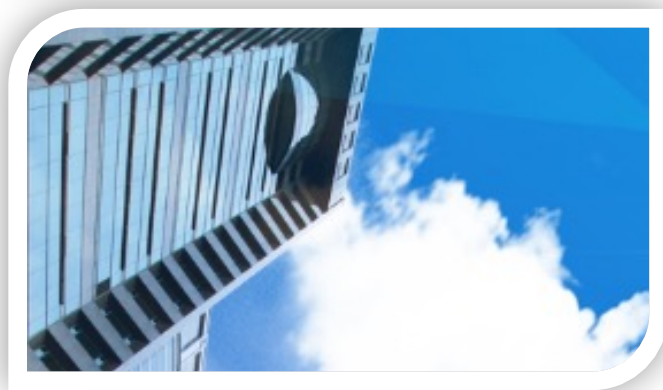
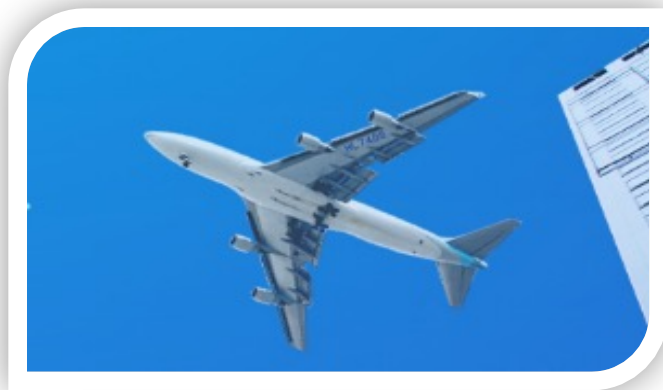


# 双碳背景下内蒙古自治区 钢铁行业转型路径分析

冶金工业规划研究院  
2023年3月25日





## 一、课题背景与研究内容

## 二、钢铁行业高质量发展政策导向

## 三、内蒙古自治区钢铁行业的发展现状、机遇与挑战

## 四、内蒙古自治区钢铁行业发展情景分析

## 五、内蒙古自治区钢铁行业转型路径分析

## 六、效果预测

## 七、政策建议

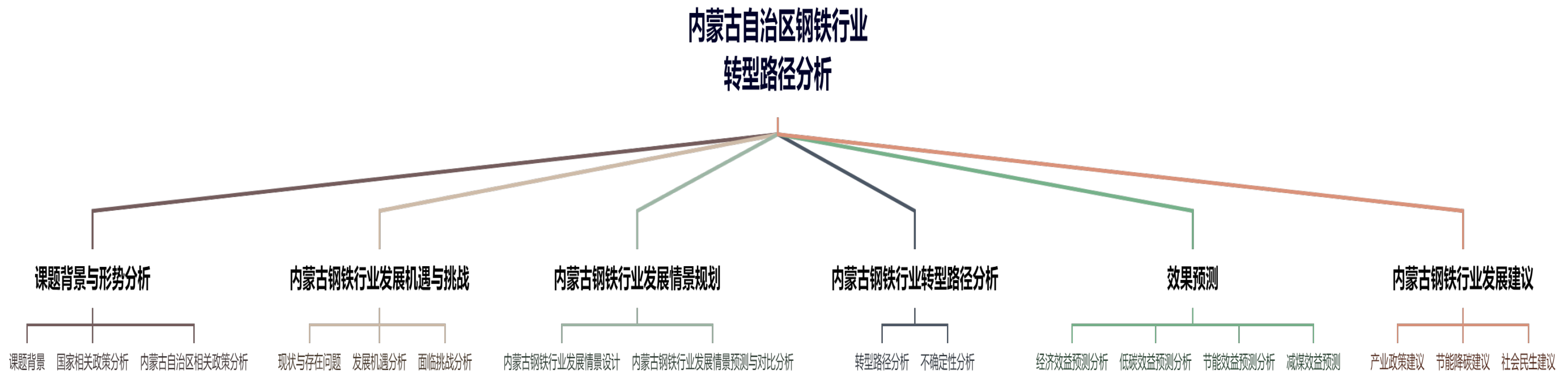
# 一、课题背景与研究内容

□ 为了配合国家“碳达峰、碳中和”的要求，支持《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》在地方的实施，NRDC联合冶金工业规划研究院等单位开展内蒙古“双碳”背景下钢铁行业的转型路径的系列研究。

- 2020年9月22日，习近平总书记在第七十五届联合国大会发表重要讲话
  - 中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取到2060年前实现碳中和。
- 2021年10月24日，《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》
  - 推进煤炭消费替代和转型升级。加快煤炭减量步伐，“十四五”时期严格合理控制煤炭消费增长，“十五五”时期逐步减少。
  - 推动重点用煤行业减煤限煤。大力推动煤炭清洁利用。
  - 引导企业转变用能方式，鼓励以电力、天然气等替代煤炭。
- 实现碳达峰、碳中和是以习近平同志为核心的党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体



- 本研究通过对内蒙古钢铁行业发展现状、用能水平、碳排放水平等的分析，挖掘节能降碳潜力，并综合考虑国家关于开展二氧化碳排放达峰行动及推进能源革命、能效提升的有关要求，从结构调整、流程优化、能效提升、能源转型等角度**聚焦分析“碳达峰碳中和”目标下内蒙古“十四五”时期钢铁行业的可持续高质量发展，研究其绿色转型路径。**



