DOI:10.19641/j.cnki.42-1290/f.2018.21.010

基于扩展杜邦分析法的碳效率分析

——以我国四大航空企业为例

曾繁荣(教授), 吴蓓蓓

【摘要】通过构建基于杜邦分析法的生态效率乘数模型,可以辨认出生态效率背后的销售利润率乘数、资产周转率乘数和环境杠杆乘数等价值驱动因素,对这一模型进行定性和定量分析,有利于帮助企业找到提高生态效率的路径。通过对我国四大航空企业的碳效率进行研究,发现环境资源的有效利用并不是企业用来提高资本效率的工具,二者应该是一种互补关系。因此,航空行业的发展需要综合提高生态效率的两个方面,即经济效率和环境效率,从而创造可持续性价值。

【关键词】杜邦分析; 生态效率; 机会成本; 航空企业; 碳效率

【中图分类号】F275　　【文献标识码】A　　【文章编号】1004-0994(2018)21-0069-8

一、引言

十九大报告首次提出建设"富强、民主、文明、和谐、美丽"的社会主义现代化强国的目标,相较十八大提出的"富强、民主、文明、和谐"有了进一步的拓展。这象征着新时代中国特色社会主义即将打开新篇章,即建设生态文明。以生态文明建设促进经济可持续发展,就是把经济的增长建立在提高质量、优化结构、降低消耗和保护环境的基础上,这将促使经济增长和环境保护之间的联系更加密切。然而,传统的会计工具无法将二者结合起来,为企业利益相关者对企业的环境和经济绩效进行评估,因此,有效利用管理会计工具就显得十分重要。

当前,"生态效率"一词频繁出现在国内外学者的研究中,其追求经济和环境业绩双重目标,着重于高效利用资源和降低对环境的影响,从而创造出具有竞争力的高质量产品和服务。生态效率的发展模式能够突破资源稀缺和生态环境承载力有限的约束,由此可以推断出实现整个社会可持续发展的重要方法就是提高企业的生态效率,这也为企业的可持续发展提供了突破口。然而,目前生态效率的概念与定义还没有达成共识。批评人士认为,生态效率只是代表了一个流行词[1],它并不是一个实用、明确、可靠的概念,不能用来指导企业或部门实施环保策略。此外,由于生态效率的确认和计量比较困难,该项指标尚未纳入企业的核心业务决策体系中。这主要是因为现有的生态效率衡量方法存在两个缺点:第一,没有环境知识背景的管理者很难对该指标值作出解释;第二,生态效率代表的是一种综合的经济环境措施,对于企业决策者来讲,随着时间的推移,生态效率变化背后的驱动力和原因并不明显。

因此,本文提出了基于机会成本概念的企业生态效率[2][3],并在此基础上,创新性地用定性分析和定量分析两种方式探讨碳效率的优化路径。目前机会成本概念在主流管理中得到了很好的确立,这种方法具有更高的接受度,并且在传统杜邦分析法下

【基金项目】国家社会科学基金资助项目"西南民族地区新型城镇化建设中多元化融资体系构建与完善路径研究"(项目编号:17BGL053); 广西社会科学重点课题"加强广西社会科学学术团体财务管理制度研究"(项目编号:17AWT07)

扩展延伸出“生态效率的杜邦模型”[4]。这使得生态效率从一项简单的指标过渡为企业的一种管理手段，并有利于识别和量化企业生态效率变化背后的驱动因素。

二、文献回顾与理论分析

（一）生态效率的含义、意义与局限

1. *生态效率的含义*。Schaltegger、Sturm[5]首次提出了“生态效率”（eco-efficiency）的概念，即一定时期内增加的经济价值与增加的生态负荷的比值。世界经济合作与发展组织（OECD）则将其定义为用于满足人类需求的效率，欧盟环境署认为“生态效率”代表的是从更少的资源中获得更多的福利。然而，被广泛接受的定义来源于世界可持续发展工商理事会（WBCSD），它将生态效率定义为：通过控制成本，压低产品和服务的价格，并将其提供给消费者，以满足其需求和提高生活品质，同时将环境的影响和资源的消耗控制在地球能承载的范围之内。目前生态效率的衡量标准通常为预期的经济回报和与经济回报相关的非期望的环境影响之间的比率[6][7][8]，经济回报通常体现为货币，例如增值或利润；环境影响可以用资源消耗量、二氧化碳排放量或环境破坏程度来衡量。有的学者将企业的生态效率定义为企业运营过程中增加的附加值与环境影响之间的比率[9][10]。应该注意的是，这一定义需要从经营的角度出发，即它关注的是生产经营活动，排除了产品销售和供应活动。

