

钢铁企业绿色发展现状分析

——以南钢为例

李 琪, 吴国庆

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年3月20日; 录用日期: 2023年4月21日; 发布日期: 2023年4月28日

摘 要

钢铁企业绿色发展是实现钢铁产业高质量发展的重要内容, 更是实现“双碳”目标的重要手段, 钢铁企业是我国实现人与自然和谐相处, 践行“绿水青山就是金山银山”发展理念的重点改造企业。本文以江苏省的特大型钢铁企业——南京钢铁集团公司为例, 构建钢铁企业绿色发展的评价指标体系, 结合相关数据评价南钢的绿色发展现状, 并根据评价结果以及分析南钢采取的各种减排降碳措施提出推动钢铁企业绿色化发展的政策建议。

关键词

南钢, 绿色发展, 钢铁企业, 低碳

Analysis on the Current Situation of Green Development in Iron and Steel Enterprises

—Taking Nan Gang as an Example

Qi Li, Guoqing Wu

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Mar. 20th, 2023; accepted: Apr. 21st, 2023; published: Apr. 28th, 2023

Abstract

Green development of iron and steel enterprises is an important part of achieving high-quality development of the iron and steel industry, and also an important means of achieving the “dual carbon” goal. Iron and steel enterprises are key transformation enterprises in China that achieve harmonious coexistence between human beings and nature, and practice the development con-

文章引用: 李琪, 吴国庆. 钢铁企业绿色发展现状分析[J]. 运筹与模糊学, 2023, 13(2): 1320-1327.

DOI: 10.12677/orf.2023.132133

cept of “green waters and green mountains are golden mountains and silver mountains”. This article takes Nanjing Iron and Steel Group Co., Ltd., a large iron and steel enterprise in Jiangsu Province, as an example, to construct an evaluation index system for the green development of iron and steel enterprises, evaluate the current status of green development of Nan Gang based on relevant data, and propose policy recommendations to promote the green development of iron and steel enterprises based on the evaluation results and analysis of various emission reduction and carbon reduction measures taken by Nan Gang.

Keywords

Nan Gang, Green Development, Iron and Steel Enterprises, Low Carbon

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2020年9月,国家主席习近平在七十五届联大会议上提出了,中国力争实现2030年前二氧化碳排放达到峰值,争取2060年前实现碳中和的目标。中国“双碳”目标战略倡导绿色、低碳的生产生活方式,对于推进产业和能源结构调整,兼顾经济发展和绿色低碳具有重要意义。

钢铁工业作为我国的基础性工业,是我国进行基础设施建设和国防建设的支柱性产业。自改革开放以来,我国的钢铁产业发展迅速,2022年我国累计生产生铁86382.8万吨,粗钢101300.3万吨,钢材134033.5万吨,受疫情影响,虽然对比2021年略有下降,但是我国钢铁产业的主要产品产量仍然位居世界各国前列。另外,中国钢铁行业的碳排放量占全国碳排放总量的15%左右,对于降低碳排放问题迫在眉睫[1]。“十四五”规划中指出,力争到2025年,钢铁工业要基本形成布局结构合理、资源供应稳定、技术装备先进、全球竞争力强、绿色低碳可持续的高质量发展格局,并根据各项产品比例定下相应的标准,确保2030年完成碳达峰,助力国家“30·60”双碳目标的达成。

南京钢铁集团有限公司是我国江苏省的特大型钢铁企业,更是江苏省钢铁企业实现绿色化发展的主力军。南钢集团前身是始建于1958年的南京钢铁厂,具有较好的工业基础,其业务集采矿、钢材冶炼、钢材轧制为一体,根据中商情报网显示,2021年南钢钢材产量达1040.32万吨,占到江苏省钢材产量的将近十分之一。南钢将打造“绿色南钢”作为不懈追求,提出并实施了多项降碳减排措施,实现绿色发展。

