

全国第八届研究生数学建模竞赛



题 目

房地产行业的数学模型

摘

要

本文基于房地产行业的现状，建立了住房需求-供给模型、房地产行业与国民经济其他行业关系模型、房地产行业态势分析模型、房地产行业可持续发展模型、影响房价因素模型、房价合理区间制定模型，对房地产行业作了深入的分析和科学的探讨。

模型 I——住房需求-供给模型 首先分析了房地产需求和供给的各种影响因素，并利用灰色系统分析方法对住房需求和供给的影响因素进行排序，并分析其原因。其次，运用蛛网理论，通过建立供给与需求方程，指出我国房地产市场属于发散型蛛网，其价格和供给不会自动回归均衡状态，需要国家的宏观调控。

模型 II——房地产行业与国民经济其他行业关系模型 从房地产行业与国民经济其他行业之间的关系和内在结构着眼，结合投入产出模型，并分别从产业关联度（后向关联、前向关联、环向关联）和产业波及效应（影响力、感应度）两个角度深入研究房地产行业同国民经济其他行业之间的相互作用关系，并给出分析结论。

模型 III——房地产行业态势分析模型 考虑房地产行业态势的不可直接预测性。通过建立 BP 神经网络模型来阐述房地产行业态势（选取了商品房销售面积、商品房竣工面积、商品房销售额指标）与经济发展（选取了国内生产总值、固定资产投资、居民人均可支配收入、人均消费性支出指标）关系。其次，结合灰色预测方法预测中国未来两年内的经济发展情况，进而把相应指标的值代入 BP 神经网络模型并对房地产行业态势进行预测。

模型 IV——房地产行业可持续发展模型 以房地产业健康稳定发展为约束条件，以年人均住房面积为决策目标，结合专家提出的房地产泡沫指标（房地产投资增长率与 GDP 增长率之比，商品房施工面积与竣工面积之比，房价增长率与 GDP 增长率之比，

房价增长率与 CPI 增长率之比), 建立单目标规划问题。求解结果为房地产竣工面积为 8 亿平方米, 施工面积为 20 亿平方米, 房价增长率为 0.12, 房地产投资增长率为 0.24, 合理的人均住房面积为 31.76 平方米。

模型 V——房价影响因素模型 首先归纳出影响商品房销售价格的各种因素, 进而挑选出其中对房价影响较为明显的因素, 得出初步重要影响因素: 房地产开发企业竣工房屋面积、商品房销售面积、GDP、城镇居民人均可支配收入、土地购置费用和政策。接着, 建立初步的房价回归模型, 并予以修正, 剔除个别影响因素并引入交叉项。最后, 对政策进行深入, 细致的分析, 并提出政策建议。

模型 VI——房价合理区间的制定模型 在当前租金较为合理的前提下, 采用租金贴现定价的方法, 建立基于利率和租金的房价合理区间模型。为了使模型更具有普遍性, 考虑当前租金可能不合理的情况, 建立了基于多目标规划方法的房价合理区间制定模型, 以开发商获利指标最大、居民购买率指标最大、房价和总租金关系指标达到最大平衡程度为 3 个目标函数, 同时考虑到房价收入比的约束、房价增长率与 GDP 增长率之比的约束、房屋销售比的约束、房屋利润约束、房地产投资比重约束, 建立多目标规划模型。求解结果为房屋每平方米的售价的合理区间为[4213.52, 5243.49]元, 房屋每平方米年租金为[281.73, 326.09]元。

关键字 房地产行业 BP 神经网络 灰色理论 多元回归 目标规划 投入产出 蛛网模型

目录

1.	问题的提出	1
2.	问题的分析	1
3.	模型的假设	2
4.	符号说明	2
5.	住房需求供给模型	2
5.1.	影响因素分析	2
5.2.	住房需求供给的影响因素模型	4
5.3.	住房需求供给的市场蛛网模型	6
5.3.1.	房地产市场蛛网模型的构建	6
5.3.2.	模型的估计与分析	6
6.	房地产行业与国民经济其他行业关系模型	7
6.1.	投入产出模型	7
6.1.1.	投入产出表	7
6.1.2.	投入产出系数	8
6.2.	房地产业与国民经济其他产业关系分析	10
6.2.1.	后向关联产业	10
6.2.2.	前向关联产业	12
6.2.3.	环向关联产业	13
6.2.4.	产业总带动效应	16
6.2.5.	产业波及效应	16
7.	房地产行业态势分析模型	18
7.1.	模型 I BP 神经网络模型	18
7.1.1.	特征的形成和提取	18
7.1.2.	数据的处理	19
7.1.3.	BP 神经网络模型的建立	19
7.2.	模型 II 灰色理论预测模型	22
7.2.1.	灰色预测模型 GM(1,1)的建立	23
7.2.2.	模型的求解	24
7.2.3.	模型精度检验	24
7.3.	2012 年我国房地产市场发展形势	25
8.	房地产行业可持续发展模型	26
8.1.	房地产行业可持续发展衡量指标	27
8.2.	模型分析	27
8.2.1.	目标分析	28
8.2.2.	约束分析	28
8.3.	模型的建立和求解	29
9.	房价影响模型	30
9.1.	影响商品房销售价格的因素	30
9.2.	房价的初步回归模型	30
9.2.1.	经济因素	31
9.2.2.	社会因素	31
9.2.3.	环境因素	31
9.2.4.	政策因素	32

9.2.5. 房价的初步回归模型的建立与求解	32
9.3. 房价的修正回归模型的建立	33
9.3.1. 指标因素的再次筛选	33
9.3.2. 修正模型的建立与求解	34
9.4. 影响商品房销售价格的因素分析	34
9.5. 国家政策影响的进一步分析	35
9.5.1. 政策影响实证分析	35
9.5.2. 政策的建议、评价和预测	36
10. 房价的合理区间制定模型	37
10.1. 基于利率和租金的房价合理区间制定模型	37
10.1.1. 租金作为未来现金流对房价进行定价的合理性分析	37
10.1.2. 租金贴现定价公式	37
10.1.3. 天津市房价的合理区间的制定	37
10.2. 基于多目标规划方法的房价合理区间制定模型	38
10.2.1. 房屋的合理价位的定义	38
10.2.2. 模型分析	38
10.2.3. 模型的建立	41
10.2.4. 模型的求解	41
11. 模型讨论	42
11.1. 住房需求供给模型	42
11.2. 房地产行业与国民经济其他行业关系模型	42
11.3. 房地产行业态势分析模型	42
11.4. 房地产可持续发展模型	43
11.5. 房价模型	43
参考文献	43

1. 问题的提出

房地产行业既是国民经济的支柱产业之一，又是与人民生活密切相关的行业之一，同时自身也是一个庞大的系统，该系统的状态和发展对国民经济的整个态势和全国人民的生活水平影响很大。近年来，我国房地产业发展迅速，不仅为整个国民经济的发展做出了贡献，而且为改善我国百姓居住条件发挥了决定性作用。但同时房地产业也面临较为严峻的问题和挑战，引起诸多争议，各方都坚持自己的观点，然而多是从政策层面、心理层面和资金层面等因素来考虑，定性分析多于定量分析。显然从系统的高度认清当前房地产行业的态势、从定量角度把握各指标之间的数量关系、依据较为准确的预见对房地产行业进行有效地调控、深刻认识房地产行业的经济规律进而实现可持续发展是解决问题的有效途径。因此通过建立数学模型研究我国房地产问题是一个值得探索的方向。

请收集相关数据建立房地产行业的数学模型：住房需求模型；住房供给模型；房地产行业与国民经济其他行业关系模型；对我国房地产行业态势分析模型；房地产行业可持续发展模型；房价模型等等。并利用模型进行分析，量化研究该行业当前的态势、未来的趋势，模拟房地产行业经济调控策略的成效。希望在深化认识上取得进步，产生若干结论和观点。并独立自主地提出自己希望解决的房地产中的新问题，建立相应的数学模型予以解决，所建的每个模型要系统、深入，至少应该自成兼容系统，数据可靠，结论和观点有较多的数据支撑、有较强的说服力、有实际应用价值。

2. 问题的分析

住房需求供给模型：首先分析房地产需求和供给的各种影响因素，并利用灰色系统分析方法对住房需求和供给的影响因素进行排序。其次根据近年来的房地产数据，运用蛛网理论，建立供给与需求方程，进而估计出我国房地产市场的发展趋势，并提出相应建议和政策。

房地产行业与国民经济其他行业关系模型：从房地产行业与国民经济其他行业之间的关系和内在结构着眼，结合投入产出模型并分别从产业关联度和产业波及度两个角度深入研究房地产行业同国民经济其他行业之间的关系，并给出研究结论。

房地产行业态势分析模型：考虑到房地产行业态势难以直接预测，我们首先通过研究其与经济发展的关系，进而进行间接预测。分析结果表明间接预测的结果更为准确和合理。然后，本文分析房地产行业态势与经济发展的关系并采用了多种经济发展指标对多种房地产行业态势指标的研究方法，选择一个恰当的神经网络模型来逼近实际系统。最后，结合灰色预测方法预测中国未来两年内的经济发展情况，进而把相应指标的值代入 BP 神经网络模型并对房地产行业态势进行预测。

房地产可持续发展模型：我们认为，如果房地产业不出现泡沫，我们则认为它健康稳定发展。基于这种假设，我们便可以利用测定房地产泡沫的指标，来衡量房地产业是否健康稳定发展，进而对问题进行分析。同时，考虑到增加人均住房面积是作为建设小康社会的一项重要指标，我们以其作为目标函数建立了基于可持续发展的人均住房面积模型，并给出规划房地产可持续发展建议。

房价模型：主要分为两个部分。首先归纳影响商品房销售价格的各类因素，通过建立初步的线性回归模型，经修正后得到非线性回归模型。其次，对房价的合理区间进行度量。在确定当前租金较为合理的前提下，可采用租金贴现定价方法，理论性较强且易实现；在不能确定当前租金是否合理的前提下，可以采用多目标规划模型，因为开发商会以房价最高作为心目中的合理价格，而居民会以房价最低作为心目中的合理价格。显然这两个目标自相矛盾，所以必然存在着一个平衡点，为建立规划模型创造条件。

3. 模型的假设

- 1、我们认为房地产业不出现泡沫时，房地产业就是健康稳定发展。
- 2、假设政府的政策对房地产业产生效果是即时的，没有滞后的。
- 3、假设市面上销售的都是全新的房屋。
- 4、假设房地产销售面积可表示房地产的需求量。
- 5、假设房地产竣工面积可表示房地产的供给量。

4. 符号说明

A	居民人均可支配收入	B	国家公共设施的投资额	$B_{\text{总}}$	国家固定资产总投资额
C_i	比例阈值	D	房地产需求因素	d_i	回归系数（常数）
e_i	感应度系数	f_i	影响力系数	F_i	比例阈值
G	国内生产总值 GDP	G_0	上一年过年生产总值	H	直接分配系数矩阵
k	房子已使用年数	K	按揭贷款年均房价面积	l	单位面积房屋的成本
L	土地购置费用	N	开发面积	N_{max}	最大开发面积
O	国家政策（量化指标）	P	商品房销售价格	Q	完全消耗系数矩阵
R_i	房屋第 i 年出租时租金	r	租金贴现率	S	房地产供给因素
T	房屋使用寿命（年）	U	直接消耗系数矩阵	V_1	城市人均住宅建筑面积
V_2	商品房本年销售价格	V_3	年底总人口	V_4	商品房本年销售价格
V_5	房地产本年完成投资额	V_6	家庭人均可支配收入	W	列昂惕夫逆系数矩阵
x_1	国内生产总值	x_2	固定资产投资额	x_3	人均可支配收入
x_4	人均消费性支出	X_1	房地产竣工面积	X_2	房地产施工面积
X_3	房价增长率	X_4	GDP 增长率	X_5	CPI 增长率
X_6	房地产投资增长率	y	房屋每平方米售价	y_1	商品房销售价格
y_2	商品房销售面积	y_3	商品房竣工面积	Y	人均住房面积
Z	完全分配系数矩阵	α_i	拟合系数（常数）		

5. 住房需求供给模型

本节主要分成两部分。第一部分分析了房地产需求和供给的各种影响因素，并利用灰色系统分析方法对住房需求和供给的影响因素进行排序，最终得出：影响住房需求的前三位因素分别为房地产开发企业本年完成投资额、国内生产总值（GDP）、商品房本年竣工面积；影响住房供给的前三位因素分为为：城镇家庭平均每人可支配收入、国内生产总值（GDP）、商品房本年销售面积。第二部分根据近年来的房地产数据，运用蛛网理论，通过建立供给与需求方程，进而估计出了我国房地产市场的蛛网模型，指出我国房地产市场属于发散型蛛网，其价格和供给不会自动回归均衡状态，需要国家的宏观调控。

5.1. 影响因素分析

本节在前人对房地产市场需求和供求影响因素的研究基础之上挑选适用且可量化的影响因素作为全国房地产市场需求和供求的影响因素。我们回顾过相关学者对房地产市场需求和供求影响因素进行的研究，主要结论[1]归纳如表 1：

表 1 房地产市场需求供给影响因素研究结论

作者	房地产市场需求供给影响因素研究结论
Raudall、Johnston	● 销售价格、居民家庭收入、积蓄、金融、人口、家庭户数、政府的住房政策、利率
Kard E. case	● 房价、房租、人口、就业率、个人收入
熊晓炼	● 人均居住面积、人均国内生产总值、人均可支配收入、总户籍人数、城镇人口数
刘芳	● 商品房销售面积、人均国内生产总值、房地产投资额、城市人口所占比重
苏召学	● 国民经济增长、地价、长期利率、政府税收、房地产信贷、城市规划、拆迁安置

我们在对前人的研究结论进行归纳后，从实证的角度出发，从中挑选适用于全国房地产市场的且可以量化的影响因素。归纳起来，本文选取下列以下几个因素作为全国房地产市场需求和供求的影响因素：

商品房销售面积（需求量）	{ 国内生产总值（GDP） 城镇家庭平均每人可支配收入 商品房本年销售价格 城市人均住房建筑面积， 房地产开发投资金额 年底总人口 商品房竣工面积（供给量）
商品房竣工面积（供给量）	{ 国内生产总值（GDP） 城镇家庭平均每人可支配收入 商品房本年销售价格 城市人均住房建筑面积 房地产开发投资金额 年底总人口 商品房销售面积（需求量）

（1）国内生产总值（GDP）：GDP 反映了全国的宏观经济走向，宏观经济的持续发展有利于房地产市场的培育和发展。良好的宏观环境将为房地产发展提供一个健康、快速发展的平台。

（2）城镇家庭平均每人可支配收入：此指标直接反映了一个地区的购买力和消费水平，是城镇房地产健康、繁荣发展的一个重要指标。随着消费结构调整逐渐改变，居民在住房方面的投入越来越大，因而居民的收入以购买力的形式直接影响居民的需求能否实现。

（3）商品房本年销售价格：居民的收入水平一定，房价越高其购买能力相对越低，如果房屋售价超过当地居民购买力过高，就会造成房地产市场缺乏有效需求而出现供过于求的局面，从而使房地产的空置率居高不下，造成有价无市局面的出现。

（4）城市人均住宅建筑面积：人均拥有套内建筑面积的水平，能够较直接地反映出居民的实际居住水平。人均住宅建筑面积可以看成是很多不可量化的影响因素的综合，如国家的住房政策、居民住房观念的改变、追求生活质量来改善居住条件等，因此

投资需求以及供给等都会从人均居住面积上得到体现。

(5) 房地产开发投资金额：房地产开发投资金额的多少，显示多当地房地产市场的冷热情况，从房地产开发投资可以看出，开发商对市场的投资信心和市场的冷热情况。

(6) 年底总人口：人口的增加和变化必然会刺激全国的市场需求，同时也会促进当地相关产业的发展，从而可能促使房地产价格的上扬。

5.2. 住房需求供给的影响因素模型

灰色系统理论其特点是对于部分信息已知、部分信息不知的系统仍能够进行定量分析。房地产市场需求系统就是一个灰色系统，影响房地产市场需求的诸因素在相互关系、作用程度、数据收集方面均符合灰色系统的概念。在灰色系统理论的关联分析中，把描述各因素对结果影响程度的“量度”称为关联度，其实质是分析、比较各因素曲线与结果曲线在几何形状上的差别，即几何形状越接近，发展变化态势越接近，则关联程度越大。灰色关联分析法具体步骤为：

(1) 在实际应用过程中，不同因素的数据资料通常具有不同的量纲，为避免不同量纲或数据序列相差悬殊而无法进行数据序列的相互比较、分析，在进行关联分析前，须对数据序列进行无量纲化处理。

设：参考因素 $V_0 = \{v_0(t) | (t=1,2,3,\dots,l)\}$ 为参考序列，
 $V_i = \{v_i(t) | (t=1,2,3,\dots,l)\}$ ($i=1,2,3,\dots,n$) 为比较序列。须对数据以下进行无量纲化处理。

$$v_i(t) = v_i^{(0)}(t) / \bar{v}_i, \quad i=1,2,3,\dots,n, \quad t=1,2,3,\dots,l \quad (5.1)$$

其中， $\bar{v}_i = \frac{1}{l} \sum_{t=1}^l v_i^{(0)}(t)$

(2) 按公式 (5.1) 将参考数列初值化或均值化后，得：

$v_0(t), v_1(t), v_2(t), \dots, v_n(t) (t=1,2,3,\dots,l)$ ，求各对应点的绝对差 $\Delta_i(t)$ ，并求出二级最小差 Δ_{\min} 和最大二级差 Δ_{\max} 。即

$$\Delta_{\min} = \min_{i \in N} \min_{t \in L} |v_0(t) - v_i(t)| \quad (5.2)$$

$$\Delta_{\max} = \max_{i \in N} \max_{t \in L} |v_0(t) - v_i(t)| \quad (5.3)$$

则 $v_i(t)$ 和 $v_0(t)$ 关联系数为：

$$\xi_{0,i}(t) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_i(t) + \rho \Delta_{\max}} \quad (5.4)$$

其中 ρ 为分辨系数， $\rho \in (0,1)$ ，在一般的灰色关联度应用中，为简化计算通常取 $\rho = 0.5$ 。

$\xi_{0,i}(t)$ 是第 t 时刻比较曲线 V_i 与参考曲线 V_0 的相对差值。当比较曲线与参考曲线的绝对差值 $\Delta_i(t)$ 越大， $\xi_{0,i}(t)$ 就越小；反之， $\xi_{0,i}(t)$ 就越大。因此，可以使用 $\xi_{0,i}(t)$ 的大小来描述曲线间的几何形状的差别。