Presented with xmind

## 二、钢铁行业高质量发展政策导向

## 2.1 国家层面政策导向

政策导向	主要内容	目标要求
严禁新增钢铁产能	1. 坚决遏制钢铁冶炼项目盲目建设，明确新建项目规模限制，提高新建项目门槛，加大产能减量置换比例；2. 健全防范产能过剩长效机制，坚决压缩粗钢产量，突出压减京津冀及周边地区、长三角地区、汾渭平原等大气污染防治重点区域粗钢产量，在重点对象上突出压减环保绩效水平差、耗能高、工艺装备水平相对落后的粗钢产量。	实现2022年全国粗钢产量同比下降，布局结构更趋合理，钢铁市场供需基本达到动态平衡。
推进企业兼并重组	鼓励行业龙头企业实施兼并重组，打造若干世界一流超大型钢铁企业集团。鼓励钢铁企业跨区域、跨所有制兼并重组，改变部分地区钢铁产业“小散乱”局面，增强企业发展内生动力。有序引导京津冀及周边地区独立热轧和独立焦化企业参与钢铁企业兼并重组。	到2025年，钢铁行业产业集聚化发展水平明显提升，钢铁产业集中度大幅提高。
有序发展电炉炼钢	1. 实施差别化产能置换、环保管理等；2. 积极发展新型电炉装备，加快完善电炉炼钢相关标准体系；3. 开展电炉钢发展示范区建设。	2025年电炉钢产量占粗钢总产量比例提升至15%以上。
大幅提升供给质量	1. 在重点领域推进质量分级分类评价；2. 重点发展小批量、多品种关键钢材；3. 重点是加强质量管理和过程管控，推进产品标准和品牌建设，健全质量评价和认证体系。	每年突破5种左右关键钢铁材料，形成一批拥有较大国际影响力的企业品牌和产品品牌。
增强创新发展能力	突出创新驱动引领，推进产学研用协同创新，强化高端材料、绿色低碳等工艺技术基础研究和应用研究，强化产业链工艺、装备、技术集成创新，促进产业耦合发展，强化钢铁工业与新技术、新业态融合创新。	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得突破进展。
深入推进绿色低碳	坚持源头治理、过程控制和末端治理相结合，统筹推进减污降碳协同治理，构建产业间耦合发展的资源循环利用体系。全面推动钢铁行业超低排放改造，加快推进钢铁企业清洁运输，完善有利于绿色低碳发展的差别化电价政策。积极推进钢铁与建材、电力、化工、有色等产业耦合发展，提高钢渣等固废资源综合利用效率。大力推进企业综合废水、城市生活污水等非正规水源利用。	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。
加快推进两化融合	面向石化化工、钢铁、有色、建材、能源等行业，推进生产过程数字化监控及管理，加速业务系统互联互通和工业数据集成共享，实现生产管控一体化。	力争到2025年，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。
提高资源保障能力	充分利用国内国际两个市场两种资源，建立稳定可靠的多元化原料供应体系，强化国内矿产资源的基础保障能力，推进国内重点矿山资源开发，支持智能矿山、绿色矿山建设，促进难选矿综合选别和利用技术应用，推进钒钛磁铁矿综合开发利用。	资源多元化保障能力显著增强，国内铁矿山产能、规模、集约化水平大幅提升，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。

## 2.2 地方层面政策导向

政策导向	主要内容	目标要求
严禁新增钢铁产能	1. 严格落实目标责任、控制高耗能行业产能规模，对确有必要建设的钢铁项目，须在区内实施产能和能耗减量置换。2. 要求加快淘汰化解落后和过剩产能，引导产能过剩行业限制类产能（装备）有序退出，实施产能置换升级改造。3. 内蒙古9家钢企、17家焦企，将退出高炉11座、转炉12台、5.5米以下焦炉36台。	对于钢铁行业，要求各盟市 <b>不再新增产能项目</b> （已进入产能置换公示阶段的，按国家规定执行）。“十四五”明确钢铁产能 <b>3600万吨</b> 。
推进企业兼并重组	针对钢铁提出支持赤峰、通辽、乌海等地区通过产能置换承接先进钢铁产业转移，钢铁产能控制在4000~5000万吨。	/
有序发展电炉炼钢	加强钢铁行业非高炉炼铁技术示范研究，推广短流程电炉炼钢工艺，鼓励发展钢化联产。鼓励将高炉-转炉长流程炼钢转型为电炉短流程炼钢。	/
大幅提升供给质量	1. 要求推动现有钢铁企业改造升级、开发新品，发展重轨型材、钢结构建筑型材、高端板材等高附加值产品，提高市场竞争力；2. 创建绿色产品，引导企业在钢铁等行业开发稀土钢等能源消耗最低、生态环境影响最小、可再生率最大的绿色产品。3. 先进钢铁材料重点发展高性能板材、高性能管材、先进轨道交通材料等高端产品。	1. 到2025年，自治区工业和信息化领域争取新创建绿色产品20个；2. 到2025年力争实现先进钢铁材料产能400万吨以上；3. 到2025年，高性能板材产能180万吨、高性能管材产能180万吨、先进轨道交通材料产能100万吨，产值达到400亿元。
增强创新发展能力	推动能源、化工、冶金等行业联合开展碳捕集利用与封存关键技术研发、示范、应用	/
深入推进绿色低碳	1. <b>2021年至2023年分年度至少按照40%、40%、20%的进度完成全部节能改造任务</b> ；2. 推动钢铁等重点用能行业能源利用效率持续提高，煤炭消费增长得到严格控制。	1. 力争改造后单位产品能耗达到国家能耗限额标准先进。2. 重点耗能行业能源利用效率达到国内先进水平。3. 到2025年，力争全区达到国家标杆水平产能节能改造项目不低于行业产能的30%。
提高资源保障能力	1. 鼓励企业利用市场方式 <b>建设废钢等再生资源回收利用体系示范项目，培育“互联网+回收”循环经济发展新模式</b> 。2. 着力提升矿产资源安全保障能力，推动矿产资源高效开发利用。	全区煤炭年产量10亿吨左右，优化提升鄂尔多斯煤炭产能，120万吨/年及以上煤矿产能占比达到92%，稳定呼伦贝尔、通辽、赤峰、锡林郭勒等地区煤炭产能，保护性开采乌海、阿拉善等地区焦煤等稀有煤种，推进乌海地区煤炭资源整合。



