

炭素行业专题报告之二：石墨电极

18~20 年供需或由紧平衡转向过剩，石墨电极或不会掣肘短流程发展

分析师：李 莎 S0260513080002



020-87574792



lisha@gf.com.cn

一、石墨电极：电弧炉炼钢关键耗材、原料成本占比达 66.88%，超高功率化是发展方向

石墨电极是无定型碳经过石墨化炉焙烧而成的石墨制品。从生产工艺上看，石墨电极以石油焦、针状焦和煤沥青为主要原材料，原材料成本占比达 51.83%。经文中测算，1 吨超高功率石墨电极需针状焦 1.02 吨，煤沥青 0.29 吨，若按 3 月 16 日原材料价格计算，超高功率石墨电极的成本价已达 39797 元/吨；石墨电极生产工序多达 11 道，普通功率石墨电极的生产周期在 50 天以上，而超高功率石墨电极的生产周期长达 65 天以上；从发展趋势看，超高功率电弧炉是主流发展方向，电弧炉功率提升将驱动 500mm 以上直径的高功率和超高功率石墨电极发展；根据中国炭素行业协会统计数据，我国高功率及超高功率石墨电极占比逐年提高，2016 年占比达 73%。

二、需求端：17 年国内、海外石墨电极表观消费量分别增长 3.06%、10.56%，预计 18~20 年全球需求年均复合增速达 4.88%

石墨电极是电炉炼钢关键耗材，且是易耗品，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，钢铁冶炼常用交流三相电弧炉石墨电极消耗量在 1.5~2.5 kg/t，平均为 2.0kg/t；根据我们于 2018 年 3 月 6 日发布的《炼钢工艺发展路径专题之一：短流程 VS 长流程-环保与经济性加速短流程发展，上游原材料及耗材产业链或受益》深度报告，2017 年海外在建短流程电弧炉产能为 3676.2 万吨，2018~2019 年计划新建电弧炉产能为 8835.5 万吨，国内已官方宣布进行产能置换新建电弧炉设计产能为 3118 万吨，据测算预计 2018~2020 年全球将新增石墨电极需求 9.27、14.19 和 4.92 万吨，合计 28.38 万吨。

三、供给端：17 年海外、国内产能利用率分别仅 72%、64%，国内在建项目产能 52.4 万吨，年均复合增速或达 13.18%

从海外看，根据文中测算，2017 年海外石墨电极产能为 78 万吨，产能利用率为 71.86%；根据各公司年报，2017 年 7 家海外龙头石墨电极厂商产能为 72.6 万吨，产能份额为 93.08%；日本 Showa Denko（昭和）为海外产能最大石墨电极厂商，2017 年产能为 25 万吨。受制于行业景气度降低、利润下降等影响，海外石墨巨头自 2012 年以来进行了多次减产、合并，根据印度 HEG 公司年报，7 大海外石墨电极厂商产能由 2012 年的 95.8 万吨大幅下降 24.22%至 2017 年的 72.6 万吨；从国内看，根据中国炭素行业协会统计数据，2017 年我国石墨电极产能为 92 万吨，产量为 59.09 万吨，产能利用率仅为 64.23%；2017 年以来，国内各地市人民政府官网已公开宣布投产、在建、拟建的石墨电极项目总产能至少为 52.4 万吨，国内年均复合增速或达 13.18%。

四、供需平衡：预计 2018 年全球石墨电极供需基本平衡，2019、2020 年石墨电极或供大于求

根据文中测算，若新增产能均能够满产，则 2018 年供需缺口为 1 万吨，考虑到原有产能或可通过提高产能利用率实现增产填平供需缺口，2018 年全球石墨电极或处于供需紧平衡的状态；2019 年后，随着国内新建石墨电极项目达产，全球石墨电极总供给开始大于总需求，即 2019、2020 年全球石墨电极市场或处于供大于求的状态。

五、投资建议：长流程置换短流程成理性选择，2020 年前石墨电极或不会成为短流程发展掣肘

通过分析我们认为，政策鼓励短流程，环保限产常态化、超净排放推高环保成本，长流程置换短流程成理性选择，短流程炼钢的发展将驱动石墨电极特别是超高功率石墨电极需求；在高价格、高盈利刺激下，国内已统计到的国内在建石墨电极项目总产能达 52.4 万吨，2018 年石墨电极供需基本平衡，19、20 年或将出现供过于求，因此 18~20 年石墨电极或将不会成为短流程发展的掣肘因素。

五、风险提示：我国宏观经济大幅下滑；电弧炉产能投放不及预期；炭素制品及原材料价格出现较大波动

相关研究：

炼钢工艺发展路径专题之一：短流程 VS 长流程-环保与经济性加速短流程发展，上游原材料及耗材产业链或受益

2018-03-17

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

2017-06-26

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 02087570852gzly@gf.com.cn

目录索引

一、石墨电极：电弧炉炼钢关键耗材、原料成本占比达 66.88%，超高功率化是发展方向	5
（一）材料定义：石墨电极是无定型碳经过石墨化炉焙烧制成的炭素制品	5
（二）生产工艺：石油焦、针状焦、煤沥青等原材料成本占比 66.88%，生产周期超 50 天、超高功率长达 65 天	5
（三）发展趋势：电弧炉功率提高驱动石墨电极向超高功率方向发展	10
二、需求端：17 年国内、海外石墨电极表观消费量分别增长 3.06%、10.56%，预计 18~20 年全球需求年均复合增速达 4.88%	13
（一）应用领域：电弧炉炼钢关键耗材，吨钢消耗量在 1.2~2.5 千克/吨，平均为 2.0 千克/吨	13
（二）存量需求：2017 年国内石墨电极表观消费量仅增长 3.06%，海外石墨电极表观消费量大增 10.56%，是国内产量增长核心驱动力	14
（三）增量需求：预计 18~20 年全球将新增石墨电极需求 28.38 万吨，需求年均复合增速达 4.88%	16
三、供给端：17 年海外、国内产能利用率分别仅 72%、64%，国内在建项目产能 52.4 万吨，年均复合增速或达 13.18%	19
（一）存量供给：170 万吨产能，海外产能去化显著，国内环保停限产压制产量释放，17 年产能利用率分别仅为 72%、64%	19
（二）增量供给：18 年海外仅 3 万吨新增产能，国内在建项目产能达 52.4 万吨，国内石墨电极总供给年均复合增速达 13.18%	23
四、供需平衡：预计 2018 年全球石墨电极供需基本平衡，2019、2020 年石墨电极或供大于求	27
五、投资建议：长流程置换短流程成理性选择，2020 年前石墨电极或不会成为短流程发展掣肘	28
五、风险提示	28

图表索引

图 1: 石墨是无定型碳经过石墨化炉焙烧制成	5
图 2: 石油焦是由柴油、蜡油等重质油经热裂焦化得到的石油制品	6
图 3: 针状焦由煤系或油系原料经延迟焦化和煅烧得到	6
图 4: 煤沥青由煤焦油蒸馏后残留部分经过精制或改质处理得到	7
图 5: 2012~2017 年方大炭素炭素制品原材料成本占比最高, 2017 年原材料成本占比大幅上升 15.05 个百分点	7
图 6: 2017 年方大炭素炭素制品原材料和动力成本占比分别为 67%和 17%左右	7
图 7: 超高功率石墨电极生产工序多, 生产周期至少在 65 天以上	10
图 8: 电炉生产能力决定于炉容量与单位输入功率	11
图 9: 石墨电极直径与其允许电流成正相关	11
图 10: 交流电弧炉结构示意图	13
图 11: 石墨电极在电弧炉中使用由石墨电极本体和接头连接而成	13
图 12: 2017 年我国石墨电极产量达 59.09 万吨, 海外需求增长是国内石墨电极产量增长的核心驱动力	15
图 13: 国内超高功率石墨电极表观消费量自 2011 年以来连续 5 年出现下降, 2016 年仅为 10.28 万吨	15
图 14: 2017 年海外 7 家海外龙头石墨电极厂商 2017 年产能市占率为 93.08%, 日本 Showa Denko 为海外产能最大石墨电极厂商	20
图 15: 2017 年我国石墨电极产量为 59.09 万吨, 同比增长 15.71%, 结束自 2011 年来下滑态势	21
图 16: 2016 年方大炭素、南通扬子、吉林炭素、开封炭素超高功率石墨电极产量占比达 71.55%	22
图 17: 2016 年方大炭素高功率石墨电极产量占全国总产量的 39.21%	22
图 18: 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	22
图 19: 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%	22
图 20: 7 大海外石墨电极厂商产能由 2012 年的 95.8 万吨大幅下降 24.22%至 2017 年的 72.6 万吨, 预计 2018 年 Showa Denko 新增 3 万吨产能	24
表 1: 超高功率石墨电极制品的综合成品率为 76.40%	8
表 2: 不同等级石墨电极的原料配比不同	8
表 3: 截止 2018 年 3 月 16 日, 国内直径 500mm 的普通功率、高功率和超高功率石墨电极毛利率分别为 78.32%、76.13%和 74.32%	9
表 4: 石墨电极直径与电弧炉容量的对应关系	11
表 5: 超高功率石墨电极相比普通和高功率石墨电极性能指标要求更加严格	12
表 6: 三相 (交流) 电弧炉石墨电极消耗量为 1.5~2.5 千克/吨	14
表 7: 测算方法 1 预计 2016 年海外石墨电极产量为 55.41 万吨, 略高于我国石墨电极产量 50.41 万吨	15

表 8: 测算方法 2 预计 2016 年海外石墨电极产量为 56.05 万吨, 占比 52.65%.	16
表 9: 2017 年海外在建短流程电弧炉产能为 3676.2 万吨, 2018~2019 年计划新建电弧炉产能为 8835.5 万吨; 国内已官方宣布进行产能置换新建电弧炉设计产能为 3118 万吨.	17
表 10: 预计 2018、2019、2020 年全球将分别新增 UHP 石墨电极需求 9.27、14.19 和 4.92 万吨, 2018~2020 年合计将新增 UHP 石墨电极需求 28.38 万吨, 相对 2017 年, 石墨电极需求复合增速达 8.29%.	18
表 11: 2017 年以来炭素行业环保限产的政策汇总.	23
表 12: 17 年以来国内投产、在建、拟建石墨电极项目总产能至少为 52.4 万吨, 其中 6 万吨超高功率石墨电极已投产.	24
表 13: 估算 18~20 年我国分别将会有 5.25、25.45 和 41.4 万吨石墨电极产能投放, 年均复合增速将达 13.18%.	26
表 14: 预计 2020 年全球石墨电极总需求将达 143.52 万吨, 18~20 年年均复合增速达 8.29%.	27
表 15: 预计 2020 年全球石墨电极总供给将达 159.54 万吨, 18~20 年年均复合增速达 13.18%.	27

