

# 长江南京段水质自动监测点位优化

国延恒<sup>1</sup>, 王龚博<sup>1</sup>, 刘继明<sup>2</sup>, 董宁平<sup>1</sup>

(1. 南京市环境保护科学研究院, 江苏 南京 210013; 2. 南京市环境监测中心站, 江苏 南京 210013)

**摘要:** 简述了长江南京段监测断面现状, 用相关分析与聚类分析方法对水质监测数据进行了统计分析, 对长江南京段水质自动监测优化布点提出了相关建议。

**关键词:** 优化布点; 聚类分析; 自动监测; 长江南京段

中图分类号: X830.1 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2013)04-0054-04

## Optimization of Sampling Sites in Automatic Water Quality Monitoring in Nanjing Section of the Yangtze Rive

GUO Yan-heng<sup>1</sup>, WANG Gong-bo<sup>1</sup>, LIU Ji-ming<sup>2</sup>, DONG Ning-ping<sup>1</sup>

(1. Nanjing Research Institute of Environmental Protection, Nanjing, Jiangsu 210013, China; 2. Nanjing Environmental Monitoring Center Station, Nanjing, Jiangsu 210013, China)

**Abstract:** Based on the status of monitoring section in the Nanjing section of the Yangtze River, correlation analysis and cluster analysis method were used to analysis water quality monitoring data. Some suggestion were put for optimization of sampling sites in automatic water quality monitoring in Nanjing section of the Yangtze River.

**Key words:** Optimization of sampling sites; Cluster analysis; Automatic monitoring; Nanjing section of the Yangtze River

南京地处长江的下游, 长江将全市分为南北2部分, 长江南京段自江宁铜井镇南至栖霞与句容交界大刀河出南京段, 南京境内长98 km, 平均水深13 m。南岸上起江宁铜井镇与马鞍山市交界, 下至栖霞区马渡与镇江市交界; 北岸上起浦口乌江镇与和县交界, 下至六合龙袍镇与仪征市交界。由于南京市生产生活用水大部分取自长江, 而周边重化工企业众多, 又将工业废水与生活污水排入长江, 因此加强长江南京段的水质自动监测<sup>[1]</sup>, 对水环境的保护与工农业的保障具有重要意义。

### 1 长江南京段监测断面现状

长江南京段共设置21个监测断面, 其中干流断面3个; 沿江污染带6个; 饮用水源保护区6个; 饮用水源地4个; 林山自动站1个; 夹江水质自动站1个。2009年监测结果表明, 长江南京段干流水质总体良好, 各项监测指标达到Ⅱ类水质标准。

根据管理要求, 水质自动站点因功能差别应设置在背景断面、控制断面、交界断面、出入河(湖)口与入海口等。因要求各不相同, 以保证监测断面的水质具有代表性<sup>[2]</sup>。

### 2 水质监测数据统计分析

水质监测自动站的建立需在现有监测断面优化基础上完成选址<sup>[3]</sup>。现采用现代统计方法分析长江南京段水质监测数据, 以及各监测断面的相关性与分类情况, 并从中找出能代表整条河段水质的监测断面, 作为水质自动监测评价断面。运用SPSS软件的统计分析和数据整理功能对除4个饮用水源地之外的长江南京段南、北两岸17个断面

收稿日期: 2013-03-02; 修订日期: 2013-04-16

基金项目: 江苏省环保科研基金资助项目(201042)

作者简介: 国延恒(1971—), 女, 吉林九台人, 高级工程师, 硕士, 主要从事环境水力学研究及环境保护规划工作。

进行相关分析和聚类分析<sup>[4]</sup>。

### 2.1 监测断面选择

长江水面较宽,南北两岸入江河流、排污状况等差异较大,水质例行监测断面大多分别设于南岸与北岸。收集近几年长江水质监测数据,选择累计监测时次多的断面按南、北两岸分别进行统计,监测因子选取 COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ,分别代表来自工业源和生活源的污染。

南岸选取 9 个监测断面,分别为: N1—铜井河口、N2—江宁河口、N3—梅山江段、N4—外秦淮河入江口、N5—燕子矶江段、N6—栖霞江段、N7—九乡河口、N8—三江口、N9—金川河口;北岸选取 8 个监测断面,分别为: B1—江宁河口、B2—浦口江段、B3—大厂江段、B4—八卦洲汉江、B5—划子河口、B6—九乡河口、B7—三江河口、B8—林山自动站,见图 1。

