

烧结矿转鼓指数检测的标准化改进与误差分析

柳 前

马鞍山钢铁有限公司检测中心 安徽 马鞍山 243000

摘要: 本文聚焦烧结矿转鼓指数检测的标准化改进和误差分析。剖析国内检测标准现状、执行情况以及流程关键环节,深度解析设备、人为操作、环境因素和样品自身特性等误差来源。提出设备优化与维护、人员培训与规范完善、环境控制与补偿、样品处理与代表性提升等改进策略与实践。通过系列措施实施,有效降低检测误差,提升检测结果准确性与稳定性,为钢铁行业质量管控提供有力支持。

关键词: 烧结矿转鼓指数检测; 标准化改进; 误差分析

引言: 烧结矿转鼓指数作为衡量其冶金性能的核心指标,直接关乎高炉冶炼的顺畅程度与生产效率。当下,国内虽已构建起以国家层面规范为根基、行业层面要求为补充、企业层面标准为细化的检测框架体系,但在实际执行过程中,不同规模企业间的检测状况差异显著,检测误差问题尤为突出。通过探究误差产生根源并推进标准化改进工作,对于提升烧结矿质量检测水准、保障钢铁生产质量具有极为重要的意义,本文将围绕这一主题展开探讨。

1 烧结矿转鼓指数检测标准化现状剖析

1.1 检测标准概述

烧结矿转鼓指数作为衡量其冶金性能的重要指标之一,直接影响高炉冶炼的顺行和效率,其检测标准化是钢铁行业质量管控的基础。国内现行检测方法以转鼓试验为核心,通过模拟高炉料层在冶炼过程中的摩擦与冲击环境,对烧结矿样品的抗破碎能力进行量化评估。通过将特定粒度范围的烧结矿样品置于标准转鼓中,按规定的转速和旋转次数进行试验,最终以筛余物(未被破碎的颗粒)质量占比作为转鼓指数的表征指标。国际上主流标准包括ISO3271-2015及IS M8712-2009,与国标在检测原理上保持一致,但在样品粒度分级、试验加载速率等细节上存在差异。各大型钢铁企业基于自身生产工艺特点,制定了企业内控标准,对样品采集频率、平行试验次数等进行了更严格的规定^[1]。整体而言,现有标准体系已形成“国标为基础、行标为补充、企标为细化”的框架,但在与国际标准的兼容性及特殊工况条件下烧结矿检测适配性上仍有提升空间。

1.2 现有标准执行情况调查

通过对国内20家不同规模钢铁企业的调研显示,烧结矿转鼓指数检测标准的执行呈现“大型企业规范、中小型企业参差不齐”的格局。大型钢铁集团如宝武、鞍

钢等,均建立了专门的理化检测中心,严格遵循标准,配备专职检测人员及校准设备,执行率达100%,且定期参与国家钢铁材料测试中心的能力验证,结果合格率超95%。中型企业中,约70%能基本落实标准要求,但在设备定期校准、样品保存条件等细节上存在疏漏,部分企业为缩短检测周期,减少了平行试验次数^[2]。小型企业问题较为突出,近40%未配备标准要求的全自动转鼓试验设备,仍采用手动操作设备,且样品采集未遵循“多点随机”原则,存在人为筛选现象。

1.3 标准化检测流程与关键环节

烧结矿转鼓指数作为衡量其转鼓指数的核心指标,标准化检测流程需严格把控各环节以确保结果精准。检测前,从烧结矿输送料流或烧结矿堆不同部位随机取样,经筛分后保留10~40mm粒级,制成 $15\text{kg}\pm 0.15\text{kg}$ 代表性试样。转鼓设备需符合标准,内径1000mm、长500mm,内壁装2块等距离的提料版,转速精准控制在 $25\pm 1\text{r}/\text{min}$ 。将试样均匀装入转鼓,启动设备运转200转,模拟运输及入炉过程的机械冲击。完成后,取出物料用6.3mm方孔筛进行筛分,此筛孔尺寸是区分抗碎性能的关键阈值。精确称量筛上物质量,按“转鼓指数 = (筛上物质量/试样总质量) × 100%”计算结果。关键环节中,取样要具广泛代表性,避免局部偏差;转鼓运转时密切监测转速稳定性,防止过快或过慢影响冲击力度;筛分过程要确保筛网无堵塞、磨损,筛分时间充足,使粒级分离彻底。只有严格遵循流程、把控关键环节,才能获得准确可靠的烧结矿转鼓指数,为高炉冶炼提供有力质量依据。

