

文章编号:1001-4179(2013)S1-0049-03

# 江苏徐州城市饮用水源地安全评价及保护对策

陈 颖, 范传辉, 孙 瑞

(江苏省水文水资源勘测局徐州分局, 江苏 徐州 221006)

**摘要:**根据徐州城市饮用水源地的水质监测资料,对一般污染物指数、有毒污染物指数和富营养化指数进行了安全评价,得出了综合水质指数。结果表明,2007年徐州城市饮用水源地水质指数为3,其余年份均为2,水质良好,基本满足饮用水水质要求。随着经济社会的发展,徐州市水源地面临着一些潜在的威胁,结合实际,分析了饮用水源地存在的问题,提出了改善饮用水安全问题的措施和对策,为徐州市饮用水源地的合理开发利用和安全保障提供科学依据。

**关键词:**饮用水源地;水质指数;安全评价;保护对策;徐州市

中图法分类号: X52 文献标志码: A

我国优质淡水资源短缺,水环境污染不断蚕食有限的水资源,水源地水体普遍受到污染。饮用水水源地一旦受到污染,饮水安全的各个环节都会受到影响,将严重威胁居民生活饮水安全。

徐州市同样面临日益严峻的环境问题,饮用水水源地污染事件时有发生,因此分析评价徐州市饮用水源地的水质安全,对推进徐州市的饮用水安全保障体系建设具有重要意义<sup>[1]</sup>。

## 1 水源地概况

徐州市有两个地表水取水口,即小沿河取水口(微山湖)和解台闸取水口(京杭运河)。小沿河取水口为地面水厂日常取水口,解台闸取水口为备用取水口。小沿河水源地位于徐州市铜山区境内,上至微山湖深湖区,下至微山湖湖西航道,全长15.5 km,取水口位于柳新镇蔺山村以北约4 km,是经江苏省政府批复的徐州市唯一的地表水集中式饮用水水源地。

微山湖位于徐州市北部与山东省交界处,是国家南水北调东线工程主要调蓄湖泊之一,目前是江苏省江水北调工程的北段终点调蓄湖泊。小沿河水源地的设计供水能力为20万t/d,目前正进行改扩建工程,建成后将达到40万t/d的供水能力<sup>[2]</sup>。

## 2 水质安全状况

### 2.1 评价资料与方法

评价资料采用徐州水环境监测中心的实测资料,选用小沿河水源地的代表断面小沿河取水口2007~2011年各年监测结果的平均值。

依据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《地表水水质评价技术规程》(SL395-2007)<sup>[3]</sup>,水质状况指数包括一般污染物指数、有毒污染物指数和富营养化指数,分为5个等级,分别以指数1,2,3,4,5表达。选择3项指数中最差的指数进行评价<sup>[4]</sup>。水质指数的具体评价标准见表1~3。

#### 2.1.1 一般污染物项目指数<sup>[5]</sup>

一般污染物项目指数计算的具体步骤如下。

(1) 计算单项指标指数。当评价项目*i*的监测值 $U_i$ 处于评价标准分级值 $U_{ik}$ 和 $U_{i(k+1)}$ 之间时,该评价指标的指数为

$$I_i = \frac{U_i - U_{ik}}{U_{i(k+1)} - U_{ik}} + I_{ik} \quad (1)$$

式中, $U_i$ 为*i*指标的实测浓度; $U_{ik}$ 为*i*指标的*k*级标准浓度; $U_{i(k+1)}$ 为*i*指标的*k+1*级标准浓度; $I_{ik}$ 为*i*指

标的  $k$  级标准指数值。

(2) 计算综合指数(WQI)。综合指数值是各单项指数的算术平均值,即:

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

(3) 确定评价类别。当  $0 < WQI \leq 1$  时,水质指数为 1;当  $1 < WQI \leq 2$  时,水质指数为 2;依此类推。

表 1 地表水一般污染物评价 mg/L

项目	指数				
	1	2	3	4	5
溶解氧(DO)	$\geq 7.5$	$\geq 6$	$\geq 5$	$\geq 3$	$\geq 2$
高锰酸盐指数( $I_{mn}$ )	$\leq 2$	$\leq 4$	$\leq 6$	$\leq 10$	$\leq 15$
化学需氧量(COD)	$\leq 15$	$\leq 15$	$\leq 20$	$\leq 30$	$\leq 40$
五日生化需氧量( $BOD_5$ )	$\leq 3$	$\leq 3$	$\leq 4$	$\leq 6$	$\leq 10$
氨氮( $NH_3-N$ )	$\leq 0.15$	$\leq 0.5$	$\leq 1.0$	$\leq 1.5$	$\leq 2.0$
铜	$\leq 0.01$	$\leq 1.0$	$\leq 1.0$	$\leq 1.0$	$\leq 1.0$
锌	$\leq 0.05$	$\leq 1.0$	$\leq 1.0$	$\leq 2.0$	$\leq 2.0$
铁	$\leq 0.3$	$\leq 0.3$	$\leq 0.3$	$> 0.3$	$> 0.3$
锰	$\leq 0.1$	$\leq 0.1$	$\leq 0.1$	$> 0.1$	$> 0.1$
硒	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$	$\leq 0.02$	$\leq 0.02$
硫酸盐( $SO_4^{2-}$ )	$\leq 250$	$\leq 250$	$\leq 250$	$> 250$	$> 250$
氯化物( $Cl^-$ )	$\leq 250$	$\leq 250$	$\leq 250$	$> 250$	$> 250$

