

# 泵站放江对景观河道微生物指标的影响

康丽娟, 曹 勇, 付融冰

(上海市环境科学研究院, 上海 200233)

**摘要:**上海市河网密布, 城区河道有机污染严重, 受沿线雨、污水排水系统影响, 中小河道常出现阶段性黑臭, 增加了水体污染程度及水媒病原体传播的可能性。为评估雨水排水系统对受纳河道主要微生物指标影响程度, 以上海市中心城区受泵站放江影响程度不一的2条景观河段为例, 在晴天、旱天放江、雨天放江、雨后4种工况下, 调查分析了景观河道微生物污染特征。结果表明, 晴天时受纳河道细菌总数在 $10^4$ CFU/mL以上, 与同区域公园河道在1个数量级上, 属于不清洁水体; 大肠菌群数量为 $10^3$ CFU/mL, 远高于公园河道; 在旱天放江期间, 受河道水动力条件影响, 仅泵站排放口附近细菌与大肠菌群数量大幅增加; 雨天放江期间, 受纳河道细菌总数达到 $10^6$ CFU/mL以上, 比公园河道高1个数量级; 大肠菌群数量为 $10^5$ CFU/mL, 大大超过景观娱乐用水的水质需求。公园河段在降雨后水体微生物能较快降低, 而受纳河道在降雨放江停止24 h后, 其微生物浓度依然较高。地表径流、汇水区雨污混接、用地类型的不透化及河道水动力条件可能是受纳河道微生物污染程度高的主要原因。作为景观水体, 即便不直接接触, 也存在潜在健康风险, 需要加强对河道微生物污染的治理。

**关键词:** 泵站; 景观河道; 细菌总数; 大肠菌群; 微生物的健康风险

**中图分类号:** X820.6   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1674-3075(2016)01-0047-06

城市水体无论其是否具有供给城市用水等其它功能, 客观上都发挥着一定的景观娱乐功能, 特别是在人口聚集密度高、人类活动强度大的区域, 河道作为清水娱乐平台, 在日常生活中发挥着重要的作用。上海市河网密布, 由于人类活动强度大, 城市河道也成为了降雨径流、排水管网溢流、散排生活污水等污染源的接纳水体, 使得受纳河道有机污染程度加剧。近年来, 入河污染物总量减少, 市区河道基本消除了黑臭, 水质显著改善(上海市环境保护局, 1999-2012; 张广强等, 2009; 施雪萍, 2012); 但中小河道受沿线市政、雨水泵站影响, 时常出现阶段性黑臭(肖群, 2007)。据统计, 上海市中心城区50%以上的分流制泵站存在雨污混接现象, 使其放江水质较差、成分复杂, 严重影响受纳水体水质(孙从军等, 2011)。针对汇水区存在混接的雨水泵站, 常规理化指标已有不少调查研究(康丽娟等, 2010; 孟莹莹等, 2009), 而其对受纳水体微生物污染状况研究却相对较少。

水体中细菌的菌落总数和大肠菌群数可作为水体有机污染程度和水质粪便污染的重要指标和依

据。上海市区地表径流微生物污染严重, 总大肠菌群等微生物超过了已有报道的最大值(蒋敏杰等, 2010; 王建军等, 2014), 存在混接的雨水排水系统, 其泵站放江大肠菌群等微生物指标接近生活污水(尹海龙等, 2014)。研究表明, 暴雨径流与季节性肠胃道疾病存在直接相关关系(Jyotsna et al, 2014)。在受到大肠菌群等粪源性污染的水体中进行游泳、划船、钓鱼等直接接触的娱乐活动, 有可能引发急性肠胃疾病、呼吸道疾病、皮肤疾病、耳部感染、眼部不适等症状。为评估泵站放江对受纳河道主要微生物指标影响程度, 本研究以上海市中心城区某景观河段为例, 重点分析了城市景观水体的微生物污染特征, 并在此基础上开展风险讨论, 以期景观水体水质监测和风险管理提供技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 样点设置

