

水文地质环境地质

济南南部垃圾填埋场对地下水质量的影响分析

于大璐, 郑丽爽, 于世林

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:为了了解济南市南部山区垃圾填埋场对地下水的影响,通过分析济南南部山区垃圾填埋场的分布状况、主要污染成分、浓度及其地质环境背景,利用单因子和多因子评价方法,分析研究垃圾填埋场对地下水质量的影响及运移情况,对济南市创建国家卫生城市,保障人民健康,提高市民生活质量具有重要的意义。

关键词:垃圾填埋场;岩溶地区;淋滤液;地下水质量;影响;济南市

中图分类号:X502 **文献标识码:**B

引文格式:于大璐,郑丽爽,于世林.济南南部垃圾填埋场对地下水质量的影响分析[J].山东国土资源,2015,31(8):54-57.YU Dalu,ZHENG Lishuang,YU Shilin. Influence Analysis of Waste Landfill in Southern Jinan to Groundwater Quality[J].Shandong Land and Resources, 2015,31(8):54-57.

随着城市规模的扩大和城市化进程的加速,城市垃圾的产生量和堆积量均在逐年增加,城市垃圾的无序堆放严重威胁着地下水的的教学安全。济南独特的地质结构特点,造成济南市南部山区地质环境十分脆弱。开展济南市南部山区垃圾填埋场对地质环境的影响评价工作,将为济南城市规划和城市供水安全等提供地质依据^①。

1 垃圾填埋场地质背景特征

1.1 地层岩性特征

地层结构对垃圾污染物的防护能力是垃圾填埋场对地质环境污染的主要影响因素之一。济南南部为低山丘陵区,大部分基岩裸露,岩性主要以寒武纪九龙群炒米店组至奥陶纪八陡段灰岩为主,第四系一般分布在山间谷地、山前冲洪积平原地带,岩性以黄土、粉质粘土为主,底部一般为粘土或薄层碎石土,覆盖层厚度一般小于20 m,其独特的地质条件极易造成垃圾淋滤液下渗污染岩溶地下水。

1.2 构造发育情况

济南南部地区较大的断裂主要有港沟断裂、东坞断裂、千佛山断裂、炒米店断裂,另外,还分布着大

量的中小型断裂及褶皱等构造,地表、地下岩溶裂隙发育,在地表可见溶洞、溶沟、溶槽、溶蚀裂隙等岩溶现象,地表岩溶为地下水接受大气降水直接入渗补给创造了极为有利的条件,同时也极有利于垃圾淋滤液通过地表岩溶裂隙直接入渗,污染地下岩溶水。地下溶洞、溶孔、溶隙、溶蚀管道等为地下水的储存、运移提供了巨大的空间和通道,但也为垃圾淋滤液等污染物质的运移提供了条件。

1.3 水文地质特征

由于济南市独特的地质特点,济南南部垃圾填埋场集中分布在寒武纪九龙群炒米店组至奥陶纪八陡段济南泉域地下水的直接补给区,该层也是济南市具有集中供水意义的含水岩组^[1]。其岩性为厚层质纯灰岩、白云质灰岩、白云岩和泥质灰岩等。岩溶裂隙发育,且彼此连通,导水性强,有利于地下水的补给、径流和富集。在补给径流区,单井涌水量一般小于500 m³/d,地下水位埋深一般50~100 m,水位年变幅20~50 m。山前倾斜平原以及单斜构造前缘,单井涌水量可达1 000~5 000 m³/d,局部大于10 000 m³/d,水位埋深一般小于10 m,水位年变化幅度一般3~4 m。

收稿日期:2014-06-11;修订日期:2014-12-08;编辑:曹丽丽

作者简介:于大璐(1983—),男,山西绛县人,工程师,主要从事水文地质、工程地质和环境地质工作;E-mail:36053986@qq.com

①山东省地矿工程勘察院,济南市南部山区垃圾填埋场对地质环境的影响评价设计,2006年

1.4 垃圾填埋场的分布特征

研究区垃圾填埋场主要分布在交通沿线两侧及居民点附近,无标准的城市卫生垃圾填埋场,绝大多数垃圾填埋场都是随意堆放或简单堆放在沟壑、沟渠、采石坑、河床边、低洼地、荒地等负地形中,一般未经过填埋或只进行了简单的覆盖,底部一般未进行防渗处理,且多数位于岩溶水直接补给区,垃圾在淋滤液作用下宜下渗,造成地下水污染。由于垃圾堆放随意性较强,且多为建筑垃圾与生活垃圾形成的混合垃圾,分类性差,处理困难。

