

人类活动对河北平原地下水水质演化的影响

毕二平¹⁾ 母海东²⁾ 陈宗宇³⁾ 王 昭³⁾

(1)中国地质大学水资源与环境工程系,北京 (2)河北省环境水文地质监测总站,石家庄;
(3)中国地质科学院水文地质环境地质研究所,石家庄)

摘 要 广大的平原地区和主要城市地区地下水水质的变化状况可以说明,人类活动引起了河北平原地下水化学组分的改变,其中硬度是一个普遍升高,且超标的化学组分。因此,认为硬度是反映人类活动对地下水影响的特征性化学指标。人类活动引起地下水的明显污染可以由铵来表征。通过对地下水硬度升高原因的分析,论述了人类活动影响地下水水质演化的基本机理。
关键词 人类活动 河北平原 地下水硬度 铵

天然水体的水质主要取决于流域内的岩石、土壤和植物等因素,以及在水循环过程中发生的物理、化学、生物等作用。当水体中人类活动所产生的各种废物总量超过水体自净能力时,水体的功能就会遭到破坏,即产生了水质污染。
河北平原地处海滦河的中下游,为古黄河及海滦河多年冲淤而成,地势平坦,人口稠密,工农业生产发达,政治地位十分重要,人类活动也较突出。随着工农业生产的发展、人口的增长和人民生活水平的提高,对水资源的需求量越来越大。在地下水水位下降的同时,人类产生了大量生产和生活污水,这一切都对河北平原水环境造成了严重的威胁。

1 人类活动对河北平原地下水水质演化的影响

1.1 地下水的污染状况
1.1.1 平原地区地下水污染 河北平原地下水污染主要分布在城市和河道附近。据河北省环境总站截止到1995年的观测资料,河北平原地下水未污染区面积55 034 km²,占总面积的75.46%;轻污染区面积14 777 km²,占20.26%;中等污染区面积2 656 km²,占总面积的3.64%;严重污染区面积462 km²,占总面积的0.63%。地下水中总硬度、矿化度、三氮和氟超标比较普遍(巩元禄,1995)。另外,据1990年对全省152眼浅层地下水井的调查显示:总硬度超标的井数占65%,Cl⁻超标的井数占39%,主要分

布在中南部平原;有17%的井氟化物超标,主要分布在廊坊和沧州的部分地区,其它污染物超标较少,邢台市南大郭和滦城县楼底,挥发酚有较高的超标值检出,安新桥狮子高锰酸钾盐指数有较高超标值检出,其它指标尚未发现严重超标现象。
河北平原浅层地下水污染区分布范围及主要超标组分如表1所示。据已有观测资料,河北平原地下水污染呈加重趋势,其污染面积和主要污染物含量都有增加趋势,由于近年来采取了一系列控制措施,部分城市的污染速度有所减缓,但随着乡镇企业的迅速发展,整体上地下水的污染仍呈加重趋势,而且污染点分散,不易监测控制。
1.1.2 河北平原主要城市地下水污染 河北平原主要城市地下水普遍受到不同程度的污染,硬度是一个主要的超标污染质。1960~1985年主要城市的地下水硬度一般升高8~10德国度(段永候等,1993)。据1980年和1979年地下水水质分析结果,在石家庄市市区及南部,硬度普遍升高达25~30德国度。同时,对石家庄市地下水的研究表明,硬度与TDS、SO₄²⁻、NO₃⁻、F⁻、COD和Cl⁻关联性很好,关联系数均在0.93以上。城市地下水中的As、CN⁻、酚、3-N、铬、细菌等的污染则呈点状分布,属于点状污染和个别项目严重超标,且污染范围主要分布于城市工业区及排污区两侧的地下水中。在污灌区的地下水污染较明显,如滏阳河污灌区,由于常年污灌,地下水检出有NO₃⁻、NH₄⁺、酚、Cr⁶⁺等,地下水质量已降为IV、V类水。

本文由国土资源部项目(9501110-03)和国家自然科学基金项目(49871079)资助。
责任编辑:宫月萱。
第一作者 苏方数据,1969年生,助理研究员,环境工程专业,邮编:100083。

