

高速钢刀片感应淬火

■ 赵步青, 胡会峰

摘要: 从感应淬火金属学问题入手, 介绍安徽嘉龙锋钢刀具公司应用感应淬火的实况, 节能高效, 刀具寿命高。

关键词: 高速钢; 机械刀片; 感应淬火

1. 感应淬火的金属学问题

(1) 快速加热临界点升高 感应加热的升温速度从每秒几十摄氏度到几百摄氏度, 脉冲淬火可达到每秒数千摄氏度, 激光淬火更可达上万摄氏度, 由于加热速度快, 持续时间短, 因此淬火温度比盐浴淬火要高, 才能使组织转变为奥氏体。对于碳钢和低合金钢而言, 感应淬火温度比常规要提高80~150℃, 但高速钢淬火温度提高的幅度没有这么大, 往往只高20~40℃。

感应加热的比功率远比炉内

加热大, 因此加热速度极快, 从而促使珠光体向奥氏体转变开始和完成的温度升高所需的时间短。

施行快速加热时, 钢的临界点 (A_{c3}) 也随着加热温度的升高而升高。

(2) 快速加热使钢获得细晶粒或超细晶粒 在加热速度较低的范围内, 随着加热速度的增大, 刚完成奥氏体化所形成的奥氏体起始晶粒显著减小, 但在加热速度很高时, 奥氏体起始晶粒几乎不再随加热速度的增加而减

小。实践证明, 在感应加热条件下, 加热速度极高, 所得的起始晶粒极为细小且与加热速度无关。但是, 已形成的奥氏体晶粒的长大与加热速度有关。当继续加热到某一温度时, 加热速度越慢, 所形成的实际奥氏体晶粒越大, 因此只要加热温度与加热时间控制得当, 感应加热是不会产生过热的。

根据霍尔·佩茨公式, 晶粒越细, 钢的强度越高。感应加热获得的细小晶粒, 对提高工具强度及寿命有贡献。

情况并结合感应淬火工艺要求予以确定, 使感应器与制动器压盘锥窝的仿形性大幅提升, 保证了淬硬层能够在锥窝内均匀分布; 并且由于精准的设计, 感应器加热线圈与锥窝能够有效吻合, 既保证了加热效率和淬硬层深度, 又不至于出现由于加热线圈与零件吻合太近而产生的烧熔和打火的现象。

(3) 该感应器构思新颖, 结构合理, 应用可靠, 易于制

作, 且配用方法简单可行, 易于实施, 具有很好的应用价值。

参考文献

- [1] 林超光, 连芳. Cr12MoV钢垫片的表面淬火[J]. 热处理, 2014, 29(5): 47-51.
- [2] 唐继海. 38CrMoAl钢碳氮共渗与激光淬火复合改性层的组织与性能[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2014.
- [3] 李秋伟. 深层QPQ技术氮化工

艺研究[D]. 成都: 西华大学, 2013.

- [4] 孔春花, 曹淑芬, 蔡安克, 等. 车辆零件热处理技术及应用实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.

作者简介: 李瑞卿、孔春花、张沈洁、刘进营、马戈, 第一拖拉机股份有限公司工艺材料研究所。

MW 20170928

2. 感应淬火在高速钢机械刀片中的应用

高速钢的淬透性很好，在空气中也能淬上火，因此叫“风钢”，其淬硬性也好，空淬也能淬到64HRC以上的高硬度，磨出很锋利的刃口，故也称为“锋钢”。高速钢感应淬火属自冷式硬化，节能环保，生产效率高。

不管采取何种方法淬火必备两个基本条件：第一必须奥氏体化，第二必须立即快冷，而且冷却速度应大于钢的临界冷却速度。感应加热特点只是工件表面被加热，如果表面奥氏体化后立即停止加热，而邻近未被加热的金属能迅速地将加热层的热导走，并且其冷却速度远大于临界冷却速度，则表面即被淬硬，它不是靠表面喷淬火液快冷，而是由内部的冷金属来冷却，这种特殊的淬火工艺只有在高能密度加热下才能实现。感应加热是高能密度的加热方法之一。由于功率密度极大，加热时间极短，因此也称脉冲加热。

