

基于 GIS 和 AHP 的灰色评估法在工程建设适宜性评价中的应用 ——以黄山市中心城区为例

彭苗枝, 秦先燕, 何 苗

安徽省地质调查院, 安徽 合肥 230001

摘 要: 随着城市现代化进程的加快, 工程建设活动日趋频繁. 在城市规划、工程建设前进行地质条件分析、适宜性评价是十分必要的. 工程建设适宜性受多种因素影响, 各因素间相互关联但影响程度不同. 文章以黄山市中心城区为实例, 从地质环境条件角度出发, 介绍基于地理信息系统(GIS)和层次分析法(AHP)的灰色评估法在实际评价工作中的具体应用. 该方法首先选取与工程建设适宜性密切相关的影响因素作为评价因子, 在对评价单因子定性评价的基础上, 用 AHP 确定各评价单因子的权重, 最后用灰色评估法对工程建设适宜性进行综合评估. 该应用效果较好, 可在同类评价中推广.

关键词: 工程建设; 地理信息系统; 层次分析法; 灰色评估; 适宜性评价; 地质环境条件; 黄山市

APPLICATION OF GRAY EVALUATION METHOD IN ENGINEERING CONSTRUCTION SUITABILITY EVALUATION BASED ON GIS AND AHP: A Case Study of the Downtown Huangshan City

PENG Miao-zhi, QIN Xian-yan, HE Miao

Anhui Institute of Geological Survey, Hefei 230001, China

Abstract: With the acceleration of urban modernization, engineering activities are becoming increasingly frequent. It is necessary to analyze the geological conditions and evaluate suitability before urban planning and engineering construction. The suitability of engineering construction is affected by multiple interrelated factors in different degrees. Taking the downtown Huangshan City for example, the paper introduces the application of GIS- and AHP-based grey evaluation method in suitability evaluation from the perspective of geoenvironment. The method first selects the influencing factors closely related to the suitability as evaluation factors, then determines the weight by AHP on the basis of the qualitative evaluation on single factor, and finally evaluates the suitability comprehensively with the grey evaluation method. The effect proves to be good, which can be extended to the same kind of evaluations.

Key words: engineering construction; GIS; AHP; gray evaluation; suitability evaluation; geoenvironment; Huangshan City

0 引言

随着社会的快速发展, 尤其是城市的现代化、都市

化进程的加快, 土地利用越来越, 工程建设活动日趋频繁^[1]. 在新城建设前对建设区进行工程建设适宜

收稿日期: 2018-02-05; 修回日期: 2018-04-11. 编辑: 张哲.

基金项目: 安徽省公益性地质调查项目“黄山市城市地质调查”(2009-18).

作者简介: 彭苗枝(1984—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事水文地质工程地质调查和研究工作, 通信地址 安徽省合肥市宁国路 19 号, E-mail//kanyim@163.com

性评价是非常必要的.通过对建设场地的地质条件和地质环境科学地分析研究,对建设场地合理地评价,才能够达到合理地规划、开发利用的目的,能够在保护地质环境的同时更好地规划人类工程、经济活动,能够最大限度地控制人类的各项活动对地质环境的影响,使之更适宜于人类的生产和生活^[2-4].

国内外针对建设场地的工程建设适宜性问题,经历了从定性到半定量的一个过程,评价方法主要有:多因子加权指数法和法、模糊综合评价法、系统聚类分析法^[5-7].为了评价结果更加客观,目前,层次分析法(AHP)也被频繁地用来确定评价因子的权重.

本次使用的基于GIS和AHP的灰色评估法集合了GIS系统强大的单元格剖分、数据管理、分析、可视化功能^[8]和AHP确定权重更加准确客观的双重优点,将灰色评估法引入评价分区过程,把模糊的边界半定量化,减少了人为因素的参与,评价结果更加科学客观、准确.该方法在几个城市地质调查项目中应用效果较好,在工程地质建设适宜性评价及其他方面的评价中值得推广.

1 基于GIS和AHP的灰色评估法步骤

本次基于GIS和AHP灰色评估法,是在对影响工程建设的单因素质量优劣等级评估的基础上,运用层次分析法确定各单因素的权重,最后用灰色评估法对工作区的工程建设适宜性进行综合评价.该方法在实际操作中的具体步骤如下:

1)确定评价因子

正确选取影响工程建设的主要因素作为评价因子.