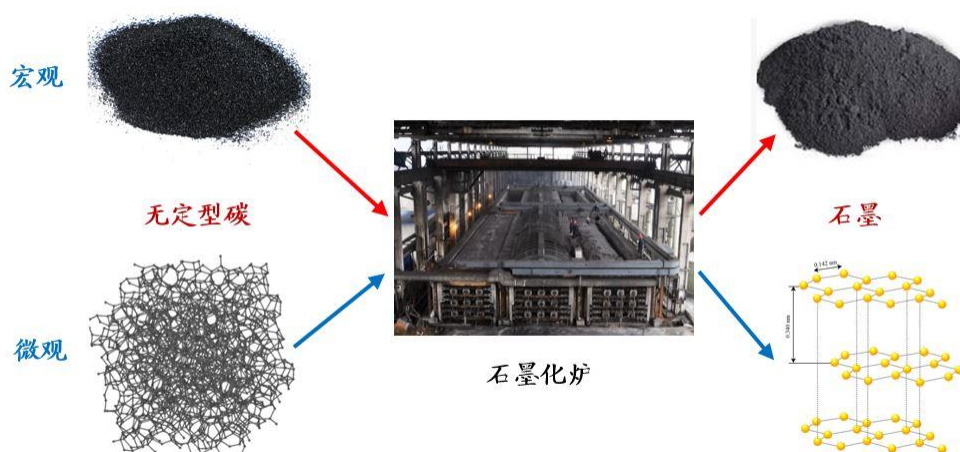
一、石墨电极：电弧炉炼钢关键耗材、原料成本占比达66.88%，超高功率化是发展方向

（一）材料定义：石墨电极是无定型碳经过石墨化炉焙烧制成的炭素制品

石墨电极是经过石墨化处理的炭素制品。根据我们在2017年6月26日发布的《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》，炭素制品按是否石墨化分，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。

石墨化是指在高温电炉内把炭制品加热到2300℃以上，使无定形碳转化成具有三维有序的平面六角网格层状结构石墨的高温热处理过程。炭材料的石墨化是在2300~3000℃高温下进行的，由于化石燃料的燃烧难以获得如此高的温度，故在工业上只有通过电加热焙烧方式才能实现。通常采用石墨化炉，炉型有艾奇逊（Acheson）石墨化炉和内热串接（LWG）炉。

图1：石墨是无定型碳经过石墨化炉焙烧制成



数据来源：广发证券发展研究中心

（二）生产工艺：石油焦、针状焦、煤沥青等原材料成本占比66.88%，生产周期超50天、超高功率长达65天

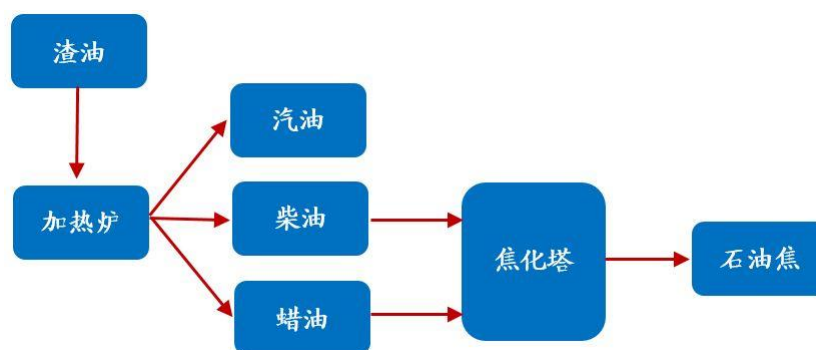
1、原料与成本：石油焦、针状焦和煤沥青等原材料占石墨电极成本的66.88%

（1）原料：低硫石油焦、煤系针状焦为骨材，煤沥青为粘结剂

石墨电极由石油焦、针状焦等为原料、煤沥青等为粘结剂，经原料破碎、配料、混拌、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道工序制备而成。

石油焦：石油焦（Petroleum coke）是原油经蒸馏将轻、重质油分离后，重质油再经热裂过程得到的石油制品。石油焦色黑多孔，碳含量占80%以上，灰分含量一般在0.5%以下，在化工、冶金等行业中有广泛的用途，是生产人造石墨制品及电解铝用炭素制品的主要原料。石油焦按硫分的高低区分，可分为高硫焦（含硫1.5%以上）、中硫焦（含硫0.5%~1.5%）、和低硫焦（含硫0.5%以下）三种，石墨电极及其它人造石墨制品生产一般使用低硫焦生产。

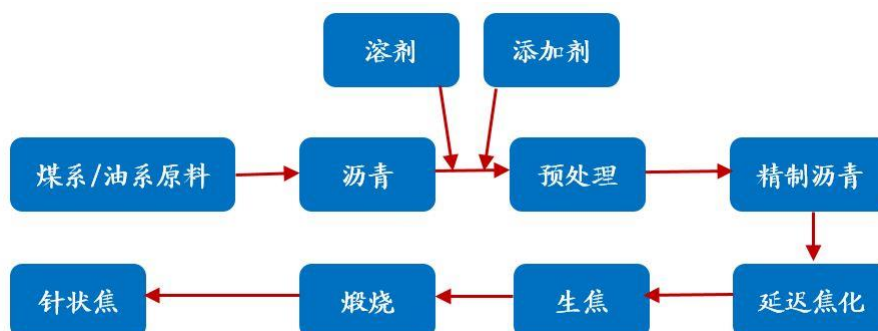
图2：石油焦是由柴油、蜡油等重质油经热裂焦化得到的石油制品



数据来源：广发证券发展研究中心

针状焦：针状焦是外观具有明显纤维状纹理、热膨胀系数特别低和很容易石墨化的一种优质焦炭。针状焦物理性能的各向异性十分明显，平行于颗粒长轴方向具有良好的导电导热性能和较低的热膨胀系数，因此针状焦是制造高功率或超高功率石墨电极的关键原料，制成的石墨电极电阻率较低，热膨胀系数小，抗热震性能好。针状焦按原料来源可分为以石油渣油为原料生产的油系针状焦和以精制煤沥青原料生产的煤系针状焦两种。根据张毅峰 2013 年发表于《炭素技术》期刊上的《针状焦与石墨电极》一文，国外炭素企业生产大规格高功率和超高功率石墨电极往往首选优质油系针状焦为主要原料焦，目前我国针状焦以煤系针状焦为主，油系针状焦依赖于从日本水岛公司和英国 HSP 公司进口。

图3：针状焦由煤系或油系原料经延迟焦化和煅烧得到

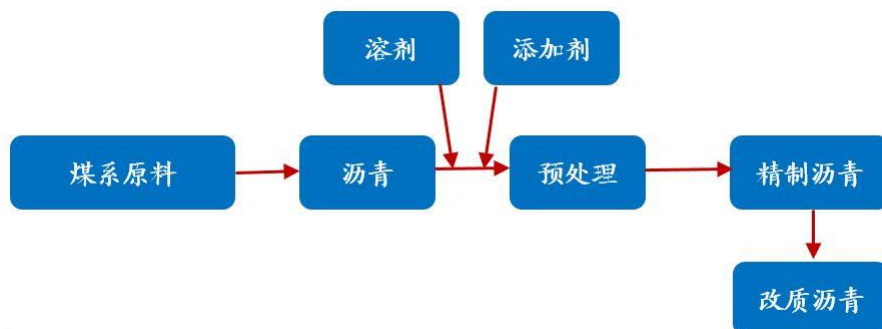


数据来源：广发证券发展研究中心

煤沥青：煤沥青是煤焦油深加工的主要产品之一，为多种碳氢化合物的混合物，成分较为复杂，常温下为黑色高粘度半固体或固体。按软化点高低分，煤沥青可分为低温、中温和高温煤沥青三种。煤沥青在石墨电极生产中作为粘结剂和浸渍剂使

用，一般使用软化点适中、结焦值高的中温或中温改质煤沥青。

图4：煤沥青由煤焦油蒸馏后残留部分经过精制或改质处理得到



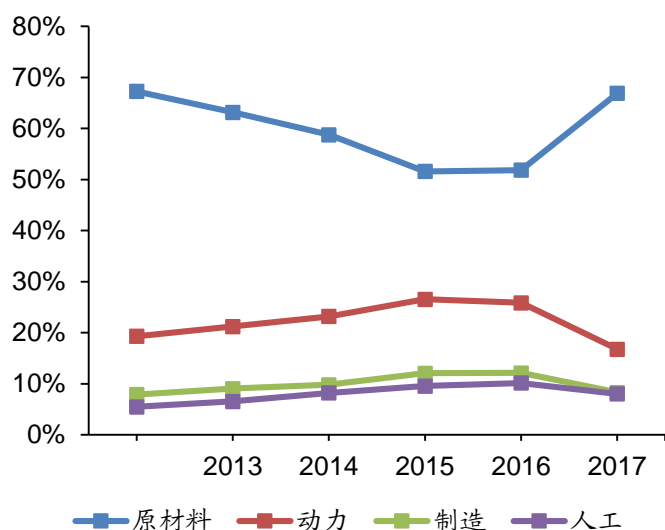
数据来源：广发证券发展研究中心

（2）成本：1吨成品石墨电极需1.02吨原料和0.29吨粘结剂，原材料成本占比达66.88%

石墨电极成本分四大部分，一是石油焦、针状焦和煤沥青等原料成本，二是焙烧、石墨化、机加工等生产工序的动力成本，三是加工制造中的人力成本，四是制造成本。

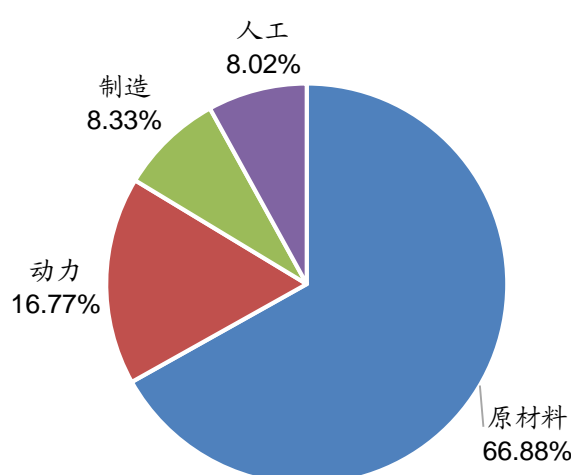
石墨电极的原料成本和动力成本为主要成本，占比达83.65%。根据中国炭素行业协会统计数据，2017年方大炭素的石墨电极产量居全国首位。方大炭素的炭素制品营业收入占公司总营收的75%，石墨电极产量占当年公司炭素制品总产量的85%，因此我们以典型石墨电极生产企业——方大炭素的2017年炭素制品成本构成作为石墨电极的成本构成是合理的。根据方大炭素2017年年报，炭素制品的成本构成中，原料成本、动力成本、人力成本和制造成本分别占66.88%、16.77%、8.02%和8.33%，其中原料成本相比2016年的51.83%大幅上升15个百分点。

