

doi:10.3969/j.issn.1007-1903.2016.04.014

北京市西郊地下水污染特征

杨 庆, 崔文君, 林 健, 姜 媛

(北京市水文地质工程地质大队, 北京 100195)

摘 要: 本文在综合分析北京市西郊地下水化学特征及历史土地利用状况的基础上, 运用 piper 三线图和箱形图等技术方法, 从地下水水化学表现的差异性角度对北京市西郊地下水污染特征进行了研究, 通过对比污染源分布特征进行了西郊污染特征分区。研究结果显示, 依据北京市西郊地区地下水化学的差异性可划分为基本无污染区、历史工业污染区、历史城市居民生活污染区和历史农业污染区 4 个区, 其中基本无污染区主要分布在山前地区, 地下水水质总体较好, 工业污染区主要分布在历史的首钢老工业区及下游的污灌区, 其主要影响因子为 SO_4^{2-} 和 Cl^- ; 城市污染区主要分布在二环内, 其主要影响因子为 NO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ; 农业污染区主要分布在东南部历史上的污水和清水的混合灌区, 其主要影响因子为 NO_3^- 。

关键词: 水化学; piper 三线图; 箱型图; 污染特征

中图分类号: X523 文献标识码: A 文章编号: 1007-1903 (2016) 04-0075-04

Study on Groundwater Pollution Characteristics in the Western Suburban of Beijing

YANG Qing, CUI Wenjun, LIN Jian, JIANG Yuan

(Hydrogeology and Engineering Geology Team of Beijing, Beijing 100195)

Abstract: Based on the comprehensive analysis of the western suburbs of Beijing Groundwater chemical characteristics and historical land use, using piper-III charts and box plots and other technical methods, studied groundwater pollution characteristics in the western suburbs of Beijing from the perspective of the difference between the performance of the groundwater chemistry. The results show that the western suburbs of Beijing can be divided into pollution-free zone, historical industrial pollution, polluted urban living history and the history of agriculture polluted area, based on groundwater chemistry differences. Pollution-free zone are mainly distributed in the Piedmont region, and groundwater quality is generally good. historical industrial pollution mainly in the history of SHOUGANG old industrial areas and downstream, and main impact factor are SO_4^{2-} and Cl^- , polluted urban living history are mainly in the Second Ring, and main impact factor are NO_3^- , Cl^- and SO_4^{2-} , the history of agriculture polluted area are mainly in the southeastern part of the history of the sewage and mixed irrigation area, and the main impact factor is NO_3^- .

Keywords: Hydrochemical; Piper-III diagram; Box diagram; Pollution characteristics

0 前言

近几十年来, 人类活动造成了大面积的地下水

污染, 使得我国“水质型”缺水形式日益严峻。水污染导致许多城市供水困难, 严重危害人民身体健康。开展地下水污染及其防治技术的研究, 已经成

基金课题: 2015 年北京市优秀青年培养资助项目 (2015400617931G298) 和北京市财政基金资助项目 (PXM2015_158305_000010) 联合资助
作者简介: 杨庆 (1980-), 男, 硕士, 高工, 主要研究方向: 地下水环境。E-mail: yq@bjswd.com

为我国水资源－环境保护领域基础研究和高新技术研究的当务之急。国际水文地质界自 20 世纪 80 年代以来，也把研究的重点从地下水资源评价与管理转移到地下水污染治理上来（王焰新，2007），地下水污染治理的首要任务就是要了解地下水污染特征，本文以北京市地下水研究程度较高的西郊为例，通过水化学特征的研究来分析地下水污染的特征。

1 研究区概况

北京市西郊位于北京平原区西部，包括门头沟、石景山、丰台、海淀、大兴和房山等部分地区，属于永定

河冲洪积扇顶部区域，地下水含水层以砂、卵砾石为主，西侧为补给山区，东部为冲洪积扇的平原区（北京市地质矿产勘查开发局等，2008；杨庆等，2015）（图 1）。

2 地下水样品数据分析

为了研究地下水污染的特征，2010 年 12 月到 2011 年 1 月共采样 28 个（表 1）。

2.1 样品水化学数据

由于本区属于单一含水层地区，所取水样均为同一含水层组样品，水化学样品由北京市地质工程

表 1 水化学数据表 (单位: mmol/L)
Tab.1 Hydrochemical data(unit: mmol/L)

