

# 钢铁行业转型金融应用指引

中央财经大学绿色金融国际研究院

气候债券倡议组织

2023 年 9 月

## 联合发布

中央财经大学绿色金融国际研究院

气候债券倡议组织

## 主要作者

金子曦 中央财经大学绿色金融国际研究院能源金融研究中心副主任

谢文泓 气候债券倡议组织中国区总经理

任玉洁 中央财经大学绿色金融国际研究院绿色金融研究中心主任

傅奕蕾 中央财经大学绿色金融国际研究院研究员

徐小云 气候债券倡议组织分析师

石 佳 气候债券倡议组织中国区机构合作主管

## 执行摘要

**转型金融逐渐成为应对气候变化的重要金融工具，为高碳行业转型提供有力支持。**

- 当前转型金融正在成为绿色金融的有效补充，为高碳行业的资金需求提供了融资渠道。国内外政府部门与相关组织陆续提出转型金融原则，如《气候转型金融基本指引》《G20 转型金融框架》等，为发展转型金融提供稳定引导，转型金融市场也在萌芽中快速发展。

**钢铁行业是我国重要的支柱产业，也是高耗能、高排放的典型代表，低碳转型必要且紧迫，亟待通过转型金融拓展融资渠道。**

- 钢铁行业在我国工业经济中占有重要地位，并对多个下游产业都起到支撑作用，然而庞大的产业规模叠加高能耗的产业属性，也使得钢铁行业成为全国最主要的碳排放来源。
- 气候债券倡议组织（Climate Bonds Initiative, CBI）和中节能衡准预测中国钢铁行业实现碳中和需要投入约 20 万亿元<sup>1</sup>。而目前仅依赖绿色金融，难以实现对于钢铁低碳多元转型路径的覆盖。不论是在《绿色产业指导目录》还是《绿色债券支持项目目录（2021 年版）》中，除“钢铁企业超低排放改造”外，其余可适用于钢铁行业的均为通用性条目，如“余热余压利用”“废旧资源再生利用”，而运用电炉炼钢、发展特钢优钢等钢铁行业转型的路径则未明确纳入绿色金融支持的相关目录，说明当前金融市场对于钢铁企业转型的针对性相对不足，而正在萌芽的转型金融则为拓展钢铁企业的转型融资路径提供更多可能。

---

<sup>1</sup> Climate Bonds Initiative. 中国转型金融研究报告 [EB/OL]. [https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi\\_transfinchina\\_cn\\_01e.pdf](https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_transfinchina_cn_01e.pdf), 2020.

- 转型金融可以通过项目层面和实体层面为钢铁企业提供融资支持，其中项目层面需限制募集资金用途，用于支持钢铁企业满足要求的单个减排措施或技术设备；实体层面不限制募集资金用途，要求企业钢铁依据相关规则制定科学的转型计划与绩效目标。

**实现转型金融对钢铁行业转型发展的有效支撑，要找准钢铁行业转型的有效路径，要用好债券市场的新兴机遇，也需要企业将自身的转型能力转化成融资潜力。**

- **找准钢铁行业转型的有效路径。**为逐步转向低碳高质量发展，钢铁行业已经初步形成了行业共识的覆盖控碳、低碳、减碳、碳中和四个阶段的转型时间表，以及包含产能优化布局、减污降碳协同、冶炼工艺突破、产品迭代升级、资源循环利用、零碳负碳技术六条路径的转型路线图，为金融支持钢铁行业转型提供了具体方向。
- **用好债券市场的新兴机遇。**债券工具是目前运用最广的转型金融形式，有望**高效精准支持钢铁企业低碳转型**。转型金融工具包括信贷、债券、股权类融资工具，目前国内外转型金融市场实践多以“转型”类债券为主，尤以可持续发展挂钩债券和转型债券为典型。钢铁企业也已根据自身发展基础与需要，积累了“转型”类债券发行经验，既包括限定募集资金用途的转型债券，也包括不限定募集资金用途的可持续发展挂钩债券。从国际转型类债券发展的空间来看，国内钢铁企业转型融资可进一步转型债券市场的可能机会。
- **将自身转型能力转化为融资潜力。**钢铁企业应重视中长期的转型规划、低碳的商业模式等对于其转型融资的重要作用，从战略层面推动低碳转型，并统筹中长期的低碳转型规划与财务管理目标，从其中发现、建立、披露其转型

目标、转型能力、转型效益，以构建与金融市场对话的桥梁，积极获取转型金融支持，逐步实现低碳高质量发展。

本指引将首先介绍转型金融的发展历程与市场现状。其次，梳理钢铁行业低碳转型的现状、钢铁行业低碳转型的具体目标，以厘清产业视角下的转型路径与路径潜力。在此基础上，落脚到钢铁企业与金融机构联动的维度，提出钢铁企业转型金融应用指引，包括具体应用场景、目标设定方式、可用金融工具，并展示了典型债务类转型金融融资工具的案例，以期为构建钢铁行业与金融机构对话的桥梁提供支持。

## 一、转型金融的萌芽与发展

### （一）国际实践综述

从政策制度来看，国际上政府部门、金融机构与国际组织等围绕转型金融提出指导性政策或原则。在政府部门层面，多个国家或地区已制定了转型金融发展的指导性政策，如日本经济产业省和环境部联合发布《气候转型金融基本指引》，指出只要满足转型融资四个关键要素的金融工具（包括转型贷款/债券、部分绿色贷款/债券和可持续挂钩贷款/债券）都可视为转型融资<sup>2</sup>。在金融机构层面，部分金融机构出台了其运用转型金融的引导性要求。安盛集团（AXA IM）最早发起《转型债券指南》<sup>3</sup>倡议为具有向绿色转型雄心的棕色企业或无法发行绿色债券的公司提供融资，帮助其使用债券收益完成低碳过渡。星展银行（Development Bank of Singapore, DBS）<sup>4</sup>、渣打银行（Standard Chartered, SC）<sup>5</sup>和晨星（Sustainalytics/Morningstar）<sup>6</sup>也陆续发布自身转型债券框架开拓转型金融市场。在国际组织层面，2022年11月，国际可持续金融平台（International Platform on Sustainable Finance, IPSF）发布的转型金融报告中介绍了一套自愿的转型金融原则和更具体的子原则<sup>7</sup>，为协助转型政策激励低碳转型。国际资本市场协会（International Capital Market Association, ICMA）于2023年6月更新

<sup>2</sup> Ministry of Economy, Trade and Industry; and Ministry of the Environment, Japan. Basic Guidelines on Climate Transition Finance [EB/OL]. <https://www.meti.go.jp/press/2021/05/20210507001/20210507001-3.pdf>. 2021.

<sup>3</sup> AXA Investment Manager. Financing brown to green: Guidelines for Transition Bonds [EB/OL]. [https://qualified.axa-im.ch/de/content/-/asset\\_publisher/51B6S2IE4Ek1/content/financing-brown-to-green-guidelines-for-transition-bonds/23818](https://qualified.axa-im.ch/de/content/-/asset_publisher/51B6S2IE4Ek1/content/financing-brown-to-green-guidelines-for-transition-bonds/23818). 2019.

<sup>4</sup> DBS Bank. Institutional Banking Group Sustainable & Transition Finance Framework & Taxonomy [EB/OL]. [https://www.dbs.com/iwov-resources/images/sustainability/pdf/IBG%20Sustainable%20and%20Transition%20Finance%20Framework\\_Revision%201.pdf](https://www.dbs.com/iwov-resources/images/sustainability/pdf/IBG%20Sustainable%20and%20Transition%20Finance%20Framework_Revision%201.pdf). 2022

<sup>5</sup> Standard Chartered. The Transition Finance Imperative [EB/OL]. [https://av.sc.com/corp-en/content/docs/SC\\_Transition\\_A4-FINAL\\_6\\_pages.pdf](https://av.sc.com/corp-en/content/docs/SC_Transition_A4-FINAL_6_pages.pdf). 2021

<sup>6</sup> Sustainalytics Sustainable Finance Solutions Transition Bond Second-Party Opinions [EB/OL]. 2021

<sup>7</sup> International Platform on Sustainable Finance. International Platform on Sustainable Finance [EB/OL]. [https://finance.ec.europa.eu/system/files/2022-11/221109-international-platform-sustainable-report-transition-finance\\_en.pdf](https://finance.ec.europa.eu/system/files/2022-11/221109-international-platform-sustainable-report-transition-finance_en.pdf), 2022.