关联系数很多，信息过于分散，不便于比较，为此，可利用求均值的方法来对其进行处理，使得关联系数反映的信息集中体现出来，为此，可定义比较因素 V_i 对参考因素 V_0 的关联度为：

$$r_{(0,i)} = \frac{1}{l} \sum_{t=1}^l \xi_{0,i}(t) \quad (5.5)$$

将求得的 n 个关联度 $r_{(0,i)}$ 按自大到小的进行排列顺序, 得到关联序集, 且可根据此判断居前者对 V_0 的紧密程度较后者大。通过灰色关联度分析方法, 我们得出各影响因素对全国房地产需求的影响程度排序如表 2、表 3 所示:

表 2 需求量灰色关联度分析排序结果

需求量的影响因素	R 相关度	排序
房地产开发企业本年完成投资额	0.8792	1
国内生产总值 (GDP)	0.8155	2
商品房本年竣工面积	0.8139	3
城镇家庭平均每人可支配收入	0.778	4
商品房本年销售价格	0.7125	5
城市人均住宅建筑面积	0.6604	6
年底总人口	0.6074	7

表 3 供给量灰色关联度分析排序结果

供给量的影响因素	R 相关度	排序
城镇家庭平均每人可支配收入	0.8539	1
国内生产总值 (GDP)	0.8334	2
房屋销售面积	0.7361	3
商品房本年销售价格	0.7271	4
房地产开发企业本年完成投资额	0.6849	5
城市人均住宅建筑面积	0.6628	6
年底总人口	0.5728	7

● 房地产需求和供求影响因素的排序结果分析

影响住房需求的前三位因素分别为房地产开发企业本年完成投资额、国内生产总值 (GDP)、商品房本年竣工面积; 影响住房供给的前三位因素分为为: 城镇家庭平均每人可支配收入、国内生产总值 (GDP)、商品房销售面积。

(1) 房地产开发投资可以通过价格的传导作用间接影响房地产需求, 它是全国房地产需求的影响程度最大的指标。全国房地产一直处于供小于求的不均衡状态, 最近几年来的全国房地产需求主要靠房地产投资拉动, 扩大了有效供给, 同时给予消费者房地产良好的市场预期, 从而激活房地产市场的刚性需求、投资需求。因此, 全国房地产需求的最大影响因素是房地产开发投资。

(2) 竣工面积作为供给指标也与房地产开发投资相同的原因成为影响房地产需求的重要因素. 要求政府和企业必须合理控制竣工面积, 使其适度增长, 既能满足消费者的需求, 又不至于导致社会资源的浪费和闲置, 更不能因为过度投资引发房地产泡沫和

房地产秩序的混乱。

(3) 城镇家庭平均每人可支配收入直接反映了一个地区的购买力和消费水平,它是全国房地产供给的影响程度最大的指标。人均可支配收入的增长幅度最近几年明显加速,对房地产市场的购买形成了比较强的支持,由此产生了大量对住房升级换代的供给,促进了供给的增长。

(4) GDP 反映了全国的宏观经济走向,宏观经济的持续发展有利于房地产市场的培育和发展。良好的宏观环境将为房地产发展提供一个健康、快速发展的平台。

由此将造成城市住宅的巨大需求和供给。

5.3.住房需求供给的市场蛛网模型

5.3.1.房地产市场蛛网模型的构建

蛛网理论认为:(1)本期供给量是上期价格的函数,商品的本期产量,决定于前期的价格。(2)需求量变动不存在时滞,商品本期的需求量,决定于本期的价格[2]。我们根据微观经济学中蛛网模型的原理分析,将其引入到房地产市场中,分析房地产市场可能出现的动态均衡。考虑到数据的可得性,与前一届类似,选取房屋本年竣工面积代表房地产市场上的供给量,用商品房本年销售面积代表房地产市场上的需求量。在这里,我们加入对蛛网模型做一个修正,将利率、收入分别加入房地产市场的供给与需求函数,结果表明加入这两个指标之后,方程的回归效果最好。因而,对传统的蛛网模型稍加修正,建立如下方程:

$$\text{需求曲线: } D_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \alpha_2 I_t \quad (5.6)$$

$$\text{供给曲线: } S_t = \beta_0 + \beta_1 P_{t-1} + \beta_2 R_{t-1} \quad (5.7)$$

$$\text{平衡方程: } D_t = S_t; \quad (5.8)$$

式中 D_t 和 S_t 分别代表房地产市场的供给量和需求量, P_t 为第 t 期房地产的销售价格, R_{t-1} 代表表上一期的利率水平, I_t 代表城镇家庭平均每人可支配收入。

5.3.2.模型的估计与分析

通过观察 1994—2009 的年度数据数据的散点图,为了使拟合效果更佳,我们对变量取对数,通过线性回归得到以下方程:

$$\ln(S_t) = -0.309 + 1.421 \ln(P_{t-1}) - 0.253 \ln(R_{t-1}) \quad (R = 0.973, P < 0.001) \quad (5.9)$$

$$\ln(D_t) = -5.228 - 0.649 \ln(P_t) + 2.281 \ln(I_t) \quad (R = 0.981, P < 0.001) \quad (5.10)$$

从联立方程的求解结果知,相对于价格轴的需求曲线的斜率的绝对值 0.649 小于供给曲线斜率的绝对值 1.421,由蛛网模型的理论,可知房地产市场符合发散式的蛛网模型,也就是说,在长期内,房地产市场的供给弹性会超过需求弹性,随着需求量的增加,价格会越来越高,房地产市场的供给与价格都呈现发散状态。由蛛网模型原理知,这时当房地产市场由于受到外力的干扰偏离原有的均衡状态时,实际价格和实际产量也会围绕均衡价格上下波动,但这个波动的幅度会越来越大,离均衡点越来越远,回不到原来的均衡点上去,这种状态用图 1 所示:

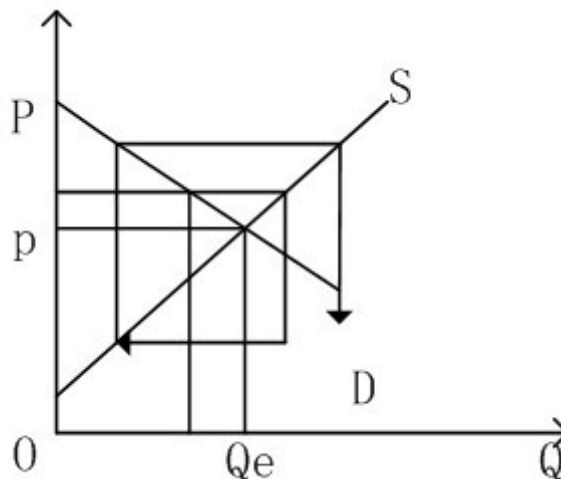


图 1 房地产市场的发散型蛛网

由图中 1 可以看出，对于发散的房地产蛛网，房地产价格会越来越偏离均衡价格。就图中来说，需要调整需求曲线或供给曲线来使其变为收敛性蛛网。要改变如今的房地产价格蛛网模型，使房地产价格趋于平稳，就需要政府采取有力措施，抑制房地产价格的快速攀升。

6. 房地产行业与国民经济其他行业关系模型

整个国民经济活动是由各个不同产业组成的复杂系统，每个产业的发展都会对其相关产业的发展产生不同程度的连锁反应，从而影响国民经济的整体协调发展。因此，从房地产业与国民经济其他产业之间的关系和内在结构着眼，研究房地产业与其相关产业的关联度及其对各产业的波及效应，对于确立房地产业在国民经济中的地位，制定房地产业发展规划和经济政策，促进房地产业与国民经济及与其他产业的协调发展，保障社会稳定等具有重要意义。基于上述分析，本节从产业关联度和产业波及效应两个角度，对房地产业同其他产业之间的关系进行研究。首先简要介绍投入产出模型及其应用；其次结合投入产出模型分别就产业关联度和产业波及度两个方面[3]讨论房地产行业同国民经济中其他行业之间的关系，并给出结论；最后综合考虑本节研究结论，为指导政府相关部门制定决策提供重要依据。

6.1. 投入产出模型

投入产出分析法是目前世界通用的借助投入产出模型研究产业之间的经济技术联系、产业在国民经济中的地位及其对于国民经济的波及程度等问题的重要方法之一。国民经济活动中，每个产业的生产都需要将其他产业的产品或服务作为本产业的投入要素，其他产业的生产活动也同样将该产业的产品或服务作为投入要素。投入产出分析就是通过建立投入产出模型来反映和分析国民经济活动中各产业之间的这种投入与产出、供给与需求的经济技术联系的数量分析方法。投入产出模型包括两者形式，一是投入产出表，二是投入产出数学模型，连接两者的桥梁是各个投入产出系数。

6.1.1. 投入产出表

投入产出表，也称为部门联系平衡表或产业关联表，它是根据国民经济各部门生产中的投入来源和使用分配纵横交叉组成的一张棋盘式平衡表，用来揭示各部门经济技术的相互依存、相互制约的数量关系。投入产出表的基本形式见表 4。根据国务院的规定，

从 1987 年起，国家每逢 7、2 年份编制全国投入产出表。由于 2012 年的全国投入产出表仍未编制，本模型分析数据主要来源：《中国统计年鉴》2007 年度全国投入产出表。

表 4 2007 年全国投入产出表（单位：亿元）

投入		中间使用					最终使用			总产出
		产业 1	产业 2	...	产业 n	合计	消费	资本形成	合计	
中间投入	产业 1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}	X_1	C_1	I_1	Y_1	T_1
	产业 2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}	X_2	C_2	I_2	Y_2	T_2

	产业 n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nn}	X_n	C_n	I_n	Y_n	T_n
	合计	X^1	X^2	...	X^n	X	C	I	Y	T
最初投入	折旧	D_1	D_2	...	D_n	D				
	劳动报酬	V_1	V_2	...	V_n	V				
	社会纯收入	M_1	M_2	...	M_n	M				
	合计	N_1	N_2	...	N_n	N				
总投入		T_1	T_2	...	T_n	T				

说明：

- 表中每个产业所对应的每一行表示“产出”，即该产业产品（或劳务）的分配与使用。例如，第 1 行表示产业 1 的总产出为 T_1 ；其中， X_1 作为中间使用，被产业 1 自己使用 X_{11} ，被产业 2 使用 X_{12} ，等等； Y_1 作为最终使用， C_1 用于消费， I_1 用于资本形成。
- 表中每个产业所对应的每一列表示“投入”，即该产业生产（或经营）过程中所消耗的各种要素的数量。例如，第 1 列表示产业 1 的总投入为 T_1 ；其中， X^1 作为中间投入，由产业 1 自己提供 X_{11} ，被产业 2 使用 X_{21} ，等等； N_1 作为最初投入。
- 双线将表 1-1 划分为四部分：左上第 1 部分反映产业之间的相互关联，是投入产出表最重要的一部分；右上反映每个产业产品（或劳务）用于最终使用的情况；左下反映每个产业所消耗的最初投入的情况；右下反映转移支付，在编制投入产出表时不收集这部分数据。
- 经济系统的总产出等于总投入；
每个产业的总产出等于总投入；
所有产业最终使用之和等于最初投入之和；
当 $i = j$ 时， $Y_i \neq N_j$ ；每个产业最终使用不等于最初投入。

6.1.2. 投入产出系数

- 直接消耗系数
直接消耗系数是表示产业间后向直接关联度的指标。直接消耗系数也称为投入系

数，记为 $a_{ij} (i, j=1, 2, \dots, n)$ ，是指第 j 部门在生产经营活动中单位总产值直接消耗第 i 部门产值的数量，反映了任意两部门之间的直接依存关系。其计算公式为：

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{T_j} \quad 0 \leq a_{ij} < 1 \quad (6.1)$$

式中， x_{ij} 表示第 j 部门生产总直接消耗第 i 部门产品的价值量； T_j 标识第 j 部门的总投入价值量。直接消耗系数越大，说明某产业对提供要素产业的直接需求越大，产业之间的直接关联度也越大。

● 完全消耗系数

完全消耗系数是表示产业间后向完全关联度的指标。完全消耗系数通常记为 b_{ij} ，是指第 j 部门每提供一个单位最终产品时，对第 i 部门产品和服务的直接和全部间接消耗之和，反映了第 j 部门对第 i 部门的完全依存关系。利用直接消耗系数矩阵 A ，计算完全消耗系数矩阵 B 的公式为：

$$B = (I - A)^{-1} - I \quad (6.2)$$

完全消耗系数越大，说明一个产业对另一个产业的需求影响越大，产业之间的完全关联度越大。

● 直接分配系数

前向直接关联度用直接分配系数表示。直接分配系数记 $h_{ij} (i, j=1, 2, \dots, n)$ ，是指第 i 部门提供的产品和服务分配给第 j 部门作为中间产品直接使用的价值占该产品总产出的比例。其计算公式为：

$$h_{ij} = \frac{x_{ij}}{T_i} \quad 0 \leq h_{ij} < 1 \quad (6.3)$$

式中， x_{ij} 表示第 i 部门分配给第 j 部门作为中间产品使用的价值量； T_i 标识第 i 部门的总投入价值量。直接分配系数越大，说明第 i 产业对第 j 产业的直接供给推动作用越明显。

● 完全分配系数

前向完全关联度反映的是某产业在生产运行过程中通过直接和间接方式向其他产业提供产品或服务而对其他产业产生的完全推动作用。前向完全关联度用完全分配系数表示。

完全分配系数记为 $d_{ij} (i, j=1, 2, \dots, n)$ ，是指第 i 部门每个单位增加值通过直接或间接联系向第 j 部门提供的完全分配量。完全分配系数可以依据完全消耗系数计算而得，其计算公式为：

$$D = (I - H)^{-1} - I \quad (6.4)$$

完全分配系数越大，说明一个产业对另一个产业的完全供给推动作用越大，产业之间的前向完全关联度越大。

● 影响力系数和感应度系数

利用投入产出表还可以计算两个重要的系数：影响力系数和感应度系数，从产业联系的角度进行关联分析，研究各产业在经济系统中的地位和影响作用。由前面消耗系数矩阵 A 可求得列昂惕夫逆系数矩阵 $W = (w_{ij})_{n \times n} = (I - A)^{-1}$ ，以此来计算影响力和感应度系数，公式如下所示：

$$\text{影响力系数: } f_j = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ij}}{1/n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad j=1,2,\dots,n \quad (6.5)$$

$$\text{感应度系数: } e_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}}{1/n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad i=1,2,\dots,n \quad (6.6)$$

影响力系数反映了当 j 产业增加一个单位最终产品时, 对各产业所产生的生产需求波及程度; $f_j > 1$, 表明 j 产业拉动程度超过产业平均水平, 数值越大, 对经济中其他产业的拉动作用就越大; $f_j = 1$, 表明 j 产业拉动程度等于产业平均水平; $f_j < 1$, 表明 j 产业拉动程度低于产业平均水平。因此, 增加对影响力系数高的产业部门的投资, 会引起对各个产业部门的需求量的增加, 从而推动整个经济的发展。

感应度系数反映了当各个产业都增加一个单位最终产品时, 要求 i 产业提供的供给程度; $e_i > 1$, 表明 i 产业所受到的感应程度高于全社会平均感应水平, 其他产业对其依赖程度较高; $e_i = 1$, 表明 i 产业所受到的感应程度等于全社会平均感应水平; $e_i < 1$, 表明 i 产业所受到的感应程度低于全社会平均感应水平; 数值越大, 表明 i 产业对其他产业的推动作用越大。

6.2. 房地产业与国民经济其他产业关系分析

6.2.1. 后向关联产业

● 房地产的后向直接关联产业

根据 2007 年度全国投入产出基本流量表计算得到房地产业的主要后向直接关联产业及其关联度如表 5 所示。

表 5 房地产业的主要后向直接关联产业及其关联度

产业名称	直接消耗系数	比重	比重累加	位次
金融业	0.0248	0.1494	0.1494	1
租赁和商务服务业	0.0219	0.1317	0.2810	2
建筑业	0.0122	0.0733	0.3543	3
化学工业	0.0115	0.0691	0.4235	4
住宿和餐饮业	0.0109	0.0658	0.4893	5
石油加工、炼焦及核燃料加工业	0.0091	0.0545	0.5438	6
房地产业	0.0089	0.0537	0.5975	7
电气机械及器材制造业	0.0081	0.0486	0.6461	8
金属制品业	0.0076	0.0455	0.6916	9
居民服务和其他服务业	0.0062	0.0374	0.7291	10

纸印刷及文教体育用品制造业	0.0041	0.0245	0.7536	11
电力、热力的生产和供应业	0.0041	0.0245	0.7781	12
交通运输设备制造业	0.0039	0.0234	0.8015	13
文化、体育和娱乐业	0.0038	0.0231	0.8246	14
交通运输及仓储业	0.0037	0.0225	0.8471	15

从对房地产业主要后向直接关联产业的分析结果得知，2007 年全国 42 产业中，与房地产业有后向直接关联关系的产业共有 38 个，其他 4 个产业——石油和天然气开采业、金属矿采选业、非金属矿及其他矿采选业、废品废料业与房地产的直接关联度为 0。表 1 列出了在 38 个后向直接关联的产业中，与房地产业后向直接关联密切的前 15 个产业，这些产业在房地产业直接消耗总量中的总消耗比例达到了 84.71%。其中，金融保险业、租赁和商业服务业是房地产业的主要直接消耗产业，这说明房地产业对金融保险业具有较大的依赖性，它本身是一项融资性强的产业，房地产业的荣枯直接受到金融保险业兴衰的影响。同时，房地产业对属于第三产业的租赁商业服务业 also 具有很强的依赖性。

● 房地产的后向完全关联产业

根据 2007 年度全国投入产出基本流量表计算得到房地产业的主要后向完全关联产业及其关联度如表 6 所示。

表 6 房地产业的主要后向完全关联产业及其关联度

产业名称	完全消耗系数	比重	累加比重	位次
化学工业	0.0489	0.1004	0.1004	1
金融业	0.0352	0.0723	0.1727	2
金属冶炼及压延加工业	0.0330	0.0678	0.2404	3
租赁和商业服务业	0.0287	0.0589	0.2994	4
电力、热力的生产和供应业	0.0251	0.0515	0.3509	5
石油加工、炼焦及核燃料加工业	0.0233	0.0479	0.3988	6
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0202	0.0415	0.4403	7
电气机械及器材制造业	0.0193	0.0395	0.4798	8
住宿和餐饮业	0.0173	0.0355	0.5153	9
交通运输及仓储业	0.0168	0.0344	0.5497	10
金属制品业	0.0157	0.0323	0.5820	11
石油和天然气开采业	0.0155	0.0318	0.6138	12
造纸印刷及文教体育用品制造业	0.0153	0.0315	0.6453	13
通用、专用设备制造业	0.0153	0.0315	0.6767	14
食品制造及烟草加工业	0.0144	0.0295	0.7063	15
农林牧渔业	0.0141	0.0289	0.7352	16
交通运输设备制造业	0.0135	0.0277	0.7629	17
建筑业	0.0130	0.0266	0.7895	18
房地产业	0.0120	0.0246	0.8142	19
批发和零售业	0.0110	0.0226	0.8368	20

