

北京平原区地下水水质监测网优化设计

周磊¹, 王翊虹¹, 林健¹, 叶超¹, 董殿伟¹, 郑跃军², 万利勤², 李文鹏², 周仰效³

(1. 北京市地质工程勘察院, 北京 100037; 2. 中国地质环境监测院, 北京 100081;
3. 荷兰联合国教科文组织水资源学院, 荷兰德尔福特)

摘要: 文章分析了北京地下水水质监测和水质变化的历史和现状。应用 DRASTIC 评价方法对平原区进行了易污性评价并获得易污性分区图。叠加地下水易污性分区图、地下水价值分区图和地下水源保护区图生成地下水保护紧迫性分区图。编制了地下水污染源分布图。合并地下水保护紧迫性分区图和地下水污染源分布图获得地下水污染风险分区图。以地下水污染分区图指导地下水水质监测网的设计, 调整地下水水质监测孔的密度。优化后的北京平原共有监测孔 538 眼(组), 其中分层监测井 136 眼(组), 新设计监测孔 343 眼。结合地区地下水水质年内变化规律调整监测频率。建议浅层极易污染区每年丰枯期各取 1 次样, 其它地区每年枯水期取 1 次样。承压水每 2 年在枯水期取 1 次样。

关键词: 地下水水质; 易污性评价; 污染源; 风险性评价; 监测网设计

中图分类号: P641.5⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3665(2008)02-0001-09

1 引言

地下水是宝贵的自然资源, 也是与人类生存密切相关的重要环境要素。建立地下水环境监测网, 并进行实时的数据信息监控, 是掌握地下水系统和水环境的物理、化学特性变化的主要手段, 也是科学管理和决策的主要依据。北京地下水供水量占全市总供水量的 2/3 以上, 一个完善、可靠、有效的地下水水质监测网, 是供水安全的重要保障。多年来, 北京的地下水监测工作在城市供水和污染治理等方面为北京市的发展和建设提供了重要的数据支持和技术依据, 为政府决策部门提供了科学可靠的地下水水质资料。

但是随着经济社会的快速发展、城市规模的不断扩大, 区域地下水环境发生变化, 现有的监测网已经不能完全满足北京城市建设和发展的需要。另一方面, 现代监测技术、监测手段的更新, 也使地下水监测网有了可以进一步优化的可能。

本文在论述北京市地下水环境监测历史和现状的基础上, 分析了地下水环境监测的具体需求和方向。结合国内外地下水环境监测现状, 借鉴和参考了国际一些较成熟的地下水监测网优化设计方法, 并重点根

据北京地区地下水水质变化实际情况, 以及区域水环境质量要求, 通过系统分析, 对现有地下水水质监测网的监测密度、监测层位和监测频率进行优化, 以建立更科学、有效的地下水水质监测网, 使设计后的水质监测网更科学地反映地下水的现状及污染状况, 为社会经济可持续发展、首都安全供水提供重要保障。

2 北京平原地下水水质监测历史

在 20 世纪 60 年代后期, 北京地区陆续出现了地下水水质污染问题。北京地质环境监测总站在 1973 年开始建立城近郊区的地下水水质监测网, 通过逐年完善, 监测网在 1980 年覆盖了全市平原区^[1]。

初期监测网中地下水监测点约 150 个, 主要集中于城近郊区, 监测项目仅十余项。到 1984 年, 地下水监测范围扩大至整个平原区, 面积约 6 500 km², 监测项目增加至二十余项, 监测点增至约 300 个。

目前北京地下水水质监测网范围为全市平原区, 面积约 6 528 km², 水质监测点约 340 个。其中在城近郊区水质监测密度约 1 个/5 km²; 在远郊区水质监测密度约 1 个/30 km²。监测频率为每年枯水期普遍监测 1 次; 在丰水期对已知污染区、水源地地区、水质异常区重点监测, 其他地区为控制性监测, 丰水期监测井数为枯水期的 1/3。地下水水质监测的层位主要为平原地区第四系生活、工业开采层位, 少量农业开采层。

3 北京平原地下水水质历史变化

多年来, 北京平原区地下水水质主要超标指标为

收稿日期: 2007-11-12; 修订日期: 2007-12-20

基金项目: 中国荷兰合作项目“中国地下水信息中心能力建设”

作者简介: 周磊(1974-), 男, 硕士, 主要从事地下水监测与环境影响评价工作。

总硬度、硝酸盐氮,污染超标的地区位于城近郊区。根据对平原区第四系地下水水质的时空变化分析,把地下水的污染演变按时段划分为4个阶段^[2]:

(1)原始阶段

主要指20世纪五六十年代。这一时期城市规模相对较小,工业体系较为薄弱,特别是地下水还未大量开采,仍基本处于原始的自然状态。

(2)地下水水质污染缓慢发展阶段(1960~1980年)

进入20世纪60年代后,随着城市建设,地下水开采量大幅度增加,污水排放量也随之增多,地下水污染逐渐显现,主要表现为硬度超标和北京西郊地下水酚氰污染。

(3)地下水水质恶化加快阶段(1980~1995年)

