

铜冶金用镁铬 耐火材料

TONGYEJINYONG MEIGE NAIHUO CAILIAO

李 勇 于仁红 陈开献 等 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

铜冶金用镁铬耐火材料

李 勇 于仁红 陈开献 薛文东 编著
陈俊红 陈 卓 蒋明学 孙加林

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2014

内 容 简 介

本书较详细地介绍了镁铬耐火材料的制备、性能及在铜冶金窑炉中的应用。主要内容包括:铜冶金用常见窑炉,镁质和镁铬质耐火原料,镁铬耐火材料的组成、结构与性能,以及镁铬耐火材料在闪速炉、其他熔炼炉和转炉中的应用。本书采用理论与实践相结合的方式,以大量近年来的科研成果为实例来说明和分析问题,既有一定的理论深度又有较强的实用性。

如何有效延长窑炉的使用寿命是耐火材料工作者和用户共同面临的课题。为此,编著本书以助冶金技术人员了解耐火材料,耐火材料技术人员熟悉铜冶金工业的窑炉工况和炉衬损坏原因,从而实现提高镁铬耐火材料使用寿命的目的。

本书可供从事耐火材料与有色冶炼工作的科技人员使用,也可供高等学校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

铜冶金用镁铬耐火材料/李勇等编著. —北京:冶金工业出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-5024-6422-6

I. ①铜… II. ①李… III. ①炼铜—铬镁砖—耐火材料
IV. ①TF811 ②TQ175. 71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 263293 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

责任编辑 于昕蕾 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 禹蕊 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6422-6

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 北京慧美印刷有限公司印刷
2014 年 1 月第 1 版, 2014 年 1 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 14.5 印张; 9 插页; 302 千字; 220 页

50.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱:tougao@cnmip.com.cn

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(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

序

20 世纪 80 年代以来,我国的铜冶金技术得到快速发展。耐火材料作为容器材料并参与了高温反应过程各个物理化学环节,在冶炼技术的发展中起到了支撑作用,共同推进了冶炼技术的发展。作为重有色冶炼的基础材料,碱性耐火材料在这一时期也得到了迅速的发展。从江西铜业公司贵溪冶炼厂 150t 铜转炉风口砖国产化开始,我国碱性耐火材料品质和装备水平得到快速发展。在辽宁开始菱镁矿的提纯、高纯镁砂制备的工业化研制和铬铁矿的选矿工艺研究的同时,中钢耐火材料有限公司(原洛阳耐火材料厂)建立中试车间,在引进日本耐火材料高温烧成技术的基础上建成了 53.6m 高温隧道窑,使我国铜冶炼用耐火材料从硅酸盐结合镁铬耐火材料提高为直接结合镁铬耐火材料,表明碱性耐火材料生产达到一个新水平。国家进而在“七五”“八五”和“九五”期间陆续安排甘肃金川公司引进铜镍闪速炉用耐火材料的国产化工作和具有自主知识产权的白银炼铜法用耐火材料品质提升和优化配置工作。项目的完成使我国重有色金属冶炼用耐火材料不仅能自足而且可以实现出口,其生产和使用水平已经达到一个新的台阶。本书是在此背景下完成的。

在我国铜冶炼碱性耐火材料的发展中,本书作者作为技术专家、学术带头人或生产组织者,在耐火材料领域做出了重要的贡献。他们是我国自己培养的耐火材料领域博士,长期处在耐火材料的生产、科研和教学第一线,致力于提高耐火材料的科学性。他们结合我国资源条件的特点,为碱性耐火材料的改进、创新提供了有效的支持。本书既是我国铜冶炼用碱性耐火材料的总结,也融汇了他们的研究成果和生产经验。此书的出版有助耐火材料工作者和冶金工作者了解中国重有色金属冶炼用镁铬耐火材料的水平和发展历程,以便更加合理高效地使用。

