

假设检验在土地整治效益评估中的应用^①

时 仅¹, 廖和平^{2,3}, 李 涛²,
杨 伟⁴, 刘 明², 陈 娜²

1. 西南大学 数学与统计学院, 重庆 400715; 2. 西南大学 地理科学学院, 重庆 400715;

3. 西南大学 国土资源研究所, 重庆 400715; 4. 重庆工程职业技术学院 地质与测绘工程学院, 重庆 400037

摘要:以重庆市新一轮的土地整治(2011—2015 年)为契机,选取了渝北区、长寿区、璧山区、忠县为研究对象,借鉴国内学者在土地整治效益评估上的研究,将土地整治效益分为土地整治经济效益、土地整治社会效益和土地整治生态效益三大内容,构建适用于渝北区、长寿区、璧山区、忠县的土地整治效益评估模型,并采用假设检验的方法对土地整治前后效益结果的真实性、有效性进行检验,实现统计学与土地科学两门学科之间的交叉应用,填补假设检验在土地科学应用的不足。

关 键 词:假设检验;土地整治;效益评估

中图分类号: N32

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2015)11-0155-08

假设检验作为数理统计方法中统计推断的重要内容,是一种利用样本信息对总体的某种假设进行判断的方法^[1]。目前,该方法已经广泛运用到现实社会的金融、工程、管理等各个领域^[2],但在资源环境统计应用还略显不足。在资源环境统计中,绝大部分工作在于计算环境资源总量的某些数量特征,进而直接得出变化情况,其结论的真实可靠性有所欠缺。因此,需要通过对总体的状况做出某种假设,并用假设检验来验证这种假设的正确性。

近年来,全国各地大力开展土地整治规划,土地整治内容和目的由传统、单一转变为丰富、多元化^[3]。重庆市是我国开展土地整治工作较早的地区,其土地整治的内容及形式上地方特色突出,具有一定的代表性,各个区县根据土地利用总体规划中的土地利用分区,综合区域发展战略与功能定位,按照统筹城乡发展进行土地整治,提出了具体的土地整治目标和土地整治措施。然而,在开展土地整治规划的过程中,如何实现土地整治效益的有效评估?如何了解土地整治发挥的真正效益?假设检验的应用能在解决这些问题中发挥重要作用,为土地整治工作的有效推进提供科学的决策依据。

国内学者在土地整治效益评估的研究内容上,已经由最初只注重经济效益逐渐转化为经济效益、社会效益及生态景观效益等效益并重的研究上来^[4-7]。在研究方法上主要采用层次分析法、多因素综合分析法、主成分分析法等^[8-13],其中层次分析法具有系统性、实用性等优点,在处理定性数据上有较大优势,但过多的定性数据会使得结果受人为主观影响较大;多因素综合法则能通过主客观两者的结合,更好的体现结果的真实性;主成分分析法作为一种较为客观的评价方法,其优点是有较好的数学理论依据,能在分

① 收稿日期: 2014-10-29

基金项目: 国家科技支撑计划(2013BAJ11B02); 重庆市社会科学规划项目《重庆市区域农村土地整治潜力评价模式构建研究》(2013YBGL128)。

作者简介: 时 仅(1990-),女,云南大理人,硕士研究生,主要从事土地利用规划与自然资源统计方向研究。

通信作者: 廖和平,教授,博士研究生导师。

析问题中通过消除信息的重叠,从而降低分析问题的复杂性.

本文以重庆市的渝北区、长寿区、璧山区、忠县的新一轮的土地整治为例进行实证研究,运用主成分分析法构建土地整治效益评估模型.采用假设检验中的成对数据均值检验对 4 个研究区的各类土地整治效益评估结果进行检验,从而验证土地整治的效度,即土地整治能否促进土地高效利用,另外运用单样本均值检验中的卡方检验验证各个研究区在各类土地整治效益上是否存在显著差异.从而使得假设检验方法在资源环境领域上有新的应用,弥补了前人研究土地整治效益问题上只单纯进行结果计算,不注重结果和模型检验的不足,有利于促进土地科学与统计学学科的交叉应用.

