

卢森堡炼铁会议文集

卢 森 堡 炼铁会议文集

中国

中国工业出版社

76.2/083
284

卢森堡炼铁会议文集

陈大受 杨永宜 李馬可 等译

zk530/26

中国工业出版社



1962年10月于卢森堡召开了一次以西欧共同市场六个国家(法、西德、意大利、比利时、荷兰、卢森堡)为主的国际性炼铁会议(苏、美、英、日等国也参加了这次会议)。本文集就是根据这次会议的資料选譯出版的。有关高炉噴吹技术方面的文章,因已刊登在另一专集(“高炉噴吹技术参考資料”,石景山钢铁公司冶金研究所編印)中,故在本文集中就不重复刊载了。

本文集可供炼铁工程技术人员参考,对有关冶金院校炼铁专业的教师、学生亦有俾益。

卢森堡炼铁会议文集

陈大受 杨永宜 李馬可 等譯

*

冶金工业部科学技术情报产品标准研究所书刊編輯室編輯(北京灯市口71号)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $13 \frac{1}{4}$ · 插頁 1 · 字數 284,000

1965年5月北京第一版·1965年5月北京第一次印刷

印数 0001—1,560 · 定价(科六) 1.70元

*

統一书号: 15165·3537(冶金-567)

前 言

这本专集是1962年10月在卢森堡以西欧共同市场六个国家为主的国际冶金会议有关炼铁的一批论文(美、英、日等国均各有一二篇论文)。

第二次大战结束以来,一度受到严重破坏的西欧资本主义国家的工业,在资本主义发展不平衡规律的支配下,最近几年以远比英美为高的速度发展起来;钢铁工业的科学技术水平同样反映出这个趋势。本专集中大部分论文和试验报告的科学水平或参考价值在近几年国际性刊物中可以说是比较高和完整的。虽然某些论点,措施不一定完全正确或适合我国国情,有些经验甚至不如我国成熟,但这批资料无论对我国炼铁界生产,科研,设计和教学工作者无疑是有参考价值的。

前面七篇是关于原料准备,矿石性能鉴定和冶炼试验方面的论文。

高炉使用自熔性烧结矿早已为我国掌握,目前在全世界已公认其冶炼性能。除比利时一篇外,日本尼崎公司的经验值得仔细研究。该公司在674米³高炉上,焦比低到513公斤,日产量达到1124吨;虽然焦比比大阪高炉稍高,但是在更大的高炉和更高的冶炼强度下达到的。除烧结矿品位高外,他们对筛去10毫米以下的粉末的工作做得很好。

由于美国Armco公司使用球团矿取得很好效果的影响,西德最大的钢铁公司(Phoenix-Rheinrohr A.G.)用5万吨球团矿在7.5米炉缸的大高炉上做了与烧结矿对比的生产试验。由于所用瑞典球团矿的强度不好,结果用球团矿时的焦比反而比用烧结矿时高(约高6—15公斤/吨生铁)。美国矿务局试验高炉(8.5米³)对比了由各种不同方法制成的球团矿及烧结矿的冶炼性能,得出结论是:用台车—廻轉窑制成的球团矿效果最好,与自熔性烧结矿比较,产量高19.5%,焦比低16%;如果是带式烧结机制成的球团矿,则产量只高15.7%,焦比低7.6%。美国H.Lander报告了Indiana Harbor 3高炉(炉缸8.5米)试验100%球团矿和50%球团矿及50%烧结矿的冶炼结果。同小高炉试验有些不同,在焦比和直接还原方面,100%球团矿未看出优越性,但风量是允许加大(在同样的压差之下),因而产量最高,达到2810吨。文中也指出了,球团矿的物理-化学性质及性质的稳定对操作有很大影响。选择球团矿的生产方法很重要。

西德由于以进口铁矿石为主,且品类繁多,故非常注意入炉前矿石性能的实验室鉴定工作,借以预测各种矿石入炉后的表现,作为指导操作和拟定矿石入炉前准备方案之用。A.Poos对西德现在常用的三种方法做了详细比较。L.V.Bogdandy等则拟定了完整的冶炼性能鉴定的方案(还没有别的国家做过这样完整的工作),其特点是测定还原性和软化温度使用了大小几种粒度,除矿物鉴定外还有耐磨强度试验,还原试验有恒温 and 升温法两组,升温法中煤气成分又是模拟高炉而改变的;其另一优点是可以看出其他碳酸盐矿石放出CO₂的影响。实验室鉴定出的参数采用相应的校正证明是能和高炉内的操作联系比较的。

英国S.Klemantaski等经过几年努力,设计了一套较为繁复的还原设备,用固定床模拟高炉的移动床,用以研究各种冶炼条件下可能达到的最低焦比。其原理是以上升煤气流必须供应热量的最低限和还原剂最低限作为指标来确定不同矿石的可能最低焦比以及某

些工艺参数（如冶炼强度），对这个焦比的影响。这个方法的特点是用精密試驗与計算相結合，比用小型試驗高炉（如美国矿务局）有某些后者不能具备的优点；当然設備并不比試驗炉简单，但在試驗方法上还是一种新的探索。

