

分类号 \_\_\_\_\_  
U D C \_\_\_\_\_

密级 \_\_\_\_\_  
编号 10741



# 硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 大唐国际碳排放权价值评估研究

研究生姓名: 乔亚楠

指导教师姓名、职称: 南星恒 教授 徐建华 高级会计师

学科、专业名称: 资产评估硕士

研究方向: 企业价值评估与企业并购

提交日期: 2023年6月19日

## 独创性声明

本人声明所提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： 乔亚楠 签字日期： 2023年6月1日

导师签名： 南志旺 签字日期： 2023.6.7

导师(校外)签名： 徐建华 签字日期： 2023年6月12日

## 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： 乔亚楠 签字日期： 2023年6月1日

导师签名： 南志旺 签字日期： 2023.6.7

导师(校外)签名： 徐建华 签字日期： 2023年6月12日

**Research on the value assessment of carbon  
emission rights of Datang International  
Power Generation Co., Ltd.**

**Candidate : YaNan Qiao**

**Supervisor: Xingheng Nan**

## 摘要

伴随着社会经济水平的提高,化石燃料被消耗的越来越多,气候变暖问题愈加严重,严重影响人类健康发展,各国已经发现环境问题的严重性,为了进行有效的碳减排,世界各国实施了各种计划,我国在2021年7月份建立了全国碳排放权交易市场,碳排放权交易价格是其重要组成部分,其价格波动影响着整个市场的变化。因此,研究碳排放权价值的变动规律有助于指导利益相关者进行科学决策。

基于上述目的,本文通过文献研究法以及案例分析法来研究碳排放权的价值评估。先是通过文献研究法从碳排放权的来源以及从法学、经济学、会计学的角度对碳排放权进行全方位论述,得到本文研究的碳排放权的所属概念范围,然后针对碳排放权价值评估进行文献梳理,根据不同研究阶段和研究方向对估值方法、估值模型以及碳排放权的影响因素进行梳理,最终选择利用影响因素分析建立多元线性回归估值模型,对2022年12月31日国内碳排放市场上碳排放权的价值进行评估,得到当日的碳排放权价格的预测值,然后根据大唐国际发电股份有限公司的碳排放、减排举措等具体情况进行案例分析。经过研究,得到以下结论:能源价格、季节对碳排放权价值的影响较大,科学技术发展以及国外碳排放权的价格对国内碳排放权价格存在负作用,而汇率因素对碳排放权价值影响不大,这可能是由于碳排放权的价格受到多种因素的影响,所以汇率因素对碳排放权价值的影响可能会被抵消掉。另外,在研究过程中发现国内科学技术的研究与应用实现存在一定程度的割裂,这其中可能存在某些原因。随后本文针对上述结论提出了合理建议。

该研究的创新点在于利用多元线性回归模型提出了一种新的碳排放权估值模型,该模型考虑了影响碳排放权价值的多种因素,可以为碳排放权的定价和交易提供参考依据。研究贡献在于该模型可以有效地捕捉市场上碳排放权价格变化的内在规律。这样,在决策中就可以更好地反映市场的实际情况,从而提高决策的准确性和有效性。同时,利用影响因素构建碳排放权估值模型还可以为研究人员提供一个统一的框架,使得在研究不同的碳排放权价格变化趋势时,可以更方便地比较和分析结果。

**关键词:** 碳排放权 价值评估 大唐国际 评估方法 多元线性回归模型

## Abstract

With the development of economy, human beings consume a large amount of coal, oil, natural gas and other fossil fuels in the process of production and life, leading to global warming and threatening the healthy development of human society. Countries around the world have also realized the seriousness of the problem. In order to effectively reduce carbon emissions, countries around the world have implemented various plans. China established a national carbon emission trading market in July 2021, and the carbon emission trading price is an important part of it, and its price fluctuations affect the change of the whole market. The study of carbon trading price trend is helpful to explore the unique price decision mechanism of carbon trading market and better guide the behavior and decision of carbon market participants.

Based on the above purpose, this paper studies the value assessment of carbon emission right through literature research method and case analysis method. First, through the literature research method, we comprehensively discuss the carbon emission right from the source of carbon emission right and from the perspective of law, economics and accounting, Get the concept scope of the carbon emission rights studied in this paper, Then, the value assessment of carbon emission rights, According to different research stages and research directions, the

valuation method, valuation model and carbon emission rights are factors, The final choice is to establish a multiple linear regression valuation model using influencing factor analysis, To evaluate the value of carbon emission rights in the domestic carbon emission market on December 31,2022, To obtain the forecast value of the carbon emission right price of the day, Then according to the Datang International Power Generation Co., Ltd. carbon emission, emission reduction measures and other specific conditions for case analysis.

After the above research, get the following conclusion: energy price, season has greater influence on the value of carbon emissions, science and technology development and foreign carbon emissions price negative on domestic carbon emissions price, and exchange rate factors on carbon emissions value, this may be due to the price of carbon emissions affected by a variety of factors, so the influence on the value of carbon emissions may be offset. In addition, in the process of research, it is found that there is a certain degree of separation between the research and application of domestic science and technology, which may have some reasons. Subsequently, this paper puts forward reasonable suggestions for the above conclusions.

The research contribution of this paper is to propose a new valuation model using multiple linear regression model, which considers many factors affecting the value of carbon emission rights and can provide

reference for the pricing and trading of carbon emission rights. The proposed model can effectively capture the internal law of carbon emission right price change in the market. In this way, the actual situation of the market can be better reflected in the decision, so as to improve the accuracy and effectiveness of the decision. At the same time, the construction of carbon emission right valuation model using influencing factors can also provide a unified framework for researchers, making it more convenient to compare and analyze the results when studying different trends of carbon emission right price.

**Keywords :** Carbon emission right ; Value assessment ; Datang International Power Generation Co., Ltd.; Evaluation method; Multiple linear regression mod

# 目 录

<b>1 引言</b> .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究目的 .....	2
1.3 研究意义 .....	2
<b>2 文献综述</b> .....	4
2.1 碳排放权研究现状 .....	4
2.2 碳排放权价值评估的研究现状 .....	5
2.3 文献评述 .....	8
<b>3 概念界定和理论基础</b> .....	9
3.1 排污权交易理论 .....	10
3.2 碳排放权的市场流转机制 .....	10
3.2.1 碳排放权的产生 .....	12
3.2.2 碳排放权的分类 .....	13
3.2.3 碳排放权的交易机制 .....	13
<b>4 碳排放权价值评估的模型设定</b> .....	15
4.1 评估方法选择 .....	15
4.1.1 传统评估方法的适用性 .....	15
4.1.2 期权定价法的适用性 .....	16
4.1.3 影子价格法的适用性 .....	16
4.1.4 多元线性回归模型的适用性 .....	17
4.2 碳排放权价值评估的影响因素 .....	18
4.2.1 制度因素 .....	18
4.2.2 工业发展因素 .....	18
4.2.3 气候因素 .....	20
4.2.4 能源价格因素 .....	20
4.2.5 国际因素 .....	21
4.2.6 科技因素 .....	23

4.3 碳排放权估值模型的构建 .....	24
4.3.1 基本方法 .....	24
4.3.2 变量选取 .....	24
4.3.3 多元线性回归估值模型 .....	26
<b>5 大唐国际碳排放权估值分析 .....</b>	<b>29</b>
5.1 大唐国际简介 .....	29
5.1.1 公司发展概况 .....	29
5.1.2 关键经济、环境、能耗绩效 .....	30
5.1.3 减排技术发展 .....	33
5.1.4 碳排放权交易 .....	33
5.2 相关参数的估算 .....	34
5.2.1 科技发展因素 .....	34
5.2.2 季节因素 .....	35
5.2.3 能源价格因素 .....	35
5.2.4 工业发展因素 .....	38
5.2.5 国际碳排放权的价格 .....	39
5.3 大唐国际碳排放权价值的评估 .....	40
5.4 评估结果分析 .....	41
5.5 研究启示 .....	42
5.5.1 增强企业对碳资产的管理意识 .....	42
5.5.2 丰富碳市场交易主体 .....	43
5.5.3 鼓励发展碳衍生品交易 .....	43
<b>6 结论与不足 .....</b>	<b>45</b>
6.1 研究结论 .....	45
6.2 研究不足 .....	46
<b>参考文献 .....</b>	<b>47</b>
<b>致谢 .....</b>	<b>50</b>

# 1 引言

近年来，全球气候变化问题日益突出，国家和地区纷纷采取了各种措施来减少温室气体排放，其中碳排放权交易系统是一种重要的工具。碳排放权是碳排放交易系统的基础，而碳排放权的价值评估则是碳排放交易系统运作的关键。尽管近年来碳排放权价值评估的研究取得了一定的进展，但存在若干问题尚待解决。

为了推进碳排放权交易市场的稳定健康发展，探索碳排放权的估值模型，提升社会各相关主体决策的科学性，因此展开以下研究。

## 1.1 研究背景

伴随着社会经济水平的提高，化石燃料被消耗的越来越多，气候变暖问题愈加严重，影响人类健康发展，各国已经发现环境问题的严重性。截至目前，世界上有 70 多个国家承诺于 2050 年实现碳中和，即温室气体净零排放。根据《巴黎协定》的建立，全球已经开始加强实施国际气候承诺，为了实现碳中和，世界各国实施了各种计划，例如征收碳税、对碳排放进行总量控制和实行碳交易计划。

中国已成为二氧化碳排放最高的国家。国务院总理李克强在 2021 年政府工作报告中指出要扎实做好 2030 年碳达峰、2060 年碳中和各项工作，制定 2030 年前碳排放达峰行动方案。中国已经于 2021 年初期启动全国碳排放市场，2225 家发电企业纳入首批履约周期。

在碳排放权交易市场上，公司根据其实际的碳排放量来决定交易的碳排放量。每个公司都有自己的碳排放指标，公司要在一定时间内将公司的碳排放减少到指标以下。也可以通过公司内部的技术创新来减少碳排放，通过在碳市场上交易多余的碳排放来增加收入。相反，一些公司希望通过从其他公司购买碳排放权来扩大生产，以增加其碳排放指标。这样一来，市场就可以产生一个相对的价格来反映碳排放权交易过程中的供求关系。碳排放权的价格是碳交易市场中最重要因素，价格的波动对整个市场都有影响。定价是碳交易中的一个重要问题，而碳排放权的价值是定价问题的核心。因此，本文的重点是如何解决碳定价机制或估算碳配额的价值。

如何制定碳排放权价格是整个碳交易的重中之重，因为价值的上下浮动会直

观的对碳交易的宏观趋势进行影响。在当前情况下，我国在“碳排放权价格的影响因子”这个问题的探究上仍有较多模糊的地带。碳排放交易试点成立初期，其价格产生了较大的浮动，同时由于能源和金融等主要的经济市场间的协同基础相对较差，因此政府以及碳排放权交易的利益相关者对碳排放权价格变动的趋势不太容易把控，进一步的决策和判断就会收到影响。由此可见，探索碳排放权的价格变动规律并将其掌握，有助于科学有效的指导碳排放权的定价策略，以及相关活动。

## 1.2 研究目的

第一，为建设全国碳排放权交易市场提供了可借鉴的经验。但因区域资源禀赋、经济发展水平、产业结构等因素的不同，各地区间的差别很大，对全国碳排放权交易市场的建设与发展产生了负面影响。因此，深入分析中国企业碳排放权定价的主要影响因素，并对其价格趋势做出准确的预测，将对全国碳排放权交易市场的建设具有重要的现实意义。

第二，该研究将为我国碳排放权交易市场中的定价问题提供一些实践基础。依据影响因素建立评估模型，有助于碳减排企业把握碳排放权价值变动的内在规律，同时提升评估行业对碳排放权价格形成机制的认识。

第三，为碳排放权交易市场的管理者和参与者提供更好的管理策略，并提供更好的决策选项。研究将揭示不同类型的影响因子对碳交易定价的作用特征，实现对碳价的准确预测，掌握碳排放权价值的变动趋势与运作规律，有效控制与调控碳排放权的价值，避免大幅波动所带来的负面效应，促进我国碳排放权交易市场的平稳、健康发展。

## 1.3 研究意义

随着世界各国对气候问题的关注，协商解决如何应对全球气候问题已经在全国范围内达成了共识，联合国制定了可持续发展目标，以及《巴黎协定》，中国国家主席习近平宣布，“中国将采取更加有力的政策和措施，在2030年年达到碳达峰”，该目标是我国对全世界的庄严承诺，是国家现代化进程中的必要目标。为了对应人类社会共同面临的气候变化危机，本文的研究为应对我国碳减排总目

标具有一定的现实意义。该研究能够为碳排放权的定价和交易提供参考依据，具有一定的现实意义。该模型可以帮助投资者更好地评估碳排放权的价值，从而决定是否购买碳排放权。此外，这种模型还可以帮助政府部门和监管机构更好地审核碳排放权的交易情况，从而保障碳排放权市场的公平、公正和透明。同时，利用影响因素构建碳排放权估值模型还可以为研究人员提供一个统一的框架，使得在研究不同的碳排放权价格变化趋势时，可以更方便地比较和分析结果。

另外该研究对于补充完善碳排放权价值评估的理论系统具有一定的理论意义。在“碳达峰”目标的实现过程中，通过影响碳排放权的因素来研究碳排放权的评估模型，一定程度上丰富了评估理论以及碳资产价值理论。

## 2 文献综述

在前面的文献综述中，我们讨论了碳排放权的定义、碳排放权的研究现状和评估现状。在这一章节中，我们将转向讨论碳排放权交易的基础理论。碳排放权交易是指在政府或国际机构规定的市场条件下，各方之间就碳排放权的转让进行的交易行为。这种交易方式在近年来得到广泛应用，在减少碳排放的同时，也为企业和个人提供了更多的机会。

