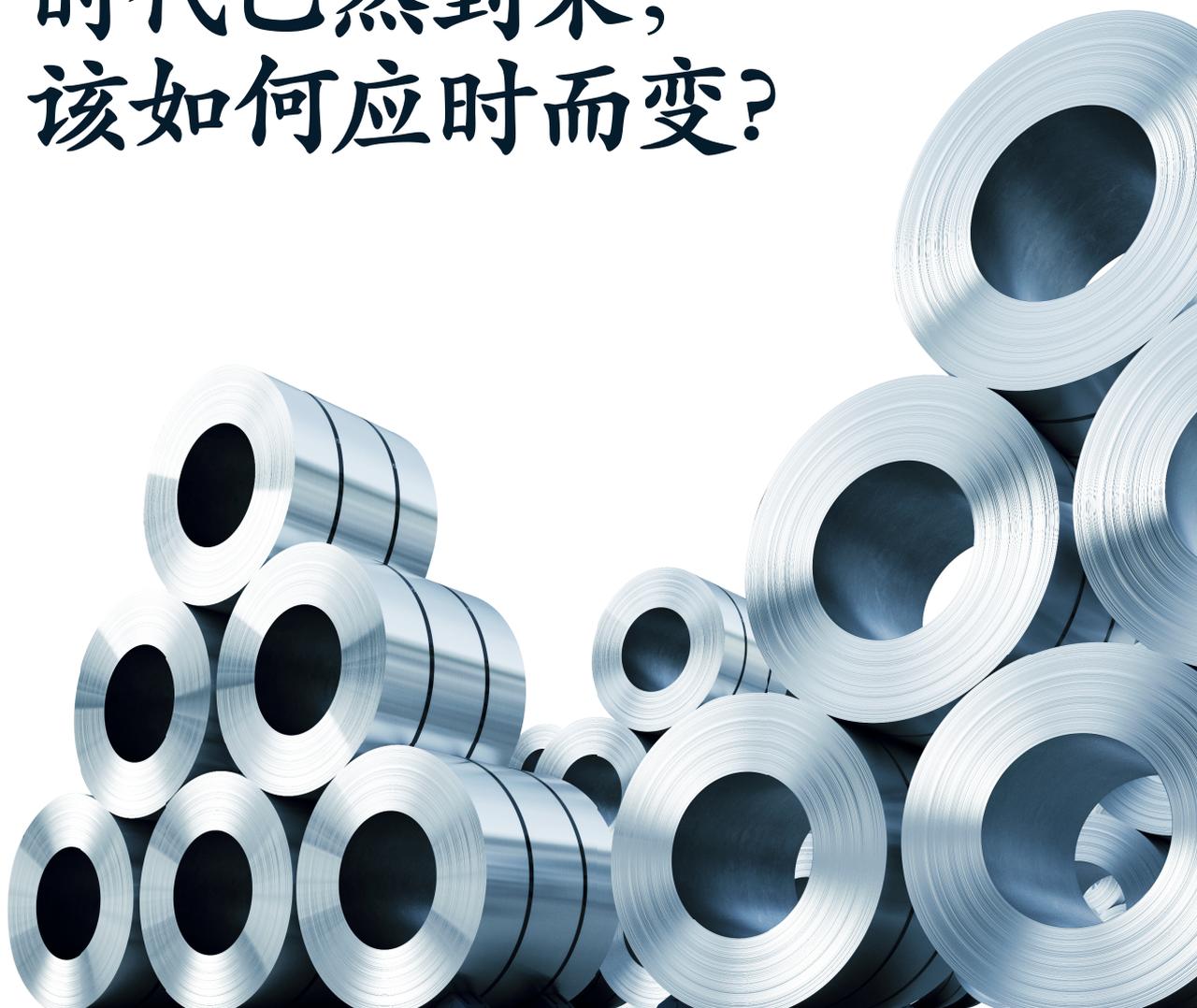


中国电炉短流程  
时代已然到来，  
该如何应时而变？





2016年以来,中国对落后产能的关停重组和对地条钢产能的出清,使得废钢供需结构和电炉新增产能方面发生了根本性转变。据麦肯锡的相关统计,2017-2018年,中国废钢资源在转炉和电炉中的消耗量超过2亿吨,电炉产能已达1.3亿吨,双创历史高位。随着政策对钢铁行业重点区域长流程的限产停产,以及对电炉短流程产能替换的大力推进,我们预期,中国钢铁工业废钢-电炉的短流程炼钢时代已然到来。

通过深入分析钢铁工业在发达经济体工业化进程中的发展规律,我们可以发现,电炉短流程钢厂在工业化后期乃至后工业化阶段一直扮演着钢铁行业极其重要的角色。电炉短流程钢厂不仅节能环保,其特有的小规模产能在投资成本和运营成本方面也具有一定优势。分散的电炉小钢厂可根据市场情况灵活组织生产,也可就近采购当地废钢原料和分销钢铁成品。在后工业化阶段,电炉钢产品的市场份额增速远远高于长流程钢厂。

目前,中国已逐渐步入工业化后期,钢铁需求的鼎盛时期已过,由于环保压力不断升级、长流程产能的限产、铁矿石原材料运输成本和内地废钢价格相对较低等诸多因素,全国范围内将呈现出大型长流程企业集中在沿海沿江区域、小型电炉企业在内地大范围分布的特点。随着短流程钢厂的潜力和优势逐渐显现,预计中国未来的电炉钢比例将由2017-2018年的10%增加到2025年15%。那么如何发挥电炉短流程优势,在新的形势下脱颖而出?我们认为,钢铁企业须结合自身情况,着重考虑以下三点:

首先,创新商业模式。建立规模灵活、布置紧凑、投资和运营成本较低的短流程钢厂业务模式;根据所处区域的废钢供应情况和下游市场需求,合理规划新建项目 and 生产计划。

其次,产品升级。电炉钢产能的大规模增长将带动电炉钢薄板类产品的市场份额。随着中国循环经济和废钢回收产业的发展,电炉短流程通过冶炼高纯净度的废钢资源生产高端板材品种(薄板/薄带),替代长流程的优势和潜力将更加显现。

第三,优化投资和运营。以净现值为目标,合理规划产品结构,优化设计方案和招标采购,大幅提升电炉短流程项目的投资回报收益。实施废钢资源的严格管控,建立端到端的废钢管理流程,包括细化废料标准、严格控制入厂规格以及根据生产数据优化采购配比,从而实现吨钢钢铁料的成本优化。

# 中国钢铁工业的电炉短流程时代已然到来

## 废钢供需、电炉钢产能和废钢比的大幅增长预示着时代转型的曙光

2017-2018年,中国的废钢供需和电炉钢产能均创历史新高,废钢比也大幅提升。由于钢铁行业所处的新形势,电炉短流程的独特优势以及政府对电炉炼钢的极大鼓励,都预示着电炉炼钢时代正在拉开序幕。

