

基于蒙特卡洛模拟假设开发法对土地出让底价评估的改进

曲卫东, 於 洋

(中国人民大学公共管理学院, 北京 100872)

摘要: 研究目的: 运用蒙特卡洛模拟改进假设开发法, 提高土地出让价格评估质量, 为制定合理的土地出让底价和溢价率区间提供依据。研究方法: 将蒙特卡洛模拟思想应用于假设开发法, 并通过 Matlab 软件实现自动评估。研究结果: 假设开发法评估精度受制于价格预期和对各评估参数的主观判断, 基于蒙特卡洛模拟假设开发法的评估结果是具有一定统计性质的价格分布区间, 不仅提高了评估结果的可信度, 还能依据评估结果的总体分布特征进一步推测合理的土地出让底价和溢价率范围。研究结论: 基于蒙特卡洛模拟假设开发法更加适合中国目前土地出让价格的评估, 可以辅助政府制定土地出让决策。

关键词: 土地经济; 蒙特卡洛模拟; 假设开发法; 土地出让底价

中图分类号: F301.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-8158(2014)11-0011-08

DOI:10.13708/j.cnki.cn11-2640.2014.11.002

Using the Hypothetical Development Method Based on Monte Carlo Simulation to Improve the Valuation of Base Price of Land Leasing

QU Wei-dong, YU Yang

(School of Public Administration and Policy, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: The purpose of the paper is to improve the hypothetical development method by using the theory of Monte Carlo simulation, aiming to enhance the efficiency of land price evaluation. Through this, the paper also provides the basis for making a reasonable base price of land leasing and a reasonable range of the premium rate. The methods include Monte Carlo simulation, the improved hypothetical development method and automatic evaluation by programming in Matlab. The result showed that 1) the accuracy of hypothetical development method is limited by the price prognoses and the subjective judgment of valuation parameters. 2) Valuation result of the improved method locates at the price distribution that has certain statistical properties. According to the overall distribution characteristics, it can not only improve the reliability of evaluation, but also predict the reasonable base price of land leasing and the reasonable range of the premium rate. The result of empirical test subsequently proves it. The conclusion is that hypothetical development method based on Monte Carlo simulation will be more practical for land price appraisal in China, which can help the government to make land-leasing decisions.

Key words: land economy; Monte Carlo simulation; hypothetical development method; base price of land leasing

收稿日期: 2014-07-15

修稿日期: 2014-11-18

基金项目: 国家“985工程优势学科创新平台项目”专项经费。

第一作者: 曲卫东(1968-), 男, 辽宁鞍山人, 博士, 副教授。主要研究方向为房地产估价、房地产税、管理信息系统。E-mail: quweidong@mparuc.edu.cn

1 研究背景

2002年7月1日,国土资源部以“11号令”的形式颁布“招拍挂”制度正式实施,2003年8月31日后,经营性用地不再采用协议方式出让,土地出让进入完全市场配置阶段。这一制度实施十几年来,地价上涨过快,地方政府过度依赖土地财政,“地王”频现。在分析土地成交价格不断攀升、“地王”频出现象时,有一项指标值得关注,即土地出让成交时的溢价率。溢价率衡量了土地出让成交价格与出让底价之间的差异程度。导致一宗出让土地溢价率较高的可能原因有二:一是政府制定的出让底价明显低于该出让土地的公开市场价值,土地竞拍激烈,导致成交价远远超过出让底价;二是一些房地产开发企业对房地产未来市场存在较高预期,在“招拍挂”过程中报出比公开市场价值更高的价格。

从土地价格评估角度来看,这两个原因可以归纳为政府和开发商对于房地产市场未来发展的不同预期和风险承受能力,二者采用不同评估方法从而得到不同评估结果。目前国内在评估土地出让底价时采用的评估方法主要有假设开发法、基准地价系数修正法、市场比较法、收益还原法以及成本逼近法。地方政府部门在评估土地出让底价时经常采用的是假设开发法和基准地价系数修正法。由于基准地价更新不及时,出让底价的评估结果与土地市场存在很明显的偏差,难以反映市场现状以及未来趋势。在土地市场交易活跃的地区,政府部门倾向于采用假设开发法对土地出让底价进行评估,得出的评估结果相对于基准地价修正法而言更接近市场水平,但假设开发法未能充分考虑未来市场状态不确定性对评估结果的影响,评估参数选择受到主观判断的影响较大。由于政府和开发商对不动产价值的未来预期不同,基于同一方法对拟出让土地所做出的价值判断也不同,这也导致假设开发法不能很好地满足土地出让价格评估的要求。

