

# 炭素行业专题报告之一：钢铁用炭素（I）

## 新增电炉投放驱动石墨电极需求，技术进步、集中度提升助长期发展

分析师：李 莎 S0260513080002



020-87574792



lisha@gf.com.cn

一、先识炭素：基础与高端行业用途广泛，钢铁行业主要使用石墨电极与高炉炭块

炭素制品按是否经过石墨化处理可分为炭制品和石墨制品两大类；2016 年我国炭素制品中炭制品产量占比达 86.19%，石墨制品占比为 13.48%；在炭制品中，电解铝行业用预焙阳极占比达 79%，而石墨电极占石墨制品总产量的 97%；炭素制品因具有良好物化性能而广泛应用于钢铁、矿物冶金、电解铝、电化学和核电行业中；

应用于钢铁工业的炭素制品主要可分为两类：一是应用于普通/高/超高功率电弧炉中的石墨电极，占钢铁用炭素制品总用量的 85%；二是应用于高炉炉底、炉缸、炉身内衬的炭块，占钢铁用炭素制品总用量的 15%。

二、需求端：特钢“增量提质”长期利好短流程炼钢占比提升，地条钢出清助短流程短期成本降低

长期来看，短流程技术相对长流程有明显优势，以电弧炉为主要生产设备的特钢行业有望快速发展，电炉钢原材料废钢资源未来发展空间较大，因此电弧炉炼钢有望快速发展，从而提振石墨电极需求。从技术看，电弧炉是短流程炼钢的核心设备，短流程炼钢技术在生产效率、环境保护、基建投资成本、工艺柔性等方面相对长流程炼钢技术有明显优势；从下游看，我国约 70% 的特钢及 100% 的高合金钢由电弧炉生产，2016 年我国特钢产量占比仅为日本 1/5，高端特钢产量占比仅为日本 1/8。我国高端特钢未来发展将驱动电炉钢及电炉用石墨电极发展；从上游看，2015 年我国人均钢铁资源蓄积量仅为日本同期的 55%，人均废钢消耗量仅为日本的 1/5，因此我国钢铁资源蓄积量和废钢消耗量均有较大发展空间，未来短流程炼钢的资源基础雄厚；

根据世界钢铁协会数据，2015 年我国电炉粗钢产量占总产量百分比为 6.07%，仅是美国电炉钢占比的 1/10，印度的 1/9，欧盟的 1/6，以及日本的 1/4 左右。因此我国未来电炉钢占比的增长空间较大；石墨电极产量与电炉钢产量的相关系数达 0.94，因此未来电炉钢产能较大的增长空间将驱动石墨电极需求增长；

短期来看，2017 年 6 月 30 日是地条钢“大限”，地条钢 1.19 亿吨产能有望全部出清；地条钢出清释放的废钢供给将使我国废钢供需关系趋于平衡；根据我们的测算，假设地条钢产能利用率为 50%、中频炉出钢率为 90%、2017 年我国废钢供给量增长 9.9%、全国长流程炼钢废钢比为 15%，短流程炼钢废钢比为 100%、以及 2017 年全国粗钢产量增长 2% 等条件，则预计在地条钢出清后，2017 年我国废钢供给总量将达 1.67 亿吨，废钢需求总量为 1.65 亿吨，供给略高于需求；且考虑到上述计算并没有考虑长流程炼钢废钢比一般在 10~15%、短流程炼钢废钢比很难达到 100% 等情况，实际废钢总需求量可能更低。因此我们认为在地条钢出清后，2017 年我国废钢供需关系将一改供应紧张的局面，逐渐趋于平衡。随着废钢资源的不断增长，废钢或将出现供大于求的局面，未来废钢价格或将承压；尽管目前电炉产能顶替原中频炉产能缺口尚需政策确认，但目前铁水-废钢价差加大，短流程炼钢有利可图，因此短期仍利好电弧炉炼钢，从而驱动电弧炉用石墨电极发展。

三、供给端驱动：集中度和技术水平提升驱动行业长期发展，环保限产、生产周期长影响炭素制品短期供给

长期来看，以民企为主的炭素行业行业集中度 CR4 为 39.82%，CR8 为 61.57%，我国炭素行业市场正向强势品牌集中，未来行业集中度有望进一步提升；出于提升生产率、降低能耗的考虑，未来 100~150 吨超高功率电弧炉是主流发展方向，超高功率石墨电极将驱动炭素行业整体技术提升；

短期来看，京津冀及周边地区石墨炭素企业环保限产将影响全国超过一半的炭素产能；超高功率石墨电极生产周期至少为 65 天，新增产能无法在短期内投入市场，从而对石墨及炭素制品的供给带来很大的影响；石墨及炭素制品主要原材料价格短期趋稳，石墨炭素企业利润或持续增厚。

四、投资建议：短流程炼钢发展前景广阔，石墨电极龙头企业值得期待

通过分析我们认为，未来我国短流程炼钢发展空间较大，从而利好短流程炼钢核心设备——电弧炉用石墨电极的发展。建议重点关注石墨电极领域龙头企业。

五、风险提示：我国宏观经济大幅下滑；我国特钢行业发展不及预期；炭素制品及原材料价格出现较大波动

### 相关研究：

供给侧结构性改革系列之二十一：去哪些产能（三）：供给侧改革将再超预期，重视短流程的发展机遇，坚定看好钢铁行业投资机会 2017-01-25

特钢专题报告之四：高铁用特钢（II）-高铁轮轴钢国产道路崎岖，中国标准动车组创造良机 2017-06-12

识别风险，发现价值

请务必阅读末页的免责声明

本报告联系人：刘洋 02087570852 gzly@gf.com.cn

## 目录索引

一、先识炭素：基础与高端行业用途广泛，钢铁行业主要使用石墨电极与高炉炭块 .....	5
（一）炭与石墨：物化性能优异，金属冶炼和电解铝是主要应用行业 .....	5
（二）钢铁用炭素：电炉用石墨电极用量占 85%，高炉用炭块用量占 15% .....	8
二、需求端：特钢“增量提质”长期利好短流程炼钢占比提升，地条钢出清助短流程短期成本降低 .....	13
（一）长期看：我国短流程炼钢占比仅为全球平均水平 1/4，特钢快速发展利好短流程炼钢，驱动石墨电极需求提升 .....	13
（二）短期看：地条钢出清将使废钢供需重归平衡，短流程炼钢成本降低产量增长，驱动石墨电极需求增长 .....	20
三、供给端：集中度和技术水平提升驱动行业长期发展，环保限产、生产周期长影响炭素制品短期供应 .....	27
（一）长期看：炭素行业集中度或进一步提高，向超高功率电极发展提升行业盈利能力 .....	27
（二）短期看：石墨炭素主要产地环保限产影响供给，成本趋稳价格上涨短期利好石墨炭素企业业绩改善 .....	30
四、投资建议：短流程炼钢发展前景广阔，石墨电极龙头企业值得期待 .....	36
五、风险提示 .....	36

## 图表索引

图 1: 炭素制品是以石油焦、针状焦、无烟煤等原料加工制备而成.....	5
图 2: 2016 年我国炭制品、石墨制品及其他产品分别占炭素制品总产量的 86.19%、13.48%和 0.33%.....	6
图 3: 2016 年我国石墨制品中, 石墨电极产量占比达 97%.....	6
图 4: 2016 年我国炭制品中, 预焙阳极占比达 79%.....	6
图 5: 电弧炉主要导电部件为石墨电极 .....	8
图 6: 电弧炉用石墨电极 .....	8
图 7: 中频感应炉通过加热线圈来产生热量 .....	10
图 8: 中频感应炉实物图 .....	10
图 9: 高炉炉型由炉喉、炉身、炉腰、炉腹和炉缸五部分构成.....	11
图 10: 高炉炉缸、炉腹一般采用炭块作为内衬耐火材料.....	11
图 11: 炼钢短流程与长流程对比示意图.....	13
图 12: 2016 年我国特钢产量占比为 4.61%、仅为日本的 1/5.....	16
图 13: 2016 年我国高合金钢占比仅为 3%, 仅为日本的 1/8 .....	17
图 14: 日本人均钢铁资源蓄积量在粗钢产量达峰后仍保持较快增长.....	18
图 15: 2000 年以来日本废钢回收率保持在 2%左右.....	18
图 16: 中国废钢消耗量自 2003 年起才超过日本.....	18
图 17: 2015 年中国人均废钢消耗量仅为日本的 1/5 左右.....	18
图 18: 2001~2015 年我国电炉钢产量逐年下滑 .....	19
图 19: 我国电炉钢产量占比较美、日、欧、印及全球平均水平有较大差距.....	19
图 20: 2001~2015 年我国电炉钢与石墨电极产量变化趋势一致.....	20
图 21: 石墨电极产量增长率滞后于电炉钢产量增长率 .....	20
图 23: 废钢价格与钢厂废钢库存天数基本稳定 .....	24
图 24: 废钢进口量波动下降, 出口量 2017 年 3、4 月大幅增长, 但绝对值仍很低.....	24
图 25: 2017 年起炼钢生铁、铁水与废钢价格差拉大 .....	25
图 26: 2016 年我国炭素行业集中度 CR4 为 39.82%, CR8 为 61.57%.....	27
图 27: 2016 年我国炭素企业中民营企业占 71%.....	27
图 28: 电炉生产能力决定于炉容量与单位输入功率 .....	29
图 29: 石墨电极直径与其允许电流成正相关 .....	29
图 30: 我国高功率及超高功率石墨电极产量占比逐年提高 .....	30
图 31: 2002~2013 年我国超高功率石墨电极增长最快, 2014~2016 年高功率石墨电极取而代之.....	30
图 32: 2015 年 1~10 月河南、山东和湖南列全国石墨及炭素制品产量排名前三位.....	33
图 33: 2015 年 1~10 月京津冀及周边地区石墨及炭素制品产量占全国总产量的 54%.....	33
图 34: 超高功率石墨电极生产工序多, 生产周期至少在 65 天以上.....	33
图 35: 截止 2017 年 6 月 9 日我国石油焦商品价格相对指数处于短期高点但保持平	

稳 .....	34
表 1: 炭素制品可分为石墨及炭素制品两大类, 在传统及新型工业部门均有广泛应用 .....	7
表 2: 电弧炉根据电源特性、炉衬性质、装料方式和输出功率有多种分类方式 ....	9
表 3: 直流电炉石墨电极消耗量相比交流电炉和电阻电炉偏低 .....	10
表 4: 高炉炉缸、炉腹多采用炭块炉衬 .....	11
表 5: 炼钢的长短流程技术指标定性对比 .....	14
表 6: 炼钢的长短流程技术指标定量对比 .....	15
表 7: 长、短流程炼钢污染物排放对比 .....	15
表 8: 2006 年以来国家针对地条钢及中频炉出台的政策 .....	21
表 9: 电弧炉除投资成本较高外, 相比中频炉性能更加优异 .....	22
表 10: 电弧炉功率水平及生产率发展情况 .....	28
表 11: 某 70t 电炉由普通功率改为超高功率后各项指标的变化 .....	28
表 12: 石墨电极直径与电弧炉容量的对应关系 .....	29
表 13: 2014 年以来京津冀地区出台的相关环保政策 .....	31
表 14: 2017 年以来炭素行业环保限产的政策汇总 .....	32

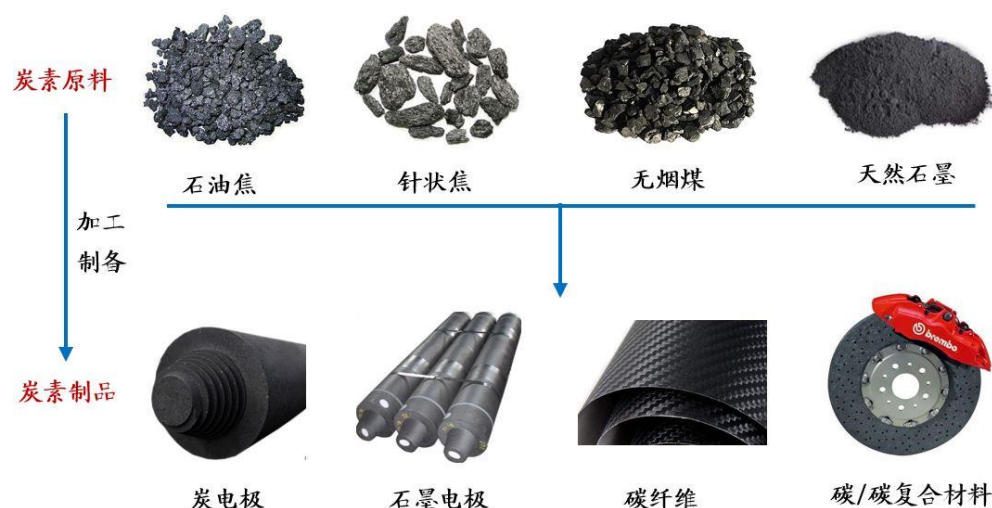
# 一、先识炭素：基础与高端行业用途广泛，钢铁行业主要使用石墨电极与高炉炭块

## （一）炭与石墨：物化性能优异，金属冶炼和电解铝是主要应用行业

### 1、炭素材料包括炭素原料和炭素制品两大类

炭素材料是指以碳元素为主要成分的材料的总称。炭素材料包括炭素原料和炭素制品两大类。其中炭素原料是指炭素工业所使用的石油焦、针状焦、无烟煤和天然石墨原材料；而炭素制品是指炭素原料经过加工处理得到的具有一定形状和物化性质的产品，如炭质电极、石墨电极、碳纤维和碳/碳复合材料等。本文主要分析的是炭素制品行业而非上游炭素原料行业。

图1：炭素制品是以石油焦、针状焦、无烟煤等原料加工制备而成



数据来源：百度图片、广发证券发展研究中心

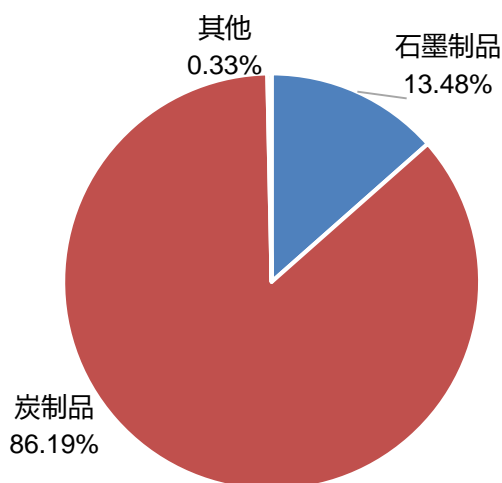
### 2、炭素制品中炭制品产量占比达 86.19%，石墨制品占比 13.48%

（1）按是否石墨化分，炭素制品可以分为两大类，一是未经过石墨化处理、由非石墨质碳组成的炭制品；二是经过石墨化处理、由石墨质碳组成的石墨制品；（2）按产品用途分，石墨制品可分为石墨电极和特种石墨等；炭制品可分为预焙阳极、炭电极、炭糊、炭块等。

