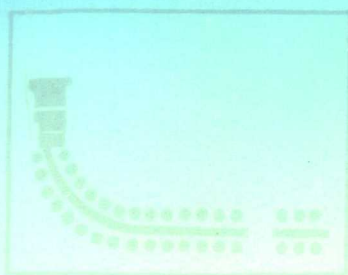


全国冶金装备 新技术文集

中国冶金设备总公司
宝山钢铁(集团)公司
武汉钢铁(集团)公司
天津钢管公司

编



冶金工业出版社

全国冶金装备新技术文集

中国冶金设备总公司
宝山钢铁(集团)公司
武汉钢铁(集团)公司
天津钢管公司

编

北 京
冶金工业出版社
1996

图书在版编目(CIP)数据

全国冶金装备新技术文集/中国冶金设备总公司等编.
北京:冶金工业出版社,1996.12
ISBN 7-5024-1977-2

I.全… II.中… III.冶金设备-制造-新技术应用-文集 IV.TF306-53
中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 19129 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)
冶金工业出版社印刷厂印刷;冶金工业出版社出版发行
1996 年 12 月第 1 版,1996 年 12 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16;38.5 印张;875 千字;306 页;1-2070 册
69.00 元

祝贺冶金装备新技术文集出版

希望在引进、吸收、消化过程中，

更加研究创新，提高我国冶

金装备国产化、现代化水平。

王德寿 一九九六年
十月廿五日

《全国冶金装备新技术文集》 编委会名单

名誉主任 殷瑞钰

主任 沈成孝

副主任 曹树荣 李尚诒 张清朗 王相冠 智万涛 田 军
邹文正 刘炳南 虞孟起

编 委 (按姓氏笔划为序)

王晓暹 方国材 朱慈堃 陈为民 陈龙官 陈先霖
陈济群 金学俊 赵 沛 赵周礼 赵恩光 俞盘潮
贾玉良 殷李森 谢振德 蔡志凯

主 编 王相冠 陈龙官

主要审稿人 王相冠 陈龙官 朱允言 施东成 苏天森 马竹梧
陈济群 吴振宝 杨时行 朱慈堃 陈为民 张锦凤

参与本书组稿工作人员

朱慈堃 陈为民 张锦凤 韩小良
李云清 蒋士梅 刘书彬 张道伦
郭 英

序

我国钢铁工业自 1978 年实行改革开放政策以来得到了快速的发展,现在已经成为全球第二产钢大国,这些成就举世瞩目。

在发展过程中,融合着工艺流程的优化和装备水平的提高。特别是 80 年代以来,宝钢、武钢、天津钢管公司等企业,引进了不少具有国际水平的装备和技术,对于推进我国钢铁工业的现代化具有重大意义,并对其他企业的技术进步、技术改造也具有很大的示范或借鉴作用。与此同时,在国务院有关部门的组织下,不少单位、不少专家开展了以宝钢工程为依托的大型高炉系统、大板坯连铸系统、热轧宽带系统、冷轧带钢系统等关键设备的科研攻关,取得了可喜的成果。

总结、交流已经取得的成就,并在此基础上进一步开发、提高,具有重大的现实意义。因此,经过各界人士商议,决定组成《全国冶金装备新技术文集》编委会,并正式出版《文集》,以期达到交流、提高的目的。

《文集》中的资料是经过筛选的,内容涉及冶炼(高炉、电炉)、连铸、热轧、冷轧以及相关的自动化装备。其中还汇集了许多装备国产化科技攻关的成果。相信对于钢铁企业、机械制造厂、有关设计单位、科研单位以及大专院校的领导同志、专家、教师、学生以及管理人员具有参考价值。

我们也希望通过这本《文集》的出版,对我国冶金装备的设计水平、制造技术的提高能有所帮助、促进,进而提高冶金装备的国产化水平,避免盲目重复引进,降低装备投资成本,增强企业市场竞争力,推动钢铁工业健康发展。

殷发瑞 题

一九九六·八·十

前 言

在“七五”、“八五”期间,宝钢、武钢、天津钢管公司等一批大型钢铁企业,引进了许多具有当代国际先进水平的冶金装备。在国务院有关部门领导下,组织了以宝钢工程为依托的大型高炉、大板坯连铸、冷轧、热轧等关键引进设备的科研攻关,并取得了可喜的成果。

