

## 如何维持高炉合理操作炉型

吴虹利

河北荣信钢铁有限公司, 河北 唐山 063000

[摘要]何谓合理的操作炉型, 个人认为: 能够实现高效、低耗、优质的操作炉型就是合理的操作炉型, 至于稳定、长寿是长期维持好合理的操作炉型来实现的。影响操作炉型的因素有很多, 设计炉型、原燃料质量、高炉操作制度、管理水平、设备配置等等。文中主要从设计炉型、原燃料质量、高炉操作制度、预警管理等几方面加以阐述。

[关键词]操作炉型; 原燃料; 操作制度; 预警管理

DOI: 10.33142/ec.v5i5.5959

中图分类号: TF576.7

文献标识码: A

### How to Maintain the Reasonable Operation of the Blast Furnace

WU Hongli

Hebei Rongxin Iron and Steel Co., Ltd., Tangshan, Hebei 063000, China

**Abstract:** What is a reasonable operating furnace type? Personally, I think that an operating furnace that can achieve high efficiency, low consumption and high quality is a reasonable operating furnace. As for stability and longevity, it is achieved by maintaining a reasonable operating furnace for a long time. There are many factors affecting the operating furnace type, such as design furnace type, raw fuel quality, blast furnace operating system, management level, equipment configuration and so on. The article mainly elaborates on the aspects of design furnace type, raw fuel quality, blast furnace operation system, early warning management and so on.

**Keywords:** operation furnace type; raw fuel; operation system; early warning management

#### 引言

高效、稳定、低耗、优质、长寿是炼铁工作者追求的目标, 也是日常生产中遵循的十字生产准则。随着国内原燃料产品质量的改善和冶炼技术的不断进步, 高效、低耗、优质三个目标正在被一代代炼铁人刷新着记录, 但高炉长期的稳定顺行、长寿却一直困扰着很多炼铁工作者, 经常出现上个月还高效、低耗, 这个月就出现了炉况失常。高炉长寿更是很多地方企业可望而不及的目标。很多炼铁工作者常挂在嘴边的一句话“鱼和熊掌不能兼得”, 即“高效、低耗、优质与长寿不可兼得”, 高效、低耗、优质与稳定、长寿是一对矛盾体, 如何抓住主要矛盾, 让矛与盾成为一个共同体? 本文主要阐述如何维持合理操作炉型, 确保高炉高效、稳定、低耗、优质、长寿。

#### 1 高炉设计炉型

设计炉型是随着原燃料条件的改善, 操作技术水平的提高, 科学技术水平的进步不断发展变化的, 逐步形成了现在的五段式高炉。实践证明, 五段式高炉是满足炉料受热膨胀、熔融滴落收缩与煤气流升降温收缩变化特性的, 随着薄壁炉衬、软水密闭循环冷却、整体炉缸浇筑等新技术的应用, 五段式高炉的优越性更加凸显。

##### 设计炉型的影响

设计炉型的合理与否直接影响着一代炉役的高炉工作状态, 影响着操作炉型的形成。某单位同时建设两座

1080 高炉, 两座高炉均在运行一年左右时间出现炉腹冷却壁烧漏现象, 其中 1 座高炉大约运行两年时间就被迫停炉大修。同期调研本地区同等型号高炉, 两家公司的 1080 高炉均出现一年多就停炉中修的现象。经过对比分析, 高温段冷却壁烧损主要因炉腹角设计太大而引起, 属设计炉型缺陷。

某公司 1080 高炉借大修机会原地增容至 1180m<sup>3</sup>, 增容过程中炉缸直径由 8 米减小至 7.8 米, 炉腹角、炉身角全部缩小 (具体缩小尺寸记不清楚), 高炉增加容积全部在炉腹、炉腰、炉身, 炉喉部位未动, 主要为使用原炉顶设备。高炉开炉后较原炉型透指高、风量大, 但料尺走动差, 常伴有滑尺塌料现象。后经缩短风口长度, 增大风口面积、料制疏导边缘等手段高炉逐步达产。分析原因主要是增容过程中炉腹角度缩小太多, 一次气流边缘不充沛。采取缩短风口长度的方式使实际工作炉腹角增大, 克服先天设计缺陷。增容后高炉寿命明显改善, 2014 年改造完成后, 高炉顺行状态一直良好。

