

· 解析评价 ·

doi: 10.3969/j.issn.1674-6732.2012.01.009

区域地表水监测断面优化调整的技术方法

李茜, 张建辉, 罗海江

(中国环境监测总站, 北京 100012)

摘要:对中国地表水水质监测断面布设的现状及问题进行分析, 简要回顾了地表水监测断面设置及优化的研究进展, 论述了区域地表水点位优化的目的和原则, 提出从宏观、中观、微观3个层次的对区域地表水监测断面进行调整的步骤和方法, 并阐述了地理信息系统技术在监测断面优化中的作用。

关键词: 地表水; 断面优化; 地理信息系统

中图分类号: X832

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2012)-01-0034-04

The Study on the Optimization and Adjustment of Regional Surface Water Environment Monitoring Sections

LI Qian, ZHANG Jian-hui, LUO Hai-jiang

(China National Environmental Monitoring Center, Beijing 100012, China)

ABSTRACT: The article analysed the status and problem of the surface water environment monitoring sections in China. Reviewing the latest research on the design and optimization of surface water environment monitoring sections, we proposed the purpose and principles of the optimization and adjustment of regional surface water environment monitoring sections, and then provided the process and method of optimization according to the macro-middle-micro-scale levels. At the same time, we discuss the effect of GIS technology for optimization and adjustment of sections.

KEY WORDS: surface water; optimization design of section; GIS

1 现状及存在问题

中国地表水水质监测断面的设置主要以城市为中心, 从行政区划的角度来设置。随着经济发展、城市规划布局以及排污量的改变, 地表水水质监测断面的布设需要不断优化调整以适应新的变化, 保证监测断面设置的科学性, 增强监测数据的代表性, 更加全面客观地反映地表水环境质量。

中国地表水水质监测断面布设存在的主要问题是断面的设置在城市及周边断面设置比较集中, 未充分考虑流域(区域)的自然和社会人文特征, 不能全面反映河流水质现状; 地表水监测断面的监测结果只代表该断面本身的水质, 无法代表一定长度河段的水质。

2 优化目的和原则

2.1 优化目的

水质监测断面优化设置, 就是利用监测资料对区域水环境划分级别或类型, 在空间上结合水质监测断面的重要性和沿程变化, 科学合理布设水质

监测断面, 使地表水断面既能满足长期积累水环境资料、进行地表水环境评价和趋势分析的需要, 也能及时掌握水环境和水污染变化动态, 作出预报预警。

区域地表水水质监测断面优化设置的目的是以较少的人力和物力代价获得区域地表水水质监测数据, 优化后的断面具有区域代表性和综合代表性, 能从宏观上反映整体的水环境质量信息, 通过对优化断面的监测, 可以掌握区域(流域)的水环境质量状况及其变化趋势, 污染现状、分布规律及变化趋势。

2.2 优化原则

(1) 代表性。有足够代表性的区域尺度河流水环境质量信息及其污染变化趋势, 为河流水质污染控制管理提供科学依据。

(2) 合理性。优化布设后监测断面上获取的

收稿日期: 2011-07-20

作者简介: 李茜(1983—), 女, 工程师, 硕士, 从事环境监测工作。

水质监测数据,保证空间分布上重复性小,代表性好,同时要保证具有足够水质信息量以表现出区域(流域)地表水环境质量。

(3) 科学性。水质监测断面设置科学合理,能够科学地反映流域水质情况。

(4) 可行性。监测断面优化必须考虑实施监测采样的现实可能性。对实施监测采样的条件,包括水文测试、交通便利、行政管理等给予尽可能周到的考虑。

(5) 可操作性。监测断面的优化是在现有断面基础上进行的,是依据一定的优化方法和原则适当调整现有断面。

在以上原则的基础上,寻求断面数量适宜、监测数据代表性好和监测费用低三者之间的最优组合。

3 研究进展

国外于20世纪60年代后期开始水环境监测站网设置的研究。1976年,美国地质调查局和水资源委员会合作,将全美国的流域划分为21个区域,352个负责监测单位。80年代初,美国 SANDERS 发表专著,系统地介绍了水环境监测站的设置^[1]。他在其1983年出版的经典著作《水质监测网设计》中提出:“设立一个河流监测网有以下4个步骤:选择采样河段;在该河段内选择指定站址及断面;在各断面上确定采样点;确定能说明水质变化趋势的采样频率。”

