

层次分析法在垃圾填埋场适宜性评价中的应用

郜洪强 樊延恩

(河北省地质调查院, 河北 石家庄 050056)

摘要:中国生活垃圾填埋场以简易填埋场为主,已对环境造成了一定污染,垃圾填埋场地的适宜性越来越受到重视。本文在对河北省县级以上城镇生活垃圾填埋场调查的基础上,首次采用层次分析法,综合考虑地质环境条件、垃圾填埋场自身条件、环境保护条件、经济条件、场地条件五大因素,对河北省垃圾填埋场的适宜性进行了评价,提出了一套评价标准。通过实例应用表明,该方法选取的评价因素较全面,客观反映了河北平原垃圾填埋场的实际情况,取得了较满意的评价结果。

关键词:层次分析法;垃圾填埋场;适宜性评价;河北平原

中图分类号:X705 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2009)06-1433-09

1 引言

生活垃圾是人类在生活、生产过程中产生的。随着城镇人口的增加以及城市化水平和居民生活水平的提高,生活垃圾呈快速增长趋势,生活垃圾对环境的污染越来越严重。长期以来,河北省大部分城镇采用露天堆放,或利用取土坑、取砂坑、自然沟谷简易填埋的方式消纳垃圾,对地下水、地表水、土壤、空气和植被造成现实和潜在的危害,已成为严重的公害之一^[1]。通过对河北省 11 个设区市、136 个县(市)生活垃圾填埋场的调查,2007 年全省县级以上城镇日产生生活垃圾量为 21365 t;在调查的 219 个生活垃圾处理场中,露天堆放场占 3.7%、简易填埋场占 66.2%、受控填埋场占 17.3%、卫生填埋场占 8.2%、其他垃圾处理场(包括焚烧发电厂、堆肥厂等)占 4.6%,由此可见,未采取任何防护措施的简易填埋场占垃圾场总数的大部分,并已对当地环境造成较严重污染。

垃圾填埋场建设的第一大宗旨就是要改善环境质量、保证人类的身体健康^[2]。所建设的垃圾填埋场是否适宜,直接关系到对当地环境的影响,进而影响

到当地居民的生活质量和生命安全,因此,有必要对垃圾填埋场的适宜性进行评价。垃圾填埋场的适宜性受到多方面因素的影响和制约,根据垃圾填埋场的建设情况和相关规范、标准的要求^[3-5],结合河北省环境地质条件的特点,将影响垃圾填埋场适宜性的因素分为地质环境条件、垃圾填埋场自身条件、环境保护条件、经济条件、场地条件五大类,再将每一大类影响因素分为若干小类。鉴于垃圾填埋场适宜性评价因素的多样性和复杂性,采用层次分析法进行评价较为合适。本文以河北平原为例,采用层次分析法对生活垃圾填埋场进行适宜性评价。

2 层次分析法

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP) 是美国运筹学家沙坦(T.L.Saaty)于 20 世纪 70 年代提出的,是一种定性与定量结合的多因素决策分析方法^[6]。这种方法将决策者的经验判断给予数量化,在目标(或因素)结构复杂且缺乏必要数据的情况下更为实用,并且虽有深刻的理论基础,但表现形式非常简单,容易被人理解、接受。运用层次分析法对生活垃圾填埋场适宜性评价,可分为以下四个

收稿日期:2009-02-26;改回日期:2009-10-19

基金项目:本文由河北省国土资源厅“河北省重点城市垃圾填埋场地质环境调查评价”项目资助。

作者简介:郜洪强,男,1966 年生,高级工程师,从事水文地质环境地质研究;E-mail:hbghq@163.com。

步骤:

制约因素层 B 和次级制约因素层 C 的判断矩阵

2.1 建立递阶层次结构

根据垃圾填埋场附近的地质环境条件、环境保护条件、经济条件、场地条件以及垃圾填埋场自身条件,将垃圾填埋场的适宜性影响因素与评价标准结合起来,构造一个如图 1 所示的递阶层次结构,共分为目标层 A、制约因素层 B 和制约子因素层 C 三层。

$$\begin{array}{c|cccc}
 B & C_1 & C_2 & \cdots & C_m \\
 C_1 & a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\
 C_2 & a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 C_m & a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mm}
 \end{array}$$

