

Research on System Dynamics Model of Commercial Housing Prices in Wuhan, China

Jingyi Guo¹ Raowenbo Fu^{2*}

1. Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei, 430070, China

2. Hubei University of Arts and Sciences, Xiangyang, Hubei, 441053, China

Abstract

Based on the system dynamics theory, the system dynamics model of commercial housing price is constructed, which is divided into eight subsystems, namely, housing demand, housing supply, housing price, urban population, urban economy, residential land use, residential rental and macro-control. The Vensim DSS software was used to simulate the housing price change, and the validity of the model was verified by the validity test and sensitivity test. The housing price prediction based on the system dynamics model provides a systematic forecasting method for the comprehensive simulation system of the commercial housing market, provides a macro guidance for the government to control the commercial housing price, and also provides the corresponding decision basis for the buyers and commercial housing developers to purchase and invest.

Keywords

system dynamics; commodity housing prices; simulation

中国武汉商品住宅价格的系统动力学模型研究

郭婧怡¹ 付饶闻博^{2*}

1. 武汉理工大学, 中国·湖北 武汉 430070

2. 湖北文理学院, 中国·湖北 襄阳 441053

摘要

基于系统动力学理论构建了商品住宅价格的系统动力学模型, 划分为住宅需求、住宅供给、住宅价格、城市人口、城市经济、住宅用地、住宅租赁和宏观调控八个子系统。利用 Vensim DSS 软件对住宅价格变化进行仿真模拟, 并通过有效性检验和敏感性检验验证了模型的有效性。基于系统动力学模型的住宅价格预测为商品住宅市场综合模拟体系提供了一个系统预测方法, 同时为政府控制商品住宅价格提供了宏观指导, 也为购房者和商品住宅开发商择机购房和投资提供相应的决策依据。

关键词

系统动力学; 商品住宅价格; 仿真模拟

1 引言

商品住宅是房地产的重要组成部分, 也是现代工程的主要项目。商品住宅价格是房地产业发展过程中倍受关注的热点问题, 探讨住宅价格的内在机制、有效控制其过快上涨是住宅产业持续、健康发展的关键所在。作为与生活息息相关的建筑, 商品住宅具有必需性、耐久性、固定性、保值增值性等特征。这些特征决定了影响其价格的因素很多且因素间关系复杂, 仅从一般经济学理论出发, 采用数理研究方法显

然不够。系统动力学的理论、构模原理与方法为复杂系统甚至特大系统提供了解决问题的有力工具^[1]。

论文以商品住宅作为研究对象, 利用系统动力学方法建立城市商品住宅价格模型, 通过仿真为政府宏观调控商品住宅价格、开发商投资决策以及消费者购房决策提供理论依据。

2 模型介绍

系统动力学不像其他学科那样需要把研究的问题进行不

同程度的细分,而是把所有问题看作一个整体,通过定性系统分析,建立系统结构模型,对各要素间的关系进行数学描述,然后通过仿真,进行整体数学描述的实现^[2]。

与其他研究方法相比较,系统动力学具有如下特点:

(1) 能方便地仿真模拟复杂的大系统,特别是可以将社会经济一些不易量化的方面纳入系统结构中,加以分析和检验。

(2) 对数据要求不高,可以在历史数据残缺不全的情况下,对系统进行分析研究。

(3) 能明确表示系统内部各种直观的或隐含的反馈回路。

(4) 能对系统进行动态仿真实验,不同的参数输入,考察系统不同的状态和变化趋势。商品住宅市场中,涉及到政府、开发商、购房者、金融机构等多个利益相关主体的活动,不确定性因素众多,是一个复杂的社会经济系统。

建立合理有效的系统动态模型,有助于分析商品住宅价格系统中各影响因素间的关系,以及各因素对系统的影响程度。系统动力学模型不仅从数据上,更能从结构上直观地看出系统问题。

