

中国烟草加工企业技术效率分析

——基于参数方法与非参数方法的对比研究

蔡海龙,王秀清

(中国农业大学 经济管理学院,北京 100094)

摘要:针对中国烟草加工企业因规模扩张而出现的效率低下等问题,使用 2000—2006 年企业层面的截面数据,运用参数方法与非参数方法测算了中国烟草加工企业的技术效率,并对两种方法的测算结果进行了比较分析。结果表明:两种测算结果存在较高的相关性,测算结果比较可靠;2000—2006 年中国烟草加工企业的平均技术效率为 0.74~0.79,具有稳步上升趋势;行业整体规模效率较高,但规模报酬递减的企业所占的比重有所增大。

关键词:技术效率;规模效率;数据包络分析;随机前沿分析

中图分类号:F424.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2008)12-0024-06

中国是全球最大的烟草生产和消费国,卷烟的生产和消费均占到全球卷烟生产和消费的三分之一。烟草行业是我国国民经济的支柱产业之一,与全国一亿多人口的经济生活息息相关,是重要的就业渠道之一。烟草税收占全国财政总收入的十分之一,是我国财政收入的主要来源之一。但长期以来,烟草行业存在结构分散、集中度低、总体竞争力弱等问题,因此,自 20 世纪 90 年代以来,着眼于提高总体竞争实力和保持平稳发展,中国烟草行业进行了大规模的兼并重组,使得企业数量不断减少、规模不断扩大,行业整体效率也有所提升。

20 世纪 90 年代中后期,我国烟草行业在基本完成关闭计划外烟厂任务的基础上,重点转向了关闭年卷烟生产规模在 10 万箱以下的小烟厂,并积极推进中型卷烟工业企业的横向兼并。全国卷烟工业企业数量开始逐年递减,如图 1 所示。尤其是自 2002 年烟草行业大规模进行重组整合以来,全国卷烟加工企业迅速减少,其中 2002 年减少至 127 家,2004 年减少至 78 家,到 2006 年卷烟加工企业数量仅为 37 家。

随着企业数量的不断减少、企业规模的不断扩大,行业整体绩效有所提升,这从图 2 所示的烟草行业产量、利润、税收图中可以看出。2000 年以来,卷烟产量稳步增长,2000—2006 年全国卷烟产量年均增长率为 3.5%,2006 年全国卷烟产量达到 2.02 亿

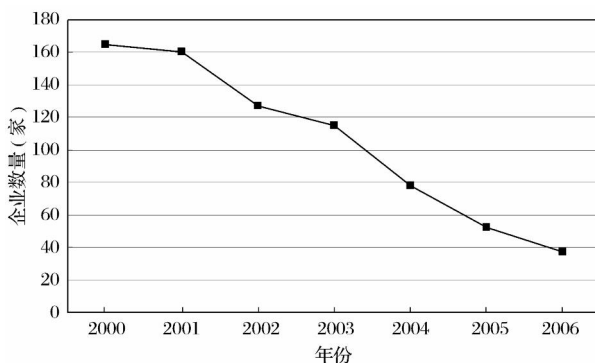


图 1 2000—2006 年全国卷烟工业企业数量变化情况

注:此处的企业数量与后面测算技术效率的样本数量有一定差异,这是由于有些企业的统计资料不全所致。

资料来源:2000—2006 年《烟草系统统计年报》。

万支。与此同时,烟草行业的税收和利润也在不断增长,尤其是 2006 年税收和利润比 2005 年翻了一番。这说明近几年在烟草行业内部进行的兼并重组发挥了规模优势,行业整体绩效有了一定提升。

然而,从企业层面来看,企业规模的扩张往往会产生管理效率低下、资源配置不合理等“大企业病”现象。本文针对这一现象,利用企业层面数据,分析烟草行业的技术效率和规模效率。本文使用参数方法与非参数方法测算企业的技术效率,其目的是为了相互弥补两种方法的缺点,使测算结果更加可靠。

收稿日期:2008-10-17

作者简介:蔡海龙(1982—),男,甘肃人,中国农业大学经济管理学院博士研究生,研究方向:产业组织理论;王秀清(1966—),男,河北人,中国农业大学经济管理学院院长、教授,博士生导师,研究方向:农业经济理论与政策。

