

基于专家 - 层次分析定权法的日照国际海洋城生态地质环境综合评价

杨本固

山东省第八地质矿产勘查院, 山东 日照
Email: 327830839@qq.com

收稿日期: 2020年10月9日; 录用日期: 2020年10月22日; 发布日期: 2020年10月29日

摘要

本次结合日照国际海洋城的生态地质环境特征, 应用专家 - 层次分析定权法并选取基础地质条件、工程地质条件、地质环境问题、地质资源等4个地质环境对其地质环境进行综合评价研究。研究结果显示调查区域存在: 植被覆盖率较高, 地下水质量良好, 地质灾害不发育的生态地质环境质量优区(I), 面积约35 km²; 植被覆盖率较高, 地下水质量较好, 地质灾害不发育的生态地质环境质量良好区(II), 面积约35 km²; 植被覆盖率中等, 地下水质量一般, 地质灾害不发育的生态地质环境质量一般区(III), 面积约10 km²; 植被覆盖率较低, 沿海地区地下水质量较差, 易发生地质灾害的生态地质环境质量较差区(IV), 面积约70 km²。这不仅仅对日照国际海洋城的生态地质环境进行了综合评价, 而且为其建设发展提供了科学依据, 具有重要的实践价值。

关键词

专家 - 层次分析定权法, 地质环境综合评价, 日照国际海洋城

Comprehensive Evaluation of Eco-Geological Environment of Rizhao International Ocean City Based on Expert-Hierarchical Analysis Weighting Method

Bengu Yang

Shandong 8th Geological and Mineral Exploration Institute, Rizhao Shandong
Email: 327830839@qq.com

Received: Oct. 9th, 2020; accepted: Oct. 22nd, 2020; published: Oct. 29th, 2020

Abstract

Based on the characteristics of Rizhao International Ocean City's eco-geological environment, this paper applies expert-hierarchical analysis weighting method and chooses four geological environments, including basic geological conditions, engineering geological conditions, geological environmental problems and geological resources, to make a comprehensive evaluation of its geological environment. The results show that there are: High vegetation coverage, good groundwater quality, good eco-geological environment quality area with undeveloped geological hazards (I), about 35 km²; high vegetation coverage, good groundwater quality and undeveloped geological hazards eco-geological environment quality area (II), about 35 km²; medium vegetation coverage, general groundwater quality and undeveloped eco-geological environment quality area (III), with an area of about 10 km²; low vegetation coverage, poor groundwater quality in coastal areas, and eco-geological environmental quality area prone to geological disasters (IV), with an area of about 70 km². This paper not only comprehensively evaluates the eco-geological environment of Rizhao International Ocean City, but also provides a scientific basis for its construction and development, which has important practical value.

Keywords

Expert-Hierarchical Analysis Weighting Method, Comprehensive Evaluation of Geological Environment, Rizhao International Ocean City

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生态优先、绿色发展——做好生态地质环境资源综合评价，合理调整人类利用自然的方式，促进经济与生态环境协调共存，是全面实现我国经济可持续发展战略的先决条件和基本任务[1] [2]。同时，也为区域生态建设、生态环境保护及其治理提供科学依据[3] [4]。

为打造和建设好山东半岛蓝色经济区、建设海洋特色新兴城市、创建和谐社会和节约型社会，本文基于专家-层次分析定权法，分析研究区域内基础地质条件、工程地质条件、地质环境问题、地质资源等生态地质环境信息[5] [6] [7]，为日照国际海洋城建设发展提供科学依据。

2. 调查区地质概况

调查区北起奎山镇傅疃河口，南至凤凰山，东到黄海海岸线，西至巨峰镇。地理坐标东经：119°13'00"~119°26'00"，北纬：35°14'06"~35°20'30"。包括涛雒镇及巨峰镇、高兴镇的部分地区，调查区总面积为 150 km²，如图 1 所示。

3. 地质环境综合评价法

在生态地质环境质量评价中，评价指标权值的确定是核心。本文采用层次分析法和专家打分法相结合的方式即专家-层次分析定权法[8] [9]对评价指标进行权值分配。

本次结合日照国际海洋城的生态地质环境特征，将基础地质条件、工程地质条件、地质环境问题、

地质资源等 4 个地质环境指标定位为一级评价因子；将地形地貌、土地类型、植被分布、工程地质环境、区域稳定性、断裂构造、地震烈度、地面沉降、海水入侵、地质灾害、地下水质量、土壤污染、水资源、地质旅游资源、矿产资源等 15 个指标定位评价的二级因子，如图 2 所示。