3 方法论

3.1 指标选取及数据来源

商品住宅价格主要由供求关系决定,是社会经济及政策等因素综合作用的结果。通过对商品住宅价格体系进行分析,选取了影响商品住宅价格的若干主要因素^[3],如人口增长、综合成本、住宅需求、住宅供给、土地出让面积、人均居住面积、GDP等。

选取2003年至2017年中国武汉市商品住宅市场为研究样本,数据主要来源为武汉统计年鉴和国家统计局网站。大部分变量间的关系以各种函数的形式给出。

3.2 建立模型

3.2.1 系统因果反馈图

在总结相关学者研究成果的基础上,根据武汉市商品住宅市场的实际情况,论文从住宅供给、住宅需求、价格构成、土地供应、人口、经济、租赁、宏观调控等八个方面进行分析与建模,得出各子系统的因果反馈图。考虑篇幅限制,仅以住宅价格子系统、住宅用地子系统和住宅租赁子系统为例说明。

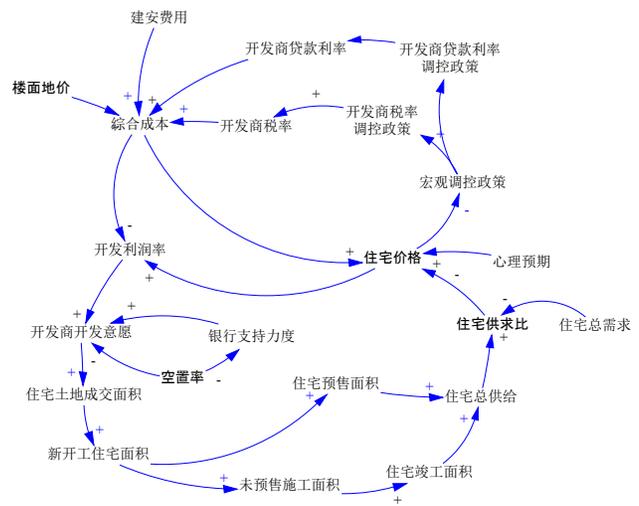


图1 住宅价格子系统因果图

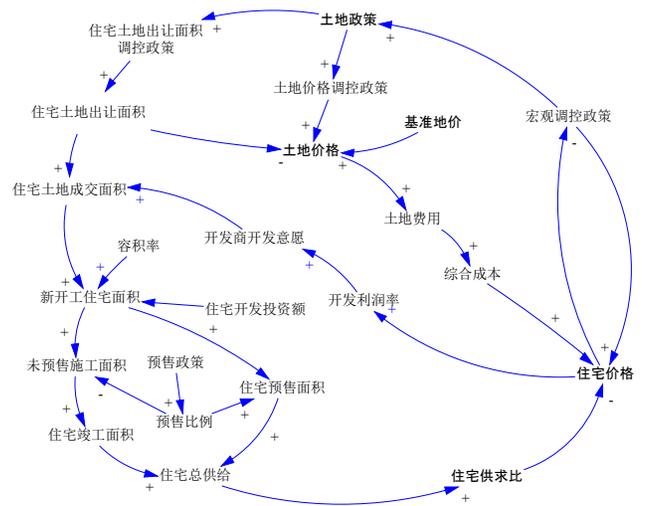


图2 住宅用地子系统因果图

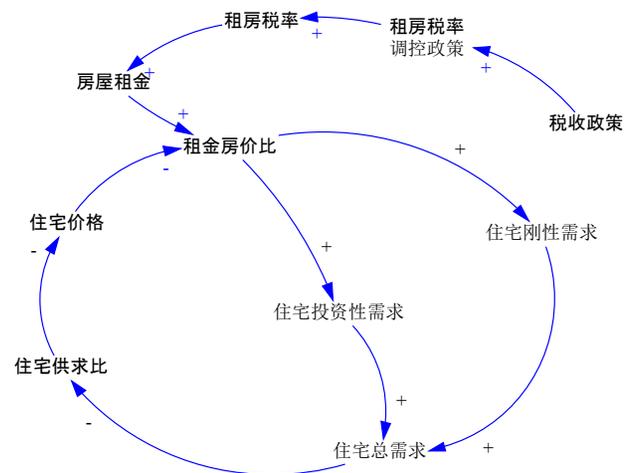


图3 住宅租赁子系统因果图

3.2.2 模型中的主要变量关系

(1) 空置率: 取值为0.1。按照国际通行惯例,商品房

空置率在 5% 至 10% 之间为合理区, 商品房供求平衡。由于无法获取武汉市历年的空置率具体数值, 所以客观取值为 0.1。

(2) 容积率: 取值为 2.5。根据武汉市国土资源和规划局网站资料可知, 进行土地评级时, 容积率按 2.5 取值。

(3) 租房税率: 2018 年以前, 取值为 0.015; 2018 年开始, 租房税率 = 0.015 * 租房税率调控政策。

(4) 未预售施工面积 = 新开工住宅面积 * (1 - 预售比例)

(5) 住宅预售面积 = 预售比例 * 新开工住宅面积

我国商品住宅销售的最主要方式就是预售制。根据国家统计局的相关数据显示, 全国商品住宅期房销售面积(预售) 占总销售面积的比重, 由 2005 年的 63% 逐步提升, 其中 40 个大中型城市的预售占比始终维持在 80% 以上。因此, 预售比例取值为 0.8。

(6) 新增住宅刚性需求 = 住宅刚性需求增加

(7) 住宅刚性需求增加 = 人均居住面积 * (家庭户数 * 改善性住宅刚性需求占比 * 家庭平均规模 + (结婚对数 * 2 * 0.8 + 拆迁户数 * 家庭平均规模 * 0.5) / 10000 + 新增人口总数 * 刚性需求占比) * 一套房按揭贷款利率影响因子 * 一套房购房税率影响因子 * 一套房首付比例影响因子 * 房价收入比影响因子 * 房屋租金对刚性需求影响因子 - 保障性住房建设规模