表 6 反映的是 2007 年全国 42 产业中与房地产业密切后向完全关联的产业及其关联

度。所有 42 个产业都与房地产业有后向完全关联，其中关联密切的产业有 20 个，这些产业在房地产业直接和间接消耗总量中的消耗比例达到了 83.68%。

● 通过比较全国后向直接关联度和后向完全关联度的计算结果，我们可以发现：

1、有些产业与房地产业没有直接关联关系，但却有完全关联关系，如金属冶炼及压延加工业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业等，而且与房地产业完全关联密切的产业类型多于直接关联密切的产业类型，说明房地产业对很多产业都是通过间接消耗产生影响的；

2、有些产业与房地产业直接关联并不密切，但却与房地产业完全关联密切，如电力、热力的生产和供应业、交通运输及仓储业等；

3、在直接关联和完全关联均很密切的产业中，相同产业在直接关联度和完全关联度中的位次发生了变化，如租租赁和商业服务业在直接关联度排序中排在第二位，而在完全关联度排序中排到了第四位；建筑业在直接关联排名第三位，而在完全关联度排序中却排到了第十八位，几乎不属于房地产业的密切关联产业。

上述这些特点说明，房地产业对其后向关联产业的间接拉动作用不可忽视，房地产业的产业链因之拉长、房地产业的发展对国民经济的波及面增大。

6.2.2.前向关联产业

● 房地产的前向直接关联产业

根据 2007 年度全国投入产出基本流量表计算得到房地产业的主要前向直接关联产业及其关联度如表 7 所示。

表 7 房地产业的主要前向直接关联产业及其关联度

产业名称	直接消耗系数	比重	比重累加	位次
批发和零售业	0.0470	0.1886	0.1886	1
金融业	0.0348	0.1399	0.3285	2
居民服务和其他服务业	0.0172	0.0691	0.3975	3
住宿和餐饮业	0.0138	0.0553	0.4528	4
信息传输、计算机服务和软件业	0.0137	0.0549	0.5077	5
租赁和商务服务业	0.0105	0.0420	0.5497	6
纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业	0.0105	0.0420	0.5917	7
房地产业	0.0089	0.0358	0.6275	8
化学工业	0.0083	0.0335	0.6610	9
交通运输及仓储业	0.0073	0.0293	0.6903	10
通用、专用设备制造业	0.0068	0.0274	0.7177	11
公共管理和社会组织	0.0064	0.0257	0.7434	12
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0056	0.0227	0.7660	13
教育	0.0054	0.0217	0.7878	14
食品制造及烟草加工业	0.0047	0.0190	0.8067	15

表 7 反映的是 2007 年全国 42 产业中与房地产业密切前向直接关联的产业及其关联度。所有 42 个产业都与房地产业有前向直接关联，其中关联密切的产业有 15 个，这些产业在房地产业直接和间接消耗总量中的消耗比例达到了 80.67%。其中，批发和零售贸易业、金融保险业是房地产业的主要直接供给对象，二者所占比例之和为 32.85%，这说明房地产业的发展会直接促使金融保险业、批发和零售贸易业的繁荣。

● 房地产的前向完全关联产业

根据 2007 年度全国投入产出基本流量表计算得到房地产业的主要前向完全关联产业及其关联度如表 8 所示。

表 8 房地产业的主要前向完全关联产业及其关联度

产业名称	完全消耗系数	比重	比重累加	位次
批发和零售业	0.0608	0.0891	0.0891	1
化学工业	0.0447	0.0655	0.1546	2
金融业	0.0435	0.0637	0.2183	3
建筑业	0.0397	0.0581	0.2764	4
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0393	0.0575	0.3339	5
金属冶炼及压延加工业	0.0306	0.0447	0.3787	6
通用、专用设备制造业	0.0298	0.0437	0.4223	7
交通运输设备制造业	0.0239	0.0350	0.4574	8
纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业	0.0231	0.0338	0.4912	9
交通运输及仓储业	0.0224	0.0328	0.5240	10
居民服务和其他服务业	0.0222	0.0326	0.5565	11
食品制造及烟草加工业	0.0219	0.0320	0.5886	12
电气机械及器材制造业	0.0218	0.0320	0.6206	13
住宿和餐饮业	0.0205	0.0300	0.6506	14
纺织业	0.0194	0.0285	0.6791	15
租赁和商务服务业	0.0191	0.0280	0.7071	16
信息传输、计算机服务和软件业	0.0184	0.0269	0.7340	17
电力、热力的生产和供应业	0.0177	0.0259	0.7600	18
非金属矿物制品业	0.0158	0.0232	0.7832	19
公共管理和社会组织	0.0147	0.0215	0.8046	20

表 8 反映的是 2007 年全国 42 产业中与房地产业密切前向完全关联的产业及其关联度。所有 42 个产业都与房地产业有前向完全关联，其中关联密切的产业有 20 个，这些产业在房地产业直接和间接消耗总量中的消耗比例达到了 80.46%。

● 对全国房地产业与其前向关联产业的直接关联度和完全关联度的分析表明：

1、尽管房地产业对所有产业来说都是不可或缺的生产要素，它的发展几乎对各个产业都有供给推动作用，但这种推动力有大有小，房地产业的发展在其前向关联的产业链条上只显著地影响少数几个产业，如金融保险业、房地产业等；

2、同后向关联的分析结果相似，产业之间的间接作用影响着产业关联度的大小、相互关联密切的产业类型的多寡和位次；

3、从产业性质上看，房地产业的前向关联产业主要是批发和零售贸易业、金融业、租赁和商务服务业等服务性的产业。

6.2.3.环向关联产业

为了对房地产业与其他产业之间的关联关系有更深入地认识，在房地产业与其相关产业后向关联、前向关联分析的基础上进一步分析房地产业的环向关联产业。房地产业的环向关联产业是指与房地产业既有后向关联又前向关联的产业，同样分为环向直接关联和环向完全关联两类。

● 房地产的环向直接关联产业

联立前面计算得到的关于房地产的后向直接关联产业和前向直接关联产业，可整理

得到表 9。

表 9 房地产的主要环向直接关联产业类型

后向直接关联产业			前向直接关联产业			环向关 联度
产业名称	关联度	位次	产业名称	关联度	位次	
金融业	0.0248	1	金融业	0.0348	2	0.0596
租赁和商务服务业	0.0219	2	租赁和商务服务业	0.0105	6	0.0324
建筑业	0.0122	3	批发和零售业	0.047	1	
化学工业	0.0115	4	化学工业	0.0083	9	0.0198
住宿和餐饮业	0.0109	5	住宿和餐饮业	0.0138	4	0.0247
石油加工、炼焦及核燃料 加工业	0.0091	6	信息传输、计算机服 务和软件业	0.0137	5	
房地产业	0.0089	7	房地产业	0.0089	8	0.0178
电气机械及器材制造业	0.0081	8	纺织服装鞋帽皮革 羽绒及其制品业	0.0105	7	
金属制品业	0.0076	9	通用、专用设备制造 业	0.0068	11	
居民服务和其他服务业	0.0062	10	居民服务和其他服 务业	0.0172	3	0.0234
纸印刷及文教体育用品制 造业	0.0041	11	公共管理和社会组 织	0.0064	12	
电力、热力的生产和供应 业	0.0041	12	通信设备、计算机及 其他电子设备制造 业	0.0056	13	
交通运输设备制造业	0.0039	13	教育	0.0054	14	
文化、体育和娱乐业	0.0038	14	食品制造及烟草加 工业	0.0047	15	
交通运输及仓储业	0.0037	15	交通运输及仓储业	0.0073	10	0.011

注：环向直接关联度为房地产业与同一产业的后向直接关联度和前向直接关联度之和

从上表可知，在全国 2007 年的 42 个产业中，与房地产业前向直接关联、后向直接关联密切的产业类型共有 23 个，其中房地产业的环向直接关联产业有 7 个，分别是：金融业、租赁和商务服务业、化学工业、住宿和餐饮业、房地产业本身、居民服务和其他服务业、交通运输及仓储业；只前向直接密切关联而后向直接关联不密切的产业共有 8 个，分别是批发和零售业、信息传输、计算机服务和软件业、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业、通用、专用设备制造业、公共管理和社会组织、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、教育、食品制造及烟草加工业，说明房地产业对这几个产业主要产生的直接供给推动作用；后向直接关联密切而前向关联不密切的产业也共有 8 个，分别是建筑业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、电气机械及器材制造业、金属制品业、纸印刷及文教体育用品制造业、电力、热力的生产和供应业、交通运输设备制造业、文化、体育和娱乐业，说明房地产业对这几个产业主要产生的直接需求拉动作用。

● 房地产的环向完全关联产业

联立前面计算得到的关于房地产的后向完全关联产业和前向完全关联产业，可整理得到表 10。

表 10 房地产的主要环向完全关联产业类型

后向完全关联产业			前向完全关联产业			环向关 联度
产业名称	关联度	位次	产业名称	关联度	位次	
化学工业	0.0489	1	化学工业	0.0447	2	0.0936
金融业	0.0352	2	金融业	0.0435	3	0.0787
金属冶炼及压延加工业	0.033	3	金属冶炼及压延加工业	0.0306	6	0.0636
租赁和商务服务业	0.0287	4	租赁和商务服务业	0.0191	16	0.0478
电力、热力的生产和供应业	0.0251	5	电力、热力的生产和供应业	0.0177	18	0.0428
石油加工、炼焦及核燃料加工业	0.0233	6	纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业	0.0231	9	
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0202	7	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0393	5	0.0595
电气机械及器材制造业	0.0193	8	电气机械及器材制造业	0.0218	13	0.0411
住宿和餐饮业	0.0173	9	住宿和餐饮业	0.0205	14	0.0378
交通运输及仓储业	0.0168	10	交通运输及仓储业	0.0224	10	0.0392
金属制品业	0.0157	11	居民服务和其他服务业	0.0222	11	
石油和天然气开采业	0.0155	12	纺织业	0.0194	15	
造纸印刷及文教体育用品制造业	0.0153	13	信息传输、计算机服务和软件业	0.0184	17	
通用、专用设备制造业	0.0153	14	通用、专用设备制造业	0.0298	7	0.0451
食品制造及烟草加工业	0.0144	15	食品制造及烟草加工业	0.0219	12	0.0363
农林牧渔业	0.0141	16	非金属矿物制品业	0.0158	19	
交通运输设备制造业	0.0135	17	交通运输设备制造业	0.0239	8	0.0374
建筑业	0.013	18	建筑业	0.0397	4	0.0527
房地产业	0.012	19	公共管理和社会组织	0.0147	20	
批发和零售业	0.011	20	批发和零售业	0.0608	1	0.0718

注：环向完全关联度为房地产业与同一产业的后向完全关联度和前向完全关联度之和

从上表可知，在全国 2007 年的 42 个产业中，与房地产业前向完全关联、后向完全关联密切的产业类型共有 26 个，其中房地产业的环向完全关联产业有 14 个；只前向完全密切关联而后向完全关联不密切的产业共有 6 个，说明房地产业对这几个产业主要产生的供给推动作用；后向完全关联密切而前向完全关联不密切的产业也有 6 个，说明房地产业对这几个产业主要产生的需求拉动作用。

● 对全国房地产业与其环向关联产业的直接关联度和完全关联度的分析表明：

1、在 14 个环向完全密切关联产业中，与房地产业既环向完全关联密切又环向直接关联密切的产业共有 5 个，它们是金融保险业、租赁和商务服务业、化学工业、住宿和餐饮业、交通运输及仓储业，说明房地产业与这 5 个产业既有直接关联又有完全关联、既有前向供给推动关联也有后向需求拉动关联；与房地产业单向直接密切关联但环向完全密切关联的产业共有 8 个，分别是建筑业、批发和零售业、电气机械及器材制造业、通用、专用设备制造业、电力、热力的生产和供应业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、交通运输设备制造业、食品制造及烟草加工业；

2、在 8 个与房地产业单向直接密切关联但环向完全密切关联的产业中，建筑业、

电气机械及器材制造业等仅后向直接关联密切而前向直接关联不密切，批发和零售业、信息传输、计算机服务和软件业等仅前向直接密切关联而后向直接关联不密切，但这些产业在完全关联中却前向、后向均密切关联，说明产业之间的间接联系起了重要作用。另外，金属冶炼及压延加工业、食品制造及烟草加工业与房地产业直接关联不密切，仅完全关联密切，说明这两个产业主要是通过间接作用与房地产业产生了联系，房地产业的发展不会直接快速地影响到这些产业的发展，而只是间接地以其他产业为桥梁产生波及作用。

6.2.4.产业总带动效应

若将房地产业通过直接、间接方式对其相关产业的后向需求拉动作用和前向供给推动作用综合考虑，可计算得到全国房地产业对各主要关联产业的总带动效应如表 11 所示。

表 11 房地产业对主要关联产业的总带动效益	
产业名称	总带动效应
化学工业	0.0936
金融业	0.0787
批发和零售业	0.0718
金属冶炼及压延加工业	0.0636
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0595
建筑业	0.0527
租赁和商务服务业	0.0478
通用、专用设备制造业	0.0451
电力、热力的生产和供应业	0.0428
电气机械及器材制造业	0.0411
交通运输及仓储业	0.0392
住宿和餐饮业	0.0378
食品制造及烟草加工业	0.0363
对 42 产业的总带动效应	1.1701

注：总带动效应为房地产业对其他产业的后向完全关联度和前向完全关联度之和

2007 年北全国房地产业每增加 1 万单位产值，可带动所有产业增加 1170.1 单位产值，其中对化学工业的带动为 936 单位产值，居各产业之首。带金融业、批发和零售贸易业、金属冶炼及压延加工业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、建筑业、租赁和商务服务业、通用、专用设备制造业、电力、热力的生产和供应业、电气机械及器材制造业、交通运输及仓储业、住宿和餐饮业、食品制造及烟草加工业分别增加 787、718、636、595、527、478、451、428、411、392、378、363 单位产值。

6.2.5.产业波及效应

根据 2007 年全国产业投入产出基本流量表，计算得到各产业的影响力、感应度及其系数如表 12 所以：

表 12 2007 年 42 个产业的影响力和感应度						
产业名称	影响力			感应度		
	影响力	系数	位次	感应度	系数	位次

通信设备、计算机及其他 电子设备制造业	4.1774	1.4235	1	5.3054	1.8079	4
电气机械及器材制造业	3.9184	1.3353	2	3.4516	1.1762	12
仪器仪表及文化办公用机械制 造业	3.9159	1.3344	3	1.9183	0.6537	25
交通运输设备制造业	3.9028	1.3300	4	3.4780	1.1852	11
金属制品业	3.6924	1.2582	5	2.9597	1.0086	17
通用、专用设备制造业	3.6494	1.2436	6	4.6227	1.5753	7
化学工业	3.5931	1.2244	7	10.5819	3.6060	1
纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制 品业	3.5652	1.2149	8	1.8749	0.6389	26
纺织业	3.5629	1.2141	9	3.3549	1.1432	13
金属冶炼及压延加工业	3.5463	1.2085	10	8.6618	2.9517	2
建筑业	3.4869	1.1882	11	1.2443	0.4240	34
造纸印刷及文教体育用品制造 业	3.3874	1.1543	12	3.2905	1.1213	15
工艺品及其他制造业	3.3745	1.1499	13	1.4103	0.4806	32
木材加工及家具制造业	3.3540	1.1429	14	2.1329	0.7268	23
非金属矿物制品业	3.2288	1.1003	15	2.5228	0.8597	20
电力、热力的生产和供应业	3.2230	1.0983	16	7.0756	2.4112	3
卫生、社会保障和社会福利业	3.1907	1.0873	17	1.1668	0.3976	40
租赁和商务服务业	3.1822	1.0844	18	2.3345	0.7955	21
石油加工、炼焦及核燃料加工 业	3.0571	1.0418	19	4.5775	1.5599	8
金属矿采选业	3.0512	1.0398	20	2.6110	0.8897	19
燃气生产和供应业	3.0236	1.0304	21	1.1802	0.4022	37
食品制造及烟草加工业	2.9103	0.9917	22	3.6439	1.2417	10
非金属矿及其他矿采选业	2.8904	0.9850	23	1.5207	0.5182	30
研究与试验发展业	2.8472	0.9702	24	1.2087	0.4119	35
居民服务和其他服务业	2.7059	0.9221	25	1.7048	0.5809	28
文化、体育和娱乐业	2.7041	0.9215	26	1.3144	0.4479	33
住宿和餐饮业	2.6920	0.9173	27	2.2822	0.7777	22
煤炭开采和洗选业	2.6585	0.9060	28	2.9502	1.0053	18
水的生产和供应业	2.6122	0.8902	29	1.1874	0.4046	36
交通运输及仓储业	2.5952	0.8844	30	4.3079	1.4680	9
邮政业	2.5106	0.8555	31	1.1203	0.3818	41
水利、环境和公共设施管理业	2.4757	0.8437	32	1.1760	0.4008	38
综合技术服务业	2.4515	0.8354	33	1.5142	0.5160	31
公共管理和社会组织	2.3287	0.7936	34	1.0206	0.3478	42
教育	2.3014	0.7843	35	1.1703	0.3988	39
石油和天然气开采业	2.2993	0.7835	36	4.7030	1.6026	6
信息传输、计算机服务和软件 业	2.2683	0.7730	37	1.7171	0.5851	27
农林牧渔业	2.1302	0.7259	38	4.9618	1.6909	5

批发和零售业	2.1158	0.7210	39	3.0845	1.0511	16
金融业	1.7980	0.6127	40	3.3147	1.1296	14
房地产业	1.4873	0.5068	41	1.5732	0.5361	29
废品废料	1.3840	0.4716	42	2.0184	0.6878	24

