

# 渭河陕西段河水水质 COD、NH<sub>3</sub>-N 变化特征分析

王珍, 宋进喜, 段孟辰, 任朝亮

(西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

**摘要:** 渭河是黄河的一级支流, 是重要的地表水体。随着近年来国民经济的飞速发展, 工业农业用水量不断上升, 排入渭河的污染物质逐年增加, 致使渭河的水质污染不断加剧, 已基本丧失了其原有功能。分析渭河水质变化特征对于防治渭河水污染具有重要的指导作用。通过对渭河干流的 19 个监测断面以及渭河(陕西段)断面的 COD 和 NH<sub>3</sub>-N 监测数据进行统计分析。结果表明: 虽然渭河的水质总体恶化趋势得到有效的遏制, 但渭河干流仍有 1/2 的监测断面没有达到水环境功能的要求, 2007-2011 年虽然渭河一些断面的水质仍为劣 V 类, 但 COD 和氨氮的浓度呈逐年降低的趋势。

**关键词:** 水质污染; COD; NH<sub>3</sub>-N; 渭河

中图分类号: X522

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2013)03-0064-05

## Characteristic analysis of COD and NH<sub>3</sub>-N change of water quality in Shaanxi section of Weihe River

WANG Zhen, SONG Jinxi, DUAN Mengchen, REN Chaoliang

(College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710127, China)

**Abstract:** As the largest tributary of the Yellow River, the Weihe River is the important earth's surface water body in Guanzhong region of Shaanxi Province. With the rapid development of nation economy and the ascent of water consumption in recent years, the pollutant discharged into the Weihe River have increased year by year. The pollution of water quality in the Weihe River has been growing, which makes the Weihe River lose its original function. The analysis of change characteristic of water quality has important guide role for the pollution prevention of the Weihe River. On the basis of measured value from 19 gauging station along the Weihe River in Shaanxi Province, the paper analyzed the variability of two main pollutants of COD and NH<sub>3</sub>-N. The result indicated that the values of both COD and NH<sub>3</sub>-N of 50% measured section are greater than the threshold values of surface water quality standard according to the water environmental functional district planning. Although the water quality of some section was still V grade, the concentration of COD and NH<sub>3</sub>-N appeared decrement tendency from 2007 to 2011.

**Key words:** water pollution; COD; NH<sub>3</sub>-N; Weihe River

## 0 引言

随着社会经济、工农业生产的快速发展和城镇化进程的加快以及人口数量的不断增加, 渭河沿岸城镇生活污水污染物排放浓度以及排放总量正逐年增加; 同时, 水环境污染已成为威胁人类生存和制约了经济社会的可持续发展的重要因素。水质系统是自然与社会系统综合作用的复合系统, 水质变化不仅反映了各种自然因素如气象水文特征、流域特征、地质状况等在河流中形态表征的变化, 同时也体现

了流域范围内社会经济、人类活动对河流水系作用的响应<sup>[1]</sup>。渭河流经的关中地区, 是陕西省国民经济发展的中心, 该地区工业集中、人口密集、农业发达。由于渭河流域大部分地处黄土高原, 地表植被状况较差, 在降雨径流冲刷作用下, 大量泥沙与污染物随地表径流流入渭河。随着陕西中部地区经济的快速发展, 渭河沿岸的生产、生活的污(废)水排放量逐年增多, 加之该地区缺乏完善的排水体系, 严重污染了渭河的水体, 渭河实际上成了接纳污水的排污河, 使水资源供需矛盾更趋紧张, 制约了关

收稿日期: 2012-11-29; 修回日期: 2013-02-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51079123); 教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-11-1045); 留学人员科技活动项目择优资助项目(201109)

作者简介: 王珍(1988-), 女, 甘肃天水人, 硕士研究生, 主要研究方向: 水文与水资源。

中地区经济的发展,同时也带来了一系列环境方面的问题,渭河流域(陕西段)从空间和时间上都存在着严重污染及水中主要污染因子持续的长的特性<sup>[2]</sup>。多年来渭河治理已经成为陕西省各级政府关注的重点问题<sup>[3-4]</sup>。因此,控制渭河水质污染是一个亟待解决的问题<sup>[5]</sup>。