#### 2 原燃料质量

合理的操作炉型应内壁光滑, 下料顺畅, 炉缸工作均匀活跃, 渣铁物理热充沛。把控入炉粉末, 控制有害元素入炉, 防止块状带炉墙结厚, 高温区渣皮无序更替, 炉缸粘堵。

##### 2.1 控制入炉粉末

原料厂不应盲目追求烧结矿产量, 一定要合理控制好

烧结矿自返量, 严格把控厂内筛分, 带式烧结机生产的烧结矿小于 10mm 比例确保小于 30%, 减轻炼铁厂筛分工作。生产的烧结矿应根据所供炉型的大小, 合理控制烧结矿转鼓。一般要求, 供 1000m<sup>3</sup>-2000m<sup>3</sup> 高炉, 烧结矿转鼓保证在 (75-78)%, 供 2000m<sup>3</sup> 以上高炉, 烧结矿转鼓保证在 78% 以上, 炉型越大烧结矿转鼓要求越高。

炼铁厂要时时监控中转筛、槽下筛分情况, 每个班次槽下检测入炉含粉。当入炉含粉超标时, 采用控制下料速度、调整震筛振幅等手段将入炉含粉控制在标准内。入炉料质量长期劣化无改观, 采用改变筛板型号的手段加强筛分。目前常用的烧结筛板型号有上 6mm 下 3.5mm、上 6mm 下 3.3mm、上 7mm 下 3.5mm 等等, 炼铁厂应根据原料质量合理选择筛板型号, 确保入炉含粉在规定标准内。1000m<sup>3</sup>-2000m<sup>3</sup> 高炉入炉含粉一般要求小于 5%, 2000m<sup>3</sup> 以上高炉一般要求小于 2%-3%。炼铁厂应根据炉型大小合理控制入炉含粉, 一味的追求入炉含粉指标, 将造成原料过度筛分, 吨铁铁料消耗增多, 吨铁成本升高, 效益下降。

## 2.2 控制有害元素

控制入炉有害元素方面, 主要从控制入炉原料有害元素含量入手, 做到入炉碱金属负荷不超过 3kg/t, 入炉锌元素负荷不超过 350g/t, 入炉钛负荷不超过 6kg/t。每调整一次块矿配吃品种或比例时, 都要重新界定入炉烧结矿、球团矿的有害元素含量, 保证入炉有害元素负荷在规定范围。比如, 下一步我公司计划配吃 pb 块 7.5%、纽曼块 7.5%, 那么烧结矿的含锌应控制在小于等于 0.02% 范围, 球团矿含锌控制在小于等于 0.033% 范围; 烧结矿含钛控制在小于等于 0.22% 范围, 球团矿含钛控制在小于等于 0.65% 范围。同时含钛物料、含锰物料在球团、烧结生产中合理搭配, 做到铁水中钛含量、锰含量达到一定比例, 以改善渣铁的流动性。生铁含钛达到 0.8% 时, 铁中锰  $\geq$  0.35%。

要达到以上控制标准, 一定要严格控制进厂精粉有害微量元素含量; 考虑配矿成本, 精粉的使用一定要合理搭配, 既控制了入炉有害元素负荷, 又做到了经济生产。

## 3 高炉操作制度

操作炉型是在一定的原燃料水平下通过调整各种高炉操作制度来把控的, 高炉操作制度的合理与否直接关系到操作炉型的形成和长期稳定。

### 3.1 热制度的选择

对于高炉热制度的选择, 个人认为: 应该在保证生铁含硫 0.025%-0.035% 之间时, 生铁物理热  $\geq$  1480℃ 合理选择生铁含硅。小高炉物理热可以适当下控, 1000m<sup>3</sup> 级高炉物理热可选择 1480℃ 为界, 2000m<sup>3</sup> 高炉物理热可选择 1500℃ 为界, 根据物理热水平要求, 1000m<sup>3</sup> 高炉生铁含

