

河南省平原地区浅层地下水总硬度的分布及演化趋势

魏秀琴

(河南省地质环境监测院, 河南 郑州 450016)

摘要 针对河南省平原地区浅层地下水总硬度总体呈升高趋势的现状, 分析其原因, 结果表明, 地表污水的渗入、工业废渣和城市生活垃圾的随意堆放、农药化肥的大量使用、地下水开采引起的含水层水动力条件改变, 是河南省平原地区浅层地下水总硬度升高的主要原因。为防止地下水硬度进一步升高, 建议采取进一步推进产业结构战略性调整, 加强重点行业管理与水污染源治理, 优化农业产业结构, 研究和推广农业面源污染防治技术, 加强地下水资源的统一规划和管理, 分区限量开采地下水等措施。

关键词 地下水资源管理; 浅层地下水; 总硬度; 演化趋势; 平原地区; 河南省

中图分类号: P641.8 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2009)04-0037-03

Distribution and evolution trend of total hardness of shallow groundwater in plain area of Henan Province

WEI Xiu-qin

(Henan Institute of Geo-Environmental Monitoring, Zhengzhou 450016, China)

Abstract: The total hardness of shallow groundwater in the plain area of Henan Province is currently rising. Analysis shows that the main reasons for the rising total hardness of the groundwater are the infiltration of polluted surface water, the dumping of industrial solid waste and urban daily solid waste, the substantial utilization of farm pesticide and fertilizer, and the changing of hydrodynamic conditions due to extraction of groundwater. To avoid a further rise in the total hardness of shallow groundwater, it is suggested that the following measures be adopted: strategic adjustment of the industrial structure, tightening up of the management of major industrial pollution control, developing new technology for controlling non-point agricultural pollution, enhancing the unified plan and management of groundwater resources, and restricting the extraction of groundwater.

Key words: shallow groundwater; total hardness; evolution trend; plain area; Henan Province

水的硬度是指溶解在水中的盐类物质(钙盐与镁盐)的含量, 通常以水中所含碳酸钙的多少来表征。如果水的硬度过大, 对人体健康将产生一定影响, 也使洗染业、酿酒业等工业因设备和管线的维修和更换而耗费大量资金。笔者拟对河南省平原地区浅层地下水总硬度的分布及演化进行分析, 并提出遏制地下水硬度升高的措施。

1 浅层地下水总硬度的分布现状

河南省平原地区浅层地下水, 主要指第四系松

散岩类浅层孔隙地下水, 其含水层埋深一般不超过 60 m, 多为潜水。据调查, 河南省平原地区浅层地下水总硬度(以 CaCO_3 计)最低为 96.1 mg/L, 最高为 4 338 mg/L。按照 GB/T14848—93《地下水质量标准》, 河南省平原地区浅层地下水可分为 I 类水($\rho(\text{CaCO}_3) \leq 150 \text{ mg/L}$)、II 类水($150 \text{ mg/L} < \rho(\text{CaCO}_3) \leq 300 \text{ mg/L}$)、III 类水($300 \text{ mg/L} < \rho(\text{CaCO}_3) \leq 450 \text{ mg/L}$)、IV 类水($450 \text{ mg/L} < \rho(\text{CaCO}_3) \leq 550 \text{ mg/L}$)和 V 类水($\rho(\text{CaCO}_3) > 550 \text{ mg/L}$)。其中, I 类水主要反映地下水化学组分天然低背景含量, 适用于各种

用途;Ⅱ类水主要反映地下水化学组分天然背景含量,适用于各种用途;Ⅲ类水以人体健康基准值为依据,主要适用于集中式生活饮用水及工、农业用水;Ⅳ类水主要适用于农业和工业用水,适当处理后也可作生活饮用水;Ⅴ类水不宜饮用。河南省平原地区浅层地下水中的Ⅰ类水和Ⅱ类水主要分布在南阳盆地东南部、信阳的罗山—潢川—光山和驻马店的汝南—平舆—正阳一带,其他类水则呈小片状零星分布。河南省绝大部分平原地区浅层水的总硬度在 300 mg/L 以上,其中豫北的孟州—沁阳—修武—新乡—范县、安阳—内黄—清丰—南乐一带,中部的禹州—许昌—杞县—宁陵—商丘—永城、叶县—舞阳、漯河—淮阳、郸城,豫南的新蔡和南阳盆地的西南部及伊洛盆地的滎池、伊川等地,水的总硬度大于 450 mg/L,超过了生活饮用水水质标准,这些地区面积为 45 047 km²,约占河南省平原地区总面积的 42%^[1]。