同美国及其他国家一样，西欧各国近几年也进行了大量从风口噴吹燃料的試驗，自然也就成了會議中心論文題目之一。噴吹燃料可以降低焦比是无疑的，各方面发表的論文报导已不少。由于这几篇已提前在另一专集（高炉噴吹技术参考資料，石景山鋼鐵公司冶金研究所編印）中出版，这里不作詳細介紹。

高炉气体力学方面有四篇文章。高压操作一文属于文献总结和理論探討。“探测气体流动对控制高炉运行的应用实际上是一个按煤气流分布操作的問題，我国的經驗在这方面很丰富。高炉料柱中煤气流动一文新的內容虽然不多，某些見解还是可取的，例如建議使用 Ergun 公式計算影响压差的因素，比国内常用苏联 Макоронков 的公式是更合理的，压差应分段計算以及研究高炉上下各部分动压头的变化等。

法国 Paschal 对高炉气体力学的研究，主要探索强化高炉的途径，他的試驗室研究結論和我国 1958 年以来强化冶炼的經驗是符合的，并提供了一些定量的說明。高炉操作的控制一文提出：为供应直接还原，熔化炉渣和生鉄所需的热量而消耗的碳素，生成的还原性气体，結合直接还原生成的气体如恰恰滿足相应間接还原的需要，則焦比最低，对按 CO_2/CO 及 $\text{CO}_2 + \text{CO}/\text{N}_2$ 的比值分析高炉操作引起的錯觉做了分析，但建議用 $\frac{\text{CO} + \text{CO}_2}{\text{N}_2}$ 的比值和风口到炉腰与炉腰到炉頂間压差的比值来測算直接还原度，是有参考价值的。

測定燃烧帶火焰溫度一文的目的 是企图建立这一溫度与生鉄含 Si 量的关系。往往由于各风口情况不同，难以得到平均溫度。文中提出的測定方法，一定程度上解决了这个問題，当生鉄含硅在 0.8 以上时，結果頗为滿意。

Italsider 公司为了增加生鉄产量，在减少渣量方面做出了出色的成績；同时严密注意了高炉运行和生鉄含硫量的变化。渣量最低曾达到 201 公斤/吨生鉄；一般情况下以 275 公斤的渣量操作。因此，炼鉄界对高炉允許的最低渣量的概念应有所改变。

經风口噴射燃料为高炉使用高温开辟了广寬前景。本专集中有二篇是关于热风炉热工計算和模拟研究的論文（一篇是結合美国 Jones and Laughlin 公司具体条件的），概括了近几年来这方面英美各国的理論研究思想及方法；E. Hofmann 的論文介紹了几个高温热风炉的設计方案及理論依据，例如煤气富化或預热，使用高鋁砖或硅砖，燃烧室的位置及燃烧器的改进，这些問題都值得参考；1200°C 或更高高温的热风炉在技术上是完全可以解决的。

苏联 Б. И. 基太也夫在热交換方面的理論和研究工作对于我国炼鉄界不是生疏的；本文就不介紹了。

最后高炉脱硫的一篇是用統計数学加工生产数据結論的报导：对脱硫因素的分析符合一般規律，沒有新的論点。

国内过去許多年来一般只能看到苏联和英美方面較多的报导，这次介紹一批有不少特色和长处的西欧資料（当然也有很多旧东西）和国内讀者見面是值得欢迎的。

北京鋼鐵学院 陈大受 楊永宜

目 录

1. 使用100%熔剂性烧结矿操作……………〔日本〕Hideo Suemitsu等 (1)
2. 高炉采用100%烧结矿的炉况及其经济效果……………〔比利时〕A. 柯伦 (9)
3. 在高炉精料中用球团矿代替烧结矿的试验……………〔西德〕G. 海勒尔特等 (22)
4. 对试验高炉中使用烧结矿和球团矿的评价……………〔美〕W. 马汉等 (33)
5. 高炉使用100%球团矿操作……………〔美〕H. 林德尔等 (43)
6. 测定烧结矿和球团矿还原性的三种方法的
 比较……………〔比利时〕A. 鲍斯, R. 兰德尔 (54)
7. 铁矿石还原性的检验方法……………〔西德〕L. 巴格丹吉, P. 狄肯司等 (65)
8. 改变操作条件时高炉热平衡、物料平衡及
 还原平衡之间的关系……………〔西德〕E. 舒尔曼, D. 彼特尔 (81)
9. 高炉料柱中煤气流动状况……………〔西德〕M. 汉森 (108)
10. 高炉高压操作的某些理论问题……………〔法〕F. 恩伯, D. 因狄洛 (120)
11. 高炉操作的分析与控制……………〔美〕R. 斯泰芬逊 (132)
12. 高炉风口燃烧带火焰温度的测量……………〔荷兰〕J. 伦根 (142)
13. 热风炉热工性能理论计算法的发展……………〔英〕A. 威尔莫特等 (148)
14. 建设最高风温热风炉的几种可能性……………〔西德〕E. 霍夫曼 (161)
15. 热风炉设计和操作问题的探讨……………〔美〕H. 梅耶尔等 (174)
16. 关于高炉炉内脱硫的一些探讨……………〔意大利〕L. 克罗委拉等 (190)

