

國外燒結技術發展現狀

27

武钢科学技术情报研究所

一九九二年

出 版 说 明

精料是高炉高产、优质、低耗的物质基础，是炼铁系统提高综合经济效益的关键所在，越来越被人们所重视。广大烧结工作者为之而不懈地进行着理论探讨与生产实践，使烧结工艺技术日臻完善。

纵观烧结技术的发展道路，与其他专业领域一样，取得了长足的进步，特别是进入八十年代以来，随着改革开放的不断深入和拓宽，我国在移植、消化、引进国外烧结新技术方面取得了很大的成绩，从而大大地缩短了与世界先进水平的差距。

当今国外烧结新技术的发展趋势有五大特点：

- (1) 设备大型化；
- (2) 过程控制与检测技术微电子化；
- (3) 产品质量的要求日趋严格，特别是对模拟高炉过程的冶金特性和烧结矿微观结构的研究进一步深化；
- (4) 相当重视对原料的处理和成品整粒工艺；
- (5) 普遍研制节能设备，大力推广节能新技术。

科学技术是第一生产力。为发展烧结技术，赶超国外先进水平，李益慎同志收集了八十年代以来国内外有关资料共200余篇，分15个专题编写了《国外烧结技术发展现状》。本专辑比较系统地介绍了烧结工艺中的应用技术，以促进我国烧结专业的发展与进步，以期对烧结专业的同行有所帮助。

在本专辑
中南工业大
高级工程师



北京科技大学周取定教授、
来鹏高级工程师、孙梦新
总工程师、樊哲宽干事长

等领导的大力支持，在此一并致以诚挚的谢意。

由于水平有限，难免有谬误之处，恳请批评指正。

国外烧结技术发展现状

目 次

烧结原料的中和混匀 技术.....	(1)
烧结燃料分加工 艺.....	(12)
烧结布料技术的 新发展.....	(18)
新型点火器的研制与应 用.....	(34)
烧结富氧点火 技术.....	(43)
富氧烧结工 艺.....	(46)
机冷式烧结工艺 的发展.....	(51)
烧结机漏风的防治措施及 其效果.....	(55)
烧结废气余热回收技术的发 展.....	(63)
烧结矿质量标准、指标及检测 方法.....	(73)
对配用橄榄石烧结矿的 评价.....	(88)
对配用蛇纹石烧结矿的评 价.....	(95)
高还原性烧结矿的发 展 趋 势.....	(101)
日本钢管公司开发的新造 块 工 艺.....	(108)
烧结过程控制系统与检 测 技 术.....	(114)

责任编辑 陈端秀 杨旭辉
描 图 胡翠兰

烧结原料的中和混匀技术

一、巴西米纳斯吉拉斯钢铁公司的中和混匀技术

该公司炼铁厂自1962年投产后，经过三

次扩建，现拥有三台烧结机，总烧结面积为450.76m²；三座高炉，总容积为4470m³，年产生铁约330万t。

烧结原料准备系统的设备规格和生产能力列于表1。

原料系统的设备规格及生产能力

表 1

烧结机面积 m ²	高炉容积 m ³	料场名称	料场 数量	料场生产能力 t	料 场 设 备
1*	1*	一次料场	2	2×160000	2 台堆料机 (1200t/h)
90.76	885				2 台轮式取料机 (700t/h)
2*	2*	混匀料场	4	2×65000	4 台堆料机 (700t/h)
180	885			2×35000	4 台混匀取料机 (630t/h)
3*	3*	高炉原料场	2	2×40000	2 台取料机 (50t/h和700t/h)
180	2700				1 台摇臂装料机 (350t/h)

混匀料堆成分为铁矿石、镁矿石、轧钢皮、废弃料、烧结返矿和作为熔剂的全部石灰石的75%，这些原料占烧结混合料的92%。

1. 原料贮存

采用人字形堆料方式使原料混匀。一次料场有两个料堆，一堆供使用，另一堆正在堆料。

2. 取样系统

取样系统开始采用如图1所示的A、

B两种取样装置，后改为塔式流程（见图2）的带式取样机，这种取样机能更好地预测烧结矿的化学成分，特别是在变更料堆时有利。

3. 采用计算机堆造混匀料堆

为了稳定烧结矿化学成分，应用数学模型精确地配制原料，以形成化学成分稳定的料批，从而获得比较理想的混匀料。采用计算机配料对混匀效果的影响见图3。计算机配料前后的碱度见图4。

