

# 铬铁生产技术的发展

郭光平

(中冶京诚工程技术有限公司 北京 中国 100083)

**摘要** 简述了铬铁与不锈钢生产间的相互关系,介绍了铬铁生产技术的发展历程,分析了各种铬铁生产技术的特点,提出了铬铁生产技术的发展方向。

**关键词** 铬铁 生产工艺 技术进步 发展

**中图分类号** TF641.3 **文献标识码** C **文章编号** 1001-1943(2006)03-0046-03

## PRODUCTION TECHNICAL DEVELOPMENT OF FERROCHROME

Guo Guangping

(Zhongye Jingcheng Technical Co., Ltd., Beijing, China 100083)

**Abstract** It discusses mutual relation between ferrochrome and stainless steel, introduces production technical development of ferrochrome, analyses its technical characteristics and puts forwards to its direction.

**Keywords** ferrochrome, production technology, technical-progress, development

铬铁是生产不锈钢和其它特殊钢必不可少的原料,而且约百分之八十的铬铁用于不锈钢生产,因此铬铁工业直接受不锈钢工业的影响。

在20世纪60年代以前,采用电炉法生产不锈钢工艺,很难脱碳,不锈钢的含碳量取决于原材料的含碳量,这样就要严格限制炉料的含碳量,只能选择低碳铬铁作为不锈钢冶炼的主要铬来源。生产低碳铬铁,必须生产硅铬合金,这就需要由一定高温强度的块状铬矿生产含碳4%~6%的高碳铬铁。

在20世纪60年代末期发明了氩氧脱碳法(AOD)和真空吹氧脱碳法(VOD)之后,情况就完全改变了,由于降碳保铬过程合理化,碳得以优先氧化脱除,不但简化了不锈钢生产工艺,降低了成本,而且还使铬铁产品结构发生了变革。低碳铬铁使用量显著下降,而对高碳铬铁的需求量就大大地增加了。由于不锈钢的生产成本大大降低,从而对不锈钢的需求量随之增加,同样对高碳铬铁的需要量也相应增加了。

随着不锈钢精炼技术的不断进步和推广应用,以及采用计算机控制不锈钢的生产过程和原料选

配,对铬铁的含碳量和含铬量要求不严了,因而可以直接使用由储量大而开采费用低的低铬铁比铬矿生产的炉料级铬铁,通常含碳量6%~9%,含铬量50%~55%。由于炉料级铬铁的使用,使得不锈钢的生产成本明显降低,因而在很短的时间内又使高碳铬铁被炉料级铬铁所取代。目前西方国家不锈钢厂在冶炼中几乎全部使用炉料级铬铁,因而炉料级铬铁已经成为国际市场上一种重要的工业商品。

在20世纪70年代,炉料级铬铁开始在容量小的埋弧电炉内高效地生产。随着铬矿的大量开采,优质块矿越来越少,货源日趋紧张,价格也越来贵,同时不锈钢生产高速发展,产量剧增,对铬铁的需求量也急剧增加。为了降低成本和适应市场需要,日本、南非和芬兰等国家相继建立了一批大容量的新型电炉,由于入炉铬矿主要是粉矿和易碎块矿,为了保持大电炉的高效率,就必须大力改善炉料的质量。因此,各国相继开发出预还原球团、烧结球团和压球等粉矿预处理工艺技术并投入生产。

日本昭和电工公司发明的SRC法,将铬粉矿和焦粉混合、干燥、研磨、再加膨润土和水在圆盘造球

**作者简介** 郭光平 男,1963年出生,1984年毕业于东北大学钢铁冶金专业,教授级高级工程师。

**收稿日期** 2005-11-01

双炉身竖炉。

空心电极技术是利用电极中心孔将粉料直接加到熔池进行冶炼。德国德马格公司研究开发出空心电极系统,在南斯拉夫的常规铬铁电炉上试验成功,可以把 30% 的粉料通过空心电极加入炉内。

熔融还原技术是冶金领域一项不用电或少用电,利用铬粉矿和非焦煤的新型冶炼技术。日本川崎制铁公司进行了使用流化床预还原炉和竖炉式焦炭充填层熔融还原炉来生产铬铁的半工业性试验。日本新日铁君津厂进行了使用回转窑预热或预还原和顶底复合吹氧转炉熔融还原生产铬铁的半工业性试验。

进入 21 世纪以来,随着国际不锈钢工业以约 7% 的增长速度复苏和发展,全球不锈钢产量不断增长,特别是我国不锈钢工业的迅速崛起,20 世纪 90 年代我国不锈钢产量一直在 30 万 t 左右,2000 年约为 60 万 t,2002 年约为 110 万 t,2004 年达到 236 万 t,预计 2007 年将进一步提高到 600 万 t,造成铬铁需求量大增,价格持续上涨并维持在高价位,使铬铁生产又一次产生飞跃。世界铬铁生产大厂纷纷投资新建大型铬铁电炉,增加产能,相应带来铬铁生产技术的完善、进步和发展。

