

分类号：_____

密级：_____

UDC：_____

编号：_____

管理学硕士学位论文

基于 SBM 模型的企业环境绩效审计效率性研究
——以 12 家上市钢铁企业为例

硕士研究生：高 芬

指导教师：黄金枝 副教授

学科、专业：工商管理

论文主审人：徐建中 教授

哈尔滨工程大学

2015 年 4 月

分类号：_____

密级：_____

UDC：_____

编号：_____

管理学硕士学位论文

基于 SBM 模型的企业环境绩效审计效率性研究 ——以 12 家上市钢铁企业为例

硕士研究生：高芬

指导教师：黄金枝 副教授

学位级别：管理学硕士

学科、专业：工商管理

所在单位：经济管理学院

论文提交日期：2015 年 4 月

论文答辩日期：2015 年 6 月

学位授予单位：哈尔滨工程大学

Classified Index:

U.D.C:

A Dissertation for the Degree of M. M.

Research on the efficiency of Enterprise
Environment performance audit Based on SBM
Model—with 12 listed steel companies as an
Example

Candidate: Gao Fen

Supervisor: Associate Prof. Huang Jinzhi

Academic Degree Applied for: Master of Management

Specialty: Enterprise Management

Date of Submission: April, 2015

Date of Oral Examination: June, 2015

University: Harbin Engineering University

哈尔滨工程大学 学位论文原创性声明

本人郑重声明：本论文的所有工作，是在导师的指导下，由作者本人独立完成的。有关观点、方法、数据和文献的引用已在文中指出，并与参考文献相对应。除文中已注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经公开发表的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

作者（签字）：

日期： 年 月 日

学位论文授权使用声明

本人完全了解学校保护知识产权的有关规定，即研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权属于。有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件。本人允许哈将论文的部分或全部内容编入有关数据库进行检索，可采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文，可以公布论文的全部内容。同时本人保证毕业后结合学位论文研究课题再撰写的论文一律注明作者第一署名单位为。涉密学位论文待解密后适用本声明。

本论文（在授予学位后即可 在授予学位 12 个月后 解密后）由哈尔滨工程大学送交有关部门进行保存、汇编等。

作者（签字）：

导师（签字）：

日期： 年 月 日

年 月 日

摘 要

众所周知,近年来环境治理是个不争的焦点问题,在环境治理的过程中,尽管政府和企业各方面都投入了大量物力和财力,但是环境问题却依然没有得到好的改观,这就让我们不得不反思政府和企业的环境管理方面的绩效。为了更好地研究这一问题,作为国际上公认的环境绩效重要管理工具——环境审计,进入人们的关注视野。西方等发达国家对环境绩效审计的研究已有了一定的基础,国内虽然起步晚,但有关环境绩效审计的研究也在不断的深入。

本文将环境绩效审计研究的重点放在其关键要素之一的效率性研究上,而环境绩效审计效率性研究拟依托绩效审计理论和环境效率评价方法来实现。所以本文从这两方面入手寻找环境绩效审计的效率性研究的突破点,一方面环境绩效审计是将环境因素纳入投入产出变量当中的绩效审计,自然而然应该从绩效审计的切入点——效率性入手进行研究。然而环境因素的加入产生了非期望产出,这是传统的绩效审计的研究方法所无法解决的问题,考虑到环境效率评价内容与环境绩效审计效率性研究本质上的一致性,我们可以借鉴环境效率的评价方法——SBM (Slack-Based Measure) 模型,即改进的 DEA (Data Envelopment Analysis) 模型来测算环境效率,进而对环境绩效审计的效率性进行研究。本文选择了对国民经济发展有关键作用的钢铁企业作为研究对象,选取固定资产总值、在职员工人数为输入变量,选取钢产量、利润总额以及二氧化碳排放量为输出指标(其中二氧化碳排放量为非期望产出),运用 SBM 模型测算了 2009-2013 年五年间企业的环境效率情况,并运用 Malmquist 指数进行了各企业效率变动的分析,依据测算结果和环境绩效的审计标准,得出以下结论:

1. 在 12 家上市钢铁企业当中,杭钢股份的环境效率最高,在 2009 年-2013 年一直处于效率的前沿面上,而河北钢铁在 12 家企业中排名最低,其环境效率虽然每年都在增长,但增速缓慢并且与其他企业的差距较大。

2. 在不含非期望产出以及含有非期望产出的环境效率对比当中可以发现,企业的环境效率近几年均呈现缓慢增长的趋势,说明各企业越来越关注环境问题,但是在 2012-2013 年两者出现不同程度的下滑,并且含有非期望产出的环境效率下滑幅度更大,说明非期望产出对企业的效率有着至关重要的影响。

3. 在 Malmquist 指数分析当中,首钢股份的技术效率和技术进步均大于 1,说明该企业在管理和技术方面都在进步,与首钢股份对比明显的是酒钢宏兴在技

术效率和技术进步上均小于 1，而且 5 年间绩效效率变化的平均值仅为 0.44，整体效率是下降的趋势。

4. 将改进的 SBM 模型运用到环境绩效审计的效率性研究中，既用定量的方法解决了环境绩效审计中的效率性问题，又很好对环境中的非期望产出进行了处理，证明了该模型是研究环境绩效审计效率性问题的有效方法，为以后环境绩效审计的效率性研究提供了一个新的思路。

关键词：环境绩效审计；效率性；环境效率；DEA-SBM 模型；Malmquist 指数

Abstract

As we all know, in recent years, environmental governance is a focal point in the process of environmental governance, although the government and business are put into a large number of material and financial resources, but environmental issues have been slow to get a good change. It makes us have to reflect on the efficiency and effectiveness of government and business in environmental management. In order to study this problem, as the internationally recognized important environmental performance management tool—environmental audit, into people's attention vision. While responsibility for the implementation of audit institutions and auditors are also attracting attention. Abroad to study environmental performance audit has been a foundation, although we started late, However, research on environmental performance and environmental performance audit are constantly in-depth.

This paper puts the focused on the efficiency of the environmental performance audit, the efficiency of environmental performance audit research mainly relies on the performance audit theory and environmental efficiency evaluation methods. So we start from these two points to find a breakthrough to study the efficiency of the environmental performance audit. On one hand, we study the efficiency based on the performance audit. Measure the efficiency by using the traditional DEA model, The environmental performance audit is to add environmental factors on the basis of the performance audit. This is the inevitable emergence of undesirable output, production efficiency and undesirable output showing an inverse relationship. This is not consistent with the basic assumptions of traditional DEA model - "with a minimum investment to get as much output. Therefore, the traditional DEA model can not effectively solve the problem of undesirable output; On the other hand, due to the efficiency of the environmental performance audit with environmental efficiency evaluation essentially the nature of the contents of the same. We will learn from the environmental efficiency evaluation method to use the SBM model (modified DEA model) estimated environmental efficiency, further environmental performance audit efficiency were studied. This paper chose to have a key role in national economic development, steel companies as the research object, using SBM model estimates the 2009-2013 five-year environmental efficiency among

business situation and were analyzed using the Malmquist index changes in the efficiency of enterprises, according to the calculation results and auditing standards of environmental performance, the following conclusions

1、in the 12 listed steel companies, the highest of environmental efficiency is Hangzhou Iron and Steel shares, In 2009 and 2013 has been at the forefront of surface efficiency. Hebei Iron and ranked lowest in 12 companies, Although its environmental efficiency are growing every year, but growth is slow and the gap with other companies is large.

2、by contrast without undesirable output and undesirable outputs contain environmental efficiency, we can find, in recent years the environmental efficiency of enterprises showed a slow growth trend, This shows that all businesses are more concerned about the environment, but in 2012-2013 in both there are different degrees of decline, and contains undesirable environmental efficiency of output fell even more sharply, indicating undesirable output has a crucial impact on the efficiency of enterprises.

3、in which Malmquist index analysis, technical efficiency and technological progress of Shougang shares were greater than 1, indicating that the company in the management and technical aspects are in progress, there are obvious gaps between shougang shares and jiugang hongxing, because its technical efficiency and technological progress are less than 1, and the five-year average of efficiency change is only 0.44, and the overall efficiency is decreased.

4、Modify the SBM model, then apply to the study of the efficiency of environmental performance audit, It is not only quantitative methods to solve the environmental performance auditing efficiency issues, but also a good deal of the environment undesirable output. It provides a new way of thinking for the future study of the efficiency of environmental performance audits.

Keywords: environmental performance audit; efficiency; environmental efficiency; DEA-SBM model; Malmquist index

目录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 论文的研究背景、目的及意义.....	1
1.1.1 论文的研究背景.....	1
1.1.2 论文研究的目的.....	2
1.1.3 论文的研究意义.....	2
1.2 国内外研究文献综述.....	3
1.2.1 国外研究文献综述.....	3
1.2.2 国内研究文献综述.....	5
1.2.3 国内外研究评述.....	9
1.3 论文主要研究内容、研究思路及研究方法.....	10
1.3.1 论文的主要内容.....	10
1.3.2 论文的研究思路.....	12
1.3.3 论文的研究方法.....	13
1.4 论文的创新之处.....	14
第 2 章 论文的理论基础与基本方法.....	15
2.1 绩效审计的内容.....	15
2.1.1 绩效审计的起源.....	15
2.1.2 绩效审计概念的界定.....	16
2.1.3 效率性要素研究对绩效审计的关键作用.....	16
2.1.4 绩效审计效率性研究方法的特点.....	17
2.2 环境效率的基本内容.....	21
2.2.1 环境效率概念的界定.....	21
2.2.2 环境效率评价的方法及比较.....	22
2.2.3 SBM 模型在环境效率评价中的应用.....	26
2.3 环境绩效审计的基本内容.....	27
2.3.1 环境绩效审计产生与发展.....	27
2.3.2 环境绩效审计概念的界定.....	28
2.3.3 环境绩效审计的相关基础理论.....	29
2.3.4 效率性要素的研究对于环境绩效审计的重要性.....	31

2.3.5	环境绩效审计效率性评价影响因素分析.....	32
2.3.6	环境绩效审计效率性研究的瓶颈.....	33
2.4	绩效审计、环境效率对于环境绩效审计的启示.....	33
2.4.1	绩效审计效率性分析与环境绩效审计效率性研究的关系.....	33
2.4.2	环境效率评价对环境绩效审计效率性研究的启示.....	33
2.4.3	SBM 模型对环境绩效审计的适用性	34
2.5	Malmquist 指数的基本原理及优越性	35
2.5.1	Malmquist 指数的基本原理	35
2.5.2	Malmquist 指数的优越性	37
2.6	本章小结.....	37
第 3 章	基于 SBM 模型的企业环境绩效审计效率性研究的设计	38
3.1	环境绩效审计效率性研究的基本思想.....	38
3.2	评价指标体系构建.....	38
3.2.1	评价指标体系的构建思想和原则.....	38
3.2.2	评价指标的选取.....	39
3.3	环境绩效审计效率性研究关键问题的解决及处理.....	40
3.3.1	环境绩效审计效率性问题的解决.....	40
3.3.2	环境绩效审计非期望产出问题的处理.....	40
3.4	基于 SBM 模型的企业环境绩效审计效率性研究的实现	41
3.4.1	基于 SBM 模型的环境效率测算	41
3.4.2	环境效率测算结果的分析.....	42
3.5	Malmquist 指数求解	43
3.6	本章小结.....	43
第 4 章	基于 SBM 模型的上市钢铁企业环境绩效审计效率性实证研究.....	44
4.1	样本企业背景分析.....	44
4.2	我国上市钢铁企业环境绩效审计效率性实证研究.....	45
4.2.1	指标数据的来源与整理.....	45
4.2.2	运用 SBM-Malmquist 指数模型运算及结果	47
4.3	本章小结.....	51
第 5 章	研究的结论及建议.....	53
5.1	研究结论.....	53

5.2 研究建议.....	53
参考文献.....	56
攻读硕士学位期间发表的论文和取得的科研成果.....	60
致 谢.....	60
附 录.....	62

第 1 章 绪论

1.1 论文的研究背景、目的及意义

1.1.1 论文的研究背景

近年来，我国的环境污染、生态破坏的现象越来越严重，尽管粗放的经济增长方式和环境管理模式，在改革开放的大旗下为我国创造了巨大的经济财富，但同时我们付出的资源和环境代价也十分惨痛。我们赖以生存的环境遭到了前所未有的破坏：空气污染严重、雾霾天气反复出现，企业固体废弃物乱堆乱放、水资源污染短缺严重等等。面对越来越严重的环境问题，国家出台了大量的政策和法规，也投入了大量的资金进行环境保护。据资料显示我们国家用于环保项目的投资金额，在“九五”期间为 3447.52 亿元（占 GDP 的 1%）；“十五”期间突破 7000 亿元（占 GDP 的 1.3%）；“十一五”期间则突破 13000 多亿元（占 GDP 的 1.6%）。

虽然国家在环境保护中投入的资金越来越多，但是环境治理的成效却不尽如人意。这使得人们不得不反思在治理过程中遇到的问题。我们在投入资金的同时必须选择合适的监督和约束机制来影响环境治理的路径，不能只是一味的资金投入，而忽视资金的利用效果。我们应该将经济效益和环境效益协调统一来达到利益最大化，这样企业就需要承担相应的环境责任，它的内部结构管理需要环境绩效审计的支持，外部发展需要环境绩效审计的制约，所以环境绩效审计作为一个不可或缺的管理监督工具应运而生，尽管环境绩效审计作为一种有效的监督手段应用于污染治理和节能减排领域，越来越受到人们的重视，但此前的企业环境绩效审计的研究方法当中，更多的学者方法是偏向于定性方面的主观分析，这类方法虽然简便易行，但是它容易受审计工作人员的主观意识影响，缺乏一定的科学性，不能反映各企业环境绩效之间的具体差异。

为了能让环境绩效审计在环境污染这样的大环境下更好的发挥作用，体现自身的价值，有效的解决环境污染这一问题，我们以企业为研究对象，引入了基于 SBM 模型的企业环境绩效审计研究方法。该方法将定量测算和定性分析相结合，将企业绩效与环境关系予以量化，在量化的基础上再进行深入的分析，使得结果更加的科学和完整。将包含环境因素的企业绩效重新排序，这也间接度量企业绩效提高对环境的影响程度，能够更加合理和准确的对企业的各种活动进行全面的

绩效评价,这对于完善企业环境绩效审计体系,对于我国政府考核企业绩效和促进经济与环境协调发展具有重要的意义。

1.1.2 论文研究的目的

本文通过运用 SBM 模型对企业的环境绩效进行测算,并用 Malmquist 指数对各企业效率的变动进行分析,以此作为企业环境绩效审计效率性的评价依据,为挖掘企业环境绩效的提升空间以及进一步优化企业管理环境提供一种可行的理论方法。同时还可以改变我国长期以来粗放型经济增长状况,将先前“高投入、高消耗、高污染”为特征的粗放型经济增长转变为以“提高效益,减少废物,节约资源”为特征的集约型经济增长,通过对实证的分析发现企业经济增长和环境保护之间存在的问题,为环保部门掌握企业的环境绩效提供有益参考,为政府相关管理和决策部门采取措施整治企业,推进企业“污染治理”和“节能减排”提供重要依据^[1]。

1.1.3 论文的研究意义

1. 理论意义

运用 SBM 模型来测算环境绩效审计中的效率性问题,是解决环境绩效审计问题的新的切入点,为进行环境绩效审计效率性研究提供了一种新的思路。此前的审计方法更多的是定性方面的理论分析,定量测算的方法中也少有包含非期望产出的情况。而本文采用基于 SBM 数学模型的方法来研究审计问题,运用定性与定量相结合的方法使得结果更加全面和科学。

2. 现实意义

基于 SBM 模型的企业环境绩效审计对提高环境保护的工作效率有重要的现实意义。面对仍然严峻的环境形势,一方面我们要增大环保投入,另一方面政府必须考虑的是提高将环境作为投入产出要素的企业的生产效率。而基于 SBM 模型的环境绩效审计作为一种关于污染治理的有效监督管理机制,是解决这一问题的有效途径。尽管环境绩效审计发展时间不长,人们对于这一领域的认识还不是很全面,但是如果我们从经济发展的长远角度来看,环境绩效审计工作的必要性便凸现出来。

此前,对于环境绩效审计的研究成果大多是基于一些定性的理论方法上得出,其现实中的操作性不强^[2]。基于 SBM 模型的企业环境绩效审计对更好地进行环境绩效审计效率性研究实践工作有重要意义。

1.2 国内外研究文献综述

1.2.1 国外研究文献综述

西方发达国家最先开始实施的绩效审计。1948年，阿瑟·肯特将《经营审计》一文发表在名为《内部审计师》的杂志上，该书中首次出现了“绩效审计”这一概念。通过文献记载我们发现威廉·伦纳德（美国著名管理咨询师）撰写的著作《管理审计》是有记载以来的关于绩效审计最早的论著^[3]。在联合国环境规划署于瑞典召开人类环境工作会议后，环境审计才开始真正意义上的进入环境监督管理领域。随之一系列关于环境审计方面的问题便开始进入专家们的研究领域，我们以时间为节点，对环境审计以及环境绩效方面的研究做了整理。

二十世纪六十年代左右，国外的一些大型企业基于管理的需要，如：提高公司的环境效益，提高成品的产出率以及降低原材料的消耗等方面，制定了一系列的审计计划。环境污染模拟的实验使得环境指标的观念在环境绩效审计中开始出现。Farrell于1957年首次提出单元效率的测度方法，可以应用到针对多投入多产出企业的环境效率的测算。该方法将企业的生产效率分解成两个量化指标：技术效率和配置效率。

二十世纪七十年代后，欧洲各国便陆续开始了环境审计工作，环境审计在英国被认为是“解决在资源稀缺情况下出现问题的最有效的方法之一”^[4]。1978年，A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes提出了C²R模型，从此DEA模型开始被广泛的应用到绩效考核领域^[5]。1983年，Pittman在研究造纸厂的效率测算时，首次将非期望产出纳入其中，通过效率测算可以得出非期望产出对生产效率有着非常重要的影响。1989年，Fare等人首次提出将处理污染物的DEA模型用于环境效率评价，此后环境效率评价工作在海外大规模开展起来。

二十世纪九十年代以后，环境绩效评价的基本理论才开始成体系的发展，国际标准化组织在世界可持续发展企业委员会的推动下依据相关的准则陆续制定了一系列用于评价企业环境绩效的相关国际标准。在2000年6月份世界可持续发展委员会提出了全球第一套评估生态效率指标的量化结构。并且指出生态经济效率可以反映可持续经营目标，把财务指标和环境指标相结合，用少量的环境能耗来获得理想的产出，实现最大化的经济效益，最终使企业走上可持续发展的道路。1993年，P. Andersen, N.C. Petersen构建了径向和非径向的超效率模型来确定决策单元的合理等级；1995年，Josephine.M年在环境审计理论与务实中提

出, 环境影响评价以及投入产出分析都可以作为基本的改善环境绩效的方法^[6]; 1997 年, Chung 在对前人的方向距离函数进行研究的基础上, 提出了 Malmquist-Luenberger 指数, 然后运用该指数测算分析瑞典某纸浆厂的环境生产效率。应用 Malmquist-Luenberger 指数对 TFP 的测算可以实现减少有害产出同时增加有益产出; 1997 年, Chung 和 Grosskop 基于先前的研究, 提出了运用方向距离函数法研究生产点的相对有效性。运用该方法进行决策单元的效率性评价时, 先进行基本方向的设定, 按照该设定的方向来测量生产点到生产前沿面的距离, 在此基础上度量决策单元的效率; 1997 年, K.E. Haynes, S. Ratuck 讨论了企业生产 DEA 效率评估方法, 该方法将各种环境废渣的输出作为输入变量, 然后再进行生产效率的评估。

第 15 届国际最高审计组织 (INTOSAI) 大会在开罗召开, 会议的主要议题之一便是可持续发展问题的审计以及环境绩效审计。2001 年, 在届国际最高审计组织的环境审计委员印发的《从环境视角进行审计活动的指南》中, 指出对计划的环境政策和环境项目进行的审计以及对环境管理系统的审计。2000 年, Lewis.L 在地方政府环境审计中认为, 环境审计作为环境管理的工具之一, 面临着从“审查”到“评估”的转型, 是在可持续发展过程中环境项目不可缺少的方法^[7]。Seiford 和 Zhu (2002) 提出了一种新的对非期望产出转换的方法, 即把所有的非期望数据看做负数, 然后将数据通过一种线性单调递减转换成非负^[8]; 2004 年, Korhonen, J.等在分析欧洲某个国家的 24 个电厂的生态效率时, 运用 DEA 模型将污染物分别作为投入和产出来测算, 并进行环境效率的差异比较^[9]; 2004 年, Lnasink 和 Renihaul 在投入变量中加入污染物等非期望产出, 从其他角度运用改变的数据包络分析模型处理非期望产出, 对荷兰养猪场基本环境效率以及潜在的技术效率进行了分析; 2007 年, P.Zhou 等人构建了一个非径向的 DEA 模型应用于经济合作与发展组织国家的环境绩效, 以此来分析这些国家的环境绩效问题并进行评估^[10]; 2007 年, Hua 有效测算了淮河流域造纸厂的环境效率, 用设计的一个基于 DEA 的非径向模型, 并对测算结果进行分析, 对于污染物的处理方法也得到了深入研究与应用^[11]; 2009 年, George.H.通过投入和产出工具建立数学模型, 该模型中包括有色冶金企业的环境效率、能源效率以及资源效率, 研究的分析还包括各企业的环境负荷以及资源环境的消耗状况^[12]; 2009 年, Licheng Sun 人认为非期望输出是影响环境绩效的主要因素, 先前环境绩效是结合 Malmquist 生产指数来分析, 但研究表明这样得出的结果大部分地区的环境绩

