

# 水源突发重金属污染中多维矢量水质监测预警的应用

谈剑宏 杨文晶 杨 惠

(江苏省水文水资源勘测局苏州分局, 江苏 苏州 215011)

**【摘要】** 本文以昆山市水功能区为例,利用多维矢量监测方法对水源重金属污染进行了监测。监测结果证明:有11个镇浅层地下水质的综合评价较差,其他5个评价极差,11个镇浅层地下水大肠菌指标均超标,需要采取相应的措施进行控制和处理。

**【关键词】** 水源突发; 重金属污染; 多维矢量; 应用

中图分类号: TV211.2

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)07-0026-04

## Application of multidimensional vector water quality monitoring and early warning in water source outburst heavy metal pollution

TAN Jianhong, YANG Wenjing, YANG Hui

(Jiangsu Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Suzhou 215011, China)

**Abstract:** In the paper, water function areas in Kunshan are adopted as an example. Multidimensional vector monitoring method is utilized for monitoring water source heavy metal pollution. Monitoring results show that: shallow underground water quality of 11 towns is worse in comprehensive evaluation, the quality is extremely poor in other 5 towns, and shallow groundwater coliform indexes are out of limits in 11 towns. It is necessary to adopt corresponding measures for control and treatment.

**Key words:** water source outburst; heavy metal pollution; multidimensional vector; application

近年来,水源突发重金属污染事件频频发生,对居民的正常生活造成了很大影响。由于水源突发重金属污染具有复杂性、偶然性和不可预知性,导致水质监测和预警的难度随之增加。为了实现突发性重金属污染的水质监测,本文采用多维矢量预警系统对水质进行检测,实现了水质的动态监测,具有较高的应用价值。

### 1 概 况

昆山市为了进一步做好水功能区的监督管理工

作,及时掌握水质状况,为水资源保护和水污染防治工作提供准确、可靠的科学依据,在水功能区监测的基础上,利用多维矢量水质监测预警的方法来进行大气降水监测、圩内河道监测和地下水(包括浅层和深层)监测。为全面反映昆山市大气降水水质情况,根据昆山的气候和地形特点,在昆北、昆中、昆南和昆东各设置1个降水固定采样点。昆北:巴城(石牌水利站);昆中:昆山(玉山水利站);昆南:陈墓(锦溪水利站);昆东:花桥(花桥水利站)。

## 2 多维矢量水质监测预警系统简介

多维矢量水质监测预警系统主要由 SW1000 水质监测面板、事件监测器、高位水箱等组成。事件监测器是控制中心,主要用于建立模型、输出数据和预警结果、通信操作等;水质监测面板和系统中的参数探头相连接,可以实现水质数据的在线收集、传输和显示;高位水箱可以用来将药剂混匀,提供水压等。

系统在运行过程中,会利用探头收集水质数据,然后根据水质性质设置电导率、有机物、浊度、pH 值、溶解氧、硝酸盐氮、氧化还原电位参数,并根据各个参数的权重合成预警触发值。每一分钟系统都会获取异常预警触发值,初始触发值设计下限为 0.7,当有污染物进入水体后,探头收集到的水质参数也会出现变化,并对 trigger 值造成影响,如果超过或者接近触发下限,系

统就会发出警报。对于类型不同、浓度不同的污染物,可以利用系统中的模型对多维矢量图进行分析和识别,进而达到定量、定性分析的目的。

## 3 多维矢量水质监测预警系统的应用

### 3.1 降水水质监测

降水水质监测包括 pH 值、电导率、钾离子、钠离子、钙离子、镁离子、硫酸根、氯离子、总磷、总氮、二氧化硫、一氧化碳等项目。

降水水质监测按春、夏、秋、冬 4 季,每季采样送检 1 次,并按《大气降水采样和分析方法总则》(GB 13580.1—1992)和《大气降水样品采集与保存》(GB 13580.2—1992)等规定的要求进行采集、保存和分析。监测成果如表 1 所示。

表 1 昆山市 2015 年第一季度降水水质监测成果

站名	pH	电导率	钾离子	钠离子	钙离子	镁离子	硫酸根	氯离子	总氮	总磷	二氧化硫	一氧化碳
	无纲量	$\mu\text{s}/\text{cm}$	mg/L									
巴城	6.86	42.1	0.942	0.320	3.58	0.356	2.84	1.77	1.09	0.040	<DL	<DL
玉山	6.89	41.4	0.608	0.408	3.43	0.394	2.02	2.88	1.21	0.068	<DL	<DL
花桥	6.81	40.0	1.250	0.293	3.54	0.337	0.864	0.287	1.25	0.105	<DL	<DL
锦溪	6.92	36.5	0.877	0.565	2.73	0.224	1.787	1.952	1.02	0.041	<DL	<DL