2.2 构造两两比较判断矩阵

对于图 1 所示的递阶层次结构,垃圾填埋场的综合适宜性 A,受到五大制约因素层 Bi 的制约;各个制约子因素层 Bi,又由若干次级因素层 Ci 的制约,层次结构十分明显。将各层各个因素进行两两比较,引入 1~9 的标度(表 1),即可得到量化的判断矩阵如下:

目标层 A 和制约因素层 B 的判断矩阵

$$\begin{array}{c|cccc}
 A & B_1 & B_2 & \cdots & B_n \\
 B_1 & a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\
 B_2 & a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 B_n & a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm}
 \end{array}
 \quad \text{或}$$

2.3 计算相对权重并进行一致性检验

计算步骤如下:

(1)计算判断矩阵每行所有元素的几何平均值,公式如下:

$$\bar{w} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \quad i=1, 2, \dots, n \tag{1}$$

得到 $\bar{w} = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n)^T$

(2) \bar{w}_i 将归一化,公式如下:

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{w}_i} \quad i=1, 2, \dots, n \tag{2}$$

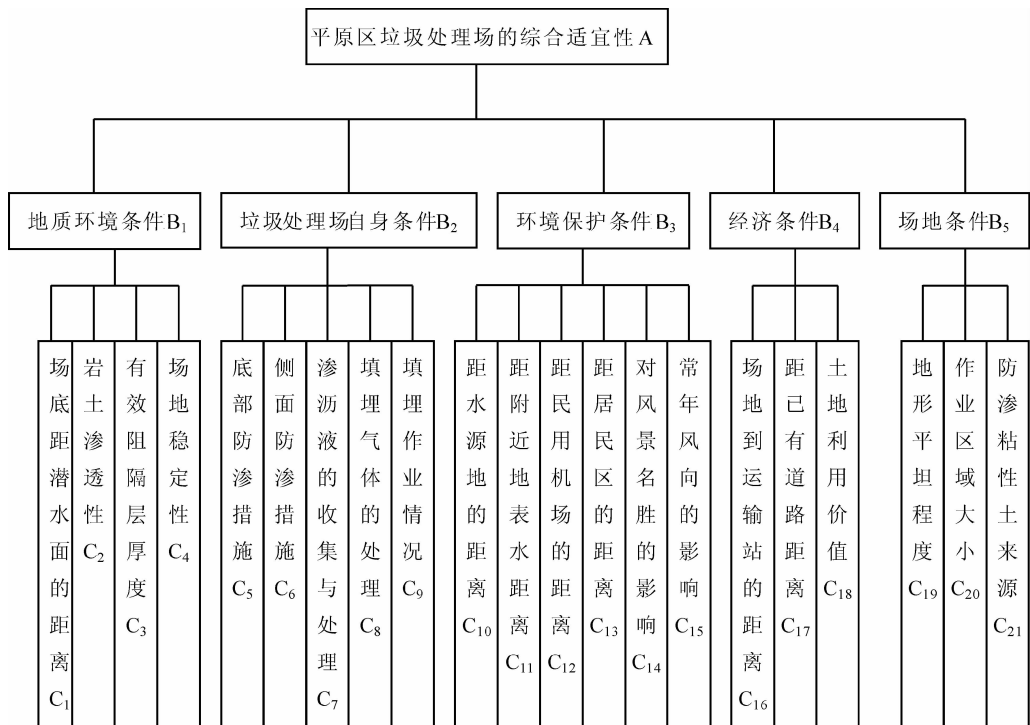


图 1 河北平原区垃圾填埋场适宜性层次结构模型图

Fig.1 Structure model of the suitability hierarchy of the solid waste landfill in Hebei plain area

