

鲁西南地区地下水锰的分布特征及其成因

朱恒华,徐建国,王玮,王增辉,徐华,刘治政

(山东省地质调查院,山东 济南 250013)

摘要:为了解鲁西南地区地下水中锰的含量及其成因,采集并分析了276组地下水样和18组地表水样,结果表明,鲁西南平原区浅层地下水中锰含量在未检出至2.84 mg/L之间,平均浓度为0.35 mg/L,超标率达41%。鲁西南地区地下水中锰含量的分布与该区的工业化程度以及所处的补、径、排条件密切相关。影响地下水中锰含量分布的因素主要有表层土壤、地下水径流条件及含水层介质和地下水矿化度等。

关键词:地下水;锰含量;分布特征;鲁西南地区

中图分类号:P641

文献标识码:B

引文格式:朱恒华,徐建国,王玮,等.鲁西南地区地下水锰的分布特征及其成因[J].山东国土资源,2015,31(3):54-57. ZHU Henghua, XU Jianguo, WANG Wei, etc. Distribution Characteristics and the Origin of Manganese in Groundwater in Southwestern Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(3): 54-57.

0 引言

20世纪80年代以来,随着小城镇的建设和拓展,城市化进程步伐加快,鲁西南地区地表水体不断缩小,加上生活污水和工业废水超标排放,地下水强力开采,环境问题日趋严重。近年来,地表水污染加重,地下水的超量开采造成浅层地下水也受到不同程度的污染,随着科技发展和人民生活水平的提高,饮用水安全问题日益受到重视。

有关资料表明中国地下水中锰是比较常见的超标组分^[1-4],而锰超标会影响人的中枢神经,过量摄入对智力和生殖功能都有影响,生活中如果摄入过多的锰,人体会出现食欲不振、呕吐腹泻、肠道紊乱等症状,锰中毒后影响更为严重。为此,该文开展鲁西南地区地下水中锰的分布特征及其成因研究,对于促进该区居民饮用水安全具有十分重要的意义。

1 研究区概况

研究区主要包括济宁市和菏泽市2个行政区的范围,济宁市是山东省鲁南城市带中心城市,已发展成为鲁西南地区工业、经济、文化综合性核心地区,

菏泽市是省内商品粮、棉、油、林、畜生产的重要基地。

研究区地形平坦,地势起伏小,整体东部略高,地面标高一般小于100 m,由冲湖积平原到边缘逐渐增高。从地貌类型上分为湖西的黄河冲积平原、冲积湖积平原区,以及湖东的汶泗河冲洪积平原区。

区内出露地层主要为第四纪地层,湖东主要是山区地表水流及暂时性水流作用的产物,颗粒较粗;湖西主要是黄河多次泛滥及湖泊静水沉积作用的产物,颗粒较细,第四系沉积厚度一般在20~320 m,由东往西逐渐增厚。包气带岩性以粘质砂土为主,黄河古河道决口扇地区为粘质砂土与砂质粘土互层及粘质砂土与粉细砂互层为主;古河道带以粉细砂为主;湖西冲湖积平原区为粘质砂土与砂质粘土互层,颗粒较细;湖东山前冲洪积平原区山前地区及冲洪积扇边缘地区以砂质粘土为主。

研究区内之前未进行该方面专题研究,通过收集多目标地球化学项目表层土及深层土分析结果,结合该次工作所采集的地下水水质分析结果,对该区浅层地下水锰分布特征进行分析研究。

收稿日期:2014-04-04;修订日期:2014-06-11;编辑:曹丽丽

基金项目:中国地质调查局国土资源大调查项目(编号:1212010634503)资助

作者简介:朱恒华(1981—),男,山东莱芜人,高级工程师,主要从事水文学资源调查工作;E-mail:hhzhu2008@sina.com

2 样品采集与分析

2.1 水质分析样品

2006—2010年,先后在该区采集地下水水质分析样品276组,地表水样品18组,取样水井以浅层为主,井深控制在60m以浅,取样前对水井进行抽水半小时以上,保证了样品的代表性和准确性。2006—2008年度所采集样品在山东省地质环境监测总站实验室进行测试,2009—2010年度所采集样品在国土资源部华东矿产资源监督检测中心进行测试,保证了样品测试结果的可靠性。