1. 使用 100% 熔剂性烧结矿*操作

〔日本〕Hideo Suemitsu 等

摘 要 熔剂性烧结矿与适当粒度块矿对高炉生产率与焦比有有利的影响。尼崎厂对冶炼前原料的处理给予很大的重视。

在混合烧结料中用适当粒度的粉矿和焦末并加入至少 25% 磁铁矿精粉，就可以改善烧结矿的质量。

作者提出的高炉操作数据表明，在尼崎厂使用 70% 烧结矿与 100% 烧结矿时所取得的结果实际上是相同的。

当全部使用含铁 56% 烧结矿时，此厂焦比记录是 513 公斤/吨生铁。

日本全国高炉 1961 年 10 月平均焦比是 573 公斤/吨生铁。

尼崎钢铁厂为尼崎钢铁公司主要的工厂，它位于大阪市附近尼崎地方。该厂有 2 座高炉（日产 2000 吨生铁），2 座 30 吨顶吹氧气转炉（共计日产 1100 吨钢），4 座 60 吨平炉（共计日产 1000 吨钢），2 个钢板厂，大型厂、中小型连续轧钢厂与小圆条轧钢厂各一。

月产热轧钢材约 50,000 吨，特别是在日本所谓“DAICON”专利的混凝土用的高张力变形的钢筋，其中一部分向澳大利亚、苏联与其他国家输出。

图 1 是炼铁厂的系统布置。

增加高炉单位容积的生铁产量与降低每吨生铁焦炭消耗的生产实践证明，炉料的筛分与使用熔剂性烧结矿很有成效。

炉料的筛分包括两种工作——破碎与筛分。

近年以来，尼崎厂为此付出很大努力，例如：

1. 建设烧结矿筛分车间；
2. 扩充烧结车间；
3. 建设最后筛分车间。

因此，高炉生产实践有很大进步，如图 2 所示。

一般来说，筛分工作越完善，矿粉量越多，因而粉矿处理随之也越重要。我们知道有两种普通的处理方法：烧结与球团。

从粒度分布的观点出发，我们认为破碎矿石所产生的粉矿，用烧结方法优于球团方法。

烧结矿比一般块矿的还原性能较好，含硫较低，由于在粉矿内加入石灰石而得到含有充足的氧化钙成为自熔性烧结矿。

块矿、石灰石与平炉渣到厂后，通过破碎与筛分为 10—40 毫米，焦炭破碎为 15—100 毫米。

* 译者注：碱度 (CaO/SiO_2) 大于 1.20 的烧结矿，即为熔剂性烧结矿。



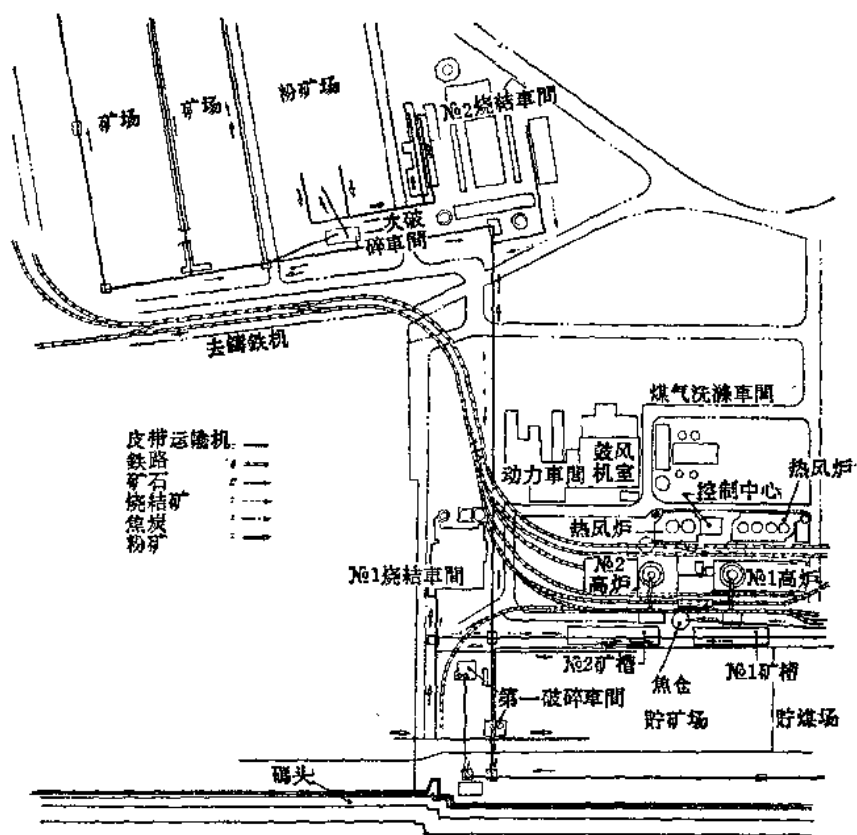


图 1 炼铁車間的系統布置

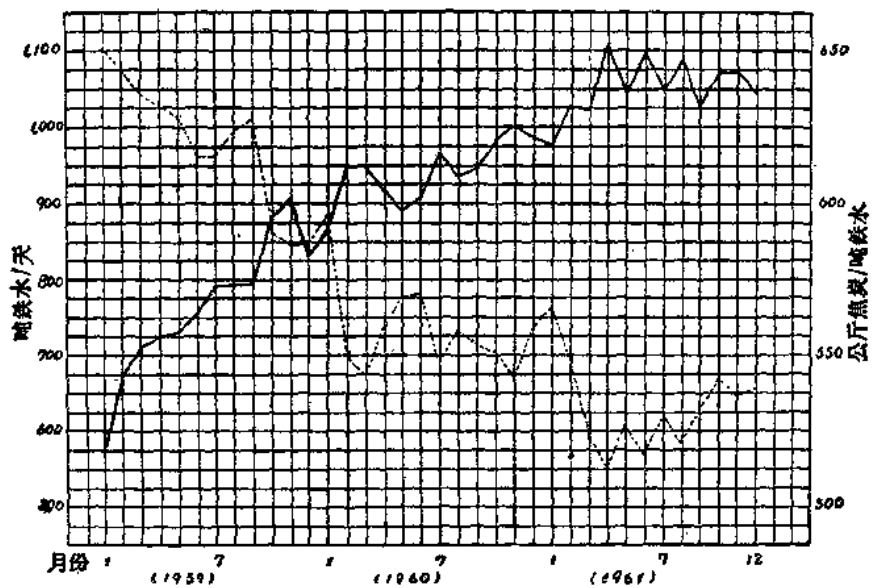


图 2 2号高炉生产指标的改善

1962年2月份烧结矿与原料的化学成分粒度与混合料的比例

表 1

混合料比例		化 学 成 分, %				粒 度, 毫米													
		T. Fe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	S	Cu	Ti TiO ₂	C. W. ~10,000 TiO ₂	10,000 ~5,000	5,000 ~2,000	2,000 ~1,000	1,000 ~500	500~250	250~125	~125	平均粒度 (毫米)	