由城市住房需求测算方法得出, 估算新增人口中 50% 会有购房需求, 城市人口中 20% 属于高收入和最高收入人群, 他们中 50% 有改善性住房需求; 结婚人口中 80% 有购房需求; 拆迁人口中有 50% 有购房需求^[4]。

(8) 租金房价比 = 房屋租金 / 住宅价格

(9) 房屋租金 = 租赁价格指数 * 租赁价格换算系数

(10) 租赁价格换算系数 = 0.795 * 租房利率影响因子

(11) 楼面地价 = 土地价格 / 容积率

(12) 土地价格 = ((0.055719 * 住宅土地出让面积 + 1.22197 * 基准地价 - 259.521) * 土地价格政策 + 1200 * PULSE(2004, 1) + 2400 * PULSE(2005, 1) + 900 * PULSE(2007, 1) - 2500 * PULSE(2008, 1) - 2550 * PULSE(2009, 1))

(13) 住宅预售面积 = 预售比例 * 新开工住宅面积

(14) 住宅价格增长量 = 综合成本增长量 * 供求比价格影响因子 * 消费者预期影响因子 (心理预期)

(15) 综合成本增长量 = DELAYII((综合成

本 - DELAYI(综合成本, 1)), 1, 100) * 2 + 300 * PULSE(2003, 1) - 600 * PULSE(2005, 1) + 500 * PULSE(2006, 1) - 300 * PULSE(2007, 1) + 750 * PULSE(2008, 1) + 1350 * PULSE(2009, 1) + 600 * PULSE(2010, 1) - 800 * PULSE(2011, 1) - 400 * PULSE(2013, 1) - 1300 * PULSE(2016, 1)

(16) 供求比价格影响因子 = WITH LOOKUP (住宅供求比, (([0,0)-(10,10)], (0,1.3), (0.2,1.2), (0.4,1.15), (0.6,1.1), (0.8,1.05), (1,1), (1.2,0.95), (1.4,0.9), (1.6,0.85), (1.8,0.8), (2,0.75), (2.2,0.7), (2.4,0.65), (3.5,0.5)))