2.2 土壤分析样品

“山东省黄河下游流域多目标区域地球化学调查报告”项目在该研究区的大部分区域采集了土壤表层土壤分析样品,采样密度为1 km × 1 km,采样深度20~30 cm^①。表层土壤元素全量测试分析由武汉综合岩矿测试中心和山东省地质科学研究院共同分析,分析指标(元素)共计54项,Mn元素采用X射线荧光光谱法进行分析测试。

3 结果分析

3.1 分布特征

3.1.1 地下水中锰含量分布特征

鲁西南地区所分析的地下水中锰的含量在未检出到2.84 mg/L之间,平均含量为0.35 mg/L(未检出样品点作为零处理)。该区居民饮水以小型集中式供水与分散式供水为主,对比生活饮用水卫生标准(GB5749-2006)显示^[5],锰的限制取0.30 mg/L,276组水质分析样品中超标的达113组,其超标率达41%,工作区涉及的19个县市均有锰超标出现,并且菏泽地区较济宁地区超标严重,其中浅层地下水Mn超标率超过50%的县市有兖州市、菏泽牡丹区、曹县、成武县、鄄城县和巨野县,其中曹县超标率达75%,超标严重(表1)。

据统计,兖州市地下水锰的评价含量最高,达0.62 mg/L,平均含量最低的为曲阜市,仅为0.08 mg/L,两者相差较大,说明鲁西南地区地下水中锰的含量极其不均匀。由地下水锰分布图可以看出,地下水中锰超标点主要分布在济宁地区任城区、兖州市、邹城市及菏泽地区的菏泽市、巨野县、曹县地

区(图1)。

表1 鲁西南地区地下水中锰含量检出超标情况

地区	县市	样品数		超标率 /%	最大值 mg/L	最小值 mg/L	平均值 ^② (mg/L)
		超标数 ^① (组)	总组数 (组)				
济宁市	任城区	39	15	38.5	0.97	ND ^③	0.29
	兖州市	14	7	50.0	2.30	ND	0.62
	曲阜市	13	2	15.4	0.65	ND	0.08
	邹城市	11	2	18.2	1.15	ND	0.26
	微山县	7	3	42.9	1.40	ND	0.41
	金乡县	12	4	33.3	0.82	0.05	0.31
	嘉祥县	16	5	31.3	1.00	ND	0.26
	梁山县	25	10	40.0	1.30	ND	0.31
	汶上县	17	3	17.6	2.30	ND	0.23
	鱼台县	9	4	44.4	2.50	ND	0.55
菏泽市	牡丹区	17	9	52.9	1.05	0.08	0.43
	曹县	20	15	75.0	1.30	0.05	0.44
	单县	10	3	30.0	1.30	ND	0.32
	成武县	6	3	50.0	0.85	0.09	0.41
	东明县	14	5	35.7	1.00	0.06	0.33
	鄄城县	10	5	50.0	1.02	0.05	0.39
	巨野县	17	10	58.8	2.84	0.05	0.56
	定陶县	6	1	16.7	0.80	0.05	0.29
	鄄城县	13	5	38.5	1.00	0.10	0.32

