

北京西土城沟水环境问题分析及改善探讨

马 晴

(北京市城市河湖管理处,北京市 100089)

摘 要:随着社会的发展,人们的精神文明需求日益提高,城市河道的功能已不再局限于防洪排涝,人们的目光更多聚焦于身边的水生态环境建设。为提升北京西土城沟的水环境质量,给市民营造“水清、河畅、岸绿、景美”的高质量水环境,以西土城沟 2021 年的水环境特征资料、汛期降雨情况以及上游来水量为数据基础,运用统计学方法进行整理分析。结果表明:汛期降雨径流对西土城沟水环境的影响较为严重。通过实例分析,为改善西土城沟水环境提出几点建议:利用水流调度,加快污染水体的置换;投放生物制剂和物理措施,应对突发污水入河;增加河道水环境改善设施;提高水体质量等。根据实际情况有针对性地采取措施,以为西土城沟的水环境治理和城市河湖的高质量发展提供更多思路。

关键词: 降雨径流;水体污染;水流调度;来水量

中图分类号: X522

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)11-0170-04

0 引言

西土城沟位于元大都城垣遗址公园内,随着元大都遗址公园的建设与发展,越来越多的市民开始关注河道内的水生态环境,人们对于水环境的要求也越来越高。同时,伴随近几年北京市政府对于接诉即办工作的深入施行,河道周边居民也逐渐参与到对水生态环境的监督与管理之中。这之于我们的工作既是一种监督,也是一种激励,为我们进一步提高水生态环境的治理水平和应对突发事件的响应能力提出了更高的要求。

1 西土城沟概况

西土城沟南起学院南路,向北经过黄亭子折向东,至祁家豁子,全长约 4.78 km,其中明渠 3.875 km,暗渠 900 m;祁家豁子闸是一个连接东、西土城沟和小月河的中枢,向东通过铺设了一条长 378 m、直径 1.4 m 的暗管穿过京藏高速公路与东土城沟相接,向北通过暗沟与小月河相连。于 1983 年 12 月开始进行对河道的治理,1985 年 9 月竣工,治理标准按 10 a 一遇洪水标准设计。河道流域范围基本按自然地形划分,向西以西颐路和双清支路为界,与万泉河流域毗邻,南至长河包括学院南路雨水管的流域面积,北

至清河南岸,向东以京藏高速公路为界。西土城沟采取 15 m 宽的矩形断面,河底为现浇混凝土,河墙高为 3.5 m,采用 250 号钢筋混凝土直墙衬砌,坡降 3/10 000,渠首建有 1.5 m × 1.5 m 的西土城沟进水闸,后改称文慧闸,设计流量 2.0 m³/s。西土城沟自 1985 年整治后,定位为花园式观赏河道。平时小开度穿流,以维持河道景观水位,汛期则担负土城沟流域的排洪任务。

2 西土城沟水环境运行基本情况

2.1 2021 年西土城沟补水情况

西土城沟水源主要依靠上游地表水和再生水口补充。地表水来自上游转河,通过文慧闸向土城沟补充,再生水则通过中水口补充,补水水源为清河污水处理厂出水。如表 1 所列,2021 年西土城沟上游来水总量达 2 315.35 万 m³,其中再生水补水量为 833.16 万 m³,文慧闸补新水为 1 482.19 万 m³,除了中水管线维修等原因导致停止补水,每日再生水流量稳定在 0.26 m³/s。文慧闸流量一般为 0.5 m³/s,当下游水环境压力较大时,文慧闸流量最多能增加至 1.0 m³/s。

2.2 2021 年 3 月至 12 月西土城沟水质情况

利用北京市水利自动化研究所建设的水环境“侦察兵”网站查得 2021 年 3 月至 12 月西土城沟的水环境特征数据,经整理后如表 2 所列。从化学需氧量 COD(Chemical Oxygen Demand)^[1]、生物化学需氧量 BOD(Biochemical Oxygen Demand)^[2]、总有机碳 TOC

