

关中盆地浅层地下水水化学空间分布规律的研究

孙一博¹, 刘朋飞², 王文科³

(1. 重庆市地勘局南江水文地质工程地质队, 重庆 401121; 2. 中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司, 重庆 400023; 3. 长安大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 从水化学角度出发, 利用关中盆地浅层地下水 164 组水化学分析数据, 分析了关中盆地浅层地下水的水化学特征及水循环规律。结果表明: 关中盆地浅层地下水水化学类型呈现明显的水平分布特征, 渭河以南及渭北泾河以西浅层地下水主要以 HCO_3^- 型水为主, 水化学类型简单, 矿化度多小于 1 g/L; 渭北泾河以东浅层地下水有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 型水, 水化学类型复杂, 矿化度较高; TDS 与 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 呈正相关性; 浅层地下水具有河谷型和盆地型的双重特征。

关键词: 浅层地下水; 水化学特征; 空间分布规律; 关中盆地

中图分类号: TV211.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-643X(2015)03-0020-04

Study on spatial distribution law of hydrochemistry in shallow groundwater of Guanzhong basin

SUN Yibo¹, LIU Pengfei², WANG Wenke³

(1. Chongqing Geological Prospecting Bureau of Nanjiang Hydrogeological & Engineering Geology Brigade, Chongqing 401121, China; 2. Chongqing Survey, Design and Research Institute Co., Ltd. of CREEG, Chongqing 400023, China; 3. School of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract: From the perspective of water chemistry, the paper used hydrochemistry data of 164 groups in shallow groundwater of Guanzhong Basin to analyze water chemical characteristics and law of water cycle. The result showed that water chemical types present obvious horizontal distribution characteristics. At the south of Weihe river and the west of Jinghe river, the shallow groundwater is main HCO_3^- type water and its hydrochemical type is simple, and salinity is much less than 1g/L; at the east of Jinghe river, there are Cl^- 、 SO_4^{2-} type water exposed in shallow groundwater, the hydrochemical type is complex and salinity is higher; TDS have positive correlation with Na^+ 、 Cl^- and SO_4^{2-} ; shallow groundwater has the double features of valley and basin type.

Key words: shallow groundwater; hydro-chemical feature; spatial distribution law; Guanzhong Basin

关中盆地作为中国重点建设地区, 在实施西部大开发战略总体格局中具有重要的地位^[1-2]。随着工农业的发展和人类活动的加剧, 地下水污染越来越严重, 地下水的化学环境问题突出, 研究关中盆地地下水的赋存、循环规律具有非常重要的实际意义。近年来, 国内外许多学者对关中盆地浅层地下水的水化学演化及微量元素的形成机理进行了研究^[3-5]。段磊等^[6]对关中盆地浅层地下水中氮的污染变化规律及防治措施进行了研究。本文以“地方