2016 年我国炭素制品中炭制品产量占比达 86.19%，石墨制品占 13.48%。根据中国炭素行业协会发布的《2016 年 1 至 12 月炭素行业生产经营情况简要分析》，2016 年我国炭素制品产量达 378.11 万吨，其中炭制品 325.90 万吨，占比达 86.19%；石墨制品产量达 50.97 万吨，占比为 13.48%。



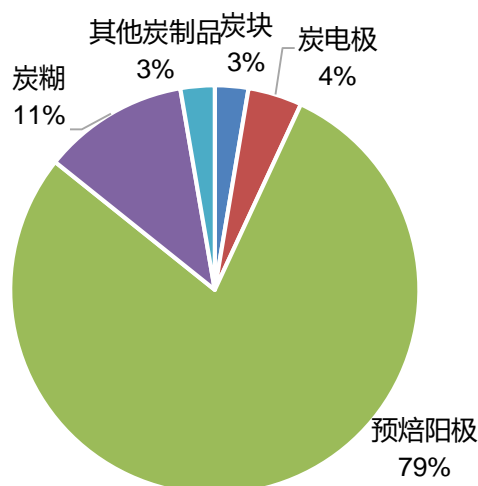
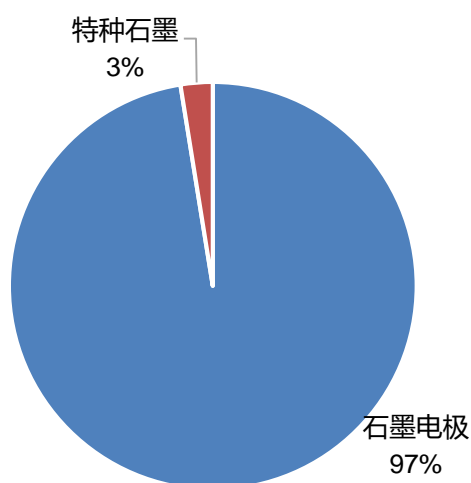
图2: 2016年我国炭制品、石墨制品及其他产品分别占炭素制品总产量的86.19%、13.48%和0.33%



数据来源: 中国炭素工业协会、广发证券发展研究中心

**石墨电极**为石墨制品绝对主力，**预焙阳极**产量占炭制品总产量的79%。根据中国炭素行业协会发布的《2016年1至12月炭素行业生产经营情况简要分析》，2016年我国石墨电极产量达50.41万吨，占石墨制品总产量的97%，其余3%为特种石墨及其他石墨制品；在炭制品中，预焙阳极产量占比达79%，炭糊、炭电极和其他炭制品产量分别占4%、3%和3%。

图3: 2016年我国石墨制品中，石墨电极产量占比达97% 图4: 2016年我国炭制品中，预焙阳极占比达79%



数据来源: 中国炭素工业协会、广发证券发展研究中心

数据来源: 中国炭素工业协会、广发证券发展研究中心

### 3、炭素材料物化性能优异，金属冶炼和电解铝行业是主要应用

**炭素材料导电、导热及稳定性等物化性能优异。**(1) **良好的导电和导热性:**炭素材料是唯一具有良好导电性和导热性的非金属材料，其导电性是不锈钢的4倍，且导电系数随温度升高而降低，同时具有很低的热膨胀系数，因此炭素制品适用于钢铁、矿物冶金和电解铝工业中各类高温设备电极；(2) **良好的化学稳定性:**炭素

材料耐酸、耐碱、耐有机介质腐蚀能力强，因此普遍用于电化学工业中电解设备的导电阳极板（棒）；（3）**良好的热稳定性**：炭素材料在缺氧条件下可在 2000 摄氏度以上温度下长期工作，因此广泛应用于钢铁、矿物冶金和电解铝工业中加热炉的内衬；（4）**良好的中子减速性能**：炭素材料中的石墨材料具有良好的快中子减速和反射性能，是最常用也是最早应用的一种核反应堆减速剂。我国目前正在建设的第四代核反应堆——石岛湾高温气冷示范堆就是采用石墨作为中子减速材料。

**炭素制品在传统及新兴工业部门均有广泛应用，金属冶炼及电解铝是主要下游行业。**正因为炭素制品具有优良的物化性能，炭素制品不仅广泛应用于钢铁、冶金、化工等传统工业领域，也在电子、光伏半导体、航空航天以及核工业等新兴产业有着重要的应用。

表1：炭素制品可分为石墨及炭素制品两大类，在传统及新型工业部门均有广泛应用

	一级分类	二级分类	三级分类	下游行业	用途
炭素制品	石墨制品	石墨电极	普通功率石墨电极	钢铁/矿石冶炼	普通功率电弧炉电极
			高功率石墨电极	钢铁冶炼	高功率电弧炉电极
			超高功率石墨电极	钢铁冶炼	超高功率电弧炉电极
		特种石墨	电火花加工用石墨	机械制造	电火花加工工具电极
			模具石墨	铸造行业	加压或离心铸造、热挤压加工用模具
			高纯石墨	半导体	直拉法单晶硅炉加热器、各类坩埚
			核级石墨	原子能工业	核反应堆中子减速材料
	炭制品	炭电极	多灰/再生电极	矿石冶炼	工业硅/黄磷冶炼电极
			炭质电阻	电子工业	电阻器
		炭阳极	预焙阳极	电解铝	连续自焙铝电解槽阳极
		炭糊	阳极糊	电解铝	电解槽阳极
			电极糊	矿石冶炼	铁合金炉电极
		炭块	高炉炭块	钢铁	高炉炉底、炉缸、炉身内衬
			铝槽炭块	电解铝	铝电解槽侧面、槽底内衬
			电炉炭块	矿石冶炼	矿热式电炉炉底炉衬
		碳纤维		风电/航空航天/体育用品	风电叶片/飞机外壳/球拍

数据来源：中国炭素行业协会、《索通发展首次公开发行股票招股说明书》、广发证券发展研究中心

## (二) 钢铁用炭素：电炉用石墨电极用量占 85%，高炉用炭块用量占 15%

炭素制品由于其优良的物理、化学性能，应用领域十分广泛。其中，应用于钢铁冶炼工业的炭素制品可分为两类：一是应用于普通/高/超高功率电弧炉石墨电极；二是应用于高炉炉底、炉缸、炉身内衬炭块。

炭素制品在钢铁行业中的应用中，85%为石墨电极。根据中国炭素行业协会发布的《2016 年 1 至 12 月炭素行业生产经营情况简要分析》，2016 年我国炼钢用石墨电极产量达 50.45 万吨，炭块产量为 8.6 万吨，因此可粗略估算出在钢铁工业用炭素制品中，石墨电极占比为 85%左右，炭块占比约为 15%。因此石墨电极为炭素制品在钢铁行业中的主要应用。

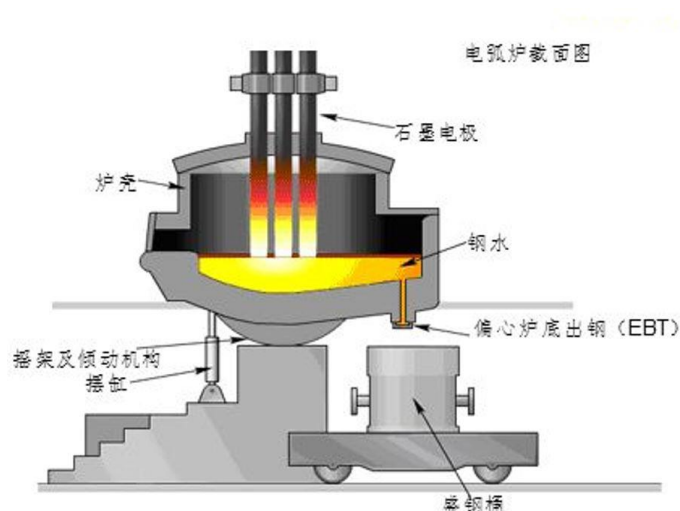
### 1、电弧炉石墨电极：电弧炉炼钢关键耗材

#### (1) 石墨电极主要应用于电弧炉炼钢

电弧炉是利用电极电弧产生的高温来熔炼矿石和金属的电炉。电极在气体中放电形成电弧时能量很集中，弧区温度在  $3000^{\circ}\text{C}$  以上。电弧炉工艺灵活性好，能有效地除去硫、磷等杂质，炉温容易控制，且设备占地面积小，适于优质合金钢的熔炼。

图5：电弧炉主要导电部件为石墨电极

图6：电弧炉用石墨电极



数据来源：百度图片、广发证券发展研究中心

数据来源：百度图片、广发证券发展研究中心

炼钢用电弧炉按电源性质、炉衬性质、装料方式、变压器输出功率、出钢方式有多种分类方式。（1）按电弧炉电源性质分，电弧炉可分为三相电弧炉（交流）、单相电弧炉（直流）、自耗电弧炉以及电阻电弧炉等类型；（2）按电弧炉炉衬性质分，电弧炉可分为碱性电弧炉和酸性电弧炉；（3）按装料方式分，电弧炉可分为顶装料和炉门装料两种；（4）按变压器输出功率分，电弧炉可分为普通功率、高功率和超高功率三种；（5）按出钢方式分，电弧炉可分为侧出钢、中心出钢和偏心底出钢三种。



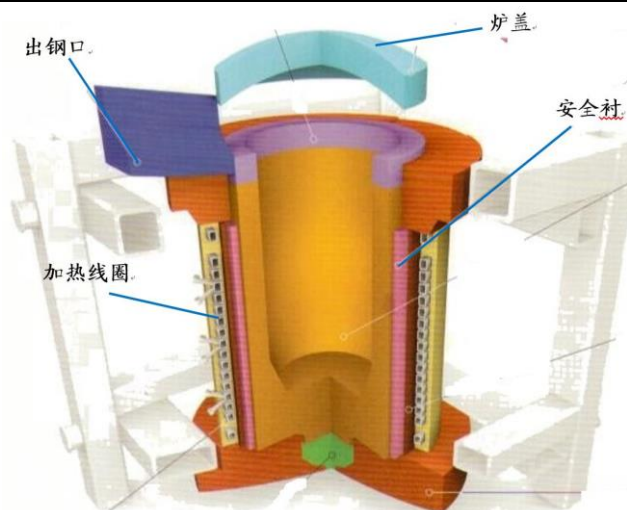
表 2：电弧炉根据电源特性、炉衬性质、装料方式和输出功率有多种分类方式

分类标准	电弧炉类型	特征	特点
电源特性	三相电弧炉	采用三相交流电源	电炉配备三根石墨电极，功率较大，多用于钢铁冶炼
	单相电弧炉	采用单相直流电源	电炉配备一根石墨电极，功率较小，多用于铜和铜合金的熔炼
	电阻电弧炉	电弧热与炉料内部电阻热共同产生热量	主要用于矿石冶炼，又称为矿热炉
	自耗电弧炉	采用自耗难熔金属作为电极，不采用石墨电极	主要用于熔炼钛、锆、钼等活泼金属和难熔金属，也可冶炼高温合金和特殊钢等
炉衬性质	碱性电弧炉	炉衬为镁砂、白云石等碱性耐火材料	有效去除硫、磷，适用于特殊钢生产
	酸性电弧炉	炉衬为硅砖、石英砂、白泥等酸性材料	无法去除硫、磷，多用于异性铸造
装料方式	顶部装料	吊车吊起料罐将炉料一次加入炉膛内	广泛适用于3吨以上电炉
	炉门装料	手工从炉门装料	多数在3吨以下小电炉采用
输出功率	普通功率	吨功率水平在400kVA/t以下	炉料融化较慢、热停工时间长
	高功率	吨功率水平在400~700 kVA/t	炉料快速融化、热停工时间短
	超高功率	吨功率水平在700kVA/t以上	炉料融化更快、热停工时间更短
出钢方式	侧出钢	出钢槽在电炉炉壳侧面	炉体需旋转一定角度，不能无渣出钢
	中心出钢（CBT）	出钢口在电炉底部中心位置	结构简单，但不能无渣出钢
	偏心底出钢（EBT）	出钢口在电炉底部偏心位置	炉壁水冷面积扩大，保证无渣出钢

数据来源：《电弧炉传统加工工艺》、广发证券发展研究中心

应当注意的是，中频感应炉与电弧炉尽管都属电炉，但两者原理完全不同，中频感应炉并不采用石墨电极。中频感应炉（简称中频炉）是一种将工频 50Hz 交流电转变为中频（300Hz 至 20kHz）交流电，在感应线圈中激励磁场并在炉内钢材内部产生涡流而熔炼钢铁的炼钢设备，无法有效除去钢中硫、磷等有害杂质，且无法控制钢的成分，因此冶炼出的大多是低端普钢。我们常说的“地条钢”就是指以废钢为原料、经过中频感应炉融化、不进行成分和质量控制的钢。

图7：中频感应炉通过加热线圈来产生热量



数据来源：百度图片、广发证券发展研究中心

图8：中频感应炉实物图



数据来源：百度图片、广发证券发展研究中心

## (2) 石墨电极是电弧炉关键耗材，电弧炉吨钢消耗量在 1.2~2.5 kg/t 之间

石墨电极是以石油焦、针状焦为原料，煤沥青为结合剂，经煅烧、配料、混捏、压型、焙烧、石墨化、机加工而成，是电弧炉中以电弧形式释放电能对炉料进行加热熔化的导体。

石墨电极是易耗品，不同类型电弧炉石墨电极消耗量在 1.2~2.5 kg/t 之间，受多因素影响而不同。根据 B.Bowman 等人在《炭素技术》期刊上发表的《电弧炉中石墨电极的消耗》一文，石墨电极消耗方式可分为端部消耗、侧面氧化消耗、残端损失以及根部折断四种方式；石墨电极其消耗量及消耗速度受电炉电流大小、生产能力、实际氧量、实际连接、废钢种类和装料方式等多方面的影响。根据高占彪等人 2009 年在《炭素技术》期刊上发表的《对电弧炉冶炼中石墨电极消耗及使用的探讨》一文，电弧炉吨钢石墨电极消耗在 1.2kg/t 至 2.5kg/t 之间；不同类型的电弧炉其石墨电极消耗量也不同，直流电炉石墨电极消耗量相比交流电炉和电阻电炉偏低。

表3：直流电炉石墨电极消耗量相比交流电炉和电阻电炉偏低

项目	三相（交流）电弧炉	单相（直流）电弧炉	电阻电弧炉
电耗率/(kWh/t)	390~430	360~400	360~410
电极消耗率/(kg/t)	1.5~2.5	1.2~1.7	1.9~2.4

