

济南印染厂3立方米小高炉 高产优质低耗技术经验

济南市科学技术工作委员会編
山 东 人 民 出 版 社



序 言

济南印染厂在3立方米小高爐炼鉄生产中积累了丰富的高产优質低耗的經驗。

为了全面推广这个厂的先进經驗，我委在省計量局、省科学分院科学情报研究所、市冶金局、济南鋼鉄厂和仁丰紗厂鉄厂、織布八厂等单位以及山东工学院张子載教授的协助下，与印染厂职工一起进行了系統的总结，写出了这份材料。这份总结材料曾蒙省工业生产委员会、省冶金局审阅、删改和訂正。

这个材料可作为小高爐爐前工和管理干部的讀物。

經驗是生产的总结，生产是不断发展提高的，經驗也随之而不断丰富和完善。希望各单位在学习推广中，結合实际加以补充和提高。

济南市科学技术工作委员会

1959年10月

济南印染厂3立方米小高爐
高产優質低耗技术經驗

济南市科学技术工作委员会編

*

山东人民出版社出版（济南經9路勝利大街）

山东省書刊出版業營業許可証出001号

山东新华印刷厂印刷 山东省新华書店发行

*

書号：3142

开本787×1092毫米 1/32·印張1 1/4·字數15,000

1959年11月第1版 1959年12月第2次印刷

印数：5,101—15,100

統一書号：T 15099·94

定 价：（5）0.11元

目 录

一、矿粉燒結工艺分析

1. 水选	4
2. 配料	6
3. 建爐	12
4. 点火和上料	13
5. 燒結矿的破碎和分級	14

二、冶炼技术的討論

1. 高礱度燒結矿	14
2. 高品位燒結矿	17
3. 縮小燒結矿的粒度, 严格分級入爐	17
4. 提高风溫, 增大风量, 强化高爐作业	21
5. 統一指揮, 統一操作	25
6. 存在的問題	26

三、开展劳动竞赛, 学习先进經驗, 不断进行 技术革新与技术革命

1. 螺旋推进式矿粉淘洗机	29
2. 焦末压粉机	31
3. 燒結矿粉碎分級篩分联动机	32
4. 鼓风机并联与热风爐并联	34

四、企业管理和生产管理

1. 建立各項管理制度	36
2. 建立了系統的經濟核算	36

該厂进一步改善了操作技术，在10月下旬取消了爐料中的細渣鉄，技术經濟指标又有新的提高，見前表。

他們能夠获得如此巨大成就的根本原因，是貫徹执行了党的建設社会主义的总路綫，解放了思想，发揚了共产主义风格；在生产实践中，掌握了不断革命論的思想武器，广泛深入地开展了以技术革命为中心内容的增产節約运动，不断改善了原料准备、改进設備、改进操作技术，实现了技术革新和技术革命。

他們的技术經驗是：突出的大抓原料关，作到了原料高礅度、高品位、小粒度、大空隙和严肃認真的分級入爐；高风溫、大风量、爐渣少、爐况順、調剂适当；巧妙地掌握了土法燒結技术，使主要生产过程实现了小型机械化。

一、矿粉燒結工艺分析

高爐冶炼要求矿料应有好的还原性、透气性，高品位、高礅度、雜質少、含硫低和一定强度等一系列的特点。这些特点在原矿中并不

完全俱備。該廠礦石供應全部為礦粉，經過水選去除了泥土，提高了品位；通過合理的配料提高了礅度，以及細致的燒結操作得到了優質的燒結礦。這對小高爐高產優質低耗起了重要的作用。燒結礦的化學成分，見下表：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	S	礅度	全鐵
三氧化二鐵	一氧化鐵	氧化鈣	氧化鎂	二氧化矽	三氧化二鋁	硫	$\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$	(1+2)
67.94	5.35	9.975	2.64	8.35	3.70	0.018	1.19	51.74
73.46	0.051	9.375	2.85	8.50	3.78	0.018	1.115	51.41
64.22	9.05	9.3	2.30	8.34	3.69	0.042	1.115	51.91

注：9 栏中全鐵是指 1 栏及 2 栏中的純鐵數量總和而言。

1. 水選：

礦粉經水選後，除提高品位，減少泥土與雜質外，還有利於燒結工藝。未經水選的礦粉，由於夾雜着泥土與雜質，就會使燒結礦中帶入二氧化矽及三氧化二鋁等物，影響燒結礦的礅度和含鐵量。同時，雜質多了就要求在配料中加入較多的焦粉，才能使礦粉結塊。焦粉多了，燒結溫度升高，這樣高溫與雜質二氧化矽共同作用的結果，就會造成燒結礦中的硅酸

