

永定河“五湖一线”水质现状分析与评价

郝红梅¹ 顾 华¹ 龚秀英² 孙 峰³ 楼春华¹ 刘 霞¹ 宋双艳¹ 蔡 玉¹

(1 北京市水科学技术研究院 100048

2 北京市永定河管理处 100072 3 北京市水文总站 100039)

摘 要 通过对永定河“五湖一线”7个监测点(门城湖上、门城湖下、莲石湖上、莲石湖下、园博湖、晓月湖和宛平湖)TN、TP、NH₃-N、BOD₅、COD_{Cr}和COD_{Mn}的水质监测,评价了“五湖一线”水质现状。结果表明:7个站点门城湖下、莲石湖上和莲石湖下属于严重污染,门城湖上、晓月湖和宛平湖属于重污染,只有园博湖属于中污染;6个指标中,TN和COD_{Cr}的污染分担率相对较高;TN和COD_{Cr}7个站点全部超标;TP和BOD₅除了门城湖下、莲石湖上和莲石湖下外,其他4个站点全部达标;NH₃-N除了门城湖下、莲石湖上外,其他5个站点全部达标;如果高井沟排污口能够得到及时治理,湖区NH₃-N、TP和BOD₅等指标有望达标。

关键词 永定河“五湖一线” 水质 污染综合指数 污染分担率 污染 水环境

中图分类号 X824

文献标志码 A

文章编号 1673-4637(2013)增刊2-0051-04

永定河“五湖一线”是指门城湖、莲石湖、园博湖、晓月湖和宛平湖以及循环管线工程,是永定河城市段纵贯门头沟、石景山及丰台3区,自上而下形成溪流—湖泊—湿地联通的河流生态系统。工程全长14.2 km,总面积328 hm²。

永定河“五湖一线”工程是永定河绿色生态发展带的核心景观工程,水环境质量受到社会各届的强烈关注。然而,因水源主要为官厅来水及再生水,水源条件较差,且高井沟(门城湖下)有大量的污水排入湖中。因此,五湖存在着水质超标、富营养化及水华、水域咸化、突发水污染事故等水环境风险。为了及时掌握“五湖一线”水质状况,为管理调度提供数据支持,对永定河“五湖一线”水质进行了长期监测与评价。

1 监测站点及检测项目

1.1 监测点布设

选择了7个监测点。其中门城湖和莲石湖各2个,园博湖、晓月湖和宛平湖各1个。站点位置见图1。

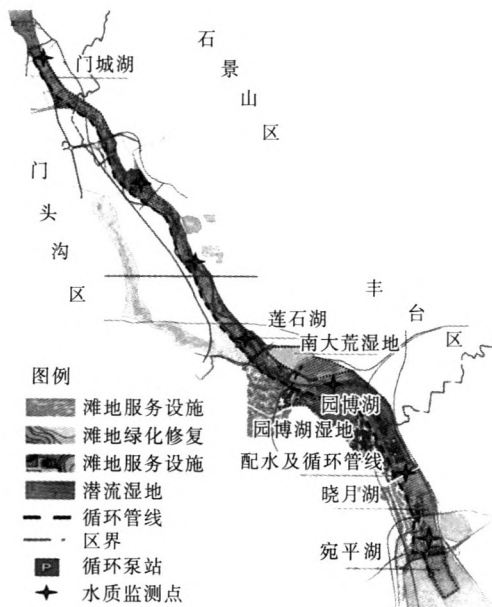


图1 监测点布置图

1.2 监测项目

选择了TN、TP、NH₃-N、COD_{Cr}、BOD₅和COD_{Mn}6个指标作为评价指标。

收稿日期: 2013-08-29

作者简介: 郝红梅(1975—),女,农艺师。

1.3 监测方法

TN 采用 HJ 636-2012 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法; TP 采用 GB 11893-89 《钼酸铵分光光度法》; NH₃-N 采用 HJ 535-2009 《纳氏试剂分光光度法》; COD_{Cr} 采用 HJ/T 399-2007 《快速消解分光光度法》; BOD₅ 采用 HJ 505-2009 《稀释与接种法》。

