

# 房地产项目产品线设计

孔庆山<sup>1</sup>, 林自然<sup>2</sup>, 施建刚<sup>2</sup>

(1. 山东大学 管理学院, 山东 济南 250100; 2. 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

**摘要:** 在政府规制与项目约束下构建了房地产项目产品线设计的多目标规划模型, 既包含容积率约束、建筑密度约束和政府限价约束, 还包括时间约束、成本约束和资金约束, 用以决策房地产项目的产品配比、定价以及推盘策略。根据模型的复杂性选择使用遗传算法计算得到近似最优解。最后通过一个房地产项目算例测试了该模型方法的实用性。

**关键词:** 房地产项目策划; 产品线设计; 政府规制; 产品配比  
**中图分类号:** F293 **文献标志码:** A

## Product Line Design of Real Estate Project

KONG Qingshan<sup>1</sup>, LIN Ziran<sup>2</sup>, SHI Jiangang<sup>2</sup>

(1. School of Management, Shandong University, Ji'nan 250100, China; 2. School of Economics & Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** A multi-objective planning model for product line design of real estate projects under government constraints and project constraints was established, which included both floor-area ratio constraints, building density constraints and government price constraints, as well as time constraints, cost constraints and funding constraints. The proposed model was used to determine the product mix ratio, pricing and promoting strategy of real estate projects. Due to the complexity of the proposed model, the genetic algorithm was used to obtain the approximate optimal solution. Finally, a real estate project was used to test the practicability of the proposed model.

**Key words:** real estate project planning; product line design; government regulation; product mix ratio

与批量化制造的工业产品不同, 每一个房地产项目都是独特的, 前期策划直接决定着项目的成败, 而产品线设计是其中公认的难题。房地产作为不动产有其独特的区位特征, 房地产项目与所在城市区域环境关系紧密; 房地产作为耐用品有其独特的产品特征, 房地产产品兼具投资品与消费品的双重属性; 房地产作为建造品有其独特的开发过程, 房地产开发是一个渐进明晰不可逆的过程, 前期策划是决定项目成败的关键。在房地产开发全过程中, 能最大限度地创造经济效益的是项目选择和方案设计两个阶段, 项目选择是从全局宏观上决定项目的定位, 而方案设计则从微观上进一步创造和提高项目的开发价值<sup>[1]</sup>。房地产项目策划是一项复杂的系统工程, 既要合理安排用地, 又要满足市场需求; 既要保证一定的经济效益, 又要符合规划要求。土地是房地产开发的基础, 顾客是房地产开发的基点, 房地产项目需结合土地特征开发满足目标顾客需求的产品<sup>[2]</sup>。由于房地产项目的独特性与复杂性, 决定了其产品线设计与工业化产品存在巨大差异。

房地产项目通过产品线设计可以实现系列化、标准化开发, 从而缩短项目开发周期, 减少项目试错成本, 提高项目开发质量, 降低项目开发风险, 有效分割市场顾客群体, 获得更大竞争收益。正是由于房地产项目产品线开发的诸多优势, 有97%的百强房企依靠成功项目的积累逐渐推行产品线开发<sup>[3]</sup>。在房地产项目策划中, 如何在政府规制下实现土地-顾客-产品的正确匹配是房地产项目产品线设计的关键, 如何在既定的时间-成本-资金约束下决策产品配比、定价以及推盘策略, 以满足项目开发约束是房地产项目产品线设计的难题。房地产项目产品线

收稿日期: 2019-11-24

基金项目: 国家社会科学基金(19BGL274); 中国博士后科学基金(2017M622226); 上海市人民政府决策咨询研究重点项目(2019-A-025-B); 山东省自然科学基金(ZR201702180105); 山东省社会科学基金(17DGLJ06); 中央高校基本科研业务费专项资金(2017GN001)

