

北京市北天堂生活垃圾场地的地质环境效应评价

殷密英 刘长礼 张凤娥 张 云 叶 浩 侯宏冰 宋淑红

(中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北 正定 050803)

摘 要 通过对生活垃圾主要污染成分分析, 选出污染评价因子, 采用单因子和多因子评价法对垃圾场地周围的地下水和土壤进行污染程度评价, 为防止地下水及土壤的污染, 认为生活垃圾严禁随意堆放, 选择垃圾场址时必须进行环境影响评价。
关键词 北京市 生活垃圾 地质环境效应评价

Environmental Effect Evaluation of the Beitiantang Waste Site in Beijing

YIN Miying LIU Changli ZHANG Feng'e

ZHANG Yun YE Hao HOU Hongbing SONG Shuhong

(Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, CAGS, Zhengding, Hebei 050803)

Abstract Through an analysis of the main components of household waste, the evaluation factors were selected. The degree of pollution to groundwater and soil around the landfill was assessed with the single factor method and the multi-factor method. It is held that some measures should be taken so as to prevent groundwater and soil from being polluted i. e., the piling of household waste at random should be strictly prohibited, the environmental effect evaluation should be carried out before the selection of landfill sites, and the landfill site should be located where the groundwater is well protected.

Key words Beijing household waste evaluation of environmental effect

环境效应是指由自然过程或人类活动造成的环境污染和破坏所引起的环境系统结构和功能的变化(邓缓林等, 1992)。地质环境效应评价是指人们在地面或地层中堆放或填埋垃圾后, 垃圾污染物造成的环境污染和破坏所引起的环境系统结构和功能的变化。

通过实地调查, 北京的垃圾以生活垃圾为主, 加之建筑垃圾和工业垃圾。这些垃圾场地集中分布在永定河两岸的废旧砂石坑、凉水河附近的采砂石坑及清河附近的砂石坑中, 城区东郊也有部分零散分布。由于不合理堆放, 不仅占用了大片土地, 更为重要的是污染了附近的土地和水体。本文以北天堂垃圾填埋场为例, 对垃圾场地对周围环境的影响进行分析评价。

1 评价方法

1.1 评价因子的选择

生活垃圾是人类生活和生产活动产生的废弃

物, 其污染组分主要用其渗滤液的成分来表示。所谓的渗滤液, 是指垃圾处置场中垃圾在填埋过程中或填埋以后, 由于自身的腐烂以及雨水、地表水入渗垃圾体中而产生的含有较多垃圾污染物的液体(刘长礼等, 1999)。

为了分析评价垃圾场地对周围地质环境的影响, 首先采取垃圾渗滤液进行测试分析与计算(表 1)。

从表 1 的测试分析结果可看出, 渗滤液中的主要污染成分为: COD、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 及 Cl^- 。

根据生活垃圾产生的主要污染成分, 从中选择评价因子, 主要有化学需氧量(COD)、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 Cl^- 及常规项 TDS 等作为污染评价指标。

1.2 评价标准的选择

一般采用背景值作为评价标准, 但是由于取得该项资料困难, 只能采用对照值作为评价标准。对照值可以是历史水质数据, 或者是研究区内无明显污染来源的某些水点的地下水水质数据, 或者是研

表 1 北天堂垃圾填埋场渗滤液的主要成分

Table 1 The pollution contents of filtrate in dump

浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	1	2	3	4	5	6
NH_4^+	2720.0	3388.0	2820.0	95.0	99.0	260.0
NO_3^-	990.0	1138.0	998.0	125.0	135.0	7.5
NO_2^-	0.01	0.004	0.08	<0.002	<0.002	0.04
COD	22134.0	2745.2	22104.0	1071.6	1171.6	1101.0
Cl^-	11685.0	7484.0	11585.0	2106.9	2116.9	893.0

注 :1~6 为样品号 ,水样的测试数据由水文地质环境地质研究所测试中心张莉、杨改云等采用纳氏试剂比色法、紫外分光光度法、 α -萘胺比色法、重铬酸钾法、滴定等方法测试。

究区外 ,与研究区地质和水文地质条件相似地区某些水点的水质数据。

1.3 评价方法

1.3.1 单因子评价 以污染指数大小表示地下水的污染程度。

$$P_i = \frac{C_i}{C_{oi}}$$

式中 P_i 为地下水或土中污染物 i 的污染指数 ; C_i 为污染物 i 的实测浓度 (mg/L) ; C_{oi} 为地下水或土中污染物 i 的背景值或对照值 (mg/L) 。