## 1 研究区基本概况

渭河是黄河的最大支流,为黄河一级支流。发源于甘肃省渭源县鸟鼠山,流域涉及甘肃、宁夏、陕西三省,于陕西省潼关县注入黄河。流域面积13.43万 km<sup>2</sup>,其中甘肃、宁夏、陕西分别占总流域面积44.1%、6.1%、49.8%。干流全长818 km,宝鸡峡以上为上游,河长430 km;宝鸡峡至咸阳为中游,河长180 km;咸阳至潼关入黄口为下游,河长208 km,水流甚缓,河道宽阔平缓且泥沙淤积。流域属大陆性季风气候,冬季受蒙古高压控制,气候干燥严寒,降雨稀少;夏季受西太平洋副热带高压影响,炎热多雨,主要集中在7-9月降雨量在350~700 mm之间<sup>[6]</sup>。渭河流域地理位置图见图1。

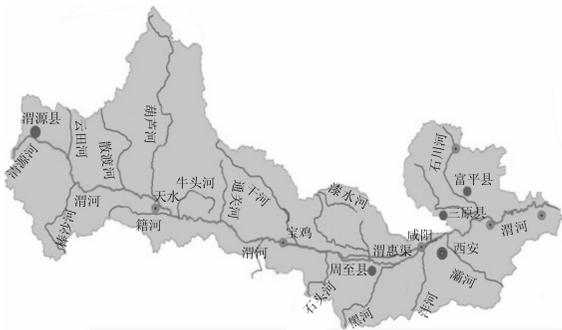


图1 渭河流域地理位置示意图

## 2 渭河流域水环境研究与分析

### 2.1 研究内容及方法

本研究针对渭河流域陕西段污染状况,并根据地表水环境质量标准(GB3838-2002)中相关的标准<sup>[7-8]</sup>进行分析研究。以陕西省和甘肃省2007-2011年的统计年鉴和水资源公报等资料作为研究的重要依据。采用对比法分析研究渭河陕西段干流各监测断面COD和NH<sub>3</sub>-N污染的变化规律和趋势;按照地表水环境质量标准(GB3838-2002)标准限值的要求,对导致COD、NH<sub>3</sub>-N增高的污染因素进行分析。

### 2.2 水质情况分析

西二十里铺、伯阳桥、葡萄园、北道桥、土店子、桦林、林家村、卧龙寺桥、常兴桥、南营、天江人渡、虢

镇桥、兴平、咸阳铁桥、耿镇桥、新丰桥、沙王渡、树园和吊桥是渭河干流的主要监测断面,这对了解渭河水质状况影响很大,根据这些监测断面水质的实测情况可以及时的获悉水质变化,从而可以采取进一步的措施进行治理,渭河干流19个监测断面2007-2011年的水质情况如表1所示。

表1 渭河干流2007-2011水质情况

水质功能标准	监测断面	2007水质类别	2008水质类别	2009水质类别	2010水质类别	2011水质类别	主要污染物	
II	林家村	II	II	II	II	II		
	西二十里铺	IV	III	III	III	III		
	伯阳桥	IV	III	III	III	III		
	葡萄园	III	III	III	III	III		
	III	北道桥	IV	劣V	劣V	IV	III	氨氮、COD
		卧龙寺桥	III	III	III	III	III	
常兴桥		III	IV	III	III	III	氨氮、BOD <sub>5</sub> 、	
劣V	南营天江人渡	劣V	劣V	劣V	劣V	劣V	COD、高锰酸盐指数、石油类	
	土店子	III	III	III	III	III		
	桦林	III	III	III	III	III		
IV	虢镇桥	IV	IV	IV	IV	IV		
	兴平、咸阳铁桥、耿镇桥、新丰桥、沙王渡、树园、潼关吊桥	劣V	劣V	劣V	劣V	劣V	氨氮、高锰酸盐指数、COD、BOD <sub>5</sub> 、挥发酚、石油类	

表1提供了2007-2011渭河干流19个监测断面5年的水质状况,可以看出渭河在甘肃省境内除北道桥断面外其他断面的水质均达到水环境功能标准。水质进入陕西省断面后在林家村、卧龙寺、常兴桥和虢镇桥断面基本达到水环境功能标准,但是在南营、天江人渡和兴平以后断面5年内均为劣V类水质,渭河基本已经失去了其生态功能。

2007年各监测断面中,1个为II类水质,5个为III类水质,4个为IV类水质,9个劣V类水质(表1)。63.2%断面超过水域功能标准,主要污染物为石油类、氨氮、挥发酚、五日生化需氧量、高锰酸盐指数和COD。