注:①引用生活饮用水卫生标准(GB5749-2006),大于0.30 mg/L为超标;②计算过程中把未检出作为零处理;③“ND”表示实验室未检出。

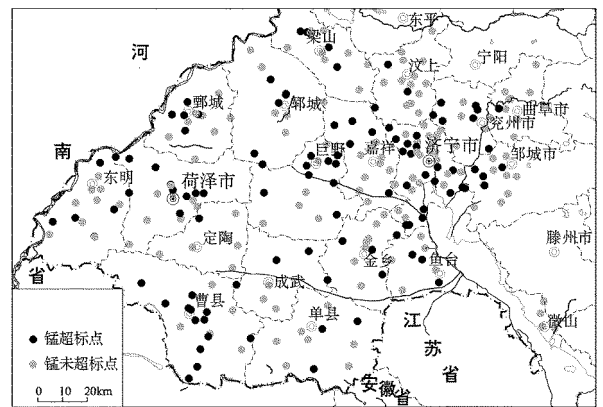


图1 地下水锰含量分布

综合该区地形地貌、水文地质条件等资料,地下水中锰含量较高地区往往集中在工业发达地区及地下水排泄区,微山湖周边地区地下水中锰含量高于其他周边地区,另外在古河道带的曹县及工业化水平较高的菏泽市区、兖州市及邹城市地下水中锰含量较高,即该区锰含量的分布与该区工业化水平及所处的水文地质条件密切相关。

① 山东省地质调查院,庞绪贵、战金成、王存龙,山东省黄河下游流域多目标区域地球化学调查报告,2003—2006年。

3.1.2 区域表层土壤锰含量分布特征

土壤环境质量标准(GB15618-1995)中对锰含量的环境质量没有进行限值,根据全国有效土壤元素分级指标(mg/kg)分级,研究区全部为含量极高地区。由表层土壤锰含量分布图可以看出,表层土壤中锰含量分布较高地区主要集中在济宁市的鱼台县、金乡县、嘉祥县、巨野县以及菏泽市的市区、鄄城县、郓城县和梁山县等地,其中济宁市的微山湖以西地区表层土壤中锰的含量最高(图2)。

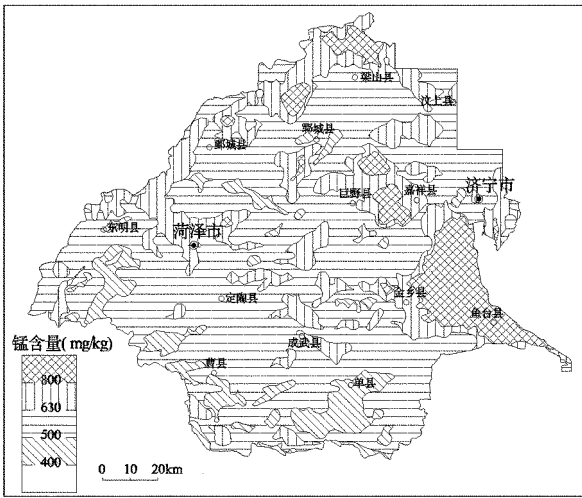


图2 表层土壤中锰含量分布

3.2 成因分析

地下水中锰的来源通常是由于岩石和矿物中锰的氧化物、硫化物、碳酸盐、硅酸盐等溶解于水所致^[6],如 $MnCO_3 + CO_2 + H_2O = Mn(HCO_3)_2$,高价锰的氧化物,如软锰矿(MnO_2)等,在缺氧的还原环境中,能被还原(还原剂 H_2S)为二价锰而溶于含碳酸的水中,此外,在富含有机物(如腐质酸等)的水中,还可能存在有机锰。地下水中锰的形成和迁移富集,除与地下水含水介质及其上覆岩土成分有关外,还与地下水的径流条件、矿化度及有机质含量等有关。

3.2.1 人为污染

鲁西南地区作为山东重要的粮棉基地,工业化程度相对山东其他地区较低,该区主要以小型企业为主,仅济宁市的任城区、兖州市及邹城市工业相对发达,该区许多中、小型企业工业污水、废水处理能力差,其废水大多未经处理直接排放至地表水体或者就近排放,造成该区浅层地下水污染。

该次工作共分析地表水样品18组,分析结果显示(表2),18组样品中8组样品未检出Mn,地表水

体中锰含量较低,检出中锰含量最大值为0.2 mg/L。在济宁地区的主要河流处布设5条河流-地下水监测剖面,由分析结果可以看出,河流对地下水的影响不明显,地下水一定程度上污染地表水体,而不是地表水锰含量影响附近地下水锰含量(表3)。