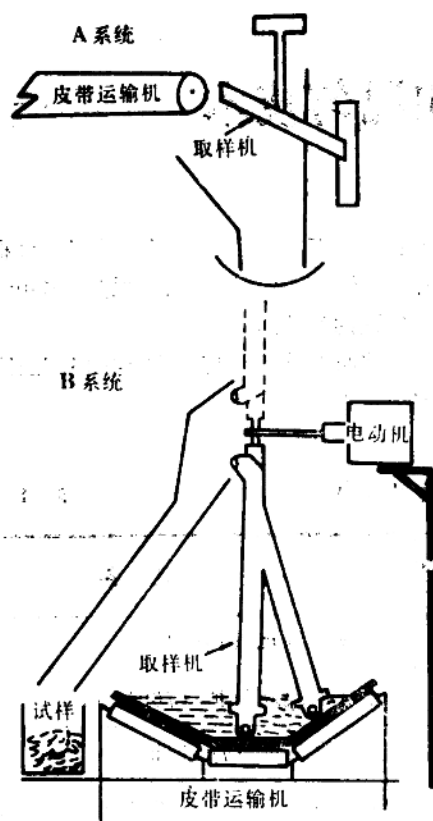


图1 最初采用的取样装置

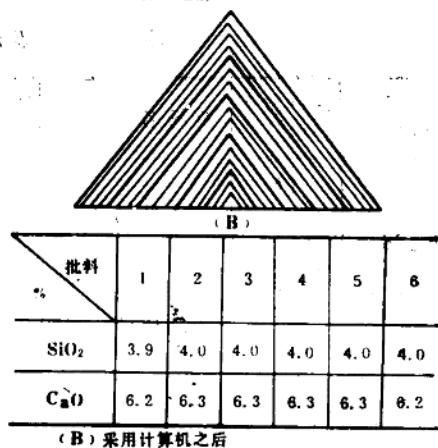
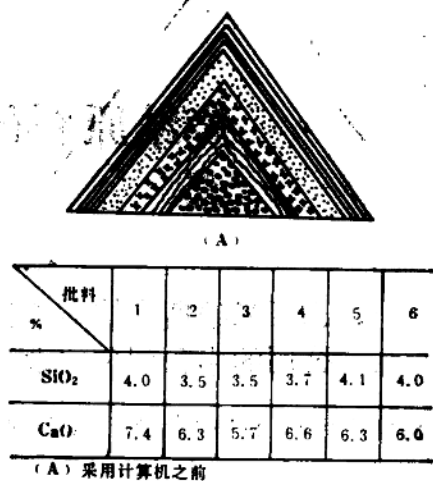


图3 采用计算机配料对混匀效果的影响

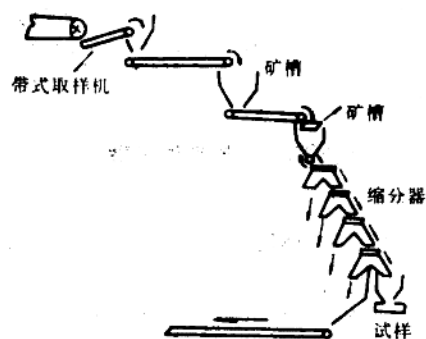


图2 带式取样机的塔式流程

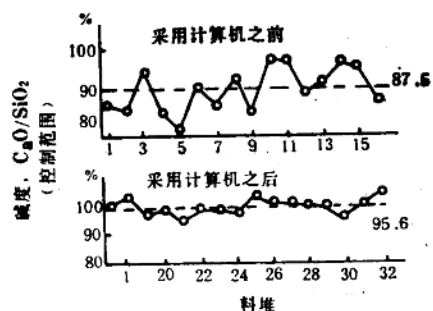


图4 采用计算机配料前后的碱度

二、澳大利亚 BHP 公司烧结原料中和混匀技术

BHP 公司肯布拉港钢铁厂和纽卡斯尔

钢铁厂拥有很大的矿石堆场和配矿设施。两个钢铁厂的矿石由载重为 22.7 万 t 级的运矿船运到码头，卸船后再由胶带输送机送往原料场。原料场的堆料能力见表 2。

肯布拉港厂和纽卡斯尔厂的堆料能力

表 2

厂 别	堆矿品种	料堆数	总堆料量, 万 t	堆取料机能力
肯布拉港厂	原 矿	4	70	堆料机 $1 \times 4000 \text{ t/h}$ 、 $1 \times 2000 \text{ t/h}$
	混匀粉矿	2	30	取料机 $2 \times 2000 \text{ t/h}$
纽卡斯尔厂	原 矿	2	30	堆料机 $4 \times 3000 \text{ t/h}$
	混匀粉矿	2	6	取料机 $3 \times 1000 \text{ t/h}$
	混匀块矿	2	5.2	

纽卡斯尔钢铁厂矿石处理流程见图 5。

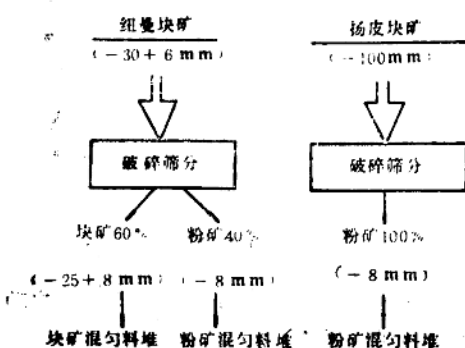


图 5 纽卡斯尔厂矿石处理流程

纽卡斯尔厂将块矿破碎、筛分所产生的粉矿（次生粉矿）和由矿山运来的粉矿（原生粉矿）以及其他粉矿进行配矿和混匀，以供烧结使用。BHP 公司肯布拉港厂和纽卡斯尔厂铁矿石用量及各矿种比例见表 3。

近年来，纽卡斯尔厂在稳定烧结矿化学成分波动方面，从原料的堆放和混匀方面着手，进行了如下改进：

（1）将次生粉矿、原生粉矿及其他粉矿进行配矿、混匀，混匀后的料堆约有 600 层。堆料层数对混匀效果是非常重要的参数，图 6 示出料堆层数与 SiO_2 含量波动的关系。

肯布拉港厂和纽卡斯尔厂铁矿石用量及各矿种比例

表 3

厂 别	高炉用矿量 万 t	各 矿 种 所 占 比 例, %				
		纽曼块矿	纽曼粉矿	扬皮块矿	萨维奇河球团矿	怀阿拉粉矿
肯布拉港厂	480	35	32	20	8	5
纽卡斯尔厂	225	40	34	19	5	2

