

基于单因子水质标识指数法的赋石水库流域

域河流高锰酸钾指数 (COD_{Mn}) 分析

王小云¹, 张丽萍^{2*} (1. 山西省水土保持科学研究所, 山西太原 030045; 2. 浙江大学环境与资源学院, 浙江杭州 310058)

摘要 采用单因子水质标识指数法, 以高锰酸钾指数(COD_{Mn})为评价指标, 对2009年7月~2011年6月浙江省安吉县赋石水库流域河流水质进行评价。结果表明, 2009年7月~2010年6月该流域河流水体主要为Ⅰ类和Ⅱ类水; 2010年7月~2011年6月主要为Ⅴ类水。按照达到前3类水的比例, 干流(西溪)水质好于支流, 西溪支流水质好于赋石水库支流。该流域有机污染物主要来自于农业非点源污染和生活生产资料废弃物, 2010年7月以后该流域由于面源污染导致水质出现恶化, 需要加强对面源污染的管控。

关键词 COD_{Mn}; 单因子水质标识指数法; 水质评价; 面源污染

中图分类号 X524 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)29-11795-03

Analysis on COD_{Mn} in Fushi Reservoir Watershed Based on Single Factor Water Quality Identification Index Method

WANG Xiao-yun et al (Shanxi Soil and Water Conservation Institute, Taiyuan, Shanxi 030045)

Abstract By using single factor water quality identification index method, with COD_{Mn} as an evaluation indicator, the water quality of Fushi Reservoir watershed in Anji County, Zhejiang Province during Jul. 2009-Jun. 2011 was evaluated. The results showed that the water quality was between grade I and grade II from July in 2009 to June in 2010, and was grade V from July in 2010 to June in 2011. The water quality in Xixi River was better than its tributary, and the tributary of Xixi was better than tributary of Fushi Reservoir based on the grade III water quality standards. In this watershed, the main organic pollutions in water were come from agricultural non-point source pollution and water liquid and solid waste in lives and works. After July in 2010, the water quality has degraded by the non-point source pollution, so it is necessary to strengthen management and control for non-point source pollution.

Key words COD_{Mn}; Single factor water quality identification index method; Water quality assessment; Non-point source pollution

近年来,随着工农业生产的不断发展,许多河流湖库的有机污染程度日益加剧,污染物的成分也日趋复杂。高锰酸钾指数(COD_{Mn})是传统的反映水体有机污染状况的指标^[1],因此高锰酸钾指数常被作为地表水体受有机污染物和还原性无机物质污染的综合指标。水质标识指数法是近年来提出的一种全新的水质评价方法,不仅能够完整表达单因子的水质类别,还可以定性、定量地评价综合水质状况,已广泛应用于城市河道等水体的水质评价^[2-4]。笔者以COD_{Mn}为评价指标,采用单因子水质标识指数法,对浙江省安吉县赋石水库流域河流进行了水质分类和评价,以期安吉县水环境部门对水环境的检测和防治提供科学依据。

1 材料与与方法

1.1 研究区概况 赋石水库(30°38' N, 119°30' E)流域在赋石水库上游,位于浙江省安吉县境内,流域面积达331 km²,是典型的低山丘陵地区。该水库于1980年建在西苕溪上游的西溪上,库容2×10⁸ m³,以蓄洪、发电和提供饮用水为主。该水库灌溉农田8 000 hm²,年发电量5.4×10⁴ kW,每天为安吉县人民提供饮用水2.5×10⁴ m³,为该县主要的集中式生活用水供应区。流域内主要种植水稻和蔬菜,山坡和丘陵地段主要以毛竹和板栗为主,因此有“中国竹乡”之称。该流域是典型的海洋季风气候,年平均降水量为1 344.1 mm,年平均

均气温为16.6℃,最高和最低气温分别为38.7和-8.5℃。

1.2 样品和采集与分析 根据赋石水库流域河流分布特征,将流域内样点整体分为两部分。第1部分为赋石水库流域内的干流(西溪)以及主要支流;第2部分为赋石水库支流(直接注入赋石水库而相对较小的河流)、大坑溪和尚梅溪。干流从上游到下游布置6个监测点(G1~G6);在西溪上较大支流内各布置1个样点(Z1~Z6);尚梅溪为赋石水库支流,因此布置1个监测点(SM);大坑溪由于有较大的支流七管溪,故布置3个点(CS1~CS3)(图1)。为了便于计算和分析,对监测点进行分类计算和评价,其中干流(西溪)的监测点为第1部分;干流支流为第2部分;大坑溪和尚梅溪为第3部分。2009年7月~2011年6月,每月定时定点从赋石水库流域上游监测点进行取样,并立即运回实验室,采用酸性法测定COD_{Mn}含量^[1]。采用单因子水质标识指数法,对该流域河流水质进行分类和评价。

