

综 述

攀钢转炉提钒工艺的回顾与展望

张大德,张玉东

(攀钢提钒炼钢厂,四川 攀枝花 617062)

摘 要:通过对不同提钒工艺流程的对比分析,系统回顾了攀钢提钒工艺的发展、优化,提出了攀钢未来转炉提钒工艺的一个初步思路。

关键词:转炉提钒;工艺;钒渣

中图分类号: TG146.4⁺13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-7638(2001)01-0030-04

REVIEW AND PROSPECT OF TECHNOLOGY FOR VANADIUM RECOVERY FROM HOT METAL IN CONVERTER AT PZH STEEL

ZHANG Da - de ,ZHANG Yu - dong

(Vanadium Recovery and Steelmaking Plant of PZH Steel ,Panzhihua 617062 ,Sichuan ,China)

Abstract :The development and optimization of the technology for vanadium recovery from hot metal at PZH Steel Were reviewed through analysis of different processes for vanadium recovery from hot metal. The train of thought on future technology for vanadium recovery from hot metal in converter at PZH Steel was put forward.

Key Words :vanadium recovery from hot metal in converter ;technology ;vanadium bearing slag

1 引言

我国是世界三大产钒国之一,在举世闻名的攀西大裂谷蕴藏着富甲天下的钒钛磁铁矿资源,其钒储量占世界的 11.6%,占全国的 62.2%。

由于含钒矿物种类及生产条件的差异,提钒的工艺方法也不尽相同。国内用高炉含钒铁水提钒的方法就有顶吹转炉提钒法、槽式炉提钒法和雾化提钒法等几种。攀钢发明的雾化提钒法曾经为我国钒工业的发展作出了巨大贡献,但随着攀钢二期工程建设的发展,冶炼连铸钢对半钢成分、温度要求的提高,雾化提钒生产的半钢已不能满足生产需要。从钒渣产量、质量和半钢成分、温度及综合效益等多方面进行分析、论证后,攀钢决定采用转炉提钒工艺取代雾化提钒工艺,并于 1992 年开始了提钒转炉及相关设施的建设,1995 年 8 月两座 120 t 提钒转炉建

成投产,雾化提钒炉也于 1996 年逐渐拆除。至此,攀钢完成了雾化提钒到转炉提钒的工艺转变,实现了攀钢提钒工艺技术的发展。

2 不同时期的提钒工艺流程

攀钢在铁水脱硫和提钒工序采用过的工艺流程有 4 种,如图 1 所示。

流程 1 是原雾化提钒时的工艺流程,大部分时间处理的是未经脱硫的高炉含钒铁水,脱硫铁水仅占了很少的一部分,该工艺已经停止使用;

流程 2 在 1997 年进行了工业性试验,由于高炉铁水经撇渣、组罐后温度过低,仅 1 220 左右,造成粘罐严重而未采用;

流程 3 为原设计流程,由于用炉前高架小车撇渣存在严重安全隐患,未采用;

流程 4 为实际生产中采用的工艺流程,经过几

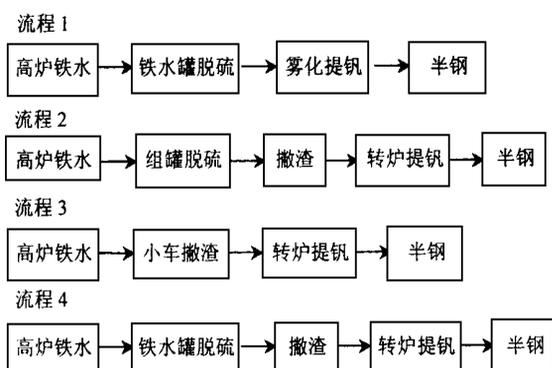


图 1 攀钢铁水预处理工艺流程

年的生产实践表明,该流程基本能满足现阶段对钒渣、半钢质量的要求,但由于撇渣时间长、温降大和受入厂铁水量波动大的影响,生产节奏慢,污染严重,半钢质量不稳定,已成为进一步提高生产能力和理顺工艺的限制性环节。

3 转炉提钒工艺的优化

近年来为提高钒渣质量和钒氧化率、保证半钢

含碳量,在提钒氧枪、冷却制度以及提高炉龄等方面进行了大量的工作,取得了明显的效果。

3.1 提钒氧枪喷头的改进及效果

转炉提钒投产以来,先后使用过 535 型、435 型供氧喷头,这两种喷头虽然能使铁水中的钒充分氧化,但由于其喉口夹角较大,对炉衬的侵蚀严重。为此,使用了喉口夹角较小的 339 型喷头。使用 339 型喷头后半钢残钒分别比 435 型和 535 型降低 0.016%、0.023%,半钢含碳量和温度相当。

3.2 提钒冷却制度的改进

经过不断的探索与实践,提钒冷却剂应选择冷却强度比较合适的散状冷却剂,散状冷却剂中 CaO 含量必须 $< 0.5\%$,只有这样才能保证渣中的 CaO 含量符合要求;与此同时,开发了用铁矿石替代部分复合球作提钒冷却剂的技术,由于其冷却强度大,加入量较复合球小,因此,在总冷却量相当的情况下,可降低实物钒渣的产渣率,从而达到提高钒渣 V_2O_5 含量及降低渣中 MFe 的作用。攀钢转炉提钒自投产以来不同冷却方案的使用效果见表 1^[1]。

