

## “全三脱”炼钢工艺生产实践

宋军涛 关顺宽

首钢京唐公司炼钢作业部

**摘要:** 首钢京唐公司的“全三脱”生产实践表明,同常规冶炼相比,石灰消耗、钢铁料消耗明显降低,终点命中率、转炉炉龄大幅度提高,钢水洁净度水平明显提升。经实践证明,京唐公司目前已打通了“低成本、高效化洁净钢的工艺流程”。

**关键词:** 全三脱; 生产实践; 低成本; 高效化; 工艺流程

### THREE OFF STEELMAKING PRODUCTION PRACTICE

Song Juntao Guan Shunkuan

The Steelmaking Homewok Department of Shougang Jingtang Company

**Abstract:** Shougang Jingtang company "three off" the production practice shows that, compared with conventional smelting process, lime consumption, the consumption of steel material is reduced obviously, target hit rate is greatly improved, converter, cleanliness of molten steel level is obviously promoted. Proved by practice, Jingtang company currently has opened the "low cost, high efficiency and clean steel process".

**Key words:** Three off; Production practice; Low cost; High efficiency; Technological process

### 1 前言

从2009年7月15日开始至2011年10月,京唐公司开展了“低成本、高效化洁净钢生产平台”的生产实践,先后经历了27个月,组织了“全三脱”冶炼共计21800炉。2011年1月—10月,“全三脱”比例达到了72.0%,较2010年增加了35.3%。

通过不断的技术攻关,各项技术指标都取得了长足的进步,特别是转炉炉龄取得了突破性的进展。7月份“全三脱”比例达到了84.9%,这是目前阶段的最好水平。完成石灰消耗35.9kg/t,钢铁料消耗1110.2kg/t,转炉炉龄7039炉,成品 $P+S+N \leq 110\text{ppm}$ 。具体生产实践情况如下文。

## 2 京唐公司“全三脱”工艺简介

首钢京唐公司采用“全三脱”<sup>[3-4]</sup>工艺的设计思想是打造低成本、高效化生产洁净钢的平台。脱硫工艺是采用脱硫效率高且脱硫效果稳定的KR搅拌法<sup>[1-2]</sup>，脱磷工艺<sup>[5-6]</sup>是采用转炉法。工艺布局特点是转炉采用双高跨布置，即分为两座脱磷预处理转炉和三座脱碳转炉。2009年5月份京唐公司炼钢投产，不久转炉进行了“全三脱”冶炼工业试验，经过不断摸索、改进，“全三脱”比例已达到72%以上，生产出的钢水纯净度较高<sup>[7]</sup>。与常规冶炼相比，“全三脱”冶炼消耗较低，实现了低成本生产洁净钢的目的。



图1 首钢京唐公司炼钢工艺流程图

## 3 2011年1-10月全三脱的生产情况

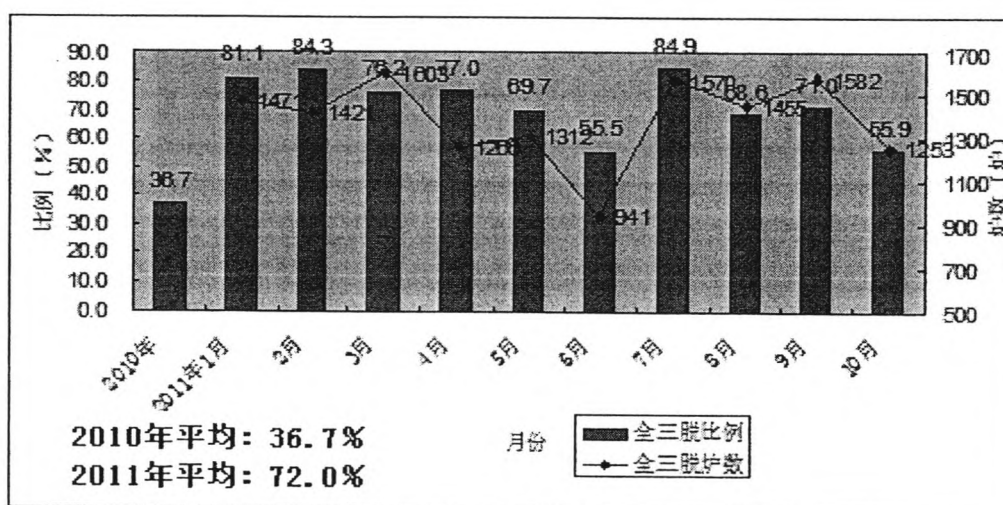


图2 2011年1-10月份全三脱生产炉数及比例

2011年1—10月份,炼钢生产炉数19267炉,“全三脱”冶炼工艺组织了13874炉,“全三脱”比例为72.0%。2011年,为促进全三脱工艺尽快上一个新的台阶,更好地证明新工艺的先进性和经济可行性。京唐公司领导立即做出全面部署,将“三脱”预处理比提高到80%以上,尽快实现连铸的高拉速、恒拉速。按照公司领导的要求,炼钢部积极组织全三脱工艺,有3个月全三脱比例完成了80%的目标要求,尤其是7月份,“全三脱”比例达到84.9%,这是目前阶段的最好水平。其它月份主要受外围铁水条件以及炉役的影响,“全三脱”比例有所降低。