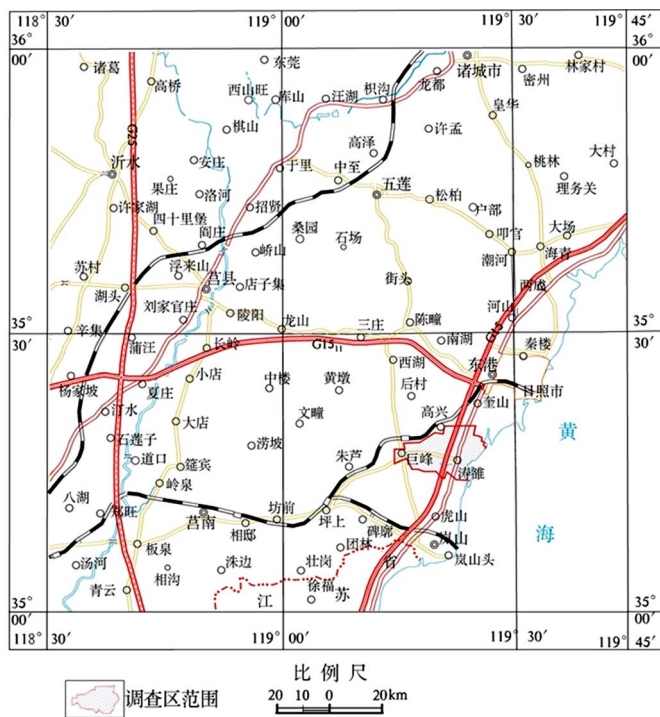


Figure 1. Location map of survey area
图 1. 调查区位置图

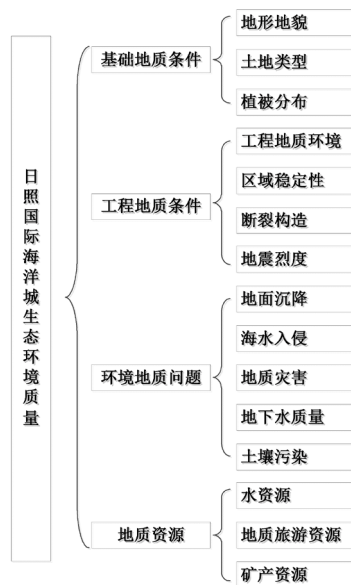


Figure 2. Block diagram of comprehensive evaluation factors of geological environment
图 2. 地质环境综合评价因子框图

运用专家打分法和层次分析法对日照国际海洋城进行生态地质环境质量评价的步骤如下：

- 1) 选定参与评价的评价因子，构建层次结构模型；
- 2) 专家组对参与评价因子的相对重要度进行比对，计算生态地质环境质量评价中各个因子的权重值；
- 3) 确定因子的量化标准，对参与评价的单因子质量进行评价；
- 4) 细化研究区域，划分评价单元格；
- 5) 综合各个因子的单因子评价结果，根据权重值进行拟合，最终得出日照市国际海洋城生态地质环境质量，其中拟合公式如下所示：

评价因子的拟合公式如下[7][10]：

$$L = \sum_{i=1}^n \omega_{Ai} L_{Ai} + \sum_{i=1}^n \omega_{Bi} L_{Bi} + \sum_{i=1}^n \omega_{Ci} L_{Ci} + \sum_{i=1}^n \omega_{Di} L_{Di}$$

式中： L ——日照国际海洋城生态地质环境质量综合得分； ω_{Ai} 、 ω_{Bi} 、 ω_{Ci} 、 ω_{Di} ——各评价因子的权重； L_{Ai} 、 L_{Bi} 、 L_{Ci} 、 L_{Di} ——各评价因子单项组分评价分值。

4. 调查区地质环境信息收集

为全面性的掌握调查区域的地质环境信息，本文调查采用了生态地质环境调查、物探、水文地质工程地质钻探、抽水试验等方法。首先：收集资料，其中钻孔资料 20 个，包括工程地质钻孔 9 个，地质环境监测孔 1 个，水文地质孔 10 个；其次：户外测量，其中包括 1:5 万区域地质调查 200 km²，物探点 2000 个，钻探 2500 m，水质分析 52 件，土壤分析 112 件等。

4.1. 基础地质条件

4.1.1. 地形地貌

调查区及周边地形总趋势是北西部高，南东低，西北部地势起伏较大，东南部地势平缓。在山东省地貌分区属低山丘陵区 and 堆积平原区。根据地貌成因类型和地貌特点分为微切割 - 强剥蚀丘陵区、剥蚀平原区、冲积 - 海积平原区、海积平原区、剥蚀 - 海蚀平原区五种地貌类型亚区。

4.1.2. 土地类型

根据全国第二次土壤普查结果，日照涛雒段土壤类型主要有棕壤、潮土、盐土、水稻土、风砂土 5 类。

4.1.3. 植被分布

调查区植被属于暖温带落叶阔叶林区，且植被组成上次生现象明显。植被组成上主要有以松类、麻栎混交林、矮林和阔叶杂木林构成的天然次生林植被，以黄背草、野古草、胡枝子、百里香、狗尾草、马唐草等构成的山丘稀树灌草丛类和山区农林隙地类草场植被。天然植被经过度采伐垦殖和滥牧已被人工植被所取代。据调查，日照地区现有林地面积达 227 万亩，森林覆盖率为 32.6%。

