

分类号 \_\_\_\_\_  
U D C \_\_\_\_\_

密级 \_\_\_\_\_  
编号 \_\_\_\_\_

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

# 硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 基于碳盘查技术的大气环境审计研究  
——以兰州市为例

研究生姓名: 邵娜

指导教师姓名、职称: 周一虹 教授 王啟明 高级会计师

学科、专业名称: 会计硕士

研究方向: 注册会计师

提交日期: 2021年5月30日

## 独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 邵娜 签字日期： 2021.6.1

导师签名： 周一 签字日期： 2021.6.6

导师(校外)签名： 王 签字日期： 2021.6.10

## 关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，\_\_\_\_\_（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 邵娜 签字日期： 2021.6.1

导师签名： 周一 签字日期： 2021.6.6

导师(校外)签名： 王 签字日期： 2021.6.10

**Research on Atmospheric Environment Audit  
Based on Carbon Inventory Technology  
——Take Lanzhou City as an Example**

**Candidate : Shao Na**

**Supervisor: Zhou Yihong Wang Qiming**

## 摘要

气候变化事关人类社会和世界各国的发展。2018年6月国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》的大气污染治理政策，2020年是检验是否完成蓝天保卫战行动计划的收官之年。2021年2月中国向世界承诺，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，同时努力争取2060年前实现碳中和。所以我国目前面临着大气污染物减排和温室气体减排的双重压力，审计应该发挥其监督职能，促进大气环境审计目标实现。大气污染物和温室气体排放同根同源并且相互作用，我们要将二者协同考虑进行更高效的大气污染治理工作。

我国大气环境审计实践主要围绕大气污染防治政策和措施的实施情况；专项资金的投入、发放、使用和管理情况；重点项目的建设和运营情况以及目标的完成情况展开。大气环境审计中应用到的审计技术主要有大数据分析技术、遥感技术和地理信息技术等，但是较少提及碳盘查技术。基于此，本文提出将碳盘查技术纳入大气环境审计过程，在原有的传统审计的基础上将碳盘查嵌入审计工作过程中，构建基于碳盘查的大气环境审计实施过程。同时以兰州市为例，对2017年温室气体和大气污染物排放清单进行核算，并对核算结果进行分析评价，对兰州市大气污染治理和大气环境审计实施提出了相对应的建议，期望促进大气环境审计实践的发展，进一步提升大气环境审计效率。

**关键词：**大气环境审计 大气污染防治 碳盘查方法

## Abstract

Climate change is related to the development of human society and all countries in the world. In June 2018, the State Council issued the air pollution control policy of the "Three-Year Action Plan for Winning the Blue Sky Defense War". 2020 is the final year to test whether the blue sky defense war action plan is completed. In February 2021, China pledged to the world that carbon dioxide emissions will reach a peak before 2030, and at the same time strive to achieve carbon neutrality by 2060. Therefore, our country is currently facing the dual pressure of reducing air pollutants and greenhouse gas emissions. Audit should play its supervisory function to promote the achievement of air environmental audit goals. Air pollutants and greenhouse gas emissions have the same roots and interact with each other. We need to consider the two together for more efficient air pollution control.

The practice of air environmental auditing in my country mainly focuses on the implementation of air pollution prevention and control policies and measures; the investment, issuance, use and management of special funds; the construction and operation of key projects and the completion of targets. The audit technologies used in atmospheric environmental audit mainly include big data analysis technology, remote sensing technology and geographic information technology, but carbon inventory technology is rarely mentioned. Based on this, this paper proposes to incorporate carbon inventory technology into the atmospheric environmental audit process, embed carbon inventory into the audit work process based on the original traditional audit, and construct an atmospheric environmental audit implementation process based on carbon inventory. At the same time, taking Lanzhou City as an example, the 2017 greenhouse gas and air pollutant emission inventory was calculated, and the accounting results were analyzed and evaluated. Corresponding suggestions were put forward on the air pollution control and the implementation of air environmental audits in Lanzhou City, hoping to promote the atmosphere. The development of environmental audit practice has further improved the efficiency of atmospheric environmental audit.

**Keywords:** Atmospheric environmental audit ; Air pollution prevention; Carbon inventory method;

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	1
1.1 研究背景和意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 研究方法、研究内容与研究框架.....	3
1.2.1 研究方法.....	3
1.2.2 研究内容.....	3
1.2.3 研究框架.....	4
<b>2 国内外研究现状及理论基础</b> .....	6
2.1 国内外研究现状.....	6
2.1.1 国外研究现状.....	6
2.1.2 国内研究现状.....	7
2.1.3 文献述评.....	12
2.2 大气环境审计理论基础.....	13
2.2.1 可持续发展理论.....	13
2.2.2 公共受托责任理论.....	14
<b>3 基于碳盘查技术的大气环境审计程序</b> .....	15
3.1 碳盘查技术介绍.....	15
3.2 纳入碳盘查的大气环境审计目标.....	17
3.3 基于污染物治理的大气环境审计对象和内容.....	18
3.3.1 大气环境审计对象.....	18
3.3.2 大气环境审计内容.....	18
3.4 纳入碳盘查后的大气环境审计实施步骤.....	19
3.4.1 确定审计项目.....	20
3.4.2 确定审计实施方案.....	20
3.4.3 实施审计程序.....	21
3.5 完善审计评价标准.....	23
<b>4 兰州市大气环境审计案例分析</b> .....	24

4.1 案例背景介绍.....	24
4.2 纳入碳盘查的兰州市大气环境审计目标.....	26
4.3 基于污染物治理的兰州市大气环境审计的对象和内容.....	27
4.3.1 大气环境审计对象.....	27
4.3.2 大气环境审计内容.....	27
4.4 审计实施过程.....	28
4.4.1 确定审计方法和审计程序.....	28
4.4.2 兰州市大气环境审计评价标准.....	29
4.5 兰州市温室气体及大气污染物清单核算.....	30
4.5.1 兰州市温室气体清单核算.....	30
4.5.2 兰州市大气污染物清单核算.....	33
<b>5 审计结论与建议.....</b>	<b>36</b>
5.1 审计结论.....	36
5.2 兰州市温室气体及大气污染治理建议.....	36
5.3 大气环境审计实施建议.....	37
<b>6 研究结论和研究不足.....</b>	<b>39</b>
6.1 研究结论.....	39
6.2 研究不足.....	39
<b>参考文献.....</b>	<b>41</b>
<b>后 记.....</b>	<b>45</b>

# 1 绪论

## 1.1 研究背景和意义

### 1.1.1 研究背景

气候变化导致的环境污染问题是当前人类社会可持续发展面临的最严重的问题之一，越来越多的环境污染问题不断影响着人类未来的发展以及世界各个国家的不断发展。随着工业化和城市化进程的不断加快，雾霾、沙尘暴以及温室效应导致的全球变暖现象等环境污染问题越来越严重。如果不采取相应措施对环境实施保护和治理，越来越严重的环境污染问题将会直接影响我国经济发展和社会进步。

2013年以来，国务院、环保部、能源局等针对严峻的大气环境污染，发布了一系列的大气治理政策，各单位部门根据发布的政策对大气环境实施了治理和保护措施，虽然这些政策的实施在一定程度上减少了大气污染物排放，促进了部分政策目标的实现，但是不断出现的雾霾天气和沙尘污染天气说明污染问题没有从根本上解决。2021年3月15日，习近平主席在中央财经委员会第九次会议上强调要把碳达峰和碳中和纳入生态文明建设整体布局。在2030年前实现二氧化碳排放量不再增加同时达峰后不断减少，2060年实现二氧化碳零排放，这个目标任务对中国人民来说是伟大而艰巨的，甚至可以说是一次重大的社会性和经济性的大变革，我们每个人都必须积极投入到治理大气污染的队伍当中去，努力和全国人民一起实现这个伟大目标。中国以煤炭燃烧为主的能源结构导致大气中二氧化碳排放量较高。通过计算发现，中国对煤炭的消耗在一次能源消费中占比达到近60%，相比较其他工业大国来说，我国占比是最高的。基于此背景，我国在治理大气环境的问题上，尤其是在温室气体减排方面的压力是巨大的。

大气污染防治和温室气体减排工作需要多部门联合制定相关政策和治理方案，要对污染物源头着重治理，才能从根本上消除污染源。同时大气环境是国民共同享有的，当环境遭到破坏，就会威胁人类社会的可持续发展，所以要以政府为主导对大气环境进行治理。但是治理结果如何，治理过程中花费的成本应该如何计算，以及花费的资金是否得到有效利用等相关信息并未全部披露。为了解决

这个问题，就需要独立的第三方机构来监督大气环境治理工作，同时披露信息使用者需要的大气环境治理方面的信息，大气环境审计也因此产生。

我国对大气环境审计的内容的研究主要包括以下四个部分：一是检查相关企业单位是否按照政府颁布的相关政策法规对大气污染进行治理；二是检查政府投资的大气环境治理专项资金是否用到实处，有无私自挪用现象；三是审查重点排污企业对于排污设施及排污规划项目建设的可行性情况；四是根据审计评价指标体系评价相关部门和单位是否完成相关大气污染目标。对于大气环境审计技术的应用，主要包括使用遥感技术勘测大气污染物分布情况、利用地理信息技术(GIS)研究大气污染物的时空布局、以及使用 PSR 模型等技术研究大气环境审计，但是还没有使用碳盘查技术进行大气环境审计。所以基于之前的研究，为了提升大气环境审计效率，促进大气环境审计目标的实现。本文在阅读大量文献的基础上，将碳盘查技术纳入大气环境审计当中，设计了一套依据碳盘查技术的大气环境审计程序，同时将框架应用于兰州市的大气环境审计中，最后编制兰州市大气环境审计报告，期望可以丰富我国大气环境审计实践方法的发展和 innovation。

### 1.1.2 研究意义

#### (1) 理论意义

对环境资源的分配和使用以及产生的影响进行审计监督有利于保护环境资源实现可持续发展。通过查找文献发现，我国学者对大气环境审计的研究主要是理论方面的研究，相对来说把审计方法和审计工作结合的文献研究较少，审计程序和审计模式基本沿用传统审计。因此，本文将碳盘查技术引入到大气环境审计当中，尝试设计一套基于碳盘查技术的大气环境审计流程，提供一种新的思路进行大气环境审计，同时可以促进大气污染治理目标的实现，有着重要的理论研究意义。

#### (2) 实践意义

大气环境审计的内容主要是检查进行大气治理所需资金的分配和使用情况是否符合相关政策的要求，同时调查重大修复工程的进展情况，督查各个部门大气污染治理的效果，从根本上控制大气污染物。大气环境审计实施过程和传统审计类似，但是大气和其它审计对象存在差别，除了硫氧化物、氮氧化物和颗粒物，

最容易忽视的温室气体也是大气污染物，此处温室气体污染物排放主要指的是二氧化碳的排放。所以本文将碳盘查技术纳入到大气环境审计中，并且应用于兰州市大气环境审计案例中，提升了大气环境审计的效率，对大气环境审计的实践过程具有指导意义。

## 1.2 研究方法、研究内容与研究框架

### 1.2.1 研究方法

论文采取案例研究的方法，通过将碳盘查的方法纳入到大气环境审计的过程，设计出一套基于碳盘查的大气环境审计程序，并将其应用到兰州市大气环境审计的过程中。根据兰州市的案例分析，建立温室气体排放清单和大气污染物排放清单，最后分析计算结果得出审计结论，并对审计过程中存在的问题提出相关建议，期望对兰州市大气污染治理和大气环境审计实践提供参考。文章当中需要的法律法规和相关的资料可以从国家统计局和国家环境保护局等相关网站获取，对于论文写作中需要的理论知识，主要是通过借阅学校图书馆中的馆藏书籍、阅读馆藏的中文数据库中下载的论文和期刊以及阅读导师要求的相关书籍和论文。同时案例研究针对兰州市的大气环境审计，网上公开的数据基本可以满足论文写作要求。

### 1.2.2 研究内容

第一部分：绪论。该部分首先根据我国环境发展状况阐述了文章的研究背景，确立了将碳盘查纳入大气环境审计过程的实践意义和理论意义，接着阐述了文章的研究内容和论文框架。

第二部分：分析整理参考文献及介绍论文研究的理论基础，该部分旨在为文章的撰写提供良好理论基础。本章对大气污染防治、碳盘查相关概念的国内外已有研究的代表性观点进行梳理和总结，分析现有文献研究不足，明确本文研究的重点内容以及研究的科学性。

第三部分：构建基于碳盘查的大气环境审计流程。在传统审计程序的基础上，阐述纳入碳盘查方法的大气环境审计流程，重点介绍环境审计评价标准，如何编

制温室气体和大气污染物排放清单。

第四部分：案例分析。该部分将碳盘查方法应用到兰州市大气环境审计过程中。通过大气审计实施过程，重点是收集和整理相关数据，对兰州市的大气污染物排放的治理情况和温室气体减排情况进行评价。

