

# 38MnVTi 非调质钢汽车半轴的试制

开封汽车配件厂技术部 (河南 475002) 周杰

自 20 世纪 90 年代以来,随着能源价格上涨,微合金中碳非调质钢越来越受到人们的重视。近些年来,国外已成功地将用于汽车曲轴、连杆和悬挂件等零件的生产。

我国汽车半轴的生产原材料一直是采用 40Cr 或 40MnB 中碳调质钢,工艺复杂,成本高。

黄河牌 JN-150 为 8t 载重汽车,后半轴为全浮式,两端为矩形花键(见图 1)。工作时主要随扭转载荷,要求具有一定的静扭强度和高的扭转疲劳强度。

我厂于 1999 年用鞍钢钢研所研制的 38MnVTi 非调质钢生产了 JN-150 汽车半轴 1400 多根,取得了满意的效果。

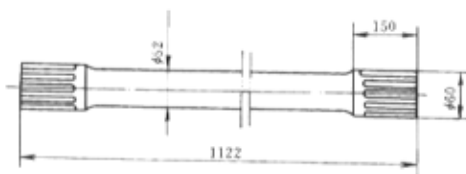


图 1 JN-150 汽车半轴简图

## 1. 半轴生产工艺流程

(1) 40Cr 钢生产工艺流程 下料→锻造→调质(或正火)→喷丸清理→校直→机械加工→中频感应加热淬火→回火→磁力探伤→校直→检查→包装。

(2) 38MnVTi 钢生产工艺流程 下料→锻造→机械加工→中频感应加热淬火→回火→磁力探伤→校直→检查→包装。

(3) 所用 38MnVTi 钢化学成分见表 1。

表 1 试验用钢的化学成分(质量分数)(%)

钢号	规格/mm	C	S	Si	Mn	P	V	Ti
38MnVTi	φ55	0.55	0.033	0.25	1.05	0.015	0.079	≥0.04

本钢种的锻造性能和车削加工性能与 40Cr 钢相比,无明显差别,只是在铣削花键时,由于硬度均匀,它比调质作预处理的 40Cr 钢节省滚刀。

从整个工艺流程上看,后者省去了调质或正火

的加热和清理以及校直辅助工序,从而可节约大量的电能、人力和设备。

## 2. 感应加热淬火工艺

(1) 加热装置 供电电源: BPSD100/2500 型中频机组; 淬火机床: GCT10120 可变速立式淬火机床; 感应器: 单匝,有效圈内径为 78mm,高度 20mm,附加喷水圈,喷水角度 50°。

(2) 工艺规范(见表 2)。

表 2

参数	杆部	上下花键
工件转速/ $r \cdot \min^{-1}$	60	60
工件移动速度/ $m \cdot s^{-1}$	4.5	4
变压器匝比	24:1	24:1
负载电压/V	680	680
电流强度/A	130	140
有效功率/kW	82	85
功率因数 $\cos\phi$	0.98	0.98
淬火介质温度及压力	采用 6%~8% JY8-50 水溶液 工作温度 15~45℃ 工作压力第一级 0.09MPa 第二级 ≥0.15MPa	

## 3. 硬化层质量检验

(1) 硬度测定 杆部表面硬度: 52~56HRC; 杆部心部硬度: 212~229HB; 花键表面硬度: 51~56HRC; 花键心部硬度: 210~255HB。