1.5 垃圾淋滤液的主要污染成分

通过对研究区 2 个较大型垃圾填埋场淋滤液污染成分的分析可以看出:垃圾淋滤液的有机物、无机

物及重金属污染成分含量均较高,如化学耗氧 COD 最高达 1 850.67 mg/L,Cl⁻ 最高达 1 830.00 mg/L,NO₂⁻ 最高达 95.00 mg/L,NO₃⁻ 最高达 2 090.00 mg/L;重金属离子:As 最高为 0.194 0 mg/L;Cu 最高为 0.15 mg/L;Pb,Zn 含量分别为 0.313 mg/L 和 0.164 mg/L;Se 最高为 0.420 0 mg/L;Fe³⁺ 和 Fe²⁺ 最高为 2.02 mg/L。酚最高可达到 1.300 mg/L,氰的浓度较低,最高为 0.005 mg/L。垃圾场淋滤液的污染成分和浓度受垃圾种类的影响,生活垃圾中污染离子含量大于生活垃圾与建筑垃圾形成的混合垃圾,混合垃圾中污染离子含量大于建筑垃圾,混合垃圾中污染离子含量又与生活垃圾的含量有关(表 1)。

表 1 垃圾淋滤液的离子含量(mg/L)

编号	NH ₄ ⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	COD	硬度	矿化度	pH 值
Y2	<0.05	2.02	2.02	1830.00	623.00	95.00	2090.00	1850.67	2397	8661	7.93
Y6	<0.05	<0.04	<0.04	85.10	211.00	13.50	83.90	305.41	395	817	7.45
编号	As	Hg	Cu	Pb	Cr ⁶⁺	Zn	Cd	Se	Mn	酚	氰
Y2	0.1940	<0.0004	0.15	0.313	<0.083	0.164	<0.001	0.4200	<0.05	1.300	0.005
Y6	0.0710	<0.0004	0.05	<0.005	<0.004	<0.005	<0.001	0.0057	<0.005	0.006	<0.001

2 包气带渗透性分析

污染程度取决于垃圾场松散层的分布范围、岩性、厚度及其渗透性能等^[2]。因此,研究包气带土层渗透性对地下水环境的保护至关重要。通过对研究区 3 处有代表性地段的渗透性试验分析,得出不同深度、不同岩性的渗透性能。结合松散层厚度可大致计算垃圾淋滤液污染地下水的的时间,试验结果为:九曲村北垃圾场松散层平均渗透系数 0.37 m/d,松散层厚度在 18~22 m,平均按 20 m 计算,垃圾淋滤液约 54 天即可抵达灰岩顶板,对地下水造成污染;窑头大沟上游荆山村东南松散层平均渗透系数 0.70 m/d,第四系厚度一般在 4~8 m,平均按 6 m 计算,垃圾淋滤液不到 9 d 即可抵达灰岩顶板;西郊腊山南沟谷内松散层平均渗透系数 2.079 m/d,第四系厚度 17.26~27.18 m,平均按计算 23.04 m,地表污水仅需 11 d,即可抵达灰岩顶板,形成地下水污染。

由此得出结论,山前地段由于第四系厚度较薄,松散层渗透性强,污染物极容易对局部地段岩溶水造成污染,尤其是在河道及灰岩裸露区,垃圾淋滤液

在极短的时间内就可以造成岩溶水的污染,浅部岩石吸附能力达到饱和,必然造成污染物向深部运移,造成深部岩溶水污染。

3 垃圾填埋场对地下水质量影响评价

3.1 评价方法的选择

3.1.1 单因子评价

以污染指数大小表示地下水污染程度,计算公式为:

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

式中: P_i 为地下水中污染物 i 的污染指数; C_i 为污染物 i 的实测浓度(mg/L); C_{oi} 为地下水中污染物 i 的背景值(mg/L);当 $P_i < 1$ 时为未污染, $P_i > 1$ 时为污染。

通过研究区域地质、水文地质条件,结合经济社会发展状况,研究区采用收集历史水文地质资料来确定工作区地下水环境背景值。济南泉域地质-水文地质条件与白泉泉域、长清-孝里铺水文地质单元极为相似,均为单斜构造,地形、地貌、地层岩性一

致,地下水补、径、排方式相似^[3],50 年代济南地区社会经济尚不发达,白泉泉域、长清-孝里铺水文地质单元内,污染企业也少于市区,为此,用这 3 个单元的 50 年代水质分析资料,进行工作区背景值研究,计算公式:

$$X_o = \bar{X} + 2S$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n} \right]}$$