### 中国的废钢供需结构

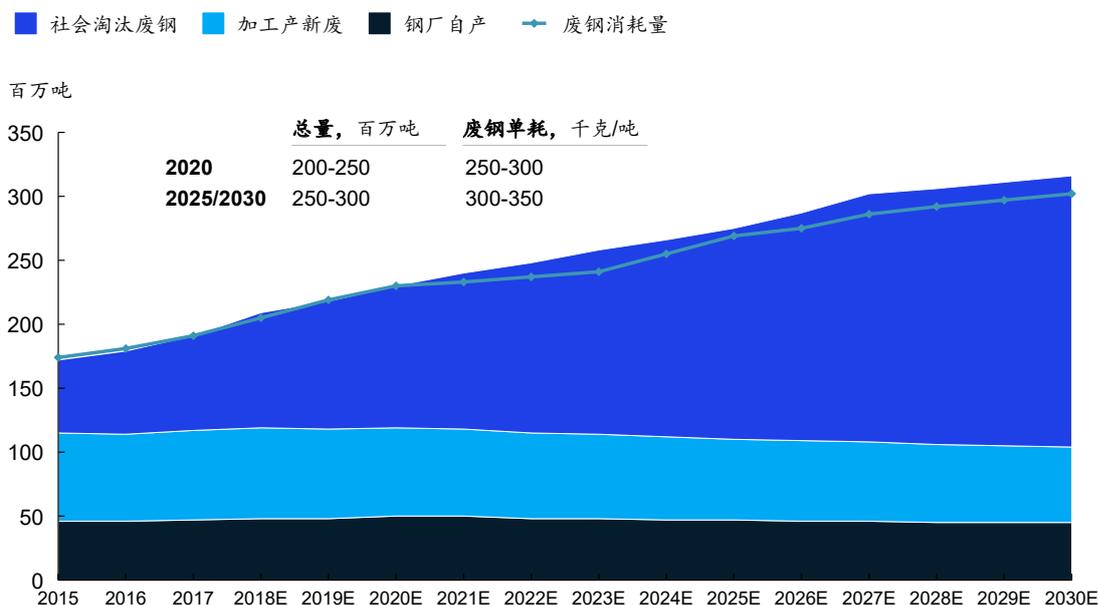
2017-2018年,中国的废钢供需结构发生了根本性改变,废钢资源在转炉和电炉企业的消耗量从2015年的1.1亿吨增加到2017-2018年的2亿吨以上,废钢平均单耗已逐渐超过200千克/吨钢。中国的重点大中型钢铁企业纷纷兴起大规模利用废钢资源。这主要得益于2016-17年各地开展了坚决打击与取缔中频炉钢厂的行动,共淘汰1.4亿吨中频炉产能,从而造成废钢资源供给量井喷,电炉和转炉的废钢消耗量大幅增加。新增和复产电炉的废钢单耗迅速提高,部分电炉炼钢企业的废钢比从2015年的20%-30%增加到2018年的70%;同时,受国家对“2+26”城市限产的影响,长流程钢厂在高炉和转炉中不断提高废钢加入量以提高产量,部分钢厂的废钢比已增加到20%-25%。

据麦肯锡2017年关于中国废钢市场的白皮书<sup>1</sup>,随着汽车、家电等下游钢铁产品的淘汰量逐渐增加,中国环保政策力度加大,下游产品的回收加工体系将更趋完善。由此可见,中国废钢资源供给侧的产量和质量将不断提高。

过去两年以来,钢铁企业也在持续加大对废钢资源的消耗,以补充环保限产的原料保障。预计到2020年,中国的废钢将实现供/需平衡,资源量将增加到2.2亿吨以上。2020年以后,国内的废钢资源将充分满足国内长/短流程钢铁企业的需求,预计2030年的废钢供应量将达到3亿吨。(如图1.1)

<sup>1</sup> 麦肯锡2017年3月发布的“The growing importance of steel scrap in China”, <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/the-growing-importance-of-steel-scrap-in-china>

图1.1  
中国废钢资源供/需平衡预测

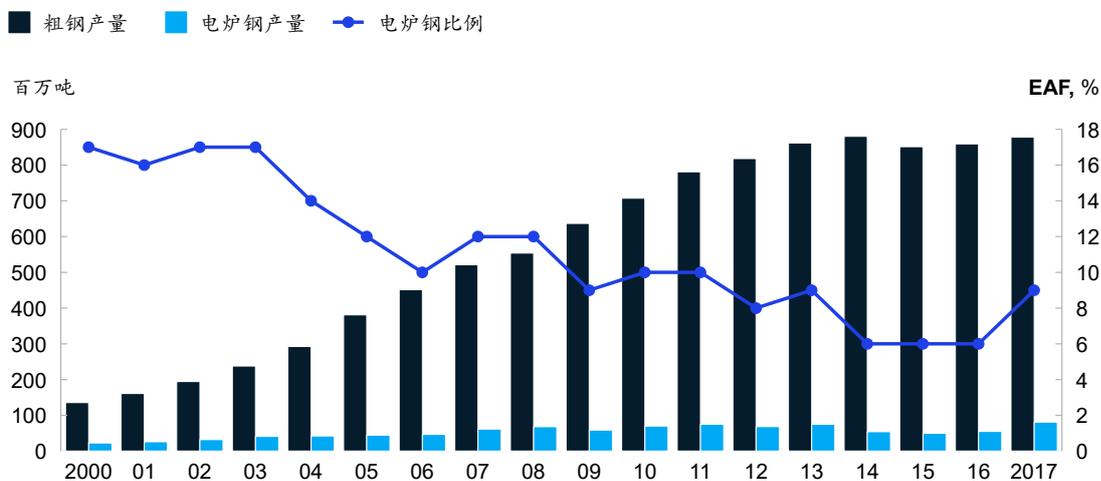


资料来源：麦肯锡BMI中国废钢模型分析

### 中国电炉产能/产量

2017年, 中国粗钢产量8.78亿吨, 电炉钢产量占比仍然不足10% (如图1.2所示)。中国大力发展电炉炼钢始于上世纪80年代末90年代初, 但是自2000年以来, 粗钢产量一路高飞猛进, 增长速度明显快于电炉钢产量, 电炉钢比例不断下降, 上世纪90年代占比为20%, 而近10年来一直维持在10%左右。中国的电炉炼钢在过去20年里受到了全国性的废钢资源和电力供应两大瓶颈制约。而近几年来, 电力供应由紧张转为充足, 部分省份甚至出现了电力供应过剩、弃电的局面, 中国政府也宣布自2018年4月起降低工业用电电价。此外, 1.4亿吨中频炉产能关闭导致了大量废钢盈余, 种种迹象表明, 中国钢铁工业电炉冶炼废钢的短流程时代已然到来。