1 研究区概况

重庆市位于中国内陆西南部、长江上游地区,地跨 $105^{\circ}11'-110^{\circ}11'E$ 、 $28^{\circ}10'-32^{\circ}13'N$.渝东、渝东南临湖北省和湖南省,渝南接贵州省,渝西、渝北连四川省,渝东北与陕西省和湖北省相连.辖区东西长 470 km,南北宽 450 km,辖区总面积 8.24 万 km^2 .辖 38 个行政区县(自治县),全市城镇人口共约 1 732.76 万人,农村人口共约 1237.24 万人.

重庆市属于亚热带季风气候,冬暖春早,夏热秋凉,四季分明,无霜期长;空气湿润,降水丰沛;年平均气温 $16\sim 18^{\circ}C$,最热月份平均气温 $26\sim 29^{\circ}C$,最冷月平均气温 $4\sim 8^{\circ}C$,年平均降水量较丰富,大部分地区在 1 000~1 350 mm,降水多集中在 5—9 月,占全年总降水量的 70%左右.

本文分别选取了位于重庆市北部的渝北区、西部的璧山区及中部的长寿区和忠县的土地整治项目进行效益评价,并通过假设检验的方法验证效益结果的正确性和效益评估模型的可行性.各个项目的基本情况如下表 1.

表 1 研究区土地整治基本情况

研究区	土地整治面积/ hm ²	新增耕地面积/ hm ²	土地整治目标
渝北区	5 051.73	402.34	打造西南部城镇发展区和东北部现代农业发展区
长寿区	18 780.00	1 838.52	打造中北部基本农田整治区、南部城市综合发展整治区、西部特色果蔬生态种植及大洪湖旅游整治区、东部立体生态农业及长寿湖旅游整治区
璧山区	12 138.91	1 231.74	打造中部城市核心发展整治区、北部现代农业整治区、中北部特色农业整治区、南部生态旅游农业整治区和中南部近郊工业拓展整治区
忠县	25 026.50	1 802.98	打造中东部城镇发展整治区、北部现代农业整治区、西部特色农业整治区、东北部旅游产业整治区和南部生态农业整治区

2 数据与方法

2.1 数据来源

本文中研究资料来源于 2010 年后 4 个研究区的土地整治项目,并实地调研采集的样本数据,土地整治经济、社会、生态效益相关数据主要来源于重庆市长寿区、渝北区、璧山区、忠县 2011 年和 2013 年政府工作报告及重庆市 2010、2013 年统计年鉴资料.

2.2 研究方法

2.2.1 评价指标体系的构建

本文基于土地整治评估目的性、系统性、科学性、可操作性、代表性原则,从土地整治效益评估的内涵和目的出发,结合研究区的功能分区特点、经济发展水平及社会发展状况,构建适用于重庆市渝北区、长寿区、璧山区、忠县 4 个地区的土地整治效益评估指标体系.指标体系由土地整治经济效益、土地整治社会效益、土地整治生态效益 3 个层次构成,共计 9 个指标,依次是:地均 GDP、地均税收收入、农业总产值、新增耕地率、社会固定资产投资额、农村居民人均纯收入、城镇居民人均可支配收入、城区空气质量优良

以上天数和森林覆盖率.

2.2.2 评价指标标准化处理——极差归一化法^[15]

由于数据之间的量纲、数量级不同,在对数据计算前需要对数据进行标准化处理,本文采用极差归一化的方法进行处理,计算公式为:

$$\overline{x_{ij}} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

式中: $\overline{x_{ij}}$ 为无量纲化后的数据, $\overline{x_{ij}} \in (0, 1)$; x_{ij} 为原始数据; $x_{\min}$ 为指标的最小值; $x_{\max}$ 为指标的最大值.

2.2.3 评价指标权重确定——主成分分析法(PCA)^[16-17]

主成分分析法是根据指标间的相关性,利用降维思想将原有变量重新组合成一组新的互相无关的综合变量,即通过少数几个主成分来解释多个变量的多元统计分析方法.利用主成分分析法确定权重的步骤为:

- 1) 计算协方差阵及协方差阵的特征值、方差贡献率;
- 2) 确定主成分的个数,一般取累积贡献率大于 85% 的主成分个数;
- 3) 计算权重系数,权重系数公式为:

$$w_j = \sum_i^k c_i \times L_{ij}$$

其中 L_{ij} 为主成分 i 对应的 j 因子的特征向量的绝对值, c_i 为主成分 i 对应的贡献率.

