

# 淄博市淄川区饮用天然矿泉水赋存条件与形成机理研究

吴立新

(山东省地质调查院, 山东 济南 250013)

**摘要:**淄博市淄川区饮用天然矿泉水按照含水层性质可划分为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类裂隙岩溶水和岩浆岩类构造裂隙水3大类。区内29眼井泉监测点饮用天然矿泉水检测结果显示,研究区存在锶型、锂型和锶锂复合型3种类型矿泉水。从水岩作用角度分析了矿泉水中锶和锂的来源,认为研究区广泛分布寒武纪碳酸盐岩,石灰岩尤其是鲕状灰岩中丰富的锶元素,是锶矿泉水形成主要的物源条件之一;地下水沿灰岩裂隙岩溶运动为矿泉水的形成创造了重要的水动力条件;研究区腐殖质经低矿化近中性的降水淋滤后,形成富含腐殖酸的偏酸性溶液入渗地下,对地下岩层产生溶解、溶滤作用,随着溶解过程的进行,岩石中的锶元素大量进入地下水中。

**关键词:**天然饮用矿泉水;水岩作用;锶;锂;山东淄川

**中图分类号:**P614.52

**文献标识码:**B

水是生命之源,水的质量问题一直为人类社会所关注,近年来,对矿泉水的研究已成为一项热点课题<sup>[1-4]</sup>。淄博市淄川区是一处具有代表性的矿泉水产出地,其地处泰沂山脉北部,山峦起伏,地势陡峻、沟谷切割纵深,总面积约178 km<sup>2</sup>。古生代寒武纪、奥陶纪碳酸盐岩地层广布,构成山域广阔的中低山单斜区。特有的水文地球化学环境,相对独立的储水构造,汇集了比较丰富且运移流畅的碳酸盐岩裂隙岩溶地下水,为矿泉水的形成创造了天然条件。根据该区地质和水文地质资料,对矿泉水的赋存特征及形成机理进行初步研究。

## 1 区域地质

### 1.1 地层

区域地层属华北地层大区、晋冀鲁豫地层区、鲁西地层分区、淄博-新泰地层小区。出露古生代寒武纪、奥陶纪和第四纪地层。其中,寒武纪地层遍布整个研究区,自南而北、由老到新依次出露有寒武纪长清群馒头组,九龙群张夏组、崮山组、炒米店组和三山子组,岩性以粉砂岩、紫色页岩、鲕粒灰岩、黄绿色页岩、泥质灰岩及薄层灰岩互层为主,是该区主要目

的含水层所在。奥陶纪地层仅有马家沟群东黄山段和北庵庄组,分布于山体上部和顶部。岩性以泥质白云岩、微晶白云岩、纯灰岩夹有薄层白云质灰岩为主。第四纪地层分布于区内沟谷和山涧洼地,主要为大站组和沂河组,主要岩性为浅黄色亚砂土、亚粘土,含沙砾石,砾石成分以石灰岩为主。

### 1.2 构造

研究区地质构造总体特征褶皱不发育,断裂构造较发育。主要断裂有:①淄河断裂带:沿淄河河谷发育,总体走向NE 35°,主断裂倾向SE,倾角60°~70°,平面延伸距离达60 km,水平断距约13 km。②紫峪-东庄断裂:位于研究区东南,北起紫峪村,向南西延伸至博山区池上乡东庄村西,长度约600 m,走向NE,倾向NW,发育在寒武纪地层内,北盘岩性为馒头组、张夏组和崮山组,南盘为馒头组和张夏组。③西余粮断裂:位于西余粮村南侧,EW走向,倾向S,倾角70°,断距近100 m,延伸长度约500 m,断层发育在寒武纪炒米店组和三山子组。

### 1.3 岩浆岩

岩浆岩分布于区内北部东太河村、东岭庄及双崮堆等地,分布面积约6.24 km<sup>2</sup>。出露中生代燕山

收稿日期:2014-05-07;修订日期:2014-05-31;编辑:王秀元

作者简介:吴立新(1962—),女,山东济阳人,工程师,主要从事地质技术管理工作;E-mail:wlx79017@163.com。



东等村等地,分布面积约 8.75 km<sup>2</sup>,含量 1.0 ~ 3.3 mg/L,达到锶型矿泉水标准,上雀峪井锶含量高达 6.79 mg/L,为全区最高检出值。

### 3.2 锂型矿泉水

锂在 29 个水井的地下水中的检出率不足 50%,达标率 10.34%。锂型矿泉水和锂锶复合型矿泉水分布在峨庄沟谷柏树村、石安峪和石沟村一带,含量值 0.2 ~ 0.22 mg/L,分布面积约 5.0 km<sup>2</sup>,占研究区面积的 2.81%,锂含量变化见图 2。

