

# 基于主成分分析和德尔菲法的房地产投资 环境综合评价体系

周 鹏, 张 红, 谢 娜, 郑健力  
(清华大学建设管理系, 北京 100084)

**摘要:** 研究目的: 选用 22 个主要省会城市的统计数据, 确定合理的房地产投资环境评价指标, 构建房地产投资环境综合评价体系。研究方法: 主成分分析法和德尔菲法。研究结果: 从城市宏观经济、房地产市场、基础设施和区位条件 4 方面初选房地产投资环境评价指标, 利用主成分分析法对样本城市的投资环境优劣进行分析, 剔除导致排序结果偏差的指标, 避免了评价指标选择的盲目性; 采用德尔菲法确定各指标权重, 建立房地产投资环境的多指标综合评价公式, 以此计算 22 个城市房地产投资环境的综合得分, 其排名符合实际情况。研究结论: 所构建的房地产投资环境综合评价体系具有较强的逻辑性, 评价方法简洁高效, 具有良好的应用价值。

**关键词:** 房地产经济; 投资环境; 综合评价体系; 主成分分析; 德尔菲法

中图分类号: F293.35

文献标识码: A

文章编号: 1001-8158(2010)12-0058-06

## Comprehensive Evaluation System for Real Estate Investment Environment based on Principal Component Analysis and Delphi Method

ZHOU Peng, ZHANG Hong, XIE Na, ZHENG Jian-li

(Department of Construction Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** The purpose of this paper is to establish a feasible evaluating indicator system for assessing real estate investment environment based on the statistical data in the selected 22 main capital cities in China. Methods of principal component analysis and Delphi method were employed. The results indicate that (1)the evaluating indicators of real estate investment environment have been chosen based on 4 aspects, i.e., urban macro-economy, real estate market, infrastructure and location conditions;(2)the advantages and disadvantages of investment environments in sampling cities have been analyzed using principal component method;(3)the indicators causing ranking results errors have been removed and the blindness in selecting the indicators has been avoided;(4)by using Delphi method the weights of various indicators are determined, and the multi-indicator comprehensive evaluation formula of real estate investment environment has been established;(5)through above steps the comprehensive scores of real estate investment

收稿日期: 2010-01-21

修稿日期: 2010-08-31

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71073096)。

第一作者: 周鹏(1978-),男,陕西商洛人,博士研究生。主要研究方向为房地产经济。E-mail: abc333777@sohu.com

通讯作者: 张红(1970-),女,河北大名,教授。主要研究方向为房地产经济学、土地管理等。E-mail: zhannie@tsinghua.edu.cn

environments in 22 cities have been calculated, and the ranking results are accordant with the actual situations. It is concluded that the established evaluation system of real estate investment environment has good logicity, and the evaluating method is concise and highly effective, thus with considerable practical values

**Key words:** real estate economics; investment environment; comprehensive evaluation system; principal component analysis; Delphi method

构建科学的评价体系并合理评价不同区域的房地产投资环境,有助于市场主体选择适宜的投资活动,进而准确把握投资风险。国际学术界对投资环境的研究集中在国际直接投资和区域投资领域,且注重应用评价和定量分析<sup>[4]</sup>。国内对房地产投资环境评价的方法多源于一般投资环境评价模型<sup>[5-9]</sup>,但在选取投资环境要素、建立指标体系及确定评价参数或权重等方面有较强主观性,且评价方法过于复杂,可操作性有待提高。

为有效降低房地产投资环境评价指标选择的主观性、提高评价体系的实用性和针对性,本文拟沿用多指标综合评价的思路,利用主成分分析法选择合适的投资环境评价指标,采用德尔菲法确定评价指标权重,构建简洁高效的房地产投资环境综合评价体系,为投资者进行房地产投资环境评价提供有效帮助。

