

技术方法

# 层次分析法在垃圾处理场选址适宜性评价中的应用 ——以威海市艾山垃圾场为例

王玉莲,王振兴,王大为

(山东省第六地质矿产勘查院,山东 威海 264209)

**摘要:**层次分析法是以定量计算和定性分析相结合的多目标决策方法,为分析威海市艾山垃圾处理场选址适宜性,该文将环境地质条件、环境保护条件、交通运输条件、场地建设条件、社会环境影响等作为评价因子,应用层次分析法对其进行评价,并对层次分析法的优缺点进行了分析。

**关键词:**层次分析法;垃圾处理场;选址;适宜性评价;威海市

**中图分类号:**X705

**文献标识码:**B

**引文格式:**王玉莲,王振兴,王大为.层次分析法在垃圾处理场选址适宜性评价中的应用——以威海市艾山垃圾场为例[J].山东国土资源,2016,32(5):64-67.WANG Yulian, WANG Zhenxing, WANG Dawei. Application of AHP in the Suitability Evaluation of Landfill Site Selection——Setting Aishan Landfill in Weihai City as an Example [J]. Shandong Land and Resources, 2016,32(5):64-67.

## 0 引言

层次分析法(analytic hierarchy process,简称AHP)是美国运筹学家沙坦(T.L.Saty)于20世纪70年代提出的,本身即是一种定性与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时更为实用<sup>[1]</sup>。

用于垃圾处理场选址适宜性的选择方法是相当多的,比如有灰色系统理论的灰色聚类法、模糊数学中的模糊综合评判法、专家系统法和地理信息系统(GIS)等<sup>[2]</sup>,但根据时间经验,认为层次分析法既能综合处理具有递阶层次结构的场地适宜性影响因素之间复杂的关系,又易于操作,得到比较量化的结果,方法科学而准确<sup>[1]</sup>。

目前,我国的城市垃圾处理场的选址要求仅仅是开阔地、离城市较近、能容纳足够的垃圾等条件<sup>[3]</sup>,很少综合考虑垃圾处理场选址论证问题,因此垃圾的堆放已引起了比较严重的环境问题。垃圾处理场场址的选择涉及到当地经济、交通等的发达

情况,地理地形条件,气候情况,环境地质条件,地表水文条件及水文地质工程地质条件等,是一项综合性的工作<sup>[4]</sup>。这一工作有助于城市规划、土地管理部门更好地进行土地利用规划,同时对减少垃圾对环境的污染有着非常重要的意义<sup>[3]</sup>。

## 1 威海市区域地质环境条件概述

威海市是全国第一个国家级卫生城市,地处太平洋西岸,位于山东半岛东端。城市三面为黄海环绕,东与朝鲜半岛相望,北与辽东半岛的大连市隔海相望,西与烟台市接壤。

威海市地处胶东半岛东端,大地构造位置属华北地台胶辽台隆之胶东隆起和胶莱凹陷的东部。地层主要为古元古代荆山群、中生代白垩纪青山群和新生代第四系;区域变质岩和岩浆岩广布,主要为新元古代荣成序列及玲珑序列、中生代文登、伟德山序列岩体,荆山岩群变质岩地层仅作为包体漂浮于花岗岩之上;脉岩以煌斑岩、闪长玢岩为主。区域构造活动频繁,主要表现为褶皱、韧性变形和脆性变形(断裂)3种形式;发育一系列的SN向、NNE向、NE

向、NNW向、NW向及近EW向6组,规模较小。

区域水文地质条件简单,分水岭明显,以基岩风化裂隙潜水为主,地下水的埋深受地形影响而变化较大,水量一般较小,当风化深度大其他条件相对有利时涌水量可大于 $100\text{ m}^3/\text{d}$ ,地下水水质较好。地表水源短,量少,属宽浅的季节性河流,雨季河水猛涨,冬春季河水枯竭,有时河床仅有浅窄的线状流水。