4.2. 工程地质条件

4.2.1. 工程地质环境

调查区工程地质属于坚硬块状侵入岩类工程地质区，其主要问题：地形及基岩面起伏较大、切割较深、岩体易失稳崩落、危岩易产生崩塌、沿软弱结构面易产生滑塌。

4.2.2. 区域稳定性

调查区位于苏鲁造山带(I)胶南 - 荣成隆起区(II)胶南隆起区(III)胶南凸起(V)，自早元古代后期至新生代更新世以前一直处于缓慢、稳定的上升隆起状态。该地质构造单元内构造断裂带主要为日照 - 青岛断裂，自晚更新世以来，无活动迹象。

4.2.3. 断裂构造

青岛-日照断裂：在调查区主要出露地段为炕头-大屯，平台-琅墩坡，其它地段被第四系覆盖。该断裂总体走向 40° ，断裂带内岩石破碎强烈，构造角砾岩、碎斑岩及断层泥发育，主断面镜面擦痕及阶步发育，带内局部充填有辉绿岩脉。根据断裂带内构造透视镜体长轴与主断面呈斜交现象，推断该断裂为右行压扭性，且经历多期次活动。其形成年代为中生代末期。

4.2.4. 地震烈度

地震产生的地质背景是新构造运动，强震又发生在深大断裂带上，对调查区影响较大的断裂为沂沭断裂带。调查区西距沂沭断裂带约 100 km，未发育发震断层，据地方志资料记载近 500 年以内以弱震~微震为主，没有发生过 5 级以上地震的记载，地壳稳定性较好。

4.3. 地质环境问题

4.3.1. 地面沉降

调查区主要包括砂性土、粘性土、特殊土。其中砂性土主要分布于调查区中部丘陵区，不具粘着性和塑性，但透水性极强，砂性土层是良好的含水层；粘性土主要分布在谷地及平原区，有较高的压缩性，较低的抗剪强度；特殊土主要分布于调查区东部近海洼地，大部为盐碱土、淤泥，属不稳定的不良地基，易发生不均匀沉降。

4.3.2. 海水入侵

日照国际海洋城规划范围位于涛雒镇沿海地段的区域，该区目前海水入侵主要沿巨峰河(在沿海则分为川子河、竹子河)两岸推进。根据山东省日照市地质环境监测站多年监测资料分析，海水入侵范围在该段主要为川子、涛雒、小刘庄、候家村、竹子河崖、庄家村、沙岭、东湖、韩家营子、东潘家村一带。通过视电阻率测深联合断面图可以看出，离海岸线大于 1 km 的陆地地段，海水沿第四系和基岩风化程度较高的地段入侵(图中红色曲线表示海水入侵在垂向上的厚度)。利用现有测深资料，结合前人工作成果，分析认为调查区地表-地下 4 m 海水入侵面积较大，4 m 以下入侵面积减小，在-30 m 时海水入侵只在海岸线附近，侵入内陆仅 1 km，说明海水入侵与浅层地下淡水的过度开采有关。

4.3.3. 地质灾害

日照国际海洋城在临海生活带区南部，断续分布一层淤泥质黑色粘土，厚度 4~6 m，工程地质条件差，易发生地面变形。

4.3.4. 地下水质量

根据含水层岩性及地下水类型将调查区划分为松散岩类孔隙水及基岩裂隙水两种类型，其水化学类型分为 6 类，以重碳酸-氯化物型水(氯化物-重碳酸型水)、氯化物型水为主，其次还有重碳酸-氯化物-碳酸型水、氯化物-硫酸根型水、硫酸根型水。

4.3.5. 土壤污染

本文调查共取土壤样 112 件，依据 GB15618-1995《土壤环境质量标准》进行评价。从典型污染物质的空间分布特征看砷污染高值区分布在调查区的中西部及北部；镉污染高值区位于调查区的中西部；铬污染高值区位于调查区的西南和北部；汞污染有明显的分布中心，位于调查区的西北和东北部；铅的污染最为集中，中心在调查区中部；锌污染具有多个分布中心的特征，中心较为分散，存在于调查区的北部、西部、东部、东北部和中部的部分区域。综上所述，日照涛雒国际海洋城目前总体土壤环境质量优良，说明目前开发保护不错，但应继续加大保护力度，尤其加强重金属的点状污染防治。

4.4. 地质资源

4.4.1. 水资源

该区属海洋性气候，温和湿润，四季较分明，冷热季和干湿季的区别较明显。多年平均气温 12.7℃，年平均相对湿度为 72%。区内多年(1974~2012 年)平均降雨量 798.2 mm，属山东省年平均降雨量较大的地区之一，其中 1974 年降雨量最大，为 1295.1 mm；2002 年降雨量最小，为 504.5 mm。年内降水量多集中在五、六、七、八、九这五个月，占全年总降雨量的 80%左右。