## 1 基本思路及指标初选

构建房地产投资环境综合评价体系的基本思路是:(1)房地产投资环境评价指标初选。从宏观经济、房地产市场、基础设施和区位条件 4 方面选择指标,初步建立房地产投资环境评价指标体系 $\{x_{ij}\}$ 。(2)利用主成分分析法修正房地产投资环境评价指标体系。对北京、上海、广州等 22 个城市的数据,反复利用主成分分析法,从投资环境优劣的排序分析中查找并剔除可能导致排序结果偏差的指标,确定合理的评价指标体系 $\{x_{ij}'\}$ 。(3)采用德尔菲法确定房地产投资环境指标权重。成立专家组,由各专家匿名估计指标权重取值,经多轮意见收集和反馈后,利用未确知有理数和盲数的数学方法计算各指标权重区间的可信度,得到各评价指标权重 $\{a_{ij}\}$ 。(4)建立房地产投资环境综合评价公式。根据修正后的评价指标体系及其权重,建立逻辑严密且易于操作的多指标综合评价公式 $X = \sum a_{ij} x_{ij}'$ ,完成房地产投资环境综合评价体系构建。

在参考相关文献的基础上<sup>[10]</sup>,将房地产投资环境要素分为区位环境、经济环境、市场环境和社会文化环境 4 大类。根据数据可获得性原则,对 4 大类要素的子因素进行筛选,初步建立房地产投资环境评价指标体系(表 1)。

表 1 房地产投资环境评价指标初选

Tab.1 Initial chosen evaluating indicators of real estate investment environment

影响要素( $X_i$ )	初选指标( $X_{ij}$ )
宏观经济环境( $X_1$ )	人均财政收入( $X_{11}$ )、人均 GDP( $X_{12}$ )、GDP 增长率( $X_{13}$ )、通货膨胀率( $X_{14}$ )、固定资产投资( $X_{15}$ )、出口总额( $X_{16}$ )、实际利用外资( $X_{17}$ )、人均消费支出( $X_{18}$ )、人均可支配收入( $X_{19}$ )、城乡居民储蓄存款余额( $X_{110}$ )
房地产市场环境( $X_2$ )	商品房平均价格( $X_{21}$ )、住宅平均价格( $X_{22}$ )、商品房销售额( $X_{23}$ )、住宅销售额( $X_{24}$ )、房地产投资总额( $X_{25}$ )、住宅投资总额( $X_{26}$ )、房地产开发投资国内贷款额( $X_{27}$ )、房屋施工面积( $X_{28}$ )、住宅施工面积( $X_{29}$ )、房屋新开工面积( $X_{210}$ )、住宅新开工面积( $X_{211}$ )、房屋竣工面积( $X_{212}$ )、住宅竣工面积( $X_{213}$ )、房屋建设周期( $X_{214}$ )、住宅建设周期( $X_{215}$ )
基础设施环境( $X_3$ )	人均城市道路面积( $X_{31}$ )、每万人拥有公交车辆( $X_{32}$ )、人均生活用水量( $X_{33}$ )、人均绿地面积( $X_{34}$ )
区位环境( $X_4$ )	城市建设用地面积( $X_{41}$ )、人口总量( $X_{42}$ )、城镇化率( $X_{43}$ )

## 2 运用主成分分析法修正房地产投资环境评价指标体系

主成分分析法可用于众多城市房地产投资环境的优劣排序<sup>[1]</sup>,但无法实现少数城市间的比选,且运算过程较为复杂,直接作为房地产投资环境评价方法有局限性。本文根据主成分分析法的特点,将其用于修正房地产投资环境评价指标体系。

选择北京、上海、广州、重庆、天津、海口、贵阳、南昌、长沙、武汉、郑州、西安、昆明、石家庄、包头、南宁、乌鲁木齐、银川、长春、福州、贵阳、成都等22个城市作为研究样本,反复利用主成分分析法进行各城市房地产投资环境分值计算,对各城市投资环境优劣进行排序和分析,查找并剔除导致排序结果偏差的指标,直至排序结果合理。

### 2.1 检验评价指标的合理性

从《2007年城市统计年鉴》中得到北京、上海等22个城市的宏观经济环境、房地产市场环境、基础设施环境、区位环境等指标数据,记为 $X = (X_{ij})_n$ ,其中 $n = 1, 2, \dots, 22$ ,为待评价的城市数。

