

汽车扭杆弹簧制造工艺改善

汽车扭杆弹簧是利用杆的扭转弹性变形而起弹簧作用的零件，淬火和预扭是加工扭杆弹簧的重要工序。生产厂家通常采用常规淬火和常温预扭，其缺点有：容易造成扭杆弯曲、硬度不均、耐疲劳性能减弱、松弛变形量大等。本文利用滚动淬火和热预扭工艺解决了该类问题。

扭杆弹簧制造工艺现状

汽车扭杆弹簧可分为实心扭杆和空心扭杆两类，其截面有圆、方、矩形、椭圆形及多边形等，而又以截面为圆形居多。和螺旋弹簧及板簧相比，扭杆弹簧结构简单，工作时无摩擦，弹簧特性稳定，不产生颤振，单位体积储能大，弹簧体积较小，属于小型轻量化产品，在汽车、火车、坦克及装甲车等方面获得广泛应用。

生产厂家通常采用的扭杆弹簧的制造工艺路线：切料（→锻锻→退火）→端部加工→常规淬火→回火→常温预扭（强扭）处理→喷丸→检验→防锈。

工艺路线中常规淬火和常温预扭工序存在缺点：

1) 常规淬火通常有吊挂式竖直进入淬火液、横向水平进入淬火液和高频感应淬火三种方式。吊挂式淬火，会出现工件上下面硬度不均，呈“S”形弯曲，很难校直；横向水平淬火，由于工件受冷却能力不同，易产生变形；高频感应淬火会出现扭杆心部淬不透的现象。

2) 预扭（亦称强扭）是对扭杆弹簧强化处理最重要方法之一。其目的是：提高扭杆表层的预压应力和开发利用心部材料的承载潜力，来提高其耐疲劳性能和最大允许剪应力。其方法是扭杆热处理后在常温下沿其工作时的承载方向施加一扭角（大于使用时的最

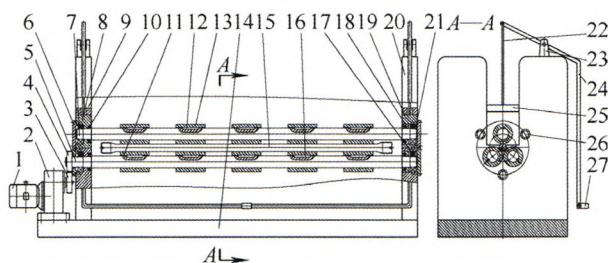
大工作扭角），使扭杆的表层应力超过材料的屈服极限而发生塑性变形，然后再卸载。经过连续加载、卸载，使扭杆表层的塑性变形趋于稳定，并保证最后一次卸载后松弛变形小于规定值。缺点是预扭次数多，一般要三次以上，延长了产品的制造周期，浪费人力、物力和财力，松弛变形量大，耐疲劳性能弱。

扭杆弹簧制造新工艺

扭杆弹簧制造新工艺是用滚动淬火取代常规淬火，用热预扭取代常温预扭，其他工艺不变。

1. 滚动校直淬火

针对工艺路线中的扭杆弹簧常规淬火问题，提供了扭杆弹簧滚动校直淬火。设备结构如附图所示，由调速、校直、床身、淬火和杠杆五个部分组成。调速部分包括电动机、变速器、主动齿轮、从动齿轮；校直部分包括主动轴、端盖、从动轴、滑块、U形密封圈、主动轮及平键、从动轮及平键、轴承、U形密封圈座、滑块、轴用弹性挡圈和配重；淬火部分包括喷水管；杠杆部分包括钢丝绳、杠杆支架、杠杆和脚踏板。



滚动校直淬火设备结构

- 1.电动机 2.变速器 3.主动齿轮 4.被动齿轮 5.主动轴 6.端盖
- 7.被动轴 8.滑块 9.床身 10.U形密封圈 11.主动轮 12、16.平键
- 13.被动轮 14.底座 15.扭杆弹簧 17.轴承 18.U形密封圈座 19.滑块
- 20.床身 21.轴用弹性挡圈 22.钢丝绳 23.杠杆支架 24.杠杆
- 25.配重 26.喷水管 27.脚踏板