鉄增多。因而，杂质多的矿粉对烧结是非常不利的。该厂用水选洗两遍，去除泥土与杂质的方法是适当的。

根据苏联的数据，没有洗去泥土的矿粉，在烧结配料中焦粉自3%需要增加到7%，化验结果使氧化鉄平均自19%增加到34%，硅酸鉄自8%增加到20%，所以水选是十分重要的。济南印染厂矿粉经水选后，二氧化硅的含量由11.36—15.21%减少到6.52—7.55%，三氧化二鋁由4.18—4.43%减少到3.24—3.28%（在精矿粉中还有一部分二氧化硅），含鉄量也得到相应提高。该厂水选前后的矿粉成分，见下表：

原 料		全鉄	1	2	3	4	5	6	7
		(1+2)	Fe ₂ O ₃ (%)	FeO (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	S (%)
			三氧化 二鉄	氧化鉄	氧化鈣	氧化鎂	三氧化 二鋁	二氧 化硅	硫
东风矿	洗前	43.05			3.63	2.90	4.43	15.21	0.052
	洗后	55.94	79.02	0.03	4.60	2.91	3.24	6.52	0.023
跃进矿	洗前	53.13			1.69	1.63	4.18	11.36	0.047
	洗后	56.45	80.54	0.16	2.54	1.77	3.28	7.75	0.045

注：全鉄是指1栏及2栏中純鉄数量总和而言。

水选的方法是用螺旋推进式簡易淘洗机，生产率为48吨/天，每吨矿粉耗水量为4.78立方。

2. 配料：

矿粉燒結配料中的比例，恰当准确是一个重要环节。該厂燒結时的配料是严肃認真的，各种原料都要严格过秤。

焦粉系由較純淨的焦末經压成粉后再用，既淨又細，是一項好的經驗。該厂在配料中对焦粉百分比的决定尤其慎重。焦粉不应过多或过少，过多則燒成二重硅酸鉄(Fe_2SiO_4 或 $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)，过少則成品率低，強度差。决定焦粉的数量，还可以用經驗估計的方法，如看矿粉的油性大小（油性即把矿粉在阳光中照射，发出星星的反光多的为油性大，反之为油性小），油性大的可少用焦粉，油性小的要多加焦粉。該厂每逢換新矿粉时，都預先混合好三种焦粉数量不同的混合料，以便在燒結过程中調整焦粉用量。在燒結时用鑊插入燒結堆的頂部，使其进入5—6厘米，遇到已結成硬块位置为止。当鑊取出时，内面若呈白亮色，說明焦粉过多，

則改用焦粉少的一堆料；若呈暗黑色，說明焦粉太少，則改用焦粉多的一堆料；若呈紅色，則表示用量合適。如此不斷的隨時調整焦粉數量，可以保證燒結的質量，並以此經驗作為下次配料的依據。

拌料時要仔細和充分的混合，這是該廠保證燒結質量的重要措施。混合料的配比舉例，見下表：

	一		二	
原 矿	390公斤	44.45%	400公斤	58.15%
燒結返矿	150公斤	22.25%	200公斤	29.07%
篩分返矿	150公斤	22.25%		
石 灰 (硝石灰)	45公斤	6.63%	60公斤	8.72%
焦 粉	36公斤	4.33% (固定碳)	35公斤	4.20% (固定碳)

返矿數量隨生產情況不同而有所波動，對燒結矿質量影響也不太大，所以在配料中返矿的數量，以沒有很多的積壓為宜。所加石灰量為6—9%，以鹼度 $\left(\frac{\text{氧化鈣}}{\text{二氧化矽}}\right)$ 在1.1—1.3為宜。

稱好的混合料，水分約為11.2—12.9%，透氣性估計為0.5—1.0米³/米²·秒，(所用水分

似嫌較多)。

燒結過程物理化學變化的分析：燒結過程可分為三層，爐底為已燒結的老塊，作為分布風量用，在其上鋪加柴草點火燃燒。第一層的礦料水汽蒸發後，焦粉開始燃燒，待焦粉燒完，燒結作用停止，於是第二層進行燃燒，變成燃燒層，此時第一層已變為冷卻層。熱風自第三層穿出，將第三層預熱，並將第三層的水分蒸發，這時第三層可稱為預熱層，這樣層層向上變換，隨時添加礦料，至相當高度為止（見圖1）。

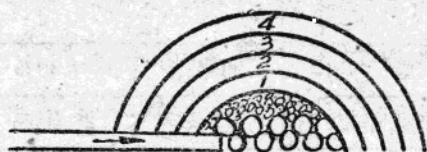
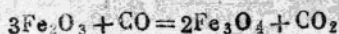


圖1 燒結層預熱燒結變化示意圖

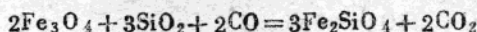
在燒結層中溫度升高到 1000°C 以上時（實測為 $1020-1040^{\circ}\text{C}$ ），在這深為5—6厘米的燃燒層中，礦粒的四周生成還原性氣體一氧化碳，將三氧化二鐵還原成四氧化三鐵。