图1.2  
2000-17年中国电炉钢产量及电炉钢比例变化情况

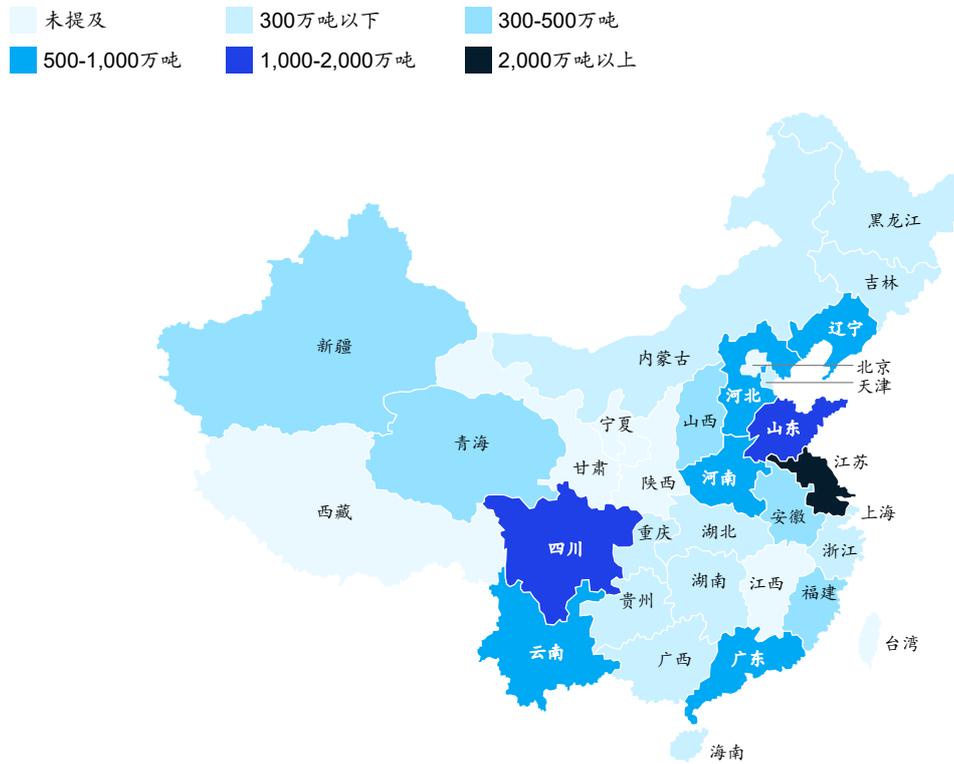


注: 粗钢产量包括电炉、转炉、中频炉

资料来源：麦肯锡BMI分析

2017-2018年,中国电炉产能大幅提升,屡创历史新高。截至目前,电炉产能总计约1.3亿吨,其中超过70%的产能集中在华东、华南、华中地区(如图1.3所示)。新增电炉产能超过4000万吨以上,新增电炉数量约50座,主要分布在四川、云南、河南等内陆地区。随着未来新增产能的释放,中国的电炉钢产量有望再创历史新高。

图1.3  
2017-18年中国电炉产能分布图



资料来源: 麦肯锡BMI分析

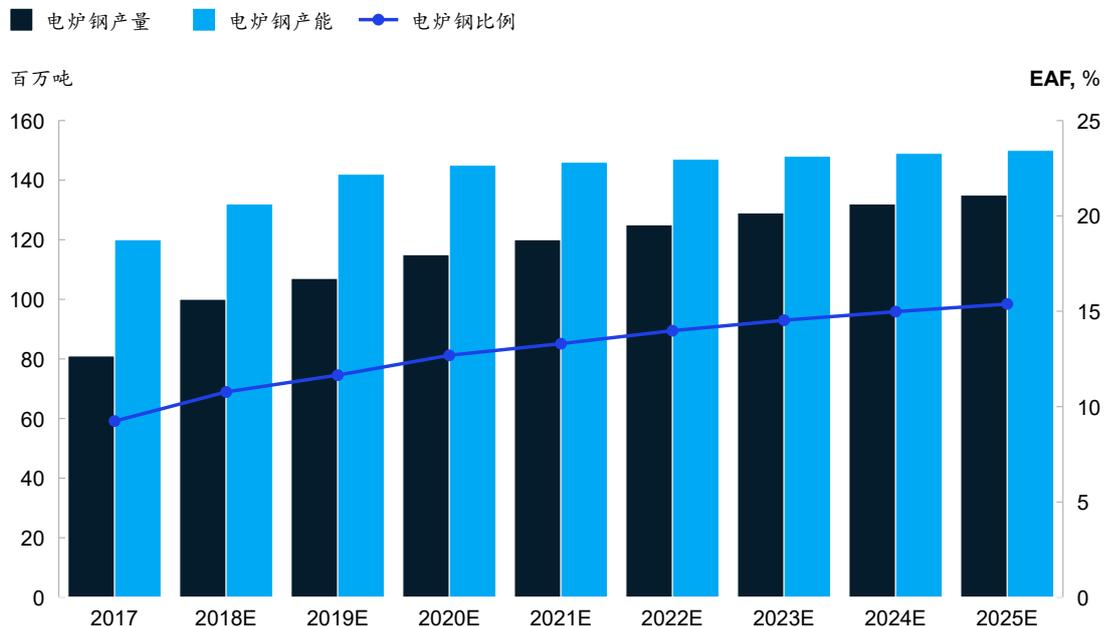
# 中国电炉短流程发展的未来趋势及其驱动力

## 电炉短流程的独特优势将使其更快适应后工业化时代的钢铁工业需求

和传统的长流程炼钢相比，电炉短流程在低成本投资和生产运营、低能耗和低污染排放方面具有突出的竞争优势，且其产能小、分布广的灵活性特点也便于企业就近采购废钢原料和就近分销成品。那么，与发达地区的后工业化发展历程相比，中国的钢铁工业能否加快向电炉短流程炼钢时代过渡的步伐？

2018年初，中国政府在对钢铁行业的工作计划中提到，要合理引导电炉炼钢的发展，鼓励现有高炉-转炉长流程企业转型为电炉短流程企业。乘着政策的东风，借鉴发达国家走过的钢铁工业发展之路，到2025年，中国电炉钢总产能可望达到实现1.5亿吨以上，产量有望突破1.35亿吨，电炉钢占比将增加到15%。这与发达国家在工业化后期的发展规律一致，并且目前有多重驱动力在推动这一趋势的形成(如图2.1)。