表 1 标度的确定表
Table 1 Definition of the scale

标度 a_{ij}	定义
1	i 因素与 j 因素同样重要
3	i 因素比 j 因素略微重要
5	i 因素比 j 因素较重要
7	i 因素比 j 因素非常重要
9	i 因素比 j 因素绝对重要
2, 4, 6, 8	为以上两判断之间的中间状态所对应的标度值
倒数	若 j 因素与 i 因素比较, 得到的判断值为 $a_{ji}=1/a_{ij}$, $a_{ij}=1$

得到 $w=(w_1, w_2, \dots, w_m)^T$, 即为所求特征向量的近似值, 这也是各因素的相对权重。

(3) 计算判断矩阵的最大特征值, 公式如下:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{(nw)_i} \quad (3)$$

式中: $(Aw)_i$ 为向量 Aw 的第 i 个元素; A 为判断矩阵。

(4) 计算判断矩阵一致性指标, 检验其一致性。

为了避免误差太大, 所以要检验矩阵 A 的一致性。

当矩阵 A 完全一致时, 因 $a_{ij}=1$, $\sum_{i=1}^n \lambda_i = \sum_{i=1}^n a_{ij} = n$, 存在唯一的非零 $\lambda = \lambda_{\max} = n$ 。而当矩阵判断存在不一致时, 一般是 $\lambda_{\max} \geq n$ 。

$$\text{这时, } \lambda_{\max} + \sum_{i \neq \max} \lambda_i = \sum_{i=1}^n \lambda_i = n$$

$$\text{于是, } \lambda_{\max} - n = - \sum_{i \neq \max} \lambda_i$$

故以其平均值作为检验判断矩阵的一致性指标:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{- \sum_{i \neq \max} \lambda_i}{n - 1} \quad (4)$$

当 $\lambda_{\max} = n$, $C.I. = 0$ 时, 可判定为完全一致。 $C.I.$ 值越大, 判断矩阵的一致性越差, 一般只要求 $C.I.$ 不大于 0.1, 认为判断矩阵的一致性可以接受, 否则必

须重新进行两两比较判断。

判断矩阵的一致性与其维数有关, 判断矩阵的维数 n 越大, 判断矩阵的一致性越差。故应放宽对高维判断的矩阵一致性要求。于是引入修正值 $R.I.$, (表 2), 并取更为合理的 $C.R.$ 为衡量判断矩阵一致性的指标。当 $C.R. < 0.1$ 时, 一般认为判断矩阵的一致性是可以接受的。

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (5)$$

根据式 4 和式 5 检验判断矩阵的一致性, 所计算的相对权重通过一致性检验后, 就认为这个权重正确。

2.4 建立数学模型进行综合评价

生活垃圾填埋场适宜性综合评价评分的数学模型, 是通过利用多目标决策的线性加权方法来建立一个广义的目标函数, 将生活垃圾填埋场适宜性评价这个大系统的各个子系统 (大因素之下的各个子因素) 有机地结合起来, 评价其适宜性。这个广义的目标函数可表述为:

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i \quad (6)$$

式中: Z 为某垃圾填埋场适宜性总分; i 为第 1 层制约因素第项影响因素, $i=1, 2, \dots, n$; n 为某垃圾填埋场第 1 层制约因素个数; Z_i 为第 1 层制约因素第 i

表 2 R.I. 与维数的关系

Table 2 Relationship between R.I. and the dimension

维数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R.I.$ 值	0.00	0.00	0.58	0.96	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

项影响因素之总分。

$$Z_i = 100 \sum_{k=1}^{k_i} K_{i100} \cdot K_{ij0} \cdot K_{ijL} \cdot K_{ijLs} \quad (7)$$

式中： j 为第 1 层制约因素第 i 项影响因素的第 2 层子因素中的第 j 子因素， $j=0, 1, 2, \dots, n$ ； L 为第 2 层制约因素中的第 j 子因素中的第 3 层的第 L 子因素， $L=0, 1, 2, \dots, n$ ； K_1 为第 1 层制约因素第 i 项影响因素之个数， $K_1=1, 2, \dots, n$ ； K_{i00} 为第 1 层制约因素第 i 子因素的权重； K_{ij0} 为第 2 层制约因素第 j 子因素的权重； K_{ijL} 为第 3 层制约因素中的第 L 因素的权重； K_{ijLs} 为第 3 层制约因素中的第 L 因素实际贡献权重。

