

DOI:10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.2017.01.22

避让地质灾害隐患的搬迁补助方案优化

唐 洋,李 鹏,余红卫,赖建桥,吴 洪,高小明
(四川乐山市国土资源局,四川 乐山 614000)

摘要: 地质灾害避险搬迁补助包括对地质灾害隐患监测人的补助和对选择避险搬迁的受威胁者的搬迁补助。为提高受威胁者搬迁积极性,提出新的地质灾害避险搬迁补助方案,在不扩大预期财政总支出的前提下调整了避险搬迁相关资金的分配方式,使及早选择地质灾害搬迁的受地质灾害威胁者享受的补助相对提高。采用改进的层次分析法和逼近理想解排序法综合评价体系对新方案和现行方案进行了比较,结果显示新方案在提升受威胁者搬迁的积极性和搬迁的紧迫感方面较现行方案更有效。

关键词: 地质灾害;搬迁;资金分配;层次分析法;逼近理想解排序法

中图分类号: P642

文献标识码: A

文章编号: 1003-8035(2017)01-0141-05

Optimization for relocation allowance scheme of avoiding potential geological disaster

TANG Yang, LI Peng, YU Hongwei, LAI Jianqiao, WU Hong, GAO Xiaoming
(The Bureau of Land Resources Leshan, Leshan, Sichuan 614000, China)

Abstract: Allowance scheme of avoiding risk and relocation included the part for monitors and the other part for people who had been threatened by geological disaster and choose avoiding risk and relocation. New allowance scheme of avoiding risk and relocation was proposed to improve relocated enthusiasm of people who had been threatened by geological disaster. On the premise of no prospective expanding fiscal expenditure, the new allocation scheme of related avoiding risk and relocation allowance was adjusted to improve subsidy for people who threatened by geological disaster and choose avoiding risk and relocation in time. Afterwards, the improved AHP-TOPSIS comprehensive evaluation model was used to compare the current scheme and the new scheme, and the results showed that the new scheme was more effective than the other one on improving enthusiasm and urgency of relocation.

Keywords: geological disaster; relocation; allowance allocation; analytic hierarchy process (AHP); technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS)

0 引言

地质灾害防灾减灾形势严峻,近年来,地质灾害频繁发生,造成不少人员死亡失踪,直接经济损失数额巨大^[1-2]。面对严峻的地质灾害防治形势,国家进一步加强了地质灾害应急防治工作,加强对地质灾害隐患进行巡查、排查,对甄别出的地质灾害隐患点采取监测

预警、尽可能治理、针对险情应急避险、鼓励并提供资金对受地质灾害隐患威胁者实施避险搬迁^[3-4]。而永久性解决地质灾害隐患的办法就两个,一是工程治理,另一个是采取避险搬迁;前者是消除了威胁源头,后者是移走了威胁对象。然而地质灾害防治工作中,很多地质灾害隐患治理的难度及经费都是偏大的,实施难度大,因而最经济有效和彻底的地质灾害防治办法是

收稿日期:2016-06-13;修订日期:2016-08-01

第一作者:唐 洋(1988-),男,硕士,研究方向为地质灾害防治、矿山安全技术。E-mail:947643289@qq.com

对受地质灾害威胁者实施避险搬迁。目前涉及地质灾害防治技术的研究很多^[5-10],而针对提升受地质灾害威胁者搬迁积极性的研究不多。本文拟研究新的地质灾害避险搬迁相关资金发放方案以提升受地质灾害威胁者的搬迁积极性,进而降低地质灾害对生命财产的威胁。

地质灾害避险搬迁,即将受地质灾害威胁者搬迁到没有地质灾害隐患威胁的地方重新安家、生活。为了鼓励受地质灾害威胁者选择地质灾害避险搬迁,政府为地质灾害搬迁者以户为单位提供搬迁补助。以乐山市市中区为例,其地质灾害避险搬迁方案是:2015 年对于受地质灾害隐患威胁居民,提供 2.5 万元/户的搬迁补助帮助其搬迁;在受威胁户搬迁完毕之前,在该隐患点配备监测人,对监测人提供 0.3 万元/年的监测补助。地质灾害常出现在偏远地区,这些地区有的受威胁者经济条件并不宽裕,搬迁虽能永久性的给他们带来安全,但搬迁补助并不是太高,他们虽然想搬,但资金不够;也有部分受威胁人员家境小康,但嫌搬迁补助太少,又怀着地质灾害隐患暂时不会出现险情的侥幸心理,观望等待政府提高搬迁补助;还有的受威胁人员和监测人关系亲密而达成某种默契,坚持不搬迁,与监测人共享监测补助。研究更能激励受地质灾害威胁户搬迁积极性的补助方案极为迫切。

