

典型农村河流——条子河水环境现状评价

晁雷¹,陈苏^{1,2},代秀兰¹,张巍¹,李晓东¹

(1. 辽宁省环境科学研究院/辽宁省流域污染控制重点实验室, 辽宁 沈阳 110031; 2. 沈阳大学, 辽宁 沈阳 110044)

摘要:对辽河流域重污染河流条子河进行了历史监测数据的调研和现场采样监测评价,结果表明:四平市污水处理厂运行前,条子河水质严重污染,COD浓度最高为 $250\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,氨氮浓度最高为 $35.9\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$;四平市污水处理厂运行后,条子河水质有所改善;在丰水期COD指标满足《地表水环境质量标准》V类水质标准;而枯水期COD指标均低于《地表水环境质量标准》V类水质标准。不同水期氨氮指标均低于《地表水环境质量标准》V类水质标准。从不同断面的分析结果看出,在条子河上建设人工干预的河流净化工程,提高污水排放标准,是保证条子河水质达到《地表水环境质量标准》V类水质标准的有效方式。

关键词:条子河;地表水;水环境评价

中图分类号:X824

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)11-0053-04

条子河发源于吉林省梨树县,承纳了上游四平市的工业、生活污水后进入辽宁省昌图县,流经老四平镇、平安堡乡、八面城镇、曲家店乡最终汇入招苏台河,条子河在辽宁境内全长64 km,是昌图县北部主要农业灌溉水源。多年来,四平市排放的大量工业和生活污水直接流入条子河。再加上辽河流域连续多年干旱少雨,完全丧失了自净能力,事实上已经成为“排污沟”、“死河”。地表水遭受污染的同时,由于河道地表水渗入地下,又使地下水受到了污染,使河流沿线农村人畜饮用水安全受到了严重的威胁。通过对昌图县条子河、招苏台河沿线分布的15个乡镇污染情况的调查,结果表明,条子河、招苏台河沿线有15个乡镇的56个行政村的258个自然村屯的27 421个农户的人畜饮水受到了河流污染的影响,影响人口99 331人,影响大牲畜达38 973头。

由于受到国务院和各级媒体的高度重视,吉林省四平市污水处理厂于2008年正式运行。四平污水处理厂排放按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》二级标准设计,污水处理厂出水化学需氧量(COD) $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,生化需氧量(BOD) $30\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,悬浮物 $30\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。该项目以条子河辽宁段为研究对象,通过2005~2007年度水文资

料的调研和2009年度现场水质监测,对条子河进行水环境评价,为相关部门对条子河进行管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样点布设及取样方法

辽宁省境内条子河全长64.4 km,流域面积 365 km^2 ,根据河流断面布点要求,在条子河沿线设5个监测断面,分别设在义和屯($\text{N}43^{\circ}13'45.8''$, $\text{E}124^{\circ}15'32.6''$)、徐家村($\text{N}43^{\circ}14'01.5''$, $\text{E}124^{\circ}13'50.9''$)、平安堡($\text{N}43^{\circ}14'76.1''$, $\text{E}124^{\circ}06'85.1''$)、永红桥($\text{N}43^{\circ}13'36.8''$, $\text{E}123^{\circ}58'24.4''$)、曲家店($\text{N}43^{\circ}18'16.4''$, $\text{E}123^{\circ}57'48.6''$)。采样时间为2009年4月8日、2009年8月12日和2009年10月12日,每个采样点所采样品组成混合样进行测定^[1]。

1.2 测定项目及方法

根据国家环境保护总局《地表水和污水监测技术规范》,确定条子河水质监测项目的物理和化学指标,并进行测定^[2-3]。测定方法参照《中国环境保护标准汇编:水质分析方法》,其中水温、pH、溶解氧为现场测定(见表1)。

表1 测定项目及方法

| 监测项目 | 测定方法 |
|--|----------|
| 水温/ $^{\circ}\text{C}$ | 便携式水质分析仪 |
| pH无量纲 | 便携式水质分析仪 |
| $\text{DO}/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 便携式水质分析仪 |
| $\text{COD}/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 重铬酸钾法 |
| $\text{BOD}/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 五天培养法 |
| 氨氮/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 氨氮分析仪 |
| 总磷/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 离子色谱法 |

收稿日期:2010-08-10

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项资助项目(2008ZX07208-005)

第一作者简介:晁雷(1978-),男,辽宁省沈阳市人,博士,高级工程师,从事土壤污染生态和水污染生态治理工程研究。
E-mail:mailchaolei@yahoo.com.cn.