则层次分析综合评价的数学模型为：

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i = 100 \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{K_i} K_{i00} \cdot K_{ij0} \cdot K_{ijL} \cdot K_{ijLs} \quad (8)$$

利用层次分析法求得各因素权重和这个评价模型，即可对垃圾填埋场适宜性进行综合评价。

3 评价标准

适宜性评价标准分为两类：一类是等级标准，另一类是各因素对场区适宜性影响的具体标准。

3.1 适宜性评价的等级标准

根据有关研究成果和成功的实践经验，适宜性的等级标准采用百分制是较适合的。表 3 是生活垃圾填埋场适宜性等级标准。

3.2 适宜性评价的具体标准

具体评价标准采用相对权重的形式表示，目的是为了与广义目标函数所定义的适宜性平稳的数学模型及层次分析法计算方法的权重配套使用。表 4~8 为适宜性评价的具体量化标准。

4 应用

下面以保定市某垃圾填埋场为例，用层次分析法对其进行适宜性评价。

表 3 生活垃圾填埋场适宜性等级标准

Table 3 Standard of the suitability hierarchy of the solid waste landfill

等 级	适宜场区	较适宜场区	基本适宜场区	不适宜场区
分 值	80~100	70~80	60~70	小于 60

表 4 地质环境条件权重量化标准

Table 4 Quantification standard of the weight of the geo-environmental conditions

因素	状 况	权 重	说 明		
场地稳定性	稳定	1	CJJ17-2004 标准规定，在活动的塌陷地带、灰岩坑、溶洞区不应设垃圾场		
	不稳定	0			
	介于上述二者之间	0.5			
*地下水位与场底垂直距离 (h)	淡水区	淡水区	淡水区	咸水区	CJJ17-2004 标准规定不小于 2 m。但根据河北省平原区地下水实际情况，咸水区地下水利用率低或基本不用，此条件可适当放宽
	>5.0 m	>2.0 m	1	1	
	2.0~5.0m	1.0~2.0m	h/5.0	h/2.0	
	<2.0 m	<1.0 m	0	0	
*岩土渗透性	渗透性差	1	粘土		
	渗透性较差	0.8	粉质粘土		
	渗透性较好	0.5	粉土、粉细砂		
	渗透性好	0	中粗砂、卵砾石		
*有效阻隔层厚度分类 (m)	渗透性差的岩土层	渗透性较差的岩土层	渗透性较好的岩土层	渗透性好的岩土层	权重
	>5.0	>8.0	>15.0	权重都为 0	1
	3.0~5.0	5.0~8.0	10.0~15.0		0.80
	1.0~3.0	3.0~5.0	5.0~10.0		0.50
	<1.0	<3.0	<5.0		0

注：CJJ17-2004 代表建设部《生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ17-2004)；* 表示根据相关研究成果而定。

表 5 垃圾填埋场自身条件权重量化标准

Table 5 Quantification standard of the weight of the solid waste landfill conditions

因素	状况	权重	说明
底部防渗措施	做过自然防渗和人工防渗处理, 例如卫生填埋场、焚烧发电厂、堆肥场	1	符合 CJJ17-2004 标准规定的要求
	仅铺塑料布或铺粘土层等的简单防渗	0.5	受控填埋场
	未作任何处理	0	简易填埋场
侧面防渗措施	按照 CJJ17-2004 标准做防渗处理	1	
	仅做简单防渗处理	0.5	
	未作防渗处理	0	
渗沥液的收集与处理	有集液井(池)、调节池、污水处理等设施	1	
	收集与处理设施不全、不完善	0.5	
	没有收集与处理设施	0	
填埋气体的处理	有填埋气体导排与防爆处理设施	1	
	未处理	0	
填埋作业情况	采用单元、分层作业	1	
	没有此措施	0	