第一作者: 孔庆山(1987—), 男, 讲师, 管理学博士, 主要研究方向为系统工程、新产品开发管理、房地产开发管理。

E-mail: kongqingshan@sdu.edu.cn

通信作者: 施建刚(1962—), 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为房地产开发管理。

E-mail: sjg126com@126.com



论文  
拓展  
介绍

设计需解决项目的独特性与产品的标准化之间的矛盾,即房地产项目产品线设计需解决产品配比这一关键问题。对于不同业态配比、品质配比或户型配比,还需决策不同产品定价及相应的推盘策略。尤其在当前我国房地产调控背景下,政府对房地产项目实施严格价格管制,将改变房地产项目策划的传统逻辑。如何在严格的政府规制下倒向优化房地产项目产品线设计也是房地产开发企业直面的现实难题。

自Dean<sup>[4]</sup>提出产品线定价问题开始,近70年来,产品线理论研究主要针对标准化的工业产品,相关学者围绕产品线质量与定价<sup>[5-8]</sup>、产品线扩张与压缩<sup>[9-13]</sup>、产品线导入时序<sup>[14-18]</sup>、产品线通用部件<sup>[19-24]</sup>等问题展开研究,取得了丰硕的研究成果。然而,这些理论研究没有考虑项目的独特性与复杂性,因此无法支撑房地产项目决策。本文将探索房地产项目产品线设计的理论模型,研究在政府的土地规制和价格规制以及项目的时间-成本-资金约束下的产品线设计模型方法,解决房地产项目产品线设计中的产品配比、定价以及推盘策略问题,以期指导房地产策划实践,丰富产品线理论研究成果。

## 1 房地产项目产品线设计模型

### 1.1 问题描述

假设在房地产项目中存在 $m$ 种备选产品,分 $n$ 期开发销售,其中第 $i$ 种产品在第 $j$ 期的单位销售价格和销售面积分别为 $p_{ij}$ 和 $s_{ij}$ 。已知房地产项目规划用地面积为 $S$ 并给定容积率 $r$ 和建筑密度 $d$ ,可获知政府限价为 $P_i^G$ ,周边类比项目产品最低销售价格 $P_i^l$ 和最高销售价格 $P_i^u$ ;设定项目总时间约束为 $T$ 、项目总成本约束为 $C$ 、项目总货值约束为 $V$ 。

房地产项目产品线设计需立足于地块状况,根据政府规制和市场状况决策不同产品的配比与定价,以及分期开发销售策略,在满足项目开发约束的同时保证产品市场竞争力以实现项目利润最大化。因此,房地产项目的目标函数包括项目利润目标 $z_1$ 和价格目标 $z_2$ 两部分,需要决策每种产品在每一期的销售价格 $p_{ij}$ 和销售面积 $s_{ij}$ 。

$$\begin{aligned}\max_{p_{ij}, s_{ij}} z_1 &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} s_{ij} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i s_{ij} - C_L \\ \min_{p_{ij}} z_2 &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{p_{ij}}{P_i^G}\end{aligned}$$

其中,项目利润目标函数 $z_1$ 为产品销售收入减去土

地购置成本和建造成本; $C_L$ 为项目的土地购置成本; $c_i$ 为第 $i$ 种产品的单位建造成本,均为已知条件。产品价格目标 $z_2$ 中使用产品价格与政府限价比值的最小化来保证产品有足够的市场竞争力。通过项目利润目标和产品价格目标之间的相互权衡,可以保证房地产项目既不会只通过提高产品价格来实现项目利润最大化,也不会只通过降低价格来实现产品市场竞争力。

### 1.2 约束条件

房地产项目产品线设计模型中约束条件包括政府规制和项目约束两部分,政府规制包括容积率约束、建筑密度约束和政府限价约束。其中,容积率约束为总建筑面积与总用地面积的比值, $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{S} \leq r$ ;建筑密度约束为建筑总占地面积与总用地面积的比值, $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{f_i S} \leq d$ ,通常不同产品的建筑高度都是给定的,为便于计算,使用建筑层数 $f_i$ 来代表建筑高度;政府限价给定了 $p_{ij}$ 的上界,同时,使用类比项目产品的最高售价和最低售价的价格区间约束来确保购房者有足够的支付意愿购买产品,同时也可以保证产品的市场竞争力,最终价格约束为 $P_i^l \leq p_{ij} \leq \min\{P_i^G, P_i^u\}$ 。

