

# A Study on the Relationship between GDP and Housing Price in Xiamen

—Based on Chebyshev Polynomials and Kuznets Curve

Wenqi Zhang, Ziqiang Yan, Rufeizhao, Yuting Zhang, Huqin Yan

Xiamen National Accounting Institute, Xiamen Fujian  
Email: 1346516894@qq.com

Received: Apr. 16<sup>th</sup>, 2020; accepted: May 2<sup>nd</sup>, 2020; published: May 9<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

House price is one of the most concerned topics in people's daily life. Among the top five cities in China's housing prices, except Xiamen, the GDP in the first half of 2019 has exceeded trillion Yuan. So, can house prices reflect the economic development level of a city? Can the future trend of GDP also predict the future trend of house prices? In addition, will the future population growth of Xiamen also affect the trend of housing prices? In this paper, we try to predict house prices from two perspectives. This article attempts to predict housing prices from two perspectives. We use Python programs and Chebyshev polynomials to predict Xiamen's population and GDP, and use the obtained population and GDP prediction values as independent variables, and then make two separate predictions of housing prices.

## Keywords

Xiamen, GDP, Population, House Price

---

# 厦门GDP和人口的房价关系探究

——基于切比雪夫多项式和库兹涅茨曲线

张文琦, 严自强, 赵汝飞, 张玉婷, 阎虎勤

厦门国家会计学院, 福建 厦门  
Email: 1346516894@qq.com

收稿日期: 2020年4月16日; 录用日期: 2020年5月2日; 发布日期: 2020年5月9日

## 摘要

房价是人们日常生活中最为关注的话题之一。中国房价排名前五的城市中,除厦门外,2019年上半年GDP均已突破万亿元大关。那么,房价能否反映一个城市的经济发展水平?GDP的未来变化趋势是否也能够预测出房价的未来走向?此外,厦门未来人口的增长是否也会影响房价的走势?本文尝试从两个角度预测房价,通过python编写程序,运用切比雪夫多项式对厦门市人口与GDP进行预测,将所得的人口与GDP的预测值作为自变量,进而对房价进行两次单独的预测。

## 关键词

厦门, GDP, 人口, 房价

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

房价是人们日常生活最为关注的话题之一,无论它是跌是涨,对人们的生活都有很大的影响。近十年来我国经济持续发展,全国房价发生了翻天覆地的变化。国民生产总值已经攀升到世界第二位,仅次于美国。中国各省不同的城市有不同的价格,各区域中,厦门以43,810元/平方米的价格位列2019年国内房价前五名。此外,厦门房价在2019年也呈现上涨趋势,涨幅为0.43%。但是值得注意的是,中国房价排名前五的城市中,除厦门外,2019年上半年GDP均已突破万亿元大关。那么,房价能否反映一个城市的经济发展水平?GDP的未来变化趋势是否也能够预测出房价的未来走向?与此同时据统计,2019年厦门全市常住人口429万人,比上年增加18万人,那么厦门未来人口的增长是否也会影响房价的走势?

尝试从两个角度预测房价,我们先通过python编写程序,运用切比雪夫多项式对厦门市人口与GDP进行预测,将所得的人口与GDP的预测值作为自变量,进而对房价进行两次单独的预测。

## 2. 数据来源及研究方法

### 2.1. 数据来源

商品房作为一种特殊的高价商品,他的价格总是让一方人民为之心切。多数情况下,某种商品的价格总是取决于市场上的货币总量,商品总量和需求总量。虽然人们总是把住房当作不一般的商品,但它依旧符合多数商品的一般属性。基于数据获取的难易程度以及计算便捷程度,我们尝试将商品房作为一次普通商品,用人口——即对商品房的需求方的数量,和GDP即市场的生产总值两个因素来探究厦门房价当今处在哪个位置,来尝试预测厦门房价的影响因素和走向。

文中所使用的GDP从《厦门统计局——全市主要经济指标快报》查询获得。数据资料显示,自2012年起厦门市人口总数和GDP呈直线上升趋势;市均房价在2017年前呈直线上升趋势,在2017年达到峰值46,120.58元每平方米,后来2018和2019两年出现回落(见表1)。

