

鄂尔多斯盆地查布水源地地下水 水化学特征及其影响因素

孙芳强^{1,2}, 钱 会³, 杨六岗², 姜 军², 付东萍²

(1 长安大学 地质工程与测绘学院, 陕西 西安 710054; 2 中国地质调查局 西安地质调查中心,
陕西 西安 710054; 3 长安大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 根据 94 件水化学样品的分析结果, 对查布水源地地下水水化学特征及其空间分布规律进行了研究, 并结合含水层沉积环境及补径条件探讨了地下水化学成分的影响因素, 以为水源地水质保护提供依据。结果表明: 地下水水化学类型呈现明显的水平分带性, 东部地下水中阴离子以 HCO_3^- 为主, 地下水水质一般较好, 矿化度多小于 1 g/L ; 西部地下水中阴离子以 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主, 水质变差, 矿化度明显增高; 研究区硝酸盐污染比较明显, F^- 局部超标, 矿化度超标也比较明显; 水质受含水层的沉积环境和地下水补径条件及人畜活动的影响明显。水源地开采后, 其影响会加大, 因此应制定合理的水源地保护方案。

关键词: 水源地; 水化学类型; 硝酸盐污染; 影响因素

中图分类号: P641.3 文献标志码: A 文章编号: 1672-6561(2008)04-0402-06

Distribution Characteristics of the Chemical Component of Groundwater and Its Affecting Factors in Chabu Well Field of the Ordos Basin

SUN Fang-qiang^{1,2}, QIAN Hui³, YANG Liu-gang², JIANG Jun², FU Dong-ping²

(1. School of Geological Engineering and Surveying, Chang'an University, Xi'an, 710054, Shaanxi, China;
2. Xi'an Center, China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 3. School of Environmental
Sciences and Engineering, Chang'an University, Xi'an, 710054, Shaanxi, China)

Abstract: In order to provide evidence for the protection of water quality in the source area, the characteristics of chemical components for 96 groundwater samples in Chabu well field and their spatial distributions were analyzed, and the affecting factors of chemical components of groundwater were discussed from analyzing the depositional environment and runoff and discharge conditions of groundwater. The results indicate that in the eastern area, the main anion in groundwater is HCO_3^- , the water quality is good, and its mineralization degree is less than 1 g/L ; in the western area, the main anions in groundwater are SO_4^{2-} and Cl^- , the water quality has been worsened, and its mineralization degree is increased obviously. In addition, nitrate contamination of groundwater is obvious in Chabu well field. And the water quality has been partially worsened due to high F^- concentration and mineralization degree. The factors affecting the quality of groundwater include the depositional environment and runoff and discharge conditions of ground water and human being activities. These factors must be considered in formulating protection plans for water resources in Chabu well field.

Key words: well field; type of chemical component; nitrate pollution; affecting factor

收稿日期: 2008-01-18

基金项目: 中国地质调查局项目(1212010331302)

作者简介: 孙芳强(1975-), 男, 四川仪陇人, 工学博士研究生, 从事水文地质与环境地质研究。E-mail: sunfq2003@126.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

0 引言

鄂尔多斯白垩系地下水盆地作为中国重要的能源化工基地, 在实施西部大开发战略总体格局中占有重要地位。但由于受干旱半干旱气候影响, 水资源短缺、生态环境脆弱已成为制约该地区能源化工基地建设的一个重要因素。近年来, 为了解决该地区的水资源问题, 国家组织实施了“鄂尔多斯盆地地下水勘查”项目, 从区域角度对鄂尔多斯盆地不同类型地下水水化学场的分布规律与形成机制进行了研究, 分析了一些地区地表水与地下水的相互转化关系^[1-4]。从水化学角度出发研究水-岩相互作用过程成为目前水文地质学研究的热点^[5-10], 因而研究水源地地下水的水化学特征, 为进一步分析地下水的循环规律提供佐证显得特别重要, 从而可以为水源地可持续开采与保护提供依据^[11]。查布水源地是“鄂尔多斯盆地内蒙古能源基地地下水勘查总体设计”所部署开展供水水文地质详查的 10 处水源地之一。笔者以查布水源地地下水勘查计划项目为依托, 利用 94 件地下水水化学样品分析结果, 研究查布水源地地下水水化学特征及其影响因素, 对水源地地下水资源的评价及保护提供重要依据。