2. *生态效率的意义*。可持续发展要求企业在获得经济收益的同时，要兼顾保护环境。目前，企业业绩考核指标体系包括环境和经济两大类，尤其偏重于经济指标，即使是利用环境指标进行评估考核，也只是注重强调环境保护的成效，并没有将其与财务业绩进行挂钩，因此所反映出来的企业业绩并非真实有效，而且与可持续发展的模式也渐行渐远。可见，设定一个能够充分反映企业财务和环境业绩的综合指标是十分重要的。而生态效率指标正是结合了环境和经济两个方面[11]。对企业来讲，合理利用生态效率指标进行评估和考核，有利于企业树立低碳节能、绿色环保的意识，从而降低由于生产产品所造成的环境影响方面的费用，增加产品的价格优势，促进企业循环经济的发展[12]。

3. *生态效率的局限*。虽然生态效率的概念在企业报告中已经得到了相当大的普及，但在企业实践中采用何种概念仍然存在困惑[13]。生态效率在管理实践中未能得到有效采用，可能是因为生态效率概念所存在的两个主要缺陷：一是生态效率的表达式与主要的商业概念和会计工具是格格不入的，生态效率很难被企业决策者和外部利益相关者所理解[14]；二是，难以识别和分析企业生态效率变化背后的驱动因素，无法显示生态效率的变化是经济的驱动还是环境的驱动，或者是二者共同的作用。总的来说，企业生态效率概念的这两个主要缺点导致生态效率无法用于企业核心决策的指导原则。因此，需要重新构想和进一步发展企业生态效率的概念，以有效解决这些不足。

（二）基于机会成本的生态效率

机会成本可以定义为由公司投入使用的资源的另外一种用途的回报。在财务管理中，机会成本的思维早已被应用于确定经济资本成本和分配经济资本，其中资本的机会成本相当于一个具有类似风险的投资的收益率[15]，因此，本文应用机会成本概念来重构生态效率概念。将机会成本思维应用于自然资源和环境方面的建议可以追溯到19世纪末[8]。Figge、Hahn[16]认为，这种机会成本的逻辑也可以延伸到环境和社会资源中去，以便对企业可持续发展绩效进行综合评估。Hahn、Figge等[3]提出，可以用市场的平均值作为基准来定义公司环境和社会资源的机会成本。因此，公司只有获得超过其资源的机会成本的报酬或收益，才能通过使用这些资源去创造价值。

这里可以用德国化学品公司拜耳（Bayer）的二氧化碳效率问题来解释：2004年拜耳实现了7.16亿欧元的净增加值，并排放了410万吨二氧化碳，所以2004年拜耳的碳效率大约为1931欧元/吨；同年，德国国民经济的国内生产总值约为18892亿欧元，并排放了885854231吨二氧化碳，因此2004年德国的碳效率是2133欧元/吨。此例中将德国国民经济作为拜耳的二氧化碳排放的机会成本，所以拜耳的机会成本为2133欧元/吨，拜耳的碳效率低于机会成本202欧元/吨，这会导致企业蒙受损失。

考虑到机会成本的存在，Hahn、Figge等[3]提出利用机会成本概念对生态效率指标进行重建，即建立生态效率乘数（EEM），生态效率乘数=企业生态效率/生态效率机会成本，即$EEM=EE_c/EE_o$。这能够更加清晰地反映出企业的生态效率和基准企业或者行业的生态效率之间的差距，从而找到完善生态效

率的路径。按此方法，上例中拜耳的生态效率是1931欧元/吨，机会成本是2133欧元/吨，所以其生态效率乘数为0.91。基于机会成本重构的生态效率更加清晰地说明了拜耳的碳效率水平不及国民经济平均水平。然而，仅考虑机会成本的生态效率仍然不能够解释生态效率变化背后的驱动因素，所以，生态效率的核算还需要借助于其他管理会计工具。企业利用环境和社会等资源创造价值的前提是超过这些资源的机会成本。在传统财务管理中，探讨企业价值增值问题时，最常用的分析方法是杜邦分析法，杜邦分析法让分解后的各个指标彼此发生关联，构成一个系统。通过对净资产收益率（ROE）进行拆分，可得到其价值驱动模型：