- 4) 权重系数进行归一化与四舍五入化处理得到对应指标的权重.

运用 spss18.0 统计软件对本文中的数据进行处理,得到解释总方差表(见表 2).

表 2 解释总方差表

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的/%	累积/%	合计	方差的/%	累积%
1	5.546	61.625	61.625	5.546	61.625	61.625
2	2.056	22.842	84.467	2.056	22.842	84.467
3	1.008	11.198	95.665	1.008	11.198	95.665
4	0.211	2.347	98.012			
5	0.132	1.462	99.473			
6	0.041	0.457	99.930			
7	0.006	0.070	100.000			
8	0.000	0.000	100.000			
9	0.000	0.000	100.000			

由于因子 1 和因子 2 的累积贡献率为 84.467%,而因子 1、因子 2 和因子 3 的累积贡献率达 95.665%,能更大程度反映原始变量的主要信息,因此选择因子 1、因子 2、因子 3 作为主成分进行分析.

通过权重系数公式和归一化处理,结合之前建立的评估指标体系,依次得到各个准则层、指标层的权重,如下表 3 所示.

2.2.4 土地整治效益评估模型的构建

根据研究区土地整治效益评估指标体系的权重和标准化评价指标值,构建土地整治效益评估模型,即:

$$A = \left(\sum_{i=1}^m Y_i \sum_{j=1}^n X_j \right) \times P_{ij}$$

式中: Y_i 为准则层指标的权重, X_j 为指标层的权重, P_{ij} 为标准化后指标的分值.

2.2.5 假设检验的方法^[18-19]

假设检验的核心思想是反证法和小概率事件,反证法即先提出假设,进而按照适当的统计方法确定假设成立的可能性,如果可能性小则拒绝假设;小概率事件是如果一个事件发生的可能性很小,那么它在一

次试验中出现的可能性也很小,当概率小于规定的界限时则认为它不可能发生.因此假设检验在结合反证法和小概率事件的基础上,通过抽取样本资料进行检验统计量的计算,然后按照是否会出现小概率事件来决定是否接受原假设.

表 3 土地整治效益评估指标权重表

目标层 Z	准则层 Y	权重	指标层 X	指标说明	权重
土地整治综合效益	土地整治经济效益	0.331	地均 GDP(万元/km ²)X ₁	地区 GDP 总额/地区总面积	0.066
			地均税收收入(万元/km ²)X ₂	地区税收收入/地区总面积	0.077
			农业总产值(万元)X ₃	作物种植面积×单产×单价	0.043
			新增耕地率(%)X ₄	新增耕地面积/项目规模	0.144
	土地整治社会效益	0.392	社会固定资产投资额(亿元)X ₅	一年内建造和购置固定资产的工作量及有关费用的总称	0.075
			农村居民人均纯收入(元/人)X ₆		0.158
			城镇居民人均可支配收入(元/人)X ₇		0.159
	土地整治生态效益	0.277	城区空气质量优良以上天数(d)X ₈	一年内空气质量标准为优良及以上的天数	0.112
			森林覆盖率(%)X ₉	森林面积/土地总面积	0.166

- 在进行假设检验时,一般的步骤是:
- 1) 建立假设 原假设 H_0 总是假定总体没有显著差异,所有差异都由随机原因引起,而备择假设 H_1 即为原假设的对立事件,因此原假设被拒绝就等于接受了备择假设;
 - 2) 选择统计量 在实际问题中,不同的情况下选择不同的统计量,当变量总体近似服从正态分布采用参数检验,当变量总体不服从正态分布时则采用非参数检验等.
 - 3) 确定显著性水平 α 显著性水平是进行假设检验时需要事先确定的一个作为判断界线的标准,根据显著性水平,确定相应的临界值,从而把分布区间划分为拒绝区间和接受区间两部分,常用的显著性水平为: $\alpha=0.01$ 或 $\alpha=0.05$;
 - 4) 比较检验统计量和临界值,做出推断结论 依据收集的样本数据,计算检验统计量的值,并将统计量的值与临界值进行比较,如果统计量的值超过临界值,说明原假设落入拒绝域中,此时拒绝原假设,反之则接受原假设.