中国从20世纪80年代开始进行地表水水质监测断面的设置工作。国内通常的水环境监测点位优化均是以国家环境保护局于1986年颁布的《环境监测技术规范》为根本依据的。目前,国内外应用较为广泛的水环境监测断面(点位)优化的统计学方法有聚类分析法、主成分分析法、均值偏差法、断面综合指数法等。

聚类分析方法是统计样本进行定量分类的多元统计分析方法,运用聚类分析进行点位优化,具有物理意义明确、分类恰当、优化合理、易于操作的优点^[2]。主成分分析方法是水质污染特征因素作为待求因子,建立水质污染特征因素与测点间的数学模型,再由该数学模型计算出各点位相对污染程度,该方法固定、简便,一次计算即可把水质情况相近的采样点归划为一类,结果直观、准确^[3]。均值偏差法就是根据以往的监测资料,对已有例行

监测断面上的不少于5年的历史数据,进行平均值、偏差值等统计特征值的计算,借以确定对照、控制和消减三类断面并对同类断面进行优化精简的方法^[4]。

吉林省在1995年对松花江中上游的松花湖进行了水质监测点的优化。运用1987—1991年的5年水质监测数据进行数理统计和分析,按污染指数大小选择前5项污染指标作为污染参数。经过统计分析和模糊聚类分析,把松花湖水水质监测原有的10个断面削减为5个断面^[5]。

河南省在2000年提出了地表水监测断面优化的5项原则,即监测断面分级管理、网络功能专一性、分类分段有序优化、监测断面高效、监测断面与监测频率同时优化,并通过5项原则的应用对地表水省控断面进行优化布点。优化的结果使得汝阳紫罗山断面、故县水库断面等14个地表水水质监测断面减少监测频率^[6]。

2005年,云南省进行省控地表水环境监测点位优化认证工作,调整了设置欠合理的点位,并进行了点位增设。综合运用了3种优化方法:历史数据估算法选择污染负荷前5位的污染因子,对有5年或以上监测数据的测点进行统计分析;扩散模式法用于水文数据较为全面,有一定研究基础的特定河段或湖区;综合技术法是综合运用探索性加密实测、现有监测数据分析、综合判断技术对监测点位进行评价。经点位优化布设和认证后,省控地表水河流断面增加45个,减少断面17个,调整断面18个^[7]。

全国部分省份在近几年利用传统方法或探索一些新的方法进行水环境监测优化布点^[8-11]。随着环境监测技术的发展和实践,地表水水质断面的优化工作的思路逐步拓展,运用的技术方法不断进步,环境监测点位的设置方法会更加科学合理。

4 区域地表水监测断面(点位)优化方法

区域地表水监测断面(点位)的优化应在空间尺度上逐层递进,可以包含宏观、中观、微观3个层次的调整和定位,将科学布设与实际状况相结合,采用经验设点与技术论证、理论结果与实测检验相结合的技术路线,使断面布设具有代表性和可操作性。

区域地表水监测断面(点位)优化的基本步骤可以概括为:首先在宏观的层次,根据区域地表水水系的分布状况,从流域的角度,确定各流域的断

面数量;其次将流域的河流分段,在中观的层次,从河段的角度,评价在各段设断面的相对必要性,根据以上宏观和中观的分析结果制定断面调整方案,即保留和新增哪些断面;最后进行微观调整和定位,对于新设断面及合理性较差的现有断面,借助适当的数学模型来进行微观定位,使其断面数量最优,位置符合布设原则。

4.1 确定各流域断面数目

根据区域地表水水系分布情况,从流域的角度出发,在宏观上确定各流域要科学地反映水环境质量状况所需的水质监测断面布设数目。方法是根据各流域自然、人文和经济等情况,构造出流域水质监测断面数目经验模型,计算结果在一定程度上反映了各流域布设断面的密度,可以作为优化布点的参考指标^[9]。