发布的《气候转型金融手册》<sup>8</sup>中为债务类融资工具提供了指引，指出限定募集资金用途（Use of Proceeds, UoP）的转型金融工具可以用于对发行人自身的温室气体排放（Greenhouse Gas, GHG）排放轨迹产生直接贡献的环境项目，以及“公正转型”相关的项目。CBI 提出的转型金融框架中包括项目和实体层面的转型，并推出了相应的行业转型标准，标准适用于贴标债务工具、普通用途的债务工具和股权类金融工具<sup>9</sup>。

表 1 国际转型金融指导性原则与评价要素概览

| 国际转型金融原则/评价要素  | 具体内容  |
|----------------|---|
| 日本气候转型金融基本指引   | 要素 1: 发行人气候转型战略和公司治理;<br>要素 2: 业务模式中环境要素的重要性;<br>要素 3: 气候转型战略科学的目标和路径;<br>要素 4: 信息透明度   |
| IPSF 转型金融原则    | ◆ 气候目标设定原则，指导制定稳健的转型目标<br>原则 1: 目标是将全球升温控制在 1.5 摄氏度以内;<br>原则 2: 目标必须包含深入、快速和持续的变革;<br>原则 3: 转型是全方位的;<br>原则 4: 气候减缓转型必须与其他环境和社会目标相一致;<br>◆ 气候目标跟踪原则，促进实现既定气候目标<br>原则 5: 转型计划足够全面，表明转型的可信度;<br>原则 6: 实行强有力的内部管理;<br>原则 7: 促进外部积极参与;<br>原则 8: 对外信息披露;<br>原则 9: 可信的评估机制 |
| ICMA 气候转型金融四要素 | 要素 1: 发行人气候转型战略和公司治理;<br>要素 2: 业务模式中环境要素的重要性;   |

<sup>8</sup> International Capital Market Association. Climate Transition Finance Handbook Guidance for Issuers[EB/OL]. <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/2023-updates/Climate-Transition-Finance-Handbook-CTFH-June-2023-220623v2.pdf>, 2023.

<sup>9</sup> Climate Bonds Initiative. Sector Criteria[EB/OL]. <https://www.climatebonds.net/standard/sector-criteria>, 2023.

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | 要素 3: 气候转型战略科学的目标和路径;<br>要素 4: 信息透明度   |
| <b>CBI 转型五项原则</b> | 原则 1: 符合 1.5 度温控目标的碳排放轨迹;<br>原则 2: 以科学为基础设定减排目标;<br>原则 3: 不计入碳抵消 (offsets);<br>原则 4: 技术可行性优于经济竞争性;<br>原则 5: 行动优于承诺 |

从市场实践来看，转型概念和标签适用于多种金融工具，当前尤以债务工具为典型。转型金融工具包括支持转型的贷款、债券、股权融资、转型保险和转型基金等，可应用于实体层面以及单个或多个减排项目或措施。现阶段，全球转型金融市场以“转型”类债券产品为主，尤以可持续发展挂钩债券（Sustainability-Linked Bond, SLB）和转型债券为典型。可持续发展挂钩债券聚焦实体层面，发行人需明确提出实体层面的关键绩效指标（Key Performance Indicator, KPI）和可持续发展绩效目标（Sustainability Performance Targets, SPT）挂钩。在运用与支持转型的过程中，可持续发展挂钩类债券的发行实体可以选取与其转型战略相一致的 KPI 挂钩，因此 SLB 使得发行人可以为可持续的转型商业模式、转型计划和企业转型提供融资。转型债券是一种聚焦于措施与项目层面的募集资金用途类债务工具，不同于可持续发展挂钩债券中募集资金可以用于一般用途，转型债券要求投向符合要求的特定项目、资产或活动。据 CBI 数据库统计，截至 2022 年 7 月 31 日，全球范围内电力行业在可持续发展挂钩债券金额达 444 亿美元，转型债券金额达 65 亿美元。全球钢铁、水泥和化工行业合计发行可持续发展挂钩债券和转型债券 42 只，发行金额分别为 25 亿、29 亿、71 亿美元，其中债券类型主要为可持续挂钩债券，转型债券占比仅为 4%。

## （二）国内实践综述

从政策来看，国家与地区层面的转型金融政策体系正在探索中。国家层面来看，《G20 转型金融框架》为我国转型金融提供行动指引。《G20 转型金融框架》作为 2022 年二十国集团（G20）领导人峰会通过的主要成果之一，其所形成的发展转型金融的五大支柱，即界定标准、信息披露要求、丰富的金融工具、激励机制和公正转型，对成员国金融监管部门建立转型金融政策框架、推动金融向高碳排放行业和企业提供低碳转型融资具有重要指导作用。我国作为 G20 转型金融框架编写组的主要成员，正在此框架指导下探索与我国发展相适宜的转型金融顶层设计。自 2021 年以来央行有序推进我国转型金融体系搭建，目前已初步明确转型金融的基本原则，如转型金融支持领域在减缓或适应气候变化方面应有直接或间接的显著贡献且对其他环境和社会可持续发展目标无重大损害等，并牵头转型金融目录与范围编制，着手火电、钢铁、建筑建材与农业四个主要行业转型项目标准与路径研究，预期将适时正式推出转型金融的顶层设计<sup>10</sup>。地区层面来看，部分地区已先行建立转型金融的框架。浙江省湖州市通过标准、服务、平台、风险、生态、配套等多角度全面布局，推出全国首个区域性转型金融发展路线图；浙江省衢州市以碳金融与转型金融融合为契机，基于既有的碳账户体系构建转型金融工作实施意见；江西省萍乡市作为转型金融试点城市并发布转型金融白皮书；江西省九江市出台工业园区转型试点工作方案，引导辖内金融资源流向园区内的高碳企业低碳及零碳转型项目。

从市场实践来看，银行业金融机构正在探索转型金融的相关实践、债券市场的转型产品正处于萌芽阶段。银行作为国内绿色金融体系探

---

<sup>10</sup> 王信.中国财富论坛[R].2022.

