

# 基于系统动力学的老年住宅需求仿真研究

胡金荣, 周恩毅

(西安建筑科技大学管理学院, 陕西 西安, 710055)

**摘要:** 首先从供给和需求的角度分析了老年住宅市场的发展概况, 将老年住宅市场分为六个子系统, 并对各个系统进行分析; 其次, 运用系统动力学原理及方法, 根据老年住宅市场系统内部影响机理, 建立系统反馈回路; 通过变量间的关系梳理及方程设定, 从而构建城市老年住宅系统动力学仿真模型; 根据西安市年鉴及国土资源与房屋管理局等统计数据, 通过方程构建和参数选取, 应用系统动力学软件 Vensim PLE 进行系统模拟与仿真, 以西安市 2011 年至 2015 年的老年住宅市场的数据作为模型的基础数据, 仿真近五年西安市老年住宅市场发展现状, 并预测西安市住宅市场未来 5 年发展走势; 最后根据仿真结果, 针对政府和企业分别提出了因应对策, 以期政府、业界决策提供参考。

**关键词:** 老年住宅; 老年住宅需求; 系统动力学; 仿真

**中图分类号:** TU-9

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-7930(2016)05-0760-07

## Simulation research on the housing demand of aged based on the system dynamics

HU Jinrong, ZHOU Enyi

(School of management, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

**Abstract:** In this paper, the development of the housing for market was analyzed from the perspective of supply and demand, and the elderly housing market was divided into six subsystems, which was analyzed. Then based on the theory and method of System Dynamics, the system feedback loop was established according to the internal influence mechanism of the elderly housing market system; by means of the relationship between variables and the equation set, a system dynamics simulation model of urban housing market was built; according to the statistical data analysis of Xi'an City Yearbook and Land Resources and Housing Authority, the system dynamics software Vensim PLE was used to simulate the system. The housing market data from 2011 to 2015 in Xi'an was taken as the basis of the model, the development status of the housing market over the 5 years in Xi'an was simulated, and the development trend in the next 5 years was predicted. Finally, according to the simulation results, the corresponding counter measures was put forward for the government and enterprises, as provide reference for decision-making.

**Key words:** housing of aged; housing demand of aged; dynamic system

老年住宅的生产包括诸多环节: 老年住宅的设计、建造、经营管理和养老服务提供等, 是一个跨行业的综合产业。老年住宅的需求受到城市老年人口变化、城市化水平、国民经济发展水平、政府政策调控等因素的影响。由于老年住宅市场发展的复杂性, 因此文章运用系统动力学来研究老年住宅市场需求状况。

中国快速的老齡化使得老年人的居住需求日益凸显, 老齡房地产业也随之蓬勃发展。国内有关老年住宅需求的研究成果比较丰富: 有研究(肖隽子、王晓鸣, 2005)老年住宅需求与反向抵押贷款的关系的<sup>[1]</sup>; 也有学者(查昕, 2007)从消费者、开发商和政府三个主体角度分析城市老年住宅市场的需求与供给情况, 对城市老年住宅开发提出建议与对策<sup>[2]</sup>; 还有学者(梁文静等, 2008)通过调查分析了徐

州市老年住宅的需求状况<sup>[3]</sup>; 罗斌等运用系统动力模型从供需两个方面分析了土地政策、税收政策和金融政策对我国房地产市场的影响路径和传导机理<sup>[4]</sup>; 潘彤认为老年住宅的市场需求受到人口数量、有效收入、住宅价格、社会因素和政府政策等因素的共同影响, 并用灰色关联分析法计算这些因素与老年住宅市场需求的相关性<sup>[5]</sup>。

目前有关老年住宅需求方面的研究内容多集中于消费者选择老年住宅的影响因素以及老年住宅的设计规划等方面, 研究方法多倾向于实地调查, 分析手段倾向于定性分析。而运用系统动力学的方法, 建立老年住宅需求的仿真分析模型, 预测某一区域的老年住宅需求趋势, 还鲜有学者涉猎。因此, 文章通过建立系统反馈的系统动力仿真模型, 把老年住宅开发的影响因素: 政策、经济、

收稿日期: 2016-03-24

修改稿日期: 2016-10-15

基金项目: 陕西省教育厅专项科研计划基金资助项目(14JK1376); 住房和城乡建设部基金资助项目(R42015026); 西安建筑科技大学重点学科建设项目(XK201227)