为总结、交流并推广“七五”、“八五”的新工艺、新技术、新装备,促进冶金装备新技术信息交流,推动冶金工业装备技术进一步发展,转变增长方式,提高质量效益,我们现从“95 全国冶金装备新技术交流推广会”154 篇论文中经专家评选出的 71 篇论文编印成这本《全国冶金装备新技术文集》(以下简称《文集》)。

《文集》是以高炉、电炉、大板坯连铸机、冷轧、热轧及其相关专业作为主要对象,把在工程设计、科技研究、制造工艺、实践应用等领域内取得的创新成果,编写成论文集。《文集》内容具有先进性、实用性、可行性、经济性,在一定程度上代表了我国冶金装备技术水平。因此,《文集》中反映的新技术是冶金行业的宝贵财富,对提高我国冶金装备国产化水平,推动冶金装备制造技术的发展必将产生积极的作用。

《文集》在编写过程中,得到冶金部领导及科技司等有关司局的支持,得到宝钢(集团)公司、中国冶金设备总公司、武汉钢铁(集团)公司、天津钢管公司的支持,也得到攀枝花钢铁公司、舞阳钢铁公司、北京科技大学、冶金部自动化研究院、冶金部建筑研究院、北京冶金设备研究院、浙江大学、重庆钢铁设计研究院、西安冶金机械厂、西安重型机械研究所、第一重型机械集团公司、第二重型机械集团公司、嘉兴冶金机械厂、渤海造船厂、太原重型机器制造集团公司、烟台冶金水冷件厂等单位的热情帮助。在此谨向各位作者、专家及参加编写的各单位的领导表示衷心感谢。

由于《文集》的选题、组稿、编辑、出版工作量大,程序比较复杂,加之时间短,编写水平所限等原因,难免有不当之处,恳请读者批评指正。

《全国冶金装备新技术文集》 编委会

目 录

一、冶炼篇

宝钢 2 号高炉无料钟炉顶装料装置衬板的研制与应用	3
王 军 刘 轩 李五德	
宝钢 2 号(4063m ³)高炉炉体结构应力测定与分析	9
王凤仙	
大型高炉液压泥炮的设计	26
朱允言 高译标 尹忠俊	
宝钢 2 号、3 号高炉液压泥炮的制造技术	33
路 滨	
全气动高炉开铁口机的性能及其应用	37
沈东宁 朱建民	
MHG-60 型全液压泥炮压炮机构的炮嘴运动轨迹及其受力分析	44
曲惠敏	
宝钢高炉热风阀的使用情况调查和破损原因分析	53
刘兆宏	
宝钢 2 号高炉热风炉炉体钢结构国产化研制	65
李光民 王六和 崔 勇	
宝钢 450m ² 烧结设备的引进、消化及在国内移植与发展	73
蒋鼎琮	
转炉复合吹炼(LD-CB)技术	87
王 喆 罗雍康 周耀宗	
150t 电弧炉电液比例控制系统的分析	93
蒋志勤	
超高功率电弧炉配套技术——水冷设备的开发研究设计与应用	98
孙立国 胡嘉泉 田 丰 柴 君 邓 驰	
舞钢 1900mm 板坯连铸机设计	106
金正瑞 高文阁 高德成 张振荣 李 波	
GZHS90—230 滑动水口机构的研究	131
沈燮棠	
调宽板坯结晶器的研制及相关技术的开发	140
左廷璧 霍家裕 刘军君	
攀钢 1350mm 板坯连铸机械设备	149
王受田 关 杰	
薄板坯连铸机加工技术	156