4.4.2. 地质旅游资源

调查区内景观丰富多样，分布有刘家湾赶海园、丁肇中故居、磴山风景区等。其中，日照刘家湾赶海园以赶海系列活动为主，集旅游、休闲、度假、民俗、健身于一体的 4A 级综合旅游园，被誉为“亚洲最大金沙滩、中国第一赶海园”。

4.4.3. 矿产资源

在日照国际海洋城范围内已发现的矿产有：金、铜、铁、锆石岩、建筑石材，如图 3 所示。

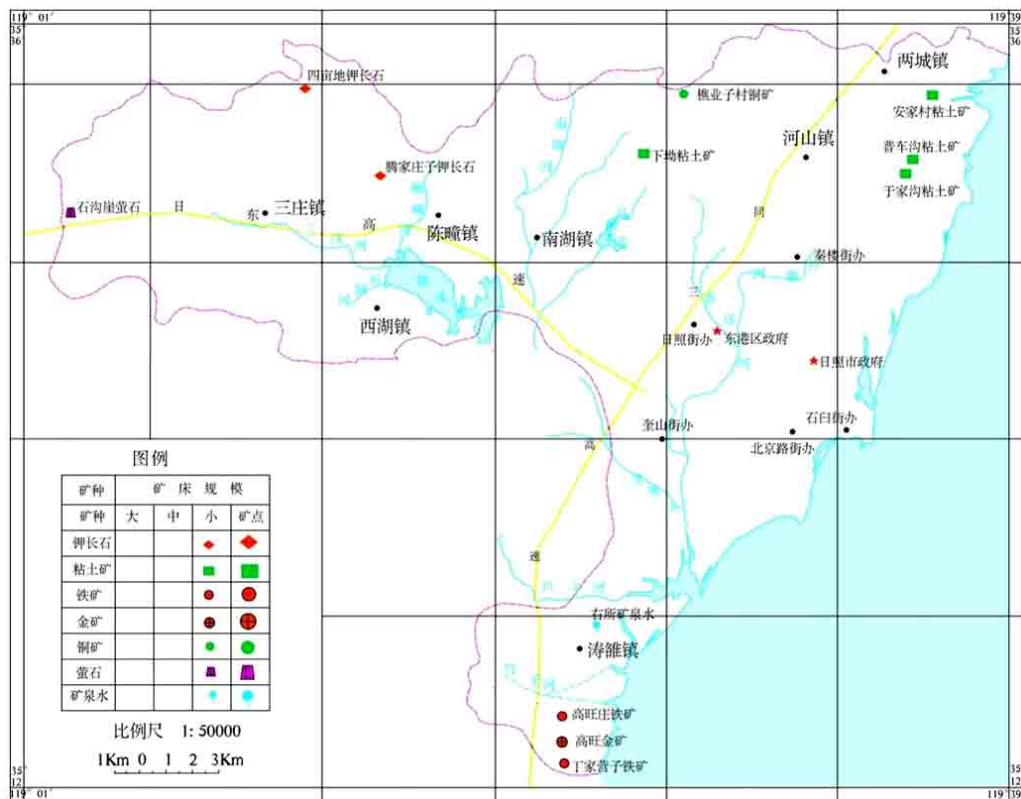


Figure 3. Distribution map of main mining sites in the survey area
图 3. 调查区主要矿点分布图

5. 综合评价因子量化处理

5.1. 评价因子的量化与评价

根据国际海洋城规划区地质环境特点，将国际海洋城规划区的地质环境质量二级评价因子分为 4 级，即优、良、一般、较差(表 1)。

Table 1. Grading criteria of secondary evaluation factors for geological environment quality of Haiyang City
表 1. 海洋城地质环境质量二级评价因子分级标准

一级评价因子	二级评价因子	评价指标量化分级界限			
		评价指标量化分级取值			
		优(I)	良好(II)	一般(III)	较差(IV)
		1	4	7	10
地质环境条件(A)	地形地貌(A1)	平原	丘陵	低山	高山
	土地类型(A2)	林地	农业用地	居住用地	工业用地
	植被分布(A3)	茂密	较茂密	较稀疏	稀疏
	工程地质环境(B1)	稳定	基本稳定	较不稳定	不稳定
工程地质条件(B)	区域稳定性(B2)	稳定	基本稳定	较不稳定	不稳定
	断裂构造(B3)	不发育	较不发育	较发育	发育
	地震烈度(B4)	≤III	III~V	VI~VII	≥VII
	地面变形(C1)		无	轻微	严重
地质环境问题(C)	海水入侵(C2)		无	轻微	严重
	地质灾害(C3)		不发育	较发育	发育
	土壤污染(C4)		无	轻微	严重
	地下水质量(C5)	良好	一般	较差	极差
地质资源(D)	水资源(D1)	丰富	中等	较少	无
	地质旅游资源(D2)	丰富	中等	较少	无
	矿产资源(D3)	丰富	中等	较少	无