显然，不同的产业其感应度和影响力一般也是不同的，正确把握各产业的感应度和影响力，对产业政策的制定无疑有相当大的帮助。从影响力来看，2007 年全房地产业的影响力为 1.4873，即房地产业每增加 1 单位最终产品的增加值将会推动国民经济增加 1.4873 个单位增加值的总产出。影响力系数为 0.5068，表示房地产业对其他部门所生产的波及影响程度低于全社会平均影响水平，此结果说明全国房地产业对经济发展的推动作用相对较小。从感应度来看，2007 年全国房地产业的感应度为 1.5732，即国民经济各产业增加 1 单位最终产品的增加值，将会拉动房地产业增加 1.5732 个单位增加值的总产出。感应度系数为 0.5361，这表明全国国民经济的发展对于房地产业的发展有着较大的影响，国民经济发展低迷将给房地产业发展带来比较大的负面影响，而国民经济发展旺盛将大力促进房地产业的发展。

比较全国 2007 年房地产业的影响力系数和感应度系数可以发现感应度系数高于影响力系数，也就是说在全国国民经济中房地产业承担了供应者的角色，其受到国民经济发展的拉动作用大于房地产业对国民经济发展的推动作用。

7. 房地产行业态势分析模型

本节主要分成两部分，第一部分是通过建立 BP 神经网络模型来阐述房地产市场行业态势与经济发展的关系。模型 I 中，以商品房销售额、商品房销售面积和商品屋竣工面积作为房地产业行业态势的三项衡量指标，并作为 BP 神经网络的目标变量；以国内生产总值、固定资产投资额、人均可支配收入、人均消费性支出作为经济情况四项衡量指标并作为神经网络的输入变量。于是，我们建立了 BP 神经网络对数据进行分析，得到在数据上相互关联的神经网络。从而可以根据已经训练好的神经网络，在得到各种经济发展指标后，就可以对相应的房地产市场的发展情况进行预测。第二部分是通过建立灰色理论预测模型对 2011 年至 2012 年的经济发展的四项衡量指标进行预测，并通过精度检验，进而可以将其作为 BP 神经网络模型的输入数据，从而对 2011 年至 2012 年房地产行业态势进行预测。

7.1. 模型 I BP 神经网络模型

7.1.1. 特征的形成和提取

为了有效地实现识别房地产市场发展情况和经济发展情况，首先要使被识别对象产生一组基本特征，并对其进行处理，得到最能反映房地产市场发展情况的本质特征。我们在保证特征能充分反映房地产市场发展情况和经济发展情况的前提下，将特征参数的数量减到最少。本文采用综合文献[4][5]提取的地产市场发展情况和经济发展情况的特征作为研究对象。关于各指标详细透彻的分析详见[4][5],这里不做累赘。具体的特征的形成和提取结果如下：

● 房地产业行业发展态势指标

房地产业生产总值、销售额和实有房屋竣工面积作为房地产业发展研究的产出指标,这三个产出指标已大致能够反映出房地产业发展的情况[4]。但考虑到数据的可获得性以及数据的可预测性，本文选取商品房销售额、商品房销售面积和商品屋竣工面积作为房地产业市场发展三项衡量指标。

$$\text{房地产业发展指标} \begin{cases} \text{商品房销售额}(y_1) \\ \text{商品房销售面积}(y_2) \\ \text{商品房竣工面积}(y_3) \end{cases}$$

● 经济发展情况指标

地区生产总值、人均地区生产总值，财政收入、固定资产投资总额，充分地衡量了一个地区的经济的发展情况[5]。考虑到数据的可获得性以及数据的可预测性，本文选取了以国内生产总值、固定资产投资额、人均可支配收入、人均消费性支出作为经济发展情况的衡量指标。

$$\text{经济因素发展指标} \begin{cases} \text{国内生产总值}(x_1) \\ \text{固定资产投资额}(x_2) \\ \text{人均可支配收入}(x_3) \\ \text{人均消费性支出}(x_4) \end{cases}$$

7.1.2.数据的处理

● 对数据的形式进行综合统一处理

由于有数据缺失情况和个别异常点的存在，首先对缺失较严重或异常值的数据项进行剔除或更正。同时不同变量根据不同的时间周期进行统计，存在不一致情况。具体情况如下表 13。

表 13 各类指标的统计周期

商品房销售面积	月度	城镇固定资产投资额	月份
商品房销售额	月份	人均可支配收入	月份
商品房竣工面积	月份	人均消费性支出	月份
国内生产总值（GDP）	季度		

如果以月份为统一尺度，则房地产业发展总值增加值和全市生产总值两个变量的数据必须按月份拆成三部分，由于缺乏合理的拆分依据，这样会增加 BP 神经网络模型的模型误差。同时各指标有明显的季节变化趋势，所以本文采用季度为统一统计周期形式。

● 输入输出数据预处理

由于 BP 神经网络训练样本集中输入、输出（目标）样本参数的绝对值离散性有时太大或过于集中，在网络权值矩阵误差函数逼近过程中，易产生局部误差最优或误差震荡等缺陷。必须对输入、输出进行归一化处理，防止在网络权值矩阵误差函数训练时不会进入局部误差最优或误差震荡等缺陷区域。此外，归一化处理可以使得具有不同物理意义和量纲的输入变量赋以同等重要的地位，避免数值大的变量掩盖数值小的变量，避免神经元饱和，保证网络的收敛性，提高网络的收敛速度[6]。

归一化处理：我们可采用下列公式将数据压缩在（0，1）的范围内：

$$X_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (7.1)$$

7.1.3.BP 神经网络模型的建立

问题一的实质是——找出经济发展情况指标→房地产业行业态势情况指标集合的

映射关系，用数学表达式来表示就是要找到一个对应法则 f ，使得：

$$f: (x_1, x_2, x_3, x_4) \rightarrow (y_1, y_2) \quad (7.2)$$

显然，这是一个从4 维空间到3 维空间的映射关系，这种关系难以用数学公式写出来。为此，我们考虑用BP 神经网络来实现这一映射关系。

● BP 神经网络层数的选取

网络层数的选取决定了训练的精度和速度，增加层数可以降低误差，提高精度，但是同时也会增加网络的复杂性，从而增加训练时间。Kolmogorov 理论指出：具有单个隐含层的BP 神经网络可以映射所有连续函数，而具有双隐含层的BP神经网络可以映射任何函数（包括不连续函数）。在此，我们不清楚所要建立的映射关系是否连续，所以先考虑有单个隐含层的BP 神经网络，如果不能满足我们的要求，就考虑再加一个隐层。

● 神经网络的设计

输入层起缓冲器的作用，把数据源加到网络上，其节点数目取决于数据源的维数。基于 BP 算法的神经元网络输出层神经元可以根据待求的问题和数据表示的方式而定。在设计输入层和输出层时，应该尽可能的减小系统规模，使系统的学习时间和复杂性减小。

我们用于训练的指标国内生产总值、固定资产投资额、人均可支配收入、人均消费性支出共 4 个指标，于是输入层一共设 4 个神经元。输出量为商品房销售额、商品房销售面积和商品屋竣工面积共三个指标，故输出层有 3 个神经元。隐层的节点个数由文献[5]给出的经验公式算出，应为：

$$m = \sqrt{n l} \approx \sqrt{4 \times 3} \approx 3 \quad (7.3)$$

这样便可以确定一个 4-4-3 的 BP 神经网络。

● 学习速率与训练方法的选择

学习速率决定每一次循环训练所产生的权值的变化量。过大的学习速率可能导致系统的不稳定，但是过小的学习速率将导致训练时间较长，收敛速度很慢，不过能保证网络的误差值趋于最小。一般情况下，学习速率的选取范围在 0.01~0.9 之间。

为了保证系统的稳定性，我们选择网络学习速率为 0.05。鉴于自适应学习速率通过保证稳定训练的前提下，达到了合理的高速率，可以减少训练时间。在本模型中，我们采用自适应学习速率（*traingdx*）训练方法。

● 传输函数的选定

考虑到数据样本非线性的特点，我们采用对非线性问题解决较好的 S 型正切激活函数 $\text{tansig} = \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}}$ 作为隐含层的传递函数，对数激活函数 $\text{logsig} = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ 作为输出层的传递函数。

● 期望误差的选取

期望误差的控制，通过对网络训练参数的设定实现。考虑到具体网络训练时的训练精度和训练时间，同时确保能够对系统进行较好的预测，保证预测的实际精度，我们在网络中使训练次数极值 $\text{net.trainParam.epochs} = 50000$ ，网络训练的误差允许值 $\text{net.trainParam.goal} = 0.001$ 。

综上所述，建立 BP 神经网络的基本流程可由图 2 表示为：

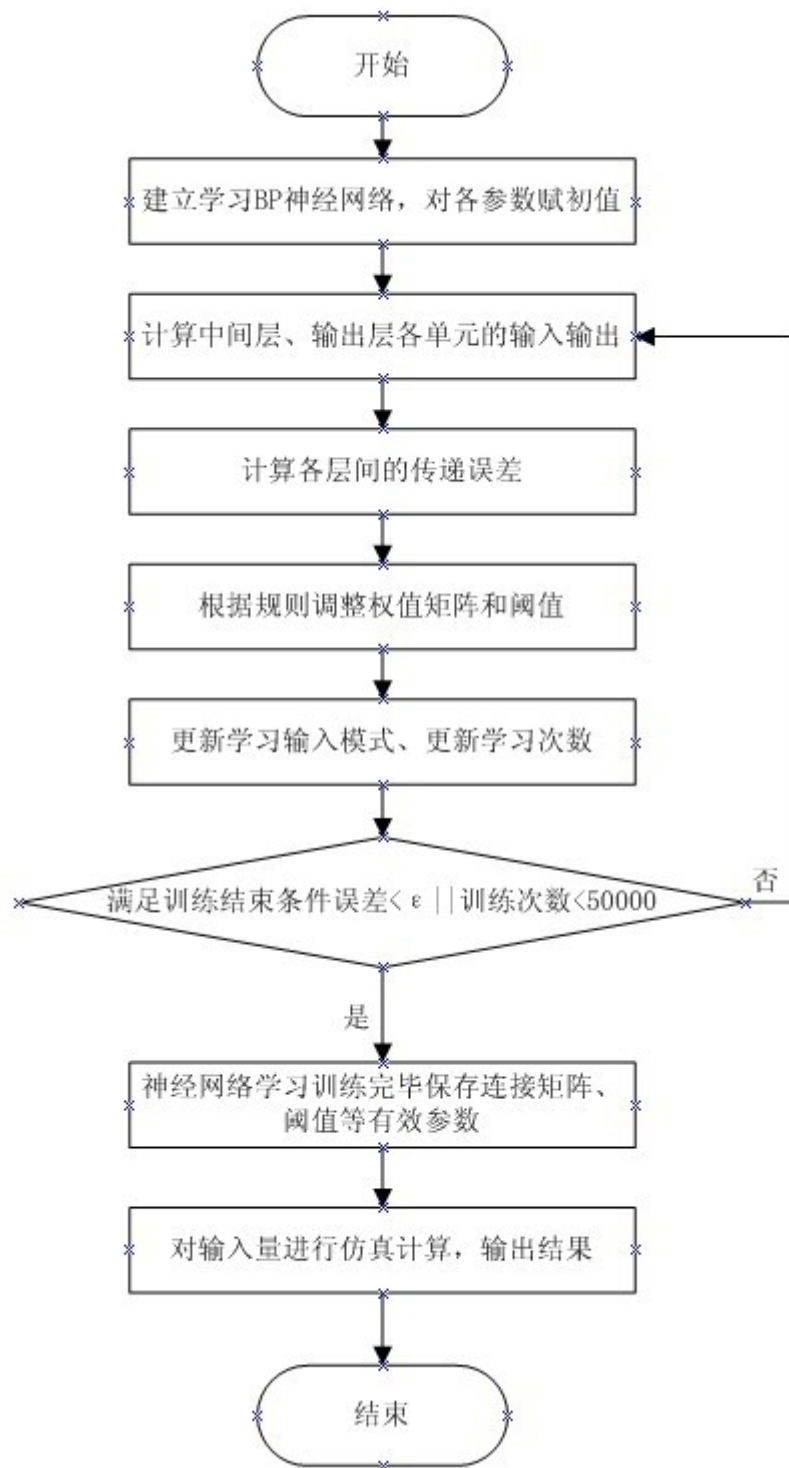


图 2 BP 神经网络的基本流程

我们按以上流程图建立的BP神经网络是否满足精度要求，即网络输出和实际输出的误差是否满足精度要求，如果符合规定要求的话，这个训练好了的BP 神经网络，就是我们要建立的神经网络模型；否则，就重新调整网络的相关参数，直至满足精度要求。神经网络的训练情况如图3：

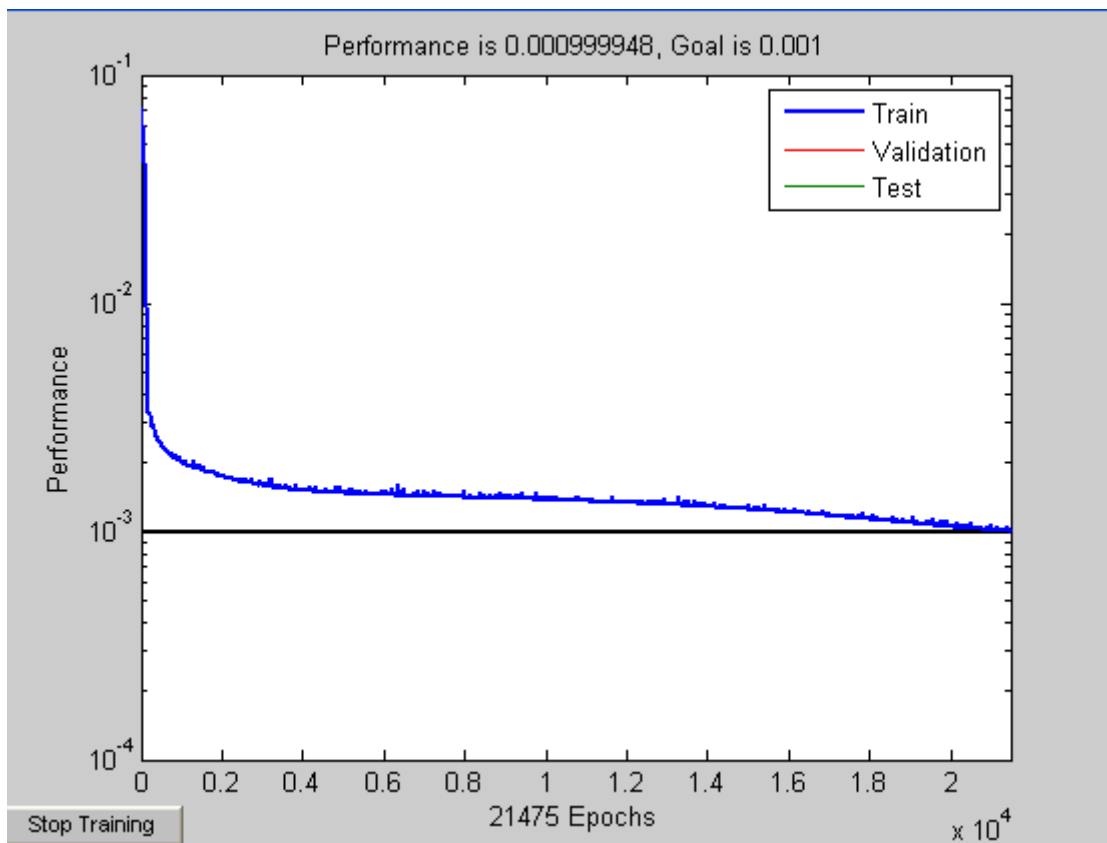


图3 神经网络的训练情况

7.2.模型 II 灰色理论预测模型

由于经济发展情况的数据带有比较明显的季节性规律，如图4所示本文把每一年的四个季度组成的向量当成一个数据点去看待。基于这种考虑，题目给出的8年数据，其实就是8个数据点，对于数据量少的问题我们尝试用灰色理论模型进行预测。

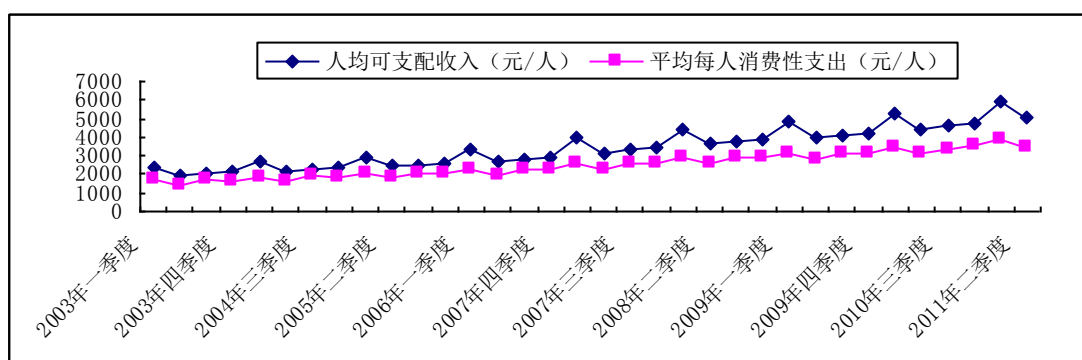


图4 预测的经济指标的季节性变化

灰色预测方法的特点表现在：首先是它把离散数据视为连续变量在其变化过程中所取的离散值，从而可利用微分方程式处理数据；而不直接使用原始数据而是由它产生累加生成数，对生成数列使用微分方程模型。这样，可以抵消大部分随机误差，显示出规律性。

7.2.1.灰色预测模型 GM(1,1)的建立

对于八年（2003-2010年）国内生产总值（32个季度）记为矩阵 $A=(a_{ij})_{8 \times 4}$ ，计算每年的年平均值，记为

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(8)) \quad (7.4)$$

并要求级比 $\lambda(i) = x^{(0)}(i-1) / x^{(0)}(i) \in (e^{-\frac{2}{8+1}}, e^{\frac{2}{8+1}}) = [0.8007, 1.2488]$ ($i=2, 3, \dots, 8$) 对 $x^{(0)}$ 作一次累加，则

$$x^{(1)}(1) = x^{(0)}(1), x^{(1)}(i) = \sum_{k=1}^i x^{(0)}(k) \quad (i=2, 3, \dots, 8) \quad (7.5)$$

记

$$x^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(8)) \quad (7.6)$$

取 $x^{(1)}(1)$ 的加权均值，则

$$Z^{(1)}(k) = \alpha x^{(1)}(k) + (1-\alpha)x^{(1)}(k-1), k=1, 2, 3, 4, 5 \quad \text{其中 } \alpha \text{ 为确定参数,}$$