效相对较低，于是文章引用非径向的 DEA 模型来处理非期望产出^[13]；2011 年，Breesers.H.运用三阶段的 DEA 模型对环境效率进行测算，研究的环境规制对环境效率的影响，文章发现环境效率得到改善的幅度大小取决于环境规制是否严格^[14]。2013 年，R.B. Huang 则是在数据包络分析（DEA）的基础上，运用数据平移转换方法，将非期望的投入、产出数据转换成期望的数据，再进行与杠杆标准之间的对比分析和排序^[15]。

1.2.2 国内研究文献综述

环境绩效审计是一种新型审计，在国际上，从审计的发展阶段看，二十世纪四十年代以前为传统财务审计阶段，审计重点在于纠正错误防止弊端。第二次世界大战后，随着西方资本主义的快速发展，绩效审计开始在社会上发挥作用，所谓绩效审计主要是针对以下三要素进行的审查：经济性、效率性以及效果性，经济性（Economy）指节约环境资源，以较少的成本来经营企业；效率性（Efficiency）是以利用尽可能少的投入来得到较多的产出；效果性（Effectiveness）则是指资金运营、资源利用要达到预期效果、目标。严格意义上来讲，二十世纪九十年代以来我国所研究的绩效审计理论主要是从经济绩效审计角度展开的，经过一段时间的发展才逐渐趋向环境领域，而且我国的审计理论大多是在国外文献的基础上展开的研究。

在国内 CNKI 上最早出现专门研究环境绩效审计的文章是在 2004 年，南京审计学院的陈希晖和邢祥娟对环境绩效审计的对象和范围从宏观和微观两个层次面进行阐述，并且在最后指明当前环境绩效审计的工作重点以及对审计工作以后的发展提出若干建议^[16]。我们对 2004-2014 年的研究环境绩效审计的论文进行了统计分析，搜索篇名为环境绩效审计的文章，结果如下表 1.1 所示：

表 1.1 2004 年-2014 年环境绩效审计论文统计表

年份	论文数量	年份	论文数量
2004 年	1	2010 年	17
2005 年	4	2011 年	30
2006 年	13	2012 年	22
2007 年	18	2013 年	30
2008 年	13	2014 年	19
2009 年	20		

越来越多的环境绩效审计的研究是基于人们环保意识的增强和技术力量的提高以及环境审计方法的改进。2003年，国家审计署印发的有关未来五年审计工作的发展规划报告当中，第一次正式的提出借鉴国际先进经验，努力建立有中国特色的环境审计，搞好国家重大环境项目的审计监督以及重点区域的环境保护工作，促进资源的节约、环境的保护等基本国策^[17]。从2004年开始，我国的绩效审计会在环境资源效益以及公共资金使用效能两条主线之间有主次的开始进行。人们最开始对于绩效审计的认识是“钱是怎么花的”，到后来逐渐转变为“花钱的效率和效果”，而在“花钱的效率和效果”中，资源环境审计成为了审计的重点。这样的政策转变引起了广大学者的注意，大量的学者着手于环境绩效审计的研究，将经济投入管理和评价与资源环境保护相结合，将资源环境保护纳入到投入考核和经济决策中，势必会增强企业环境管理手段。使得企业在发展的同时注重环境问题的改善。

上述研究的文献发表于各个环保审计的核心期刊杂志，在CNKI上以篇名为环境绩效审计搜索出来的文献中有44篇发表在《中国审计报》上，12篇发表于《审计研究》中，11篇发表于《中国审计》，10篇发表于《财会通讯》等，为了让大家更加直观清楚文献的发表状况，我们对文献发表的期刊进行了整理，如下图1.1所示：

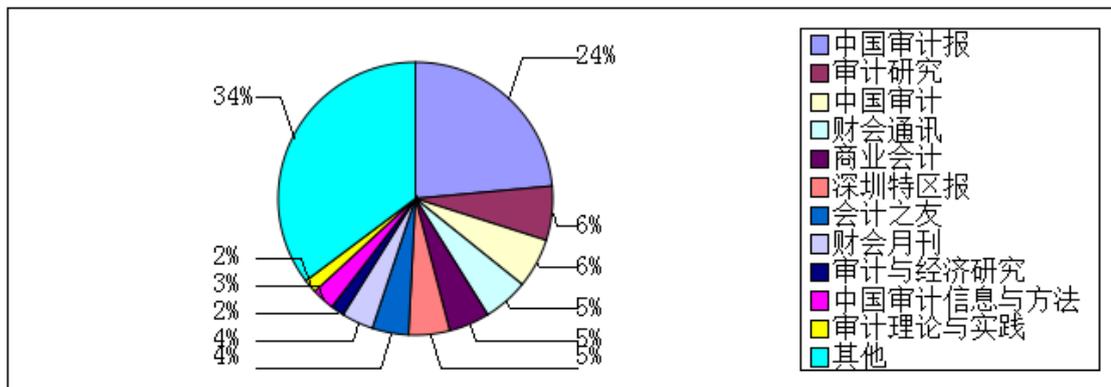


图 1.1 环境绩效审计文献发表期刊统计

由统计资料我们可以看出，文献主要来源分为两大类：一类是审计经济类的比较核心的期刊，如《审计研究》以及《审计与经济研究》，该类期刊为审计经济理论提供丰富及时的学术研究动态和信息，代表着我国审计经济学术领域比较高的水平；另一类是审计经济类的主流报纸，如《中国审计报》和《深圳特区报》，《中国审计报》是经济类大报，由中华人民共和国审计署主办，其中介绍的审计工作方针政策以及审计理论方法为环境绩效审计的研究提供了鲜明的政策导向

和方法支持，而《深圳特区报》则是唯一进入中南海的地方媒体，其财经版块以“窗口”色彩和改革精神使得审计经济研究及时跟上国际步伐。

根据文献的研究内容，本文对其进行整理分类，结果如下，第一类：研究环境绩效审计内容、综述展望以及总体评述；第二类：研究环境绩效审计的方法、模式和评价指标体系；第三类：研究环境绩效审计中遇到的问题以及对策；第四类：其他（各国家审计之间的比较、政府审计研究启示等）。

我们将上述的统计做了饼状图来便于大家的理解，图形如下：

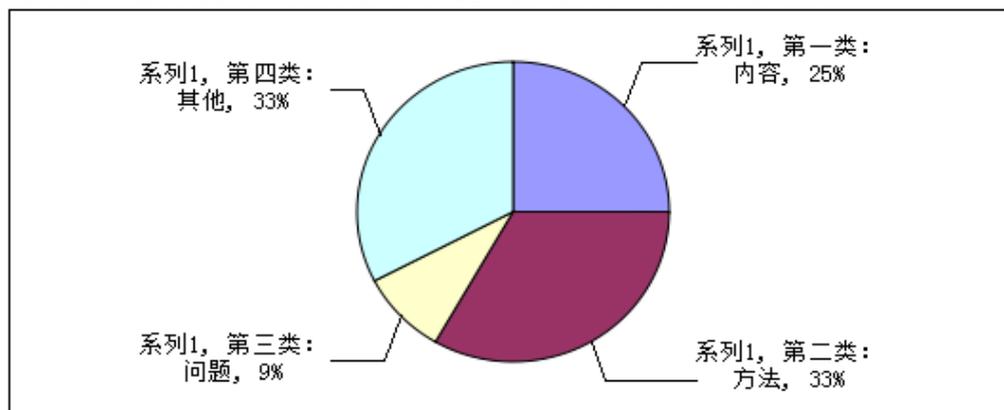


图 1.2 环境绩效审计文献研究内容统计

由上图我们可以清楚的了解到，在研究环境绩效审计的论文中，占比例最多的还是研究其方法（33%）和内容（25%）的文献，这充分说明，环境绩效审计在我国还是一个比较新鲜的领域，学者对其的研究和了解还是限于比较表面的层次。第一类研究的内容中较多的是讨论和评述整个环境绩效审计的过程，其中包括其由来、现状以及未来的发展；第二类研究的内容则是以某一个企业为例来进行基于某种方法的环境绩效审计研究，或者评价指标体系和模式的研究；第三类则是针对在环境绩效审计过程中出现的问题进行探讨，提出相关的疑问和对策；剩下的归为一部分，该部分包含的内容比较多也比较杂，其中包括国家间的审计比较，国内的生态文明建设、资源优化配置以及如何推进审计工作的进行等等。

十年前我国出现了首例环境绩效审计结果的公告，该公告显示的是对重点流域水污染防治项目在 2003 年底的实施情况和污水处理费用及排污费的征收管理使用情况进行的审计。随后在我国，围绕环保资金使用的真实性和效率性展开了一系列审计。审计的发展已经从最初单纯意义上的发现查找问题，逐步到了找出深层次原因并提出合理建议以增强审计调查结果的科学有用性^[18]。2006 年至 2014 年期间，环境绩效审计逐渐成为环境审计的主要发展方向，本文将国内学者对于环境绩效审计内容研究进行了以下归纳，主要涉及环境绩效审计的定义、

指标体系、研究方法等方面，为文章的下一步分析打好基础：

1. 审计的定义。目前国内还没有统一的环境绩效审计的统一定义，各个学者对于环境绩效审计的定义基本上都是在前人研究成果的基础上加入自己的观点，以使得环境绩效审计的定义更加完善。如吴立群等(2005)将环境绩效审计作为一种审计活动作用是促进被审计单位的环境绩效管理，这个过程是由独立的审计机构或者人员按照审计标准来进行整体的审查和分析，最后对环境管理状况和以后的发展发表审计意见^[19]。穆继平(2007)认为在研究环境绩效审计时，政府或者企事业单位不仅要注重经济性、效率性、效果性这三个基本的要素，还应该增加并且注重环境性这个非经济因素，只有这样才会使得被审计单位的相关责任履行情况在鉴定时会更加全面^[20]。李静(2008)则认为在环境绩效审计过程中审计主体是独立的审计机构和人员，而最终的审计目标则是企业的可持续发展。首先审计机构和审计工作人员要对被审计单位的环境经营活动进行全面的审查以及分析，在鉴定之后参照相关的标准评价环境管理的现状并对其以后的发展进行评估，提出相应的环境管理的建议^[21]。毛艺璇，南楠（2010）认为环境绩效审计的进行是由国家审计机关、民间以及内部审计机构来完成，审计过程是对被审计单位的环境管理活动的履行情况进行全部的调查以及分析，并按照相关的标准评价企业的现状以及潜力，最后为企业的环境经营管理提出合理的建议，以期帮助企业进行环境管理绩效的改善。^[22]

2. 绩效审计指标体系的研究：王学龙（2011）等人认为，在对环境绩效审计评价指标设计进行研究时，应该以环境价值链为基础，针对每个环节相应的特点，进行对应的环境绩效评价指标的设计。文章先对环境价值链相关理论进行了分析，而后在上一环节的基础上对其辅助和基本环境设定相对应的评价指标，然后进行环境绩效评价指标体系的构建，并依据定量和定性指标的不同使用不同的评分标准原则，对各指标进行量化打分，最后算出环境价值链的评价得分，以此来作为审计结论的依据^[23]。许良虎、马丽（2011）则是将环境绩效评价指标分为五大类：环保经济效益指标、环保社会反响指标、可持续发展指标、生态效率指标以及环境管理系统指标。其详细的划分更有利于环境绩效审计进行全面客观的评价^[24]。李山梅等人（2011）认为，在进行城镇环境项目治理时，应该设计基于压力—状态—响应概念基本框架，在此基础上进行环境绩效审计评价指标体系的构建，由此引出了环境绩效审计的一个新思路：基于环境绩效评价指标与传统的GDP指标相结合的指标体系构建。朱珠、钟飏（2013）基于可持续发展的目标，

从经济效益、环境效益、社会效益三个方面建立了一套适用于企业环境绩效审计的指标体系，又进一步介绍了指标权重的分配以及指标的计算评价方法，最终得到审计的结果，有效的指导企业开展环境绩效审计的实践。^[25]

3. 环境绩效审计的研究方法：汤亚莉、邓丽（2006）认为现有环境绩效审计效果并不理想，其根本原因在于缺乏环境绩效审计的有效方法。作者将环境价值链作为环境审计的研究内容，并将灰色系统理论与层次分析法相结合，通过量化测算得出审计结论，从而形成了一种新的环境绩效审计方法^[26]。汤孟飞（2011）在总结以前的环境绩效审计应用方法的基础上，又对审计的方法进一步研究，提出了环境绩效审计特有的应用方法：意愿调查法和环境费用效益分析法，在分析两种方法优劣的基础上，对审计内容进行分析，最后给出审计结论和建议^[27]。高翔、侯玲（2011）等人认为目前我国绩效审计中的瓶颈就是缺乏专门有效的环境绩效审计方法，从而影响了环境绩效审计的开展，文章同时还分析了环境绩效常规方法：观察法、审阅法、调查法以及重新执行法等，还有环境绩效审计的特有方法：费用效果分析法、成本效益分析法、环境标准分析法以及实时在线检测法^[28]。黄溶冰（2013）通过对绩效审计环境项目的深入研究，针对节能减排项目的特点，利用 DEA-Tobit 模型，对绩效审计环境项目的多投入、多产出问题进行效率性分析，在讨论决策单元相对有效性和改进方法的基础上，对其与实践标准之间的差距进行分析和排序，该方法有助于促进我国绩效审计在环境方面的进一步发展^[29]。

1.2.3 国内外研究评述

相比较审计在其他方面的研究，绩效审计在环境方面研究的起步还是比较晚的，从上述文献看来，环境绩效审计不管是在理论还是时间上都有待进一步的完善。国内外学者对环境绩效的研究视角有的是从区域整体经济出发，有的则是基于 DEA 的径向模型测算环境绩效审计，这些研究中，并没有考虑投入和产出变量的松弛状况，所以评价的结果不是很精确。

除了传统 DEA 算法的局限性外，在环境绩效审计中，对非期望产出的处置技术也不够完善。就以上综述来看，研究者对非期望产出（污染物）的处理主要有两种观点：一种是观点认为在进行环境绩效审计时，非期望产出与投入一样都要求越小越好，因此将污染物变量作为投入来处理。另一种观点仍将污染物变量作为正常产出处理。这两种观点各有优势与不足，将污染物变量作为投入处理虽然能够达到环境绩效审计的目的，但是这明显与现实生产过程不符。而将污染变

量作为产出要素来处置，虽然符合企业生产实际，却没有意识到污染物的负外部性，即污染物为伴随生产过程中出现的副产品。将期望产出和非期望产出不加区别地共同引入生产过程显然不符合绩效评价产出应该尽可能扩大的本质，这样做出的绩效评价仍没有正确考虑资源环境约束的影响，因此在环境绩效审计中要在考虑期望产出和非期望产出的同时还需要将二者加以严格区分。

1.3 论文主要研究内容、研究思路及研究方法

1.3.1 论文的主要内容

本文在阅读大量有关环境绩效审计文献的基础上，在当前循环经济可持续发展的大背景下，基于数据包络分析（DEA）的 SBM-Malmquist 指数模型进行以企业为研究对象的环境绩效审计研究。从两方面入手对效率性问题进行探讨，一方面由绩效审计效率性研究引出对环境绩效审计效率性问题方法的分析，另一方面借鉴环境效率的方法处理环境绩效审计效率性中的非期望产出问题。最后将 SBM-Malmquist 数学模型运用到实证当中，阐述其具体的计算过程，并进行分析。具体内容如下：

1. 文章的理论基础。本文对绩效审计基本内容、环境效率研究方法、环境绩效审计基本理论等文献进行了梳理，并且进行了归纳总结，以形成文章坚实的理论基础。

2. 将 SBM 数学模型应用到实证当中，并对测算结果进行分析。尝试应用基于 SBM 模型对企业环境绩效进行测算，设计基于 SBM 模型的企业环境绩效审计体系，把企业在职工作人员及固定资产投资作为投入，企业净利润以及钢产量作为期望产出，各企业污染物——二氧化碳作为非期望产出，并将各投入、产出指标的松弛变量放在目标函数中。测算后再运用 Malmquist 指数进行各企业的效率变动分析，以求得更加科学准确地测度企业的环境绩效，进一步深入挖掘企业节能减排的能力，提高企业的生产效率。

3. 得出结论并进行分析。根据数学模型的测算，得出计算结果，该结果为企业的环境绩效管理提供了数据支持，同时也为政府进行企业的环境绩效审计评价提供了依据，并给予相应的对策性的建议。

本文计划将上述内容分为以下五章：

第 1 章，绪论部分，其中主要包括：论文的研究背景、目的及意义，还有针对研究内容的国内外文献研究综述、论文的主要内容和研究方法、确定了论

文的总体思路及研究框架、论文的创新之处等。

第 2 章，论文研究的理论基础，从两方面入手来进行环境绩效审计效率性问题的解决，一方面是绩效审计的效率性分析，引出效率性研究的方法，然而该方法无法解决环境中的非期望产出问题，考虑到环境效率与环境绩效审计的效率性研究内容相同，便借鉴环境效率中的 **SBM** 方法模型来处理非期望产出问题，找到环境绩效审计效率性研究的突破口，进一步分析了 **SBM** 模型对于环境绩效审计效率性研究的适用性以及 **Malmquist** 指数的优越性分析。

第 3 章，应用 **SBM** 模型进行企业环境绩效审计效率性研究设计。本章在明确了企业环境绩效审计效率性研究的基本思路和评价指标准则的基础上，选择合适的评价指标设计基于 **SBM** 模型的企业环境绩效审计效率性评价体系，进行企业环境绩效审计的测算，并运用 **Malmquist** 指数对企业的生产效率变动进行分析，具体阐述各企业绩效效率性测算结果。

第 4 章，对全国 12 个上市钢铁企业进行基于 **SBM-Malmquist** 指数模型的环境绩效的测算，对各个企业的数据进行分析整理，依据测算的结果得出结论。

第 5 章，通过前三章的理论分析以及第四章的实证研究，我国环境绩效审计效率性研究方法中存在优点和不足得以体现，在此研究的基础上，我们通过现有数据的分析，对环境绩效审计的方法和政策提出意见和建议。