表 6 环境保护条件权重量化标准

Table 6 Quantification standard of the weight of the environmental conditions

因素	状况	权重	说明
距水源地的距离	>500m	1	CJJ17-2004 标准规定, 场地与水源地的距离应大于 500 m
	100~500m	L/500	
	<100m	0	
与附近地表水的距离(L)	>50 m	1	CJJ17-2004 标准规定, 场地与地表水的距离应大于 50 m
	<50 m	0	
常年风向影响	背离居民	1	CJJ17-2004 标准规定, 场地应建在居民区夏季主导风向的下风向
	随机	0.7	
	朝向居民	0.3	
与居民点或公共场所的距离(L)	>500 m	1	CJJ17-2004 标准规定, 场地与居民点或公共场所的距离应大于 500 m
	100~500m	L/500	
	<100m	0	
对风景名胜的影响	>10 km	1	CJJ17-2004 标准规定, 垃圾场不应建在风景名胜、自然保护区等地方。有资料认为, 应在 10 km 之外
	1~10 km	L/10	
	<1 km	0	
飞机场影响(L)	>3 km	1	CJJ17-2004 标准规定, 垃圾场填埋库区和污水处理区不应该建在离民用机场 3 km 以内的地区
	1~3	L/3	
	<1 km	0	

注: CJJ17-2004 代表建设部《生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ17-2004)。

表 7 经济条件权重量化标准

Table 7 Quantification standard of the weight of the economic conditions

因素	状态	权重	说明
土地利用价值(以距城区的远近 L 衡量)	>15 km	1	地价与距城区的距离成反比, 离城区越远, 其价值越小, 越适宜填埋垃圾
	<15 km	L/15	
场地距已有道路的距离 (L)	<0.2 km	1	场地到最近道路的距离超过 2km, 垃圾场设施维护成本明显增加
	0.2~2km	1-L/2	
	>2km	0.2	
场地到运输站的距离 (L)	0~10km	1	运输距离影响运输成本
	>10km	10/L	

表 8 场地条件权重量化标准

Table 8 Quantification standard of the weight of the site conditions

因素	状况	权重	说明
地形平坦程度	地形平坦, 地面坡度小	1	
	地形较平坦, 地面坡度较大	0.7	
	地形不平坦, 地面坡度大	0.3	
防渗粘土材料来源	来源丰富、质量好、就地取材	1	运输距离 0~5 km 运输距离超过 5 km
	质量好, 但需短距离运输	0.7	
	质量好, 需长距离运输	0.3	
作业区域大小	足够大, 可以建配套设施	1	应有足够大的地方建办公区、磅秤房及留有机动区
	较小, 不能建配套设施	0.3	
	介于二者之间	0.7	

4.1 建立适宜性评价的递阶层次结构图

根据保定市某垃圾填埋场的地质环境条件、环境保护条件、垃圾填埋场自身条件、经济条件和场地条件等, 构造如图 1 所示的递阶层次结构图。

4.2 构造判断矩阵

根据垃圾填埋场各要素在适宜性评价中所占的相对比重, 笔者认为, 其重要性依次为: 地质环境条件 $B_1 >$ 环境保护条件 $B_3 >$ 垃圾填埋场自身条件 $B_2 >$ 经济条件 $B_4 >$ 场地条件 B_5 。根据这种排序, 构造了下列目标层 A 与制约因素层 B 之间的 A—B 判断矩阵:

$$A = \begin{matrix} & A & B_1 & B_2 & B_3 & B_4 & B_5 \\ \begin{matrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{matrix} & & \begin{matrix} 1 & 1/4 & 1/2 & 1/9 & 1/9 \\ 4 & 1 & 1 & 1/2 & 1/2 \\ 2 & 2 & 1 & 1/5 & 1/5 \\ 9 & 5 & 5 & 1 & 1 \\ 9 & 5 & 5 & 1 & 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

4.3 相对权重的计算

按照上述方法, 计算并归一化处理后, 求得 B 相对 A 层的权重:

$$w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T = [0.5043, 0.1203, 0.2630, 0.0562, 0.0562]^T$$

计算判断矩阵的最大特征值 λ_{\max} :
 $Aw = [2.5231, 0.602675, 1.31775, 0.28118, 0.28118]^T$

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^5 \frac{(Aw)_i}{(nw)_i} = 2.5231 / (0.5043 * 5) + 0.602675 / (0.1203 * 5) + 1.31775 / (0.2630 * 5) + 0.28118 / (0.0562 * 5) + 0.28118 / (0.0562 * 5) = 5.0060$$

