

贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水化学特征及其宏量组分来源分析

江峰^{1*}, 李强^{1,2}, 吉勤克补子^{1,2}, 周亚男^{1,2}

(1. 贵州省地矿局第二工程勘察院, 贵州 遵义 563000; 2. 贵州省地质矿产勘查
开发局 114 地质大队, 贵州 遵义 563000)

[摘要]贵州省饮用天然矿泉水资源非常丰富,且水质优良,本文对贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水进行了系统的水样采集、水质化验等工作。检测结果显示,贵州省岩溶区饮用天然矿泉水 pH 值 7.0~8.1,为中性水;溶解性总固体(TDS)含量介于 160.64~925.10 mg/L 之间,平均含量为 369.70 mg/L,属淡水;总硬度(以 CaCO₃ 计)136.8~740.6 mg/L,平均硬度为 293.0 mg/L,属微硬-硬水;有益元素总含量介于 0.11~6.91 mg/L 之间,平均含量为 1.28 mg/L,总体上,贵州省饮用天然矿泉水属中性微硬-硬富锶型淡水。Piper 三线图显示其水化学类型以 HCO₃³⁻-Ca²⁺(Mg²⁺)为主。基于前人研究成果,并结合多种地球化学图解分析,旨在剖析贵州省饮用天然矿泉水水化学特征,探讨其宏量组分来源。贵州省饮用天然矿泉水 Gibbs 图解显示,其水化学组分主要来源于岩石风化淋滤作用,部分受大气降雨影响较明显;Mg/Na-Ca/Na 图解投点均落于碳酸盐岩和硅酸盐岩之间,且明显偏向于碳酸盐岩,指示其主要受控于碳酸盐岩的溶滤作用;HCO₃³⁻-(Mg²⁺/Ca²⁺)图解投点主要集中在方解石和白云石过渡区域,显示其主要来源于方解石的溶解,白云石溶解亦有一定贡献。通过宏量组分来源相关分析,对贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水成因规律的认识有一定指导意义。

[关键词]岩溶地区;饮用天然矿泉水;水化学图解;宏量组分来源;贵州省

[中图分类号]P642.25;P314.1;P641.134 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2019)-02-0173-06

近年来,为打造贵州新特色,积极培育饮用水产业“新名片”,打造一批在国内外有影响力的“贵州品牌”。全省范围内开展了许多关于岩溶地区饮用天然矿泉水的生产和科研项目,其来源、控制因素及成因等已有了较为丰富的认识,相关研究已有大量成果报道(马昌华等,1989;陈履安和张世从,1993;陈履安等,1993;郑松,1999;李娟和汪境仁,2012;肖时珍等,2015),但研究对象大多局限在某一特定范围内,对全省饮用天然矿泉水化学特征以及其宏量组分来源相关研究较少涉及。本文依托贵州省国土资源厅项目(“贵州省矿泉水调查评价”黔国土资函[2016]269号),对贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水进行了系统的水样采集、水质分析评价,利用二元组分相关性分

析,并结合多种地球化学图解分析,探讨了贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水化学特征以及其宏量离子组分来源,为揭示贵州省饮用天然矿泉水的成因规律提供了基础。

1 地质背景简介

贵州省是全国岩溶发育最为广泛的地区之一,省内地层主要由沉积岩、浅变质沉积岩组成,火成岩和深变质岩很少出露。在沉积岩中又以碳酸盐岩最为发育,据统计贵州省碳酸盐岩地层累计厚度达 20 000 m,分布面积约 12.96 万平方公里,占总国土面积 73.6%左右(图 1),碳酸盐岩的广布,为贵州省岩溶地区优质饮用天然矿泉水的发

[收稿日期]2019-01-09 **[修回日期]**2019-03-09

[基金项目]贵州省科技计划项目“贵州省地下水热水资源赋存条件及勘查关键技术研究”(黔科合[2016]支撑 2842)、贵州省地勘基金项目“贵州省矿泉水调查评价”(黔国土资函[2016]269号)资助。

[作者简介]江峰(1991—),男,硕士研究生,从事水工环地质研究工作。E-mail: DongshengJ@xy.hfut.edu.cn.