式中: X_o 为背景值; S 为标准偏差; \bar{X} 为某一组分平均值; X_i 为某一化学组分实测值。研究区背景值计算结果见表 2。

表 2 研究区地下水环境背景值

项目	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Cu	Zn	酚	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	As	Se	Pb	COD
Xo(mg/L)	36.353	26.298	0.01	0.002	0.002	0.003	14.33	0.0008	0.005	0.005	10.00

3.1.2 多因子评价

以综合污染指数或内梅罗污染指数进行多因子评价,计算公式为:

(1)综合污染指数

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

式中: P 为地下水综合污染指数; n 为污染物种类数; P_i 为地下水中污染物 i 的污染指数。

(2)内梅罗污染指数

$$P = \sqrt{\frac{(c_i/c_{oi})_{平均}^2 + (c_i/c_{oi})_{最大}^2}{2}}$$

式中: $(c_i/c_{oi})_{平均}$ 为地下水中污染指数平均值; $(c_i/c_{oi})_{最大}$ 为地下水中污染指数最大值。

3.2 污染程度分级

根据污染物组分的污染种类数及其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 3)^[2]。

表 3 地下水污染程度分级

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

3.3 评价因子

评价项目:根据生活垃圾的污染成分,从主要污染物中选择评价因子,主要有:化学耗氧量(COD),Cl,SO₄²⁻,NO₃⁻,NO₂⁻,Cu,Zn,As,Se、酚、Pb 等 11 项参与评价。

4 污染物在地下水中的运移特征

为了研究污染物在地下水中的运移规律,以垃圾填埋场为零点,沿地下水流向采样,各采样点和垃圾场的相对位置见表 4 及图 2。地下水水质评价结果见表 5、表 6。

表 4 垃圾场群采样点相对位置

样品编号	浆 1	经 1	128	政 1
距垃圾场距离(m)	0	500	1200	3000

通过分析,该垃圾场对地下水的主要污染成分主要为 Cl⁻,SO₄²⁻,NO₃⁻,NO₂⁻,Cu,Zn 等(表 5),垃圾场内的浆 1 取样孔严重污染,特别是 Cu 离子含量

较高,下游的经 1,128 号取样孔属中度污染,最远的政 1 取样孔污染程度较轻(表 6)。从距垃圾场的距离及污染程度分析,该垃圾填埋场符合污染物浓度随距离衰减原理(表 6、图 2)。

表 5 垃圾填埋场地下水水质单因子评价结果

编号	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	As	Cu	Pb	Zn	COD	Se	酚
浆 1	1.33	2.42	2.33	2.39	0.50	75.00	<1	3.30	1.00	0.42	<1
经 1	1.86	3.74	3.67	4.84	0.25	8.00	<1	5.50	1.00	0.36	<1
128	2.62	3.41	2.33	5.73	0.25	7.00	<1	4.60	1.00	0.28	<1
政 1	3.46	3.73	<1	5.86	0.38	3.00	<1	0.90	1.00	0.36	<1

表 6 垃圾填埋场地下水水质多因子污染评价结果

样品编号	综合污染指数	内梅罗污染指数	污染程度	与场地距离
浆 1	7.90	53.33	严重污染	0
经 1	2.51	5.93	中度污染	500m
128	2.35	5.22	中度污染	1200m
政 1	1.46	4.27	轻污染	3000m