惠州站黄北新等人提出的一个确定断面数目的经验模型如下:

$$M = 1/4(S + D + C + Q) \times K \times 2^{2n-1} \quad (1)$$

式中: M ——监测断面布设数量,个; S ——区域地理面积, km^2 ; D ——国内生产总值(100亿元计); C ——人口(500万人计); Q ——污水排放量(108 t); K ——降水系数, $K = P_1/P$,其中 P 为流域多年平均降水量, P_1 为区域多年平均降水量, mm ; n ——水质监测级别,省级取 $n = 2$,国家级取 $n = 1$ 。

4.2 河流分段

将各个流域的河流按一定的规则进行分段,在此基础上确定各区段河流布设断面的相对必要性,使断面的水质监测数据能够代表此区段河流的水质状况。河流分段可以采用以下2种方法:

(1) 按河流属性分段

将干流划分为不同河段,一级支流分别作为一个河段,分别确定干流各区段及支流布点的相对必要性。

(2) 按水质分段

河南省站的丁卫东等提出了水质分段优化河流水质断面的原则和水质突变点确定的方法^[12],认为河流水质在有较大支流汇入、市政污水排入、大型企业(或中小型企业群)污水直接排入或河水远距离流动的情况下会从某些地点开始发生显著变化,形成了河流水质的明显分段性质。

可以根据河流水质的明显分段性质对河流水

质监测断面进行优化,将河流划分为若干水质明显不同的河段,并且以各监测断面的水质监测结果代表其所在河段的水质。水质分段优化法的技术关键是找出河流的水质突变点^[13]。

4.3 确定断面位置

断面位置的确定首先应将影响布点的自然和社会人文因素综合考虑,初步确定各个河段各种类型断面应布设的理论区间;然后在此基础上,用适当的优化模型和水质扩散模型对断面的数量进行调整,断面过多的优化断面数量,断面较少的增补断面数量。

(1) 确定河段断面数量

根据各个流域的断面数目和一定的优化指数,确定各河段断面数量的合理区间,再根据实际情况,在现有断面的基础上进行调整,即适当增减断面。

中国环境监测总站孙景云等建立了区域综合优化指数模型。综合优化指数可以定量地反映各个河段布设断面的相对必要性^[14],公式如下:

$$P_{boga} = \mu \cdot A \cdot B \cdot I_c \cdot (L + \sqrt{S}) \quad (2)$$

式中: P_{boga} ——综合优化指数(无量纲); μ ——污水量; A ——人口、经济系数, $A = C + D$, C 为人口(10万人计), D 为国民经济总值,亿元; B ——降雨量区域调节系数, $B = X/W$, X 为区域多年平均降雨量/ mm , W 为流域多年平均降雨量, mm ; L ——河长, km ; S ——流域面积, km^2 ; I_c ——河流污染浓度系数,公式如下:

$$I_c = \sum_{i=1}^n C_i / C_0$$

式中: C_i ——某检测物浓度; C_0 ——检测物的国家标准。

(2) 确定断面位置

根据各个河段断面的数量,对断面进行优化调整。

断面数量偏多的河段,可以运用聚类分析、主成分分析等优化布点方法,运用地表水断面的水质监测数据对断面进行优化,保留合理和科学的断面。

断面较少的河段增补断面数量,新设断面及合理性较差的现有断面,借助适当的水质扩散模型来进行微观定位,使其尽量避开污染带,布设于污染

物与河水混合均匀区内,使之能反映本河段的水质状况。

4.4 合理性检验

为了考察优化方案的精确程度、可靠性以及代表性,对调整后的水质监测断面的合理性进行检验。对有历史数据的断面,可以根据实际情况选定某时段的历史数据,对优化前后监测指标的参数均值的绝对误差、相对误差以及样本均数的差异性进行检验,检验的统计学方法有 t 检验、F 检验等。