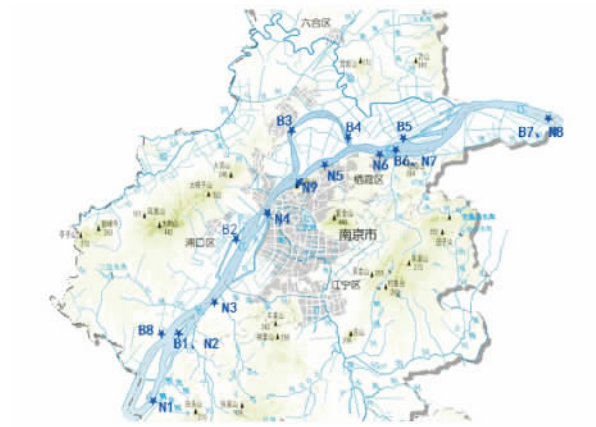


图 1 监测断面分布

Fig. 1 Distribution of monitoring points

### 2.2 监测数据分析方法

#### 2.2.1 相关分析

“简单相关分析”分析的是 2 个变量之间相关程度,“简单相关分析”称为 Pearson(皮尔森)相关系数或相关系数,是用来反映 2 个变量线性相关程度的统计量,其数值介于  $-1 \sim 1$  之间,当 2 个变量相关性达到最大,散点呈一条直线时取值为  $-1$  或  $1$ ,正负号表明相关的方向,2 个变量完全无关,取值为  $0$ 。现采用 Bivariate 过程,使用 Bivariate 过程的可能占到相关分析的 95%。

#### 2.2.2 聚类分析

聚类分析是研究“物以类聚”的一种多元统计

分析方法<sup>[5]</sup>。根据对象间相关程度展开类别聚合。其指标为距离或相似系数。常用方法主要有欧氏距离、明考斯基距离、绝对值距离、切比雪夫距离等,欧氏距离运用最为广泛。

欧氏距离(Euclid Distance)是一个通常采用的距离定义,是在  $n$  维空间中 2 个点之间的真实距离。 $n$  维欧氏空间是一个点集,每个点可以表示为  $(x, y, z, \dots)$ ,三维空间的中坐标分别为  $(x_1, y_1, z_1)$  和  $(x_2, y_2, z_2)$ ,2 点之间的欧氏距离公式为:

$$\text{Euclid}(1, 2) =$$

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

聚类分析分类方法包括动态、模糊、有序聚类法等,最常用的为系统聚类分析。现采用系统聚类分析方法,将每个样品各自作为一类,距离最小的 2 类合并,依次进行,最终所有样品聚为一类。

### 3 分析结果

#### 3.1 相关分析结果

对长江各监测断面水质数据相关分析,可检验监测断面之间水质的相关性。计算各断面监测值与江段监测平均值的相关系数,可以检验各监测断面水质的代表性,与平均值相关性好的监测断面其水质代表性好。相关分析结果见表 1、表 2。

由表 1 可见,长江南京段南岸各监测断面  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的相关性比 COD 好,与平均值的相关最高可达 0.972, COD 与平均值的最高相关系数为 0.922。N8 断面的 COD 监测值与平均值相关性最好。从  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的相关系数可看出,各监测断面与平均值的相关性都很好,说明整个江段的  $\text{NH}_3 - \text{N}$  浓度分布比较均匀。

由表 2 可见,长江南京段北岸各监测断面也是  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的相关性比 COD 好,各监测断面 COD 与平均值相关性最好的是 B3。B8 与平均值的相关系数为 0.898,具有显著相关性,说明该自动站 COD 的代表性较强。从北岸各断面  $\text{NH}_3 - \text{N}$  与平均值相关性分析,其中相关性最好的仍然是 B3,相关系数为 0.994, B8 也有较好的相关性,相关系数为 0.981。从水质的代表性考虑林山自动站设置比较合理。除此之外,北岸下游的 B5 划子口河断面也有较好的代表性。

#### 3.2 聚类分析结果

长江南京段南岸和北岸的 COD、 $\text{NH}_3 - \text{N}$  聚类分析结果见表 3。

表1 南岸水质监测断面与平均值的相关系数

Table 1 The correlation coefficient of water quality monitoring section and the average value in the south side