硅控制范围可定在 0.25%-0.4% 水平, 2000m<sup>3</sup> 高炉生铁含硅控制范围可定在 0.2%-0.35% 水平。当然, 热制度的选择受原料水平的变化而变化, 但热制度的选择应优先考虑铁水物理热水平, 然后根据铁水物理热与生铁含硅的线性关系选择生铁含硅, 必须做到先有铁水物理热, 后有生铁含硅。

### 3.2 送风制度

送风制度的调整包括调整送风小套长度、调整送风小套直径、调整送风小套斜度、调整送风风量等等。送风小套长度的调整要结合设计炉型炉腹角度的大小, 保证实际工作炉腹角度在一个合适范围, 同时一般同一座高炉的小套长度都应该相等。小套直径的调整主要是调整入炉鼓风动能, 调整气流的径向分布。小套斜度的调整主要是调整炉缸的吹透力。

送风制度的选择与调整必须参考本厂的原料质量水平、燃料质量水平、风机配备、炉容等特定因素, 切不可不切实际情况盲目跟风, 所有的经验公式都是在客观条件下总结而出, 只可参考不可套搬。送风制度的调整应综合考虑设计炉型、原燃料质量变化、高炉各运行参数变化、炉役年限等各类因素, 切不可异想天开盲目追求单一指标而调整。送风制度的调整应本着圆周送风均匀, 动能合理匹配的原则, 评判送风制度的合理性在于装料制度是否能有效与之匹配, 达到高效、低耗的目标。合理的送风制度有助于炉墙的均匀侵蚀与粘附, 从而达到形成规整操作炉型的目的。

### 3.3 造渣制度

造渣制度不能理解为简单的碱度服从硫, 所做的渣系应充分考虑二元碱度、四元碱度、渣中铝含量、镁铝比等等。所做渣系首先应能够满足脱硫效果、洁净铁水的目的, 其次还要具有较高的稳定性, 不能因成份、温度的微小波动而造成炉渣粘度大起大落。稳定的渣系能够促进高温区渣皮有序动态更替, 稳定渣皮厚度, 促进合理炉型的形成。

### 3.4 装料制度

随着无钟炉顶的使用, 装料制度的调剂手段更加丰富与灵活, 主要的调剂手段包括: 矿批、料线、布料倾角、正反装等等。

装料制度的调整应以匹配入炉原料、燃料本身固有透气性为目的, 通过调整布料矩阵、矿批、料线使气流合理分配, 炉况顺行。不切实际情况, 盲目的通过装料制度调整来改善煤气利用是不可取得, 一味的追求高煤气利用低消耗, 必将走进恢复炉况的误区, 破坏工作炉型。同时, 以保炉况顺行为理由, 一味的追求煤气气流通路也必将造成燃料成本无畏的升高, 工作炉型的不合理。装料制度的调整一定要把握好度, 利用好这项炉况调整的手段。装料制度是调整合理操作炉型的有效手段

之一，合理的煤气流分布，适当的软熔带高度，能够有效避免炉墙结厚、炉缸堆积等畸形操作炉型的形成。装料制度还是处理畸形炉型的有效手段，炉墙结厚，可以通过发展边缘气流方式有效治理；炉缸不活，可以通过稳定两股气流方式有效治理。合理的装料制度是维持合理操作炉型的基础，日常生产中应以稳定气流，两股气流合理发展为目标。