数据来源：《对电弧炉冶炼中石墨电极消耗及使用的探讨》、广发证券发展研究中心

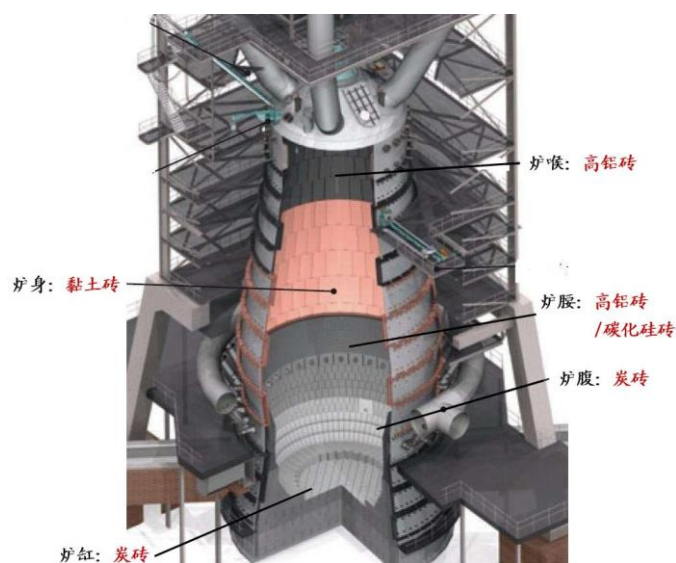
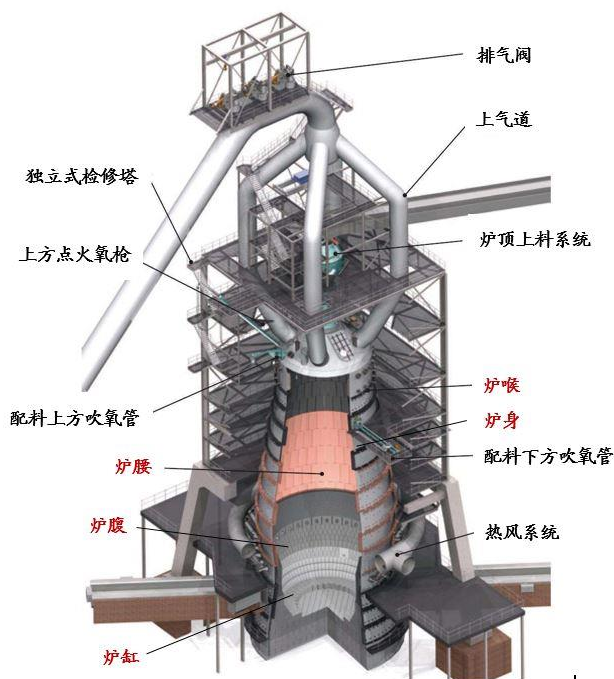
## 2、高炉内衬炭块：高炉耐蚀隔热结构材料

高炉是用焦炭还原铁矿石冶炼铁水的大型高温冶金炉。高炉炼铁具有技术经济指标良好、工艺简单、生产量大、劳动生产效率高和能耗低等优点。

高炉本体结构可分为炉壳和炉型两部分。（1）炉壳：现代化高炉广泛使用焊接的钢板炉壳，其主要作用是固定冷却设备，保证高炉砌体牢固，密封炉体以及承受炉顶载荷；（2）炉型：高炉炉型是指高炉工作空间的形状，现代高炉炉型多为五段

式炉型，自上而下由炉喉、炉身、炉腰、炉腹和炉缸五部分构成。其中，炉喉是高炉本体的最上部分，既是炉料的加入口，也是煤气的导出口；炉身是高炉铁矿石间接还原的主要区域，呈圆锥台简称圆台形，由上向下逐渐扩大；炉腰是高炉直径最大的部位。它使炉身和炉腹得以合理过渡；炉腹是高炉原料熔化和造渣的主要区段，呈倒锥台形；炉缸是高炉燃料燃烧、渣铁反应和贮存及排放区域，呈圆筒形，设有出铁口、渣口和风口，因此是承受高温煤气及渣铁物理和化学侵蚀最剧烈的部位。

图9：高炉炉型由炉喉、炉身、炉腰、炉腹和炉缸五部分构成 图10：高炉炉缸、炉腹一般采用炭块作为内衬耐火材料



数据来源：百度图片、广发证券发展研究中心

数据来源：百度图片、广发证券发展研究中心

高炉炉缸、炉腹多采用炭块炉衬。以耐火材料砌筑的实体称为高炉炉衬，其作用在于构成高炉的工作空间，减少热损失，并保护炉壳和其它金属结构免受热应力和化学侵蚀的作用。高炉不同高度处的温度、压力和工作条件的苛刻程度不同，因此炉衬耐火材料的选用也不同。其中，炉腹和炉缸内衬多采用热稳定性好、抗化学侵蚀性好的炭砖做耐火材料。

表 4：高炉炉缸、炉腹多采用炭块炉衬

高炉结构	工作温度/℃	工作环境	炉衬材料
炉喉	~200	受入炉料的冲击或磨损	高铝砖
炉身	200~700	上部及中部受下降炉料磨损，下部受炉渣磨损	黏土砖/高铝砖
炉腰	700~1500	热震剥落、高温煤气冲刷	高铝砖/碳化硅砖
炉腹	1500~2000	高温煤气冲刷、渣铁冲刷	炭砖/半石墨砖

炉缸	900~1000	熔渣和铁水侵蚀、冲刷	炭砖
----	----------	------------	----

数据来源：《高炉内衬结构发展现状》、广发证券发展研究中心

### 本章小结：

炭素制品按是否经过石墨化处理可分为炭制品和石墨制品两大类；2016 年我国炭素制品中炭制品产量占比达 86.19%，石墨制品占比为 13.48%；在炭制品中，电解铝行业用预焙阳极占比达 79%，而石墨电极占石墨制品总产量的 97%；炭素制品因具有良好的导电和导热性、化学稳定性、热稳定性和中子减速性能，广泛应用于钢铁、矿物冶金、电解铝、电化学和核电行业中；

应用于钢铁工业的炭素制品主要可分为两类：一是利用石墨制品良好的导电性，应用于普通/高/超高功率电弧炉中的石墨电极，占钢铁用炭素制品总用量的 85%；二是利用炭制品良好的热稳定性，应用于高炉炉底、炉缸、炉身内衬的炭块，占钢铁用炭素制品总用量的 15%。



## 二、需求端：特钢“增量提质”长期利好短流程炼钢占比提升，地条钢出清助短流程短期成本降低

（一）长期看：我国短流程炼钢占比仅为全球平均水平 1/4，特钢快速发展利好短流程炼钢，驱动石墨电极需求提升

1、短流程炼钢在建设成本、生产效率、环境保护等方面较长流程炼钢更具优势

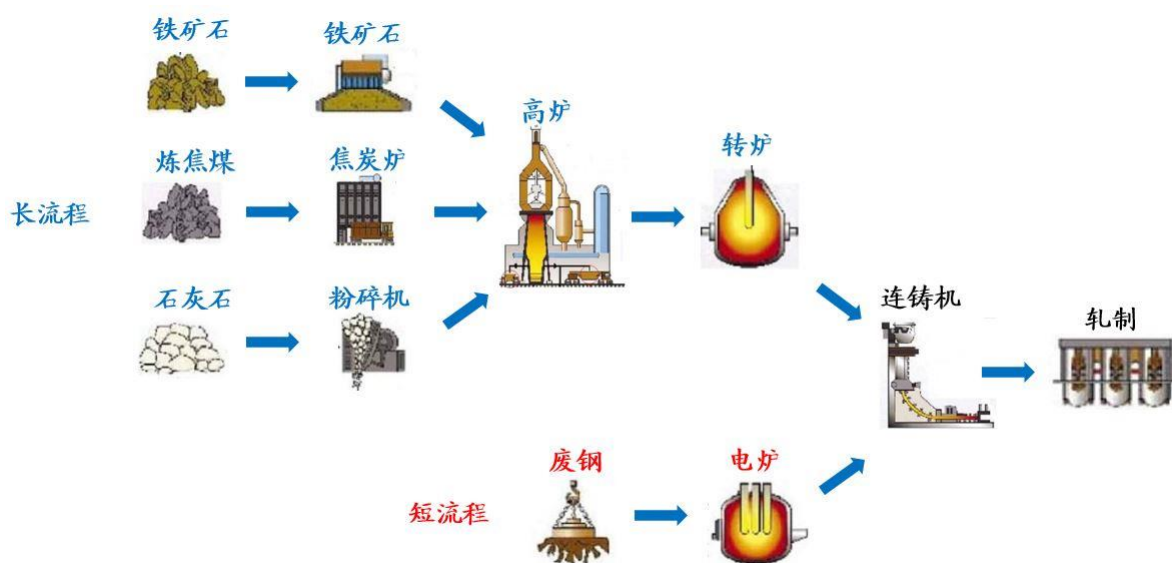
### （1）废钢-电弧炉为短流程炼钢核心流程

根据杜涛等 2006 年在中国冶金报文发表的典型钢铁生产流程的环境负荷分析及周建南等 2008 年在《山东冶金》发表的《钢铁制造流程技术进步与钢铁企业可持续发展》，目前我国比较典型的钢铁生产流程分为两类：一类为高炉—转炉—连铸—轧制工艺流程，即长流程；另一类为电炉—连铸—轧制工艺流程，即短流程。

长流程生产流程的源头是从矿石原料开始的，高炉和转炉是长流程关键设备。主要的矿物原料有三种：铁矿、炼焦煤、石灰石。铁矿经选矿工序先选成铁精矿，然后进一步制成烧结矿或球团矿；炼焦煤经过洗煤、配煤工序后经过焦炉干馏，释放出挥发成分而后得到焦炭；石灰石可直接用于高炉炼铁的造渣熔剂。以上三种主要原料进入现代炼铁高炉冶炼得到碳的质量分数在 4% 以上的液态铁水。高炉铁水经过氧气转炉吹炼配以精炼炉得到合格钢水。钢水经过浇铸连续浇铸或模铸成为钢坯或钢锭，再经过轧制工序最后成为钢材。

短流程炼钢生产流程的原材料是废钢，电弧炉是短流程炼钢的关键设备。废钢经简单加工破碎或剪切、打捆等后直接装入电弧炉中熔炼配以精炼炉，得到合格钢水，以后的工序与长流程相同。

图11：炼钢短流程与长流程对比示意图



数据来源：百度图片、广发证券发展研究中心



## (2) 短流程炼钢在建设成本、生产效率、环境保护等方面有明显优势

根据我们 2017 年 1 月 25 日发布的《供给侧结构性改革系列之二十一：去哪些产能（三）：供给侧改革将再超预期，重视短流程的发展机遇，坚定看好钢铁行业投资机会》深度报告，以废钢-电炉为核心流程的短流程炼钢技术在生产效率、环境保护、基建投资成本、工艺柔性等方面相对长流程炼钢技术有明显优势。

表5：炼钢的长短流程技术指标定性对比

技术指标	长流程炼钢	短流程炼钢
生产成本	生产速度快、产量大、单位成本低	电价较高、国内废钢资源较少，生产成本较高
生产效率	生产工序多，操作复杂，生产效率较低	生产工序少，操作简单，生产效率较高
主要原料	金属料（铁矿）、非金属料（石灰石、焦煤）和气体	以废钢为主
能源构成及消耗	铁水物理热+碳氧反应化学热，能耗较高	电能+化学热（碳氧反应、氧燃烧嘴等）+物理热（被预热废钢、加入铁水），能耗较低
环境保护	转炉流程的炼焦、烧结、炼铁工序污染环境	短流程水耗量、气体排放量较低
基建投资成本	需要庞大的炼焦和炼铁系统，基建投资巨大	可小批量生产，基建投资较低
工艺柔性	仅靠钢中易氧化元素与氧作用而释放的化学能来供应冶炼，工艺柔性较差	工艺柔性较强
钢种质量	转炉利用纯铁水冶炼特殊钢更纯净	废钢中的残余元素较难去除，使用废钢冶炼特殊钢含较多杂质

数据来源：中国冶金报《炼钢短流程工艺国内外现状及发展趋势》、中国冶金报《典型钢铁生产流程的环境负荷分析》、山东冶金报《钢铁制造流程技术进步与钢铁企业可持续发展》、山东工业技术《我国炼钢机械工艺的优缺点及发展方向》、广发证券发展研究中心

**1) 建设成本方面：短流程吨钢投资及建设周期较低。**根据徐匡迪等人 2005 年发表在《中国冶金》期刊上的《电炉短流程回顾和发展中的若干问题》一文，从投资角度看，建设高炉-转炉联合企业年产能能力每吨钢需要投资约 1000~1500 美元，而废钢-电炉短流程仅需要约 500~800 美元；从建设周期看，高炉-转炉联合企业建设周期约为 4 年，而废钢-电炉短流程建设周期可以缩短至 1~1.5 年。

**2) 生产效率方面：短流程炼钢工艺远高于长流程炼钢。**根据贵州大学硕士论文《短流程炼钢新技术研究》，典型的现代钢铁联合企业的长流程炼钢工艺，从原材料进厂开始到出成品钢材的周期至少要 3~4 天（72~96h），而短流程炼钢工艺，从废钢入炉算起到轧出钢材为止，一般只需 3~5h 左右；根据徐匡迪等人 2005 年发表在《中国冶金》期刊上的《电炉短流程回顾和发展中的若干问题》一文，一流的现代化高炉-转炉流程的钢铁联合企业和生产率为 600~800 吨钢/人·年，而以大型电炉为主体的现代化短流程企业的生产率已经达到 1000~3000 吨钢/人·年。

**3) 能源消耗方面：短流程炼钢工艺累计能耗仅为长流程的一半。**高炉-转炉流程系统庞大，环节多，无论是原材料准备阶段还是冶炼过程操作均需消耗大量的能源。根据贵州大学硕士论文《短流程炼钢新技术研究》一文，从矿石、焦煤开始的长流程工艺累计能耗达 768 千克/吨钢，而从废钢开始的短流程工艺累计能耗仅为

385.8 千克/吨钢，仅为长流程炼钢工艺累计能耗的一半左右。

表6：炼钢的长短流程技术指标定量对比

技术指标		长流程炼钢	短流程炼钢
建设成本	吨钢投资（美元）	1000~1500	500~800
	建设周期（年）	4	1~1.5
生产效率	从原材料到成品钢材生产周期（小时）	72~96	3~5
	劳动生产率（吨钢/人·年）	600~800	1000~3000
能源消耗	炼钢工序能耗（标煤）（千克/吨钢）	24	299
	生铁消耗（千克/吨钢）	1012	118
	生产载能（标煤）（千克/吨钢）	744	86.8
	累计能耗（标煤）（千克/吨钢）	768	385.8

数据来源：《电炉短流程回顾和发展中的若干问题》、《短流程炼钢新技术研究》、广发证券发展研究中心

**4) 污染物排放方面：短流程在废水、废气排放方面对环境更为友好。**根据《废钢铁产业“十三五”规划》，与铁矿石炼钢相比，用1吨废钢铁炼钢可减少1.6吨二氧化碳的排放，可减少3吨固体废物的排放。根据我们2017年1月25日发布的《供给侧结构性改革系列之二十一：去哪些产能（三）：供给侧改革将再超预期，重视短流程的发展机遇，坚定看好钢铁行业投资机会》深度报告，在同样生产1吨板坯/方坯时，短流程炼钢排放的污染物明显低于含有烧结流程的长流程及含有球团的长流程，特别是在二氧化硫、氮氧化物等主要大气污染物排放和废水排放方面有较大优势。