(2) 淬硬层深度 淬硬层的宏观分布情况见图 2。用硬度法测定淬硬层深度: 杆部淬硬层深 6.1mm; 花键淬硬层深 5.2mm。

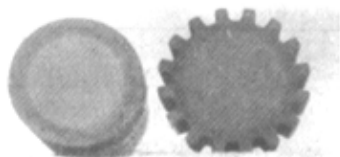


图 2 淬硬层宏观分布

(3) 金相组织 杆部和花键表面组织均为较细马氏体 (见图 3), 评为 5~6 级 (按 ZBJ36009—1988 评定)。

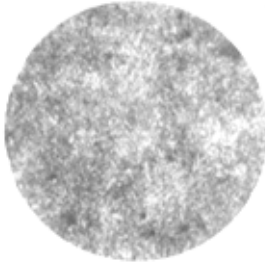


图 3 淬硬层组织 400×

杆部和花键心部为铁素体和珠光体组织, 见图 4。

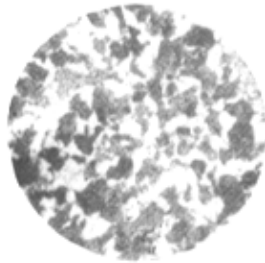


图 4 心部组织 400×

中频感应加热淬火淬硬层深、表面硬度均符合 JB529—1984《汽车半轴技术条件》的要求。

#### 4. 强度试验及用户反映

(1) 静扭试验 静扭试验在济南汽车制造厂 A6—51 型 500KG—M 扭力机上进行, 试验结果见表 2。

表 2 JN—150 汽车半轴静扭试验结果

试验编号	钢号	热处理工艺	屈服扭矩 / N·m	失效扭矩 / N·m	屈服扭角 / (°)	失效扭角 / (°)	失效形式
A1	40Cr	调质 + 中频	16800	27910	19	80	花键断裂
A2	40Cr	调质 + 中频	13600	24110	18	34	花键断裂
A3	40Cr	调质 + 中频	16000	25340	19	40	花键断裂
平均			15467	25787	18.7	51.3	
B1	40Cr	正火 + 中频	12700	13170	12	13	花键断裂

(续)

试验编号	钢号	热处理工艺	屈服扭矩 / N·m	失效扭矩 / N·m	屈服扭角 / (°)	失效扭角 / (°)	失效形式
B2	40Cr	正火 + 中频	8700	10600	8	11	花键断裂
B3	40Cr	正火 + 中频	11000	16140	10	17	花键断裂
平均			10800	13303	10	14.3	
C1	38MnVTi	中频	14600	27390	17	95	严重塑性变形
C2	38MnVTi	中频	14200	28490	18	90	严重塑性变形
C3	38MnVTi	中频	13200	26060	16	100	杆部断裂
平均			14000	27313	17.0	95.0	

从试验结果看, 40Cr 钢正火 + 中频感应加热淬火的半轴强度最差; 40Cr 钢调质 + 中频感应加热淬火的半轴强度较高, 但波动大; 38MnVTi 钢不进行任何处理, 锻后直接加工和中频感应加热淬火的半轴强度高, 又稳定, 达到和超过了 40Cr 钢调质 + 中频感应加热淬火的半轴的强度水平。

(2) 扭转疲劳寿命台架试验 试验在长春汽车材料研究所的机械式激振扭转疲劳寿命试验机上进行。

循环形式: 为非对称循环  $R \approx 0.12$ 。

试验载荷:  $M_{max} = 1.25 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{m}$  (最大扭矩);  $M_{min} = 1.2 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}$  (最小扭矩);  $M_A = 5.5 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}$  (脉动扭矩);  $M_m = 7 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}$  (平均扭矩)。

结果: 5 根半轴台架试验寿命均达到  $1 \times 10^6$  次, 循环未失效。

装车试验时很受用户欢迎, 如锦州汽运公司一队的拉煤车队, 其车辆承载很大, 加之道路又坏, 原用我厂生产的 40Cr 钢正火 + 中频感应淬火的半轴, 其寿命很短。而采用 38MnVTi 非调质钢半轴试制后, 寿命有明显的提高, 与 40Cr 钢正火 + 中频感应淬火的半轴相比, 质量稳定, 寿命略有提高。