2008年渭河部分断面水质污染程度有所降低。19个监测断面中,1个为II类水质,6个为III类水质,2个为IV类水质,10个劣V类水质(表1)。57.9%断面超过水域功能标准。主要污染石油类、氨氮、挥发酚、五日生化需氧量、高锰酸盐指数和COD。其中甘肃省西二十里铺断面和伯阳桥断面水质由原来的IV类水质变为III类水质,但是陕西省常

兴桥断面的水质较 2007 年变差。

2009 年 19 个监测断面中,1 个为 II 类水质,7 个为 III 类水质,1 个为 IV 类水质,10 个劣 V 类水质(表 1),57.9% 断面超过水域功能标准。主要污染石油类、氨氮、挥发酚、五日生化需氧量、高锰酸盐指数和 COD。与 2008 年相比,甘肃省陇西段化学需氧量浓度值较上年下降 21%,天水段与上年相比无明显变化。陕西段水质与上年相比,河流水质类别无明显变化,但主要污染物浓度均有不同程度下降。

2010 年 19 个监测断面中,1 个为 II 类水质,7 个为 III 类水质,2 个为 IV 类水质,9 个劣 V 类水质(表 1),63.2% 断面超过水域功能标准,主要污染物为石油类、氨氮、挥发酚、五日生化需氧量、高锰酸盐指数和 COD。甘肃省各断面较 2009 年水质有所改善,陕西省各断面与 2009 年同期相比,水质类别无明显变化,但主要污染物浓度均有不同程度下降。

2011 年 19 个监测断面中,1 个为 II 类水质,8 个为 III 类水质,1 个为 IV 类水质,9 个劣 V 类水质(表 1),57.9% 断面超过水域功能标准。主要污染石油类、氨氮、挥发酚、五日生化需氧量、高锰酸盐指数和 COD。与 2010 年相比,甘肃省北道桥断面水质有所好转由 IV 类水质好转为 III 类水质,其余断面水质均无明显变化。陕西省各断面同比水质无明显变化,但主要污染物浓度均有不同程度下降。总体来说,渭河水环境质量逐年成好转趋势,主要污染物浓度有所降低,但每年依然有至少 9 个监测断面未能达到水功能区划标准,仍为劣 V 类水质。

### 2.3 出、入境断面水质分析

葡萄园断面处于甘肃省和陕西省交界处的一个监测断面,它的水质功能目标为 III 类水水质要求,2007-2011 年出境断面水质达标(表 1)。林家村是渭河进入陕西省境内的第一个监测断面,根据林家村的水质状况可以判断渭河在流入陕西省时的水质情况,以此来进行水质的综合治理和保护。在 2007-2011 这一监测时间段内林家村的水质为 II 类水,达到了其水质功能目标。

## 3 渭河(陕西段)水质主要污染物沿程年际变化分析

渭河在甘肃段的北道桥断面的水质在 2007-2010 年超标,超标因子为氨氮和化学需氧量,到 2011 年达到 III 类水水质要求,其他断面水质达标。总体而言,渭河水水质在甘肃段水质优良,基本达到其水质功能目标,其污染主要发生在陕西段,而渭河对

于陕西关中地区经济的发展起着不可或缺的作用,2007-2011 年渭河陕西段大部分的水质仍为劣 V 类,但是其主要污染因子的浓度在一定程度上有所降低。因此为了更好的反应近年来渭河水质的变化趋势,以化学需氧量和氨氮作为污染指标进行渭河水质的分析。

### 3.1 渭河陕西段化学需氧量超标分析

3.1.1 化学需氧量的年际沿程变化分析 化学需氧量是判断渭河污染程度的主要指标,对 2007-2011 这 5 年渭河陕西段 13 个监测断面各年度化学需氧量的平均值的沿程变化年际比较见图 2。