ROE=销售净利率（NPM）×总资产周转率（TAT）×权益乘数（EM）　（1）

三、生态效率的杜邦模型

尽管各个组织对生态效率的定义不同，但大致都可以看成是产出与投入的比率，这一点和杜邦分析法的核心要素资本效率形式类似，Figge、Hahn[4]提出了“生态效率的杜邦模型”，即生态效率价值驱动模型：

$$EE=SM\times TAT\times EL=ROA\times EL \quad (2)$$

由公式（2）可知，生态效率被分解为三个价值驱动要素，分别是：反映企业盈利能力的销售利润率（SM），代表对股东价值的驱动；反映企业债务偿还能力的总资产周转率（TAT），代表对债权人价值的驱动；以及生态杠杆（EL），即总资产/生态影响，代表对可持续价值的驱动。对股东价值的驱动和对债权人价值的驱动这两个要素的结合是资产收益率（ROA），反映的是企业对经济资源利用的效率。对可持续价值的驱动是从可持续性的视角将经济资源与环境资源联系起来，表现为环境杠杆。考虑到机会成本的存在，在此引入生态效率乘数，则公式（2）演变为如下公式：

$$EEM=EE_c/EE_o=SM_m\times TAT_m\times EL_m \quad (3)$$

公式（3）中，EEM代表生态效率乘数。由于$SM_m\times TAT_m= ROA_m$，所以生态效率乘数模型可以简化为代表经济效应的ROA_m和代表环境效应的EL_m的乘积，即公式（3）转化为公式（4）：

$$EEM=ROA_m\times EL_m \quad (4)$$

图1中，横轴表示环境杠杆乘数（EL_m），纵轴表示资产收益率乘数（ROA_m），曲线L代表的是企业生态效率等于生态效率机会成本的点的集合。纵轴资产收益率乘数和横轴环境杠杆乘数都以1为临界点。当资产收益率乘数大于1时，说明企业的经济业绩优于基准水平，表现为产生的经济效益在水平线的上方，反之在水平线的下方；当环境杠杆乘数大于1时，说明企业的环境业绩优于基准水平，表现为企业通过较低的环境影响所撬动的经济资本在垂直线的右方，反之在垂直线的左方。

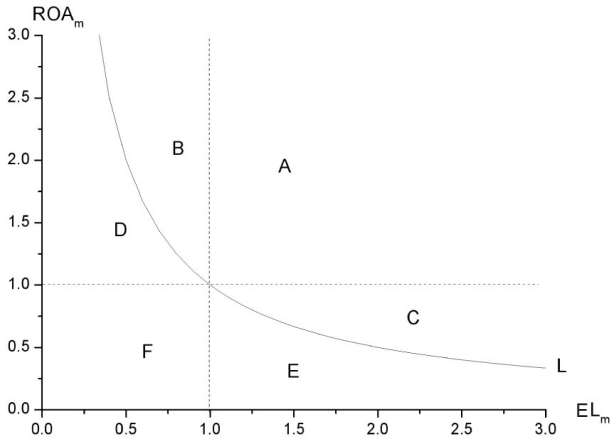

图1　企业生态效率乘数

任何高于曲线L的进程都代表了企业生态效率的提高，总体上生态效率的显著改善表现为经济回报的增加和环境影响的同时减少。曲线L右上方的区域代表生态效率乘数超过了标准水平，尤其是A区域中的企业，经济和环境业绩优势十分明显。但是B、C区域代表的是两种折衷情况，C区域代表了一种环境表现好但经济表现差的生态效率的情况，而B区域代表了一种环境处于弱势但在经济上强有力地改善了生态效率的情况。而在曲线L左下侧，企业的生态效率低于生态效率机会成本，企业容易蒙受损失。其中，D、E区域中的企业由于在经济或环境中的某一个方面表现不尽如人意，导致整体的生态效率达不到标准水平，而F区域中企业的经济业绩和环境业绩均低于标准水平，经营状况十分糟糕。

四、研究设计与过程

（一）样本筛选与数据来源

生态文明的建设与发展低碳经济息息相关，要求企业始终秉持节能减排和保护环境的意识。本文以二氧化碳重点排放的航空运输业为研究对象，通过国泰安数据库进行筛选，从全部A股航空运输业上市公司中排除ST公司后剩余11家企业。通过查看这11家企业发布的公司报告，查询其二氧化碳排

放量的信息，发现只有南方航空、东方航空、海航和中国国航这四家公司披露了二氧化碳具体排放量，刚好这四家公司就是我国四大航空公司，其占有了我国航空市场的绝大多数份额，更具有行业代表性。因此，本文将研究样本确定为这四家航空公司。

（二）模型设计

本文所研究的碳排放量的范围仅限于企业拥有或者控制的资源直接产生的CO_2排放。上文中生态效率的计算采用的是利润总额和环境影响的比值，引申到航空企业的碳效率时，就是利润总额和CO_2排放量的比值。但由于CO_2排放量的范围考虑的是经营活动所产生的CO_2，所以为了和环境影响量进行匹配，这里的利润不是利润总额，而是营业利润。根据Figge、Hahn[4]改造后的“生态效率的杜邦模型”，碳效率公式可以表示为：

$$CO_2\text{-efficiency}_{i,t}=\frac{OP_{i,t}}{CO_2-\text{emissions}_{i,t}}=\frac{OP_{i,t}}{Sales_{i,t}}\times\frac{Sales_{i,t}}{TA_{i,t}}\times\frac{TA_{i,t}}{CO_2-\text{emissions}_{i,t}} \quad (5)$$