1 研究区水文地质条件

查布水源地位于都思兔河中游地区(图 1), 地势总体上为西低东高, 南北高中间低, 地貌上属波状高原, 地面高程一般在 1 170 ~ 1 400 m, 大部分地区地形坡度在 5/1 000 左右, 地势平缓。

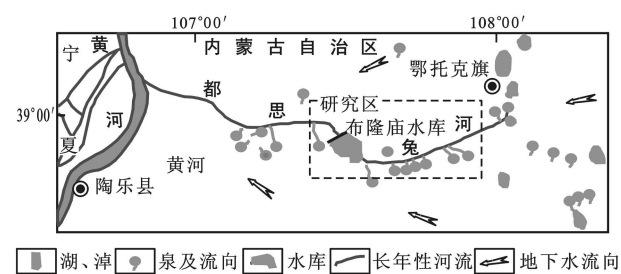


图 1 都思兔河流域水系

Fig. 1 Catchment Map of Dousitu River

水源地范围内地层自上而下为第四系(冲积、风积层)、白垩系、侏罗系^[1]。第四系河流相冲积地层只局限于都思兔河河谷区, 受构造剥蚀作用的影响, 河谷不发育, 第四系松散堆积物厚度小, 岩性以砂砾、砂砾卵石、碎石为主, 地下水水位埋深

小于 5 0 m。白垩系保安群在水源地内均有分布, 地层自下而下为洛河组、环河组、罗汉洞组, 含水层岩性主要为砂岩。包气带结构疏松, 固结程度差, 孔隙发育, 受构造剥蚀、风化的共同作用, 裂隙发育, 为地下水的赋存及运移提供了良好空间。侏罗系地层下部为一套河湖相碎屑岩夹煤层沉积, 上部岩性主要为紫红色泥岩、泥钙质粉砂岩, 结构致密, 固结成岩好, 透水赋水性差, 为相对隔水层, 构成白垩系区域含水层的隔水底板。

前人研究表明^[1], 都思兔河是流域内的现代侵蚀基准面, 也是水源地地下水排泄区, 并控制着水源地地下水流场形态。现今条件下, 研究区内地下水补给来源有大气降水的直接入渗补给及区外地下水的侧向径流补给。都思兔河地下水径流在水平方向上, 北部各含水岩组地下水均向西南方向径流, 南部各含水岩组地下水均向西北方向径流; 在垂向上, 东部地区浅层地下水水位一般高于深层水, 因此地下水的径流方向是从上向下, 西部地区则是深层地下水水位高于浅层水, 故地下水从下向上径流。

2 地下水水化学分布及特征

2.1 地下水水化学分布特征

2007 年 4 月在研究区布置了 30 个地下水长观井, 并对每个长观井进行了取样分析, 其中 G18 井的水样在送检过程中损坏, 其余 29 个水样的主要离子分析结果见表 1。2007 年 5 月对研究区地下水进行了统测, 取得包括长观井在内的 94 组水样, 将检测结果进行整理^[12], 绘制了研究区地下水水化学类型分布图(图 2)。

从图 2 可以看出, 查布水源地水化学类型呈现如下水平分布特征:

(1)研究区由东向西水化学类型为: 包乐浩晓苏木以东的绝大部分地区为 HCO_3^- 型水, 水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3^- \text{Ca}$ 、 $\text{HCO}_3^- \text{Na} \cdot \text{Ca}$ 、 $\text{HCO}_3^- \text{Ca} \cdot \text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3^- \text{Ca} \cdot \text{Na} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3^- \text{Na} \cdot \text{Mg} \cdot \text{Ca}$; 包乐浩晓苏木以西, 金霍日音敖包以东的近南北向长条形区域内为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4$ 、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Cl}$ 型水, 水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4 \text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{ClNa}$ 、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{ClNa}$ 、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{ClNa} \cdot \text{Ca}$ 、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{ClCa}$ 、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{ClNa} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Cl} \cdot \text{SO}_4 \text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Cl} \cdot \text{SO}_4 \text{Na} \cdot \text{Mg}$; 在研究区西部, 即都思兔河下游地段为 SO_4 、 Cl 型水, 水化学类型为

