

广饶县浅层地下水水化学演化分析研究

刘志涛,沙福建,蒋书杰

(山东省鲁北地质工程勘察院,山东德州 253072)

摘要:通过分析广饶县多年来的浅层地下水水质监测资料,研究总结了该区浅层地下水水化学类型及主要水化学组分的动态演化特征。研究表明,南部淡水区水质普遍有恶化趋势,4个监测点中有3个阴离子类型已经或已出现由 HCO_3^- 型转变为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Cl}^-$ 型的趋势,且矿化度、氯离子含量普遍有升高趋势,主要与浅层地下水降落漏斗的形成有关。

关键词:浅层地下水;水化学演化;广饶县

中图分类号:P641

文献标识码:B

引文格式:刘志涛,沙福建,蒋书杰.广饶县浅层地下水水化学演化分析研究[J].山东国土资源,2017,33(3):48-51.

LIU Zhitao, SHA Fujian, JIANG Shujie. Water Chemical Evolution Analysis of Guangrao Shallow Groundwater[J].

Shandong Land and Resources, 2017, 33(3): 48-51.

东营市广饶县是该市淡水资源最丰富的地区,全市可用于大规模开发利用的地下淡水资源主要分布在该区。该区浅层淡水资源,由于分布范围广,埋藏浅易于开发,一度是当地工农业生产和生活用水的重要水源,目前也仍然是农业灌溉用水的主要水源。由于长期大量开采,引发了地下水降落漏斗、咸水入侵等地质环境问题^[1]。由于地下水的水化学演化是研究地下水环境变化的重要手段^[2-7],通过对该区以往水化学监测资料的整理分析研究,着重分析了地下水水化学类型及主要水化学组分的动态演化特征,揭示了造成地下水环境变化的主要原因。

1 浅层地下水水文地质特征

广饶县位于东营市南部,属鲁西北平原松散岩类水文地质区,包括2个水文地质亚区,大致以石村-颜徐-稻庄一线为界,以南属冲积洪积平原淡水水文地质亚区,以北属海积冲积、冲积海积平原咸水水文地质亚区^[8]。该区地下水类型属第四系松散岩类孔隙水,按水力特征又分为浅层孔隙潜水-微承压水和中、深层承压水。其中浅层地下水主要指含水层埋深小于60 m的地下水,在南部的冲积洪积平原

淡水水文地质亚区,含水层岩性以细砂、中细砂为主,局部有中粗砂和含砾粗砂,厚度5~20 m,单井涌水量多大于500 m³/d,砂层厚度较大的地方可达到1 000 m³/d以上。地下水矿化度一般小于2 g/L,广饶县城-大王镇以南小于1 g/L,阴离子类型主要为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Cl}^-$ 型或 HCO_3^- 型,阳离子主要为 $\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型或 $\text{Mg} \cdot \text{Ca} \cdot \text{Na}$ 型。主要补给方式为大气降水补给和径流补给,人工开采为主要排泄途径^[9]。北部海积冲积、冲积海积平原咸水水文地质亚区,地下水主要为咸水或微咸水,含水层岩性以粉砂为主,局部有粉细砂层,累计厚度5~20 m,单井涌水量200~700 m³/d。矿化度一般在2~6 g/L,水化学类型多为 $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ 型。主要补给方式为大气降水补给和灌溉回渗补给,蒸发为主要排泄途径。

2 水化学特征演化分析

2.1 水化学类型演变

根据监测数据,北部海积冲积、冲积海积平原咸水水文地质亚区内2个监测点中杨斗村监测点水化学类型十分稳定,1992—2005年18期监测数据均为 $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ 型(图1)。三岔村监测点阴离子在2007

收稿日期:2016-06-21;修订日期:2016-09-05;编辑:曹丽丽

基金项目:山东省地勘局,鲁地发[2016]32号,2016年度地下水及地质环境监测

作者简介:刘志涛(1982—),男,河南巩义人,高级工程师,主要从事水工环地质工作;E-mail: strawer@126.com

年以前主要为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}$ 型或 Cl 型,2008 年以后主要为 Cl 和 SO_4 组合,或者为 Cl, SO_4 和 HCO_3 三者组合,表明 SO_4 参与进了阴离子水化学命名,阳离子则由 $\text{Na} \cdot \text{Ca}$ 型转变为 Na 型,可能的主要原因是该监测点位于咸水分布区,但同时受附近小清河的影响,水质主要表现为微咸水,不同时段周边地下水 and 地表水对该地段地下水的影响程度各不相同,随着河流流量的减少,周边地下水对其影响更为显著,使得水化学类型发生变化。