综上所述,怎样准确地评估“招拍挂”出让土地的底价,怎样弥补现有评估方法的不足,使评估结果更加客观合理,都是值得深入研究的问题。本文将蒙特卡洛模拟技术应用于房地产估价领域,利用蒙特卡洛模拟能够比较逼真地描述具有随机性质的事物、误差容易确定以及评估结果可以用概率分布表示等特点,对土地出让底价的评估方法进行改进,并应用Matlab编程模拟实现改进后的自动评估方法,选取北京市已出让的“地王”案例进行实证分析。

2 蒙特卡洛模拟方法的应用

蒙特卡洛(Monte Carlo)模拟方法是一种以概率和统计理论方法为基础的计算方法,又可称为统计模拟法或者随机抽样技术。该方法最先被应用在核物理、大气科学、数学金融等领域,随后扩展到资产评估、风险预测、证券定价等领域。在风险预测方面,早在20世纪80年代,Harbans等^[1]便通过蒙特卡洛模拟研究分析投资组合中估计风险的效果;Hammond等^[2]在重复性完全乘积测量空间的基础上,利用蒙特卡洛模拟检测了随机框架标准的有效性,对持续性的宏观经济风险进行了测量。Michel等^[3]通过总结发现,对于一些较难分析的资产或者金融衍生品比较适合采用蒙特卡洛模拟法进行估算。在研究金融和证券市场过程中,人们用蒙特卡洛方法模拟出投资组合的指定日期的各种不同分布,最后从分布中读出投资组合的在险价值(VaR)。人们也利用蒙特卡洛模拟技术研究了美国的期权、股票等金融资产的价格评估。Meinshausen等^[4]基于期权价格二元理论(duality ideas),进一步探讨了将蒙特卡洛模拟应用于期权价格评估,证明了所采用方法的收敛性,计算了估计误差,发现该方法对较繁荣的期权衍生市场更加有效。Bolla等^[5]通过回归基础法、随机树法和随机网格法三种应用蒙特卡洛模拟的最新方法来处理美国期权定价所面临的难题,其思路和方法均较Meinshausen等的方法有所提高。在房地产领域,Mahoney等^[6]结合计算机技术利用蒙特卡洛模拟对三种传统评估方法(现金流折现法,定义法和经验值法)进行改进,详细解释了改进后的现金流折现法在房地产投资分析中的应用。

中国学者主要将蒙特卡洛模拟应用于物理、数学等研究领域,较早将蒙特卡洛模拟应用于市场预测的是孙

家和等^[7],其研究了利用蒙特卡洛模拟进行市场预测的方法。郝丽萍等^[8]将蒙特卡洛模拟技术运用在房地产研究领域,通过蒙特卡洛模拟方法预测房地产市场风险,采用蒙特卡洛模拟计算了财务净现值FNPV和财务内部收益率FIRR等经济指标。王庆庆^[9]利用Crystal Ball软件进行蒙特卡洛模拟,对房地产开发项目的赢利性以及风险大小做出预测。国内直接将蒙特卡洛模拟技术应用于房地产评估领域的研究并不多见,李波^[10]将蒙特卡洛模拟法应用于房地产抵押价值评估中,基于收益法得到评估价值的取值区间,以期提高商业银行的风险防控能力。

