

铁矿石专题报告之一：从供给出发

四大矿山全球寡头垄断、占比近半，国内资源有限、品位低，废钢替代效应将逐步增强

分析师：李莎 S0260513080002

 020-87574792 lisha@gf.com.cn

一、先识铁矿石：超过工业品位才可利用，矿种、含铁量决定预处理方法

铁矿石是指含有可经济利用的铁元素的矿石，是冶炼钢铁的重要原材料。从含铁矿物种类来看，当前技术条件下，经济可行的主要有磁铁矿石、赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石等；从工业类型来看，只有含铁量超过边界品位的岩石才能称为矿石，超过工业品位才可工业利用，不同含铁矿物种类的矿石的边界品位和工业品位均不同。

大部分矿石无论从物理性质或化学性质来看，都不能达到冶炼对炉料的要求，不能直接入炉冶炼。因此炉料必须经过一定的加工处理。铁矿石企业生产的主要作业流程包括采矿、选矿和造块等基本环节。

选矿流程上：(1) 从不同品位的铁矿来考虑，贫矿比富矿的处理流程更长、处理成本更高，对比贫矿要选矿加工，富矿经过初步的预加工程序得当的块矿可以直接进炉。(2) 从不同品种的铁矿角度来考虑，由于磁铁矿、赤铁矿等铁矿具有不同的物理性质不同矿种的选矿，一般须采用不同的选矿工艺方法使铁矿石的成分转化得容易冶炼。**造块流程上：**国内富矿资源有限，现在多数现代高炉都以人造富矿为主，同时可以把不能直接入炉的铁矿粉经配料后用人工的办法造成符合冶炼要求的矿块，所以通过烧结或者球团的铁矿粉造块后人造富矿便是重要的方法。

二、全球供给：储量集中于澳俄巴中、产量集中于澳巴，四大矿山全球寡头垄断

1、**储量结构：**2009年以来全球铁矿石原矿储量稳定在1600亿公吨之上，全球铁矿石含铁储量均保持在800亿公吨以上。(1) **国家角度考虑，**截止2016年底，澳大利亚、俄罗斯、巴西和中国铁矿石原矿储量合计达1210亿公吨，占比分别为30.59%、14.71%、13.53%和12.35%；铁矿石含铁量储量合计达562亿公吨，占比分别为28.05%、16.47%、14.63%和8.78%。我国铁矿石储量高，但铁元素储量低，主要原因在于铁矿石品位仅为34.29%，较世界平均品位低13.95%。(2) **企业角度考虑，**2016年，四大矿山铁矿石储量总计达305.05亿吨，占全球铁矿石储量17.94%，铁矿石含铁量储量合计达170.89亿吨，占全球20.84%；品位方面，四大矿山平均品位为56.02%，高于世界铁矿石品位48.24%。

2、**产量结构：**2011-2015年，全球铁矿石产量呈现稳中有降的趋势，2015年，全球铁矿石产量达20.06亿吨，同比下降2.32%。(1) **国家角度考虑，**2015年，澳大利亚、巴西、独联体国家、印度、中国及俄罗斯铁矿石产量达17.97亿吨，占世界铁矿石产量89.57%。(2) **企业角度考虑，**2009年以来，四大矿山铁矿石产量占世界的比率不断上升，2015年产量合计达10.01亿吨，占比全球铁矿石产量高达49.91%，四大矿山在全球矿石供应市场中占据寡头垄断地位。

三、替代品：废钢为唯一可替代矿石炼铁的原料，短流程占比提升、长流程废钢用量提升将增强替代效应

废钢是目前唯一能够替代铁矿石的优质炼钢原料。废钢主要通过两种方式来实现对铁矿石的替代：(1) **短流程的主要原料则是废钢和少量生铁，短流程则是用废钢完全替代长流程所使用的铁矿石；**(2) **长流程转炉炼钢的主要原料是铁矿石、焦煤、石灰石跟少量废钢，在长流程转炉环节增加废钢的使用可实现替代铁水（原料为铁矿石）。那么这种替代效应未来将如何变化呢，我们主要从以下两个角度来分析了趋势变化：**

1、**生产工艺带来的趋势变化：**2000年以来，我国短流程粗钢产量远远低于长流程，2015年短流程炼钢产量仅为4,880万吨，占比仅为6.07%，比世界平均水平低19.1%。工信部2016年10月28日颁布的《钢铁工业调整升级规划(2016-2020年)》中提出：按照绿色可循环的理念，鼓励推广以废钢为原料的短流程炼钢工艺及装备应用，到2025年，我国钢企炼钢废钢比不低于30%。我们认为：短流程相较于长流程，生产成本、环保、物料能源消耗和安全性等多角度优势明显；且随着国家钢铁产业政策的落地，未来短流程炼钢将得到大力推广，废钢对铁矿石的替代效应或将逐步增强。

2、**价格差异带来的趋势变化：**在传统的长流程炼钢的转炉环节，一般会采用往铁水中加入少量废钢以优化工艺。2015年我国炼钢综合废钢单耗为104kg/t，远低于世界的400~450kg/t的平均水平；这主要是由于(1)如前所述，炼钢结构上，中国长流程炼钢远远高于短流程炼钢；(2)过去我国废钢价格远远高于铁矿石的价格。《废钢铁产业“十三五”发展规划》中提出十三五规划期间转炉废钢比力争达到15%以上，在预计未来铁矿石价格会振荡偏强而废钢有较大概率下降的情况下，未来钢厂废钢采购量有望继续加大，废钢对铁矿石的替代效应或将增强。

四、投资建议：四大矿山寡头垄断、占比近半，国内资源有限、品位低，废钢替代效应将逐步增强

截至2016年，四大矿山铁矿石储量和铁元素储量分比为17.94%和20.84%，但其平均品位达56.02%，高于世界平均水平48.24%，其产量在2015年合计达10.01亿吨，占比高达49.91%，铁矿石行业呈现四大矿山垄断格局。我国虽然是目前全球最大的铁矿石消费国家，2015年中国铁矿石表观消费量达10.77亿吨，占比达53.69%；但铁矿石资源较为贫乏，矿石储量和铁元素储量占比分别为12.35%和8.78%，铁矿石品位仅为34.29%，较世界平均品位低13.95%。受限矿石资源寡头垄断而我国对外依存度高，我国在矿石的定价权上较弱。

从替代效应来讲，我们认为伴随我国废钢资源积蓄量的增加，废钢行业产业化、规模化、区域化的发展的推进，废钢的产量和质量有望提升，尤其当废钢价格更具竞争力，炼钢成本更具优势时，电炉炼钢将迎来发展的窗口期，转炉炼钢也将加大对废钢的使用，未来废钢对铁矿石的替代效应或将逐步增强。

五、风险提示

四大矿山联产保价；中国宏观经济下行压力不减；全球经济复苏低于预期

识别风险，发现价值

本报告联系人：陈潇 020-8757-1273 gzchenxiao@gf.com.cn

请务必阅读末页的免责声明

目录索引

前言：从供给端出发探析铁矿石	5
一、先识铁矿石：超过工业品位才可利用，矿种、含铁量决定预处理方法	8
（一）是什么：含铁量超过边界品位的岩石称矿石，超过工业品位才可利用	8
（二）如何用：采矿-选矿-造块-高炉，不同矿种选矿方法各异，贫矿较富矿预处理流程长、成本高	10
二、全球供给：储量集中于澳俄巴中、产量集中于澳巴，四大矿山全球寡头垄断	14
（一）储量结构：澳俄巴中占比达 71.18%，四大矿山占 16.53%	14
（二）产量结构：61.49%集中于澳大利亚及巴西，49.91%集中于四大矿山	18
三、替代品：废钢为唯一可替代矿石炼铁的原料，短流程占比提升、长流程废钢用量提升将增强替代效应	21
（一）替代品：目前唯一能代替铁矿石的优质炼钢原料为废钢	21
（二）生产工艺带来的趋势变化：短流程炼钢推广力度加大将增强替代效应	23
（三）价格差异带来的趋势变化：废钢成本优势凸显，转炉炼钢废钢比的提高将增强替代效应	25
四、投资建议：四大矿山寡头垄断、占比近半，国内资源有限、品位低，废钢替代效应将逐步增强	28
五、风险提示	29

图表索引

图 1: 2010 年以来世界铁矿石消费量逐渐趋稳, 2015 年达到 20 亿吨、其中我国铁矿石消费量占比达 53.69%.....	5
图 2: 2013 年以来中国铁矿石需求稳中有降, 2015 年铁矿石表观消费量为 10.77 亿吨, 同比下降 4.52%.....	5
图 3: 2013 年以来中国铁矿石对外依存度持续上升, 2016 年达 91.34%.....	6
图 4: 中国铁矿石价格与钢价呈现正相关关系, 且与中国经济增速相匹配.....	7
图 5: “如何利用铁矿石生产生铁”流程图.....	10
图 6: 2009 年来全球铁矿石原矿储量稳定在 1600 亿公吨之上.....	14
图 7: 2016 年全球铁矿石含铁储量同比下降 3.53%.....	14
图 8: 2016 年澳、俄、巴、中四国铁矿石储量达 1210 亿公吨 (单位: 亿公吨).....	15
图 9: 2016 年澳、俄、巴、中四国铁矿石储量占全球 71.18%.....	15
图 10: 2016 年中国铁矿石含铁量储量排名第四, 但全球占比低于排名第三巴西 5.85 个百分点 (单位: 亿公吨).....	16
图 11: 2016 年中国铁矿石品位低于世界平均品位 13.95 个百分点.....	16
图 12: 四大矿山铁矿石储量合计 305.05 亿吨、含铁量储量合计 170.89 亿吨、平均品位为 48.24%.....	17
图 13: 2011 年以来, 全球铁矿石产量呈稳中有降趋势, 2015 年产量达 20.06 亿吨, 同比下降 2.32%.....	18
图 14: 澳、巴、独联体、印、中、俄铁矿石产量合计达 17.97 亿吨 (单位: 亿吨).....	19
图 15: 2015 年澳大利亚和巴西占世界铁矿石产量 61.49%.....	19
图 16: 四大矿山 2009 年以来铁矿石产量占全球比重不断上升, 2015 年产量占比达 49.91%.....	19
图 17: 四大矿山 2009 年以来产量呈上升趋势, 2016 年产量同比上升 2.42% (单位: 亿吨).....	19

图 18: 废钢产量总体呈现逐年增长态势, 但增速有所放缓	22
图 19: 废钢的应用-可分别在长短流程炼钢中实现对铁矿石的有效替代.....	22
图 20: 2000 年以来, 我国短流程炼钢产量远远低于长流程炼钢产量, 2015 年仅为 4880 万吨.....	24
图 21: 2010 年以来, 短流程炼钢占比呈下降趋势, 2015 年仅为 6.07%.....	24
图 22: 2015 年中国长流程炼钢比率较世界平均水平高 19.8%.....	24
图 23: 2015 年中国短流程炼钢比率较世界平均水平低 19.1%.....	24
图 24: 2005 年以来, 中国炼钢综合废钢单耗持续走低, 2015 年为 104kg/t	26
图 25: 2012 年以来铁矿石与废钢价差呈现收窄趋势	26
表 1: 四种主要自然类型铁矿石介绍	8
表 2: 工业上能利用的铁矿石工业标准	9
表 3: 我国褐铁矿的常用选矿方法分为单一选别流程和联合选别流程.....	11
表 4: 烧结和球团在粒度、固结机理、生产工艺、冶金性能、经济效益及环保情况等方面均存在较大不同之处	12
表 5: 四大矿山部分海外矿区基本情况	17