## **三、内蒙古钢铁行业的发展现状、机遇与挑战**

### 3.1 内蒙古钢铁行业发展现状

#### □ 产业分布

粗钢	地区	数量/户	粗钢产能/万吨
已建	包头市	6	2890 (长流程)
	乌海市	1	
	赤峰市	2	
	鄂尔多斯市	1	
	兴安盟	1	120 (短流程)
	呼和浩特市	1	
	乌兰察布市	1	
在建	通辽市	1	265
	兴安盟	1	
已批未建	赤峰市	1	347
	包头市	1	
合计			<b>3622</b>

焦炭	地区	数量/户	焦炭产能/万吨
已建	乌海市	14	1759
	鄂尔多斯	8	1260
	阿拉善	3	456
其他	分散	16	2300.8
合计		41	<b>5775.8</b>

### □ 产品结构

- 内蒙古自治区轧钢装备主要集中在全流程钢铁企业，独立轧钢企业较少。
- 截至2020年底，内蒙古自治区范围内具备钢材生产能力3496万吨。
- 包钢轧钢产线种类较丰富，包含冷轧热薄板产线、厚板轧线、型钢线、线棒材线、无缝管等，其中，包钢金属公司的热轧及冷轧各生产线均达到国际领先水平。
- 包钢外，其他钢铁企业轧钢装备水平一般，主要是钢筋生产线，以及少量中宽带或窄带轧机。

### □ 流程结构

- 截至2020年底，内蒙古已建成炼钢产能3010万吨。其中，已建成转炉炼钢产能2890万吨，已建成电炉炼钢产能120万吨。
- 2021年内蒙古生铁产量2347.4万吨、粗钢产量3117.8万吨，铁钢比为0.753，远低于全国钢铁行业铁钢比0.84。

## 3.1 内蒙古钢铁行业发展现状

### □ 绿色发展

#### ● 能源消耗

表3.1-1 内蒙古自治区2020年重点钢铁企业能源消耗

企业	能源消耗总量 ( tce )	吨钢综合能耗 ( kgce/t )
重点平均	13579811.03	610

➤ 能源消耗数据为内蒙古自治区2020年重点钢铁企业统计平均值（粗钢总量约占全区70.72%）。

#### ● 碳排放水平

表3.1-2 2021年内蒙古自治区钢铁行业碳排放现状

年份	2021年
粗钢产量 ( 万吨 )	3117.89
吨钢碳排放强度 ( 吨/吨 )	1.88
碳排放总量 ( 万吨 )	5861.6

## 3.2 内蒙古钢铁行业存在问题

### □ 产业布局

- 区内钢铁行业仍存在**企业规模相对较小，产业集中度低，市场竞争力不强**等问题，钢铁企业整体呈“小而散”格局。
- **全区焦化企业单体规模小，企业分散**。全区共有41家焦化企业，平均规模为140万吨。
- 绝大部分焦化企业为**独立焦化企业，与区域内钢铁未能较好协同发展**，出现钢铁到区域外购买焦炭，区域内焦炭外售其他地区局面，上下游不能形成合力，削弱了产业竞争力，同时增加了原燃料采购运输带来的碳排放和污染物排放。

### □ 流程结构

- **普遍为传统高炉生产工艺，电炉钢产能仅占4%**，流程结构需进一步优化升级。

### □ 装备水平

- 区内钢铁企业**装备平均水平仍相对偏低**，区内企业有效容积400立方米以上1200立方米以下炼钢用生铁高炉、公称容量30吨以上100吨以下炼钢转炉等**限制类装备相对较多**。
- 全区钢铁工业冶炼装备**大型化、现代化的水平落后于全国平均水平**，企业**两化融合水平较低**，相应劳动生产率、物料消耗、节能环保水平与先进省份有明显差距。

### □ 节能技术应用

- 常见成熟技术如余热回收技术、烟气循环工艺、强化混匀制粒技术、微负压、节能型点火等低碳技术普及程度不高。
- 自治区钢铁企业对高炉富氢冶炼、氢冶金等低碳冶炼技术以及**突破性创新工艺的立项探索和研发应用力度普遍不足**，积累不深，不易在行业的低碳发展中掌握主动权和话语权。