本文尝试利用蒙特卡洛技术改进假设开发法,利用蒙特卡洛模拟改变假设开发法的输入变量。传统假设开发法的主要输入变量和参数都是一个固定值,例如未来开发建设完成房地产价值的预测值、开发成本、贷款利息以及开发周期等。基于蒙特卡洛模拟假设开发法的输入变量是一个具有统计特征的分布区间,例如,开发完成后房地产价值预测区间、开发成本取值区间、贷款利率区间以及开发周期区间等。评估师对区间取值范围的预测或者判断相对于一个固定的值而言更加容易实现,因而也更加可靠。通过随机数发生器产生随机数,通过计算可以得到大量的评估结果,评估结果也不再是惟一的取值,而是具有统计特征的区间分布。评估师可以根据需要选取在一定置信区间内的评估结果取值范围,并作为最低评估值和最高评估值,这两个评估值对不同评估目的而言具有不同实践内涵。对抵押价值评估而言,最低评估值意味着最保守的、最谨慎的评估结果,也是最安全的贷款价值依据;最高值意味着对房地产价值最乐观的估计,也蕴含着较高的风险。针对出让土地价值评估,最低值可以被作为最保守的估价结果,可以被视为土地出让底价,而最高值可以被看作最理想的出让价格,也可以被作为最高报价,用于控制土地拍卖会现场,避免出现无法实现的畸高成交价格,干扰正常土地市场,向房地产市场传递不良价格信号。

3 利用蒙特卡洛模拟改进假设开发法

本文基于蒙特卡洛模拟改进假设开发法评估土地出让底价的思路如下:(1)建立评估过程的数学模型;(2)分析评估对象的特征,确定随机变量(评估参数)的统计规律;(3)按照一定的参数分布规律,在计算机上产生随机数;(4)通过足够数量的计算仿真,得到大量相关的参数样本值;(5)根据计算机仿真的参数样本值,求出评估对象的价格分布;(6)对评估结果的价格分布进行统计分析和统计推断。

3.1 建立评估数学模型

本文依照传统的静态假设开发法建立数学模型,基本评估公式为:

$$\text{待开发土地价格} = \text{开发完成后的房地产价值} - \text{开发成本} - \text{管理费用} - \text{投资利息} - \text{销售税费} - \text{开发利润} - \text{购买待开发土地税费} \quad (\text{式1})$$

运用该基本公式时,关键是要确定开发完成后的房地产价值、开发成本、管理费用、各项税费、合理开发利润、投资利息以及各项评估参数的预期值。测算待开发土地价格的表达式为:

$$v = ps - cs - \{(v + vz)[(1 + x)^t - 1] + cs[(1 + x)^{\frac{t}{2}} - 1]\} - psy - w(v + vz + cs) - vz \quad (\text{式2})$$

式2中, v 为待开发土地价格, p 为开发完成房地产销售价格(单价), c 为房地产开发管理单位成本, t 为开发周期(单位:年), x 为贷款年利率, w 为投资利润率, y 为销售阶段缴纳的综合税率, z 为购买待开发土地税费综合税率, s 为规划建筑面积。

对式2进行推导,可得到待出让土地总价的简化表达式为:

$$V = \frac{p(1 - y) - c[w + (1 + x)^{\frac{t}{2}}]}{(1 + z)[w + (1 + x)]} S \quad (\text{式3})$$

建立好评估数学模型之后的关键问题是分析不同评估参数的分布类型和分布特点。评估参数分为两种类型,一种称为确定性参数或控制变量,该类型变量在评估模型中依据具体出让宗地情况而取固定数值,即没有

随市场情况产生不确定性波动的可能性,其取值在不同模拟次数中不会改变,输入的是一个点估计值。另一种则称为不确定性参数或状态变量,该类型变量在评估模型中依据具体案例表现为满足一定条件的分布范围和分布特征,其取值为概率分布形式,且在不同模拟次数中数值会发生改变。根据中国土地管理政策以及房地产开发过程中的一般规律,本文对评估公式中各项参数进行分类,并对各项参数的分布类型进行假设,汇总如表 1。

表 1 评估模型中各评估参数类别及分布类型

Tab.1 The category and distribution of various parameters in the valuation model

参数类型	参数	分布类型
控制变量参数	房地产开发和管理的单位成本	固定数值
	贷款年利率	
	销售阶段缴纳的综合税率	
	购买待开发土地税费综合税率	
	规划建筑面积	
状态变量参数	开发完成房地产销售单价	均匀分布
	投资利润率	正态分布
	开发周期	正态分布