## 2 艾山垃圾处理场基本情况

目前,威海市仅有艾山垃圾处理场一处,该垃圾处理场位于威海市环翠区张村镇红透山夼,距威海市区17 km,东、南、北三面边缘向上隆起与自然地形相同,形成一簸箕状谷地。场区总面积32.40万 $\text{m}^2$ ,垃圾日填埋量为500 t,设计总库容446.6万 $\text{m}^3$ ,

设计使用年限为26年。

场区出露地层较简单,基岩由变质岩和岩浆岩组成,大部分裸露地表,岩性主要有:黑云片岩、黑云变粒岩、斜长角闪岩、花岗岩、透闪及透辉大理岩、煌斑岩等;第四系为残坡积和坡洪积物,沿沟谷及岸坡带状分布,岩性为粉土及粗砾砂。

## 3 垃圾处理场适宜性评价

基本思路是根据垃圾处理场的环境地质条件、环境保护条件、交通运输条件、场地建设条件、社会环境影响等,构造一个如图1所示的层次分析图,再把各层次的各因素进行量化处理,得出每一层各因素的相对权重,直至计算出方案层各个方案的相对权重,根据这些权重进行评判。

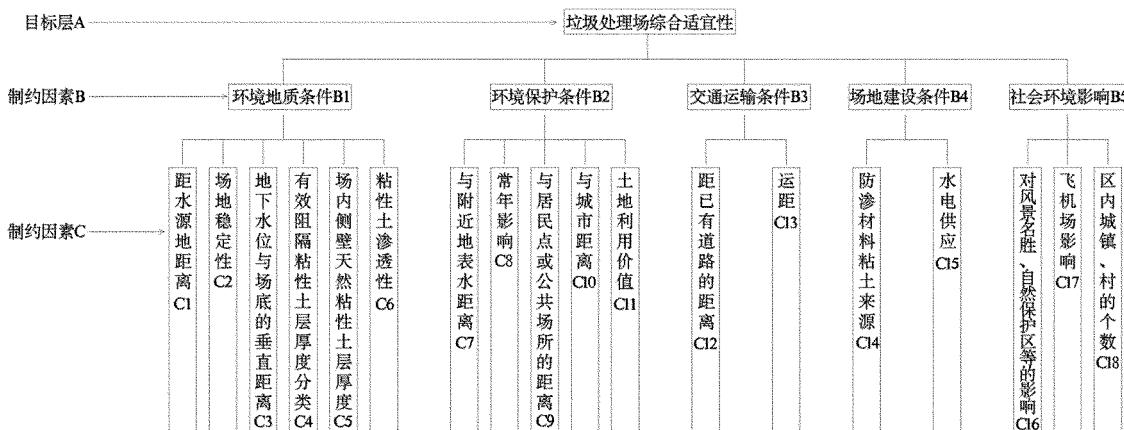


图1 垃圾处理场适宜性层次结构模型

### 3.1 评价标准

适宜性评价标准分2类,一是等级标准,二是各因素对场区适宜性影响的具体的标准<sup>[1]</sup>。适宜性的等级标准分为以下4级(表1)。

表1 适宜性等级标准<sup>[5]</sup>

等级	适宜场地	较适宜场地	勉强适宜场地	不适宜场区
分值	90~100	75~90	60~75	小于60

### 3.2 评价方法

#### 3.2.1 制约因素B层权重的计算

对目标层A,制约因素B层之间进行两两比较,用相对重要性标度进行量化(表2)。

表2 相对重要性标度分级<sup>[3]</sup>

标度 $a_{ij}$	定义
1	$i$ 因素与 $j$ 因素同样重要
3	$i$ 因素与 $j$ 因素略重要
5	$i$ 因素与 $j$ 因素较重要
7	$i$ 因素与 $j$ 因素非常重要
9	$i$ 因素与 $j$ 因素绝对重要
2,4,6,8	以上两两比较的中间状态

根据艾山垃圾处理场的历史与现状、城市的规划与发展,环境地质条件、交通运输条件、环境保护条件、场地建设条件和社会环境影响在适宜性评价中所占的相对比重,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>