表7：长、短流程炼钢污染物排放对比

炼钢流程	污染物									输出（1吨产品）
	CO (kg)	CO2 (kg)	SO2 (kg)	NOx (kg)	颗粒物 (kg)	粉尘 (kg)	可回收粉尘 (kg)	废水 (m3)	二噁英 (μg)	
长流程炼钢 (含烧结流程)	32.42	255.51	2.70	1.20	0.12	0.70	375.00	0.55	-	板坯/方坯
长流程炼钢 (含球团流程)	3.12	83.01	0.60	1.05	0.12	0.92	-	2.05	-	板坯/方坯
短流程炼钢	2.50	51.00	0.05	0.25	0.10	-	-	0.10	10.10	板坯/方坯

数据来源：我的钢铁网、世界钢铁《提高生产率降低运行成本减少炼钢过程温室气体排放》、环境与发展《电弧炉炼钢过程的二噁英及抑制措施》、广发证券发展研究中心

注：“-”代表数据未知，处长流程炼钢（含烧结流程）包括烧结、炼焦、高炉、转炉流程，长流程炼钢（含球团矿流程）包括球团、炼焦、高炉、转炉流程。

## 2、我国 70%特钢由电弧炉生产，特钢“增量提质”驱动短流程炼钢发展

### (1) 我国 70%的特钢、100%的高合金钢由电弧炉生产

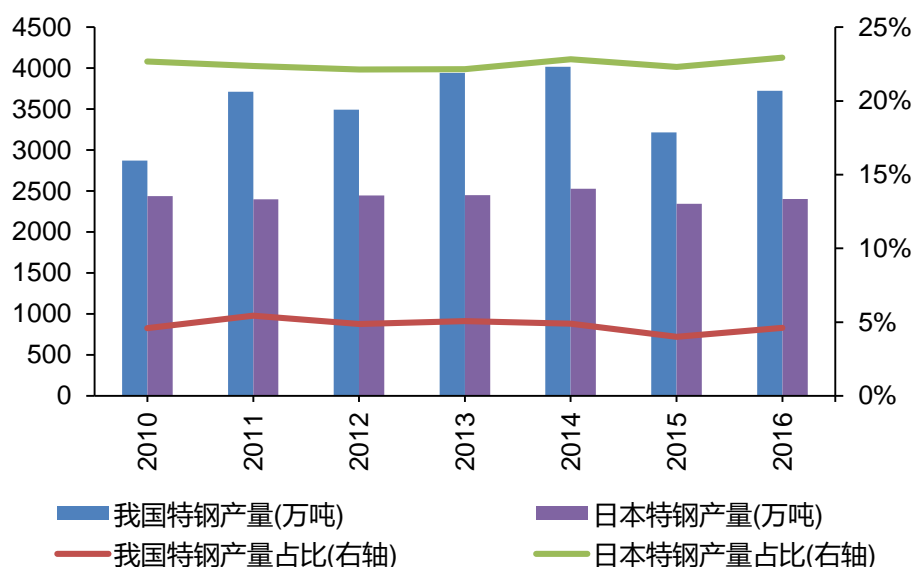
电弧炉炼钢质量高、小批量的特点适合特钢冶炼。电弧炉可以间断性生产，可以满足各种小批量，特殊规格、品种，合金量较高的钢种需要，是一种柔性的炼钢法；同时电弧炉能冶炼含磷、硫、氧低的优质钢和合金钢，因此相比高炉-转炉的长流程炼钢更适合于小批量、多品种、高质量的特钢生产。

我国特钢主要由电弧炉冶炼。根据柳克勋等人 2010 在《再生资源与循环经济》期刊上发表的《短流程钢铁企业发展循环经济的模式》一文，我国 30~40%的优质钢、70%的特殊钢以及 100%的高合金钢是电弧炉生产的。

(2) 2016 年我国特钢产量占比 4.61%、仅为日本的 1/5，高端特钢占比 3%、仅为日本的 1/8，特钢“增量提质”驱动短流程炼钢发展

2016 年我国特钢产量占比 4.61%，仅为日本的 1/5。根据中国特钢企业协会数据，2016 年我国特殊钢产量约 3725.51 万吨，仅占我国 2016 年粗钢总产量的 4.61%；根据日本铁钢联盟 JISF 统计数据，2016 年日本特殊钢产量达 2403.40 万吨，占同期日本粗钢产量的 22.94%，是我国特钢占比的近 5 倍。根据 2012 年科技部编制的《高品质特殊钢科技发展“十二五”专项规划》显示，工业发达国家的特殊钢产量占粗钢总产量的比例普遍较高，2011 年美国 and 韩国已达 10%左右，法国和德国达 15~22%，瑞典则高达 45%左右。因此我国特钢产量仍有较大的提升空间。

图12：2016年我国特钢产量占比为4.61%、仅为日本的1/5

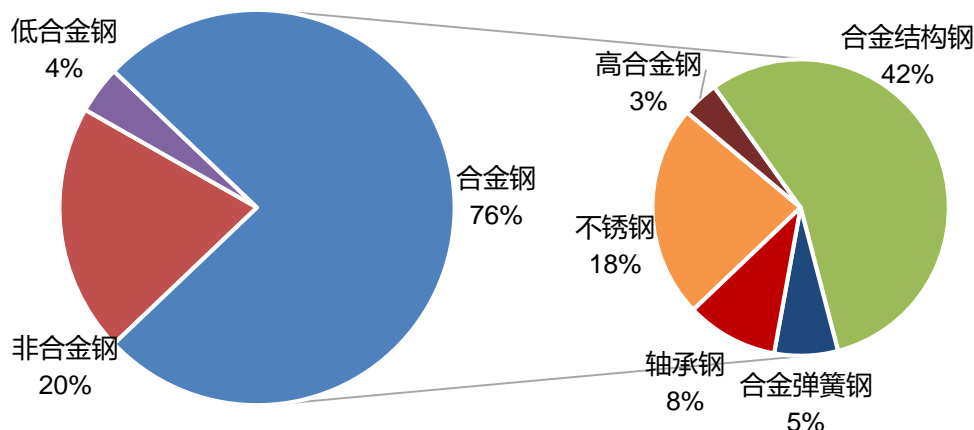


数据来源：我的钢铁网、日本铁钢联盟、广发证券发展研究中心

我国高端特钢仅占特钢总产量的 3%，仅为日本的 1/8。除不锈钢外，以非合金钢和低合金钢为代表的特殊钢为低端特钢；以合金结构钢和轴承钢、弹簧钢为代表的合金钢为中端特钢；而以合金工模钢、高速钢、高温合金钢、精密合金钢、耐蚀

钢等高合金钢为高端特钢。根据我的钢铁网数据，2016 年我国高合金钢占特钢总产量比例仅为 3%，而中端合金钢占比达 55%，低端特钢占比为 24%。根据《国内外特殊钢产业发展现状与工艺技术比较》，日本高端高合金钢产量占比达 25%。因此，我国特钢产业结构仍以中低端产品为主，高端特钢供给不足。

图13：2016年我国高合金钢占比仅为3%，仅为日本的1/8



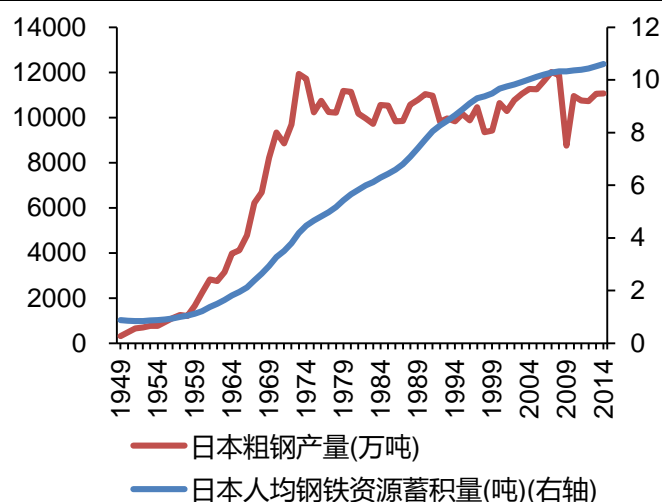
数据来源：我的钢铁网、广发证券发展研究中心

3、我国钢铁蓄积量仍将快速增长，废钢回收率提升空间较大，为短流程炼钢提供充足废钢资源

废钢是短流程炼钢的主要原材料，废钢资源的供给情况是短流程钢发展的资源基础。废钢资源供给包括未来废钢资源总量以及废钢回收率两个方面。废钢来源于钢铁制品的报废，因此钢铁蓄积量的大小决定了废钢资源总量；废钢回收率则决定了废钢资源利用率的高低。

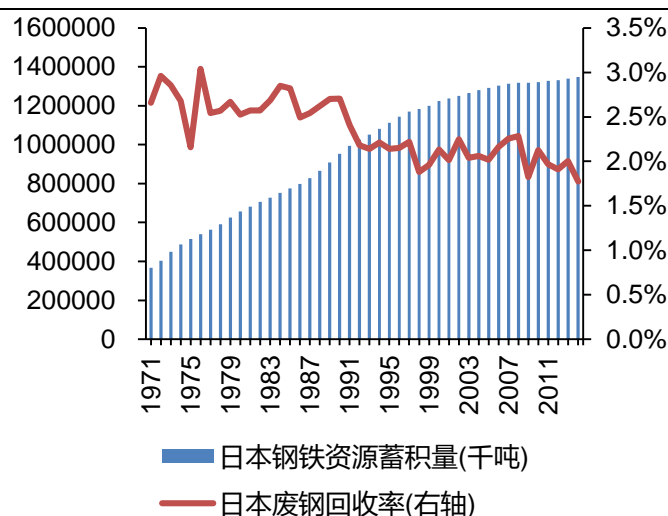
2015 年我国人均钢铁蓄积量仅为同期日本的 55%，钢铁蓄积量有望保持快速增长，未来废钢资源总量充足。从日本钢铁行业发展历史看，在 1973 年日本粗钢产量达到峰值之后，日本钢铁资源蓄积量仍保持较快增长，1973~1997 年间日本钢铁资源蓄积量年均增长率达 4.38%，直至 1997 年之后钢铁资源蓄积量增长率降低至 2% 以下，2004 年之后降低至 1% 以下，显示日本的钢铁资源蓄积量逐渐企稳。根据日本铁钢联盟数据，日本 2014 年钢铁蓄积量达到 13.49 亿吨，人均钢铁蓄积量约为 10.61 吨/人；而根据 2016 年 12 月中国废钢铁应用协会发布的《废钢铁产业“十三五”规划》，截至 2015 年年底，全国钢铁蓄积量达到 80 亿吨，由此得出我国人均钢铁蓄积量约为 5.82 吨/人。我国人均钢铁蓄积量仅为日本同期的 55% 左右。因此我国钢铁资源蓄积量增长空间仍然较大。由于钢铁制品在一定年限后会进入报废状态，钢铁资源蓄积量的快速提升为短流程炼钢提供了充足的废钢资源保证。

图14：日本人均钢铁资源蓄积量在粗钢产量达峰值后仍保持较快增长



数据来源：日本铁钢联盟、广发证券发展研究中心

图15：2000年以来日本废钢回收率保持在2%左右

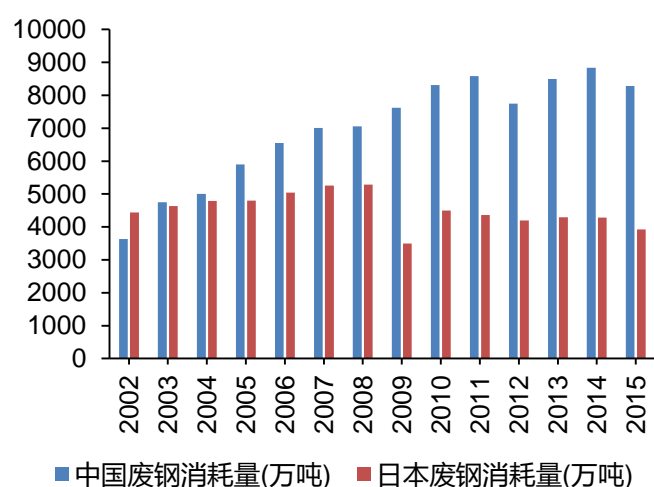


数据来源：日本铁钢联盟、《日本废钢铁回收加工利用现状和展望》、广发证券发展研究中心

**2015年我国人均废钢消耗量仅为同期日本的1/5，废钢回收率提升空间较大。**

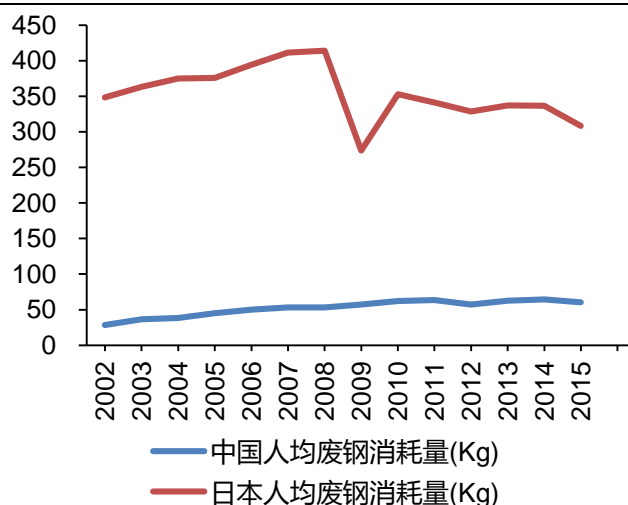
从废钢消耗总量上看，根据日本铁钢联盟和中国废钢铁应用协会数据，中国废钢消耗总量自2003年起才超过日本，2015年中国废钢消耗总量达8020万吨，而日本同期为3920万吨，仅为中国的一半；从人均废钢消耗量上看，2015年我国人均废钢消耗量约为60.23公斤，而日本同期为308.45公斤，为我国人均废钢消耗量的5倍；从废钢回收率（ $\text{废钢回收率} = \frac{\text{当年废钢消耗量}}{\text{当年钢铁资源蓄积量}}$ ）上看，日本2014年废钢回收率为1.77%，自1971年以来呈现波动下降趋势；根据中国废钢铁应用协会数据，2016年我国废钢消耗量为9010万吨，废钢回收率为1.13%左右。相比日本的2%左右还有一定差距。

