

## 博兴县浅层地下水水化学演化分析研究

李青梅<sup>1</sup>, 刘志涛<sup>2</sup>, 李艾银<sup>3</sup>

(1. 山东省地质测绘院, 山东 济南 250002; 2. 山东省鲁北地质工程勘察院, 山东 德州 253015; 3. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

**摘要:** 通过对比分析博兴县 20 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。结果表明, 该区大部分地段浅层地下水水化学类型较为稳定, 7 个长期监测点中仅有 2 个监测点阳离子或阴离子类型呈现出明显改变, 有 4 个监测点部分水化学组分含量呈现出上升趋势, 造成这些变化的原因主要与南部地下水降落漏斗的形成导致北部咸水向南部补给有关。

**关键词:** 地下水; 水化学类型; 水化学组分; 演化; 博兴县

**中图分类号:** P634      **文献标识码:** B

**引文格式:** 李青梅, 刘志涛, 李艾银. 博兴县浅层地下水水化学演化分析研究[J]. 山东国土资源, 2016, 32(8): 53-57. LI Qingmei, LIU Zhitao, LI Aiyin. Analysis and Study on Chemical Evolution of Shallow Underground Water in Boxing County[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(8): 53-57.

## 0 引言

滨州市博兴县南部地区地下淡水资源丰富, 是本市少有的淡水富集地段之一, 尤其是浅层淡水资源, 由于埋藏浅易于开发, 曾经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等地质环境问题, 地下水水质或多或少也发生了一些变化。

前人在该区开展了大量的水工环地质工作, 尤其是山东省地勘局第二水文队自 20 世纪 80 年代起就在该区开展地下水动态监测工作, 至今已有 30 多年, 积累了丰富的监测数据, 并提交有数十期监测年度报告和阶段报告。但是到目前为止, 各类报告中对该区多年来水化学特征演变的分析研究很少, 也鲜有与之相关的论文。地下水的水化学演化是研究地下水环境变化的重要手段<sup>[1-7]</sup>, 该文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

博兴县位于滨州市南部, 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, 南部属山前冲积洪积平原淡水水质地质亚区, 北部属鲁北冲积海积平原岛状咸水、淡水水文地质亚区<sup>[8]</sup>。该区地下水类型均为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<sup>[9]</sup>。其中浅层地下水埋深一般小于 60 m, 在南部的山前冲积洪积平原淡水水质地质亚区, 地层主要由冲积物组成, 含水层受冲洪积扇的控制, 多呈片状分布, 含水层岩性以粉细砂、细砂为主, 局部地段有中粗砂及小砾石, 累积厚度在 5~20 m, 单井涌水量一般在 1000~1500 m<sup>3</sup>/d, 个别地段大于 2400 m<sup>3</sup>/d, 矿化度一般在 1000 mg/L 左右, 水质较好, 阴离子为 HCO<sub>3</sub> 或 HCO<sub>3</sub> · Cl 型, 阳离子为 Na · Mg 型或 Mg · Na · Ca 型。大气降水是其主要补给来源, 人工开采为主要排泄途径<sup>[10]</sup>。北部冲积海积平原岛状咸水、淡水水文地质亚区, 浅层地下水主要为咸水或微咸水, 含水层岩性以粉砂、粉细砂为主, 累积厚

收稿日期: 2016-05-03; 修订日期: 2016-06-13; 编辑: 曹丽丽

基金项目: 山东省地勘局, 鲁地字[2015]78号, 2015年度地下水及地质环境监测, 地质勘查项目

作者简介: 李青梅(1981—), 女, 山东安丘人, 工程师, 主要从事地质检验工作; E-mail: qingmei16@163.com

度 5~15 m,单井涌水量 200~600 m<sup>3</sup>/d,矿化度多大于 2 000 mg/L,最大近 9 000 mg/L,阴离子以 Cl·SO<sub>4</sub> 和 HCO<sub>3</sub>·Cl·SO<sub>4</sub> 型为主,其次为 Cl 型,阳离子以 Na·Mg 型和 Na 型为主。该区地下水位较浅,主要接受大气降水、灌溉回渗的补给,蒸发为主要排泄途径。