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (5.0060 - 5) / (5 - 1) = 0.0015 < 0.10$$

$$C.I. = \frac{C.I.}{R.I.} = 0.0015 / 1.12 = 0.0013 < 0.10$$

经过 C.I.、C.R. 一致性检验, 表明上述判断矩阵一致性较好, 相对权重计算正确。权重计算表明, 在该场地适宜性评价中, 地质环境条件、垃圾填埋场自

身条件、环境保护条件、经济条件和场地条件所占的权重依次为:0.5043、0.1203、0.2630、0.0562、0.0562,即在式(7)中, $K_{100}=0.5043$ 、 $K_{200}=0.1203$ 、 $K_{300}=0.2630$ 、 $K_{400}=0.0562$ 、 $K_{500}=0.0562$ 。

用同样的方法可计算得到第 2 层子制约因素对第 1 层制约子因素之间的相对权重。地质环境条件的子因素 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 分别对其相对权重为 $K_{110}=0.2448$ 、 $K_{120}=0.2911$ 、 $K_{130}=0.2911$ 、 $K_{140}=0.1730$;垃圾填埋场自身条件的子因素 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 分别对其相对权重为 $K_{210}=0.3667$ 、 $K_{220}=0.1089$ 、 $K_{230}=0.2363$ 、 $K_{240}=0.1792$ 、 $K_{250}=0.1089$;环境保护条件的子因素 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 分别对其相对权重为 $K_{310}=0.2440$ 、 $K_{320}=0.2440$ 、 $K_{330}=0.1280$ 、 $K_{340}=0.2440$ 、 $K_{350}=0.0830$ 、 $K_{360}=0.0570$;经济条件的子因素 C_{16} 、 C_{17} 、 C_{18} 分别对其相对权重为 $K_{410}=0.3669$ 、 $K_{420}=0.1352$ 、 $K_{430}=0.4979$;场地条件的子因素 C_{19} 、 C_{20} 、 C_{21} 分别对其相对权重为 $K_{510}=0.2857$ 、 $K_{520}=0.5714$ 、 $K_{530}=0.1429$ 。

4.4 场地实际权重的确定

根据上述标准,结合保定市某垃圾填埋场的实际情况,确定其在适宜性评价中的实际贡献权重。

(1)地质环境条件中场底距潜水面的距离的实际权重及评分

保定市某垃圾填埋场的场底距潜水面的距离为 6.23~9.53 m,查表 4,得实际贡献权重 $K_{110s}=1$,因此,此项得分为: $100K_{100}K_{110}K_{110s}=100 \times 0.5043 \times 0.2448 \times 1 = 12.35$ 分。

(2)其他因素实际贡献权重的确定及评分

把保定市某垃圾填埋场的其他因素的具体数据或情况,分别查表 4~8,便得到如表 9 中所示意的实际贡献权重,再把这些数据分别代入式(7)中,计算得各项分数。

4.5 适宜性评价结果

保定市某垃圾填埋场适宜性评价的最终得分是 90.83 分(见表 9),根据表 3 所示的适宜性等级标

表 9 保定市某垃圾填埋场适宜性评分计算结果表

Table 9 Suitability calculation results of a certain solid waste landfill in Baoding City

