

· 节能研究文库 ·

关注节能提效 提供决策支持

钢铁行业温室气体 减排机会指南

杨宏伟 郭敏晓◎著

Opportunities and Guidelines for Steel Enterprises to
Reduce Greenhouse Gas Emissions



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

中国清洁发展机制基金赠款项目

钢铁企业温室气体 减排机会指南

杨宏伟 郭敏晓◎著

Opportunities and Guidelines for Steel Enterprises to
Reduce Greenhouse Gas Emissions



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

钢铁行业温室气体减排机会指南 / 杨宏伟, 郭敏晓 著.

—北京: 中国经济出版社, 2019. 12

ISBN 978-7-5136-5353-4

I. ①钢… II. ①杨… ②郭… III. ①钢铁企业—温室效应—有害气体—节能
减排—中国—指南 IV. ①X511-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 208532 号

责任编辑 姜 静 赵立颖

责任印制 马小宾

封面设计 任燕飞设计工作室

出版发行 中国经济出版社

印 刷 者 北京柏力行彩印有限公司

经 销 者 各地新华书店

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 12.75

字 数 147 千字

版 次 2019 年 12 月第 1 版

印 次 2019 年 12 月第 1 次

定 价 78.00 元

广告经营许可证 京西工商广字第 8179 号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市东城区安定门外大街 58 号 邮编 100011

本版图书如存在印装质量问题, 请与本社销售中心联系调换 (联系电话: 010-57512564)

版权所有 盗版必究 (举报电话: 010-57512600)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话: 12390)

服务热线: 010-57512564

前 言

在应对气候变化和减少人为温室气体排放的背景下，能源密集型的钢铁工业的节能减排占有重要位置，而我国由于钢铁生产规模庞大，使得我国钢铁行业的减排具有十分突出的意义。目前我国钢铁行业面临着产能过剩矛盾加剧、自主创新水平不高、资源环境约束增强、企业经营亟须规范等问题，国家出台了《钢铁工业调整升级规划（2016—2020年）》《国务院关于钢铁行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》等一系列指导文件，指导和帮助钢铁行业转型升级发展。行业发展形势和市场的现实倒逼压力，迫使钢铁企业采取措施，走向先进、高效和节能的发展道路，这是一种机遇，也是钢铁企业的必然选择。

大量案例和实践表明，钢铁企业在采取节能措施实现节能和减少温室气体排放的同时，常规大气污染的排放也有所减少，生产效益得到提升，可以称之为钢铁行业温室气体减排的协同效益。这种协同效益，也是钢铁企业主动进行节能减排升级改造的动力之一。

我国钢铁企业在温室气体减排方面仍面临诸多挑战：一是企业缺少明确的温室气体减排目标，减排动力不足；二是钢铁行业低碳技术仍处于发展和完善阶段，有些减排技术成本过高，难以推广；三是我国钢铁

企业缺乏能源管理和温室气体排放控制相关知识，对温室气体排放量计算、产品碳足迹相关方法学等不够熟悉；四是部分钢铁企业不具备提出本企业减排温室气体技术方案的能力，不能及时、准确地识别减排潜力和机会。

本书详细介绍了钢铁行业温室气体排放量和减排量的核算方法，从多个角度系统分析了钢铁行业可能存在的减排机会，结合国内外钢铁行业的生产现状与趋势，以及能源利用与碳排放的现状与趋势，阐述了我国钢铁行业节能减排所面临的国际国内压力，阐释了钢铁行业碳元素流动的基本原理，提出了减排技术的一般性遴选方法，列举了未来几年的重点减排技术，并进行了成本分析，最后给出了有利于减排的政策建议。

本书主要内容基于国家发展和改革委员会能源研究所完成的中国清洁发展机制基金资助项目“重点温室气体排放企业减排机会指南研究”，在此对中国清洁发展机制基金的支持表示感谢。本书的研究结论和建议仅代表课题组的观点，不反映所属机构和单位的立场。疏漏和不当之处，敬请批评指正。