图2.1  
中国电炉钢产量/产能未来发展趋势



资料来源：麦肯锡BMI分析

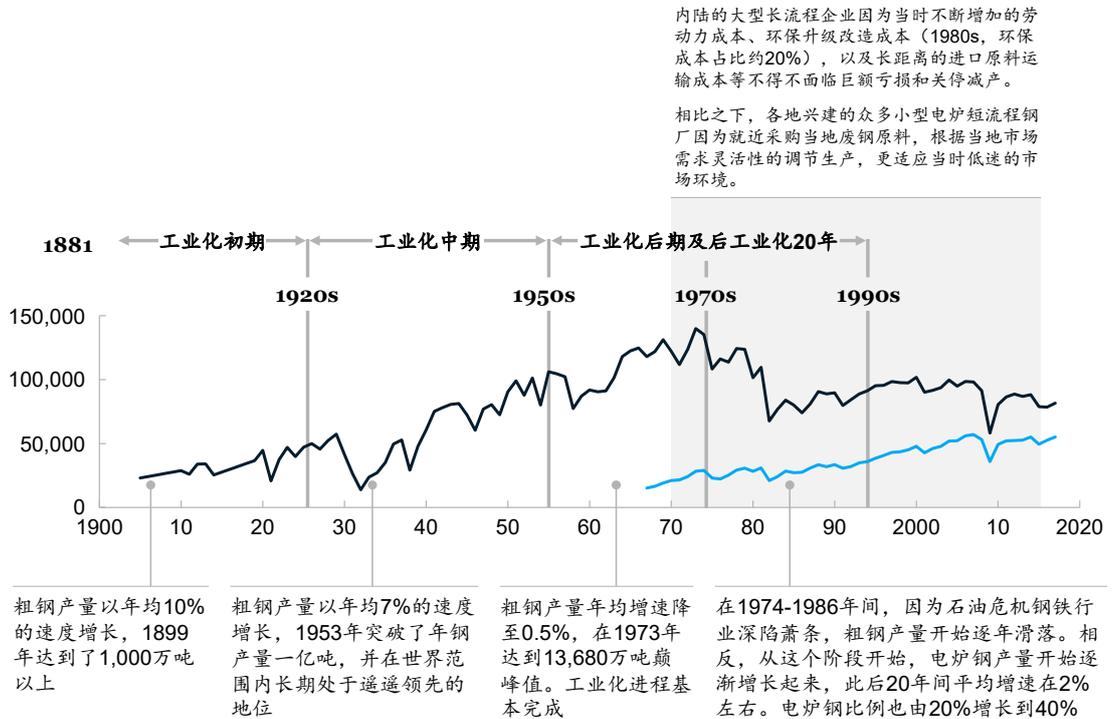
## 发展电炉短流程是后工业时代的规律

纵观美国、日本和德国等发达国家钢铁工业的发展规律，在工业化初期和中期均以长流程工艺为主，而进入工业化后期，长流程工艺的产量开始衰落，电炉短流程钢厂产量则迅速增长（见图2.2-2.4）。

图2.2

### 美国粗钢产量和电炉钢产量历史发展情况（千吨）

— 粗钢产量 — 电炉钢产量

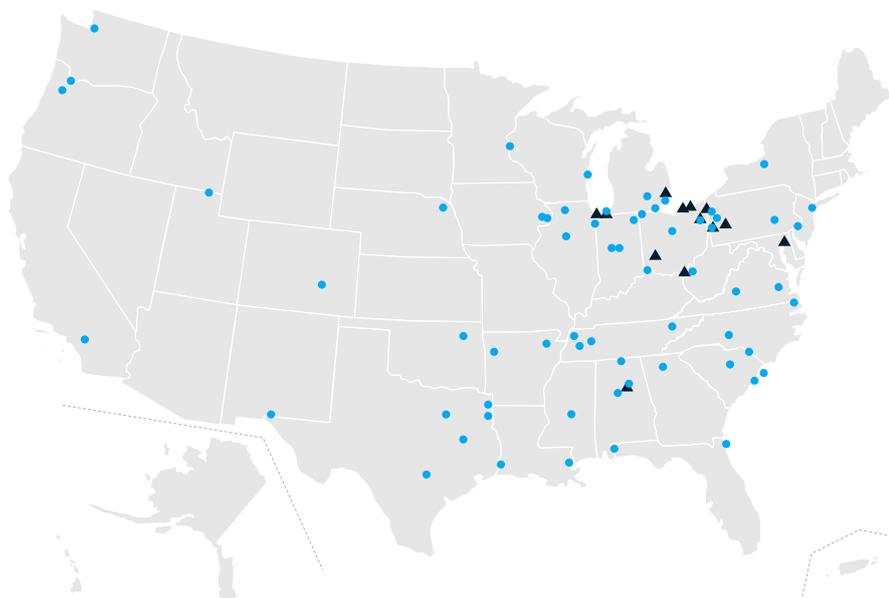


资料来源：麦肯锡BMI分析

此外，在工业化后期，美国钢铁工艺流程的布局也发生了转变。内陆的大型长流程企业因无力承担大批量原材料的长距离运输成本而不得不关停减产，2000年以后的长流程钢厂主要聚集于沿湖地区，小型电炉短流程钢厂则持续在全国范围内广泛分布，这种生产工艺的布局一直延续到21世纪（如图2.3）。

图2.3  
美国后工业化时期长/短流程钢企的全国分布图

▲ 综合型长流程钢厂 ● 小型短流程钢厂

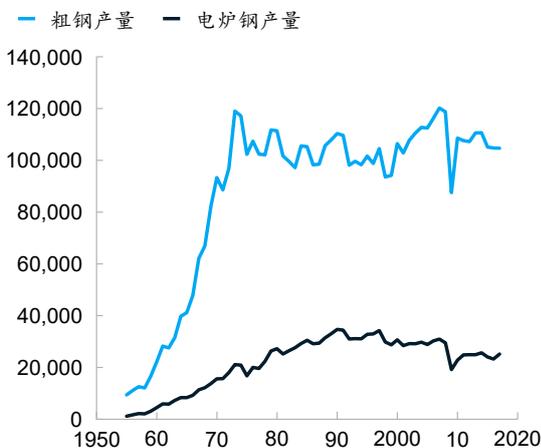


资料来源：EPA, 2005

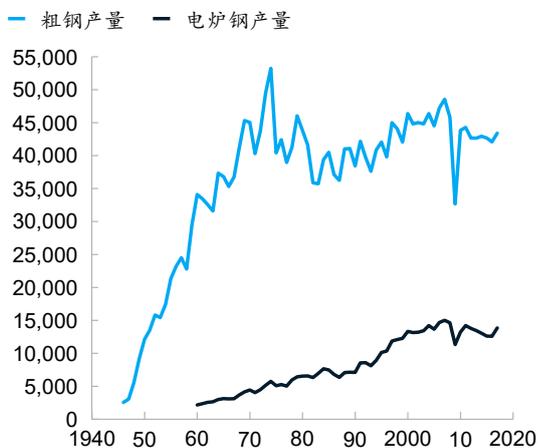
其他发达国家的钢铁工业在工业化后期也有着相似的发展历程。如图2.4所示，日本的粗钢产量在1973年达到历史巅峰值1.19亿吨，此后进入后工业化时期，电炉钢产量以年均2.36%的增速持续增长，占比也从16%增长到30%以上。德国在1970年末基本上完成了工业化，粗钢年产量在1974年达到巅峰值5300万吨，之后的20年间，电炉钢产量年均增长率在2.57%，占比从10%增长到20%。此外，英、法等发达国家大都在1970年前后完成工业化进程，粗钢产量达到历史巅峰，之后电炉钢产量逐渐增长。

