

# 基于 DEA - PNN 的中国上市房地产企业效率研究

冉茂盛,徐 彪

(重庆大学 经济与工商管理学院,重庆 400044)

**摘要:**文章运用传统的数据包络分析方法(DEA)对上市房地产企业的效率进行评定,引入相应的分类指标对 DEA 在不变规模收益下求得的效率值进行分类,然后使用概率神经网络(PNN)和传统的多重判别分析方法(MDA)对分类效果进行模式识别,并比较了两种方法的识别精确度,研究发现:(1)PNN 的预测精度要优于传统的判别分析方法;(2)通过 DEA 的求解结果可以得出所有上市房地产企业的标杆企业;(3)当前上市房地产企业的总体效率值偏低,有巨大的提升空间。

**关键词:**房地产企业;数据包络分析;概率神经网络;多重判别分析

中图分类号:F293.35

文献标志码:A

文章编号:1008-5831(2013)03-0059-06

## 一、国内外研究现状

近年来,房地产业发展迅速,对经济发展的拉动作用十分明显,已经成为中国的支柱产业之一,同时房地产行业是受国家宏观调控影响非常大的行业。因此,房地产企业的经营状况和经营效率如何,是政府决策者和证券市场投资者共同关注的问题。本文以此为切入点,研究房地产公司的经营效率状况。

陈兆东等利用灰色理论和数据包络分析方法(DEA)分析了上市房地产公司的股票价值<sup>[1]</sup>。施金亮利用数据包络分析方法查找到上市房地产公司的标杆企业,并对企业的效率进行了评价<sup>[2]</sup>。袁方利用 DEA 对 2000 - 2007 年的上市房地产企业进行了实证分析,并提出了相应的优化方案<sup>[3]</sup>。

神经网络被用于事例的分类情况,在近几年的使用也相当广泛。叶志峰、孙建国利用概率神经网络(PNN)的模式识别有效地诊断发动机的各类故障<sup>[4]</sup>;李东辉、刘浩利用概率神经网络有效地诊断了智能大厦空调系统中的各种故障<sup>[5]</sup>;迟国泰等利用 BP 神经网络有效地对中国商业银行的效率进行了系统评价<sup>[6]</sup>。Wu Deshen 利用 DEA - PNN 方法的综合测定了加拿大顶端商业银行的效率<sup>[7]</sup>。

从上面的文献回顾中可以看出,大量文献研究了房地产效率和使用 PNN 的模式识别功能,但是,只有少量国外文献结合使用数据包络分析方法和概率神经网络方法做银行效率方面的实证分析,没有涉及上市房地产企业效率的分析。考虑到房地产企业在中国经济发展中的支柱作用,同时房地产行业是受国家宏观调控影响非常大的行业,这也使得关注上市房地产公司的经营效率状况成为当务之急。因此,在本文中使 DEA - PNN 方法测定上市房地产公司的效率:一方面为政策制定者提供实证依据;另一方面也填补了此方面研究的空缺。

收稿日期:2013 - 01 - 20

基金项目:国家自然科学基金项目“大股东控制下的中国上市公司资本配置行为研究”(70772100);重庆市教委科技项目(KJ100609)

作者简介:冉茂盛(1963 -),男,重庆人,重庆大学经济与工商管理学院教授,博士研究生导师,主要从事公司治理、技术管理研究。

## 二、理论模型

### (一) DEA 模型

数据包络分析方法(DEA)是由美国著名管理科学专家 Charnes、Cooper 和 Rhodes 于 1978 年提出的评价效率的一种线性非参数规划法,是研究具有多个输入和多个输出决策单元相对有效性的一种卓有成效的方法。DEA 通过比较不同的决策单元的输入输出情况,并赋予每个决策单元一个效率值,然后找出效率表现最好的单位组成效率前沿,在效率前沿上的单位是有效率的,不在效率前沿上的单位是相对没有效率的。

