360 m^2 烧结机台车跑偏成因分析与调整措施

汪子寒[1]，郑炯科[2]，张 震[1]

(1. 中冶长天国际工程有限责任公司，湖南 长沙 410205；2. 湖南中冶长天重工科技有限公司，湖南 长沙 410205)

摘要：台车跑偏一直是烧结生产过程中经常发生的问题，严重时影响正常生产，降低设备使用寿命。本文通过分析台车运行过程中的受力情况，建立相关力学模型，研究由于左右侧台车摩擦力不均、台车驱动头轮、左右侧温度差等因素对台车运行轨迹的影响，分析得出台车运行跑偏的“平行四边形”和“梯形”状态，并指出烧结机在制造安装及运行过程中防止跑偏的注意事项。在此基础上，结合某钢厂 360 m^2 烧结机台车跑偏实际情况，通过不同的调整实践，检测运行参数，提出保证台车安装基准与减小两侧热膨胀的台车跑偏控制措施以及合理布置台车配重以平衡台车整体受力的跑偏调整措施，并将其应用于工程实际，空负荷和热负荷条件下烧结机上下台车全部回正，跑偏问题得到解决。

关键词：烧结机；台车跑偏；机理；跑偏调整；维护检修

中图分类号：TF046.4 **文献标识码**：A **文章编号**：1000－8764(2022)04－0043－06

doi：10.13403/j.sjqt.2022.04.052

Causes analysis and adjustment measures of 360 m^2 sintering machine trolley deviation

WANG Zihan[1], ZHENG Jiongke[2], ZHANG Zhen[1]

(1. *Zhongye Changtian International Engineering Co., Ltd., Changsha* 410205, *Hunan*, *China*;
2. *Hunan CIE Heavey Industry Technology Co., Ltd., Changsha* 410205, *Hunan*, *China*)

Abstract: Trolley deviation has been a frequent problem during sintering production, which affects normal production and reduces equipment life in severe cases. By analyzing the force situation during the operation of the trolley, establishing the relevant mechanical model, and studying the influence of the uneven friction of the left and right side of the trolley, the driving head wheel of the trolley, and the temperature difference between the left and right side on the running trajectory of the trolley, the “parallelogram” and “trapezoidal” state of the trolley running deviation are analyzed, while the precautions for preventing deviation of the sintering machine in the manufacturing installation and operation process are pointed out. On this basis, combined with the actual situation of 360 m^2 sintering machine trolley deviation in a steel mill, through different adjustment practices, the operating parameters are detected, and the trolley deflection control measures to ensure the installation benchmark of the trolley and reduce the thermal expansion on both sides, as well as the deviation adjustment measures for reasonably arranging the trolley counterweight to balance the overall force of the trolley are proposed for the actual engineering situation; and all the sintering machines under the condition of air load and heat load are been back to normal, so the problem of deviation is solved.

Key words: sintering machine; trolley deviation; mechanism; deviation adjustment; maintenance and inspection

台车跑偏一直是烧结生产过程中绕不开的话题，也是生产过程中被关注和研究的热点问题。生产中台车跑偏会导致台车车轮轮缘与钢轨踏面干涉，严重时还会造成台车脱轨掉入风箱或机头、机尾部，发生停机事故[1－2]。针对此问题，国内外相关研究人员对其产生原因进行了大量研究工作，从原理和经验上来分析可将其概括为以下三方面：① 设备本体制造的质

收稿日期：2021－12－10；**修回日期**：2022－02－11

作者简介：汪子寒(1977—)，男，高级工程师，从事烧结球团工程总承包项目的管理与相关技术工作。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

量问题[3-4]；② 生产过程中出现的问题，如烧结机两侧的温度差，轨道、车轮、头尾星轮齿板的磨损和变形，轨道系统异常，尾部摆架的不平衡等[5]；③ 安装过程中出现的问题，如移动架两侧移动不一致，重锤箱内的配重不一致[6-7]，头尾星轮轴心线的偏移，水平轨道两侧标高不一致等。但实际生产过程具体问题需具体分析，相应的调整方法也不尽相同。