**Table 1.** Xiamen’s total population, average housing prices and GDP changes  
**表 1.** 厦门人口总数、市均房价和 GDP 变化情况

年份	常住人口(单位: 万)	房价(单位: 元/平方米)	GDP
2012	367	15,488.17	2817.07
2013	373	20,757.17	3018.16
2014	381	24,708.08	3273.54
2015	386	25,512.83	3466.01
2016	392	32,629.92	3784.25
2017	401	46,120.58	4351.13
2018	411	45,220.75	4791.41
2019	429	45,161.92	5995.04

## 2.2. 研究方法

### 2.2.1. 用切比雪夫多项式预测厦门 GDP 及人口的变化

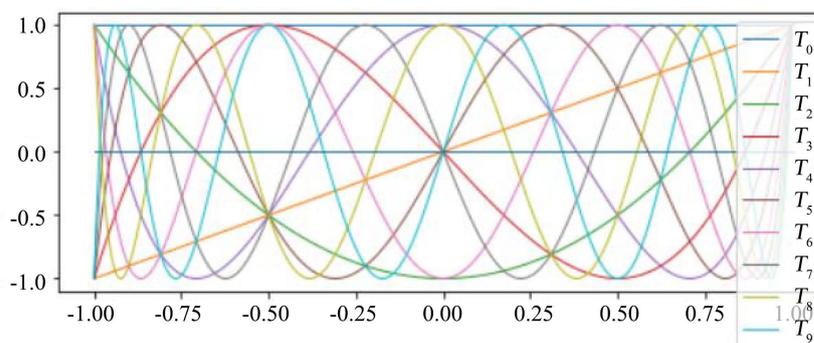
切比雪夫多项式中的每一项可以由以下递推关系决定，递推过程为：

$$T_0(x) = 1 \tag{1}$$

$$T_1(x) = x \tag{2}$$

$$T_{n+1}(x) = 2xT_n(x) - T_{n-1}(x) \tag{3}$$

这个多项式中的每个单项式在区间[-1,1]之间的图像如下，见图 1。



**Figure 1.** Chebyshev polynomial image

**图 1.** 切比雪夫多项式图像

由图 1 可见，在切比雪夫多项式中，只要多项式的阶数越高，这个曲线就越能充斥整个区间的坐标空间，又由于切比雪夫多项式为这几个单项式的和，如：

$$p(x) = a_0T_0(x) + a_1T_1(x) + a_2T_2(x) + a_3T_3(x) \cdots \tag{4}$$

所以即使是只有 2~3 阶的多项式，我们只需要改变各个单项式的系数，也可以取到区间为[-1,1]的坐标系中的任意一点。于是在切比雪夫多项式这个值域广的特点之上，我们就可以通过改变多项式中的系数，用这个多项式来拟合任意一条曲线。

但是这个多项式只有在区间[-1,1]中才具有上图中值域广泛、连续、密集的特征，所以我们通过一个数学上的转换将我们需要的自变量转换成区间[-1,1]中的自变量。以自变量是时间为例：如我们需要拟合

的时间范围是 2012~2022, 那么我们令在这个时间区间内的任何一个时间点为  $T$ , 我们需要将这个时间转化为区间 $[-1,1]$ 中的  $x$ , 只需做如下运算:

$$(T - 2012)/(2022 - 2012) = (x + 1)/2 \quad (5)$$

$$x = (T - 2012)/(2012 - 2022) * 2 - 1 \quad (6)$$

在拟合的过程中, 我们首先人工赋予多项式阶数, 再通过计算机自动求解系数来获得最后的拟合函数。计算机求解系数的方法中, 最常用的是最小二乘法。在最小二乘法中, 计算机尝试一系列的系数, 自动求解我们原有数据和拟合出曲线的最小方差, 此时则可拟合获得最合适的曲线。

于是我们便用以上方法代入厦门 2012~2019 人口和 GDP 的历史数据, 得到了它们的预测值[1]。

### 2.2.2. 用库兹涅茨曲线预测厦门的房价

美国经济学家西蒙·史密斯·库兹涅茨于 1955 年所提出的收入分配状况随经济发展过程而变化的曲线呈倒 U 形, 即在经济未充分发展的阶段, 收入分配将随同经济发展而趋于不平等。其后, 经历收入分配暂时无大变化的时期, 到达经济充分发展的阶段, 收入分配将趋于平等。