[通讯作者]李强,男,高级工程师,从事水工环地质研究工作。

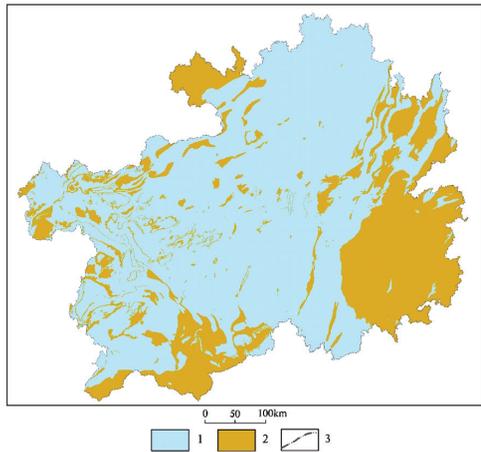


图1 贵州省碳酸盐岩和非碳酸盐岩分布图
(底图据王明章等,2018. 略改)

Fig.1 Distribution of carbonate rock and non carbonate rock in Guizhou province

1—碳酸盐岩;2—非碳酸盐岩;3—省界线

育提供了良好的物质基础。

2 水样采集与分析方法

本文水样采集工作是基于贵州省矿泉水调查评价项目(黔国土资函[2016]269号)开展,样品采集地点涉及贵州省各市州,水样总计68个,其中石灰岩区发育的天然矿泉水42个,白云岩区发育的天然矿泉水26个,类型主要涉及温泉、泉点和浅井三种类型。

水样采集按照《水质采样样品的保存和管理技术规范》(HJ493-2009)要求进行,除现场测定的项目,如水温、pH值等,其余地球化学参数在贵州省地质矿产中心实验室完成。分析参数包括溶解性总固体(TDS),主要阳离子(K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}),主要阴离子(HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-)以及部分微量元素离子。 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 采用阳离子色谱仪测定; HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 采用阴离子色谱仪测定。Piper三线图基于Origin2019版绘制成图,其余水化学图解制作及数据的统计处理均是基于Microsoft office excel 2010和word 2010制作完成。

3 水质结果

3.1 理化性质

贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水总体水质良好,无正常视力可见外来异物,且煮沸前后无异臭

和味;饮用天然矿泉水水温变幅较大,变化于 $13.0^{\circ}C \sim 52.9^{\circ}C$ 之间,平均为 $22.24^{\circ}C$;其pH值介于 $7.0 \sim 8.1$ 之间,平均为7.4,总体呈中性。

3.2 水化学组成

贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水阳离子方面,白云岩区和石灰岩区发育的矿泉水优势阳离子主要有钙离子和镁离子以及一定量的钾离子和钠离子等。主导阳离子均为钙离子(Ca^{2+}),其次为镁离子(Mg^{2+}),钾钠($Na^+ + K^+$)离子含量次之,但其含量差异明显:白云岩区矿泉水 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和($Na^+ + K^+$)离子平均含量分别为 79.01 mg/L 、 28.19 mg/L 和 5.95 mg/L ;石灰岩区矿泉水 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和($Na^+ + K^+$)离子平均含量分别为 86.31 mg/L 、 15.77 mg/L 和 11.16 mg/L 。经统计,本次采集的饮用天然矿泉水样的钙镁离子含量占总阳离子含量九成以上共有58个,占总数的85.3%左右;其余阳离子总和仅占总数的14.7%左右。

阴离子方面,白云岩区和石灰岩区发育的矿泉水水化学组成一致,优势阴离子均为重碳酸氢根离子(HCO_3^-),其次为硫酸根离子(SO_4^{2-})以及少量的氯离子(Cl^-)。白云岩区矿泉水 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 Cl^- 平均含量分别为 246.43 mg/L 、 106.00 mg/L 和 5.04 mg/L ;石灰岩区矿泉水平均含量分别为 216.62 mg/L 、 104.87 mg/L 和 5.52 mg/L 。