在不变规模收益模型中,设有  $T$  家单位,它们使用  $m$  种投入,  $n$  种产出,  $I_s = (i_{1s}, i_{2s}, \dots, i_{ms})^T$  表示  $s$  单位的投入向量,  $i_{js} (j = 1, 2, \dots, m)$  表示  $s$  单位的第  $j$  种投入量,  $O_s = (O_{1s}, O_{2s}, \dots, O_{ns})^T$  表示  $s$  单位的产出向量,  $O_{js} (j = 1, 2, \dots, n)$  表示  $s$  单位的第  $j$  种产出量,  $\theta_s$  表示  $s$  单位的最优效率值,则有 DEA 模型如下:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta_s \quad s = 1, 2, \dots, T \\ \text{s. t. } & \sum_i \lambda_i I_i - \theta_s I_s \leq 0, \quad \forall I_k \\ & \sum_i \lambda_i O_i - O_s \geq 0, \quad \forall O_k \\ & \lambda_i \geq 0, \quad \forall i \end{aligned} \quad (1)$$

实际上,用不变规模报酬模型测算所得到的技术效率值(TE)实际上一个综合效率值,包含了纯技术效率(PTE)和规模效率(SE)两个方面内容,即  $TE = PTE \times SE$ ,为了测算纯技术效率水平,Banker、Charnes 和 Cooper 在不变规模收益模型(1)的基础上增加约束条件  $\sum \lambda_i = 1$  即得到了可变规模收益模型,此时求得的技术效率值是纯技术效率值。通过分别运行在不变规模收益下和可变规模收益下的数据包络分析模型可以分别得到效率值  $\theta_1$  和  $\theta_2$ ,当  $\theta_1 = \theta_2$  时,各单位的规模收益值都为 1,即各单位都处于最佳规模收益水平,否则,各单位的规模收益水平都有一定程度的损失。

### (二) PNN 模型

概率神经网络(PNN)模型是非线性、非参数的模式识别方法,不需要假定随机变量的分布情况,在模型中使用所有的数据,与多数网络不同,它不需要从各个神经元到输入神经元的反馈,能够并行地完成运算,训练速度非常快。

PNN 由四层组成,它们的功能如下所示:第一层为输入层,每个神经元均为输入单元,这一层的作用只是将输入信号传递给所有隐藏层单元,输入单元的神经元数目由输入变量的个数决定;第二层称之

为隐藏层,它与输入层之间通过连接权重相连接,对输入单元的输出数据进行非线性运算;第三层称之为累加层,它具有线性求和的功能,对隐藏层的输出数据进行简单的累加,这一层的神经元数目与欲分类的模式数目相同;第四层即输出层具有判决功能,它的神经元输出为离散值,例如 1, 2 或者 3,分别代表着输入模式的不同类别。概率神经网络的结构如图 1 所示。

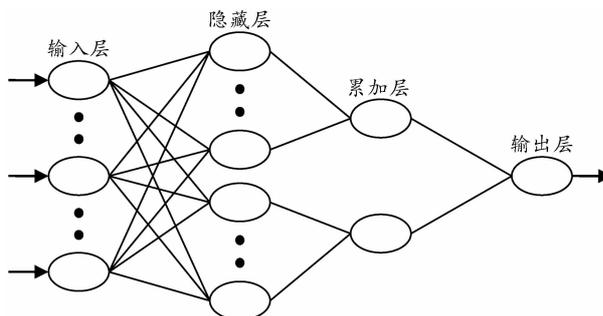


图1 概率神经网络图

### (三) 多重判别分析法

多重判别分析方法是根据观测或测量到的若干变量值,判断研究对象如何进行分类的方法。首先,从中筛选出能提供较多信息的变量,根据错判率最小的原则建立相应的线性判别函数,对于每个个体进行判别分析时,把测试的各变量值代入判别函数,得出判别分数,从而确定个体属于哪一类。

多重判别函数的一般形式是:

$$Y_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

其中,  $Y_i$  表示第  $i$  类的判别函数值;  $X_1, X_2, \dots, X_n$  为反映研究对象特征的变量;  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$  为各变量的系数,也称判别系数,  $a_{in}$  表示研究对象第  $n$  个特征的第  $i$  类判别系数,  $m$  表示类别数。

## 三、模型的实证分析

### (一) 指标选取

样本上市公司数据选取。本文选择了 2010 年的所有上市公司作为样本数据进行研究,来分析上市房地产企业的整体效率水平。具体包括万科 A、世纪星源、深振业 A、中国安保、深物业 A、沙河股份、招商地产、正和股份、西藏城投、京能置业、天业股份、世茂股份、北辰实业等 125 家上市房地产企业。

