

分类号 \_\_\_\_\_  
U D C \_\_\_\_\_

密级 \_\_\_\_\_  
编号 \_\_\_\_\_



# 硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 马钢股份碳资产管理研究

研究生姓名: 司文婷

指导教师姓名、职称: 周一虹 教授 罗凡 高级经济师

学科、专业名称: 会计硕士

研究方向: 注册会计师

提交日期: 2022年6月5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： 司文婷 签字日期： 2022.06.09

导师签名： 周一虹 签字日期： 2022.06.15

导师(校外)签名： 张 签字日期： 2022.06.18

## 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： 司文婷 签字日期： 2022.06.09

导师签名： 周一虹 签字日期： 2022.06.15

导师(校外)签名： 张 签字日期： 2022.06.18

# **Research On Maanshan Iron and Steel Company's Carbon Asset Management**

**Candidate :Si Wenting**

**Supervisor:Zhou Yihong Luo Fan**

## 摘 要

随着工业化进程不断推进，人类生产生活方式产生了变化，气候问题日益严重，温室气体的飞速增长成为全球社会发展过程中需要共同解决的问题。各国政府纷纷尝试采取措施，在对环境问题进行了思考之后立刻付诸了行动、积极响应，共同订立了《联合国气候变化框架公约》、《京都议定书》、《巴黎协定》，由此催生了碳交易的产生，进一步使各国开始考虑探索建立碳交易市场的重要性，碳排放权也有了新的意义，成为了一项特殊的商品，也相应的被确认为一项资产。而碳资产管理作为企业环境管理的分支，对于平衡企业高效发展和促进企业节能减排，具有一定的意义。

基于以上背景，本文采用案例研究方法，从以下五个方面对马钢碳资产管理进行了研究：（1）梳理国内外对于碳资产以及碳资产管理的研究内容，明确研究的主题；（2）结合马钢股份，从公司概况、碳资产管理现状以及马钢方面进行分析了解，通过马钢股份相关数据，核算出马钢生产过程中各环节产生的碳排放量及碳配额，提出马钢股份在碳资产管理过程中存在的问题；（3）对马钢股份从碳排放管理、碳减排管理、碳资产交易管理三个方面进行分析；（4）提出马钢碳资产管理路径优化建议。

本文的主要结论包括：（1）马钢股份碳排放量最大的环节是燃料燃烧过程，因此，进行碳减排要从提高燃料燃烧的效率入手；（2）对马钢进行碳减排管理中，对碳减排成本效益进行分析，得出结论马钢在碳资产管理过程中需要合理进行碳减排；（3）进行碳交易管理，需要及时把握碳交易市场情况，有利于企业做出合理决策；（4）马钢进行碳资产管理过程中，还需要在细化碳盘查、积极参与碳交易以及主动进行碳减排方面进行路径优化。

通过此研究，本文将理论与企业实际相结合，旨在为企业碳资产管理提供路径优化建议，以期在可持续发展的背景下的对其他钢铁企业合理利用碳资产提供一定的借鉴。

**关键词：**碳资产管理 碳交易 碳减排 路径优化

## Abstract

With the continuous advance of industrialization, human's production and life have changed, the climate problem is becoming more and more serious, the rapid growth of greenhouse gases has become a global social development needs to be addressed. Countries immediately took action and responded positively after reflecting on environmental issues, and jointly signed the United Nations Framework Convention on Climate Change, the Kyoto Protocol, the Paris Agreement and other regimes, this led to the emergence of carbon trading, further countries began to consider the importance of exploring the establishment of a carbon trading market, carbon emission rights have taken on a new meaning, has become a special commodity, and is accordingly recognized as an asset. As a branch of Environmental Management, carbon asset management is of great significance for balancing the efficient development of enterprises and promoting energy saving and emission reduction.

Based on the above background, this paper uses the case study method to study the carbon asset management of Maanshan Iron and Steel Company from the following five aspects: (1) combing the research content of carbon asset and carbon asset management at home and abroad, clear the research topic; (2) in the carbon reduction management of Maanshan Iron and Steel Company, the cost and benefit of carbon reduction are analyzed, and the conclusion is drawn that Maanshan Iron and Steel Company needs to carry out carbon reduction reasonably in the process of carbon asset management; (3) to carry out carbon

trading management, it is necessary to grasp the situation of carbon trading market in time, is Advantageous to the enterprise to make the reasonable decision; (4) put forward Maanshan Iron and Steel Company carbon asset management path optimization recommendations.

The main conclusions of this paper include: (1) the Maanshan Iron and Steel Company of Carbon Emission is the fuel combustion process, so the carbon emission reduction should start from improving the efficiency of fuel combustion; (2) the carbon emission reduction management of Maanshan Iron and Steel Company, this paper analyzes the cost and benefit of carbon emission reduction, and draws the conclusion that Maanshan Iron and Steel Company needs to make reasonable carbon emission reduction in the process of carbon asset management; (3) to conduct carbon trading management, it is necessary to grasp the situation of carbon trading market in time, which is favorable for enterprises to make reasonable decisions; (4) in the process of carbon asset management, Maanshan Iron and Steel Company also needs to refine carbon inventory, actively participate in Carbon Trading and take the initiative to reduce carbon emissions path optimization.

Through this research, this paper combines the theory with the enterprise practice, in order to provide the path optimization suggestion for the enterprise carbon asset management, with a view to sustainable development in the context of the rational use of carbon assets for other steel enterprises to provide a certain reference.

**Keywords:** Carbon asset management; Carbon trading; Carbon reduction;  
Path optimization

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景及意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 文献综述.....	3
1.2.1 碳资产.....	3
1.2.2 碳资产管理.....	4
1.2.3 文献述评.....	5
1.3 研究内容与方法.....	6
1.3.1 研究内容.....	6
1.3.2 研究方法.....	7
1.4 研究思路.....	7
<b>2 理论基础、相关概念</b> .....	<b>8</b>
2.1 理论基础.....	8
2.1.1 低碳经济理论.....	8
2.1.2 可持续发展理论.....	9
2.1.3 环境资源价值理论.....	10
2.2 相关概念.....	11
2.2.1 碳排放权.....	11
2.2.2 碳交易.....	11
2.2.3 碳盘查.....	11
2.3 碳资产管理的内涵、内容及意义.....	12
2.3.1 碳资产管理的内涵.....	12
2.3.2 碳资产管理的内容.....	12
2.3.3 碳资产管理的意义.....	13
<b>3 马钢股份碳资产管理现状及存在的问题</b> .....	<b>15</b>
3.1 碳资产管理背景介绍.....	15

3.1.1 我国企业碳资产管理现状 .....	15
3.1.2 钢铁企业碳资产管理现状 .....	17
3.2 马钢碳资产管理现状分析 .....	19
3.2.1 马钢企业概述 .....	19
3.2.2 马钢碳资产管理情况 .....	20
3.3 马钢股份碳排放量的核算 .....	22
3.3.1 碳排放活动的识别 .....	22
3.3.2 碳排放活动因子识别 .....	23
3.2.3 碳排放量核算 .....	26
3.4 马钢股份碳配额核算 .....	29
3.5 马钢股份碳资产管理存在的问题 .....	30
3.5.1 忽视碳资产潜在收益 .....	30
3.5.2 控排能力不足 .....	30
3.5.3 减排成本过高 .....	31
<b>4 马钢股份碳资产管理分析 .....</b>	<b>32</b>
4.1 马钢股份碳排放管理分析 .....	32
4.2 马钢股份碳减排管理分析 .....	32
4.2.1 碳减排成本分析 .....	32
4.2.2 碳减排收益分析 .....	35
4.2.3 碳减排成本收益对比分析 .....	36
4.3 马钢股份碳资产交易管理分析 .....	36
<b>5 马钢股份碳资产管理路径优化 .....</b>	<b>39</b>
5.1 细化碳盘查 .....	39
5.2 主动减少碳排放 .....	39
5.3 积极参与碳交易 .....	40
<b>6 研究结论与建议 .....</b>	<b>41</b>
6.1 研究结论 .....	41
6.2 相关建议 .....	41
6.3 研究不足及展望 .....	42

<b>参考文献</b> .....	<b>44</b>
<b>后 记</b> .....	<b>48</b>

# 1 绪论

## 1.1 研究背景及意义

### 1.1.1 研究背景

1824年，法国学者 Jean-Baptiste 提出温室效应一词，指引人们意识到通过机器代替手工的生产方式，促进了生产力的提高的同时，带来了化石燃料燃烧的日益增多，土地不合理利用，致使温室效应逐渐增强，地表温度升高，自此，有关温室效应的话题一直引发激烈的讨论。针对全球气温升高的具体原因，学者们结合自己的理解和研究发表了不同的观点，但可以达成统一观点的是，气候变化带来的问题已经刻不容缓、亟待解决。各国政府也达成共识，气候变化不是一个国家的责任，威胁的是全人类的发展，因此，各国需要通过合作来强有力的应对环境问题的出现，包括中国在内的 84 个国家于 1997 年共同签署了《京都议定书》，从法律层面对温室气体排放量提出了要求，希望能达到稳定污染物排放的目标，防止发生更为严重的气候改变。2009 年举办哥本哈根世界气候变化大会，以此来对即将到期的《京都议定书》进行补充，也是全人类遏制全球气候变暖的一次很重要的努力。全球各国各组织为应对气候变化也提出了很多方案，可时至今日，气候变化带来的问题仍然未能解决，温室效应的控制需要全球各国以及全人类共同面对，共同寻求解决方案。

根据《2020 年可持续发展目标报告》显示，气候变化的速度仍比预期快得多，2019 年多地气温偏高，甚至突破历史极值，尚未能实现《巴黎协定》所要求的目标。中国气象局变化中心发布的《中国气候变化蓝皮书（2021）》指出，这种极端的天气致使气候风险事件发生的更为频繁，甚至影响人们的生活，政府也已经意识到，中国未来经济发展过程中环境造成的问题可能对其产生的约束是不可估量的，应对气候变化事关中华民族的发展，关乎人类的前途和命运，节能减排已迫在眉睫，尤其是对于化工、钢铁等为代表的重污染行业而言，企业的每个行为都会对环境产生巨大的影响，所以也更需要进行更强有力的管控并需要逐步尝试采取强制减排措施。

自《京都议定书》生效以来，我国也积极探索，通过借鉴海外各国先进的碳市场建设经验，不断完善我国碳市场以及碳交易，也相应要求企业必须树立低碳意识，对企业的碳资产进行有效的管理，我国于 2011 年发布《“十二五”规划纲要》，提出逐步建立碳排放交易市场，2012 年，发改委开始进行碳交易市场的建设工作，先由试点城市开

展，逐步向全国进行推广，北京、上海、广东、深圳、重庆、湖北和天津作为碳排放权试点地区积极开展碳交易。2014年，我国发改委下发《碳排放权管理暂行办法》，从制度角度明确了我国应该如何建立碳交易市场，助力我国向低碳环保转型。有了碳交易市场的设立，碳资产管理的概念也逐渐被人们知晓。

作为一个具有责任心的国家，中国在追求以可持续发展为经济发展目标的时候，并没有将气候变化可能带来的问题置之不理，把碳排放交易作为推进生态文明建设的重要方式，并为应对温室效应不断努力，为了彰显我国对于应对气候变化问题的决心，2020年，我国向全世界郑重承诺，将争取在2030年前实现二氧化碳排放达到峰值，2060年前实现“碳中和”的目标。为达成这一目标，我国必然带来生产生活方式的转变。在国家政策支持和企业节能环保意识的不断增强下，作为碳减排目标实现的重要主体，企业进行碳资产管理将成为低碳转型的关键步骤，采用适宜的方法应对不仅能够降低企业的碳排放量，更能在一定程度上使企业减少成本，增加利润。

中国经济高速发展的过程中，中国钢铁行业经过几代人的努力也取得了较大的成就，钢铁生产数量增加，钢铁生产质量上也得到了大幅提升，实现了从弱到强的转变，成为了全球第一钢铁生产国，在国际上也具有了一定的竞争力，推动了我国的现代化进程。而钢铁行业作为碳排放产生的主要领域之一，近几年生产技术水平有所提高，能耗有所降低，但随着生产量的增长，温室气体排放量也在增加，减排压力增大。在目前“双碳”目标的约束下，钢铁行业的生产方式、钢铁企业的产业结构也需要符合当前发展目标，进行转型升级，也使企业加快了碳资产管理发展的进程。同时，钢铁行业对全国“双碳”目标的实现也具有重要影响，根据行业现状及减排潜力，钢铁行业提出了自己的“双碳”目标的实施进程。2021年，我国发布的《2030年前碳达峰行动方案》中指出要进一步加速推动中国钢铁行业碳达峰目标实现脚步，深化钢铁行业供给侧结构性改革，逐步淘汰钢铁生产中的落后产能，进一步优化生产力布局，推动钢铁行业使用更清洁的能源进行代替，优化企业生产结构。

基于以上背景，本文选取马钢为研究对象，通过分析其碳排放活动，对其进行成本效益研究，力图优化马钢碳资产管理路径，提高马钢碳资源利用效率，实现马钢股份可持续发展的目标，实现平衡协调发展。

### 1.1.2 研究意义

碳资产管理这一概念目前还较少运用于企业管理过程中，大部分企业并没有足够重

视，而对于节能减排的观念也仅仅将其停留在国家层面，没能将碳资产管理与企业自身发展相联系，本文以企业的碳资产为研究对象，通过对企业进行碳资产管理分析，以期能兼具环境效益和社会效益，在理论和现实上都具有一定的意义：

### （1）理论意义

由研究背景可知，当前环境污染产生的问题亟待解决，世界各国需要共同面对，气候变化所产生的影响十分深远，而我国作为有担当、负责任的大国，就率先加入了环境保护的队伍并提出了发展目标，而如今伴随着碳交易相关机制的日益完善，碳资产和碳资产管理已成为全球各国不得不关注的领域，可从微观层面来看，企业作为碳减排的主要参与者，对其相关认识还不足，缺乏足够的重视。在理论上，本文通过对相关文献的梳理，有助于企业对碳资产管理概念的理解，为今后的理论研究提供依据，也为当前我国企业有效的实施碳资产管理提供建议。

### （2）现实意义

在实践中，中国碳交易市场还处在初步发展阶段，相应的政策及规范还不够全面，企业对于碳资产管理的了解还很缺乏，如何协调发展碳排放和经济的关系，成为企业需要面临的问题。本研究致力于使企业了解自身碳排放情况，同时优化企业碳资产资源配置，提高自身竞争力，对企业开展碳资产管理工作提供思路，同时也为其他行业进行碳资产管理提供借鉴。

