

# 黄山市浅层地下水中氮污染特征研究

程金苹, 陈雅婷, 汪岑, 陈茹, 钱丽萍\* (黄山学院生命与环境科学学院, 安徽黄山 245041)

**摘要** 随着工业的发展、人口增多以及农业氮肥的施用, 浅层地下水受到的氮污染越来越严重, 该试验沿黄山市境内布设了 23 个浅层地下水采样点, 结合单项组分评价与综合评价的方法, 对 4 和 9 月份两期的水样进行检测分析, 结果表明, 黄山市 4 月份水质优良占 30%, 水质良好的占 57%, 水质较好的占 0%, 水质较差的占 4%, 水质极差的占 9%; 9 月份水质优良的占 26%, 水质良好的占 61%, 水质较好的占 4%, 水质较差的占 0%, 极差水质的占 9%。

**关键词** 浅层地下水; 氮污染; 单项组分评价; 综合评价

**中图分类号** S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)19-06327-03

## Study on Nitrogen Pollution Characteristics in Shallow Groundwater in Huangshan City

CHENG Jin-ping, QIAN Li-ping et al (School of Life and Environmental Sciences, Huangshan University, Huangshan, Anhui 245041)

**Abstract** With the development of industry, increase of population and abuse of agricultural nitrogen fertilizer, the shallow groundwater nitrogen pollution is becoming more and more serious. 23 shallow groundwater sampling points were deployed in Huangshan City, water samples in April and September was analyzed. According to the individual component evaluation and comprehensive evaluation method, it can be concluded that excellent, good, well, poor and extremely poor water quality accounts for 30%, 57%, 0%, 4%, 9% and 26%, 61%, 4%, 0%, 9% in April and September.

**Key words** Shallow groundwater; Nitrogen pollution; Individual component evaluation; Comprehensive evaluation

浅层地下水作为黄山市人民的主要饮用水储备源, 一直备受关注, 其水质情况不仅关系到人民生活健康问题, 还关乎社会的长治久安。一般来说, 浅层地下水被含水介质包围, 不易被污染<sup>[1]</sup>。然而, 近年来浅层地下水的污染越来越严重, 且已呈现由点源污染向面源污染扩展。浅层地下水虽是可再生资源, 但由于其流动性低, 更新和自净速度非常缓慢, 一旦被污染, 所造成的环境与生态破坏难以逆转, 易形成恶性循环。因此, 研究黄山市浅层地下水中氮污染的特征, 便于浅层地下水水质的评价, 也可为其污染的治理提供一定的参考。

全国浅层地下水超标的主要指标是“三氮”, 即氨氮(NH<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)、硝酸盐氮(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)和亚硝酸盐氮(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N)<sup>[2-3]</sup>。近年来, 水中“三氮”的浓度逐渐升高<sup>[4]</sup>, 主要原因有农业化肥和农药的施用不当、生活污水和工业废水的大量排放以及垃圾场淋滤和地下油罐的渗漏等。目前, 单项组分评价法和综合评价方法是浅层地下水水质评价的主要方法, 其中单项因子评价法能直观反映水质中哪一类因子超标, 且计算简便; 而综合评价方法是赋予各指标不同的权重的综合判断, 这种方法深入浅出, 可以使决策者和公众快捷明了地通过评价结果掌握水质信息<sup>[5]</sup>。笔者运用单项组分评价法和综合评价方法, 对黄山市工业区、农业区以及城镇居民区的浅层地下水水质进行了评价。

## 1 材料与方法

**1.1 采样点布设及样品采集** 采样点是根据黄山市内工业区、农业区以及城镇居民区的分布特点及水文气象条件布设的, 共 23 个, 具有一定的代表性。分别在 2013 年 4 和 9 月

进行采样。完成水样的采集后, 加入 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 使水样的 pH 为 1~2, 将其密封, 24 h 内测定。

**1.2 试验方法** 参照国家环保总局编制的方法, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 的测定采用紫外分光光度法(HJ/T 346-2007), NH<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 的测定采用纳氏试剂比色法(GB7479-87), NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N 的测定采用是 N-(1-萘基)-乙二胺分光光度法(GB 7493-87)。

**1.3 浅层地下水水质评价方法** 浅层地下水质量评价以水质调查分析资料或监测资料为基础, 可分为单项组分评价和综合评价 2 种。综合评价根据  $F$  值划分浅层地下水质量级别,  $F$  值法考虑了各种污染物和最严重污染物的污染指数, 加大了最严重污染物的权重, 更能反映水环境的污染性质和程度<sup>[5]</sup>。

