

## 中国城市住房保障覆盖范围的算法设计与应用

郑思齐, 孙伟增, 徐杨菲

(清华大学恒隆房地产研究中心, 清华大学建设管理系, 北京市海淀区 100084)

**摘 要** 本文借鉴工程学和统计学领域构造双变量联合分布函数的方法, 首先利用家庭收入和人均住房面积的分组数据分别对中国城镇家庭收入和人均住房面积的分布函数进行估计, 然后利用Pearson相关系数法构造了家庭收入和人均住房面积的二维联合分布函数, 并依此讨论了我国保障性住房体系中准入标准和保障范围之间的关系, 对比分析了保障性住房供需端的匹配情况. 整体来看, 地方现行的保障房申请条件能够覆盖12%~32%的城市家庭, 且各城市间存在较大差异; 将这一保障范围与国家“十二五”期间3600万套保障房建设任务的分配进行对照, 可以计算出7大地区中代表性城市的保障性住房的供需比在0.6~1.9之间变动, 存在较为显著的供需不匹配现象. 本文在最后还提出了“保障范围无差异曲线”的分析工具. 本文的测算方法和分析工具可以为相关政策进一步细化提供决策支持.

**关键词** 住房保障; 覆盖范围; 准入条件; 联合分布

## Estimation methodology of public housing coverage ratio and its application in Chinese cities

ZHENG Si-qi, SUN Wei-zeng, XU Yang-fei

(Hang Lung Center for Real Estate and Department of Construction Management, Tsinghua University, Haidian District, Beijing, 100084)

**Abstract** This paper estimates the distribution functions of household income and living space per capita in Chinese cities, based on the statistic data of these two variables which are presented in groups. Then we combine the two distribution functions into a joint distribution function of “income-living space” for urban households using the Pearson correlation coefficient method. Based on this estimated joint distribution function, we present the relationship between the share of households that should be covered by public housing policy (“household coverage ratio”) and the eligibility requirement in 20 cities, and also compare the size of this share (demand-side) with the share of public housing supply specified in the 12th “Five-Year Plan”. The results show that, given the current eligibility requirements in those cities, the share of low-income households that need public housing in a city varies between 12% and 32%, and there is a significant variation among different cities. The supply-demand ratio of public housing in the 7 major regions varies between 0.6 and 1.9, which indicates a serious mismatch between the public housing construction task (supply) assigned by the central government and the size of households that are eligible for those public housing (demand). At the end of the paper, we propose a technique called “coverage ratio indifference curve” which can convert the eligibility requirement to the household coverage ratio of public housing, or from the latter to the former. The estimation method and technique can be used as quantitative support tools for public housing policies.

**Keywords** Public housing; household coverage ratio; eligibility requirement; joint distribution

收稿日期: 2011-11-14

资助项目: 国家统计局第六次人口普查研究课题“城市人口居住状况、需求特征与住房保障政策关键参数研究”资助, 并受到国家自然科学基金(70973065, 71273154), 国家社会科学基金重大项目(09&ZD042)和清华大学自主科研计划的资助  
作者简介: 郑思齐(1977-), 女, 满族, 天津市人, 清华大学建设管理系房地产研究所, 副系主任, 副教授, 博士, 博士生导师, 研究方向: 城市经济学与住房政策. 孙伟增(1989-), 男, 汉族, 河北唐山人, 博士研究生. 徐杨菲(1990-), 女, 汉族, 江苏南通人, 博士研究生.

## 1 引言

在中国城市中房价居高不下,城市居民住房支付能力严重不足的现实下,保障性住房成为解决城市居民家庭,特别是中低收入家庭住房问题的重要政策工具。然而,住房保障的覆盖范围一直是政策界和学术界热烈讨论的话题:如果覆盖范围过小,则无法有效解决城市住房困难问题;如果覆盖范围过大,一方面会对商品房市场的运行带来冲击,另一方面也会为政府财政带来较大的压力。中央政府制定了在“十二五”期间建设3600万套保障性住房的宏伟计划,其目标是使“全国城镇保障性住房覆盖面达到20%左右”。关于这个“20%”的目标是否符合当前中国经济社会和住房市场的发展阶段特征,引发了学术界和政策界的广泛讨论甚至争议。这里暂且不论该目标是否合理,更进一步的问题是,目前中央和地方政府都缺乏充足和准确的住房和收入统计数据,来判断一个城市中需要住房保障的家庭数量到底有多少,或者根据给定的保障范围来反推应当设定怎样的保障房申请(准入)条件,这无疑为保障房供给决策和准入条件设定带来了很多盲目性,容易受到民众的质疑。

中国现有住房和收入统计中的缺陷是导致难以科学确定住房保障供给与需求相关参数的重要原因之一。目前,国家统计局公布的家庭收入、住房状况以及其他重要经济变量主要为分组统计的数据结构,边界值的划分不够灵活;同时由于缺少交叉统计数据表,只能针对单一特征(如收入,人均住房面积等)进行计算,无法准确估计多维特征相互关联的情况下符合准入条件的家庭范围,而实际上大多数城市制定准入条件时都会同时设定收入和现有住房面积两个条件。本文并不讨论“住房保障应该覆盖多少家庭”这个理论问题,而是提出一种适用于当前中国住房和收入统计数据特点的住房保障覆盖范围算法技术,为政府在此问题上的科学决策提供技术支撑。一方面,利用我们的方法能方便地确定给定保障房准入条件下的保障范围实际值;另一方面,如果中央或地方政府根据现实需求和财政能力确定了保障范围的目标值,利用我们的方法可以准确设定与此保障范围相对应的准入条件。

首先,本文利用家庭收入和人均住房面积的分组数据,选择合适的分布函数形式,拟合两个变量各自的概率分布函数;之后,借鉴统计学和工程学中构造双变量联合概率分布函数的方法,构造“收入-住房面积”二维联合分布函数。在实证分析中,我们测算了具有代表性的20个城市(较为均匀的分布在7大地区)中家庭收入和住房面积的联合分布函数,并利用各城市目前设定的保障房准入条件计算相应的覆盖范围。测算结果显示,这些城市的保障房覆盖范围分布在12%~32%的区间,不同地区和不同城市间存在较大差异。如果将这一需求端分析给出的保障范围,与国家“十二五”期间保障房建设任务的分配进行对照,可以观察到明显的供需不匹配现象,供需比在0.6~1.9间变动。最后,本文还提出了“保障范围无差异曲线”的分析工具,即求解出一条曲线,其上的每一点都能达到相同的保障性住房覆盖范围。本文的研究方法可以作为设计保障性住房准入条件和评价准入条件合理性的政策支持工具。