#### 4 预警管理

预警管理方面主要从原料、高炉操作参数、冷却系统几方面入手，确保高炉操作炉型长期稳定合理，达到高炉高效、低耗、稳定、优质、长寿的目的。

##### 4.1 原料预警管理

铁料预警管理主要从铁料物理性能、化学成份、有害元素控制几方面形成预警管理体系。原料物理性能主要从烧结矿转鼓、落地料入炉管控等方面抓，当烧结转鼓低于74%时，提醒高炉操作注意，同时生产技术处责令原料厂尽快调整；当烧结转鼓低于73%时，高炉主任、炉长值班盯住炉况，同时生产技术处组织原料厂开会分析并尽快调整。当因限产上落地料时，落地烧结争取全部做到走中筛，实现落地烧结两次筛分，同时提醒高炉操作者注意。化学成份方面，烧结矿含铝、亚铁、碱度形成预警体系。根据烧结中铝含量预算渣中镁铝比，从而有效控制烧结中镁含量，达到炉渣中镁铝比在0.6-0.65之间，四元碱度稳定，确保渣系稳定。烧结亚铁、碱度超出规定范围，形成调整操作燃料比、碱度的预警制度。有害元素预警管理包括入炉碱负荷、入炉锌负荷、入炉钛负荷几个方面。当某一负荷超过规定标准时，第一时间反馈给主管配矿工作的工程师，工程师通过分析合理调整配矿，达到规定入炉负荷标准，同时高炉根据元素入炉负荷超标情况，合理调整操作制度，做到有害元素有效排出。

燃料的预警管理主要从焦炭物理性能、焦炭热性能、焦炭化学成份、煤粉发热量入手形成预警管理体系，制定合理的燃料入厂标准。当入厂燃料某一性能不能达标时，按照性能指标对该燃料进行降级处理，降级处理仍不符合标准的将按问题物料统一堆放。统一堆放的问题物料通过小剂量配吃手段合理消化，以不能破坏综合入炉性能为红线标准要求。

##### 4.2 高炉操作参数预警管理

高炉操作参数预警管理可以从压差、透指、风量、料尺稳定几个方面形成预警制度。下表1示例出预警管理模式。

表1只是对预警管理做一个示例，管理者应结合实际情况，制定符合生产实际的预警管理机制。

表1 预警管理模式

参数	正常	预警	措施
压差	≤170kPa	≥175kPa	车间注意，分析原因主动调整
		≥180kPa	厂部注意，分析原因指导调整
透指	15-16.5	≥17	车间注意，防凉、防事故
		≤14	厂部注意，防炉况事故，提示操作调整
风量	2800±50m <sup>3</sup> /min	≥2900m <sup>3</sup> /min	车间注意，主动调整
		≤2700m <sup>3</sup> /min	厂部注意，指导调整
料尺	均匀，无滑塌	有滑塌	厂部注意，指导调整

##### 4.3 冷却系统预警管理

都说冷却系统是高炉的外科医生，是高炉生产系统重中之重的重要组成部分，是监控操作炉型合理与否的重要手段之一。首先，高炉冷却壁各层壁体温度应有明显分层，无交叉；其次，各层壁体温度不呆滞，有5-10℃波动；再次，各壁体温度、炉缸侧壁温度、炉底温度稳定，无大幅度波浪式波动。由于各高炉设计原因，冷却壁材质、冷却壁冷却形式、各电偶插入深度都有不同，无法统一出各壁体的温度区间，但高炉操作者可以根据自身炉型设计特点，总结出适合高炉本身的控制范围。

壁体温度分区管理是炉型管理的有效手段，一般将6-9段冷却壁定义为高温区，10段以上定义为块状带以及1-5段的炉缸带，分区管理能够做到清晰明了。

对于冷却系统监控，各家方法不一，有使用热流强度的，有使用壁体温差的，有直接使用壁体温度的，无论那种方式，都能总结出自身的规律。

#### 5 总结

(1) 设计炉型对于操作炉型有决定性作用，但巧用操作制度也是能改变的。

(2) 抓好原料工作，是高炉操作炉型形成的基础，有什么样的原料就有什么样的操作炉型与之相匹配。

(3) 操作制度的调整是建立在原、燃料基础上的，操作制度的调整是操作炉型形成的有效手段。

(4) 预警管理机制是保证操作炉型长期稳定合理的有效手段，做好预警管理工作，保证高炉稳定顺行，操作炉型合理稳定。

#### [参考文献]

- [1]张寿荣,于仲洁.中国炼铁技术60年的发展[J].钢铁,2014(7):8-14.
  - [2]杨天钧,张建良.我国炼铁生产的方向:高效节能环保低成本[J].炼铁,2014(3):1-11.
- 作者简介:吴虹利,中级工程师,本科,炼铁工艺。