

成果与方法

平阴县浅层地下水地球化学环境质量评价

* 庞绪贵¹, 王炳华², 田乃风³, 代杰瑞¹, 胡雪平¹, 李肖鹏¹

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省地质测绘院, 山东 济南 250013; 3. 山东省第八地质矿产勘查院, 山东 日照 276800)

摘要:平阴县浅层地下水调查采样密度为1点/16 km², 分析测试27项指标的含量变化规律后, 认为调查区浅层地下水中除K, Mn, NO₂⁻等指标含量变化较大, 局部富集外, 其他指标含量变化小, 在浅层地下水中分布较均匀。选择As, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, F⁻, Cl⁻, Cr⁶⁺, NO₂⁻, COD, pH等20项指标, 按《地下水质量标准》对浅层地下水环境质量进行的单因子和综合评价, 结果显示较好级以上者达88.4%, 而较差级仅占11.6%, 无极差级分布, 调查区内浅层地下水环境质量状况良好。

关键词:地球化学参数; 质量评价; 浅层地下水; 山东平阴

中图分类号: P204

文献标识码: A

浅层地下水是重要的水资源之一, 与人类生产生活密切相关。浅层地下水通常埋藏较浅, 部分农作物的根系可直接延伸至所在的土壤层以获取生长所需的养分和水分, 其环境污染状况将直接影响到农业生产和农产品的质量与安全^[1,2]。随着工农业发展, 调查区浅层地下水已受到不同程度的污染。开展浅层地下水地球化学调查, 查明其环境质量状况, 对保护和合理开发浅层地下水资源, 保障人们身体健康, 促进经济建设发展具有重要意义。

1 自然地理与水文地质概况

调查区位于济南西南部, 地处黄河下游流域, 行政区划隶属济南市, 周边分别与肥城、东平、长清、东阿等县(市、区)接壤。地势南高北低、中部隆起, 具有以山地丘陵为主, 平原洼地为次的地貌特征。气候属暖温带季风型大陆性气候, 四季分明, 年均气温13.6℃, 年均降水量658.4 mm。适宜的气候环境为农业发展提供了优越的自然条件。区内以农业生产为主, 主要农作物有小麦、玉米、大豆等, 经济作物有棉花、玫瑰花等; 工业包括机械制造、冶炼、化工、建材、酿造、电力等行业^[3]。

调查区属鲁中南中低山丘陵碳酸盐岩类为主的

水文地质区, 西部为平阴-临朐单斜断陷水文地质亚区, 东部为肥城-沂源单斜断陷水文地质亚区。地下水类型可分为第四纪松散岩类孔隙水和碳酸盐岩类裂隙岩溶水, 其中第四纪松散岩类孔隙水主要分布在山前倾斜平原、山间谷地及河流两岸地带, 含水层主要为砂质黏土或黏质砂土, 水位埋深小于10 m, 山前地带可达20 m, 单井涌水量500~1 000 m³/d, 水质良好, 矿化度在0.176~0.74 g/L之间, 水化学类型为HCO₃⁻·Ca型, 是区内重要的农业用水层; 碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水岩组主要由奥陶纪马家沟组灰岩、寒武-奥陶纪三山子组白云岩、晚寒武世炒米店组灰岩组成, 主要分布在平阴中西部及东部山地丘陵区, 西部碳酸盐岩夹碎屑岩裂隙岩溶水, 水位埋深小于150 m, 单井涌水量1 000~2 400 m³/d; 东部隐伏的碳酸盐岩夹碎屑岩裂隙岩溶水, 水位埋深小于50 m, 单井涌水量在500~1 000 m³/d。

2 浅层地下水样品采集与分析

2.1 样品采集

浅层地下水采样密度为1点/16 km², 采样点分布均匀, 野外使用便携式GPS定点, 采样点位一般

* 收稿日期: 2008-03-31; 修订日期: 2008-05-16; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 庞绪贵(1962-), 男, 山东五莲人, 研究员, 主要从事地球物理地球化学勘查技术应用和管理研究。

选择大口井或压水井等,样品采集采用瞬时采样法,采样时尽量轻扰动水体^[4,5]。

浅层地下水采样容器为聚乙烯塑料瓶,根据不同的测试指标,加入相应的保护剂,防止氧化、还原、吸附等物理和化学变化的发生。野外每一采样点同时采集2组样品,其一供测定 F^- , Cl^- , Cr^{6+} , NO_2^- , COD, pH等项目用,不加任何保护剂;其二供测定Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Pb, Zn等项目用,加入硝酸溶液,使水样pH值小于2。采集的水样密封后及时送化验室分析。

