

防治技术

淮南采煤沉陷区积水区沉积物有机质的分布特征

陈启忠

(煤科集团杭州环保研究院,浙江 杭州 311201)

摘要:本论文选取淮南潘谢矿区东部潘集,中部的顾桥,西部谢桥矿的三个塌陷水域为研究对象,采集柱状沉积物样品并分层对其有机质含量进行了分析。有机质分析采用分光光度法。潘集塌陷水域沉积物中有机质的含量范围为 0.98~4.24%,平均值为 2.04%;顾桥塌陷水域沉积物中有机质的含量范围为 1.4~2.2%,平均值为 1.73%;谢桥塌陷水域沉积物中有机质的含量范围为 1.2~1.8%,平均值为 1.47%。总体上,自表层而下,有机质含量呈减小的趋势。本研究结果可以为水域的营养元素迁移转化,水域的管理,生态恢复实践提供重要的参考。

关键词:矿区环境;塌陷水域;沉积物有机质;空间分布

中图分类号:X826

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2016)06-0023-05

DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF ORGANIC MATTERS IN THE SEDIMENTS OF ONE SUBSIDENCE WATERS CAUSED BY COAL MINING ACTIVITIES

CHEN Qi-zhong

(CCTEG Hangzhou Environmental Research Institute, Hangzhou 311201, China)

Abstract: this paper, we chose east of Panji, middle of Guqiao, west of Xieqiao three places in Panxie coal mining area of Huainan. We picked the columnar sediment samples and stratified them to parts to analyze the organic matter content by the method of spectrophotometer. The Panji coal waters of organic matter concentration in sediments at the range of 0.98 ~4.24%, with an average of 2.04 %; The Guqiao coal waters of organic matter concentration in sediments at the range of 1.4~2.2 %, with an average of 1.73 %; The Xieqiao coal waters of organic matter concentration in sediments at the range of 1.2 ~1.8 %, with an average of 1.47 %; Overall, the organic matter content showed a decreasing trend from the surface. The results of this study have an important reference value on the migration of the nutrients of the waters and the waters management and the practice of ecological restoration.

Key words: Coal mine; Subsidence water area; Organic matter; Sediments; Space distribution

在我国由于煤炭主要是井工开采,导致了地表大面积的塌陷。我国煤炭开采塌陷土地累计已达 110×104 hm²,造成的经济损失累计已超过 500 亿元^[1]。因此,正确认识煤矿地面塌陷现状,研究其

成因,预测发展趋势,提出防治对策,对保护矿区的生态环境解决地面塌陷引起的社会矛盾有着深远的影响。

根据 2009 年底的调查资料,淮南煤矿开采沉陷区面积约 117 km²,其中积水区约为 69 km²,大大小小分布在淮南不同的矿区^[2]。研究资料表明^[3],

整个潘集矿区塌陷水域可以储存约 7 亿 m³ 的淡水资源, 而对规划中的凤台蓄滞洪区而言, 2030 年水资源储备量可达 8 亿 m³ [4]。

1 研究方法

1.1 研究站位及样品采集方法

采样点的布设参照《水质-采样方案设计技术规范》(HJ495-2009), 在塌陷区域采用网格布点法, 每个点之间距离在 200~300 m 左右, 均匀分布在积水区, 同时考虑采样点的位置应避开田埂, 为农田区域。

潘一矿塌陷水域面积约为 3.5 km², 平均水深为 3.6 m(平水期), 潘一矿塌陷水位较浅, 我们分别在该塌陷水域内均匀布设 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9, 9 个点, 见(图 1)