后经学者证明, 除了收入的分配, 多个经济结果也随其变量先增后减, 如环境污染指数总是随着 GDP 先增后减[2]。于是我们用二次库兹涅茨曲线对厦门的房价进行拟合, 用厦门的 GDP 和人口分别作为自变量  $x$ , 用 2012-2019 年的数据来拟合出二次库兹涅茨曲线, 尝试寻找厦门房价的极值点和变化趋势。所用的计量模型为  $E = b_1 + b_2x + b_3x^2$ 。在拟合的结果中, ① 如果方程式在  $b_1 = b_2 = b_3 = 0$  的情况下则表示人口和 GDP 与房价无关; ② 方程式出现  $b_2 > 0$ ,  $b_3 = 0$  表示人口或 GDP 与房价正向线性相关; ③ 方程式出现  $b_2 < 0$ ,  $b_3 = 0$  说明人口或 GDP 与房价反向线性相关; ④ 方程式出现  $b_1 > 0$ ,  $b_2 < 0$ ,  $b_3 = 0$  说明人口或 GDP 与房价反向线性相关; ⑤ 在  $b_2 > 0$ ,  $b_3 < 0$  的情况下, 人口或 GDP 与房价的关系与库兹涅茨曲线相吻合, 呈现出倒“U”型的曲线关系, 也就是说房价会逐年上升后出现下降; ⑥ 在  $b_2 < 0$ ,  $b_3 > 0$  的情况下, 人口或 GDP 与房价的关系与库兹涅茨曲线相反, 呈现出“U”型曲线关系, 这意味房价会先下降再上升。

## 3. 结果分析

### 3.1. 拟合结果

我们通过 Python 来编写程序实现厦门人口与 GDP 的预测, 在此基础上对厦门的房价进行预测。我们以厦门人口对厦门房价的预测为例进行说明, 具体过程如下:

首先将表 1 中的数据转化为 python 可识别的 txt 文本格式, 对 python 的运行环境进行定义, 完成相关基础工作。

然后进行程序编写的第一步是通过 `data = np.loadtxt('data[:,0]','data[:,1]')` 等语句将数据赋值给数组 data。我们将年份定义为  $R1$ , 常住人口为  $X_1$ , 房价为  $C_1$ 。

第二步是准备样本回归样本数据, 通过 `n = np.int(np.size(R1))`, 定义样本空间大小,  $T[i] = R1[i]$ , 定义年份时间变量,  $x[i] = X_1[i]$ , 定义常住人口变量,  $y_1[i] = C_1[i]$ , 定义房价变量。

第三步是建立切比雪夫多项式模型来预测厦门人口变化。以 2012~2019 的年份为基础, 对自变量  $x$  进行处理; 再将其与  $y$  通过 `Chebyshev.fit` 命令带入函数进行拟合, 得到切比雪夫多项式的  $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$  系数分别为 411.6071, 51.7857 和 8.9286。计算得到的残差标准差为 2.5439002675868694, 误差平方和均值平方根为 2.01112974647158。

第四步是建立一般多项式模型, 预测房价的变化。通过 `p1 = np.polyfit(x, y1, deg2)`, 建立以人口为自

变量、房价为因变量的多项式，将所求得的回归多项式转化为按照从高阶到低阶形式排列的多项式形式，并求多项式的一阶导数，计算极值点的人口值为 429.7355 万人，房价为 46,830.2127 元/平方米。最后计算残差标准差为 4105.622872881716，误差平方和均值平方根为 3245.7798729975425。回归多项式为  $-8.476x^2 + 7285x - 1.519 \times 10^6$ 。

第五步是绘制图形，通过  $td = np.linspace(-1, 1, N)$  在全区间定义切比雪夫多项式自变量， $TD = (td + 1) * (b - a) / 2 + a$  将全区间切比雪夫多项式自变量转化成年份， $T_0 = (t_0 + 1) * (b - a) / 2 + a$  将样本区切比雪夫多项式自变量转化成年份，计算全区间内人口预测值并以此来计算房价预测值。切比雪夫函数预测人口图如图 2 所示，预测房价结果如图 3 所示。

