



ZG70Mn2Mo 铸钢轧辊的热处理

济钢集团总公司机械设备制造厂 (济南 250101) 吕纪武 李宝伟 杨成召

铸钢轧辊具有较高的抗拉强度和韧性,兼有良好的咬合性能。冶金企业对轧辊的需求量很大,但铸钢轧辊的占有量却很小。由于铸钢轧辊成本比锻钢低 30%~40%,如何挖掘铸钢轧辊潜力,是目前亟待解决的问题。在铸钢轧辊制造中,热处理是十分关键的工序,现对轧辊热处理作一简要介绍。

1. 铸钢轧辊的工作条件及用材分析

(1) 工作条件 铸钢轧辊在工作中要承受巨大的冲击力和轧制力,特别是在轧制高强度、耐高温的钢材时,轧辊表面更受到极大的载荷和热疲劳,同时还受到热钢锭的高温加热作用和强制冷却作用,因此要求其具有良好的抗热裂性、耐磨性、韧性以及抗表面粗糙能力,故辊面需具有高而均匀的硬度、较深的硬化层、足够的韧性和强度。为保证轧辊工作时不被折断,其颈部则要求具有较低的硬度。

(2) 用材分析 铸钢轧辊通过化学成分的合理匹配,适量合金化来提高其淬透性,并经过适当的热处理,使轧辊性能达到技术要求。

(3) 组织分析 根据轧辊的不同用途及其轧制条件,选择合适的基本组织则是提高轧辊使用寿命的重要因素。研究发现,辊身基体组织中如存在孤立的大块铁素体则将显著地降低轧辊的塑性和韧性。而辊身基体组织为索氏体或回火索氏体的合金铸钢初轧辊不仅有高的强韧性,而且还有优良的抗热裂性能,同时还兼有优异的耐磨损性能。

已知,粗珠光体、细珠光体(索氏体)、极细珠光体(屈氏体)之间的基本区别就在于片层间距不同,珠光体片层间距的大小对钢的力学性能有重要影响。显然,以细珠光体(索氏体)的综合性能更为优越。

(4) 成分 现采用铸钢 ZG70Mn2Mo,该材料的主要成分如表 1 所示。

表 1 ZG70Mn2Mo 的主要化学成分

牌号	化学成分 (质量分数,%)					
	C	Si	Mn	Mo	P	S
ZG70Mn2Mo	0.65/0.75	0.20/0.45	1.40/1.80	0.20/0.45	≤0.035	≤0.030

(5) 技术要求 按 GB1503—1989 验收辊身硬度 36~46HBS,辊颈硬度 ≤46HBS。 $\sigma_b \geq 770 \text{ MPa}$, $\delta \geq 6\%$, $\alpha_{KU} \geq 9.8 \text{ J/cm}^2$ 。

2. 铸钢轧辊铸还质量情况

(1) 轧辊使用的是两个为一组。轧辊外形如图 1 所示。

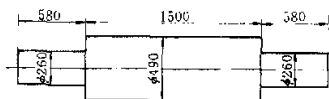


图 1 ZG70Mn2Mo 铸钢轧辊外形图

(2) 铸辊熔炼化学成分如表 2 所示。

表 2 ZG70Mn2Mo 轧辊熔炼化学成分表

组号	化学成分 (质量分数,%)					
	C	Si	Mn	Mo	P	S
1	0.70	0.23	1.60	0.25	0.012	0.007
2	0.69	0.31	1.69	0.29	0.016	0.003

从检测数据来看,C、Mn 两个元素的含量为上限值;Si、Mo 两元素的含量接近下限值;P、S 远低于要求值。这种状态是比较理想的,即达到了低 P、S 的要求,又没有过多的合金元素,同时满足了 GB1530—1998《铸钢轧辊》标准的要求。

(3) 铸辊交货尺寸及重量。尺寸:φ490mm×1500mm;辊颈:φ260mm×580mm;总长:L=2660mm;重量:铸辊交货毛坯重量为 3615kg,按最终交货重量 2685kg 计算,铸钢辊坯钢材利用率为 74.3%,远比锻钢轧辊钢锭利用率高。一般情况下,钢锭到锻件的钢材利用率为 60%~65%。交货状态:铸坯以铸态交货,没有经预备热处理。

