

· 工艺技术 ·

## α-相对 2.625 t 1Cr18Ni9Ti 不锈钢锭初轧坯表面质量的影响

钱 刚<sup>1,2</sup> 阮小江<sup>1</sup>

(1 北京科技大学,北京 100083; 2 大冶特殊钢股份有限公司,黄石 435001)

**摘 要** 生产实践表明,1Cr18Ni9Ti 奥氏体不锈钢 α-相数量(级别)是影响 2.625 t 钢锭初轧坯表面质量的主要因素,当钢中 α-相超过 2.5 级[α-相含量(面积) = 12%]时,钢坯表面质量急剧下降。当钢中 C 为 0.08%、(Cr + 3.28Ti)/Ni ≤ 2,钢锭均热温度 ≤ 1 270 °C 时,钢中 α-相 ≤ 2.5 级,可得到良好表面质量的轧坯。为获得较好的轧坯表面质量,应控制钢中 Ti ≤ 0.70%、电渣母材的 Ti ≤ 0.80%。

**关键词** 1Cr18Ni9Ti 不锈钢 (Cr + 3.28Ti)/Ni 值 α-相 轧坯表面质量

## Effect of α-Phase on Bloom Surface Quality of 1Cr18Ni9Ti Stainless Steel 2.625 t Ingot

Qian Gang<sup>1,2</sup>, Ruan Xiaojiang<sup>1</sup>

(1 University of Science and Technology, Beijing 100083; 2 Daye Special Steel Corp Ltd, Huangshi 435001)

**Abstract** Production practice indicated that the amount (rating) of α-phase in 1Cr18Ni9Ti austenite stainless steel was principal factor to influence bloom surface quality of 2.625 t ingot, and as α-phase rating was more than 2.5 corresponding to α-phase content (area) = 12%, the surface quality of bloom rapidly decreased. As C% in steel was 0.08%, (Cr + 3.28Ti)/Ni ≤ 2, and ingot pit temperature ≤ 1 270 °C, the rating of α-phase in steel was ≤ 2.5 to get excellent surface quality of bloom. For obtained nice surface quality of bloom it should be to control Ti content in steel ≤ 0.70%, and in ESR electrode Ti ≤ 0.80%.

**Material Index** 1Cr18Ni9Ti Stainless Steel, (Cr + 3.28Ti)/Ni Ratio, α-Phase, Surface Quality of Bloom

大冶特钢在生产 1Cr18Ni9Ti 钢时,经常出现初轧钢坯表面质量问题,其中以表面龟裂纹和角裂纹居多;特别是在轧制电渣重熔电极坯料用钢锭时,钢坯表面质量更差。对这些钢坯需要加大表面清理量,才能投入下一道轧制或电渣重熔,降低了生产效率和效益。为解决这一问题,进行了试验研究。

### 1 均热炉加热工艺对钢坯表面质量的影响

为试验均热温度对 1Cr18Ni9Ti 钢坯表面质量的影响,将生产中的 24 炉、每炉 4 支 2.625 t 的 96 支钢锭,在试验前后的均热炉加热情况与钢坯合格率列于表 1。

由表 1 可以看出,随着均热段温度的降低,确实

表 1 加热制度对 1Cr18Ni9Ti 钢坯质量的影响

Table 1 Heating process on bloom surface quality of 1Cr18Ni9Ti steel

均热温度/ °C	保温时间/ h	钢坯合格率/ %	试验炉数
1 300	1.0 ~ 1.5	52.3	5
1 290	1.0 ~ 1.5	69.7	5
1 280	1.0 ~ 1.5	88.4	4
1 270	1.0 ~ 1.5	85.1	5
1 260	1.0 ~ 1.5	87.6	5

有改善钢坯表面质量、提高钢坯合格率的作用。统计资料表明,在 1 290 ~ 1 300 °C 保温后轧制仍有一些炉号的钢坯表面质量非常好;而部分炉号在 1 260 ~ 1 270 °C 保温后还是出现了比较严重的角裂或表面龟裂纹。