本研究选取2条段河段。河段1为受纳河段, 其沿岸有1个雨水泵站, 该泵站放江采取水位控制, 有截流设施, 但受其服务区雨污混接等因素影响, 存在旱天放江现象, 该受纳河段常规流向及采样点分布如图1所示, 水流从上至下, 少部分时间, 受下游顶托, 水流为自下而上; 河段2为公园内部河段, 与外界不连通, 雨水径流为其补给水源之一。河段2与河段1直线距离1 200 m。

收稿日期: 2015-09-14

基金项目: 上海市环保科研项目(2014-05; 2015-09)。

作者简介: 康丽娟, 1979年生, 女, 博士, 主要从事水污染控制研究。E-mail: kanglij@saes.sh.cn

在2条河段设置4个采样点。样点A位于受纳河段靠近泵站排放口上500 m处;样点B位于受纳河段泵站排放口附近20 m以内,样点C位于受纳河段泵站排放口下500 m处;样点D位于河段2。

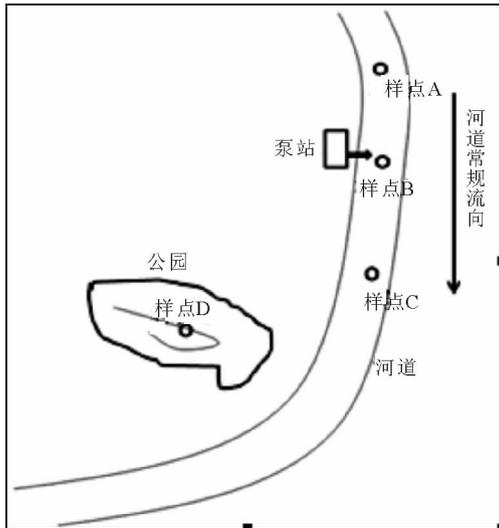


图1 采样点示意

Fig 1 Location of monitoring sites

## 1.2 样品采集

水样采集按照《水和废水监测分析方法(第4版)》相关要求,采集表层水样。样品分2部分,一部分用于常规水质指标测定,另一部分样品装入预先经高压灭菌处理的带盖离心管中,2 h内进行细菌学测定。

2015年夏季,分别于晴天和雨天进行了4种工况样品采集。①晴天:采样距上次降雨3 d以上;②晴天且存在泵站旱天放江(晴+旱流):距离上次降雨3 d以上的情况下,观测到泵站排放口有持续灰黑色水流,即泵站存在旱流放江时间段内采集样品;③降雨放江(雨+放江):降雨期间泵站放江的情况,针对一场历时160 min的降雨事件,对泵站放江期间2河段进行了监测;④雨后:降雨放江结束24 h后对采样点进行采样测定。

## 1.3 测定方法

将水样用无菌蒸馏水适当稀释,采用3M-6406细菌总数(Total bacteria, TB)测试片和3M-6416大肠菌群(Total coliforms, TC)测试片分别测定水样中细菌总数和大肠菌群数,测样体积为1 mL。每个样品测定3个重复,空白为无菌蒸馏水。按照测试片操作说明,培养一定时间后进行菌落计数。

水质参数按照《水和废水监测分析方法(第4版)》相关要求测定,测定指标为BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>、TN、TP、NH<sub>3</sub>-N和SS。

## 2 结果

### 2.1 不同时段河道微生物含量

不同时段河道内细菌总数浓度分布如图2所示。晴天,泵站排放口及其上下游细菌总数无显著差异,数量均在10<sup>5</sup>CFU/mL以下。同时期,与泵站无直接联系的样点D细菌总数为2.0 × 10<sup>4</sup>CFU/mL,显著低于受纳河道,不足其细菌总数的50%。当泵站发生旱天放江时,泵站排放口附近细菌总数大幅增加外近10倍,而其上下游样点细菌总数并无显著增加,与无旱流放江时相比,略有降低。在泵站雨天放江及放江结束24 h后,受纳河道细菌总数达到10<sup>6</sup>CFU/mL,泵站排放口及其下游监测点位细菌总数略高于泵站排放口上游点位。样点D在雨天细菌总数同样有显著增加,达到4.7 × 10<sup>5</sup>CFU/mL,在降雨结束24 h后,细菌总数降至6.7 × 10<sup>4</sup>CFU/mL,降低80%以上。

