

黄河白银段水污染成因分析及防治对策

南忠仁¹, 杨苏才¹, 徐文青², 牛亚萍³, 曾贤稷³

(1. 兰州大学 资源环境学院 西部环境教育部重点实验室, 兰州 730000;

2. 南开大学环境科学与工程学院, 天津 300071; 3. 白银市环境保护局, 白银 甘肃 730900)

摘要:采用 2000~2004 年黄河白银段水质监测数据, 对黄河白银段水质现状进行了评价并对水体中污染物的来源进行了分析。由单因子污染指数评价知, 除总大肠菌群、COD 和总磷(TP) 超标外, 所选指标均不超标。由综合污染指数评价知, 黄河白银段水质污染较重, 从时间变化分析看, 丰水期污染严重, 平水期和枯水期污染重; 从空间变化分析看, 青城桥和靖远桥断面水质污染严重, 五佛寺断面水质污染重, 并且综合污染指数数值呈现沿程降低的趋势。由污染物分担率分析知, 黄河白银段水体中主要污染物为总大肠菌群、COD 和总磷(TP), 水体中受面源影响较大的污染物累计分担率达 88.08%, 受点源影响较大的污染物累计分担率达 11.92%。最后, 根据水体污染物的主要来源和变化规律, 提出了相应的防治措施。

关键词:黄河白银段; 水质评价; 防治对策

中图分类号: X522

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0123-03

Analysis of the Cause of Water Pollution and Its Control Strategies in Baiyin Reach of the Yellow River

NAN Zhong-ren¹, YANG Su-cai¹, XU Wen-qing², NIU Ya-ping³, ZENG Xian-ji³

(1. College of Earths and Environment Sciences, National Laboratory of Western China's Environmental Systems, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

2. College of Environment and Engineering, Nankai University, Tianjing, 300071, China;

3. Baiyin Environment Protection Bureau, Baiyin 730900, China)

Abstract: The water quality of the Yellow River in Baiyin reach was assessed and the cause of the pollution was analyzed by single index and comprehensive index. According to the measuring data of water quality of the Yellow River from 2000 to 2004, which was provided by Baiyin Environment Protection Bureau. The results showed that the contents of total coliforms, COD and TP in the Yellow River were many times more than the standards; from time distribution, the pollution of water in high flow period and in average flow period was most severe, the pollution of water was serious in low flow period; from space distribution, the pollution of water in Qingchengqiao was the most serious, the pollution of water in Jingyuanqiao was severer than the pollution of water in Wufosi; total coliforms, COD and TP were main pollutants, the contribution of the pollutants resulted from non-point source which was caused by industrial and agricultural activities were 88.08%, while the contribution of the pollutants resulted from point source which was caused by industrial sewage water and domestic sources were 11.92%; finally, some suggestions to control the water pollution were put forward.

Key words: Yellow River in Baiyin reach; water quality evaluation; control strategies

1 引言

黄河白银段位于黄河上游甘肃省境内, 河段全长 258 km, 主要流经白银市的白银区、平川区、靖远县和景泰县, 区间流域面积 20 321.18 km², 多年平均径流量为 328 亿 m³, 是白银市工农业及人民生活用水的主要水源地之一。近年来, 随着黄河上游工、农业生产的发展, 人口增多, 大量的工业废水、生活污水在没有得到有效处理的情况下便直接排入黄河。同时, 黄河上游地区水土流失严重, 农田灌溉水回排现象也非常普遍。使得黄河白银段水质受到严重影响。为

有效控制水质污染, 确保水源地安全, 在利用近 5 年监测数据对黄河白银段水质现状进行评价的基础上, 结合实际调查来分析水体污染原因并探讨主要污染物的来源, 为有效保护水环境提供科学依据。

2 资料与方法

黄河白银段自西向东设有青城桥(入境断面)、靖远桥(下游控制断面)、五佛寺(出境断面) 3 个监测断面。每个断面各设左、中、右 3 个采样点, 于每年 3 月(枯水期)、8 月(丰水期)、11 月(平水期)的上下旬共监测 6 次, 每次 3 d。监测