## 4 全三脱工艺的生产实践情况

### 4.1 脱碳炉少渣冶炼效果

“全三脱”工艺一个重要的指标就是转炉总渣量减少,京唐公司炼钢部围绕少渣冶炼做了大量工作,如脱碳渣返回脱磷炉使用、转炉留渣操作等。下图为2011年7-9月份转炉吨钢白灰、轻烧消耗对比。由于铁水Si含量波动较大,白灰消耗也随之变化较大,但从各月数据来看,“全三脱”工艺比常规工艺平均白灰消耗低11.7kg/t,轻烧消耗比常规工艺低6.3kg/t,“全三脱”少渣冶炼效果显著。

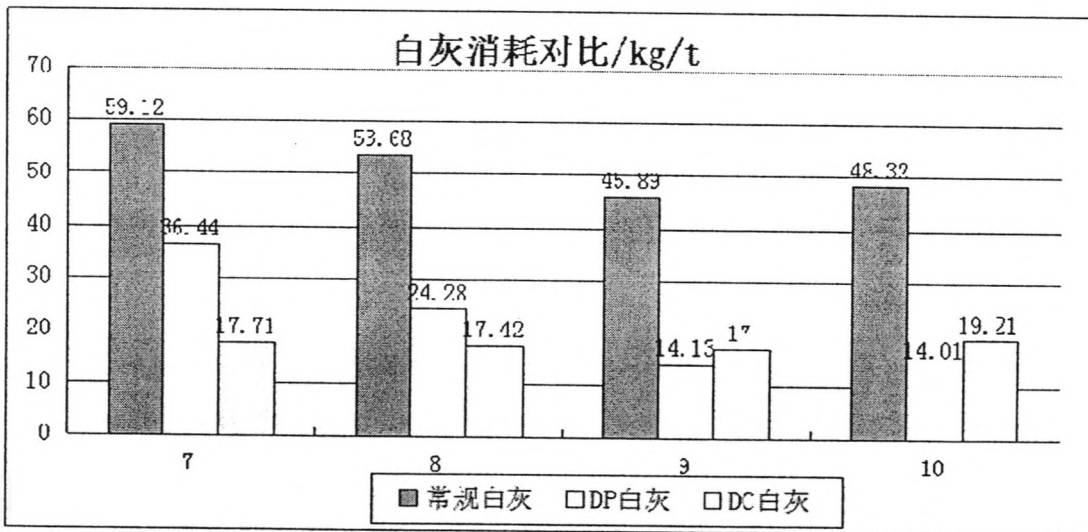


图3 白灰消耗对比

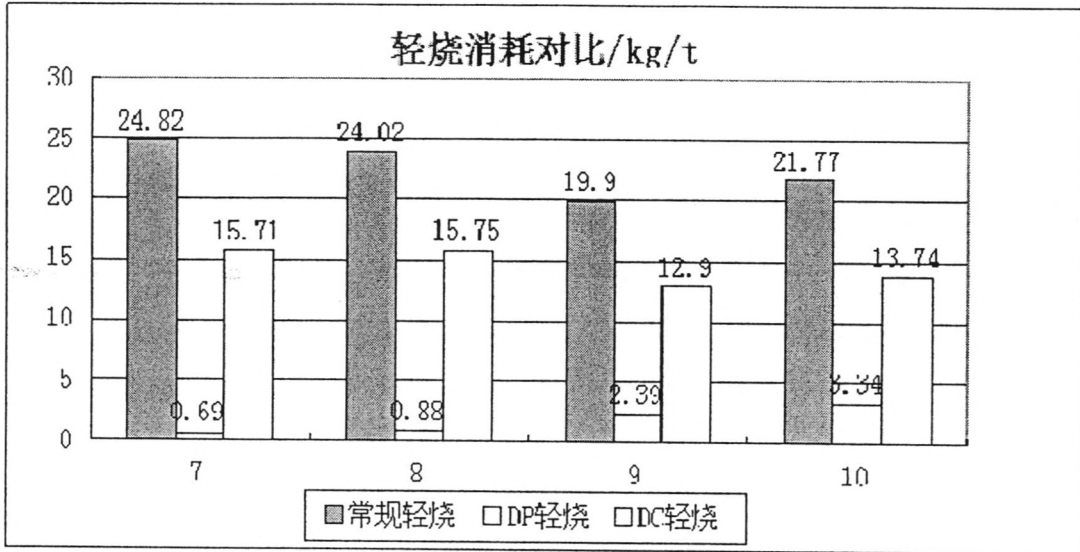


图 4 轻烧消耗对比

#### 4.2 终点命中率

从 2011 年 1 月份开始，炼钢部在公司领导组织下开始进行“全三脱”攻关工作，随着攻关工作的进展和推进，“全三脱”比例有了较大提高。同时从 2011 年 4 月起与首自信合作自主研发的脱碳炉二级自动化模型<sup>[9-10]</sup>在脱碳炉全面进行推广，“全三脱”终点命中水平有了大幅提高。如下图所示，截止到 10 月份，模型命中率已达 85%左右。