病严重区地下水勘查与供水安全示范综合研究”项目为依托, 利用 164 组地下水水化学样品分析结果, 对关中盆地浅层地下水水化学特征及其循环规律进行研究。

1 样品采集与测试

在充分收集关中盆地以往的水文地质研究成果和资料的基础上, 课题组在研究区采集了人工水井的水化学样品 164 组(图 1)。对全部水样进行全分

析检测,由中国建筑材料工业地质勘查中心陕西测试研究所测试。

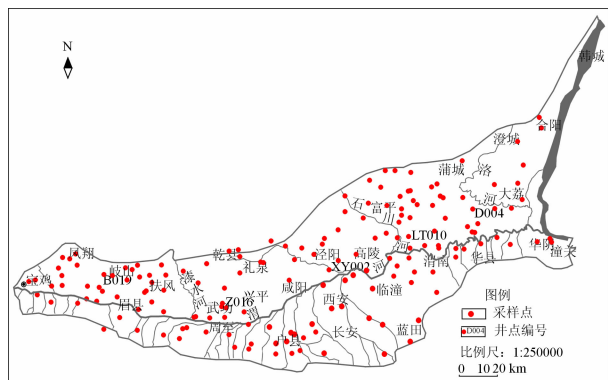


图 1 关中盆地浅层地下水采样布点图

2 关中盆地浅层地下水水化学空间分布特征

2.1 浅层地下水水化学类型分布及主要离子特征

对检测的水化学结果进行整理分析,按照舒卡列夫方法对地下水化学类型进行分类^[7],绘制出了关中盆地浅层地下水水化学类型分布图(图 2)。

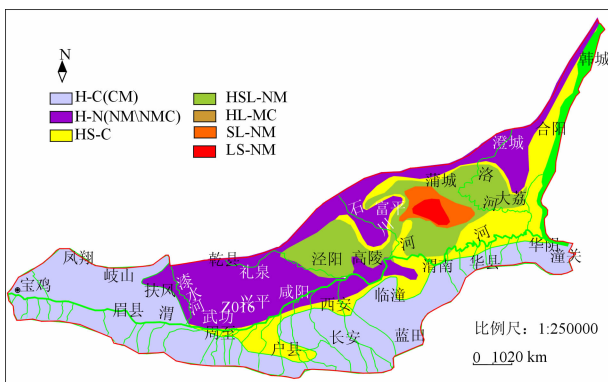


图 2 关中盆地浅层地下水水化学类型分布图

从图 2 可以看出,关中盆地浅层地下水水化学类型呈现如下水平分布特征:

(1)研究区渭河以南地区、渭河以北漆水河以西大部分地区,地下水中阳离子以 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为主,阴离子以 HCO_3^- 为主,水化学类型比较简单;渭河以北漆水河以东的大部分地区,地下水中阳离子以 Na 为主,阴离子以 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主,水化学类型较复杂。

(2)研究区地下水水化学类型呈现明显的水平分带性,由西向东水化学类型为:渭北漆水河以西地区、渭河以南秦岭山前大部分地区,水化学类型主要为 HCO_3-Ca 、 $\text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Mg}$;漆水河-泾河河间

地块、渭北北山山前地区、石川河河谷阶地及渭河沿岸,水化学类型主要为 HCO_3-Na 、 $\text{HCO}_3-\text{Na} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3-\text{Na} \cdot \text{Ca} \cdot \text{Mg}$;泾河与石川河之间的大部分地区,水化学主要类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} \cdot \text{SO}_4-\text{Na} \cdot \text{Mg}$;户县及渭北石川河以东的大部分地区,水化学类型主要为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4-\text{Ca}$ 、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4-\text{Na} \cdot \text{Ca}$ 、 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4-\text{Na} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Cl}-\text{Na} \cdot \text{Mg}$;渭北蒲城卤泊滩地区及渭南市部分地区,水化学类型主要为 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl} \cdot \text{HCO}_3-\text{Na} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3-\text{Na} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3-\text{Na}$ 。从分析可以看出,关中盆地浅层地下水水化学类型渭河以南及泾河以西比较单一,渭河以北及泾河以东水化学类型较复杂。且自西向东水化学类型逐渐由单一型变为复杂型。而盆地边缘地区水化学类型较为单一,至盆地中心水化学类型逐渐过渡为复杂型。

然后以渭河为界限,绘出 Piper 三线图(图 3),进一步分析关中盆地水化学类型。

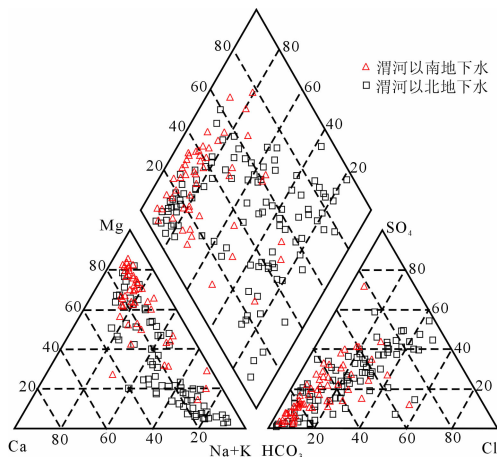


图 3 研究区渭河南北部水化学 Piper 图

从图 3 可以看出,在渭河以南的地区,地下水以 Mg^{2+} 和 HCO_3^- 为主,水化学类型主要以 HCO_3-Ca 、 $\text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 为主,水化学类型比较简单。渭河以北地区, Mg^{2+} 明显向阳离子 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 演化,阴离子由 HCO_3^- 向 SO_4^{2-} 、 Cl^- 演化,水化学类型比较复杂。

2.2 浅层地下水中 TDS 与各主要离子相关性分析

地下水中的 TDS,是指水中溶解组分的总量,包括水中的离子、分子及络合物。TDS 的值代表水中溶解物杂质的含量,从 TDS 值的大小可以看出地下水演化规律,一般来说,流程越长, TDS 值越大^[8-10]。