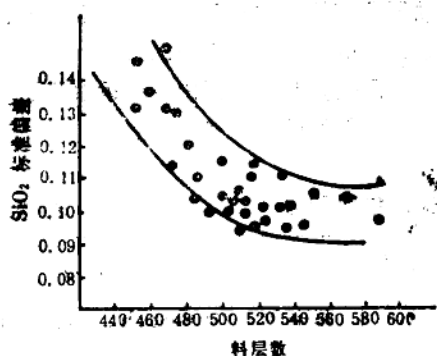


图6 料层数和 SiO_2 标准偏差的关系

(2) 改进堆料方式以减少各批矿石理化性能的差异 (见图7)。

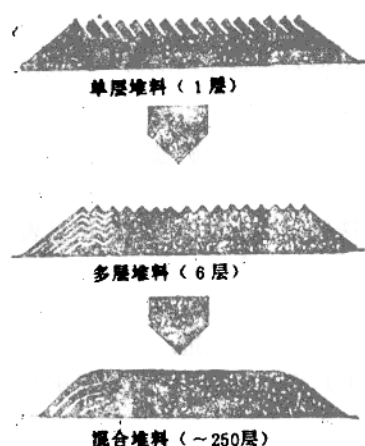


图7 料场堆料方法

(3) 采用三段式堆料法, 使料堆化学成分波动最小。料堆的最佳结构由计算机确定, 该方法采用后的效果见图8。

(4) 对其他原料进行跟踪, 以便连续地形成料层, 而料堆化学成分不受影响。

(5) 改变料堆端部锥体几何形状, 即改变堆料机暂停时间和采用死料堵头, 便改变了最终端部的几何形状 (见图9)。这种方法有以下优点: ①增加端部锥体堆料量; ②减少端部锥体循环料量; ③减小端部锥体化

学成分变化; ④使料堆可用量增加3000t。

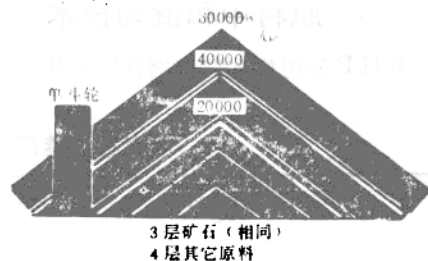


图8 混匀后粉矿料堆剖面

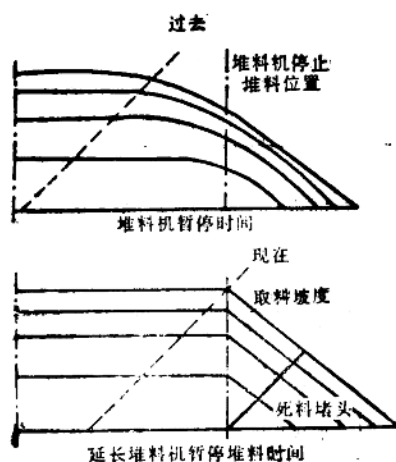


图9 料堆最终端部锥体形状

采取上述改进措施后, 烧结矿成分波动显著减小 (见表4)。

纽卡斯尔厂烧结矿成分及波动情况 表4

项 目	含量, %	波动值
TFe	56.0	± 0.5
SiO_2	5.9	± 0.09
Al_2O_3	1.9	± 0.15
CaO/SiO_2	1.7	± 0.03
RDI	39	
RI	62~64	

肯布拉港厂和纽卡斯尔厂的粉矿混匀料堆都是采用人字形堆料方式（见图10），这种料堆的各部分成分相同。肯布拉港厂采用滚筒取料机对混匀料堆进行取样。人字形料堆的特点及效果分别见图11和图12。

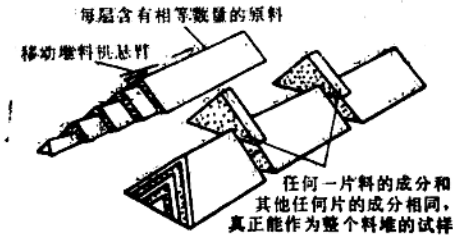


图10 混匀料堆的特性

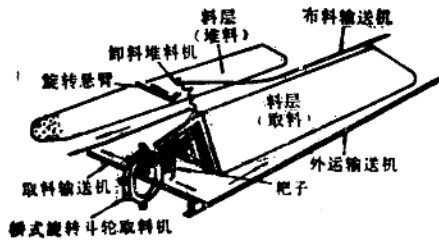


图11 人字形料堆的特点

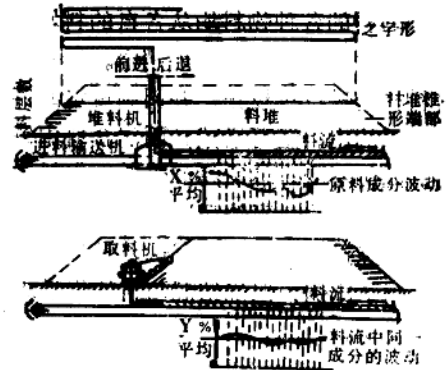


图12 人字形堆料方式的效果

三、美国内陆钢铁公司的原料中和混匀工艺

该厂采用无矿粉烧结，含铁原料均系钢铁厂内含铁废弃物料，其化学成分波动较大（见表5），需采取原料准备以降低成分波动的正确中和混匀措施。

该厂最初在混匀料场安装了一套四个矿槽的混匀装置，一台双螺旋搅拌机 and 一条堆料皮带机，用这套装置制备了由粉渣、处理轧

内陆厂烧结原料的化学成分

表 5

物 料	说 明	$\text{CaO} + \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2, \%$	波动范围 2.8%
粉 渣	转炉渣、平炉渣和电炉渣，粒度-9.53mm	19.87	± 4.71
处理轧屑	混合轧屑，用转炉渣混合处理，粒度-9.53mm	17.00	± 6.38
球团粉料	高炉筛下的三种球团粉料，粒度-6.35mm	-3.13	± 2.48
高 炉 灰	收集各高炉的混合高炉灰	含C 41.50 含Fe 26.30	± 13.51 ± 7.2

