

综合指数法和 AHP 法在地质灾害危险性 综合评估中的应用

彭满华 唐祥达 徐四一

(中船勘察设计研究院,上海 200063)

【摘要】 针对地质灾害危险性综合评估存在的模糊性,介绍了综合指数法及 AHP 法在地质灾害危险性综合评估中的计算方法及步骤。并通过工程实例,阐述了其应用。

【关键词】 综合指数法;AHP 法;地质灾害;综合评估

【中图分类号】 TU 275.3;

Application of Comprehensive Index Method and AHP Method in Comprehensive Assessment of Geologic Hazards

Peng Manhua Tang Xiangda Xu Siyi

(China shipbuilding Industry Institute of Engineering Investigation & Design, Shanghai 200063 China)

【Abstract】 Aiming at the fuzziness existing in the comprehensive assessment of geologic hazards, the calculation method and procedure of comprehensive index method and AHP method in comprehensive assessment of geologic hazard is introduced. The method is expounded by engineering practice.

【Key Words】 comprehensive index method; AHP method; geologic hazard; comprehensive assessment

0 引言

在进行地质灾害危险性评估时,现状评估主要是采用收集资料、现场踏勘和工程地质比拟法的方法进行,预测评估则主要是采用工程地质分析法、工程地质类比法等进行分析、论证,而综合评估则是在上述评估的基础上进行的。而目前许多评估工作者在进行综合评估时,往往存在着很大的随意性和模糊性。本文以某造船基地作为工程背景,论述综合指数法及 AHP 法在综合评估中的应用。

1 综合指数法及 AHP 法

1.1 综合指数法

综合指数法也称为综合评判法,它是将地质环境系统分解为几个子系统,对各子系统分别选取有代表性的评价项目(评价因子),并将其表现程度进行等级划分,给出归一化指标。将同一子系统内各评价项目的指标值按权重进行叠加,得出一个子系统评价总指标。再将各子系统评价总指标按权重叠

加,得出每个评价单元的地质环境质量指数。然后综合分析各单元的指数情况,进行全区地质环境质量的总体评价^[1]。

1.2 综合指数模型

综合指数法的模型如下:

$$W_i = \prod_{j=1}^p a_i \times b_j$$

式中: W_i 为第 i 单元的“危险度”指数; j 为评价因子; a_i 为第 j 单元评价因子在第 i 评价单元的赋值; b_j 为第 j 个评价因子的权重; m 为评价单元数; p 为评价因子数。

在该模型中,权重的确定可以采用 AHP 法。

1.3 AHP 法^[2]

AHP (Analytic Hierarchy Process) 法是美国运筹学专家 T. L. Saaty 于 20 世纪提出的,广泛用于复杂系统的分析与决策,其确定权重的工作程序如下:

作者简介: 彭满华,1970 年生,女,汉族,湖南人,工学硕士,工程师,注册土木工程师(岩土),主要从事岩土工程应用研究及地质灾害评估工作。

首先选定有丰富经验的专家对各因素的相对重要性进行评估打分,根据打分表,构造判断矩阵 T:

$$T = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \dots & u_{1m} \\ u_{21} & u_{22} & \dots & u_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{m1} & u_{m2} & \dots & u_{mm} \end{bmatrix}$$

式中: $U = \{ u_1 \quad u_2 \quad \dots \quad u_m \}$ 为评价因素集,对因素集 U 采用值见表 1。

若因素 u_i 与 u_j 比较判断得 u_{ij} ,则因素 u_j 与 u_i 比较判断得 $u_{ji} = 1/ u_{ij}$ 。

根据判断矩阵,利用线性代数知识,求出 T 的最大特征值所对应的特征向量,将特征向量进行归

表 1 因素集 U 采用值

判断	u_i 相对 u_j 的重要性								
	同等	同等-稍微	稍微	稍微-明显	明显	明显-强烈	强烈	强烈-极端	极端
u_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9

