

# The Study and Applications of Property Price Model Based on Hierarchical Analysis

Yuqi Shan

College of Applied Mathematics, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan  
Email: yuqi\_shan@qq.com

Received: Feb. 7<sup>th</sup>, 2018; accepted: Feb. 21<sup>st</sup>, 2018; published: Feb. 28<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

China's real estate industry has entered a new era of sustained and rapid development. As a result, the price of real estate went up. At the same time, real estate bubble emerged in cities which made urban housing prices become a hot issue among the public. The author analyzed the factors of this issue and made suggestions as follows: firstly, a large amount of real estate price data was collected. According to analyzing difference among the data, nine factors that could affect real estate prices were found out. Then, the author used AHP (Analytic Hierarchy Process) to establish a model of level analysis. This model determined three main factors that influenced property price. Then the paper confirmed the model's validity through applicability and consistency testing. Secondly, according to the collected data and the conclusion which made by AHP, a multiple linear regression model was established. The least square method was used to solve the model and obtain model parameters. Then, the predictions of the model were tested. Besides, the extreme testing proved its reliability. Finally, targeting at the present situation of real estate market in China and conclusion of the model, suggestions are given in this paper. These suggestions can be used in many ways: policies on land resources, market and other policies. These suggestions also gave the government ways to control real estate bubble.

## Keywords

Property Price, Hierarchical Analysis, Multiple Linear Regression, Real Estate Bubble

---

# 基于层次分析法的房地产价格模型研究及应用

单钰淇

成都信息工程大学, 应用数学学院, 四川 成都  
Email: yuqi\_shan@qq.com

收稿日期: 2018年2月7日; 录用日期: 2018年2月21日; 发布日期: 2018年2月28日

## 摘要

城市快速发展的同时,各大城市相继出现了严重的房地产泡沫现象,这成为社会密切关注的热点问题。本文首先通过比较、分析国内房地产价格数据,初步找出了影响房地产价格的九个影响因素;然后建立层次分析模型,确定了影响房地产价格的三个主要因素,并逐层进行一致性检验,验证了层次分析模型的合理性;之后,根据收集的房地产价格数据和层次分析法所得结论,建立了房地产价格的多元线性回归模型,用最小二乘法求解模型参数,进行模型检验,判断出所建立的模型具有高的精确度,能够很好地拟合房地产价格;最后,针对我国房地产市场现状以及建模结论,在土地资源相关政策、市场政策等方面提出建议,合理使用这些建议能够对房地产泡沫起到一定的抑制作用。

## 关键词

房地产价格,层次分析,多元线性回归,房地产泡沫

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

房地产业是我国的支柱型产业之一,产业链长,而且关系到了千家万户。房地产业对经济结构的调整、经济增长的促进都发挥着重要作用。但是,随着房地产业的高速发展,我国的房地产业也不可避免的出现了严重的泡沫现象[1]。所谓房地产泡沫,其实就是一种房地产业表面上的繁荣,房地产泡沫的具体表现形式是房屋的价格远远高于房屋和土地本身所具有的真正价值。房地产价格的过快上升是造成房地产泡沫形成的主要原因之一,并且其一旦形成、扩大,就很容易产生出虚假的需求信息,而虚假的需求信息造成的过度供给又会形成新的房地产积压,从而破坏宏观经济的稳定[2]。日本在上世纪80年代就曾因房地产泡沫导致经济遭受巨大危害,20世纪30年代的美国也曾有过类似的经历。近几年,我国各大城市房地产市场持续升温,房地产市场的泡沫现象非常严重。因此,如何有效抑制房地产泡沫就显得极为重要。

## 2. 房地产价格层次分析模型的建立

目前,随着房地产价格的大幅攀升,我国的房地产泡沫已经严重危及到社会经济的平衡发展。众所周知,房地产价格受到许多因素的共同影响,在本文中,我们将使用层次分析法分析不同因素对房地产价格的影响程度,找出并着重探讨影响房价的主要因素,根据最终建立的数学模型给出一些抑制房地产泡沫的可行性建议和方法。

### 2.1. 模型假设

- 1) 不考虑外在自然因素对房价成本的影响;
- 2) 本文所用数据都来自于各城市普通居民住宅区,不包括别墅区域和高级住宅区域;
- 3) 不考虑投资者或居民因个人因素造成的房地产价格差异;
- 4) 所得数据波动都在合理的范围内并且最近不会有太大的经济变化影响到房地产价格;