前言：从供给端出发探析铁矿石

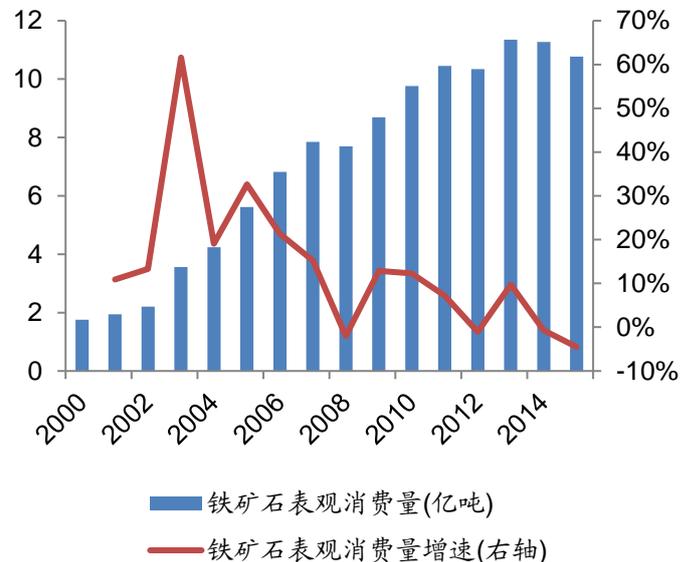
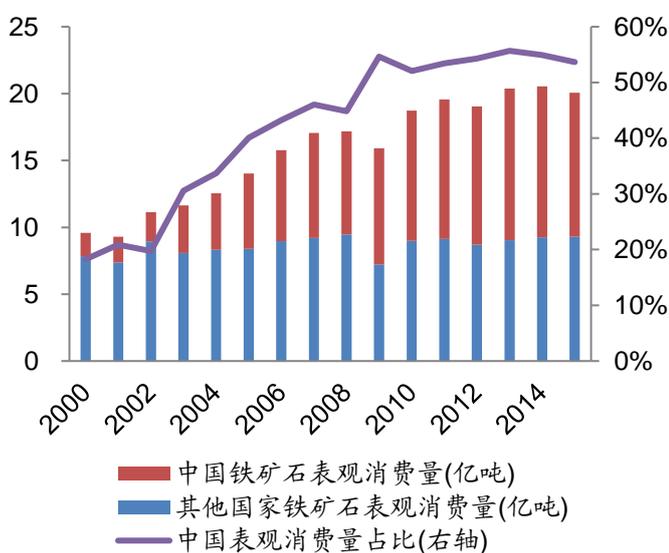
铁矿石是钢铁生产的主要原料之一，作为钢铁行业的上游，铁矿石的供给和需求格局将直接影响钢铁行业的生产经营情况。全球铁矿石供给如何？是否有其他原料可替代铁矿石？国外矿山与国内矿山的区别几何？中国铁矿石需求格局如何？铁矿石的价格将会如何变化？我们将陆续推出《铁矿石专题报告》以尝试回答上述问题。

1 我国铁矿石需求：2013年来稳中有降，目前世界最大的消费国，但未来消费增长空间有限

根据国际钢铁协会统计的全球铁矿石表观消费量及世界主要国家铁矿石表观消费量，世界铁矿石消费量逐渐趋稳，2015年，世界铁矿石表观消费量为20.06亿吨，同比下降2.32%。其中，2015年中国铁矿石表观消费量达10.77亿吨，占比达53.69%，是目前全球最大的铁矿石消费国家。

接着我们再来研究我国铁矿石需求增长趋势，根据国际钢铁协会统计的中国铁矿石产量、进口量以及出口量，我们计算得出中国2000年以来的铁矿石表观消费量。我们发现中国2000-2012年处于上升阶段，2013年以来呈现稳中有降的趋势，未来增长空间有限。2015年铁矿石表观消费量为10.77亿吨，同比下降4.52%。

图 1：2010 年以来世界铁矿石消费量逐渐趋稳，2015 年达到 20 亿吨、其中我国铁矿石消费量占比达 53.69%
图 2：2013 年以来中国铁矿石需求稳中有降，2015 年铁矿石表观消费量为 10.77 亿吨，同比下降 4.52%



数据来源：美国地质调查局、广发证券发展研究中心

数据来源：美国地质调查局、广发证券发展研究中心

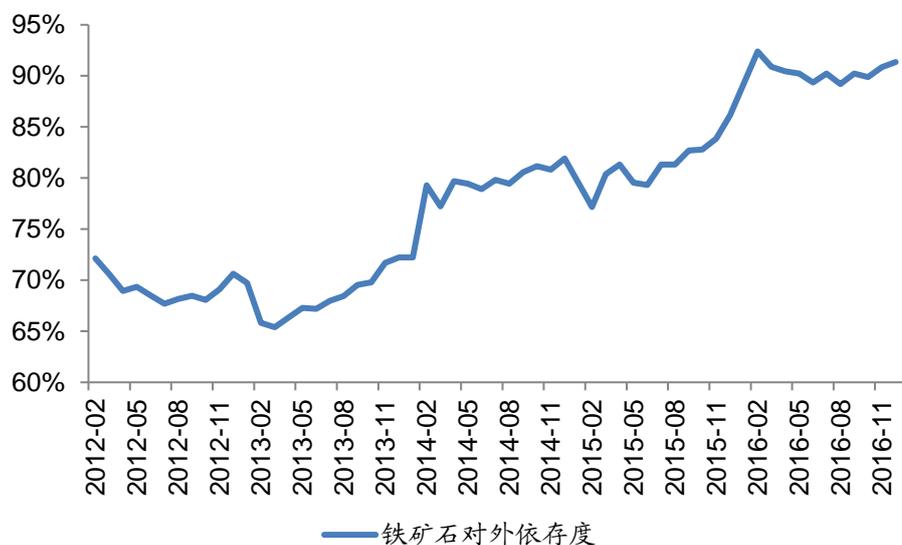
2 中国铁矿石来源：2013年来对外依存度持续上升，2016年达91.34%，目前国内产能低于需求

了解完我国的铁矿石需求后，接着我们再来分析我国铁矿石的供给来源。2015

年,中国的铁矿石消费量达**10.77亿吨**,其中大部分依赖于进口。根据海关总署统计,2016年,铁矿砂及其精矿累计进口量已经达到**10.24亿吨**,与此同时,我国铁矿石对外依存度更是突破**90%大关**,高达**91.34%**。

目前国产矿产能远低于需求,进口铁矿石成为必然。根据国际钢铁协会公布的2015年中国铁矿石产量(转化为世界平均含铁量)和Wind资讯公布的矿山开工率大致测算国内铁矿石产能。2015年,中国铁矿石产量(转化为世界平均含铁量)为**1.24亿吨**,我们采用2015年平均矿山开工率**47.48%**计算,则国内铁矿石产能(转化为世界平均含铁量)预估为**2.61亿吨**,远远低于2015年中国铁矿石表观消费量**10.77亿吨**。综上我们可知,在不考虑品位前提下,即使国内矿山全部开工,也不能满足国内的铁矿石需求,铁矿石进口成为必然的选择。

图3: 2013年以来中国铁矿石对外依存度持续上升, 2016年达**91.34%**



数据来源: 我的钢铁网、广发证券发展研究中心

3 中国铁矿石价格: 与钢价具有较强的正相关性, 2005年以来共经历三个阶段

最后,我们从价格出发,铁矿石行业作为上游行业,从中游角度来看,铁矿石中游为钢铁行业,钢价对钢铁生产产生指向作用,从而影响到铁矿石的需求量,进一步影响铁矿石的价格。从经济发展角度来看,社会经济的发展将直接对钢材的供需格局进而对铁矿石的供需产生影响,因此接下来我们将着重分析2005年中国经济的变化情况及在该变化情况下,分析中国钢价和矿价的变化情况。

大体上,我们可以将2005年以来中国经济发展的变化情况按照GDP增速划分为以下五个阶段:

(1) **经济高速发展期:** 2005年1月-2007年12月,中国经济仍处于上升周期,对钢材需求旺盛,钢材价格呈现震荡上升的趋势,2005年1月-2007年12月,矿价指数100上升至190.90,累计涨幅达90.90%;

(2) **经济增速下滑期:** 2008年1月-2009年6月,中国经济开始下行,但在2008年6月之前,随着全球商品大牛市的深入,钢材价格持续走高,并且在2008年7月初达到了历史高点,矿价指数于2008年6月20日达到201.90;2008年9月,全球爆发

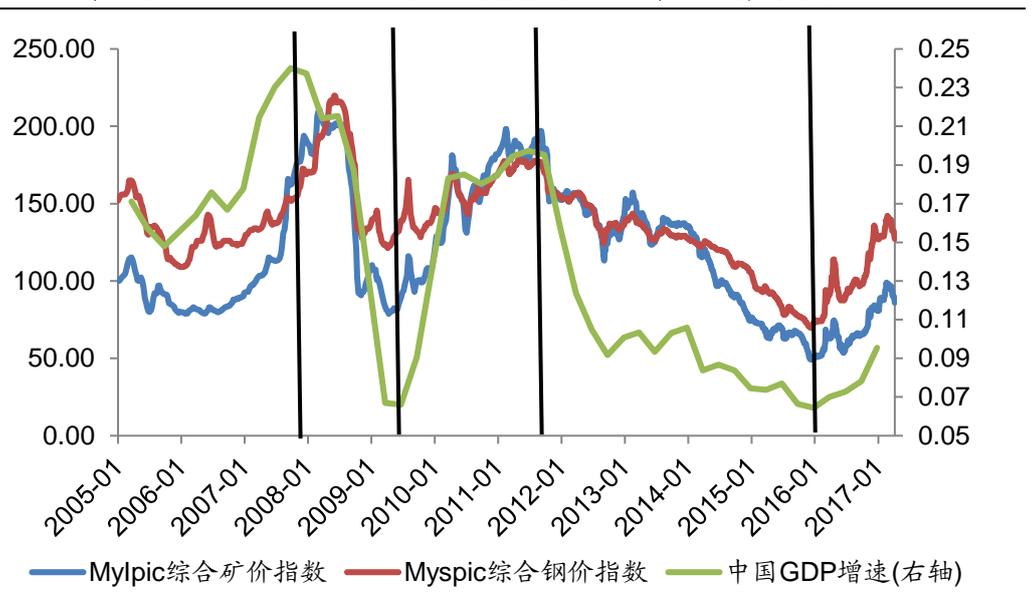
金融危机，实体经济受到冲击，中国经济下行加速，对钢铁需求下降，钢铁价格呈现断崖式下降，矿价指数也从高点201.90暴跌至2009年6月26日89.30，累计跌幅达55.77%；

(3) 经济刺激回暖阶段：2009年7月-2011年9月，中国经济在4万亿的刺激下开始回暖。2008年11月，国家实施新增4万亿元的投资计划，刺激经济发展，2009年6月，经济开始有所回暖，对钢铁需求增加，刺激钢价上行，矿价指数从2009年7月3日上升至2011年9月30日156.30，累计涨幅达69.16%；

(4) 经济下行调整阶段：2011年10月-2015年12月，中国经济处于调整阶段，增速平缓，叠加4万亿刺激使得钢铁产能迅速扩张，钢铁市场呈现供过于求局面，钢价进入震荡下降通道，矿价指数从2011年10月8日的163.60下降至2015年12月31日51.00，累计跌幅达68.83%；

(5) 经济平稳发展阶段：2016年1月至今，中国经济企稳、政策刺激乏力、信贷周期扩张，叠加中国进入“去产能”的开局之年，钢铁行业形成了典型的短期供需错配，钢价有所回暖，矿价指数也从2016年1月4日的51.80上升至2017年4月11日86.00，累计涨幅达66.02%。

图4：中国铁矿石价格与钢价呈现正相关关系，且与中国经济增速相匹配



数据来源：我的钢铁网、广发证券发展研究中心

综上所述，目前我国是全球第一大铁矿石消费国，2015年我国铁矿石表观消费量达10.77亿吨，占比达53.69%。而受累国内铁矿石产能严重不足，我国铁矿石供给极度依赖海外铁矿石，那么我们不禁会思考这么几个问题：（1）目前全球铁矿石供给格局如何呢？铁矿石的储量分布在哪里？产量又分布在哪里？（2）虽然2013年以来我国铁矿石需求稳中有降，但仍是全球最大的铁矿石消费国，同时，铁矿石价格目前仍处于调整阶段，不确定性加大，对于钢企来说，是否有其他优质的原料能够替代铁矿石？

一、先识铁矿石：超过工业品位才可利用，矿种、含铁量决定预处理方法

(一) 是什么：含铁量超过边界品位的岩石称矿石，超过工业品位才可利用

铁矿石是指含有可经济利用的铁元素的矿石，是冶炼钢铁的重要原材料。铁矿石主要有两种分类方式，一是按照成分、构造等进行分类，即自然类型分类，二是按照是否可以用于工业生产进行分类，即工业类型分类。

1 按照自然类型的分类情况

从自然类型来看，铁矿石主要有以下四种更为细化的分类方式：

(1) 根据含铁矿物种类可分为：磁铁矿石、赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石、假象或半假象赤铁矿石、钒钛磁铁矿石以及由其中两种或两种以上含铁矿物组成的混合矿石。当前技术条件下，经济可用的主要有磁铁矿石、赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石等。