某钢厂360 m^2 烧结机于2020年9月投入使用，投产后半年内该台车多次出现向自由端跑偏的现象。分析原因认为：在烧结机尾部、头部弯道自由端、固定端风箱的侧梁均存在明显的摩擦痕迹，部分磨痕深度超过5 mm；除此之外，由于跑偏车轮轮缘与轨道的异常摩擦使得生产过程中常伴有刺耳的噪音；烧结机尾部更是出现了严重的“啃轨”现象。据该厂统计，投产后的半年时间内因烧结机台车跑偏引发的故障停机时长已累计高达38 h，严重影响了该厂的正常生产。

针对此问题，结合该厂的实际情况，本文对烧结机的相关部件进行检测，对台车运行过程中的力学性能进行分析，揭示其跑偏原因，并从跑偏控制和跑偏调整角度提出相关改进措施，实现减小或消除台车跑偏。

1 台车跑偏力学分析及预防措施

1.1 台车跑偏力学分析

烧结机正常工作时，其工作段台车整体受力如图1所示。由图1可知，台车水平方向上的力平衡方程：

$$F_{ql}+F_{qr}=\sum_{j=1}^{n}F_{tj}+\sum_{j=1}^{n}F_{wj}+\sum_{k=1}^{n}F_{lk}+\sum_{k=1}^{n}F_{rk}+F_{zl}+F_{zr} \tag{1}$$

式中：F_{ql}和F_{qr}为行车过程中左右两侧的头轮驱动力，N；F_{tj}、F_{wj}分别为头部端部、尾部端部密封摩擦阻力，N；F_{lk}和F_{rk}为左右两侧车轮和滑轨的摩擦力，N；F_{zl}和F_{zr}为尾轮在烧结机回程提供的驱动力的反力，N。

头尾轮由于安装误差或者运行过程中单侧摩擦阻力过大时，其相对位置变形为“平行四边形”。此外，由于齿板倾斜等所引起的误差，垂直于挡板的头轮驱动力F_{ql}可沿水平与竖直的方向分解为F_{qlx}和F_{qly}；同理，尾轮压紧力F_{zl}可分解为F_{zlx}和F_{zly}，故水平方向上满足：

$$F_{qlx}+F_{arx}=\sum_{j=1}^{n}F_{tj}+\sum_{j=1}^{n}F_{wj}+\sum_{k=1}^{n}F_{lk}+\sum_{k=1}^{n}F_{rk}+F_{zlx}+F_{zrx} \tag{2}$$

而竖直方向上台车处于弱平衡状态，满足：

$$F_{qly}+F_{qry}-F_{zly}-F_{zly}=\Delta F_{y} \tag{3}$$

产生的力差形成附加扭矩M，台车向前运动时同时又绕O点环转，形成回转角α，如图2所示[5]。台车在附加扭矩的作用下，逐渐向一侧跑偏，从而发生“啃轨”等现象。

烧结机头尾轮由于安装误差或台车制造误差，会使头尾轮呈现梯形相对位置；此外，在实际生产过程中，空气流会造成烧结机台车两侧温度不均，导致左右钢材部件的线性热膨胀存在差异[6-7]。此种情况下，设台车全长L=100 m，当上下温度差为$\Delta t=20$ ℃时，钢材的线性热膨胀差：

$$\Delta L=\alpha\gamma\Delta t\gamma L \tag{4}$$

式中：α为钢材的热膨胀系数。

将数据代入式(4)，$\Delta L=1.2\times10^{-6}\times100\times10^{3}\times20=24$ mm。由计算结果可以看出，尽管热膨胀所导致的变形量数值并不大，但还是会对台车出现“上窄、下宽或上宽、下窄”的“梯形”跑偏现象造成一定的影响，如图3所示。