第五部分：审计结论和审计建议。审计建议主要从两个方面阐述：一是兰州市大气污染治理建议，二是大气环境审计实施建议。

第六部分：基于前文的研究内容，总结文章的研究结论同时指出研究过程中可能存在的不足的地方。

### **1.2.3 研究框架**

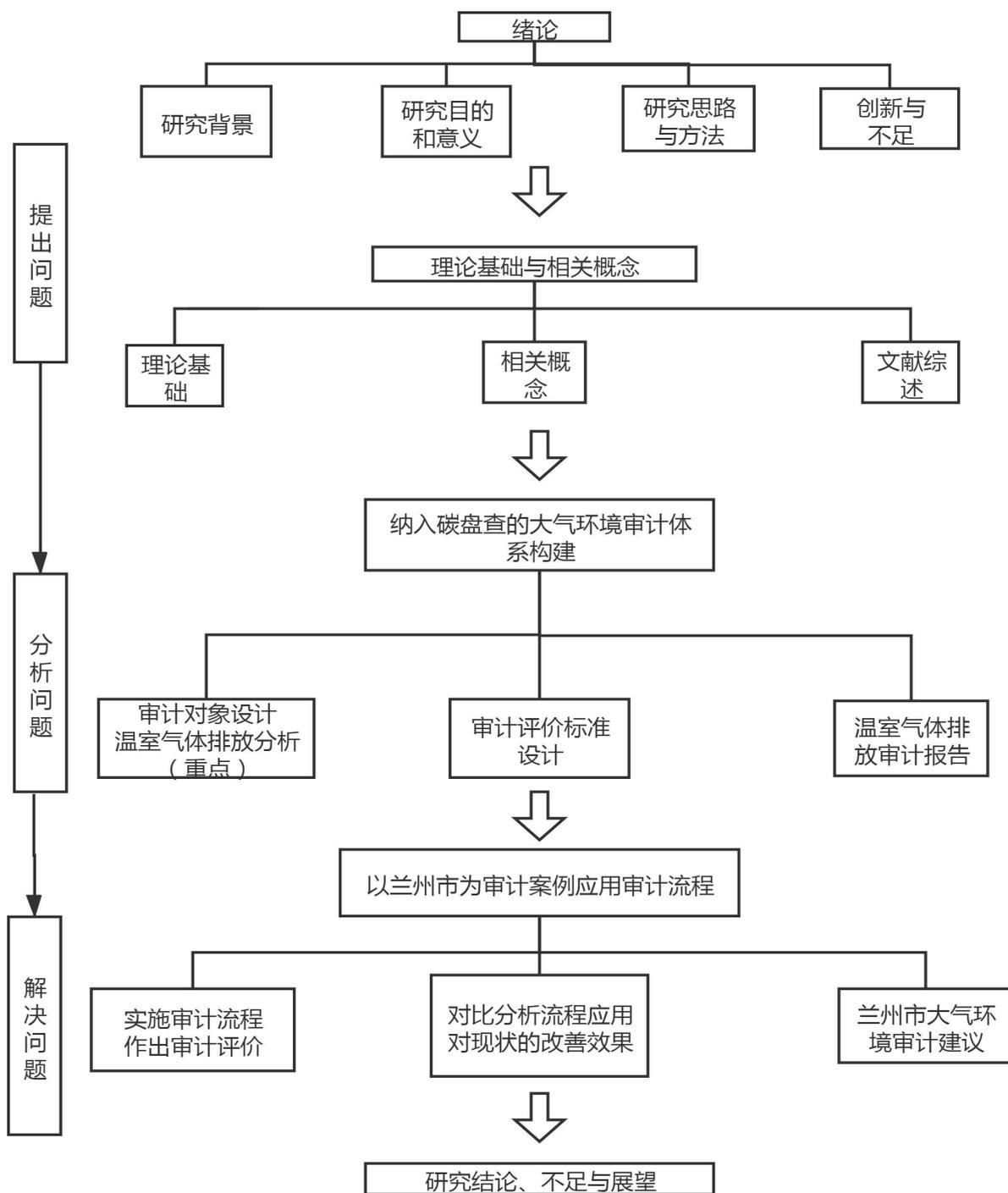


图 1.1 论文研究框架

## 2 国内外研究现状及理论基础

### 2.1 国内外研究现状

#### 2.1.1 国外研究现状

通过阅读大量文献,总结得出国外对于大气环境审计的研究主要包括两个方面,一是在大气污染防治过程中,审计如何发挥自身的重要作用,二是在实施审计程序对大气环境进行审计的过程中,根据实际情况制定相应的法律法规,从而提升大气环境审计的效率。Lovell (2003)对碳排放审计的框架进行相关研究,研究结果显示企业要实现污染物的减排目标,减少大气污染物排放,需要根据企业实际情况,应用环境审计技术,制定切实可行的碳审计框架。Chukwu et al. (2007)在研究过程中发现,许多发展中国家的企业在确定生产前,没有评估企业生产对环境造成的影响和危害,直接投入生产。所以他认为有必要对生产加工企业进行审计确定其对大气环境的影响。1995年,已经有学者提出通过制定相应的法律法规提升大气环境审计的研究。Mort Dittenhofer (1995)看来实施污染预防审计不仅可以减少环境资源浪费而且从污染物源头上控制污染,她首次提出污染预防审计,认为通过污染预防审计可以最大程度的控制污染。他的观点是编制财务报表时应该加入环境相关成本,企事业单位应该编制环境法律法规,对此审计部门的审计人员根据相关的环境法律法规,审计企业是否进行合规性操作和是否达到审计相关目标。Stoner & Gibson (1999)希望通过减少对污染企业的惩罚金额的方式,鼓励污染企业主动披露环境污染相关事项。

Chene (2010)研究发现,审计有利于碳减排计划的实施。除此之外,他还发现造成温室气体排放的原因是森林面积的减少,所以通过减少对森林的砍伐的方式(又称REDD计划)可以减少温室气体排放,但是这个方法容易引起腐败问题的发生,对此政府应该强化审计体系财务方面的建设,确保REDD计划有效实施,更高效提升大气环境质量。随后的研究过程中,在大气环境污染这个问题上,不同学者持有不同观点。Hep Ier & Neumann (2003)提出利用环境审计工具促进环境审计的合规性。Yi et al. (2007)提出了大气环境的特点,认为大气环境问题具有复杂性和区域性。Shilenje et al. (2015)的研究认为,随着社会

经济的不断发展和人民对生活质量要求的提升，必然会增加空气中污染物的含量，从而对人类健康造成威胁。因此，政府要加强对大气污染的监管力度。具体措施包括对企业生产过程中产生的大气污染实施全过程的监测，确保大气污染物在允许排放的范围内，同时实行淘汰制度，对大气环境污染较大和耗能较高的企业进行淘汰，鼓励其使用清洁能源替代传统重污染能源。

除了以上研究外，Pooliyadde（2000）分析了建筑材料的碳排放审计结果。Mckinnon（2010）在 Pooliyadde 的研究基础上，对碳排放审计程序的问题进行更深入的探讨，并形成了自己的碳排放产生的理论体系。Ballantyne et al.

（2012）通过对人们利用土地和海洋的过程进行分析，说明其对碳排放产生的影响，进一步对审计评价进行探索。Lyer & Rao（2014）在碳审计的基础上提出使用风险评估工具，他的研究选取的案例是 ICT 行业，主要使用 Bow-Tie Diagram 风险评估工具对其进行了 360 度碳审计。在进行研究的过程中，他对 ICT 行业不断增加的碳足迹进行威胁——后果测绘，研究结论显示通过测绘得出了五个威胁以及三个后果。随着碳审计研究领域的不断发展更新，Gauld（2016）利用能源审计和碳审计的方法，通过对景区区域委员会进行全面审计，通过计算分析得出温室气体的排放总量，同时基于此研究结果对景区的发展战略提出了建设性建议，期望改善景区生态环境质量，实现景区污染物减排目标。Gruijter et al.

（2016）提出对农田土壤进行碳审计，同时提出要使用新的研究方法——基于数据值进行碳审计。并将其应用于澳大利亚农场，通过对农场有关碳消耗数据的收集计算，最终得出澳大利亚农场中农田土壤间有关碳的变化量。

### 2.1.2 国内研究现状

#### (1) 大气环境审计的研究进展

对大气环境进行审计是大气污染防治工作提出的新方向。通过阅读知网大量相关文献可以看到，我国学者主要是对大气环境审计绩效进行评价研究，研究内容是借鉴国外先进的治理大气环境的经验并结合我国环境实际情况应用于我国大气环境的治理过程中，并根据审计结论提出相关审计建议和治理对策。冷月霜、钟颺、周密（2018）从我国大气污染现状出发，首先重点介绍了美国《清洁空气法》的重点内容，其次选用美国对大气环境审计的机构设置的形式，在此基础上

分析了我国大气环境法律法规以及大气环境审计机构方面的不足,从以下五个方面提出了制度建议。第一,加强大气环境审计立法,增加处罚力度,降低审计风险。第二,结合我国国情,在原有大气环境审计标准的基础上不断完善和修改。第三,将内部审计和社会审计以及大气环境审计三者相结合进行审计,实现“三位一体”全面审计,全面提升审计效率,达到既定的审计目标。第四,我国要加强对其他国家在大气环境审计方面的合作与交流,结合我国实际国情情况,借鉴国外对大气治理的先进经验,提出适合我国大气环境审计水平提升的措施和意见。第五,对外部环境进行治理的同时,还要加强建设内部监督制度,在提升大气环境审计效率的同时可以防止发生腐败事件。侯晓靖(2019)主要介绍了美国审计署(GAO)如何对大气污染物进行审计并出具审计报告,并介绍了开展审计工作运用的方法。

周一虹、周畅(2015)的研究内容为政府环境审计绩效研究,研究对象为兰州市,通过对相关数据进行查找分析计算,针对兰州市提出了具体建议。周一虹认为应该继续保持减少煤炭消费总量,从而达到减少污染物排放的目标。同时,他认为兰州市应该更多的利用清洁能源,逐渐调整能源结构,用清洁能源代替传统的煤炭等重污染源。同时兰州市对沙土扬尘治理方面在治标的基础上,要通过植树造林等方法改善恶劣的自然环境,从沙土扬尘的源头上进行治理,促进兰州市的自然环境从根本上发生改变。

翟翠娟、黄东、殷云飞(2016)以保定市为例,通过分析保定市在大气环境审计过程中存在的问题,提出了适合保定市可持续发展的审计措施。通过调查发现,保定大气环境审计还处在探索阶段,存在大气环境审计工作者专业技术薄弱、社会公众认识度不高以及审计主体独立操作性有限等问题。基于以上问题他认为应该创新保定市工作模式。首先,保定市政府要积极发挥带头作用,通过发放书籍以及召开宣讲会的方式对公众宣传教育,让公众深刻认识到大气环境审计的重要性。其次,根据经济和社会环境的不断发展变化,对环境质量量化考核制度要不断完善,同时加强企业准入制度建设,充分发挥政府、企业和社会的监督作用,各司其职,提升大气环境绩效审计。最后,设立环境审计研究机构,培养环境审计高素质人才,借鉴省内外环境审计先进经验,不断提高环境审计水平。

付超和王晓艳(2017)基于当前我国雾霾治理情况,主要从会计、税务和审

计等不同角度研究我国雾霾治理政策。钟廷勇等（2015）从环境审计的角度出发研究我国雾霾治理现状。他们认为环境审计法律规范不完善，对治理环境的专项资金使用监管不严，从而出现偷漏挪用、拖欠挤占、损失浪费等现象。缺乏专业的环境审计方面的高技术人才。所以针对以上存在的问题，他们认为可以从以下几个方面进行改进，具体包括督促公众对环境审计知识理论的学习；继续完善和规范环境审计法规政策，专门针对雾霾污染情况提出法规政策；建立环境审计指南以供参考；加强环保设备的技术创新，促进环境质量从根本上发生改变，改善我国雾霾天气。

对大气污染防治审计内容的研究具有代表性的学者观点如下：林忠华（2014）看来对大气污染防治进行审计主要从四个方面进行，同时他指出监督机构应该对大气环境审计过程进行监督，提升审计效率。首先审计相关企业单位是否按照政府颁布的相关政策法规对大气污染进行治理；其次是对环境专项治理资金的落实和具体分配和使用情况进行审计，是否有无私自挪用现象；再次是对大气污染防治相关项目的建设进行检查；最后是对项目最终完成的结果进行检查。

喻亚敏（2015）研究了不同的审计阶段遵循的审计依据。她的看法是要理清不同审计阶段分别遵循的审计依据，她主要介绍了审计计划、实施和报告三个阶段应当遵循的大气环境审计依据。她的观点是：审计计划阶段，审计对象和审计限制是应该遵循的审计依据；而在审计实施阶段则主要依据国务院和环保部发布的环保政策以及环境保护相关标准；最后撰写审计报告主要遵循的依据是收集到的审计证据。

冯梅笑（2016）借鉴美国和英国大气环境审计的一些做法，与我国实际情况相结合，设计符合我国空气质量审计的框架。通过研究发现，审计内容主要包括三个部分，一是采用文献查阅和比较法，评价空气质量政策实施以及空气质量标准制定是否合理；二是通过实地考察和专家咨询的方法，结合具体的减排项目分析空气质量是否改善；三是通过差异分析法，分析环保部门绩效是否达标。董丽英和马欢腾（2016）的研究内容是雾霾防治资金审计，主要发现以下四个方面的问题，包括环保专项资金的滞留以及挪用导致环保项目建设未实施、地方政府搭便车行为、会计核算不标准、重点排污企业为了骗取环保专项资金重复申报环保项目等。同时她利用部分省市专门针对环保资金进行审计得出的审计结论，指出