表 1：四种主要自然类型铁矿石介绍

铁矿石名称	特点
磁铁矿 (Magnetite)	一种氧化铁的矿石，主要成份为 Fe_3O_4 ，是 Fe_2O_3 和 FeO 的复合物，呈黑灰色，比重大约 5.15 左右，含 Fe72.4%，O 27.6%，具有磁性。在选矿 (Beneficiation) 时可利用磁选法，处理非常方便；但是由于其结构细密，故被还原性较差。经过长期风化作用后即变成赤铁矿。
赤铁矿 (Hematite)	一种氧化铁的矿石，主要成份为 Fe_2O_3 ，呈暗红色，比重大约为 5.26，含 Fe70%，O 30%，是最主要的铁矿石。由其本身结构状况的不同又可分成很多类别，如赤色赤铁矿 (Red hematite)、镜铁矿 (Spherical hematite)、云母铁矿 (Micaceous hematite)、粘土质赤铁 (Red Ocher) 等。
褐铁矿 (Limonite)	含有氢氧化铁的矿石。它是针铁矿 (Goethite) $HFeO_2$ 和鳞铁矿 (Lepidocrocite) $FeO(OH)$ 两种不同结构矿石的统称，也有人把它主要成份的化学式写成 $mFe_2O_3 \cdot nH_2O$ ，呈现土黄或棕色，含有 Fe 约 62%，O 27%， H_2O 11%，比重约为 3.6~4.0，多半是附存在其它铁矿石之中。
菱铁矿 (Siderite)	含有碳酸铁的矿石，主要成份为 $FeCO_3$ ，呈现青灰色，比重在 3.8 左右。这种矿石多半含有相当多数量的钙盐和镁盐。由于碳酸根在高温约 800~900℃ 时会吸收大量的热而放出二氧化碳，所以多半先把这一类矿石加以焙烧之后再加入鼓风机。

数据来源：中华人民共和国国土资源局、广发证券发展研究中心

(2) 根据有害杂质(S、P、Cu、Pb、Zn、V、Ti、Co、Ni、Sn、F、As)含量的高低可分为：高硫铁矿石、低硫铁矿石、高磷铁矿石、低磷铁矿石等。

(3) 根据**结构、构造**可分为：浸染状矿石、网脉浸染状矿石、条纹状矿石、条带状矿石、致密块状矿石、角砾状矿石，以及鲕状、豆状、肾状、蜂窝状、粉状、土状矿石等。

(4) 根据**脉石矿物**可分为：石英型、闪石型、辉石型、斜长石型、绢云母绿泥石型、夕卡岩型、阳起石型、蛇纹石型、铁白云石型和碧玉型铁矿石等。

2 按照工业类型的分类情况

矿产工业指标包括矿产质量和开采技术条件两个方面的要求。(1) **矿产质量要求主要包括**：边界品位、最低工业品位、矿区平均品位、有害组分最大允许含量、矿石（或矿物）的物理化学特性等。(2) **开采技术条件主要包括**：最小可采厚度、最低工业米百分值、夹石剔除厚度、剥离系数、开采深度等。

矿石品位是指单位体积或单位重量矿石中 有用组分或有用矿物的含量。铁矿的品位定级分为富矿、低品矿、贫矿和超贫矿四大类：(1) 含铁量45%以上称之为富矿（赤铁矿达70%）；(2) 含铁量35%至45%为低品矿；(3) 含铁量25%至35%为贫矿；(4) 含铁量25%以下为超贫矿。

从矿产质量来看，边界品位和最低工业品位是区分铁矿石是否能够用于工业生产的主要条件。(1) **边界品位**：是指圈定矿体时对单个矿样中 有用组分含量的最低要求，是区分矿石与围岩的最低品位界限。(2) **最低工业品位**：简称工业品位，是根据边界品位圈定的单个勘探工程或单个矿段中 有用组分平均含量的最低要求，是作为划分矿石品级、区分可利用资源储量与暂不可利用资源储量的重要标准。

根据边界品位可以将矿体分为矿石与围岩，根据工业品位可将矿石分为工业上可利用的铁矿石与暂不能利用的铁矿石：

(1) **工业上能利用的铁矿石，即表内铁矿石**，包括炼钢用铁矿石、炼铁用铁矿石、需选铁矿石（贫矿）。根据2002年12月17日中国国土资源部发布的《铁、锰、铬矿地质勘查规范（DZT0200-2002）》中规定了铁矿石的边界品位和工业品位。**从表中可以看出，可利用的铁矿石工业品位至少为25%（除mFe外）。**

(2) **工业上暂不能利用的铁矿石，即表外铁矿石**，矿石含铁量介于最低工业品位与边界品位之间。

表 2：工业上能利用的铁矿石工业标准

	矿石类型	炼钢用铁矿石 (%)	炼铁用铁矿石 (%)	需选铁矿石 (贫矿) (%)
边界品位	磁铁矿石	/	/	≥20 (mFe≥15) [2]
	赤铁矿石	/	/	≥25
	菱铁矿石	-	/	≥20
	褐铁矿石	-	/	≥25
工业品位	磁铁矿石	≥56	≥50 ^[1]	≥25 (mFe≥20) [2]
	赤铁矿石	≥56	≥50 ^[1]	28-30

菱铁矿石	-	≥50 ^[1]	≥25
褐铁矿石	-	≥50 ^[1]	≥30

数据来源：《铁、锰、铬矿产地质勘查规范》、广发证券发展研究中心

备注：“/”表示无边界品位要求，“-”表示该品种铁矿石无法用于相应类型冶炼。

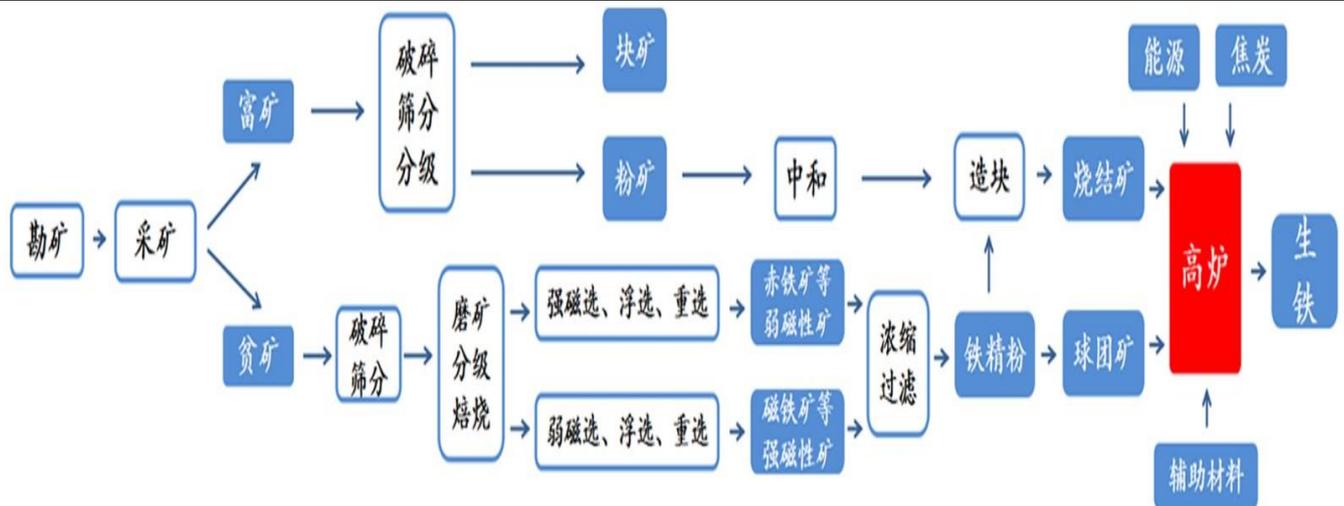
[1] 自熔性矿石全铁（TFe）可降至不小于 40%；褐铁矿、菱铁矿的最低工业品位为扣除烧失量后折算的标准；

[2] 矿石易采、易选或含有综合回收的伴生有用组分，则全铁（TFe）的含量要求可适当降低。如果磁铁矿石中硅酸铁、硫化铁或碳酸铁含量较高（分别大于或三者之和大于 3%时，应在其全铁总量中扣除），则采用磁性铁（mFe）标准。

（二）如何用：采矿-选矿-造块-高炉，不同矿种选矿方法各异，贫矿较富矿预处理流程长、成本高

铁矿石企业生产线的主要作业流程包括采矿、选矿和造块等基本环节。

图5：“如何利用铁矿石生产生铁”流程图



数据来源：《海南矿业招股说明书》、《冶金炉料手册》、广发证券发展研究中心

1 选矿：以矿种区分选矿方式，贫矿比富矿的处理流程更长、成本更高

选矿是在矿石破碎磨细以后，根据铁矿石中不同矿种的物理和化学性质，采用合适的方式将所需矿物与脉石矿物分开，富集矿物的过程，还可以除去较多有害杂质。从国内铁矿特征来看，能直接冶炼的富矿不多，用低品位的矿石进行冶炼效益较低，因此大部分铁矿石需经选矿处理。不同矿种的选矿方式存在差异，贫矿比富矿的处理流程更长、成本更高。这里我们从铁矿石品种和铁矿石品位两个角度来看选矿的不同之处。

1.1 从不同类型的矿石角度来考虑

常用的铁矿石选矿方法有：磁选法、重选法和浮选法等。从矿山开采出来的原矿石的金属含量和其他化学成分波动很大，粒度大小相差悬殊，有的大至几百毫米，有的则成粉末状。大部分矿石无论从物理性质或化学性质来看，都不能达到冶炼对

炉料的要求，不能直接入炉冶炼。因此炉料必须经过一定的加工处理。选矿方法的选择是根据铁矿石中铁矿物和其他有用金属矿物的物理性质来确定的。

用于炼铁的主要有磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿和菱铁矿等，富矿多为含铁量在70%以上的磁铁矿和赤铁矿。由于磁铁矿、赤铁矿等铁矿具有不同的物理性质，一般须采用不同的选矿工艺方法使铁矿石的成分转化得容易冶炼。

(1) **磁铁矿**主要包括单一磁铁矿和混合磁铁矿等品种，磁铁矿属强磁性产物，在磁铁矿选矿中普遍采用以弱磁选工艺为主的选别流程，针对不同细分种类的磁铁矿，其具体选矿流程包括单一弱磁选流程、弱磁选-反浮选流程、弱磁选-精选流程和弱磁—强磁—浮选联合流程等。

(2) **赤铁矿**的选矿流程一般包括**焙烧磁选流程、赤铁矿浮选流程和弱磁—强磁流程**等方法。在焙烧过程中，赤铁矿通过还原焙烧使其中弱磁性铁矿物转变成成为强磁性铁矿物，再经磁选则能得到较高的选矿指标。通过这种焙烧方法可以改变矿石的化学成分和性质，除去原料中的有害杂质，同时还可以使矿石组织疏松，便于破碎和提高矿石的还原性。

(3) **褐铁矿**的成分以含水氧化铁为主，其品位一般不高，矿石包含其他矿物质，例如铜和镍等金属。目前采用的选矿方法主要分为单一选别流程和联合选别流程。

表 3: 我国褐铁矿的常用选矿方法分为单一选别流程和联合选别流程

类别	方法
单一选别流程	括重选、磁选、浮选（正、反浮选）
联合选别流程	包括选择性絮凝浮选、絮凝—强磁选、强磁选—正(反)浮选、强磁选—正浮选—强磁选、还原焙烧—磁选、还原焙烧—磁选—浸出、还原焙烧—弱磁选—反浮选、钠化焙烧—浸出—浮选等。

数据来源：《褐铁矿选矿研究现状与思考》、广发证券发展研究中心

(4) **菱铁矿**当中有工业开采价值的量比其他三种矿石都少，该矿容易被分解氧化成褐铁矿，所以一般使用的选别方法主要是**焙烧—磁选**，原理是将弱磁性的菱铁矿加热分解并通过氧化得到强磁性磁铁矿，再使用磁铁矿的选别方法。另外还可以使用强磁选和浮选工艺的方法。

1.2 从不同品位的铁矿石角度考虑

铁矿石是钢铁企业中消耗量最大、处理流程长和比较复杂的基础原料，品位较高的富矿加工为块矿、部分粉矿以及少量的铁精粉，而品位较低的贫矿则经贫矿选矿厂加工为铁精粉，其中**贫矿比富矿的处理流程更长、处理成本更高**。