利用SPSS 3.0对指标数据进行主成分分析,计算22个城市的投资环境得分,具体过程为:(1)计算主成分的特征值与贡献率。对 $(X_{ij})_n$ 进行标准化处理并进行因子分析,选择特征值大于1且累计贡献大于90%的5个公因子作为评价指标的主成分。(2)计算主成分荷载。进行评价指标主成分分析,得到主成分荷载矩阵 $T_{ij}$ 。(3)计算指标与主成分的系数。计算各房地产投资环境指标与各主成分之间的系数关系 $(W_{ij})_p, p = 1, 2, \dots, 5$ 。(4)计算城市综合分值。首先,计算各个城市的主成分值。以北京为例,第一主成分 $Y_1$ 值为:

$$Y_1 = \sum_{j=1}^{32} T_{1j} A_j \quad (\text{式1})$$

式1中, $Y_1$ 为北京的第一主成分的分值; $T_{1j}$ 为各变量在第一主成分上的荷载; $A_j$ 为北京房地产投资环境各指标的标准化数据。同理可以求得北京 $Y_2, Y_3, Y_4, Y_5$ 的值。其次,计算各城市房地产投资环境总值,以北京为例,其房地产投资环境综合分值为:

$$Y = \sum_{p=1}^5 W_p Y_p \quad (\text{式2})$$

式2中, $W_p$ 为北京第 $p$ 个主成分的权重系数; $Y_p$ 为北京第 $p$ 个主成分的分值。同理可以求得各城市的综合分值。

表2 22城市房地产投资环境综合得分与排序

Tab.2 Scores and rankings of real estate investment environment among 22 cities

名次	城市	得分	名次	城市	得分
1	上海	150.88	12	乌鲁木齐	-24.43
2	北京	132.60	13	长春	-25.52
3	重庆	45.27	14	南昌	-28.14
4	长沙	42.37	15	石家庄	-29.02
5	天津	29.49	16	南宁	-29.99
6	成都	19.32	17	包头	-31.01
7	武汉	5.38	18	银川	-36.10
8	福州	-12.13	19	昆明	-38.42
9	广州	-14.47	20	兰州	-38.62
10	郑州	-15.55	21	贵阳	-39.99
11	西安	-18.95	22	海口	-43.01

①取河南省郑州市作为无量纲化的基数。城市房地产投资环境综合得分值与所取的无量纲化基数有关,仅用于22个城市排序。

根据上述计算方法,得到 22 个城市房地产投资环境的综合得分和排名<sup>①</sup>(表 2)。

根据目前市场情况,为使表 2 中各省会城市房地产投资环境排名更符合其实际发展程度<sup>①</sup>,对初步建立的房地产投资环境评价指标体系进行改进。

## 2.2 评价指标的改进

对初步建立的房地产投资环境评价指标进行分析和筛选,剔除相关性较强或易相互干扰的指标,建立新的房地产投资环境指标体系(表 3)。

修正评价指标后,再次利用主成分分析法对 22 个城市房地产投资环境进行评价排名(表 4)。

从表 4 可知新的评价指标下,各城市房地产投资环境评价得分和排名基本符合目前市场实际情况。

表 3 修正后的评价指标  
Tab.3 Corrected evaluating indicators

影响要素( $X_i'$ )	修正指标( $X_i'$ )
宏观经济环境( $X_1'$ )	人均财政收入( $X_{11}'$ )、人均 GDP( $X_{12}'$ )、通货膨胀率( $X_{13}'$ )、固定资产投资( $X_{14}'$ )、出口总额( $X_{15}'$ )、实际利用外资( $X_{16}'$ )、人均消费支出( $X_{17}'$ )、人均可支配收入( $X_{18}'$ )、城乡居民储蓄存款余额( $X_{19}'$ )
房地产市场环境( $X_2'$ )	住宅平均价格( $X_{21}'$ )、住宅销售额( $X_{22}'$ )、住宅投资总额( $X_{23}'$ )、房地产开发投资国内贷款额( $X_{24}'$ )、住宅施工面积( $X_{25}'$ )、住宅新开工面积( $X_{26}'$ )、住宅竣工面积( $X_{27}'$ )
基础设施环境( $X_3'$ )	人均城市道路面积( $X_{31}'$ )、每万人拥有公交车辆( $X_{32}'$ )、人均生活用水量( $X_{33}'$ )、人均绿地面积( $X_{34}'$ )
区位环境( $X_4'$ )	城市建设用地面积( $X_{41}'$ )、人口总量( $X_{42}'$ )、城镇化率( $X_{43}'$ )

表 4 修正后的城市房地产投资环境综合得分与排序  
Tab.4 Corrected comprehensive scores and rankings of urban real estate investment environments

