

扭力杆热处理工艺

066基地一万山特种车辆厂 郝新旺

文 摘 型号专用产品底盘采用双扭力杆独立悬挂装置,有严格的技术要求,在整个加工过程中热处理是关键工序。为提高扭力杆的承载能力,试验了回火温度对45CrNiMoVA钢制扭力杆的硬度、抗拉强度、屈服强度、延伸率、断面收缩率、冲击韧性、强扭及疲劳寿命各项性能的影响。在淬火温度和冷却介质相同的情况下分别采用了450℃保温3h和390℃保温3h的两种回火规范。试验结果表明:用450℃3h回火的扭力杆,各项性能指标均达不到设计要求;而用390℃、3h回火后则都达到设计要求,疲劳寿命大于 1×10^5 次。在整车试验中扭力杆没有发生问题。该工艺已通过基地级鉴定。

主题词 镍铬钼钒钢 回火 吊杆 弹性结构 弹簧

一、前 言

扭力杆实际是一种金属弹簧,其主体为一直杆,利用杆的扭转弹性变形起弹簧作用。由于扭力杆弹簧变形能大,所以具有重量轻、结构简单、占空间小、便于布置、使用可靠等优点,所以它广泛用于汽车、铁道和履带越野车辆的悬挂装置。型号产品专用底盘在设计上优先采用了双扭力杆独立悬挂装置,对扭力杆提出严格的技术要求,在整个加工过程中热处理是关键工序。淬火时采取了减小变形和防止氧化脱碳的措施,特别是对回火温度和保温时间的严格控制是至关重要的工艺因素,经我们试验,在淬火温度和冷却介质相同的情况下,分别采用了450℃保温3小时,390℃保温3小时的两种回火规范。其结果是:经450℃回火后的扭力杆其强扭试验指标不够理想,疲劳寿命小于 1×10^5 次未达设计要求;而用390℃回火后的扭力杆,强扭后残余变形量小于 0.2° 。疲劳寿命大于 1×10^5 次,满足了设计要求。

经可靠性试验以及高原、沙漠、寒区地带适应性试验,扭力杆性能稳定,实践证明热处理工艺是可行的。

型后,机械性能略有下降,延伸率分别为13.5%, 13.2%, 低于国家材料标准,不合格。所以应有保护层涂复。

参考文献

- 1 北京航空学院五〇二教研室编《飞机钣金工艺》,1976年6月
- 2 松陵机械厂编译《国外军工参考资料》
- 3 周维贤〈TC1钛板的冷压延〉《航空工艺技术》1981年4月

二、扭力杆的形状及材料

1 形状及技术要求 扭力杆形状如图 1, 两端头制成花键, 中间为光轴, 直径为 50mm, 长度为 1898mm, 分上、下扭杆。热处理以后, 要求硬度为 HRC47~50, 弯曲变形不大于 0.5mm, 强扭后残余变形不超过 0.2° 疲劳寿命大于 1×10^7 次。

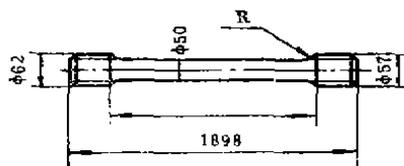


图 1 扭力杆

2 材料及化学成份 目前国内普遍采用高强度钢, 其钢号为 45CrNiMoVA。这种钢淬透性较高, 由于钢中含有 Cr、Mo、V 等合金元素, 钢的回火稳定性较高, 在 450℃ 回火时 仍然保持抗拉强度 1471MPa 以上, 并有足够的韧性, 此钢油淬时, 可淬透直径 60mm。对进厂钢材进行了化学成份复验, 其结果列于表 1。

表 1 扭力杆用钢的化学成份 (%)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	P	S
0.45	0.39	0.64	0.99	1.50	0.23	0.10	0.017	0.006

