



# 碳减排 基础及实务应用

谢剑锋 等◎编著

Introduction and Application of  
Carbon Emission Reduction

 经济日报 出版社

## 图书在版编目 (C I P) 数据

碳减排基础及实务应用 / 谢剑锋等编著. -- 北京 :  
经济日报出版社, 2022.4  
ISBN 978-7-5196-1066-1

I. ①碳… II. ①谢… III. ①二氧化碳—减量—排气  
—研究—中国 IV. ① X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 047928 号

### 碳减排基础及实务应用

---

作 者	谢剑锋 等
责任编辑	陈礼滢
责任校对	温 海
出版发行	经济日报出版社
地 址	北京市西城区白纸坊东街 2 号 A 座综合楼 710 (邮政编码:100054)
电 话	010-63567684 (总编室) 010-63584556 (财经编辑部) 010-63567687 (企业与企业家史编辑部) 010-63567683 (经济与管理学术编辑部) 010-63538621 63567692 (发行部)
网 址	www.edpbook.com.cn
E - mail	edpbook@126.com
经 销	全国新华书店
印 刷	中国电影出版社印刷厂
开 本	787×1092 毫米 1/16
印 张	28.5
字 数	498 千字
版 次	2022 年 5 月第 1 版
印 次	2022 年 5 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5196-1066-1
定 价	85.00 元

---

## 作者简介

**谢剑锋** 教授级高级工程师，曾任中国环境报河北记者站站长、河北省环境监测中心(站)主任(站长)、河北省环境信息中心主任。主要研究领域：环境监测与监控、环境政策与管理、农业生态保护。先后承担了“十三五”国家重大科技专项、河北省科技支撑计划等 10 余项课题，参加了国家“十四五”生态环境监测规划、环境监测条例等研究编制工作。制(修)订国家和地方环境标准多项，参与策划编著了《全国环境监测培训系列教材》等 22 部，发表学术论文 30 余篇，取得专利、软件著作权 16 项。荣获国家科技进步二等奖、河北省科技进步一等奖、河北省省长特别奖、河北省优秀社科成果奖等多项奖励。获中国环境科学学会第八届、第十一届“优秀环境科技工作者”荣誉称号，生态环境部环境监测“一流人才”，科技部中国 21 世纪议程管理中心专家，国家科技重大专项评审专家，生态环境部碳监测评估试点工作技术委员会专家，河北省高分卫星遥感应应用专家委员会副主任委员，《中国环境监测》编委等。

责任编辑：陈礼滢  
装帧设计：昕远文化

## 本书编写组

主 编：谢剑锋

副 主 编：刘力敏 韩永辉 王 辉

主要编著人员：吴伟鹏 柴彦霄 刘家豪 赵志勇

于 娜 吴海云 张 亮

参加编著人员：王晓楠 王秀芝 潘本锋 刘明华

朱永磊 侯冬利 卢昶雨 牛利民

郑子和 刘英敏 刘翠棉 王永刚

谢 诃 张 晶 刘馨岳

## 序 | PREFACE

碳达峰、碳中和是当今世界最热门的话题之一。2020年9月22日，在第七十五届联合国大会上，习近平总书记向世界宣布中国将提高国家自主贡献力度，采取更有力的政策和措施，二氧化碳排放力争2030年前实现碳达峰，努力争取2060年前实现碳中和。这是中国在全面建成小康社会，为实现中华民族伟大复兴而奋斗拼搏的重要节点，统筹国内国际两个大局而做出的重大战略决策。不仅体现了中国对可持续发展的深刻认知和创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，还体现了中国为构建人类命运共同体的大国担当，也从一个侧面回答了生态文明建设的若干重大理论和实践问题。这一庄严承诺，再次彰显了中国坚定不移应对气候变化、推动绿色低碳循环发展的努力和决心。