### 2 Cr/Ni 值对 1Cr18Ni9Ti 钢中 α-相和钢坯表面质量的影响

图 1 为 8 个炉次 Cr/Ni 值对 1Cr18Ni9Ti 钢轧坯表面裂纹指数的影响。图中指数 1 为表面质量好,2 为表面质量一般,3 为表面质量差,有表面龟裂和角裂。由图 1 可见,当钢中 Cr/Ni 值 ≤ 1.75 时,裂纹指数最低,表面质量好。图 2 为 50 炉批(Ti ≤ 0.70%)统计分析得出的 Cr/Ni 值与钢坯中 α-相级别的关系,由图 2 可见,当 Ti ≤ 0.70% (电渣母材 Ti ≤ 0.80%)、Cr/Ni 值 ≤ 1.70 时,钢坯中 α-相级别 ≤ 2.5 级。图 1 和图 2 表明,α-相级别 ≤ 2.5 级时,可获得良好表面质量的 1Cr18Ni9Ti 钢坯。

1Cr18Ni9Ti 钢因成分的差异,奥氏体组织中有残余不同含量的铁素体(α相),α相级别可按公式 {1.0[Si] + 0.50[Cr] + 1.64[Ti] - 10.86[C] - 0.29[Ni] - 0.08[Mn] - 4.64} [1] 进行理论计算。

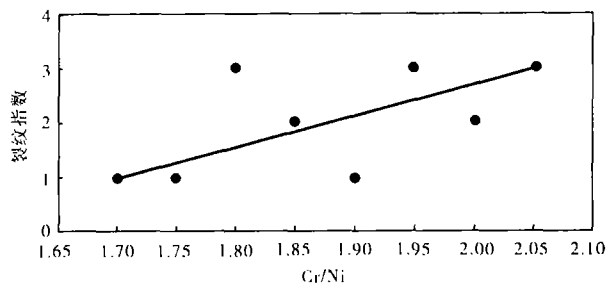


图 1 Cr/Ni 值对 1Cr18Ni9Ti 钢坯裂纹指数的影响  
Fig. 1 Effect of Cr/Ni ratio on crack index of bloom of 1Cr18Ni9Ti steel

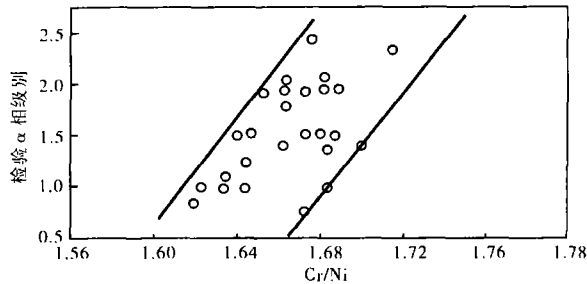


图 2 Cr/Ni 值对 1Cr18Ni9Ti 钢中  $\alpha$ -相级别的影响,  $T_i \leq 0.70\%$   
Fig. 2 Effect of Cr/Ni ratio on rating of  $\alpha$ -phase in 1Cr18Ni9Ti steel,  $\leq 0.70\%$

当奥氏体不锈钢中铁素体含量超过 15% 和铁素体不锈钢中奥氏体超过 15% 时, 钢的塑性指标急剧下降<sup>[2]</sup>。19 和 17 两炉钢的  $\alpha$  相理论计算级别分别为 3 级和 2 级, 两炉化学成分及生产质量情况见表 2。由表 3 可见, 随加热温度升高, 1Cr18Ni9Ti 钢

中  $\alpha$ -相量(级别)增加。由表 2、表 3 可见, 钢中的 Ti 含量对 1 280 °C 加热后钢中  $\alpha$ -相级别(含量)极为重要, 17 和 19 两炉钢的 Cr/Ni 值相当, 但 19 炉钢 (Cr + 3.28Ti)/Ni 值超过 2, 致使钢中  $\alpha$ -相急剧增加。

表 2 17、19 炉号钢化学成分及生产情况  
Table 2 Chemical composition and production condition of heat 17 and 19

