影响焦炭质量预测效果的原因分析*

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: 焦炭质量预测非常重要但误差较大,文章对影响焦炭质量预测效果的因素进行了探讨,将工艺变量引入预测模型用大数据方法进行研究,对误差原因进行了分析,并提出了改进建议。

关键词: 焦炭质量预测;工艺变量;大数据分析

中图分类号: TF526$^+$.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)02-0005-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.02.003

Analysis on Reasons Affecting Predictive Effects of Coke Quality

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: The prediction of coke quality is very important, but the errors are larger. In this paper, the factors affecting predictive effects of coke quality are discussed, the process variables are introduced into prediction model and the big data method is used to study. Moreover, the reasons of errors are analyzed and the improvement suggestions are put forward.

Key words: prediction of coke quality; process variables; big data analysis

生产质量稳定达标的焦炭并尽量降低焦炭制造成本,是焦化生产的主要目标。焦炭质量容易受到原料供应和工艺条件等因素影响产生波动,通过预测焦炭质量,提前发现质量变化趋势,采取措施应对,对焦化企业稳定生产和降本增效工作都有重要意义。配煤专家系统是目前预测焦炭质量的常用工具,受技术条件限制,传统的专家系统偏重于以配煤理论和试验数据为依托建立预测模型,无法将复杂的工艺变量考虑进去,预测的结果往往与生产偏差较大,对实际生产的指导不强。

1 影响焦炭质量预测效果的因素

1.1 影响焦炭质量原理研究不透彻

煤是世界上组成最复杂的物质之一,煤向焦炭转化的过程和成焦机理的研究并不透彻。目前的炼焦配煤原理有三种:胶质层重叠原理、互换性原理和共炭化原理。对煤转化为焦炭后的质量指标预测并没有可靠的理论模型指导。

目前国内的配煤炼焦技术主要包括传统工业指标配煤技术、煤岩配煤技术、焦炭光学组织配煤技术

* 收稿日期:2019-08-19

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

中国知网 https://www.cnki.net

和计算机配煤技术等。传统工业指标配煤技术是目前各冶金企业采用的主流配煤技术，优点在于可以反映出配合煤的大致性质，一定程度上可以控制焦炭的气孔率和机械强度，存在的问题是对焦炭的反应性和反应后强度指标预测偏差较大；煤岩配煤技术是新兴的配煤技术，通过研究不同煤岩组分在炼焦过程中的变化，可以反映不同组分、不同煤化程度的煤在成焦过程中对焦炭质量的影响，以研究合理的配煤结构，但由于煤质与工艺条件的不同，煤岩配煤方法存在局限性，只适用在某些特定的范围内；焦炭光学组织与反应性有较好的相关性，因此可以通过配煤调整焦炭的各向同性、各向异性等光学组织成分来影响焦炭的反应性等指标，此方法的缺点在于配合煤炼成焦炭之前无法预知焦炭光学组织的具体情况，且同种光学组织的焦炭质量差异也较大；计算机配煤技术是通过对大量配煤和焦炭质量数据进行回归拟合，对常用的G值、Y值、R_{max}等指标进行拟合，预测焦炭质量，进而指导配煤，可以对配煤成本精确控制，但其对历史数据预测相对准确，而对新生产的焦炭，或者配煤品种变化及炼焦用煤质量波动时预测误差较大[1]。

近年来太钢焦化厂研究的焦炭质量预测数学模型中，增加了炼焦温度指标，其研究结果显示，炼焦温度在1 275 ℃时，焦炭反应后强度预测值偏差最小，当调整炼焦温度偏离该值的幅度增大时，焦炭质量预测偏差也相应变大，二者之间有比较明显的相关性。可见工艺指标在焦炭质量预测和控制中起到的重要作用。由于现有配煤模型存在各种不足，焦化企业在实际生产中，主要还是依靠调节强粘结煤的配入量来控制焦炭强度。

国内外配煤模型主要存在以下问题。

(1)配煤模型预测的焦炭质量与实物质量偏差大。

(2)配煤模型集中于对配煤指标的研究和控制，没有考虑备煤、炼焦生产复杂的工艺条件对焦炭质量的影响，难以解释质量相近的配合煤生产出不同质量焦炭的现象。

(3)国内煤种复杂，各地区炼焦煤资源存在巨大差异，炼焦生产所用煤种较多，区别很大，一个企业的配煤经验和模型并不适用其他地区。

从以上分析可以看出，从炼焦煤指标预测焦炭质量(强度)的理论依然处于持续研究过程，目前最有效的焦炭质量预测方法依然是配煤试验，一些配煤专家系统预测焦炭质量(强度)缺乏可靠的理论依据，实际指导意义不强。