要分阶段进行审计，改变原有专项资金审计方式，同时培养具有专业技术知识的人才，熟知并能独立完成雾霾审计工作，并能学习应用统合管理模式，在监督管理雾霾治理专项资金的过程中合理运用统合管理模式，提高资金的管理效率。

吴勋、武月（2017）的研究内容是审计署 2004-2015 年公布的环境审计的结果。他们发现：环境审计结果的披露较少，环境审计实践落后于国家生态文明政策要求；对环境审计的研究对象主要包括自然资源、森林资源和水资源，其中水资源的研究内容较多；在环境审计的内容方面，大部分文献更多的是研究财务审计的相关内容，而对环境责任审计相关的内容研究相对较少，所以可参考的文献并不多；环保专项资金存在违规操作现象，审计治理功能得不到充分发挥。基于以上问题，提出应该规范大气环境审计绩效评估；加强对环境责任问责机制的实施并对其进行监督，明确相关环境责任；按照规定完善和规范审计结果公告；同时加强环境审计的治理能力，加强国家审计监督，提高审计效率，促进节能减排。田崖（2018）探讨了当前我国大气环境审计存在的问题，他认为我国缺乏与环境相关的法律法规和标准，进行大气环境审计时缺乏专门的人才队伍，并就此提出了相关改进建议。

对大气污染防治绩效审计相关的研究具有代表性的观点如下：李兆东（2015）认为当前大气环境治理绩效没有考虑到大气污染物的扩散特征，所以他基于此特征，构建了三种不同的绩效审计模型，分析了不同审计区域使用的原则和方法，通过三级指标以及不同层次设计了不同审计区域的审计评价指标体系，最后根据不同的审计结果提出了具体的审计建议。胡晓艳和李兆东的研究内容不同，胡晓艳（2016）的研究内容是问题对策研究，首先分析我国大气环境治理绩效审计过程中存在的问题，然后在雾霾治理的基础上对我国大气环境绩效审计提出了对策建议。她指出大气环境绩效审计存在缺乏独立性和审计主体权责分配不明确的政治问题；存在绿色经济责任的问责未落实等经济问题，大气环境审计只注重前期投入的专项资金的审计，对中后期产生的问题以及解决问题的方法缺乏审计思考；以及公众对大气环境审计的认识积极性不高的社会问题。基于上述问题，她认为应该转变环境治理主体，将以政府为主导的环境绩效审计转变为政府、市场和社会三方进行共同治理，三者优化整合。同时为了促进经济和人类社会的可持续发展，她指出应该加快建设“绿色经济”，加强生态文明建设。

刘桂春和王碧玉（2017）运用对比分析法，通过分析京津冀区域在实施环境绩效审计过程中可能存在的问题，同时基于京津冀区域的实际环境情况，分别将PSR模型、环境费用效用以及传统的审计方法的优点进行对比，对比分析结果显示对京津冀区域的环境绩效进行审计，使用环境效应分析和PSR模型分析方法审计效率更高，同时提出了具体的解决方案。肖芬（2020）以DPSIR模型为基础，研究内容是通过灰色关联分析法，在分析城市环境的基础上构建了绩效评价指标体系，同时她的研究样本来源是山西省具有代表性的区域，最后分析了样本结果并对大气环境审计绩效过程中存在的问题提出了相应的意见建议。

## （2）碳盘查研究现状

通过阅读文献发现，研究碳盘查技术的相关文献主要是对碳盘查技术在企业中的应用和如何完善碳盘查实施过程的研究。陈通等（2014）的研究内容为碳盘查技术对化工企业产生的影响研究。他在文章中用到的碳盘查的方法主要通过组织层面实施碳盘查以及介绍了温室气体排放量化的计算过程，通过使用对比的方法计算甲醇厂和醋酸厂生产过程中产生的温室气体，并根据计算结果对化工企业进行碳盘查的过程提出了相应的建议。符欢（2015）的研究对象是电力企业，研究内容是通过分析确定碳排放的参数，进一步介绍电力企业碳盘查的步骤和主要方法。曾菲（2017）的研究对象为京津冀地区，她主要研究了京津冀地区碳足迹盘查应当遵循的统一评价标准和评价体系。

温素彬（2017）整合了原有碳资产的概念，以我国宝钢企业为研究对象，从对企业进行全面碳盘查、加强碳预算管理和评价企业碳资产管理三个方面阐述了宝钢企业应该管理碳资产。他的研究结论是企业要协助政府共同建立更加高效的碳资产管理体系，同时企业要树立生态文明建设理念，转变经济发展形式，促进生态环境从根本上改善。宋迎春（2020）的观点是基于熊彼特创新理论，即产品生产过程、市场开发、输入方式以及组织方式的创新。研究内容是在会计核算流程基础上对其进行完善，同时根据水泥制造企业生产水泥的加工制作过程，使用碳盘查的方法计算水泥制造企业碳排放的成本并披露相关计算结果信息。最后他选取了某水泥企业制造厂公布的生产数据对其进行分析，填补了传统会计在进行碳排放核算时的不足，对碳排放相关信息进行披露有利于企业内部管理人员及时了解碳排放成本信息并作出准确决策。王琳（2020）比较详尽地介绍了油品销售

企业温室气体排放的核查和计算过程。她选用的研究对象是华北地区的一家专门进行油品销售的企业，选取的研究数据是该油品销售企业 2018 年油品生产及销售过程产生的温室气体排放。具体的 GHG 计算过程如下所示：（1）识别温室气体排放源；（2）对识别的不同排放源分别进行量化计算；（3）评估温室气体排放量；（4）汇总分析温室气体排放；由此进行企业油品销售方面的碳盘查和温室气体核算工作，不仅为其他企业进行碳排放权交易提供了可参考的依据，而且为企业进行碳审计和碳核查提供了便利。

### 2.1.3 文献述评

综上所述，在大气污染防治审计这一领域，国外主要是针对大气污染防治审计的实践进行展开的，而国内在实践方面的研究远不如国外。此外，由于国内外空气质量不同，污染程度以及成因也大不一样，大气环境和气候条件的差别都对两者大气污染防治审计工作的开展造成了影响，导致国外的审计方法、实践经验并不能全盘应用在国内领域。通过阅读文献可以看出，国外审计大气污染的研究内容主要包括审计大气污染防治的内容和程序，以及审计过程中使用到的审计技术和方法，没有形成具体的审计理论体系，对大气环境污染防治的研究缺少系统性和整合性的研究。因此，在这一方面，国外的参考价值不高。

与国外相比，国内对大气污染防治审计所做的工作并不如国外多，起步相对较晚，重点在理论研究上，缺乏实际的应用。我国对大气环境审计的研究集中在研究大气环境审计应该包括哪些内容、审计过程中遇到的审计和环境问题以及改进的方法和建议、对大气环境审计绩效结果进行评价等三个主要方面。相对来说，我国学者对大气环境审计的研究已经初步取得一些成果，但是总体来说仍然存在不足之处。污染防治的专项资金使用不当、政府监管不严格、审计工作人员业务能力不强、国家关于大气污染防治审计的相关政策、法律法规并不完善等问题。这些问题阻碍了大气污染防治审计工作的进一步进行。近几年，研究人员在审计方法和技术方面加强了研究，在大气环境污染评价以及监管方面已经小有成就。但是，整体来看这些技术和方法依旧停留在理论阶段，并没有完全应用到审计工作当中。从大气环境污染防治审计的研究范围上来看，研究聚焦在概述环境审计的理论知识，而对大气污染防治审计具有针对性的研究较少；从内容上看，主要

针对政策的制定与实施情况、对大气污染防治资金分配等的审计进行研究，并没有形成系统性的理论指导以及实践意义上的工作指南。

## 2.2 大气环境审计理论基础

### 2.2.1 可持续发展理论

可持续发展理论是建立在经济、社会、资源、人口与环境协调发展和共同发展的基础上，可持续发展的宗旨就是满足现代人生活需求的前提下也要能满足后代人的发展。我们不仅要让后代人的生活实现可持续发展，而且要实现更好地生活和不断发展。最早提出可持续发展的概念是在 20 世纪 80 年代，一直到今天在不断地完善。可持续发展遵循三个主要原则。第一，公平性。当前经济社会的高速发展模式，导致社会对环境资源的分配与人类需要承担的治理环境的成本是不匹配的，两者是不对等的。所以可持续发展的公平性原则就是要求对环境资源的分配和治理成本达到平衡，满足现代人生活需求的前提下也要能满足后代人的发展需求。第二，持续性。人类社会对自然资源的索取不能超越环境本身的承载能力。人类社会要不断发展就要不断消耗大量的自然资源资产，但是自然资源资产中很多资源都是不可再生资源，人类不能过度使用不可再生资源，同时要找到新的替代品代替不可再生资源。只有这样才能将人类的当前利益和长远利益相结合，保持自然资源的永续利用。第三，共同性。可持续发展需要所有人一起努力，我们要自觉承担起保护环境的义务，同时各个国家都必须坚持树立可持续发展的理念，实现共同进步。

可持续发展理论的形成促进了环境审计的发展。实施环境审计的出发点是可持续发展，实施环境审计的最终目标也是为了实现人类社会的可持续发展，所以可持续发展理论是环境审计的基础理论。要保持环境资源以及人类社会经济的可持续发展，政府部门就要对环境资源进行监管，政府部门监管的结果如何就需要审计部门进行鉴证。环境审计的结果就是要明确环境管理方面的责任，进而完善政府对环境资源的管理，最终实现可持续发展的目标。

## 2.2.2 公共受托责任理论

本文对公共受托责任理论的解释主要采用美国审计总署（GAO）对其的定义，即公共受托责任就是指受托管理并有权使用公共资源的机构向社会公众说明其全部活动情况的义务。国家审计最开始就是通过这种受托责任关系产生的，并且随着这种受托关系的进一步深化不断发展，所以公共受托责任理论可以说是传统审计的基础理论，促进了审计的发展。

根据公共受托责任内容的性质可以将其划分成受托管理责任和受托财务责任两种情况。首先，受托财务责任指的是受托人要遵守财经法规合规经营，保管好受托财产的同时及时编制财务报表以供委托人查阅。受托管理责任指受托人在管理好财产的基础上，还要确保经营的效率性和环保性。同时公共受托责任理论还可以分成内部和外部两种受托责任，内部公共受托责任通常指的是政府内部各个部门之间要做到互相牵制和配合，履行好受托责任。外部公共受托责任则是指政府部门和社会公众之间的关系，政府部门受公众委托，需要告知公众管理和消耗公共资源的情况以及承担公共责任的情况。审计过程中一般使用的是外部受托责任理论。公共受托其实是一种委托代理关系，其中政府部门是受托人，社会大众则是委托人，政府部门要承担保护公共资源的责任，同时要公示公共资源的使用和管理情况，提高公共资源使用的效率。

在经济和社会的不断发展过程中，公共受托责任理论在原有理论的基础上不断更新和发展，其使用范围也不断增加。在环境保护和管理各个方面也开始使用受托责任理论，进而这种受托责任促使了环境审计的产生和发展，所以说环境审计的对象就是审计部门承担受托环境责任对被审计单位实施审计的过程。依据受托责任理论，经过受托的审计部门对环境状况实施审计过程中，重点审计内容应当包括审计现行环境政策法规对环境的影响、对环保资金的分配是否有效以及实施效果、环境保护项目产生的效益及环境绩效、评价环境报告和环境相关信息是否真实等。同时，根据受托责任理论，审计部门需要将审计结果公示以方便社会公众了解，切实履行好这种受托责任。

### 3 基于碳盘查技术的大气环境审计程序

#### 3.1 碳盘查技术介绍

本文采用的是国际上比较通用的碳排放交易网站给出的碳盘查的概念,即碳盘查指的是计算企事业单位通过生产和社会相关活动直接和间接产生的温室气体排放,也叫作编制温室气体排放清单。所以从碳盘查概念可以看出,碳盘查的对象就是需要计算温室气体的排放量。《京都议定书》规定了六种温室气体,包括二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、氯氟烃碳化物(CFCs)、六氟化硫(SF<sub>6</sub>)以及全氟化碳(PFCs)。本文计算温室气体的排放量主要计算的是前三种温室气体产生的排放量。温室气体(GHG)的排放核算属于多学科的跨越交叉,目前尚未形成统一标准。国内对温室气体的核算参考的是国际上通用的IPCC温室气体排放清单指南,下表3.1列出了国际上常用的碳盘查的主要标准和使用的侧重点。