### 2.1 碳排放权研究现状

人类为应对气候变化导致了碳排放权的产生，这是一种旨在减少温室气体排放的机制。在这方面，《联合国气候变化框架公约》是1992年里约环境与发展会议上通过的一个关键性文书。该公约规定，发达国家必须带头应对气候变化及其不利影响，在20世纪末之前将其温室气体排放量减少到1990年的水平。随后，1997年的第三次缔约方会议产生了《京都议定书》，规定发达国家在2008-2012年期间将其温室气体排放在1990年的基础上平均减少5%。该议定书强调需要采取积极措施，通过减少温室气体排放来缓解气候变化的后果。

从本质上讲，碳排放权已经成为遏制温室气体排放量上升的一个重要工具。这与实现可持续发展和确保子孙后代福祉的大目标是一致的。通过《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》，国际社会已经建立了一个框架，能够为减缓气候变化做出协调一致的努力，而碳排放权是这一努力的一个组成部分。

碳排放权的概念已经从一个国家特有的特权，演变为适用于发达国家和发展中国家的“共同但有区别的责任”原则。最初，向大气层排放温室气体的权利被视为自然或法律赋予的基本发展权利（杨泽伟，2011）。从环境角度来看，由于环境资源的有限性和稀缺性，碳排放权可以被视为与保护和维护环境有关的基本人权（倪守彬，2022）。在碳排放交易的背景下，有学者认为，有能力减少碳排放的公司将从碳资产中获得经济利益，这导致了碳排放权拥有类似资产的概念（杨泽伟，2011）。一些学者还探讨了碳排放权的经济和法律问题，主张碳排放权是一种独特的无形资产形式（袁广达，2018；李元祯，2013），代表国家授予企业排放一定数量二氧化碳的许可。在无法获得这些稀缺资源的情况下，企业可

能面临生产限制或过度排放的惩罚。围绕碳排放权性质的细微讨论，在全球努力缓解气候变化的背景下，具有至关重要的意义。通过多学科的方法，学者们正在探索碳排放、环境资源和人权之间错综复杂的关系，有助于更深入地了解经济发展和环境保护之间复杂的相互作用。

碳市场的出现，使碳排放权变成了一种具有巨大投资价值和流动性的金融资产。各种金融工具，如碳期货、期权、碳信用额度和碳证券的出现，提供了一种独特而罕见的金融产品，具有鲜明的金融特征（乔海曙，2011；邱冬阳，2022）。

碳排放权的概念是多方面的，在不同的分析层面上包含了一系列的权利和考虑。在国家和个人层面，碳排放权体现了发展权，标志着利用地球环境资源促进人类进步的权利，也是强调人类对健康和可持续环境的基本需求的环境权。然而，在企业主体层面上考察碳排放权时，它们从根本上说是无形资产。虽然政府保留了对碳排放权使用的最终控制权，但企业通过各种机制获得这些权利，如免费赠送、拍卖、政府或环保机构出售等，使企业可以在规定的范围内独立管理和处置这些权利，有效地将其转化为企业拥有或控制的经济资源。本文主要从这个角度探讨碳排放权的概念范围。

从多个角度和维度对碳排放权进行探讨，对于推进我们对这一复杂和多面的话题的理解具有极其重要的意义。通过研究碳排放权与更广泛的社会经济和环境景观之间的错综复杂的关系，学者们可以制定一个更细致和有效的方法来管理和缓解气候变化的影响，这就是本文所讨论的碳排放权的概念范围。

## 2.2 碳排放权价值评估的研究现状

在碳排放权估值研究的初期，我国大部分学者针对碳排放权的性质辨析、内涵和边界等方面对估值进行讨论。有学者从经济学、法学和会计学等视角深入分析，定义碳排放权的无形资产性质，然后根据我国土地使用权的计量方法，提出要以公允价值原则为指导，利用无形资产评估方法，来解决碳排放权的会计计量问题（苑泽明，2013）。梁美健持有同样的观点，利用无形资产的评估方法来评估碳排放权（梁美健，2016）。通过进一步研究，同样认为碳排放权是无形资产，这位学者是根据价值流转机制，把碳无形资产分为消耗型碳无形资产和投资型碳无形资产两大类，认为不同类型的碳无形资产评估方式应有所差异（范莉莉，

2015)。

在碳排放权估值研究的中期,学者们逐渐从评估方法上寻求适合碳排放权的估值模型。碳排放权的估值已经引起了学者和从业人员的极大关注,传统的估值方法是一个重点。然而,有人认为,由于碳排放权的交易处于初级阶段,政府对交易市场的干预较大,因此市场方法并不完全适合碳排放权的估值。此外,目前存在供需不平衡的状况(傅钰,2016),加上政府对碳排放交易系统的不断修订和改进,限制了市场可被视为完全自由的程度(吴芷萱,2018)。这些挑战促使学者们对成本法产生了不同的意见,一些人认为,在中国相对不成熟的碳排放权交易市场上,成本法还不够完善,无法应用于碳排放权的评估。尽管有这些顾虑,其他学者认为,在不发达的市场条件下,成本法可以成为一个有用的工具,目前市场上90%以上的交易都是依靠这种方法对碳排放权进行估价(傅钰,2016)。因此,对于研究人员和从业人员来说,探讨各种碳排放权的估值方法,并根据这个新兴市场带来的独特挑战评估其适用性,仍然是一个相当有意义的话题。

还有学者从防护成本的角度进行探索,认为可以使用成本法评估碳排放权,该学者认为可分别从开发清洁能源、碳捕捉与碳封存以及碳中和三个角度衡量碳排放权的内在价值(潘露,2020)。对于收益法评估碳排放权,学者们同样持保留意见。因为折现率往往因为碳排放权的灵活性导致数值确定较困难,不能落实到实践(傅钰,2016)。在此基础上,研究者不仅对三种常用的评价方法进行了剖析,而且对三种评价方法进行了修正。在这些研究中,已有研究通过构建风险资产定价模型,对不确定因素进行建模,从而对其进行估值(毕盛,2015)。也有学者通过设计、发放调查问卷,对不同的群体进行了统计和分析,找出了在该方法的运用中所面临的问题,并对其提出了相应的对策(梁美健,2016)。

在学术界探索碳排放权估值方法的同时,关于影响碳排放权价值因素的研究也在评估届悄然展开。有学者从配额碳资产的角度出发,对碳排放进行价值评述(郭文,2019)。对有学者从金融市场视角分析碳排放权价格的影响因素,他们认为影响碳排放权估值的主要因素有减排目标、减排技术、管理成本、市场风险、能源价格、预测价格水平、国际气候制度、价格预期水平、气候变化(张玉娟,2013;马慧敏,2016;赵立祥,2016)。还有学者从市场内外部机制的视角来进行分析,研究表明,碳排放权的定价既受市场内部机理的影响,又受市场外在环

境的影响。在市场的内部机制中，能源和碳交易的定价是互动的，而油价是决定碳交易定价的主要因素。在市场外部条件下，区域发展的季度 GDP 增长率、温度和降水等因素都会对碳排放交易的定价产生不同的影响（汪中华，2018）。

长期以来，国内碳排放权交易价格的动态变化一直是学者们广泛探究的课题，吸引了大量的实证调查，揭示了这一现象与一系列外生因素之间错综复杂的相互作用。正如学者洪娟所阐明的，国内碳排放权的交易价格与国际市场、原油和天然气价格、宏观经济、工业发展、空气质量指数和季节性气候之间的相关性确实很明显（洪娟，2009）。有趣的是，不同的城市表现出不同的波动水平，从而突出了这一现象的复杂性质。相反，有学者指出，国内碳排放权的交易价格与煤炭价格指标没有显示出明显的相关性，强调了纳入多方面的方法来分析这个错综复杂的市场的必要性（冯家从，2018）。

实证研究表明，正如郭文军学者所提出的，外部因素对碳排放权价格的影响是巨大而广泛的（郭文军，2015）。学者们从宏观经济、国家碳配额分配、能源价格、电力价格和异常天气等因素的角度分析了这一问题，所有这些因素都对市场对碳资产的供应和需求产生重大影响。这反过来又导致了价格的剧烈波动，同时使碳排放权市场极易受到政策事件的影响。这些观察强调了全面了解碳市场运作的复杂性的必要性，以便能够制定强有力的政策和决策。

在碳排放权估值研究的现期，我国学者也对实物期权模型应用于碳排放权评估进行了研究。一开始是模型推导，碳排放权的估价是一个关键而复杂的问题，需要对几个会计属性进行细致的研究。有鉴于此，学者们已经开始了广泛的研究工作，旨在比较各种估值模型和确定最佳估值方法。例如，学者傅钰对现有的几种估值模型进行了深入的分析，最终提出了一种采用影子价格理论和期权定价模型的新型估值方法（傅钰，2016）。同样，其他学者也采用了期权定价模型来确定中国碳排放权的价值，并通过案例研究严格地检验了这些模型的适用性（余一卿，2019）。这些研究结果不仅肯定了期权定价模型作为一种可行的估值工具的有效性，而且强调了对这一复杂市场的错综复杂的理解的必要性。

此外，学者张立君也支持类似的观点，强调 B-S 等期权定价模型在将碳排放权的估值限制在合理范围内的关键作用（张立君，2014）。这类模型能够纳入各种不确定因素，确保估值的稳健性和准确性，从而提高碳排放权交易市场的可

信度和可靠性。这些意见标志着采用复杂和先进的估值技术的重要性，以确保碳排放权交易市场的最佳运作，最终促进可持续发展和环境保护。

随着技术的飞跃和实际应用的经验积累，科学家们通过夯实的历史经验沉淀对碳排放权的价值评估做了更深层次的研究，包括 PCV 模型，PB 神经网络，SBM 模型，影子价格模型等。同时我国著名的学者张晨，通过奖 CER 的价格作为大数据样本进行学习，利用 ALASSP 将对碳排放权价格影响的主要因子筛选出来，并基于此主张建立通过 BP 神经网络的多变量预测方案对碳排放权的价格进行预测（张晨，2016）。郭文等学者在积累碳资产研究的基础上，参考 SBM 对偶规划模型的建模思想，建设了碳排放权影子价格评估理论，用来测量 7 大碳排放权交易实验省份的碳排放权影子价格（郭文，2019）；同时王豫也提出了通过使用影子价格模型来对碳排放权的边际效应成本，映射出了碳排放权的内在核心价值（王豫，2019；许京怡，2021）。王昕婷等专家学者通过学习 Putty-Clay-Vintage 短期碳生产算法来度量碳排放权的成本，来建立适当的碳排放权估值模型（王昕婷，2020）。还有其他学者也有研究表明，对早期的柯布一道格拉斯算法进行优化，从而生成适应中国国情的碳排放权影子价格的计算方法。

## 2.3 文献评述

从碳排放权的来源以及从法学、经济学、会计学的角度对碳排放权进行全方位论述，得到本文研究的碳排放权的所属概念范围，

企业主体对环境资源的获取是一个多方面的、细微的过程，涉及到一系列的监管机构，如政府和环境保护机构。这些资源可以通过免费赠送、拍卖或出售等多种方式获得，赋予企业在允许的范围内利用这些资源的权利，从而转变为企业拥有或控制的宝贵经济资源。这一现象引起了学术界的注意，他们广泛地研究了这一复杂过程的复杂性。正如现有文献所阐释的，企业主体对环境资源的获取是一个需要仔细分析和缜密评估的多层次过程。在规定的范围内利用这些资源，不仅能提高其经济价值，还能确保环境资源的有效管理，从而促进可持续发展和环境保护。这些发现强调了在获取和利用环境资源方面采取细致入微的方法的重要性，从而在促进环境保护的同时促进企业的最佳表现。

然后针对碳排放权价值评估进行文献梳理，根据不同研究阶段和研究方向对

估值方法、估值模型以及碳排放权的影响因素进行梳理。在碳排放权价值评估研究的初期，学者们建议利用评估无形资产的评估方法评估碳排放权。在碳排放权估值研究的中期，学者们针对研究方法对碳排放权估值进行了详细的论述，认为市场法和收益法均不适用于碳排放权的估值，而一些学者认为在碳市场发展不完全或碳成本视角可以利用成本法评估碳排放权。对于影响碳排放权价值的因素的研究，大部分学者主要从供给需求角度以及外部环境角度来分析。随着估值理论的发展，我国学者对期权定价模型，影子价格模型等不同角度进行了实证研究，但这些模型不足以全面体现碳排放权估值的影响因素。

经上述文献研究，笔者认为可以利用影响碳排放权价值的因素构建对碳排放权估值模型，该模型考虑了影响碳排放权价值的多种因素，可以为碳排放权的定价和交易提供参考依据。还可以有效地捕捉市场上碳排放权价格变化的内在规律。以碳排放权相关理论为基础，建立合适的碳排放权估值模型。利用影响因素构建碳排放权估值模型，可以为碳排放权的定价和交易提供参考依据。这种模型可以帮助投资者更好地评估碳排放权的价值，从而决定是否购买碳排放权。此外，这种模型还可以帮助政府部门和监管机构更好地审核碳排放权的交易情况，从而保障碳排放权市场的公平、公正和透明。因此，研究贡献在于提出了一种新的碳排放权估值模型，这样，在决策中就可以更好地反映市场的实际情况，从而提高决策的准确性和有效性。同时，利用影响因素构建碳排放权估值模型还可以为研究人员提供一个统一的框架，使得在研究不同的碳排放权价格变化趋势时，可以更方便地比较和分析结果。因此，利用影响因素构建碳排放权估值模型，具有重要的研究意义和贡献。

### 3 概念界定及理论基础

在前面的文献综述中,我们了解到碳排放权交易是一种用于限制碳排放的市场化手段,并且在多个国家和地区得到了广泛应用。这种实践应用为我们提供了有价值的启示,使我们能够更好地理解碳排放权交易的理论基础。在这一部分中,我们将讨论排污权交易理论,并分析其与碳排放权交易之间的联系。

