

我国中型高炉生产技术中存在的问题及对策

刘 琦
(原冶金工业部)

摘 要 针对我国中型高炉炼铁生产技术上存在的问题,从原料、高炉操作和生产管理等方面提出了一系列的对策。

关键词 中型高炉 精料 高炉操作

1 引言

近年来,我国高炉日益大型化,发展极快。不仅原有的以大型高炉为主的企业纷纷建设容积更大的高炉(如 $2500 \sim 4000 \text{ m}^3$),而且原来以中小高炉为主的企业,也在大量地建设容积为 $1000 \sim 2500 \text{ m}^3$,乃至 3200 m^3 的大型高炉。但是,与此同时,除了 $\leq 300 \text{ m}^3$ 的小高炉部分遭到淘汰以外,以 $400 \sim 500 \text{ m}^3$ 为主体的 $\leq 1000 \text{ m}^3$ 的高炉,不仅绝大多数得到保留,并且仍在修建。因此,就全国范围看,不论是炉容结构,还是生产量, $300 \sim 1000 \text{ m}^3$ 级的中型高炉都仍然占有很大比例。据不完全统计,2007年全国1300多座高炉中, $> 1000 \text{ m}^3$ 的大型高炉有130余座,生铁产量只占全国的32%。由此可见,在今日之中国, $\leq 1000 \text{ m}^3$ 的高炉,主要是 $300 \sim 1000 \text{ m}^3$ 的中型高炉,仍然是中国钢铁工业的主力军。

有鉴于此,进一步提高中型高炉的生产水平、改善技术经济指标、降低生产成本、改善环保状况,对提高我国炼铁工业的整体水平,乃至全国经济的可持续发展都是十分重要的。

2 中型高炉生产技术现状

2.1 在我国高炉炉容序列中指标最优秀的集群之一

在我国,以 $450 \pm 100 \text{ m}^3$ 为主体的中型高炉,特别是近来大量兴建的 $450 \sim 500 \text{ m}^3$ 高炉,以其技术方针、装备水平、操作技术的成熟和依此创造出的优秀的技术经济指标,使其成为高炉容序列中最为成功的高炉集群之一,堪称高炉百花园中的奇葩。不仅为国内中型钢铁企业所喜爱,也深受国际冶金界,特别是发展中国家的青睐。

这一高炉集群,也是近些年进步最大的高炉群体。分析起来,他们的进步源于采用了正确的技术路线。

(1)坚定地执行精料方针。扬弃了容积小的高炉可以使用劣质原料的错误认识。如努力提高矿石品位和焦炭质量,采用“烧结矿+球团矿+块矿”的炉料结构;建设相对大型的烧结机,努力改善烧结矿质量;提高槽下整粒水平等。

(2)提高装备水平。采用了过去只有大高炉才采用的技术装备,如高压炉顶($450 \sim 500 \text{ m}^3$ 的高炉炉顶压力已达到 $12 \sim 1.4 \text{ MPa}$)、TRT技术、无料钟炉顶装料设备、高风温热风炉、大喷吹量的喷煤装备、先进的自动控制和计器仪表、长寿风口、先进的炉前装备和水渣系统等,并且使原本在中小型高炉率先采用的技术更加先进和完善,如干法除尘技术等。

(3)掌握了比较先进的操作理念和操作方法。选择了比较合理的基本操作制度,提高了炉况调剂水平。如许多高炉掌握了多环布料、高风温、高富氧、高喷煤、低硅铁冶炼技术等。

近几年,我国涌现了一批操作好、指标优,以中型高炉为主体的企业和高炉。如新兴铸管、营口中板、邢台、石钢、兴澄、纵横、德龙、建龙、国丰等。表1是以上各厂2007年全年的主要技术经济指标。