表 1 地下水长观井水质分析结果

Tab. 1 Analyses Results of Groundwater Samples of Long-term Monitor Wells											$\rho_B/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	
编号	TDS	pH	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^{+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	NO_3^-	NO_2^-	F^-
G01	2 145.26	7.78	545.45	84.97	70.47	0.00	420.72	770.40	311.72	80.00	0.01	1.67
G02	1 023.65	8.00	279.66	25.65	32.56	0.00	188.41	320.84	244.78	35.00	0.01	2.42
G03	2 054.32	7.96	470.84	80.16	108.86	0.00	551.05	699.32	237.13	7.50	0.01	1.31
G04	787.17	7.89	168.92	48.10	36.45	0.00	151.57	232.47	223.75	20.00	0.28	0.71
G05	747.94	7.76	145.54	45.69	48.11	0.00	113.33	203.63	283.03	25.00	0.01	0.58
G06	564.39	7.58	132.53	40.08	20.41	0.03	89.24	114.31	239.05	10.00	11.0	0.56
G07	476.03	7.82	111.29	32.06	19.44	0.00	60.91	96.06	258.17	0.00	0.00	0.46
G08	356.35	7.88	75.59	30.46	9.72	0.00	18.42	44.19	212.27	40.00	0.00	0.67
G09	428.16	7.62	59.94	56.11	18.47	0.03	24.08	82.61	198.89	60.00	0.02	0.74
G10	654.79	7.52	71.52	89.78	33.05	0.00	79.33	86.45	233.31	150.00	0.80	0.48
G11	895.66	8.02	182.01	73.75	35.48	0.00	150.16	196.92	277.29	100.00	0.00	0.88
G12	1 814.43	7.78	522.22	42.48	50.06	0.02	361.23	453.40	483.83	12.50	0.00	3.54
G13	767.28	8.39	230.34	18.44	12.15	0.00	147.32	207.49	208.45	30.00	0.06	0.57
G14	440.26	8.54	150.00	4.81	0.97	0.00	79.33	84.53	175.94	0.00	0.00	0.61
G15	504.63	7.92	119.99	35.27	13.61	0.00	52.41	71.08	248.61	60.00	0.01	1.25
G16	393.72	7.70	74.44	38.48	15.55	0.00	52.41	57.64	195.06	30.00	0.01	0.94
G17	1 372.66	7.54	191.34	136.27	80.68	0.00	212.49	184.44	298.33	400.00	0.02	0.41
G19	494.67	7.65	10.39	96.99	30.13	0.00	25.50	111.43	145.34	125.00	0.00	0.31
G20	567.88	8.00	148.14	28.06	17.01	0.00	116.16	140.25	183.59	10.00	0.01	0.83
G21	760.69	8.09	218.08	24.85	16.52	0.00	107.66	157.54	315.54	60.00	0.04	2.61
G22	1 333.75	7.74	305.23	56.91	54.92	0.00	260.65	343.89	235.22	175.00	0.06	1.64
G23	641.22	7.52	32.56	99.40	48.60	0.00	96.33	65.32	152.99	200.00	0.08	0.14
G24	323.70	7.81	27.52	68.94	12.15	0.00	17.00	40.35	271.56	5.00	0.05	0.20
G25	459.28	8.63	153.55	7.21	3.40	0.00	131.74	80.69	109.00	0.00	0.00	0.35
G26	623.21	7.64	130.91	60.92	22.36	0.01	65.16	99.90	372.91	30.00	0.16	0.62
G27	534.47	7.60	71.80	85.77	24.30	0.01	35.41	90.30	413.07	0.00	0.00	0.31
G28	357.35	7.80	35.92	70.54	17.50	0.00	24.08	26.90	317.45	10.00	0.00	0.32
G29	669.61	7.26	37.88	137.88	17.50	0.00	25.50	130.64	204.62	200.00	0.01	0.10
G30	459.86	7.74	38.62	91.38	24.30	0.00	41.08	65.32	342.31	10.00	0.00	0.18