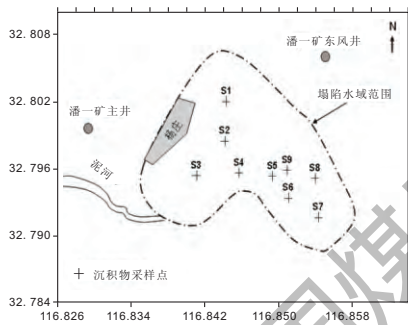


图 1 潘一矿杨庄塌陷水域地理位置和采点位置

顾桥塌陷水域较为封闭我们选取靠近矿区的水域, 即西塌陷区域, 该塌陷区域基本为农田和庄稼地, 我们在该区域均匀布置 9 个点, 底泥采样时取 GQ1、GQ3、GQ5、GQ7、GQ9, 5 个采样点, 见(图 2)

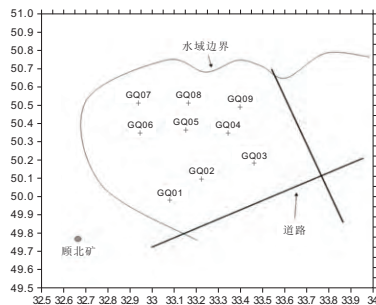


图 2 顾桥矿区塌陷水域地理位置和采样点位置

谢桥矿区由于塌陷塘中心区深, 大部分地点水深都超过 7 m, 故布点沿着水域边界均匀设定了 9 个点, 底泥采样时选取了 XQ1、XQ3、XQ5、XQ7、XQ8, 5 个采样点, 见(图 3)

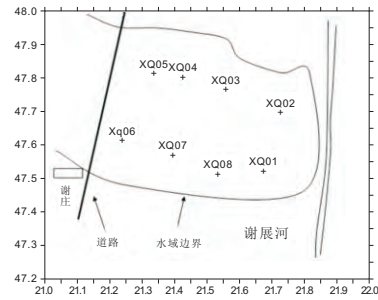


图 3 谢桥矿区塌陷水域地理位置和采样点

沉积物采样利用网格布点法, 均匀布置 9 个采样点。沉积物样品的采集使用沉积物柱状采样器, 沉积物采集上岸后, 轻轻倒掉上覆水, 用活塞将沉积物芯样从采样管中缓缓顶推出来, 按照从沉积表层往深层的顺序将沉积柱芯现场分割为 Lay-1(0-2 cm)、Lay-2(3-4 cm)、Lay-3(5-6 cm)、Lay-4(7-8 cm) 及 Lay-5(9-10 cm) 五个层次, 仔细观察沉积物层的表现性状并记录, 将分层样品封装后置于黑色样品袋中, 闭光放置。采集沉积物样品的同时, 用 GPS 定位, 记录采样点的经纬度。

采集的沉积物样品带回实验室后, 挑去其中的碎石等杂物, 按照不同需要分别处理。部分样品自然风干后, 用研钵捣碎研细, 分别过 60 目和 100 目筛后, 贮存自封袋中备用。柱状沉积物样品根据采样点分别命名为 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9, S1-S7 从 Lay-1 到 Lay-5 分为五个层次, S8 和 S9 则由于沉积柱采集深度原因, 仅分为 Lay-1、Lay-2、Lay-3 三个层次。

1.2 有机质分析测试方法

1.2.1 实验原理

利用 722 分光光度计测定有机碳标准液体的吸光度来绘制标准曲线。通过测定经重铬酸钾反应后的溶液的吸光度, 查出对应的含碳量, 再计算出有机碳含量。氧化有机碳的反应式为: 重铬酸钾-硫酸溶液与有机质作用:



1.2.2 试剂与仪器

试剂: 重铬酸钾、有机碳标准溶液、浓硫酸
仪器: 722 分光光度计

1.2.3 分析步骤

标准曲线的绘制

吸取有机碳标准溶液 0 ml、0.5 ml、1 ml、1.5 ml、2.0 ml、2.5 ml、3.0 ml 分别放入 50 ml 高型烧杯中, 有机碳分别为 0 mg、2.5 mg、5 mg、7.5 mg、