## 2 水化学特征演变

### 2.1 水化学类型演变

根据研究区 7 个水质监测点长期监测数据,与监测初期相比,中部的桥子村监测点阴离子水化学类型发生了明显变化(图 1)。

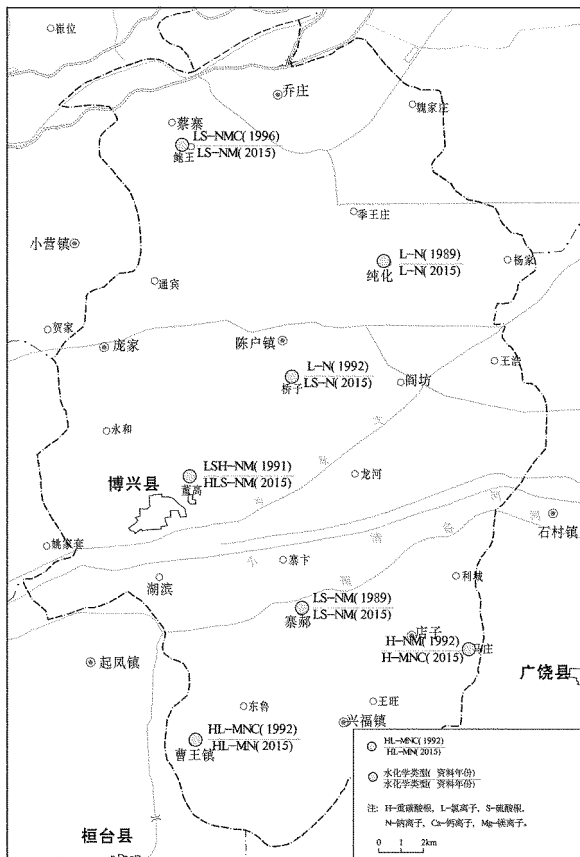


图 1 研究区监测点位置及水化学类型图

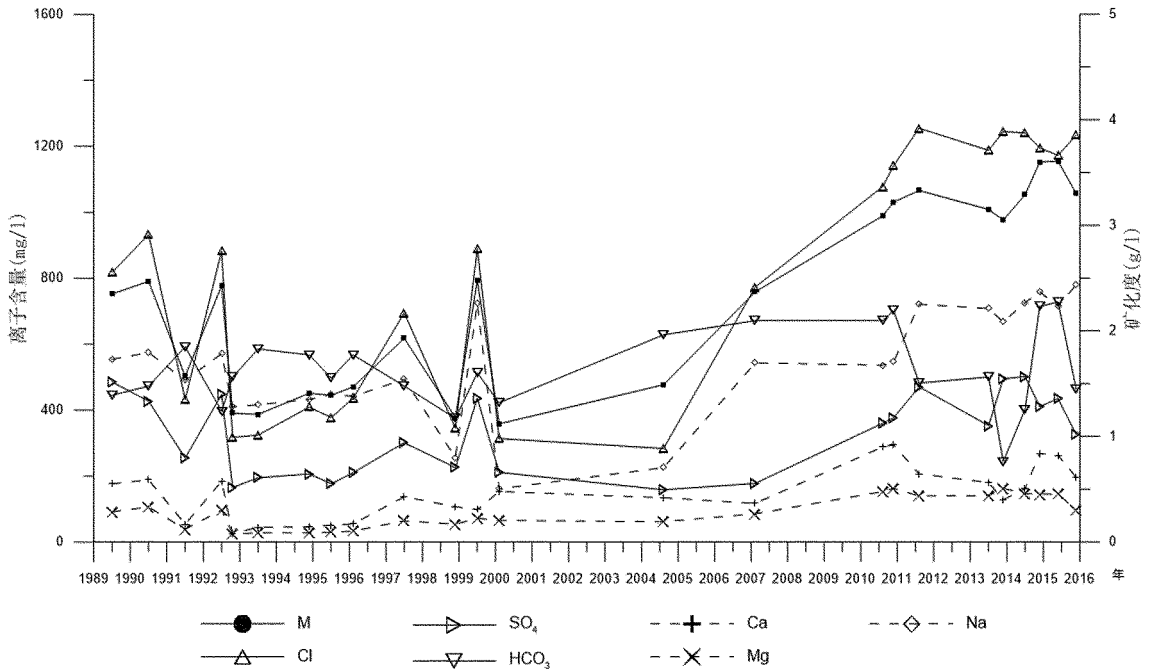
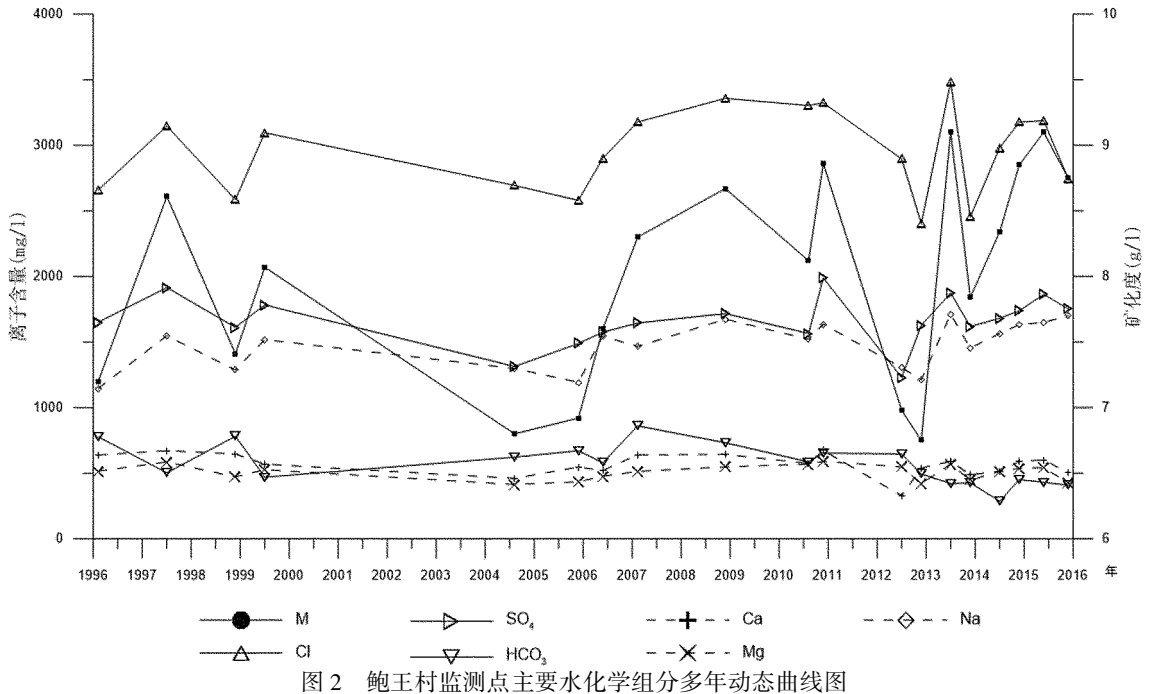
该点自 1992 年至今虽然只有 9 期水质监测数据,但变化十分明显,1992—1995 年 3 期监测数据阴离子类型均为 Cl 型,而 2012—2015 年 6 期监测数据中有 5 期为 Cl·SO<sub>4</sub> 型,另外一期为 HCO<sub>3</sub>·Cl·SO<sub>4</sub>,表明水化学类型由 Cl 型转变为 Cl·SO<sub>4</sub> 型,主要原因是由于该区南部地下水降落漏斗的形成,导致地下水流向自北向南,而北部地下水类型主要

为 Cl·SO<sub>4</sub> 型,北部地下水的径流补给使得其水化学类型发生改变。

另外,该区南部马庄村监测点阳离子类型也有所变化,监测资料显示,该点 1992—2009 年 16 期监测数据中有 13 期阳离子类型为 Na, Mg 组合(Na·Mg 型或 Mg·Na 型);2010 年以后 9 期监测数据则主要为 Na, Mg, Ca 三者组合;其次为 Mg, Ca 组合。说明 Ca 逐渐参与进了阳离子水化学类型命名。此外,一些监测点的水化学类型从监测数据直观来看发生了一些变化,但实质并未改变,如寨郝村监测点多年来阴离子类型主要为 Cl, SO<sub>4</sub> 两者组合或 Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub> 三者组合;在 1994—1999 年却主要为 Cl 型。仔细分析可知,尽管这些年份 SO<sub>4</sub> 摩尔百分数都小于 25%,未能参与水化学命名,但都接近 25%,因此其水质未发生实质性变化。其他 5 个监测点水化学类型都较为稳定,尤其是鲍王村监测点,1996 年至今 19 期监测数据中 16 期阴离子类型为 Cl·SO<sub>4</sub> 型,阳离子类型有 17 期为 Na, Mg 组合;且绝大多数为 Na·Mg 型,水化学类型十分稳定