名次	城市	得分	名次	城市	得分
1	上海	171.21	12	长春	-21.89
2	北京	125.75	13	昆明	-26.46
3	广州	38.63	14	包头	-26.70
4	重庆	33.16	15	南昌	-28.86
5	天津	32.15	16	石家庄	-29.28
6	成都	13.15	17	南宁	-32.09
7	武汉	6.16	18	乌鲁木齐	-33.96
8	长沙	-13.90	19	海口	-37.61
9	福州	-14.43	20	银川	-38.50
10	郑州	-17.21	21	贵阳	-39.13
11	西安	-20.65	22	兰州	-39.52

## 3 运用德尔菲法确定房地产投资环境指标权重

德尔菲法是依据系统的程序,通过专家进行多轮次调查、综合各自匿名发表的意见进行预测并达成一致的结构性的方法。运用德尔菲法确定房地产投资环境指标权重的步骤如下。

(1)组成专家小组。根据专业背景和工作成就,选择 12 名房地产领域的学者和 5 名房地产企业主要负责人

<sup>①</sup>房价在很大程度上能体现区域房地产市场发展程度,本文对 22 个城市的住宅均价进行排序,并将排序结果与表 2 进行比较。下文表中 4 和表 6 同理。

组成专家小组。(2)专家匿名评估。将设计好的房地产投资环境指标量值表分发给专家,由各专家匿名估计指标在不同权重区间的取值可能性。(3)3轮意见收集和反馈。对专家意见进行统计,整理出新的指标量值表,随后将结果反馈给专家,由专家再次评估,该过程反复进行3轮,直至每位专家不再改变意见。(4)指标权重综合处理。根据最后一轮收集的专家评估指标量值,利用未确知有理数和盲数的数学方法计算各指标权重区间的可信度,最终确定各指标权重(表5)。

4 建立房地产投资环境综合评价公式

根据表3和表5的评价指标及其权重,建立房地产投资环境多指标综合评价公式。

表5 房地产投资环境评价指标权重表

Tab.5 Weight distribution of evaluating indicators of real estate investments

类别	首层指标		指标	第二层指标		类别	首层指标		指标	第二层指标				
	符号	权重		符号	权重		符号	权重		符号	权重			
$X_1'$	$a_1$	0.3	$X_{11}'$	$a_{11}$	0.05	$X_2'$	$a_2$	0.3	$X_{21}'$	$a_{22}$	0.20			
			$X_{12}'$	$a_{12}$	0.15				$X_{22}'$	$a_{23}$	0.10			
			$X_{13}'$	$a_{13}$	0.05				$X_{23}'$	$a_{24}$	0.20			
			$X_{14}'$	$a_{14}$	0.20				$X_{24}'$	$a_{27}$	0.15			
			$X_{15}'$	$a_{15}$	0.05				$X_{25}'$	$a_{21}$	0.05			
			$X_{16}'$	$a_{16}$	0.05				$X_{26}'$	$a_{26}$	0.20			
			$X_{17}'$	$a_{17}$	0.15				$X_{27}'$	$a_{25}$	0.10			
			$X_{18}'$	$a_{18}$	0.20				$X_3'$	$a_3$	0.1	$X_{31}'$	$a_{31}$	0.25
			$X_{19}'$	$a_{19}$	0.10							$X_{32}'$	$a_{32}$	0.20
$X_4'$	$a_4$	0.1	$X_{41}'$	$a_{41}$	0.35	$X_{33}'$	$a_{33}$	0.25						
			$X_{42}'$	$a_{42}$	0.45	$X_{34}'$	$a_{34}$	0.30						
			$X_{43}'$	$a_{43}$	0.20									

表6 利用综合评价公式得到的城市房地产投资环境得分与排序

Tab.6 Scores and rankings of urban real estate investment environments calculated by comprehensive evaluation formula