10 mg、12.5 mg、15 mg,补水至 3 ml,加入 10.0 ml 重铬酸钾溶剂,然后加入 10.0 ml 浓硫酸并不断搅拌,停放 20 min,加水 10.0 ml,摇匀,静置或过夜,吸取上清液 15.0 ml 于 50 ml 容量瓶中,加水至刻度充分摇匀。用比色皿在 590 nm 波长以试剂空白调仪器零点进行比色测吸光值,在工作曲线上查出有机碳毫克数。绘制曲线见(图 4)

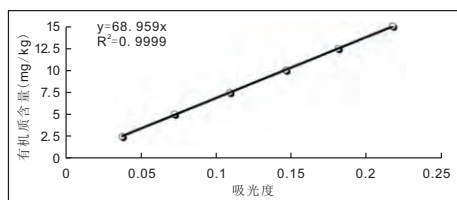


图 4 有机质分析测试用的标准曲线

样品测定

称取通过 100 目筛的风干土壤样品 1 g(精确至 0.001 g),放入 50 ml 的高型烧杯中,加入 3.0 ml 水充分将土样摇散,加入 10.0 ml 重铬酸钾溶剂,然后加入 10.0 ml 浓硫酸并不断搅拌,停放 20 min,加水 10.0 ml,摇匀,静置或过夜,吸取上清液 15.0 ml 于 50 ml 容量瓶中,加水至刻度充分摇匀。用比色皿在 590 nm 波长以试剂空白调仪器零点进行比色测吸光值,在工作曲线上查出有机碳毫克数。

有机质的计算:

$$OM(\%) = \frac{m_1 \times 1.732 \times 1.32}{m(g) \times 100} \times 100$$

m_1 —由标准曲线查出的土样含碳量

m —土样质量

(3) 数据处理方法

Excell 绘制表格,图表,统计平均值和计算标准偏差

2 研究结果

2.1 数据总体分析及分布

通过对三个地点沉积物中有机质的分析,测定的数据如下:

潘集研究水域中,自表层而下,表层有机质含量范围 0.98~4.24%,0.40~3.14%,0.47~1.37%,0.48~0.96%,0.54~1.64%。其中 S5 点有机质含量较高,S1 有机质含量较低,实验现象颜色区分明显。每层有机质的平均值分别为 2.04%、1.24%、0.82%、0.69%、0.80%。样品的标准偏差分别为 1.14%、0.83%、0.27%、0.18%、0.38%。具体数据

参见(表 1)

表 1 潘集沉积物中有机质含量(单位:%)

No.	Lay-1	Lay-2	Lay-3	Lay-4	Lay-5
S1	0.98	0.64	0.59	0.48	0.54
S2	1.56	0.93	0.81	0.73	0.79
S3	1.54	0.67	0.47	0.50	0.56
S4	1.20	0.40	0.49	0.58	0.63
S5	4.24	3.14	1.30	0.96	1.64
S6	1.58	1.18	0.98	0.84	0.78
S7	1.72	0.98	0.81	0.72	0.65
S8	1.81	1.44	0.96		
S9	3.71	1.78	0.94		
AVE.	2.04	1.24	0.82	0.69	0.80
STD	1.14	0.83	0.27	0.18	0.38

顾桥研究水域中,自表层而下,表层有机质含量范围 1.4~2.2%,1.0~1.9%,0.6~1.0%。G09 有机质含量较其他几个点较大。每层有机质的平均值分别为 1.73%、1.62%、0.88%。样品的标准偏差分别为 0.30%、0.36%、0.24%。具体可参见(表 2)

表 2 顾桥沉积物中有机质含量(单位:%)

No.	Lay-1	Lay-2	Lay-3
G01	1.6	1.0	0.8
G03	1.4	1.7	1.0
G05	1.9	1.9	1.3
G07	1.6	1.6	0.6
G09	2.2	1.9	0.8
AVE.	1.73	1.62	0.88
STD	0.30	0.36	0.24