#### 3.1 排污权交易理论

科斯提出通过明确的产权定义来应对对自然资源的侵犯,他认为,在明确的产权定义下,不管是由什么人来确定,都能将外部性内化为最小,从而最大化整个社会的整体利益。此外,在无交易费用、可明确定义和可保护的情况下,对自然资源产权的确定将会对环境造成重大的影响。

根据科斯定理,双碳目标的达成应从以下几个方面进行

##### (1) 明确的产权是最基本的保障

实现环境的可持续发展和低碳模式的创新,碳排放的外部不经济效应是要解决的头部问题,随着社会经济的不断发展,环境保护问题和经济建设问题的矛盾逐渐显著,因此快速建立碳排放权制度,是其更加符合市场经济的运行模式,以此来更加高效科学的保护大气生态环境。但由于碳排放是种公共资源,具有两个明显的特征,即竞争性和非排他性;也难辞如何界定私有产权是一个难点,目前借鉴西方发达国家的研究表明,只有将政府干预和市场自我调节有效的结合起来,才能够更加科学的解决这个问题。也就是说,政府在上层通过制定法律法规来将碳排放权纳入市场配置的渠道,同时市场通过自我调节,充分将碳排放权最大的经济效益释放出来,以此来实现生态环境保护和低碳发展的双赢目标。

所以,政府层面在上层做出适应市场发展规律的以碳排放权为关键抓手的政策法规是实现大气环境保护,实现市场自我调节,充分优化水资源配置,彻底解决大气污染外部不经济问题的核心关键。

##### (2) 产权的合法交易是碳排放权资源优化配置的重要抓手

当前,世界各国对碳排放权视为依法对铜鼓碳排放的获取收益或者获得使用的权力,任何相关方都可在保留碳排放权所有权的基本条件下,约定设定碳排放

权，交换碳排放权，获取的权力并获得与之匹配的对价，这种合约是由非所有人获取水资源使用权，收益权的行为，本质上是所有人对碳排放权的一种法律处分。因此不仅改善了碳排放的无限排放所带来的不能共有的矛盾，同时又将碳排放当作是一种独特的资源能够为真正需要的单位所使用。这种方式充分利用了市场自我调节和合理竞争的优势，这种交易对买卖双方都是公平且平等的，一旦其经济效益比较显著，市场会主动的增加利用从而实现对生态环境的改善。

### （3）充分体现政府在生态环境治理中的政策引导

由于碳排放权具有国有性质的属性，因此难免会引起在产权不清晰情况下的社会问题，所以，必须要快速推进产权改革，碳排放权边界是什么，怎样能够合理交易，以及是否能够达到资源优化配置，在文章前半部分已经做了比较明确的描述，那么谁来划定碳排放权？答案是显而易见的，政府应该来承担碳排放权的划定职责。在世界先进国家的研究结果证明，政府在碳排放权买卖过程中制定上层框架和制度是科学合理且成功的方式。我国在引进其他国家优秀的经验和理论基础，通过政策框架来对各相关方进行管控，以此来推动碳排放的优化和利用。利用上层制定的法律法规对各环境主体在环境保护，大气治理，温室效应，水利水电等方面进行科学管控；由此以来，水权人在对资源进行开发利用的同时，还可以从环境保护的层面，对碳排放的相关方进行约束，实现经济效益发展的同时，又能够实现环境与生态的可持续发展。

目前，排污权交易就是科斯定理的理论实践，排污权交易目前已经成为最重要的环境政策的管理手段，利用经济管理的方法来达到污染总量的有效控制，这种方法在全球范围内已被充分实践并取得有效的成果。

个别国家建立碳交易市场已经引起了全球的极大关注，各国际组织努力制定和实施其碳信用政策就是证明。例如，国际民用航空组织（ICAO）推出了国际航空碳抵消和减排计划（CORSIA），这是一项针对国际航空业的开创性碳抵消和减排举措。根据该计划，航空公司被授权从2019年起根据其年度碳排放量采购碳排放权。这种方法，再加上利用碳税收入资助减排项目，代表了向实现可持续发展目标迈出的充满希望的一步。

这些举措的意义在于它们有可能推动巨大的环境和经济效益，促进资源的有效利用，同时减轻气候变化的影响。因此，在制定和实施碳信用政策时，必须采

取全面和合作的方法，促进跨境伙伴关系和国际合作，以实现环境保护和可持续性的共同目标。

目前普遍认为，建立排污权交易制度需要有几个条件：第一，国家对环境污染物实行总量管制；二是由于各公司所处的污染程度不同，导致了其边际污染费用的差别。一些学者通过对排污许可的分析，认为排污许可是一种战略选择，其目的是为了获得最大的利益；如果排放交易的定价高于公司的治理费用，则公司在达到排放指标后会选择卖出或卖出；如果政府的排放目标仅对污染治理体系的费用产生影响，那么公司就会依靠技术进步或者获取排污许可来减少污染治理费用（陈忠泉，2015）

## 3.2 碳排放权的市场流转机制

### 3.2.1 碳排放权的产生

由上文可知，碳排放权来源于政府对治理大气污染的制度供给，在交易层面是指分配给重点排放单位的规定时期内的碳排放额度。根据国家政策，碳排放权交易的标的称为“核证减排量（CER）”，即国家核证自愿减排量，是指对我国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果进行量化核证，并在国家温室气体自愿减排交易注册登记系统中登记的温室气体减排量。

碳排放配额作为全国范围内的碳排放交易市场的主要产品，是交易的最基本要素，其在一级和二级市场中共同存在。通常情况下，一级市场会由各省的发改委进行配置最原始的市场份额，包括有偿和无偿两部分。其中有偿部分会包含价格竞争机制，并在遵守市场配额有偿，同价同权的基本前提下，通过封闭竞价的方式来运作。二级市场则是通过对企业或机构买卖的市场进行管控。

生态环境部根据国家控制温室气体排放的要求，在制定确定和分配碳排放配额的综合计划方面发挥了关键作用。这一计划的制定是以对经济增长、产业结构调整、能源结构优化、大气污染物排放协同控制等众多因素的整体评估为前提。这种多维度的方法强调了政府对促进可持续发展的承诺，同时减轻了气候变化的影响。

根据这一计划，省级生态环境部门承担着向其行政区域内的重点排放单位分

配碳排放配额的关键任务。这种分配主要是基于生态环境部制定的碳排放配额总量确定和分配方案，其中自由分配是这一过程的关键组成部分。对于发电行业来说，配额的分配是根据实际的碳排放产量相对于该行业的先进碳排放水平来决定的，符合自由分配配额和与实际产量“挂钩”的原则。这种做法反映了政府致力于奖励先进的做法，同时约束落后的做法，这一宗旨对有效实施碳减排政策至关重要。

### 3.2.2 碳排放权的分类

第一种是配额交易，它是由国家制定的控制指标，在特定的时空范围内，把控制指标转换成配额，然后再由地方政府与公司进行分配，当公司的实际排放总量低于国家下达的配额时，公司就可以进行额外的碳配额的买卖，从而达到控制指标在公司之间的合理配置，从而达到控制指标的目的。

第二种是对碳排放的补偿，它是在碳排放总量的基础上，对碳排放总量进行调节的一种新的方法。CCER 贸易要求排放公司从那些有“碳抵消”行为的公司那里购买经过认证的数量，这些数量可以被用来抵销自己的碳排放。

第三类，部分交易试点还有比较特殊的第三种产品，就是当地的 CER，比如广东的 PHCER，福建的 FFCER 等，这些 CER 不是全国通用的，

所谓“碳抵消”，就是指排控的公司可以利用非排控公司利用洁净能源来降低自己的温室气体排放量，或者增加自己的碳汇量。

碳市场按照 1:1 的比例给予 CCER 替代碳排放配额，即 1 个 CCER 等同于 1 个配额，可以抵消 1 吨二氧化碳当量的排放，《碳排放权交易管理办法（试行）》规定重点排放单位每年可以使用国家核证自愿减排量抵销碳排放配额的清缴，抵消比例不得超过应清缴碳排放配额的 5%。

### 3.2.3 碳排放权的交易机制

全国碳排放权交易市场的主体是重点排放单位、符合国家有关交易规则的机构、核查机构以及主管部门，及流程主要包括以下几个部分：企业注册账户、配额预分配、配额发放、进行碳交易以及履约清缴。

整个碳排放权交易机制如下图 3.1 所示：

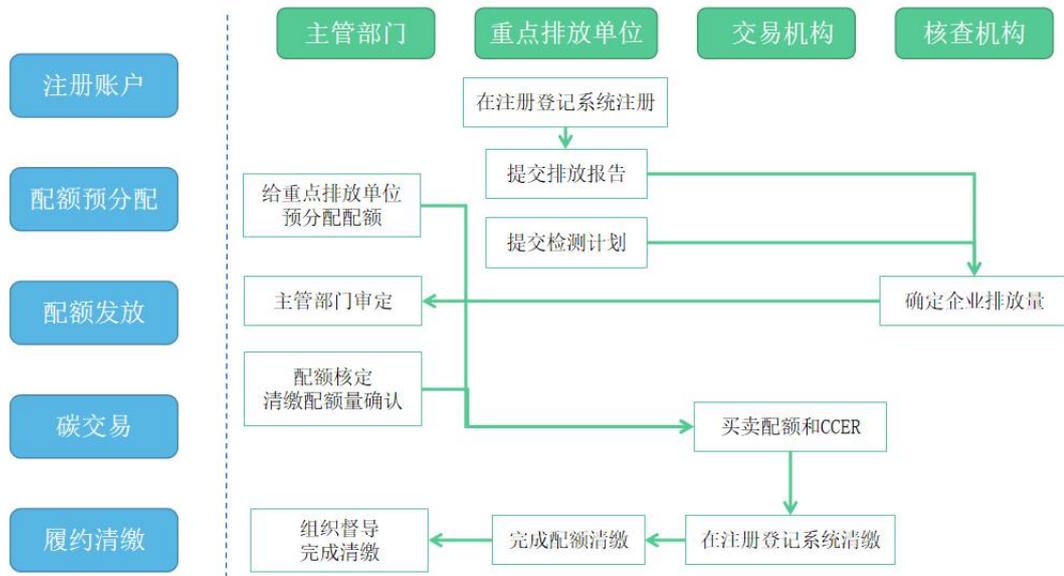


图 3.1 碳排放权的交易机制

主管部门主要负责给重点单位预分配配额，审定重点排放单位的碳排放量，核定配额以及确认清缴配额量，并在履约周期的结尾组织督导完成清缴。重点排放单位需要先在注册登记系统注册，成为交易成员。向核查机构提交碳排放检测计划以及排放报告，根据履约周期内碳排放情况买卖配额，完成配额清缴。交易机构主要负责配额的交易，核查机构主要负责核查重点排放单位的碳排放额。

重点排放单位先是在注册登记系统注册，成为交易成员。然后向核查机构提交碳排放检测计划以及排放报告，由核查机构确定企业排放量，再提交由主管部门审定，审定通过之后进行配额核定以及清缴配额量确认，至此完成了配额的分配工作。重点排放单位根据经营以及配额盈缺情况准备交易。在全国碳排放权交易系统进行买卖配额和 CCER，可以采取协议转让、单向竞价或者其他符合规定的方式。交易机构在注册登记系统进行清缴，重点排放单位完成配额清缴，主管部门组织督导完成清缴，至此是碳排放权的整个交易机制。

## 4 碳排放权价值评估的模型设定

### 4.1 评估方法选择

#### 4.1.1 传统评估方法的适用性

评估碳排放权价值的案例，多数是对传统评估方法的变形。其中关于利用成本法评估碳排放权价值，有学者认为可以在碳排放市场发展不完善的情况下使用（傅钰，2016）。依据成本效益原则，为了追求利润最大化，只有当碳排放权给企业带来的实际效益大于相关成本时，企业才会做出购买或者出售碳排放权的决策。有学者认为认为，综合运用 Putty-Clay 模型和 Vintage 生产函数可以计算碳交易活动中的相关成本，并得出影响企业利润最大化的关键因素，主要有技术进步、投资时间及排放权交易价格（Peter Letmathe，2006）。国内学者肯定了 Putty-Clay Vintage 函数对碳成本核算做出的贡献，但同时指出该模型存在长期函数难以估计等局限（门明，2010）。学者王昕婷对该模型又进行了改进，其根据企业的营业收入与各项成本费用构建企业的利润函数  $R$ ，并以国家规定的碳排放总量作为模型的约束条件，从而得出在此约束条件下企业单位碳排放所能产生的边际效益，即为碳排放权的内在价值（王昕婷，2020）。

而关于市场法评估碳排放权，部份学者认为我国碳排放市场发展不均衡，不完善，交易市场不活跃，交易价格波动性较强，利用市场法评估碳排放权的价值并不合理。尽管我国目前已建立七个试点省份的碳排放权交易市场以及一个全国碳排放交易市场，但是试点省份交易市场的建立不到七年时间，全国碳排放交易市场的建立也仅仅一年，无论是从交易制度体系还是交易量和价格来看，都不属于一个成熟完善的碳排放权交易市场，因此无法使用市场法评估碳排放权价值。

相对于收益法来说，碳排放权的价值主要来源于它对减少碳排放的贡献，而减少碳排放的好处不能以经济收益的形式直接衡量。例如，减少碳排放可以帮助改善空气质量，减缓气候变化，改善人类健康等等，但这些好处不能用金钱来衡量。因此，碳排放权的价值与经济收益没有直接关系，所以收益法并不适用于碳排放权价值的评估。