(1) **从贫矿处理流程来看**，从矿山开采出来的原矿分别经过破碎、筛分、中和（混匀）、焙烧选矿和造块等准备处理加工过程，选别流程采用磨矿-分级-弱磁-强磁-反浮选等方法处理，这样能够得到品位较高的铁精粉。

(2) **从富矿处理流程来看**，只需经过整粒（包括破碎、筛分、分级和中和）之后再入炉冶炼。其中水洗得到的溢流矿通过弱磁、强磁选可以获得铁精粉产品。之后通过对原料的准备处理进行综合回收或去除其有益元素和有害杂质。此外，**由于**

贫矿需要进行焙烧选矿和造块，相对富矿来说预处理成本高。

2 造块：通过烧结、球团人造富矿，提升冶炼效果

经过选矿后得到块矿、粉矿和铁精粉等矿石，而粉矿和铁精粉需要经过初步的预加工程序得当的块矿才可以直接进炉。

国内富矿资源有限，现在多数高炉都以人造富矿为主，这样还可以把不能直接入炉的铁矿粉经配料后用人工的办法造成符合冶炼要求的矿块，所以通过烧结或者球团的铁矿粉造块形成人造富矿，这样解决了入炉原料的粒度问题，同时增加了原料的使用范围，提升冶炼效果。

(1) 烧结是将矿粉富矿粉或精矿粉、燃料焦末或无烟煤、熔剂石灰粉或石灰石粉按一定比例混合然后在烧结机上进行烧结利用其中燃料燃烧所产生的热量使局部原料生成液相，将矿粉粘结在一起，形成坚实而多孔的烧结矿。我国重点企业烧结矿用量占高炉铁矿石用量的80%以上，一些先进的中小钢铁厂和小铁厂也普遍采用了烧结矿。其中，

(2) 球团是将原料混匀之后在造球机中滚成小球然后经过干燥焙烧使矿球固结得到球团矿。近年来高品位的球团矿已开始用于直接还原和炼钢中，其主要工艺流程包括原料准备、配料、混合、造球、干燥和焙烧、成品和返矿处理等。

表 4：烧结和球团在粒度、固结机理、生产工艺、冶金性能、经济效益及环保情况等方面均存在较大不同之处

特点	烧结	球团
粒度	粒度较粗，原料中-150 目粒级在 20% 以下，小球烧结法也只能是使原料中-150 目粒级提高到 40~50%	要求原料粒度细，粒级在-74 μ m(-200 目)必须 $\geq 80\%$
固结机理	液相固结	固相为主，液相为辅
生产工艺	需要熔剂，用火直接焙烧，可以使用废钢等	需要粘结剂，靠高温焙烧
冶金性能	还原膨胀率要低于球团矿	冷态强度高，有效密度大，还原性好
经济效果	设施的投资成本比球团稍低	球团的燃料费用低于烧结矿，投资回报率较好
环保情况	对空气负面影响较大，废气较多	生产排入大气的灰尘量要少

数据来源：百度百科资料整理、广发证券发展研究中心

本章总结：

铁矿石是指含有可经济利用的铁元素的矿石，其为冶炼钢铁的重要原材料。铁矿石主要有以下两种分类方式：

(1) 按照成分、构造等进行分类，即自然类型分类：根据含铁矿物种类，当前技术条件下，经济可用的主要有磁铁矿石、赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石等；

(2) 按照是否可以用于工业生产进行分类, 即工业类型分类: 根据品位不同, 铁矿石可分为工业上能利用的铁矿石和工业上不能利用的铁矿石。

大部分矿石无论从物理性质或化学性质来看, 都不能达到冶炼对炉料的要求, 不能直接入炉冶炼。因此炉料必须经过一定的加工处理。铁矿石企业生产线的主要作业流程包括采矿、选矿和造块等基本环节。

选矿流程上: (1) 从不同品位的铁矿来考虑, 贫矿比富矿的处理流程更长、处理成本更高, 对比贫矿要选矿加工, 富矿经过初步的预加工程序得当的块矿可以直接进炉。(2) 从不同品种的铁矿角度来考虑, 由于磁铁矿、赤铁矿等铁矿具有不同的物理性质不同矿种的选矿, 一般须采用不同的选矿工艺方法使铁矿石的成分转化得容易冶炼;

造块流程上: 国内富矿资源有限, 现在多数现代高炉都以人造富矿为主, 同时可以把不能直接入炉的铁矿粉经配料后人工的办法造成符合冶炼要求的矿块, 所以通过烧结或者球团的铁矿粉造块后人造富矿便是重要的方法。将烧结矿和球团矿添按一定的配比加进高炉可进行炼铁。

二 全球供给: 储量集中于澳俄巴中、产量集中于澳巴, 四大矿山全球寡头垄断

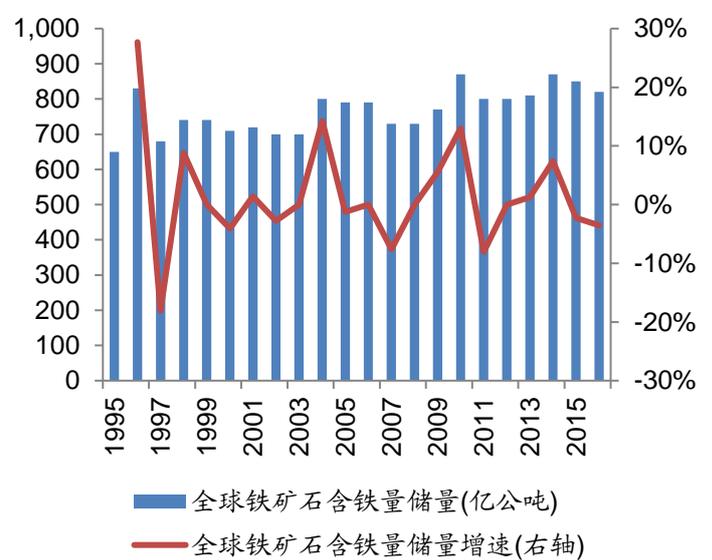
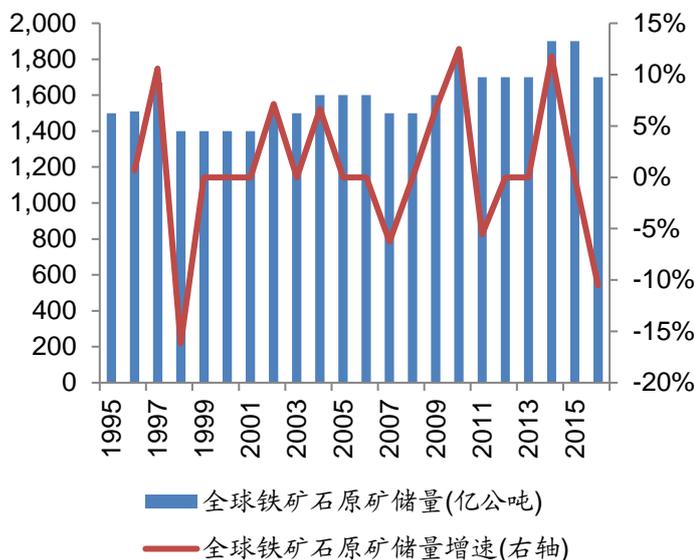
在认识完铁矿石是什么以及如何用之后, 本章我们将介绍铁矿石分布在哪里? 产出集中在哪些区域?

(一) 储量结构: 澳俄巴中占比达 71.18%, 四大矿山占 16.53%

首先我们简单认识下全球铁矿石储量情况。从铁矿石原矿储量来看, 全球铁矿石原矿储量稳定在1600亿公吨之上。根据美国地质调查局统计, 2009年以来, 由于铁矿石的开采及铁矿石有新的探明发现, 原矿储量有所波动, 但均在1600亿公吨之上, 截止2016年底, 世界铁矿石储量为1700亿公吨, 同比大幅下降10.53%。

从铁矿石含铁量储量来看, 铁矿石含铁储量有下降的趋势。根据美国地质调查局统计, 2010年以来, 全球铁矿石含铁储量均保持在800亿公吨以上, 但2015-2016年, 全球铁矿石含铁储量连续两年下降, 2016年, 全球铁矿石含铁储量820亿公吨, 同比下降3.53%。

图 6: 2009 年来全球铁矿石原矿储量稳定在 1600 亿公吨之上
图 7: 2016 年全球铁矿石含铁储量同比下降 3.53%



数据来源: 美国地质调查局、广发证券发展研究中心

数据来源: 美国地质调查局、广发证券发展研究中心

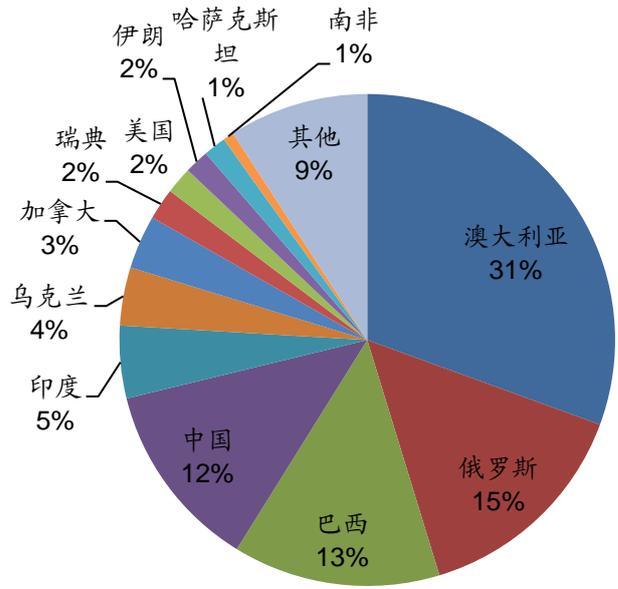
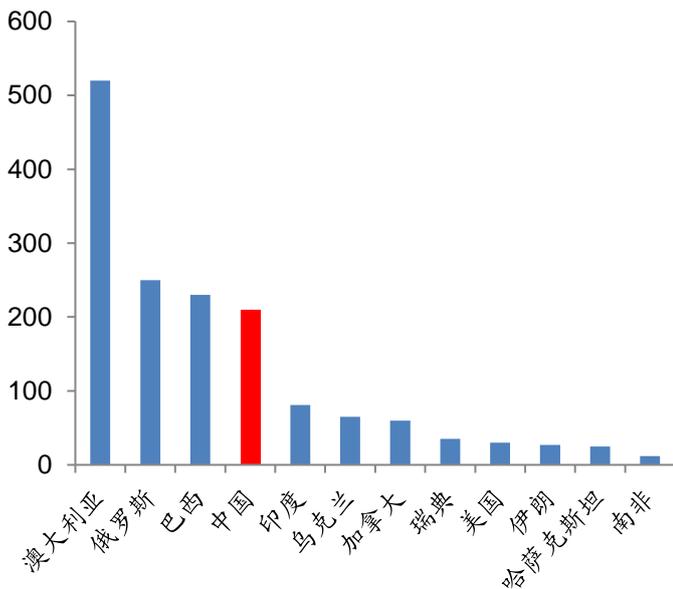
分析完全球铁矿石储量规模后, 接着我们将从国别和企业两个角度来分析铁矿石储量分布结构:

1 国别: 世界铁矿石储量71.18%集中在澳俄巴中, 世界铁矿石含铁量储量68.54%集中在澳俄巴中

(1) 从铁矿石储量来看，根据美国地质调查局统计，2016年，世界铁矿石储量主要集中在澳大利亚、俄罗斯、巴西和中国四个国家，储量分别为520亿公吨、250亿公吨、230亿公吨和210亿公吨，分别占世界总储量的30.59%、14.71%、13.53%和12.35%，**四国储量之和占世界总储量的71.18%**。另外，印度、乌克兰和加拿大等国家铁矿石资源也较为丰富，占世界总储量均超3%。

图 8：2016 年澳、俄、巴、中四国铁矿石储量达 1210 亿公吨（单位：亿公吨）

图 9：2016 年澳、俄、巴、中四国铁矿石储量占全球 71.18%



数据来源：美国地质调查局、广发证券发展研究中心

数据来源：美国地质调查局、广发证券发展研究中心

(2) 从铁元素储量来看，根据美国地质调查局统计，截止2016年底，铁元素储量主要也集中在澳大利亚、俄罗斯、巴西和中国四个国家，铁矿石含铁量储量分别为230亿公吨、140亿公吨、120亿公吨和72亿公吨，占比分别为28.05%、16.47%、14.63%和8.78%，**四国铁元素储量之和占世界铁元素总储量的68.54%**。铁元素储量最能代表一国铁矿资源的丰富程度，因此，澳大利亚、俄罗斯和巴西是世界铁矿资源最丰富的国家，而中国的铁矿石资源相对贫乏。

