

龚磊, 王新峰, 宋绵, 等. 江西兴国县潜在偏硅酸矿泉水水化学特征及水质健康功能评价[J]. 岩矿测试, 2021, 40(6): 894 – 906.  
GONG Lei, WANG Xin – feng, SONG Mian, et al. Hydrochemical Characteristics and Water Quality Health Function Evaluation of Potential Metasilicate Mineral Water in Xingguo County, Jiangxi Province[J]. Rock and Mineral Analysis, 2021, 40(6): 894 – 906.  
【DOI: 10. 15898/j. cnki. 11 – 2131/td. 202109300138】

# 江西兴国县潜在偏硅酸矿泉水水化学特征及水质健康功能评价

龚磊<sup>1,2,3</sup>, 王新峰<sup>2,3</sup>, 宋绵<sup>2,3\*</sup>, 胡啟鋒<sup>4</sup>, 繆賽<sup>4</sup>, 陈浩习<sup>4</sup>

- (1. 河北省高校生态环境地质应用技术研发中心, 河北 石家庄 050031;  
2. 中国地质调查局水文地质环境地质调查中心, 河北 保定 071051;  
3. 中国地质调查局地下水勘查与开发工程技术研究中心, 河北 保定 071051;  
4. 江西有色地质勘查二队, 江西 赣州 343000)

**摘要:** 江西兴国县地下水中富含偏硅酸, 水资源丰富, 但对矿泉水资源禀赋等研究相对薄弱, 开展该县偏硅酸矿泉水水化学特征和健康功能研究, 可为当地发展矿泉水产业、实施乡村振兴战略提供基础支撑。本文应用数理统计、水化学分析、离子比值等多种分析方法研究了兴国县潜在偏硅酸矿泉水的分布、水化学特征以及成因与物质来源, 并基于感官指数和健康指数对其健康功能进行了评价。结果表明: 潜在偏硅酸矿泉水主要分布在岩浆岩裂隙含水岩组、碎屑岩孔隙裂隙含水岩组和变质岩裂隙含水岩组中, 这三类含水岩组的调查水样中, 发现潜在偏硅酸矿泉水的比例分别为 48.5%、45.7%、29.6%, 且主要分布在海拔 400m 以下区域。潜在偏硅酸矿泉水的偏硅酸含量多集中在 32 ~ 40mg/L 之间, 主要来自硅酸盐矿物的水解; 在变质岩、岩浆岩裂隙含水岩组区, 偏硅酸的富集以溶滤作用为主; 在碎屑岩孔隙裂隙含水岩组区, 偏硅酸的富集受溶滤作用和阳离子交替吸附作用共同影响。该县岩浆岩裂隙含水组区潜在偏硅酸矿泉水口感最佳, 深层碎屑岩孔隙含水组区潜在偏硅酸矿泉水健康指数相对较高。本文认为, 兴国县矿泉水勘查开发靶区宜以岩浆岩裂隙含水岩组区和深层碎屑岩孔隙裂隙含水岩组区为主。研究成果可为揭示兴国县偏硅酸矿泉水资源价值和功能提供参考。

**关键词:** 潜在偏硅酸矿泉水; 水化学特征; 离子比值法; 水质健康功能评价; 兴国县

**要点:**

- (1) 揭示了兴国县潜在偏硅酸矿泉水的赋存特征、水化学成因和物质来源。  
(2) 兴国县岩浆岩裂隙含水组区潜在偏硅酸矿泉水口感最佳, 深层碎屑岩孔隙含水组区潜在偏硅酸矿泉水健康指数相对较高。  
(3) 兴国县矿泉水勘查开发应以深层碎屑岩孔隙裂隙含水岩组和岩浆岩裂隙含水岩组为主。

**中图分类号:** P641      **文献标识码:** A

硅是人体所必需的微量元素, 一般以偏硅酸的形态存在于水中, 易被人体吸收, 对促进骨骼生长发育、软化血管、调整消化道与心血管系统功能等有明显作用, 富含偏硅酸的矿泉水因具有较佳的口感而

收稿日期: 2021 – 09 – 30; 修回日期: 2021 – 11 – 02; 接受日期: 2021 – 11 – 15  
基金项目: 中国地质调查局地质调查项目 (DD20179262, DD20190259); 河北省高校生态环境地质应用技术研发中心开放研究基金资助项目 (JSYF – Z202101)  
第一作者: 龚磊, 硕士, 工程师, 主要从事基岩山区水文地质调查与研究等工作。E – mail: gonglei@mail. cgs. gov. cn。  
通信作者: 宋绵, 硕士, 工程师, 主要从事基岩山区水文地质调查与研究等工作。E – mail: songmian@mail. cgs. gov. cn。

广受人们青睐<sup>[1-4]</sup>。世界各国对矿泉水的定义、分类及质量要求各有不同,如美国注重理化方面的限量要求,欧盟关注微生物学上的安全,而中国除了关注微生物学和理化性质安全外,还明确了7项界限指标含量要求<sup>[5]</sup>。中国国家标准《饮用天然矿泉水》(GB 8537—2018)中,对偏硅酸矿泉水的界限指标要求为偏硅酸含量不小于30mg/L(水温大于25℃时,不小于25mg/L)。赋存在花岗岩和玄武岩地区的地下水普遍含有偏硅酸,但其富集程度不一,如中国主流矿泉水品牌水源地吉林省长白山<sup>[6]</sup>、云南昆明西山<sup>[7]</sup>等区域地下水中偏硅酸含量分别在30~63.9mg/L、35~62.45mg/L。研究偏硅酸矿泉水的赋存规律、形成机制以及健康功能研究,可为偏硅酸矿泉水的开发利用和保护提供科学依据。

偏硅酸矿泉水的形成与地貌、地层岩性、地质构造、地下水循环条件、水文地球化学过程等因素密切相关<sup>[8]</sup>。以往对偏硅酸矿泉水形成机制的研究,侧重于从岩石地球化学角度探讨水岩相互作用,如危润初<sup>[9]</sup>认为吉林省靖宇县特殊的岩石地球化学背景,是偏硅酸矿泉水溶质组分形成的基础;或侧重于阐述地下水水化学特征演化,如Lee等<sup>[10]</sup>、何锦等<sup>[11]</sup>认为偏硅酸矿泉水的水化学特征主要受到溶滤作用和阳离子交换作用的影响;或侧重于研究基础地质条件对偏硅酸矿泉水形成的控制作用,如孙厚云等<sup>[12]</sup>认为汉诺坝玄武岩偏硅酸矿泉水的形成与分布受玄武岩地质建造制约。对偏硅酸矿泉水水质健康评价的研究,则侧重于饮用安全性,如马于曦等<sup>[13]</sup>应用单一指标分析法和综合指数分析法对吉林省抚松县偏硅酸矿泉水水质开展人体健康效应评价;或侧重于偏硅酸对人体或动物的生物学效应研究,如陈荣河<sup>[2]</sup>认为高偏硅酸矿泉水可能提高小鼠的肠道葡萄糖吸收、血糖水平及肝糖原储存作用,Davenward等<sup>[14]</sup>、Jones等<sup>[15]</sup>研究认为高偏硅酸矿泉水对阿尔茨海默症以及多发性硬化症等疾病的改善有益。这些研究成果为开发利用偏硅酸矿泉水资源奠定了基础,也是水文地质调查、地下水环境研究服务社会的重要方向。

位于江西省南部的赣州市兴国县,受加里东期和燕山期岩浆活动,县域范围内遭受多期次岩浆岩侵入,岩性以花岗岩类为主,在县域东西两侧形成中低山地貌,这些地质条件有利于偏硅酸矿泉水的形成。2017—2020年,中国地质调查局水文地质环境地质调查中心赣南扶贫找水项目在兴国县实施扶贫找水地质调查工作期间,开展了全县地下水调查,发

现该县蕴含丰富的潜在偏硅酸矿泉水资源。本文依托在此期间获取的地下水水质数据,利用数理统计方法分析县域内岩浆岩变质岩含水岩组、碎屑岩孔隙裂隙含水岩组中潜在偏硅酸矿泉水的分布特征、水化学特征;结合离子比值法,剖析了其中主要含水岩组内的水岩相互作用以及主要水化学组分的物质来源,并基于感官指数和健康指数对潜在偏硅酸矿泉水的健康功能进行评价,旨在为兴国县勘查、开发利用和保护优质矿泉水资源提供参考。

## 1 研究区概况

江西省兴国县位于罗霄山脉以东,武夷山脉以西的雩山山区,雩山支脉绵延全境,全县总面积3215km<sup>2</sup>。县域地势由东北西边缘逐渐向中南部倾向,北、东、西三面边沿为中山,中部及南部以县城为中心,形成不封闭的月牙形盆地,盆地外围为丘陵、冈地。研究区属亚热带东南季风湿润气候区<sup>[16]</sup>,年平均降水量1515.6mm。区内地表水丰富,河网密布,主要河流有潋江、潋水、平固江、良村河、均村河等,所有河流均发育于境内。