图16：中国废钢消耗量自2003年起才超过日本



数据来源：日本铁钢联盟、中国废钢铁应用协会、广发证券发展研究中心

图17：2015年中国人均废钢消耗量仅为日本的1/5左右



数据来源：日本铁钢联盟、中国废钢铁应用协会、广发证券发展研究中心



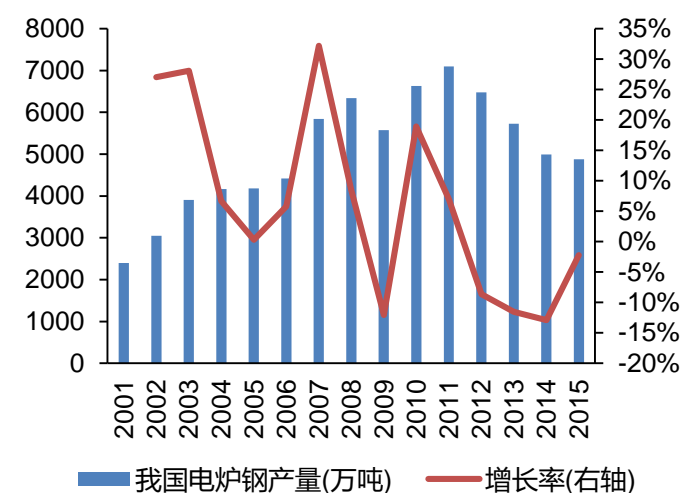
#### 4、我国短流程炼钢产量占比仅为日本的 27%、全球平均的 24%，石墨电极需求空间较大

(1) 2015 年我国短流程钢产量占比仅为日本的 27%、全球平均的 24%，发展空间广阔

**2011~2015 年我国电炉钢产量逐年降低。**根据世界钢铁协会统计数据，2015 年我国电炉钢产量达 4880 万吨，占 2015 年我国粗钢总产量的 6.07%。从历史统计数据上看，2000 年至 2011 年，我国电炉炼钢产量处于上升阶段，至 2011 年达到峰值 7094.60 万吨，2011 年后电炉炼钢产量逐年下降，但同比降幅逐渐缩小。2015 年电炉钢产量同比 2014 年减少 2.24%，电炉钢产量下降的趋势持续减弱。我国电炉钢产量逐年降低的原因除了废钢资源紧张造成废钢价格偏高之外，还与 2011~2015 年我国特殊钢产量没有明显增长、部分特钢开始采用长流程生产有关。

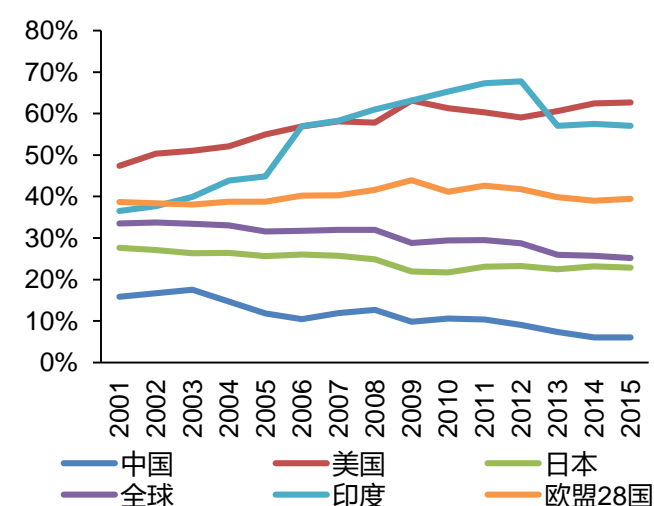
**2011~2015 年我国电炉钢产量占比逐年降低。**根据世界钢铁协会统计数据，2015 年全球电炉炼钢占粗钢总产量百分比为 25.2%，美国、欧盟 28 国、日本、印度分别为 62.67%、39.43%、22.87%、57.07%，而中国电炉炼钢比率自 2010 年以来持续 5 年下降，2015 年电炉粗钢产量占总产量百分比为 6.07%，远低于世界水平 25.22%。我国电炉钢产量占比逐年降低的原因是长流程炼钢产量增幅较大而短流程产量逐年降低造成的：我国长流程炼钢产量由 2011 年的 6.12 亿吨增至 2015 年的 7.55 亿吨，而同期我国短流程炼钢产量则由 0.71 亿吨降至 0.49 亿吨。

图18：2001~2015年我国电炉钢产量逐年下滑



数据来源：世界钢铁协会、广发证券发展研究中心

图19：我国电炉钢产量占比较美、日、欧、印及全球平均水平有较大差距



数据来源：世界钢铁协会、广发证券发展研究中心

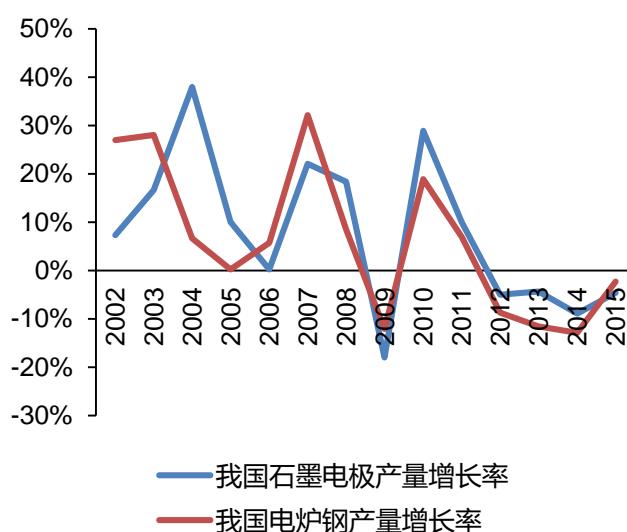
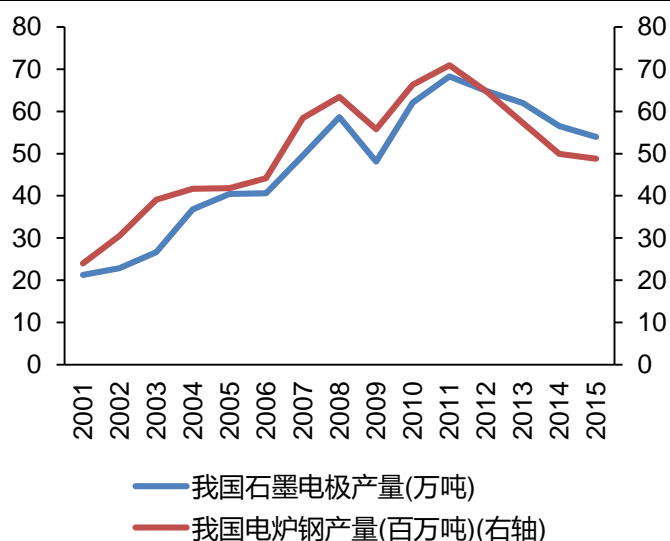
**我国未来电炉钢增长空间较大。**根据世界钢铁协会统计数据，2015 年全球电炉炼钢占粗钢总产量百分比为 25.22%，美国、欧盟 28 国、日本、印度分别为 62.67%、39.43%、22.87%、57.07%，而 2015 年我国电炉粗钢产量占总产量百分比为 6.07%，仅是美国电炉钢占比的 1/10，印度的 1/9，欧盟的 1/6，以及日本的 1/4 左右。因此我国未来电炉钢占比的增长空间较大。

## (2) 石墨电极产量与电炉钢产量变化趋势一致，未来增长空间较大

石墨电极产量与电炉钢产量变化趋势一致，相关系数为 0.94，未来电炉钢产量增长将驱动石墨电极需求。根据世界钢铁协会和中国炭素行业协会数据，2015 年我国电炉钢产量为 4880 万吨，石墨电极产量为 53.93 万吨。我国石墨电极产量、增长率与我国电炉钢产量、增长率密切相关，其中石墨电极产量与电炉钢产量的相关系数达 0.94，石墨电极产量增长率与电炉钢产量增长率的相关系数为 0.68。从产量上看，我电炉钢产量在 2011 年达到顶峰，随后则逐年下滑，而我国石墨电极产量也在 2011 年后逐年萎缩；从增长率看，总体上看石墨电极产量增长率呈现波动下滑的趋势，2015 年电炉钢产量下滑趋势减弱，石墨电极产量降幅也有所收窄。未来电炉钢产量占比增长空间较大，将驱动电炉用石墨电极的未来需求空间。

图20：2001~2015年我国电炉钢与石墨电极产量变化趋势一致

图21：石墨电极产量增长率滞后于电炉钢产量增长率



数据来源：世界钢铁协会、中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

数据来源：世界钢铁协会、中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

(二) 短期看：地条钢出清将使废钢供需重归平衡，短流程炼钢成本降低产量增长，驱动石墨电极需求增长

### 1、地条钢出清释放废钢供给，废钢供需有望重归平衡

#### (1) 全国需清理的地条钢产能达 1.19 亿吨以上

根据国经贸产业函[2002]156 号《关于地条钢有关问题的复函》，地条钢指的是“以废钢铁为原料、经过感应炉等熔化、不能有效的进行成分和质量控制生产的钢及以其为原料轧制的钢材。”

2017 年 6 月 30 日前全面取缔地条钢。从 2005 年以来，国家对用于生产“地条钢”的中频炉出台了多个政策限制其发展。2006 年 1 月发改委出台了《钢铁产业发展政策》，明确要求加快淘汰并禁止新建中频感应炉等落后工艺技术装备；2011 年 4 月，根据发改委出台的《产业结构调整指导目录（2011 年本）》的淘汰类目录

中，明确要求淘汰用于“地条钢”、普碳钢、不锈钢冶炼的工频和中频感应炉；2016年10月，根据工信部发布的《钢铁工业调整升级规划（2016-2020年）》中明确提出，2016年全面关停并拆除400立方米及以下炼铁高炉（符合《铸造生铁用企业认定规范条件》的铸造高炉除外），30吨及以下炼钢转炉、30吨及以下电炉（高合金钢电炉除外）等落后生产设备。全面取缔生产“地条钢”的中频炉、工频炉产能；而根据2017年1月11日新华网发布的《我国明确取缔“地条钢”时间表》，2017年1月10日上午，在中国钢铁工业协会2017年理事（扩大）会议上，国家发改委副主任林念修表示，**2017年6月30日前，地条钢必须全部清除。这是国家层面首次明确地条钢取缔期限。**

**全国需清理的地条钢产能达1.19亿吨以上。**根据中钢协2017年4月26日召开的“中国钢铁协会2017年第一次信息发布会”，目前全国各省区已清理出“地条钢”企业共500多家，涉产能1.19亿吨。

表 8：2006 年以来国家针对地条钢及中频炉出台的政策

时间	出台部门	政策名称	主要内容
2017.01	发改委、工信部	关于运用价格手段促进钢铁行业供给侧结构性改革有关事项的通知	对列入《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》钢铁行业限制类、淘汰类装置所属企业生产用电继续执行差别电价，在现行目录销售电价或市场交易电价基础上实行加价，其中：淘汰类加价标准由每千瓦时0.3元提高至0.5元，限制类加价标准为每千瓦时0.1元。
2016.12	发改委	关于坚决遏制钢铁煤炭违规新增产能打击“地条钢”规范建设生产经营秩序的通知	对本地区相关钢铁煤炭企业进行拉网式的梳理核查。在梳理核查的全部对象中，对存在“违规新增产能、违法生产销售‘地条钢’、已退出产能复产”的三类情形企业，要提供详细的名单，并对存在问题企业的处置方式、整改时间等处理意见
2016.10	工信部	钢铁工业调整升级规划（2016-2020年）	全面取缔生产“地条钢”的中频炉、工频炉产能
2011.04	发改委	《产业结构调整指导目录（2011年本）》	淘汰用于“地条钢”、普碳钢、不锈钢冶炼的工频和中频感应炉
2006.01	发改委	钢铁产业发展政策	加快淘汰并禁止新建中频感应炉等落后工艺技术装备
2005.12	发改委	产业结构调整指导目录（2005年本）	淘汰用于“地条钢”、普碳钢、不锈钢冶炼的工频和中频感应炉

数据来源：发改委、工信部网站、广发证券发展研究中心

## （2）地条钢出清释放废钢供给，废钢供需有望重归平衡

下面我们给出在地条钢全部出清之后废钢的供需测算。本测算基于以下假设：

**假设 1：假设地条钢产能利用率为 50%，中频炉出钢率为 90%；**

则可计算出，若全国地条钢产能为 1.19 亿吨，则地条钢实际产量为  $0.595=1.19 \times 50\%$ （亿吨），生产地条钢所需废钢量为  $0.67=0.595 \div 90\%$ （亿吨）；即在地条

钢全部出清后，约有 0.67 亿吨的废钢供给释放。

假设 2：假设 2017 年我国废钢供给量（除地条钢用废钢外）增长率同 2016 年保持一致，即 9.90%；

根据中国废钢行业协会数据，2016 年我国重点钢铁企业废钢用量为 0.91 亿吨。  
则可计算出，在地条钢出清后，2017 年我国废钢供给总量预计将达  $1.67=0.67+0.91 \times (1+0.099)$ （亿吨）。

假设 3：假设 2017 年我国长流程炼钢废钢比为 15%，短流程炼钢废钢比为 100%；

假设 4：假设 2017 年我国长流程炼钢占比和短流程炼钢占比与 2016 年相同，即分别为 93.93%和 6.07%；

假设 5：根据前文论述，假设 2017 全年我国粗钢产量年增长率为 2%，则预计 2017 年我国粗钢产量将达 8.20 亿吨；

则可计算出，在不考虑短流程热加铁水工艺（即认为短流程炼钢原料全部为废钢）、长流程废钢比达 15%的条件下，预计 2017 年全国废钢消耗量为  $1.65=8.20 \times 93.93\% \times 15\% + 8.20 \times 6.07\% \times 100\%$ （亿吨）。

因此可得到在假设条件下，地条钢出清后，预计 2017 年我国废钢供给总量为 1.67 亿吨，废钢总需求量为 1.65 亿吨，废钢总供给略大于总需求。但应该注意的是（1）长流程炼钢废钢比一般在 10~15%，我们计算时取了上限；（2）短流程炼钢废钢比很难达到 100%，实际随着电炉热装铁水技术的发展，短流程炼钢废钢比逐年降低。

因此在考虑到上述实际因素后，我们认为在地条钢出清后，2017 年我国废钢供需关系将一改供应紧张的局面，逐渐趋于平衡。未来随着废钢资源的不断增长，废钢或将出现供大于求的局面，未来废钢价格或将承压。

## 2、中频炉转电弧炉技术可行，但短期政策尚不明朗

**电弧炉较中频炉优势明显。**电弧炉炼钢相比中频炉在炼钢质量、炼钢品种、对废钢铁原料的适应性等方面具有明显的优势，且为炼钢企业后续由碳素结构钢转型为合金结构钢、特钢的生产打下基础，适应市场的能力强。同时为企业今后建设海绵铁生产线留下余地。因此从长远的角度考虑，电弧炉炼钢发展前景更为广阔，新建电弧炉炼钢生产线比中频炉生产线更具优势。