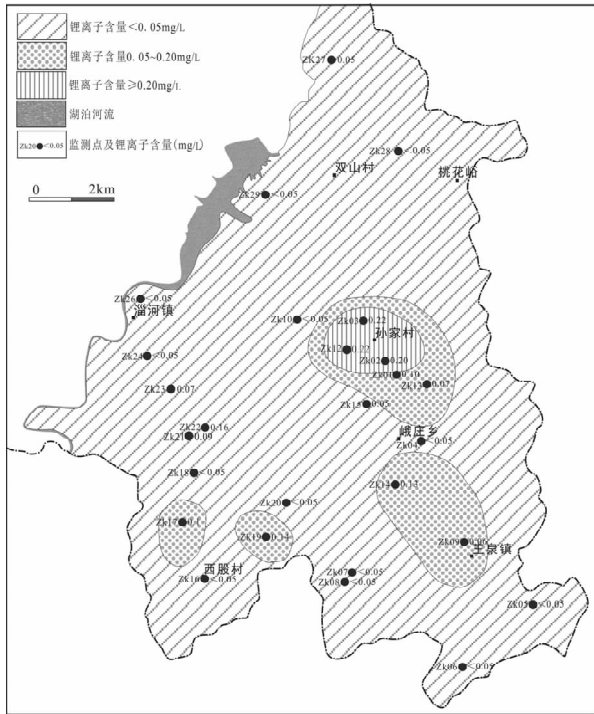


图2 研究区锂离子含量分区图

## 4 矿泉水形成机理分析

### 4.1 岩石物源条件

矿泉水的形成需要丰富的物质来源,为查明锶、锂等的物质来源,按照相关标准<sup>[5-8]</sup>,于研究区采集 33 件岩石样品进行岩矿分析,岩石样品包括不同地质年代、不同深度的页岩、纯灰岩、结晶灰岩、竹叶状灰岩、板状灰岩、片麻岩、闪长岩和主要含水层张夏组鲕状石灰岩。测试结果显示,锶、锂元素在研究区不同岩石中全部检出,检出率为 100%,其中锶检出值介于  $(116 \sim 595) \times 10^{-6}$ ,平均值  $393.45 \times 10^{-6}$ 。锂检出值  $(2.91 \sim 54.62) \times 10^{-6}$ ,平均值  $35.41 \times 10^{-6}$  (表 1)。

表 1 不同岩石中锶、锂含量统计  $10^{-6}$

含量	最大值	最小值	平均值	地壳平均丰度值
页岩	492	179	341	
锶 石灰岩	543	292	438	375
鲕状灰岩	526	340	443	
页岩	54.62	35.42	43.12	
锂 石灰岩	36.12	32.30	34.13	40
鲕状灰岩	38.30	30.52	34.11	

通过对石灰岩、页岩和主要含水层鲕状灰岩中锶、锂统计,锶元素在鲕状灰岩中的均值含量为  $443 \times 10^{-6}$ ,石灰岩中的均值含量为  $438 \times 10^{-6}$ ,页岩中的均值含量为  $341 \times 10^{-6}$ ;锂元素页岩中均值含量为  $43.12 \times 10^{-6}$ ,石灰岩中的值含量为  $34.13 \times 10^{-6}$ ,鲕状灰岩最低,均值含量为  $34.11 \times 10^{-6}$ 。

锶元素在地壳中的丰度值为  $375 \times 10^{-6}$ ,研究区页岩平均值为  $341 \times 10^{-6}$ ,低于地壳丰度值,石灰岩和鲕状灰岩锶平均值分别为  $438 \times 10^{-6}$  和  $443 \times 10^{-6}$ ,均大于地壳丰度值,从元素地球化学观点,锶的离子半径与钙相近,碳酸盐岩在形成过程中,同时捕获了锶,分散元素锶能够进入到各种富钙或钾的矿物之中。研究区广泛分布寒武纪碳酸盐岩地层,石灰岩尤其是鲕状灰岩中丰富的锶元素,为锶型矿泉水的生成提供了丰富的物源,是锶矿泉水形成的主要物源条件之一。

自然界中锂元素在地壳中的丰度很低,为  $40 \times 10^{-6}$ 。但页岩丰度值最高可达  $60 \times 10^{-6}$ ,碳酸盐岩最低。研究区锂的测试数据与此比较吻合,页岩均值含量最高为  $43.12 \times 10^{-6}$ ,略大于地壳丰度值,石灰岩和鲕状灰岩含量较低,分别为  $34.13 \times 10^{-6}$  和  $34.11 \times 10^{-6}$ ,小于地壳丰度值。页岩中锂元素所以较高,是因为锂元素容易被锰土胶体所吸附,页岩中尤其红色页岩中富含铁锰氧化物,页岩在沉积过程中,锰土胶体吸附了大量锂元素,导致锂元素得以在页岩中存积。