图5：2012~2017年方大炭素炭素制品原材料成本占比最高，2017年原材料成本占比大幅上升15.05个百分点



数据来源：方大炭素年报、广发证券发展研究中心

图6：2017年方大炭素炭素制品原材料和动力成本占比分别为67%和17%左右



数据来源：方大炭素年报、广发证券发展研究中心

1吨成品石墨电极需 1.02 吨原料和 0.29 吨粘结剂。根据 2009 年大连理工大学高勃硕士学位论文《国产针状焦生产超高功率石墨电极的研究》，石墨电极骨料为石油焦和针状焦，粘结剂为煤沥青，其基础配方为 78% 的骨料和 22% 的粘结剂。而根据张向军等人 2001 年发表在《炭素技术》期刊上的《用美国油系针状焦生产 Φ400mmUHP 石墨电极》一文，石墨电极在焙烧、石墨化等工序中会由于添加剂挥发或增加造成质量变化，在机加工等工序中会发生加工损失，其一次焙烧、浸渍、二次焙烧、石墨化和机加工成品率分别为 90.4%、102.9%、96.97%、84.70%，因此其综合成品率为 76.40%。即 1 吨成品石墨电极需最初原材料质量为 1.31 吨，对应骨料和粘结剂质量分别为 1.02 吨和 0.29 吨。

表1：超高功率石墨电极制品的综合成品率为76.40%

	一次焙烧	二次焙烧	石墨化	机加工
成品率	90.40%	102.90%	96.97%	84.70%
综合成品率	76.40%=90.40%×102.90%×96.97%×84.70%			

数据来源：张相军等 2001 年发表在《炭素技术》期刊上的《用美国油系针状焦生产 Φ400mmUHP 石墨电极》、广发证券发展研究中心

普通功率、高功率、超高功率石墨电极由于质量要求不同，制备时其骨料成分也不同。一般来说，普通功率石墨电极骨料均为石油焦，高功率石墨电极骨料由 70% 的优质石油焦和 30% 的针状焦组成，超高功率石墨电极骨料 100% 为针状焦。因此我们可计算出 1 吨普通功率石墨电极需石油焦骨料 1.02 吨；1 吨高功率石墨电极骨料需石油焦 0.71 吨、针状焦 0.31 吨；1 吨超高功率石墨电极骨料需针状焦 1.02 吨。

表2：不同等级石墨电极的原料配比不同

石墨电极	石油焦 (PC) / 吨	针状焦 (NC) / 吨	煤沥青 (CT) / 吨
普通功率 (RP) / 吨	1.02	0	0.29
高功率 (HP) / 吨	0.71	0.31	0.29
超高功率 (UHP) / 吨	0	1.02	0.29

数据来源：张相军等 2001 年发表在《炭素技术》期刊上的《用美国油系针状焦生产 Φ400mmUHP 石墨电极》、广发证券发展研究中心

石墨电极生产成本受原材料价格影响较大。根据前文，石墨电极生产成本中原材料成本约占 66.88%。尽管生产超高功率石墨电极所需针状焦成本要高于普通功率和高功率石墨电极，但超高功率石墨电极由于生产工序更多、加工精度要求更高，相应人力成本、制造成本和动力成本也会更高，因此我们假设普通功率、高功率和超高功率石墨电极原材料成本占比均为 66.88% 也是合理的。因此我们可以得到普通功率、高功率和超高功率石墨电极生产成本计算方法：

1 吨普通功率石墨电极成本：

$$C_{RP} = (1.02C_{PC} + 0.29C_{CT}) \div 66.88\%$$

1 吨高功率石墨电极成本:

$$C_{HP} = (0.71C_{PC} + 0.31C_{NC} + 0.29C_{CT}) \div 66.88\%$$

1 吨超高功率石墨电极成本:

$$C_{UHP} = (1.02C_{NC} + 0.29C_{CT}) \div 66.88\%$$

其中， C_{PC} 、 C_{NC} 、 C_{CT} 分别为石油焦、针状焦和煤沥青每吨单价。根据 wind、卓创资讯数据，截止 2018 年 3 月 16 日，抚顺石化二厂 1#A 石油焦、锦州石化油系针状焦、华东地区煤沥青单价分别为 8500 元/吨、25000 元/吨、3850 元/吨，则计算可得普通功率、高功率和超高功率石墨电极成本分别为 14633 元/吨、22281 元/吨、39797 元/吨；根据中华商务网数据，截至 2018 年 3 月 16 日，国内直径 500mm 的普通功率、高功率和超高功率石墨电极主流市场价分别为 67500 元/吨、93333 元/吨、155000 元/吨，毛利率分别为 78.32%、76.13%和 74.32%。

表3 截止2018年3月16日，国内直径500mm的普通功率、高功率和超高功率石墨电极毛利率分别为78.32%、76.13%和74.32%。

项目	普通功率石墨电极	高功率石墨电极	超高功率石墨电极
成本价 / 元	14633	22281	39797
市场价（平均值）/元	67500	93333	155000
毛利率	78.32%	76.13%	74.32%

数据来源：Wind、中华商务网、百川资讯、卓创资讯、广发证券发展研究中心

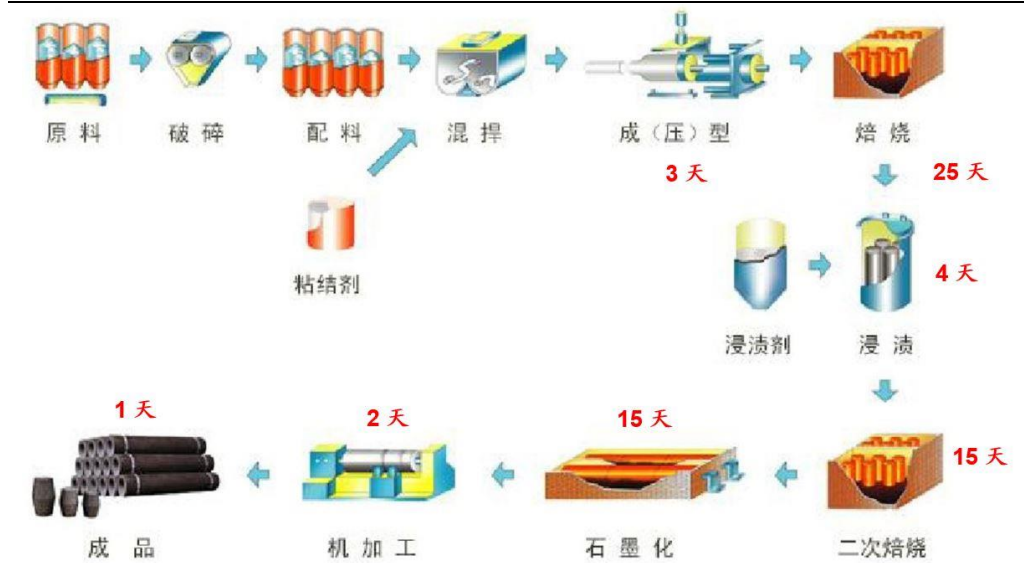
注：成本价计算时取截止至 2018 年 3 月 16 日原料价格，市场价计算时取截止至 2018 年 3 月 16 日主流市场价平均值

2、生产工序与周期：生产工序达 11 道，普通功率石墨电极生产周期超 50 天，超高功率长达 65 天

石墨电极生产工序繁多。石墨电极由石油焦、针状焦等为原料、煤沥青等为粘结剂，经原料破碎、配料、混拌、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 道工序制备而成，生产工序繁多。

普通石墨电极生产周期长达 50 天，超高功率至少需 65 天。典型普通功率石墨电极压制成型、焙烧、浸渍、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、2 天和 1 天的时间，共计 50 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；而根据李圣华等 2001 年发表在《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，二次焙烧需 15 天，因此超高功率石墨电极生产周期长达 65 天以上。石墨接头则需要二次浸渍和三次焙烧，生产周期更长。

图7：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：广发证券发展研究中心

（三）发展趋势：电弧炉功率提高驱动石墨电极向超高功率方向发展

1、100~150 吨级高功率和超高功率电弧炉是主流发展方向

根据宋华德等人 1994 年发表在《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 2017 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 吨高功率和超高功率电弧炉将是我国未来电弧炉发展方向。

2、电弧炉功率提高驱动直径 500mm 以上的高功率和超高功率石墨电极发展

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，对电弧炉用石墨电极的最大允许电流也提出了更高的要求。根据天津大学张勇 2004 年硕士学位论文《φ700mm 超高功率石墨电极接头的研制》，电弧炉用石墨电极最大允许电流与石墨电极的直径成正相关。因此为满足超高功率电弧炉的使用工况，发展大直径的石墨电极势在必行。

直径为 500mm 以上的超高功率石墨电极的生产和使用将占据主导地位。根据天津大学张勇 2004 年硕士学位论文《φ700mm 超高功率石墨电极接头的研制》，100 吨以上的电弧炉所用的石墨电极的直径均在 500mm 以上，因此未来直径在 500mm 以上的超高功率石墨电极的生产和使用将占据主导地位。