表9：电弧炉除投资成本较高外，相比中频炉性能更加优异

技术指标	电弧炉	中频炉
冶炼功能	电弧炉+LF 炉生产工艺具有脱碳、脱磷、脱氧、脱硫、调整温度、成分、去气、去夹杂功能	中频炉+LF 只具备增加成分、脱硫、脱氧、去气、去夹杂及调整温度功能，仅相当于化钢炉
生产效率	额定容量 60MVA、70t 偏心底出钢超高功率节能型电弧炉平均冶炼时间可缩短至 40 分钟	70t 中频炉冶炼时间为 60 分钟
炼钢质量	电炉+LF 炉成分容易控制，可生产轴承钢、油井管、高质量弹簧钢等特钢	若废钢原料中碳、磷及合金元素较高时不能调整成分，只能生产质量要求不高的常用碳素结构钢
原料适应性	钢铁料适应性强，可使用生铁、统料、渣钢、轻	对所用钢铁料要求高，以中型、重型返回合格废

	薄料、海绵铁等，对废钢铁料中的易氧化元素如碳、磷、硅、锰、铬等含量可适当放宽	钢为主，价格高
电耗成本	可使用廉价的氧气能源同时高温烟气对废钢进行预热减少了烟气热量损失，能耗相对中频炉低	电耗相对电弧炉较高
炉体寿命	炉衬寿命可达 1000 次/届以上	炉衬寿命仅为 50~80 次/届
投资成本	因配套有空分制氧设备、SVC 无功补偿等设备，投资比中频炉高	投资较低

数据来源：我的钢铁网、广发证券发展研究中心

**短期内电弧炉产能能否上马取决于政府政策。**2017 年 3 月，时任工信部副部长徐乐江在钢铁去产能工作会议中特别指出，“目前部分实施拆除的中频炉企业在未经任何备案程序的情况下上马电弧炉，个别设计院还为企业做设计，或是以改造的名义新上高炉、转炉、电炉设备”。因此中频炉炼钢企业能否拆除中频炉、上马电弧炉继续生产仍有待政策明确。短期内电弧炉产能顶替原中频炉产能缺口仍有政策风险。

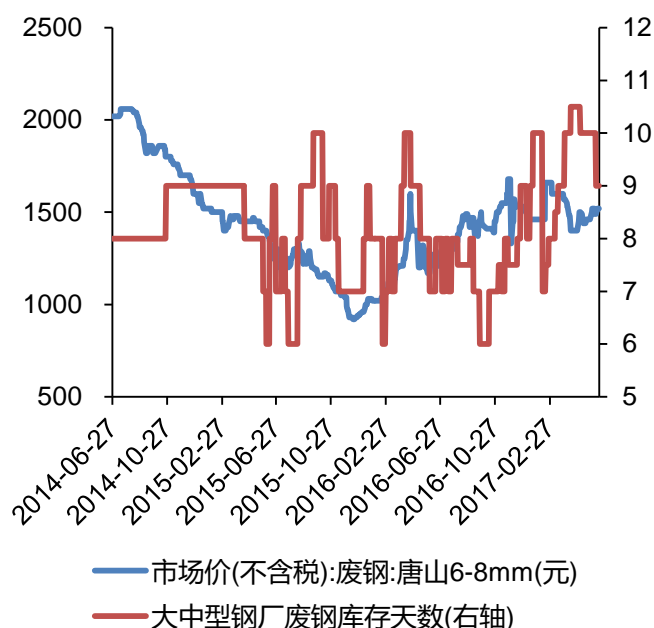
**3、地条钢出清致废钢价格稳中趋降，生铁-废钢价差加大，短流程炼钢成本降低，短期石墨电极需求有望提升**

如前文所述，根据中钢协 2017 年 4 月 26 日召开的“中国钢铁协会 2017 年第一次信息发布会”，目前全国各省区已清理出“地条钢”企业共 500 多家，涉产能 1.19 亿吨。若按中频炉开工率 50% 计算，全国地条钢总产量预计将达 6000 万吨左右。而地条钢生产的主要原材料是废钢，因此地条钢出清将减少废钢消耗量也应在 6000 万吨左右。

**废钢消耗量减少，钢厂补库存平稳，出口量绝对值较小，废钢供大于求仍持续。**根据 Wind 数据，截止 2017 年 6 月 16 日唐山 6-8mm 废钢市场价(不含税)报 1520 元/吨，废钢价格基本稳定；截止 2017 年 6 月 16 日大中型钢厂废钢库存天数为 9 天，相比 2017 年 5 月的 10 天有所下降，但波动不大；废钢进出口方面，2012 年以来废钢进口量总体呈波动下降趋势，进入 2017 年以来有所回升。废钢出口量非常少，相对进口量几乎可以忽略不计，但 2017 年 3 月和 4 月废钢出口量分别为 0.07 万吨和 1.54 万吨，4 月份同比 3 月大增 21 倍，但废钢出口绝对值仍较少。

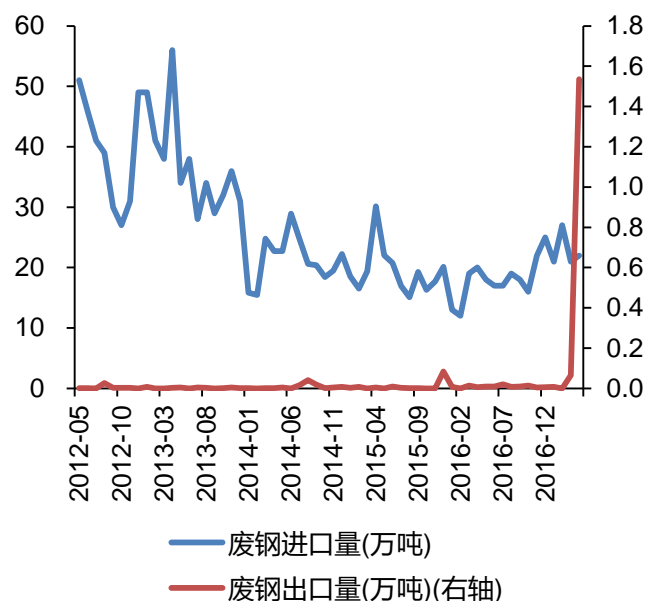


图22：废钢价格与钢厂废钢库存天数基本稳定



数据来源：Wind、广发证券发展研究中心

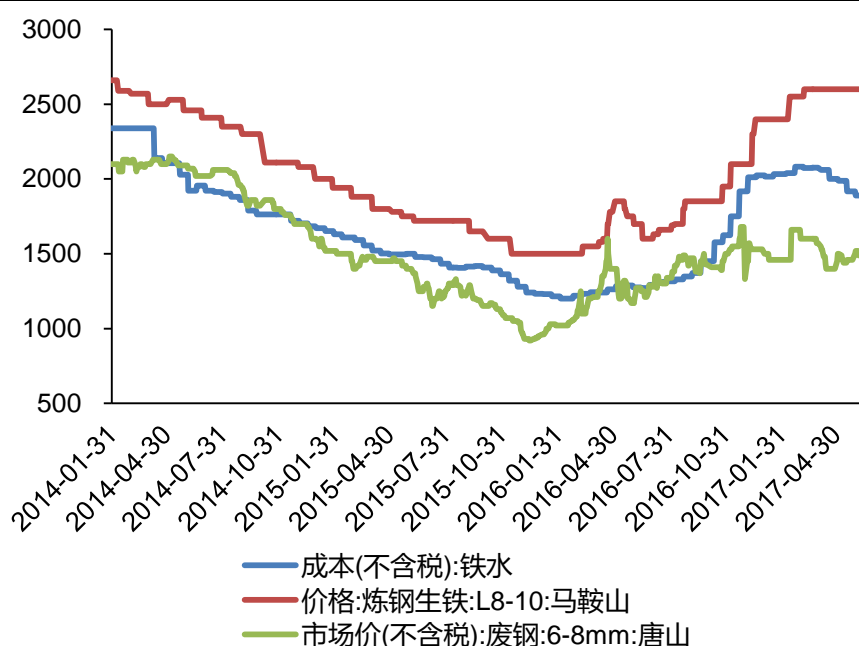
图23：废钢进口量波动下降，出口量2017年3、4月大幅增长，但绝对值仍很低



数据来源：Wind、广发证券发展研究中心

**铁水-废钢价差加大，有利于短流程炼钢发展。**根据 Wind 数据，进入 2017 年以来受焦炭等原材料成本大幅升高影响，铁水成本与炼钢生铁价格上涨较快，造成铁水与废钢价格差、炼钢生铁与废钢价格差拉大。截止 2017 年 6 月 16 日，唐山 6-8mm 废钢市场价(不含税)报 1520 元/吨，铁水成本为 1890 元/吨，铁水与废钢价差为 370 元；马鞍山 L8-10 炼钢生铁价格为 2600 元，炼钢生铁与废钢价差为 1080 元。此前由于我国废钢资源短缺，价格偏高，造成废钢价格高于铁水成本，电炉钢生产企业只能采取降低废钢用量、热加铁水的方式降低电炉钢生产成本。目前废钢价格较铁水成本和炼钢生铁价格均低，电炉钢生产企业可提高废钢用量，使得短流程炼钢有利可图，从而短期利好短流程炼钢以及电弧炉发展。

图24：2017年起炼钢生铁、铁水与废钢价格差拉大



数据来源：Wind、广发证券发展研究中心

### 本章小结：

长期来看，短流程技术相对长流程有明显优势，以电弧炉为主要生产设备的特钢行业有望快速发展，电炉钢原材料废钢资源增长空间较大，因此电弧炉炼钢有望快速发展，从而提振石墨电极需求：（1）从技术本身看，电弧炉是短流程炼钢的核心设备，相比高炉-转炉的长流程炼钢，以废钢-电炉为核心流程的短流程炼钢技术在生产效率、环境保护、基建投资成本、工艺柔性等方面相对长流程炼钢技术有明显优势；（2）从下游驱动看，我国约 70% 的特殊钢及 100% 的高合金钢由电弧炉生产，2016 年我国特钢产量占比仅为日本 1/5，高端特钢产量占比仅为日本 1/8。我国高端特钢的未来发展将驱动电炉钢及电炉用石墨电极的发展；（3）从上游驱动看，2015 年我国人均钢铁资源蓄积量仅为日本同期的 55%，人均废钢消耗量仅为日本的 1/5，因此我国钢铁资源蓄积量和废钢消耗量均有较大发展空间，未来短流程炼钢的资源基础雄厚；

根据世界钢铁协会统计数据，2015 年全球电炉炼钢占粗钢总产量百分比为 25.22%，美国、欧盟 28 国、日本、印度分别为 62.67%、39.43%、22.87%、57.07%，而 2015 年我国电炉粗钢产量占总产量百分比为 6.07%，

仅是美国电炉钢占比的 1/10，印度的 1/9，欧盟的 1/6，以及日本的 1/4 左右。因此我国未来电炉钢占比的增长空间较大；石墨电极产量与电炉钢产量的相关系数达 0.94，因此未来电炉钢产能较大的增长空间将驱动石墨电极需求增长；

短期来看，2017 年 6 月 30 日是地条钢“大限”，地条钢 1.19 亿吨产能有望全部出清；地条钢出清释放的废钢供给将使我国废钢供需关系趋于平衡；根据我们的测算，在假设地条钢产能利用率为 50%，中频炉出钢率为 90%、不考虑废钢供给量增长、全国长流程炼钢废钢比为 15%，短流程炼钢废钢比为 100%、以及 2017 年我国粗钢产量同比 2016 年增长 2%的条件下，我们预计，在地条钢出清后，2017 年我国废钢供给总量预计将达 1.67 亿吨，废钢需求总量预计为 1.65 亿吨，供给略高于需求；考虑到上述计算没有考虑到长流程炼钢废钢比一般在 10~15%、短流程炼钢废钢比很难达到 100%等实际情况，废钢需求总量实际可能更低，因此我们认为在地条钢出清后，2017 年我国废钢供需关系将一改供应紧张的局面，逐渐趋于平衡，而未来随着废钢资源的不断增长，废钢或将出现供大于求的局面，未来废钢价格或将承压；尽管目前电弧炉产能顶替原中频炉产能缺口尚需政策确认，但目前铁水-废钢价差加大，短流程炼钢有利可图，因此短期仍利好电弧炉炼钢，从而驱动电弧炉用石墨电极发展。

### 三、供给端：集中度和技术水平提升驱动行业长期发展， 环保限产、生产周期长影响炭素制品短期供应

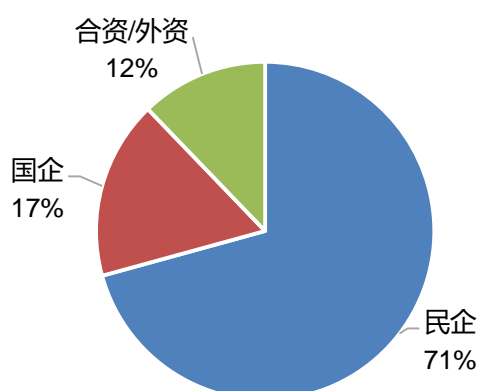
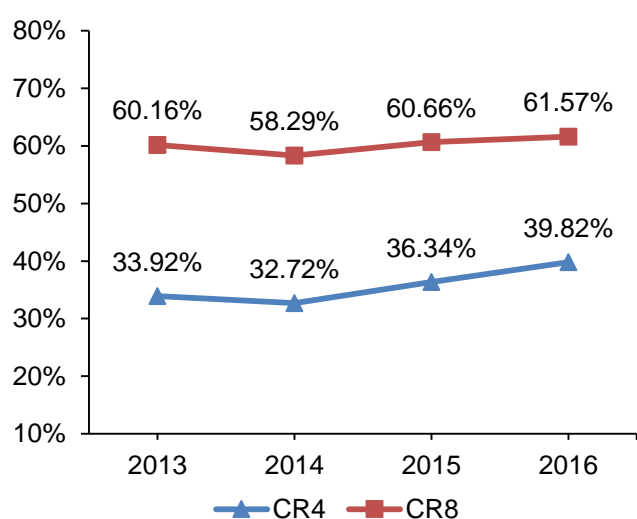
（一）长期看：炭素行业集中度或进一步提高，向超高功率电极发展提升行业盈利能力

1、炭素行业民企为主占比 71%，行业竞争较为激烈，市场正向龙头企业集中

我国炭素行业以民企为主且竞争力较强。（1）从数量上看：我国炭素行业整体以民企为主。在 2016 年中国炭素行业协会统计的 41 家主要炭素企业汇总，民营炭素企业数量达 29 家，国资以及合资/外资企业分别为 7 家和 5 家；（2）从竞争力上看，我国炭素行业中民企竞争力较强。2016 年营业收入排名前 4 位的炭素企业均为民企，排名前 8 位的炭素企业中有 5 家民企，2 家合资企业以及 1 家国企；排名前 20 位的炭素企业中有 13 家民企，5 家国企及两家合资企业。

