

刘琦炼铁论文集

刘琦 著

冶金工业出版社

刘琦炼铁论文集

刘 琦 著

北 京
冶金工业出版社
2007

图书在版编目(CIP)数据

刘琦炼铁论文集/刘琦著. —北京:冶金工业出版社,
2007.5

ISBN 978-7-5024-4241-5

I. 刘… II. 刘… III. 炼铁—文集 IV. TF5—53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 051439 号

出 版 人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 郭富志 美术编辑 张媛媛 版面设计 张 青

责任校对 刘 倩 李文彦 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4241-5

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2007 年 5 月第 1 版, 2007 年 5 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 26 印张; 499 千字; 407 页; 1—2000 册

59.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

序 言

从我 1954 年担任高炉工长算起,半个多世纪过去了。除了一段时间从事冶金系统企业管理、体制改革和钢铁内外贸易以及有色金属的科研工作以外,我的工作都与炼铁生产技术有着紧密的关系,或直接从事高炉操作、管理工作,或在全国范围内进行炼铁生产技术的组织工作。在长时间的工作中,积淀了深厚的、挥之不去的炼铁情结。因此,在退休以后,又将自己“还原”为炼铁工程师的身份,在炼铁战线做一些力所能及的工作。

在漫长的从事炼铁生产技术工作中,撰写了有关炼铁的技术和学术论文 80 多篇。这些文章大都是总结炼铁技术发展的有关阶段国内炼铁同行创造的经验,以及本人对炼铁技术进步方面的主张和建议。文章绝大部分发表于国内的专业杂志和报刊,有几篇曾在国外发表。最近,朋友们建议将其结集出版。我本以为都是过去的事了,无此必要。但朋友们认为,一些文章中提出的技术思想和主张仍有参考价值。于是我从发表过的文章中选出一部分,有少量虽未发表但可能有一定参考价值的文章,也收入论文集中,如能对同行有所帮助,就是本人最大的欣慰了。

本书按专业内容分成 10 篇,在篇和一些文章前后分别加了篇前、篇后评说和文前、文后评说,介绍有关背景和历史资料,以及作者目前对文章内容和观点的评价。

论文集中所讨论的问题毕竟多数已成为历史,一些观点即使在文章发表的当时,可能也有不妥之处,敬希炼铁同行批评指正。

本书的出版,得到了山东莱芜钢铁股份有限公司炼铁厂,特别是王子金厂长的大力支持,在此表示由衷的感谢。

刘 琦

2006 年 11 月

目 录

原 料 篇

利用现有条件,加强原料混匀工作.....	3
中国钢铁工业与铁矿石长期进口战略研究	11
炼铁精料带来的问题和对策	16

喷 煤 篇

发挥喷煤优越性,改进高炉炼铁燃料组成.....	33
我国喷煤技术的现状和展望	42
高炉喷煤技术发展中的几个问题	47
因地制宜地推广高炉喷吹烟煤技术	56
梅山高炉喷吹无烟洗精煤经济效益分析	58

节 能 篇

我国炼铁工业能耗的现状与前景	65
关于合理降低炼铁用煤的灰分和含硫量的建议	72
积极推广高炉炉顶余压发电技术	77
进一步降低炼铁工序能耗的途径	83
从高炉热平衡看炼铁节能方向	92
论炼铁节能三原则.....	100

操 作 篇

“喇叭花”形煤气曲线探讨.....	109
高炉操作采用分装、大批重方法是节焦增铁的一项有效措施	119
对我国高炉强化的一些想法.....	121

高炉结瘤事故处理·····	130
炉缸冻结事故处理·····	138
高炉顽固悬料、恶性管道事故处理 ·····	143
高炉炉缸、炉底烧穿事故处理 ·····	146
高炉风口、渣口烧穿及炉前事故处理 ·····	148
高炉煤气爆炸事故评述·····	150
高炉强化后的基本操作制度选择·····	154
论中、小型高炉低硅铁冶炼 ·····	166
高炉炉缸寿命与钒钛矿护炉·····	174