3.2 基于 Matlab 实现自动化模拟评估改进过程

在 Matlab 中编程实现改进方法的操作过程,包含随机数产生、评估参数随机变量取值、评估模型的运算以及评估结果统计分析 4 个步骤。

由于 Matlab 软件中可以直接通过命令语句生成随机数并直接产生常用分布(包括均匀分布、正态分布、指数分布、泊松分布等)的随机变量,因而可以直接得到各评估参数的随机取值,并代入式 3 中即可得到一次模拟情况下的评估结果,设置模拟次数后,进行重复模拟即可得到评估结果的价格分布。还可利用 matlab 工具对评估结果的统计性质进行分析,一是在 Matlab 中可以直接得到评估结果的描述性统计信息,包括评估结果的均值,极大值,极小值,中位值,方差,极差,偏度和峰度等信息;二是可利用 Matlab 中提供的统计推断工具对评估结果的总体性质进行检验,包括 Jarque-Bera 检验、Kolmogorov-Smirnov 检验以及 Lilliefors 检验等方法。

3.3 改进效果检验

为检验改进后评估方法的可靠性和实用性,选取一宗北京已出让的土地案例进行评估分析^①。分析的案例为 2010 年出让的“北京市朝阳区崔各庄乡大望京村环境整治土地储备项目 1 号地”,土地总面积为 206269 m²,建筑用地面积 83506 m²,规划建筑面积为 169537 m²;宗地东至新望京干道,南至望京中环路,西至规划大望京 2 号路,北至北小河;用地性质为住宅混合公建用地;土地开发程度为六通一平;出让方式为拍卖出让,起始价格为 15 亿元。经过多轮拍卖竞价,最终由北京远豪置业有限公司于 2010 年 3 月 15 日竞得,成交价格为 40.8 × 10⁸ 元,溢价率高达 172%,楼面地价为 24065 元/m²。

该开发项目共有 6 栋楼,目前已基本销售完毕,当前尾盘的销售价格为 75000 元/m²,该楼盘历史最低价格为 70000 元/m²;其他已完成的销售计划中历史最低价格为 54000 元/m²,最高价格为 60000 元/m²,平均价格为 58000 元/m²。该项目自 2013 年 5 月之后的房价走势如图 1。

依据该项目房价走势图推测待售楼盘的销售价格至销售结束时为 75000 元/m²,再依照该栋楼建筑面积与其他已售楼栋建筑面积比例得到考虑预期因素时销售均价预测值为 70000 元/m²。考虑市场因素时,选取该项

① 出让宗地信息来自于北京市土地储备中心官方网站 <http://bjtd.bjgtj.gov.cn/tabid/3054/Default.aspx?page=1>。

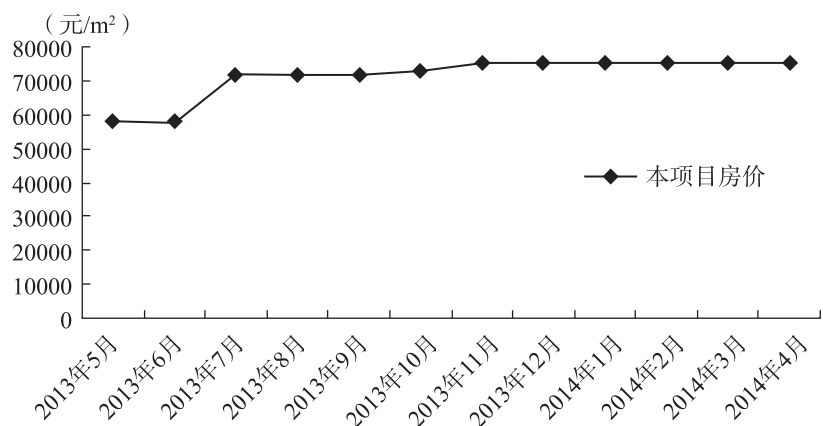


图1 该项目自2013年5月至今房价走势图

Fig.1 The price trend of the project since 2013 May

目周边的三个类似楼盘作为比较对象,分别是大西洋新城、银河湾和上东8号,其当前的销售价格分别为50000元/m²、65000元/m²和55000元/m²,取其均值56000元/m²作为考虑市场因素时的销售均价预测值。综合考虑上述两种因素,预测销售单价满足最小值为56000元/m²、最大值为70000元/m²的均匀分布。