因素 B_i	制约子因素 C	代号	实际情况	实际贡献权重 $K_{i,j}$	各项评分 Z_i
地质环境条件	场底距潜水面的距离 C_1	K_{110s}	6.2~9.5m	1.00	44.56
	岩土渗透性 C_2	K_{120s}	粉质粘土	0.80	
	有效阻隔层厚度 C_3	K_{130s}	约 6m	0.80	
	场地稳定性 C_4	K_{140s}	稳定	1.00	
垃圾填埋场自身条件	底部防渗措施 C_5	K_{210s}	人工防渗	1.00	12.03
	侧面防渗措施 C_6	K_{220s}	人工防渗	1.00	
	渗沥液的收集与处理 C_7	K_{230s}	设施完善	1.00	
	填埋气体的处理 C_8	K_{240s}	设施完善	1.00	
	填埋作业情况 C_9	K_{250s}	分层填埋	1.00	
环境保护条件	距水源地的距离 C_{10}	K_{310s}	大于 500m	1.00	25.25
	距附近地表水的距离 C_{11}	K_{320s}	大于 50m	1.00	
	距民用机场的距离 C_{12}	K_{330s}	大于 3km	1.00	
	距居民区的距离 C_{13}	K_{340s}	大于 500m	1.00	
	对风景名胜的影响 C_{14}	K_{350s}	周围没有风景名胜	1.00	
	常年风向的影响 C_{15}	K_{360s}	朝向居民区	0.3	
经济条件	场地到运输站的距离 C_{16}	K_{410s}	一般 3~8km	1.00	3.37
	距已有道路的距离 C_{17}	K_{420s}	约 1km	0.5	
	土地利用价值 C_{18}	K_{430s}	距城区约 5km	0.33	
建场条件	地形平坦程度 C_{19}	K_{510s}	地形平坦	1.00	5.62
	作业区域大小 C_{20}	K_{520s}	足够大	1.00	
	防渗粘土质量及来源 C_{21}	K_{530s}	就地取材	1.00	

总分 $Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 = 44.56 + 12.03 + 25.25 + 3.37 + 5.62 = 90.83$

表 10 河北平原生活垃圾填埋场适宜性一览表
Table 10 Suitability table of the solid waste landfill in Hebei plain

地级市	垃圾场 总数	适宜场区		较适宜场区		基本适宜场区		不适宜场区	
		个数	比例(%)	个数	比例(%)	个数	比例(%)	个数	比例(%)
石家庄	19	3	15.7	8	42.1	4	21.1	4	21.1
邯 郸	20	2	10.0	3	15.0	9	45.0	6	30.0
邢 台	20	1	5.0	8	40.0	5	25.0	6	30.0
保 定	28	4	14.3	13	46.4	6	21.4	5	17.9
衡 水	16	0	0.0	2	12.5	8	50.0	6	37.5
沧 州	21	0	0.0	1	4.8	3	14.2	17	81.0
廊 坊	15	3	20.0	5	33.3	3	20.0	4	26.7
唐 山	18	5	27.8	5	27.8	2	11.1	6	33.3
秦皇島	5	1	20.0	2	40.0	0	40.0	2	40.0
合 计	162	19	11.7	47	29.0	40	24.7	56	34.6

准,保定市某垃圾填埋场是一个适宜场地。

5 结 语

采用层次分析法对河北平原 162 个垃圾填埋场进行了适宜性评价,评价结果见表 10。由表可知,适宜场区、较适宜场区、基本适宜场区和不适宜场区分别占评价总数的 11.7%、29.0%、24.7%和 34.6%,适宜场区较少,较适宜场区与基本适宜场区所占比例大致相当,不适宜场区较多。其中,保定、石家庄和廊坊的不适宜垃圾场区较少,其垃圾场的选址及建设较好;邯郸、邢台、衡水、唐山和秦皇岛的不适宜垃圾场区较多,其垃圾场的选址及建设较差,有待进一步加强建设;沧州地区的不适宜垃圾场区最多,占本市垃圾场总数的 81.0%,其垃圾场的选址及建设均差,亟需加强垃圾场的选址和建设工作。

河北平原垃圾场不适宜的原因有多种,其中,衡水、沧州、秦皇岛地区的垃圾场不适宜的主要原因是水位较浅,而垃圾填埋场又选在取土坑或取砂坑等低洼处,多数垃圾浸泡在水中,对地表水和地下水造成污染;邢台、邯郸、石家庄、保定和唐山地区的垃圾场不适宜的主要原因是场址离居民区较近,易对周围的居民区环境造成污染,或场地为较深的取土坑或取砂坑,垃圾渗沥液易于下渗污染土壤和地下水。该评价结果基本符合实际情况,说明层次分析法在垃圾填埋场适宜性评价中是一种行之有效的定性与