指标数据选取。把每个上市公司作为一个决策单元,选择能够代表上市公司经营管理效率和资本效率的指标,用以衡量上市房地产企业的整体绩效,根据本文研究的需要选取如下指标:  $I_{1s}$  表示总资产(万元),表示第  $s$  家上市房地产企业的所有资产总量;  $I_{2s}$  表示股东权益(万元),表示第  $s$  家上市房地产

企业的所有股东拥有的权益之和;  $O_{1s}$  表示净利润(万元),表示第  $s$  家上市房地产企业的当年扣除税收后的利润净额;  $O_{2s}$  表示资产净利率(元/元),反映第  $s$  家上市房地产每单位资产的单位收益;  $O_{3s}$  表示权益净利率(元/元),反映第  $s$  家上市房地产企业的每单位权益的单位收益。

指标数据处理。由于 DEA 方法要求输出数据必须是非负的,输入数据是正确的,其中有 9 个样本数据不符合要求,它们是深国商、绿景控股、金宇车城、国兴地产、ST 兴业、ST 联华、ST 圆城、运盛实业、ST 中房,把它们都剔除后,还剩下 116 个样本。

表 1 上市房地产的效率得分

序号	企业	crste	vrste	scale	规模收益	peers
1	万科 A	0.916	1.000	0.916	drs	1
2	世纪星源	0.679	0.711	0.956	irs	34,103,64
3	深振业 A	0.077	0.096	0.798	drs	50,34,14
4	中国安保	0.133	0.159	0.837	drs	50,34,14
5	深物业 A	0.046	0.071	0.655	drs	50,34,14
6	沙河股份	0.059	0.060	0.983	drs	64,34,50
7	招商地产	0.379	1.000	0.379	drs	7
8	深深房 A	0.140	0.145	0.961	drs	64,34,14,50
9	中粮地产	0.224	0.304	0.739	drs	74,34,116,14
10	华联控股	0.068	0.084	0.817	drs	50,34,14
...	...	...	...	...	...	...

注:因篇幅所限,11 到 116 序号省略。数据来源:根据上市公司公开数据整理分析。

从表 1 中可以看出,所有可变规模收益的效率值均不低于不变规模收益的效率值。根据前面的理论可知,在两者的效率值相等时,是有规模效率的。在表 1 中 scale 一列可以看出总共有四家上市企业是有规模效率的,它们分别是泛海建设、新华联、中江地产、刚泰控股;在两者的效率值不相等的时候,是相对无规模效率的,若 scale 的值越小则说明其相应的决策单元的相对无规模效率程度越高,在表 1 中 scale 一列可以看出总共有 112 家上市企业是相对无规模效率的,它们包括万科 A、世纪星源、深振业 A、中国安保、深物业 A、沙河股份、招商地产、正和股份、世茂股份、北辰实业等。

同时,在不变规模收益下,DEA 方法求得的所有上市房地产企业的综合效率值均值为 0.204,这意味着有均值效率的公司达到有效率时可以节省 79.6% 的成本,此时有效率的上市企业共四家,它们是泛海建设、新华联、中江地产、刚泰控股,占总上市企业数 3.45%;在可变规模收益下,DEA 方法求得的所有上

## (二)DEA 模型求解

本文使用软件 DEAP2.1 计算所有样本房地产企业的效率值,其运行结果如表 1 所示(其中 crste 表示在规模收益不变的情况下求得的技术效率值, vrste 表示在规模收益可变的情况下求得的纯技术效率值, scale 表示规模效率值,其值等于 crste/vrste,规模收益表示企业的收益是递增的、递减的还是不变的,其中“-”表示规模收益不变,drs 表示规模收益递减,irs 表示规模收益递增,peers 表示决策单元标杆的企业)。

市房地产企业的综合效率值均值为 0.308,这意味着有均值效率的公司达到有效率时可以节省 69.2% 的成本,此时有效率的上市企业共 13 家,包括万科 A、中关村、金科股份等,占总上市企业数 11.21%

