

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 10741

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 碳达峰和碳中和背景下石化行业
碳审计框架研究——以中石化为例

研究生姓名: 孟田

指导教师姓名、职称: 杨荣美 教授 刘湘艳 注册会计师

学科、专业名称: 审计硕士

研究方向: 政府审计

提交日期: 2022年6月1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： 孟田 签字日期： 2022.6.1

导师签名： 杨荣美 签字日期： 2022.6.5

导师(校外)签名： 刘明艳 签字日期： 2022.6.6

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，同意（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： 孟田 签字日期： 2022.6.1

导师签名： 杨荣美 签字日期： 2022.6.5

导师(校外)签名： 刘明艳 签字日期： 2022.6.6

**Research on the Carbon Audit
Framework of the Petrochemical Industry
under the Background of Carbon Peaking
and Carbon Neutrality——Taking China
Petrochemical Corporation as an examples**

Candidate : Meng Tian

Supervisor: Yang Rongmei Liu Xiangyan

摘 要

由于我国经济社会持续高速发展，中国的城市规模和工业化程度也日益增长，且环境状况也日益恶劣，所以世界各国政府对环境问题的关注度也愈来愈高，习近平主席也向全世界做出了“碳达峰”和“碳中和”的郑重许诺。在“十四五”计划提议中，两个目标被归为重点，而中央政府经济工作会议上也第一次明确把搞好碳达峰、碳中和管理工作列入全年的任务之中。因而，对可持续发展的碳审计变得愈加重要，碳审计应运而生。在不断推动碳审计实践中，由于石化行业高碳排放量较多，随着国家碳审计试点的持续推行，将能够发现其在能源使用和碳利用上的各种缺陷，进而弥补我国石化行业在资源利用上的浪费和不足，并通过更全面地、客观的针对高碳排放量行业的实际情况研究其碳审计框架，以期有助于我国尽早达到碳达峰、碳中和目标。

根据这一背景，本论文通过参考国内外碳审计的相关研究，基于受托可持续发展理论与企业社会责任理论，从政府审计的角度对石化行业碳排放方面的进行研究，结合“碳达峰”和“碳中和”背景下的新目标、新要求提出适合该审计的理论依据。从石化行业现状着手，根据石化行业能耗与排放现状，碳排放边界以及开展碳审计的必要性和存在的不足，进行碳审计框架设计研究，从碳审计目标和原则、内容和对象、主体、标准、流程以及审计报告的六个方面设计碳审计框架。并基于此框架，应用于案例企业——中国石油化工集团有限公司，这对其碳排放和责任落实现状进行案例研究，依据 GHG 数据与其他数据分析其碳排放和碳核查情况，并针对性的结合碳达峰和碳中和背景下，提出石化行业开展碳审计完善策略，以期有助于我国尽早达到碳达峰、碳中和目标，实现绿色、高质量、可持续发展。

关键词：碳达峰 碳中和 碳审计框架 中石化

Abstract

Due to the sustained and rapid development of my country's economy and society, the scale of China's cities and the degree of industrialization are also increasing, and the environmental conditions are also getting worse, so the governments around the world are paying more and more attention to environmental issues. President Xi Jinping also made a statement to the world. The solemn promise of "carbon peak" and "carbon neutrality". In the "14th Five-Year Plan" proposal, two goals were classified as priorities, and for the first time, the central government's economic work conference also clearly listed carbon peaking and carbon neutrality management among the tasks of the year. Therefore, carbon auditing for sustainable development becomes more and more important, and carbon auditing comes into being. In the continuous promotion of carbon audit practice, due to the high carbon emissions of the petrochemical industry, with the continuous implementation of the national carbon audit pilot, it will be able to find various defects in energy use and carbon utilization, and then make up for the petrochemical industry in my country. The waste and inadequacy of resource utilization, and through a more comprehensive and objective study of its carbon audit framework for the actual situation of high-carbon emission industries, in order to help my country reach the carbon peak and carbon neutrality goals as soon as possible.

According to this background, this thesis, by referring to the relevant researches on carbon auditing at home and abroad, based on the theory of fiduciary sustainable development and the theory of corporate social responsibility, from the perspective of government auditing Conduct research on carbon emissions in the petrochemical industry, and propose a theoretical basis suitable for the audit in combination with the new goals

and requirements under the background of "carbon peaking" and "carbon neutrality". Starting from the status quo of the petrochemical industry, according to the status quo of energy consumption and emissions in the petrochemical industry, the carbon emission boundary, and the necessity and shortcomings of carbon auditing, carry out carbon audit framework design research, from the carbon audit objectives and principles, content and objects, subjects, The six aspects of standards, procedures, and audit reports design the carbon audit framework. Based on this framework, it is applied to the case company Sinopec, and a case study is carried out on its carbon audit status. Based on Sinopec's GHG data and other data, it analyzes its carbon emissions and carbon verification, and studies the feasibility and necessity of its carbon audit. Combining the background of carbon peaking and carbon neutrality in a targeted manner, this paper proposes a perfect strategy for the petrochemical industry to carry out carbon auditing, in order to help my country achieve the goal of carbon peaking and carbon neutrality as soon as possible, and achieve green, high-quality and sustainable development.

Keywords: Carbon Peak; Carbon Neutral; Carbon Audit Framework;
China Petrochemical Corporation

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景、目的和意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究目的	2
1.1.3 研究意义	3
1.2 国内外研究文献综述	4
1.2.1 国外文献综述	4
1.2.2 国内文献综述	7
1.2.3 文献评述	9
1.3 研究内容和方法	10
1.3.1 研究内容	10
1.3.2 研究方法	13
1.4 创新点与不足	13
1.4.1 本文的创新点	13
1.4.2 研究的不足	14
2 相关概念和理论基础	15
2.1 相关概念	15
2.1.1 碳达峰和碳中和	15
2.1.2 碳审计和碳审计框架	16
2.1.3 碳排放和碳核查	17
2.2 理论基础	18
2.2.1 可持续发展理论	18
2.2.2 企业社会责任理论	19
3 碳达峰和碳中和背景下石化行业碳审计的现状	20
3.1 石化行业的能耗、排放和核算边界状况	20
3.1.1 能耗状况	20
3.1.2 碳排放状况	21

3.1.3 碳核算边界	22
3.2 石化行业的碳审计发展状况	22
3.3 石化行业当前开展碳审计存在的不足	23
3.4 石化行业开展碳审计的必要性	24
4 碳达峰和碳中和背景下石化行业碳审计框架设计	25
4.1 碳审计目标和原则	25
4.1.1 碳审计目标	25
4.1.2 碳审计原则	25
4.2 碳审计主体	26
4.3 碳审计内容和对象	26
4.3.1 碳审计内容	26
4.3.2 碳审计对象	27
4.4 碳审计标准	27
4.5 碳审计流程	29
4.5.1 准备阶段	30
4.5.2 实施阶段	31
4.5.3 报告阶段	32
4.6 碳审计报告	34
5 碳达峰和碳中和背景下石化行业碳审计框架应用	35
5.1 案例企业背景	35
5.1.1 中石化简介	35
5.1.2 中石化开展碳审计的必要性和可行性	35
5.2 中石化碳排放和碳核查状况分析	36
5.2.1 GHG 排放数据	36
5.2.2 其他数据	37
5.3 以中石化为例应用碳审计框架	39
5.3.1 中石化碳审计目标和原则	39
5.3.2 中石化碳审计主体	39
5.3.3 中石化碳审计内容和对象	40

5.3.4 中石化碳审计标准	41
5.3.5 中石化碳审计流程	42
5.3.6 中石化碳审计报告	42
6 碳达峰和碳中和背景下石化行业开展碳审计的完善建议	44
6.1 健全政府审计监督设计碳审计框架	44
6.2 增强企业碳审计排放信息披露意识	44
6.3 规范碳审计的具体内容和方法	45
6.4 加强专业碳审计人员的培养	46
6.5 落实碳审计跟踪审计	47
7 研究结论与展望	48
7.1 研究结论	48
7.2 研究展望	48
参考文献	49
后 记	53

1 绪论

1.1 研究背景、目的和意义

1.1.1 研究背景

现如今，全球气候变化问题逐渐成为全世界人类面临的共同威胁，随着每一份新发布的气候变化报告都强调了极地冰盖消退、森林砍伐率和海平面上升的更多证据，修正关于全球气温上升拟议框架的时间正变得越来越短。全球变暖最主要原因是来自于温室气体的大规模排放，而其中危害最大的便是对“碳”的排放。因此，为了应对全球气候的问题，我国提出了两大战略，即碳达峰和碳中和。

我国的自主碳达峰任务和碳中和的愿景，赋予中国新时期生态文明建设的全新意义。2020年9月22日在第七次十五届联合国大会上，习近平主席在会上多次提及出碳达峰、碳中和，主席表示，要探索更为有效的途径和出台更为得力的优惠政策，努力在2030年实现碳达峰，2060年实现碳中和。同年，国务院总理李克强作政府工作报告中也提出了明确的行动计划，总理强调要稳步推进，贯彻落实的开展碳达峰、碳中和等各项任务。2021年3月，习近平主席主持召开中央财经委员会例会上发表重要讲话，明确提出“把碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局”，不仅如此，重要讲话还指出了促进碳达峰、碳中和的基础工作思路和举措，并对碳达峰碳中和管理工作做出了全方位部署工作和策略选择。同时，突出以科学全面绿色转型为导向，坚定不移走生态建设最优、绿色生态低碳的优质道路，要把节能资源放到第一位，拿出抓铁有痕的劲头，开展重点行业领域减污降碳行为等等的一系列指导。2021年李克强总理在做的《政府工作报告》也提到，要制定国家及省级碳达峰行动方案，进一步明确达峰路径和相关政策。为确保2030年前碳达峰，和2060年前实现碳中和目标打好基础。

自改革开放至今，我们国家经济的快速发展推动着中国能源结构的快速增长，生产效率大大提高，同时能源构成也向非化石燃料方向发展改善。但工业偏重、效率较低、结构高碳仍然使环保问题日趋严重。近年来，在我国的政府工作的不断努力过程中，能源弹性系数逐步下降。并且为了更好的实施碳达峰碳中和

计划，政府已将能源强度与碳强度列入政府绩效指数。自“十一五”以来，每次五年计划均提出适应气候变迁的总体目标，并由国务院提出并实施节能减排工作计划方案，将主动适应气候变迁当作我国经济发展的重要策略。

从“十一五”规划(2006-2010)能源强度目标，到“十二五”规划(2011-2015)二氧化碳强度目标，再到“十三五”规划(2016-2020)能耗总量和能源强度双控目标，直至“十四五”规划（2021-2025）面向碳达峰、碳中和的新目标。从规划中我们可以看出，中国的适应气候变化指标这二十五年的变化，总体上体现出了从能源和碳强度的相对目标开始，通过能耗双控目标进行过渡，最终转向碳达峰、碳中和双控目标目标。目标要求越来越具体，整体策略与我国实际环境情况匹配程度也越来越高。监管模式也将进一步升级，监管内容涵盖了从化石燃料消费向非化石燃料发展、森林碳汇、产业和地区适应气候变化等的整体经济与社会发展，以绿色、可持续发展替代黑色、高碳，逐步从化石能源转向非化石能源等等。由此可见，我国应对气候变化目标总体上不断在变化，并且范围越来越广，要求越来越精细化。

国家级战略目标——“碳达峰”和“碳中和”。其中，碳达峰是具体的短期任务，碳中和是中长期的愿景目标，二者是相互促进的。根据国际能源署（IEA）在2019年发表的对温室气体排放量统计来看，其中约三分之一的比率来自于化石燃料，同样热值的原油燃烧所释放二氧化碳约是天然气的1.6倍。按部门划分，中国二氧化碳排放八大部门中工业占比高达28%，超过了全国二氧化碳排放的四分之一。所以，石化行业要积极转变发展模式，减少依赖化石能源和物资资源投入，“稳油增汽”且要大力发展非石化能源，努力实现碳达峰、碳中和目标。由此，研究石化行业碳审计框架具有非常重要的意义。碳审计作为减排降碳的重要监督力量，利用它在企业中的广泛使用，对企业在经营管理和节能环保等方面提供了真实、客观地、科学合理的评价，可方便公司决策层做出科学的判断，以实现绿色经济蓬勃发展，同时也是国家生态文明建设和实现碳达峰和碳中和目标的重要手段和工具。

1.1.1 研究目的

为了保护和营造美好的生态环境，防止气候问题愈演愈烈，实施“碳达峰”

“碳中和”的目标体系是必然要求。如今，我国碳排放与气候变化问题依然突出，如何处理好碳污染较多的石油化工产业温室气体排放与节能减排等问题是其中的重要内容，也就产生了一些企业在微观领域的鉴证问题，如对石油化工企业的碳排放量实行核算和核查后的审计鉴证问题。碳审计，是在三大审计领域中均可开展的对温室气体的一种特殊审计。根据我国行业整体碳排放中，石化企业在工业生产领域的碳排放量总占比较多，但碳审计反而在在政府审计领域里，还开展较少且行业应用不足。所以，研究碳审计框架问题，将为我国今后对石化行业开展碳审计工作和制定常态化的政策提供帮助。

所以本文将主要以尚有不足和政府审计作为立足点，以石化行业的现状为主结构，结合双碳的目标和要求，把石化行业碳审计框架作为主要研究目标，针对在政府审计中，如何更好地对履行好节能降碳责任与义务方面，提出绿色经济可持续发展的方略，以此开展碳审计研究。具体选择了在石油化工行业中的具有代表性的企业——中国石油化工集团有限公司（以下简称中石化），根据其披露出来的相关环境信息，在结合国内外学者对于碳审计研究成果的基础上，参考之前传统的政府审计框架再结合新环境新业态新要求，对其碳排放状况进行研究，目的在于发现企业在碳排放方面是否存在超标，政策是否落实以及如何在新的碳审计框架下采取什么样的进一步优化对策。为其他的石化企业提供有效的参考数据，更好对当前石化行业碳审计过程中的问题进行改进，对督促企业在未来更好的践行碳排放责任与义务提供依据和参考，推进能耗“双控”向排放总量和强度“双控”过渡，助力实现双碳目标。

1.1.2 研究意义

①理论意义

一方面，研究“碳达峰”“碳中和”背景下的碳审计框架，进一步丰富了碳审计理论研究成果。1990年左右，中国国内环境保护与经济领域学界和政府实务部门也开始普遍重视环境审计。随着研究的不断加深，碳审计也逐步形成了新的环境审计范畴。而通常中国国内的环境审计研究工作主要聚焦于环保问题和资源的整体上，极少有人专门针对碳审计框架开展过系统全面的研究工作，更没有应用于政府实践运作上来。所以本文主要以碳达峰和碳中和背景下碳审计框架研

究作为选题,探索并设计出石化行业碳审计的框架,以丰富审计这一学科在环境审计领域的理论研究。

另一方面,研究企业的碳审计框架,也可为国家今后统一规范碳审计模式贡献力量。碳审计在社会审计方面已有尝试,在2009年,中国完成了第一份碳排放报告,发布人为四川中熹审计师事务所的碳排放审计项目组,这个报告也标志着中国国内碳排放审计步入实践运用阶段。但是目前还没有规范的碳审计框架,政府审计和实务界也办法有效开展工作。希望通过本研究能为将来审计机关对石油化工行业开展专门的碳审计工作提供思路。

