

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.05.009

洛阳市垃圾填埋场场址适宜性评价及优选

王现国^{1,2},张娟娟²,邓晓颖²,李西宁³

(1.成都理工大学环境与土木工程学院,四川 成都 610059;2.河南省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质队,河南 郑州 450053;3.青海省环境地质勘查局,青海 西宁 810007)

摘要 :为了选取洛阳市未来适合的垃圾填埋场,采用层次分析法对洛阳市 5 个拟选垃圾填埋场地进行了适宜性评价,评价时将城市规划、交通运输、环境保护、环境地质等条件作为评价的具体标准,通过场地评价影响因子定权重和采用多目标线性加权函数的数学模型计算各拟选场地的综合评分。结果表明,拟选场地东沟、泰山庙沟的适宜性等级为较适宜,潘沟、后五龙沟的适宜性等级为勉强适宜,安贺沟为非适宜场地。适宜性评价为洛阳市未来垃圾填埋场的优选提供了科学依据。

关键词 :洛阳市,垃圾填埋场,场址优选,层次分析法,适宜性评价

中图分类号:X32 文献标识码:B 文章编号:1004-6933(2010)05-0038-04

Suitability assessment and optimal selection of landfill sites in Luoyang

WANG Xian-guo^{1,2},ZHANG Juan-juan²,DENG Xiao-ying²,LI Xi-ning³

(1. College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China ; 2. SecondHydrogeological and Geological Engineering Brigade, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou 450053, China ; 3. Qinghai Environmental and Geological Exploration Bureau, Xining 810007, China)

Abstract : In order to select the suitable future landfill site in Luoyang, the analytic hierarchy process (AHP) method was applied to evaluate the suitability of five proposed sites. Considering urban planning, transportation, environmental protection, and geology as the evaluation standards, the weighted coefficient of each factor in site evaluation was calculated. The comprehensive scores of five proposed sites were calculated with the mathematical model formed by a multi-objective linear weighted function. The results showed that the suitability grade of proposed sites at Donggou and Taishanmiaogou were appropriate, the suitability grade of proposed sites at Pangou and Houwulonggou were inadequate, and the proposed site at Anhegou was not suitable. This study provided the scientific basis for selecting future optimal landfill sites in Luoyang.

Key words : Luoyang ; landfill sites ; optimal site selection ; analytic hierarchy process method ; suitability evaluation

1 洛阳市地质环境概况

洛阳市位于河南省西部豫西山区,北依邙山,南抵龙门山,西有小秦岭,中东部为伊、洛河冲积平原,构成三面环山,向东敞开的箕形地形,区内第四系沉积较完整,广泛分布于黄土台塬及伊洛河冲积平原区。伊洛河冲积平原区由砂卵石及粉质黏土组成,呈多层结构,其成因类型有冲积、洪积、湖积,而黄土

台塬、丘陵地区则由单一的黄土或黄土与下伏砂卵石、砂质黏土组成,其成因有风积、洪积等。据物探、钻探查明,洛阳盆地基底(前新生界)最大埋深达 3 500 m 以上,最深处在洛阳市区一带。在周边局部地区也有前第四纪的地层出露。洛阳市地质剖面图如图 1 所示。洛阳市地下水的主要开采第四系浅层地下水,该层地下水分布广泛,但由于其埋藏浅,仅能依靠包气带的天然防护作用,地下水的总体防护

基金项目:河南省国土资源科技攻关项目(国土科研 2006 第 29 号)
作者简介:王现国(1963—),男,河南偃师人,教授级高级工程师,博士,主要从事水文地质、工程地质和环境地质勘查研究工作。E-mail : wangxg22003097@163.com