序号	K ⁺ +Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
YD1	6.18	3.93	2.91	6.84	8.06	5.28	1.98
YD2	4.23	3.87	2.46	6.33	8.88	2.97	1.46
YD3	4.82	4.92	3.23	8.15	9.72	4.69	1.91
YD4	4.43	4.75	3.02	7.77	9.80	4.19	1.73
YD5	5.00	3.96	2.58	6.54	8.50	3.81	1.59
YD6	6.03	4.83	2.86	7.69	8.18	6.02	2.15
YD7	5.09	4.83	3.38	8.21	10.16	4.72	1.78
YD8	4.85	4.08	2.30	6.38	7.96	4.26	1.57
YD9	3.88	3.97	3.09	7.06	8.90	2.90	1.94
YD10	3.26	3.52	2.07	5.60	7.68	2.44	1.26
YD11	3.79	2.87	1.92	4.79	6.22	3.25	1.35
YD12	5.66	4.97	2.95	7.92	8.96	5.61	1.78
YD13	5.91	3.58	2.50	6.08	7.02	4.01	2.41
YD14	6.79	3.69	2.19	5.88	6.80	5.84	1.87
YD15	3.94	3.56	2.36	5.92	8.08	2.92	1.42
YD16	4.55	4.15	3.03	7.18	9.02	3.79	1.82
YD17	2.11	3.63	1.51	5.14	6.60	2.32	1.24
YD18	5.21	3.70	2.21	5.92	6.98	3.99	2.09
YD19	4.52	3.01	1.99	5.00	5.78	4.18	1.72
YD20	1.07	1.38	0.81	2.19	2.98	0.73	0.75
YD21	2.21	2.78	1.86	4.64	6.44	1.95	1.11
YD22	1.47	2.07	1.41	3.48	4.76	1.15	0.72
YD23	4.46	3.69	2.27	5.96	8.40	2.85	1.59
YD24	2.72	4.75	2.02	6.77	8.00	2.67	1.51
YD25	4.27	3.76	2.21	5.97	8.50	2.80	1.66
YD26	3.74	3.77	2.18	5.94	8.12	2.82	1.40
YD27	2.00	3.08	1.62	4.70	6.62	1.81	0.97
YD28	2.80	2.70	1.75	4.45	6.64	2.09	0.94

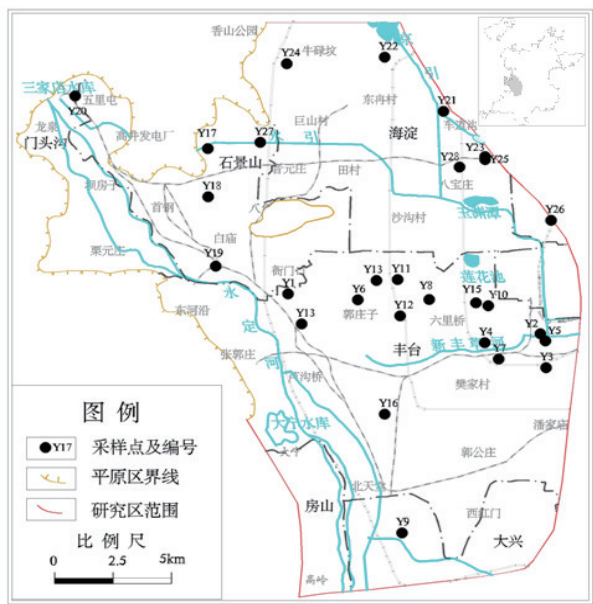


图 1 永定河地区采样点分布图

Fig.1 Locations of samples

勘察院测试。本区的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 HCO_3^- 普遍较高，部分点 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 NO_3^- 较高。