(17) 消费者预期影响因子 (心理预期) = WITH LOOKUP (住宅价格增长率, (([-0.6,0)-(10,10)], (-0.6,0.3), (-0.5,0.4), (-0.4,0.5), (-0.3,0.6), (-0.2,0.7), (-0.1,0.8), (0,0.9), (0.1,1), (0.15, 1.02), (0.2, 1.04), (0.3, 1.06), (0.4, 1.08), (0.5,1.1)))

(18) 开发利润率 = IF THEN ELSE((住宅价格 - 综合成本) / 综合成本 <= 0, 0.2, (住宅价格 - 综合成本) / 综合成本)

(19) 开发商开发意愿 = IF THEN ELSE(供求比开发影响因子 * 0.215 + 开发利润率 * 0.32 + 银行支持力度影响因子 * 0.423 - 0.102 * 空置率 + 1 >= 1 OR: 供求比开发影响因子 * 0.215 + 开发利润率 * 0.32 + 银行支持力度影响因子 * 0.423 - 0.102 * 空置率 + 1 <= 0.8, 1, 供求比开发影响因子 * 0.215 + 开发利润率 * 0.32 + 银行支持力度影响因子 * 0.423 - 0.102 * 空置率 + 1)

(20) 新开工住宅面积 = IF THEN ELSE(住宅土地成交面积 * 容积率 * 系数 >= 476.33 * LN(住宅开发投资额) - 1586.2, 476.33 * LN(住宅开发投资额) - 1586.2, 住宅土地成交面积 * 容积率 * 5) + 0 * PULSE(2003, 3)

(21) 综合成本 = (楼面地价 + 建安费用) * 0.7 * 2 * 开发商贷款利率 + (楼面地价 + 建安费用) * (1 + 税率)

(22) 新增供给面积 = (住宅预售面积 + 住宅竣工面积) / 0.45

(23) 住宅土地成交面积 = 住宅土地出让面积 * 开发商开发意愿 * 0.83

(24) 开发商贷款利率 = (0.0594 + STEP(0.0024, 2008) - STEP(0.0075, 2013)) * 开发商贷款利率调控政策

(25) 租房利率影响因子 = WITH LOOKUP (租房税率, (([0,0)-(10,10)], (0.009,0.95), (0.012,0.98), (0.015,1), (0.018, 1.02), (0.021,1.05), (0.024,1.08), (0.027,1.11)))

3.2.3 仿真结果及模型检验

(1) 有效性检验

论文运用 Vensim DSS 软件, 模拟仿真计算出 2003 年至 2017 年的住宅相关数据, 并预测出主要指标在 2018 年至 2030 年的具体数值。

可以通过历史值与仿真值的相对误差来检验模型的仿真效果。计算相对误差的公式为

$$e_i = \left(y_i - \hat{y}_i \right) / y_i \quad (\text{公式 1})$$

其中, $i=1,2,\dots,g$; $t=2003,2004,\dots,2017$

y_{it}, \hat{y}_{it} 分别表示第 i 个变量在第 t 年的实际值与仿真值, g 为模型中的变量的数目。如果 $e < 5\%$ 的变量数目占 70% 以上并且每个变量的相对误差不大于 10%, 则认为模型的总体仿真和预测性能较好。选择商品住宅价格、城市 GDP 作为检验指标。