## 1.2 文献综述

### 1.2.1 碳资产

目前，对于碳资产尚未形成统一的定义和内涵。碳资产这一概念最早是由国外学者提出的，1992年，各国代表人在参加联合国大会中通过了联合国气候变化框架公约，从此，相应的产生了“碳资产”的概念，Wambsganss、Sanford（1996）认为碳资产是结合企业进行的碳排放活动，而对未来碳实际排放量提供的配额。Marland（2001）率先对“碳资产”的概念进行了界定，认为碳资产是由于环境容量的有限性而产生的一种碳排放权制度分配。

随着我国碳交易市场的蓬勃发展，碳资产及碳资产管理问题得到了我国学者的重视，并展开了相关研究，从不同的角度对碳资产进行了不同的定义。张亚连和李彩（2012）从碳交易的确认、计量和碳会计资产具体要素的处理标准等方面进行了讨论，认可碳资产

符合资产的相关性质，并根据其存在的形式将碳资产进行了划分。张鹏（2011）对碳资产的研究从会计学的角度展开，认为碳资产是全球能够容纳的温室气体排放量，并且经过各个国家的人为分配，可以被企业所使用，且最终会被企业在生产过程中消耗，并指出碳资产随着温室效应的加剧会逐渐变得稀缺。探讨了碳资产的确认与计量问题，并在研究中对碳减排的会计处理方式进行了举例。陶春华（2016）采用狭义的碳资产概念，认为碳资产是由企业获得的碳配额、因内部减排而产生的碳减排量以及通过碳交易得到的碳排放权组成。姚文韵、叶子瑜、陆瑶（2020）表示碳资产应该从资产的定义出发，并在研究中以国电集团为例，对于如何进行碳资产会计处理提供了依据。黄锦鹏、齐绍洲、姜大霖（2019）提出碳资产是由于碳市场的建立，企业进行了减排活动而产生的减排量以及可排放的碳配额组成的，经过核证之后，可以用来抵消企业实际碳排放量的一种减排证明。刘楠峰、范莉莉（2016）在其文章中将碳资产表述为其他主体没有的，而由企业拥有的，通过碳减排实现其价值的当前的一种经济资源。将碳资产根据减排成本和减排效果分为四种类型，并且提出不同的减排策略。檀少雄、施婉妮（2015）提出碳资产主要是指碳排放权，是一种环境资源带来的资产，也是一种具有价值的产品。不仅包括 CDM 资产，还会包括企业由于实施低碳战略而产生的企业增值。谭中明、刘杨（2011）认为碳资产是一种企业不用生产而额外获得的产品，企业可以用来出售，且是一种可储备的资产。提出了碳资产的会计处理方法，提出应该将碳资产体现在财务报告当中。

根据《企业会计准则》对资产概念的定义可知，碳资产满足资产的定义，但其具体的内涵及标准方面还未能达成统一。根据我国学者对碳资产的研究，主要将其划分为广义和狭义两个概念，狭义的碳资产仅包括减排碳资产，是企业通过积极实施碳减排措施所降低的二氧化碳排放量。广义的碳资产涵盖的内容更宽泛，既涵盖了狭义的碳资产，还包含了政府划拨等方式取得的碳排放配额，以及企业利用碳交易购买的碳排放权。本文认为碳资产首先是一项资产，包括政府无偿划拨的配额碳资产和采取减排措施产生的减排碳资产。

### 1.2.2 碳资产管理

由于碳资产的定义尚未统一，相对应碳资产管理的研究也就不够全面，但随着经济发展对企业碳资产管理的要求逐渐提高，国内学者们也从不同的角度开始对碳资产管理进行研究。

万林葳、朱学义（2010）是采用财务管理的角度，从企业开展碳资产管理的可行性

和必要性出发，建议企业引入碳资产管理，提出企业开展碳资产管理的建议，表明碳预算体系的构建对于碳资产管理来说具有重要的作用，可以指导碳资产管理的顺利开展，并且指出合理进行碳减排对于企业来说是一项财富。管翠萍、逢增伟（2012）表示企业进行碳资产管理过程中“碳盘查”、“碳减排”和“碳中和”三项内容是必不可少的。张亚连、张夙（2013）认为需要从低碳政策着手、就如何评估碳足迹以及如何进行碳业务创新几个方面来建立碳资产管理体系。企业进行碳资产管理的目的是了解碳资产对企业产生的影响，从而找到企业实现效益最大化的途径，以此来探索出一条企业可持续发展的道路。檀少雄、施婉妮（2015）从注册会计师应该如何参与企业碳资产管理的问题展开研究，提出注册会计师可以通过协助企业进行碳盘查、指导企业碳披露、以及对企业进行有效的碳审计等方式来协助企业进行碳资产管理。陶春华（2016）提出碳资产管理最重要的手段就是通过发展技术以及实施管理，通过对碳资源的不同配置，能够对企业二氧化碳排放情况产生影响，通过碳资产管理能减轻企业由于碳排放对环境的影响，实现企业创造价值的目的。从而使企业的发展与碳的产出呈现反比趋势。温素彬、石路凤、陈晨（2017）表示在企业实现绿色低碳发展目标的过程中，碳资产管理具有重要意义，并提出企业碳资产管理框架的构建应该从碳盘查、碳预算和碳绩效三个维度来进行研究。张彩平、吴莉（2019）提出企业开展碳资产管理活动，就是为了实现碳资产的价值，碳资产管理的过程中，首先需要对碳资产进行规划，其次还需要对碳资产交易进行管理，通过石化企业的碳资产管理框架应用情况提出相关的碳资产管理建议。黄锦鹏、齐绍洲、姜大霖（2019）提出了“碳资产综合管理”的概念，认为碳资产管理不应该仅仅只是简单的进行履约交易，可以从“数据整理、配额交易、履约服务”入手，在整个流程中对所有内容进行管理。并且结合对国内外碳资产管理的实施情况进行分析，对企业碳资产管理工作的开展提出了建议。

通过以上研究可以看出，对企业自身来说，有效的碳资产管理手段有助于降低企业风险，提升企业的价值，进而为企业创造收益，对于国家而言，碳资产管理将碳排放权进行了分配，能够协助国家完成减排任务，向低碳化发展转型。

### 1.2.3 文献述评

通过对国内外学者对于碳资产和碳资产管理的相关文献研究，可以看出学术界对其重视程度不断加深，但到目前为止，尚在初步研究阶段，仍有较大研究空间，存在问题尚未解决：

(1) 国内外学者从不同角度、不同方面进行了分析，但对于碳资产与碳资产管理的定义还尚未统一，缺乏统一具体的标准，研究的内容大部分集中在对碳资产的确认与计量以及碳资产管理的必要性上，研究范围较窄，具有一定的局限性。

(2) 对于碳资产管理的研究不够深入，多数国家主要通过宏观调控来进行碳资产管理，从企业层面如何高效管理还需要科学的指导，这一部分存在较大空白，虽然大多数学者已经认识到碳资产管理对于企业的重要性，但并没有同企业实际情况结合起来，主要停留在理论研究。

随着环境污染问题的日益加重，我国碳交易市场发展也趋于成熟，而碳减排要求不断提高，企业以追求经济利益为目标，但发展过程中对于环境进行保护同样重要，对碳资产进行有效管理的重要性不言而喻。因此，本文将通过碳资产管理相关的内容进行分析，并且结合企业的实际情况，对企业进行碳资产管理进行路径优化建议。

## 1.3 研究内容与方法

### 1.3.1 研究内容

第一部分：绪论。该部分通过对我国碳资产管理发展的背景进行分析以及国内外专家学者对于碳资产、碳资产管理的代表性观点进行梳理和总结，来确定文章的研究主题。

第二部分：碳资产管理理论基础、相关概念、界定碳资产管理的内涵和内容。该部分旨在为文章的案例分析部分提供理论基础。以低碳经济理论、可持续发展理论以及环境资源价值理论为基础进行阐述，对本文中碳排放权、碳交易以及碳盘查的概念进行界定，说明本文对于碳资产管理的界定以及包含的内容。

第三部分：分析马钢碳资产管理现状及问题。通过介绍碳资产管理的背景、马钢股份公司的现状，结合马钢实际，根据对钢铁企业进行碳排放量核算的标准进行整理，通过对碳排放活动识别、碳排放活动因子识别，计算出马钢碳排放量以及碳配额，提出马钢股份在进行碳资产管理中可能存在的问题。

第四部分：对马钢股份碳资产管理进行分析。对马钢股份碳排放管理、碳减排管理以及碳交易管理进行分析，以实现企业价值最大化的目的。

第五部分：对案例公司碳资产管理路径进行优化。根据上述对马钢股份碳资产管理进行分析的结果，对马钢股份碳资产管理提出路径优化建议。

第六部分：根据案例得出本文最终的结论，提出相关建议、文章的不足以及分析今后进一步研究的方向。

### 1.3.2 研究方法

本文采用案例分析法，选取马钢股份这一实际案例为基础，首先是因为钢铁企业作为重污染高排放的行业之一，其碳资产管理一直受到广泛关注，其次，马钢股份也一直为实现节能减排，打造绿色钢厂积极实践，因此，本文通过对收集到的资料进行计算分析，使马钢碳资产管理研究更加具体，并根据结果提出相应的路径优化建议。

### 1.4 研究思路

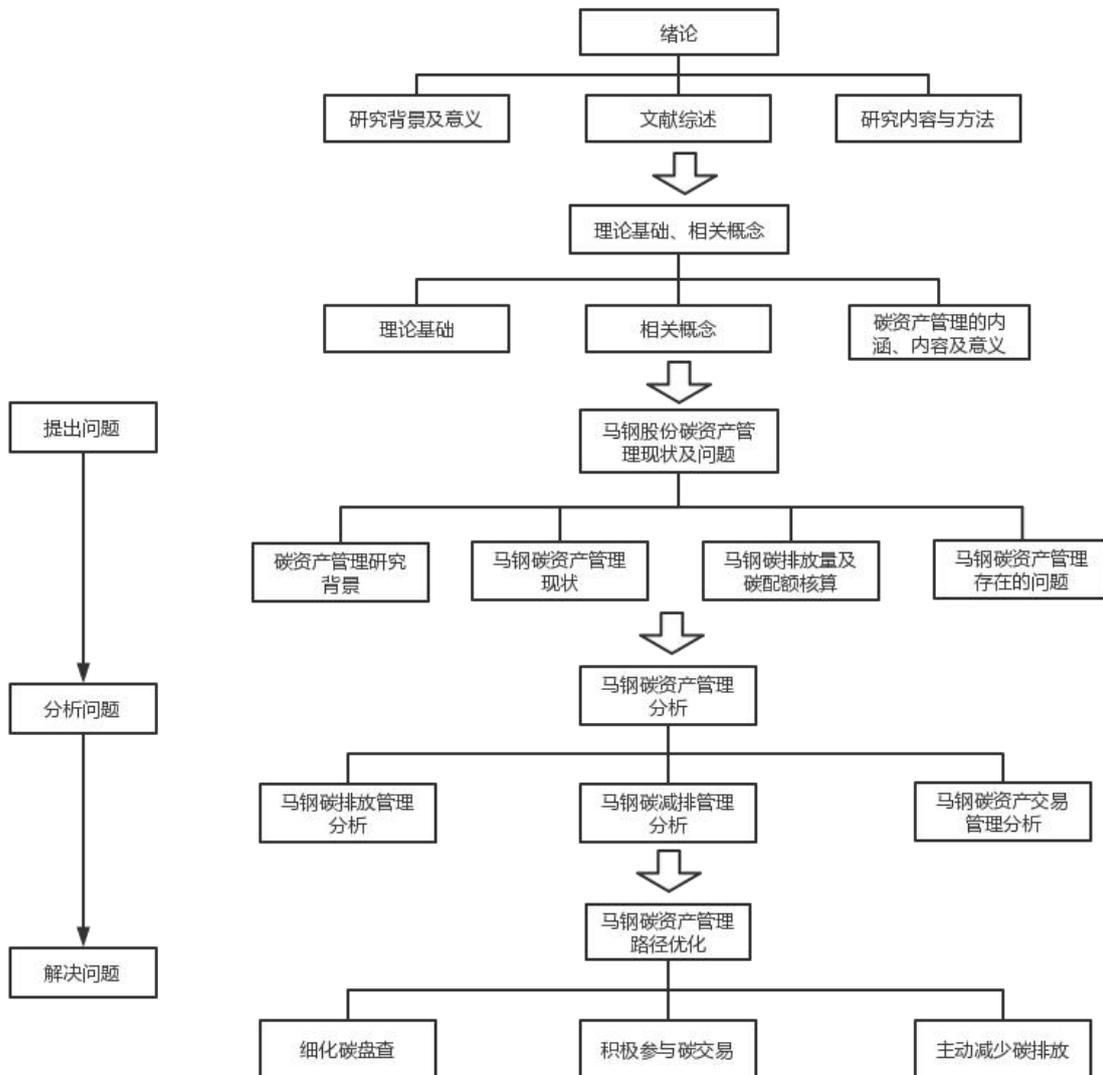


图 1.1 论文研究框架

## 2 理论基础、相关概念

### 2.1 理论基础

#### 2.1.1 低碳经济理论

作为第一次工业革命的发起国，英国却面临着能源供应量下降，旱涝灾害频发等挑战，面对如此窘境，英国首先意识到了气候变化和资源短缺会带来问题，将会严重阻碍人类的发展并且产生难以磨灭的伤害。为应对环境带来的挑战，英国提出了低碳经济这一概念，2003年，能源白皮书《我们能源的未来：创建低碳经济》发布，制订了能源政策目标和行动纲领。在可持续发展理念不断发展的背景下，将环境、资源和经济相联系并进行分析，结合技术革新、政策创新、产业升级等方式，提出提高能源资源利用效率的建议，保障能源供应的同时，减少污染物的排放，以此来实现环境保护的目标。低碳经济理论为人类社会的发展提供了新的思路，推动社会从工业文明转为走向生态文明，是人类在环境污染不容乐观的状况下产生的自我反思。

低碳经济这一概念对世界经济发展具有非常重大的意义。在人类生存发展的过程中，通过在人与自然、人与社会之间进行权衡，产生了低碳经济的理念。首先，对于政府而言，需要发挥环保职能，承担节能减排责任，达成节能目标，为生态文明建设贡献力量，这就需要贯彻落实低碳经济发展理念，调整经济结构，实现环境目标实现的同时经济同步发展的局面。对于企业而言，低碳经济理论是企业推进低碳发展的基础，为企业实行可持续发展，高效能、低能耗生产方式提供了依据，随着低碳经济理论深入人心，传统高耗能的生产方式受到了挑战，低碳经济理论同时也为更多的企业提供了发展的机会，提供了更多地可能性。正是因为低碳经济理念的存在，使得在工业革命之后，产生了新一次的革命——新能源革命，企业期待在缓解环境压力的同时，能达到资源的最佳利用，实现可持续发展。