表 2 地表水饮用水源地有毒污染物评价 mg/L

项目	指数				
	1	2	3	4	5
挥发酚	$\leq 0.002$	0.002	$\leq 0.005$	$\leq 0.01$	$\leq 0.1$
石油类	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.5$	$\leq 1.0$
硝酸盐氮	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$	$> 10$	$> 10$
氟化物	$\leq 1.0$	$\leq 1.0$	$\leq 1.0$	$\leq 1.5$	$\leq 1.5$
氰化物	$\leq 0.005$	$\leq 0.05$	$\leq 0.2$	$\leq 0.2$	$\leq 0.2$
砷	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.1$	$\leq 0.1$
汞	$\leq 0.00005$	$\leq 0.00005$	$\leq 0.0001$	$\leq 0.001$	$\leq 0.001$
镉	$\leq 0.001$	$\leq 0.005$	$\leq 0.005$	$\leq 0.005$	$\leq 0.01$
铬(六价)	$\leq 0.01$	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.1$
铅	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.1$
硫化物	$\leq 0.05$	$\leq 0.1$	$\leq 0.05$	$\leq 0.5$	$\leq 1.0$

表 3 营养状态评价

营养状态分级	营养状态指数	水质指数
贫营养	$0 \leq EI \leq 20$	1
中营养	$20 < EI \leq 50$	2
轻度富营养	$50 < EI \leq 60$	3
中度富营养	$60 < EI \leq 80$	4
重度富营养	$80 < EI \leq 100$	5

### 2.1.2 有毒污染物指数

单项指标指数的计算与一般污染物项目指数计算相同;综合指数取其各单项指数最大值为有毒污染物综合指数(最差项目赋全权)。

### 2.1.3 富营养化指数

采用综合营养状态指数法  $EI$ , 计算公式为

$$EI = \sum_{n=1}^N E_n / N \quad (3)$$

式中,  $E_n$  为评价项目赋值;  $N$  为评价项目个数。

## 2.2 评价结果

一般污染物选择溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、化学需氧量、氨氮、铜、锌、铁、锰、硒、硫酸盐、氯化物共 12 项基本指标计算项目指数,结果见表 4。由表 4 可知,2007~2011 年徐州市饮用水源地一般污染物综合指数为 1.25~1.31,水质指数均为 2,说明饮用水源地水质较稳定,受一般污染物污染程度较轻,水质保持良好态势。

表 4 小沿河饮用水源地一般污染项目评价

年份	单项指数												综合指数	水质指数
	DO	$I_{mn}$	$BOD_5$	COD	氨氮	铜	锌	铁	锰	硒	硫酸盐	氯化物		
2007	1	2.40	1	2.42	1.47	1	1	1	1	1	1	1	1.27	2
2008	1.97	2.30	1	2.40	1.07	1	1	1	1	1	1	1	1.31	2
2009	1	2.65	1	2.58	1.22	1	1	1	1	1	1	1	1.29	2
2010	1	2.90	1	2.66	1.13	1	1	1	1	1	1	1	1.31	2
2011	1	2.75	1	2.24	1.05	1	1	1	1	1	1	1	1.25	2

有毒污染物指数选择挥发酚、石油类、硝酸盐氮、氰化物、氟化物、六价铬、砷、汞、镉、铅、硫化物共 11 个指标进行评价,结果见表 5。从表 5 可以看出,2007~2011 年徐州市饮用水源地有毒污染物水质指数均为 1,说明饮用水源地没有受有毒污染物污染。

表 5 小沿河饮用水源地有毒污染物项目评价

年份	单项指数										综合指数	
	挥发酚	石油类	硝酸盐氮	氰化物	氟化物	六价铬	砷	汞	镉	铅		硫化物
2007	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2008	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2011	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

富营养化指数选取高锰酸盐指数、总氮、总磷、叶绿素、透明度共 5 项参与计算,结果见表 6。由表 6 可知,2007~2011 年徐州市饮用水源地富营养化指数为 49.6~53.3,富营养化状态有所好转,近 4 a 呈中营养状态,水质较好。

综合一般污染物、有毒污染物指数和富营养化指数评价结果,2007~2011 年徐州市饮用水源地水质指数见表 7。除 2007 年水质指数为 3,其余年份均为 2,

说明饮用水源地水质状况转好,现状水质良好,较稳定,基本满足饮用水的水质要求,是安全的。

表6 小沿河饮用水源地富营养化指数

年份	单项指数					综合营养指数	水质指数	营养状态分级
	$I_{mn}$	总氮	总磷	叶绿素	透明度			
2007	52.0	66.3	63.1	43.3	39.7	53.3	3	轻度富营养
2008	51.5	61.5	49.2	41.7	44.0	49.6	2	中营养
2009	53.2	60.9	51.4	41.7	41.6	49.8	2	中营养
2010	54.5	61.6	49.6	43.3	40.0	49.8	2	中营养
2011	53.8	63.5	49.2	43.3	40.2	50.0	2	中营养