对新增或移位的断面,缺少历史数据,需要进行探索性监测检验。可以对移位断面的新旧位置进行对比监测,对监测结果的差异性进行检验。

5 地理信息系统技术的应用

地理信息系统(GIS)是一门综合性的应用科学,用户可以利用计算机图形与数据库技术,采集、编辑、储存、显示、转换、分析和输出地理图形及属性数据,将这些信息以可视化的方式表现出来,用于空间分析与决策。将GIS技术应用到环境要素监测布点中,可以通过空间分析、叠加分析等辅助建立分布合理的环境要素监测点,后续还可以建立包含各监测点实时数据、空间位置、自然环境等各种属性数据的空间数据库,通过数据库管理技术和信息可视化技术来管理和分析监测数据^[15,16]。

将GIS运用到地表水环境监测断面布设中,可以将GIS的空间分析功能与统计学模型相结合,运用GIS技术将含有流域自然和人文属性的图层、含有水系信息的图层与含有断面属性的图层叠加分析,将监测断面空间定位,并将统计模型运用到不同流域中,从而科学地布设地表水监测断面,使监测断面的布设具有空间合理性和科学性。运用GIS技术能够使地表水监测断面的优化调整结合更多的空间信息,输出的结果可视化,并且使模型

运算和制图过程更简单、快捷。

[参考文献]

- [1] 王静. 湟水水环境监测断面优化设置研究[J]. 青海环境, 2002, 12(1): 27-30.
- [2] 梁伟臻, 叶锦润, 杨静. 模糊聚类分析法优化城市河涌水质监测点[J]. 环境监测管理与技术, 2002, 14(3): 6-7.
- [3] 倪云龙. 水环境监测点位优化数学模型探讨[J]. 江苏环境科技, 2007, 20(2): 58-60.
- [4] 姜欣. “均值偏差法”在河流水质监测断面优化中的应用[J]. 黑龙江环境通报, 2006, 30(3): 44-45.
- [5] 范柳燕, 邢爱黎. 松花湖水水质监测点的优化环境监测管理与技术[J]. 环境监测管理与技术, 1995, 7(1): 39-41.
- [6] 王中平, 孟西林, 霍清广. 河南省地表水环境监测断面优化的原则及其运用[J]. 中国环境监测, 2003, 19(5): 15-17.
- [7] 许宏斌. 云南省省控地表水监测断面优化认证[J]. 云南环境科学, 2005, 24(增刊): 224-226.
- [8] 李瑞杰, 王迪, 张颖. 河流水质监测控制断面设置探讨[J]. 内蒙古环境科学, 2008, 20(2): 92-93.
- [9] 赵吉国. 东江流域地表水监测省控断面优化布点[J]. 广东水利水电, 2004, 6(12): 27-29.
- [10] 贾玉霞, 袁留根, 张青新, 等. 省控河流水质监测断面优化布设研究[J]. 中国环境监测, 1992, 8(4): 1-2.
- [11] 张璘, 郝英群, 姜勇. 江苏省地表水监测断面优化调整的构思[J]. 环境监控与预警, 2011, 3(2): 54-56.
- [12] 丁卫东, 王中平, 赵颖, 等. 水质分段法优化河流监测断面及其在水功能区达标监测中的应用[J]. 中国环境监测, 2005, 21(6): 4-6.
- [13] 马飞, 蒋莉. 基于 Matlab 的水质监测断面优化设置研究[J]. 内蒙古环境保护, 2006, 18(3): 48-50.
- [14] 孙景云, 楼玉蓉, 陈佩漩, 等. 全国地表水环境监测优化布点方案的研究[J]. 中国环境监测, 1987, 3(5): 1-4.
- [15] 彭盛华, 赵俊琳, 翁立达. 基于GIS技术的流域水文水环境信息系统开发初探——以汉水流域为例[J]. 水文, 2001, 21(1): 10-14.
- [16] 曹骞. 基于MapX的污染源普查GIS软件开发实例[J]. 环境监控与预警, 2010, 2(2): 27-30.

声 明

本刊已加入中国学术期刊网络出版总库、中国学术期刊综合评价数据库、万方数据—数字化期刊群、中国核心期刊(遴选)数据库、中文科技期刊数据库和教育阅读网。本刊已许可其以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意本刊上述声明。

《环境监控与预警》编辑部