一化处理,即可求得权数的分配。

2 工程应用

2.1 工程概况

某造船基地呈北西—南东走向,岸线总长为

4 500 m,圈围陆域纵深约为 1 300 m,圈围总面积约为 5.85 km²;扣除保留面积,实际规划用地面积约为 5.565 km²。其总体布置见图 1。

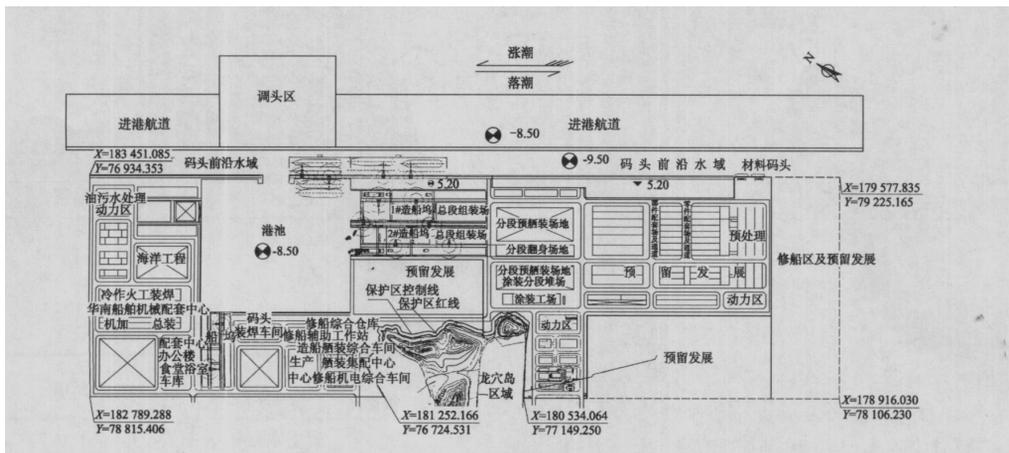


图 1 某造船基地总平面布置图

2.2 场地工程地质条件

2.2.1 地质地貌概况

造船基地跨越了两个围垦区、一个小岛及潮间地带。围垦区由塘埂和渔(虾或藕)塘组成,小岛系由四座低及丘交杯岛组成,这此岛屿低丘均系风化剥蚀残丘,植被茂盛(除交杯岛外),多呈东陡西缓的趋势;潮间滩地地势较平缓,向河道中央呈缓倾之势;潮来时淹没泥面,潮退后出露滩地。

2.2.2 场地工程地质特征

据勘察报告,拟建场地地基土主要由人工填土、海陆交互相沉积层、残积土及岩石组成,而人工填土主要分布在原围垦区内,以素填土为主。该层土呈松散状,厚度及空间分布变化大,土质不均匀。海陆交互相主要由以海相淤泥质土(淤泥)为主的近(现)代三角洲沉积(上段)和以粗碎屑为主的海

陆交互相三角洲沉积(下段)组成。残积土主要分布于沉积层之下、直接覆盖于风化基岩之上,以砂质粘性土为主,其母岩为混合花岗岩,呈可塑-硬塑状。基岩为混合花岗岩,其基体主要为花岗片麻岩、黑云母片麻石英岩;其次为黑云母斜长片麻岩、石英黑云母片岩、黑云母石英片岩等。矿物成分主要由石英、长石、云母及微量的磷灰石、萤石等组成。各土层的厚度及层面变化较大。其主要的土层分布见图 2。

2.3 地质灾害危险性现状评估及预测评估情况

2.3.1 地质灾害危险性现状评估情况

据现场踏勘,区内海港淤积地质灾害主要分布于除原围垦区以外的整个区内,呈中等发育状,地质灾害危害程度小、危险性小。其他类型的地质灾害不发育。

2.3.2 地质灾害危险性预测评估情况

区内工程建设可引发或加剧的地质灾害有:软土地基沉降、堤岸失稳、建筑地基与基坑变形、桩基失稳、海港淤积等。建设工程本身可能遭受的地质灾害有:软土地基沉降、堤岸失稳、建筑地基与基坑变形、桩基失稳、海港淤积、砂土液化、水土流失、地

下水质污染、海水入侵、风暴潮等。

软土地基沉降、建筑地基与基坑变形、桩基失稳、砂土液化、水土流失、地下水水质污染等主要分布在整个区内;堤岸失稳则主要分布在陆域与水域的交界位置附近;海港淤积、海水入侵、风暴潮则主要分布区内水域。