屑、球团粉料和粗粒轧屑所组成的混匀料。此混匀料的各种物料均从各自的料堆中用一运输装载机给入规定的矿槽中。每一矿槽的给料机均进行过校正，并调到规定的混匀比例，总的出料量可增减，而混合料中每种物料的比例不变。然后将混合料用集料皮带机送到搅拌机中，再给到造堆皮带机上（见图13）。经过一段时间的调试，混匀装置成功地控制了比例，但烧结混匀料的化学成分仍然有波动。

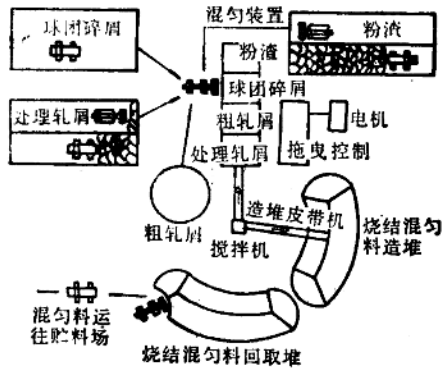


图13 烧结混匀料场

此后，设计了另一种形式的原料准备程序来扩充混匀和铺料操作，从而确定了全面的物料平衡图（见图14）。

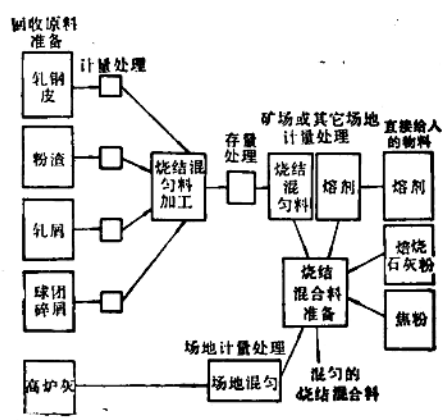


图14 改善烧结混合料成分的主要原料场地流程图

原来，粉渣和处理轧屑是用大型端卸式载重卡车运至混料场的。很显然，这种操作导致了混匀料化学成分的波动，所以在混料场实行了双堆法操作工艺，其中一个料堆用来料卡车造堆，卸成一种特殊形状，另一已堆好的料堆用一推土机进行回取。先用推土机将物料堆成一水平薄层，并横向截取。这一方法可把数天用量的粉渣和处理轧屑在给入混匀装置前进行平铺。从一堆到另一堆的交替使用，就显著降低了这些物料成分的波动。双堆铺料情况见图15，混匀效果见表6。

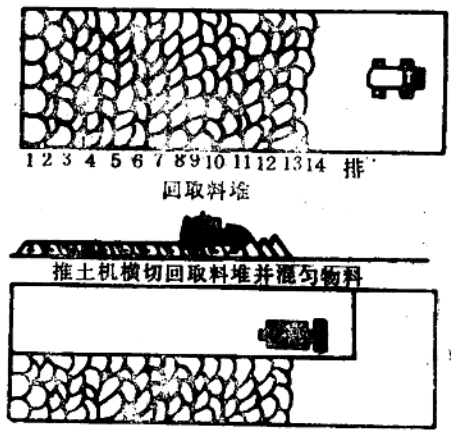


图15 将粉渣及处理轧屑造堆、回取

原来，烧结混匀料是堆成一个简单的圆锥体，一直堆到堆料机的皮带机所能达到的最高点。这种一个点的堆料法首先堆放近一天的烧结用料，然后将其转运到烧结厂的贮料场。这种单堆法不能降低物料成分的波动。采用新的堆料机后，其皮带机每两小时移动一次，以形成一弧形料堆，这种料堆每堆可供5天的烧结用料。

新方法要求将烧结贮料场的料分成堆放和回取两个料堆。为了达到这一目的，将烧结混匀料用卡车从混匀场运来，卸到门型抓斗起重机槽壁前，然后用门型抓斗起重机的

双堆铺料及混匀法对成分波动的影响

表 6

物 料	铺 料 前	铺 料 后	波动降低 %
	碱性物—酸性物的波动, 2 δ %	碱性物—酸性物的波动, 2 δ %	
粉 渣	± 4.71	± 3.12	34
轧 屑	± 6.38	± 2.78	56

抓斗将料从料场前沿到后尾沿水平方向一层层薄铺, 再将贮料场的料堆按垂直方向从顶部到底部对所有料层进行横切, 把料取出

来, 倒运铺放于另一相邻料堆上。在贮料场采取的这一平铺直取的方法能获得最佳的混匀效果, 并可降低成分波动(见表7)。

烧结混匀料控制成分波动的效果

表 7

物 料	铺 料 前	铺 料 后	波动的降低 %
	碱性物—酸性物的波动, 2 δ %	碱性物—酸性物的波动, 2 δ %	
烧结混匀料	± 3.20	± 2.50	22.0

高炉灰成分的波动情况见表8。要使高炉灰在烧结混合料中成为一种有效成分, 就需要进行中和混匀, 并且必须采用两堆法进行混匀。第一堆是将高炉灰进行平铺, 第二堆是进行直取, 这一混匀程序降低了高炉灰成分的波动, 从而改善了烧结矿物性能