2 烧结矿转鼓指数检测误差来源深度解析

2.1 设备误差

转鼓机是转鼓指数检测的核心设备,直接关乎检测结果的可靠性,其中转鼓转速的稳定性至关重要,若转

速不稳定,会导致烧结矿在转鼓内受到的冲击力和摩擦力不均衡。若转速过快,烧结矿受到的冲击力会大幅增加,原本不易破碎的颗粒也可能被破坏,使得转鼓指数(即筛上物重量占总试样重量的百分比)偏低;而转速过慢则可能使转鼓指数偏高。转鼓内壁提料板的磨损或安装不当也会影响检测结果。提料板的作用是使烧结矿在转鼓内充分翻滚和混合,若磨损严重,翻滚效果会减弱,部分烧结矿无法充分受到冲击和摩擦,导致检测结果不准确。筛分环节在转鼓指数检测中同样重要,筛分设备的精度对结果影响显著,其筛网规格必须符合标准,若孔径偏小,一些本应被筛除的小颗粒会混入筛上物中,造成转鼓指数虚高;若孔径偏大或磨损严重,部分符合粒度要求的颗粒会被筛除,使检测结果偏低。同时,筛分设备的振动频率和幅度也会对结果造成影响,振动频率过低或振幅过小,会导致筛分不充分;而振动频率过高或振幅过大,则破坏烧结矿颗粒,影响检测结果的准确性。

2.2 人为操作误差

在检测过程中,样品采集是检测的首要步骤,取样代表性对检测结果影响较大。若仅从烧结矿堆的表面或某一局部区域采集样品,忽略内部或不同部位的差异,就无法反映烧结矿的整体质量。在样品制备过程中,筛分操作不规范也会引入误差。如筛分时间不足,部分小于规定粒度的粉末进入试验,会影响转鼓指数最终检验结果。此外缩分操作不熟练,也会导致试样分布不均匀,降低样品的代表性。操作人员的操作习惯和技能水平同样会产生检测误差。样品装入时,若没有将试样均匀地装入转鼓,会使试样在转鼓内的分布不均匀,在转动过程中受到的冲击和摩擦不均衡,影响检测结果。启动和停止转鼓时,操作的时间和方式不一致,如启动时加速过快或停止时减速过慢,都会对试样产生额外的冲击力,造成检测结果偏差。出鼓后的筛分操作同样重要,筛分力度和时间控制都会影响筛最终检测结果。

2.3 环境因素误差

温度变化会对烧结矿的物理性质产生影响,在高温环境下,烧结矿内部的应力会发生变化,使其更容易破碎。如在夏季高温时段进行检测,烧结矿在转鼓内受到冲击和摩擦时,可能比在常温下更容易破碎,导致转鼓指数偏低。而在低温环境下,烧结矿的脆性也可能会增加,同样会影响其抗碎性能的检测结果。另外环境湿度也是影响检测结果的重要因素。烧结矿表面吸附水分后,其表面性质会发生改变,在转鼓内与其他颗粒的摩擦和碰撞情况也会改变。湿度较大时,烧结矿颗粒之间

可能因水分的作用而黏结在一起,在受到冲击时不易破碎;而当湿度较小时,颗粒之间的摩擦力增大,更容易破碎。因此,环境湿度的变化会使检测结果出现波动。

2.4 样品自身特性误差

烧结矿的成分复杂,不同成分的烧结矿其转鼓指数存在差异。例如,含铁量较高的烧结矿,其晶体结构更为紧密,转鼓指数相对较高;而含有较多脉石成分的烧结矿,其结构较为疏松,转鼓指数相对偏低。若检测样品中不同成分的烧结矿比例不均匀,会导致检测结果不能准确反映整体烧结矿的抗碎性能。烧结矿的粒度分布对其转鼓指数也有影响。一般来说,粒度较大的烧结矿颗粒具有较高的转鼓指数,而粒度较小的颗粒则相对较易破碎。若检测样品中粒度分布不均匀,大颗粒和小颗粒的比例偏离正常范围,会使检测结果产生偏差。例如,样品中大颗粒过多,可能导致转鼓指数偏高;小颗粒过多则可能使转鼓指数偏低。

3 烧结矿转鼓指数检测标准化改进策略与实践

3.1 设备优化与维护策略

在烧结矿转鼓指数检测中,设备优化与维护策略是保障检测结果精准可靠的关键。定期对转鼓设备关键部件进行精度校准,如严格核查转鼓转速,利用高精度测速仪器,确保转速稳定在 $25\pm 1r/min$ 的标准范围内,避免因转速波动导致烧结矿在转鼓内受到的冲击力不均,影响转鼓指数检测结果。同时,仔细检查转鼓内壁提料板的磨损情况,若磨损严重,会使烧结矿翻滚不充分,降低检测的准确性,应及时维修或更换^[1]。定期检查筛子筛网的规格与完整性,保证6.3mm方孔筛的孔径符合标准,防止因筛网变形、孔径偏差,造成筛分粒级不准确,使转鼓指数计算出现误差。此外,建立完善的设备维护档案,记录设备的运行状况、维护时间与内容等信息,及时发现设备潜在问题并提前处理。通过这些设备优化与维护策略,可以有效提升检测设备的性能与稳定性,为烧结矿转鼓指数检测提供坚实的硬件保障,确保检测结果真实可靠。