2. 钢铁企业绿色发展评价指标体系的构建

2.1. 构建的原则

科学性原则,评价指标体系的构建,各指标的选取要以科学性为原则,能够真实地反映出江苏省钢铁行业的资源消耗、产品产量和对环境的影响;动态原则,评价指标体系的构建要实现时间上的跨度,这样才能反映出钢铁行业生态与经济效益的互动发展;系统性原则,评价指标体系中各指标的选取要存在一定的逻辑关系,且具有层次性,自上而下的反映出钢铁行业目前的真实情况。

2.2. 评价指标的选取

根据评价指标体系构建的原则,应钢铁产业的绿色发展要求,在指标的选取方面,将绿色发展定为

综合指标, 并从量化分析的角度出发选取资源消耗、排放、循环利用三者为一级指标来构建钢铁行业低碳发展的评价指标体系[2], 二级指标方面分别选取吨钢综合能耗、耗水强度、二氧化碳排放、硫氧化物排放、水循环利用率、煤气回收利用率。对于评价指标的选择, 参考国际与国内学者所构建的评价指标体系以及钢铁行业的低碳发展要求, 可以从定量分析的角度清晰、系统地反映钢铁行业的绿色发展现状, 选取的指标如图 1 所示。

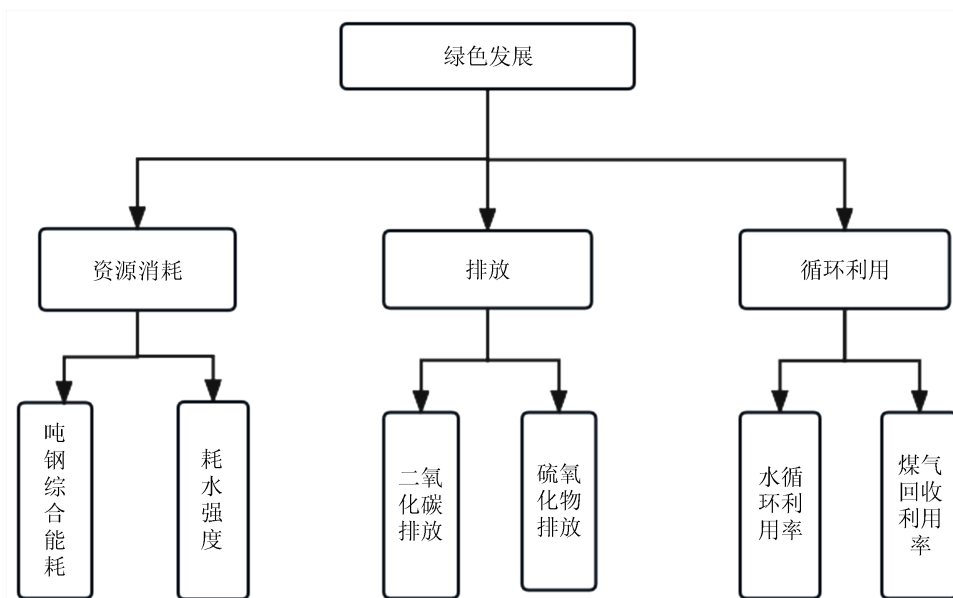


Figure 1. Evaluation index system for green development of iron and steel enterprises
图 1. 钢铁企业绿色发展评价指标体系

2.3. 评价指标的解释

1) 能源消耗

钢铁工业作为第二产业中的重点产业, 在其生产活动中会产生大量的能源消耗, 特别是对不可再生资源和水资源的需求量极大, 因此本文以“吨钢综合能耗”和“耗水强度”作为能源消耗维度的评价因子, 以此来测度钢铁行业的能源消耗现状, 进而从侧面反映出钢铁企业的能源管理水平及其能效。