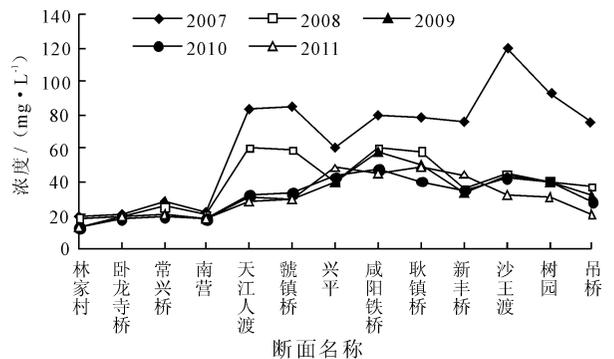


图 2 渭河(陕西段)化学需氧量沿程变化年际比较图

从图 2 可以看到从 2007-2011 年 13 个监测点化学需氧量的浓度变化曲线。可以看出渭河干流(陕西段)COD 在卧龙寺和常兴桥两个断面基本持平以外。在其他的 11 个监测断面中 COD 的浓度基本呈逐年下降的趋势,在沙王渡、树园和吊桥监测断面 COD 的浓度由 2007 年的 120、92 和 79 mg/L 下降到 2011 年的 32、30 和 20 mg/L,下降比分别达到 73.3%、67.4% 和 74.7%,可见渭河水水质出现明显好转的趋势,但仍未能达到其水质功能要求。

3.1.2 渭河陕西段化学需氧量超标原因分析 渭河干流(陕西段)共设置 13 个断面,其中有 9 个断面化学需氧量监测结果超标,超标率为 69.2%。

咸阳兴平断面水质执行标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准,2007-2011 年该断面化学需氧量均超标倍数分别为 1.8、1.0、0.04、0.07、0.03 倍(表 2);咸阳南营断面水质执行标准为 III 类标准,2007-2011 年该断面化学需氧量超标倍数分别为 3.25、1.95、0.45、0.65、0.45 倍。咸阳境内 2 个断面超标原因主要是沿渭河两岸造纸厂、化肥厂和压缩板厂等工业企业数量众多,生产废水不达标排放,这也是渭河污染的主要原因。同时,河流上游地区取水灌溉,使河流的流量降低,河流的同化、自净能力减弱。

西安铁桥断面水质执行标准为Ⅳ类标准,2007-2011年该断面化学需氧量超标倍数分别为1、0.37、0.33、0.43、0.6倍;天江人渡断面水质执行标准为Ⅲ类标准,2007-2011年该断面化学需氧量超标倍数分别为3、2、1.85、1.45、1.25倍;耿镇桥断面水质执行标准为Ⅳ类标准,2007-2011年该断面化学需氧量超标倍数分别为1.6、0.93、0.67、0.33、0.63倍;新丰镇大桥断面水质执行标准为Ⅳ类标准,2007-2011年该断面化学需氧量超标倍数分别为1.53、0.3、0.1、0.17、0.47倍;西安境内4个断面超标原因主要是:渭河西安段上游咸阳市污水的排入造成的;由泾河污水的排入造成的,因为泾河上的一大污染源是泾渭工业园,泾渭工业园区污水经市政管网直排泾河;西安市的邓家村污水处理厂和北石

桥污水处理厂建设早、运转比较正常,但每天排放的污水量大,污水处理状况不乐观和临河排入造成的。

渭南沙王渡断面水质执行标准为Ⅳ类标准,2007-2011年该断面化学需氧量超标倍数分别为3、0.5、0.43、0.37、0.07倍;树园断面水质Ⅳ类标准,2007-2011年该断面化学需氧量超标倍数分别为2.07、0.33、0.3、0.27、0.03倍;潼关吊桥断面水质执行标准为Ⅳ类标准,2007-2011年该断面化学需氧量超标倍数分别为1.53、0.23、0.07、0.03、0.02倍。渭南境内3个断面超标原因主要是受上游西安段水质影响,西安入渭南断面水质已经超过Ⅳ类水质标准;同时由于渭南的化工厂等工厂污水的不达标排放和渭河支流众多,沿支流工业企业数量众多,生产废水直接排入地表水体,导致河流自净能力降低。