20世纪80年代后,城市建设和经济快速发展,人口数量急剧增长,北京市区废污水排放量大幅度增加,导致城近郊区地表水污染日趋严重,地表河流已成为城市的排污场所,城市大量未经处理的工业废水和生活污水通过各种不同途径进入含水层,造成城近郊区地下水中总硬度、硝酸盐氮、溶解性总固体等各项指标逐年升高,污染程度日益加重,污染范围持续扩大。

(4)趋于稳定阶段(1996~至今)

进入20世纪90年代,环境保护意识不断增强,开展了包括地表水体的截污改造在内的多项环境治理工程。随着环境的改善,地下水污染在城近郊区趋于稳定,主要表现在污染范围逐渐稳定,部分地区主要污染指标有下降趋势,水质有好转的迹象,但在城市下游地区地下水污染状况仍不容乐观。

本次主要研究上述指标在城近郊区超标范围的多年变化规律以及典型地段地下水主要超标指标的多年变化趋势两个方面,综合分析地下水水质的变化趋势。

3.1 典型地区

本次研究选择了位于城市中心区的某一监测点进行分析,其硝酸盐氮、总硬度的多年变化规律见图1和图2。

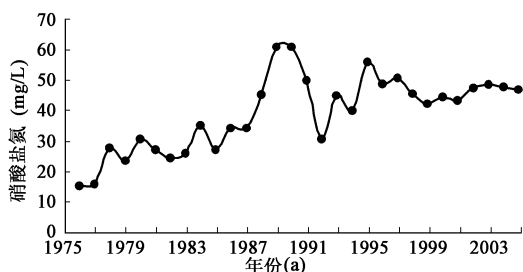


图1 地下水硝酸盐氮多年变化趋势图

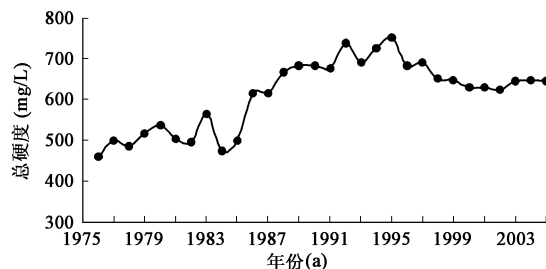


图2 地下水总硬度多年变化趋势图

Fig. 2 Trend of hardness in Beijing City

从图中可以看出,在城市中心区开采层地下水中总硬度、硝酸盐氮在20世纪70~80年代逐年升高;20世纪80年代末至90年代初快速升高;但进入20世纪90年代后期,硝酸盐氮和总硬度含量逐年降低,目前基本趋于稳定。

3.2 城近郊区

城近郊区地下水主要污染指标为总硬度、硝酸盐氮^[2],其污染原因、污染程度不仅与人类活动有密切联系,同时还受水文地质条件、地下水流场等多种因素控制。水质较差区主要分布于城近郊区及其下游地区,其中城近郊区地下水污染范围已趋于稳定,而大兴等远郊区县地下水污染有加重趋势;水质多年变化符合上述规律(图3~4)。

4 北京平原地下水易污性评价

4.1 易污性评价体系

结合北京平原区水文地质条件特点,本次地下水易污性评价采用DRASTIC评价方法,即通过选择评价易污性的7个代表性要素来建立一个评价系统,每个要素均有一个给定的大致区间,这个区间又被进一步细分为几个亚区间。这些要素均被赋以一个相应的权重,权重反映了要素与地下水易污性的关系,权重与每个要素评分指标的乘积为相应每个区间的易污性评分,达到易污性评价的目的,即评价浅层地下水含水层的防污性能。

这7个要素是^[3]:地下水埋深(D)、含水层的净补给量(R)、含水层的岩性(A)、土壤类型(S)、地形(T)、包气带影响(I)、含水层的水力传导系数(C)。7个要素的分区^[4]和赋值见表1。