图2.4  
日本/德国粗钢产量和电炉钢产量的历史变化情况

日本粗钢产量和电炉钢产量/千吨



德国粗钢产量和电炉钢产量/千吨

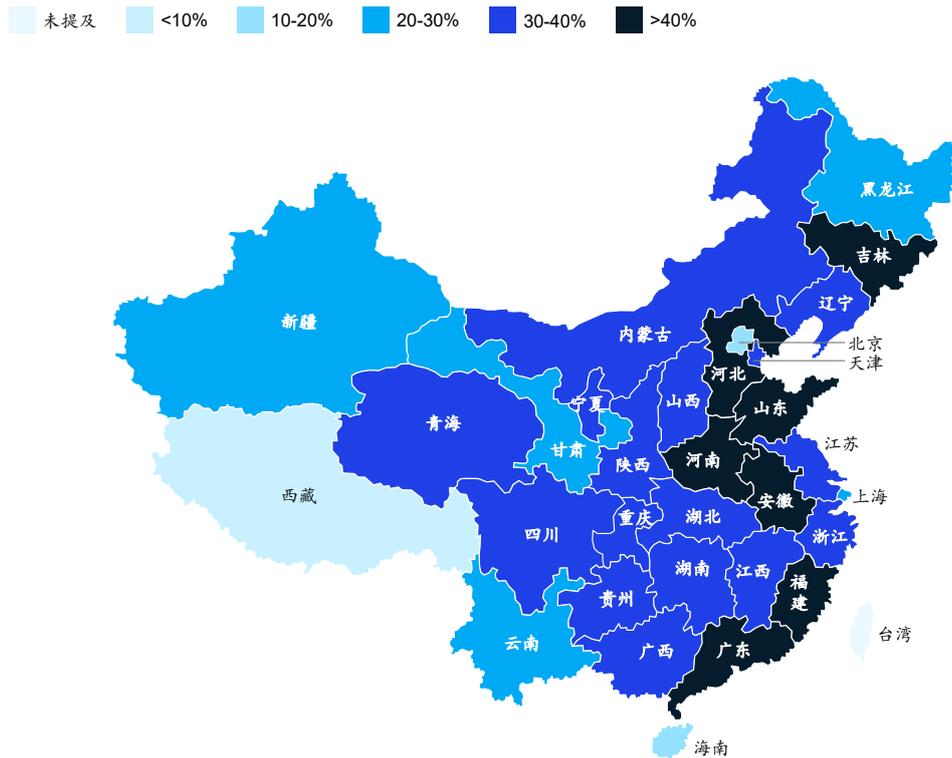


资料来源：麦肯锡BMI分析

## 政策市场驱动因素结合其独特优势，电炉钢产量增长可期

虽然中国面临着地区发展的不平衡，但总体已进入工业化后期。如图2.5所示，2016年，中国大部分地区的工业化率在40%左右。据中国社科院最新发布《工业化蓝皮书：中国工业化进程报告（1995-2015）》，“十二五”期间，中国的工业化进程全面减速，于2015年步入工业化后期；预计到2020年，中国将基本实现工业化。国家工信部也在近期出台的工业三年行动计划中指出，到2020年，重点区域和重点流域重化工业比重将明显下降，工业化进程将加速完成，促进产业结构更加合理。

图2.5  
中国2016年各地区工业化率



资料来源：麦肯锡BMI分析

随着中国进入工业化后期，钢铁行业面临着环保政策不断升级的压力，2017-2018年以来的环保督查力度远远大于往年，部分环保不达标的落后产能以及高污染高耗能的长流程工艺都面临关停、限产或者被电炉短流程替换的趋势。另一方面，相比大型长流程钢企，废钢-电炉的短流程钢厂在节能环保、投资和生产成本、原料资源等方面的竞争优势与发展潜力日益突出。这些因素的叠加，将加速推动电炉短流程的产能释放和产量增长。

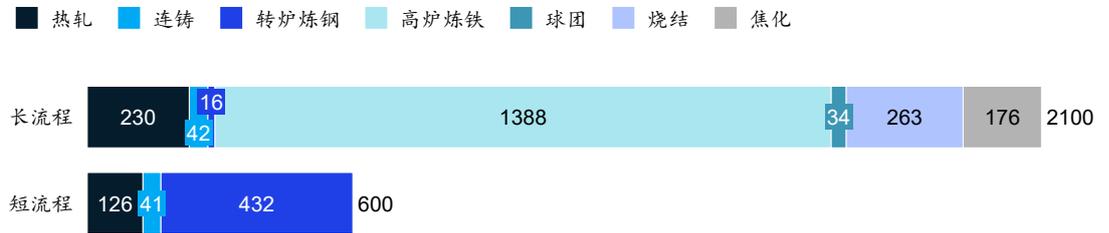
### 一 环保政策趋严，短流程在节能环保上独占优势

和长流程相比，废钢-电炉短流程工艺在环保风险和节能降耗上有着绝对优势。如图2.6所示，长流程的吨钢二氧化碳排放为短流程的3.5倍；污染物排放量也远远高于电炉短流程，焦化、烧结等工序是其大气污染物的主要排放源。