表 1 不同冷却方案下的冷却效应

冷却方案	实物产渣率 / %	钒渣折合系数	半钢碳 / %	半钢钒 / %	残[V] < 0.05% 的比例 / %	钒氧化率 / %	钒渣成分 / %		终点半钢温度 /
							TFe	V_2O_5	
1	2.69		3.55	0.054		81.44	35.41	17.59	1390
2	3.22	1.07	3.59	0.043		85.27	34.43	16.50	1381
3	3.32	1.13	3.51	0.041	80.52	86.04	35.67	15.56	1371
4	3.00	1.40	3.54	0.028	93.06	90.51	32.18	17.23	1378
5	2.92	1.52	3.60	0.027	95.81	91.42	30.43	19.47	1377

3.3 提高钒渣质量的措施

3.3.1 使用 SiO_2 调渣技术

转炉提钒过程中钒的氧化是以渣铁界面上消耗初渣中 FeO 为主要特征的。初渣流动性大,有助于钒氧化后与 FeO 形成尖晶石,加快钒的氧化过程;另外,增加硅酸盐相量,在凝固过程中形成钒渣粘相,在吹钒终点时,钒渣不至于过稠。实践证明,经

SiO_2 调渣后的钒渣 V_2O_5 品位可达 18% 以上, TFe 可降至 30% 以下。

3.3.2 多炉出一次钒渣、挡渣出半钢

采用多炉出一次钒渣,可促进钒尖晶石的长大,不同出钒渣方式的钒渣岩相分析结果见表 2。可见采用挡渣出半钢的方法,可减少钒渣的流失,提高钒渣的回收率。

表 2 钒渣岩相分析比较

	岩相结构	钒铁尖晶石大小
多炉出一次钒渣	钒铁尖晶石 35% ~ 45%, 硅酸盐相 46% ~ 54%, 金属铁 1.1% ~ 1.5%, RO 相 6% ~ 9%	大多为 0.017 ~ 0.033mm, 近似圆形连晶结构;部分呈 0.05 ~ 0.06mm 的大晶粒
同期一炉出一次钒渣	钒铁尖晶石 25% ~ 35%, 硅酸盐相 55% ~ 60%, 金属铁 1%, RO 相 10%	为 0.01 ~ 0.02mm 的近似圆形晶粒
雾化钒渣	钒铁尖晶石 38% ~ 45%, 硅酸盐相 45% ~ 50%, 金属铁 4%, RO 相 8%	为 0.03 ~ 0.04mm 的近似圆形晶粒

3.3.3 挡渣工艺改进

由于采用钙基脱硫剂进行铁水脱硫,脱硫渣中CaO含量达到40%以上,为保证钒渣质量,要求在撇渣工序,渣铁分离率大于95%。在转炉提钒投产初期,采用人工砌筑挡渣墙撇渣,钒渣中的CaO为2.5%左右,远远不能满足一级钒渣质量要求。因此,先后试验了多种形式的挡渣器,挡渣效果见图2^[2],现在采用二合一砖或整体挡墙可使钒渣中CaO含量降低到1.3%以下,不仅保证了钒渣质量,同时减轻了提钒过程回硫。

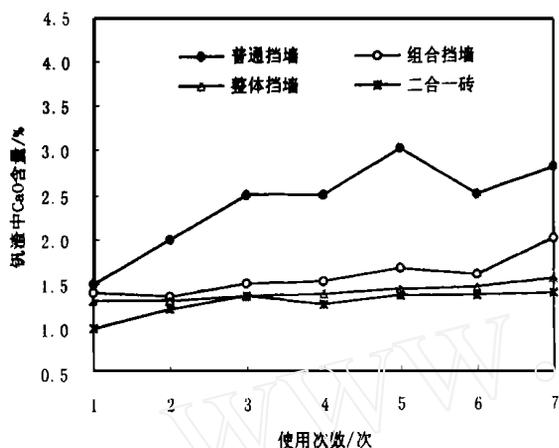


图2 钒渣中CaO变化趋势

3.4 提钒转炉炉龄提高

攀钢转炉提钒炉龄初步设计为950炉,经过改进炉衬的砌筑方式及维护,到2000年11月份达到了平均5833炉的水平,具体情况见表3。

表3 提钒转炉炉龄发展情况

年份	平均炉龄/炉	使用炉役
1995	1 310.3	4
1996	1 845.0	9
1997	2 129.1	9
1998	2 377.5	10
1999	3 588.2	6.5
2000年1~11月	5 833	4