公式（5）中，$CO_2\text{-efficiency}_{i,t}$是i企业t年的碳效率，$CO_2\text{-emissions}_{i,t}$是i企业t年的$CO_2$排放量，$OP_{i,t}$是i企业t年的营业利润，$Sales_{i,t}$是i企业t年的销售收入，$TA_{i,t}$是i企业t年的总资产。进一步地，考虑到机会成本，基准的选择对结果的解释力有着重要的影响，使用跨行业平均效率作为基准是常见的做法，然而龚光明[2]认为，选择领先公司作为标杆更具有前瞻性。选出标杆企业后，碳效率乘数可以用如下公式表示：

$$CO_2\text{-efficiency}_{i,t,m}=SM_{i,t,m}\times TAT_{i,t,m}\times CL_{i,t,m}=ROA_{i,t,m}\times CL_{i,t,m} \quad (6)$$

公式（6）中，$CO_2\text{-efficiency}_{i,t,m}$是i企业t年的碳效率乘数，$SM_{i,t,m}$是i企业t年的销售利润率乘数，$TA_{i,t,m}$是i企业t年的总资产周转率乘数，$CL_{i,t,m}$是i企业t年的碳杠杆乘数，$ROA_{i,t,m}$是i企业t年的资产收益率乘数。

（三）研究过程

首先，通过公式（5）计算出四家航空企业的碳效率，发现相比于其他三家航空企业，海航的碳效率在2014～2016年表现较优。所以，选择海航为标杆企业，其2014～2016年的碳效率见表1。

表1　基准企业碳效率

年度	销售利润率（%）	总资产周转率（%）	环境杠杆（十万元/吨）	资本回报率（%）	碳效率（十万元/吨）
2014	6.93	29.55	0.26	2.05	0.005265
2015	8.62	28.09	0.25	2.42	0.006024
2016	7.39	27.46	0.24	2.03	0.004966

注：环境杠杆和碳效率的单位是十万元/吨，样本中财务数据以十万元计量，碳排放数据以吨计量，下同。

其次，将另外三家样本企业的碳效率与基准企业的数据进行比较，通过公式（6）得到相应的碳效率乘数，结果见表2～表4。

最后，在图1中标记出三家航空企业所对应的位置，方便进行实证分析，具体结果见图2～图4。

表2　2014年航空企业碳效率乘数

公司名称	SM（%）	TAT（%）	CL	ROA（%）	CO_2-efficiency	SM_M	TAT_M	CL_M	ROA_M	$CO_2\text{-efficiency}_M$	Area
南方航空	0.37	57.1	0.1	0.21	0.000214	0.05	1.93	0.39	0.10	0.04	F
东方航空	−0.45	54.88	0.11	−0.24	−0.000267	−0.06	1.86	0.42	−0.12	−0.05	
中国国航	3.74	50.00	0.13	1.87	0.002344	0.54	1.69	0.49	0.91	0.45	F

表3　2015年航空企业碳效率乘数

公司名称	SM（%）	TAT（%）	CL	ROA（%）	CO_2-efficiency	SM_M	TAT_M	CL_M	ROA_M	$CO_2\text{-efficiency}_M$	Area
南方航空	2.35	59.85	0.09	1.41	0.001231	0.27	2.13	0.35	0.58	0.35	F
东方航空	0.23	47.95	0.12	0.11	0.000130	0.03	1.71	0.47	0.05	0.47	F
中国国航	7.66	50.97	0.11	3.90	0.004335	0.89	1.81	0.45	1.61	0.45	D

表4　2016年航空企业碳效率乘数

公司名称	SM（%）	TAT（%）	CL	ROA（%）	CO_2-efficiency	SM_M	TAT_M	CL_M	ROA_M	$CO_2\text{-efficiency}_M$	Area
南方航空	3.03	57.26	0.09	1.73	0.001508	0.41	2.09	0.36	0.85	0.30	F
东方航空	0.94	46.92	0.13	0.44	0.000565	0.13	1.71	0.52	0.22	0.11	F
中国国航	8.06	50.85	0.11	4.10	0.004400	1.09	1.85	0.44	2.02	0.89	D