本文余下部分的结构安排为:第二部分介绍“收入-住房面积”二维联合分布函数的构造方法;第三部分对各地区保障性住房覆盖范围进行测算;第四部分基于无差异曲线探讨保障性住房准入条件的设定;最后是结论和政策建议。

## 2 “收入-住房面积”二维联合分布函数的构造

### 2.1 数据介绍

#### (1) 收入分组数据

本文所采用的收入分组数据来自2010年城镇居民基本情况抽样调查,样本共包括中国200余个地级及以上城市50多万个家庭。受保密要求和数据可得性限制,我们只获取了各城市按家庭总收入分组的十等分组统计数据,即将该城市城镇居民家庭按总收入多少从低到高排序,将家庭数量等分为十组,并分别计算了这十组家庭的人口规模、家庭总收入以及住房面积等。

#### (2) 人均住房面积分组数据

人均住房面积数据来自2010年全国第六次人口普查城镇版数据,公开数据将所有家庭按人均住房面积分为11组:0、0-8、9-12、13-16、17-19、20-29、30-39、...、60-69以及70m<sup>2</sup>以上。为了能够计算出人均住房面积分布,我们将人均住房面积按10m<sup>2</sup>为一档归并成8组:0-9、10-19、...、60-69以及70m<sup>2</sup>以上,统

1. 2011年3月国务院政府工作报告中提出“十二五”期间的主要目标和任务之一是“全国城镇保障性住房覆盖面达到20%左右”。

计各区间内的家庭数量占家庭总数的百分比。

## 2.2 收入分布函数估计

针对城镇居民家庭收入的分组数据形式,胡志军等(2011)给出了分布函数的估计方法:假设居民收入 $Y_1$ 服从参数为 $\theta$ 的某个分布,其分布函数为 $F_1(y_1; \theta)$ ;根据分组形式的数据结构,将样本按从小到大分为 $n$ 组,  $\mu_k$ 为第 $k$ 组的样本均值,  $p_k$ 为第 $k$ 组的样本份额。其中 $\mu_k$ 和 $p_k$ 已知,采用广义矩估计方法,可以得到 $\theta$ 的一致估计量,从而得到分布函数 $F_1(y_1; \theta)$ 。

对于中国居民的收入分布形式,许多学者进行了实证分析和讨论。著名经济学家邹至庄教授在早期的著作《中国经济》一书中指出:“对数正态分布对许多国家的收入分配来说是一种合理的近似。”McDonald(1995)通过分析发现,广义 $\beta$ 分布函数和幂函数形式的广义 $\beta$ 分布函数可以用于描述居民收入分布和金融变量的分布等。Chotikapanich等(2007b)利用韦伯分布和广义贝塔分布II型分别对农村收入分布和城镇收入分布进行拟合。段景辉和陈建宝(2010)用帕累托分布、正态分布和指数分布构成的混合分布来拟合居民收入分布特征。胡志军等(2011)基于国家统计局公布的收入分组数据,对1985-2008年的数据测算结果发现广义 $\beta$ 分布II型可以更好的拟合我国城镇居民的收入分布。

综合已有研究,通常用于描述收入分布的函数主要有三种:对数正态分布、韦伯分布和广义 $\beta$ 分布II型(胡志军等, 2011)。本文利用2010年城镇住户基本情况调查数据的分组统计结果测算显示,对数正态分布函数形式的拟合优度更好,因此本文采用对数正态分布函数对收入数据进行拟合。对数正态分布函数的概率密度函数如(1)式所示。

$$f_1(y_1; \mu, \sigma) = \frac{1}{y_1 \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-(\ln y_1 - \mu)^2 / 2\sigma^2} \quad (1)$$

收入分布数据已知各组均值以及人口份额,采用广义矩估计的方法对式(2)进行估计,可以得到参数 $\theta = [\mu, \sigma]$ 的一致估计量。其基本含义是,  $\theta$ 满足各组二阶矩加和的最小化条件。

$$\theta = \arg \min_{\theta} \sum_{k=1}^n [e_k(\theta)]^2 \quad (2)$$

其中,  $e_k(\theta)$ 是在估计出的参数 $\theta$ 下各组数据的一阶矩条件,度量了各组估计值与实际值之间的差距。

$$e_k(\theta) = \frac{\int_{a_{k-1}(\theta)}^{a_k(\theta)} y_1 dF_1(y_1; \theta)}{p_k u_k} - 1 \quad (3)$$

$a_k(\theta)$ 为用 $\theta$ 估计的第 $k$ 组数据上限,满足下式:

$$F_1(a_k(\theta); \theta) = \sum_{i=1}^{i=k} p_i \quad (4)$$

由此可以得出 $f_1(y_1; \mu, \sigma)$ 的参数 $\mu$ 和 $\sigma$ ,从而得到 $f_1(y_1; \mu, \sigma)$ 的具体形式。