3 假设检验在土地整治效益评估中的应用

3.1 土地整治前后各类土地整治效益的假设检验分析

根据本文前一节中构建的土地整治效益评估模型,通过计算得到,经过为期 3 年的土地整治后渝北区、长寿区、璧山区、忠县的各类土地整治效益情况,如下表 4.

表 4 土地整治前后效益汇总表

地区	土地整治综合效益		土地整治经济效益		土地整治社会效益		土地整治生态效益	
	整治前	整治后	整治前	整治后	整治前	整治后	整治前	整治后
渝北	0.410	0.853	0.146	0.242	0.160	0.363	0.104	0.248
长寿	0.152	0.553	0.064	0.169	0.070	0.258	0.018	0.126
璧山	0.251	0.706	0.061	0.212	0.098	0.331	0.092	0.163
忠县	0.092	0.566	0.041	0.111	0.001	0.177	0.050	0.278

表 5 反映了 4 个研究区在土地整治前后的效益情况,从这些数据表面上看以及经验表明,土地整治后各类土地整治效益均有所提高,很大程度上提升土地的功能价值,促进地区经济社会效益的增长,那么本轮土地整治是否确实有效,基于这个问题,需要进行假设检验,即利用成对数据均值检验的方法进行检验.

第一步:建立假设

$H_0: \mu_d < 0$, 土地整治后的各类土地整治效益低于整治前的效益

$H_1: \mu_d > 0$, 土地整治后的各类土地整治效益高于整治前的效益

式中 μ_d 为 μ_2 和 μ_1 的差值, μ_1 为土地整治前的均值, μ_2 为土地整治后的均值.

第二步: 选择统计量

由于该样本的总体均值 μ_1 与 μ_2 未知, 总体标准差 σ_1 与 σ_2 未知且不等, 同时检验样本成对出现, 在此近似将其视为服从标准正态分布, 故采用自由度为 $df=n-1$ 的配对样本 t 检验, 检验统计量为:

$$t = \frac{\overline{x_d}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

式中的 $\overline{x_d}$ 为配对样本差值的均值, s_d 为配对样本差值的标准差, n 为样本个数.

$$t = \frac{\overline{x_d}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} = \frac{0.443}{\frac{0.031}{\sqrt{4}}} = 28.58$$

同理, $t_1=6.24, t_2=16, t_3=4.12$.

其中 t, t_1, t_2, t_3 分别为土地整治综合效益、土地整治经济效益、土地整治社会效益、土地整治生态效益的检验统计值.

第三步: 选择显著性水平 α 为 0.01 和 0.05, 根据显著性水平, 查阅有关统计量的分布表, 定出临界值 t_0 分别为 5.841 和 3.182, 同时查找 t 分布表可知拒绝域为:

$$\{t > t_0(n-1)\} = \{t > 5.841 \text{ 或 } t > 3.182\}$$

第四步: 比较检验统计量和临界值, 做出推断结论.

因为 t, t_1, t_2, t_3 均大于 $t_0(3.182)$, 同时 t, t_1, t_2 均大于 $t_0(5.841)$, 检验统计量的样本观察值落入拒绝域内, 所以 t, t_1, t_2 在 0.01 的显著性水平下, 拒绝原假设, t_3 在 0.05 的显著性水平下, 拒绝原假设, 即土地整治后的各类土地整治效益均高于整治前的效益, 其中土地整治综合效益、土地整治经济效益、土地整治社会效益相对土地整治生态效益更为显著. 因此推断, 现阶段土地整治效益主要体现在土地整治的经济效益和社会效益上.

3.2 土地整治后各研究区土地整治效益增加的假设检验分析

在上面的讨论中, 主要讨论了土地整治的有效性, 然而不同的研究区在土地整治经济、社会、生态效益上存在一定的差异, 这种差异是否是显著的, 对此需要作一个比率的假设检验, 进一步运用卡方检验来进行说明.

首先根据土地整治前后效益汇总表可以得到各个研究区在各类土地整治效益上的增加值, 见表 5.