根据对北京市2003年以来出让地块及其开发情况的分析,确定其他各项参数的分布类型及期望,将各评估参数取值及分布类型汇总在表2中。

表2 评估参数取值及分布

Tab.2 The value and distribution of the valuation parameters

指标	分布类型	期望值	标准差	最小值	最大值
预测销售均价	均匀分布	—	—	56000 元/m ²	70000 元/m ²
投资利润率	正态分布	35%	0.1	—	—
开发周期	正态分布	3.5	1.3	—	—
开发管理单位成本			4200 元/m ²		
贷款利率			7.00%		
销售税费综合税率			15%		
购买待开发土地综合税率			12%		
规划建筑面积			169537 m ²		

在Matlab中编写好评估数学模型及随机参数取值的程序,将求取的评估参数数值或概率分布输入到程序中,设置模拟次数,运行程序便可得到不同模拟次数下的价格分布。图2为分别模拟1万次、2万次、10万次和20万次得到的评估结果直方图。

从图2中可以直观看出,模拟次数设置越高,得到评估结果的价格分布图形形状越规则,图形边缘曲线也越平滑,评估的精确度也越高。当模拟达到一定次数时,评估结果的价格分布形状不再变化,其均值也无限趋近于一个固定的数值,此时便可认为模拟得到的样本已趋近于总体,可以用样本的均值来估计总体的期望值,用样本的分布特征来估计总体的分布特征。为更好地拟合总体的统计特征,本文选择了100万次的模拟次数,用Matlab语句返回模拟结果的描述性统计信息列于表3中。