3.3 水化学类型

贵州省饮用天然矿泉水类型丰富,主要为重碳酸盐型(图2),阳离子方面(左下角三角区域),

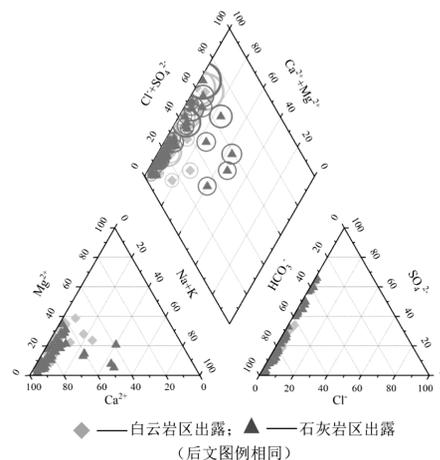


图2 贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水 Piper 三线图
Fig.2 Piper diagram of portable natural mineral water in the karst area of Guizhou

从 Piper 三线图可以看出,发育于石灰岩和白云岩区域的矿泉水有着相似的水化学组成,其投点均明显集中于 Ca^{2+} 离子端元,指示其阳离子水化学类型以 Ca^{2+} 离子为主导;阴离子方面(右下角三角区域),投点均落于 HCO_3^- 离子端元,且阴离子逐渐由 HCO_3^- 离子向 SO_4^{2-} 离子过渡的趋势。

水性质方面(中间菱形区域),投点大部份集中于左上角区域,指示贵州省饮用天然矿泉水中碱土金属离子(Ca、Mg、Sr等)含量大于碱金属离子(K、Na、Li等),这也是贵州省饮用天然矿泉水有益元素组分主要为锶(Sr)的又一表现。总体上,贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水化学类型以 HCO_3^- - Ca^{2+} (Mg^{2+})为主。

4 讨论

4.1 水化学特征

贵州省岩溶地区(白云岩区和石灰岩区)发育的饮用天然矿泉水 pH 值介于 7.0~8.1 之间,为中性水。白云岩区和石灰岩区发育的矿泉水化学总体特征相似,部分水化学指标存在显著差异。具体表现在溶解性总固体(TDS)方面,白云岩区出露的天然矿泉水 TDS 含量介于 175.62~831.13 mg/L 之间,平均为 385.78 mg/L;石灰岩区矿泉水 TDS 含量介于 160.64~925.10 mg/L 之间,平均为 359.75 mg/L,其值明显低于白云岩区天然矿泉水,均属淡水。总硬度(以 CaCO_3 计)方面,白云岩区 136.8~740.6 mg/L,平均为 293.0 mg/L,属微硬水;石灰岩区 160.6~925.1 mg/L,平均为 359.8 mg/L,石灰岩区矿泉水总硬度明显高于白云岩区总硬度,属硬水。有益组分(锶)方面,白云岩区矿泉水有益元素 Sr 含量介于 0.12~6.91 mg/L 之间,平均为 1.31 mg/L;石灰岩区矿泉水 Sr 含量介于 0.11~4.80 mg/L 之间,平均为 1.26 mg/L,其值略低于白云岩区天然矿泉水 Sr 含量。综上所述,贵州省岩溶地区(白云岩区和石灰岩区)饮用天然矿泉水属微硬-硬富锶型淡水。

4.2 二元组分协变关系

早在 1964 年,Ellis 等在“天然水系统与实验室热水-岩反应”一文中提出,热水中的大部分溶解组分均来自于水与围岩间的相互反应。反之,

可根据水样中的溶解组分之间的相关关系大致判断水岩作用过程,亦可反映其水化学组成特征。

贵州省岩溶地区(白云岩区和石灰岩区)饮用天然矿泉水相关宏量组分二元协变图解见图 3。从图 3a 可以看出,贵州省饮用天然矿泉水 Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 离子含量正相关性显著,白云岩区矿泉水比石灰岩区矿泉水 Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 离子的相关性更强,其相关系数(R^2)分别为 0.87 和 0.54,显示 Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 离子可能是由同一水岩作用过程产生,且其供体矿物可能为石膏(CaSO_4)。