表2 2007-2011年渭河干流化学需氧量超标断面监测结果分析表

mg/L

超标断面	2007	2008	2009	2010	2011	执行标准	标准值	超标倍数				
								2007	2008	2009	2010	2011
兴平	84	61	31.4	32	31	Ⅳ类标准	30	1.80	1.00	0.04	0.07	0.03
南营	85	59	29	33	29	Ⅲ类标准	20	3.25	1.95	0.45	0.65	0.45
咸阳铁桥	60	41	40	43	48	Ⅳ类标准	30	1.00	0.37	0.33	0.43	0.60
天江人渡	80	60	57	47	45	Ⅲ类标准	20	3.00	2.00	1.85	1.45	1.25
耿镇桥	78	58	50	40	49			1.60	0.93	0.67	0.33	0.63
新丰桥	76	39	33	35	44			1.53	0.30	0.10	0.17	0.47
沙王渡	120	45	43	41	32	Ⅳ类标准	30	3.00	0.50	0.43	0.37	0.07
树园	92	40	39	38	31			2.07	0.33	0.30	0.27	0.03
潼关吊桥	76	37	32	31	30.3			1.53	0.23	0.07	0.03	0.02

### 3.2 渭河陕西段氨氮超标分析

3.2.1 氨氮的年际沿程变化分析 氨氮是判断渭河污染程度的主要指标,对2007-2011这5年渭河陕西段13个监测断面各年度氨氮的平均值的沿程变化年际比较如图3所示。

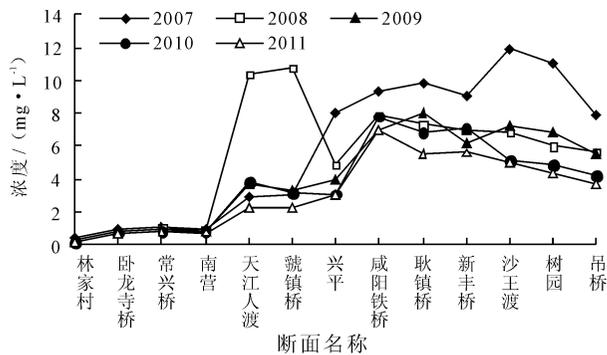


图3 渭河(陕西段)氨氮沿程变化年际比较图

在2007-2011年这一时间段内渭河干流氨氮浓度在林家村、卧龙寺、魏镇桥和常兴桥基本持平以外(图3),在其余9个监测断面呈现出明显的逐年下降趋势。从2007-2011年兴平河段以下的水质

仍然呈劣Ⅴ类水质,水质状况没有多大的变化,但是氨氮的浓度已经有了很大的减少。

3.2.2 渭河陕西段氨氮超标断面分析 渭河干流陕西段共设置13个断面,其中有9个断面化学需氧量监测结果超标,超标率为69.2%。

咸阳兴平断面水质执行标准为Ⅳ类标准,2007-2011年该断面氨氮超标倍数分别为0.8、5.9、1.3、1.5、0.5倍(见表3),咸阳南营断面水质执行标准Ⅲ类标准,2007-2011年该断面化学需氧量超标倍数分别为1.9、9.6、2.1、2、1.2倍。咸阳境内2个断面超标原因主要是沿河两岸城镇居民数量居多,大量生活污水直接排入地表水体;农业面源也是主要污染源,大量使用化肥农药导致地表水体中氨氮浓度的升高。与此同时,河流上游地区取水灌溉,使河流的流量降低,河流的同化、自净能力减弱。

西安铁桥断面水质执行标准为Ⅳ类标准,2007-2011年该断面氨氮超标倍数分别为4.3、2.1、1.7、1.1、1倍;天江人渡断面水质执行标准为Ⅲ类标准,2006-2009年该断面氨氮超标倍数分别为

8.3、6.7、5.7、6.8、6倍；耿镇桥断面水质执行标准Ⅳ类标准，2007-2011年该断面氨氮超标倍数分别为5.5、3.9、4.3、3.5、2.7倍；新丰镇大桥断面水质执行标准为Ⅳ类标准，2007-2011年该断面氨氮超标倍数分别为5、3.7、3.2、3.7、2.7倍；西安境内4个断面超标原因主要是渭河西安段上游咸阳市污水的排入造成的和农业污染造成的。

渭南沙王渡断面水质执行标准为Ⅳ类标准，2007-2011年该断面氨氮超标倍数分别为7.1、

3.4、3.8、2.4、2.3倍；树园断面水质执行标准为Ⅳ类标准，2007-2011年该断面氨氮超标倍数分别为6.3、3.0、3.5、1.9、1.8倍；潼关吊桥断面水质执行标准为Ⅳ类标准，2007-2011年该断面氨氮超标倍数分别为4.1、2.6、2.7、1.8、1.5倍。渭南境内3个断面超标原因主要是受上游西安段水质影响；同时由于渭南地区支流众多，沿支流农业灌溉区域数量众多，沿岸居民生活污水直接排入地表水体，导致河流自净能力降低。

