

电渣重熔锭的直径和压缩比对 M2 高速钢碳化物不均度的影响

邵青立 谢志彬 张国平

(河冶科技股份有限公司, 石家庄 052165)

摘要 统计回归分析了 M2 高速钢($\% : 0.85 \sim 0.90C, 5.8 \sim 6.2W, 4.6 \sim 5.0Mo, 3.8 \sim 4.4Cr, 1.75 \sim 1.95V$) 电渣锭直径($\Phi 250 \text{ mm} \sim \Phi 400 \text{ mm}$)和压缩比(11.10~92.46)对钢材($\Phi 26 \text{ mm} \sim \Phi 120 \text{ mm}$)碳化物不均度的影响,并建立了回归方程,以预测钢材的碳化物不均度级别。结果表明,当压缩比小于 20 时,随压缩比增加,钢中碳化物不均度降低显著,压缩比超过 20 时,随压缩比增加,钢中碳化物不均度降低较小;相同压缩比下小规格钢材锻轧材碳化物不均度级别较小。

关键词 高速钢 M2 电渣重熔 锭型 压缩比 碳化物不均度

Effect of Diameter of ESR Ingot and Reduction Ratio on Non-Uniformity of Carbide in High-Speed Steel M2

Shao Qingli, Xie Zhibin and Zhang Guoping

(Heye Science and Technology Co Ltd, Shijiazhuang 052165)

Abstract The statistics and regression analysis on the effect of diameter of ESR ingot ($\Phi 250 \text{ mm} \sim \Phi 400 \text{ mm}$) and reduction ratio (11.10~92.46) of high speed steel M2 ($\% : 0.85 \sim 0.90C, 5.8 \sim 6.2W, 4.6 \sim 5.0Mo, 3.8 \sim 4.4Cr, 1.75 \sim 1.95V$) on non-uniformity of carbide in steel products ($\Phi 26 \text{ mm} \sim \Phi 120 \text{ mm}$) have been carried out, and a regression equation to predict the rating of non-uniformity of carbide in products is established. Results show that as reduction ratio is less than 20, with increasing reduction ratio the non-uniformity of carbide in steel decreases markedly, while as reduction ratio is more than 20, with increasing reduction ratio the non-uniformity of carbide in steel decreases lesser; with same reduction ratio the rating of carbide non-uniformity in smaller diameter steel forged and rolled products is smaller.

Material Index High Speed Steel M2, ESR, Ingot Type, Reduction Ratio, Carbide Non-Uniformity

使用模铸锭锻造或轧制高速钢,钢锭锭型对高速钢碳化物不均度的影响已有研究^[1],但电渣重熔钢锭与模铸钢锭钢水的凝固方式不同,导致两种钢锭的铸态共晶组织不同,电渣重熔钢锭与模铸钢锭成材后钢材的碳化物不均度有差异^[2]。本文研究了高速钢电渣重熔钢锭与钢材碳化物不均度的关系,通过大量的生产统计数据回归确定了锭型与碳化物不均度的方程,根据方程可预测钢材的碳化物不均度级别。

1 M2 高速钢电渣重熔钢锭与钢材碳化物不均度的关系

高速钢钢锭铸态共晶组织越细小,锭到材加工压缩比越大,则碳化物被破碎就越好,碳化物不均度级别就愈低^[3]。增大锭到材的加工压缩比,势必要增大钢锭直径,则金属熔池心部的局部凝固时间会延长,二次枝晶间距会增大,从而使铸态共晶组织恶化^[4]。因此优化处理二者的关系,可改善高速钢钢材的碳化物不均度。

统计分析高速钢的钢种为 M2,其化学成分见表 1。

电渣重熔钢锭(mm) $\Phi 250$ 、 $\Phi 315$ 、 $\Phi 400$ 锭成材后钢材的碳化物不均度数据示于表 2。

表 1 M2 高速钢化学成分 /%

Table 1 Chemical composition of high speed steel M2 /%

C	W	Mo	Cr	V
0.85~0.90	5.8~6.2	4.6~5.0	3.8~4.4	1.75~1.95

表 2 电渣锭直径和压缩比对轧材、锻材碳化物不均度级别的影响

Table 2 Effect of ESR ingot and reduction ratio on carbide non-uniformity rating of rolled and forged steel products

轧材直 径/mm	电渣锭直径/mm							
	$\Phi 250$		$\Phi 315$		$\Phi 400$		压缩 比	碳化物 不均度
	压缩 比	碳化物 不均度	锻材直 径/mm	压缩 比	碳化物 不均度	锻材直 径/mm		
26	92.46	2.83	44	51	4.0	60	44.4	4.75
30	69.44	2.89	45	49	4.2	70	32.7	5.25
32	61.04	3.12	50	40	4.4	80	25.0	4.70
33	57.39	3.25	55	33	4.6	85	22.1	5.25
34	54.07	3.39	65	23	5.2	90	19.8	5.70
35	51.02	3.33	80	16	5.4	100	16.0	5.79
36	48.23	3.40	85	14	6.0	105	14.5	5.25
38	43.28	3.69	105	9.0	6.3	110	13.2	6.25
39	41.09	3.68	115	7.5	6.6	115	12.1	6.13
40	39.06	3.83	120	6.9	6.6	120	11.1	6.47