硫酸渣	%	60.58	2.60	5.36	0.92	0.92	1.16	0.209	0.08 TiO ₂		0	0.5	5.5	10.2	15.2	22.7	25.7	20.2	0.65
	7.3	57.30							8.53 TiO ₂		0	0	0	0.2	0.4	15.3	75.6	8.5	0.20
	11.4	72.69								2.8	6.4	19.5	16.0	13.4	13.3	16.6	12.0	2.03	
	10.7			1.45	R ₂ O ₃ 1.48	53.98		0.130		0	0.7	14.4	21.9	18.9	13.8	13.5	16.8	1.12	
Larap 矿石	12.0	55.65	23.33	10.76	2.74	1.68	2.57	0.066	0.16	3.45	9.1	16.1	19.2	14.9	12.4	9.9	10.4	8.0	3.13
Kanehira 矿石	12.2	65.01	32.17	2.71	0.63	1.18	3.03	0.027	0.05		13.0	21.0	21.9	10.7	8.1	6.6	8.6	10.1	4.24
Dungun 矿石	14.2	59.01	2.89	5.57	3.82	0.27	0.295	0.045	0.06	5.80	0.2	1.4	13.0	21.3	29.3	20.6	10.1	4.1	1.22
果阿矿石	12.5	59.13	2.40	4.32	5.39	0.10	0.028	0.002	0.11	4.41	2.8	22.9	21.3	13.0	10.6	9.6	10.6	9.3	3.15
Cuddalore 矿石	3.1	66.30	0.95	3.50	1.13	0.07	0.091	0.004	0.02	0.98	6.7	15.8	15.8	3.1	8.4	9.4	15.5	20.3	2.84
印度锰矿	1.5	19.82		6.65	4.03	0.13	0.018	0.023	Mn 3.361		9.3	26.9	27.3	13.4	9.4	5.8	3.7	4.2	4.28
混合原料	—	53.12	14.84	5.68	1.91	7.76	0.581	0.05	0.71		3.8	22.1	24.4	11.8	9.1	8.5	11.5	8.8	3.22
烧结矿		T. Fe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	S	Cu	TiO ₂	Mn	100~75 (毫米)	75~50 (毫米)	50~25 (毫米)	25~15 (毫米)	15~10 (毫米)	10~5 (毫米)	<5 (毫米)	平均粒度 (毫米)	强度
	—	56.83	9.98	6.17	2.07	8.45	0.033	0.056	0.79	0.73	10.6	23.1	22.1	19.7	16.0	6.9	1.6	38.8	82.0