以北京市的数据为例,可以计算出:  $\mu = 10.26$ (万元),  $\sigma = 0.72$ (万元)。由此推得北京市家庭收入的分布函数为:

$$f_1(y_1) = \frac{1.34}{y_1} e^{-0.96 \cdot (\ln y_1 - 10.26)^2} \quad (5)$$

图1给出了根据统计数据按照上述方法估算的收入分布曲线,其函数形式由(5)式描述。可见这是一个左偏的分布形式,峰值出现在4万元(年总收入)附近。

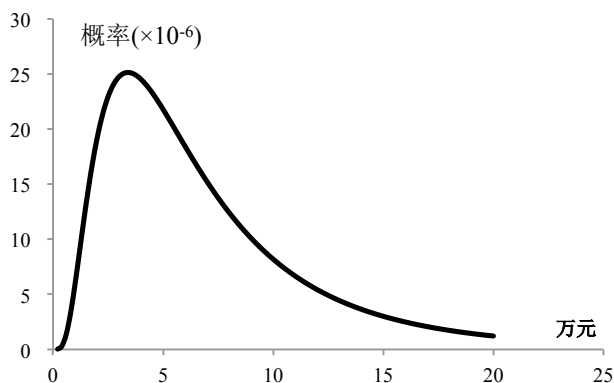
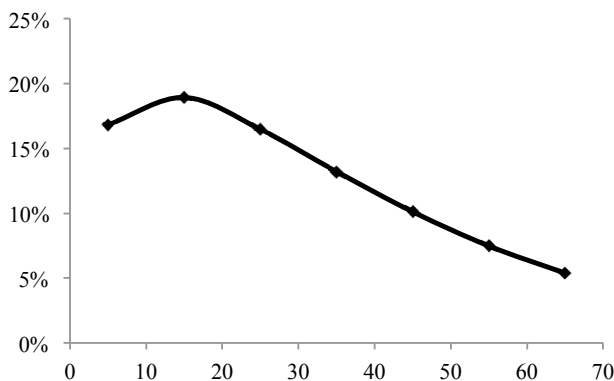


图1 北京市收入概率密度分布曲线

### 2.3 人均住房面积分布函数估计

对于家庭人均住房面积的分布函数形式, 目前国内还没有系统的研究和讨论. 事实上, 住房面积反映了一个家庭的住房需求, 与收入水平存在显著的正相关性. 部分学者对住房面积及其与家庭收入之间的关系进行了探讨. 例如郑思齐和刘洪玉(2005)的研究表明, 北京市家庭住房消费的收入弹性为0.86, 即家庭收入每增加1%, 家庭住房面积将增加0.86%. 本文利用2010年城镇住户基本情况调查数据的测算发现, 各城市城镇居民家庭收入与人均住房面积之间的相关性为0.4. 此外, 蔡莉和李晓梅(2002)用洛伦兹曲线反映了成都市家庭人均住房面积分布不均等的现象, 并发现有超过50%的家庭人均居住面积小于平均水平, 而住房面积远远大于平均水平的家庭也有一定的比例, 其测算结果表明人均住房面积的分布同样也是一个左偏且长尾的分布曲线.

第六次人口普查的数据将居民人均住房面积分段统计, 给出了位于各个面积区间内的家庭比重. 图2给出了上述这一比重的分布曲线.



| 人均住房面积(m <sup>2</sup> ) | 0-9    | 10-19  | 20-29  | 30-39  | 40-49 | 50-59 | 60-69 | 70以上  |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 所占比例                    | 18.18% | 20.27% | 20.02% | 14.04% | 8.98% | 5.76% | 4.04% | 8.70% |

图2 北京市人均居住面积分组概率分布曲线

针对这种情况, 我们选用与收入分布函数相同的计算方法对人均住房面积的分布函数进行估计. 测试结果发现, 韦伯分布能够更好的拟合人均居住面积的分布形式. 这里我们假设人均住房面积变量 $Y_2$ 服从参数为 $\lambda$ 和 $k$ 的韦伯分布, 则概率密度函数可以表示为:

$$f_2(y_2; \gamma, k) = \frac{k}{\lambda} \left( \frac{y_2}{\lambda} \right)^{k-1} e^{-(y_2/\lambda)^k} \quad (6)$$

根据人均住房面积分组形式的数据结构, 将样本按从小到大分为 $n$ 组,  $a_{k-1}$ 和 $a_k$ 分别为第 $k$ 组数据的上下限,  $p_k$ 为第 $k$ 组的样本份额. 针对这种数据结构, 可以采用极大似然估计方法(MLE)对参数进行估计,  $\theta = [\lambda, k]$ 的MLE估计量可以表示为:

$$\theta = \arg \max_{\theta} \sum_{k=1}^n p_k \ln [F_2(a_k; \theta) - F_2(a_{k-1}; \theta)] \quad (7)$$

由此可以得出 $f_2(y_2; \lambda, k)$ 的参数 $\lambda$ 和 $k$ , 从而得到 $f_2(y_2; \lambda, k)$ 的具体形式.

同样以北京市的数据为例, 结合原始数据可以计算出 $\lambda = 38.13$ ,  $k = 1.26$ . 即北京市人均住房面积的概率密度函数为:

$$f_2(y_2) = 0.00087y_2 \cdot e^{-(y_2/38.13)^{1.26}} \quad (8)$$

图3给出了按照上述方法估算出的北京市城镇居民家庭住房面积分布的概率密度函数曲线, 概率密度峰值出现在人均居住面积 $15m^2$ 左右, 函数形式由(8)式描述.

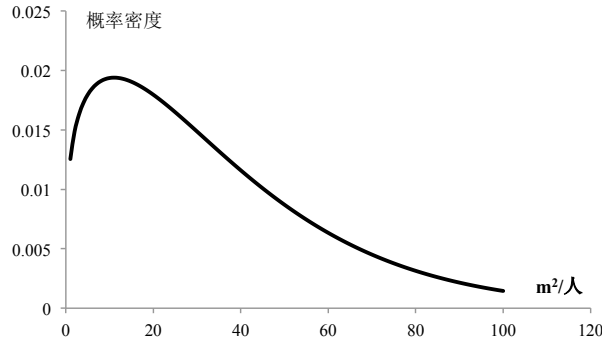


图3 北京市人均住房面积概率密度分布曲线

#### 2.4 Pearson相关系数法构造联合分布函数

关于联合分布函数的研究多应用于工程学和统计学领域, 特别是关于结构可靠度的研究(Der Kiureghian和Liu, 1989;吴帅兵等, 2012), 还很少应用于住房研究领域. 我们通过文献调研发现, 常用的二维联合分布函数构造方法包括基于Pearson相关系数的近似方法, 基于Spearman相关系数的近似方法, 以及Copula函数法等. 徐哲等(2009)曾用估计联合分布函数的方法测算工程管理中费用和进度的联合风险, 然而文中所用的方法对两个边缘函数均为正态分布有着较为严格的要求. 吴振翔等(2006)基于不同股票的收益率分布, 利用copula函数构造联合分布函数, 用于投资组合的风险分析. 吴帅兵等(2012)基于建筑结构可靠度问题, 讨论了两种构造联合分布函数的近似方法: 基于Pearson相关系数的近似方法和基于Spearman相关系数的近似方法.