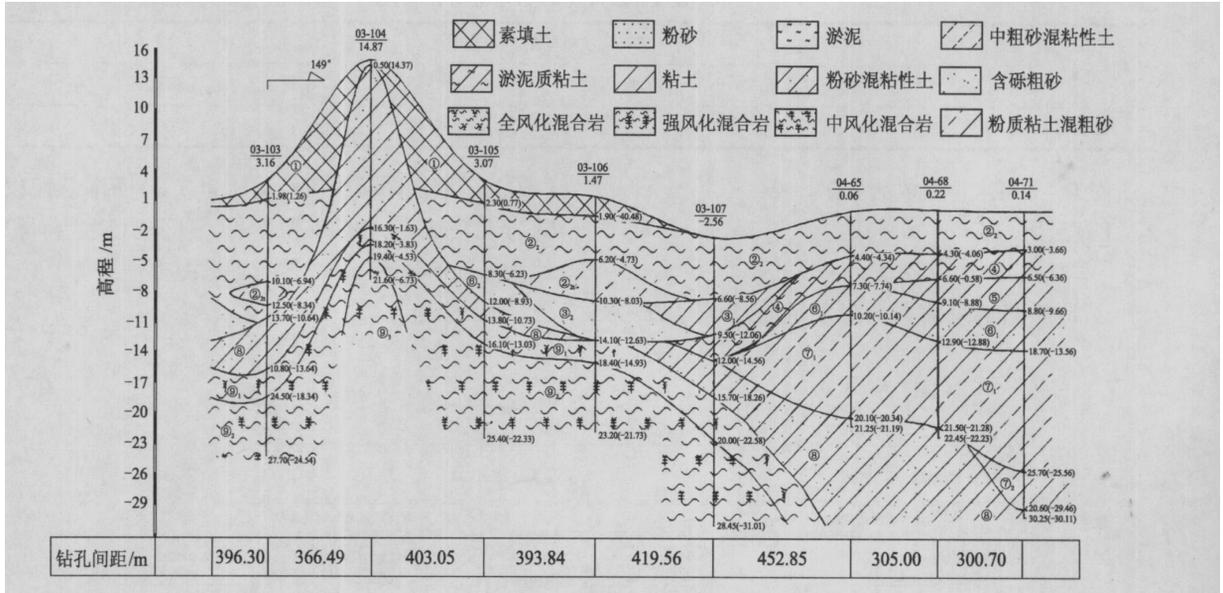


图2 场地工程地质剖面图

软土地基沉降、堤岸失稳、建筑地基与基坑变形、桩基失稳等地质灾害因大规模工程建设的诱发因素大量存在,预测灾害发育程度中等、危害程度中等、危险性中等;海港淤积、砂土液化、水土流失、地下水水质污染、海水入侵、风暴潮等地质灾害因灾害发生的诱发因素比较弱小,预测灾害发育程度弱、危害程度小、危险性小。

2.4 综合指数法和 AHP 法在地质灾害危险性综合评估中的应用

2.4.1 单元划分

由于造船基地面积大,各灾种的分布及危害程度不一,因此将整个造船基地进行单元分,单元大小为 500 m ×500 m。

2.4.2 评价因子的确定

根据研究区内地质灾害调查的实际资料及已有工作经验,综合判别因子分为三大类:基础因子、响应因子和诱发因子。各评价因子的赋值分为三级;最大取 4,中等为 2~3,最小值为 1。各因子的确定及赋值见表 2。

表2 评价因子及赋值表

类	评价因子		赋值
	一级因子	二级因子	
基础因子	岩土体物性	岩土体类型	1(岩石) 2(土)
		组份	1
		结构	1
	工程地质特征	1~2(好) 3~4(差)	
地形地貌	坡度	1~2(缓) 3~4(陡)	
	水网密度	1(不发育) 2(不发育)	
地质构造	断裂褶皱	1	
水	地下水特征	1(无承压水) 3(有承压水)	
	地表水活动	1(不强烈) 2(强烈)	
地表植被	覆盖率	1	
响应因子	灾害频数比	1(小区) 2~3(中区) 4(大区)	
	灾害面积比	1(小区) 2~3(中区) 4(大区)	
	灾害体积模数比	1(小区) 2~3(中区) 4(大区)	
诱发因子	人类工程	方式 3	
	活动	强度 1(不强烈) 2~3(中等强烈) 4(强烈)	
	地震活动	地震烈度 3 地震动参数 3	

2.4.3 权重的确定

根据本造船基地的地质情况、灾害分布、建筑物的分布及重要性,由资深专家对各评价单元内各因素的相对重要性进行打分,根据专家的打分综合构造判断矩阵,利用计算机作为工具,利用相关软件求出各因素在各评价单元中的权重值。

2.4.4 综合评估结果

根据上述各因子在各单元中的值及权重,利用综合指数法求出各单元的“危险度”指数,依据量化指标的大小和评估区地质环境条件复杂程度的差异,参照综合分区的评判指标即:3 危险性

