

济南泉水水化学动态特征分析

孟祥玲¹, 王庆兵², 廉永彪³

(1. 中国建材工业地勘中心山东总队, 山东 济南 250013; 2. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250013; 3. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

摘要: 济南是山东省省会城市, 以泉水而闻名, 济南泉域位于济南市中部, 为掌握济南泉水水质变化情况, 根据多年监测的泉水水质资料, 采用年度及年内对比方法, 分析研究了泉水主要离子多年动态特征及年内变化, 研究结果表明, 从1984—2013年近30年间, 济南泉水主要水质指标呈恶化趋势, 主要驱动因素是 CO_2 , SO_4^{2-} , Cl^- 离子含量的增长, 其与当地燃煤量持续增长联系密切; 而年内主要离子含量动态变化, 属短期波动, 与泉区排泄点周边的环境影响有关。

关键词: 济南泉水; 水化学动态; 影响因素; 特征分析

中图分类号: P641.3

文献标识码: B

引文格式: 孟祥玲, 王庆兵, 廉永彪. 济南泉水水化学动态特征分析[J]. 山东国土资源, 2017, 33(5): 47-53. MENG Xiangling, WANG Qingbing, LIAN Yongbiao. Hydro-chemical Dynamic Characteristic Analysis on Springs in Jinan City [J]. Shandong Land and Resources, 2017, 33(5): 47-53.

0 引言

济南是著名的泉城, 主要包括趵突泉、珍珠泉、五龙潭和黑虎泉四大泉群。喷涌不衰、清澈甘甜的岩溶泉水哺育着世世代代的济南人。一直到20世纪五六十年代, 泉水依然壮观喷涌, 水质十分优良。泉域地下水一直是济南人民生活主要供水水源, 随着生产生活水平的不断提高及时代的进步, 越来越多的人开始关注泉水及泉水质量。近年来, 不同单位根据工作目的, 对泉水及泉域地下水水质进行了取样分析, 发表了相关研究结果, 但未开展长序列动态分析及水质变化的主要驱动因素研究^[1-3]。

开展济南泉水水化学动态特征分析, 掌握多年地下水主要离子浓度变化趋势及其年内不同月份浓度波动变化, 分析变化原因及主要影响因素, 为泉水水质保护提供理论依据和技术支持^[4-5]。

1 地质背景特征及水文地质特征

济南泉域属泰山北部单斜构造水文地质区。古

老变质岩系组成的泰山山脉为区域地表水和地下水的分水岭, 古生代寒武纪、奥陶纪碳酸盐岩地层成单斜状覆于变质岩系之上, 向N倾斜, 至北部隐伏于山前第四系之下; 市区及东、西郊有燕山期火成岩体大片分布。单斜构造中发育有多条规模较大的NNW向断裂, 如东坞断裂、千佛山断裂、马山断裂等, 此外还有NE向的港沟断裂、炒米店断裂。NNW向断裂自东向西大致等距分布, 将单斜构造分割为若干个断块。

根据地层岩性、含水介质及地下水运动、储存等特征, 区内地下水含水岩组可分为松散岩类孔隙含水岩组、碳酸盐岩类裂隙—岩溶含水岩组、碎屑岩夹碳酸盐岩岩溶—裂隙含水岩组、变质岩及岩浆岩裂隙含水岩组。

水文地质剖面上从南到北可划分3个区: 间接补给区, 直接补给区和径流排泄区。地下水补给来源主要为大气降水, 其次为地表水渗漏、灌溉回渗和侧向径流补给。接受大气降水入渗补给后, 总体由南向北径流。人工开采、泉水排泄、岩溶水顶托补给第四系孔隙是泉域内岩溶地下水主要排泄方式

收稿日期: 2016-04-16; 修订日期: 2016-12-23; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 孟祥玲(1974—), 女, 山东曲阜人, 工程师, 主要从事水文地质工作; E-mail: wqb1232001@163.com