本文作为在住房领域首次开展二维联合分布函数统计探索性研究, 考虑到家庭收入和人均住房面积的数据均为分组统计, 数据结构较为粗糙, 缺乏原始微观样本, 因此选用相关系数计算相对简单的Pearson相关系数法, 尝试构造了家庭特征-收入和人均住房面积的联合分布函数, 用于住房保障覆盖范围的分析. 其基本思路是利用等概率转换的方法将两个边缘分布 $Y_1$ 和 $Y_2$ (非正态分布)映射为两个正态分布 $X_1$ 和 $X_2$ , 然后根据两者之间的相关关系构造 $X_1$ 和 $X_2$ 之间的二维正态分布, 最后采用Nataf转换(Nataf, 1962)得到 $Y_1$ 和 $Y_2$ 的联合分布函数.

具体而言, 设变量 $Y_1$ 和 $Y_2$ 的Pearson相关系数为 $r_p(y_1, y_2)$ , 根据Pearson相关系数的定义有:

$$r_p(y_1, y_2) = \frac{Cov(Y_1, Y_2)}{\sigma_1 \sigma_2} \quad (9)$$

式中 $Cov(Y_1, Y_2)$ 为变量 $Y_1$ 和 $Y_2$ 的协方差;  $\sigma_1$ 和 $\sigma_2$ 分别为 $Y_1$ 和 $Y_2$ 的标准差.

采用Nataf分布模型可以得到 $Y_1$ 和 $Y_2$ 的联合概率密度函数为:

$$f_{12}(y_1, y_2; r_p(y_1, y_2)) = f_1(y_1)f_2(y_2) \frac{\phi_2(x_1, x_2; r_p(x_1, x_2))}{\phi(x_1)\phi(x_2)} \quad (10)$$

式中,  $x_1$ 、 $x_2$ 通过如下等概率变换得到:

$$\Phi(x_i) = F_i(y_i) \quad (11)$$

$\phi_2(x_1, x_2; r_p(x_1, x_2))$  是 Pearson 相关系数为  $r_p(x_1, x_2)$  的二维标准正态分布的概率密度函数;  $\phi(x_i)$  为一维标准正态分布概率密度函数;  $r_p(x_1, x_2)$  为经过式(11)变换得到的变量  $X_1$  和  $X_2$  的 Pearson 相关系数, 与  $r_p(y_1, y_2)$  有如下关系:

$$r_p(y_1, y_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left( \frac{y_1 - \mu_1}{\sigma_1} \right) \left( \frac{y_2 - \mu_2}{\sigma_2} \right) \cdot f_{12}(y_1, y_2; r_p(y_1, y_2)) dy_1 dy_2 \quad (12)$$

式中,  $r_p(x_1, x_2)$  为  $y_1$ 、 $y_2$  联合概率密度函数的参数. 在  $r_p(y_1, y_2)$  已知的情况下, 通过求解式(12)所示非线性方程可以得到  $r_p(x_1, x_2)$ , 然后带入(10)式计算得出  $Y_1$  和  $Y_2$  的联合概率密度函数  $f_{12}(y_1, y_2; r_p(y_1, y_2))$ .

需要特别指出的是, 限于家庭收入  $Y_1$  和人均住房面积  $Y_2$  分组形式的数据结构, 我们并不能直接得出两者之间准确的相关系数  $r_p(y_1, y_2)$ , 一个近似的方法是以每一组数据作为一个观测样本, 计算城市范围内收入和住房面积的相关系数. 然后通过 Matlab 编程实现  $r_p(x_1, x_2)$  的求解.

### 3 各地区住房保障覆盖范围测算

根据上述方法, 分别以各地区家庭收入和人均住房面积的分组数据作为初始输入数据, 通过 Matlab 程序估算出各地区的“收入-住房面积”联合概率密度函数, 由联合概率密度函数可以计算出联合累计分布函数. 累计分布函数在研究收入分布中已有了比较充分的应用(章上峰等, 2009), 可以较好地反映分布不均的程度. 所不同的是本文用二维联合分布的累计分布函数来反映各地区“家庭收入-人均住房面积”各种不同组合下的家庭数量分布, 然后根据各地区现行的保障性住房申请条件, 即可得出在目前的保障性住房准入标准下可以保障的人群范围.

#### 3.1 各城市“收入-住房面积”联合分布概率测算

对各城市“收入-住房面积”的联合概率分布分别进行估计. 限于文章篇幅, 本文只给出了北京市和上海市的测算结果, 详细结果形式见表1. 表中每个单元格中的百分比数据表示家庭年收入小于某个设定值(对应行标题的数值)且人均住房面积小于某个设定值(对应列标题的数值)的家庭占家庭总数的百分比. 以北京市为例, 家庭年收入在5万元以下且人均住房面积不足  $15m^2$  家庭占到北京市家庭总数的19.32%.

表1 不同城市“收入-住房面积”联合概率分布

| 北京市       |        | 人均住房面积( $m^2$ ) |               |        |        |  |
|-----------|--------|-----------------|---------------|--------|--------|--|
| 家庭年收入(万元) | 9      | 12              | 15            | 18     | 21     |  |
| 2         | 3.83%  | 4.59%           | 5.19%         | 5.65%  | 6.01%  |  |
| 3         | 7.48%  | 9.41%           | 11.04%        | 12.40% | 13.54% |  |
| 4         | 10.15% | 13.19%          | 15.88%        | 18.22% | 20.25% |  |
| 5         | 11.89% | 15.78%          | <b>19.32%</b> | 22.52% | 25.35% |  |
| 6         | 12.97% | 17.46%          | 21.65%        | 25.50% | 28.99% |  |
| 7         | 13.64% | 18.54%          | 23.20%        | 27.53% | 31.52% |  |
| 8         | 14.06% | 19.24%          | 24.22%        | 28.91% | 33.27% |  |
| 上海市       |        | 人均住房面积( $m^2$ ) |               |        |        |  |
| 家庭年收入(万元) | 9      | 12              | 15            | 18     | 21     |  |
| 2         | 2.16%  | 2.82%           | 3.42%         | 3.96%  | 4.44%  |  |
| 3         | 4.43%  | 5.95%           | 7.37%         | 8.69%  | 9.88%  |  |
| 4         | 6.38%  | 8.72%           | 10.97%        | 13.08% | 15.04% |  |
| 5         | 7.88%  | 10.91%          | 13.86%        | 16.67% | 19.31% |  |
| 6         | 8.98%  | 12.55%          | 16.06%        | 19.44% | 22.65% |  |
| 7         | 9.79%  | 13.76%          | 17.71%        | 21.55% | 25.21% |  |
| 8         | 10.38% | 14.67%          | 18.95%        | 23.14% | 27.17% |  |
| ...       | ...    | ...             | ...           | ...    | ...    |  |

