

武汉长江罗家港排口排水对东兴洲村控制断面水质的影响分析

石勇 李军* 舒适

武汉市武昌区生态环境监测站 武汉 430061

摘要: 长江东兴洲村断面(长江河长制考核控制断面)是评价长江水质的重要监测断面。为了解罗家港排水是否对长江东兴洲村控制断面水质有影响,本文通过水质模型预测,了解罗家港污水在长江中稀释扩散和自净行为,同时也进一步评价罗家港污水排水对长江东兴洲村控制断面水质的影响。预测结果表明罗家港COD、NH₃-N及TP排放不会造成下游武昌区长江河长制考核控制断面东兴洲村水质恶化。

关键词: 罗家港排口; 东兴洲断面; 水质预测模型

Analysis on the influence of drainage from Luojiagang Outlet of Wuhan Yangtze River on water quality of Dongxingzhou Village control section

Yong Shi, Jun Li*, Shi Shu

Wuhan Wuchang District Ecological Environment Monitoring Station, Wuhan 430061

Abstract: The Dongxingzhou Village section of the Yangtze River (a control section for assessing the Yangtze River's water quality) is a crucial monitoring point for evaluating the water quality of the Yangtze River. To assess whether the wastewater discharge from Luojiagang has an impact on the water quality of the Dongxingzhou Village control section of the Yangtze River, this paper utilizes water quality modeling to predict the dilution, dispersion, and self-purification behavior of Luojiagang wastewater in the Yangtze River. It also further evaluates the influence of Luojiagang wastewater discharge on the water quality of the Dongxingzhou Village control section of the Yangtze River. The prediction results indicate that Luojiagang's emissions of COD, NH₃-N, and TP will not lead to a deterioration of water quality downstream in the Dongxingzhou Village control section, which is part of the Yangtze River Long-Term Management Assessment Control Section in Wuchang District.

Keywords: Luojiagang Outlet; Dongxingzhou Section; Water Quality Prediction Model

引言:

罗家港,武汉市东沙湖水系重要出江通道之一,南起沙湖港,北至罗家路泵站,全长3.9km,承担武昌区、

青山区、东湖风景区等地区的抽排水任务及控制东湖水位的功能,同时也是罗家路直排区唯一的排江通道。

长江东兴洲村断面(长江河长制考核控制断面)是评价长江水质的重要监测断面。罗家港排江通道位于长江东兴洲村控制断面上游600~850m处。为了解罗家港排水是否对长江东兴洲村控制断面水质有影响,本文通过模型预测,了解罗家港污水在长江中稀释扩散和自净行为,同时也进一步评价罗家港污水排水对长江东兴洲村控制断面水质的影响。

一、预测因子与预测模型

1. 预测因子的选择

作者简介:

石勇(1967-05),男,汉族,武汉市,大学本科,高级工程师,研究方向:环境监测。

李军(1967-07),女,汉族,武汉市,大学本科,高级工程师,研究方向:环境监测。

舒适(1968-12),男,汉族,武汉市,大学本科,高级工程师,研究方向:环境监测。

本次分析选择化学需氧量 (COD)、氨氮 (NH₃-N)、总磷 (TP) 作为评价的因子。

本次预测背景浓度取值依据罗家港上游的武金堤渡口断面监测值。根据跨区断面监测水质评价及仲联检字【2022】第1934号, 武金堤渡口监测断面、东兴洲村监测断面及罗家港排水中COD、NH₃-N及TP的浓度如下表所示:

表1 排放源强一览表

项目	武金堤渡口 (mg/L)	东兴洲村 (mg/L)	罗家港 (mg/L)
COD	9.833	2.033	20
NH ₃ -N	0.086	0.061	1.96
TP	0.112	0.118	0.33

2. 预测模型

罗家港污水进入长江后的稀释扩散^[1]和自净行为^[2]是一个非常复杂的过程, 评价范围长江可视为平直河流, 混合过程段的预测采用二维稳态混合模式^[3]。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018), 不考虑岸边反射影响的宽浅型平直恒定均匀河流, 岸边点源稳定排放, 浓度分布公式为:

$$C(x, y) = C_n + \frac{m}{h\sqrt{\pi E_y u x}} \exp\left(-\frac{uy^2}{4E_y x}\right) \exp\left(-k\frac{x}{u}\right) \quad (\text{公式1})$$