吨钢综合能耗是指在企业报告期内每吨钢消耗的各种能源自耗量, 期间消耗的各种能源必须按照各自规定的计算方法折算为统一的标准继而相加的总和。吨钢综合能耗的计量单位为“千克标准煤/吨”, 是企业在钢铁生产中自耗能源量与企业实际合格钢产量的比重, 企业钢铁生产自耗能源量, 包括企业报告期内生消耗的各种能源及其辅助生产系统实际消耗的各种能源, 其中, 吨钢的空气消耗量占其消耗总量的 85%以上[3]。吨钢综合能耗在一定程度上能够反映出钢铁企业生产活动中的碳排放情况。

耗水强度是指企业的报告期内生产每吨钢材消耗的水资源总量, 耗水强度的计量单位是“立方米/吨”, 是钢铁工业在生产活动中消耗的水资源总量与实际生产钢量的比重。在工业领域中, 钢铁工业是用水大户, 钢铁工业的生产流程中几乎每个工序都离不开水, 例如冷却用水、除尘洗涤、工艺用水等, 水资源的多种用途进而导致了废水量大且污染种类多, 水质的差异明显, 故钢铁工业水资源的利用及处理对其绿色发展有很大影响。

2) 排放

一个钢铁企业的绿色低碳发展水平, 很大一部分上来说是通过该企业的排放程度来反映的, 钢铁工

业的排放问题主要包括废气即空气污染物的排放、废水排放、废弃物排放、温室气体的排放, 中国钢铁工业主要空气污染物排放量占中国工业总排放量的 7.35%左右[4], 本文从产业产出的角度出发, 主要选取废气排放中的硫氧化物排放和温室气体排放作为排放维度的评价因子, 其排放量越低, 说明该企业的减排降碳工作做得越好。

碳排放是钢铁工业在生产活动不可避免的问题, 根据《中国钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》, 钢铁工业生产活动中二氧化碳的排放主要有四类来源: 化石燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入使用的电力、固碳产品隐含的碳排放, 其中化石燃料燃烧排放的二氧化碳占据生产活动二氧化碳总排放量的 90%以上。本文的二氧化碳排放指标主要是指单位工业产值产出的二氧化碳量, 即二氧化碳总排放量与工业产值的比重, 计量单位为“吨二氧化碳当量/万元”。

我国的钢铁工业主要是以煤炭为主要燃料的“高炉-转炉”长流程冶炼工艺[5], 因此在其生产过程中会产生大量的空气污染物, 如硫氧化物等, 且自从 2017 年我国完成对火电行业的改造之后, 钢铁工业领域就成为了超低排放改造的主力军, 故本文选取单位工业产值硫氧化物排放作为评价指标, 即硫氧化物总排放量与工业产值的比重, 计量单位为“千克/万元”。

3) 循环利用

钢铁工业的绿色低碳发展离不开循环经济模式的应用, 钢铁工业作为能源和资源消耗大户, 特别是钢铁工业以煤炭为主要材料, 会产生大量的工业副产品如高炉煤气、焦煤气等, 此外, 水资源的使用也会产生大量的工业废水, 特别是冷却用水, 占到钢铁工业工业用水的 70%~80% [6], 因此资源的循环利用成为钢铁工业绿色低碳发展的一个重点。循环经济的发展有利于企业节约资源、降低成本, 推动企业扩大规模, 提高企业的经济效益, 并且钢铁行业中资源利用率的提高, 能够推动企业循环产业链条的发展, 推进钢铁产业的产业结构调整, 实现企业的绿色低碳发展。本文选取水资源的循环利用和煤气循环利用作为循环利用维度的评价因子, 以此来评价钢铁企业的绿色发展程度。

钢铁工业中水资源的循环利用是指, 一部分生产活动用水经过处理后又重新用于钢铁工业的生产过程, 同补给的新水一同为生产过程提供服务[7]。故水循环利用率是循环用水总量占钢铁工业生产活动总用水量的比重, 以“%”为计量单位。