峰度接近于3,结合图2中的价格分布形状,推断地价的总体分布为正态分布。运用Jarque-Bera检验和

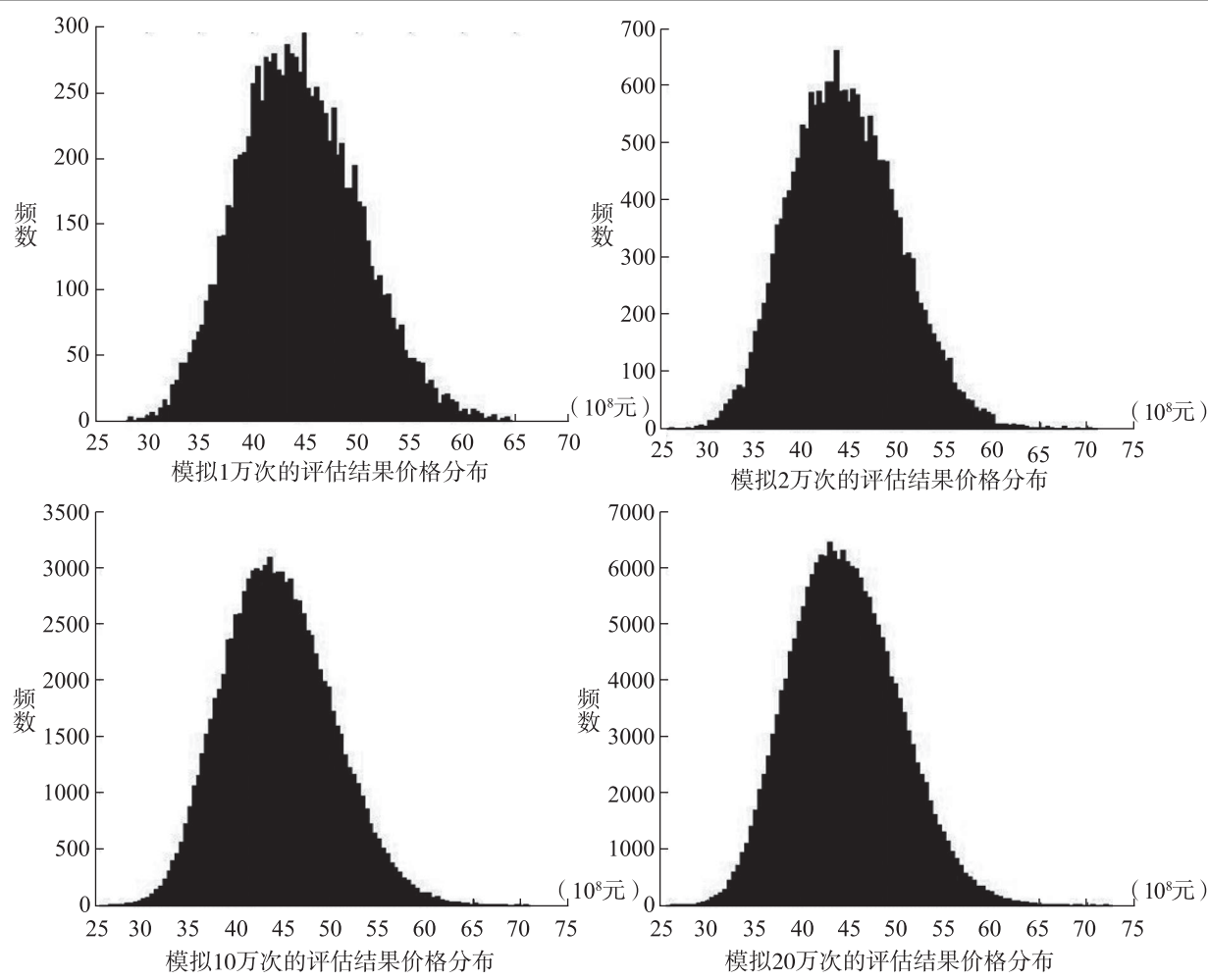


图2 不同模拟次数下评估结果的直方图

Fig.2 The histogram results of different simulation times

表3 模拟结果描述性统计信息

Tab.3 The descriptive statistics of the simulation results

统计量	统计值(10 ⁸ 元)
样本均值	44.47
极小值	25.40
极大值	73.42
极差	48.02
中值	44.21
方差	28.50
标准差	5.34
上四分位	48.00
下四分位	40.66
四分位距	7.34
偏度	0.2630
峰度	2.94

Lilliefors 检验对总体的正态性进行检验,两种检验在 0.05 置信度水平下返回的 h 值均为 0,说明在该置信度水平下不能拒绝总体满足正态性的原假设,即得出总体近似服从正态分布的结论。

得到总体的分布特征后,便可用点估计得到总体均值,用区间估计得到这个估计值的精度和可信程度。本案例评估结果总体均值的估计值为 44.47 亿元,标准差为 5.34;总体均值的 95% 置信区间为 [44.46, 44.48],标准差的 95% 置信区间为 [5.33, 5.35]。对比总体均值的估计值和模拟结果的估计值可以看出两者几乎相同,且总体均值的置信区间范围非常小,这进一步验证了蒙特卡洛模拟方法在达到一定精度时,可以直接用模拟的结果均值作为总体的理论均值,模拟的结果分布作为总体的理论分布,进而大大提高了评估的精确程度。

模拟结果得到的土地出让价格的总体均值为 44.47 亿元,这一结果稍高于该项目的实际成交价格 40.8 亿元,远远高于该项目土地出让时政府设定的 15 亿元的底价,而项目的实际成交价格恰好位于价格分布的下四分位上。由于该土地价格的总体均值体现的是所有可能市场情况下该宗土地价格的平均情况,因而政府基于其市场预期制定的出让底价显然偏低。由于“招拍挂”方式出让的土地市场可以看作是自由竞争市场,该土地项目一经推出时就引来众多开发企业的争夺,竞争激烈^①,造成成交价远远超过出让底价,并表现为溢价率过高。

假设政府制定的出让底价为 V ,合理出让底价的下限为 V_{low} ,实际出让底价低于合理出让底价下限的概率为:

$$P = P(V < V_{low}) = \alpha \quad (\text{式 4})$$

式 4 中, α 表示实际出让底价低于 V_{low} 值的概率,而 $1 - \alpha$ 则表示实际出让底价不小于 V_{low} 值的概率。由于统计中将发生概率小于 5% 的事件称为小概率事件,小概率事件可以看作在实际中不可能发生。此处的直观含义是若政府制定的出让底价低于其下限,而开发商基于其预期能承受的出让价格在实际中不可能小于这个下限,故其制定的出让底价没有意义,只会促使最终交易价格和溢价率的上涨。依据地价总体满足正态分布的统计性质,很容易得到于 α 取值为 5% 时 V_{low} 值为 36.1 亿,它表示政府制定的土地出让底价有 95% 的可能性高于 36.1 亿元,故可以近似地认为政府制定的合理出让底价应在 36.1 亿以上。