2.2 水平参差不齐

在我们说中型高炉是个优秀的高炉群体时,并不是说所有的中型高炉都是完美无缺的。在群体内部仍然存在着明显的差距,甚至一些高炉的生产状况和技术经济指标还不尽如人意。

表 1 部分企业 2007 年中型高炉技术经济指标

项目	利用系数 t/(m ³ ·d)	入炉焦比 kg/t	煤比 kg/t	燃料比 kg/t	入炉品位 %	风温 ℃
新兴铸管	4.146	365	161	526	59.16	1141
营口中板	4.107	401	131	532	56.59	1086
邢台	4.069	362	158	520	58.23	1088
石家庄	3.963	379	162	547	56.95	1082
兴澄	3.934	378	161	539	58.19	1109
纵横	3.804	389	134	533	58.36	1123
德龙	3.794	388	153	541	57.92	1039
建龙	3.785	398	147	545	58.60	1119
国丰	3.706	391	141	532	58.51	1115

如果从群体内部分析,指标先进的企业虽然不少,但仍然是相对少数,中等水平的是大多数,较差的是少数。正是存在这样的状态,我们才可以说,这一炉容群体存在着巨大的潜力。通过我们的工作,可以取得更好的成绩。

2.3 目前中型高炉生产上存在的问题

从总体来说,目前我国的中型高炉主要存在下述几个方面的问题:

(1)精料方面。虽然中型高炉的巨大进步,应该在很大程度上归功于对精料方针的重视和认真落实。但是近两三年,许多企业的原料条件不是持续改善的,甚至有不同程度的下降。原因是多方面的。

其一,近几年矿石资源紧张,大幅提价。中型高炉厂家多数没有自备矿山。购买进口的矿石又不能和大型企业站在同一起跑线上,买不到协议价矿。二手矿往往质次价昂。一些企业在被动情况下,降低了对原料的要求。也有的企业从成本出发,买了一些质次价低的原料。这首先表现在矿石品位的降低上。2007 年参加统计的 74 家大中型企业中有 26 家人炉品位低于 57%,主要是以中型高炉为主的企业。同时,高锌、高碱、高钛等的原料也被使用。

其二,中型高炉厂家很大一部分没有自备炼焦厂,市场上的焦炭价格猛涨,灰分、强度、含硫则持续恶化。即使有自备焦炉的企业,也因煤质下降而导致焦炭质量降低。

其三,许多企业近几年炼铁规模迅速扩大,但料场没有相应增加,导致原料成分波幅增大。这对高炉稳定顺行极为不利。何况不少企业,根本没有中和料场。

其四,原料管理存在死角,上述中和料场的建设是一个方面。而诸多企业对稳定白灰质量一直重视

不够。成分波动大,从而造成烧结矿碱度波动。

(2)关于高利用系数。中型高炉冶炼强度高,利用系数高,是中型高炉最大的亮点和最光辉的一面。2007 年全部由中型高炉组成的炼铁厂,平均利用系数 >3.70 的就有 13 家。但也不是所有的中型高炉都达到了高系数。2007 年利用系数低于 3.2 的还有 13 家。其中 <3.0 的有 6 家。对于高炉利用系数,笔者以为,作为中型高炉工作者应有冷静的分析。

首先,正如许多专家所提出的,代表高炉强化冶炼水平的,毕竟应该是单位炉缸面积上单位时间产生的煤气量,它决定着煤气在炉内的上升速度,即对炉料下降的阻力。因此,主张用“燃烧强度”和单位炉缸面积产铁量代替目前使用的“冶炼强度”和“单位容积利用系数”,估且不论此种观点是否全面,但它确实道出了高炉强化冶炼的本质。参照此种观点,对中型高炉与大高炉强化冶炼水平的差距,应作更科学的分析。表 2 是 3 200 m³ 与 450 m³ 高炉两种强度表示方法的情况。

可见,当 3 200 m³ 高炉利用系数为 2.5 时,与 450 m³ 高炉利用系数为 3.5 时的燃烧强度基本相当(假设燃料比相同),虽然它们的冶炼强度相差甚远。这主要因为中型高炉容积与炉缸面积的比值比大高炉小,与中型高炉料柱短有利于强化也有关系。当然,尽管如此,目前许多高炉接近 2.0 的冶炼强度也是非常骄人的。