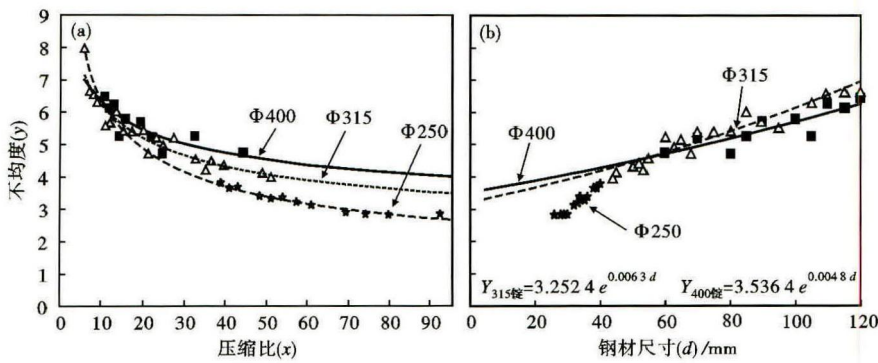


图 1 压缩比(a)和成材尺寸(b)对 M2 高速钢碳化物不均度的影响

Fig. 1 Effect of reduction ratio (a) and diameter of finished products (b) on carbide non-uniformity of high speed steel M2

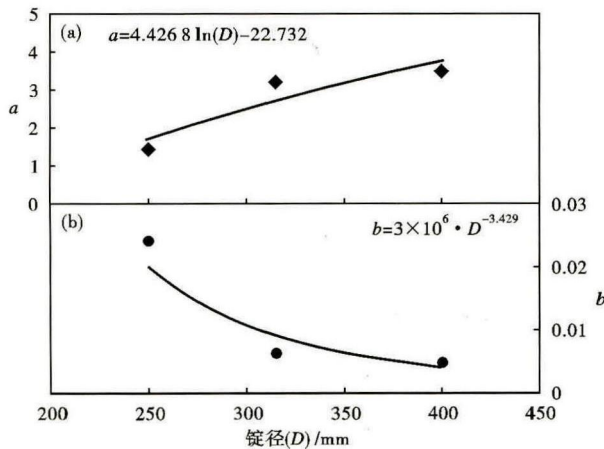


图 2 电渣锭直径对常数 a(a)和 b(b)的影响

Fig. 2 Effect of ESR ingot diameters on constant a (a) and constant b (b)

根据表 2 数据绘制 3 种锭型成材后压缩比(x)与碳化物不均度(y)、成材尺寸(d)与碳化物不均度(y)的关系曲线示于图 1(a, b)。

从图 1(a)可以看出,压缩比增大,Φ250 mm 锭较Φ315 mm和Φ400 mm锭所成材的碳化物不均度 y 值低,这是因 Φ250 mm 较 Φ315 mm 和 Φ400 mm 钢锭的铸态共晶组织细小所致。但随着压缩比的增大,y 值降低缓慢,曲线变得平缓,这是因为钢锭变形初期,压缩比对改善碳化物的作用较大,但随着压缩比的增大,其对改善碳化物的作用逐渐减小。

从图 1(b)可见,随着成材尺寸的增大,3 条曲线发生了交叉,Φ250 mm 钢锭成材尺寸大于 45 mm 时其 y 值大于 Φ315 mm 和 Φ400 mm 钢锭,而在小规格材时其 y 值小于 Φ315 mm 和 Φ400 mm 钢锭。从图 1(b)也可看出,大锭适合成大材,小锭适合成小材。

1.1 分析图 1(b)的轨迹,可以确定碳化物不均度级别与成材尺寸的关系为指数函数

其数学表达式为:

$$y = ae^{bd} \quad (1)$$

式中:y- 钢材的碳化物不均度级别;d- 钢材直径/mm; a、b- 常数。

对图 1(b)的 3 条曲线进行计算机回归,得出其回归方程为图 1(b)中公式。

1.2 回归方程中常数 a、b 与钢锭锭型的关系

从图 1(b)可以看出,同规格的钢材用不同锭径的钢锭锻打其 y 值不同,不同锭径的回归方程中常数 a、b 值不同,说明常数 a、b 的值与锭径(D)有着密切的关系。其关系曲线如图 2 所示。

通过回归计算得到常数 a、b 与锭径的回归方程:

$$a = 4.4268 \ln(D) - 22.732$$

$$b = 3 \times 10^6 \times D^{-3.429} \quad (2)$$

若锭型已知即可根据方程 $Y = ae^{bx}$ 预测所成锻材的碳化物不均度级别。同时也可根据此方程选用某种规格锻材一定碳化物级别所适用的锭型。

2 锭型优化

使用 Excel 进行单变量求解,得出 Φ80 mm、Φ40 mm 钢材碳化物不均度 y 值为 5、3 级的钢锭直径分别为 $D = 366 \text{ mm}$; $D = 187 \text{ mm}$ 。

3 结论

(1)用生产统计数据回归确定了锭型与钢材碳化物不均度的关系式;根据锭型可预测该钢锭成材后钢材的碳化物不均度。

(2)根据回归方程可优化生产具体规格钢材所需的锭型。

参考文献

- [1] 王忠智. 钢锭锭型对高速钢碳化物不均度影响[J]. 特殊钢, 1997, 18(6):46-48.
- [2] 李正邦. 电渣重熔译文集 2[M]. 北京:冶金工业出版社,1990: 50-60.
- [3] 邓玉昆,陈景榕,王世章. 高速工具钢[M]. 北京:冶金工业出版社,2002:80-404.
- [4] 李正邦. 电渣冶金原理及应用[M]. 北京:冶金工业出版社, 1996:60-80.

邵青立(1967-),男,高级工程师,1989 年唐山工程技术学院(本科)毕业,高速钢工艺研究。E-mail:sql@hss-cn.com