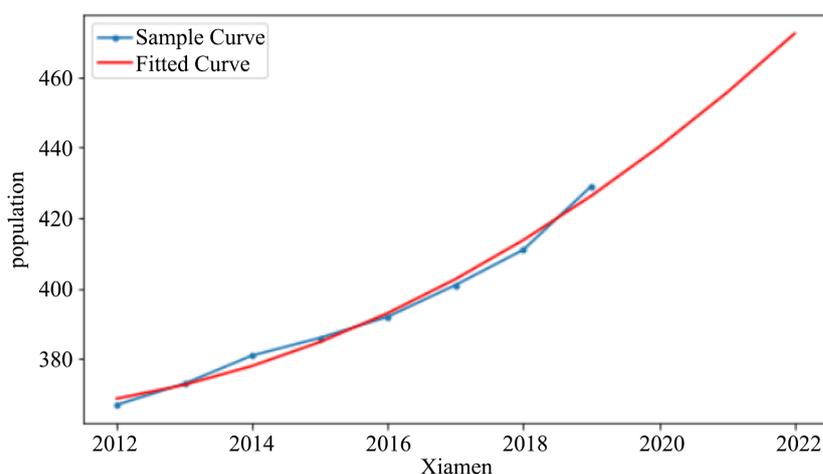


Figure 2. Xiamen population forecast map  
图 2. 厦门人口预测图

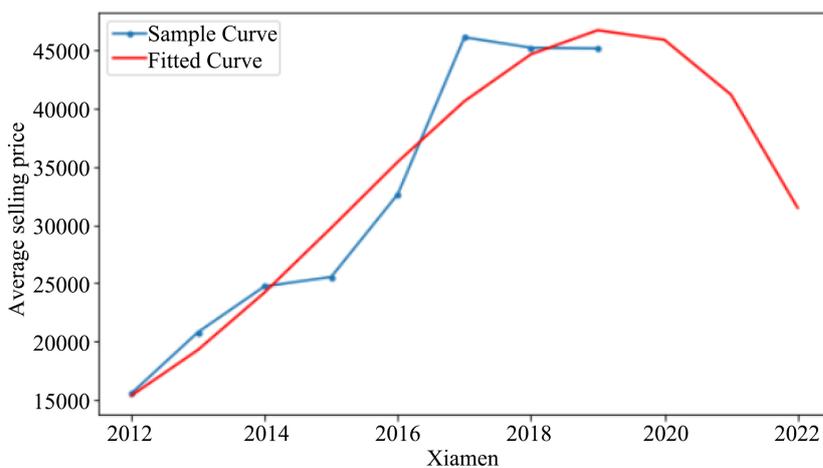


Figure 3. Xiamen house price forecast map  
图 3. 厦门房价预测图

用 GDP 预测房价的方法与人口预测房价的方法类似，这里不再赘述，相关参数如下：

预测 GDP 的切比雪夫多项式的  $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$  系数分别为 4712.3391、2412.4329、624.9192，残差标准差为 160.60801602222472，误差平方和均值平方根为 126.9717852777616。以 GDP 预测房价得到的回归多项式为  $-0.004979x^2 + 53.71x - 9.739 \times 10^4$ ，GDP 的极值点为 5393.2009，房价的极值点为 47,436.7609，

残差标准差为 2678.853428201383，误差平方和均值平方根为 2117.8195877166777。最后得到的 GDP 预测结果如图 4 所示，GDP 预测房价结果如图 5 所示。