断面	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
NH <sub>3</sub> -N	0.972	0.954	0.962	0.969	0.95	0.97	0.95	0.96	0.92
COD	0.851	0.771	0.742	0.771	0.921	0.788	0.874	0.922	0.206
平均	0.912	0.863	0.852	0.870	0.936	0.879	0.912	0.941	0.563

表2 北岸水质监测断面与平均值的相关系数

Table 2 The correlation coefficient of water quality monitoring section and the average value in the north side

断面	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
NH <sub>3</sub> -N	0.921	0.989	0.994	0.975	0.992	0.931	0.98	0.981
COD	0.856	0.81	0.94	0.49	0.863	0.568	0.839	0.898
平均	0.889	0.900	0.967	0.733	0.928	0.750	0.910	0.940

表3 南岸和北岸的COD、NH<sub>3</sub>-N聚类结果

Table 3 COD and ammonia nitrogen clustering results in the north and south sides

聚类结果		第1类	第2类	第3类
南岸	COD	N9	N1、N2、N5、N6、N7、N8	N3、N4
	NH <sub>3</sub> -N	N9	N1、N2、N3、N4、N6、N7、N8	N5
北岸	COD	B4、B6	B1、B2、B3、B5	B7、B8
	NH <sub>3</sub> -N	B1	B2、B3、B4、B5、B7、B8	B6

由表3可见,将南岸各断面水质数据按COD分3类,最多一类可聚6个断面,NH<sub>3</sub>-N最多可聚7个断面;北岸NH<sub>3</sub>-N最多一类可以聚6个断面,COD最多只聚集了4个断面。

#### 4 规划建议

水质自动监测站布局需根据长江南京段水环境质量概况、功能划分以及污染特征,且尽可能以最少断面获得足够有代表性的环境信息<sup>[6]</sup>。根据环境管理需求,长江南京段水质自动站断面按其功能设置趋势断面、控制断面、交界断面等。

##### 4.1 趋势断面

趋势断面是为评价河段整体水质现状和变化趋势而设置。要求断面设置避开典型污染水区、回流区、死水区;选择趋势断面主要依据是监测断面监测数据的统计分析结果,同时也参考排放口分布、水文情况以及城市规划发展。

##### 4.1.1 长江南京段南岸

(1) 江宁河口断面(N2),附近设置水质自动站作为城市上游的对照断面。江宁河口是国控监测断面,断面监测数据与河段平均值相关性较好,平均相关系数为0.863。聚类分析结果也显示与南岸70%的断面有一定相关性,说明该断面有较好的水质代表性。

(2) 燕子矶江段断面(N5),其位于长江南京段的中游,是常规监测断面之一。其数据与整个江段的平均值有很好相关,平均相关系数为0.936,聚类分析该断面COD数据与南岸70%的断面有一定相关性。

(3) 九乡河口江段断面(N7),江段设有常规监测断面,平均相关系数为0.912,聚类分析显示COD和NH<sub>3</sub>-N与南岸70%的断面都有相关性。可以作为长江南京段城市下游削减断面。

##### 4.1.2 长江南京段北岸

(1) 林山水质自动监测站断面(B8),其为国控断面,断面上下游大约7km的江段没有排放口。监测数据分析结果可看出,平均相关系数为0.940,聚类分析显示氨氮与北岸75%的断面有一定相关性,可以作为长江南京段北岸的对照断面。

(2) 划子河口断面(B5),平均相关系数为0.928,线性相关显著。聚类分析显示COD与北岸50%的断面有一定相关性;NH<sub>3</sub>-N与北岸75%的断面有一定相关性。设置趋势断面可作为削减断面控制工业区的污染影响。

##### 4.2 控制断面

控制断面作为特殊断面,监视污染源对水体影响,选择控制断面主要依据对排放口及污染带分布调查。

(1) 梅山江段断面(N3) 在此江段设置控制断面可监控上游工业污水和生活污水对全市最大集中式饮用水源保护区的影响。控制断面最好设在城南污水厂排口下游100 m左右的地方。梅山江段现设有常规监测断面,可保证监测数据的连续性。

(2) 大厂扬子江段断面(B3) 大厂扬子江段位于北岸重工业区,集中了十几个排放口,接纳全市50%以上的工业污水量。江段上游主要是钢铁、电力企业的污水,中下游主要是化工、石化企业的污水。建议控制断面设在扬子排口允许混合区的下游100 m处。