1.3 水质评价标准及方法

水质评价标准选用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅴ类标准^[4-5]。水质评价方法采用对比评价法,是将水质监测的各项指标实测值与标准值进行比较,看结果是否超标^[6-7]。

表 2 2005~2007 年条子河义和屯断面水质监测结果

| 时间 | pH | 高锰酸盐指数/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | COD/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | BOD/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 氨氮/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ |
|------------|------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 2005-04-08 | 7.14 | | 250.0 | 85 | 25.9 |
| 2006-04-10 | 7.18 | | 215.0 | 59 | 29.5 |
| 2007-04-09 | 7.94 | 25.5 | 202.4 | 45 | 20.6 |

表 3 条子河义和屯断面枯和平及丰水期监测结果

| 时间 | 水期 | 水温/ $^{\circ}\text{C}$ | pH | 高锰酸盐指数/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | COD/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | BOD/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 氨氮/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ |
|------------|----|------------------------|------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 2007-04-03 | 枯 | 5 | 7.38 | | 240.0 | 45 | 28.2 |
| 2007-07-03 | 丰 | 23 | 7.72 | 28.2 | 186.0 | | 29.0 |
| 2007-10-11 | 平 | 10 | 7.61 | 32.2 | 191.0 | | 25.5 |
| 2008-04-07 | 枯 | 8 | 7.38 | 21.13 | 202.4 | 45 | 35.9 |

表 4 2009 年条子河水质监测结果

| 时间/年-月 | 地点 | 水温/ $^{\circ}\text{C}$ | pH | DO/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 悬浮物 SS/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | COD/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | BOD/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 总磷/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | 氨氮/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ |
|---------|-----|------------------------|-------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2009-04 | 义和屯 | 9 | 13.00 | 4.23 | 199 | 93.9 | 19.6 | 0.48 | 4.33 |
| 2009-04 | 徐家村 | 7 | 13.00 | 4.51 | 202 | 87.6 | 19.9 | 0.45 | 4.18 |
| 2009-04 | 平安堡 | 7 | 13.00 | 4.32 | 275 | 65.4 | 15.5 | 0.39 | 4.18 |
| 2009-04 | 永红桥 | 7 | 13.00 | 4.56 | 274 | 59.3 | 12.2 | 0.35 | 4.12 |
| 2009-04 | 曲家店 | 7 | 13.00 | 4.87 | 309 | 46.1 | 9.1 | 0.31 | 4.05 |
| 2009-08 | 义和屯 | 24 | 7.64 | 7.52 | 78 | 35.2 | 10.6 | 0.45 | 3.73 |
| 2009-08 | 徐家村 | 24 | 7.62 | 7.56 | 145 | 33.4 | 9.9 | 0.43 | 3.28 |
| 2009-08 | 平安堡 | 24 | 7.68 | 7.78 | 146 | 32.3 | 8.9 | 0.38 | 3.18 |
| 2009-08 | 永红桥 | 24 | 7.54 | 7.54 | 214 | 28.8 | 10.1 | 0.31 | 3.12 |
| 2009-08 | 曲家店 | 24 | 7.62 | 7.55 | 241 | 27.5 | 7.2 | 0.24 | 3.05 |
| 2009-10 | 义和屯 | 13 | 7.82 | 1.82 | 72 | 69.6 | 16.6 | 0.43 | 3.68 |
| 2009-10 | 徐家村 | 13 | 7.51 | 1.54 | 134 | 52.6 | 12.9 | 0.41 | 3.33 |
| 2009-10 | 平安堡 | 13 | 7.88 | 1.70 | 135 | 37.2 | 7.9 | 0.35 | 3.14 |
| 2009-10 | 永红桥 | 13 | 7.62 | 2.10 | 203 | 43.1 | 10.9 | 0.32 | 3.08 |
| 2009-10 | 曲家店 | 13 | 7.52 | 2.44 | 208 | 30.2 | 6.1 | 0.28 | 3.04 |