②应用价值

首先,针对碳达峰、碳中和背景的碳审计框架,将能够为今后发展中国石油与化工产业碳审计实践提出基本思路。目前,由于中国碳交易正在高速发展时期,企业对碳审计的服务要求也将日渐提高,碳审计这一兴起业务也将随着中国绿色经济的蓬勃发展而承担更加关键的角色,为企业更好地履行碳排放责任,实现节能减排、绿色低碳、高质量发展提供合理保证。

其次,本文通过对碳审计框架这一思路的研究,针对性解决石化行业在碳达峰和碳中和背景下碳审计的工作思路和具体措施,并且对披露的碳排放量进行鉴证与评价。一方面,可以通过对碳审计资源的优化合理配置,为企业提供合理可借鉴的思路,使得企业在生产活动中更好的执行碳排放任务,也可以为我国后续碳审计工作的拓展提供经验;另一方面,还可以为我国现行的碳交易市场试点的逐步推广保驾护航。最后,通过碳审计的研究能够使政府部门和企业都意识到“节能减排、绿色环保”的重要性,提高减排降碳意识并积极参与和主动配合碳审计工作,确保可持续发展目标与推动国家生态文明建设的战略完成,也为助力国家实现碳达峰和碳中和目标。

1.2国内外研究文献综述

1.2.1国外文献综述

①碳审计内涵和必要性方面

碳审计概念由英国于2003年首次提出,并在此后几年内不断加强研究。Bebbington, J.h 和 Larrinaga- Gonzalez C. (2008) 在文中指出,“碳”是指的是公司

利益相关者对其财务和非财务业绩的责任方面具有重要意义的东西。其关注的领域不仅仅是碳本身，更是源于对人为引起的全球气候变化认为，因此，企业在进行第三方交易前，应提供核查报告^[1]。Wendy Green 和 Stuart Taylor（2013）通过对四十多个国家和三千余家公司进行调查研究，得出结论：随着更多的碳排放量越来越多的公司也开始进行对温室气体的披露和鉴证，碳审计技术已越来越成为全世界重视科学与发展的重要领域。他还认为认为温室气体排放报告必须由独立的第三方进行鉴证，并且其质量受人为主观因素影响，要加强对碳审计重要性和作用的沟通和交流^[2]。Dongwei Yu（2016）提出了“潜在碳”的概念，并给出类似于势能的定义，其研究了在能源规划中的应用并考虑了能源与能源使用之间的匹配^[3]。

Abdeen Mustafa Omer（2008）在可再生能源研究中指出，为了实现减轻建筑行业环境影响所需的重大变革，有必要改变和发展行业本身的流程，并建立一个有利的框架，以克服当前的经济、监管和体制障碍。他还指出，大多数工业化国家越来越依赖传统能源载体（即化石燃料）的外部供应从而导致了全球环境的恶化，而碳审计正逐渐众所周知并对气候变化的开始产生贡献^[5]。EG Olson（2010）指出，由于更多的上市公司自愿披露可持续性审计报告，再加上美国最新的环境立法促进了对标准化碳审计的更大要求，对温室气体排放量进行审核的要求也将提高，世界各地的政府、企业和人民应该期望看到需要更高水平的独立保证和审计报告^[6]。McKinnon 和 Alan C（2010）从物流供应链的角度用实证方法对碳足迹和标签问题展开了更细致的探究，指出碳审计对公司的声誉以及对公司未来价值的影响都至关重要，有助于改善公司供应链管理体系质量的合理性和有效性^[6]。Susie Moloney、Ralph Horne 和 John Fien（2010）认为碳审计能够有效的帮助传统社区向低碳社区过渡，了解社区实践和由此产生的温室气体排放，以及与社区相关的技术、基础设施和机构^[7]。Kumar Rakesh（2021）认为碳审计对于维持环境的可持续发展和确定适宜的耕作生产系统具有较低的能源利用率和碳排放以及较好的作物生产力显得越来越重要^[8]。由此可以看出，碳审计能够有效的控制企业各个环节的节能减排和促进企业、国家和社会的可持续经济的发展。

②碳审计框架内容方面

Susie Moloney (2010) 作者研究认为消费者行为对社会环境影响巨大, 一个综合的社会技术框架的设计, 既要考虑了个人心理因素, 也要考虑了个人运作所依据的系统、标准和规范, 这对于制定向低碳社区转变的成功战略至关重要^[8]。EG Olson (2010) 识别和讨论温室气体排放核算和审计带来的挑战和机遇, 以及不同于传统财务审计的供应链和运营依赖性^[6]。Zhihong Zhu (2015) 依据目前的发展现状, 在分析了审计准备、审计实施、审计结束的基础上, 构建了企业低碳审计的具体流程, 然后运用专家意见法、问卷调查法以及关键绩效指标设计一套低碳审计评价标准体系, 对企业顺利实施低碳审计具有重要的现实意义和指导方向^[10]。Brendan P. Melone (2017) 根据其对土壤碳储量审计的思路, 将土壤中含有的碳储量信息分解为详细的环境数据, 运用统计模型判断土地采样地, 并反复性获得不同时间段的数据, 并以此观察土地上碳存量的变化变动^[11]。A. Belchita (2020) 指出, 他在布拉德福德教学医院进行的一项碳审计, 通过对妊娠期一氧化碳监测和超声波分析, 以期对提高对生长受限婴儿检测的帮助^[12]。

④碳审计方法和应用方面

Cho C. H. 和 Patten D. M (2007) 根据行业成员资格和环境绩效的数据, 使用了大小相匹配的组来测试碳审计中不同环境下披露差异, 结果表明, 环境绩效较差的公司有望在其财务报告中提供更广泛的积极的环境披露以消除对碳排放的影响。McKinnon 和 Alan C (2010) 在国际商界和政界都在对产品级碳审计和标签研究的大背景下, 利用相关文献的回顾、与企业高层管理者的非正式探讨和其所实践中的个人经历, 深入研究了供应链温室气体排放量的分类分析所涉及的现实问题和成本, 讨论里这种新形式下物流和供应链碳足迹和标签的优缺点^[7]。Wilco W. Chan (2013) 总共调查了 24 家酒店, 它们使用热泵作为主要的热热水系统。其对热泵、柴油锅炉、燃气锅炉和电锅炉等各类热水系统的能耗和能源成本进行了比较研究。此外, 还使用层次分析法来分析酒店经营者和贷方对热水设施的选择标准^[13]。Easwar Krishna Iyer, Bhavana Rao (2014) 用领结图风险评估工具对 ICT 行业进行了全方位碳审计, 并绘制了 ICT 行业不断增加的碳足迹的威胁后果图, 确定了五种威胁和三种后果, 然后使用文献调查, 揭示了 ICT 行业的高能耗及其随之而来的环境影响可能会抵消该行业原本与之相关的积极因素^[14]。Cuiping Bao (2016) 在剖析碳审计的必要性和可行性情况下, 运用 SWOT

方法进行了分析和研究,为碳审计的未来发展指导方向^[15]。J.J. de Gruijter (2016) 设计了农业土壤碳审计方法。即使用具有相关不确定性的碳含量图,它优化分层、随机抽样和交易参数,最大化农民的预期利润,根据 Ospats 的方差预测计算最佳样本大小。并通过澳大利亚农场的的一个应用表明,使用所提出的方法可以有效地审核农场和地区之间的土壤碳变化^[16]。

1.2.2国内文献综述

①碳审计内涵和框架方面

何雪峰、刘斌(2010)认为,碳审计框架理论结构具有开展时的主客体、实施的目的、主要职能,以及开展碳审计的程序和一些碳指标的选取与评价标准的研究等。高强、李秀莲、张旭丽和王春芝(2014)从政治实施方针目标和具体实施工作基本目标两方面,对碳审计问题作出了阐述。认为政治实施方针目标是相对宏观的,要符合政府有关碳审计和碳排放的立法和政策,而具体实施工作基本目标则是对政治实施方针目标实现的进一步深化,是通过制订详尽的执行规划来达到目标,并同时做到社会经济、自然和气候的相互融合。杨博文(2017)认为,碳审计框架是在于保证碳审核的准确性和合理性,规划各种资源的投入产出和节约使用。许港(2017)则从审计目标、审计主要内容、审计主客体、审计标准、步骤和方法、实施程序与审计报告七个方面建立碳审计架构系统,并指出随着低碳经济的深入发展和中国国际地位的提升,低碳经济必将蓬勃发展。

②碳审计的主体

王爱国(2012)利用中国传统的审计逻辑对碳审计重新做出了界定,并提出碳审计的审计主体有主导性,与传统审计不同的是,碳审计是由政府主导,是立足于政治利益、经济利益和长远利益并逐步向社会审计和内部审计过渡的。基于这一研究基础,王爱国和王一川(2014)进一步将碳鉴证业务归纳为审计的一个自然领域。熊欢欢等人(2016)认为,审计主体应协同发展,要以政府审计为主要力量,依靠强劲政府推力和监督体系与社会审计和内部审计协同发展。郑石桥(2022)则提出,政府部门选择的低碳审计主体要具备独特性,同时在确保审计报告品质的前提下具备专业胜任能力,以及相对低廉的鉴证成本。

③碳审计内容和对象

俞惠园（2016）则认为碳审计其实就是借助于传统审计的一般逻辑，从审计学的视角管理碳排放的一种路径，是对传统审计体系的一种扩大和补充。金密（2017）则认为碳审计是环境审计的一个分支，是独立的审计机构为了监测、评估企业是否履行碳排放责任和检验碳排放管理活动的成果。杨博文（2017）则认为，碳审计应限于对企业经济活动中碳足迹的跟踪监测，通过核算和查验主打产品或者在生命周期内的服务所引起的碳排放量，来衡量资源利用效率和做出经济评价。

④碳审计方法和评价体系

基于生命周期法，张薇（2015）采用碳会计标准和案例分析方式开展了调研，并提出企业碳足迹评估法是计算排放量的重要基石与保证。张建平、冯舒祺（2019）以同煤公司和阳煤公司为例，将 PSR-ANP 模式运用于碳审计鉴证与评估。施然、李长楚（2020）利用 PSR 模型设计构建了电力企业碳审计指标评价体系来完善行业碳审计相关理论。曹纳（2020）在基于 DSR 评价模型融合 AHP 和模糊综合评价法设计了碳审计综合评价模型，并对制糖工业进行了碳足迹追踪、评价指标权重赋值和权重排序分析、拟定了碳审计绩效评价的主要实施路径。

⑤碳审计流程和报告

陈燕燕、彭兰香（2010）认为，审计步骤应分为五个步骤，即明确审计的建筑物边界、明确排放量计算边界、定下报告期、收集数据和资料并量化实际的温室气体排放、撰写报告。郑立乔（2014）认为，为确保碳审计报告和其中数据的准确性和可信度，碳审计流程应分为业务流程和操作流程两大方面。梁胜浩（2015）则认为，在企业碳审计流程应基于企业碳足迹，分为计划、执行和报告三大部分，并对后续审计结果的运用和执行效果进行后续的跟踪评价审计，这四个阶段是环环相扣的。

何雪峰、刘斌（2010）认为除了要查明碳相关数据的真实性、客观性和实施政策的合法性外，还需要增加碳审计报告的可信度。郑立乔（2014）认为碳审计机构虽然独立的第三方，但是其提供的审计报告则是连接碳交易市场、碳排放企业以及政府的不可或缺的“桥梁”。李敬（2015）认为审计报告应有严格且统一的报告格式、审计记录表附件以确保其权威性，并且明确责任划分，以规范和方便审计工作的开展。

⑥关于我国碳审计存在的问题及相关对策研究方面

陈燕燕、彭兰香（2010）针对我国碳审计面对的困境，包括审计取证受阻、数据核算准确度低、专业人才不足等，针对建筑物企业经营活动中产生温室气体和不必要浪费的碳燃料，进行了明确和提出解决方案和对策。而黄溶冰、王丽艳（2011）在着重分析了荷兰审计院碳减排的环境审计情况并于我国进行比较研究指出，我国当前开展的环境审计对以单向审计为主，对政府绩效和环境绩效领域涉及的较少，环境责任界定和问责难以落到实处。借鉴经验并认为我国碳减排环境审计应建立科学评价指标体系、推动审计资源整合、加强信息披露和完善问责机构四个方面提出具体建议。赵放（2014）认为，碳审计对于中国绿色经济的成功运作，有着保驾护航的重要意义。不过，中国目前的碳审核制度有着许多的缺陷，包括了碳审核的法律基础不完善，开展碳减排鉴证所需要的组织制度也不完善，而可以胜任碳减排审计的专业人才也存在着严重不足的问题。上述的问题和缺陷，都严重制约着碳减排审计制度在中国的成功开展，从而影响了低碳经济社会的健康发展。其随后又针对性的提出了三个问题的解决路径。宋平（2016）在总结了国外碳审计的主要特点和发展现状的基础上，系统参考了外国碳审计经验，并理性结合了中国碳审计国情，在立法政策和理论体系、人才、科技水平等方面给出了意见。何丽梅、兰玲瑜（2016）认为，碳审计市场发展存在具有缺乏碳审计项目审计资格机构、潜在碳审计需求大、多元化审计团队欠缺等状况，应从碳审计标准和主体两方面重点提高碳审计市场的公正性和客观性。

1.2.3文献评述

首先，通过深入研究国内外碳审计的有关理论文献研究表明，目前国内外对于碳审计领域的理论研究尚仍处在早期阶段，多数研究者正在从实践操作上探讨企业应该怎样进行碳审计及其进行碳审计所需要关注的事项，而对关于某一领域碳审计框架的系统性理论研究成果及其对碳审计架构设计问题的深入研究还不够。国外研究者们，并很少在行业整体架构的设计方面，就碳审计问题做出过综合的研讨与剖析。故而本文将结合国内外已有的理论研究结果和实证应用经验，将已发现的问题考虑到碳审计框架的设计当中并设计出一套完整的碳审计框架。

其次,以往的研究大多停留在理论层面,距离实践上的运用还有一定的距离。较少有中国研究者在建立出碳审计架构系统的同时将其运用于更具体的一家公司中,特别是由于当前中国政府审计部门还未能真正全面介入到碳审计服务之中,尤其是在中国碳达峰和碳中和的新要求、新目标之下,目前我国审计部门在实施碳审计工作过程中还没有一个既完善又有效的架构系统和更有效的实施途径来引导中国碳审计服务的进一步发展。

所以,本论文将重点就目前国内石化行业的碳排放活动情况开展审计探讨,并根据当前碳达峰与碳中和的背景下建立当前石油化工领域碳审计框架,并以中石化为例,在碳审计框架中加以应用,为当前石油与化工领域碳审计情况提供了具体的优化措施,以期逐步推动未来领域碳审计的全面开展和为碳审计在企业实践中更好地合理运用提供技术支持,进而保障中国经济与社会的可持续发展目标的达成和推进中国社会主义生态文明建设工程的规划工作如期完成,并为助力国家实现 2030 年前达到二氧化碳排放峰值,2060 年前实现碳中和的总体战略目标。

1.3 研究内容和方法

1.3.1 研究内容

本文的研究内容主要分为绪论、相关概念界定与理论基础、碳达峰和碳中和背景下石化行业碳审计的现状、碳达峰和碳中和背景下的碳审计框架设计、中石化碳审计框架应用案例分析、基于案例分析结果提出石化行业开展碳审计的完善建议、总结与展望这七部分内容。

第一部分是绪论。本节重点从论文的科研背景与意义出发,阐述研究目的;从国内外的视角,主要针对碳审计的理论框架和主要研究领域等方面加以评价;以及对所采用的研究方法、研究思路及论文的创新点与不足这几个方面进行论述。