图8：电炉生产能力决定于炉容量与单位输入功率

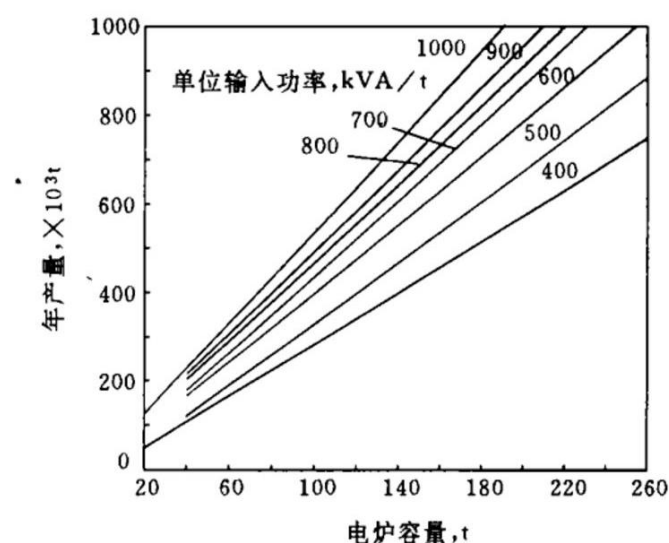
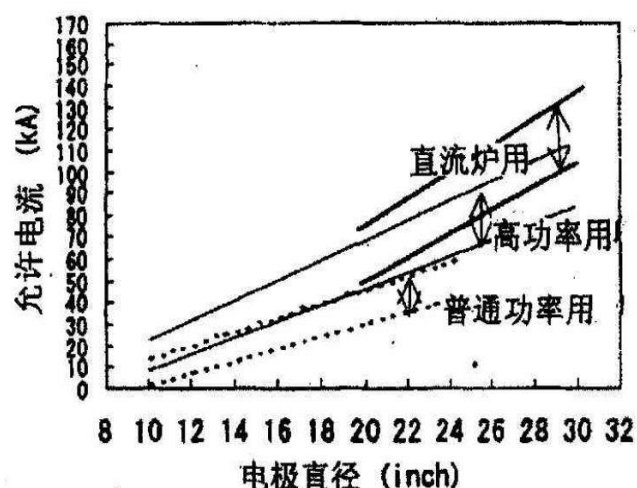


图9：石墨电极直径与其允许电流成正相关



数据来源：宋华德等人1994年发表在《特殊钢》期刊上的《超高功率电炉技术概况》、广发证券发展研究中心

数据来源：天津大学张勇2004年硕士学位论文《φ700mm超高功率石墨电极接头的研制》、广发证券发展研究中心

表 4：石墨电极直径与电炉容量的对应关系

电炉容量/t	电炉内径/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：天津大学张勇 2004 年硕士学位论文《φ700mm 超高功率石墨电极接头的研制》、广发证券发展研究中心

石墨电极高功率化趋势对石墨电极的性能提出了更高的要求。普通功率石墨电极允许使用电流密度低于 $17\text{A}/\text{cm}^2$ ，主要用于炼钢、炼硅、炼黄磷等普通功率电弧炉；高功率石墨电极允许使用的电流密度为 $18\sim 25\text{A}/\text{cm}^2$ ，主要用于炼钢的高功率电弧炉；超高功率石墨电极允许使用的电流密度大于 $25\text{A}/\text{cm}^2$ ，主要用于炼钢的超高功率电弧炉。普通功率、高功率及超高功率石墨电极在直径、电阻率、抗弯强度、抗拉强度、弹性模量、灰分等物理、化学性能参数上也有差异。超高功率石墨电极的各项物化性能较普通功率、高功率石墨电极更为优异，产品定位也更加高端。

表5: 超高功率石墨电极相比普通和高功率石墨电极性能指标要求更加严格

指标	普通功率石墨电极	高功率石墨电极	超高功率石墨电极
公称直径 /mm	400~500	400~500	500~700
允许电流负荷 / A/cm^2	≤ 17	18~25	≥ 25
电阻率 / $\mu\Omega\cdot\text{m}$	$< 9.0\sim 11.0$	6.0~7.0	4.5~5.8
抗弯强度 / MPa	> 6.40	~9.8	$> 9.0\sim 12.5$
弹性模量 /GPa	< 9.3	~12.0	9.0~12.5
灰分 /%	< 0.5	~0.3	~1.0
真密度 / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	> 2.20	~2.21	~2.22
体积密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	> 1.52	~1.60	1.64~1.71

数据来源：李圣华等 1997 年发表于《中国冶金》期刊的《中国电炉炼钢的发展与超高功率石墨电极生产》、广发证券发展研究中心

二、需求端：17 年国内、海外石墨电极表观消费量分别增长 3.06%、10.56%，预计 18~20 年全球需求年均复合增速达 4.88%

(一)应用领域：电弧炉炼钢关键耗材，吨钢消耗量在 1.2~2.5 千克/吨，平均为 2.0 千克/吨

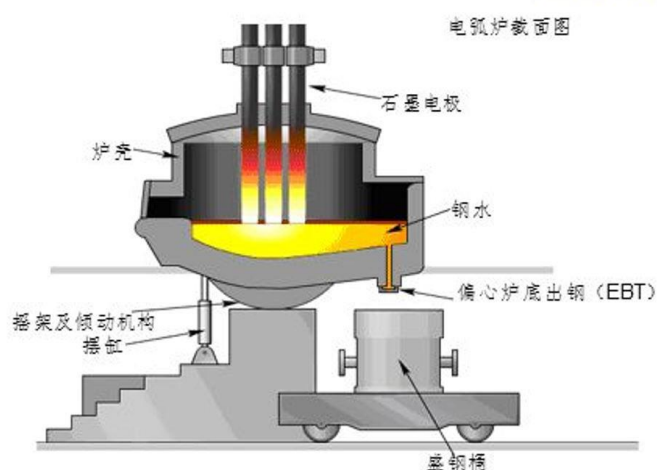
1、炼钢电弧炉中加热导体通常采用石墨材料，中频感应炉并不使用石墨电极

炼钢电弧炉中的加热导体通常采用石墨材料制造。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。由于石墨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通常采用石墨材料。

石墨电极在电弧炉中使用时由具有内螺纹孔的石墨电极本体和具有外螺纹的石墨电极接头组合连接使用。电极在炼钢炉上使用时依靠加工成公螺纹和相应尺寸的母螺纹将上下 3~4 根电极连接起来实现连续使用。

图10：交流电弧炉结构示意图

图11：石墨电极在电弧炉中使用时由石墨电极本体和接头连接而成



数据来源：广发证券发展研究中心

数据来源：广发证券发展研究中心

2、消耗强度：吨钢消耗量在 1.2~2.5 千克/吨，100 吨交流电弧炉初装消耗量 5.34~7.12 吨、年均消耗量可达 1480 吨

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6：三相（交流）电弧炉石墨电极消耗量为1.5~2.5千克/吨

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：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》、广发证券发展研究中心

100 吨交流电弧炉初始安装需石墨电极 5.34~7.12 吨。根据李京社等人 2013 年在全国炭素技术暨节能减排交流大会上发表的《电弧炉石墨电极成本控制》一文，交流电弧炉有三根石墨电极，每根石墨电极由 3~4 支电极以锥形电极接头链接在一起组成。因此，每台交流电弧炉在初始安装时有 9~12 支石墨电极。假设 100 吨交流电弧采用直径为 500 mm 的石墨电极，常见石墨电极本体长度为 1800mm；根据前文所述，超高功率石墨电极的体积密度在 1.64~1.71 g/cm³，取平均值 1.68g/cm³，则单支石墨电极本体的质量为 $593.5\text{kg} = 3.14 \times (500 \div 2)^2 \times 1800 \times 1.68 \div 10^6$ 。因此单台交流电弧炉初始安装时石墨电极用量为 5.34~7.12 吨。

100 吨交流电弧炉平均年石墨电极消耗量达 1480 吨。根据前文的测算，100 吨交流电弧炉年产量在 66~81 万吨，取平均值 74 万吨。同样根据前文所述，交流电弧炉石墨电极消耗量在 1.5~2.5 kg/t 之间，取平均值 2kg/t。则可计算得到 100 吨交流电弧炉年石墨电极消耗量达 1480 吨 = $74 \times 10^4 \times 2 \div 10^3$ 。

（二）存量需求：2017 年国内石墨电极表观消费量仅增长 3.06%，海外石墨电极表观消费量大增 10.56%，是国内产量增长核心驱动力

1、国内：2017 年国内石墨电极表观消费量 35.36 万吨，同比仅小幅增长 3.06%，占全球石墨电极需求总量的 32.23%

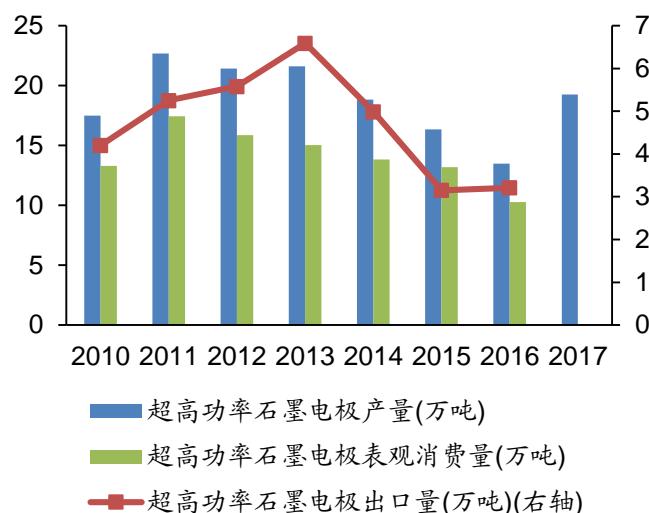
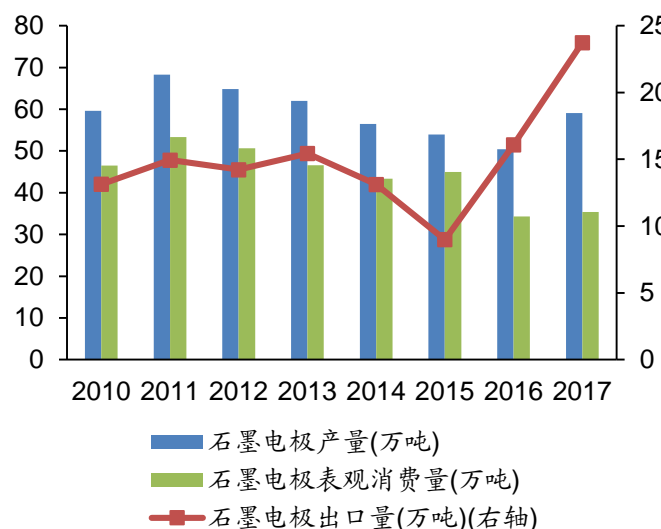
2017 年我国石墨电极产量达 59.09 万吨，出口量大幅增长 47.39%至 23.72 万吨，表观消费量 35.36 万吨，国内石墨电极需求拉动有限，海外电弧炉对石墨电极需求增长是国内石墨电极产量增长的核心驱动力。根据中国炭素行业协会统计数据，2017 年我国石墨电极产量达 59.09 万吨，同比 2016 年大幅增长 17.22%；2017 年我国石墨电极出口量达 23.73 万吨，同比 2016 年大幅增长 47.39%，由此可得 2017 年我国石墨电极表观消费量为 35.36 万吨，同比 2016 年仅小幅增长 3.06%，国内石墨电极需求对石墨电极产量拉动作用有限；因此海外电弧炉对石墨电极需求增长是国内石墨电极产量增长的核心驱动力。