### □ 技术创新

- 内蒙古自治区钢铁行业科技创新能力仍有一定差距，**长期以来创新投入不足**，未达到1.5%以上的行业目标。
- 企业**省级以上技术中心、工程中心数量较少**，**专利及科技成果数量也远落后于其他钢铁强省**，创新引领发展能力亟待提升。

### □ 节能低碳实效

- 内蒙古自治区钢铁行业**吨钢综合能耗**较全国重点大中型企业平均水平（549kgce/t）**偏高**。
- 内蒙古自治区钢铁行业**吨钢碳排放水平**接近世界钢铁协会公布数据（1.89t/t），但**较先进企业水平偏高**。

## 四、内蒙古钢铁行业发展情景分析

# 4.1 内蒙古钢铁行业发展情景设计

指标设定	基准情景		碳中和情景	
	2025	2030	2025	2030
产能规模	依据《内蒙古自治区党委、自治区人民政府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实施意见》，明确“十四五”钢铁产能控制为3600万吨	依据国家2030碳达峰目标，“十五五”钢铁行业进入碳达峰平台期，产能平稳有序下降	结合钢铁行业发展与市场需求现状，采取更加严格的产能产量双控政策，将产能产量进一步压减	依据国家2030碳达峰目标，“十五五”钢铁行业进入碳达峰平台期，产能平稳有序下降
焦炭需求	近两年内蒙古焦炭生产呈现增长态势，综合考虑近几年新建焦化装置的集中投产、下游需求等多重因素的影响，初步预测，钢铁生产保持高位，短流程工艺短期内不具备大规模较快发展条件，焦炭市场需求依然强劲	钢铁需求趋于平稳，预计2026~2030年间，焦化行业发展处于平台期，此外，煤炭减量化替代、环保限产等因素将持续制约焦化企业生产，预测2030年内蒙古焦炭产能稳步下降	考虑下游钢铁需求收窄，焦炭产能产量过剩增长态势放缓，焦炭总产能控制在5200万吨左右，产量需求约5000万吨	预测2030年内蒙古焦炭产能稳步下降，焦炭产能约5000万吨，产量需求约4500万吨
铁水需求	基于2021年内蒙古0.753的铁钢比，预测2025年铁钢比稳步降低	预计2030年生铁需求量稳步下降，铁钢比稳步下降	废钢应用比例将有所提升，预计铁钢比进一步降低	工艺流程转变，铁水需求量加速下降
产品结构	按《内蒙古自治区传统产业高质量发展实施方案》等政策要求，现有钢铁企业发展重轨型材、钢结构建筑型材、高端板材等高附加值产品，现实产品高质量发展	预计高附加值钢材产品比例达到20%水平	结合产品特性，耐蚀、高强、长寿命等钢材产品占比将提高，企业绿色产品产量逐步增长	高性能板材、高强钢筋、钢结构用钢材等绿色且易于循环利用的钢材产品比例大幅提升
工艺结构	依据《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》要求，预测内蒙古电弧炉短流程炼钢产能占比达到10%以上	结合国家政策与行业发展形势，预测2030年内蒙古电炉钢比例大幅提升	通过研究废钢资源产生量与钢铁积蓄量、钢铁产品生命周期的关系，并结合近年废钢实际增长情况，预计推进电弧炉的建设进一步加快，短流程炼钢产能占比得到快速提高	废钢资源回收利用体系的建设与完善，极大促进电炉钢比例大幅提升
新能源建设	开展分布式光伏与分布式风电项目建设，预计到2025年内蒙古钢铁企业分布式可再生能源装机容量为200MW（光伏100MW、风电100MW）	开展分布式光伏与分布式风电项目建设，预计到2030年内蒙古钢铁企业分布式可再生能源装机容量达到400MW（光伏200MW、风电200MW）	开展分布式光伏与分布式风电项目建设，预计到2025年内蒙古钢铁企业分布式可再生能源装机容量达到500MW（光伏300MW、风电200MW）	开展分布式光伏与分布式风电项目建设，预计到2030年内蒙古钢铁企业分布式可再生能源装机容量达到800MW（光伏500MW、风电300MW）



## 五、内蒙古钢铁行业转型路径分析

### □ 深入推动钢铁行业供给侧结构性改革

- **严格执行产能减量置换**
  - 坚决遏制钢铁冶炼项目盲目建设。
  - 建议内蒙古自治区制定差异化产能置换方案，对于建设电炉、非高炉冶炼项目在减量置换比例上酌情倾斜。
  
- **退出劣质产能**
  - 严格执行环保、能耗、质量、安全、技术等法律法规，利用综合标准依法依规推动落后产能应去尽去。
  - 研究落实以碳排放、污染物排放、能耗总量、产能利用率等为依据的差别化粗钢、焦炭产量调控政策。
  - 建议内蒙古自治区钢铁行业加大4.3m以下焦炉升级、淘汰力度，到2030年前，4.3m焦炉全部升级改造为6m及以上大型焦炉，加大1200m<sup>3</sup>以下高炉升级、淘汰力度，到2030年前，1200m<sup>3</sup>以下高炉全部升级改造为1200m<sup>3</sup>及以上大型高炉，加大100吨以下转炉淘汰、升级力度，到2030年前，100吨以下转炉全部升级改造为120吨及以上大型转炉。
  