记

$$Z^{(1)} = (z^{(1)}(2), z^{(1)}(3), \dots, z^{(1)}(8)) \quad (7.7)$$

于是GM(1,1)的白化微分方程模型为

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (7.8)$$

其中 a 是发展灰度， b 是内生控制灰度。

由于 $x^{(1)}(k) - x^{(1)}(k-1) = x^{(0)}(k)$ ，取 $x^{(0)}(k)$ 为灰导数， $z^{(1)}(k)$ 为背景值，则方程（7.8）相应的灰微分方程为

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b \quad (k=2, 3, \dots, 8) \quad (7.9)$$

即矩阵形式为

$$Y = B(a, b)^T$$

$$\text{其中 } Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(8) \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \dots & 1 \\ -z^{(1)}(8) & 1 \end{bmatrix}$$

用最小二乘法求得参数的估计值为

$$(\hat{a}, \hat{b}) = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (7.10)$$

于是方程（7.10）有响应（特解）

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-at} + \frac{b}{a}$$

则

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})(e^{-ak} - e^{-a(k-1)}) \quad (7.11)$$

由（7.11）式可以得到下一年的国内各季度生产总值的平均值为 \bar{x} ，则预测年的总值为

$Z = 4x$. 根据历史数据, 可以统计计算出下一年全市第 i 个季度的生产总值占全年总值的比例为 u_i , 即

$$u_i = \frac{\sum_{j=1}^8 a_{ij}}{\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 a_{ij}} \quad (7.12)$$

则 $u_i = (u_1, u_2, \dots, u_4)$, 于是可得下一年每一个季度的生产总值的指标值为 $V = Zu$ 。

7.2.2. 模型的求解

利用全国 8 年 (2003-2010 年) 全市生产总值 (32 个季度), 用 (7.4) 和 (7.5) 可得全市生产总值的平均值, 一次累加值分别为

$$x^{(0)} = (3395.6, 3997.0, 4580.4, 5407.9, 6645.3, 7851.1, 8522.6, 9949.6)$$

$$x^{(1)} = (33955.6, 73925.3, 119730, 173808, 240261, 318772, 403998, 503494)$$

显然 $x^{(0)}$ 的所有级比都在可容区域内, 反复取 α 的值, 经检验, 在这里取参数 $\alpha = 0.5$ 时精度为最小。

由 (7.6) 式则有

$$Z^{(1)} = (53940.5, 96827.4, 146769, 207035, 279516, 361385, 453746)$$

由最小二乘法用 (7.10) 式求得 $a = -0.150111, b = 32782.6$ 。由 (7.11) 式可得下一年年总值为 $Z = 467537$ 。

由 (7.12) 式得每个季度的比例为

$$u = (0.2021 \ 0.2265 \ 0.2395 \ 0.3319)$$

故下一年第一季度到第四季度的预测值为

$$V = (94494, 105902, 111957, 155184)$$

类似地, 利用该模型, 我们可以得到其他经济指标 2 年预测值, 结果如表 14。

表 14 各经济指标 2011 年和 2012 年预测值

各类经济指 标	2011 年				2012 年			
	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度	三季度	四季度
国内生产总值 (亿元)	94494	105902	111957	155184	109799	123054	130090	180318
固定资产投资额 (亿元)	9711.6	18611.9	19468.3	22483	12276.1	23526.5	24609.1	28419.8
人均可支配收入 (元)	6105.2	5044.6	5228.0	5421.0	6878.1	5683.3	5889.9	6107.3
人均消费性支出 (元)	3894.8	3452.8	3886.3	3890.3	4332.4	3840.8	4323.0	4327.4

7.2.3. 模型精度检验

我们采用残差合格模型对进行灰色预测模型 GM(1, 1) 进行检验。

● 残差合格模型

设原始序列

$$X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\} \quad (7.13)$$

相应的模型模拟序列为

$$\hat{X}^{(0)} = \{\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n)\} \quad (7.14)$$

残差序列

$$\begin{aligned} \varepsilon^{(0)} &= \{\varepsilon(1), \varepsilon(2), \dots, \varepsilon(n)\} \\ &= \{x^{(0)}(1) - \hat{x}^{(0)}(1), x^{(0)}(2) - \hat{x}^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n) - \hat{x}^{(0)}(n)\} \end{aligned} \quad (7.15)$$

相对误差序列

$$\Delta = \left\{ \left| \frac{\varepsilon(1)}{x^{(0)}(1)} \right|, \left| \frac{\varepsilon(2)}{x^{(0)}(2)} \right|, \dots, \left| \frac{\varepsilon(n)}{x^{(0)}(n)} \right| \right\} = \{\Delta_k\}_1^n \quad (7.16)$$

- 对于 $k < n$, 称 $\Delta_k = \left| \frac{\varepsilon(k)}{x^{(0)}(k)} \right|$ 为 k 点模拟相对误差, 称 $\Delta_n = \left| \frac{\varepsilon(n)}{x^{(0)}(n)} \right|$ 为滤波相对误差;

称 $\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \Delta_k$ 为平均模拟相对误差;

- 称 $1 - \bar{\Delta}$ 为平均相对精度, $1 - \Delta_n$ 为滤波精度;
- 给定 α , 当 $\bar{\Delta} < \alpha$, 且 $\Delta_n < \alpha$ 成立时, 称模型为残差合格模型

由公式 (7.16) 可得

表 15 精度检验表

各类经济指标	α 的选定	相对误差	模型精度
国内生产总值 (GDP)	0.5	0.064	三级精度
固定资产投资额	0.5	0.050	二级精度
居民人均可支配收入	0.5	0.0155	二级精度
居民人均消费性支出	0.5	0.019	二级精度

除了国内生产总值 (GDP) 之外, 其他模型均达到二级精度, 精度较高。由此可见, 该模型的预测效果较好。这些指标值作为神经网络的输入用于我国房地产行业态势的分析。

7.3. 2012 年我国房地产市场发展形势

将表 14 各经济指标 2012 年预测值的数据带入训练好的 BP 神经网络模型 (模型 I), 我们可以得到并结合已有的数据, 我们 2012 年房地市场发展形势如下图 5, 图 6。

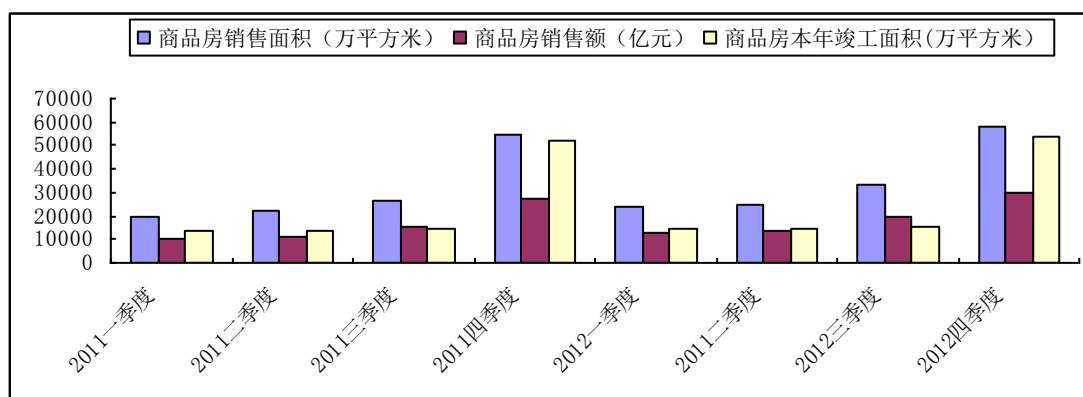


图 5 2011 和 2012 年房地产市场发展形势

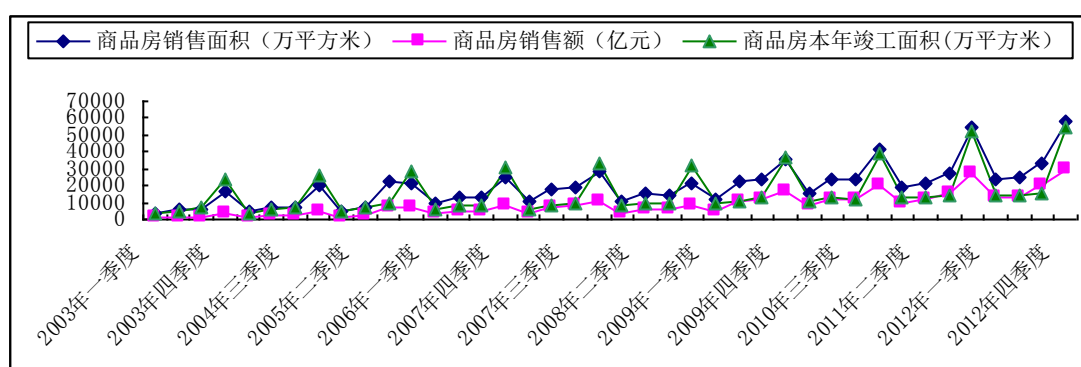


图 6 2003-2012 年房地产市场发展形势

从图 5、图 6 可以看出 2010 年房地产行业态势继续呈现周期性变化，稳步递增。从总体上看，全国房地产还有上升的空间。2012 年第四季度的季度值商品房销售面积为 58414.90 万平方米、商品房销售额达到 29583.60 亿元，商品房本年竣工面积为 54083.6 万平方米。这种周期性变化、稳步递增的发展态势至少在未来两年是不会发生改变的。

8. 房地产行业可持续发展模型

房地产业不稳定主要表现为投资过热、房价增长率过高，住房需求与住房供给处于不平衡状态。泡沫现象的存在极力冲击房地产业的稳健发展，如何采取政策有效抑制房地产泡沫情况，将是一个不容忽视的重点问题。基于这个问题，我们认为，如果房地产业不出现泡沫现象，即表示它处于稳定发展状态。基于这个假设，我们需要明确房地产泡沫的成因，寻找刻画房地产泡沫的指标，通过该指标衡量当前房地产业是否有利于可持续发展。

房地产可持续发展，这其实是一个约束条件，具体体现为可持续发展指标各项间的相互制约关系，实现住房需求以及住房供给平衡。把可持续发展指标最大化作为规划目标，建立多目标规划模型，从而得出房地产施工面积、竣工面积、投资增长率、房价增长率等各变量的值，为政府决策提供直观的定量依据。本节主要研究的工作有：首先分析并选取房地产可持续发展的衡量指标；其次收集有效数据利用多元回归建立目标函数，并给出约束条件；最后，针对模型的分析结果，给出相应的政策建议。

8.1.房地产行业可持续发展衡量指标

为了衡量我国房地产市场健康可持续发展，根据数据的易处理性，本问参考文献[7]选取 6 个指标（图 7）和 4 个约束条件（表 16）作为房地产行业可持续发展的衡量指标。

房地产行业泡沫评价指标

{

房地产行业竣工面积 X_1

房地产行业施工面积 X_2

房价增长率 X_3

GDP增长率 X_4

CPI增长率 X_5

房地产投资增长率 X_6

}

X_1 和 X_2 涵括了房地产产业的规模， X_3 表明了了房地产产业的价格变化情况； X_4 、 X_5 概括了国民的生活 水平； X_6 表明了政府和商家对房地产的重视程度

表 16 指标对应测度值

序号	指标层	泡沫参考标准		
		理想值	轻度	严重
1	房地产投资增长率/GDP 增长率	1.5-2	2-3	>3
2	商品房施工面积/竣工面积	2.5-3	3-3.5	>3.5
3	房价增长率/GDP 增长率	1-2	2-3	>3
4	房价增长率/CPI 增长率	1-2	2-4	>4

8.2.模型分析

目标函数：城镇居民人均建筑面积，作为建设小康社会的一项重要指标，能否有效地控制该指标值，将直接影响着房地产业健康稳定地发展。

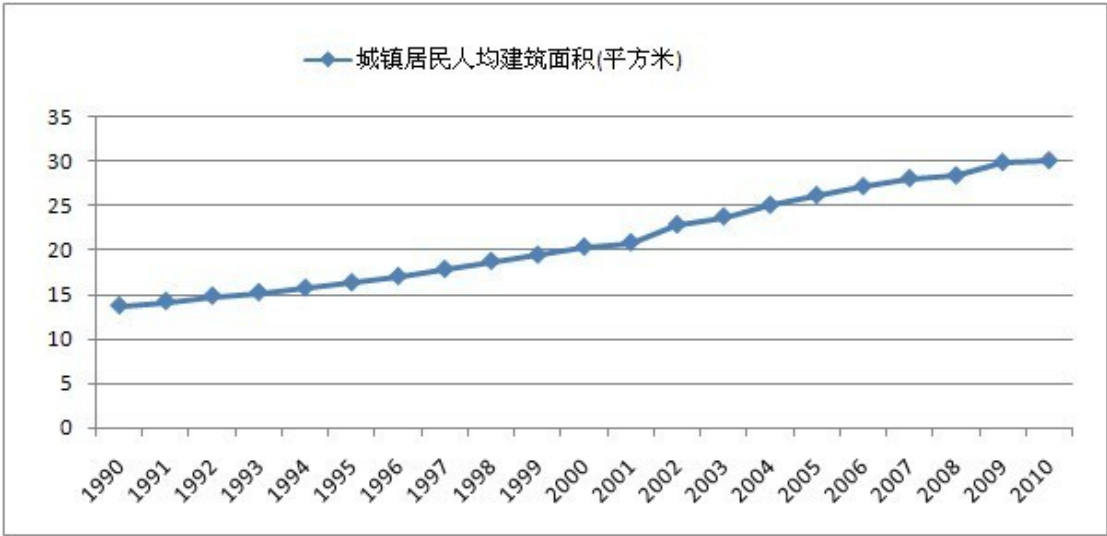


图 7 人均建筑面积

参照表 1 给出的指标对应测度值，分别给定以下约束条件：

约束 1: 房地产投资增长率与 GDP 增长率的比值介于 1.5 和 2 之间;

约束 2: 商品房施工面积比竣工面积的取值介于 2.5 和 3 之间;

约束 3: 房价增长率比 GDP 增长率的取值介于 1 和 2 之间;

约束 4: 房价增长率比 CPI 增长率的取值介于 1 和 2 之间。

8.2.1. 目标分析

对于规划问题,因变量需要和自变量建立函数关系。但是人均住房面积与 $X_1 \sim X_6$ 难以建立直接的联系。所以我们采用回归的方法建立其之间的联系。。我们通过作出 Y 分别和 $X_1 \sim X_6$ 的散点图,发现 Y 跟自变量 $X_1 \sim X_6$ 之间有比较好的线性关系。通过数据的拟合,我们得到了以下的多元线性回归模型:

$$Y = 13.3816 + 2.1877X_1 - 0.0336X_2 - 0.4032X_3 + 15.1168X_4 - 12.1434X_5 + 2.1502X_6 \\ (R^2 = 0.9936, p = 0.00001 < 0.05)$$

由结果可知:相关系数 R 的绝对值为 0.9936,很接近于 1,表明回归自变量与因变量有较强的线性相关性, $p = 0.00001 < 0.05$ 表明此模型中因变量与自变量之间有显著的相关关系,可以用于下一步的规划模型。由于个指标的量纲不同,这里为了量化的一致性以及减少误差,我们对数据进行预处理,将某些指标单位做如下调整:商品房本年竣工面积:亿平方米(原:万平方米);商品房本年施工面积:亿平方米(原:万平方米)。

8.2.2. 约束分析

● 约束 1: 房地产投资增长率与 GDP 增长率之比

房地产开发投资额是房地产供给对需求最直接的反映,开发投资额超常增长可能意味着投机需求和虚高价格的形成。一个用来衡量房地产开发投资增长快慢的重要指标就是房地产投资额增长率/GDP 增长率。通常认为该指标的理想值为 1.5-2。于是有:

$$F_1 \leq \frac{X_6}{X_4} \leq F_2$$

其中, F_1, F_2 为比例阈值,分别取值为 1.5, 2。

● 约束 2: 商品房施工面积与竣工面积之比

根据房地产泡沫生成机理,商品房施工面积和竣工面积是房地产发展过程和结果的体现。选取该指标可以反映未来房地产市场投资程度以及供求市场情况。施工面积一般为竣工面积的 2.5-3 倍,反映了未来 1-2 年现房的供应量,若其值小于 2.5 倍,会出现供应短缺,大于 3 倍,未来供应量将会放大。该比值越大,说明泡沫越大。满足约束条件为

$$F_3 \leq \frac{X_2}{X_1} \leq F_4$$

其中, F_3, F_4 为比例阈值,分别取值为 2.5, 3。

● 约束 3: 房价增长率与 GDP 增长率之比

该指标用来反映房地产泡沫的扩张程度,是测量虚拟经济相对实体经济增长速度的动态指标,用来监测房地产经济泡沫化趋势,指标值越大,房地产泡沫的程度就越大。通常认为,当房价上升幅度是 GDP 增幅的 2 倍以上时,一般认为房价很不正常,孕育着泡沫。则房价增长率与 GDP 增长率之比约束可表示为:

$$F_5 \leq \frac{X_3}{X_4} \leq F_6$$

其中, F_5, F_6 为比例阈值,分别取值为 1, 2。

● 约束 4: 房价增长率与 CPI 增长率之比

住宅作为人们生活的必需品,是价格最昂贵的消费品,其价格变化应该基本与 CPI 的变化同步。但是若房价增长速度过快,超过其他消费品价格增长速度过多,那么房地产价格增长率与 CPI 增长率之比将会增大,表示出房地产价格涨幅以大大超过其他消费品价格涨幅表现出一定的泡沫特征一般认为该指标不超过 2 为宜,即满足:

$$F_7 \leq \frac{X_3}{X_5} \leq F_8$$

其中, F_7, F_8 为比例阈值,分别取值为 1, 2。

8.3.模型的建立和求解

基于前面的分析,模型的建立如下:

$$s.t. \begin{cases} F_1 \leq \frac{X_6}{X_4} \leq F_2 \\ F_3 \leq \frac{X_2}{X_1} \leq F_4 \\ F_5 \leq \frac{X_3}{X_4} \leq F_6 \\ F_7 \leq \frac{X_3}{X_5} \leq F_8 \\ F_9 \leq X_1 \leq F_{10} \\ F_{11} \leq X_2 \leq F_{12} \\ X_4 = F_{13} \end{cases}$$