当 P_i 小于 1 时为未污染 , P_i 大于 1 时为污染。

1.3.2 多因子评价 以综合污染指数或内梅罗污染指数表示。

(1) 迭加单因子污染指数

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

式中 P 为地下水或土综合污染指数 ; n 为污染物种类数 ; P_i 为地下水或土中污染物 i 的污染指数。

(2) 内梅罗污染指数 :

$$P = \sqrt{\frac{(C_i/C_{oi})_{\text{平均}}^2 + (C_i/C_{oi})_{\text{最大}}^2}{2}}$$

式中 $(C_i/C_{oi})_{\text{平均}}$ 为地下水中污染指数平均值 ; $C_i/C_{oi})_{\text{最大}}$ 为地下水中污染指数最大值。

1.3.3 污染程度分级 根据污染组分的污染种数和综合污染指数或内梅罗污染指数 ,对地下水进行污染程度划分 (表 2) 。

1.3.4 水质评价分级 由于研究区的地下水资源是北京市人民生活和生产活动用水的主要水源之一。垃圾中的有害物质污染水体 ,从而也影响水体的水质。因此 ,应对研究区水体的水质进行评价。评价的依据是地下水水质分级 (表 3) ,评价标准采用地下水质量标准Ⅲ 为基准值^① ,地表水采用地表水环境标准Ⅱ 为基准值 (夏青等 ,1990) 。

表 2 污染程度分级 (据刘兆昌等 ,1989)

Table 2 Classification of pollution degree (after Liu Zhaochang et al. ,1989)

污染程度	综合	内梅罗	分级说明
	污染指数	污染指数	
未污染	<1	<1	污染物均未超标
轻污染	1~2	1~3	污染物一般不超标
中度污染	2.1~3	3.1~5	一般有 1~2 项污染物超标
重污染	3.1~5	5.1~10	多种污染物超标 ,超标倍数不大
严重污染	5.1~10	10.1~50	多种污染物超标 ,个别超标 5 倍
极严重污染	>10	>50	多种污染物超标 ,个别超标 10 倍

表 3 水质分级 (据刘兆昌等 ,1989)

Table 3 Classification of water quality (after Liu Zhaochang et al. ,1989)

水质分级	综合指数	说 明
水质较好	<1	各项均未超标 ,适宜饮用
水质中等	1~3	有 1~2 项超标 ,不宜饮用
水质较差	3~5	有 2~3 项超标 ,不能饮用
水质差	>5	有 3 项以上或个别超标五倍以上 ,禁止饮用

2 垃圾场地的地质环境效应评价

北天堂垃圾填埋场位于永定河东岸 ,丰台区北天堂村东 200 m ,东经 $116^{\circ}15'$,北纬 $39^{\circ}48'$,以生活垃圾为主 ,白色塑料很多 ,有恶臭味 ,占地面积约 $2.6\times 10^5\text{ m}^2$,1987 年开始堆放 ,填埋深度 8 m 左右。垃圾场地分南北两部分 ,南半部分已基本停止使用 ,北部垃圾场正在堆填。地层主要是双层结构 ,上部为 1~2 m 厚的粘性土隔水层 ,下部为卵砾石透水层或含水层。地下水埋深 20 m 左右 ,为潜水型 ,地下水流由西北流向东南。

2.1 垃圾场对地下水的污染

垃圾场北 50 m 有一水井 ,编号为井 1 ,供采石洗砂用 ;两垃圾场中间西部边缘 10 m 有一水井 ,编号为井 4 ,深 30~40 m ,供洗漱用 ;在其下游东南方向 50 m 有一环保部门的观测井 ,编号为井 2 ;其东 250 m 有一农用井 ,编号为井 3 ;在井 2 的下游方向 500 m 有一农用井 ,编号为井 10 ;井 11 位于垃圾场地的南 300 m 偏东处的农田里。采样对以上各井污染组分进行测试并计算 ,以井 11 数据为评价基准值 ,揭示污染程度在空间的变化状况 (表 4) 。

计算结果表明 ,垃圾场地上游井点的污染较轻 ,下游井点的污染较严重 ,且距离垃圾场地近的污染程度较重 ,距离垃圾场地远的污染较轻 (图 1) ,上游方向井点的距离定为负值 ,垃圾场地定为 0 点 ,下游

① 国家技术监督局:1993. 地下水质量标准 (GB/T14848-93) .