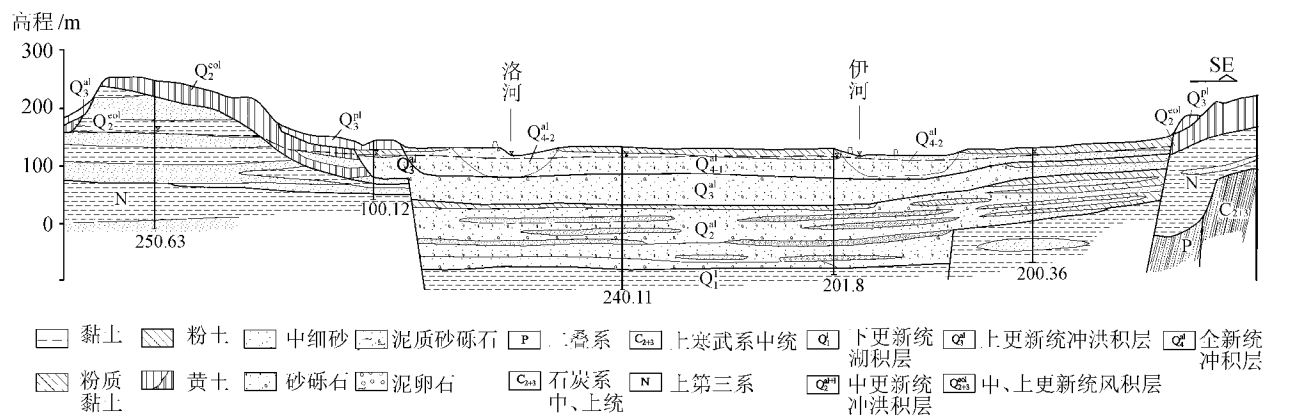


图 1 洛阳市地质剖面图

能力较差,因此垃圾填埋场的选址对防止地下水的污染显得尤为重要。

2 垃圾填埋场的选取准则

垃圾的卫生填埋处置,须同时获得经济效益、环境效益和社会效益,并达到其最佳配置^[1]。一个合适的场址,可以减少对环境的污染,降低设计要求,降低处置成本,有利于填埋场的安全管理。因此,填埋场场址的合理选择,是垃圾卫生填埋处置的第一步,也是填埋场建立过程中最重要、最关键的一步,其主要遵循以下 2 个原则^[2]:①安全原则,②经济原则。安全原则是填埋场选址的基本原则,要求垃圾填埋场建设中和使用后对整个外部环境的影响最小,不能使场地周围的水、大气、土壤环境发生恶化。经济原则是指垃圾填埋场从建设到使用过程中,单位垃圾的处理费用最低,垃圾填埋场使用后资源化价值最高,即要求以合理的技术、经济方案,尽量少的投资达到最理想的经济效果,实现环保的目的。

3 拟选垃圾填埋场场址概况

在未来的几十年内垃圾填埋仍将是洛阳市处理

生活垃圾的主要方式,未来垃圾填埋场场址的选择也将是决策部门面对的主要问题。通过对洛阳市郊区环境地质、水文地质及环境保护等条件的野外调查,结合洛阳市交通运输及填埋场的建场等条件,初步选定了 5 个天然冲沟作为洛阳市未来垃圾填埋场的拟选场地。拟选场址概况见表 1。

4 拟选垃圾填埋场地适宜性评价优选

4.1 评价方法介绍

层次分析法^[3-6](analytic hierarchy process,简称 AHP)是美国运筹学家沙坦(T. L. Stay)于 20 世纪 70 年代提出的,本身即是一种定性定量结合的多目标决策分析方法。特别是将决策者的经验判断给予量化,对目标(或因素)结构复杂且又缺少必要数据的情况更为实用。

该方法在垃圾填埋场场址适宜性评价中的基本思路是:先根据当地的城市规划、交通运输、环境保护、环境地质等条件,将场地适宜性影响因素与垃圾填埋场的选址原则结合起来,构造适宜性评价的层次分析图,再把各层次的各因素进行一一的量化处