技术改造篇

对地方钢铁厂生存、改造的几点想法 ·····	184
谈我国炼铁的技术改造·····	189
论中、小型高炉的技术改造 ·····	197
建设和改造高炉要分层次进行·····	204
中、小型高炉技术改造战略探讨 ·····	206
对我国高炉引进消化国外技术的几点看法·····	211
论我国高炉大型化·····	217
采用铜冷却壁,延长高炉炉体寿命 ·····	225
论高炉容积的选择·····	230

生铁成本篇

中国钢铁企业降低炼铁成本考察报告·····	241
钢铁企业进一步降低炼铁成本的思考·····	253
进口铁矿石提价对生铁成本的影响和对策·····	261

综合分析篇

1979 年炼铁生产技术分析和 1980 年工作的意见 ·····	273
1984 年炼铁生产技术的进步和 1985 年的工作要点 ·····	281
“六五”期间炼铁生产技术的进步和“七五”的展望·····	285
炼铁、烧结 1986 年生产回顾及 1987 年工作重点 ·····	292
当前我国炼铁生产技术的问题和对策·····	302

国 外 篇

澳大利亚的炼铁技术·····	311
澳大利亚铁矿石的特性和冶炼技术·····	316
加拿大炼铁技术见闻·····	324
同荷兰霍戈文(Hoogoven)厂专家谈霍戈文式热风炉和霍戈文式炉衬·····	333

优化大纲篇

N 钢炼铁系统技术优化大纲·····	339
--------------------	-----

其 他

向技术和管理的深度要效益·····	364
铁水奔流唱颂歌·····	370
从南钢经验看提高地方骨干企业炼铁水平之路·····	372
地方骨干企业铁前系统(包括原料、烧结、高炉)工艺完善化、 管理标准化的基本要求·····	376
对南钢高炉挖潜的建议·····	380
关于利用规模经济优势发展我国钢铁工业的思考·····	384
熔融还原评说·····	394

附 录

附表一 重点钢铁企业高炉主要技术经济指标·····	405
附表二 1965~1995 年全国高炉座数和容积·····	406
附表三 2002 年和 2004 年重点大中型钢铁企业高炉座数·····	407
附表四 2006 年重点大中型企业高炉座数和容积·····	407

原 料 篇

利用现有条件,加强原料混匀工作

炼铁原料的中和混匀是高炉精料工作的重要组成部分。

对进入高炉的块矿和进入烧结机的粉状原料进行中和混匀,使入炉原料成分均匀稳定,对稳定高炉热制度,改善生铁质量,降低燃料消耗,提高生产率有重要意义,也是高炉实现计算机控制的必要条件。

稳定原料成分的工作,应该从矿山做起。入选前的原矿和选后的精粉在贮存、装运过程中,都应充分利用所具备的条件,进行中和混匀。料场和精矿仓库是进行原料混匀的主要场所,也是本文所要讨论的重点。

一、国外炼铁原料中和混匀工作简介

国外先进的钢铁企业十分重视原料中和混匀工作。一般都设有贮存堆场(一次料场)和中和料场(二次料场),并在二者之间设置混匀配料槽。

贮存堆场的功能是按品种、成分的不同分别堆放,贮存原料。

中和料场和配料槽的功能主要是:

- (1) 使原料成分均一化,减少原料成分的波动。
- (2) 原料在送往烧结车间前,预先进行配料。

高炉所用的块矿也在中和料场进行混匀。

除铁矿粉外,锰矿粉、烧结返矿、高炉灰、转炉渣、轧钢皮等也参加配料和混匀。新日铁在混匀原料中不加石灰石粉和焦粉,在烧结车间配料槽处添加。而欧美国家钢铁厂的混匀设施,多数是把熔剂的大部分加在待混匀原料中。有许多厂把焦粉也配入混匀料中。如前联邦德国奥古斯特-蒂森冶金公司,汉博恩厂施韦尔根1号高炉的混匀料场,在混匀原料中配入石灰石粉用量的70%,焦粉用量的50%,其余部分供烧结厂在配料时调剂成分用。

