

采煤沉陷对潘谢矿区区域水环境的影响分析

郭芳芳¹, 邓国志²

(1. 煤炭开采国家工程技术研究院, 安徽 合肥 232001;

2. 安徽大学资源与环境工程学院, 安徽 淮南 230031)

摘要:本文以淮南典型采煤沉陷区潘谢矿区为研究对象,通过实地采样检测,分析了沉陷区水质变化规律及影响因素。结果表明,沉陷区水体 pH 值普遍呈碱性,在 7.07-9.31 之间;各沉陷区枯水期和丰水期的大肠杆菌群、DO、TP、NH₃-N、NO₃-N 及重金属浓度均无显著性差异,但各沉陷区水域之间存在一定差异;各沉陷区枯水期和丰水期的 COD_{Cr} 呈现极显著差异,且丰水期 COD_{Cr} 较枯水期高

关键词:潘谢矿区;采煤沉陷;水环境影响

中图分类号:X821

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2017)03-0046-04

ANALYSIS OF WATER ENVIRONMENT OF MINING SUBSIDENCE AREA IN HUAINAN PAN-XIE COAL MINE AREA

GUO Fang-fang¹, DENG Guo-zhi²

(1. Coal mining national engineering technology research institute, Huainan 232001, China;

2. School of Resources and Environmental Engineering, Anhui University,
Hefei 230031, China)

Abstract:Through field sampling and detection, change rule and influence factors of water quality in typical coal mining subsidence in Pan-xie coal mine area in Huainan were analyzed. The results show that the pH value of water in subsidence area is alkaline, between 7.07 to 9.31. There are no significant difference of Escherichia coli group, DO, TP, NH₃-N, NO₃-N and heavy metal concentration in dry and wet season in same subsidence area, but there are significant differences in the different subsidence area in dry or wet season. there is significant difference of COD_{Cr} in dry and wet season in same subsidence area, and the value is higher in wet season than in dry season.

Key words: Pan-xie coal mine area; coal mining subsidence; water environment impact.

地下煤层被开采出来以后,开采区域周围岩体的原始应力平衡状态受到破坏,应力重新分布,达到新的平衡,这一过程中上覆岩层移动、变形和破坏,最终导致地表产生沉陷或塌陷,形成采煤塌陷区。据统计,淮南矿业集团井田面积 301.12 km²,采煤塌陷区达 52.02 km²,占井田总面积的 17.3 %^[1]。对沉陷水域地表水进行水质调查与变化

规律研究,对于保护和水资源综合利用具有重要意义^[2]。沉陷积水区浅层地下水中水量转化及水质变化研究对于矿区水资源的保护及合理规划及开发利用具有重要的理论参考价值,为进行有效合理的矿区水环境保护提供科学依据^[3]。

1 采样与检测

选取颖上县的谢桥矿,凤台县的丁集矿、顾桥矿及张集矿,潘集区的潘一矿、潘三矿及潘北矿共 7 个沉陷区,研究采煤沉陷对区域水环境的影响。

收稿日期:2016-11-18

基金项目:淮南市科技计划项目 2015A01。

第一作者简介:郭芳芳(1982-),女,安徽蚌埠人,工程师,主要从事环境监测技术工作;

1.1 采样点布设

沉陷区水域水质采样通过网格法均匀确定采样垂线,各垂线上的采样点距沉陷区岸边不小于0.5 m,采样深度在水面下0.5 m处。

1.2 样品采集与保存

根据各矿沉陷区的位置及水文水系特征,在沉陷区代表性积水区域进行样品的采集。利用2 L有机玻璃采集器采集水样,现场测定水样的温度、溶解氧后置于预先用水样洗涤2~3次的聚乙烯塑料瓶中,然后放入样品箱冷冻保存。

为抑制微生物的活动,减缓物理作用和化学反应速度,水样带回实验室后24小试内测定其pH,用1+1的H₂SO₄调节水样pH至1~2;然后转入-20℃冰箱冷冻保存,以提高水样中磷、氮化合物以及生化需氧量等测定项目的准确性。水样沉淀后取上清液进行NH₄-N、COD_{cr}、TP的测定,采用孔径为0.45 μm的滤膜过滤后进行TOC、TN、NO₃-N、NO₂-N的测定。