根据DRASTIC评价方法原理,不同的评价因子在评价中占有不同的主导地位 and 影响程度,各项因子的权重^[5]见表2。

Fig. 1 Trend of NO₃-N concentrations in Beijing City

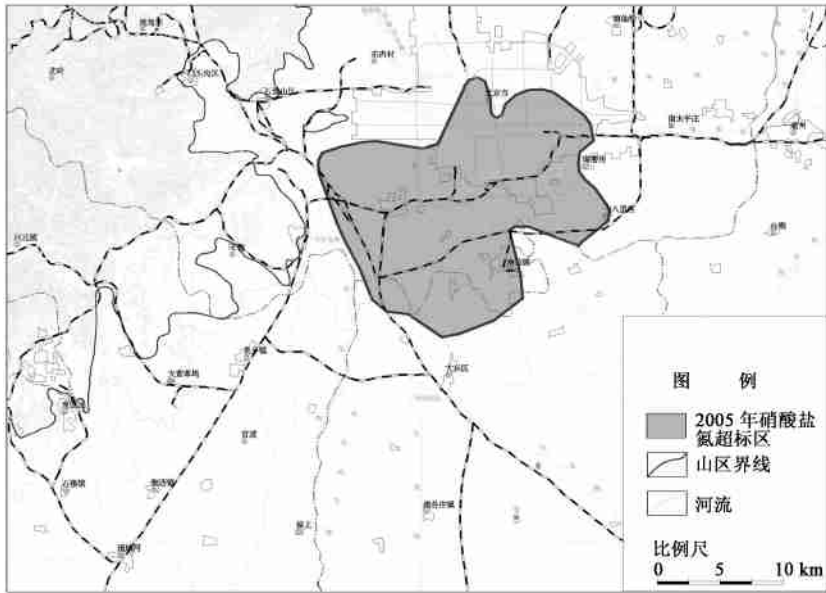


图3 城近郊区地下水硝酸盐氮超标范围变化趋势图

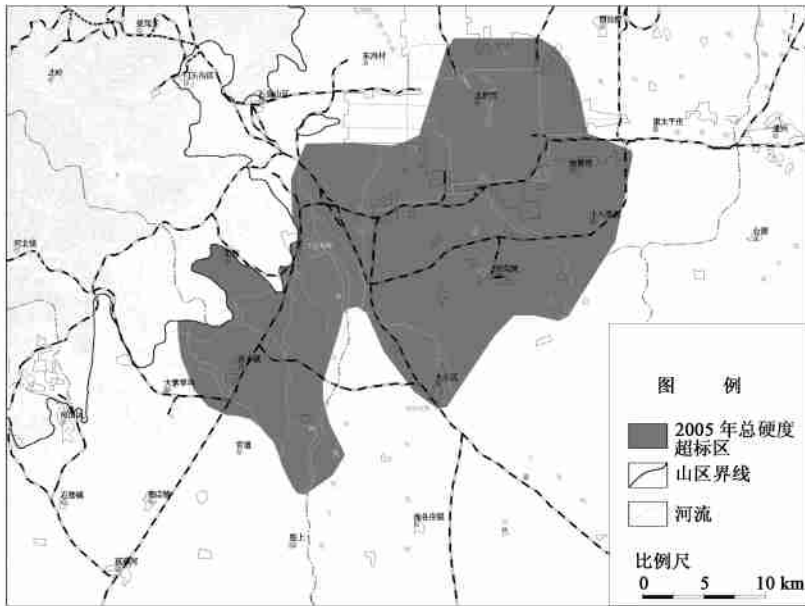
Fig. 3 Area of $\text{NO}_3\text{-N}$ exceeding standard in groundwater in Beijing

图4 城近郊区地下水总硬度超标范围变化趋势图

Fig. 4 Area of hardness exceeding standard in groundwater in Beijing

通过实际计算, 研究区所有单位评价面积内指数值范围为 61 ~ 197。为了便于比较和实际应用, 根据易污性评分值在研究区内的变化范围, 将研究区浅层地下水含水层易污性分为五级, 分级标准见表 3; 按相应的分级划分为不同的区域(图 5)。易污性分级越低, 地下水防污性能越好, 地下水越不易受到污染; 易污性分级越高, 地下水防污性能越差, 地下水越易受到污染。

4.2 易污性评价分区特征

易污性极高区主要分布于拒马河、永定河、潮白河、沟错、南口洪积扇顶部和上部地区。该地区包气带多为表层土、砂卵石和砾石, 含水层主要为单层的砂卵石、粗砂等含水层, 降水入渗量大于 330mm/a , 地下水埋深大于 30m 。包气带颗粒粗, 地下水上下垂向渗透能力强, 流动速度快。

表1 DRASTIC要素的区间(或种类)及其评分

Table 1 Range and rating of DRASTIC factors

地下水埋深(D)		净补给量(R)		含水层介质(A)		土壤介质(S)	
埋深(m)	评分	净补给量(mm)	评分	介质	评分	介质	评分
<2	10	10~70	1	卵砾石	10	城区、街道	1
2~5	9	90~120	2	砂砾石夹砂	9	水稻、沼泽、褐土	2
5~10	8	120~150	3	砂	7	湿潮土、潮土等	3
10~15	7	150~180	4	细砂夹砂	5	褐潮土、潮褐土	4
15~20	6	180~210	5	细砂	4	普通褐土、淋溶褐土	5
20~25	5	210~240	6	粉砂夹细砂	2	山地棕壤、生草棕壤	6
25~30	4	240~270	7	粉砂	1	风砂土	7
30~35	3	270~300	8	—	—	水域	10
35~40	2	300~330	9	—	—	—	—
40~50	1	330~390	10	—	—	—	—

地形坡度(T)		包气带介质影响(D)		含水层水力传导系数(C)	
坡度(%)	评分	介质	评分	渗透系数(m/d)	评分
0~0.5	10	山地	0	<10	1
0.5~1.0	9	粘土	1	10~50	2
1.0~1.5	8	含粉土的粘土	2	50~100	4
1.5~2.0	7	含砂砾的粘土	3	100~300	5
>2.0	6	含粘土的粉土	4	300~500	7
—	—	粉土	5	—	—
—	—	含砂砾的粉土	6	—	—
—	—	砂	8	—	—
—	—	砂卵砾石	10	—	—

表2 评价因子的权重

Table 2 DRASTIC weight

评价因子	权重	评价因子	权重
地下水位埋深(D)	5	土壤类型(S)	2
含水层净补给量(R)	4	地形(T)	1
含水层岩性(A)	3	包气带介质(I)	5
渗透系数(C)	3		

表3 地下水易污性分级表

Table 3 Classes of vulnerability

易污性分级	对应分区	评价分值
I	易污性极低	61~88
II	易污性低	88~115
III	易污性中等	115~142
IV	易污性高	142~169
V	易污性极高	169~197