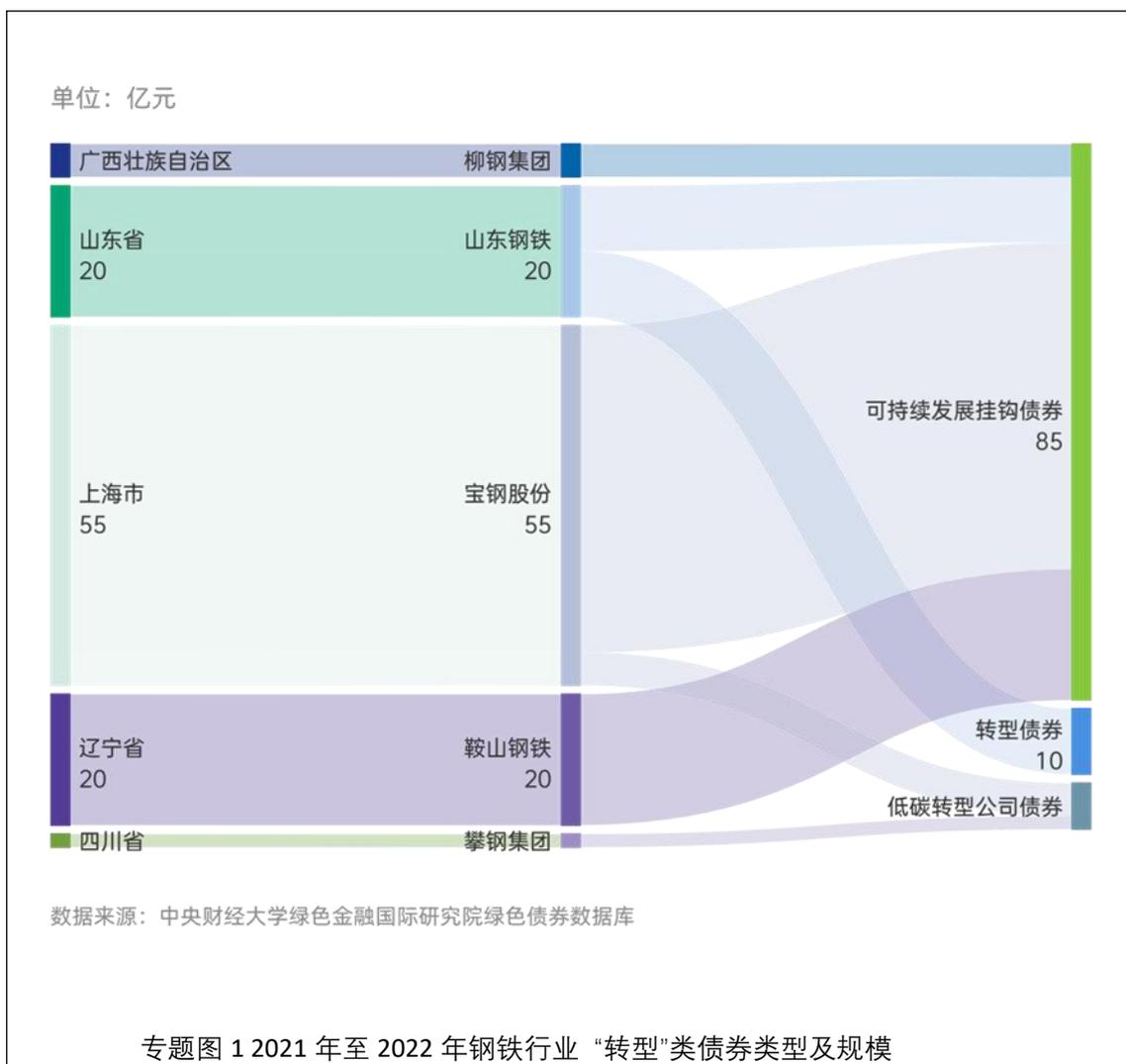
索建设过程中最主要、最活跃的参与主体，在绿色金融工具方面积累了丰富的创新经验。转型金融作为绿色金融服务的有效补充，也离不开银行业的深度参与。2021年，中国建设银行与中国银行以ICMA《气候转型金融手册（2020）》为蓝本先行发布《转型债券框架》与《转型债券管理声明》，对电力、有色、建材、石化等高碳高污染行业项目提供债券产品支持。随后，包括邮储银行、浦发银行等在内的多家银行先后在信贷方面做出实践，发放可持续发展挂钩银团贷款、可持续发展挂钩贷款、转型金融贷等为高碳行业转型提供支持。与此同时，债券市场的转型产品开始发展，国内现有“转型”类债券产品可分为可持续发展挂钩债券、转型债券、低碳转型公司债券、低碳转型挂钩公司债券四个子品种。其中，转型债券和低碳转型公司债券限定募集资金用途，而可持续发展挂钩债券与低碳转型挂钩公司债券则通过设置关键指标及目标的方式驱动企业转型，并未对募集资金投向进行直接约束。根据中央财经大学绿色金融国际研究院绿色债券数据库，截至2023年6月，我国转型类贴标债券规模近1300亿元。其中，可持续发展挂钩债券规模已超950亿元，低碳转型挂钩债券规模近250亿元，低碳转型债券规模超40亿元，转型贴标债券规模超50亿元，不限定募集资金投向用途的转型类债券运用相对广泛。



图 1 国内现有“转型”类债券产品

专题 1 钢铁行业转型债券发行情况

2021 年至 2022 年,全国钢铁行业共发行 7 支“转型”类债券产品。债券发行人为宝钢、山钢、鞍钢、柳钢和攀钢集团,均为大型国有企业,信用评级较高。从债券基本面来看,平均债券的发行期限为 2.86 年,总发行总规模为 102 亿元,平均票面利率为 3.51%。与 2016 年至 2022 年钢铁行业已发行的 21 支绿色债券相比,钢铁行业发行的转型类债券平均发行期限短 1.05 年、平均发行规模大 5.66 亿元,平均票面利率低近 60bps,具有比较规模和成本优势。从债券产品设计来看,氮氧化物排放和综合能效提升为主要的挂钩绩效。当关键绩效指标在规定时限未达到预定可持续发展绩效目标时,较多转型类债券的挂钩条款设置为将债券最后一个计息年度票面利率上调 10bps。柳钢集团于 2021 年 5 月发行的 3 年期可持续发展挂钩债券“21 柳钢集团 MTN001(可持续挂钩)”条款设置相对严苛,债券发行规模 5 亿元,票面利率 4.1%,将“单位产品氮氧化物排放量降至 0.935kg/t”设为可持续发展挂钩目标,若未达到预定目标,则该债券再延续 1 年,第 3 年票面利率为本期中期票据存续期前 2 年票面利率加 50bps。



## 二、钢铁行业低碳发展现状与目标

### (一) 发展现状

钢铁行业是工业部门的重要基础产业，在整个国民经济中具有举足轻重的地位，同时也是碳排放的主要来源。钢铁行业在全国工业经济中占有重要地位，根据《中国统计年鉴-2022》，2021年全国黑色金属冶炼和压延加工业营业收入为96692.5亿元，占工业部门营业总收入的7.36%，在工业部门41个二级行业中位列第2名。同时，钢铁行业对多个下游产业都起到支撑作用，包括基建（市政、公路、桥梁建设等）、地产、机械、汽车、船舶、家电、航空航天等多个领域。

其中，基建与地产用钢量占比约 50-60%，机械、汽车、能源、造船等制造业用钢量占比约 35%左右。然而，巨大的行业体量叠加高耗能高排放的行业特征也导致钢铁行业是全国最主要的能源消耗与碳排放来源之一。根据 CEADs 数据，2005-2019 年期间，全国黑色金属冶炼和压延加工业碳排放量与全国碳排放总量的变化趋势基本相同，2013 年以前均呈现持续上升态势，2014 年之后波动变化。自 2009 年起，全国黑色金属冶炼和压延加工业碳排放量占全国碳排放总量的比重始终保持在 18%以上。



图 2 全国黑色金属冶炼及压延加工业碳排放量及全国碳排放总量变化情况

数据来源：CEADs

近年来钢铁行业碳排放表现平稳向好，但与国际领先水平相比还有差距。从碳排放总量来看，全国黑色金属冶炼及压延加工业碳排放总量自 2005 年起逐年增加，至 2014 年达到最高值，此后波动变化。从碳排放强度来看，自 2010 年起，我国黑色金属冶炼及压延加工业碳排放强度持续降低，2019 年已降至 1.86 吨二氧化碳当量/吨。然而，这与钢铁行业碳排放强度国际领先水平仍有一定差距。2019 年，美国和欧盟的钢铁行业碳排放强度分别为 0.27 吨二氧化碳当量/吨和

1.3 吨二氧化碳当量/吨，较我国钢铁行业碳排放强度分别低 85.5%和 30.1%；日本和韩国的钢铁行业碳排放强度均为 1.5 吨二氧化碳当量/吨，较我国钢铁行业碳排放强度低 19.4%<sup>11</sup>。造成我国钢铁行业碳排放强度较高的主要原因在于我国钢铁生产工艺较为传统，高炉-转炉生产工艺仍占主导地位，而电炉工艺渗透率、废钢使用占比较低。世界钢铁协会发布的《可持续发展指标 2022》报告<sup>12</sup>指出，2021 年中国的粗钢产量仅有 10.6%来自电炉生产，其余均为转炉生产，而全球来自电炉生产的粗钢产量平均比重为 28.9%，其他主要钢铁生产国印度、日本、美国、俄罗斯、韩国来自电炉生产的粗钢产量占比分别为 55.2%、25.3%、69.2%、39.0%、31.8%，均高于我国电炉生产比重。