(图 1)。

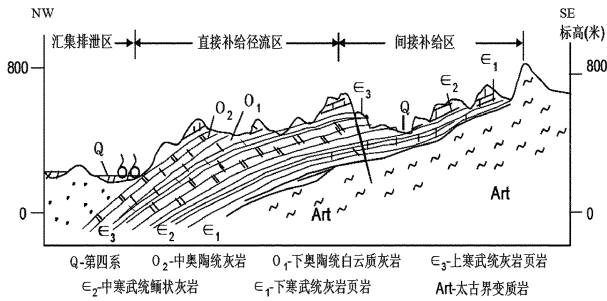


图 1 济南岩溶水分带及地质剖面图

2 泉水水质监测数据整理

该次泉水水化学动态特征分析数据来自于山东省地质环境监测总站在该地区开展的地下水水化学动态监测,数据序列从 1984 年至 2013 年。由于监测时间跨度较大,监测频率不一致,有的监测年份有多期水质监测数据,有的监测年份只有一期监测数据。

在开展多年水化学特征分析时,采用的水质数据为年内地下水水质数据平均值作为该年地下水水质资料。开展 1984 年和 2013 年年内地下水水化学特征分析时,采用 1984 年和 2013 年采取的各月水质数据进行水化学特征分析。

该次研究选择主要离子(重碳酸根、硫酸根、氯离子、钙离子和镁离子)开展泉水水化学动态特征分析,由于钾(K)离子含量低,且变化较小,该次研究不作分析。

3 年际主要离子动态特征

根据 1984—2013 年趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭地下水水质监测资料,经整理后形成重碳酸根、硫酸根、氯离子、钙离子、镁离子多年水化学动态曲线(图 2~图 5)。

3.1 重碳酸根和钙离子

济南泉域位于碳酸盐岩分布地区,多年来,趵突泉、珍珠泉、五龙潭和黑虎泉四大泉群地下水类型主要以 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水为主,其中 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 离子占据主要离子含量的百分比高。在 1984—2013 年近 30 年地下水水质动态监测过程中,重碳酸和钙离子浓度虽略有起伏,但整体呈上升趋势。同时,重碳酸根和钙离子含量波动和升降基本上是一致的,同时