北京科技大学教授 洪彦若

2013 年 10 月

前 言

铜火法冶金用耐火材料在质量和品种方面与钢铁冶金有明显不同的特点。炼铜工业所用矿石多为硫化矿，冶炼过程中产生大量的 SO_2 、 SO_3 气体，炉渣多为 FeO-SiO_2 系，但造渣时间长，渣量大，故耐火材料基本以镁质和镁铬质耐火材料为主。近三十年来，我国铜冶金技术发展迅速，世界范围内成熟的铜熔炼技术几乎都在中国得到应用。伴随着冶金过程的强化，对耐火材料的使用性能要求越来越高，冶金工作者和耐火材料工作者经过不懈努力和联合攻关，攻克了一个又一个难题，使我国铜冶金用耐火材料的品质全面提升，并在生产实践中不断改进和完善；不仅实现了铜冶金炉用耐火材料的国产化，而且实现了铜冶金技术和装备的成套出口，实现了中国冶金技术的跨越式发展。回顾和记录这段历史是编著此书的主要目的。

提高冶金炉的使用寿命和实现不同使用部位的优化配置是耐火材料工作者和冶金工作者共同的课题。编著本书以助冶金技术人员了解耐火材料，耐火材料技术人员熟悉铜冶金炉工况和炉衬损坏机理，从而提高耐火材料使用寿命并实行优化配置。

李勇、于仁红、陈开献、薛文东、陈俊红、陈卓、蒋明学、孙加林等参加了本书的撰写工作。前言、第 2~4 章、附录由北京科技大学李勇教授、薛文东副教授、陈俊红副教授和孙加林教授编写，中南大学陈卓副教授参加了第 4 章的编写工作。第 1 章、第 5 章、第 6 章由河南科技大学于仁红副教授、佛山市诚泰材料有限公司总经理陈开献和西安建筑科技大学蒋明学教授编写，姚俊峰参加了第 6 章的部分编写

工作。全书由李勇和于仁红统稿。

本书撰写过程中得到中钢集团洛阳耐火材料研究院资深专家陈肇友教授、北京科技大学洪彦若教授、中南大学梅炽教授和中钢耐火材料有限公司薄均等领导和支持，在此衷心地表示感谢。李玉山为本书第2章提供了部分镁砂照片，特此表示感谢。

我们力求把最新的科研成果和信息奉献给读者，但由于编著者水平所限，阐述的内容难免有疏漏和不妥之处，敬请专家和读者批评指正。

作 者
2013年9月

目 录

1 铜冶炼用热工设备	1
1.1 铜的性质与用途	1
1.2 铜的生产方法与流程	1
1.3 铜铈熔炼用热工设备及所用耐火材料	2
1.3.1 闪速熔炼工艺	3
1.3.2 澳斯麦特熔炼与艾萨熔炼工艺	5
1.3.3 诺兰达熔炼工艺	7
1.3.4 白银法熔炼	9
1.4 铜铈吹炼主要热工设备及所用耐火材料	11
1.4.1 铜铈吹炼的原理	11
1.4.2 铜铈吹炼主要热工设备	12
1.4.3 铜铈吹炼技术的新进展	14
1.4.4 P-S 转炉用耐火材料现状	14
1.5 铜火法精炼主要热工设备及所用耐火材料	15
1.5.1 铜精炼的必要性及工序	15
1.5.2 粗铜火法精炼用设备	16
1.5.3 阳极浇铸	17
1.6 铜冶炼用耐火材料的选择	19
1.6.1 铜冶炼的主要特点	19
1.6.2 各种耐火材料抗 FeO-SiO_2 渣侵蚀性能	19
1.6.3 各种耐火材料的抗铜铈侵蚀性	21
1.6.4 含碳耐火材料应用探索性试验与分析	23
1.6.5 小结	25
2 镁质与镁铬质耐火原料	27
2.1 镁质耐火原料	27
2.1.1 烧结镁砂	27