- 5) 不考虑资源分布不均以及资源枯竭等问题;
- 6) 全国各城市影响房地产价格的因素基本上是一致的。

### 2.2. 符号说明

- $P$ : 全国房屋平均价格;
- $x_1$ : 土地建设的成本(土地本身的资源价值和建设材料的成本);
- $x_2$ : 全国居民人均可支配收入;
- $x_3$ : 国民生产总值 GDP;
- $\omega_i$ : 权向量;
- $\lambda$ : 对应矩阵最大特征根。

### 2.3. 构建层次分析模型

通过对我国目前状况的分析, 建立出层次分析模型来进行理论说明, 其中:

- (1) 顶层(目标层  $C$ )为房价;
- (2) 中间层(准则层  $O$ ):  $O_1$ : 房地产商期望;  $O_2$ : 消费者需求;  $O_3$ : 国家政策;
- (3) 低层(方案层  $M$ )层:  $M_1$ : 土地及建设的成本;  $M_2$ : 全国 GDP 总量;  $M_3$ : 投机行为;  $M_4$ : 居民收入;  $M_5$ : 人口密度;  $M_6$ : 住房环境;  $M_7$ : 货币政策;  $M_8$ : 土地政策;  $M_9$ : 税收政策。

建立层次图形, 如图 1 所示。

下面逐层进行分析和赋予权重, 并进行一致性检验[3]。

- 1) 对目标层  $C$  和准则层  $O$  建立权重判断矩阵  $C = \{O_1, O_2, O_3\}$ , 它表示准则中 3 个影响因素(房地产商的期望、消费者的需求和国家的相关政策)。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

其中权重系数  $A$  为一个三阶权重矩阵, 将相应的特征向量作归一化, 得到权向量  $\omega_1 = (0.5714, 0.2857, 0.1419)^T$ , 其最大特征值为  $\lambda = 3 < n$ , 通过一致性检验。

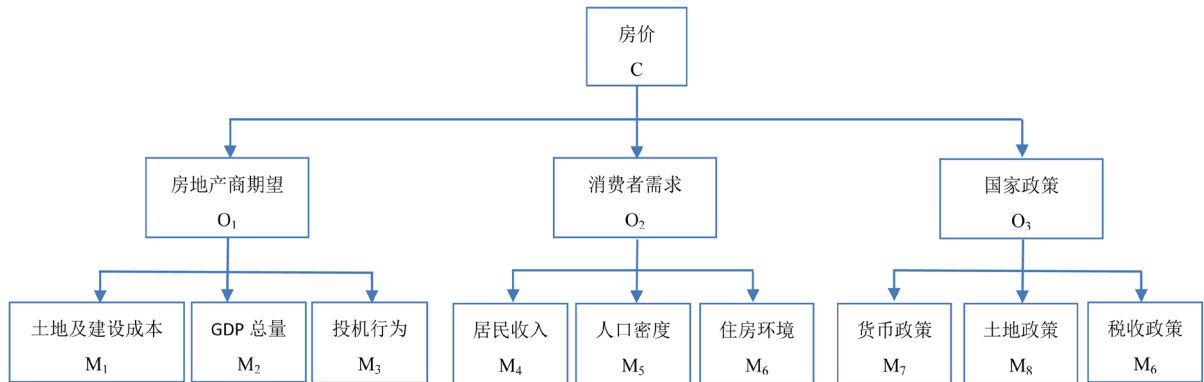


Figure 1. Model of hierarchical analysis model  
图 1. 层次分析模型图

2) 对准侧层  $O_1$ (房地产商期望)和方案层  $M$  建立权重判断矩阵  $O_1 = \{M_1, M_2, M_3\}$ , 它表示准则中 3 个影响因素(建设成本、全国 GDP 总量和投机行为)。

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

其中权重系数  $B$  为一个三阶权重矩阵, 将相应的特征向量作归一化, 得到权向量  $\omega_2 = (0.5396, 0.2970, 0.1634)^T$ , 其最大特征值为  $\lambda = 3.0092$ ,  $CR = \frac{CI}{RI} = 0.0079 < 0.1$ , 组合一致性检验通过。