而到了当今时代，全球经济转型步伐加快，哥本哈根大会之后，低碳经济的理论逐渐渗透到各个国家的经济发展当中，我国也未曾忽视低碳经济对于国家的重要性，将低碳经济与我国发展规划相协调，本着以人为本，对未来负责任的态度，我国也同样积极落实低碳经济理念，提出建设资源节约型和环境友好型社会。节约资源、保护环境的思想逐渐成为我们每个人、每个家庭、每个企业共同的宗旨。

## 2.1.2 可持续发展理论

伴随着工业革命的发展,煤炭资源得到了各国的争夺,而自然只是人类征服的对象,当时的人们并不会考虑到自然环境的重要性,我们赖以生存的环境不堪重负。当传统的经济发展模式带来了发展的同时,也给人类带来了危机,粗放的生产方式牺牲了人类的生存条件,产生了巨大的环境污染,资源也越来越贫瘠,越来越多的物种被灭绝,越来越多的绿洲变成了沙漠,这个时候,人们才逐渐开始认识到我们赖以生存的环境被破坏的十分严重。基于此,“世界环境与发展委员会”发表了报告《我们共同的未来》,报告通过对全球人们需要共同面对的人口问题、资源问题、居住问题等进行分析之后,发现了我们当前的发展过程已经严重影响到了未来的利益,在这一背景下,提出了“可持续发展”的概念,希望能够通过一种平衡的发展方式,实现经济、社会以及资源三者的协调。截止到2021年,全球230个国家人口的总数已经达到75亿人,人口的增长不可避免,可自然资源是有限的、不可再生的,地球有限的资源不能满足不断增长的人类的需要,这就要求我们以可持续的眼光看待发展中面临的问题。

随着现代人们对环境问题的重视,各国对于可持续发展理论也纷纷响应支持。1992年,183个国家、70个国际组织围绕环境保护和社会发展这一主题召开联合国会议,并通过了《里约热内卢宣言》。2012年,各国领导人再次召开联合国可持续发展大会,为应对在发展中存在的新问题提出了新的解决方法,并达成新的可持续发展承诺。

可持续发展包括经济、生态以及社会的可持续发展,三者需要达到一种和谐统一的状态,因此我们在发展过程中不仅需要考虑当前如何发展,也不能不计后果,牺牲掉后代人的利益。尽管可持续发展这一概念期初被关注是基于环境问题日益严重,但在发展过程中这一概念超越了环境保护的范围,将环境与整个社会以及经济发展相结合,成为一个范围更广的全面性的理论。

### (1) 经济可持续发展

可持续发展并不是只着眼于环境问题,而放弃经济发展,经济发展的情况在一定程度上是国家实力的展现。经济可持续发展的内涵展现在经济发展过程中,不仅仅是盲目的依靠数量的多少作为衡量发展好坏的标准,更要提高发展的质量。高耗能、高污染、高排放的发展特点。经济可持续发展就是呼吁转变这种高耗能、高污染、高排放的传统粗放型经济增长方式,不以环境资源的牺牲为代价来换取发展机会,转而使用更清洁环保的经济增长方式,降低污染物的排放量,提高发展的质量。

## （2）生态可持续发展

人类的生活发展过程必然伴随着资源的消耗，造成的环境问题不断加深，由此，产生了环境承载能力的概念，要求我们在环境承载能力的范围内，合理推进经济建设和社会发展，如果自然环境的极限无法承担当前人类活动的消耗，就会打破生态平衡，破坏生态环境。生态可持续发展是一种以保护生态环境为前提的发展理念，通过转变发展方式，从根本上解决发展中遇到的问题。

## （3）社会可持续发展

当前，国际社会各国所处的发展阶段各不相同，同样为了实现可持续发展采用的方法也有较大差异，但社会公平是各国共同的可持续发展诉求，各国都应该相应的享有平等的发展的权利。而我们实现发展的最终目标就是能改善人类的生活质量，预防在以后发展过程中可能面临的问题，以实现生态、经济的可持续性发展为开端，最终实现社会的可持续发展。

能源对人类发展过程中的贡献是巨大的，但人类对于环境的破坏却是不可逆的，而在利益的驱使下，对环境的危害已经造成。可持续发展理论就是强调在发展过程中，寻求一种更好的方式，实现自然和人类和谐共处，有机协调环境保护和经济发展，实现社会进步。而企业作为环境资源的使用者，在可持续发展理念的影响下，不少企业开始寻找新的发展方向，对企业而言，环境保护不是负担，而是企业发展的助推器，企业进行碳资产管理的目标就是帮助企业找到最优的碳资产配置方式，实现企业的可持续发展。

### 2.1.3 环境资源价值理论

价值理论是经济理论的基础与核心，传统观念中的价值理论认为环境是没有价值的，是大自然对人类的馈赠，取之不尽，用之不竭，传统核算的过程中也没有包括对环境的核算，然而人类进入工业文明后，环境问题日益严重，自然资源日渐匮乏，人类获取环境资源的难度逐渐加大，环境资源的价值也由此逐渐被人们重视，改变了环境资源无价值的传统观念，使环境资源进行会计核算和计量成为必然。

在效用价值理论的基础上，西方的环境价值理论才得以建立。效用价值理论指出，一切物品的价值来源于效用，如果物品不具有效用，则也没有价值，效用是价值产生的根本原因，而生产并不是获得效用的唯一方式，也可以来源于大自然的赠与，由此得出，环境资源是具有效用的，同样也是具有价值的。

20世纪70年代以来，对于环境问题的重视使一些国家对环境资源价值进行了探索。

挪威率先就自然资源如何进行核算开展了研究。通过对挪威先进经验的学习，法国成立了自然资源核算委员会，并建立了符合自身发展情况的自然资源核算框架体系。我国对于环境资产价值的研究起步较晚，2017年，习近平总书记提出“绿水青山就是金山银山”的理念，紧接着，我国提出要加快对“自然资源资产负债表”的编制，都是源于环境资源价值理论的有效利用。

环境资源价值理论的中心思想是环境资源本身就是有价值的，例如本文研究的碳排放权，其本身是具有价值的，并且还可以在市场上进行交换，企业的目标是实现盈利，当企业的碳排放权不够或有配额盈余的时候，就可以采用碳交易的方式实现企业目标。企业在会计核算过程中，生产活动产生的，由于对环境产生影响而造成的成本也是不容忽视的，企业在进行利益选择中，也需要主动寻求有效的方法，改善生产方式，实现经济利益和环境利益的统一，同时也为碳资产管理提供契机，促使企业逐渐引入碳资产管理的概念，并重视碳资产管理的实际应用。

## 2.2 相关概念

### 2.2.1 碳排放权

二氧化碳排放可以分为人类活动产生的和自然活动产生的，其中，人类活动产生的碳排放要比自然活动产生的更多，对环境的污染也就更严重，以此产生了碳排放权，来限制人类活动产生的碳排放。碳排放权是一种可以在市场上进行交易的商品，企业在生产过程中会产生二氧化碳等气体排放，因此会对碳排放权进行消耗。

### 2.2.2 碳交易

碳交易是指为了促进减排所采取的一种市场机制，《联合国气候框架公约》提出把市场机制作为减排的新方式。政府向企业分配碳配额，当企业排放高于配额的时候，需要进行购买，排放低于配额的时候，可以将配额进行出售，也就是说，把二氧化碳的排放权作为一种商品在市场上进行交易。

### 2.2.3 碳盘查

碳盘查是收集并计算企业及政府在社会和生产过程中，各个直接环节以及间接环节产生的温室气体排放数据，并编制出企业的碳盘查报告。企业进行碳盘查的目的在于满足国家碳排放的要求的前提下，积极参与碳市场。通过碳盘查，可以有效的理清企业的碳排放过程，衡量碳减排的效果，帮助企业选择合适的减排措施以及减排目标。

## 2.3 碳资产管理的内涵、内容及意义

### 2.3.1 碳资产管理的内涵

从碳市场建立开始，越来越多的企业意识到管理好自身的碳资产，才能抓住未来碳产业的发展机会，企业从一开始被动的履约转变为采取措施进行碳资产管理。碳资产管理是指企业在获得相关部门免费发放的碳配额的基础上，对企业进行控制排放量、减小配额缺口等一系列围绕碳资产进行的管理行为，合理利用碳资产，优化碳资产配置，平衡企业环境、经济和社会之间的关系，以达到企业价值最大化。

### 2.3.2 碳资产管理的内容

#### (1) 碳排放管理

企业在生产过程中会产生二氧化碳的排放，要实施碳资产管理，首先就需要有相应的碳排放数据，企业只有清楚的了解到自身碳排放情况以及各流程所产生的碳排放，针对具体情况，制定对应的策略，才能推动企业进行碳减排，进行碳资产管理工作。钢铁企业碳排放量核算的主要流程如图 2.1 所示：

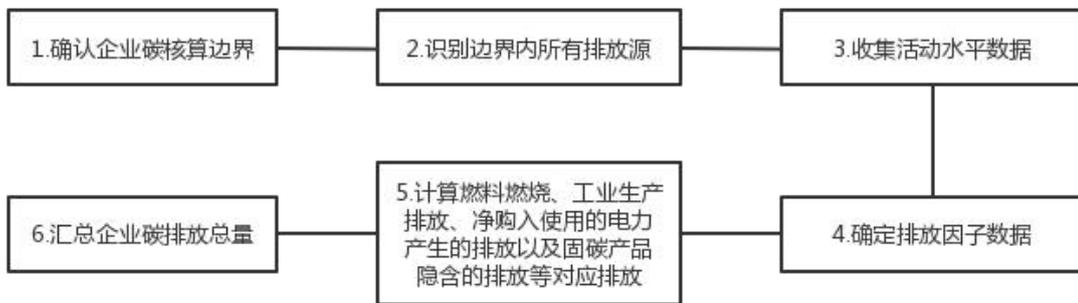


图 2.1 钢铁企业碳排放核算主要流程

#### (2) 碳减排管理

当前环境污染日益加重，作为碳排放量最大的主体，企业进行减排已成为必经之路，碳减排方式主要包括减量减排、结构减排以及技术减排。减量减排是指通过产能调整的方式逐步淘汰落后产能，比如说通过关停企业亏损的生产线的方式进行减排。或者结合企业实际生产情况，合理调整产量。结构减排是指通过使用碳排放量更低的可替代能源，

来达到企业减少碳排放量的目的。技术减排是指企业通过节能改造、技术升级的方式进行碳减排，例如可以购买节能设备、引进节能技术的方式，不仅可以降低企业的能耗，还有利于加强企业的总体竞争能力。企业可以通过成本效益分析的方式，选择对企业而言最优的减排方案，实现对碳资产的管理。

### （3）碳交易管理

碳交易市场的建立是控排企业进行碳资产管理的动力，控排企业要想参与到碳市场之中必须完善本企业的碳资产管理，然而碳交易同时也是激励企业进行碳减排及碳资产管理的重要因素，企业二氧化碳实际排放量与碳配额之间存在差额，碳市场的交易体系为企业的超额排放带来了成本，也同时为企业的碳减排带来了收益，是促使企业积极主动实施碳资产管理的有力保证。企业在进行碳交易中，通过分析交易状况、生产情况、政策发布等，管理碳交易的时机与数量，同样可以增加收益。

## 2.3.3 碳资产管理的意义

### （1）经济层面

碳资产管理最主要的目的是实现企业的保值增值，碳资产作为一项可以进行交易的商品，合理的碳资产管理可以实现经济效益。企业最初会得到由政府免费分配的碳排放权也就是碳配额，当企业的实际碳排放量比企业碳配额更高的时候，企业为了避免受到处罚，就需要在碳市场进行交易，购买配额，当企业的实际碳排放量低于企业获得的碳配额的时候，就会产生盈余，盈余的部分可以在碳交易市场进行出售。也就是说，碳资产管理通过统筹协调企业的碳资产，可以降低企业的成本，获得收益。

### （2）环境层面

碳资产管理与我国生态文明理念相适应，是对企业生产全过程的二氧化碳排放进行的管理，其管理目标的实现主要通过企业实施碳减排活动。碳资产管理首先需要对其生产过程中产生的碳排放进行监测，对于不完善的地方会提出改进建议，提高资源的使用效率，实现资源的合理配置，并且可以帮助企业制定相应的环境保护制度，因此，碳资产管理有利于企业减少碳排放，保护自然环境。

### （3）社会层面

首先，碳资产管理通过对碳排放数据进行真实有效的监测，为主管部门进行碳配额分配提供数据支持。其次，碳资产管理通过积极的碳交易，有助于引导社会开展节能降碳工作，并且可以推动我国相关环境政策的落实，健全碳交易制度，为我国碳交易市场

的发展提供制度支持。另外，企业进行碳资产管理可以推动企业技术创新，先进的技术对社会进步具有促进作用。最后，随着环境的恶化，企业需要承担一定的环境保护责任，这是一个企业的责任与担当，通过主动承担碳减排压力可以体现企业的社会责任感，有助于设立良好的形象。

### 3 马钢股份碳资产管理现状及存在的问题

#### 3.1 碳资产管理背景介绍

##### 3.1.1 我国企业碳资产管理现状

###### (1) 碳交易市场现状分析

当前，我国碳市场还不够成熟，仍处于发展初期，自 2011 年开始，我国将碳交易体系与本国情况相结合，采用由点到面的形式探索并建立了碳排放交易市场，通过北京、重庆、天津、广东、深圳、上海和湖北 7 个试点通过十年的实践探索，为碳市场全面开展积累了经验。由发电行业开始，逐步涵盖钢铁、石化、水泥等行业。几个试点城市结合其具体的交易状况，充分发挥自身的优势，形成了不同的发展特色，广东作为全国第一家制定有偿配额的试点地区，规定了企业只有在竞拍到有偿使用的配额部分的前提下，才能够使用免费配额来实现公司年度的减碳目标；北京则另辟蹊径，推出了一种场外交易模式；而上海市是全国第一个制定碳排放量核算指南的试点地区，选择采用历史排放法、基准线法来测算碳配额；深圳、天津碳交易市场，参与主体更为广泛，法人机构、其他组织以及个人都可以参与碳排放权交易；而湖北实行免费分配碳配额，率先启用了碳排放配额现货远期交易。

如表 3.1 所示，从试点碳市场交易成交额与成交量来看，仅 2020~2021 年间，我国试点碳市场的碳配额交易数量就达到了 4781.77 万吨，成交额约 137003.91 万元，成交均价为 32.57 元/吨，不同碳交易试点交易情况有较大差别，首先，从成交量来看，广东、湖北的成交量的成交量遥遥领先，达到了 2204.66 万吨以及 1460.25 万吨，是交易最为活跃的碳市场。其次，体现在交易价格上，除了北京和上海以外，其余地区均低于平均水平。最高的是北京的交易均价达到 83.76 元/吨，最低的是深圳，交易均价为 17.08 元/吨，而欧洲碳价达到 50 欧元/吨，相当于人民币 388.88 元/吨，两者相差甚远，从碳交易试点配额价格可以看出，我国碳市场交易还有很大的提升空间。