(3) 从铁矿石的品位来看，中国铁矿石品位远低于铁矿石原矿储量前三的澳俄巴。根据美国地质调查局统计，截止2016年底，中国的铁矿石品位仅有34.29%，相较之下，俄罗斯品位为56.00%，巴西品位为52.17%，澳大利亚品位为44.23%，世界平均铁矿石品位为48.24%，均远高于中国品位。

图 10: 2016 年中国铁矿石含铁量储量排名第四, 但全球占比低于排名第三巴西 5.85 个百分点 (单位: 亿公吨)

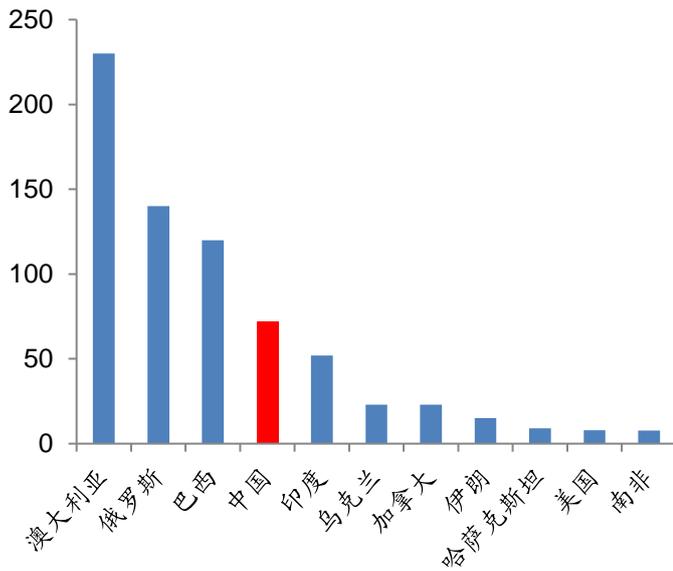
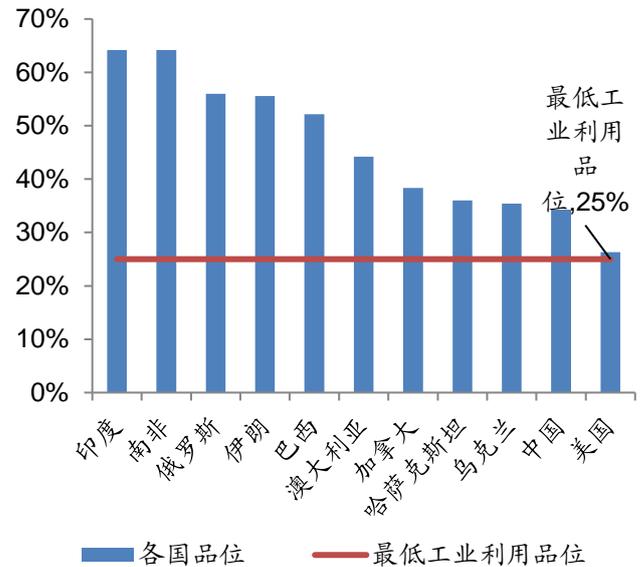


图 11: 2016 年中国铁矿石品位低于世界平均品位 13.95 个百分点



数据来源: 美国地质调查局、广发证券发展研究中心

数据来源: 美国地质调查局、广发证券发展研究中心

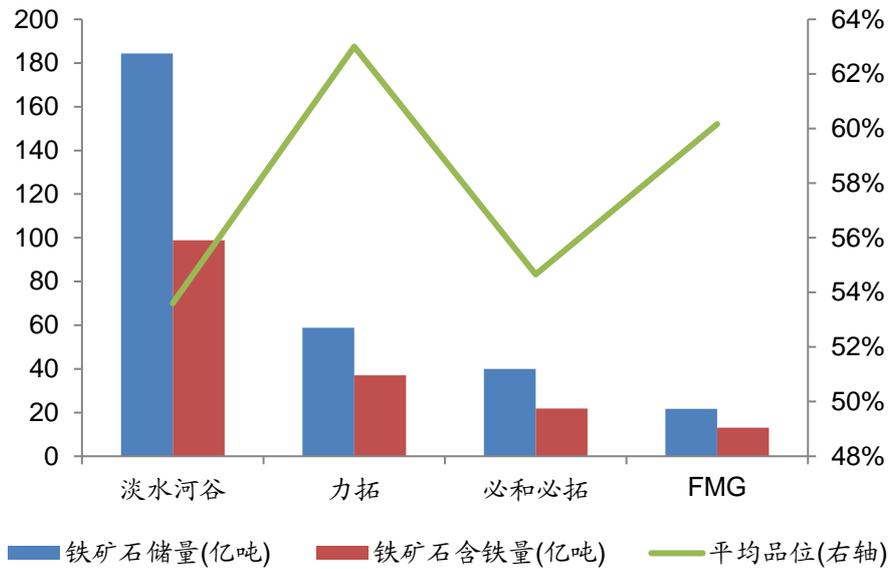
2 企业: 四大矿山处于全球铁矿石行业寡头垄断地位, 占全球铁矿石储量 17.94%, 占全球铁矿石含铁量储量 20.84%

目前全球铁矿石行业呈现寡头垄断的格局, 主要由四大矿山——淡水河谷 (Vale S.A.)、力拓 (Rio Tinto Plc)、必和必拓 (BHP Billiton Plc)、FMG (Fortescue Metals Group Ltd) 寡头垄断。

(1) **从铁矿石储量来看**, 根据四大矿山公司年报, 截止 2016 年, 淡水河谷、力拓、必和必拓和 FMG 储量分别为 184.42 亿吨、58.88 亿吨、40.02 亿吨和 21.73 亿吨, 合计达 305.05 亿吨, 占全球铁矿石储量 17.94%。对比之下, 2016 年世界排名第二的国家俄罗斯铁矿石原矿储量为 250 亿公吨, 占全球铁矿石储量 14.71%。作为企业的四大矿山, 其铁矿石原矿储量超过排名第二的国家俄罗斯, 可见其铁矿石原矿储量之高。

(2) **从含铁量储量来看**, 根据四大矿山公司年报, 截止 2016 年, 淡水河谷、力拓、必和必拓和 FMG 含铁量储量分别为 98.85 亿吨、37.09 亿吨、21.87 亿吨和 3.07 亿吨, 合计达 170.89 亿吨, 占全球铁矿石含铁量储量 20.84%。对比之下, 2016 年世界排名第二的国家俄罗斯铁矿石含铁量储量为 140 亿公吨, 占全球铁矿石含铁量储量 17.07%。同样, 作为企业的四大矿山, 其铁矿石含铁量储量也超过排名第二的国家俄罗斯, 可见其含铁量储量之高。

图12: 四大矿山铁矿石储量合计305.05亿吨、含铁量储量合计170.89亿吨、平均品位为48.24%



数据来源：公司年报、广发证券发展研究中心

(3) 从铁矿石的品位来看，截止2016年，淡水河谷、力拓、必和必拓和FMG拥有矿山的平均品位分别为53.60%、63.00%、54.66%和60.16%，四大矿山平均品位为56.02%，高于世界铁矿石品位48.24%。

表5: 四大矿山部分海外矿区基本情况

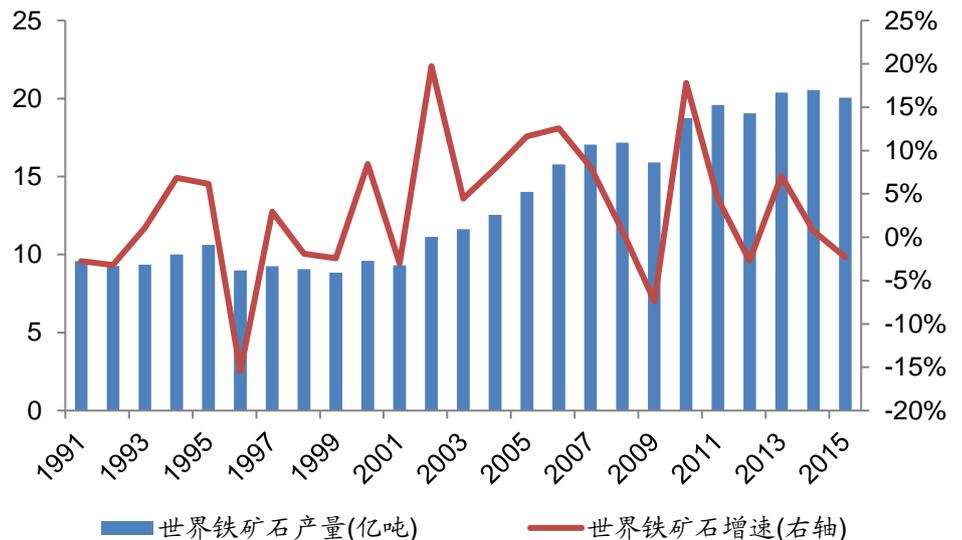
四大矿山	主要矿区	国家	储量(百万吨)	品位
淡水河谷	Mariana Hub	巴西	3177.1	44.00
力拓	Hamersley	澳大利亚	1982	62.04
FMG	Chichester Hub	澳大利亚	1444	57.30
FMG	Solomon Hub	澳大利亚	728	56.90
力拓	Robe River – Robe Valley	澳大利亚	529	65.00
力拓/汉考克	Hope Downs	澳大利亚	400	62.25
力拓	Robe River – West Angelas	澳大利亚	190	56.50
必和必拓	Newman	澳大利亚	182	61.60

数据来源：公司公告、广发证券发展研究中心

(二) 产量结构: 61.49%集中于澳大利亚及巴西, 49.91%集中于四大矿山

根据国际钢铁协会统计, 1991-2010年以来, 全球铁矿石产量总体上呈现快速增长的趋势, 2011-2015年, 全球铁矿石产量呈现稳中有降的趋势, 2015年, 全球铁矿石产量达20.06亿吨, 同比下降2.32%。

图13: 2011年以来, 全球铁矿石产量呈稳中有降趋势, 2015年产量达20.06亿吨, 同比下降2.32%



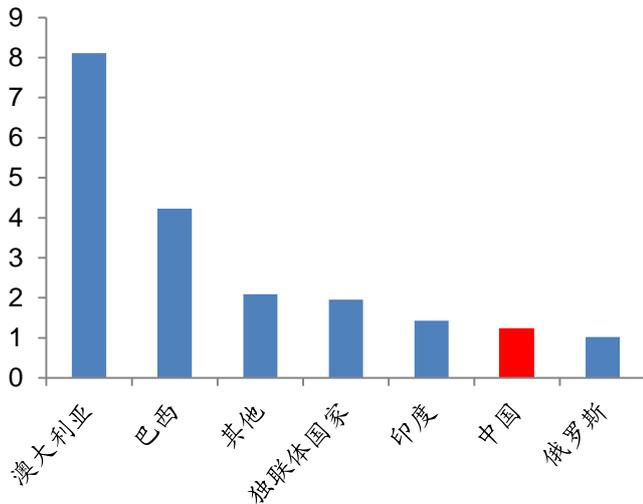
数据来源: 国际钢铁协会、广发证券发展研究中心

了解完全球铁矿石产量规模后, 接着我们将从国别和企业两个角度来分析铁矿石产量分布结构:

1 国别: 2011年来全球铁矿石产量总体呈稳中有降趋势, 2016年澳大利亚和巴西产量合计达17.97亿吨, 占全球产量61.49%

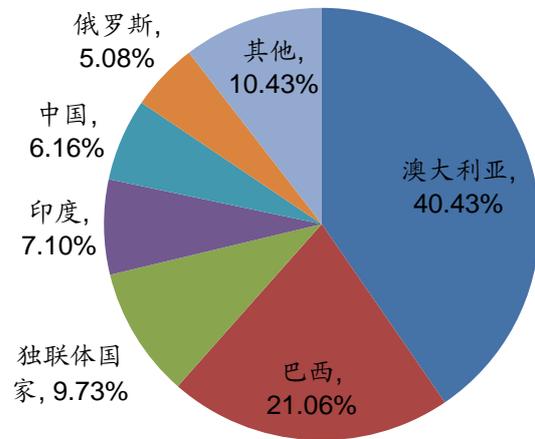
从产量结构来看, 澳大利亚、巴西、独联体国家、印度、中国及俄罗斯是世界主要生产铁矿石国家或联盟, 根据国际钢铁协会, 2015年, 上述国家或联盟合计铁矿石产量达17.97亿吨, 占世界铁矿石产量89.57%。