煤气是钢铁工业生产活动中产生的副产品和重要的二次能源, 回收利用的煤气主要用于轧钢、发电等工序, 能够为钢铁企业降低用电成本, 节能环保, 提高钢铁企业的经济效益。煤气的回收利用率主要是指回收利用的煤气总量占钢铁企业生产活动煤气发生量的比重, 以“%”为计量单位。

2.4. 评价指标体系权重的确定

在评价指标的问题研究当中, 指标体系的权重问题是研究的重点, 因为对每个指标赋权是否适当直接影响到研究结果的合理性。本文所选的指标属性大多都是客观数据, 因此选择熵值法对指标进行赋权。

因指标类型的多样化以及计量单位的不同, 对所有指标进行无量纲化处理。

针对正向指标:

$$h_{ij} = \frac{X_{ij} - \min\{X_{ij}\}}{\max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\}} + 0.0001$$

针对负向指标:

$$h_{ij} = \frac{\max\{X_{ij}\} - X_{ij}}{\max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\}} + 0.0001$$

其中 X_{ij} 表示评价指标体系中第 i 年第 j 个指标的数据; $\max\{X_{ij}\}$ 和 $\min\{X_{ij}\}$ 分别代表样本数据中的最大值和最小值; h_{ij} 代表对样本进行无量纲化处理之后的值。

首先需要计算每个指标的特征比重:

$$p_{ij} = \frac{h_{ij}}{\sum_{i=1}^n h_{ij}}$$

而后根据指标的特征比重计算其熵值:

$$e_j = \frac{-1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$$

则可得差异系数为:

$$g_j = 1 - e_j$$

故熵权系数为:

$$w_j = \frac{g_j}{\sum g_j}, j = 1, 2, 3, \dots$$

因此可知根据指标评价体系每年的绿色发展综合得分为:

$$p_i = \sum_{j=1}^n w_j p_{ij}$$

综合评价指数的得分 $P \in [0, 1]$, 通过查询相关资料以及专家意见, 对企业的绿色发展综合得分按表 1 所列的评价区间和评语进行评判:

Table 1. Evaluation score range of green development evaluation indicator system

表 1. 绿色发展评价指标体系评价得分区间

评判区间	$0 \leq P \leq 0.1$	$0.1 < P \leq 0.4$	$0.4 < P \leq 0.7$	$0.7 < P \leq 1.0$
评语	差	好	良	优

3. 实证研究

本文将以南钢 2018~2021 年的数据为例, 应用上文所构建的钢铁企业绿色发展评价指标体系进行综合评价, 以此来分析南钢的绿色发展水平, 所需数据均来自于中国统计年鉴、江苏省统计年鉴以及南钢的公司年报等。本文所搜集的南钢绿色发展的指标数值如表 2 所示:

Table 2. Nan Gang 2018~2021 green development index values

表 2. 南钢 2018~2021 绿色发展各项指标数值

指标	2018	2019	2020	2021
吨钢综合能耗	555.3	553.7	551.7	545
耗水强度	1.95	1.82	1.98	2.51
二氧化碳排放	4.16	4.18	3.93	2.7
硫氧化物排放	0.64	0.63	0.28	0.17
水循环利用率	0.9829	0.9826	0.9806	0.9779
煤气回收利用率	0.9827	0.9883	0.9921	1

基于建立的钢铁企业绿色发展评价指标体系, 对南钢绿色发展的指标数值进行评价, 评价结果如表 3 所示:

Table 3. Comprehensive score of green development of Nan Gang 2018~2021

表 3. 南钢 2018~2021 绿色发展综合得分

Year	2018	2019	2020	2021
综合得分	0.11	0.09	0.24	0.56

根据综合评价的结果表明: 1) 南钢的绿色发展水平呈上升趋势, 特别是 2020 年之后南钢的绿色发展都处在一个较好的水平上, 说明南钢对绿色发展重视程度的不断提高; 2) 2019 年南钢建立新的水处理系统并逐步采取各道工序的减排降碳措施, 使温室气体的排放和水循环利用率下降, 故综合得分稍有降低, 不过为 2019 年以后的绿色发展奠定了良好的基础; 3) 2020 年至 2021 年南钢的绿色发展水平显著升高, 说明南钢在绿色发展上取得了较好的成绩, 其打造“绿色南钢”的进度取得了突破性的进展, 并且从绿色发展指标数值上来看, 南钢的吨钢综合能耗量显著下降, 冶炼工艺优化; 4) 2021 年南钢设立了 2021 年吨钢耗新水 2.5 立方米的水资源消耗年度分解目标, 耗水强度指标数值虽然大幅上升, 但水资源的重复利用率也随之增高; 5) 南钢的绿色发展潜力巨大, 虽近年绿色发展水平不断提高, 但距离优秀成绩 0.7 还有很大的距离, 仍有很大的上升空间, 这说明南钢在绿色发展方面仍有许多方面可以提升。基于上述评价结果, 可以看出南钢的绿色发展水平仍处于初级阶段, 其绿色发展还需要进一步加大力度。

4. 钢铁企业绿色发展建议

南钢将绿色低碳循环发展作为推动企业高质量发展的重要引擎, 加大对环境保护和超低排改造的资金投入, 环保治理设施的建设不断完善, 南钢是中国钢铁行业中第一个实施情节发展机制项目的企业。在环保投入方面, 南钢投资建设了一大批重点环保改造项目, 有效改善周边环境并降低了污染物的排放; 在污染防治方面, 南钢制定了详细的环境目标规划, 加强对废弃物、废气、废水的管理, 大力发展绿色低碳产品。

针对“双碳”的国家政策和社会环境, 南钢提出了“碳十条”途径, 包括提升能效、加大高性能材料研发、开展突破性技术研究、把握绿色投资机会等等, 努力实现经济、生态和社会的协调发展, 积极履行社会责任。此外, 南钢对企业自身的制度完善方面也非常重视, 在规范治理、信息披露、风控合规管理等方面制定了详细的规划和发展目标, 对南钢本身的绿色可持续发展具有重要意义。

因此, 本文基于南钢 2018 年~2021 年的绿色发展状况和其为绿色低碳循环发展采取的各项行动对钢铁企业的绿色发展提出以下五项建议。

1) 优化能源结构, 应用绿色能源

钢铁产业作为传统能源的消费大户, 特别是煤炭资源的消耗在钢铁产业的生产活动中占有很大的比重, 这也是导致空气污染物排放和温室气体排放的原由。因此钢铁企业在其生产活动中应该优化能源使用结构, 提升风力、水力、电力等清洁能源的应用比例, 减少化石燃料的使用, 提高能源管理水平。对于钢铁行业的部分原燃料消耗问题, 可以考虑绿色低碳技术的推广, 例如: 利用氢气作为高炉还原剂代替煤炭粉[8], 推广氢冶炼技术, 可以避免炼制过程中温室气体的排放, 在源头方面控制二氧化碳的产生, 推动钢铁产业的绿色低碳发展。同时, 在化石能源的使用过程中, 要提高其综合利用率, 减少废弃物的排放。

2) 加大科技投入, 推进减排降碳

苏丽娟等学者提出技术创新是实现钢铁产业绿色低碳发展的关键所在[9], 要加快研发前沿技术, 实

现钢铁产业减污降碳的协同收益。高师敏指出工艺创新是实现钢铁行业环保节能的捷径[10]。钢铁产业的减排改造和低碳发展在很大程度上依赖于科学技术的创新。一方面, 钢铁企业要加大对生产活动中低碳减排技术的研发投入, 比如氢冶金、碳捕获利用和封存等创新低碳技术, 这样既可以减少化石能源的使用率, 提升能源的综合使用, 又能减少污染物和温室气体的排放, 降低对环境的污染。另一方面, 钢铁企业可以引进和借鉴国际先进技术, 加大对产品研发的投入力度, 应用新型材料和高性能材料, 开发生命周期较长、低碳环保的绿色钢铁产品。