表 3.1 2020 年~2021 年各碳市场交易情况表

省市	成交量（万吨）	成交额（万元）	交易均价（元）
北京	132.02	11058.33	83.76
上海	232.03	9267.39	39.94
广东	2204.66	60261.46	27.33
深圳	70.71	1207.64	17.08
天津	615.13	15931.14	25.90
重庆	23.41	498.64	21.30
湖北	1460.25	40431.09	27.69
福建	43.56	763.50	17.53

资料来源：碳排放权交易网

目前，试点的开展取得了初步成效，各试点地区结合试点交易情况，从不同角度陆续出台了相关政策，为国家建立统一的碳市场奠定了基础，碳市场建设中的各项工作都在积极顺利的开展，在这一背景下，企业通过主动积极的碳资产管理，可以实现环境目标和经济目标的统一。

## （2）企业碳资产管理发展现状

我国碳资产管理发展较为滞后，在我国当前建设全国统一碳市场的背景下，企业根据内部各自不同的组织结构，将企业碳资产管理的模式大致分成了三类：第一种为在集团总部成立碳资产管理部门，例如作为碳排放大户的中国石油化工集团就采用了这种模式，通过成立专门的能源管理和环境保护部，对公司整体的碳资产进行统筹、监督、管理，并且对所属子公司碳资产管理提供技术支持。第二种是组建相对独立的碳资产管理公司，专门负责管理企业碳资产，例如我国大型电力企业中国华能集团公司，其所在的电力行业作为碳交易的先行者，对碳资产管理的开展也更积极，为了更好的参与碳市场，进行碳交易，华能集团成立了专门的碳资产公司，对整个企业碳资产管理提供技术支持，包含对排放信息的管理、碳配额的管理以及碳减排的管理、碳交易履约情况的管理等功能，依托其现有的优势，充分发挥其平台作用。第三种为企业和碳资产管理公司共同进行碳资产管理，同时采用两个碳资产管理模式，由于管理主体不唯一，会有部分职能的重复，增加了复杂性，可能会加大碳资产管理的成本。

随着试点工作的稳步推行，各企业也都开始意识到碳资产管理的重要性，全国各大控排需求的企业均积极主动参加到碳资产管理的工作当中，但同时我国在碳资产管理实践中还存在较多的问题，首先，我国碳交易发展尚在起步阶段，交易过程中各项监管标准还未统一，还需要在实践中摸索，逐渐健全。其次，碳资产产品单一，在我国碳交易市场能进行交易的碳资产主要有碳排放配额和国家核证减排量两种，相比国外碳资产管理已经发展成企业主动实施和开发阶段，我国碳资产管理明显还存在一定的差距。

### 3.1.2 钢铁企业碳资产管理现状

#### (1) 钢铁行业发展现状

在建国以来，经过几代人的不断努力，我国钢铁行业在数量和质量上都得到了大幅提升，实现了从弱到强的转变，成为了国际第一钢铁生产国，2020年中国粗钢产量就达到了10.65亿吨，人均粗钢产量达到712.18千克。具备了国际竞争力，推动了我国的现代化进程。但是时代的进步也带来了很多问题。首先，我国钢铁企业中小型企业较多，产业集中化程度较低。其次，我国钢铁行业存在着能源效率低下的问题，吨钢综合能耗较高，产能过剩问题突出，占据着更多地资源，却利用率不高，2017年3月，国务院总理李克强在政府工作报告中确立了去产能目标，提出推动钢铁企业调整产业结构，优化产业布局。另外，钢铁生产工艺与技术较落后，制约着钢铁企业的发展。最后，我国钢铁产量近年来迅速增长，接近甚至超过全球钢铁产量的二分之一。

如表3.2为我国2017~2020年钢材产量表，表3.3为我国2017~2020年钢材消费量表，由表可以看出我国钢材产量仍保持着增长，而钢材消费量较产量而言有所放缓，且钢材的产量一直高于消费量，长此以往，可能会导致资源浪费，所以我国也需要积极采取具体措施，主动压减粗钢产量，助力钢铁产业转型，保持健康发展。

表 3.2 我国 2017~2020 年钢材产量

年份	钢材产量（亿吨）
2017	10.48
2018	11.06
2019	12.05
2020	13.25

资料来源：国家统计局

表 3.3 我国 2017~2020 年钢材消费量

年份	钢材消费量（亿吨）
2017	9.86
2018	10.49
2019	11.53
2020	12.91

资料来源：国家统计局

目前，我国钢铁企业的工艺路线主要包括长流程路线的高炉—转炉法（BF-BOF）和基于废钢的短流程路线电弧炉冶炼法（Scrap-based EAF）。长流程路线是从原料的投入为起点，经过焦化、烧结、炼铁、炼钢、轧钢工序，最终成为钢材。短流程路线是指将废钢回收再利用，形成合格的钢水，再进行轧钢，形成钢材。

根据世界钢铁组织统计，长流程的吨钢二氧化碳排放量高达 1.7 吨左右，而短流程的仅在 0.8 吨左右。由此可见，钢铁行业二氧化碳的排放与采用的工艺有着密切的关系。尽管我国钢铁行业现阶段碳排放量很高，但却仍然采用以长流程的生产工艺为主，也尝试推进短流程炼钢技术，但发展缓慢，这主要是因为我国钢铁行业起步较晚，并且我国在以前的发展过程中对于废钢的回收利用并不重视，导致我国废钢储存量不足，因此，短流程的生产成本要高于长流程，使得短流程路线难以推广，并且这种生产方式短期内很难改变。

由以上分析可知，我国钢铁行业目前面临着能耗高、产量大、钢铁生产工艺落后的困境，企业进行碳减排可以从这几方面为着力点，选择出对企业而言最合理的碳减排措施。

## （2）钢铁企业碳资产管理情况

钢铁行业历史悠久，在我国发展过程中至关重要，为我国经济发展提供了巨大的推力，但因为其高排放、重污染的特性，也成为我国落实碳减排的重要方向，对于完成我国所提出的碳达峰碳中和目标有着很重要的意义，因此，钢铁企业自身需要做好碳资产管理和节能降耗工作。随着钢铁产量的增长，钢铁企业也产生了大量的二氧化碳，2020 年钢铁企业二氧化碳排放量约占我国碳排放总量的 16%，而企业低碳节能水平有较大差距，在这种情况下，做好企业内部碳资产管理和节能减排工作显得尤为重要。各钢铁企

业也积极进行有效的碳资产管理实践，首钢集团积极推动低碳转型，主动树立企业进行碳资产管理的观念，并结合企业实际，持续提升碳资产管理能力，并且通过对碳排放交易的相关政策进行研究，制定出了北京碳排放试点产生的第一个企业级别的碳排放管理制度。河钢集团 2017 年率先注册成立了河钢集团碳资产管理公司，结合碳排放政策和碳市场交易机制，统一管理企业内包括碳盘查、碳交易等碳资产管理相关事务，健全了集团碳管理体系，向低碳发展转型提供了重要支撑。马钢公司为推动我国“双碳”目标的实现，牵头申报我国碳达峰碳中和领域首批获批立项的行业标准。以上钢铁企业通过自身的努力，积极开展碳资产管理相关工作，为我国钢铁行业碳资产管理有序进行提供规范和标准。

## 3.2 马钢碳资产管理现状分析

### 3.2.1 马钢企业概述

马钢股份坐落于安徽省东部的马鞍山，地理位置优越，临近长江以及铁矿区，周边地区水资源、矿产资源都十分丰富，是我国钢铁生产量、销售量最大的钢铁企业之一，其业务主要是钢铁产品的生产和销售，并坚持多元协同发展，拥有化工能源、节能环保、金融投资等板块。为国家交通运输、石化工业、电力建设、核电工业等有关国计民生的重点项目提供了大量优质的钢材产品。经过六十多年的发展，马钢见证了钢铁行业的兴衰，但却不改初心，始终致力于发展和振兴我国的钢铁工业，从当年的小铁厂发展为大型企业集团，并先后在上交所和港交所实现挂牌上市。

马钢为坚持钢铁行业“去产能”目标的实现，优化钢铁行业资源配置，促进钢铁行业供给侧结构性改革，同时也加强区域经济协同发展，实现钢铁企业更高质量发展，在 2019 年，作为中国钢铁龙头企业的中国宝武对马钢实施了重组，并拥有了马钢公司 51% 的股权，成为马钢的间接股东。图 3.1 为马钢股权结构图。

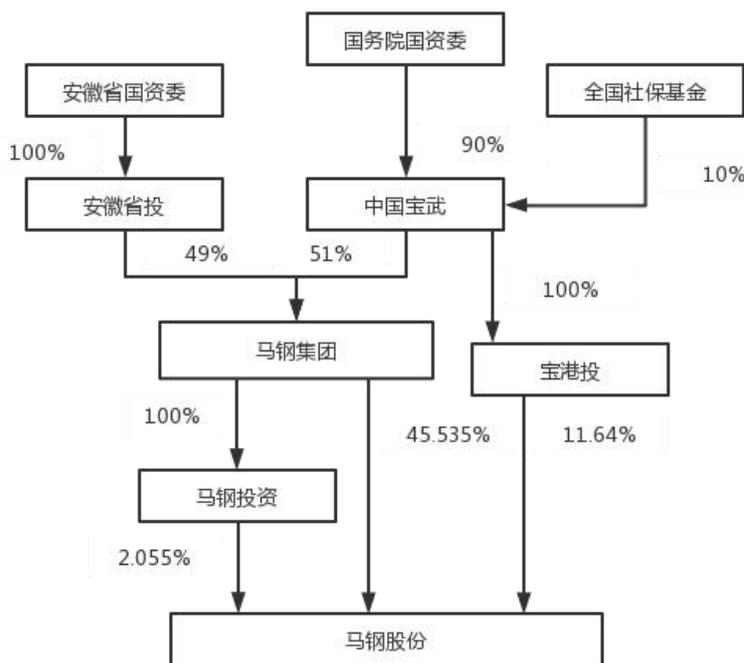


图 3.1 马钢股权结构图

马钢股份积极践行可持续发展理念，推行清洁生产工艺，努力打造可持续发展的生态矿山，不断开展循环经济。在集团可持续发展管理中，采用自上而下的管理架构，由董事会、经理层和职能部门三部分组成，职能部门主要负责日常可持续发展过程中进行数据收集、分析、汇总。经理层主要负责可持续发展工作的落实，把控可持续发展相关绩效的准确性，在可持续发展过程中可能存在的风险进行识别，并且上报给董事会。董事会负责在可持续发展工作中制定发展战略，并对企业战略实施情况进行监控，关注可持续发展的相关政策，制定经理层可持续发展目标并督促其落实。

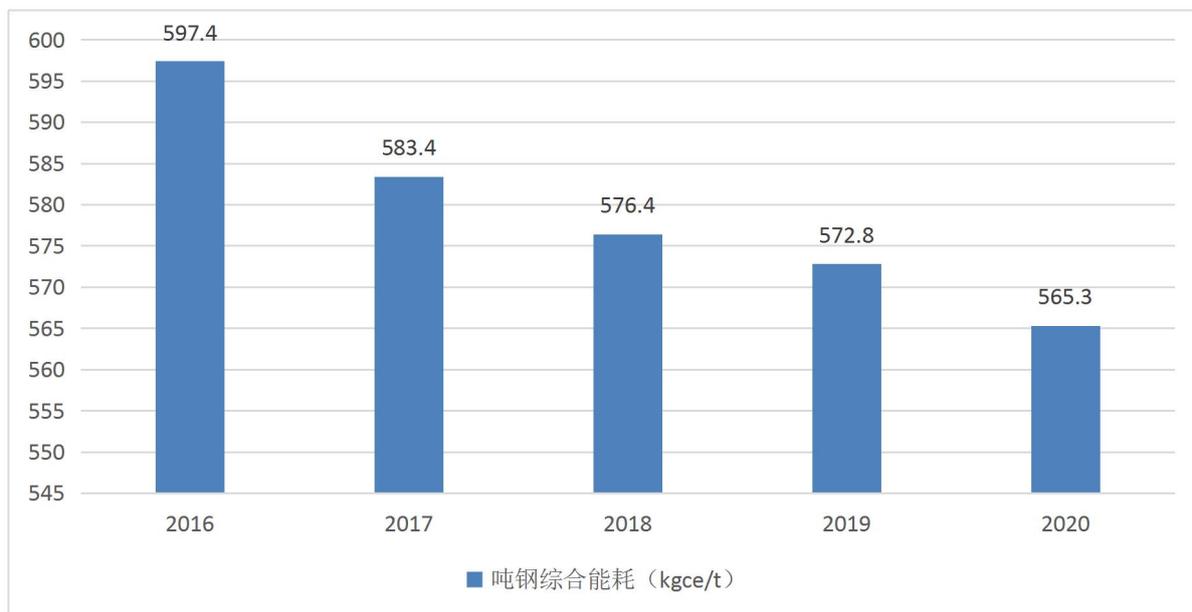
### 3.2.2 马钢碳资产管理情况

#### (1) 积极开展碳减排

面对环境压力日益增长的情况，马钢股份仍然坚持将生态文明建设的战略贯彻落实在企业的发展过程中，在环境保护过程中污染物排放、资源利用、排放总量等方面设立具体目标，在日常工作过程中落实“三治四化”的工作方式，加快促进企业的转型升级，加速推进废气超低排放改造，不断减少污染物排放，逐步加大节能减排力度，致力于建设绿色城市钢厂，推动公司低碳发展。同时，马钢近年也在不断加大自身环保投入，吨

钢综合能耗水平持续降低,如表 3.4 为马钢公司 2016~2020 年吨钢综合能耗。2020 年马钢股份的吨钢综合能耗为 565.3kgce/t,较 2019 年降低了 7.5kgce/t。

表 3.4 马钢股份 2016~2020 年吨钢综合能耗



资料来源:马钢社会责任报告

另外,马钢为了减少碳排放,成立了专门的环境管控工作领导小组,针对碳排放过程中存在的具体问题制定具体的方案,并对其进行管控,将环保措施进行分解,落实到具体个人。对于环保设施按时排查,实时监测,预防设备产生问题,若出现问题也能及时采取措施,确保其顺利运行。在生产运行过程中,对于发电脱硫、烧结球团脱硫等重点污染环节治理设施重点关注,实时调节,不断提升运行效率。对于新的环保设施,及时调试,及时对接,确保投入生产环节无意外。制定专项排放计划,杜绝焚烧垃圾、高空扬尘等不规范、不环保的排放行为。