炭素行业竞争激烈，市场正向龙头企业集中。根据中国炭素行业协会统计数据，2016 年我国炭素行业实现营业收入 186.32 亿元，其中济南澳海、索通发展、济南万方和开封炭素位列营业收入前四位，方大炭素紧随其后。我们测算得到 2016 年我国炭素行业集中度 CR4 为 39.82%，CR8 为 61.57%，表明我国炭素行业目前属于中度集中度竞争市场结构，市场竞争较为激烈，正处于品牌由分散向集中的发展过程中。2013~2016 年我国炭素行业集中度逐步提升，CR4 由 2013 年的 33.92% 提升至 2016 年的 39.82%，增长幅度达 17.39%；而 CR8 由 2013 年的 60.16% 提升至 2016 年的 61.57%，增长幅度仅为 2.34%。**CR4 提升速度远远高于 CR8 提升速度表明我国炭素行业市场正向龙头企业集中，未来集中度有望进一步提升。**

图25：2016年我国炭素行业集中度CR4为39.82%，CR8 图26：2016年我国炭素企业中民营企业占71%  
为61.57%



数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

## 2、石墨电极向超高功率电极发展是未来趋势，技术水平提高有助行业盈利提升

### (1) 电弧炉逐步向超高功率电炉发展

超高功率电弧炉的概念是 1964 年由美国联合碳化物公司的施维博 (W.E.Schwabe) 与西北钢线材公司的罗宾逊 (C.G.Robinson) 提出的。美国首先在 135t 电炉上进行了提高变压器功率、增加导线截面等改造。德国、英国、意大利及瑞典等纷纷发展超高功率电弧炉，不再投产普通功率电弧炉。根据国际钢铁协会 (IISA) 1981 年在巴西会议上提出的标准，超高功率电弧炉指的是功率水平在 700kVA/t 以上的电弧炉。

**超高功率电弧炉生产率高，能耗低。**超高功率电弧炉变压器功率是同吨位普通电炉功率的 2~3 倍，具有缩短炉料熔化时间和冶炼时间、提高生产率、提高电热效率、降低电耗特点。对于 150t 级的超高功率电弧炉，其从生产率不低于 100t/h，电耗可降至 420~450kWh/t 以下，实现生产节奏转炉化。

表 10：电弧炉功率水平及生产率发展情况

指标	1960 年以前 (第一代电炉)	1960 年代 (第二代电炉)	1970 年代 (第三代电炉)	1980 年至今 (第四代电炉)
功率水平 (kVA/t)	200	400~500	650~800	800~1000
出钢时间 (min)	240~360	120~150	80~95	55~60
生产率 (100t 电炉) (t/h)	15~25	30~30	60~80	~100

数据来源：《超高功率电弧炉技术概况》、广发证券发展研究中心

表 11：某 70t 电炉由普通功率改为超高功率后各项指标的变化

电弧炉	额定功率 /MVA	熔化时间 /min	冶炼时间 /min	熔化电耗 /kWh/t	总电耗 / kWh/t	生产率 t/h
普通功率 (RP)	20	129	156	538	595	27
超高功率 (UHP)	50	40	70	417	465	62

数据来源：《现代超高功率电弧炉的技术特征》、广发证券发展研究中心

**100~150 吨超高功率电弧炉是主流发展方向。**根据宋华德等人发表在《特殊钢》期刊上的《超高功率电弧炉技术概况》一文，电炉的生产能力决定于炉容量与单位输入功率。在单位功率水平相同时，生产能力随容量增大而提高。电炉容量过小，不仅生产效率低，技术经济指标差，而且配备炉外精炼设备也比较困难；而容量在 150 吨以上的电炉由于其单位功率水平不高，反而不能充分发挥超高功率电炉的优点，因此多数电炉容量在 150 吨内。同时，根据我国发改委于 2013 年发布的《产业结构调整指导目录 2011 年本（修正）》，30 吨以下容量的电炉已经被列为落后产能予以淘汰，而 30~100 吨容量的电炉被列为限制类建设项目。**因此 100~150 吨超高功率电弧炉将是我国未来电弧炉发展方向。**



图27：电炉生产能力决定于炉容量与单位输入功率

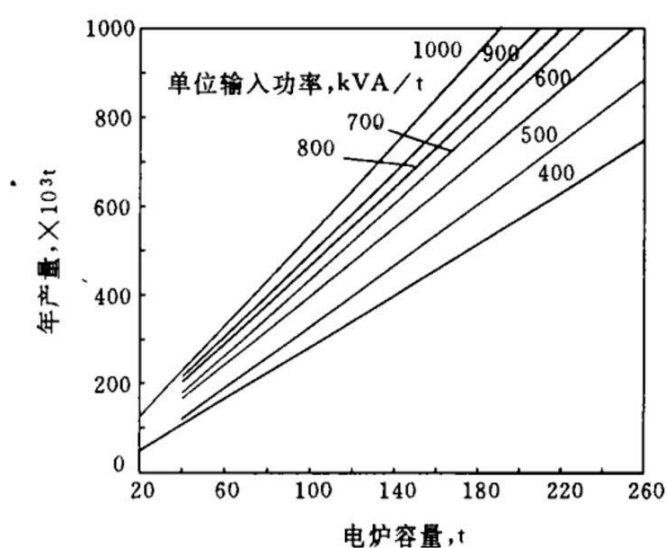
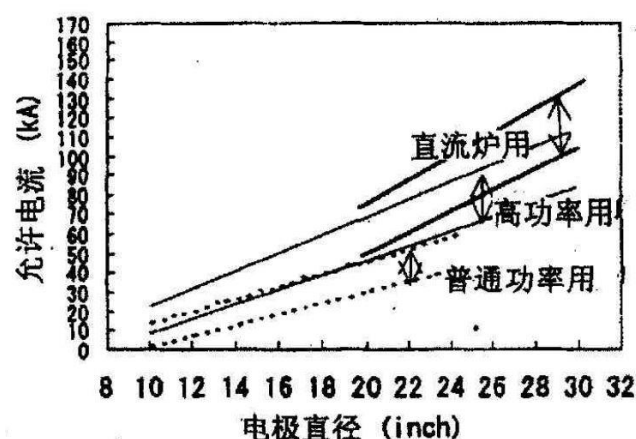


图28：石墨电极直径与其允许电流成正相关



数据来源：《超高功率电弧炉技术概况》、广发证券发展研究中心

数据来源：《φ700mm超高功率石墨电极接头的研制》、广发证券发展研究中心

## （2）超高功率电弧炉发展驱动超高功率石墨电极需求

随着劳动效率高、综合成本低的大容量超高功率电弧炉的日趋增多，直径为500mm以上的高功率和超高功率石墨电极的生产和使用将占据主导地位。

表 12：石墨电极直径与电弧炉容量的对应关系

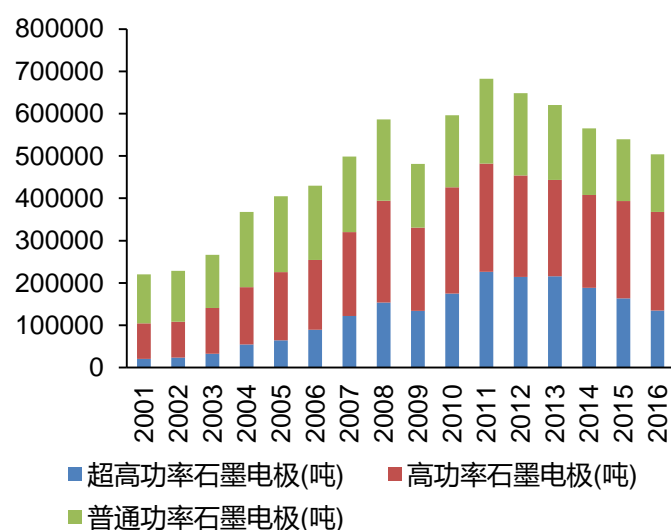
电弧炉容量/t	电弧炉内径/m	校正功率/MVA			石墨电极直径/mm
		普通功率	高功率	超高功率	
30	4.6	12	18	22	400,450
40	4.9	15	22	27	450
50	5.2	18	25	30	450
60	5.5	20	27	35	500
70	6.8	22	30	40	500
80	6.1	25	35	45	500
100	6.4	27	40	50	500
120	6.7	30	45	60	550,600
150	7.0	35	50	70	600
170	7.3		60	80	600

200	7.6		70	100	600,700
250	8.2			120	700
300	8.8			150	700,750

数据来源：《φ700mm 超高功率石墨电极接头的研制》、广发证券发展研究中心

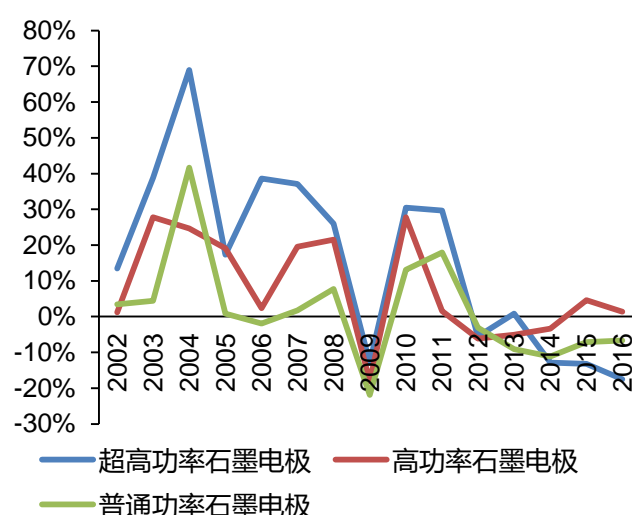
**我国高功率及超高功率石墨电极占比逐年提高。**（1）从总量看，根据中国炭素行业协会统计数据，2016 年我国石墨电极产量达 504051 吨，其中高功率及超高功率石墨电极产量占比达 73%，而 2001 年高功率及超高功率石墨电极产量占比仅为 46%。（2）从类别看，2002~2013 年间我国超高功率石墨电极产量年增长率均在高功率和普通功率之上，显示在此期间我国超高功率电弧炉发展较快驱动超高功率石墨电极需求；2014 年之后超高功率石墨电极产量增速落后于高功率和普通功率石墨电极，可能的原因是超高功率电弧炉投资较大，钢铁行业供给过剩而导致超高功率电弧炉开工率不足，影响了超高功率石墨电极需求。

图29：我国高功率及超高功率石墨电极产量占比逐年提高



数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

图30：2002~2013年我国超高功率石墨电极增长最快，2014~2016年高功率石墨电极取而代之



数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

**（二）短期看：石墨炭素主要产地环保限产影响供给，成本趋稳价格上涨短期利好石墨炭素企业业绩改善**

### 1、京津冀及周边地区石墨炭素企业环保限产影响全国一半供给能力

#### （1）京津冀地区环境治理形势严峻

根据我们在 2017 年 3 月 6 日发布的《供给侧结构性改革系列之二十八：环保限产的短期、中期效应分析-《京津冀及周边地区大气污染防治方案》印发，环保限产力度升级，机遇与挑战并存》深度报告，京津冀地区大范围雾霾污染问题日益

突出，雾霾持续天数和频率大幅增加，范围不断扩大。据统计数据，目前全国已陆续有 25 个省份、100 多座大中城市不同程度出现雾霾天气，环保压力日益突出。根据中国清洁联盟统计的资料，河北省 PM2.5 浓度位列全国第一，北京市和天津市紧随其后，京津冀地区环境污染形势严峻。

2013 年以来，中央及地方政府颁布多条环保措施，其中京津冀地区环境污染治理一直都是重中之重，从近期政策发布频率来看，京津冀地区的环保力度持续加码。

表 13：2014 年以来京津冀地区出台的相关环保政策

时间	出台部门	政策名称	链接
2017.02	发改委、环保部	《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》	中华人民共和国环境保护部 <a href="http://dqhj.mep.gov.cn/dtxx/201703/t20170323_408663.shtml">http://dqhj.mep.gov.cn/dtxx/201703/t20170323_408663.shtml</a>
2016.07	环保部	《京津冀大气污染防治强化措施（2016-2017年）》	中华人民共和国环境保护部 <a href="http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bgth/201602/t20160204_329883.htm">http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bgth/201602/t20160204_329883.htm</a>
2015.12	京津冀三地环保厅局	《京津冀区域环境保护率先突破合作框架协议》	中华人民共和国中央人民政府 <a href="http://www.gov.cn/xinwen/2015-12/04/content_5019728.htm">http://www.gov.cn/xinwen/2015-12/04/content_5019728.htm</a>
2015.12	发改委、环保部	《京津冀协同发展生态环境保护规划》	河北省京津冀协同发展网 <a href="http://www.hsdnews.cn/2015-12/31/c_1117633325.htm">http://www.hsdnews.cn/2015-12/31/c_1117633325.htm</a>
2014.12	河北省政府	《关于进一步加快发展环保产业的实施方案》	河北省发展和改革委员会 <a href="http://www.hbdrc.gov.cn/web/web/xxgkcyfz/4028818b4a9f6d26014a9f94d95201ef.htm">http://www.hbdrc.gov.cn/web/web/xxgkcyfz/4028818b4a9f6d26014a9f94d95201ef.htm</a>
2014.09	农业部、环保部	《京津冀及周边地区秸秆综合利用和禁烧工作方案（2014-2015年）》	中华人民共和国国家发展和改革委员会 <a href="http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201410/t20141010_628914.html">http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201410/t20141010_628914.html</a>
2014.07	环保部	《京津冀地区生态环境保护整体方案》	新华网 <a href="http://news.xinhuanet.com/energy/2014-06/25/c_1111309467.htm">http://news.xinhuanet.com/energy/2014-06/25/c_1111309467.htm</a>
2014.07	环保部	《京津冀及周边地区重点行业大气污染限期治理方案》	中华人民共和国环境保护部 <a href="http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201407/t20140729_280610.htm">http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201407/t20140729_280610.htm</a>
2014.06	京津冀及周边地区大气污染防治协作小组办公室	《京津冀及周边地区大气污染联防联控2014年重点工作》	北京市环境保护局 <a href="http://www.bjepb.gov.cn/bjepb/324122/400139/index.html">http://www.bjepb.gov.cn/bjepb/324122/400139/index.html</a>

数据来源：公开资料整理、广发证券发展研究中心

## （2）炭素企业成环保整治重灾区

根据 2016 年陈明礼等人发表在《科技创新与应用》上的《炭素工业生产节能减排主要技术分析》一文，炭素生产产生的环境污染以大气污染为主，主要大气污染物是沥青烟（含 PAH）、颗粒物、氟化物和二氧化硫等。在环保督查的大背景下，

炭素行业成为京津冀及周边地区环保整治的重点行业。

**京津冀地区炭素企业环保限产。**2017年2月，发改委、环保部联合北京市、天津市、河北省、河南省、山东省和山西省人民政府，发布了《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》，规定“炭素企业达不到特别排放限值的，全部停产，达到特别排放限值的，限产50%以上，以生产线计”。根据2017年5月4日我的钢铁网消息，天津地区炭素企业被要求全部停产，复产日期不定；石家庄地区炭素企业无论环保合格与否一律停产待工，山东地区炭素企业也多在减产运行；根据2017年4月28日中国铝业网消息，河北省炭素企业接到通知，责令炭素企业关停或焖炉，复产等待通知。