3) 对准侧层  $O_2$ (消费者需求)和方案层  $M$  建立权重判断矩阵  $O_2 = \{M_4, M_5, M_6\}$ , 它表示准则中 3 个影响因素(居民收入、人口密度和住房环境)。

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 3 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

其中权重系数  $C$  为一个三阶权重矩阵, 将相应的特征向量作归一化, 得到权向量  $\omega_3 = (0.6578, 0.2320, 0.1102)^T$ , 其最大特征值  $\lambda = 2.8955$ ,  $CR = \frac{CI}{RI} = 0.0901 < 0.1$ , 组合一致性检验通过。

4) 对准侧层  $O_3$ (国家政策)和方案层  $M$  建立权重判断矩阵  $O_3 = \{M_7, M_8, M_9\}$ , 它表示准则中 3 个影响因素(货币政策、土地政策和税收政策)。

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 \\ \frac{1}{4} & 1 & 4 \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}$$

其中权重系数  $D$  为一个三阶权重矩阵, 将相应的特征向量作归一化, 得到权向量  $\omega_4 = (0.6817, 0.2363, 0.0819)^T$ , 其最大特征值  $\lambda = 3.1079$ ,  $CR = \frac{CI}{RI} = 0.0930 < 0.1$ , 组合一致性检验通过。

最后, 经过对三个层次的加权综合分析和排序, 分别得到 9 个影响房价因素的权重排序情况, 见表 1。

表 1 可知, 对房价影响最为主要的三大因素分别为: 土地及建设的成本、居民收入和全国 GDP 总量。

### 3. 多元回归模型的建立与求解

由于房价多个自变量影响, 因此应使用多元线性回归分析模型。根据上文层次分析模型得出的结果, 我们首先选取出影响房价的主要因素(土地及建设的成本、居民收入和房价利润), 分别对其进行一元线性回归分析, 得到各个因素与房价之间的回归方程, 建立房价的多元线性回归模型。

### 3.1. 土地建设成本与房价的一元线性回归模型

收集往年土地的建设成本与全国的平均房价如表 2 所示。

根据土地的建设成本和全国的平均房价数据，建立一元线性回归模型，回归方程为：

$$y = 51.1740 + 1.3120x$$

通过求解可以得到回归方程相关系数  $R$  的值为 0.98135。由此，我们可以得出，土地建设的成本与房价呈正相关的。建设成本每增加 10000 元，房价增长 13200 元，并得到土地建设成本与房价一元线性回归图(图 2)。