2)建立评价标准

对各评价因子进行定性评价,将GIS格网(GRID)作为基本评价单元,对其评价结果进行剖分,然后再由专家对剖分后的每个格网按统一的标准进行打分,确定各个参评因子的分值.

3)用层次分析法确定权重

采用层次分析法确定权重,根据两两比对方法,建立判断矩阵^[9],确定参评因子的权重.

4)工程建设适宜性灰色综合评估

根据每个格网内各评价因子的实际分值和相应权

重,按(1)式^[10]进行灰色评估,得出每个格网的综合评估值.依据该评估值,对综合评价结果划分等级.

$$I = \sum_{i=1}^n \alpha_i W_i \quad (1)$$

式中: I —综合评估值; α_i —第 i 因素权重; w_i —第 i 因素的评分.

2 实例分析

下面以黄山市中心城区工程建设适宜性评价为例,介绍该方法的具体应用.本次评价区范围为黄山市2009年城市规划中心城区范围,包括屯溪城区、新城区、岩寺城区,经度 $118^{\circ}13'14''E$ — $118^{\circ}24'50''E$ 、纬度 $29^{\circ}40'39''N$ — $29^{\circ}52'46''N$,面积 145 km^2 .评价深度为地表以下 $0\sim 40 \text{ m}$ 深度范围内.

1)确定评价因子

区内发育新元古界千枚状粉砂岩、千枚岩,古生界页岩,中生界砂岩、泥岩、页岩,中性火山碎屑熔岩、基性玄武岩、燕山期侵入岩,第四系砂土、砂砾石层、黏土.第四系松散层厚度不超过 9 m .区内大的断裂不甚发育,浅层地下水水量总体贫乏—极贫乏,地下水腐蚀性微小.地壳稳定性及水文地质均适宜于开展工程建设.

参照《城乡规划工程地质勘察规范》^[11],结合黄山市中心城区地质背景,选取场地的地形地貌、地质灾害、水文条件、工程地质作为此次工程建设适宜性评价的评价因子.

2)建立评价标准

对区内地形地貌条件、水文条件、工程地质条件及地质灾害进行单因子工程建设适宜性评价.根据 $1:50\,000$ 成图比例尺精度,在黄山市中心城区建立了 710 个 $500 \text{ m} \times 500 \text{ m}$ 的单元格(图1)(由于工作区范围不规则,边界不足 $500 \text{ m} \times 500 \text{ m}$ 的格网也算一个单元格).用该单元格对地形地貌条件、地质灾害、水文条件、工程地质条件及评价图件进行剖分,然后再由专家对剖分后的每个格网按照表1进行打分(4分制),分值越大表示工程建设适宜性越好.根据分值对城区工程建设进行适宜性分区(表2).

表 1 黄山市中心城区工程建设适宜性评价因子及评分标准

Table 1 Suitability evaluation factors and scoring criteria for engineering construction in the downtown Huangshan City

评价因子	分值			
	$0 < w_i \leq 1.00$	$1.00 < w_i \leq 2.00$	$2.00 < w_i \leq 3.00$	$3.00 < w_i \leq 4.00$
地形地貌(w_1)	地面坡度 $\geq 50^\circ$	$25^\circ \leq$ 地面坡度 $< 50^\circ$	$10^\circ <$ 地面坡度 $< 25^\circ$	地面坡度 $\leq 10^\circ$
地质灾害(w_2)	高易发区	中易发区	低易发区	不易发区
水文条件(w_3)	设防标高-地面标高 ≥ 1 m	0.5 m \leq 设防标高-地面标高 < 1 m	设防标高-地面标高 < 0.5 m	设防标高 \leq 地面标高
工程地质(w_4)	地基承载力 < 80 kPa, 桩端持力层埋深 > 50 m	地基承载力 $80\sim 150$ kPa, 30 m $<$ 桩端持力层埋深 ≤ 50 m	地基承载力 $150\sim 200$ kPa, 5 m $<$ 桩端持力层埋深 ≤ 30 m	地基承载力 ≥ 200 kPa, 桩端持力层埋深 < 5 m