拟提出的新的地质灾害搬迁相关补助发放方案旨在增加地质灾害避险搬迁相关补助预期总投入资金的前提下,调整地质灾害监测人补助和受威胁者搬迁补助的分配方式,使监测人补助不降低且受地质灾害威胁户避险搬迁补助得以提升。以乐山市市中区的数据为例,基于改进的 AHP-TOPSIS 算法对现行的搬迁补助方案和新搬迁补助方案进行比较与优化,以得到最具吸引力的避险搬迁补助发放方案。

1 搬迁补助现行方案和新方案

地质灾害搬迁相关资金包括对搬迁前的地质灾害监测人的监测补助和搬迁后的受威胁者的搬迁补助。监测人负责地质灾害隐患监测并领取地质灾害监测补助直至该隐患所威胁的人员搬迁完毕;受地质灾害威胁者搬迁到安全地域即领取地质灾害搬迁补助。

现行方案:对受地质灾害威胁户提供 2.5 万元/户的搬迁补助及在受威胁户搬迁完毕之前每个地质灾害隐患点监测人 0.3 万元/年的监测人补助。2014 年市

中区搬迁了 94 户,但 2015 年急剧下降,只搬迁了 15 户,剩余受威胁户搬迁意愿越来越弱;这不是个别现象,整个乐山市的地质灾害搬迁工作都进展得越来越缓慢。从 2015 年开始对乐山市市中区的地质灾害搬迁相关数据进行分析,该区地质灾害隐患点 110 个,共威胁 361 户,平均每个点威胁 3.28 户人。将受威胁户全部搬迁则共需投入地质灾害搬迁补助资金 902.5 万元。乐观假设现行搬迁补助方案能达到每年 15 户的搬迁力度,那么将所有搬迁户搬迁完毕的时间应该约为 25 年;每年平均消除地质灾害隐患点约 4.57 个,即每年停止 4.56 个监测人的监测补助发放,那么至搬迁完成总投入地质灾害监测补助约为 418.8 万元。可以发现,现行搬迁补助方案在乐观的预期下,搬迁完这 361 户,消除这 110 个地质灾害隐患点需要 25 年时间,共投入搬迁和监测资金 1 320.5 万元,而监测人补助资金几乎达到了搬迁补助资金的一半,可监测人的人数还不到受威胁户数的三分之一,若受威胁户每户人数按 3 口粗略计算的话,单个监测人平均享受的补助将比单个受威胁者平均享受的补助高四倍甚至更多。

通过对现行方案的分析,发现地质灾害搬迁相关补助投入到受地质灾害威胁者一方偏少。在不增加政府对地质灾害搬迁的预期资金投入前提下,新的地质灾害搬迁相关补助发放方案旨在提升受地质灾害威胁者所享受的搬迁补助,进而提高其搬迁积极性;同时不降低监测人享受的监测补助。

新方案:将现行方案估计的地质灾害搬迁总投入资金 1 320.5 万元首先全部平分给 361 户地质灾害搬迁户作为搬迁补助,达 3.66 万元/户;而 0.3 万元/点的地质灾害监测人监测补助不变,从受威胁户的搬迁经费中逐年扣除。按市中区的数据计算每个点威胁 3.28 户人,那么每个受威胁户的地质灾害搬迁补助每年需扣除 914.6 元用于支付监测人补助,约 12 年后搬迁补助扣至现行的标准 2.5 万元/户即停止扣除,此后监测人补助由政府发放。受威胁户搬迁时享受搬迁时间点所剩余的搬迁补助经费,比如自发现并认证为隐患点起当即搬迁则可得到 3.66 万元,自发现并认证为隐患点五年后搬迁的约得到 3.20 万元。监测人在地质灾害隐患点受威胁者都搬迁后停止享受监测补助。