1.3 检测指标与方法

水质指标分为物理性指标、化学性指标及生物学指标。具体测定项目及方法如表1所示。

1.4 质量控制

质量控制是环境样品处理及样品微量元素测

表1 水质指标的测定方法

分析项目	分析方法
pH	电极法
DO	电极法
COD _{cr}	重铬酸钾法
TP	钼酸铵分光光度法
TN	TOC测定仪
NH ₃ -N	纳氏试剂比色法
TOC、TN	TOC测定仪
NO ₂ ⁻ 、NO ₃ ⁻	离子色谱法
大肠杆菌	多管发酵法
As、Cd、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Pb、Zn	ICP-AES

定的重要环节。各样品的物理、化学预处理及分析测试过程及测试方法均参照美国环保局及中国环境局颁布的监测、分析标准方法,以达到准确、可靠的分析结果。样品采集过程中均采集了平行样,测试结果取2个平行样的平均值,大部分测试结果的相对偏差在(±5%)以内,满足了研究对测试精度的要求。

2 沉陷区水环境分析

随煤矿开采年限的延长,采煤沉陷区日益增大,周边的面源及地表径流污染物会流入积水区,导致沉陷区水环境发生变化。研究选取水温、DO、TP、TN、NH₄-N、NO₃-N、COD_{cr}、pH、总大肠菌群数、As、Cd、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Pb、Zn等指标来综合反映沉陷区的水环境特征。

2.1 物理及细菌学特性

沉陷区不同时期物理及细菌学指标检测结果如表2所示。

枯水期和丰水期各矿区沉陷区的水温差异显著,枯水期12月份的水温6.10℃~10.30℃之间波动,而10月份的水温在19.70℃~20.90℃之间波动;丰水期5月份水温在14.39℃~31.50℃之间波动。各沉陷区水质pH都呈碱性,7.07~9.31范围波动;沉陷区水域枯水期和丰水期大肠杆菌群的差异不显著,但各沉陷水域间有较大的差异,这与不同沉陷水域的利用方式、入流污染源种类密切相关,其中谢桥矿、潘三矿、潘一矿沉陷区存在大量的畜禽养殖,导致大肠杆菌群数偏高,而顾桥矿沉陷区目前主要被用来进行渔业养殖,尚未作为畜禽养殖,因此大肠杆菌群数较低,这些指标均达到地表水环境质量V类水质以上。

表2 沉陷区水质基本特性

矿区名称	采样时期	水温/℃		pH		总大肠菌群数(个/L)	
		平均值	范围	平均值	范围	平均值	范围
谢桥	枯水期	9.24	8.40~10.30	7.77	7.07~8.15	2440	1800~3600
	丰水期	29.53	26.50~31.10	8.07	7.40~8.36	9133	3600~19200
张集	枯水期	6.54	6.10~7.10	8.06	7.96~8.20	887	360~1840
	丰水期	26.98	25.50~29.20	8.57	8.22~9.31	1427	560~1880
顾桥	枯水期	8.40	7.90~9.20	7.89	7.72~8.03	240	180~360
	丰水期	26.80	14.39~31.50	8.57	8.05~8.95	487	440~560
丁集	枯水期	7.90	7.50~8.40	8.07	7.93~8.15	1473	360~3600
	丰水期	30.83	27.60~35.20	8.18	7.57~8.78	9133	3600~19200
潘一	枯水期	20.40	19.70~20.90	8.31	7.39~8.31	3933	3600~4600
	丰水期	27.93	26.40~29.20	8.49	8.20~8.88	8227	1880~19200
潘三	枯水期	20.07	19.80~20.30	8.28	8.07~8.53	8547	1840~19200
	丰水期	26.27	24.90~27.40	8.31	8.23~8.46	14333	4600~19200
潘北	丰水期	27.78	25.90~29.30	7.99	7.59~8.30	2440	1840~3600

2.2 溶解氧及有机污染特性

沉陷区不同时期溶解氧及有机污染指标检测结果如表 3 所示。

丰水期各沉陷区水域 DO 均较高, 达到地表水环境质量标准 I 类水平, 而枯水期水中的 DO 大都为地表水环境质量标准 II 类水平。方差分析表明各矿区丰水期和枯水期的 DO 的差异不显著。不同矿沉陷区间 DO 分析表明, 矿区间 DO 差异显著(0.05 水平), 其中顾桥矿 DO 最高, 这是因为该沉陷区岸边水生植物多, 生长旺盛, 光合作用强烈, 光合作用放出 O₂ 多; 且顾桥矿沉陷区面积

