

西龙河峰山断层带水源地水化学特征及岩溶水的分析

山东省邹城市西龙河峰山断层带水源地开采量为 $1.9 \times 10^5 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 。本文对水源地地下岩溶水的化学特征及其影响因素进行分析, 并对开采后水化学特征的变化趋势进行预测。

1 水源地水化学特征

西龙河峰山断层带水源地是一个东部有峰山断裂带阻隔, 北部有煤系地层阻隔, 西部接受地下水侧向径流补给, 南部有裸露碳酸盐岩山区的大气降水入渗侧向补给, 上覆第四系孔隙水与下伏地下岩溶水可通过弱透水层发生微弱垂向水力联系的地下岩溶水水源地。水源地开采岩水井共 7 眼 (W_1 — W_7), 根据 7 眼井水样观测资料, 采用舒卡列夫分类法对地下岩溶水进行分类。在 W_2 , W_4 和 W_1 号井一带, 岩溶水含水层在 41.45—319.5m, 含水层厚度 10.24—30.54m, 渗透系数 54.2357 — $357.1101 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$, 总硬度 348.05 — $451.38 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, 溶解性总固体 565.88 — $701.10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, pH 值 7.2—7.7, 水化学类型为: $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} \cdot \text{Ca}$ 型和 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Ca}$ 型; 在 W_3 井一带, 该区岩溶水含水层埋深在 40.10—322.0m, 含水层厚度 11.6m, 渗透系数 $101.6285 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$, 总硬度 $377.18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, 溶解性总固体 $535.55 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, pH 值 7.4, 水化学类型主要为: $\text{HCO}_3 \cdot \text{Ca}$ 型; 在 W_5 , W_6 , W_7 井一带, 该区岩溶水含水层埋深在 33.32—348.35m, 含水层厚度 8.7—27.11m, 渗透系数 51.0547 — $1061.282 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$, 总硬度 356.0 — $382.86 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, 溶解性总固体 577 — $623.91 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, pH 值 7.4—7.8, 水化学类型为: $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4$ — $\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型。

2 含水介质对岩溶水水化学成分的影响

- (1) 水动力条件增强导致溶滤溶解作用增强。开采后岩溶水渗流速度将大幅度提高, 由于开采而形成的降落漏斗范围内已溶解的盐成分将大量被带走, 而剩下难溶的重碳酸盐。因此, 随着开采的不断进行, 时间的延续, 这将引起如下变化趋势: 岩溶水矿化度和硬度显著降低, SO_4^{2-} 将下降, HCO_3^- 将升高。
- (2) 水压力下降导致脱碳酸作用增强。开采前游离 CO_2 含量很少, 开采后水压力下降将有利于脱碳酸作用, 即 $\text{Ca}^{2+} (\text{Mg}^{2+}) + 2\text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca} (\text{Mg}) \text{CO}_3 \downarrow$ 。因此, 将引起如下变化趋势: 使岩溶水游离 CO_2 大量检出, Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量显著减少, 硬度下降, 碱性增强。
- (3) 阳离子交替吸附作用。开采后溶滤溶解作用和脱碳酸作用引起水岩间阳离子吸附平衡的破坏。水中的 Na^+ 取代岩土中吸附的 Ca^{2+} , 即: $2\text{NaCl} + \text{Ca}^{2+} (\text{吸附}) \longleftarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{Na}^+ (\text{吸附})$, 向逆方向发展, 这将引起如下变化趋势: 使 Na^+ 含量减少, Ca^{2+} 含量增加。

3 补给条件变化对岩溶水水化学成分的影响

- (1) 降水补给影响。该水源地主要的补给来源之一是水源地南部大气降水入渗侧向补给, 南部地区工矿业比较发达, 在降水过程中, 大气中的污染物随雨水降落地面, 使降水受到污染, 污染的降水又补给了岩溶水。这将引起如下变化趋势: 该水源地岩溶水中 S^{2-} 含量增加, 硬度和矿化度上升, 有机物含量增加。
 - (2) 侧向径流补给对岩溶水化学成分的影响。该水源地侧向径流补给主要是南部的大气降水入渗侧向补给和西部的地下水侧向径流补给, 南部地区分布着寒武系碳酸盐岩类岩溶含水岩层, 西部地区水源地补给途径间工矿业比较发达, 人口比较集中, 这将发生由南部补给来源地区岩性和西部补给途经地区工业污染而引起的变化趋势: 岩溶水中 N, P, K 元素含量增加, 硬度和矿化度上升、有机物含量增加。
 - (3) 越流补给的影响。由于开采, 岩溶水水位下降, 将接受第四系孔隙水越流补给, 再加上相对隔水层为粘土层, 这将发生由补给水源的化学成分和相对隔水层的岩性而引起的如下变化趋势: 该水源地岩溶水中 Mg, N, P, K, Cl^- , SO_4^{2-} 含量增加, 硬度、矿化度溶解性总固体上升、有机物含量增加。
- 综上所述, 水源地启用后, 岩溶水水质要受含水介质以及降水、侧向地下径流、越流等补给的影响, 应依据水化学特征影响因素制定相应的水源地保护方案; 建立水质和水位的专用长期观测孔, 对水质变化和水位动态变化进行实时观测, 以防止由水动力条件和水压力条件的变化而引起的水质恶化。

刘志峰 林洪孝* 许向君 周莹 供稿
(山东农业大学水利土木工程学院, 泰安, 271018)

2006 年 10 月 16 日收稿。
*通讯作者: lhx591226@163.com