### 3.2. 人均可支配收入与房价的一元线性回归模型

收集往年人均可支配收入与全国的平均房价如表 3 所示。

根据人均可支配收入与全国的平均房价数据，建立一元线性回归模型，回归方程为：

$$y = 760.9610 + 0.2129x$$

**Table 1.** Sequence of nine factors

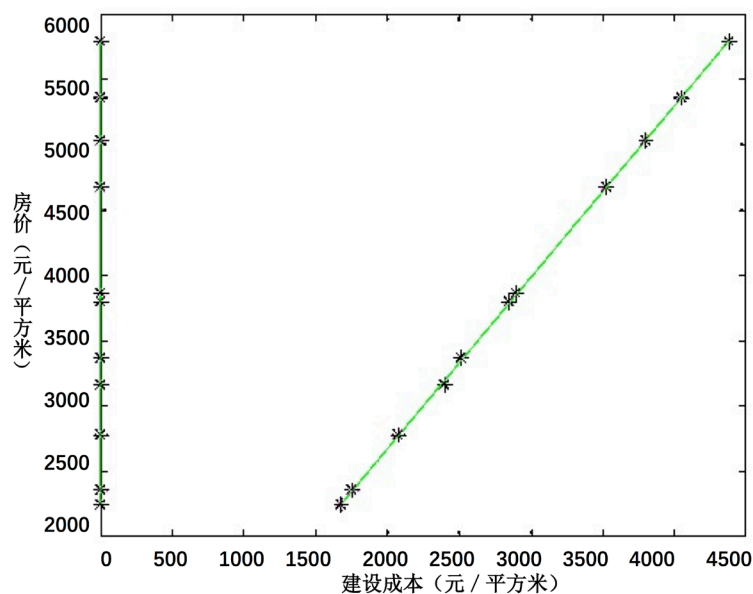
**表 1.** 九种影响因素的排序

方案层 M	权重指标	影响力排名
$M_1$ (土地及建设的成本)	0.2921	1
$M_4$ (居民收入)	0.1879	2
$M_2$ (全国 GDP 总量)	0.1608	3
$M_7$ (货币政策)	0.0967	4
$M_3$ (投机行为)	0.0885	5
$M_5$ (人口密度)	0.0663	6
$M_8$ (土地政策)	0.0335	7
$M_6$ (住房环境)	0.0315	8
$M_9$ (税收政策)	0.0116	9

**Table 2.** Cost of land construction and national average price of home from 2002 to 2012 [4] [5]

**表 2.** 2002 年至 2012 年土地的建设成本与全国的平均房价[4] [5]

年份	商品房的平均销售价格(元/m <sup>2</sup> )	土地的建设建设成本(元/m <sup>2</sup> )
2002	2250	1678
2003	2359	1755
2004	2778	2080
2005	3167	2401
2006	3367	2516
2007	3864	2898
2008	3800	2848
2009	4681	3526
2010	5032	3796
2011	5357	4046
2012	5791	4380



**Figure 2.** Cost of land construction and national average price of home  
**图 2.** 土地建设成本与房价一元线性回归图

**Table 3.** Per-capita disposable income and national average price of home from 2002 to 2012 [4] [5]

**表 3.** 2002 年至 2012 年人均可支配收入与全国的平均房价[4] [5]

年份	商品房的平均销售价格(元/m <sup>2</sup> )	人均可支配收入(元)
2002	2250	7703
2003	2359	8472
2004	2778	9422
2005	3167	10,493
2006	3367	11,760
2007	3864	13,786
2008	3800	15,781
2009	4681	17,175
2010	5032	19,109
2011	5357	21,810
2012	5791	24,565

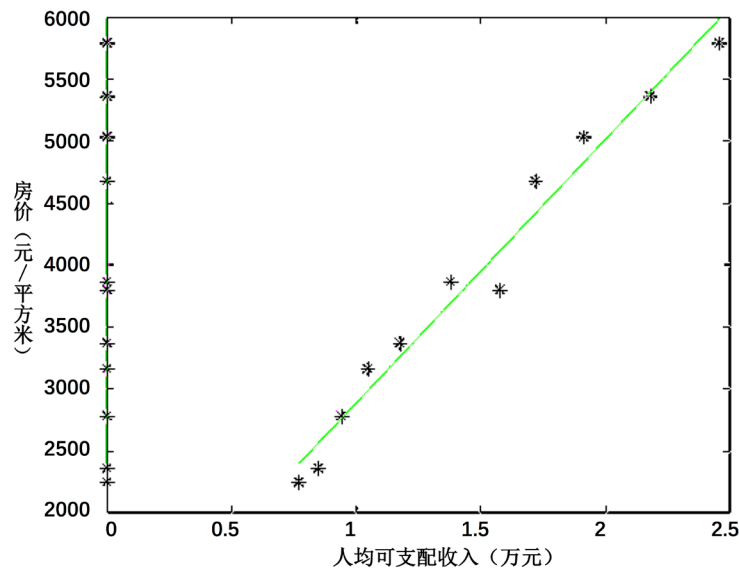
通过求解可以得到回归方程相关系数  $R$  的值为 0.956。由此，我们可以得出，人均可支配收入与房价呈正相关的，人均可支配收入每增加 10000 元，房价增长 2129 元，并得到人均可支配收入与房价一元线性回归图(图 3)。

### 3.3. 全国 GDP 总量与房价的一元线性回归模型

收集往年全国 GDP 总量与全国的平均房价如表 4 所示。

根据全国 GDP 总量与全国的平均房价数据，建立一元线性回归模型，回归方程为：

$$y = 1329.3 + 0.00809x$$



**Figure 3.** Per-capita disposable income and national average price of home  
**图 3.** 人均可支配收入与全国的平均房价一元线性回归图

**Table 4.** GDP and national average price of home from 2002 to 2012 [4] [5]  
**表 4.** 2002 年至 2012 年全国 GDP 总量与全国的平均房价[4] [5]