研究区中心盆地内主要分布一套白垩系陆相红色岩系,盆地周边被震旦系、寒武系变质岩和加里东期、燕山期花岗岩环绕。根据地层岩性组合和水文地质条件分析,研究区地下水类型可分为松散岩类孔隙水、碎屑岩孔隙裂隙水、碳酸盐岩裂隙岩溶水、变质岩裂隙水和岩浆岩裂隙水<sup>[17]</sup>。

## 2 实验部分

### 2.1 样品分布

本次分析综合考虑水质数据质量、样点位置及所处地下水系统、含水岩组等,共计筛选有效样点水质数据175个,样点分布如图1所示。根据取样调查资料显示,样点类型为钻孔的取水含水层深度均大于10米,取水含水层类型均为深层含水岩组,样点类型为大口井的取水含水层深度均小于10米。

### 2.2 水样采集及处理

样点水样采集按照《1:5万水文地质调查规范》(DZ/T 0282—2015)要求开展,所有样点均采用德国GARMIN的GPS进行定位,大口井、钻孔采样前均充分进行井孔清洗,所有水样采集后按照要求保存,并在规定时间内送至国土资源部南昌矿产资源监督检测中心进行检测。

### 2.3 水样分析测试

水样酸碱度(pH值)采用玻璃电极法(雷磁

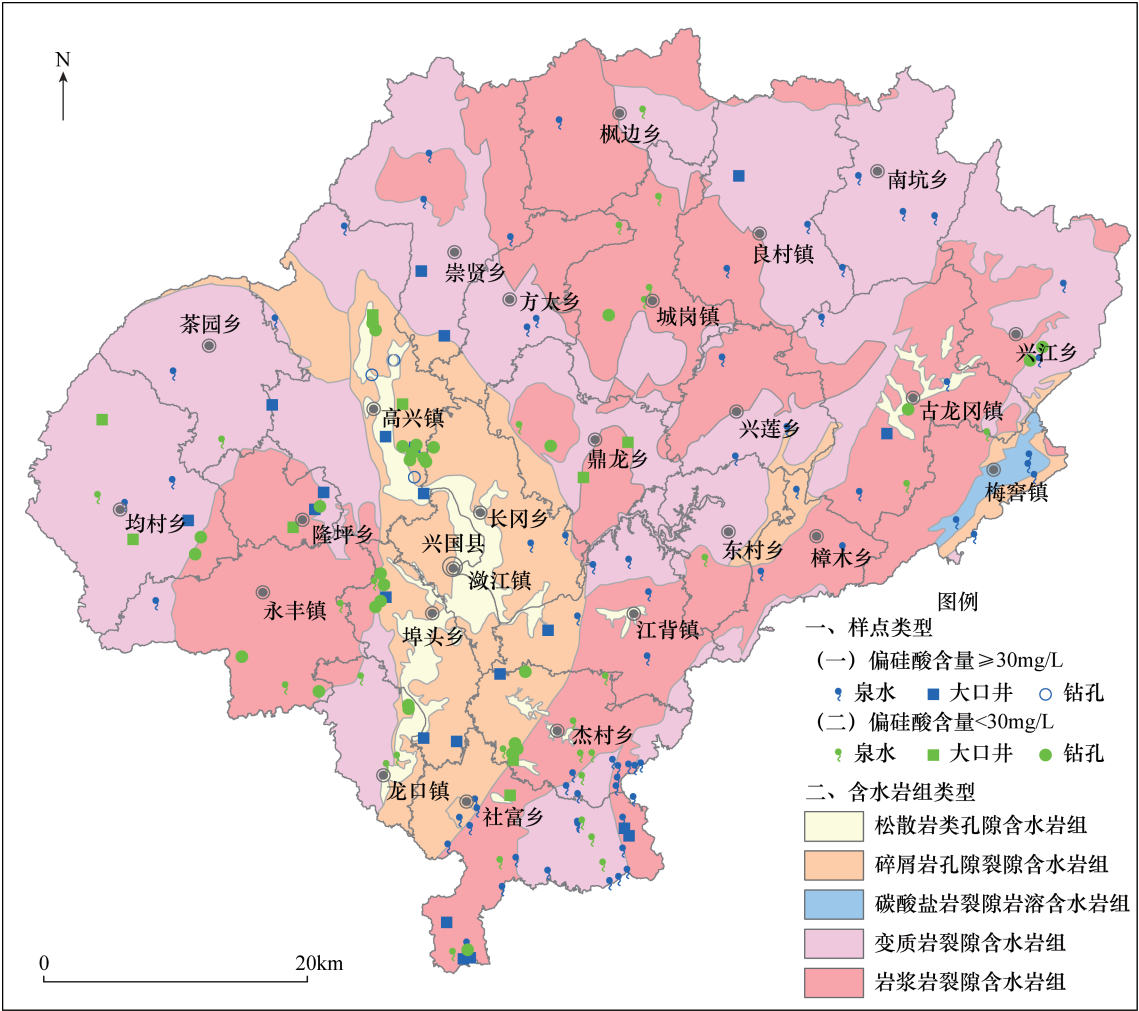


图1 研究区采样点分布图

Fig. 1 Distribution map of sampling sites in the study area

PHS-3C pH 计, 中国) 测定。 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  采用电感耦合等离子体质谱法(X-series II 电感耦合等离子体质谱仪, 美国 ThermoFisher 公司) 测定。 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  采用容量法进行测定。 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  采用离子色谱法(ICS-1100 离子色谱仪, 美国 ThermoFisher 公司) 测定。溶解性总固体(TDS) 采用 105℃ 干燥-重量法(GB 8538—2016) 测定。偏硅酸采用硅钼蓝比色法测定。主要阴阳离子测试过程中, 准确度控制采用插入标准溶液样和加标回收两种方法, 精密度控制采用重复测试的方法, 水质测试相对偏差允许限均符合要求, 每一批次样品实验室均同时进行 2 个空白试验以控制全过程空白变化, 空白值均不高于测试方法检出限的 2/3。

本次研究仅针对一期样点水质数据进行分析, 为避免产生歧义, 参照《矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016) 规定, 后文将偏硅酸含量达到

《天然矿泉水国家标准》(GB 8537—2018) 界限指标限值的样点均称为“潜在偏硅酸矿泉水”。文中研究潜在偏硅酸矿泉水空间分布特征时采用全部样点数据(175 个); 研究潜在偏硅酸矿泉水的水化学特征、物质来源和成因以及健康功能评价时, 仅采用偏硅酸含量达标的样点数据(70 个)。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 研究区偏硅酸矿泉水分布及水化学特征

##### 3.1.1 总体分布特征

本次分析采用的样点水温均小于 25℃, 根据《天然矿泉水国家标准》(GB 8537—2018) 对界限指标值的规定, 偏硅酸含量  $\geq 30\text{mg/L}$  可确定为偏硅酸矿泉水。据此, 对样点地下水水化学组分进行统计(表 1), 偏硅酸( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) 含量在 6.15 ~ 60.04mg/L, 其含量达到界限指标限值的样点共计 70 个, 占总样

