

煤矿塌陷湿地水体富营养化评价

贺晓蕾¹, 王敏¹, 刘伟²

(1. 徐州市环境保护科学研究所, 江苏 徐州 221008;

2. 新疆工业高等专科学校化学工程系, 新疆 乌鲁木齐 830091)

摘要:以徐州某矿塌陷湿地为研究对象, 通过对该矿塌陷湿地水体水质监测数据的分析, 采用综合营养状态指数法(TLI)对该塌陷湿地水体的富营养化水平进行了评价。研究结果表明: ①该矿塌陷湿地水体水质总体优于 GB3838-2002 类标准, TN 和 TP 的平均含量分别为 0.31 mg/L 和 0.024 mg/L, 可达到 类标准; ②整个塌陷湿地水体的综合营养状态指数 TLI 为 47.46, 处于中营养状态, 有向富营养化状态变化的趋势; ③在水质监测数据的基础上, 分析了水体营养状态变化的原因, 并提出了针对该矿塌陷湿地水体的富营养化控制措施和建议。

关键词:塌陷湿地; 综合营养状态指数法; 富营养化评价

中图分类号: X824

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2012)02-0045-04

EUTROPHICATION ASSESSMENT OF COLLAPSE WETLANDS ABOUT COAL

HE Xiao-lei¹, WANG Min¹, LIU Wei²

(1. Xuzhou Institute of Environmental Sciences, Xuzhou 221116, China; 2. Department of Chemical Engineering, Xinjiang Polytechnical College, Urumqi 830091, China)

Abstract: Taking the collapse wetlands of a coal from Xuzhou as a research object, based on the analysis of the water quality monitoring data of the collapse wetlands, the eutrophication level of the water body was evaluated by using comprehensive nutrition state index method. The result indicated: First, the water quality of the collapse wetlands was better than fourth level standard values, the average content of TN and TP were 0.31mg/L and 0.024mg/L and the water quality could meet second level standard values; Second, the comprehensive nutrition state index(TLI)of the water body was 47.46, and was in medium nutritional status, but it showed a trend from medium nutritional status to eutrophication; Third, on the basis of water quality monitoring data, this research analysed the causes of changes about the nutritional status of water body and gave the feasible measure and suggestions to control the eutrophication of the collapse wetlands.

Keywords: collapse wetlands; comprehensive nutrition state index method; eutrophication assessment

平原高潜水位采煤塌陷土地地势低洼, 水资源丰富, 土壤接近饱和湿度, 地下煤炭资源开采以后, 采空区上覆岩层的原始应力平衡状态受到破坏, 依次发生冒落、断裂、弯曲等移动变形, 最终涉

及地表, 形成一个比采空区面积大得多的近似椭圆形的下沉盆地, 地表产生坡地、积水、凹凸不平、裂缝等。在开采沉陷和雨水、风力等因素的综合作用下, 使得地表产生破坏、推移、变形、沉积等土壤侵蚀现象, 形成深浅不等、大小不一的各自封闭式

的塌陷地,当塌陷地表低于地下水水位时,地表由采矿前的陆地生态环境演变为采矿后的水生生态环境,塌陷土地形成常年和季节性积水,最终形成了塌陷湿地^[1]。

水体富营养化是水环境普遍存在的问题^[2-4]。富营养化水体中部分藻类释放的一些毒素,能引起鱼类大量死亡。此外,富营养化水体由于亚硝酸盐和硝酸盐含量较高,人畜长期饮用也会中毒致病^[5]。对于水体富营养化的研究,人们在关注如何治理的同时将更多的目光放到水体富营养化的评价和预测上。富营养化评价是根据水的使用功能,按照一定的评价因子、质量标准和评价方法,对湖泊水库富营养化发展过程中某一状态进行定量或定性描述^[6-7]。它是水质科学管理的基本手段,也是人类认识水环境的重要途径。其主要目的是通过对某一具体的湖泊或水库的代表性指标的调查,判断该水体所处的富营养化进程以及其发展趋势,为湖泊水库的水质管理及富营养化控制提供科学的依据。

徐州某矿塌陷区目前已建设成为湿地公园,对其进行富营养化评价与分析,可以判断其水体的质量以及其富营养化发展趋势,对于科学管理该片区水域提供科学的依据。

1 实验准备

1.1 采样点的设置

基于综合反映湿地的水环境质量及检测区域环境的污染特征考虑,对该矿塌陷湿地进行实地考察后,沿湖的周围设置6个采样点,然后在湖心岛设置一个采样点,共计7个采样点,如图1所示。