**1.3.1 单项组分评价。** 浅层地下水质量单项组分评价可以划分为 5 类, 不同类别标准值相同时, 从优不从劣。其计算公式为  $F_i = \frac{\rho_i}{S_i}$ , 式中,  $F_i$  为  $i$  种污染物评价指数;  $\rho_i$  为  $i$  污染物在环境介质中的浓度;  $S_i$  为  $i$  污染物的评价标准。

**1.3.2 综合评价。** 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。首先进行各单项组分评价, 划分组分所属质量类别。对各类别按浅层地下水质量评分表规定, 分别确定单项组分评价分值  $F_i$ 。I、II、III、IV、V 类的  $F_i$  值分别为 0、1、3、6、10。其次, 选用国际  $F$  值法计算综合评分值  $F$ , 其公式为  $F_{均} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$ ,  $F = \sqrt{\frac{1}{2}(F_{max} + F_{均})^2}$ ,

式中,  $F_{均}$  为单项组分评分值  $F_i$  的平均值;  $F_{max}$  为单项组分评分值  $F_i$  中的最大值;  $n$  为项数。根据  $F$  值, 将  $F$  值 > 7.20、4.25 ~ 7.20、2.5 ~ 4.25、0.80 ~ 2.50、< 0.80 分别规定为浅层地下水水质极差、较差、较好、良好、优良, 按这个规定划分浅层地下水质量级别, 如“优良(II类)”、“较好(III类)”。其中单项组分评价法和综合指数评价法是引用《地下水质量标准(GB/T14848-93)》的评价方法。

**基金项目** 国家级大学生创新训练项目(201210375043)。  
**作者简介** 程金苹(1991-), 女, 安徽安庆人, 本科生, 专业: 环境科学。  
\* 通讯作者, 教授, 博士, 从事水环境污染控制、固体废物综合利用等领域的研究。

**收稿日期** 2014-05-29

## 2 结果与分析

**2.1 黄山市浅层地下水中“三氮”含量分析** 从各个采样点“三氮”含量(表1)可以看出,浅层地下水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的含量多数采样点是9月份高于4月份,少数采样点4月份高于9月份,但总体变化不大;4、9月份 $\text{NH}_3\text{-N}$ 检出浓度范围分别为0.015~2.767、0.018~2.970 mg/L,两期的数据中均有16个采样点超过《地下水环境质量标准》Ⅲ类水要求,占总采样点的70%。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的超标率最为严重,这是因为 $\text{NH}_3\text{-N}$ 主要来源于人和动物的排泄物中的氮经地表径流以及汽车尾气通过大气降水降至地面渗流到地下水中;此外,化工、冶金、油漆颜料等工业废水也是 $\text{NH}_3\text{-N}$

的来源。因此,人口密集的城镇居民区(如21号老街)和工业区(如3号强峰)的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量严重超标。4、9月份 $\text{NO}_3\text{-N}$ 检出浓度范围分别为0~10.889、0~11.879 mg/L,超过《地下水环境质量标准》Ⅲ类水要求的为0个采样点。 $\text{NO}_2\text{-N}$ 的含量在4和9月份基本没有变化,总体上4月份稍高于9月份,少数采样点9月份高于4月份;4月份 $\text{NO}_2\text{-N}$ 检出浓度范围为0.009~0.028 mg/L,超过《地下水环境质量标准》Ⅲ类水要求的为2个采样点,占总采样点的9%;9月份 $\text{NO}_2\text{-N}$ 检出浓度范围为0.008~0.034 mg/L,超过《地下水环境质量标准》Ⅲ类水要求的为3个采样点,占总采样点的13%。

表1 黄山市4、9月浅层地下水中“三氮”含量

编号	采样点	mg/L					
		$\text{NO}_3\text{-N}$ 含量		$\text{NO}_2\text{-N}$ 含量		$\text{NH}_3\text{-N}$ 含量	
		4月	9月	4月	9月	4月	9月
1	王村	9.451	10.386	0.013	0.009	0.541	0.513
2	同乐	2.005	2.582	0.013	0.012	0.293	0.358
3	强峰	4.173	2.816	0.028	0.034	2.767	2.970
4	徽城镇	8.242	9.844	0.019	0.017	0.562	0.788
5	武阳	8.775	9.488	0.012	0.011	0.026	0.033
6	漳潭	9.339	10.497	0.011	0.011	0.033	0.027
7	万安镇	6.297	7.213	0.014	0.012	0.068	0.046
8	流口	4.094	5.142	0.011	0.010	0.015	0.018
9	齐云山小学	4.935	4.646	0.014	0.016	0.164	0.190
10	瑶溪	6.443	5.938	0.011	0.010	0.264	0.315
11	五城镇	8.290	9.194	0.012	0.009	0.397	0.462
12	城北工业园	2.986	4.462	0.011	0.010	0.276	0.352
13	岩寺	10.889	11.257	0.018	0.017	0.289	0.322
14	循环经济园	3.913	4.130	0.009	0.013	0.274	0.382
15	碧阳	8.781	8.792	0.011	0.010	0.254	0.125
16	屏山	4.047	5.216	0.016	0.011	0.352	0.404
17	博村	9.992	11.879	0.028	0.027	0.306	0.295
18	阳湖	0	0	0.011	0.008	0.286	0.311
19	篁墩	1.135	2.003	0.017	0.022	0.271	0.322
20	经济开发区	4.000	5.967	0.014	0.013	0.310	0.443
21	老街	3.600	3.139	0.017	0.014	1.926	2.416
22	祁山镇	1.285	2.900	0.009	0.008	0.182	0.208
23	鳧峰乡	2.615	4.380	0.011	0.009	0.015	0.026