另一方面,与图 3b 对比可以发现,虽然水样均取自碳酸盐岩地区(白云岩区和石灰岩区),但其 Ca^{2+} 离子和 HCO_3^- 离子相关性极弱,相关系数(R^2)低于 0.23,可能是由于矿泉水中含有一定量游离二氧化碳,而且其含量在径流储存过程中能得以补充(生物/植物呼吸作用及与外界存在二氧化碳交换等),使得矿泉水 HCO_3^- 离子不完全来自水岩作用过程中碳酸盐岩的溶解,导致矿泉水水样的 Ca^{2+} 离子和 HCO_3^- 离子相关性不明显。相同过程也导致石灰岩区矿泉水 Mg^{2+} 离子和 HCO_3^- 离子相关性不明显(图 3d);但对于白云岩区矿泉水而言,其 Mg^{2+} 离子主要来源于白云岩的溶解提供,因此,贵州省白云岩区饮用天然矿泉水 Mg^{2+} 离子和 HCO_3^- 离子呈弱正相关关系,其相关系数($R^2=0.44$)明显高于石灰岩区 Mg^{2+} 离子和 HCO_3^- 离子相关性($R^2=0.07$)。溶解性总固体(TDS)含量作为贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水又一有益组分指标之一,其对贵州省饮用天然矿泉水总体品质有着举足轻重的影响。从图 3e、图 3f、图 3g 和图 3h 可以看出,贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水 Ca^{2+} 离子和 SO_4^{2-} 离子均随矿化度增高而急速升高。对于白云岩区而言,决定其矿泉水 TDS 含量高低的因素主要有 Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 离子(相关系数 R^2 分别为 0.87 和 0.79),由于白云岩含有较多白云石($\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$)矿物,因此在水岩作用过程中 Mg^{2+} 离子含量与白云岩区矿泉水 TDS 含量呈弱正相关($R^2=0.46$),而 HCO_3^- 离子含量由于体系与外界存在一定二氧化碳交换,使得其含量与水样 TDS 高低相关性较差(相关系数 $R^2=0.26$);对于石灰岩区而言,决定其矿泉水 TDS 含量高低的因素主要有 SO_4^{2-} 和 Ca^{2+} 离子(相关系数 R^2 分别为 0.83 和 0.68), Mg^{2+} 和 HCO_3^- 离子对其 TDS 含量多少影响较小,相关系数 R^2 分别为 0.38 和 0.04。