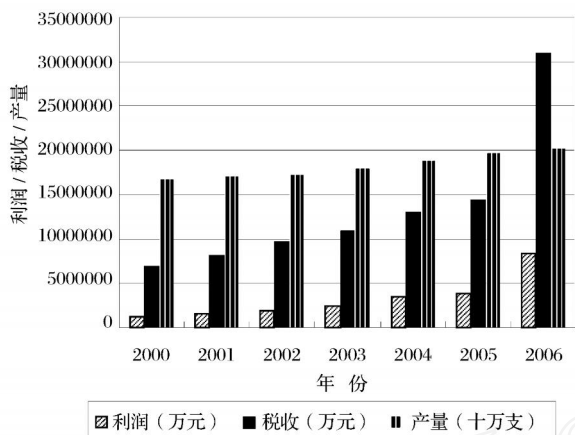


图2 2000—2006年烟草行业产量、利润、税收情况
资料来源:2000—2006年《烟草系统统计年报》。

在研究中,本文假定企业使用三种投入要素(资本、劳动力和中间投入)和一种产出(卷烟),以2000—2006年每年的烟草加工企业作为样本,测算了各年烟草加工企业的技术效率和规模效率。测算结果表明:两种方法的测算结果有很好的 consistency,测算结果比较可靠;烟草行业的技术效率在0.74~0.79之间,仍然有21%~26%的提升空间;烟草行业整体的规模效率基本接近规模经济,但是规模报酬递减的企业数量却在不断增加。

1 技术效率的测量

现代企业效率的测量是由 Farrell^[1]首先提出的。Farrell指出企业效率由技术效率和配置效率两部分构成,技术效率反映在投入一定的情况下企业获得最大产出的能力,配置效率反映在要素价格一定的情况下企业合理使用要素的能力。技术效率和配置效率结合起来可以反映企业的经济效率。本文主要涉及技术效率的测算。

在过去的50年里,技术前沿或技术效率的测算主要依赖于两种方法:一种是非参数方法,另一种是参数方法。非参数方法是在 Farrell 研究的基础上,由 Boles^[2]和 Afriat^[3]进行了进一步完善,但是这一方法一直没有引起广泛的重视,直到 Charnes、Cooper 和 Rhodes^[4]将这种方法命名为“数据包络分析”(data envelopment analysis, DEA)后才被广泛应用。参数方法是依据经济学理论估计生产函数,确定各生产要素对产出的贡献,不能被要素贡献所解释的部分被定义为企业技术效率。这种用于测算企业技术效率的生产函数被称为随机前沿生产函数。随机前沿分析方法(stochastic frontier analy-

sis, SFA)最早是由 Aigner 等^[5]和 Meeusen 等^[6]分别独立提出的。后来 Battese 和 Coelli^[7-8]对随机前沿函数理论进行了改进,并得到了广泛应用。

这两种方法各有优缺点。非参数方法的优点是无需估计企业的生产函数,从而避免了因错误的生产函数形式所带来的问题;缺点是对计算方法要求较高、对生产过程没有任何描述。参数方法的优点是依据经济学理论对生产过程进行了描述,得到的参数可以进行统计检验,但是有可能由于使用错误的生产函数形式而得到错误的结论。因此,本文将同时使用这两种方法,并对结果进行比较分析,目的是为了得到比较可靠的测算结果。

1.1 数据包络分析

数据包络分析方法是一种非参数线性规划方法,常用来估计生产技术前沿。这种方法不依赖于具体的生产函数形式,而是利用样本数据来构建生产技术前沿。样本中最有效率的企业(或决策单元)处在生产技术前沿上,其技术效率为1,其他企业的技术效率由企业所处的位置与技术前沿的距离来衡量,可由图3所示的技术效率图来说明。

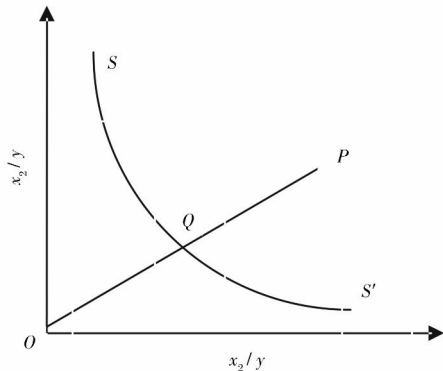


图3 技术效率

假定企业使用两种要素投入,用 x_1 和 x_2 表示,生产单一产品 y ; SS' 是生产技术前沿,某企业单位产出的要素组合点为 P ,那么企业的技术效率被定义为 $TE = OQ/OP$ 。