2.1 物理性状特征

2.1.1 水体温度 条子河辽宁段上游水温高于同地区其它河流水温。这是由于进入辽宁境内的条子河河水由 2 部分组成,一部分是四平市南河与北河汇合而成的条子河上游来水,一部分是四平市污水处理厂的排水。四平市的南河与北河作为城市景观河在河道内修筑有多级拦水橡胶坝。所以在枯水期由于四平污水处理厂排出的河水占整个河水流量的 70% 以上。冬季污水处理厂的出水温度在 10~14 $^{\circ}\text{C}$,这就造成了条子河冬季结冰晚于同地区河流。2009 年 12 月 22 日 13 时,平安堡乡气温为 -8 $^{\circ}\text{C}$,条子河河水表面温度为 0 $^{\circ}\text{C}$,水面没有结冰。

2 结果与分析

当地环保局提供的数据见表 2,表 3。通过对条子河地表水样品的物理和化学指标进行测定,得出其水质监测结果(见表 4)。

2.1.2 水体气味、色度和透明度 2009 年四平市污水处理厂运行前,吉林省第三大城市——四平市的的生活、生产污水几乎全部排入条子河。导致水体严重污染,监测的最高 COD 浓度超过 250 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。条子河基本上就是一条排污沟。由于厌氧微生物活动,水中有机物厌氧分解,产生甲烷、二氧化碳、氨、硫化氢等。由于散发了硫化氢等物质,废水产生臭气,硫化氢与铁作用(废水中往往含有一些铁质)形成硫化铁^[8-9],所以在四平污水处理厂未建成前条子河河水黑色、发臭。

2009 年四平污水处理厂投入运行后,河水臭味基本消失,河水无臭无味。义和屯断面水样,离心去除悬浮物后,取上清液采用稀释倍数法^[10]测

定水质色度,观察稀释倍数为 1。

2.1.3 悬浮物特征变化 一般情况下在没有外来干扰的自然河流,沿着河流的流向,河水悬浮物浓度逐渐降低,但是条子河河水悬浮物的变化却没有规律,条子河平安堡乡断面悬浮浓度高于上游的义和屯断面。通过沿河查访,发现造成这一现象的主要原因是断面上游存在河道挖砂现象,挖砂的过程中搅动河水底泥,冲刷河岸,造成河水悬浮物显著增加。

2.1.4 河岸破坏现象 据当地人介绍,条子河之所以称为条子河是因为在条子河两岸多种植“柳条子”。但通过现场考察发现,目前条子河只有永红桥断面两岸种植宽 10 m 柳树林。其它 4 个断面河道两侧均为农田,甚至河堤上都种有农作物,河道两侧鲜见柳树。

条子河两岸种植的农作物主要为玉米,玉米播种后,要喷洒大量的除草剂。由于这个原因条子河河岸草地的自然生长也受到抑制。并且玉米根系较浅,当雨季河水上涨,河堤上种植的玉米倒伏,并携带大量泥土流入条子河中,这是造成条子河丰水期比枯水期悬浮物高的主要原因。进而也造成条子河河道的侵蚀。

2.2 化学性质特征

2.2.1 pH 无论是在四平污水处理厂运行前、还是四平污水处理厂运行后,同一断面不同时间和同一时间不同断面 pH 均没有显著变化,基本上在 7.14~7.94 波动。说明在条子河流域内无强酸、强碱工业废水排放。