项目约束包括时间约束 $T$ 、成本约束 $C$ 和资金约束 $V$ 三部分。在时间约束中,总建筑面积与施工速度的比值要小于设定的总时间约束, $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{t_i} \leq T$ ;在成本约束中,每种产品的建造面积与单位建造成本的乘积和要小于设定的总成本约束, $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i s_{ij} \leq C$ ;在资金约束中,每种产品的销售价格与销售面积的乘积和要满足设定的总货值约束, $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} s_{ij} \geq V$ 和分期货值约束, $\sum_{i=1}^m p_{ij} s_{ij} \geq v_j$ 。

### 1.3 模型分析与求解

房地产项目产品线设计模型包含项目利润目标函数和产品价格目标函数,容积率约束、建筑密度约束和政府限价约束,项目的时间约束、成本约束和资金约束,最终模型构建如下:

$$\begin{aligned}\max_{p_{ij}, s_{ij}} z_1 &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} s_{ij} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i s_{ij} - C_L \\ \min_{p_{ij}} z_2 &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{p_{ij}}{P_i^G}\end{aligned}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{S} \leq r$$
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{f_i S} \leq d$$
$$P_i^l \leq p_{ij} \leq \min \{P_i^G, P_i^u\}$$
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{t_i} \leq T$$
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i s_{ij} \leq C$$
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} s_{ij} \geq V$$
$$\sum_{i=1}^m p_{ij} s_{ij} \geq v_j$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{S} \leq r$$
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{f_i S} \leq d$$
$$P_i^l \leq p_{ij} \leq \min \{P_i^G, P_i^u\}$$
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{s_{ij}}{t_i} \leq T$$
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i s_{ij} \leq C$$
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} s_{ij} \geq V$$
$$\sum_{i=1}^m p_{ij} s_{ij} \geq v_j$$

Kohli 等<sup>[25]</sup>已证明产品线设计为 NP-hard 问题,通常采用启发式算法或非确定性算法进行求解分析得到近似最优解。由于可以模拟自然进化过程搜索最优解,遗传算法在产品线设计中逐渐得到关注<sup>[26-27]</sup>。房地产项目的产品线设计是一个复杂的多目标规划问题,本文首先使用理想点法找到各个单目标规划问题较优的下界,分别在不考虑 $z_1$ 的情况下求解出 $z_2$ 在约束条件下的最优值 $z_2^*$ 和不考虑 $z_2$ 的情况下求解出 $z_1$ 在约束条件下的最优值 $z_1^*$ ;然后,将 $-z_1^*$ 和 $z_2^*$ 分别作为两个单目标规划模型的下界,利用比值对目标函数数量纲一化来消除计量单位影响,避免因数值量级差距过大带来的影响;最后,根据决策者对项目利润和产品价格之间的权衡得出目标权重 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ ,使用平方和加权法构造评价函数转化为单目标规划模型 $\min z_3$ ,利用 MATLAB 遗传算法工具箱多次求解得到近似最优解。

$$\min z_3 = \lambda_1 \left( \frac{-\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} s_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i s_{ij} + C_L + z_1^*}{|z_1^*|} \right)^2 + \lambda_2 \left( \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{p_{ij}}{P_i^G} - z_2^*}{|z_2^*|} \right)^2$$