在此种变形条件下，台车整体将受到向上的推力，当该推力大于竖直方向上的摩擦阻力时，台车最终会整体向一侧跑偏。

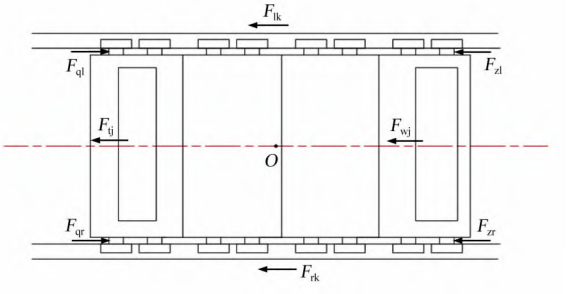


图1 台车正常运转时的整体受力

Fig. 1 The overall force of the trolley during normal operation

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

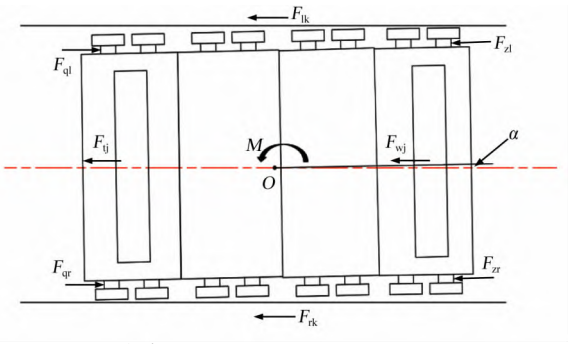


图 2　台车呈“平行四边形”跑偏时受力分析

Fig. 2　The force analysis of the trolley when it is in a “parallelogram” deviation

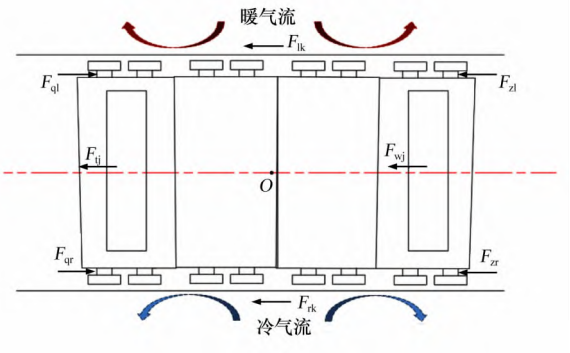


图 3　台车呈“梯形”跑偏时受力分析

Fig. 3　Analysis of the force when the trolley runs off in a “trapezoid” shape

1.2　台车跑偏预防措施

(1) 安装方面。烧结机安装过程中应正确放线，确立中心标高基准[8]。烧结机的头轮、尾轮、轨道、滑道要以烧结机纵向中心线对中。尾部移动架在安装时要达到设计图纸与安装说明书的要求，保证其正常自由膨胀[9]；及时调整风箱的活动隔板和固定隔板与台车底之间的间隙，避免活动隔板与固定隔板发生摩擦；调整单辊导料槽与烧结机尾部的距离，避免烧结矿落入尾部移动架底部，妨碍烧结机尾部移动架的正常热膨胀；安装烧结机风箱阀门时要注意同步，确保开度一致，实现烧结台车宽度方向温度匹配；风箱防上浮托架两侧的间隙要确保一致，避免滑道与台车底部密封游板之间的摩擦力不一致；烧结机头尾弯道调整完成后，及时固定调整垫片组，避免烧结机运行时因振动引起垫片组掉落，导致头尾弯道尺寸与设计尺寸出现偏差过大，甚至造成轨道下陷。

(2) 生产方面。生产方面应及时更换已磨损的零、部件；经常打开或关闭厂房的窗户，调节气流量，减少烧结机左、右两侧的温度差[10]；测量并调整水平两侧的轨道标高，将标高偏差控制在许可范围内。检查尾部移动架左、右两侧移动量是否一致，其不一致时应进行以下项目的排查：① 是否有异物或某个部位阻碍移动架的移动；② 平衡重锤中链条是否被卡住或移动不够灵活；③ 两侧平衡重量是否一致；④ 平衡重锤链条是否有一侧被拉断。

经过上述排查及处理后，如果台车仍存在长时间往同一方向偏斜，且情况比较严重，则可尝试移动调整装置，用以改变头部星轮自由侧轴承座的位置，实现台车跑偏的调整。此项调整需慎重，一般情况不宜作此调整[11-12]。

(3) 操作方面。及时清理尾部移动架底部的集料，避免其无法自由膨胀；使烧结机布料尽量均匀，预防烧结机台车左右侧热膨胀不一致；及时查看烧结机台车滑道密封润滑系统，避免管道堵塞或者电磁阀堵塞导致润滑失效。

2　360 m²烧结机台车跑偏分析与调整措施

2.1　台车跑偏数据检测与分析

某钢厂 360 m² 烧结机 2020 年 9 月投产，台车出现跑偏现象后，检修人员曾在烧结机设备厂家指导下将头轮自由侧往尾部调整了 16 mm，同时将尾轮自由侧轴承座向后调整了 8 mm，但台车跑偏问题并未得到有效解决，台车“啃轨”现象依旧严重。为及时解决问题，本文结合实际情况开展 3 次数据检测，并根据数据结果制定对应解决方案。