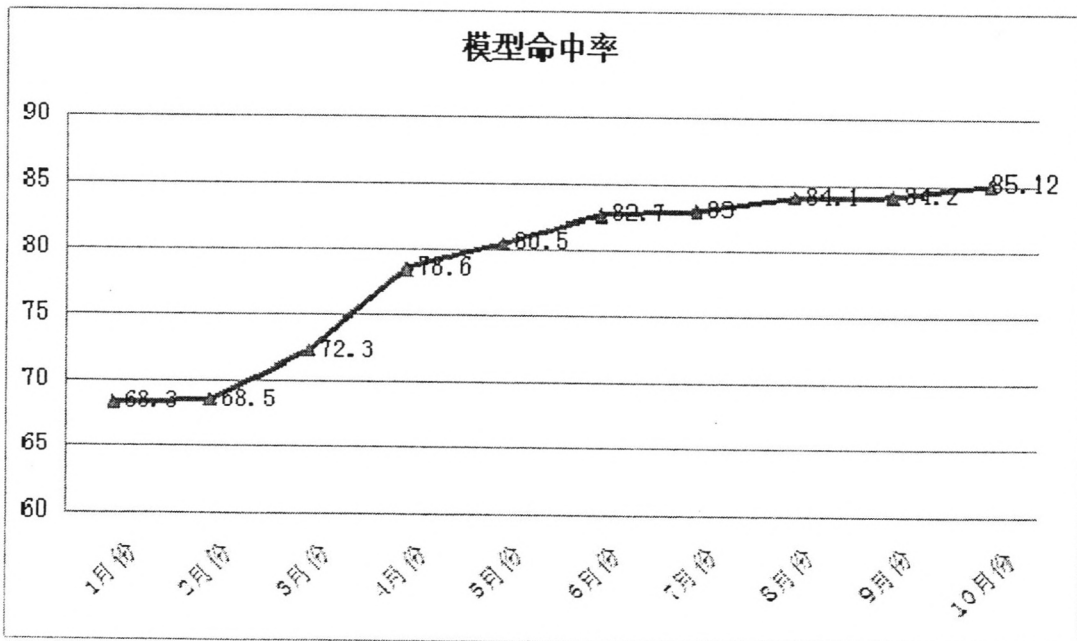


图 5 转炉模型命中率

### 4.3 转炉炉龄

2011年1—10月份,共组织了5次炉役,较2010年减少了2次。2011年脱磷炉平均炉龄达到了7539炉,脱碳炉平均炉龄4610炉,分别比去年提高了4152炉和522炉。投产初期,脱磷转炉的炉龄一直在3000—4000炉的水平,为进一步提高炉龄,炼钢部专门成立了炉龄攻关组,主要围绕以下方面开展工作:(1)加快生产节奏,缩短转炉停工时间;(2)开发新型补炉料,加强补护炉操作;(3)开发脱磷炉自动化炼钢模型,进一步规范岗位操作水平;(4)采用溅渣<sup>[8]</sup>护炉技术。

通过采用上述措施,转炉炉龄明显提高。从炉役情况来看,去年,脱磷炉最高炉龄为4249炉,与之前相比,炉龄提高了2790炉。创出了炼钢投产以来五座转炉12次炉役的最高炉龄。目前,1#脱磷炉炉龄已达到8039炉(仍在使用的),炉龄有望突破10000炉炉龄大关。