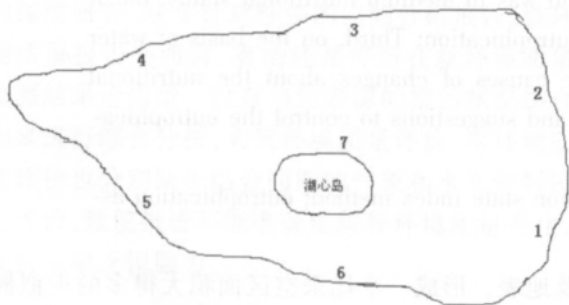


图1 塌陷湿地采样布点图

1.2 样品采集与分析方法

采样时间为5月中下旬,每个采样点在垂直水面下0.5 m处采样,水样用聚乙烯瓶盛装,并在

现场进行固定,采取水样后,用纸箱遮光带回实验室进行分析。

监测指标为总氮(TN)、总磷(TP)、化学需氧量(COD_{Cr})、叶绿素 a(chla)和透明度(SD)。其中 TN 用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法、TP 用过硫酸钾消解钼锑抗分光光度法、COD_{Cr} 用重铬酸钾-硫酸亚铁铵容量法、chla 用丙酮提取分光光度法、SD 用塞氏盘法测定。

2 评价方法

2.1 评价模型的选取

水体富营养化的发生受很多因素的影响,尤其受水体生态系统、水流和地区气候的影响很大。该塌陷湿地水深只有4~7m,属于浅水湖泊,水体分层等现象并不明显,根据现有条件和有关标准,采取中国环境监测总站推荐的“湖泊水库富营养化评价方法”来进行评价。

目前,湖泊富营养化评价的基本方法主要有营养状态指数法(卡尔森营养状态指数(TSI)^[8-10]、修正的营养状态指数、综合营养状态指数(TLI)、营养度指数法和评分法^[11]。

本文主要针对各项指标的监测值进行定量的评价,而在定量评价中,应用最多的方法是综合营养状态指数法。

因此,本文选取综合营养状态指数法来评价该矿塌陷湿地水体富营养化程度。

2.2 综合营养状态指数计算公式

$$TLI = \sum_{j=1}^n W_j \cdot TLI_j \quad (1)$$

式中,TLI为水体综合营养状态指数; W_j 为第j种参数营养状态指数的相关权重; TLI_j 为代表第j种参数营养状态指数。

(1)营养状态指数计算公式为:

$$TLI(\text{chla}) = 10(2.5 + 1.086 \ln \text{chla})$$

$$TLI(\text{TP}) = 10(9.436 + 1.624 \ln \text{TP})$$

$$TLI(\text{TN}) = 10(5.453 + 1.694 \ln \text{TN})$$

$$TLI(\text{SD}) = 10(5.118 - 1.94 \ln \text{SD})$$

$$TLI(\text{COD}_{\text{Cr}}) = 10(0.109 + 2.661 \ln \text{COD}_{\text{Cr}})$$

评价项目选取了反映水体营养程度的主要指标:总氮(TN)、总磷(TP)、化学需氧量(COD_{Cr})、叶绿素 a(chla)、透明度(SD)5项。采用0~100的连续数字对湿地水体的营养状态进行分级:TLI<30为贫营养;30≤TLI≤50为中营养;TLI>50为富营养,

其中 $50 < TLI \leq 60$ 为轻度富营养, $60 < TLI \leq 70$ 为中度富营养, $TLI > 70$ 为重度富营养^[12]。

(2) 营养状态指数的相关权重

各项指标营养状态指数权重见表 1 所示。

表 1 各项指标营养状态指数权重

权重	chl _a	TP	TN	SD	COD _{Cr}
W _j	0.2663	0.1879	0.1790	0.1834	0.1834

3 结果及分析

3.1 水质评价

对各个采样点指标的测定值取平均值, 所得结果见表 2 所示。

表 2 塌陷湿地水质监测指标

测试项目	国家标准		采样点							平均值
	类 [*]	1	2	3	4	5	6	7		
TN(mg/L)	1.5	0.26	0.32	0.28	0.37	0.34	0.24	0.36	0.31	
TP(mg/L)	0.1	0.026	0.024	0.017	0.028	0.019	0.022	0.032	0.024	
SD(m)	/	1.46	1.42	1.56	1.52	1.53	1.32	1.62	1.5	
chl _a (mg/L)	/	8.60	7.50	7.90	7.20	8.10	8.80	7.40	7.93	
COD _{Cr} (mg/L)	30	15.70	14.50	14.90	15.30	16.20	16.50	14.60	15.40	