* 收稿日期: 2005-11-10

基金项目: 教育部重点基金(MOE105171)

作者简介: 南忠仁(1964-), 男, 陕西人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事干旱区环境与土壤污染方面的研究工作; 通讯作者: 杨苏才。

指标共计 22 项。分析发现历年高锰酸盐指数、pH、溶解氧等水质指标较好,均能达到 I 类水质要求;挥发酚、氰化物、阴离子表面活性剂、氯化物、石油类以及铜、锌和汞等指标值均非常低,也能满足 I 类水质要求,为分析污染成因,在水质评价时只考虑总大肠菌群、BOD₅、COD、总氮(TN)、总磷(TP)、As、Cr、Pb、Cd、氟化物(F⁻)和硫酸盐(SO₄²⁻)等剩余 11 种指标。在采用单因子污染指数和综合污染指数对所选指标在各监测断面不同水文期进行评价和成因分析的基础上,运用污染物分担率的方法对不同水文期主要污染物进行了确认;评价标准采用地面水环境质量标准(GB3838-88) III 类水标准^[1],评价结果确认方法见文献[2]。

3 结果与分析

3.1 单因子污染指数评价

由单因子污染指数评价知(表 1、表 2),所选择的 11 个评价指标中总大肠菌群、COD 和总磷(TP)的单因子污染指数在各水文期和各监测断面均大于 1,并且总大肠菌群的单因子污染指数均大于 10,表明黄河白银段 COD 和总磷(TP)污染较重,总大肠菌群污染严重。从时间分布上看(表 1),BOD₅ 和 COD 在不同水文期表现为枯水期浓度高,平水期次之,丰水期浓度低;总氮、Pb 和 Cd 在枯水期浓度高,丰水期次之,平水期浓度低;氟化物(F⁻)、总磷和 As 则表现为丰水期浓度高,平水期次之,枯水期浓度低;总大肠菌群、硫酸盐(SO₄²⁻)和 Cr 在丰水期浓度高,枯水期次之,平水期浓度低。从空间变化分析看(表 2),总大肠菌群和 BOD₅ 在各水文期均表现为越往下游污染越轻的态势,其余 9 项指标均明显表现出越往下游污染越重的态势。

黄河白银段 Pb、Cd、BOD₅、COD 和总氮在河流枯水期浓度高和丰水期浓度低,表明这些污染物主要受点源的影响。是因为在枯水期黄河水量减少,水质浓化现象突出^[3],受工业和生活等点源影响较大的污染物浓度明显增高;在丰水期黄河水量增大,水质稀释现象明显,受工业和生活等点源影响较大的污染物浓度明显降低。因而若污染物在枯水期浓度高,并且丰水期浓度低,则说明这些污染物主要是点源贡献的。总大肠菌群、总磷(TP)、氟化物(F⁻)和硫酸盐(SO₄²⁻)在河流丰水期浓度高和枯水期浓度低,表明这些污染物主要受面源的影响。是因为受工农业活动所造成的面源影响较大的污染物在枯水期对水体产生的影响小,在丰水期对水体产生的影响大。因而若污染物在丰水期浓度高,并且枯水期浓度低,该污染物受面源影响较大。

表 1 不同水文期水质指标单因子污染指数

项目	BOD ₅	COD	TN	TP	As	Cr	Pb	Cd	F ⁻	SO ₄ ²⁻	TA*
枯水期	0.644	1.204	0.121	0.750	0.121	0.133	0.410	0.265	0.422	0.294	13.233
丰水期	0.533	1.158	0.104	2.610	0.467	0.181	0.393	0.220	0.719	0.402	25.353
平水期	0.586	1.191	0.101	1.420	0.200	0.101	0.377	0.116	0.552	0.220	13.083