2 结果与分析

2.1 西溪 COD_{Mn} 评价结果 由表1可知,2009年7月~2011年6月,赋石水库流域干流各监测点水质变化差异较大,从Ⅰ类水到劣Ⅴ类水不等。2009年7月~2010年6月,主要为Ⅰ类和Ⅱ类水;2010年7月~2011年6月,主要为Ⅳ类和Ⅴ类水。这表明从2010年7月开始,该流域上游河流有机质出现了较大的增长,对流域水质影响较大。

由图2可知,西溪各监测点Ⅰ类水所占比例为20.83%~41.67%,均值为30.56%;Ⅱ类水所占比例为12.50%~29.17%,均值为18.56%;Ⅲ类水所占比例为0%~12.50%,均值为4.86%;Ⅳ类水只出现在3个监测点,比例为8.33%~12.50%,均值为5.56%;Ⅴ类水所占比例为29.17%~41.67%,均值为31.94%;劣Ⅴ类水为8.33%~12.50%,均

基金项目 山西省青年科技研究基金(2013021031-4);山西省水利厅项目“土地利用类型对氮素载移过程和机理影响的研究”。

作者简介 王小云(1980-),男,山西兴县人,工程师,博士,从事水土流失和环境监测与评价方面的工作, E-mail: wxy801227@163.com。*通讯作者,教授,博士生导师,从事水土保持、土壤侵蚀和环境监测与评价方面的工作, E-mail: lpzhang163@163.com。

收稿日期 2013-09-12



图1 赋石水库流域水系和采样点分布

值为9.03%。可见,V类水整体所占比例最高,其次为I类水和III类水,而III类、IV类和劣V类水比例都较小。

表1 赋石水库干流(西溪)各监测点COD_{Mn}单因子水质标识指数

时间	G1	G2	G3	G4	G5	G6
2009-07	2.10	2.10	2.00	2.30	2.00	2.80
2009-08	2.00	2.00	1.90	2.50	1.80	3.01
2009-09	1.29	1.29	1.29	1.29	1.19	1.19
2009-10	1.80	1.50	1.39	1.39	1.19	1.39
2009-11	2.10	2.10	1.29	1.90	1.90	2.40
2009-12	1.60	1.49	1.90	1.49	1.60	2.71
2010-01	4.32	2.20	3.41	2.00	1.70	1.60
2010-02	1.80	2.10	1.50	1.39	1.29	2.30
2010-03	1.90	1.70	1.39	1.60	1.39	1.80
2010-04	3.41	4.22	5.13	4.02	2.30	3.72
2010-05	2.40	2.61	2.30	1.80	1.29	2.81
2010-06	1.70	1.70	1.70	1.09	1.90	1.90
2010-07	5.43	5.43	5.23	5.43	5.43	5.43
2010-08	5.13	5.33	5.13	5.13	5.23	5.43
2010-09	4.63	4.53	5.03	4.83	4.83	5.13
2010-10	1.60	2.00	2.30	1.90	2.40	2.70
2010-11	5.03	4.93	5.03	4.83	4.73	5.13
2010-12	6.14	6.24	6.14	6.14	6.24	6.04
2011-01	5.23	5.13	5.23	5.23	5.13	5.13
2011-02	5.33	5.33	5.33	5.64	5.33	5.33
2011-03	5.23	5.13	5.23	5.23	5.13	5.13
2011-04	6.14	6.14	6.14	6.14	6.65	6.34
2011-05	5.33	5.33	5.43	5.64	5.33	5.33
2011-06	4.63	5.13	5.13	5.74	5.13	5.33

2.2 西溪支流COD_{Mn}评价结果 由表2可知,2009年7月~2011年6月,西溪支流各监测点水质差异较大。但总体上2009年7月~2010年6月,主要为I类和II类水;2010年7月~2011年6月,主要为IV类和V类水。这表明从2010年7月开始,西溪支流有机质出现了一个较大的增长,对干流水质影响较大。

由图3可知,西溪支流各监测点I类水所占比例为16.67%~37.50%,均值为27.50%;II类水所占比例为12.50%~29.17%,均值为18.33%;III类水所占比例为