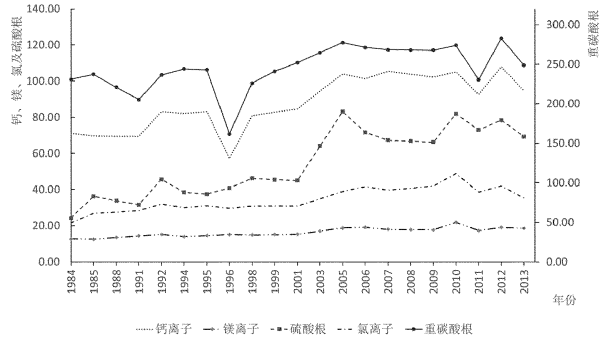


图 2 1984—2013 年趵突泉主要离子动态曲线图

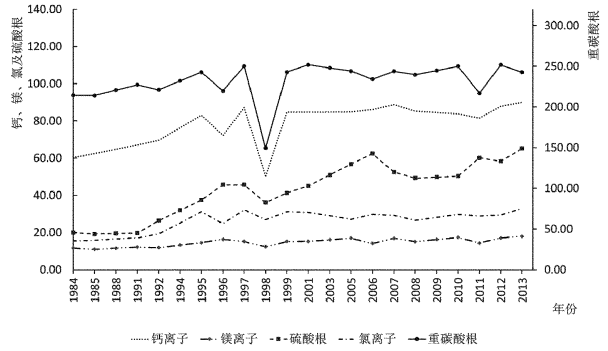


图 3 1984—2013 年珍珠泉主要离子动态曲线图

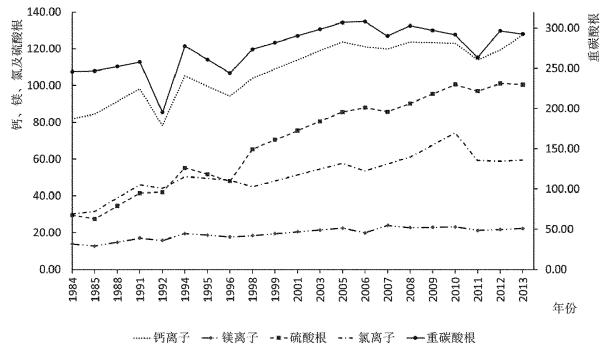


图 4 1984—2013 年黑虎泉主要离子动态曲线图

也趋于同步,这种变化趋势的一致性,反映出碳酸盐岩地区碳酸盐矿物特别是 CaCO_3 的溶解主导了泉群地下水的水化学成分。

3.2 硫酸根和其他阳离子

根据监测曲线可知,在近 30 年的长期变化过程中,济南泉水中硫酸根浓度虽略有起伏,但整体呈上升趋势。根据硫酸根离子含量前后对比分析,浓度值上升达到了近 3 倍以上。根据前期在该地区的相关研究成果^[6-9],如果地下水中硫酸根离子源自碳

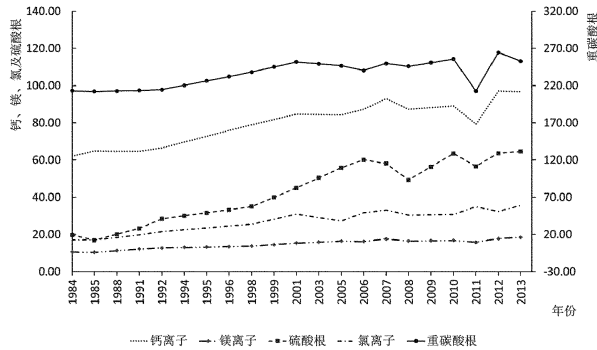
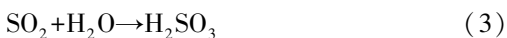


图 5 1984—2013 年五龙潭主要离子动态曲线图

酸盐岩含水层脱白云石化,地下水中 Mg/SO_4 的比值应该处于常量^[10](0.61:0.32, mmol/L)。但是,根据近 30 年的水质监测数据可知,地下水中镁离子含量虽有上升,但是前后上升幅度不到 1 倍。将 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 离子浓度换算成以 mmol/L 单位后(表 1)分析可知, Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 离子浓度虽然总体呈上升趋势,地下水中 Mg/SO_4 的比值不是常量(0.61:0.32, mmol/L)不断发生变化。因此,可以推断,泉群地下水中硫酸根离子含量升高的主要原因不可能是水—岩相互作用的结果。

根据 SO_4^{2-} 离子含量变化过程曲线知,趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭泉水中的 SO_4^{2-} 离子含量变化具有相似性,虽略有起伏,但整体呈上升趋势。因此,地下水中 SO_4^{2-} 离子来源应该主要来自大气污染^[11]而非地面污染,因为如果是地面污染造成地下水中 SO_4^{2-} 离子含量变化,那么地下水中 SO_4^{2-} 含量变化应反映趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭泉水各自不同的变化过程,其近 30 年离子含量变化趋势不应相似。

20 世纪 80 年代以来,济南地区经济建设得到了快速发展,对能源需求量不断增加,能源工业(火力发电、取暖等)进入快速发展期,燃煤量不断增加,工业排放的 SO_2 随之不断增大,降雨时形成了以硫酸为主的酸雨^[7],其形成过程如下:



式中:[O]代表各种氧化剂。

酸雨入渗补给,进入地下会溶解土层中分布的矿物,以便水体趋向中性。溶解生成的阳离子则不

断输入地下水中,导致长期水质动态中,阳离子含量呈现轻微的不断增加。

3.3 氯离子

根据氯离子含量变化过程曲线可知,在趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭泉水中, Cl^- 含量变化与 SO_4^{2-} 含量变化具有相似性,浓度虽略有起伏,但整体呈上升趋势(表 1)。