第二部分是相关概念界定与理论基础。解释关于什么是碳达峰和碳中和,如果进行碳审计和构建碳审计框架,还有碳排放和碳核查等相关概念;在碳审计的背景中介绍可持续发展理论与企业社会责任理论等等。

第三部分对石化行业碳审计的现状。分析碳达峰和碳中和背景下石化行业的能耗与排放状况、企业的碳审计核算边界、当前碳审计现状和存在的不足以及开

展碳审计的必要性。

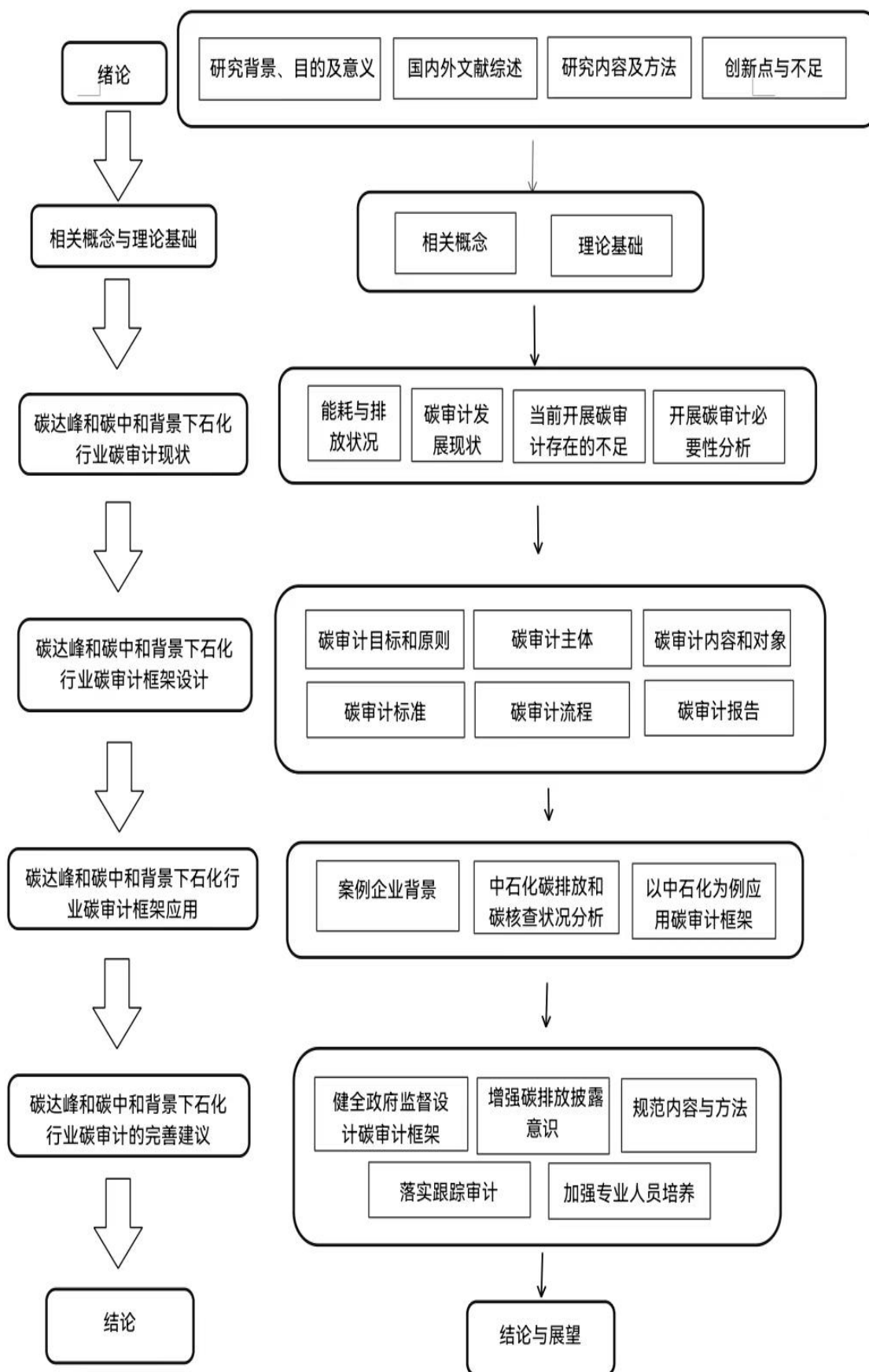
第四部分是碳审计框架设计。将在碳达峰和碳中和背景下的碳审计框架设计分为六大类，即碳审计的目标和原则、碳审计主体、碳审计内容和对象、碳审计标准、碳审计流程、碳审计报告。

第五部分是碳达峰和碳中和背景下石化行业碳审计框架应用。选择了中石化作为案例公司，介绍了中石化公司的基本概况及碳审计可行性和必要性，并通过对该公司的碳排放量与碳审核情况分析之后，对中石化的碳审计框架进行应用分析研究。

第六部分提出石化行业碳审计的完善建议。根据对第五部分的碳审计框架的案例应用提出石化行业碳审计框架的完善建议，助力国家如期实现碳达峰和碳中和目标。

第七部分总结与展望。总结与提出在碳达峰与碳中和背景下对中国石油化工公司这一类大企业的碳审计开展碳审计鉴证和评估以监督未来进行的研究发展工作的目标，并将为我国实现绿色、高效、可持续发展，奉献一份坚实的力量。

研究思路图如下：



1.3.2 研究方法

①文献分析法。通过系统的搜集关于碳审计当前的发展状况与研究现状并，对碳审计的相关文献和研究成果进行梳理，结合可持续发展理论和企业社会责任理论，针对当前石化行业碳审计的具体情况，为设计石化行业碳审计框架做足案例分析的理论基础。

②案例研究法。文中选择的是石化行业有着典型代表性的中国石油化工集团有限公司，通过对其能耗情况、碳排放状况和碳排放边界进行分析，明确石化行业碳审计发展现状，并发现其当前开展碳审计研究的不足，研究对其开展碳审计的必要性，以及通过将其的实际应用发现问题。通过碳审计鉴证、评价与监督该企业的碳排放行为责任与履行绿色环保、节能减排义务的履职履责情况对石油化工这类企业提出相应的完善建议。本文案例分析中与该案例有关的数据信息资料可以从企业官方网站、学术研究网站中进行搜集，与研究方向及案例有关的相关政策法规均来自于互联网政策公开资料。

③实地调查法。本文在撰写过程中通过实地参加审计项目，调查并收集审计数据，再经过现场观摩与走访交流，总结出在审计流程中出现的问题并加以分析，从而提出合理的审计流程意见。

1.4 创新点与不足

1.4.1 本文的创新点

（1）研究视角创新

在碳达峰和碳中和已成为中国当前最主要的经济发展目标的大背景，本文根据碳达峰和碳中和背景的新目标、新特点提供了适用于该领域审计的科学理论基础，并把碳审计的科学理论基础和具体的审计操作相结合，通过对石化行业碳排放和碳审计状态进行分析，从碳审计框架的各个要素的角度进行研究，构建石化行业碳审计框架，并在此基础上选定企业进一步的适用分析进而提出完善建议。

（2）研究成果创新

为了更好地满足时代发展需要，顺应碳达峰碳中和背景下碳审计的发展趋势。该文不但总结完善了中国石油化工产业碳审计框架的搭建，更在完善企业碳

审计方法、完善碳审计信息公开与事后监管制度等各个方面提供来了大量实用性意见，为当前中国此类高耗能石油化工企业碳审计提供了良好的参考意义。本论文充实了碳审计的基础理论研究成果，为碳审计发展奠定了案例基础，而且相比于以往的理论研究成果更加富有创造性。

1.4.2研究的不足

由于具有一定的客观因素，论文的研究内容也具有一定的不足，主要体现在三个方面：第一，研究理论稀缺。经过文献调查，发现目前我国对碳审计的研究成果数量还不够，并且基本缺乏对碳审计的整体框架性研究成果，主要都是关于某一方面的研究成果，针对碳审计实务操作的个案研究方面相对更少，可参考的理论研究也有限。第二，实用信息较少。由于我国的碳审计起步较晚，企业对于碳排放公开意识还不强，对碳审计的需求不够，而且信息披露程度也亟待进一步提高，这就使得碳审计中可借鉴的数据和信息有限，导致碳审计的科研进度比较缓慢，个案研究成果也可能不够完善。此外，到目前为止有实力开展碳审计的力量和可以进行过碳审计的企业也是十分缺乏和稀少的，这就导致了在科研中可获取的信息也十分有限。第三，专业程度较低。碳审计对领域技能水平要求高。由于碳审计涉及面比较广泛，虽然在科研过程中已经查阅了大量资料，但在环境科学与化学化工等方面的专业知识依然是很有限的。这也为本研究提供了较大的局限性。

2 相关概念和理论基础

2.1 相关概念

2.1.1 碳达峰和碳中和

碳达峰，是指一个区域或产业中，某年度的总碳排放量在达到某一时间点时，其碳排放量达到的最高峰，随后其整体的碳排放量将逐步降低、回落。

碳中和，是指国家社会个人在生产经营活动中，因直接或者间接产生的温室气体量与通过节能减排等一系列环境保护活动中吸收的温室气体量正负抵消的概念，也就是相对的零排放

碳达峰、碳中和目标之间密切联系，是一个实现目标的二个阶段。第一阶段，2030年前碳排放达峰值总体目标，与2035年我国社会主义现代化建设一期工程总体目标和美丽中国社会主义现代化建设一期工程总体目标相符合，是中国在2035年前基本完成社会主义现代化的一项标志。第二阶段，2060年完成碳中和总体目标，与《巴黎协定》的总体目标相吻合，与中国到二十一世纪中叶建设社会主义现代化强国和美好中国的总体目标相吻合，体现碳中和是建设社会主义现代化强国的一项关键内涵。

目前，国际上已有126个国家以立法、法律提案、文件政策等不同形式提出或承诺碳中和目标，其中苏里南、和不丹两个国家由于低工业碳排放与高森林覆盖率已经实现了碳中和目标。尽管经过强化的政策指导，中国经济还有机会在“十四五”阶段内提早实现低碳达峰，为碳中和目标打好了基础。而中国作为全球最大的发达国家，在2060年完成碳中和目标仍然存在相当巨大的挑战：

首先，从排污数量上来看，中国碳排污数量很大，约为全世界的28%，是美国的二倍多，欧洲的三倍多，中国实现碳中和所需要的碳减排数量也远高于世界其他经济体。

第二，从经济发展阶段来看，中国GDP的数量虽居世界第二，但人均GDP才刚突破了一万元，经济发展中不均衡、不充分平衡的问题依然突出，新发展的能量需求量仍增长，碳排放量还未达峰。而目前欧美各国市场经济发达完善，已达到社会经济发展水平和碳排放量的绝对脱钩，碳排放量已进入平稳减少态势。

所以我们要统筹协调社会经济发展、经济结构转变、能量低碳转换，和完成碳达峰、碳中和目标。

其三，从碳总量变化来看，早在 1990 年启动的全球气候谈判前，英、法、德等欧盟发达国家就实现了碳达峰，而在 2007 年前后美国、加拿大、法国、意大利等国也已实现了碳达峰，而上述发达国家从碳达峰后至 2050 年，实现碳中和所用时间最短则四十多年。但我国“3060”目标达成的平均时间跨度仅为三十年之间，明显短于欧美等国。因此我国要为达到碳中和指标，所需做出的努力和速率要大大超过欧美。

其四，从主要产业和区域经济来看，中国的能源结构将以燃煤为主，能源系统要想在短短三十年间，迅速淘汰占世界四分之三的化石燃料并达到零碳排放目标，这绝非单纯的节能减排就可以做到的，而需要一次真正的能源革命。

当前，以新兴的洁净能源取代传统再生能源已是一定发展趋势，以洁净低碳生活为特点的新一轮电力改革正在蓬勃发展崛起。实现双碳目标需要能源系统率先碳达峰、碳中和。据中国国家发展改革委员会能源研究院有关专家的测算，未来我国能源消费总量仍将会保持一定程度的持续增长，到 2050 年会达到 65 亿吨标准煤左右。从能量的构成分析来看，到 2050 年非化石能源将在生物燃料消费总额中占比达到了一次能源的接近 80%，煤炭、石油、天然气占比分别下降到约 9%、2%、9%。同时对一些化石燃料发电供热，以及一些大型锅炉采用碳捕集与封存技术(CCS)，利用生物质能发电耦合 CCS 技术(BECCS)，可以实现能源活动 CO₂ 排放到 2050 年净零，电力系统排放实现负排放。在电力系统实现负排放的情况下，终端消费部门高度电气化是实现碳中和目标下减排途径的一个重要措施。由于能源 CO₂ 排放系数迅速下降，直至 2050 年实现负排放，因此终端消费部门的能耗目标即是减排。终端消费部分能耗主要表现在工业生产部门、交通运输部门，还有建筑部门。实现能源系统的转型，需要即刻限制化石能源的使用，大力推进可再生能源等非化石能源的利用。

2.1.2 碳审计和碳审计框架

碳审计，又叫做碳足迹核算。碳审计也是环境审计的重要组成部分，是由独立的审计第三方机构根据有关立法和行业规定，通过追踪和分析碳元素并实施相

应的碳审计步骤,对有关政府部门和公司在承担碳污染职责等方面所作出的检查和确认,对碳污染管理活动过程及结果实施独立监测和评估而提供碳审计服务的一项活动。

碳审计与环保审计、节能减排审计有些很大的不同。环保审计,是对整个环保制度的检查和验证。而节能减排审计,顾名思义,主要是针对资源节约、减排等二个方面审核,评估企业如何贯彻有关政策法规,目标如何达成,其减排的范畴不但涉及碳,还涉及各种环境因素。相对而言,碳审计则重点跟踪碳元素,凡是与碳元素直接相关的其他物质,在相当程度上都属碳审计的范畴内。它针对性更强,专业要求也更高,更加强调节约减排政策与法规贯彻执行状况的效率效果评估以及社会责任的完成与履行状况评估,能够更好的帮助社会企业产生效益,从而推动世界经济社会可持续发展。

碳审计框架主要是针对碳审计的概念构成和执行时的具体安排和规定作出说明,可以进行碳审计的人如何进行碳审计及其进行碳审计时需要注意的事情。并在传统的风险导向型审计的基础上,结合更高方面的环境及政策要求,从碳审计的目标、主体、内容、标准、流程和报告等方面解释其主要内容是什么、都包括有哪些,最终形成一个碳审计框架理论。

目前,我国还没有完整的碳审计框架理论体系,也没有具体规定某个行业的碳审计行为规范,因此本文将石化行业为理论基础,结合碳达峰和碳中和背景下的新目标、新要求,针对石化行业碳审计框架进行设计研究。

2.1.3 碳排放和碳核查

碳排放,也被叫作温室气体排放,是指发生了大量含有二氧化碳(CO₂)等化学物质的这类温室气体的一种排放活动。一国平均的碳排放量水平主要受下列社会经济驱动因子的影响:

(1) 经济发展阶段。产业结构的变动对能源消耗和碳排放量都有很大影响,发达国家处在后工业化初级阶段,城镇化基本已经实现,碳排放量主要由消费社会所驱动,而像中国这样的发展中国家还处于经济发展的累积阶段,主要是生产和营运,以及对碳排放资本基础设施的投资。