谢桥研究水域中,自表层而下,表层有机质含量范围 1.3~1.8%,0.8~1.3%,0.6~0.8%。点 X5-2、X7-2 有机质在第一层中含量相等;每层有机质的平均值分别为 1.47%、1.03%、0.70%。样品的标准偏差分别为 0.29%、0.19%、0.09%。具体参见(表 3)

表 3 谢桥沉积物中有机质(单位:%)

No.	Lay-1	Lay-2	Lay-3
X01	1.3	1.0	0.6
X03	1.2	1.0	0.8
X5-2	1.8	1.0	0.8
X7-2	1.8	0.8	0.6
X8-2	1.3	1.3	0.6
AVE.	1.47	1.03	0.70
STD	0.29	0.19	0.09

2.2 有机质的分布特征分析

由于地面塌陷,导致矿区常年积水,水体中有机质的输入方式一方面是自身的有机质沉降,另一方面原本农田庄稼区域本身也含有大量有机

质自身的释放迁移。对以上水域沉积物有机质含量绘制柱形图分析:

潘集水域沉积物中有机质含量最大值出现在 S5, S9 含量亦相对较高, 最低含量值出现在 S1 (图 5), 在 0.48~0.98 % 范围内。其 S5 和 S9 位于老泥河 (沉陷联通前) 附近, 覆水后可能受污染泥河沉积物悬浮扰动及扩散影响, 明显高于其他采样点 (图 5)

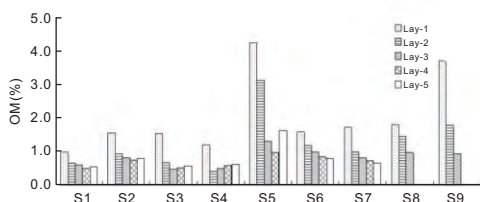


图 5 潘集有机质含量柱形分布

因各采样点有机质含量表层和中下层差异明显总体上呈下降趋势, 在此对整个塌陷区域分层次进行统计分析, 从而确立塌陷水域沉积物整体分布特征. 表 1 显示了自表层而下各层次有机质均值, 在此基础上绘制其剖面分布图进行分析 (图 6) 表层 OM 评价含量为, 自表层而下, 呈逐渐减小的趋势。表层和其他层次差异明显, 后三层差异减弱顾桥矿区有机质含量不是很高, 有机质含量最大值出现在 G09-1, G05-1 含量亦相对较高, 最低含量值出现在 G03-1 (图 7) 含量在 0.6~1.3 % 之间。从图中可以看出有机质含量在第一层与第二层含量接近, 底层有机质含量较低, 与前两层有机质含量区分明显。

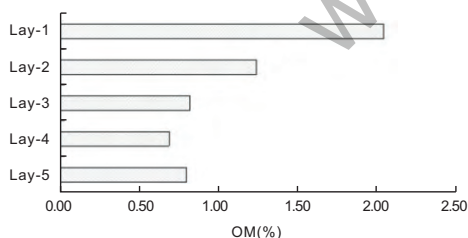


图 6 潘集每层沉积物中有机质含量的平均值

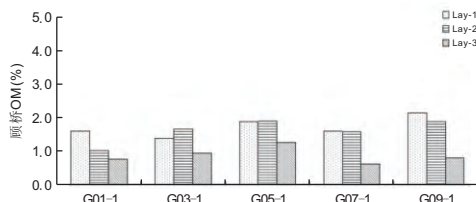


图 7 顾桥矿区有机质柱形分布

对顾桥矿区整个塌陷区域分层次进行统计分析, 确立塌陷水域沉积物整体分布特征。表 2 显示

了自表层而下各层次有机质均值, 对其剖面分布图进行分析 (图 8)