表 1 洛阳市拟选垃圾填埋场地基本情况

拟选 填埋 场地	交通运输				环境保护				环境地质				建场条件				防渗材 料黏土 的来源 距离/km	
	运输 距离/ km	与已有 道路的 距离/m	与城市 的距离 /km	与机场 的距离/ km	与风景 名胜、保 护区距 离/km	影响人 数(以 村庄计) /个	常年 风向	是否可 能遭 遇洪水	与地表 水的距 离/m	距水源 地的距 离/m	场地稳 定性	地下 水位 埋深/m	渗透 系数/ (cm·s ⁻¹)	黏土 厚度/ m	场地 面积/ 万 m ²	场地 价格		水电供 应情况
潘沟	9	500	9	6	>10	3	随机	可能	>80	>800	较稳定	<2	>10 ⁻⁴	>3	>20	便宜	方便	>5
	(1)	(0.75)	(0.6)	(0.6)	(1)	(0.4615)	(0.5)	(0.5)	(1)	(1)	(0.5)	(0)	(0)	(0.5)	(1)	(1)	(1)	(0)
东沟	9	500	9	5	>10	3	随机	可能	>800	>800	较稳定	>15	>10 ⁻⁴	>3	>20	便宜	方便	>5
	(1)	(0.75)	(0.6)	(0.5)	(1)	(0.4615)	(0.5)	(0.5)	(1)	(1)	(0.5)	(1)	(0)	(0.5)	(1)	(1)	(1)	(0)
安贺沟	5	500	5	6	>10	7	随机	可能	>80	>	较稳定		>10 ⁻⁴	>3	>20	可接受	方便	>5
	(1)	(0.75)	(0.333)	(0.6)	(1)	(0.3075)	(0.5)	(0.5)	(0.625)	(1)	(0.5)	(0)	(0)	(0.5)	(1)	(0.5)	(1)	(0)
后五龙沟	4	200	4	>10	>10	3	随机	可能	>800	>800	较稳定	>10	>10 ⁻⁴	>3	>20	便宜	方便	>5
	(1)	(0.9)	(0.2667)	(1)	(1)	(0.4615)	(0.5)	(0.5)	(1)	(1)	(0.5)	(0.6667)	(0)	(0.5)	(1)	(1)	(1)	(0)
泰山庙沟	9	500	9	>10	>10	3	随机	可能	>800	>800	较稳定	5~10	>10 ⁻⁴	>6	>20	便宜	方便	>5
	(1)	(0.75)	(0.6)	(1)	(1)	(0.4615)	(0.5)	(0.5)	(1)	(1)	(0.5)	(0.5)	(0)	(1)	(1)	(1)	(1)	(0)

注:表中括号内数值为实际贡献权重。

理,得出每一层各因素的相对权重,然后根据这些权重进行评判。

4.2 适宜性评价优选标准

a. 适宜性等级标准。评价模型初步确定之后,场地适宜性等级评价标准一般采用百分制确定,表2是垃圾填埋场适宜性等级标准。

表2 适宜性等级标准

等级	适宜场地	较适宜场地	勉强适宜场地	不适宜场地
得分	90~100	75~90	60~75	<60

b. 评价的具体标准。包括与城市距离的评价、交通运输条件、环境保护条件、场地建设条件、环境地质条件等。详细评价标准见文献[2]。

4.3 评价的数学模型

对于垃圾填埋场适宜性评价系统,采用多目标决策的线性加权方法来描述,建立一个广义的目标函数,目的是将垃圾填埋场适宜性评价的各个评价影响因子有机地结合起来,评价其场址的适宜性。广义目标函数为^[7]:

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i = 100 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k K_i K_{ij} K_{ijs}$$

式中:Z为垃圾填埋场适宜性总分;n为第一层制约因素个数;k为第i项影响因素第二层子制约因素个数;Z_i为对第一层制约因素第i影响因素的评价总分;K_i为第一层制约因素第i因素权重;K_{ij}为第二层子制约因素第j因素权重;K_{ijs}为第二层子制约因素第j影响因素的实际贡献权重。

利用层次分析法求得各因素权重并代入评价模型进行计算,即可对垃圾填埋场适宜性进行评价。

4.4 拟选垃圾场地适宜性评价

根据层次分析法的基本原理及其在垃圾填埋场适宜性评价中的基本思路,按照以下步骤对洛阳市拟选的5个垃圾填埋场进行适宜性评价。

4.4.1 构造适宜性评价的层次分析模型图

根据洛阳市的发展、垃圾填埋场的地理环境和

位置、交通运输条件、环境地质条件、环境保护要求、场地建设条件等,构造递阶层次结构图(图2)。

4.4.2 构造判断矩阵

根据洛阳市垃圾填埋的历史与现状、城市的规划与发展、垃圾填埋规划区的地理环境和位置、交通运输条件、环境地质条件、环境保护要求、场地建设条件以及距洛阳市的距离等在适宜性评价中所占的相对权重,认为环境保护要求及环境地质条件比交通运输条件、场地建设条件都重要,但环境地质条件更重要。依其重要性排序为:环境地质条件>环境保护条件>交通运输条件>场地建设条件。根据这种排序,构造了下列目标层A与制约因素B层之间的A-B判断矩阵:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} B_1 & B_2 & B_3 & B_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1 \\ 2 & 1 & 1/2 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 3 \\ 1 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