### 2.2 主要水化学组分演变

长期监测数据显示,北部冲积海积平原岛状咸水、淡水水文地质亚区 5 个水质监测点中鲍王村(图 2)、寨郝村、董高村 3 个监测点主要水质指标含量较为稳定,没有明显的持续升高或降低趋势,前文所说寨郝村监测点尽管在一些时段内水化学类型发生变化但水质未发生实质性改变的观点在这里也得到进一步印证。纯化村监测点矿化度有明显上升趋势,1989—2007 年 15 期监测数据矿化度均小于 2 500 mg/L,最低 1 118 mg/L,之后 9 期则均超过了 3 000 mg/L(图 3),6 大离子中氯离子和钠离子变化趋势与矿化度基本相同,且上升幅度比较明显,其中氯离子 2007 年前后多期监测数据平均值分别为 549 mg/L 和 1 194 mg/L,增大了一倍,钠离子则分别为 450 mg/L 和 684 mg/L,增加了 234 mg/L,钙离子和镁离子含量略有增加,硫酸根和重碳酸根离子则相对较为稳定。该监测点明显表现出由微咸水向咸水转化的趋势,可能的主要原因是该监测点周边分布有河流、沟渠,地表水对地下水具有补给作用,使得早年水质较好,随着河流沟渠的干涸以及南部地下水降落漏斗的形成,北部咸水的径流补给使得水质逐步恶化<sup>[11]</sup>。



桥子村监测点矿化度也呈现出明显的升高趋势,硫酸根、氯离子、钠离子含量均有明显升高,其中硫酸根含量增加了2倍,阴离子类型由Cl型转变为Cl·SO<sub>4</sub>型,其他离子含量也有小幅上升。该监测点主要水化学组分升高还与北部咸水向南部的径流有关。南部山前冲积洪积平原淡水水质地质亚区中的马庄村和曹王镇2个监测点位于浅层地下水降落

漏斗区,其矿化度均有升高趋势,其他离子含量变化各不相同。其中马庄村监测点1992—2004年11期监测数据矿化度平均值为565 mg/L,仅有一期较为异常,超过了900 mg/L(图4),而2005—2015年14期监测数据矿化度平均值为812 mg/L,最大1137 mg/L,钙离子、硫酸根离子含量有增大趋势,钙离子逐渐参与进了水化学类型命名,其他离子无持续上

升或下降趋势。曹王镇监测点 1992—2013 年共 18 期监测数据矿化度多小于 700 mg/L(图 5), 平均值为 638 mg/L, 仅有 1 期超过了 900 mg/L, 之后 5 期矿化度平均值为 1 065 mg/L, 六大离子中重碳酸根