表 4 北天堂垃圾场附近地下水的污染程度
随距离的变化(以井 11 为基准值)

Table 4 Changing in pollution degree of groundwater
with distances near the dump(basic point of well 11)

污染指数	上游方向		下游方向		
	井 4	井 1Y1	井 2Y1	井 3	井 10Y1
NH ₄ ⁺	1.00	2.00	60.0	1.50	1.00
NO ₃ ⁻	0.48	0.66	0.15	0.32	2.38
NO ₂ ⁻	4.75	7.50	3.50	2.00	1.00
TDS	0.81	0.92	1.47	1.12	2.07
COD	3.60	5.44	47.60	13.6	4.62
Cl ⁻	0.95	1.19	2.39	1.76	1.05
综合污染指数	1.93	2.95	19.18	3.38	1.69
内梅罗污染指数	3.63	5.70	44.54	9.91	3.48
污染程度	中度		严重污染	重污染	中度污染
距垃圾场距离/m	10	50	50	250	500

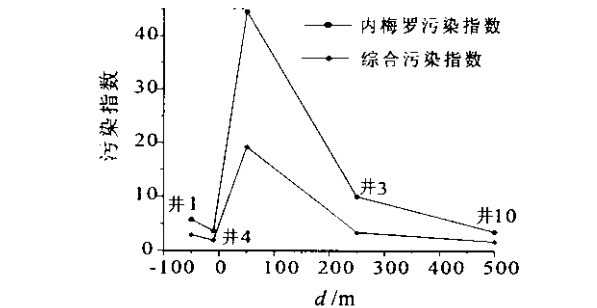


图 1 地下水的污染程度随距离的变化曲线
Fig.1 Changing in pollution degree of groundwater with distances

方向井点的距离定为正值,以下曲线同)。所有这些井的污染组分主要是 NO₂⁻、COD 和 NH₄⁺ 污染。

通过对环保部门的监测井(井 2)的时间序列采样监测,揭示污染程度随时间的变化规律,结果显示,污染指数随着时间的延续均为严重污染和极严重污染(表 5)。十月有一最高值,这是因为雨季过后,垃圾中的有害物质在大气降雨的淋滤作用下,随入渗水流大量进入含水层,导致地下水的污染程度加强,说明垃圾对地下水的污染程度与垃圾场地的外部条件(温度高、雨水大)等气候条件有一定的关系。井 2 的地下水污染主要是 NO₂⁻ 污染,其次是 NH₄⁺ 和 COD 污染(图 2)。

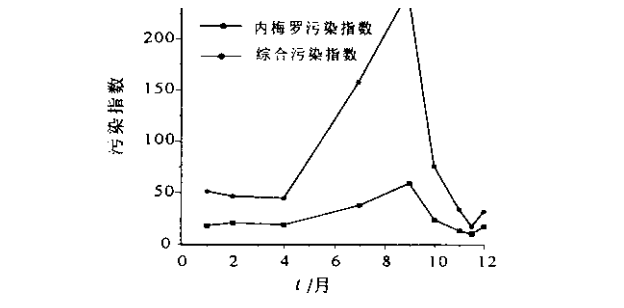


图 2 污染程度随时间的变化曲线
Fig.2 Changing in pollution degree of groundwater with times

表 5 监测井的污染程度随时间的变化(以井 11 为基准值)

Table 5 Changing in Pollution degree of groundwater with times(basic point of well 11)

污染指数	井 2Y8	井 2Y9	井 2Y1	井 2Y2	井 2Y3	井 2Y4	井 2Y5	井 2Y6
NH ₄ ⁺	40.0	45.0	60.0	0.58	1.00	26.25	26.25	32.5
NO ₃ ⁻	0.11	0.12	0.15	0.06	0.33	0.03	0.08	0.06
NO ₂ ⁻	70.0	62.5	3.50	220.0	342.5	105.0	46.25	23.0
TDS	12.33	1.27	1.47	1.19	1.07	1.10	1.05	1.07
COD	7.95	14.46	47.60	4.76	9.59	12.05	7.25	6.60
Cl ⁻	0.94	61.96	2.3	1.82	0.86	0.84	0.81	0.92
综合污染指数	18.45	30.89	19.18	38.07	59.23	24.22	13.62	10.69
内梅罗污染指数	51.1	49.3	44.54	157.87	245.78	76.2	34.09	17.93
枯丰季	枯季			丰季			枯季	
污染程度	严重污染			极严重污染			严重污染	

2.2 地下水水质评价

该区的地下水资源是北京市人民生活和生产活动用水的主要水源之一,也是永定河下游平原地下水的补给区。该区表层粘性土层较薄(1~2 m),地下水保护条件较差,下部为单层砂卵砾石层,垃圾堆放在该层之上,有害物质容易进入含水层,影响地下水的水质。因此,需对该区地下水的水质进行评价。

垃圾场地上游方向井点的水质较好,综合指数为 0.94~1.51,而其下游方向井点的水质较差,且

距离垃圾场地近的水质很差,综合指数为 24.52,为禁止饮用的水,随着距离的增大,水质有所好转,综合指数为 1.2~1.09,属于不宜饮用的水。主要是 NH₄⁺ 超标。