表 1 1984—2013 年泉水 SO_4^{2-} 与 Mg^{2+} 浓度变化 mmol/L

离子浓度	趵突泉		珍珠泉		五龙潭		黑虎泉	
	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}
1984	1.04	0.51	0.96	0.41	0.87	0.41	1.14	0.61
1985	1.03	0.75	0.90	0.40	0.85	0.35	1.05	0.57
1988	1.11	0.70	0.95	0.41	0.92	0.42	1.22	0.72
1991	1.19	0.66	1.00	0.41	1.00	0.48	1.40	0.86
1992	1.25	0.95	0.98	0.55	1.05	0.59	1.30	0.87
1994	1.15	0.80	1.09	0.67	1.07	0.62	1.60	1.15
1995	1.20	0.78	1.20	0.78	1.09	0.66	1.52	1.07
1996	1.25	0.85	1.35	0.95	1.11	0.69	1.45	1.00
1998	1.23	0.96	1.25	0.95	1.13	0.73	1.51	1.36
1999	1.24	0.95	1.02	0.75	1.19	0.83	1.59	1.47
2001	1.26	0.94	1.26	0.86	1.26	0.94	1.68	1.57
2003	1.40	1.33	1.26	0.94	1.30	1.05	1.76	1.68
2005	1.55	1.73	1.33	1.06	1.35	1.16	1.85	1.78
2006	1.57	1.49	1.40	1.18	1.34	1.25	1.63	1.83
2007	1.48	1.40	1.16	1.30	1.44	1.21	1.97	1.78
2008	1.47	1.39	1.39	1.09	1.35	1.02	1.87	1.88
2009	1.46	1.38	1.24	1.02	1.36	1.17	1.89	1.99
2010	1.80	1.71	1.34	1.04	1.38	1.32	1.90	2.09
2011	1.43	1.52	1.43	1.05	1.30	1.18	1.75	2.02
2012	1.57	1.63	1.19	1.25	1.46	1.32	1.78	2.10
2013	1.53	1.44	1.41	1.21	1.52	1.35	1.84	2.09

在天然状态下,地下水中氯离子主要来自于大气降水携带的海洋盐分,这部分氯离子含量不但数值低,而且相对稳定。因为氯离子是自然界中分布最广的卤族元素,很少发生分馏现象^[12],一般被公认为是保守元素。此外, Cl^- 具有极强的溶解能力,既不容易被黏土吸附,也不容易产生氯化物沉淀。因此在地下水含水层中,氯离子不会停留^[13],所以趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭泉水中氯离子含量不断上升的增量部分主要源自空气和地面污染的输入。空气污染这部分又称非海洋氯(Non-Marine Cl)源,主要来自周边火力发电厂和重工业厂矿的燃煤排泄^[14-15],地面污染随同人口增长,生活污染也越趋严重^[15]。

4 地下水主要离子动态分析

4.1 1984 年四大泉群主要化学成分的年度变化

根据 1984 年年内每月趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭地下水水质监测资料,整理后形成重碳酸根、硫酸根、氯离子、钙、镁年内主要离子月水化学动态曲线(图 6~图 9)。