三、扭力杆的工艺方法

1 工艺流程

下料→矫直→粗车→精车两端外圆→铣两端花键→热处理→矫直→两端花键喷砂→强扭→花键槽底辊压→中间光杆部位磨成→过渡圆弧磨成→杆部辊压→磁力探伤→磷化→喷砂→疲劳试验→

2 热处理工艺

(1) 设备与仪表 扭力杆的加热是在 RJT-70-9 型井式电炉中进行的, 炉膛温度分三区自动控制, 使用 EWY-1002 电子电位差计和 WREU-111 型热电偶测量与显示, 炉温均匀, 能满足工艺要求。

(2) 工艺准备 检查扭力杆外形尺寸和表面状况, 必须符合图纸和技术要求, 为了防止扭力杆氧化脱碳, 采用 3# 保护涂料, 首先将扭力杆加热 120℃ 保温 80min, 出炉后在扭力杆整个表面涂刷保护涂料, 涂层厚度 0.15mm。

(3) 淬火 将扭力杆装在专用挂具上, 垂直加热, 一炉装 4 件, 温度 870℃。保温 80min, 出炉后空中停留时间控制在 20s 之内, 入油冷却 10min 后取出空冷。

(4) 一次矫直 因加热和冷却产生的弯曲变形要在淬火出油后进行矫直, 在专用设备上进行, 按技术要求矫直至全长弯曲度要小于 0.5mm。

(5) 回火 回火与淬火装炉方法相同, 温度 390℃, 保温 180min 后出炉空冷。

(6) 二次矫直 回火后再检查扭力杆弯曲度, 超过 0.5mm 时进行二次矫直, 为了防止产生新的残余应力所造成的弯曲变形, 必须进行消除应力回火, 温度 310℃, 保温 120min

四、结果分析

1 金相组织

从图 2 可以看出显微组织正常, 为均匀的索氏体组织。

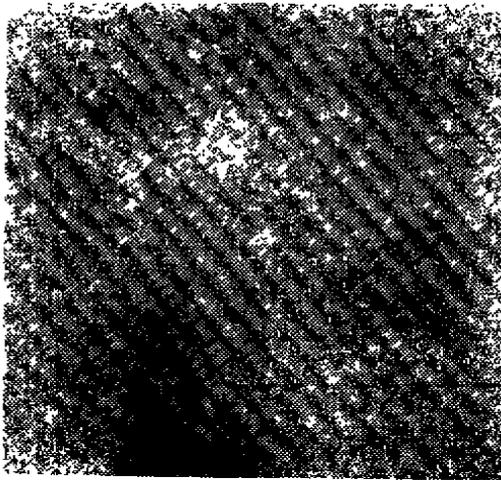


图 2 显微组织 $\times 750$

2 机械性能

试验结果如表 2, 从表中可以看出回火温度对机械性能的影响, 随回火温度的增高, 钢材的硬度、 σ_b 、 $\sigma_{0.2}$ 等大塑性变形抗力降低, 而各项塑性及韧性指标随回火温度的增高而增大, 对扭力杆而言, 要求的疲劳寿命是 1×10^6 次, 同时它要短时间内过载疲劳, 故其寿命主要取决于强度性能, 而韧性也起一定作用。选用 450°C 回火, 其强度性能偏低, 疲劳寿命只达到 1×10^6 次; 将回火温度调到 390°C , 结果得到比较好的综合机械性能, 疲劳寿命达到 1×10^6 次以上。

3 预扭强化

强扭的实质就是给扭力杆预加一个扭矩, 这个扭矩应该保证强扭处理质量而又不致过分强扭造成废品。经过设计计算, 本扭力杆采用的试验方法是累积加载法, 总计进行五次扭转, 前一、二、三次上扭杆扭角为 53° 。下扭杆扭角为 43° ; 四、五次预扭至要求角度, 即上扭力杆为 50° , 下扭力杆为 40° 。第五次与第四次扭转比较其变形量不得超出 0.2° , 依上述试验方法在自制的专用装置上进行, 其结果如表 3 所示:

表 2 两种回火温度的性能对比

钢 号	热处理制度	σ_b MPa	$\sigma_{0.2}$ MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	AK N·m	HRC
45CrNiMoVA	870°C油淬 390°C回火	1610	1545.5	8.96	38.8	33.3	48.3
	870°C油淬 450°C回火	1559	1471	12.3	45.3	34.3	42.5

表 3 预扭结果

扭力杆号	06-S2-1					06-S2-2					032-S2-1					032-S2-2					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
扭 角	53°	53°	53°	50°	50°	53°	53°	53°	50°	50°	43°	43°	43°			40°	43°	43°	43°	40°	40°
变形量	3.5°	2.5°	1.5°	0°	0°	2.5°	1.5°	0.8°	0°	0°	2.5°	1°	0.4°	0°	0°	2.5°	1°	0.4°	0°	0°	0°

从表 3 中可以看出, 在规定的扭角范围内扭转次数增加, 变形量逐渐减小, 使第四次开始为零, 达到了第四次与第五次扭转变形之差超出 0.2° 的要求。

4 磁力探伤

从金属的疲劳过程看, 表面状态对疲劳极限影响很大, 表面损伤都会在这些部位产生应力集中, 使疲劳极限下降。这次试验的扭力杆, 其中有一件在过渡圆弧部位发现一条长度为 6 mm 的发纹, 经过疲劳试验只达到 106051 次, 是试件中疲劳寿命最低的。

5 疲劳寿命

用450℃回火后的扭力杆疲劳寿命偏低,最高才114426次,最低为50200次。用390℃回火后其疲劳寿命见表4。

表4 疲劳寿命试验结果

扭力杆号	热处理制度	硬度 (HRC)	扭角 (°)	扭转频率 (次/min)	疲劳寿命 (次)
06-S2-1	870℃油淬	48	31	34	143464
06-S2-2			31	34	151732
032-S2-1	390℃回火		40	34	148760
032-S2-2			40	34	106051