离子含量有上升趋势, 且与矿化度变化趋势一致, 氯离子、镁离子动态曲线则呈现出两边高中间低的形态, 其他离子的含量较为稳定。

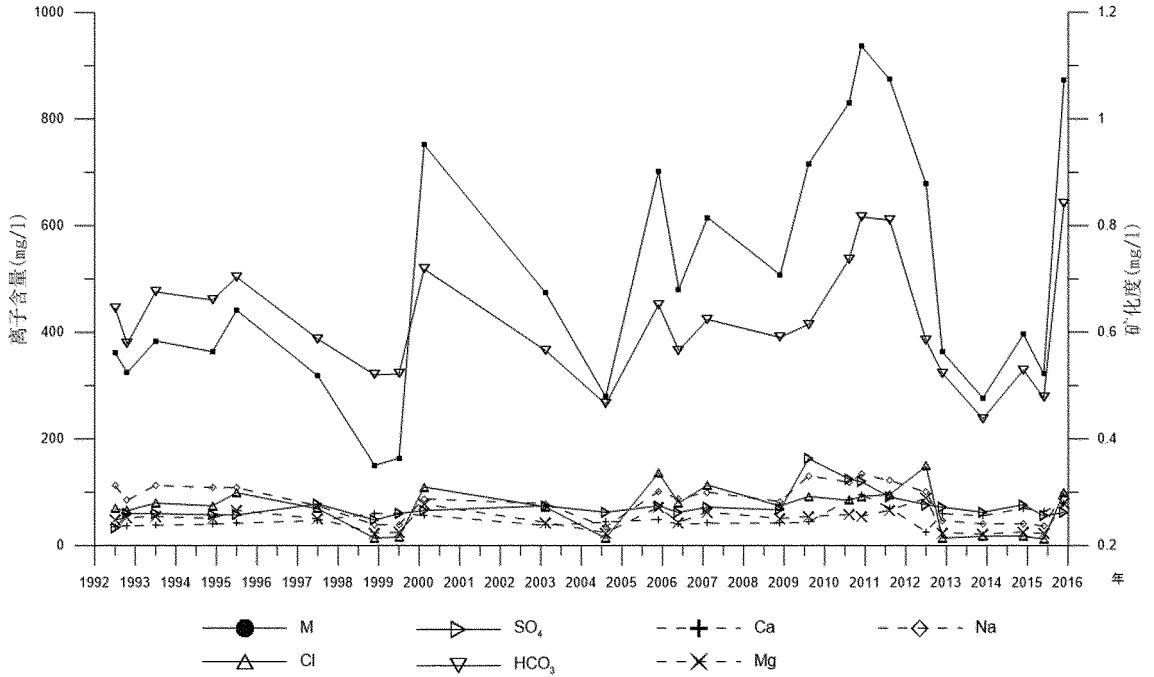


图 4 马庄村监测点主要水化学组分多年动态曲线图

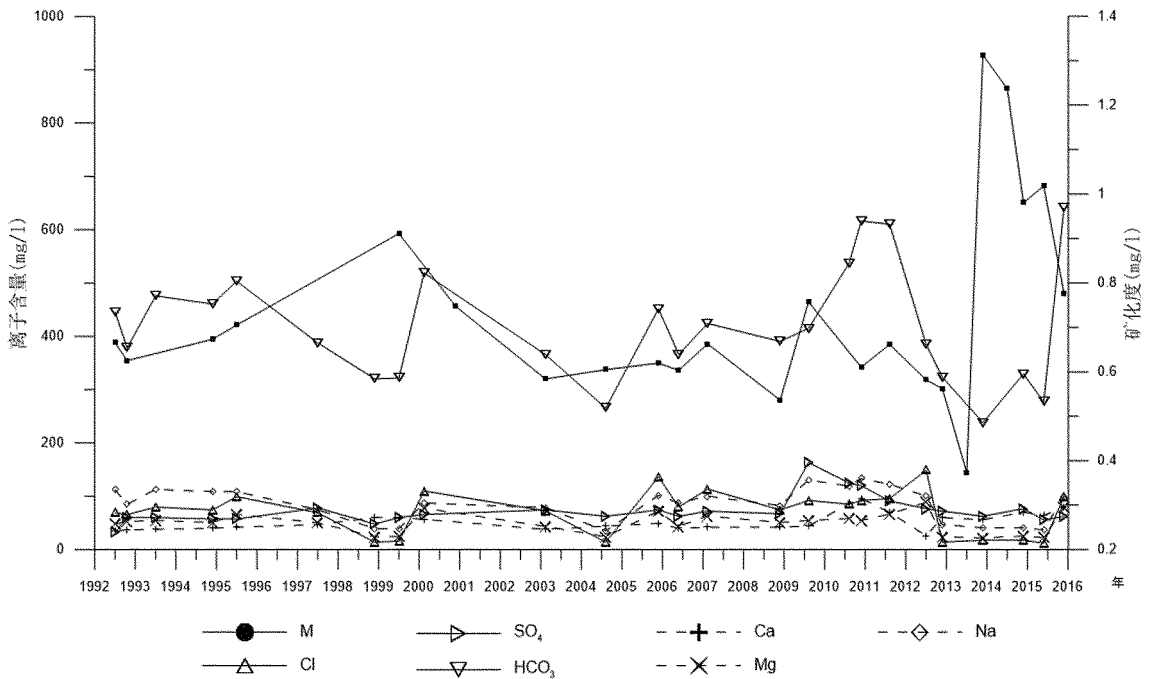


图 5 曹王镇监测点主要水化学组分多年动态曲线图

总之, 该区 2 个浅层地下水监测点水质均有恶化趋势, 主要是因为该区为地下水漏斗区, 北部咸水

通过径流对其有一定的补给作用。另外该区也同时接受南部淡水的径流补给,不同历史时期接受南北两侧不同水质的补给强度有所不同,此外浅层地下水本来就复杂多变,且受外界环境影响较大,即使同一地段不同井点的水质也可能会有有一定的差别,因此在多方面因素的共同影响下,会使得各水化学组分呈现出较为复杂的变化。

### 3 结 语

(1) 该区浅层地下水水化学类型大部分地区都相对较为稳定,仅有中部桥子村和南部马庄村 2 个监测点水化学类型出现较为明显的变化,其中桥子村监测点阴离子类型由 Cl 型转变为 Cl · SO<sub>4</sub> 型,马庄村监测点 Ca 逐渐参与进了阳离子类型的命名。

(2) 就各主要水化学组分含量而言,北部纯化村监测点矿化度、氯离子和钠离子含量有明显上升趋势,桥子村监测点矿化度、硫酸根、氯离子和钠离子含量也有明显的升高,南部淡水区 2 个监测点水质均有恶化趋势,其中马庄村监测点主要表现为矿化度、钙离子、硫酸根含量的增加,曹王镇监测点主要表现为矿化度、重碳酸根离子含量的增加,其他监测点各水化学组分含量较为稳定。

(3) 造成该区水化学特征变化的原因主要与北部咸水向南部地下水降落漏斗区的径流有关,因此

严控漏斗区地下水开采是防止水质持续恶化的主要措施。

### 参 考 文 献:

- [1] 张中祥,祝子慧,刘传娥,等.山东典型岩溶水水源水质演化预测[J].山东国土资源,2014,30(9):30-34.
- [2] 张丰,李爱军.邹城市双村岩溶水系统水化学演化分析[J].山东国土资源,2015,31(5):54-56.
- [3] 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.
- [4] 马金珠,李相虎,黄天明,等.石羊河流域水化学演化与地下水补给特征[J].资源科学,2005,27(3):117-122.
- [5] 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.
- [6] 李贵娟.定台县周台子地区地下水水化学演化规律研究[D].西北大学,2010.
- [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] 刘桂仪.鲁北平原深层地下水基本特征与水环境问题[J].山东国土资源,2001,17(5):43-44.
- [10] 徐军祥,康凤新.山东省地下水资源可持续开发利用研究[M].山东:海洋出版社,2001.230-232.
- [11] 张军,张会堂,陶卫卫.博兴县南部浅层地下水水环境问题及防治对策[J],2002,5(18):35-36.

## Analysis and Study on Chemical Evolution of Shallow Underground Water in Boxing County

LI Qingmei<sup>1</sup>, LIU Zhitao<sup>2</sup>, LI Aiyin<sup>3</sup>

(1. Shandong Geological Surveying and Mapping Institute, Shandong Jinan 250002, China; 2. Lubei Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Dezhou 253072, China; 3. No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Through comparison and analysis on chemical monitoring data of shallow groundwater in more than 20 years in Boxing county, chemical types and dynamic evolution characteristics of main chemical composition of shallow groundwater have been summarized. It is showed that shallow groundwater hydrochemical types are relatively stable in most areas. Among seven long term monitoring wells, cation or anion concentration changed obviously in two monitoring stations only, while there is a rising trend of water chemical composition content at four monitoring wells. These changes mainly caused by the formation of funnels in southern areas. These funnels have caused the recharge of salt water from northern part to southern part in study area.

**Key words:** Groundwater; hydrochemical types; water chemical composition; evolution; Boxing county