1.4 评价方法与标准

结合永定河功能区划和水质要求, 水质分析方法选用 HJ 2.3-93 《环境影响评价技术导则 地面水环境》^[1] 附表所列的水质分析综合指数法, 并以 GB 3838-2002 《地表水环境质量标准》^[2] III 类作为评价标准。根据水质污染程度分级, 判断水质级别^[3] (见表 1)。同时, 以污染分担率反映各类污染物浓度与相应水质标准, 显示污染物对水体污染的贡献, 表征水体污染的特征^[4-6]。

表 1 污染物污染程度分级

P 值	<0.20	0.20~0.40	0.41~0.70	0.71~1.0	1.1~2.0	>2.0
级别	清洁	尚清洁	轻污染	中污染	重污染	严重污染

超标倍数:

$$\frac{C_i - S_i}{S_i}$$

综合污染指数:

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m P_i$$

各污染物标准指数:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

各污染物分担率:

$$K_i = \frac{P_i}{nP} \times 100\%$$

式中: P 为水污染综合指数; P_i 为第 i 项污染物的污染分指数; C_i 为第 i 项污染物的实测浓度/(mg/L); S_i 为第 i 项污染物相应的标准限值; n 为参与评价污染物的项数; K_i 为第 i 项污染物对水体污染的分担率/%。

1.5 监测时间

监测时间为 2012 年 4 月至 2013 年 5 月, 其中 5—10 月每周采样监测 1 次, 11—4 月每月采样监测 1 次。

2 结果与分析

2.1 水质现状评价

由表 2 可知, 门城湖下污染综合指数 9.4 最高, 其次为莲石湖上 3.6 和莲石湖下 2.4, 均属于严重污染。其他 4 个监测站点, 除了园博湖属于中污染外, 其他 3 个站点全部属于重污染。

表 2 各监测站点标准指数和综合指数

监测指标	TN	TP	NH ₃ -N	COD _{Cr}	BOD ₅	COD _{Mn}	综合指数
门城湖上	2.4	0.73	0.32	2.4	0.87	0.85	1.3
门城湖下	20	11	14	5.1	3.9	2.0	9.4
莲石湖上	8.8	3.5	2.4	3.5	1.9	1.5	3.6
莲石湖下	5.6	1.9	0.8	3.3	1.3	1.4	2.4
园博湖	1.2	0.63	0.21	2.2	0.96	0.73	1.0
晓月湖	1.9	0.74	0.25	3.2	0.98	1.1	1.4
宛平湖	1.5	0.52	0.23	3.3	0.92	1.3	1.3

表 3 表明, 门城湖上 TN 和 COD_{Cr} 污染分担率均为 32%, 二者之和占到了 64%; 门城湖下 TN 35%、NH₃-N 25% 和 TP 20%, 三者之和占到 80%。莲石湖上 TN 41%、TP 和 COD_{Cr} 各占 16%, NH₃-N 11%, 莲石湖下 TN 39%、COD_{Cr} 23% 和 TP 13%。园博湖、晓月湖、宛平湖均是 COD_{Cr} 分担率最高, 其次为 TN, 二者之和均大于 50%。

表 3 各监测站点污染物分担率 %

评价指标	TN	TP	NH ₃ -N	COD _{Cr}	BOD ₅	COD _{Mn}
门城湖上	32	10	04	32	11	11
门城湖下	35	20	25	9	7	4
莲石湖上	41	16	11	16	9	7
莲石湖下	39	13	6	23	9	10
园博湖	20	11	3	37	16	12
晓月湖	24	9	3	39	12	13
宛平湖	19	7	3	43	12	16

可见永定河“五湖一线”目前主要的污染物为 TN 和 COD_{Cr}。

2.2 污染物空间分布

2.2.1 TN、NH₃-N 现状评价

由图 2 可知, 7 个监测站点, 门城湖下 TN 19.7 mg/L 和 NH₃-N 14.3 mg/L 平均含量最高, 其次为莲石湖上和莲石湖下, 门城湖上、园博湖、晓月湖和宛平湖相对含量较低。