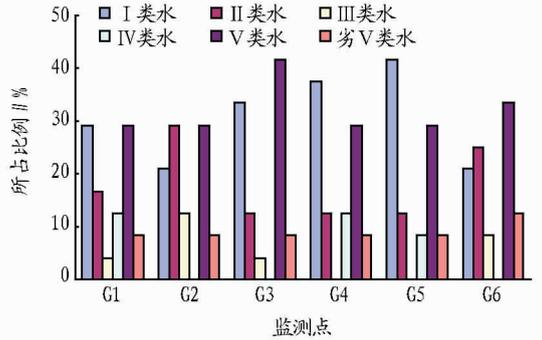


图2 西溪COD_{Mn}检测时间内各类水所占比例

4.16%~12.50%,均值为7.50%;IV类水所占比例为0%~12.50%,均值为9.17%;V类水所占比例为25%~33.33%,均值为30.83%;劣V类水所占比例为4.17%~8.33%,均值为6.67%。可见,V类水整体所占比例最高,其次为I类水和II类水,而III类、IV类和劣V类水比例都较小。

表2 西溪支流各监测点COD_{Mn}单因子水质标识指数

时间	Z1	Z2	Z3	Z5	Z6
2009-07	1.90	2.40	2.00	2.00	2.80
2009-08	1.70	2.20	1.90	1.80	1.90
2009-09	1.50	1.10	1.60	1.50	1.30
2009-10	1.30	1.40	1.50	1.90	1.70
2009-11	1.70	2.60	4.12	2.20	2.20
2009-12	1.10	4.52	1.60	1.30	1.20
2010-01	1.20	2.40	1.60	2.40	2.00
2010-02	2.30	1.60	1.70	2.50	1.60
2010-03	1.90	2.10	1.70	1.60	1.60
2010-04	3.31	3.20	3.00	2.80	3.31
2010-05	2.70	2.10	3.40	5.70	3.10
2010-06	1.10	1.10	2.20	2.20	1.20
2010-07	5.33	5.23	5.63	5.33	5.43
2010-08	5.13	5.33	5.53	5.13	5.33
2010-09	4.62	4.92	4.72	4.72	4.92
2010-10	2.30	2.20	2.50	4.12	1.90
2010-11	4.82	4.82	4.82	4.82	4.62
2010-12	6.24	6.24	5.93	6.14	6.04
2011-01	5.03	5.20	5.23	5.13	5.20
2011-02	5.23	5.13	5.32	5.33	5.33
2011-03	5.03	5.23	5.23	5.13	5.23
2011-04	6.04	5.83	6.24	6.74	6.34
2011-05	4.82	5.33	5.32	5.53	5.83
2011-06	5.53	5.33	5.23	5.13	5.43

2.3 赋石水库支流COD_{Mn}评价结果 由表3可知,2009年7月~2011年6月,赋石水库支流水质为I类~劣V类。2009年7月~2010年6月,主要为I类和II类水;2010年7月~2011年6月,主要为IV类和V类水。这表明从2010年7月开始,赋石水库支流大坑溪和尚梅溪中有机质出现了较大的增长,浙江对赋石水库水质存在着直接的影响。

由图4可知,赋石水库支流I类水所占比例为20.83%~33.33%,均值为25%;II类水所占比例为16.67%~29.17%,均值为22.92%;III类水所占比例为0%~8.33%,均值为4.17%;IV类水所占比例为4.16%~20.83%,均值为

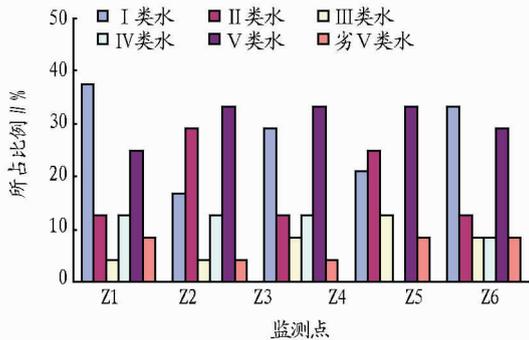


图3 西溪支流 COD_{Mn}监测时间内各类水所占比例

10.42% ;V类水所占比例为 20.83% ~ 33.33% ,均值为 29.17% ;劣V类水所占比例为 4.17% ~ 12.50% ,均值为 8.33% 。可见,V类水整体所占比例最高,其次为I类水和II类水,而III类、IV类和劣V类水比例都较小。

表3 赋石水库支流各监测点 COD_{Mn}单因子水质标识指数

时间	CS1	CS2	CS3	SM
2009-07	2.30	1.70	1.80	2.20
2009-08	1.70	2.10	2.30	2.10
2009-09	1.40	1.40	1.90	1.30
2009-10	2.10	1.40	1.60	1.80
2009-11	3.61	1.60	2.30	1.30
2009-12	1.80	1.80	1.50	2.30
2010-01	1.70	2.20	2.20	2.20
2010-02	2.40	2.40	3.50	1.00
2010-03	1.60	1.60	2.00	1.80
2010-04	2.20	4.42	3.41	2.70
2010-05	4.50	1.90	2.40	3.01
2010-06	1.20	1.60	1.50	2.60
2010-07	5.63	5.53	5.43	5.33
2010-08	5.43	5.53	5.53	5.03
2010-09	4.92	4.92	6.12	4.52
2010-10	2.60	2.00	2.50	2.00
2010-11	5.63	4.72	4.62	4.92
2010-12	6.14	6.14	6.14	5.93
2011-01	5.23	4.82	5.23	5.23
2011-02	5.33	5.13	5.33	5.33
2011-03	5.23	4.82	5.23	5.23
2011-04	6.44	6.54	6.64	6.04
2011-05	5.42	5.43	5.43	5.63
2011-06	5.43	5.93	5.43	5.23