由于中和料场的功能包括配料和混匀,因此国外混匀工艺由配料和平铺切取两个工序组成。

(一) 配料

混匀配料设备主要由混匀配料槽和电子配料秤组成。各种原料由皮带运到混匀配料槽,按配矿计算结果进行配料,经电子配料秤计量,用皮带送往中和料场进行平铺切取作业。

(二)平铺

平铺作业由混匀堆料机进行,现代化料场采用电子计算机控制。

混匀堆料一般堆成人字形断面,但是这种堆法容易产生粒度偏析。为了提高混匀效果,有的厂采用混合形断面。即第一层铺成若干人字形小断面,自第二层开始将料填入第一层小人字形的断面构成的沟中,又形成了菱形的小人字形断面,逐层上去,直至堆顶(见图1、图2)。国外部分钢铁厂混匀料堆断面形状及平铺层数见表1。

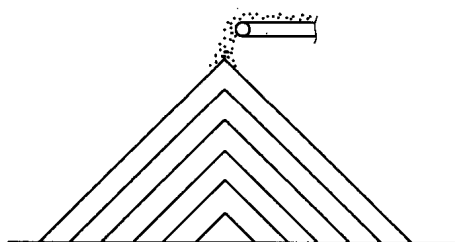


图1 条铺人字形断面

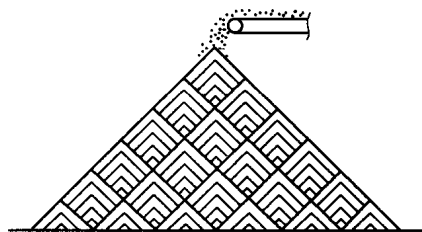


图2 条铺菱形人字形断面

表1 混匀堆断面形状及平铺层数

国 别	厂 名	混匀堆断面形状	平 铺 层 数
日 本	大分钢铁厂 君津钢铁厂	人字形 人字形	600~700 800
前联邦德国	曼内斯曼公司 奥古斯特-蒂森公司 施韦尔根厂	人字形 混合形	600 512
澳大利亚	布洛青山有限公司 肯布拉港钢铁厂	人字形	400
英 国	英国钢铁公司		约 300

一个混匀料堆的大小,一般不低于10天的用量。混匀料堆的两端成分偏析较大,一般将这部分料返回一次料场堆存,供下次混匀时配入。

(三)切取

切取作业由混匀取料机进行。混匀取料机国外主要采用滚筒式、双斗轮巡回桥式和双斗轮桥式三种。现代化的企业用电子计算机控制。

切取时均匀地从整个料堆断面上取料,料堆的断面始终保持平整,以滚筒式取料机的混匀效果为最好。因为它每个瞬时取的都是整个断面上的原料。

国外钢铁企业的原料混匀工作,提高了高炉和烧结机的产量和质量。澳大利亚肯布拉港钢铁厂,在设置了由混匀堆料机和滚筒式混匀取料机组成的混匀料场

后,高炉生产能力提高了10%~25%。前联邦德国曼内斯曼公司冶炼厂在设置了由混匀堆料机和双斗轮式混匀取料机组成的混匀设施后,烧结机平均单位面积的生产率由原来的 $35.6 \text{ t}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 提高到 $41.1 \text{ t}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,即提高了15.5%。

表2和表3列出新日铁君津钢铁厂和若松厂混合料和烧结矿的部分化验结果。

表2 君津厂混合料及烧结矿化验结果

矿名	机号	项目	TFe/%	CaO/%	SiO ₂ /%	CaO/SiO ₂
混合料	1DL	平均成分	51.93	8.32	5.59	1.49
	2DL	平均成分	51.70	8.33	5.41	1.54
	3DL	平均成分	52.12	8.38	5.64	1.49
烧结矿	1,2DL	平均成分	57.00	9.21	6.04	1.52
		波动	±0.184	±0.153	±0.086	0.031
	3DL	平均成分	57.05	9.17	6.01	1.53
		波动	±0.167	±0.123	0.078	0.025

注:表中数值为1978年3月平均值。

表3 若松厂混合料化验结果

项目	TFe/%	SiO ₂ /%
平均成分	62.998	4.269
波动	±0.42	±0.165

二、目前我国的中和混匀工作

我国的炼铁原料管理工作,近两年来有一定的进展,但总的说来比较落后。原料场大多数场地狭小,设备简陋,只能堆放贮存,不能进行配料和中和混匀。较大的企业采用翻车机、刮板卸车机、抓斗吊等设备卸车。用电铲等设备装车。不少中小企业还用人工装卸。有堆取料机的料场寥寥无几。混匀取料机等先进的中和设备一台也没有。