## (2) 积极探索开展碳资产管理

作为总公司的宝武钢铁,发挥带头作用,率先对钢铁行业的碳达峰、碳中和目标提出了新的要求,以争取 2023 年实现碳达峰,2035 年实现减碳 30%,2050 年实现碳中和为目标。马钢也就碳达峰目标的实现提出具体要求,根据宝武钢铁对于碳减排目标的具体规划,结合自身碳排放情况,制定出符合马钢现状的碳减排目标,为实现企业碳达峰、碳中和,尝试编制具体的工作方案,并不断学习碳排放以及碳交易方面国家发布的法规、

政策，做好自身碳资产管理工作，为企业碳交易、碳减排工作的实施打好基础。

### 3.3 马钢股份碳排放量的核算

#### 3.3.1 碳排放活动的识别

钢铁生产过程中会产生大量的二氧化碳，这主要是因为钢铁的生产过程中需要对煤炭等矿石资源进行化学反应，因此产生的巨大碳排放使得钢铁企业成为我国乃至全世界温室气体排放的重点企业，钢铁企业碳排放量约占中国碳排放总量的 15%，约占全球钢铁行业碳排放量的 50%。而我国各钢铁企业虽然在能源结构、生产规模有区别，但我国钢铁企业以长流程为主的工艺使钢铁生产流程基本一致，主要包括焦化、烧结、炼铁、炼钢、热轧、冷轧六个部分，钢铁企业生产流程如图 3.2 所示。各个工序间形成一条完整的生产链，钢铁生产过程中资源、能源及溶剂在工序间进行能量转换与传递。

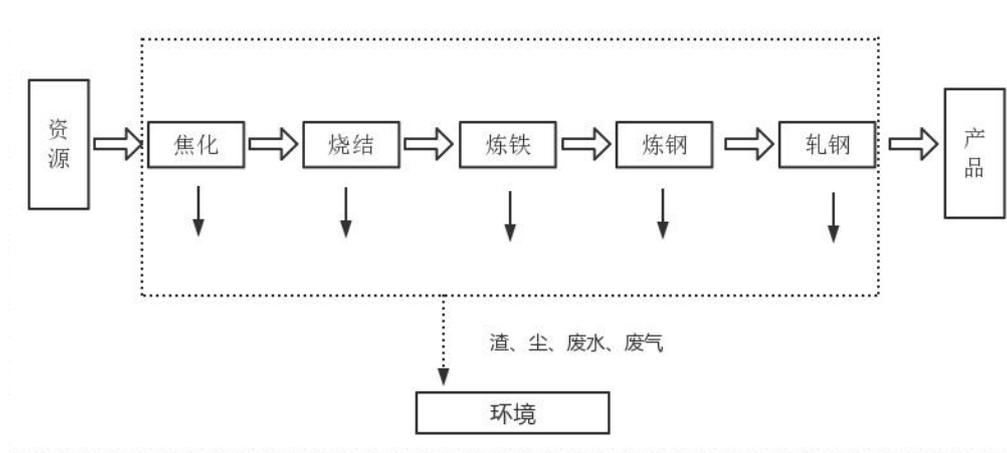


图 3.2 钢铁企业生产流程图

结合中国钢铁工业的实际情况，本文对钢铁企业整个生产环节进行了解分析，钢铁生产企业温室气体排放及核算边界如图 3.3 所示。

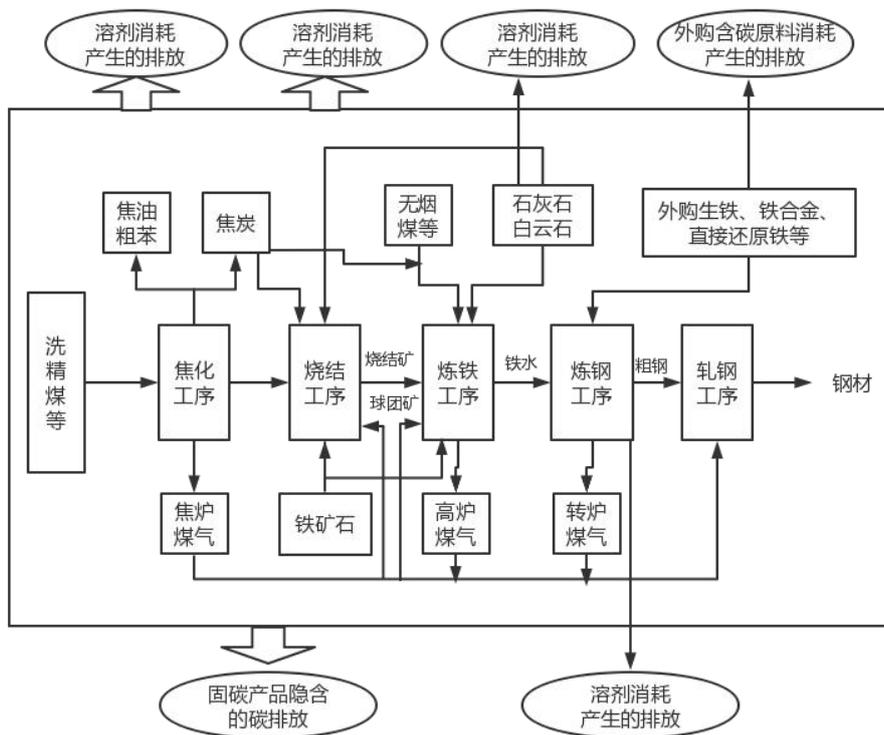


图 3.3 钢铁生产企业温室气体排放及核算边界

### 3.3.2 碳排放活动因子识别

钢铁企业生产过程复杂，流程长，其计算过程中使用的碳排放因子会因为采取不同的生产方式、工序方法而产生改变，因此不同文献和机构选取碳排放因子有较大差异。但我们在选取碳排放因子时，要着重考虑是否权威、是否适配、是否可靠，国际的相关部门和权威机构也分别对钢铁碳排放因子推荐了不同的参考值，本文结合收集到的相关数据，将碳排放的产生分为燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入使用的电力、热力产生的排放以及固碳产品隐含的排放。其计算公式中各要素的定义如表 3.5 所示：

表 3.5 公式中各要素定义

要素	定义	单位
$EF_i$	第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子	tCO <sub>2</sub> /GJ
$CC_i$	第 i 种化石燃料的单位热值含碳量	tC/GJ
$OF_i$	第 i 种化石燃料的碳氧化率	%
$E_{CO_2}$	企业 CO <sub>2</sub> 排放总量	tCO <sub>2</sub>
$E_{\text{燃烧}}$	企业所有净消耗化石燃料燃烧活动产生的 CO <sub>2</sub> 排放量	tCO <sub>2</sub>
$E_{\text{过程}}$	企业工业生产过程产生的 CO <sub>2</sub> 排放量	tCO <sub>2</sub>
$E_{\text{电和热}}$	企业净购入电力和净购入热力产生的 CO <sub>2</sub> 排放量	tCO <sub>2</sub>
$R_{\text{固碳}}$	企业固碳产品隐含的 CO <sub>2</sub> 排放量	tCO <sub>2</sub>
$AD_i$	核算和报告期内第 i 种化石燃料的活动水平	GJ
$NCV_i$	核算和报告期第 i 种化石燃料的平均低位发热量	GJ/t、 GJ/万 Nm <sup>3</sup>
$FC_i$	核算和报告期内第 i 种化石燃料的净消耗量	t、万 Nm <sup>3</sup>
$M$	核算和报告期内含碳原料的购入量	t
$AD_{\text{固碳}}$	固碳产品的产量	t

资料来源：《中国钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》

### (1) 燃料燃烧过程碳排放因子

马钢股份在燃料燃烧过程中主要使用的能源包括：原煤、洗精煤、焦炭、柴油、汽油以及天然气。其碳排放因子按以下公式计算，相关燃料参数缺省值如表 3.6 所示。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}$$

表 3.6 化石燃料相关参数缺省值

燃料类型	平均低位发热量 (GJ/t, GJ/万 Nm <sup>3</sup> )	单位热值含碳量 (tC/TJ)	燃料碳氧化率
原煤	20.920	27.49	94%
洗精煤	26.344	25.40	90%
焦炭	28.447	29.50	93%
柴油	42.652	20.20	98%
汽油	43.070	18.90	98%
天然气	389.31	15.30	99%

资料来源：《中国钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》

带入数值：

$$\begin{aligned}
 EF_{\text{原煤}} &= 27.49 \times 94\% \times \frac{44}{12} = 94.75 \text{tCO}_2/\text{TJ}; \\
 EF_{\text{洗精煤}} &= 25.40 \times 90\% \times \frac{44}{12} = 83.82 \text{tCO}_2/\text{TJ}; \\
 EF_{\text{焦炭}} &= 29.50 \times 93\% \times \frac{44}{12} = 100.59 \text{tCO}_2/\text{TJ}; \\
 EF_{\text{柴油}} &= 20.20 \times 98\% \times \frac{44}{12} = 72.59 \text{tCO}_2/\text{TJ}; \\
 EF_{\text{汽油}} &= 18.90 \times 98\% \times \frac{44}{12} = 67.91 \text{tCO}_2/\text{TJ}; \\
 EF_{\text{天然气}} &= 15.30 \times 99\% \times \frac{44}{12} = 55.54 \text{tCO}_2/\text{TJ};
 \end{aligned}$$

## (2) 工业生产过程碳排放因子

我国钢铁企业工业生产过程中碳排放因子相关缺省值如表 3.7 所示。

表 3.7 工业生产过程排放因子缺省值

名称	计量单位	CO <sub>2</sub> 排放因子 (tCO <sub>2</sub> /t)
石灰石	吨	0.440
白云石	吨	0.471
电极	吨	3.663
生铁	吨	0.172

资料来源：《国际钢铁协会二氧化碳排放数据收集指南（第六版）》

### (1) 净购入使用的电力、热力产生的碳排放因子

电力碳排放因子的选择及使用主要根据企业生产地的位置，马钢股份位于安徽省，故选用华东区域电网排放因子，按 2019 年公布的排放因子结果，供电排放因子为 0.7921tCO<sub>2</sub>/MWH，供热排放因子按 0.11tCO<sub>2</sub>/GJ 计算。

### (2) 固碳产品隐含的碳排放因子

固碳产品隐含的碳排放因子采用的缺省值如表 3.8 所示。

表 3.8 固碳排放因子和参数缺省值

名称	单位	CO <sub>2</sub> 排放因子
粗钢	吨 CO <sub>2</sub> /GJ	0.0154

资料来源：《国际钢铁协会二氧化碳排放数据收集指南（第六版）》

## 3.2.3 碳排放量核算

核算出马钢股份碳排放量是进行碳资产管理的前提，而国内温室气体排放量的核算方法主要有以下三种：

(1) 总能耗法：以钢铁生产的工序为基础，通过各工序碳排放量之和作为企业的总排放量，计算方法为各工序的产量与碳排放因子相乘。

(2) 物料平衡法：以企业整个生产环节中使用的原材料以及消耗的燃料量为基础，计算其排放量。

(3) 实际测量法：通过对企业碳足迹的全过程进行计算，在物料平衡法的基础上，抵扣固碳环节的碳排放量。但由于企业数据不完整且不确定性较高，核算难度较高，所以一般不采用实际测量的方法。

钢铁行业高耗能的现状得到了世界各国的重视，当前国际上也采取了不同的碳排放核算方式来计算钢铁行业的碳排放量，但国际上采用的碳排放计算方法并不适合中国企业的具体情况，因此，中国为了能够适应碳排放发展历程，也结合钢铁企业发展方式，先后制定了《温室气体排放核算与报告要求》、《省级温室气体清单编制指南》以及《中国钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》。

本文主要采纳《中国钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》中的方法进

行碳排放量的核算，根据其提供的核算方法可以计算出马钢股份碳排放量：

$$E_{CO_2} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电和热}} - R_{\text{固碳}}$$

(1) 燃料燃烧排放核算

燃料燃烧活动产生的 CO<sub>2</sub> 排放量是指企业在进行生产时，由于使用各种燃料而产生的 CO<sub>2</sub> 排放量的总和。

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n AD_i \times EF_i$$

式中，AD<sub>i</sub> 按以下公式计算：

$$AD_i = NCV_i \times FC_i$$

表 3.9 马钢股份主要资源消耗量

资源类型	单位	2020 年	2019 年	2018 年	2017 年	2016 年
原煤	万吨	340.17	317.85	341.46	308	305
洗精煤	万吨	658.92	696.49	674.46	647	636
焦炭	万吨	374.01	345.09	337.52	146	151
柴油	吨	7280.32	8516.51	8103.88	4794	5384
汽油	吨	277.68	185.68	224.17	278	323
天然气	万立方米	7186.22	4832.92	5413.74	2134	1046
电力	亿千瓦时	55.29	54.03	55.49	35.33	32.62

资料来源：马钢社会责任报告

马钢股份主要资源消耗量如表 3.9 所示，将数值代入公式可得：

$$E_{\text{原煤}} = 3401700 \times 20.92 \times 94.75 \times 10^{-3} = 6742747.69 \text{tCO}_2;$$

$$E_{\text{洗精煤}} = 6589200 \times 26.314 \times 83.82 \times 10^{-3} = 14533399.66 \text{tCO}_2;$$

$$E_{\text{焦炭}} = 3740100 \times 28.447 \times 100.59 \times 10^{-3} = 10702235.30 \text{tCO}_2;$$

$$E_{\text{柴油}} = 7280.32 \times 42.652 \times 20.20 \times 10^{-3} = 6272.51 \text{tCO}_2;$$

$$E_{\text{汽油}} = 277.68 \times 43.07 \times 18.90 \times 10^{-3} = 226.04 \text{tCO}_2;$$

$$E_{\text{天然气}} = 7186.22 \times 389.3 \times 15.3 \times 10^{-3} = 42803.21 \text{tCO}_2;$$

由此可得：

$$E_{\text{燃烧}} = 32027684.41 \text{tCO}_2$$

## (2) 工业生产过程排放核算

工业生产过程中的碳排放是指钢铁生产企业各生产工序中由于外购其他含碳原料以及熔剂的分解和氧化产生的 CO<sub>2</sub> 排放。

$$E_{\text{原料}} = M \times EF$$

带入数据

$$E_{\text{原料}} = 18300000 \times 0.172 = 3147600 \text{tCO}_2$$

## (3) 净购入使用的电力、热力产生的排放核算

$$E_{\text{电和热}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} + AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}}$$

