包钢炼焦煤资源和7 m焦炉配煤结构变化分析*

贾晓宗[1],陈 影[1],芦建文[2]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司煤焦化工分公司,内蒙古 包头 014010;
2. 包头钢铁(集团)有限责任公司信息服务中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章对包钢近年来所用炼焦煤资源进行了梳理总结,在炼焦煤资源供需变化的情况下,从炼焦煤资源地域性变化趋势和品种变化趋势两方面,分析了7 m焦炉配煤结构的特征和随资源状况的改变,以及对应焦炭质量的变化,研究了在焦炭质量满足高炉生产需求的前提下煤种间的替代,同时对配煤结构的继续优化提出建议。

关键词: 炼焦煤资源; 配煤结构; 焦炭质量

中图分类号: TQ520.62 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)01-0005-05

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.01.002

Analysis on Changes of Coking Coal Resources and Coal Blending Structure for 7 m Coke Oven of Baotou Steel

Jia Xiao-zong[1], *Chen Ying*[1], *Lu Jian-wen*[2]

(1. *Coke Chemical Engineering Branch Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Information Service Center of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, it is summarized the coking coal resources used by Baotou Steel in recent years. With the changes of supply and demand for coking coal resources, the characteristics of coal blending structure for 7 m coke oven as well as the changes of it and coke quality with the changes of resources are analyzed from the regional variation and variety variation trends of coking coal resources. Moreover, the coal substitution under the premise that the coke quality meets the manufacture requirements of blast furnace is studied and some suggestions on continuing to optimize the coal blending structure are put forward.

Key words: coking coal resources; coal blending structure; coke quality

焦炭对高炉生产有重要影响,焦炭质量主要受配煤结构等因素影响,而配煤结构又很大程度上受炼焦煤资源的限制,优质炼焦煤紧缺与高炉对焦炭质量要求愈来愈高的情况已经形成明显矛盾[1]。

1 包钢周边炼焦煤资源情况

1.1 包钢所属区位的炼焦煤资源概况

中国煤炭资源丰富,但炼焦煤在煤炭总储量中仅占约27.6%,炼焦煤资源中,包钢周边炼焦煤资

* 收稿日期: 2019-07-08

作者简介: 贾晓宗(1974-),男,内蒙古凉城县人,工程师,主要从事配煤及焦炭质量管理工作。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

源较为丰富，根据《中国煤炭预测与评价》等资料，华北聚煤区是我国最主要的炼焦煤产地，包括内蒙古的乌海地区、宁夏石嘴山和石炭井以东、陕西北部、山西、河北、山东等地，主要成煤地质时代是石炭—二叠纪，煤种主要是气煤、1/3 焦煤、肥煤、焦煤等，以低变质程度高挥发分的煤种为主，且灰分、硫分普遍较高[3]。

1.2 包头周边的主要炼焦煤源

1.2.1 区内炼焦煤资源

自治区内炼焦煤资源主要分布在乌海地区、包头周边和阿拉善盟。

乌海地区炼焦煤资源可按硫分划分为低硫煤、中硫煤和高硫煤，中高硫资源主要为肥煤。目前乌海地区煤矿中神华集团煤矿采用井工开采方式，其余煤矿几乎都为露天开采。根据煤矿开采方式，只有井工开采的煤矿可以提供单一煤层煤种，而露天开采是一个一个剥离面向下开挖，无法生产单一煤层煤种，故此乌海地区煤种普遍存在混煤情况。

乌海煤的特点是灰分、硫分、挥发分较高，炼焦所得焦炭的热强度普遍一般，但价格较低，主要起到保障炼焦煤源供应和降低配煤成本的作用。近年来乌海地区也开发出几个高热性能的煤种，但其灰分、硫分依然较高。

包头周边煤源品种有焦煤和少量瘦煤。焦煤的灰分很高，挥发分中等，结焦性非常好；瘦煤的灰分较高，结焦性一般。包头周边煤源的原煤内灰高、收率较低，洗精煤的灰分较高，包钢使用较少。