原料场的管理也很落后。进厂原料没有质量标准;不同质原料混堆混放;缺少化验、检验设施;进出料无化学成分;缺少计量工具,亏吨短尺;粉矿不粉(有大块)、块矿不块(粉末多)等现象比较普遍。

由于管理差,没有很好的进行中和混匀,多数企业入炉原料成分波动很大,表4列出1979年8月重点企业入炉矿含铁量波动情况。

表 4 重点企业入炉矿含铁量波动情况

企 业	品位/%	波幅(最高与最低之差)/%	备 注
鞍 钢	53.75	3	
武 钢	55.84	>2	
包 钢	53.68	>2	
太 钢	57.26	>2	入炉杂矿波动大
马 钢	55.26	>2	入炉块矿波动大
首 钢	57.15	<1	
本 钢	58.33	>2	
重 钢	42.06	>7	
攀 钢	48.87	>1	入炉块矿波动大
酒 钢	47.15	>4	
宣 钢	50.96	>8	
涉 县	54.10	>2	
济南钢铁厂	50.35	>10	
昆 钢	45.82	>10	块矿和烧结矿波动大
湘 钢	45.74	>10	块矿和烧结矿波动大
唐 钢	50.61	>3	
水 钢	48.11	>3	
上钢一厂	57.05	>4	
梅山铁厂	53.20	>2	

至于石灰石、白云石、锰矿石以及其他辅助材料的管理则更差,成分波动也更大。烧结厂配料不准确,也加剧了入炉原料成分的波动。

入炉原料成分不稳定,给高炉操作带来很多困难,热制度经常变化,不仅影响高炉强化,而且经常要防止炉冷,被迫保持较高的炉温、较高的炉渣碱度,风温留有足够的余地,作为调剂手段。增加了高炉燃料消耗,也影响了生铁质量的提高。

三、几项值得提倡的经验

我国在 20 世纪 50 年代初期就开始推行以中和混匀为中心的原料管理工作。尽管当时料场大多为人工作业,但不少企业都能做到严格的平铺切取。这对我国炼铁生产在第一个五年计划期间的发展起了促进作用。但是近十几年来,料场的建设没有跟上来,而原有的管理制度也遭到了破坏。

近两年来,随着企业整顿的进展,一些企业,重新认识到加强原料管理的重要

性,利用现有的设备,根据各自的特点,对高炉原料,主要是含铁原料进行中和混匀,取得了可喜的效果。在近几年国家还不能大量投资建设现代化料场的情况下,这些经验是应该大力提倡和推广的。

(一) “三倒入堆,条铺切装”

这是首钢近两年来开始试行并逐步完善的。首钢料场,占地面积 19 万 m^2 ,有效面积为 8.8 万 m^2 。有 8 台刮板卸车机,8 台电铲。场地狭小,设备也不多。所使用的含铁原料主要是该公司自产的迁安精矿(占 90%)和邯郸富粉。

首钢 1978 年 8 月 1 日规定,迁安精粉含铁量波动范围小于 $\pm 1\%$ 的直卸烧结厂精矿仓,超过这个标准的进入料场混匀。1979 年 7 月 11 日和 9 月 29 日将这一规定降到 $\pm 0.75\%$ 和 $\pm 0.5\%$ 。邯郸富粉一律经料场混匀。

料场混匀作业包括原料进厂检验、卸车、倒料混匀、切装、取样、料场清整等内容,企业制定了一整套检查、签认制度。

原料进厂由质量监督人员严格按合同或协议检查验收,对不符合规定技术条件的原料,除与矿山交涉外,对带有杂质或粒度不合格的,禁止卸入大堆,单独存放或另做处理。

粉矿用刮板卸车机卸车。每 7~8 车为一组,成条状卸于卸车线一侧。其上陆续溜卸 7~8 组。形成人字形条铺 7~8 层。卸车以后,要清车底和道眼,清理料必须清入同种料内。