基于前面约束条件的分析,约束条件中的前 8 个比例阈值分别取为 $F_1=1.5, F_2=2, F_3=2.5, F_4=3, F_5=1, F_6=2, F_7=1, F_8=2$; 结合近年来数据的统计特点,我们可以给 X_1 和 X_2 确定一个取值范围,取 $F_9=1, F_{10}=8, F_{11}=4, F_{12}=50$, 另外,取 $d_0=13.3816, d_1=2.187, d_2=0.0322, d_3=0.4032, d_4=15.1468, d_5=14342, d_6=2.150$ 同时 X_4 (GDP 增长率) 是一个无法控制的值,我们把它固定为取为固定值 $F_{13}=0.12$ (F_{13} 的取定也是根据近年来 GDP 增长率预测得到的), 最后,我们可以得到以下的求解结果:

表 17 规划问题求解

项目	取值
人均住房面积 Y	31.76428 (平方米)
房地产竣工面积 X_1	8 亿万平方米
房地产施工面积 X_2	20 亿万平方米
房价增长率 X_3	0.12
房地产投资增长率 X_6	0.24

2010 年的人均住房面积为 30 平方米,房地产竣工面积为 7.5961 亿平方米、施工面积为 40.55 亿平方米、房价增长率为 0.13 房地产投资增长率为 0.03220。根据上面数据与理想结果进行比较,并参考了专家建议和政府提出过的政策,我们建议:

- 政府应继续通过规定土地开发期限,提高购地税率等措施,降低房地产的投资比重

- 限制或延迟新商品房的建设，降低商品房施工面积与竣工面积之比
- 通过调低住房公积金贷款利率，免征购房印花税，将更多的商品房建设改为经济适用房建设等措施，提高房屋购买量，降低房屋空置率。

9. 房价影响模型

本节拟通过图 8 所示三步建立模型：

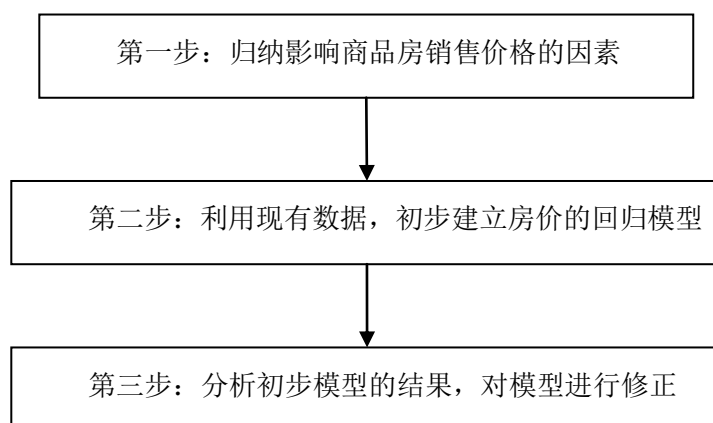


图 8 影响商品房销售价格的因素

9.1. 影响商品房销售价格的因素

通过参考文献[8]，我们知道影响商品房销售价格的因素可以分为如图 9 所示 4 大类：

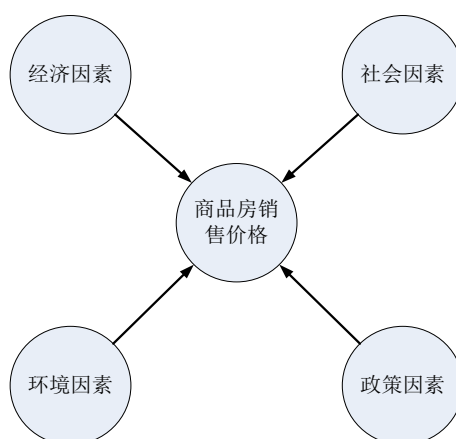


图 9 影响商品房销售价格的因素

经济因素：主要有经济发展状况、储蓄、消费、投资水平、财政收支及金融状况、利率、物价等。

社会因素：主要的社会因素有人口因素、房地产投机、城市化水平等。

环境因素：主要是关于房地产所处的地理位置与自然环境等。

政策因素：主要涉及到国家或地方政府颁布的一些政策、法规、行政措施等对房地产价格的调控和管理，如土地制度，住房制度，税收制度等。

9.2. 房价的初步回归模型

这里先对数目众多的因素进行初步的筛选，使模型实现必要的简化和计算上可行。

9.2.1.经济因素

- 经济发展状况

国内生产总值（GDP）在一定程度上反映了一个国家的经济发展水平。由国家统计局数据，我们画出了商品房屋平均销售价格—GDP 散点图，发现两者之间有明显的线性关系，进一步使用 *matlab* 拟合后得到图 10。

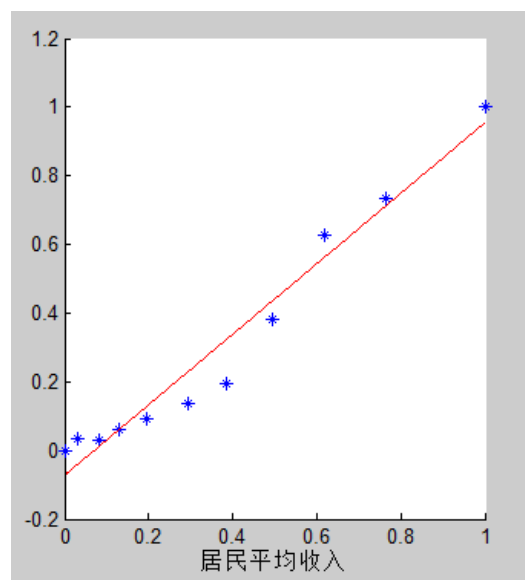
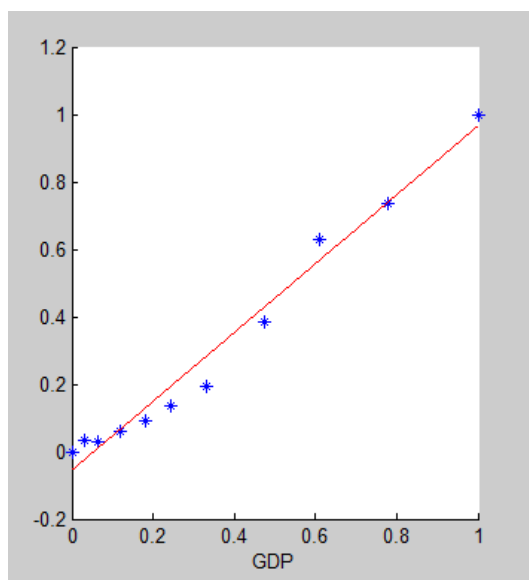


图 10 商品房屋平均销售价格—GDP 关系图 图 11 房地产价格与居民收入水平关系图

其相关系数达到 0.97734，呈高度相关关系。可见，近年来我国高速发展的经济水平推动了房地产价格的迅猛增长。GDP 可以作为下一步分析的指标之一。

- 居民收入及物价水平

居民可支配收入的增加会使居民的支付能力增强，进而增加对房地产的需求，导致房地产价格上涨；反之则房价下跌。收入增加对房价的影响程度，取决于现有的收入水平及边际消费倾向的大小。同样进行简单的回归分析得到图 11。

其相关系数为 0.95920，呈高度相关关系。可见我国房地产价格与居民收入水平关系紧密，居民平均收入水平的高低是影响房地产价格的重要因素。

9.2.2.社会因素

- 人口因素

房地产的需求主体是人，人口数量、家庭规模、人口素质等情况都会对房地产价格产生较大影响。当人口数量增加时，对房地产的需求就会增加，房地产价格一般就会上涨，反之则会下降。由此建立如图 12 所示简单的回归模型。

从图 12 可以看到，人口与房价有明显的二次关系。不过另一方面，我们可以想到，人口是可以从 GDP 和人均收入水平得到，如果加入回归模型里意义不大，所以这里将人口剔除。

9.2.3.环境因素

影响房地产价格的环境因素，主要是关于房地产所处的地理位置与自然环境等因素。一般来说，房地产所处的位置不同，价格就会有很大差别，因为房地产位置的优劣直接影响其所有者或使用者的生活满足程度、经济收益或社会影响。

显然，环境因素对于大范围内的房地产价格影响不大，对于区域性的房价却有极大

的影响。在本问题中，我们将建立的房价回归模型是基于全国范围的，这时引进环境因素意义不大。

9.2.4.政策因素

我国的社会主义市场经济是在国家宏观调控下的市场经济，是一种考虑到社会利益的经济。房地产属于市场经济的一个组成部分，必定受到宏观调控政策的引导。政策在我国房价的形成中的作用是不可忽视的。

从经济学上讲，政府为了保持房地产业的健康发展，采取加息和提高存款准备金率和颁布相关法规的政策来调控房地产业的发展。

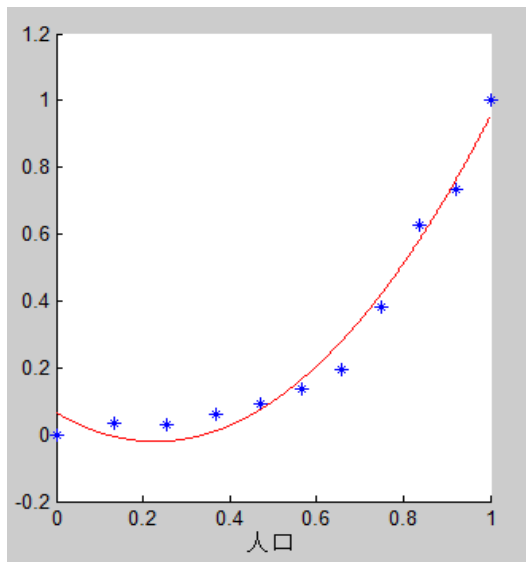


图 12 人口和房价的关系

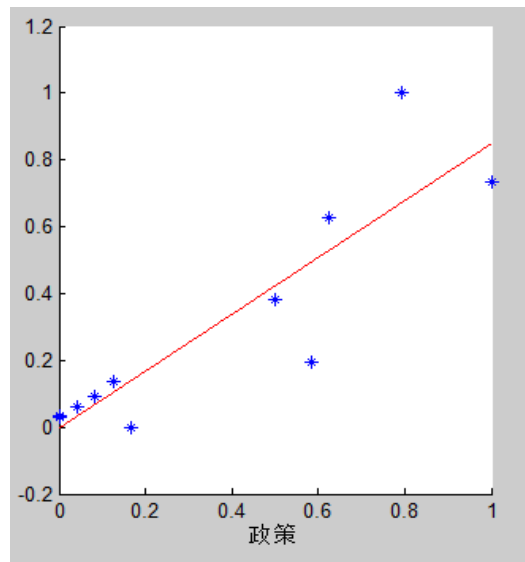


图 13 政策和房价的关系

● 政策的量化标准

本文对政策采取的分级量化的方式：国家法律、管理体制改革和重大举措赋值 3-4 分，中共中央国务院发文赋值 2-3 分，原土地管理局和国土资源部发文赋值 1-2 分。通过这种赋值的方法来衡量国家政策对房地产业的发展影响[9]。

综合分析各项政策指标，按照上述分级量化方式，进行简单的回归（图 13）。

其相关系数是 0.78798，线性关系不明显。而其相关程度不高的原因，我们认为主要是政策量化上存在的很大的主观因素，以及政策在实际上并不直接作用于房价。所以我们排除政策对房价的直接影响，而考虑政策对影响房价的其他因素的情况。

9.2.5.房价的初步回归模型的建立与求解

经过上述分析，我们得出筛选后的重要因素有：房地产开发企业竣工房屋面积、商品房销售面积、GDP、城镇居民人均可支配收入、土地购置费用和政策。

为方便分析，先假设各个因素之间没有多重相关性，即相互独立。然后，我们对数据进行了归一化，这是因为本模型建立的目的不是严格准确地预测房价，而是分析影响房价的因素间的关系，对数据归一化有利于消除由单位，不同数据间大小差异等造成的干扰。

假设房价和影响房价因素间的关系是线性关系，建立多元回归模型。初步的回归方程为

$$P = \alpha_0 + \alpha_1 D + \alpha_2 S + \alpha_3 G + \alpha_4 A + \alpha_5 L + \alpha_6 O + \varepsilon$$

其中 α_0 、 α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 、 α_5 、 α_6 是常数； D 表示房地产需求因素，即商品房销售面积； S 表示房地产需求因素，即房地产开发企业竣工房屋面积； G 表示国内生产总值 GDP ； A 表示城镇居民人均可支配收入； L 表示土地购置费用； O 表示政策； P 表示商品房销售价格。

用 matlab 软件对数据进行拟合、用最小二乘法进行估计，结果如表 18 所示：

表 18 初步模型回归结果

回归系数	回归系数的估计值	回归系数的置信区间
α_0	0	[0 0]
α_1	0.88079	[-0.57825 2.33983]
α_2	-0.36813	[-1.18345 0.44719]
α_3	1.86510	[-0.48021 4.21042]
α_4	-1.16553	[-5.94919 3.61813]
α_5	-0.21494	[-3.47442 3.04454]
α_6	0.00786	[-0.36357 0.37928]
$R^2 = 0.99574 \quad F = 227.555 \quad p = 0.000006846 < 0.0001 \quad s^2 = 0.0009905$		

因此，由计算结果，我们得到的回归方程为

$$P=0+0.88079D-0.36813S+1.86510G-1.16553A-0.21494L+0.00786O$$

● 初步模型的分析

从上表可以看到， $R^2 = 0.99574 \in (0.8,1)$ ， $F = 227.555 > F_{0.95}(6,5) = 4.95028$ ， $p = 0.000006846 < 0.0001$ ，模型通过了相关系数 R 检验， F 检验和 p 检验，说明因变量与自变量间有显著的线性相关性。

但同时，我们发现，所有系数的置信区间都跨过 0 点，我们认为这主要是因为各变量间存在多重相关性所导致的，其次是数据点较少的问题。为了解决变量间多重相关性问题，我们尝试将某些变量进行交叉，引入得到的新变量再进行回归。而对于数据点少的问题，我们将对上述指标进行再一次筛选，剔除重要性相对不高的因素。

9.3.房价的修正回归模型的建立

9.3.1.指标因素的再次筛选

观察表 18 中各系数的估计值，容易发现 α_5 、 α_6 是最小的两个，其分别是土地购置费用 and 政策的系数，所以我们将其剔除。

但是，与土地购置费用不同，政策的影响是反映在其他因素的改变上，它对房价的作用很大，却由于是间接影响所以在描述直接影响关系的回归模式上得不到体现。所以，政策将作为交叉因素继续引入到模型中，而不作为单独的变量存在。

同时，作为主要因素的房屋竣工面积，其回归系数却很低，我们认为原因在于，竣工面积是反映上一时期的房地产市场状况，其对当前的房价影响更多的是通过人对房价

合理性的主观衡量反映。因此，我们将把房屋竣工面积与城镇居民人均可支配收入结合考虑，尝试对竣工面积进行放大。

9.3.2.修正模型的建立与求解

根据上面的分析，我们重新构造变量后再进行多元线性回归，得到修正后的方程

$$P = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 S + \beta_3 S^2 + \beta_4 G + \beta_5 A \times D + \beta_6 O \times G + \varepsilon$$

其中， D 为需求量、 S 为供给量、 G 为国民生产总值、 A 为居民平均收入、 O 为量化的政策因素。

用 matlab 软件对数据进行拟合、用最小二乘法进行估计，结果如表 19 所示：

表 19 改进模型回归结果

回归系数	回归系数的估计值	回归系数的置信区
β_0	0	[0 0]
β_1	0.84913	[0.44853 1.24972]
β_2	-1.24299	[-1.49158 -0.99439]
β_3	1.17344	[0.91133 1.43554]
β_4	1.55682	[1.18166 1.93197]
β_5	-1.16160	[-1.53574 -0.78746]
β_6	-0.21908	[-0.33017 -0.10798]
$R^2 = 0.99973$ $F = 3766.93234$ $p = 0.000000006232 < 0.0001$		
$s^2 = 0.000061782$		

因此，由计算结果，我们得到的回归方程为

$$P = 0.84913D - 1.24299S + 1.17344S^2 + 1.55682G - 1.16160A \times D - 0.21908O \times G$$

- **结果的检验**
- **相关系数** $R^2 = 0.99973 \in (0.8, 1)$ ，很接近于 1，表明回归自变量与因变量有较强的线性相关性。
- **F 检验法**： $F = 227.555 > F_{0.95}(6, 5) = 4.95028$ ，说明因变量与自变量之间显著地线性相关关系。
- **p 检验法**： $p = 0.000006846 < 0.0001$ ，表明自变量与因变量有显著的线性相关关系。

9.4.影响商品房销售价格的因素分析

观察修正后的回归方程，我们得到如下总结：

GDP 是对房价影响最大的因素。从房价指数与 GDP 指数关系图（图 14）可以看出，房地产价格变动情况与国内生产总值的变动情况基本一致。可见，近年来我国房地产价格的迅速上涨与经济的高速发展是分不开的。

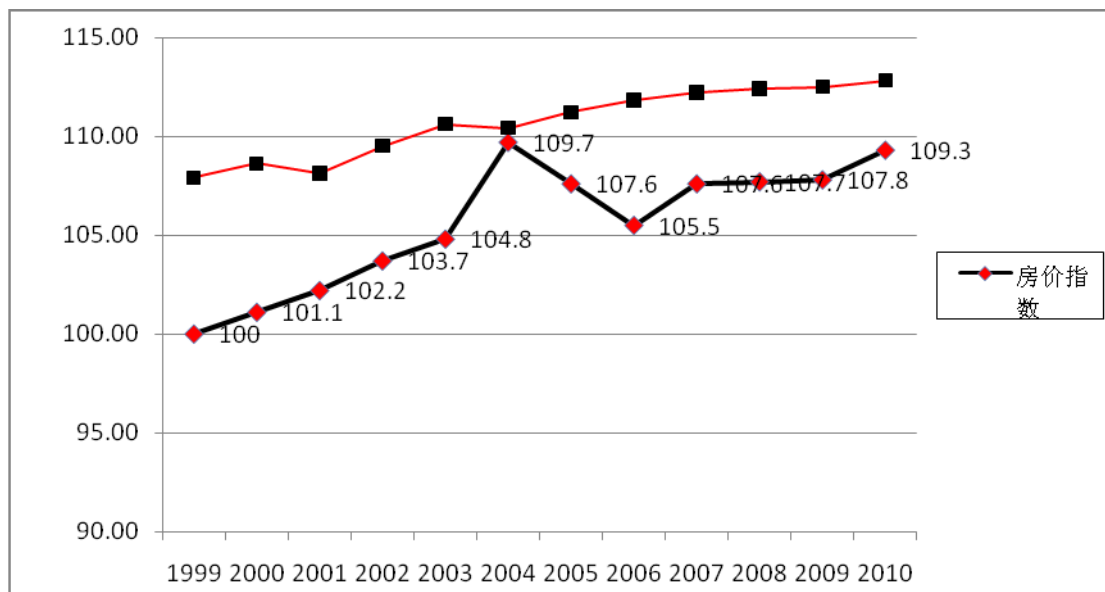


图 14 房价指数与 GDP 指数关系图

人均收入水平是一个相对次要的影响因素。它虽然不直接作用于房价，但是直接影响到需求量，所以还是会导致房价的改变。因此，在本模型中不单独使用人均收入水平作为自变量。尽管如此，它的作用还是不容忽视而且影响到需求，于是我们在模型中加入人均收入水平和需求量的乘积。经过模型的分析，这样做是可取的。