图 14: 澳、巴、独联体、印、中、俄铁矿石产量合计达 17.97 亿吨 (单位: 亿吨)



数据来源: 国际钢铁协会、广发证券发展研究中心

图 15: 2015 年澳大利亚和巴西占世界铁矿石产量 61.49%

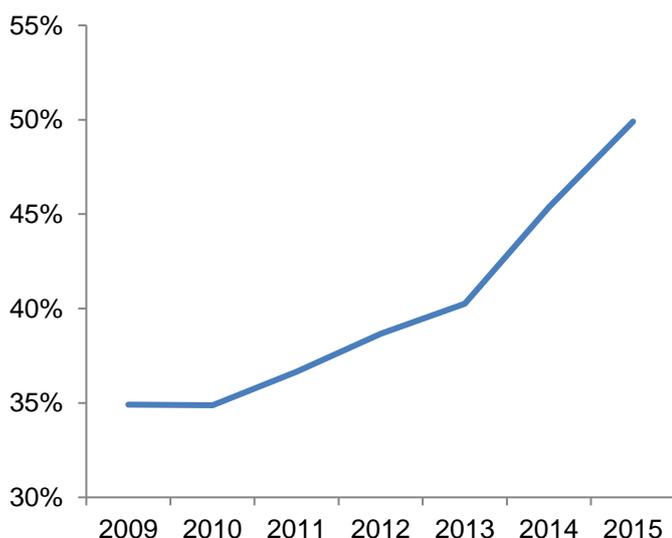


数据来源: 国际钢铁协会、广发证券发展研究中心

2 企业: 四大矿山铁矿石产量占世界产量不断上升, 2015 年产量合计 10.01 亿吨, 占全球铁矿石产量高达 49.91%

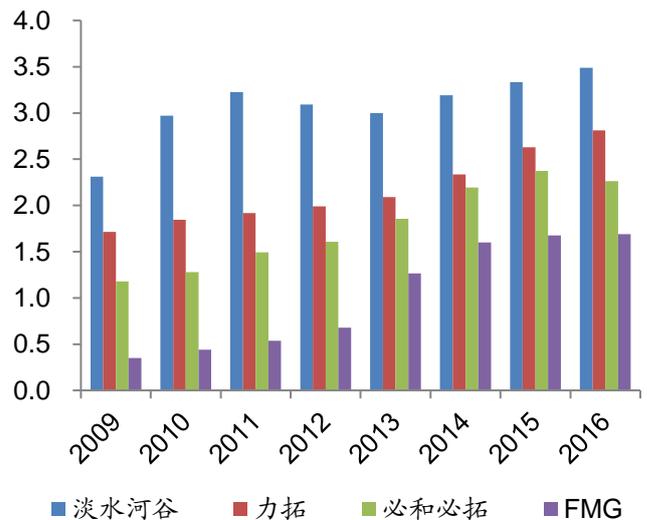
从企业的角度来, 全球主要铁矿石龙头同样处于寡头垄断的四大矿山。2009 年以来, 四大矿山铁矿石产量占世界铁矿石产量比率不断上升, 根据公司年报, 2015 年, 四大矿山产量合计为 10.01 亿吨, 占 2015 年全球铁矿石产量达 49.91%。

图 16: 四大矿山 2009 年以来铁矿石产量占全球比重不断上升, 2015 年产量占比达 49.91%



数据来源: 国际钢铁协会、公司公告、广发证券发展研究中心

图 17: 四大矿山 2009 年以来产量呈上升趋势, 2016 年产量同比上升 2.42% (单位: 亿吨)



数据来源: 公司公告、广发证券发展研究中心

本章总结:

本章主要从全球铁矿石的储量和产量情况来探索全球铁矿石的供给情况:

(1) 储量结构: 2009年以来全球铁矿石原矿储量稳定在1600亿公吨之上, 全球铁矿石含铁储量均保持在800亿公吨以上。国家角度考虑, 截止2016年底, 澳大利亚、俄罗斯、巴西和中国铁矿石原矿储量合计达1210亿公吨, 占比分别为30.59%、14.71%、13.53%和12.35%; 铁矿石含铁量储量合计达562亿公吨, 占比分别为28.05%、16.47%、14.63%和8.78%。我国铁矿石储量高, 但铁元素储量低, 其主要原因在于我国铁矿石品位仅为34.29%, 较世界平均品位低13.95%。企业角度考虑, 2016年, 四大矿山铁矿石储量总计达305.05亿吨, 占全球铁矿石储量17.94%, 铁矿石含铁量储量合计达170.89亿吨, 占全球20.84%; 品位方面, 四大矿山平均品位为56.02%, 高于世界铁矿石品位48.24%。

(2) 产量结构: 2011-2015年, 全球铁矿石产量呈现稳中有降的趋势, 2015年, 全球铁矿石产量达20.06亿吨, 同比下降2.32%。国家角度考虑, 2015年, 澳大利亚、巴西、独联体国家、印度、中国及俄罗斯铁矿石产量达17.97亿吨, 占世界铁矿石产量89.57%。企业角度考虑, 2009年以来, 四大矿山铁矿石产量占世界铁矿石产量比率不断上升, 2015年产量合计达10.01亿吨, 占比全球铁矿石产量高达49.91%, 四大矿山在全球矿石供应市场中占据寡头垄断地位。

三、替代品：废钢为唯一可替代矿石炼铁的原料，短流程占比提升、长流程废钢用量提升将增强替代效应

分析完全球铁矿石供给及分布情况后，我们进一步分析铁矿石的替代品——废钢。近年来，一方面，在国家环保政策不断加压下，钢铁等重工业节能减排等环保压力增大，另一方面高价的进口矿这座大山变得越来越沉重，钢铁行业急需寻找一种污染少且成本低的替代品。本章将就废钢与铁矿石的替代效应分析废钢是如何对铁矿石进行替代以及这种替代效应未来会如何变化。

（一）替代品：目前唯一能代替铁矿石的优质炼钢原料为废钢

根据2010年11月19日中国冶金报公布的《废钢铁产业“十二五”发展规划建议》中提出，废钢铁是一种主要的不可缺少的优质炼钢原料，也是唯一可以逐步替代铁矿石的原料。首先我们简单认识下废钢是什么，再进一步分析为何废钢是唯一可以逐步替代铁矿石的原料。

1 是什么：废弃钢铁材料，主要来自自产废钢和社会废钢

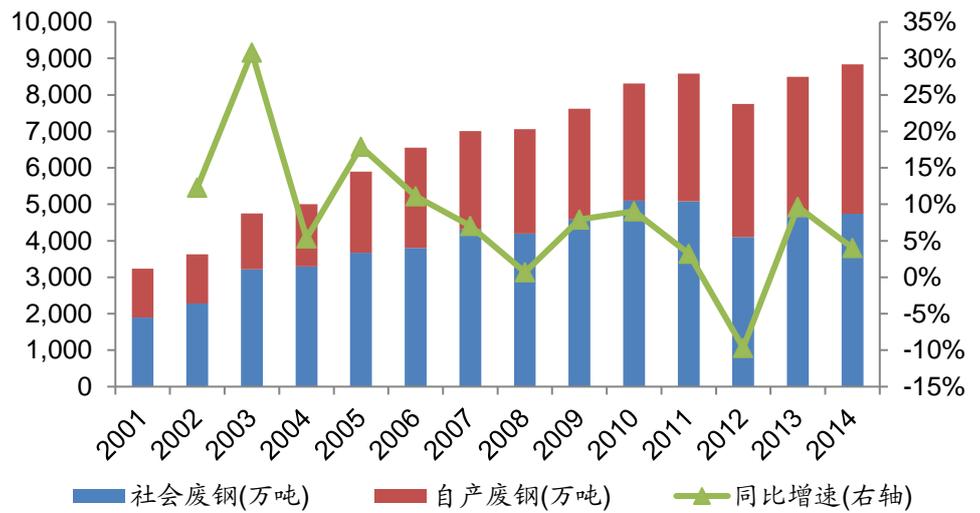
废钢指的是钢铁厂生产过程中不成为产品的钢铁废料（如切边、切头等）以及使用后报废的设备、构件中的钢铁材料，成分为钢的叫废钢；成分为生铁的叫废铁，统称废钢。根据我的钢铁网2016年6月6日发布的文章《2015年全球废钢消费量同比下降》中提到，2015年废钢在全球钢铁生产中所占比重达到34.2%。废钢来源大体可分为两类：自产废钢、社会废钢。

自产废钢：钢铁产品生产加工过程中产生的废钢，主要为钢料的切头、切尾、切屑、边角料等，主要产生于炼钢车间、铸钢车间和钢的冷加工和热加工车间。随着钢铁生产技术的发展，钢材收得率（指钢材轧制成型过程完成时，需要切去两头未能成材的部份，切去部份长度与轧制总长）增加，自产废钢占钢产量的比例有下降趋势。

社会废钢：社会废钢可细分为两类：（1）折旧废钢，即为报废的机车、钢轨、汽车、船舶、工具等；（2）垃圾废钢，即为日常生活中的罐头盒、家具等。随着我国钢铁积蓄量的不断增长，未来将有更多废钢回收，未来社会废钢或将逐年增加。

由下图可以看出，废钢产量2001-2011年呈现逐年增长的态势，但在2012年出现比较明显的降幅，随后又进入了增长轨道，总体来说，我国废钢总产量呈现逐年增长的态势，但增速有所放缓。2014年已达到8840万吨，同比增加4.00%。

图18: 废钢产量总体呈现逐年增长态势, 但增速有所放缓



数据来源: 中国废钢铁应用协会、广发证券发展研究中心

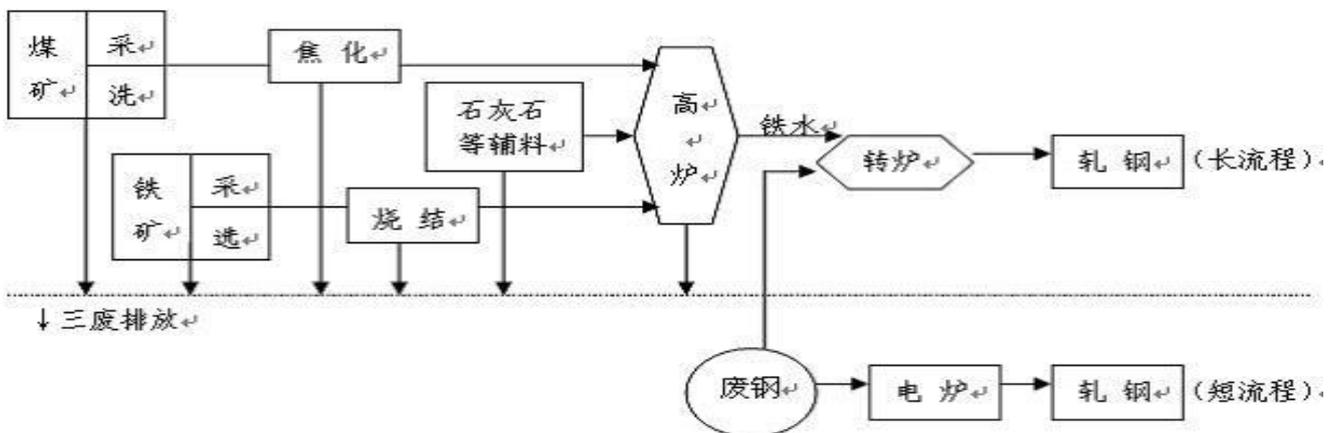
2 如何替代: 提高短流程炼铁比例以及增加长流程废钢使用能实现废钢对铁矿石的替代

初步认识完废钢是什么后, 我们进一步从炼钢工艺流程上来分析废钢如何替代铁矿石。

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。

工艺流程来看, 废钢和铁矿石同是最终钢铁产品中铁元素的来源。长流程转炉炼钢的主要原料是铁矿石、焦煤、石灰石跟少量废钢, 而短流程的主要原料则是废钢和少量生铁。从下图我们可以看到废钢在长短流程都有应用, 长流程转炉环节会加入少量废钢替代铁水(原料为铁矿石)进行炼钢, 而短流程则是用废钢完全替代了长流程所使用的铁矿石。由此, 我们可以发现, 无论在长流程还是短流程中, 铁元素的来源仅是废钢或者铁矿石, 因此, 废钢是唯一能够替代铁矿石的原料。