作者简介: 胡金荣(1981-), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向为老年住宅。E-mail: 20366157@qq.com

社会、金融、消费者需求等复杂因素纳入分析框架之内，模拟老年住宅市场供需状况，为房地产企业的老年住宅项目开发提供一定的决策依据，并为政府有关老年住宅发展政策制定提供参考。

# 1 老年住宅市场发展现状

## 1.1 老年住宅供给分析

目前市场化运作的、房地产企业开发的老年住宅主要包括老年社区和老年公寓。国内较为知名的城市老年住宅的供给概况见表 1。

表 1 城市老年住宅发展概况  
Tab.1 Urban elderly housing development situation

名称	年代	发展概况
北京太阳城	2001 年	全国首创“老年多元化居住社区”。开发商，北京宝氏华商经济发展集团，北京太阳城房地产有限公司
东方太阳城	2002 年	东方太阳城是我国大城市中第一个老年住宅品牌。由中国希格玛有限公司开发
武汉侨亚颐乐园	2003 年	是由武汉侨亚(集团)有限公司投资建设，是华中地区规模最大、设施全的生态老年公寓
嘉德老年公寓	2005 年	位于北京市朝阳区高碑店高西店村 469 号
绿地孝贤坊	2005 年	上海绿地集团开发，综合型的养老社区
德国奥古新诺颐养中心	2006 年	是德国最著名社会福利企业其在中国落地的首家颐养中心。
北京将府庄园	2008 年	租赁集体土地、以出售使用权为主的养老项目
北京曜阳国际	2010 年	红十字的连锁品牌。洋房、独栋、联排、跃层、酒店公寓
上海亲和源万科	2007 年	中国第一个会员制养老社区
幸福汇	2011 年	以养老为营销题材的房地产开发项目
中海·亲颐	2013 年	中国海外旗下养生养老品牌——在华山首推的全国第一个会员制休闲养生养老社区
白鹿·溪谷	2015 年	由陕西能源集团及秦龙电力股份公司旗下的秦达地产开发，项目养老运营与北京太阳城合作，提供一站式服务
荣华·亲和源	2015 年	由荣华控股集团投资兴建。集养老公馆、综合护理楼、养老配套商业于一体，项目养老运营与上海亲和源合作

## 1.2 老年住宅需求分析

老年住宅的需求会随着老龄化程度加深、社会的发展、养老观念的转变而增加。在未来的 30 年，老年住宅市场总需求仍然会以一个较高的速度增长，如图 1 所示。

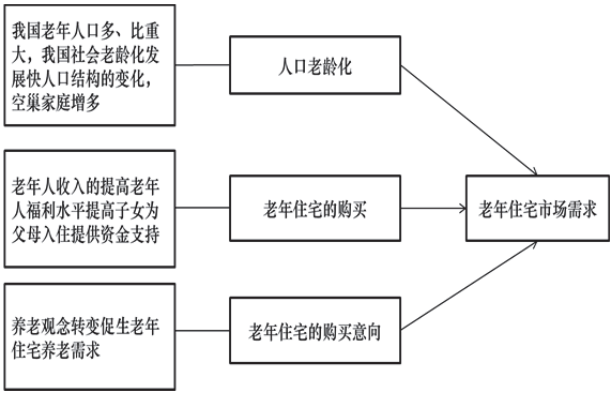


图1 老年住宅市场需求

Fig.1 Market demand of housing for the aged

## 1.3 西安市老年住宅供需状况分析

### 1.3.1 西安市老年住宅市场供给概况

通过实地调研，获取了西安老年住宅市场的项目概况及相关数据。

2011 年，西安雅荷花园地产在雅荷四季城小区内规划了 2.8 万 m<sup>2</sup> 老年公寓，但截止 2016 年，老年公寓的建设及经营模式还未确定，也未开建。2012 年 10 月开盘的巨威·大秦郡项目规划了 300 亩的老年公寓。但是在实际操作中，老年公寓并不是该项目的开发内容，而是政府规划的公共设施。

2013 年 10 月，中国海外旗下的中海·亲颐养生养老社区亮相西安，项目选址华山。于 2014 年 10 月初入住，户型面积 40~138 m<sup>2</sup>，整个社区由 1 栋高层公寓和 4 栋洋房组成，一共 338 套房间，项目占地面积 14 567 m<sup>2</sup>。