2.2 样品水化学分析

Piper 三线图是表示溶液中主要化学成分的相对组成 (Karmegam et al, 2011; Piper, 1944)，通过 piper 三线图分析以上样品，样品点基本属 HCO_3^- -Ca 型水 (图 2)，但呈现四个相对集中区，根据集中区分四个组 (I、II、III、IV) (图 3、表 2)。

研究区以第四系松散沉积物为主，而且物源主要来源于北京西山地区，西山地区主要是灰岩、砂岩和页岩等盖层沉积，碳酸岩分布较广，通过相关资料分析，本区第四系松散沉积物以方解石和白云石为主要矿物相，即地下水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- ，而 Cl^- 和 SO_4^{2-} 以人为输入为主 (谢振华等, 2010; 程东会等, 2007; 中国地质大学, 2006)。根据水质测试结果及研究区区域地下水环境历史状况，第 I 组样品点地下水未受污染，所处位置基本属于山前区域，而第 II、III、IV 组 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 含量较高且均高于 I 组，说明这 3 组所在区域地下水受到了一定程度的污染。

2.3 污染特征分析

北京市西郊地下水污染主要原因是由于历史上

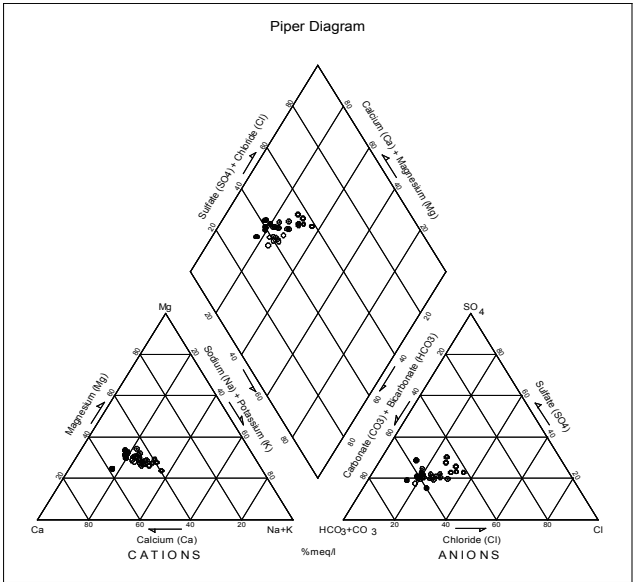


图 2 研究区样点的水化学三线图

Fig.2 Piper diagram of groundwater samples in study area

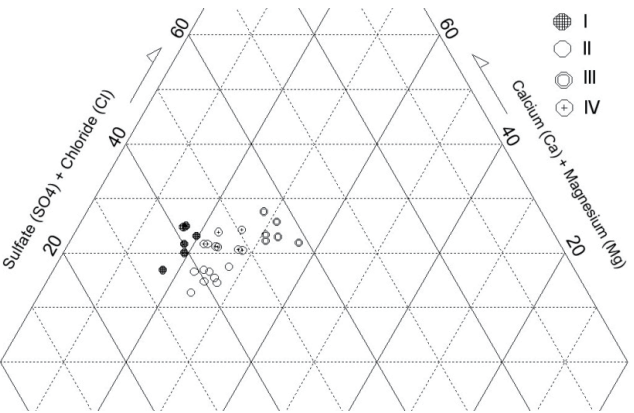


图 3 研究区样点分组图

Fig.3 Class of groundwater samples in study area

表 2 样品分组表

Tab.2 Class of groundwater samples

I	II	III	IV
Y17	Y2	Y1	Y3
Y20	Y5	Y6	Y4
Y21	Y10	Y13	Y7
Y22	Y15	Y14	Y8
Y24	Y23	Y18	Y9
Y27	Y25	Y19	Y11
	Y26		Y12
	Y28		Y16

人类活动对地质环境破坏,城市生活污水、工业废水乱排、污染的河渠水下渗、农业污水灌溉等是地下水污染的主要原因(林健等,2006)。本文通过对比四个分组所对应历史土地利用状况(20世纪80年代初),分析各组分污染的主要特征和成因(图4)。