图19: 废钢的应用-可分别在长短流程炼钢中实现对铁矿石的有效替代



数据来源: 百度图片整理、广发证券发展研究中心

3 量如何变化：钢铁积蓄量增长、废钢铁产业装备水平提升及“地条钢”的出清将增加市场废钢资源供给

供给端，随着未来我国早期社会建设用钢进入回收期，预计未来废钢供给量将进入快速增长轨道，理由如下：

(1) 钢铁积蓄量持续增长，相应的废钢铁资源的规模随之增长。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，全国钢铁积蓄量（指一个国家实际上拥有的金属资产中的钢铁总量）达到80亿吨，社会的废钢铁资源超过1.6亿吨，为废钢铁循环利用量的逐年增长提供了保障。

(2) 我国废钢铁产业的装备水平有很大的提高，废钢铁加工配送体系主要装备基本实现国产化。“十二五”期间，我国设备制造企业加大科技投入，强化产品技术服务工作，赢得了废钢加工企业的认可，废钢加工企业生产规模不断扩大，产品品类规格不断增加，为废钢铁加工配送体系建设做出贡献。

(3) 未来报废汽车废钢铁年产出量或将大幅上涨。随着汽车保有量的持续增长，未来报废汽车数量将大幅增加，而报废汽车是废钢的重要来源之一。根据兰格钢铁网分析，初步预计2017年报废量将达到900万辆以上，拆车行业有望成为废钢市场的主力军。

(4) 地条钢产能的出清将减少废钢的用量。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要在2017年6月30日前全部清除地条钢。“地条钢”冶炼的工具是工频炉和中频炉，冶炼的原料是废钢，因此，大批量“地条钢”产能的出清将使大幅减少废钢的用量。

随着废钢产量供给的逐年增加，而传统“地条钢”对废钢的需求大幅减少，市场上废钢资源逐步增加。

废钢主要通过两种方式来实现对铁矿石的替代：（1）短流程的主要原料则是废钢和少量生铁，短流程则是用废钢完全替代长流程所使用的铁矿石；（2）长流程转炉炼钢的主要原料是铁矿石、焦煤、石灰石跟少量废钢，在长流程转炉环节增加废钢的使用可实现替代铁水（原料为铁矿石）。那么这种替代效应未来将如何变化呢，我们主要从以下两个角度来探析了趋势变化。

（二）生产工艺带来的趋势变化：短流程炼钢推广力度加大将增强替代效应

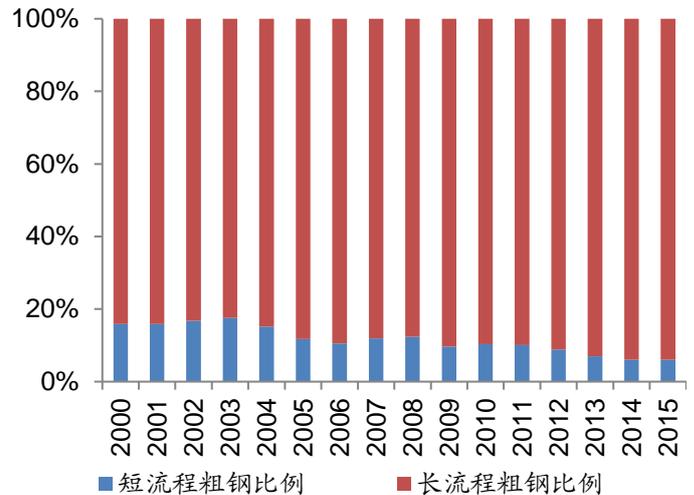
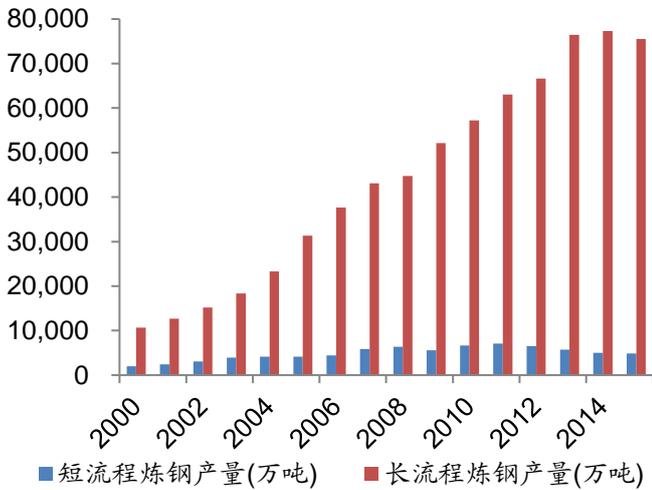
1 长、短流程现状：我国短流程炼钢工艺没有得到有效开发，2015年短流程炼钢占比仅为6.07%，未来有较大的提升空间

我国粗钢生产以长流程为主，截至2015年，我国短流程炼钢产量仅为4880万吨，占比仅为6.07%。从产量来看，根据钢铁工业协会统计，2000年以来，我国短流程粗钢产量远远低于长流程粗钢产量，2015年短流程炼钢产量仅为4,880万吨，而长流程炼钢产量则高达75,500万吨；从产量结构来看，2010年以来，短流程占比呈下滑趋势，2015年仅为6.07%。因此可以看出以往我国粗钢的生产主要以长流程为主，

短流程炼钢工艺没有得到有效开发及推广，致使短流程粗钢产量及其占比都比较低。

图 20: 2000 年以来，我国短流程炼钢产量远远低于长流
程炼钢产量，2015 年仅为 4880 万吨

图 21: 2010 年以来，短流程炼钢占比呈下降趋势，2015
年仅为 6.07%



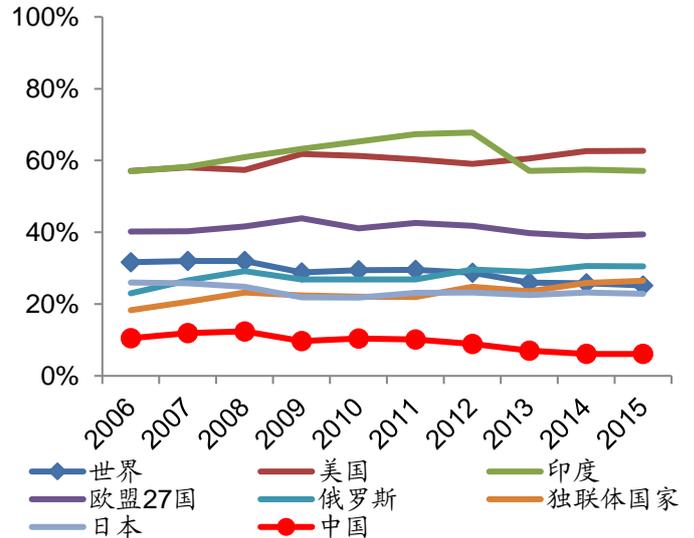
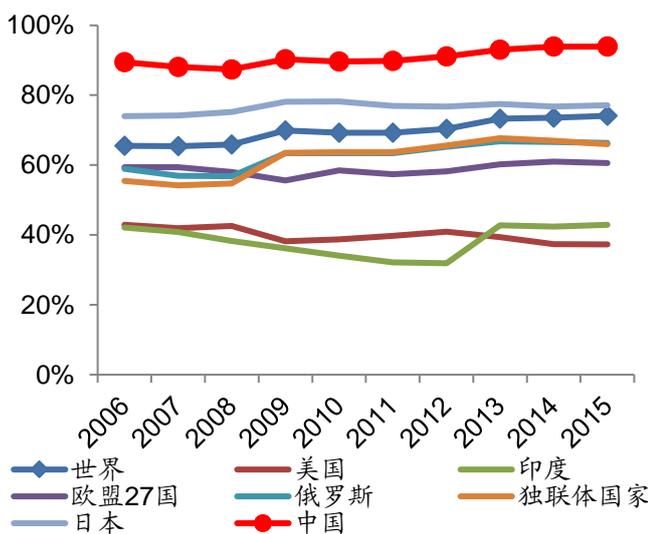
数据来源: 国际钢铁协会、广发证券发展研究中心

数据来源: 国际钢铁协会、广发证券发展研究中心

我国长短流程炼钢产量两端分布水平显著较世界平均水平极端。纵观全球，2015 年我国长流程炼钢比率为 93.9%，比世界平均水平高 19.8%；2015 年世界短流程炼钢比率为 6.1%，比世界平均水平还低 19.1%，我国长短流程炼钢产量占比结构比较极端，未来有较大的改变空间。

图 22: 2015 年中国长流程炼钢比率较世界平均水平高
19.8%

图 23: 2015 年中国短流程炼钢比率较世界平均水平低
19.1%



数据来源: 国际钢铁协会、广发证券发展研究中心

数据来源: 国际钢铁协会、广发证券发展研究中心

什么因素造成过去我国长短流程炼钢产量占比结构如此不平衡呢？主要是由于：

(1) 过去我国电炉技术未成熟，电炉设备仍较多依靠国外进口，价格高昂，我国的社会建设起步慢于欧美等国，而钢材回收周期又较长，致使我国废钢资源较少。

(2) 过去电价较为高昂，存在成本因素制约等原因，而且由于我国煤炭资源较为丰富，长流程具有生产速度快、产量大、单位成本较低等特点，因此造成以往我国粗钢生产主要依靠长流程，短流程炼钢工艺没有得到有效开发及推广，未来有较大的提升空间。

2 长、短流程变化趋势：短流程优势凸显，长期看好短流程替代长流程

随着废钢积蓄量和产生量的增加以及环保、能耗、质量、安全、技术等法律法和产业政策的要求，短流程逐步得到了重视。我们曾在2017年1月25日发布的报告《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》中表明短流程在生产成本、环保、物料消耗和安全性等方面较长流程具备明显的优势。

在新时代背景下，短流程炼钢优点被逐步放大，得到国家政策层面上的认可与支持。工信部2016年10月28日颁布的《钢铁工业调整升级规划（2016-2020年）》中提出：（1）按照绿色可循环的理念，鼓励推广以废钢为原料的短流程炼钢工艺及装备应用，**到2025年，我国钢铁企业炼钢废钢比不低于30%**；（2）建设再生资源保障体系，按照废钢铁加工行业准入条件及管理办法要求，规范行业管理，构建产业化的废钢回收加工配送体系，鼓励废钢资源回收利用；（3）推进废钢资源回收利用产业化示范基地建设，研究制定支持废钢回收利用的税收政策。在产量不变的情况下，随着国家钢铁产业政策的落地，短流程炼钢的推广力度或将逐渐加强，短流程炼钢产量占比有望逐渐增加，废钢对铁矿石的替代效应或将增强。

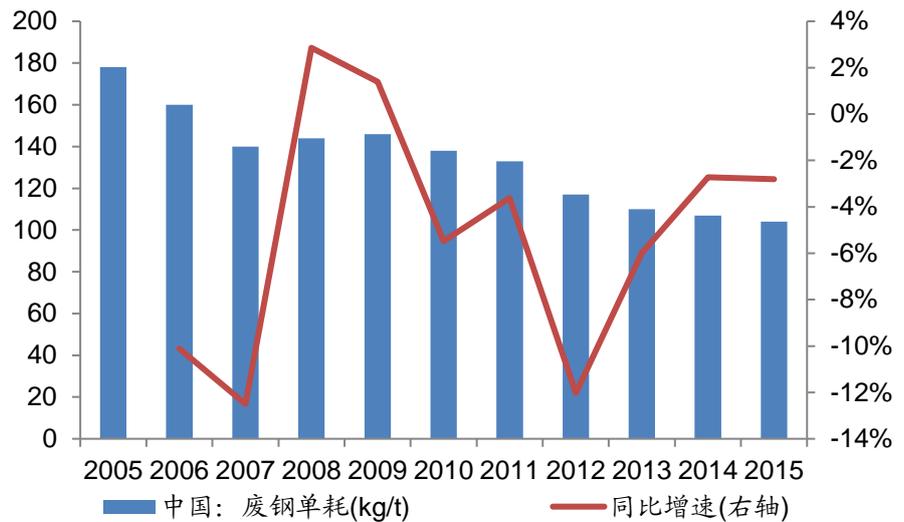
（三）价格差异带来的趋势变化：废钢成本优势凸显，转炉炼钢废钢比的提高将增强替代效应