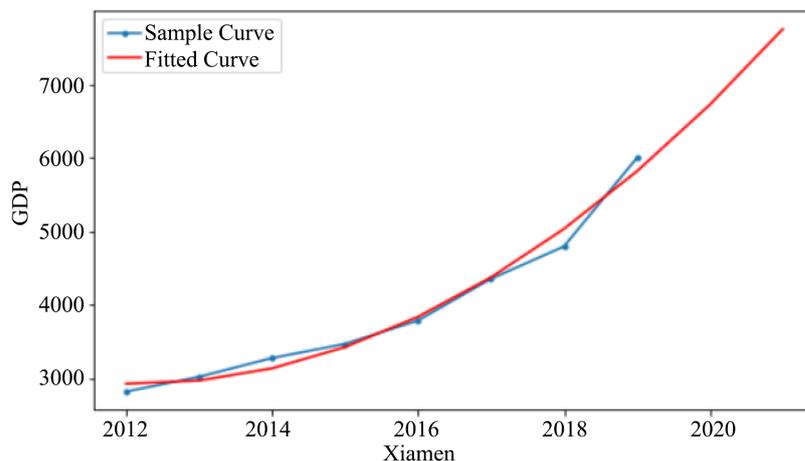


Figure 4. Xiamen GDP forecast map

图 4. 厦门 GDP 预测图

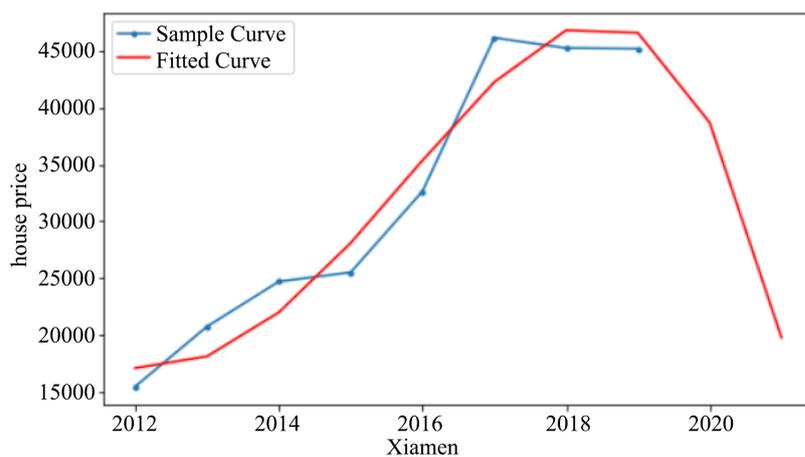


Figure 5. Xiamen GDP forecast house price chart

图 5. 厦门 GDP 预测房价图

### 3.2. 结果分析

房价会随着人口与 GDP 的变化而变化，并且均与年份呈倒 U 型。

#### 3.2.1. 人口原因

##### 1) 前期

事实上，从数据上可以看出，厦门市有很多人买不起房子，但厦门有一个独特的地方。闽南有很多人比其他地方的人们更看重乡土情结，所以这里有很多人喜欢在外面赚钱之后回到闽南买房。但是，福建其他地区常常会有另人们不满意的地方，比方说，福州面积大且医疗条件好，但气候一时冷一时热，近年来城市建设才有所改善；泉州房价较低，但白领工作的机会很少，再加上其他地方也有很多问题，所以厦门便成了最好且唯一的选择，人口逐年因此增长。

房价主要受当地库存和供求关系的影响。由于厦门人口基数大，商品房的需求远远大于供给。在这

种情况下，房子成了一种高价奢侈品。并且，首先在新房方面，厦门的可利用土地日益减少，岛内更是如此，征地成本上升推高了新房价格；其次是二手房方面，现房流通不足，市场上行期供需矛盾加剧。在这种供需长期失衡的状态遇上宽松货币政策的情况下，物价上涨成为必然[3]。

## 2) 后期

目前，厦门岛外开发力度加大，不少工业企业选择迁往同安。由于翔安机场正在筹备，厦门岛同安至集美北站的地铁也即将开通，岛内与岛外的差距将随之缩小，岛内的居住优势也越来越小，很多人会考虑在岛外买房，这也许是厦门的房价逐渐拉低的原因。

但依托着厦门优美的环境以及在福建省内翘楚的城市建设，周边城市的富人也许会出现聚集性前往厦门买房的现象[4]。

### 3.2.2. GDP 与实体经济

一般来说，房价越高，GDP 就越高，但厦门是个例外。事实上，在福建省，泉州和福州是 GDP 高于厦门的两个城市，但厦门的房价却远远高于这两个城市。几年前，杨红旭副院长曾发表过一份《2017 年 40 城房价透支排行榜》。表格显示，厦门的房价收入比偏离度和同比增幅双双位居第一，这些都表明厦门房价透支严重，如图 6。