同理，政策也是不直接影响房价的因素，因此只考虑它和 *GDP* 的乘积项对房价的影响。

9.5. 国家政策影响的进一步分析

9.5.1. 政策影响实证分析

从模型看出，政策变量与房地产价格指数呈负相关，政策力度越大房地产价格指数就越低。

1998—2000 年这一阶段的政策，政策侧重土地的开发和利用，并进行了住房制度的改革，建立房产市场。此时期房地产价格指数保持微小幅下降的水平，变化幅度不大，价格稳定。

2001—2003 年，房地产价格指数开始攀升，此时期的政策力度相对薄弱，方向上主要为鼓励房地产市场。直至 2003 年，GDP 上涨速度迅猛，2003 年到 2004 年的房地产价格指数也达到 109.7，观察图 15 可以看出，攀升速度处于巅峰状态。

而 2003 年之后的工作核心则是稳定房地产价格，规范土地出让程序，调控土地供应结构，开始了一轮较为严厉的调控风暴。从 2004 年开始，房地产价格指数虽然仍然保持增长的势头，但增长速度开始明显放缓，直到 2006 年，出现了 4 年来的首次下跌。由此看出政策对房地产价格的影响还是较为明显的。

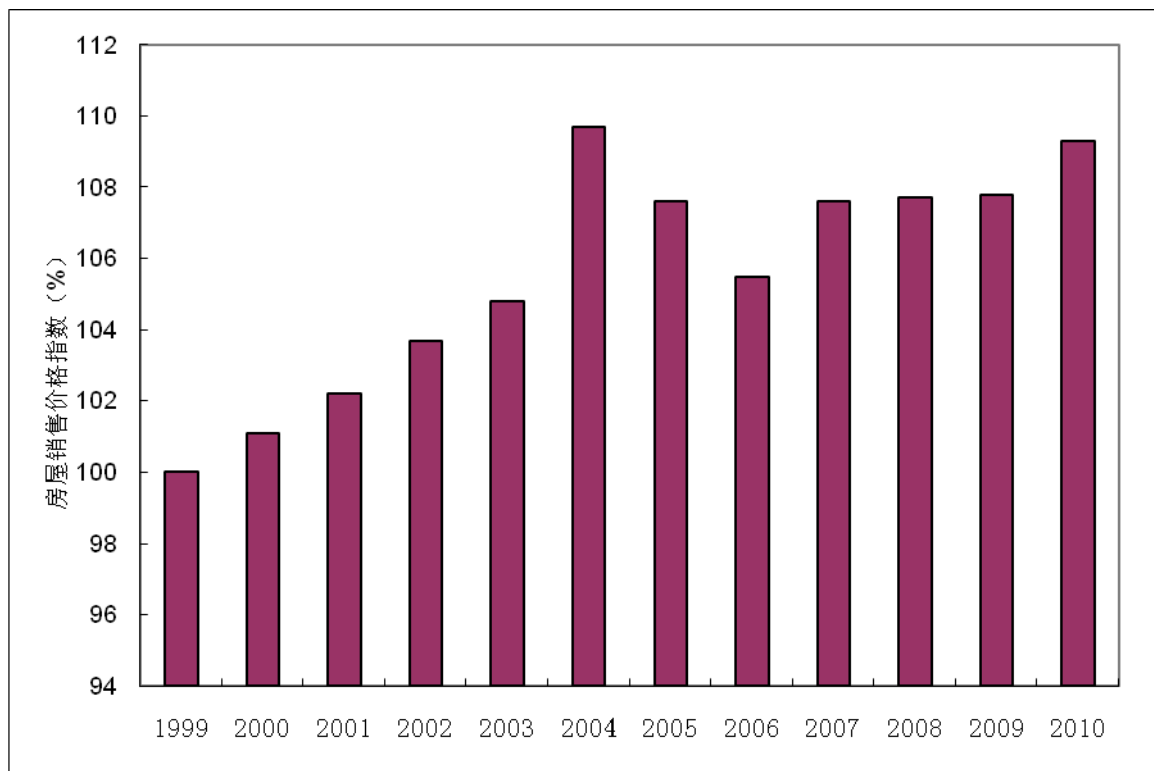


图 15 1999 年到 2010 年的房地产价格指数

9.5.2.政策的建议、评价和预测

房地产市场的健康有序运转，是建设社会主义和谐社会的重要保障。政府政策对房地产价格有着重要的影响，有必要通过合理的政策调整，保障房地产业的可持续发展。政府应在以下几方面采取积极措施：

- **要加强国家对房地产价格的指导**

房地产作为一项大产业，国家应对其加以严格控制，尤其是在价格方面，各地应制定相应的指导价格，房地产开发商的销售价格应以此为依据（可以允许上下浮动一定比例），从而规范房地产价格，降低房地产行业利润率，向消费者让利。

这是政策对房价的直接限制，必定会使部分房地产商担心价格下跌而急于抛售房屋，结果至少是造成短期内房价的下跌过程。

- **规范土地市场，完善土地供应制度**

土地价格作为房地产价格的重要组成部分，对房地产价格的上涨起到了重要推动作用。因此要缓解房价上涨压力，从成本角度出发，应该合理控制地价。土地作为稀缺资源，其供应总量受到一定限制。各级地方政府可以在严格控制建设用地供应总量的同时，努力盘活存量土地，要在认真清查闲置土地的基础上，进一步加强土地市场监管，依法限制土地囤积居奇，搭建交易平台，减少交易成本，为存量土地流转创造条件。

- **发挥信贷活动作用，调节商品房供求关系**

区分投机性需求和非投机性需求，在打击投机的同时，大力帮助低收入者解决住房问题。要采取优惠的利率和宽松的信贷政策保护低收入者和自住性购房者的正常需要。

房价泡沫主要来源于住房投机行为，这样的政策可以消减房地产价格泡沫、稳定房价、规范投资性需求，促进房地产市场的平稳发展。

- **完善房地产税制结构，促进房地产市场有序发展**

改善税制结构，增加保有环节税负；开征物业税，降低房地产开发成本，抑制房地产投机行为。

开征物业税，一方面，物业税的开征可以减少开发商的成本。另一方面，征收物业税提高了房地产的保有成本，可以打击囤积土地行为，从而抑制投机性需求。因此，开征物业税可以从供给和需求两方面对房地产市场产生影响，从而起到平抑房价的作用。

10. 房价的合理区间制定模型

本节通过分析利率、租金和房地产价格之间的关系，给出租金贴现定价公式；建立多目标规划模型，从而估计了房地产价格的合理区间。

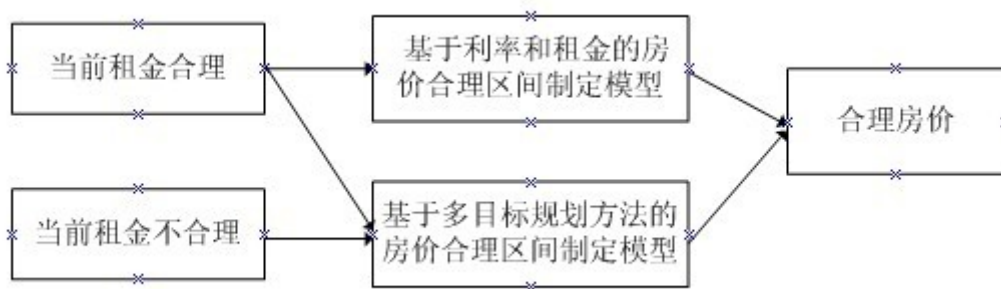


图 16 合理房价的求解过程

10.1. 基于利率和租金的房价合理区间制定模型

10.1.1. 租金作为未来现金流对房价进行定价的合理性分析

房地产租赁市场也会受许多非理性因素的影响而可能发生异常波动，但与房地产市场相比，房地产租赁市场更加平稳和理性，房租价格所包含的信息也更具有客观性和准确性。原因主要有：首先，从长期来看，大多数人认为租房为短期的权宜之计，他们更关注购房（或房地产的价格）而非租房（或租金），所以租赁市场不易受人为操纵因素的影响；其次，即使租赁市场出现异常或偏差，由于房屋租赁涉及的资金不大，交易便捷，这种异常或偏差也较容易得到纠正。基于以上考虑，我们认为，用房地产的租金作为未来现金流来对房地产进行定价，更为合理准确。

10.1.2. 租金贴现定价公式

下面给出由利率和租金决定的房地产定价公式——租金贴现定价公式[10]：

$$P = \sum_{i=1}^{T-k} \frac{R_{k+i}}{(1+r)^i} \quad (10.1)$$

其中， T 为房屋使用寿命（年）， k 表示房子已使用年数（ $k=0$ 意味着房间是新的）， r 为租金贴现率， R_i 为房屋第 i 年出租时的租金（ $i=k+1, k+2, \dots, T$ ）。

若房屋在使用 t 年（ $k < t < T$ ）之后因某种原因不能使用（如搬迁等），此时房屋残值为 D ，则公式应为：

$$P = \sum_{i=1}^{t-k-1} \frac{R_{k+i}}{(1+r)^i} + \frac{R_t + D}{(1+r)^{T-t}} \quad (10.2)$$

10.1.3. 天津市房价的合理区间的制定

由以上两个公式，我们可以进一步假设合理区间的确定。由于多数房地产的购买都需要房地产抵押贷款，所以房地产抵押贷款利率就可以视为房地产投资的成本。显然，

房地产的投资收益率不应低于其成本，再根据 Barry（1980）等学者的研究，我们认为，当房地产投资收益率介于住房抵押贷款利率与金融投资平均收益率之间时，房地产投资收益率处于正常范围内。

利用公式（10.1）分别把金融投资平均收益率和房地产抵押贷款利率作为贴现率计算的房价分别作为房地产市场价格合理区间的下限和上限，由此得到房地产市场价格的合理区间。当房地产的市场价格处于合理区间时，我们就认为房地产市场运行正常。

以天津市为例，我们选用月租金 2200 元，面积 65 平方米的房屋作为研究对象。而之所以可以使用这个研究对象，主要理由如下：自 2000 年以来，天津市房租价格受到诸如天津城市化进程、人力资源的流动和市场化程度、居民的平均消费水平、绝对收入水平、通货膨胀率等因素的影响，而显得总体比较稳定，且中国经济增长的持续稳定性又确保了上述因素的长期相对稳定，再加上租赁市场的迅速纠错能力，从而使得变化中的租金也可以长期处于动态平衡状态。现用房租贴现定价公式，使用下表的数据，我们可以计算得到天津市当前的合理房价区间为[6633.9326,7854.0132]。

表 20 求解租金贴现定价公式所需的数据

项目名称	指标	项目名称	指标
租金（元）	2200	面积（平方米）	65
租金贴现率上限	0.060201	租金贴现率下限	0.050015
使用时间（年）	0	使用寿命（年）	70

10.2. 基于多目标规划方法的房价合理区间制定模型

租金贴现定价公式是在租金是合理的前题下去预测房价才有意义。虽然房地产租赁市场比较平稳和理性，房租价格所包含的信息具有客观性和准确性。但是，把租赁价格看成是绝对合理的，然后利用租金贴现定价公式，必然存在误差。由于租赁价格仅仅是相对合理，我们尝试建立一个更为准确模型，从而预测更为合理的房价区间。在此，我们的目的就是要确定一个合理的房价区间和一个合理的租金范围，从而避免了制定出合理房价区间的局限。

10.2.1. 房屋的合理价位的定义

房屋的合理价位应包括以下几层含义：

- 与居民的收入相适应，收入一般的居民能够承受。
- 房价具有合理的成本构成
- 能够确保房地产企业具有一定乃至合理的利润
- 房价的增长要以居民收入的增长为中心。

10.2.2. 模型分析

建立这个模型的目的是为了制定对于全国整体水平来说合理的房价和房租。我们以房价和房租作为变量，设全国的平均房价为 y ，房屋每平方米年租金为 y_1 。结合实际，主要考虑制定合理的房价和房租，以满足如下几个需求因素：

目标 1：开发商获利指标最大；

目标 2：居民购买率指标最大；

目标 3: 房价和总租金关系指标最大平衡。

● 目标分析:

● 目标 1: 开发商获利指标最大

房屋是一种商品, 因此经营者必然希望自己在经济上的获利越多越好。因此, 开发商的获利指标可以由开发面积占最大开发面积的比重来表示; 同时, 单位房价与单位房屋开发成本比值越大, 开发商获利越多[11]。所以, 由线性加权方法可知获利指标最大可表示为

$$\max F_1 = \frac{1}{2} \frac{N}{N_{\max}} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{l}{y} \right)$$

其中, N 为开发面积数, N_{\max} 为最大开发面积, l 为单位面积房屋的成本, y 为房屋每平方米售价。

不用房价直接进行衡量, 而采用上述的表达式进行衡量, 是因为这种衡量方法能使开发商获利指标的数量级较小, 从而消除各目标指标间数量级的差距。

● 目标 2: 居民购买率指标最大

虽然房价越高, 开发商获利就越大, 但是过高的价格会使居民无力支付, 为此我们建立第二个目标函数。

假设购买者按揭贷款年均还清 K 个面积的房价。显然, 按揭贷款占人均年收入比重越大, 居民购房率越低。另外, 房屋环境以及条件决定一个房屋的主要价值, 体现在国家对公共设施的投资占国家固定资产投资总额的比重, 该比重越大, 居民购房率越高。由此分析可得, 居民购买指标最大可表示为

$$\max F_2 = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{Ky}{A} \right) + \frac{1}{2} \frac{B}{B_{\text{总}}}$$

其中, A 为人均年收入, B 为国家对公共设施的投资额, $B_{\text{总}}$ 为国家固定资产投资总额, y 为房屋每平方米售价。

● 目标 3: 房价和总租金关系指标最大平衡

由租金贴现定价公式可知, 合理的房价和房租应该满足以下条件:

$$y = \sum_{n=k+1}^T \frac{y_1}{(1+r)^{n-k}}$$

其中, y 为房屋每平方米售价, r 为每平方米的租金贴现率, T 为房屋的使用寿命, 即 T 年后房屋的价值为 0, k 表示房屋已经使用了 k 年 ($k=0$ 意味着房屋为新房), y_1 为每平方米房屋年租金。

事实上, 要求房价和房租严格满足以上关系式不可能的。但显然当 y 与 $\sum_{n=k+1}^T \frac{y_1}{(1+r)^{n-k}}$ 相差不大时, 房价和房租才可能同时合理。事实上, 房价总是趋于且小于折合总租金。因此, 我们定义衡量一个房价和总租金关系的一个指标, 房价和总租金达到最大平衡可以表示为:

$$\max F_3 = \sum_{n=k+1}^T \frac{y_1 / y}{(1+r)^{n-k}}$$

这个指标是房价和房租同时合理的必要条件。如果这个指标越高, 说明房价和房租就有可能越合理。

- 约束分析:

- 约束 1: 房价收入比

该指标用来衡量居民对房地产价格的承受能力,一旦房地产价格远远超过居民的承受能力,则会造成供大于求的状况,出现价格泡沫。居民每年承受的供房费用应小于个人收入与国家投资,于是有

$$Ky \leq A + KB_{\text{总}} / N$$

此外,由统计数据,国家居民的平均恩格尔系数为 0.4 左右,居民的收入至少有一半用于非购房,有

$$Ky \leq C_1 A$$

其中, y 为房屋每平方米售价, A 为人均年收入, K 为购买者按揭贷款年均还清房价的面积数, N 为开发面积数, $B_{\text{总}}$ 为国家固定资产总投资额。根据分析,取 $C_1 = 0.5$ 。

- 约束 2: 房价增长率与 GDP 增长率之比

该指标用来反映房地产价格与国民经济发展速度的关系,判断其是否与国民经济发展速度相适应,其发展是否以宏观经济增长为基础。如果房地产价格增长速度明显快于国民经济发展速度,则说明房地产市场发展一定程度上脱离国民经济的支撑,房地产价格呈现虚高的态势。当房价上升幅度是 GDP 增幅的 2 倍以上时,一般认为房价很不正常,孕育着泡沫。则房价增长率与 GDP 增长率之比约束可表示为:

$$\frac{(y - y_0) / y_0}{(G - G_0) / G_0} \leq C_2$$

其中, $(y - y_0) / y_0$ 表示房价增长率, $(G - G_0) / G_0$ 表示 GDP 增长率。 C_2 是比例阈值,可根据需要设定。这里根据国家规定,取 $C_2 = 2$ 。

- 约束 3: 租售比

该指标是国际上通用的实际价格与理论价格之比,用来反映商品房用于投资时的收益与大致回收期限。当租房与售房利益平等时,其房租和房价之间的比例关系才是合理的。则租售比约束可表示为:

$$C_3 < \frac{y}{y_1} < C_4$$

其中 $\frac{y}{y_1}$ 为租售比, y 每平方米房屋销售价格, y_1 为每平方米房屋年租金。 C_3 、 C_4 是比例阈值,可根据需要设定。这里根据国家规定,取 $C_3 = 10$, $C_4 = 16$ 。

- 约束 4: 利润约束

关于房地产开发企业的利润,考虑到我国房产开发企业的金融环境欠佳,自筹资金较多同时,我国房地产投资受政策性因素较大,一遇宏观调控,首先压缩基建,控制房地产贷款,所以我国房地产企业的风险较国外大些,由此利润率理应高于国际一般水平,因为风险与利润成正比是企业经营的一般原则目前,国际上房地产企业的利润率一般为 6% 到 10%,中国合理利润可定位 20%—40%。