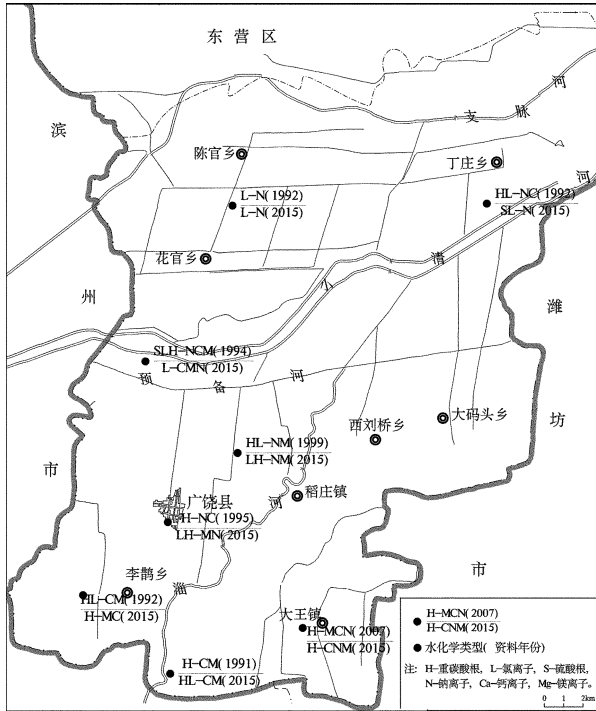


图 1 研究区监测点水化学类型对比图

南部冲积洪积平原淡水水文地质亚区内 4 个监测点中,李砦村监测点在 2010 年 6 月之前 12 期监测数据表现为比较稳定的 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型,之后则表现为较为稳定的 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型,且 HCO_3 摩尔百分数呈逐年下降趋势, Cl 呈逐年上升趋势(图 2),表明其阴离子类型由 HCO_3 型转变为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}$ 型。该监测点位于广饶县最南部,地下水降落漏斗位于其北部,地下水流向自南向北,该地段地下水主要接受来自南部上游方向的地下径流补给,其水化学类型变化可能与上游地下水质的变化有关。十村监测点阴离子类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}$ 型或 HCO_3 型,阳离子类型以 $\text{Mg} \cdot \text{Ca} \cdot \text{Na}$ 型和 $\text{Mg} \cdot \text{Ca}$ 型为主, Cl 和 Na 有时虽未参与水化学类型命名,但其摩尔百分数最小值也都超过了 20%,且相

对较为稳定,所以其水化学类型还是相对稳定的。小张村和大王镇 2 个监测点位于浅层地下水降落漏斗中心,表面来看,其水化学类型较为稳定,如小张村监测点 23 期监测数据主要为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型或 $\text{HCO}_3 - \text{Mg} \cdot \text{Ca}$ 型,但从各离子摩尔百分数来看, HCO_3 有所下降, Cl 呈逐年上升,由早年的不到 10% 上升到近年来的 20% 以上,因此其阴离子类型有向 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}$ 型转变的趋势;大王镇监测点阳离子类型为三大离子中两者组合或三者组合,尽管有多种形式,但其摩尔百分数相对稳定,阴离子类型主要为 HCO_3 型,但 2015 年两期监测数据 Cl 摩尔百分数一期略低于 25%,一期达到 33.6%,因此也可能存在向 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}$ 型转变的趋势。由于这两个点位于漏斗中心,同时接受南北两侧地下水的径流补给,而其南北两侧地下水水化学类型均为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}$ 型,因此其水化学类型的改变与补给源有关。