## 2 房地产项目算例

算例选自第九届全国大学生房地产策划大赛总决赛赛题,项目地块位于福州仓山区,用地性质为居住用地,用地面积 102 000 m<sup>2</sup>,建筑面积 150 000 m<sup>2</sup>,建筑密度 30%,绿地率 41.53%,该地块挂牌交易成交价为 32.59 亿元。项目指标和测算数据如表 1 所示。整体项目设置了总货值 60 亿元的销售目标,第一年需完成 30 亿元的分期货值目标,项目时间要求 3 个月开工,6 个月开盘,9 个月封顶,1 年资金流回正。本项目拟分 3 期开发销售,产品销售价格逐期上涨,根据已知条件构建该房地产项目的产品线设计模型如下:

$$\max z_1 = \sum_{j=1}^3 p_{1j} s_{1j} + \sum_{j=1}^3 p_{2j} s_{2j} - 2\,200 \sum_{j=1}^3 s_{1j} - 2\,500 \sum_{j=1}^3 s_{2j} - 3\,259\,000\,000$$

$$\min z_2 = \sum_{j=1}^3 \frac{p_{1j}}{29\,000} + \sum_{j=1}^3 \frac{p_{2j}}{52\,000}$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^3 s_{1j} + \sum_{j=1}^3 s_{2j} \leq 150\,000$$
$$\frac{1}{22} \sum_{j=1}^3 s_{1j} + \frac{1}{4} \sum_{j=1}^3 s_{2j} \leq 30\,600$$
$$26\,000 \leq p_{1j} \leq 29\,000$$

表 1 项目指标测算数据

Tab.1 The measure data of the project index

住宅类型	第一年货 值/亿元	总货 值/亿 元	施工速度/ (m <sup>2</sup> ·d <sup>-1</sup> )	时 间/d	成本/ (元·m <sup>-2</sup> )	类比产品价格/ (元·m <sup>-2</sup> )	建筑面 积/万 m <sup>2</sup>	建筑基底占 地面积/m <sup>2</sup>	目标成 本/亿元	建筑楼 层/层	政府限价/ (元·m <sup>-2</sup> )
高层住宅			1 200		2 200	26 000~29 000				22	29 000
低层住宅			800		2 500	47 000~52 000				4	52 000
总计	30	60		180			15	30600	40		

$$\begin{aligned}
47\,000 &\leq p_{2j} \leq 52\,000 \\
p_{ij+1} &\geq p_{i,j} \\
\frac{1}{1\,200} \sum_{j=1}^3 s_{1j} + \frac{1}{800} \sum_{j=1}^3 s_{2j} &\leq 180 \\
2\,200 \sum_{j=1}^3 s_{1j} + 2\,500 \sum_{j=1}^3 s_{2j} &\leq 400\,000\,000 \\
\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 p_{ij} s_{ij} &\geq 6\,000\,000\,000 \\
\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 p_{ij} s_{ij} &\geq 3\,000\,000\,000
\end{aligned}$$

首先,在不考虑 $z_1$ 的情况下求解 $z_2$ ;然后,在不考虑 $z_2$ 的情况下求解 $z_1$ 。设定初始种群规模为200,交叉概率为0.8,精英保留率为5%,使用轮盘赌准则进行选择。使用MATLAB遗传算法工具箱运行求解5次的计算结果如表2所示,比对得出 $z_1^* = 2\,880\,173\,471$ 元, $z_2^* = 5.641\,604$ 元。

表2 单目标规划模型求解结果

Tab.2 The solution of the single-objective planning

计算次数	$z_1$ /元	$z_2$ /元
第1次	2 807 492 240	5.706 313
第2次	2 815 883 797	5.676 942
第3次	2 727 255 657	5.672 884
第4次	2 653 673 402	5.653 880
第5次	2 880 173 471	5.641 604