#### 4.1.2 期权定价法的适用性

实物期权法中包括了 B-S 定价模型、蒙特卡洛模型以及二项树模型。朱跃利等对比分析了实物期权的三种模型，最终认为 B-S 模型更具有优势，但是该方法中参数的选择会较大程度影响结果（朱跃利，2013）。因此，可以通过引入 GARCH 模型对 B-S 模型进行修正，提高模型的准确度（张丹，2018）B-S 模型可以首先用于碳排放权初始分配定价中。其次，B-S 模型也可以用于碳排放权交易项目评估中。郭文等运用 B-S 模型评估核征自愿减排量（CCER，以下简称 CCER）项目形成的碳排放权价值，认为忽略 CCER 项目开发形成的企业项目碳排放权的实物期权特性，会低估企业项目碳排放权的价值，给开发企业造成收益损失。最后还能将 B-S 模型与其他价值评估方法相结合，来评估碳排放权价值（郭文，2019）。

刘柳将 B-S 模型与成本法相结合，分别计算出企业经营性项目的碳排放权价值和履约部分的碳排放权价值（刘柳，2018）。余一卿等先计算碳排放权的影子价格，再使用期权定价模型计算碳排放权价值（余一卿，2017）。而蒙特卡洛模型的使用则较少，用于评估企业清洁发展机制（CDM，以下简称 CDM）项目碳排放权以及 CCER 项目碳排放权价值评估。

由于企业实际购买和实际使用碳排放权的时间可能不一致，使得碳排放权具有期权的性质，因此较多学者选用实物期权法进行碳排放权价值评估。但是，实物期权法中的参数过多，且不确定性较大，使得评估结果不准确。尽管通过一些方法能在一定程度上优化实物期权法在碳排放权价值评估中的应用，但是实物期权法中参数的选择依然是一大难点。

#### 4.1.3 影子价格法的适用性

值得注意的是，碳排放权的影子价格与市场价格不同。虽然影子价格可以作为碳配额定价的基准，但它也可以作为碳税的参考价格。已经开发了许多模型来计算影子价格，每个模型都有自己的独特优势。关丽娟等人开发了一个碳排放权的影子价格模型，将碳排放权概念化为一种生产资料。这个模型可以对企业的碳排放权进行评估（关丽娟，2018）。潘露通过引入超越对数生产函数，并通过要素生产的视角，改进了传统的柯布-道格拉斯生产函数，制定了中国碳排放权影

子价格的计量经济学模型（潘露，2020）。汪中华等人研究了七个试点地区交易市场的影子价格与定向产出距离函数和收入函数之间的关系。他们以第二产业为例来计算影子价格（汪中华，2019）。郭文等人采用 SBM 配对编程模型计算了中国七个碳排放交易试点省市的碳排放配额的平均影子价格。他们的研究结果显示，影子价格为每吨 1810.4 万元人民币，表明减少一吨碳排放将使 GDP 产出减少 1810.4 万元人民币（郭文，2019）。

虽然影子价格对确定碳排放权的价值很有用，但它只衡量了直接碳排放的价值，没有考虑到交易的隐含碳对碳排放权价值的影响。因此，评估的价值可能仍然缺乏合理性。

#### 4.1.4 多元线性回归模型的适用性

在碳排放交易领域，选择适当的模型、准确的数据计算、复杂的测量方法和谨慎选择指标变量都是至关重要的考虑因素。如果不能解决这些问题，可能会导致定价和估价的重大错误。有鉴于此，学者陈晓红对影响碳排放交易价格的因素进行了全面分析，重点分析了供给、需求和市场影响的影响（陈晓红，2012）。通过以欧盟排放交易体系为例，研究发现，受政策和制度因素直接影响的配额供应是影响交易价格的最主要决定因素。此外，学者邹亚生和魏伟采用了 VAR 和 VEC 建模方法，发现 CER 现货价格也受到宏观经济和气候指标的影响，而期货价格也发挥了重要影响。这些发现强调了在分析和预测碳排放交易价格时，仔细考虑多种因素并采用复杂的建模技术的重要性（邹亚生、魏伟，2013）。

多元线性回归模型之所以被用来评估碳排放权的价值，是因为它具有许多优点。首先，该模型可以帮助我们根据市场情况预测未来碳排放权的需求情况。这对于确定碳排放权的价值非常有帮助。其次，多元线性回归模型还可以帮助我们更好地了解市场动态，从而更好地决策。总的来说，多元线性回归模型是一种有效的方法，可以帮助我们评估碳排放权的价值。不过，需要注意的是，多元线性回归模型是一种理论模型，并不能保证精确预测市场变化，因此在使用时需要谨慎。此外，在评估碳排放权的价值时，还需要考虑其他因素，比如政策、经济和技术的变化，以及对环境的影响等。

## 4.2 碳排放权价值的影响因素

### 4.2.1 制度因素

1. 确定最初的总限额。当前，世界各国对碳排放总量的确定，既有“自上而下”的，也有“自下而上”。在这种“自下而上”的机制下，为了自己的利益，每个区域都会提交更多的碳排放权，这样的话，碳排放权的供给就会变少，导致价格下跌。按照“自上而下”的原则，先对碳排放总量进行控制，然后根据不同区域的需要对其进行合理的配置，这样不仅能确保碳排放总量的合理性，而且还能防止由于信息不对称而导致的配额宽松，从而在一开始就获得了一个合理的配额，这也是碳价格发挥作用的前提。另外，在采用“自上而下”的设置方法时，要注意减少 GDP 增长速度所带来的不确定因素所带来的总体指标不确定的风险。从这一点可以看出，“自上而下”的制度更不利于市场的有效运行，市场机制的无效将会引起市场的无效运行。所以，“自上而下”的“总量控制模式”对提升我国碳价格的效率可能更为有利。

2. 首次分配额度的方法。尽管碳排放权分配的方式并不能直接改变碳排放权的总量，但是其对碳排放权的供应结构以及碳排放权的定价有着重要的影响。同时，碳排放权初始配额的分配关系到各减排主体的减排积极性，对碳交易系统的高效运行和合理、高效的碳排放权价格的形成具有重要意义。

现行的碳排放权交易制度，根据控排单位获得碳排放配额的与否，将其初始获得方式分为无偿与有偿两种。

近年来，碳排放权的分配有一个明显的转变，即从以免费为主转向越来越多的付费方式。这种转变反映了人们越来越认识到免费分配在缓解碳排放方面的局限性，并强调了基于利益的交易方法的优势。其中，欧盟的碳排放交易系统（EU-ETS）是一个领先的例子，它提供了一个以市场为导向的机制，在促进碳价格的市场化方面表现出巨大的潜力。有偿分配方法的一个关键优势是定价信号更加清晰和透明。虽然免费分配方法可以传达价格信号，但它们缺乏与有偿分配方法相同的精确性和基于市场的合理性。相比之下，有偿分配方法将市场的力量引入到碳定价中，使市场力量的无形之手能够以更高效和有效的方式调节碳排放权的价格。这种有偿分配的趋势得到了一系列经济和政策因素的支持。例如，向有

偿分配方法的转变反映了人们越来越认识到需要以具有成本效益的方式来减少碳排放。通过激励企业将其碳排放的成本内部化，有偿分配方法可以帮助促进更高的能源效率和可持续性，同时也减轻了与碳密集型活动相关的负面外部效应。此外，有偿分配方法还可以帮助促进新技术和商业模式的发展，使之更适合低碳的未来。通过提供一个基于市场的机制来激励低碳技术的创新和投资，有偿分配方法可以帮助促进向更可持续和有弹性的经济体系过渡。

在世界各地，也逐渐出现了由免费分配为主向有偿分配为主的趋势。究其原因，主要在于：（1）以利益为基础的交易方式能够更好地促进碳价的市场化。无偿分配体现了政府的统筹调控，政府作为一个重要的力量，影响着碳排放权的供给，而有偿分配则将市场力量引入其中，让市场的无形之手对碳价进行调控，从而对推动碳价市场化起到了积极作用。（2）支付费用的方式更能调动各责任方的积极性，进而对碳排放权价值产生一定的影响。例如，当竞标价格上升时，控排企业需要支付更多的费用以获取初始碳配额，进而激励各减排责任主体主动削减自己的碳排放，同时，减排需求的降低又导致了碳价格的下跌。（3）收费定价能够提高碳交易市场的流动性，进而对碳排放权价值产生一定的影响。收费分配模式在碳配额初始配置阶段引入了“竞拍”和“销售”两种形式，将碳排放权以“交易”的形式引入到市场中，这将极大地提高碳市场的流动性，而这也将有助于推动碳排放的理性定价。（4）自由分配格局在某种程度上对碳价起到了制约作用，但制约作用很小。但是，这种价格模型的“无代价”和“免费获得”的特征使它的价格作用也受到了一定的制约。

另外，以碳交易为主的竞价方式，也可以通过竞价方式对碳价格产生直接的影响，提高竞价频率，从而引发市场主体对碳价格的上升预期，从而降低碳价格。所以，改变竞标频率可能是政府在供应方面对碳价格进行稳定与调节的一种辅助方法。而在此基础上，进一步明确竞拍频率对碳价格的作用机理。

#### 4.2.2 工业发展因素

经济形势在塑造全球企业的战略和投资决策方面发挥着举足轻重的作用。2008年毁灭性的金融危机肆虐，迎来了前所未有的全球经济衰退期。这一事件引发了企业的一系列行动，包括大幅减产，排放许可证的发放量激增，以及投资

者为增强其流动性而撤资碳资产。因此，碳资产价格出现了急剧下降，加剧了已经不利的经济环境。然而，经济的复苏和恢复预示着一个新的增长和发展时代。企业通过增加产量来应对，从而点燃了对碳资产需求的相应增长。这一趋势促进了充满活力的碳市场的发展，从而迎来了一个经济繁荣的时期。因此，经济因素和商业决策之间的相互作用继续塑造着全球商业的轨迹，最终影响到我们星球的可持续性。本文以上证工业指数代表国内的工业发展状况，探讨国内工业发展形势对中国区域碳价可能的影响。

工业基础的进步对碳交易市场的活跃指数起到了至关重要的作用，碳排放权交易的价格受到宏观经济发展水平的多项指标来影响，重要体现在以下几个方面：

(1) 金融市场的发展情况，金融市场的发展通常在一定情况下能够反应出工业经济的走向，在金融市场发展活跃的时候，工业经济一般情况下都会比较繁荣，经济水平处于快速发展的水位，对能耗的消耗也大幅增长，因此企业的碳排放也会大幅增加，从而推动碳价的大幅上涨。(2) 地方经济的发展水位，工业发展的水平对碳价的具体影响还受到地方经济发展的情况，可以根据环境库兹涅茨曲线进行展开讨论，如果该地方的环境呈现库兹涅茨曲线的形态，不趋近于传统的倒U型，那么就可以说明，这个地方的环境将仍然会收到经济发展带来持续的影响，在工业发展的上升时期，会带来碳排放的增加，因此企业对碳排放权配额的需求也会大幅增张。随着经济社会不断发炸，我国的碳排放交易权市场的不断成熟，各地区工业发展能力的不断提升，宏观经济指标对碳价的影响作用将会越来越重要。

### 4.2.3 气候因素

气候因素可能会对碳排放权的价值产生一定影响。例如，在寒冷的冬季，人们可能会使用更多的能源来保暖，从而增加碳排放量。因此，在这种情况下，碳排放权的价值可能会上升，因为减少碳排放的成本也会上升。相反，在温暖的夏季，人们可能会减少使用能源，从而降低碳排放量。因此，在这种情况下，碳排放权的价值可能会降低，因为减少碳排放的成本也会降低。总的来说，气候因素可能会影响碳排放权的价值，但这种影响是相对较小的。

同时，由于气候的反常变化，如温度、降水、风速等，也会因为能源价格的

反常波动产生影响。在各种极端气候条件下，人类社会会对能源需求产生一定的影响，如：冬天寒冷时，用电或用能取暖；降雨，风速，以及日照时间会对清洁能源发电产生影响。人们普遍认识到，气候变化对碳排放权交易定价有重要的影响。

#### 4.2.4 能源价格因素

化石能源是全球最大的排放源，其所释放的 $CO_2$ 约占全球总 $CO_2$ 排放量的80%，而不同类型的能源（煤、油、气）需求的相互转化，使得能源和碳排放权交易市场间的相互影响形成了一种新的传导机制，使得碳排放权价格的变动与能源价格的变动紧密相关。文章通过选取煤、石油、天然气等典型的能源，查询国际和国内的相关资料，分析了国际和国内的能源价格变化对中国地区碳排放权定价的影响。

煤炭资源对碳排放权交易的定价有着重要和直接的影响。在能源结构上，不同的化石能源结构对碳排放权价格的影响程度也有差异。在中国各地区，石油和天然气价格对各地区的碳排放权价格都有很大的影响。

煤碳价格对碳排放权价格的影响相对较弱，这是由于煤炭正逐渐被新能源所取代，煤炭能源在世界上所占的份额也在逐渐减少；而且，由于煤炭的价格对于市场、国家的政策变化非常敏感，在这种情况下，很可能会发生反常的变化，因此，很难与碳排放权价格同步变化。

从能源组成来看，我国各能源组成区域对能源价格变动的反应比较敏感，但对碳排放、碳价格的要求比较敏感；反之，它对能源价格几乎没有什么作用。化石资源影响碳定价的机理：（1）外部因素。在整体的能源市场上，有一些外力的影响，导致了整体的化石能源需求出现了波动。例如，因为一个地区的经济发展水平逐步提高，耗能企业的数量和规模也在持续增加或扩大，从而造成了企业对能源的需求也在增长。这种外部冲击会直接引起与其相适应的碳排放权需求的增大。在其它因素不变的前提下，将推动碳价走高。因此，这一路径将对碳定价有直接和重要的作用，而碳交易的根本目的，就是要斩断耗能增长与碳排放增长的必然联系，实现经济与生态的协调发展，其核心是要发展风力发电、水力发电等新型节能能源，只有在保证能源供给增长的前提下，还能有效地控制碳排放。