**2.2 浅层地下水质量的综合评价** 利用综合评分值 $F$ 的计算公式,计算出黄山市4、9月份浅层地下水质量的 $F$ 值,并对其进行综合评价(表2),由表2可以得出各个采样点综合评价级别在23个采样点中所占比例(图1)。从图1可以看出,23个评价点中,4月份水质优良占30%,9月份水质优良的占26%,主要分布在歙县、休宁、黟县、祁门,且4和9月份水质优良的采样点基本一致,说明这些地区浅层地下水化学组分含量并未超标,可供饮用;4月份水质良好的点占57%,9月份水质良好的点占61%,均占有较大比重,且4和9月份良好的采样点基本一致,说明这些地区浅层地下水中化学组分均符合饮用水标准,经适当处理后可供饮用;4月份较好水质的占0%,9月份较好水质的占4%,所占比重均较小,该地区水适合生活饮用水及工农业用水;4月份水质较差的占4%,9月份水质较差的占0%,说明黄山市较差水质的水比重

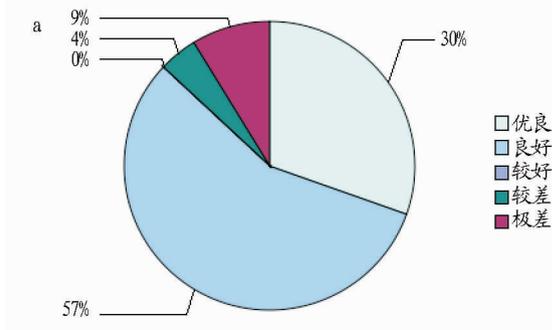
很少,且这些地区的浅层地下水适用于工农业用水,不适合饮用;属于极差水质的水4月份和9月份相同,均占9%,且地点完全相同,即老街和强峰,属人口密集区和工业区,这些地区的浅层地下水不适合饮用。除了人口比较密集的城镇居民区徽城镇(4号)和老街(21号)以及工业区强峰(3号)污染严重,黄山市浅层地下水总体水质良好。

### 3 浅层地下水污染防治措施

黄山市浅层地下水的整体情况较好,但仍需要引起大家的关注,水质极差的采样点是工业区强峰和人口密集的老街,可见,工业污染和生活污染是引起浅层地下水污染的重要原因。浅层地下水关系每一个人的切身利益,虽然一些浅层地下水的污染已无法挽回,但亡羊补牢,为时未晚。只有每一个人都参与进来,从自己做起,才能真正的保护到浅层地下水。在此对浅层地下水污染的防治提出了以下措施。

表2 黄山市4、9月浅层地下水质量不同级别

编号	采样点	4月		9月	
		F值	级别	F值	级别
1	王村	2.060	良好	1.958	良好
2	同乐	1.160	良好	1.398	良好
3	强峰	10.438	极差	11.213	极差
4	徽城镇	6.307	较差	2.707	较好
5	武阳	0.291	优良	0.479	优良
6	漳潭	0.378	优良	0.482	优良
7	万安镇	0.400	优良	0.509	优良
8	流口	0.435	优良	0.250	优良
9	齐云山小学	0.714	优良	0.818	良好
10	瑶溪	1.067	良好	1.246	良好
11	五城镇	1.572	良好	1.800	良好
12	城北工业园	1.092	良好	1.380	良好
13	岩寺	1.228	良好	0.949	良好
14	循环经济园	1.070	良好	1.522	良好
15	碧阳	1.044	良好	0.576	优良
16	屏山	1.404	良好	1.578	良好
17	博村	1.350	良好	1.318	良好
18	阳湖	1.114	良好	1.192	良好
19	篁墩	1.082	良好	1.317	良好
20	经济开发区	1.240	良好	1.735	良好
21	老街	7.258	极差	9.070	极差
22	祁山镇	0.726	优良	0.825	良好
23	鳧峰乡	0.186	优良	0.244	优良



