



汽车发动机典型轴承热处理技术应用

■ 杨清泉

摘要：介绍了典型轴承的热处理设备、工艺、质量控制，使汽车发动机轴承具有了极高的耐磨性及耐久使用寿命高的特点，提升了使用者的安全性。

关键词：轴承；等温球化退火；超细化处理；强化

汽车用轴承分为滑动轴承和滚动轴承两大类。滑动轴承主要用于发动机上。滚动轴承广泛用于汽车上的各个机械与电气总成上。滚动轴承有球形及滚子两种，按照承受负荷的大小及方向不同又分为向心轴承和推力轴承，向心轴承适合承受径向（垂直于轴心线）负荷，推力轴承适合承受轴向（平行于轴心线）负荷，还有一种同时承受径向和轴向力的向心推力轴承。其实，现在几乎所有的滚动轴承都可以在一定条件下同时承受径向负荷和轴向负荷，只是偏重于哪一方面或者两者兼顾。滚动轴承主要分为滚珠轴承、滚柱轴承和滚针轴承，按照作用不同分置在汽车上的各个部位。由于轴承的种类比较多，在这里以常用的典型的滚动轴承为代表介绍此类轴承的热处理技术。

1. 滚动轴承使用要求

滚动轴承品种很多，但结构上一般均由外套、内套、滚动体

（钢球、滚柱、滚针）和保持架组成（见图1）。滚动轴承大多在集中、高载荷，并承受交变应力，以及高转速下服役。其失效的主要形式是疲劳和磨损^[1]。滚动轴承的轴承套圈及滚动元件一般用高纯度的特种铬合金钢制成，主要是GCr15钢和GCr15SiMn钢，其中GCr15钢用量最大。热处理对提高滚动轴承内在质量及延长使用寿命起着至关重要的作用，在这里以GCr15钢为材质的热处理技术应用来与各位同行交流。

2. 生产工艺

以规格型号TM6305、TM6205、

TM6206、TM6207等此类轴承为例的主要生产工艺流程如下：

（1）外圈加工 原材料（轴承钢棒料）下料→锻造（热锻或高速锻）→球化退火→超细化处理→粗车加工→精车加工→强化热处理→抛丸→双端面粗磨→无心磨粗磨→粗磨内沟→补充回火→冷处理→双端面精磨→无心磨精磨→精磨内沟→精研内沟→零件终验→打标识、零件清洗。

（2）内圈加工 原材料（轴承钢棒料）下料→锻造（热锻或高速锻）→球化退火→超细化处理→粗车加工→精车加工→强化热处理→抛丸→双端面粗磨



图1 典型滚动轴承结构样式

→无心磨精磨→粗磨外沟→粗磨内孔→补充回火→冷处理→双端面精磨→精磨外沟→精磨内孔→精研外沟→零件清洗。

(3) 装配(内圈、外圈、钢球、保持架) 合套→铆压→成品退磁清洗→全检测振动值→全检游隙→全尺寸、外观检验→防锈包装。

3. 预备热处理工艺

针对GCr15钢含有较多的铬碳化物形成元素,含碳量、含铬量都很高的特点,设定了如下预备热处理工艺。

(1) 钢材下料后在锻造前进行等温球化退火,工艺如图2所示。使用型号为GKT-50的辊底式真空锁气连续退火生产线,球化后,组织为点状和球状珠光体,硬度185~207HBW。球化退火后达到细化碳化物的目标。

(2) 锻造后毛坯碳化物的超细化处理,工艺如图3所示。为了降低能耗,利用锻造余热,保证轴承工件毛坯终锻温度在850~900℃,然后加热到1050℃固溶,使碳化物溶解,并使成分均匀化,然后淬入310℃的等温槽中进行等温转变获得下贝氏体组织,再将等温转变完成后的工件进行短时间的等温球化。经过这样处理的工件毛坯具有超细化的碳化物,碳化物的外形比较圆整,分布也比较均匀,也有利于消除或减轻带状偏析等不良缺陷。

4. 碳氮共渗工艺

针对GCr15钢的特点和滚动轴承的服役条件,考虑到此类汽车轴承的载荷比较大的使用特

点,对内圈、外圈采用了碳氮共渗处理。

为了降低热处理成本,我们特别开发了适合碳氮共渗的连续式网带炉进行碳氮共渗处理,具体参数:加热温度为 $835\pm 5^{\circ}\text{C}$,最后一区温度降为 $825\pm 5^{\circ}\text{C}$;碳势1.3%Cp,最后一区1.2%Cp;从入炉到加热完成总时间为420min; CH_3OH 流量为2000mL/min; NH_3 为2L/min;使用分级碳氮共渗工艺淬火,淬火油温 $110\pm 5^{\circ}\text{C}$;清洗温度60~80℃;冷处理温度5~15℃;回火温度 $190\pm 5^{\circ}\text{C}$ (外圈: $210\pm 5^{\circ}\text{C}$),回火时间为180 min。经过上述碳氮共渗处理后的工件检测结果:表面硬度为,63HRC(基准61