表 1 研究区地下水水化学组分统计特征

Table 1 Statistical characteristics of hydrochemical components in groundwater

| 类别                             | 项目   | H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub><br>(mg/L) | TDS<br>(mg/L) | pH   | K <sup>+</sup><br>(mg/L) | Na <sup>+</sup><br>(mg/L) | Ca <sup>2+</sup><br>(mg/L) | Mg <sup>2+</sup><br>(mg/L) | Cl <sup>-</sup><br>(mg/L) | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>(mg/L) | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>(mg/L) | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup><br>(mg/L) | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>(mg/L) |
|--------------------------------|------|-------------------------------------------|---------------|------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 非潜在偏<br>硅酸矿泉<br>水样点<br>(N=105) | 均值   | 19.68                                     | 77.26         | 6.83 | 2.1                      | 5.28                      | 10.99                      | 2.47                       | 3.31                      | 6.72                                    | 52.58                                   | 0                                       | 3.54                                   |
|                                | 中值   | 19.88                                     | 51.31         | 6.84 | 1.56                     | 3.2                       | 4.94                       | 1.3                        | 0.89                      | 1.96                                    | 34.1                                    | 0                                       | 0.68                                   |
|                                | 标准差  | 5.96                                      | 64.28         | 0.49 | 1.88                     | 14.07                     | 14.21                      | 2.8                        | 6.03                      | 15.38                                   | 47.36                                   | 0                                       | 5.99                                   |
|                                | 最小值  | 6.15                                      | 17.66         | 5.32 | 0.14                     | 0.24                      | 0.38                       | 0                          | 0.09                      | 0.1                                     | 9.27                                    | 0                                       | 0.03                                   |
|                                | 最大值  | 29.92                                     | 421           | 8.81 | 10.43                    | 143.98                    | 64.52                      | 14.7                       | 44.24                     | 112.5                                   | 214.61                                  | 0                                       | 31.82                                  |
|                                | 变异系数 | 0.3                                       | 0.83          | 0.07 | 0.9                      | 2.66                      | 1.29                       | 1.14                       | 1.82                      | 2.29                                    | 0.9                                     | 0                                       | 1.69                                   |
| 潜在偏硅<br>酸矿泉水<br>样点<br>(N=70)   | 均值   | 37.41                                     | 114.97        | 7    | 2.01                     | 12.7                      | 13.52                      | 3.17                       | 2.29                      | 7.29                                    | 85.76                                   | 0.08                                    | 1.95                                   |
|                                | 中值   | 36.12                                     | 78.93         | 6.95 | 2.01                     | 5.97                      | 6.41                       | 1.07                       | 1.3                       | 1.84                                    | 52.46                                   | 0                                       | 0.62                                   |
|                                | 标准差  | 6.21                                      | 84.27         | 0.51 | 0.78                     | 20.23                     | 14.43                      | 4.7                        | 3.11                      | 18.83                                   | 75.61                                   | 0.63                                    | 3.21                                   |
|                                | 最小值  | 30.2                                      | 42.4          | 6.15 | 0.63                     | 1.12                      | 1.07                       | 0.16                       | 0.13                      | 0.1                                     | 19.89                                   | 0                                       | 0                                      |
|                                | 最大值  | 60.04                                     | 430.8         | 8.61 | 4.33                     | 125.53                    | 54.35                      | 21.2                       | 15.22                     | 125                                     | 309.07                                  | 5.29                                    | 15.52                                  |
|                                | 变异系数 | 0.17                                      | 0.73          | 0.07 | 0.39                     | 1.59                      | 1.07                       | 1.48                       | 1.36                      | 2.58                                    | 0.88                                    | 8.36                                    | 1.64                                   |

点数的 40%。其中,岩浆岩裂隙含水岩组、碎屑岩孔隙裂隙含水岩组和变质岩裂隙含水岩组达标样点分别有 33 个、21 个、16 个,占所在区样点数的 48.5%、45.7%、29.6%。松散岩类孔隙含水岩组和碳酸盐岩裂隙岩溶含水岩组无达标样点,详见图 1。由此可见,偏硅酸矿泉水在兴国县地下水中普遍存在且含量比较丰富。

3.1.2 偏硅酸含量与高程关系

兴国县地貌类型以中低山丘陵为主,样点所处高程变化较大,通过分析采样点偏硅酸含量和高程关系,如图 2 所示,发现 90% 的潜在偏硅酸矿泉水样点均分布在 400m 高程线以下,这一关系与采样点类型和所处含水岩组无关,且存在偏硅酸含量越高、高程越低趋势。根据山区地下水径流特征分析,样点高程越低,其地下水径流路径可能越长,水岩相互作用时间越长,偏硅酸含量越高。

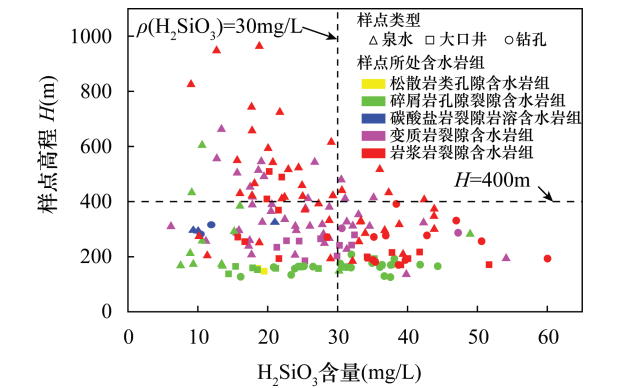


图 2 偏硅酸含量与高程的关系  
Fig. 2 Relationship between metasilicic acid content and elevation

3.1.3 潜在偏硅酸矿泉水偏硅酸含量分布特征

小提琴图(Violin Plot)能够清晰地展示数据的分布状态以及概率密度,该图结合了箱形图和密度图的特征,图形宽窄可反映数据在不同位置出现的频率(密度)高低<sup>[18]</sup>。图 3 展示了该区潜在偏硅酸矿泉水样点中偏硅酸含量的分布特征,各含水岩组内达标样点偏硅酸含量多集中在 32~40mg/L 之间,其中岩浆岩裂隙含水岩组样点偏硅酸含量相对较高,普遍集中在 36~39mg/L 之间,碎屑岩孔隙裂隙含水岩组样点偏硅酸含量次之,多集中在 34~36mg/L 之间,变质岩裂隙含水岩组样点偏硅酸含量最小,普遍集中在 32mg/L 左右。根据样点类型分析,样点类型为钻孔时,偏硅酸含量相对较高,普遍集中在 36~38mg/L 之间,样点类型为泉水时,偏硅酸含量普遍集中在 32~36mg/L 之间,样点类型为大口井时,偏硅酸含量差异性较大,总体分布在 32~40mg/L 之间。

3.1.4 潜在偏硅酸矿泉水水化学特征

根据派珀三线图(Piper 三线图)可以分析主要离子的相对含量<sup>[19-21]</sup>。从图 4 可知潜在偏硅酸矿泉水样点均都落在 3 区,表明 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 等弱酸根离子含量占比超过 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + Cl<sup>-</sup> 等强酸根离子,各阳离子在水中占比优势不明显。按照舒卡列夫分类法,潜在偏硅酸矿泉水样点水化学类型主要为 HCO<sub>3</sub>-Ca·Na 型、HCO<sub>3</sub>-Ca·Mg·Na 型、HCO<sub>3</sub>-Ca 型、HCO<sub>3</sub>-Na 型等。