(2) 能源资源结构。环境污染主要来自于化石能源、燃煤、原油和燃气的使

用，绿色植物为中性碳，而核能、风电、能源乃至核电则是零碳的。一个国家的丰富和低碳的资源对减少碳排放至关重要，能源和资源结构会对碳排放产生重大影响。增加零碳燃料的总量，促进燃料结构的改革，也有利于减少碳排放量的强度。

(3)技术因素。科技的进展也能够影响碳排放水平，有助于改善能源利用效率、管理效率等科学技术的进展，并利用碳捕捉与贮存技术(CCS)、发展生态能源、核能和 CCS 技术减缓甚至减少二氧化碳排放。

碳核查 (Carbon Verification)，是被核查单位主动出具自身信息供给第三方审计机构和环境评审机构进行核查的一种活动，主要目的是为了确其数据信息的真实有效。

碳排放量检测是由国家强制执行，一般都是由中央下达任务到各地发改委，由各地市发改委公布招标具有资格的核准机关，核准机关对重点污染单位的全年排放量经过了核准，并对情况和结果实行了监督，过程可分为为了筹备建设阶段、执行建设阶段和报送建设发展阶段；内容包括碳测试目的，具体流程、测试方法、测试结果以及碳排放标准及发展范围等。是集中控制温室气体污染的工具，并指导中小企业进行低碳转型,也是碳交易市场发展的重要基础。

2.2理论基础

2.2.1可持续发展理论

在人类发展的过程中，无限制地获取自然资源破坏了生态平衡。可持续发展理论可以改变人类的道德和价值观，重新认识到保护自然环境的必要性，促进社会经济发展和与自然和谐相处。理论可以运用于发展低碳经济，而可继续经济发展也能够为碳审计提供了一种可行的理论保障。第一，社会经济运行的可持续性发展是碳审计的起点与归宿。第二，可继续经济发展模式的碳审计也能够提高可持续经济社会发展的有效性。对公司碳排放行动管控是公司获得可持续发展的途径，这就需要独立第三方在制造过程和运营流程中对公司的碳排放量加以确认。所以，积极的碳审计可以为经济带来可持续发展的战略。

2.2.2 企业社会责任理论

1924年，一个叫谢尔顿的美籍研究者给出了对企业社会责任的新定义。企业不能只把自己的经济效益放在主体地位，企业如何让自身的经济利润与社会利益相互适应，企业的经营生产活动必须遵守可持续发展理念。公司社会责任学说指出，公司的使命并不仅仅是最大化收益，同时公司也必须有维护经济与改善社会效益的任务。一切的商业体系，包括法律体系，都必须在商业利益目标与社会利益目标之间达到平衡。公司的利润目标主要是体现在公司内部对公司所有者的职责，而将社会目标集中到对企业内其他股东的利益相关者上则是公众的职责。社会责任则强调维护企业对社会公众的权益，是企业参与碳减排活动的重要原因。企业来自社会，将在社会中恢复，社会是企业的生存环境，没有好的环境，企业很难生存。所以，企业和社会都有一种的共同繁荣的关系，在它们之间的关系中企业和社会形成了一种新的形势，即重点表达我的企业必须进行的社会环境保护任务是通过减少碳排放了来运行常规的社会环境保护的责任，增强社会保护的能力，而不是做任何事来摆脱这个责任。

3 碳达峰和碳中和背景下石化行业碳审计的现状

3.1 石化行业的能耗、排放和核算边界状况

3.1.1 能耗状况

如表 3.1 来自国家统计局的数据显示, 2010-2020 年, 全行业能源消费量均保持上升趋势, 年均能源消费增长率由“十二五”期间的 6.73% 左右, 下降为“十三五”期间的 4.22% 左右。其中, 2019 年石油和化学工业能耗 6.31 亿吨标煤, 同比增长 9.68%; 2020 年又增长至 6.85 亿吨标煤, 同比增长 8.56%。

表 3.1 2015 年-2019 年中国石油和化学工业能源消耗情况

单位: 万吨标煤

年度	2015	2016	2017	2018	2019
石油和天然气开采业	3492	3275	3295	3777	3784
石油加工业	13885	14534	15323	15542	17028
化学工业	38098	37797	37899	39265	42254
合计	55475	55606	56517	58584	63066

表 3.2 2019 年中国石油和化学工业几个主要能耗子行业的能源消耗量

单位: 万吨标煤

子行业名称	2019	占行业能源消耗比例
石油天然气开采	3606.5	5.72%
原油加工及石油制品	16875.2	26.76%
无机碱制造	1914.4	3.04%
无机盐制造	2594.9	4.11%
有机化学原料制造	12428.7	19.71%
氮肥制造	7142.1	11.32%
塑料及合成树脂	6259.2	9.92%
合成纤维	1854.1	2.94%
合计	52675.1	83.52%

资料来源: 国家统计局

从表 3.2 来看。石油和化工学工业主要的耗能子行业中，原油加工及石油制品和有机化学原料制造在子行业中耗能占比较多，而这八个子行业耗能一共大约占全行业能源消耗总额的 83.52%，这就揭示了石化行业执行节能减排政策的重要目标子行业。

3.1.2 碳排放状况

2020 年整个石化业碳排放量约为 13.78 亿吨 CO₂，其中主要碳排放产品为石油天然气利用中的油气开采、原油加工及石油制品中的原油加工、无机碱制造中的苛性钠和纯碱、无机盐制造、有机化学原料制造中的煤制烯烃、烯烃（石油基）和对二甲苯、氮肥制造中的合成氨以及电石行业中的电石这八大类。其中原油加工和合成氨这两个产品排放的温室气体占比最高，分别为 14.76%和 13.47%。如表 3.3 这些产品 2020 年的碳排放量约 9.42 亿吨 CO₂，占全行业碳排放总量的 68.36%。

表 3.3 2020 年石油和化工学工业主要碳排放产品表

序号	重点产品名称	碳排放量（万吨 CO ₂ ）
1	油气开采	6414
2	原油加工	20338
3	煤制烯烃	10838
4	烯烃（石油基）、对二甲苯	14318
5	合成氨	18563
6	磷酸一铵、磷酸二铵	3660
7	烧碱、纯碱	10481
8	电石	9594
	合计	94206

以 2.6 万吨 CO₂ 统计，即重点企业的排放最低线，2020 年石油和化工行业约有 2300 家企业进入统计范围，其碳排放量之和为 8.96 亿吨 CO₂，占全行业二氧化碳排放总量的 65%。

通过对碳排放的消费结构研究，发现化工只占下游碳消费碳排放中的一成不

到，而原油和天然气在下游消费结构中的分别占据了五成和一成。从国家层面考虑，因为我国“富煤少油缺气”的资源现状再加上煤炭的高额排放量，导致了石化业总排放量有限。但是，其碳排放量绝对值仍然很高。到 2020 年，石化业产生碳排放量接近 14 亿吨，约占国家能源碳排放比例为 12% 左右。

3.1.3 碳核算边界

总的来说，化工行业排放存在着量存在有限而巨大的特点。但鉴于石化业产品的多样化，对碳排放过程的分类对于有助于判断未来的风险与机遇十分关键。所以，首先应确定了碳排放量的来源以及核算边界。中国的石化碳排放量清单是通过统计而不是在线监控的，这和美国 IPCC 的国际标准一致。

按照《中国石油化工温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》，石化公司应以最下一层的独立法人公司或视同企业法人的独立核算单元为界限，会计核算和报表在经营上受其支配的各种制造设备形成的温室气体排放量进行核算。

3.2 石化行业的碳审计发展状况

2021 年底工信部印发《“十四五”工业绿色发展规划》提出，制定工业生产应用和石化化工等要点产业碳达峰实施计划，协调规划碳达峰路径图和工作日程表。其强调要进一步贯彻《2030 年碳达峰行为方法》并制订了工业生产应用和钢材、石化化工、彩色金属、建筑材料等重要产业的碳达峰方法。根据生产流程的不同特征，确定了石化各产业的关键点碳排放制造工艺或子产业，并实施了能源生产“双控”控制目标和碳排放强度管理规定，并提供减碳措施和碳达峰的实现途径。目前，石油及化学产业碳达峰的实现规定已经编制完毕，有关正式文件尚待公布，相关标准体系、统计、核算工作正在稳步推进。

“十四五”以来，各地区和各重点企业监管机关，正按照“碳达峰、碳中和”战略要求和有关规定，积极督促引导地方石油化学工业向重要领域实践，企业进一步加强对重大产业和重点企业节约降碳的转型提升，密切注意国家还在研发制定的石化化工产业碳排放量数据成本核算方法。与此同时，国家碳排放量统计分析、成本核算及降碳基础能力的提高等管理工作也在抓紧开展。目前，我国石油与化学产业总会委员会还在成立中国石化业碳排放量数据成本核算管理工作组，

在我国碳排放量数据成本核算管理工作组指示下,积极组织统筹中国石油与化工产业的碳排放量数据成本核算及有关管理工作,尽快形成全国统一规范的中国石油化工产业碳排放量数据会计核算与管理体系,研究建立数据会计的成本核算办法与规范,研究碳排放量监测方式的标准系统,研究提供科学客观且富有代表性的单位热值含碳量等主要污染因子统计资料等。

生态环境部门的统计表明,2011年至今,中国已在八个省份进行了碳排放权交易试验,共涵盖了二十余个产业、接近三千家重污染企业,累计覆盖了4.4亿多吨碳排放量,累积交易总额约104.7亿。其中,电力行业首次被国家列入管理,石化、化工、建筑、钢材等重要产业也将相继加入。在中国碳排放权交易试点流程中,中国石油化工产业始终是投入主力。中石化、中石油成为中国国内的碳交易市场第一大成交公司。

随着中国石油化工行业碳减排实现途径越来越清晰,有关公司也已行动起来。至2021年12月31日前,江西首个综合加能电站将开始投资运作,日均供氢力量将达到五百公斤,集换料、加氢、充能、光伏、汽服、便利店等多种能源供应及服务功能于一身。这背后是由于中石化正不断推进形成以能源资源为基石,以清洁油品、现代石油化工为二翼,以新动能、材料、新经济发展为关键发展极的“一基两翼三新”产业布局。截止去年底,该企业在国内已累计建设了加氢电站七十四座、充换电站逾一千座、分布式光伏企业发电站点逾一千多座。

3.3石化行业当前开展碳审计存在的不足

碳审计作为是石化企业节能减排治理的重要活动,可以帮助企业监测碳排放,更好地履行社会责任,有效地促进经济可持续发展和碳中和目标的实现,但在石油化工行业碳审计中存在以下不足:

从思想上来说,碳审计工作开展的紧迫感、危机感不够。翻阅发达国家碳达峰和碳中和的经验,碳审计覆盖石化行业是大势所趋。但石化企业在制订碳审计实施计划和具体实施方案时往往依赖国家政策的强制性,缺乏企业可持续发展管理和碳排放量控制的积极性和主动性。对企业碳审计战略的制订通常局限于短期目标的实现,缺乏长远计划制定的前瞻性和战略性,对中长期坚持投入的技术存在畏难情绪。

从实际审计操作来说,目前我国国家缺少行业碳审计的理论框架以及相应的准则。并且作为针对温室气体的审计行为,除了审计部门意外,有涉及到环保、能源、交通等其他相关部门,不同领域根据其专业特性有其不同的专业标准,因此碳审计究竟应该有谁负责,主管部门一直尚未明确。此外,对碳审计人员专业要求程度也高,涉及的交叉学科较多、知识范围广,对人员素质要求标准高。这也是碳审计工作中所面临的前所未有的挑战。

一方面是很多企业碳相关资料涉及一些商业机密,目前尚未完全公开资料相对保密。另一方面是被审计单位相关人员不重视,数据存在不完整和数据链缺失的现象,容易导致审计证据的可信性较差。这也就导致了碳审计收据的收集变的异常困难。

3.4石化行业开展碳审计的必要性

近年来,我国的化工制品生产每天都在增加,但生产能力过剩问题严重。大量先进和落后的化学制造工艺仍然存在于化工企业之中,而那些生产能耗大、化工废水排放量高、设备落后的大型企业,则严重抑制着我国化工企业低碳建设的步伐。大规模能源资源的耗费和化学废水的排放量,使化工企业对自然环境带来了很大损害。而当前,在我国化工企业的经济增长方式依然是按照传统的发展方式,即在化工原料的大规模消费,化工产品的大量制造,利益的最大化的同时,产生大量的生活垃圾和污染,如氮、有机废水、烟尘等,是形成黑雾天气的最主要因素,对资源与自然环境都构成了严重破坏。更合理地利用能量,降低碳排放量,减轻环保负担,需要通过产业链中的能源循环使用和加强碳排放量评估。

为了实现碳达峰和碳中和,对石化企业这种二氧化碳排放量大的企业进行碳审计是必然的,这是为了建立新的审计监督,督促企业履行社会责任,在生产经营的同时务必做到节能减排,顺应时代发展的需要,实现绿色、高质量、可持续发展,所以,很有必要对其开展碳审计。

4碳达峰和碳中和背景下石化行业碳审计框架设计

4.1碳审计目标和原则

4.1.1碳审计目标

碳达峰和碳中和背景下，碳审计主要是由政府牵头为社会的绿色、可持续发展服务，通过对企业碳排放行为的监督与约束，促进企业认真履行政府分配的碳排放责任，发现碳减排空间，纠正企业违背环境责任要求的行为。是审计人员实施审计工作期望解决的问题和达到的效果。通过碳审计在企业社会责任与政府监管责任之间形成联动和企业社会责任的完成带动国家环境责任的落实。

在宏观层次上，碳审计一方面是对我国宏观经济政策执行状况的检查，另一方面也是对国家宏观经济政策执行状况的评估，在监督审计过程中主要体现为积极推动国家节能减排政策与低碳科技的合理运用，并为政府部门开展碳排放交易市场的建立提出政策支持和意见，以确保国家低碳经营的顺利开展，从而缓解我国气候转变，并最终推动人们经济社会的可持续发展。

从微观层面来讲，碳审计目标也是对经济组织的碳排放总量进行评估，再与其自行报告的排放量进行对比，检查监督是否符合国家所规定的排放标准，督促企业进行合理有效的生产行为。

4.1.2碳审计原则

碳审计单位在开展审计工作时，必须坚持下列准则：

独立性。审计组织应当独立于被审计单位，防止可能发生的直接或间接利益冲突，在整个审计流程中保证职业客观性。

公正性。审计结果应当在审计过程中所取得的客观依据为基础，避免任何感性偏差的出现，并且不受其它利害关系方的影响，做到科学合理。

保密性。审计机关还应当在审计合同中规定保密条件，对在审计过程中所掌握的有关信息承担保密责任。

另外，碳审计机关应当配合有关规定要求，建立碳审核项目管理系统，包括组织质量管理体系。对于重点的排污单位，不应放过任何与审计结果相反的客观

数据，碳审计在面对这些单位时，应该研究的评估信息来源的准确性，客观评价信息的真实性，做到透明一致相统一。碳审计机构在审核过程中，应保证历史排放量报表与年度排放量报表的审核方式是相同的；必须保证当各个二氧化碳重点排放公司之间出现同样情况时，审计方法的一致性。

4.2碳审计主体

碳审计主体应当具有独立履行审计报告所提出的民事责任的能力。进行碳审计工作的主体必须具有履行民事责任的能力，也就是说它既可以承担司法诉讼并可以承担委托人的赔偿责任，这对碳审计主体来说是一个法定限制，但同时也是对碳审计委托人的一个保障。

