

## KR 预处理的工艺参数对铁水脱硫效果的影响

王 炜<sup>1</sup> 薛正良<sup>1</sup> 高志强<sup>2</sup> 曹 维<sup>2</sup> 徐绪林<sup>2</sup>

(1 武汉科技大学钢铁冶金及资源利用省部共建教育部重点实验室, 武汉 430081;

2 武汉钢铁集团公司, 武汉 430082)

**摘 要** 研究了铁水温度、铁水初始硫含量、搅拌时间、旋转速度和脱硫剂加入量对 80 t KR 铁水预处理装置脱硫效果的影响。结果表明, 提高铁水温度, 则增大脱硫效果; 在铁水硫含量为 0.043% ~ 0.046%、铁水温度为 1 290 ~ 1 310 °C 时, 加入 600 ~ 650 kg 脱硫剂(铁水温度 1 340 ~ 1 350 °C 时, 加入 450 ~ 550 kg 脱硫剂), 搅拌时间 5 ~ 8 min, 旋转速度 85 ~ 90 r/min, 具有较佳的脱硫效果。

**关键词** KR 法 铁水预处理 脱硫效果

## Effect of KR Pretreatment Process Parameters on Hot Metal Desulphurization Results

Wang Wei<sup>1</sup>, Xue Zhengliang<sup>1</sup>, Gao Zhiqiang<sup>2</sup>, Cao Wei<sup>2</sup> and Xu Xulin<sup>2</sup>

(1 Key Laboratory for Ferrous Metallurgy and Resources Utilization of Ministry of Education, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081; 2 Wuhan Iron and Steel Group Corp, Wuhan 430082)

**Abstract** The effect of metal temperature, initial sulfur content in metal, stirring time, rotational speed and adding amount of desulphurizer on desulphurization results of a 80 t KR hot metal pretreatment unit has been studied. The results showed that with increasing metal temperature the desulphurization effects increased, and with 0.043% ~ 0.046% S in metal, metal temperature 1 290 ~ 1 310 °C, adding desulphurizer 600 ~ 650 kg (metal temperature 1 340 ~ 1 350 °C, adding 450 ~ 550 kg), stirring 5 ~ 8 min at rotational speed 85 ~ 90 round/min, the desulphurization effects were better.

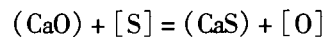
**Material Index** KR Process, Hot Metal Pretreatment, Desulphurization Effects

理论和实践表明, 采用铁水预处理脱硫是最经济、合理和省时的脱硫方式。而且转炉利用低硫铁水冶炼, 实现少渣炼钢, 从而减少喷溅、提高金属收得率和加快生产节奏, 极大地降低炼钢成本<sup>[1]</sup>。KR 脱硫具有脱硫剂单耗低、脱硫效果稳定、处理周期短等优点, 多用于冶炼优质钢。

武钢二炼钢厂在生产取向硅钢、无取向硅钢、耐火耐候钢、电视机框架钢、磁屏蔽钢、压力容器钢及军工用钢时均采用 KR 脱硫<sup>[2]</sup>; 宝钢集团一钢公司不锈钢现代化改造工程铁水预处理选择了 KR 法脱硫工艺<sup>[3]</sup>; 济钢第三炼钢厂冶炼管线钢、船板钢、优质碳素钢时也采用了 KR 脱硫工艺; 另外昆钢、川威钢厂等已先后采用 KR 法。

### 1 KR 脱硫工艺的主要设备及流程

KR 脱硫工艺是以一个外衬耐火材料的搅拌器浸入铁水罐内, 进行旋转搅动铁水, 使铁水产生旋涡, 同时加入脱硫剂(CaO)使其卷入铁水内部进行充分反应, 从而达到铁水脱硫的目的。其反应式为:



武钢 KR 脱硫工艺主要设备包括: 80 t 脱硫铁水罐车、电动渣罐车、扒渣机、搅拌系统升降小车、升降导轨及框架、定位夹紧装置、升降小车卷扬装置、除尘烟罩提升装置、脱硫剂输送装置、液压驱动系统、自动测温取样装置、搅拌头以及电气自动化控制设备等。

KR 工艺流程: 向铁水罐中兑铁水→铁水罐运到扒渣位并倾翻→第一次测温取样→第一次扒渣→铁水罐回位→加脱硫剂→搅拌脱硫→搅拌头上升→第二次测温取样→铁水罐倾翻→第二次扒渣→铁水罐回位→铁水罐开至吊罐位→兑入转炉。

武钢二炼钢厂 KR 法脱硫工艺采用石灰系脱硫剂, 其主要化学成分如表 1 所示, 粒度组成如表 2 所示。

### 2 KR 脱硫工艺的影响因素

从生产现场连续取 100 炉, 每炉铁水量为 (84 ± 5)t, 对生产数据进行分析, 确定 KR 脱硫的

表1 脱硫剂的成分/%

Table 1 Ingredient of desulphurizer /%

CaO	CaF <sub>2</sub>	S	SiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
≥80	≥13	<0.05	<5	<1

表2 脱硫剂粒度组成

Table 2 Constituent of granularity of desulphurizer

粒度直径/mm	组成/%
>1	5
0.1~1	90
<0.1	5

影响因素。分析表明,铁水温度、铁水硫含量、搅拌时间、搅拌器旋转速度和脱硫剂加入量都会对脱硫率产生影响。

### 2.1 铁水温度

一般说来,铁水温度高时,铁水硫含量会降低,在高温状态下,CaO 脱硫反应能更好地进行。对所取 100 炉数据作预处理前铁水温度与铁水硫含量关系曲线,如图 1(a)所示。在所取 100 炉数据中,处理前铁水温度在 1 200 ~ 1 300 °C 的共有

36 炉,其中处理后铁水[S] ≥ 0.005% 的共有 7 炉,占总数的 19.4%,而处理后铁水[S] ≥ 0.001% 的共有 12 炉,占总数的 33.3%;处理前铁水温度在 1 300 ~ 1 330 °C 的共有 30 炉,其中处理后铁水[S] ≥ 0.005% 的共有 1 炉,占总数的 3.3%,而处理后铁水[S] ≥ 0.001% 的共有 4 炉,占总数的 13.3%;处理前铁水温度在 1 330 ~ 1 382 °C 的共有 34 炉,处理后铁水[S] 均小于 0.001%。脱硫效率的高低,可用下式表示:

$$\text{脱硫率} = \frac{[S]_{\text{处理前}} - [S]_{\text{处理后}}}{[S]_{\text{处理前}}} \times 100\%$$

取处理前铁水硫含量为 0.045% ~ 0.047%,铁水量为 84 ~ 86 t,搅拌头旋转速度为 88 ~ 92 r/min,脱硫剂加入量为 550 ~ 650 kg 的部分数据进行分析,得到温度与脱硫率关系曲线(图 1b),由图可知,脱硫率随铁水温度的升高而升高。由以上分析可知,铁水温度对脱硫效果有着相当大的影响,在其它条件相同的情况下,铁水温度越高,脱硫效果越好。