2.2 样品分析指标及技术

浅层地下水样品测试指标为As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Pb, Se, Zn, F^- , Cl^- , Cr^{6+} , NO_2^- , COD, pH等27项,其中 F^- , Cl^- , Cr^{6+} , NO_2^- , COD, pH等指标测试由山东省地质环境监测总站实验室完成,其他指标测试由中国地质科学院地球物理地球化学研究所实验室承担,分析方法按规范执行。

3 浅层地下水地球化学特征

浅层地下水分析结果表明:As, Be, Cd, Cu, Hg, Co, Ni, Se, Cr^{6+} 等9项指标含量均低于设计要求检出限,且低于《地表水环境质量标准》中I类水上限,因此这些指标不参与地球化学参数统计。表1是浅层地下水18项指标地球化学参数统计结果,可见大多数指标的特征参数在剔除离群值前后变化不大,说明浅层地下水中各指标分布均匀。调查区浅层地下水中Ba, Ca, Mg, Pb, pH, F^- , Na, P, Sr等指标的变异系数小于1.0,说明这些指标在浅层地下水中分布相对稳定,特别是pH值的变异系数仅为0.02,一般在7.5~8.0之间变化,呈中性-弱碱性,变化范围较小;Fe, Mo, Zn, Cl^- , COD, Li等指标的变异系数在1.0~2.0之间,特别是Mn, NO_2^- , K等指标的变异系数均大于2.0,分别为2.32, 2.73, 2.02,说明这些指标在浅层地下水中分布不均匀,含量变化大,因此这些指标虽然背景含量较低,但在局部地段会形成高值区,从而影响浅层地下水质量。

表1 平阴县浅层地下水地球化学参数统计

指标	原始数据					背景数据					
	最小值	最大值	算术均值	标准离差	变异系数	样品数	最小值	最大值	背景值	标准离差	变异系数
Ba	21.40	299	80.70	53.50	0.66	46	21.40	124	63.40	29.70	0.47
Ca	57.60	430	147	69.70	0.47	52	7.60	257	139	56.10	0.40
Fe	0.01	1.35	0.21	0.28	1.30	40	0.01	0.23	0.08	0.07	0.82
Mg	8.07	78	27.00	17.30	0.64	48	8.07	44	22.20	10.80	0.48
Mn	1.20	473	37.40	86.80	2.32	40	1.20	21	8.80	6.26	0.71
Mo	0.10	3.67	0.50	0.52	1.03	43	0.10	0.60	0.33	0.15	0.45
Pb	0.10	13.10	4.58	3.04	0.66	42	0.10	6.20	3.24	1.57	0.49
Zn	0.20	150	30.00	30.20	1	44	0.20	38.50	18.30	10.90	0.60
pH	7.30	8.20	7.69	0.19	0.02	52	7.40	8.00	7.69	0.17	0.02
Cl^-	9.91	585	70.80	87.90	1.24	45	9.91	93.5	44.10	28.20	0.64
F^-	0.07	1.60	0.28	0.24	0.86	47	0.07	0.40	0.21	0.10	0.46
NO_2^-	0.00	6.00	0.32	0.88	2.73	23	0.00	0.01	0.01	0.00	0.65
COD	0.10	12.30	1.17	1.81	1.55	46	0.43	1.13	0.75	0.18	0.24
K	0.31	19.40	1.79	3.61	2.02	44	0.31	1.29	0.78	0.27	0.35
Li	0.30	72.80	8.93	11.50	1.28	40	2.50	8.50	5.43	1.73	0.32
Na	4.39	113	31.20	24.5	0.79	45	4.39	41.50	21.90	10.50	0.48
P	2	570	117	98.90	0.84	51	2	183	98.20	51.60	0.53
Sr	0.18	3.36	0.74	0.52	0.70	42	0.18	0.83	0.52	0.18	0.34

注:原始数据含量统计各指标样品量均为54件,其中Ba, Li, Mn, Mo, Pb, Zn, P的含量为ng/mL,其他指标含量为 $\mu\text{g/mL}$ 。

4 浅层地下水环境质量评价

4.1 评价因子选择

影响浅层地下水质量的因子众多^[6,7],包括构成

地下水化学类型的常规水化学组分及理化指标,常见的重金属和非金属指标,有毒有害类有机污染物指标和细菌、寄生虫卵、病毒等微生物指标等。此次调查选择的监测指标为As, Ba, Be等27项,其中选择了《地下水质量标准》中的As, Ba, Be, Se, Zn, F^- ,