其次,在中型高炉中,高炉容积普遍存在虚数,一般虚数在 10% 左右,个别的接近 20%。虽说少数大高炉也有容积虚数,但不太普遍,比例也较小(但新建的 1000 m³ 左右者除外)。这造成利用系数存在同比例的虚数。要知道,利用系数为 3.8 的高炉,当

表 2 3200 m³ 与 450 m³ 高炉不同强化表示方法比较

炉容	炉缸直径	炉缸面积	利用系数	燃料比	冶炼强度	燃烧强度
m³	m	m²	∕(m³·d)	kg/t	∕(m³·d)	
3200	12.0	113.4	2.5	520	1.35	36.78
450	5.4	22.9	3.5	520	1.89	35.76

容积虚 15% 时,实际系数就变成 3.23 了。这件事没有实际意义,但却妨碍了行业间的交流,在国际上也有不良影响。建议有关部门采取措施,恢复真实容积。当然,也有不少高炉的利用系数虽然很高,但却是真实的。

(3)燃料消耗偏高。作为群体而言,当前中型高炉的燃料比是比较高的。这有两层意思,一是比类似条件的大高炉高;二是比当前条件下可能达到的最佳状态高。下面来具体阐述。

首先,与大高炉对比。选择操作状态比较好的,基本由大高炉组成的 7 家企业:宝钢、武钢、首钢、鞍钢、太钢、马钢、湘钢,和前述 9 家最优秀的、全部由中型高炉组成的企业的平均指标进行对比(见表 3)。由表中可知,优秀的大高炉与中型对比,燃料比相差 47 kg/t。这一差距也大致反应了当前大、中型高炉总体的差距。分析起来,形成燃料消耗差距的原因有:①原料差距。表中两组高炉入炉品位相差 1.33%,大高炉所用焦炭比中型高炉好,大型烧结机生产的烧结炉也比中小型烧结机好。②炉型差距。大型高炉料柱高,煤气利用好。这是大型与中型高炉先天的差别,也是构成高炉大型化的动力之一。③设备差距。中型高炉比大型高炉因炉型的差别而冶炼周期短、料柱也短,煤气在炉内停留时间短;由于大型高炉炉顶压力高等因素,造成两类高炉煤气利用水平不同。④技术差距。上述大型高炉企业多是有着数十年炼铁史,拥有大批经验丰富的技术专家和熟练的操作人员。无论在高炉基本制度的选择和日常操作技术上都比较成熟。而 9 家中型高炉厂虽然是中型企业中的佼佼者,但对几个大型厂而言,还普遍存有差距。

其次,在中型高炉集群内部对比。上述 9 家企业代表的是集群中最先进的部分。集群内部在燃料消耗上还是存有差距的。在参加统计的 74 家各类

企业中,燃料比 > 550 kg/t 的有 24 家,其中 > 560 kg/t 的 16 家,> 580 kg/t 的 7 家,燃料比较高的多数是中型高炉。这比前述 9 家先进企业又高出 15 ~ 45 kg/t。中型高炉内部的差距,不止是燃料消耗,包括强化冶炼水平、生铁质量等方面也存在差距,主要是技术和管理方面的原因。

(4)[Si]、[S]偏高。虽然一些中型高炉能够生产低[Si]、低[S]生铁,但并不十分普遍,多数高炉生铁平均含[Si]仍在 0.5% ~ 0.6%;并且波动很大。不少中型高炉生铁平均含[S]经常维持在 0.04% 左右。生铁一级品率较低,许多高炉 < 50% 甚至 < 30%。这和大高炉生铁平均含[Si]普遍在 0.3% 左右,[S] < 0.03%,一级品率 ≥ 90% 的水平相比,存在明显差距。生铁质量较低的主要原因,一是原燃料成分波动大,炉况欠稳定;二是一些厂硫负荷高;三是炉缸不活跃,铁水温度低;四是操作制度不合理,如炉渣碱度低。

(5)环保差。这是中型高炉厂家的劣势。炉容小,座数多,要搞好环保,一次性投资和运转费用都较高。有些企业也重视不够。但这对企业而言,是影响其社会生存能力的大事,不能不予以高度重视。