由于转炉提钒过程中加入(FeO)含量较高的冷却剂,使得冶炼过程中渣量较少,液态金属在吹炼过程中裸露严重,对炉衬的严重冲刷造成提钒转炉炉龄偏低;对残砖取样分析,也发现原砖层与渣化层间的过渡层很小,表明原砖层很容易受蚀损。进而有针对性地采取了以下措施:加厚炉底及炉身中下段等薄弱环节、工作层用长砖代替中砖、炉身各段加厚层错缝砌筑、炉底和炉身结合处采用机械捣打工艺,并规范冷却制度及加强炉体维护等,从而大大提高了提钒转炉炉龄。到2000年年底炉龄已接近6000炉。

4 攀钢转炉提钒技术水平评价

经过几年的技术攻关与实践,各项工艺技术的综合应用,现攀钢转炉提钒已形成了一定的生产规模和自己特有的工艺流程,并取得了较好的技术经济指标,见表4。从表4中可看出,攀钢转炉提钒的各项经济技术指标在国内领先,并已经达到国际先进水平^[3]。

表4 攀钢与国内外转炉提钒技术经济指标对比

厂家	半钢碳/%	半钢温度/°C	钒渣成分/%			钒氧化率/%	钒回收率/%
			V ₂ O ₅	TFe	MFe		
攀钢(转炉提钒)	3.57	1 375	19.47	30.43	12.0	91.42	82.0
攀钢(雾化提钒)	3.50	1 370	18	40	22	86	70
中国承钢	3.17	1 400	12	34	21	87.8	77.6
马钢二炼	3.95	1 390	9.6		13.2	68.9	
下塔吉尔	3.20	1 380	16	32	9~12	90	82~84
南非(摇包)		1 270~1 400	23~25	29		>93	82

5 现工艺流程存在的问题

(1) 长期以来,攀钢脱硫、提钒一直受入厂铁水的困扰,主要是铁水罐装铁量波动大、带入罐内的高炉渣多,不仅脱硫工艺参数不能稳定控制,而且在现

工艺流程下,采用铁水罐脱硫、撇渣后,入提钒转炉的装入量波动仍较大,影响提钒工序质量的稳定控制,导致半钢和钒渣质量很不稳定。

(2) 铁水量偏小时,脱硫提钒生产能力得不到充分发挥。铁水量偏大时,脱硫反应空间不足,喷溅严

重,脱硫效率受到制约。

(3) 由于受传统工艺方法的束缚,在脱硫渣分离方式上一一直采用撇渣法,其生产效率低,温度损失大。必须开阔思路,打破传统,研究先进高效的渣铁分离方法,如研究扒渣法在攀钢实施的可行性。

6 研究扒渣的重要意义

如果扒渣能在攀钢成功实施,那么,将来可以形成如图 3 所示的工艺流程,即将高炉铁水罐中的高

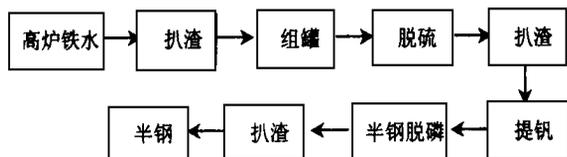


图 3 新工艺流程

炉渣先扒除,再组成 140 t 的铁水罐进行脱硫,既可以稳定脱硫效果,又可以提高脱硫处理能力,脱硫后将渣扒除,以稳定的装入量进入提钒炉,提钒则可以在全自动控制状态下吹炼,使钒渣、半钢质量得到

参考文献:

- [1] 张大德,张玉东. 攀钢转炉提钒冷却制度的确立[J]. 攀钢技术,1999,22(3):11—15.
- [2] 尹锡军. 攀钢脱硫铁水撇渣工艺的改进[J]. 钢铁钒钛,1998,19(2):24—26.
- [3] 四川省冶金情报标准研究所. 科研项目查新报告[R]. 9942.

稳定控制,生产能力提高。对于磷含量要求低的钢种,可以在炉外进行半钢脱磷,然后扒渣,直接进入炼钢转炉,无需再组罐,既可满足装入量的要求,又可以预先知道入炉成分,为炼钢实现静态(动态)控制奠定基础。

与现工艺流程相比,新的工艺流程从脱硫开始到提钒止完全实现了“一一对应”,便于物流管理,提高脱硫提钒生产能力,半钢、钒渣质量也可得以稳定控制,对于炼钢厂来说具有重要的变革意义。目前,扒渣试验已开展,但还需要做很多工作,才能使设想变为现实。

7 结语

既要生产好的钒渣,又要生产合格半钢,国内外的经验和多年的实践经验都证明了原料是炼好钢的基础。因此,攀钢未来脱硫、提钒的发展趋势是:首先要实现全脱硫,而且可根据后步工序质量及成本的要求,采用分步脱硫工艺技术,为炼钢生产优质钢奠定基础;从而实现全提钒,使攀钢在国内、国际钒市场的地位得到进一步的巩固。

编辑 杨冬梅

收稿日期:2000-05-27

《钢铁钒钛》乃全国中文核心期刊,中国学术期刊光盘版入编期刊,万方数据库和中国期刊网上网期刊。是国内唯一一家全面报道钒钛磁铁矿冶炼及综合利用、钒钛新产品开发应用的专业杂志,发行面广,影响力大

您想与攀钢合作吗,

那么,

《钢铁钒钛》将是您最好的联系纽带