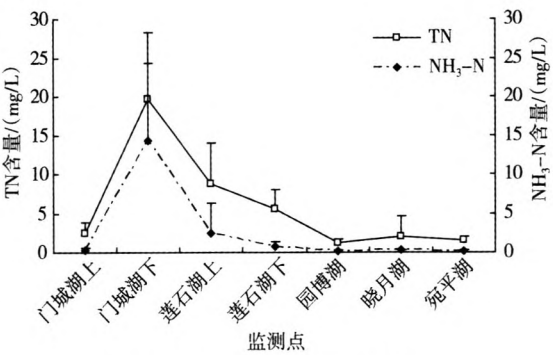


图 2 TN、NH₃-N 空间分布

7 个站点中, 门城湖上、门城湖下、莲石湖上和莲石湖下 TN 为劣 V 类, 超标倍数 (与 III 类水水质标准相比) 分别为 1.5、18.7、7.8 和 4.6 倍。晓月湖和宛平湖 TN 含量满足 V 类水质标准, 只有园博湖能够达到 IV 类水质标准, 但全都超过 III 类水水质标准, 超标倍数晓月湖为 0.9 倍、宛平湖为 0.5 倍、园博湖为 0.2 倍。

$\text{NH}_3\text{-N}$ 含量, 门城湖下和莲石湖上超过 III 类水水质标准, 超标倍数分别为: 13.3 和 1.4 倍, 属于劣 V 类。莲石湖下满足 III 类水质要求, 其他 4 个湖达到了 II 类水质标准。

高井污水主要来自于石景山热电厂退水与周边居民的生活污水的混合污水, 污水排放量约为 2 万 t/d, 污水中有机物和氮磷含量高, 排水位置位于门城湖下, 并影响到下游各湖的水质。与门城湖上水质指标相比较, 门城湖下、莲石湖上和莲石湖下 TN 含量分别为门城湖上 TN 含量的 7.1、3.6、2.3 倍; $\text{NH}_3\text{-N}$ 分别为门城湖上的 323、224 和 3.4 倍。由此可见高井沟污水的排入直接影响了门城湖下 TN 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量, 同时也影响了莲石湖上和莲石湖下。

2.2.2 TP 现状评价

图 3 表明, 门城湖下 TP 含量最高, 其次为莲石湖上和莲石湖下, 其余 4 个站点含量相对较低。门城湖下 TP 含量 2.29 mg/L, 与 III 类水 0.2 mg/L 相比超标 10.4 倍; 莲石湖上 TP 含量 0.71 mg/L, 超标 2.5 倍; 莲石湖下含量 0.39 mg/L, 超标 0.9 倍。其他 4 个站点均小于 0.2 mg/L, 满足 III 类水质标准。

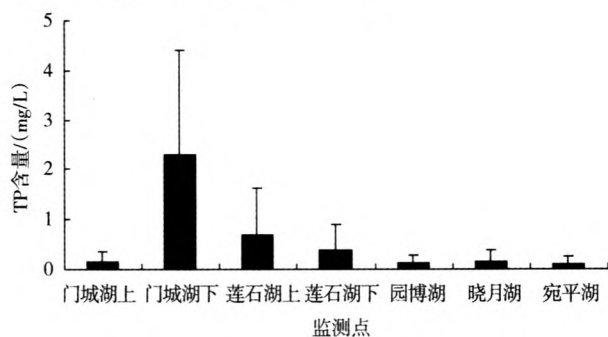


图 3 TP 空间分布

门城湖下、莲石湖上和莲石湖下 TP 含量分别为门城湖上的 15.7、4.8 及 2.7 倍。

2.2.3 COD_Cr 、 BOD_5 和 COD_Mn 现状评价

图 4 表明, COD_Cr 、 BOD_5 和 COD_Mn 依然是门城湖下含量最高, 但相对 TN、TP 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 而言, 与其他 6 个站点的相差幅度较小。与门城湖上相比, 门城湖下、莲石湖上、莲石湖下 COD_Cr 含量分别为门城湖上的 2.1、1.4 和 1.4 倍; BOD_5 含量为门城湖上的 4.5、2.2 和 1.4

