

基于因子分析和效率测度模型的我国上市软件公司经营效率评价

陈娜, 郭亚军

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要 运用因子分析和效率测度模型,对 2010 年我国 20 家主要上市软件公司的经营效率进行评价。结果表明:除远光软件等 8 家软件公司处于效率前沿面外,其余均规模无效率,且大多数无效率软件公司处在规模报酬递增阶段,具有较好的规模收益潜力。进一步采用 DEA 无效率单元的差额变数分析发现,大多数无效率软件公司均存在不同程度的投入冗余和产出不足,各类要素冗余投入存在很大的调整空间。提出提高上市软件公司经营效率的政策建议:适度的规模扩张,注重规模带来的经济效益;加强技术利用,着力提高资源转化效率。

关键词 上市软件公司; 因子分析; 效率测度模型; 经营效率评价; 规模效益

中图分类号:F 061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2013)05-0146-05

21 世纪以来,以电子技术,计算机技术为代表的信息技术的飞速发展使国民经济和社会生产生活的各个方面得到了空前的改变。信息产业正成为当今世界经济增长的主要推动力,而软件业作为信息产业的核心和灵魂,已成为信息产业不可或缺的重要组成部分。伴随着我国经济市场化和国际化程度的提高,软件企业所面临的竞争更加激烈,加之软件产品周期短、复制成本低、客户转化成本高,因此,软件企业的经营效率显得至关重要。

国内学者主要利用 DEA 法对我国软件行业的效率进行评价。相关文献主要有:张才明等运用非参数估计方法和人力资本模型对我国软件产业的 10 个上市公司进行了考察,得出了我国软件行业近 10 年的全要素生产率变化变动情况以及人力资本对公司收入增长的主要作用^[1]。孙剑运用 DEA 方法对我国 24 个国家级软件产业基地运行效率进行了评价^[2]。贺力基于 DEA 和 Malmquist 指数法分析了我国软件产业全要素生产率的变化,并在省际之间和东中西三大区域之间进行了全要素生产率变化的比较^[3]。刘园园等运用 DRF 分析方法和 DEA 模型,对 2006 年我国 8 个主要国家级软件园的投入产出效率进行了详细的评价^[4]。石小军运用 DEA 模型对我国 11 个国家软件产业基地的制度效率和规模效率进行了评价^[5]。朱宗尧等运用基于 DEA

距离的 Malmquist 指数法对上海市软件产业近年来全要素生产率变化及其构成要素进行测度和年际分析,同时分析了中心城区、近郊区、远郊区 3 个地区全要素生产率的地域差异^[6]。

纵观上述文献,仍然存在一些不足:一是研究多从宏观层面出发,基于传统 DEA 模型分析软件企业相对效率和规模效益,没有对有效决策单元进行进一步的区分和比较。二是由于 DEA 模型本身的不足致使单纯使用 DEA 模型建构指标体系不够完善或科学。由于 DEA 模型在指标选取时受 Banker 的“经验法则”的限制,致使人们无法选取更多的指标来代表足够多的信息。另外,由于评价者主观决定评价指标体系的构建,使得 DEA 方法的客观性大大减弱,科学性不够。三是鲜有文献对我国软件公司的经营效率进行系统研究。基于此,本文从微观角度出发,选取在沪、深两市上市的 20 家软件公司作为代表,运用因子分析和超效率 DEA 模型相结合的方法测度和分析我国软件业上市公司的经营效率,以期为我国软件企业提高经营绩效提供参考。

一、研究方法

1. 因子分析模型

因子分析就是研究相关矩阵或协方差矩阵的内部依赖关系,将众多的变量综合成较少的几个因子,

收稿日期:2012-06-29

基金项目:教育部人文社会科学研究青年项目“基于目标强度的企业 R&D 投入影响因素研究”(10YJC630198)。

作者简介:陈娜(1987-),女,硕士研究生;研究方向:企业管理。E-mail:pao5212006@126.com.