阿拉善盟百灵煤矿属于呼鲁斯太矿区，炼焦煤勘探储量约 1 亿 t，属高瓦斯矿井，该矿各层原煤性质差异较大，配洗后生产中等挥发分的主焦煤，灰分偏高但结焦性较好。

1.2.2 蒙古国进口炼焦煤资源

蒙古国炼焦煤主要从乌拉特中旗的甘其毛都口岸和阿拉善盟策克口岸进口。

甘其毛都口岸进口煤来自蒙古国塔温陶勒盖煤矿，是世界最大炼焦煤矿。整体来说，蒙古煤的灰分中等、硫分较低、结焦性较好，且包钢距甘其毛都口岸较近，运输成本较低，蒙古煤性价比较高，大量使用对保障包钢炼焦煤资源供应起了重要作用。

策克口岸进口煤来自蒙古国那林苏海特煤矿，距包钢运距约 1 000 km。策克口岸蒙古煤以高挥发分、弱粘结性品种为主，使用受到限制，但其灰分较低，在包钢低灰煤短缺的情况下，应考虑其应用前景。

另外满都拉口岸也有一定的蒙古炼焦煤进口，但其结焦性很差。

1.2.3 山西炼焦煤源

山西省是国内炼焦煤的主产区，稀缺炼焦煤保有资源储量 790 亿 t，占全国稀缺炼焦煤资源总量的 50.3%。山西省按地质构造和所在位置从北至南、由西向东共划分为大同、宁武、河东、西山、霍西和沁水六大煤田以及浑源、五台、垣曲、平陆等煤产地。在各大煤田中都有大量炼焦煤资源，其中霍西和河东两煤田以产炼焦煤为主，西山煤田的古交矿区是山西省的主要炼焦煤（以焦煤、肥煤为主）产地。霍西煤田的霍州矿区和汾西矿区也是省内肥煤和焦煤的主产地，此外还有离石、柳林等一些优质炼焦煤矿点。山西炼焦煤保有资源量中，焦煤 273 亿 t，占全省稀缺资源总量的 34.6%；瘦煤 216 亿 t，占全省稀缺资源总量的 27.3%；肥煤 140 亿 t，占全省稀缺资源总量的 17.7%；气煤 14 亿 t，占全省稀缺资源总量的 1.8%；1/3 焦煤 147 亿 t，占全省稀缺资源总量的 18.6%[3]。

山西优质肥煤和焦煤所炼成的焦炭热强度普遍较高，历史上包钢大量使用山西优质焦煤和肥煤，但出于降低配煤成本的目的，近年来积极推动用煤结构调整，增加西部煤的用量。

1.2.4 其它炼焦煤源

近几年来包钢使用的炼焦煤品种还有青海木里煤、陕西煤等，在新体系刚投产时还短时间使用过澳大利亚进口炼焦煤。其中青海木里煤低灰低硫，所炼焦炭强度一般，是包钢较长时期内降低焦炭灰硫的主要手段，因环保原因，目前已停止使用。陕西煤源结焦性一般，用量一直不大。澳大利亚进口煤低灰低硫，质量稳定，所炼焦炭强度好，但价格较高，仅少量使用过。

2 包钢炼焦煤的供需形势

根据周边煤源条件和生产需求，包钢所使用的炼焦煤资源主要来自山西地区、乌海地区、蒙古国进口煤，以及青海和陕西等地。近年来包钢炼焦煤的供需情况变化很大。

（1）炼焦煤市场供应受到资源量、价格变化、环保等多重因素影响，变化较大。例如青海木里煤曾经是包钢主要降灰降硫的煤种，但因环保原因几乎不再开采。青海煤断供后，为控制焦炭灰份硫份，乌

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

海地区的高灰高硫煤的用量也出现下调。另外长期作为焦炭骨架煤种的山西主焦煤资源也逐渐枯竭。由于煤源供应的变化，配煤结构需要适时调整。

(2) 随着新体系 4 150 m^3 大高炉的投产，配套的稀土钢焦化有 4 座炭化室高 7 m 的 60 孔大型焦炉，焦炭设计年产量约 300 万 t，每年新增炼焦煤需求约 450 万 t。传统煤源无法满足大量增加的需求，必须开拓新煤源。