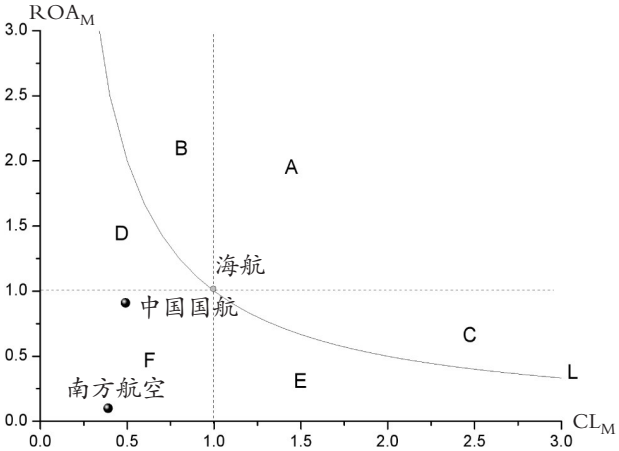

图 2 2014年航空企业碳效率乘数分布

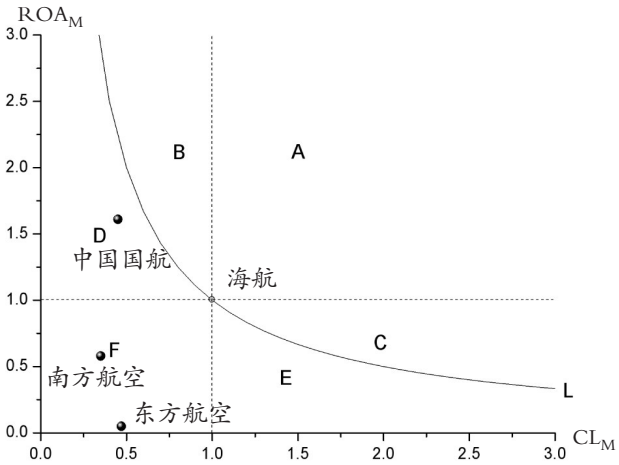

图 3 2015年航空企业碳效率乘数分布

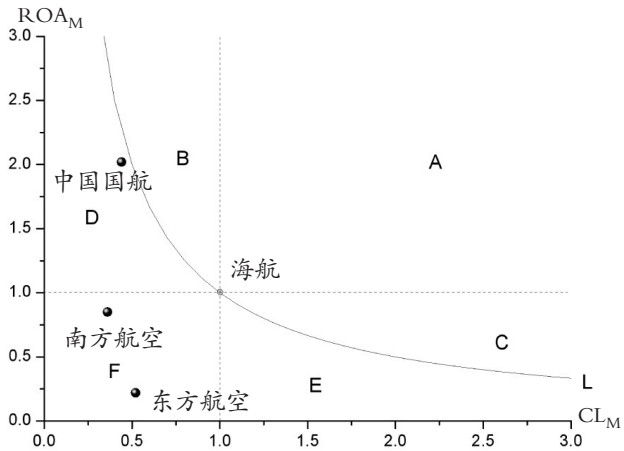

图 4 2016年航空企业碳效率乘数分布

五、实证结果分析

（一）基准企业的碳效率因素分析

由表1可知，在2014～2016年，基准企业（海航）的碳效率较为稳定，变化幅度不大，但明显可以看出其碳效率经历了一个从增加到下降的过程，相比于2014年和2016年，海航2015年的碳效率较高。究其原因，发现生态效率的三个价值驱动因素中的总资产周转率和环境杠杆二者虽然变化幅度不大，但呈现的是下降的趋势，而销售利润率是先增长后下降。由此可以分析出，海航在2014～2016年碳杠杆的波动不大，说明环境业绩较为稳定。

进一步从经济角度来看，总资产周转率的变化趋势与碳效率的变化趋势不一致，发现主要是由于销售利润率的影响，2014年销售利润率为6.93%，2015年增加到了8.62%，2016年又下降到7.39%，企业整体的碳效率也是先上升后下降，并且在2015年达到最高。这可能与2015年整体油价下降和海航在这一年的国际运力增速，从而使得其利润增加有关。总体来讲，海航在2014～2016年间生态效率的变化主要是由于经济因素中销售利润率的影响。显然，这种杜邦分析相比于传统的方法，能够更有针对性地指出生态效率的关键驱动要素，为信息的使用者提供更为有效和直观的信息。

（二）样本企业碳效率乘数因素分析

从图2～图4中可以发现，样本企业集中分布在F和D区域，这两个区域的共同点是$CL_M<1$，也就是说，相比于基准企业海航，三家样本企业在环境方面的表现要比海航差。这是因为海航在“十三五规划”的背景下，坚决实施“绿色航班”的策略，积极参与国际和国内碳交易市场的建设，减少“三废”排放，加强绿色意识，还开展了“碳抵消”公益项目，这些措施都卓有成效，表现为相比于其他三家航空企业，海航的碳排放量最低。