注 TA* 代表总大肠菌群。

表 2 不同监测断面水质指标单因子污染指数

项目	BOD ₅	COD	TN	TP	As	Cr	Pb	Cd	F ⁻	SO ₄ ²⁻	TA*
青城桥	0.595	1.164	0.096	1.420	0.187	0.127	0.307	0.161	0.487	0.261	21.784
靖远桥	0.593	1.185	0.097	1.640	0.253	0.141	0.406	0.213	0.531	0.271	17.219
五佛寺	0.574	1.204	0.125	1.710	0.347	0.147	0.447	0.297	0.661	0.382	12.665

注 TA* 代表总大肠菌群。

经研究分析知,As、Cr 受面源的影响较大。是因为 As、Cr 是典型的工业污染物,其排放受季节影响较小,若 As、Cr 主要受工业废水等点源的影响,它们丰水期的浓度必

然低于枯水期的浓度,但由表 1 知,As、Cr 在丰水期的浓度明显高于枯水期的浓度,因而 As、Cr 受面源的影响较大。这可能是由以下几方面的原因造成的:由于地处干旱地区,白银市几家主要污染企业的尾矿坝植被覆盖均较差,在风力作用下一些污染物迁移到较远的地方形成了面污染源;白银公司等污染企业含重金属的工业粉尘的排放造成重金属面源污染严重,在雨季由于雨水的冲刷,部分污染物随地面径流进入黄河,使得丰水期黄河水体 As、Cr 浓度升高;另外矿山的开采造成了矿区水土流失严重,使得与铜、铅伴生的 As、Cr 随地面径流进入黄河。对于 As、Cr 受面源影响较大的原因,仍需进一步进行研究分析。

3.2 综合污染指数评价

由综合污染指数分析知,在整个黄河白银段从总体上看,不同水文期各监测断面的水质处于重污染或严重污染状态;从空间变化分析看,青城桥和靖远桥断面水质污染严重,五佛寺断面水质污染重,并且综合污染指数值呈现沿程降低的趋势;从时间变化分析看,三个水文期水质处于重污染或严重污染状态,其中丰水期水质污染最重,平水期水质次之,枯水期水质相对较轻。

表 3 不同水文期各监测断面水质指标综合污染指数

断面	枯水期		丰水期		平水期		全年	
	I	水质状况	I	水质状况	I	水质状况	I	水质状况
青城桥	2.041	严重污染	3.578	严重污染	2.201	严重污染	2.607	严重污染
靖远桥	1.822	重污染	3.248	严重污染	1.604	重污染	2.225	严重污染
五佛寺	1.225	重污染	2.667	严重污染	1.558	重污染	1.817	重污染
白银段	1.696	重污染	3.164	严重污染	1.787	重污染	2.216	严重污染

3.3 各水文期主要污染物的确定

表 4 不同水文期水质指标分担率 %

项目	BOD ₅	COD	TN	TP	As	Cr	Pb	Cd	F ⁻	SO ₄ ²⁻	TA*
枯水期	3.58	6.84	0.68	4.26	0.68	0.76	2.33	1.51	2.39	1.67	75.20
丰水期	1.66	3.60	0.33	8.12	1.45	0.56	1.22	0.68	2.24	1.25	78.88
平水期	3.26	6.64	0.56	7.91	1.11	0.56	2.11	2.38	3.08	1.23	72.89
全年	2.83	5.69	0.52	6.76	1.08	0.63	1.89	1.52	2.57	1.38	75.66

注 TA* 代表总大肠菌群。

由不同水文期污染物分担率分析知,在枯水期,总大肠菌群、COD、BOD₅、总磷(TP)的分担率较高,其累计分担率达 89.88%,表明这几种污染物是枯水期的主要污染物;在丰水期,总大肠菌群、总磷(TP)、COD 的分担率较高,其累计分担率达 90.6%,表明这几种污染物是丰水期的主要污染物;在平水期,总大肠菌群、总磷(TP)、COD、BOD₅、氟化物(F⁻)的分担率较高,其累计分担率达 93.78%,表明这几种污染物是平水期的主要污染物;从全年来看,总大肠菌群、总磷(TP)、COD 的分担率较高,其累计分担率达 88.11%,表明这几种污染物是黄河白银段的主要污染物;进一步分析知,总大肠菌群、As、Cr、总磷(TP)、氟化物(F⁻)和硫酸盐(SO₄²⁻)等受面污染源影响较大的污染物累计分担率达 88.08%,Pb、Cd、BOD₅、COD 和总氮等受点污染源影响较大的污染物累计分担率达 11.92%,表明黄河白银段水体水质受面源污染的影响较大。