4.4.3 理论权重的计算

根据理论权重的计算方法^[2],有: $\bar{w} = (w_1, w_2, w_3, w_4)^T = (0.6389, 1.1892, 2.0598, 0.6389)^T$

归一化处理,得到制约因素B相对目标层A的权重:

$$w = (0.1411, 0.2627, 0.4550, 0.1411)^T$$
$$Aw = (0.5653, 1.0548, 1.8273, 0.5653)^T$$

一致性检验:

判断矩阵最大特征值

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i w_i}{n_i w_i} = 4.0104$$

一致性指标

$$I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4.0104 - 4}{4 - 1} = 0.0035 < 0.1$$

引入修正系数α(取α=0.961),得到修正后的一致性指标

$$R = \frac{I}{\alpha} = \frac{0.0035}{0.96} = 0.0036 < 0.10$$

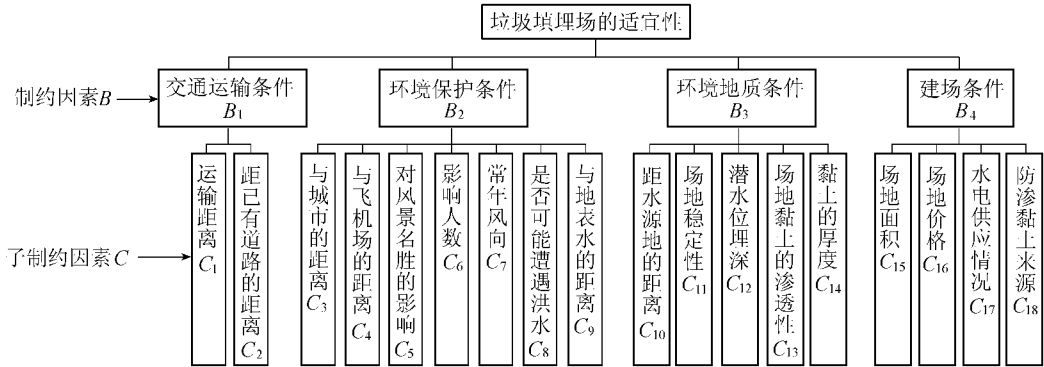


图2 拟选垃圾填埋场适宜性评价层次结构图

当 I 和 R 不大于 0.1 时,认为判断矩阵的一致性可以接受。因此,以上一致性检验结果表明上述目标层 A 与制约因素 B 层之间的 $A - B$ 判断矩阵的一致性较好,相对权重计算正确。

权重计算结果表明,在评价垃圾填埋场适宜性中,距城市的距离、交通运输条件、环境保护条件、建场条件、环境地质条件所占的权重依次为: $K_{B1} = 0.1411$, $K_{B2} = 0.2627$, $K_{B3} = 0.4550$, $K_{B4} = 0.1411$ 。

采用同样方法计算交通运输条件、环境保护条件、建场条件、环境地质条件的各子因素所占的理论权重,计算结果见表 3。

表 3 各制约因素的理论权重计算结果			
制约因素 B	理论权重	子制约因素 C	理论权重
交通运输	0.1411	运输距离 C_1	0.7500
		距已有道路的距离 C_2	0.2500
环境保护	0.2627	与城市的距离 C_3	0.1750
		与机场的距离 C_4	0.1110
		与风景名胜、保护区的距离 C_5	0.2772
		影响人数 C_6	0.0705
		常年风向 C_7	0.0445
		是否可能遭遇洪水 C_8	0.0445
		与地表水的距离 C_9	0.2772
环境地质	0.4550	距水源地的距离 C_{10}	0.2500
		场地稳定性 C_{11}	0.2500
		地下水位埋深 C_{12}	0.2500
		渗透系数 C_{13}	0.1250
		黏土厚度 C_{14}	0.1250
建场条件	0.1411	场地面积 C_{15}	0.2776
		场地价格 C_{16}	0.4668
		水电供应情况 C_{17}	0.1603
		防渗材料黏土的来源 C_{18}	0.0953