(见表8、9、10)。

该厂采取上述混匀措施后, 烧结矿质量明显改善, 创造了无粉矿烧结的成功经验。今后还将采取有关措施, 以更加完善无粉矿烧结工艺。

高炉灰成分及其波动情况

表 8

高 炉 炉 号	碳含量, %	碳含量波动, 2 δ %	铁含量, %	铁含量波动, 2 δ %
2号	34.8	± 11.8	21.3	± 3.2
7号	55.2	± 8.1	14.2	± 5.1

高炉灰混匀前后的效果 表 9

成 分	混匀前 2 δ %	混匀后 2 δ %	波动降低, %
C含量	± 13.51	± 3.62	73
Fe含量	± 7.20	± 2.76	62

高炉灰混匀效果对烧结矿物性能的影响 表10

物 理 性 能	混匀前 %	混匀后 %	效果 %
转鼓指数	80.0	82.7	3.4
-4.8mm含量	17.0	13.0	23.5

四、德国采用计算机模拟混匀料堆的堆取料方式

中和混匀料场主要起两方面的作用，其一能缓和原料供应和生产用料不平衡的关系；其二是将输入原料经过中和混匀处理，以减小烧结用料的成分波动。

图16是采用计算机模拟混匀料场的混匀系统模型。该混匀场平行布置了两条料堆，料堆横切面各层不同的排列很明显。图中所示为分条小堆重叠布料。采用桥式单斗轮取料机取料，每次从料堆横截面取一薄层原料，所取的每一薄层中都含有各层的不同成分。因此，在取料机将料输往皮带上时，可以周期性地取得其成分和质量几乎相同的混匀料。

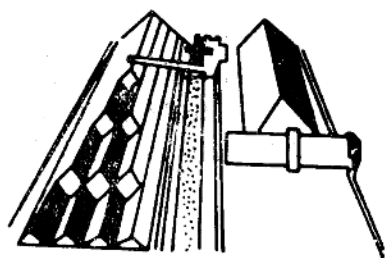


图16 料场混匀系统模型

1. 堆取料方式对混匀效果的影响

(1) 堆料方式的比较

一般料场混匀系统均采用分条小堆重叠法和入字形铺料方式进行堆料（见图17）。

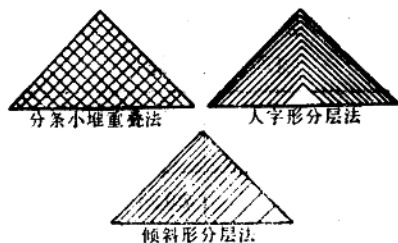


图17 各种布料方式料堆截面示意图

人字形铺料法的第一层料铺在料堆的中间，接着，堆料机就将物料逐层铺在前一层的上面，垂直堆到数百层。采用人字形铺料法，大颗粒物料容易向两边滑落，细粉和粘结料容易聚集在料堆顶端，从而造成粒度偏析。

分条小堆重叠铺料法是将各层物料并排交错堆积。第一层的各小条堆好后，第二层的各小条就堆在前一层各条之间的空档内。这种堆料方式的粒度偏析仅限于各小条很窄的区间内，与入字形铺料法相比要小得多。

人字形铺料法的混匀质量较好，堆料机的悬臂也不需要旋转，其投资费用比分条小堆重叠铺料法要小。

(2) 取料方式的比较

① 桥式斗轮式取料机。

早期的料场取料机多采用桥式斗轮取料机，这种取料机取料时横跨料堆，取料斗有单斗和多斗之分。取料机沿料堆纵向行走，斗轮可以从料堆的底部取料，大部分物料是通过固定在斗轮上的料耙作用后滚到料堆底部的。当斗轮从横截面取完一个行程，料堆纵向即有一段物料被取走。

如增加斗轮数量，斗轮卸出的物料将在输出皮带上相互重叠，这样就可改进混匀效果。

② 滚动式取料机。

滚动式取料机也是采用横跨料堆的门式结构，门架支撑着滚筒，滚筒上装有取料斗。取料斗不需作横向运动，取料机不断沿料堆纵向切取物料，可取出相当均匀的混匀料。

③ 刮板式取料机。

刮板式取料机分为桥式和门式两种。桥式刮板取料机装有能覆盖整个料堆横截面的往复式料耙。由于料耙的作用，物料沿其安息角向下滑落，料堆底部的物料即被刮板沿

横向取走。当采用桥式刮板取料机时，堆料既可以采用人字形铺料法，也可以采用分条小堆重叠铺料法。

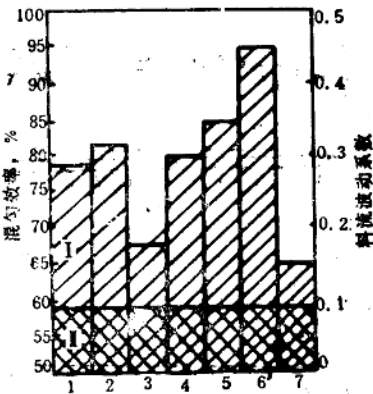
门式刮板取料机只宜与倾斜层铺料法配合使用。这种取料机只从料堆的单面取料，刮板臂架上安装有封闭刮板链。取料时，刮板机沿料堆纵向行走，链板将料堆取料边表面的物料刮到纵向输出皮带上。

刮板式取料机所取料的均匀性和料流均匀性是其他任何取料机所不能相比的。从理论上讲，刮板式取料机的混匀效率可达到100%。

(3) 各种堆取料方式的混匀效果

①堆料方式的混匀效果。

堆料方式不同，对混匀料的成分波动和料流均匀性的影响也不相同。图18为7个不同料堆用同一台双斗轮取料机取料的结果比较。从图可看出，人字形铺料法比分条小堆重叠铺料法要优越得多。