其中: C(x, y) 一纵向距离 (沿水流方向) x, 横向距离 (垂直水流方向) y 点的污染物溶度, mg/L; m—污染物排放速率, g/s; C_n—河流上游污染物浓度, mg/L; k—水质综合衰减系数, 1/d; u—对应X轴的平均流速分量, m/s; x—笛卡尔坐标系X向的坐标, m; y—笛卡尔坐标系Y向的坐标, m; E_y—污染物横向扩散系数, m²/s; h—断面水深, m。

二、结果分析

罗家港二期泵站排口位于长江左岸, 地理坐标为 (114.34789373, 30.6246473), (图1中A点所示)。由于今年夏天天气温高、降水少, 长江水位下降, 罗家港二期泵站入江排口露出江面, 污水沿岸流入长江, 入江点地理坐标为 (114.34814480, 30.62516756) (图1中B点所示)。控制断面东兴洲村位于罗家港二期泵站排口下游600m处, 监测取水点地理位置坐标为 (114.35000556, 30.63029722), 如图1所示。

情景1: 罗家港污水从罗家路二期泵站排口 (图1中A、图3中A位置) 排入长江, 排口笛卡尔坐标为 (0, 0), 排水规模为 100m³/s。

罗家港排口位置位于长江右岸, 本次计算水文数



图1 排口位置及东兴洲村水质监测点位置图

据采用经江南泵站排口排放的相关报告中的数据。根据《三湖三河水环境治理-巡司河流域综合治理二期 (武泰闸污水处理厂) 工程环境影响报告书》中长江水文情势调查结果, 长江丰水期及枯水期预测模型参数见表2。

表2 预测模型参数表

水期	河流宽度 (m)	水深 (m)	流量 (m ³ /s)	流速 (m/s)	降解系数 (1/d)			横向扩散系数 E _y
					COD	NH ₃ -N	TP	
枯水期	1298	5.2	7960	0.75	0.22	0.30	0.05	0.279
丰水期	1500	12.97	29900	1.54	0.30	0.35	0.08	0.530

枯水期、丰水期情况下, 罗家港排放污染物COD、NH₃-N、TP达到水质控制断面东兴洲村水质监测点, 笛卡尔坐标为 (600, 317) 处的污染物浓度预测值见表3。

表3 污染物在水质监测点位的预测浓度一览表

水期	指标	东兴洲村预测 浓度 (mg/L)	武金堤渡口浓 度 (mg/L)
枯水期	COD	9.813	9.833
	NH ₃ -N	0.0858	0.086
	TP	0.1119	0.112
丰水期	COD	9.8197	9.833
	NH ₃ -N	0.0859	0.086
	TP	0.112	0.112

由表3可知, 在枯水期, 罗家港排口下游东兴洲村控制断面水质监测点处COD、NH₃-N及TP浓度预测值均小于罗家港上游长江考核控制断面武金堤渡口的污染物浓度监测值; 丰水期, 目标位置COD、NH₃-N及TP浓度预测值均不超过罗家港上游武金堤渡口的污染物浓度监测值。

情景2: 罗家港污水从罗家路二期泵站排口的岸边入江点 (笛卡尔坐标 (0, 0)) 处排入长江, 排水规模为 100m³/s。

由公式1可知, 河流水文条件会影响污染物预测浓

度。根据《龙王嘴污水处理厂扩建工程（四期）项目环境影响报告书》等资料，选择最不利水文条件进行污染因子浓度预测，所选预测参数见表4。

表4 预测模型参数表

水期	河流宽度 (m)	水深 (m)	流量 (m ³ /s)	流速 (m/s)	降解系数 (1/d)			横向扩散系数 E _y
					COD	NH ₃ -N	TP	
枯水期	1298	5.2	7960	0.75	0.12	0.08	0	0.279
丰水期	1500	12.97	29900	1.54				