表1 2010—2011年炉役情况

日期	项目	炉龄	炉役次数	备注
2010	脱磷炉平均炉龄	3387	3	
2010	脱碳炉平均炉龄	4088	4	
2011	脱磷炉平均炉龄	7539	1	
2011	脱碳炉平均炉龄	4610	4	
2010—2011	脱磷炉最高炉龄	8039		目前仍在使用的
2010—2011	脱碳炉最高炉龄	5412		

### 4.4 降低出钢温度

2010年,由于产量较低,生产节奏比较慢,出钢温度平均1680℃。2011年,随着“全三脱”比例的明显增加,转炉出钢温度不断降低,与去年相比,出钢温度降低了16℃。

### 4.5 终点碳氧积水平

转炉碳氧积与转炉底吹和炉型有着密切关系,下图是3—9月份3座转炉碳氧积变化情况。随着京唐公司对转炉炉况维护力度的加大,碳氧积从年初的大范围波动变换逐渐稳定在目前的0.0025左右水平。

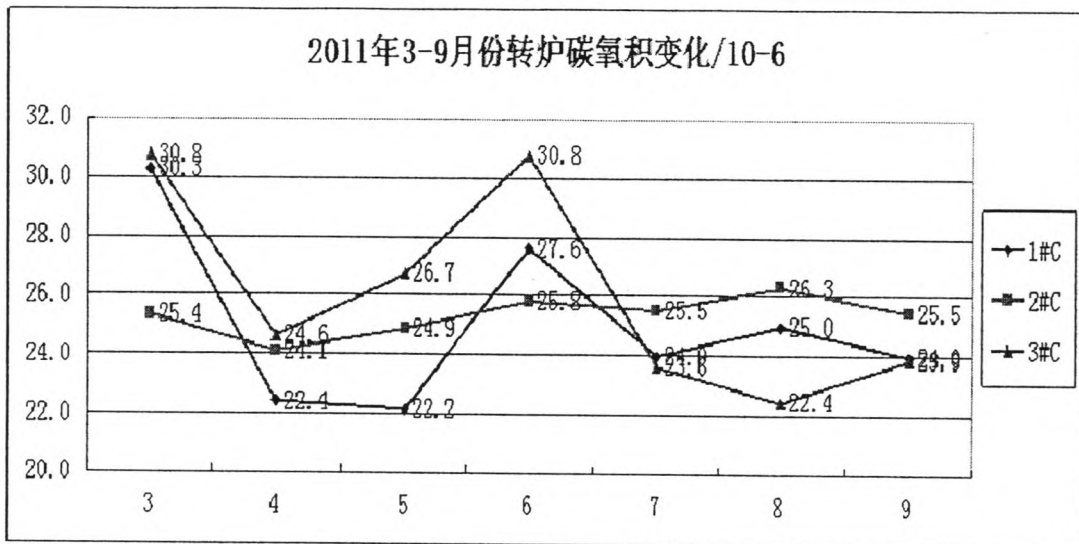


图6 转炉终点P含量对比

#### 4.6 洁净钢生产水平

“全三脱”工艺对洁净钢生产有着巨大的优势，以管线钢 X70 为例，通过走“全三脱”工艺线路，目前京唐公司成品 X70 能够稳定达到  $P \leq 85\text{ppm}$ ,  $S \leq 12\text{ppm}$ ,  $N \leq 33\text{ppm}$ ,  $P+S+N \leq 130\text{ppm}$ 。

考虑到成本问题，目前京唐采用低碳锰铁配锰，如果采用低磷锰铁，成品 P 可以控制在  $\leq 65\text{ppm}$ ,  $P+S+N \leq 110\text{ppm}$ 。以前，全三脱工艺转炉终点 N 含量高于常规冶炼，通过在吹炼后期加入矿石调整，目前全三脱 N 含量水平与常规相当。

#### 4.7 脱磷炉回吃脱碳渣

从 2 月份开始脱碳渣返回脱磷炉利用试验，截止 8 月共回吃脱碳渣 5582 炉次，合计回吃脱碳渣 26190 吨，节约白灰消耗 6500 吨左右。目前脱磷炉回吃脱碳渣比例达到 85% 以上。下图为 1-8 月份脱磷炉回吃脱碳渣情况。