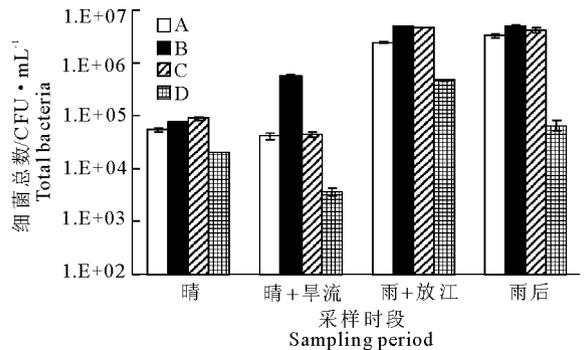


图2 受纳河道细菌总数浓度分布

Fig 2 Total bacterial counts at each sampling site under different weather conditions

河道大肠菌群浓度分布如图3所示。大肠菌群变化趋势与细菌总数类似,晴天受纳河道大肠菌群在2.0 × 10<sup>3</sup>CFU/mL左右,泵站旱流放江期间,仅泵站排放口附近的样点B达到2.8 × 10<sup>4</sup>CFU/mL左右,排放口上游和下游变化均不大。泵站雨天放江时,受纳河道泵站排放口大肠菌群达到4.6 × 10<sup>5</sup>CFU/mL,其上游及下游监测点位大肠菌群略高,达到7.0 × 10<sup>5</sup>CFU/mL以上。泵站放江24 h后,受纳河道大肠菌群显著降低,但数量级仍在10<sup>5</sup>以上,此时泵站排放口浓度略高于其上下游监测点位。针对监测点D,在雨天,其大肠菌群达到2.5 × 10<sup>3</sup>CFU/mL,雨后24 h,大肠菌群未检出。

### 2.2 泵站放江过程中水质参数变化趋势

泵站降雨放江过程中,受纳河道A、B、C样点水质参数变化趋势一致,以样点B为例(图4),可以看

出  $BOD_5$  在  $6.3 \sim 14.2$  mg/L,  $COD_{Mn}$  变化范围为  $6.0 \sim 12.7$  mg/L, TN、 $NH_3-N$ 、TP 和 SS 分别为  $(7.4 \pm 1.3)$  mg/L、 $(6.6 \pm 1.8)$  mg/L、 $(0.8 \pm 0.3)$  mg/L 和  $(172.9 \pm 50.0)$  mg/L。在监测时段内, 受纳河道细菌总数在  $5.0 \times 10^6$  CFU/mL 左右, 大肠菌群在  $5.0 \times 10^5$  CFU/mL 左右。

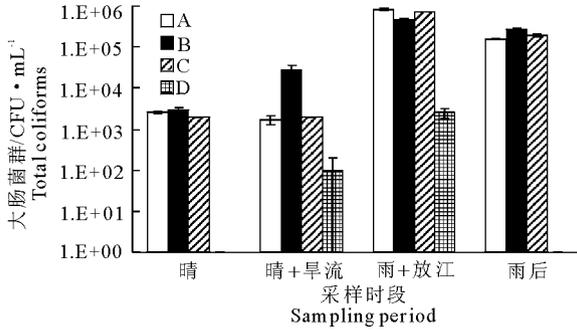


图 3 受纳河道大肠菌群浓度分布

Fig 3 Total coliform counts at each sampling site under different weather conditions

在变化趋势上, 随泵站放江过程开始, 理化指标

均呈现初始浓度最高, 随后逐渐减低至平稳的变化趋势; 而细菌总数和总大肠菌群则呈现初期浓度居中, 中段浓度最高, 后期浓度持续降低的趋势。通过主要水质指标间的相关分析也可以看出, 化学指标与微生物指标内部相关性强, 而微生物指标与化学指标间无显著相关。