大区 4;2 危险性中等区 < 3;1 危险性小区 < 2,确定一级分区界线;在一级分区的基础上,也可结合评估区地貌单元、地质构造发育程度、岩土体工程地质类型、水文地质条件、人类工程活动强度和工程的重要性等差异划分出二级分区(亚区)的界线。

根据本造船基地区域内地质环境条件及已发生及潜在的地质灾害的发育程度和危害程度,并结合建设工程项目的类型及重要性程度等,将其地质灾害危险性划分为中等区(三个亚区),即: 1、2、3 区,其分区图见图 3。

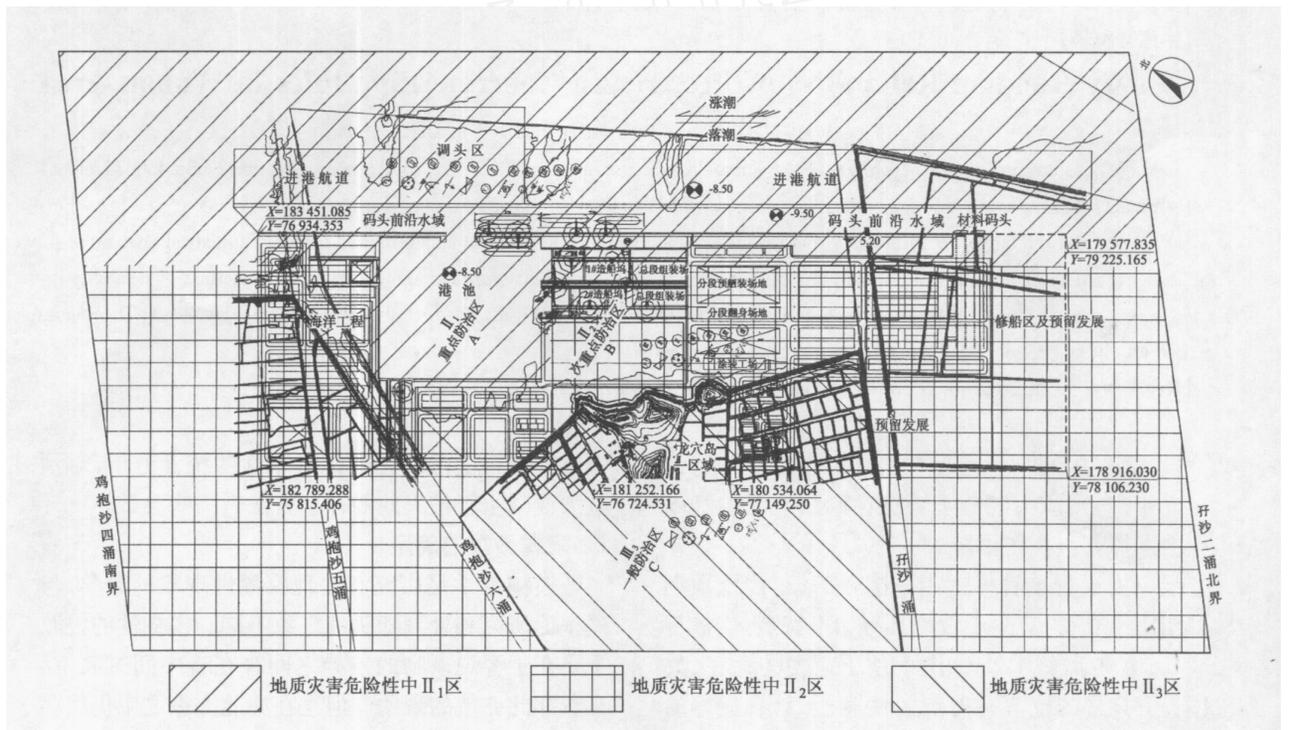


图 3 某造船基地地质灾害危险性综合分区评估图

3 结论

采用综合指数法及 AHP 法对某造船基地地质灾害进行综合评估,评价方法较简单,易于掌握。方法是可行的,值得推广应用。

但原始数据的处理应当引起重视,它直接影响着评估结论的准确性。

参 考 文 献

- [1] DD 2004-02 区域环境地质调查总则(试行)[S].
- [2] 赵焕臣,许树柏,和金生. 层次分析法[M]. 北京:科学出版社,1986.

收稿日期:2006-04-24

县(市)地质灾害调查与区划基本要求实施细则. 国土资源部地质环境司,2000.

地质灾害危险性评估技术要求(试行). 国土资源部,2004.

广东省地质灾害危险性评估实施细则(试行). 广东省国土资源厅,2004.