利润约束可表示为:

$$C_5 \leq \frac{y - l}{l} \leq C_6$$

其中, l 为房屋的成本, y 为房屋每平方米售价。 C_5 、 C_6 是比例阈值,可根据需要

设定。这里根据国家规定，取 $C_5 = 20\%$ ， $C_6 = 40\%$ 。

● 约束 5：房地产投资比重约束

国家对房地产的投资额有一定的控制，由专家意见，该投资额不应超过社会固定资产投资总额的 30%，而行业对房地产的投资要求达到社会固定资产的 15%。从而得到房地产投资额度的约束：

$$C_7 B_{\text{总}} \leq B \leq C_8 B_{\text{总}}$$

由上述分析，取 $C_7 = 15\%$ ， $C_8 = 30\%$ 。

10.2.3. 模型的建立

$$\begin{aligned} \max \quad & F_1 = \frac{1}{2} \frac{N}{N_{\max}} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{l}{y} \right) \\ \max \quad & F_2 = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{Ky}{A} \right) + \frac{1}{2} \frac{B}{B_{\text{总}}} \\ \max \quad & F_3 = \sum_{n=k+1}^T \frac{y_1 / y}{(1+r)^{n-k}} \\ \text{s.t.} \quad & \begin{cases} Ky \leq A + KB_{\text{总}} / N \\ Ky \leq C_1 A \\ \frac{(y - y_0) / y_0}{(G - G_0) / G_0} \leq C_2 \\ C_3 \leq \frac{y}{y_1} \leq C_4 \\ C_5 \leq \frac{y - l}{l} \leq C_6 \\ C_7 B_{\text{总}} \leq B \leq C_8 B_{\text{总}} \\ N \leq N_{\max} \end{cases} \end{aligned}$$

10.2.4. 模型的求解

为了对模型进行求解，首先我们收集求解上述模型所需要用到的数据，如表 21 所列：表 21 求解模型所需的数据

项目名称	指标	项目名称	指标
房屋每平方米的成本（元）	3921.5	居民人均年收入（元）	21033.4
上一年房屋每平方米的售价（元）	4681	本年度 GDP 增长率	10.4%
国家固定资产投资总额（亿元）	57556.95	最大开发面积（万平方米）	104349.1
每平方米的租金贴现率	0.0612	房屋的使用寿命（年）	70

这是一个多目标决策问题，其求解可采用多属性效用函数，将多目标规划模型转化为单目标规划模型来求解。

用线性加权法将多目标规划模型化为单目标规划模型来求解，加权得到的优化目标

函数为:

$$\max F = w_1 F_1 + w_2 F_2 + w_3 F_3$$

根据前面的分析, 约束条件中的8个比例阈值按国家规定的取值, 即 $C_1 = 0.5$, $C_2 = 2$, $C_3 = 10$, $C_4 = 16$, $C_5 = 20\%$, $C_6 = 40\%$, $C_7 = 15\%$, $C_8 = 30\%$, $K = 3$ 另外取 $w_1 = w_2 = w_3 = 1/3$, 然后运用LINGO软件编程求解全局最优解。然后, 通过把对约束条件进行放松处理(下降或上升一个较小的范围), 本文把8个比例阈值分别进行适当调整, 就可以求出房价合理区间的下限和上限, 结果如下表22:

表 22 中国的合理房价和房租

项目	最优点	合理区间
房屋每平方米的售价	4705.80	[4213.52 5243.49]
房屋每平方米月租金	292.65	[281.73 326.09]

11. 模型讨论

11.1. 住房需求供给模型

首先建立灰色关联度分析模型, 得出表示各因素对指标的影响程度的关联系数。模型的适用性和灵活性强。样本量的多少和样本有无规律同样适用, 可以比较客观地分析出各个因素的影响程度。模型有良好的推广性。模型可以任意地改变参考数列和比较数列的数目, 这样就可以对更多的指标进行关联分析, 甚至可以应用于其他方面的分析, 只要参考数列和比较数列代表的变量之间是有一定关系。

其次建立了蛛网模型, 能够对一定条件下房价的长时期内波动情况进行分析, 并以图表形式表示。这不仅仅能预测出数值, 而且有助于房价变动规律的发现, 容易理解。

11.2. 房地产行业与国民经济其他行业关系模型

主要使用了投入产出模型。首先从经济系统有机整体的观点出发, 综合研究各个具体产业之间的数量关系(技术经济联系)。其次应用投入产出表从生产消耗和分配使用两个方面同时反映产品在产业之间的运动过程, 也就是同时反映产品的价值形成过程和使用价值的运动过程。最后, 从方法的角度出发, 它通过各系数, 一方面反映在一定技术和生产组织条件下, 经济系统各产业的技术经济联系; 另一方面用以测定和体现社会总产品与中间产品、社会总产品与最终产品之间的数量联系。模型主要存在的缺点是数据收集方面存在时滞。由于投入产出表的编制时间问题, 文本所采用的分析数据是 2007 年的数据, 这是现在所能收集到的最新数据, 但是仍然有四年的时滞, 用过去的预测未来很大程度影响了结果的准确性。

11.3. 房地产行业态势分析模型

在建立神经网络模型过程中, 通过预处理以及合理选择训练方法来实现网络收敛、避开局部极小值, 有效地提高了模型的鲁棒性。本文建立的神经网络模型通过合理的处理和有效的方法选取, 确保了 BP 网络高精度快速收敛、预测模型的精度和健壮性。

由于经济发展情况的数据带有比较明显的季节性规律, 所以本文把每一年的四个季节组成的向量当成一个数据点去看待。基于这种考虑, 题目给出的 8 年数据, 其实就是 8 个数据点, 对于数据量少的问题建立了灰色理论模型, 并且在预测过程中考虑了季节性的变化。灰色理论的预测结果达到了二级精度。

11.4. 房地产可持续发展模型

以房地产业健康稳定发展为约束条件,以人均住房面积最优为决策目标,构建了目标规划模型。考虑到数据的可获得性,假定房地产业健康稳定发展等同于房地产业不出现泡沫并使用了专家提出的来衡量房地产泡沫作为规划模型的约束条件。进而采用多元回归分析分析了人均住房面积与各个泡沫指标之间的关系,为规划模型的求解创造条件。思路简单,角度新颖。

11.5. 房价模型

主要建立了租金贴现模型和多目标规划模型。租金贴现模型抛弃常用的房价定价现金流贴现模型,改用租金贴现,增强了模型的客观性和准确性,模型需要的数据少,但预测值准确。另外,多目标规划模型具有良好的可推广性,通过收集不同的相关数据,即可对各个地区的房价、租金进行定量分析。

参考文献

- [1] 杨延斌,长沙市房地产需求研究,湖南大学硕士学位论文,2008年10月
- [2] 周燕,我国房地产市场的蛛网模型的构建,经济管理研究,第62-64页,2009年,第8期
- [3] 陈宝红,房地产业关联度及波及效应分析,东北财经大学硕士学位论文,2007年11月
- [4] 施金亮,杨俊.数据包络分析法评价房地产上市公司绩效[J].上海大学学报(自然科学版),2006(6):325-330.
- [5] 城市总部经济发展能力评价指标体系设计
http://www.china.com.cn/economic/txt/2009-02/10/content_17252909.htm
- [6] 刘良林、王全凤、林煌斌,BP神经网络参数设定及应用,《基建优化》,第28卷第2期,2007年四月
- [7] 姜金玲,房地产泡沫测度指标评价体系研究,大连理工大学硕士学位论文,2008年11月
- [8] 郭倩,我国房地产价格统计研究,湖南大学,2007年
- [9] 萧薇,唐焱,政策对房地产价格的影响分析南京,经济研究导刊,2009年第2期
- [10] 张金清,亓玉洁,利率、租金与房价合理程度的测定[J],上海:复旦大学金融研究院统计与决策,2007年12期
- [11] 曾俊杰,李博皇,张维 基于多目标规划的合理房价模型探讨,广州:经济管理与科学决策,2010年05期

附录

附录1 灰色关联度代码

```
demand=demand(:,2:end);
mean_demand=mean(demand);
MEAN_DEMAND=ones(size(demand,1),1)*mean_demand;
demand=demand./MEAN_DEMAND
demand=demand';
```

```

n=size(demand,1);
ck=demand(1,:);m1=size(ck,1);
bj=demand(2:n,:);m2=size(bj,1);
for i=1:m1
for j=1:m2
t(j,:)=bj(j,:)-ck(i,:);
end
jc1=min(min(abs(t')));jc2=max(max(abs(t')));
rho=0.5;
ksi=(jc1+rho*jc2)./(abs(t)+rho*jc2);
rt=sum(ksi')/size(ksi,2);
r(i,:)=rt;
end
r
[rs,rind]=sort(r,'descend')

function [scaled] = Scale(Data, Lower, Upper)
% [scaled] = Scale(Data);
% [scaled] = Scale(Data, Lower, Upper);
% scale the elements of all the column vectors in
% the range of [Lower Upper]. (default [-1 1])

if (nargin<3)
Lower = -1;
Upper = 1;
elseif (Lower > Upper)
disp (['Wrong Lower or Upper values!']);
end

[MaxV, I]=max(Data);
[MinV, I]=min(Data);

[R,C]= size(Data);

scaled=(Data-ones(R,1)*MinV).*(ones(R,1)*((Upper-Lower)*ones(1,C)./(MaxV-Mi
nV))+Lower

```

附录 2 BP 神经网络代码

```

close all
clear
x=xlsread('fourask');
xx=xlsread('fourpredict');
T1=x(:,7:9);
M=1.5*max(T1);
N=1*min(T1);
Upper=1;
Lower=0;
[R,C]= size(x);
MaxV=1.5*max(x);
MinV=1*min(x);
MaxV1=1.5*max(x(:,1:4));
MinV1=1*min(x(:,1:4));

```

```

x=(x-ones(R,1)*MinV).*(ones(R,1)*((Upper-Lower)*ones(1,C)./(MaxV-MinV)))+Lower;
[R,C]= size(xx);
xx=(xx-ones(R,1)*MinV1).*(ones(R,1)*((Upper-Lower)*ones(1,C)./(MaxV1-MinV1)))+Lower;
P=x(:,1:4);
T=x(:,7:9);
predict=xx(:,1:4);
predict=predict';
P=P'
T=T'
load net2.mat
net=newff(minmax(P),[4 3],{'tansig','logsig'},'traingdx');
net.trainParam.show=50;
net.trainParam.lr=0.05;
net.trainParam.mc=0.9;
net.trainParam.epochs=500000;
net.trainParam.goal=1e-3;
[net,tr]=train(net,P,T);
save net3.mat
%神经网络模型的鲁棒性检验
rand('state',2);
R=0.005*rand(size(P));
PP=R+P;
A=sim(net,PP);
A=A';
for j=1:3
    for i=1:size(x,1)
A(i,j)=A(i,j)*(M(j)-N(j))+N(j);
    end
end
wucha=abs(T1-A)./T1;
A1=sim(net,P);
A1=A1';
for j=1:3
    for i=1:size(x,1)
A1(i,j)=A1(i,j)*(M(j)-N(j))+N(j);
    end
end
wucha1=abs(T1-A1)./T1
%神经网络模型的预测
%神经网络模型的预测
tpredict=sim(net,predict);
tpredict=tpredict';
for j=1:3
    for i=1:size(tpredict,1)
tpredict(i,j)=tpredict(i,j)*(M(j)-N(j))+N(j);
    end
end
tpredict

```

附录 3 灰色预测代码代码

```
clc,clear
one1=xlsread('GDP.xls');%原始数据保存在纯文本文件 one1.txt 中
one1=one1';
m=size(one1,2);
x=mean(one1,2);
x0=x'
n=length(x0);
lamda=x0(1:n-1)./x0(2:n)
range=minmax(lamda)
x1=cumsum(x0)
alpha=0.5;
z1=alpha*x1(2:n)+(1-alpha)*x1(1:n-1)
Y=x0(2:n);B=[-z1',ones(n-1,1)];
ab=B\Y'
for k=1:n+1
xhat(k)=(x0(1)-ab(2)/ab(1))*(exp(-ab(1)*k)-exp(-ab(1)*(k-1)));
end
xhat=[x0(1),xhat]
z=m*xhat
u=sum(one1)/sum(sum(one1))
for j=1:n+2
v(j,:)=z(j)*u;
end
v
epsilon=one1(1:n,1:m)-v(1:n,1:m);%计算残差
delta=abs(epsilon./one1(1:n,1:m));%计算相对误差
delta_mean=mean(mean(delta)) %计算平均相对误差
```

附录 4 合理房价区间程序

```
model:
data:
C1=0.5;
C2=2;
C3=10.72;
C4=16.08;
C5=0.2;
C6=0.4;
C7=0.15;
C8=0.3;
K=3;
NMAX=104349.1;
l=3921.5;
A=21033.4;
BT=57556.95;
y0=4681;
G=1.104;
```

G0=1; enddata max=0.33*((0.5*N/NMAX)+0.5*(1-l/y)) +0.33*((0.5*(1-k*y/A)+0.5*B/BT)) +0.33*(y-16.0843*y1)/y; Ky<=A+K*BT/N; N<=NMAX; Ky<=C1*A; ((y-y0)/y0)/((G-G0)/G0)<=C2; y/y1>=C3; y/y1<=C4; (y-l)/l>=C5; (y-l)/l<=C6; B>=C7*BT; B<=C8*BT; y-16.335*y1<=0; y>0; y1>0; end

附录 6 房地产可持续发展模型数据表

内容 年份	城镇居民 人均建筑面积 (平方米)	商品房本 年竣工面积 (亿平方米)	商品房本 年施工面积 (亿平方米)	房价增长 率	GDP 增 长率	CPI 增 长率	房地产 投资增长率
1995	16.3	1.487385	4.669004	0.1292	0.1090	0.1710	0.2330
1996	17	1.535671	4.701174	0.1351	0.1000	0.0830	0.0210
1997	17.8	1.58197	4.49855	0.1058	0.0930	0.0280	-0.012
1998	18.7	1.75666	5.07701	0.0330	0.0780	-0.008	0.1022
1999	19.4	2.14108	5.68576	-0.0048	0.0760	-0.014	0.1100
2000	20.3	2.51049	6.58969	0.0287	0.084	0.0040	0.1950
2001	20.8	2.98674	7.94117	0.0275	0.0830	0.0070	0.2530
2002	22.8	3.49758	9.4104	0.0369	0.091	-0.008	0.2387
2003	23.7	4.14641	11.7526	0.0484	0.1000	0.0120	0.3063
2004	25	4.24649	14.04514	0.1776	0.101	0.0390	0.2810
2005	26.1	5.3417	16.60533	0.1404	0.1130	0.0180	0.1980
2006	27.1	5.58309	19.47864	0.0628	0.1270	0.0150	0.2180
2007	28	6.06067	23.63182	0.1476	0.1420	0.0480	0.3020
2008	28.3	6.65448	28.32662	-0.0166	0.0960	0.0590	0.2090
2009	29.8	7.26774	32.03682	0.2318	0.0920	-0.007	0.1610
2010	30	7.5961	40.55389	0.0753	0.1040	0.0330	0.3320

附录 7 房地产行业态势分析模型数据

季度	国内生产总值 (亿元)	固定资产投资 (亿元)	人均可支配收入 (元/人)	平均每人消费性支出 (元/人)	商品房销售面积 (万平方米)	商品房销售额 (亿元)	商品房本年竣工面积
2003 年 03 月	23856.2	1428.19	2354.5	1699.1	3155.07	791.74	2989.68
2003 年 06 月	27217.3	2801.17	1946.4	1411.4	5517.28	1310.03	5197.72
2003 年 09 月	29347.7	2949.74	2046	1733.5	6516.89	1634.66	7138.41
2003 年 12 月	55401.6	4037.59	2125.3	1666.9	17058	3934.47	24183.94
2004 年 03 月	27262	1976.02	2638.8	1838.9	4271.16	1143.34	3680.62
2004 年 06 月	31780.7	3437.56	2175.8	1645.3	6738.72	1830.2	5872.36
2004 年 09 月	34452.5	3840.28	2257.4	1888.6	7191.89	2080.34	7329.63
2004 年 12 月	66383.1	5226.89	2349.6	1809.3	20029.87	5321.83	25582.26
2005 年 03 月	38763.6	2547.92	2937.8	2020.1	5172.67	1559.33	4161.33
2005 年 06 月	42443.2	4348.17	2436.2	1845.2	7363.68	2167.95	6963.03
2005 年 09 月	44370.7	4708.88	2527.7	2084.8	22189.25	7586.02	9125.65
2005 年 12 月	57639.9	5922.52	2591.3	1992.8	21043.54	6767	28542.51
2006 年 03 月	44419.8	3034.16	3293	2243.8	9458.71	3192.7	5657.16
2006 年 06 月	49191.8	5452.89	2703.7	1983.8	13517.91	4764.78	7733.72
2006 年 09 月	53729.66	5823.48	2802.1	2252.8	12906.75	4457.86	8623.95
2006 年 12 月	68973.17	7135.04	2960.65	2216.2	24744.77	8094.34	31004.53
2007 年 03 月	54755.9	3918.55	3934.9	2619.6	10600.77	4050.75	6192.19
2007 年 06 月	61243	7221.4	3117.1	2210.4	17303.38	6592.08	8678.47
2007 年 09 月	64102.2	7750.85	3294.2	2565.1	19465.56	8041.94	9565.96
2007 年 12 月	85709.2	9652.44	3439.6	2602.4	28822.99	10919.1	33799.26
2008 年 03 月	66283.8	5278.86	4385.6	2882.3	10449.56	4110.53	7855.85
2008 年 06 月	74194	9770.41	3679.3	2608	15443.07	6214.9	9064.43
2008 年 09 月	76548.3	9360	3799.9	2855.2	14428.13	5553.1	9884.38
2008 年 12 月	97019.3	10805.99	3916.2	2897.3	21768.18	8192.88	31697.35
2009 年 03 月	69816.9	5702.43	4834	3130.11	11308.74	5058.64	9922.33
2009 年 06 月	78386.7	11643.15	4022	2849.17	22799.85	10740.93	10746.14
2009 年 09 月	83099.7	12531.43	4117	3114.42	24262.43	11732.32	12733.28
2009 年 12 月	109599.5	13187.49	4202	3170.9	35342.02	16462.65	36817.01
2010 年 03 月	81887	7767.64	5308	3474.71	15360.92	7976.8	11116.96
2010 年 06 月	91728.2	15987.88	4449	3096.09	23991.61	11843.05	13306.61
2010 年 09 月	96619	16489.48	4577	3370.83	23797.7	12096.73	12451.39
2010 年 12 月	127749	17311.95	4775	3529.82	41198.88	20562.14	39086.01
2011 年 03 月	96311.3	10473.03	5963	3846.32	17642.79	10151.91	12831.51
2011 年 06 月	108147.86	21235.96	5078	3471.68	26776.54	14437.51	14726.52