2015 年 6 月 6 日，陕西能源集团及秦龙电力股份公司旗下的秦达地产开发的白鹿溪谷开盘，项目选址蓝田县。白鹿溪谷占地面积 222 111 m<sup>2</sup>，容积率 1.08，具备养老功能的住宅 319 套。

2015 年 9 月 8 日，高端养老社区荣华·亲和源开盘，该项目选址户县，占地 61 336 m<sup>2</sup>，目前一期建成 306 套房。

目前，根据笔者调研，这几个项目的销售并没有呈现预期的火爆。总体来看，西安市老年住宅市场发展刚刚起步，开发及运营模式都不成熟，住宅产品的市场细分不够，大部分项目位于郊区，规模不大，且面向的顾客群体多为中高收入人群，对于养老刚需的释放并没有起到积极作用。

### 1.3.2 西安市老年住宅需求分析

2000 年，西安市步入老龄化城市的行列。2014 年底，西安市 60 岁以上老年人约 129.67 万人，占总人口的 15%，老年人口增速达到了 5.7%<sup>[6]</sup>。2014 年腾讯网进行了“谁动了我的养老？——西安养老

地产现状调查”,发放有效问卷1 056份,被调查人群年龄分布30岁以上占73%,这些都是老年住宅直接或者潜在的需求者。在“在以下养老模式中,您认为最理想的养老方式是什么?”这一问题中,有21.21%的人选择了社区居家养老,仅有17.14%选择家庭养老;这说明传统的养老观念已然发生着转变。在养老住宅中“您倾向于购买哪种户型”,有59%的被调查者选择了生态住宅,这说明消费者十分看重老年住宅的自然环境。

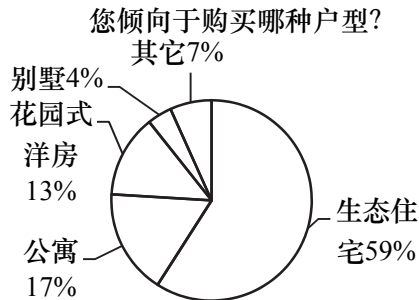


图2 老年住宅类型需求  
Fig.2 Housing type demanded

对于“2014年您是否有购买养老房的计划?”,被调查者中有7.10%近期有购买计划,如图3所示。

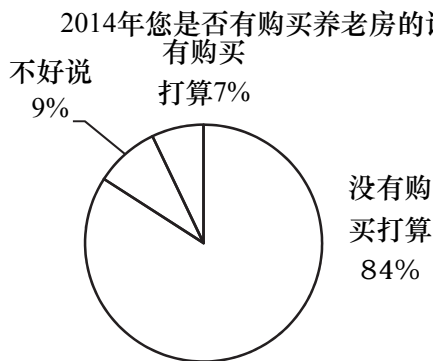


图3 老年住宅购买计划  
Fig.3 Housing purchase plan

对于“您能承受的总房价是”,被调查者中有77%期望在50万以内,如图4所示。

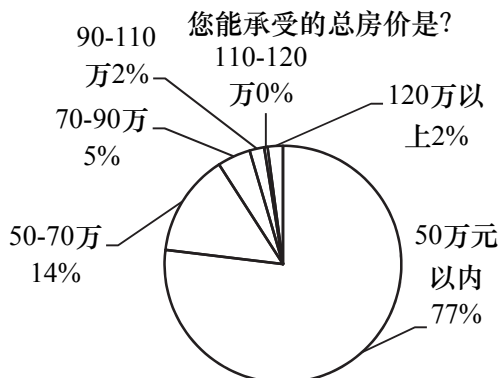


图4 预期老年住宅购买价格  
Fig.4 The anticipated purchase price

从以上的调查结果可以看出,西安市老年住宅的潜在需求量较大,但是消费者的需求预期与房地产企业的供给预期有结构性错位。目前西安市的老年住宅开发集中于高端社区产品,其户型主要有别墅和高端公寓,主要的卖点是高端设施和养老服务。而潜在消费者的预期主要是环境好,有完备的医疗设施,且房价不高的老年住宅。这种供需的结构性失衡是目前西安市老年住宅市场消费没有热起来的主要原因。