变速器安装在底座上，电动机与变速器直连，变速器上的主动齿轮同时与两主动轴上的从动齿轮联接，使两主动轴旋转方向一致，变速器的速度可以调节，调节速度的原则是使扭杆弹簧能自由转动并且不被抛出，一般40r/min左右。校直部分动力由调速部分的从动齿轮传给两主动轴，两主动轴和从动轴两端都装有轴承和U形密封圈，主、从动轮、主动轴和从动轴材质为热作模具钢或不锈钢；从动轴和从动轮为了增大校直压力，其直径可比主动轴和主动轮大；主、从动轮的长度为80~100mm，间隙80~100mm，并且在主动轴和从动轴上能微调；扭杆弹簧两头直光杆部分与主动轮、从动轮的距离要尽可能近，一般不超过10mm；淬火部分的三个喷水管均匀分布在以扭杆弹簧轴线为中心的圆柱体上，其两端固定在床身上，喷水管的喷水速度和压力大小可以调节，喷水管内的冷却液可以是水，也可以是其他淬火液。

2.热预扭处理

与常温预扭相比，热预扭可减少预扭次数，只需一次热预扭和一次常温预扭，提高汽车扭杆弹簧耐疲劳性能，减少松弛变形量。

热预扭处理的技术解决方案为：汽车扭杆弹簧450~480℃回火，用工业机器人或工人戴耐高温手套把扭杆弹簧装进扭转试验机进行热预扭，扭转时的扭杆弹簧表面温度控制在250~270℃；热预扭后再进行一次常

温预扭，扭转角度小于热预扭角度，但要大于使用时的最大工作扭角。

本方法适合小批量生产，如果用于自动生产线，只要把杠杆部分改为液压传动并增加自动上下料装置即可。

3.新工艺效果

滚动校直淬火利用主动轮和从动轮的滚动作用，在红热状态下预滚压校直扭杆弹簧，起到预冷却和均温作用。通过均匀分布在以扭杆弹簧轴线为中心的圆柱体上的三个喷水管，对其进行喷水或淬火液，淬火热应力小，扭杆弹簧弯曲少、变形小，全长直线度小于0.5mm，硬度均匀，设备投资少，操作简单，同时提高汽车扭杆耐疲劳性能并减少松弛变形量。

热预扭处理通过用工业机器人或工人戴耐高温手套，把扭杆弹簧装进扭转试验机进行一次热预扭，再进行一次常温预扭，设备投资少，操作简单，缩短产品制造周期，同时提高汽车扭杆耐疲劳性能并减少松弛变形量。

对公司某一种扭杆弹簧分两组（每组五件样品），分别采用原工艺和新工艺，进行试验验证。第一组进行常规淬火和三次常温预扭；第二组分别进行滚动校直淬火，并进行与第一组前两次角度相同的热预扭和常温预扭，分别进行检测，试验结果见附表。

由表中结果可见，第一组平均直线度为2.4mm，第

工艺对比结果

	直线度/mm		硬度（取三个不同部位分别测量）/HB						240h保载试验松弛变形量/°		疲劳试验后迟滞变形量/°	
	原工艺	新工艺	原工艺			新工艺			原工艺	新工艺	原工艺	新工艺
1	2.5	0.2	415	420	475	455	455	455	1.9	0.3	2.7	0.6
2	2.3	0.3	470	465	423	456	456	456	2.0	0.3	2.5	0.8
3	2.2	0.4	468	418	475	455	455	455	1.5	0.5	2.9	0.4
4	2.5	0.3	455	425	477	455	455	455	1.7	0.2	2.3	0.6
5	2.5	0.3	425	465	426	455	455	455	1.9	0.2	2.1	0.6
平均值	2.4	0.3	—						1.8	0.3	2.5	0.6

二组仅为0.3mm；第一组硬度大小不均，第二组硬度均匀、变化小。分别进行扭转相同角度并保持240h的保载试验，第一组平均松弛变形量为1.8°，第二组仅为0.3°；分别进行疲劳试验，将扭杆一端固定，通过凸轮杠杆对扭杆加力，使扭杆旋转45°，自由回弹，往复5万次后，测量迟滞变形量，第一组平均值为2.5°，第二组平均值仅为0.6°。

通过以上研究，扭杆弹簧制造新工艺在直线度、硬度、240h保载试验后松弛变形量、耐疲劳性能等各方面性能参数都明显优于原工艺，说明滚动淬火和热预扭可以有效解决扭杆弹簧加工过程中出现的问题。

关键词：

扭杆弹簧 工艺 校直 淬火

(收稿日期20130701)