1.2 数据可靠性

由于煤质组成的复杂性，即使是同一矿点出产的不同批次煤其质量指标也存在一定差异，目前的选煤厂几乎都是不同煤层甚至不同矿点的原煤混洗，原煤指标、配洗比例和加工过程的不稳定，导致同一厂家同一个牌号的煤种不同批次间也存在质量差异。

做为大宗、散装、颗粒状、不均匀的物料，煤和焦炭的取样代表性一直是一个问题。即使采用了自动取样机，但大宗散装物料固有的不均匀性依然影响其质量控制。

煤和焦炭样品的检验中，部分指标也存在偏差较大的问题，如目前很受重视的焦炭反应性和反应后强度指标的检验，按照目前国标“焦炭反应性及反应后强度试验方法 GB/T 40000—1996”的规定，同一批焦炭样品，反应性指标在同一化验室同一人员操作的数据重复性 $r\leqslant 2.4\%$，同样焦炭反应后强度指标的数据重复性为 $r\leqslant 3.2\%$，且未规定不同化验室之间化验数据的再现性，也就是说，同一批样品在不同化验室做出的数据可比性较差。反应性和反应后强度指标测定较大的波动幅度给焦炭质量控制和研究带来了不利影响，也给配煤模型的数据分析带来困扰。

1.3 生产过程管控水平的影响

科研机构一般将备煤、炼焦工艺视为稳定不变，在此基础上将煤种性质和配煤比作为影响焦炭质量的主要因素来研究设计配煤专家系统。但对大工业生产来讲，操作、工艺情况变化很多，对焦炭产品质量的影响绝不能忽视。一般认为，焦炭质量的影响因素中，装炉煤质量的影响占70%，焦化生产工艺因素的影响占30%[2]。传统配煤模型注重配煤研究，对生产工艺因素考虑较少，尤其是生产过程中的异常波动难以纳入到模型研究中。

2 工艺环节的影响

2.1 原料工序

(1)炼焦煤品种繁多，每个焦化厂的炼焦煤品种几乎都有数十个，供货数量和质量时常有波动，炼焦生产用煤指标并不稳定，原料品种、质量的变化对焦炭质量的稳定影响较大。而且不同区域的炼焦煤资源状况差异巨大，导致各企业的生产经验不能简

中国知网 https://www.cnki.net

单互通。

(2)不同炼焦煤品种间性质差异较大,而且常常出现有的煤种常规工分指标接近,结焦性却有很大不同的问题。各品种的合理分类储存和配合使用,是焦化厂配煤生产的核心。

(3)矿山来煤翻卸过程是否有混质。大工业生产过程中,如果工序质量管理不好,大量矿山来煤在翻卸、转运的过程中有可能出现混质,进而改变单种煤性质,影响焦炭质量的稳定。

(4)储煤筒仓存在自然挂壁现象。由于环保要求,焦化企业以筒仓储煤为主,根据天气和水分的不同,每座筒仓内壁挂煤可达数百至上千吨。在筒仓更换储存煤种时,大量挂壁煤必然会产生一定的混质现象。因此应当尽量稳定筒仓储存煤种,减少更换次数,即便必须更换品种,也应当选择性质相近的煤种。

(5)配煤准确度的影响。受煤种水分、粒度等原料因素,以及皮带秤等配煤设备维护水平等因素影响,配煤准确度也存在波动。

2.2　炼焦工序

(1)焦炉加热制度的影响。加热制度是指为确保配合煤在焦炉内均衡成焦、安全稳定生产,调火工作所控制或调节的温度制度和压力制度。如:结焦时间、标准温度、煤气流量、烟道吸力、蓄热室顶部吸力、看火孔压力、空气口开度、空气过剩系数、孔板直径和集气管压力等。涉及参数和控制环节较多,如管理不好,会直接影响焦炭的均匀成熟。

(2)结焦时间管理方面的影响。K_3 系数反映焦化厂和炼焦车间在遵守规定的结焦时间方面的总体管理水平。实际生产中有时因操作、设备等原因造成不按推焦计划规定的时间推焦,焦炭成熟不够或过火,都会影响焦炭强度。

(3)目前大型焦化厂一般采用干法熄焦工艺,干熄率取决于设备管理和操作水平,干熄率水平直接影响焦炭强度。

3　包钢焦炭质量预测工作

包钢煤焦化工分公司较早建立了焦炭质量预测模型,但误差同样偏大。从 2010 年开始运行厂内信息管理系统,存储了大量的炼焦煤、焦炭的质量数据和焦炉生产运行数据。随着大数据分析等新技术的逐步成熟,将炼焦生产过程中众多重要参数与传统的配煤专家系统结合起来已成为可能。为提高信息化管理水平,与包钢信息中心合作,对单种煤、配合煤、焦炭质量、焦炉运行等约 20 万条数据进行了整理挖掘,尝试构建工业大数据平台。