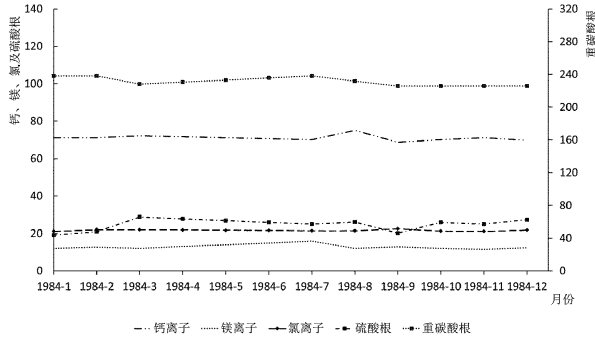


图 6 趵突泉 1984 年年内主要离子变化图

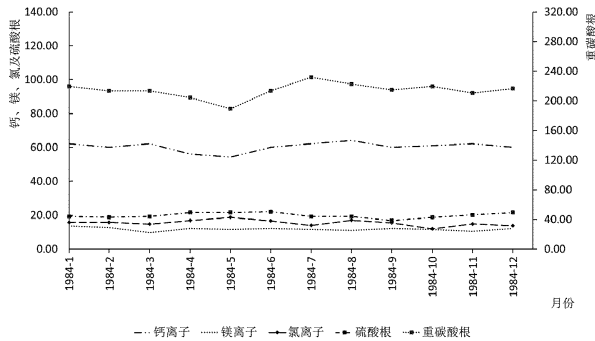


图 7 珍珠泉 1984 年年内主要离子变化图

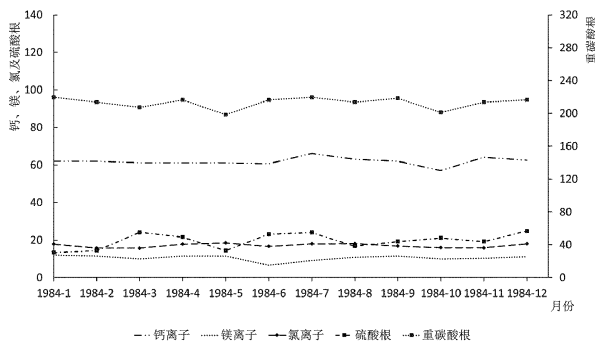


图 8 五龙潭 1984 年年内主要离子变化图

4.1.1 HCO₃⁻ 和 Ca²⁺ 离子年内变化

根据 1984 年年内水质曲线可知,地下水中 HCO₃⁻ 和 Ca²⁺ 离子含量的年内变化以黑虎泉最为稳

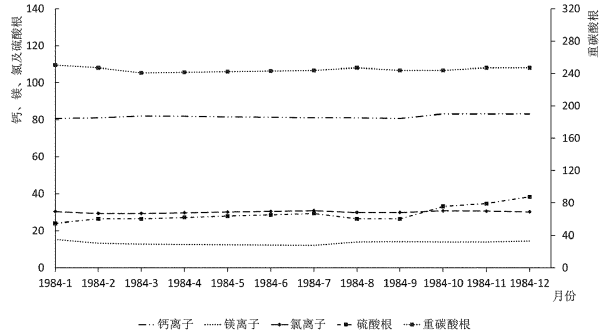


图 9 黑虎泉 1984 年年内主要离子变化图

定,趵突泉其次,HCO₃⁻ 和 Ca²⁺ 离子浓度波动较小;五龙潭和珍珠泉地下水中 HCO₃⁻ 和 Ca²⁺ 离子含量年内有明显波动,其中 HCO₃⁻ 含量变化幅度达到 10~20 mg/L,相应条件下,地下水中的 Ca²⁺ 离子含量变化和 HCO₃⁻ 变化相似,但是波动幅度较 HCO₃⁻ 变化相对要小。

在补给区 CO₂ 输入较稳定(包括大气 CO₂ 和土壤带 CO₂),通过降雨至地表,然后溶解地面和土壤带中碳酸盐矿物 CaCO₃。黑虎泉和趵突泉地下水中 HCO₃⁻ 和 Ca²⁺ 离子含量年内变化较小,可能和黑虎泉、趵突泉泉水流量较大,岩溶含水层储量较大有关;五龙潭和珍珠泉地下水中 HCO₃⁻ 和 Ca²⁺ 离子含量年内变化较明显,可能是五龙潭和珍珠泉流量相对较小,岩溶含水层储量也小,容易反映泉区排泄范围内受地面污染和开采井的影响^[16-18]。

4.1.2 SO₄²⁻ 和 Cl⁻ 离子年内变化

SO₄²⁻ 和 Cl⁻ 离子含量在年内变化与地下水中 HCO₃⁻ 和 Ca²⁺ 离子含量的年内变化相似,在黑虎泉和趵突泉地下水中,二者含量平稳,变化不明显;在五龙潭和珍珠泉地下水中,SO₄²⁻ 和 Cl⁻ 离子含量波动明显。

四大泉群地下水中,SO₄²⁻ 含量在年内大致有轻微上升趋势,表明补给输入的 SO₄²⁻ 含量是同步增长,这部分区域性的增量明显和大气污染是相关的,大气污染占主导地位^[12,19]。

4.1.3 Mg²⁺ 离子年内变化

四大泉群地下水中 Mg²⁺ 离子含量低,变化不大,波动小,相对稳定,代表补给区主要来自于大气输入和土壤带碳酸盐矿物的溶解,在该次(碳酸盐岩地区)研究中,Mg²⁺ 离子的动态和 Ca²⁺ 离子动态

是类似的,只是 Mg^{2+} 离子含量比 Ca^{2+} 离子含量要低。

4.2 2013 年四大泉群主要化学成分的年度变化

根据 2013 年年内每月趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭地下水水质监测资料整理后形成重碳酸根、硫酸根、氯离子、钙、镁年内主要离子月水化学动态曲线(图 10~图 13)。