(3) 包钢自身的生产需求也对配煤结构有不同要求，铁前系统采用过“精料方针”和“经济合理炉料”等不同的组产指导原则，不同时期对焦炭质量的要求也有所变化。尤其是新体系大焦炉对焦炭热性能指标的要求较高，需要按焦炭质量的需求调整配煤结构。

3　7 m 焦炉配煤结构变化特征

包钢新体系建有西北地区最大的 4 座炭化室高 7 m 的 60 孔 JNX3 – 70 – 2 型复热式焦炉，设计年产干全焦约 300 万 t。焦炉于 2013 年逐步投产，配套的干熄焦也在 2014 年投产。由于新体系的 4 150 m^3 大容积高炉对焦炭质量要求较高，对应的大容积焦炉的配煤研究和生产实践是近年来包钢铁前原料系统的一项重要工作，本文用 2015 年到 2019 年7 m焦炉配煤比数据，分析其配煤结构变化特征。

3.1　炼焦煤资源地域性变化趋势分析

将所用煤源按地区划分为山西地方煤源、山焦集团煤源、区内煤源、蒙古国煤源、陕西煤源和青海煤源。从地域性来看，煤源供应结构已经从较为依赖山西煤的情况，转移到以蒙古煤为配煤主体。各地区煤源月均配比用量的变化趋势见图 1 – 图 3。

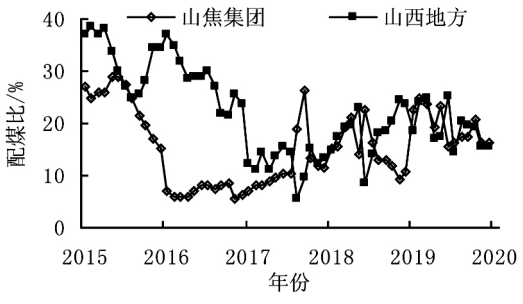


图 1　山西煤配比变化

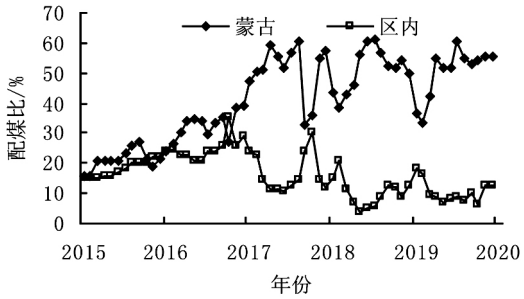


图 2　蒙古、区内煤配比变化

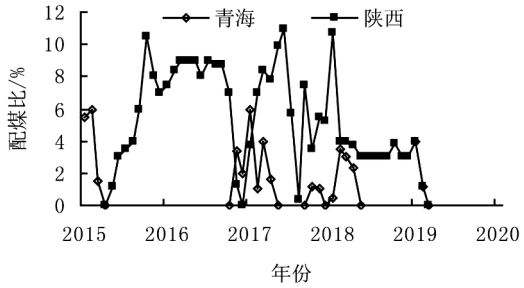


图 3　青海、陕西煤配比变化

可以看出，山西焦煤集团和山西地方煤源的用量呈明显下降趋势，蒙古国进口炼焦煤配比大幅增加，区内炼焦煤配比逐步下降，陕西和青海煤在配煤结构中占比不大，仅是补充作用，已在 2019 年停用。

炼焦煤资源地域性变化特征分析：近年来包钢整体用煤策略是逐步降低传统山西优质高价煤源的用量，减少区内高灰高硫煤使用，大量增加了比较高的蒙古煤。这种用煤结构的地域性转变，对保障煤源供应、稳定焦炭质量、控制焦炭生产成本都起到了重要作用。但同时也存在着对蒙古煤依赖较大，区内低价煤源用量少等问题。

3.2　炼焦煤品种变化趋势分析

常用炼焦煤品种一般有气煤、肥煤、焦煤、瘦煤和 1/3 焦煤等，周边资源条件的限制，目前包钢使用的炼焦煤品种主要有焦煤、肥煤和 1/3 焦煤。本文将煤种划分为山西焦煤、其他地区焦煤、山西肥煤、区内肥煤和 1/3 焦煤。从品种来看，煤源结构中焦煤总体配比持续攀升，其他煤种用量较少。各品种煤源月均配比用量的变化趋势见图 4、图 5。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