倒料用电铲进行,先将条铺的 7~8 组矿料倒堆于料场中间,混匀一次。再用电铲倒入大堆。连卸车条铺在内,精矿粉前后被倒搬了三次,故称“三倒入堆”。

每一大堆宽度 22 m,堆高 4.5 m 以上。顶部要平,不出沟峰。每堆约 2.5~3 万 t,现在首钢已试把料堆延长一倍,堆高加到 6 m,料堆容量达 7~8 万 t,提高了料堆利用率和混匀效果。

装车作业严格执行切装制度。切装由端面开始,要求切装断面整齐,不准条装。两侧或中心不准剩料。没有封堆的原料不许装车,开始切装的料堆不准再卸车,没有大堆成分的原料不准装车。对料场的清整等也都有具体规定。

卸车时每个车皮取 6 个样,每组(7~8 车)为一个化验单位,各组成分加权平均,作为大堆成分。检验混匀效果时,在切装断面取样。

首钢采用“卸车机条铺,电铲倒料混匀,切装”的办法混匀以后收到了较好的混匀效果。表 5、表 6 列出迁安精粉和邯郸粉混匀效果。

表 5 迁安精粉混匀效果

含铁波动范围/%	混 匀 前	混 匀 后	比 较
$\leq \pm 0.5$	71.36	88.31	+16.95
$\leq \pm 1$	93.0	100	+7.0

表 6 邯钢粉混匀效果

项 目	混 匀 前	混 匀 后	比 较
含铁最大波幅/%	6.19	2.73	-3.46
SiO ₂ 最大波幅/%	6.7	2.0	-4.7
CaO 最大波幅/%	4.67	1.60	-3.07
S 最大波幅/%	1.707	0.514	-1.193
含铁波动 $\pm 1\%$	46.9	79.4	+32.5

矿粉成分的稳定,有助于烧结操作的稳定,大大地提高烧结矿的产量和质量。给高炉带来很大好处。表 7、表 8、表 9 列出首钢执行中和混匀前后的烧结、炼铁指标对比。

表 7 原料混匀前后的烧结指标对比

烧 结 指 标	1978 年 1~7 月	1978 年 8~12 月	比 较
合格率/%	76.61	99.45	+22.84
一级品率/%	32.90	77.65	+44.75
碱度稳定率($\leq \pm 0.05$)/%	87.37	92.03	4.66
高炉灰铁比/kg $\cdot t^{-1}$	68.40	46.5	-21.9

表 8 首钢原料混匀前后的烧结矿含铁量波幅比较

波幅/%	1978 年 7 月	1978 年 8 月	1978 年 9 月	1979 年 四季度
$\leq \pm 0.5$	60.98	66.95	80.53	94.58
$\leq \pm 1.0$	89.11	91.64	98.72	100

表 9 首钢原料混匀前后炼铁厂指标的比较

炼 铁 指 标	1978 年		比 较	1979 年 1~4 月
	1~7 月	8~12 月		
平均日产/t	6089	6732	+643	6791
利用系数/t $\cdot (m^3 \cdot d)^{-1}$	1.876	2.047	+0.171	2.081
焦比/kg $\cdot t^{-1}$	476	428	-48	425

(二) 穿梭中和

这是包钢烧结厂精矿库采用的行之有效的办法。

包钢烧结厂精矿中和仓库有 3 个跨间。长 204 m, 宽 90 m, 有效容积 75000 m³, 可贮精矿 17.1 万 t, 够烧结厂 15 天的用量。

库内设有 20 t 4 m³ 抓斗吊 6 台, 400 t/h 移动漏斗车 6 台。宽 1400 mm 自动穿梭输入皮带机 3 条, 宽 1000 mm 输出皮带机 3 条。附属设施齐全。

包头精矿粉成分波动比较大。1977 年以前,自动穿梭机没有发挥效能,当时以全铁上下次波动小于 6% 为合格。合格率只达到 30%,因此导致烧结矿质量差,产量低,严重影响高炉冶炼。1977 年 10 月开始实行“穿梭条铺,倒平混匀,分段切抓”,并把全铁波动范围由 6% 改为 1.5%。1978 年的合格率提高到 88.5%,烧结矿综合合格率也达到了 87.8%。