烧结矿生产

尼崎工厂有两个烧结车间，第一车间日产 900 吨烧结矿，第二车间日产 1700 吨。

我们必须生产在化学与物理性能方面高质量的烧结矿。

我们认为，用适当粒度与适当配料的燃料和原料，可以达到这一目的。

特别是必须使用超过原料总量的 25% 以上的磁铁矿粉。

烧结矿筛除小于 10 毫米粒度后，即用皮带运输到高炉贮矿槽，并由料车与装料设备装入高炉。

我公司有一个特点是烧结矿从不贮存在原料场。

烧结矿与原料的混合比例及其化学成分、原料及产品的粒度数据列入表 1。

图 3 表示每日原料的混合比例。

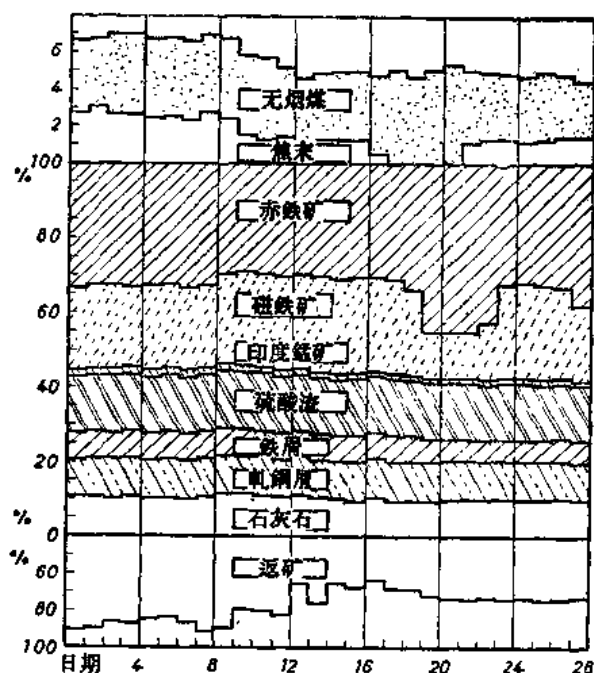


图 3 烧结用料的每日混合比例 (1962 年 2 月份)

高炉操作与控制

尼崎厂有两座高炉：一号高炉工作容积是 584 米³，二号高炉 674 米³。

日本尼崎钢铁公司尼崎炼铁厂高炉内型数据

表 2

		一号高炉	二号高炉			一号高炉	二号高炉
公称能力	吨/天	500	600	风口直径×长度	毫米	130×300	135×300
内容积	米 ³	662	753	风口数目	个	12	14
工作容积	米 ³	584	674	炉缸壁厚	毫米	600	600
开炉日期	年、月、日	1960.3.31	1957.5.25	炉身壁厚	毫米	605	650
炉缸直径	毫米	6300	6800	大盖直径	毫米	3800	4200
炉腹直径	毫米	7000	7200	大盖角度①		52°	50°
炉喉直径	毫米	5200	5600	小盖直径	毫米	1800	1800
铁口到料线高度	毫米	21500	22900	小盖角度①		50°	50°
有效高度①	毫米	22300	23800	热风炉座数		3	3
炉缸高度	毫米	2800	3200	热风炉高度	毫米	31152	31202×1 31500×2
炉腹高度	毫米	2800	3400	每座热风炉的蓄热面积	米 ²	9800	14000×1 14500×2
炉腰高度	毫米	2500	2500	高炉单位容积蓄热面积①	米 ² /米 ³	44.2	57
炉身高度①	毫米	11800	12000	料线①	毫米	1000	1000
炉喉高度	毫米	2400	2800	大盖下降①	毫米	500	630
渣口到风口高度	毫米	1200	1200				
炉腹角		82°52′	79°59′31″				
炉身角		85°39′	86°39′41″				

① 译者添入的资料。

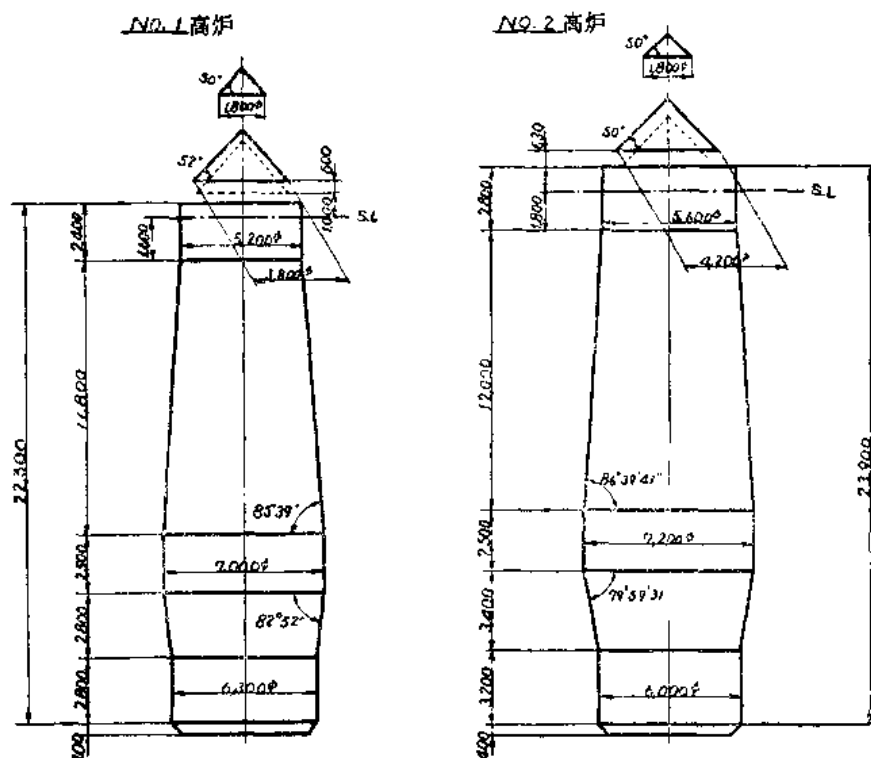


图 4 高炉内型图

表 3

1932 年 2 月使用全部烧结矿操作数据

日产量	吨铁/日	1124
利用系数 (工作容积利用系数1.67)		1.5①
焦 比	公斤/吨	513
煤气灰量	公斤/吨	8.9
渣 量	公斤/吨	382
配料: 烧结矿	%	100
废 铁	公斤/吨	78
石灰石	公斤/吨	4
炉料含铁	%	56.36
风 量	米 ³ /分	1023
风 温	°C	996
湿 度	克/标准米 ³	27
生铁成分: Si	%	0.51
S	%	0.039
煤气成分: CO	%	24.56
CO ₂	%	16.95
H ₂	%	1.75
N ₂	%	56.70
焦炭成分: 灰分	%	9.80
S	%	0.54
负 荷	公斤/公斤	2.96
每日料批数	批	109