用这几个因子代表原材料的大部分信息,并用来描述指标之间联系的多元统计方法。本文先选出数量众多的备选指标,然后用因子分析法,从中提取出少量具有明确经济意义的公共因子作为新的投入、产出变量,达到用更少的独立变量反映更多信息的目的,较好地满足 DEA 模型的诸多约束条件,增强指标的科学性和合理性。

2. 效率测度模型

效率测度模型包括 BCC 模型和超效率 DEA 模型。采用 BCC 模型测度 DMU 投入、产出转换过程中的效率,采用超效率 DEA 模型对 DEA 有效决策单元进行排序和比较。

(1) BCC 模型。假设有 n 个决策单元,每个决策单元有 i 种投入, j 种产出。为了测量 n 个 DMU 的投入产出转换效率,Charnes 等人建议使用最大化 DMU 的加权产出与加权投入之比,以所有其它 DMU 的类似比率小于等于 1 为约束条件,即:

$$\begin{aligned} \text{Max}\theta^n &= \frac{\sum_{j=1}^J u_j^n y_j^n / \sum_{i=1}^I v_i^n x_i^n}{\sum_{j=1}^J u_j^n y_j^n / \sum_{i=1}^I v_i^n x_i^n} \\ \text{s. t. } &\sum_{j=1}^J u_j^n y_j^n / \sum_{i=1}^I v_i^n x_i^n \leq 1; \\ &u_j^n, y_j^n \geq 0; i=1, \dots, I; j=1, \dots, J; n=1, \dots, N \end{aligned} \quad (1)$$

其中 y_j^n 和 x_i^n 分别代表第 n 个决策单元正的投入和产出, u_j^n 和 v_i^n 代表求解方程(1)得到的权重变量,通过方程(1)求解到的最大值就是第 n 个决策单元的 DEA 效率得分。 θ^n 的取值介于 $[0, 1]$ 之间,只有当某个决策单元的最大值为 1 时,才认为这个决策单元是 DEA 有效率的,否则就是无效率的。本文运用该模型测度与分析我国上市软件公司的相对效率值,并判断其规模报酬情况。

(2) 超效率 DEA 模型。Andersen 提出了超效率评价模型^[7],能够对 DEA 有效决策单元进行进一步区分与比较,其数学表达式为:

$$\begin{aligned} \text{Max}\theta_k^{\text{super}} &= \frac{\sum_{j=1, n \neq k}^J u_j^n y_j^n / \sum_{i=1, n \neq k}^I v_i^n x_i^n}{\sum_{j=1, n \neq k}^J u_j^n y_j^n / \sum_{i=1, n \neq k}^I v_i^n x_i^n} \\ \text{s. t. } &\sum_{j=1, n \neq k}^J u_j^n y_j^n / \sum_{i=1, n \neq k}^I v_i^n x_i^n \leq 1; \\ &u_j^n, y_j^n \geq 0; i=1, \dots, I; j=1, \dots, J; n=1, \dots, N \end{aligned} \quad (2)$$

其中, k 代表要测度的某个 DMU,其他符号同方程(1)。方程(2)与方程(1)的不同点在于,方程(1)评价第 k 个决策单元时,这个决策单元原来的投入和产出是包括在内的,而方程(2)排除了第 k 个决策单元原来的投入和产出,用其它决策单元的投入和产出的线性组合代替了其投入和产出。因此,在超效率模型中,无效率决策单元的效率值与传统

DEA 模型评估的一致;而对于相对有效率的决策单元,即使其产出按一定比率减少,其技术效率仍处于效率前沿面^[8]。本文运用该模型对处于效率前沿面的软件公司进行排序与比较。