表 10 和表 11 列出包钢实行穿梭中和前后精矿粉中和合格率(全铁上下次波动小于 1.5%)的变化和历年烧结矿产量、质量的变化情况。

表 10 包钢 1978 年精矿中和合格率

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
合格率/%	52.6	61.6	64.7	71.7	61.0	64.0	68.0	64.0	66.0	66.10	84.0	88.50

表 11 包钢 1966~1978 年烧结矿的产量、质量情况

年 份	1966	1968	1970	1972	1974	1976	1977	1978
年产量/万 t	24.65	43.29	71.55	36.54	14.27	53.56	68.13	100.32
综合合格率/%	50.84	17.81		40.50	8.1	53.33	58.08	87.80

1979 年,包钢烧结厂原料车间再次修订了精矿从入仓中和到输出全过程的有关规定,实行纵向穿梭,分段切抓,12 m 一段的操作办法,11 月份铺料达到 2500~3000 层,精矿合格波动范围为 $\pm 1\%$,合格率达到 80%,表 12 列出 1979 年 11 月份采用中和方法前后的数据。

表 12 1979 年 11 月采用中和方法前后的数据

中和前含铁量/%				中和后含铁量/%				
最 高	最 低	平 均	波 幅	最 高	最 低	平 均	波 幅	小于 $\pm 1.0\%$ 的合格率
61.15	47.20	56.12	13.95	57.70	52.10	55.62	5.60	80.60

(三) 太钢用汽车“平铺切装”的混匀方法

太钢北破碎场贮有杂矿粉约 30 万 t,是多年来破碎各种矿石和熔剂的筛下物,混堆成一座“红山”,由于矿种复杂,成分波动很大,没有使用。1979 年 8 月配备两台电铲,一台推土机,三台翻斗汽车,进行平铺切装混匀作业。含铁量波动范围缩小到 $\pm 1.5\%$ 左右。

以上三种经验,我们认为具有典型性。各企业可以根据自己的现有条件学习、推广。

酒钢有 4 台大型堆取料机对入选原矿进行平铺切取中和混匀。对稳定精矿品位作用很大。

四、建设符合我国特点的现代化料场

现阶段主要是应用现有设备和场地条件,推广上述简易的中和方法。但随着钢铁工业现代化的进展,对精料的要求越来越高,老企业料场要进行现代化改造,新建企业也一定要建设现代化料场。我们认为在进行老料场的改造和新料场的建设时,不应照搬国外设备,而应根据我国用料特点、气候、财力与物力情况,吸取外国技术好的方面,加上我们自己的创造,建设中国式的现代化料场。

我国的原料有以下特点:

(1) 高炉熟料比很高,1979年重点炼铁企业熟料比为87%。几个主要钢铁企业,如鞍钢、本钢、首钢等熟料比都在95%以上,烧结所用原料以精矿粉为主。富矿粉所占比例很少。一些企业主要用自产精矿,矿种单一,成分波动较小。当然也有不少中小企业无矿山基地,吃杂矿,成分和性能波动很大。如湘钢、重钢、水钢、济钢等企业。但总的来说,精矿多,富矿少,烧结矿、球团应是主要入炉原料。

(2) 南北方气候相差很大,华北、东北、西北,冬季气温可降到零下20℃以下。精矿粉由于含水而结冻,露天料场难以实现良好的中和混匀。精矿水分高,粒度细,滚筒式混匀取料机是否完全适用值得研究,精矿粘结之后很难清理,水分高易结团也难混匀。因此我们认为,在北方寒冷地区以建设精矿中和仓库为宜,而南方建设料场时要充分考虑精矿堆的防雨和排水问题。

矿种单一的企业,在老料场改造时不一定设配料槽。配料作业仍旧放在烧结配料室进行。在中和料场对含铁原料和熔剂等单独进行中和混匀后送烧结和高炉。这样可节约场地和投资,总之一要创造适合我国情况的原料中和设备和工艺,这些工作现在就要抓紧研究和试验。

五、小 结

(1) 炼铁原料中和混匀是高炉精料工作的重要组成部分。我国目前此项工作水平还很低,必须引起足够重视。

(2) 目前我国钢铁企业应该利用现有条件,积极推广“三倒入堆”、“穿梭中和”等简易混匀方法。

(3) 要抓紧研究适合我国情况的现代化料场的建设。

(本文发表于《烧结球团》,署名刘琦、僧全松)