6 断口形貌 疲劳断裂后的试样如图3、4,断裂部位都处在受力最大的小端头花键与光轴过渡圆弧部位,断口基本成45°,无异常现象,纯属疲劳扭转。

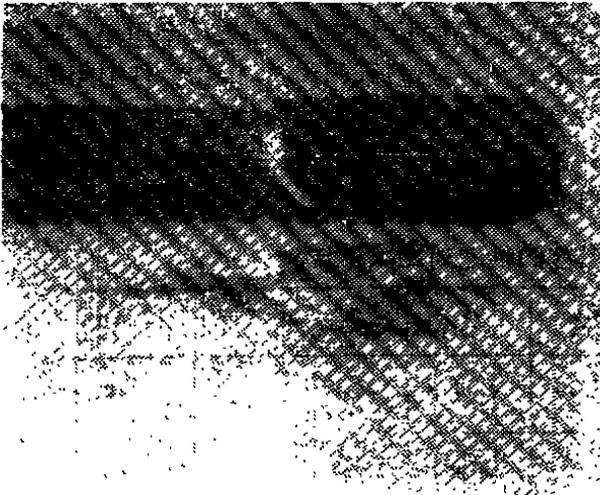


图3 断裂位置

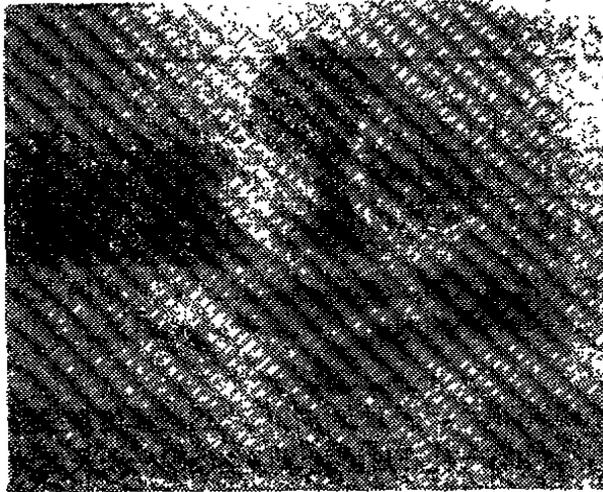


图4 断口形状

图5为疲劳断口的微观形态,断裂表面具有明显的滑移特征,滑移方向与疲劳裂纹发展一致,属于正常状况。

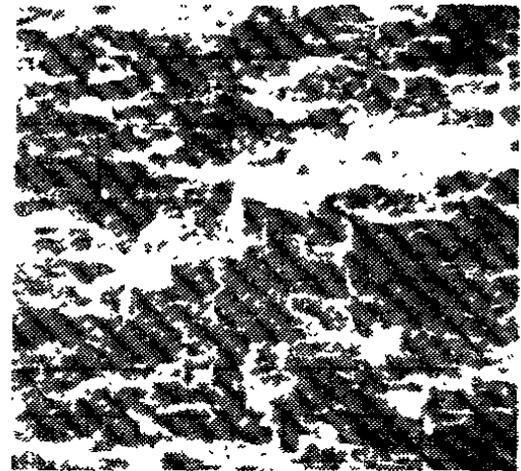


图5 微观断口形态×500

五、结 论

1 扭力杆经过870℃油淬,390℃回火的热处理工艺规范后,各项性能均能满足设计技术要求,经产品可靠性试验,扭力杆性能稳定,工艺是可行的。

2 为提高扭力杆的综合性能,建议

小模数圆柱渐开线外花键滚轧工艺探讨

066基地-红峰机械厂 涂长生 李孝云

文 摘 渐开线直齿外花键,传统工艺是在滚齿机上用滚齿刀加工,效率低。在螺纹滚丝机上轧制,并对滚轧轮进行合理修正,正确调整滚轧压力、进给速度等,取得很好的效果,文中对渐开线花键的联结方式、基准齿形、检验方法、滚轧工艺及参数做了论述,对滚轧轮的合理设计给出了详细的计算公式。

主题词 花键 成形工艺 滚齿

一、渐开线花键联结

渐开线花键联结的形式有三种,即 30° 平齿根, 30° 圆齿根及 45° 圆齿根。我厂选用第一种,如图1。

这种联结形式,内外花键齿根均为平底,压力角为 30° ,以齿侧定位,并保持一定的配合关系。在齿顶齿根处保持间隙,以保证联结时互不干涉。

(1) 花键的基准齿形

如同花键联结一样,其基准齿形也规定了三种。所谓渐开线花键的基准齿形是指基准齿条的法面齿形。基准齿条是指无误差的直径为无穷大的理想花键。基准齿形是确定渐开线花键尺寸的基础。我厂选用的基准齿形如图2、表1。

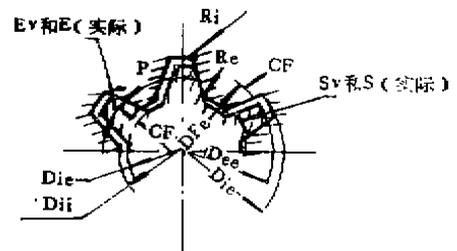


图1 渐开线花键联结 ($\alpha=30^\circ$ 平齿根)

从以下方面进行研究。

(1) 扭力杆两端头花键部分采用平锻镦粗,花键采用冷挤压成型,避免材料的大量切削,使金属纤维不受破坏,从而提高机械性能;

(2) 研究45CrNiMoVA钢强韧化热处理工艺,提高材料的断裂韧性;

(3) 优选一种提高扭力杆疲劳寿命的强化方法;

(4) 应用新材料。据资料介绍[1],300M、D6AC两种钢经淬火及 300°C 回火,都可得到比较好的综合性能,特别是300M钢,其强度性能与 200°C 回火的45CrNiMoVA钢相近,但韧性颇为优越,接近 440°C 回火的45CrNiMoVA钢。

参考文献

- 1 《金属热处理》 1986年 第四期