在表 1 中从规模收益一列可以看出,规模收益不变的上市房地产企业有 6 家,占全部样本数的 5.17%,它们是泛海建设、ST 珠江、新华联、荣丰控股、中江地产、刚泰控股;规模收益递增的上市房地产企业有 13 家,占全部样本数的 11.21%,包括世纪星源、宜华地产、旭飞投资、万泽股份等;规模收益递减的上市房地产企业有 97 家,占全部样本数的 83.62%,包括万科 A、深振业 A、中国安保、深物业 A、沙河股份、招商地产等。

当然,DEA 求出的效率比较好的公司可以作为其他公司的标杆公司,在表 1 中最后一列的 peers 便是上市房地产企业决策单元相对应的标杆公司,对标杆公司被参照的次数进行总结可以得到图 2 所示的柱状图。从图 2 中可以看出被其他上市企业作为

标杆次数最多的企业是新华联, 多达 98 次; 其次是泛海建设, 多达 71 次; 然后是中关村, 多达 68 次; 最后是中江地产 31 次、北辰实业 18 次、刚泰控股 15 次、世联地产 14 次、保利地产 10 次、创新资源 8 次、招商地产 4 次、万科 A3 次、金科股份 2 次、中弘股份 1 次。再者, 被标杆的次数也可以用来衡量有效率的公司对无效率的公司的有效程度, 其频数越高说明其有效程度越高。

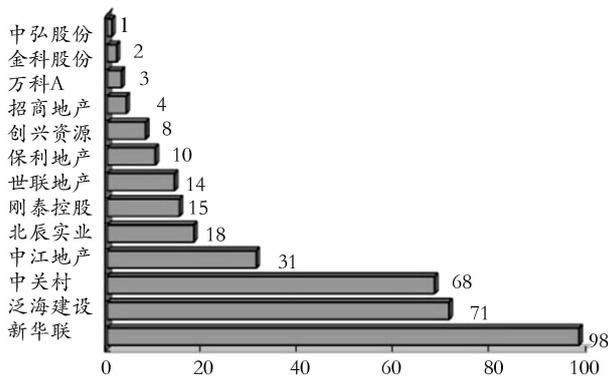


图2 被标杆企业的频数

### (三) DEA - PNN 模型实证分析

首先, 为了更好地应用概率神经网络的模式识别功能, 根据表 1 中求得的结果, 按照如下标准, 把表 1 中求得的上市房地产公司的技术效率值 (crste) (考虑到所有决策单元的效率评价口径的一致性, 此处使用不变规模收益求得的效率值) 分为四种类别: 效率值大于 0.85 的属于第一类, 表示有效率, 用数字 1 表示; 效率值大于 0.6、小于或等于 0.85 的属于第二类, 表示相对有效率, 用数字 2 表示; 效率值大于 0.3、小于或等于 0.6 的属于第三类, 表示相对无

效率, 用数字 3 表示; 效率值小于或等于 0.3 的属于第四类, 表示无效率, 用数字 4 表示。

其次, 确定概率神经网络的输入输出数据。本文的输入数据选为每个决策单元总资产、股东权益和在规模报酬不变的情况下数据包络分析方法求得的效率值, 输出数据选为根据以上标准确定的决策单元的效率所属模式。由于神经网络要求输入数据必须在 0 到 1 的范围内才有较高的精确度, 因此对决策单元的总资产数据和股东权益数据进行无量纲化和单位化处理, 本文选取总资产的最大值和股东权益的最大值进行无量纲化和单位化处理, 其公式如下:

$$\begin{cases} I'_{1s} = I_{1s} / \max(I_{1s}) \\ I'_{2s} = I_{2s} / \max(I_{2s}) \end{cases} \quad s = 1, 2, \dots, 116$$

在使用神经网络对决策单元进行模式识别前, 需要先把数据随机分为两组, 一组用于神经网络的训练, 另一组测试神经网络的预测准确度, 考虑到所有上市房地产公司所有数据收集时排序的随机性, 故选取前 80 个上市房地产公司的数据对神经网络进行训练, 然后使用剩下的 36 个上市房地产公司测试神经网络的预测精度。有很多计算机软件可以进行神经网络的建模和分析, 本文选择 Matlab 仿真系统软件包进行仿真分析, 求得的结果如表 2 中的表 a 所示, 在表 a 中 80 个用于训练数据的预测准确度达到了 100%, 36 个测试数据的预测准确度达到了 94.44%, 116 个数据的总的预测准确度达到了 98.28%, 这说明了概率神经网络在模式识别方面的准确度相当高。