Charnes、Cooper 和 Rhodes 在规模报酬不变(constant returns to scale, CRS)的条件下建立了数据包络模型。随后 Banker、Charnes 和 Cooper^[9]提出了规模报酬可变(varying returns to scale, VRS)模型。由于 VRS 模型同时计算了在规模报酬不变和规模报酬可变两种情况下的技术效率,并且可以测算规模效率,因此本文使用 Banker 等提出的可变规模报酬模型进行测算。

假设有 N 个企业(或决策单元),使用 K 种投入,产出 M 种产品,则具体的优化模型如下所示:

$\min_{\theta, \lambda} \theta;$

$- y_i + Y\lambda \geq 0$

$\theta_{x_i} - X\lambda \geq 0$

$N1 \lambda \leq 1$

$\lambda \geq 0$

$s. t.$

$\circ$

其中： θ 是目标函数； y_i 为第 i 家企业的产出向量； x_i 为第 i 家企业的投入向量； λ 是一个 $N \times 1$ 阶的常数向量； X 表示 $K \times N$ 阶投入矩阵； Y 表示 $M \times N$ 阶产出矩阵； $N1$ 是一个 $N \times 1$ 阶向量，反映生产技术前沿的凸性特征。

1. 2 随机前沿函数分析

随机前沿函数是一种常用的参数方法，通过对随机前沿生产函数的参数进行估计可测算技术效率。这种方法首先假定一个生产函数，通过估计生产函数，确定各生产要素对产出的贡献，不能被要素贡献所解释的部分被定义为企业的技术效率。

假设企业使用 K 种要素，生产一种产品，Battese 和 Coelli 所提出的模型表达式为：

$$Y_i = X_i\beta + (V_i - U_i)。$$

其中： Y_i 是第 i 家企业的产量； X_i 是第 i 家企业的 $K \times 1$ 阶投入向量； β 是待估计参数向量； V_i 为模型的随机误差，服从标准正态分布 $N(0, \sigma_v^2)$ ； U_i 为非负随机变量，反映生产过程中的技术无效率，服从均值为 μ 、方差为 σ_u^2 的截断正态分布。根据 Jondrow 等^[10]的论述，由于 V_i 的存在，不可能通过回归结果来确定 U_i ，但是在给定 $e_i = V_i - U_i$ 的条件下，企业的技术效率指数可以定义为 $TE_i = E(U_i | e_i)$ 。

以上生产函数可以根据研究的需要采用不同的函数形式，本文使用 Cobb-Douglas 生产函数形式进行估计：

$$\ln Y_i = A + \sum_j \beta_j \ln X_{ij} + V_i - U_i (j = 1, 2, \cdots, k)。$$

2 数据来源

参数方法与非参数方法均使用投入产出数据。本文考虑三种要素投入生产一种产品的情况。三种要素投入分别为劳动力 (L)、资本 (K) 和中间投入 (M)；产出为一种产品卷烟 (Y)。其中：劳动力用烟草加工企业的职工人数来衡量；资本用烟草加工企业的固定资产平均值来反映；中间投入数据使用卷烟生产过程中的烟叶投入量；用卷烟产量衡量烟草加工企业的产出。样本为 2000—2006 年各年度烟草加工企业截面数据，其中 2000—2006 年各年的有效样本数分别为 144、140、124、114、78、52、37。所有数据均来自 2000—2006 年国家烟草专卖局《烟草系统统计年报》。

3 测算结果

本文分别测算了 2000—2006 年每年各烟草企业的技术效率，并进行了对比分析。由于在此期间烟草行业进行了大规模的兼并重组，烟草企业数量变化巨大，各年份截面单元无法一一对应，所以没有使用面板数据进行估计和求解。同时，考虑到技术进步的存在，因此也没有将 7 年的数据放在一起作为混合数据进行估计和求解^①。本节首先对两种方法的测算结果进行了相关性分析，然后讨论烟草加工企业的技术效率，最后分析企业的规模效率。