Cl⁻, Cr⁶⁺, NO₂⁻, COD, pH等20项指标进行浅层地下水环境质量单因子和综合评价。

4.2 评价标准与方法

以浅层地下水调查数据为基础进行单因子质量评价,按《地下水质量标准》中所列分类指标,划分为5类,当不同类别标准值相同时,从优不从劣。

地下水环境质量综合评价,采用加附注的评分法。具体要求和步骤如下:①根据单因子评价结果,对各类别分别确定单项组分评分值 F_i (I为0,II为1,III为3,IV为6,V为10);②按式(1)和式(2)计算综合评价分值 F ;③根据 F 值,划分地下水质量级别:<0.80为优良;0.80~2.50为良好;2.50~4.25为较好;4.25~7.20为较差;>7.20为极差。

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

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

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。

4.3 单因子环境质量评价

单因子评价统计结果显示,调查区内浅层地下水中As,Be,Cd,Co,Hg,Cu,Ni,Se,Cr⁶⁺,pH值等指标含量较低,环境质量达I类水质量标准;Mo,Pb,Zn等指标环境质量达II类水质量标准;Ba,F⁻等指标环境质量达III类水质量标准。总之,上述各指标在调查区内均符合饮用水标准。单因子评价结果表明,影响调查区浅层地下水环境质量的指标主要有Fe,Mn,Cl⁻,NO₂⁻,COD等5项,这些指标均有超生活饮用水标准的地区分布,主要分布在李沟—刁山坡北一带。

4.4 环境质量综合评价

调查区浅层地下水环境质量综合评价结果表明,浅层地下水环境质量多为良好级以上,环境质量状况总体较好。

调查区内浅层地下水环境质量综合评价优良级分布面积为68 km²(占调查区的8.2%),良好级分布面积为492 km²(占调查区的59.5%),二者主要分布在调查区中、西部山地丘陵的东阿、洪范池、玫瑰及县城东部的安城、栾湾一带,约占调查区面积的2/3。较好级分布面积为171 km²(占调查区的20.7%),较差级分布面积为96 km²(占11.6%),主要分布在孝直东、栾湾北及刁山坡—县城—孔村一带。调查区浅层地下水环境质量综合评价无极差分布区。

5 结论

通过平阴县浅层地下水调查,基本查清了区内浅层地下水地球化学特征和水环境质量现状,认为:①调查区内浅层地下水大部分指标背景含量相对较低,但部分指标变异系数较大,在局部地段富集,影响了浅层地下水质量;②单因子评价结果表明,影响浅层地下水环境质量的主要指标为Fe,Mn,Cl⁻,NO₂⁻,COD5项;③综合评价认为,调查区浅层地下水环境质量状况总体良好,仅局部地段出现较差级。

参考文献:

- [1] 朱大奎,王颖,陈方. 环境地质学[M]. 北京:高等教育出版社,2000,207-234.
- [2] 杨少平. 关于水地球化学测量的回顾和思考[J]. 物探与化探,2008,32(1):13-18.
- [3] 庞绪贵,代杰瑞,徐春梅,等. 平阴县土壤地球化学基准值与背景值研究[J]. 山东国土资源,2008,24(1):21-25.
- [4] 庞绪贵,姜相洪,季顺乐,等. 鲁西北覆盖区生态地球化学调查方法与技术探讨[J]. 山东地质,2003,19(2):21-25.
- [5] 中国地质调查局. 多目标区域地球化学调查规范(1:25万)(DD2005-1)[S],2005.
- [6] 钱易,唐孝炎. 环境保护与可持续发展[M]. 北京:高等教育出版社,2000,50-57.
- [7] 戴树桂. 环境化学[M]. 北京:高等教育出版社,2000,100-198.

Evaluation on Geochemical Environment Quality in Shallow Underground Water in Pingyin County

PANG Xu - gui¹, WANG Bing - hua², TIAN Nai - feng³, DAI Jie - rui¹, HU Xue - ping¹, LI Xiao - peng¹

(1. Shandong Geological Survey Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geological Mapping and Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 3. No. 8 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Rizhao 276800, China)

Abstract: The sampling density of shallow underground water is 1 spot in 16km² in Pingyin county. After the analysis on content variation rule of 27 indicators, it is regarded that the content variation of some indications are great and rich concentrated, such as K, Mn and NO₂⁻, and the content variation of other indicators are small in the underground water in investigation area. According to the "evaluation of underground water quality standard", single indicator and comprehensive evaluation of environmental quality of shallow groundwater are carried out. It showed that the better and above level water quality are 88.4%, the lower level is 11.6%, and non-distribution of very poor level. The environment quality of shallow groundwater is in good condition.

Key words: Geochemistry; environment quality of underground water; single indicator evaluation; comprehensive evaluation; Pingyin in Shandong province