二、实证结果与分析

DEA 模型是以投入产出建模为基础。与制造业不同,软件产业作为典型的知识密集型服务业,高水平的软件技术人才投入是其发展的根本投入,其他投入形式还包括物力投入、财力投入等;产出形式主要包括经营水平、盈利水平、发展水平等指标。结合郭斌^[9]、王晓东^[10]、蒋枫^[11]、姜熙^[12]等众多学者对我国软件业投入产出的分析以及前文提到的软件和软件产业的特征,本文所选取的投入指标为:总股本数、总资产、固定资产净额(这 3 项反映物力投入,代表企业生产活动的基础)、员工总数、技术开发人员个数、管理人员个数(这 3 项反映人力投入,是软件企业发展的根本投入)、营业成本、管理费用和销售费用(这 3 项反映财力投入,当期的经营成本直接影响着当期的经营效果)。产出指标为:营业收入(反映企业盈利能力,是经营效果的最终表现)、每股收益、净利润率、加权平均净资产收益率、总资产报酬率、(反映公司资产营运的综合效益)、利润总额、净利润(反映企业持续发展的来源)。

在确定上述评价指标之后,本文以我国软件行业在沪、深两市上市的 20 家软件公司为代表,以中国证监会指定的巨潮资讯网公开的这 20 家公司 2010 年年度报告作为数据来源进行评价。

1. 因子分析

首先运用多元统计分析软件 SPSS16.0 对所涉及的指标进行因子分析。分别对备选投入、产出指标进行 KMO 和 Bartlett 球度检验。KMO 测度值分别为 0.777 和 0.765, Bartlett 球度检验给出的相伴概率均为 0.000,说明所选投入产出指标均适合做因子分析。运用方差极大法对因子荷载矩阵进行旋转,得到旋转后的投入、产出指标的因子荷载矩阵分别见表 1、表 2。

对于投入指标来说,经过因子分析提取出的 2 个公因子的累计方差贡献率为 84.112%,即它们两个能够代表原来信息的 84.112%,因此,可以作为新的投入变量代替原有变量进行后续的经营效率测度分析。原有 9 个输入指标经过正交旋转后在 2 个公因子上的因子负载结果见表 1。从表 1 可以看

表 1 投入指标的旋转后因子载荷矩阵

| 投入指标 | 公共因子 1 | 公共因子 2 |
|----------|--------|--------|
| 总股本数 | 0.710 | 0.519 |
| 总资产 | 0.700 | 0.624 |
| 固定资产净额 | 0.907 | 0.073 |
| 员工总数 | 0.776 | 0.601 |
| 技术开发人员个数 | 0.892 | 0.299 |
| 管理人员个数 | 0.826 | 0.507 |
| 营业总成本 | 0.430 | 0.669 |
| 管理费用 | 0.376 | 0.841 |
| 销售费用 | 0.096 | 0.900 |

表 2 产出指标的旋转后因子载荷矩阵

| 产出指标 | 公共因子 1 | 公共因子 2 |
|------------|--------|--------|
| 营业总收入 | -0.102 | 0.917 |
| 净利润率 | 0.963 | 0.059 |
| 每股收益 | 0.846 | 0.370 |
| 总资产报酬率 | 0.971 | 0.122 |
| 利润总额 | 0.565 | 0.766 |
| 净利润 | 0.566 | 0.771 |
| 加权平均净资产收益率 | 0.953 | 0.229 |

出,因子 1 对总股本数、总资产、固定资产净额、员工总数、技术开发人员个数和管理人员个数的影响最大,这 6 个指标反映了公司资源投入的规模,可将因子 1 命名为“资源积累”;因子 2 对营业成本、销售费用和管理费用的影响最大,这几个指标都与公司业务投入的成本有关,可将因子 2 命名为“成本投入”。

对于产出指标来说,因子分析提取出的 2 个公因子解释了原变量方差的 91.084%,代表了原有变

量的大部分信息,可以作为新的产出变量代替原有变量进行后续经营效率测度分析。这 2 个公因子经过旋转后的负载矩阵见表 2。从表 2 可以看出,公因子 1 对每股收益、净利润率、总资产报酬率和加权平均净资产收益率的影响最大,因此可将因子 1 命名为“盈利能力因子”;公因子 2 对营业收入、利润总额和净利润的影响最大,这几个指标都是企业运营能力的测度,可将因子 2 命名为“经营能力因子”。