① 譯者添入的資料。

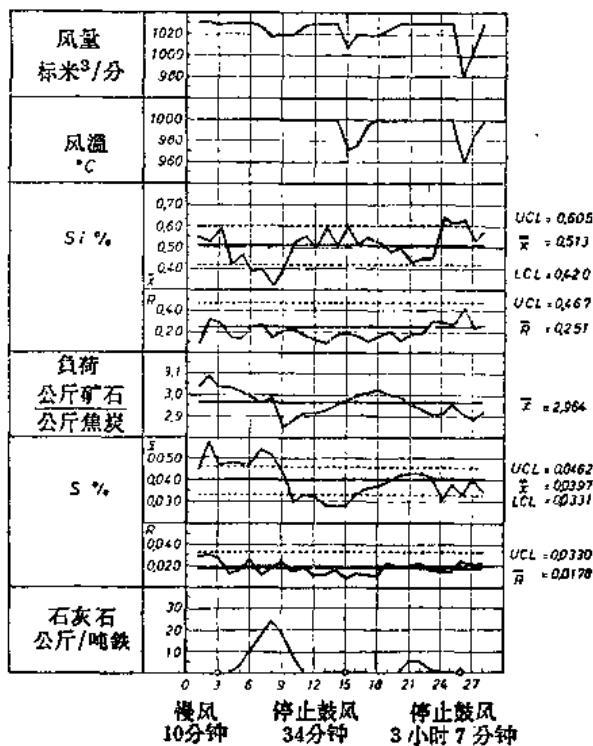


图 5 1962 年 2 月二号高炉操作的控制图表

两座高炉都是自立式，由炉腹到炉身的炉壁内插入一些冷却箱。

由于它们的长度等于炉壁厚度与炉缸用碳砖砌筑，目前高炉内型几乎与开炉时一般。

两座高炉内型示于图4，高炉内型数据列入表2。

这些高炉都是根据月生产计划尽可能固定风量、风温与湿度操作，风温提到热风炉能力所及的最高温度。

控制高炉只调节炉料重量，当炉内热制度即铁水含硅量波动很缓慢时，这样做是可能的。

炉料中烧结矿比例由70%至100%，那是由试验结果（后面还要说明）决定，至于烧结矿比例的范围，是由块矿储量所决定。

表3列入了使用全部烧结矿操作数据。

图5是二号高炉操作的控制图表之一例，图6是铁水中硅与硫的数理统计。

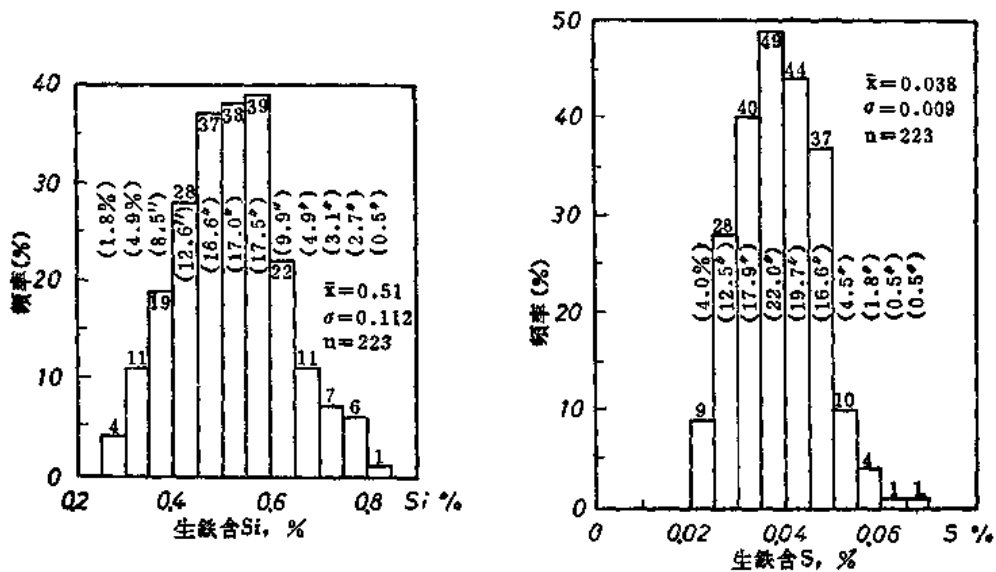


图6 二号高炉铁水中Si和S的数理统计

高炉使用不同烧结矿比例操作

我们进行了使用70%、85%与100%三种烧结矿比例在相同情况下操作。操作结果列表4。

虽然说烧结矿比例越接近100%，工作效果越显著，但由表4可见，使用不同比例烧结矿（70%或更多）时操作结果差别并不大。

这就是为什么要将块矿几乎彻底破碎，以及由于烧结矿碱度的提高而减少炉料中石灰石数量的原因。

结 论

倘若所有购入的铁矿石必须破碎成粉矿，则高炉必须全部使用烧结矿或球团矿，但是当购入块矿与粉矿时，须慎重考虑是否全部破碎成粉矿。因为使用全部烧结矿或球团矿时高炉操作效果提高，必须补偿破碎与烧结或球团的费用。