表3 2007-2011年渭河氨氮断面监测结果分析表

超标断面	2007	2008	2009	2010	2011	执行标准	标准值	超标倍数				
								2007	2008	2009	2010	2011
兴平	2.7	10.3	3.4	3.8	2.3	Ⅳ类标准	1.5	0.8	5.9	1.3	1.5	0.5
南营	2.9	10.6	3.1	3.0	2.2	Ⅲ类标准	1.0	1.9	9.6	2.1	2.0	1.2
咸阳铁桥	7.9	4.7	4.0	3.1	3.0	Ⅳ类标准	1.5	4.3	2.1	1.7	1.1	1.0
天江人渡	9.3	7.7	6.7	7.8	7.0	Ⅲ类标准	1.0	8.3	6.7	5.7	6.8	6.0
耿镇桥	9.7	7.4	8.0	6.8	5.5			5.5	3.9	4.3	3.5	2.7
新丰桥	9.0	7.1	6.3	7.0	5.6			5.0	3.7	3.2	3.7	2.7
沙王渡	12.1	6.6	7.2	5.1	5.0	Ⅳ类标准	1.5	7.1	3.4	3.8	2.4	2.3
树园	11.0	6.0	6.7	4.9	4.2			6.3	3.0	3.5	1.9	1.8
潼关吊桥	7.6	5.4	5.5	4.2	3.7			4.1	2.6	2.7	1.8	1.5

## 4 污染控制对策

从污染现状看，渭河污染主要由几条重点支流以及渭河沿岸工业企业生产排污所致，要使渭河干流水质改善，实现干流水质控制目标，必须加大力度抓好渭河流域综合整治，尤其是陕西省和流域区内各级政府及职能部门必须高度重视，切实行动，齐抓共管。要按照“源头抓起、支流治理、干流控制”的原则，抓好支流以及渭河沿岸工业企业的污染治理和水质控制，以支流水质改善带动干流水质改善。首先应当以造纸业综合整治为核心，积极推进渭河流域（陕西段）产业结构调整，其次应抓好以工业为主的污染源治理，严格排污标准，全面提升环境管理水平，还要加强以城镇污水处理厂建设为主的城市环保基础设施建设。

## 5 结语

根据2007-2011年渭河水质连续监测资料，分析和研究了渭河干流流域19个断面的水质变化特征，并对渭河陕西段的化学需氧量和氨氮的变化趋势及超标原因，得出以下结论：

(1) 渭河干流水质在甘肃省境内基本达到水质功能目标，出入境断面水质良好，渭河干流水质污染严重的断面主要在陕西段。

(2) 从2007-2011年的高锰酸盐指数、化学需

氧量和氨氮污染时间变化特征可见，渭河流域化学需氧量和氨氮的浓度从2007年以来呈下降趋势。

(3) 从化学需氧量和氨氮的变化特征可以看出，大部分断面化学需氧量和氨氮的浓度均超过了地表水水质功能要求，说明渭河已受到严重污染。其中沙王渡是化学需氧量污染较严重的断面；沙王渡是氨氮污染较严重的断面。

## 参考文献：

- [1] 彭文启,张祥伟.现代水环境质量评价理论与方法[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [2] 刘秀花,黄兴国,周春华.渭河陕西段水环境污染历时分析研究[J].水资源保护,2005,21(5):70-72.
- [3] 陕西省人民政府.陕西省渭河流域综合治理5年规划(2008-2012年)[Z].2008.8.
- [4] 李孝廉,杜新黎,王安林.渭河干流(陕西段)水污染现状及控制对策研究[J].西北大学学报(自然科学版),2008,38(5):823-827.
- [5] 蔡明,白丹,李怀恩,等.渭河水体污染状况及污染防治对策研究[J].陕西水力发电,2001,17(1):38-39.
- [6] 张蓉珍,张幸.渭河流域陕西段50年生态环境演变[J].干旱区资源与环境,2008,22(2):37-42.
- [7] 柴怡浩.新型COD测定理论及方法研究[D].上海:华东师范大学硕士学位论文,2005.
- [8] 张嘉嘉,赵景波,董雯,等.关中平原近十年来渭河水环境演变研究[J].干旱区资源与环境,2007,21(1):68-72.