· IV · 目 录

2.1.2	电熔镁砂	29
2.1.3	海水/卤水镁砂	31
2.2	高致密镁砂的合成	32
2.3	普通烧结镁铬砂的合成	37
2.4	优质烧结镁铬砂的合成	41
2.4.1	试验原料	41
2.4.2	混合	42
2.4.3	压块	42
2.4.4	烧结	43
3	镁铬耐火制品的组成、结构与性能	45
3.1	镁铬耐火制品的种类与特征	45
3.1.1	硅酸盐结合镁铬砖	45
3.1.2	直接结合镁铬砖	46
3.1.3	电熔再结合镁铬砖	47
3.1.4	半再结合镁铬砖	47
3.1.5	熔铸镁铬砖	48
3.1.6	化学结合不烧镁铬砖	48
3.2	制备工艺对镁铬砖性能的影响	49
3.2.1	组织结构性能	49
3.2.2	热态强度	49
3.2.3	热震稳定性	50
3.2.4	抗渣性	50
3.3	铬矿对镁铬砖性能的影响	51
3.3.1	铬矿粒度的影响	51
3.3.2	铬矿加入量的影响	51
3.4	共烧结镁铬耐火材料的性能	53
3.4.1	Cr_2O_3 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 含量对共烧结镁铬材料的性能影响	53
3.4.2	ZrO_2 对镁铬材料性能的影响	58
3.5	熔铸镁铬耐火材料的研制	60
3.5.1	研制熔铸镁铬耐火材料的必要性	60
3.5.2	熔铸镁铬耐火材料生产的理论基础	61
3.5.3	熔铸镁铬砖的试制	62

3.5.4 熔铸镁铬耐火材料的显微结构分析	65
3.5.5 熔铸镁铬砖的热工性能	68
4 镁铬耐火材料在闪速炉上的应用	69
4.1 奥托昆普型闪速炉的结构与发展	69
4.1.1 奥托昆普闪速炉结构	69
4.1.2 奥托昆普闪速炉炉体改进与进展	71
4.1.3 奥托昆普闪速熔炼生产的强化与进展	73
4.2 闪速炉沉淀池渣线用镁铬耐火材料的损毁机理	74
4.2.1 残砖分析	75
4.2.2 闪速炉用后电熔再结合镁铬砖的显微结构分析	76
4.3 铜闪速炉反应塔炉衬蚀损机理分析	84
4.3.1 引言	84
4.3.2 反应塔炉衬蚀损的显微镜结构分析	85
4.3.3 反应塔炉衬蚀损机理分析	89
4.4 铜闪速炉反应塔炉衬热场数值仿真	96
4.4.1 引言	96
4.4.2 反应塔炉衬热场数值模型	97
4.4.3 边界条件及其计算	102
4.4.4 反应塔炉膛内形移动边界仿真模型研究	105
4.5 铜闪速炉反应塔炉衬仿真优化研究	110
4.5.1 仿真软件的运行检验	110
4.5.2 仿真试验研究	111
4.5.3 反应塔塔壁结构优化计算	116
4.5.4 小结	119
5 镁铬耐火材料在其他熔炼炉上的应用	120
5.1 镁铬耐火材料在白银炉上的应用	120
5.1.1 白银炼铜法概况	120
5.1.2 白银炉用耐火材料的损毁机理	121
5.2 镁铬耐火材料在澳斯麦特炉上的应用	123
5.2.1 澳斯麦特用镁铬耐火材料损毁机理	123
5.2.2 澳斯麦特用镁铬砖问题与原因	124

