

# 土地和资本匹配仿真模型研究

刘宁,杨军帅,董焕影

(沈阳建筑大学管理学院,辽宁 沈阳 110168)

**摘要:**在房地产开发资源有限的情况下,房地产开发市场土地和资本匹配不协调导致资源浪费和相应的房地产开发成本增加。针对此问题,依托 Anylogic 仿真建模平台构建了区域内房地产开发市场土地和资本资源匹配模型。首先,对房地产开发市场土地和资本资源匹配模型进行了仿真试验;其次,对仿真试验结果进行优化处理,实现了房地产开发成本最低化的土地和资本匹配目标;最后,通过案例验证了基于 Anylogic 仿真建模平台构建房地产开发市场仿真系统的可行性。

**关键词:**Anylogic;仿真;土地;资本;资源匹配

**中图分类号:**F229.23      **文献标志码:**A

20 世纪 90 年代,中国更加重视住房问题,并进行了住房制度改革。此后,房地产业得到迅速发展,逐渐成为拉动国民经济的重要力量,但房地产业在发展的过程中也慢慢暴露出投入资源要素匹配不合理的问题,致使资源浪费,以及在生产中产生不必要的费用,最终增加房地产开发的整体成本<sup>[1-2]</sup>。

随着仿真技术的发展,国内越来越多的学者开始应用仿真技术来解决生产生活中的实际问题。张红等<sup>[3]</sup>构建了考虑无息负债影响数学模型,对房地产企业的资本结构进行仿真模拟,确定了房地产企业的最优资本结构;黄文<sup>[4]</sup>构建了包含房地产中间厂商的 DSGE 模型,探求货币供应量对房地产市场的影响机制与影响程度,通过分析仿真结果发现,货币供应量不直接影响房地产市场,主要通过利率水平下降与物价水平上升等传导路径对房地产市场产生正向冲击,并且这一间接影响期限短、程度深;陈越等<sup>[5]</sup>分析房地产库存影响因素的因果关系,通过引入政

策调控变量,构建了房地产库存的系统动力学仿真模型;熊鹰等<sup>[6]</sup>构建了城市群建设用地供需系统模型,仿真模拟了 2016—2030 年区域的建设用地、工业用地和居住用地在低土地集约利用度、中等土地集约利用度、高土地集约利用度 3 种不同状态条件下的供需变化趋势。从研究现状来看,对房地产开发市场土地和资本资源匹配的研究相对匮乏。笔者依托 Anylogic 仿真建模平台,通过调整土地和资本这两个显著变量,探究其对房地产开发市场成本的影响程度,降低因资源匹配不合理而产生的负面效果,为政府规划和企业决策提供技术支持。

## 一、土地和资本仿真建模

### 1. 房地产开发市场土地和资本资源匹配仿真建模

房地产开发土地和资本资源匹配模型符合离散事件基本特征,具有不连续性、随机性、层次性、动态性和计算复杂性等特点。目

前,离散模型公认的理论框架包括逻辑层次模型、时间层次模型及统计性能层次模型。房地产开发市场土地和资本资源匹配仿真模型属于统计性能层次模型。

离散事件模型的结构可分为 Agent 建模、活动建模、事件建模、过程建模以及对象建模等。房地产开发土地和资本匹配建模的一般思路为:确定房地产市场资源匹配的关键性影响因素→将实际问题抽象化→建立概念模型→找出建立模型的关键影响因素→进行模型中算法的编写→确定模型中主要参数和指标→模型的仿真运行<sup>[7-8]</sup>。

2. 房地产开发市场土地和资本匹配概念建模

在长期的房地产开发建设过程中,项目的影响因素是不确定的。其中,市场提供的资本和政府提供的土地是影响项目进展的主要因素,应根据土地和资本资源情况构建房地产开发市场资源匹配概念模型(见图1)。