5.2. 评价因子重要度的比较与权重值的分配

在确定参与评价的判断地质环境因子之后应该按照以下步骤确定因子的权重值。1) 请选定专家组成员参照层次分析法判断矩阵标度及其含义表进行因子重要度的比较，并确定判断矩阵同时对判断矩阵进行一致性检验。2) 综合各位专家给出的判断矩阵，构造新的判断矩阵并再次移交给专家进行审查、判断。3) 对专家对提出异议的综合构造判断矩阵进行修改，重新提交给专家审核直至通过为止。日照国际海洋城生态地质环境质量评价经过讨论确定参与评价的地质环境因子的标度值，如表 2~7 所示。

Table 2. Scaling of judgment matrix and its meaning table
表 2. 判断矩阵标度及其含义表

标度值	含义
1	因素 x_i 与 x_j 同样重要
3	因素 x_i 比 x_j 稍微重要
5	因素 x_i 比 x_j 明显重要
7	因素 x_i 比 x_j 强烈重要
9	因素 x_i 比 x_j 极端重要
2、4、6、8	2, 4, 6, 8 分别表示相邻判断 1~3, 3~5, 5~7, 7~9 的中值
倒数	因素 x_i 与 x_j 的重要性比较得到判断矩阵 x_{ij} , 则因素 x_j 与 x_i 的重要性相比的判断矩阵为 $x_{ji} = 1/x_{ij}$

Table 3. Scaling table of first-level evaluation factors**表 3.** 一级评价因子标度值表

标度值	基础地质条件	工程地质条件	地质环境问题	地质资源
基础地质条件(A)	1	1/3	1/5	1
工程地质条件(B)	3	1	1/3	3
地质环境问题(C)	5	3	1	5
地质资源(D)	1	1/3	1/5	1

Table 4. Scaling table of secondary evaluation factors of basic geological environment**表 4.** 基础地质环境二级评价因子标度值表

标度值	地形地貌(A1)	土地类型(A2)	植被分布(A3)
地形地貌(A1)	1	3	5
土地类型(A2)	1/3	1	2
植被分布(A3)	1/5	1/2	1

Table 5. Scaling table of secondary evaluation factor for engineering geological conditions**表 5.** 工程地质条件二级评价因子标度值表

标度值	工程地质环境(B1)	区域稳定性(B2)	断裂构造(B3)	地震烈度(B4)
工程地质环境(B1)	1	1/3	1/5	1/5
区域稳定性(B2)	3	1	1/2	1/2
断裂构造(B3)	5	2	1	1
地震烈度(B4)	5	2	1	1

Table 6. Scaling table of secondary evaluation factors for geological environmental problems**表 6.** 地质环境问题二级评价因子标度值表

标度值	地面变形(C1)	海水入侵(C2)	地质灾害 (C3)	地下水污染(C4)	土壤污染(C5)
地面变形(C1)	1	1	1/7	1/5	1/3
海水入侵(C2)	1	1	1/7	1/5	1/3
地质灾害 (C3)	7	7	1	3	5
地下水质量(C4)	5	5	1/3	1	2
土壤污染(C5)	3	3	1/5	1/2	1

Table 7. Scaling table of secondary evaluation factors for geological resources**表 7.** 地质资源二级评价因子标度值表

标度值	水资源(D1)	地质旅游资源(D2)	矿产资源(D3)
水资源(D1)	1	5	3
地质旅游资源(D2)	1/5	1	1/3
矿产资源(D3)	1/3	3	1

根据最终确定的判断矩阵应用线性代数知识以及 MATLAB 软件求解, 得到矩阵的特征向量即为相应因子的重要性排序。经过归一化处理后, 即可得到各个因子的权值。以一级评价因子权重值计算为例, 其线性代数对矩阵的求解原理如下:

一级评价因子判断矩阵:

$$X = \begin{vmatrix} 1 & 1/3 & 1/5 & 1 \\ 3 & 1 & 1/3 & 3 \\ 5 & 3 & 1 & 5 \\ 1 & 1/3 & 1/5 & 1 \end{vmatrix}$$

按列归一化后为:

$$X = \begin{vmatrix} 1/10 & 1/14 & 1/26 & 1/10 \\ 3/10 & 3/14 & 5/26 & 3/10 \\ 5/10 & 9/14 & 15/26 & 5/10 \\ 1/10 & 1/14 & 3/26 & 1/10 \end{vmatrix}$$

按行求和并归一化后得: $W = (0.097, 0.250, 0.556, 0.097)^T$, 式中各数值即为各评价因子的重要度。

MATLAB 软件计算最大特征根: $\lambda_{\max} = 4.0435$ 。

进行一致性检验: $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) = 0.0145 < 0.1$, $CR = CI/RI = 0.0163 < 0.1$, 满足一致性要求。