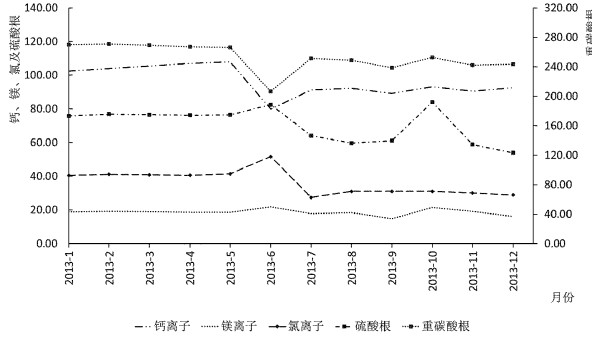


图 10 趵突泉 2013 年年内主要离子变化图

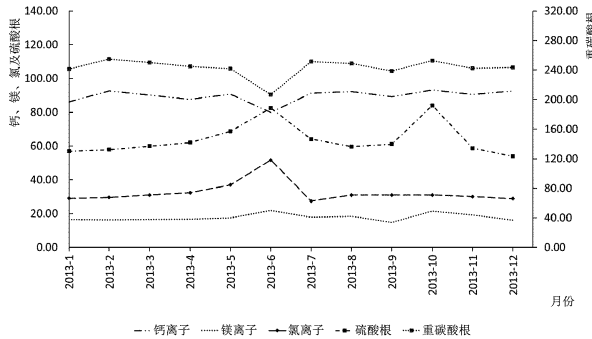


图 11 珍珠泉 2013 年年内主要离子变化图

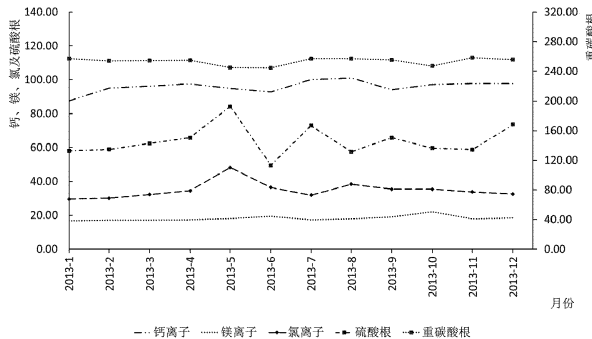


图 12 五龙潭 2013 年年内主要离子变化图

4.2.1 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 离子年内变化

根据 2013 年年内主要离子水化学动态曲线可

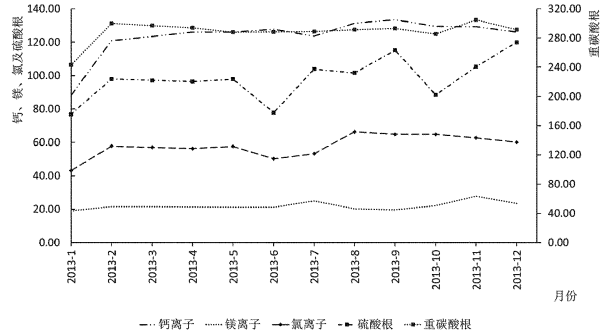


图 13 黑虎泉 2013 年年内主要离子变化图

知,黑虎泉地下水中 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 离子含量最低值出现在 1 月份,然后呈上升趋势,并趋向稳定。趵突泉、五龙潭和珍珠泉地下水中 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 离子含量从 1 月份开始,呈下降趋势,最低值出现在 6 月份,然后呈上升趋势,并趋向稳定。

4.2.2 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子年内变化

趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭地下水 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子起伏变化,呈现不同的变化特点。其中黑虎泉地下水中 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子含量低值发生在 1 月份和 6 月份,高值出现有 8 月份和 12 月份;趵突泉地下水中 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子低值出现在 7 月份和 12 月份,高值出现在 6 月份和 10 月份;五龙潭地下水中 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子含量低值出现在 6 月份,高值出现在 5 月份;珍珠泉地下水中 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子含量最低值出现在 7 月份和 12 月份,高值出现在 6 月份。