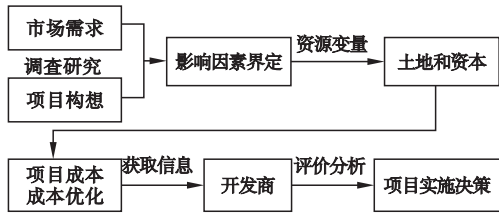


图1 房地产开发市场资源匹配概念模型

3. 房地产开发市场土地和资本资源匹配数学建模

(1) 设置数学模型参数和变量

此次仿真针对房地产开发市场土地和资本资源匹配模型进行研究,通过查阅和研究大量相关资料确定模型关键参数和变量: $\theta$  为可销售建筑面积比例,%; $C_1$  为每年每万平方米建筑面积经营管理成本,亿元; $V_1$  为政府每年所能提供最大限度土地资源价值总量,亿元; $V_2$  为社会每年所能提供最大限度的资本总量,亿元; $C_2$  为土地使用阶段每月所产生的机会成本,亿元; $C_3$  为资本使用阶段每月产生的机会成本,亿元; $C_{T1}$  为土地闲置阶段每月产生的时间成本,亿元; $C_{T2}$  为资本闲置阶段每月产生的时间成本,亿元; $T_0$  为项目生产的各个阶段平均耗时,月; $C_4$  为项目全过程建造成本,亿元; $C_5$  为项目营销

成本,亿元。

(2) 模型中主要指标的算法

基于 Anylogic 仿真建模平台构建土地和资本匹配仿真模型,利用 Java 语言对指标的算法进行编写。 $T_1$ 、 $T_2$  为仿真模拟时间; $T$  为产生时间更新成本的时间间隔; $R$  为设定每万平方米建筑面积的房屋建造所需的资源单元大小; $D$  为项目建造过程的直接成本; $C_w$  为土地资本延误成本; $C_p$  为每万平方米建筑面积建造的过程成本; $C_m$  为每万平方米建筑面积营销成本。其中, $W$  表示成本类型为延误; $P$  表示成本类型为建造; $M$  表示成本类型为营销。主要指标的具体算法的模拟流程图如图2所示。

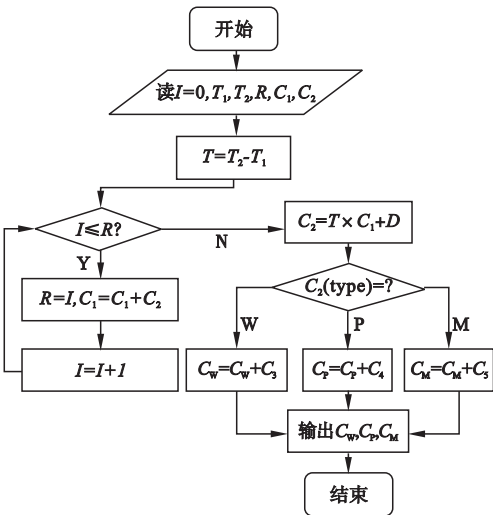


图2 算法模拟流程

建造过程中每万平方米建筑面积时间更新成本函数关系为

$$C_6 = C_{RP} / T^2$$

式中: $C_{RP}$  为建造过程中每个时间间隔每万平方米建筑面积时间更新成本。

装修过程每万平方米建筑面积成本为

$$C_7 = C_{RM} \times V^2$$

式中: $C_{RM}$  为装修过程每个进度时间段每万平方米建筑面积成本; $V$  为装修过程进度。

土地和资本的闲置成本  $C_{IL}$ 、 $C_{IC}$  运算模拟如图3所示。图中, $R_A$  为土地资源的资源单元大小; $R_B$  资本资源的资源单元大小; $C_{IPHA}$  为土地资源每月闲置成本; $C_{IPHB}$  为资本资源每月闲置成本; $I = is\ busy$  表示成本类型

为繁忙。

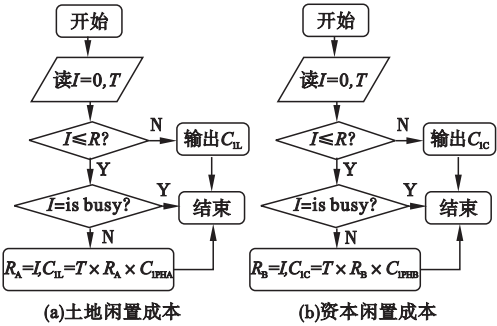


图 3 土地和资本资源闲置成本运算模拟

每万平方米建筑面积综合成本  $C$  的函数关系为  $C = C_W + C_P + C_M + C_6 + C_7 + C_{IL} + C_{IC}$ 。