注:表中数据表示同时满足收入和人均住房面积在给定范围内的家庭占家庭总数的比重.

图4给出了按照以上方法所估计的收入-住房面积联合分布概率密度图. 其中  $x$  轴为家庭半年总收入(元),  $y$  轴为家庭人均住房面积(平方米),  $z$  轴为概率密度.

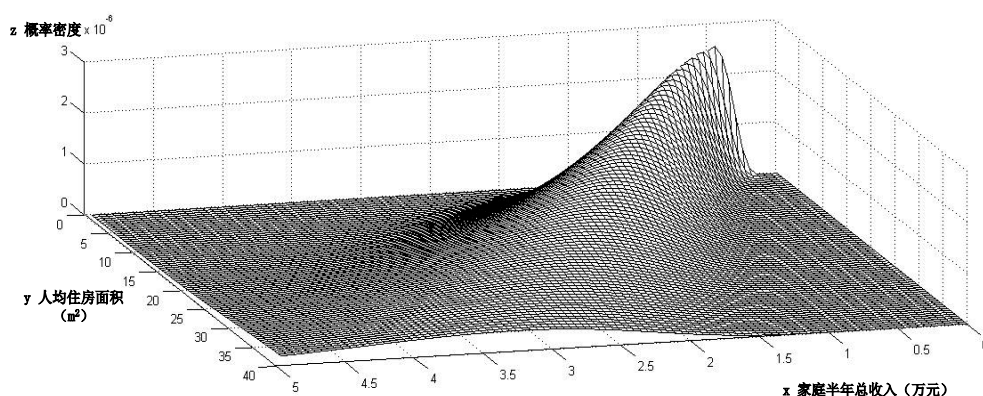


图4 北京市家庭收入—人均住房面积联合概率密度曲线

### 3.2 各城市保障范围测算

#### (1) 给定准入条件下的保障房需求分析

已知某城市的“收入—住房面积”联合分布, 根据保障性住房申请条件, 即可估计出住房保障的覆盖范围. 将此比例再乘以该城市的家庭数量, 可得所需要的保障房总套数, 即在给定准入条件下该城市对保障房的需求量.

由于各城市经济发展、财政能力、居民收入、住房价格和当前住房状况等条件的不同, 目前各城市政府所设定的准入条件也有较大差异. 同时, 廉租房、经济适用房、公共租赁房等不同形式的保障性住房, 覆盖不同层次的住房困难群体, 其准入条件的针对性和适用范围也会不同(张敏, 2011). 由于大部分城市和地区的公开信息中并没有明确给出各类保障性住房覆盖人群的包含或互斥关系, 因此这里无法准确各类保障房各自的覆盖范围. 本文从全国7大地区中分别选取了2-3个具有代表性且能够获取其保障房准入条件信息的城市为例进行测算和分析. 对于其他城市, 如果在未来能够获得详细的保障性住房申请条件, 完全可以采用本文的方法计算保障范围. 表2给出了各个城市廉租房、经济适用房和公租房的申请条件(这些城市一般设定为某家庭必须同时满足下述家庭年收入和人均住房面积的条件, 才有资格申请该类保障房).

为了简化计算, 本文根据各城市现行的保障性住房申请条件, 在廉租房、经济适用房和公租房三种保障性住房的申请条件中, 选取了最为宽松的准入条件作为计算输入(见表2的后两列).

从各城市制定的保障性住房申请条件中可以看出, 家庭收入的地区差异较大, 其中最高的成都市公租房申请条件为家庭年收入10万元, 而最低的西宁只有2.3万元. 相比之下, 人均住房面积的要求地区间的差异并不明显, 都在 $15m^2$ 左右, 其中条件最为宽松的太原和郑州为 $21m^2$ .

基于表2给出的保障性住房准入条件, 再结合如表1所示的各城市的“收入—住房面积”联合概率分布, 就可以计算出每个城市满足其保障性住房申请条件的家庭占家庭总数的百分比. 然后结合各城市的家庭数, 可以进一步得出在这一特定条件之下保障性住房能够覆盖的家庭数量(及占该城市所有家庭的比例). 详细的计算结果如表3所示.

从表3的测算结果中可以看出, 尽管对于“20%”的保障目标还存在争议, 目前各地区实行的保障性住房申请条件基本在这个目标附近浮动, 当然也存在明显的地区和城市间差异性. 在7个地区中, 华北地区保障性住房申请条件覆盖范围最大, 占到了该地区家庭总数的28.68%, 华南地区和西南地区也达到了23%以上. 而东北地区和华东地区目前的保障性住房申请条件下的保障范围较低, 分别只有18.47%和16.75%.