3.2 潜在偏硅酸矿泉水水化学形成作用分析

3.2.1 溶滤作用

地下水在径流过程中不断与岩土发生反应,交换化学成分,探讨水岩相互作用是了解地下水化学

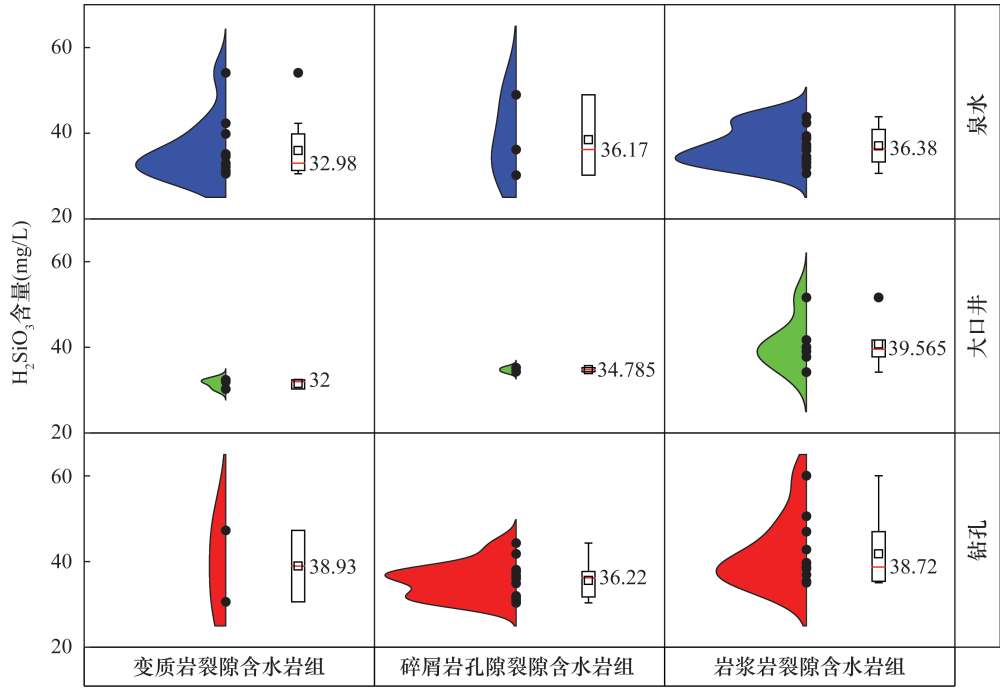


图3 偏硅酸含量分布小提琴图

Fig. 3 Distribution diagram of metasilicic acid contents

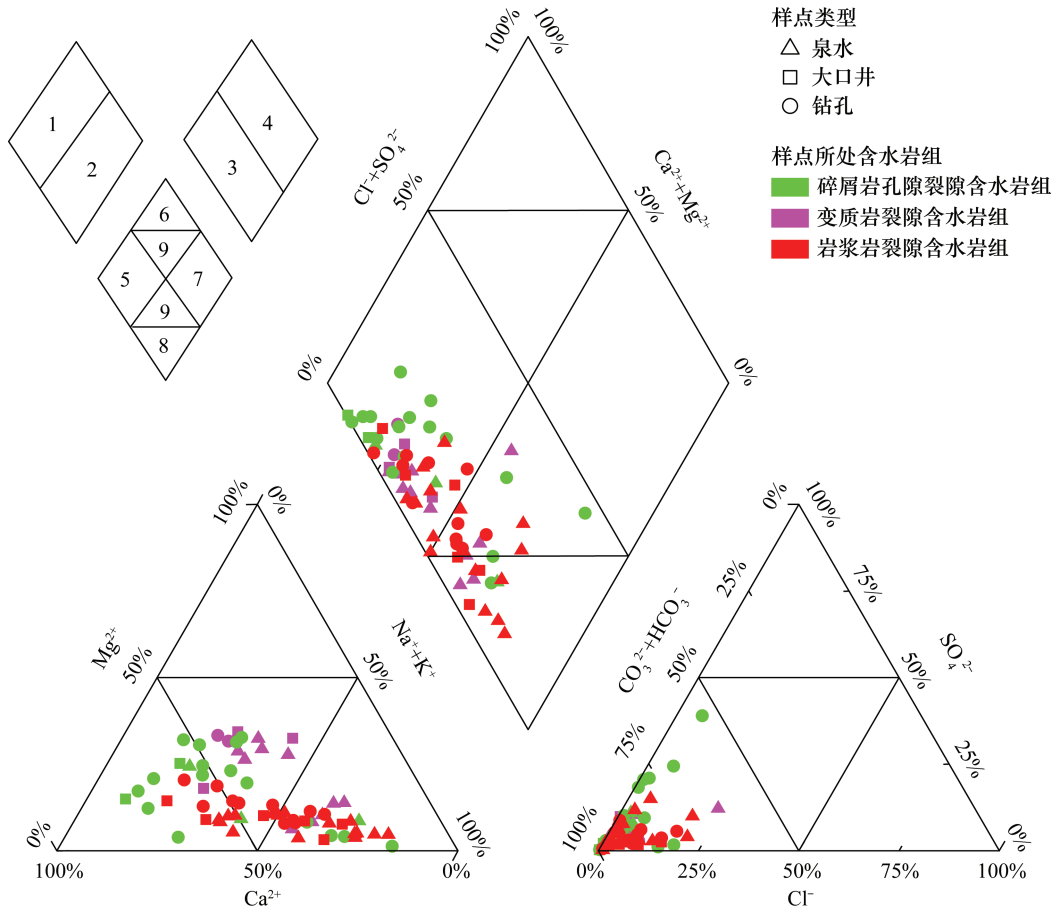


图4 潜在偏硅酸矿泉水样点 Piper 三线图

Fig. 4 Piper trigram of potential metasilicate mineral water samples



成因的重要途径<sup>[22-23]</sup>。前人通常利用 Gibbs 图来研究水岩作用对地下水化学的影响<sup>[24-26]</sup>。将研究区内潜在偏硅酸矿泉水样点水化学数据绘制在 Gibbs 图(图 5)中。从图 5 中的 a 和 b 可以看出样点数据基本都落在岩石风化控制区,说明控制本区地下水水化学形成的主要因素为岩石风化。碎屑岩孔隙裂隙含水岩组样点( $\text{Na}^+$ )/( $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$ )摩尔浓度比值多数小于 0.5,且( $\text{Cl}^-$ )/( $\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$ )摩尔浓度比值均小于 0.5,说明水中以碱土阳离子与重碳酸盐为主,属于典型的矿物溶滤形成的地下水,且样点总体趋势偏向蒸发结晶作用控制区域,说明该区地下水处于径流排泄区。变质岩、岩浆岩裂隙含水岩组样点总体上有靠近大气降水控制区域趋势,反映了这两个含水岩组地下水处于补给径流区,水化学组分含量在一定程度上受大气降水入渗补给影响,但整体上还是受溶滤作用控制。

3.2.2 阳离子交替吸附作用

当以含  $\text{Ca}^{2+}$  为主的地下水,进入主要吸附有  $\text{Na}^+$  的岩土时,就会发生阳离子交替吸附作用<sup>[22]</sup>,这一过程也是决定地下水中阳离子浓度的主要水文地球化学过程之一<sup>[11]</sup>,前人通常认为地下水中( $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+} - \text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^-$ )与( $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ )的摩尔浓度比值在 -1 左右时,表明地下水在径流过程中发生了

阳离子交替吸附作用<sup>[27-28]</sup>。根据图 6a 可以看出,研究区潜在偏硅酸矿泉水样点中( $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+} - \text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^-$ )与( $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ )的摩尔浓度有着较强的相关关系( $R^2 = 0.946$ ),且斜率为 -0.915,说明该区地下水发生了阳离子交替吸附作用。

氯碱指数( $\text{CAI}_1$  和  $\text{CAI}_2$ )可以确定阳离子交替吸附作用方向和强度,当氯碱指数均为正时,地下水中  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  置换含水层中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ,反之则是地下水中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  被  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  置换出来<sup>[29]</sup>。根据图 6b 可以看出,潜在偏硅酸矿泉水样点的  $\text{CAI}_1$  和  $\text{CAI}_2$  均为负,表明研究区潜在偏硅酸矿泉水中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  与围岩中  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  发生了交换,且碎屑岩孔隙裂隙含水岩组交换强度最强,变质岩、岩浆岩裂隙含水岩组交换强度较弱。同时  $\text{Na}^+$  摩尔浓度大于  $\text{Cl}^-$  摩尔浓度,表明除盐岩溶解外, $\text{Na}^+$  还有其他来源,如钠长石( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )溶解,也会使地下水中偏硅酸含量增加。

3.2.3 人类活动输入

人类活动对地下水中主要离子的影响可以通过  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  与  $\text{Ca}^{2+}$  的摩尔浓度比值关系进行识别<sup>[30]</sup>。从图 7 中可以发现大部分潜在偏硅酸矿泉水样点水质的两个比值都较小,说明研究区潜在偏硅酸矿泉水受人类活动影响较小,但 6 号样点受到工矿活动影响,

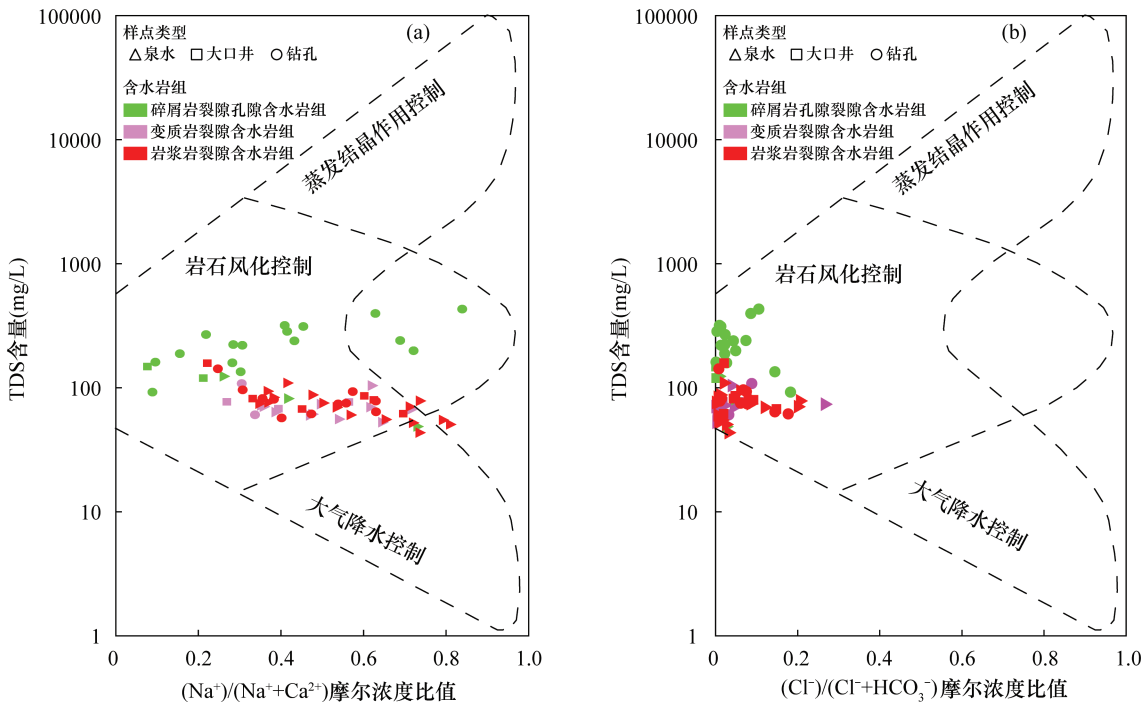


图 5 潜在偏硅酸矿泉水样点 Gibbs 图  
Fig. 5 Gibbs diagrams of potential metasilicate mineral water samples