表 5 各研究区土地整治前后各类土地整治效益增加情况

研究区	渝北	长寿	璧山	忠县	总数
土地整治经济效益增加	0.096	0.105	0.151	0.070	0.422
土地整治社会效益增加	0.203	0.188	0.233	0.176	0.800
土地整治生态效益增加	0.144	0.108	0.071	0.228	0.551
土地整治综合效益增加	0.443	0.401	0.455	0.474	1.773

以下为比率检验的步骤, 并以土地整治经济效益增加差异为例:

第一步: 建立假设

$H_0: P_1=P_2=P_3=P_4$, 土地整治经济效益的增加比率在 4 个研究区无显著差异.

其中 P_1, P_2, P_3, P_4 分别为渝北区、长寿区、璧山区、忠县的土地整治经济效益增加的总体比率.

第二步: 选择统计量

构造的检验统计量为:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \sim \chi^2(n-1)$$

式中的 O_i 为观察值, O_1, O_2, O_3, O_4 分别为渝北区、长寿区、璧山区、忠县的土地整治经济效益增加的观察值, E_i 为期望值, E_1, E_2, E_3, E_4 分别为渝北区、长寿区、璧山区、忠县的土地整治经济效益增加的期望值, $E_i = E \times p_i$, E 为土地整治综合效益增加值. 在 H_0 成立的情况下, $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 0.422/1.733 = 0.238$, 故

$$E_1 = E \times p_1 = 0.433 \times 0.238 = 0.103$$

同理 $E_2 = 0.095$, $E_3 = 0.108$, $E_4 = 0.113$.

$$\begin{aligned} \chi^2 &= \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{(0.096 - 0.103)^2}{0.103} + \frac{(0.105 - 0.095)^2}{0.095} + \\ &\quad \frac{(0.151 - 0.108)^2}{0.108} + \frac{(0.070 - 0.113)^2}{0.113} = 0.035 \end{aligned}$$

第三步: 选择显著性水平 α 为 0.05, 根据显著性水平, 查阅有关统计量的分布表, 定出临界值 $\chi_0^2 = 7.815$, 同时查找 χ^2 分布表可知拒绝域为:

$$\{\chi^2 > \chi_0^2(n-1)\} = \{\chi^2 > 7.815\}$$

第四步: 比较检验统计量和临界值, 做出推断结论.

因为 $\chi^2 < \chi_0^2$, 即 $0.035 < 7.815$, 检验统计量的样本观察值未落入拒绝域内, 所以在 0.05 的显著性水平下, 接受原假设, 也就是说各研究区在土地整治后的土地整治经济效益增加无显著差异.

同理进行各研究区在土地整治社会效益增加差异和生态效益增加差异的检验, 结果如下:

$$\begin{aligned} \chi_1^2 &= \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0.0146 \\ \chi_2^2 &= \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0.0830 \end{aligned}$$

由于均小于 χ_0^2 , 因此接受原假设, 即各研究区在土地整治后的土地整治社会效益增加和生态效益增加均无显著差异.

据此认为, 虽然各个研究区在进行土地整治前后的各类土地整治效益增加量在数值上不尽相同, 但并不存在显著性差异, 即渝北区、长寿区、璧山区、忠县在经过土地整治后的效益呈现整体性的提升, 无个别整治效益的突出体现,

4 讨论与结论

本文选取 9 个具有可操作性的指标依次从土地整治的经济效益、社会效益、生态效益 3 个方面构建了土地整治效益评估模型, 并以重庆市渝北区、长寿区、璧山区、忠县 4 个土地整治项目地区进行了实证研究, 通过假设检验得到以下结论:

1) 经过成对样本的均值检验对土地整治前后各类土地整治效益结果进行检验, 结果表明, 渝北区、长寿区、璧山区、忠县的土地整治综合效益、土地整治经济效益、土地整治社会效益、土地整治生态效益均有所提升. 其中土地整治综合效益、土地整治经济效益、土地整治社会效益相对土地整治生态效益提升情况更为显著, 说明现阶段土地整治规划更加注重经济社会效益.