著者

2019年11月

目 录

第1章 总则 / 1

1.1 背景 / 3

1.2 方法与结构 / 5

第2章 钢铁行业温室气体减排评估方法 / 7

2.1 钢铁行业温室气体排放核算方法 / 9

2.1.1 术语与定义 / 9

2.1.2 核算边界 / 10

2.1.3 核算方法 / 12

2.2 钢铁行业温室气体减排量核算方法 / 19

2.3 钢铁行业温室气体减排机会识别方法 / 22

2.3.1 减排机会的识别 / 22

2.3.2 减排机会的优先度 / 23

第3章 国际钢铁行业节能与温室气体排放现状与趋势 / 27

3.1 世界钢铁产量 / 29

3.2 国际钢铁行业发展趋势 / 31

3.3 国际钢铁行业节能技术发展状况 / 34

3.3.1 钢铁行业节能和温室气体减排现状 / 34

3.3.2 部分国家的节能实践 / 35

3.4 国内外钢铁行业碳排放特点分析 / 38

3.4.1 影响碳排放特点的因素 / 38

3.4.2 共同性及差异性分析 / 39

第4章 中国钢铁行业温室气体排放现状与趋势 / 45

4.1 中国钢铁行业发展现状及趋势 / 47

4.1.1 中国钢铁产业现状 / 47

4.1.2 中国钢铁行业发展趋势 / 51

4.1.3 中国废钢利用现状与趋势 / 52

4.2 中国钢铁行业能源消耗与碳排放情况 / 55

4.2.1 能源消耗情况 / 55

4.2.2 碳排放情况 / 56

4.2.3 “十二五”节能减排情况及“十三五”期间的目标 / 59

4.3 中国钢铁行业的温室气体减排责任与机遇 / 62

4.3.1 减排约束和改善空气质量的协同效益 / 63

4.3.2 经济社会与企业自身发展的必然要求 / 70

4.3.3 推进钢铁行业内部调整和国际合作 / 72

4.3.4 顺应转型升级，提升发展质量 / 74

第5章 中国钢铁行业温室气体减排机会分析 / 77

5.1 钢铁生产工艺流程碳排放识别 / 79

5.1.1	行业及企业类型 / 79
5.1.2	钢铁工业基本生产工艺流程及特点 / 80
5.1.3	钢铁行业工序能源消耗情况 / 81
5.1.4	钢铁工艺流程工序碳排放环节分析 / 85
5.1.5	企业各工序能源消耗情况案例 / 97
5.2	国外钢铁企业在节能减排方面的做法 / 105
5.2.1	欧盟、日本的相关做法 / 105
5.2.2	各国企业实践案例 / 106
5.3	减排技术的潜力与成本 / 111
5.4	钢铁行业碳捕集与封存的前景 / 119
5.4.1	碳捕集与封存的技术 / 120
5.4.2	碳捕集与封存的成本 / 122
第6章 钢铁行业温室气体减排政策建议 / 127	
6.1	优化生产流程 / 130
6.1.1	钢铁生产流程的物理原理 / 130
6.1.2	中国钢铁生产流程优化方向 / 132
6.2	高效利用各类原材料 / 135
6.3	改进生产工艺 / 137
6.4	提高用能水平, 优化用能结构 / 138
6.5	优化产品结构, 提升产品质量 / 140
6.6	重视技术进步和升级 / 142
6.6.1	钢铁生产工艺长、短流程比较 / 142
6.6.2	长、短流程工艺的优势、问题及前景 / 144
6.7	推进企业能源管理现代化 / 146

6.7.1 中国钢铁企业能源管理模式 / 146

6.7.2 企业能源管理中存在的问题 / 147

6.7.3 推进能源高效管理 / 148

附 录 / 153

附录 A 钢铁行业企业减排机会记录表格 / 155

附录 B 钢铁行业能效提升和温室气体减排适用技术小结 / 156

附录 C 中国钢铁行业节能减排重点技术展望 / 190

第1章



总 则

钢是一种由铁、0.02%~2%重量的碳和少量其他元素（如锰、钼、铬、镍等）组成的合金，根据其化学组成（碳和其他元素）的不同而具有广泛的特性。这使得钢成为世界上主要的结构材料之一，广泛应用于建筑、交通、制造业和许多消费产品上。世界钢铁产量一直在稳步增加，并且增速从2000年开始加快，其主要需求来自新兴经济体。目前中国的钢产量占世界的一半左右。