南方航空和东方航空的碳效率乘数在2014～2016年间一直处于无效区域F中，说明其经济和环境绩效均低于标准水平，碳效率表现不甚理想。中国国航的碳效率乘数在2014年处于无效区域F，经济和环境绩效均低于标准水平，业绩惨淡的原因在于，当年人民币兑美元的汇率贬值将近4%，我国各个航空公司的市场收益主要是人民币，而负债等其他成本项目却以美元为单位，所以这一年中国四大航除海航之外的其他三家航空企业业绩同样惨淡。而到了2015年和2016年，中国航空运输业客运市场整体呈现出供需两旺的局面，同时油价持续走低也成为推动航空盈利向好的重要因素，所以中国国航从F区域变化到了D区域，也就是说，中国国航在这两年的经济业绩高于标准水平，但由于环境方面的业

绩较差，导致企业整体的碳效率还是未能达到标准水平。

由表2～表4的数据可以看出，三家航空企业整体的碳效率情况都不是很好，没有达到最低的标准水平。2014～2016年，南方航空平均碳效率乘数为0.23，东方航空平均碳效率乘数为0.18，中国国航平均碳效率乘数为0.6。这三家企业中东方航空的表现最差，其次是南方航空，中国国航虽然优于这两个企业，但是整体情况依然不够理想，还需要进一步提高环境绩效。通过对碳效率乘数进行分解可以看出，样本企业碳效率都十分低是因为在2014～2016年间，样本企业的CL_M一直处于0.4左右，且ROC_M一直没能超过1，虽然中国国航在2015年和2016年ROC_M都超过了基准水平1，但由于CL_M一直低于标准水平1，所以碳效率也没能得到改善。这也说明中国国航的碳效率乘数之所以高于南方航空和东方航空，主要是由于ROC_M的推动，ROC_M的提高促进了碳效率乘数的提高。事实上，企业通过经济效率获得的竞争优势并不能使其在激烈的环境中持续有效地保持其领先地位。航空行业的发展应该倡导低碳节能和绿色出行，提高环境杠杆，通过优化生态效率获得不可模仿的竞争优势。

（三）定性分析样本企业生态效率优化路径

根据图1标记出样本企业的具体区域只是第一步，下面将从定性方面来分析样本航空企业如何有效地达到生态效率的基准水平，即企业的生态效率刚好等于其生态效率的机会成本。通过图2～图4，我们知道样本航空企业具体集中在F和D区域。

1. F区域。处于这一区域的企业的经营基本上是无效的，生态效率的改善需要企业在资本回报率和环境杠杆方面共同努力，所以根据物理学合力模式，位于这个区域的坐标点一般会向右侧上方移动，使其和目标曲线相交。

2. D区域。处于这个区域的企业由于环境的业绩过于劣势，导致整体状况达不到标准水平。位于这个区域的坐标点一般会向右移动，即提高环境杠杆，达到目标曲线。

（四）定量分析样本企业生态效率优化路径

借用杜邦分析法的模式，把生态效率分解成环境和经济驱动部分，虽然定性论述了企业优化生态效率的思路，但如何才能有效地达到生态效率的基准水平呢？是提高环境或经济的驱动作用，还是共同提高两者才能改善企业生态效率？同时，企业需要为此努力到什么程度才能达到生态效率基准水平？这一系列问题都是定性分析所不能解决的，因此有必要对模型进行定量分析。虽然研究的样本只有三家航空企业，但是本文试图找到一个优化生态效率路径的通用模式，为各行各业所利用。首先建立一个通用的优化路径模式，然后将三家样本航空企业的坐标点代入，进而找到样本航空企业的生态效率优化路径。