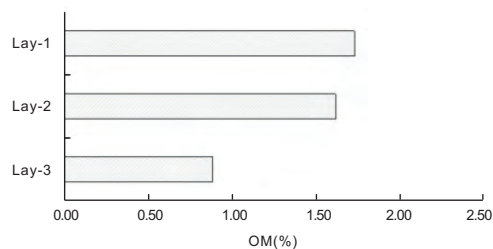


图 8 顾桥每层沉积物中有机质含量的平均值

表层 OM 评价含量为, 自表层而下, 呈逐渐减小的趋势。表层和第三层区分不是很大, 第三层有机质含量低。出现这种现象的原因是顾桥矿区较为封闭, 塌陷区受外界影响小, 有机质主要来源是水体中有机质沉降和塌陷前耕作层中有机质。第三层是土壤层有机质含量较低。

通过对谢桥有机质含量进行测算, 从图中可以看出谢桥有机质含量最大值出现在 X05、X07, 最低含量值出现在 X03 (图 9) 第一层有机质的含量最高在 1.2~1.8 % 之间, 底层有机质含量较低在 0.6~0.8 % 之间, 有机质总体含量比顾桥矿区稍高, 这是由于谢桥与齐河相通, 增加了有机质输入, 使其受到影响。对谢桥矿区整个塌陷区域分层次进行统计分析, 确立塌陷水域沉积物整体分布特征. 表 3 显示了自表层而下各层次有机质均值, 对其剖面分布图进行分析 (图 10) 表层 OM 评价含量为, 自表层而下, 呈逐渐减小的趋势。表层和第三层区分不是很大, 第三层有机质含量低。与顾桥矿区情况类似, 但是有机质含量要略高于顾桥, 这是由于有机质受到与其相连的齐河的影响。出

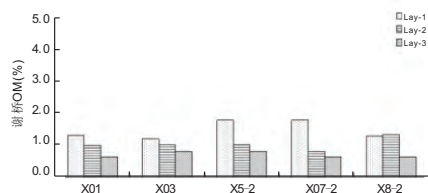


图 9 谢桥矿区有机质柱形分布

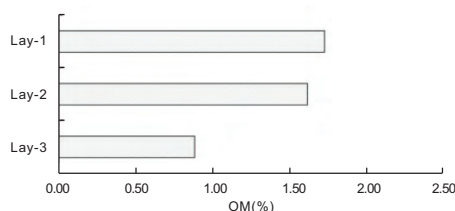


图 10 谢桥每层沉积物中有机质含量平均值

现上述实验结果的原因:潘集塌陷时间较长,湖泊沉积的有机物逐渐在表层累积,同时随着时间的延长,底层有机质逐渐降解,呈逐渐减弱的趋势。顾桥和谢桥区域,受人为活动干扰较小,湖泊沉积速度相对较低,主要有机质仍然为原来的耕作层土壤,所以差异不明显。到底层以后,由于耕作等原因,有机质含量较少,因而显著低于其上层土壤。

Kristensen(2000)^[5]曾根据大量研究结果总结了海洋沉积物有机质在界面好氧/缺氧(或厌氧)条件下的降解研究进展,文章指出,在大多数沉积物界面上,氧的穿透范围只有几个毫米,而且随季节和昼夜动态变化,在亚表层缺氧或下层厌氧条件下,其他电子受体(硝氮、铁锰、硫等元素)作用更加重要,沉积物各层次上的还原反应很大程度上控制了诸多元素的迁移转化、循环与最终埋藏。如硝氮耗竭,铁锰还原对磷的迁移起主要作用,深度还原条件下硫酸盐则存在重要影响。随着研究的深入,这些过程在越来越多的湖泊和海洋研究中得到了证实^[6]。Katsev et al.(2006)^[7]进一步撰文指出,现阶段湖泊沉积物磷都过于集中在短时间尺度上的研究(季节变化、pH、光照条件、溶氧浓度),有机质输入、铁氧化物、溶氧和硫酸盐才是长时间尺度上控制磷迁移的主要因素,而有机质输入是首要的驱动因子。因此,当外界环境改变,有机质发生种反应时,伴随的各种过程的发生能够改变当地的水体环境。有机质状况对N、P等营养元素的赋存和迁移有着显著的影响^[8]。我们将有机质含量与N、P元素之间分别作了相关性分析,可以发现在水平方向和垂直方向上有机质与总氮、总磷均存在显著正相关关系。以潘一矿为例,见(图11、图12)尤其对总氮来讲,OM和N关系极其显著,主要原因是由于氮赋存于有机质中,而磷的赋存形态中,无机形态是其主要部分,故相关性稍弱。