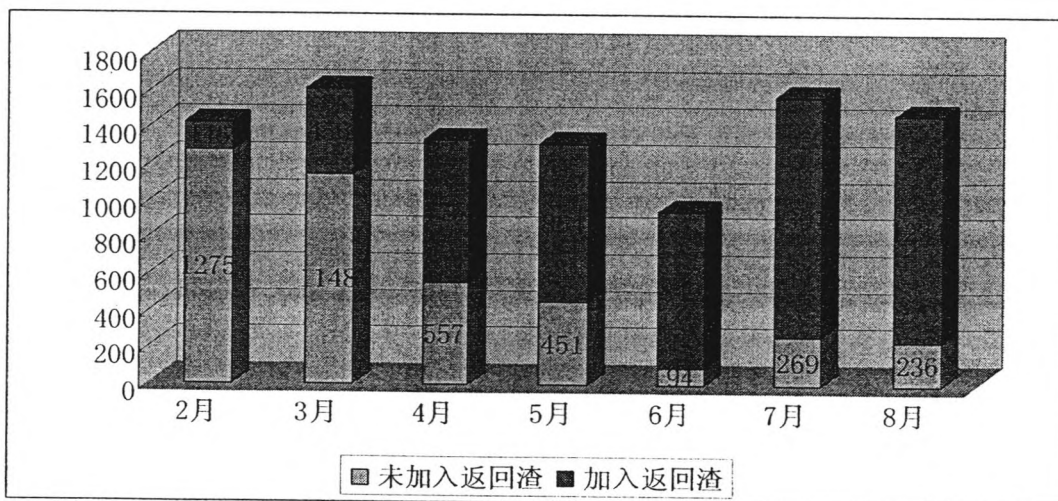


图7 脱磷各月冶炼炉数与回吃脱碳渣炉次统计

## 5 结论

(1) 与常规冶炼相比,石灰、轻烧白云石消耗明显降低。白灰消耗降低 11.7kg/t,轻烧白云石消耗降低 6.3kg/t,“全三脱”少渣冶炼效果显著。目前正在试验采用高钙石灰,从目前试验情况来看,高钙石灰消耗 34 kg/t,使用高钙石灰后消耗会进一步降低。

(2) 随着全三脱工艺的技术攻关,终点命中水平大幅度提高,2011年1—10月份,模型命中率已接近85%左右。

(3) 随着全三脱比例的不断增加,转炉出钢温度明显降低。与去年相比,出钢温度平均降低了 16℃。

(4) 通过对炉龄的不断攻关,炉役次数较去年降低 2 次,转炉炉龄明显提高。脱磷炉炉龄较去年提高了 2790 炉。创出了炼钢投产以来五座转炉 12 次炉役的最高炉龄。目前,1#脱磷炉炉龄已达到 8039 炉(仍在使用的),炉龄有望突破 10000 炉炉龄大关。

(5) 以管线钢 X70 为例,目前成品能够稳定达到  $P \leq 85\text{ppm}$ ,  $S \leq 12\text{ppm}$ ,  $N \leq 33\text{ppm}$ ,  $P+S+N \leq 130\text{ppm}$ 。如果不考虑成本问题,采用低磷锰铁,成品 P 可以控制在  $\leq 65\text{ppm}$ ,  $P+S+N \leq 110\text{ppm}$ 。

经实践证明,首钢京唐公司目前已打通了“低成本、高效化洁净钢的工艺流程”。

### 参考文献

- [1]李祥胜,姚娜. KR 法铁水脱硫工艺优化研究[J]. 辽宁科技学院学报, 2010,(03).
- [2]张茂林,徐安军. KR 法与喷吹法在铁水脱硫中应用的比较[J]. 炼钢, 2009,(05).
- [3]张龙强,田乃媛. 全量铁水“三脱”必要性的探讨[J]. 炼钢, 2009,(04).
- [4]潘秀兰,王艳红,梁慧智,冯士超. 转炉双联法炼钢工艺的新进展[J]. 鞍钢技术, 2007,(05).
- [5]郭云飞. 氧气顶吹转炉脱磷影响因素分析及操作工艺的优化[J]. 南钢科技与管理, 2010,(04).
- [6]郝旭东,李建新,张临峰,张兴中,李坚. 转炉脱磷工艺的发展[J]. 钢铁研究, 2008,(05).
- [7]夏金魁,曹龙琼,张青山. 转炉炼钢流程硫含量控制[J]. 鄂钢科技, 2010,(03).
- [8]杜建良,张兴利,周学禹,翁玉娟,何凯. 半钢炼钢终渣脱氧后溅渣护炉实践[J]. 承钢技术, 2008,(02).
- [9]关春立,王明春,刚占库. 通钢 120t 转炉实现计算机自动炼钢的实践[J]. 钢铁, 2007,(05)
- [10]王芳,何俊正,李静. 基于副枪控制技术的转炉模型炼钢[J]. 自动化应用, 2011,(01)

作者简介:宋军涛,2005年,毕业于北京科技大学,硕士研究生,现任炼钢高级师,中级职称,手机:15832551272, Email:songjuntao\_1979@sina.com