城市	偏离度	同比增幅 (百分点)	城市	偏离度	同比增幅 (百分点)
厦门	82.1%	42.5	重庆	3.6%	15.6
深圳	58.6%	-2.7	长沙	2.7%	20.8
南京	51.5%	18.2	无锡	1.2%	17.5
天津	50.4%	34.5	太原	1.0%	11.7
石家庄	44.2%	29.6	成都	0.3%	19.2
济南	35.9%	33.1	贵阳	-0.7%	10.1
上海	34.2%	12.9	昆明	-1.6%	9.3
北京	31.7%	26.2	哈尔滨	-4.6%	13.0
惠州	28.9%	16.7	呼和浩特	-6.0%	1.8
合肥	28.1%	14.5	南昌	-6.4%	-3.2
福州	25.3%	28.4	宁波	-7.1%	9.7
郑州	24.7%	21.0	南宁	-8.3%	4.6
广州	20.3%	23.3	长春	-8.5%	5.6
武汉	19.7%	25.0	西宁	-11.5%	6.4
海口	18.4%	21.2	沈阳	-14.4%	7.4
三亚	17.3%	24.0	兰州	-16.4%	4.9
苏州	14.2%	5.2	大连	-16.7%	2.4
杭州	8.2%	19.1	银川	-20.5%	1.3
青岛	8.0%	20.1	乌鲁木齐	-32.7%	-1.3
西安	7.9%	16.6	温州	-35.6%	-6.4

数据来源：各地统计局、易居研究院

**Figure 6.** 2017 national large and medium cities' house price income ratio deviation ranking

**图 6.** 2017 年全国 40 个大中城市房价收入比偏离度排名

房地产对中国经济的贡献率一直超过 10%，且二线或三线城市的贡献率会更高。现在，一线城市的经济发展正逐步摆脱对房地产的依赖。一个城市的房价越高，经济发展水平却不一定越好，就像厦门的

经济水平不如北上广深一样。显然，厦门的 GDP 不足以支撑如此高的房价。与厦门相比，其他四个城市的房价更“合理”[5]。

如今，北上广深经济发展的动力是多方面的，各行业协调发展，这也是这些一线城市的 GDP 仍能领跑全国的原因。合理的房价会促进一个城市的经济发展，但若房价失控，同样也会对城市的经济发展起到负面作用。

各种因素造成的房价上涨也将直接影响实体经济。高房价会挤压消费，其中包括大量的消费品，然而这些都是实体经济的产出。一些经济数据也证实了这一简单逻辑，高房价表面上拉动了 GDP，但背后却使消费低迷。当内需和外贸受阻时，实体经济将受到冲击，更严重时将导致低收入和失业的结局发生。打个比方，在厦门小明的家庭收入为 1 万元，只有一个孩子。不考虑父母，他每月的基本支出是 5000 元，可以稍微存一点。现在若需要买房，每月还贷款 3500 元，最多可以存下 1500 元。中国人喜欢存钱带来的安全感，如果小明一家想多存点钱，在不能开源的情况下只能节流，所以小明和其他人选择不花钱。那么他们周围企业的生意要怎么做下去呢？事实上，小明这样的群体还是消费的主力军，于是恶性循环开始了。与其他城市相比，厦门更加需要降低房价，不然会使城市经济长期处于不健康的状态。

## 4. 结论与建议

要想让这种状况得到抑制，首先需要政府采取一些调控措施，规范房地产市场，抑制炒房投机的行为，对房地产进行管制，同时适度调整财政政策以及货币政策，密切监管资金的走向，使房价回归理性。加快建立多主体供给、多渠道保障、租购并举的住房制度，让全体人民住有所居[6]。加快研究建立符合国情、适应市场规律的基础性制度和长效机制，既抑制房地产泡沫，又防止出现大起大落[7]。实体经济的转机应该是在房价得到抑制，回归理性的时候。房价不会无节制的上涨，政府可进行经济调控，将资金导向其他的行业，同时保持银行贷款利率的稳定。

### 4.1. 税收

税收政策对居民住房消费的调节作用同时应该发挥出来，需要加快研究相关的税收政策用以纠正住房过度消费倾向，逐渐引导居民的住房消费回归理性并调节个人房产收益。稳步推进房地产税，改变目前由于偏低的持有成本导致的房地产过度投资投机。与此同时，房地产税的推出需要充分考虑实体经济承受力及居民整体税收负担。

#### 4.1.1. 购房环节强调差别化的税收调控政策

契税的优惠税率适用于购买第一套普通住房和改善性住房的，而对于购买多套住房或别墅、大面积等非普通住房的，除取消优惠税率外，还可以考虑征收特别消费税。对无自有住房而租房的，可在个人所得税中适当扣除月租金。这种差别化税收政策不仅有利于引导合理的住房消费观念，而且有利于调节收入分配，更有利于保障人民群众基本生活需要。我们要把住房租金实行个人所得税扣除作为我们需要迈出的第一步，促使年轻人优先选择租房而不是购房。