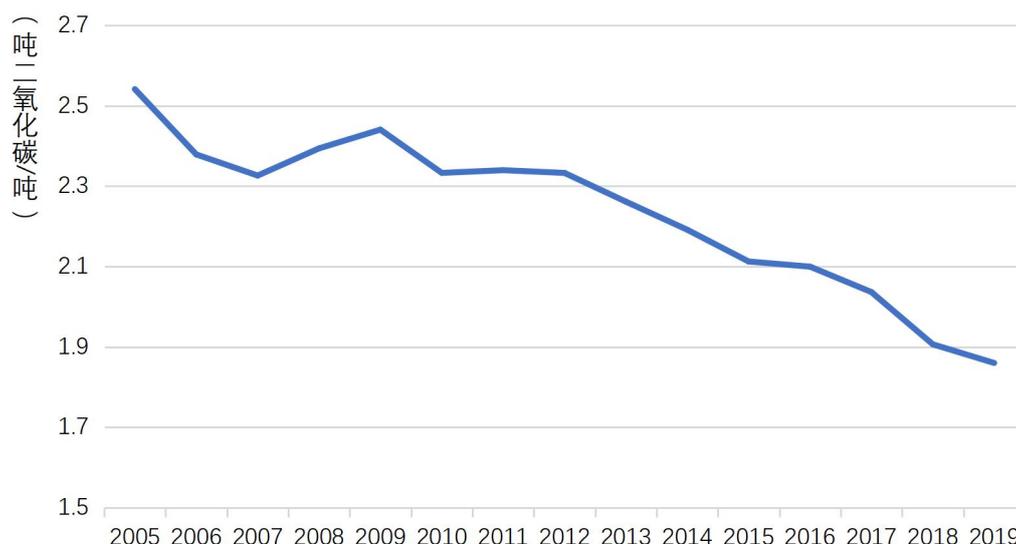


图 3 全国黑色金属冶炼及压延加工业碳排放强度变化情况

数据来源：CEADs，国家统计局

## （二）转型目标

<sup>11</sup> 郑宏军.全球钢铁主产区的脱碳路径选择 [EB/OL].<http://mr.minmetals.com.cn/hyyj/cyfx/202106/P020210621598034770162.pdf>,2021.

<sup>12</sup> 世界钢铁协会.可持续发展指标 2022[EB/OL].<https://worldsteel.org/steel-topics/sustainability/sustainability-indicators/>,2022.

政策密集出台，引导钢铁行业通过退出落后产能、实施超低排放等方式实现积极减排，形成行业转型的阶段性目标。近年来，多项政策陆续出台推动钢铁行业深化新旧动能转换、推进降碳减污扩绿增长，钢铁行业减排进程持续深化。一是在产业政策方面，多部门先后发布了《钢铁行业产能置换实施办法》《“十四五”环境影响评价与排污许可工作实施方案》《工业能效提升行动计划》《工业领域碳达峰实施方案》等行业发展规划与减排方案，提出了产能置换方案、产业集群部署、节能改造标准、减污降碳协同等一系列措施。二是在财政与金融政策方面，鼓励金融机构开发支持钢铁石化等重点行业绿色发展的金融产品，一方面提出运用综合利用并购贷款、资产管理等一揽子金融工具，支持产能有序转移、危化品生产企业搬迁、先进制造业集群建设等；另一方面统筹资金加大对节能减煤等重大项目的支持力度，引导企业进行绿色低碳发展。

绿色化发展是钢铁行业深化发展的必然要求，同时钢铁行业及企业层面围绕能效提升、循环利用、产品升级等，形成行业转型的总体目标。行业层面，2022年8月，中国钢铁工业协会正式发布《钢铁行业碳中和愿景和低碳技术路线图》（本段简称《路线图》）。《路线图》明确了钢铁行业实现碳达峰、碳中和目标的4个阶段，第一阶段（2030年前），积极稳步实现碳达峰；第二阶段（2030年—2040年），创新驱动实现深度脱碳；第三阶段（2040年—2050年），重大突破冲刺极限降碳；第四阶段（2050年—2060年），融合发展助力碳中和。《路线图》同时提出了钢铁行业碳中和的六大路径，即系统能效提升、资源循环利用、流程优化创新、冶炼工艺突破、产品迭代升级、捕集封存利用。企业层面，河钢集团、鞍钢集团、中国宝武等龙头企业均已

发布碳达峰、碳中和路线图，目标达峰时间均在 2025 年及以前。例如，河钢集团于 2021 年 3 月提出集团碳达峰、碳中和时间表和路线图，明确“2022 年实现碳达峰，2025 年碳排放量较峰值降 10%以上，2030 年碳排放量较峰值降 30%以上，2050 年实现碳中和”。河钢集团同时提出六大降碳技术路径，即铁素资源优化、流程优化重构、系统能效提升、用能结构优化、低碳技术变革、产业协同降碳。综合来看，钢铁行业要实现低碳高质量发展，长期视角下需统筹降碳与增效。因此，不论是行业层面的普适性转型指引，还是企业层面基于企业生产优势与发展需要的专一化转型战略，均重点部署了能效提升、循环利用、产品升级等既能实现减排、又可提升效益的转型路径。

### （三）转型路径

综合考虑低碳转型政策、行业碳中和行动方案以及行业深化发展的必然要求，钢铁行业低碳转型主要有六大路径。综合政策要求与行业方案，总体来看，钢铁行业转型需实行包括产能优化布局、减污降碳协同、冶炼工艺突破、产品迭代升级、资源循环利用、零碳负碳技术在内的综合性转型路径，详见附件 1：钢铁企业六大转型路径的政策部署。对应《钢铁行业碳中和愿景和低碳技术路线图》<sup>13</sup>，六大转型路径在不同阶段对钢铁行业转型支撑作用有所差异。

控碳阶段为实现平稳达峰，钢铁行业转型需以结构性优化为核心，由此产能优化布局与减污降碳协同将成为关键抓手。产业优化布局主要表现为跨区域、跨所有制开展兼并重组，以进一步淘汰落后产能、提高生产效率，实现产能结构优化。减污降碳协同在此阶段主要以基础性减排路径应用为主，表现为加快淘汰落后低效设备、对改造或扩

<sup>13</sup> 钢铁行业低碳工作推进委员会.《钢铁行业碳中和愿景和低碳技术路线图》[R].2022

建钢铁项目实行超低排放行业标准、以及推广应用高效节能设备等，旨在有效提升能效和优化碳排放强度，助力稳步实现碳达峰。

减碳阶段，企业兼并重组已基本完成，钢铁行业转型需以生产技术和工艺优化为核心，主要是减污降碳协同、冶炼工艺突破。减污降碳协同方面，超低排放改造全面实施，炉料结构优化、余热余压再利用等源头减量技术应用也进一步普及。冶炼工艺突破方面，电炉炼钢、废钢再利用等成熟减排路径的渗透率大幅提升，高炉富氢、熔融还原炼铁等过渡性减排冶金技术在此阶段将得到更广泛应用。

低碳阶段，钢铁行业转型需以创新技术推动突破降碳平台期，主要转型路径为冶炼工艺突破、零碳负碳技术及资源循环利用。冶炼工艺突破与零碳负碳技术将在此阶段进一步融合，以清洁能源供电为基础的废钢-电炉循环经济模式全面形成，气基竖炉富氢逐渐替代高炉富氢得到更广泛应用，CCUS 技术渗透率持续扩大、技术成熟度持续提升。资源循环利用方面，产业链废钢回收体系的运行机制与管理模式进一步完善，钢铁行业资源循环经济体系基本建成。

碳中和阶段，钢铁行业已基本实现冶金工艺流程低碳转型，需以实现净零碳排放为核心，重点实施资源循环利用与零碳负碳技术。资源循环利用方面，钢铁行业循环经济产业体系全面建立，废钢利用率全球领先。零碳负碳技术方面，由于气基竖炉还原工艺基本成熟、新能源和氢能产业链基本形成，企业在低碳冶金工艺流程中大规模利用氢基竖炉、CCUS 等零碳负碳技术，以实现 2060 年碳中和目标。

