

江油市规划应急水源地地下水水化学特征分析

韩新强^{1,2}, 谢忠胜^{1,2}, 孙金辉^{1,2}, 熊德清^{1,2}

(1.中国地质科学院探矿工艺研究所,四川 成都 611734; 2.中国地质调查局地质灾害防治技术中心,四川 成都 611734)

摘要:通过在江油市规划应急水源地及其上、下游采集地下水水样进行化学分析,共采集 15 个样品。结合主离子浓度、Piper 图及沿程变化对该水源地地下水的水化学特征及其上、下游地下水水化学变化规律进行分析,结果表明:研究区地下水呈弱碱性,属硬度和极硬度水,TDS 平均值为 281.446 mg/L,其中阳离子以 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为主, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 次之;阴离子以 HCO_3^- 和 SO_4^{2-} 为主, Cl^- 较少;地下水的化学类型为 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ 。在沿程变化上,自上游至下游,地下水 TDS 及主离子均有整体增加的现象。地下水化学类型由 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ 型变化为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型。

关键词:应急水源地;地下水;水化学特征

中图分类号:P641 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2018)08-0141-04

Analysis on the Hydrochemical Characteristics of Groundwater of Emergency Water Source in Jiayangou City/HAN Xin-qiang^{1,2}, XIE Zhong-sheng^{1,2}, SUN Jin-hui^{1,2}, XIONG De-qing^{1,2} (1. Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China; 2. Technical Center for Geological Hazard Prevention and Control, CGS, Chengdu Sichuan 611734, China)

Abstract: 15 water samples were collected through chemical analysis in Jiayangou City emergency water source and its upper and lower reaches. The hydrochemical characteristics of the groundwater source and the change law of hydrochemical of the upstream and the downstream were analyzed according to the concentration of main ions, Piper diagram and the variation along the Jianjiang River. The results show that the groundwater in the study area is weak alkaline belonging to hard water and extremely hard water. The average value of TDS is 281.446mg/L, the main cations are Ca^{2+} and Mg^{2+} , and $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ the second; the anion is mainly HCO_3^- and SO_4^{2-} with less Cl^- and the chemical type of groundwater is $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$. From upstream to downstream, there is an overall increase in both TDS and main ions of groundwater. The chemical type of groundwater changed from $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ type to $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ type.

Key words: emergency water source; groundwater; hydrochemical characteristics

地下水是陆地淡水资源的重要组成部分,也是人类饮用和生活用水的主要供给水源。但随着城市发展和人类活动的加剧,地表水最容易受外来物的影响,产生各种程度的污染,因此多地均陆续开展应急水源地的规划和选址工作^[1-8]。涪江流域一直是四川省江油市的水源地,近年来也多次发生水体污染事件,对涪江的水质和江油市的居民用水安全有较大的影响,因此为江油市规划和选定应急水源地显得极为紧迫。

通过在拟选定的江油市应急水源地——湔江青莲镇段及其上、下游采取地下水水样进行测试,分析

江油市规划应急水源地地下水及其上、下游地下水水化学特征,对该规划应急水源地的评价、建设和管理具有重要意义。

1 研究区概况

根据江油市 2012—2030 年的城镇规划,青莲镇作为江油市四大城镇之一,在江油市发展中占有重要的位置,江油市的规划应急水源地即选址该地。水源地供水来源主要为湔江流域青莲镇及以上的西屏乡段,流经青莲镇汇入涪江河。且湔江上游无大型化工企业及严重污染水源工厂分布,该水源地距

收稿日期:2018-07-01

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“涪江流域 1:5 万环境地质调查”(编号:DD20160251)

作者简介:韩新强,男,汉族,1984 年生,地质工程专业,硕士,从事地质灾害防治技术与地质灾害调查评价工作,四川省成都市郫都区现代工业港(北区)港华路 139 号,86586224@qq.com。