表 3 沉陷区水质有机污染特性

矿区名称	采样时期	DO(mg/L)		COD _{cr} (mg/L)	
		均值	范围	均值	范围
谢桥	枯水期	11.79	10.33-13.26	10.35	0.40-21.80
	丰水期	11.78	8.93-17.13	41.87	19.81-60.47
张集	枯水期	12.22	11.52-13.40	7.20	0.83-14.98
	丰水期	7.88	1.91-8.40	31.66	19.36-49.92
顾桥	枯水期	11.50	10.90-12.32	8.40	5.30-11.50
	丰水期	15.06	8.70-21.50	28.81	17.95-39.29
丁集	枯水期	11.33	9.31-12.55	13.46	6.13-18.10
	丰水期	8.30	3.90-10.65	38.57	19.48-58.41
潘一	枯水期	4.87	3.24-7.37	10.07	7.36-15.24
	丰水期	12.99	8.89-16.31	25.94	17.42-31.73
潘三	枯水期	6.49	5.83-7.20	14.61	8.78-17.74
	丰水期	8.81	7.99-9.79	25.63	12.53-46.25
潘北	丰水期	7.45	5.23-9.89	31.85	17.42-59.34

表 4 沉陷区水质营养盐污染特性

矿区名称	采样时期	水温/℃		pH		总大肠菌群数(个/L)	
		平均值	范围	平均值	范围	平均值	范围
谢桥	枯水期	0.17	0.14-0.22	0.24	0.19-0.31	0.38	0.00-1.68
	丰水期	0.17	0.03-0.30	0.37	0.24-0.85	1.02	0.00-2.97
张集	枯水期	0.14	0.11-0.16	0.43	0.28-0.59	0.63	0.11-1.42
	丰水期	0.19	0.03-0.78	0.38	0.24-0.78	0.04	0.00-0.15
顾桥	枯水期	0.16	0.14-0.17	0.42	0.30-0.50	0.31	0.10-0.75
	丰水期	0.43	0.10-0.90	0.36	0.29-0.45	0.10	0.105-0.13
丁集	枯水期	0.15	0.14-0.17	0.51	0.25-0.66	1.15	0.15-1.70
	丰水期	0.16	0.06-0.28	0.52	0.33-0.78	0.04	0.00-0.15
潘一	枯水期	0.07	0.01-0.16	0.79	0.52-1.12	0.27	0.17-0.38
	丰水期	0.27	0.07-0.42	0.36	0.27-0.42	0.57	0.29-0.84
潘三	枯水期	0.08	0.01-0.24	0.96	0.82-1.17	0.18	0.11-0.23
	丰水期	0.12	0.03-0.30	0.31	0.21-0.41	0.03	0.00-0.06
潘北	丰水期	0.14	0.04-0.22	0.31	0.27-0.38	0.04	0.02-0.08

2.4 重金属污染特性

沉陷区不同时期重金属污染检测结果如表 5 所示。

丰水期、枯水期各沉陷区重金属浓度变化情况并不一致, 不同重金属在各沉陷区的变化规律有所不同, 这与各沉陷区的所处位置的地质元素组成、污染外源种类及沉陷区沉陷年限有一定关系。各沉陷区水质 Cu、As、Cr、Cd、Pb、Zn、Fe、Mn 方差分析表明, 在丰水期和枯水期, 同一矿区各重金

属浓度均无显著差异, 但就某一重金属而言, 各沉陷区之间存在一定的差异。丰水期除潘三矿检测出 Zn 外, 平均浓度为 7.6μg/L, 其它矿沉陷区水域均未检出。枯水期潘一和谢桥矿检测出 Zn, 其中潘一矿 Zn 平均浓度为 9.3μg/L。

沉陷区各沉陷水域重金属单因子评价结果表明沉陷水域丰水期的水环境质量多处在 II 类或 III 类, 少数区域的水质为 IV 类, 而枯水期各水域环境水质质量多为 III 类, 少数区域为 IV 类, 总体上丰

2.3 营养盐污染特性

沉陷区不同时期营养盐污染指标检测结果如表 4 所示。

各沉陷区水质 TP、NH₃-N、NO₃-N 方差分析表明, 在丰水期和枯水期这 3 种营养盐的浓度均无显著差异, 但各沉陷区之间存在一定的差异。丰水期, TP、NH₃-N、NO₃-N 最高的三个矿区依次为顾桥矿、丁集矿和谢桥矿; 枯水期, TP、NH₃-N、NO₃-N 最高的三个矿区依次为谢桥矿、潘三矿和丁集矿。沉陷区营养盐含量的差异受沉陷时间、接纳污染物种类及沉陷水域利用方式的影响, 亦受到各沉陷区水中其它污染含量的高低的影响。