表 3.1 碳盘查参考标准及侧重点

方法体系	方法参照标准	使用侧重点
清洁发展机制 CDM 方法学	京都议定书框架下的三种减排机制之一	基于减排项目,重点计算减排量变化
IPCC 温室气体排放清单	《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》	根据清单要求对温室气体的排放量做出可靠的估计
ISO14064 标准	2006年 ISO/TC 207 制定的排放报告相关的系列标准	为环境管理体系提供标准化方法
温室气体议定书 GHG	《企业价值链温室气体会计报告准则》和《产品在生命周期内的温室气体会计报告准则》	提供温室气体核算方法指南即温室气体核算因子
碳足迹分析法	英国 PAS2050 标准	分析产品全生命周期过程
欧盟排放体系	《欧盟排放交易系统监测指南》	不同行业设定各自的排放配额以及对重污染企业进行强制减排监督

企业实施碳盘查的步骤和流程主要包括以下几个部分：1. 评估项目实施的可行性；结合其经营发展情况评估实施碳盘查的单位或者企业，是否具备实施碳盘查的条件；2. 设定盘查边界；对企业项目评估的基础上结合企业的经营管理目标和温室气体排放的相关指标确定碳盘查的边界范围，判断使用股权比例法还是控制权法来确定组织边界；3. 设定基准年；编制基准年的盘查清册；4. 认定温室气体排放源；由专家对企业运营过程中产生的六种温室气体的排放源分别进行认定；5. 计算温室气体具体的排放量；对排放源识别和认定之后，就要确定温室气体的计算方法，目前最常用的核算方法有质量平衡法，直接监测法和排放系数法。计算方法不一样，收集数据的难度和计算结果的准确度也不一样，企业选取哪种方法计算温室气体主要取决于企业自身的经营情况以及需要达到的目标情况。6. 编制 GHG 清单；通过以上计算过程和结果，总结不同的排放源产生的温室气体的排放量，根据企业内部相关规定编制企业的温室气体排放清单。7. 制作盘查报告书；将前面企业实施整个碳盘查的步骤和温室气体相关数据以文件的形式进行整理，并编制盘查报告书，报告书格式的制作要符合 ISO14064-1 标准。8. 高层评审；主要包括确认温室气体排放源和确认温室气体的计算结果，企业要帮助高层对报告书进行评价，确认企业对温室气体排放源的认定是否准确，对温室气体的计算方法选取和计算结果是否精确，管理层要评估企业是否在坚持温室气体减排，达到企业温室气体减排的目标。

下面具体介绍温室气体排放量的核算方法：1. 排放系数法。依据 2006 年重新调整的《IPCC 温室气体排放清单指南》的规定，计算温室气体排放量就等于企业通过实际统计计算得到的温室气体市级排放量乘以其所产生的温室效应（即：排放系数）。此方法计算相对简便、并且原理简单，但在操作中由于排放因子的确定问题以及温室气体排放量的统计误差会造成最终计算结果与实际情况有所差异。2. 物料平衡法。就是根据质量守恒定理，追踪温室气体相关元素的物质的量变化情况。通常情况下，物料平衡法指的是比较产品或物料的实际用量及其生产过程中的损耗和理论上产品和物料的用量，从而确认物料在生产过程中损耗产生的废气废水中可能产生的温室气体。所以使用物料平衡法可以对产品生产过程中可能产生的温室气体排放量进行计算。3. 实际测量法。就是对确定的会产生温室气体排放源的地方安装测量温室气体的计量仪表，可以持续性安装进

行持续性测量，也可以采取间断性测量的方式。计量仪表可以准确记录下来流体的流速和流量等参数，然后我们根据这些测量参数就可以计算得出各个排放源处温室气体的排放量。

### 3.2 纳入碳盘查的大气环境审计目标

大气环境审计具有明显的公共性，所以文章中大气环境审计的主体是政府审计机关。确定环境审计目标是实施环境审计程序的首要任务，审计部门需要通过实施审计程序需要达到什么样的结果，所以审计目标的确定是实施审计程序的前提条件。大气环境审计的目标就是审计大气污染物的排放是否达到所期望的理想状态。文章采用的是研究中比较主流的观点“目标二元论”，即具体目标和总体目标。

大气环境审计是随着经济社会不断发展，适应环境可持续发展的要求产生的，所以大气环境审计的总体目标和环境保护的目标基本相同，即合理利用环境资源，防治环境污染和生态破坏；保护人民的身体健康；协调经济发展和环境资源之间的关系，实现可持续发展。大气环境审计的具体目标一般是在总体目标的基础上制定具体措施，同时结合大气环境的治理情况和社会经济的发展情况确定的，主要包括以下几点：

(1) 评价审计项目是否遵循有关大气环境审计法律法规政策的规定，根据审计结果促使政府部门不断完善相关政策规定，制定符合实际的大气环境审计政策法规。法规政策的落实情况有利于实现资源合理分配利用，促进经济社会可持续发展。

(2) 对大气环境绩效和大气环境污染治理的成效进行评价。具体分为温室气体排放目标和大气污染物排放目标的实现，通过使用政府发放的环境审计专项资金是否真正减少了温室气体和大气污染物排放量，达到减排量的目标要求。对大气环境审计绩效进行评价，可以促使被审计单位加强对环保专项资金的管理和合理分配使用，从而提升环境保护效益。

(3) 评价相关部门对环境治理的受托责任履行情况，保证提供的大气环境信息的真实可靠性，审计项目实施过程有无重大失误决策等。被审计单位提供真实可靠的环境信息是进行审计的基础，在真实可靠的环境信息的基础上才能做出正确的评价，才能确保剩余的审计目标顺利完成。

### 3.3 基于污染物治理的大气环境审计对象和内容

#### 3.3.1 大气环境审计对象

环境是一个内涵十分丰富的概念，大气环境也一样，某一个区域的环境被污染，导致这一区域或者整个地区的生态平衡遭到破坏，产生这种污染的原因是多方面的，有可能是政府部门制定的政策不适合当地环境的可持续发展，也有可能是该区域内企业在生产过程中排放的污染源导致的，也可能是居民污染造成的，所以必须要确定审计对象。现实审计工作的过程中，如果没有确定的审计对象，就没办法下达审计的通知书，同时审计行为也没有人接受。环境审计对象指的是消耗和使用环境资源的同时对环境保护负责并承担责任的政府部门和相关企事业单位等。但是大气环境审计的对象不是一经确定就不能改变的，环境资源状态是不断发展变化的，大气污染物会根据经济和社会环境的不断发展增加或者减少，所以环境审计的对象随着环境资源的变化增加或者减少。政府要不断完善大气环境管理体系，审计部门要做到审计独立，客观评价被审计对象，避免徇私舞弊，发布不真实的审计报告。

#### 3.3.2 大气环境审计内容

进行大气环境工作要明确责任中心，结合实际发生的审计工作，做到审计过程中出现的问题和责任相对应。本文认为纳入碳盘查方法的大气环境审计的内容包括以下几个方面的内容。

(1) 关注大气环境法规体系建设是否健全适用。截止目前，我国已经颁布了许多关于大气污染治理的文件，包括《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，《打赢蓝天保卫战三年行动计划》等提出建设性意见的文件。但是我国自然资源环境以及人文环境具有多样性的特征，经济的发展受到环境资源的约束越来越多，同时我国公众对环境资源缺乏保护意识，所以已经颁布的关于大气污染治理的相关文件是否适合当前经济和环境的发展，环境政策法规是否被应用到实践中治理大气污染等都是大气污染审计部门需要审计的部分。通过实施审计发现大气环境相关政策在执行过程中的问题，并针对不同的问题提

出对应的建议对大气环境相关文件规定进行完善。

(2) 审计大气污染相关的约束性指标是否完成。制定约束性指标不仅可以判断企业对大气污染的治理效果情况,而且通过约束性指标可以审核离任的领导干部责任,所以制定约束性指标有利于大气环境审计目标的完成和提升大气污染防治的效率。大气污染物的约束性指标包括空气质量指数(AQI)、颗粒物(PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>)、大气污染物排放、温室气体排放以及优良天数比例等等。在这些约束性指标的基础上,我们进行大气污染物审计工作还需关注控制煤炭使用总量、淘汰落后产能以及控制机动车尾气污染等重点污染排放领域。

(3) 审计重点排污企业单位在进行排污项目建设的过程中是否合理分配和使用政府拨付的环境治理专项资金。进行大气污染治理势必要投入资金,所以审计资金的使用情况也是审计内容的重要切入点。进行大气污染防治审计工作过程时,要审查各级政府部门是否按照要求履行专项资金的支出职责,企业对大气污染治理的专项资金是否筹集到位,以及对专项资金的使用和分配情况是否合法合规合理。同时应该审查大气污染防治项目的建设和运营情况,从项目申报开始就应该关注其真实性和可行性,以及后期能否顺利进行并按时完成,建成之后的管理维护花费的成本等方面,确保大气污染防治的重点项目建设能够按期完成并发挥最大效用。

(4) 关注大气环境管理监测预警应急体系的建设情况。建设监测预警应急体系可以帮助我们更好地监测大气污染防治措施的实施效果,是大气污染防治能力建设的重要内容。实际审计过程中,针对大气污染治理的一些防治措施确实行之有效,但是并没有达到大气污染治理的长期性。所以我们需要不断加强和完善监测预警应急体系的建设,确保大气污染治理的长期性。同时在审计过程中,我们要关注不同地区建设预警应急体系的可行性和可操作性,要具备能够解决各种环保突发事件的能力,同时要保证通过监测得到的数据真实可靠,达到审计目标。

### 3.4 纳入碳盘查后的大气环境审计实施步骤

实施大气环境审计是大气环境保护的有效手段,有利于实现经济和人类社会的可持续发展。大气环境审计和传统审计一样具有特定的审计步骤,也有自身的独特之处。

### 3.4.1 确定审计项目

大气环境审计项目的确定有利于提升审计效果。碳盘查方法是专门针对温室气体使用及排放情况而进行的专项审计，将碳盘查方法纳入大气环境审计程序，在原有审计项目的基础上，通过实施碳盘查的步骤，对企业生产过程中排放的温室气体（本文重点研究二氧化碳排放量）进行量化分析。根据量化分析结论可以看出企业温室气体排放源以及排放量的多少，更清楚地掌握企业生产过程中碳排放的结构，企业根据排放源和碳排放结构制定具体的减排措施可以提升减排效率。所以大气环境审计工作更多的是对审计实施过程进行管理，监督企业的日常经营活动中产生的碳排放，及时发现企业对碳排放管理的不足并帮助企业提出建议。不管是温室气体排放还是大气污染物排放，不同地方和不同的企业单位排放源和排放量以及排放结构都是不一样的，所以审计部门实施大气环境审计之前要尽可能多的通过调查研究收集资料，确定合理的大气环境审计项目。

### 3.4.2 确定审计实施方案

审计实施方案是指审计人员在实施具体的审计步骤之前作出的计划，制定切实可行的实施方案可以促进审计实施过程顺利进行，提升审计效率。确定大气环境审计实施方案的主要工作是通过收集大气污染物和温室气体排放的相关资料，从总体上评估被审计单位存在的风险，为下一步确定大气环境审计的重点内容和实施审计程序提供合理依据。确定大气环境审计实施方案可以从以下两个方面进行：

首先，我们要制定总体审计策略，包括大气环境审计目标、大气环境审计对象和内容、大气环境审计的重点以及时间的分配和需要的审计人员等。对大气环境审计的重点内容要重点关注和审计，分清主次。同时要关注审计人员对大气环境相关知识的掌握情况，已经掌握的环境相关知识是否能够进行本次大气环境审计工作。如果本次审计人员有不能够胜任审计工作导致无法开展审计工作的，可以外聘环境审计专家，在专家的指导下进行大气环境审计。其次，制定具体审计计划。由审计实施部门成立审计小组，然后制定具体审计计划并向被审计单位送发审计通知书。审计计划书的具体内容应该包括实施审计的具体内容、进行审计

的时间以及需要达到的审计目标,同时告知被审计单位提前准备证明和数据方面的资料并配合审计工作顺利进行。

制定切实可行的审计实施方案可以提升审计的效率性。通过审计实施方案,我们可以更深入地了解审计对象的内容和审计实施过程,提前做好准备应对审计中出现的问题。审计方案不仅可以对大气环境审计的实施过程提供参考依据,而且可以作为依据材料对以后大气环境审计的结果进行评价。制定审计实施方案是一种事前规划,在实际操作过程中可能会有变化,所以需要大气环境审计实施方案不断修改和完善,贯穿于整个大气环境审计的过程中。图 3.1 是大气环境审计准备阶段的流程图:

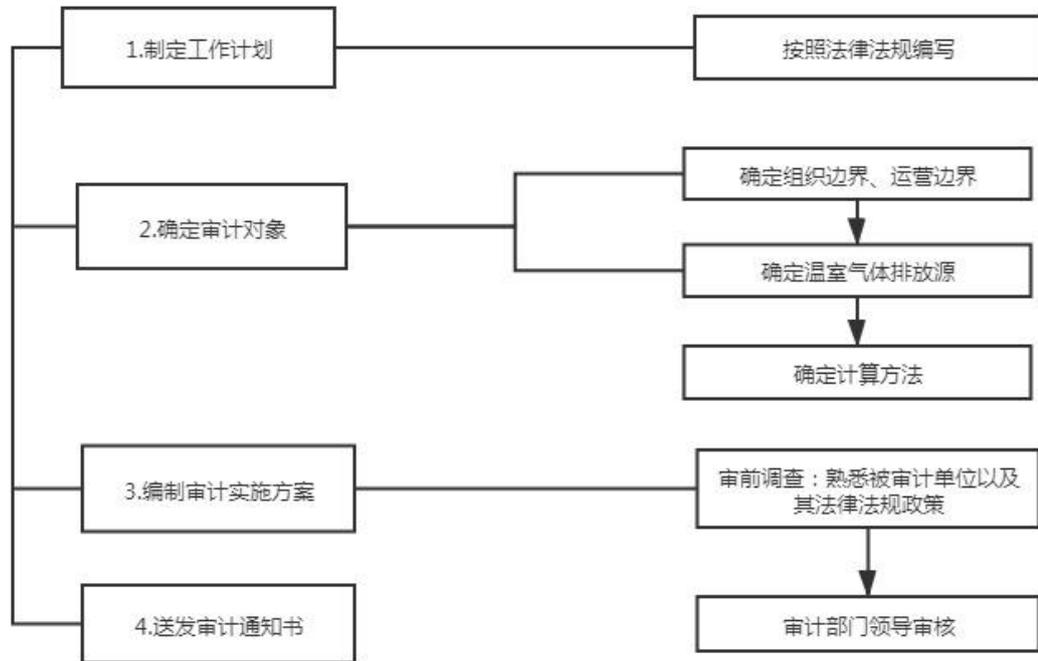


图 3.1 大气环境审计阶段流程

### 3.4.3 实施审计程序

在制定的审计工作计划、审计对象和审计实施方案的基础上,实施具体的审计程序。根据制定的具体的审计项目内容,审计程序可以分三个步骤进行,收集需要的审计证据、根据不同的审计对象分别编制审计工作底稿和撰写审计结论以

及审计报告。

收集相关审计证据的过程中,要考虑相关性、和充分性的原则进行调查取证,收集到准确、充足、有说服力的审计证据。同时要合理评价被审计单位内部控制的有效性,取得直接有效的审计证据。编写审计报告首先需要编制审计工作底稿,审计工作底稿应当包括以下内容:具体审计计划、总体审计策略、重要审计事项、核对表、审计实施过程、审计人员姓名以及标注编制日期及其他需要说明内容。及时编制审计工作底稿,有助于审计人员对取得的审计证据进行评价和复核,提高审计工作质量。撰写大气环境审计结论和审计报告,根据审计实施过程和查阅审计工作底稿,审查被审计单位是否完成审计目标以及相关审计证据是否真实有效等,根据审查的结论编制审计报告。审计报告的编写包括两个部分,大气污染物排放报告和温室气体排放报告。编写大气环境审计报告,企业和单位可以了解大气环境污染物的源头,了解自身可能存在的责任和风险,同时通过对大气污染物和温室气体排放量的估算,企业可以挖掘最高效的减排机会,所以对大气环境审计报告的撰写应该全面且详细。图 3.2 为大气环境审计实施阶段流程图:

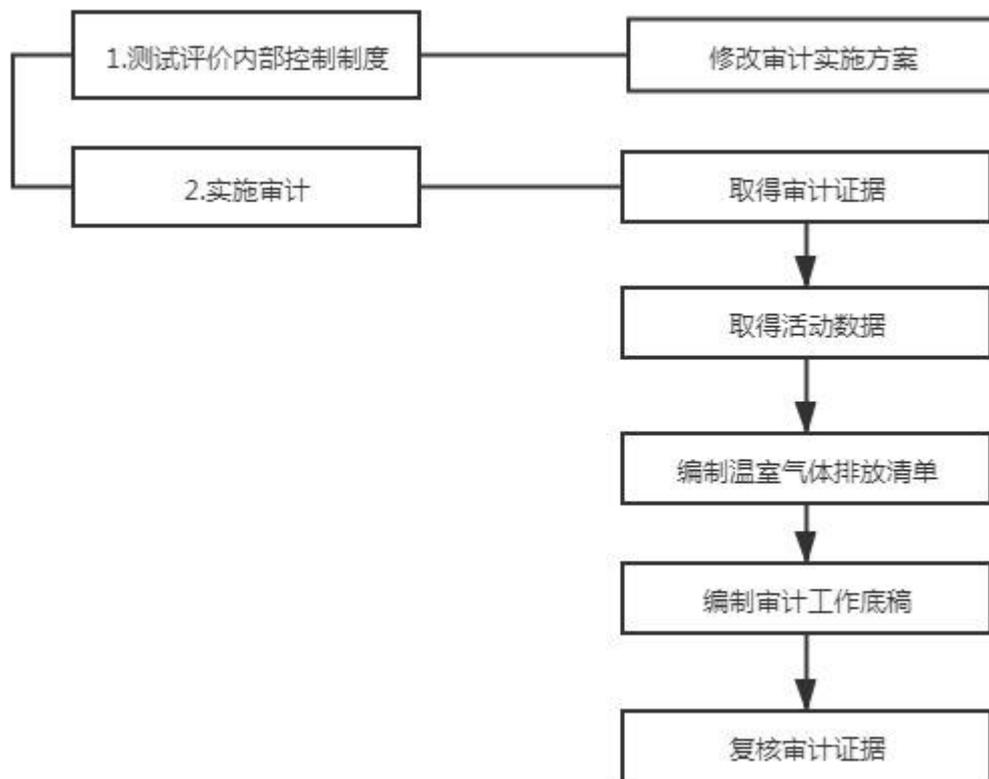


图 3.2 大气环境审计实施阶段流程图

### 3.5 完善审计评价标准

大气环境审计属于政府审计的范畴,所以现有文献对环境审计进行评价大部分都采用政府审计的评价标准。目前比较主流的观点主要包括绩效审计、财务审计和合规性审计三种审计评价标准。其中,绩效审计和合规性审计都是通过制定定性指标对审计进行评价,例如审计达成目标的程度、群众对治理结果是否满意、对审计过程中出现的问题提出整改措施等。但是随着环境状况的不断发展变化,加之越来越严重的大气污染,仅仅通过定性的评价标准已经不能准确的评价大气环境治理的效率性和合规性。所以本文在原有审计评价的基础上对审计评价标准进行完善,期望可以提高审计效率,更加准确的评价环境治理情况。

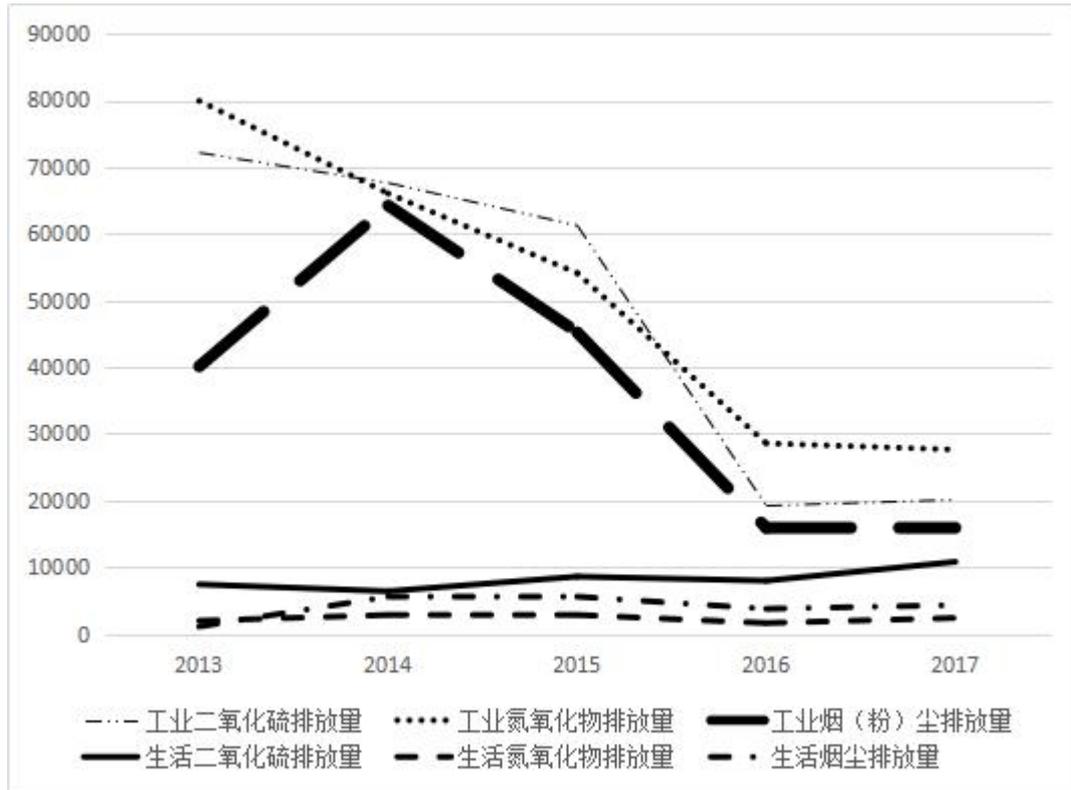
首先,我国制定大气环境审计相关法规政策要以《环境保护法》为中心,同时根据国务院相关环境文件和环保部提出的新的政策制定大气方面的政策。其次,制定环境管理制度和环境标准,环境标准指的是为了维持生态平衡,提升环境质量制定的进行环境工作时参考的统一的技术规范要求 and 规定。制定环境标准要综合考虑当地的自然资源环境特征以及相关经济条件,可以从以下几个方面进行参考,包括环境质量标准、环境基础标准、污染物排放标准、环保仪器设备标准、环境方法标准以及环境标准物质标准等。最后,根据大气污染物和温室气体的同根同源性,制定对大气污染物和温室气体协同治理的相关政策法规以及评价标准,从根本上提升大气环境审计质量和效率。

## 4 兰州市大气环境审计案例分析

### 4.1 案例背景介绍

兰州是甘肃省的省会城市，同时也是西北地区重要的城市。兰州位于东经  $102^{\circ} 36' \sim 104^{\circ} 35'$ 、北纬  $35^{\circ} 34' \sim 37^{\circ} 00'$ ，大致位于青藏高原和黄土高原之间的过渡地带。兰州市城区的海拔大约 1520 米，地势西南高，东部较低。地域总的面积大约 1.31 万平方公里，截止 2019 年末，统计发现全市常住人口大约有 413.4 万人。兰州是黄河唯一穿城而过的城市，所以地形特征比较特殊，是盆地与河谷相间的河谷地形，四面环山。早在新中国成立之后，国家确定要重点建设的工业基地之一就是兰州，所以相对来说大气污染物排放较多。但是兰州的河谷地形特征不容易使大气污染物散发出去，早期大气污染比较严重。兰州的气候特征属于温带大陆性，年平均降水量大约仅有 300 毫米，相对来说比较少，但是年平均日照时间可以达到 2374 小时，所以对水分的蒸发量比较大，导致气候较干燥。这种干燥的气候导致植被的存活率较低，所以兰州市的森林面积相对较少，从而对温室气体的吸收也就比较少，不利于净化空气。另外，兰州市冬季供暖期较长以及汽车尾气污染也是大气污染的主要元凶。随着经济社会的高速发展和人民生活水平质量的不断提高，人们更加追求高质量的生活方式，对私家车等机动车的拥有量逐年上升，机动车的尾气和扬尘是造成污染物不断增加的主要原因。

通过整理分析中国统计年鉴数据，以及根据《甘肃省生态环境公报》公开发布的数据，将兰州市 2013-2017 年的大气污染物排放量以图的形式表现如下。兰州市的大气环境污染物主要包括氮氧化物、颗粒物以及二氧化硫的排放，通过图 4.1 我们可以看到五年规划期间兰州市主要大气污染物的排放量基本保持逐年下降，2016 年以后氮氧化物和粉尘基本保持稳定状态，排放量较多的是工业二氧化硫的排放。



资料来源：中国环境统计年鉴数据分析整理

图 4.1 兰州市大气污染物排放量示意图

根据兰州市制定的五年规划（2013-2017）大气污染治理总体工作方案中提出的总体目标要求，截止 2017 年，SO<sub>2</sub>（二氧化硫）和 NO<sub>2</sub>（二氧化氮）的平均浓度要分别下降到 35.26 克/立方米和 35.88 微克/立方米，PM<sub>2.5</sub>（细颗粒物）和 PM<sub>10</sub>（可吸入颗粒物）平均浓度分别下降到 50 微克/立方米和 115.6 微克/立方米。通过对甘肃省环境状况公报公开的数据进行分析整理如下表所示，从下表 4.1 可以看出，二氧化硫、二氧化氮以及颗粒物的平均浓度明显降低，都达到了方案要求的基本目标。煤炭消费占煤炭能源消费总量的比重下降到 65%，兰州市正在逐步减少主要污染物排放量，逐步消除重度及以上污染天气发生，逐步改善大气环境空气质量。

表 4.1 兰州市 2015-2019 年主要污染物平均浓度下降情况表 (微克/立方米)

污染物	2015	2016	2017	2018	2019	年二级标准
SO <sub>2</sub>	23	20	18	20	18	60
NO <sub>2</sub>	53	58	55	50	50	40
PM <sub>10</sub>	120	135	132	85	79	70
PM <sub>2.5</sub>	52	52	45	39	36	35