碳审计主体应当有能力按照要求选择项目的具体内容，组织的碳审计人员应对环境、经营、物流等领域的专业知识也要有所掌握，在必要时委托相应的专家，以确保有能力及时发现企业内部碳排放信息报告的偏差或遗漏，以满足审核项目的要求，保证碳审计报告质量。

碳审计主体要求独立性，在某种程度上，独立性是审计报告的生命，其作用就是对客观准确、公允审计建议的保障。只有独立于市场和被审查的公司，第三方审计组织才能够确保其职业怀疑和对职业评价的敏感性，以确保碳审计质量。

4.3碳审计内容和对象

4.3.1碳审计内容

碳审计内容具备两大主要方面，即对降碳政策制定的合理性与责任的监督、温室气体排放的审核与监管。减排活动评估与鉴证是指采用合理的审核程序和办法，对企业碳管理决策的评估，采用合理的审计程序和措施，通过国家政策规定和实际审计信息，出具书面审计报告。

第一，降碳政策的制定与减排实施情况。降碳政策制订情况的审计重点，一是审核项目运行控制的流程是否合理，建立的制度是否符合国家有关法规，有没有与碳经济要求有背离的情况。政策实施过程中的审计，首先是对在政策实施中出现错误的目标，作出审计结论；二是考虑制定合理的经济政策措施和法律，并提出合理的经济保护措施，考虑具体的政策条款的合理性；三是减排责任监督，

主要是检查和指导被审计企业将碳排放及有关经营活动是否在法规的规范范畴内, 在正常的经营轨道上开展; 四是对政策制定的有效性进行评估。审计应就发现问题反馈相关部门, 有利碳排放政策制定的修改和管理, 提高政策制定的有效性。

第二, 审核与监管温室气体的排放。首先审核公司温室气体排放项目的合规性, 根据公司在经营过程中一切直接或间接产生的温室气体排放量或碳排放报表上的记载内容, 针对公司为向政府部门获取排污配额或是加入低碳项目或产业所进行的碳排放活动, 审核温室气体排放量数据的准确性、与碳排放绩效挂钩的考核规定的合理性, 并出具书面审计报告。其次在审核过程中应严格检查项目或产业是否处于碳排放范围, 以防止“搭便车”的行为; 最后审核温室气体排放量的有效性, 能否取得预想的降低碳减排的成效, 出现任何问题, 及时反映相关主管部门调整措施。

4.3.2 碳审计对象

碳审计工作是公司运营流程中的一个主题, 其对象是从战略规划到生产和管理工作, 包括公司运营流程中涉及的各种碳排放信息。公司在进行碳审计前应提供一些信息供应第三方审计组织对公司的碳排放情况进行审计。

从长期战略规划的视角, 公司内部应当披露其长期发展策略中是否有涉及环境保护的具体内容、有没有具体的节能降排年度目标, 以及公司内部有没有对气候变化所带来的潜在的商业风险和机会做出分析。从企业披露的温室气体核算信息出发, 企业还应当详细报告其温室气体排放总量和单项来源、各个生产经营环节温室气体排放量、单种能源消耗总额、对二氧化碳回收利用定量化计算, 及其对应用固碳技术的投入产出比。另外, 对于企业本身对温室气体排放量实施监督管理的实际状况也要详细披露, 具体内容包括了企业有没有排污许可、温室气体排放数量有无达到排放许可的限额、有没有明显地降低温室气体排放量的具体措施, 以及企业有没有连续计算温室气体排放量。

4.4 碳审计标准

审计标准是审计主体开展审计活动过程中所依据的有关政策或指标。碳审计标准主要包括两个方面, 一个是审计准则, 另一方面是碳排放量核算准则。审计

准则是对审核机关的审计工作内容和过程加以控制的工具，而碳排放量核算规范则是核算碳排放量的基础。

从碳排放核算准则出发，目前通行的国际标准中，ISO14000 环境管理系列标准从组织和产品两个方面对一个组织的环境行为进行评价。从与国外衔接的视角出发，中国境内的碳审计在测算碳污染物排放量的流程中，为更好的对管理组织的运行机制是否对环境友善，需要严格参照 ISO14000 系列标准。其中 ISO14064-3 标准属于 ISO14000 系列标准之一，ISO 14064 标准的组成如图 4.1。

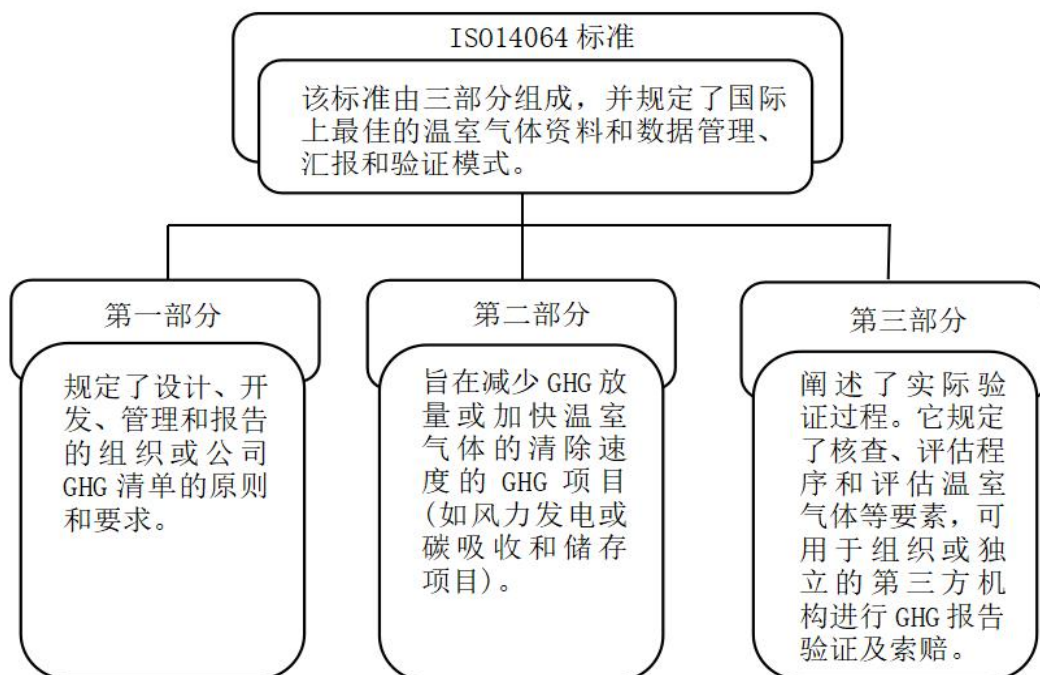


图 4.1 ISO 14064 标准的构成

从审计准则角度来看，中国的碳审计准则采用了《中国注册会计师其他鉴证业务准则第 3101 号—历史财务信息审计或审阅以外的鉴证业务》标准。国内的这项审计标准比较类似于 ISAE3000，因此碳审计师们可以参照该标准。

除国际标准化组织颁布的 ISO14064 之外，从国内碳排放量核算规范出发，从 2005 年开始，我国已先后颁布了许多环保法令和政策措施来缓解石化业碳审计规范缺失的问题。在综合考量了国内外审计准则和碳排放量会计核算规范后，研究我国碳审计标准时除了按照上述办法与准则，数据会计核算方式也主要按照《中国石油化工企业温室气体排放核算方法与指南（试行）》的规定执行。该方案参考 ISO14064-1:2006 系列规范，确定了石油化工业的使用范围、审计核算边

界、审计核算方式等，是企业会计人员针对石油化工产业企业实施会计活动时的技术指导，从而有助于石油化工行业的公司正确核算并规范报告温室气体排放状况，加强了企业社会责任的落实，同时也为确立和推行全国重点企业的温室气体排放量报表管理制度提供了基础。

4.5碳审计流程

根据碳达峰和碳中和背景下减碳政策规定，以及根据地方情况落实减排责任和要求，设计的碳审计操作过程大致包括了 3 个重要阶段，如图 4.2 所示。区别于传统审计处理程序的是，碳审计必须对碳足迹加以计量，因此具体程序设计增加了一些不同环节。

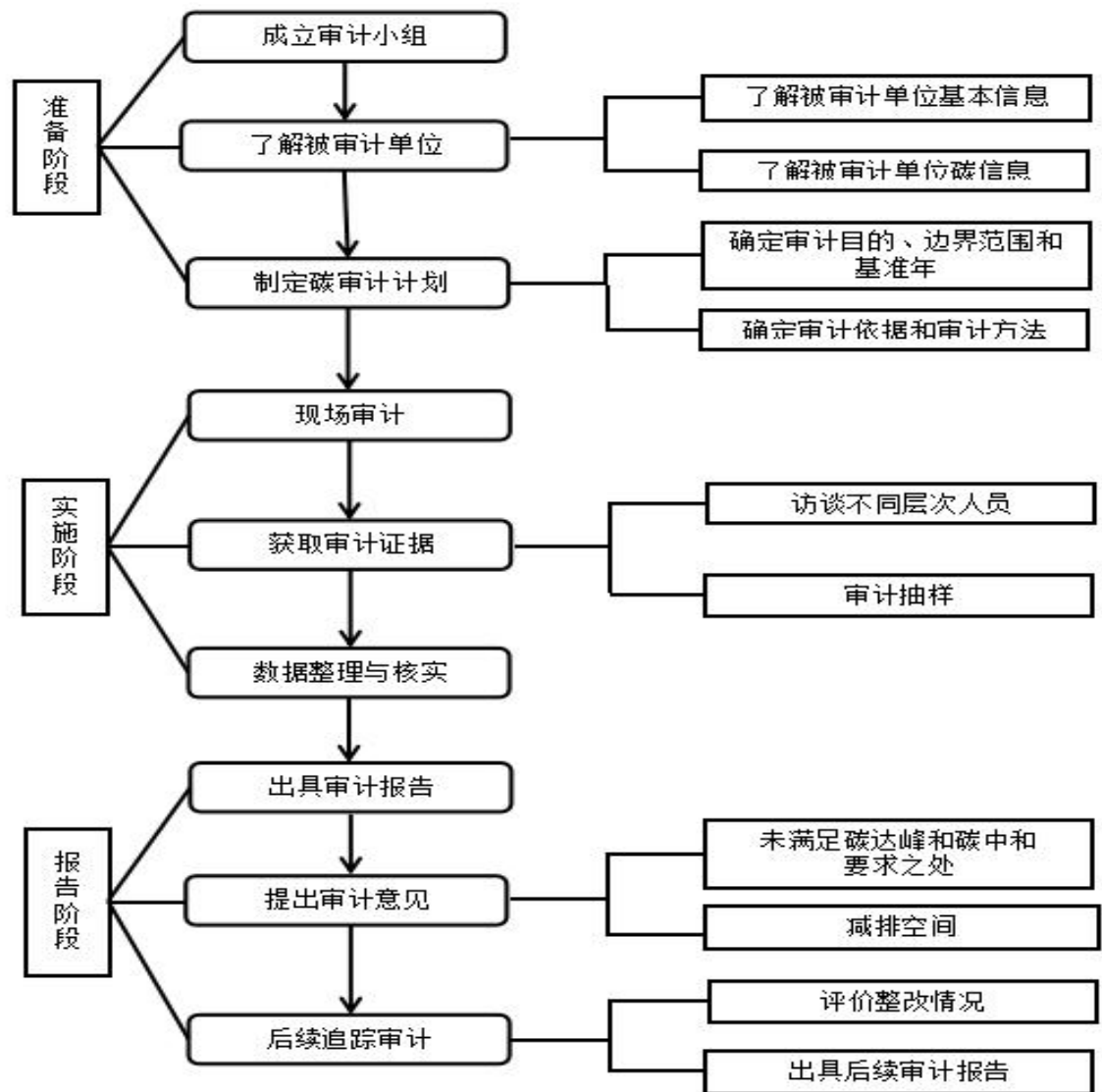


图 4.2 具体程序流程

4.5.1 准备阶段

第一，成立审计小组。碳审计区别于常规的审计，对审计师的专业胜任力有了更高的需要，审计师不但要具备职位判断和敏感的洞悉力，更需要具备碳核算的相关理论知识和能力。进行碳审计的人员应当至少具有具有良好的政治素养和正确的职业价值观；系统掌握审计知识和技能；精通审计方法和手段。并且具备发现问题、分析问题和解决问题的能力以及沟通与协调能力；能够遵守保密原则，不泄露被审计单位的信息。

第二，了解被审计单位。了解被审计单元具体情况主要涉及了解被审计单元的基础状态和碳信息两方面。审计人员将以纳入公司的社会责任报表或碳排放量报表等承载了公司碳排放量信息的资料为基准，并要求公司提供相应的证据材质，主要是：企业经营许可、工艺图、能量平衡图、能耗报表。由审核人员最终判定公司二氧化碳排放量报表的合法性，并明确了现场访问的要点。而碳信息则应涵盖了企业的二氧化碳排放量和燃油消耗情形等实际状况、企业如何合理落实国家的减碳优惠政策、企业自身如何编制绿色可循环经营的发展计划、企业如何构建降碳激励机制措施和企业如何对现行的低碳制度加以完善、公司的减排科技发展现状、减排产品研制现状、企业是否有降低碳激励举措、企业如何有对降低碳的绩效考核、以及公司的碳信息如何自愿公开等。

审计人员应该涉足生产现场，实地察看被审计单位的重点能耗装置和减排设施等工作状况。察看工业的生产现场，对于了解企业第一手统计资料和确定企业所提交的碳排放量凭证、记录中统计资料的正确性、真实性,是十分关键的。因此审计师们应该分工负责，对企业内的各种重点能源装置、净化设施、重点制造工艺等开展现场观测，并着重注意检查各类能源消耗测量仪器的设置、装配的情况和工作状态是否合理可行，以便理解和把握企业所统计的碳排放量统计资料的真实性。企业可能由于所处产业的特点以及环境保护法律的要求，必须配置洁净煤技术设备、化学吸附法减排超临界二氧化碳的装置、二氧化碳固定等环境保护装置，审计师要注重看公司有没有按照规定配置所需要的装置以及上述设施有没有都正常运转，可以正常实现空气净化、节能减排、降耗的功效。

第三，制定审计计划。首先，必须按照碳达峰、碳中和要求制定审计目的，并按照审计目的设定边界范围的基准年。组织边界规定企业必须包含公司的哪些

方面，它主要从公司的视角考察，必须包括合资、控股公司等，并必须考虑股份比例。而经营界限则是指基于企业所有经营活动而设定的运作界限，分为从大气中释放温室气体的物理单位或过程，与从大气中削减温室气体的物理单位或过程。另外，还应该规定每一次二氧化碳的排放量及其清除的基准年，这样以后的温室气体释放的总量是不是有下降，就可进行比较。当进行选取基准年份时，就必须保证在该年份中有最可信的碳排放量数据，并且很有可能就是选取了最早产生有效数值的年度。如果企业的生产边界范围或者相关数量的计算方法都出现了相当大的变动的时候，就需要有一种备选的基础年排放量方法才能够进行测算基础年的排放量，而基础年的排放量方法就是按照基础年的数量变化来计算出来的排放量。一般来说，审计人员通常习惯将政府首次对二氧化碳排放量作出披露的那年，当做基准年份。