因此,在绿色能源能够充分替代化石能源且能够为我国的社会经济进步提供充分的安全保证前提下,碳排放权的价格受绿色能源的影响会更大程度的被减小。

(1) 内在因素影响,即在传统能源的总体需求不变的前提下,内部各类能源的缺口出现不同变化的情况。如果某个企业在固定周期里,对产能的需求是不变的,但由于不同类型的能源价格会有不同幅度的变化,如煤炭的价格下跌,而石油价格上涨,那么从企业成本控制的角度而言,若要获得最低的成本,就会更加乐于利用含碳量更高的煤炭,这样就会造成对碳排放的需求量扩大,碳排放权的价格也就会水涨船高;另外兼顾到我国的实际国情,当前传统的能源仍然是主要的战略储备。中国高度依赖于化石能源的进口,很容易触发其成本驱动输入性通胀,进而引起碳价格的剧烈波动。由于其本身并没有产生更多的能量,只是将更多的CO<sub>2</sub>释放到空气中,因此,由于内在因素的作用,对碳排放的需求增长,实际上是一种没有任何意义的增长。为此,我们可以考虑通过对能源价格,特别是碳含量高的能源进行宏观调控。同时,也要避免由于高含碳能源的价格降低而引起的碳排放升高,这样就违背了碳减排的目的。

#### 4.2.5 国际因素

国际因素如汇率对碳排放权的价格会产生一定的影响。例如,如果国外碳排放权的价格高于国内碳排放权的价格,那么国内企业可能会考虑从国外购买碳排放权,以满足国内排放限额的要求。这样一来,国外碳排放权的高价就会导致国内碳排放权的需求增加,从而提高国内碳排放权的价格。

在碳资产交易领域,市场之间存在错综复杂的相互作用。事实上,欧盟(EU)的碳排放配额市场和清洁发展机制(CDM)市场(也称为CER市场)之间存在着联系和信息传递过程。特别是,这两个市场的价格表现出高度的相关性,碳排放配额的价格在短期内发挥了主要的影响。

有鉴于此,评估国际碳排放价格对区域碳价格的潜在影响是非常必要的。为此,本文重点讨论欧盟排放交易计划(ETS)中最突出的碳资产,即CERs。这些基于项目的碳资产具有重大意义,特别是它们为发展中国家提供了参与全球碳资产市场的机会,从而促进了可持续经济增长和发展。

因此,全面了解欧盟排放交易计划和核证减排量市场之间的联系,以及它们

对国内区域碳价格的影响，是释放碳资产交易全部潜力的关键，从而促进全球可持续性目标的实现。

不过，汇率的影响可能并不会很大。这是因为，碳排放权的价格也受到很多其他因素的影响，比如政策因素、经济因素、能源价格因素等等。这些因素可能会抵消汇率对碳排放权价格的影响。因此，对于碳排放权的价格预测，需要综合考虑各种因素，并进行相应的分析和推导。

#### 4.2.6 科技因素

低碳经济是指通过减少CO<sub>2</sub>等温室气体的排放量，遏制全球变暖、促进经济和社会可持续发展。减少CO<sub>2</sub>排放有两个主要途径。一是对CO<sub>2</sub>的增加进行控制。也就是，以发展新能源为切入点来控制碳排放。二是降低CO<sub>2</sub>的库存。降低CO<sub>2</sub>储量的关键在于碳捕集技术，然而，由于碳捕集技术目前仍处于瓶颈阶段，其规模化开发成本较高，因此，碳捕集技术在实际应用中仍存在较大困难。在碳捕集技术不成熟的背景下，提高能效、开发新能源是实现碳减排的必由之路。碳交易的出现，其核心目的就是要用市场手段来降低碳排放，从而提高能源的使用效率。而想要进一步发展可再生能源，关键是要依靠科技创新发展。科学和技术在很大程度上直接和间接地影响着碳贸易和碳价格。科技越先进，能源利用效率就越高，同时，在经济层面上，低碳技术对产业产出的边际减排费用也有很大影响。

由此可以看出，科技能够通过降低碳排放需求来间接地影响碳价格，并且科技水平的提高对于实现低碳经济的目标有更大的作用。

科技因素对碳排放权的价值也会产生一定的影响。例如，如果科技的发展使得低碳能源的生产和使用成本降低，那么人们和企业就更愿意使用低碳能源，从而减少对碳排放权的需求。这样一来，科技的发展就会导致碳排放权的供给量增加，从而降低碳排放权的价值。此外，如果科技的发展使得碳排放的治理成本降低，那么政府就可能会提高排放限额和排放标准，从而增加对碳排放权的需求。这样一来，科技的发展就会导致碳排放权的价值提高。

总的来说，科技因素对碳排放权的价值会产生复杂的影响。它可能会抵消或加强其他因素对碳排放权价值的影响。因此，对于碳排放权的价格预测，需要综合考虑各种因素，并进行相应的分析和推导。

## 4.3 碳排放权估值模型的构建

### 4.3.1 基本方法

从上一章节中,我们可以看到,目前学界所采用的碳排放权价值评估方法中,绝大多数的评估方法都是依靠于交易市场的有效性与充分性,比如市场法、影子价格法、期权定价法等评估理论。但是,因为全国碳排放交易市场还处在起步阶段,所以一套完整、高效的交易制度还没有建立起来,因此当我们在构建碳排放权估值模型的时候,采用多元线性回归模型,选取精确的指标变量,利用复杂的计量方法设计出一个适合评估碳排放权价值的模型。对于现阶段碳排放权价值的评估,可靠性高且行之有效,其计量属性仍然是最合理的评估方法。

多元线性回归模型可以用来评估碳排放权的价值,因为它可以帮助我们预测未来碳排放权的需求情况。根据碳排放限制的严格程度和市场对碳减排的需求,碳排放权的价值可能会发生变化。使用数理模型价格法,可以基于这些因素对未来碳排放权的需求进行预测,并从而估计碳排放权的价值。根据目前影响碳排放权价值的因素,制度因素、经济因素、季节因素、能源价格因素、国际因素、科技因素等相关数据,利用 SPSS 软件进行步入式进行回归分析,选择拟合效果最好的模型,构建估值模型,对 2022 年 12 月 31 日碳排放权的价值进行预测。

### 4.3.2 变量选取

#### (1) 被解释变量

我国碳排放权交易市场分为试点碳排放市场以及全国碳排放交易市场。截止到 2020 年 11 月,该试点的碳市场已经覆盖了电力、钢铁和水泥等 20 多个行业的 3000 多个主要的排放企业,累计的碳交易总量达到了 4.3 亿吨左右,交易额达到了将近 100 亿元。而全国碳排放市场的发展则相对滞后,在 2021 年 7 月 16 日,全国碳排放权交易市场才正式上线并进行交易。发电行业是第一个被纳入全国碳市场的行业,它纳入重点排放单位的数量超过了 2000 家。目前,我国碳市场将会变成全球覆盖温室气体排放量规模最大的市场。随着全国碳排放市场的逐步完善,未来统一碳排放权市场价格将成为可能。

因此本文主要研究全国统一碳排放市场碳排放权的价值,因此采用的被解释变量为碳排放配额的价格,即全国碳市场碳排放配额(CEA)的收盘价,时间区间为2021-07-16至2022-12-01的日数据,共计271个有效样本数据。

## (2) 解释变量

根据上文分析,影响碳排放权的因素主要有制度因素、经济因素、季节因素、能源价格因素以及国际因素。

气候指标主要是为了区分气温极端天气,因此气候指标设置为季节虚拟变量,夏季、冬季为1,春季秋季为0。

工业发展指标选取了上证工业指数,代表工业行业的景气状况及其股价整体变动状况。

能源价格指标是为了表示能源价格状况,而能源又分为煤炭、石油、天然气,因此选取三种能源价格作为影响因素进行分析。

国际市场价格指标的选取参考国际市场上碳排放权的价格以及汇率因素。其中欧盟碳排放权交易市场(EU ETS)中最具代表性的碳排放配额(EUA),因此选取欧盟排放配额(EUA)。而选取汇率指标则是考虑到国际间贸易往来对碳排放权的影响。

表 4.1 变量选取说明

变量	指标	变量符号	变量说明	数据来源	
被解释变量	碳排放配额的价格	Carbon Price	全国碳市场碳排放配额(CEA):收盘价	同花顺 iFind	
解释变量	科技因素	科技 100 指	Technology	主要从事国家优先发展的领域、具备高新技术或自主创新特征的公司的发展状况	Wind
	季节因素	季节虚拟变量	Season	夏季冬季为 1; 春季秋季为 0	Wind
	工业发展情况	上证工业类指数	Industry	工业行业的景气状况及其股价整体变动状况	Wind
	能源价格因素	煤炭价格	COAL	期货收盘价(活跃合约):动力煤	Wind
		石油价格	OLL	现货价:原油(中国大庆):环太平洋美元/桶	Wind
天然气价格		GAS	市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨	Wind	

	国际市场因素	CER 期货价格	CER	欧盟排放配额(EUA)欧元/ 吨二氧化碳当量	Wind
		汇率	FXRate	美元兑人民币	Wind

资料来源：同花顺、Wind

### 4.3.3 多元线性回归估值模型

#### (1) 模型摘要

设定多元线性回归模型为：

$$Y = \beta_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6 + a_7X_7 + \mu$$

自变量为 $Y$ ：碳排放权的价格。因变量为 $X_1$ ：科技因素、 $X_2$ ：季节因素、 $X_3$ ：天然气价、 $X_4$ ：煤炭价格、 $X_5$ ：石油价格、 $X_6$ ：工业发展情况、 $X_7$ ：国外碳排放权的价格。剔除无效数据，录入有效数据，使用 SPSS26 进行回归步入分析处理，得到九个模型，如下表所示

表 4.2 模型摘要

模型	R	R 方	调整后 R 方	标准估算的错误
1	0.758 <sup>a</sup>	0.575	0.574	4.29297
2	0.887 <sup>b</sup>	0.787	0.785	3.04569
3	0.896 <sup>c</sup>	0.803	0.801	2.93200
4	0.901 <sup>d</sup>	0.812	0.809	2.87137
5	0.908 <sup>e</sup>	0.825	0.822	2.77391
6	0.920 <sup>f</sup>	0.846	0.843	2.60871
7	0.931 <sup>g</sup>	0.867	0.864	2.42498
8	0.931 <sup>h</sup>	0.867	0.864	2.42148
9	0.934 <sup>i</sup>	0.871	0.868	2.38831
a. 预测变量：(常量)，科技 100				
b. 预测变量：(常量)，科技 100，季节				
c. 预测变量：(常量)，科技 100，季节，中间价:美元兑人民币				
d. 预测变量：(常量)，科技 100，季节，中间价:美元兑人民币，市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨				
e. 预测变量：(常量)，科技 100，季节，中间价:美元兑人民币，市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨，煤炭价格				
f. 预测变量：(常量)，科技 100，季节，中间价:美元兑人民币，市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨，煤炭价格，现货价:原油(中国大庆):环太平洋美元/桶				

g. 预测变量: (常量), 科技 100, 季节, 中间价:美元兑人民币, 市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨, 煤炭价格, 现货价:原油(中国大庆):环太平洋美元/桶, 上证工业
h. 预测变量: (常量), 科技 100, 季节, 市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨, 煤炭价格, 现货价:原油(中国大庆):环太平洋美元/桶, 上证工业
i. 预测变量: (常量), 科技 100, 季节, 市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨, 煤炭价格, 现货价:原油(中国大庆):环太平洋美元/桶, 上证工业, 欧盟排放配额(EUA)欧元/吨二氧化碳当量
j. 因变量: 全国碳市场碳排放配额(CEA):收盘价

资料来源: SPSS

其中第九个模型拟合优度最好, 调整后的 R 方为 0.859, 说明自变量对因变量的解释率为 85.9%。模型拟合度较好, 为最优模型, 该模型剔除汇率因素, 其他因素保留。

表 4.3 最优模型的拟合优度

模型	R	R 方	调整后 R 方	标准估算的错误
9	0.934 <sup>a</sup>	0.871	0.868	2.38
a. 预测变量: (常量), 上证工业, 季节, 汇率:美元兑人民币, 煤炭价格, 欧盟排放配额(EUA)欧元/吨二氧化碳当量, 市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨, 现货价:原油(中国大庆)				
b. 因变量: 全国碳市场碳排放配额(CEA):收盘价				

资料来源: SPSS

(2) 显著性水平

表 4.4 模型的显著性水平

ANOVA <sup>a</sup>						
模型		平方和	自由度	均方	F	P
9	回归	10171.849	7	1453.121	254.753	.000 <sup>j</sup>
	残差	1500.164	263	5.704		
	总计	11672.014	270			
a. 因变量: 全国碳市场碳排放配额(CEA):收盘价						
j. 预测变量: (常量), 科技 100, 季节, 市场价:液化天然气 LNG:全国元/吨, 煤炭价格, 现货价:原油(中国大庆):环太平洋美元/桶, 上证工业, 欧盟排放配额(EUA)欧元/吨二氧化碳当量						