3) 应用智能技术, 减少人工投入

当前时代数字技术发展迅速, 并且应用面广泛, 钢铁产业作为传统工业, 互联网技术的介入能够为其注入新的活力。对于钢铁企业来说, 其生产活动的大多流程环节都可以应用智能技术, 实现数字化, 推动工序互联共享, 减少生产过程中的人力投入, 实现智慧制造, 能源的智慧配置。推动钢铁制造和智能技术的融合, 一方面可以减少生产过程中的碳排放, 另一方面可以很大程度地减少某些工序存在的工人风险。智能技术在钢铁产业的运用对钢铁企业的绿色发展水平的提高具有很大的帮助。

4) 完善企业制度, 助推绿色发展

钢铁企业的绿色发展离不开企业本身管理制度的完善。当前钢铁企业处于“绿色转型”的关键时期, 良好的政策环境和政府的支持为钢铁企业的转型和竞争优势的再造带来了新的发展机遇, 但是抓住发展机会的同时, 钢铁企业还需面临相应的挑战, 因此钢铁企业要不断提升自身的管理制度, 完善相应的管理标准和生产标准, 对企业的长远发展具有深远影响, 促进企业与环境的协调发展。

5) 履行社会责任, 促进环境保护

企业积极承担社会责任能够为企业带来更加广阔的生存和成长环境。对于钢铁企业来说, 社会责任的履行体现了企业对经济、社会和环境协调发展的重视程度, 钢铁企业应该加大环保的投入力度, 建设完善的社会责任指标体系, 增强自身和社会的可持续发展。

5. 结论

当前, 我国处在推进“双碳”实现和建设美丽中国的关键时期, 钢铁企业的绿色发展对于整个钢铁产业的绿色转型和高质量发展来说具有重要意义。钢铁企业应该抓住时代背景下的良好机遇, 追赶时代发展的步伐, 加大科技创新的投入力度, 提升自身的竞争优势, 促进企业的可持续发展。同时, 对于国家来说, 钢铁产业是我国的重要工业领域, 钢铁企业的优秀发展能够为整个行业带来发展的活力, 为国家的基础设施建设和国防建设奠定基础。

参考文献

- [1] 苏步新, 苏长永, 林严. 优化钢铁产业布局助力高质量发展[J]. 中国冶金, 2022, 32(8): 1-6+24.
- [2] 刘金玲. 构建钢铁产业低碳经济评价指标体系及在鞍钢的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 鞍山: 辽宁科技大学, 2012.
- [3] 蔡九菊. 钢铁工业的空气消耗与废气排放[J]. 钢铁, 2019, 54(4): 1-11.
- [4] 巴凯铭. 基于生命周期理论的钢铁烧结烟气超低排放处理技术环境与经济影响评价研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2020.
- [5] 张建良, 尉继勇, 刘征建, 徐润生. 中国钢铁工业空气污染物排放现状及趋势[J]. 钢铁, 2021, 56(12): 1-9.
- [6] 苍大强, 张玲玲, 刘洋, 陈兆厚, 何冰阳. 国内外钢铁工业固相二次资源利用现状、存在问题与对策[J]. 过程工程学报, 2022, 22(10): 1418-1424.
- [7] 卜庆才, 陆钟武. 钢铁工业水的资源效率研究[J]. 钢铁, 2003(12): 68-71.
- [8] 郑明月. 钢铁产业发展趋势及碳中和路径研究[J]. 冶金经济与管理, 2022(1): 4-6.

- [9] 苏丽娟, 陈婷, 张姗姗, 等. 江苏省钢铁产业绿色低碳技术创新发展路径[J]. 环境监测管理与技术, 2023, 35(1): 4-8.
- [10] 高师敏. 工艺创新是钢铁产业实现环保和节能的捷径[J]. 节能与环保, 2022(1): 45-46.