4 防治对策

随着工、农业生产的发展,人口增多,乡镇企业崛起,白银市工业废水、生活污水以及水土流失、农田灌溉水回排等所造成的污染将有加重的趋势。本文在结合前面分析的基础上,提出以下对策:

(1) 实施清洁生产工艺, 控制和减少污染物的产生。清洁生产是指将综合预防的环境策略应用于生产过程和产品之中, 以期减少对人类和环境的风险^[4]。在工业生产活动中, 应将清洁生产工艺贯穿于生产的每个环节, 即清洁的投入、清洁的生产过程和清洁的产出, 注重绿色科技在环保和资源开发中的作用, 走绿色经济的发展道路, 从根本上防治环境污染和生态破坏。

(2) 发展循环经济, 转变经济增长模式, 进行废物资源化利用。与传统经济模式相比, 循环经济要求把经济活动组织为“自然资源—产品—再生资源”的反馈式流程, 所有的原料和能源都能在这个不断进行的经济循环中得到最合理的利用, 使经济活动对自然环境的影响尽量减小, 从而在工业生产中实现污染物低排放, 甚至零排放。是对以“资源—产品—污染物排放”为模式的传统经济的根本变革。

(3) 加强工业废水和生活污水等重点污染源治理力度。重点工业污染源实行限期治理, 加大管理力度, 坚决贯彻“谁污染, 谁治理”的方针, 从根本上解决排污大户的污染问题, 对新改扩建项目实行“三同时”制度; 加强城市环境基础设施建设, 加大城市污水处理厂处理规模, 使城市生活污水经综合

参考文献:

- [1] 奚旦立, 孙裕生, 刘秀英. 环境监测[M]. 北京: 高等教育出版社, 1986.
- [2] 宋铁燕, 胡春双, 曹志峰. 穆稜河支流水质评价与水质类别分析[J]. 黑龙江水专学报, 2005, 32(3): 85-86.
- [3] 陈静生, 张宇, 于涛, 等. 解决黄河耗氧有机物评价中存在问题的方法探讨[J]. 环境科学学报, 2005, 25(3): 279-284.
- [4] 王绍堂, 宋秀杰, 丁庭华. 中国 21 世纪的绿色科技[J]. 环境科学, 1999, 20(5): 89-91.
- [5] 朱亮, 张文妍. 农村水污染成因及其治理对策研究[J]. 水资源保护, 2002, (2): 16-19.
- [6] 马力珊, 苏南. 太湖水系农业面源污染及其控制对策研究[M]. 北京: 环境科学出版社, 1997.

(上接第 122 页)

技术措施为, 垂直主风方向播种柠条^[8]。

(2) 开展退耕工程效益监测与评估技术。科学、全面的工程效益监测结果能及时、准确地反映生态退耕工程对生态环境变化及经济和社会发展的影响, 有效指导生态退耕工程向更健康、更科学的方向发展, 同时也为决策部门提供可靠的科学依据。建议当地政府组织科技人员每年进行至少一次的退耕工程效益监测, 针对经济、社会和生态环境三个系统做分别的效益评价, 并依据监测信息, 进行纵向(与退耕前对比)和横向(退耕区与非退耕区)对比, 对各因子的评价价值综合分析, 看指标因子是否向有利方向发展, 从而得出总体评价结论^[9]。