通过计算赋石水库干流(西溪)、西溪支流和赋石水库支流中各监测点达到前三类(I类水、II类水和III类水之和)水质标准的比例可知,西溪内各监测点达到三类水比例的均值为 53.47% ,西溪支流为 53.33% ,而赋石水库支流为 52.08% 。这表明西溪水质略好于支流,而西溪支流水质略好于赋石水

库支流。通过调查分析得知,该流域大部分低山丘陵地带为毛竹、板栗等生态经济林,而且每年施加一定的综合肥料,这将会导致该区农业非点源污染比较的加重。其次,支流地区河流坡降较大,水流速度较快,对河道的冲刷作用相对较强,这将导致支流地区水土流失比干流要强,而污染物降解系数比干流小。当支流注入干流后,流速降低,泥沙沉降和污染物降解系数增大,这将会促使干流水质会有一些的好转。但干流地区一般交通发达,人口集中,生活生产废弃物的排放会增强,这也会加重干流水质的恶化。

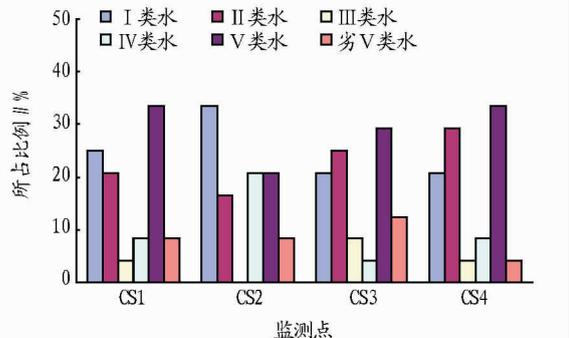


图4 赋石水库支流 COD_{Mn}监测时间内各类水所占比例

3 结语

导致河流 COD_{Mn} 含量超标的原因较多,但在我国南方农村地区,农业非点源污染和生活生产废弃物的随意和无节制排泄为主要原因。通过调查分析得知,赋石水库流域农业面源污染比较严重,而生活生产资料废弃物的排放也没有固定统一的方式,存在着较严重的污染。因此,面对我国农村的特殊情况,应制定科学合理的管理措施。一方面,通过修建河岸隔离带、缓冲区的形式,减少农业面源污染物直接进入河流造成污染;另一方面,应制定切实可行的农村生活生产废弃物排放方式和管理措施,来减少废弃物直接排入河流造成的污染。

参考文献

- [1] 国家环境保护局水和废水监测分析方法编委会. 水和废水监测分析方法[S]. 北京:中国环境科学出版社,2002.
- [2] 徐祖信. 我国河流综合水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报:自然科学版,2005(4):482-488.
- [3] 胡成,苏丹. 综合水质标识指数法在浑河水质评价中的应用[J]. 生态环境学报,2011,20(1):186-192.
- [4] 范志锋,王丽卿,陈林兴,等. 水质标识指数法在淀山湖水质评价中的应用[J]. 上海海洋大学学报,2009,18(3):314-320.

(上接第 11770 页)

参考文献

- [1] 刘映宇,王景红,李艳莉,等. 运用马尔科夫链方法预测陕西苹果花期冻害年型[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(2):272-275.
- [2] 刘璐,郭兆夏,柴芊,等. 陕西省苹果花期冻害风险评估[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(5):251-255.
- [3] 张永红,葛徽衍,郭建茂,等. 苹果花期低温冻害风险区划与评估[J]. 陕西农业科学,2013(4):61-64.
- [4] 刘璐,张勇. 陕西省苹果产量预报模型初探[J]. 安徽农业科学,2012,40

(6):3474-3475,3479.

- [5] 罗聪,曾沁,高亭亭,等. 精细化逐时滚动温度预报方法及检验[J]. 热带气象学报,2011,28(4):552-556.
- [6] 脱宇峰,张丽娟,邱凯,等. 单站寒潮自动预警系统的设计与实现[J]. 气象与环境科学,2007,30(4):37-40.
- [7] 金鑫,吴春英,王阳. 抚顺市苹果栽培的农业气象条件分析及灾害防御对策[J]. 农业灾害研究,2011,1(1):75-77.