- **推进联合重组**
  - 鼓励包钢等龙头企业实施兼并重组，打造1家国内一流大型钢铁企业集团。鼓励钢铁企业跨区域、跨所有制兼并重组，改变部分地市钢铁产业“小散乱”局面，增强企业发展内生动力。

### □ 优化产业布局

#### ➤ 依托现有基地集聚发展

鼓励钢铁冶炼项目依托现有生产基地集聚发展，重点打造包头、赤峰两个钢铁冶炼集聚区。现有城市钢厂应立足于就地改造、转型升级，达不到超低排放要求、竞争力弱的城市钢厂，应就地压减退出。

#### ➤ 强化产业链协同发展

创新产业合作模式，推动要素自由流动，构建多层次、宽领域的产业融合发展机制，实现优势互补、互利共赢。

全力打造矿石开采（废钢加工）-钢铁冶炼-精深加工以及固废再利用的工业生态链，实现多产业协同发展，使资源得到充分利用，废弃物得到有效回收，降低环境污染，提高资源能源利用效率。

#### ➤ 推动企业绿色布局

加大钢铁企业铁路专用线建设支持力度；优先选用铁路、管道或管状带式输送机等清洁方式及新能源汽车运输；全面实施皮带、轨道、辊道运输系统建设，最大程度减少厂内汽车运输量。

### □ 优化产品结构

- **聚焦钢铁材料升级，大力发展绿色钢材产品**

建议内蒙古自治区鼓励企业生产高附加值产品，并加大政策支持力度。建议自治区大力推广钢结构建筑，扩大钢铁应用。

- **提高钢铁对下游产业的支撑**

引导自治区内钢铁企业瞄准下游产业升级与战略性新兴产业发展方向，重点发展高强绿色建筑用钢、核心基础零部件用钢、高端装备制造用钢、新能源汽车用高品质钢材产品。

- **强化产业生态协同，推动科技创新与产品应用**

完善自治区产学研用协同创新体系，建立上下游联合参与的技术攻关协调推进机制，在建筑、汽车、高端装备制造等领域拓展建立协同创新生态圈，推动全生命周期低碳绿色钢铁材料的研发与应用，推广绿色产品设计，引导下游产业用钢升级。

- **延伸产业促进钢铁行业转型升级**

建议自治区积极推动钢材深加工产业的发展，帮助下游用户科学、高效、合理、经济、方便使用钢材。

### □ 优化流程结构

#### ● 有序发展电炉钢

对全废钢电炉炼钢项目执行差别化能源、环保管理等政策。鼓励有条件的高炉-转炉长流程企业就地改造转型发展电炉短流程炼钢，重点推动宁城鑫马铸业有限公司绿色低碳短流程改造转型升级项目建设。鼓励在中心城市、城市集群周边布局符合节能环保和技术标准规范要求的中小型电炉钢企业，生产适应区域市场需求的产品，协同消纳城市及周边废弃物。鼓励有条件的地市开展电炉钢发展示范区建设，探索新技术新装备应用。

#### ● 优化铁前工序流程结构

##### ➤ 优化炉料结构

探索实施高比例球团矿冶炼，降低烧结矿配比，提高球团矿比例。

##### ➤ 优化燃料结构

通过提高原燃料质量、优化操作制度等措施，降低焦炭消耗，提高喷吹煤用量，降低燃料比；喷吹煤结构中，提高烟煤配比，利用烟煤氢含量高的特点，降低碳排放。使用天然气或焦炉煤气，替代高炉煤气，优化烧结燃料结构。

##### ➤ 提高废钢使用比例

加强废钢利用技术研发和应用，重点关注冶炼炉料结构优化、电炉废钢连续加料、转炉高比例利用废钢、高效节能废钢加工等方面，为钢铁企业提升废钢使用比例提供技术支撑。

### □ 节能及提升能效

#### ● 提升余热余能利用水平

以余热余能自发电提升为重要抓手，进一步加大余热余能的回收利用，一方面要**优化煤气储配系统，减少焦化、烧结、炼铁等各主要生产工序能源消耗使用**，加强各能源介质平衡和优化，一方面**推广高参数发电机组提升**，大幅提高能源转换效率，做到高能高用、低能低用、不降品质使用，并以构建多能互补与储能系统相结合的能源体系为依托，大幅提升能源利用效率。建议推动内蒙古钢铁行业应重点推动包钢2台180MW“CCPP”机组、赤峰远联超高温超高压煤气发电机组等煤气升级改造项目。

#### ● 先进节能减排技术推广应用

**持续大力推广应用先进适用、成熟可靠的节能工艺技术**。综合考虑技术成熟程度、技术节能量、投资额、可实施难易程度、技术投资内部收益率、对工艺生产影响的大小等多方面因素，提出**分阶段推进应用，其中第一批推荐各生产工序以采用更加成熟、经济性更好的技术为主，第二批在采用成熟技术基础上，鼓励企业尝试和应用更加先进、经济性一般的节能技术**。