表2 鲁西南地区部分地表水体中锰、矿化度含量

河流	地理位置	Mn mg/L	矿化度 mg/L
南四湖	微山县两城乡东单	ND	631.9
南四湖	微山县塘湖镇微山岛	ND	774.38
南四湖	微山县欢城镇夏刘庄村	ND	790.79
京杭运河	任城区许庄	0.05	1241.16
京杭运河	梁山县韩岗镇蒋庄村	ND	1305.55
洙赵新河	任城区喻屯镇韩庄村	0.09	1324.26
洙赵新河	嘉祥县纸坊镇王庙村	ND	2019.21
赵王河	任城区唐口镇廉官屯村	0.05	1897.54
泗河	曲阜市姚村镇孔家村	0.2	728.41
泗河	微山县马坡镇马庄村	ND	556.57
白马河	邹城市太平桥乡太平村	0.08	1176.68
白马河	微山县鲁桥镇鲁桥村	0.05	1321.01
新薛河	微山县夏镇后洛房村	0.05	963.93
新万福河	金乡县金乡镇方庙村	0.1	2066.34
红卫河	金乡县肖云镇肖云村	ND	1494.27
洙水河	任城区喻屯镇大李庄	0.07	1951.27
排污河	牡丹区城关镇十里铺村	0.07	1153.45
洙府河	任城区许庄镇东石佛村	ND	1255.18

表3 济宁地区5个剖面中各水体的锰含量

剖面	样品编号	距河距离 /m	井深 /m	Mn mg/L
1	1-1			ND
	1-2	397.5	17.5	0.82
	1-3	529.5	42	1.4
	1-4	1714	20	0.62
2	2-1			0.2
	2-2	189	18	ND
	2-3	459	16	ND
	2-4	761	17	ND
3	3-1			0.08
	3-2	225.5	24	1
	3-3	549	22	0.05
4	4-1			0.1
	4-2	614.5	10	0.08
	4-3	761	20	0.05
5	5-1			ND
	5-2	47.5	11	ND
	5-3	469	8	ND

注:其中样品编号1-1,2-1,3-1,4-1,5-1为河流取样点,其余为水井取样点。

由地下水锰含量分布图及污染源调查资料可知,除个别地区如济宁市中区、兖州市、邹城市及菏泽市区工业化水平较高,工业以煤矿开采、造纸厂、

食品厂等为主,其他如巨野县、曹县等地工业化水平较低,锰含量超标点与工业污染源无直接的对应关系,该区地下水中高锰主要与该区的背景值有关,人为污染仅影响鲁西南局部地区地下水锰含量的分布。

3.2.2 上覆盖层性质

地下水覆盖层中有机质和锰含量会影响附近地下水体中的锰含量,上覆盖层有机质越多,越容易通过淋滤作用使表层土壤中的锰带入至地下水体中,而相关研究已表明地下水中的锰含量与其上覆盖层中的锰含量呈明显的正相关关系^[7]。

鲁西南地区浅层地下水水位埋深较浅,地势起伏较小,地势低洼,包气带岩性以粉土为主,表层土壤中锰含量较高,所处的环境也往往是过渡环境或还原环境,有利于锰离子的价位转换,使土壤和包气带中的 Mn^{4+} 被还原为 Mn^{2+} ,通过淋滤作用进入地下水中,上覆盖层性质对于研究区地下水锰含量分布的影响程度较大(图2)。

3.2.3 地下水径流条件及含水层介质

地下水的径流条件和含水层介质的岩性也是影响地下水锰的迁移和富集的重要因素之一。一般情况下,地下水径流条件越好,含水层介质渗透系数高的地区,地下水中的锰元素就越容易流失而贫乏,反之,则容易富集。

鲁西南地区湖东地区含水层岩性以中砂、粗砂为主,山前部分地区为砂砾石;湖西地区含水层岩性主要为细砂、粉砂为主。湖东地区较湖西地区地下水的径流条件要好,地下水中锰含量湖西地区相对容易富集。相关研究表明,地下水锰含量随着含水层介质锰含量的增高而增高,地下水径流条件和含水层介质为影响该区地下水锰含量分布的因素之一。