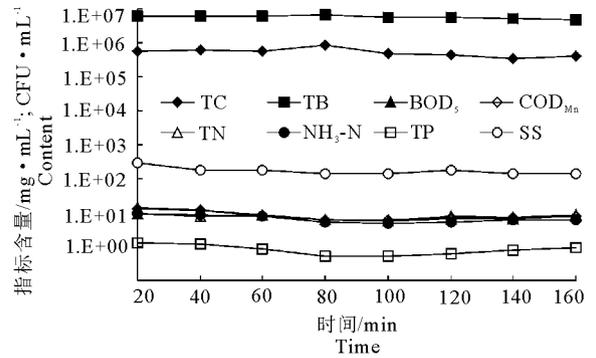


图 4 降雨过程中样点 B 水质参数变化

Fig 4 Change of water quality parameters at Site B during a rain event

表 1 主要水质指标间的相关分析

Tab 1 Correlation analysis between water quality parameters

指标	TC	TB	$BOD_5$	$COD_{Mn}$	TN	$NH_3-N$	TP	SS
TC	1.000							
TB	0.818 **	1.000						
$BOD_5$	0.050	0.135	1.000					
$COD_{Mn}$	0.021	0.092	0.992 **	1.000				
TN	-0.043	-0.093	0.852 **	0.820 **	1.000			
$NH_3-N$	0.113	0.192	0.915 **	0.912 **	0.869 **	1.000		
TP	-0.093	-0.102	0.942 **	0.963 **	0.865 **	0.921 **	1.000	
SS	0.074	0.255	0.863 **	0.813 **	0.772 *	0.746 *	0.696 *	1.000

注: \*\* 为极显著相关 ( $P < 0.01$ ); \* 为显著相关 ( $P < 0.05$ )。

Note: \*\* Correlation is highly significant at the level of 0.01; \* Correlation is significant at the level of 0.05.

## 3 讨论

### 3.1 泵站放江对受纳河道影响评价

水中细菌总数与水体受有机物污染的程度正相关, 常作为评价水体污染程度的一个重要指标。一般未受污染的水体细菌数量很少, 如果细菌总数增多, 表示水体可能受到有机物的污染, 细菌总数越多, 污染愈严重 (杨勇等, 2012)。在本研究中, 样点 D 细菌总数在  $10^4 \sim 10^6$  CFU/mL, 受纳河道细菌总数在  $10^5 \sim 10^7$  CFU/mL。在晴天及雨天泵站放江期间, 受纳河道细菌总数总体上为样点 D 的 10 倍左右, 但是在降雨结束后, 样点 D 细菌总数大幅度降低, 而受纳河道细菌总数在 24 h 内仍保持较高值, 为样点 D 的 100 倍以上。

一般认为, 水中的细菌总数  $10 \sim 100$  个/mL 时

属于极清洁水,  $100 \sim 1000$  个/mL 时为清洁水,  $1000 \sim 10000$  个/mL 时为不太清洁水,  $10000 \sim 100000$  个/mL 时为不清洁水, 多于  $100000$  个/mL 时为极不清洁水 (孔繁翔, 2000)。以此标准判断, 样点 D 在非雨天处于不太清洁水至不清洁水之间, 雨天属于极不清洁水。受纳河道非雨天基本属于不清洁水体, 当有旱流放江时, 会导致部分河段短期内处于极不清洁状态; 而雨天及雨后一定时间内, 水体均属于极不清洁水体。降雨放江期间, 受纳河道细菌总数数量达到黑臭水体细菌总数水平 (巨天珍等, 2009), 非降雨放江期间, 细菌总数与已知文献报道有机污染河道数量级一致 (高玉千等, 2013)。在降雨放江结束 24 h 后, 受纳河道细菌总数仍保持较高水平, 细菌在消耗营养物质的同时, 也表明水体

营养物污染的水平高,而水体自净能力弱(刘辛伟和吕晓洁,2011)。

总大肠菌群是国际上断定一个水体的污染程度和卫生质量以及是否适于生活或其他用途的主要生物指标,《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)规定总大肠菌群不得检出,《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)仅规定了粪大肠菌群浓度限值。作为病原微生物,美国 EPA、EU 及 WHO 等多数国家组织放弃了以大肠菌群作为指示指标,但目前仍被众多国家采用,例如日本规定河流总大肠菌群浓度不得超过 50 CFU/mL,直接接触的娱乐用水总大肠菌群不超过 10 CFU/mL (Ministry of the Environment, 2011; 陈亚楠等, 2015)。并且大肠菌群依然是养殖海域、码头、海水浴场等环境评估及污染评价的一个重要微生物指标,是海水水质标准检测的重要指标之一(黄自强等, 2004)。