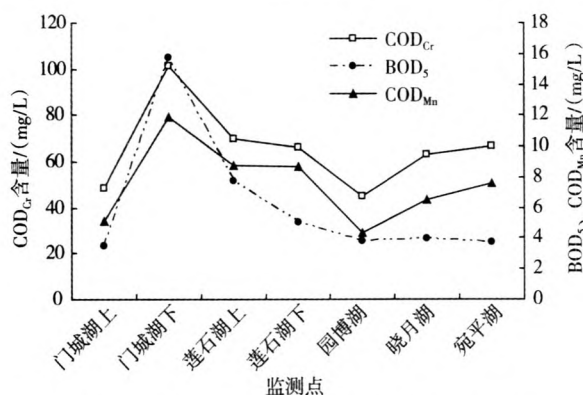


图 4 COD_Cr 、 BOD_5 、 COD_Mn 空间分布

倍; COD_Mn 为门城湖上的 2.3、0.7 和 1.0 倍。

COD_Cr 7 个站点全部为劣 V 类。与 III 类水水质标准相比, 7 个站点的超标倍数依次为: 1.4、4.1、2.5、2.3、1.2、2.2 和 2.4 倍。

BOD_5 除了门城湖下、莲石湖上和莲石湖下超过 III 类水质标准外, 其他 4 个站点能够满足 III 类水质标准。门城湖下、莲石湖上和莲石湖下, 与 III 类水质标准相比, 超标倍数依次为 2.9、0.9 和 0.3 倍。

COD_Mn 只有门城湖上和园博湖满足 III 类水质标准要求。门城湖下含量最高 11.9 mg/L、其次为莲石湖上 8.8 mg/L、莲石湖下 8.7 mg/L、宛平湖 7.6 mg/L 和晓月湖 6.5 mg/L, 超标倍数依次为 1.0、0.5、0.4、0.3 和 0.1 倍。

可见高井沟污水的排入对 COD_Cr 、 BOD_5 和 COD_Mn 的影响相对较小。

3 结论

(1) 7 个站点中门城湖下、莲石湖上和莲石湖下属于严重污染, 门城湖上、晓月湖和宛平湖属于重污染, 只有园博湖属于中污染。

(2) 6 个指标中, TN 和 COD_Cr 的污染分担率相对较高。

(3) 7 个站点中门城湖水质最差, 综合污染指数为 9.4, 6 个指标全部超标, 超标倍数依次为: TN 18.7 倍、TP 10.4 倍、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 13.3 倍、 COD_Cr 4.1 倍、 BOD_5 2.9 倍及 COD_Mn 1.0 倍。莲石湖上水质现状仅次于门城湖上, 超标倍数依次为: TN 7.8 倍、TP 2.5 倍、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 1.4 倍、 COD_Cr 2.5 倍、 BOD_5 0.9 倍及 COD_Mn 0.5 倍。

(4) TN 和 COD_Cr 7 个站点全部超标。

(5) TP 和 BOD_5 除了门城湖下、莲石湖上和莲石湖下外, 其他 4 个站点全部达标。

(6) $\text{NH}_3\text{-N}$ 除了门城湖下、莲石湖上外, 其他 5 个站点全部达标。

(下转第 63 页)

适用、节约高效和管理创新的思路,应依据本地区的自然环境条件及地理位置等因素,与雨水径流污染控制、城市防洪除涝及生态环境的改善相结合,坚持工程措施和非工程措施并重,因地制宜,合理选择技术方式。

(4) 流域水系分区调度与应急管理技术研究。北京市流域水系的科学调度与管理是防汛工作的重点和难点,由于永定河、潮白河、北运河及城区河湖水系的复杂性和防汛、环境、生态及水资源等多目标需求,水系合理调度是关键。