一般认为 $CI < 0.1$, $CR < 0.1$ 时, 判断矩阵的一致性可以接受, 否则重新两两进行比较。 RI 值, 查同阶平均随机一致性指针(表 8 所示)。

Table 8. Average random consistency pointer

表 8. 平均随机一致性指针

矩阵阶数(n)	3	4	5	6	8	9
平均随机一致性检验指标值(RI)	0.58	0.89	1.12	1.26	1.41	1.46

同理可得剩余判断矩阵的特征根, 特征向量, 一致性检验:

判断矩阵 A-A_i: $W = (0.648, 0.023, 0.122)^T$, $\lambda_{\max} = 3.0037$, $CI = 0.00185$, $CR = 0.0032$;

判断矩阵 B-B_i: $W = (0.071, 0.195, 0.367, 0.367)^T$, $\lambda_{\max} = 4.0042$, $CI = 0.0014$, $CR = 0.0016$;

判断矩阵 C-C_i: $W = (0.067, 0.067, 0.499, 0.235, 0.131)^T$, $\lambda_{\max} = 5.098$, $CI = 0.0245$, $CR = 0.0218$;

判断矩阵 D-D_i: $W = (0.611, 0.113, 0.276)^T$, $\lambda_{\max} = 3.0385$, $CI = 0.0179$, $CR = 0.0308$;

二级评价因子的权重 = 一级评价因子的重要度 × 二级评价因子的重要度, 最终确定确定评价因子权重值见表 9。

Table 9. List of weights of evaluation factors

表 9. 评价因子权重一览表

评价因子	权重值	备注
A	0.097	
B	0.250	一级评价因子
C	0.556	
D	0.097	
A1	0.063	
A2	0.012	基础地质环境二级评价因子
A3	0.022	

Continued

B1	0.017	
B2	0.049	
B3	0.092	工程地质条件二级评价因子
B4	0.092	
C1	0.067	
C2	0.072	
C3	0.277	地质环境问题二级评价因子
C4	0.067	
C5	0.073	
D1	0.059	
D2	0.011	地质资源二级评价因子
D3	0.027	

6. 调查区综合评价结果

以研究区域为基础，均匀划分评价单元格，单元格精度为 0.5 km × 0.5 km，共划分评价单元格 698 个，在每个单元格内开展生态地质环境质量评价，如图 4 所示。

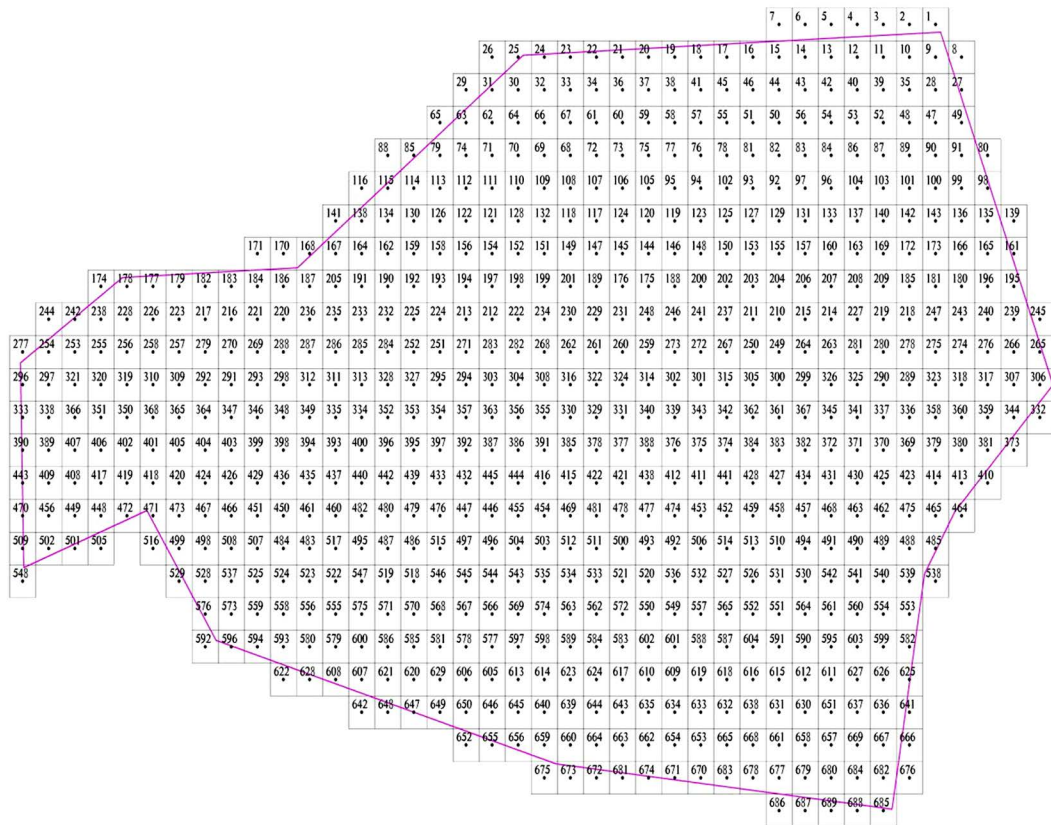


Figure 4. Cell division chart of investigation area
图 4. 调查区单元格划分图

评价程序主要可以分为4步:

1) 应用 MAPGIS [11] [12]对空间属性的读取功能以及专家根据实际情况赋值, 对各个评价单元格的各因子评价结果进行提取。

2) 将提取的因子评价结果进行整理, 得到各个评价单元格内的生态地质环境质量值 L, 其分级标准如表 10 所示。

Table 10. Grading criteria for geological environmental quality assessment
表 10. 地质环境质量评价分级标准

质量分级标准	$10 \geq L > 7$	$7 \geq L > 4$	$4 \geq L > 2$	$L \leq 2$
分区划分	较差	一般	良好	优

3) 以各个单元格的生态地质环境质量评价结果为背景值, 运用 GIS 软件[13] [14]生成等值线图, 对部分与实际情况不相符的地区进行修正。

4) 根据等值线图对生态地质环境质量进行分区, 如图 5 所示, 分区标准与评价因子分级标准保持一致。

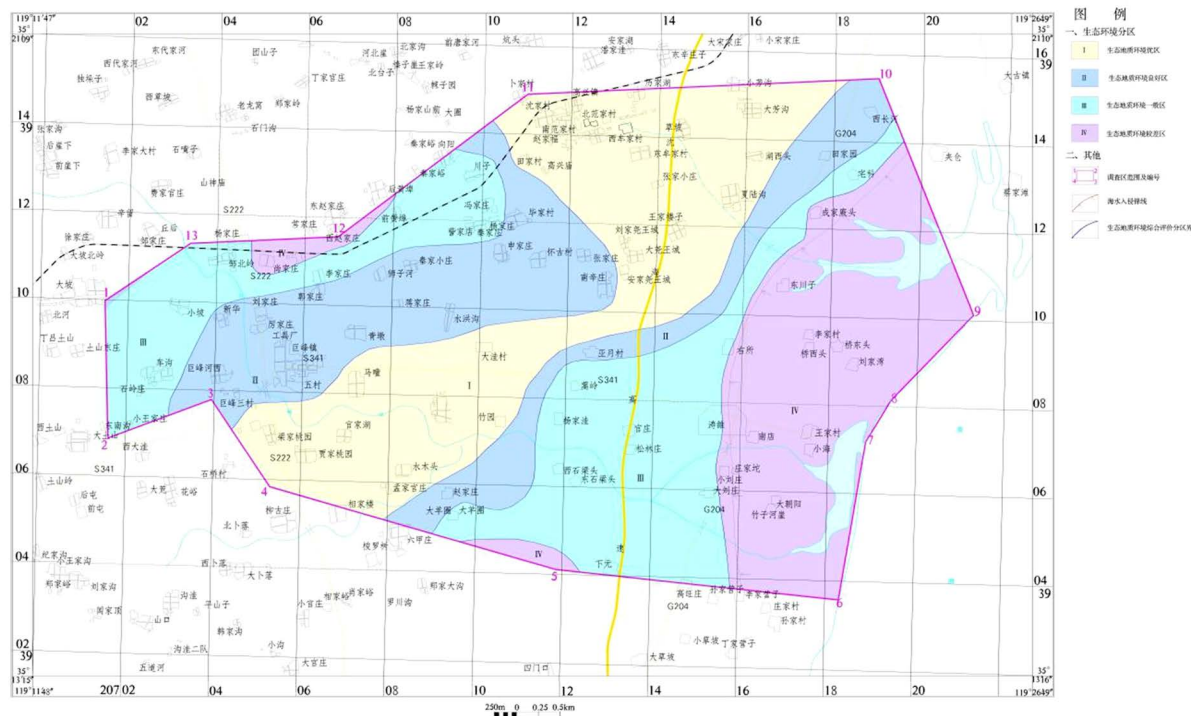


Figure 5. Zoning map of eco-geological environment quality of Rizhao International Ocean City

图 5. 日照国际海洋城生态地质环境质量分区图

图 5 中: 生态地质环境质量优区(I)主要分布在调查区中部及北部的相家楼 - 大洼, 张家小庄 - 夏陆沟一带, 面积约 35 km², 地貌类型在北部以丘陵为主, 中部则为平原。植被覆盖率较高, 地下水质量好, 地质灾害不发育, 为生态地质环境质量的优区。