离江油城区约 18 km。

1.1 自然地理概况

研究区位置属北亚热带湿润季风气候区,主要特点是气候温和、四季分明、雨量充沛及夏热冬暖等。根据多年的降雨观测资料统计,研究区的年均降雨量约 1083.0 mm,在时空上分配不均匀。时间上表现为年际间变化大,年内降雨时间和降雨量集中,年降雨量最大为 1824.5 mm,最小为 599.4 mm,每年降雨集中在 6—9 月,其降雨量达到 788.2 mm,占全年降雨量的 72.8%;空间上表现为年均降雨量从前龙门山区向四川盆地地区递减。研究区内降雨具有年降雨丰沛、降雨时间和降雨量集中、短时强降雨量和连续多日强降雨量大等特点。

研究区内地势整体北西高南东低,海拔高程一般在 500~2000 m,地形坡度一般为 20°~30°,相对高差为 50~400 m。根据地貌形态和成因特征,研究区内水源地上游地貌类型属于构造侵蚀溶蚀中山、构造剥蚀低山和构造剥蚀丘陵区;水源地及下游地貌类型属于侵蚀堆积河谷平坝区。

1.2 区域地质背景^[9-10]

研究区出露的地层属于扬子地层区,包括龙门山地层分区和四川盆地地层分区,以古生界和中生界地层为主,其次是新生界地层。前龙门山区地层岩性主要为泥盆系和三叠系的碳酸盐岩夹碎屑岩,其次是石炭、二叠系的碳酸盐岩和志留系的碎屑岩,四川盆地地层岩性以中生界侏罗系、白垩系的碎屑岩为主,碳酸盐岩主要分布于水源地上游含增镇以上区域,碎屑岩主要分布水源地及下游的浅丘区;第四系主要为冲洪积层的粉质粘土、粉土及砂砾卵石,主要分布于湔江河谷及两侧河漫滩区域。

研究区大地构造位置处在扬子陆块西缘,水源地上游香泉乡附近有龙门山前缘冲断带斜穿,水源地及下游区域为盆地舒缓褶皱区。

水源地及其下游区域含水岩组为浅部中风化裂隙较发育的砂泥岩互层,含水层厚 10~20 m,地下水类型主要为浅层风化带裂隙水。根据水文地质钻孔资料揭示,该区地下水位埋深 0.8~9.5 m,单井涌水量一般 0.36~4.8 m³/d。水源地上游通口电站至香泉乡区域含水岩组为浅部中风化裂隙较发育的碳酸盐岩,含水层厚 15~50 m,地下水类型主要为浅层裂隙岩溶水。根据水文地质钻孔资料揭示,该区地下水位埋深 1.3~4.5 m,单井涌水量一般

1.2~2.6 m³/d。

2 样品采集与测试分析

2.1 样品的采集

根据水源地所在湔江流域周边场镇的分布,本次水样的采集布设于湔江流域自通口电站以下至青莲场镇段的左右岸附近区域。主要分 3 个区域采集:(1)水源地上游区域 5 个,为地下水样;(2)水源地区域 9 个,为地下水样;(3)水源地下游区域 1 个,为地下水样;合计采集 15 个地下水样,水样编号自上游往下游方向依次命名为 SY01、SY02、SY03、……、SY15(如图 1)。其中 SY01、SY02、SY03 等 3 个水样取自碳酸盐岩岩组;SY04、……、SY15 等 12 个水样取自砂泥岩互层岩组。