2 浅层地下水总硬度的演化趋势

河南省平原地区浅层地下水总硬度总体呈升高趋势。与 1985 年相比,2005 年豫北的浚县—濮阳、豫西的洛宁、豫东的周口—郸城、豫南的罗山—潢川等局部地段,水的总硬度略有降低,灵三盆地、沿黄地带孟津—兰考段、中部的宝丰—临颖—太康、豫南的上蔡—信阳一带和南阳盆地东部,水的总硬度基本保持不变,其余大部分地区水的总硬度普遍升高。表 1 反映了 1985 年和 2005 年河南省不同硬度浅层地下水所占区域面积变化情况。从表 1 可以看出,河南省水的总硬度超标区($\rho(\text{CaCO}_3) > 450 \text{ mg/L}$)面积 20 年间增加了 23 380 km²,其增速之快、面积之大是前所未有的。这一现象在城市地区表现得尤为突出,2005 年郑州地区浅层地下水的总硬度较 1959 年平均上升了 183 mg/L^[1]。图 1 展示的是 1988~2004 年河南省商丘市沈楼浅层水总硬度变化情况。

表 1 1985 年和 2005 年河南省不同硬度浅层地下水所占区域面积变化情况

$\rho(\text{CaCO}_3) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	区域面积/km ²	
	1985 年	2005 年
$\rho(\text{CaCO}_3) < 300$	33 326	14 312
$300 \leq \rho(\text{CaCO}_3) \leq 450$	53 507	49 141
$450 < \rho(\text{CaCO}_3) \leq 550$	14 009	27 161
$\rho(\text{CaCO}_3) > 550$	7 658	17 886

3 浅层地下水总硬度升高的原因分析

引起河南省平原地区浅层地下水总硬度升高的原因是多方面的,归纳起来主要为 3 个方面。

3.1 地表污水的渗入

随着城市化进程的加快,城镇人口急剧膨胀,污

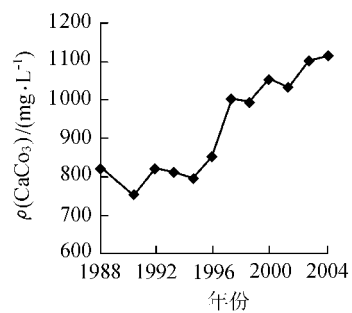


图 1 1988~2004 年河南省商丘市沈楼浅层水总硬度变化曲线

水排放量相应增加。据河南省历年统计年鉴,河南省工业废水排放量 1965 年为 4.9 亿 m³,1985 年为 12.8 亿 m³,2004 年增加到 13.3 亿 m³。而 2004 年,河南省生活污水排放量为 11.73 亿 m³,约占全省废水排放总量(25.06 亿 m³)的 47%。这些污水基本未经处理便排入地表水。地表污水中很多酸、碱、盐类等物质被带进土壤层,经过化合分解、离子交换与离子效应等化学作用,把土壤中的钙、镁物质溶解或置换出来,造成地下水硬度升高^[2-3]。

3.2 工业废渣和城市生活垃圾的随意堆放,农药化肥的大量使用

河南省固体废物(包括工业废渣和城市生活垃圾)产生量 1990 年为 2 039 万 t,而到 2004 年增加到 5 140 万 t。这些工业废渣和城市生活垃圾被随意堆放,含有许多有机物与无机物的工业废渣和城市生活垃圾在阳光、氧气、二氧化碳、水分以及生物的作用下,发生分解、氧化,把土壤中的钙、镁物质置换出来,这些钙、镁物质又随雨水、灌溉水和污水废水渗入地下,从而引起浅层地下水硬度升高^[4]。河南省农药化肥的施用量也呈逐渐增加趋势。化肥施用量(折纯量)1978 年为 52.54 万 t,1988 年增加到 154.57 万 t,1998 年为 320.80 万 t,2004 年又增加到 493.16 万 t(比 1978 年增加了 839%);农药的施用量 1990 年为 3.31 万 t,2000 年为 9.55 万 t,10 年间增加了近 2 倍。农药化肥的大量使用也造成浅层地下水硬度升高^[4]。

3.3 含水层水动力条件的改变

地下水过量开采引起水动力场和水文地球化学环境的改变,污染载体与包气带和含水围岩之间发生一系列的水文地球化学作用,促使土壤及其下层沉积物的钙镁易溶盐、难溶盐及交换性钙镁由固相向水中转移,从而使地下水硬度增高。当地下水从压力较高的地带进入压力较低的地带时,由于水动力条件的改变,水中溶解物质的化学平衡遭到破坏,打破了原来地下水中 CO₂ 的平衡压力,促使 CaCO₃ 分解,使水质发生变化,形成新的水文地球化学环境,导致地下水硬度升高^[2]。20 世纪 50 年代,河南