表 2 不同分类方法的效果对比

表 a: PNN					
训练个数					80
预测不准确个数					0
预测不准确率					0%
测试个数					36
测试不准确个数					2
测试不准确率					5.56%
总不准确率					
表 b: MDA					
每类个数	1	2	3	4	总数
1	6	0	0	0	6
2	0	4	0	0	4
3	0	0	10	4	14
4	0	0	0	92	92
类概率	1	2	3	4	
1	100	0	0	0	100
2	0	100	0	0	100
3	0	0	71.4	28.6	100
4	0	0	0	100	100

下面使用传统的多重判别分析方法(MDA)进行模式识别,输入数据和神经网络单位化以后的数据相同,输出数据和神经网络的数据也相同,然后使用SPSS软件进行求解,得到如表2中的表b所示的结果。表b中每一行表示竖列相应类被识别成此类的个数,每一列表示此类被识别成横行相应类的个数,例如:第三行表示第一类被识别成此类的为零,第二类被识别成此类的为零,第三被识别成此类的个数为10,第四类被识别成此类的个数为4,14表示被识别成第三类的总个数为14;第四列表示第四类被识别成第一类的个数为零,被识别成第二类的个数为零,被识别成第三类的个数为4,被识别成第四类的个数为92。

为了比较概率神经网络和多重判别分析方法模式识别的优劣,一种比较有效的测度方法是计算每种方法的命中率,其值等于识别准确的个数占总数的比率,从表2中可以看出PNN方法训练时分类识别的准确率达到100%,测试的时候分类识别的准确率为94.44%,总的分类识别的准确率为98.28%,而MDA模型的分类识别准确率为96.56%,小于PNN的预测精度,表明概率神经网络在模式识别方面优于传统的多重判别分析方法。

#### 四、结论与意义

本文运用传统的DEA方法对上市房地产企业的效率进行评定,引入相应的分类指标对DEA在不变规模收益下求得的效率值进行分类,然后使用概率神经网络(PNN)和传统的多重判别分析方法(MDA)对分类效果进行识别,并比较了两种方法的识别精确度,得到如下的结果。

第一,当前上市房地产企业的总体效率值偏低,有巨大的提升空间。从表1中的数据可知,在不变规模收益下,DEA方法求得的所有上市房地产企业的综合效率值均值为0.204,有效率的上市企业共4家,它们是泛海建设、新华联、中江地产、刚泰控股,占总上市企业数3.45%;在可变规模收益下,DEA方法求得的所有上市房地产企业的综合效率值均值为0.308,有效率的上市企业共13家,包括万科A、中关村、金科股份等,占总上市企业数11.21%。这在一定程度上说明了上市房地产行业的整体绩效偏低,竞争力偏弱,综合实力不足,有巨大的改进余地和提升空间。

第二,通过DEA的求解结果可以得出所有上市房地产企业的标杆企业。在表1中最后一列给出了每个上市公司的标杆企业(peers),把每个标杆企业被标杆的次数统计可得出如图2所示的结果,从图2

中可以看出,被其他所有的上市企业标杆次数最多的企业是新华联,多达98次,其次是泛海建设,多达71次,然后是中关村,多达68次。

第三,PNN方法比传统的MDA方法有更好的分类识别效果。在表2中,对比了概率神经网络(PNN)和传统的多重判别分析方法(MDA)在模式识别的精确度问题,得出概率神经网络在网络训练时的识别精度达到了100%,误差为零,网络测试的准确率为94.44%,所有上市房地产企业模式被识别的准确率为98.28%,而MDA模型的分类识别准确率为96.56%,这说明概率神经网络在模式识别方面的准确度要优于多重判别分析方法,有更高的识别准确度和更低的识别误差。