表 1 仿真数据与真实数据对比表

| 年份 | 城市 GDP 历史数据检验 | | | 住宅价格历史数据检验 | | |
|------|---------------|----------|----------|------------|----------|----------|
| | 真实值 (亿元) | 仿真值 (亿元) | 相对误差 (%) | 真实值 (万人) | 仿真值 (万人) | 相对误差 (%) |
| 2003 | 1662.18 | 1662.18 | 0 | 2023.00 | 2023 | 0 |
| 2004 | 1956.00 | 1949.08 | -0.35 | 2462.73 | 2499.38 | 1.49 |
| 2005 | 2238.00 | 2266.33 | 1.27 | 2986.20 | 3074.79 | 2.97 |
| 2006 | 2590.76 | 2711.11 | 4.65 | 3535.26 | 3531.32 | -1.18 |
| 2007 | 3141.90 | 3400.24 | 8.22 | 4515.76 | 4467.98 | -1.06 |
| 2008 | 3960.08 | 4131.97 | 4.34 | 4681.00 | 4533.65 | -3.15 |
| 2009 | 4621.00 | 4917.05 | 6.41 | 5199.00 | 4928.45 | -5.20 |
| 2010 | 5565.90 | 5960.94 | 7.1 | 5550.00 | 5663.21 | 2.04 |
| 2011 | 6762.20 | 7158.89 | 5.87 | 6675.99 | 6565.13 | -1.66 |
| 2012 | 8003.80 | 8250.18 | 3.08 | 6895.35 | 6561.01 | -4.85 |
| 2013 | 9051.27 | 9244.48 | 2.13 | 7238.00 | 7084.88 | -2.12 |
| 2014 | 10069.48 | 10144.5 | 0.75 | 7399.00 | 7225.17 | -2.35 |
| 2015 | 10905.60 | 11018.5 | 1.04 | 8404.00 | 7890.65 | -6.11 |
| 2016 | 11912.61 | 12192.1 | 2.35 | 9819.00 | 9475.54 | -3.50 |
| 2017 | 13410.34 | 13682.2 | 2.03 | 11453.00 | 10411.2 | -9.09 |

由上表可以看出, 相对误差都控制在 10% 以内, 且 70% 的误差控制在 5% 以内, 说明建立的武汉市商品住宅价格系统动力学模型仿真较好。

(2) 敏感性检验

系统动力学模型中各因素之间的关系复杂, 然而参数两两之间关系相对简单。可以通过搜集历史数据, 并借助一定的数学方法, 列出变量间的关系方程。对于方程中的系数,

在确定时, 可以采取先确定参数变化范围, 然后在此范围内通过不断的修改参数的方法, 来使模型的输出结果和历史数据更吻合, 以此确定参数的最终取值。参数的修正依据即为模型的敏感性检验^[5]。

以居民收入可支配系数为例进行模型的敏感性检验: 模型中居民收入可支配系数取值为 0.32985。现在观测居民收入可支配系数在 0.22985 至 0.42985 之间波动时, 房价收入比指标的取值情况, 模拟结果如下图。

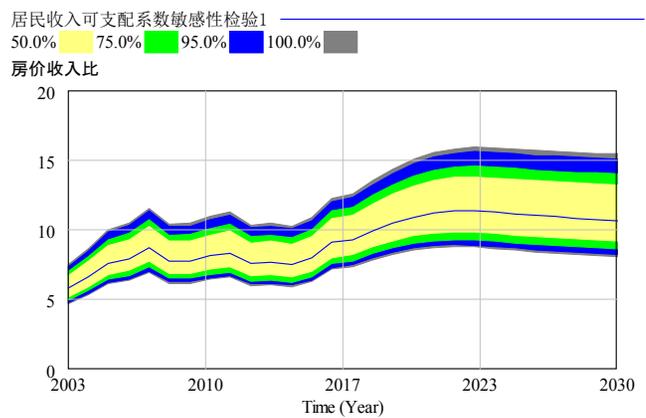


图 4 居民收入可支配系数对房价收入比的敏感性检验

根据图 4 带状图的分布形态可知, 居民收入可支配系数在区间内波动时, 对房价收入比的影响较小。因此模型中的居民收入可支配系数取值是可行的, 模型预测趋势不会发生变化。