二、土地和资本仿真模型构建

1. 仿真模型的构建

Anylogic 仿真建模平台具有功能强大、操作方便、开发灵活等特点,并且支持多重建模方法,能准确捕捉问题关键。同时,该平台也是开放式的,其中的表格、数据库、CRM 和 ERP 系统可以相互结合、共同使用<sup>[7]</sup>。根据房地产开发市场土地和资本资源匹配的概念模型及数学模型,构建基于离散事件的土地和资本仿真模型<sup>[9-10]</sup>(见图 4)。

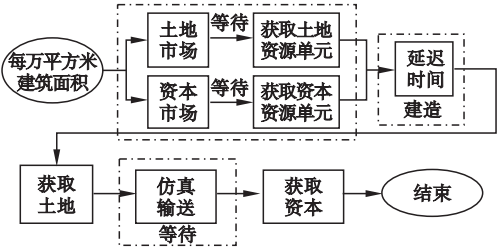


图 4 基于离散事件的房地产市场土地和资本匹配优化仿真模型

2. 土地和资本匹配优化仿真模型流程说明

首先,每万平方米建筑面积按照一定的比率产生可销售的住房建筑面积。然后,每万平方米的可销售建筑面积进入土地市场模块和资本市场模块,设定了模块先进先出规则。接着进入获取资源单元土地模块和资本模块,资源单元在模块中被定量化,设定了资源单元的大小。然后,每万平方米建筑面积从获取资源单元模块中出来进入延迟时间模块,此模块规定了运行过程的时间及延误时

间,此后获取土地模块为每万平方米建筑面积释放的土地资源单元。然后,每万平方米建筑面积以先进先出的规则以及给定的速度获取已经释放的资本资源单元,最后由终止模块结束整个仿真过程<sup>[10]</sup>。

3. 仿真模型运行参数及变量的设定

选取了辽宁省沈阳市某区域内房地产开发市场为参照。其中,可销售面积比例为可以用来销售并进行产权转让的建筑面积与产权自持的房屋建筑面积的比值。根据区域内房地产开发市场情况,设定可销售建筑面积比例为 80%;房地产企业的运营管理本约占企业总销售额 10% 左右,考虑到现阶段房地产开发企业发展较为成熟,设定运营管理成本占企业总销售额 7%;设定沈阳市区域内商品房均价为 10 000 元/ $\text{m}^2$ ,计算每年每万平方米建筑面积的经营管理成本为 0.7 亿元;设定政府每年所能提供最大限度土地资源价值总量为区域内年度土地出让面积与土地均价的乘积。2018 年,沈阳居住用地成交 46 宗,平均成交单价约 4 500 元/ $\text{m}^2$ ,假设区域内成交土地 20 000  $\text{m}^2$ ,计算得到政府每年所能提供最大限度土地资源价值总量为 9 亿元;通过调查部分银行对房地产开发企业放款情况,设定该区域内社会每年所能提供最大限度的资本总量为 10 亿元。土地使用阶段每月所产生的机会成本表示因土地开发品质差异而产生的利润差,同样,资本在投资阶段也会产生机会成本。相应地,土地和资本也会有闲置期。在闲置期,购买土地的资本不能及时实现资本增益,使得资本因通货膨胀贬值,而资本在闲置期也会支付不必要的利息。综合考虑各方面因素,暂设定土地和资本在使用阶段和闲置阶段的成本为 1 亿元;根据区域内土地成交量 20 000  $\text{m}^2$ ,平均容积率取 2.0,建造成本为 3 500 元/ $\text{m}^2$ ,计算得出房地产开发全过程建造成本。房地产开发营销成本约占企业总销售额的 5%,再根据建筑面积及均价,计算得出营销成本为 0.2 亿元。