表 3 评价因子判断矩阵及权重

Table 3 Judgment matrix and weight of evaluation factors

	W_1	W_2	W_3	W_4	V	指标值
W_1	1	1.5	2	1/1.2	0.3032	$\lambda_{\max}=4.0205$
W_2	1/1.5	1	1.5	1/1.5	0.2179	CI=0.0068
W_3	1/1.5	1/2	1	1/1.6	0.1638	RI=0.9
W_4	1.2	1.5	1.6	1	0.3151	CR=0.0076

根据表 3, 指标值 $CI=0.0068$, $RI=0.9$, $CR=0.0076 < 0.1$, 满足一致性检验, 即比较判断矩阵取值合理, 由此计算得出的权向量 $V=(0.3032, 0.2179, 0.1638, 0.3151)$ 即为参评因子的权重。

4) 工程建设适宜性灰色综合评估

根据每个格网内各评价因子的实际分值(图 2)和相应权重, 按(1)式进行灰色评估, 得出每个格网的综合评估值。依据该评估值, 按照表 2 得出工程建设适宜性分区图(图 3)。

工程建设适宜性可分为适宜区、较适宜区、适宜性一般区、适宜性差区。适宜区主要分布于新安江、横江、率水、丰乐河等河流及其支流两侧的一级阶地、二级阶地经开区等地。较适宜区主要分布于新安江、横江、率水、丰乐河等河流两侧河漫滩, 开展工程建设需注意洪水因素。适宜性差区分布于低丘, 地形坡度多呈 $20\sim 25^\circ$ 。适宜性差区分布于中高丘, 地形坡度大, 不适宜于大面积开展工程建设, 适宜于建设城市野外探险, 森林公园等休闲场所。

3 结论

本研究把基于 GIS 和 AHP 的灰色评估法应用到工程建设适宜性评价中, 利用 GIS 系统强大的单元格

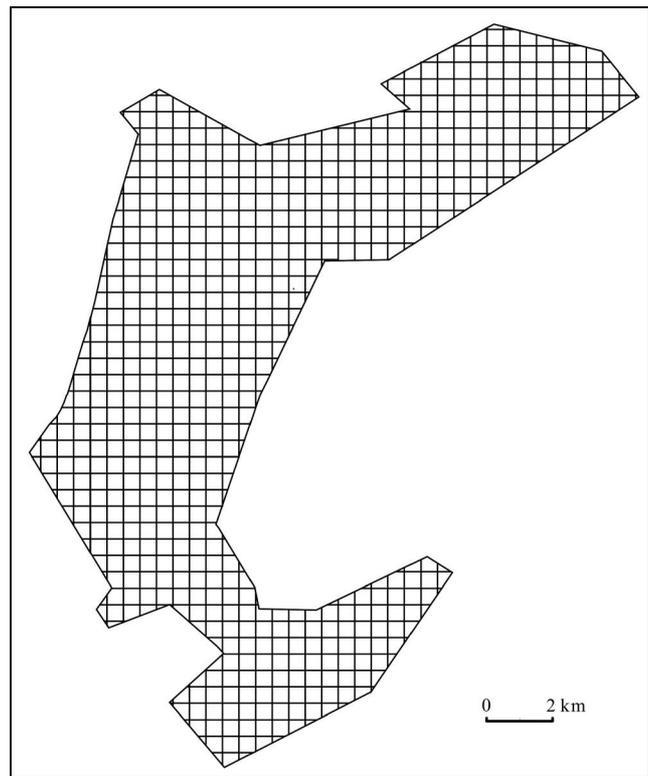


图 1 研究区评价单元格划分

Fig. 1 Evaluation cell division of the study area

表 2 黄山市中心城区工程建设适宜性分区划分

Table 2 Suitability division of engineering construction in the downtown Huangshan City

质量等级	适宜区	较适宜区	适宜性一般区	适宜性差区
评估值	[1.00, 1.50]	[1.50, 2.50]	[2.50, 3.50]	[3.50, 4.00]