4 结果分析与讨论

4.1 结果分析

根据上节对商品住宅价格系统动力学模型的检验, 表明模型是真实可靠的, 则可以对其预测结果进行分析。

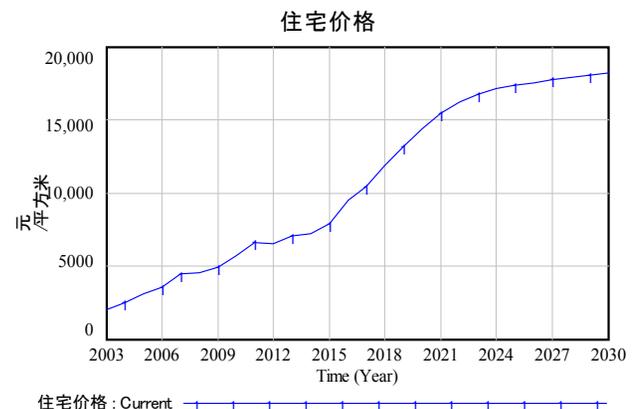


图 5 商品住宅价格预测值

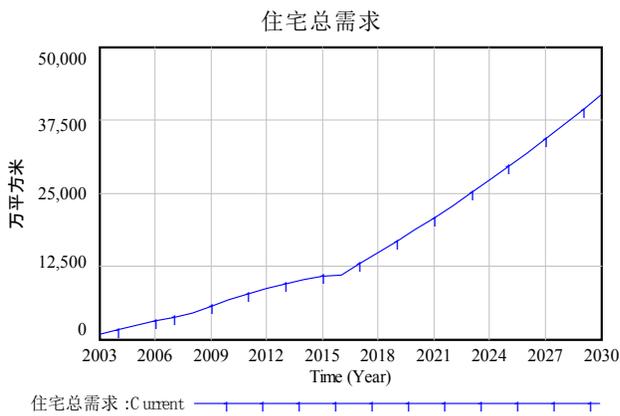


图6 住宅总需求预测值

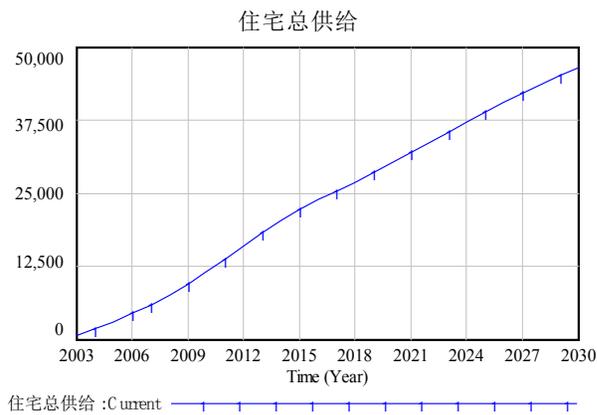


图7 住宅总供给预测值

由图5可以看出,2003年以来,武汉市商品住宅价格一直呈增长态势。2011-2015年缓慢增长,之后涨幅加大持续至2021年。此后商品住宅价格增长趋于平缓,预计2030年

达到18207.9元/m²。由图6和图7可以看出,武汉市住宅总需求和总供给变化趋势一致,都呈快速上涨趋势,这与武汉未来的经济发展趋势也是一致的。

5 结语

论文基于系统动力学原理,分析研究了影响武汉市商品住宅价格的主要因素及各因素间的关系,构建了相应的系统动力学模型,并较好地模拟了武汉市历年的住宅市场运行情况,对未来几年中国武汉市商品住宅价格也进行了预测。以商品住宅市场为主要研究对象,并未考虑商业店铺、写字楼盘等其他房地产类型,下一步研究可将整个房地产系统的纳入考虑范围,为整个房地产市场的调控提供对策。

参考文献

- [1] 黄文杰,陈兴隆,郭晓鹏.论系统动力学在房地产市场研究中的应用[J].商业时代,2011(05):132-134.
- [2] Jay W.Forrester.The Beginning of System Dynamics[J].Views about the Development of System Dynamics, 2003(10):63-64.
- [3] 王娟.宏观调控下的房地产价格影响因素及其趋势研究[J].统计与决策,2013(06):125-128.
- [4] Danie Haemoon.Oh. A dynamic perspective of meeting planners satisfaction: toward conceptualization of critical relevancy[J]. Tourism Management, 2009(04):471-482.
- [5] 王晨.我国工业互联网平台发展影响因素及驱动政策研究[D].北京:北京建筑大学,2020.