资料来源：甘肃省环境状况公报

为贯彻落实环保部下发的《关于开展政府环境审计试点的通知》，2015年6月5日，兰州市大气污染防治政府环境审计试点工作正式启动。审计内容主要根据《兰州市2013—2014年度大气污染防治实施方案》进行全面的审计。主要对以下五个方面进行合规性审计和绩效审计，对重点工业企业产生的大气污染进行深度治理、建设空气清新工程、对工业和生活中使用的燃煤锅炉进行改造升级、淘汰黄标车以及管控扬尘等重点项目进行绩效审计和财务审计。自此之后，兰州市政府不断制定和完善大气污染相关政策和法规，推动大气污染防治工作稳定持续推进。2019年，兰州市空气质量达标天数达到了296天，同时空气质量达标率达到了81.1%，所以从空气质量的指标来看兰州市的大气环境质量保持在较好的状态。2018年，国务院发布了《打赢蓝天保卫战三年行动计划》的文件，针对全国今后三年之内的大气污染防治工作提出了更高、更加严格的目标任务。文件要求在三年内重点减少主要的大气污染物排放总量，而且要协同减少温室气体排放量，同时进一步明显降低颗粒物（PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>）浓度和减少重污染天数，彻底改善环境空气质量，打赢蓝天保卫战。大气污染防治工作任重道远，所以本文在兰州市的大气环境审计中纳入碳盘查方法，通过收集相关数据计算大气污染物和温室气体排放量，对计算结果进行分析同时对兰州市大气环境审计提出一些建议，期望可以完成三年行动计划提出的目标任务。

## 4.2 纳入碳盘查的兰州市大气环境审计目标

兰州市大气环境审计审计的总体目标与国家规定的方针政策相一致，控制环境污染，防止环境质量恶化，促进人与环境协调可持续发展的同时提高生活质量。本文重点关注的是兰州市大气环境审计的具体目标，主要从以下三个方面来介绍。首先，审查兰州市在大气污染防治工作中是否按照大气污染防治法律法

规进行，同时评价这些国家政策和大气污染防治相关法规的合理性和合法性，审查制定的大气环境污染相关的约束性指标的完成情况，政府制定的减排方案的完成情况，是否完成减排任务。其次，对重污染减排企业申报的减排项目的可行性和合规性以及效益性进行评估，要保证大气污染专项资金使用的有效性。同时对已经发放的污染治理资金的使用情况进行监督和管理，确保专项资金的使用落到实处，提出资金使用过程中存在的问题。最后，评价大气污染防治审计目标的完成情况，政府部门和相关排污企业是否通过不断努力减少了大气污染物和温室气体的排放量。依据以上审计结论对被审计单位提出相关改进建议，促进大气污染防治政策制定更加合理高效、重点污染减排项目的效率进一步提高。

### 4.3 基于污染治理的兰州市大气环境审计的对象和内容

#### 4.3.1 大气环境审计对象

消耗兰州市环境资源的同时对大气环境造成破坏并承担保护责任的部门都是大气环境审计的对象。兰州市大气环境审计对象主要包括制定环境保护政策的相关政府部门和环境资源保护部、国家发改委、交通局以及直接承担环境保护责任的企事业单位等。

#### 4.3.2 大气环境审计内容

兰州市大气环境审计的主要内容包括以下几点：首先，评价兰州市关于大气环境制定的相关政策是否合理。兰州市政府是否按照国务院相关文件制定了适合本区域发展的大气污染防治计划并积极实施，实施的效果如何。同时审计发现环境法规制度在执行过程中出现问题，要针对不同的问题提出对应的建议对大气环境相关文件规定进行完善。其次，审计兰州市大气污染相关约束性指标和目标的完成情况。兰州市大气污染的约束性指标重点包括温室气体排放（重点指 CO<sub>2</sub> 的排放量）、空气质量指数（AQI）、颗粒物（PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>）以及优良天数达标比例等的污染情况，以及通过收集兰州市能源消耗量折算出二氧化碳当量，通过对比发现温室气体是否减排。在这些约束性指标的基础上，我们对兰州市大气环境进行审计还需关注兰州市在控制煤炭使用总量、淘汰落后产能以及控制机动车尾气

污染等重点污染排放领域是否做到减排，达到减排目标。再次，审计兰州市大气污染防治相关资金的管理和使用情况以及重点排污项目建设情况。要审查兰州市的各级政府部门是否按照要求履行专项资金的支出职责，企业对大气污染治理的专项资金是否筹集到位，以及审查环境报告中对专项资金的使用和分配情况是否合法合规合理，环境报告书是否反映达到要求或者不符环保标准的相关信息。同时关注兰州市重点排污项目建设的运营和建设情况，对兰州市西固区的工业排放要重点关注。最后，加强兰州市大气环境管理监测预警应急体系的建设。根据不同地区建设预警应急体系的可行性和可操作性分地区建设预警应急体系，以便我们更好地监测大气污染的防治措施的实施效果。

## 4.4 审计实施过程

### 4.4.1 确定审计方法和审计程序

现有文献中环境审计项目都是按照传统审计的方法，基本都是仿照财务审计方法实施审计程序，审计方法的类型是多样的，例如调查法、面谈法、抽样法、观察法、举行听证会或研讨会以及调查文件的方法等。但是对大气环境进行审计的过程中，不能单纯的使用这些方法，因为大气环境审计包括环境审计和财务审计两个方面，仅靠上面的审计方法不能得出准确的审计结论。所以选择审计方法时，不仅要考虑事中审计的方法，在事前审计和事后审计中可能用到的审计方法也应该考虑进去，通过综合权衡对比之后，选择最适合的审计方法。同时，实施审计过程中，要综合使用现代环境管理技术，现有文献通过分析介绍 PSR 模型、大气污染在线监测系统、地理信息技术（GIS）等的优缺点和可操作性，并将其纳入到大气环境审计的过程中通过评价分析，对大气环境审计体系提出了改进建议。

本文对兰州市进行大气环境审计主要采用的是调查文件的方法，通过收集中国统计年鉴、兰州市环境状况公报、兰州市政府以及中国环保部公开发布的环境方面的数据，对其进行分类总结得出结论。同时本文引入碳盘查的方法，在原有大气环境审计只计算大气污染物排放量的同时计算温室气体排放量，参考国家温室气体排放清单确定温室气体排放系数，收集能源消耗量，对大气污染源和温室

气体污染源进行分析计算总结得出结论,并分别对兰州市大气污染防治和大气环境审计提出改进建议。

本文根据现有文献研究,结合兰州市大气环境实际情况将兰州市的大气环境审计程序分成三个部分来实施:(1)制定审计计划。首先由国家审计实施部门指定审计人员组成审计小组,然后由审计小组制定具体审计计划实施方案,最后将制定好的审计计划书提前两三天送发到被审计单位。被审计单位根据审计计划要求准备相关材料,被审计单位的审计会首先合核实材料,根据计划要求整理出审计重点内容。(2)审计实施过程。主要包括实施审计采用的审计方法、参考的审计评价标准以及收集相关审计证据等内容。根据审计通知书中具体审计事项编制审计底稿,审计底稿应包含以下内容:具体审计计划、总体审计策略、重要审计事项、核对表、审计实施过程、审计人员姓名以及标注编制日期及其他需要说明内容。(3)撰写兰州市大气环境审计结论和审计报告,根据审计实施过程和查阅审计工作底稿,审查被审计单位是否完成审计目标以及相关审计证据是否真实有效等,根据审查的结论编制审计报告。审计报告的编写包括两个部分,兰州市大气污染物排放清单和温室气体排放清单,根据审计结论,评价审计方法是否有效,是否完成审计目标,同时提出审计建议。

#### 4.4.2 兰州市大气环境审计评价标准

首先,兰州市制定大气环境审计相关法规政策要以《环境保护法》为中心,同时根据国务院相关环境文件和环保部提出的新的政策制定大气环境方面的政策。其次,制定环境管理制度和环境标准。兰州市制定环境标准要综合考虑兰州的自然资源环境特征以及相关经济条件,比如购买设备标准设计,要考虑政府拨付的环保资金的分配情况;兰州市制定大气污染物排放标准,要综合考虑大气污染物和温室气体的同根同源性,制定和颁布对大气污染物和温室气体协同治理的相关政策法规以及评价标准,从根本上提升大气环境审计质量和效率。同时制定环境管理制度,要根据污染物变化情况分类别分情况在原有环境制度的基础上进行完善。最后,评价环境治理专项资金的合规性标准,主要包括使用专项治理资金的效果性和效率性。下表 4.2 列出了兰州市大气环境审计参考的法律法规标准。

表 4.2 兰州市大气环境审计法律法规标准

国家法律法规标准	审查兰州市大气污染治理是否符合环境保护法、大气污染防治法等要求
	审查兰州市是否按照披露要求及时准确的披露了相关大气环境信息
	审查兰州市对国家法律法规标准是否有效遵守并执行
	审查兰州市的大气污染治理是否遵循科学性和有效性原则
	审查兰州市温室气体和大气污染物排放是否遵循“三年计划”
地方法律法规标准	审查是否按照兰州市环境具体情况制定环境有关标准
	审查是否按照兰州市温室气体和大气污染的特征制定具体的实施方案
	审查兰州市是否对环境污染的重点区域采取有效的措施
行业标准	审查兰州市是否按照行业的不同情况，分别制定有关污染排放制度
	审查兰州市主要污染企业是否遵守各个行业的大气污染标准

## 4.5 兰州市温室气体及大气污染物清单核算

本文基于碳盘查的方法对兰州市的温室气体和大气污染物排放量进行计算，计算方法的参考标准主要参考 IPCC（2006）以及温室气体排放核算方法和报告指南的内容。具体的步骤和计算方法如下所示，通过对兰州市不同污染源排放量进行估算，对于兰州市制定和完善相关环保政策具有重要的参考价值，也有利于完善大气环境审计体系。

### 4.5.1 兰州市温室气体清单核算

#### （1）确定排放源和活动水平数据

对于温室气体排放污染源的选取，文章主要从五个方面进行分析。根据兰州市经济活动方式，主要包括工业发展、商业发展、人民生活、交通运输、邮政、建筑、农林牧渔以及其他活动方式，可将污染源分为五大类，其中交通运输和邮政可以归类为移动排放污染源，建筑业、农林牧渔以及其他行业活动方式归类为其他活动污染源。除了移动污染源之外，其他的都是固定污染源，固定污染源的活动水平数据的选取采用的都是燃煤消耗量。文章当中的五类排放源均可从甘肃发展年鉴 2018 获得相关数据，对获得的活动水平数据进行分析整理，可以给温

室气体排放清单的建立提供参考数据。如表 4.3 所示，列出了 2017 年兰州市相关活动水平数据。

表 4.3 2017 年兰州市活动水平数据（万 t）

类型	工业源	商业源	生活源	移动源		其他污染源		合计
				交通运输储运业和邮政业	建筑业	农林牧渔	其他行业	
活动水平数据	5192.93	178.99	845.72	613.22	121.47	240.43	345.57	707.47

数据来源：甘肃发展年鉴

### （2）确定温室气体排放系数

目前为止，我国对温室气体排放清单方面的研究不够深入，对温室气体排放因子没有进行具体的测算，所以本文在计算过程中参考的是 2006 年经过修订的 IPCC 国家温室气体清单中提供的相关数据。煤炭经过燃烧产生二氧化碳，所以 CO<sub>2</sub> 排放系数的大小就取决于煤炭本身含碳量的多少，而 CH<sub>4</sub> 和 N<sub>2</sub>O 排放系数取决于燃烧技术的选取。兰州市生活源对煤炭的消耗量比重较大，所以本文主要采用燃料煤的温室气体排放系数。

表 4.4 燃料煤的温室气体排放系数（单位：g/KJ）

燃料类别	热值（Kcal/kg）	CO <sub>2</sub> 排放系数	CH <sub>4</sub> 排放系数	N <sub>2</sub> O 排放系数
燃料煤	6400	94600	1.0	1.5