2.1.1　第一次检测与分析

第一次检测累计时长为 11 d，检查和处理的内容如下。

(1) 台车轨道的检查。以烧结机原始安装示板中心线为基准，用钢丝拉好中心线。复测轨道中心线、轨距、标高的相对极限偏差，利用吊线锤检查台车上下轨是否在同一中心线上。检查结果显示，上下轨道整体标高相对差均在

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

安装误差许可范围内。

(2) 头轮及头部弯道的检查。以头轮原始安装永久性横向中心线为基准，复测头轮横向中心线与纵向中心线是否正交；以永久标高点为准，用精密水准仪检测头轮转动轴的水平度；根据设备技术图纸及相关施工规范要求全面复检各相关尺寸。检测结果显示，其均符合安装标准。

(3) 尾轮及尾部弯道的检测。以烧结机纵向中心线为基础复查尾部弯道的纵向中心线重合度。以标高基准点为准复查尾部弯道标高，以烧结机尾部横向中心线复测尾部弯道横向中心线的重合度。检查尾轮自由端、固定端轴承座是否装反，检查风箱防上浮托架间隙是否符合图纸要求。打开轴承盖，检查尾轮安装方向是否正确，防上浮托架间隙符合图纸要求(0.1~0.5 mm)。

(4) 解除尾部自由端的限制。处理阻碍尾部移动架自由移动的问题，包括移动架上下所有的侧挡轮、4个支撑辊轮、移动斗的4个支撑辊轮；并完全清理移动架下部的残余烧结矿，保证尾部移动架能自由移动。按照说明书的要求通过液压千斤顶测试尾部移动架的自由移动情况，利用千斤顶将尾部移动架推出，泄压后尾部移动架能够在配重的作用下回到原来位置，反复3次，确保尾部移动架的自由移动。

(5) 头轮齿板与头部弯道的位置测量。将烧结机头部星轮上的台车全部吊开(台车吊开时做好标记，以便后续安装)，按照图纸的要求测量头轮齿板与头部弯道的位置关系，以星轮为基准测量星轮齿板齿根与内轨之间的位置关系，以内轨为基准测量内外轨之间的间隙。测量数据如表1所示。

表1 头轮齿板与头部弯道的位置关系

Table 1 The positional relationship between the head gear tooth plate and the head curve mm

位置	固定端	内外轨距	自由端	内外轨距
上部	24	363	27	370
中部	17	370	2.5	370
下部	39	371	36	371

从表1可以看出：由于头部星轮自由端向尾部移动了16 mm，导致星轮中部齿根与内轨距离自由端为2.5 mm，距离固定端为17 mm，存在较大偏差，同时导致尾部移动架自由端向后倾斜14 mm(通过观察侧挡轮并测量移动架与尾部骨架之间的距离)；自由端轨道比固定端低3 mm；由于试车过程中自由端上部轨道曾被台车顶住，导致自由端内外轨距离测量值比图纸要求大8 mm，部分达到385 mm，比图纸要求大23 mm。

(6) 检查烧结机热态运行过程中的热膨胀，发现自由端热膨胀为91 mm，固定端热膨胀为99 mm。

2.1.2 第二、三次检测与分析

将132个台车进行分组，分别测量其自由端和固定端宽度，测量数据如表2所示。

表2 台车自由端与固定端的数据

Table 2 Data of the free end and the fixed end of the trolley mm

台车编号	自由端宽度	固定端宽度	台车编号	自由端宽度	固定端宽度
1~5	7 500	7 501	71~75	7 498	7 498
6~10	7 500	7 500	76~80	7 499	7 501
11~15	7 500	7 500	81~85	7 503	7 505
16~20	7 500	7 500	86~90	7 498	7 497
21~25	7 500	7 498	91~95	7 502	7 500
26~30	7 503	7 503	96~100	7 500	7 500
31~35	7 500	7 500	101~105	7 499	7 499
36~40	7 498	7 499	106~110	7 500	7 497
41~45	7 500	7 499	111~115	7 500	7 500
46~50	7 503	7 502	116~120	7 500	7 500
51~55	7 498	7 497	121~125	7 498	7 499
56~60	7 498	7 499	126~130	7 502	7 502
61~65	7 500	7 500	131~132	7 502	7 502
66~70	7 498	7 499	累加数据	202 499	202 497