3.2 人员培训与操作规范完善

人员能力提升与规范执行是降低人为误差的核心,需建立“培训-考核-监督”闭环管理体系。培训内容涵盖标准解读、设备操作、样品处理等核心环节,采用“理论+实操”模式,邀请行业专家讲解烧结矿转鼓指数检测标准细节,现场演示样品二分法缩分、转鼓定位等关键操作,培训后进行实操考核,考核合格方可上岗。操作规范方面,制定《烧结矿转鼓指数检测作业指导书》,细化各环节操作步骤,明确样品采集的点位数量、缩分

次数、转鼓参数设置等参数，配备图文并茂的操作流程图。建立双人复核制度，样品制备后由两人核对粒度分布，试验数据由操作员与审核员双重确认，异常值需提交小组讨论后判定。另外，每月开展质量分析会，对检测数据偏差案例进行复盘，定期组织技能竞赛，提升人员责任心。企业实施后，人为操作误差导致的不合格数据占比从15%降至2%。

3.3 环境控制与补偿方法

环境误差控制可采用“主动调控+被动补偿”相结合的方式，从源头管控与偏差修正两维度构建全链条误差防控体系。主动调控方面，首要优化检测室选址与基建，将其独立设置于厂区静谧区域，与烧结机、破碎机等强振动设备保持不少于50米的安全距离，地面铺设15厘米厚的橡胶隔振地板，墙体采用双层真空隔音窗结构，可使室内振动加速度稳定控制在0.05g以内，有效隔绝外界振动干扰。通过安装环境参数智能监测终端，实时采集检测环境的振动、温湿度等关键指标，当振动值偏离阈值0.05g时立即触发声光报警，同步推送至管理人员移动终端。被动补偿方面，构建动态更新的环境因素影响数据库，通过连续3个月、覆盖不同季节的对比试验，量化温湿度对检测结果的影响规律，明确修正系数：温度每偏离标准值10℃，对检测结果进行±0.3%的线性修正；湿度每偏离10%，执行±0.5%的梯度修正。针对极端工况下仍存在的微量振动，引入小波变换数据平滑算法，对试验过程中的相关数据实时曲线进行降噪处理，精准剔除振动引发的异常峰值^[4]。

3.4 样品处理与代表性提升措施

提升样品代表性应以采集、制备、保存等全流程优化。采集环节采用“多点三级取样法”，分别在烧结矿成品皮带、成品仓入口、成品仓出口等点位进行取样，确保覆盖生产流程不同阶段的物料特性。每个点位取样量需满足后续制备需求，混合后采用二分器缩分或机械

自动缩分，替代人工四分法，使样品粒度分布更均匀。制备阶段针对成品烧结矿特性进行针对性处理，考虑到运输、堆存过程中可能吸附环境水分，对筛选后的样品进行烘干预处理，消除吸附水对转鼓试验中颗粒间摩擦系数的影响，确保检测结果稳定性。烘干后立即进行转鼓试验，避免二次吸潮。建立样品溯源体系，为每个样品贴上包含采集时间、点位、制备人员等信息的二维码，实现全流程可追溯。针对烧结工艺波动导致的样品特性差异，可采用“批次均值修正法”，对同一生产批次的样品检测结果进行统计分析，结合工艺参数（如燃料配比、烧结温度等）调整修正系数，确保检测数据与生产实际的一致性。

结束语

烧结矿转鼓指数检测的标准化改进与误差分析是保障高炉生产质量的关键环节。通过设备优化、人员培训、环境控制及样品处理等多方面应对措施，有效降低了检测误差，提升了检测结果的准确性与稳定性。未来，还应持续关注检测技术发展，不断完善标准体系，加强各环节管控，为钢铁行业的高质量发展提供更坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]张国鹏,沈峰满,高强健,等.降低MgO含量对高Al₂O₃烧结矿冶金性能的影响[J].钢铁研究学报,2022,34(8):9.
- [2]张国成,罗果萍,宋巍,etal.MgO对烧结矿液相形成性能和微观结构特性的影响[J].中国冶金,2021,31(10):8-16.
- [3]乔崎云、杨璟、刘宏波、曹万林.构造柱约束烧结普通砖砌体墙抗震性能试验研究[J].自然灾害学报,2020,29(05):50-57.
- [4]韩东旭,林蔚,李晓生,等.赤泥烧结砖的制备与烧结性能研究[J].高师理科学刊,2019,(11):0930-0930.