资料来源: SPSS

由上图表 4.4 模型的显著性水平, 可知最优模型的 P 值为 0.000, P 值小于 0.05, 整体的显著性较好。

(3) 模型系数

表 4.5 最优模型系数

模型	未标准化系数	标准化系数	t	显著性	共线性统计
----	--------	-------	---	-----	-------

		B	标准错误	Beta			容差	VIF
9	(常量)	112.657	4.102		27.465	0.000		
	Technology	-0.005	0.001	-0.336	-4.486	0.000	0.087	3.507
	Season	2.558	0.497	0.195	5.152	0.000	0.342	2.920
	GAS	-0.002	0.000	-0.346	-9.211	0.000	0.347	2.880
	COAL	-0.007	0.001	-0.205	-7.172	0.000	0.601	1.664
	OLL	0.184	0.019	0.473	9.917	0.000	0.215	4.658
	Industry	-0.012	0.002	-0.330	-6.102	0.000	0.167	4.991
	CER	-0.056	0.019	-0.101	-2.895	0.004	0.400	2.501

a. 因变量: 全国碳市场碳排放配额(CEA):收盘价

资料来源: SPSS

由表 4.5 模型系数表可知, 评估碳排放权的模型为

$$Y = 112.657 - 0.005 X_1 + 2.558 X_2 - 0.002 X_3 - 0.007 X_4 + 0.184 X_5 - 0.012 X_6 - 0.056 X_7$$

$Y$ : 碳排放权的价格、 $X_1$ : 科技因素、 $X_2$ : 季节因素、 $X_3$ : 天然气价格、 $X_4$ : 煤炭价格、 $X_5$ : 石油价格、 $X_6$ : 工业发展情况、 $X_7$ : 国外碳排放权的价格

(4) 正态 P-P 图

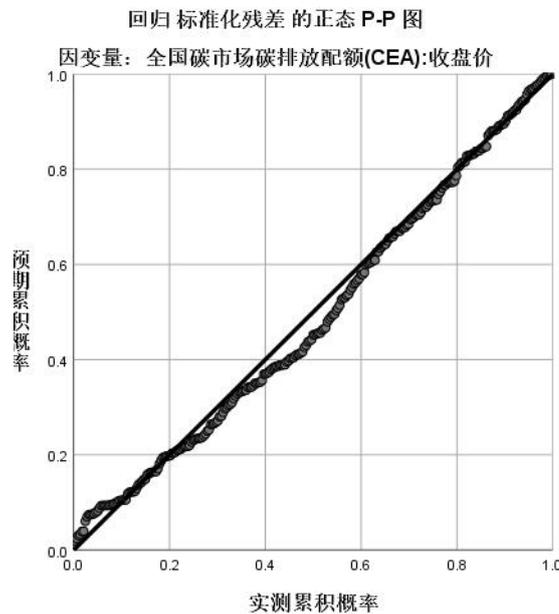


图 4.1 正态 P-P 图

P-P 图是根据变量的累积概率对应于所指定的理论分布累积概率绘制的散点图, 用于直观地检测样本数据是否符合某一概率分布。如图 4.1 所示, 被检验的数据符合所指定的分布, 代表样本数据的点基本在代表理论分布的对角线上, 模型较为合理。

(5) 多重共线性检验

表 4.6 共线性统计

模型		共线性统计	
		容差	VIF
9	(常量)		
	Technology	0.087	3.507
	Season	0.342	2.920
	GAS	0.347	2.880
	COAL	0.601	1.664
	OLL	0.215	4.658
	Industry	0.167	4.991
	CER	0.400	2.501

资料来源：SPSS

根据表 4.6，可以看到 VIF 均小于 5，模型中的变量不存在多重共线性问题。

## 5 大唐国际碳排放权估值分析

本文以大唐国际为例，大唐国际的经营资产分布在全国各地，其主营业务占总收入的比例较高，同时，其传统发电模式在实际发电中仍然有不可撼动的地位，行业代表性较强。作为一家上市公司，其运营状况以及有关的数据都更加的公开，也更加的容易获得。

### 5.1 大唐国际简介

#### 5.1.1 公司发展概况

大唐集团拥有 27 年的历史，是中国规模最大的一家独立电力公司，拥有 19 个省份的运营和正在建设的工程，主要以火电、水电、风电和光伏为主，同时还涉及煤炭、交通、循环经济和电力销售等多个行业。目前，已经由一家以燃煤为主的电力公司，发展成为一个涉及多个行业、多领域的综合性能源类上市公司。在 2021 年末，该公司的总资产为 2,959.68 亿元，总发电能力为 6,770.3 兆瓦。



图 5.1 大唐国际业务地区分布

大唐国际践行“双碳”目标要求，以实现绿色低碳转型为发展方向，以“绿色低碳、多能互补、高效协同、数字智慧”为发展愿景。2021 年，托电、蔚县基地合计 3,000 兆瓦，获得国家第一批大型风光基地批复。在广东、安徽、江西、天津等多个地区实现新能源产业布局优化和突破性进展，公司转型发展大幅提质提速。截至 2021 年底，公司新投产机组 774.15 兆瓦，均为新能源机组，公司低碳清洁能源占比进一步提升至 30.27%。良好的践行了公司愿景。

### 5.1.2 关键经济、环境、能耗绩效

#### (1) 经济绩效

大唐国际发电量、总装机容量、市场电量以及上网电量在近几年呈逐年上升的态势，如表 5.1 所示，并且清洁能源和可再生能源装机占比也在逐年提升，在 2021 年达到 30.27%，在国内企业中占比领先。主营业务收入和资产总额增速较上年有提升。

鉴于大唐国际 2021 年的经营业绩，该公司的净利润大幅下降。尽管报告期内，由于上网电价和电价的逐年上升，显示出收入的稳步增长，但煤炭价格飙升

的不利影响导致本财年亏损超过 90 亿元人民币。大唐发电公司的运营成本为 1037.3 亿元人民币，比上年明显增加 260.24 亿元人民币或约 33.49%。然而，电力燃料成本被证明是主要的贡献者，占总成本的 63.05%，该公司 2021 年的电力燃料支出总额为 653.97 亿元人民币，同比大幅增加 235.16 亿元人民币。

表 5.1 关键经济绩效表

指标名称	单位	2019	2020	2021
净利润	亿元	29.77	53.16	-118.96
资产总额	亿元	2821	2803	2960
主营业务收入	亿元	943	940	1015
发电量	亿千瓦时	2653	2726	2729
总装机容量	兆瓦	64423	68278	69770
市场电量	亿千瓦时	1286.91	1505.88	1705.40
上网电量	亿千瓦时	2505	2548	2577
清洁能源和可再生能源装机占比	%	27.54	29.4	30.27

资料来源：大唐国际 2021 年年报

一般来说，企业的发电量和企业二氧化碳排放量之间有一定的关系。一般来说，企业的发电量越大，企业的二氧化碳排放量也会越大。这是因为，在企业发电过程中，会产生大量的二氧化碳，而这些二氧化碳最终会被排放到大气中。

但是，具体的关系可能会因企业的发电方式不同而有所差异。例如，在一些企业采用可再生能源发电时，发电量和二氧化碳排放量之间的关系可能并不是很明显。这是因为，可再生能源发电过程中不会产生二氧化碳，因此企业的二氧化碳排放量可能并不会随着发电量的增加而增加。根据 2021 年大唐国际年报，大唐国际生产的主要原料为动力煤，截至 2021 年底，公司新投产机组 774.15 兆瓦，均为新能源机组，公司低碳清洁能源占比为 30.27%。按照 2019—2021 年低碳清洁能源占比平均增速，预计 2022 年底，公司清洁能源和可再生能源装机占比为 31.65%，增长率为 1.365%。

## （2）环境绩效

大唐国际生产所产生的污染物，主要有二氧化碳、氮氧化物、烟尘和废水等，如下表 5.2 关键环境绩效所示，其中二氧化碳是其产生的主要的污染物，在 2021

年排放总量有下降趋势，但二氧化碳排放强度较前几年有较大的提升。氮氧化物排放总量较上年有增长，废水排放总量较上年有较大的降幅，其他污染物无较大的变动。

表 5.2 关键环境绩效

指标名称	单位	2019	2020	2021
二氧化碳排放总量	万吨	19853	23398	20071
二氧化碳直接排放	万吨	19845	23290	20067
二氧化碳间接排放	万吨	8	7.8	3.79
二氧化碳排放强度	克/千瓦时	768.5	765.8	865.6
氮氧化物排放总量	万吨	2.632	3.033	3.083
氮氧化物排放率	克/千瓦时	0.13	0.13	0.124
二氧化硫排放总量	万吨	1.493	1.776	1.767
二氧化硫排放率	克/千瓦时	0.07	0.07	0.071
烟尘排放总量	万吨	0.275	0.273	0.272
烟尘排放率	克/千瓦时	0.01	0.011	0.011
废水排放总量	万吨	520.769	517.142	451.114
废水排放率	千克/千瓦时	0.023	0.021	0.018

\*参照国家统计局口径，2021 年碳排放强度计算方式由基于“发电量+供热量折算电量”变更为只按供电量计算。

资料来源：大唐国际 2021 年年报

根据二氧化碳排放总量可知，由于 2020 年与 2021 发电量相差无几，因此减少的碳减排就是由于公司使用清洁能源和可再生能源装机带来的效果。可知 3223 万吨的碳减排是由于公司提升了 0.87%的清洁能源和可再生能源装机占比，而预计到 2022 年增长 1.365%，由此估算出大唐国际到 2022 年能够实现碳减排 5056.78 万吨。

### （3）能耗绩效

大唐国际的主要能耗指标为水耗、油耗以及煤耗，通过下表 5-3 主要能耗指标可以得出，2021 年耗水总量以及供电煤耗有大幅度下降，单位发电油耗较前几年有大幅度增长，其余指标与前几年相比无较大变化。可见，大唐国际在降

低耗水和耗煤这两个指标上付出了较多努力。

表 5.3 主要能耗指标

指标名称	单位	2019	2020	2021
耗水总量	万吨	18732.80	20656.69	17250.29
发电综合水耗	千克/千瓦时	0.82	0.86	0.85
耗油总量	万吨	0.75	0.74	0.76
单位发电油耗	吨/千瓦时	3.29	3.06	3.76
综合厂用电率	%	5.61	5.52	5.51
耗用标准煤量	万吨	6483.11	6392.04	6442.21
供电煤耗	克标准煤/千瓦时	296.23	293.17	291.72

资料来源：大唐国际 2021 年年报

### 5.1.3 减排技术发展

大唐国际积极健全创新管理体系，持续优化创新队伍，促成科技成果的多维度运用，着力打造创新型企业。该公司共获得专利 112 项，其中发明专利 16 项，续订了 4 项行业标准，研发投入达到 2.3 亿元。

另外注重培养推荐，努力发挥高层次人才引领示范作用。持续深化以专业技术和生产技能人才为重点的员工职业生涯多通道建设，促进员工立足岗位成长成才。2021 年涌现出电力行业技术能手 5 人、优秀技能选手 9 人，中国大唐集团技术能手 2 人，优秀技能选手 6 人，有色金属行业技术能手 1 人、优秀技能选手 1 人，省级技术能手 7 人。2 名全国技术能手，3 名中央企业技术能手，3 名电力行业工匠，1 人入选中央企业大国工匠支持计划。

### 5.1.4 碳排放权交易

碳排放权的利用已经成为火力发电企业日常运营中不可或缺的一个方面，这些企业主要依靠碳基产品来获得主要业务收入。在主要企业之间公平分配减排信用的情况下，会出现两种基本情况。首先，表现出高污染处理效率或低污染处理成本的企业有能力利用先进的减排技术来超越其减排目标。在有残余碳排放权的

情况下，这些企业能够通过出售将其货币化，从而获得经济补偿。其次，污染处理效率低或污染处理成本高的企业可以通过购买相应的碳排放权来满足监管部门的碳排放规定。通过这样做，他们可以逃避环境制裁，并获得本应用于节能技术设备改造的成本节约。因此，双方都从参与碳交易中获得了利益。显然，这一现象对那些在保持竞争优势的同时寻求实现可持续发展的企业具有重要意义。

根据大唐国际发电 2021 年年报所示，大唐国际在 2021 年的碳排放权交易收入为 3.01 亿元。

表 5.4 2021 年大唐国际碳排放权交易数据

单位：千元币种：人民币

项目	本期发生额	上期发生额
碳排放权交易收入	301868	

资料来源：大唐国际 2021 年财报。

## 5.2 相关参数的估算

### 5.2.1 科技发展因素

科学技术的发展关乎碳排放权的价值，近年来专利申请数逐年提升，如下表 5.5 所示，尤其在 2021 年发明专利申请受函数实现历史新高，增速达到 31.28%，说明我国重视科学技术的发展，科学技术在发明阶段发展稳定。

表 5.5 专利基本情况

指标年度	2018	2019	2020	2021
专利申请数（项）	4323112	4380468	5194154	5243592
发明专利申请数（项）	1542002	1400661	1497159	1585663
专利申请授权数（项）	2447460	2591607	3639268	4601457
发明专利申请受函数（项）	432147	452804	530127	695946

资料来源：国家统计局

但在科学技术价值实现阶段，如下表 5.6 2021 年 7 月——2022 年 11 月科技 100 指数的走势，科技 100 指数是从中小板和创业板的公司中，筛选出了主要

从事国家优先发展的领域，具备高新技术或自主创新特征的公司，并以加权财务指标为依据，对这些公司展开了评分。选出了流动性指标居前的 100 家公司，作为指数的成份股，这个指数主要用来反映具备高新技术或自主创新特征的公司股票的整体走势。

表 5.6 科技 100 指数的走势



资料来源：国家统计局

该期间内科技 100 指数走势呈现剧烈浮动，但整体呈现出下降的趋势。说明科学技术的发明创造与技术实现存在一定的割裂。但影响到碳排放权价值的因素要考虑目前已经实现的技术，因此根据科技 100 指数的升降趋势，技术因素的取值为 2961.19。

## 5.2.2 季节因素

根据本文设定的评估时点来确定相关的值，如果评估基准日是冬季或夏季则为 1，如果是春秋季节则为 0。

## 5.2.3 能源价格

### (1) 煤炭

设定模型时利用的是期货收盘价(活跃合约):动力煤的相关数据，但考虑到期货的价格在短时间存在较大的波动性，因此在期货收盘价的基础上根据下图烟煤和无烟煤开采洗选工业生产者出厂价格指数的波动性，设定煤炭在 2022 年 12 月 31 日的价格水平。