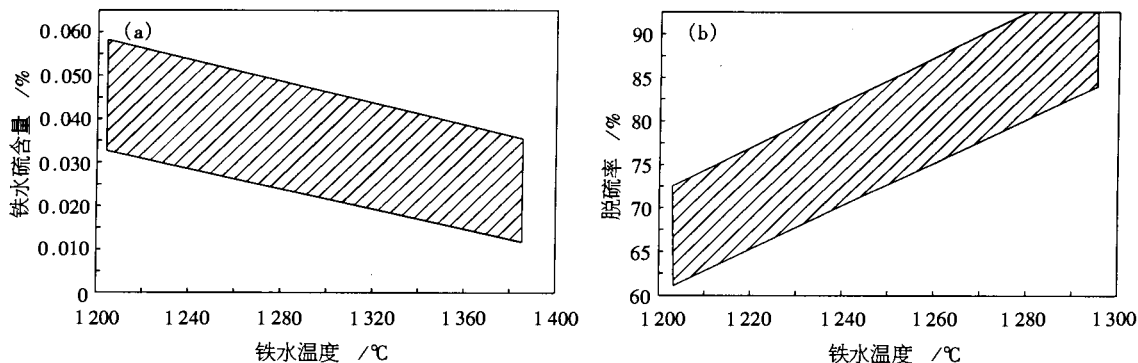


图 1 (a) 铁水初始硫含量与铁水温度关系;(b) 脱硫率与铁水温度关系

Fig. 1 (a) Relation between metal temperature and sulfur content in metal; (b) Relation between metal temperature and desulfurization rate

### 2.2 脱硫剂加入量

KR 脱硫预处理使用 CaO 作脱硫剂,取处理前铁水硫含量为 0.043% ~ 0.046%,铁水量为 84 ~ 86 t,搅拌头旋转速度为 88 ~ 92 r/min,处理前铁水温度为 1 290 ~ 1 320 °C 的部分数据进行分析,得到脱硫剂加入量与脱硫率的关系曲线如图 2 所示。为方便计,设现场处理后[S] < 0.001% 的炉次硫含量为 0,所得脱硫率为 100%,由图 2 可知,脱硫率随脱硫剂加入量的增加而升高,当脱硫剂加入量为 600 kg 时,脱硫率接近 100%,再继续增

加脱硫剂用量,对脱硫已不起作用,却要增加成本,并增加温降和对铁水的污染。

由前面的分析可知,铁水温度低时,脱硫效果变差,因此铁水温度低的炉次要多加入脱硫剂。如现场中对[S]为 0.036% 的铁水,在铁水温度为 1 290 ~ 1 310 °C 时,脱硫剂加入量为 600 ~ 650 kg,铁水温度为 1 340 ~ 1 350 °C 时,脱硫剂加入量为 450 ~ 550 kg。