根据调查记录该样点所在钻孔揭露了萤石矿脉;编号17、125、110等样品受到农业活动和生活污水影响。

3.2.4 离子比值及主要组分来源分析

地下水径流过程中,受大气降水补给、岩石风

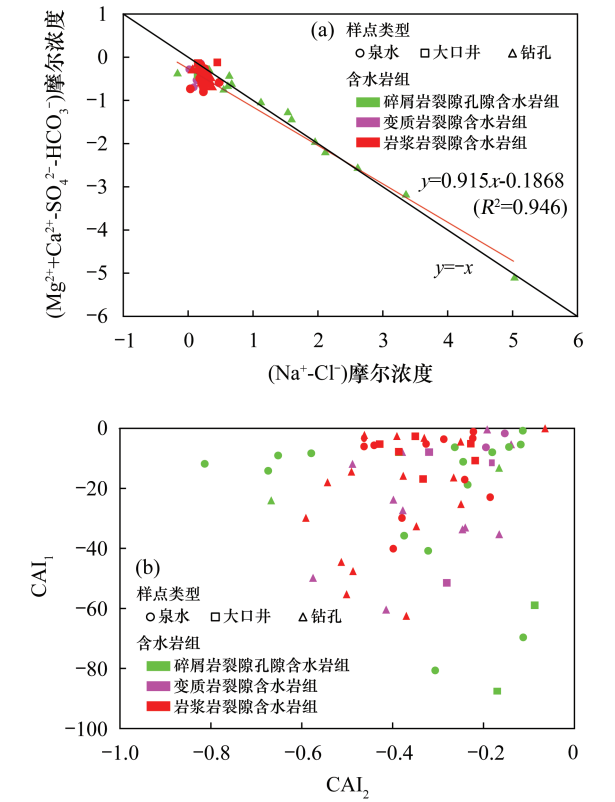
化、盐岩溶解和人为输入等不同作用影响,会导致矿物溶解或者沉淀,一般可用主要离子摩尔浓度比值来判断发生反应的主要矿物,反推主要化学组分来源及水化学形成作用的影响程度<sup>[19,27,31-32]</sup>。

(1)  $(Cl^-)/(Na^+ + K^+)$  摩尔浓度比值

该离子摩尔浓度比值可以识别盐分来源,当二者比值大于1时认为岩石矿物在地下水中发生溶解, $Na^+$ 从岩石矿物中释放出来;当二者小于或接近1时,表明地下水中化学成分主要是矿物岩类经风化-溶滤作用形成。由图8a可以看出,研究区潜在偏硅酸矿泉水样点多在1:1线上方,其中碎屑岩孔隙裂隙含水岩组样点远离1:1线,变质岩、岩浆岩裂隙含水岩组样点靠近1:1线,说明碎屑岩孔隙裂隙含水岩组潜在偏硅酸矿泉水中 $Na^+$ 和 $K^+$ 的主要来源是岩盐溶解,而变质岩、岩浆岩裂隙含水岩组潜在偏硅酸矿泉水中 $Na^+$ 和 $K^+$ 的主要来源方式是盐岩风化溶滤。

(2)  $(Ca^{2+})/(Mg^{2+})$  摩尔浓度比值

水体中 $Ca^{2+}$ 和 $Mg^{2+}$ 主要来源于岩石的风化溶



a— $(Mg^{2+} + Ca^{2+} - SO_4^{2-} - HCO_3^-)$ 与 $(Na^+ - Cl^-)$ 摩尔浓度相关关系; b—氯碱指数( $CAI_1$ 和 $CAI_2$ )关系图。

图6 阳离子交替吸附作用分析图

Fig. 6 Analysis diagrams of cation alternating adsorption

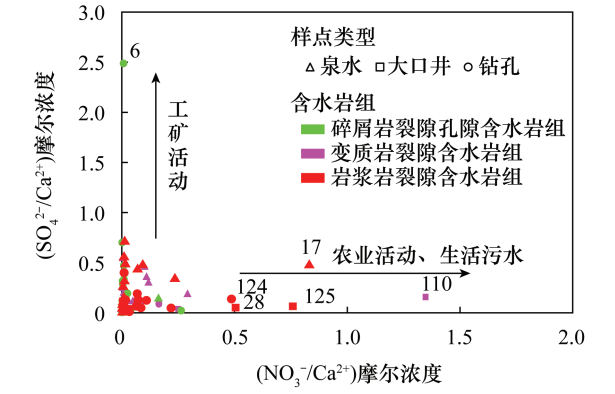
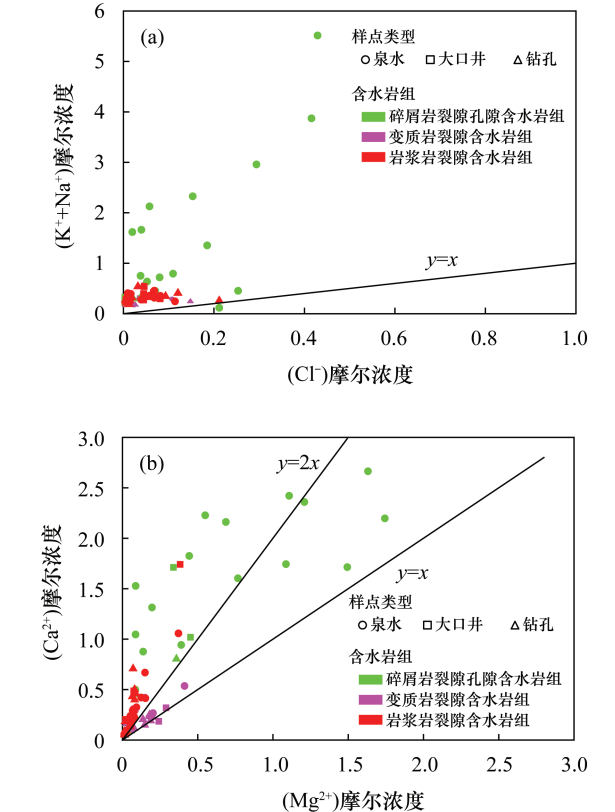


图7 样点 $(SO_4^{2-}/Ca^{2+})$ 摩尔浓度比值和 $(NO_3^-/Ca^{2+})$ 摩尔浓度比值的关系

Fig. 7 Relationship of the molar value of  $(SO_4^{2-}/Ca^{2+})$  and  $(NO_3^-/Ca^{2+})$



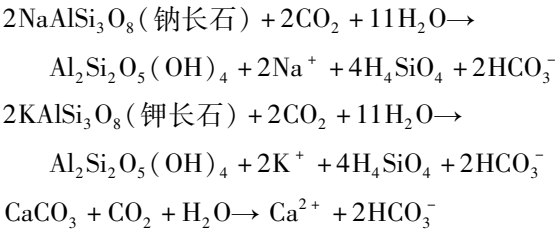
a— $(Cl^-)/(Na^+ + K^+)$ 的相关关系;  
b— $(Ca^{2+})/(Mg^{2+})$ 的相关关系。

图8 潜在偏硅酸矿泉水中离子比值相关关系

Fig. 8 Correlation diagrams of ionic ratio

解和蒸发盐岩(石膏)的溶解,二者比值在 1~2 说明碳酸盐岩风化溶解占主要地位,该比值大于 2 说明硅酸盐或石膏溶解贡献较大。根据图 8b 可知,碎屑岩孔隙裂隙含水岩组样点的  $(Ca^{2+})/(Mg^{2+})$  摩尔浓度比值大于 1,说明碳酸盐岩风化溶解和硅酸盐或石膏溶解对该区潜在偏硅酸矿泉水水化学组分形成都有贡献;变质岩裂隙含水岩组样点的  $(Ca^{2+})/(Mg^{2+})$  摩尔浓度比值在 1~2 之间,说明碳酸盐岩的风化溶解对该区潜在偏硅酸矿泉水水化学组分形成的贡献相对较大;岩浆岩裂隙含水岩组样点的  $(Ca^{2+})/(Mg^{2+})$  摩尔浓度比值大于 2,说明硅酸盐或石膏溶解对该区潜在偏硅酸矿泉水水化学组分形成的贡献相对较大。由于研究区内  $SO_4^{2-}$  含量均较低,绝大多数样品中(62 个样点,占总样点的 88%)含量在 10mg/L 以下,说明石膏对水中离子的贡献非常微弱,而硅酸盐的风化溶解对地下水水化学组分形成贡献相对较大。