3) 用层次分析法确定权重

根据两两比对方法, 建立判断矩阵, 确定参评因子的权重(表 3)。

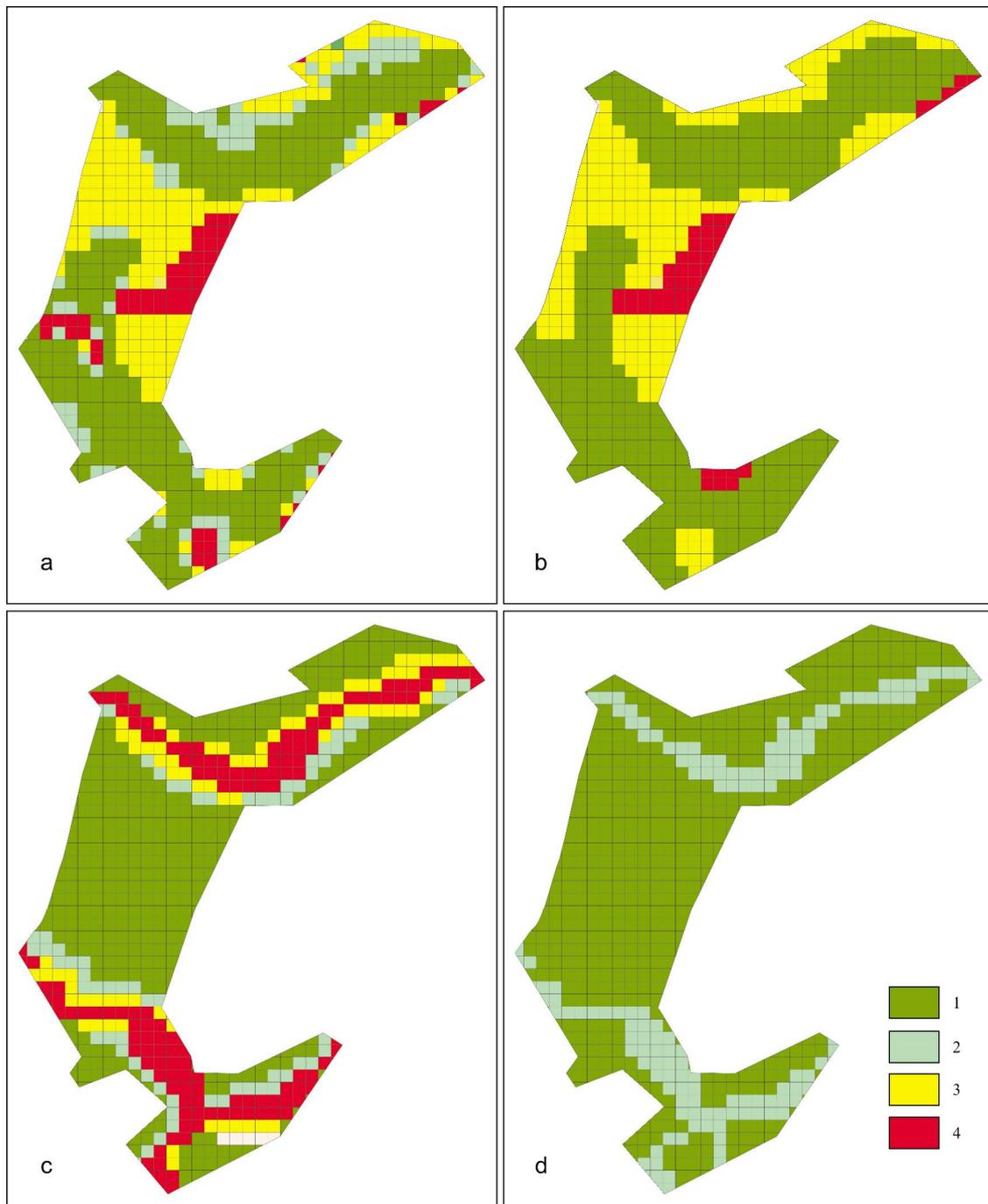


图2 评价因子分值

Fig. 2 Scores of evaluation factors

a—地形地貌分值(scores for landform); b—地质灾害分值(scores for geological disaster); c—水文条件分值(scores for hydrogeological condition); d—工程地质分值(scores for engineering geology); 1— $3.00 < w_i \leq 4.00$; 2— $2.00 < w_i \leq 3.00$; 3— $1.00 < w_i \leq 2.00$; 4— $0 < w_i \leq 1.00$