以城区河湖水系为例,城市防洪排涝体系包括清河、坝河、通惠河及凉水河划分出 4 大排水流域;以四大河道主干支流划分出 30 个主干河道排水流域;然后依据城市地形地势,道路、铁路、公路及河道等布局,并结合土地规划,确定排水流向,划分约 250 个管道排水系统。根据北京市“西蓄、东排、南北分洪”的防洪格局要求,结合各个水系特点和调度要求,利用水情模拟技术、水量优化调度技术、闸坝调度分析技术和应急管理技术等,进行北京市流域水系分区调度与应急管理分析研究,提出科学的洪水调度方案以及防汛应急管理措施。

(5) 洪水风险评价与灾害评估研究。我国的基本国情是人多地少,尤其是北京如此人口稠密的大都市,不能单纯照搬国外“给洪水以空间,以空间换取时间”的防灾减灾模式。对超标准的洪水,要靠平时的防灾准备与预测预报、避难系统来减轻灾害的损失。为此,针对北京市城市经济发展和建设的新变化,利用降雨预报技术、洪水模拟仿真技术、经济发展分析技术、洪灾影响评估技术、情景分析技术以及先进的信息技术,开展新形势和新环境下的北京市洪水风险分析及其变化趋势研究,对水灾风险进行评估,提出科学合理的防灾减灾措施,并绘制北京市洪水风险分析成果图,向社会公布评估的信息,以便采取必要的防范措施,灾害来临时能够及时准确获得灾害警报,采取有

效的避难救生措施,减轻灾害的损失。

(6) 防灾减灾预警体系研究。加强学科交叉和高新技术的应用,构建防灾减灾预警体系。构建城市“天上”——降雨预测预报、“地上”——地形地貌精细刻画、“地下和水体”——土壤特性、排水管网、受纳水体;3 个竖向空间层次全覆盖的防洪减灾技术体系,建立监测预警机制。通过“天上”“地上”“地下和水体”3 个层次的耦合,形成区域降雨产流、管道排水、河道行洪相互响应相互耦合的决策支持模式,实现城市防灾减灾科学化、精细化,赢得有效调控时间,科学利用调控空间,不断提高灾害的监测、预测、预报、预警、预案制定与评价的技术含量,增强消除隐患、防灾救灾与恢复重建的能力。

(7) 防灾减灾法规管理体系研究。建立统一协调的管理组织体系,对涉及到影响城市防洪排涝的建设项目,应对其实施监督,包括规划、方案审查、论证、设计审批、施工和运行等方面进行全过程管理,做到预防为主。

进一步健全防灾减灾应急管理体系,科学制定防汛应急预案;由于应急预案的实施需要短期紧急调用大量人力、物力和财力,因此需要以立法的形式明确相关部门的责任、义务与协调机制,以及应急预案的启动程序。

制定和完善有关防洪的政策法规,提高全社会的防洪减灾意识,建立洪水保险制度,设立全市范围的防洪基金制度,探索洪灾补偿机制,增加洪水灾害的承受能力,保障灾后生产和生活的顺利恢复。

参考文献

- [1] 于纪玉,刘方贵.城市化与现代城市防洪减灾问题研究.海河水利[J]. 2003(2):33-34.
- [2] 程晓陶,万洪涛,吴兴征.防洪减灾科技发展现状与趋势.中国水利[J]. 2004,22(6):31-33.

(责任编辑:张少文)

(上接第 53 页)

(7) 如果高井沟排污口能够得到及时治理,湖区 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 和 BOD_5 等指标有望达标。

参考文献

- [1] 国家环境总局. HJ 2.3-93 环境影响评价技术导则 地面水环境[C]. 北京:中国环境科学出版社,1993:194-195.
- [2] 国家环境总局. GB 3838-2002 地表水水质标准[C]. 北京:中国环境科学出版社,2002:1-2.

- [3] 潘术香.北京市地表水环境质量评价[D].北京:中国农业大学,2004:13-15.
- [4] 薛巧英,刘建明.水污染综合指数评价方法与应用分析[J]. 环境工程,2004(1):64-69.
- [5] 刘征,刘洋.水污染指数评价方法与应用分析[J]. 南水北调与水利科技,2005(4):35-36.
- [6] 兰文辉,安海燕.环境水质评价方法的分析与探讨[J]. 干旱环境监测,2002(3):167-169.

(责任编辑:关卓今)