# 5.1 内蒙古钢铁行业转型路径分析

## 节能及提升能效

工序	技术名称	
	第一阶段	第二阶段
焦化	大型焦炉炼焦技术，干熄焦技术，焦炉加热自动控制技术，上升管和初冷器余热利用循环氨水余热回收技术，烟道气余热回收技术，负压蒸馏技术	全干熄焦、高参数干熄焦、焦化能量流网络集成技术
烧结	微负压点火技术、烧结综合控制专家系统，烧结烟气循环技术，烧结机综合密封技术液密封环冷机技术、低温超高厚料层和低SiO <sub>2</sub> 烧结工艺	结料面喷吹天然气技术
球团	大型带式焙烧技术、烧结返矿冷压球团技术	熔剂性球团矿、含氧化镁球团矿和冷固结球团矿等技术
炼铁	高炉专家系统、大数据智能炼铁技术，高炉炉内煤气流分布在线监测和优化技术	富氢碳循环高炉技术、新型炉料技术、氢基熔融还原铁工艺、绿氢直接还原铁、高温熔渣余热回收
炼钢	炼钢装备大型化产能置换项目，干式机械泵抽真空技术，钢包全程加盖技术，钢包无引风机射流烘烤技术	顶底复吹工艺副枪技术、电炉智能化炼钢技术、二氧化碳冶金技术
石灰	回转窑低温烟气余热利用技术，新建先进石灰窑项目	
轧钢	加热炉黑体辐射技术、远红外涂料技术、低温出钢、低氮燃烧、富氧燃烧等轧制工艺	短流程近终形制造技术、长材免加热技术、热轧带钢的无头轧制技术
燃气	新型煤气柜，制氧系统节能降耗集成技术，智慧空压站技术	
热力	高参数煤气发电，饱和蒸汽发电，烧结余热发电，钢铁低品质工业余热供暖、汽轮机冷端优化技术	超临界煤气发电技术、低温余热制冷技术、低温热泵技术、ORC低温余热发电技术
电力	开关磁阻调速电机系统节能，新能源替代（光伏电站建设）	“源网荷储”一体化技术

### □ 优化用能结构

- **持续提升电气化水平，拓宽电能替代领域**

加快推广以电代煤、以电代油，适度发展短流程炼钢，积极推广电加热等技术，开展高温热泵、大功率电热储能锅炉等电能替代，扩大电气化终端用能设备使用比例。加强电力需求侧管理，开展工业领域电力需求侧管理示范企业（园区）创建和参考产品（技术）遴选，加大示范推广和应用力度，优化电力资源配置。

- **提高可再生能源利用比例**

- **绿电交易**

积极引导有绿色电力需求的用户直接与发电企业开展交易，绿色电力在电力市场交易和电网调度运行中优先组织、优先安排、优先执行、优先结算，通过相关政策措施激励用电侧购买绿色电力的积极性。钢铁企业应通过绿色电力直接交易的方式积极消纳清洁能源，力争可再生能源电力消纳责任权重高于本区域最低消纳责任权重。

- **源网荷储一体化**

通过源源互补、源网协调、网荷互动、网储互动和源荷互动等多种交互形式，以一种更经济、更高效和更安全的方式，提高电力系统功率动态平衡运行，实现能源资源最大化利用

- **发展分布式可再生能源**

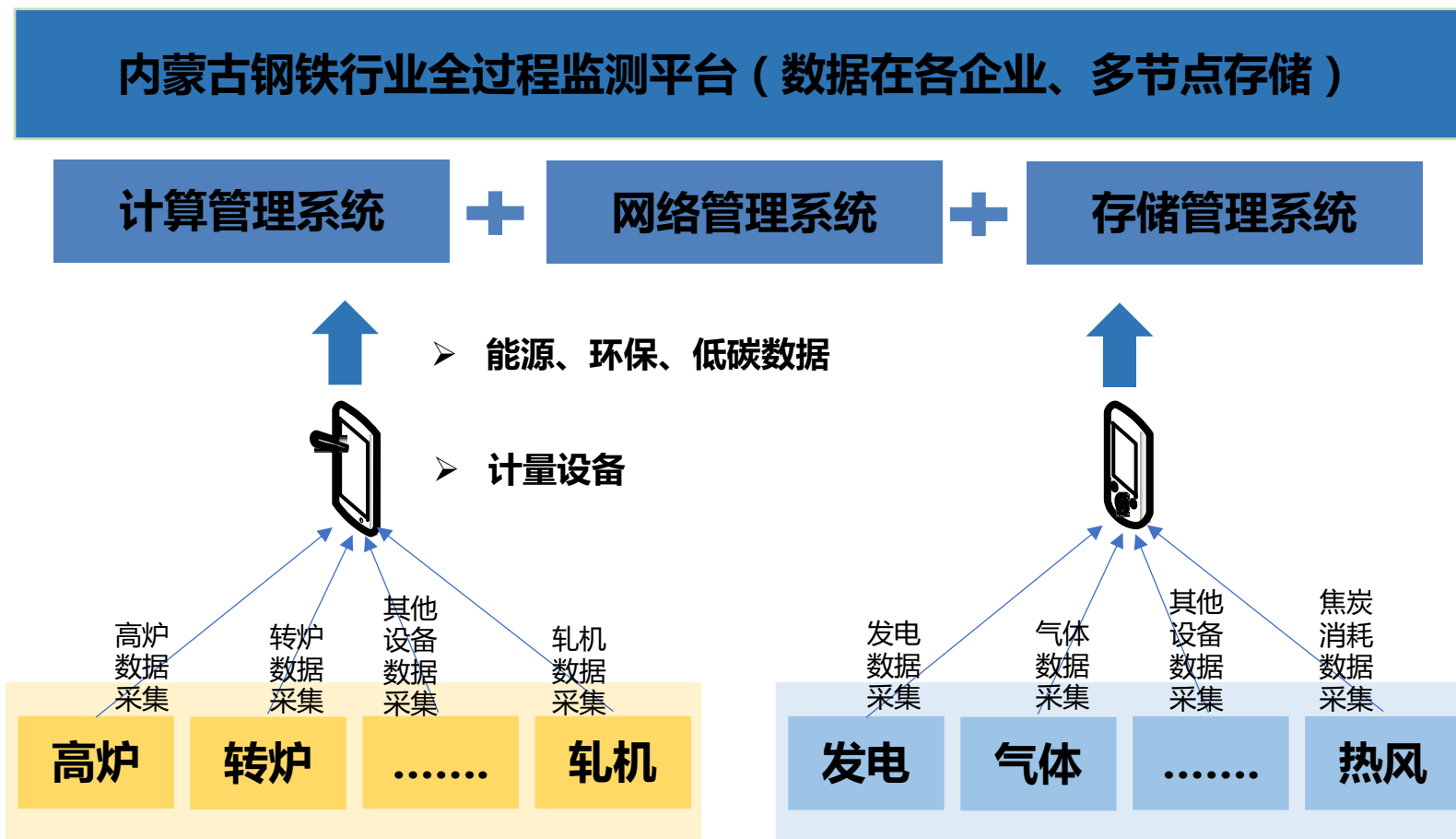
以合同能源或者自投的方式利用厂区闲置区域安装太阳能光伏发电装置，推荐采用光伏建筑一体化（BIPV）安装形式，所发电力自发自用，用于日常生产，体现节能降碳理念。考虑结合内蒙古区位优势及西北地区丰富的风力资源，探索内陆风力分布式发电厂，采用直供或售电模式，参与风力发电市场。