利用周期移动平均法，简称为指数平滑移动平均（Exponential Smoothing Moving Average），是一种统计分析方法，通常用于趋势分析和预测。它的基本思想是，将每一个时间点的数据与之前几个时间点的数据结合起来计算平均值，以此来平滑曲线并预测未来的值。这样做的目的是为了把一些随机的波动或瞬时变化消除掉，只保留趋势或周期变化，以便更好地分析和预测数据。根据表 5.7 烟煤和无烟煤开采洗选工业生产者出厂价格指数（上年同月=100）可知 2022 年 12 月的价格指数为 86.47。根据 2022 年 12 月动力煤的期货收盘价：988 以及 2022 年 12 月的价格指数为 86.47 可知，煤炭价格选取 854 元。

表 5.7 烟煤和无烟煤开采洗选 工业生产者出厂价格指数（上年同月=100）



资料来源：国家统计局

### (3) 石油

前期石油的价格是影响未来石油价格的重要因素。如果前期石油的价格较高，那么未来石油的价格可能也会相对较高。这是因为，如果石油的价格较高，那么石油生产商就会有更多的利润空间，因此他们可能会继续提高石油的产量和销售价格，以获得更高的利润。其次，经济因素也会对未来石油价格产生重要影响。如果经济增长较快，那么能源需求就会增加，从而提高石油的价格，反之亦然。根据表 5.8 石油开采工业生产者出厂价格指数（上年同月=100）利用周期移动平均法预测 2022 年 12 月的价格指数为 129.675。

已知 2021 年 12 月 31 日的现货价：原油（中国大庆）为 75.74，则预测 2022

年 12 月 31 日的原油价格为 98.21

表 5.8 石油开采工业生产者出厂价格指数（上年同月=100）



资料来源：国家统计局

#### (4) 天然气

在预测评估十点天然气的价格是，同样利用周期移动平均法来预测短期内价格的变化。根据下表 5.9 天然气开采工业生产者出厂价格指数可知，2022 年 12 月 31 日的价格变化指数为 104.3，而 2021 年 12 月 31 日天然气的市场价格为 4776，因此预测 2022 年 12 月 31 日天然气的市场价格 4981.3

表 5.9 天然气开采工业生产者出厂价格指数（上年同月=100）

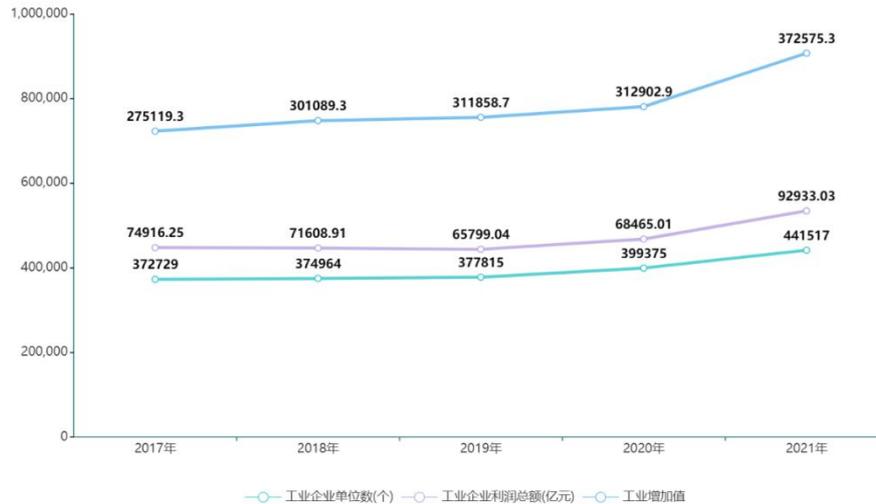


资料来源：国家统计局

### 5.2.4 工业发展因素

可以通过以下几个方面来判断中国工业的发展情况：工业产出、工业投资、工业企业数量等。观察工业产出的变化情况，可以判断工业的发展情况。如果工业产出不断增长，说明工业发展良好；相反，如果工业产出持续下降，则说明工业发展不够良好。而工业投资是工业发展的重要动力。如果工业投资增长较快，说明企业对工业发展充满信心，工业发展情况较好；相反，如果工业投资增长缓慢或下降，则说明工业发展不够良好。工业增加值能够反映工业企业的生产能力和经济效益。如果工业增加值增长较快，说明工业发展良好。

表 5.10 近五年国内工业发展状况



资料来源：国家统计局

根据表 5.10 近五年国内工业发展状况可知，近五年工业增加值、工业利润总额以及工业企业单位数一直在上升，在 2021 年有一个突出变化，各项数据增幅较大。但因疫情影响明显，2021 年上证工业指数在 3000 左右浮动，但在 2022 年，上证工业指数在 2500 左右浮动，因此预测 2022 年工业发展预计涨幅不大，因此采取 2022 年 11 月的平均上证工业指数为 2567。

## 5.2.5 国际碳排放权的价格

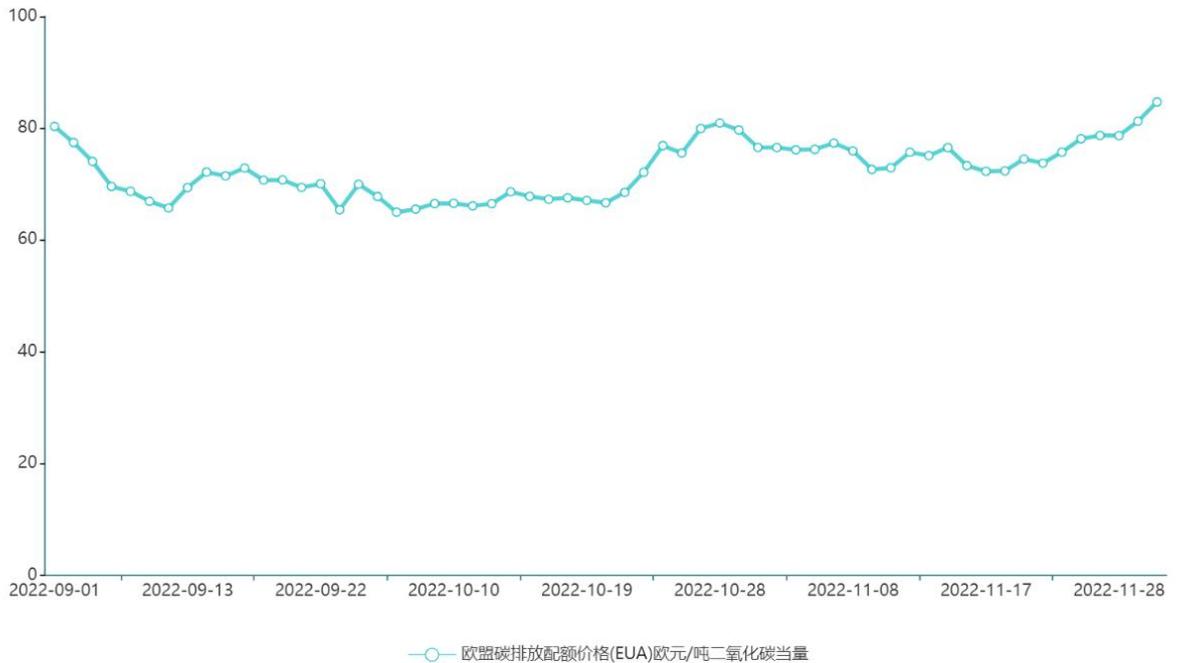
国际碳排放权的价格受到多种因素的影响，包括政治因素、经济因素和市场需求等。然而，短期时间内，碳排放权的价格一般会受到供需关系的影响，如果需求量较大，则价格可能会上涨；如果供给量较大，则价格可能会下降。因此，预测碳排放权的价格最好的方法是密切关注市场供需关系，并结合其他因素，如政治和经济等，来预测碳排放权的价格。

**政治因素：**政府对二氧化碳排放量的限制会影响碳排放权的需求量和供给量，从而影响价格。**经济因素：**经济环境的变动会影响碳排放权的需求，从而影响价格。**市场需求：**碳排放权的需求量会直接影响价格。如果需求量较大，则价格可能会上涨；如果供给量较大，则价格可能会下降。此外，国际碳排放权的价格还可能受到其他因素的影响，如天气、自然灾害等。

在过去的几十年中，由于气候变化的影响，许多国家都开始采取更严格的措施来减少二氧化碳排放量。在未来，随着气候变化问题的日益严峻，许多国家可

能会更加重视环境保护，并采取更严格的措施来控制碳排放量。因此，未来对碳排放的规定可能会变得更严格。因此 2022 年国家碳排放权的需求量将会提升，价格会有一些的涨幅。

**表 5.11 2022 年 9 月 1 日——2022 年 11 月 31 日国际碳排放权价格变动趋势**



资料来源：Wind

根据上表趋势，预测 2022 年 12 月 31 日国际碳排放权的价格为 85.04 元\每吨。

### 5.3 大唐国际碳排放权价值的评估

#### (1) 评估假设

假定碳排放权已经处在交易过程中，假设碳排放权在全国碳排放市场交易流通，买者和卖者的地位是平等的，彼此都有获取足够市场信息的机会和时间，买卖双方的交易行为都是在自愿的、理智的，而非强制的条件下进行的。

#### (2) 评估目的

资产转让，使拥有碳排放权的企业有偿向外转移碳排放权的所有权。

#### (3) 评估基准日

该研究将评估基准日定为 2022 年 12 月 31 日。

#### (4) 评估方法

利用上文设定的估值模型对碳排放权进行价值评估, 评估碳排放权的模型为

$$Y = 112.657 - 0.005X_1 + 2.558X_2 - 0.002X_3 - 0.007X_4 + 0.184X_5 - 0.012X_6 - 0.056X_7$$

$Y$ : 碳排放权的价格、 $X_1$ : 科技因素、 $X_2$ : 季节因素、 $X_3$ : 天然气价格、 $X_4$ : 煤炭价格、 $X_5$ : 石油价格、 $X_6$ : 工业发展情况、 $X_7$ : 国外碳排放权的价格

#### (5) 评估结论

根据上述估值模型以及要素值的确定, 得出 2022 年 12 月 31 日国内碳排放市场的预测价格:

$$\begin{aligned} Y &= 112.657 - 0.005X_1 + 2.558X_2 - 0.002X_3 - 0.007X_4 + 0.184X_5 - 0.012X_6 - 0.056X_7 \\ &= 112.657 - 0.005 \times 2961.19 + 2.558 \times 1 - 0.002 \times 4981.3 - 0.007 \times 854 + 0.184 \times 98.21 - 0.012 \times 2567 - 0.056 \times 85.04 \\ &= 66.97 \text{ (元/每吨)} \end{aligned}$$

因此, 根据上述模型及其影响要素的未来走势分析, 预测 2022 年 12 月 31 日国内碳排放权的价格为 66.97 元/每吨。

根据上述章节分析, 大唐国际在 2022 年底可能实现的炭减排为 5056.78 万吨, 结合 2022 年 12 月 31 日国内碳排放市场的预测价格 66.97 元/每吨。在不考虑其他条件的情况下, 大唐国际 2022 年 12 月 31 日的碳排放权交易收入可能达到 3.39 亿元。

## 5.4 评估结果分析

随着全球气候变暖的加剧, 人类活动对大气环境造成的污染已经成为人类健康和生态环境的严重威胁。碳排放权作为一种政策工具, 可以通过限制碳排放量和交易碳排放权证书, 来实现对碳排放的管理和控制。因此, 研究碳排放权的背景和目的在于通过研究碳排放权的实现方法和效果, 为制定和实施有效的碳排放权政策提供科学依据。

本文通过文献分析法, 梳理出影响碳排放权价值的因素, 影响因素为制度因素、经济发展状况、季节状况、能源价格(煤炭、石油、天然气)、国际碳排放权的价格以及科技发展因素。然后利用影响因素设定碳排放权价值评估的模型。

利用 spss 步入式回归分析，得出评估模型。该模型排除了汇率因素对碳排放权价值的影响因素，因为碳排放权的价格受到很多其他因素的影响，比如政策因素、经济因素、能源价格因素等等。这些因素可能会抵消汇率对碳排放权价格的影响。最终得到碳排放权的评估模型为：

$$Y = 112.657 - 0.005X_1 + 2.558X_2 - 0.002X_3 - 0.007X_4 + 0.184X_5 - 0.012X_6 - 0.056X_7$$

自变量为  $Y$ ：碳排放权的价格。因变量为  $X_1$ ：科技因素、 $X_2$ ：季节因素、 $X_3$ ：天然气价、 $X_4$ ：煤炭价格、 $X_5$ ：石油价格、 $X_6$ ：工业发展情况、 $X_7$ ：国外碳排放权的价格。

后面又根据各项影响因素发展趋势，对各种因素的未来发展趋势进行了分析，探索出各项影响因素在 2022 年 12 月 31 日的预测值，将其代入，得到的评估结果为 66.97 元/吨。因此本文的研究结论说明在 2022 年 12 月 31 日，国家碳排放市场上碳排放权价值为 66.97 元/吨。结合大唐国际碳减排的发展，预测大唐国际到 2022 年能够实现碳减排 5056.78 万吨，不考虑其他因素的情况下，在 2022 年 12 月 31 日交易碳排放权，能够实现收入 3.39 亿元。

## 5.5 研究启示

### 5.5.1 增强企业对碳资产的管理意识

随着人们意识到气候变化对人类的威胁，许多国家和地区都在加强对碳排放的监管。因此，企业应该主动应对这种趋势，采取一些措施来减少对环境的污染。首先，企业应该加强内部管理，制定一套有效的碳排放管理制度，并确保员工遵守这些规定。掌握国内碳排放权价格的变动规律，合理进行风险管理，降低损失，保障企业相关利益。