$\text{SO}_4 \cdot \text{Cl}-\text{Na}$ 、 $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Na}$ 、 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl} \cdot \text{HCO}_3-\text{Na}$ 、 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl} \cdot \text{HCO}_3-\text{Na} \cdot \text{Mg}$ 型水及 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3-\text{Na}$ 、 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4-\text{Na}$ 、 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4-\text{Na}$ 。地下水从都思免河上游向下游径流的过程中, 阴离子 HCO_3^- 相对含量逐渐减少, SO_4^{2-} 、 Cl^- 不断增加, 到工作区的西边界, 地下水中阴离子最终变为以 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主, 阳离子以 Na^+ 为主。

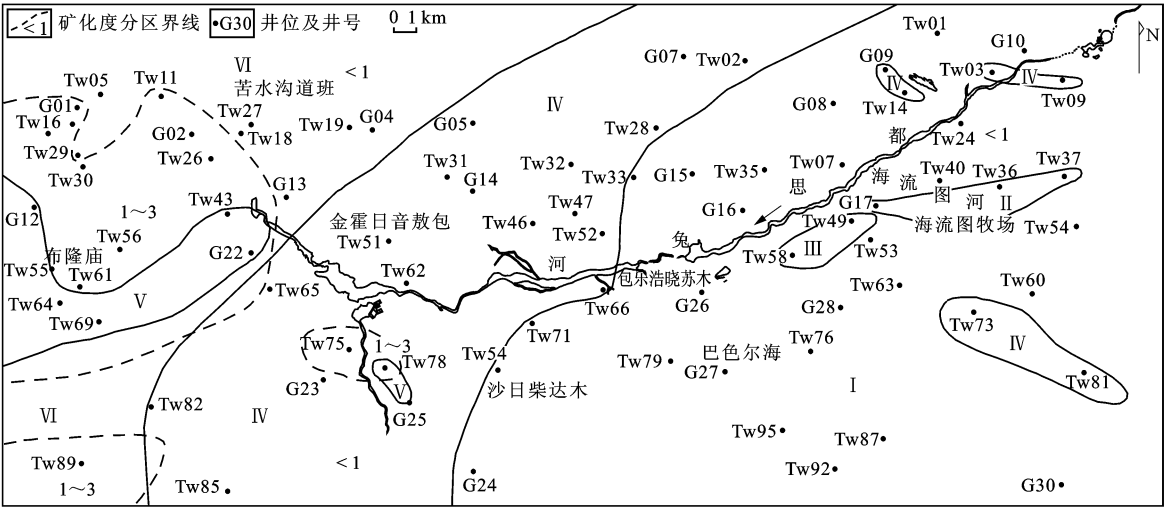
(2)区内东部及中部的矿化度小于 1 g/L, 属于淡水, 局部为微咸水; 西边界附近为微咸水, 矿化度最高达 3 555 g/L, 矿化度超标较严重, 有 22 个井超标(表 2), 占所检测点数的 23 40%。 F^- 超标区主要集中在西南及西北的局部区域。

(3)区内硝酸根离子超标明显, 在所检测的井点中有 27 个井超标, 超标率达 28 72%。特别是海

表 2 地下水水化学成分超标组分含量检测结果

Tab. 2 Analyses Results of Toxic Components which Exceeded the Provided Standard

项目	检测 点数	$\rho_B/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$		超标次 数/ 次	超标 率/ %
		区间值	均值		
pH 值	94	7.26 ~ 8.99		6	6.38
总硬度	94	16.01 ~ 672.54	250.69	7	7.45
矿化度	94	259.21 ~ 3 555.29	878.22	22	23.40
COD	29	0.64 ~ 3.92	1.59	2	6.90
Cl^-	94	7.08 ~ 892.45	129.02	11	11.70
SO_4^{2-}	94	13.45 ~ 877.99	173.40	19	20.21
$\text{NO}_3^- - \text{N}$	94	0.00 ~ 400.00		27	28.72
$\text{NO}_2^- - \text{N}$	29	0.00 ~ 11.00		8	27.59
F^-	29	0.10 ~ 3.54		7	24.14