省地下水年开采量仅为 20 亿 ~ 25 亿 m^3 ,到 20 世纪末 ,已增加到 130 亿 m^3 。地下水开采量的迅速增加 ,直接导致地下水水位迅速下降。河南省区域浅层地下水水位的埋藏深度在 20 世纪 60 年代之前普遍较浅 ,80% 以上的区域地下水水位埋深小于 4 m ,最大埋深不足 6 m 20 世纪 70 年代起 ,地下水水位逐年下降 ,到 1976 年 ,水位降落漏斗已经形成 ,漏斗中心水位埋深为 10 ~ 15 m ,但尚未出现埋深大于 16 m 的区域 ,到 20 世纪 90 年代初 ,河南省地下水水位埋深小于 4 m 的区域缩小近半 ,最大水位埋深达到 16 m 左右 20 世纪 90 年代末 ,地下水水位埋深小于 4 m 的区域已较小 ,埋深在 4 ~ 8 m 的区域面积最大 ,豫北局部地区地下水水位埋深达 20 ~ 22 m ;到 2005 年 ,河南省地下水水位仍在持续下降 ,区域水位降落漏斗总面积已达近万平方千米 ,水位埋深超过 8 m 的地区已达 21 224 km^2 ,其中超过 16 m 的地区达 5 166 km^2 ,漏斗中心水位埋深已达 32 ~ 33 m 。而河南省浅层地下水硬度超标区的分布大多与此有关 ,它们基本上都位于区域地下水水位降落漏斗区或水位急剧下降区。

4 结果与讨论

河南省平原地区浅层地下水总硬度总体呈升高趋势 ,到 2005 年为止 ,水的总硬度超过生活饮用水标准的地区面积已达 45 047 km^2 ,约占河南省平原地区总面积的 42% ,而且水的硬度有加快升高的趋势。对如何保护珍贵的地下水资源 ,遏制水的硬度急剧升高的趋势 ,笔者建议 :

a. 进一步推进产业结构战略性调整 ,加强重点行业管理与水污染源治理。治污要从源头抓起 ,对

(上接第 22 页)

c. 污染物总量分配合理性的关键是评判指标值的选取 ,指标选取的合理与否对分析结果有重要影响。

参考文献 :

- [1] 张玉清. 河流功能区水污染物容量总量控制的原理和方法 [M]. 北京 :中国环境科学出版社 2001 2-9.
- [2] 杨玉峰 ,傅国伟. 区域差异与国家污染物排放总量分配 [J]. 环境科学学报 ,2001(2) :129-133.
- [3] 梅永进. 层次分析法在沙溪水污染物总量分配中的应用 [J]. 厦门理工学院学报 ,2005 ,13(4) :54-57.
- [4] 林巍 ,傅国伟 ,刘春华. 基于公理体系的排污总量公平分配模型 [J]. 环境科学 ,1996 ,17(3) :35-38.
- [5] 李如忠. 区域水污染物排放总量分配方法研究 [J]. 环境工程 ,2002 ,20(6) :61-64.

于那些污染重、效益低的重点污染企业实行“关停并转” ,标本兼治。通过树立科学发展观 ,整合行业和资源 ,加强环境监督 ,建立废水排放总量控制制度 ,确保重点排污企业排放的废水稳定达标 ,使河南省走出经济发展“粗大型、高污染”的怪圈。

b. 优化农业产业结构 ,研究和推广农业面源污染防治技术。农业面源污染面大量广 ,要以科学发展观为指导 ,因地制宜 ,利用现代科学技术 ,发挥农业资源优势 ,依据经济发展水平及“整体、协调、循环、再生”的原则 ,运用系统工程方法 ,结合新农村建设 ,全面规划 ,综合治理 ,强化生态功能 ,实现农业发展高产、高效 ,达到生态与经济两个系统良性循环和经济、生态、社会三大效益统一 ,使农业的发展、农村经济的增长与资源环境的保护协调同步。

c. 加强地下水资源的统一规划和管理 ,分区限量开采地下水。根据地下水资源的分布状况 ,编制地下水开采规划 ,在地下水水位急剧下降、漏斗范围不断扩大的地区实行限量开采 ,以遏制水的硬度上升过快的势头。

参考文献 :

- [1] 魏秀琴 ,杨新梅 ,豆敬峰 ,等. 河南省地下水环境调查与评价 [R]. 郑州 :河南省地质环境监测院 2006.
- [2] 吕航 ,李泽文 ,秦健 ,等. 长春市地下水硬度异常及形成机理分析 [J]. 中国环境管理 ,2007(6) :33-39.
- [3] 乔光建 ,张均玲. 邢台市平原区地下水环境问题分析 [J]. 水资源保护 ,2002 ,18(4) :25-27.
- [4] 邹胜章 ,张金炳 ,李洁 ,等. 北京西南城近郊浅层地下水盐污染特征及机理分析 [J]. 水文地质工程地质 ,2002 ,29(1) :5-9.

(收稿日期 2008-07-27 编辑 彭桃英)

- [6] 潘增辉 ,刘文娟 ,周清 ,等. 层次分析法在衡水湖环境功能区划方案遴选中的应用 [J]. 水资源保护 ,2005 ,21(1) :27-28.
- [7] 洪继华 ,宋依兰. 层次分析法在水环境规划中的应用 [J]. 环境科学与技术 ,2000(4) :32-35.

(收稿日期 2008-04-15 编辑 高渭文)