#### 5. 效益分析

由于非调质钢可省掉中频感应淬火前的预处理, 按正火计算, 每根半轴约节约  $5 \text{ kW}\cdot\text{h}$ , 按调质计算, 每根半轴约节电  $8 \text{ kW}\cdot\text{h}$ , 单预处理一项, 我厂若全部改用非调质钢后, 每年就可节电  $50 \sim 80 \text{ 万 kW}\cdot\text{h}$ 。

5CrMnMo

# 钢锻模热处理 的质量控制

兰州炼油化工机械厂 (甘肃 730060) 云 红

锤锻模是在高温下通过冲击加压强迫金属成形的工具。它在工作中受到比较高的单位压力和冲击负荷,以及炽热金属对锻模型腔的摩擦作用,锤锻模型腔表面经常和1100~1200℃的金属接触而被加热至400~500℃。

我厂支架锻模材质为5CrMnMo,有效截面厚度55mm,要求上下模具处理后的硬度分别为38~43HRC、42~46HRC。锻模生产工序为:锻造→退火→粗加工→精加工→热处理。按照常规热处理工艺处理:850℃×80min 淬火;上模回火540℃×(2~2.5)h,下模回火480℃×(2~2.5)h。检测硬度值在要求范围之内,但热处理质量并不稳定。主要表现在:

- (1) 淬火易裂,废品率在20%左右。
- (2) 使用寿命低,差的只能锻制几十次,好一些的也只能锻制200次左右。

## 1. 控制方法

经过分析、试验,我们对锻模热处理质量,从以下三个方面进行控制,均取得了较为明显的效果:

(1) 为了得到均匀的组织 and 性能,以承受工作中的高应力和冲击,需严格控制锻模的锻造温度,毛坯锻粗、拔长交替次数不少于2次,始锻温度1150~1180℃,一火次锻造,终锻温度需控制在850℃以上。

(2) 增加淬火前正火工序,预防淬火开裂。因锻后退火组织很难均匀一致,所以易导致淬火时开裂,而正火进一步均匀了组织,消除了应力,为淬

火工序作好了充分的组织准备,故大大减轻了开裂倾向。改进后废品率由20%降至0.5%左右。其工艺为:850℃×3h空冷至500℃左右后升温至淬火温度。

(3) 提高淬火温度,增加锻模使用寿命。即对常规热处理工艺进行调整,在其余工艺参数不变的情况下,仅将淬火温度由850℃提至900℃,寿命较之原工艺能提高2~3倍。两种不同淬火温度下的组织、性能及寿命的比较见表1、表2。

表1 不同淬火温度的力学性能

淬火温度/℃	$\sigma_b$ /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	$\delta$ (%)	$\psi$ (%)	硬度 HRC	
					上模	下模
850	1364	1170	11.4	39	41	44
900	1400	1230	12.3	36.4	41	43
950	1382	1160	12.1	41.5	41	44

表2 不同淬火温度的金相组织及寿命

淬火温度/℃	金相组织	平均寿命/次	失效形式
850	$M_{41} + (5\% \sim 10\%)M_{\text{Fe}}$	161	型腔塌陷
900	$M_{41} + (20\% \sim 30\%)M_{\text{Fe}}$	564	型腔塌陷
950	$M_{\text{粗粒}}$	97	型腔塌陷

## 2. 小结

支架锻模热处理的质量从三个方面进行控制:

- (1) 毛坯的锻造工艺。
  - (2) 增加淬火前的正火工序。
  - (3) 淬火温度由常规的850℃提高至900℃。
- 采取以上措施后模具使用寿命提高2~3倍。

(20030128)

## 6. 结论

38MnVTi非调质钢可代替40Cr钢生产JN-150汽车半轴,中频感应加热淬火后各项性能均能满足汽车半轴技术条件要求,达到和超过了40Cr钢调质+中频感应加热淬火的半轴强度水平。

38MnVTi非调质钢可使生产工艺简化,节约大量的电能,使汽车半轴生产成本明显下降,可给企业带来明显的经济效益。

实践证明,该钢种值得在大范围内推广使用。

(20030318)