表 1 河北平原浅层地下水污染现状统计表

Table 1 Statistics of the shallow groundwater pollution in Hebei plain

地区	微污染区		中污染区		重污染区	
	分布范围	超标组分	分布范围	超标组分	分布范围	超标组分
石家庄	西部山前、北部中间、南部偏西、东部都有小面积分布	NO_3^-	石家庄市内	NO_2^- 、 NO_3^- 、 Cr^{6+}		
唐山	东部、南部偏东、北部山前偏西、西部中间分散分布	Fe 、 Mn 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^-	西部中间小面积分布	NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^-		
秦皇岛	大部分面积分布	NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^-	秦皇岛地区西南部小面积分布	NH_4^+ 、 NO_3^-		
邯郸	东部、北部偏东、南部中间、中部、西部中间大面积分布	F 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 Pb 、 Mn 、 Cd	东部中间及东南部大面积分布、东北部及西部中间小面积分散分布	NH_4^+ 、 Fe 、 Mn 、 Cd 、 Pb	东部中间大面积分布、西部山中间小面积分布。	NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^-
邢台	整个地区内分散分布	NH_4^+ 、酚、 Fe 、 Mn 、 Pb	东部、北部中间及南部中间小面积分布	Fe 、 Cd 、 NH_4^+ 、 NO_2^-	北部中间、南部中间和东部分散分布	NH_4^+ 、 Cd
保定	中部、东部、北部中间、南部中间、分散分布	Fe 、 Mn 、 NH_4^+	东部中间	Fe 、 Mn 、 NH_4^+ 、 NO_3^-		
沧州	中部、西部、南部、北偏东、大面积分散分布	NH_4^+ 、 Fe 、 Mn 、酚、 NO_2^-	整个地区内一定面积分散分布	Fe 、 Mn 、 NH_4^+	北部中间及中部分散分布	NH_4^+ 、 Fe 、 Mn
廊坊	南 6 个县南部小面积分布、北 3 个县中部、东部中间、北部偏西大面积分布	Fe 、 Mn 、 NH_4^+ 、 F	南六县南部中间小面积及北三县西部中间分布	NH_4^+ 、 Fe 、 Mn 、 NO_2^-		
衡水	整个地区内大面积分散分布	Fe 、 Cd 、 Pb 、 NH_4^+	整个地区内一定面积分散分布	Fe 、 Mn 、 $\text{NH}^+ 4$ 、 Cd 、 Pb 、酚	北部中间及西部中间、中部分散分布	NH_4^+ 、 Fe 、 Mn

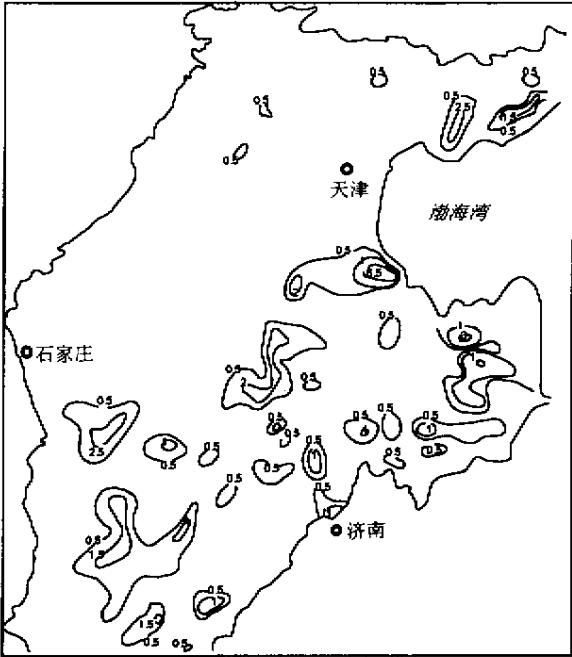
据河北省环境水文地质总站资料 ,1995。

于凤兰等(1994)通过河北省主要城市地下水水质资料的分析 ,初步将地下水污染归结为 3 类 :①以硬度为代表的盐类污染 ;②酚、氟、 NO_2^- 等有毒元素的超标 ;③总大肠菌群超标。反映了河北平原的城市地下水污染特征 ,也基本上反映了广大平原区地下水污染的基本特征。只是由于城市和广大平原区上人类活动强度的不同 ,各指标的超标情况而有所不同。由于人类活动强度的差异 ,城市地区的污染程度要高于广大平原地区 ,各种元素的含量也较高 ,但砷、酚、汞、铬、氰等的污染呈点状分布。其原因一是城市地区有着相对较多的污染质及污染源 ;二是在城市地区形成的地下水降落漏斗改变了地下水的物理化学环境 ,使得地下水的污染加剧。而在平原区区域性地下水水位下降及面状污染(农药和肥料等)也使得水质在不断地变差。

1.1.3 铵是河北平原地下水明显污染的标志 从表 1 中我们可以发现 :三氮属于河北平原浅层地下

水中的主要污染质 ,在重污染区 NH_4^+ 是主要超标组分。A.И.谢列日尼科夫等(1994)指出“铵是地表水和地下水明显污染的标志”。由于人类的生存和活动 ,使天然水中进入了大量它原来没有或有也是很少的化学物质。地表水和地下水搬运这些物质 ,促使这些物质在固相(土壤、岩石、水流和分散晕)以及生物群中不断聚集或重新分配 ;铵氧化后转变为 NO_3^- ,但在自然条件下 ,这种转变很缓慢 ,由于 NH_4^+ 趋向脱气并因吸附而转变为固相 ,所以这种转变不能完全实现 ;由 NO_3^- 转变为 NH_4^+ 的逆向还原过程更难进行 ,这是因为这一过程中同时形成了 N_2 和 N_2O ,这意味着脱气作用及很大一部分氮从含水层中逸出 ,结果是天然水中的铵具有很大的独立性 ,与氮的其它溶解形式无关 ;富含有机质的岩石中的地下水 ,尤其煤田和油田的地下水 ,天然铵含量相当高 ,这可根据地质情况来加以识别。地下水和地表