社会环境影响,根据排序,构造了目标层A与制约因素层B之间的A—B判断矩阵。

$$A = \begin{bmatrix} A & B_1 & B_2 & B_3 & B_4 & B_5 \\ B_1 & 1 & 2 & 3 & 4 & 4 \\ B_2 & \frac{1}{2} & 1 & 2 & 2 & 3 \\ B_3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 & 2 & 2 \\ B_4 & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 & 1 \\ B_5 & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

相对权重的计算实质是计算上述判断矩阵的特征向量。该向量中的各元素代表该层各个影响因素对上层相关准则的权重值,经归一化处理得各元素之间的相对权重。

通过计算,求得环境地质条件、环境保护条件、交通运输条件、场地建设条件、社会环境影响相对垃圾处理场综合适宜性的权重分别为0.418 8,0.240 6,0.155 0,0.096 5,0.089 0。

用同样的方法计算得第二层制约因素对第一层制约因素之间的相对权重。

环境地质条件的子制约因素 $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ 分别对其相对权重为0.230 6,0.421 0,0.094 1,0.084 8,0.084 8,0.084 8。

环境保护条件的子制约因素 $C_7, C_8, C_9, C_{10}, C_{11}$ 分别对其相对权重为0.139 4,0.076 6,0.216 4,0.173 7,0.393 9。

交通运输条件的子制约因素 $C_{12}, C_{13}$ 分别对其相对权重为0.666 7,0.333 3。

场地建设条件的子制约因素 $C_{14}, C_{15}$ 分别对其相对权重为0.666 7,0.333 3。

社会环境影响的子制约因素 $C_{16}, C_{17}, C_{18}$ 分别对其相对权重为0.539 6,0.163 4,0.297 0。

### 3.2.2 垃圾处理场适宜性综合评价评分的数学模型

得到评价因子后,利用多目标决策的线性加权方法建立一个广义的目标函数得到层次分析综合评价数学模型<sup>[3]</sup>:

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i = 100 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{i00} K_{j0} K_{ij}$$

$$i=1,2,\cdots,n, j=1,2,\cdots,m$$

式中:Z—垃圾处理场适宜性总分;Z<sub>i</sub>—第一层制约

因素第*i*因素之总分;K<sub>i00</sub>—第一层制约因素第*i*元素的权重;K<sub>j0</sub>—第二层次中第*i*项因素下*j*因素的权重;K<sub>ij</sub>—第二层制约因素*j*元素的实际贡献权重,实际贡献权重根据《城市环境地质调查评价规范(送审稿)附录D》确定。

### 3.2.3 垃圾处理场适宜性评价

根据场地情况,确定该场地各条件权值(表3)。

表3 艾山垃圾处理场适宜性评价

因素B	子因素C	权重	实际贡献权重	各项得分Z <sub>i</sub>
环境地质条件 (权重0.4188)	距水源地距离 >800 m	0.2306	1	33.52
	场地稳定	0.4210	1	
	地下水位与场底的垂直距离2~15 m	0.0941	0.5	
	有效阻隔粘性土层厚度IV类区	0.0848	0	
	场内侧壁天然粘性土层厚度1~3 m	0.0848	0.2	
	粘性土渗透性< 10 <sup>-7</sup> cm/s	0.0848	1	
环境保护条件 (权重0.2406)	与附近地表水距离 >800 m	0.1394	1	18.60
	背离居民地	0.0766	1	
	与居民点或公共场所的距离>800 m	0.2164	1	
	与城市距离9 km	0.1737	0.6	
	土地利用价值(与城市距离9 km)	0.3939	0.6	
交通运输条件 (权重0.1550)	距已有道路的距离 0.5 km	0.6667	0.75	12.92
	运距<10 km	0.3333	1	
场地建设条件 (权重0.0965)	防渗材料粘土来源需 长距离运输	0.6667	0	3.22
	水电供应方便	0.3333	1	
社会环境影响 (权重0.0890)	距风景名胜、自然保护区等>10 km	0.5396	1	7.31
	距飞机场>3 km	0.1634	1	
	区内城镇个数1个	0.2970	0.4	
适宜性等级	总分为75.57,较适宜场区			