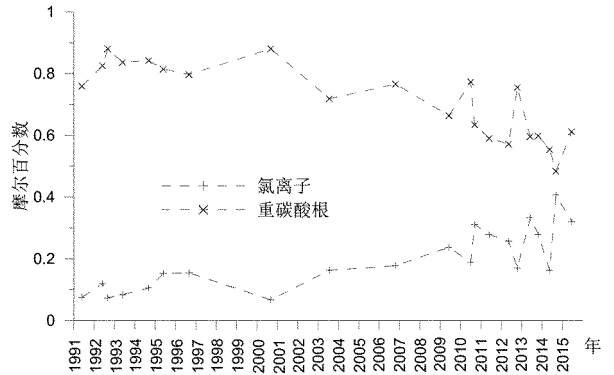


图 2 李砦村监测点重碳酸根和氯离子摩尔百分数动态曲线图

肖家村和石村监测点位于 2 个水文地质亚区分界线附近,即咸淡水分界线附近,根据监测资料,肖家村监测点 1999 年至今水化学类型较为稳定,15 期监测资料中 12 期为 $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3 - \text{Na} \cdot \text{Mg}$ 型;石村监测点在 2013 年以前阴离子主要为 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4$ 型,之后主要为 Cl 型,阳离子类型多为 $\text{Na}, \text{Mg}, \text{Ca}$ 三者组合,虽然该点位于咸淡水分界线附近,位置特殊,但分析其阴离子类型的改变与咸水入侵无关,下文在分析主要离子含量变化时将进一步说明,该点在 2012 年更换了监测井,根据该区多年监测经验,同一地段不同井点水质存在差异是常有之事,考虑其变化与此有关。

2.2 主要水化学指标演变

根据长期监测资料,北部海积冲积、冲积海积平原咸水水文地质亚区中,杨斗村监测点主要水质指标含量较为稳定,三岔村监测点硫酸根含量有逐年升高趋势(图 3),1992 年含量仅为 136.89 mg/L,目前已超过了 700 mg/L,并逐渐参与进了水化学类型命名,钙离子含量略有下降,其他离子含量较为稳定。

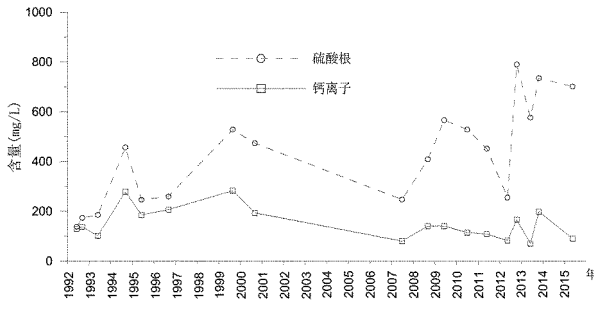


图 3 三岔村监测点硫酸根和钙离子含量动态曲线图

南部冲积洪积平原淡水水文地质亚区内,李砦村监测点氯离子含量有显著上升趋势,1995 年以前含量多小于 20 mg/L,近几年含量则多大于 60 mg/L,最大 131.16 mg/L(图 4),并已经参与进了水化学类型命名,其他各主要指标中矿化度、硫酸根含量略有升高,其余较为稳定。十村监测点虽然水化学类型相对较为稳定,但矿化度以及六大离子含量或多或少均有上升趋势(图 5),主要原因是该区地下水水质由南向北逐渐变差,该点位于地下水降落漏斗北部,地下水径流方向自北向南,接受了北部较差水质的径流补给。小张村监测点和十村相似,矿化度以及六大离子含量多呈上升趋势(图 6),水质有所恶化,其中氯离子由早期的不到 20 mg/L 升高到目前的 100 mg/L 左右,增加了 4 倍,前文已述及,从氯离子摩尔百分数来看,持续发展下去有参与进水化学类型命名的趋势。大王镇监测点监测数据较少,除矿化度和氯离子有上升趋势外,其他离子含量较为稳定,该监测点和小张村监测点均处于漏斗中心,尽管目前表现不明显,但从地下水补排关系来看,推测其水质也将会呈逐渐恶化趋势。综上,南部淡水区各监测点水质普遍有恶化趋势,其原因主要与浅层地下水降落漏斗的形成并持续发展造成周边地下水向漏斗的长期补给有关,尤其是北部劣质水的补给,因此要想防止该区水质的持续恶化,必须严控地下水的开采,另外也可进行地下水人工调