论文的结构框架图如图 1.3 所示：

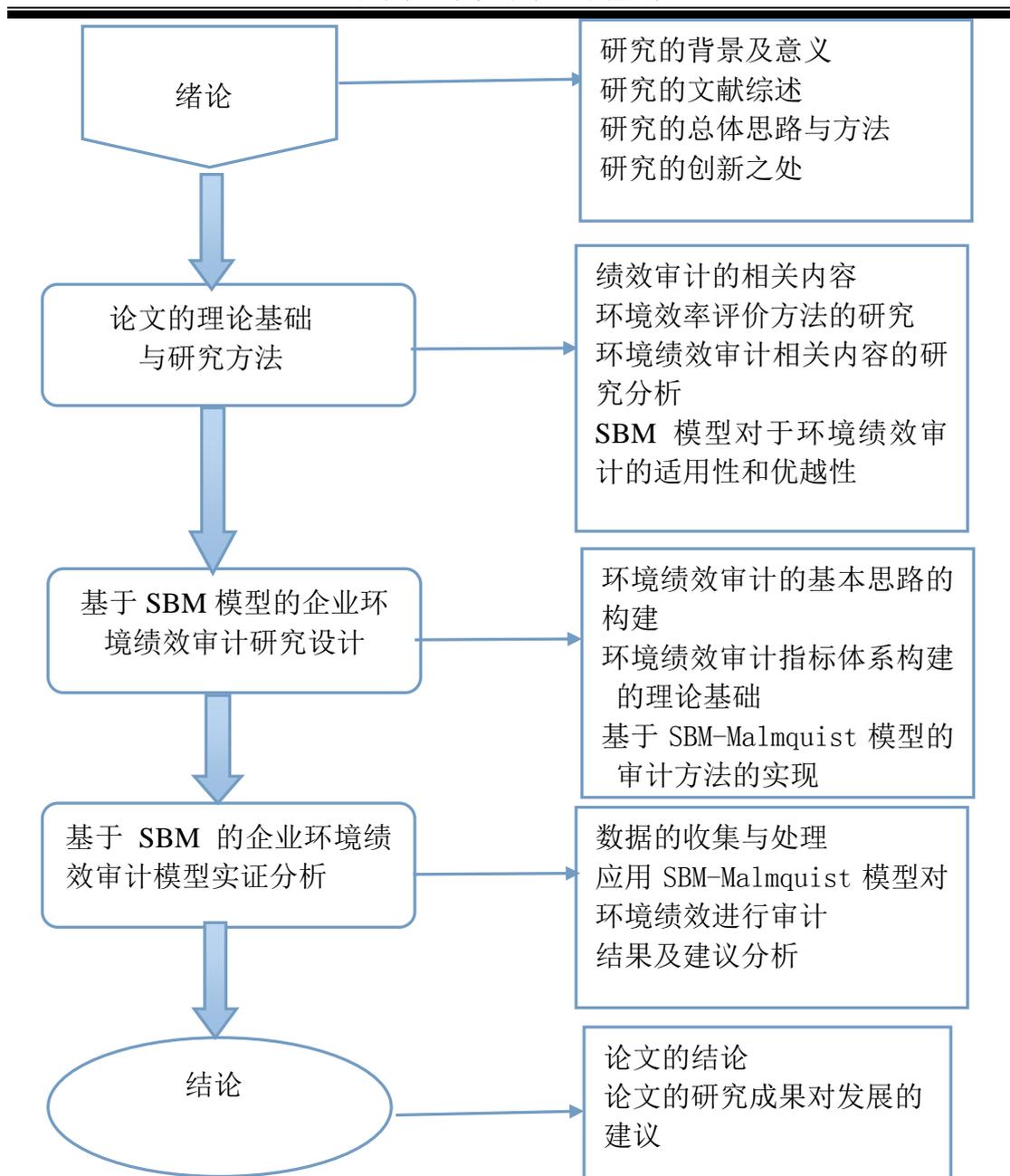


图 1.3 论文的结构框架图

1.3.2 论文的研究思路

本文在已有的国内外文献研究的基础上，在当前国际社会环境问题突出的大背景下，将环境绩效审计的效率性评价作为重点研究的问题。从两方面入手寻找环境绩效审计的切入点；一方面是从绩效审计效率性研究处入手，寻找解决环境绩效审计效率性问题的方法；另一方面是从环境效率方面入手，获取非期望产出的处理途径，分析了 SBM 模型对于环境绩效审计效率性评价的适用性与优越性后，将 SBM 模型应用到环境绩效审计的效率性研究当中。选择适当的投入产出指标来设计基于 SBM 模型的环境绩效审计评价模型，不仅成功的解决了效率性

评价研究，也很好的处理了非期望产出的问题，然后进行了上市钢铁企业的实证研究，并运用 Malmquist 指数对测算结果进行了分析，最后针对环境绩效审计效率性研究以及钢铁企业的环境问题提出科学的对策建议。

论文的思路框架图如图 1.4 所示：

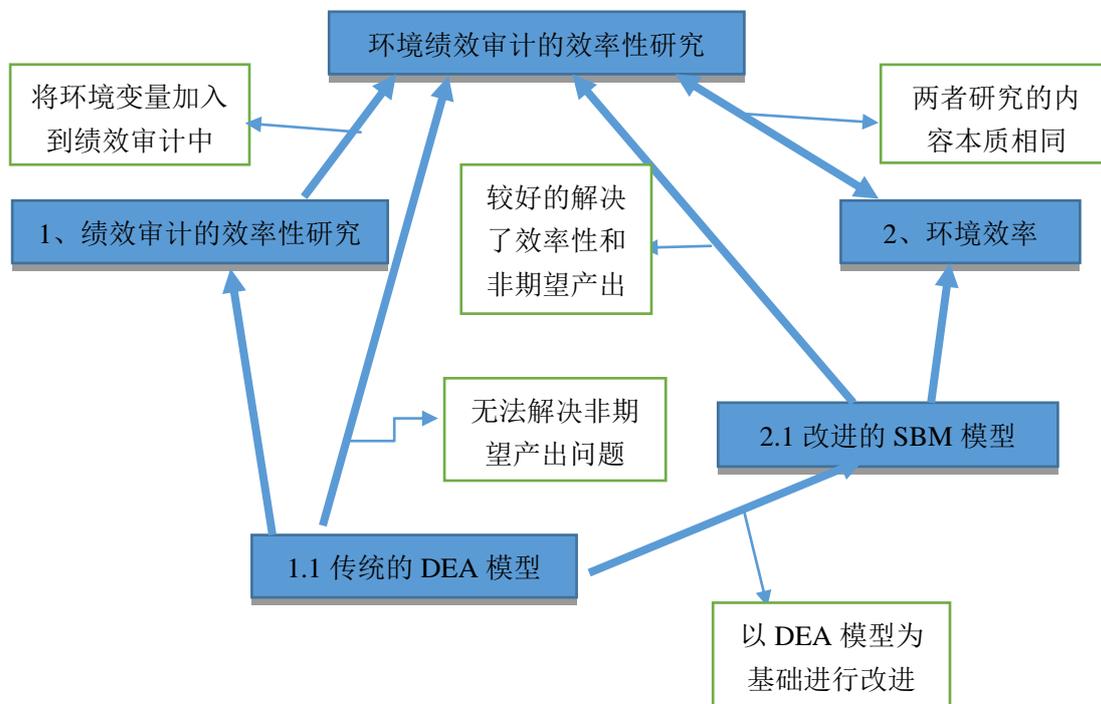


图 1.4 论文的思路框架图

1.3.3 论文的研究方法

为了较好的完成上面所叙述的研究内容，以获得科学精确地研究结果，本文将采用以下的方法：

1. 文献分析法。本文将在阅读大量文献的基础上来完成第一章和第二章的工作。对国内外有关绩效审计、环境效率、环境绩效审计、SBM 模型的发展、基于 SBM 模型的环境绩效审计的文献，进行认真仔细的查阅、分析、整理，在总结现有研究成果的基础上，形成对环境绩效审计初步的正确的理解和科学的理论认知。

2. 定量测算与定性分析相结合的方法。第三章在已有的对环境绩效审计科学的理论认知的基础上，运用定量的方法构建 SBM 数学模型并且将非期望投入产出进行转换，在此基础上，运用定量与定性相结合的分析方法，来完成第四章的关于环境绩效的实证分析研究。

3. 理论联系实际的方法。本文是基于非径向、非角度的 SBM-Malmquist 指数模型来进行环境绩效审计效率性研究，该模型克服了传统的 DEA 模型中的一

些局限性。使得投入产出的限制减小并且将 SBM 模型应用于环境绩效审计的效率性研究中是一种新的尝试，这对于环境审计问题的分析与改进有更重要的意义。本文对样本数据的收集整理以及对构建的 SBM 数学模型的测算，是理论联系实际的有力证明。

1.4 论文的创新之处

本文是在绩效审计和环境效率评价方法的基础之上，运用改进的 SBM-Malmquist 数学模型对企业的环境绩效审计的效率性评价方法进行研究，进而评价企业的环境绩效审计，其创新之处主要体现在：

1. 此前环境绩效审计研究的方法以定性方法为主，而且是将经济性、效率性、效果性三要素综合在一起进行研究，定量分析环境绩效审计效率性的方法也很少把环境中的非期望产出考虑在内，而且部分处理非期望产出的方法过于简单或者不符合实际的生产过程，相比而言，作为定性定量相结合方法的 SBM 模型来研究环境绩效审计，将非期望产出考虑在内，使得环境绩效审计效率性研究的结果更加真实和全面，其优势显而易见。

2. 创新性的提出环境绩效审计是在绩效审计的基础上，将环境因素纳入到投入产出变量中的深入审计研究，同时考虑到环境绩效审计效率性问题与环境效率的研究内容相同，所以便借鉴绩效审计和环境效率理论和评价方法，运用 SBM-Malmquist 模型来进行环境绩效审计效率性评价问题的研究，这是研究环境绩效审计效率性评价的一个新的切入点。该方法不仅对效率性问题进行了处理，而且有效解决了环境中的非期望产出问题，将企业绩效和环境的关系予以量化，是对当前评价企业环境绩效审计方法的有益补充，为政府正确了解企业的真实绩效及采取切实措施规制企业环境行为提供科学借鉴。

第2章 论文的理论基础与基本方法

2.1 绩效审计的内容

2.1.1 绩效审计的起源

绩效审计同其他类型的审计一样，其产生的基础是受托经济责任，在二十世纪三十年代的世界经济大危机后，凯恩斯主义在资本主义国家得到了广泛的推崇和实施，尤其是在第二次世界大战后，财政政策和货币政策被国家广泛的应用在宏观经济调控上，其在社会经济生活中的作用越来越显著，紧接着便是公共财政支出不断增加，在国民总产值中所占的比例不断上升。在这种情况下，政府要承担的经济和社会责任不断增大，使得国家财政资源日益紧张。^[30]西方各国为了应对各种在财政和绩效方面的赤字和危机，便开始了大规模的行政管理改革，其管理模式由最初的官僚和传统的行政管理，转向了具有市场导向的并且具有弹性的管理方式。西方各国最开始是在政府部门中开展绩效审计，以提高政府的执行效率，政府绩效审计则应运而生。到了二十世纪七十年代各国纷纷通过立法，确立了政府绩效审计的法定地位，本文将各个国家法定审计机关定义绩效审计职责为标志，将西方一些国家的绩效审计形成的时间进行了总结，如表 2.1 所示。

表 2.1 西方主要国家绩效审计形成时间一览表

国家	时间	法律	内容
瑞典	1967 年	1967 年瑞典建立政府财务管理系统，以改进预算过程和政府的工作效率。瑞典审计局成为政府财务管理系统的一部分，审查政府机构如何分析活动成果和效益。	
美国	1972 年	美国审计总署发表了《政府组织、计划项目、活动和职责的审计标准》（又称黄皮书）	对审计的目的做了如下规定：1、检查财务活动和遵循现行法律和规定。2、管理工作的经济性和效率性。3、在实现预期成果中的计划效果。
荷兰	1976 年	荷兰议会通过法令授权荷兰审计院开展绩效审计	
加拿大	1977 年	新《审计法》颁布	明确授予加拿大审计长公署对政府各项开支及项目的经济性、效率性和效果性进行审计
新西兰	1977 年	《公共财政法》颁布	建立独立的审计机构——审计署

澳大利亚	1979年	新《审计法》	明确规定澳大利亚审计署能够对政府部门和政府所属机构进行效益审计
英国	1983年	《国家审计法》	明确规定主审计长有权对政府部门和公共机构进行绩效审计，但不能审计国有企业 and 地方政府。

最先将政府审计纳入绩效审计的国家是美国，如今在西方工业发达的国家中，绩效审计开展的比较有特色的还有瑞典和加拿大等国家。^[31]绩效审计之所以能够快速的发展起来主要有以下几个原因：第一、政府开始加强对国家的宏观经济干预和调节，并开始掌控一些非传统的职能。因为政府部门对经济干预的加强，国家审计开始满足不了国家和一些公营部门的基本财务审计，所以不得不从其他方面找寻发挥空间。第二、社会公众越来越关注国家的政策和所处的环境状况，作为公共资源的所有者，社会公众需要了解公共资源的使用效率。第三、由于市场经济的运行机制日趋完善，社会的现实需求越来越多而传统的财务审计已经满足不了需求，所以绩效审计的延伸是审计自我发展的必然结果。上述原因的综合作用使得绩效审计在世界范围内迅速开展起来。^[32]

2.1.2 绩效审计概念的界定

绩效简而言之就是指投入产出之间的比率，审计则是独立的第三方依照相关的法律法规对国家各级政府部门、企事业重大经济活动项目和财务收支情况以及金融机构经营管理活动进行的事前和事后审查，由此看来审计实际上是一种监督手段。综合以上，绩效审计的意思即为由独立的审计机构、人员，依照法律法规以及准则，评价并且监督被审计单位的经营项目的经济性、效率性以及效果性，在此基础上提出改进建议，由此提高其管理的效率和效果的一种监督活动。^[33]绩效审计是在活动管理和经济监督结合起来的基础上，对经济活动进行评价并提出建议的有效方法。

2.1.3 效率性要素研究对绩效审计的关键作用

上文中提到的经济性、效率性和效果性三个词语的英文单词的第一个字母都为“E”，三者 in 绩效审计中简称为“3E”。经济性是指企业的经营活动在达到所期望效果的前提下消耗最少的资源。经济性最关注的问题是在整个项目活动中整体成本的大小，只有用较低的成本获得期望成果时才会称为经济性；效率性是指

企业所投入的资源与最后的产出产品、成果之间的对比关系。可以从两个方面来得到较好的效率,即达到期望的产出而投入最小化时或者使用规定的投入而产出最大化时;而效果性是指企业经营活动实际达到的成果与所期望达到的成果之间的关系。^[34]

在以往的绩效审计中,其过程通常是把经济性、效率性和效果性结合在一起考虑,因为三者之间有着紧密的联系,企业可以很有效率的做无效果的事情也可以很经济地做没有效率的事情。在绩效审计中,经济性的含义是尽可能的减少企业的资源利用成本,效果性则是将人为因素考虑在内的企业期望成果,所以从某种程度上来说,经济性是效率性的一部分,而效果则是通过服从于期望结果的效率性手段达成的目标。所以,在绩效审计过程中,效率性在三者之间占得分量最重,解决好绩效审计中的效率性问题,对绩效审计的实施会起到事半功倍的作用。

2.1.4 绩效审计效率性研究方法及特点

恰当的审计方法对企业的审计活动可以起到事半功倍的效果。绩效审计的实际操作过程包括:收集证据、对资料的审查判断,最后进行运用的过程。绩效审计方法实际上就是审计师在审计过程中进行数据收集、分析的手段和工具。然而绩效审计的目标和标准并不固定,审计的方法应该随着绩效审计的目的不同而改变。相比于传统的财务审计,绩效审计工作更倾向于评价性研究的工作,其最终的目的是对被审计单位的绩效管理状况以及现状出现的原因和改进的方法做综合的评价分析。^[35]

1. 绩效审计效率性研究方法

在以绩效审计目的为分类原则方法中经济性方法趋向于传统的财务性审计方法,该方法已经有了较多的研究,而效果性分析方法是类似于总结分析的方法,在三者当中是最省力和最简单的方法,剩下的效率性分析方法则是绩效审计中比较空缺的一部分,一直以来在绩效审计专门的效率性方面的研究较少,本文进行的是环境绩效审计中的效率性研究,是在绩效审计效率性研究的基础上加入环境因素,为了便于后面的研究,我们先对绩效审计的效率性研究方法做一下简单的总结分析:

(1) 比率分析法。比率分析法有助于不同部门、不同行业之间的效率比较。是最常用到的方法。从投入项以及产出项中找出一定的比率值,但是组织活动中并非只有一项投入产出,因此在比值标准中要加入一定的权重。因此比率分析法在只有单一项的投入产出中使用比较的合理可靠。但是如果是单一的投入产出的

活动会容易忽视其他因素的影响，所以整体的效率不容易表现出来；而多投入多产出项的活动中，比重的确定没有一定的标准，所以适用性较难。在比率分析法的计算结果中，如果 A 组的比率值不是全部优于 B 组，则无法认定哪一组效率性较高。

(2) 回归分析法。由于回归分析方法可以同时评估多种投入和多种产出，因此该方法应用的领域很广泛。回归分析法相比于一般的比例分析法来说，在用途上具有更大的优越性，只不过在评估组织效率时，也会和比例分析一样遇到一些难题：按照预测值的回归直线，组织的效率性并不是很确定。原因是数据的全部样本的平均值即为回归分析计算出来的代表预测值，只有找出其中可进行效率对比的才能进行效率评估。所以要想判定该组织有效，其观察值应该在计算出的回归线的上下方附近。

回归分析法的优点是，将组织中的多个投入项作为自变量，组织的最佳产出作为因变量，在找出产出项主要因素的基础上，借助回归线预测生产力；而其缺点是需要用回归分析方法进行评估效率时做出假设前提：生产函数为线性形态。这一前提过于绝对，与一些事实情况不相符；回归线性分析法只能分析有一个产出的组织活动，对于同时有多个产出的组织而言，回归线性分析法则缺乏相应的模型来解决这一问题；回归分析方法的线性代表的是平均生产函数，而我们在做效率比较的时候则是运用该函数加上人为主观的判断，所有最后的结果会因为个人主观判断的差异而出现差别；在回归线性分析中，还有一个突出的问题就是如果自变量之间存在着高度的相关性，则参数的估计便会变得不稳定，有较高的标准误差，对结果会造成一些错误的引导。

(3) 多目标衡量分析方法。多目标衡量分析方法是进行效率性评估的正确途径，该方法认为组织的效率是由多种因素组成的，所以评定的准则需要设为多属性或者多目标的形式。尽管该方法较其他方法看来理论上更适合效率评估，但是该方法却不太能评定出组织效率的大小，因为在组织中有多个指标，若在 A 单位中有 X 个指标高于 B 单位的指标，还有 Y 个指标低于 B 单位的指标，则难以评定 A 和 B 的效率的高低，除非为每个指标加上一定的权重，而权重的加入势必又会引起个人主观的差异。所以多目标平衡的优点在于评估时考虑的多指标属性是符合现实状况的，而缺点则是在权重的取值上容易失去客观性。

(4) 投入产出法。投入产出法是指将电子计算机和现代数学结合起来，在进行综合分析一个经济系统内部各基本构成单元之间或者该系统与其他系统之

间的数量依存关系和技术经济联系的基础上,对系统进行综合平衡、经济分析及预测的一种数量经济学理论方法。其突出的优点是在进行投入产出关系过程中,任何局部细小的变化对整个体系的影响都能够敏锐的觉察到,在特定的生产技术和管理水平下,生产经营活动的投入产出之间有着相对稳定的数量依存关系。

投入产出法可以全面系统的确定各个生产环节的物资消耗定额,以此来促进企业的定额管理;能够经济合理的确定物资需求量,从而提高物资采购计划的科学性;在绩效审计中运用此投入产出法就是为了用最少的投入获得最佳的产出。

(5) 线性规划法。线性规划方法是一种很好的求极值的量化方法,它研究相对比较多的是资源的最优分配问题,主要有两种类型:一是在任务结果确定时,怎样用最少的资源去完成;二是资源量一定时,怎样完成的任务最多。线性规划问题的运算可以用图解法和单纯形法来进行。图解法适用的范围有限,当目标函数只有两个变量时可以使用图解法求得答案,因为超过两个时就无法进行图解。它的基本要点在于:确定线性规划的可行解区域以及从可行解区域中求得最优解。单纯形法可以解决多个变量的问题,其原理是确定一个基础解,然后通过数学迭代过程逐步求出最优解,而每次迭代的结果都应比上一次更优。所以该方法适合绩效审计中的效率性问题的解决。

(6) 价值工程法^[31]。价值工程法又被称之为价值分析方法,是一门新兴的在降低成本的同时实现产出的管理技术。该方法的基本思想是通过对研究对象的费用和功能进行综合评价分析,以提高研究对象的价值,价值的表达方式为:

$$\text{价值} = \frac{\text{功能}}{\text{成本}}$$

这里所理解的价值是某种产品的功能与成本的相对关系。价值工程的作用主要在于对产品或者劳务的功能和成本进行分析,在审计实践中使用的范围越来越广,可用于新产品的研制以及新技术的采用等的审查,审计人员可以利用这一方法帮助被审计单位找出投入少产出多的生产途径。

(7) 数据包络分析法(DEA)。数据包络分析方法是用来研究具有相同类型的有限个决策单元之间的相对有效性的非参数分析方法。在多投入产出效率性测算方法中应用比较广泛。该方法不需要预先估计参数,也无需任何的权重假设,因此排除了主观方面的影响,更加适用于多投入多产出的系统。相比较其他的效率性分析方法,数据包络分析方法具有更明显的优势: DEA 不需要进行变量间

的函数假设就可以确定每个决策单元综合效率的数量指标；同时还可以对分散的评价指标进行分析处理，避免了通常处理分散指标的片面性；与回归分析法相比较可以更清楚的了解具体每个决策单元的效率，而不用平均出现。^[36]

2. 绩效审计方法的特点

绩效审计方法是完成企业的绩效审计任务、实现绩效审计目标的手段。由于绩效审计涉及管理活动的全过程，所以和其他目的的审计相比，绩效审计涉猎范围非常广泛，这就使得绩效审计的方法不能完全固定，而且绩效审计的手段也是多种多样的。上文我们就绩效审计的效率性方法做了重点分析，但是在绩效审计的整个过程中，不只运用一种方法，而且各个方法有着紧密的联系，所以绩效审计的方法有以下几个特点：

(1) 多样性。绩效审计涉及的内容复杂多样，而且涉及管理过程中的各个方面，如果使用单一的审计方法来完成不同对象的审计是不现实的，这就需要在—个审计过程中针对不同的审计对象采用不同的审计方法和审计工具。近年来，审计人员不仅运用计算机等相关的新型技术设备，同时还有图像分析技术、环境数据自动检测仪器设备等，并且还运用多种理论思维工具对绩效进行测量、评价和分析。在英国便没有对绩效审计方法做出具体规定，仅是将创造力和灵活性纳入绩效审计的根本原则当中。^[37]