其次，在“碳达峰”背景下，预计未来关于碳排放的相关数据披露将会剧增且更详细。因此，企业自身提升对环境及碳足迹等数据信息管理的能力十分重要，在未来碳排放将是一个重要指标，企业需尽快提升碳排放检测、碳足迹追踪等相关能力和技术。此外，企业可以考虑推广更环保的生产技术和工艺，以减少排放量，也可以投资研发可再生能源技术。

鉴于管理碳排放的监管框架日益严格，企业有责任提高其环境保护意识，并采取多种措施来减少污染。这些努力应包括提高其碳信息披露管理团队的技能，加强其碳排放测试和碳足迹跟踪能力，并投资于有助于碳管理的技术。特别是，从事出口的企业应该认识到在不同层面上发展其碳管理能力的必要性，包括但不限于建立一个强大的内部碳信息披露系统，制定碳减排目标，实施治理层面的监测，以及部署碳排放管理措施。通过参与这些活动，企业将能够很好地应对管理碳排放的监管环境，促进可持续发展，从而使企业的利益超越其自身的边界。

### 5.5.2 丰富碳市场交易主体

我国已建成了—个全国范围内的碳排放交易市场，但在当前的碳交易市场中，主要以被纳入的控排企业为交易主体，尚不能向机构和个人投资者开放，导致交易主体单一，数量稀少。

那些被动参与碳交易市场的相关方，由于其对碳资产的认识还不够充分，因此会存在主动进行交易意愿不够强的情况，这样以来市场的流动性就会变的很弱。所以，不管是个人还是企事业单位积极主动的投入到碳排放权交易的市场中来，不仅能够对专业人士的吸引力更大，同时也能够对企业利用好管理好碳资产起到积极的指导作用，同时还能够在全国范围内更加高效的推广碳交易的相关科普，从而为地方政府吸引到更多更加优秀的投资者，以此来提升宏观的碳交易市场的活跃度和健康度，推动减排政策的高效落地。

### 5.5.3 鼓励发展碳衍生品交易

在严格执行风险规避制度以及相关部门的监督下，鼓励碳排放权交易衍生品的形成。

发展碳排放权交易衍生品可以帮助政府和监管机构更好地实施碳排放权交易体系，促进碳排放的有效限制和减少。它还可以为投资者提供更多的投资机会和风险管理工具，促进绿色投资的发展。此外，发展碳排放权交易衍生品还可以帮助支持碳排放减排目标的实现，促进清洁能源的发展，为应对气候变化作出贡献。

发展碳排放权交易衍生品可以帮助提高碳排放权交易的流动性和效率，促进

市场化交易。不仅可以增强市场的流动性，并且有助于资本的流入。同时，衍生品市场具有的价格发现和调节功能，可以及时有效地对碳排放权交易价格进行调节。此外，碳排放权交易衍生品还可以帮助投资者更好地管理碳排放权交易的风险，为清洁能源的发展提供资金支持。

发展碳排放权交易衍生品还有助于实现碳排放权交易体系的目标，即通过市场化交易机制来限制碳排放，促进清洁能源的使用。这有利于减少对环境的污染，保护生态环境，提高能源安全性。

## 6 结论与不足

### 6.1 研究结论

根据上述研究发现，能源价格以及季节对碳排放权价值影响较大。石油价格对碳排放权产生正面影响，这是因为石油是主要的碳排放源之一。随着石油价格的上涨，碳排放权的需求可能会上升。例如，如果石油价格上涨，那么企业和个人可能会更愿意使用替代能源来源，进而导致对碳排放权的需求增加。

除此之外，一旦传统石油的价格涨幅较大，那么不管是企业还是个人都会更加倾向于用更少的资金去购买碳排放权，这样以来则会进一步的引起碳排放权的价格上浮。因此，传统石油能源的价格涨幅过大会对碳排放权产生正面影响的可能性也较大。而天然气煤炭的价格则有可能对我国境内的碳排放权价格产生一些反面的作用。举个例子，假设煤炭或者天然气的价格出现了下调，极有可能出现的情况是，企业和个人都将会更加倾向使用这类资源，由此进一步降低碳排放权的使用量，根据供需关系带动其价格下调。

此外，如果天然气或煤炭价格下降，那么企业和个人可能会节省更多的资金用于购买碳排放权，进而导致碳排放权价格下降。总之，天然气、煤炭价格的下降可能会对国内碳排放权价格产生负面影响。季节对碳排放权价格可能会产生一定的影响，但具体情况因地区和时间而异。例如，在冬季，由于气温低，人们可能会更多地使用暖气，进而导致对碳排放权的需求增加，从而导致碳排放权价格上涨。相反，在夏季，由于气温高，人们可能会更多地使用空调，进而导致对碳排放权的需求下降，从而导致碳排放权价格下降。总之，季节对碳排放权价格的影响较为明显。

汇率因素对碳排放权价值的影响可能不大，这是因为碳排放权是一种国际性的交易品，它的价格受到多种因素的影响。汇率因素可能会对碳排放权价值产生一定的影响，但这种影响可能不会太大。例如，如果汇率发生变化，那么这可能影响国内碳排放权价格的变化。但是，由于碳排放权的价格受到多种因素的影响，所以汇率因素对碳排放权价值的影响可能会被抵消掉。

技术因素对碳排放权价格存在负面影响。这可能有多种原因。例如，随着清洁能源技术的发展，碳排放量可能会下降，进而降低对碳排放权的需求。如果政

府或监管机构认为碳排放量已经达到了可接受水平,他们可能会采取措施减少碳排放权的供给,进而导致碳排放权价格上升。此外,随着能源技术的发展,企业和个人可能会更加倾向于使用更清洁的能源来源,从而减少对碳排放权的需求。总之,技术因素可能会对碳排放权价格产生负面影响,但具体原因因情况而异。另外在研究过程中发现国内科学技术的研究与应用实现存在一定程度的割裂,科学技术是由人类创造的,因此它们会受到人类的局限性的影响。例如,人类的社会和文化分歧可能会导致科学技术的研究与应用存在一定的割裂。此外,由于科学技术的高度复杂性,它们的研究和应用也可能存在一定的分歧。例如,不同的学术机构和专家可能会对同一问题提出不同的解决方案,导致科学技术的研究和应用存在分歧。

国外碳排放权价格对国内碳排放权价格有一定的负作用。碳排放权价格是由市场供求关系决定的。如果国外碳排放权价格下降,那么这可能会导致国内碳排放权价格下降。这是因为国外碳排放权价格的下降可能会导致国外碳排放权需求的下降,从而导致国内碳排放权价格下降。此外,如果国外碳排放权价格下降,那么国内的企业和个人可能会更愿意从国外购买碳排放权,进而导致国内碳排放权价格下降。

## 6.2 研究不足

目前我国境内碳交易市场已经正式的投入使用,配套的各类法规制度也在不断的跟进落地,未来,会更加深入的对重要度较高的相关因子进行改进;举个例子,国家层面推出的相关政策法规会针对某一个特定因子来展开研究,同时推导其可能会引发的相关影响,然后逐步的该因子参数优化改善,使其更加符合我国的碳排放权发展的特定历史条件和发展阶段。从而推动我国碳排放权定价的有效落地,从而促进我国相关法律法规的稳健性和可落地性,推动我国碳排放权市场规划建设。

## 参考文献

- [1] Peter Letmathe Sandra Wagner. Optimal strategies foremission trading in a Putty-Clay Vintagemodel [J]. Emissions Trading and Business, 2006 (2) : 91-104.
- [2] 陈文颖, 吴宗鑫. 碳排放权分配与碳排放权交易[J]. 清华大学学报(自然科学版), 1998(12):16-19+23.
- [3] 陈晓红, 王陟昀. 欧洲碳排放权交易价格机制的实证研究[J]. 科技进步与对策, 2010, 27(19):142-147.
- [4] 范莉莉, 刘鹤. 碳无形资产演绎路径研究[J]. 科技进步与对策, 2015, 32(10):20-23.
- [5] 冯家丛, 冯泽青, 田辉建, 曹晓泽. 碳排放权价格的影响因素研究——基于我国碳排放权试点的实证分析[J]. 商业会计, 2018(02):14-17.
- [6] 傅钰. 碳排放权价值评估研究[J]. 中国市场, 2016(34):217-219.
- [7] 关丽娟, 乔晗, 赵鸣, 等. 我国碳排放权交易及其定价研究——基于影子价格模型的分析[J]. 价格理论与实践, 2012, 000(4): 83-84
- [8] 郭文, 黄可欣. 碳排放权交易背景下配额碳资产的价值评估研究[J]. 商业会计, 2019(17):20-24.
- [9] 郭文, 叶子瑜, 王洁, 等. 基于实物期权的企业项目碳资产价值评估研究[J]. 商业会计, 2019(10): 17-19.
- [10] 郭文军. 中国区域碳排放权价格影响因素的研究——基于自适应 Lasso 方法[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(S1):305-310.
- [11] 洪涓, 陈静. 我国碳交易市场价格影响因素分析[J]. 价格理论与实践, 2009(12):65-66.
- [12] 靳雨琪, 邓明翔. 碳排放权价值评估研究进展[J]. 中国资产评估, 2021(05):48-54.
- [13] 李元祯. 企业碳排放权价值评估研究[D]. 天津财经大学, 2013.
- [14] 梁美健, 罗亚丽. 碳排放权的资产观及其评估的若干思考[J]. 山东工商

学院学报, 2016, 30(02):23-26.

[16]刘柳. 企业碳排放权价值评估方法研究[D]. 天津大学, 2018.

[17]门明, 张秋莉. 碳交易生产模型述评及应用探讨 [J]. 国际商务 (对外经济贸易大学学报), 2010(6): 44-51.

[18]倪受彬. 碳排放权权利属性论——兼谈中国碳市场交易规则的完善[J]. 政治与法律, 2022(02):2-14.

[19]潘露. 碳排放权价值评估方法研究[J]. 中国资产评估, 2020(03):39-43.

[20]彭敏. 我国碳交易中碳排放权的会计确认与计量初探[J]. 财会研究, 2010(08):48-49.

[21]乔海曙, 谭焯, 刘小丽. 中国碳金融理论研究的最新进展[J]. 金融论坛, 2011, 16(02):35-41.

[22]邱冬阳, 吴梦尧. “双碳”目标下的我国碳排放权质押贷款: 现状、不足及优化路径[J]. 西南金融, 2022(03):68-80.

[23]谭中明, 刘杨. 对碳资产财务会计处理的探讨[J]. 商业会计, 2011(31):51-52.

[24]汪中华, 胡垚. 我国碳排放权交易价格影响因素分析[J]. 工业技术经济, 2018, 37(02):128-136.

[25]王昕婷, 吴芷萱, 袁广达. 碳排放权价值评估模型构建——以大唐国际发电股份有限公司为例[J]. 财会月刊, 2020(07):37-42.

[26]王豫. 基于影子价格模型的碳资产评估[J]. 中国经贸导刊(中), 2019(02):29-30.

[27]吴芷萱. 碳排放权价值评估方法研究——以大唐国际发电股份有限公司为例[J]. 时代金融, 2018(32):338-340.

[28]许京怡, 廖志高. 基于公平分配原则的碳排放权影子价格预测研究——以广西壮族自治区为例[J]. 商业观察, 2021(21):21-24.

[29]杨泽伟. 碳排放权: 一种新的发展权[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2011, 41(03):40-49.

[30]于倩雯, 吴凤平, 沈俊源, 程铁军. 碳金融市场下基于模糊测度和 Choquet 积分的碳期权估值 [J]. 北京理工大学学报(社会科学

版), 2020, 22(01):13-20.

[31] 余一卿, 王泽霞. 期权定价模型在我国碳排放权估值中的应用——以广州恒运(000531)碳排放权价值评估为例[J]. 生产力研究, 2017(01):100-105.

[32] 袁广达, 王子悦. 碳排放权的具体资产属性与业务处理会计模式[J]. 会计之友, 2018(02):11-16.

[33] 苑泽明, 李元祯. 总量交易机制下碳排放权确认与计量研究[J]. 会计研究, 2013(11):8-15+95.

[34] 张晨, 吴亚奇. 基于变结构 ASV 模型的后京都时代 CER 碳价波动特征研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(S2):16-19.

[35] 张丹. 基于 B-S 模型对碳排放权价值评估研究[D]. 云南大学, 2018.

[36] 张立君. 期权定价模型在碳排放权评估中的应用研究[D]. 北京交通大学, 2014.

[37] 张玉娟, 何朝林. 碳排放权价格的影响因素分析[J]. 铜陵学院学报, 2013, 12(01):21-24.

[38] 赵立祥, 胡灿. 我国碳排放权交易价格影响因素研究——基于结构方程模型的实证分析[J]. 价格理论与实践, 2016(07):101-104.

[39] 朱跃钊, 陈红喜, 赵智敏. 基于 B-S 定价模型的碳排放权交易定价研究[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(05):27-30.

## 致谢

又到了出发的日子，感谢研究生三年来所有的老师，尤其感谢南星恒老师三年的辛苦付出，每次组会上的指导、每个比赛的建议、每篇论文的修改，我都历历在目；感谢朝夕相处的同学们，室友们互相理解、包容，专业同学们互相帮助都让我在学习和生活中非常幸福；感谢我最好的朋友彭铭扬，在我人生低谷时的帮忙和陪伴，教我忘记痛苦，为阳光记忆腾出空间，谢谢你永远支持我、开导我，祝大家都能实现自己的梦想，过上理想的生活。

最后，我想对自己说，请你务必一而再，再而三，千次万次，毫不犹豫的救自己于人间水火。