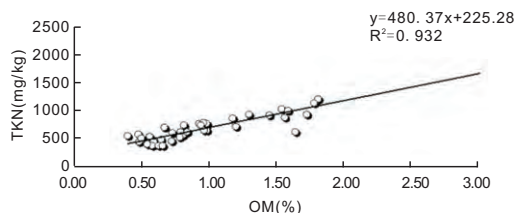


图11 潘一矿 OM 与 TKN 之间线性关系

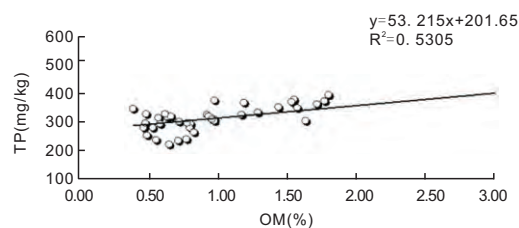


图12 潘一矿 OM 与 TP 之间线性关系

3 结论

潘集矿区有机质在 0.40~4.24 % 范围内,顾桥有机质在 0.6~2.2 %,谢桥有机质在 0.6~1.8 %,潘集有机质明显较其他两个地方高。这主要是由于潘集位于老泥河(沉陷联通前)附近,覆水后可能受污染泥河沉积物悬浮扰动及扩散影响。

从有机质柱状分布图可以发现表层有机质含量高,越往底层有机质含量越低,呈缓慢下降趋势。有机质在水平空间分布较为均匀;出现这种现象的原因是有机质通过水体沉降和人类活动影响,主要沉降在土壤表层,故有机质含量丰富,越往底层则是原土壤层有机质含量少。

有机质和氮磷关系密切,有机质含量高可加速氮磷的循环,使水体有富营养化的风险。需要加以限制,研究有机质对于指导生产实践,水域的管理,生态恢复实践都具有重要的参考价值。

参考文献

- [1]王彬,邓瑞杰,谭松,等.我国煤矿地面塌陷分析与防治[J].陕西煤炭,2010
- [2]刘劲松.淮南潘集矿区地表水质及环境影响因素分析.淮南:安徽理工大学硕士学位论文[D],2009.
- [3]淮南矿业(集团)责任有限公司."淮河凤台蓄滞洪区塌陷水域水质评价及治理利用研究"项目研究报告(未公开发表),2010.
- [4]朱广伟,陈英旭.沉积物中有机质的环境行为研究进展[J].湖泊科学,2001,13(3):272-279.
- [5]耿海清,陈帆,赵玲等.淮南潘谢矿区煤炭开发环境治理中存在的问题及对策建议[J].煤矿开采,2011,第二期.
- [6]Kristensen.Organic matter diagenesis at the oxic/anoxic interface in coastal marine sediments,with emphasis on the role of burrowing animals[J].Hydrobiologia,2000,426:1-24.
- [7]Mort,H.P.,Slomp C.P.,Gustafsson B.G.and Andersen T.J.Phosphorus recycling and burial in Baltic Sea sediments with contrasting redox conditions [J].Geochemica et Cosmochimica Acta,2010,74:1350-1362.
- [8]谢平.翻阅巢湖的历史-蓝藻,富营养化及地质演化[M].北京:科学出版社,2009.