将 $z_1^*$ 和 $z_2^*$ 分别作为单目标规划模型的下界,根据房地产项目开发商对盈利目标和价格目标的重视程度确定参数 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 的。拟定 $\lambda_1 = 0.7$ 和 $\lambda_2 = 0.3$ 可将多目标优化模型转化为单目标规划模型。

$$\begin{aligned}
\min z_3 &= \lambda_1 \left[ \left( -\sum_{j=1}^3 p_{1j} s_{1j} - \sum_{j=1}^3 p_{2j} s_{2j} + 2\,200 \sum_{j=1}^3 s_{1j} + \right. \right. \\
&\quad \left. \left. 2\,500 \sum_{j=1}^3 s_{2j} + 3\,259\,000\,000 + z_1^* \right) / | -z_1^* | \right]^2 + \\
&\quad \lambda_2 \left[ \left( \sum_{j=1}^3 \frac{p_{1j}}{29\,000} + \sum_{j=1}^3 \frac{p_{2j}}{52\,000} - z_2^* \right) / | z_2^* | \right]^2 \\
\text{s.t.} \quad &\sum_{j=1}^3 s_{1j} + \sum_{j=1}^3 s_{2j} \leq 150\,000 \\
&\frac{1}{22} \sum_{j=1}^3 s_{1j} + \frac{1}{4} \sum_{j=1}^3 s_{2j} \leq 30\,600 \\
&26\,000 \leq p_{1j} \leq 29\,000 \\
&47\,000 \leq p_{2j} \leq 52\,000 \\
&p_{ij+1} \geq p_{i,j} \\
&\frac{1}{1\,200} \sum_{j=1}^3 s_{1j} + \frac{1}{800} \sum_{j=1}^3 s_{2j} \leq 180
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2\,200 \sum_{j=1}^3 s_{1j} + 2\,500 \sum_{j=1}^3 s_{2j} &\leq 400\,000\,000 \\
\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 p_{ij} s_{ij} &\geq 6\,000\,000\,000 \\
\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 p_{ij} s_{ij} &\geq 3\,000\,000\,000
\end{aligned}$$

使用MATLAB遗传算法工具箱求解该模型时,设定初始种群规模为200,交叉概率为0.8,精英保留率为5%,使用轮盘赌准则进行选择,结果如图1所示。运行结果表明,在第8代收敛到近似最优解。运行5次的计算结果如表3所示。对比得出第2种方案为最优解,此时 $z_3^* = 0.000\,084$ ,房地产项目的整体利润达到 $z_2 = 2\,855\,102\,115$ 元。房地产项目产品线设计中的产品配比为高层住宅产品共开发33 734 m<sup>2</sup>和低层住宅产品共开发116 266 m<sup>2</sup>。在第一期,以均价27 284元·m<sup>2</sup>开发销售高层住宅产品19 433 m<sup>2</sup>,以均价49 344元·m<sup>2</sup>开发销售低层住宅产品81 057 m<sup>2</sup>;在第二期,以均价27 350元·m<sup>2</sup>开发销售高层住宅产品11 284 m<sup>2</sup>,以均价49 346元·m<sup>2</sup>开发销售低层住宅产品20 655 m<sup>2</sup>;在第三期,以均价27 818元·m<sup>2</sup>开发销售高层住宅产品3 017 m<sup>2</sup>,以均价49 819元·m<sup>2</sup>开发销售低层住宅产品14 554 m<sup>2</sup>。该方案既可以满足政府规制约束,也可以实现项目开发目标。