3. 热处理工艺曲线的确定

(1) 试样热处理 目前,对合金铸钢轧辊热处理的方式一般为正火+回火或淬火+回火。热处理工艺曲线如图 2、图 3 所示。

图 2 所示工艺曲线是适用于不同尺寸铸钢轧辊的工艺曲线。

图 3 所示工艺曲线不适用于本种铸钢轧辊,从图中可以看出,淬火是将合金铸钢轧辊加热到临界

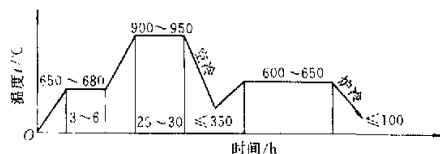


图2 正火+回火工艺曲线图

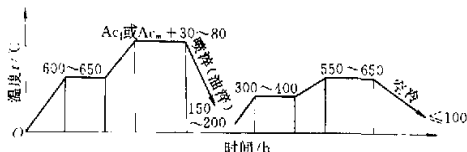


图3 淬火+回火工艺曲线图

点温度 (Ac_1 或 Ac_m) 以上, 保温一定时间使之充分奥氏体化后 (差温处理时, 仅将轧辊辊身工作层局部迅速加热到 Ac_1 或 Ac_m 以上温度, 使之充分奥氏体化), 再以大于临界冷却速度的冷速急剧冷却到贝氏体转变区, 从而使辊身工作层获得贝氏体组织的热处理过程。而我们的研究结果是, 辊身最终得到索氏体组织。

(2) 选择原因 正火温度的确定: ZG70Mn2Mo 奥氏体化温度为 750°C , 综合合金元素对相图的影响约降低 $10 \sim 20^{\circ}\text{C}$, Ac_1 点约为 $730 \sim 740^{\circ}\text{C}$, 其正火温度为 $770 \sim 790^{\circ}\text{C}$ 。

回火温度的确定: 从前面的组织分析得知, 辊身获得回火索氏体为佳, 而回火索氏体的温度范围为 $500 \sim 650^{\circ}\text{C}$ 。为获得该组织的同时, 保证其有足够的硬度和力学性能, 故确定回火温度为 $510 \sim 520^{\circ}\text{C}$ 。为保证显微组织的细小和均匀, $510 \sim 520^{\circ}\text{C}$ 加热温度的保温时间应适当延长。随后冷却应先炉冷再空冷, 以减少轧辊内应力。

(3) 试样热处理 依据上面的分析和对比, 确定以正火温度 ($790 \pm 10^{\circ}\text{C}$)、回火温度 ($510 \pm 10^{\circ}\text{C}$) 对试样进行了正火+回火处理。

从处理后的结果来看, 试样金相组织和硬度均比较理想。

(4) ZG70Mn2Mo 铸钢轧辊最终热处理工艺的确定 根据试验结果, 该批铸钢轧辊最终热处理工艺曲线如图4所示。

表3 试样热处理的硬度检测表

组号	硬度 HBS (测量3点取平均值)
1	42.8
2	40.1

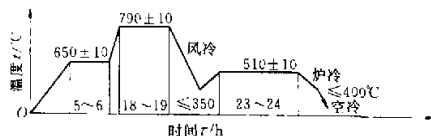


图4 ZG70Mn2Mo 铸钢轧辊最终热处理工艺曲线图

4. 热处理规范及操作事项

(1) 对工件外观及尺寸检查合格后方可入炉。
(2) 使用吊盘吊装, 一炉两件。工件在台车上需垫平、垫实, 以防止弯曲变形。工件间要保持一定距离。

(3) 正火时, 工件随炉加热, 初始升温速度不超过 $40^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。温度升到 650°C 时, 升温速度可以提高到 $80^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

(4) 正火冷却时, 工件出炉后立即吊下台车, 置于高出地面 $H = 700\text{mm}$ 位置。用3台风机在轧辊上辊颈端, 以辊身直径大小为间距直线布置, 对轧辊进行风冷。风冷过程中及时测量辊身的温度, 降到工艺要求温度后及时回火。

(5) 回火时注意升温速度不宜过高, 应控制在 $20^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 冷却速度不要超过 $40^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

(6) 严格执行工艺, 要有过程记录, 保留温度记录纸。

5. 性能测试

(1) 热处理后的硬度如表4所示。
(2) 热处理后的抗拉强度及伸长率如表5所示。
(3) 组织为 $70\% \sim 80\%$ 的珠光体+铁素体, 晶粒度为4~5级。

表4 轧辊热处理后的表面硬度

组号	测量位置及硬度 (测3点取平均值) (HBS)				
	上辊颈	辊身上部	辊身中部	辊身下部	下辊颈
1	40.5	44.2	43.7	43.5	40.2
2	39.2	40.6	41.8	40.9	39.3