易污性高区主要分布在各个冲洪积扇的顶部和中上部地区,包括昌平西北、怀柔东南、密云西部、平谷峪口以北、房山局部地区;在平原区,潮白河及永定河以东的阶地有明显的条带状分布;城近郊区的石景山、丰台西南,海淀西北及部分零散区域。该区含水层主要为卵砂石、砂砾石、细砂和砂等,包气带岩性主要为上覆的表层土、砂卵石层以及下面出现的含砂砾的粉土,降水入渗量为270~330mm/a,地下水埋深15~30m。

该地区包气带及含水层中已经出现少量的细颗粒,降水入渗量也稍有降低。

易污性中等区在平原区分布较为广泛,主要位于各冲洪积扇的中部地区、各大冲洪积扇的交替部位和潮白河的二级阶地上。该区域包括由单层潜水含水层到多层承压含水层的广大地区,含水层介质为砂、细砂等,包气带粗颗粒含量显著减少,多为含砂砾的粉土、粉土和砂等,部分地区含砂砾石等;降水入渗量120~270mm/a,地下水位埋深5~15m。包气带及含水层中粗细颗粒分布不均匀,细颗粒含量较高。

易污性低区在平原区分布也较为广泛,主要位于各冲洪积扇的中下部地区和各大冲洪积扇的交替部位,与易污性中等区交替分布在平原区的大部分地区。相比较于易污性中等区,该区域从整体上看,包气带的颗粒更细,主要为含砂砾石的粘土、含砂砾石的粉土组成,局部地区有砂;含水层结构多为粉砂、细砂,降水入渗量120~210mm/a,地下水位埋深2~10m。包气带及含水层多为细颗粒组成。

易污性极低区在平原区零星分布,多为平原区内零星散布的山地和粘性土较厚的地区。该区含水层为两层以上细砂、粉砂夹细砂等,隔水层为粘土、砂质粘土和含粘土的粉土,水质较好。

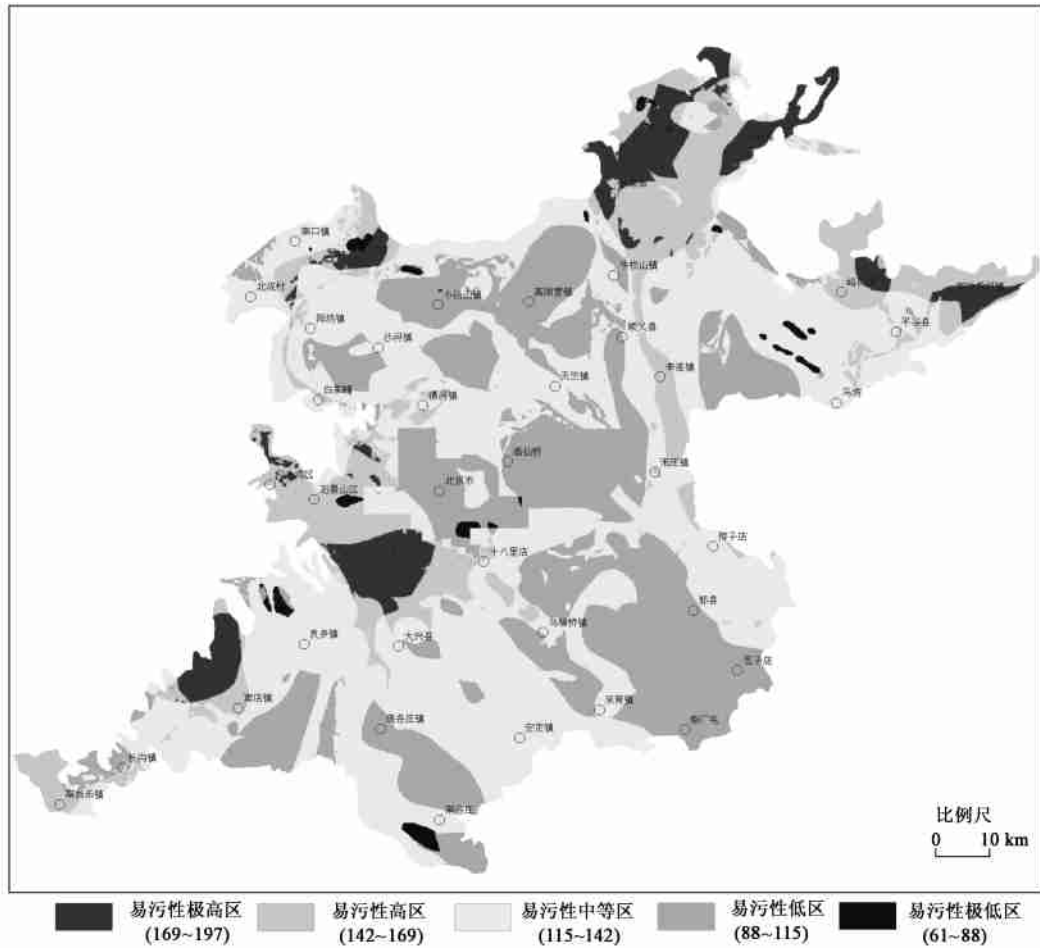


图5 北京易污性评价分区示意图

Fig. 5 Groundwater vulnerability map of Beijing

5 北京平原地下水污染源分布

经调查,目前北京地区主要污染源集中在城近郊区,影响地下水的污染源主要有以下几项:城市污水、固体废物污染源、农业污染源(其中以污水灌溉面积作为风险性评价计算因素)。