带入数值:

$$E_{\text{电和热}} = 55290 \times 0.7921 = 43795.21 \text{tCO}_2$$

## (4) 固碳产品隐含的排放核算

固碳产品所隐含的 CO<sub>2</sub> 排放是指固化在产品中的碳，其对应的二氧化碳排放将被扣除。

$$R_{\text{固碳}} = AD_{\text{固碳}} \times EF_{\text{固碳}}$$

带入数据:

$$R_{\text{固碳}} = 0.0154 \times 21710000 = 334300 \text{tCO}_2$$

综上所述，其中个过程产生的二氧化碳排放量分别为 32027684.41 吨、3147600 吨、43795.21 吨，固碳产品隐含的二氧化碳排放量为 334300 吨，计算得出马钢股份 2020 年二氧化碳排放量。

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电和热}} - R_{\text{固碳}}$$

$$= 32027684.41 + 3147600 + 43795.21 - 334300 = 34884779.6 \text{tCO}_2$$

马钢股份近年来积极贯彻落实国家在节能减排方面发布的法律法规，作为中国宝武的子公司，落实宝武在绿色发展理念上的传达的精神，结合马钢自身条件制定具体的工作计划，对节能减排技术进行改造升级，积极管控生产过程中的能源消耗，不断推进企业能源运营向精细化发展，确保“十三五”节能目标与任务顺利完成，采取改造大型高炉技术、降低炼铁工序铁水比例、严格控制煤炭质量等方式，逐步控制企业煤炭消耗量。结合企业当前的能源消费结构以及碳排放情况，马钢通过技术、管理以及结构优化等方式，采用多种途径进行节能降碳工作。如表 3.10 所示，根据以上方法可以计算得到马钢 2018~2020 年碳排放具体情况。

表 3.10 马钢股份碳排放情况和钢铁产量

	单位	2020 年	2019 年	2018 年
燃料燃烧过程	吨	32027684.4	31573355	31341964
工业生产过程	吨	3147600	3113206	3090000
电力、热力消耗	吨	43795.2	42797.2	43948.1
固碳产品隐含	吨	334300	305536	302456
碳排放总量	吨	34884779.6	34423822.2	34173456.1
钢材产量	万吨	2171	1984	1964
吨钢 CO <sub>2</sub> 排放量	吨	1.61	1.73	1.74

由数据可知，马钢近年来在钢材产量上升的前提下，吨钢二氧化碳排放量有所降低，可见马钢为实现绿色钢铁目标付出了很大的努力，积极响应国家减排政策，不断优化能源结构。通过对马钢近几年生产过程中碳排放量进行核算可以看出，马钢二氧化碳排放量主要来源于化石燃料燃烧，2018~2020 年分别占到了 91.7%、91.7%、91.8%。这一现象的产生主要是因为包括马钢在内的钢铁行业目前仍然以煤炭类能源消耗为主的能源消费结构，低热值造成了较大的碳排放量，所以马钢进行碳减排需要考虑的首要因素就是减少煤炭等排放系数较高的能源消耗量。

### 3.4 马钢股份碳配额核算

我国对碳配额的核算主要采取基准线法和历史强度法，钢铁企业的分配方法以历史强度法为主，因此，本文采取历史强度法，根据马钢产品产量以及历史排放量来核算碳配额，计算公式为：

$$\text{企业年度碳配额} = \sum (\text{历史强度基数}_n \times \text{年度产量}_n)$$

其中，历史强度基数为三年中碳排放强度的加权平均值。

代入公式可得：

马钢股份 2020 年碳配额为 35131122 吨。

根据计算得出的马钢股份二氧化碳排放量与碳配额，可以计算出，马钢 2020 年碳配额的结余为 246342.4 吨。

### 3.5 马钢股份碳资产管理存在的问题

#### 3.5.1 忽视碳资产潜在收益

我国企业对碳资产管理的认识还不够成熟，对于碳资产管理没有明确的认识，更没有将碳资产与企业的收益相联系，只是被动的完成履约，承担碳排放成本，从碳市场购买配额。然而，以 2020 年为例，马钢在完成配额清缴后，还存在碳配额结余，若马钢结合自身碳排放以及碳配额分配情况，及时对碳交易市场进行了解，制定合理计划、采取有效对策，能更好的发挥企业的优势，带来更多地经济效益。

#### 3.5.2 控排能力不足

钢铁行业作为重工业，相比于其他行业，能耗更高，污染更重，相应的需要承担的减排压力更高、减排责任更大，在当前低碳发展的环境下，钢铁行业需要积极进行碳减排，钢铁企业应该结合企业的实际情况，寻找减排着力点，提高企业碳资产管理水平，实现钢铁企业结构优化。而马钢作为大型的控排企业，积极落实各项环境保护措施，但自身的控排能力还存在不足。

首先，马钢能源效率不高，我国钢铁行业属于资源密集型产业，产量的增长必然会带来能源消费量的增长，马钢股份 2020 年吨钢综合能耗为 565.3kgce/t，根据中国钢铁协会统计显示，2020 年重点钢铁企业平均吨钢综合能耗为 545.27kgce/t，相比之下，虽然马钢股份通过采用节能减排措施，能源效率有了一定的提高，但还未达到平均水平，能源效率并不具备优势，甚至会对企业发展产生制约，综合能耗低将导致马钢股份在同等产量下，产生更多地二氧化碳排放量。

其次，能源的选择和使用对于企业控排能力来说也很重要，如表 3.11 所示为不同能源的热值和二氧化碳排放系数，由表可知，煤炭、焦炭热值较低，而 CO<sub>2</sub> 排放系数却较高，这就意味着在相同钢铁产量的情况下，热值更低的能源会产生更高的碳排放量。

表 3.11 能源热值和二氧化碳排放系数

能源种类	煤炭	焦炭	汽油	煤油	柴油	原油	天然气
热值 (kcal/kg)	5000	6800	10300	10300	10200	10000	9310 (kcal/m <sup>3</sup> )
CO <sub>2</sub> 排放系数	94.6	107.1	69.3	71.9	74.1	73.3	56.1

资料来源：碳排放权交易网

目前，马钢股份的能源结构也存在不合理的地方，所使用的能源中以原煤、焦炭、柴油为主，均属于热值较高的能源，二氧化碳排放系数高，与单位热值较低的汽油、天然气等可以用来替换的能源相比不够清洁，产生的二氧化碳排放量也就更高，也会加大碳资产管理的成本。

### 3.5.3 减排成本过高

企业作为以盈利为目的的主体，盈利性是企业持续发展的保障，因此，成本和收益对企业来说至关重要，企业在进行碳资产管理过程中，碳减排是对企业碳资产有效管理的主要方式，而企业进行碳减排就需要重点考虑碳减排给企业带来的成本和收益。在当前各国都在追求环境友好发展的环境下，马钢所在的钢铁行业属于资本密集型行业，我国在碳市场建立之后，节能减排技术的发展没能跟上企业碳减排需求的发展，导致企业在进行减排过程中所需的成本较高。如何在保证企业处于正常产量的条件下同时达到节能减排要求，就需要对技术设备进行改造升级，当前我国节能减排设备及技术的价格较高，会产生较大的成本，对企业来说是较重的负担，例如马钢在 2020 年开展改造工程，通过对 4 座焦炉进行脱硫脱硝、4 台烧结机进行脱硫脱硝等项目，共投资 23.68 亿元，可见马钢在进行技术升级过程中需要付出较大的成本，碳减排成本较高，甚至会降低企业在短期内的利润。

## 4 马钢股份碳资产管理分析

### 4.1 马钢股份碳排放管理分析

我国碳交易市场还处在起步阶段，甚至很多企业是被动的进入了碳市场，尽管参与的企业多，但对于自身具体碳排放情况并不清楚，对于碳交易的相关政策缺乏了解，更缺乏有效的碳资产管理手段。政府部门向企业发放碳配额、管理层核算企业的碳资产、将碳资产在碳交易市场上进行买卖等环节都需要以可靠、可监测的数据进行支撑，而由于过去对碳资产的忽视、相关政策的缺失，使得企业的历史碳资产数据更是难以获取，导致企业对碳资产进行管理的过程存在较多阻碍，节能减排目标更是难以实现。其次，对于钢铁、化工等行业通过政府发放取得的碳排放配额如何进行管理，如何进行分配，如何进行交易，也是数据不完善条件下存在的问题。

马钢在进行碳资产管理过程中，关于碳排放过程中的相关数据还很不完善，这不仅是在马钢碳资产管理过程中存在的问题，也是我国大部分企业忽视的地方，马钢对于碳排放数据的监测并没有结合马钢钢铁生产过程的具体环节，使管理者无法对碳排放具体产生的原因进行分析，不能及时根据具体数据来落实减排责任，会加大企业进行碳资产管理的难度。

### 4.2 马钢股份碳减排管理分析

#### 4.2.1 碳减排成本分析

面对当前严峻的减排形式，我们更应该主动承担环境保护责任，坚持走低碳发展的道路，从企业层面落实碳减排，提升企业碳资产管理能力，实现钢铁企业结构优化。只有通过分析企业碳减排成本才能制定出减排实施的最优途径，规范钢铁企业碳资产管理，降低钢铁企业工序能耗。基于现行的生产工艺，可以计算出 2020 年碳排放量为 34884779.6 吨，为降低能耗，提高生产效率，本文针对马钢股份碳资产管理中存在的问题，结合钢铁企业发展背景，选择了减量性减排、结构性减排和技术性减排三种方式来对马钢公司进行碳减排分析，这不仅仅有利于马钢股份内部进行节能减排，同时也符合当前国家政策的宏观要求。

##### (1) 减量减排

根据我国钢铁企业发展现状可以看出，我国钢铁产业不只在产量上一一直位居世界第一，并且多年来仍然保持着高速的发展，可是我国钢铁消费市场增长放缓，已经无法消

耗钢铁企业不断增长的供给量，每年产生的钢铁库存也会增加，况且其生产过程中需要消耗大量的低热值能源，这样的生产方式造成了碳排放量的上升以及能源的浪费。并且伴随着新材料的出现，钢铁需求量反而呈现下降的趋势，供给量高于消费量，在这一背景下，降低产量也成为了钢铁行业需要践行的发展举措，结合当下“碳中和”“碳达峰”目标，企业需要通过控制产量来优化供需结构、降低排放量。2021年年初，工业和信息化部年度工作会议上首次提出2021年钢铁行业最重要的目标之一就是压减粗钢产量。马钢股份应该结合自身状况，转变发展方式，适应形式发展，控制钢铁产量，提高产品附加值，不仅能助力行业解决产能过剩的问题，还能减轻沉重的环境负荷，促进企业高质量发展。

其次，产能过剩成为世界各国都需要面对的问题，而我国钢铁行业产业集中度较低，存在大量技术落后的中小型规模的钢铁企业，生产过程更加粗放，产能过剩、利用率低的问题更加严重。解决产能过剩这一问题主要可以从逐步淘汰落后产能、推进企业重组等方面进行解决，随着产能减少的基础上，由此产生的碳排放量也相应减少，以此达到碳减排的目的。

马钢股份也结合自身，对于李克强总理“去产能”的号召积极响应，从公司内部深入贯彻落实钢铁行业供给侧结构改革工作，为缓解钢铁行业整体产能过剩问题贡献力量，期间，积极淘汰公司的落后产能，将4座60吨转炉和宝钢的2座40吨电炉，按照1.25:1进行减量置换，建设2座150吨转炉，这一举措使马钢股份粗钢产能由400万吨/年降低为320万吨/年，通过减量置换实现减排，实现碳减排量128.8万吨。

## （2）结构减排

结构减排主要是指使用清洁能源来替代高排放能源，在能够保证企业日常的生产活动的同时，使用清洁能源能有效的降低对环境的污染。我国钢铁行业一直处在高耗能、重污染的状态之中，钢铁生产过程中，燃料燃烧过程中又以煤炭类能源为主，煤炭和焦炭都属于热值低但排放系数高的能源类型，相比于使用原油、天然气等能源，会引起更多的二氧化碳排放量。因此，钢铁行业进行转型升级、优化结构过程中，应该逐步减少热值低且排放高的能源类型，用热值高且排放低的能源进行替代，我国更需要结合我国的发展现状，探索更为清洁的可再生能源，并加大此类能源在我国能源消费结构中的比例。

针对马钢股份化石燃料消耗情况，本文以采用洗精煤代替褐煤的方式为例，在保证

生产、产生同等热量的前提下，使用热值更低的燃料进行替换，是降低二氧化碳排放量的有效方法。使用洗精煤代替褐煤情况下如表 4.1 所示，以 14.4 万吨洗精煤可以替换 30 万吨褐煤，替换后产生减排量为 9.9 万吨，产生减排成本 120 万元。

表 4.1 结构碳减排量

资源种类	结构减排前能源 消耗量	结构减排后能源 消耗量	结构减排前碳 排放量	结构减排后碳 排放量	结构碳减 排量
化石燃料 燃烧	1 万吨褐煤	0.48 万吨 洗精煤	1.39 吨	1.06 吨	0.33 吨

### （3）技术减排

科技是第一生产力，技术创新是当前我国钢铁行业实现碳减排的关键，可以助推钢铁企业减排目标的实现，西方国家在对低碳技术创新方面已经取得了较大进展，值得我们大力学习，如果企业在日常生产过程中就以减少碳排放为目标，积极采用更加先进的生产设备和相关技术，那么，企业碳减排就会有较大程度的进展。企业使用先进技术进行减排，其中对科研进行的投入以及购买节能设备所花费的资金就是企业技术减排产生的成本。如表 4.2 为《国家重点节能低碳技术推广目录》中列示的钢铁行业部分减排技术。

表 4.2 钢铁行业部分减排技术

节能技术	投资额（万元）	二氧化碳减排量（tCO <sub>2</sub> /a）
高温高压干熄焦装置	2100	269164
钢铁行业能源管控技术	4000	30000
高炉鼓风除湿节能技术	3000	36960
烧结废气余热循环利用工艺技术	4500	18000
加热炉黑体强化辐射节能技术	380	16625
矿热炉烟气余热利用技术	17100	177408

资料来源：《国家重点节能低碳技术推广目录》

技术是低碳发展的基础，技术性减排可以实现提高能源利用效率的目的，成熟可行的能效提升技术是现阶段钢铁企业碳减排的重要方式。提高生产工艺水平，及时更新生产设备，革新生产技术是淘汰企业落后产能、提高能源效率的基础，比如采用更为先进的电炉、高炉、焦炉等设备，或者优化连铸连轧等工艺流程，都是企业技术上的改进。