2. 经营效率测度

由于因子分析后得到的新变量(公因子)的值中存在负数,无法进行 DEA 计算。需对每个指标的数据进行标准化处理,标准化公式为:

$$X_i' = 0.1 + 0.9 \times \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (3)$$

在式(3)中, X_i 、 X_{\min} 、 X_{\max} 和 X_i' 分别表示第 i 个指标的实际数值、最小值、最大值以及转化后的数值。 X_i' 是一个无量纲数,且取值范围为 $[0.1, 1]$ 。

本文首先运用 DEAP2.1 软件对各软件公司的综合技术效率值、纯技术效率值、规模效率值进行测度与分析,并判断其规模报酬情况。在此基础上,运用 EMS1.3 软件计算各公司的超效率值,对 DEA 相对有效的决策单元进行进一步的区分与比较。最终计算结果见表 3。

表 3 我国上市软件公司 DEA 效率分析结果

| 公司 | TE | PTE | SE | return | Super | 效率排名 |
|------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| 金证股份 | 0.802 | 0.924 | 0.868 | irs | 0.802 | 13 |
| 欣网视讯 | 0.959 | 1.000 | 0.959 | irs | 0.959 | 9 |
| 中国软件 | 0.771 | 0.776 | 0.993 | irs | 0.771 | 15 |
| 恒生电子 | 0.839 | 0.854 | 0.982 | irs | 0.839 | 11 |
| 信雅达 | 0.730 | 0.868 | 0.841 | irs | 0.730 | 16 |
| 用友软件 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | — | 1.426 | 2 |
| 复旦复华 | 0.626 | 0.851 | 0.736 | irs | 0.626 | 18 |
| 东软集团 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | — | 1.205 | 4 |
| 浪潮软件 | 0.793 | 0.925 | 0.857 | irs | 0.793 | 14 |
| 浙大网新 | 0.919 | 1.000 | 0.919 | drs | 0.919 | 10 |
| 宝信软件 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | — | 1.156 | 6 |
| 太工天成 | 0.575 | 0.983 | 0.585 | irs | 0.575 | 19 |
| 华胜天成 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | — | 1.006 | 8 |
| 湘邮科技 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | — | 1.225 | 3 |
| 鑫茂科技 | 0.635 | 0.774 | 0.821 | irs | 0.635 | 17 |
| 亿阳信通 | 0.567 | 0.711 | 0.798 | irs | 0.567 | 20 |
| 南天信息 | 0.804 | 0.916 | 0.878 | irs | 0.804 | 12 |
| 东华软件 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | — | 1.167 | 5 |
| 软控股份 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | — | 1.125 | 7 |
| 远光软件 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | — | 1.617 | 1 |

从表 3 中可以看出远光软件、用友软件等 8 家公司同时在 CRS 和 VRS 情况下显示了有效的 DEA 效率,表明这些公司不但纯技术有效,而且处于最佳规模报酬阶段,因此这几个公司可以作为有

效率的标杆单元。从纯技术效率来看,除上述几个标杆单元外,还有欣网视讯和浙大网新的纯效率值为 1,而其综合效率值分别为 0.959、0.919,并没有处于效率前沿面,说明这 2 个公司的技术利用情况

较好,而其 DEA 无效的原因应归结于较低的规模效率。结合规模报酬来看,欣网视讯处于规模报酬递增阶段,因此,该公司除继续加强技术转换利用情况外,还得依赖经营规模的适度扩大提高综合技术效率,而浙大网新处于规模报酬递减阶段,说明其规模无效率的主要原因是投入规模偏大,应该采取缩减投入要素、提高生产力水平、劳动者素质等方式优化资源配置。从整个规模报酬来看,我国大多数软件公司处于规模报酬递增阶段,说明我国软件公司平均规模偏小,规模效率整体不高,经营规模可以通过增加投资,提高投入资源质量,优化资源配置等方式来改善。