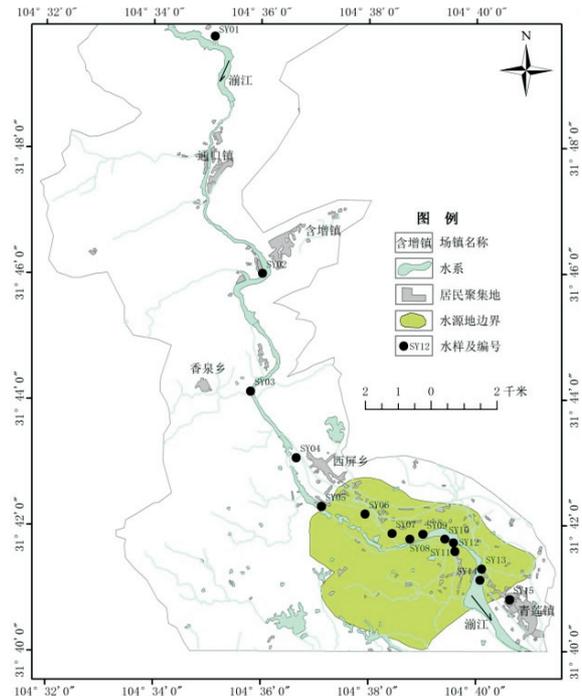


图 1 江油市规划应急水源地及采样位置

2.2 样品的测试与分析

水样的测试主要委托第三方测试单位依据《生活饮用水卫生标准检测方法》(GB/T 5750—2006)^[11]和《地下水水质检验方法》(DZ/T 0064—1993)^[12]完成。

湔江流域地下水整体呈弱碱性,由水样中溶解 CO₃²⁻和 HCO₃⁻的平衡关系可知,CO₃²⁻离子含量很少,占二者总量不足 5%,因此本文中将 CO₃²⁻忽略不计^[13-14]。总溶解固体(TDS)含量利用各离子含量的总和减去 1/2 的 HCO₃⁻含量计算^[1]。

3 地下水分析

3.1 水化学评价

对于该水源地及其上、下游的水化学评价主要依据《生活饮用水水源水质标准》(CJ 3020—1993)^[15]等标准规范进行。

由于所取水样分别取自 2 个不同的含水层,因此将 15 个水样结果分 2 组进行水化学评价。

(1)碳酸盐岩组水化学评价:通过对感官性状和一般化学指标、毒理指标、微生物指标、放射性指标等测试分析,所取水样质量等级为Ⅲ类地下水,水

质属一级水源水。

(2)砂泥岩互层岩组水化学评价:通过对感官性状和一般化学指标、毒理指标、微生物指标、放射性指标等指标的测试分析,所取水样质量等级为Ⅲ类地下水,水质属一级水源水。

3.2 主离子组成分析

研究区地下水样品主离子组成见表 1,研究区水体整体呈弱碱性,pH 值变化范围 7.16~8.28,平均值为 8.1。

研究区水体的总硬度变化范围为 174.24~

表 1 研究区水体主要离子组成

样品编号	pH 值	总硬度	溶解性固体	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	K ⁺ +Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
SY01	8.28	261.36	160.205	3.10	24.20	158.65	5.11	35.25	13.22
SY02	7.16	337.58	178.400	3.03	30.58	165.00	9.03	38.33	14.93
SY03	8.22	217.80	205.600	3.13	55.44	165.96	10.36	38.05	15.64
SY04	8.21	185.13	221.245	3.25	60.67	168.29	12.88	41.51	18.79
SY05	8.26	174.24	237.725	3.38	72.05	174.03	13.24	42.30	19.74
SY06	8.25	185.13	266.425	3.40	104.45	157.63	16.12	42.97	20.67
SY07	8.18	174.24	290.960	3.20	111.35	170.30	16.82	53.00	21.44
SY08	8.22	217.80	300.105	3.51	115.90	183.65	22.23	43.49	23.15
SY09	8.25	185.13	303.260	3.76	119.16	185.26	19.64	43.33	24.74
SY10	8.19	206.91	308.695	3.88	116.34	197.37	20.16	46.91	22.72
SY11	8.23	217.80	312.630	4.16	120.23	188.50	22.56	45.58	25.85
SY12	8.26	185.13	317.460	4.31	124.89	191.94	22.68	46.39	23.22
SY13	7.21	370.25	352.835	4.35	146.23	199.41	28.38	48.61	25.56
SY14	8.14	228.69	357.895	4.45	152.06	182.31	32.73	50.49	27.01
SY15	8.11	174.24	408.245	5.02	188.90	186.01	37.53	54.13	29.66
平均值	8.10	221.40	281.446	3.73	103.00	178.30	19.30	44.69	21.80