(1)从图 4 可以看出,关中盆地浅层地下水矿化度自西向东、渭河以南由南向北、渭河以北由北向

南逐渐升高。大部分地区的矿化度小于 1g/L , 地下水水质较好, 属于淡水, 主要分布于渭河以南地区及渭北泾河以西的大部分地区和洛河以东地区; 只有在渭北蒲城的卤泊滩及其周围分布有矿化度大于 3g/L 的盐化水。从 TDS 的水平分布规律, 可以得出关中盆地地下水自西向东、自盆地边缘至中心流动。

(2) 根据地下水水化学数据, 对浅层地下水中矿化度(TDS)与离子浓度进行相关性分析(图5)。对关中盆地浅层地下水中的各主要离子 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 以及 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 与矿化度的相关性进行研究分析表明, 各主要离子含量与矿化度呈正相关性关系, 其中 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 与 TDS 的线性关系较差, Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 与 TDS 的线性关系较好, 是决定该研究区地下水中矿化度的主要化学成分。

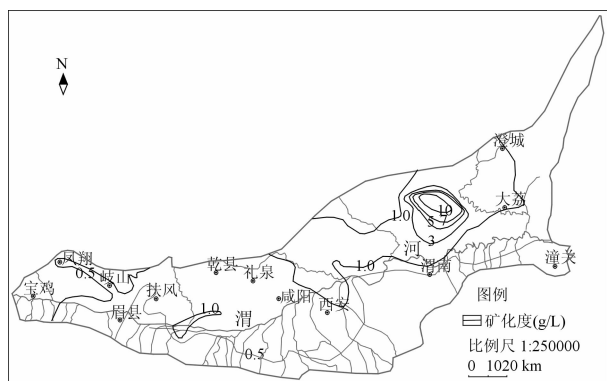


图4 研究区浅层地下水矿化度等值线(单位: g/L)

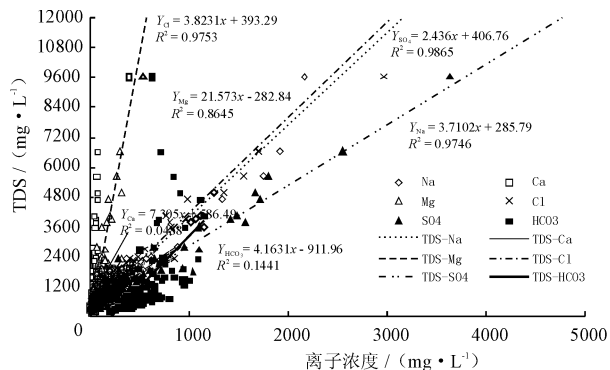


图5 研究区 TDS 与离子浓度相关关系图

3 地下水中主要离子相对含量沿流程变化特征

由于渭河以北地区水化学类型较渭河以南地区复杂, 沿地下水流程方向从渭河以北地区自西至东选取 5 个典型井点, 编号分别为 B019、Z016、XY002、LT010、D004 (图1)。5 个井点的地下水中

的主要离子变化趋势如图6、7所示。

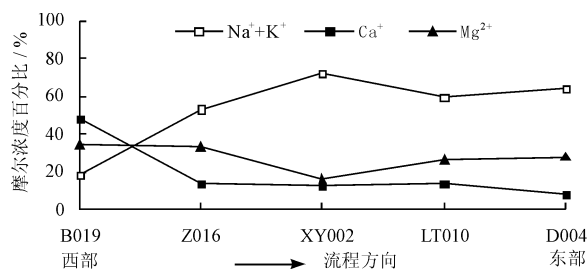


图6 渭河以北阳离子摩尔浓度百分比沿流程变化

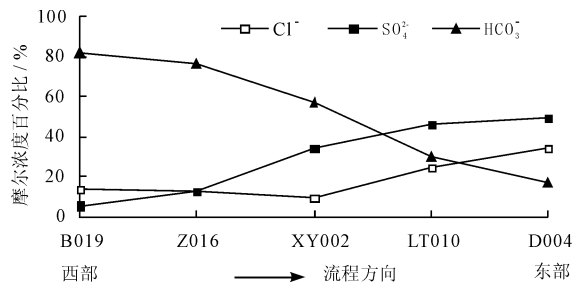


图7 渭河以北阴离子摩尔浓度百分比沿流程变化

可以看出, 研究区地下水从西到东阳离子 Ca^{2+} 的离子摩尔浓度百分比沿流程逐渐减少, 而 Na^+ + K^+ 的离子摩尔浓度百分比沿流程明显逐渐增加; 地下水中的阴离子 HCO_3^- 的离子摩尔浓度百分比沿流程逐渐减少, 而 SO_4^{2-} 、 Cl^- 的离子摩尔浓度百分比沿流程明显逐渐增加。从而可见, 从研究区地下水中主要离子沿流程变化上看, 研究区从西至东地下水的阳离子从以 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为主逐渐向以 Na^+ + K^+ 为主的水化学类型转化, 阴离子从以 HCO_3^- 为主逐渐向以 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主的水化学类型转化。