5.1 城市污水

随着城市产业结构调整的不断加快和城市节水措施、污水处理率的提高,循环水利用的深入,污水排放总量已经呈现下降趋势。北京市城近郊区废污水历年排放量见表4。

表4 城市历年废污水排放量(单位: $\times 10^8 \text{ t}$)Table 4 City sewage quantity in recent years($\times 10^8 \text{ t}$)

年份	1954	1965	1975	1985	1995	2000	2004
废污水量	0.24	3.25	6.65	7.13	8.72	9.36	7.95

根据资料^[6]显示,2004年北京市城近郊区入河污水量为 $91.98 \times 10^4 \text{ t/d}$,占排水总量的42.25%,其中工

业污水 $28.19 \times 10^4 \text{ t/d}$,生活污水 $61.23 \times 10^4 \text{ t/d}$,冷却水 $2.56 \times 10^4 \text{ t/d}$,排入城近郊区20余条河渠;其余 $121.57 \times 10^4 \text{ t/d}$ 排入污水处理厂。2004年北京市城近郊区共有高碑店(规模 $100 \times 10^4 \text{ t/d}$)、清河、酒仙桥、北小河、方庄、吴家村、卢沟桥、肖家河等8座污水处理厂在运转,日处理污水能力达到 $188 \times 10^4 \text{ t}$,污水处理率达到58%。

5.2 固体废物污染源

2004年环境统计范围内工业固体废物产生量为 $1303 \times 10^4 \text{ t}$,其中排放量为 $9.91 \times 10^4 \text{ t}$,综合利用量 $973 \times 10^4 \text{ t}$,综合利用率为73.7%。在生活垃圾方面,2004年清运垃圾量约 $491 \times 10^4 \text{ t}$ (图6)。

目前城八区的大部分地区和郊区卫星城基本上形成了较为完备的垃圾管理系统,全市正规无害化垃圾处理设施22座;其中正规垃圾填埋场17处,垃圾转运站5处。其余垃圾大部分采用非正规填埋的方式处理。

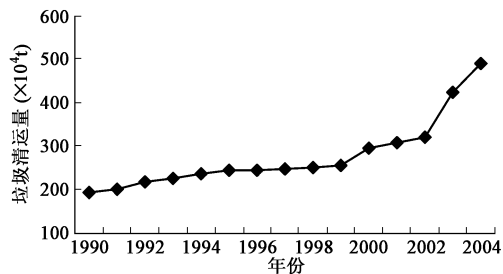


图6 北京市历年生活垃圾清运量

Fig. 6 Amount of solid waste disposes in Beijing

5.3 农业污染源

(1) 农药、化肥

北京地区种植的农作物种类基本以小麦、玉米和蔬菜为主，并兼有部分水稻、蔬菜和果林。化肥施用种类主要以氮肥、磷肥、钾肥为主，农药以乐果为主。据调查统计，化肥施用量一般每年在 1500~3500kg/hm²。部分地区化肥施用量较大，在 15000kg/hm² 以上。

(2) 北京地区主要农业污灌区

根据资料，截至 2000 年，北京市污水灌溉农田面积近 650km²，占全市耕地面积的 19%，占灌溉农田面积的 24%。主要分布在通州、朝阳、大兴、房山等郊区县，形成了东郊、南郊、北郊和房山石化等四个主要污灌区，见图 7。

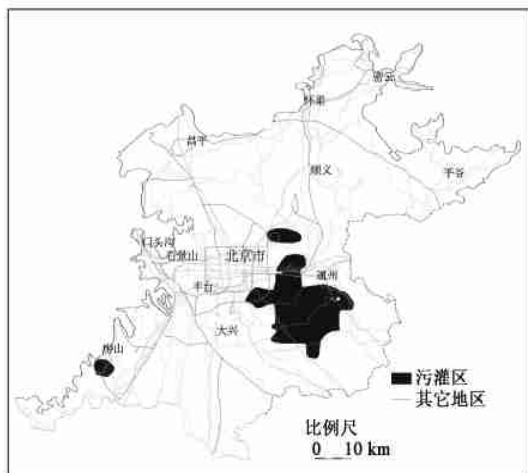


图7 北京市主要污水灌溉区分布示意图

Fig. 7 Areas of wastewater irrigation in Beijing

6 北京平原地下水污染风险性评价

地下水污染风险性定义为污染的概率乘以污染产生的后果。在本次评价中污染源灾害分级代表概率，而地下水保护的紧迫性指标的合成用于代表后果，二

者的乘积表现为地下水污染风险性^[7]。

北京平原区污染源选择主要的面状污染源，即包括城市中心区和主要污灌区，地下水紧迫性指标选择易污性分区、地下水价值分区和地下水源保护区的合成区。各评价因子赋值见表 5。

表5 地下水易污性评价、地下水价值、水源保护区价值、污染源评价划分等级赋值表

Table 5 Ratings of vulnerability, groundwater value, groundwater protection areas and pollution sources