水期水中重金属较枯水期水中重金属含量高,与常规有机物及营养盐污染物一致,表明矿区沉陷

水域重金属浓度很大程度是丰水期地表冲刷而带来的。

表5 沉陷区水质重金属污染特性

		谢桥矿		张集矿		顾桥矿		丁集矿		潘一矿		潘三矿		潘北矿
		枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	丰水期
Cu	均值	9.4	3.3	4	5.3	2.8	2.9	13	6.5	9.9	2.4	14	7.4	13
	范围	6.4-15	0-16	0-9	0-10	0-7.4	0-7.2	7.0-16	2.7-9.7	4.6-14	1.0-5.3	13-17	0-19	4.3-56
As	均值	0.86	3.3	2.6	7.9	2	4	1	7.7	4.6	1.1	2	5.4	5.8
	范围	0-3.7	0.10-15	0-14	0.60-32	0-6	0-11	0-1.7	5.2-11	0-19	0-2.6	0-5	0-13	3.2-9.6
Cr	均值	11	7.2	5.1	12	5.2	14	5.9	13	7.9	9.3	13	8	10
	范围	3.2-25	3.3-11	0-11	4.6-19	1.4-7.8	2.5-65	2.2-8.8	12-15	0-16	7.4-12	9.9-18	0-38	4.3-25
Cd	均值	-	0.21	0.073	0.17	0.11	0.038	-	-	0.05	0.4	-	0.36	0.13
	范围	-	0-0.84	0-0.5	0-1.6	0-0.7	0-0.1	-	-	0-0.25	0-2.3	-	0-2	0-0.2
Pb	均值	10	5.9	3.5	3.1	1.9	7	4.2	13	5.5	5.5	14	13	17
	范围	0-31	0-27	0-14	0-12	0-9.7	0-33	0-11	0-28	0-19	0-10	0-43	0-41	3.2-48
Zn	均值	1.7	-	-	-	-	-	-	-	9.3	-	-	7.6	-
	范围	0-14	-	-	-	-	-	-	-	0-46	-	-	0-91	-
Fe	均值	1790	700	680	440	300	360	360	860	750	290	1490	720	750
	范围	760-5200	170-2000	0-1580	110-1490	41-840	11-1030	160-470	43-2600	250-1820	0-1045	810-2040	170-1160	210-1520
Mn	均值	110	72	51	38	30	62	34	220	110	33	69	56	110
	范围	51-260	2.3-160	1-220	8.6-160	2.2-63	38-80	17-470	87-560	39-180	8.8-85	12-120	8.3-94	36-240

3 结论

沉陷区水域水质很大程度受地表径流影响,其中常规有机物及营养盐所受影响更大。

各沉陷区枯水期和丰水期的 COD_{Cr} 呈现极显著差异,且丰水期 COD_{Cr} 较枯水期高。

各沉陷区丰水期营养盐 TP 浓度均值大于枯水期,主要是由于丰水期农业面源磷的流失导致沉陷区水域磷的浓度升高,而 NH₃-N、NO₃-N 浓度在不同沉陷区呈现出不同变化规律。

受地表径流影响丰水期水中重金属较枯水期水中重金属含量高。

参考文献

- [1]刘劲松. 淮南潘集矿区地表水质及环境影响因素分析[D]. 安徽理工大学,2009:1.
- [2]程方奎,官传刚,刘和武. 淮南潘集典型采煤沉陷积水区的水质变化规律[J]. 黑龙江科技大学学报,2015,25(1):32.
- [3]范廷玉. 潘谢采煤沉陷区地表水与浅层地下水转化及水质特征研究[D]. 安徽理工大学,2013:5.

(上接第 64 页)

企业建立了较为完善的生产制度与环境管理制度,物料、能源以及废弃物有详细、准确的台账记录,在能够严格执行各项管理制度的条件下保证了日常污水处理工作。

2.7 员工

企业员工总体素质较高,能够较好的按照所制定的各项要求、制度落实在作业中。由于生产员工的素质、新进员工的培训、熟练程度、责任意识等不同,也会在生产过程中导致能耗物耗增加和废弃物的产生。

3 清洁生产方案

3.1 方案产生

从原辅材料与能源的减量、设备的维护更新、技术工艺改进、过程控制优化、加强管理、提高员工素质、提高出水水质、废物回收利用 8 个方面对该污水处理厂的整个生产过程进行分析,找出了该企业的清洁生产潜力,针对以上 8 个方面本轮清洁生产审核产生了 28 个清洁生产方案,其中无低费清洁生产方案 25 个,中高费清洁生产方案 3 个。

3.2 中高费方案介绍

3.2.1 中水回用

(下转第 62 页)