3 部分中型高炉生产技术中存在的问题和对策

下面提到的是本人根据近年亲身经历和通过交流了解到的部分中型高炉生产技术中存在的问题。由于接触面有限,因此涉及面也仅限于部分中型高炉,不能以偏代全。

3.1 原料方面

(1)原料成分波动大,是中型高炉生产中存在的重要缺陷,前文已经述及。企业在扩大炼铁规模的同时,应该考虑扩建堆料场和中和料场。中和料场的建设,其效益似不直观,但实际上通过高炉顺行稳定,指标改善,带来的经济效益是十分巨大的。这已经被所有“过来企业”所证实。最近的例子,河南济钢在建设中和料场后,高炉生产面貌呈现重大改变,高炉利用系数和燃料比明显改善。

要重视烧结生产使用的石灰质量。减少供应单位。制订严格的技术标准,严把入厂质量检查关。要像重视矿石和焦炭质量一样,重视石灰质量。

表 3 大型与中型高炉指标对比

项目	入炉焦比	煤比	燃料比	矿石品位	风温
	kg/t	kg/t	kg/t	%	℃
大型高炉	331	155	486	59.39	1135
中型高炉	383	150	533	58.06	1100

至于在矿石和焦炭涨价的情况下,是否坚持高价购买优质原、燃料,要进行经济、技术评估,不能简单处理。

(2)随着炼铁规模的扩大,不少企业焦炭堆场容量不足。加上市场采购的焦炭品种杂、批量小,许多企业混堆混放。应千方百计扩大堆场面积,作到按品种分堆存放。有计划地按质量搭配使用。

虽然,目前焦炭市场价格昂贵,但也还是要尽量购买较好的焦炭。应根据高炉需要,制订焦炭强度和含硫的最低标准。在采购中应贯彻强度重于灰分的原则。要特别注意反应后强度。高灰分焦炭因渣量增加给高炉带来的损失是可以计算出来的。而强度不佳可能给高炉生产带来严重损害。

目前有些焦炭含硫量 $>1\%$,这给高炉和转炉生产带来技术上的困难和经济上的损失,应尽量避免。

(3)提高烧结矿质量。在烧结生产中,应以强度为中心,强度重于品位。按照“厚铺、慢转、低水、低炭”的原则,把好烧结工艺关。积极采用行之有效的添加剂、 CaCl_2 喷洒等辅助技术。对于目前仍然保留的为数不多的工艺落后、质量低下、污染严重的小型烧结机应及时淘汰。

(4)炉料结构。目前绝大多数中型高炉使用“烧结矿+球团矿+块矿”的炉料结构。其中块矿比例普遍偏低,一般为 $5\% \sim 10\%$ 。由于球团矿价格昂贵,从降低生铁成本出发,应该提高块矿比例,这在技术上是完全可能的。国内不仅宝钢、首钢等大型高炉块矿比例接近 20% ,青钢等一批中型高炉也接近这一比例,并且保持了很高的冶炼强度。推荐使用 15% 。使用高比例块矿的关键问题是入炉前筛尽粉末。

(5)槽下筛分。烧结矿槽下过筛要保证 $<5\text{mm}$ 的粉末 $<5\%$,为此应选择高效振动筛,减薄筛上料层。不赞成加大筛孔,使 $>5\text{mm}$ 成品烧结矿成为返矿返回烧结,会降低烧结矿实际产量和增加炼铁成本。焦炭在槽下筛净焦粉,在一定程度上可以弥补焦炭强度之不足。可以考虑适当加大槽下焦炭筛孔,从筛下物中再筛出焦丁供高炉使用。目前,部分大型高炉和部分中型高炉采用这一办法。部分中型高炉没有使用焦丁。应注意焦丁的使用方法,一定要与烧结矿混合入炉,不能单独加入。唯有这样,焦丁才能在改善炉内烧结料层,特别是软熔带的透气性方面发挥作用。