名次	城市	得分	名次	城市	得分
1	上海	576.06	12	昆明	92.54
2	北京	481.20	13	包头	81.08
3	广州	247.90	14	长春	79.91
4	天津	222.52	15	南宁	79.04
5	重庆	188.62	16	南昌	78.58
6	成都	165.17	17	石家庄	77.42
7	武汉	148.02	18	海口	66.83
8	福州	119.55	19	乌鲁木齐	66.76
9	长沙	105.17	20	银川	62.24
10	西安	102.40	21	贵阳	60.37
11	郑州	100.00	22	兰州	58.88

$$X = X'_1 + X'_2 + X'_3 + X'_4 = a_1 \sum_{j=1}^9 a_{1j} X'_{1j} + a_2 \sum_{j=1}^7 a_{2j} X'_{2j} + a_3 \sum_{j=1}^4 a_{3j} X'_{3j} + a_4 \sum_{j=1}^3 a_{4j} X'_{4j} \quad (\text{式 } 3)$$

式 3 中,  $a_j$  为评价指标权重;  $X'_{1j}$  为房地产投资宏观经济环境指标;  $X'_{2j}$  为房地产投资市场环境指标;  $X'_{3j}$  为房地产投资基础设施环境指标;  $X'_{4j}$  为房地产投资区位环境指标。

将 22 个城市宏观经济环境、房地产市场环境、基础设施环境、区位环境的指标数据代入式 3, 可计算得到 22 个主要省会城市房地产投资环境的综合得分和排名(表 6)。

表 6 和表 4 结果相近, 即利用综合评价公式得到的 22 个城市房地产投资环境优劣也可以认为与实际情况基本相符。但与主成分分析法相比, 多指标综合评价公式简洁高效, 代入指标数据便能得到评价结果, 无复杂运算过程, 且能实现少数城市间的房地产投资环境优劣比较。

## 5 结论与建议

本文利用主成分分析法和德尔菲法进行房地产投资环境综合评价体系构建, 得到以下结论: (1) 在初选指标基础上, 利用主成分分析法对 22 个城市房地产投资环境优劣进行排序, 查找并剔除导致排序结果偏差的指标, 由此确定合理的评价指标体系, 弥补了前人选择评价指标主观性偏大的缺陷; (2) 通过对专家进行多轮次意见调查、收集和反馈, 利用未确知有理数和盲数的数学方法计算各指标权重区间的可信度, 保证了评价指标权重的合理性; (3) 所构建的房地产投资环境综合评价体系对于样本数量无限制, 能快速实现不同城市间的房地产投资环境优劣比较, 具有较强的科学性和操作性。

建议在后续研究中进一步完善: (1) 扩大评价体系所包含的房地产市场范围。将商业地产、工业地产纳入到整个评价体系中, 以便更准确全面地反映城市房地产业发展现状, 更有针对性地为房地产开发企业提供投资选择建议。 (2) 完善房地产投资环境评价指标体系。考虑城市未来发展潜力及其他因素的影响, 补充反映经济周期、政府宏观调控等信息, 使评价指标体系更丰富合理。

### 参考文献(References):

- [1] D. Wheeler, A. Mody. International investment location decision: the case of U.S. firms[J]. Journal of International Economics, 1992, (33): 57-76.
- [2] R. Florida, M. Kenney. Restrictions in place, Japanese investment, production organization, and the geography of steel[J]. Economic Geography, 1992, (8): 80-92.
- [3] S. Bagchi. FDI in US produces services: a temporal analysis of foreign direct investment in the finance insurance and real estate sectors [J]. Regional Studies, 1995, (29): 150-168.
- [4] S. Deng, Y. Li, J. Chen. Evaluating foreign investment environment in China: a systematic approach[J]. Journal of Operational Research, 1997, (4): 16-26.
- [5] 杜德权. 房地产投资环境评价应用研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2003: 47-78.
- [6] 周书敬, 宋喜民. 嫡权方法在房地产投资环境优劣评价中的应用[J]. 基建优化, 2003, (2): 13-14.
- [7] 王洪强, 林知炎, 张英健. 基于灰色系统理论的房地产投资环境分析方法[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2005, 33(3): 422-426.
- [8] 王明, 何亚伯, 陈玉梅. 基于 FAHP 的房地产投资环境分析[J]. 建筑经济, 2007, (7): 84-86.
- [9] 索丰平, 焦健. 一种基于未确知测度方法的房地产投资环境综合评价模型[J]. 商场现代化, 2007, (10): 291-292.
- [10] 刘秋雁. 房地产投资分析[M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2007: 52-67.
- [11] 谢瑞. 城市房地产投资环境评价及应用研究[D]. 成都: 四川大学, 2007: 38-47.