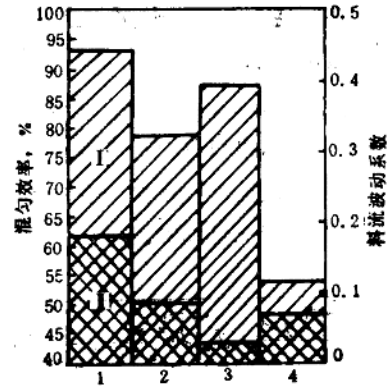
I—混匀效率(%)；II—料流波动系数；1—标准分条小堆重叠堆；2、3、4、5—变动分条小堆重叠堆(a、b、c、d)；6—人字形标准堆；7—人字形变动堆a

图18 堆料方式和分层配料的比较

②取料方式的混匀效果。

以标准分条小堆重叠铺料法的料堆为基

础，用各种取料机取料。从图19可看出，滚筒式取料机的混匀效果最好，不过料流的均匀性有所降低。五斗轮桥式取料机的混匀效果和料流均匀性还是比较好的，单、双斗轮取料机的混匀效果就差得多。而刮板式取料机的混匀效果和料流均匀性要超过以上任何机型。



I—混匀效率(%)；II—料流波动系数；1—滚筒式取料机；2—双斗轮取料机；3—五斗轮取料机；4—单斗轮取料机

图19 取料方式混匀效率比较

五、日本千叶厂粉矿中和混匀措施

烧结矿质量的稳定性主要取决于作为主要原料的矿石中和料堆成分的稳定性。千叶厂为减小料堆纵向和横向成分的波动，对料堆两端进行再造堆，使烧结矿中 SiO_2 含量的标准偏差从0.15~0.19%降低到0.06~0.09%。烧结矿成分的变化主要表现为烧结矿中 SiO_2 含量的标准偏差。减小烧结矿成分的波动，其主要措施是对原料进行中和混匀。

千叶厂的粉矿中和料堆，每堆粉矿量为50000~100000t，可使用7~10天。每堆约20种矿石原料，料层为600~700层。

该厂采用双斗轮式取料机取料。根据矿石的铺料堆积法，双轮往复从料堆横截面切取物料（见图20）。

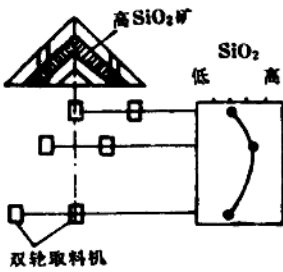


图20 双斗轮取料机和某中和料堆一个截面内 SiO_2 含量的变化

千叶厂和水岛厂烧结矿中 SiO_2 含量的标准偏差变化情况见图21。

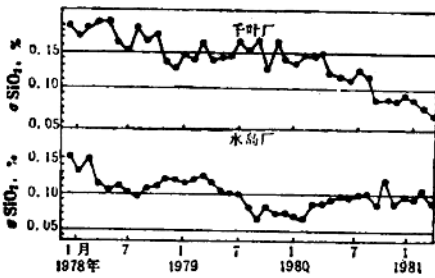


图21 烧结矿中 SiO_2 标准偏差的变化情况

料堆 SiO_2 含量的波动值是从取料堆6个断面取30个试样求每个断面和各断面之间的标准偏差而获得的。断面内的成分波动要比断面间的波动大，这是因为断面各层物料不均匀，加之用双斗轮取料造成的结果（见图22和表11）。

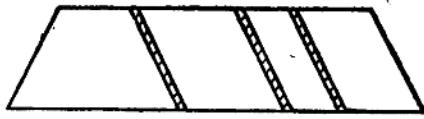


图22 从料堆的6个断面取样

中和料堆的 SiO_2 标准偏差，% 表11

	千叶制铁所	水岛制铁所
横截面内	0.956	1.189
横截面间	0.137	0.158
共 计	0.965	1.199

降低料堆成分波动的措施如下：

(1) 在料堆中间部分堆积成分均匀和性质差异的矿石，这部分料量为料堆总量的20~80%。

(2) 比重大的矿石可以防止崩塌，所以每堆积一层矿石料，掺入少量比重大的矿石。

(3) 为了使中和料堆层面形状均匀，将安息角不同的原矿粉和再生矿粉交替薄铺。

(4) 中和料堆两端的成分波动大，将两端重堆，可将 SiO_2 含量的标准偏差从0.160%降到0.126%（见图23、24）。

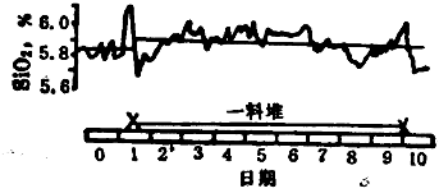


图23 某一粉矿料堆的 SiO_2 含量波动实例

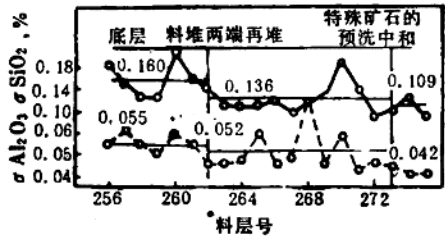


图24 对中和料堆两端矿石进行再堆和对特殊矿石进行预先中和后 SiO_2 和 Al_2O_3 含量的改善

(5) 特殊矿石采用双重中和法

从对料堆的剖析发现,沿料堆长度方向的成分从开始到终了的各点是不同的。采用减薄铺层的厚度增加层数的办法对防止波动作用不大。而采用双重中和法将特别处理的物料和普通矿石堆成中和料堆,可使波动减小到最低程度(见图25)。