表7 小沿河饮用水源地水质状况指数

年份	一般污染物指数	有毒污染物指数	富营养化指数	水质指数
2007	2	1	3	3
2008	2	1	2	2
2009	2	1	2	2
2010	2	1	2	2
2011	2	1	2	2

### 3 饮用水源地存在的问题

(1) 上级湖来水影响。微山湖位于南四湖以下,南四湖又被二级坝水利枢纽分为上级湖和下级湖,当上级湖水位达到控制水位时,将开闸泄洪,下泄洪水将进入下级湖,直接对徐州市小沿河水源地的取水水质造成影响。

(2) 农业面源影响。小沿河水源地周围是大面积农田,随着农村经济的快速发展,化肥、农药使用量的增多,农业面源对水体污染也日趋严重。饮用水源地周边农田的农灌用水和汛期雨水较多时,大量农田的回归水进入水体,容易对水质产生影响。

(3) 水产养殖影响。水源地周围存在着大面积的鱼塘,微山湖湖区也有大面积的网箱水产养殖。大量饲料的投放和鱼塘换水容易造成水体的富营养化,影响周围区域的水环境和生物多样性。

(4) 季节性水生植物影响。夏季湖区和航道中会长出大量的水生植物,当出现特殊天气状况时,水生植物出现死亡、腐烂时会对水源地水质产生较大影响。近几年来出现过因水生植物腐烂,造成水源地水质高锰酸盐指数和氨氮超标的状况。目前,有关部门每年都有针对性地对水生植物进行巡查,发现后及时进行打捞。

### 4 水源地保护对策和建议

(1) 建立健全法制体系,制定水源地保护规划。关于饮用水水源地保护问题,在《水法》、《水污染防治法》和《水资源管理条例》等相关法律法规中都有规

定,但都不系统和完善,应该制定一套针对饮用水水源地保护问题的法律法规,将其真正保护起来,为广大居民保质保量地提供安全饮用水<sup>[6]</sup>。应尽快制定和实施徐州市饮用水源地保护规划,加大保护和治理的投入,提升饮水水质。

(2) 建立预警体系,健全落实应急预案。编制饮用水安全预警手册,健全落实应急预案,从而最大限度地减少突发性环境污染事件对饮用水源地造成的不良影响。同时应尽快开展水源地水质的实时监测,提高水质预警监控能力和应急处理能力,保障饮用水的安全。目前,徐州市编制了《徐州市水污染事故应急预案》及《徐州市水源调度应急预案》,成立了徐州市小沿河水源地管理所,负责做好水源地的日常监督管理和监测巡查工作,增强了处置突发性水污染事件的应变能力。

(3) 加强综合治理,细化工程措施。根据划定的饮用水源地一、二级保护区,实施保护区范围内河道清淤、沿岸产业结构调整 and 排水沟建设等工程。取缔一些保护区内农田退水泵站和网箱养殖设施,安装全封闭防护围栏和宣传警示牌;取缔小沿河沿岸滩地、堤坡的农业种植,对防护网内农田进行产业结构调整;对河道两岸进行水土保持及绿化建设,加强生态防护。

(4) 加快备用水源地建设,开发新水源。随着近年来的突发性饮用水安全事故的频繁发生,备用水源地建设的重要性日益显现<sup>[7]</sup>。一旦发生大规模的饮用水安全事件,应能迅速启动备用饮用水源,以防影响当地群众的正常生活,从而维护社会的稳定。从徐州市水资源分布情况看,除微山湖水资源外,境内较大的湖泊还有骆马湖,水质符合饮用水源地要求。从长远的战略角度考虑,政府部门应加强对骆马湖的保护,把骆马湖作为新水源地来规划与建设。

#### 参考文献:

- [1] 陈敏建,石秋池,王立群.湖库型饮用水水源地安全保障技术需求分析[J].中国水利,2006,(11):16-18.
- [2] 刘婷,周虹宏,田娟.徐州饮用水水源地水质评价分析[J].北方环境,2011,23(9):205-207.
- [3] 中华人民共和国水利部.地表水资源质量评价技术规程[M].北京,中国水利水电出版社,2008.
- [4] 赵颖,任妍冰,胡玲.连云港市饮用水水源地安全评价与保障措施[J].污染防治技术,2010,23(3):51-53.
- [5] 王晓杰,韦忠.常州市城市饮用水水源地安全评价及保护对策[J].人民长江,2009,40(11):37-38.
- [6] 姜广新.辽宁省城市饮用水水源地安全保障初探[J].电大理工,2008,234(1):9-11.
- [7] 陈沁,庞月红,钱和,等.江苏省饮用水安全问题与对策[J].南北水调与水利科技,2009,7(3):121-123.