I — $\text{HCO}_3\text{-Na}$, $\text{HCO}_3\text{-Na} \cdot \text{Ca}$, $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Na}$, $\text{HCO}_3\text{-Na} \cdot \text{Mg}$, $\text{Ca} \cdot \text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Na} \cdot \text{Mg}$; II — 硝酸根重污染区;
III — $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3\text{-Na} \cdot \text{Ca}$, $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3$, $\text{SO}_4\text{-Na}$; IV — HCO_3 , $\text{SO}_4\text{-Na}$, $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4$, Cl-Na , $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Na}$, $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Na} \cdot \text{Ca}$, $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Ca}$, $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Na} \cdot \text{Mg}$, $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} \cdot \text{SO}_4\text{-Na}$, $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} \cdot \text{SO}_4\text{-Na} \cdot \text{Mg}$; V — $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4$, $\text{HCO}_3\text{-Na}$, $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4\text{-Na}$, Cl-Na ; VI — $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl-Na}$, $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Na}$, $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl} \cdot \text{HCO}_3\text{-Na}$, $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl} \cdot \text{HCO}_3\text{-Na} \cdot \text{Mg}$

图 2 研究区地下水水化学类型分布

Fig. 2 Distribution of Chemical Component Types of Groundwater in the Study Area

流图河源头附近硝酸根离子超标严重, 有的取样井点硝酸根离子质量浓度已超过 25%, 甚至超过其他阴离子的质量浓度, 已影响到水化学类型命名, 如海流图的 G17 井的硝酸盐质量浓度为 400 mg/L, 水化学类型为 $\text{NO}_3 \cdot \text{Cl-Ca} \cdot \text{Mg}$; 又如 TW37 井的硝酸盐质量浓度为 256.88 mg/L, 水化学类型为 $\text{NO}_3 \cdot \text{Cl-Na} \cdot \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 。据分析, 海流图支流附近地势相对较低, 地下水埋深浅, 地下水出露地表, 形成许多沼泽, 草甸发育, 牛羊比较多, 因而有机质富集, 再加上地形平缓, 致使该区地下水交替条件差, 蒸发强烈, 硝酸根离子超标。

2.2 地下水硝酸盐污染分布特征

水源地地下水硝酸盐污染组分分布特征见图 3。从图 3 可以看出, 工作区范围内硝酸盐污染范围比较大, 仅包乐浩晓苏木、苦水沟道班东侧及巴塞尔海附近井点的硝酸盐质量浓度低于 20 mg/L, 其他区域仅零星井点的硝酸盐质量浓度低于 20 mg/L; 海流图牧场附近大部分区域井点的硝酸盐质量浓度大于 80 mg/L, 沙日柴达木至苦水沟道班及布隆庙以东区域内的硝酸盐质量浓度达 60~180 mg/L。由于硝酸盐污染会对环境与健康造成重大危害, 国内外对地下水中的硝酸盐转化过程与机理进行了大量研究, 并在防止污染与去除地下水中的硝酸盐方面进行了深入探讨^[13-14]。本区的硝

酸盐污染运移规律将另文进行详细研究。

总体看来, 研究区地下水除硝酸盐污染较明显、局部氟离子超标、矿化度略高外, 其他指标较好。由于研究区内人口稀少, 地下水开采以牧民生活用水及牲畜用水为主, 农业灌溉开采量相对较小, 但都思兔河岸两侧开采的自流井由于管理不善, 昼夜不停地长期自流, 造成了水资源的极大浪费, 已出现了区域地下水水头降低、水量减少的现象。而且从水源地水质检测结果来看, 硝酸盐污染严重, 如果水源地投产, 污染会进一步加剧, 污染范围会进一步扩大, 因此, 需要对研究区地下水水化学成分影响因素进行分析, 从而为水源地水源合理开发及保护提供科学依据。

