

精密轴承的真空热处理

上海鸣志精密轴承制造有限公司 (201107) 胡正贵

对于微型精密轴承来说, 原材料的化学成分、原始组织、机加工水平、热处理工艺, 以及加工设备均有可能极大地影响轴承的使用寿命。本文主要从真空热处理工艺和设备方面谈一下看法。

1. 真空热处理的发展概况

1968年前后, 美国公司和日本真空研究所研制出了真空淬火油和水剂淬火冷却介质, 轴承钢的热处理开始采用真空热处理, 使真空技术在热处理行业也得到迅速发展。从单室炉发展到多室组合机群, 从一般真空热处理发展到高压气淬、真空水剂淬火、真空渗碳、真空碳氮共渗及多元共渗等。经过几十年的努力, 国内真空炉的制造质量和水平也得到了很大提高, 降低了使用单位的生产成本, 真空热处理的应用范围迅速扩大。

目前, 真空热处理已经在各种工具钢、不锈

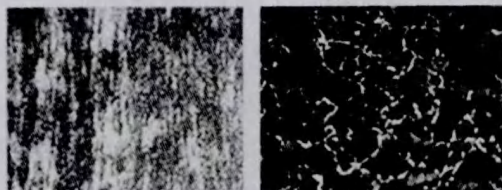
钢、高速工具钢、轴承钢, 以及所有的碳钢和合金钢等重要零件的热处理上得到应用。

2. 真空热处理的优点

(1) 可以实现光亮热处理。工件在低于大气压的压力下加热时, 不接触空气, 不发生表面变化。将炉内抽真空到 $0.1 \sim 1\text{Pa}$ 时, 工件内的杂质含量可以降低到 1.5ppm ($1\text{ppm}=0.0001\%$), 实现工件清洁光亮淬火的目的。

(2) 工件真空淬火后畸变小。如外径 65mm 、壁厚 2mm 的 $95\text{Cr}18$ 向心轴承套圈, 经真空淬火后, 其椭圆度减小到普通热处理的 $1/9 \sim 1/8$ 。

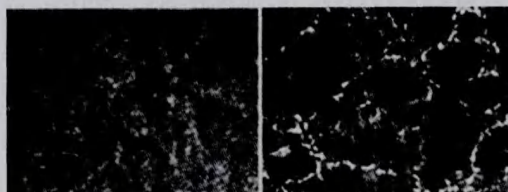
(3) 具有脱气作用, 提高被处理工件的力学性能和使用寿命。因为钢铁在冶炼时会吸气 (H_2 、 N_2 、 CO 等), 从而产生微小气孔和氢脆, 真空技术可将工件内的水分等不纯气体抽掉, 使工件表面清



(a) 内壁淬火层

(a) 外壁淬火层

图4 瓦特型试件全相组织



(a) 内壁淬火层

(b) 外壁淬火层

图5 伏特型试件全相组织

实际使用寿命: 瓦特型试件 3万m^3 混凝土/件, 伏特型试件 1.5万m^3 混凝土/件。

由此可见, 金相组织的形成与加热速度有关。

瓦特型电源比伏特型电源升温速度快, 频率高; 试件使用寿命对比, 瓦特型是伏特型的两倍。瓦特型电源的耗电是伏特型的3倍。

7. 结语

通过对瓦特型电源、安培型电源和伏特型电源的分析比较, 可以看出三种高频技术各自的优势与劣势, 以及分别适用的场合。当前瓦特型电源还不能完全被替代, 较长的一段时间内, 在精密工件的热处理方面具有生存空间。安培型电源和伏特型电源已经成为现代感应加热的发展方向。因此根据不同的工艺要求, 应选择不同的高频技术, 这不仅能使工件达到最佳处理效果, 为企业和社会节电、节水, 更能为热处理行业的清洁生产、节能减排工作带来不可忽视的作用。MW (20120914)