易污性评价	地下水价值	水源保护区价值	污染源图等级
等级划分	赋值	等级划分	赋值
极高	5	优	5
高	4	良	4
中等	3	较差	2
低	2	差	1
极低	1		

水源保护区	赋值	污染源图等级	赋值
水源保护区	5	人口密集区	5
其它地区	2	污灌区	3
		其它	1

地下水污染风险性评价方法是：首先，将地下水价值分区图、地下水源地保护区和地下水易污性分区合成产生地下水保护紧迫性图，将地下水紧迫性图分为五个级别，相应的级别分别赋予不同的值，即紧迫性高(5)、紧迫性较高(4)、紧迫性中等(3)、紧迫性较低(2)和紧迫性低(1)。再将地下水保护紧迫性分区图和地下水污染源等级划分图合成得到地下水污染风险性图，合成后的地下水污染风险性图根据评分值分成五个级别，即风险性高危区(10~15)、风险性较高区(6~9)、风险性中等区(5)、风险性较低区(3~4)和风险性低区(1~2)，见图 8。

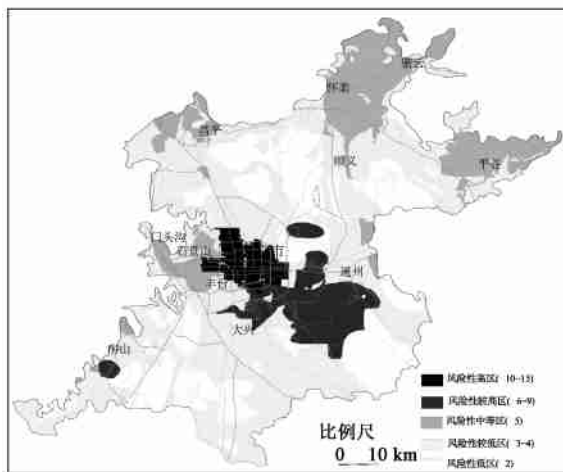


图8 北京平原区地下水风险性分区图

Fig. 8 Classification map of groundwater pollution risk of Beijing Plain

从图可以看出城近郊区及污水灌溉区属于高风险

区,这类地区属于人口密集区或污染严重区,人类活动频繁,各类污染物排放较多,城市地面以下各种排污管道纵横,渗漏情况较为严重。因此,此处地下水容易受到污染源的侵入,地下水受污染风险性高或较高,属于高和较高风险区。

较高风险区分布在北京市几个主要水源保护区的上部和中部地区,这些地区承担了北京市的主要供水任务,地下水质量高低决定了城市供水安全;这些地区也都处于各冲洪积扇的顶部和中上部地区,包气带及含水层多以大颗粒砂卵砾石层为主,污染物易通过包气带渗透入地下水含水层,污染地下水,因此,确保这类地区免受污染是降低其风险性的可靠手段。

地下水风险性较低和低的地区主要位于各水源保护区的下部地区及广大的平原地区。水源保护区的下部地区地下水易污性属于高和中等级别,多数位于潜水、承压水交替地区,包气带有一定的净化能力。本区域地下水质量属于优或良好的级别,地下水开发利用程度高,但污染源控制较好,因此风险性不高,属于风险性中等地区;其它平原地区多位于冲洪积扇的中部和下部地区,地下水易污性属于较低或低,有较强的净化能力和抗污染能力,所以这些地区属于风险性低和较低区。从目前看这些地区地下水水质多为优良和良好,地下水开发利用多为小城镇及远郊区生活和生产用水,多为分散开采。地下水易污性属于较低和低的地区,防污性能较强,包气带有较强的净化能力,地下水环境相对比较安全,风险性低。

7 北京平原地下水污染评价

地下水水质综合评价作为地下水价值分区图的基础,也是对污染风险性评价结果的验证。由于目前北京地区地下水的主要功能之一是生活饮用,选择总硬度、氯化物、硫酸盐、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、铵氮、溶解性总固体、化学耗氧量、砷、汞、六价铬、挥发酚类、氰化物等 13 项作为评价指标,评价方法采用国家《GB/T14848-93 地下水质量标准》中推荐的综合评价加附注的评分方法。即首先进行各单项组分评价,划分组分所属质量类别(表 6),进而对各类别按公式分别确定单项组分评价分值 F_i , 然后计算综合评价分值 F 。根据 F 值,按以下规定(表 7)划分地下水质量级别。

根据 F 值的大小将地下水划分五个等级,各等级的监测井数见表 8。

从计算结果得知,平原区主要开采层地下水质量总体较好,超标污染主要分布在城近郊区;平谷、密云、

表 6 F_i 值分类表

Table 6 Classification of F_i

类别	I	II	III	IV	V
F_i	0	1	3	6	10

表 7 地下水水质分级表

Table 7 Classification of groundwater quality

级别	优良	良好	较好	较差	极差
F	< 0.80	0.80 ~ < 2.5	2.50 ~ < 4.25	4.25 ~ < 7.20	> 7.2

表 8 北京平原区地下水污染程度与质量分级

Table 8 Assessment of groundwater quality in Beijing Plain

区域	水质 井数	水质				
		优良 I	良好 II	较好 III	较差 IV	极差 V
近郊	118(眼)	12	53	0	28	25
	百分比(%)	10	45	0	24	21
平原区	283(眼)	61	126	0	68	28
	百分比(%)	21	45	0	24	10