3.2.4 地下水的矿化度

地下水中矿化度值越高,表明水中阴、阳离子含量较高。若地下水中的阳离子越多,就越容易通过离子交换把部分锰离子从含水层的阳离子吸附剂中释放出来进入地下水中,同样,而地下水中的阴离子越多,也能起相似的作用。由地下水中矿化度含量分布图(图3)可以看出,矿化度超标点(对比生活饮用水卫生标准(GB5749-2006)中小型集中式供水和分散式供水部分水质指标及限值表显示,矿化度以1500mg/L为界)与锰超标点(图1)具有一定的相关性。

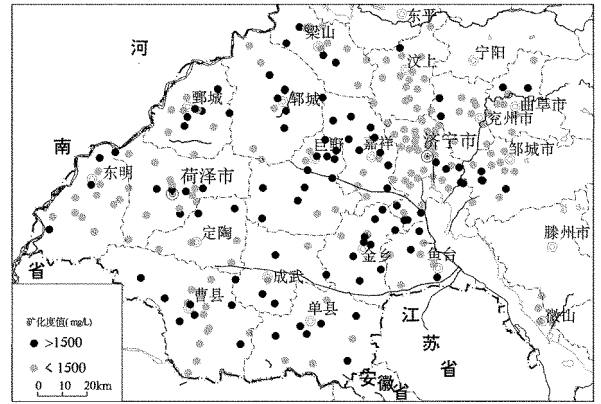


图3 地下水矿化度含量分布

4 结论

(1)鲁西南地区所分析的地下水中锰的含量在未检测到2.84 mg/L之间,平均含量为0.35 mg/L,其超标率达41%,菏泽地区较济宁地区超标严重,其中浅层地下水Mn超标率超过50%的县市有兖州市、菏泽牡丹区、曹县、成武县、郓城县和巨野县,其中曹县超标率达75%,超标严重。

(2)影响鲁西南地区地下水中锰含量分布的因素主要有表层土壤、地下水径流条件及含水层介质和地下水矿化度等。

(3)人为污染对该区部分地下水中锰超标有影响,地表水污染对地下水中锰含量超标无直接影响关系,主要与该区土壤及地下水中锰含量背景值、水文地质条件及地下水补、径、排等有关。

参考文献:

- [1] 任陶军,李晓,周亚芹.成都市地下水中铁、锰变化规律及成因分析[J].水土保持研究,2007,14(1):211-214.
- [2] 王岚,孟宪宽,徐洪恩.佳木斯市水源地源水铁、锰含量超标的原因分析[J].环境科学与管理,2006,31(1):152-153.
- [3] 朱锦旗,王彩会,陆徐荣,等.苏锡常地区浅层地下水铁锰离子分布规律及成因分析[J].水文地质工程地质,2006,(3):30-33.
- [4] 刘南发.湛江市高铁锰地下水成因分析及利用对策探讨[J].西部探矿工程,2004,(11):217.
- [5] GB5749-2006.生活饮用水卫生标准[S].北京:标准出版社,2007.
- [6] 沈照理.水文地球化学基础(试用本)[M].武汉:武汉地质学院,1995.
- [7] 曾昭华,丁汉文,多超美,等.江西省鄱阳湖地区地下水环境背景形成的控制因素[J].水文地质工程地质,1990,(4):36-39.

Distribution Characteristics and the Origin of Manganese in Groundwater in Southwestern Shandong Province

ZHU Henghua, XU Jianguo, WANG Wei, WANG Zenghui, XU Hua, LIU Zhizheng

(Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: In order to understand the content and origin of manganese in groundwater in southwest region of Shandong province, after collecting and analyzing 276 groups of groundwater samples and 18 groups of surface water samples, it is showed that the content of manganese in shallow groundwater in southwestern plain is in undetected to 2.84mg/L, average concentration is 0.35mg/L, and over standard rate is 41%. Content distribution of manganese in groundwater has close relation with the degree of industrialization, filling, runoff and discharge conditions in this region. Top soil, flow conditions of groundwater, aquifers media and salinity of underground water are main factors affected the distribution of manganese.

Key words: Groundwater; manganese content; distribution characteristics; origin; southwestern Shandong province