

基于突变理论的水利水电工程移民生活水平评价

刘 洁¹, 何彦锋², 杨丰顺³

(1. 成都大学 城乡建设学院, 四川 成都 6101061; 2. 中国水电顾问集团 成都勘测设计研究院, 四川 成都 610072; 3. 长江水利委员会 长江勘测规划设计研究院, 湖北 武汉 430010)

摘要:为准确评价水利水电工程移民生活水平,运用系统分析方法,构建了包括生活条件、生活质量以及生活感受 3 个子系统,共 13 个评价指标的评价体系。鉴于突变评价法具有计算简单、无需确定权重的优点,建立了基于改进突变评价法的移民生活水平评价模型,并对锦屏一级水电站项目移民生活水平的评价进行了实例分析,结果表明,该项目中移民生活水平逐年提升,安置效果良好。

关键词:水利水电工程;移民;生活水平;突变理论

中图分类号: D632.4 **文献标志码:** A

新中国成立以来,我国水利水电建设成绩斐然,修建了大量水利水电工程,发挥了巨大的经济和社会效益。移民在水利水电工程建设中蒙受巨大损失,且搬迁后生产生活水平也不能随着工程效益的递增实现帕累托改进,这对移民来说有失公平,进而也必然会影响到区域经济发展和社会安定。对于水利水电移民生活水平的评价,国外主要集中在移民经济方面。而在国内,施国庆等提出了水库移民生产生活水平对比分析法,探讨了 3 类不同问题的对比分析法^[1];曾晶建立了移民生产生活水平评价指标体系的框架,并指出了恢复与提高移民生产生活水平的途径^[2]。

基于突变理论的多准则评价方法不但能够汲取模糊综合评价法的长处^[3],而且具有计算简单、无需确定权重的优点,已经在很多领域中得到广泛应用^[4-7]。本文将应用突变理论对水利水电工程移民生活水平进行综合评价。

1 突变理论基本原理及评价方法

1.1 基本原理

突变理论(Catastrophe Theory)是法国数学家雷勒·特姆(Rene·Thom)于 20 世纪 70 年代创立的一门新的数学学科,它的基本特点是根据系统的势函数将系统的临界点分类,研究分类临界点附近非连续性态

的特征,从而归纳出若干初等突变模型,并以此为基础探索自然和社会中的突变现象^[3-4]。一般所讲的突变理论,实质上是初等突变理论。多目标决策所涉及的初等突变模型主要有 4 种,即折迭突变、尖点突变、燕尾突变以及蝴蝶突变^[7]。

1.2 基于突变理论的多准则评价方法

突变评价法(catastrophe theory evaluation method)是在突变理论的基础上发展起来的一种综合评价方法,其主要步骤如下:

(1) 构造评价指标体系。

(2) 确定底层评价指标的评分。即底层指标数据的规格化或无量纲化。

(3) 归一化运算。利用归一化公式进行综合量化递归计算,求出系统的总突变隶属度值。

(4) 综合评价。对各独立系统的总突变隶属度值进行排序,从而据此进行综合评价^[8]。

1.3 突变评价法的改进

突变评价法具有计算简单、无需确定权重的优点。但是有两个缺陷极大地限制了突变评价法的应用。首先,初等突变模型只有几种突变形式,只适用于不多于 4 个因子的系统评价;另外,突变评价值均趋近于 1,不具有绝对的“优、劣”含义,易使人产生误解。针对这

两个缺陷,国内外学者进行了大量的研究,提出了很多改进方法。较典型的是,李祚泳等通过对低维突变模型势函数形式的观察和归纳,类推出了任意维突变模型势函数和对应的归一化公式^[6];李绍飞等提出建立底层指标隶属度值与突变评价值之间拟合函数关系方法,对突变评价法加以改进,使其结果具有绝对的“优、劣”含义^[8]。

2 评价实例分析

锦屏一级水电站地处雅砻江中下游,是一座以发电为主,兼具蓄能、蓄洪和拦沙等作用的大型水电站。坝体为混凝土双曲拱坝,电站正常蓄水位 1 880 m,装机容量 360 万 kW,正常蓄水位以下库容 77.6 亿 m³。为满足电站建设进度要求,锦屏一级水电站需编制移民实施规划报告,该规划报告分枢纽工程建设区、围堰区和库区 3 部分编制。建设征地涉及木里、盐源和冕宁 3 县,范围内共涉及土地 9 971 hm² (其中耕园地 988 hm²,林地 4 259 hm²);人口 8 481 人;房屋 502 635.7 m²;集镇 4 座;三级公路 4.3 km,四级公路 29.6 km,驿道 230.3 km;水电站 4 座(总装机 5 380 kW);水文站 2 座;文物古迹 2 处^[9]。