国内超高功率石墨电极表观消费量自 2011 年以来连续 5 年出现下降，2016 年仅为 10.28 万吨，占同期石墨电极表观消费量的 29.96%。根据方大炭素 2017 年年

报,2017年我国超高功率石墨电极产量达19.24万吨,同比2016年大幅增长42.62%,增速显著快于石墨电极产量增速;国内超高功率石墨电极表观消费量自2011年以来连续5年出现下降,2016年国内超高功率石墨电极表观消费量为10.28万吨,同比2015年大幅下降22.12%,仅占同期石墨电极表观消费量的29.96%。

图12: 2017年我国石墨电极产量达59.09万吨,海外需求增长是国内石墨电极产量增长的核心驱动力

图13 国内超高功率石墨电极表观消费量自2011年以来连续5年出现下降,2016年仅为10.28万吨



数据来源: 中国炭素行业协会、方大炭素2017年年报、广发证券发展研究中心

数据来源: 中国炭素行业协会、方大炭素2017年年报、广发证券发展研究中心

2、海外: 2017年海外石墨电极表观消费量为79.77万吨,同比2016年大增10.56%,占全球石墨电极需求总量的67.77%

若要得到海外石墨电极表观消费量,则需首先确定海外石墨电极产量。根据我们于2018年3月17日发布的《炼钢工艺发展路径专题之二:短流程发展箭在弦上?--政策、环保带来机遇,人才、技术仍有挑战,提高废钢回收率是关键前提》深度报告,我们采取两种方法对海外石墨电极进行测算并相互验证,得到2016年海外石墨电极产量预计为56.05万吨。

方法1:根据国际钢铁协会统计数据,2016年全球电炉钢产量为41842.4万吨,扣除中国5170万吨,则2016年海外电炉钢产量为36672.4万吨。若按前文所述,炼钢用石墨电极平均消耗量为1.95kg/t计算,2016年海外电弧炉石墨电极需求量为71.51万吨。根据中国炭素行业协会统计数据,2016年我国石墨电极出口16.1万吨,则可估算2016年海外石墨电极产量为55.41=71.51-16.1万吨。

表7: 测算方法1预计2016年海外石墨电极产量为55.41万吨,略高于我国石墨电极产量50.41万吨

全球电炉钢产量(万吨)	海外电炉钢产量(万吨)	吨钢石墨电极消耗量(kg/t)	海外石墨电极需求(万吨)	中国石墨电极出口量(万吨)	海外石墨电极产量(万吨)
41842.4	36672.4	1.95	$71.51=36672.4 \times 1.95 \div 1000$	16.1	55.41

数据来源: 国际钢铁协会、中国炭素行业协会、各地发改委官网、广发证券发展研究中心

方法2:根据美国石墨电极龙头企业 Graftech 公司2016年年报,公司预计2016

年全球石墨电极总产能为 170 万吨，产能利用率为 63%，则可计算得到 2016 年全球石墨电极产量为 107.1 万吨，由于 2016 年国内石墨电极销量为 50.41 万吨，则海外石墨电极产量为 $56.69 = 107.1 - 50.41$ （万吨），这与我们按照石墨电极平均消耗量测算结果基本一致；取两种测算方法均值，2016 年海外石墨电极产量为 56.05 万吨，占全球石墨电极产量的 52.65%；2016 年中国石墨电极产量为 50.41 万吨，占比为 47.35%。

表8：测算方法2预计2016年海外石墨电极产量为56.05万吨，占比52.65%

区域	2016年产量（万吨）	2016年产量均值（万吨）	2016年产量占比
海外	55.41（测算值）	56.05	52.65%
	56.69（年报值）		
国内	50.41	50.41	47.35%
合计	105.82（测算值）	106.46	100.00%
	107.10（年报值）		

数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

2016 年海外自中国净进口石墨电极 16.10 万吨，则 2016 年海外石墨电极表观消费量为 $72.15 = 56.05 + 16.10$ （万吨）；限于数据可得性，假设 2017 年海外石墨电极产量维持 2016 年水平，则 2017 年海外石墨电极表观消费量为 $79.77 = 56.05 + 23.72$ （万吨），同比 2016 年增长 10.56%，占全球石墨电极需求总量的 67.77%。

（三）增量需求：预计 18~20 年全球将新增石墨电极需求 28.38 万吨，需求年均复合增速达 4.88%

根据我们于 2018 年 3 月 6 日发布的《炼钢工艺发展路径专题之一：短流程 VS 长流程-环保与经济性加速短流程发展，上游原材料及耗材产业链或受益》深度报告，经合组织（OECD）于 2017 年 8 月 7 日发布的《CAPACITY DEVELOPMENTS IN THE WORLD STEEL INDUSTRY》（全球钢铁工业产能发展）报告统计了 2017 年海外在建短流程电弧炉产能为 3676.2 万吨，2018~2019 年计划新建电弧炉产能为 8835.5 万吨；国内已官方宣布进行产能置换需淘汰的炼钢产能共计 4059 万吨，其中电炉炼钢产能 2010 万吨，高炉-转炉炼钢产能 2049 万吨；产能置换新建电弧炉设计产能为 3118 万吨。

表 9: 2017 年海外在建短流程电弧炉产能为 3676.2 万吨, 2018~2019 年计划新建电弧炉产能为 8835.5 万吨; 国内已官方宣布进行产能置换新建电弧炉设计产能为 3118 万吨

	短流程设计产能 (万吨)		长流程设计产能 (万吨)	
	2017 年 在建	18~19 年 计划	2017 年 在建	18~19 年 计划
海外	3676.2	8835.5	1000.0	6332.0
国内	3118.0	-	-	-

数据来源: 经合组织 (OECD) 2017 年 8 月 7 日发布的《CAPACITY DEVELOPMENTS IN THE WORLD STEEL INDUSTRY》、全国各地市政府官网、发改委官网、广发证券发展研究中心

为了计算海外及国内未来新增电弧炉产能对石墨电极特别是超高功率石墨电极的需求, 我们做如下假设:

假设 1: 考虑到电弧炉投产周期在 4~6 个月, 则假设 2017 年海外在建电弧炉中 1/2 产能在 2018 年投产, 1/2 产能在 2019 年投产; 2018 年计划新建电弧炉中, 1/2 产能在 18 年投产, 1/2 产能在 19 年投产; 2019 年计划新建电弧炉中, 1/2 产能在 19 年投产, 1/2 产能在 20 年投产, 则可计算得到, **2018、2019 年海外新增电弧炉产能分别为 4046.98、6253.85 万吨, 2020 年至少为 2208.88 万吨。**

假设 2: 由于 2017 年国内淘汰的 2010 万吨电炉炼钢产能则可能处于停产或者处于部分生产的状态, 因此我们可以假设三种情况, 即: (1) 2010 万吨淘汰电弧炉原处于停产状态, 则国内最大新增石墨电极需求对应的电弧炉产能为 3118 万吨; (2) 2010 万吨淘汰电弧炉均处于在产状态, 则国内最小新增石墨电极需求对应的电弧炉产能为 $1108=3118-2010$ 万吨; (3) 2010 万吨淘汰电弧炉 50% 处于在产状态, 则国内将新增石墨电极需求对应的电弧炉产能为 $2113=3118-2010/2$ 万吨;

假设 3: 假设 2018、2019 年国内将新建电弧炉产能均与 2017 年淘汰电弧炉 50% 在产时的电弧炉产能一致, 为 2113 万吨。其中 2017 年新建电弧炉 1/2 将在 2018 年投产, 1/2 在 2019 年投产; 2018 年新建的电弧炉产能中 1/2 在 2018 年投产, 1/2 在 2019 年投产; 2019 年新建的电弧炉产能中 1/2 在 2019 年投产, 1/2 在 2020 年投产。则可计算得到, **2018、2019 年国内新增电弧炉产能分别为 2113.0、3169.5 万吨, 2020 年至少为 1056.5 万吨;**

假设 4: 电弧炉产能利用率为 2017 年全国粗钢平均产能利用率 77.22%。详细测算过程参见我们于 2017 年 12 月 15 日发布的《钢铁行业 2018 年年度投资策略: 去产能、去杠杆、环保高压、兼并重组共筑钢铁新常态》深度报告;

假设 5: 假设海外在建电弧炉及国内通过产能置换新增电弧炉均采用的是超高功率石墨电极 (UHP), 吨钢 UHP 石墨电极消耗量为 1.95kg/t。根据中国炭素行业协会和海关总署数据, 2016 年我国电炉钢产量为 5170 万吨, 超高功率石墨电极产量为 13.49 万吨, 销量为 13.30 万吨, 出口量为 3.21 万吨, 则我国国内炼钢用超高功率石墨电极总消耗量为 10.09 万吨, 可计算得到 2016 年我国吨钢石墨电极消耗量为 $1.95=10.09 \times 1000 \div 5170$ (kg/t), 这与高占彪等人 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》一文中三相交流电弧炉吨钢石墨电极消耗在 1.5~2.5kg/t, 平均为 2.0 kg/t 的结论基本吻合;

根据以上假设条件，我们预计 2018、2019、2020 年全球或将分别新增 UHP 石墨电极需求 9.27、14.19 和 4.92 万吨，2018~2020 年合计或将新增 UHP 石墨电极需求 28.38 万吨，即到 2020 年全球石墨电极总需求量将达 134.84 万吨，18~20 年全球石墨电极需求复合增速达 4.88%。

表10：预计2018、2019、2020年全球将分别新增UHP石墨电极需求9.27、14.19和4.92万吨，2018~2020年合计将新增UHP石墨电极需求28.38万吨，相对2017年，石墨电极需求复合增速达8.29%