进一步使用超效率 DEA 方法对 8 个 DEA 有效决策单元进行综合评价,发现远光软件的超效率值最高,其综合效率达到了 1.617,这与 2010 年该公司集团财务管控系统在国家电网公司全面推广应用、定制软件收入及软件服务收入实现较大幅度增长密切相关。其后依次是用友软件、湘邮科技等其效率值都大于 1,而其它效率值小于 1 的单元其效率得分完全与 CCR 模型的评价得分相同。以东华软件为例,其超效率评价值为 1.167,表示即使再增加 16.7% 的投入,其在整个评价系统中的相对效率仍能保持在 1。所有评价单元中,综合效率最低的属亿阳信通,其综合值仅为 0.567,纯技术效率为 0.711,规模效率为 0.798,可以看出,其低的综合技术效率是由较低的纯技术效率和较低的规模效率共同造成的,由此表明,其综合效率的提高不仅要加强技术利用,而且要适当扩大经营规模。

3. DEA 无效单元的差额变数分析

为了测度 DEA 无效率决策单元的资源使用情况以及要素改善空间,接下来对决策单元的投入冗余值和产出不足值进行分析,结果见表 4。

表 4 DEA 无效率单元的差额变数分析

| 公司 | 资源冗余 | 成本冗余 | 盈利不足 | 经营不足 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 金证股份 | 0.012 | 0.022 | 0.059 | 0.000 |
| 中国软件 | 0.048 | 0.114 | 0.188 | 0.000 |
| 恒生电子 | 0.029 | 0.049 | 0.000 | 0.000 |
| 信雅达 | 0.021 | 0.033 | 0.000 | 0.000 |
| 复旦复华 | 0.028 | 0.035 | 0.031 | 0.000 |
| 浪潮软件 | 0.017 | 0.013 | 0.000 | 0.000 |
| 太工天成 | 0.003 | 0.003 | 0.399 | 0.000 |
| 鑫茂科技 | 0.068 | 0.044 | 0.092 | 0.000 |
| 亿阳信通 | 0.073 | 0.088 | 0.057 | 0.003 |
| 南天信息 | 0.013 | 0.032 | 0.124 | 0.000 |

虽然用公共因子得分代替了 DEA 的原始投入产出变量,通过投影分析所得的投入冗余值和产出

不足值不能够代表实际的差额数值,但是基本可以反映投入产出要素上存在的问题。例如浪潮软件同时存在资源规模冗余和业务成本冗余的情况,表明该公司的资源使用效率不高,存在浪费或没有完全转换为产出,即在保持当前产出的情况下,成本投入和规模投入可以适度减少,从而节约投入成本。再如亿阳信通存在投入冗余的同时,还存在产出明显不足的情况,说明该公司的资源使用效率极低,该公司需要对内部的经营资源进行整合和优化,比如相应地精简人员,剥离不良资产,减少资产规模等,从而减少投入冗余,着力提高技术利用效率。

三、结论与政策建议

本文以我国 20 家上市软件公司为代表,克服传统 DEA 方法的局限性,运用因子分析和超效率模型相结合的方法测度和分析了我国上市软件公司的经营效率,主要得出以下结论。

(1)我国上市软件公司大多投入产出效率不高。根据 DEA 效率分析结果,参与评价的 20 家上市软件公司中,只有 8 家为 DEA 有效率,其余 12 家软件则 DEA 无效率的,或多或少存在着投入冗余或产出的不足。表明,参与评价的上市软件公司总体上投入产出效率不高,大多数公司没有达到生产活动和生产规模的最佳水平,DEA 有效率只占到 40%。