测量过程中发现台车底部有明显摩擦的痕迹[图4(a)]，经判断为台车底部与风箱活动隔板摩擦，部分划痕深度超过了5 mm；除此之外，尾部移动架的移动斗也被磨穿[图4(b)]。

2.1.3 跑偏原因分析

从两次检测数据结果可以看出：台车上下轨道整体标高相对差以及头轮与头部的相对位

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



(a)　台车底部；(b)　移动斗

图 4　台车底部和移动斗的磨损情况

Fig. 4　Wear on the bottom and mobile backet of the trolley

置均在安装误差许可范围内；固定端与自由端的热膨胀之差也在许可范围内；台车宽度累计误差小；但由表 1 可知，星轮中部齿根与内轨距离自由端为 2. 5 mm，距离固定端为 17 mm，存在较大偏差。复测头轮齿板与头部弯道的位置时也发现：尾部移动架自由端向后倾斜达到了 14 mm。故而推测是烧结机头尾轮之间存在的相对偏移量使得该烧结机呈现出“平行四边形”式的变形，引发了台车的跑偏，最终导致该台车车轮出现了“啃轨”的现象。

烧结机生产厂家所提供的调整方案，虽将头轮自由侧往尾部调整了 16 mm，但由于台车的使用环境不同，可能并未能使得台车头尾轮之间的偏移量达到最小，故而调整后跑偏问题没有得到改善，依旧呈“平行四边形”式跑偏。

2. 2　跑偏调整措施

2. 2. 1　第一次检测后调整

获悉第一次检测数据后，立即将头轮、尾轮调整到原来的位置，因为原位置头轮尾轮的横向中心线与烧结机纵向中心线垂直。此外，测量头轮与头部弯道的相对位置，根据测量结果，以头轮齿板为基准调整头部弯道内轨，使上、中、下三个尺寸符合说明书要求。然后以内轨为基准调整外轨，使内外轨上、中、下间距符合说明书要求，特别是自由端顶变形的外轨必须调整到设计位置，即内外轨的间距控制在(362 ± 1) mm。

2021 年 5 月 27 日，恢复头轮并拧紧螺栓后测量数据如表 3 所示。由表 3 可知：调整后上部台车及回车道台车自由端均有间隙，不再“啃轨”，部分台车已经回正。但是台车仍然靠近自由端一侧运行，即自由端台车轮缘与轨道之间间隙明显比固定端小。

表 3　调整后的头轮齿板与头部弯道的位置关系

Table 3　The positional relationship between the adjusted head gear tooth plate and the head curve　　**mm**

位置	固定端	内外轨距	自由端	内外轨距
上部	23. 0	363	25	370
中部	17. 5	370	18	369
下部	44. 5	370	42	370

2. 2. 2　第二次检测后调整

由上述分析可知，132 个台车宽度累计误差仅为 2 mm，排除了因烧结机台车宽度上的制造误差导致的跑偏。结合第一次调整后的情况与图 2 的力学分析，推断台车跑偏可能是安装时齿板倾斜所致，故将烧结机头轮自由端向尾部顶进 20 mm(头轮调整的极限) ；将自由端配重减少 40 kg，固定端配重增加 50 kg，以平衡台车各方向受力。

运转 12 h 后，2021 年 7 月 4 日发现回车道台车车轮轮缘与轨道之间都有间隙，头尾间隙小约 3 ~ 5 mm，中间间隙约为 10 mm；上部自由端轮缘与轨道之间也有 3 ~ 5 mm 的间隙。调整效果证明了之前的推断，但受头轮自由端的行程限制，中间间隙较两边仍偏大，此外由于停机时间有限，风箱活动隔板来不及处理。

2. 2. 3　第三次检测后调整

经过上述两轮调整后，烧结机上部台车及回车道台车自由端均有间隙，不再“啃轨”，部分台车已经回正；同时，也排除了烧结机台车

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

宽度上的制造误差导致的跑偏。但第二次调整时受头轮自由端行程限制，中间间隙较两边偏大，故继续平衡台车受力，开展以下工作:

(1) 处理烧结机头轮自由端靠烧结机尾部的千斤顶。将千斤顶拆出，经与设计单位商议后，将塞头部铣掉10 mm，以便头轮自由端继续向尾部移动6 mm。

(2) 处理烧结机头部三块活动隔板，将配重全部取出，以台车底为基准，保证隔板间隙为20~30 mm，然后将配重块支架焊死。风箱活动隔板处烧结矿如图5所示。由图5可看到，风箱活动隔板已被烧结料卡死，无法自由移动。因此，通过清理烧结矿恢复风箱活动隔板的自由移动。



图5 风箱活动隔板处烧结矿

Fig. 5 Sinter at the movable partition of the bellows

(3) 称量配重，固定端为3 310 kg，自由端为3 520 kg。经过三次跑偏调整，于2021年7月31日重新进行烧结机空负荷单机试车，烧结机上部台车全部回正；8月1日热负荷试车，烧结机上下台车全部回正，经过半个多月的生产运行验证，解决了烧结机台车跑偏问题。分析原因认为，经过三次检测及调整后，烧结机头尾轮的位置恢复到正常的矩形状态，并且消除了台车与其他部件的刮蹭现象，去除了附加阻力的影响，实现了台车左右两侧受力均衡的目的。

3 结 论

(1) 烧结机台车安装时应尽可能保证其安装基准，减少因安装误差而导致台车头尾部存在较大相对偏移量，进而引起台车呈“平行四边形”式跑偏；此外台车生产时应保证厂房的通透性，尽可能地减小台车两侧的热膨胀，避免出现“梯形”式的跑偏情况。

(2) 台车跑偏调整应尽可能保证其各方向受力均衡。若台车已经出现跑偏现象，可先通过调整烧结机头轮自由端轴承座，实现上部台车的跑偏调整。当烧结机上部台车向自由端跑偏，可将烧结机头轮自由端轴承座向尾部移动，反之则将自由端轴承座向头部移动。再通过调整配重实现下部回车道台车的跑偏调整。当回车道台车向自由端跑偏，在台车不拉缝的前提下将自由端配重减轻，反之则将固定端配重减轻。

(3) 烧结机台车跑偏调整实践表明，回车道台车对配重量较为敏感，上部台车对配重量不敏感。

参考文献:

[1] 王万军. 八钢265 m^2 烧结机台车跑偏原因分析与改进[J]. 山东冶金,2013,35(6):77;80.
WANG Wanjun. Analysis and improvement on running deviation of 265 m^2 sintering machine of Xinjiang Bayi Iron & Steel [J]. Shangdong Metallurgy,2013,35(6):77;80.

[2] 熊朝亮,杨铁卫. 烧结机跑偏的检测分析和处理[J]. 烧结球团,2005,30(1):31-34.
XIONG Chaoliang,YANG Tiewei. Examination and adjustment about sinter machine running deviation [J]. Sintering and Pelletizing,2005,30(1):31-34.

[3] 赵宏森. 首钢504 m^2 带式焙烧机台车跑偏检测与调整[J]. 烧结球团,2013,38(2):43-47.
ZHAO Hongsen. Measuring and adjusting the meandering of pallet of shougang 504 m^2 straight grate [J]. Sintering and Pelletizing,2013,38(2):43-47.

[4] 贺南宁. 带式焙烧机特点及台车跑偏故障的原因分析[J]. 科技资讯,2015(9):28-29;31.
HE Nanning. Characteristics and car running wide belt type roasting machine fault reason analysis [J]. Science & Technology Information,2015(9):28-29;31.

[5] 项宝胜,李建雄. 京唐烧结厂580 m^2 环冷机跑偏分析及处理措施[J]. 中国冶金,2016,26(8):52-55.
XIANG Baosheng, LI Jianxiong. Deviation analysis and treatment of 580 m^2 ring cooler in Jingtang sintering plant [J]. China Metallurgy,2016,26(8):52-55. (下转第63页)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

27(1):4－7.
YE Kuangwu. Review of three kinds of pelletizing process [J]. Sintering and Pelletizing,2002,27(1):4－7.

[4] 严照照,卢建光,吕庆,等. 碱度对生球质量和球团矿抗压强度的影响[J]. 钢铁钒钛,2018,39(6):110－115.
YAN Zhaozhao, LU Jianguang, LÜ Qing, et al. The impact of basicity on the green ball quality and cruslring strength of pellets[J]. Iron Steel Vanadium Titanium, 2018, 39(6): 110－115.