5.2.3	澳斯麦特用铝铬耐火材料的研制	125
5.2.4	澳斯麦特用铝铬耐火材料的用后分析	126
5.3	镁铬耐火材料在铜自热熔炼炉上的应用	131
5.3.1	铜自热熔炼炉的概况	131
5.3.2	氧气顶吹自热熔炼	131
5.3.3	铜自热熔炼炉用耐火材料的研究	133
5.3.4	结论	137
6	镁铬耐火材料在转炉上的应用	138
6.1	铜冶炼用 P-S 转炉及其吹炼工艺	138
6.2	P-S 铜转炉熔体、炉衬温度场计算模型	139
6.2.1	引言	139
6.2.2	铜转炉铜钎吹炼热过程分析	140
6.2.3	铜转炉炉衬、炉口区 and 炉口区热场仿真	140
6.2.4	有关参数和边界条件的确定	141
6.2.5	温度场仿真结果	143
6.2.6	体系温度计算模型	150
6.2.7	小结	153
6.3	炼铜转炉用耐火材料的热机械损毁	153
6.3.1	转炉耐火内衬的温度分布及变化	154
6.3.2	停风时间对炉衬温度的影响	158
6.3.3	镁铬耐火材料热机械损毁基础理论	160
6.3.4	镁铬试样热震温度 (ΔT) 与热震后残余抗折强度关系	163
6.3.5	提高耐火材料热震稳定性的途径	165
6.3.6	小结	165
6.4	炼铜转炉熔体对镁铬耐火材料高温侵蚀与渗透	166
6.4.1	铜转炉熔体	166
6.4.2	铜钎吹炼不同阶段熔体温度	170
6.4.3	耐火材料抗渣侵蚀性能的研究	172
6.4.4	耐火材料抗铜钎侵蚀的研究	181
6.4.5	粗铜渗透的研究	186
6.4.6	小结	191
6.5	高性能镁铬耐火材料在 $\phi 3.66\text{m} \times 7.7\text{m}$ 转炉的应用	191

6.6 铜转炉风口区镁铬耐火材料制备与损毁机理研究	194
6.6.1 风口区镁铬砖研制	194
6.6.2 高性能镁铬耐火材料在 $\phi 4\text{m} \times 11.7\text{m}$ 转炉的应用	195
6.6.3 铜转炉用电熔再结合镁铬耐火材料损毁机理	196
6.6.4 小结	206
6.7 转炉用耐火材料的结构优化与配置	207
6.7.1 转炉用耐火材料的优化配置	207
6.7.2 炉体结构及砌筑方法优化	208
6.7.3 操作制度优化	210
6.7.4 炉口尺寸优化	212
6.7.5 小结	217
参考文献	219
附 录	

1 铜冶炼用热工设备

1.1 铜的性质与用途

铜（Copper）是人类最早发现和使用的金属。铜元素符号为 Cu，原子序数为 29，相对原子质量为 63.546，属元素周期表第 4 周期 I B 族元素，是一种最重要的重有色金属。铜的晶体结构为面心立方晶格。纯铜具有十分良好的延展性，可加工成很细的丝和很薄的片。此外，铜还是优良的导电和导热体，其导电和导热能力在金属中仅次于银。常温下，铜为固体，新断面呈紫红色。铜的主要物理性质见表 1-1。

表 1-1 铜的主要物理性质

性 质	数 值	性 质	数 值
熔点 T/K	1356.6	密度 $\rho/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	8960 (293K)
沸点 T/K	2840		7940 (熔点时)
熔化热 $Q/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	13.0	线膨胀系数 α/K^{-1}	16.5×10^{-6} (293K)
汽化热 $Q/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	306.7	电阻率 $\mu/\Omega \cdot \text{m}$	1.673×10^{-8} (293K)
		热导率 $\lambda/\text{W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$	401 (300K)

铜的用途十分广泛，一直是电气、轻工、机械制造、交通运输、电子通信、军工等行业不可缺少的重要原材料。铜在电气、电子工业中应用最广、用量最大，占总消费量一半以上。铜主要用于各种电缆和导线、电机和变压器的绕组、开关以及印刷线路板等。在机械和运输车辆制造中，用于制造工业阀门和配件、仪表、滑动轴承、模具、热交换器和泵等。在国防工业中用以制造子弹、炮弹、枪炮零件等，每生产 100 万发子弹，需用铜 13 ~ 14t。在建筑工业中，用做各种管道、管道配件、装饰器件等。