3. 1 相关性分析

在对数据包络模型进行求解时，本文使用了 DEAP2. 1 软件进行求解；在估计随机前沿函数时使用了 FRONTIER4. 1 软件。由于各年份企业数量众多，所以本文只给出各年份烟草加工企业技术效率的平均值，结果见表 1 和表 2。

表 1 数据包络模型的求解结果

年份	样本量(个)	技术效率		
		不变规模报酬(CRS)	可变规模报酬(VRS)	规模效率
2000	144	0. 704	0. 731	0. 962
2001	140	0. 717	0. 743	0. 963
2002	124	0. 742	0. 800	0. 929
2003	114	0. 744	0. 801	0. 927
2004	78	0. 780	0. 847	0. 925
2005	52	0. 780	0. 878	0. 896
2006	37	0. 823	0. 907	0. 911

① 由于测算技术效率时要首先假定一个技术前沿，这就意味着假定技术不变，这样企业的技术效率与技术前沿之间的距离才是可测的，因此本文分别估计了 2000—2006 年每年企业的技术效率，而没有把 7 年的数据放在一起进行估计。事实上，Battese 和 Coelli 已经建立了反映技术随时间变化的模型(详细内容见 Battese 和 Coelli, 1992)，只不过这种模型需要使用面板数据，因此本文没有使用。

表2 随机前沿函数的估计结果

年份	常数项	烟叶产出弹性	劳动产出弹性	资本产出弹性	技术效率
2000	4.55 **	0.62 **	0.28 **	0.11 **	0.724
2001	4.44 **	0.71 **	0.27 **	0.02	0.791
2002	4.16 **	0.77 **	0.27 **	-0.03	0.823
2003	4.23 **	0.87 **	0.26 **	-0.10 **	0.617
2004	3.66 **	0.94 **	0.22 **	-0.12 *	0.780
2005	4.81 **	0.68 **	0.19 **	0.06	0.785
2006	4.34 **	0.59 **	0.22 **	0.19	0.792

注：“**”和“*”分别代表t统计值在1%和5%的置信度水平下显著。

由于数据包络模型使用线性规划方法求解,所以无法对模型的整体效果做出评价。用随机前沿函数估计得到的参数除资本投入的弹性在个别年份不显著外,其余参数均在1%的显著性水平下通过检验,同时模型的似然函数值都比较高,这说明模型的拟合效果比较好。

用参数方法与非参数方法测算的技术效率除2003年两个结果有较大差异外,其他年份基本一致。从技术效率所在区间来看:数据包络模型在规模报酬不变的假设下,(DEA-CRS)为[0.70,0.82],

在规模报酬可变的假设下,(DEA-VRS)为[0.73,0.90]^①;随机前沿函数模型(SFA)估计的技术效率区间为[0.62,0.82],若不包括2003年的测算值,则技术效率区间为[0.72,0.82]。两种方法测算的技术效率区间基本重合,这说明基于两种方法的测算结果基本一致。

以上结论仅仅是通过观察比较得到的结果,为了进一步验证用两种方法所测得结果的相关性,本文使用统计方法对两组结果进行相关性检验。Spearman相关性检验结果如表3所示。

表3 Spearman相关性检验结果

年份		规模报酬不变假设下 数据包络分析(DEA-CRS)	规模报酬可变假设下 数据包络分析(DEA-VRS)	样本量
2000	随机前沿函数 分析(SFA)	0.87	0.78	144
2001		0.84	0.78	140
2002		0.83	0.64	124
2003		0.76	0.61	114
2004		0.64	0.38	78
2005		0.84	0.64	52
2006		0.79	0.42	37
2000—2006		0.72	0.57	689

注:所有相关系数均在1%的显著性水平下通过检验(双尾检验)。

由表3可知:各相关系数均在1%的显著性水平下显著;用SFA与DEA测算得出的技术效率表现出很强的一致性,尤其是SFA和DEA-CRS之间的相关性很高。因此,从统计学的角度可以认为两种方法所测得的结果有很强的一致性,结果比较可靠。

3.2 技术效率分析

2000—2006年我国烟草企业技术效率有稳步上升趋势,这主要得益于近年来烟草行业不断进行的重组整合。但是用参数方法测算的技术效率在2003年有明显下降,其原因是随着企业间的重组与兼并,“大企业病”开始出现:企业规模不断扩张,多