2.2.2 高锰酸盐 高锰酸盐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程度的综合指标^[8]。从监测数据可以看出高锰酸盐指数远大于 GB3838-2002《地表水环境质量标准》中 V 类水质标准。说明条子河水体已经受到严重的污染。

2.2.3 化学需氧量 从 2009 年的监测结果可以看出,条子河 COD 浓度较高,且随着河流流向 COD 浓度逐渐降低,这是由于河流自然降解造成的。但是 2009 年 10 月的数据永红桥断面的 COD 浓度却高于其上游的平安堡乡断面。为此项目组对当地的情况进行了走访、调查。结果发现在平安堡乡断面下游的八面城镇的生活污水全部排入条子河,而且当地两家大型屠宰企业的生产污水经过简单处理后也排入条子河。这可能是造成永红桥断面 COD 浓度高于其上游平安堡乡断面的原因。

2009 年 4 月监测的条子河 5 个断面的 COD 浓度均超过《地表水环境质量标准》中 V 类水质标准,2009 年 10 月监测的条子河 5 个断面中有 4 个断面 COD 浓度均超过《地表水环境质量标准》中 V 类水质标准。2009 年 8 月监测的条子河 5 个断面中有 3 个断面的 COD 浓度满足《地表水环境质量标准》中 V 类水质标准,2 个断面的 COD 浓度满足《地表水环境质量标准》中 IV 类水质标准。从这些分析可知,只有在丰水期,依靠上游来水的稀释作用才能保证条子河水 COD 指标满足《地表水环境质量标准》V 类水质标准。在平水期的 10 月份,通过河道自然降解仅在条子河汇入招苏台河前,其水质才能满足《地表水环境质量标准》V 类水质标准,而且这种满足标准也极有可能由于招苏台河水顶托和稀释作用造成。

2.2.4 生化需氧量 从 2009 年 BOD 的监测结果可以看出,总体上 BOD 浓度也是沿着条子河流向逐渐降低。一般来说生活污水 BOD:COD(B:C)在 0.2~0.8^[11]。条子河河水的 B:C 几乎全部在 0.2~0.3,这表明条子河河水的生化性较差。这主要是由于条子河水的主要组成是吉林省四平市城市污水处理厂的出水。该处理厂采用传统活性污泥法,A²/O 工艺,出水标准为 GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》二级标准。这样污水中易生化降解部分,几乎都被污水处理厂处理,所以辽宁境内条子河河水的生化性差。

2.2.5 总磷 从 2009 年总磷的监测结果可以看出,沿着河流流向河水总磷的浓度逐渐下降。在条子河汇入招苏台河前,其总磷浓度已经满足《地表水环境质量标准》V 类水质标准。

2.2.6 氨氮 条子河河水的氨氮浓度较高,根据当地环保局提供的数据,在四平市污水处理厂没有运行前,氨氮浓度高达 35.9 mg·L⁻¹。从 2009 年现场监测的数据来看,氨氮浓度最高为 4.33 mg·L⁻¹,两者相距悬殊,一般来说,传统的 A²/O 工艺是无法达到这么好的处理效果。出现这么大差距的原因可能是条子河四平段下游主要企业红嘴子集团采取了有效的污水治理措施,降低了氨氮的排放量。

从 2009 年的监测数据可知,虽然相比 2005~2008 年的监测数据,条子河氨氮浓度明显降低,但仍高于《地表水环境质量标准》V 类水体 50% 以上。而且经过四平污水处理厂处理后,其生化性较差,这为河流水质改善的工程治理增加了

难度。

3 结论

通过对条子河水体的监测和评价,得出结论为:

四平污水处理厂运行后,条子河水质得到极大改善。COD 浓度和氨氮浓度明显降低。

在平水期和枯水期,条子河流入辽宁省境内河水的 COD 指标仍然超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) V 类标准。在丰水期、平水期、枯水期,条子河入境河水总磷和氨氮指标仍超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) V 类标准。上游来水污染仍是条子河辽宁段污染的主要原因。