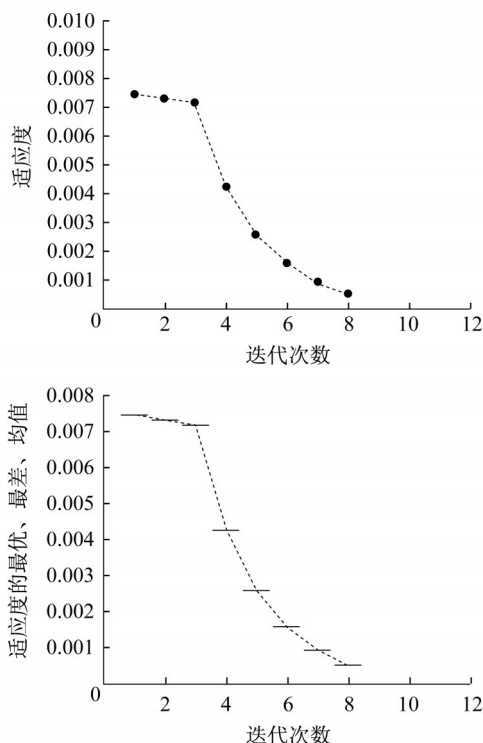


图1 遗传算法运行结果

Fig.1 Running results of genetic algorithm



遗传算法常被用于求解类似复杂问题的满意解,相对于粒子群算法而言,遗传算法经过交叉、变异、精英保留等操作,全局搜索能力较强,能够尽快跳出局部最优而搜索全局最优,因此使用遗传算法来求解本模型是比较适当的,这一点在具有普遍代表性的算例中得到验证。在算例中,遗传算法收敛速度快,迭代次数少,基本在第 8 代时已经收敛,经过多次计算得到的最优值和次优值之间差距极小,收敛精度较高。因而使用遗传算法来求解模型的近似最优解并不影响模型的实践应用和有效性。

房地产项目策划和开发充满着不确定性,为了

便于计算求解,本文预先拟定房地产项目开发商对盈利目标和价格目标的重视程度分别为 $\lambda_1=0.7$ 和 $\lambda_2=0.3$ 。为了分析该参数变动对最终结果的影响,首先取 $\lambda_1=0$ 和 $\lambda_2=1.0$ ,之后使参数 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 以步长 0.1 分别递增和递减,随着参数的变动最优值的变化如表 4 所示。通过对最终结果的分析可以看出,开发商对盈利目标和价格目标的重视程度对最终结果影响显著,因此,在实际房地产项目策划中需要仔细论证房地产项目开发商对盈利目标和价格目标的重视程度。

表 3 房地产项目最优值计算结果

Tab.3 Calculation results of optimal value of real estate project

计算次数	$p_{11}/(\text{元}\cdot\text{m}^{-2})$	$p_{12}/(\text{元}\cdot\text{m}^{-2})$	$p_{13}/(\text{元}\cdot\text{m}^{-2})$	$p_{21}/(\text{元}\cdot\text{m}^{-2})$	$p_{22}/(\text{元}\cdot\text{m}^{-2})$	$p_{23}/(\text{元}\cdot\text{m}^{-2})$	$s_{11}/\text{m}^2$
第1次	26 991. 24	27 325. 00	27 325. 53	49 204. 91	49 206. 76	49 266. 07	12 974. 13
第2次	27 284. 09	27 350. 22	27 817. 56	49 344. 45	49 345. 87	49 819. 39	19 433. 20
第3次	27 264. 79	27 265. 51	27 489. 13	49 525. 13	50 170. 52	50 706. 88	22 654. 03
第4次	27 355. 55	27 357. 41	27 949. 80	47 817. 60	49 320. 02	49 320. 09	22 654. 03
第5次	27 405. 92	27 473. 99	27 979. 21	48 641. 88	49 452. 04	49 452. 66	14 730. 21

计算次数	$s_{12}/\text{m}^2$	$s_{13}/\text{m}^2$	$s_{21}/\text{m}^2$	$s_{22}/\text{m}^2$	$s_{23}/\text{m}^2$	$z_1/\text{元}$	$z_2/\text{元}$	$z_3$
第1次	26 679. 47	200. 85	83 280. 31	25 113. 90	1 751. 00	2 696 726 001	5. 655 190	0. 002 842
第2次	11 283. 57	3 017. 20	81 057. 14	20 654. 78	14 553. 90	2 855 102 115	5. 699 124	0. 000 084
第3次	1 593. 90	14 919. 44	57 885. 15	50 810. 73	2 136. 57	2 780 098 496	5. 720 613	0. 000 904
第4次	13 092. 04	865. 23	4 323. 01	108 502. 76	3 439. 14	2 844 056 220	5. 666 935	0. 000 116
第5次	12 304. 90	10 842. 07	28 563. 04	83 258. 80	300. 91	2 756 513 501	5. 694 645	0. 001 317