由于空气中存在二氧化碳、氮氧化物等酸性气体,故降水一般呈弱酸性,但 pH 值小于 5.65 即称为酸雨(雪)。从本次监测结果来看,昆山市 4 个雨水监测点,pH 值为 6.81~6.92,4 个监测点 pH 值锦溪站最高,花桥站最低;硫酸根为巴城最高,花桥站最低;氯离子为玉山站最高,花桥站最低。参照地表水评价标准,四个监测点总氮均为 IV 类水,主要为空气中二氧化氮溶于雨水形成,降落地面会对地表水及地下水的氮含量产生一定影响。总磷均在 III 类水以内。4 个监测点的金属离子中,钙离子的含量较高,钾、钠、镁离子相对较低。电导率值均为 36.5~42.1,巴城站最高,锦溪站最低。此外,游离态二氧化硫和一氧化碳均未检出。本次监测结果中 pH 值弱酸性居多,金属离子及阴离子

浓度均比往年有所上升,因此电导率也有所上升。总氮、总磷都有所上升,其中总氮上升幅度较大;二氧化硫、一氧化碳和第四季度持平。

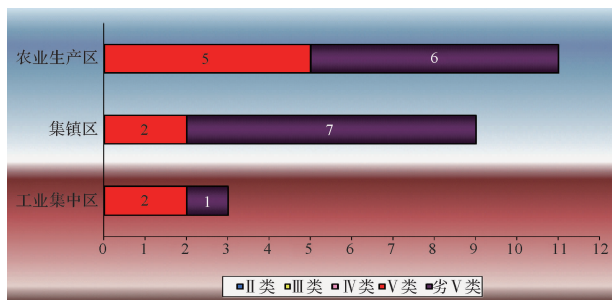
### 3.2 圩内河道监测

为全面反映昆山市圩内河道水质状况,结合昆山市圩内河道实际,每个镇区设置 2 个具有代表性水质监测断面,其中 1 个断面布设在以城镇居民集中区或工业集中区为主的圩内河道上,另 1 个断面布设在以耕地、果蔬或鱼塘为主的圩内河道上。监测断面应设置在便于采样、能总体反映该河道水质的河段上,并通过实地查勘确定。全市共设圩内河道水质监测断面 23 个。重点监测水温、pH 值、电导率、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、氰化物、挥发酚、

总磷、总氮等项目。对存在重金属污染的河道加测铜、锌、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铅等项目。根据监测资料统计:综合评价无Ⅱ~Ⅳ类水的断面,Ⅴ类占95.7%;劣Ⅴ类占4.3%;累计超Ⅲ类水标准的断面占100.0%。

### 3.3 不同功能分区水质情况

本次共监测23个圩内河道,其中工业集中区有3个,集镇区有9个,农业生产区11个。3个工业集中区河道中,水质综合评价为Ⅴ类水的有2个,劣Ⅴ类水的有1个,分别占总监测点次的67%、33%。9个集镇区河道中,水质综合评价为Ⅴ类水的有2个,劣Ⅴ类水的有7个,分别占总监测点次的22%、78%。11个农业生产区河道中,水质综合评价为Ⅴ类水的有5个,劣Ⅴ类水的有6个,分别占总监测点次的46%、55%。2015年第一季度昆山市圩内河道不同功能分区水质状况如下图所示。



2015年第一季度昆山市圩内河道不同功能分区水质状况图

### 3.4 浅层井监测

为全面反映昆山市浅层地下水水质状况,在已确定的圩内河道水质监测断面所在的圩区内,选取典型浅层地下水水井及农村家庭潜水井作为监测井。各集镇选择1个监测井,全市共布置11个浅层地下水监测井,其中5个监测井布置在以城镇居民集中区或工业集中区为主的圩区内,5个监测井布置在以耕地、果蔬或鱼塘等农业用地为主的圩区内。各测井的水位每月测量两次。

监测项目:参照深层地下水监测项目,包括水温、

pH值、氯化物、氟化物、高锰酸盐指数、硫酸盐、氨氮、氰化物、挥发酚、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、总硬度、六价铬、汞、砷、铅、铁、锰、总大肠菌群、溶解性总固体等20项,并监测地下水水位。

采用地下水质量单项组分评价法进行评价,按本标准所列分类指标,划分为五类,代号与类别代号相同,不同类别标准值相同时,从优不从劣。例:挥发性酚类Ⅰ、Ⅱ类标准值均为0.001mg/L,若水质分析结果为0.001mg/L时,应定为Ⅰ类,不定为Ⅱ类。地下水质量综合评价采用加附注的评分法进行评价。

具体要求与步骤:一是参加评分的项目,应不少于本标准规定的监测项目,但不包括细菌学指标;二是首先进行各单项组分评价,划分组分所属质量类别;三是对各类别按下列规定分别确定单项组分评价分值 $F_i$ ,见表2。