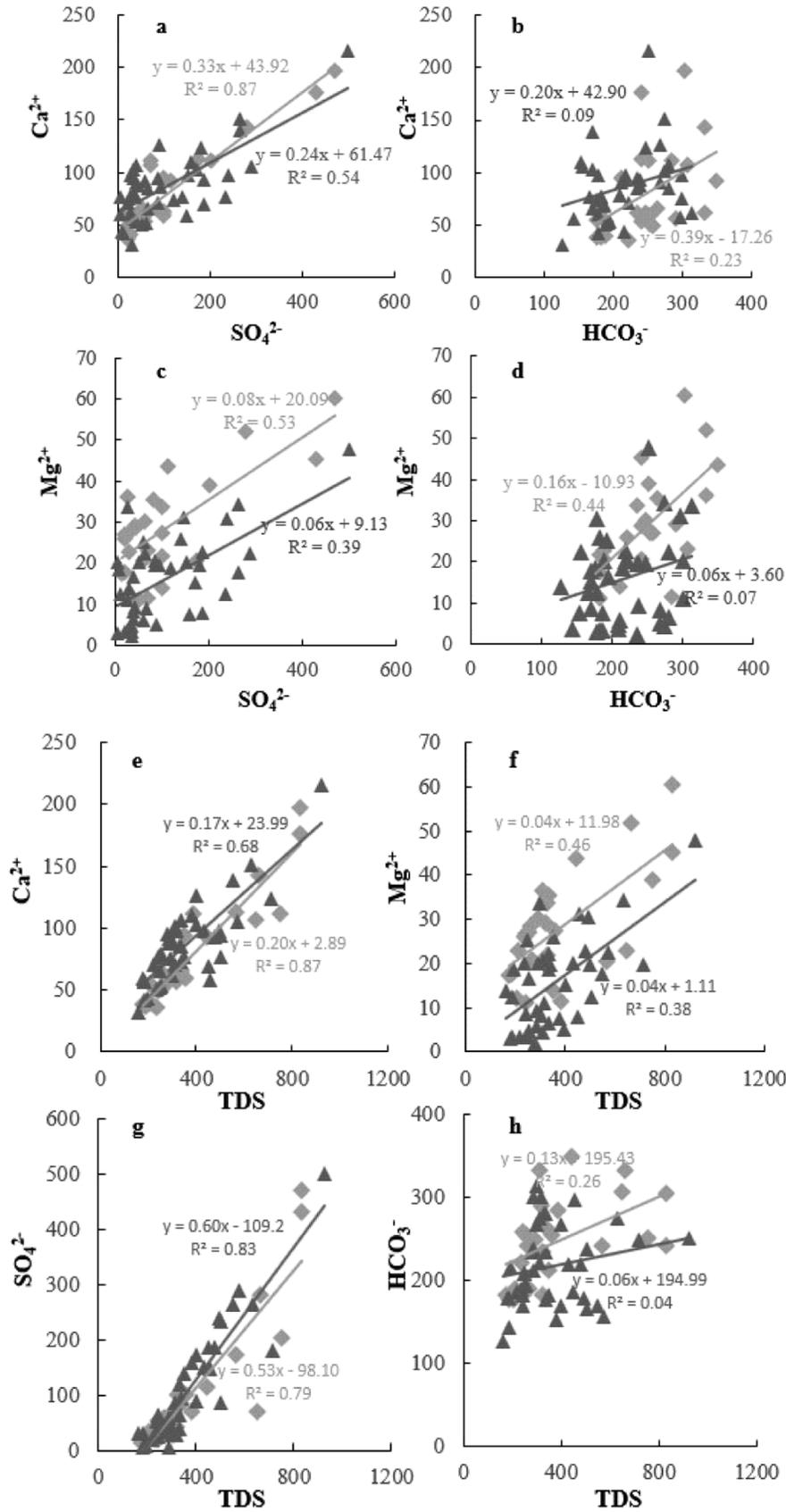


图3 贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水二元组分协变图(单位:mg/L)

Fig.3 Binary component covariation of portable natural mineral water in the karst area of Guizhou

贵州省岩溶地区主要以方解石和白云石等碳酸盐岩造岩矿物溶解为主,方解石溶解速率高于白云石,当地下水中相对于方解石已过饱和,白云石仍在溶解。因此,方解石饱和后,白云石的继续溶解将降低方解石的饱和度。这说明引起岩溶水化学演变的并非简单的方解石、白云石及石膏等的溶解过程,而存在更为复杂的相互影响相互作用过程。

4.3 宏量组分来源

已有研究表明,水化学 Gibbs 图是定性判断区域岩石、大气降水及蒸发-浓缩作用等对水样水化学组成影响的一种重要手段,它可以直观地反映出水样所属的类型。将贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水相关离子含量分别绘制于 Gibbs 图(图4)中,可以看出,研究区各采样点离子含量投点全部分布于图左侧边缘,均落于 $Cl^-/(Cl^- + HCO_3^-)$ 比值小于 0.5 范围内,而在 $Na^+/(Na^+ + Ca^{2+})-TDS$ 图(图4右)中,投点大部份落于 $Na^+/(Na^+ + Ca^{2+})$ 比值小于 0.5 的范围内,仅有少数水样比值大于 0.5,且其投点有向降雨控制型端元过渡的趋势,说明其受降雨控制作用愈加明显。总体上,Gibbs 图反映出贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水为“岩石风化类型”,即其离子成分主要来源于岩石的风化淋滤作用过程,且大气降水对岩石的风化淋滤作用对其水化学组成的影响显著。

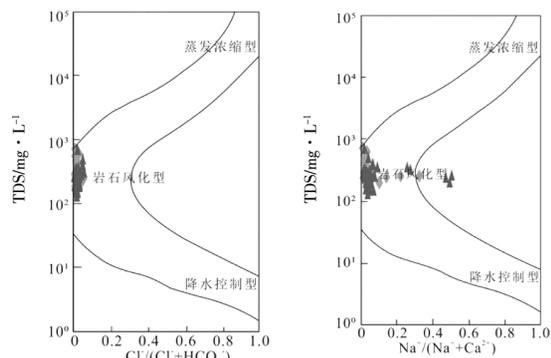


图4 贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水 Gibbs 图 (底图据 Gibbs, 1970)