1.2 铜的生产方法与流程

铜矿物原料的冶金方法可分为火法冶金和湿法冶金两大类。目前世界精铜产量的 80% 以上是用火法冶金从硫化铜精矿和再生铜中回收的，湿法冶金生产的精铜只占 15% 左右。火法炼铜的工艺流程如图 1-1 所示。

由图 1-1 可见，火法生产铜的基本过程可分为三个阶段：一是硫化铜精矿的

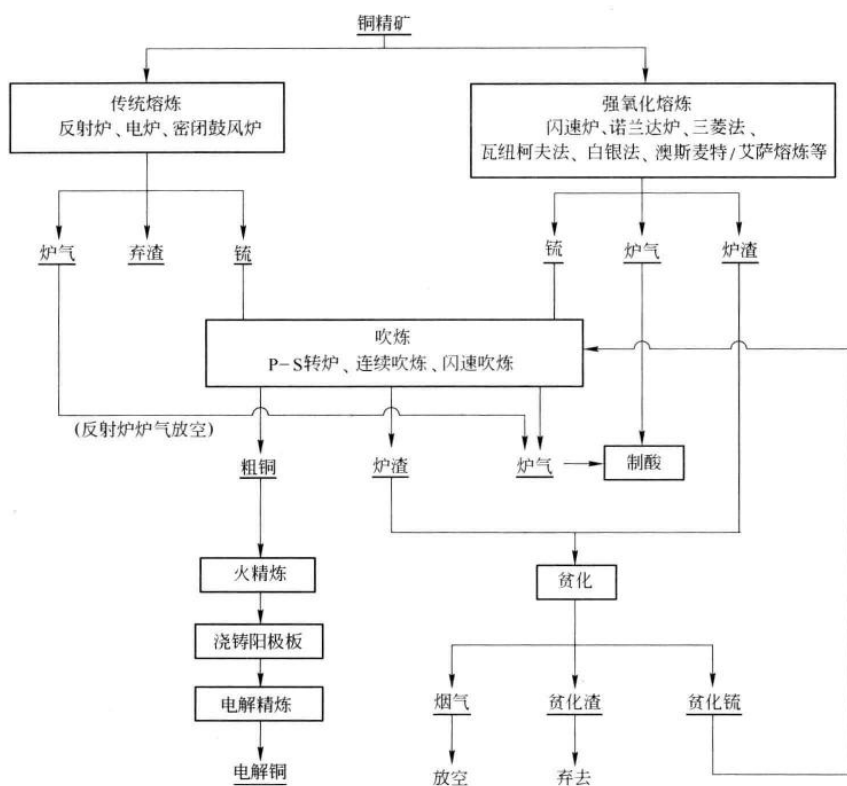


图 1-1 火法炼铜的工艺流程

造铋熔炼，即将浮选后得到的硫化精矿通过熔炼炉熔炼制得铜铋；二是铜铋的吹炼，通过吹炼炉将铜铋脱硫制成粗铜；三是粗铜的精炼与浇铸，即利用精炼设备对粗铜进行成分调整和优化，然后浇铸制得阳极铜。以下就这三个阶段的主要热工设备进行介绍。

1.3 铜铋熔炼用热工设备及所用耐火材料

铜铋熔炼是火法炼铜最重要的冶炼过程，传统熔炼方法是在鼓风机、反射炉和电炉内进行，这种工艺的主要缺点有两方面：一是不能充分利用炉料中硫化物氧化的化学反应热作为能量，矿物燃料量或电能消耗大；二是产出的 SO_2 烟气浓度低，不能经济地生产硫酸，对环境造成严重污染。因此，传统熔炼工艺正逐渐被高效、节能和低污染的强化熔炼新工艺取代。