**3.1 控制工业污染** 减少工业生产中的跑冒滴漏现象,控制工业三废的排放,以避免废渣废气废水通过循环进入浅层地下水中。建立污水处理厂,对排放的工业废水及其他废水进行物理化学或生物处理,严格控制,使达标排放。

**3.2 控制农业污染** 合理使用氮肥,尽量少施用氮肥或根据农作物具体情况合理施用,改进施肥技术,提高氮肥的利用率,以减少氮在土壤中的流失对浅层地下水的污染,将传统的漫灌方式改为喷灌和滴灌方式,既节约了用水,还减少了漫灌所造成的污染,禁止使用未处理过的污水进行灌溉。

**3.3 控制汽车尾气的排放** 汽车尾气排放的氮氧化物是大气污染的主要原因之一,同时,它能够经过大气降水的作用进入土壤和地表水中,渗流进浅层地下水中,使浅层地下水中的氮含量超标。严格控制汽车尾气的排放不仅对减轻大气污染至关重要,对浅层地下水的氮污染控制也是不可缺少的。

**3.4 大力开发并推广具有除氮去氮功能的废水处理新技术** 一些含氮废水的排放不可避免,很多地方的含氮废水虽经过处理,却很难达到排放标准,在一定程度上是受到了处理技术的影响。所以,开发废水处理新技术有利于氮的去除效率。

**3.5 清洁生产** 不断改进设计,使用清洁的能源和原料,减少或避免生产、服务以及产品使用过程中产生的氮污染。

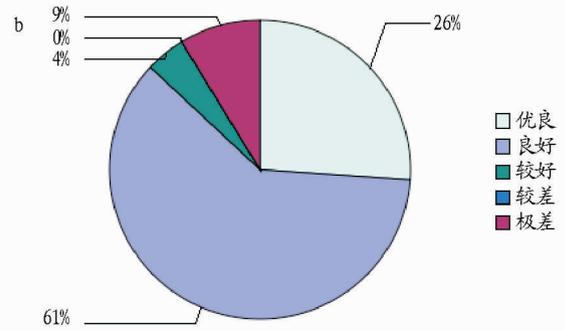


图1 黄山市4月份(a)和9月份(b)浅层地下水质量不同级别比例

## 参考文献

- [1] 狄效斌. 浅析地下水污染研究[J]. 科技情报开发与经济, 2008, 18(22): 131-132.
- [2] KLADIVKO E J, VANSOYOC G E, MONKE E J, et al. Pesticide and Nutrient Movement into Subsurface Tile Drains on a Silt Loam Soil in Indiana [J]. Journal of Environmental Quality, 1991, 20: 264-270.

- [3] 唐克旺, 吴玉成, 侯杰. 中国地下水资源评价(II) - 地下水水质现状和污染分析[J]. 水资源保护, 2006, 22(3): 1-8.
- [4] 崔振昂. 改进的灰色变权聚类法在水质评价中的应用[J]. 安全与环境工程, 2003, 10(2): 30-33.
- [5] 王文强. 浅层地下水水质评价方法浅析[J]. 浅层地下水, 2007, 29(6): 37-39.

(上接第6287页)

- [2] 欧毅, 王进, 王银合, 等. 覆盖对山地甜柿园土壤性状及树体生长结果的影响[J]. 西北农业学报, 2005, 14(2): 158-162.
- [3] 孙鹏, 王丽华, 李光宗, 等. 麦草覆盖对果园土壤理化性质影响的研究[J]. 水土保持研究, 2001, 8(3): 37-39.
- [4] 李世朋, 蔡祖聪, 杨浩, 等. 长期定位施肥与地膜覆盖对土壤肥力和生物学性质的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(5): 2489-2498.
- [5] 汪景宽, 刘顺国, 李双异, 等. 长期地膜覆盖及不同施肥处理对棕壤无机氮和氮素矿化率的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(6): 107-111.

- [6] 吴婕, 朱钟麟, 郑家国, 等. 秸秆覆盖还田对土壤理化性质及作物产量的影响[J]. 西南农业学报, 2006, 19(2): 192-195.
- [7] 蔺蕊, 吉小敏, 梁继业. 新疆南疆地区绿洲外围混交林中胡杨和新疆杨光合特性比较[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(9): 128-131.
- [8] 吴多三. 硝态氮、氨态氮与作物生育[J]. 北京农业科学, 1988(4): 12-14.
- [9] LEVANG - BRILZE N, BIONDINI M E. Growth rate, root development and nutrient up take of 55 plant species from the great plains grass lands, USA [J]. International Journal of Dairy Technology, 2003, 165(1): 117-144.