为更加科学的了解现行地质灾害搬迁相关补助发放方案与新的方案的特点,下面使用改进的 AHP-TOPSIS 模型对两种方案进行研究,将现行方案简称为

方案 I ,新方案简称为方案 II 。

2 改进的 AHP-TOPSIS 算法原理

2.1 方法的适用性

该算法经大量实践已证实其可靠性,对于本文所需对比的两个方案,包含精确的数值指标和需要专家判断定值的模糊指标,而改进的 AHP-TOPSIS 算法^[11-15]可以将这两类指标精确反映,进而准确对两个方案进行比较。

2.2 改进的 AHP-TOPSIS 综合评判模型

(1) 构建评价指标及一致性判断矩阵

确定指标及数值,建立初始判断矩阵,然后重构一致性判断矩阵进行评价^[11-13]。引入定义、定理及方法^[14-15]可得到各指标权重。

(2) 计算权重向量

二级指标权重归一化,得各评判指标层次总排序 h 。

(3) 建立初始决策矩阵

根据各个方案所对应的同级同类指标数据构建初始矩阵 P 。

(4) 建立标准化决策矩阵

矩阵 P ,越大越优的指标按式(1)处理,反之按式(2)处理,即得标准化决策矩阵 Q 。

$$q_{ij} = \frac{p_{ij} - \min(p_{ij})_j}{\max(p_{ij})_j - \min(p_{ij})_j} \tag{1}$$

$$q_{ij} = \frac{\max(p_{ij})_j - p_{ij}}{\max(p_{ij})_j - \min(p_{ij})_j} \tag{2}$$

(5) 构建加权标准化决策矩阵

用标准化决策矩阵 Q 和各评判指标层次总排序 h 可得出加权标准化决策矩阵 R 。

(6) 优越度计算

在建立标准化矩阵的处理方法使得在加权标准化矩阵中,同类指标必然是数值越大者越优。记最优解 R^+ 、最劣解 R^- 。 f_i^+ 和 f_j^+ 分别为评判对象与最优解解和最劣解的距离,如下式:

$$\begin{cases} f_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (r_{ij} - r_j^+)^2} \\ f_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (r_{ij} - r_j^-)^2} \end{cases} \tag{3}$$

式中: r_{ij} ——加权标准化矩阵 R 中的元素;

r_j^+ 和 r_j^- ——分别为 R^+ 和 R^- 中相应的元素。

优越度的计算公式为:

$$G_i^+ = \frac{f_i^-}{(f_i^+ + f_i^-)} \tag{4}$$

(7) 综合评价优选

各方案综合优越度 O 由各一级评判指标的权重矩阵 h_0 与各指标评判优越度构造的评价矩阵 G 确定:

$$O = h_0 \times G \tag{5}$$

3 基于改进的 AHP-TOPSIS 算法的方案比较

(1) 建综合评价指标及重构一致性判断矩阵

根据地质灾害搬迁特点,从经济和安全方面确定考察指标,安全指标根据现场问询、走访调查,结合模糊数学的语气算子进行确定。 $X_1 \sim X_6$ 依次为:最高搬迁补助,最低搬迁补助,监测人补助;搬迁积极性,搬迁紧迫性,搬迁速度。

基于比较标度表^[8](表 1),结合地质灾害避险搬迁以人为本的特点,确定一级指标间的比较判断矩阵 S_{0c} 。根据地质灾害防治专家的认识,分别确定经济和安全内部指标的比较判断矩阵 S_{1c} 和 S_{2c} :

$$S_{0c} = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} S_{1c} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 0.5 & 1 & 2 \\ 0.25 & 0.5 & 1 \end{bmatrix} S_{2c} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.5 \\ 1 & 1 & 0.5 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

按改进的 AHP 算法得重构一致性判断矩阵及各指标权重:

$$S_0 = \begin{bmatrix} 1.41 & 1 \\ 2 & 1.41 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.41 \\ 0.59 \end{bmatrix}$$
$$S_1 = \begin{bmatrix} 2.62 & 2.62 & 3 \\ 2.08 & 2.08 & 2.38 \\ 1.65 & 1.65 & 1.89 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.41 \\ 0.33 \\ 0.26 \end{bmatrix}$$
$$S_2 = \begin{bmatrix} 2.08 & 2.08 & 2.08 \\ 2.08 & 2.08 & 2.08 \\ 2.62 & 2.62 & 2.62 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.31 \\ 0.31 \\ 0.38 \end{bmatrix}$$