表 4 房地产开发商目标偏好下的最优值

Tab. 4 The optimal values under the preference of real estate developer's goal

$\lambda_1$	$\lambda_2$	$z_3$	$z_1$	$z_2$
0. 1	0. 9	$9. 55\times 10^{-5}$	3 001 195 888	5. 597 251
0. 2	0. 8	$4. 56\times 10^{-4}$	2 983 302 333	5. 745 858
0. 3	0. 7	$1. 29\times 10^{-4}$	3 001 195 888	5. 597 251
0. 4	0. 6	$2. 30\times 10^{-3}$	2 851 815 037	5. 689 034
0. 5	0. 5	$4. 20\times 10^{-4}$	3 124 007 626	5. 772 574
0. 6	0. 4	$1. 51\times 10^{-3}$	2 920 692 022	5. 648 951
0. 7	0. 3	$8. 40\times 10^{-5}$	2 855 102 115	5. 699 124
0. 8	0. 2	$1. 99\times 10^{-5}$	3 078 600 776	5. 680 563
0. 9	0. 1	$1. 06\times 10^{-4}$	3 096 816 397	5. 730 773

### 3 结论

房地产项目策划既是一门科学,也是一门艺术。房地产项目策划是一项复杂的系统工程,既要合理安排用地,又要满足市场需求;既要保证一定的经济效益,又要符合规划要求。房地产项目的前期策划是决定项目成败的关键,但目前缺乏有效的模型方法支撑科学决策。如何在政府规制下实现土地-顾客-产品的正确匹配是房地产项目产品线设计的关键;如何在既定的时间-成本-资金约束下决策产品

配比、定价以及推盘策略,以满足项目开发约束,是房地产项目产品线设计的难题。由于房地产项目的独特性与复杂性,决定了其产品规划设计与一般工业产品存在巨大差异,而已有的产品线模型方法难以支撑房地产项目决策,且传统按照经验人工强排的方法难以支撑科学决策。本文在政府规制与项目约束下构建了房地产项目产品线设计的多目标规划模型,模型综合考虑了房地产项目的利润和价格竞争力目标,通过使用目标偏好系数来刻画不同偏好对最终结果的影响,并针对目标偏好系数的变化进行敏感性分析,为模型方法的使用提供了多种选择。模型约束条件中既包含容积率约束、建筑密度约束和政府限价约束,又包括时间约束、成本约束和资金约束,同时考虑了竞品价格的影响,以保证项目产品的竞争力。本文最终借助遗传算法计算得出模型的近似最优解,并通过一个具有代表性的房地产项目测试了该模型方法的有效性。

本文研究丰富了产品线的理论成果,将产品线研究领域由专注于工业化产品拓宽至项目化产品,考虑地产项目的独特性与复杂性,探索房地产项目产品线设计的理论模型与实际应用。但是本文研究