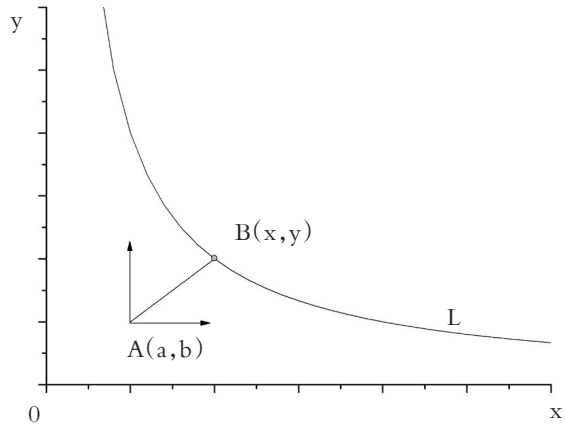

图5 企业生态效率优化路径

由上文的分析可知，在曲线L的右侧区域，生态效率乘数高于标准水平，而在曲线L的左侧区域，生态效率乘数低于标准水平。取图1中曲线L左侧D、E、F区域中的任意一点来进行分析。建立数学模型来表达相应的经济关系，如图5所示，目标曲线L是生态效率乘数等于1的点的集合，即：$xy=1(x>0;y>0)$，能够反映生态效率的基准水平，其中x表示环境杠杆乘数，y表示资本回报率乘数。假设企业目前的生态效率情况为A点，横坐标a代表企业当前的环境杠杆乘数，纵坐标b代表企业当前的资本回报率乘数。在曲线L上任意选一点B(x，y)，令AB之间的线段为M，则：

$$M^2=(x-a)^2+(y-b)^2 \tag{7}$$

同时，B点在曲线L上，满足曲线方程：

$$xy=1 \tag{8}$$

将$y=\frac{1}{x}$代入公式(7)，得到：

$$M^2=(x-a)^2+(\frac{1}{x}-b)^2 \tag{9}$$

要求点A到曲线L的距离最短，所以转为求公式(9)的最小值。对公式(9)求一阶导数：

$$2MM'=2(x-a)+2(\frac{1}{x}-b)(-\frac{1}{x^2})$$

$$M'=\frac{x-a+(\frac{1}{x}-b)(-\frac{1}{x^2})}{M}$$

令M′=0，整理后得到：

$$x^4-ax^3+bx-1=0 \quad (10)$$

对于公式(10)，确定企业当前的生态效率状态时，即当系数a和b都确定时(a、b均为任意正数)，可以用牛顿迭代的方法求出近似解x，然后把x代入公式(8)中，可以解出y值，B点的坐标由此可以确定。求得x和y的值后，将其代入公式(9)，求出M的最小值，就找到了企业达到基准生态效率水平的有效途径。然后，将M分解为水平方向和垂直方向，根据已知B点的坐标可知：

$M_1=x-a$，$M_2=y-b$

其中，M_1代表环境杠杆提高的百分数，M_2代表资本回报率提高的百分数。

这里还要特别注意曲线L上的一个点，即横坐标和纵坐标都为1的点，令这个点为B′，这个点是曲线L右上方A、B、C区域中，环境和经济业绩均表现为强优势的A区域的起始点，这个点对于企业来讲更具有代表性。然而，在具体实务中，考虑到现实条件和资源的限制，不可能所有的企业都能达到A区域，企业的生态效率只要能够达到A、B和C区域中的任何一个，都能表现出较高的碳效率乘数，只是在B和C区域中，环境和经济的驱动力量不一致，所以在考虑生态效率乘数达到最低要求即L曲线上任何一点时，有必要把B′这个特殊点单独拿出来进行分析，因为这是企业生态效率达到最优的A区域的起始点。因此，只需要知道企业当期的生态效率情况(图5中的A点坐标)，即可运用上述思路来帮助企业找到达到生态效率基准水平和最优A区域起始点的路径，即求M_1和M_2、M_1'和M_2'，从而实现环境和经济资源的有效利用。

(五)基于扩展杜邦分析法对三家样本企业生态效率优化路径的分析

从样本企业的生态效率优化路径结果表5～表7可以看出，三家样本企业在2014～2016年间，为了达到生态效率基准水平和达到最优区域A的起始点，在环境和经济方面都还需要加大努力。需要注意的是，国航在达到最优区域A的起始点时，在2015～2016年，由于资本回报率这项指标比较突出，超过了1，使得调整的百分比变为负数。然而在实际操作中，考虑到今后企业在环境方面可能会有所改善，也可能会使得环境杠杆乘数大于1，这样，负向调整就是没有意义的，所以我们不进行负向调整，而是将其处理为0，在这里只需要对另外一个指标即环境杠杆乘数作出努力即可。

表5　2014年样本企业生态效率优化路径分析结果

证券简称	环境杠杆乘数	资本收益率乘数	M_1	M_2	M_1'	M_2'
南方航空	0.39	0.10	0.70	0.82	0.61	0.9
东方航空	0.42	−0.12	0.74	0.98	0.58	1.12
中国国航	0.49	0.91	0.36	0.26	0.51	0.09

表6　2015年样本企业生态效率优化路径分析结果

证券简称	环境杠杆乘数	资本收益率乘数	M_1	M_2	M_1'	M_2'
南方航空	0.35	0.58	0.58	0.50	0.65	0.42
东方航空	0.47	0.05	0.66	0.84	0.53	0.95
中国国航	0.45	1.61	0.15	0.05	0.55	0