图2.6  
长/短流程碳排放和污染物排放比较

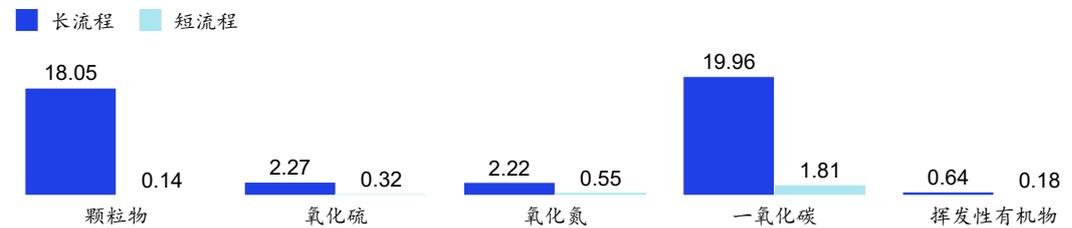
长/短流程各工序CO<sub>2</sub>排放量比较

kgCO<sub>2</sub>/吨钢



长/短流程的大气污染物排放量对比

kg/吨钢



资料来源：麦肯锡BMI分析

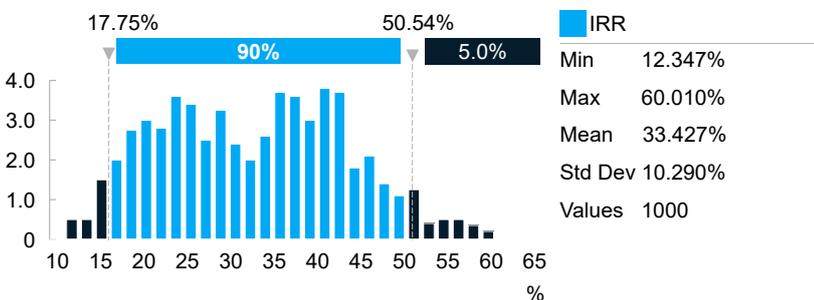
国家近期部署实施的蓝天保卫战和工业污染防治攻坚战“三年行动计划”等明确提出，到2020年，规模以上企业的工业增加值能耗要比2015年下降18%；“大气十条”目标如期实现，以京津冀及周边地区和长三角地区等重点区域为主战场，通过3年努力大幅降低细颗粒物浓度，重污染天数明显减少。长流程钢厂需投入除尘、脱硫、脱销等治理工艺以实现大气主要污染物排放达标；而短流程企业只需投入电除尘工艺减少烟气中的二噁英排放。尽管污染物排放达标，长流程仍然面临着新一轮接一轮的环保停、限产政策，尤其是烧结、高炉等流程，甚至部分2000年以后投产的高炉也成为去产能拆除的目标。

#### 一 短流程在投资和运营成本上具有竞争优势

麦肯锡的投资回报模型显示，新建电炉项目在高炉限产停产的市场环境下具有竞争优势。通过建立长/短流程替换项目投资收益模型，结合对影响替换项目的内部收益率和净现值影响最大的关键因素的分析，我们发现，2017-2018年，钢产量200万吨左右的电炉短流程项目建设投资约20亿元左右，项目建设周期约一年半。如图2.7所示，当钢材价格在4000元/吨、原材料价格在2000元/吨时，该项目内部收益率可达到24%-38%；净现值实现20亿-23亿元的概率高达9成。

图2.7  
新上电炉项目的投资风险分析

内部收益率 IRR



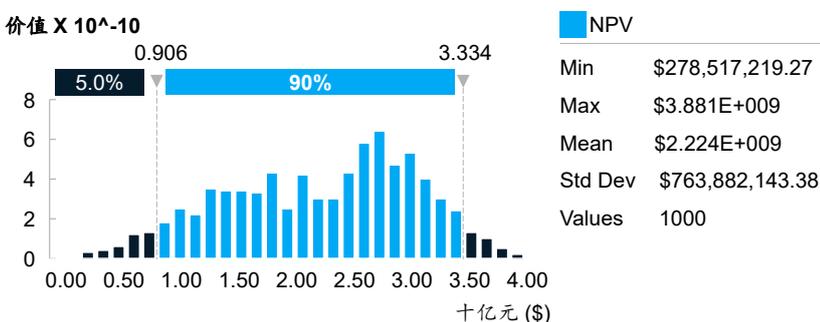
关键输入/假设

总投资: 18亿元  
 贷款: 4亿元, 利率4.9%, 5年  
 工期: 18个月  
 设计产能: 短流程, 200万吨钢水/年  
 主要产品: 棒材

除分析指标价格外, 假设其他指标价格在未来保持不变

产品价格: 4,200元/吨  
 废钢铁水比例: 60%废钢, 40%铁水  
 铁水成本: 2,120元/吨  
 入炉废钢平均价格: 1,900元/吨  
 钢铁料成本(铁水+废钢): 2,093元/吨  
 电极价格: 14万/吨  
 炼钢总成本: 3,300元/吨

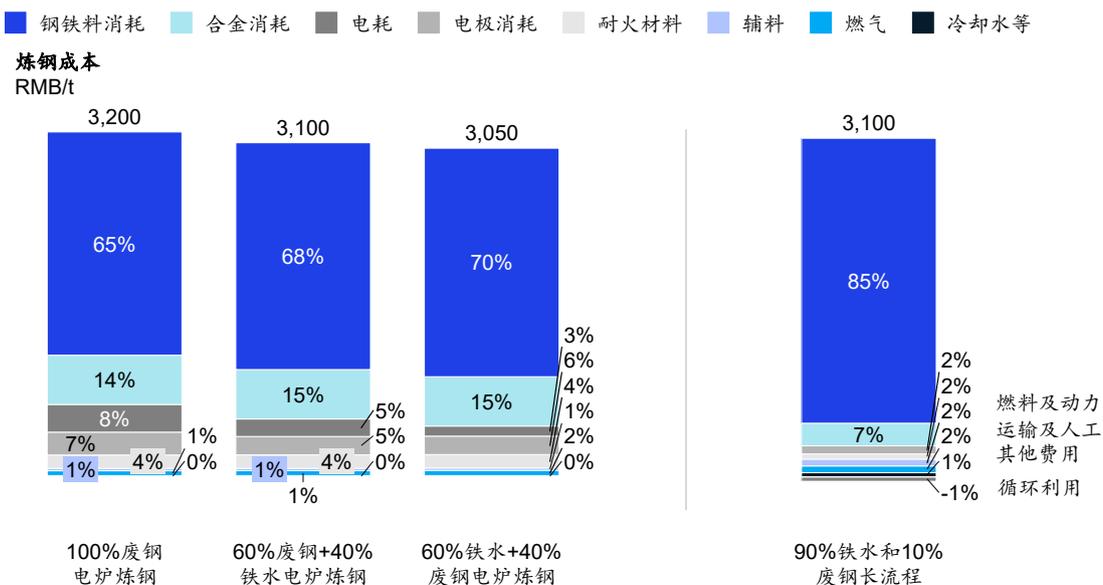
净现值NPV, 十亿元 (\$)



资料来源: 麦肯锡中国团队分析

图2.8  
2018年长/短流程炼钢成本的比较

长/短流程炼钢生产成本分析 (2018年上半年)



资料来源: 麦肯锡中国运营团队分析

如果不考虑环保和限产导致的额外成本,如图2.8所示,以铁水-废钢配比为原料的电炉短流程炼钢成本最低,100%废钢冶炼的电炉炼钢成本比长流程高出100-200元/吨。其中,废钢原材料价格是影响电炉短流程吨钢成本的核心变量。目前,电炉炼钢的成本略高于长流程,但是一旦未来废钢资源供大于求,价格回落,电炉短流程的成本优势将逐渐显现。