制定审计的依据，会计依据是审计人员确定会计结果的重要准绳，它也可以确定审计人员实施审计工作的目标。在选用审核依据的时候要考虑所审计的建设项目具有哪些而特征，必须采用哪些依据，包括各种法规、环境标准和法规等。审计方法包括稽查、分析和报告三个方面的方法，其中稽查方法包括：顺差、逆差、详差、抽查、重记等。分析重点是对信息进行分类处理，碳审计中关键是对碳排放量的评价方法。通常有两个方式：通过直接测量和使用适当的计算方法和排放系数。直接检查因为受到实际技术约束，不太适用。目前碳审计大多是采用第二种方式，审计人员可以根据《中国石油化工企业温室气体排放核算方法与指南（试行）》对石化行业的碳信息进行量化，其中涵盖了具体的方法和步骤，根据其能源部分所提供的基准方法，石化企业温室气体（GHG）排放总量的计算公式如下，式中单位均为吨 CO₂：

$$E_{GHG} = E_{CO_2 \text{ 燃烧}} + E_{CO_2 \text{ 直接排放}} + E_{CO_2 \text{ 工业生产过程}} - E_{CO_2 \text{ 回收利用}} + E_{CO_2 \text{ 净购入电力和热力}}$$

4.5.2 实施阶段

第一，现场审计。碳审计员在前往现场审计之前，必须经过预先调研以掌握被审计单元的基础状况和排放源状况，并按照审计计划要求制定具体的现场审计计划，计划应该包括现场审计对象、现场审计重点内容、前往日期和行程安排等内容，并与被审计企业进行沟通确认，达成最终计划。查看公司的碳排放体系的

管理现状,评价碳排放系统的管理是不是有效,制定是不是科学合理,是否得到很好的落实。再现场检查被审计企业的关键能耗装置和减排设施运转状况,在企业现场,确定其提交的碳排放量资料、记录和统计的正确性、真实性。

第二,收集审计依据。审计人员必须要严密围绕审计要求,对所有被审计单位的碳排放数据进行全面的研究和取证,同时确保有关数据的真实准确性。比较于传统审计方式以公司的财务报告的数据为其数据的主要源泉,审计人员同时也需要认真审计所有与碳排放事项有关的文档或记载,并相互审计一致,从而完成公司能源消耗情况综合统计表。同时审计师通过查阅所有有关的文档记载,来掌握公司生产运行中的重点碳排放问题,从而对公司所耗费的化石燃料总量做出最终的总结与审核。审计师还应当查阅能源消耗原始记录、公司能耗统计台账、公司各项能耗统计报告,注意与原始记录、台账和报告间的勾稽关系,一旦发现错误,要找出问题,并进行适当的处理。按照文件查询的结果,对公司的燃料亏耗进行初步统计。

获取审计证据可通过访谈不同层次人员和审计抽样两方面着手。首先,审计人员选取的访谈对象应该是多方面的多角度,涵盖不同层次,不同技术层面的工作人员,以更全面的了解企业情况,获得更充分的审计证据。在访谈前应当针对不同层次人员设计不同的访谈重点,问题应该切合访谈对象职业。其次,在审计抽样时,碳审计师还需要对选取样本加以检查,明确样本是否具备代表性以及是否涵盖各个流程等等。

第三,统计汇总和核算。审计的分析和整理,需要审计员对企业碳信息中的相关信息都是进行校对和验证的。因此和传统的审计工作比较,企业碳审计的重点数据更多地集中于对能源消耗、温室气体排放量,以及其他领域的企业碳排放量信息的识别与统计分析,以及碳峰值和碳中和策略在实施节能和减排政策方面。

4.5.3 报告阶段

第一,提交审计报告。传统的行政审计内容大多包含了审计基础、被审计单位的基本状况、被审计单位的民事责任、进行审计的基础情况、审计评估意见、已审计出的被审计单位触犯法律的具体事实和定性问题、处分决定、改进意见。

对于碳审计报告应当延续传统报告，但同时也有所不同。碳审计中，被审计单位的基本状况要侧重于公司内部与碳排放有关的经营信息，并关注于公司碳足迹、公司碳排放内部管理情况以及公司为节能减排所作出的贡献等信息；一方面要确定公司的社会环保责任，另一方面要确定所有有关低碳排量检测的数据、低碳资金使用及取得的情况等信息都是客观真实合理的，以确保在数据本身中并不存作弊和重大错误的风险；另一方面，应当明确企业在区域减碳工作中的贡献，包括但不限于以下几点：低碳技术的研发与运用、低碳产品的生产与推广、清洁能源的使用、高碳产业链和生产设施的改进与更新、低碳资金的合理使用以及低碳政策的落实等。

第二，提出审计意见。首先，针对被审计单位可能存在为满足政府碳达峰、碳中和要求之处，审计人员应当在审计报告中重点显示，并对被审计单位提出。影响企业未满足政府责任要求的风险项可能包括以下几点：可能违背有关法规政策；碳排放超标或存在超标风险的产品或事项；减排资金的使用是否合理；低碳管理系统存在缺陷。

其次，审计人员开展碳审计的主要目的之一便是为发掘被审计单位降低温室气体排放量的可能机遇和被审计单位面临的低碳排放量危险情况，并将所找到的机遇和可能性向公司提供相应的意见。因此审计人员在审计过程中往往需要找到被审计单位面临的减排空间。

其三，事后监控审计。就现在实施的碳审计项目来说，事后审计没有在一些碳审核项目中得以运用，不过事后审计对碳审计项目后续实施有效性起了保证作用。所以，在本文中提出的后续审计报告对于石化行业开展碳审计，十分关键。而后续审计报告既可以对被审计的企业进行监督，还可以提升工作效率。

首先，评价整改情况。审计师通过跟踪检查和评估了在审核过程中所发现的问题和根据审计单位出具的审计意见，对目标企业进行改进的实现状况和改善成效，进行综合评估碳审计后续工作的整体质量。在认真考察审计意见的可执行性、实施的时机和成本、不实施的影响程度等各种因素之后，审计人员如果觉得被审计单位已对出现的问题作出了合理修正，可把后期审计报告工作视为下步审计活动的重要组成部分。

其次，提交其他报告。后续审计报告的主要目的有二，一是向企业传达审计

人员重新评估的审计结果，二是为了向政府反映企业后续改进的取得了哪些成效。事后评估中，必须包含对事后评估的审计结论、财务风险重估结论、被评估单元的问题整改情况。

4.6碳审计报告

碳审计的审计报告是指碳审计人员按照有关的法律和规定，在对被审计单位执行审计活动的基础上，依据行审计底稿和审计结论，对企业碳审计责任的落实状况和碳审计排放是否达标发表意见的书面报告。碳审计师必须基于审计证据合理推断后，撰写初步的碳审计报告。

碳审核人员应当根据被审核单位的碳排放及其实际的情况，发表审核意见。报告中应当保持内容全面、数据精准、事实清晰，及其对审核人建议的独立性和专业性。相较于传统的财会审计，对碳审计报告里不仅要反映该单位所提交的有关企业碳信息方面的相关材料，或财务数据中是否公允、合理的体现了公司在有效监控低碳排放量时的相关状况，也要包括企业低碳政策的有效贯彻和实施情况、低碳工艺的推广效果等。

5 碳达峰和碳中和背景下石化行业碳审计框架应用

5.1 案例企业背景

5.1.1 中石化简介

中国石油化工集团有限公司（以下简称中石化），是全球主要的成型油和中石化产品生产厂商、世界第二大石油制造商，也是全球第一大炼油企业、世界第三大石油化工企业，加油站数量排名全球第二。其公司的主营业务范围包括：原油及煤炭的勘查开采、管道运输；原油精炼、原油化工、煤化工、化纤及其它化工行业产品的制造与营销、仓储；经营原油、燃气、石化制品、原油化学及其它化学工业产品销售，包括其它商品、科技的商品进出口业务、营销代理商商品进出口服务；有关科技、信息方面的研究、技术开发、应用等服务。

在国家明确提出的碳达峰与碳中和的大目标背景下，中石化一直致力于建设世界领先清洁能源化工企业，积极协调企业转型提升与降碳进程、内部结构优化和碳排放管理改革，在开展了环境保护系统调研工作的基础上，又明确提出以净零排放的终极目标。2021年1月，中石化签署了《中国石油和化学工业碳达峰与碳中和宣言》，以期在国家碳达峰目标之前就实现的二氧化碳达峰，并争取在到2050年达到国家碳中和的总体目标，为应对世界气候变化做出了新贡献。

5.1.2 中石化开展碳审计的必要性和可行性

现如今，随着碳交易市场的建立和完善，越来越多能源企业开始规范碳排放量的核算，相应的有质量有说服力的节能减排文件的出台与落实，极大地推进碳达峰的进程。在确定了“3060”的目标以后，我国政府明确提出要规划并对重点污染产业实施碳审计，并将根据审核结论研究并制定切实的节能减排举措，并逐步予以落实。所以，对石化公司进行碳审计势在必行，要以通过碳审计为重点核实碳审计企业排放经营活动的真实感、合法度和效益，评定其社会责任履行情况，针对其排放多的环节提出节能减排并进行改进，助力国家碳达峰和碳中和目标的实现。

根据中国石油化工集团有限公司所披露出来的财务报表、社会责任审计报告、可持续发展报告、，可以对其碳排放数据和信息进行分析，并按照国家发布的对石化行业碳排放核算的相关要求进行计算和其他相关规定，可以结合碳审计与节能监察技术，从而总结出一套适合其实施的碳审计框架理论，操作可行。

5.2 中石化碳排放和碳核查状况分析

5.2.1 GHG 排放数据

2020 年，公司继续开展碳盘查与碳核查工作，范围涵盖企业内部和下属公司的所有生产单位。公司的累计温室气体总排放量约为 170.94 百万吨二氧化碳当量，在减掉因当年收购的巴陵石化温室气体 400 余万吨二氧化碳之后，较前两年温室气体排放量稳步降低。

表 5.1 温室气体排放指标统计表

指标名称	单位	2017	2018	2019	2020
温室气体排放总量	百万吨二氧化碳当量	162.66	171.52	170.69	170.94
直接排放量		123.05	128.57	125.68	128.58
间接排放量		39.61	42.95	45.01	42.42

资料来源：中石化 2017-2020 年可持续发展报告

在余能回收方面，中石化在所属油田企业、炼化集团等企业试点实施了规模化、低能耗的碳捕集、利用与封存（CCUS）示范项目，进行绿色能效和碳排放的评价和实施碳捕集与甲烷使用，并不断健全了大气甲烷污染的检测、认证与预报系统。中石化依据国家规定将甲烷逸散纳入碳排放范围，并提出了大气甲烷的控排对策，依据不同生产板块采取不同办法推动大气甲烷低耗和回收利用。其成效如表 5.2 所示：

表 5.2 余能回收指标统计表

指标名称	单位	2017	2018	2019	2020
二氧化碳捕捉量	千吨	270	1010	1263	1290
甲烷回收量	亿立方米	2.2	2.26	3.97	6.00

资料来源：中石化 2017-2020 年可持续发展报告

甲烷回收量从 2016 年的 2 亿立方米提升到 2020 年的 6 亿立方米，总回收率提高 200%，同比 2019 年增加 51.1%，相当于降低温室气体排放约 900 万吨二氧化碳当量，进步明显。

5.2.2 其他数据

(1) 能源综合利用

表 5.3 中石化主要能源消耗统计表

资源类型（单位）	2017	2018	2019	2020
万元产值综合能耗（吨标准煤）	0.496	0.496	0.494	0.490
原油（百万吨）	1.41	1.33	1.21	1.07
天然气（十亿立方米）	3.35	3.83	4.14	3.78
外购电力（十亿千瓦时）	28.86	30.57	32.26	30.83
原煤（百万吨）	15.08	15.18	14.77	15.00
工业取水用量（百万立方米）	936	657.46	650.36	643.20

资料来源：中石化 2017-2020 年可持续发展报告

在产值综合能耗方面，经通过审核结果显示，2020 年中石化平均每万元产值的综合能耗达到 0.490 吨标准煤，同比下降 0.85%，实现了既定目标。在推动实现“碳中和”目标的背景下，天然气将在能源结构转型中起到更重要的角色。虽然在 2020 年受到新冠疫情的影响，天然气、外购电力略有下降，但天然气作为清洁能源主力军仍据行业主导地位。在工业取水量上，2020 年工业取新水用量 643.20 百万立方米，同比减少 1.1%，实现了以每年不低于 1% 的幅度削减工业取水总量的承诺。

(2) 废气、废水与固体及危险废弃物处置

由下面表 5.4 可知，截止到 2020 年二氧化硫排放 61.9 千吨，同比 2019 年下降 4.2%；氮氧化物排放量同比降低 4.1%；外排废水 COD 量同比降低 2.3%；固体废物合规处置率和危险固废外物处置率均达到 100%。对于固体废物和危险废弃物，中国石油化工集团有限公司及其所属企业严格遵循“减量化、资源化、无害化”的管理准则，同时也开展了固体废物管理专项检查督查工作，对固体废弃

物堆积填地等问题开展了全方位排查，认真组织了土壤与地下水的监测，及时合规处置高渗筛液，成功导入了固体污染物低能耗的清洁水生产技术，并采取强化过程管控举措实现了危险废水减量。建立全国各板块危险废物目录，认真研究危险废物的合理利用措施和合规管理办法，进一步保障和完善危险废物储存服务设施，逐步实现危险废物规范化管理。进一步推进全国危险废物运输监测平台建设，逐步健全省政府委托第三方组织负责高危废物的监督管理制度，并把高危废物妥善解决的绩效列入省能源环保责任书中加以考评，确保各种垃圾均全部妥善综合利用和无害化处理。

表 5.4 废气、废水与固体及危险废弃物处置成效指标

指标名称	单位	2018	2019	2020
外排废气中的二氧化硫量	千吨	67.2	64.6	61.9
外排废气中的氮氧化物量	千吨	99.8	95.9	92.0
外排废水中的 COD 量	千吨	19.4	19.0	18.6
外排废水中的氨氮量	千吨	2.0	1.96	1.92
固体废弃物理量	千吨	2229.0	2115.32	1710.8
危险废弃物理量	千吨	505.3	642.3	731.1
固体废弃物合规处置率	百分比	100	100	100
危险固废外物处置量	百分比	100	100	100

资料来源：中石化 2016-2020 年可持续发展报告

（3）环境保护支出

我国目前针对国家碳排放量实施配额制，大多企业预计将被列为国家碳排放权交易市场的重点排放单位，增加了公司的碳排放合规成本和投入。截至 2020 年 12 月 31 日止，中石化环保支出 114 亿，同比增加 23.4%。根据中石化近五年的年度报告显示，其不断强化环境污染防控，逐渐增加对废水处理的经费投入，具体可见下图 5.1：



图 5.1 2014-2020 年中石化污染物清理费用

5.3 以中石化为例应用碳审计框架

5.3.1 中石化碳审计目标和原则

根据国家发展和改革委员会编制的碳排放核算与报告的相关规定，需要以政府审计的角度，本着独立、公正、保密的原则对中石化开展碳审计监督，目的是一方面为了督促石油化工企业履行其自身所具有的社会责任和义务，践行国家要求的碳达峰和碳中和的相关政策要求。另一方面是审核被审计单位所提供的的环境信息是否真实有效，是否符合国家的规定要求。并按照官方规定，对企业录入和保存的数据进行鉴证，以确定信息来源的真实性和可信度，且是否符合国有上市公司的环境信息披露要求。