[5] 刘曙,路漫漫,付金涛,等. －0.025 mm 粒级含量对磁铁精矿成球性的影响[J]. 烧结球团,2014,39(5):31－34.
LIU Shu, LU Manman, FU Jintao, et al. Influences of content of iron materials with particle size of －0.025 mm on ballability of magnetite concentrates[J]. Sintering and Pelletizing, 2014,39(5):31－34.

[6] 许宝科,胡文祥,易安南,等. 高压辊磨机边料循环工艺在球团生产中的应用[J]. 中国冶金,2021,31(8):49－53;59.
XU Baoke, HU Wenxiang, YI Annan, et al. Application of high pressure grinding roller edge recycle process in pellet production[J]. China Metallurgy,2021,31(8):49－53;59.

[7] 刘建华. 链算机—回转窑干返料配加工艺优化[J]. 冶金管理,2020(23):7－8.
LIU Jianhua. Optimization of dry return material mixing process for chain grate-rotary kiln[J]. Metallurgical Management,2020(23):7－8.

[8] 胡志清,潘建,朱德庆,等. 铁精矿原料特性及其对成球性能的影响[J]. 烧结球团,2013,38(4):42－45;49.
HU Zhiqing, PAN Jan, ZHU Deqing, et al. Raw material characteristics of iron ore concentrate and its influence on balling performance [J]. Sintering and Pelletizing, 2013, 38(4):42－45;49.

[9] 张乐元,杨洪峰,孙志强,等. 链算机—回转窑氧化球团系统技术进步[J]. 烧结球团,2010,35(4):40－43.
ZHANG Leyuan, YANG Hongfeng, SUN Zhiqiang, et al. Technological progress of grate-kiln oxide pellet production system of tieying company[J]. Sintering and Pelletizing, 2010, 35(4):40－43.

(上接第 48 页)

[6] 李元发. 烧结机回程道上台车起拱问题的探讨[J]. 南方金属,2007(156):51－52.
LI Yuanfa. A discussion on the arching of the returning trolley at sintering machine[J]. Southern metals,2007(156):51－52.

[7] 戴敏,谭青,贺谦思. 涟钢 280 m^2 烧结机跑偏的治理[J]. 科技传播,2016(17):161－163.
DAI Min, TAN Qing, HE Qiansi. Treatment of 280 m^2 sintering machine running deviation of Lianyuan iron and steel[J]. Public Communication of Science & Technology,2016(17):161－163.

[8] 张进坤,赵俊勇,刘军,等. 烧结厂 265 m^2 烧结机跑偏分析与调整[J]. 莱钢科技,2008(6):51－52;55.
ZHANG Jinkun, ZHAO Junyong, LIU Jun. Analysis of 265 m^2 sintering machine snaking in the sintering plant and its redressal[J]. Laigang Science & Technology,2008(6):51－52;55.

[9] 朱志强,张童,王献东,等. 360 m^2 烧结机跑偏原因分析[J]. 河北冶金,2019(4):44－47.
ZHU Zhiqiang, ZHANG Tong, WANG Xiandong, et al. Analysis of the reason of 360 m^2 sintering machine deviation[J]. Hebei Metalurgy,2019(4):44－47.

[10] 常涛. 台车运行轨迹偏移的原因简析[J]. 山东工业技术,2015(17):290.
CHANG Tao. Analysis of the reason of track deviation on trolley[J]. Journal of Shandong Industrial Technology, 2015(17):290.

[11] 谢斌,孙立行. 带式烧结机台车运行跑偏原因分析及处理方法[J]. 金属材料与冶金工程,2010,38(2):34－36.
XIE Bin, SUN Lixing. Reason analysis and handle means of trolley running departure for draper-type agglomeration engine [J]. Metal Materials and Metallurgy Engineering, 38(2):34－36.

[12] 杨绍令,朱继华. 济钢 105 m^2 带冷机台车跑偏的分析及调整[J]. 烧结球团,2006,31(6):54－56.
YANG Shaoling, ZHU Jihua. Analysis and adjusting of grate cooler slip of Jigang 105 m^2 sinering plant[J]. Sintering and Pelletizing,2006,31(6):54－56.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net