#### 4.1.2. 住房持有环节施行房地产保有税

住房保有税是房屋所有人在持有期间征收的一种税收。从税种关系的角度看，它是物业税的一部分。住房保有税是对住房所有权环节征收的一种税收，在市场调节中起着与财产税类似的作用。政府征收住房保有税的目的也很明确，房地产税增加了保有税，意味着购房者未来的维护成本增加，投资性购房可能减少。如果增加持有环节的税收负担，或者只针对大户型和豪宅，那么即使部分资金被挤出大户型和豪宅市场，也可能流入非高价值房源，从而推高这部分房源的价格，这可能不符合政策制定的初衷，因此可以尝试依据实际情况，或许按照面积，对包括非高价房源的住房征收保有税。

### 4.1.3. 住房转让环节对投资性住房转让课以重税

现在, 无论选择哪一项优惠政策, 购买期限在 5 年以上的非普通住房销售所需缴纳的税款都比以前大幅度增加。此外, 部分城市房屋交易涉及营业税差额征收问题。是否享受差额税取决于购买年限和证件。购买 5 年以上(含 5 年)的非普通住房, 可按个人住房转让收入与原购房价格的差额征收营业税和附加税, 税率为 5.6% (不足 5 年的全额征收营业税和附加税)。

## 4.2. 房源

政府应增加市民住房的有效供给和居住用地的供应, 同时制定并发布将住房放在主要位置的房地产供地计划, 目前, 集体建设用地和企业闲置用地仍有较大的供应空间。政府应考虑分散使用权的整合, 通过统一规划、设计、开发、运营和管理, 使其成为规范的租赁供应, 进而稳定市场价格波动。

2018 年 5 月上旬, 住房和城乡建设部约谈了成都、太原两市政府负责人, 强调要有针对性地增加有效供给, 大力发展中小套型公寓, 抑制投机炒作, 支持和满足群众刚性住房需求。同年下旬, 住房和城乡建设部再次重申房地产调控目标不动摇, 力度不放松。

随后, 多个城市陆续出台了与房地产市场相关的中长期规划。其中, 北京市从供给方面加大共有产权住房规模。上海大幅度提高住房用地供应规模, 增加政策性保障性住房和出租住房用地供应。

据中国有关负责人分析, 一线城市住房供应结构特征已经非常明显。”目前, 北京、上海、深圳的住房供应基本上体现为 4:4:2 三级结构。这一结构的主要特点是扩大政策性住房比重和租赁住房比重。这一结构变化极大地扩大了能够满足中低端住房需求的住房供应。”

就目前来看, 厦门房价已走向降温通道, 未来 5 年要放弃“炒房”, 坚持“房子是用来住的并不是用来炒的”的定位。我们有理由相信, 长效机制的建立将更好的为经济建设服务, 保障大家安居乐业。

## 基金项目

本论文得到了厦门国家会计学院 2019 年“云顶课题: YD20190101Python 财务数据分析”项目的支持。

## 参考文献

- [1] 陈颖, 葛颖琦. 厦门市房价波动影响因素的灰色关联分析: 基于 2000-2016 年的数据[J]. 武夷学院学报, 2018, 37(12): 22-27.
- [2] 王懿. 安徽省环境库兹涅茨曲线现状分析[J]. 蚌埠学院学报, 2020, 9(1): 47-52.
- [3] 黄嘉仪, 张小洪. 基于灰色 - 马尔可夫模型的厦门市房价预测[J]. 福建建筑, 2012(1): 104-106.
- [4] 曾祎瑾, 周红. 厦门市房价空间分布与基础设施水平关系的研究[J]. 工程管理学报, 2017, 31(1): 146-152.
- [5] 彭顺昌. 基于《中国城市竞争力报告》的厦门市城市竞争力分析[J]. 厦门科技, 2017(5): 10-14.
- [6] 王霖. 厦门市中等收入群体住房保障问题研究[D]: [硕士学位论文]. 厦门: 集美大学, 2013.
- [7] 谢清凡. 福泉厦住宅市场价格泡沫程度实证研究[D]: [硕士学位论文]. 厦门: 华侨大学, 2014.