3.2 送风制度

主要是选择风速(或鼓风动能),强化冶炼后高炉更需要吹透中心,使炉缸整体活跃。因此当前高炉都选择高风速。 450m^3 级高炉一般选择 $140 \sim 150\text{m/s}$,这是正确的。少数高炉风速偏高,达到 $170 \sim 190\text{m/s}$,过高的风速、中心过吹,如果再配以边缘气流比较发展的装料制度,导致上下部失调,炉况很难顺行,还容易损坏风口。笔者一向主张用较长的风口有利于“吹透中心”,这里不再赘述。

3.3 热制度

一些中型高炉通过稳定原料成分和科学的选择基本操作制度,创造出了比较理想的高炉热制度。其标志是低 $[\text{Si}]$ ($0.3\% \sim 0.5\%$)、低 $[\text{S}]$ ($0.02\% \sim 0.03\%$)、足够的铁水温度($1470 \sim 1490^\circ\text{C}$)。但多数高炉虽然取得很大进步,还做不到这种程度。

影响低 $[\text{Si}]$ 、低 $[\text{S}]$ 铁冶炼的因素虽然很多,但关键有三点。一是稳定的原料条件;二是整体活跃的炉缸;三是合理的造渣制度。在操作上则取决于后两点。造渣制度在下一节叙述,本节重点谈整体活跃的炉缸。

整体活跃的炉缸,不要求风口前燃烧焦点的温度过高(只要求合理的理论燃烧温度),而要求沿炉缸直径方向温度梯度平缓,使高温区向炉缸中心延伸。这样才能在维持生铁含 $[\text{Si}]$ 量较低的情况下,保持铁水有较高的温度,并且在更大的炉缸面积上进行充分的脱硫反应。从而取得低 $[\text{Si}]$ 、低 $[\text{S}]$ 、高温的铁水。

炉缸中心活跃对脱硫反应是很敏感的。去年江苏沙钢 2500m^3 大高炉,由于加长了风口,和实行“大a角、大矿角”布料方法,高炉中心通道被打开。在炉渣碱度和硫负荷未变的情况下,脱硫系数($[\text{Si}]/[\text{S}]$)从 30% 左右提高到 40% 以上。原料的硫负荷比较高,过去炉温一旦 $[\text{Si}]$ 低到 0.45% 左右, $[\text{S}]$ 即高到 $0.045\% \sim 0.05\%$ 以上。而中心活跃后,当 $[\text{Si}] = 0.40\% \sim 0.45\%$ 时, $[\text{S}] = 0.035\%$ 左右。

3.4 装料制度

近年来,新建和改造的中型高炉都已采用无料钟炉顶装料设备。但采用多环布料并使用较好的为数不多,很多高炉仍使用单环布料,甚至还有矿焦同装、同角的,也有焦两环,矿单环的。总之没有脱离双钟布料的巢臼。从而使无料钟这一先进装备的功能远远得不到发挥。这方面北方的企业好一些,如德龙、国丰等河北省的一些中型高炉多环布料使用

的就很好。

本节对无料钟炉顶的使用作重点讨论。

(1)料线。一些高炉料线较深(如1.4m),并且用料线调节布料。其实无料钟炉顶可以将矿石和焦炭(堆尖)分别分布在沿炉喉半径的任何位置上,根本不再需要用料线调节。较深的料线等于减少了高炉的有效容积,不利于煤气的利用。因此,无料钟炉顶应采用较高的料线(450m³级高炉1.0~1.2m)。

(2)矿批。可能在有料钟时代大矿批装料方法的良好效果已深入人心,所以采用无料钟后,多数企业仍然对大矿批情有独钟,这是好现象。但有些高炉,矿批过大,也常常带来炉况不稳。矿批大小可以依照三个标准来选择:

一是以炉喉每批焦炭层的厚度 $\leq 400\text{ mm}$ 为矿批的下限。这是因为焦炭层太薄时在软熔带“焦炭窗”的作用减弱,对炉况顺行不利。

二是矿批(单位:t)是风量(单位:m³/min)的1%~1.3%(矿风比)。即矿批和冶炼强度成正比。

三是每小时下料批数以6~8批为好。使炉料经常有再分布的机会。

表4~6是以上三条为依据,计算出450m³高炉在各种情况下的矿批重量及有关参数。根据表数据,综合考虑三个因素,450m³高炉矿石批重,应选用15~18t。从大矿批要求出发,以16~18t为好。矿批不宜太大,过大的矿批,虽然焦层较厚有利,但矿层太厚影响块状带透气性。并且,每批料间隔时间太长,也对炉况稳定不利。在实际应用中,如果容积、风量、焦比等因素与上表计算依据有差别,可以按照上述原则进行调节。须说明的是,三条选择标准适用于各种容积的高炉。