蓄^[10-12],控制漏斗的持续发展。

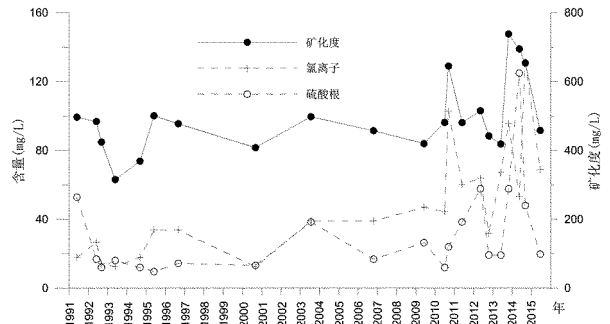


图 4 李砦村监测点矿化度、氯离子及硫酸根含量动态曲线图

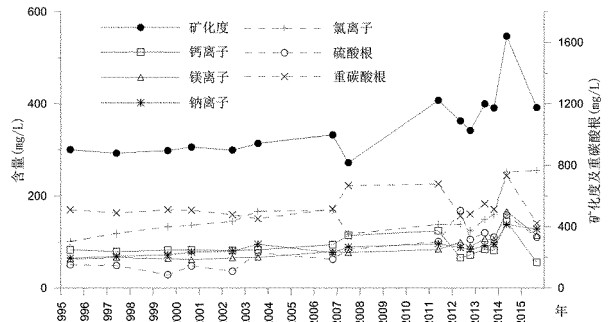


图 5 十村监测点主要水化学组分含量动态曲线图

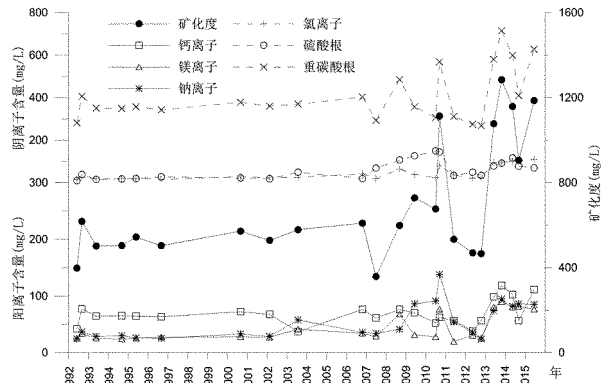


图 6 小张村监测点主要水化学组分含量动态曲线图

位于咸淡水分界线附近的石村监测点硫酸根含量有所下降,下降幅度 30%左右,并使得水化学类型也发生了变化,矿化度和氯离子含量 2014、2015 年有所升高,但与历史最高值持平或低于历史最高值,且没有持续升高趋势,其余指标含量较为稳定(图 7),由此推测该地段咸水入侵没有持续发展的趋势,否则钠离子含量也应有所增高,硫酸根离子也不应下降,所以说石村监测点水化学类型的改变与咸水入侵无关。肖家村监测点各主要水质指标含量均较为稳定,说明所处地段咸水入侵也没有持续发展的趋势。

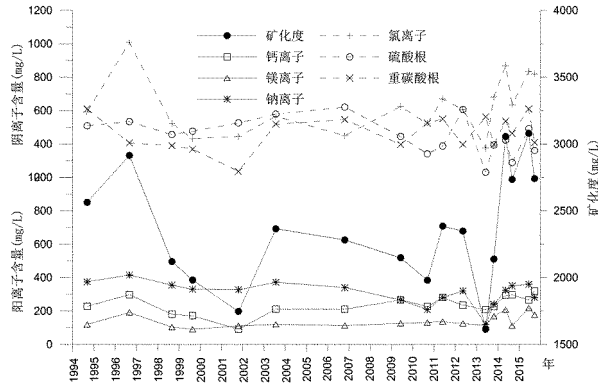


图 7 石村监测点主要水化学组分含量动态曲线图

3 结语

(1) 南部淡水分布区各监测点水质普遍有恶化趋势,其中最南部的李砦村监测点阴离子类型已由 HCO_3^- 型转变为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Cl}$ 型,浅层地下水降落漏斗中心两个监测点虽然目前水化学类型还算稳定,但氯离子摩尔百分数呈上升趋势,持续发展将有可能参与进水化学类型的命名。北部咸水区三岔村监测点硫酸根逐渐参与进了阳离子类型的命名,阳离子由 $\text{Na} \cdot \text{Ca}$ 型转变为 Na 型。