仍有不足,由于模型的复杂性没能得出解析解,无法深入分析项目化产品线内部的交互关系及运作机理,这些不足有待深入研究。

## 参考文献:

- [1] 施建刚. 房地产开发与管理[M]. 3版. 上海: 同济大学出版社, 2014.  
SHI Jiangang. Real estate development and management [M]. 3rd ed. Shanghai: Tongji University Press, 2014.
- [2] 夏联喜. 房地产产品规划与配比[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.  
XIA Lianxi. Real estate product planning and supporting [M]. Beijing: China Building Industry Press, 2016.
- [3] 宋延庆. 房地产产品线绿皮书[R]. 北京: 兰德咨询, 2018.  
SONG Yanqing. Real estate product line [R]. Beijing: Lander Consulting, 2018.
- [4] DEAN J. Problems of product-line pricing [J]. Journal of Marketing, 1950, 14(4): 518.
- [5] MUSSA M, ROSEN S. Monopoly and product quality [J]. Journal of Economic Theory, 1978, 18(2): 301.
- [6] MOORTHY K S, PNG I P L. Market segmentation, cannibalization, and the timing of product introductions [J]. Management Science, 1992, 38(3): 345.
- [7] XIONG H, CHEN Y J. Product line design with seller-induced learning [J]. Management Science, 2013, 60(3): 784.
- [8] CHELLAPPA R K, MEHRA A. Cost drivers of versioning: pricing and product line strategies for information goods [J]. Management Science, 2017, 64(5): 2164.
- [9] CHEN Y J, TOMLIN B, WANG Y. Coproduct technologies: product line design and process innovation [J]. Management Science, 2013, 59(12): 2772.
- [10] JOSHI Y V, REIBSTEIN D J, ZHANG Z J. Turf wars: product line strategies in competitive markets [J]. Marketing Science, 2015, 35(1): 128.
- [11] ZHANG Y, HAFEZI M, ZHAO X, *et al.* The impact of development cost on product line design and its environmental performance [J]. International Journal of Production Economics, 2017, 184: 122.
- [12] JI X, WU J, LIANG L, *et al.* The impacts of public sustainability concerns on length of product line [J]. European Journal of Operational Research, 2018, 269(1): 16.
- [13] Pontes N G. The effect of product line endpoint prices on vertical extensions [J]. European Journal of Marketing, 2018, 52(3/4): 575.
- [14] MOORTHY K S, PNG I P L. Market segmentation, cannibalization, and the timing of product introductions [J]. Management Science, 1992, 38(3): 345.
- [15] LACOURBE P. A model of product line design and introduction sequence with reservation utility [J]. European Journal of Operational Research, 2012, 220(2): 338.
- [16] PEDRAM M, BALACHANDER S. Increasing quality sequence: when is it an optimal product introduction strategy? [J]. Management Science, 2014, 61(10): 2487.
- [17] CHAU N N, DESIRAJU R. Product introduction strategies under sequential innovation for durable goods with network effects [J]. Production and Operations Management, 2017, 26(2): 320.
- [18] ZHANG Z, DONG X, MANTRALA M, *et al.* Optimal depth and timing of price promotions in a vertically differentiated product line [J]. Journal of Business Research, 2018, 83: 215.
- [19] KIM K, CHHAJED D. Commonality in product design: cost saving, valuation change and cannibalization [J]. European Journal of Operational Research, 2000, 125(3): 602.
- [20] DESAI P, KEKRE S, RADHAKRISHNAN S, *et al.* Product differentiation and commonality in design: balancing revenue and cost drivers [J]. Management Science, 2001, 47(1): 37.
- [21] HEESE H S, SWAMINATHAN J M. Product line design with component commonality and cost-reduction effort [J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2006, 8(2): 206.
- [22] 但斌, 张旭梅. 面向大规模定制的产品族数据管理[J]. 管理学报, 2007(3): 266.  
DAN Bin, ZHANG Xumei. Mass customization-oriented product family data management [J]. Chinese Journal of Management, 2007(3): 266.
- [23] 维兴刚, 蔡莉青, KWONG C K. 产品族设计的多目标优化方法[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(7): 1345.  
LUO Xinggang, CAI Liqing, KWONG C K. Multi-objective optimization method for product family design [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2011, 17(7): 1345.
- [24] KIM K, CHHAJED D, LIU Y. Can commonality relieve cannibalization in product line design? [J]. Marketing Science, 2013, 32(3): 510.
- [25] KOHLI R, SUKUMAR R. Heuristics for product-line design using conjoint analysis [J]. Management Science, 1990, 36(12): 1464.
- [26] FRUCHTER G E, FLIGLER A, WINER R S. Optimal product line design: genetic algorithm approach to mitigate cannibalization [J]. Journal of Optimization Theory and Applications, 2006, 131(2): 227.
- [27] CHEN S, WU S, ZHANG X, *et al.* An evolutionary approach for product line adaptation [J]. International Journal of Production Research, 2014, 52(20): 5932.