监测井的水质随时间的变化,井 2 的水质一年都属于差的级别,综合指数均大于 10,有时可达 24,主要是 NH₄⁺ 和 NO₂⁻ 超标,为禁止饮用水。

2.3 垃圾场对土壤的污染

垃圾场对土壤的污染计算,只计算其在空间的

变化规律(采用较远处的数据作为评价基准值)。

2.3.1 污染程度随深度的变化规律 为了获得土壤的污染程度随深度的变化规律,在垃圾场地的旁边,用洛阳铲打孔,取不同深度的土样进行测试。由图 3 可知,地表土壤属重污染,随着深度的增大,土壤的污染程度变小,污染组分主要是 COD 和 Cl^- 。

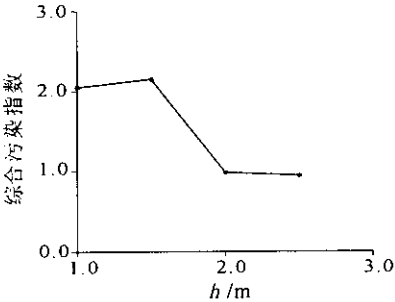


图 3 土壤的污染强度随深度的变化曲线
Fig. 3 Changing curve in pullution degree of soil with depth

2.3.2 污染程度随距离的变化规律 为了获得土壤的污染程度随距离的变化规律,在垃圾场地的下游方向,隔一定距离就打一个孔取一个样,以获得相同深度不同距离的污染程度变化(图 4)。从图中看出,靠近垃圾场地的土壤污染极严重,随着距离的增

大,土壤的污染程度变为轻污染,以至于未污染。说明污染组分在土壤中的运移还是比较缓慢的。

2.4 垃圾场地对周围环境的影响

在调查时,垃圾场内垃圾产生的甲烷自燃,冒着浓烟(照片 1)。垃圾还散发出呛人的恶臭,使人无法呼吸。

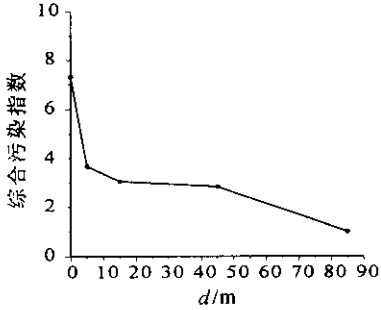


图 4 土壤的污染程度随距离的变化曲线
Fig. 4 Changing curve in pollution degree of soil with distance

3 几点认识

(1)通过对垃圾场地附近的地下水的污染程度分析,表明该区垃圾场对周围地下水产生了污染,尤其是下游方向,地下水严重被污染。



(2)通过对垃圾周围土壤的污染分析,发现距离垃圾近和埋藏较浅处的土壤已不同程度地受到污染。

通过对垃圾场地附近地下水水质影响分析,反映出垃圾场地已严重地影响了下游方向的地下水水质,影响了该区人民的生产和生活活动。因此,认为该区不宜长期堆放垃圾。为防止地下水的污染,生活垃圾严禁随意堆放,选择垃圾场址时必须进行环境影响评价(赵由才等,1999)。垃圾场地应选在地下水保护条件较好的地区,或者必须对垃圾场地进行防渗处理,以达到垃圾的无害化处理。

参 考 文 献

邓绥林,刘文彰.1992.地学词典.石家庄:河北教育出版社,413.
刘长礼,张云,王秀艳等.1999.垃圾卫生填埋处置的理论方法和工程技术.北京:地质出版社.

刘兆昌,张立生,聂永丰等著.1989.地下水系统的污染与控制.北京:中国环境科学出版社,435.
夏青,张旭辉主编.1990.水质标准手册.北京:中国环境科学出版社,228.
赵由才,朱青山主编.1999.城市生活垃圾卫生填埋场技术与管理手册.北京:化学工业出版社.

References

Deng Shoulin, Liu Wenzhang. 1992. Dictionary of geosciences. Shijiazhuang: Hebei Education Publishing Press 413 (in Chinese).
Liu Changli, Zhang Yun, Wang Xiuyan. 1999. Theory method and engineering technology of Waste landfill disposal. Beijing: Geology publishing Company (in Chinese with English abstract).
Liu Zhaochang, Zhang Lisheng, NIE Yongfeng. 1989. System pollution and control of groundwater. Beijing: Environmental Science of China Publishing Company 435 (in Chinese).
Xia Qing, Zhang Xuhui et al. 1990. Standard handbook of water quality. Beijing: Environmental Science of China Publishing Press, 228 (in Chinese).
Zhao Youcai, Zhu Qingshan et al. 1999. Technology and manage notebook of city living waste landfill. Beijing: Chemical Industry Publishing Press (in Chinese with English abstract).