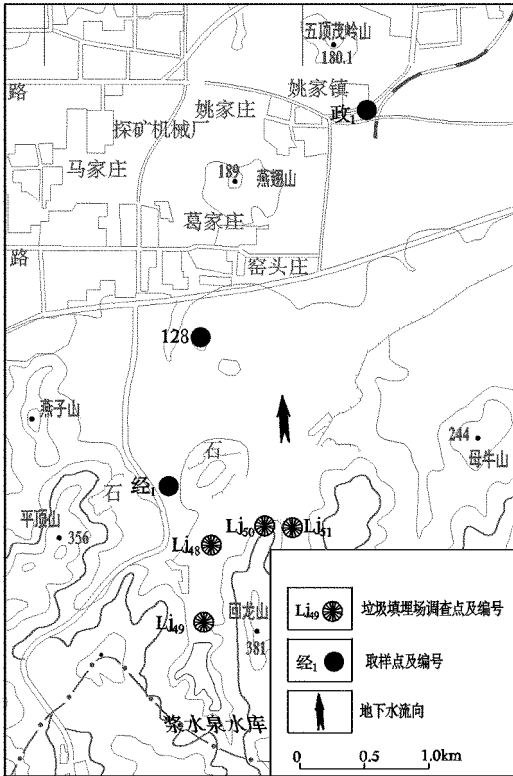


图 1 垃圾场与采样点相对位置示意图

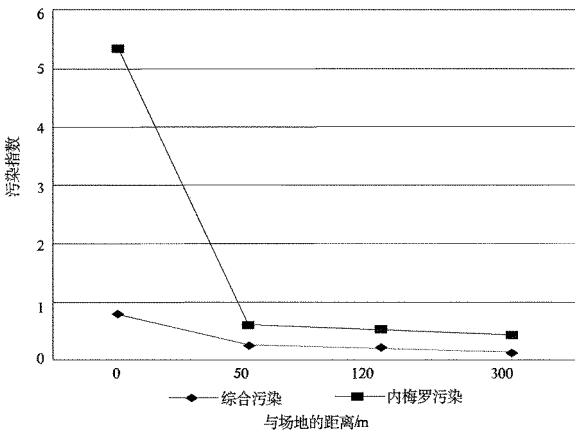


图 2 垃圾填埋场对地下水的污染曲线

5 垃圾填埋场对地下水质量影响评价结果及讨论

通过以上分析研究,由于济南南部无集中的大型垃圾填埋场,对地下水环境质量的影响主要为点状污染,主要污染成分为 Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , Cu , Zn 等穿透能力强的离子成分^[4],除垃圾填埋场污染源附近污染严重外,向下游污染浓度逐渐降低,但根据以往资料分析,垃圾场的污染范围随着时间的推

移,垃圾场的污染范围在逐渐扩大,污染浓度逐渐增大^[5-9],例如浆水泉垃圾场对地下水环境质量的影响,以往仅局限在垃圾场附近的浆水泉、经济学院附近区域,目前已扩展到政法学院的下游地段。如不加以对垃圾填埋场的控制及对现有垃圾场的处理,将由现在的点状污染,不断逐步扩展、范围不断扩大,逐渐形成面状污染。

6 结语

(1)通过分析济南市南部地区垃圾填埋场的分布状况、主要污染成分、浓度及其地质环境背景,采用单因子指数、多因子指数(综合污染指数、内梅罗污染指数)评价方法,分析研究垃圾填埋场对地下水质量的影响及运移情况,评价方法基本符合济南市垃圾填埋场对地下水的污染情况,评价结果与济南目前的污染情况相吻合。

(2)垃圾填埋场的污染范围目前主要为点状污染,随着时间的推移,垃圾场的污染范围在逐渐扩大,污染浓度逐渐增大,逐渐由点状污染扩展到面状污染,地下水一旦污染将不可逆转,危及济南市供水安全。

参考文献:

- [1] 文峰, 马英英. 城市垃圾填埋场对水土生态环境的影响分析[J]. 工程与建设, 2014, 28(3): 303-304.
- [2] 郑景华, 马娟, 刘志斌. 垃圾填埋场地下水污染预测与环境风险评估[J]. 黑龙江科技学院学报, 2010, 20(5): 346-369.
- [3] 刘静, 刘强. 垃圾填埋场渗滤液对生态环境的污染影响及治理[J]. 北方环境, 2012, 24(1): 88-89.
- [4] 张巍. 垃圾填埋场建设项目环境影响分析与评价[J]. 绿色科技, 2014, 22(9): 188-189.
- [5] 张焱. 我国城市生活垃圾处理现状与发展趋势[J]. 宁夏农林科技, 2013, 54(4): 98-102.
- [6] 徐军祥, 赵书泉, 康风新, 等. 山东省地质环境问题研究[M]. 北京: 地质出版社, 2010: 167-172.
- [7] 徐慧珍. 济南岩溶泉域地下水水文地球化学特征及防污性能研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2007: 39-40.
- [8] 刘长礼, 张云, 殷密英, 等. 城市垃圾地质环境影响调查评价方法[M]. 北京: 地质出版社, 2006: 92-150.
- [9] 徐军祥, 邢立亭, 佟光玉, 范立芹. 济南泉域地下水环境演化与保护[J]. 水文地质工程地质, 2004, 31(6): 69-73.

Influence Analysis of Waste Landfill in Southern Jinan to Groundwater Quality

YU Dalu, ZHENG Lishuang, YU Shilin

(Shandong Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: In order to know the influence of landfill in southern mountain area in Jinan city to groundwater, through analysis of distribution, main pollution composition, concentration and its geology environment background of landfill in southern mountain area in Jinan city, by using multi - factor and single factor evaluation methods, the effect on the quality of groundwater and the migration of landfill have been analyzed. It has the vital significance to creat national healthy in Jinan city, protect people's health and improve the quality of people's life.

Key words: Waste landfill; karst region; leachate; groundwater quality; effects; Jinan city