表2 不同城市保障性住房申请(准入)条件(需同时满足家庭年收入和人均住房面积小于给定数值)

|      | 廉租房           |                         | 经济适用房         |                         | 公租房           |                         | 保障性住房申请条件<br>(简化设定) |                         |
|------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
|      | 家庭年收入<br>(万元) | 人均住房<br>面积<br>( $m^2$ ) | 家庭年收入<br>(万元) | 人均住房<br>面积<br>( $m^2$ ) | 家庭年收入<br>(万元) | 人均住房<br>面积<br>( $m^2$ ) | 家庭年收入<br>(万元)       | 人均住房<br>面积<br>( $m^2$ ) |
| 东北   |               |                         |               |                         |               |                         |                     |                         |
| 哈尔滨  | -             | 10                      | 3.6           | 16                      | -             | -                       | 3.6                 | 16                      |
| 长春   | -             | 7.5                     | 6             | 10                      | -             | -                       | 6                   | 10                      |
| 沈阳   | 1.13          | 16                      | -             | -                       | 5.24          | 16                      | 5.24                | 16                      |
| 华北   |               |                         |               |                         |               |                         |                     |                         |
| 北京   | 1.68          | 7.5                     | 3.62          | 10                      | 7.92          | 15                      | 7.92                | 15                      |
| 太原   | 2             | 8                       | 3.6           | 20.8                    | -             | -                       | 3.6                 | 20.8                    |
| 呼和浩特 | -             | -                       | 3.7           | 26                      | -             | -                       | 3.7                 | 26                      |
| 华东   |               |                         |               |                         |               |                         |                     |                         |
| 上海   | 1.21          | 7                       | 6.96          | 15                      | -             | -                       | 6.96                | 15                      |
| 南京   | -             | -                       | 2.88          | 15                      | -             | -                       | 2.88                | 15                      |
| 合肥   | -             | -                       | 2.39          | 16                      | -             | -                       | 2.39                | 16                      |
| 华中   |               |                         |               |                         |               |                         |                     |                         |
| 武汉   | 1.35          | 10                      | 2.79          | 16                      | -             | -                       | 2.79                | 16                      |
| 郑州   | 3.48          | 26.67                   | 5.55          | 26.67                   | -             | -                       | 5.55                | 20.75                   |
| 南昌   | 1.73          | 10                      | 3.19          | 15                      | -             | -                       | 3.19                | 15                      |
| 华南   |               |                         |               |                         |               |                         |                     |                         |
| 广州   | -             | -                       | 4.81          | 10                      | 3.95          | 15                      | 4.81                | 15                      |
| 南宁   | -             | 7                       | 6             | 16                      | -             | -                       | 6                   | 16                      |
| 西南   |               |                         |               |                         |               |                         |                     |                         |
| 重庆   | 0.37          | 6                       | 5.35          | 19.6                    | 4.77          | 13                      | 5.35                | 19.6                    |
| 昆明   | 1.14          | 7                       | 3.06          | 13                      | -             | -                       | 3.06                | 13                      |
| 成都   | 2.2           | 16                      | 3.8           | 16                      | 10            | 20                      | 10                  | 20                      |
| 西北   |               |                         |               |                         |               |                         |                     |                         |
| 西安   | 1.76          | 13                      | 3.43          | 15                      | -             | -                       | 3.43                | 15                      |
| 兰州   | 1.35          | 10                      | 4.23          | 15                      | -             | -                       | 4.23                | 15                      |
| 西宁   | -             | -                       | 2.3           | 15                      | -             | -                       | 2.3                 | 15                      |

## (2)保障房供给与需求匹配度分析

中国国民经济和社会发展“十二五”规划纲要中设定住房保障的主要目标之一是“城镇保障性安居工程建设3600万套”。2011年在《国务院办公厅关于进一步做好房地产市场调控工作有关问题的通知》中要求在2011年内要开工1000万套。这1000万套保障性住房在各地区的分配比例如表4所示。如果假设这一比例同样适用于3600万套保障性住房在各地区的分配,则可以大致估算出“十二五”期间建设的3600万套保障性住房在各地区所能覆盖的家庭范围,可以将其作为从供给端推算的保障房覆盖范围,详见表4第(3)列。由于数据资料所限,本文无法计算各地区中所有城市在现有准入条件下的保障范围,因此用表3中各地区代表城市的平均值来近似,作为需求端推算的各地区保障房覆盖范围。

表4给出了两个重要信息。首先,单从供给侧看,3600万套保障房在各地区的分配,换算为各地区的保障范围后,实际上存在很大的地区间差异。其中东北地区 and 西北地区的保障范围达到34%和41%,而华东仅为11%。当然,这与不同地区的经济发展水平和现有住房条件有很大关系,这些都会是中央政府在分配3600万套保障房建设任务时考虑到的重要因素。第二,如果从供给和需求匹配度的角度来看,各地区间的差异性很明显。我们用供给侧和需求侧各自推算出的保障比例相除(表4中第(3)列除以第(4)列),得到保障房供需比,来反映供给与需求的匹配程度,见表4第(5)列。东北地区 and 西北地区的保障房供给大大超出了其各自所设定的需求范围,例如东北地区保障性住房的供需比为1.79,供过于求情况突出,可能会造成新建成的保障性住房空置等现象;而华东、华中和华南地区的保障性住房供给的保障范围要明显低于给定准入条件下的需求量,供需比只有0.7左右,这表明在这些地区目前的保障性住房供给远远不能满足给定准入条件下的保障房需求。

需要注意,在一部分城市中,本算法所测算的住房保障覆盖范围,并不一定完全等同于需要新建的保障房数量。如果该城市存量房充裕,政府也可以通过需求方补贴利用这些存量住房满足低收入家庭的需求(即发给低收入家庭现金或住房券,让他们到市场上租赁住房)。这时对新建保障房的需求会有所降低,对保障房供需比的分析就需要考虑这部分存量房供给。