# 5.1 内蒙古钢铁行业转型路径分析

## 优化用能管理

- 鼓励钢铁企业进一步推进研究开发能效机理和数据驱动模型，建立设备、系统、工厂、政府四层级能效诊断系统，以数据动态可视精细管控为基础，实现对计量表计的实时监控和管理，实现远程设备智能化控制等功能，同时耦合能源、低碳和环保，实现物质流、能源流、信息流等数据共享，推动能源管理数字化、网络化、智能化发展，提升整体能效水平。



- 政府层面：
  - 信息采集共享、管理、监测预警、监督考核。
- 行业层面：
  - 为企业提供“量化-诊断-融资-提升”一站式绿色服务，指导企业提升碳管理水平。
  - 实现绿色供应链数字化、可视化管理，包括：绿色采购、绿色物流、绿色销售回收，搭建上下游相关产业价值链。
- 企业层面：
  - 实现企业信息的智能化管理，对标挖潜。

### 应用突破性低碳冶炼技术

#### ● 氢冶金

- 未来分三个阶段实现“零碳”冶金目标：第一阶段，实现100%喷焦炉煤气的“富氢冶炼”工业化，取消煤炭使用；第二阶段，实现100%氢气替代100%焦炉煤气的“氢冶金”工业化；第三阶段，随着新能源技术的发展和成本的下降，采用绿电制氢，CISP工艺全部采用绿氢作为还原剂，其它热量、能量需求全部采用绿电供应，实现零碳冶金。
- 近中期鼓励包钢等钢焦联合企业与高风温、高富氧率相配合，积极开展高炉喷吹富氢气体。中远期建议内蒙古具备绿电优势和焦炉煤气资源的钢铁企业均可积极布局氢基熔融还原（如内蒙古建龙的CISP低碳冶金工艺）和氢基直接还原（如国内河钢集团和宝武集团等正在建设的MIDREX工艺和HYL工艺）。

#### ● 二氧化碳冶炼

- 开展转炉喷吹CO<sub>2</sub>炼钢、碳化法钢渣综合利用等二氧化碳冶炼技术示范性应用。一是开展石灰窑烟气分离捕集CO<sub>2</sub>，高炉煤气胺净化吸附分离捕集CO<sub>2</sub>技术路线。二是开展捕集回收CO<sub>2</sub>用于转炉CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>混合喷吹炼钢，将CO<sub>2</sub>资源化利用，转化为CO，提高转炉煤气中CO浓度的技术路线。

#### ● 二氧化碳捕集、利用与封存

- 结合地质利用或封存、化工利用、生物利用等，开展二氧化碳捕集驱油与封存及提高油田采收率（CCS-EOR）等CCUS技术示范性应用。开展高浓度CO的转炉煤气用于化工产品合成，形成“工业尾气-CO<sub>2</sub>回收-炼钢转化-CO高质利用-化工产品生产”的CO<sub>2</sub>工业规模回收利用新途径，实现了基于CO<sub>2</sub>的“钢-化联产”应用模式。