近半个世纪来,不少新的强化熔炼工艺已在工业上推广应用,可归纳为两大类:一类是闪速熔炼方法,如奥托昆普闪速熔炼、Inco 氧气闪速熔炼、旋涡顶吹熔炼、氧气喷撒熔炼等;另一类是熔池熔炼方法,如诺兰达熔炼、三菱法熔炼、特尼恩特转炉熔炼、澳斯麦特/艾萨熔炼、瓦里柯夫法、卡尔多炉熔炼、氧气顶吹熔炼、白银法和水口山法等。这些方法的共同特点是运用富氧技术,强化熔炼过程,充分利用精矿氧化反应热量,在自热或接近自热的条件下进行熔炼,产出高浓度 SO_2 烟气以便有效地回收硫,制造硫酸或其他硫产品,消除污染,保护环境,节约能源,获取良好的经济效益。

1.3.1 闪速熔炼工艺

闪速熔炼 (flash-smelting) 是一种迅速发展起来的强化冶炼法,它将焙烧、熔炼和部分吹炼过程置于一个设备——闪速炉内结合进行,是现代火法炼铜的主要方法。其主要工艺为:将经过深度脱水(含水量小于 0.3%)的粉状硫化精矿,在喷嘴中与空气或氧气混合后,以高速度(60~70m/s)从反应塔顶部喷入高温(1450~1550℃)的反应塔内。由于精矿颗粒悬浮在高温氧化性气流中,因此会迅速(2~3s)完成硫化矿物的分解、氧化反应和熔化等过程,故称之为闪速熔炼。生成的铜铋和炉渣在沉淀池中分离,并分别由放铋口和渣口排出,烟气从上升烟道进入废热锅炉及收尘、制酸系统。

闪速熔炼炉主要有两种,芬兰奥托昆普型闪速炉和加拿大 Inco 型闪速炉。芬兰奥托昆普型闪速炉(图 1-2)是一种直立的 U 型炉,主要包括垂直的反应塔、水平的沉淀池和垂直的上升烟道三部分。其主要特点是精矿从反应塔顶部垂直吹入炉内,用预热空气或预热富氧空气氧化和熔炼精矿。加拿大 Inco 型闪速炉(图 1-3)的主要特点是精矿从炉子端墙上的喷嘴水平喷入炉膛,采用不预热的工业氧来氧化熔炼精矿。

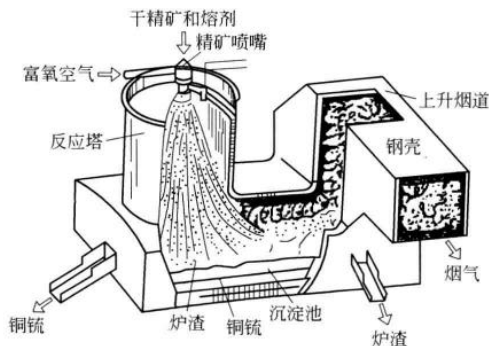


图 1-2 芬兰奥托昆普型闪速炉

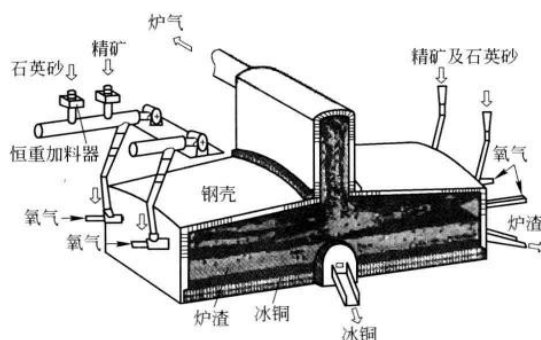


图 1-3 加拿大 Inco 型闪速炉

闪速熔炼法于 1949 年首先在芬兰奥托昆普公司的哈里亚阔尔塔炼铜厂应用于工业生产，至今已经历了 60 余年的历程。与传统熔炼方法相比，闪速熔炼因充分利用了粉状硫化精矿的巨大比表面积和反应放热，故具有能耗低、烟气含 SO_2 浓度高、生产效率高和能产出高品位冰铜等优点。因此，此法在全世界迅速发展，目前已广泛应用于熔炼铜和铜镍硫化精矿，以及处理硫化铅精矿及黄铁矿精矿等。据不完全统计，目前全世界 27 个国家已建闪速炉 60 余座，其中奥托昆普型闪速炉 48 座。闪速熔炼炼铜的生产能力约占粗铜冶炼能力的 50%。此外，闪速炉不仅是铜生产中的主要的熔炼设备，而且已开始取代传统的 P-S 转炉作为连续吹炼设备。