	新增投产电弧炉产能 (万吨)			产能 利用率	吨钢UHP石墨 电极消耗量 (kg/t)	新增UHP石墨电极需求 (万吨)		
	2018年	2019年	2020年			2018年	2019年	2020年
海外	4046.98	6253.85	2208.88	77.22%	1.95	6.09	9.42	3.33
国内	2113.00	3169.50	1056.50			3.18	4.77	1.59
合计	6169.98	9423.35	3265.38			9.27	14.19	4.92
小计						28.38		
2020年全球石墨电极需求量 (万吨)						134.84		
18~20年全球石墨电极需求复合增速						8.29%		

数据来源：经合组织（OECD）、国际钢铁协会、各地发改委官网、广发证券发展研究中心

三、供给端：17 年海外、国内产能利用率分别仅 72%、64%，国内在建项目产能 52.4 万吨，年均复合增速或达 13.18%

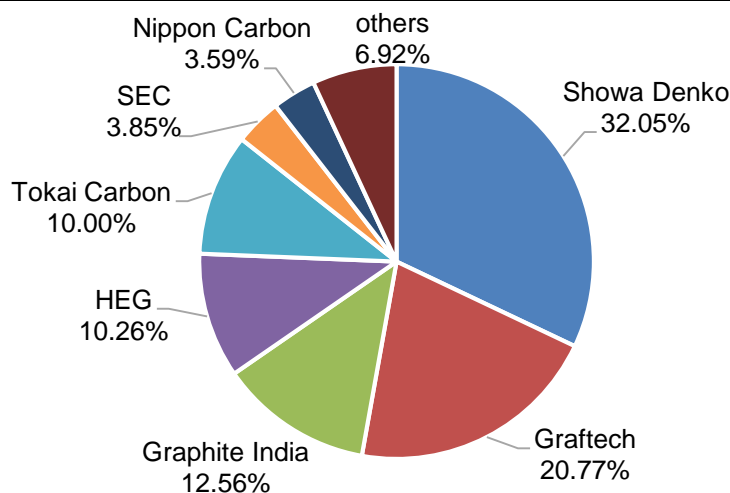
（一）存量供给：170 万吨产能，海外产能去化显著，国内环保停限产压制产量释放，17 年产能利用率分别仅为 72%、64%

1、海外：产能由 12 年 95.8 万吨大幅下滑至 17 年 72.6 万吨，产能利用率仅 71.86%，18 年仅日本昭和新增 3 万吨产能

2017 年海外石墨电极产能为 78 万吨，产能利用率为 71.86%。根据日本 Showa Denko 于 2017 年 12 月 12 日发布的《Medium-term Business Plan "Project 2020+" Progress in 2017; Tasks and Strategies for 2018》报告，Showa Denko 公司预计 2017 年全球（除中国外）石墨电极产能为 78 万吨；根据前文所述，2016 年海外石墨电极产量估算为 56.05 万吨，假设 2017 年海外石墨电极产量维持 2016 年水平，则 2017 年海外石墨电极厂商产能利用率为 71.86%。

2017 年 7 家海外龙头石墨电极厂商产能市占率为 93.08%，日本 Showa Denko 为海外产能最大石墨电极厂商。根据印度石墨电极巨头 Graphite India Limited 于 2017 年 10 月发布的《Graphite India Limited Corporate Presentation(2017/10)》，2017 年海外主要石墨电极生产企业产能情况为：日本 Showa Denko、美国 Graftech、印度 Graphite India、HEG、日本 Tokai Carbon、SEC 和 Nippon Carbon 2017 年产能分别约为 25 万吨、16.2 万吨、9.8 万吨、8.0 万吨、7.8 万吨、3.0 万吨和 2.8 万吨，合计 72.6 万吨；根据 Showa Denko 于 2017 年 12 月 12 日发布的《Medium-term Business Plan "Project 2020+" Progress in 2017; Tasks and Strategies for 2018》报告，Showa Denko 公司预计 2017 年全球（除中国外）石墨电极产能为 78 万吨，即 7 家海外龙头石墨电极厂商 2017 年产能市占率为 93.08%。

图 14: 2017 年海外 7 家海外龙头石墨电极厂商 2017 年产能市占率为 93.08%，日本 Showa Denko 为海外产能最大石墨电极厂商



数据来源：各公司年报、印度 HEG 公司《Graphite India Limited Corporate Presentation (2017/10)》、广发证券发展研究中心

合并、去产能, 7 大海外石墨电极厂商产能由 2012 年的 95.8 万吨大幅下降 24.22% 至 2017 年的 72.6 万吨。根据印度石墨电极巨头 Graphite India Limited 于 2017 年 10 月发布的《Graphite India Limited Corporate Presentation (2017/10)》，受制于行业景气度降低、利润下降等影响，海外石墨巨头自 2012 年以来进行了多次减产、合并。德国 SGL 公司于 2016 年 10 月份将石墨电极业务出售给了日本的 Showa Denko，后者也成为海外最大的石墨电极厂商，2017 年其产能为 25 万吨，仅为 2012 年的 69.44%；产能排名第二位的美国 Graftech 公司 2017 年产能为 16.2 万吨，仅为 2012 年的 61.83%；印度 Graphite India、HEG、日本 SEC 和 Nippon Carbon 则基本没有去产能。综合来看，7 家海外石墨电极厂商产能由 2012 年的 95.8 万吨大幅下降 24.22% 至 2017 年的 72.6 万吨。

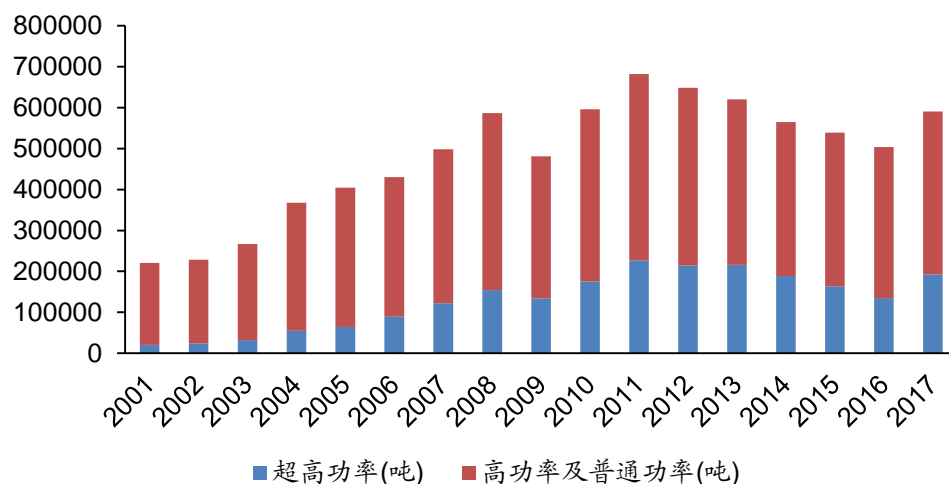
2、国内：民企为主、多分布于京津冀及周边地区，92 万吨产能，产能利用率仅 64.23%，环保限产压制产能释放

2017 年我国石墨电极产能为 92 万吨，产能利用率仅 64.23%；超高功率石墨电极产量占比仅 32.56%，仍供不应求。根据前文所述，Graftech 公司预计 2016 年全球石墨电极总产能为 170 万吨，Showa Denko 公司预计 2017 年全球（除中国外）石墨电极产能为 78 万吨，若 2017 年全球总产能保持 2016 年规模，则 2017 年我国石墨电极产能为 92 万吨。按 2017 年我国石墨电极产量 59.09 万吨计算，我国石墨电极行业产能利用率仅为 64.23%；但值得注意的是，随着中国冶金产业结构的优化升级，落后生产装备的小电炉日渐被淘汰，高功率和超高功率电炉迅速发展，从而使普通功率中小规格石墨电极市场供需大大萎缩，产品严重过剩。超高功率、大规格石墨电极需求量逐年递增，但产能仍然不足，2016、2017 年我国超高功率石墨电极产量仅占石墨电极总产量的 26.76%、32.56%，提升空间仍很大。

2017 年我国石墨电极产量为 59.09 万吨，同比增长 15.71%，结束自 2011 年

来下滑态势。根据方大炭素股份有限公司 2017 年年度报告，据中国炭素行业协会不完全统计，2017 年 1-12 月石墨电极产量为 59.09 万吨，与上年同期相比增长 15.71%。石墨电极销售量 59.17 万吨，与上年同期相比增长率为 19.88%。其中，超高功率石墨电极的产销量相对于上年同期分别增长 42.64%、42.24%。

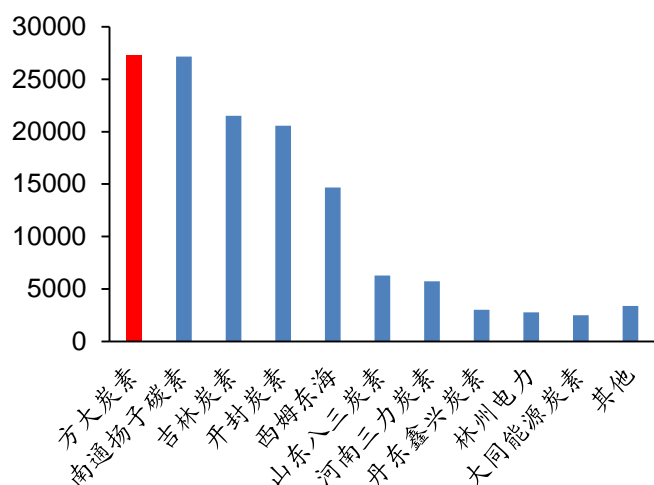
图 15: 2017 年我国石墨电极产量为 59.09 万吨，同比增长 15.71%，结束自 2011 年来下滑态势