表2 单项组分评价分值的确定

类别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
$F_i$	0	1	3	6	10

按式(1)和式(2)计算综合评价分值 $F$ 。

$$F = \sqrt{\frac{F^2 + F_{\max}^2}{2}} \quad (1)$$

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i \quad (2)$$

式中  $\bar{F}$ ——各单项组分评分值 $F_i$ 的平均值;

$F_{\max}$ ——单项组分评价分值 $F_i$ 中的最大值;

$n$ ——项数。

根据 $F$ 值,按表3中的规定划分地下水质量级别,再将细菌学指标评价类别注在级别定名之后,如“优良(Ⅱ类)”“较好(Ⅲ类)”。

表3 地下水水质级别的划分

级别	优良	良好	较好	较差	极差
$F$	<0.80	0.80 ~ <2.50	2.50 ~ <4.25	4.25 ~ <7.20	>7.20

经过分析计算, $F$ 值如表4所示。

表4 昆山市第一季度浅层地下水综合评分

镇名	巴城	周市	花桥	玉山	开发区	陆家	千灯	张浦	锦溪	周庄	淀山湖
F值	4.31	7.39	7.17	4.28	7.23	7.16	7.32	7.22	4.37	7.25	4.32
综合评价	较差	极差	较差	较差	极差	较差	极差	极差	较差	极差	较差

从表4不难看出,昆山市2015年第一季度11个镇中,巴城镇、花桥镇、玉山镇、陆家镇、锦溪镇和淀山湖镇浅层地下水水质综合评价为较差;周市镇、开发区、千灯镇、张浦镇、周庄镇地下水水质综合评价为极差。此外,11个镇的浅层地下水的总大肠菌群指标均为V类。

#### 4 结论

综上所述,根据上述得到的监测数据可以得出,11个镇浅层地下水水质综合评价为较差的有6项,极差的有5项。无综合评价良好以上的浅层井。此外,11个镇的浅层地下水总大肠菌群指标均为V类。需要控制污染,采取有效措施保护地下水水质,防止地下水污染和过量开采、人工回灌等引起的地下水质量恶

(上接第15页)

c. 对城市内河道进行整治。城市内河道在防洪排涝方面发挥着重要作用,如果河道产生淤积,会直接影响城市的排涝能力。因此,需要做好城市河道的整治工作,使雨洪可以从城市顺利排出,避免因泄洪不利而产生洪灾。

#### 5 结论

综上所述,随着我国城市化发展进程的逐步加快,做好城市防洪排涝工作,维护城市水文生态环境平衡已经成为促进城市发展的重要措施。在进行城市防洪排涝建设时,要结合城市的具体情况采取相应的措施,确保城市防洪排涝规划建设可以和城市发展协调、适应。本文以扬州市为例,根据扬州市洪涝灾害的基本特征,提出了扬州市防洪排涝的措施,在促进扬州市海绵城市建设以及防洪、排涝规划方

化,保护地下水水源。

#### 参考文献

- [1] 魏新庆,王立彤,王松,等. 中新天津生态城污水库重金属污染底泥治理总体设计[J]. 中国给水排水,2013(18):196-199.
- [2] 郑彤,杜兆林,贺玉强,等. 水体重金属污染处理方法现状分析与应急处置策略[J]. 中国给水排水,2013(6):18-21.
- [3] 王建军,范成新,张路,等. 太湖底泥间隙水中金属离子分布特征及相关性[J]. 中国环境科学,2004(1):65-67.
- [4] 卢金锁,王凤娥,张琼. 城市水源突发性污染水质预警理论探讨[J]. 供水技术,2010,4(3):20-23.
- [5] 王伯光,吴嘉,刘慧璇,等. 水质总磷总氮在线自动监测技术的研究[J]. 环境科学与技术,2008,31(3):59-63.

面均具有重要意义。

#### 参考文献

- [1] SL 201—2015 江河流域规划编制规程[S]. 北京:中国水利水电出版社,2015.
- [2] GB 50513—2009 城市水系规划规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [3] GB/T 50805—2012 城市防洪工程设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2012.
- [4] 刘国平. 城市防洪规划与建设中几个问题的探讨[J]. 水利建设与管理,2001(1):45-46.
- [5] 俞孔坚,李迪华,袁弘,等. “海绵城市”理论与实践[J]. 城市规划,2015(3):26-36.
- [6] 李专. 临沂滨河景区水资源综合开发模式探讨[J]. 给水排水,2005(11):54-56+36.
- [7] 李明月,郑雄伟. 浙江省城市防洪排涝问题与对策[J]. 水利规划与设计,2012(3):1-3+12.