## 2 系统动力模型构建

系统动力学是一门综合了反馈信息论、控制理论、决策论、系统论、计算机仿真和系统分析的试验方法而发展起来的,定性定量相结合,研究复杂系统动态行为的应用学科,属于系统科学与管理科学的一个分支<sup>[7]</sup>。该方法通过界定系统的边界、运作及信息传递流程,以因果关系图定性描述系统的结构<sup>[8]</sup>,构建系统动力学流图模型,并通过计算机仿真来定量模拟不同策略下现实系统的行为模式,以了解系统动态变化的结构性原因;通过改变系统模型结构或相关变量参数,预测系统发展。

### 2.1 系统主要模块

系统模块的梳理主要是为系统流图的搭建提供因果关系。老年住宅供给子系统由老年住宅存量、老年住宅新增量、老年住宅意愿开发量组成。这些子系统分别涉及不同的变量及因果关系,具体分析如下:

老年住宅需求子系统涉及需求量(ERD)、价格(ERP)、老年人入注意愿(DI)、居民购买力(PA)等因素,其中主要包含两个负反馈环:

$$ERD \xrightarrow{-} RE \xrightarrow{-} DI \xrightarrow{+} ERP \xrightarrow{+} PA \xrightarrow{+} ERD$$

该回路表示:老年住宅需求增加将带动价格的上升,使企业的开发意愿增加;但是当价格上升率超过了居民工资增长率,会降低居民购买力,抑制需求的增加。

城市老年人口子系统由总城市老年人口、老年人口增长率、老年住宅需求、有老年住宅需求的老年人口比例组成。有老年住宅需求的老年人口的收入水平与社会经济水平直接相关,是界定有老年住宅需求的老年人口的主要指标。

老年住宅住房需求与供给之比是影响企业开发意愿的主要因素之一。需求供给比k越大则企业开发意愿越强烈。

社会经济子系统由固定资产投资、城市GDP、



老年人人均收入( $e_0$ )构成.衡量房价是否合理一般采用房价收入比作为重要考量指标.房价收入比是影响企业开发意愿和消费者购买的重要因素,进而影响老年住宅价格;另外,住宅市场的繁荣与否将直接影响建材价格,进而影响老年住宅建造成本.

老年住宅价格子系统涉及税率( $RT$ )、开发成本( $RC$ )等因素, 主要包含一个正反馈环:

$$ERP \overset{+}{\rightarrow} DI \overset{+}{\rightarrow} LP \overset{+}{\rightarrow} RC \overset{+}{\rightarrow} ERP$$

该回路表示老年住宅价格的上升将提升老年住宅的供给, 刺激企业以更高的价格取得土地, 从而增加了老年住宅开发成本, 间接提高了老年住宅供应价格. 但是, 老年住宅价格不但受到收入水平的影响, 政策调控、房价收入比  $I$ 、供给需求比  $k$ 、区位因素( $n$ )也会带来价格的动态调整.

政策子系统的构成因素包括：老年住宅土地政策、财税政策、金融政策等。

## 2.2 系统流程图

根据以上系统模块关系分析,以及各个变量对老年住宅市场的重要程度,绘制老年住宅市场系统流图如图 5.

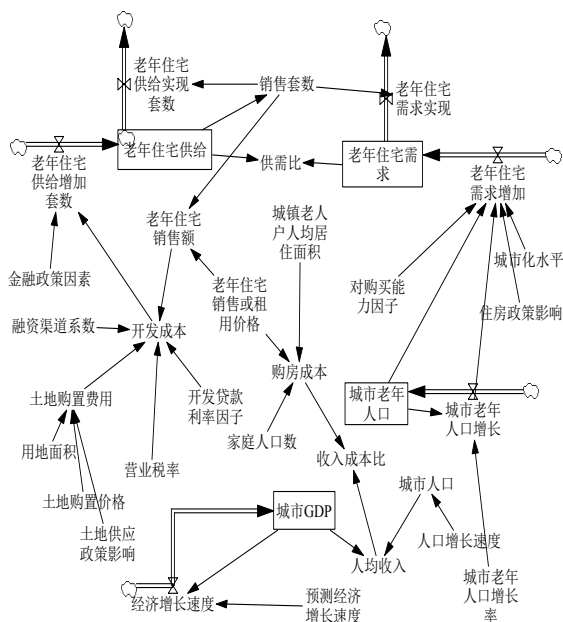


图 5 老年住宅市场供需系统流图

**Fig.5 System flow diagram of market demand and supply of housing for the aged**

影响老年住宅市场结构的是五个重要积量包括：老年住宅的价格、老年住宅的需求量、老年住宅供给数量、城市 GDP、城市老年人口等。这五个重要积量在关键因果回路交互作用下，构成老年住宅市场复杂且动态的系统结构。