数据来源：国家温室气体清单指南

### （3）确定温室气体排放估算方法

我国对城市排放清单的建立尚处于研究阶段，所以本文需要的温室气体相关数据主要根据 IPCC 国家温室气体清单指南（2006）中的规定，以兰州市为例，计算兰州市五种不同的排放污染源产生的温室气体排放量。首先计算固定污染源产生的温室气体排放量，采用的主要排放估算方法如下所示：

$$BEp = FCi * NCV * EF$$

其中， $BEp$ 表示温室气体排放量，单位 $t$ ； $i$ 表示排放污染源；

$FC$ 表示燃煤消耗量，单位 $t$ ； $NCV$ 表示燃料低位热值，单位 $kcal/kg$ ；

$EF$ 表示温室气体排放系数，单位换算为0.000001

下面计算移动源的温室气体排放量，移动源主要是交通运输和邮政业活动过程中产生的温室气体，本文认为移动源排放的温室气体主要是铁路运输和供电过程中燃煤产生的，采用的主要排放估算方法如下所示：

$$BEp = Nk * FC / Xk * NCV * EF$$

其中， $BEp$ 表示温室气体排放量，单位 $t$ ； $N$ 表示货运或客运周转量，万 $t * km$ ；

$k$ 表示货运或客运，单位 $t$ ； $FC$ 表示燃煤消耗量，单位 $t$ ；

$X$ 表示货运或客运行驶里程，单位 $km$ ； $NCV$ 表示煤炭低位热值，单位 $Kcal/Kg$ ；

$EF$ 表示基准年温室气体排放系数；单位换算系数为0.000000001

#### (4) 编写温室气体排放清单

通过查阅 2017 年兰州市国民经济和社会发展统计公报，得出兰州市 2017 年主要运输货运量为 12882.39 万吨，货物周转量为 1739895.35 万吨公里，客运量为 7684.69 万人次，旅客周转量为 699477.08 万人公里。计算得出货运行驶里程为 135 万公里，客运行驶里程为 91 万公里。一般情况下，我们计算得出温室气体的排放量的结果需要换算成  $CO_2$  排放当量 ( $CO_2e$ )。二氧化碳当量的计算公式为：二氧化碳当量=某种气体的消耗量 (t) \* 某种气体产生的温室效应指数。温室效益的指数又称全球变暖潜能值 (Global warming potential, GWP)<sup>1</sup>，指数的大小受以下因素的影响，包括气体浓度的变化、其中包含的分子重量以及气体辐射的属性等的影响。

根据上面给出的固定源和移动源温室气体排放量的计算方法和活动数据，以及不同燃料煤的排放系数和热值，可以大致计算出兰州市 2017 年不同污染源产生的温室气体排放量，如下表 4.5 所示。

<sup>1</sup> 计作排放到大气中的 1 千克温室气体在一点时间内 (比如 100 年) 的辐射效力与 1 千克二氧化碳的辐射效力的比值。其中  $CH_4$  的当量系数是  $CO_2$  的 25 倍数,  $N_2O$  的当量系数是  $CO_2$  的 298 倍数;

表 4.5 基准年兰州市温室气体排放清单

排放污染源	CO <sub>2</sub> /万 t	CH <sub>4</sub> /t	N <sub>2</sub> O/t	CO <sub>2</sub> e/万 t
工业源	314.44	33	49.8	315.92
商业源	10.84	1.2	1.7	10.9
生活源	51.16	5.4	8.1	51.4
移动源	49.1	6.95	10.3	49.41
其他污染源	42.8	4.5	6.7	43
合计	468.34	51.05	76.6	595.99

从兰州市温室气体排放清单我们可以看出，2017年兰州市通过煤炭的燃烧释放的温室气体总量为595.99二氧化碳当量，其中CO<sub>2</sub>的排放量为468.34万吨，CH<sub>4</sub>的排放量为51.05万吨，N<sub>2</sub>O的排放量为76.6万吨。从污染源来看，温室气体排放量最大的污染源是工业污染源，总共排放了314.44万吨CO<sub>2</sub>，在所有温室气体排放源中占比达到67%，其次是生活源、移动源和其他污染源，相对来说商业源燃烧煤炭消耗量较少，所以CO<sub>2</sub>排放量也较少。

#### 4.5.2 兰州市大气污染物清单核算

##### (1) 确定排放源和活动水平数据

大气污染物和温室气体排放属于“同根同源”的化石能源燃烧产生，所以本文大气污染物活动水平数据按照前面温室气体的活动水平数据进行参考计算。

##### (2) 确定大气污染物排放系数

估算大气污染物排放系数，是编写精确的大气污染物排放清单的基础。本文对大气污染物排放系数的选取主要是通过查找相关官网网站数据和学者的研究文献成果确定的，对数据的选取缺乏全面性，可能造成计算结果的不准确。官网网站主要是通过大气污染物排放清单编制指南和参考污染物普查表中相关数据，希望尽可能选取比较准确的大气污染物排放系数。本文计算化石能源产生的大气污染物只选取燃料煤进行研究，所以对二氧化硫（SO<sub>2</sub>）和灰尘颗粒物（PM）的排放的估算方法主要根据物料平衡法进行计算。其中二氧化硫排放系数主要取决于燃料煤炭的含硫率和基灰分的含硫率，本文对该数据的选取根据污染物普查表中产排污系数，取燃料煤炭的含硫率为0.77%，基灰分的含硫率为15%。灰尘颗

颗粒物排放系数主要取决于燃料煤炭中灰分的含量，取燃料煤炭中灰分的含量为32.4%。氮氧化物（NO<sub>x</sub>）的排放系数主要根据兰州市统计年鉴数据取8.85g/kg；

本文计算化石能源产生的大气污染物只选取燃料煤进行研究，同时还要考虑选取大气污染物治理技术。本文选取治理技术主要参考的是污染源普查表中的相关内容，下表4.6列出了最为常用的三种治理技术名称以及污染物末端技术去除效率。

表 4.6 污染物末端治理技术

污染物名称	末端治理技术名称	末端治理技术去除效率/%
SO <sub>2</sub>	石灰/石灰石-石膏法	92.5
NO <sub>x</sub>	选择性催化还原法	80.0
PM	袋式除尘	99.6

数据来源：污染源普查

### (3) 确定大气污染物排放估算方法

本章节选取兰州市大气污染物排放量的计算方法主要参考大气污染物排放清单编制指南以及学者研究成果，分别计算兰州市五种不同的排放污染源产生的大气污染排放量。首先计算二氧化硫（SO<sub>2</sub>）的排放量和灰尘颗粒物（PM）的排放量，我们采用的方法是物料平衡法，计算公式分别如下所示：

$$BEs = 2 * 80\% * FC * S * (1 - r)$$

其中，BEs表示二氧化硫的排放量，单位t；FC表示燃煤消耗量，单位t；S表示燃料煤炭总的含硫率；r表示末端治理技术去除率，%；

$$BEEm = 0.7 * FC * A * (1 - r)$$

BEEm表示灰尘颗粒物的排放量，单位t；FC表示燃煤消耗量，单位t；A表示燃料煤炭中灰分的含量；r表示末端治理技术去除效率，%；

下面计算氮氧化物（NO<sub>x</sub>）的排放量，和前面计算方法不同，计算NO<sub>x</sub>排放量采用的计算方法是排放因子法，同时根据排放源分类别进行讨论。首先计算工业源的大气污染物排放量，计算公式如下所示：

$$BE = FC * EF * (1 - r * k)$$

其中，FC表示燃煤消耗量，单位t；EF表示NO<sub>x</sub>排放系数；r表示末端技术去除效率，%；k表示末端治理设施实际运行率，取100%；单位换算系数为0.001；

其次计算商业源、生活源以及其他污染源的大气污染物排放量，计算公式如下所示：

$$BE = FCi * EF$$

其中， $i$ 表示不同排放污染源； $EF$ 表示排放系数；

$FC$ 表示燃烧煤炭消耗量，单位 $t$ ；单位换算系数为0.001；

对于移动源产生的大气污染物排放主要指的是运输过程产生的，所以我们使用的计算方法和温室气体移动源排放估算方法一样。

#### (4) 编写大气污染物排放清单

根据不同的污染源类别和收集到的活动水平数据以及排放系数，结合给出的计算公式分别计算不同污染源下大气污染物排放量，编写兰州市大气污染物排放清单如下表 4.7 所示。

表 4.7 基准年大气污染物排放清单

排放污染源	SO <sub>2</sub> /万 t	NO <sub>x</sub> /万 t	PM/万 t
工业源	99.68	36.76	1.08
商业源	3.4	1.58	0.4
生活源	16.2	7.48	0.19
移动源	11.8	10.3	0.14
其他污染源	13.57	6.25	0.16
合计	144.65	62.37	1.97

从兰州市大气污染物排放清单可以看出，2017 年兰州市通过燃烧煤炭产生的 SO<sub>2</sub> 排放量为 144.65 万吨，燃煤产生的 NO<sub>x</sub> 排放量为 62.37 万吨，同时燃煤产生的 PM 排放量为 1.97 万吨。三种污染物排放量最多的污染源都是工业源，排放量分别为 99.68 万吨、36.76 万吨和 1.08 万吨，以工业源为排放源的三种污染物在全部污染源中的占比分别达到了 69%、58%和 55%。从表中污染物排放源可以看出，SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 则主要以商业源和移动源排放量较少，但是 PM 排放量较少的是移动源和其他污染源，分别排放了 0.14 万吨和 0.16 万吨。

## 5 审计结论与建议

### 5.1 审计结论

本论文通过对大气环境审计和碳盘查相关文献梳理,将碳盘查技术纳入传统大气环境审计的过程中,设计了一套基于碳盘查方法的大气环境审计研究。同时将该方法应用于兰州市大气环境审计过程对大气污染治理情况进行分析,通过收集相关数据并使用相关公式进行计算,分别进行兰州市温室气体排放清单核算和大气污染物清单核算,得出以下结论。2017年兰州市通过煤炭的燃烧释放的温室气体总量为595.99二氧化碳当量,其中CO<sub>2</sub>的排放量为468.34万吨,CH<sub>4</sub>的排放量为51.05万吨,N<sub>2</sub>O的排放量为76.6万吨。2017年兰州市通过燃烧煤炭产生的大气污染物排放量SO<sub>2</sub>排放量为144.65万吨,燃煤产生的NO<sub>x</sub>排放量为62.37万吨,同时燃煤产生的PM排放量为1.97万吨。从以上数据结果进行分析可知,兰州市大气污染物主要来自于工业源的排放。

### 5.2 兰州市温室气体及大气污染治理建议

#### (1) 持续调整能源结构,构建清洁低碳高效能源体系

兰州市要持续调整能源结构,创新开发和建设耗煤项目代替煤炭的使用,逐步降低煤炭使用率。同时对煤炭使用过程中要按照集中使用和清洁利用的原则,增加电力用煤比例。兰州市政府2013-2016年修改了《兰州市煤炭经营监督管理条例》,提出要控制对煤炭的消费总量,同时要对煤炭消费总量的控制建立预测预警机制,以便及时完善煤炭污染物排放相关政策和治理措施,预测预警机制的建立一定程度上促进兰州市减少了煤炭使用量,应当继续实施。在煤炭的使用方面,尤其是工业企业尽量选择环保型煤炭,依据“谁管理,谁负责”的原则进行监督,同时对传统煤炭逐步实施改造,比如进行煤改电和煤改气,以减少大气污染物排放。同时,政府部门应该出台更多的资金扶持和政策优惠,鼓励开发使用清洁能源,调整能源结构,逐步用风能、太阳能和地热能等清洁能源代替传统的煤炭等重污染源。

#### (2) 持续控制机动车尾气污染,发展绿色交通体系

兰州市受自然条件和地形地势的影响,形成一个狭长的山谷地形,道路相对狭窄。随着经济社会的高速发展和人民生活水平质量的不断提高,人们更加追求

高质量的生活方式，对私家车等机动车的拥有量逐年上升，导致  $\text{NO}_x$  浓度居高不下。兰州市政府要逐渐淘汰不达标燃油，提高燃油质量，同时对出租车和公交车实行“油改气”。石化公司应该坚持技术创新，提升燃油质量，减少燃油过程中污染物排放量。兰州市民在平时出行也应尽量选择共享自行车，不仅可以缓解交通拥堵，而且减少大气污染物排放。同时，兰州市应该加强基础设施建设，充分利用黄河优势，建设水上交通，提高城市道路通行能力。

### (3) 加强监管力度，开展跟踪调查

在进行大气环境审计时发现部分企业仍然超标排放污染物，使用落后产能进行生产，导致这些现象存在的原因就是政府监督力度不够。政府部门要完善环境法律法规，尤其是污染环境方面的立法，增加惩罚力度，要促使企业积极主动承担保护环境的责任。企业追求的最终目标是利益最大化，政府可以通过制定激励政策促使企业做好环境保护工作，例如达标企业可以得到环境补贴，达标企业具有优先选择权进行碳交易，同时可以制定环境相关税收优惠政策等。政府部门对进行环境污染治理的企业单位应该全程跟踪调查，确保实施过程的有效性。在跟踪调查的过程中，不同实施项目要采取不同的方法，采用因地制宜的原则，并随时进行调整，提高审计效率。

## 5.3 大气环境审计实施建议

### (1) 纳入碳盘查，完善大气环境审计体系

2015年兰州市为贯彻落实环保政策，作为首个政府环境审计试点城市率先开展大气环境审计工作，取得一些成效，改善了环境质量。但是仅仅依靠审计部门监督，难以提升大气环境审计效率。环境是人类共同的资源，保护环境需要环保部门、审计部门、财政部门和发改委共同合作，促进环境可持续发展。审计部门要仔细检查污染企业的《环境影响报告书》，同时进行实地考察，从污染物的源头进行控制。通过使用碳盘查的方法，对企业能源和碳排放数据分析整理，建立温室气体和污染物排放清单，可以有效利用二者目标的协同性，改善大气环境质量的同时降低碳排放，为我国实现碳达峰和碳中和做贡献。