收稿日期: 2023-12-23

作者简介: 马晴(1988—),女,本科,助理工程师,从事水文学资源工作。

表1 2021年西土城沟来水量表

月份	来水量/(10 ⁴ m ³)		
	再生水	文慧闸	降雨地表汇水
1	70.810 4	0.00	0.00
2	90.058 0	0.00	0.00
3	59.878 8	58.37	0.00
4	70.016 1	22.98	0.00
5	74.854 5	133.92	0.00
6	67.669 6	129.60	4.14
7	68.471 0	125.71	109.43
8	76.866 8	128.21	7.89
9	68.200 9	181.63	36.11
10	47.444 2	321.47	0.00
11	74.924 3	200.79	0.00
12	63.963 3	179.51	0.00

(Total Organic Carbon)这三项水环境特征值的数值显示中看出,5月开始各项数值开始逐步升高,其中,7月达到最高,9月次之,从10月起各项监测数值逐渐恢复至正常水平。

表2 2021年3~12月水环境特征值表 单位:mg/L

月份	COD		BOD		TOC	
	最高值	最低值	最高值	最低值	最高值	最低值
3月	19.51	2.8	4.01	0.58	6.1	0.88
4月	35.61	0.16	7.33	0.03	11.14	0.05
5月	69.43	1.74	14.28	0.36	21.73	0.54
6月	85.65	18.14	17.62	3.73	26.8	5.68
7月	105.41	33.15	21.68	6.82	32.98	10.37
8月	72.21	6.16	14.85	1.27	22.59	1.93
9月	91.98	0.53	18.92	0.11	28.78	0.17
10月	26.34	15.44	5.42	3.18	8.24	4.83
11月	33.76	16.52	6.94	3.4	10.56	5.17
12月	29.62	11.29	6.09	2.32	9.27	3.53

2.3 2021年西土城沟汛期降雨情况

西土城沟的降雨数据统计来源于祁家豁子站2021年观测的6~9月降雨量数据,降雨数据由虹吸式自记雨量计记录后进行虹吸订正、再与人工雨量计采集的数据相对后得出。如表3所列,祁家豁子站2021年的全年降水集中在7~9月,7月的降雨量和降雨天数最多,9月次之。7月和9月的降雨量比多年平均值偏多1倍,全年汛期的累计降雨量比多年平均值多近50%。

表3 2021年降雨量对比表

时间	6月	7月	8月	9月	累计
2021年降雨量/mm	60.1	413.9	122.8	172.7	769.5
多年平均值/mm	61.4	217.4	144.0	70.0	496.0
2021年降水天数/d	10	19	12	16	57
备注	多年平均值统计为近五年数据				

3 西土城沟水环境现存问题

3.1 汛期降雨径流造成水体污染

结合表1、表2与表3,能明显看出在6~9月时降雨产生地表汇水时,西土城沟的各项水环境特征数值也明显升高,并与降雨量及降雨天数有显著关系。目前西土城沟主要的污染来源为汛期降雨径流所带来的水体污染。由于该河道在汛期需要维持景观水位,同时也要保障防汛安全,因此,西土城沟在入汛前需要打开排水管网内的翻板闸,这也导致降雨时大量污染物会随雨水径流通过管网进入河道中,裹挟的污染物主要由河道周边道路上因人类活动累积的悬浮颗粒、重金属、氮磷等物质以及排水管内的沉积物组成。每逢汛期较大降雨时,西土城沟作为城市的一条人工河道,水体流动性低,且自净能力较弱,河道水质会急剧恶化,一段时间内水体将持续处于较差状态,出现水体发黑发臭、水面垃圾漂浮物增多、大量鱼类死亡等情况,尤其是在每年汛期的初期降雨过程中更为明显。

3.2 河道淤积及水体富营养化

降雨径流会给城市河道水质带来较大冲击,与降雨径流中裹挟的污染物有关,也与河道本身的情况有关。城市人工河道的水环境情况较为复杂,影响水环境的因素也是多变和不确定的,包括河道流速、流量、水源条件及周边环境等^[3]。人工河道对于城市环境有一定的改善作用,但水体、水质易发生变化,受外界因素干扰较大,水质也相对脆弱^[4]。