(2)规模效率不高是导致综合效率不高的的主要原因。DEA 无效率的 12 家软件公司其规模效率亦是无效率的,而这 12 家软件公司中处于规模报酬递增阶段的公司有 11 家,占到 DEA 无效率单元的 92%。说明大多数无效率软件公司具有较高的规模收益潜力,而其综合效率不高是由规模无效率引起的。

(3)无效率软件公司存在不同幅度的投入冗余和产出不足改进空间。我国大多数上市软件公司的各类要素冗余现象严重且存在产出不足,同时这些公司处在规模报酬递增阶段,说明我国大多数软件公司的资源使用效率不高,技术利用情况不好。

根据以上研究结论,提出如下政策建议:①注重规模带来的经济效益,进行适度的规模扩张。软件公司可以通过增加投资、建立稳定的内在进步力量等方式来提高公司效益,从而提高公司管理运营水平。②加强技术利用,着力提高资源转化效率。公司可以通过减少管理人员数目、提高管理人员效率以及软件研发人员质量、调动软件从业人员的积极

性和创造性等方式来充分发挥人力资源的作用,同时通过合理分配投入资金,整合购进、生产、销售生产链条等来提升我国软件公司管理营运水平,从而达到节约成本、增加产出的目的。

参 考 文 献

- [1] 张才明,周正卿,王焯. 我国上市软件公司全要素生产率实证研究[J]. 技术经济与管理研究,2011(2):7-12.
- [2] 孙剑. 国家软件产业基地运行效率评价探析[J]. 商业时代,2010(10):124-125.
- [3] 贺力. 我国软件产业全要素生产率研究[D]. 浙江:浙江工商大学经济学院,2008.
- [4] 刘园园,苏秦,陈婷. 基于 DRF 和 DEA 方法中国主要软件园投入产出效率评价[J]. 科技管理研究,2009(7):403-405.
- [5] 石晓军. 国家软件产业基地制度效率与规模效率评价:基于 DEA 的方法[J]. 经济地理,2003(5):597-605.
- [6] 朱宗尧,乐嘉锦. 上海软件产业全要素生产率评价——基于 Malmquist 指数的分析[J]. 上海经济研究,2011(6):100-106.
- [7] ANDERSEN P N. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis [J]. Management Science, 1993 (39):1261-1264.
- [8] 赵翔. 银行分支机构效率测度及影响因素分析[J]. 经济科学,2010(1):85-96.
- [9] 郭斌. 规模 R&D 与绩效:对我国软件产业的实证分析[J]. 科研管理,2006(1):121-125.
- [10] 王晓东. 我国高科技上市公司经营效率及其影响因素研究[D]. 广州:暨南大学管理学院,2009.
- [11] 蒋枫. 计算机软件业上市公司绩效评价研究[D]. 上海:上海海事大学经济管理学院,2006.
- [12] 姜熙. 基于 DEA 的我国软件产业横向与纵向效率评估[D]. 北京:北京邮电大学经济管理学院,2009.

Evaluation on Efficiency of China's Listed Software Companies Based on Factor Analysis and SE-DEA

CHEN Na, GUO Ya-jun

(College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Based on combined methods of factor analysis (DRF) and Super-efficiency DEA model (SE-DEA), this paper evaluates the operating efficiency of China's 20 major listed software companies in 2010. The result shows that, except that Yuanguang software and other seven software companies have integrated efficiency, pure technical efficiency and scale efficiency at the same time, the rest software companies have invalid scale efficiency. In addition, most invalid software companies are in the stage of increasing returns to scale and have a good potential for returns to scale. Further study by using SEA shows that most invalid software companies have varying degrees of input redundancy and output deficiency and there is also a big room of adjustments of all kinds of factor redundancy. Finally, in accordance with the above analysis, this paper puts forward several policy recommendations on how to improve the operating efficiency of list software companies: moderate scale enlargement, emphasis on economic benefits brought by scales and strengthening of technological use so as to increase the efficiency of resource transformation.

Key words listed software companies; factor analysis; SE-DEA; evaluation of efficiency; scale efficiency

(责任编辑:金会平)