怀柔、顺义、昌平、延庆、门头沟区、海淀区北部地区、朝阳区北部地区地下水水质较好;房山、大兴、石景山区南部水屯和鲁谷、丰台区大部分地区、朝阳区南部牌坊及城区水质较差,丰台区最差。

8 北京平原地下水水质监测网设计

地下水水质监测网的设计方法是通过通过对北京平原区易污性和风险性分区,结合现有地下水监测网体系进行研究,参照现行的有关规范分析现有监测网是否能满足监测精度的要求,是否能够突出对重要的城市规划区、重点水源地和重要污染源的监测目的。

地下水水质监测网调整的设计原则是要在充分考虑地下水风险性评价分区划分的基础上,结合城市总体规划及供水特点,针对现有监测网的不足,从监测层位、监测密度和监测频率等几个方面进行调整,重点突出对地下水污染的监测。

新的地下水水质监测网设计首先将地下水风险性评价中的高风险区、城近郊区和主要地下水源保护区划归为同等重要监测区,即重点监测区,参照有关规范,重点监测区监测点密度为 10~20 个/100km²;风险性较高地区按照 5~10 个/100km² 布设,其它风险性中等、较低和低的地区划分为一般监测区,监测点密度按照 3~4 个/100km² 布设。其次,在新的监测网设计中,突出了污染源监测,对于重点的点污染源和线污染源都将布设专门的污染监测井。新的水质监测网也充分考虑地下水开采特点,对地下水进行分层监测,以潜水承压水分界线和第四系厚度 100m 为分界限,潜水区

设置单层监测井,而平原区第四系厚度高于100m的区域范围内的监测井需要监测三层水质,位于两者之间的区域设置两层水质监测井,分层监测井密度按照5~10个/100km² 布设。

新的监测网(图9)建立后,共有各类地下水水质监测点538眼(组),新设计监测孔343眼,其中分层监测井136眼(组)。浅层分层监测井主要布置在含水层为多层结构的地区,针对受到污染和可能受到污染的浅层地下水含水层,以确保实现分质供水。在重点监测区及风险性较高区加大监测密度,针对典型的线状

和点状污染源,共需要增加专门监测井101眼;其他的区域承压含水层范围内的分层监测井99组。

结合北京地区地下水年内变化规律,监测网对不同位置和层位的监测井设计了不同的监测频率,对地下水污染的重点监测区,按水文年计算,每个水文年内监测2次(枯、丰水期各1次);对于较高风险区监测,按水文年计算,每个水文年内监测1次(枯水期);对于一般监测区的潜水开采层和分层监测井,则每隔2年在枯水期进行1次全面的监测。