钢铁生产是一个能源密集和碳密集的过程，是全球人为碳排放的主要来源之一。有关钢铁生产的能源消耗和碳排放的情况，将在本书相关章节中分别论述。

1.1 背景

气候变化是当今人类社会面临的共同挑战。工业革命以来的人类活动，特别是发达国家大量消费化石能源所产生的二氧化碳累积排放，导致大气中温室气体浓度显著增加，加剧了以变暖为主要特征的全球气候变化。气候变化对全球自然生态系统产生显著影响，如温度升高、海平面上升、极端气候事件频发等，给人类的生存和发展带来了严峻挑战。气候变化作为全球性问题，需要国际社会携手应对。多年来，各缔约方在《联合国气候变化框架公约》实施进程中，按照共同但有区别的责任原则、公平原则、各自能力原则，不断强化合作行动，取得了积极

进展。

2015 年,《联合国气候变化框架公约》近 200 个缔约方一致同意通过《巴黎协定》。《巴黎协定》指出,各方将加强对气候变化威胁的全球应对,把全球平均气温较工业化前水平升高控制在 2 摄氏度之内,并为把升温控制在 1.5 摄氏度之内而努力。全球应尽快实现温室气体排放达峰,并于 21 世纪下半叶实现温室气体净零排放。根据协议,各方将以“自主贡献”的方式参与全球应对气候变化行动。发达国家将继续带头减排,并加强对发展中国家的资金、技术和能力建设的支持,帮助后者减缓和适应气候变化。

我国是拥有超过 13 亿人口的发展中国家,是遭受气候变化不利影响最为严重的国家之一。我国正处在工业化、城镇化快速发展阶段,面临着发展经济、消除贫困、改善民生、保护环境、应对气候变化等多重挑战。积极应对气候变化,努力控制温室气体排放,提高适应气候变化的能力,不仅是中国保障经济安全、能源安全、生态安全、粮食安全以及人民生命财产安全,实现可持续发展的内在要求,也是深度参与全球治理、打造人类命运共同体、推动全人类共同发展的责任担当。

世界各国减排目标的实现,最终要依靠人类生产生活方式朝更加低碳和节能的方向迈进,而众多能源高密度领域,如交通、高耗能工业生产、建筑等领域的节能低碳行动则尤为重要。从领域和行业的视角来讨论如何应对气候变化问题由来已久。钢铁行业是世界许多国家的支柱型产业之一,行业内的材料、信息、技术、工艺和管理等具有许多共性。但各国钢铁行业由于各国社会经济发展阶段不同而处于不同的发展状态和行业水平,加之所处地域特点不同,工艺设备用能特点又千差万别,因此,在提高能效和减少温室气体排放等方面,值得在行业内部互相参照,提高技术和管理水平,推广应用先进措施、成功经验和优秀实践。

1.2 方法与结构

本书给出了钢铁企业温室气体排放量的详细计算方法，从各个角度分析了钢铁企业可能存在的减排机会以及在采取减排的技术措施时可以参考的指标体系。

本书分析了国际钢铁行业的发展现状，以及节能及碳排放的现状与实践，结合当前国际经济社会发展现状，指出高效、绿色、低碳是未来钢铁行业发展的必然趋势。并且，通过对国内外钢铁行业碳排放特点的分析，指出世界各国钢铁行业具有相同的低碳发展路径。国外的成功经验和优秀案例，可以为我国钢铁行业的低碳发展提供宝贵的借鉴。

本书对我国钢铁行业发展及能耗与碳排放情况进行分析，结合我国现阶段节能减排、低碳发展的大环境与政策，以及相关约束性指标，指出我国钢铁行业的温室气体减排既是责任和挑战，也为钢铁行业转型升级发展提供了机遇。

目前，对我国钢铁企业来说，技术减排仍然是最为关键和重要的。本书对钢铁生产工艺流程及其各工序能耗及碳排放情况进行了详细阐释，为控制钢铁行业各工序实施碳减排提供了基本原理、数据和理论基础。不仅给出了钢铁行业减排技术选择的一般性方法，还列出了一些具体的减排技术选择的案例，进行了投资回报、成本效益方面的评估。此

外，本书给出了碳捕获与封存技术的发展前景，并就此进行了成本分析与讨论。

在政策建议部分，本书详细分析了钢铁企业节能减排可能考虑的角度，从优化生产流程、优化原材料结构和提高原材料使用效率、改进生产工艺、优化用能结构、实施低碳技术措施、优化管理等方面进行了理论探讨和趋势分析，明确了钢铁企业低碳发展的路径。附录给出了美国钢铁行业能效提升和温室气体减排适用技术，供我国钢铁企业对照参考。

本书的研究框架如图 1-1 所示。



图 1-1 研究框架

第2章



钢铁行业温室气体减排评估方法