#### 4.3 交界断面

交界断面是河流出入南京市的出入境断面监控点,用以监控入境水质的污染程度及本市对出境水质的污染贡献,建议林山断面水质自动站设置为入境断面(与趋势断面重合),三江口断面设为出境断面。

(上接第53页)

定量化入手,采用宏观统计方法对区域声环境进行大范围分析研究,是对区域声环境质量评价的一种尝试,也是研究方法的探索。区域声环境影响因素多,很多问题有待进一步深入研究。

#### [参考文献]

- [1] 环境保护部,发展改革委,科技部,等.关于加强环境噪声污染防治工作改善城乡声环境质量的指导意见[J]. 中国环保产业,2011,17(2):16-18.
- [2] 李雪平.城市居住小区内环境噪声的测量与分析[J]. 山西建筑,2007,33(21):348-349.
- [3] 朱怀亮,袁二娜,李鹏,等.城市立体轨道交通的环境噪声测试与分析[J]. 上海大学学报(自然科学版),2009,15(6):611-614.
- [4] BANERJEE D,CHAKRABORTY S K,BHATTACHARYYA S,et al. Attitudinal response towards road traffic noise in the industrial town of asansol,india [J]. Environmental Monitoring Assessment,2009,151(1-4):37-44.
- [5] MA G X, TIAN Y J, JUT Z, et al. Assessment of traffic noise pollution from 1989 to 2003 in Lanzhou city [J]. Environmental Monitoring and Assessment,2006(23):413-430.
- [6] 孙艳军,陈新庚,彭晓春,等.城市轨道交通噪声环境影响评

#### 5 结语

南京市水质自动监测站点虽起步较早,但发展缓慢。现通过筛选优化,规划布设重点水质自动监测点位,建立南京市水质自动监测网络体系,可满足环境管理和监测体系要求。

#### [参考文献]

- [1] 张兆钧,秦敬薰,张政科. 汉江武汉城区段水环境监测优化布点方案研究[J]. 环境科学与技术,1994,17(1):38-41.
- [2] 曾丽璇,陈桂珠,余日清,等. 水体重金属污染生物监测的研究进展[J]. 环境监测管理与技术,2003,15(3):12-15.
- [3] 陈静,宋子岭,赵晓亮,等. 细河水质监测点的优化布设[J]. 环境科学与技术,2009,32(7):107-112.
- [4] 尹福祥,李倦生. 模糊聚类分析在水环境污染区划中的应用[J]. 环境科学与技术,2003,26(3):39-40.
- [5] 袁东,付大友. 聚类分析在水环境质量评价中的应用进展[J]. 四川轻化工学院学报,2003,16(3):50-55.
- [6] 李海燕,刘宁,刘世朋. 青岛市开展重金属废水自动监测工作探索[J]. 环境监测管理与技术,2012,24(3):4-11.
- [7] 程军,陈曙军. 高速公路交通噪声预测方法的应用分析[J]. 环境监测管理与技术,2011,23(增):84-91.
- [8] 何志辉,于涛. 柴油发电机环境低频噪声影响防治初探[J]. 中国环境监测,2009,25(1):88-90.
- [9] 夏艳阳,高铭. 水泵房环境低频噪声影响及防治初探[J]. 环境科学与管理,2010,35(7):130-131,137.
- [10] 扬易,金新阳,王敏远,等. 深圳地铁环境噪声与声屏障降噪数值模拟研究[J]. 城市轨道交通研究,2010(2):23-27.
- [11] 杨有良,美克热依·阿布力提甫. 西北工业大学友谊校区校园环境噪声调查分析[J]. 噪声控制,2010,34(1):82-85.
- [12] 牛志睿,牛福根,陈琳娜,等. 延安大学校园环境噪声测量与评价[J]. 延安大学学报(自然科学版),2010,29(3):58-61.
- [13] 田彩霞. 网格测量法在校园环境噪声监测与评价中的应用[J]. 河南理工大学学报(自然科学版),2010,29(1):112-115.
- [14] 许宇翔. 网络坐标在城市区域环境噪声分析中的应用[J]. 中国资源综合利用,2009,27(10):41-42.
- [15] 金燕波. 城市道路交通噪声污染及控制[J]. 长春大学学报,2005,15(4):64-65.
- [16] 杜强,贾丽艳. SPSS 统计分析从入门到精通[M]. 北京:人民邮电出版社,2012. 260.
- [17] KANG J. Urban sound environment[M]. London: Routledge, 2007.