113-2120.
- [20] 解盘石, 伍永平, 王红伟, 等. 大倾角煤层大采高综采围岩运移与支架相互作用规律[J]. 采矿与安全工程学报, 2015, 32(1): 14-19.
Xie Panshi, Wu Yongping, Wang Hongwei. Interaction characteristics between strata movement and support system around large mining height fully-mechanized face in steeply inclined seam[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2015, 32(1): 14-19.

(上接第38页)