等离子技术已经成熟,南非帕尔迈特铬铁厂新建了大型直流电弧等离子炉,用于炉料级铬铁生产。

南非萨曼科公司采用 CDR 法,使用回转窑直接进行熔融还原,生产炉料级铬铁,同时新建大型铬铁

电炉,成为全球第一大铬铁供应商。

南非铬资源公司即铬技术公司对其生产技术进行改进,设备进行改造并进行扩建,使生产能力大幅提高,成为全球第二大铬铁供应商。

哈萨克斯坦喀兹铬公司对其原有铬铁生产设备进行改造,使生产能力大幅提高,成为全球第三大铬铁供应商。

南非赫尼克铬公司采用芬兰奥托昆普公司技术和设备,新建 4 号 75 MVA 铬铁电炉,成为全球第四大铬铁供应商。

我国一方面到南非、津巴布韦、哈萨克斯坦、印度等铬资源丰富的国家进行投资新建铬矿山和铬铁厂,采用先进技术和设备生产铬铁;另一方面对国内现有铬铁生产技术进行改进,对生产设备进行改造,并新建铬铁电炉,进口铬矿与开发国产铬矿,生产铬铁。

总之,世界铬铁生产技术的不断发展,因为不锈钢工业的发展对铬铁工业的发展起着引导作用,即由供求法则所形成的铬铁市场与不锈钢工业的情况紧密相关。

炉料级铬铁和高碳铬铁是目前不锈钢生产所用铬的主要来源。

由于产品质量和生产成本的需要,铬铁生产厂家必须高效生产,追求利益最大化,这也促进优化和开发那些使用便宜原材料。节省能源和劳动力、技术简单可靠、操作平稳容易、同时投资又省的新技术。

## 行业信息

### 亚洲最大的钛渣炉烘炉

6月9日,攀钢18万t/年高钛渣工程施工现场到处洋溢着胜利的气息。上午11时36分,装炉容量为25MVA、亚洲最大的钛渣炉开始烘炉。相关人士指出,这标志着攀钢在发展民族钛工业道路上又迈出了坚实的一步。

为了保证烘炉工作的顺利进行,高钛渣工程项目部广泛借鉴国内外钛渣炉开炉经验,结合18万t/年高钛渣工程25MVA钛渣炉的实际情况,进行了周密的准备。5月16日,国内专家相继到攀,23日乌克兰专家到达热试区域;从5月19日到6月2日18万t/年高钛渣工程进行了全联动冷试。

按照施工网络计划,25MVA钛渣炉热试时间从点火烘炉到正式生产将持续两个月,包括烘炉、预热、挂渣,试生产加

料到满负荷每炉150t三个阶段。

烘炉时间约15天,当所有炉衬温度最小控制在100℃以上,内衬壁上的最小温度控制在70℃以上,炉气湿度与大气湿度相同时作为烘炉结束的标志。此后,热负荷试车工作将正式进入为期30天的预热、挂渣阶段。

据了解,18万t/年高钛渣工程属于攀钢三期工程重点建设项目。该工程采用一系列新技术、新工艺、新设备,钛渣炉冶炼采用乌克兰和大连重工集团相结合的自熔电极半封闭冶炼技术,炉顶炉气、成品烟尘及原料灰尘均采用先进的除尘装备。

攀钢一期只筹建一台25MVA钛渣炉,在运行成功的基础上,通过对电炉进行连续加料、连续冶炼的封闭式改造,使之达到国际先进水平,从而形成攀钢的自主知识产权的钛渣冶炼技术,促进规模扩大、产品升级,增强钛产业在国际上的竞争力。

摘自《铁合金经济技术信息》

以上造球,球团在链篦机或竖窑中干燥和预热,再送回回转窑进行预还原,还原率在 60% 以上。高温预还原球团与焦炭、硅石和白云石配料,送入封闭电炉冶炼成铬铁。这种工艺的主要特点是电耗低,铬回收率高,焦炭省。

芬兰奥托昆普公司开发出烧结球团预热工艺,将铬粉矿在湿式球磨机中研磨,在鼓式过滤机中过滤,滤饼和膨润土混合,用造球盘制成球团,送入双身竖炉中烧结,烧结球团和焦炭、硅石配料送电炉炉顶预热回转窑中预热后,直接进入封闭电炉冶炼铬铁,这种工艺的主要特点是电耗低,铬回收率高,操作平稳。

日本钢管公司开发的 NKK 法,是将铬粉矿在湿式球磨机中磨细,配入膨润土,在造球盘上造球后,直接加入环形竖窑中焙烧,窑体直接连接冷却器,烧成球团与焦炭、铬块矿和硅石配料进入电炉冶炼,生产铬铁。这种工艺的特点是电耗低,流程短,投资省。