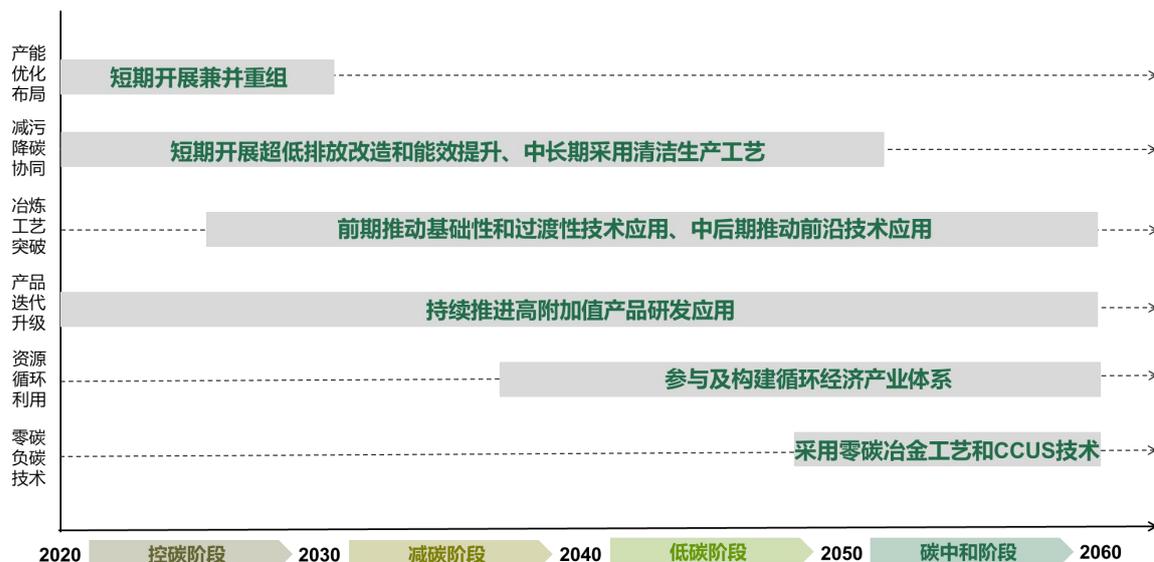


图 4 钢铁行业各阶段转型特点

### 三、钢铁企业转型金融应用指引

#### (一) 转型金融应用场景

转型金融可运用于多个维度来支持钢铁低碳转型，包括企业或经济活动。因此，钢铁企业既可以从减排举措、设备层面获得低碳转型的资金支持，也可以从实体层面获得资金支持。

运用限定募集资金用途的转型金融工具，钢铁企业可以为单个转型举措融资。例如优化电炉、提升能效、实施碳捕捉等项目，还可以为低碳生产线如新建短流程、氢冶金生产设备融资。若使用化石能源，企业需要配套 CCUS 来中和炼铁炼钢过程中的温室气体排放，例如高炉-转炉/冶炼还原+CCUS，以及基于化石燃气的直接还原铁-电弧炉+CCUS。

钢铁企业还可以通过实体层面进行低碳转型融资，前提是企业设立了与《巴黎协定》相符的绩效目标并制定了可信的转型计划，且企

业转型轨迹与行业转型路线图相符。若一家企业的转型目标符合行业路径，同时转型计划具备可信度，这家企业的所有融资工具（包括权益类和债务类）可以视为与《巴黎协定》相符，进而获取转型融资。

## （二）转型目标设定方法

### 1. 运用限定募集资金用途的融资工具时

限定募集资金用途的融资工具要求单个转型举措符合融资标准目录所制定的募集资金用途条例及规定的减排阈值，钢铁行业可适用的条例及阈值如表 2 所示。CBI 于 2022 年发布的绿债一级市场定价报告发现，投资人愿意支持发行人实现净零碳排放目标，因此当募集资金使用在具有良好的二氧化碳减排潜力的项目或举措时，债券呈现了绿色溢价，即能为发行人带来更便宜的融资<sup>14,15</sup>。

表 2 钢铁企业可行转型措施及其二氧化碳减排潜力要求（运用限定募集资金用途的融资工具时）

| 募集资金用途示例                             | 二氧化碳减排潜力要求(与传统高炉转炉相比) <sup>16</sup> |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 热回收系统的安装、升级和运行                       | 5%-15%                              |
| 优化高炉(如粉化焦喷射、炉顶煤气回收、炉膛废气热回收)          | 17%-21%                             |
| 优化碱性氧气炉（如回收碱性氧气炉气体和显热）               | 1%                                  |
| 优化焦化厂(如焦炭干熄焦)                        | 1-3%                                |
| 烧结厂优化（如烧结厂热能回收）                      | 1%                                  |
| 优化电弧炉（如纯氧燃烧器、电弧炉废料预热、利用废热的热电联产系统）*   | 30%                                 |
| 轧制、精整和再加热炉的优化（如高效燃烧器、烟气监测、燃烧优化、废气热能） | 5%                                  |

<sup>14</sup> Harrison, C., Green Bond Pricing in the Primary Market H2 2022, Climate Bonds Initiative [EB/OL]. 2023.

<sup>15</sup> Climate Bonds Initiative. Green Bond Pricing in the Primary Market H1 2022 [EB/OL].

<https://www.climatebonds.net/resources/reports/green-bond-pricing-primary-market-h1-2022>, 2022

<sup>16</sup> ArcelorMittal. Climate Action Report[R]. 2019.

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| 改用低碳/无碳燃料、可持续生物质、绿氢、供热电气化  | 取决于替代燃料和替代率 |
| 近网状铸造                      | 5%          |
| 先进传感器和数字化控制设备及系统的安装、升级和操作  | 1%-3%       |
| 碳捕获、利用和储存设备（CCUS）的安装、升级和运行 | 30%-90%     |

注：\*项目二氧化碳减排潜力需与传统电弧炉相比

## 2.运用不限定募集资金用途的融资工具时

不限定募集资金用途转型金融要求融资主体设定与气候目标相适应的低碳转型目标。目前，支持实体转型和不限募集资金用途的挂钩类融资已成为一个备受市场广泛关注的融资方式。由于该类型的募集资金可用于一般用途，适合暂无足够绿色项目而较难发行绿色债务融资工具的发行人和希望参与可持续金融的传统行业发行人。此类融资方式要求发行人设定自身的关键绩效指标（KPI）和可持续发展绩效目标（SPT），激励采取减排行动。整体原则来看，建议发行人在KPI和SPT选取过程中遵循三项原则，一是一致性，既包括与巴黎协定目标一致，也包括与钢铁行业减排路径一致；二是有效性，建议使用绝对减排目标或生产强度目标，而非使用经济强度目标；三是可行性，建议设定目标时开展成本核算，确保转型目标具有现实可行性。具体到指标来看，在KPI选取方面，我们特别建议发行人选择与温室气体排放相关的指标作为KPI，这有助于投资机构和监管机构更直观地评估发行人脱碳的进展和低碳转型的可信度。在SPT选取方面，应关注长期能达到净零排放，而不仅是短期两三年内的减排量。企业可根据自身的情况规划短中长期的低碳转型路径图，且企业转型路径中的关键节点（如2030年）应能与钢铁行业路径相符。

表 3 钢铁企业转型目标设定建议（运用不限定募集资金用途的融资工具时）

| 目标设定原则 | 主要方式  |
|--------|---|
| 一致性    | 与巴黎协定目标一致，或企业声明与巴黎协定目标的差距，设定的目标逐步与巴黎协定目标一致化；<br>与钢铁行业减排路径一致，转型路径中的关键节点（如 2030 年）应能与钢铁行业转型路径相符 |
| 有效性    | 使用绝对减排目标或生产强度目标（如吨 $CO_2e$ /吨钢）；<br>不用经济强度目标，如吨 $CO_2e$ /万收入                                  |
| 可行性    | 目标以包含成本核算的转型计划为基础，具有现实可行性   |

### （三）转型可用金融工具

金融工具风险偏好决定对钢铁行业不同转型路径的支持力度有所差异。

一是信贷融资，融资金额和周期相对有限，但风险和成本也相对可控，较适合钢铁转型企业结合自有资金组合使用，将流贷、可持续发展挂钩贷款等用于短期内的超低排放改造和能效提升，并补充企业转型的流动性资金。

二是债券融资，根据市场现状，具有良好信用评级及环境治理表现的钢铁行业发行人往往可以通过发行转型债券、可持续发展挂钩债券、低碳转型公司债券、低碳转型挂钩公司债券等获得 3-10 年的中长期资金，尤以 3 年期资金为典型，可稳定地服务于中长期清洁生产工艺的升级和应用、具有稳定现金流回馈的高附加值项目扩产。