西土城沟经常发生雨污进入河道水体的现象,使河道淤积严重,夏季河道内易出现底泥上翻现象,严重破坏水环境。同时上游来水中再生水占比较大,平时上游来水主要为地表水、再生水及不定时的地铁沉降水,再生水流量稳定在0.26 m³/s,地表水为0.5 m³/s。当内城河湖需要补水时,会相应减少西土城沟上游的来水量,优先保证内城河湖水的环境需求,综上所述再生水供水量相对稳定,且占比在34%以上。这就导致西土城沟的水源温度较高、水体质量一般,加之河底的淤积问题多年存在,使河道水体常年

处于富营养化状态,恶劣时水中含氧量极低,导致大量死鱼浮于水面,加重水体污染,造成水生态恶性循环。例如,在2021年7月的几场降雨过程中,西土城沟水体表面漂浮着大量肉眼可见的落叶、灰尘、白色垃圾等污染物和死鱼,通过“水环境侦察兵”可查得当时降雨结束后的水溶氧数值趋近于0。

3.3 突发排污事件

除了汛期降雨时排水管网有雨污排入河道水体的情况外,也有突发偷排的污水入河事件。一是由于邻近地铁施工现场,常有地铁沉降水排入河道,虽多以清水为主,但在排放过程中也掺杂部分浑浊水体进入河道;二是周边企业私自偷排,导致污水入河的事件时有发生;三是市政雨污管线分流不彻底,污水管线老化、破损,造成污水外溢入河等。以上情况都会导致河道水体受到污染,并对整条河道的水环境产生影响。

4 应对与展望

4.1 增加上游来水量

为应对西土城沟及下游河道的雨后水体污染情况,降雨结束后,西土城沟恢复汛期水位至44.80 m,如表4所列,可知该水位对应的库容量为 $5.36 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。若上游地表水流量从原来的 $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 增至 $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$,再生水流量维持在 $0.27 \text{ m}^3/\text{s}$,总补水流量由日常的 $0.77 \text{ m}^3/\text{s}$ 增加至 $1.27 \text{ m}^3/\text{s}$,则西土城沟水体的置换时间由19.3 h缩短至11.7 h,因此地表水水量的增加可以有效地加快河道内水体的置换速度。同时,减少再生水占比,可使西土城沟的水体质量得到提高,一定程度可以缓解河道水体的富营养化状态。经过2021年汛后实测,文慧闸的设计流量为 $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$,但是在文慧闸闸门全开的情况下,经过暗涵管道的水量最大仅能达到 $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 。当总补水流量达到 $2.27 \text{ m}^3/\text{s}$ 时,完成 $5.36 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水体的置换约需6.6 h。目前已经开始对暗涵管线存在的问题进行了调查和勘测,日后恢复到设计流量后,将进一步缓解西土城沟水环境污染问题。

4.2 应对突发污染事件

结合2021年有关西土城沟的接诉即办单、市民热线及工作人员的日常巡查情况等反馈,河道水体突发污染的情况时有发生。应对突发污染问题的方法主要有生物制剂投放与一些物理措施。采用的生物制剂类型主要有净水剂、抑藻类剂、酶类制剂等,用以针对局部水域出现的水体浑浊、黑苔、青苔漂

表4 西土城沟水位-库容关系表

水位/m	库容量/(10^4 m^3)
43.30	0
43.60	0.23
43.90	0.90
44.20	2.03
44.50	3.57
44.80	5.36
45.10	7.25
45.30	8.52

浮、油污、水华等现象。生物制剂的优势在于治理有针对性、反应时长短,缺点是易受到各种外部因素干扰。物理措施主要包括吸油棉吸附、曝气充氧等,用以应对大面积水域出现的缺氧死鱼、油污漂浮等现象。物理方式的优点是见效快,缺点是治理效果流于表面,无法从根本上解决水质问题。

4.3 增加河道改善设施

4.3.1 安装景观喷泉

尝试在河道重点区域及游人聚集地点沿河设置景观喷泉、水幕等设施,如图1所示。一方面为有效抑制河底底泥上翻现象,另一方面制造了新景观,增加市民亲水乐趣。不足之处在于由于河道周边取电受到限制,设施不能覆盖全水域,目前只在西土城沟祁家豁子闸前200 m安装使用,同时需要人工控制喷泉开放时间,存在一定的局限性。后续考虑可通过物联网等新技术实现自动控制开关时间及通过太阳能板取电,解决设施用电和远程自动化控制问题。