定量相结合的评价方法。

参考文献(References):

- [1] 郜洪强,丁文萍. 河北省生活垃圾化学成分及其对地下水污染分析[J]. 水文地质工程地质, 2008, 35:69-74.
Gao Hongqiang, Ding Wenping. Analysis on the chemical compositions of solid waste and the pollution to groundwater in Hebei province [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2008, 35:69-74(in Chinese with English abstract).
- [2] 张云,刘长礼,叶浩,等. 岩溶地区垃圾填埋场的选址评价探讨[J]. 中国地质, 2008, 35(1):163-171.
Zhang Yun, Liu Changli, Ye Hao, et al. Assessments of refuse landfill site selection in karst areas [J]. Geology in China, 2008, 35(1):163-171(in Chinese with English abstract).
- [3] CJJ17-2004(J302-2004), 生活垃圾卫生填埋技术规范[S]. 2004.
CJJ17-2004 (J302-2004), Technical Code for Municipal Solid Waste Sanitary Landfill[S]. 2004(in Chinese).
- [4] GB 16889-2008, 生活垃圾填埋场污染控制标准[S]. 2008.
GB 16889-2008, Standard for Pollution Control on the Landfill Site of Municipal Solid Waste[S]. 2008(in Chinese).
- [5] CJJ/T 107-2005, 生活垃圾填埋场无害化评价标准[S]. 2005.
CJJ/T 107-2005, Standard of Assessment on Municipal Solid Waste Landfill[S]. 2005(in Chinese).
- [6] 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, 2006:211-228.
Liu Changli, Zhang Yun, Yin Miying, et al. Investigation and Evaluation Technique for Municipal Solid Waste to the Impact of the Geo-Environment [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006: 211-228(in Chinese with English abstract).

The application of the Analytic Hierarchy Process to the assessment of the solid waste landfill suitability

GAO Hong-qiang, FAN Yan-en

(Hebei Institute of Geological Survey, Shijiazhuang 050056, Hebei, China)

Abstract: The simple landfill site is currently the main type of the solid waste landfill and has brought certain degrees of pollution to the environment. More and more attention has been given to the solid waste landfill space suitability. Based on an investigation into the solid waste landfill in Hebei Province, the authors used the Analytic Hierarchy Process to evaluate the solid waste landfill suitability according to geo-environmental conditions, solid waste landfill conditions, environmental conditions, economic conditions and site conditions. This paper also gives a set of evaluation standards for evaluating the solid waste landfill suitability. The chosen factors can objectively reflect the actual situation of the solid waste landfill in Hebei plain, as evidenced by the satisfactory results obtained.

Key words: Analytic Hierarchy Process; solid waste landfill; suitability evaluation; Hebei plain

About the first author: GAO Hong-qiang, male, born in 1966, senior engineer, engages in the study of hydrogeology and environmental geology; E-mail: hbghq@163.com.

2008 年度地质科学类期刊前 30 名影响因子排序表

序次	期刊名称	影响因子	序次	期刊名称	影响因子
1	地质科学	3.233	16	岩石矿物学杂志	0.775
2	矿床地质	1.891	17	岩矿测试	0.735
3	岩石学报	1.786	18	地质力学学报	0.651
4	石油实验地质	1.644	19	工程地质学报	0.623
5	地质学报	1.566	20	中国岩溶	0.617
6	中国科学(D 辑)	1.392	21	地质科技情报	0.602
7	地质论评	1.393	22	海洋地质与第四纪地质	0.599
8	中国地质	1.207	23	地质与勘探	0.488
9	高校地质学报	1.159	24	西北地质	0.444
10	沉积学报	1.141	25	新疆地质	0.442
11	地质通报	1.135	26	水文地质工程地质	0.423
12	现代地质	1.038	27	沉积与特斯地质	0.359
13	地层学杂志	1.019	28	地质找矿论丛	0.333
14	冰川冻土	0.922	29	水文	0.325
15	矿物岩石	0.901	30	世界地质	0.323

注:表中数据引自中国科学技术信息研究所编《2009 年版中国科技期刊引证报告(核心版)》,北京:科学技术文献出版社。