1 长流程炼钢过程中在转炉加入废钢以优化工艺，2015年我国炼钢综合废钢单耗仅为104kg/t，远低于400~450kg/t的平均水平

长流程炼钢过程中在转炉加入废钢以优化工艺。根据杨文远2012年发表在《中国冶金》上的文章《转炉炼钢利用废钢的研究综述》，我们得知在传统的长流程炼钢中的转炉环节，一般会采用往铁水中加入少量废钢一起炼钢，此时废钢的作用是：（1）**冷却作用**，使转炉在吹炼过程中达到热平衡，达到合格的终点温度，若过程温度很高容易造成喷溅；（2）**改善熔渣的流动性**，有利于脱磷；（3）**降低能耗与废弃物**，一吨废钢可炼钢约0.8吨，节约铁矿石2至3吨，节约焦炭1吨，并分别降低废气、废水和废渣排放86%、76%和97%；（4）**降低冶炼成本**，企业平时生产过程中会产生部分边角料等自产废钢，用来再次冶炼可降低成本。

受制于长短流程结构比及成本因素，过去我国废钢单耗偏低。根据中国废钢铁应用协会数据，2015年我国炼钢综合废钢单耗为104kg/t，与世界的400~450kg/t的平均水平仍有较大的差距，其中中国转炉炼钢废钢平均消耗比欧美国家低135kg/t，这主要是由于（1）如前所述，炼钢结构上，中国长流程炼钢远远高于短流程炼钢；（2）过去我国废钢价格远远高于铁矿石的价格。

图24: 2005年以来, 中国炼钢综合废钢单耗持续走低, 2015年为104kg/t

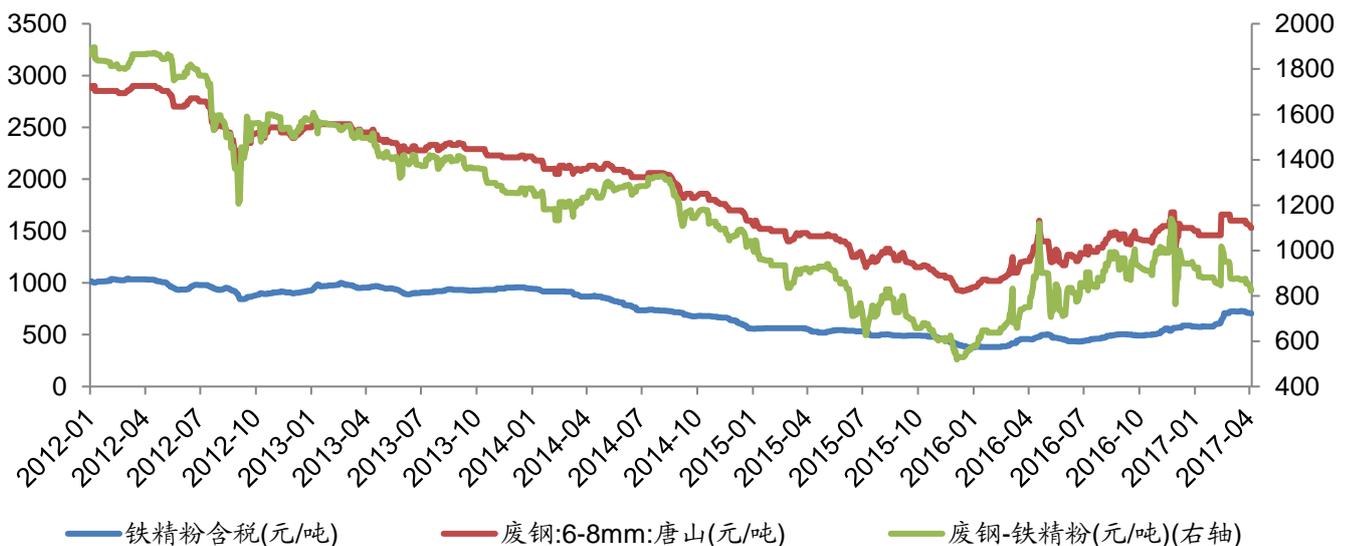


数据来源: 中国废钢铁应用协会、广发证券发展研究中心

2 转炉装料废钢比最高可达到转炉容量的20%，十三五规划力争达到15%以上

废钢与铁矿石的价差逐步缩小，转炉废钢用量增多，未来有较大提升空间。从原材料来看，过去铁矿石价格远低于废钢价格，但是近年来，铁矿石价格的下跌幅度小于废钢而上涨幅度大于废钢，铁矿石相对于废钢的价格优势逐渐减弱，钢厂对废钢采购力度加大，转炉废钢用量增多。根据中国联合钢铁网2017年2月21日发布的新闻《取缔地条钢效果明显废钢供应增加》中提到，目前钢厂转炉废钢比已经由原来的8%左右上升至11%左右；而根据中国住建部2015年4月日发布的《GB 50439-2015炼钢工程设计规范》得知，在技术可行的情况下，转炉装料废钢比最高可达到转炉容量的20%，未来废钢用量占比还有较大的提升空间。

图25: 2012年以来铁矿石与废钢价差呈现收窄趋势



数据来源: 我的钢铁网、广发证券发展研究中心

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”发展规划》中提出，要提高炼钢废钢比，“十三五”达到20%以上，其中转炉废钢比，力争达到15%以上，电炉钢比要逐步提高，并力争摆脱电炉转炉化。

综合来看，伴随我国废钢资源积蓄量的增加，废钢行业产业化、规模化、区域化的发展的推进，废钢的产量和质量有望提升，尤其当废钢价格更具竞争力，炼钢成本更具优势时，电炉炼钢将迎来发展的窗口期，转炉炼钢也将加大对废钢的使用，未来废钢对铁矿石的替代效应或将逐步增强。总体而言，废钢行业的发展变化必将是在钢铁工业进行去产能、兼并重组、结构调整和产品升级的创新发展中潜移默化发生的，在政策引导和市场利益驱动的结合作用下，废钢行业或能在“十三五”期间获得较大的发展。

本章总结：

本章我们从铁矿石与废钢的替代效应来探索铁矿石的替代品，废钢目前是铁矿石的唯一替代品。目前我国比较典型的钢铁生产流程分为长流程和短流程。长流程转炉炼钢的主要原料是铁矿石、焦煤跟少量废钢，而短流程的主要原料则主要是废钢和少量生铁。

废钢主要通过两种方式来实现对铁矿石的替代：（1）短流程的主要原料则是废钢和少量生铁，短流程则是用废钢完全替代长流程所使用的铁矿石；（2）长流程转炉炼钢的主要原料是铁矿石、焦煤、石灰石跟少量废钢，在长流程转炉环节增加废钢的使用可实现替代铁水（原料为铁矿石）。那么这种替代效应未来将如何变化呢，我们主要从以下两个角度来探析了趋势变化：

（1）生产工艺带来的趋势变化：2000年以来，我国短流程粗钢产量远远低于长流程粗钢产量，2015年短流程炼钢产量仅为4,880万吨，占比仅为6.07%，比世界平均水平低19.1%。而工信部2016年10月28日颁布的《钢铁工业调整升级规划（2016-2020年）》中提出：按照绿色可循环的理念，鼓励推广以废钢为原料的短流程炼钢工艺及装备应用，到2025年，我国钢铁企业炼钢废钢比不低于30%。我们认为：短流程相较于长流程，生产成本、环保、物料能源消耗和安全性等多角度优势明显；且随着国家钢铁产业政策的落地，未来短流程炼钢将得到大力推广，废钢对铁矿石的替代效应或将逐步增强。

（2）价格差异带来的趋势变化：在传统的长流程炼钢的转炉环节，一般会采用往铁水中加入少量废钢以优化工艺。2015年我国炼钢综合废钢单耗为104kg/t，远

低于世界的400~450kg/t的平均水平；这主要是由于（1）如前所述，炼钢结构上，中国长流程炼钢远远高于短流程炼钢；（2）过去我国废钢价格远远高于铁矿石的价格。《废钢铁产业“十三五”发展规划》中提出十三五规划期间转炉废钢比力争达到15%以上，在预计未来铁矿石价格会振荡偏强而废钢有较大概率下降的情况下，未来钢厂废钢采购量有望继续加大，废钢对铁矿石的替代效应或将增强。

综合来看，伴随我国废钢资源积蓄量的增加，废钢行业产业化、规模化、区域化的发展的推进，废钢的产量和质量有望提升，尤其当废钢价格更具竞争力，炼钢成本更具优势时，电炉炼钢将迎来发展的窗口期，转炉炼钢也将加大对废钢的使用，未来废钢对铁矿石的替代效应或将逐步增强。

四、投资建议：四大矿山寡头垄断、占比近半，国内资源有限、品位低，废钢替代效应将逐步增强

铁矿石是指含有可经济利用的铁元素的矿石，是钢铁生产中重要的原料之一。从需求端来看，2015年中国铁矿石表观消费量达10.77亿吨，占比达53.69%。是目前全球最大的铁矿石消费国家。而从供给端来看，国产矿方面，2015年，中国铁矿石产量（转化为世界平均含铁量）为1.24亿吨，我们采用2015年平均矿山开工率47.48%计算，则国内铁矿石产能（转化为世界平均含铁量）预估为2.61亿吨，远低于2015年中国铁矿石表观消费量10.77亿吨；国产矿产能低于需求，进口铁矿石成为必然，2016年，铁矿砂及其精矿累计进口量已经达到10.24亿吨，铁矿石对外依存度更是突破90%大关，高达91.34%。

从储量和产量结构来看，澳大利亚、俄罗斯、巴西和中国为矿石资源最为丰富的国家，截至2016年，铁矿石含铁量储量合计达562亿公吨，占比分别为28.05%、16.47%、14.63%和8.78%；截至2015年，澳大利亚、巴西、独联体国家、印度、中国及俄罗斯铁矿石产量达17.97亿吨，占世界铁矿石产量89.57%。我国铁矿石储量高，但铁元素储量低，矿石储量占比为12.35%，但铁元素储量占比仅为8.78%，其主要原因在于我国铁矿石品位仅为34.29%，较世界平均品位低13.95%。

而从企业角度来考虑，2016年，四大矿山铁矿石储量总计达305.05亿吨，占全球铁矿石储量17.94%，铁矿石含铁量储量合计达170.89亿吨，占全球20.84%；品位方面，四大矿山平均品位为56.02%，高于世界铁矿石品位48.24%。而从产量上来看，2009年以来，四大矿山铁矿石产量占世界铁矿石产量比率不断上升，2015年产量合计达10.01亿吨，占比全球铁矿石产量高达49.91%，四大矿山在全球矿石供应市场中占据寡头垄断地位。

了解完全全球铁矿石的分布后，我们进一步分析废钢对铁矿石的替代作用。废钢是目前唯一能够替代铁矿石的优质炼钢原料，主要通过两种方式来实现对铁矿石的替代：（1）短流程的主要原料则是废钢和少量生铁，短流程则是用废钢完全替代长流程所使用的铁矿石；（2）长流程转炉炼钢的主要原料是铁矿石、焦煤、石灰石跟少量废钢，在长流程转炉环节增加废钢的使用可实现替代铁水（原料为铁矿石）。

综上所述，截至2016年，四大矿山铁矿石储量和铁元素储量分比为17.94%和20.84%，但其平均品位达56.02%，高于世界平均水平48.24%，其产量在2015年合计达10.01亿吨，占比高达49.91%，铁矿石行业呈现四大矿山垄断格局。我国虽然是目前全球最大的铁矿石消费国家，2015年中国铁矿石表观消费量达10.77亿吨，占比达53.69%；但铁矿石资源较为贫乏，矿石储量和铁元素储量占比分别为12.35%和8.78%，铁矿石品位仅为34.29%，较世界平均品位低13.95%。受限矿石资源寡头垄断而我国对外依存度高，我国在矿石的定价权上较弱。

而从替代效应来讲，我们认为：伴随我国废钢资源积蓄量的增加，废钢行业产业化、规模化、区域化的发展的推进，废钢的产量和质量有望提升，尤其当废钢价格更具竞争力，炼钢成本更具优势时，电炉炼钢将迎来发展的窗口期，转炉炼钢也将加大对废钢的使用，未来废钢对铁矿石的替代效应或将逐步增强。

五、风险提示

- 1、四大矿山联产保价；
- 2、中国宏观经济下行压力不减；
- 3、全球经济复苏低于预期。

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专业硕士，2011年进入广发证券发展研究中心。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年新财富最佳分析师钢铁行业第四名（团队）。
- 陈潇：研究助理，中山大学数量经济学专业硕士，2016年进入广发证券发展研究中心，电话 020-87571273。

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楼	北京市西城区月坛北街2号月坛大厦18层	上海市浦东新区富城路99号震旦大厦18楼
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。