回顾20世纪七十年代以来，人类在环境保护的道路上走过了半个世纪的风雨历程，对生态环境问题的认识不断深化，走可持续发展道路的信念已深入人心。1972年联合国举行第一次人类环境会议，通过了《联合国人类环境会议宣言》，从此开启了环境保护的先河。1992年联合国召开环境与发展大会，通过了《里约环境与发展宣言》《21世纪议程》等文件，并开放签署了《联合国气候变化框架公约》，成为人类生态文明发展

新的里程碑。正是基于对环境污染、生态破坏、气候变暖、资源过度消耗等全球性重大问题的深刻认知，中国从20世纪70年代开始，把节约资源和保护环境确立为基本国策，把可持续发展确立为国家战略，坚持不懈开展污染防治攻坚和生态环境建设，在控制环境污染、改善环境质量等方面取得了举世瞩目的成就。

然而，中国作为全世界第一人口大国、第一制造业大国，是全世界最大的化石能源生产消费国，也是目前全世界最大的温室气体排放国，我们在能源安全、环境安全、生态建设等方面的压力依然巨大。碳达峰、碳中和目标的确立，为我们指明了方向。从中华民族永续发展的根本大计出发，加快推进全社会绿色转型发展，全面实施可持续发展战略，是我们建设生态文明的唯一选择和必然要求。

碳达峰、碳中和是一项艰巨复杂的系统工程，也是一项政策性、技术性、社会性很强的工作。实现这一目标，必须以习近平生态文明思想为指导，完整准确全面贯彻新发展理念，把节能减污降碳协同推进的理念和行动贯穿于经济社会发展全过程和各方面。同时，也需要不断加强科技支撑，提高全民科学素养，动员全社会力量积极参与。《碳减排基础及实务应用》的编著出版，为推动碳达峰、碳中和科学知识的普及应用增添了力量。

本书主编谢剑锋研究员长期从事环境管理、环境监测、环境宣传教育等工作，曾参加多项国家、地方的环境政策法规制定和科技项目研究，参与了20多部环境保护图书的策划和编著，积累了扎实的理论基础和丰富的实践经验。碳达峰、碳中和工作启动以来，谢剑锋研究员及其专家团队做了深入调研，收集查阅了大量文献资料。对全球应对气候变化的发展历程、理论成果和实践经验进行了系统总结和分析，对中国温室气体减排管理的法规、政策、理论和技术发展做了比较全面的研究和梳理，编著了《碳减排基础及实务应用》一书。

这是一部立足实践、服务实践、指导实践，具有一定理论内涵又兼具实用性、科普性的工具书。全书以我国碳减排的制度框架和发展历程为主线，

对碳达峰、碳中和的背景，碳减排管理制度和技术路径，应对气候变化国际合作以及气候变化基本知识均做了比较全面系统的阐述。从内容上打通了学科、领域、部门和行业的业务界限，涵盖了当前碳达峰、碳中和工作的各个主要领域。



2022年3月18日

---

曲格平，1930年6月生于山东肥城，历任中国常驻联合国环境规划署首席代表，国家环境保护局首任局长，全国人大常务委员会委员，全国人大环境与资源委员会主任委员，中华环境保护基金会创始人。

## 前言 | FOREWORD

自1972年第一次人类环境会议至今，人类在环境保护的道路上已经走过了整整半个世纪。从关注环境公害和生态破坏，到积极应对全球气候危机，我们对人与自然关系的认识不断深化，对环境与发展问题的反思也逐步成熟，经济、社会、环境协调发展的理念正深入人心。2020年，在第七十五届联合国大会上，习近平总书记向世界宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更有力的政策和措施，力争2030年前实现碳达峰，努力争取2060年前实现碳中和。这一庄严承诺，展示了中国在全球治理中积极履行国际义务的大国担当，彰显了中国坚定不移走可持续发展道路的的决心和信心。