我国自 1985 年贵溪冶炼厂首次引进炼铜闪速炉以来，已陆续建立了许多闪速炉。国内闪速炉的情况见表 1-2。

表 1-2 中国已建闪速炉的概况

公司名称	地点	用途	建立年份
江西铜业集团	贵溪	Cu 熔炼	2007
阳谷祥光铜业有限公司	阳谷	Cu 吹炼	2007
		Cu 熔炼	
金隆铜业有限公司	铜陵	Cu 熔炼	1997
金川有色公司	金昌	Ni 熔炼	1992
江西贵溪冶炼厂	贵溪	Cu 熔炼	1985

闪速熔炼法不足之处在于：对精矿干燥的要求高（含水小于 0.3%）；渣含铜高，炉渣需经贫化后才能弃去；附属设备复杂，对耐火材料质量要求高。

闪速炉主要由反应塔、沉淀池与上升烟道等构成。各部分用耐火材料介绍

如下。

(1) 反应塔。反应塔是闪速炉最重要的组成部分, 含精矿粉的气固两相流由塔顶高速喷入, 并在塔的上部瞬间完成化学反应并熔化成熔流高速向下运动进入沉降池。因此, 气固两相和高温高速熔体对塔衬高速冲刷、侵蚀、磨蚀非常严重, 反应塔内衬普遍采用镁铬砖, 塔的钢壳采用淋水冷却降温。反应塔上部温度较低, 约为 $900 \sim 1100^{\circ}\text{C}$, 氧分压较高, 塔壁形成了 Fe_3O_4 保护层, 内衬采用直接结合镁铬砖; 中下部温度较高, 为 $1350 \sim 1550^{\circ}\text{C}$, 并受熔体沿表面迅速流动与冲刷, 炉衬易磨损、熔蚀, 多采用熔铸镁铬砖作内衬并带有水冷铜套加以保护; 塔顶为球顶或吊挂平顶结构, 通常用烧成镁铬砖吊挂砌筑, 砖厚为 $350 \sim 450\text{mm}$ 。

(2) 沉淀池。沉淀池为长方形熔池, 高为 $2.5 \sim 5\text{m}$, 宽为 $3 \sim 10\text{m}$ 。沉淀池主要作用是进一步完成造渣反应并沉淀分离熔体。沉淀池的耐火材料工作环境也很恶劣, 反应塔下部沉淀池的端墙和侧墙受高速下落的高温气流和熔体冲刷、侵蚀, 与反应塔壁的工作条件相似。渣线区的炉墙, 由于熔池液面不停波动冲刷是破坏最快的部位, 该部位的镁铬耐火材料要求具有良好的抗铈渗透性和炉渣的侵蚀性。由于侧墙和炉顶承受夹带熔体和烟尘的高温烟气的冲刷、侵蚀, 炉底承重并受高温和化学侵蚀, 这些部位除用再结合镁铬砖砌筑外, 同时设置水平铜板水套、冷却铜管, 并在渣线附近的耐火砖外侧设置倾斜铜水套。沉淀池顶也是受高温气流冲刷严重的部位, 通常在轴向上设带翅片水冷铜管外包耐火浇注料, 上部为通冷却水的“H”型水冷梁夹砌在炉顶烧成镁铬砖中, 以防止沉淀池顶的轴向变形。