2) 通过对比渝北区、长寿区、璧山区、忠县的土地整治前后各类土地整治效益(见图 1), 发现渝北区、长寿区、璧山区的土地整治社会效益提升最快, 经济效益次之, 最后是生态效益, 而忠县的土地整治生态效益提升最快、其次是社会效益, 经济效益最慢. 然而经过卡方检验对土地整治后各研究区的土地整治效益增加情况进行检验, 却得到各个研究区在进行土地整治前后的各类土地整治效益增加并不存在显著差异. 这与个人的主观经验判断存在矛盾, 但从客观出发, 根据各个研究区的土地整治目标和整治措施来看, 其整治目标是要实现经济社会生态效益的协调统一, 因而土地整治后的效益均呈整体性的提升, 没有特别显著的差异.

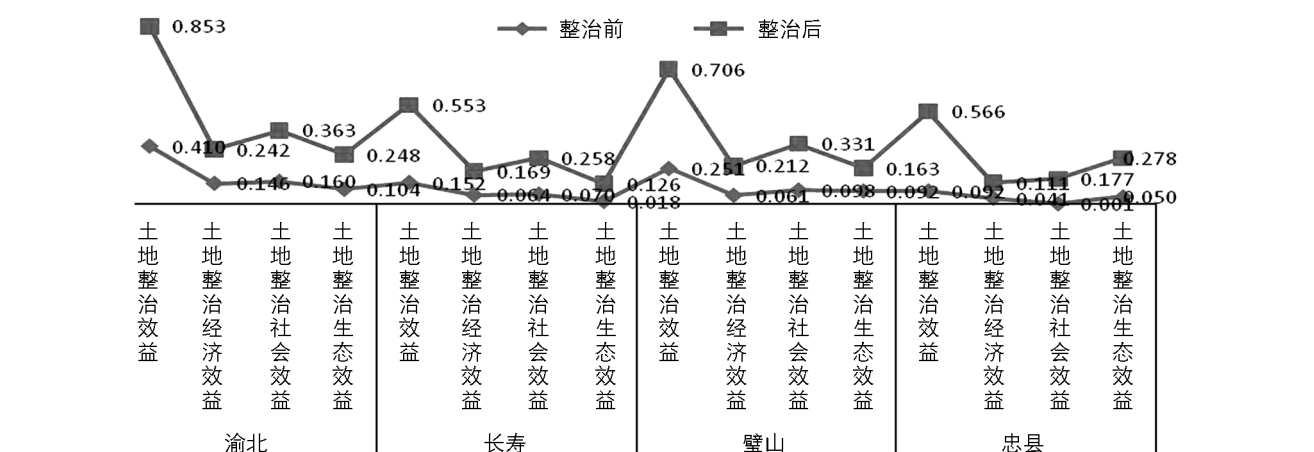


图 1 研究区土地整治前后效益对比

通过假设检验对土地整治效益结果进行分析,能够运用数学的方法证明结论的真实性与可靠性,根据经验,土地整治规划的落实会使得土地利用效益提升,但提升程度显著与否,则需要通过假设检验进一步验证,现实中可能存在这样一些情况,即对某一地区进行长时期的跟踪观测,记录并依据土地整治效益评估模型计算该地区在土地整治过程中每一年所获得的土地整治效益,结果并非每一年的土地整治效益都有所提升,那么是否认为土地整治不当,效益有所下降,应用假设检验则能较好的说明这个问题:当存在显著性差异时,拒绝原假设,认为土地整治确实发挥了效益,而个别年份存在效益降低的情况,则需要进一步考虑当年土地整治力度和土地整治方法上的不足之处,从而为土地整治的有效开展提供参考和借鉴;当不存在显著性差异时,接受原假设,认为土地整治不当,那么则需要对土地整治的规划目标和实施情况进行必要的调整.另外假设检验能有效避免现实生活中对土地效益评估存在主观判断的问题,本文中,虽然不同研究区在各类土地整治效益的增加值上有所差异,但是经过卡方检验,这些差异均不显著,因此不能将其主观判断为不同研究区在某一类土地整治效益上存在差异.与此同时,由于假设检验就目前而言主要运用在经济、管理、工程等领域,与资源环境的结合还很少,因此本文的写作目的也在于为促进学科之间的交叉跨越式发展提供参考与借鉴.