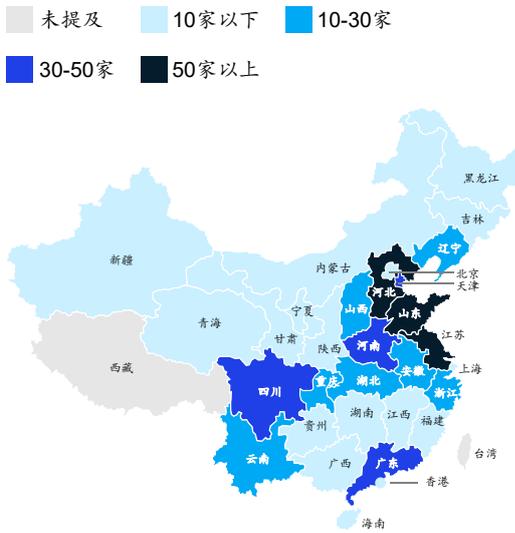
考虑到环保和限产导致的额外成本,电炉短流程的优势主要表现在:长流程钢厂需投入除尘、脱硫、脱销等治理工艺实现大气主要污染物达标排放;而电炉短流程仅需投入电除尘工艺减少二噁英排放。电炉短流程吨钢环保的投资成本和运行成本仅为长流程的10%左右,其突出的环保性与经济性势必加速产能扩张。

### 一 短流程在内地布局上具有独特优势

随着国家政策在下游废钢回收领域的持续推进,废钢产业将逐渐进入健康增长周期。工信部已连续发布6批废钢铁加工行业准入企业名单,目前,全国范围内有180家废钢加工配送企业,年配送能力约1亿吨左右,拥有废钢破碎生产线500条以上(如图2.9),主要集中在沿海地区和四川、河南、云南、重庆、湖北等内陆区域。同时,国家政策驱动大型长流程钢厂逐渐向沿海地区转移,在内陆地区,电炉炼钢凭借其单炉产能小、群体分布广的特点,将充分利用广泛分布的废钢破碎生产线就近消纳废钢资源,就近分销钢铁成品。而且内地废钢价格普遍低于沿海地区(如图2.9),内地布局的电炉企业在废钢价格和原料运输成本方面将比长流程企业更具优势。

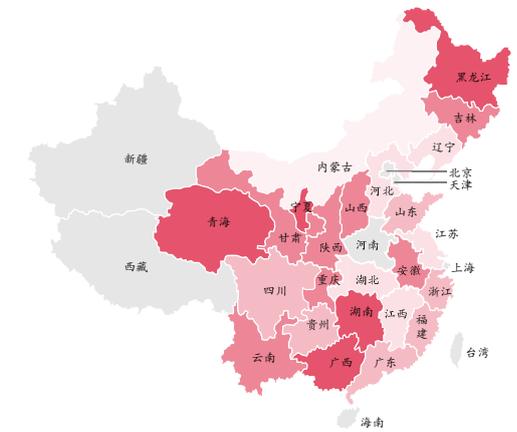
图2.9

中国废钢破碎生产线数量分布 (2018年)



SOURCE: Mysteel; McKinsey BMI analysis

中国各地废钢1价格分布图



1 废钢价格为重庆,规格 >= 6mm  
SOURCE: Mysteel; McKinsey BMI analysis

# 应时而变，抓住中国当前电炉短流程的发展机遇

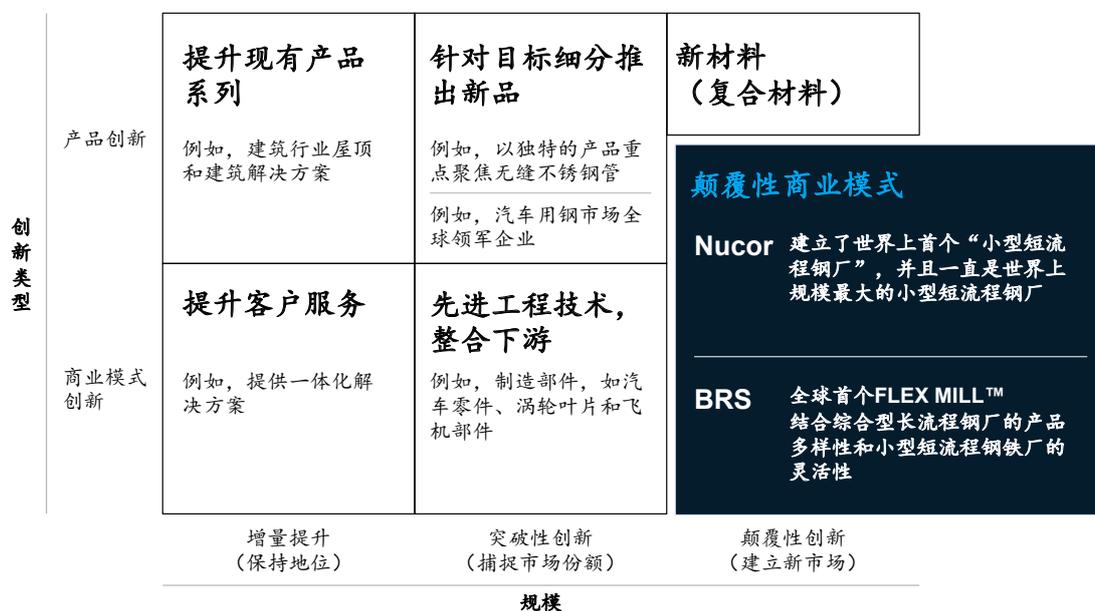
对于钢铁企业而言，如何通过发展电炉短流程在中国钢铁工业的新形势下脱颖而出？麦肯锡认为，钢铁企业须结合自身条件，从以下三个方面入手：

## 锐意革新，积极创新电炉短流程的商业模式

国内新增的电炉产能大多来自于长流程的产能置换，受原有长流程钢厂的影响，在商业模式上很难产生重大突破。麦肯锡研究了国际钢铁行业不同的创新模式（如图3.1），发现电炉短流程可以成为钢铁企业颠覆性的商业模式：以纽柯和BRS为代表，其精髓在于保证产品对等甚至高于长流程的生产品质，将连续性的节能工艺和紧凑型布局整合为基于废钢为主原料的炼钢短流程工序，不仅极大降低了投资成本、组织配员和运营成本，而且提高了钢水质量，更有利于后续进行高端品种的连铸连轧工序。因此，国内新建的电炉生产企业需积极创建规模灵活、布置紧凑、投资和运营成本低的短流程钢厂业务模式，并根据所处区域的废钢资源和下游市场合理规划新建项目。