数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

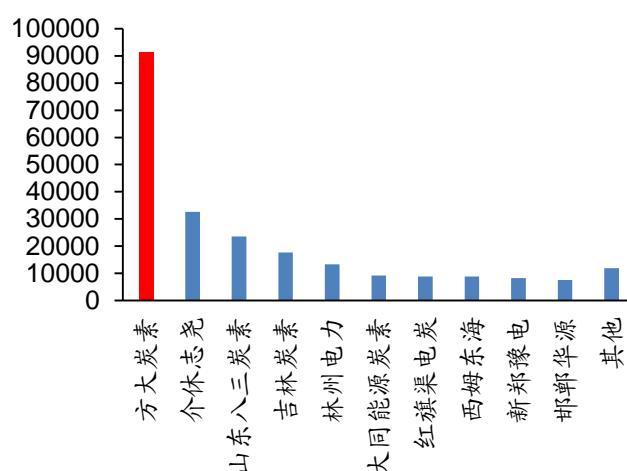
方大炭素石墨电极市占率全国第一，2016 年产量占比超 28%。根据中国炭素行业协会发布的 2016 年我国炭素行业运行情况和方大炭素 2016 年年报，2016 年方大炭素石墨电极产量达 14.2 万吨，占 2016 年全国石墨电极总产量的 28.17%，市场占有率居全国首位。**从超高功率石墨电极看，CR4 达 71.55%，方大炭素产量居首：**根据中国炭素行业协会发布的 2016 年我国炭素行业运行情况，2016 年我国超高功率石墨电极产量 13.49 万吨，同比 2015 年下降 17.47%，其中方大炭素、南通扬子炭素、吉林炭素、开封炭素四家企业产量排名居前，其超高功率石墨电极产量占全国总产量比例高达 71.55%。

图16：2016年方大炭素、南通扬子、吉林炭素、开封炭素超高功率石墨电极产量占比达71.55%



数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

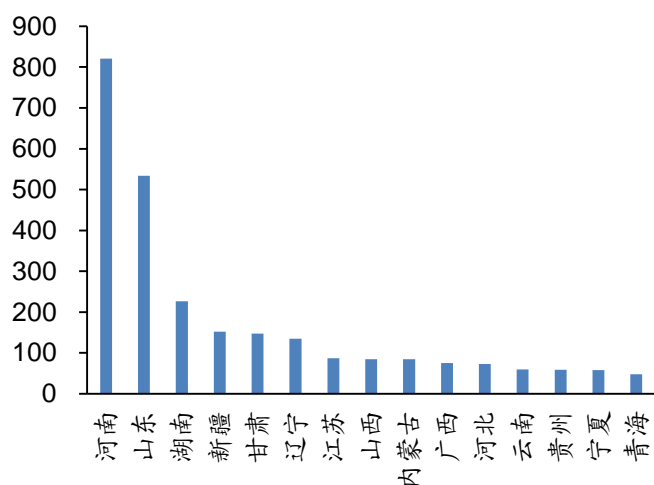
图17：2016年方大炭素高功率石墨电极产量占全国总产量的39.21%



数据来源：中国炭素行业协会、广发证券发展研究中心

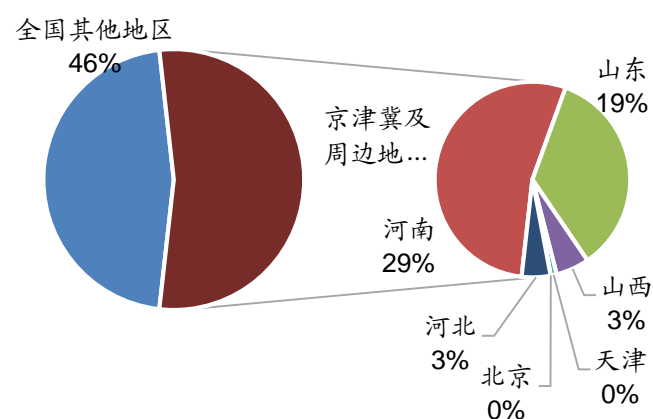
京津冀及周边地区对石墨炭素企业关停限产，压制石墨炭素企业产能、产量释放。根据中国炭素行业协会统计数据，河南、山东和湖南列全国石墨及炭素制品产量排名前三位，占比分别为 29%、19%和 7.95%；河南、山东、山西、河北、天津和北京等京津冀及周边地区石墨和炭素制品产量就占全国总产量的 54%左右；2017 年 2 月，发改委、环保部联合北京市、天津市、河北省、河南省、山东省和山西省人民政府，发布了《京津冀及周边地区 2017 年大气污染防治工作方案》，规定“炭素企业达不到特别排放限值的，全部停产，达到特别排放限值的，限产 50%以上，以生产线计”。石家庄市、济宁市、天津市等地市也相继发布了炭素行业环保限产、停产要求。

图18：2015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19：2015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

表 11: 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。

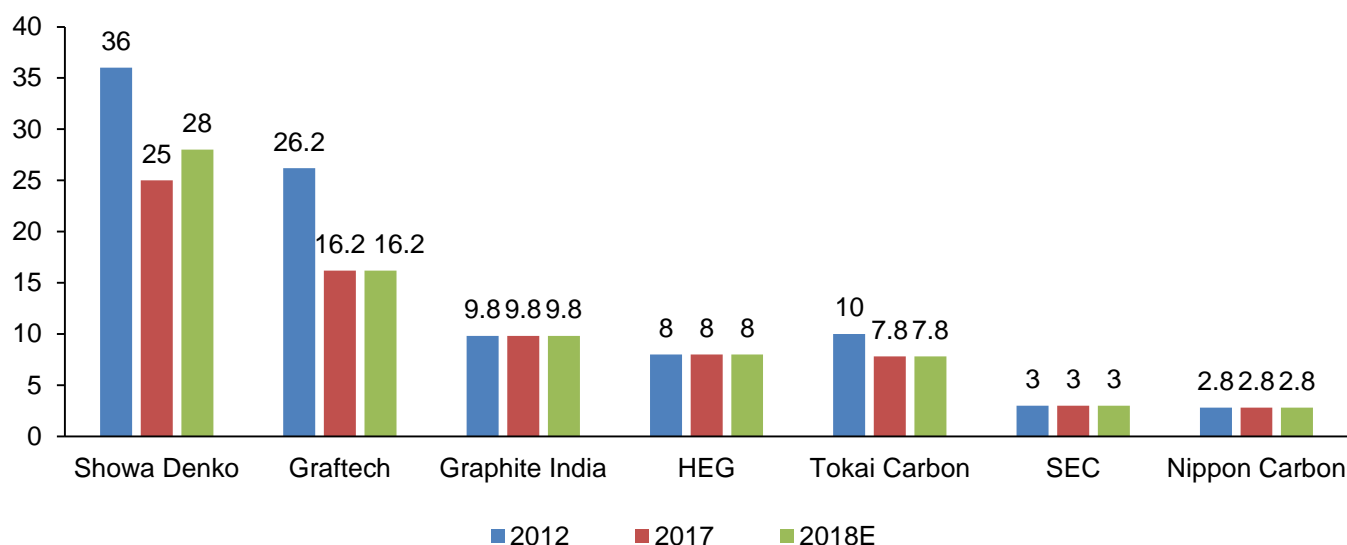
数据来源：发改委、环保部、地方政府网站、广发证券发展研究中心

（二）增量供给：18 年海外仅 3 万吨新增产能，国内在建项目产能达 52.4 万吨，国内石墨电极总供给年均复合增速达 13.18%

1、海外：18 年仅日本 Showa Denko 计划新增 3 万吨产能

Showa Denko 预计 2018 年新投产 3 万吨石墨电极产能，其他公司或以提升产能利用率为主要增产手段。根据 Showa Denko 于 2017 年 12 月 12 日发布的《Medium-term Business Plan "Project 2020+" Progress in 2017; Tasks and Strategies for 2018》报告，公司 2017 年位于日本、美国和欧洲的工厂均已达到满产，现有工厂产能利用率提升空间较小，公司位于美国的新工厂将于 2018 年投产，预计新增产能 3 万吨，即 2018 年公司产能将达 28 万吨。根据其他公司年报和已有公告，尚未获得其他公司扩大石墨电极产能的计划，即短期内其他龙头企业或主要以提升已有产线的产能利用率来增产。

图 20: 7 大海外石墨电极厂商产能由 2012 年的 95.8 万吨大幅下降 24.22%至 2017 年的 72.6 万吨, 预计 2018 年 Showa Denko 新增 3 万吨产能



数据来源: 各公司年报、印度 HEG 公司《Graphite India Limited Corporate Presentation (2017/10)》、广发证券发展研究中心

备注: 2016 年日本 Showa Denko 收购了德国 SGL 公司石墨电极业务, 因此此表中 Showa Denko 产能为合并 SGL 产能后数据

2、国内: 现有企业或可通过优化生产工序增产, 新增产能或至少达 52.4 万吨, 18~20 年我国石墨电极产能年均复合增速或达 13.18%

高价格、高盈利刺激下石墨电极企业或通过革新生产技术、优化生产工序的方式提升产能利用率实现增产。根据中泽集团官网 2017 年 7 月 27 日新闻《吉林炭素推进转型升级提高生产经营水平》一文, 吉林炭素有限公司通过优化生产工序, 在焙烧工序将隧道窑装车数量由 12 车增加至 14 车, 预计 2017 年 8 月~12 月增加产量 200 吨/月; 在石墨化工序采取扩大炉芯装炉, 预计 2017 年 8 月~12 月增加产量 200 吨/月; 从理性经济人角度考虑, 在目前石墨电极高价格、高盈利刺激下石墨电极企业倾向于通过革新生产技术、优化生产工序的方式提升产能利用率实现增产。

2017 年来国内投产、在建、拟建的石墨电极项目总产能至少为 52.4 万吨, 其中 6 万吨超高功率石墨电极产能已投产。我们统计了 2017 年以来全国各地市投产、在建、拟建的石墨电极项目及项目进度情况, 如表 10 所示。2017 年下半年以来国内投产、在建、拟建的石墨电极项目总产能至少为 52.4 万吨, 相当于 2017 年我国石墨电极产能的 56.96%。其中, 截止 2018 年 3 月 22 日, 介休市龙凤炭素 2 万吨超高功率石墨电极项目、大同腾扬科技有限公司 2 万吨超高功率石墨电极项目、乌兰察布市旭峰炭素 10 万吨超高功率石墨电极项目一期 (2 万吨) 已建成投产, 合计产能达 6 万吨, 且均为超高功率石墨电极。

表 12: 17 年以来国内投产、在建、拟建石墨电极项目总产能至少为 52.4 万吨, 其中 6 万吨超高功率石墨电极已投产

项目	产能	项目进度	数据来源
介休市龙凤炭素制品有限公司 2 万吨超高功率石墨电极新建项目	2 万吨/年	2017/9 (阶段性竣工)	晋中市环境保护局官网 http://www.jzhb.gov.cn/hjglHbF_view.action?code=1658&type=00030004