段晓宾

现代板坯连铸机驱动装置的设计	161
----------------------	-----

杨拉道 王西林 李淑贤 刘增儒

天津钢管公司管坯连铸 1 号冷床设计问题分析	169
------------------------------	-----

刘照亮

二、轧制篇

热轧厂新 CVC 板形控制模型的应用	179
--------------------------	-----

赵 昆 袁建光

轧机主动传动接轴的改造和日本十字轴式万向接轴的分析	186
---------------------------------	-----

万晓丹 赵厚林

宝钢 2050mm 热带钢连轧机的全液压卷取机	194
-------------------------------	-----

郭万有 高学文

$\phi 250\text{mm}$ 连轧机的钢管精度研究	205
--------------------------------------	-----

杨效勇 张清锁

MPM 限动速度与芯棒工作行程分析	210
-------------------------	-----

李福田

2030mm 冷连轧机板形控制技术的消化与改进	215
-------------------------------	-----

张 杰 陈先霖 徐乐江 徐耀寰

冷轧 CVC 技术结构特点分析	221
-----------------------	-----

何汝迎

宝钢 2030mm 五机架冷连轧机组的辅助设备液压传动	227
-----------------------------------	-----

严龙豹

宝钢 2030mm 带钢冷连轧机振动问题的研究	236
-------------------------------	-----

邹家祥 史小路 孙志辉 徐乐江 何汝迎

攀钢冷轧厂 6 辊 4 机架 HC 连轧机技术装备水平	243
-----------------------------------	-----

罗裕厚 于 丹 刘 钢

冷轧 K 型施罗曼飞剪的消化分析	252
------------------------	-----

潘纪根

天津钢管工程 $\phi 48\text{m}$ 环形加热炉的技术特点与实践应用	264
--	-----

黄彰和 朱学强

罩式炉退火新技术	269
----------------	-----

段向东 杨学高 杨洪元

国产钢管张力减径机双位机座的研制	278
------------------------	-----

沈光顺 王太辰 李钟铭 胡福儒 纪晋柏

天津钢管公司独特的高架式储管运输系统	288
--------------------------	-----

段福刚

强力自重式钳式起重机	294
------------------	-----

汪福元 张韩炎

三、自控及电气篇

高炉自动化控制	307
朱学其	
现代化高炉数学模型	315
马宏远	
解决大型电弧炉炼钢对电网影响的新技术应用	324
蔡志凯	
静止型动态无功补偿装置用于 150t 电弧炉无功控制	330
鲍玉春 程建华	
宝钢板坯连铸机的电力传动装置及其控制技术	340
郭汉声	
攀钢 1350mm 板坯连铸过程计算机控制系统	350
刘德义	
微张力控制在热带钢连轧机上的应用	356
王保罗 吴章维 马文忠	
热轧带钢板形控制及数学模型分析	363
任邦钧 杨天贵	
五机架冷连轧机带厚控制系统及其轧制方式的选择	370
王育华	
冷轧板形控制基础自动化的组成	381
许茂中	
五机架冷轧主传动速度控制系统	387
王瑞庭	
宝钢的 CIMS 系统工程与现代化管理系统的开发	402
虞孟起	
连续热镀锌退火炉的混合智能控制	408
田玉楚 张卫平	
宝钢大型轧钢电动机的分布情况及结构特点	415
王肇祥	
冷轧负公差轧制及理论计重的研究与开发	422
华建新	
环形加热炉数学模型与优化控制策略	435
谢学钧 高 巍	
宝钢能源管理系统	444
冯为民 赵金全	
对宝钢电网谐波治理的评述与改进措施	451
陈济群	
动态无功补偿与电能质量改善	462

张永康	
运输机械控制信息传递的通讯控制	471
杨宁前 史济国	
交交变频同步电机轧机主传动系统	479
李崇坚	
钢管在线漏磁自动探伤系统	484
王振兴	

四、通用及其他篇

液力耦合器在宝钢工程中的应用经验及其合理选型匹配问题	493
孟宪源	
LMD-1 型粉尘浓度测定计的研制	508
殷文明	
MF1230 型新型木屑分离器的研制	514
周 明 鲍 和	
宝钢 2 号高炉悬臂起重机研制	522
韩友钻	
浅谈大型电炉炼钢厂的无轨运输工艺	532
辛云起	
重型十字万向接轴结构的改进	540
李 连	
冷轧厂油气润滑新技术剖析及其应用	552
余基来 陈建超	
直角双摇杆机构液压剪切机	558
胡福根	
摩根油膜轴承新技术的消化及应用	563
王文波 孙树珍 李映亮	
除尘反吹风机的故障诊断及转子现场动平衡	570
史继巧 魏茂林等	
舞钢 1900mm 板坯连铸机润滑脂的选用探讨	576
孙大明	
球笼式同步万向联轴器设计和关键加工工艺	581
杨智军	
旋转叶片式分离器的应用	587
曹助雄	
宝钢三期主体工程装备新技术	592
张锦凤	

一、冶 炼 篇

宝钢 2 号高炉无料钟炉顶 装料装置衬板的研制与应用

王 军 刘 轩 李五德

(西安冶金机械厂)