### 2.3 基本假设与参数估计

系统动力学模型的主要作用是预测整体系统

的行为趋势及政策变化对系统的影响,并不要求精确结果. 因此,为简化模型参数,假设外生变量在预测期内以目前趋势发展;为了有效处理众多非线性问题,对时间变化不敏感的参数近似取为常数或阶段常数;对于某些变量的初始值,本模型采用以下几种方法取值:拟合历史数据,或在平衡处将模型初始化,或对实际系统中波动较大的数据进行必要的技术处理,如选取某时段的平均值;对于需要估计的参数,本研究采用调查资料确定,或用一些常规数学方法,如计量经济学、灰色预测等来估计.

政策调控参数的选择是本研究的重点。为测试政策调整对老年住宅市场的影响,本研究在系统模型中设置若干政策调控参数。通过改变这些政策调控参数,仿真模拟各政策方案的实施效果,从而达到政策分析、试验和辅助决策的目的。

系统动力模型的特点在于紧密结合老年住宅市场的发展特性进行机制设计,使模型具有实用性和针对性,突出系统的特点和反馈机制的作用,这也是其与国内外其他产业发展动力模型的区别所在.老年住宅市场动力模型具有明显的层次结构,遵循因果率,强调“系统整体”的动力机制.

### 3 西安老年住宅需求系统仿真分析

### 3.1 系统变量确定

在建立模型时本研究做以下假设:

老年住宅需求实现=老年住宅供给增长；老年住宅供给增长=老年住宅上市面积；老年住宅销售价格= $f$ (老年住宅供给面积，老年住宅需求面积)运用表函数引入辅助变量“供需比”和“供需比对价格的影响因子”，则老年住宅销售价格= $f$ (供需比，供需比对价格的影响因子)。

2011 年西安市老年住宅市场开始启动, 因此将 2011 年的市场数据作为模型状态变量的初始值, 模型中设定模拟的时间是 2011-2020 年, 共涉及 33 个变量, 以 2011 年为系统变量的初始时间, 将 2011 年的老年住宅供给面积、老年住宅需求面积、老年住宅销售价格等系统变量的数据设为初始值。

模拟的初始时间:

*FINAL TIME* = 2020、*INITIAL TIME*=2011.

模拟的时间步长:  $TIME\ STEP=1$ .

模型的状态变量初始值可通过西安市统计年鉴、政府工作报告等文献的查阅和调研获取,其中变量的初始赋值如表2所示,变量方程如表3所示,变量关系方程如表4所示。

表 2 变量初始赋值表<sup>[9]</sup>  
Tab.2 Variable initial assignment table

变量	初始值	单位	备注
城市人口	851.34	万人	2011 年数据
60 岁以上老年人口	122.72	万人	2011 年数据
老年住宅需求比例	7.1%		2014 年调查数据
城市 GDP	3 864.21	亿元	2011 年数据
个人可支配收入	25 981	元	2011 年数据
城镇老人户人均居住面积	76.4	m <sup>2</sup>	2014 年数据, 国家统计局对西安市 800 位城乡居民养老需求专项调查结果
人口普查家庭户规模	3.1	人	2010 年数据
土地价格	1 300	元/m <sup>2</sup>	根据 2010~2015 年西安市土地出让价格数据计算均值
老年住宅销售/租用价格	4 048	元/m <sup>2</sup>	2015 年平均租售价格:中海亲颐 50 万/套; 白鹿溪谷 16.8 万元/套; 荣华亲和源 25 万元/套
契税	2%		2011 年数据
营业税	5%		2011 年数据