| 表3 根据各城市现行保障性住房申请条件计算得出的覆盖范围 |        |                      |          |
|------------------------------|--------|----------------------|----------|
|                              | 覆盖家庭比例 | 家庭总数(万) <sup>2</sup> | 覆盖家庭数(万) |
| 东北                           |        |                      |          |
| 哈尔滨                          | 23.88% | 406                  | 97       |
| 长春                           | 11.59% | 294                  | 34       |
| 沈阳                           | 19.95% | 280                  | 56       |
| 以上三城市平均                      | 18.47% | -                    | -        |
| 华北                           |        |                      |          |
| 北京                           | 24.22% | 522                  | 126      |
| 太原                           | 32.25% | 146                  | 47       |
| 呼和浩特                         | 29.56% | 107                  | 32       |
| 以上三城市平均                      | 28.68% | -                    | -        |
| 华东                           |        |                      |          |
| 上海                           | 17.71% | 556                  | 98       |
| 南京                           | 13.21% | 285                  | 38       |
| 合肥                           | 19.33% | 210                  | 41       |
| 以上三城市平均                      | 16.75% | -                    | -        |
| 华中                           |        |                      |          |
| 武汉                           | 17.60% | 296                  | 52       |
| 郑州                           | 26.73% | 317                  | 85       |
| 南昌                           | 21.07% | 158                  | 33       |
| 以上三城市平均                      | 21.80% | -                    | -        |
| 华南                           |        |                      |          |
| 广州                           | 23.74% | 483                  | 115      |
| 南宁                           | 26.83% | 234                  | 63       |
| 以上两城市平均                      | 25.29% | -                    | -        |
| 西南                           |        |                      |          |
| 重庆                           | 25.96% | 1197                 | 311      |
| 昆明                           | 20.03% | 229                  | 46       |
| 成都                           | 25.21% | 526                  | 133      |
| 以上三城市平均                      | 23.73% | -                    | -        |
| 西北                           |        |                      |          |
| 西安                           | 25.94% | 290                  | 75       |
| 兰州                           | 21.73% | 135                  | 29       |
| 西宁                           | 18.37% | 81                   | 15       |
| 以上三城市平均                      | 22.01% | -                    | -        |

| 表4 各地区保障性住房分配情况 |                                             |                     |                             |                                          |        |
|-----------------|---------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------|
| 地区              | 1000万套保障性住房比例分配 <sup>3</sup><br>(占全国建设量的比重) | 3600万套保障性住房数量分配(万套) | 供给侧推算的保障比例<br>(占该地区家庭数量的比重) | 需求侧推算的保障比例<br>(基于二维联合分布函数测算,占该地区家庭数量的比重) | 保障房供需比 |
|                 | (1)                                         | (2)                 | (3)                         | (4)                                      | (5)    |
| 华北              | 16%                                         | 576                 | 25%                         | 29%                                      | 0.86   |
| 东北              | 17%                                         | 612                 | 34%                         | 19%                                      | 1.79   |
| 华东              | 17%                                         | 612                 | 11%                         | 17%                                      | 0.65   |
| 华中              | 16%                                         | 576                 | 16%                         | 22%                                      | 0.73   |
| 华南              | 7%                                          | 252                 | 17%                         | 25%                                      | 0.68   |
| 西南              | 15%                                         | 540                 | 20%                         | 24%                                      | 0.83   |
| 西北              | 13%                                         | 468                 | 41%                         | 22%                                      | 1.86   |

2. 由国家统计局网站可以查得各市总人口数,再根据该地区的平均家庭规模得出家庭总数。  
3. 数据来源:根据各省、市、区政府公开发布的信息整理得到。

#### 4 保障性住房准入条件设计方法

上面的分析是根据“收入-住房面积”二维联合分布函数,推算在给定的保障性住房准入条件下,住房保障的覆盖范围.本部分则将这个问题反过来,探讨在给定的住房保障覆盖范围下,如何更科学地设定准入条件.根据该二维分布函数,可以得到基于家庭收入和住房面积的保障范围无差异曲线,即以家庭收入和人均住房面积分别作为横坐标和纵坐标,画出这样一条曲线,以这条曲线上任意一点的家庭收入和人均住房面积作为保障性住房的申请条件,满足条件的家庭比例都相同.以北京市为例,在图5所示的曲线上,任取一点A(5, 15.62),表示在北京市所有城镇居民家庭中,满足家庭年收入小于5万元且人均住房面积不足 $15.62\text{m}^2$ 的家庭占20%,相应的以曲线上任意一点作为保障性住房的申请条件也都将达到20%的覆盖范围.如果以该曲线右上侧的任意一点作为准入条件,住房保障的覆盖范围都会大于20%;反之,以左下侧的任意一点作为准入条件,覆盖范围则都会小于20%.当然,这条无差异曲线两端的值,实际上是不太适合作为准入条件的,因为不能把收入和住房面积两者之一设定的过大,而另一个设定的过小,因此更具有实际意义的应该是这条曲线的中间一段.

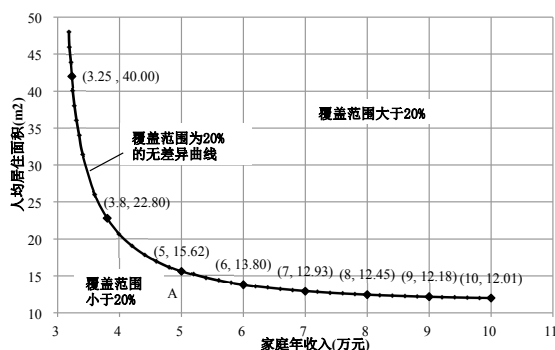


图5 北京市保障性住房覆盖范围20%无差异曲线

类似地,可以做出一组保障性住房覆盖范围的无差异曲线,如图6所示.利用这组无差异曲线,一方面,在给定保障范围的条件下,可以通过选择合理的家庭收入和人均住房面积的组合条件作为保障性住房的准入条件,达到预定的保障目标;另一方面,如果给定了准入条件,即家庭收入水平和住房条件的具体值,则可以在该二维空间中对应到某一个点,来推算出该条件下需要保障的家庭数量,从而更科学地确定保障性住房的建设规模.

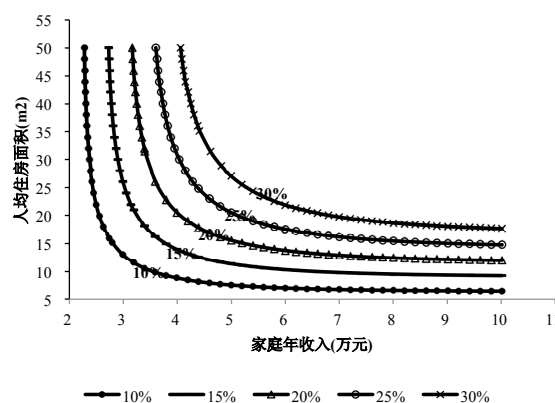


图6 北京市保障性住房覆盖范围的一组无差异曲线

#### 5 结论

本文借鉴工程学和统计学领域构造双变量联合分布函数的方法,首先利用家庭收入和人均住房面积的分组数据分别对中国城镇家庭收入和人均住房面积的分布函数进行估计,在此基础上利用Pearson相关系数法构造了家庭收入和人均住房面积的二维联合分布函数.