条子河辽宁省段乔、灌、草结合的自然型堤岸破坏较严重,河水中悬浮物浓度较高。

条子河流域的八面城镇污水是条子河辽宁段的主要污染点源。

在条子河辽宁段上游,采取人工干预的河水净化措施^[12-13],可以有效改善整个条子河辽宁段的水质。

参考文献:

- [1] 叶文虎,栾胜基.环境质量评价学[M].北京:高等教育出版社,1994:215.
- [2] 石红霄,卢素锦,李鹏.三江源黄河地表水水环境现状评

价[J].安徽农业科学,2009,37(17):8137-8139.

- [3] 张丹,丁爱中,林学钰.河流水质监测和评价的生物学方法[J].中国师范大学学报(自然科学版),2009,45(2):200-204.
- [4] 牛永生.黄河水质现状评价及污染趋势和对策[J].环境论坛,2003,34(12):18-21
- [5] GB3838-2002,中华人民共和国地表水环境质量标准[S].
- [6] Barbour M T, Gemitsen J, Snyder B D, et al. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macro invertebrates and Fish, Second Edition[M]. Washington D C: U. S. Environmental Protection Agency Office of Water, 1999.
- [6] Smith M J, Kay W R, Edward D H D, et al. AUSRIVAS: using macroinvertebrates to assess ecological condition of rivers in Western Australia [J]. Fresh Biology, 1999, 41: 269-282.
- [8] 罗家海.珠江广州河段局部水体溶解氧低的主要原因分析[J].环境科学研究,2002(2):8-11.
- [9] 徐明德,李平.汾河太原城区段的水质调查与分析[J].中国给水排水,2005,21(4):102-104.
- [10] 周晓铁,韩宁宁,孙世群,等.安徽省河流和湖库型饮用水水源地水质评价[J].湖泊科学,2010,22(2):176-180.
- [11] 牛红义,吴群河.水污染监测技术发展动向初探[J].环境科学动态,2005(2):60.
- [12] 李先宁,宋海亮,朱光灿,等.组合型浮床生态系统的构建及其改善湖泊水源地水质的效果[J].湖泊科学,2007,19(4):367-372.
- [13] 何旭生,鲁一晖,章青,等.河流人工强化净化工程技术与净水护岸方案[J].水利水电技术,2005,36(11):26-31.

Assessment on Water Environment Status of Surface Water in Typical Country River——Tiaozi River

CHAO Lei^{1,2}, CHEN Su^{1,3}, DAI Xiu-lan^{1,2}, ZHANG Wei^{1,2}, LI Xiao-dong^{1,2}

(1. Liaoning Academy of Environmental Sciences/Liaoning Province Key Laboratory of Basin Pollution Control, Shenyang, Liaoning 110031; 2. China; 2. Shenyang University, Shenyang, Liaoning 110044)

Abstract: The monitor and evaluate on Tiaozi River, one of the most polluted tributaries in Liaohe River Basin, were conducted by using the history monitor data and situation sampling. The results showed that the COD of Tiaozi River was $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{NH}_3\text{-N}$ was $35.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, before the Siping municipal wastewater treatment plant was build and the river was polluted seriously. After the Siping municipal wastewater treatment plant came into working, the water quality was improved obviously. COD of the surface water in Tiaozi River in high flow period didn't exceed the class V standard of "Surface Water Environment Quality Standard" (GB3838-2002). COD of the surface water in Tiaozi River in low water season exceeded the class V standard of "Surface Water Environment Quality Standard" (GB3838-2002). $\text{NH}_3\text{-N}$ of the surface water in Tiaozi River exceeded the class V standard of "Surface Water Environment Quality Standard" (GB3838-2002) in all the months. The results also indicated that building the water disposal project, improving the discharge standard of pollutants, was the effective way to deal with the water pollution in Tiaozi River.

Key words: Tiaozi River; surface water; water environment assessment