## 六、效果预测

## 6.1 低碳效益分析

内蒙古钢铁行业碳排放预测

年份	2020年	2021年	2025年	2030年
基准情景				
粗钢产量 (万吨)	3157.89	3117.89	3600	3500
吨钢碳排放强度 (吨/吨)	1.9	1.88	1.68	1.45
碳排放总量 (万吨)	6000	5861.6	6048	5075
碳中和情景				
粗钢产量 (万吨)	3157.89	3117.89	3100	3000
吨钢碳排放强度 (吨/吨)	1.9	1.88	1.65	1.38
碳排放总量 (万吨)	6000	5861.6	5115	4140

- 通过采用上述碳达峰、碳中和的路径，落实各个环节的碳减排措施，内蒙古自治区钢铁行业**碳减排工作有望提前达峰**，2025年具备达峰条件。
- **到2025年，碳中和情景的碳排放总量较基准情景降低933万吨**，降幅达15.43%；到2030年，碳排放总量降低935万吨，降幅达18.42%。

## 6.2 节能效益分析

内蒙古钢铁行业能耗预测

	年份	粗钢产量 (万t)	能源消费总量 (万tce)	吨产品综合能耗 (kgce/t)
基准情景	2025年	3600	1980	550
	2030年	3500	1575	450
碳中和情景	2025年	3100	1674	540
	2030年	3000	1260	420

- 通过有序增加电炉钢占比、装备技术升级、加强余热余能回收利用水平等措施，内蒙古钢铁行业能耗持续稳步下降，同时由于产业收到严格控制，整体能耗也处于稳步下降。
- 到2025年，预计基准条件和碳达峰条件下内蒙古钢铁行业能耗强度较2020年分别下降9.84%和11.48%，到2030年，预计基准条件和碳达峰条件下内蒙古钢铁行业能耗强度较2020年分别下降26.22%和31.15%。

## 6.3 减煤效益和社会效益分析

### □ 减煤效益

- 通过采用烧结料面喷吹天然气技术、炉料优化、有序发展电炉钢等减煤措施，将大大增加内蒙古自治区钢铁行业煤炭利用效率，达到煤炭减量替换效果。

	年份	粗钢产量 (万t)	电炉钢产量 (万t)	减煤效益 (万t)
基准情景	2025年	3600	≥360	250
	2030年	3500	≥372	260
碳中和情景	2025年	3100	≥700	480
	2030年	3000	≥900	620

### □ 社会效益

- 不断向低碳、绿色、高效方向发展，对新技术、绿色低碳等专业人才以及复合型人才的需求，不断**推动高端人才的集聚**，同时带动区域内科技教育水平的整体提升。
- 在低碳转型的过程中，钢铁产业产量下降、效率提升势必**降低企业对生产人员的需求**，此类人员多数在学历、年龄、职称等方面竞争力欠缺，**再就业难度较大**，需政府与企业共同引导、提供再就业培训、能力要求较低的岗位，疏导此类人员的平稳有序转岗。

## 七、政策建议

- **加快打造废钢资源回收产业体系：**
- **构建产业间耦合发展的资源循环利用体系：**
- **通过市场化手段引导落后钢铁产能逐步退出**
- **统筹考虑产业结构转型，加速推进经济增长与生产规模的脱钩**
- **为可再生能源加速发展创造必要条件、完善绿电交易政策体系**
- **政策与市场齐头并进，重点推动储能技术加速发展**
- **充分彰显区内国企在低碳、零碳转型方面的模范带头作用，鼓励发展氢冶金等非高炉炼铁**



## 7.2 节能降碳建议

- **加强先进成熟技术的研发、宣传和应用**
- **加强行业自身自律和提升企业节能降碳积极性**
- **强化低碳规划引领**
- **加快推进钢铁企业智能化、数字化管理平台部署建设**

### □ 政策保障

- 建议从内蒙古自治区层面、各市县层面和企业层面提出人员安置保障措施。由内蒙古自治区政府成立钢铁产业转型维稳协调领导小组，确保行业转型期间社会及人员平稳过渡，各企业针对其转型过程中的社会民生问题进行风险分析，并提出相应的应对措施，确保在行业转型过程中社会、人员转型的平稳有序。

### □ 岗位渠道保障

- 企业在职工优化工作中首先进行企业人力资源盘点，按照不同年龄不同特长，遵照个人志愿和岗位安排相结合原则，制定多角度多层次的个性化职工调整方案，使人才开发优化方案真正做到具有科学性、高效性和可操作性，从而实现行业转型过程中企业员工向城市服务、节能环保、现代物流等其他产业平稳转移。
- 鼓励企业用发展为职工创造就业空间，用机制引导职工主动转型，一是加快企业改革和转型发展，努力为职工提供新的工作岗位；二是积极开展培训，为职工转型转岗和竞聘上岗创造条件；三是完善考核分配激励机制，引导和鼓励职工走向新岗位。

### □ 政企合作提供就业岗位

- 政府与企业共同成立人力资源公司，在与职工协商一致的前提下，采取劳务派遣、企业间余缺调剂等方式，向缺工地区和企业有组织输出职工。在政府政策支持下钢铁企业集团成立家政、出租等城市服务企业，承接企业人员。政企合作提供的就业岗位，对人员基本要求相对较低，可作为特殊人群再就业的主要途径。



# 冶金工业规划研究院

## 助力更好发展



地址：北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心

邮编：100013

网址：<http://www.mpi1972.com>