点生产开始形成,但管理水平没有随之提升,导致业务流程不合理,管理层次较多,决策程序复杂,运行效率低下。虽然用非参数方法测算的技术效率在2003年没有下降,但与2002年相比基本没有增长。用两种方法所得结果出现差异的原因主要是参数方法是在控制了要素对产出贡献后来测算技术效率,而用非参数方法测算时无法控制要素对产出的贡献,所以企业合并后,要素对产出的贡献抵消了部分企业技术的无效率。

为了全面合理地评估烟草企业的技术效率,剔出偶然因素,本文计算了2000—2006年所有烟草企

① 在可变规模报酬假设下(VRS)所测算的技术效率略大于在不变规模报酬假设(CRS)下测算的值,其原因是在可变规模报酬假设下模型将部分技术无效率归因于规模效率。 $TE_{crs} = TE_{VRS} \times SE$ 。

业的平均技术效率,结果见表 4。

表 4 2000—2006 年我国烟草企业平均技术效率

	均值	标准差	样本量
CRS	0.74	0.189	689
VRS	0.79	0.181	689
SFA	0.75	0.161	689

平均技术效率最低的是 CRS,其值为 0.74,VRS 最高为 0.79,SFA 介于 CRS 与 VRS 之间,其值为 0.75,所以可以认为烟草行业的技术效率在

0.74~0.79 之间,这意味着在保持产量不变的情况下可以减少 20%~25%的要素投入。

此外,利用数据包络分析方法还可以计算出各要素投入的松弛变量(slacks)。松弛变量反映过量的要素投入,即一家企业在保持产量不变的情况下可以减少的要素投入。表 5 给出了各投入要素平均的松弛变量和各投入要素出现松弛变量的企业数量占样本量的比重。

表 5 投入要素的松弛变量和各要素出现松弛变量的企业所占比重

年份	松弛变量			各要素出现松弛变量的企业所占比重(%)		
	烟叶投入(万元)	劳动力(人)	资本(万元)	烟叶	劳动力	资本
2000	1517.007	12.614	2337.675	6.94	12.50	13.19
2001	635.663	11.654	3072.493	4.29	7.86	27.86
2002	41.308	10.553	3433.753	2.42	4.84	27.42
2003	266.961	9.135	2037.032	5.26	4.39	22.81
2004	814.650	22.529	3309.235	5.13	3.85	28.21
2005	0	30.978	1095.436	0.00	9.62	11.54
2006	3922.331	144.984	18734.331	10.81	8.11	27.03

注:各要素松弛变量的值为行业平均值;各要素出现松弛变量的企业所占比重=各要素出现松弛变量的企业数量/样本数量。

从表 5 可以看到,资本要素出现松弛变量的企业远高于其他要素。因为资本在短期内很难调整^①,所以企业合并后资本绝对数量突然增加,导致资本投入过剩。而其他要素投入如烟叶和劳动力在短期内相对而言比较容易调整,所以这两种要素出现松弛变量的企业数量较少。这一结果也与随机前沿函数估计的结果一致,即资本的产出弹性不显著,甚至为负数(见表 2)。这表明合并后的烟草企业内

部普遍存在资本过剩问题。

3.3 规模效率分析

用 DEA 测算的规模效率在 0.9~0.96 之间,如表 6 所示,这说明从整体来看我国烟草行业规模效率较高。这一点在用参数方法得出的结果中也可以得到证实,各要素产出弹性加总后其值约等于 1,这表明行业整体接近于规模报酬不变。

表 6 非参数方法测算的企业规模效率

年份	样本量	规模递增企业数量	规模递减企业数量	规模效率	规模递减企业产量份额(%)
2000	144	60	58	0.962	0.565
2001	140	44	67	0.963	0.645
2002	124	69	36	0.929	0.593
2003	114	52	45	0.927	0.648
2004	78	26	32	0.925	0.620
2005	52	16	27	0.896	0.762
2006	37	8	19	0.911	0.685

尽管烟草行业整体的规模效率较高,但近几年有下降趋势,究其原因仍然是企业兼并后没有合理配置资源从而导致企业规模报酬递减。从表 6 可以看到:2000—2003 年烟草加工行业中规模报酬递增的企业多于规模报酬递减的企业;但从 2004 年开始,规模报酬递减的企业开始多于规模报酬递增的