表5表示，在情景2水文条件下，罗家港排水中COD、NH₃-N、TP在东兴洲村监测断面水质监测点，笛卡尔坐标为（540，292）处污染物浓度预测结果。

表5 污染物在水质点位的预测浓度一览表

水期	指标	东兴洲村预测浓度 (mg/L)	武金堤渡口浓度 (mg/L)
枯水期	COD	9.8232	9.833
	NH ₃ -N	0.0859	0.086
	TP	0.112	0.112
丰水期	COD	9.8282	9.833
	NH ₃ -N	0.086	0.086
	TP	0.112	0.112

根据表5，在枯水期、丰水期时，罗家港排水从罗家路二期泵站岸边入江点（即（0，0））排放COD到达下游东兴洲村断面监测点（（540，292）位置）的预测浓度均小于罗家港上游武金堤渡口监测浓度；NH₃-N的预测浓度小于或等于上游污染物浓度；TP的预测浓度与上游的监测浓度相等。COD、NH₃-N及TP污染物浓度预测结果表明，在不利预测条件下，COD、NH₃-N和TP的预测浓度均不超过上游污染物监测浓度，说明，罗家港污染物COD、NH₃-N和TP的排放不会导致罗家港下游东兴洲村监测位置的水质污染加剧。

罗家港排水中COD、NH₃-N及TP排入长江后，通过长江自净作用，即污染物在长江水体中经混合、吸附、沉淀、络合、氧化还原及细菌分解等过程，污染物浓度随时间和流经距离而衰减。根据预测结果（表3、表5），枯水期、丰水期时，罗家港排污口排放的COD、NH₃-N和TP到达排污口下游东兴洲村控制断面的浓度均不超过排污口上游武金堤渡口污染物监测浓度，表明长江水体的自净能力能够完全消解罗家港排污口排放的污染物，

罗家港污染物COD、NH₃-N及TP排放不影响东兴洲村断面的水质考核。

然而，根据表2、表3和表5，东兴洲村控制断面污染物实际监测结果与预测结论有偏差。如TP在东兴洲村的实际监测浓度为0.118mg/L，略大于上游武金堤渡口监测浓度（0.112mg/L）（表2）和东兴洲村的预测浓度（0.112mg/L）（表5）。COD、NH₃-N在东兴洲村的实际监测浓度小于预测浓度（表2、表5）。实际监测与模型预测之间的偏差可能有以下几个方面的原因：一是实验误差。受环境（气压、温度、湿度）、仪器精度、分析人员掌握操作规程和操作条件的影响，实验监测结果偏高或者偏低。二是本文预测模型要求准确掌握排污口、长江水体水文、水质等资料。但，长江污染物及水文、水质条件极富有动态性和不确定性，因而会导致预测结果的合理偏差。

三、结语

本文采用的预测方法表明，罗家港污染物COD、NH₃-N及TP排放不影响武昌区长江河长制考核控制断面东兴洲村（排污口下游600~850m处）的水质考核。

在不利水文条件下，枯水期时，排污口下游东兴洲村控制断面处COD、NH₃-N和TP预测浓度为9.8232mg/L、0.0859mg/L和0.112mg/L，丰水期时COD、NH₃-N和TP预测浓度为9.8282mg/L、0.085mg/L和0.112mg/L。枯水期及丰水期COD、NH₃-N和TP到达东兴洲村控制断面监测点预测浓度均不超过上游武金堤渡口污染物监测浓度（COD为9.833mg/L，NH₃-N为0.086mg/L，TP为0.112mg/L），预测结果表明罗家港COD、NH₃-N及TP排放不会造成下游武昌区长江河长制考核控制断面东兴洲村水质恶化。但是，水体污染物及水文、水质等的非稳态特征的存在，会导致预测结果偏差，因此应用本方法对污染物在水体中的行为进行预判时，应充分重视这一点。

参考文献：

- [1]孙志林, 杜利华, 龚玉萌, 等. 长江口和杭州湾污染物稀释扩散及交汇数值模拟研究[J]. 海洋工程. 2019, 37 (02): 68-75.
- [2]张德兵, 谢卫民, 陈峰. 长江中游干流水质评价与自净规律研究[Z]. 中国江苏南京: 20127.
- [3]陆励群. 环评中应用二维稳态混合衰减模式预测水质[J]. 环境污染与防治. 2001 (06): 331-332.