三是股权融资，钢铁行业常见的股权融资方式包括了股权质押、股权转让、增资扩股、私募股权融资等，其中股权质押、股权转让有助于在近阶段帮助钢铁行业实现产能整合、优化规模结构，增资扩股有助于在中期帮助钢铁行业推动基础性和过渡性技术的应用并参与

构建循环经济的产业体系，私募股权融资有助于钢铁行业摸索零碳冶金和 CCUS 等高精尖项目研发，开拓钢铁转型市场的新技术与新业态。

#### （四）转型债券应用示范

目前钢铁企业转型金融实践主要以债务工具为主，现有的债务工具实践可为钢铁企业低碳转型融资提供参考，既包括限定募集资金用途的转型债券，也包括不限定募集资金用途的可持续发展挂钩债券。此外，绿氢、CCUS 等深度脱碳技术需要风险偏好更高的投资机构支持，需采用定制化的融资方式。建议钢铁企业应考虑中长期的转型规划，逐步改变高碳的商业模式，从战略层面推动低碳转型，从而吸引到更多的资金和下游客户支持企业转型。

限定募集资金用途类转型债券方面，宝山钢铁 2022 年发行了 5 亿元的债券，发行期限为 3 年，票面利率 2.68%，募集资金用于宝钢湛江钢铁有限公司湛江钢铁氢基竖炉项目建设，此项目采用氢基竖炉低碳冶金代替常规高炉冶金流程。

不限定募集资金用途类转型债券方面，印度钢铁企业 (JSW Steel) 发行了一笔总额 5 亿美元、期限 10.5 年的 SLB，票面利率 5.05%。这只 SLB 的 KPI 为碳排放强度；SPT 为到 2030 年，碳排放强度达到 1.95 吨二氧化碳当量/吨粗钢产量，相当于比 2020 年基线减少 23%<sup>17</sup>。该交易是印度高收益债券中的首笔 SLB，也是亚洲企业发行人中美元 SLB 期限最长的债券。该发行人提出的 SPT 虽在行业内仍有提升空间，但为新兴市场高收益发行人参与到 SLB 市场提供了参考。

---

<sup>17</sup> JSW Steel Limited. Sustainability-Linked Bond Framework[EB/OL]. <https://www.jswsteel.in/sites/default/files/assets/industry/steel/IR/Corporate%20Announcement/JSW%20Steel%20-%20SLB%20framework%20-%20June%202021.pdf>, 2021.

## 结语

钢铁行业是我国重要的支柱产业，同时也是高耗能、高排放的典型代表，目前在化解过剩产能和淘汰落后产能、提升能源效率与优化能源结构、培育壮大新技术新产业新业态新模式等方面积累了有效经验，由此带来的降耗减排成效显著。然而整体来看，钢铁行业仍处在转型升级的紧要关口，资源环境约束趋紧、低碳高质量发展任务依然艰巨，要推动钢铁行业高端化、绿色化整体跃升，未来还需促进转型金融等更多金融资源向重点领域集中。以债券融资为代表的转型金融产品，不仅可以为钢铁企业施行减排举措或采购、运行低碳设备提供资金，还可以为设立可信转型计划的钢铁企业提供不限资金用途的资金支持，具有灵活性与适应性。未来，钢铁企业可持续跟踪转型金融进展，尤其是转型债券的细则要求和市场产品，并依据企业低碳转型计划与财务管理目标，积极参与转型金融市场，在拓宽融资机会的同时助力实现低碳目标。

## 附件 1：钢铁企业六大转型路径的政策部署

目前，全国重点政策中已经明确了关键举措的刚性约束和方向指导为行业转型提供具体方向。产能优化布局是指企业通过跨区域、跨所有制兼并重组、破产重整等方式实现产能减量和产能置换，重塑产业竞争力，以最终实现产能优化布局，具体做法包括淘汰落后产能，对新建项目实施产能置换，培育发展产业集群和产业基地等。减污降碳协同是指在控制温室气体排放的过程中减少其他局域污染物排放（例如 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、VOC 及 PM 等），或者是在控制局域的污染物排放及生态文明建设过程中同时减少/吸收二氧化碳及其他温室气体排放的状态或效果，具体做法包括提升能效水平，实行超低排放改造，推广节能减排技术和设备应用等。冶炼工艺突破是指钢铁行业对新技术、新工艺、新设备、新材料的研发和应用，以促进钢铁生产工艺流程、技术装备和冶炼工序向高效化、低耗化、高精度、连续化、智能化、清洁化方向不断优化，具体做法包括推广短流程电炉炼钢，提升废钢使用比重，推进冶金工艺流程紧凑化、智能化，加大对低碳、零碳工艺技术的研发应用力度等。产品迭代升级是指通过优化升级冶炼工艺，提升技术含量高、附加值高的高端钢铁产品占比，以实现钢铁产品品种和质量整体提档升级，具体做法包括发展高品质特殊钢、高端装备用特种合金钢、核心基础零部件用钢等小批量、多品种关键钢材，建立健全钢铁产品质量评价体系，推进以用户为中心的服务型制造以提升产品和服务附加值等。资源循环利用是指通过应用先进的清洁生产技术和高效末端治理装备，实现钢铁生产全流程产生的水、气、固体污染物和废弃物资源化、无害化利用，具体做法包括废钢回收加工利用，高温烟气余热和冶金渣余热回收利用，工业废水循环利用，

协同处置固废技术应用，推进产业园区循环化发展等。零碳负碳技术是指钢铁生产过程中对零碳电力和能源技术、零碳原料/燃料替代技术（如氢能利用）、零碳工业流程再造技术等零碳技术和 CCUS 技术、生物质能碳捕集与封存（BECCS）技术等负排放技术的研发与应用，具体做法包括研发应用绿氢冶金、CCUS 技术，提升零碳清洁能源和电力供应比重，零碳工业流程再造技术应用等。

表 4 全国钢铁行业转型路径的政策要求

| 钢铁行业转型路径                    | 刚性要求（定量目标）   | 方向指导（定性目标）  |
|-----------------------------|--|---|
| <p>产能优化布局（包括产能减量、产能置换等）</p> | <p>1.到 2025 年，粗钢、水泥等重点原材料大宗产品产能只减不增，形成 5 家至 10 家具有生态主导力和核心竞争力的产业链领航企业，在原材料领域形成 5 个以上世界级先进制造业集群。<sup>18</sup></p> <p>2.大气污染防治重点区域置换比例不低于 1.5:1，其他地区置换比例不低于 1.25:1。为鼓励企业兼并重组，提高产业集中度，对完成实质性兼并重组（实现实际控制且完成法人或法人隶属关系、股权关系、章程等工商变更）后取得的合规产能用于项目建设时，大气污染防治重点区域的置换比例可以不低于 1.25:1，其他地区的置换可以不低于 1.1:1。<sup>19</sup></p> | <p>1.鼓励钢铁、有色金属等行业原生与再生、冶炼与加工产业集群化发展。<sup>20</sup></p> <p>2.坚持总量控制。优化产能调控政策，深化要素配置改革，严格实施产能置换，严禁新增钢铁产能，扶优汰劣，鼓励跨区域、跨所有制兼并重组，提高产业集中度。<sup>21</sup></p> <p>3.钢铁、炼油、焦化、电解铝等行业新建项目严格实施产能等量或减量置换。对不符合所在地区能耗强度和总量控制相关要求、不符合煤炭消费减量替代或污染物排放区域削减等要求的高耗能高排放项目予以停批、停建，坚决遏制高耗能高排放项目盲目发展。<sup>22</sup></p> <p>4.深化钢铁行业供给侧结构性改革，优化生产力布局，以京津冀及周边地区为重点，继续压减钢铁产能。<sup>23</sup></p> <p>5.以节能降碳为导向，修订产业结</p> |