3 地下水水化学成分影响因素

3.1 含水介质对地下水水化学成分的影响

水源地地下水含水岩组为白垩系砂岩, 区域含水层沉积学表明^[15-16], 水源地东部及中部大部分为一套河流相及冲积扇河流相中粗碎屑岩沉积, 岩石结构疏松, 固结程度差, 孔隙发育, 喉道连通、孔隙结构均质性强, 岩石具有较强的透水性和导水性, 含水层呈厚层稳定展布, 地下水循环交替作用积极, 岩石含盐量少, 地下水水质一般较好, 矿化度多小于 1 g/L; 水源地西南部及都思兔河下游地区为

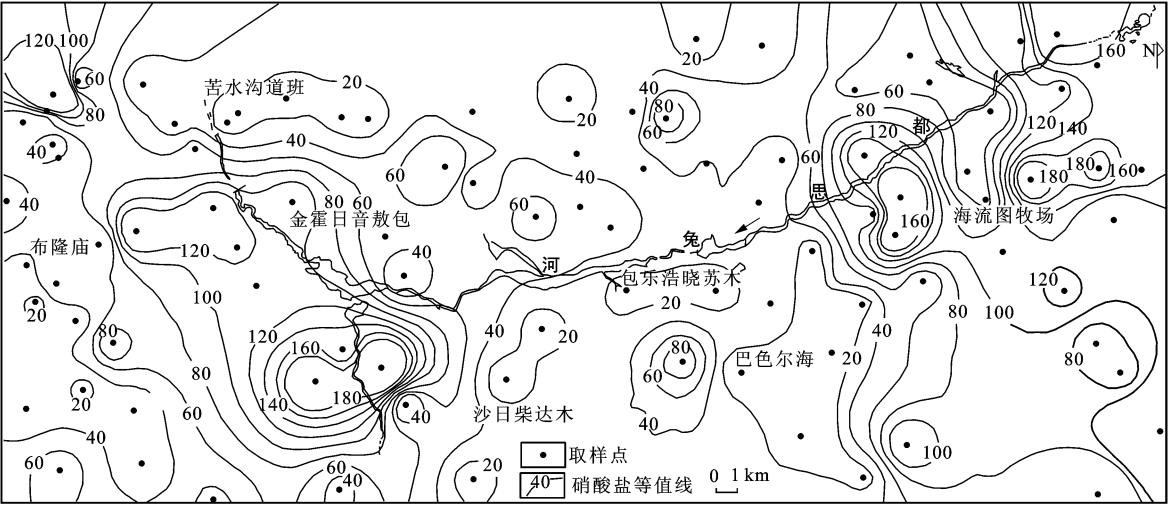


图 3 研究区硝酸盐含量等值线

Fig. 3 Contour Map of the Nitrate Concentration in the Study Area

罗汉洞组岩层, 泥岩及砂质泥岩互层增多, 孔隙不发育, 喉道连通性、孔隙结构非均质性强, 导水性和透水性差, 地下水循环交替滞缓, 盐分聚集, 导致研究区西南及都思兔河下游区矿化度普遍较高; 水源地西边界出露含有石膏成分的第三系, 地下水溶滤岩层中的石膏, 使 SO_4^{2-} 明显增多, 水质变差, 矿化度明显增高。