矿批一般随喷煤量的增加而有所扩大,因为喷煤增多后,焦比减少,这也是符合第一项选择标准的。

(3)多环布料。采用无料钟装备的高炉都应使用多环布料。单环布料基本上是双钟炉顶装料方法

表4 450m³高炉按炉喉焦层厚度选择的有关参数

焦层厚度,mm	400	450	500	550	600	650
焦批,t	3.18	3.57	3.98	4.37	4.77	5.17
矿批,t	13.4	15.0	16.7	18.4	20.0	21.7
矿层厚度,mm	482	539	600	661	719	780

计算依据:炉喉直径4.5m,矿石平均堆比重1.75,焦炭堆比重0.5,焦炭负荷4.2。

表5 450m³高炉按矿风比选择的有关参数

矿风比,%	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25
矿批,t	15.00	15.75	16.50	17.25	18.00	18.75
矿层厚度,mm	539	566	593	620	647	674
焦批,t	3.57	3.75	3.93	4.11	4.28	4.46
焦层厚度,mm	450	472	494	517	538	561

计算依据:平均风量1500 m³/min。

表6 450m³高炉按料速选择的有关参数

矿批,t	14	15	16	17	18	20
焦批,t	3.33	3.57	3.81	4.05	4.28	4.76
每日料批,批	194	181	169	159	151	136
小时平均料速,批	8.1	7.5	7.0	6.6	6.0	5.7

计算依据:利用系数3.5,冶炼强度1.435,焦比410 kg/t,煤比140 kg/t。

在无料钟炉顶上的延续,不能体现无料钟的优越性。多座高炉的实践表明,科学地使用多环布料,一般地可以比单环布料降低燃料比20~30 kg/t。表7是萍钢二铁厂3号高炉(450m³)从单环布料改多环布料试验的情况。从表中可看到,萍钢从单环改多环取得了显著成绩。

现在很大一部分高炉仍使用单环。还有不少高炉,把单环作为炉况波动和难行时的应急之策。对于这些高炉而言,要转入和坚持多环,首先要解决理念问题。就是“多环布料,可以利用溜槽角度的改变,将矿石分布在沿炉喉半径的任何位置上,任何单环所要达到的目的,多环都能达到,并且效果比单环好”。关键是要掌握多环布料的规律。坚持单环和以单环应急的原因,一是操作习惯,二是对单环布料规律熟悉。一旦对多环布料进入自由王国之后,自然不会再用单环。

下面就中型高炉使用多环布料存在的几个问题加以讨论。

第一,角位和环数。多环布料焦炭角位多些好,中型高炉一般应选择4~6个角位。最好平铺,每个角位2环,中心可以2~4环,总环数8~12环。角位和环数多些,便于调整边缘和中心负荷。角位少,不利微调。但若环数过多则每环焦炭过少,节流阀不易控制。矿石一般选择3~4个角位。

第二,最初角位和环数设定。由单环布料转而采用多环布料,最初的矿石角位和环数如何设定?若有不当,易导致试验失败。可用下列方法处理:①以维持改料制前后炉况顺行不恶化为原则。炉况接

表 7 萍钢二铁厂 3 号高炉 (450 m³) 从单环布料改多环布料试验的情况

项目	平均日产量 t	焦比 kg/t	煤比 kg/t	焦丁 kg/t	风温 ℃	[Si] %	[S] %	CO ₂ %	R ₂	矿批 t	料线 m	矩阵
基准期	1206.0	473	130	—	1034	0.81	0.048	15.51	1.127	13.0	1.2	单环 α _{028→31→27→31}
试验期	1425.7	446	127	—	1055	0.65	0.034	16.08	1.144	14.5	1.2	α36 33 30 27 23 c 2 2 1 2 3 o 3 5 2
2007 年 12 月上旬	1642.0	395	135	5		0.48	0.030		1.150	14.5	1.2	α36 33 30 27 23 c 1 2 2 2 3 o 3 5 2 4 4 2