(2) 计算综合权重

将一级指标权重与二级指标权重相乘,再对结果归一化得各方案综合权重(表 2)。

表 1 方案综合评价指标体系

Table 1 Synthetic assessment indexes system of schemes			
一级指标		方案 I	方案 II
一级	指标		
经济	X_1 /万元	2.5	3.66
	X_2 /万元	2.5	2.5
	X_3 /万元	0.3	0.3
安全	X_4	0.65	0.85
	X_5	0.55	0.85
	X_6	0.55	0.85

表 2 指标综合权重

Table 2 Comprehensive weight of index

一级权重 二级权重	h_1	h_2	综合权重 h
h_{11}	0.41	—	0.17
h_{12}	0.33	—	0.14
h_{13}	0.26	—	0.11
h_{21}	—	0.31	0.18
h_{22}	—	0.31	0.18
h_{23}	—	0.38	0.22

(3) 建立初始决策矩阵

$$P_1 = \begin{bmatrix} 2.5 & 2.5 & 0.3 \\ 3.66 & 2.5 & 0.3 \end{bmatrix}$$

$$P_2 = \begin{bmatrix} 0.65 & 0.55 & 0.55 \\ 0.85 & 0.85 & 0.85 \end{bmatrix}$$

(4) 建立标准化决策矩阵

$$Q_1 = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Q_2 = \begin{bmatrix} q_{14} & q_{15} & q_{16} \\ q_{24} & q_{25} & q_{26} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

(5) 建立加权标准化决策矩阵

$$R_1 = \begin{bmatrix} h_{11} \cdot q_{11} & h_{12} \cdot q_{12} & h_{13} \cdot q_{13} \\ h_{11} \cdot q_{21} & h_{12} \cdot q_{22} & h_{13} \cdot q_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.14 & 0.11 \\ 0.17 & 0.14 & 0.11 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} h_{14} \cdot q_{14} & h_{15} \cdot q_{15} & h_{16} \cdot q_{16} \\ h_{14} \cdot q_{24} & h_{15} \cdot q_{25} & h_{16} \cdot q_{26} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0.18 & 0.18 & 0.22 \end{bmatrix}$$

(6) 计算评判对象优越度

最优解 R^+ 、最劣解 R^- ：

$$\begin{cases} R_1^+ = (0.17 & 0.14 & 0.11) \\ R_1^- = (0.00 & 0.00 & 0.00) \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_2^+ = (0.18 & 0.18 & 0.22) \\ R_2^- = (0.00 & 0.00 & 0.00) \end{cases}$$

经式(3)、(4)计算得经济方面各方案优越度：

$$\begin{cases} G_{11}^+ = 0.511 \\ G_{12}^- = 1.000 \end{cases} \quad \begin{cases} G_{21}^+ = 0 \\ G_{22}^+ = 1 \end{cases}$$

可以看出,不论经济层面还是安全层面,方案二都更为优越。

(7) 计算评判对象优越度

用层次分析法确定的准则层一级指标各个评判指标的权重和各指标评判优越度构造的评价矩阵按式(5)计算得方案 I、II 的综合优越度：

$$O = h \cdot G = [0.41 \quad 0.59] \cdot \begin{bmatrix} 0.511 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = [0.21 \quad 1.00]$$

4 结论

(1) 地质灾害补助资金用于补助监测人和搬迁者,新方案(方案 II)对地质灾害补助资金的分配方式进行了调整,在地质灾害补助经费总体投入大体不变的前提下,既保证了地质灾害隐患点监测人的补助不降低,又提高了积极搬迁者的搬迁补助,并且越早搬迁者得到的补助越高。大大调动了受地质灾害威胁者的搬迁积极性,更易于及早离开地质灾害隐患,大大降低地质灾害危害人民生命财产的概率。

(2) 运用数学方法分析发现,新方案在激励受地质灾害威胁人员及时搬迁方面更加有效,因为新方案对搬迁户的补助额度是随搬迁时间而变化的,且越早搬迁获得的搬迁补助越多。而现行方案对受地质灾害威胁人员的补助额度是一成不变的,在经济方面难以激励受地质灾害威胁人员及早搬迁。

(3) 值得指出,本文的新方案是结合乐山市地质灾害避险搬迁经验提出的,可供全国其他类似地区借鉴,并需要在实践中检验和不断完善。

参考文献：

- [1] 庄茂国,商冉,徐维盈. 地质灾害应急避险案例浅析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2015,26(4):94-98.
ZHUANG Maoguo, SHANG Ran, XU Weiying. Case analysis of geological disaster emergency hedge[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2015,26(4):94-98.
- [2] 孙广忠. 论地质灾害防治[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1996,7(1):1-5.
SUN Guangzhong. Discussion on geological hazard control[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 1996,7(1):1-5.
- [3] 刘传正. 论地质灾害群测群防体系[J]. 防灾减灾工程学报, 2006,26(2):175-178.
LIU Chuazheng. On the monitoring of geological disasters system[J]. Journal of Disaster prevention and Mitigation Engineering, 2006,26(2):175-178.
- [4] 凌昊平. 四川省青川县地质灾害危险性评价与防治对策研究[D]. 成都理工大学, 2008.