样点 D 非雨天基本没有检测到大肠菌群,雨天大肠菌群达到 2 500 CFU/mL,雨后短时间内迅速降低,基本上满足直接接触娱乐用水水质需求。而受纳河道大肠菌群非雨天维持在 2 000 CFU/mL 以上,而雨天近  $8.0 \times 10^5$  CFU/mL,大大超过景观娱乐用水水质需求。非雨天,受纳河道大肠菌群在数量上与郑州市金水河(高玉千等, 2013)、辽宁省太子河(宋雪英等, 2010)及某南方城市地表水(孙傅等, 2012)类似,明显高于淮河(陈雍哲等, 2011)等大型河道及南四湖、大明湖等湖泊水体(钱岩等, 2013)。

### 3.2 微生物污染源分析

河道微生物污染的来源主要包括城市暴雨径流、合流制系统污水溢流和生活污水溢流、禽畜养殖、分散式污水处理系统等 (James et al, 2004)。本研究中,受纳河道位于市中心,部分河段居民房屋临河而建,生活污水直接排放至河道,且部分餐饮及小工商业也存在污水偷排及生活垃圾直接投入河道的现象,但总体上沿途分布数座雨水泵站是河道微生物污染的主要来源。污水原水中粪大肠菌群一般为  $10^3 \sim 10^6$  个/mL (Servais et al, 2007); 本研究涉及的雨水泵站由于受雨污混接的影响,存在旱天放江现象,使得汇水区部分生活污水直排河道,加剧了河道的有机污染及微生物污染程度。近年来虽然经过疏浚、生态修复等环境整治措施,河道消除黑臭,但其自净能力减弱,受到泵站冲击负荷,仍存在短期黑臭及水体理化指标及微生物指标激增且下降缓慢。在泵站降雨放江过程中,受纳水体微生物指标与理化指标之间无显著相关关系,且其变化趋势不同,表

明受纳河道微生物除了来源于泵站放江外,河道内源对水体微生物量也起到了一定的作用;另外,河道汇水区用地类型也是影响河道水质的重要因素。样点 D 位于公园内部,其汇水区透水面积大,而受纳河道汇水区不透水面积比例大,下垫面的不同使得二者水文特征显著不同。更重要的是不透水面积的增加降低了绿地等具有渗透、生物拦截等设施对污染物的净化作用,减少了地下水的补给和土壤对降水的净化作用。大型植物能有效抑制大肠菌群及其它致病菌的增殖,研究表明路面径流总大肠菌群浓度在  $2.6 \times 10^4$  CFU/mL 左右,生物滞留设施能去除 90% 以上的总大肠菌群(王建军等, 2014)。

水体微生物含量与水体水文特性密切相关 (Kim et al, 2005)。上海市为平原感潮水网地区,受下游顶托,区域内河道水流缓慢,不利于水体自净。在本研究中,受纳河道受水流影响,泵站旱天放江影响范围小,对受纳河道细菌总数影响程度小;雨天,河道流速增加,泵站放江对受纳河道影响范围增大,但受下游顶托,河水回荡,不利于污染物扩散,使得污染影响持续时间较长,河道微生物长期保持在较高水平。

### 3.3 水体不洁净可能潜伏健康风险

大肠菌群与肠道病毒之间不存在显著的相关性,但却能在一定程度上反映典型肠道病原菌的存在情况。张崇森等(2012)认为,在大肠菌群浓度在  $10^4$  CFU/L 以上的样品中,伤寒沙门氏菌、志贺氏菌具有较高的阳性率;段卫平等(2001)研究表明,当污水中大肠菌群数  $\geq 10^3$  个/mL 时,沙门氏菌检出率为 100%; 巨天珍等(2009)认为水体微生物污染是空气中微生物污染的重要来源。