(3) 排烟道。排烟道主要承受夹带熔渣和烟尘的高温烟气的冲刷、侵蚀, 一般采用直接结合镁铬砖砌筑。

1.3.2 澳斯麦特熔炼与艾萨熔炼工艺

1.3.2.1 澳斯麦特熔炼与艾萨熔炼

澳斯麦特熔炼法与艾萨熔炼法是 20 世纪 70 年代由澳大利亚联邦科学工业研究组织 (Common-wealth Scientific and Industrial Research Organization) 矿业工程部 J. M. Floyd 博士领导的研究小组发明的, 起初以“赛洛” (CSIRO, 该组织的缩写) 命名。最早的赛洛熔炼小型试验炉主要处理炉渣和锡的还原, 随后与澳大利亚的锡冶炼厂、电解精炼和冶炼有限公司、铜精矿有限公司和芒特艾萨矿业有限公司合作建立了较大规模试验厂。1980 年, 规模为 4t/h 的赛洛喷枪锡烟化半工业试验炉投产。同年, Floyd 离开赛洛并建立了澳斯麦特公司。赛洛喷枪锡烟化半工业试验炉在试验完毕后被出售给了芒特艾萨矿业公司, 重新进行了安装, 成为铅冶炼试验厂。以后, 芒特艾萨公司又向本国和外国出售了基于试验成功的“赛洛”熔炼技术, 即现在大家所熟悉的艾萨熔炼法。Floyd 的澳斯麦特公司与

CSIRO 重新谈判取得执照权后的该技术则称之为澳斯麦特熔炼法。澳斯麦特法和艾萨法的基础都是“赛洛”喷枪浸没熔炼工艺，两者具有共同的祖先。拥有喷枪技术的这两家公司，按各自的优势和方向，延伸并提高了该项技术，形成了各具特点的澳斯麦特法和艾萨法。

1.3.2.2 澳斯麦特熔炼炉与艾萨熔炼炉

澳斯麦特熔炼炉/艾萨熔炼炉是一直立的圆筒形炉体，内衬镁铬砖，有的外壳采用水幕冷却，炉体下部外壳和耐火砖之间衬有水套。喷枪从炉顶中心的插孔插入。将冶炼气体和燃料输送到渣面下的液态层中，喷枪头由不锈钢制成，正常操作时浸没于熔渣层内，将工艺气体喷射进炉渣层中。炉子上部设有加料口，各种物料由皮带输送，通过溜槽由加料口加入。烟道设于顶部，出口倾斜。炉体下部有两个排放口，可将冰铜和炉渣的混合物放入沉降炉中进行分离。冰铜送往吹炼炉，炉渣水淬后出售。澳斯麦特炉型与艾萨炉型分别如图 1-4 和图 1-5 所示。

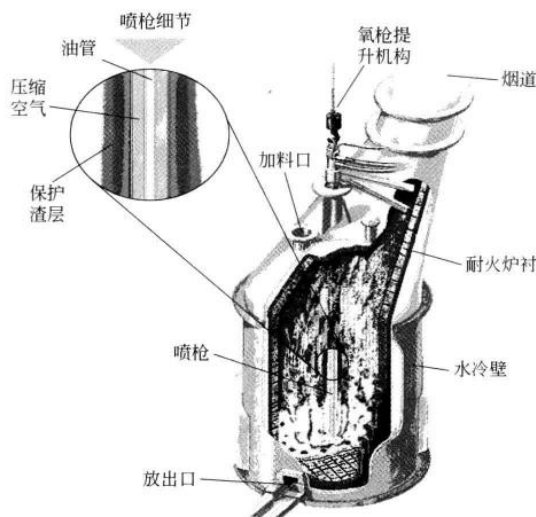


图 1-4 澳斯麦特熔炼炉结构示意图

1.3.2.3 澳斯麦特工艺与艾萨工艺的区别

澳大利亚芒特艾萨矿业公司 (MIM) 和澳斯麦特股份有限公司 (Ausmelt Limited) 共同拥有 TSL 技术，但经过多年的发展，两家的技术略有不同，各具特色。主要区别在于：

(1) MIM 采用精矿配碎煤的方式补充燃料，而 Ausmelt 采用喷枪喷粉煤燃烧的方式补充燃料。