三氧化二鐵＋一氧化碳＝四氧化三鐵＋二氧化碳

上式反應在 550°C 時已開始進行還原。當

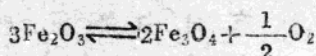
有二氧化硅存在时，由于四氧化三铁进一步的还原，生成了二重硅酸铁(Fe_2SiO_4 或 $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)。



四氧化三铁+二氧化硅+一氧化碳
=硅酸铁+二氧化碳

硅酸铁的熔点为 1209°C ，而硅酸铁与一氧化铁、二氧化硅的共熔体熔点更低($1130-1200^\circ\text{C}$)。这时熔解后的液相再冷却凝结时，即将其他物质(如三氧化二铁)凝结成块。

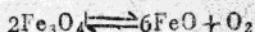
在燃烧层中并进行着三氧化二铁的分解：



三氧化二铁 $\rightleftharpoons$ 四氧化三铁+氧

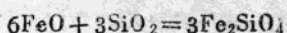
在 $1300-1350^\circ\text{C}$ 时，三氧化二铁的分解进行得很顺利，也可能因分解的作用而将矿粉中的全部三氧化二铁，转变为磁铁矿四氧化三铁。但因空气吹袭关系，四氧化三铁(灼热的矿)表面被氧化而成三氧化二铁(因粉粒细，可能全部再生成三氧化二铁)。

还原或分解成的四氧化三铁，在适当的情况下再进行分解：



四氧化三鐵 $\rightleftharpoons$ 氧化鐵+氧

在有二氧化硅存在时，发生下列反应：



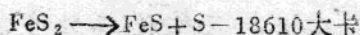
氧化鐵+二氧化硅=硅酸鐵

故在1300—1350°C时，三氧化二鐵进行分解，而四氧化三鐵随着分解。此时若有二氧化硅存在时，则为生成硅酸鐵的时候。

济南印染厂因控制了温度，以及混合料中二氧化硅含量不多，所以限制了硅酸鐵的产生，但更重要的原因：做成了高碱度的关系。

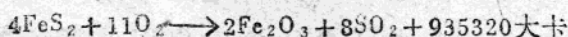
在烧結过程中，因有自由的氧化鈣存在，氧化鈣与二氧化硅生成硅酸鈣（主要是双硅酸鈣同单硅酸鈣）和部分的硅酸鈣鐵（ $\text{CaO}\cdot\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$, $\text{CaO}\cdot\text{FeO}\cdot 2\text{SiO}_2$ ）等，所以产生的硅酸鐵就少了。因此，高碱度烧結矿具有較好的还原性，和在冶炼时焦比小的优点。

烧結的去硫作用：在混合料中含硫量高达0.13%，但烧結后就降低到0.018—0.042%。硫在矿粉和焦炭中的存在状态，主要为二硫化鐵（ FeS_2 ）及硫酸鈣（ CaSO_4 ），二硫化鐵（ FeS_2 ）在加热时即行分解：



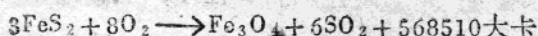
二硫化鉄 $\longrightarrow$ 硫化鉄 + 硫

在 $300-600^\circ\text{C}$ 时, 二硫化鉄 (FeS_2) 氧化: -



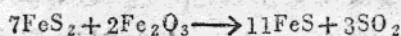
二硫化鉄 + 氧 $\longrightarrow$ 三氧化二鉄 + 二氧化硫

温度更高时:



二硫化鉄 + 氧 $\longrightarrow$ 四氧化三鉄 + 二氧化硫

并且二硫化鉄与三氧化二鉄作用:



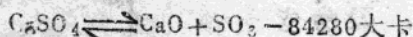
二硫化鉄 + 三氧化二鉄 $\longrightarrow$ 硫化鉄 + 二氧化硫



硫化鉄 + 三氧化二鉄 $\longrightarrow$ 四氧化三鉄 + 二氧化硫

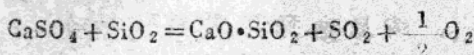
所以, 燒結有良好的去硫作用。

如硫酸鈣 (CaSO_4) 存在时, 在 800°C 开始分解, 发生大量的硫酐, 到 1375°C 时終止。



硫酸鈣 $\rightleftharpoons$ 氧化鈣 + 硫酐

二氧化矽存在时分解硫酸鈣:



硫酸鈣 + 二氧化矽 = 偏硅酸鈣 + 二氧化硫 + 氧

这个反应在 1000°C 开始, 1200°C 进行強

烈。同样，三氧化二铝与三氧化二铁亦能使硫酸钙分解，但不如二氧化硅。

总之，去硫作用并不完全需要高温，只要烧结温度控制在一定的范围内还是可行的。

3. 建爐:

建爐是在平地上用直径50—70毫米的烧结矿块排成风道，使其成魚鱗形，上面放一层矿块盖在空隙的顶部。矿块的选择应注意使中间的較大，四周的較小，以备使排成的爐底中间高于四周。然后用較小的矿块分別堵塞較大的空隙，以免空气流过分集中。最后在顶部撒以細小的返矿，使四周比顶部具有較大的透气性，并在出风口的兩側，用小矿块和顆粒細小的返矿加以堵塞，以防空气从风管出口处倒流。其爐形見图2。为使建爐方便起見，爐底也可用鉄絲网代替烧结爐块。

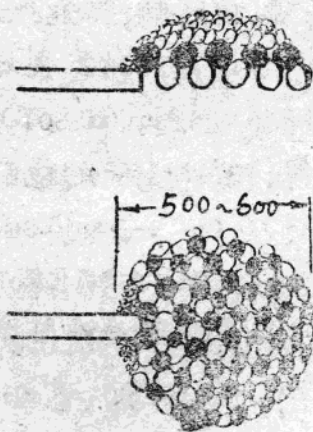


图2 燒結鋪底示意图

建爐這一工序必須十分細致，礦塊排列要合理，氣流分布要均勻，因為每次燒結的成敗，建爐起着“先天”的作用。

4. 點火和上料：

點火是用較疏松的柴草鋪在盤好的爐底上，柴草上面均勻地撒以極少量的（約0.5公斤）焦粉，焦粉上面再薄薄地撒上混合料，頂部留一小孔，以備點火。點火後鼓風（鼓風機為离心式，風量 $5.29\text{米}^3/\text{分}$ ），開始先將煙吹跑。此時，務須眼快手勤，觀察點燃的情況，遇有火苗時即輕輕地用混合料添蓋，使點燃均勻。當煙接近消失時，即表示點火階段終結。該廠點火最大優點是柴草上撒上極少量的焦粉代替煤塊，這樣就根本避免了因底部火力過分集中而發生氧化的疵病。

上料應少上、勤上、上得勻，尤其在開始時更應注意。上料的方法應從下而上的撒開。上料時不得過早或過晚，過早因透氣不良而產生氧化，過晚因預熱不夠使層與層之間產生脫節，造成成品中夾生料，且影響燒結礦的強度。根據該廠經驗，在白天看到表層發干，夜晚看到

表层发紅时上料最为适宜。上料结束后繼續鼓风，直到表层由紅开始变黑时为止。停风后用鉄棍打入撬开，使其冷却，以备扒爐。从点火到停风、扒爐約4.5—5小时，每爐可烧4吨混合料。

5. 燒結矿的破碎和分級：

該厂对这一工序采用了联合工作机，实现了簡單的机械化，保证了原料分級准确和高度的洁淨。其工艺流程见图6。

綜合上述，該厂在矿粉燒結方面創造了丰富的經驗，掌握了土法燒結規律。其特点是：礱度高、氧化鉄低、气孔度大、焦粉細而干淨；配料严格、拌料均匀、风量适当、燒結溫度低（适宜）、調剂及时，特别是創造性的掌握了良好的点火技术。虽然燒結矿強度稍差一些，但对于小高爐还是合用的，因而为小高爐达到高产优質低耗，提供了基本条件。

二、冶炼技术的討論

1. 高礱度燒結矿：

該厂所用原料都經過細致的准备和处理，

將矿粉燒結成为具有高鹼度的燒結矿投爐使用，燒結矿的鹼度都到1.1以上，含鉄率都大于50%，一氧化鉄都低于10%。

高鹼度燒結矿在燒結过程中，系經過了一次造渣作用，氧化鈣和其他的酸性氧化物組成了各种新的矿物。自由氧化鈣的含量減少了，在高爐爐身部分，吸收煤气中硫分的因素也随之減少，揮发到煤气中的硫就可以增多，生鉄中的硫量可以相应的得到降低。

因燒結矿的导热系数大，在高爐中温度升高得比矿石快，所以采用高鹼度燒結矿就容易还原；同时也減少了热量的消耗，降低了焦比。

高鹼度燒結矿容易还原，在冶炼过程中有可能使鉄的氧化物，尽早尽多地还原成金屬鉄后，再开始成渣，就可避免或減少一氧化鉄与二氧化硅作用生成的硅酸鉄被夾帶到初渣中去。因硅酸鉄在爐缸中直接进行还原而吸收大量的热，使得爐缸温度急剧降低。

高鹼度燒結矿中，鹼性氧化物氧化鈣、氧化鎂等，已与酸性氧化物二氧化硅等組成新的