城市水体无论其是否具有供给城市用水等其它功能,客观上都发挥着一定的景观娱乐功能,特别是在人口聚集密度高、人类活动强度大区域,河道作为清水娱乐平台,在日常生活中发挥着重要的作用。公众暴露于城市景观娱乐水体的途径既包游泳、划船、钓鱼等,也包括观赏喷泉,岸边散步等活动。即便不直接接触,在部分进行生态修复的河段进行曝气,或者部分景观水体用于人造喷泉等过程中,水被喷到空中,水中的污染物随气溶胶漂浮于空气之中,使气溶胶成为人体暴露环境污染物的途径之一。作为景观用水,目前气溶胶暴露尚无标准对其进行评价,但其潜在的健康风险需要引起注意。

## 4 结论

(1) 泵站放江对受纳河道微生物浓度影响较

大,旱流放江期间,受水力条件限制,其影响范围较小,降雨放江过程中,泵站放江对受纳河道微生物浓度影响范围大、程度高,且影响延续时间长。

(2) 无放江期间,受纳河道细菌总数在  $10^4$  CFU/mL 以上,与同区域公园河道在 1 个数量级上,属于不清洁水体;大肠菌群数量为  $10^3$  CFU/mL,远高于公园河道。放江期间,受纳河道细菌总数达到  $10^6$  CFU/mL 以上,比公园河道高 1 个数量级,均属于极不清洁水体;大肠菌群数量为  $10^5$  CFU/mL,大大超过景观娱乐用水水质需求。

(3) 地表径流、汇水区雨污混接、用地类型的不透水化及河道水动力条件是受纳河道微生物污染的主要原因,作为景观水体,即便不直接接触,也潜伏着健康风险,需要引起注意,加强对河道微生物污染的治理。

#### 参考文献

陈亚楠,王亚炜,魏源送,等,2015. 不同功能地表水体中病原微生物指示物的标准比较[J]. 环境科学学报, 35(2): 337-351.

陈雍哲,许亮,曾强,等,2011. 淮河干流水体微生物指标的检测与分析[J]. 环境与健康杂志, 28(11): 987-989.

段卫平,叶秀雯,2001. 天津市城市污水中大肠菌群数与沙门氏菌的关系[J]. 环境与健康杂志, 18(1): 25-26.

高玉千,李凤娟,李秋原,等,2013. 郑州市金水河水体中粪源性污染指示微生物的分布及抗生素抗性特征研究[J]. 河南农业大学学报, 47(5): 600-604.

黄自强,张克,许昆灿,等,2014. 海水水质标准(GB 3097-1997). 北京: 中国环境科学出版社.

蒋敏杰,李田,邓文珊,等,2010. 屋面径流的细菌学特性与消毒效果评价[J]. 中国给水排水, 26(13): 93-97.

巨天珍,林郁,贾丽,2009. 黑臭水体与城市空气微生物污染[J]. 城市问题, 166(5): 91-95.

康丽娟,孙从军,赵振,等,2010. 典型分流制排水系统早流放江特征分析[J]. 中国给水排水, 26(24): 17-19, 28.

孔繁翔,2000. 环境生物学[M]. 北京: 高等教育出版社: 151-251.

刘辛伟,吕晓洁,2011. 细菌总数测定在水生态环境中的应用探讨[J]. 环境保护与循环经济, (10): 46-47.

孟莹莹,冯沧,李田,等,2009. 不同混接程度分流制雨水系统早流水量及污染负荷来源研究[J]. 环境科学, 30(12): 3527-3533.

钱岩,满江红,王先良,等,2013. 山东主要河湖地表水微生物学指标调查[J]. 环境与健康杂志, 30(3): 241-243.

上海市环境保护局,1999-2012. 上海市环境质量报告书[R].

施雪萍,2012. 上海市闸北区城市河道水质演变规律和新出现的问题[J]. 环境科学与管理, 37(3): 136-139.

宋雪英,伦小文,李玉双,等,2010. 太子河流域水体中总大肠菌群污染现状研究[J]. 安徽农业科学, 38(28): 15790-15791, 15795.

孙从军,康丽娟,赵振,等,2011. 典型高混接率分流制排水泵站雨天放江污染特征研究[J]. 环境工程学报, 5(12): 2687-2692.

孙傅,沙婧,刘彦华,2012. 南方某城市地表水中粪源性污染指示微生物的分布特征研究[J]. 环境科学, 33(11): 3778-3786.