表7　2016年样本企业生态效率优化路径分析结果

证券简称	环境杠杆乘数	资本收益率乘数	M_1	M_2	M_1'	M_2'
南方航空	0.36	0.85	0.48	1.23	0.64	0.15
东方航空	0.52	0.22	0.58	0.69	0.48	0.78
中国国航	0.44	2.02	0.05	0.01	0.56	0

六、结论

生态效率被认为是一种追求效率的自然契合，对企业的管理决策和战略制定具有重要作用，然而由于其自身的缺陷，大部分企业尚未将其纳入核心指标体系中，因此，为弥补其缺点，需要借助相关学科理论方法来完善生态效率指标，从而促进企业落实国家可持续发展政策。本文的主要贡献在于：①理论贡献。拟用机会成本重构生态效率概念，试图将生态效率从一个术语转变为企业实施环境战略的有效管理工具，基于机会成本的生态效率能够清晰地反映出企业生态效率与基准企业生态效率的差距；借用传统的杜邦模型，构造“生态效率的杜邦模型”，有利于了解生态效率变化背后的驱动因素，明确生态效率的价值驱动不仅包括环境资源的有效利用，也包括经济资本的有效利用。②现实意义。“生态效率的杜邦模型”不仅给企业可持续价值的创造提供了新的视角，即高效利用环保资金，降低环境杠杆，还帮助企业找到了达到基准生态效率和最优生态效率起始点的优化路径。

本研究的局限性在于，标杆企业和样本企业均为我国航空企业，所得出的结论和启示对于国内企业而言，其生态效率的改善和优化不具有前瞻性。因

此，未来的研究可以将样本扩大到国际样本，并且增大样本容量。

主要参考文献：

[1] W. Mcdonough，M. Braungart. The Next Industrial Revolution［J］. The Atlantic Monthly，1998（1）：113～128.

[2] 龚光明. 基于杜邦分析法的汽车企业碳效率分析［J］. 财会月刊，2016（22）：7～11.

[3] T. Hahn，F. Figge，A. Liesen，et al.. Opportunity Cost Based Analysis of Corporate Eco-efficiency：A Methodology and Its Application to the CO_2-efficiency of German Companies［J］. Journal of Environmental Management，2010（10）：1997～2007.

[4] Frank Figge，Tobias Hahn. Value Drivers of Corporate Eco-efficiency：Management Accounting Information for the Efficient Use of Environmental Resources［J］. Management Accounting Research，2013（4）：387～400.

[5] Schaltegger S.，Sturm A.. Ökologische Rationlität：Ansatzpunkte Zur Ausgestalturn Yon Ökologieorienttierten Management Instrumenten［J］. Die Unternehmung，1990（4）：273～290.

[6] Huppes G.，Ishikawa M. A.. Framework for Quantified Eco-efficiency Analysis［J］. Journal of Industrial Ecology，2010（4）：25～41.

[7] Stefan Schaltegger，Roger Burritt. Books Contemporary Environmental Accounting：Issues，Concepts and Practice［M］. Austin：Greenleaf Publishing，2000：288.

[8] David I. Green. Pain-Cost and Opportunity-Cost［J］. Quarterly Journal of Economics，1894（2）：218～229.

[9] Riina Riitta Helminen. Developing Tangible measures for Eco-efficiency：The Case of the Finnish and Swedish Pulp and Paper Industry［J］. Business Strategy & the Environment，2000（3）：196～210.

[10] Stefan Schaltegger，Andreas Sturm. Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen：Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung：Notwendigkeit，Kriterien，Konzepte［D］. Basel：Universität Basel，1992.

[11] 肖序，王军莉. 企业生态效率指标研究［J］. 北京市经济管理干部学院学报，2006（2）：28～32.

[12] 陈琪. 生态效率与企业可持续发展——基于宝钢2006～2011年度可持续发展报告的解析［J］. 华东经济管理，2014（3）：39～44.

[13] Ans Kolk，Anniek Mauser. The Evolution of Environmental Management：From Stage Models to Performance Evaluation［J］. Business Strategy & the Environment，2002（1）：14～31.

[14] Rob Gray，David Collison. Can´t See the Wood for the Trees，Can´t See the Trees for the Numbers? Accounting Education，Sustainability and the Public Interest［J］. Critical Perspectives on Accounting，2002（13）：797～836.

[15] Franco Modigliani，Merton H. Miller. The Cost of Capital，Corporation Finance and the Theory of Investment［J］. American Economic Review，1958（3）：261～297.

[16] Frank Figge，Tobias Hahn. Sustainable Value Added——Measuring Corporate Contributions to Sustainability Beyond Eco-efficiency［J］. Ecological Economics，2004（2）：173～187.

作者单位：桂林理工大学商学院，广西桂林541004