第四,DEA方法和PNN方法的结合使用能有效地评定并分类上市房地产企业的效率。本文运用传统的数据包络分析方法(DEA)对上市房地产企业的效率进行评定,引入相应的分类指标对DEA在不变规模收益下求得的效率值进行分类,然后使用概率神经网络(PNN)对分类后的结果进行模式识别,达到了很好的识别效果。通过数据包络分析方法和概率神经网络方法的结合使用,本文不仅判定了相应房地产企业的运行效率情况、对不同效率的上市房地产企业进行归纳分类,而且结合效率值和分类后的结果对企业的模式进行识别,并达到了较高的准确度。

通过以上的结果分析可以发现,当前中国上市房地产企业的总体效率值偏低,运行效率低下,综合竞争力弱,这就要求从整体上提高上市房地产企业的综合竞争力。考虑到标杆企业的综合实力强、运营效率高,对上市房地产企业具有良好的示范效应,通过对标杆企业经营模式、管理模式和风险控制流程等方面的学习借鉴,可以改善中国上市房地产企业的运营模式,优化企业的管理策略,提升企业的风险控制能力,整体提高中国上市房地产企业的运营效率。同时,要发挥政策的引导和调控作用,对效率低下和规模小的企业进行整合,鼓励效率好的企业又好又快地发展,进而推动房地产市场的产业结构优化升级,整体提升房地产市场的综合竞争力,推动中国上市房地产企业健康、稳定、快速发展。最后,数据包络分析方法和概率神经网络方法结合使用为研究上市房地产企业的效率提供了一种崭新的视角,也为其他类似的效率研究方法提供了一定的借鉴意义。此外,通过设立不同的指标分析体系,DEA-PNN方法也可适用具有其他特征的行业绩效评价和效率

分析。

#### 参考文献:

- [1] 陈兆东,任宏,黄永伟. 上市房地产公司股票价值分析方法[J]. 重庆建筑大学学报,2001,23(2):61-64.
- [2] 施金亮,杨俊. 数据包络分析方法评价房地产上市公司绩效[J]. 上海大学学报,2006,12(3):325-330.
- [3] 袁方. 基于DEA的中国房地产行业运行效率评价及优化分析[J]. 中国管理科学,2009,14(5):60-63.
- [4] 叶志峰. 基于概率神经网络的发动机故障诊断[J]. 电力科学,2002(2):155-158.
- [5] 李冬辉. 基于概率神经网络的故障诊断及应用[J]. 系统工程与电子技术,2004(7):997-1002.
- [6] 迟国泰. 基于神经网络的中国商业银行效率综合评价[J]. 哈尔滨工业大学学报,2006,4(4):27-30.
- [7] WU Deshen, YANG Zijiang, LIANG Liang. Using DEA-neural network approach to evaluate branch efficiency of a large Canadian bank[J]. Expert Systems with Application, 2006, 31(1):108-115.
- [8] 任承雨. 辽宁沿海经济带港口竞争力和效率评价[J]. 资源开发与市场,2011,27(11):10-12.
- [9] 袁峰. 房地产上市公司的绩效[J]. 兰州学刊,2010,1(1):24-27.
- [10] MOSTAFA M M. Modeling the efficiency of top Arab banks: A DEA - neural network approach[J]. Expert Systems with Application, 2009, 36:309-320.
- [11] 刘永乐,孙仲明. 房地产上市公司经营效率的DEA评价[J]. 统计与信息论坛,2006,21(1):74-78.
- [12] 飞思科技产品研发中心. 神经网络理论与MATLAB7实现[M]. 北京:电子工业出版社,2006.

## Using a DEA - PNN Approach to Model the Efficiency of Real Estate Public Company

RAN Maosheng, XU Biao

(School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

**Abstract:** This study investigates the efficiency of real estate public company using data envelopment analysis. At the same time, the study puts forward the classifying index to classify the effective values solved by the data envelopment analysis method on the condition that the return to the scale is unchanged. Then the study uses the PNN method and MDA method to verify the effectiveness of classification and compares the classification accuracy of the probabilistic neural network (PNN) and the traditional multiple discriminant analysis(MDA) and the result shows that (1) the predicting accuracy of the PNN is better than the traditional MDA; (2) The benchmark enterprise can be concluded through the DEA method; (3) The current listed real estate enterprises overall efficiency value are low and have huge promotion space.

**Key words:** real estate enterprise; data envelopment analysis; probabilistic neural network; multiple discriminant analysis

(责任编辑 傅旭东)