生态地质环境质量良好区(II)主要分布在调查区西部的巨峰 - 青墩, 中部的亚月 - 田家园一带, 面积约 35 km², 地貌类型在西部以丘陵为主, 中部则为平原。植被覆盖率较高, 地下水质量较好, 地质灾害不发育, 为生态地质环境质量的良好区。

生态地质环境质量一般区(III)主要分布在调查区西部的车沟 - 小坡一带, 面积约 10 km², 地貌类型以平原为主。植被覆盖率中等, 地下水质量一般, 地质灾害不发育, 为生态地质环境质量的一般区。

生态地质环境质量较差区(IV)主要分布在调查区东部的沿海地区, 另外西部的西赵家庄村西北、南部的下元村西南也有零星分布, 面积约 70 km², 地貌类型在东部为平原。植被覆盖率较低, 沿海地区地下水质量较差, 东赵家庄西北及下元村西南一带为地质灾害较发育地区, 为生态地质环境质量的较差区。

7. 结论

为对调查区域日照国际海洋城生态的地质环境进行综合评价, 本文基于专家 - 层次分析定权法研究调查区域内的基础地质条件、工程地质条件、地质环境问题、地质资源等生态地质环境信息, 选取地形地貌、土地类型、植被分布、工程地质环境、区域稳定性、断裂构造、地震烈度、地面沉降、海水入侵、地质灾害、地下水质量、土壤污染、水资源、地质旅游资源、矿产资源等 15 个指标进行定量计算评价。本文首先在概要性介绍对调查区域专家 - 层次分析定权法步骤的基础上, 通过收集资料及户外测量, 对调查区域内的 15 个指标进行分析; 进而, 通过对调查区域内的 15 个指标的分析, 量化综合评价因子; 最终, 通过评价因子的数据, 拟合得出调查区域存在:

1) 生态地质环境质量优区(I)主要分布在调查区中部及北部的相家楼 - 大洼, 张家小庄 - 夏陆沟一带, 面积约 35 km²;

2) 生态地质环境质量良好区(II)主要分布在调查区西部的巨峰 - 青墩, 中部的亚月 - 田家园一带, 面积约 35 km²;

3) 生态地质环境质量一般区(III)主要分布在调查区西部的车沟 - 小坡一带, 面积约 10 km²;

4) 生态地质环境质量较差区(IV)主要分布在调查区东部的沿海地区, 另外西部的西赵家庄村西北、南部的下元村西南也有零星分布, 面积约 70 km²。

本文对日照国际海洋城生态地质环境的综合评价, 为其建设发展提供了科学性的、数值化的依据, 具有一定的应用价值。

参考文献

- [1] <http://www.chinanews.com/gn/z/2019quanguolianghui>
- [2] 许卉. 黄河三角洲北海新区生态地质环境综合评价研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国矿业大学, 2014.
- [3] 王永. 天津市宁河县地质环境承载力评价及发展对策[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国矿业大学, 2018.
- [4] 陈朝亮, 林玲, 李强, 等. 内江市生态地质环境质量综合评价[J]. 西南科技大学学报, 2019, 34(1): 23-28.
- [5] 李史干, 陈浩, 周慧杰, 等. 基于定量遥感的赣州市中心城区生态地质环境监测与评价[J]. 大众科技, 2017, 19(6): 26-29.
- [6] 姚磊. 龙门山断裂带彭州段生态地质环境调查与地质灾害危险性评估[D]: [硕士学位论文]. 绵阳: 绵阳师范学院, 2016.
- [7] 贾三满, 杜丽娜, 冯辉, 等. 北京大清河流域生态涵养区生态地质环境质量综合评价[J]. 城市地质, 2020, 15(2): 125-136.
- [8] 蔡鹤生, 周爱国, 唐朝晖. 地质环境质量评价中的专家——层次分析定权法[J]. 地球科学 - 中国地质大学学报, 1998, 23(3): 299-302.
- [9] 程瑶. 基于改进层次分析法的高校学生综合素质测评模型研究[D]: [硕士学位论文]. 马鞍山: 安徽工业大学, 2018.
- [10] 王欣, 赵其华, 张朝俊, 等. 基于组合权重的金阳县生态地质环境承载力评价[J]. 水利与建筑工程学报, 2019, 17(6): 29-35.
- [11] 佚名. ArcGIS 与 MapGIS 在数字矢量化中的应用比较[J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(1): 140-142.

- [12] 程婷, 刘勇, 樊文有, 等. 基于 MapGIS 的高速公路养护决策系统研究[J]. 地理空间信息, 2019, 17(3): 10+62-65.
- [13] 宋关福, 钟耳顺, 李绍俊, 等. 大数据时代的 GIS 软件技术发展[J]. 测绘地理信息, 2018(1): 1-7.
- [14] 王冰. 绘制拟占用征收林地现状图中 GIS 软件的应用[J]. 防护林科技, 2018, 176(5): 73+83.