参考文献:

[1] 高 风. 假设检验方法简析 [J]. 数理统计分析与应, 2005(4):79—81.

[2] 卫海英. 对假设检验方法应用的思考 [J]. 北京统计, 2001, 6(136): 34—35.

[3] 吴海洋. “十二五”时期中国土地整治工作思考 [J]. 中国土地科学, 2013, 27(3): 4—9.

[4] 郭 飞. 国内外土地整治研究进展 [J]. 广东土地科学, 2013, 12(1): 15—21.

[5] 孙 雁, 付光辉, 吴冠岑, 等. 南京市土地整理项目后效益的经济评价 [J]. 南京农业大学学报, 2008, 31(3): 145—151.

[6] 刘世梁, 杨珏婕, 安 晨, 等. 基于景观连接度的土地整理生态效应评价 [J]. 生态学杂志, 2012, 31(3): 689—695.

[7] 张正峰, 王 琦, 谷晓坤. 秀山自治县土地整治生态系统服务价值响应研究 [J]. 中国土地科学, 2012, 26(7): 50—55.

[8] 潘 卓, 廖和平, 杨 伟, 等. 基于新一轮土地整治特征的农户响应与影响因素分析——以璧山县大路街道为例 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2012, 34(10): 131—136.

[9] 杨 伟. 基于区域特色模式的重庆市农村土地整治潜力评价研究 [D]. 西南大学, 2013.

[10] 贾 雷, 邱道持. 三峡库区土地整治的可持续性评价研究——以开县大德乡为例 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2012, 37(3): 78—84.

[11] 王 炜, 杨晓东, 曾 辉, 等. 土地整理综合效益评价指标与方法 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(10): 70—73.

[12] 李 岩, 赵庚星, 王媛玲, 等. 土地整理效益评价指标体系研究及其应用 [J]. 农业工程学报, 2006, 22(10): 98—101.

[13] 高成凤, 张素兰, 王昌全. 四川省土地资源系统辨识及可持续利用对策研究 [J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 27(6): 922—926.

- [14] AINONG L, ANGSHENG W, XIAORONG H, et al. Integrated Evaluation Model for Eco-Environmental Quality in Mountainous Region Based on Remote Sensing and GIS [J]. Wuhan University Journal of Natural Sciences, 2006, 11(4): 969—976.
- [15] 黄辉玲, 吴次芳, 张守忠. 黑龙江省土地整治规划效益分析与评价 [J]. 农业工程学报, 2012, 28(6): 240—246.
- [16] 韩小孩, 张耀辉, 孙福军, 等. 基于主成分分析的指标权重确定方法 [J]. 四川兵工学报, 2012, 33(10): 124—126.
- [17] 郭春荣, 刘治平. 基于 TOPSIS 模型的土地整理项目综合效益评价研究 [J]. 西部资源, 2013(2): 158—160.
- [18] 盛 骤, 谢式千, 潘承毅. 概率论与数理统计 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 178—217.
- [19] WERNER D, OLAF W, KWANG-HYUN C, et al. Encyclopedia of Systems Biology [M]. New York: Springer, 2013: 1631.

The Application of Hypothesis Testing in Land Management Efficiency Evaluation

SHI Jin¹, LIAO He-ping^{2,3}, LI Tao²,
YANG Wei⁴, LIU Ming², CHEN Na²

1. School of Mathematics and Statistics, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China;

3. Institute of Land Resources, Southwest University, Chongqing 400715, China;

4. School of Geology and Geometry Engineering of Chongqing Institute of Engineering, Chongqing 400037, China

Abstract: In order to promote the application of hypothesis testing in land science, a study is made with Yubei, Changshou, Bishan and Zhongxian of Chongqing as the research objects. Referring to the results of domestic scholars in land consolidation efficiency evaluation, the authors of this paper divide land consolidation efficiency into three subcategories, i. e. economic benefits, social benefits and ecological benefits of land consolidation, and construct land consolidation efficiency evaluation models for the 4 districts/counties. Then, the authenticity and validity of the results of the new round of land consolidation in Chongqing (2011—2015) is verified with the method of hypothesis testing, thus realizing a cross application of statistics and land science.

Key words: hypothesis test; land reclamation; efficiency evaluation

责任编辑 陈绍兰