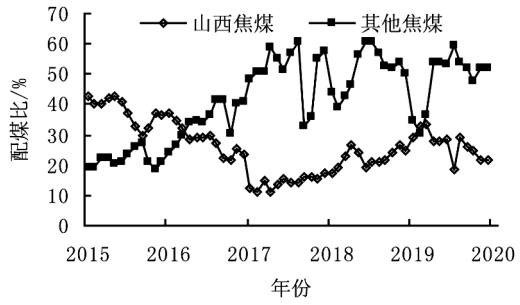


图4 不同焦煤配比变化

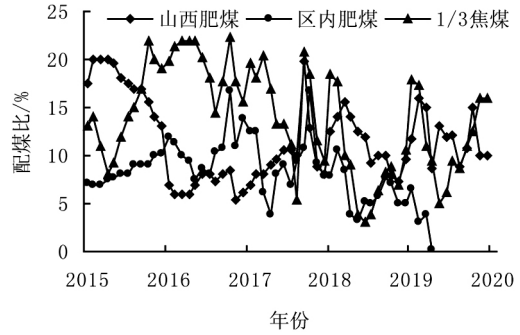


图5 肥煤和1/3焦煤配比变化

可以看出，近年来用其他地区焦煤替代高价山西焦煤的趋势明显，同时山西肥煤、区内肥煤和1/3焦煤用量都呈下降趋势。

炼焦煤品种变化特征分析：1/3焦煤因为灰、硫指标普遍较差，结焦性也不好，虽然价格便宜，但受制于焦炭质量的要求，其用量逐年下降。目前配煤结构中以焦煤资源为主，近年来为替代山西高价焦煤，蒙古煤用量大幅增加，并补充少量区内焦煤，成为目前配煤的主体煤种。肥煤一般是配煤中的基础煤种，但包钢由于焦煤配比较高，配煤结构中肥煤占比并不多。肥煤不需要多配就可以保持较高的焦炭强度，这一特点也说明了包钢7 m焦炉焦炭质量是具备一定质量容差能力的。

4 配煤结构变化对焦炭质量的影响

焦炭质量主要取决于配煤结构、来煤质量和工艺生产条件。一般来说来煤质量和工艺生产条件基本稳定，而影响配煤结构的主要因素有资源供应条件、焦炭质量需求和配煤成本的平衡等。

近年来受资源条件限制和降本增效的需求，包钢的配煤结构调整较大，对应的焦炭质量指标也出现明显变化。2015到2019年平均焦炭质量指标见表1。

表1 包钢7 m焦炉近年来焦炭质量指标(质量分数) %

指标	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
灰分	12.06	12.09	12.64	12.83	12.78
硫分	0.75	0.83	0.87	0.86	0.89
抗碎强度 M_{40}	90.63	90.87	90.26	89.88	89.56
耐磨强度 M_{10}	5.56	5.36	5.65	5.59	5.63
反应性 *CRI*	21.90	22.78	25.19	24.71	24.15
反应后强度 *CSR*	69.96	68.87	64.91	65.12	65.69

从统计数据来看，随着配煤结构的调整，山西优质高价煤用量明显减少，焦炭反应性*CRI*上升，反应后强度*CSR*降低。同时因缺乏低灰低硫煤种，焦炭灰分、硫分明显上升。与国内同类7 m焦炉相比，焦炭的灰分、硫分、反应性*CRI*、反应后强度*CSR*等几个指标均低于行业水平，而且偏高的硫分，也影响高附加值钢材的冶炼。近年来做了许多焦炭质量与高炉经济技术指标关系的研究，尤其是焦炭反应后强度*CSR*指标的组产要求进行了多次调整，努力寻求原料成本和高炉产量的较好平衡。

5 继续优化配煤结构的建议

由于炼焦煤资源情况的变化，包钢传统使用的部分优质炼焦煤源逐渐枯竭，西部地区炼焦煤资源虽然丰富，但指标普遍偏差。要满足高炉对焦炭质量的要求，同时考虑到降本增效和稳定供应，配煤结构需要持续优化，建议从以下方面着手。