### (2) 完善大气环境审计评价标准

通过阅读文献发现，我国环境审计评价标准体系已经渐渐趋于完善，包括环境保护法、环境评价报告计划标准、以及相关环境保护政策等。但是经济的高速

发展大量消耗环境资源，同时导致环境资源的分配和利用不合理，导致大气环境不断受到污染，原有的审计评价标准显露出不足，大气污染防治法也无法满足现有审计的需求。因此需要从当前我国国情出发，借鉴国外环境审计先进经验，制定适合我国国情的大气环境审计评价标准体系，以便更好地对环境污染和污染物排放量进行评价，更准确的明确相关企业主体的环境责任。制定环境审计评价标准需要根据不同的污染物分别制定不同的审计评价标准，同时也要确保制定的标准的可行性和可操作性。

### （3）培养专业的环境审计人才，提高审计人员素养

对于传统审计而言，大气环境审计属于比较新的领域，在审计实施的很多方面都比传统审计的要求高，所以更多的需要环境审计专业的高素质人才。环境审计难度较大并且涉及的范围较广，大气环境审计更是如此。而在现实的审计工作过程中，很多审计人员可能并不了解大气环境审计事项，从而影响审计结果的判断。现阶段，我国审计部门急需引进环境审计专业人才，建立一支专业的环境审计人才队伍。

首先，审计部门在招聘时不能只招审计专业的人才，生态学，环境科学，地理学专业、环境审计等也是需要的专业。高校可以联合教育部设置环境方面的课程，增加对环境相关知识的学习，提升学生的综合素质。其次，审计部门可以组织审计人员培训，学习生态学，大气污染等专业相关知识，学习环境审计过程中使用到的审计方法和审计技术。同时建立考核制度，在对考核制度的评价标准制定时加入培训人员的考核结果，提高审计培训人员参与的积极性。最后可以外聘专家顾问，引进研究环境审计的专家加入到审计队伍，充分利用外部资源，弥补环境审计资源短缺，不断提升大气环境审计效率。

## 6 研究结论和研究不足

### 6.1 研究结论

生态文明建设增加了政府环境审计的监督作用,本文对大气环境审计的相关理论和碳盘查相关研究文献进行综述,发现国内对大气污染防治审计所做的工作并不如国外多,起步相对较晚,重点都停留在理论研究上,缺乏实际的应用。所以本文设计了一套基于碳盘查方法的大气环境审计框架,选取兰州市采用案例分析法进行研究,主要从大气环境审计的整个框架进行阐述。重点介绍了审计过程中数据收集,审计计划制定以及实施审计的过程。同时将该方法应用于兰州市大气环境审计过程对大气污染治理情况进行分析,通过收集相关数据并使用相关公式进行计算,分别进行兰州市温室气体排放清单核算和大气污染物清单核算,得出以下结论。

2017年兰州市通过煤炭的燃烧释放的温室气体总量为595.99二氧化碳当量,其中CO<sub>2</sub>的排放量为468.34万吨,CH<sub>4</sub>的排放量为51.05万吨,N<sub>2</sub>O的排放量为76.6万吨。2017年兰州市通过燃烧煤炭产生的大气污染物排放量SO<sub>2</sub>排放量为144.65万吨,燃煤产生的NO<sub>x</sub>排放量为62.37万吨,同时燃煤产生的PM排放量为1.97万吨。从以上数据结果进行分析可知,兰州市大气污染物主要来自于工业源的排放。

所以针对兰州市大气环境治理过程中存在的问题,对具体问题提出了具体建议,主要包括:持续调整能源结构,构建清洁低碳高效能源体系;持续控制机动车尾气污染,发展绿色交通体系;加强监管力度,开展跟踪调查。同时以小见大,对大气环境审计实施也提出了不成熟的建议,包括:纳入碳盘查,完善大气环境审计体系;完善大气环境审计评价标准;培养专业的环境审计人才,提高审计人员素养。

### 6.2 研究不足

大气环境审计是跨学科且比较复杂的问题,本文采用案例分析法初步设计了基于碳盘查技术的大气环境审计框架,主要从审计目标、审计内容和审计程序几个方面进行介绍,但是由于本人专业能力不足,论文还存在很多局限性。

对于数据的收集和整理,本文主要是根据公开披露的信息,但是有关大气污

染的排放数据和财务报告大部分都属于保密文件，尚未公开，因此本文可能因为采用的数据不全面，影响最终大气污染物排放量和温室气体排放量的结果。

## 参考文献

- [1] A benchmark city-level carbon dioxide emission inventory for China in 2005 [J]. *Applied Energy*, 2018, 10(16):1-18.
- [2] Chene, M. Corruption, Auditing and Carbon Emission Reduction Schemes [EB/OL]. <https://www.u4.no>, 2010.
- [3] Ballantyne, A P, Alden, C, Miller, J, et al. Increase in Observed Net Carbon Dioxide Uptake by Land and Oceans during the Past 50 Years[J]. *Nature*, 2012, 488: 70- 72.
- [4] Carbon Reduction Commitment. <http://www.carbonreductioncommitment.info>. kwu, O, Sunday, E, Ajlsegiri, A, et al. Environmental Impact Auditing of Food Processing Industry in Nigeria: the Case of Climate and Air Quality[J]. *Assumption University Journal of Technology*, 2007, 11(2): 77- 85.
- [5] Gauld, J A. Energy & Carbon Audit of the Scenic Rim Regional Council[D]. University of Southern Queensland, 2016.
- [6] Gruijter, J J D, Mcbratney, A, Minasny, B, et al. Farm-scale Soil Carbon Auditing[J]. *Geoderma*, 2016, 265: 120- 130.
- [7] INTOSAI Working Group on Environmental Auditing. Guidance on Conducting Audits of Activities with an Environmental Perspective[R]. WGEA, 2001.
- [8] INTOSAI Working Group on Environmental Auditing. Results of the Sixth Survey on Environmental Auditing[R]. WGEA, 2003.
- [9] INTOSAI Working Group on Environmental Auditing. Results of the Sixth Survey on Environmental Auditing[R]. WGEA, 2006.
- [10] INTOSAI Working Group on Environmental Auditing. Results of the Sixth Survey on Environmental Auditing[R]. WGEA, 2009.
- [11] John Whittington, Julie Coysh. Development of a Framework for the Sustainable rivers Audit[J]. Technical report of Cooperative research Centre for Freshwater Ecology, 2001, 8: 58-65.
- [12] Lovell, A C. Developing a Carbon Audit Framework to Support Corporate Level Carbon Reduction Strategies[D]. University of East Anglia, 2003.

- [13]Washington,DC:Information Resources Press,1979
- [14]WBCSD&WRI, Greenhouse Gas Protocol. <http://www.ghgprotocol.org/>.
- [15]Xu Y , Hu J , Ying Q , et al. Current and future emissions of primary pollutants from coal-fired power plants in Shaanxi, China [J]. Science of The Total Environment, 2017,595:505-514.
- [16]Yi, H, Hao, J, Tang, X. Atmospheric Environmental Protection in China: Current Status,Developmental Trend and Research Emphasis[J]. Energy Policy, 2007, 35(2): 907-915.
- [17]卞兴忠. 政府环境绩效审计研究综述[J]. 环境保护科学, 2015,41(02):21-25.
- [18]陈涛,王长通.大气环境绩效审计评价指标体系构建研究——基于 PSR 模型[J]. 会计之友,2019(15).
- [19]程亭,张龙平.环境审计国内外研究综述[J]. 经济问题探索,2012,(11):183-190.
- [20]冯梅笑.空气质量审计内容框架研究——基于美、英等实践视角[J].会计之友,2016,(23),120-123.
- [21]付超, 王晓艳.财务视觉下雾霾治理研究[J].现代商业,2017,(36),152-154.
- [22]侯晓靖,马丽. 大气污染防治审计研究综述[J]. 会计之友,2019,(03):32-35.
- [23]胡晓艳. 基于雾霾防治的大气环境审计研究[J]. 全国商情,2016,(13):82-83.
- [24]冷月霜,钟飏,周密. 我国大气污染现状与环境审计法律制度研究[J]. 财会通讯,2018,(19):6-10.
- [25]李萌.W 市大气污染防治环境审计案例研究[D].中国财政科学研究院.2019(6)
- [26]李兆东. 大气环境治理绩效审计模式研究[J]. 财务与会计,2015,(05):66-68.
- [27]林忠华. 加强对大气污染防治的审计监督[J]. 上海市经济管理干部学院学报,2014,(4):54- 58.
- [28]刘桂春, 马宁宁. 京津冀一体化下的区域环境政策审计问题研究[J]. 商业会计,2016,(17):33-35.
- [29]田崖. 我国大气环境审计研究[J]. 合作经济与科技,2018,(17):176-178.
- [30]王春萍. 政府绩效审计评价指标体系研究[J]. 商业会计,2011(30):54-56.
- [31]王豪. 兰州市“十二五”期间大气污染防治绩效审计研究[D]. 兰州财经大学,2016

- [32]王丽江, 吴晓红, 王燕云.政府水环境绩效审计相关问题探讨[J]. 财会通讯,2013(07):68—69.
- [33]王琳, 张清清. 因子分析模型在政府环境绩效审计中的运用[J]. 会计之友, 2012(08):83-87.
- [34]王奇, 李明全. 基于 DEA 方法的我国大气污染治理效率评价[J]. 中国环境科学,2012,32(05):942-946.
- [35]王如燕, 梁星. 北京市“三废”治理的环境绩效审计评价指标体系及应用[C]. 中国会计学会审计专业委员 2010 年学术年会论文集, 2010.
- [36]王文鹏.兰——白城市群主要大气污染物网格化排放清单及来源贡献[J].环境科学, 2021,(03):1316-1327
- [37]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,(3):46—50.
- [38]王雅琳.雾霾危机背景下企业内部环境审计建设构想——建立企业多元环境审计框架[J].会计之友,2014,(13).
- [39]吴勋, 武月. 政府环境审计实施现状与改进建议——基于 2004—2015 年审计结果公告[J]. 会计之友,2017,(09):120-123.
- [40]肖芬.大气环境绩效审计评价研究——基于 DPSIR 模型和灰色关联分析法[J]. 中国内部审计,2020(09):78-84.
- [41]邢梦玲. 我国环境审计法律制度研究[D]. 山西财经大学,2015.
- [42]杨肃昌, 芦海燕, 周一虹. 区域性环境审计研究:文献综述与建议[J]. 审计研究,2013,(02):34-39
- [43]喻亚敏. 大气环境审计依据研究[J]. 审计月刊,2015,(01):19-20.
- [44]张程. 基于因子分析法的我国政府环境绩效审计评价研究[D]. 长沙理工大学,2015.
- [45]张芳兰. 兰州市大气污染治理绩效审计评价标准研究[D]. 兰州财经大学,2018.
- [46]张以宽. 论审计环境[J]. 审计研究, 1996(05):1—6,41
- [47]赵慧琪,李宏欣. 基于雾霾防治视角的大气环境审计研究[J]. 中国乡镇企业会计,2018,(11):176-177.

[48]赵璐, 徐琳瑜, 王凯. 企业环境审计研究:文献综述与建议[J]. 中国人口: 资源与环境,2017,27(2):83-86.

[49]周一虹, 周畅. 政府环境履责审计作用机制与实施路径探索——以兰州市大气污染治理审计为例[J]. 会计之友, 2015,(14):2-11.

## 后 记

此时此刻的心情是既喜悦又复杂，开心的事是论文终于差不多要完成了，复杂是因为要离开生活三年的母校真正的步入社会了，心中还是会有些许不舍得。依稀记得刚来学校时候的样子，可是已经三年过去了，不由得使人感叹时光飞逝。但是能走到今天这一步和大家对我无数的帮助关怀是分不开的，在以后的工作和生活的道路上我也不会忘记帮助过我的所有人，在这里对他们致以最为纯真的谢意！

感谢我的导师，三年来对我学习的引导和最后论文写作的指导，才成就了现在这篇论文。他对环境会计领域有着自己独特的见解和认识，对待科研工作兢兢业业、永不放弃探索的精神一直影响着我，让我在学习的过程中也磨练了自己的心智，让我可以在以后的工作中勇敢的面对困难和挑战。感谢在学习和生活中帮助过我的人，要提出特别感谢的是我亲爱的室友，无论在平时的生活还是学习中，你们都一直鼓励我、陪伴我，在我失落无助的时候安慰我给我信心，在我学习中遇到困难或者倦怠学习时督促我帮助我，让我能开心快乐的度过三年研究生生活，也让我在学习和生活中都有了很大的进步，真的特别感谢你们。最后也要特别感谢我的父母，是你们付出辛勤劳动、不辞辛劳的打工赚钱供我读书，是你们成就了今天努力、独立和坚持不懈的我，我才能有机会在兰州财经大学读硕士研究生，并且没有任何学费和家庭方面的后顾之忧。所以真的特别谢谢你们！毕业之后也到了我回报你们的时候了，我会努力让你们过上好日子。

即使有再多的不舍得也终究要离开，再次感谢兰州财经大学提供的一切教学设施和学习资源，让我在三年的时间里不仅学习了专业知识而且提升了自身身体素质同时开拓了眼界，让我认识和结交了 XX 和 XXX 两位如此可爱的朋友。感谢我们一起成长的这段时光，祝愿我的导师和家人以及朋友万事顺心，工作顺意！祝愿我的朋友们毕业顺利，开心快乐的上班工作。