使用 70、85、100% 烧结矿时的操作数据

表 4

日 期		1961 年 10 月	1961 年 10 月	1961 年 10 月
		4—10 日	11—17 日	18—24 日
烧结矿使用率 (目标)	%	70	85	100
生铁产量	吨/日	1063	1035	1070
焦 比	公斤/吨	552	554	547
烧结矿使用率	%	71.7	87.4	100
筛分块矿 (Zungun 矿石)	%	28.3	12.6	0
原料含铁分 (焦炭除外)	%	55.33	54.04	54.47
石灰石	公斤/吨	16	22	1
炉料含硫量	公斤/吨	4.49	4.26	3.86
煤气灰量	公斤/吨	11	10	9
渣 量	公斤/吨	374	413	452
计算风量	标米 ³ /分	1079	1057	1092
风 温	°C	1000	1000	1000
湿 度	克/米 ³	27	27	27
生铁含硅量	%	0.56	0.53	0.55
生铁含硫量	%	0.071	0.051	0.043
煤气中 CO ₂	%	16.19	16.06	15.88
煤气中 CO	%	24.95	25.05	24.82
煤气中 H ₂	%	2.07	2.01	2.11
炉顶煤气温度	°C	206	214	235
渣碱度, (CaO/SiO ₂)		1.14	1.18	1.13
焦炭含灰量	%	10.03	9.94	9.57
焦炭含硫量	%	0.53	0.54	0.56
每日料批		110	108	110

同时, 块矿装入高炉的最大粒度与最小粒度也是重要的。

因此我们不强迫使用全部烧结矿, 因为在一些情况下, 高炉使用全部熔剂性烧结矿并不经常是最经济的。

在日本, 破碎筛分车间与烧结车间逐步增加与改进, 因而炉料中烧结矿平均比例接近于 60%, 平均焦比逐渐降低。

日本一座工厂的一座较小容积高炉使用全部烧结矿 (只购入粉矿), 焦比经常低于 500 公斤。

表 5 列入 1960 年 6 月至 1961 年 10 月, 日本全部高炉使用烧结矿的平均比例与平均焦比。

日本全部高炉使用烧结矿的平均比例与平均焦比

表 5

时 间	1960 年							1961 年									
	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
烧结矿比例,%	43.9	44.5	43.8	44.9	50.8	51.2	51.1	53.6	55.4	54.8	55.5	54.1	56.1	58.0	57.4	55.7	56.6
焦比,公斤/吨	614	619	620	620	621	617	615	605	601	605	605	600	597	597	594	595	573

李馬可 译 陈大受 校

2. 高炉采用100%烧结矿的炉况及其经济效果

〔比利时〕 A.柯伦 (Cornu)

摘 要 在 Marcinelle 冶炼厂炼铁车间, 利用三座高炉各进行了装料为 100% 烧结矿、100% 粗矿底料及烧结矿、粗矿两者的混合料的比较试验。

作者先简述了三座高炉、矿石的准备和烧结装置的特性后, 继而论述了试验的各个细节, 即烧结矿的含铁品位及其碱度, 以及炉况和炉料的分配对于 100% 烧结矿炉料条件下的焦比的影响。

根据试验确定, 焦炭的耗量与炉料中烧结矿的含量成反比; 用 100% 烧结矿或 100% 破碎筛分产品进行冶炼的高炉的炉况最好。在装 100% 烧结矿时, 虽然焦比不同, 其净装料费用仍高于装 100% 破碎筛分产品条件下的费用; 然而, 高炉生产费用却由于强化生产过程而降低。

前 言

该厂的炼铁车间, 自 1960 年底以来, 就对炉料进行充分的准备。受矿后, 全部矿石就被破碎和筛分。10—40 毫米的产品送出作为粗矿底料 (所有下列矿石均如此: 含 20% CaO 的石灰石矿, 含 22% SiO₂ 的硅酸盐矿, 含 60% Fe 的富矿或含 26% Fe 的贫矿); 0—10 毫米的产品送往粉矿混匀场 (同粗矿一样, 全部细矿混和后作为炉料)。图 1 示出该矿石的准备系统。

10—40 毫米的混匀矿石 (15% 在 40 毫米以上) 送给高炉。0—10 毫米的矿石用带式烧结机进行烧结。该烧结机的主要规格如下:

宽度: 2.44 米;

长度: 44 米;

有效面积: 107 米²;

下列部件的数量:

抽风箱: 18;

料 车: 133;

料层高度: 350 毫米, 其中包括格底层;

烧结机的速度: 1.40—4.60 米/分;

生产能力: 91 吨/小时成品烧结矿, 运入储存塔后再冷却筛分 (10 毫米)。

1961 年我厂装料比平均为:

法国石灰石矿: 36%;

法国硅酸盐矿: 6%;

瑞典矿石: 46.7%;

烟尘: 4.7%;

轧钢屑: 3.4%;