* 该塌陷湿地目前已建设成为湿地公园, 根据地表水环境质量标准(GB 3838-2002)分类要求, 该水体属于 Ⅲ类水。

根据塌陷湿地水体总体水质监测情况, 与地表水环境质量标准(GB3838-2002) 标准进行比较, 由表 2 可以得出: (1) 总体水质优于 GB3838-2002 Ⅲ类标准, TN、TP 可达到 Ⅱ类标准, COD_{Cr} 可达到 Ⅲ类标准; (2) 对于同一个水质指标, 每个采样点的监测值与平均值比较相差不大。因此可以说该湿地整体水质是均匀的、良好的, 这是因为该塌陷湿地水源为地下水, 且周边没有污染源对地下水造成污染, 本区域地下水水质较好, 当地面由于采煤塌陷后, 地下水涌变为地表水, 且由于水深较浅, 在风力的作用下, 使得湿地内的水体处于均匀混合状态。

Tomas 和坂本等根据各国研究结果提出了以水体中 TN、TP 的含量对湖泊营养状况分级的标准^[13]。根据 Tomas 的分级标准, TP 含量为 0.03~0.1mg/L, 湖泊水体为中-富营养化; 而坂本评价湖泊水体富营养化的标准为: TP 含量为 0.01~0.09 mg/L, TN 含量为 0.5~1.3 mg/L。

参考 Tomas 和坂本的分级标准, 对照实际监测指标值, 可以看出该塌陷湿地水体基本处于中营养化状态, 有向富营养化状态变化的趋势。

3.2 富营养化评价

运用综合营养状态指数法的计算公式和表 2 中水质的监测数据对该矿塌陷湿地的营养状况进行综合评价, 评价塌陷湿地水体营养状态和分析其产生原因, 为该矿塌陷湿地水体富营养化控制提供科学客观的依据。具体评价结果见表 3 所示。

表 3 塌陷湿地水体营养状态指数

测试项目	采样点							平均值
	1	2	3	4	5	6	7	
总氮(mg/L)	31.71	35.23	32.97	37.69	36.25	30.35	37.22	34.69
总磷(mg/L)	38.74	37.52	32.26	39.87	33.96	36.19	41.90	37.52
透明度(m)	43.84	44.38	42.55	43.06	42.93	45.79	41.82	43.31
叶绿素(mg/L)	48.37	46.88	47.45	46.44	47.72	48.62	46.74	47.49
化学需氧量(mg/L)	74.34	72.22	72.95	73.65	75.17	75.66	72.41	73.82
综合指数	47.58	47.30	45.83	48.09	47.30	47.53	48.01	47.46

由表 3 可以得出: 单从每一个指标的营养状态指数上看, TN、TP、SD 和 chl_a 的营养状态指数均为 $30 \leq TLI \leq 50$, 都处于中营养状态, 而 COD_{Cr} 的营养状态指数 $TLI > 70$, 为重度富营养。但是在实际情况中, 目前该矿塌陷湿地水质优良, 并没有发生富营养化, 可见湖泊水库发生富营养化的机理比较复杂, 若只单从每一个指标的营养状态评价考虑的话, 不能综合反映整个水体的状态; 从总体上进行评价, 可以看出该矿塌陷湿地每个采样点水体的综合营养状态指数均为 $40 \leq TLI \leq 50$, 都处于中营养状态, 整个塌陷湿地水体的综合营养状态指数 TLI 为 47.46, 处于中营养状态, 并且塌陷湿地每个采样点水体及总体水体的综合营养状态指数 TLI 均接近 50, 有向富营养化状态变化的趋势。

4 塌陷湿地水体富营养化控制措施

资料表明, 水体中的 N、P 的比值大于 12 时^[14], P 是水体富营养化发生的主要控制因子。根据水质监测结果, 总体上看来, 该矿塌陷湿地水体中的 N、P 比为 13, 因此该矿塌陷湿地水体富营养化的控制因子是总磷。TP 的营养状态指数权重较大, 若大量的含磷元素物质流入该湿地, 将会使该湿地水体向富营养化状态变化。

因此, 对该湿地所在区域建设和开发时, 应该加强对湿地的科学管理和保护, 注意限制人为点源或面源污染物进入湿地, 尤其是过量氮磷元素的流入, 造成湿地水体的富营养化。