图1 景观喷泉

4.3.2 安置曝气设施

曝气设施主要用于改善水体流动性,通过增加水体与空气接触面积以达到向水体中扩散溶解氧的目的^[5],如图2所示。曝气设施与物理改善措施中的曝气增氧功能效果类似,区别是需安置在固定位置,以满足常年为水体增氧的功能,对安装位置附近的

水体影响较大,且在实际应用中增氧范围有限。



图2 曝气设施

4.3.3 各种拦污设施

在河道排水口附近安装拦污装置,如图3所示,利用物理拦截和过滤作用,对入河污染物进行初次拦截,去除水体中较大悬浮物和部分有机无机污染物,减轻管道内淤积物对河道的影响。在河道中设置拦污网进行二次拦截,通过河道水体两侧的固定点连接钢丝绳穿孔组合,形成水面拦污网,拦截、隔离水体内的杂物和垃圾,后期再经由人工对网前垃圾进行及时打捞、清理。拦污网可有效地拦截部分上游垃圾,减小部分打捞人员汛期水上作业的难度。

5 结语

由以上资料分析可知,西土城沟河道的水体污染受汛期降雨径流影响最为明显,人工河道的自净能力和上游来水量同样影响着河道水质。针对以上



图3 排水口拦污装置

情况,建议采取下列措施:在汛期前进行管道清掏,减少污染物入河;利用水流调度,加快污染水体置换速度,并在雨后去污存清;更有计划地开展人工打捞,在雨后增次应对。而对于各种突发水体污染情况,则应具体问题具体分析,采用不同的应对措施以达到最佳的治理效果。

参考文献:

[1] 河海大学《水利大辞典》编辑修订委员会.水利大辞典[M].上海:上海辞书出版社,2015.

[2] 张钧,杨文武.水和废水中五日生化需氧量测定全程质量控制[J].环境科学与管理,2011,36(7):139-145.

[3] 王季震,张美一,陆建红.降雨对河流水质的不确定性影响研究[J].灌溉排水学报,2005,24(5):74-76.

[4] 张园.浅析影响城市河道水环境质量的因素[C]//第五届天津青年科技论坛论文集.天津:天津市科协,2006:798-800.

[5] 刘鹏.北京城市河道水环境改善技术措施探究[J].绿色科技,2021,23(8):66-71.

(上接第163页)

但在管网建成区往往需要同步开展。坚持污涝共治,在排口溯源的基础上,结合排水单元雨污分流改造,对排水系统进行精准分流,恢复污水和雨水管道的排水能力。

在感潮河网地区,由于用地限制、外江潮位顶托,一体化排涝泵闸的建设是行之有效的内涝治理手段。城市内涝治理属于系统化工程,需要构建从源头到末端,涵盖流域、城市、社区多层次的城市排水防涝工程体系,同时辅助多部门联动、多手段预警协同的非工程措施^[7],共同解决城市内涝问题。

参考文献:

[1] 国务院办公厅.国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见

[Z].北京:国务院办公厅,2021.

[2] 冯嘉宝,许欢,王婷.广州城市内涝的分布特征及其模拟[J].广东气象.2023,45(3):1-6.

[3] 广州市人民政府办公厅.广州市城市基础设施发展“十四五”规划[Z].广州:广州市人民政府办公厅,2022.

[4] 广州市水务局.广州市全面攻坚排水单元达标工作方案[Z].广州:广州市水务局,2019.

[5] 李佳良,刘建伟.非开挖修复工艺在污水处理提质增效项目中的应用[J].城市道桥与防洪,2023(3):179-182.

[6] 王贤萍,解明利,唐建国.“One Water”理念下的城市内涝防治对策思考[J].给水排水,2024,60(3):53-58.

[7] 吴江涛.引领黄河流域发展的“韧性都市”——郑州市“31382”防洪防涝规划体系的实践与探索[J].城市道桥与防洪,2023(10):13-16.