<sup>18</sup> “十四五”原材料工业发展规划

<sup>19</sup> 钢铁行业产能置换实施办法

<sup>20</sup> 工业领域碳达峰实施方案

<sup>21</sup> 关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见

<sup>22</sup> 关于“十四五”全国清洁生产推行方案；部分产能严重过剩行业产能置换实施办法

<sup>23</sup> 2030 年前碳达峰行动方案

|                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
|                                      |   | <p>构调整指导目录。开展钢铁、煤炭去产能“回头看”，巩固去产能成果。加快推进工业领域低碳工艺革新和数字化转型。<sup>24</sup></p> <p>6.大气污染防治重点区域严禁增加钢铁产能总量。未完成钢铁产能总量控制目标的省（区、市），不得接受其他地区出让的钢铁产能。长江经济带地区禁止在合规园区外新建、扩建钢铁冶炼项目。<sup>25</sup></p>   |
| <p>减污降碳协同（包括节能减排、能源利用效率提升、超低排放等）</p> | <p>1.要通过钢铁行业“双碳最佳实践能效标杆示范厂”培育，力争实现<b>2023年0.8亿吨-1.0亿吨、2024年1.5亿吨-2.0亿吨、2025年2.0亿吨-3.0亿吨</b>钢铁产能达到能效标杆水平。<sup>26</sup></p> <p>2.到<b>2025年</b>，规模以上工业单位增加值能耗较<b>2020年</b>下降<b>13.5%</b>，单位工业增加值二氧化碳排放下降幅度大于全社会下降幅度，重点行业二氧化碳排放强度明显下降。<sup>27</sup></p> <p>3.到<b>2025年</b>，黄河流域大气污染防治重点区域（汾渭平原、京津冀及周边地区）以及西宁、兰州、石嘴山、乌海、包头、鄂尔多斯等城市，完成钢铁企业、独立焦化企业超低排放改造；到<b>2030年</b>，其他城市完成<b>80%</b>的改造任务。实施燃煤锅炉和工业炉窑大气污染综合治理，到<b>2025年</b>，黄河流域<b>80%</b>的工业炉窑完成大气污染综合治理，实现达标排放。县级及以上城市建成区和大气污染防治重点区域基本淘汰<b>35蒸吨/小时</b>以下燃煤锅炉，非重点区域基本淘汰<b>10蒸吨/小时</b>以下燃煤锅</p> | <p>1.全面部署绿色低碳前沿共性技术创新，实行大规模技术改造，后时推进跨领域跨产业耦合提效升级，系统提升能效水平。<sup>28</sup></p> <p>2.全面开展能效对标达标，强化能效标杆引领，积极开展钢铁行业能效标杆示范企业创建，形成“比学赶超、积极降耗”的良好局面。<sup>29</sup></p> <p>3.新建、扩建项目采用资源利用率高、污染物产生量小的清洁生产技术、工艺和设备，单位产品的能耗、物耗、水耗、资源综合利用和污染物排放量等指标应达到清洁生产国内先进水平，新建高炉、转炉工序和电弧炉冶炼的单位产品能耗应达到高耗能行业能效标杆。<sup>30</sup></p> <p>4.强化挥发性有机物(VOCs)、氮氧化物等多污染物协同减排，持续推进钢铁行业超低排放改造。<sup>31</sup></p> <p>5.推动钢铁、焦化、化工、有色金属等重点行业实施清洁生产改造，开展自愿性清洁生产评价和认证，严格实施“双超双有高耗能企业强</p> |

<sup>24</sup> 关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见

<sup>25</sup> 钢铁行业产能置换实施办法

<sup>26</sup> 钢铁行业能效标杆三年行动方案

<sup>27</sup> 工业领域碳达峰实施方案

<sup>28</sup> 钢铁行业能效标杆三年行动方案；关于进一步完善市场导向的绿色技术创新体系实施方案（2023—2025年）

<sup>29</sup> 钢铁行业能效标杆三年行动方案

<sup>30</sup> 关于印发钢铁焦化、现代煤化工、石化、火电四个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知

<sup>31</sup> 深入打好重污染天气消除、臭氧污染防治和柴油货车污染治理攻坚战行动方案

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>炉。<sup>32</sup></p> <p>4.构建产业间耦合发展的资源循环利用体系,80%以上钢铁产能完成超低排放改造,吨钢综合能耗降低2%以上,水资源消耗强度降低10%以上,确保2030年前碳达峰。<sup>33</sup></p> <p>5.推进钢铁、水泥、焦化行业及燃煤锅炉超低排放改造,到2025年,完成5.3亿吨钢铁产能超低排放改造。<sup>34</sup></p> <p>6.通过实施节能降碳行动,钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃、炼油、乙烯、合成氨、电石等重点行业产能和数据中心达到能效标杆水平的比例超过30%。<sup>35</sup></p> <p>7.钢铁行业实施焦炉煤气精脱硫、高比例球团冶炼、焦化负压蒸馏、焦化全流程优化等技术和装备改造。到2025年,完成5.3亿吨钢铁产能超低排放改造、4.6亿吨焦化产能清洁生产改造。<sup>36</sup></p> | <p>制性清洁生产审核。<sup>37</sup></p> <p>6.推进工业领域协同增效,加快工业领域源头减排、过程控制、末端治理、综合利用全流程绿色发展。<sup>38</sup></p> <p>7.启动实施钢铁、有色、建材、石化等重点领域企业节能降碳技术改造工程;加快实施制造业核心竞争力提升五年行动计划和制造业领域国家专项规划重大工程。<sup>39</sup></p> <p>8.深入推进重点行业大气污染治理,有序开展钢铁行业超低排放改造,完善污染源排放清单数据库,推进细颗粒物(PM2.5)和臭氧(O3)协同控制,基本消除重污染天气。<sup>40</sup></p> <p>9.“十四五”时期严格合理控制煤炭消费增长。严格控制钢铁、化工、水泥等主要用煤行业煤炭消费。大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”。<sup>41</sup></p> <p>10.推进钢铁、水泥、焦化行业企业超低排放改造,重点区域钢铁、燃煤机组、燃煤锅炉实现超低排放。开展涉气产业集群排查及分类治理,推进企业升级改造和区域环境综合整治。<sup>42</sup></p> <p>11.推进“煤改气”“煤改电”进程,提高工业终端用能电气化水平。推进钢铁、石化、化工、有色、建材等行业节能降碳,升级钢铁、石化、建材等领域工艺技术,控制工业过</p> |
|--|---|--|

<sup>32</sup> 黄河流域生态环境保护规划

<sup>33</sup> 关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见

<sup>34</sup> 关于深入打好污染防治攻坚战的意见;“十四五”节能减排综合工作方案

<sup>35</sup> “十四五”节能减排综合工作方案

<sup>36</sup> “十四五”工业绿色发展规划

<sup>37</sup> 黄河生态保护治理攻坚战行动方案

<sup>38</sup> 减污降碳协同增效实施方案

<sup>39</sup> 关于印发促进工业经济平稳增长的若干政策的通知

<sup>40</sup> 长江中游城市群发展“十四五”实施方案

<sup>41</sup> “十四五”现代能源体系规划

<sup>42</sup> 关于深入打好污染防治攻坚战的意见

|                     |  |  |
|---------------------|--|--|
|                     |  | 程二氧化碳排放,开展工业园区和企业分布式绿色电网建设。 <sup>43</sup>  |
| 冶炼工艺突破<br>(新技术、新设备) | <p>1.2025年和2030年,全国短流程炼钢占比分别提升至15%、20%以上。<sup>44</sup></p> <p>2.到2025年,钢铁行业炼铁、炼钢工序能效标杆水平以上产能比例达到30%,能效基准水平以下产能基本清零。<sup>45</sup></p> | <p>1.深入推进节能技术工艺装备创新与改造升级,全流程能源效率提升是钢铁行业目前减碳的优先工作。<sup>46</sup></p> <p>2.通过产能置换有序发展短流程电炉炼钢,提高废钢使用量,加快烧结烟气内循环、高炉炉顶均压煤气回收、铁水一罐到底、薄带钱轧、铸还热装热送、副产煤气高参数机组发电、余热余压梯级综合利用、智能化能源管控等技术推广。<sup>47</sup></p> <p>3.打通、突破钢铁生产流程工序界面技术,推进冶金工艺紧凑化、连续化。加大熔剂性球团生产、高炉大比例球团矿冶炼等应用推广力度。开展绿色化、智能化、高效化电炉短流程炼钢示范,推广废钢高效回收加工、废钢余热回收、节能型电炉、智能化炼钢等技术。<sup>48</sup></p> <p>4.以钢铁、有色金属、建材、石化化工等行业为重点,推进节能改造和污染物深度治理。推广高效精馏系统、高温高压干熄焦、富氧强化熔炼等节能技术,鼓励将高炉—转炉长流程炼钢转型为电炉短流程炼钢。<sup>49</sup></p> <p>5.支持开展煤炭清洁高效利用、氢能冶金、涉挥发性有机物行业原料替代、聚氯乙烯行业无汞化、磷石膏和电解锰渣资源化利用等领域清洁生产技术集成应用示范。培育一批拥有自主知识产权、掌握清洁生产核心技术装备的企业和一批高水平、专业化的清洁生产服务机构。<sup>50</sup></p> |