(2) 多学科。在整个绩效审计的过程中，绩效方法和绩效工具的多样性特点，决定了绩效审计的方法会涉及其他学科的知识。是数学、会计学、统计学、社会学、法学等多学科的综合应用。每个学科领域都有自己相应的研究方法，当绩效审计涉及到该学科领域时为了更好地研究该领域的内容，可以借鉴、引进或者吸收相关领域的研究方法。在审计的整个过程中各学科相互融合、相互渗透，使得绩效审计的方法更加的适用。^[38]

(3) 定量和定性结合。由于审计客体和审计环境的复杂性，影响绩效的因素不能全部都用定量的方法取得，还需要各种定性的方法来加以分析解决，如询问法、观察法等，这些理论定性方法和定量方法的结合，才能使得绩效审计方法更加全面，得到的审计数据和结果更加的客观合理。^[39]

2.2 环境效率的基本内容

2.2.1 环境效率概念的界定

环境效率通常又被大家称之为生态效率,是将企业的经济活动和国家的可持续发展战略紧密联系起来的关键要素,在1990年“环境效率”概念被首次提出后,世界各个组织和部门针对不同的侧重点对其进行各自的定义:

表 2.2 不同的组织学者对环境效率的定义

组织或学者	环境效率定义
Schaltegger、Sturm	增加价值和增加环境影响的比值
世界可持续发展委员会	满足人类高质量生活需求的商品和服务的经济价值与整个生命周期中对环境造成影响的比值
世界经济合作与发展组织	生态资源满足人类需要的效率,用经济活动提供的商品和服务价值与经济活动消耗的资源以及噪声的环境负荷的比值表示
欧洲环境署	创造的福利与自然界投入的比值
Kuosmanen、Kortelainen	生产活动的经济增加值与由此带来的环境破坏的比值
Reinhard	在当前技术水平、投入和产出不变的情况下,可以实现的最小化的非期望产出与当前的非期望产出之比

尽管不同的学者和组织对环境效率的定义各不相同,但是他们所要表达的环境效率的含义基本一致,其中世界可持续发展委员会关于环境效率的定义被广泛的接受和认同。所以本文在此基础上将环境效率定义如下:环境效率即是满足人们生活所需的产品和服务的经济价值与环境污染和破坏的比值。它虽然是经济和环境两方面的关系的衡量,但是却是企业经济活动的资源利用对环境影响的一个综合评价测量。

环境效率研究的实质是将环境因素纳入到既定的生产技术水平下的投入产出关系。科学的开展环境效率评价工作,了解各地区和企业各部门的环境效率,不仅可以准确的掌握他们之间的环境效率差距,而且还可以为各地区和部门的环境效率的改善提供借鉴的标准。环境问题的处理不仅是政府的责任,公众和各企业也应该积极采取相应的措施,在确保有理想经济利益的同时把对环境的破坏限制在最小的程度。环境效率评价是环保的重要手段,积极开展有效的环境效率评价不仅有助于企业减少生产过程中的资源浪费和环境污染破坏,还可以发现企业

潜在的效率提升空间，从而形成企业的经济发展和环境保护的协调发展。

2.2.2 环境效率评价的方法及比较

(1) 环境效率评价的基本方法

目前我国对环境效率评价研究的方法有多准则决策法、随机前沿分析方法、生命周期评价法、因子分析法以及数据包络分析法等，本文对这几种方法进行了以下归纳：

1. 多准则决策法

多准则决策是分析决策理论的重要内容，它是指在没有联系的各个组织方案中进行决策排序的方法。在环境效率的评价过程中，除了应该考虑的投入成本和产出收益外，还需要考虑涉及到环境的一些非期望产出（废水、废气、废渣），所以运用多准则决策法进行环境效率评价是一个很好的选择。在 2004 年，Montanari 便运用多准则决策法从投入、期望产出和非期望产出中选取六个为决策准则，对部分家电厂的环境效率运用多准则决策法的一种模型进行了评价。

2. 随机前沿分析法

随机前沿分析法是典型的前沿分析方法，在效率评价中有广泛的应用。该方法是通过将实际投入与产出和生产前沿面之间进行比较，由距离的大小来评价各企业的环境效率。期中，根据生产函数的不同，前沿分析方法可以分为非参数方法以及参数方法。非参数方法中比较典型的就是我们下文所要提到的 DEA 方法，参数方法的代表则是随机前沿分析方法。随机前沿分析方法需要确定生产前沿函数的具体形式，最突出的优点就是将随机因素的影响考虑到产出当中。在 2000 年，Reinhard 等人在前人研究的基础上将随机前沿分析方法扩展到有非期望产出变量的环境效率评价中，并分别用随机前沿分析和数据包络分析测算了环境效率。

3. 生命周期评价法

生命周期评价法在十九世纪六十年代就已经在环境领域中得到应用，生命周期评价法是指对某一产品从最初资源的开采到最终产品的报废处理的整个生命周期对环境的影响进行量化分析。在 2009 年，Lozano 等人便运用该方法对产品的环境效率进行了评价。生命周期法是一个被称之为研究产品“从摇篮到坟墓”完整生命周期的方法，虽然该方法细致入微，但是由于该方法主要针对的是某一具体的产品，而非针对于某些企业或者某一行业。与本文所研究的针对钢铁企业的环境绩效审计分析矛盾，所以生命周期方法不适合本文的效率性评价。

4. 因子分析法

因子分析法是对多个指标或者因素的关系进行评价分析。运用软件确定指标的权重，并通过计算对各个企业的效率进行排序。因此对于多指标下的企业效率评价问题，运用因子分析法可以得到有效的解决。在 2008 年，郑广超等人利用该方法研究了某地的企业的效率，并对其进行了评价分析。

上述方法主要是对环境效率研究主体进行实证测算和分析，且大都集中于微观领域，像生命周期法针对的就是某一产品而不是整个企业，而多准则决策法倾向于定性分析，受研究者的主观偏好的影响较大，所以在实际的使用中，其应用的领域不是很大。除上述方法外，还有一种应用范围比较广泛的环境效率评价方法——基于数据包络分析模型的效率测度评价方法。本小节主要介绍的是几种常用的基于数据包络分析模型的环境效率评价方法。

(2) 数据包络分析模型的原理

数据包络分析 (Data Envelopment Analysis, DEA) 模型是由著名的运筹学家 Charnes 和 Cooper 于 1978 年在“相对效率评价”概念基础上延伸和发展起来的一种分析方法。该方法将相关指标放入传统的投入产出指标体系中，其原则是用较小的投入得到较大化的产出，它能够对同类型部门的多指标投入和产出进行相对有效性的综合评价，得出评价单元综合效率的数值，根据得出的结果将各决策单元的相对有效程度进行排序，由此确定决策单元是否有效以及效率性大小。DEA 的效率评价思路如图 2.1 所示。

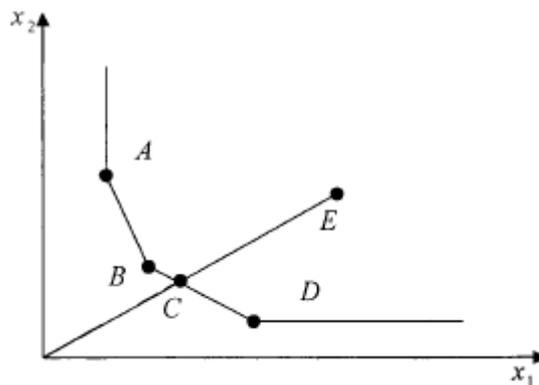


图 2.1 DEA 效率评价思路模型

如图所示有 A、B、C、D、E 五个决策单元，每个决策单元都是有 x_1 、 x_2 两种投入的生产活动，图中 A、B、C、D 均位于生产前沿面上，是有效的决策单元，只有 E 不在生产前沿面上，所以 E 为技术无效的决策单元，图中的生产前沿面是几条线段组成的等产量线，所有的观测点位于前沿面及前沿面的上方。因

为 DEA 可以实现企业多投入和多产出效率的测算，得到各个决策单元的相对有效性，由此企业可以进一步挖掘无效单元的效率提升空间，更加优化企业的资源配置。

第一个 DEA 经典模型为 C2R 模型，其公式如下：

$$\begin{aligned}
 & \max \phi \\
 & X\lambda + s^- = x_0 \\
 & s.t. \quad Y\lambda + s^+ = \phi y_0 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{2-1}$$

该模型是在规模报酬不变（CRS）的情况下得出的效率模型，公式中的 x_0 ， y_0 表示的是评价单元的投入产出值， X 、 Y 代表的是投入和产出向量， ϕ 为标量， λ 为权重向量。

DEA 模型的发展经历过几个阶段：1957 年，Farrell 提出了 DEA 方法的基础思想，随后各个学者进行进一步的分析，经过运用以及改进，DEA 的主要数学模型如下：

表 2.3 数据包络分析方法的主要数学模型

参数设定	假设有 N 个 DMU，有 m 种投入 x_i ($i=1, 2, 3 \dots, m$)，s 种产出 y_t ($t=1, 2, 3 \dots s$)。 Q_k 代表第 k 个 DMU 所投入中等比例缩减的松弛量，权数 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ 代表了连结的多面体向量。
分式规划 Charnes, Cooper, Rhodes	$ \max h_k = \frac{\sum_{t=1}^s u_t y_{tk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad s.t. \quad \frac{\sum_{t=1}^s u_t y_{tk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1 \quad ur \geq \varepsilon > 0, vi \geq \varepsilon > 0 $
线性规划 Charnes, Cooper, Rhodes	$ \max h_k = \sum_{i=1}^s u_i y_{ik} \quad s.t. \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad \sum_{t=1}^s u_t y_{tj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\ u_t \geq \varepsilon > 0, v \geq \varepsilon > 0 $
对偶规划 Charnes, Cooper, Rhodes	$ \max[\theta - \varepsilon(e^T s^- + e^T s^+)] \quad s.t. \quad \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_{j0} \quad \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_{j0} \\ \lambda_j \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n \\ s^- \text{为松弛变量}, s^+ \text{为剩余变量}。 $

(3) 基于 DEA 模型的环境效率评价方法比较

传统的 DEA 模型判断决策单元是否有效的原则就是“投入尽可能的减少，而产出则尽可能的增大”。在企业现实的生产过程中，除了一部分的期望产出外，

还有一部分是非期望产出（如废水、废气、废渣），我们以热电企业为例，热点企业在供暖的同时，也排放了大量的二氧化碳和二氧化硫，给空气造成了严重的污染。这里的热能我们称之为期望产出，而二氧化碳和二氧化硫为非期望产出，这些非期望产出应该尽可能的减少才能使得决策单元相对有效。经典的 DEA 模型显然已经不符合企业的实际生产状况。它没有将企业的生产活动的外部影响考虑在内，忽略了环境因素对企业效率的影响，因此传统的 DEA 模型对企业所做的效率性测算是全面、不确切的。于是有的学者便在原有 DEA 模型的基础上对其进行改进，将环境因素考虑在内，研究包含非期望产出的企业效率。1989年，Fare 等人首次提出了处理非期望产出的数据包络分析模型，随着各位学者对环境效率的深入研究，基于数据包络分析的环境效率评价方法逐渐演化成四种方法，本文对此做了以下归纳总结，如表 2.4：

表 2.4 基于数据包络分析的环境效率评价方法

曲线测度评价法	概念	曲线测度是一种非线性的环境效率评价方法
	优点	以径向测度来分析期望产出的效率，然后用其倒数测度来衡量污染物的效率，以达到在效率评价的过程中增加期望产出和减少污染物的目的
	缺点	由于该模型是一种非线性的数学规划模型，所以求解时比较麻烦
污染物作投入处理法	概念	该模型是将污染物作为一种投入指标添加到 DEA 模型中，进而测算环境效率。
	优点	将数据带入模型中测算，较迅速的解决非期望产出问题
	缺点	不能反映真实的生产过程
非期望数据转换处理法	概念	该模型是将非期望产出通过数据转换变成期望产出，再运用传统 DEA 进行测算
	优点	操作简单，有效的保持了线性各凸性关系
	缺点	将污染物作为负数的形式进行效率分析不符合效率性评价的基本要求
距离函数法	概念	该方法在测定决策单元的效率是，首先必须设定一定的方向，然后按照该方向测量决策单元的效率。
	优点	将决策者的偏好融入效率评价中
	缺点	受方向向量的影响，不同方向向量导致不同的评价结果

上述方法在研究环境效率时各有利弊，但是要想使得环境效率评价研究更加的科学合理，还需要对上述方法进行改进。有的学者认为可以运用径向、角度的方法处理问题：径向是指生产活动的投入和产出是同比例的，角度是指效率评价时做出基于产出（假设投入不变）或者投入（假设产出不变）的选择。但是因为径向模型对投入产出变动不是同比例时的测算不够准确，角度模型在角度选择不

同会对测算结果造成偏差的原因，这些在实际操作过程中都有一定的局限性，所以需要再进一步建立一个约束性小、可操作性强的模型来研究企业环境效率问题。^[40]

2.2.3 SBM 模型在环境效率评价中的应用

为了克服传统模型的缺陷，更准确的度量评价对象的有效性，Tone 于 2001 年提出了非径向和非角度的 SBM (Slack-Based Measure) 模型，最初的模型如下：

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{r0}}} \quad (2-2)$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

其中：

$$s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

s_i^- = 投入的松弛变量

s_r^+ = 产出的松弛变量

λ_j = 权重 ρ 是关于 s_i^- , s_r^+ 的严格递减函数，并且 $0 \leq \rho \leq 1$

对于任意一个决策单元来说，当且仅当 $\rho = 1$ ，且 $s_i^- = 0$ ， $s_r^+ = 0$ 时，是有效的，若 $\rho < 1$ ，则说明决策单元无效，即存在着提升空间，通过除去松弛变量来达到有效的决策单元，即： $x_{i0} - s_i^{-*} \rightarrow x_{i0}^*$ ， $i = 1, \dots, m$ ， $y_{r0} + s_r^{+*} \rightarrow y_{r0}^*$ ， $r = 1, \dots, s$ ，该模型将投入、期望和非期望产出的松弛变量纳入到测算公式中，相比较于传统的和部分改进的 DEA 模型，该方法更加适用环境效率的测算。

近年来在 CNKI 上有许多运用 SBM 模型来进行环境效率的研究文献：田伟（2014）等人运用 SBM 模型对全国的农业环境效率进行了比较分析，文章对我国的部分省以及直辖市农业方面的投入产出数据进行了测算，讨论了地区间的特征和差异对于农业环境绩效的影响，最后对各省市间节能减排的潜力进行了比较分析；罗俊浩（2014）等人采用 SBM 模型对我国部分集装箱港口的环境效率进行了测算，将 CO₂ 的排放量作为非期望产出，通过计算分析了其对环境效率的影响，同时分析了港口非效率发生的原因；潘丹（2013）等人认为生态效率对于经济发展和资源环境来说至关重要，采用 SBM 模型对农业生态效率进行测算，

可以帮助农业生态找出效率损失的原因,从而提高资源的利用率;潘敏倩(2015)运用 SBM 模型对安徽省部分城市煤炭产业的生态效率进行了测算,在进行产业评价的基础上给出了相应的改善途径。

2.3 环境绩效审计的基本内容

2.3.1 环境绩效审计产生与发展

审计作为一种环境污染监督治理的工具始于二十世纪六十年代,最先开始的是美国水体污染事件的审计研究。而环境审计开始在国际社会的环境管理中流行起来,是从联合国环境规划署(UNEP)于 1972 年在瑞典召开的人类环境工作会议之后。1995 年,环境审计成为最高审计机关国际组织第十五届大会的主要议题,而且在后续发言当中对环境问题做了重点论述。由此,环境和可持续发展成为会议的主要议题。^[41]大会还将环境审计问题分为三类:财务审计、合规性审计以及绩效审计。其中环境审计中的绩效审计就是本文研究的重点,环境绩效审计更多的是测算、分析和评价组织的各项环保措施和环境管理绩效以及环保资金的适用效率等。自此环境绩效审计开始在环境管理领域发挥作用。^[42]

美国是最早将环境审计纳入污染治理和节能减排领域的国家之一,在二十世纪早期,美国国家审计署的环境问题大多集中于财务审计,而到了二十世纪七十年代后,美国国家审计署开始将重点转移到环境绩效审计方面,此后美国的环境审计开始发展起来,九十年代以来,美国国家审计署在完成政策评估相关问题的同时,还要进行环境资源配置的规划以及思考如何使得环境支出得到更高的回报。环境绩效审计完成了从检查到评估的转型。

英国为了应对日益增加的环境方面的问题,从二十世纪八十年代末开始,环境审计便开始在政府活动中崭露头角,在 1989 年某一环境保护协会发布的章程中就出现了政府应该实施的环境审计的框架,环境审计作为环境保护方面的术语,则是在《地方政府环境务实》发布之后。^[43]英国的环境审计主要采用两个标准,一个是欧盟环境管理审计计划(EMAS)还有一个就是国际环境质量标准体系 ISO14000。^[44]

1989 年,《环境管理条例》由荷兰政府发布,该条例规定企业在进行营运期间对于环境保护应承担独立的责任,所以越来越多的企业开始重视环境问题,将环境审计作为一项重要的审计内容列入企业的内部审计计划。^[45]荷兰最高审计机关——荷兰审计院于 1990 年将环境审计纳为主要内容,并根据环境管理法的

要求，对有环境保护义务的机关和组织进行强制的环境审计。^[46]

二十世纪八十年代初，加拿大审计长公署便开始在环境领域进行审计研究，1994 年加拿大审计长将环境审计定义为传统审计“3E”外的第四个“E”（environment），到 2004 年，十年间绩效审计已占到加拿大全部审计的 85%，其中的环境绩效审计的重点已从对项目资金的审计转移到环境经济活动的可持续发展的评估上。^[47]加拿大对于企业相关的环境责任在环境保护法中有明确的规定。对于生产过程中以及商品消费过程中的污染，企业都要负有相应的责任，这样形成了对企业强有力的外部约束，促进企业积极的开展环境绩效审计以减少环境风险。^[48]

虽然这几年我国环境绩效审计也有了一定的发展，但相比于国外环境绩效审计，不论是在理论体系还是在实践经验上，我国都还存在明显的差距，所以我们应该在立足于本国国情的基础上，借鉴国外先进的绩效审计经验，以此来促进环境绩效审计体系的完善。

2.3.2 环境绩效审计概念的界定

由于我国开展环境绩效审计的时间相对来说不长，而且各个学者从不同的角度进行环境绩效审计的研究，因此关于环境绩效审计的定义在我国的学术界目前还没有取得统一的定论，结合前面所提到的各个学者的观点以及所查询的资料，本文认为环境绩效审计的定义要包括以下几项内容：环境绩效审计实施的主体、依据的标准、使用的方法、实施的客体以及期望达到的目标等，所以环境绩效审计的定义如下：它是由独立权威的审计机构或者审计人员，按照我国有关环境的标准、法律法规以及企业各自的对于环境的政策和目标，通过特有的技术方法，依据特定的指标，将环境作为投入产出要素，对被审计单位的环境管理活动进行分析、审查和监督，评价其在环境绩效方面的经济性、效率性和效果性，并对其在绩效审计中出现的问题提出一些建议。

环境绩效审计的概念可以表述为：环境绩效审计是在绩效审计的基础上，将环境变量纳入到投入产出中而进行的绩效审计研究。所以要想深入的理解环境绩效审计，就必须了解以下内容：

1. 环境绩效审计与绩效审计之间的相互关系

(1) 环境绩效审计不是对绩效审计的表面扩展，而是在绩效审计基础上的进一步深入研究。由于环境变量的加入，使得环境绩效审计的结果不再只是单纯的追求企业经济利益的增长，而是将社会和环境的影响也考虑在内，所以在进行

绩效审计测算时,不再只是计算固定资产、劳动力投入和产成品产出之间的关系,而是将对环境的影响也考虑到企业的生产效率当中。所以环境绩效审计相对于绩效审计来说更全面更具体。

(2) 绩效审计与环境绩效审计目前都没有统一的评价指标。两者在进行评价的时候根据企业类型不同,评价指标也会略有差异,但两者都是以绩效审计的3“E”原则为基础进行的评价,而且在经济性、效率性、效果性当中,效率性是占主导地位的,因为在绩效审计和环境绩效审计中,效率性的实现不仅使得经济性得到满足,同时为效果性的实现奠定了基础,所以相对来说做好效率性研究,对于整个审计过程至关重要。

2. 环境绩效审计的主要研究内容

本文是以企业的视角进行环境绩效审计的研究,所以其研究的内容主要有以下三个方面:

(1) 对企业所执行的相关环境政策法规程度的审计,首先应该了解各个政策法规对于排放标准等的具体规定,然后审查企业的政策法规的执行情况。每一项政策法规都有其专门的目的,审计人员要做到把得出的结论和发现的问题及时的反映给有关部门,以增强政策法规的实时效果。除此之外还有企业的环境管理体系测评,检查企业环境管理的内部控制系统是否健全,重点审查环境管理中的薄弱环节,做好其改进工作。

(2) 对环境专项资金的审计,可以从四个方面来分析对环境专项资金的审计:一、审查环境专项资金的筹集和预算编制是否合理;二、审查专项资金利用过程中的经济性,审查在此过程中有无超额预算和资金浪费的情况;三、审查被审计单位是否做到专款专用,资金利用是否有效率;四、审查专项资金利用以后产生的效果,也就是对环境质量的改善和控制污染所发挥的作用。

(3) 对企业环境项目的审计,首先要了解项目的立项程序的合法和可行性,其次在项目实施过程中,管理模式、管理机构和管理监督的措施的实施情况,此外,还应了解环境项目单位是否有相关的环境质量认证,最后项目竣工时要检查企业是否办理了环保验收手续,以及项目建成后所发挥的环境和社会效益。

2.3.3 环境绩效审计的相关基础理论

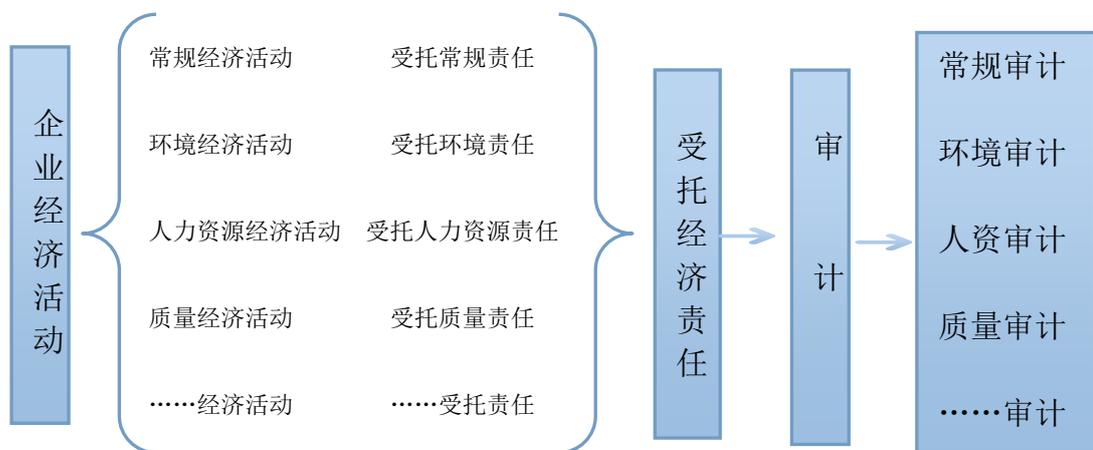
环境绩效审计理论和务实方面的发展以及绩效审计评价体系的构建都离不开相关基础理论的支撑。环境绩效审计既是审计学的重要组成部分,又与传统的审计有着显著地差别,它的产生与发展并不是一蹴而就的,而是与诸多的理论息

息相关，本文就下面两种理论做一下重点介绍。

1. 受托环境责任理论

受托经济责任是审计学产生的基础，从审计学最初的发展来看，受托经济责任是推动审计理论发展的主要原因。生态环境问题层出不穷，人们在受到污染环境负面影响的同时，环保意识在不断地提高。而受托经济责任在环境领域的发展就成为了受托环境责任，于是环境绩效审计随即产生。

受托经济责任依照的原则或者特定的要求是经管经济环境资源并且报告其经营状况的义务，审计的基本职能的要求就是对受托经济责任进行基本的监督。受托环境责任作为一种特殊的受托经济责任，在环境绩效审计方面的作用便显现出来。所有权属于国家和民众的环境资源通过相关法律委托授权与相关的政府机关、企业以及社会经济组织使用经营，这样的组织就承担起了按照特定的原则或者要求有效合理使用并且保护环境资源的责任。与此同时，受托的组织还需要向委托人报告资源环境管理状况。这里所说的资源环境主要是指两部分：一是像物种、大气、水资源等的天然资源；第二种则是指用于治理环境的各种资源，如技术、设备以及资金等。在整个的受托过程中，受托环境责任的受托人可能会采取损害委托人利益但是自身却得到收益的一些违法违规行：排放未经处理的废弃废渣，以减少企业处理资源垃圾的费用。因此，为了减少这一行为的发生，需要一个权威的第三方来独立处理这一过程中的信息可信度，这就催生了环境绩效审计。环境绩效审计在较大的程度上解决了双方环境信息的不对称问题，督促受托方提高利用环境资源的效率。经济活动、受托责任以及审计、环境审计之间的关系如下图所示：



2. 可持续发展理论

可持续发展理论是在上个世纪八十年代由西方国家首次提出来的,其基本思想是指在满足当代人需求的前提下,又不损害子孙后代的发展。在可持续发展与环境承载能力之间做好平衡,实现生存与发展的统一。可持续发展理论在联合国环境与发展大会上被各个国家与国际组织所广泛接受。这一概念涵盖很多方面,包括经济、社会、资源以及环境的综合性考虑,自然资源的承载能力对社会的经济发展有着至关重要的作用,经济发展与自然环境之间相互作用、相互制约。

政府报告中也有对环境协调性的重视,在十七大报告中指出企业的良好发展是建立在降低耗能、优化结构、提高效率并且保护环境的基础上。在经济持续发展的同时也要确保环境资源利用率的提高以及生态环境的改善。同时报告中还强调企业必须要把可持续发展放在十分突出的位置。将经济效益和环境效益协调统一来达到企业利益的最大化,这样的企业要承担相应的环境责任,需要借助环境绩效审计的权威性和独立性来进行监督,确保可持续发展战略的顺利进行。只有在可持续发展战略的支持下,环境绩效审计理论和实践才能够有序进行,环境绩效审计评价管理才能够长远的发展下去。^[49]

2.3.4 效率性要素的研究对于环境绩效审计的重要性

环境绩效审计是在绩效审计的投入产出变量当中加入了环境要素进行的审计,所以其进行的研究依然是以经济性、效率性、效果性为基础。在这三个原则当中,效率性对环境绩效审计来说至关重要,这里的效率性不同于绩效审计中的效率性(以最少的投入达到最大的产出),因为由于环境变量的加入,环境绩效审计中的效率性转变为用最少的投入达到最佳的产出,这个最佳产出包括了最大的期望产出和最少的非期望产出。所以当效率性达到一个理想状态时,不仅使得环境绩效审计中的经济性(最少的投入)得到满足,而且为效果性(最大的期望产出和最少的非期望产出)的实现奠定了基础。

而且在环境绩效审计中,有效的减少环境污染的产生,是效率性研究的关键问题。可持续性的环境保护和企业的能源节约问题在很大程度上取决于企业在生产过程中的效率的提高。做好环境绩效审计的效率性研究工作,不仅有利于企业减少生产过程中的资源浪费、挖掘潜在的效率提升空间、走上环保的可持续发展道路,而且也为企业和政府部门的绩效审计工作提供科学的数据支持,对后续的审计分析和建议做出贡献。可见,在环境绩效审计当中,效率性问题既为研究经济性、效果性奠定基础,又为企业的可持续发展提供数据支持。所以效率性原则对于环境绩效审计来说至关重要。

2.3.5 环境绩效审计效率性评价影响因素分析

根据国内外已有的文献和研究理论,本文认为企业的环境绩效审计效率性评价影响因素可以从直接和间接两个方面来分析,直接影响可以从量的方面作用于企业的生产效率,而间接影响因素则是作用于企业的直接影响因素从质的方面对企业的生产效率产生影响。直接因素为决定企业生产效率的投入产出变量,在西方经济学理论中,投入主要包括物质资本、人力资本、自然资源以及技术知识等:

1. 物质资本:是指用于生产物品与劳务的设备以及建筑物的存量,如厂房、设备等。

2. 人力资本:是指企业的劳动者受到教育、培训、实践经验等方面的投资而获得的知识和技能的积累,这种知识与技能可以为其企业带来收益,如企业的技术人员及劳动工人。

3. 自然资源:是指自然界所提供的生产投入。

4. 技术知识:是指对生产物品与劳务的最好方法的了解,如企业所拥有的专利技术。

就本文而言企业的产出分为期望产出和非期望产出两部分:

1. 期望产出:是指可以为企业的生产经营活动带来利益的物质或服务成果,是企业的发展的基础,如造纸厂生产的纸张,供电企业的电能。

2. 非期望产出:是指伴随企业在生产过程中产生的环境污染物。这些产出对企业的生产和发展有不好的影响,主要包括废水、废气、废渣三种形态。

间接影响因素主要包括企业规模、政府政策、产业技术水平等:

1. 企业规模,根据传统经济学理论,在企业规模扩张的不同阶段,企业的生产效率会呈现不同的变化态势,在规模经济的情况下,企业的规模扩张会给企业带来正向推动力量,而在不经济的情况下则相反。一般而言企业的规模对于投入产出的影响是成正比例的,企业的规模越大,其投入的量会越大。

2. 政府政策,政府的政策和企业的生产效率有密切的关系,当政府持有支持性态度时,会刺激企业加大投入力度,改进生产方式,使企业的环境效率得到提高。而当政府对于企业的发展持反对意见时,其生产效率就会受到限制。

3. 产业技术水平,产业技术水平反应的是企业的技术开发以及人才资源的储备方面的能力。一般而言,企业的产业技术水平越高,其生产效率就越高,其经营活动进行的越顺利。

2.3.6 环境绩效审计效率性研究的瓶颈

本文重点研究的是环境绩效审计的效率性研究方法,其方法的启发来自于绩效审计的效率性研究,环境绩效审计不同于绩效审计的研究在于,它将环境要素纳入到投入产出变量当中,测算企业的生产效率变化。所以不同于以往的绩效审计的简单测算,环境绩效审计同时兼顾效率性的测算以及非期望产出的处理,即在保证对环境造成损害最小的前提下达到企业利益的最大化。而绩效审计的效率性研究只是单纯的考虑“产出的最大化”,而从未考虑产出中的污染物问题,所以如何有效的解决效率性和非期望产出,是目前环境绩效审计效率性研究的瓶颈,既需要一个合适的方法来测算环境绩效审计的效率性大小,也需要对测算的结果进行分析,以期对企业的环境管理有一个综合客观地评价,对改善企业的环境管理提供一定的依据。

2.4 绩效审计、环境效率对于环境绩效审计的启示

2.4.1 绩效审计效率性分析与环境绩效审计效率性研究的关系

环境绩效审计是在绩效审计的基础上加入环境变量的审计研究,所以研究环境绩效审计的效率性分析可以从绩效审计的效率性分析入手,借用其效率性的研究方法进行环境绩效审计效率性方面的测算。但是传统的 DEA 模型测算的原则是“用最少的投入取得最大化的产出”,该模型可以很好的处理绩效审计中的效率性问题。可是当环境变量加入绩效审计后,将导致非期望产出的出现,一般而言,只有这些非期望产出的减少才会使得企业生产效率提高,这与传统 DEA 理论效率评价原则相违背。因此,本文在使用数据包络分析模型来进行环境绩效审计效率性的测算时,就需要对模型进行一定的改进。

2.4.2 环境效率评价对环境绩效审计效率性研究的启示

由上文的研究我们得知,环境效率是指企业的生产活动所得的价值与环境污染破坏的比值关系,是将环境因素考虑在内的企业生产效率。而环境绩效审计的效率性则是指企业将环境因素作为投入产出变量的企业生产率。从上述定义我们可以看出两者所研究的内容在本质上是相同的,即将环境因素作为变量纳入到企业的生产效率测算中,其最终的目的都是为了在保证企业经济效益的同时更好的进行环境的保护。^[50] 由此我们可以借鉴环境效率的研究方法,来进行环境绩效审计效率性研究。

SBM 模型是对 DEA 模型的改进, 已经很好地应用于环境效率当中, 并且可以有效地处理环境中的非期望产出问题。通过上文绩效审计的效率性研究, 我们发现尽管数据包络分析可以解决效率性问题, 但是传统的 DEA 模型无法解决环境绩效审计中的非期望产出问题。基于 SBM 模型的环境效率评价方法是对传统 DEA 模型的改进, 该模型把松弛变量直接纳入到目标函数中, 一方面解决了投入产出中非期望变量问题, 另一方面也解决了污染物存在下的环境效率性评价问题。而且 SBM 模型是非径向、非角度的数据包络分析模型, 可以避免传统的径向和角度的 DEA 模型因为选择不同而导致的各种偏差, 避免主观因素导致的影响, 能够更加客观地体现效率评价的本质。本文借鉴环境效率评价方法进行环境绩效审计效率性的研究, 这为环境绩效审计的发展提供了一个新的思路 and 方向。

2.4.3 SBM 模型对环境绩效审计的适用性

我们假定有 n 个决策单元, 其中每一个决策单元 DMU_j 有 m 种资源投入 $x_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})$, 得到 s 种期望产出 $y_j^g = (y_{1j}^g, \dots, y_{sj}^g)$ 和 h 种非期望产出 $y_j^b = (y_{1j}^b, \dots, y_{hj}^b)$, 规模报酬不变的生产可能性集 P 为:

$$P = \left\{ (x, y^g, y^b) \mid x \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j, y^g \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j^g, y^b \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j^b, \lambda_j \geq 0 \right\} \quad (2-3)$$

于是包含非期望产出的 SBM 模型如下:

$$\begin{aligned} \rho = \min & \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s+h} \left(\sum_{r=1}^s \frac{s_r^{g+}}{y_{r0}^g} + \sum_{k=1}^h \frac{s_k^{b-}}{y_{k0}^b} \right)} \\ \text{s.t} & \quad x_{i0} = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^-, \quad i = 1, \dots, m \\ & \quad y_{r0}^g = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^g - s_r^{g+}, \quad r = 1, \dots, s \\ & \quad y_{k0}^b = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj}^b + s_k^{b-}, \quad k = 1, \dots, h \\ & \quad s_i^- \geq 0, s_r^{g+} \geq 0, s_k^{b-} \geq 0, \lambda_j \geq 0 \end{aligned} \quad (2-4)$$

上述模型包含了所有投入产出的松弛变量, 因为非期望产出的影响的方向和效率改进的大方向均与投入的相似, 所以上述模型将非期望产出的松弛变量与投入的松弛变量一起放在了模型的分子上。改进的模型中, s_i^- 表示投入的松弛变量,

s_r^{g+} 和 s_k^{b-} 分别表示期望产出与非期望产出的松弛变量； λ_j 是权重向量。目标函数 $0 \leq \rho \leq 1$ 。当且仅当 $\rho = 1$ ，且 $s_i^- = 0$ ， $s_r^{g+} = 0$ ， $s_k^{b-} = 0$ 时，该决策单元是有效的。如果 $\rho < 1$ ，则该决策单元是无效的，存在着效率提升的空间。可以通过减少投入，提高期望产出和改进非期望产出来达到提高效率的目的。^[51]即：

$$\begin{aligned} x_{i0} - s_i^{-*} &\rightarrow x_{i0}^*, \quad i = 1, \dots, m \\ y_{r0}^g + s_r^{g+*} &\rightarrow y_{r0}^{g*}, \quad r = 1, \dots, s \\ y_{k0}^b - s_k^{b-*} &\rightarrow y_{k0}^{b*}, \quad k = 1, \dots, h \end{aligned} \quad (2-5)$$

上文已经指出企业环境绩效审计是指企业将环境变量考虑在内的整体的经济性、效率性和效果性等方面所进行的审计，利用 SBM 模型进行环境绩效审计是为了用一个合适的定量分析模型对环境资源的经济性、效率性做出判断，并作为审计效率性分析的依据。

在先前的环境绩效审计的模型中，主观思想和个体差异的加入以及一些因素的忽略使得最终的审计结果不是很精确。而 SBM 模型的应用较好的解决了这一问题，该模型既采用了定量与定性相结合的方法，使得审计依据和结果更加准确和完整，又将非期望产出松弛纳入计算模型中，使得审计结果更加的真实和有效。

2.5 Malmquist 指数的基本原理及优越性

2.5.1 Malmquist 指数的基本原理

当决策单元的数据是多个时间点观测值的面板数据时，就可以对生产率的变动情况、技术进步和技术效率各自对生产率变动所引起的作用进行分析，这就是 Malmquist 全要素生产率（Total Factor Productivity, TFP）指数分析。

1953 年，Malmquist.S 在研究消费分析时首次提出 Malmquist 生产效率指数的概念，因此这一类指数命名为是 Malmquist 指数。1992 年，Fare 等人最早采用 DEA 方法计算 Malmquist 指数，并将 Malmquist 指数分解为两个方面：一是评价决策单元在两个时期内的技术效率的变化（Technical Efficiency Change），另一个便是生产技术的变化（Technological Change），在 DEA 分析中反应生产前沿的变动情况。1994 年，Fare 又将其中的技术效率变化分解为纯技术效率变化和规模效率变化两大部分。

距离函数是 Malmquist 指数构建的基础，本文是以投入为导向， t 时期距离函数

$$D^t(x^t, y^t) = \max \left\{ \theta : (x^t / \theta, y^t) \in S^t \right\} \quad (2-6)$$

上述公式中代表的含义为：

x^t ：投入向量，且 $x^t \in R^m$ ；

y^t ：产出向量，且 $y^t \in R^s$ ；

S^t ：前沿面技术；

θ ：当决策单元达到前沿面技术时投入变量降低所能达到的最大比例。

随着 Malmquist 理论的不完善，其原理可以由三个经典的公式进行说明：

$$M_{i,t+1}(x_i^t, y_i^t, x_i^{t+1}, y_i^{t+1}) = \left[\frac{D_i^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}) * D_i^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D_i^t(x_i^t, y_i^t) D_i^{t+1}(x_i^t, y_i^t)} \right]^{1/2} \quad (2-7)$$

在上述公式中 x_i^t, x_i^{t+1} ：在 t 和 t+1 时期的第 i 个地区的投入向量；

y_i^t, y_i^{t+1} ：在 t 和 t+1 时期的第 i 个地区的产出向量；

$D_i^t(x_i^t, y_i^t), D_i^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})$ ：在 t 和 t+1 时期的并且以 t 时期的技术 T^t 为参照的生产点的距离函数，由上面的公式变形可得：

$$M_{i,t+1}(x_i^t, y_i^t, x_i^{t+1}, y_i^{t+1}) = \underbrace{\frac{D_i^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D_i^t(x_i^t, y_i^t)}}_{EF_i^{t+1}} \underbrace{\left[\frac{D_i^t(x_i^t, y_i^t) * D_i^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D_i^{t+1}(x_i^t, y_i^t) D_i^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})} \right]^{1/2}}_{TC_i^{t+1}} \quad (2-8)$$

该公式说明的是技术变化与技术效率变化的分离。

EF 部分：从 t 到 t+1 时期的生产效率的变化；TC 部分：从 t 到 t+1 时期的技术效率的变化，

$$\begin{aligned} M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \left[\frac{D^t(x^t, y^t)}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{1/2} \\ &= \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \left[\frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (2-9) \end{aligned}$$

该公式描述的是规模报酬变化时的情况，技术效率变化可以进一步分解为规模效率变化和纯技术效率变化， M 表示生产效率的 Malmquist 指数，当 $M > 1$ 时，表示生产技术进步，即生产效率呈上升趋势；当 $M = 1$ 时，表示生产技术无变化，即生产效率没有变化；当 $M < 1$ 时，表示生产技术退步，即生产效率呈现衰退趋势。^[52]

2.5.2 Malmquist 指数的优越性

Malmquist 指数可以对多种投入产出变量进行有效的效率性分析，并且不需要变量的有关单位和价格信息，也无需进行变量之间的函数关系研究，最关键的是在 Malmquist 指数在进行生产要素分析时将其分为技术效率的变化和技术进步的变化，继续细分还可以将技术效率的变化分为规模效率和纯技术效率。所以利用 Malmquist 指数可以将上市钢铁企业的全要素生产率的变化分为技术效率的变化和技术变化，我们在进行实证分析时，就是要测算在非期望产出存在的情况下，上市钢铁企业的生产率的变化情况，即得出企业的生产率与环境之间的关系，为后续的环境绩效审计提供数据支持。

2.6 本章小结

首先本章对绩效审计的理论内容以及审计方法做了介绍，在对环境效率的相关内容做了叙述后，将环境效率研究方法进行了分类整理，在此基础上讨论了环境绩效审计的产生和发展，对环境绩效审计的相关概念进行了界定，分析了绩效审计与环境绩效审计的关系，以及环境效率与环境绩效审计的关系，找出环境绩效审计效率性研究的瓶颈问题，以绩效审计与环境效率的方法研究作为借鉴，为环境绩效审计效率性研究提供新的切入点。具体的阐述了 SBM-Malmquist 模型的理论内容，以及该模型对于环境绩效审计的适用性。