4.4.4 拟选场地实际贡献权重的确定及综合评价
根据适宜性评价的具体标准,结合拟选场地的实际情况,计算适宜性评价各影响因素的实际贡献权重,结果如表 1 所示。

综上所述,利用层次分析法求得的各评价因子的相对理论权重、实际贡献权重及适宜性评价模型,就可以对洛阳市 5 个拟选垃圾场的适宜性进行综合评价。潘沟作为拟选垃圾场的适宜性计算为:

$$\begin{aligned} Z_1 &= 100 \times 0.1411 \times (0.75 \times 1 + 0.25 \times 0.75) = 13.23 \\ Z_2 &= 100 \times 0.2627 \times (0.6 \times 0.1750 + 0.6 \times 0.1110 + 1 \times 0.2772 + 0.4615 \times 0.0705 + 0.5 \times 0.0445 + 0.5 \times 0.0445 + 1 \times 0.2772) = 21.10 \\ Z_3 &= 100 \times 0.4550 \times (1 \times 0.25 + 0.5 \times 0.25 + 0 \times 0.25 + 0 \times 0.125 + 0.5 \times 0.125) = 19.91 \\ Z_4 &= 100 \times 0.1411 \times (1 \times 0.2776 + 1 \times 0.4668 + 1 \times 0.1603 + 0 \times 0.0953) = 12.77 \end{aligned}$$

$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 = 67$
同样方法计算得到其他 4 个拟选场地适宜性综合评价得分,结果见表 4,从表 4 可见,综合得分排在第一位的拟选规划场地是东沟,按照适宜性等级标准,其适宜性等级为较适宜场地,其次是泰山庙沟,也为较适宜场地,潘沟和后五龙沟为勉强适宜场地,安贺沟为非适宜场地。

表 4 洛阳市拟选垃圾填埋场适宜性评价结果						
拟选场地	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z	适宜性排序
潘沟	13.23	21.10	19.91	12.77	67	4
东沟	13.23	20.81	31.28	12.77	78	1
安贺沟	13.23	16.85	19.91	9.47	60	5
后五龙沟	13.76	20.73	27.49	12.77	75	3
泰山庙沟	13.23	22.26	28.44	12.77	77	2

5 结 语

为了选取洛阳市未来适合的垃圾填埋场,笔者采用层次分析法,对洛阳市 5 个拟选垃圾填埋场地进行了适宜性评价,评价时将城市规划、交通运输、环境保护、环境地质等条件作为评价的具体标准,通过场地评价影响因子定权重和采用多目标线性加权函数的数学模型计算各拟选场地的综合评分。评价结果表明,拟选场地东沟、泰山庙沟的适宜性等级为较适宜,潘沟、后五龙沟的适宜性等级为勉强适宜,安贺沟为非适宜场地。适宜性评价为洛阳市未来垃圾填埋场的选取提供了一定的科学依据。

参考文献:

[1] 孙承志.以层次分析法进行垃圾填埋场址的选择[J].西部探矿工程,2003(3):33-34.
[2] 刘长礼.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.
[3] ZAHCDI F. The analytic hierarchy process :a survey of the method and its application[J]. Interfaces,1986,16(4):96-108.
[4] SAATY T L. Decision making with the analytic hierarchy proces[J]. International Journal of Services Sciences,2008,1(1):83-98.
[5] MUHAMMAD Z S. Landfill siting using geographic information systems : a demonstration [J]. Journal of Environmental Engineering,1996,122(6):515-523.
[6] 胡晓天.以层次分析法在天津市滨海区进行垃圾填埋场选址的实例[J].岩土工程界,2003,4(4):45-469.
[7] 沈莽庭.九江市城市垃圾卫生填埋场场址适宜性评价优选[J].地球科学与环境学报,2006,28(4):100-105.

(收稿日期 2009-10-29 编辑 徐 娟)