4 关中盆地浅层地下水化学场演化规律

根据以上的水化学特征分析, 可以得出关中盆地浅层地下水化学场演化规律:

(1) 关中盆地渭河以北西部(宝鸡峡至泾河入渭河口)地势较高, 地下水水力坡度大, 含水层颗粒较粗, 径流通畅, 长期的淋滤作用使地层中的盐分被带走, 地下水中的 TDS 含量较低, 水质良好, 地下水类型主要为重碳酸型水, SO_4^{2-} 、 Cl^- 含量很小, 阳离子主要以 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为主; 在渭河以北下游的东段(泾河入渭河口至渭河入黄河口), 由于地势平坦, 地下水水力坡度小, 含水层颗粒较细, 径流滞缓, 地下水的水化学作用以蒸发浓缩为主, 蒸发作用只带走水分, 盐分仍保留在地下水中, 地下水逐渐浓缩,

TDS 含量逐渐增大,随着蒸发浓缩,溶解度较小的钙、镁的重碳酸盐部分盐类达到饱和而沉淀析出,易溶盐类的 SO_4^{2-} 、 Cl^- 逐渐富集,形成高矿化度水,水化学类型多是以 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主的地下水。渭河以南的秦岭山前洪积扇区,地下水水力坡度大,含水层颗粒较粗,径流畅通,水质好,多为重碳酸型水。

(2)从关中盆地浅层地下水中主要离子及相对含量沿流程的变化,可以反映出地下水从西向东径流的特征。在矿化作用和水化学形成条件下,浅层地下水具有河谷型和盆地型的双重特征。

5 结 语

通过本次研究,可以得出以下几点认识:

(1)关中盆地浅层地下水水化学类型呈现明显的水平分带性,渭河以南及渭北泾河以西大部分地区,水化学类型比较简单,主要以重碳酸型水为主,渭北泾河以东大部分地区,水化学类型比较复杂。

(2)关中盆地大部分地区的矿化度小于 1g/L ,自西向东、自盆地边缘至中心,逐渐升高, Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 是决定该区地下水中矿化度的主要化学成分。

(3)关中盆地浅层地下水主要离子沿地下水流程,自西向东,阳离子从以 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为主转化为以 Na^+ + K^+ 为主,阴离子从以 HCO_3^- 为主转化为以 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主。

(4)关中盆地浅层地下水具有河谷型和盆地性的双重特征。

参考文献

- [1] 王文科,王雁林,段磊,等. 关中盆地地下水环境演化与可再生维持途径[M]. 郑州:黄河水利出版社,2006.
- [2] 段磊,王文科,孙亚乔,等. 关中盆地浅层地下水氮污染的健康风险评价[J]. 水文地质工程地质,2011,38(3): 92-97.
- [3] 孙一博,王文科,段磊,等. 关中盆地浅层地下水地球化学的形成演化机制[J]. 水文地质工程地质,2014,41(3):29-35.
- [4] Wang Wenke, Duan Lei, Yang Xiaoting, et al. Shallow groundwater hydro-chemical evolution and simulation with special focus on Guanzhong basin, China [J]. Environmental Engineering and Management Journal, 2013, 12(7): 1447-1455.
- [5] 孙一博,王文科,张春潮,等. 关中盆地浅层高氟水形成演化机制[J]. 水文地质工程地质,2013,40(6):117-122.
- [6] 段磊,王文科,杨晓婷,等. 关中盆地浅层地下水氮污染的时空变化规律及其防治措施[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(8):133-137.
- [7] 王大纯,张人权,史毅虹,等. 水文地质学基础[M]. 北京:地质出版社,1995.
- [8] 谢渊,王剑,李明辉. 鄂尔多斯盆地早白垩世岩相古地理与地下水水质和分布的关系[J]. 地质通报,2004,23(11):1094-1102.
- [9] 徐慧珍,段秀铭,高赞东,等. 济南泉域排泄区岩溶地下水水化学特征[J]. 水文地质工程地质,2007,34(3):15-19.
- [10] 王水献,王云智,董新光. 焉耆盆地浅层地下水埋深与TDS时空变异及水化学的演化特征[J]. 灌溉排水学报,2007,26(5):90-93.