目前平台已搭建完毕,在对大量数据处理后,发现炼焦工艺指标对焦炭质量有明显相关,也有一些以前没有认识到的现象,例如发现焦炭灰分和结焦时间有相关性,焦炭硫分与平均推焦电流有相关性,焦炭机械强度和热强度受到煤气压力、机焦侧温度影响。这些数据的相关性与平常的认知有一定偏差,是通常的认知存在不足,还是数据偶然产生相关性,还需要进一步的观察和研究,统计数据有相关性并不意味着两个事件具有因果联系[3]。

如果数据分析正确,工艺条件对焦炭质量的影响程度确实超出了通常认知,可以通过工艺指标调整影响焦炭质量,则给焦化的生产和降本增效找到了新的突破。例如,当需要调高热强度指标时,通常采用增加高价优质煤配入量来实现,而根据数据分析结论,适当调高煤气压力,也可以达到同样目的,可以明显降低改善焦炭强度所需成本。

但是,在平台搭建过程中,也发现了生产数据的很多问题。例如,由于大工业生产监控与实验室研究不同,检测的都是相对简单、易监控、能快速出结果的指标,检测范围和深度不够。也存在很多数据准确度不高、检测数据与实际结果难以对应的情况,影响分析预测的效果。

在对影响预测效果的因素进行了分析后,提出以下改进建议:

(1)工艺过程管控指标检测范围和深度不够的问题,可以从公司其他信息平台如物资验收数据中抓取部分资料,在做一定匹配处理后可以起到补充完善作用。

(2)对数据质量不高的问题,要提高监测数据重要性的认识,减少人工操作环节和错误数据,完善检测设备,保证数据及时采集传输。

(3)加强工艺管控水平,减少生产环节对数据质量的影响。

(4)按照数据相关性的分析,有意识的调整部分工艺指标,但这需要较长的时间观察其效果。

4　结束语

机器学习和预测分析功能的推广应用必将对传统工业企业的转型升级起到重要的促进作用。深入

(下转第 24 页)

中国知网　https://www.cnki.net

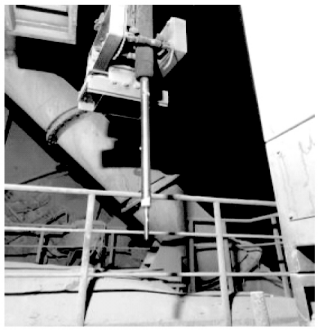


图2 副枪枪头焊接痕迹



图3 副枪粘钢

4 结束语

副枪原设计中，未考虑熔池液面下降导致测成率降低的情况。结合生产现场实际情况，枪体加长200 mm，相应控制PLC程序及现场控制设备也进行了升级，同时，设备维护人员对加长后枪体焊接焊缝进行了特别打磨维护处理以减少沾钢现象发生，增加了副枪设备运行稳定性。副枪枪体加长后，熔池液位波动对副枪测成率带来的影响基本消除。3座转炉全炉役测成率由改造前92.4%～88.1%提升至改造后平均93%，2#转炉炉龄超过6 000炉时，测成率稳定在平均92.9%。

参 考 文 献

[1] 刁望才，杨吉春. 转炉副枪系统的设备功能与应用[J]. 包钢科技，2015，(6)：26－28.

[2] 卢雅青. 炼钢转炉副枪控制系统的优化[D]. 呼和浩特：内蒙古大学，2016.

[3] 肖勇. 副枪测量技术在炼钢过程控制中的应用[J]. 工业计量. 2006，(2)：19－21.

[4] G. J. Apeldoorn，P. D. Hubbeling，P. Gootjes. 达利涅康力斯副枪系统的应用[J]. 钢铁，2004，(11)：29－32.

(上接第7页)

分析影响焦炭质量预测效果的各类因素，针对性的加强企业基础管理，保证各环节工序质量指标数据的真实有效，在此基础上利用大数据技术，探寻提高管理和效益的新途径，促进企业的发展，是适应变革的应有意识。

参 考 文 献

[1] 王利斌. 焦化技术[M]. 北京：化学工业出版社，2012.

[2] 姚昭彰，郑明东. 炼焦学[M]. 北京：冶金工业出版社，2006.

[3] 陈良臣. 大数据挖掘与分析的关键技术研究[J]. 数字技术与应用，2015，(11)：93.

中国知网 https://www.cnki.net