5 结论

(1) 该矿塌陷湿地水体水质总体优于 GB3838-2002 类标准, TN 和 TP 的平均含量分别为 0.31 mg/L 和 0.024 mg/L, 可达到 类标准, COD_{Cr} 平均含量为 15.4 mg/L, 可达到 类标准;

(2) 该塌陷湿地水体综合营养状态指数均为 30 ≤ TLI ≤ 50, 根据综合营养状态指数分级标准, 该湿地水体处于中营养状态, 有向富营养化状态变化的趋势;

(3) 经过分析, 引起该矿塌陷湿地水体向富营养化状态变化的主要控制因子为 TP, 因此必须限制过量含磷元素的物质流入该水体。

参考文献

[1] 渠俊峰. 基于平原高潜水位采煤塌陷土地复垦的人工湿地规划[J]. 节水灌溉, 2008, 21(6): 88~91.

[2] 李艳红, 杨丽原, 刘恩峰, 等. 南四湖富营养化评价与原因分析[J]. 济南大学学报(自然科学版), 2010, 24(2): 212~215.

[3] 黄祥飞. 湖泊生态调查观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 1999: 77~79.

[4] 田永杰, 唐志坚, 李世斌. 中国湖泊富营养化的现状和治理对策[J]. 环境科学与管理, 2006, 31(5): 119~121.

[5] 顾丁锡, 舒金华. 湖泊水污染预测及其防治规划方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1988.

[6] 艾有年, 阎立荣. 环境检测新方法. 中国环境科学出版社, 1992.

[7] 叶常明著. 水污染理论与控制. 学术书刊出版社, 1989.

[8] Carlson R E. A trophic state index for lakes [J]. Limnol Oceanogr, 1977, 22(2): 361~369.

[9] Coda T. Comprehensive studies on the eutrophication of freshwater areas. XI: summary of researches. The Natural Institute for Environmental Studies, 1981. (27): 59~71.

[10] 蔡庆华. 湖泊富营养化综合评价方法[J]. 湖泊科学, 1997, 9(1): 89~94.

[11] 荆红卫, 华蕾, 孙成华. 北京城市湖泊富营养化评价与分析[J]. 湖泊科学, 2008, 20(3): 357~363.

[12] 郑晓红, 汪琴. 淀山湖水质状况及富营养化评价[J]. 环境监测管理, 2009, 21(2): 68~70.

[13] 杨志敏, 熊海灵, 张晟, 等. 重庆长寿湖富营养化评价及氮磷平衡研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 73~75.

[14] 冯成洪. 湖库富营养化评价预测研究[硕士学位论文]. 西安: 西安理工大学, 2004.

(上接第 52 页)

生态用地稳步增加, 整体土地利用类型转换呈良性发展。

基于遥感技术宏观性强, 时效好, 信息量丰富等特点, 遥感影像能够直观、准确、实时的反映现状, 其信息获取、信息处理、信息应用于一身, 在信息获取与处理的高速、实时与应用的高精度、可量化方面, 都说明了“3S”技术在解决矿区生态环境方面有着得天独厚的技术优势, 对于指导矿区

制定科学合理的环境防治方案, 实现安全开采、绿色开采, 对煤炭开采和生态环境技术领域都具有重大的理论价值和实践意义。

参考文献

[1] 神华矿区环境地质调查及环境治理综合研究总报告 神华集团有限责任公司 神华(北京)遥感勘查有限责任公司 2010年8月.

[2] 李雄飞. 基于 3S 技术的水土流失现状监测研究 《水土保持通报》2009年4月第29卷第2期.

(上接第 44 页)

在监测人员得到有效补充后, 监测站可以根据工作的特点划分不同的科室, 抽调人员成立综合分析室、质控室等。专门科室的成立, 更利于工作人员集中精力做好监测、研究分析、质量管理工作, 并使监测站人员人人树立监测质量观, 实事求是, 科学监测分析。

5.3 加强监测站的综合分析能力

首先, 加强监测站人力资源的管理, 充分发挥每个人的专长, 有计划地组织监测人员进行监测、

管理技术培训和业务交流研讨, 为监测人员的成长提供发展平台。其次, 监测站要加强与其他监测网络的沟通协调, 争取得到齐全的环境质量综合分析资料, 利用先进的环境质量分析软件进行全面、准确、科学地分析。再次, 监测站要加强与环境保护管理部门的沟通交流, 及时了解管理的要求和目标以及建设项目、污染源的最新信息, 以便更快更有针对性地进行监测, 得到针对性强的监测报告, 更好地服务管理、服务社会和企业。