炉号	化学成分/%								Cr/Ni	(Cr + 3.28Ti)/Ni	加热温度/°C	合格率/%
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Ti				
17	0.08	0.59	0.78	0.027	0.010	17.64	10.08	0.71	1.63	1.98	1 285	96.2
19	0.08	0.74	0.56	0.026	0.009	17.94	9.93	1.05	1.66	2.15	1 265	74.5

表 3 加热温度对 1Cr18Ni9Ti 钢  $\alpha$ -相级别和含量的影响  
Table 3 Effect of heating temperature on rating and content of  $\alpha$ -phase in 1Cr18Ni9Ti steel

炉号	不处理		1 180 °C		1 230 °C		1 280 °C	
	级别	含量/%	级别	含量/%	级别	含量/%	级别	含量/%
17	1	4	0.5	2	1	6	2	10
19	2	10	1.5	7	3	18	4	28

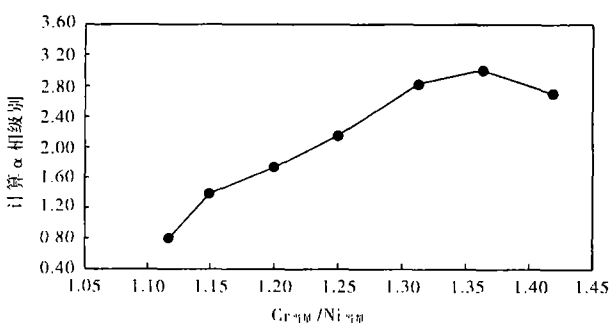


图 3 Cr、Ni 当量比对 1Cr18Ni9Ti 钢  $\alpha$ -相计算级别的影响  
Fig. 3  $Cr_{eq}/Ni_{eq}$  ratio on calculated rating of  $\alpha$ -phase in 1Cr18Ni9Ti steel

按  $Cr_{当量}(\%) = Cr + 1.5Si + 3.28Ti + Mo$ ;  $Ni_{当量}(\%) = Ni + 0.5Mn + 30C + 30N$ <sup>[3]</sup> 计算出一些炉次的 Cr、Ni 当量比及  $\alpha$  相理论级别, 其对应关系见图 3。

图 4 表明, 当计算  $\alpha$  相级别  $\leq 2.3$  级时, 钢坯表面质量良好。

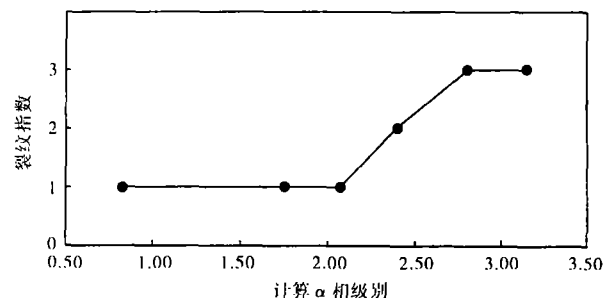


图 4 计算  $\alpha$ -相级别对 1Cr18Ni9Ti 钢坯裂纹指数的影响  
Fig. 4 Effect of calculated rating of  $\alpha$ -phase on crack index of bloom of 1Cr18Ni9Ti steel

### 3 结论

控制 1Cr18Ni9Ti 钢中  $(Cr + 3.28Ti)/Ni \leq 2.0$  和  $\alpha$ -相级别  $\leq 2.5$ , 2.625 t 钢锭均热温度为 1 260 ~ 1 270 °C 时, 可获得良好的轧坯表面。

### 参考文献

- 1 马廷温. 电炉炼钢学. 北京: 冶金工业出版社, 1988
- 2 薛懿德, 高 崇. 特殊钢压力加工. 北京: 冶金工业出版社, 2000
- 3 陆世英, 张廷凯, 康喜范, 等. 不锈钢. 北京: 原子能出版社, 1995

钱 刚(1966-), 男, 高级工程师, 《特殊钢》编委会副主任委员, 上海大学毕业, 从事特殊钢冶金和工艺研究。

收稿日期: 2006-11-10