综上所述,设定: $\theta = 0.80$ ;  $C_1 = 0.7$  亿

元; $V_1=9$  亿元; $V_2=10$  亿元; $C_2=1$  亿元; $C_3=0.9$  亿元; $C_{T1}=1$  亿元; $C_{T2}=1$  亿元;房地产开发的各个阶段平均耗时  $T_0=6$  个月,最小时间单位为天,以 1 年 12 个月,每月 30 天进行计算; $C_4=12$  亿元; $C_5=0.2$  亿元。

4. 模型输出的结果分析

经过 Anylogic 仿真建模平台模拟运行得到以下运行结果:房地产开发过程中由于资源闲置而造成的闲置成本比例;政府和市场方面所能提供的最大资本和可开发土地两因素对房地产开发在准备阶段和开发过程中产生的延误成本比例;每平方米建筑面积建造全过程营销的成本比例;每万平方米建筑面积建造的成本比例;每万平方米建筑面积建造综合成本。具体每万平方米建筑面积的各项成本结构及成本综合如图 5 所示。

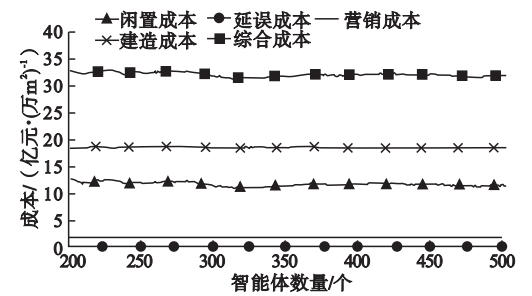


图 5 成本结构和综合成本

借助 Anylogic 仿真平台,以设定的参数运行得到仿真结果,从中可以直观看建造成本稳定在一定水平。房地产开发过程中,充裕的土地和资本使延误成本综合为 0,但是项目为此付出的代价是土地和资本的时间成本过高,因土地和资本过多而产生闲置。

5. 土地和资本匹配优化

针对仿真试验结果进行分析,表明房地产开发过程中投入的土地和资本资源匹配不合理,导致土地和资本的闲置。基于运行后模型中发现的问题,不断调整政府为每万平方米建筑面积所提供的最大土地和资本资源的总量,得到多次仿真结果(见表 1)。

由表 1 可知,随着土地和资本资源供给变少,每万平方米建筑面积综合成本相应降低。但是,当达到一定程度时,每万平方米建筑面积综合成本反而有急剧增加的趋势。产

表 1 调整变量仿真模拟结果

| 序号 | $V_1$ /亿元 | $V_2$ /亿元 | $C$ /亿元 |
|----|-----------|-----------|---------|
| 1  | 9         | 10        | 32.6    |
| 2  | 9         | 9         | 31.0    |
| 3  | 8         | 9         | 29.8    |
| 4  | 9         | 8         | 29.1    |
| 5  | 8         | 8         | 28.4    |
| 6  | 7         | 8         | 27.6    |
| 7  | 8         | 7         | 27.1    |
| 8  | 7         | 7         | 26.5    |
| 9  | 6         | 7         | 26.2    |
| 10 | 7         | 6         | 26.6    |
| 11 | 6         | 6         | 27.2    |
| 12 | 5         | 6         | 36.3    |
| 13 | 6         | 5         | 37.3    |
| 14 | 5         | 5         | 50.6    |

生这一现象的原因是仿真模拟提供的土地和资本不足。在供给不足的模拟匹配之下,产生了土地和资本资源的闲置成本和延误成本,影响了可开发房地产建筑面积的整体效果。在仿真模拟的后期(智能体的数量足够大时),试验得出的房地产开发成本比较稳定,其他成本指标也都朝着期望的合理成本结构方向演变。经对比分析,合理的试验成本构成与初次仿真模拟试验的成本构成具有显著的变化。最优仿真成本构成如图 6 所示。