表 3 变量函数方程表  
Tab.3 Variables function equations

变量	函数类型	方程	变量说明
老年人口增长速度	跃阶函数	0.032+STEP(0.005,2012)-STEP(0.014,2014)	根据 2010~2014 年西安市老年人口数据计算
预测经济增长速度	跃阶函数	0.138-STEP(0.02,2012)-STEP(0.002,2013)	2011 年西安国民经济增长率 13.8%, 根据国家规划, 今后十年国民经济增长率维持在 8%左右
城市化水平	斜坡函数	RAMP(0.019,2010,2020)	根据 2010~2015 年西安城市化水平数据, 用斜坡函数求得
开发贷款利率	跃阶函数	0.05-STEP(0.01,2010)-STEP(0.03,2011)+STEP(0.02, 2012)	采用商业银行 1~3 年贷款利率
首付款比例因子		0.2+STEP(0.1,2011)	根据我国政策颁布的那一年开始算起
开发成本	跃阶函数	1300+SETP(100,2011)+STEP(200,2013)+STEP(200,2015)	见表 4
土地供应政策影响	跃阶函数	1+STEP(0.2,2011)+STEP(0.4,2014)	土地供给面积由地方政府结合中央指导性政策确定供应计划. 这里将土地供给总面积、经济适用房用地面积占比因子以递阶函数的形式进行系统输入
金融政策因素	跃阶函数	1+STEP(0.1,2011)+STEP(0.2,2013)+STEP(0.4,2015)	差异化住房信贷政策, 第二套住房贷款的首付款比例和贷款利率与首套住房不同
融资渠道系数	跃阶函数	0.9+STEP(0.05, 2010)	以 2010 年为基期
购买能力因子	表函数	[(0,0)-(20,10)],(2,2),(2.5,1.6),(3.5,1.3),(5,1.2),(6,1.1),(8,1),(10,0.9),(15,0.85),(20,0.75)	该表函数的数据来源于房价收入比
住房政策的影响	表函数	[(2001,0)-(2010,10),(2001,1.05),(2002,1.1),(2003,1.2),(2004,1.2),(2005,1.15),(2006,1.15),(2007,1.15),(2008,1.15),(2009,1.15),(2010,1.15)], (2001,1.05),(2002,1.1)	这是一个表函数, 采集 2001~2010 年的数据
西安市老年人口增长率	表函数	[(2010,0)-(2020,300)],(2010,106.3),(2011,122.7),(2013,125.7),(2020,205.3)	2020 年数据根据 2014 年国家统计局西安调查队调查数据预估 2020 年西安 60 岁老年人口将占到人口总量的 23.8%计算

表 4 变量之间的关系方程表  
Tab.4 The relationship between the variable equations

变量	方程
经济增长速度	城市 GDP×预测经济增长速度
老年住宅供给/套	INTEG(供给新增套数-供给实现套数,338)
老年住宅需求/套	INTEG(需求新增套数-需求实现套数, 338×0.6)
老年住宅需求面积	老年住宅需求(套)×城镇居民人均居住面积
土地购置费用/万元	土地价格×用地出让面积
开发成本/万元	土地购置费用×(1+开发贷款利率因子)+老年住宅销售额×营业税率
收入成本比/m <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup>	人均收入/购房成本
购房成本/元·m <sup>-2</sup>	老年住宅销售或租用价格×城镇居民人均居住面积×家庭人口数
老年住宅需求增加	购买能力因子×住房政策的影响×(城市人口增长+0.85×城市人口×城市化水平)

3.2 西安市老年住宅需求系统仿真结果分析

3.2.1 仿真运算要求

仿真的完成时间为 10 a. 根据本文建立的结构模型, 设定模型初值, 带入参数估计值, 用 Vensim PLE 编写仿真程序, 模拟西安市 2011~2020 年间老年住宅市场系统运行情况.

3.2.2 仿真结果与分析

城市老年人口子系统中, 老年人口的增长带来老年住宅需求量的增加, 进而引起老年住宅投资的增加.

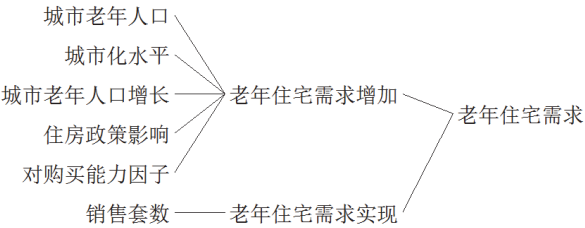


图 6 老年住宅需求原因树  
Fig.6 The result tree of housing demand of the aged

需求子系统中, 经济增长、老年人口增长、城市化水平的提高、住房政策及消费者购买能力的变化都会带来老年住宅需求量的增加.