马钢在是否进行技术减排产生的成本，存在较大差别，比如马钢选择购置一般的生产设备需要花费 4 亿元，但选择购置低碳环保的设备可能就需要 8 亿元，在购置碳减排设备过程中，其多耗费的资金正是因为企业进行技术减排所产生的成本，也就是说技术减排成本为 4 亿元。因为采用了技术减排的方式，马钢在化石燃料燃烧、生产过程中都能够相应的产生碳减排量，分别可以为企业减少 6%和 9%的碳排放量。如表 4.3 所示，根据计算可得通过节能设备的使用，在化石燃料燃烧过程产生二氧化碳减排量 1921661.6 吨，生产过程碳减排量 283284 吨，共计 2204945.6 吨。可以看出，马钢通过技术减排产生的减排成本较大，可是技术减排产生的减排并不是一次性的，对于未来一段时间内，都会产生减排量。

表 4.3 技术减排量

资源种类	技术减排前碳排放量（吨）	技术减排后碳排放量（吨）	技术减排量（吨）
化石燃料燃烧	32027684.4	30106023.3	1921661.6
生产过程	3147600	2864316	283284

#### 4.2.2 碳减排收益分析

一个企业做出是否进行碳减排的决定，首先需要衡量的就是碳减排是否能产生收益，而当前我国企业碳减排收益主要来源于两个方面，一个是通过对企业对结余的碳排放权配额进行出售产生的，另一个是政府对于企业采取减排措施进行的减排补贴，包括企业对于购买节能设备等进行的技术减排补贴，以及企业购买清洁能源以及环保材料给予的结构减排补贴。

根据计算可知，马钢通过采用减量减排方式进行减排产生 1288000 吨碳减排量，采用结构减排方式产生 99000 吨碳减排量，通过技术减排方式可以获得 2204945.6 吨碳减排量，共计 3591945.6 吨的碳减排量，按照 2020~2021 年我国试点碳排放交易成交均价

32.57 元/吨，可以得到碳减排收益为 116989668 元。其中，通过减量减排产生的碳配额收益为 41950160 元，通过结构减排产生的配额收益为 3224430 元，通过技术减排产生的配额收益为 71815078.2 元。假设政府对于结构减排补贴为结构减排支出的 0.5%，技术减排补贴为技术减排支出的 1.5%，并假设政府对于企业的技术减排补贴可以一次性的补偿给公司，且全部计入当期收益，则马钢股份经过结构减排及技术减排得到的补贴分别为 6000 元和 12000000 元，加上通过碳排放权交易产生的收益，得到的碳减排总收益为 128995668 元。

### 4.2.3 碳减排成本收益对比分析

企业在进行碳资产交易的过程中，需要基于成本效益的原则，来衡量企业产生的碳减排成本和碳减排收益，以实现企业的价值最大化为目标，来选择对企业而言的最佳方案。当企业由于选择采取减排措施所产生的减排成本高于碳减排收益时，企业可以选择购买碳资产，否则，企业则应该选择有效的方式在内部进行减排。结合对两者的对比分析，做出有利选择。

马钢股份通过减量减排产生碳减排成本 2235 万元，碳减排收益 4195 万元，结构减排产生碳减排成本 120 万元，碳减排收益 323 万元，进行技术减排产生碳减排成本 4 亿元，碳减排收益 8381.5 万元，总得碳减排成本为 42355 万元，碳减排收益为 12899.6 万元，结合企业价值最大化的目标以及成本收益平衡的想法，在进行马钢股份碳减排成本收益对比分析后发现，进行碳减排所产生的碳减排成本是高于碳减排收益的。

从分析可知，马钢进行减量减排以及结构减排产生的收益是高于碳减排成本的，导致碳减排成本过高这一现象的根本原因主要是技术减排成本较高，技术的投入需要一段时间才能形成有效的盈利方式，投入的资金也需要随着时间来扩大利益。尤其是通过购买节能设备产生的技术减排，其减排成本较高，但对于未来一段时间都会产生碳减排量，对企业而言是可持续的。从可持续发展角度来看，马钢若不采取碳减排措施，可能会存在超额碳排放，这样的话，就需通过额外购买来获取碳排放权，会加大以后碳减排的难度，并且随着碳配额价格的上升以及政府对碳减排要求的提高，会产生更大的碳排放权缺口，产生更高的成本，因此马钢股份在进行碳资产管理过程需要采用合理的碳减排。

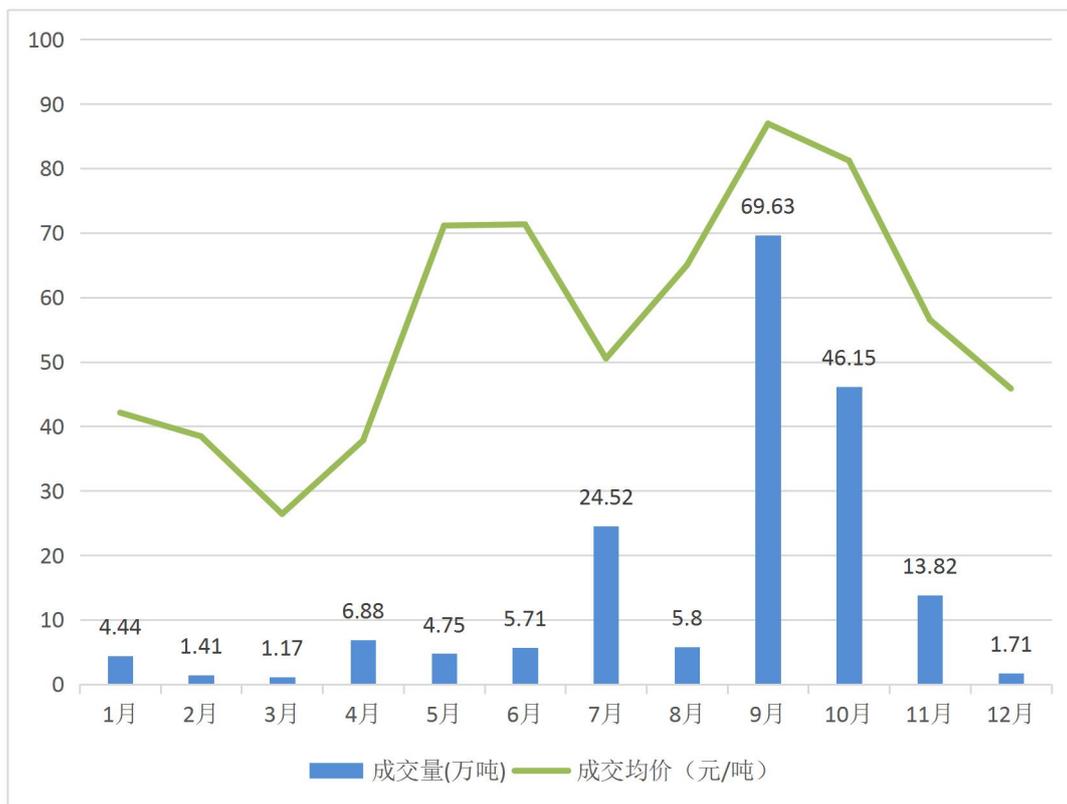
### 4.3 马钢股份碳资产交易管理分析

企业碳资产交易管理主要是指对碳配额进行管理，当碳资产有盈余的时候，企业做

出是卖出碳配额还是留下为下一年度的碳排放做准备的决定，而企业碳资产短缺的时候，同样要选择如何购买碳配额。这就要求企业能把握碳配额的价格，对碳交易市场充分了解的前提下，进行碳资产交易管理，实现碳资产的保值增值，获取碳收益。

碳配额的价格由需求和供给相互影响而形成，同时也受到政策、制度等影响，以北京市碳市场配额交易成交情况为例，如表 4.4 所示，碳配额的价格在一年中会有较大波动，且碳配额价格与成交量基本呈正相关，2021 年 9 月，北京市场碳配额成交量与成交均价均达到峰值，这与作为排放重点行业之一的发电行业在 9 月配额核定工作的推进有关，这一状况出现的原因主要是企业对于碳资产管理的意识还不足，还处在被动阶段，在政策要求下，才会明确自身碳配额的具体情况，交易碳配额。

表 4.4 2021 年北京碳配额成交量与成交均价



资料来源：北京市碳排放权电子交易平台

可见，碳配额成交量一般会受到政策因素影响，另外，履约期的时候，一般会使碳配额成交量及价格上涨，履约期结束会出现回落。如果马钢如果进行碳资产交易，可以结合当前碳市场的具体情况与企业生产经营计划等，来决定是否购买碳配额以及购买的

时机与数量，在碳配额有盈余的条件下，在价格峰值期间出售，在碳配额短缺时，在价格谷底的时候购买，选择更优方案进行交易，可以有效提升企业碳收益。如马钢股份在2020年产生的碳配额盈余若全部在峰值期间出售，可以收入21414544.8元。若马钢没有考虑碳交易市场的情况，在12月完成履约时进行出售，碳交易收入为11294799元，产生差额10119745.8元。因此，企业在进行碳资产管理过程中，及时把握碳交易情况，才能化被动为主动。

## 5 马钢股份碳资产管理路径优化

### 5.1 细化碳盘查

生产企业在生产过程中每个环节进行的能量转换，都会产生碳排放的足迹，进行碳资产管理首先需要拥有企业可供测量及核查的碳资产数据，通过有效的碳盘查可以了解到企业碳排放的具体情况以及生产过程中能源消耗的情况，作为碳资产管理的重要环节，企业需要将碳盘查融入到企业日常工作中的每一个环节，只有通过碳盘查数据进行全面的收集、整理，才能使企业对症下药，精确地对碳资产进行管理。

其次，碳盘查是企业进行碳减排活动的基础，企业合理进行碳盘查可以全面掌握企业自身的碳排放情况，通过分析，碳盘查可以找到合理有效的碳减排途径，并衡量企业的碳减排潜力，避免企业因为碳盘查功能缺失造成损失。

以马钢实际情况来看，其对于具体哪些环节排放了多少碳缺乏具体的、可靠的数据，因此，马钢进行碳资产管理首先就是要用科学的方法细化碳盘查，比如说为推进碳盘查，国家能源集团研发了二氧化碳连续监测系统，可以自动化、不间断的采集碳排放过程中的各种参数，并且实时形成表格，这种信息化监测方式对企业进行碳资产管理来说提供了便利。碳盘查通过监测并分析马钢的各个环节、各个部门的具体排放情况，为企业在碳资产管理过程中进行决策提供参考。

### 5.2 主动减少碳排放

在当前“碳达峰”“碳中和”目标下，碳减排也同样成为企业发展的必然趋势，低碳发展的思维对于企业来说必不可少，碳减排同时也是企业进行碳资产管理的目标，而当前很多企业还未能认识到碳减排的重要性，导致碳资产管理缺乏动力。

碳减排对于企业来说意义重大，首先，企业进行碳减排有助于企业进行转型升级，其次，积极有效的碳减排可以降低企业的成本，同时也可以有助于企业树立社会责任感强的企业形象，可以实现经济效益和社会效益的平衡。因此，企业有必要主动减少碳排放。尤其是钢铁企业，作为碳减排的重点企业，相比于其他行业有着更大的碳减排空间，更应该加以重视，结合企业可持续发展战略，落实碳减排。

文中包括马钢股份在内的钢铁企业产生的二氧化碳排放主要来源是化石燃料燃烧，根据计算可知，马钢2020年化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量占总排放量的91.8%，因此，减少碳排放应该立足于减少落后生产方式下燃料燃烧产生的碳排放。

针对具体的碳排放情况、能源使用情况、产量情况等，马钢可以考虑通过提高能源效率、调整钢铁产量、转换能源结构等方式主动进行碳减排，来提高碳资产管理的效率。首先，我国当前节能减排设备及技术还不够先进，所以选择并使用适用于企业自身的碳减排设备非常重要，能够精准有效地降低碳排放量，而且节能减排设备及技术的投入，对于企业进行碳减排来说，是可持续的。其次，在生产过程中，可以控制煤炭类资源消耗，转而采用更加清洁的可再生能源，来调整能源消耗和使用结构，就能非常直观的减轻燃料燃烧所产生的碳排放量，也是企业进行碳减排的必然选择，能够有效解决马钢控排能力不足的问题。最后，压减钢铁产量、提高产能也可以达到碳减排的目的，淘汰落后产能对于马钢进行碳减排来说至关重要，结合我国钢铁行业发展现状，盲目扩大钢铁产量对企业来说并不一定有利，适量压减产量反而有利于企业的可持续发展。

### 5.3 积极参与碳交易

随着碳交易市场的蓬勃发展，碳交易价格也在逐年上涨，面对这样的情况，企业在进行碳资产管理过程中应该结合自身碳资产情况，抓住机遇，及时掌握碳交易政策，积极参与到碳交易当中，如何利用碳交易来降低减排成本，对于企业实现节能减排目标及完善碳资产管理体系具有重要意义。

对于钢铁行业来说，需要按时进行履约，当企业获得的配额量比实际排放量小的时候，就需要进行购买，配额量有盈余的时候，则可以进行出售，积极参与碳交易对于企业而言是有效的控排方式之一，假设马钢碳超排量为 400 万吨，如果马钢选择引进先进节能设备的方式，需要付出的成本为 31207 万元，如果选择通过主动参与碳市场交易的方式，需要的成本为 13028 万元，可以有效降低马钢的碳排放成本。若马钢通过以上碳减排手段使企业产生了碳排放量盈余，通过碳交易可以产生收益 116989668 元。另外，在当前我国钢铁产量过大的情况下，企业可以通过权衡出售碳配额与进行生产的成本与收益，来控制产量，实现资源节约和降低排放的目的。据此可以看出，无论企业是选择购入还是出售，碳交易都是企业提高碳减排收益的有效手段，也是企业进行碳资产管理的动力来源，与此同时，企业在进行碳资产管理过程中，掌握碳价信息，利用碳价变化，可以选择更为合理的方式和时机进行碳交易，帮助企业降低成本，提高收益。

## 6 研究结论与建议

### 6.1 研究结论

随着低碳经济的发展和的同时，国际社会越来越重视碳排放问题，而中国也正在逐步加快碳交易市场建设的步伐，碳资产的重要性日益凸显，而钢铁行业作为碳排放的重点行业，碳排放量占全国二氧化碳排放的 15%，要顺利按时完成“双碳”目标的话，时间紧、任务重。因此钢铁企业需要重视碳资产的作用，构建与企业相适应的碳资产管理体系，为实现钢铁行业减排目标贡献力量，充分利用碳资产，完成低碳转型任务。

而马钢股份作为高排放高耗能的钢铁生产企业之一，同样也面临着巨大的减排压力，本文以企业碳资产为研究对象，结合成本效益原则，以企业实现价值最大化为目标，将减排目标与生产过程相联系，结合马钢实际情况，对其碳资产管理展开分析。得出以下几点研究结论：

(1) 本文通过对马钢股份的碳资产管理的背景、现状、以及碳排放量及碳配额进行分析，得出马钢在碳资产管理过程中存在忽视碳资产的潜在收益、控排能力不足以及减排成本过高的问题。