水中的天然铵基本上都是外来的,大量的 NH_4^+ 是因环境污染而于现代进入地下水中的。水中含量高的 NH_4^+ 是有害的,但更有害的是与铵伴生的毒性有机质和无机质以及会使人类和牲畜发病的生物病原体。通过图 1 和图 2 的对比分析,可以发现河北平原地下水重污染区和严重污染区有区域范围与 NH_4^+ 的高值区有着极好的对应关系,主要分布在:邯郸的东部地区、邢台东北的巨鹿-宁晋一带、吴桥-南皮一带、沧州和黄骅一带、永清地区和唐山的东南部地区。因此,可以认为 NH_4^+ 是河北平原地下水明显污染的标志。它可作为区域生态环境地质调查工作的一个简易而有效的指标。



下水与岩石之间的相互作用会形成新平衡条件下的产物。如河北平原高氟水主要分布在中东部平原,随着地下水位的下降,粘性土中的氟离子在释水过程中大量进入含水层,使河北平原深层地下水中的氟离子出现升高的趋势。

(2)人类污染增加了地下水的污染质来源:河北平原地下水水质超标的原因有:①原生地质环境条件差,地下水中组分(如氟)的本低值超标;②人类污染。河北平原地下水污染特点是:地下水中的污染质主要来自有机物的腐烂、农家肥、化肥的使用,以及农灌污水,局部地区受工业废水的影响,沿排污河道两侧及汇合处,以及工业比较发达的城镇附近地下水污染较重;地下水污染程度与本区水文地质条件的变化规律相吻合,即由山前平原到滨海平原污染逐渐加重。

(3)各种人类活动综合作用使地下水硬度升高:综合分析硬度升高的机理和河北平原上的人类活动形式不难发现,在影响硬度升高因素中,起主要作用的是环境地质条件,过量开采地下水和人为产生的环境污染是引起地下水硬度升高的主要影响因素,也说明了把硬度作为各种人类活动综合作用对地下水水质演化影响的特征指标是合适的。由于引起地下水中硬度升高的原因是复杂的,在条件不同的地段,起主导作用的因素也会有所不同,但一般是多种因素共同作用的结果。

2 结论与讨论

河北平原地下水由于受到大量开采和污水排放的影响,普遍受到了污染。总硬度是地下水中的主

要超标指标,也是代表地下水盐污染的特征参数。人类活动对河北平原的影响可以认为是人类活动引起区域水文地质条件改变而对地下水水质产生了影响,具体表现为:①大量抽取地下水引起区域地下水动力条件改变,区域性地下水降落漏斗的形成产生了盐分的往复式积累和污染质的下渗;②各种人类活动综合引起了地下水水化学场的改变。人类活动使得地下水中化学物质来源也发生了变化:①人类释放的环境物质;②地下水与岩石之间的相互作用由于水动力条件和化学环境条件变化而形成新平衡条件下的产物。通过对河北平原地下水硬度升高原因的分析认为,大量抽取地下水是引起河北平原地下水水质恶化的主要诱发因素,其作用机理是地下水水位的降低催化或激发了引起地下水硬度升高的各种机制。

研究表明,铵是河北平原地下水明显污染的标志。

采取节水等措施以控制地下水开采量、采用新技术减少生产中的废物产生量和进行废物的科学管理与处理将是缓解地下水水质恶化的途径。

参 考 文 献

- 段永候等编著. 1993. 中国地质灾害. 北京:中国建筑工业出版社.
巩元禄. 1995. 河北省水文特性. 水文(4):55~58.
于凤兰, 钱金平, 李恩庆编著. 1994. 海滦河水资源及其开发利用. 北京:科学出版社.
A. И. 谢列日尼科夫等著, 刘吉成摘译. 1994. 铵是地表水和地下水污染的标志. 地质科技动态(7):15~18.

Impacts of Human Activities on the Evolution of Groundwater Quality in Hebei Plain

Bi Erping¹⁾ Mu Haidong²⁾ Chen Zongyu³⁾ Wang Zhao³⁾

(1)China University of Geosciences, Beijing (2)Hebei Environmental and Hydrogeological Monitoring Center, Shijiazhuang, Hebei;

(3)Institute of Hydrogeology and Environment Geology, CAGS, Shijiazhuang, Hebei)

Abstract Human activities have changed the natural evolution of groundwater in Hebei Plain. Groundwater hardness can serve as the integrated index of the quality evolution of groundwater under the impact of human activities. The impacts of human activities on groundwater were studied by analysing the mechanism responsible for the increase of the groundwater hardness. The research also indicates that ammonium is one of the indices for the significant contamination of groundwater.

Key words human activities Hebei plain groundwater hardness Ammonium