第 3 章 基于 SBM 模型的企业环境绩效审计效率性研究的设计

3.1 环境绩效审计效率性研究的基本思想

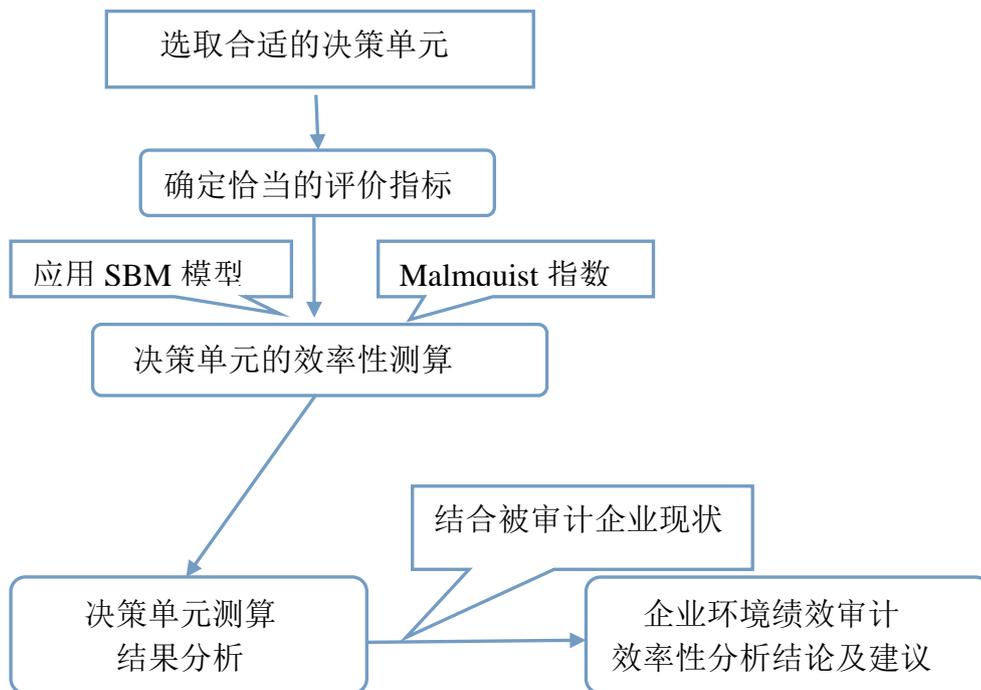


图 3.1 环境绩效审计效率性研究思路

上述框架显示了基于 SBM-Malmquist 指数模型的企业环境绩效审计设计的基本思路。首先，我们要选取合适的决策单元，以企业的样本作为决策单元，能够更好的体现本文的中心思想。其次要选取恰当的评价指标：投入指标、期望以及非期望产出。然后运用 SBM 模型将投入产出数据进行测算，得出决策单元是否有效，并运用 Malmquist 指数进行各企业之间的效率性变动分析，最后结合被审计单位的现状，通过分析决策单元的效率值，与环境绩效审计的评价标准进行对比，为环境绩效审计提供评价依据。

3.2 评价指标体系构建

3.2.1 评价指标体系的构建思想和原则

企业环境绩效指标的优劣往往影响到企业环境绩效的审计结果以及审计机构对企业环境管理的评价。评价指标体系的构建应该遵循一定的指导思想和原则

才会使得审计结果真实有效。本文采用SBM模型的定量数据测算以及测算后的数据分析来得到较为全面的审计结果,在此过程中的指导思想是希望用较少的投入来获得最佳的产出(即最大的期望产出和最少的非期望产出)。企业的生产就是投入资源要素获得产品产出的过程,即输入量越少期望产出越大的同时非期望产出越少,则决策单元相对越有效。本文将环境因素纳入到效率评价体系中,那么在企业的生产过程中,产生的污染量则是反映其对环境破坏程度的最直接的量化指标。同时SBM模型还在目标函数中综合考虑了各种投入产出指标的松弛变量,更深入的挖掘效率提升的潜力,寻求企业效率的更大提升空间。^[53]

指标体系应遵循定量和定性相结合的方法才会使得审计结果更加真实有效,因此环境绩效审计评价指标的选取需要遵循以下原则:

1. 科学性和可操作性原则。评价指标的选取设计应该能够客观的反映企业经济增长和环境状态之间的关系,要考虑到数据获得过程中的现实性和可操作性。应尽量选择一些可以量化和计算处理的指标构成指标体系。如果数据难以取得,则即便该指标在理论上是科学和完善的,那么在实践中也没有任何意义。^[54]

2. 财务指标与非财务指标相结合原则。将财务指标与非财务指标相结合可以充分的调动企业的积极性。因为企业的环境审计系统相对比较复杂,所以大多数企业的环境审计系统不是很完善,有的甚至是空白的,这样就不能对环境带来的收益进行有效的计量。所以一些企业就只是关注环境污染和治理等方面的立即成效,而忽略保护环境所带来的长远收益。财务指标和非财务指标的完美结合,使企业拥有了看到保护环境带来收益的长远眼光,可以充分的调动企业的积极性,也更加全面合理的反映企业的环境绩效。^[55]

3. 成本效益原则。环境绩效审计评价指标的设计需要考虑成本与收益的匹配度,也就是说应该选择那些带来的收益大于相应成本的评价指标,这样才符合成本效益原则,要不然会得不偿失。然而,如果该项指标对于环境绩效审计十分重要,其他指标没有可将其替代的可能性,那么即便该指标带来的收益小于成本,也要将其作为评价指标进行审计。这样才符合审计的科学和全面性。

3.2.2 评价指标的选取

若企业有较高的环境效率,则说明该企业的经济增长和环境状态协调程度高,即该企业可以用较少的资源投入产生较多的收益同时排放较少的污染物。所以影响企业环境效率的直接因素是投入的资源、输出产品水平和污染物的排放量。本文研究的是上市钢铁企业的环境绩效审计,结合上文所论述资本投入对环

境绩效审计效率性评价影响因素的分析,我们将劳动力和企业家看成人力资源的投入,土地和资本看成是物质资本方面的投入,所以本文所选择的投入资源是上市钢铁企业的固定资产账面价值和在职员工数。在产出方面,将环境因素纳入到投入产出变量后,考虑到环境对企业生产效率的影响,本文将产出分为期望产出和非期望产出两部分,我们将容易量化的利润总额以及钢产量作为企业的期望产出,这两个指标能够较好的反映企业的经营水平,将生产过程中排放的二氧化碳作为非期望产出,该指标有效的反映了企业在获得生产收益时对环境的破坏程度。上述评价指标可以较好的反映企业的整体环境效率,为构建良好的环境绩效审计体系提供支持。

3.3 环境绩效审计效率性研究关键问题的解决及处理

3.3.1 环境绩效审计效率性问题的解决

环境绩效审计有三个基本的要素,本文着重进行的是效率性的研究,投入和产出之间的关系对企业的发展有着至关重要的作用,处理好环境绩效审计的效率性问题,有助于挖掘企业潜在的效率提升空间,提高企业的整体效率。

本文从绩效审计效率性研究入手,加入环境因素后进行环境绩效审计效率性研究,这样既可以对企业的综合效率有一个客观地评价,又将环境因素考虑在内,切实的增强了环境问题的关注度。绩效审计的效率性研究方法是运用基本假设为“以最小的投入获得最大产出”的 DEA 模型,然而随着环境问题有非期望产出的存在,传统的 DEA 模型已不适用环境绩效审计效率性研究的测算,本文便借鉴环境效率的测算方法,将改进的 DEA 模型——SBM 模型运用到环境绩效审计的效率性测算中,其投入产出的松弛变量考虑在内,合理的解决环境绩效审计的效率性问题,为环境绩效审计效率性研究提供了新的切入点,并为环境绩效审计以后的研究分析提供了新的思路。

3.3.2 环境绩效审计非期望产出问题的处理

绩效审计中的投入产出问题用传统的 DEA 模型就可以很好地解决,传统的 DEA 模型在整体的设定上,基本上会假定投入产出项以及产出集合具有强可处置性并且在产出问题上全部是期望产出,量越多越好。然而在处理环境绩效审计时,非期望产出问题是环境问题中不可避免的,正确的处理好非期望产出问题可以为环境绩效审计的后续分析工作奠定良好的基础。但是当加入环境因素后,非期望产出的存在不再符合传统 DEA 模型产出最大化的要求,这就使得我们不得

不转换新的切入点，借鉴改进的SBM模型在处理环境效率时的非期望产出问题的思路，来进行环境绩效审计效率性的研究。将投入和产出的松弛变量带入改进的SBM模型中，这样不仅解决了松弛变量的问题，而且也较好的解决了环境问题污染物存在下的效率性评价。

3.4 基于SBM模型的企业环境绩效审计效率性研究的实现

3.4.1 基于SBM模型的环境效率测算

上文中我们一定确定了投入和产出指标，由此来建立SBM测算模型。假定有 n 个决策单元，每个决策单元当中含有 m 种投入、 s 种期望产出以及 h 种非期望产出，分别用 X 、 Y 、 Z 表示各变量。则第 j 个决策单元的投入向量为 $x_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})$ ，该决策单元的期望产出向量为 $y_j^g = (y_{1j}^g, \dots, y_{sj}^g)$ ，非期望产出向量为 $y_j^b = (y_{1j}^b, \dots, y_{hj}^b)$ 。

在运用SBM模型测算之前，我们要规模报酬不变的情况下的生产可能集 P ：

$$P = \{(x, y^g, y^b) | x \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j, y^g \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j^g, y^b \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j^b, \lambda_j \geq 0\} \quad (3-1)$$

然后在第 j 个决策单元投入、产出指标的基础上，构建包含各个决策单元投入产出松弛的SBM模型来进行环境绩效的测算：

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s+h} \left(\sum_{r=1}^s \frac{s_r^{g+}}{y_{r0}^g} + \sum_{k=1}^h \frac{s_k^{b-}}{y_{k0}^b} \right)}$$

s.t.

$$x_{i0} = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^-, \quad i = 1, \dots, m \quad (3-2)$$

$$y_{r0}^g = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^g - s_r^{g+}, \quad r = 1, \dots, s$$

$$y_{k0}^b = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj}^b + s_k^{b-}, \quad k = 1, \dots, h$$

$$s_i^- \geq 0, s_r^{g+} \geq 0, s_k^{b-} \geq 0, \lambda_j \geq 0$$

其中， s_i^- ：投入的松弛变量， s_r^{g+} ：期望产出的松弛变量， s_k^{b-} ：非期望产出的松弛变量； λ_j ：权重向量，有效单元中第 j 个决策单元的组合比例。 ρ^* ：构造出的线性函数的最优值，取值： $0 \leq \rho^* \leq 1$ 。

由以上模型的目标函数形式，我们可以了解到 SBM 模型在运算的过程中，采用非径向的方式直接将松弛变量引入到目标函数中，这样充分考虑到了各投入和产出中的松弛变量问题，就能够更全面和准确的对效率值进行评估。模型测算的过程如图 3.2 所示。

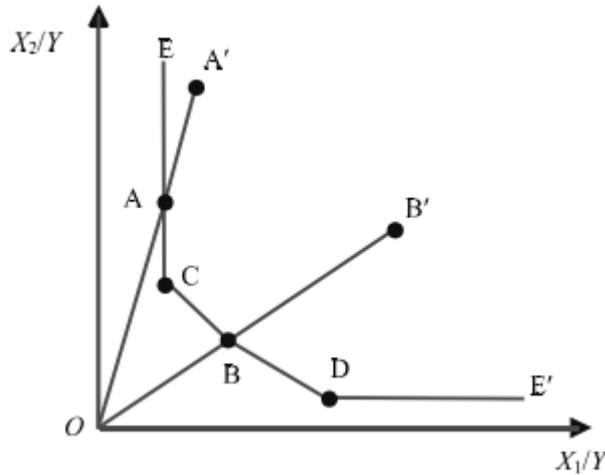


图 3.2 SBM 模型测算研究思路

正如图上所示，C 和 D 代表两个有效的生产单元，构成的是技术有效前沿线段，上图中的点 E、A、B 和 E' 则是生产技术有效的点，而 A' 和 B' 为两个无效的决策单元。按照标准的效率计算方法，A' 和 B' 的技术效率可以由 OA/OA' 和 OB/OB' 来表示，点 A' 有效参考点就是在生产前沿上的点 A。虽然 A 和 C 同为有效的生产单元，但是 A 点却可以通过继续减少 X_2 的投入量来达到和 C 点产出一样的 Y 量，所以对于 C 点来说，A 点并非真正测技术有效的生产单元，AC 被认为是 A 点相对于 C 点的无效率值，也就是 A 在 X_2 投入上的松弛量，而这有违投入可自由处置的假设。^[56] 所以当我们在考虑 A 点的效率时，既要考虑效率值 OA/OA' 技术效率，还应当考虑 A 点在平行于纵轴的 X_2 投入要素中的松弛量。相同的原理， X_1 投入要素的松弛量也会出现在与横轴相平行的生产有效边界线上。扩展到多投入多产出的情况下，就会出现多投入多产出的松弛。^[57]

3.4.2 环境效率测算结果分析

相对于投入产出松弛变量来说，SBM 模型的目标函数是单调递减函数，也就是说松弛变量的数值越大，SBM 模型所对应的效率值就越小，也就是决策单元有效性越低。所以一个有效的决策单元是指： $\rho = 1$ 且 $s_i^- = 0$ 、 $s_r^{g+} = 0$ 、 $s_k^{b-} = 0$ 。若 $\rho < 1$ ，则该决策单元无效。无效的决策单元便存在着效率的改进空间，我们可以通过减少投入量和非期望产出量或者增加期望产出来达到效率改进的效果：

$$x_{i0} - s_i^{-*} \rightarrow x_{i0}^*, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\begin{aligned} y_{r0}^g + s_r^{g+*} &\rightarrow y_{r0}^{g*}, \quad r = 1, \dots, s \\ y_{k0}^b - s_k^{b-} &\rightarrow y_{k0}^{b*}, \quad k = 1, \dots, h \end{aligned} \quad (3-3)$$

s_i^- , s_r^{g+} 和 s_k^{b-} 分别表示投入、期望产出和非期望产出的松弛变量, 通过对其中非期望产出松弛变量的处理, 可以有效的解决环境绩效审计效率性的非期望产出问题。使得环境绩效审计效率性研究的瓶颈问题得到解决, 环境绩效审计的效率性测算得以实现。

3.5 Malmquist 指数求解

对于 Malmquist 指数求解是关键, 在与 DEA 结合应用期间, 一般使用 BCC 模型和 CCR 模型来求解。即要计算出 Malmquist 指数中任意相邻两年的数值, 则需要求出 t 年的投入产出向量 (x_t, y_t) 的四个不同的距离函数, 即 $D_0^{-1}(x_{t-1}, y_{t-1})$, $D_0^{-1}(x_t, y_t)$, $D_0(x_{t-1}, y_{t-1})$ 和 $D_0(x_t, y_t)$, 具体模型如下:

$$\begin{cases} \left[D_0^t(x_t, y_t) \right]^{-1} = \max_{\theta, \lambda} \theta \\ st - \theta y_{i,t} + Y_t \lambda \geq 0 \\ x_{i,t} - X_t \lambda \geq 0 \\ \lambda \geq 0 \end{cases} \quad \begin{cases} \left[D_0^t(x_{t-1}, y_{t-1}) \right]^{-1} = \max_{\theta, \lambda} \theta \\ st - \theta y_{i,t-1} + Y_t \lambda \geq 0 \\ x_{i,t-1} - X_t \lambda \geq 0 \\ \lambda \geq 0 \end{cases} \\ \\ \begin{cases} \left[D_0^{t-1}(x_{t-1}, y_{t-1}) \right]^{-1} = \max_{\theta, \lambda} \theta \\ st - \theta y_{i,t-1} + Y_{t-1} \lambda \geq 0 \\ x_{i,t-1} - X_{t-1} \lambda \geq 0 \\ \lambda \geq 0 \end{cases} \quad \begin{cases} \left[D_0^{t-1}(x_t, y_t) \right]^{-1} = \max_{\theta, \lambda} \theta \\ st - \theta y_{i,t-1} + Y_{t-1} \lambda \geq 0 \\ x_{i,t} - X_{t-1} \lambda \geq 0 \\ \lambda \geq 0 \end{cases} \quad (3-4)$$

在上述公式中

$(x_{i,t-1}, y_{i,t-1})$: 在第 $t-1$ 年第 i 个生产单元的投入产出向量;

$(x_{i,t}, y_{i,t})$: 在第 t 年, 第 i 个生产单元的投入产出向量。

3.6 本章小结

本章在确定环境绩效审计的基本思路后, 进行基于 SBM 模型的环境绩效的效率性测算研究, 明确指标体系的构建原则, 选择投入、期望产出、非期望产出三方面的指标评价企业环境绩效的相对有效性, 并将 SBM-Malmquist 模型应用于环境绩效审计评价体系中, 设计包含非期望产出的企业环境绩效审计效率性评价体系, 用于对企业的环境绩效审计进行测算并评价。进而实现科学、准确地评价企业环境绩效审计的目的。

第 4 章 基于 SBM 模型的上市钢铁企业环境绩效审计效率性实证研究

本文所要研究的是企业的环境绩效审计，需要测算该企业将环境纳入绩效审计后的真实效率，所以我们选择了对国民经济发展起到关键作用的钢铁企业作为研究对象，本文选取了 2009 年-2013 年 12 家上市钢铁企业的投入产出数据，运用改进的 SBM-Malmquist 指数模型对其环境效率进行测算，并分析决策单元的效率变动情况。

4.1 样本企业背景分析

1. 钢铁行业的整体发展模式

我国是钢铁生产、消费以及进出口大国，钢铁行业是我国的传统行业，同时也是国家经济的支柱产业，该行业的健康发展对我国的国民经济有序运行有着举足轻重的作用，所以国家经济的发展需要钢铁行业保持高速增长。但是本文通过研究发现，这种高速增长是建立在高投入、高能耗以及高排放和高污染的传统类型的重工业经济发展模式基础上的。所以在钢铁行业的运行过程中，既耗损了大量的自然资源，加剧了我国能源匮乏的现状，同时又排放出了有害废弃物，严重污染了环境，导致我国生态环境的持续恶化。^[58]

2. 钢铁行业与污染的关系

自柴静关于雾霾调查的纪录片播出之后，环境污染的问题又被推上了风口浪尖。2013 年开始，我国的雾霾天数明显增多，尤其以华北和华东区域最为严重，2014 年我国空气质量最差的 10 个城市中，河北省居榜首占了 7 个。中国的 PM2.5，百分之六十来自化石能源的燃烧，主要包括燃煤和燃油。2013 年，我国煤炭生产总量有三十七亿吨，而钢铁行业的煤炭用量就高达 6 亿吨。同时随着环境的进一步恶化，在影响经济发展的同时，民众的生存环境也受到严重的威胁，相关政府和企业逐渐意识到了环境治理的重要性，钢铁企业作为典型的重污染企业变成了治理的重点。

3. 钢铁行业的政策规划

在“十一五”期间，我国的钢铁工业的节能减排方面取得比较大的进步，但与西方发达国家的先进环保水平相比仍有不小的差距，这里面除了节能减排技术方面的原因，还有就是企业资源管理水平的限制。《钢铁工业“十二五”规划》

鉴于我国钢铁工业节能减排发展的现状，并且在国家提出的“十二五”时期约束性目标的前提下，提出了下一个五年我国的钢铁工业节能减排目标：2015年钢铁工业单位增加值能耗和二氧化碳排放下降18%，吨钢二氧化硫排放量降低39%，相比于2010年，折合成排放总量下降了27%。

4.2 我国上市钢铁企业环境绩效审计效率性实证研究

4.2.1 指标数据的来源与整理

本文进行的是我国钢铁企业的环境绩效审计中的效率性研究，选取我国19家上市钢铁企业为研究对象，本文选用12家数据较为完整的上市钢铁企业作为研究对象，本章中使用的各钢铁企业的投入产出数据主要来源于各公司各年的年报、企业社会责任报告等。数据的时间跨度从2009到2013年，投入指标：固定资产账面价值、在职员工总数，产出指标：利润总额、钢产量以及二氧化碳产出。

吨钢综合能耗即报告期内的企业消耗的能源折合成的标准煤量（平均每生产一吨钢），钢产量和吨钢综合能耗共同决定了耗煤量，其表达公式为：

$$\text{耗煤量（万吨标准煤）} = \frac{\text{钢产量（万吨）} * \text{吨钢综合能耗（公斤标煤）}}{1000}$$

在钢铁生产的过程中会有非期望的产出物即二氧化碳的生成，二氧化碳的生成是随着耗煤量的增加而增多的，本文依据发改委推荐的计算标准，得出二氧化碳产出量的计算公式：

$$\text{二氧化碳（万吨）} = \text{煤耗（万吨标准煤）} * 2.62(\text{吨})$$

本文将收集到的12家上市钢铁企业的投入产出数据进行整理，具体的数值分析如表4.1所示。由表中的数据我们可以看出，从2009年到2013年，上市钢铁企业的总员工数和固定资产总值呈逐年增多的趋势，随着钢产量的增多，二氧化碳的排放量也是呈现上升的趋势，但是从表中的数值我们可以看出，上市钢铁企业的利润总额增长并不稳定，这与诸多方面的因素有关。