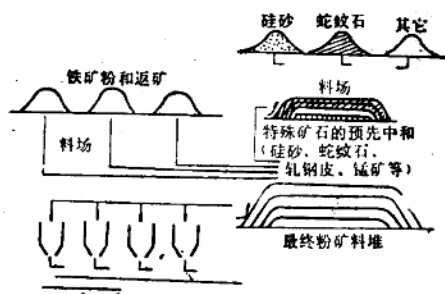


图25 双重中和特殊矿石物料示意图

参 考 文 献

[1]王召元译,“混匀准备技术及其对烧结矿质量与产量的影响”,《国外烧结球团》1987年第5期P15~21

[2]周取定,“国外铁矿石烧结球团技术

新进展”,《烧结球团》1986年第5期P65~74

[3]张志勋译,“BHP公司烧结生产新技术”,《国外烧结球团》1988年第5期P1~6

[4]刘树立译,“抓好原料管理改善烧结矿质量”,《烧结球团》1982年第2期P66~71

[5]张冬梅译,“储料场的取料和筛分效益”,《烧结球团》1984年第1期P105~108

[6]舒敏译,“储料场向工厂的直接供料”,《烧结球团》1984年第1期P99~104

[7]李希超译,“无矿粉烧结”,《烧结球团》1984年第4期P99~103

[8]陈幼康译,“原料混匀系统堆、取料方式的计算机模拟比较”,《烧结球团》1987年第1期P76~80

[9]刘树立译,“降低矿石中和料堆化学成分波动”,《烧结球团》1983年第1期P92~97

[10]习乃文译,“无矿石混匀场的多特蒙德赫施烧结厂提高烧结矿质量及其节能措施”,《烧结球团》1985年第3期P90~97

(上接第45面)

参 考 文 献

[1]黄仁祥,“苏联烧结球团节能技术”,《烧结球团》1988年第2期P80~89

[2]张志明译,“关于改进烧结操作的研究”,《烧结球团》1980年第3期P57~65

[3]杉木译,“苏联提高烧结机产率的措施”,《烧结球团》1983年第6期P62~69

[4]刘宗林译,“烧结机富氧空气点火与保温”,《烧结球团》1983年第1期P80~88

[5]黎明,“苏联烧结厂应用的几项新技术和新工艺”,《国外钢铁》1986年第5期P1~6

烧结燃料分加工工艺

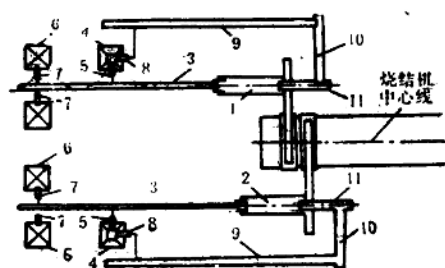
为了强化混合料的烧结过程，必须提高烧结料层的透气性和改善燃料的燃烧条件，而这与燃料的添加方法有关。

近年来的研究表明，混合料内燃料的添加方法对烧结料层内高温带的形成有很大影响。在制粒后期添加燃料来改善成球混合料内的燃料分布状况，可以改善气体动力学特性最为复杂的料层高温带的透气性。

一、前苏烧结厂的燃料分加工工艺

(1) 新利别茨克公司烧结厂采用双制粒系统，分层布料。试验是在两层料的圆筒制粒机内进行的。燃料添加新工艺的工业性试验设备流程如图1所示。

基准期与试验期的制粒效果及烧结矿粒度组成和转鼓强度指标分别如表1和表2所示。



1—下层料混合制粒机；2—上层料混合制粒机；
3—混合料给料皮带机；4—燃料槽；5—普通添加工艺的燃料给料机；6—配料槽；7—振动给料机；8—振动给料机和JIIA型皮带秤；9—皮带机；10、11—螺旋输送机（直径500mm，长度7100和6140mm）

图1 圆筒混合制粒机排料端添加燃料的设备流程

燃料添加新工艺的效果：

①在制粒后期添加燃料，强化了混合料的制粒过程，成球性指数从26.6%提高到30%，提高了12.8%。

混合料中燃料不同添加方式的制粒效果

表 1

试验阶段	类别	各粒级含量(mm)，%							当量 粒径 mm	比表面积 cm ² /g	成球 指数 %
		20~10	10~5	5~3	3~2	2~1	1~0.5	0.5~0			
基 准 期	制粒前	7.1	14.4	18.4	7.1	11.6	6.8	34.6	0.61	27.27	16.4
	制粒后	8.3	19.7	30.3	12.5	21.4	5.2	2.6	2.15	15.80	26.6
试 验 期	制粒前	5.5	13.5	23.5	7.5	12.3	7.1	30.8	0.67	29.19	15.4
	制粒后	7.9	18.9	33.5	13.3	17.9	5.6	2.9	2.12	12.00	30.0

混合料中燃料不同添加方式的烧结矿质量指标

表 2

试验阶段	烧结矿粒度组成 (mm), %					转鼓强度 (+ 5 mm) %	抗磨强度 (-0.5 mm) %
	≥40	40~25	25~12	12~5	5~0		
基 准 期	15.6	4.4	19.3	35.1	25.6	72.2	6.2
试 验 期	21.1	2.9	29.1	26.2	20.7	69.8	5.8