注:基准期 2007 年 11 月 14 - 18 日,试验期 2007 年 11 月 20 - 26 日。

受多环,至少稳定 3 个班后,再作进一步调整。②各角位矿石 α 角的加权平均约等于或略大于单环时的矿石角度。③最大矿石 α 角可小于最大焦炭 α 角一个角位 (2 ~ 3°)。并保持较轻的边缘负荷,一般应 < 3°,同时保持较轻的中心负荷,一般 < 2°。

第三,使用多环布料的高炉,应通过开炉时测定或计算 (方法见刘彩云著《高炉布料规律》) α 角与矿石或焦炭堆尖沿炉喉半径的分布位置的关系。这对设定矿石最大 α 角非常重要,因为在多环布料时最大矿角与炉墙距离对炉况顺行和煤气分布有重要影响。

第四,初用多环布料时,最大矿角可选择堆尖与炉坪距离略大些,如 600 ~ 700 mm。若炉况顺行稳定,再将矿角逐步外移。最终选择什么角度及最大矿角与最大焦角的关系 (大于、小于、或同角) 由原料条件和顺行情况确定。一般情况下,中型高炉最大矿角距炉墙 400 ~ 500 mm 合适。目前很多高炉最大矿角距炉墙较远,还有降焦潜力。但也不宜过近。除非原料条件很好,本人主张“大 α 角、大矿角”的布料方法,已有文章发表,不再详述。

第五,为了保持上部良好的中心通路,与下部“吹透中心”的送风制度相结合创造“喇叭花”型煤气曲线,多环布料时,中心应保持 1 ~ 2 个焦炭角位上没有矿石。并且这部分焦炭的环数应占焦炭总环数的 30% ~ 40%。同时,最小矿角应布在炉喉半径之半以外,一般矿石布在炉喉半径靠外侧 60% ~ 90% 为好。

第六,最大矿角与最小矿角的差值 (代表炉喉矿层宽度和厚度) 应以差值大些为好。差值大些,可使矿层薄一些,可以改善炉料透气性,一般应 < 6°。为此,矿石角位应选择 3 ~ 4 个。

第七,为了能准确及时的调整炉顶布料,炉顶应

设置十字测温 and 红外摄像,并保证运转正常。目前,大部分中型高炉没有十字测温装置,一些高炉红外摄像模糊不清,应加以改进。

4 几项管理上需要加强的工作

部分中型高炉,特别是建厂时间不长的企业,在生产管理上与老厂存在较多差距,这里只提几项对生产和操作影响较大的供参考。

(1) 公司应在每旬或每周,召开原燃料平衡会,根据原燃料进厂和库存情况,安排下旬 (周) 用料,减少烧结和高炉变料次数,并且争取稳定周期逐渐延长。

(2) 在原料方面,坚持半仓卸料,严禁使用仓底料;原、燃料带成分入仓;每班 (至少每日) 作烧结矿槽下筛分试验,检测入炉烧结粒级,也便于分析炉况。

(3) 统一三班工长操作。通过炉况研究会、交接班会、工长小指标竞赛、制订标准化操作条例等方式,发扬技术民主,统一三班工长技术思想和操作。

(4) 加强炉长、工长培训,提高炉长、工长技术水平。并且在思想上、生活上关心他们。

5 结语

尽管国内高炉大型化发展很快,但是在今后相当一段时间内,中型高炉仍将在我国的炼铁生产中占据重要的地位,并且在相当一部分钢铁企业内扮演重要生铁提供者的角色。因此,中型高炉仍应充分发挥本身具有的工艺优势、技术优势,发展并完善已经取得的丰富的操作和管理经验。中型高炉是大有作为的。

联系人:刘 琦 教授级高级工程师
收稿日期:2008 - 08 - 22