表 4.1 各企业投入产出数据统计表

各分类 单元		投入		期望产出		非期望 产出
		固定资产 总值	在职员工 总数	利润总额	钢产量	二氧化碳
年份	变量	万元	人	元	万吨	吨
2009	标准差	3167540.44	16163.19	231513.05	674.77	1, 232.06
	最大值	11551773.07	55719.00	729455.54	2386.00	4, 619.57
	最小值	276515.41	5510.00	-216442.66	345.73	468.85
	平均值	2614916.08	21423.67	81834.49	1027.98	1, 783.57
2010	标准差	3208421.65	15861.42	466509.90	682.27	1, 181.36
	最小值	265, 899.09	5, 847.00	32, 069.24	349.42	465.70
	最大值	11779222.64	55, 121.00	1707623.30	2, 524.00	4, 240.44
	平均值	2805939.00	21885.67	244418.14	1105.80	1, 828.04
2011	标准差	3302242.68	16897.44	250748.85	848.49	1, 480.23
	最大值	11541995.45	54241.00	926012.54	2942.00	5, 095.52
	最小值	248670.96	3182.00	-16684.14	233.64	402.79
	平均值	3000535.54	22795.33	159091.82	1194.13	1, 967.17
2012	标准差	2515886.38	14971.18	379637.60	807.24	1397.62
	最大值	7944244.83	49890.00	1313965.28	2900.00	4550.80
	最小值	231892.02	2965.00	-84829.21	223.99	373.24
	平均值	2753838.21	22020.50	118244.61	1180.46	1933.34
2013	标准差	2729860.57	14892.87	254860.18	822.44	1394.03
	最大值	8658899.60	48101.00	800976.14	3039.00	4545.93
	最小值	223607.83	2218.00	-293333.97	213.03	339.91
	平均值	3081996.36	22430.17	52733.84	1201.09	1933.06

由下图 4.1 我们可以看出，2010 年到 2011 年，我国的钢铁企业整体呈现的是一个上升的趋势，2012-2013 年则开始出现小幅度的下滑，在其他方面都有回暖趋势的同时，企业的利润总额却是处于亏损的状态，这说明这几年我国的钢铁企业总体的发展态势不容乐观，据钢铁行业报告分析，出现亏损的原因主要有钢材运输成本上移、钢材价格大幅度下降以及钢材市场的总体需求持续低迷等。



图 4.1 各企业投入产出要素变化趋势

4.2.2 运用 SBM-Malmquist 指数模型运算及结果

本文所选 12 个上市钢铁企业在 2009 年到 2013 年 5 年的数据,用 Malmquist 指数进行面板数据的运算分析,先将不含有非期望产出的数据进行 SBM-Malmquist 指数运算,得出整体的生产效率,再将含有非期望产出的数据带入 SBM-Malmquist 指数模型,得出的结果与不含有非期望产出的结果进行对比,比较两者之间的效率差异,分析将环境因素加入后,对整体生产效率的影响,以此得出真实的环境效率,为进一步的环境绩效审计提供数据支持。结果如下图所示(其中 A 代表不含非期望产出的环境效率, B 代表含有非期望产出的环境效率):

表 4.2 12 家钢铁企业 2009-2013 年环境效率对比表

年份	2009		2010		2011		2012		2013	
单元	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
八一										
钢铁	0.6942	0.6642	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7549	0.7472
包钢										
股份	0.3444	0.1144	0.4066	0.3827	0.4223	0.4141	0.4854	0.4316	0.3570	0.3418
宝钢										
股份	0.3454	0.2969	0.4761	0.4369	0.3962	0.3631	0.6765	0.6400	0.4318	0.4029
本钢										
板材	0.3302	0.1877	0.4159	0.4097	0.4399	0.3893	0.4649	0.4309	0.4632	0.4566
杭钢										
股份	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
河北										
钢铁	0.3692	0.2251	0.4419	0.2695	0.4871	0.2630	0.4847	0.2553	0.4905	0.2761
酒钢										
宏兴	0.4007	0.4076	0.5301	0.5184	0.5578	0.5343	0.3892	0.4127	0.4122	0.0151
柳钢										
股份	0.7659	0.6539	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
南钢										
股份	1.0000	1.0000	0.5238	0.5257	0.5502	0.5152	0.5015	0.4517	0.4728	0.4679
首钢										
股份	0.5634	0.5652	0.6124	0.6183	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
太钢										
不锈	0.2982	0.3327	0.3657	0.3827	0.3152	0.3100	0.3173	0.3773	0.3032	0.3053
武钢										
股份	0.3294	0.2663	0.3736	0.3395	0.3373	0.2450	0.3733	0.2355	0.3990	0.3201
平均										
值	0.4854	0.3909	0.5535	0.5215	0.5697	0.5116	0.5881	0.5311	0.5406	0.3796

由表 4.2 可以看出, 12 家企业当中, 环境效率最好的企业是杭钢股份, 在 2009-2013 年期间, 一直处于效率的生产前沿面上, 这说明该企业的投入产出时有效的, 即便是将环境因素考虑在内后, 仍然是一个很高的水平, 企业的管理和技术方面保持着均衡的发展。其次是八一钢铁在 2010 年到 2012 年期间, 柳钢股份在 2010-2013 年期间以及首钢股份在 2011-2013 年期间, 环境效率均处于生产前沿面。南钢股份仅在 2009 年时, 环境效率处于前沿面, 而后几年其效率一直下降, 基本维持在 0.4-0.6 之间, 河北钢铁的环境效率在 12 家企业当中一直是最低的, 但是其效率每年都在稳步增长, 虽然增长的幅度不是很大并且与其他企业之间存在着较大的差距。

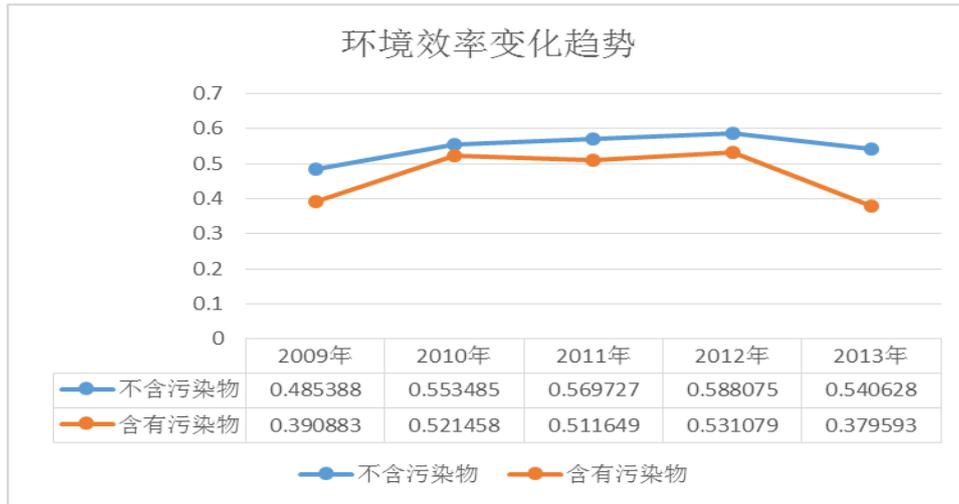


图 4.2 2009 年-2013 年 12 家企业平均环境效率对比图

由图 4.2 我们可以看出，在 2009 年到 2013 年间，两种环境效率的平均值基本保持同步的变化，两者基本都是呈现缓慢上升的趋势，但是在 2012 年到 2013 年间，环境效率出现一个下滑，而且含有非期望产出的环境效率下滑的幅度要大于不含有非期望产出的环境效率。这说明在这期间，企业的整体生产效率不是很高，加上非期望产出对企业的影响后，各企业的环境效率出现更大幅度的下降。

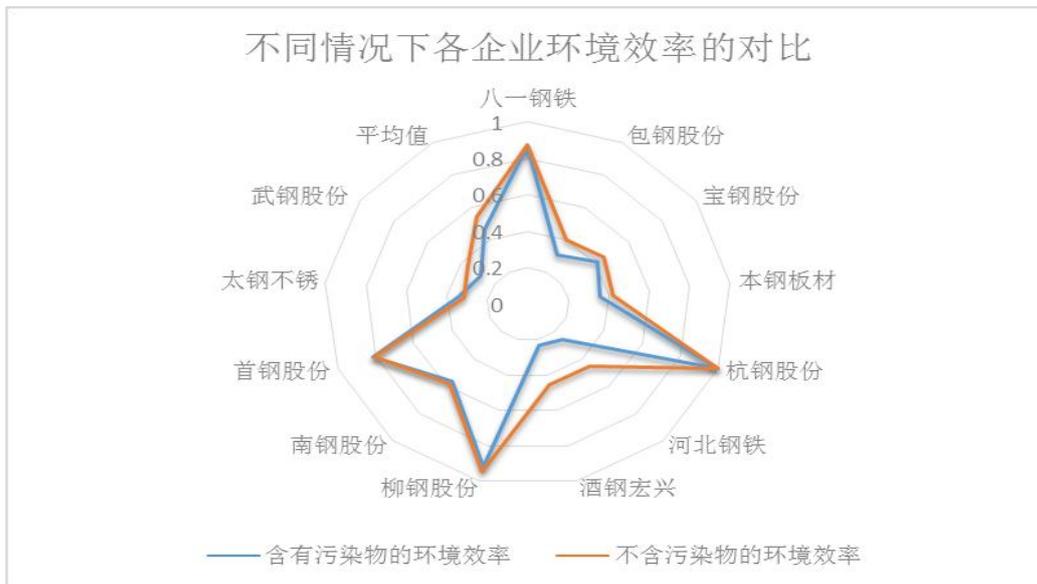


图 4.3 12 家钢铁企业 2009-2013 年间平均环境效率变化趋势

上图我们可以看出，12 家上市钢铁企业的环境效率平均值在含有非期望产出是仅为 0.46，其中八一钢铁、杭钢股份以及柳钢股份、首钢股份其环境效率较高，5 年的环境效率平均值均大于 0.8，而包钢股份、南钢股份的环境效率值徘徊在 0.4 到 0.6 之间，包钢股份、本钢股份、河北股份、酒钢股份、钛钢股份以及武钢股份的环境效率平均值很低，在不含非期望产出时环境效率集中于

0.3-0.5，而含有非期望产出的时候环境绩效值平均值仅存在于 0.2-0.4 之间。这说明我国上市钢铁企业的生产效率本来就较低，现在将环境因素考虑在内后，企业的整体效率更加不容乐观。相对比与不含非期望产出的生产效率，环境生产效率能够充分体现环境问题给企业的活动生产效率带来的损失。

表 4.3 不含非期望产出的各企业 Malmquist 指数统计表

钢铁企业	环境效率	技术效率变化	技术进步变动指数	Malmquist 指数
八一钢铁	0.8788	1.0211	0.9491	0.9692
包钢股份	0.4001	1.0090	0.9357	0.9442
宝钢股份	0.4528	1.0574	0.9996	1.0570
本钢板材	0.4196	1.0883	0.9469	1.0305
杭钢股份	1.0000	1.0000	1.0023	1.0023
河北钢铁	0.4521	1.0736	0.9587	1.0293
酒钢宏兴	0.4527	1.0071	0.9306	0.9372
柳钢股份	0.9481	1.0689	0.9749	1.0421
南钢股份	0.5847	0.8292	0.9510	0.7886
首钢股份	0.8083	1.1542	1.1227	1.2959
太钢不锈	0.3191	1.0042	0.9496	0.9535
武钢股份	0.3616	1.0491	0.9779	1.0259
平均值	0.5463	1.0273	0.9737	1.0003

由表 4.3 可以看出宝钢股份、本钢板材、杭钢股份、河北钢铁以及柳钢股份和首钢股份、武钢股份的 Malmquist 指数大于 1，其中杭钢股份的技术效率和技术进步指数均大于 1，说明杭钢股份这几年在管理和技术方面都有很大的提升，其他钢铁企业也在向着有利于企业进步的方向发展，八一钢铁、包钢股份、酒钢宏兴以及太钢不锈的 Malmquist 指数在 0.9 和 1 之间，也就是说这几家钢铁企业的在技术效率或者技术进步方面并没有全面的发展，比如八一钢铁，其技术效率指数大于 1，而技术进步指数小于 1，由于技术进步影响的程度大于技术效率变化的程度，所以八一钢铁总的 Malmquist 指数小于 1，也就是说尽管八一钢铁这几年在企业管理方面有了一定的进步，但是其技术方面欠缺的程度阻碍了整个企业的生产发展。南钢股份的所有指数均小于 1，企业需要调整一下战略管理结构，有助于企业更好的发展。在不考虑非期望产出的情况下，只有杭钢股份处于生产前沿面上，八一钢铁、柳钢股份以及首钢股份的环境效率较高，三者效率值均大于 0.8，相对效率较低的钢铁企业有太钢不锈以及武钢股份，两家企业的效率值均小于 0.4。其余钢铁企业的效率值集中在 0.4-0.6 之间。

表 4.4 含有非期望产出的各企业 Malmquist 指数统计表

钢铁企业	环境效率	技术效率变化	技术进步变动指数	Malmquist 指数
八一钢铁	0.8692	1.0299	0.9624	0.9911
包钢股份	0.3058	1.3148	0.8772	1.1533
宝钢股份	0.4139	1.0792	0.9915	1.0701
本钢板材	0.3581	1.2489	0.8677	1.0836
杭钢股份	1.0000	1.0000	0.9877	0.9877
河北钢铁	0.2572	1.0524	0.9026	0.9500
酒钢宏兴	0.2341	0.4386	0.9268	0.4065
柳钢股份	0.9185	1.1120	0.9695	1.0781
南钢股份	0.5643	0.8271	0.9220	0.7626
首钢股份	0.8104	1.1533	1.1379	1.3124
太钢不锈	0.3400	0.9788	0.9637	0.9433
武钢股份	0.2783	1.0470	0.9067	0.9493
平均值	0.4619	0.9927	0.9490	0.9420

由表 4.4 可以看出包钢股份、包钢股份、本钢板材以及柳钢股份和首钢股份的 Malmquist 指数大于 1，其中首钢股份的技术效率和技术进步指数均大于 1，说明首钢股份在管理和技术方面这几年都有很大的提升，其余四个企业仅仅是技术效率大于 1，即以上几个企业环境效率水平有向好方向发展的趋势，八一钢铁、杭钢股份、河北钢铁太钢不锈以及武钢股份的 Malmquist 指数在 0.9 和 1 之间，也就是说这几个钢铁企业的生产效率发展不均衡，而且其原因都是技术创新和变化的问题。在环境效率方面，与不含非期望产出的数据相比，含有非期望产出的企业效率值，除了杭钢股份外，均出现不同程度的降低，12 家企业的环境效率平均值仅为 0.46，其中河北钢铁、酒钢宏兴以及武钢股份的环境效率值远远低于平均效率值，不到 0.3。这说明在将非期望产出考虑在内后，该指标的负作用造成了综合技术方面的不同程度的减损，这也意味着不考虑非期望产出影响而进行的企业效率评价时不真实的。从而进一步证明了 SBM 模型可以避免传统的 DEA 模型由于角度和径向的限制而造成的结果失真，体现了真实的企业环境效率，同时为环境绩效审计提供科学、可靠的数据支持。

4.3 本章小结

本章在分析了我国钢铁行业的生产模式，与污染的关系以及政策变化的基础上，对 12 家上市钢铁样本企业的投入产出数据进行分析，应用 SBM-Malmquist 模型对样本企业的相应数据进行了环境效率的测算，并对其中的不含有非期望产

出和含有非期望产出的环境效率图表进行了重点分析。测算出环境对企业的影响程度，以此作为评价环境绩效审计的数据基础。

第 5 章 研究的结论及建议

5.1 研究结论

本文在阅读大量文献和研究的基础上,将定量的 SBM-Malmquist 指数模型引入到环境绩效审计中,运用定量与定性相结合的方法来进行环境绩效审计效率性测算,将研究的结果作为环境绩效审计的依据,实现了对上市钢铁企业环境绩效审计的全面评价。本文通过对理论的探讨和实证分析,得出以下结论:

1. 本文将效率性研究作为环境绩效审计的切入点,通过创新性的提出环境绩效审计是在绩效审计的基础上纳入环境变量的进一步深入性研究,于是依托绩效审计理论将数据包络分析方法引入到环境绩效审计的效率性研究当中,该方法有效地解决了审计中的效率性问题;同时考虑到环境绩效审计效率性评价与环境效率研究内容相同,再借鉴环境效率评价方法,运用 SBM-Malmquist 模型定量分析方法,对环境中的非期望产出问题进行了较好的处理,由此环境绩效审计的瓶颈问题得到解决。而且环境绩效审计效率性研究还有助于审计工作人员有的放矢的进行审计工作,合理分配审计资源。所以基于 SBM-Malmquist 模型的环境绩效审计效率性研究方法是一种科学有效的方法。

2. 本文将企业选取的各评价指标与基于 SBM-Malmquist 的环境效率模型相结合来评价我国 12 家上市钢铁企业的环境绩效审计的效率性。测算的结果显示:各企业含有非期望产出的环境效率明显低于不含有非期望产出的环境效率,而且整个效率值在 2009 年-2013 年间呈稳态上升的趋势,并且在用 Malmquist 指数分析时发现各企业的发展不均衡,在技术效率和技术进步方面的缺陷会导致整体的 Malmquist 指数下降,从而使得企业的生产环境效率降低。

3. 本文通过对 12 家上市钢铁企业的实证研究,运用 SBM-Malmquist 指数模型进行含有非期望产出与不含非期望产的效率对比,以 12 家上市钢铁企业为样本,实现了 SBM-Malmquist 指数模型对环境绩效审计效率性评价的应用,并且有力的证实了 SBM-Malmquist 模型是进行环境绩效审计效率性评价的科学有效的方法。

5.2 研究建议

环境保护不仅需要政府的扶持,也需要相关理论方法的分析以及企业的积极配合措施。本文运用 SBM-Malmquist 模型测算我国 12 家上市钢铁企业的环境效

率,并对测算结果进行了效率性分析,为提高企业的环境绩效审计提供了一定的理论依据和政策建议,主要包括以下两个大的方面:

1. 基于 SBM 模型的环境绩效审计效率性评价方法

(1) 我国的环境绩效审计目前还没有大规模的展开,而完善的理论知识和实践相结合是促进环境绩效审计发展的有效途径,科学有效的方法则是将理论和实践连接在一起的关键所在,SBM-Malmquist 指数模型在环境绩效审计的发展过程中起到了一定的促进作用。

(2) 本文采用基于 SBM 模型的环境绩效效率性审计方法,即避免了单纯使用定性分析方法缺乏科学依据的弊端,又避免了传统的 DEA 模型角度选择和径向选择的缺陷,科学合理的解决了松弛变量存在下的环境绩效审计问题。这为环境绩效审计的发展提供了一个新的思路,企业的环境绩效审计问题在定量分析方面会有更广阔的发展。本文用 12 家上市钢铁企业作实证研究证实了 SBM 模型对环境绩效审计效率性研究的适用性。

(3) 将 SBM-Malmquist 模型应用于环境绩效审计是一个新方法的尝试,将环境绩效审计与效率性评价结合起来,这是环境绩效审计方法研究的一个新的切入点。有助于审计工作人员打破传统的审计模式,从多个角度进行环境绩效审计的研究。^[59]

2. 钢铁企业的环境绩效问题

环境绩效审计的最终目的是提高企业的效率,这个效率的含义是指用尽可能少的投入来产生尽可能多的期望产出以及较少的非期望产出。钢铁企业对环境的破坏主要是由于在生产过程中消耗大量的资源、能源的同时还排出一些废弃物和污染物。想要解决这一问题,应当积极针对钢铁企业开展环境绩效审计。开展环境绩效审计不仅能够降低企业的生产成本和环境成本,增加钢铁资源产生的经济效益;还能预防环境事故的发生,这样既避免了环境问题引发的相关风险,使得社会效益和生态效益得以保证,又恰当反映企业环境经济责任的履行情况。^[49]

(1) 物质的循环利用

把企业的生产活动纳入区域生态系统循环中,将原来单一的“资源-产品-废弃物”污染排放过程转换成“资源-产品-再生资源-产品-废弃物”的物质循环利用模式,该方法是减少环境负荷同时提高资源利用率的有效途径。在生产过程中每个环节的未充分利用材料返回前一环节重新处理或者在下一环节用作其他产品生产,这样既可以降低了企业成本、提高资源的利用效率和企业利润,同时还