2.1 构建指标体系

本文选择了生活条件、生活质量与生活感受 3 个分项指标对生活水平进行分析研究。结合突变评价法的特点,构建水利水电工程移民生活水平评价指标体系如图 1 所示,各指标的重要性从左到右依次减弱。

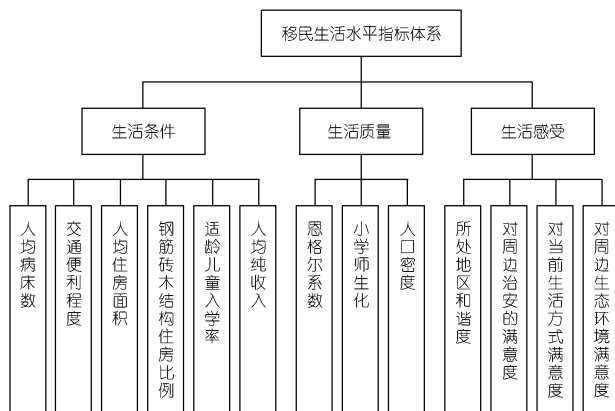


图 1 水利水电工程移民生活水平评价指标体系

2.2 构建评价值转换函数关系式

由于突变评价法的综合评价值普遍偏高,大多数趋近于 1,且评价值之间的差别细微,不利于人们的直观判断,容易产生误解。本文采用改进的突变评价法对移民生活水平进行评价,即先结合第一步建立的指标体系,逐层建立底层隶属度值与突变评价值之间的

函数关系式。令所有底层指标的隶属度值均为 x ,则当 x 分别为 $\{0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.2, \dots, 0.9, 1\}$ 时,计算突变评价值 y 。底层指标值与突变评价值之间的拟合函数为: $y = 0.995 1x^{0.1017}$,相关系数 $R^2 = 0.999 4 > 0.99$,拟合效果比较好。

规范化之后的各指标初始隶属度值在 0 ~ 1 范围内,属于越大越优型无量纲可比较指标值,具有绝对的优劣涵义,因此最终的综合评价值也是越大越优,建立底层指标的隶属度值与生活水平的评价等级之间的对应关系,如表 1 所示。

表 1 底层指标隶属度值的等级划分

底层隶属度值	评价等级	底层隶属度值	评价等级
0 ~ 0.15	五级	0.60 ~ 0.70	二级
0.15 ~ 0.30	四级	0.70 ~ 1.00	一级
0.30 ~ 0.60	三级		

2.3 实例计算

设置移民、原库区和安置区 3 个评价系统,移民是指从库区搬迁到安置区的外迁居民,原库区是指库区非影响范围内的居民,而安置区是指安置地的原居民。参考锦屏库区实物指标调查报告以及地方的统计年鉴等资料,按照突变评价法的步骤,选择合适的突变模型对 2004, 2005, 2006 年锦屏一级项目移民生活水平进行评价,最后利用底层指标值与突变评价值之间的拟合函数对评价值进行转换。评价结果如表 2 所示。

表 2 锦屏一级项目移民生活水平评价结果

评价对象	年份	生活条件	生活质量	生活感受	综合评价值 y	底层隶属度值 x	等级划分
移民	2004	0.5809	0.5800	0.75	0.8422	0.2904	四级
	2005	0.9473	0.6315	0.75	0.9206	0.6965	二级
	2006	0.9879	0.6667	0.75	0.9327	0.7919	一级
原库区	2004	0.1388	0.3333	0.50	0.6356	0.1820	四级
	2005	0.6080	0.5258	0.50	0.8093	0.1961	四级
	2006	0.6715	0.5258	0.50	0.8225	0.2299	四级
安置区	2004	0.7671	0.5800	0.50	0.8502	0.3186	三级
	2005	0.9377	0.6667	0.50	0.8943	0.5236	三级
	2006	0.9541	0.6667	0.50	0.8971	0.5400	三级

3 评价结果分析

3.1 分项指标评价结果

由表 2 可以看出:

(1) 在生活条件方面,移民在 2004 年均处于较低水平,但是 2005 ~ 2006 年得到很大的改善;原库区 2004 ~ 2006 年相对水平偏低,但逐年得到改善;安置区 2004 年处于中等水平,2005 ~ 2006 年得到很大的