3.2 补径条件对地下水水化学成分的影响

研究区内地下水补给来源主要为大气降水及东部边界的侧向补给。大气降水对本区地下水水化学成分的影响一方面是以其自身所含的化学成分作为背景值直接补给地下水, 其成分直接影响到地下水的化学成分; 另一方面是大气降水改变了地下水的水动力条件, 使地下水径流状态发生改变, 地下水水位发生变化, 影响地下水的径流条件, 从而影响到地下水的水化学成分。水源地东部地势较高, 降水易于渗透, 处于地下水的补给区, 同时还接受了东边界的侧向补给, 地下水的长期淋滤作用使地层中大部分盐分被带走, 因此地下水的矿化度较低。随着地下水逐渐向西流动, 在西边界形成排泄区, 由于地下水径流滞缓, 使得地下水矿化度显著升高。另外, 蒸发浓缩作用对水源地地下水水化学类型分布规律也有很大影响。在东部, 地下水以重碳酸根为主, SO_4^{2-} 、 Cl^- 的含量很低, 阳离子以 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 为主; 地下水径流到下游时, 将岩土中经淋滤作用进入到地下水中的溶解物质带到了下游, 同时, 下游地下水埋藏浅, 蒸发强烈, 蒸发作用只排走水分, 盐分仍保留在余下的地下水中, 地

下水逐渐浓缩, 矿化度不断增大。随着蒸发浓缩的进行, 溶解度较小的钙、镁的重碳酸盐部分等盐类在水中相继达到饱和而沉淀析出, 易溶盐类的 SO_4^{2-} 、 Cl^- 逐渐成为主要成分, 在西边界附近便形成以 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主的高矿化水。

3.3 人畜活动对地下水水化学成分的影响

查布水源地处于牧区, 住宅、牲畜圈、种植区多围绕水井布设, 牲畜以牛羊为主, 圈养时间每年达 6 个多月, 每户圈养数在 200 ~ 300 头之间。随着牧区人口的增加, 牲畜量猛增, 地表堆积了大量的动物排泄物; 农作物种植面积的增加, 使氮肥施用量显著增大。灌溉过程中, 氮肥进入含水层中, 经硝化反应转化为硝酸盐; 动物粪便裸露地表, 由于雨水的淋滤, 极易使粪便中的硝酸盐渗入地下水中, 两者共同作用造成硝酸盐的重度污染。可见, 农业施肥灌溉及放牧是造成研究区硝酸盐污染的主要原因^[17]。为了保护研究区宝贵的地下水资源, 水源地开采时应合理布置井孔, 隔离受污染的浅层地下水, 并做好水源区的保护措施, 必要时采取工程措施净化水源地地下水。

4 结语

(1) 研究区地下水水化学类型呈现水平分带特征, 由东向西 HCO_3^- 逐渐减少, SO_4^{2-} 、 Cl^- 逐渐增加, 到工作区的西边界, 地下水中阴离子最终变为以 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主, 阳离子以 Na^+ 为主的高矿化水, F^- 局部超标。

(2) 受含水介质分布特征与地下水补径条件的

影响,区内东部的地下水水质一般较好,矿化度多小于 1 g/L ;西部水质变差,矿化度明显增高,主要为以 SO_4^{2-} 、 Cl^- 为主的高矿化水。

(3)受人畜活动的影响,水源地浅层地下水硝酸根离子污染比较明显。海流图牧场附近大部分区域井点的硝酸盐质量浓度超过 80 mg/L ,沙日柴达木至苦水沟道班及布隆庙以东区域内的硝酸盐质量浓度超过 $60\sim 180\text{ mg/L}$ 。

(4)目前水源地地下水硝酸盐污染比较明显, F^- 局部超标,开采后,其影响会加大,因此应制定合理的水源地保护方案。建议在牧区水源地范围内设置水源区隔离措施,加强牧区牲畜粪便的管理;在成井工艺上考虑隔离浅层水;开采井应适当布置在工作区中部区域;优先开采中深层水;并设置水质长期监测孔,进一步开展硝酸盐等超标成分对地下水影响深度方面的研究。

参考文献:

- [1] 西安地质矿产研究所.鄂尔多斯盆地地下水勘查报告[R].西安:西安地质矿产研究所,2006.
- [2] 李云峰,李金荣,侯光才,等.从水文地球化学角度研究鄂尔多斯盆地南区白垩系地下水的排泄途径[J].西北地质,2004,37(3):91-95.
- [3] 董维红,苏小四,侯光才,等.鄂尔多斯白垩系地下水盆地地下水化学类型的分布规律[J].吉林大学学报:地球科学版,2007,37(2):288-292.
- [4] 钱会,窦妍,李西建,等.都思兔河氡气稳定同位素沿流程的变化及其对河水蒸发的指示[J].水文地质工程地质,2007,34(2):107-112.