### 2.3 铁水初始硫含量

铁水初始硫含量高时,要达到预期的脱硫目

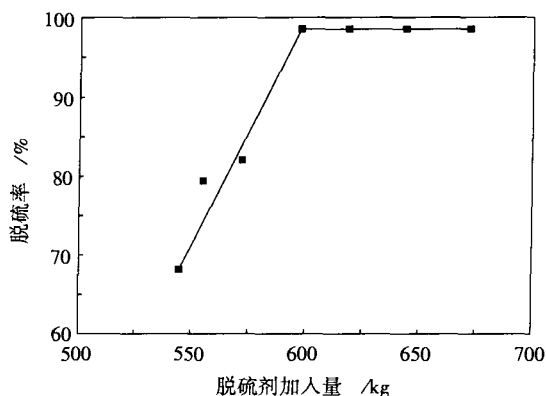


图 2 脱硫剂加入量与脱硫率关系

Fig.2 Relation between adding amount of desulphurizer and desulphurization rate

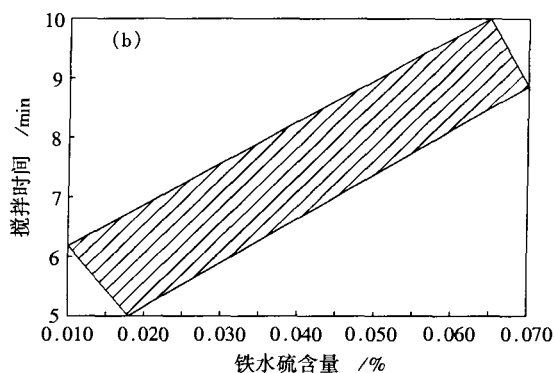
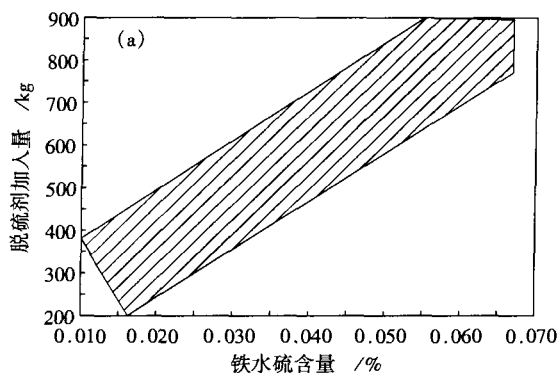


图 3 (a) 铁水硫含量与脱硫剂加入量的关系; (b) 铁水硫含量与搅拌时间的关系

Fig.3 (a) Relation between sulfur content in metal and adding amount of desulphurizer; (b) Relation between sulfur content in metal and stirring time

控制搅拌时间为 5 ~ 8 min, 旋转速度为 85 ~ 90 r/min, 只有在铁水初始硫含量较高时, 才需要延长搅拌时间和加快搅拌器旋转速度。如对部分铁水  $[S] \geq 0.06\%$  的炉次, 延长搅拌时间到 10 min, 增大旋转速度到 98 r/min, 脱硫后铁水  $[S] < 0.001\%$ 。

### 3 结论

(1) 铁水温度对脱硫效果有着相当大的影响, 在其它条件相同的情况下, 铁水温度越高, 则脱硫效果越好。

(2) 脱硫率随脱硫剂加入量的增加而升高, 但加入量到一定量后, 对脱硫已不起作用, 过多的增加脱硫剂用量, 会增加成本, 增加温降, 增加对铁水的污染。因此在铁水温度为 1 290 ~ 1 310 °C 时, 脱硫剂加入量为 600 ~ 650 kg, 铁水温度为 1 340 ~ 1 350 °C 时, 脱硫剂加入量为 450 ~ 550 kg,

标, 必须要加入更多的脱硫剂和延长搅拌时间。对所取 100 炉数据作铁水处理前硫含量与脱硫剂加入量的关系图(图 3a), 由图可知, 在保证脱硫目标的前提下, 脱硫剂加入量随铁水硫含量的增加而增加。搅拌时间与铁水硫含量的关系如图 3 (b) 所示, 搅拌时间随铁水硫含量的增加而延长。

#### 2.4 搅拌时间与旋转速度

延长搅拌时间, 增加了脱硫剂与铁水反应的时间, 从而降低了铁水硫含量; 加快搅拌器旋转速度, 加快了脱硫反应的传质, 也加快了脱硫反应速度。但延长搅拌时间和加快搅拌器旋转速度, 都会增大搅拌器及其动力消耗, 从而增加处理成本, 同时还会加快铁水温度降低。因此, 现场中一般

比较适宜。

(3) 延长搅拌时间和加快搅拌器旋转速度能提高脱硫效果, 但也会增加处理成本, 增加铁水温降, 因此搅拌时间以 5 ~ 8 min, 旋转速度以 85 ~ 90 r/min 为宜。只有在铁水初始硫含量较高时, 才需要延长搅拌时间和加快搅拌器旋转速度。

#### 参考文献

- 1 亓立峰, 柳润民, 彭新华, 等. 铁水预处理工艺在济钢的应用. 山东冶金, 2003, 25(5): 23
- 2 王雪冬, 李凤喜, 陈清泉, 等. KR 脱硫技术的应用与进步. 炼钢, 2004, 20(4): 24
- 3 刘 榴, 陈黎明. KR 法铁水脱硫主体设备介绍及有关计算. 冶金设备, 2002, 30(4): 36

王 炜(1974-), 男, 硕士, 讲师, 钢铁冶金。