从图 7 的老年住宅供给仿真预测中可以看出, 未来的 5 年, 西安市老年住宅供给会大幅增长; 2016 年以后, 供给量将会从 1750 套增长到 7000 套, 增长速度加快.

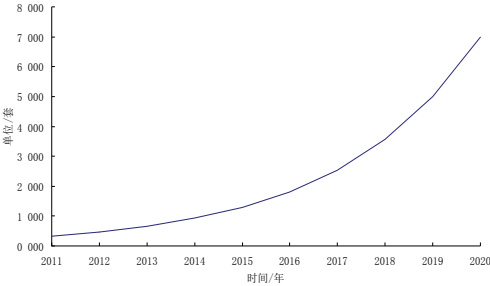


图 7 老年住宅供给预测  
Fig.7 Prediction on housing supply for the aged

模型以 2011 年为初始时间的进行数据取值, 模拟了 2011~2020 年老年住宅市场供需状况的仿真

结果. 从图 8 中, 可以看出西安市的老年住宅需求在未来 5 年中将会平稳增长.

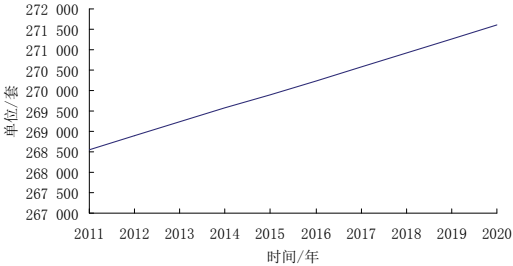


图 8 老年住宅需求预测  
Fig.8 Prediction on demand of housing for the aged

4 结论

(1) 老年住宅市场是一个复杂的系统, 可以通过建立系统动力学模型来模拟其市场供需状况及个要素之间的相互关系.

(2) 根据以上供需关系的仿真预测, 未来 5 年西安市老年住宅的需求量远远大于供给量, 供需差距仍然较大. 细究其原因, 可能有: 一是老年住宅市场刚刚起步, 其赢利模式及运营模式都还不成熟, 开发商不敢轻易试水; 二是目前的老年住宅供需结构不平衡, 目前市场上的住宅产品都是高端住宅, 价位相对较高, 且以押租为主, 与消费者的期望还有差距; 三是目前的老年住宅离市区相对较远, 其社区医疗资源配置不足, 降低了消费者购买热情. 因此, 西安市老年住宅的发展刚刚起步, 还未成熟, 住宅产品还没有进行市场细分, 不能满足大部分的市场需求.

(3) 本文建立的老年住宅市场系统动力学模型, 利用计算机仿真模拟, 得到了西安市老年住宅市场的现实数据比较和对其未来五年的预测结果. 从系统模拟结果来看, 模型能够近似地反映西安老年住宅市场的历史发展和现实状况, 说明模型所描述的各个子系统之间以及子系统的变量之间的结构关系是正确的. 因此, 本模型对西安老年住宅市场的

发展将起到的预测和引导作用. 将本模型应用于研究其他城市, 也具有借鉴意义.

## 参考文献 References

- [1] 肖隽子, 王晓鸣. 老年住宅需求与反向抵押贷款[J]. 建设科技, 2005(12): 206-207.  
XIAO Junzi, WANG Xiaoming. The demand for the elderly housing and reverse mortgage[J]. Construction Technology, 2005 (12): 206-207.
- [2] 查昕. 城市老年住宅需求分析及对策[J]. 工程与建设. 2007(4): 128-130.  
ZHA Xin. Analysis and countermeasures on city elderly residential demand[J]. Engineering and Construction, 2007 (4): 128-130.
- [3] 梁文静, 陈龙乾, 周天建, 等. 城市老年住宅需求调查分析——以徐州市为例[J]. 资源与人居环境, 2008(3): 69-71.  
LIANG Wenjing, CHEN Longqian, ZHOU Tianjian, et al. Investigation and analysis of urban elderly housing demand—Taking Xuzhou city as an example[J]. Resources and Human Settlements. 2008 (3): 69-71.
- [4] 罗斌, 王花. 基于系统动力学的房地产调控政策动态仿真模型[J]. 技术经济, 2013(6): 111-117.  
LUO Bin, WANG Hua. Dynamic simulation model of the real estate regulation policy based on system dynamics [J]. Journal of Technology and Economy, 2013 (6): 111-117.
- [5] 潘彤. 珠三角城市老年住宅市场需求与影响因子相关性分析[J]. 改革与战略, 2015(8): 108-113  
PAN Tong. Correlation analysis of the relationship between demand and influence factors of urban elderly housing market in the Pearl River Delta [J]. Reform and Strategy, 2015(8): 108-113.
- [6] 西安市统计局 国家统计局西安调查队. 2015 西安统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社. 2015.  
Xi 'an bureau of statistics, the national bureau of statistics survey team. 2015 statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press. 2015.
- [7] 周德群. 系统工程概论[M]. 北京: 科学出版社, 2010.  
ZHOU Dequn. Introduction of system engineering [M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [8] 王其藩. 高级系统动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.  
WANG Qifan. Senior system dynamics[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1995.
- [9] 西安市统计局国家统计局西安调查队. 2011 西安统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社. 2011.  
Xi 'an bureau of statistics, the national bureau of statistics survey team. 2011 statistical year book [M]. Beijing: China Statistics Press. 2011.