(2) 本文结合马钢股份碳资产管理过程存在的问题，进行碳排放管理分析、碳减排管理分析以及碳资产交易管理分析。

(3) 以马钢碳资产管理分析为基础，从组织碳盘查、积极参与碳交易、主动进行碳减排三个方面对马钢碳资产管理结构优化提出建议，企业进行有效的碳资产管理能让企业掌握自身碳排放的具体情况，便于企业优化资源配置，实现减排目标，并减少碳减排成本。

### 6.2 相关建议

#### (1) 政府加大碳减排支持力度

当前我国对气候变化提出了郑重的承诺，加大企业碳减排力度有助于我国节能减排目标的实现，可是当前条件下，企业进行碳减排会产生额外的成本，且其收益可能需要一段时间才能实现，这使得很多企业对于进行碳减排望而却步，以本文所述的钢铁企业为例，中小型企业较多，风险承担能力差，进行碳减排难度大，但是其生产技术水平有限，导致其产生的污染又较高，因此，需要政府加强宏观调控，相应的加大企业碳减排的支持力度，为企业碳减排的开展提供助力，实现转型升级。

## （2）完善碳交易机制

随着越来越多的企业进入到碳市场中，我国相对应的碳交易机制的发展还较为缓慢。以前的节能减排只是企业对社会责任的履行，而碳交易的开展使企业能通过碳减排实现收益，为企业进行碳减排指明了方向，而完善的碳交易制度可以使企业了解并规范碳交易行为，更好的进行碳减排成本收益分析，促进企业落实碳减排活动。因此，我国碳交易市场应加快建立合理的配额分配机制、配额履约惩处机制等配套机制，为企业进行碳交易提供制度保障。

## （3）加强碳减排技术创新

根据文章分析可知，在当前技术水平中，企业进行技术减排难度较大，成本较高。这主要是因为我国现阶段的碳减排技术及设备还较为落后，先进技术较少，而技术创新却是碳减排最有效的手段，因此，加强碳减排需要加强技术创新，只有将减排技术向更高效、更节能、更低成本的方向发展，才能有效提高能源效率，降低企业由于更新生产设备及技术产生的碳减排成本，促使企业做出碳减排的选择，实现国家降碳目标。

## 6.3 研究不足及展望

本文也存在较多不足之处。首先，国内对于碳资产以及碳资产管理的研究还处在起步阶段，相关的文献还不够充足。其次，本文对案例企业生产经营活动中获取的碳排放相关数据不够充足，相关具体交易方案的信息披露也较为模糊，无法具体进行统计和分析，主要来自于案例企业的年报及社会责任报告，部分数据使用了行业均值，可能并不能代表企业的实际情况，还不够全面，有待进一步挖掘。另外，碳资产管理需要考虑的内容有很多，本文的分析还不够深入，未能全面考虑，较为浅显。

从我国替代美国成为钢铁产量最大的国家开始，由于钢铁行业碳排放带来的问题不容小觑，并且产能过剩、工艺技术存在缺陷等问题都制约着我国钢铁行业的发展，另外，以化石燃料为主的能源结构，使我国钢铁行业长期处在高污染的状态之中。因此需要积极寻求能够改变现状的方式方法，助力我国“双碳”目标的实现。对于企业来说，应该积极开展碳资产管理研究与应用，及时了解企业碳排放情况，实施科学的碳减排也有助于企业提升碳资产管理效率，提高可持续发展能力，也能为企业转向低碳发展奠定基础。在今后的研究中，也需要随着国家政策的和方案的修订，对碳资产管理内容进行扩展。

我相信在未来关于碳资产管理的内容会被更多学者关注，会越来越深入，相关的问题也将得到解决。随着碳排放体系的完善，国家也会出台相应的政策，构建出更标准的

应对气候变化管理制度及碳资产管理体系，企业也需要随时监测自身碳排放数据，逐步完善，与时俱进，未雨绸缪，为碳资产管理发展奠定基础，在能够实现经济高速发展的同时，也能充分发挥企业自身的价值，为“双碳”目标的实现贡献出自己的力量。

## 参考文献

- [1]Panagiotis Fragkos.Global Energy System Transformations to 1.5°C:The Impact of Revised Intergovernmental Panel on Climate Change Carbon Budgets[J].Energy Technology,2020(9).
- [2]Katarzyna B. Tokarska,Carl-Friedrich Schleussner,Joeri Rogelj,Martin B. Stolpe,H. Damon Matthews,Peter Pfliederer,Nathan P. Gillett.Recommended temperature metrics for carbon budget estimates, model evaluation and climate policy[J].Nature Geoscience,2019(12).
- [3]June Sekera, Andreas Lichtenberger. Assessing Carbon Capture: Public Policy, Science, and Societal Need A Review of the Literature on Industrial Carbon Removal[J].Biophysical Economics and Sustainability,2020(3):182-187.
- [4]Liu Yue,Tian Lixin,Xie Zhuyun,Zhen Zaili,Sun Huaping.Option to survive or surrender: Carbon asset management and optimization in thermal power enterprises from China[J].Journal of Cleaner Production,2021(1):314-315.
- [5]Caiping Zhang,Timothy O. Randhir,Ying Zhang.Theory and practice of enterprise carbon asset management from the perspective of low-carbon transformation[J].Carbon Management, 2018(9):87-94.
- [6]Runying An,Biying Yu,Ru Li,Yi-Ming Wei.Potential of energy savings and CO<sub>2</sub> emission reduction in China's iron and steel industry[J].Applied Energy,2018(6):862-880.
- [7]Cai-Ping ZHANG,Ying ZHANG, Qian-Wen WU.Theory and Practice of Enterprise Carbon Assets Management for Climate Change[J]. Environmental science&policy,2001,4(6).
- [8]Bigsby H. Carbon banking: creating flexibility for forest owners[J]. Forest Ecology and Management,2009(1):378-383.
- [9]Takashi. Comparison of Futures Pricing Models for Carbon Assets and Traditional Energy Commodities[J].Journal of Alternative Investments,2012(14):176-179.
- [10]Erhun Kula, Yavuz Gunalay. Carbon sequestration, optimum forest rotation and their environmental impact [J]. Environmental Impact Assessment Review, 2012(11):18-22.
- [11]张亚连,李彩.碳会计确认、计量及具体业务处理规范浅探[J].会计之友. 2012(18): 101-102.
- [12]张鹏.碳资产的确认与计量研究[J].财会研究. 2011(05):40-42.

- [13]陶春华. 价值创造导向的企业碳资产管理研究[D]. 北京交通大学, 2016.
- [14]姚文韵, 叶子瑜, 陆瑶. 企业碳资产识别、确认与计量研究[J]. 会计之友. 2020(09): 41-46.
- [15]黄锦鹏, 齐绍洲, 姜大霖. 全国统一碳市场建设背景下企业碳资产管理模式及应对策略[J]. 环境保护, 2019(16): 13-17.
- [16]刘楠峰, 范莉莉. 基于低碳经济视角的企业碳资产识别研究[J]. 生态经济. 2016(10): 84-86.
- [17]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.
- [18]万林葳, 朱学义. 低碳经济背景下我国企业碳资产管理初探[J]. 商业会计, 2010(17): 68-69.
- [19]张亚连, 张夙. 构建企业碳资产管理体的思考[J]. 环境保护, 2013(08): 46-47.
- [20]檀少雄, 施婉妮. 从注册会计师视角看我国碳资产管理[J]. 中国注册会计师. 2015(02): 60-64.
- [21]温素彬, 石路凤, 陈晨. 碳资产管理绩效评价及其在企业的应用[J]. 会计之友, 2017(14): 132-136.
- [22]张彩平, 吴莉. 碳资产管理框架构建及应用研究[J]. 财务与金融. 2019(03): 60-64.
- [23]王璟珉, 聂利彬. 低碳经济研究现状述评[J]. 山东大学学报 2011(02): 66-76.
- [24]刘萍, 陈欢. 碳资产评估理论及实践初探[M]. 中国财政经济出版社, 2013(1): 22-23.
- [25]江玉国, 范莉莉. 碳无形资产视角下企业低碳竞争力评价研究[J]. 商业经济与管理, 2014(09): 42-51.
- [26]韩立岩, 黄古博. 技术的碳资产属性与定价[J]. 统计研究, 2015, 32(02): 10-15.
- [27]赵佳. 碳资产的定义、识别和评估思路[D]. 西南交通大学, 2015.
- [28]陈仲雷. 基于碳资产的企业低碳竞争力评价研究[D]. 西南交通大学, 2016.
- [29]仲永安, 邓玉琴. 中国大型电力企业碳资产管理路线初探[J]. 环境科学与管理, 2011(11): 166-171.
- [30]许雅玺, 何行. 低碳背景下中国民航碳资产管理探析[J]. 中国经贸导刊, 2012(06): 33-34.
- [31]韩慧. 以资源优势为中介的企业碳资产管理与竞争优势关系研究[D]. 天津财经大学, 2013.

- [32]张彩平. 碳资产管理相关理论与实践问题研究[J]. 财务与金融, 2015(03):60-64.
- [33]何建国, 余占江. 企业碳管理会计系统构建研究[J]. 财会通讯, 2015(16):36-38.
- [34]贾睿, 孟蕾. 国内石油公司碳资产管理的实践及建议[J]. 商业会计, 2015(12):7-9.
- [35]孙艳平. 低碳背景下碳管理会计体系构建研究——以南钢股份为例[J]. 财会通讯, 2019, (34):50-53.
- [36]潘家华, 陈迎. 碳预算方案:一个公平, 可持续的国际气候制度框架[J]. 中国社会科学院, 2008(05):83-98.
- [37]张万里. 碳资产管理业务中的风险及应对措施研究[J]. 环境与发展, 2017(08):222-223.
- [38]段雅超. 碳资产管理业务中的风险及应对措施[J]. 中国人口·资源与环境, 2017(27):327-330.
- [39]孙维本, 梁庆源. 发电企业如何加强碳资产管理[J]. 中国电力企业管理, 2018(04):21-23.
- [40]唐伟珉. 碳资产的风险加权管理[J]. 中国商论, 2018(26):84-86.
- [41]李季鹏, 孙振. 企业碳资产管理的问题与实施路径研究[J]. 发展研究, 2018(07):95-101.
- [42]周志方, 李成, 曾辉祥. 基于产品生命周期的企业碳预算体系构建[J]. 江西社会科学, 2016(11):65-72.
- [43]章金霞, 孙贵方. 碳战略视角下电力企业碳预算体系设计研究[J]. 财会通讯, 2021, (06):168-171.
- [44]何建国, 余占江. 企业碳管理会计系统构建研究[J]. 财会通讯, 2015(16):36-38.
- [45]李思佳, 李殿伟. 企业碳会计体系构建研究[J]. 会计之友, 2014(07):32-35.
- [46]李伟. 全球气候变化、低碳经济与碳预算[J]. 国际展望, 2009(02):69-81.
- [47]张虹, 朱靖. 国际碳会计研究综述[J]. 四川师范大学学报, 2014(04):618-624.
- [48]涂建明, 郭章翠. 低碳经济下的管理减排与管理会计[N]. 中国会计报, 2015(11).
- [49]杜子平, 朱文浩. 减排政策下我国钢铁企业碳预算制度设计[J]. 财会月刊, 2018(01):35-40.
- [50]王琳, 肖序. 低碳经济下钢铁企业碳成本分析与定量研究[J]. 求索, 2013(06):25-27.

- [51] 温素彬, 石路凤, 陈晨. 碳资产管理绩效评价及其在企业的应用[J]. 会计之友, 2017(14):132-136.
- [52] 张明, 王让会, 刘飞. 钢铁生产过程碳足迹研究——以南京钢铁联合有限公司为例[J]. 环境科学学报, 2013(04):1195-1201.
- [53] 李伟. 我国碳排放权交易问题研究综述[J]. 经济研究参考, 2017(42):36-48.
- [54] 刘胜. 低碳经济政策体系:英国的经验与启示[J]. 社会科学研究, 2013, (06):32-37.
- [55] 陆云芝. 低碳经济视角下的管理会计框架调整[J]. 财会月刊, 2013(18):107-108.
- [56] 徐瑜青. 环境成本计算方法研究——以火力发电厂为例[J]. 会计研究, 2002(03):49-53.
- [57] 周一虹. 论生命周期成本法下的环境成本分析[J]. 兰州大学学报, 2005(05):99-103.
- [58] 陈江宁, 夏苇, 刘晟铭, 刘慧君. 从“双碳”目标认知到碳资产管理[J]. 企业管理, 2021(11):58-60.
- [59] 廖高, 张夙, 张亚连. “四化两型”建设与企业碳资产管理的实施路径[J]. 会计之友, 2014(05):33-35.
- [60] 王蔚雯. 浅析碳交易下企业的碳资产管理[J]. 中国物流与采购, 2019(18):56-58.
- [61] 郭金琴, 许群. 我国企业碳资产管理分析[J]. 商业会计, 2014(16):11-13.

## 后 记

时光飞逝，美好的研究生时光如同恍惚一场梦，回过头来看仿佛我还是曾经那个在面试时还会紧张的考生，怀揣着梦想等待着考试的结果。几年过去了，在这个学术氛围非常浓厚的校园里，留下了我珍贵的回忆，这段时间的收获，可能会令我一生都印象深刻，与此同时，我也想感谢父母的栽培与照顾，感谢老师和舍友的陪伴与鼓励，正是他们的支持和帮助使我在在校期间不断成长。

首先，我最感谢的人就是我的导师，回忆起初次见到老师时，还十分紧张，在老师的课堂上，他丰富的学识令我敬佩，对待科研认真谨慎的态度，坚持不懈地开展专业领域研究，无论是学术水平，还是专业素质，都值得我终生学习。在写论文的过程中，老师也及时指导，引导我独立思考，完善论文。在生活中，老师也是非常和蔼可亲的，虽然我的专业知识有很多欠缺的地方，老师仍然用耐心来对待我。在此，衷心的感谢老师无私的帮助。其次，我还应该感谢我的师姐，在我对研究的内容感到迷茫的时候帮助我梳理论文框架，细心指导。

最后，我应该要感谢的是我的父母和我很幸运在学校遇到的舍友，在我的低谷期，我的父母一直坚定地支持我，给我传递力量，关心、爱护、包容着我，正是在他们的帮助下，才使我坚定信念。还有我可爱的舍友们，相处的每一天都心情愉悦，感谢她们这几年的陪伴和照顾。

从一个空白的文档到如今成为满满当当的一篇论文，我也应该感谢自己没有放弃，面对困难也没有畏惧，也感谢所有给予我鼓励、帮助的人，正是大家的互帮互助让彼此熬过了研究生期间最后也最重要的环节。接下来我也会好好努力，坚持不断学习。

感谢各位老师的耐心阅读，您辛苦了。