废料及其他：1.2%；

石灰石：2%。

目前我厂烧結过程的特性如下：

有效小时产量：93 吨燒結矿（以 10 毫米的篩网冷篩）；

燒結机平均速度：2.40 米/分；

抽风机的平均負压：725 毫米汞柱；

排气的温度：140—150°C；

能量消耗：

含水分 18.2% 的焦粉：76 公斤/吨燒結矿；

干焦粉：62 公斤/吨燒結矿；

4000 千卡/吨的焦炉煤气：10 米³/吨燒結矿；

电力：燒結—13 千瓦-小时/吨燒結矿；

全部（矿石准备 + 燒結）—20.5 千瓦-小时/吨燒結矿。

我厂拥有三座高炉：

1 号高炉— ϕ 5 米：炉身为圓形，特别是在炉腹同炉身結合处已破損（煤气 和焦炭的通道）；

2 号高炉— ϕ 5 米：重新改建的高炉；

3 号高炉— ϕ 4.50 米：圓形炉身，炉腹同炉身結合处 破損亦 很大，但較 1 号 高炉的輕些。

將燒結矿集中供給 2 号高炉，供給 1 号高炉以 破碎篩 分矿石（粗矿底料），而往 3 号高炉則装入燒結矿和粗矿料的混合矿。

我厂的三座高炉具有极其相似的炉型，装炉和操作的方法相同，因此我們就拥有丰富的資料，据此可从技术观点上来研討：装入 100% 燒結矿的炉况；装入破碎篩分矿石的炉况；装入混合料的炉况。此外，还可以从經濟观点来分析。下面就来討論这些不同的炉况。

装入 100% 燒結矿的炉况

自从 1961 年初以来，我厂 2 号高炉就开始装 100% 燒結矿。图 2 示出該高炉的炉型，表 1 列出該高炉的尺寸。

2 号高炉的尺寸

表 1

炉缸直径.....	5.00 米
炉腰直径.....	6.70 米
炉身上部直径.....	5.16 米
炉罩直径.....	3.50 米
炉罩直径与炉喉直径之比.....	0.70
炉缸高度.....	3.00 米
炉腹高度.....	3.50 米
炉腰高度.....	1.80 米
炉身高度.....	11.70 米
有效高度.....	18.04 米

續表 1

炉腹角.....	76°21'
炉身角.....	86°43'
主要风口数.....	10个
风嘴直径.....	160毫米
风管直径.....	4.50米
有效容积.....	517米 ³
1962年4月1日生鉄总产量为262.79吨。用容积为8.5米 ³ 的鋼料罐装料。炉缸和炉腹砌以碳砖。自炉腰底部算起,9.50米的高度均以硅砖砌筑。	

我厂的細矿底料的化学組成首先取决于与粗矿底料混合的产物, CaO/SiO_2 指数約为 1.4。只用粗矿底料的 1 号高炉的 CaO/SiO_2 指数, 可以借少量添加硅酸盐矿石而予以調整。

估計到这些需求, 細矿的平均指数为 1.15—1.20, 这在 100% 燒結矿的炉况下, 可产出高酸性的炉渣。这就是自从 2 号高炉采用 100% 燒結矿以来, 我們不得不在燒結混合料中添加細粒石灰石的緣故。

虽然在帶式燒結机之前設有一石灰石配料台, 但我們还是經常将加料直接給在底料之上。这些加料是由废料和細粒生石灰 (85% CaO) 組成的。由于考虑卫生保健条件, 只好不加入石灰粉, 因为在运输过程中卸車时会大量地析出灰粉。

于是, 我們就选择了 0—2 毫米的石灰石 (石灰石洗选后的产品)。这样, 就达到了 5.5% 的加料: 石灰石 (4%) 和废料 (1.5%)。

燒結矿碱度指数的影响 下面探討燒結矿的碱度的增高对于焦比的影响。显而易见, 随着碱度的提高, 由于新的矿物相的出現, 使产得的燒結矿具有更高的还原性。

我們將生产含鉄品位約为 50—51% 的燒結矿, 碱度为 1.22, 后提高到 1.32。尽管补加石灰石, 我們仍維持住这一含鉄品位, 方法是添加庫存的軋鋼屑。总的說来, 来自細矿底料的混合矿只是在碱度方面有所变化。

在 1961 年后几个月中, 我們稍微增加返粉量, 在此条件下并未看到石灰石坏影响。

至于燒結矿的粒度分析, 我們未确定实质上說来是所謂的“递传作用”, 我們只作了篩分分析。

下面列出相当于燒結矿 碱度指数为 1.22—1.32 的平均篩分分析結果 (两个月的平均值)。

在 15/20 这一級别的范围, 应将大于 50 毫米的粒級再化为 5/15 毫米这一范围。

在 1962 年年初, 国家黑色冶金研究中心曾对我厂日常生产的燒結矿进行了研究工作。用作試驗的是含鉄 52%、 CaO/SiO_2 为 1.20 的产品, 試驗結果表明: 燒結矿的机械强度非常高; 燒結矿的还原性正常; 燒結矿的孔隙度小; 无酸类和鉄氧化物的結合。

燒結矿粒度, 毫米	碱度=1.22	碱度=1.32
+60	15.2%	5.5%
50/60	3.7%	2.8%
40/50	7.4%	4.9%
30/40	13.9%	14.8%
20/30	19.0%	22.3%
15/20	3.4%	3.4%
10/15	18.4%	24.7%
5/10	16.2%	19.0%
0/5	2.8%	2.6%