钠长石、钾长石等硅酸盐岩的风化溶解过程中产生  $Na^+$ 、 $K^+$ ,也是地下水中偏硅酸的主要来源,溶滤作用时间越长,偏硅酸含量越高;方解石等碳酸盐岩风化并与地下水发生溶滤作用,也是提供  $HCO_3^-$  的一个重要来源,同时导致地下水中  $Ca^{2+}$  浓度增大,而阳离子交替吸附作用使  $Ca^{2+}$  被吸附至围岩,  $Na^+$  被置换至地下水中。其反应方程式如下:



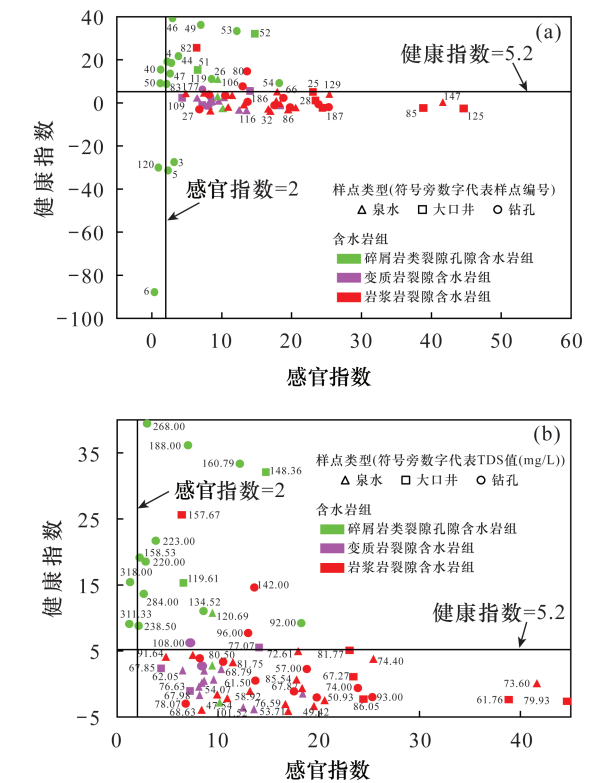
3.3 矿泉水水质健康功能评价

优质的矿泉水既需要满足健康要求,还需要具有良好的口感。国内外的研究表明饮用水口感的优劣及对健康的影响与其含有的阴阳离子种类及含量存在密切联系,也会直接影响消费者的接受程度<sup>[33~36]</sup>。通过消费者偏好分析,认为采用感官指数和健康指数概念能够将饮用水的美味和健康性量化。根据研究,当感官指数 $\geq 2$ 时,认为该饮用水口感好(美味水),当健康指数 $\geq 5.2$ 时,认为饮用水有益健康(健康水),两项指数结合能够综合反映水质,对评价矿泉水健康功能具有一定的参考意义<sup>[35,37]</sup>。

$$\text{感官指数} = \frac{\rho_{Ca^{2+}} + \rho_{K^+} + \rho_{SiO_2}}{\rho_{Mg^{2+}} + \rho_{SO_4^{2-}}} \quad (1)$$

$$\text{健康指数} = \rho_{Ca^{2+}} - 0.87\rho_{Na^+} \quad (2)$$

式中: $\rho$  为各水化学组分含量(mg/L)。  
潜在偏硅酸矿泉水样点感官指数和健康指数如图 9 所示。从图 9a 可以得出,除编号为 6、40、50、120 样点外,其余 94.3% 样点感官指数均大于 2,属于美味水,其中岩浆岩裂隙含水岩组矿泉水口感最优,次为变质岩裂隙含水岩组,这与当地对优质饮用水的普遍认识相一致。



a—健康指数在 -100 至 40 之间的采样点;  
b—健康指数大于 -5 的采样点。

图 9 潜在偏硅酸矿泉水健康功能评价图

Fig.9 Health function evaluation diagram of potential metasilicate mineral water

按健康指数统计,28.5% 的样点健康指数大于 5.2,且样点大部分发育在碎屑岩孔隙裂隙含水岩组,样点类型以钻孔居多。其中碎屑岩孔隙裂隙含水岩组样点健康指数在 -87~39 之间,大于 5.2 的有 15 个样点(占该区总样点的 71.4%),该区样点健康指数呈两级分化,有的健康指数较高,有的健康指数较低,这可能与该区地下水径流过程中经受长期溶滤作用有关;变质岩裂隙含水岩组样点健康指数在 -3.9~6.2 之间,大于 5.2 的有 2 个样点(占该区总样点的 12.5%);岩浆岩裂隙含水岩组样点健康指数在 -4.2~25.6 之间,大于 5.2 的样点有



3个样点,占该区总样点的9.09%。

将研究区健康指数大于-5的采样点标注TDS如图9b所示。可以发现健康指数小于5.2的样点TDS值普遍小于100mg/L,而健康指数大于5.2的样点TDS值普遍在100~300mg/L,TDS值大于300mg/L样点达不到美味水标准,样点TDS值在50~100mg/L时,感官指数普遍较高,优于TDS值在100~300mg/L样点。WHO在第四版饮用水指南中推荐的溶解性总体范围在100~600mg/L,中国检验检疫科学研究院综合检测中心在2021年发布的《健康直饮水水质标准》(T/BJWA 001—2021)将溶解性总固体上限定为300mg/L。高庭苇等<sup>[36]</sup>分析了市场上常见包装饮用水水质口感和人群偏好,得出TDS约为10~100mg/L的口感最佳,本文研究得出的结论与此基本一致。

## 4 结论

本文探究了兴国县潜在偏硅酸矿泉水的分布、水化学组分特征和物质来源以及健康功能等。兴国县地下水中普遍含有偏硅酸,达到潜在偏硅酸矿泉水标准( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ 含量 $\geq 30\text{mg/L}$ )的地下水主要分布在岩浆岩裂隙含水岩组、碎屑岩孔隙裂隙含水岩组和变质岩裂隙含水岩组,总体达标比例在40%,含量多集中在32~40mg/L之间,且90%以上潜在矿泉水点的海拔高程低于400m。潜在偏硅酸矿泉水水化学类型以 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 、 $\text{HCO}_3 - \text{Na}$ 等为主。该区地下水中偏硅酸富集的主要原因是溶滤作用和阳离子交替吸附作用,其中变质岩、岩浆岩含水岩组区潜在偏硅酸矿泉水主要是硅酸盐岩风化溶滤形成,碎屑岩孔隙裂隙含水岩组区潜在偏硅酸矿泉水主要是硅酸盐岩、碳酸盐岩在风化溶滤作用和阳离子交替吸附作用的共同作用下形成。根据感官指数和健康指数评价,兴国县94.3%的潜在偏硅酸矿泉水口感较好,其中以岩浆岩裂隙含水岩组区潜在偏硅酸矿泉水口感最佳,而来源于碎屑岩孔隙裂隙含水岩组区的深层水(样点类型钻孔)大多健康指数较高,适合长期饮用。

根据本研究成果,兴国县开展矿泉水资源的勘探与开发靶区,应集中在深层碎屑岩孔隙裂隙含水岩组和岩浆岩裂隙含水岩组。由于本研究仅针对地下水水化学数据开展研究,探究了潜在偏硅酸矿泉水在兴国县区域上的分布特征,但对地质条件(如构造)考虑较少,尚不足以阐述潜在偏硅酸矿泉水的形成模式。鉴于此,潜在偏硅酸矿泉水分布与地貌、构造等关系以及其补径排特征等,还有待进一步研究。