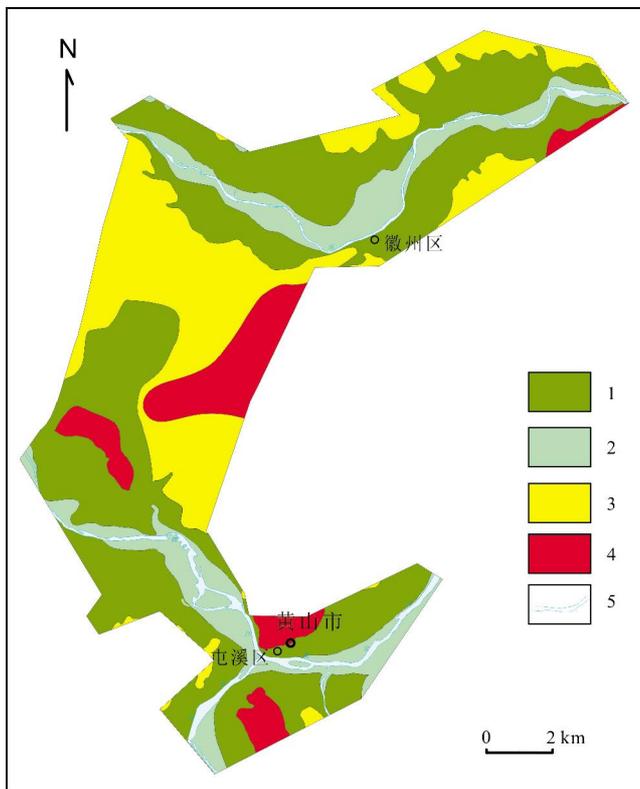


图 3 工程建设适宜性分区

Fig. 3 Suitability division of engineering construction

1—适宜区(suitable area); 2—较适宜区(sub-suitable area); 3—适宜性一般区(moderate-suitability area); 4—适宜性差区(poor-suitability area); 5—河流(river)

剖分与数据管理分析及可视化功能,通过 AHP 确定权重更加准确客观,应用灰色关联分析方法对受多种因素影响的事物从整体观念出发进行综合评价.以黄山市中心城区为例,介绍了该方法的具体步骤,获得了黄

山市中心城区工程建设适宜性分区图,与定性认识基本吻合,取得了较好的效果,为黄山市城市规划与工程建设提供了可靠的地质数据.该方法在其他几个城市地质调查项目工程地质建设适宜性评价中应用效果较好,值得推广.

参考文献:

- [1]程惠红.曹妃甸滨海新区工程建设适宜性评价[D].北京:中国地质大学,2009.
- [2]张堃.基于 GIS 的山地城镇工程建设场地适宜性评价系统设计与开发研究[D].重庆:重庆大学,2016.
- [3]陈柳柳,李振团,张位华.贵安新区省直管区规划勘察工程建设适宜性评价[J].黑龙江交通科技,2015(6):155-158.
- [4]杨晓龙.田市镇及周边地区工程地质环境质量评价与工程建设适宜性分析[D].西安:长安大学,2016.
- [5]唐辉明.地质环境与城市发展研究综述[J].工程地质学报,2006,14(6):729-732.
- [6]张丽君.国际城市地质工作的主要态势[J].国土资源情报,2001(6):1-13.
- [7]田婧,韩秀丽.工程地质环境评价方法[J].河北理工学报,2007,29(1):125-128.
- [8]孙建筑.基于 GIS 的石家庄市建设用地适宜性评价[D].天津:河北工业大学,2013.
- [9]赵焕臣,许树柏,和金生.层次分析法——一种简易的新决策方法[M].北京:科学出版社,1986:103-121.
- [10]王辉,祝文君.基于 GIS 的城市地下空间资源调查评估[J].地下空间与工程学报,2006,2(8):1308-1312.
- [11]CJJ57-2012,城乡规划工程地质勘察规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.