Fig. 4 Gibbs image of portable natural mineral water in the karst area of Guizhou

贵州省岩溶地区岩石主要为碳酸盐岩地层,局部层位见及硅酸盐岩(碎屑岩类)和蒸发盐岩。基于前人研究成果,绘制如图5所示的 Mg/Na 、 HCO_3^-/Na 和 Ca/Na 关系图。由图可知,贵州省岩溶地区(白云岩区和石灰岩区)饮用天然矿泉水主要分布在碳酸盐岩和硅酸盐岩之间,且集中分布于碳酸盐岩端元,指示贵州省饮用天然矿泉水宏量元素组分主要来源于碳酸盐岩(石灰岩和白云岩为主)的水岩作用提供,少部分水样亦存在硅酸盐岩溶解参与。同时,所有水样的投点位置距蒸发盐岩范围相去甚远,说明其基本不存在蒸发盐岩(石盐、钾盐等)溶解作用。

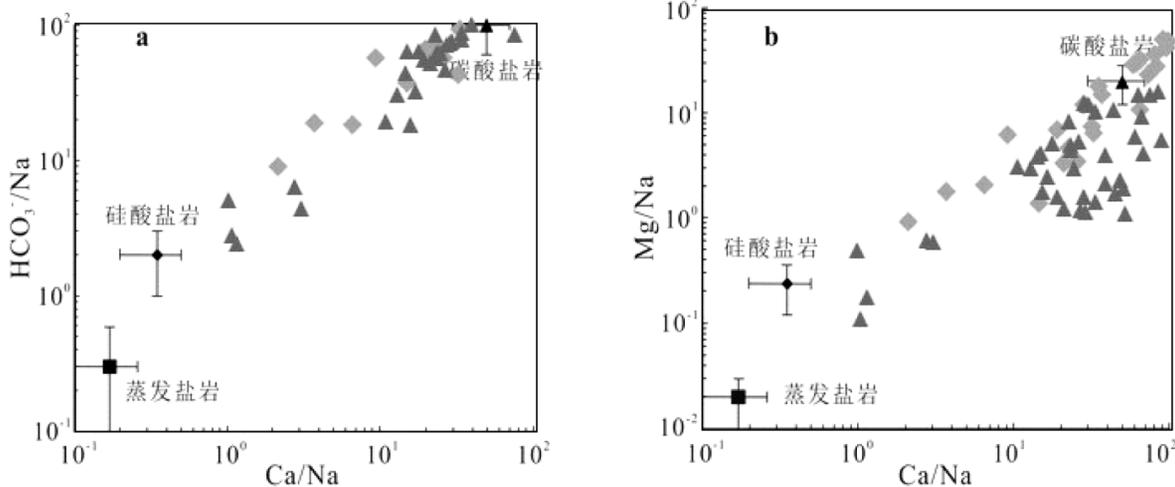
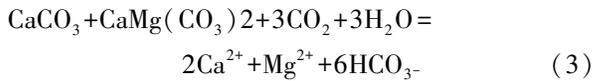
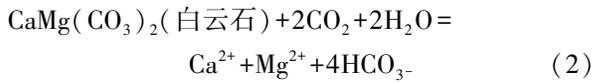
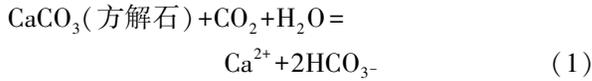


图5 贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水 $Ca/Na-Mg/Na$ 、 $Ca/Na-HCO_3^-/Na$ 关系图 (底图据马阔等,2018)

Fig. 5 $Ca/Na-Mg/Na$ 、 $Ca/Na-HCO_3^-/Na$ relation of portable natural mineral water in the karst area of Guizhou

贵州省岩溶地区地下水中 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 及 Mg^{2+} 离子一般主要来源于碳酸盐岩的溶蚀作用,且水样中 Mg^{2+}/Ca^{2+} 比值的变化主要是受到地层