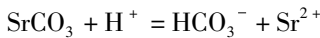
### 4.2 地下水水动力条件

根据钻孔揭露资料,崮山组、张夏组含水层厚度可达 20 余米,上部覆盖厚 140 ~ 190 m 的崮山组页岩和薄层石灰岩,下部为馒头组紫色页岩,受上下隔水层控制,含水层具有明显的承压性。受淄河断裂带等地质构造影响,岩石裂隙岩溶比较发育,为地下水的储存创造了良好空间,研究区山势陡峻,地面坡降大,地下水径流条件良好,井水大多处于山间沟谷

两侧,含水层接受大气降水入渗补给后,地下水沿灰岩裂隙岩溶由南而北运动、循环交替条件良好,运移途中可对含锶岩石进行充分溶蚀溶解,为矿泉水的形成创造了重要的水动力条件。

#### 4.3 地下水水化学条件

研究区地处中低山区,林业发达,植被茂密,人烟相对稀少,腐殖质经低矿化近中性的降水淋滤后,形成富含腐殖酸的偏酸性入渗地下,对地下岩层产生溶解、溶滤作用,寒武纪碳酸盐岩属易溶岩石,特别是在酸性溶液作用侵蚀下更易溶解,随着溶解过程的进行,岩石中的锶元素大量进入地下水中,锶矿物( $\text{SrCO}_3$ )与含 $\text{CO}_2$ 的水相互作用时,其反应为:



随着溶滤作用的不断进行,地下水中的pH值逐渐增高,水的溶蚀能力逐步减弱,部分盐类趋于饱和,整个碳酸体系达到平衡,各类组分含量相对稳定下来,锶含量也受碳酸平衡的影响趋于稳定,达到目前的含量水平。

## 5 结论

研究区广泛分布寒武纪石灰岩和页岩,石灰岩

尤其是鲕状灰岩锶元素含量丰富,页岩中锂元素含量相对丰富,为饮用天然矿泉水的生成提供了重要物质来源。外加区域上利于对矿物元素溶解的良好的循环交替水动力条件和水化学条件,为饮用天然矿泉水的生成提供了重要外在因素。

## 参考文献:

- [1] 肖为国,冯凤玲,王集宁,等.泗水南部灰岩地区矿泉水锶源及形成条件分析[J].山东国土资源,2013,29(4):29-31.
- [2] 肖为国,冯凤玲,王集宁,等.泗水南部矿泉水分布特征及开发建议[J].山东国土资源,2012,28(2):17-19.
- [3] 谷振峰.山东饮用天然矿泉水及其勘查与保护[J].山东国土资源,2002,18(3):84-87.
- [4] 谷振峰.山东饮用天然矿泉水的基本特征及勘查评价方向[J].山东国土资源,1997,13(2):44-47.
- [5] GB/8537-2008,饮用天然矿泉水[S].
- [6] 张宏陶.水质分析大全[M].北京:科学技术文献出版社,1997.
- [7] 高国华,周金生,张本琪.矿泉水的评价与合理开发利用(第1版)[M].北京:地震出版社,1990.
- [8] 沈照理,许绍倬.中国饮用天然矿泉水[M].武汉:中国地质大学出版社,1989.

## Study on Occurrence Conditions and the Formation Mechanism of Drinking Natural Mineral Water in Zichuan District of Zibo City

WU Lixin

( Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** In accordance with potable aquifer properties, natural mineral water in Zichuan district of Zibo city can be divided into loose rock pore water, fissure karst water in carbonate rocks and magmatite class structural fissure water. As showed by drinking natural mineral water test results of 29 monitoring wells, there are 3 types of mineral water in studying area, such as strontium type, lithium type and strontium lithium type. From the aspect of water and rock interaction, the source of strontium and lithium in mineral water have been analyzed. It is regarded that Cambrian carbonate rocks are widely distributed in the area, rich strontium in limestone, particularly in oolitic limestone is one of the main sources of strontium mineral water. The movement of groundwater along the limestone karst fissure creat important hydrodynamic condition for the formation of mineral water. Humus in study area will form weak acidity humic acidic solution and infiltrated into underground after the leaching of nearly neutral atmospheric precipitation with low mineralization. It will cause the dissolution and leaching to underground rocks. Accompanying with the dissolution process, Sr in rocks will come into underground water in a large number.

**Key words:** Natural mineral water for drinking; water - rock interaction; strontium; lithium; zichuan district in Shandong province