(2) 从各监测点主要水化学组分含量来看,南部淡水区十村、小张村监测点主要指标含量均有升高趋势,大王镇监测点矿化度和氯离子有上升趋势,李砦村监测点氯离子含量有显著上升,矿化度、硫酸根含量略有升高,从含量上再次证明了水质呈恶化趋势。北部咸水区三岔村监测点硫酸根含量有逐年升高趋势,钙离子含量略有下降。

(3) 咸淡水分界线附近的 2 个监测点水化学类

型及主要指标含量大多较为稳定,没有持续升高,表面咸水入侵没有持续发展的趋势。

(4) 造成南部淡水区水质恶化的原因主要与浅层地下水降落漏斗的形成有关,因此要想防止水质持续恶化,控制漏斗的发展是关键。

参考文献:

- [1] 张波,刘桂仪,范立芹,等.黄河三角洲南部地下水环境问题与对策[J].山东国土资源,2004,20(5):51-54.
- [2] 杨丽芝,王雪琼,刘春华.黄河下游平原地质环境退化及与地下水开采关系研究[J].西北地质,2015,48(4):226-233.
- [3] 谢延玲.鄂尔多斯盆地中部靖边地区水化学成分演化规律研究[D].西安:西北大学,2008:1-25.
- [4] 吴春勇,苏小四,郭金森,等.鄂尔多斯沙漠高原白垩系地下水水化学演化的多元统计分析[J].世界地质,2011,30(2):244-253.
- [5] 丁贞玉,马金珠,何建华.腾格里沙漠西南缘地下水水化学形成特征及演化[J].干旱区地理,2009,32(6):948-957.
- [6] 陈浩,王贵玲,张薇,等.河北平原地下水水化学演化[J].地球与环境,2005,33(S1):620-623.
- [7] 李霄,林学钰,都基众,等.齐齐哈尔市潜水水化学演化规律分析[J].水利学报,2014,(7):815-827.
- [8] 康凤新,徐军祥,张中祥.山东省地下水资源及其潜力评价[J].山东国土资源,2010,26(8):4-6.
- [9] 徐军祥,康凤新.山东省地下水资源可持续开发利用研究[M].济南:海洋出版社,2001:230-232.
- [10] 王彦俊,于翠翠,刘咏明等.黄河三角洲南部冲洪积扇区地下水调蓄条件研究[J].山东国土资源,2010,26(4):10-15.
- [11] 刘咏明,崔圆圆,邵震.黄河三角洲南部冲洪积扇区浅层地下水漏斗研究[J].山东国土资源,2015,31(12):33-36.
- [12] 胡彩萍,张景燕,郝梦圆,等.黄河三角洲生态区孔隙热储地热开发对地面沉降的影响分析[J].山东国土资源,2017,33(2):35-39.

Water Chemical Evolution Analysis of Guangrao Shallow Groundwater

LIU Zhitao, SHA Fujian, JIANG Shujie

(Lubei Geological Engineering Investigation Institute of Shandong province, Shandong, Dezhou, 253072)

Abstract: Based on the water chemistry monitoring data of shallow groundwater for years in Guangrao county, this article summarized the hydrochemistry type of shallow groundwater and the dynamic evolution characteristics of main hydrochemical components. The results show that the shallow fresh groundwater in the south has the trend of deterioration generally. And the anion type of three monitoring stations in the four stations has changed or to be changed from HCO_3^- to $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Cl}$, also the content of salinity and chloride has a rising trend. These changes mainly caused by the formation of groundwater drawdown funnel.

Key words: Groundwater; Hydrochemical Evolution; Gurnagrao