德国电冶金公司使用硝石灰和废糖浆作粘结剂生产冷压球工艺,将铬粉矿在吹气式棒磨机中磨碎至 3 mm 以下,送旋转干燥器干燥,然后和硝石灰混合,再加入热的废糖浆充分混合,送入高压对辊压球机内压球,筛分后大于 30 mm 的合格压球送料库贮存 10~12 h,堆高不超过 2~3 m,然后和焦炭、硅石配料,送电炉冶炼成铬铁。这种工艺的特点是流程简单,操作容易,管理方便,灵活性大,投资省。

进入 20 世纪 80 年代以后,随着工业发达国家能源短缺,特别是电费迅速上涨,以及人工费用的提高,许多铬铁电炉关闭停产,铬铁生产向铬矿资源丰富、电力充足、劳动力便宜的国家发展,同时不锈钢用途的扩大,使用量增加,导致不锈钢工业迅速发展,造成铬铁短缺,价格突涨,导致铬铁生产的又一次飞速发展。不少硅铁电炉改炼铬铁,又新建一批铬铁生产大厂,开发出新的铬铁生产工艺技术。

瑞典瓦岗铁合金厂使用粘结剂生产铬粉矿压块工艺,将铬粉矿直接配加一定量的水泥,膨润土,烧碱和水在混料机混匀,送入料仓;根据压块模具大小自动定量地落入总压力为 50 t 的压块机中,利用电力、液压和气动系统自动压制成型,生产出大小可调的六边形柱状压块,在固化室硬化 24 h 后运到露天堆场,存留 14 天以上并适时洒些清水即为成品压块,然后和焦炭、硅石配料,进封闭电炉冶炼铬铁。这种工艺的主要特点是设备简单,管理方便,灵活性大,投资省,成本低,粘结剂易得。

加拿大尼柯加拉铁合金厂开发的 DRC 法,将铬粉矿与焦粉混合碾研,加入膨润土或糖浆,输送到造球盘上形成  $\Phi 10$  mm 的生球团,再连续不断地加入炉床旋转炉内,进行预还原。球团在炉床上铺三层(即三个球的高度约 35 mm),煤气及煤粉燃烧的高温气流和带料的旋转床的旋转方向相反,即物料逆旋转方向流动。球团经过缓慢旋转一周后,铬的金属化率可达 80%,以 1 200 °C 的高温排出炉外,再配入硅石后热装入电炉内冶炼铬铁。这种工艺的主要特点是电耗低,生产成本低,节省焦炭。

南非铬技术公司在大型矮烟罩电炉中采用非常规冶炼工艺,将 30%~70% 的铬粉矿,30%~60% 的烟煤和铬块矿、焦炭、硅石称量配料后,送到电炉炉顶料仓,通过加料管加入电炉内进行冶炼,生产出铬铁。这种工艺要求粉料量准确控制,炉料粒度构成不同于常规工艺,加料程序一定,炉口料面要维护,每班出铁 4~5 次。这种工艺的主要特点是原料不处理,节省焦炭,流程短,设备省,投资费用低,综合成本低,效益显著。

南非帕尔迈特铬铁厂采用直流电弧等离子炉生产工艺,将铬粉矿、硅石、无烟煤和石灰粉料按一定配比配料混合,用气体输送到炉顶料罐,再通过空心石墨电极加入到封闭电炉内,靠等离子弧的高温进行铬矿的碳热法还原反应,冶炼炉料级铬铁。这种生产工艺的主要特点是全部使用粉料,不用焦炭,铬回收率高,噪音低,电极消耗低。

瑞典铬公司采用等离子竖炉生产工艺,将铬粉矿、煤粉和硅石称量配料,送入研磨烘干一体机进行研磨、混合和干燥,采用气体输送至炉料分配器,从下部每个风口把混合料喷入充填焦炭的竖炉内,在等离子发生器前方等离子弧产生的高温区内反应,焦炭和石灰石或少量铬块矿经干燥后从炉顶加入炉内,在高温反应区中进行熔融还原反应,并产生铬铁。这种工艺的特点是铬铁质量高,铬回收率高,对铬矿适应性强,节省焦炭,能有效回收余热。

进入 20 世纪 90 年代,由于不锈钢工业发展缓慢,不锈钢产量增加有限,铬铁生产能力严重过剩,铬铁价格在低价位徘徊,严重地影响了铬铁生产和技术进步。为了求生存,一些生产厂对旧设备进行改造,降低生产成本,对一些新工艺进行了试验研究。

芬兰奥托昆普公司对其原有生产线进行了改造,用固定式预热装置——竖窑取代原来的回转窑,使得预热球团或块矿破裂量和磨碎量大大减少。另外还开发出热效率很高的钢带烧结炉,取代原来的