改善。移民相对于原库区的居民生活条件较好,与安置区的居民生活条件也基本相当。所以从生活状态来看,移民安置状况较好。

(2) 在生活质量方面,移民在 2004 ~ 2006 年均处于中等水平,逐年有一定程度的改善;原库区 2004 年处于中下等水平,2005 年和 2006 年得到改善,处于中等水平;安置区在 2004 ~ 2006 年均处于中等水平,逐年有一定程度的改善。从整体上看,3 个移民系统的生活质量均一般。移民和安置区的生活质量相当,较原库区还有一定的优势。

(3) 在生活感受方面,移民在 2004 ~ 2006 年均处于中等水平;原库区和安置区在 2004 ~ 2006 年均处于中等偏下水平;3 个评价系统连续 3 a 的变化则不太明显。从生活感受来看,移民的生活水平较原库区和安置区均有一定的优势。

3.2 综合评价成果

如表 2 所示,移民在 2004 年均处于第四等级,2005 年处于第二等级,2006 年处于第一等级,逐年都有提高;原库区在 2004 ~ 2006 年均处于第四等级;安置区在 2004 ~ 2006 年均处于第三等级。对于 3 个评价系统而言,从 2004 ~ 2006 年生活水平逐年得到提升。移民生活水平较原库区和安置区都有一定的提高。从整体看,移民的生活水平处于中上等,移民安置效果较好。

4 结语

水利水电工程移民搬迁后的生活水平是否得到恢

复是衡量移民安置成功与否的一个标志,也是移民安置工作验收的重要内容。移民生活水平指标体系的构建与评价,可以为移民的后续生活发展提供合理的建议,同时也可以为后期移民安置工作提供理论支持。本文基于突变理论,建立了水利水电工程移民生活水平评价的突变评价模型,并对锦屏一级项目的移民生活水平状况进行实例分析,从而为水利水电工程移民生活水平评价提供了新的研究思路和方法。

参考文献:

- [1] 施国庆,陈绍军,袁汝华,等. 水库移民生产生活水平分析与评价方法[J]. 水利学报,1996,27(2):57-62.
- [2] 曾晶. 移民生产生活水平评价指标体系研究[J]. 水利水电快报,2008,29(12):32-34,36.
- [3] 韩晓军,肖琳,邱林. 基于突变理论的灌区地下水资源承载力评价方法[J]. 灌溉排水学报,2011,30(1):113-116.
- [4] 唐明,邵东国,姚成林,等. 改进的突变评价法在旱灾风险评价中的应用[J]. 水利学报,2009,40(7):858-862.
- [5] Yang F, Shao D, Xiao C, et al. Assessment of urban water security based on catastrophe theory[J]. Water science and technology,2012,66(3):487-493.
- [6] 李祥泳,郭淳,汪嘉杨,等. 突变模型势函数的一般表示式及用于富营养化评价[J]. 水科学进展,2010,21(1):101-106.
- [7] 邵东国,陈会,李浩鑫. 基于改进突变理论评价法的农业用水效率评价[J]. 人民长江,2012,(20):5-7.
- [8] 李绍飞,唐宗,王仰仁,等. 突变评价法的改进及其在节水型社会评价中的应用[J]. 水力发电学报,2012,31(5):48-55.
- [9] 何彦锋. 锦屏一级项目移民生活水平评价[D]. 南京:河海大学,2012.

(编辑:邓玲)

Evaluation on living standard of immigrants of hydropower projects on the basis of Catastrophe Theory

LIU Jie¹, HE Yanfeng², YANG Fengshun³

(1. School of Urban and Rural Construction, Chengdu University, Chengdu 610106, China; 2. Hydrochina Chengdu Engineering Corporation, Chengdu 610072, China; 3. Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Changjiang Water Resources Commission, China)

Abstract: In order to evaluate the living level of immigrants of hydropower projects, the evaluation index system including three sub-systems, living conditions, living quality and feelings of life with 13 indices, is established by using systematic analysis. Due to the advantage of catastrophe theory evaluation method that it is easy for calculation and is not necessary to define the weight of evaluation indices, the evaluation model of living level on the basis of improved catastrophe theory evaluation method is established. The living level of immigrants in the case of Jinping I Hydropower Station was evaluated by the model. It shows that the living level of immigrants in this project is improved year by year and the resettlement effects are satisfying.

Key words: hydropower project; immigrant; living standard; catastrophe theory