“双碳”目标的提出，是我国经济社会发展中具有里程碑意义的重大战略决策，不仅会对中国未来的发展道路、发展模式产生重大而深远的影响，而且也将推动环境保护事业在方向目标、发展动力和工作格局等方面的重大变革。如何准确全面把握生态文明的思想内涵，如何深入贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，如何把应对气候变化等生态环境问题融入经济社会的全过程和各个方面，如何加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局，是一个全新的课题和艰巨的任务。

在全社会热议碳达峰、碳中和的形势下，我们深切地感受到，生态环境保护事业又迎来了一次新的发展机遇和挑战。由于碳达峰、碳中和涉及自然科学、社会科学、人文科学的方方面面，涵盖了资源利用、环境保护、能源安全、生态建设等诸多领域，在推动这项工作的过程中，离不开各行各业的共同努力，离不开各领域各学科的科技支撑，离不开全民科学素养的提高和碳减排专业知识的普及。我们作为长期从事环境管理、研究或教学的环保工作者，也深知自己的责任和使命。

在学习研究过程中，我们发现，无论是普通民众还是有关部门或相关行业的工作人员，对碳达峰、碳中和的关注度和热情都很高，但对相关知识的掌握和对相关问题的理解还存在一些空白和误区。对气候与气候变化、温室气体与温室效应、碳源与碳汇等许多概念和内在联系的认识比较模糊，对温室气体清单、碳排放权交易、碳核算与碳核查、碳评价、碳监测的目的、意义、实施和管理要求也存在诸多困惑和疑虑。同时，我们还发现，由于碳达峰、碳中和涉及的学科领域和管理部门十分广泛，大量的科学知识、研究成果和管理制度分散在不同的教材书籍、政策文件或科技文献中，很难找到一套比较全面系统的学习研究资料。

为此，我们在深入调研的同时，收集了数百部法规、标准、指南、技术规范等，查阅了国内外上千份科技文献。从气候变化的基础知识入手，对国内外应对气候变化的发展历程、温室气体减排控制的研究成果和实践经验进行了系统总结和分析，对中国温室气体减排管理的政策法规、制度框架、工作机制以及发展前景做了比较全面的研究和梳理，编著了《碳减排基础及实务应用》一书。全书以我国碳减排的管理制度和技术体系为主线，围绕碳减排的实践和应用，对碳达峰碳中和的时代背景、碳减排的目标任务和技术路径、碳减排管理的政策法规以及气候变化基本知识均做了比较全面系统的阐述，对当前工作中存在的问题和一些前沿性试点工作也做了介绍和分析。

全书共分六篇21章，由谢剑锋负责全书的策划统筹和内容审核。其中，第一篇气候变化与国际履约由刘家豪、谢剑锋、柴彦霄、刘力敏等编写；第

二篇碳排放权交易由韩永辉、王秀芝、刘馨岳、郑子和等编写；第三篇碳核查由赵志勇、韩永辉、于娜、吴伟鹏、刘家豪等编写；第四篇碳排放评价由刘力敏、吴海云、张亮、谢剑锋等编写；第五篇碳监测由吴伟鹏、谢剑锋、王辉、刘明华等编写；第六篇碳捕集、利用与封存由柴彦霄、刘力敏、吴伟鹏、朱永磊等编写。书中部分图片由邓佳、王亚京等提供。

本书编著的初衷是从推动碳达峰、碳中和工作实际出发，突出实用性，兼顾理论性，普及科学知识，服务于碳减排工作实践。我们期待着这本书能够为关心环境保护事业、关注碳达峰、碳中和工作的广大科技工作者、管理人员和高校师生的研究学习提供参考，能够为碳达峰、碳中和工作做出积极贡献。

在编写过程中，生态环境部宣教司刘友宾司长给予了热情鼓励和指导，得到了中国环境监测总站罗海江、徐怡珊、师耀龙以及生态环境部卫星中心赵少华等专家的精心指导，还得到中国环境报社郭薇、艾铁鹰、赵兴等大力支持和帮助，在此真诚致谢。由于碳减排是一项新兴的发展中的知识体系，许多理论观点、技术方法、管理制度尚在发展完善中，因此在内容的选取和论点的阐述方面颇费思量。同时，限于本书作者水平有限，虽反复增删数易其稿，但难免有错误遗漏之处，敬请读者批评指正。