对于合理出让底价的上限 V_{high} ,同样可以通过类似的计算过程后得到 V_{high} 的值为 53.6 亿元。它表示政府制定的土地出让底价有 95% 的可能性低于 53.6 亿元。若政府制定的出让底价高于这个上限,而在实际中开发商基于其预期能承受的出让价格不可能高于这个上限,故极有可能出现土地流拍等现象,因而此时制定的出让底价也是没有意义的,故可以近似的认为政府制定的合理出让底价应在 53.6 亿元以下。

溢价率衡量出让底价和交易价格的差异程度,而从评估的角度来看,这种差异是由于政府和开发商从不同的预期角度出发,依据不同评估方法评估出的结果不同而导致的,因而出让底价和实际交易价格可看作是同一价格分布在不同情况下的取值。对于开发商而言,基于其预期的实际交易价格,其上限应该接近合理出让底价的上限,在 95% 的置信度水平下上述案例地价为 53.6 亿元。因为溢价率的合理上限为可能的最高交易价格和可能的最低出让底价的差异比,所以可能的最高合理溢价率为 $(53.6 - 36.1) / 36.1 = 48.5\%$,合理的溢价率不应该超过这一数值。

基于以上分析总结该评估案例的结论有:(1) 模拟评估结果得到的出让底价总体均值为 44.47 亿元,其 95% 置信区间为 [44.46, 44.48],该值为土地出让底价最可能、最合理的取值。从实际起始价和实际成交价格来看,该案例中政府设定的土地出让底价过低,实际成交价格则较符合正常市场情况。(2) 该实例中政府制定的土地出让底价的合理范围应在 36.1—53.6 亿元,低于该价格区间下限可能会推高实际成交价格,而高于该区间上限则可能导致土地流拍。(3) 该实例中合理的溢价率不应高于 48.5%,实际的溢价率远远高于该值,说明政府的预期与开发商的预期相差甚远,政府制定的土地出让底价与实际市场交易价格发生很大背离。

① 数据显示该地块的现场拍卖竞价轮数高达 82 轮。

4 结论

案例分析验证了基于蒙特卡洛模拟改进的假设开发法明显提高了评估结果的精确性,可以依据评估结果的总体分布特征推测具体土地项目合理的土地出让底价和合理的溢价率范围,为政府制定土地出让政策和房地产开发企业制定拿地策略提供支持。基于 Matlab 编程软件可以很好地实现蒙特卡洛模拟法在房地产估价中的自动化应用,其简便易学的编程实践和方便的统计工具为专业评估软件的设计提供了一种思路,对房地产估价领域的信息化建设具有一定理论探索和实践指导意义。

参考文献(References):

- [1] Dhingra, Harbans L. Effects of Estimation Risk on Efficient Portfolios: A Monte Carlo Simulation Study[J]. Journal of Business Finance & Accounting, 1980, 7(2): 277 - 295.
- [2] Hammond P J, Sun. Monte Carlo Simulation of Macroeconomic Risk with a Continuum of Agents: The General Case[J]. Economic Theory, 2008, 30(2): 303 - 325.
- [3] Michel, Fabrice, Mahdi. Monte Carlo simulations versus DCF in real estate portfolio valuation[R]. ESSEC Research Center, ESSEC Business School, 2006.
- [4] Meinshausen N, Hambly B. Monte Carlo method for the valuation of multiple-exercise options[J]. Mathematical finance, 2004, 14(4): 557 - 583.
- [5] Bolia N, Juneja S. Monte Carlo methods for pricing financial options[J]. Sadhana, 2005, 30(2-3): 347 - 385.
- [6] Mahoney, Kelliher. Using Monte Carlo simulation to improve long-term investment decisions[J]. The Appraisal Journal, 2000, 68(1): 44.
- [7] 孙家和,朱荣宝.用蒙特卡洛法进行市场预测[J].预测,1983(21):88 - 91.
- [8] 郝丽萍,戈勇.蒙特卡洛法在房地产开发风险分析中的应用[J].中国房地产,2000(1):44 - 48.
- [9] 王庆庆.房地产风险分析中的蒙特卡洛模拟[J].统计与决策,2005(22):145 - 146.
- [10] 李波.蒙特卡洛模拟在房地产抵押价值评估中的应用探析[J].现代商业,2010(18):40 - 41.

(本文责编:郎海鸥)