表5 轧辊热处理后的抗拉强度及伸长率

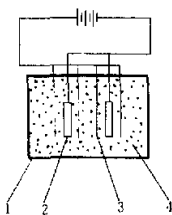
组号	抗拉强度/MPa	伸长率 (%)	冲击韧度/ $\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}$
1	1025	14	20
2	980	14	22



电场局部渗硼强化工艺在 普通手用锯条上的应用

河南职业技术学院 (新乡 453003) 王振宁 王玉萍

普通手用钢锯条是一种工业消耗品,在国内有很大的市场。具有资料统计,全国 40 余家锯条生产厂,年生产锯条 15~16 亿只。生产锯条的材料一般由碳素工具钢或 20 钢渗碳制成。这些锯条的耐磨性和红硬性差,一般只能锯切中碳钢和普通合金钢,而对于不锈钢和硬度较高的合金钢则难以胜任,在使用中不是崩刃便是很快磨损失效,尤其是碳素工具钢锯条,经整体硬化后锯条脆性大,在使用中极易断条。为了解决上述问题,我们利用外加电场局部渗硼工艺(如图所示),对 T10 钢锯条进行处理,使锯条齿部表面硬度由原来的 688~795HV 升高到了 1007~1204HV,锯身塑性大大增加。高的锯齿硬度和耐磨性加上好的锯身塑性使锯条的寿命成倍增加。



1. 试验方法

试验材料为 T10 经冲压成型的手用钢锯条毛坯,尺寸为 300mm×10.7mm×1.5mm,处理前的组织为粒状珠光体,锯条表面硬度 312HV。把锯条毛坯一根齿面向上,一根齿面向下,错开叠放起来,每 50 根为一组,用夹板夹持起来,用 25% 硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) 酒精溶液均匀涂刷锯条齿表面,待

酒精挥发后,在锯条锯齿表面均匀涂覆一层硼砂,然后把锯条装入铁箱,充以渗硼剂。渗硼剂成分为 $\text{B}_4\text{C}_5\%$ + 4% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + 76% SiC + 7% KBF_4 + 5% 木炭 + 3% 添加剂,加盖密封,把铁箱装入 SX_2-4-10 型箱式电阻炉,随炉加热到 870℃,外加电场保温 1.5h,出炉喷油淬火。

2. 试验结果及分析

从每组试样中抽取 5 根锯条为一组进行分析:用 1/100 的天平进行称量,称量的结果处理前后锯条的质量基本没有变化;畸变检测:处理后锯条侧面弯曲 < 0.8mm,平面弯曲 < 1.0mm;锯条对折 360°不折断。取样作金相检查,测定锯齿和锯身的硬度,测定渗硼层的硬度,观察其显微组织,结果如表 1 所示。

从金相照片上可以看出,锯齿表面渗硼层呈针状楔入基体,锯身组织为粒状珠光体。

表 1 锯条经处理后的硬度和渗层厚度

温度/℃	时间/h	渗后齿表面硬度 HV	渗后齿心部硬度 HV	渗层厚度/mm
870	1.5	1007~1204	427~528	0.160~0.136

从表 1 可以看出,经处理后锯齿的硬度较处理前有很大提高,齿表面渗层较均匀。

按国标 GB/T14764—1993 要求进行锯切试验,连续切断标准试棒 5 次,采用总测试时间、磨损率和锯切比这 3 项数据。

表 2 锯条测试数据

类型	齿距/mm	锯条硬度(齿部) HV	试棒硬度 HRC	总测试时间/min	磨损率(%)	锯切比
普通锯条	1.5	664~795	25.8±1.2	29.43	6.87	1.37
渗硼锯条	1.5	1007~1204	25.8±1.2	25.32	5.16	1.04

表中的锯切比是锯切第 5 根试棒与锯切第 1 根试棒的时间之比。锯切比和磨损率越低,说明锯条越耐磨。

进行破坏性试验,以折断、磨钝、断齿为失效依据,锯切 45 钢淬火组织和奥贝球铁试棒。

6. 结语

铸钢轧辊通过化学成分的合理匹配、适量合金化并经过适当的热处理以后,就其强度来说,并不亚于锻钢轧辊。铸铁轧辊成本虽然较低,但铸造时成分不易控制,加上热处理质量不好,使用过程中容易发生断辊事故。

(20030628)