中方解石和白云石比例控制。据蒲俊兵等(2010年)对重庆岩溶地下河地球化学特征进行论述时提出以下三个岩溶作用方程:



当纯白云石溶解达到溶解平衡时, $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+} = 1$ [方程(2)]; 当纯方解石溶解达到溶解平衡时, $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+} = 0$ [方程(1)]; 当方解石和白云石共同发生岩溶作用达到溶解平衡时, 溶液的 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+} = 0.5$ [方程(3)]。贵州省饮用天然矿泉水 $\text{HCO}_3^- - (\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+})$ 关系图(图6)显示, 贵州省石灰岩区饮用天然矿泉水中溶解宏量组分主要来源于方解石的溶蚀 ($\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 比值介于 0~0.5 之间), 仅极个别水样其 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 比值略大于 0.5, 指示其接受了少量白云石溶滤提供; 而白云岩区发育的矿泉水 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 比值为 0~0.8 均有分布, 说明其系由白云石和方解石矿物共同溶滤作用提供。

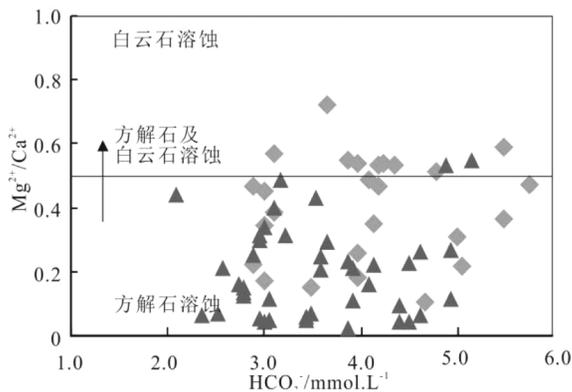


图6 贵州省岩溶地区饮用天然矿泉水

$\text{HCO}_3^- - (\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+})$ 关系图(底图据黄奇波等, 2016)

Fig. 6 $\text{HCO}_3^- - (\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+})$ relation of portable natural mineral water in the karst area of Guizhou

5 结论

(1) 贵州省岩溶地区(白云岩区和石灰岩区)饮用天然矿泉水为中性微硬-硬富锶型淡水。

(2) 贵州省岩溶地区(白云岩区和石灰岩区)饮用天然矿泉水宏量组分主要来源于碳酸盐岩造岩矿物-方解石溶解, 且白云石的溶解对白云岩区饮用天然矿泉水宏量组分的贡献较明显。

[参考文献]

陈履安, 张世从. 1993. 贵州碳酸盐建造中热矿泉水有关成分的相关特征及其成因探讨[J]. 贵州地质, (3): 249-256.

陈履安, 张世从, 甘朝勋, 等. 1993. 贵州天然矿泉水资源及其开发利用前景[J]. 贵州地质, (4): 325-334.

黄奇波, 覃小群, 刘朋雨, 等. 2016. 乌江中上游段河水主要离子化学特征及控制因素[J]. 环境科学, 37(5): 11-22.

李娟, 汪境仁. 2012. 贵州开阳县党寨天然泉水水质的分析研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 30(6): 24-28.

马昌华, 姚在永, 李春远. 1989. 贵州省矿泉水资源评价及开发利用的综合研究——第三次全国地热学术会议论文集[C]. 山东淄博, 398-404.

马阔, 吴起鑫, 韩贵琳, 等. 2018. 南、北盘江流域枯水期水化学特征及离子来源分析[J]. 中国岩溶, 37(2): 192-202.

蒲俊兵, 袁道先, 蒋勇军, 等. 2010. 重庆岩溶地下水水文地球化学特征及环境意义[J]. 水科学进展, 21(5): 628-636.

王明章, 陈萍, 王中美, 等. 2018. 贵州省岩溶地下水系统及地下水赋存规律研究[M]. 北京: 地质出版社, 1-259.

王明章, 张林, 王伟, 等. 贵州省岩溶区地下水与地质环境[M]. 北京: 地质出版社.

肖时珍, 蓝家程, 袁道先, 等. 2015. 贵州施秉白云岩喀斯特区水化学和溶解无机碳稳定同位素特征[J]. 环境科学, 36(6): 2085-2093.