<sup>43</sup> “十四五”工业绿色发展规划

<sup>44</sup> 减污降碳协同增效实施方案

<sup>45</sup> 钢铁行业节能降碳改造升级实施指南

<sup>46</sup> 钢铁行业能效标杆三年行动方案

<sup>47</sup> 工业能效提升行动计划

<sup>48</sup> 高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南(2022年版)

<sup>49</sup> “十四五”节能减排综合工作方案

<sup>50</sup> “十四五”全国清洁生产推行方案

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>产品迭代升级<br/>(产品结构优化、发展特钢优钢、产品升级等等)</p>    | <p>1.高端钢铁产品供给能力大幅增强,品种和质量提档升级,每年突破5种左右关键钢铁材料。<sup>51</sup></p>  | <p>1.推动建材、石化、钢铁等产业转型升级。依托沪昆通道,推动长株潭、南昌都市圈联动发展,发展光伏光电、精细化工、钢铁新材、有色金属等产业。<sup>52</sup></p> <p>2.研发高端品种。加强钢铁行业生产加工与下游用钢行业需求对接,引导钢铁企业按照“先期研发介入、后续跟踪改进”的模式,重点推进高速铁路、核电、汽车、船舶与海洋工程等领域重大技术装备所需高端钢材品种的研发和推广应用。<sup>53</sup></p> <p>3.建立健全产品质量评价体系,加快推动钢材产品提质升级,在航空航天、船舶与海洋工程装备、能源装备、先进轨道交通及汽车、高性能机械、建筑等领域推进质量分级分类评价,持续提高产品实物质量稳定性和一致性,促进钢材产品实物质量提升。支持钢铁企业瞄准下游产业升级与战略性新兴产业发展方向,重点发展高品质特殊钢、高端装备用特种合金钢、核心基础零部件用钢等小批量、多品种关键钢材。<sup>54</sup></p> |
| <p>资源循环利用<br/>(废钢再利用、水资源热能再利用、生产原料再利用等)</p> | <p>1.推动废钢铁、废有色金属、废塑料等主要再生资源循环利用量达到4.5亿吨;到2030年达到5.1亿吨。<sup>55</sup></p> <p>2.力争大宗工业固废综合利用率达到57%,其中,冶炼渣达到73%,主要再生资源品种利用量超过4.8亿吨,其中废钢铁3.2亿吨。<sup>56</sup></p> <p>3.废钢回收加工体系基本健全,利用水平显著提高,钢铁工业利用废钢资源量达到3亿吨以上。<sup>57</sup></p> | <p>1.重点围绕钢铁、石化、化工、造纸、纺织印染、食品、电子等行业,创建一批工业废水循环利用示范企业,逐步提高废水综合利用率。<sup>58</sup></p> <p>2.推广废钢高效回收加工、废钢余热回收、节能型电炉、智能化炼钢等技术。加大技术创新,鼓励支持电炉、转炉等复杂条件下中高温烟气余热、冶金渣余热高效回收及综合利用工艺技术装备研发应用。<sup>59</sup></p>  |

<sup>51</sup> 关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见

<sup>52</sup> 长江中游城市群发展“十四五”实施方案

<sup>53</sup> 关于钢铁行业化解过剩产能实现脱困发展的意见

<sup>54</sup> 关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见

<sup>55</sup> 关于统筹节能降碳和回收利用 加快重点领域产品设备更新改造的指导意见

<sup>56</sup> 关于加快推动工业资源综合利用的实施方案

<sup>57</sup> 关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见

<sup>58</sup> 黄河流域生态环境保护规划

<sup>59</sup> 钢铁行业节能降碳改造升级实施指南

|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
|                            | <p>4.到 2025 年，在钢铁、炼化、煤化工、造纸、食品、纺织印染等高耗水行业，遴选 50 家水效“领跑者”企业，创建节水标杆。<sup>60</sup></p> | <p>3.到 2025 年，钢铁、有色、化工等重点行业工业固废产生强度下降，大宗工业固废的综合利用水平显著提升，再生资源行业持续健康发展，工业资源综合利用效率明显提升。<sup>61</sup></p> <p>4.鼓励大型钢铁等企业再生资源加工企业合作，建设一体化大型废钢铁等绿色加工配送中心。推动再生资源产业集聚发展，鼓励再生资源领域小微企业入园进区。<sup>62</sup></p> <p>5.加快工业装置协同处置技术升级改造，支持钢铁、火电等工业窑炉以及炼油、煤气化、烧碱等石化化工装置协同处置固体废物。在符合安全环保等前提下，依托现有设备装置基础，因地制宜建设改造一批工业设施协同处理生活垃圾等项目，探索形成工业窑炉协同处置固废技术路径及商业模式。<sup>63</sup></p> <p>6.推动钢铁窑炉、水泥窑、化工装置等协同处置固废。以工业资源综合利用基地为依托，在固废集中产生区、煤炭主产区、基础原材料产业集聚区探索建立基于区域特点的工业固废综合利用产业发展模式。<sup>64</sup></p> <p>7.加强大宗固废综合利用。提高矿产资源综合开发利用水平和综合利用率，以煤矸石、粉煤灰、尾矿、共伴生矿、冶炼渣、工业副产石膏、建筑垃圾、农作物秸秆等大宗固废为重点，支持大掺量、规模化、高值化利用，鼓励应用于替代原生非金属矿、砂石等资源。<sup>65</sup></p> |
| <p>零碳负碳技术（氢能炼钢、CCUS 等）</p> | <p>1.创新能力显著增强。行业研发投入强度力争达到 1.5%，氢冶金、低碳冶金、洁净钢冶炼、薄带铸轧、无头轧制等先进工艺技术取</p>                | <p>1.深入推进绿色低碳。支持建立低碳冶金创新联盟，制定氢冶金行动方案，加快推进低碳冶炼技术研发</p>  |

<sup>60</sup> “十四五”工业绿色发展规划

<sup>61</sup> 关于加快推动工业资源综合利用的实施方案

<sup>62</sup> 关于加快推动工业资源综合利用的实施方案

<sup>63</sup> 关于加快推动工业资源综合利用的实施方案

<sup>64</sup> “十四五”工业绿色发展规划

<sup>65</sup> 2030 年前碳达峰行动方案

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>得突破进展。关键工序数控化率达到 80%左右，生产设备数字化率达到 55%，打造 30 家以上智能工厂。<sup>66</sup></p> | <p>应用。<sup>67</sup></p> <p>2.提升清洁能源消费比重。鼓励氢能、生物燃料、垃圾衍生燃料等替代能源在钢铁、水泥、化工等行业的应用。<sup>68</sup></p> <p>3.国有企业要加大绿色低碳投资，积极开展低碳零碳负碳技术研发应用。<sup>69</sup></p> <p>4.布局化石能源绿色智能开发和清洁低碳利用、新型电力系统、零碳工业流程再造等低碳前沿技术攻关，深入开展智能电网、抽水蓄能、先进储能、高效光伏、大容量风电、绿色氢能、低碳冶金、现代煤化工、二氧化碳捕集利用与封存等关键技术攻关，鼓励加强产业共性基础技术研究，加快碳纤维、气凝胶等新型材料研发应用。<sup>70</sup></p> <p>5.要以二氧化碳捕集和利用技术为重点，开展 CCUS 与钢铁工业过程的全流程深度耦合技术研发及示范。<sup>71</sup></p> |
|--|--|--|

<sup>66</sup> 关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见

<sup>67</sup> 关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见

<sup>68</sup> “十四五”工业绿色发展规划

<sup>69</sup> 关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见

<sup>70</sup> 关于推进中央企业高质量发展做好碳达峰碳中和工作的指导意见

<sup>71</sup> 科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）