



45 钢细长轴淬火变形、开裂原因及改进措施

中国南车集团襄樊牵引电机厂 (湖北 441047) 廖蓉

我厂生产的一种小型发电机上使用的转轴, 转轴材质为 45 冷拉圆钢。在淬火后易出现明显变形、开裂, 淬裂报废率为 20%, 变形校直, 生产率低下。因此, 必须寻找原因制定改进措施, 降低工件报废率, 提高校直效率。

转轴的形状、尺寸如图 1 所示。

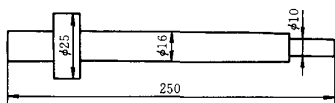


图 1

1. 淬火裂纹、变形产生的原因

(1) 裂纹产生的原因分析 从外观检查, 我们发现淬火裂纹都发生在 $\phi 25\text{mm}$ 到 $\phi 16\text{mm}$ 截面变化处。经金相分析, 在裂纹发生部位没有发现脱碳或夹杂物的偏析与聚集等原始缺陷, 化学缺陷部分的材质成分也符合要求。从裂纹产生的部位推断是由于截面急剧变化, 该处冷却速度差别最大, 淬火拉应力集中造成的。

(2) 变形产生的原因分析 淬火后主要是弯曲变形, 我们经过检查、分析认为, 造成变形的原因主要是原始组织不均, 轴身较细长, 同时还与工件在炉中加热放置、入水冷却方式等操作不当有关, 造成了工件各对称部分热应力及组织应力大小不同。

2. 改进措施

在分析了产生裂纹、变形的原因后, 由于轴的结构不能随便改动, 因此只能通过改进工艺来控制淬火裂纹和变形。

在研究了大量国内外热处理资料和经验后, 我们决定尝试采用亚温分级淬火工艺取代原来的常规淬火工艺。改进前淬火工艺如图 2 所示, 改进后淬火工艺如图 3 所示。

在这种调质新工艺中, 在临界点 A_{c3} 附近 (或稍偏下 $5 \sim 10^\circ\text{C}$) 进行淬火。采用硝盐冷却介质, 成分为 $50\% \text{KNO}_3 + 50\% \text{NaNO}_2$, 使用温度为 $170 \sim 200^\circ\text{C}$ 。在使用过程中为避免老化现象要及时捞渣并可加入 $1.5\% \sim 3.0\%$ 的水。采用此种方法,

工件表面洁净, 变形较小, 淬裂现象极少发生。

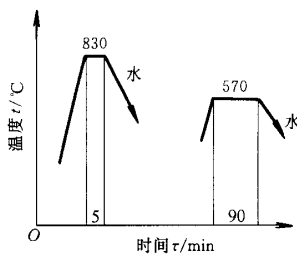


图 2

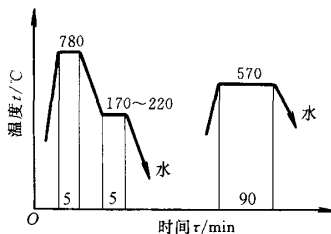


图 3

3. 亚温分级淬火的分析

45 钢在 A_{c3} 点附近及以下 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ 加热, 通过对亚温调质及常规调质进行金相分析对比试验, 发现亚温调质组织更细小, 带有微量极为分散而细小的铁素体和碳化物。由于两者的碳含量平衡关系 (铁素体碳含量低, 碳化物高), 不会降低加热形式的奥氏体中的碳含量, 因此淬火后马氏体的强度并不降低。同时, 由于淬火温度低, 淬火时表面与心部的温差较小, 使表面残余拉应力不易超过材料的断裂强度。

这里的分级淬火也就是 M 等温淬火, 一种低于 M 点的分级淬火。由于将加热好的工件, 淬入温度低于 M 点的热浴中, 硝盐作为冷却介质其冷却速度比水缓合, 淬火冷却后的残余应力比在水中淬火冷却时低, 所以可以进一步减小工件的变形。

4. 结语

采用亚温分级淬火既满足了转轴调质的工艺性能要求, 又防止了淬裂。工件变形小, 校直生产率提高了 25%。自该工艺实施以来, 工件质量得到了极大的提高, 较好地解决了 45 钢细长轴淬火开裂、变形的问题。热

(20040823)