(编辑 吴海西)

(上接第759页)

- PERMAN R. Natural resources and environmental economics[M]. Beijing: China Economic Publishing House, 2002.
- [7] WEBB Michael G. Marginal-Cost Pricing[M]. Macmillan Education UK, 1976.
- [8] 任宏, 卢媛媛, 蔡伟光, 等. 我国建筑领域碳排放权交易框架研究[J]. 城市发展研究, 2013, 20(8): 70-76.  
REN Hong, LU Yuanyuan, CAI Weiguang, et al. Study on framework of buildings' carbon emissions trading in China[J]. Urban Studies, 2013, 20(8): 70-76.
- [9] BUCHANAN A H, LEVINE S B. Wood-based building materials and atmospheric carbon emissions[J]. Environmental Science & Policy, 1999, 2(6): 427-437.
- [10] 宋德勇, 刘习平. 中国省际碳排放空间分配研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(5): 7-13.  
SONG Deyong, LIU Xiping. Spatial distribution of provincial carbon emissions[J]. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(5): 7-13.
- [11] 任亚运, 胡剑波. 碳排放税: 研究综述与展望[J]. 生态经济, 2016, 32(7): 56-59.  
REN Yayun, HU Jianbo. The research review and prospect of carbon emissions tax[J]. Ecological Economy, 2016, 32(7): 56-59.
- [12] WEISBACH D A, METCALF G E. The design of a carbon tax[M]// Harvard Environmental Law Review, 2009: 499-556.
- [13] 刘正广, 刘俊跃. 中国建筑碳排放权交易制度设计和深圳实践[J]. 开放导报, 2013(3): 84-87.  
LIU Zhengguang, LIU Junyue. On design of carbon trading system in China and the practice in Shenzhen[J]. China Opening Journal, 2013(3): 84-87.
- [14] 刘小兵, 武涌, 陈小龙. 我国建筑碳排放权交易体系发展现状研究[J]. 城市发展研究, 2013, 20(8): 64-69.  
LIU Xiaobing, WU Yong, CHEN Xiaolong. An overview of building emission trading systems development in China[J]. Urban Studies, 2013, 20(8): 64-69.
- [15] ELKINS P, BAKER T. Carbon taxes and carbon emissions trading[J]. Journal of Economic Surveys, 2001, 15(3): 325-376.
- [16] 张磊, 王要武, 姚兵. 基于碳排放权交易的绿色住宅融资机理研究[J]. 土木工程学报, 2011(s1): 220-224.  
ZHANG Lei, WANG Yaowu, YAO Bing. Research on green house financing mechanism based on carbon emissions trading[J]. China Civil Engineering Journal, 2011(s1): 220-224.
- [17] 马国丰, 尤建新. 基于熵的项目目标柔性控制的定量分析[J]. 上海交通大学学报, 2007, 41(7): 1058-1060.  
MA Guofeng, YOU Jianxin. The quantitative analysis of project objective flexible control based on entropy[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2007, 41(7): 1058-1060.
- [18] 彭峰, 闫立东. 地方碳交易试点之“可测量、可报告、可核实制度”比较研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2015, 15(4): 26-35.  
PENG Feng, YAN Lidong. A comparative study on "measurable, reportable and verifiable system" of local carbon trade pilot project[J]. Journal of China University of Geosciences(Social Sciences Edition), 2015, 15(4): 26-35.

(编辑 桂智刚)