大同腾扬科技有限公司年产2万吨超高功率石墨电极项目	2万吨/年	2017/11/19（投产）	大同市人民政府官网 http://www.sxdt.gov.cn/dtzww/dtyw/201711/de814600e545412dad0630cb54a130f6.shtml
内蒙古宏丰材料有限公司年加工3万吨石墨电极项目	3万吨/年	2018/12（预计投产）	内蒙古察右后旗人民政府官网 http://www.cyzq.gov.cn/information/cyhq11444/msg1795657224446.html
乌兰察布市旭峰碳素科技有限公司建设年产10万吨超高功率石墨电极项目	2万吨/年（一期） 10万吨/年（二期）	2017/12（一期投产） 2020/12（二期投产）	内蒙古乌兰察布市人民政府官网 http://www.wulanchabu.gov.cn/information/wlcbzfw11419/msg934657099290.html
河北华辰碳素有限公司年产6万吨超高功率石墨电极项目	6万吨/年	2018/12（预计投产）	天全县人民政府 http://www.txq.gov.cn/show/2018/01/18/88324.html
通辽市远大碳素有限公司24kt/a直径600毫米以上超高功率石墨电极项目	2.4万吨/年	2018/1（环评公示）	内蒙古科左后旗人民政府官网 http://kzhq.tongliao.gov.cn/kzhq/tzgg/2018-01/29/content_44e2d47d669b4a908700efd1320d59b8.shtml
葫芦岛隆鑫泰碳素制品有限公司3万吨石墨电极生产线建设项目	3万吨/年	2018/2（环评公示）	葫芦岛市连山区人民政府官网 http://lsq.hld.gov.cn/zwgk/zwgkzdgz/hjbh/xmhp/201802/t20180211_781901.html
葫芦岛盛鸿碳素有限公司5万吨/年石墨电极生产线项目	5万吨/年	2018/3（环评公示）	葫芦岛市连山区人民政府官网 http://www.lianshan.gov.cn/zwgk/zwgkzdgz/hjbh/xmhp/201803/t20180319_784954.html
山西省宝光碳素有限公司年产2万吨直径600毫米以上超高功率石墨电极生产项目	2万吨/年	2018/3（项目在建）	晋中市人民政府官网 http://www.sxjz.gov.cn/publicity/zfwj/60841
焦作市中州炭素有限公司年产5万吨超高功率石墨电极生坯项目	5万吨/年	2018/6（计划投产）	焦作市环保局官网 http://www.jzshb.gov.cn/content-403-15435-1.html
四川目伦石墨新材料深加工项目	4万吨/年	2018/6（一期投产）	中国攀枝花网 http://www.pzh.gov.cn/a/2018/0111/623268.html
丰镇市吉炭8万吨大规格超高功率石墨电极等产品系列项目	4万吨/年（一期） 8万吨/年（二期）	2018/12（一期投产） 2020/6（二期投产）	内蒙古丰镇市人民政府 http://www.fengzhen.gov.cn/information/nmgfzs11426/msg2454257130613.html
合计	52.4万吨/年		

数据来源：各地市人民政府官网等、广发证券发展研究中心

我们估算 18~20 年我国分别将会有 5.25、25.45 和 41.4 万吨石墨电极产能投放，年均复合增速将达 13.18%。假设 2017 年底投产项目 2018 年处于产量爬坡阶段，仅能释放 50%设计产能，2019 年完全达产；同样，2018 年底投产项目 2019 年处于产量爬坡阶段，仅能释放 1/2 设计产能，2020 年完全达产；对于 2018 年 6 月投产项目，我们假设 2018 年当年能够释放 25%设计产能，2019 年释放 75%产能，2020 年完全达产。根据以上假设，我们估测了 2017 年来国内投产、在建、拟建的石墨电极项目在 2018~2020 年的产能投放进度，如表 11 所示，预计 18~20 年我国分别将会有 5.25、25.45 和 41.4 万吨石墨电极产能投放，2020 年我国石墨电极产能将达 133.4 万吨，年均复合增速将达 13.18%。

表13：估算18~20年我国分别将会有5.25、25.45和41.4万吨石墨电极产能投放，年均复合增速将达13.18%

项目	产能	项目进度	预测产能投放进度（万吨/年）		
			2018E	2019E	2020E
介休市龙凤炭素制品有限公司2万吨超高功率石墨电极新建项目	2万吨/年	2017/9（阶段性竣工）	1	2	2
大同腾扬科技有限公司年产2万吨超高功率石墨电极项目	2万吨/年	2017/11/19（正式投产）	1	2	2
内蒙古宏丰材料有限公司年加工3万吨石墨电极项目	3万吨/年	2018/12（预计投产）	0	1.5	3
乌兰察布市旭峰碳素科技有限公司10万吨超高功率石墨电极项目	2万吨/年（一期） 10万吨/年（二期）	2017/12（一期投产） 2020/12（二期投产）	1	2	2
河北华辰碳素有限公司年产6万吨超高功率石墨电极项目	6万吨/年	2018/12（预计投产）	0	3	6
通辽远大碳素有限公司直径600毫米以上超高功率石墨电极项目	2.4万吨/年	2018/1（环评公示）	0	1.2	2.4
葫芦岛隆鑫泰碳素制品有限公司3万吨石墨电极生产线建设项目	3万吨/年	2018/2（环评公示）	0	1.5	3
葫芦岛盛鸿碳素有限公司5万吨/年石墨电极生产线项目	5万吨/年	2018/3（环评公示）	0	2.5	5
山西省宝光碳素有限公司年产2万吨直径600毫米以上超高功率石墨电极生产项目	2万吨/年	2018/3（项目在建）	0	1	2
焦作市中州炭素有限公司年产5万吨超高功率石墨电极生坯项目	5万吨/年	2018/6（计划投产）	1.25	3.75	5
四川目伦石墨新材料深加工项目	4万吨/年	2018/6（一期投产）	1	3	4
丰镇市吉炭8万吨大规格超高功率石墨电极等产品系列项目	4万吨/年（一期） 8万吨/年（二期）	2018/12（一期投产） 2020/6（二期投产）	0	2	5
合计	52.4万吨/年	合计	5.25	25.45	41.4

数据来源：广发证券发展研究中心

备注：我们假设2018年初进行环评的项目将在2018年底投产

四、供需平衡：预计 2018 年全球石墨电极供需基本平衡，2019、2020 年石墨电极或供大于求

需求端：预计2020年全球石墨电极总需求将达143.52万吨，18~20年年均复合增速达4.88%。根据前文所述，2020年前预计海外及国内新建电弧炉或将新增石墨电极需求合计28.38万吨，其中2018、2019、2020年将分别新增UHP石墨电极需求9.27、14.19和4.92万吨，即2018~2020年全球石墨电极需求量将分别为124.41、138.60、143.52万吨，年均复合增速达8.29%。

表14：预计2020年全球石墨电极总需求将达143.52万吨，18~20年年均复合增速达8.29%

	全球新增石墨电极需求（万吨）	全球石墨电极总需求（万吨）
2018E	9.27	124.41
2019E	14.19	138.60
2020E	4.92	143.52

数据来源：广发证券发展研究中心

供给端：预计2020年全球石墨电极总供给将达159.54万吨，18~20年年均复合增速达8.94%。根据前文所述，2018年海外仅日本昭和新增3万吨产能，假设2019、2020年海外均不新增产能，即新增产能全部来自国内；假设新增产能均能够满产，则预计2020年全球石墨电极总供给达159.54万吨，18~20年年均复合增速达13.18%。

表15：预计2020年全球石墨电极总供给将达159.54万吨，18~20年年均复合增速达13.18%

	全球新增石墨电极供给（万吨）			全球石墨电极总供给（万吨）	供需缺口
	海外	国内	合计		
2018E	3	5.25	8.25	123.39	0.82%
2019E	0	20.20	20.20	143.59	-3.60%
2020E	0	15.95	15.95	159.54	-11.16%

数据来源：广发证券发展研究中心

预计2018年全球石墨电极供需基本平衡，2019、2020年石墨电极或供大于求。对比表12和表13，我们可得，若新增产能均能够满产，则2018年供需缺口为1万吨，考虑到原有产能或可通过提高产能利用率实现增产填平供需缺口，因此2018年全球石墨电极或处于供需基本平衡的状态；而2019年以后，随着国内新建石墨电极项目的达产，全球石墨电极总供给开始大于总需求，即2019、2020年全球石墨电极市场或处于供大于求的状态。

五、投资建议：长流程置换短流程成理性选择，2020年前石墨电极或不会成为短流程发展掣肘

政策鼓励短流程，环保限产常态化、超净排放推高环保成本，长流程置换短流程成理性选择。我们于2018年3月17日发布了《炼钢工艺发展路径专题之二：短流程发展箭在弦上？--政策、环保带来机遇，人才、技术仍有挑战，提高废钢回收率是关键前提》深度报告，认为：**在政策方面**，国家正在系统研究支持电炉钢发展的配套政策措施，允许退出转炉建设电炉的项目可实施等量置换，鼓励现有高炉-转炉长流程企业转型为电炉企业，产业政策导向十分明显；**在环保方面**，短流程在污染物排放、吨钢能耗以及环保成本方面拥有优势。**在钢铁行业特别是长流程炼钢环保限产常态化、长流程超低排放改造启动的大背景下**，长流程炼钢产能置换为短流程已经成为可行的选择之一；

2019、2020年石墨电极市场或供大于求，石墨电极不会成为短流程发展掣肘。**需求端看**，根据前文所述，2017年海外在建短流程电弧炉产能为3676.2万吨，2018~2019年计划新建电弧炉产能为8835.5万吨，国内已官方宣布进行产能置换新建电弧炉设计产能为3118万吨，全球短流程快速发展将直接增加石墨电极需求；**供给端看**，已统计到的国内在建石墨电极项目总产能达52.4万吨，即使海外19~20年不再新增产能且产能利用率均不再提升，2019年、2020年全球石墨电极仍然会供过于求，因此石墨电极不会成为短流程发展掣肘。

五、风险提示

- 1、我国宏观经济增速大幅下滑；
- 2、电弧炉产能投放不及预期；
- 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：研究助理，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（以下简称“广发证券”）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，只有接收客户才可以使用，且对于接收客户而言具有相关保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。本报告的内容、观点或建议并未考虑个别客户的特定状况，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

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。