北京西郊历史上土地利用主要分为工业区、污灌区、城市居民区、污水和清水混合灌区(北京市水文地质工程地质公司,1982)。将地下水采样点投影到历史土地利用图可见,I组采样点位置在历史上基本无污染源,而II组主要分布在首钢老工业区及其下游的污灌区;III组主要分布在城区;第IV组主要分布在混合灌溉区。

而地下水受污染的3个组水化学特征也基本反映了各污染源的污染特征,工业污染源区的主要影响因子为 SO_4^{2-} 和 Cl^- ;城市污染源由于其产生污水的复杂性,影响因子较多, NO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 均有影响;农业污染源区的主要影响因子以N为主,由于本区属于单一的砂、卵砾石含水层,含水层处于氧化环境,以 NO_3^- 形式存在。

3 结论

北京西郊地下水污染主要是由于历史上的污水随意排放导致,根据受不同污染源污染的地下水具有不同的水化学特征,北京西郊地区地下水污染特征可分为历史工业污染区、历史城市居民生活污染区和历史农业污染区。本文仅从主要离子水化学特征的角度描述了北京西郊地下水污染特征,认知有所不足,但从目前水质资料结果可见,研究区历史上的工业和农业等区域土壤及包气带可能已被污染,在雨水不断的淋滤过程中,地下水污染仍在加剧,需进一步研究。

参考文献

- [1] 王焰新. 地下水污染与防治 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 1~2.
- [2] 北京市地质矿产勘查开发局, 北京市水文地质工程地质大队. 北京地下水 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2008: 175~186, 119~127, 205~232.

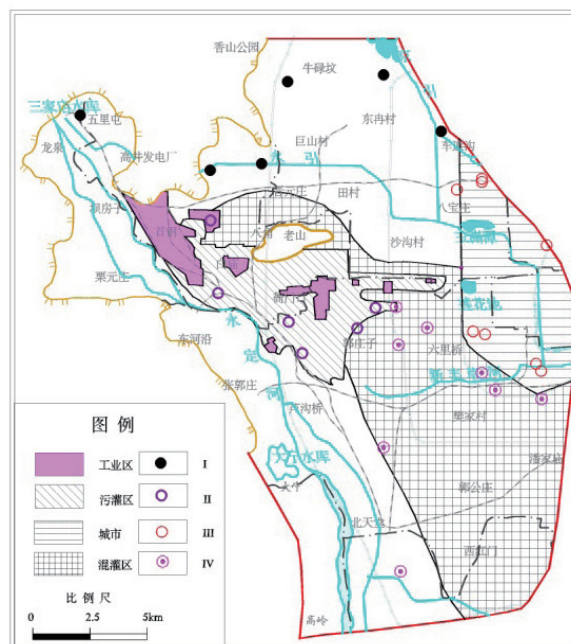


图4 西郊历史土地利用图

Fig.4 History Land use diagram

- [3] 杨庆, 林健, 姜媛. 基于数值模拟的河道再生水补充区地下水监测网构建 [J]. 环境监测管理与技术, 2015, 27(1): 14~17.
- [4] Karmegam U, Chidambaram S, Prasanna M.V, et al. A study on the mixing proportion in groundwater samples by using Piper diagram and Phreeqc model [J]. Chinese Journal of Geochemistry, 2011, 30: 490~495.
- [5] Piper A.M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis [M]. Transactions American Geophysical Union, 1944, 5(6): 914~928.
- [6] 谢振华, 刘凯, 李志萍, 等. 基于沉积物物质来源的地下水化学特征分析: 以北京市平原区为例 [J]. 地质前缘, 2010, 17(6): 81~86.
- [7] 程东会, 陈鸿汉, 何江涛, 等. 北京城近郊区地下水人为影响和水-岩作用指示性指标研究 [J]. 水文地质工程地质, 2007, 51(5): 37~42.
- [8] 中国地质大学(北京). 北京城近郊区地下水水质模型研究 [R]. 2006: 61.
- [9] 林健, 赵薇, 陈瑾. 北京城近郊区地下水水质特征与污染研究 [J]. 城市地质, 2006, 1(2): 10~12.
- [10] 北京市水文地质工程地质公司. 北京城近郊环境水文地质图集 [R]. 1982.