王建军,李田,侯娟,等,2014. 路面径流的大肠菌群污染及其雨水花园处理[J]. 环境工程学报, 8(12): 5221-5225.

肖群,2007. 上海市河道水质现状及影响因素分析[J]. 上海水务, 23(4): 43-46.

杨勇,魏源送,郑祥,等,2012. 北京温榆河流域微生物污染调查研究[J]. 环境科学学报, 32(1): 9-18.

尹海龙,邱敏燕,徐祖信,2014. 一种基于微生物指示菌的雨水管网混接污染识别新方法[J]. 中国给水排水, 30(16): 39-42.

张崇森,王晓昌,周进宏,等,2012. 城市地表水中肠道病原微生物与粪便污染指示菌的关系研究[J]. 环境科学学报, 32(11): 2789-2794.

张广强,张明旭,韩中豪,等,2009. 苏州河近 20 年水质状况研究[J]. 中国环境监测, 25(2): 39-44.

James E S, Joyce M P, 2004. Assessment and management of watershed microbial contaminants[J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 34(2): 109-139.

Jyotsna S Jagai, Jeffrey K Griffiths, Paul K Kirshen, et al, 2012. Seasonal Patterns of Gastrointestinal Illness and Streamflow along the Ohio River[J]. Int. J. Environ Res Public Health, 9: 1771-1790.

Ministry of the Environment, 2011. Water quality criteria for bathing beaches[M]. Tokyo: Ministry of the Environment.

Servais P, Garcia-Armisen T, George I, et al, 2007. Fecal bacteria in the rivers of the seine drainage network (france): sources, fate and modeling[J]. Science of the Total Environment, 375(1/3): 152-167.

Kim G, Choi E, Lee D, 2005. Diffuse and point pollution impacts on the pathogen indicator organism level in the Geum River, Korea[J]. Science of the Total Environment, 350(1): 94-105.

## Microbial Contamination of Urban Rivers by Water Discharged from Municipal Pumping Stations

KANG Li-juan, CAO Yong, FU Rong-bing

(Shanghai Academy of Environmental Science, Shanghai 200233, P. R. China)

**Abstract:** Urban rivers have become widely polluted as a result of industrialization and urbanization. They receive water from domestic waste water and heavy rainfalls lead to combined sewer overflows that increase organic pollution. Microbial indicators play an important role in water quality assessment. Total bacteria (TB) and total coliforms (TC) were chosen as indicator microorganisms in this study for assessing the influence of water discharged from pumping stations on urban rivers, during rainfall events and in dry weather. The results provide technical support and reference for water quality monitoring and risk management. Two river reaches were selected for this study: one receiving water from a pumping station and the other flowing through a park that does not. Water samples were collected at four sites: Site A, 500m above the pumping station outfall; Site B, 20m below the outfall; Site C, 500 m below the outfall; Site D, in the park river. Surface water samples were collected in the summer of 2015 under four conditions: sunny, without discharge from the pumping station and at least three days after the last rain; sunny with water discharge from the pumping station and at least three days after the last rain; rainy with discharge from the pumping station; 24 hours after rain with discharge from the pumping station. Water samples were divided into two groups, one for determining water quality parameters ( $BOD_5$ ,  $COD_{Mn}$ , TNTP,  $NH_3-N$  and SS) and the other group was for determining bacteria (TB and TC). All analyses were run in triplicate with a control. Microbial contamination was found to be serious with severe organic and nutrient pollution of receiving water. Concentrations of TB and TC in the receiving river ranged, respectively, from  $10^4$  CFU/mL to  $10^6$  CFU/mL and from  $10^3$  CFU/mL to  $10^5$  CFU/mL. Both TB and TC in the receiving river were an order of magnitude higher than in the park river. Microorganism concentrations in the park river declined quickly after a rain event, while concentrations in the receiving stream remained high 24 hours after rain and water discharge from the pumping station had ceased. At the three sampling sites (above, near and below the outfall) of the receiving river, TB and TC concentrations all exceeded water quality standards for recreation, caused by surface runoff, combined sewage flows, land use type and river hydrology. In urban waters, even if there is not direct contact, the prevention and control of microbial health risk should be given more attention.

**Key words:** pumping station; urban river; total bacteria; total coliforms; microbial health risk