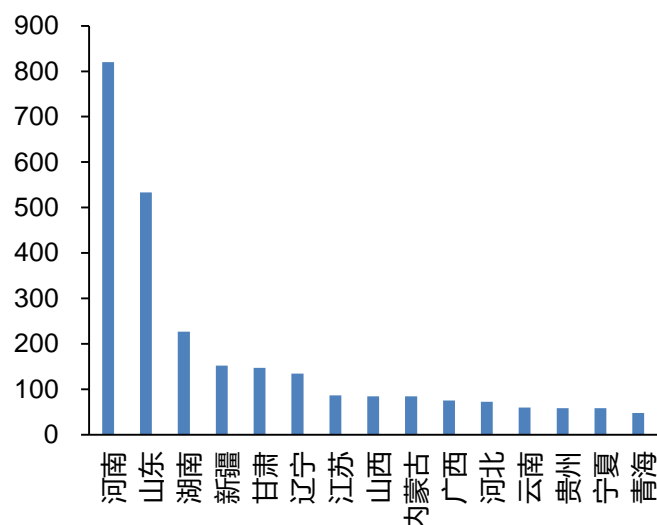
表 14：2017 年以来炭素行业环保限产的政策汇总

时间	出台部门	政策名称	炭素行业相关内容
2017.02	发改委、环保部	《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》	炭素企业达不到特别排放限值的，全部停产，达到特别排放限值的，限产50%以上，以生产线计
2017.02	山东省济宁市环保局	《济宁市2017年大气污染防治30项硬措施》	9月底前钢铁和炭素企业执行特别排放限值；钢铁企业、炭素企业执行大气污染物特别排放限值，逾期不实施设施改造的，进行停产治理；冬季采暖季，实施钢铁企业、铝工业、化工、炭素类企业限产
2017.02	天津市政府信息公开专栏	《天津市2017年大气污染防治工作方案》	对水泥（含粉磨站）、铸造（不含电炉、天然气炉）、砖瓦窑、钢铁、电解铝（含氧化铝）、化工类、医药、农药、炭素、燃煤发电机组（含自备电厂）等行业全面实行生产调控
2017.02	石家庄市人民政府	《石家庄市2017年防治大气污染工作方案》	全市水泥、铸造（不含电炉）、化工、炭素、医药、农药等行业770家企业分类实施错峰生产、停产限产。

数据来源：发改委、环保部、地方政府网站、广发证券发展研究中心

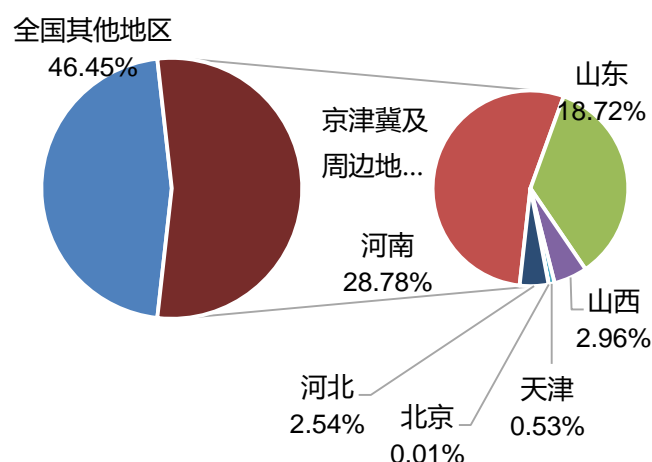
**京津冀及周边地区石墨及炭素制品产量占全国总产量50%以上，环保限产对石墨及炭素制品供给影响较大。**根据中国炭素行业协会统计数据，河南、山东和湖南列全国石墨及炭素制品产量排名前三位；而河南、山东、山西、河北、天津和北京等京津冀及周边地区石墨和炭素制品产量就占全国总产量的54%左右。因此京津冀及周边地区的环保限产政策将影响全国一半以上的石墨及炭素制品供给，短期内将造成石墨及炭素制品供应紧张，石墨及炭素制品价格上涨。

图31：2015年1~10月河南、山东和湖南列全国石墨及炭素制品产量排名前三位



数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

图32：2015年1~10月京津冀及周边地区石墨及炭素制品产量占全国总产量的54%

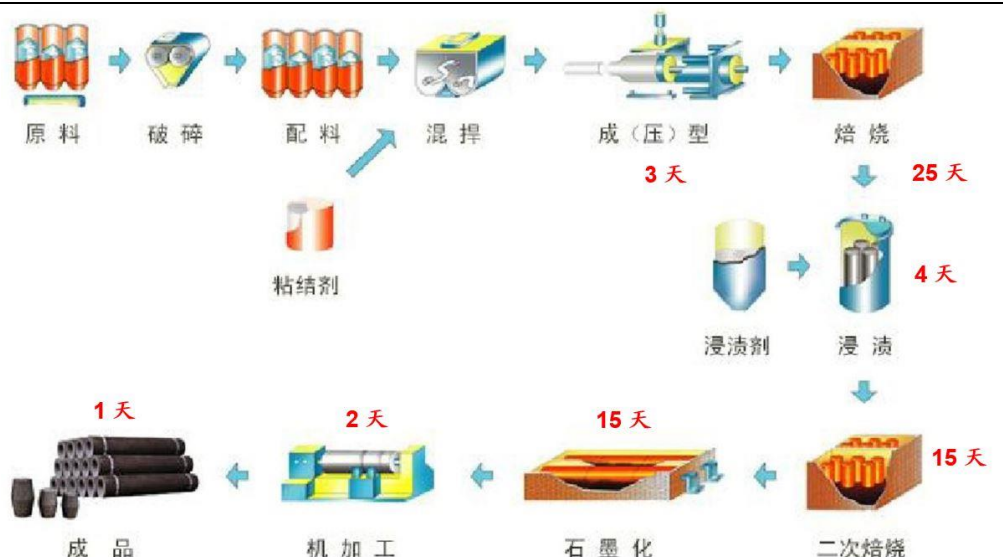


数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

## 2、石墨电极产品生产工序多，超高功率石墨电极生产周期在 65 天以上

**石墨电极生产工序较多，生产周期较长。**石墨电极由石油焦、针状焦等原料到最后产品打包出厂至少需经过原料破碎、配料、混捏、压制成型、焙烧、浸渍、二次焙烧、石墨化、机加工、质量检验、打包出厂等 11 道工序。根据李圣华等发表在《炭素科技》期刊上的《石墨电极生产中的节能降耗》一文，为了提高高功率及超高功率石墨电极的体积密度，采用先进的短流程生产工艺生产超高功率石墨电极需要一次浸渍和二次焙烧，而石墨接头则需要二次浸渍和三次焙烧，生产周期更长。

图33：超高功率石墨电极生产工序多，生产周期至少在65天以上



数据来源：我的钢铁网、日本铁钢联盟、广发证券发展研究中心

**超高功率石墨电极生产周期在 65 天以上。**典型超高功率石墨电极压制成型、焙烧、浸渍、二次焙烧、石墨化、机加工、成品打包等工序分别至少需要 3 天、25 天、



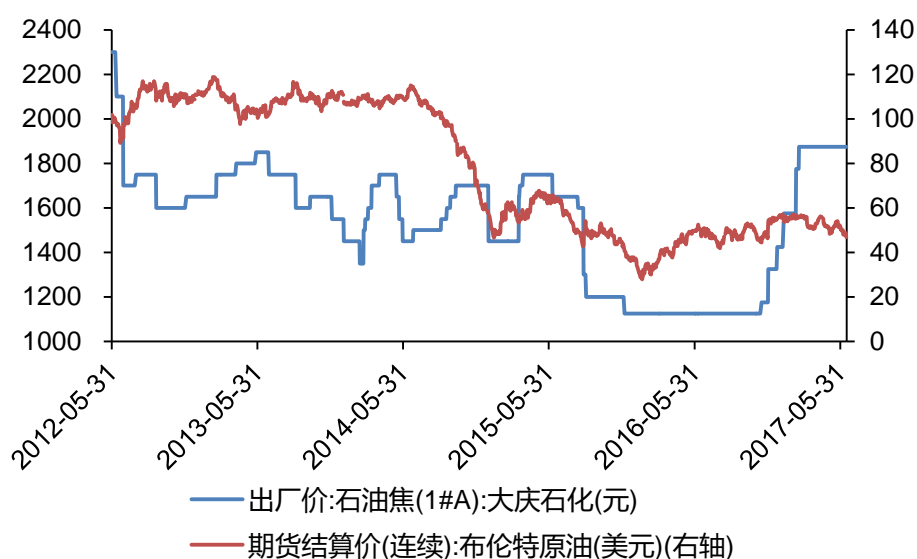
4天、15天、15天、2天和1天的时间，共计65天，若考虑原料备货、原料破碎、配料、混拌、质检等工序，石墨电极的生产周期将会更长。因此新增产能短期可能无法投入市场。

### 3、炭素制品原料价格趋稳，短期炭素企业利润空间有望提升

根据前文所述，石油焦、针状焦以及煤沥青是炭素制品的主要原材料。根据方大炭素2016年年报，公司炭素制品成本构成中原材料成本占比为51.59%，而2015年原材料成本占比为58.76%。因此原材料成本在石墨及炭素制品成本中占主要地位。

我国石油焦价格处于短期高点区域但预计未来将保持平稳，石墨炭素企业成本变动不大，而炭素制品价格增幅较大，石墨炭素企业利润有望增厚。根据Wind数据显示，国内优质石油焦（1#A）价格自2016年底以来开始上涨，截止2017年6月15日，大庆石化1#A石油焦价格为1875元，相较2016年12月30日价格1425元上涨了31.58%；由于石油焦是石油下游加工制品，因此石油焦价格滞后于原油价格。根据Wind统计数据可以看出，石油焦价格约滞后于原油期货价格约8个月左右。随着近期国际原油价格企稳，叠加石油焦下游炭素行业环保限产需求减弱影响，预计下半年石油焦价格走势平稳。

图34：截止2017年6月9日我国石油焦商品价格相对指数处于短期高点但保持平稳



数据来源：Wind、广发证券发展研究中心

### 本章小结：

长期来看，以民营企业为主的炭素行业行业集中度CR4为39.82%，CR8为61.57%，且CR4提升速度远远高于CR8提升速度表明我国炭素行业市场正向强势品牌集中，未来行业集中度有望进一步提升；出于提升

生产率、降低能耗的考虑，未来 100~150 吨超高功率电弧炉是主流发展方向，超高功率石墨电极将驱动炭素行业整体技术提升；

短期来看，京津冀及周边地区石墨炭素企业环保限产将影响全国超过一半的炭素产能，且石墨电极生产工序多，生产周期长，短期内新增石墨电极产能无法投入市场，从而对石墨及炭素制品的供给带来很大的影响；石墨及炭素制品原材料石油焦、针状焦及煤沥青价格处于短期高点位置但未来或将趋稳，石墨及炭素制品企业利润空间有望继续提升。

## 四、投资建议：短流程炼钢发展前景广阔，石墨电极龙头企业值得期待

应用于普通/高/超高功率电弧炉中的石墨电极是钢铁行业中主要应用的炭素制品，其用量约占钢铁行业炭素制品总用量的 75%。

需求端，特钢发展长期利好电弧炉炼钢，短流程成本降低提升电炉钢产量，从而驱动石墨电极发展。长期来看，短流程技术相对长流程有明显优势，以电弧炉为主要生产设备的特钢行业有望快速发展，电炉钢原材料废钢资源未来发展空间较大，因此电弧炉炼钢有望快速发展，从而提振石墨电极需求；短期来看，2017 年 6 月 30 日是地条钢出清“大限”，预计地条钢出清后我国废钢供需将趋于平衡，未来随着废钢资源总量的增长，废钢或将出现供大于求状态；尽管目前电弧炉产能能否顶替原中频炉产能缺口尚需确认，但目前铁水-废钢价差加大，短流程炼钢有利可图，因此短期仍利好电弧炉炼钢，从而驱动电弧炉用石墨电极发展。

供给端看，炭素行业集中度仍有提升空间，环保限产影响炭素制品供应，利好炭素行业整体发展。长期来看，以民营企业为主的炭素行业行业集中度 CR4 为 39.82%，CR8 为 61.57%，且 CR4 提升速度远远高于 CR8 提升速度表明我国炭素行业市场正向强势品牌集中，未来行业集中度有望进一步提升；出于提升生产率、降低能耗的考虑，未来 100~150 吨超高功率电弧炉是主流发展方向，超高功率石墨电极将驱动炭素行业整体技术提升；短期来看，京津冀及周边地区石墨炭素企业环保限产将影响全国超过一半的炭素产能，且石墨电极生产工序多，生产周期长，短期环保限产将对石墨及炭素制品的供给带来很大的影响；石墨及炭素制品原材料石油焦、针状焦及煤沥青价格处于短期高点位置但逐渐趋稳，预计不会大幅提高石墨及炭素制品成本，短期石墨及炭素企业业绩有望得到改善。

通过分析我们认为，未来我国短流程炼钢发展空间较大，从而利好短流程炼钢核心设备——电弧炉用石墨电极的发展。建议重点关注石墨电极领域龙头企业。

## 五、风险提示

- 1、我国宏观经济增速大幅下滑；
- 2、我国特钢行业发展不及预期；
- 3、炭素制品及原材料价格出现较大波动。

## 广发钢铁行业研究小组

- 李莎：首席分析师，清华大学材料科学与工程硕士，2011年进入广发证券发展研究中心。2016年新财富钢铁行业入围、金牛奖钢铁行业第二名，2014年新财富钢铁行业第二名（团队），2013年新财富钢铁行业第三名（团队），2012年新财富钢铁行业第三名（团队），2011年新财富钢铁行业第四名（团队）。
- 陈潇：研究助理，中山大学数量经济学硕士，2016年进入广发证券发展研究中心。2016年新财富钢铁行业入围（团队）、金牛奖钢铁行业第二名（团队），电话 020-87571273。
- 雷文：研究助理，华中科技大学金融学硕士，2017年进入广发证券发展研究中心，电话 020-87578481。
- 刘洋：联系人，清华大学材料科学与工程硕士，2017年进入广发证券发展研究中心。

## 广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 10%以上。
- 持有：预期未来 12 个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来 12 个月内，股价表现弱于大盘 10%以上。

## 广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 15%以上。
- 谨慎增持：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 5%-15%。
- 持有：预期未来 12 个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来 12 个月内，股价表现弱于大盘 5%以上。

## 联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市
地址	广州市天河区林和西路9号耀中广场A座1401	深圳福田区益田路6001号太平金融大厦31层	北京市西城区月坛北街2号月坛大厦18层	上海浦东新区世纪大道8号国金中心一期16层
邮政编码	510620	518000	100045	200120
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn			
服务热线				

## 免责声明

广发证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本报告只发送给广发证券重点客户，不对外公开发布。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券股份有限公司认为可靠，但广发证券不对其准确性或完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券或其附属机构的立场。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

本报告旨在发送给广发证券的特定客户及其它专业人士。未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。