5.3.2 中石化碳审计主体

中国石油化工集团有限公司，作为隶属国务院国有资产监督管理委员会（简称国资委）的九十七家央企之一，是我国最大独资成立的国有企业、国家直接批准投资的金融机构和最大国有控股，属于政府审计范畴。如果要对其开展并实施碳审计，可以由国家审计机关主导相关的专业审计人员来实施。

一方面，可以由我国国务院组成部门且垂直管理的国家审计机关——审计署，或者是其下设的区域型主管派驻机构——审计署驻特派员办事处，来领导实施并开展。另一方面，作为地方性国企，也可由所属省、自治区、直辖市、特别行政区的环保主管单位来开展，例如“省生态环境厅”；主管审计工作部门，例

如“省审计厅”来领导。也可以根据属地性质，由所辖的政府审计部门来组织，比如，中国石油化工集团有限公司所在地为北京市朝阳区，其主要审计部门为“中国北京市朝阳区审计局”来组织开展并实施碳审计。

5.3.3 中石化碳审计内容和对象

通过查阅被审计单位的主要信息，包括营业执照、企业基础信息和组织架构图等相关信息，对其履行碳减排责任情况进行考察发现，中石化将环境、社会及公司治理（ESG）纳入了公司可持续治理体系，并涵盖了总部和各级企业。其中，董事会是公司 ESG 管理的最高决策机构，负责整体的规划和统筹；董事会下设社会责任管理委员会，负责监督和审批公司 ESG 战略、目标及年度计划等的审批和执行情况的评估并监督对公司环境、社会及管治等重要议题的承诺与表现，协同其他专门委员会和公司管理部门将环境、社会及管治纳入内部控制、风险管理、战略规划、薪酬激励等范畴，并向董事会汇报执行成果和重大计划；战略委员会、审计委员会亦参与公司气候战略、ESG 风险等相关事宜的审议与决策；中国石化总部负责统筹协调和推进落实公司 ESG 相关工作。具体架构如图 5.2 中所公示：

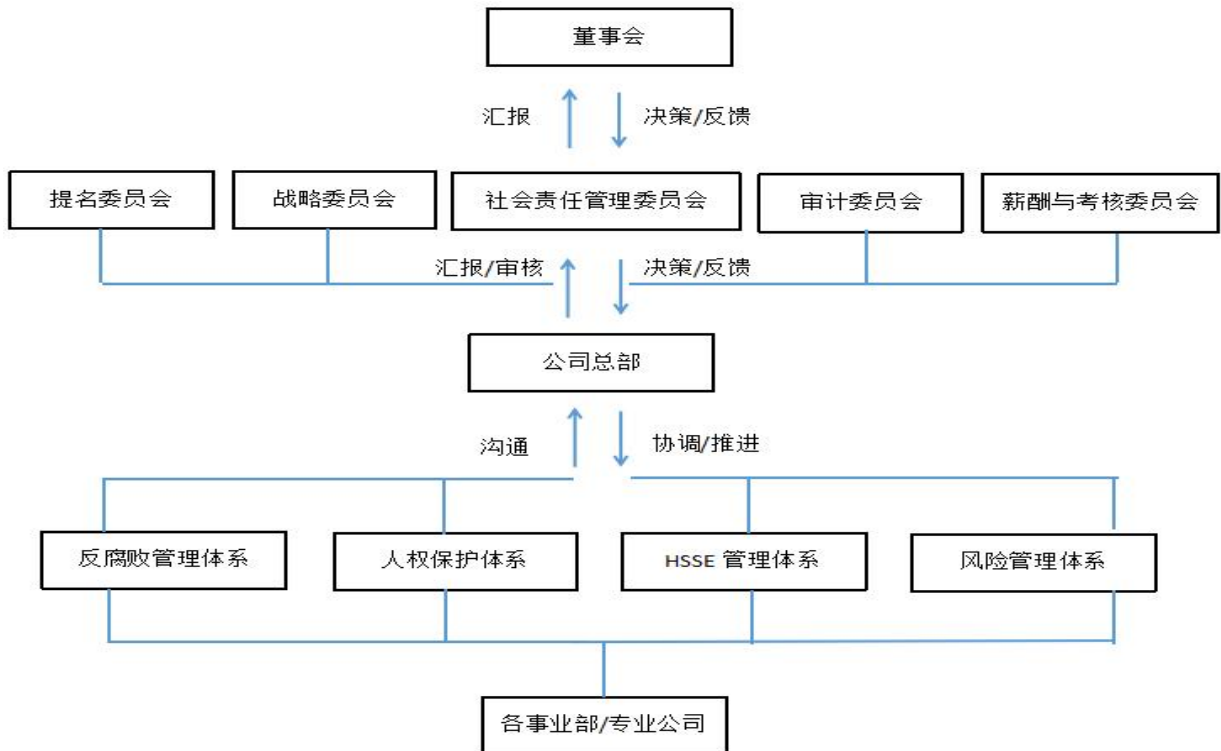


图 5.2 ESG 治理架构

审计过程中发现,中石化建立的 ESG 目标管理机制,覆盖了温室气体排放、资源消耗、污染物排放、安全管理、反腐合规管理等主要 ESG 绩效指标涵盖了温室气体排放量、资源消耗、废水排放量、安全管控、反腐合规管控等主要 ESG 绩效指标。除逐年提出的定量目标之外,还部分制定了长期管理目标,并定期考核目标进展情况。企业必须每年与管理层班子成员、下属公司等共同签定全年的绩效考核责任书,将安全生产、节能环保、合规运营等 ESG 业绩指标列入企业主要的管理与考评体系之中。其严格执行了国家有关排放准则和产业规范,相关的社会环保义务落实状况较好。

针对国家已提出碳达峰和碳中和目标和可能出现的化石燃料的需求降低的风险,由中石化管理层负责组织开展的中石化碳达峰和碳中和战略研究课题于已经启动,并按照国家大政方针制定了相应的碳达峰和碳中和的总体规划 and 具体路径,积极主动的履行了践行国家方针的义务。

根据中石化披露的年报和可持续发展报告中的碳排放信息,经过审核结果显示各个板块温室气体排放数据如表 5.5 所示,综合来看,三个板块的温室气体排放量都呈现出逐年下降的良好态势,但是温室气体排放强度在 2020 年表现欠佳,由于新冠疫情的影响其当年的主营业务收入大幅下降,温室气体排放强度也相应的受到了回弹的波动,但也在合理范围内。

表 5.5 各板块温室气体排放统计表

指标名称	单位	2017	2018	2019	2020
油气勘探开发板块	百万吨二氧化碳当量	30.55	31.26	23.18	24.42
炼油与化工板块	百万吨二氧化碳当量	129.49	137.65	144.93	144.32
销售板块	百万吨二氧化碳当量	2.62	2.61	2.58	2.20
温室气体排放总量	百万吨二氧化碳当量	162.66	171.52	170.69	170.94
温室气体排放强度 ¹		68.92	59.32	57.55	81.17

5.3.4 中石化碳审计标准

根据国家发改委新出台的关于石油及化工产业碳排放核算的有关规定,本次

¹ 温室气体排放强度 = 温室气体排放量 / 主营业务收入 (以人民币百万元计算)

审核将选择 ISAE3000 和 ISO14064-1 作为碳审计准则，并依据《安全、环境与健康（HSE）管理体系》和《安全管理手册》，对中石化披露的温室气体排放数据，企业环境保护制度规定进行鉴定。

中石化依据法律法规，出台了《中国石化碳排放管理办法》《中国石化碳排放交易管理办法》等规章制度，强化温室气体排放监测与管理。并且也依据企业内部控制体系和环境管理标准制定了《中国石化 HSSE 管理体系（要求）》，建立了本企业的 HSSE 管理体系，明确规定公司环境保护的总体要求。

5.3.5 中石化碳审计流程

在前期准备工作的基础上，具体开始实施对中石化开展的碳审计监督，主要是针对被审计单位在法人边界内所发生的温室气体排放总量。因此，对中石化开展的碳审计主要是通过以下三个方面：

一是文件核查。指定专人进行文件审核工作，对被审计单位提交的有关碳污染的有关资料和合同，进行文件审核。文件审核的对象和内容主要包括：被审计单位法人的营业执照信息、碳污染设备名录、污染源名录、检测装置名录、活动水平和碳污染因子，以及有关信息等。

二是现场核查。将审计人员分为各个专项小组，对被审计单位进行现场实地考察。主要方式有现场检测排放设备与排放源，访谈相关技术责任人员，随机对碳排放涉及到的主要部门的管理人员进行询问，包括但不限于能源管理与环境保护部、能源管理与环境保护部、财务部、信息和数字化管理部以及工程部等等，确认其在能源管理方面的认知程度。

三是编制碳审计报告并组织技术核查。在完成文件检查与现场核查以后，根据实际情况与数据最后进行核算并形成审计底稿，编制审计报告。

5.3.6 中石化碳审计报告

中石化董事会负责监管环境、社会及管治事宜，是公司治理的最高决策机构也是审计责任承担方。审计师对中石化在被审计期间的碳排放状况与节能减排政策执行情况进行鉴证，以发现是否存在舞弊或者错误导致的重大错报风险。其中对于很难直接获得的排放数据，就需要对中石化自行公布披露的以及在审计实施时主动提供的详细资料以作为参考，通过走访、抽样、当场计算与核实等多种审

计方法对数据进行计算和审核，综合考量后做出审计结论。经过对中石化开展的碳审计应用分析可以得出，中国石油化工股份有限公司编制并披露出来的温室气体排放数据，是符合国家关于石油工业企业温室气体排放量的标准与规定。最终也得出中石化在审计期间的温室气体排放量是较为准确的，环境保护责任的履行和可持续发展的政策执行落实情况也较为良好。

6 碳达峰和碳中和背景下石化行业开展碳审计的完善建议

6.1 健全政府审计监督设计碳审计框架

首先,加强了碳审计的具体机制,尽管已有了不少关于环境审计的措施和标准,但碳审计的责任主体还不能具体确定。目前的碳审核,由于缺乏强制性的法律规定,因此仍然需要一个权威性的法规来为碳审计奠定基础。因此,经过完善的国外审计规范,独立审计规范以及国内审计规范,将能够以有关的碳审计指南作为根本标准,确定了碳审计证据获取,评审,会计核算等的工作权责与解决方式,从而为审计师履行职责提出了适当的法规帮助,并同事透过完善与规定手段来严格审计活动,从而避免了审计人员的违反道德行为,从而保证了审计过程的完整、真实、合理。

加强低碳审计政策的建立与执行,我国政府必须出台强制性政策措施,以要求企业积极实施低碳经营。要主动进行碳审计,以促进公司积极加强对碳的审计内容审核工作,并根据政策规范实施工作。碳审计程序和审计方式都需要根据政府文件,以及一些专门准则来确定碳审计的行为。碳审计在各个领域都要符合法律规范,而且员工也需要根据政府规定进行审计工作,使审计工作更正确、更合理。

6.2 增强企业碳审计排放信息披露意识

作为污染企业,进行碳排放信息披露是责任也是义务,也是上市公司在各大交易所进行环境信息公开的首要披露内容,是市场投资者在进行投资活动的重要参考。对于行业龙头企业而言,披露产品碳足迹可以有效提高品牌声誉,更好践行企业社会承诺。此外,对于一些碳管理咨询企业,拥有好的碳查询工具和查询系统可以事半功倍,更有效地完成工作。

重污染行业改善信息公开质量的主要路径可从下面入手:第一,在制度层面上设立相关信息公开机制,严格规定信息公开的具体内容和程度,使公司的信息公开工作有规可循,有法可依。其次,应促进社会公众积极利用其第三方监管的功能,时时留意中小企业重碳信息披露活动,认真评价企业信息披露品质,并不定期给予中小企业一个满意的反馈。最后,对重点污染企业也应当优化自身,在信

息公开的同时，积极维护其可信度和真实性，以防止错误信息的发布。

6.3 规范碳审计的具体内容和方法

审计的作用对象涉及公司经营过程中,从战略规划到产品然后再到财务管理各方面的各种信息。第三方审核机构如果检验的是公司的碳排放信息报告,那么公司提前就一下几个方面的信息做好准备。

在企业自身真实发布的碳排放报告的基础上,国家审计机关也可以有针对性的对公司碳排放情况实施审计,其审计重点具体从如下几方面进行:

第一,审计低碳政策的实施状况。审计低碳政策,重点是对公司的运营管理中的所有流程进行审计,经营程序是否合理以及符合法规。

第二,审计温室废气的污染。温室气体废气污染的信息包括公司在正常的生产业务中的,直接或者间接的在报表中的记载。

第三,对企业实施审计。在有了低碳产业的情形下甚至是进行了低碳活动的情形下,才会有税收的豁免或者补偿,政府必须对此类项目加以确认。

审计方式:量化方法。核算直接与间接排放量,扣除特殊排放量。

第一,明确适用范围和基准年。第一,对于公司来说,进行碳审计的前提条件是要事先明确好具体的会计适用范围。适用范围应该将母公司、子公司、有长期合作关系等的各种组织都包括其中,针对与公司的生产经营活动相关的 GHG 排放。而关于公司基准年的选择,应当依据温室气体排放量记录,而如果公司没有上述数据时,也可利用公司第一年的数据编制一个温室气体排放量报告作为基准值。而如果公司产权变动,或是公司变更了温室气体计算方法时,也应当依据公司当前的经营状况调整基础价值。

第二,对温室气体排放的量化。温室气体的总排放量应该由二个部分构成:一是直接排放;二是间接排放。

直接污染的范围主要是由企业制造温室废气的车辆,如汽车公司,企业职工在劳动时间通过班车,以及运送货车等交通工具的其他功能产生污染。以及公司生产所用燃油产生的废气,如燃料发电厂所焚烧的煤气等产生的温室废气,以及一些化工企业生产所用的原油等燃料产生的温室废气等。

间接污染的范畴,主要涉及企业生产经营过程中所间接形成的污染,而其中温室废气的根源并非出自于本公司。间接排放量的具体的影响范围,主要包括由

于能源的供应所产生的废气，以及企业外购的热量和蒸发气体等。因此当通过污染来源，划分了企业的直接排放与间接排放量之后，就需要根据企业的特点，选用适当的方式对企业的温室气体的直接排放情况加以衡量，以减少在测量过程中的风险和不准确影响。

6.4加强专业碳审计人员的培养

培养人才是碳审计的重要基础，首先，就需要制定具体实施的面向人才培养的教学内容，对培训的内容以及考评方法等进行了相应规范，供各培养地点参照实施。其次，还可结合高校，在向全国大专院校的与财会审计业务有关的学科中，设置一个较新兴的学科——碳审计专业。同时，结合政府有关部门，对会计工作人员加以培养，让其在先熟悉碳排放会计科目的基础上，再熟悉关于碳在会计过程中所需要使用的各种计量方法，以进一步培养其碳审计的专业知识。

碳审计专业人员的素质高低，将直接影响碳审核结果的准确性，以及碳审计的可信度。企业碳审计包括政策法规、科技、管理等方面，要求具有广泛专业知识的审计人才。传统的审计师对金融和经济领域有更多的了解，但对环境、生物等方面的了解不够。因此，首先应该有一个完善的碳审计理论体系，让人们可以明确参考标准和学习方向，使得碳审计理论体系更加有清晰的职业职能划分。其次，职业资格考试。定期在各大城市举办碳审计人员资格考试，持证才能上岗，从岗位“入口”处严格把控人才的技术水平和职业资格，使得碳审计人才有了更加科学客观、公正合理的“入场券”，提高了队伍建设的整体专业水准，优化了人才队伍建设。在录用方面，有意识地录用了相关领域的专门人才，并在培养上应注重复合人才的培养，着重培育既具有会计知识又具备环境科学和统计知识的碳审计人员，从而形成了专门的碳审计人员体系。联合高等院校、职业技术学校、专业碳审计培训机构、碳审计协会、环境保护机构等部门，聘请环境保护和环境工程领域权威的专家学者对现有审计师进行碳审计方面的专业技能培训和能力提升。同时，通过合理的评价制度，碳审计师将建立奖励与惩戒措施，规范碳审计师的专业素养与能力，有效提升公司碳审计技术。