4.2.3 Mg^{2+} 离子年内变化

趵突泉、珍珠泉、黑虎泉和五龙潭地下水中 Mg^{2+} 离子浓度较低,起伏变化不明显。其中黑虎泉地下水中 Mg^{2+} 离子浓度高值出现有 7 月份和 11 月份;趵突泉、五龙潭、珍珠泉地下水中 Mg^{2+} 离子浓度高值出现在 6 月份和 10 月份。

5 1984 年和 2013 年主要化学成分

5.1 HCO_3^- , Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 离子变化

对比 1984 年和 2013 年地下水中 HCO_3^- , Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 离子浓度变化可知,1984 年黑虎泉地下水中 HCO_3^- 含量约为 240~250 mg/L, Ca^{2+} 离子含量约为 80 mg/L, Mg^{2+} 离子含量约为 15 mg/L。2013 年地下水中 HCO_3^- 离子含量则上升至 300 mg/L, 上升幅度

为 50~60 mg/L; Ca^{2+} 离子含量上升至 130 mg/L, 上升幅度为 50 mg/L; Mg^{2+} 离子含量上升至 20 mg/L, 上升幅度为 5 mg/L。

1984 年趵突泉地下水中 HCO_3^- 含量约为 230 mg/L, Ca^{2+} 离子含量约为 70 mg/L, Mg^{2+} 离子含量约为 12~13 mg/L。2013 年地下水中 HCO_3^- 离子含量则上升至 250 mg/L, 上升幅度为 20 mg/L; Ca^{2+} 离子含量上升至 90~100 mg/L, 上升幅度为 20~30 mg/L; Mg^{2+} 离子含量上升至 20 mg/L, 上升幅度为 7~8 mg/L。

1984 年五龙潭和珍珠泉地下水中 HCO_3^- 含量约为 220 mg/L, Ca^{2+} 离子含量约为 63 mg/L, Mg^{2+} 离子含量约为 15 mg/L。2013 年地下水中 HCO_3^- 离子含量则上升至 240~250 mg/L, 上升幅度为 20~30 mg/L; Ca^{2+} 离子含量上升至 90~95 mg/L, 上升幅度为 27~32 mg/L; Mg^{2+} 离子含量上升至 17 mg/L, 上升幅度为 2 mg/L。

根据上述对比分析可知, 2013 年地下水中 HCO_3^- 、 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 离子浓度较 1984 年出现了明显增长, 说明补给区地下水中 CO_2 输入量的增长, 驱动了地下水含水层中碳酸盐矿物的溶解。

5.2 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子变化

对比 1984 年和 2013 年地下水 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子浓度变化可知, 1984 年, 黑虎泉地下水中 SO_4^{2-} 离子含量约 25 mg/L, Cl^- 离子含量约 30 mg/L, 至 2013 年地下水中 SO_4^{2-} 离子含量上升至 100 mg/L, Cl^- 离子含量上升至 60 mg/L。1984 年, 趵突泉地下水中 SO_4^{2-} 离子含量约 25 mg/L, Cl^- 离子含量约 23 mg/L, 至 2013 年地下水中 SO_4^{2-} 离子含量上升至 75 mg/L, Cl^- 离子含量上升至 40 mg/L。五龙潭和珍珠泉 1984 年地下水中 SO_4^{2-} 离子含量约 20~22 mg/L, Cl^- 离子含量约 16~20 mg/L, 至 2013 年地下水中 SO_4^{2-} 离子含量上升至 65~70 mg/L, Cl^- 离子含量上升至 35~40 mg/L。1984—2013 年近 30 年时间段内, 地下水中 SO_4^{2-} 离子含量平均年增长为 1.5~2.5 mg/L, Cl^- 离子含量平均年增长为 0.5~1.0 mg/L。

根据上述对比分析可知, 地下水中 SO_4^{2-} 和 Cl^- 离子浓度呈现明显增长, 同时增长是同步的, 而且是区域一致的, 说明主要和大气污染有关。

6 结论

综上所述, 1984—2013 年四大泉群地下水中主

要水化学动态特征明显, 30 年来地下水中主要离子呈现明显的增长趋势, 主要驱动因素是 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 离子含量的增长, 它们和当地燃煤量持续增长密切相关; 而年内主要离子含量动态变化, 这属短期波动, 可能和泉区排泄点周边的环境影响有关。

参考文献:

- [1] 王庆兵, 颜景生, 段秀铭, 等. 北方岩溶泉域济南示范区地下水循环与可持续开发[M]. 济南: 济南出版社, 2015.
- [2] 蔡五田, 高宗军, 王庆兵, 等. 济南岩溶水系统水力联系[M]. 北京: 地质出版社, 2013.
- [3] 王庆兵, 段秀铭, 高赞东, 等. 济南岩溶泉域地下水位监测[J]. 水文地质工程地质, 2007, 34(2): 1-7.
- [4] 张之淦. 娘子关地区马家沟灰岩岩溶-硫酸盐碳酸盐混合建造岩溶一例[M]. 北京: 地质出版社, 1982, 14-24.
- [5] 石建, 逯光明, 姜山, 等. 济南泉域地下水污染现状及对策研究[J]. 山东国土资源, 2012, 28(9): 21-24.
- [6] 万利勤, 徐慧珍, 殷秀兰, 等. 济南岩溶地下水化学成分的形成[J]. 水文地质工程地质, 2008, 35(3): 61-64.
- [7] 王兆林, 高宗军, 徐源, 等. 济南泉域岩溶水水化学特征[J]. 山东国土资源, 2013, 29(2): 27-29.
- [8] 高殿琪. 济南环境水文地质现状与保泉问题[J]. 山东地质, 1988, 4(2): 90-98.
- [9] 李大秋, 高焰, 王志国, 等. 济南泉域岩溶水水质演变及其对人类活动的响应[J]. 水土保持, 2007, 14(6): 242-244.
- [10] 万利勤. 济南泉域岩溶地下水的示踪研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2008.
- [11] 王艳, 葛福玲, 刘晓环, 等. 泰山降水的离子组成特征分析[J]. 中国环境科学, 2006, 26(4): 422-426.
- [12] 戴树桂. 环境分析领域的主攻方向[J]. 国际学术动态, 1996, (5): 7-8.
- [13] Ridder T.B., Baard J.H. and Buishand T.A.. The influence of sampling methods on the quality of precipitation (in Dutch) [M]. KNMI Techn, 1984, Rep. 55: 40.
- [14] Matthes G. The properties of groundwater[M]. New Jersey John: Wiley and Sons, 1982: 255.
- [15] W. M. Edmunds, P. L. Smedley. Residence time Indicators in Groundwater; the East Midlands Triassic Sandstone aquifer[J]. Applied Geochemistry, 2000, (6): 100-105.
- [16] 徐军祥, 邢立亭, 佟光玉, 等. 济南泉域地下水环境演化与保护[J]. 水文地质工程地质, 2004, 31(6): 69-73.
- [17] 徐慧珍, 李文鹏, 殷秀兰, 等. 济南泉域浅层地下水水化学同位素形成[J]. 水文地质工程地质, 2008, 35(221): 65-79.
- [18] 邢立亭, 陆敏, 胡兰英. 济南泉域岩溶水环境现状与保护对策[J]. 济南大学学报(自然科学版), 2006, 20(4): 345-349.
- [19] 桂和荣. 矿区水文地球化学深化与识别[M]. 北京: 地质出版社, 2007.

Hydro-chemical Dynamic Characteristic Analysis on Springs in Jinan City

MENG Xiangling¹, WANG Qingbing¹, LIAN Yongbiao³

(1. Shandong Brigade of China Building Materials Industry Geological Exploration Center, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Monitoring Station of Geological Environment, Shandong Jinan 250013, China; 3. No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Jinan is the capital city of Shandong Province which is famous for springs. Jinan spring area locates in the middle of Jinan city. In order to grasp the changes of water quality of Jinan springs, according to monitoring data in many years, by using annual and year comparison methods, dynamic characteristics and annual variation of major ions for many years, it is showed that, in the past 30 years from 1984 to 2013, main indexes of water quality of Jinan spring have a deteriorating trend. Main driving factors are the increasing content of CO_2 , SO_4^{2-} and Cl^- . It has close relation with continued growth and local coal consumption. Dynamic change of main ion contents belong to short-term fluctuations. It has close relation with surrounding environmental impacts surrounding spring area discharge points.

Key words: Jinan springs; hydrochemical dynamics; influence factors; characteristics analysis