图3.1

## 当前钢铁企业的产品创新和商业模式



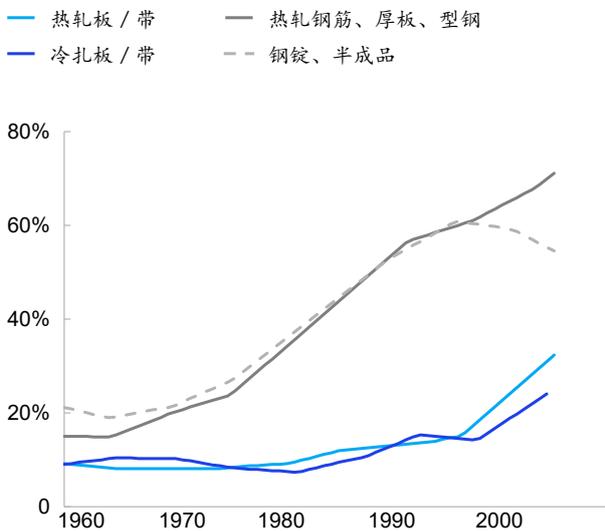
资料来源：麦肯锡团队分析

## 拓展品种, 提高电炉钢的高端板材比例

就产品结构而言, 国外的电炉钢在长材和特殊钢以及薄板薄带等高规格板材产品领域已形成强有力的竞争优势。在工业化后期乃至后工业化阶段, 电炉短流程钢厂在高端板材产品市场的潜在优势将逐渐显现。如图3.2所示, 在美国步入后工业化的20-30年间, 电炉钢产品的市场份额发生了巨大变化, 在长材市场上的占有率增长到60%, 热轧板和冷轧板也由最初的10%增长到30%-40%。在国际上, 优秀的电炉短流程企业产品尤以高端板/带材品种为主。例如, 北美地区第二大板材生产商纽柯, 就是100%以电炉炼钢为生产流程, 板/带材产能占比56% (如图3.2), 产品包括超高强钢AHSS、镀锌板、电工钢等, 可广泛应用于汽车、空调、电机等下游行业; 成立于2016年的BRS钢铁公司建造了世界上第一台FlexMill™ (电炉与RH精炼炉), 年产能160万吨, 主要目标是生产下游的利基产品, 包括热轧板、酸洗板、冷轧板、镀锌板。

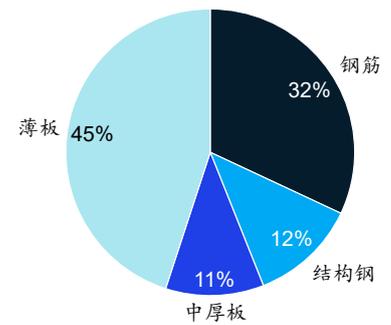
图3.2

### 电炉钢产品在美国钢铁工业的市场份额变化



SOURCE: Allan Collard-Wexler and Jan De Loecker, Evidence from the U.S. Steel Industry

### 世界最大的电炉生产企业- Nucor 产品结构



SOURCE: Nucor AR

目前, 中国的电炉钢产品中, 螺纹、盘螺、钢管等长材占比60%, 特钢/不锈钢类产品占比30%, 板材类产品仅占10%。中国电炉钢产能的快速增长有望带动板材品种的比例。2018年以来, 国内电炉短流程钢厂的薄板/薄带连铸连轧建设项目井喷, 力求将电炉钢品种从普通的长材拓展至高附加值薄规格带钢。例如, 沙钢集团在其电炉炼钢车间已经安装了国内第一条纽柯超薄带生产线CASTRIP的整体设备, 应用了行业的前沿技术; 桂林平钢和鼎盛钢铁则计划引进先进的量子电弧炉和无头连铸连轧ESP产线, 以加快电炉钢产品升级。这些企业将为中国电炉短流程企业的结构转型和产品升级起到里程碑式的示范作用。与此同时, 随着中国大力推动循环经济和废钢产业的发展, 废钢加工配送基地逐渐遍布全国, 可以预见, 未来废钢供应在数量和质量上的提升将更有力地支撑电炉钢产品的升级。

## 着眼长远，重视项目的早期规划设计

麦肯锡投资业务部门的相关统计和国内某钢企新建电炉短流程项目的实践表明，与建设阶段的管理提升相比，项目方案设计和招标采购环节优化可以实现的价值要大得多。

### — 项目方案优化

在可研和基础设计阶段，通过对项目的关键假设，如对产品组合的市场、价值和相应投入等进行严格的压力测试，可大幅降低项目风险，提高项目价值；在设备选型阶段，应用“最简技术方案”，可削减过度需求及相应投资。

### — 招标和采购优化

采购优化的工作要点包括在项目初期制定合同策略，确定数量合理的合格供应商名单，推动国产化，对设备进行拆分报价和“应该成本”分析，进行详细的谈判策略准备。

### — 建立废钢全流程管理

废钢是电炉短流程生产至关重要的原料。废钢供应的稳定性和经济性直接影响企业的盈利水平，把控“废钢-成品”全流程，可以更好地优化废钢冶炼成本。废钢的全流程优化应聚焦端到端，从采购寻源、计划、标准、品控四方面入手，同时摸索废钢使用的最佳配比。经过全流程优化后，某钢企在废钢VIU上节约了20-40元的吨钢成本。

• • •

随着废钢产业和电炉短流程的发展，中国钢铁行业正迎来新的炼钢时代。在相关政策以及电炉独特优势等各方面积极因素的推动下，钢铁行业正加速向工业化后期与后工业化阶段相适应的炼钢生产方式过渡。与此同时，在环保调控常态化的大环境下，中国长流程钢铁企业面临限产、停产、运营成本增加等各种挑战，废钢供应增长、长/短流程产能替换、新建电炉短流程都将成为有效的解决途径。

作者团队非常感谢Karel Eloit, 孙俊信, 陈晨, 马俊杰对本文的贡献。



**Avetik Chalabyan**

麦肯锡全球资深董事合伙人  
Moscow RUR  
Avetik\_Chalabyan@mckinsey.com



**李元鹏**

麦肯锡全球董事合伙人  
常驻上海分公司  
Yuanpeng\_Li@mckinsey.com



**Steven Vercammen**

资深行业专家  
Brussels Innovation Center  
Steven\_Vercammen@mckinsey.com



**周静**

资深行业研究员  
Brussels Innovation Center  
Jane\_Zhou@mckinsey.com



**唐红科**

专家  
常驻上海分公司  
Richard\_Tang@mckinsey.com



**赵激**

咨询顾问  
常驻北京分公司  
Vivi\_Zhao@mckinsey.com

中国电炉短流程时代已然到来，该如何应时而变？

2019年6月

麦肯锡公司版权所有©

麦肯锡中国区新媒体设计出品

[www.mckinsey.com](http://www.mckinsey.com)