- [5] 沈照理.应该继续重视与开展水-岩相互作用的研究——为《水文地质工程地质》创刊40年而作[J].水文地质工程地质,1997,24(4):16-20.
- [6] 文冬光,沈照理,钟佐桑,等.地球化学模拟及其在水文地质中的应用[J].地质科技情报,1995,14(1):99-104.
- [7] 张人权,梁杏,靳孟贵,等.当代水文地质学发展趋势与对策[J].水文地质工程地质,2005,32(1):51-56.
- [8] 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.
- [9] 钱家忠,葛晓光,李如忠,等.张集水源地孔隙水化学特征及其环境效应[J].煤田地质与勘探,2004,32(1):37-39.
- [10] 孙亚乔,钱会,张黎,等.基于矩形图的天然水化学分类和水化学规律研究[J].地球科学与环境学报,2007,29(1):75-79.
- [11] Gorelick S M. Conjunctive Water Use: Understanding and Managing Surface Water-Groundwater Interaction [M]. Wallingford: Int Assoc Hydrol Sci Publ, 1986.
- [12] 房佩贤,卫中鼎,廖资生.专门水文地质学[M].北京:地质出版社,1996.
- [13] Van Genuchten M Th, Wierenga P J. Mass Transfer Studies in Sorbing Porous Media. I [J]. Analytical Solutions Soil Sci Soc Am J, 1976, 40: 473-480.
- [14] Van Genuchten M Th, Wierenga P J. Mass Transfer Studies in Sorbing Porous Media. III [J]. Soil Sci Soc Am J, 1977, 41: 278-285.
- [15] 谢渊,王剑,殷跃平,等.鄂尔多斯盆地白垩系含水层沉积学初探[J].地质通报,2003,22(10):818-828.
- [16] 李明辉,王剑,谢渊,等.鄂尔多斯盆地白垩纪岩相古地理与地下水相关性探讨[J].沉积与特提斯地质,2003,23(4):34-40.
- [17] 王冬.鄂尔多斯白垩系盆地北部潜水硝酸盐污染成因分析及防治对策[J].地下水,2006,28(4):56-57.

欢迎订阅 2009 年《地球科学与环境学报》

《地球科学与环境学报》(1979 年创刊,刊名先后为《西安地质学院学报》、《西安工程学院学报》、《长安大学学报(地球科学版)》)是教育部主管、长安大学主办的地学综合类学术期刊,系中国科技核心期刊,其先后被美国《化学文摘》、美国《地质学题录与索引》、美国《剑桥科学文摘:自然科学》、美国《石油文摘》、美国《乌利希国际期刊指南》、俄罗斯《文摘杂志》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中国科学引文数据库》、《中国地质文摘》、《中国石油文摘》等国内外十余家著名权威文摘或数据库固定收录。

本刊刊登内容主要有基础地质与矿产地质、水文地质与工程地质、环境地质与生态地质、地球物理、地球信息科学等,重点报道地学前缘及交叉学科的高水平科技成果,突出西部大开发中资源勘查、干旱与半干旱地区地质与生态环境保护以及国家重要基础工程建设中重大地质科技问题。

在此,热诚欢迎广大地学科技工作者为本刊撰写论文,对高质量特别是国家各种基金项目或重大科技攻关项目产出的论文将优先发表。

《地球科学与环境学报》为季刊,每季末月出版,112 页,每册定价 8 元,邮发代号 52-280,国外代号 Q4115,邮局漏订者亦可直接同本刊编辑部联系。

本刊地址:西安市南二环路中段长安大学杂志社;邮政编码:710064;电话:(029)82334686;

E-mail: dkyhxb@chd.edu.cn