**致谢:**感谢中国地质调查局水文地质环境地质调查中心赣南扶贫找水项目组全体技术人员为本文数据获取而作出的辛勤付出。

## 5 参考文献

- [1] Jurkić L M, Cepenec I, Pavelić S K, et al. Biological and therapeutic effects of ortho-silicic acid and some ortho-silicic acid-releasing compounds: New perspectives for therapy[J]. Nutrition & Metabolism, 2013, 10(1): 1-12.
- [2] 陈荣河. 高偏硅酸天然矿泉水的生物学效应研究[D]. 福州: 福建医科大学, 2016.  
Chen R H. Biological effects of metasilicate-rich natural mineral water[D]. Fuzhou: Fujian Medical University, 2016.
- [3] 王亚平, 许春雪, 代阿芳, 等. 硅钼黄分光光度法测定地下水中偏硅酸的不确定度评定[J]. 岩矿测试, 2010, 29(5): 601-606.  
Wang Y P, Xu C X, Dai A F, et al. Uncertainty evaluation for the determination of metasilicic acid in groundwater samples by molybdosilicate yellow spectrophotometry[J]. Rock and Mineral Analysis, 2010, 29(5): 601-606.
- [4] 舒为群, 罗教华, 张建江. 饮水和食物中可溶性硅酸与人体健康的关系[J]. 中华预防医学杂志, 2020, 54(6): 702-707.  
Shu W Q, Luo J H, Zhang J J. The relationship between soluble silicate acid in drinking water and food and human health[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2020, 54(6): 702-707.
- [5] 张凤鸿. 国内外瓶装水法规解析——天然矿泉水篇[J]. 食品安全导刊, 2019(9): 44-46.  
Zhang F H. Analysis of bottled water laws and regulations at home and abroad: Natural mineral water chapter[J]. China Food Safety Magazine, 2019(9): 44-46.
- [6] 张文卿, 王文凤, 刘淑芹, 等. 长白山矿泉水补给径流与排泄关系[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2019, 47(2): 108-113.  
Zhang W Q, Wang W F, Liu S Q, et al. Relationship of recharge runoff and drainage for the mineral water in the Changbai Mountain[J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2019, 47(2): 108-113.
- [7] 单婷婷, 徐世光, 范柱国, 等. 昆明西山偏硅酸矿泉水特征及形成机理[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2019, 44(2): 39-47.  
Shan T T, Xu S G, Fan Z G, et al. Characteristics and formation mechanism of metasilicate mineral water in Xishan Mountain of Kunming[J]. Journal of Kunming

- University of Science and Technology ( Natural Science), 2019, 44(2): 39–47.
- [8] 张贵,张华,王波,等. 滇东岩溶高原矿泉水类型及地质控制[J]. 地球学报, 2021, 42(3): 333–340.  
Zhang G, Zhang H, Wang B, et al. Mineral water types and geological control in karst plateau of eastern Yunnan [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2021, 42(3): 333–340.
- [9] 危润初. 靖宇国家级自然保护区天然矿泉水形成机理研究[D]. 长春: 吉林大学, 2014.  
Wei Y C. Study on the formation mechanism of natural mineral water in Jingyu National Nature Reserve [D]. Changchun: Jilin University, 2014.
- [10] Lee J M, Koh D C, Chae G T, et al. Integrated assessment of major element geochemistry and geological setting of traditional natural mineral water sources in South Korea at the national scale [J]. Journal of Hydrology, 2021, 598: 1–18.
- [11] 何锦, 马雪梅, 邓启军, 等. 河北省张北县新生代玄武岩偏硅酸矿泉水化学特征及成因 [J]. 中国地质, 2021(待出版).  
He J, Ma X M, Deng Q J, et al. Hydrochemical characteristics and formation mechanism of metasilicate mineral water in a Cenozoic basaltic aquifer in Zhangbei County, Hebei Province [J]. Geology in China, 2021 (in press).
- [12] 孙厚云, 卫晓锋, 孙晓明, 等. 御道口汉诺坝玄武岩偏硅酸矿泉水形成机制及其地质建造制约 [J]. 地球科学, 2020, 45(11): 4236–4253.  
Sun H Y, Wei X F, Sun X M, et al. Formation mechanism and geological construction constraints of metasilicate mineral water in Yudaokou, Hannuoba basalt area [J]. Earth Science, 2020, 45(11): 4236–4253.
- [13] 马于曦, 卞建民, 孙晓庆, 等. 吉林省抚松县天然矿泉水水化学特征及健康评价 [J]. 吉林农业大学学报, 2021, 43(3): 355–362.  
Ma Y X, Bian J M, Sun X Q, et al. Hydrochemical characteristics and health evaluation of natural mineral water in Fusong County, Jilin Province [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2021, 43(3): 355–362.
- [14] Davenport S, Bentham P, Wright J, et al. Silicon – rich mineral water as a non – invasive test of the ‘aluminum hypothesis’ in Alzheimer’s disease [J]. Journal of Alzheimers Disease, 2013, 33(2): 423–430.
- [15] Jones K, Linhart C, Hawkins C, et al. Urinary excretion of aluminium and silicon in secondary progressive multiple sclerosis [J]. Ebiomedicine, 2017, 26: 60–67.
- [16] 兴国县地方志编纂委员会. 兴国县志 [M]. 西安: 三秦出版社, 2009.
- Xingguo County Local Chronicles Compilation Committee. Xingguo County chronicles [M]. Xi’an: Sanqin Publishing House, 2009.
- [17] 龚磊, 王新峰, 宋绵, 等. 江西兴国县溶解性总固体分布规律初探 [J]. 地球学报, 2018, 39(5): 586–591.  
Gong L, Wang X F, Song M, et al. Characteristics of total dissolved solids in Xingguo County, Jiangxi Province [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2018, 39(5): 586–591.
- [18] 贾亮亮, 田晓华, 刘华杰. 安新县地下水多组分含量分析及水质评价 [J]. 中国农学通报, 2021, 37(14): 78–83.  
Jia L L, Tian X H, Liu H J, et al. Multi – component content analysis and water quality evaluation of groundwater in Anxin [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2021, 37(14): 78–83.
- [19] 张涛, 何锦, 李敬杰, 等. 蛤蟆通河流域地下水化学特征及控制因素 [J]. 环境科学, 2018, 39(11): 4981–4990.  
Zhang T, He J, Li J J, et al. Major ionic features and possible controls in the groundwater in the Hamatong River Basin [J]. Environmental Science, 2018, 39(11): 4981–4990.
- [20] 朱洲洋, 肖长来, 梁秀娟, 等. 安图县玄武岩区偏硅酸型天然矿泉水水化学特征及形成机理 [J]. 水利水电技术, 2021, 52(10): 146–156.  
Zhu Z Y, Xiao C L, Liang X J, et al. Hydrochemical characteristics and formation mechanism of metasilicic acid type natural mineral water in basalt area of Antu County [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2021, 52(10): 146–156.
- [21] 于扬, 王伟, 王登红, 等. 水化学找矿法及其在大型资源基地绿色调查中的应用——以川西九龙地区地表水化学找矿为例 [J]. 岩矿测试, 2021, 40(2): 227–238.  
Yu Y, Wang W, Wang D H, et al. Hydrochemical prospecting and its application in green investigation for the large mineral resource base: A case study from Jiulong area in western Sichuan Province [J]. Rock and Mineral Analysis, 2021, 40(2): 227–238.
- [22] 王大纯, 张人权. 水文地质学基础 [M]. 北京: 地质出版社, 1995.  
Wang D C, Zhang R Q. Hydrogeology foundation [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995.
- [23] 范晨子, 刘永兵, 赵文博, 等. 云南安宁水系沉积污染物分布特征与风险评价 [J]. 岩矿测试, 2021, 40(4): 570–582.  
Fan C Z, Liu Y B, Zhao W B, et al. Pollution distribution characteristics and ecological risk assessment of heavy

- metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the river sediments in Anning, Yunnan Province [J]. *Rock and Mineral Analysis*, 2021, 40(4): 570–582.
- [24] Andres M, Paul S. Groundwater chemistry and the gibbs diagram [J]. *Applied Geochemistry*, 2018, 97(1): 209–212.
- [25] Ren X F, Li P Y, He X D, et al. Hydrogeochemical processes affecting groundwater chemistry in the central part of the Guanzhong Casin, China [J]. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 2021, 80: 74–91.
- [26] 齐玉涵, 张春艳, 程艳红, 等. 郑州市区地下水水化学演变及成因分析 [J]. *工程勘察*, 2021, 49(9): 39–45.
- Qi Y H, Zhang C Y, Cheng Y H, et al. Hydrochemical evolution and cause analysis of groundwater in Zhengzhou downtown [J]. *Geotechnical Investigation & Surveying*, 2021, 49(9): 39–45.
- [27] 孙英, 周金龙, 魏兴, 等. 巴楚县平原区地下水水化学特征及成因分析 [J]. *环境化学*, 2019, 38(11): 2601–2609.
- Sun Y, Zhou J L, Wei X, et al. Hydrochemical characteristics and cause analysis of groundwater in the plain area of Bachu County [J]. *Environmental Chemistry*, 2019, 38(11): 2601–2609.
- [28] Xiao J, Jin Z D, Wang J, et al. Hydrochemical characteristics, controlling factors and solute sources of groundwater within the Tarim River Basin in the extreme arid region, NW Tibetan Plateau [J]. *Quaternary International*, 2015, 380–381: 237–246.
- [29] 张振国, 何江涛, 王磊, 等. 衡水地区深层地下水水化学特征及其演化过程 [J]. *现代地质*, 2018, 32(3): 565–573.
- Zhang Z G, He J T, Wang L, et al. Hydrochemical characteristics and evolution processes of deep groundwater in Hengshui area [J]. *Geoscience*, 2018, 32(3): 565–573.
- [30] 左禹政, 安艳玲, 吴起鑫, 等. 贵州省都柳江流域水化学特征研究 [J]. *中国环境科学*, 2017, 37(7): 2684–2690.
- Zuo Y Z, An Y L, Wu Q X, et al. Study on the hydrochemical characteristics of Duliu River Basin in Guizhou Province [J]. *China Environmental Science*, 2017, 37(7): 2684–2690.
- [31] 魏善明, 丁冠涛, 袁国霞, 等. 山东省东汶河沂南地区地下水水化学特征及形成机理 [J]. *地质学报*, 2021, 95(6): 1973–1983.
- Wei S M, Ding G T, Yuan G X, et al. Hydrochemical characteristics and formation mechanism of groundwater in Yi'nan, East Wenh River Basin in Shandong Province [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2021, 95(6): 1973–1983.
- [32] 孙岐发, 孙苗桢, 贾林刚, 等. 长春新区地下水水质特征及其对生态健康的评价 [J]. *中国地质*, DOI: 11.1167. p. 20200402. 161.002.
- Sun Q F, Sun Z A, Jia L G, et al. Characteristics of groundwater quality in Changchun New District and its evaluation on ecological health [J]. *Geology in China*, DOI: 11.1167. p. 20200402. 161.002.
- [33] Whelton A J, Dietrich A M, Burlingame G A, et al. Minerals in drinking water: Impacts on taste and importance to consumer health [J]. *Water Science & Technology*, 2007, 55(5): 283–291.
- [34] 杨庆娟, 魏宏斌, 邹平, 等. 纳滤水的口感分析 [J]. *净水技术*, 2009, 28(5): 25–28.
- Yang Q J, Wei H B, Zou P, et al. Taste analysis of drinking – water produced by NF membrane [J]. *Water Purification Technology*, 2009, 28(5): 25–28.
- [35] 李洁, 李红岩, 王新, 等. 应用感官指数和健康指数评价生活饮用水水质 [J]. *中国给水排水*, 2018, 34(23): 54–57, 63.
- Li J, Li H Y, Wang X, et al. Evaluation of drinking water quality by sensory and health indices [J]. *China Water & Wastewater*, 2018, 34(23): 54–57, 63.
- [36] 高庭苇, 彭文娟, 韩秉均, 等. 包装饮用水口感的水质影响因素和人群偏好研究 [J]. *给水排水*, 2021, 47(4): 6–13.
- Gao T W, Peng W J, Han B J, et al. Study on the influence of water qualities and population preferences of the taste of packaged drinking water [J]. *Water & Wastewater Engineering*, 2021, 47(4): 6–13.
- [37] 李佳林, 马于曦, 卞建民, 等. 长白山地区安图县矿泉水水化学成因及水质健康功能评价 [J]. *中国农村水利水电*, 2021(6): 42–48.
- Li J L, Ma Y X, Bian J M, et al. Hydrochemical origin and water quality health function evaluation of mineral water in Antu County of Changbai Mountain area [J]. *China Rural Water and Hydropower*, 2021(6): 42–48.

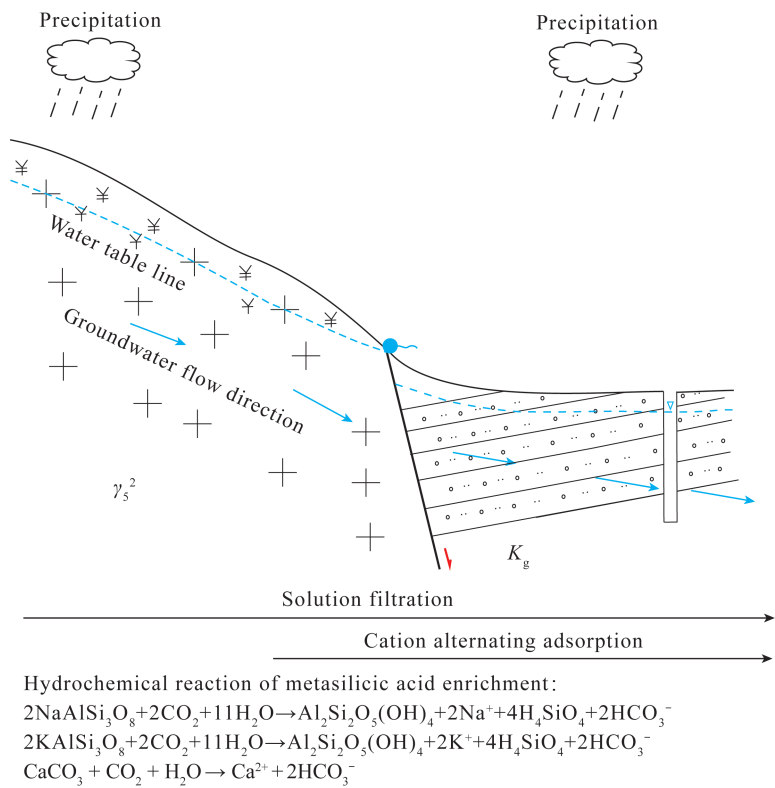
# Hydrochemical Characteristics and Water Quality Health Function Evaluation of Potential Metasilicate Mineral Water in Xingguo County, Jiangxi Province

GONG Lei<sup>1,2,3</sup>, WANG Xin-feng<sup>2,3</sup>, SONG Mian<sup>2,3\*</sup>, HU Qi-feng<sup>4</sup>, MIAO Sai<sup>4</sup>, CHEN Hao-xi<sup>4</sup>

- (1. Hebei Center for Ecological and Environmental Geology Research, Shijiazhuang 050031, China;
- 2. Center for Hydrogeology and Environmental Geology, China Geological Survey, Baoding 071051, China;
- 3. Center for Groundwater Exploration and Development Engineering Technology Research, China Geological Survey, Baoding 071051, China;
- 4. Jiangxi Nonferrous Geological Exploration Team No.2, Ganzhou 343000, China)

## HIGHLIGHTS

- (1) The occurrence characteristics, hydrochemical origin and material source of potential metasilicate mineral water in Xingguo County were revealed.
- (2) The potential metasilicate mineral water in a magmatic rock fracture water – bearing group area had the best taste, and the potential metasilicate mineral water in the deep clastic rock pore water – bearing group area had a relatively high health index.
- (3) Mineral water exploration and development in Xingguo County should focus on deep clastic rock pore fissure aquifers and magmatic rock fissure aquifers.



ABSTRACT

**BACKGROUND:** The groundwater in Xingguo County is rich in metasilicic acid, but the research on the endowment characteristics and genetic mechanism of mineral water resources is relatively weak, which restricts the development of the mineral water industry in Xingguo County to some extent. Research on the chemical characteristics and health functions of metasilicate mineral water in the county provides basic support for the development of the local mineral water industry and the implementation of a revitalization strategy.

**OBJECTIVES:** To summarize the distribution characteristics of metasilicate mineral water in Xingguo County and evaluate its health function.

**METHODS:** Mathematical statistics, water chemistry analysis, ion ratio and other analytical methods were used to study the distribution, water chemistry characteristics, genesis and material sources of potential metasilicate mineral water in Xingguo County, and its health function based on sensory index and health index was evaluated.

**RESULTS:** Potential metasilicate mineral water was mainly distributed in the area below 400m above sea level, and it was distributed primarily in a magmatic rock fissure water – bearing rock formation, a clastic rock pore fissure water – bearing rock formation and a metamorphic rock fissure water – bearing rock formation. In the investigated water samples of these three types of water – bearing rock formations, the proportion of potential metasilicate mineral water was 48.5% , 45.7% and 29.6% , respectively. The metasilicic acid content of potential metasilicate mineral water was mostly between 32 and 40mg/L, mainly from the hydrolysis of silicate minerals. The enrichment of metasilicic acid was caused by solution filtration in the metamorphic rock and magmatic rock fracture water – bearing formation area, and was jointly affected by solution filtration and cation alternating adsorption in the clastic rock pore fracture water – bearing formation area. The potential metasilicate mineral water in the magmatic rock fracture water – bearing group area had the best taste, and the deep clastic rock pore water bearing group area had a relatively high health index.

**CONCLUSIONS:** The results of this study suggest that the target area of mineral water exploration and development in Xingguo County should be in magmatic rock fissure water – bearing rock formation areas and deep clastic rock pore fissure water – bearing rock formation areas. The research results provide reference for revealing the value and function of metasilicate mineral water resources in Xingguo County.

**KEY WORDS:** potential metasilicate mineral water; hydrochemical characteristics; ionic ratio method; water quality health function evaluation; Xingguo County