内 容 摘 要

无料钟炉顶装置衬板使用寿命的长短直接影响着高炉炉龄,对高炉容积有效利用系数有很大的影响;提高高炉无料钟炉顶装置衬板的使用寿命成为当务之急。宝钢 2 号高炉容积为 4063m^3 ,日吞食炉料量 27000 多吨,每天产铁量为 9000 多吨。无料钟炉顶装置衬板在高炉运转过程中的工作环境是非常恶劣的,衬板在工作过程中,需要承受高硬度带尖角的矿石的大落差冲击磨损,以及高温炉气(炉顶一般正常温度 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$,有时可达 $600\sim 800^{\circ}\text{C}$)腐蚀。因此,耐磨衬板应具有耐磨损、耐冲击、耐高温、耐腐蚀等综合性能(见图 1)。

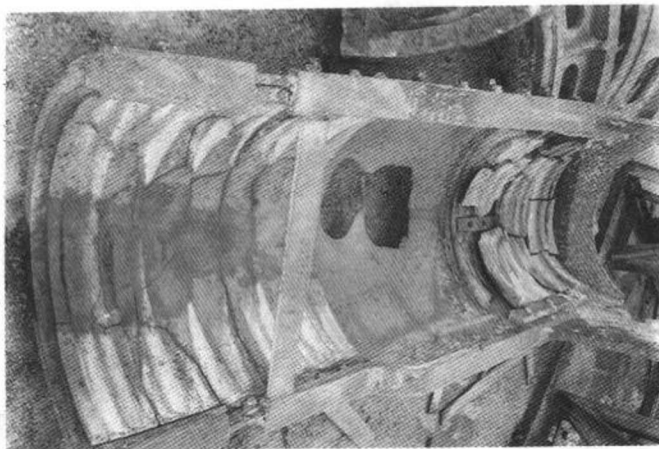


图 1 一般衬板损坏形式

1 高铬铸铁的组织

高铬铸铁是一种耐磨合金白口铁。众所周知,高铬铸铁中 $(\text{Cr}, \text{Fe})_7\text{C}_3$ 的显微硬度为 $\text{HV}1300\sim 1800$, $(\text{Cr}, \text{Fe})_7\text{C}_3$ 是孤立相,金属基体则为连续相,有较好的韧性,所以高铬铸铁衬板可以承受一定的冲击负荷。经淬火后高铬铸铁的基体组织马氏体(M)量较多,也有部分奥氏体(A)存在,基体 A 量的多少取决于工况条件。

若在冲击应力较大的动载荷磨料磨损中,随着 A 量的增加磨损失重是减少的。但是,考虑到在硬磨料(比如烧结矿 $f=7.5$)磨损中,基体中奥氏体含量太多,带有尖角和加速度作用下的矿石冲击磨损下,基体将优先于碳化物磨损,使得碳化物失去支撑作用而大块剥落和碎裂;基体中若奥氏体含量太少,在大冲击高硬度矿石的作用下,基体中马氏体若有裂纹存在将大块崩落,失去了碳化物的支撑作用,也是不利于材料的耐磨作用的,因此 A 量应控制在一个适宜的范围。

为了保证高炉无料钟衬板有足够的抵抗磨损及冲击性能,碳化物的形式、数量和分布是关键。同时,为了保证材料的韧性,使得它能抵抗疲劳冲击磨损,基体中 M 与碳化物的结合程度以及数量比例是关键。基于上述原因高炉耐磨衬板组织应选择为:

[马氏体(M)+残留奥氏体(A)+一次碳化物(C_1)+二次碳化物(C_2)]

高铬铸铁含碳量愈高组织中碳化物数量愈多,一般认为含碳高抗磨性也高。但在受冲击条件下,适当降低含碳量反而可提高衬板的抗磨性。高铬铸铁的含碳量一般都低于共晶碳量,因为过共晶的粗大块状碳化物不但使机械性能急剧下降,而且在磨损过程中也易碎裂剥落,使抗磨性也下降。

根据高炉的工况条件,总结以前生产耐磨材料经验和国外(卢森堡 PW 公司)高铬耐磨衬板有关资料,我们选出五种成分进行对比试验:

- | | |
|--------------|---------------|
| (1)Cr—W—Mo—V | A 型 |
| (2)Cr—W—Mo—V | B 型〔与(1)含量不同〕 |
| (3)Cr—Mo—Cu | C 型 |
| (4)Cr28 | D 型 |
| (5)Cr—Mo—Re | E 型 |

2 高铬铸铁的熔炼和铸造

2.1 熔 炼

高铬铸铁的熔炼在感应炉中进行。

2.1.1 几种元素在炉中的变化

碳:碳是主要元素,在熔炼过程中是减少的,一般减少量为 4%。若需要增加时,可采用纯净干燥的电极增碳,增碳一般在出炉前 5~6min 来完成。

硅:硅在炉中变化比较复杂,控制硅是熔炼中的一个关键环节。硅在熔炼前期处于氧化烧损状态,而在熔炼后期(指酸性炉衬)确有回硅现象,必须引起高度重视。

锰:锰在熔炼期的烧损较大,在精炼期锰会严重的侵蚀酸性炉衬,降低锰的回收率。因此尽量减少锰在炉内的停留时间,一般锰铁应在出炉前 2~5min 加入为好。

硫和磷:硫和磷在铁中都是有害元素,在酸性炉衬中不易去除。取得合适的硫磷含量只能从控制入炉原材料来获得。

其余元素在炉中的变化大致在 7%~8%,只要考虑烧损量即可。对于贵重金属,为了减少烧损,降低消耗,一般采取较晚加入为宜。

2.1.2 熔炼工艺要点

(1) 加料

炉料加入炉膛内要尽量排紧,以减少磁损,提高熔速。先加低熔点炉料,不易氧化烧损的料,后加高熔点和元素易烧损的料。为了减少机械冲击,最好采用人工加料。

(2) 通电熔化

炉料装好后送电。开始时,先供给 60% 左右的功率,待电流冲击停止后,逐渐将功率增至最大值。

(3) 捣料助熔

随着炉子中、下部炉料熔化,经常注意捣料,防止“搭桥”并陆续加料。

(4) 炉料熔化后,加入造渣材料(碎玻璃或石英砂)造渣。其加入量为金属熔量的 1.5%,石灰 1%,萤石 0.5%。

(5) 新渣形成后测温,温度达 1450℃ 时扒去熔渣。若需要增碳可加入电极增碳处理。10min 后取炉中分析样,停电等分析结果。调整化学成分,成分合格后测温,温度达 1450~1480℃ 时吹氩(或氮)气精炼合金。若需加入铜或稀土应在预先烘烤好的包中采用冲入法熔化。

2.2 铸 造

高铬铸铁控制浇注温度是十分重要的。高铬铸铁虽有较好的流动性,但过低的浇注温度也会影响充型能力和排除气体、夹杂等而造成铸件缺陷。

过高的浇注温度则将造成晶粒粗大和使微观疏松严重,因此浇注温度应尽可能低一些,通常浇注温度不要超过 1400℃。

高铬铸铁的收缩量与一般铸钢件相近,因此应采用相似的冒口补缩工艺。冷铁对提高致密度和消除局部疏松十分有效。模型的收缩裕量取 2.0% 左右。高铬铸铁具有收缩量大,导热性差(17.58W/m·K),弹性模数高(166600MPa)的物理性能,这就决定了这种材料在铸造中易引起高的内应力,容易产生裂纹。为此铸件的壁厚应力求均匀,尽量避免尖角和断面急剧过渡,铸造时应使各部分冷却均匀,尽量减少收缩时铸型和泥芯的阻力。铸件在打磨过程中必须十分小心,以免引起磨裂或碰坏。

3 热处理工艺

我们所试验的五种成分,都含有多种合金元素。为了得到理想的组织 $M+A+C_1+C_2$,必须通过热处理,使其获得理想组织,达到我们所要求的性能。为了便于比较,我们将国内生产的 X 号合金和西德产品同样作热处理试验,并做性能比较。

为了制定 Cr、Mo、W 等不同成分的耐磨铸铁热处理工艺,我们进行了大量的工艺对比试验。图 2 中 $A_1 \sim A_4$ 和图 3 中 $B_1 \sim B_4$ 温度都是逐渐提高的。

从图 2 中可以看到,试样经不同温度淬火后的硬度及残余奥氏体的变化情况:随淬火温度的提高,残余奥氏体的含量不断增加,而淬火后的硬度在开始阶段也是增加的,但在