洁光亮,不易发生氢脆。且因表面质量得到改善,工件耐磨性提高,使用寿命可提高30%~120%。

(4)可以减少热处理后的机加工余量。真空热处理后没有氧化脱碳现象,畸变很小,所以真空热处理后可以减少加工甚至免去机加工。

(5)分解氧化物。当真空度低于金属或合金的相应氧化物的分解压力时,其氧化物会发生分解,形成游离氧排出,使工件表面质量进一步提高,可活化工件表面。

(6)操作环境清洁,操作自动简便,属无公害、无污染的清洁热处理。

3. 生产案例

小微型精密轴承的主要失效形式是磨损及疲劳损坏,因此需要工件具有均匀的硬度,高的耐磨性、弹性极限和接触疲劳强度,足够的淬透性和韧性,以及微小的畸变。

我公司生产的小微型轴承材质为国产GCr15,轴承外圈直径4~50mm、厚0.2~1.5mm,内圈直径3~45mm、厚0.5~1.5mm,淬火硬度 $\geq 63\text{HRC}$,金相组织符合JB/T 1255—2001《高碳铬轴承钢滚动轴承热处理技术条件》中规定的2级隐晶或细小结晶状马氏体,均匀分布的细小残留碳化物和少量残留奥氏体。同一炉产品的硬度差 $\leq 1\text{HRC}$,畸变 $\leq 0.01\text{mm}$ 。对于精密轴承来说,其质量稳定性非常重要,其中热处理起着很关键的作用,为此,工艺装备和工艺的确定显得格外重要。

我公司选择了北京机电研究所生产的WZC-45卧式双室油气淬真空炉,真空淬火油和回火油选择了南京科润工业介质的KR368真空淬火油和KR535回火油。

(1) WZC-45双室油气淬火炉 该炉加热功率60kW,炉膛加热室尺寸为450mm $\times$ 670mm $\times$ 350mm,额定装炉量120kg,最高工作温度1300℃,炉温均匀性 $\pm 5^\circ\text{C}$,加热室极限真空度 $6.6\times 10^{-3}\sim 6.6\text{Pa}$,压升率0.66 Pa/h,淬火充气压力 $8.7\times 10^4\text{Pa}$ 。这种炉型适合于小微型轴承的淬火。

为保证轴承套圈的淬火质量和产量,在淬火料筐内放三层料盘,根据不同型号的轴承套圈,每炉产量为40~70kg。由于真空加热的速度较慢,真空加热时间是盐炉的4~6倍、空气炉的1.5~2倍,所以要进行预热,使每层料盘上的套圈温度能均

匀。将预热温度设在700℃,从室温升到700℃需45min,在700℃保温40min,真空度为40Pa;然后经15min升温至835~845℃保温50~90min(根据型号确定),真空度为0.1Pa。对于轴承钢而言,在900℃以下加热,真空度越高,脱气效果越好,表面越亮。但真空度也不能太高,否则会造成脱铬,产品发生粘接,影响轴承的使用寿命。

(2) 淬火冷却介质 对于小微型轴承,采用真空淬火时,其冷却介质需要用真空淬火油,且真空淬火油必须满足以下条件:①蒸汽压较低,一般在 $10^{-4}\sim 10^{-2}\text{Pa}$,以确保在 $10^{-1}\sim 10\text{Pa}$ 真空度条件下,真空淬火油不会产生明显挥发。②杂质与残碳少,酸值低。零件真空淬火后的表面光亮度应不低于标准试样的70%。③临界压强低,冷却性能好。零件真空淬火后的硬度均匀,达到常压淬火硬度或更高。④热稳定性好,即抗老化性能好,使用寿命长。

通过市场调研,我公司选择了南京科润工业介质有限公司生产的KR368真空淬火油,此真空淬火油能满足产品的技术要求,具有光亮性好,易清洗,油的带耗少、易抽真空,以及抗热氧化性好等特点,所淬工件硬度均匀,畸变小。多年来油品质量稳定,使用寿命长。

(3) 淬火操作 我公司严格按照操作规程,在新油投入使用时进行脱气处理,真空油的使用温度控制在70~80℃。料筐从加热室进入淬火室时需立即关闭热闸门,并对加热室进行继续抽真空,以保证加热室的真空度始终高于淬火室,使两室之间具有良好的隔热密封状态。淬火时油槽应充入 $4\times 10^4\sim 6.7\times 10^4\text{Pa}$ 的高纯(99.999%)氮气,以保持油面压强,抑制淬火油的挥发,降低淬火室油雾浓度。轴承套圈冷透后,出油槽沥干残油,并对淬火室抽真空,除去油雾气,打开炉门出工件。停炉后加热室应保持真空状态($3.99\times 10^4\text{Pa}$),防止空气或水分进入。当加热室温度低于300℃,淬火室再进行抽真空脱气;当加热室温度降到250℃以下就可以切断水、气和电源了。

(4) 油浴回火 能循环流动的油浴回火炉是为了确保小微型精密轴承套圈的淬火应力消除充分,尺寸稳定性好,硬度均匀。对回火油的要求是闪点高,油烟小,热氧化稳定性好,以及使用寿命长,南京科润工业介质的KR535回火油可满足要求。MW (20120727)