(1) 大高炉生产对焦炭热强度要求较高，目前包钢配煤结构以焦煤和肥煤为主，1/3焦煤、瘦煤等低价炼焦煤种使用较少。为降低成本，今后应注重开发1/3焦煤、瘦煤和气煤资源，在保证质量的同时进一步降低焦炭成本。山西有较多的低价气煤资源，可以作为重点研究方向。

(2) 包钢焦炭灰分指标较高，与行业大容积焦炉对比处于偏下水平。应该加大使用策克口岸的低灰低热强度蒙古煤，同时调减乌海地区低热性能煤种，以降低焦炭灰分。

(3) 西部炼焦煤普遍硫分偏高，在低硫煤资源不足的情况下，需要对原有配煤结构里的高硫品种逐步用中硫品种替换。

(4) 包钢配煤结构中强结焦性煤种较多，焦炭

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

质量有一定的容差能力，在新煤种开发和实际生产中，要敢于引进中等结焦性的气煤和瘦煤，才能进一步降低焦炭成本。

6　结束语

包钢每年需要炼焦煤约 800 万 t，配煤成本对铁前原料成本影响较大，寻求配煤成本和焦炭质量的较佳平衡是原料系统的重要工作。近年来炼焦煤资源状况的变化对包钢配煤结构影响很大，通过对周边炼焦煤资源和主要煤源的分析，对包钢面临的炼焦煤供需形势和存在问题进行了探讨。总结了新体系 7 m 大容积焦炉全干熄焦生产以来配煤结构的变化情况，分析了煤源结构和煤种变化的特征，以及对应焦炭质量的变化，并提出继续优化的建议。

参　考　文　献

[1] 孟超慧，吕铮. 焦炭质量对高炉生产的影响[J]. 鞍钢技术，2004，(5)：9－12.
[2] 杜铭华. 中国炼焦煤资源及生产[J]. 煤质技术，2006，(6)：1－3.
[3] 宋元青，刘汉斌. 山西稀缺炼焦煤资源分布特征和勘查开发建议[J]. 中国煤炭地质，2019，(4)：18－22.

(上接第 4 页)

(5) 地表发现坚硬的、强裂的硅化、黄铁绢英岩化角砾岩，并伴有蓝铜矿化、褐铁矿化、碳酸盐化，是直接的找矿标志。如白音查干东山、陶来托钼多金属矿地表均具此特征。

勘查区主要的找矿标志可概括为多宝山组蚀变火山岩中北西向、北西西向构造带是成矿的有利地段，岩石蚀变强烈，尤其是硅化、碳酸盐化、黄铁矿化等蚀变是区内的主要找矿标志。成矿主要与奥陶系多宝山组的安山岩和中生代岩浆岩活动有关，并受控于北东向、北西向断裂构造。另外，该区碧玉岩和海相中基性火山熔岩组合，是寻找块状硫化物矿床的重要间接标志；白音高老期火山机构是寻找斑岩型及火山岩型矿床的重要地段。

2.2.3　建议

(1) 根据地质草测及磁法成果，哈布特盖中东部与三工区交界处，发现一环状构造，推测为一破火山口，火山口中心靠西部位有一个近等轴状花岗斑岩小岩珠侵入。C9 磁异常与其套合较好也具环状特征，两处化探异常围绕火口分布，钼铜含量较高，是寻找斑岩铜钼矿的有利地段，建议进行详细地质工作。

(2) 建议对 1#、6#激电异常进行查证工作。

3　结束语

勘查区具有较好的成矿地质条件，前期我们在该地区对成矿有利的重点区段开展了较系统的地质、物探和化探工作，圈出了几个有潜力的成矿靶区，对其中一个靶区进行了钻探验证，见到了一些铜铅锌矿化现象。由于资金问题，其他几个靶区均未进行验证工作。在今后的工作中，要加强对现有资料的综合研究，结合区域成矿特征，进行异常查证，期待在该地区能有新的找矿突破。

参　考　文　献

[1] 雷国伟，杨旭生，汪正涌，等. 内蒙古有色金属重要矿床—成矿特征、多源地质信息找矿模式及应用[M]. 北京：科学出版社，2012.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net