4.5 完善的配套政策是退耕工程成功的必要条件

(1) 生态移民。生态移民战略有效改善了当地生态环境和移民的生产生活条件, 但针对移民普遍反映的没有固定收入、来回奔波耕作土地等问题, 当地政府应尽快采取有效措

- [1] 吕永安. 我国退耕还林政策分析—以陕、甘、川退耕还林工程为例[D]. 北京: 北京林业大学, 2004.
- [2] 国务院. 退耕还林条例[J]. 中国林业, 2003, 1(A): 3-7.
- [3] 格日勒图, 郭连生, 田有亮. 武川县退耕还林面积确定方法的研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2002, 23(3): 10-13.
- [4] 贾卫国, 周辉. 贵州省黎平县退耕还林政策实施效果与可持续性研究[J]. 林业经济问题, 2004, 24(4): 202-205.
- [5] 高志峰. “退耕还林”补助政策分析及相关建议—陕西省略阳县案例分析[D]. 北京: 北京林业大学, 2002.
- [6] 白淑英, 宝音, 包玉海, 等. 遥感和 GIS 支持下县域退耕还林还草空间决策分析—以呼和浩特市武川县为例[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(1): 104-110.
- [7] 胡喜祥. 水土保持生态修复试点工程清水县项目区恢复植被应采取的措施[J]. 甘肃水利水电技术, 2004, 40(1): 46-47.
- [8] 萨如拉. 退耕还林还草与区域可持续发展基础研究—以呼和浩特市武川县为例[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2002.
- [9] 周映梅. 退耕还林(草)工程效益监测与评估技术[J]. 草业科学, 2005, 22(1): 12-14.
- [10] 宋才发. 西部民族地区退耕还林还草的法律保障探讨[J]. 贵州民族研究, 2005, (2): 31-41.

治理达到排放标准后再排入水体; 限期治理乡镇工业污染源, 鼓励和引导乡镇企业向小城镇集中, 以利于管理和污染控制; 加强对小城镇环境的综合整治, 根据不同情况采用修建污水处理厂、氧化塘、土地处理系统等对城镇污水进行处理, 减少入河污染物量。

(4) 改进农业运作方式, 加强生态环境建设, 治理面污染源。加强农业技术推广体系建设, 改进对农民的技术服务支持, 推广农业集约化清洁生产, 建立生态农业, 提高化肥和农药的利用率, 逐步改变目前的大水漫灌方式, 减少田间退水。实践证明, 合理的农业运作方式可以减少农田径流带走 N, P, 能有效控制农业面源污染^[5]。国内外研究表明^[6], 合理的农业运作方式可以减少农田径流带走的 N, P 达 60% 以上; 同时要以西部大开发为契机, 加强生态环境建设的, 开展封山植树、退耕还林还草, 治理水土流失。

(5) 加强环境宣传教育, 提高全民环境意识。要搞好水污染防治工作, 离不开公众的参与和支持。应加强环境教育和技术培训。通过各种媒体和教育手段普及环境科学知识, 开展水环境警示教育, 提高公众的法制观念和道德水准, 继续开展保护母亲河的行动。

施保证移民“移得出、稳得住、富起来”。在加强移民区基础设施建设的同时积极引导移民利用当地优势增加收入, 解决移民人口的脱贫致富问题。对于移民后耕地保留制度, 建议目前先通过完善土地流转制度促进土地优化配置, 既解决移民户后顾之忧, 又杜绝土地撂荒或粗放经营现象, 待移民户有了稳定的生活来源之后再彻底割断他们和土地的联系。

(2) 政府调控与公众参与相结合。退耕还林还草既需要政府的宏观调控, 又从根本上取决于社会的广泛参与。因此要保证退耕工程顺利实施第一要充分发挥微观主体的灵活性和主动性, 在规划制定和工程实施过程中克服农户和地方政府等、靠、要的思想, 保障退耕还林工作的深入人心; 第二要认真落实退耕还林还草政策, 充分调动广大农户退耕的积极性, 坚决执行“谁退耕、谁造林、谁收益”的政策, 让农户自觉自愿的参与退耕还林工程^[10]; 第三应号召社会各界团体和国际力量从事退耕还林, 多渠道筹集资金, 加大投入力度。