6.5 落实碳审计跟踪审计

在世界气候变暖的大形势下，碳审计委员会将把审核重心置于碳排放量监测上，特别是二氧化碳等温室气体的排放量。传统审核方法一般为事后审核，对曾经出现过的社会经济环境事件做出了质量评价，但由于通常还来不及制止负面事件的出现，因此事后修正的成果并不理想。而针对在低碳经济发展总体目标下的低碳审核，其基础工作程序一般可划分为三个阶段：事前审核—事中审核—事后审核。

(1) 事前审计

通常在开展审计活动之前，审计人员必须先对被审计机构的基本状况进行熟悉。在对重点排污企业审计时，必须事先掌握其主要产业技术水平，包括新能源技术和污染物排放技术水平，以便明确对被审计企业的重点审查范围，并提出合理的审计计划和审核办法。

(2) 事中审计

重点在于跟踪并获取有关统计资料，如被审计对象的碳污染物排放量、能耗，还有资本支出状况，以评价碳统计的正确性，并通过评价指标模型加以分析。针对其中出现的问题，要尽快将主要问题反馈给被审计企业及相关主管，并敦促被审计企业调整和改进其低碳经营行为。

(3) 事后审计

审计的结果一般是以报告这种书面的形式呈现的，这就要求对在审计过程中选定一个基准期和数据节点，对动态的财务数据综合梳理、分析，在审计报告完成后再选定适当的时间对审计报告进行增补。事后的补充审计可以包括评价公司碳排放成效预、预计其生产活动对气候环境产生的长远影响、为公司的未来发展策略的调整指明了方向等等。

7 研究结论与展望

7.1 研究结论

在我国十四五规划中，明确指出：碳达峰与碳中和是当前我党和我国政府工作的重点，在此背景下，本文以石油与化工产业碳审计框架为主要研究对象，系统分析了石油化工产业能源与碳污染情况及其碳核算边界，重点阐述了当前石油化工产业碳审计的进展状况，提出了石油化工产业当前开展碳审计的不足，并提出了当前进行碳审计的需要，从碳审计目标和原则、碳审计主体、碳审计内容和对象、碳审计标准、碳审计流程和碳审计报告六大方面入手，结合碳达峰和碳中和的战略背景下，构建出一套适合石化行业碳审计理论框架，并选取代表性企业——中石化为案例企业，对所涉及的碳审计框架进行实际应用，评价企业碳排放效果和政策责任落实情况，并对碳审计框架应用中石化行业所存在的问题给出相应的意见和改进方法。不断丰富发展了中国石油化工产业碳审计框架理论，为督促企业在未来更好的落实好碳排放责任和义务提供依据与支持，促进企业能耗“双控”向排放总量和强度“双控”转变，助力尽早实现碳达峰、碳中和的目标。

7.2 研究展望

通过本文中的研究，我们可以发现，碳审计的发展，使得污染企业的碳审计研究也将不断完善。碳审计不但促使企业积极开展节能减排的管理活动，还帮助企业积极地服务于碳达峰与碳中和目标的达成。而复杂的企业碳审计程序又要求先进的信息技术，并涉及到多个部门与产业领域。为了切实监管与指导企业的碳排放管理工作，需要构建企业碳审计系统，并调整碳审计体制，在体制层面与法规层面上健全企业碳审核，协助中小企业克服碳减排困难；根据不同产业的不同规范和特点，针对性的依据产业碳排放数据构建碳审计框架指标体系，预期进一步提升碳审计效果，更好的抓住了产业内碳审计的切入点，进一步丰富了碳审计方式和碳审计标准，为保障中国企业的绿色低碳的可持续发展，以及为我国企业如期完成碳达峰、碳中和等总体目标，奉献了一份坚实的力量。

参考文献

- [1] Bebbington, J. and Larrinaga-Gonzalez,C..Carbon Trading:accounting and reporting Issues. *European Accounting Review*, 2008 (17):697-717.
- [2] Wendy Green,Stuart Taylor. Factors that influence perceptions of greenhouse gas assurance provider quality[J]. *International Journal of Auditing*,2013(17):288-307.
- [3] Dongwei Yu, Hongwei Tan. Application of ‘potential carbon’ in energy planning with carbon emission constraints [J]. *Applied Energy*,2016,169:363-39.
- [4] Abdeen Mustafa Omer.Renewable building energy systems and passive human comfort solutions[J].*Renewable and Sustainable Energy Reviews*,2008(6):1562-1587.
- [5] McKinnon,Alan C.Product-level carbon auditing of supply chains[J].*International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*,2010,40(1/2):42-60.
- [6] EG Olson.Challenges and opportunities from greenhouse gas emissions reporting and independent auditing[J]. *Managerial Auditing Journal*,2010(09):934-942.
- [7] Susie Moloney,Ralph E. Horne,J.Fien.Transitioning to carbon communities-from behaviour change to systemic change: Lessons from Australia[J].*Energy Policy*,2010,38:7614-7623.
- [8] Kumar Rakesh.Comparative assessment of energy flow, carbon auditing and eco-efficiency of diverse tillage systems for cleaner and sustainable crop production in eastern India[J].*Journal of Cleaner Production*,2021:126-162.
- [9] Zhihong Zhu,Dawei Xue,Baodi Liu. Research on the Construction Process and Evaluation System of Low Carbon Audit of Petroleum Enterprises[J]. *Journal of US-China Public Administration*,2015(05):408-414.
- [10] Brendan P.Malone,Quentin Styc,etal.Digital soil mapping of soil carbon at the farm scale:A spatial downscaling approach in consideration of measured and uncertain data [J]. *Geoderma*,2017(09):91-99.
- [11] A. Belchita,L. Flynn,C.Beck,H. Edwards.VP38.09:Carbon monoxide monitoring in pregnancy and ultrasound: an audit performed at Bradford Teaching Hospitals to help improve detection of growth - restricted babies[J].*Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*,2020,56(S1),225-225.

- [12] Cho C. H. and Patten D. M. The Role of Environmental Disclosures as Tools of Legitimacy: a Research Note[J]. Accounting, Organizations and Society,2007 (7-8):639-647.
- [13] Wilco W. Chan,Sylvester Yueng,Eric Chan,Danny Li. Hotel heat pump hot water systems: impact assessment and analytic hierarchy process[J]. International Journal of Contemporary Hospitality Management,2013,25(3):
- [14] Easwar Krishna Iyer, Bhavana Rao. A 360 degree carbon audit of the ICT industry[J]. Int. J. of Intercultural Information Management,2014,4(2/3):158-182.
- [15] Cuiping Bao.The Status, Potentials and Countermeasures of China ' s Carbon Audit[J]. Low Carbon Economy,2016(03):70-72.
- [16] J.J. de Gruijter,A.B. McBratney,B. Minasny,I. Wheeler,B.P. Malone,U. Stockmann. Farm-scale soil carbon auditing [J]. Geoderma,2016,265:
- [17] Zetterberg L. Benchmarking in the European Union emissions trading system [J]. Energy Economics,2014(43):218-224.
- [18] 何雪峰,刘斌.碳审计理论结构初探[J].会计之友(下旬刊),2010(10):25-26.
- [19] 高强,李秀莲,张旭丽等.碳审计相关问题探讨——基于政府审计报告的分析[J].财会通讯,2014(16):101-103.
- [20] 杨博文.环境责任下我国碳审计与鉴证制度框架的构建[J].南京审计大学学报,2017,14(06):75-84.
- [21] 许港.新时期我国低碳经济审计框架体系研究[J].劳动保障世界,2017,(18):57-62.
- [22] 王爱国.国外的碳审计及其对我国的启示[J].审计研究,2012(05):36-41.
- [23] 王爱国,王一川.碳鉴证业务是审计的一个自然领域[J].审计研究,2014(04):49-53.
- [24] 熊欢欢,杨赛得斯,邓文涛,阮涵淇.国外碳审计经验及启示[J].财会通讯,2016,(25):111-113.
- [25] 郑石桥.论碳审计主体[J].财会月刊,2022,(02).
- [26] 俞惠园.碳审计与传统财务审计的比较研究[J].绿色财会,2016(07):25-28.
- [27] 金密.生态经济视角下我国碳审计发展的必要性研究[J].财会研

- 究,2017(02):56-59.
- [28] 杨博文.环境责任下我国碳审计与鉴证制度框架的构建[J].南京审计大学学报,2017(06):75-84.
- [29] 张薇.基于 ISO14064 和 GHG Protocol 的我国企业碳审计案例研究[J].财会月刊,2015(15):85-87.
- [30] 张建平,冯舒祺.基于 PER-ANP 的煤炭企业环境绩效审计指标体系构建[J].会计之友,2019(03):131-135.
- [31] 施然,李长楚.基于 PSR 模型的碳交易审计评价指标体系研究[J].商业会计,2020,(09):27-30.
- [32] 曹纳.制糖工业碳排放绩效评价方法研究[J].甘蔗糖业,2020,(04):116-121.
- [33] 陈燕燕,彭兰香.我国碳审计存在的问题及对策思考[J].财会月刊,2010,(27):71-73.
- [34] 郑立乔.低碳经济环境下国内企业碳审计制度框架研究[D].北京交通大学,2014.
- [35] 梁胜浩.企业碳审计流程设计——以国家电网为例[C].浙江工商大学,2015.
- [36] 李敬.碳交易背景下第三方碳审计研究[J].环境保护与循环经济,2015,(05):19-21.
- [37] 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(08):86-90.
- [38] 赵放.关于我国碳审计问题的对策性思考[J].审计研究,2014(04):54-57.
- [39] 宋平.国外碳审计对我国碳审计发展的经验与借鉴[J].南华大学学报,2016(04):54-59.
- [40] 何丽梅;兰玲瑜.我国企业碳审计市场研究[J].中国注册会计师,2016,(10):67-72.
- [41] 陈瑶.低碳审计评价指标体系构建及应用研究——以宝钢为例[D].中南林业科技大学,2016.
- [42] 董华涛.基于供应链视角的企业碳审计流程设计[J].财会通讯,2018(01):97-100.
- [43] 方宏圆.低碳经济环境下的碳审计研究——以中石化为例[C].安徽财经大

- 学,2020.
- [44] 郑立乔.低碳经济背景下国内企业碳审计制度框架研究[C].北京交通大学,2014.
- [45] 高强,李秀莲,张旭丽等.碳审计相关问题探讨——基于政府审计报告的分析[J].财会通讯,2014(16):101-103.
- [46] 何丽梅.碳审计研究综述[J].会计之友,2017(06):107-110.
- [47] 郝玉贵,陈小敏,付饶.低碳治理导向的碳审计功能与机制设计[J].财会月刊,2015(22):54-57.
- [48] 金璐.重污染企业低碳审计问题研究——以 L 钢铁企业为例[D].哈尔滨商业大学,2018.
- [49] 李苗苗.美国政府碳审计经验及启示[J].财会通讯,2015(28):107-110.
- [50] 李鸿儒. 能源企业低碳审计评价指标体系构建应用研究[D].哈尔滨商业大学,2019.
- [51] 李海燕.电力企业低碳审计评价指标体系的构建——基于 DSR-AHP[J].财会月刊,2017(07):119-123.
- [52] 向倩.我国碳审计的现状与思考[J].财务与金融,2019(05):37-39.
- [53] 熊欢欢,杨赛得斯.国外碳审计经验及启示[J].财会通讯,2016(25):111-113.
- [54] 姚林. SQ 公司碳审计制度框架与流程设计研究[D].湖北经济学院,2019.
- [55] 姚丽琼.资源型企业低碳审计风险识别、评估与管理研究[J].邵阳学院学报,2018(06):82-86.
- [56] 张亚连,金密.化工企业碳审计评价指标体系构建——以中石化为例[J]. 财会月刊,2018(21):103-110.
- [57] 郭建超.国有高耗能企业碳审计框架设计与实施路径研究——以豫光金铅为例[C].兰州财经大学,2021.
- [58] 赵玉珍.基于低碳审计的碳绩效评价指标体系构建[J].中国注册会计师,2017(09):110-113.
- [59] 赵选民,张茹.我国碳排放审计现状及对策研究[J].会计之友,2012(12):65-67.
- [60] 范钦. 碳中和背景下碳审计的制约因素及对策研究 [J]. 审计观察,2021,(10):74-78.

后 记

总有这么一两年，秋不再是离别，夏才是。总以为三年还长，却不知时光如梭，又是盛夏。文行至此，便预告着我即将告别三年的研究生生活，恍惚间，还依稀记得刚来到校园的茫然和憧憬，记忆开始如电影般开始倒叙。有研二导师的严厉却温柔的批评指正，也有宿舍里不分你我的互帮互助；有研一师门在图书馆研讨室的正襟危坐，也有和同学在校园里的欢歌笑语。

古之学者必有师。何其有幸，进入导师门下。初见导师，是一位对于学术认真负责的学者，熟知后又发现她对待生活浪漫优雅充满仪式感，亦师亦友。每每在学术上迷茫的我总是会下意识拨通她的电话，听着那依旧温柔的声音抚平我糟糕的心态。感谢我的导师，在学术中总是不厌其烦的听着我无逻辑的叙述自己的困惑与焦虑，精确的指出我的盲点和误区，为我拨开云雾。更感谢导师给予了在他乡求学的我家的温暖，为我们亲手做羹汤，温柔地倾听我们的故事畅聊心事。同时，也感谢专业课授课教授和所有为我的论文提出过意见和建议的老师，他们以严谨的态度和渊博的知识，对我毫无保留的倾囊相授，帮助我完成了毕业论文。师恩难忘，铭记在心。

谁言寸草心，报得三春晖。从呱呱坠地，牙牙学语，到健康成长，远赴求学，是你们从始自终的精心培养，才成就了今日的我。感谢我的父母，一直用无私的爱与关心，给予我难过时温暖的怀抱；用无限的包容和鼓励，给予了我敢拼敢闯的底气；用黑发变白发的辛劳，让我无后顾之忧。父母之恩，无以为报。未来的日子里就由我来接下生活的接力棒，陪你们无忧的变老。

恰同学少年，风华正茂。三年前我们从山南海北来，如今我们即将奔赴祖国各地。感谢研究生的同学们，同窗三年，我们一起走过青春之路也见证了彼此的成长，庆幸相遇，无憾离别。也特别感谢我一直陪伴我的挚友，在我需要时毫不犹豫地挺身而出，倾力相助；在我情绪低落时当我的树洞，想尽脑汁的开导和逗趣。那些一起泡图书馆熬夜改论文，那些一起嬉笑打闹玩棋牌，那些毕业不舍伶仃大醉谈梦想的日子，成为了我记忆扉页最明亮的一章。愿此去以梦为马，再相逢笑颜依旧，也愿我们在彼此看不到的岁月里熠熠生辉，各自绽放。

二十余年寒窗经历即将接近尾声，最后，感谢一路上披荆斩棘的自己，愿我可以始终保持热爱，不负期盼，始终走在成为最好的自己的路上。