本书编写组

2022年3月

## 气候变化与国际履约

第一章 气候与气候变化.....	2
第一节 基本概念.....	2
一、气候.....	2
二、气候变化.....	3
三、温室气体.....	3
四、温室效应.....	4
五、碳源.....	4
六、碳汇.....	5
七、碳排放.....	5
八、碳减排.....	5
九、碳达峰.....	6
十、碳中和.....	6
第二节 气候变化简史.....	7
一、地质时期的气候变化.....	9
二、历史时期的气候变化.....	13
三、近现代气候变化.....	14
第三节 2020 年气候状况.....	15
一、全球气候变化指标.....	15
二、影响短期气候变化的因素.....	21
三、气候变化重大事件.....	24
四、气候变化的风险和影响.....	27
第四节 低碳发展成为全球共识.....	31

一、全球碳排放现状与格局.....	32
二、低碳发展的科学认知.....	35
<b>第二章 气候变化国际公约.....</b>	<b>39</b>
<b>第一节 联合国气候变化框架公约.....</b>	<b>39</b>
一、历史背景.....	39
二、主要内容.....	41
三、历次会议的重要议程.....	42
<b>第二节 京都议定书.....</b>	<b>44</b>
一、历史背景.....	44
二、《京都议定书》的生效过程.....	45
三、主要内容.....	46
<b>第三节 巴黎协定.....</b>	<b>46</b>
一、历史背景.....	47
二、主要内容.....	47
<b>第三章 中国的气候政策与行动.....</b>	<b>49</b>
<b>第一节 中国的气候政策.....</b>	<b>49</b>
<b>第二节 应对气候变化的成就.....</b>	<b>52</b>
一、经济发展与减污降碳协同效应凸显.....	52
二、能源生产和消费革命取得显著成效.....	52
三、产业低碳化为绿色发展提供新动能.....	55
四、生态系统碳汇能力明显提高.....	56
五、绿色低碳生活成为新风尚.....	57
<b>第三节 应对气候变化的中国智慧.....</b>	<b>58</b>
一、牢固树立共同体意识.....	58
二、贯彻新发展理念.....	58
三、减污降碳协同增效.....	58
<b>第四节 构建人类命运共同体的责任担当.....</b>	<b>59</b>
一、引领发展中国家应对气候变化.....	59
二、宣布自主减排行动目标.....	60
三、做出碳达峰、碳中和庄严承诺.....	61
四、积极推进绿色“一带一路”.....	62



## 碳排放权交易

第四章 碳排放权交易概述.....	64
第一节 碳排放权交易概念.....	64
一、碳排放权.....	64
二、二氧化碳当量.....	64
三、碳排放配额.....	65
四、国家核证自愿减排量 (CCER).....	65
五、碳排放权交易.....	65
六、碳市场.....	65
七、碳排放权交易产品.....	65
八、碳排放权交易及相关活动.....	66
九、温室气体重点排放单位.....	66
十、全国碳排放权注册登记机构和交易机构.....	66
第二节 碳排放权交易基本原理.....	66
一、碳排放权交易的原理.....	67
二、碳排放权交易的机制.....	70
三、碳排放权交易的形态.....	72
第三节 碳排放权交易国内外进展.....	72
一、国际进展.....	73
二、国内进展.....	81
第四节 主要政策法规.....	85
第五章 碳排放权交易管理.....	87
第一节 碳排放权交易流程.....	87
一、交易流程.....	87
二、CCER 产生和交易流程.....	88
三、自愿减排量产生和交易流程.....	89