~65HRC);渗层深度为0.4mm(基准 $\geq 0.25\text{mm}$);金相组织为碳化物1级、马氏体1级(见图4、图5)。针对滚动体的特点我们也特别开发了新的碳氮共渗设备,能够使滚动体渗层比较均匀,使用和内圈相似的碳氮共渗工艺,达到了强化的效果。

为了消除精加工前的机加工过程产生的应力,增加了一次 180°C 、4h的补充回火。为了减少淬火组织中残留奥氏体的含量,并使剩余的残留奥氏体趋于稳定,从而增加尺寸稳定性,进行了 -50°C 、1.5h的冷处理。

5. 应用效果

应用上述热处理工艺后的滚动轴承与未经过强化的同型号的

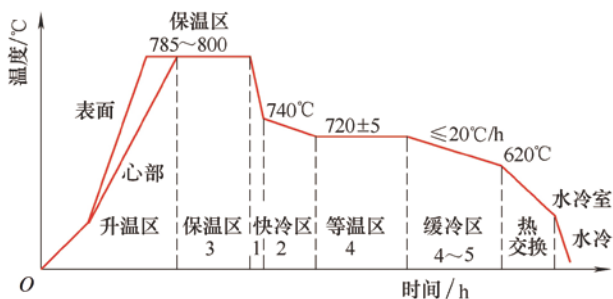


图 2

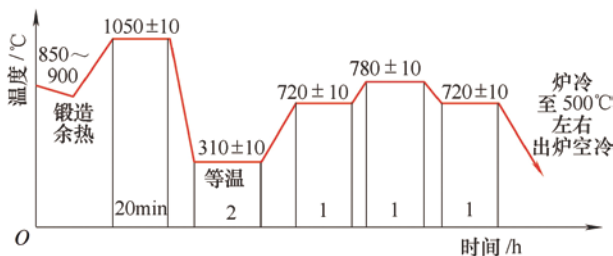


图 3

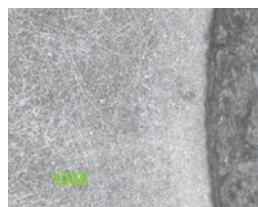


图4 GCr15钢碳氮共渗,淬、回火的表层组织(100×)

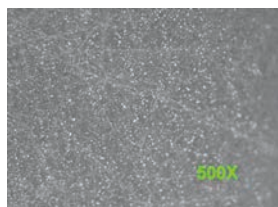


图5 GCr15钢碳氮共渗,淬、回火的表层组织(500×)

汽车轴承材料及热处理技术浅析

■ 高阳, 陈嗣国

摘要: 轴承在汽车发动机、变速器、轮毂等多个总成中均有出现, 对车辆本身的工作性能、承载能力和使用寿命都有着较大的影响。简要分析了汽车轴承的材料、性能要求、工作环境, 并对热处理设备、工艺及发展方向做了简单阐述。

关键词: 轴承; 材料; 热处理; 发展趋势

汽车行业是我国重要的支柱产业, 在整个加工制造业中占有不可忽视的一席之地。车身上的多个部件可见到轴承的身影, 它有着承受载荷、降低摩擦、引导运动件的特殊使命。随着我国经济发展和工业技术的不断进步, 中国已成为包括汽车轴承钢在内的轴承生产大国, 但是与德国Schaeffler、瑞典SKF、美国TIMKEN、日本KOYO等一流厂家还存在着较大差距, 材料作为源头, 今后的努力方向依然是

严控冶金质量、非金属夹杂物级别、碳化物大小及分布, 以及提高热处理技术水平等。

热处理是汽车轴承制造过程的关键工序, 其加工质量好坏与原材料是影响轴承寿命的两大重要因素^[1]。热处理对于轴承等零部件在使用条件下的显微组织、力学性能、表面质量、尺寸形状精度和稳定性均有重要影响, 因此优化热处理工艺, 选择适合的热处理参数, 获得与工件的使用状况和失效方式相适应的最佳综

合性能, 是热处理技术的重要课题^[2]。

1. 轴承材料在汽车上的应用

众所周知, 轴承由外圈、内圈、滚动体(球、圆柱、锥形或滚针等)和保持架四大部分构成, 有的带有密封圈, 除了密封圈和部分保持架外, 其余的制造材料主要是轴承钢。

选择汽车轴承的类型与型号时, 主要依据承受的负荷性质、方向、大小、实际部位的工作环境, 以及对轴承的刚度、极限转

滚动轴承, 经过发动机台架400h耐久测试后对比的照片如图6所示, 经过强化后的轴承耐磨损效



(a) 强化 (b) 未强化

图6 发动机台架耐久测试后的强化轴承与未强化轴承

果明显, 使发动机轴承的使用寿命大幅增加。

6. 结语

通过应用等温球化退火、细化处理的预处理工艺细化并均匀化了碳化物, 很好地改善了带状偏析, 再经过对内圈、外圈、滚动体进行碳氮共渗强化热处理, 以及经过减少机加工过程中的应力的补充回火和提升尺寸稳定性的冷处理, 使发动机滚动轴

承具有了极高的耐磨性及耐久使用寿命高的特点, 提升了使用者的安全性。

参考文献

- [1] 中国机械工程学会热处理学会. 热处理手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.

作者简介: 杨清泉, 新大洲本田摩托有限公司。

MW 20170802