在实证部分,本文在各个地区分别选取了2~3个具有代表性的城市,讨论了我国保障性住房体系中准入标准和保障范围之间的关系,得到以下结论:(1)根据目前各城市所制定的保障性住房申请条件,对家庭的覆盖面在12%~32%之间,且不同城市间存在较大差异,其中华北地区保障性住房申请条件覆盖范围最大,占到了该地区家庭总数的28.68%,东北地区和华东地区目前的保障性住房申请条件下的保障范围较低,分别只有18.47%和16.75%;(2)将这一需求端分析给出的保障范围,与国家“十二五”期间保障房建设任务的分配进行对照,可以观察到明显的供需不匹配现象,供需比在0.6~1.9之间变动.其中东北地区和西北地区的保障房供给大大超出了给定准入条件下的需求量,供过于求情况突出,可能会出现保障性住房空置现象,造成资源的浪费;而华东、华中和华南地区的保障性住房供给的保障范围要明显低于给定准入条件下的需求量,供需比只有0.7左右,保障性住房的供给远远不能满足相应的住房需求.

此外,基于家庭收入和人均住房面积的二维联合分布函数,本文提出了“保障范围无差异曲线”的分析工具.利用各城市的无差异曲线,一方面可以在给定保障范围的情况下选择合理的家庭收入和人均住房面积的组合作为保障房申请条件;另一方面可以基于家庭收入和人均住房面积的保障标准,反算需要保障的家庭数量,从供需匹配的角度更科学地设定保障性住房的供给量.

未来的研究还可以探讨其他可行的住房保障覆盖范围算法,以检验本方法的稳健性.另外,本文所提出的住房保障覆盖范围算法仅是一种技术手段,它本身并不能够回答“住房保障应该覆盖多少家庭”的理论问题.但该算法能够在目前中国住房和收入统计数据不完善的现实情况下,有效实现住房保障准入条件和覆盖范围之间的双向换算,为政府在此问题上的科学决策提供技术支撑.

## 参考文献

- [1] 胡志军,刘宗明,龚志民.中国总体收入基尼系数的估计:1985-2008[J].经济学,2011,10(4):1423-1436.  
Hu Z J, Liu Z M, Gong Z M. Estimation of the Gini Coefficient in China: 1985-2008[J]. Economics, 2011,10(4): 1423-1436.
- [2] McDonald, J. B. A Generalization of the Beta Distribution with Application. Journal of Econometrics, 1995, 66, pp. 133-152.
- [3] Chotikapanich, D., W. Griffiths, and D. Rao. Estimating and Combining National Income Distributions Using Limited Data, Journal of Business and Economic Statistics, 2007, 25(1), 97-109.
- [4] 段景辉,陈建宝.基于家庭收入分布的地区基尼系数的测算及其城乡分解[J].世界经济,2010,(1):100-122.  
Duan J H, Chen J B. Estimation and Urban-Rural Decomposition of Gini Coefficient Based On Household Income Distribution[J]. World Economy, 2010, (1): 100-122.
- [5] 郑思齐,刘洪玉.住房需求的收入弹性:模型、估计与预测[J].土木工程学报,2005,(7):320-324.  
Zheng S Q, Liu H Y. Income Elasticity of Housing Demand in China: Model, Estimation and Forecast[J]. China Civil Engineering Journal, 2005, (7): 320-324.
- [6] 蔡莉,李晓梅.洛伦茨曲线对住房面积分布均匀性的实证研究[J].成都大学学报(自然科学版),2002,21(4):37-41.  
Cai L, Li X M. The Human Relations of the LUO Curve to Housing Area Even Anture of the Authentic Proof Analysis[J]. Journal of Chengdu University(Natural science), 2002, 21(4): 37-41.
- [7] Der Kiureghian A, Liu P L. Structural reliability under incomplete probability information[J]. Journal of Engineering Mechanics, 1986, 112(1): 85-104.
- [8] 吴帅兵,李典庆,周创兵.二维联合分布函数构造方法及其对结构可靠度的影响分析[J].工程力学,2012,29(7):69-74.  
Wu S B, Li D Q, Zhou C B. Bivariate Construction Methods and Its Effect on Structural Reliability[J]. Engineering Mechanics, 2012, 29(7):69-74.
- [9] 徐哲,吴瑾瑾,贾子君.基于联合概率分布的费用与进度联合风险估计[J].系统工程学报,2009,24(1):46-53.  
Xu Z, Wu J J, Jia Z J. Estimation of Risk Joint Probability to Cost and Schedule Integration Based on Joint Probability Distribution Theory[J]. Journal of Systems Engineering, 2009, 24(1): 46-53.
- [10] 吴振翔,陈敏,叶五一,缪柏其.基于Copula-GARCH的投资组合风险分析[J].系统工程理论与实践,2006,(03):45-52.  
Wu Z X, Chen M, Ye W Y, et al. Risk Analysis of Portfolio by Copula-GARCH[J]. Systems Engineering - Theory & Practice, 2006, (03): 45-52.

- 
- [11] Nataf A. Détermination des distributions de probabilités dont les marges sont données [J]. Comptes Rendus del'Académie des Sciences 1962, A 225: 42-43.
- [12] 章上峰, 许冰, 胡祖光. 中国城乡收入分布动态演进及经验检验[J]. 统计研究, 2009, 26 (12): 33-40.  
Zhang S F, Xu B, Hu Z G. Dynamic Depict and Empirical Test of Urban-Rural Income Distributions in China[J]. Statistical Research, 2009, 26 (12): 33-40.
- [13] 张敏. 保障性住房公平分配机制探析[J]. 中国经贸导刊. 2011(22): 41-42.  
Zhang M. The Mechanism of Equitable Distribution of Affordable Housing[J]. China Economic & Trade Herald, 2011(22): 41-42.