- LING Haoping. A research on geological disaster risk assessment and the measure of prevention in Qingchuan county of Sichuan province[D]. Chengdu University of Technology, 2008.
- [5] 向喜琼. 区域滑坡地质灾害危险性评价与风险管理[D]. 成都理工大学, 2005.
- XIANG Xiqiong. Regional landslide hazard assessment and risk management [D]. Chengdu University of Technology, 2005.
- [6] 吴亚子. 山区公路地质灾害危险性评估方法研究——以阿里地区巴尔兵站至札达公路改建工程为例[D]. 成都理工大学, 2005.
- WU Yazi. Research on risk assessment of geological hazards in the highway of mountain area—taking the rebuilding highway from No. 219 national road to Zanda in Ngari region for an example[D]. Chengdu University of Technology, 2005.
- [7] K. Terzaghi “Mechanism of land slide”, In Paige, S., Application of Geology to Engineering Practice, Gel. Soc. of America. New York, 83 – 123, 1950.
- [8] 许强, 黄润秋. 非线性科学理论在地质灾害评价预测中的应用: 地质灾害系统分析原理[J]. 山地学报, 2000, 18(3): 272 – 277.
- XU Qiang, HUANG Runqiu. Systematic analysis principles of geological hazards [J]. Journal of Mountain Science, 2000, 18(3): 272 – 277.
- [9] 郑明新, 王兰生. 分形理论在区域地质灾害预测中的应用[J]. 地质灾害与环境保护, 1998(3): 1 – 4.
- ZHENG Mingxin, WANG Lansheng. Application of fractal theory in prediction of regional geological hazards [J]. Journal of Geological Hazards and Enviroment Preservation, 1998(3): 1 – 4.
- [10] 罗红. 南山地质灾害预测及应急对策研究[D]. 重庆交通大学, 2009.
- LUO Hong. Study on assessment and emergency response measures for geological hazards in nanshan mountain[D]. Chongqing Jiaotong University, 2009.
- [11] 吴启坤. 模糊数学在采矿方法优化中的应用[J]. 工程建设, 2012, 44(1): 10 – 13.
- WU Qikun. Application of fuzzy mathematics in optimization selection of mining methods [J]. Engineering Construction, 2012, 44(1): 10 – 13.
- [12] 铁永波, 唐川. 层次分析法在单沟泥石流危险度评价中的应用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2006, 17(4): 79 – 84.
- TIE Yongbo, TANG Chuan. Application of AHP in single debris flow risk assessment[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2006, 17(4): 79 – 84.
- [13] 褚洪斌, 母海东, 王金哲. 层次分析法在太行山区地质灾害危险性分区中的应用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(3): 125 – 129.
- CHU Hongbin, MU Haidong, WANG Jinzhe. Application of analytic hierarchy process on zoning hazard degree of geologic disaster in Taihang Mountain region[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2003, 14(3): 125 – 129.
- [14] 李展, 周世国, 王克. 层次分析法的改进[J]. 郑州大学学报(理学版), 2008, 40(1): 41 – 46.
- LI Zhan, ZHOU Shiguo, WANG Ke. A method for constructing perfectly consistent judgement matrix in AHP[J]. Journal of Zhengzhou University (Nat. Sci. Ed.), 2008, 40(1): 41 – 46.
- [15] 赵国彦, 唐洋, 刘志祥, 等. 基于改进的 AHP-TOPSIS 评判模型的盛大铁矿采矿方法优选[J]. 科技导报, 2014, 32(3): 25 – 28.
- ZHAO Guoyan, TANG Yang, LIU Zhixiang, et al. Mining method optimization of Shengda iron ore based on improved AHP-TOPSIS evaluation model [J]. Science & Technology Review, 2014, 32(3): 25 – 28.