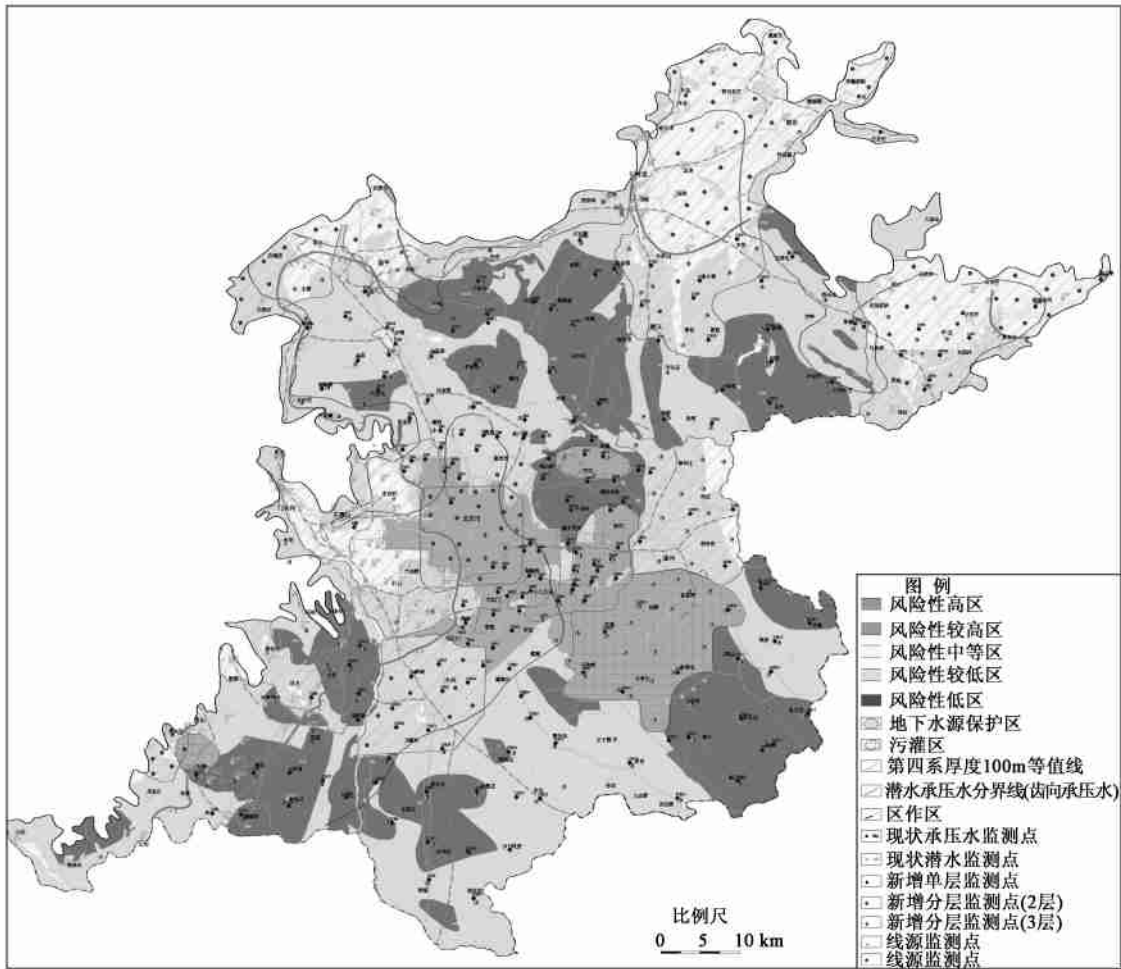


图9 北京市平原区地下水水质监测网设计图

Fig. 9 Design of groundwater quality monitoring network in Beijing Plain

9 结语

北京平原区各类污染源广泛分布,导致地下水不同程度受到污染。现有监测表明地下水硬度和硝酸盐氮已大范围超标。地下水又是生活供水的主要水源,因而,地下水污染风险性极高。目前地下水水质监测

注重于开采含水层水质监测,还没有针对污染源污染地下水的污染监测,因而,目前还无法对地下水的污染状况做出全面评价。

本次研究在分析北京地下水水质监测现状的基础上,以地下水污染风险分区图和污染源的分布调整地下水水质监测网,加强地下水污染的监测。优化后的

北京平原共有监测孔 538 眼(组), 其中分层监测井 136 眼(组)。新设计监测孔 343 眼, 应尽快施工安装。同时在取地下水样时应监测地下水位, 以便水位与水质联合监测和分析。

为了保证监测网的完好和监测工作的正常进行, 应对监测井进行适当的维护和管理, 设立明显的标志和防护措施, 保证监测井不受人破坏, 并在发现受到损坏时及时维修。为了减少地下水监测设施遭受破坏的可能性, 还应广泛开展公众教育, 宣传地下水监测的重要意义, 增强公众维护监测设施的意识。此外, 应定期向水资源行政主管部门和用户提供通俗易懂的地下水水质信息, 以便更好地保护地下水资源。

致谢: 该项目得到了中国和荷兰政府的经费资助。北京平原区地下水水质监测网优化设计工作得到了荷兰联合国教科文组织水资源学院(UNESCO-IHE)、荷兰应用地学研究所(TNO)、荷兰范爱森仪器公司、中国地质环境监测院和北京市国土资源管理局等单位及领导、专家的大力支持和帮助, 在此一并表示感谢!

参考文献:

- [1] 林健, 侯聚香. 北京市平原区年地下水污染监测报告(1980~2005)[R]. 北京: 北京市水文地质工程地质大队.
- [2] 北京市环境保护局. 北京市环境质量报告书 2000~2005 年[R].
- [3] 谢振华, 王翊虹, 陈鸿汉, 等. 首都地区地下水资源和环境调查评价[R]. 北京: 北京市地质调查研究院, 2000.
- [4] 北京市水文地质工程地质大队. 北京市水文地质图集[M]. 上海: 上海中华印刷厂, 1980.
- [5] 杨庆, 栾茂田. 地下水易污性评价方法——DRASTIC 指标体系[J]. 水文地质工程地质, 1999, 26(2): 4-9.
- [6] Aller L. DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater potential using hydrogeological settings. [M] Environmental Research Laboratory, US Environmental protection Agency, Ada Oklahoma, EPA/600/2-85/018, 1985.
- [7] 周仰效, 李文鹏. 地下水水质监测与评价[J]. 水文地质工程地质, 2008, 35(1): 1-11.

Optical design of monitoring network of groundwater quality in the Beijing Plain

ZHOU Lei¹, WANG Yi-hong¹, LIN Jian¹, YE Chao¹, DONG Dian-wei¹, ZHENG Yue-jun²,
WAN Li-qin², LI Wen-peng², ZHOU Yang-xiao³

- (1. Beijing Institute for Geological Engineering, Beijing 100037, China;
2. China Institute of Geo-Environmental Monitoring, Beijing 100081, China;
3. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands)

Abstract: This paper analyzed the history and current status of groundwater quality and monitoring in the Beijing Plain. The DRASTIC approach was used to assess the vulnerability of groundwater to pollution. The results show that the majority of the Beijing Plain is vulnerable to pollution. Groundwater vulnerability map, groundwater value ratings and groundwater protection areas were combined to create a groundwater protection urgency map. Major groundwater pollution sources were identified and mapped. The product of groundwater protection urgency and pollution sources ratings resulted in a groundwater pollution risk map. This map was used to locate the important sites for groundwater quality monitoring. The newly designed network consisted of 538 monitoring wells, of which 136 are multiple aquifer monitoring wells. 343 new monitoring wells are needed to install for monitoring groundwater pollution. Sampling frequency was determined according to the temporal changes in groundwater quality.

Key words: groundwater quality; vulnerability assessment; pollution sources; risk assessment; design of monitoring network

责任编辑: 汪美华