采用上述方法进行评价,得出威海市艾山垃圾处理场适宜性等级75.57分,为较适宜场区。

### 3.3 评价分析

威海市艾山垃圾处理场距离市区边缘9 km,场区内大部分基岩裸露,场地稳定性良好,地下水埋藏较深,周边无大的河流,对地表水和地下水影响较小;距离城市距离适宜,交通条件便利,运输成本低;区内居民较少,距离村庄约1.5 km,对居民生活影响

较小,且方便通水、通电,利于场区建设。综合艾山垃圾处理场场区条件分析,该区适宜修建垃圾处理场,与评价结果相符。

## 4 结论

影响垃圾处理场适宜性的因素很多,他们相互影响、相互联系、相互制约,并呈现递阶层次结构<sup>[5]</sup>。该文根据威海市艾山垃圾场的实际情况,选取环境地质条件、环境保护条件、交通运输条件、场地建设条件、社会环境影响等作为评价因子采用层次分析法对其选址适宜性做了科学的评价。

层次分析法以定量计算和定性分析相结合,特别是将决策者的经验判断给予量化,对在目标结构复杂且又缺乏必要的数据的情况下尤为适用<sup>[6]</sup>。当然,层次分析法在垃圾处理场选址的实际应用过程中也存在一些不足,如:各影响因素的确定是否合理、决策者的观念及经验对因素间的量化比较有较大影响等。为解决这些不足,国内外学者在评价精度的改进<sup>[7]</sup>、判断矩阵模型的建立和选择<sup>[8]</sup>、一致性检验和偏差修正<sup>[9]</sup>等方面进行了大量研究并取

得了一定的成果,大大提高了层次分析法的准确性和实用性,得到了越来越广泛的应用。

## 参考文献:

- [1] 刘长礼,张云,王秀艳,等.垃圾卫生填埋处置的理论方法和工程技术[M].北京:地质出版社,1999:14-28.
- [2] 翟云波,曾光明.层次分析法在城市生活垃圾填埋场选址中的应用[J].环境科学与技术,2002,25(4):36-38.
- [3] 侯新文,尹明泉,李清平,等.山东省海岸带城市建设地质环境适宜性调查研究[M].北京:地质出版社,2010:141-177.
- [4] 曹建军,刘永娟,郭广礼.城市生活垃圾填埋场选址研究[J].工业安全与环保,2004,30(4):22-24.
- [5] 钱丽萍,赵士德.层次分析法在垃圾填埋场选址中的应用[J].安全与环境工程,2005,12(4):22-26.
- [6] 胡治飞,郭怀成,屈广义,等.运用层次分析法优选城市垃圾填埋场地[J].环境科学研究,2002,15(2):42-44.
- [7] 张崎,西村昂.提高层次分析法评价精度的几种方法[J].系统工程理论与实践,1997,(11):29-35.
- [8] 郭凤鸣.层次分析法模型选择的思考[J].系统工程理论与实践,1997,(9):54-58.
- [9] 郭凤鸣,成金华.层次分析法判断矩阵一致性检验及偏差修正方法研究[J].中国地质矿产经济,1997,(7):19-24.

## Application of AHP in the Suitability Evaluation of Landfill Site Selection

——Setting Aishan Landfill in Weihai City as an Example

WANG Yulian, WANG Zhenxing, WANG Dawei

(No.6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weihai 264209, China)

**Abstract:** AHP is a multi-objective decision making method based on quantitative analysis and qualitative analysis. In order to analyze the suitability evaluation of Aishan landfill in Weihai city, setting environmental geological conditions, environmental protection conditions, transportation conditions, site construction conditions and social environment impacts as evaluation factors, the advantages and disadvantages of AHP have been analyzed.

**Key words:** Analytic hierarchy process; garbage disposal plant; site selection; suitability evaluation; Weihai city