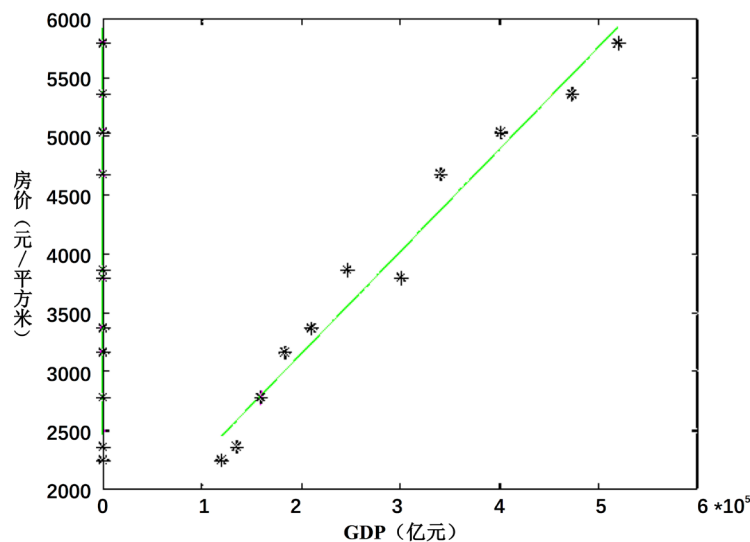
年份	商品房的平均销售价格(元/m <sup>2</sup> )	GDP 的总量(亿元)
2002	2250	120,332
2003	2359	135,822
2004	2778	159,878
2005	3167	183,867
2006	3367	210,871
2007	3864	246,619
2008	3800	300,676
2009	4681	340,902
2010	5032	401,512
2011	5357	473,104
2012	5791	519,470

通过求解可以得到回归方程相关系数  $R$  的值为 1。由此，我们可以得出，全国 GDP 总量与房价呈正相关的，全国 GDP 总量每增加 10,000 亿元，房价增长 81 元，并得到全国 GDP 总量与房价一元线性回归图(图 4)。

### 3.4. 房价的多元线性回归模型

根据线性回归理论，相关系数越高，其对房价的影响就越明显[6]。前文讨论的三个房价影响因素(土地及建设的成本、居民收入和全国 GDP 总量)与房价的相关系数都在 0.9 以上，因此，我们可以确定这三个是影响房价的主要因素。

下面，我们建立各个因素与房价  $P$  之间的线性回归模型如下：



**Figure 4.** GDP and national average price of home  
**图 4.** 全国 GDP 总量与全国的平均房价一元线性回归图

$$P = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + e$$

其中  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$  分别表示土地及建设的成本、居民收入和全国 GDP 总量，各种随机因素对房价  $P$  的影响的总和为随机误差用  $e$  表示， $e$  服从正态分布  $e \sim N(0, s^2)$ 。

求解，得到： $b_1 = 1.2923$ ， $b_2 = 0.0154$ ， $b_3 = 0.0003$ ， $e = 23.7983$ 。因此，我们得到房价的多元线性回归表达式：

$$P = 23.7983 + 1.2923x_1 + 0.0154x_2 + 0.0003x_3$$

### 3.5. 房价的多元线性回归模型检验

从房价线性回归模型所得出的结果可以得出模型中各个参数的估计值和其相应的置信区间[7]，并且可以得到每个方程的可决系数和残差平方和，这些数值的大小能够更好地说明所建立模型的可靠性和合理性[8]。

做出的多元线性回归的残差图，如图 5 所示。

所建立的模型可以通过残差图表示，从途中可以看出只有一个奇点，并且回归模型得到的相关系数  $R$  为 0.956，因此我们可以认为上文所建立的线性回归模型成立。

多元线性回归方程：

$$P = 23.7983 + 1.2923x_1 + 0.0154x_2 + 0.0003x_3$$

由方程可以看出：三个影响因素中土地建设成本的影响最大，这与层次分析模型得出的结果是一致的。因此，我们层次分析模型和多元线性回归模型相互验证，证明了两个模型的合理性和正确性。