第二节 碳排放配额分配与登记 .....	89
一、碳排放配额分配 .....	90
二、碳排放权登记管理 .....	97
第三节 碳排放权交易与结算 .....	100
一、碳排放权交易 .....	100
二、碳排放权结算 .....	104
第四节 碳排放配额清缴 .....	105
一、碳排放配额清缴 .....	106
二、碳排放权抵消 .....	108
第五节 监督管理 .....	112
一、参与主体 .....	112
二、监管环节 .....	113
三、各方职责 .....	113
<b>第六章 碳资产与碳金融 .....</b>	<b>117</b>
第一节 碳资产 .....	117
一、碳资产概念 .....	117
二、碳定价机制 .....	120
三、碳资产的开发途径 .....	122
第二节 碳金融 .....	139
一、碳金融种类 .....	139
二、碳金融衍生品的功能与作用 .....	145
三、碳金融业务机构 .....	146
<b>问题与思考 .....</b>	<b>147</b>



## 碳核查

<b>第七章 碳核查概述 .....</b>	<b>150</b>
第一节 碳核查相关术语 .....	150
一、温室气体排放报告 .....	150

二、核算边界 .....	150
三、燃料燃烧排放 .....	151
四、工业生产过程排放 .....	151
五、净购入使用的电力、热力产生的排放 .....	151
六、固碳产品隐含的排放 .....	151
七、活动水平 .....	151
八、排放因子 .....	152
九、数据质量控制计划 .....	152
十、不符合项 .....	152
第二节 碳核查的作用和意义 .....	152
一、碳核查是摸清“碳家底”的主要途径 .....	152
二、碳核查是企业取得排放配额的前提条件 .....	153
三、碳核查是推进碳减排的有力抓手 .....	153
四、碳核查是增强企业竞争优势的“名片” .....	154
第三节 国内外碳核查政策与标准 .....	154
一、国际碳排放核算指南框架 .....	154
二、部分国家碳排放核算实践 .....	157
三、我国碳排放核算体系的具体实践 .....	162
<b>第八章 企业温室气体排放报告编制 .....</b>	<b>168</b>
第一节 报告编制要求 .....	168
一、编制原则 .....	168
二、具体要求 .....	169
三、编制流程 .....	169
四、核算方法 .....	171
第二节 温室气体排放报告内容 .....	174
一、报告主体基本信息 .....	174
二、温室气体排放情况 .....	175
三、活动水平数据及其来源 .....	177
四、排放因子数据及其来源 .....	179
五、数据质量控制计划内容 .....	181
六、报告大纲 .....	191

<b>第九章 碳核查程序和要点</b> .....	<b>192</b>
第一节 碳核查工作流程.....	192
第二节 碳核查要点.....	198
一、文件评审要点.....	198
二、现场核查要点.....	204
三、信息公开要求.....	208
四、核查报告编制参考大纲.....	209
第三节 核查技术服务机构及人员管理.....	210
一、核查技术服务机构的主要任务.....	210
二、碳核查技术服务机构禁止活动类型.....	211
三、对核查技术服务机构的监管.....	211
四、碳排放管理员职业体系.....	212
<b>第十章 温室气体清单编制</b> .....	<b>214</b>
第一节 国家温室气体清单编制.....	214
一、国家温室气体清单编制背景.....	214
二、国家温室气体清单编制现状.....	215
三、国家温室气体清单编制依据.....	216
四、国家温室气体清单报告内容.....	217
第二节 省级温室气体清单编制.....	218
一、省级温室气体清单编制现状.....	218
二、省级温室气体清单编制的依据和内容.....	219
三、省级温室气体清单编制的方法和步骤.....	219
<b>第十一章 碳核查案例</b> .....	<b>229</b>
第一节 体系 / 边界核查案例.....	229
一、体系建立.....	229
二、基准年确定.....	230
三、组织边界.....	230
四、运行边界.....	231
第二节 核查思路案例.....	233
第三节 核查策划案例.....	234
第四节 现场核查案例.....	239