370.25 mg/L,根据水的硬度分级^[16],该水体主要为硬水和极硬水。溶解性固体(TDS)变化范围为 160.205~408.245 mg/L,平均值为 281.446 mg/L。

研究区水体阳离子主要以 Ca²⁺、Mg²⁺、Na⁺+K⁺为主,其中 Ca²⁺变化范围为 35.25~54.13 mg/L,平均值为 44.69 mg/L,约占阳离子总量的 40%~60%;Mg²⁺变化范围为 13.22~29.66 mg/L,平均值为 21.8 mg/L;Na⁺+K⁺变化范围为 5.11~37.53 mg/L,平均值为 19.3 mg/L。阴离子主要以 HCO₃⁻和 SO₄²⁻为主,其中 HCO₃⁻变化范围为 157.63~199.41 mg/L,平均值为 178.3 mg/L,SO₄²⁻变化范围为 24.2~188.9 mg/L,平均值为 103 mg/L,二者占阴离子总量的 85%以上;Cl⁻含量较低。

根据 Piper 图所示(如图 2),研究区水体的化学类型为 HCO₃⁻-Ca²⁺。

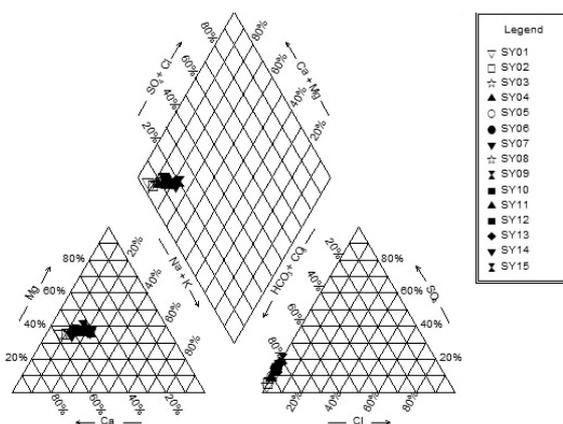


图 2 研究区地下水主要离子组成 Piper 图

3.3 主离子空间变化分析

通过研究区水样主离子沿程变化特征图(见图 3),可知:

(1)自上游经水源地至下游区域,各段地下水的 TDS 及阴、阳离子的含量均存在整体增加的现象。

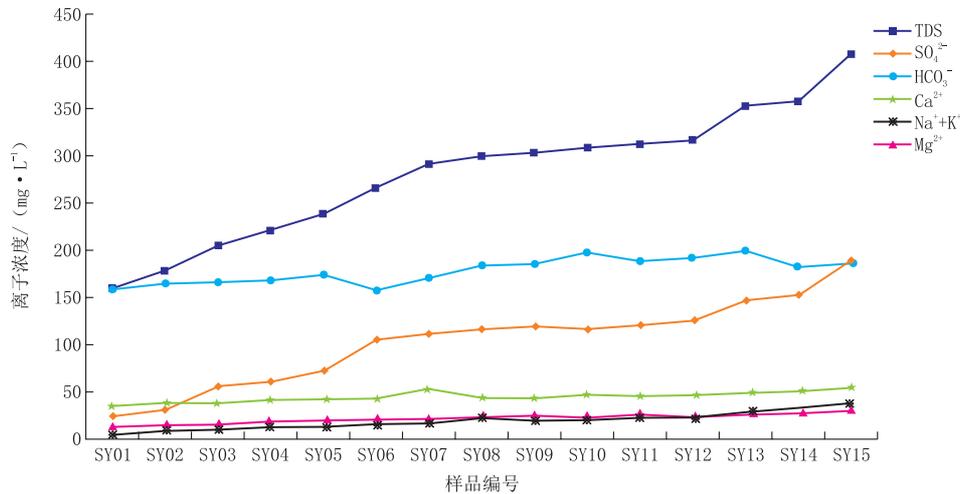


图3 主要离子的沿程变化特征

(2)就单个水样而言,阳离子浓度大小顺序依次为: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$,阴离子浓度大小顺序依次为: $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$;虽然个别水样的阴、阳离子有异常现象,考虑到水样采集点多距离场镇,且直接从井水中采集,有受生活废水污染的因素,但沿程变化特征图表明,阴、阳离子浓度大小顺序基本符合以上特征。

(3)通过分析沿程水化学特征变化,地下水化学类型从上游到下游有一定改变,上游的地下水化学类型为 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ 型,水源地及下游的地下水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型。

4 结论

(1)通过对水源地及其上、下游所取水样的测试分析,碳酸盐岩岩组地下水和砂泥岩互层岩组地下水的等级为Ⅲ类地下水,水质均符合《生活饮用水水源水质标准》(CJ 3020-1993)等相关标准、规范,均属一级水源水。

(2)研究区地下水呈弱碱性,硬度变化范围为174.24~370.25 mg/L,属于硬水和极硬水。TDS变化范围为160.205~408.245 mg/L,平均值为281.446 mg/L。主要离子中阳离子以 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为主, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 次之;阴离子以 HCO_3^- 和 SO_4^{2-} 为主, Cl^- 较少。地下水的化学类型为 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ 。

(3)从沿程的水化学变化特征看,自上游至水源地及下游,地下水TDS及主离子均有整体增加的现象。

(4)就单个水样而言,阳离子浓度大小顺序依次

为: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$,阴离子浓度大小顺序依次为: $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ 。

(5)上游地下水的化学类型为 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ 型,水源地及下游地下水的化学类型变化为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型。

参考文献:

- [1] 沈照理.水文地球化学基础[M].北京:地质出版社,1993.
- [2] 刘细元,马振兴,杨永革,等.南昌市地下水特征及其应急水源地分析[J].资源调查与环境,2006,27(1):33-38.
- [3] 史正涛,刘新有.城市水安全与应急水源地建设——以昆明市为例[J].城市问题,2008,151(2):24-28.
- [4] 周琴,肖昌虎,黄站峰,等.长江经济带取排水口和应急水源布局规划研究[J].人民长江,2018,49(5):1-5.
- [5] 王凌芬,李洪文,胡伏生.镇江市应急水源地应急规划评价[J].水资源与水工程学报,2010,21(2):100-104.
- [6] 陈飞,王罗春,蒋海涛,等.以河床井水为应急水源的可行性研究[J].安全与环境学报,2015,15(6):181-184.
- [7] 夏军,左齐亭.国际水文科学研究的新进展[J].地球科学进展,2006,(3):256-261.
- [8] 王献辉,李萍,金明宇,等.南京市应急备用水源地规划探讨[J].人民长江,2012,43(S1):70-72.
- [9] 高文军,张恒.四川省绵阳市区域环境地质调查报告(1:50万)[R].地矿部九〇九水文工程地质大队,1998:17-29.
- [10] 胡玉民,马振福.涪江流域环境地质调查报告[R].地矿部九〇九水文工程地质大队,1991:24-71.
- [11] GB/T 5750-2006,生活饮用水卫生标准检测方法[S].
- [12] DZ/T 0064-1993,地下水水质检验方法[S].
- [13] 胡春华,周文斌.鄱阳湖流域水化学环境参数的变化特征[J].长江流域资源与环境,2014,23(3):427-433.
- [14] 陈静生,陶澍,邓宝山,等.水环境化学[M].北京:高等教育出版社,1987:4-66.
- [15] CJ 3020-1993,生活饮用水水源水质标准[S].
- [16] David R M, Handbook of Hydrology[M].New York:Mcgraw-Hill,1992:1-1424.