## 4. 抑制房地产泡沫合理化建议

房地产泡沫指的是房地产业含有某些经济泡沫成分，在我国，房地产泡沫的主要形成因素是房地产市场秩序不规范，城市化进程的加速带动房地产业发展 and 投资者投资和投机等。房产泡沫的出现具有普遍性，它受诸多因素共同影响行程，因此对其的治理具有难度。事实上，治理泡沫并不是打压泡沫，更重要的，是要让泡沫在不破灭的情况下逐渐收缩，回到泡沫的安全区域[9]。因此，结合本文所建立的



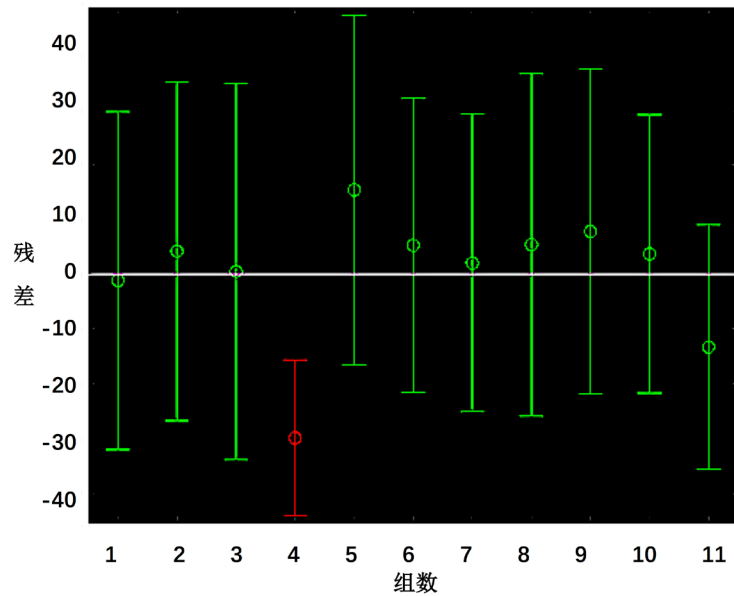


Figure 5. Residual plot of multiple linear regressions  
图 5. 多元线性回归残差图

数学模型和我国实际国情，本文给出以下几点抑制我国房地产泡沫的建议以供参考。

1) 完善我国住房保障制度，积极发展住房租赁市场。我国经济飞速发展的同时也带动了房价的飞速发展，同时，我国也是一个人口大国。因此，完善住房保障制度，积极发展住房租赁市场就显得尤为重要[10]。加大商品房市场、二手房市场、廉租房市场等的新建，那么，将缓解我国因人口众多导致住房供不应求而引发的房价居高不下的现象。

2) 强化土地资源管理，严控土地价格。政府应该强化对土地资源管理，调整土地资源的供应量，避免土地供应的过多或过少[11]。严格控制高档住宅的盲目开发和大规模建设，防止出现过剩的现象，将土地开发权分配到最合理的地方。

3) 调控居民可支配收入。居民可支配的收入是影响我国居民生活水平的关键因素之一。政府可以通过调控居民的可支配收入从而改变居民的消费理念，引导居民理性消费。例如，可以在一些行业给予政策上的支持，引导居民把房地产投资逐渐地转移到其他领域和产业。

4) 严格金融监管力度。调整房地产业相关的银行贷款政策，严格监管审查力度是非常必要的。收缩银行对房地产业的贷款规模，可以促使部分投资者因资金不足而放弃对房地产业的投资，从而降低房地产业的畸形发展，抑制房产泡沫的过度膨胀[12]。

5) 建立全国统一的房地产市场运行预警预报制度。房地产市场的变化性和不定性常常会给房地产市场的宏观调控带来非常大的困难。因此，及时地收集、整理出房地产市场的相关信息就显得尤为重要[13]。政府可以通过数据进行一系列合理地分析，并根据当前市场的运行情况来进行房地产市场运行情况的评价和预测。同时，根据所得的最新分析报告和市场的变化情况及时调整相关的政策，将房地产市场泡沫抑制在一定范围内，防止其过度膨胀。

6) 引导民众树立正确的房地产价值观。房地产市场一直居高不下和民众自身的观念有很大的关系。改革开放以来，我国人口急剧增加。人口的增多必然导致用房数量的增加，于是房价也随人口增长而不断增长。例如“有车有房”、“一人多房”的概念在一些地区成了象征财富和经济实力的一种标准，这一定程度上导致了房地产资源的浪费，加剧了房地产泡沫[14]。因此，引导民众树立正确的房地产价值观