企业;从相对数来看,2000 年规模报酬递减的企业占企业总数的 40%,而到了 2006 年规模报酬递减的企业所占比重达到 51%,规模报酬递减的企业生产的卷烟产量所占的比重超过 50%,并且又有逐年增加的趋势。

① 在许多研究中,当处理短期问题时往往假定资本不变,在研究长期变化时才考虑资本的变化,其主要原因就是因为在短期内进行资本调整比较困难。

4 小结

本文测算了 2000—2006 年中国烟草行业的技术效率和规模效率。在选择测算方法时同时使用参数方法与非参数方法,以此来相互弥补两种方法各自的缺点,使测算结果更可靠。技术效率测算结果显示:中国烟草行业的平均技术效率在 0.74~0.79 之间;测得的平均技术效率最低的是 CRS,其值为 0.74,VRS 最高为 0.79,SFA 介于 CRS 与 VRS 之间,其值为 0.75。从基于 DEA 测得的松弛变量来看,资本要素出现松弛变量的企业远高于其他要素,这一结果与 SFA 估计的结果相互印证,说明烟草企业内部普遍存在资本过剩问题。从规模效率来看,烟草行业的整体规模效率较高,在 0.9~0.96 之间,但是有下降的趋势。从企业层面来看,规模报酬递减的企业所占的比例在上升,而规模报酬递增或不变的企业所占的比例在不断下降。

中国烟草行业在 20 世纪 90 年代后期实行了大规模的兼并与重组,企业数量不断减少,企业规模不断扩大,行业整体效益也在不断提升。但从企业层面来看,仍然存在一些问题:合并后的企业没有及时进行资源的重新配置和优化,导致投入要素过剩,尤其是资本投入过剩,“大企业病”开始显现。这将直接影响烟草加工企业的经济效益和国有资产的保值增值率,从而影响到国家的税收收入。

参考文献

- [1] FARREL M J. The measurement of productive efficiency [J]. Journal of Royal Statistical Society, 1957, Series A, 120(3): 253-290.

- [2] BOLES J N. Efficiency squared-efficient computation of efficiency indexes: Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Western Farm Economic Association [C]. 1966: 137-142.
- [3] AFRIAT S N. Efficiency estimation of production functions [J]. International Economic Review, 1972, 13 (3): 568-598.
- [4] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring efficiency of decision making units [J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429-444.
- [5] AIGNER D J, LOVELL C A K, SCHMIDT P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models [J]. Journal of Econometrics, 1977, 6 (1): 21-37.
- [6] MEEUSEN W, VAN DEN BROECK J. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error [J]. International Economic Review, 1977, 18 (2): 435-444.
- [7] BATTESE G E, COELLI T J. Frontier production function, technical efficiency and panel data: with application to Paddy farmers in India [J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3(1/2): 153-169.
- [8] BATTESE G E, COELLI T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data [J]. Empirical Economics, 1995, 20 (2): 325-332.
- [9] BANKER R D, CHARNES A, COOPER W W. Some model for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis [J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078-1092.
- [10] JONDROW J, LOVELL C A K, MATEROV I S, et al. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model [J]. Journal of Econometrics, 1982, 19 (2/3): 233-238.

Analysis on Technical Efficiency of Tobacco Manufacturing Firms in China : Based on Parametric and Non-parametric methods

Cai Hailong, Wang Xiuqing

(College of Economics & Management, China Agriculture University, Beijing 100094, China)

Abstract : In order to identify inefficient problems caused by the merger and acquisition in the tobacco industry, the technical efficiency of tobacco manufacturing firms in China is estimated with parametric and non-parametric methods by using the cross section data at the firm level from 2000 to 2006. The results obtained with Data Envelopment Analysis are compared to those obtained with Stochastic Frontier Analysis. The result shows that: there is a significant correlation between two results; the average technical efficiency of tobacco manufacturing firms in China is from 0.74 to 0.79 in the period of 2000-2006, and an upward trend exists; the scale efficiency of the whole industry is at high level, but the number of firms with diminishing return to scale increases gradually.

Key words : technical efficiency; scale efficiency; data envelopment analysis; stochastic frontier analysis