②由于料层内燃料的燃烧条件得到改善, 燃料消耗由28.7t/h降低到25.9t/h, 下降了9.7%。

③由于改善了各粒级混合料中的燃料分布, 烧结矿中残碳量有所下降, 烧结矿粒度组成有所改善, 5~0 mm 粒级含量减少5.1%。

④燃料外滚添加方式, 改善了透气性, 加速了热传递, 强化了烧结过程, 使烧结机生产率提高2.37%。

⑤采用燃料分加工工艺, 料层高度从308mm增加到400mm, 烧结机速度提高了5.0%。

⑥从理论论证和实践证明, 采用燃料分加工工艺, 可大大改善烧结厂的生产技术经济指标。

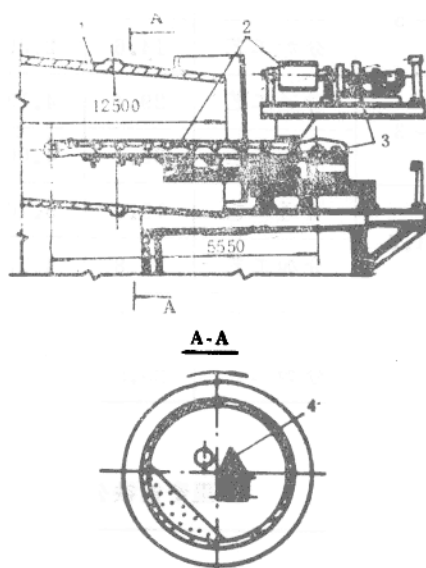
(2) 捷尔任斯基钢铁厂所属两个烧结厂的工业性试验结果表明, 在二次混合机的排料端添加56%的燃料, 可使烧结机生产率提高3~5%, 同时节省燃料10%, 烧结矿中-5 mm粒级含量减少5.6%。

(3) 马格尼托哥尔斯克钢铁公司对制粒后外加燃料的研究表明, 混合料透气性明显提高, 烧结速度提高3.44~7.34%。这是马钢提高烧结机产量的一项有发展前途的措施。

(4) 阿巴古尔烧结厂在3号烧结机上进行了工业性试验, 将50%的燃料在成球前加入混合料中, 其余的50%在配料时加入。试验结果表明, 可使燃料耗量降低4.3kg/t 烧结矿, 转鼓强度指数提高0.51%。

(5) 西西伯利亚公司烧结厂在3号烧结

机(312m²)上, 将总燃料量的48%在成球前加入, 剩余的52%在距离卸料端4 m处加入圆筒成球机内。为此, 将3号烧结机的燃料供给系统进行了改造, 即在圆筒成球机卸料端装上专用皮带运输机(见图2)。



1—成球机; 2—带式运输机; 3—运输机传动装置; 4—运输机密封罩

图2 往圆筒成球机卸料端供燃料的装置

新工艺改善了混合料粒度组成, 1.6~0 mm粒级含量由33.5%减少到25.5%, 大于8 mm含量由3.1%减少到2.0%。试验表明, 在FeO含量升高和强度提高的同时, 上下层烧结矿的残碳量有所减少, 生产率提

高1.5~3.0%，固体燃料消耗降低5.0%，烧结矿转鼓强度提高0.1%，5~0 mm 粒级含量从18.45%减少到18.10%。两种燃料添加工艺的制粒效果见表3。

两种不同燃料添加工艺的制粒效果 表 3

混合料粒级组成			含碳量
mm	类 别	%	%
>8.0	普通工艺	3.1	2.10
	分加工艺	2.0	1.16
8~5	普通工艺	15.0	2.18
	分加工艺	14.6	2.39
5~3	普通工艺	29.4	4.13
	分加工艺	36.1	4.06
3~1.6	普通工艺	19.0	5.10
	分加工艺	21.8	4.77
1.6~0	普通工艺	33.5	5.12
	分加工艺	25.5	4.80

其后，在1号和2号烧结机上，于成球前加入35~50%的燃料，其余50~65%的燃料在配料时加入。在采用按两层系统分加燃料的流程以后，固体燃料消耗降低5.17kg/t烧结矿，生产率提高0.8%，烧结矿强度指数提高0.15%。

(6)伊里奇钢铁公司烧结厂采用了新的燃料添加工艺，即在混合、造球时加入约40%的燃料，然后将约60%的燃料加到造球机末端，具体数量按各台烧结机的生产情况而定。表4中的生产数据表明，烧结机速提高了5.1%；固体燃料消耗平均下降了11.7%；点火煤气消耗下降了9.6%；集气管和风箱废气温度分别提高15℃和19℃；集气管负压也有所下降，说明料层透气性也有所改善，有利于提高料层厚度，增加烧结机产量。

(7)卡拉干达钢铁公司第二烧结厂在烧结重力选—磁选精矿时，为改善燃料在料层高度上的合理分布，采用燃料分加双层布料的烧结新工艺，取得了较好的生产效果。

双层布料时，上部料层厚度为150mm，下部料层厚度为250mm，混合料的燃料用量由单层的7.0%逐渐降到3.5%，主要烧结指标如表5所示。

伊里奇钢铁公司烧结厂燃料分加的生产效果 表 4

烧 结 指 标	添加方式	烧 结 机 序 号						平均值
		7	8	9	10	11	12	
烧结机速度, m/min	普通工艺	2.73	2.76	2.87	2.60	2.72	2.84	2.74
	分加工艺	2.84	2.73	2.97	2.63	2.78	2.96	2.88
燃料消耗, kg/t烧结矿	普通工艺	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47
	分加—1	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
	分加—2	1.40	1.47	1.40	1.46	1.47	1.41	1.44
	总量	2.14	2.21	2.14	2.20	2.21	2.15	2.18