郑松. 2003. 贵州省饮用天然泉水地方标准的制定[J]. 贵州地质, (3): 187-191.

Gibbs R J. 1970. Mechanisms controlling world water chemistry [J]. Science, 170(3962): 1088-1090.

The Chemical Characteristics of the Potable Natural Mineral Water and Its Major Components Source Analysis of the Karst Area in Guizhou Province

JIANG Feng, LI Qiang, JI Qinkebuzi, ZHOU Ya-nan

(1. Second Engineering Survey Institute, Guizhou Geological and Mining Bureau, Zunyi 563000, China; 2. 114 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Zunyi 563000, China)

[Abstract] The natural mineral water resources is rich in Guizhou province, and the quality of the water is

excellent. In this paper, the drinking of natural mineral water in karst areas of Guizhou province has been collected and tested systematically. The test results show that its pH value of potable natural mineral water in karst areas of Guizhou province were ranges from 7.0 to 8.1, which was neutral water. Total Dissolved Solids (TDS) content ranged from 160.64mg/L to 925.10 mg/L, with an average content of 369.70 mg/L. The total hardness (calculated by CaCO_3) is 136.8 mg/L~740.6 mg/L, with an average hardness of 293.0 mg/L. The strontium content of beneficial elements is between 0.11 mg/L and 6.91 mg/L, with an average content of 1.28 mg/L. In general, natural mineral water for drinking in guizhou province is a kind of neutral and slightly hard strontium-rich fresh water. Piper diagram indicate that the hydrochemical type are mainly $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} (\text{Mg}^{2+})$. Based on the previous research results, combined with a variety of geochemical graphic analysis, this paper aims to analyze the characteristics of the hydrochemical composition of potable natural mineral water in Guizhou province, and to explore the source of its macro components. The Gibbs diagram of potable natural mineral water in Guizhou province shows that the hydrochemical components are mainly derived from rock weathering and leaching, and some of them are affected by atmospheric rainfall obviously. The Mg/Na-Ca/Na diagrams show that the point are all between carbonate rocks and silicate rocks, and they are obviously inclined to carbonate rocks, indicating that they are mainly controlled by the hydrolithogenesis of carbonate rocks. The projection point of $\text{HCO}_3^- - (\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+})$ diagram is mainly concentrated in the transition region between calcite and dolomite, indicating that it mainly comes from the dissolution of calcite, and the dolomite dissolution also contributes to a certain extent. Through the analysis of macroscopic component source, it has a guiding significance to reveal the genetic law of potable natural mineral water in karst area of Guizhou province.

[**Key Words**] Karst area; Potable natural mineral water; Macroscopic component source; Guizhou province

(上接第 164 页)

Preliminary Research of Geological Characteristics and the Prospecting Potential of the Gold-antimony Occurrence in Dayang Town of Ceheng, Guizhou

CHEN Xing, PENG Cheng-long, ZHANG De-ming, CHEN Jian-shu, WU Kai-bin,
DENG Gui-biao, WANG Wen-ming, GONG Gui-yuan, LUO Shan

(*Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang 550018, Guizhou, China*)

[**Abstract**] The Dayang gold-antimony occurrence is located in Ceheng where is the critical region of the "golden triangle" in Yunnan-Guizhou-Guangxi. Host stratas are the first Member of Middle Triassic Bianyang Formation (T_2b^1) and the fourth-b Sub-member of Middle Triassic Xuman Formation (T_2xm^{4b}). The host rocks are mainly composed of grained sandstone, siltstone, mudstone. The alteration points and ore occurrences are widely distributed in the Dayang area. The highest taste of gold is 0.51×10^{-6} among those alteration points and ore occurrences, and antimony is well matched with geochemical anomaly. Faults and folds are well developed in the area. The regional fault-Banchang fault is used as the guide structure and its lateral secondary faults are ore-bearing structure. The authors believe that there are better metallogenic geological conditions in the region so that it is expected to find the deep gold-antimony mine blind ore body and achieve regional gold and antimony prospecting breakthrough.

[**Key Words**] Banchang fault; Bianyang Formation; Gold-antimony mine; Ceheng