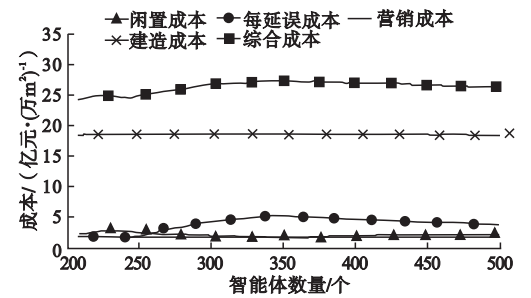


图 6 每万平方米建筑面积成本结构优化及综合成本

三、结 论

(1) 土地和资本匹配不平衡导致开发成本的增加,直接影响房地产开发的整体效果。因此,开发商应在房地产开发的前期做好规划和投入要素匹配分析,根据不同开发项目的社会环境和人文地理环境做出合理规划,做到资源的精细化运用。政府也应出台相应的规范及相关条例,引导房地产开发市场向资源精细化方向发展。



(2) 从仿真结果来看,优化土地和资本资源的供给对每万平方米建筑面积的建造成本几乎没有影响,对每万平方米建筑面积的营销成本影响较小,但是对每万平方米建筑面积的闲置成本及延误成本影响较大。因此,延误成本和闲置成本才是关注的重点。Anylogic 仿真建模平台能为房地产开发市场提供有效的预估分析方法,直观地反映每万平方米建筑面积的成本结构。

(3) 房地产开发市场土地和资本匹配模型运行结果显示无论提供的土地和资本过大还是过小都会降低房地产开发的整体效益。同样,仿真试验也证实了将 Anylogic 技术运用到房地产开发市场研究是可行的。其研究结果可为政府制度政策制定和开发项目决策提供参考依据。

#### 参考文献:

- [1] 叶细国. 中国房地产的发展趋势研究[J]. 住宅与房地产,2018(27):1-2.
- [2] 冯玉梅,杨瑞桐. 房地产业金融资源配置、比较优势与经济增长[J]. 山东社会科学,2018(11):147-153.

- [3] 张红,杨飞. 我国房地产企业最优资本结构模型的仿真分析[J]. 系统工程理论与实践,2015,35(4):865-871.
- [4] 黄文. 货币供应量对我国房地产市场的溢出效应:基于 DSGE 模型的仿真分析[J]. 审计与经济研究,2018,33(5):110-117.
- [5] 陈越,周志仪,闫玮胜,等. 基于 SD 的房地产库存模型及其仿真[J]. 南昌大学学报(理科版),2017,41(5):437-442.
- [6] 熊鹰,陈云,李静芝,等. 基于土地集约利用的长株潭城市群建设用地供需仿真模拟[J]. 地理学报,2018,73(3):562-577.
- [7] 赵路敏,郑宇,谢金鑫. 基于 Anylogic 的城市轨道交通车站仿真应用研究[J]. 铁路计算机应用,2016,25(3):62-66.
- [8] 周志龙,刘凯强. 基于离散事件的货运站通过能力仿真研究[J]. 铁道运输与经济,2017,39(13):69-74.
- [9] 魏伟,卢涛. 基于离散事件仿真门诊检查路径选择策略[J]. 计算机工程与设计,2017,38(4):1008-1013.
- [10] 于斌,孙悦. 基于离散事件模拟沥青路面施工对环境的影响[J]. 交通运输工程学报,2018,18(4):12-21.

## Research on Land and Capital Matching Simulation Model

LIU Ning, YANG Junshuai, DONG Huanying

(School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

**Abstract:** Under the condition of limited resources for real estate development, the mismatch between land and capital in the real estate development market leads to waste of resources and corresponding increase in real estate development costs. To solve this problem, relying on Anylogic simulation modeling platform, the matching model of land and capital resources in the real estate development market in the region is established. First of all, simulation experiment is carried out through the real estate development market land and capital matching model. Secondly, the simulation results are optimized to achieve the real estate development cost minimization of land and capital matching goals. Finally, the feasibility of building a real estate market simulation system based on Anylogic platform is verified by a case study.

**Key words:** Anylogic; simulation; land; capital; resource matching