就显得尤为重要,在供需的市场关系中,引导民众树立正确的房地产价值观可以从根源上解决房地产价格过高的问题,抑制房地产泡沫。

最后,本文建议对于抑制房产泡沫问题,采用科学的方法,以引导调整为主,强制手段为辅,充分地利用各种优势作用,使房地产市场能够稳定健康的发展。同时,对于金融政策调控,在不对原有政策产生过大冲击的前提下进行一系列的优化调整,做到调节市场但并不扰乱市场才是重中之重[15]。综上所述,希望我国房地产市场能够科学、合理地压缩泡沫,从而健康、持续地发展,并带动经济,让人民的幸福指数不断提高。

## 5. 结语

房地产价格问题是社会广泛关注的问题之一,目前,我国各大城市均出现了不同程度的房地产泡沫。由于房地产的价格是由市场因素、社会因素、环境因素等多种复杂的因素综合形成的,本文所讨论的问题是在市场的供需关系下对房产价格的一个优化和调控问题。本文首先对影响房产价格的因素进行了部分假设,分析各因素对房价的影响,建立层次分析模型,选出其中对房价影响最大的三个因素。之后,基于这三个主要因素建立房价的多元线性回归模型,从而建立房地产价格的数学模型。在得到房价模型后,本文分析了模型的精确性,并根据模型结论和中国国情分析得出房地产泡沫的成因以及抑制方法和建议。

## 资助信息

国家自然科学基金(51709022),水力学与山区河流开发保护国家重点实验室(四川大学)开放合作基金(SKHL 1623),成都信息工程大学科研基金(KYTZ201710)资助项目。

## 参考文献 (References)

- [1] 刘民权,孙波.商业地价形成机制、房地产泡沫及其治理[J].金融研究,2009(10):22-37.
- [2] 吴冠岑,王沁颖.我国大中城市房地产泡沫测度与分化研究——以中国35个大中城市为例[J].价格理论与实践,2017(5):53-56.
- [3] 单钰淇,董佩鑫,刘超.层次分析法在制动器惯性台架电模拟效果评估中的应用[J].煤炭技术,2010,29(6):187-188.
- [4] 国土资源局[EB/OL].<http://www.mlr.gov.cn/>
- [5] 中华人民共和国国家统计局[EB/OL].<http://data.stats.gov.cn/>
- [6] Li, X., Sha, J. and Wang, Z.L. (2017) A Comparative Study of Multiple Linear Regression, Artificial Neural Network and Support Vector Machine for the Prediction of Dissolved Oxygen. *Hydrology Research*, **48**, 1214-1225. <https://doi.org/10.2166/nh.2016.149>
- [7] Grégoire, G. (2014) Multiple Linear Regression. *European Astronomical Society Publications Series*, **66**, 45-72.
- [8] Slinker, B.K. and Glantz, S.A. (2008) Multiple Linear Regression. *Circulation*, **117**, 1732-1737. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.654376>
- [9] 王雪峰.房地产泡沫和金融不安全——日本泡沫经济15周年评述[J].现代日本经济,2007,153(3):25-29.
- [10] Levitin, A.J. and Wachter, S.M. (2013) The Commercial Real Estate Bubble.
- [11] 彭山桂,程道平,张勇.地方政府土地出让策略互动行为的检验及其影响分析[J].中国人口·资源与环境,2017,27(7):111-119.
- [12] 姬智.浅谈中国当前的房地产泡沫[J].时代金融,2017(6):217.
- [13] 顾汉龙,冯淑怡,王秋兵.市场机制引入对城镇新增建设用地配置效率的影响[J].中国人口·资源与环境,2017,27(7):101-110.
- [14] Chovanec, P. (2011) China's Real Estate Bubble May Have Just Popped. *Foreign Affairs*.
- [15] Yan-Ming, Z.A.P.F. (2011) Measuring Real Estate Price Bubble Based on Kalman Filter: An Evidence from Beijing Market. *Finance and Trade Research*, **22**, 59-65.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2324-7991，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[aam@hanspub.org](mailto:aam@hanspub.org)