可以减少环境污染。^[60]

(2) 构建环境绩效评价和预测模型

结合钢铁企业的历年投入数据以及期望和非期望产出数据,构建环境绩效评价模型以及预测模型,例如本文中**SBM**模型应用于钢铁企业的环境绩效审计,这样可以科学有效的评价钢铁企业的环境绩效,不仅为企业审计提供合理的依据,而且使得政府部门在制定相关的环境绩效政策时有据可依。而环境绩效预测模型,企业相关部门可以根据数据预测趋势,进行相应的管理结构和综合技术的调整,政府部门则根据预测结论,在发展规划和政策制定方面进行参考。^[61]

本文以企业为研究视角,建立环境绩效审计评价体系,运用改进的**SBM**数学模型进行企业环境绩效审计效率性研究,为企业的环境绩效审计提供数据和理论上的支持。本文选用我国 12 家上市钢铁企业为研究样本,通过对样本的测算,验证了**SBM**模型对于环境绩效审计的效率性测算的准确性,并且运用**Malmquist**指数对各企业的效率变动做了分析,实现了环境绩效审计与**SBM-Malmquist**模型定量分析的有效结合。但是由于数据在获取方面的限制,以及作者在专业学术方面的欠缺,本文在企业的环境绩效审计指标选取方面仍然不够全面,在进一步的审计分析中仍有不足,后续关于**SBM-Malmquist**模型在环境绩效审计中的研究和发展可以在本文研究的基础上进行更有深度的研究,以寻求将定量分析方法和环境绩效审计的理论与实践的有效结合。

参考文献

- [1] 黄溶冰, 单建宁, 时现, 绿色经济视角下的党政领导干部经济责任审计[J]. 审计研究, 2010(4):33-36.
- [2] 杜敏, 孙婧, 环境绩效审计若干问题研究[J]. 财会通讯: 综合, 2011(4): 125-127.
- [3] 迟淑娜, 浅析绩效审计与环境绩效审计的关系[J]. 工业安全与环保, 2009, 35(6): 42-44.
- [4] 王新媛, 我国环境绩效审计研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2013.
- [5] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6):429-444.
- [6] Josephine Maltby. Environmental Audit: Theory and practices. *Managerial Auditing Journal* [J]. 1995, 10(8): 15-26
- [7] Lewis Linda. Environmental audits in local government: a useful means to progress in sustainable development [J]. *Accounting Forum*, 2000, 24(3):298-318
- [8] Seiford L M, Zhu J. Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation[J]. *European Journal of Operational Research*, 2002, 142, 16-20.
- [9] Korhonen P J, Luptacik M. Eco-efficiency analysis of power plants: an extension of data envelopment analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2004, 154(2): 437-446.
- [10] Peng Zhou, Kim Leng Poh, Beng Wah Ang. A non-radial DEA approach to measuring environmental performance[J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 178(1):1-9.
- [11] Hua Z, Bian Y, Liang L. Eco-efficiency analysis of paper mills along the Huai River: an extended DEA approach[J]. *Omega*, 2007, 35(5): 578-587.
- [12] George H. Exploring the existence of Kuznets curve in countries' environmental efficiency using DEA window analysis[J]. *Tzeremes, Nickolaos G. Ecological Economics*, 2009, (68):2168-2176.
- [13] Licheng Sun, Dequn Zhou, Qun Li, Study on regional environmental performance based on non-radial DEA model[J], *Statistics & Information Forum*, 2009, 24(7):67-71.
- [14] Breesers H. Productivity growth and environmental regulations-accounting for

- undesirable outputs: Analysis of China's thirty provincial regions using the Malmquist Luenberger index [J]. Ecological Economics, 2011, 70:2369-2379.
- [15] Rongbing Huang , Yuhui .Li, Undesirable input - output two-phase DEA model in an environmental performance audit [J].Mathematical and Computer Modelling , 2013, 58:971 - 979
- [16] 陈希晖, 邢祥娟, 论环境绩效审计[J].生态财富, 2004: 87-90
- [17] 国家审计署, 审计署 2003 至 2007 年审计工作发展规划[J].中国审计, 2003 (15)
- [18] 王素梅, 环境绩效审计的发展研究: 基于国家治理的视角[J].中国行政管理, 2014 (11): 62-65
- [19] 吴立群, 王恩山, 环境绩效审计有关问题初探[J].济南职业学院学报, 2005 (10): 47-50
- [20] 穆继平, 环境绩效审计在环境保护中工作中的应用[J].郑州航空工业管理学院学报 (社会科学版): 2007 (6): 201-203
- [21] 李静, 基于 SBM 模型的环境效率评价[J].合肥工业大学学报: 自然科学版, 2008, 31(5): 771-775
- [22] 毛艺璇, 南楠, 环境绩效审计评价体系研究[J].企业技术开发, 2010, 11(29): 82-84
- [23] 王学龙, 杨鹏飞, 付惠冉, 基于环境价值链的企业环境绩效审计指标体系研究[J].南京审计学院学报: 2011, 7 (8): 46-50
- [24] 许良虎, 马丽, 企业环境绩效审计评价指标研究[J].审计, 2011, 7 (21): 45-46
- [25] 朱珠, 钟飏, 企业环境绩效审计指标的研究[J].中国人口、资源与环境, 2013, 11 (23): 255-258
- [26] 汤亚莉, 邓丽, 基于环境价值链的环境绩效审计方法[J].科技进步与对策, 2006 (11) :99-101
- [27] 汤孟飞, 环境绩效审计应用方法研究[J].财会研究: 经济天地, 2011 (7): 75-77
- [28] 高翔, 侯玲, 环境绩效审计方法浅谈[J].中国内部审计, 2011 (7): 38-39
- [29] 黄溶, 陈耿, 节能减排项目的绩效审计-----以垃圾焚烧发电厂为例[J].会计研究, 2013 (2): 86-95

- [30] 李晓峰, 绩效审计及其在我国的应用研究[D].中国人民大学, 2004
- [31] 赵保卿, 绩效审计理论与务实[M].复旦大学出版社, 2009, 48-54
- [32] 谌武, 绩效审计对于我国国家治理作用的思考
[EB/OL].<http://www.audit.gov.cn/n1992130/n1992150/n1992576/3070711.html>,
2012-8-15 / 2015-3-13
- [33] 刘国伟, 浅析绩效审计[J].理财, 2014 (3): 89-91
- [34] 秦晓晶, 浅谈我国绩效审计的现状和展望[J].中国经贸导刊, 2010 (3)
- [35] 孔德明, 基于 DEA 的效率性审计方法研究[D].重庆大学, 2008
- [36] 黄金枝, 徐建忠, 窦琳琳, 基于数据包络分析的绩效审计效率性评价[J].哈尔滨工业大学学报 (社会科学版), 2011 (01): 83-87
- [37] 王丹宇, 政府绩效审计方法及其应用研究[J].社会纵横, 2006, 11 (21) 45-47
- [38] 崔孟修, 试论绩效审计方法的特征及其应用[J].审计月刊: 理论研讨, 2011 (5): 4-7
- [39] 祝素月, 对绩效审计方法的探讨[J].管理观察: 综合管理, 2008 (6): 112-114
- [40] 何平林, 石亚东, 李涛, 环境绩效的数据包络分析方法——一项基于我国火力发电厂的案例研究[J].会计研究, 2012 (2): 11-17
- [41] 姜楠, 我国政府环境绩效审计相关问题探究[D].首都经济贸易大学, 2014
- [42] 黄溶冰, 王丽艳, 环境审计在碳减排中的应用: 案例与启示[J].中央财经大学学报, 2011 (8): 86-90
- [43] 王芳, 李兆东, 英国地方政府环境审计动机与性质演变[J].审计与理财, 2010, 56-57
- [44] 项荣, 英国水资源环境保护审计的特点及启示[J].工业审计与会计, 2010(5), 46-48
- [45] 陈怀玉, 独具特色的荷兰环境审计[J].环球瞭望, 2006 (7), 37-38
- [46] 路广, 荷兰环境审计法律制度的经验与启示[J].南京审计学院学报, 2011(1): 86-91
- [47] 王倩, 李越冬, 我国与加拿大环境审计现状比较及启示[J].环球瞭望, 2011 (8), 22: 26-27
- [48] 尹淑坤, 加拿大的环境审计[J].中国人大, 2010 (3), 53-54
- [49] 刘绍枫, 煤炭企业环境绩效审计评价研究[D].太原理工大学, 2013
- [50] 宋马林, 王舒鸿, 邱兴业, 一种考虑整数约束的环境效率评价 MOISBMSE

模型[J].管理科学学报, 2014 (11): 69-77

- [51] 贾辰, 基于 SBM 模型的企业环境效率评价研究——以黑龙江省 13 家企业为例[D].哈尔滨工程大学, 2014
- [52] 白永平, 张晓州, 郝永佩, 宋晓伟, 基于 SBM-Malmquist-Tobit 模型的沿黄九省(区)环境效率差异及影响因素分析[J].地域研究与开发, 2013(4): 90-95
- [53] 李静、程丹润, 基于 DEA-SBM 模型的中国地区环境效率研究[J].合肥工业大学学报: 自然科学版, 2009, 8 (32): 1208-1210
- [54] 张静, 基于 PSR 框架的临海工业类企业环境绩效审计评价指标体系构建研究[D].中国海洋大学, 2013
- [55] 丁艳秀, 企业环境绩效审计评价指标体系研究[D].长沙理工大学, 2009
- [56] 潘丹, 应瑞瑶, 中国农业生态效率评价方法与实证-----基于非期望产出的 SBM 模型分析[J].生态学报, 2013, 33 (12): 3837-3845
- [57] 朱承亮, 岳宏志, 安立仁, 节能减排约束下中国绿色经济绩效研究[J]. 经济科学, 2012 (5): 33-44
- [58] 贾钦然, 低碳经济背景下我国钢铁企业环境绩效评价研究[D].北京交通大学, 2014
- [59] 唐华, 陈慧妍, 上市公司环境绩效审计评价方法研究[J].审计观察, 2013(11): 90-92
- [60] 詹浩勇, 冯金丽, 我国主要工业省市的环境-经济综合效率——基于 SBM 模型的实证研究[J].生态经济, 2010 (9): 42-46
- [61] 赵晓敏, 基于 SBM 模型的中国钢铁行业能源效率研究[D].东北财经大学, 2013

攻读硕士学位期间发表的论文和取得的科研成果

致 谢

我可爱的学校——哈尔滨工程大学，还未来得及回味就要和你说再见了，眨眼间就到毕业季，已然觉出自己对它的深深眷恋和不舍，再多的谢谢也表达不了我对大家的感激之情。感叹时光匆匆如白驹过隙，虽然两年的时光短暂，可是在这短短的与老师和同学朝夕相处的两年时光里，我不仅学到了知识，增长了见识也开拓了视野。在临近毕业及论文完成之际，历历往事清晰如昨，借此机会，我要衷心的感谢在我的生活和求学路上给予帮助和支持过的人。

饮水则思源，学成则念师。首先要感谢是我的恩师——黄金枝老师，感谢我的恩师，她与我父母相仿的年纪，也给了我与父母一样的爱。在工作中，黄老师有严谨的治学态度、高尚的敬业精神以及平易近人的工作态度，在论文方向的选定、实证资料的查找以及最后的定稿完成中，她都事无巨细的对我进行指导；在生活中，她对我遇到的问题都悉心解答，像父母似的给予了我无私的帮助。恩师情重，在这里我要表示对黄老师最深的敬意和最真诚的感谢。

其次感谢的是我的父母，感谢他们的辛勤付出、感谢他们的任劳任怨。是他们在给予我生命的同时，也教会了我拼搏进取、自强不息的精神，教会了我真诚做人、认真做事的道理。感谢父母给我创造的无忧的学习条件和环境，感谢我的家人给我的无私的爱和帮助。

同时我也要感谢所有哈尔滨工程大学经济管理学院诸位老师，在论文的开题答辩当中是你们提出宝贵的意见，才使得我论文的不足之处得以完善，感谢黄祎老师在论文的写作过程中给予的耐心细致的指导，感谢参加答辩和评阅论文各位老师、专家，感谢你们对我论文的审阅和指导。

最后感谢一路走来陪伴我的朋友，感谢董莉萍、杨雪娟；感谢我的室友：徐彩虹、罗静、于宁，和你们一起关于学习和工作上的讨论，给了我很大的启发，感谢你们在生活和学习上对我的帮助，以后的路还很长，愿我们可以用一直以来的热情和正能量来面对未知的崎岖和平坦。

附 录

附表 1 12 家企业 2009-2013 年投入产出指标数据

年度	公司名称	固定资产净值 (元 年末 除折旧)	在职员工总 数 (人)	营业收入 (元)	利润总额 (元)	钢产量 (万 吨)	吨钢综合能耗 (公斤标煤)	耗煤(万吨 标煤)	二氧化碳 万吨
2009	八一钢铁	6771650717.92	5998.00	16452572767.51	78342647.44	540.00	712.80	384.91	1, 008.47
2010	八一钢铁	7248146116.54	5847.00	23666002645.53	605232527.71	671.00	640.40	429.71	1, 125.84
2011	八一钢铁	7129544731.85	5777.00	27951197018.94	508817800.35	671.00	630.00	422.73	1, 107.55
2012	八一钢铁	8094412839.34	5832.00	26586243664.91	191870394.48	755.00	619.21	467.50	1, 224.86
2013	八一钢铁	14904321361.24	7498.00	23195895498.78	82965679.87	771.00	610.80	470.93	1, 233.82
2009	包钢股份	16857083961.85	30998.00	34016230271.45	-2164426588.24	1005.37	717.00	720.85	1, 888.63
2010	包钢股份	16661053961.14	30838.00	40090326471.67	364878432.36	1010.00	709.00	716.09	1, 876.16
2011	包钢股份	16678962698.36	30766.00	42814922834.14	646487344.32	1021.00	698.00	712.66	1, 867.16
2012	包钢股份	15267478994.43	29512.00	36933606038.91	338685946.08	1007.00	687.10	691.91	1, 812.80
2013	包钢股份	24323624223.62	31389.00	37770420233.55	421649317.46	1018.80	674.47	687.15	1, 800.33
2009	宝钢股份	115517730683.38	42318.00	148326363909.94	7294555395.87	2386.00	738.98	1, 763.19	4, 619.57
2010	宝钢股份	117792226380.74	42308.00	202149152364.77	17076233030.47	2214.00	731.03	1, 618.49	4, 240.44
2011	宝钢股份	115419954511.60	41919.00	222504684693.73	9260125356.20	2664.00	730.05	1, 944.85	5, 095.52
2012	宝钢股份	79442448257.52	32598.00	191135536828.10	13139652802.85	2299.60	755.33	1, 736.95	4, 550.80
2013	宝钢股份	86588996018.08	37487.00	189688379683.22	8009761350.56	2200.00	757.20	1, 665.84	4, 364.50
2009	本钢板材	17970726752.86	25615.00	35597775963.71	-1324544203.59	903.82	761.00	687.81	1, 802.05
2010	本钢板材	18864855901.11	24827.00	45687750464.69	1004624635.03	1004.52	679.00	682.07	1, 787.02
2011	本钢板材	18014403054.15	24493.00	50431850122.46	867193396.52	995.58	585.00	582.41	1, 525.93

基于 SBM 模型的企业环境绩效审计效率性研究——以 12 家上市钢铁企业为例

2012	本钢板材	17117325763.27	24082.00	44591731305.95	255204136.63	981.70	580.00	569.39	1, 491.79
2013	本钢板材	18585345038.70	23890.00	40329344514.29	357360505.03	1010.00	580.00	585.80	1, 534.80
2009	杭钢股份	2765154112.39	6175.00	15711241779.72	216560494.92	345.73	517.60	178.95	468.85
2010	杭钢股份	2658990866.75	5870.00	19410396965.26	476520266.44	349.42	508.70	177.75	465.70
2011	杭钢股份	2486709555.63	5886.00	22326442996.97	424194117.73	364.81	513.10	187.18	490.42
2012	杭钢股份	2318920150.95	7135.00	17133457553.50	-324935550.18	324.85	520.40	169.05	442.91
2013	杭钢股份	2236078284.61	6926.00	17183465800.06	70759582.15	342.74	494.74	169.57	444.27
2009	河北钢铁	43328980954.31	55719.00	87185946766.63	1106984012.46	2303.00	583.85	1, 344.61	3, 522.87
2010	河北钢铁	45800132053.10	55121.00	116919019782.12	1663973476.84	2524.00	575.55	1, 452.69	3, 806.04
2011	河北钢铁	57574457166.63	54241.00	133343727102.65	1777438487.40	2942.00	583.00	1, 715.19	4, 493.79
2012	河北钢铁	59749458373.68	49890.00	111629795720.03	231105160.29	2900.00	579.04	1, 679.22	4, 399.55
2013	河北钢铁	70690716471.73	48101.00	110254992165.50	231110466.46	3039.00	570.94	1, 735.09	4, 545.93
2009	酒钢宏兴	11724550350.77	16275.00	35948440451.64	419585498.07	705.40	594.40	419.29	1, 098.54
2010	酒钢宏兴	11999978020.84	16387.00	39524507359.70	1200021389.09	772.49	576.40	445.26	1, 166.59
2011	酒钢宏兴	14781242234.94	17154.00	55153438021.94	1838413778.44	911.20	570.00	519.38	1, 360.79
2012	酒钢宏兴	19787329736.46	23961.00	63700448459.03	501403888.95	900.80	540.01	486.44	1, 274.48
2013	酒钢宏兴	24974987982.28	25747.00	94569759960.75	-2933339687.29	1116.40	547.09	610.77	1, 600.22
2009	柳钢股份	8134989124.14	8931.00	26565514444.74	314776013.04	818.40	688.00	563.06	1, 475.22
2010	柳钢股份	8540369620.54	9022.00	37115007050.70	702034818.52	1000.06	655.00	655.04	1, 716.20
2011	柳钢股份	7921790279.73	9692.00	42390997036.72	402790697.53	955.19	656.90	627.46	1, 643.96
2012	柳钢股份	9684830412.51	9155.00	37276361584.23	125730479.00	950.13	655.00	622.34	1, 630.52
2013	柳钢股份	10681601719.58	9398.00	36848878693.55	237516486.89	1073.46	590.00	633.34	1, 659.35
2009	南钢股份	3357875456.16	5510.00	23303730541.89	153334243.54	550.13	620.00	341.08	893.63
2010	南钢股份	15584817577.47	11173.00	30054992902.60	1081299034.96	677.10	619.00	419.12	1, 098.11

2011	南钢股份	15336227627.95	11385.00	38565150977.21	281034520.35	764.52	614.00	469.42	1, 229.87
2012	南钢股份	14927461150.10	11364.00	32032052246.61	-848292069.19	717.55	612.00	439.14	1, 150.55
2013	南钢股份	13945829413.16	10979.00	26822513596.21	-925369152.19	605.34	610.00	369.26	967.45
2009	首钢股份	10229728406.52	7855.00	22788178128.72	450805775.96	462.83	571.19	264.36	692.63
2010	首钢股份	9520020037.73	6764.00	27905980881.22	320692358.83	425.06	562.59	239.13	626.53
2011	首钢股份	9143963038.02	3182.00	12516486236.78	-166841380.87	233.64	658.00	153.74	402.79
2012	首钢股份	8744915151.60	2965.00	10103382166.66	-534904711.46	223.99	636.00	142.46	373.24
2013	首钢股份	5178688130.95	2218.00	9250190792.61	-339205202.19	213.03	609.00	129.74	339.91
2009	太钢不锈	32845855447.63	22509.00	57970542339.03	1317486849.50	945.61	559.00	528.60	1, 384.92
2010	太钢不锈	31282671335.80	22395.00	75339849383.46	2627842123.50	959.72	554.00	531.68	1, 393.01
2011	太钢不锈	34840441305.47	25844.00	84196349196.23	1828426552.38	990.37	542.00	536.78	1, 406.37
2012	太钢不锈	36332822531.24	26602.00	103515284412.85	1001862845.91	1084.00	542.00	587.53	1, 539.32
2013	太钢不锈	38812242056.06	26672.00	105020324753.53	505829134.13	998.93	542.00	541.42	1, 418.52
2009	武钢股份	44285603147.06	29181.00	53714166530.18	1956678485.59	1369.43	710.00	972.30	2, 547.41
2010	武钢股份	50759418718.56	32076.00	75596603085.56	2206824875.63	1662.24	605.00	1, 005.66	2, 634.82
2011	武钢股份	60736568749.30	43205.00	101058310544.89	1422937786.21	1816.28	626.62	1, 138.12	2, 981.87
2012	武钢股份	58993182274.71	41150.00	91579393163.28	111969983.47	2020.91	625.00	1, 263.07	3, 309.24
2013	武钢股份	58917132802.47	38857.00	89581302568.61	609022888.23	2024.34	619.88	1, 254.84	3, 287.67