感应加热时涡流在工件上产生的热量主要用在已加热的表面层，在此过程中有两种热量同时从工件上散发，第一种是从被加热表面向空气中散发称之为辐射热；第二种是从工件加热层向心部传导的称之为传导热。这两种热损耗，特别是内热传导的作用，加深了理论上的热层深度。如果工件不太厚，热传导很快就从表面传到了心部，整个截面都热透了。高速钢属自硬性材料，加热停止马上就能淬上火，这是其他钢材难以具备的特异功能。

感应加热温度的测量可以用

红外光电高温计或光学高温计测量，也可以用目测（根据加热工件的颜色），判断加热温度的高低。

安徽嘉龙锋钢刀具从2014年开始，应用高频感应加热技术，试淬厚度 $\leq 6\text{ mm}$ 的M2钢刀片，投放市场，客户反映很耐用，其使用寿命比在保护气氛炉淬火者高出1倍以上，增强了我们扩大市场的信心。为适应市场对厚刀片需求量的增大，2015年我们又引进了超音频（20~100Hz），自制淬火机床，能淬厚度8~16mm的刀片，图1为全套淬火装置；图2为尺寸为2600mm $\times$ 75mm $\times$ 12mm M2刀片淬火后的金相组织；图3为

淬火后侧面及端面硬度分布情况，图3a中侧面硬度分布，1点为32HRC、2点为60.5HRC、3点为64.5HRC，图3b中端面硬度分布，1点为64.5HRC、2点为62HRC、3点为60HRC；图4为回



图1 淬火装置



图2 淬火后金相组织

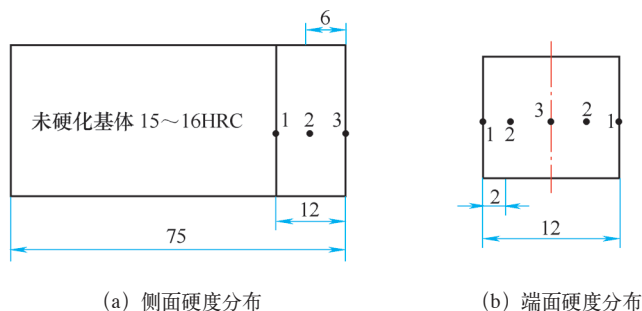


图3 M2钢刀片感应加热淬火硬度分布

火后的金相。

测得的有效硬化层深度为5.5~6.0mm，其硬度由表面向内递减：64.5HRC→62HRC→60HRC。表面较硬，心部较软，机械刀片的工作面始终在表面，这正是很理想的硬度分布。市场调查发现，刀片仍属磨损失效，说明硬度还有提升的空间，但很有限，搞得不好有可能崩刃，应谨慎。

3. 感应淬火刀片的质量检验

感应淬火工件在完成淬火工序以后，一般作如下检查：

(1) 外观检查 工件表面不得有烧熔、裂纹、撞伤等宏观缺陷。正常淬火后表面是米白色夹有黑色，钢号不一样会有一些差别，有经验的操作工能根据表面颜色判断淬火加热温度的高低。若局部烧熔及明显裂纹、崩落、掉角，在外观检查时即能发现。凡是感应淬火件，检查率100%。

(2) 硬度检查 有经验的检验员应用标准锉刀锉触刃面及淬火带，现场可用肖氏或手提式洛氏硬度计或更先进的较准确的硬度计。

(3) 金相检验 硬度只是表面现象，金相组织才是本质的东西。金相检查可以在工件上取样，也可以在任何硬化的部位作检查（进口的金相显微镜）。晶粒号不可以大于10级。其他参数见JB/T 9204—2008《钢件感应淬火金相检验》。

(4) 淬硬区域检查 不管是淬火后还是回火，均用肖氏硬

度计测量。淬硬区域的划定根据刀具宽度及客户需求。

(5) 淬硬层深度检验 淬硬层深度目前大多采用切割淬火工件规定部位，测量该部的淬硬层深度。以前大多用金相法测量，现在基本用GB5617标准，以测量淬硬层的断面硬度来确定其深度，此种方法往往需破坏工件检查而造成浪费，因此除特殊工件需故意加长工件，大多参照

表面硬度的高低，估计淬硬层深度。

(6) 变形检查 尽管刀片感应加热很少畸变，但还是要逐条检查，如发现变形超差，要利用马氏体相变超塑性的原理，及时校正。

(7) 裂纹检查 可用磁粉无损检测或用荧光粉显示裂纹。用磁粉检测过的工件应经退磁处理后才能进入下道工序。

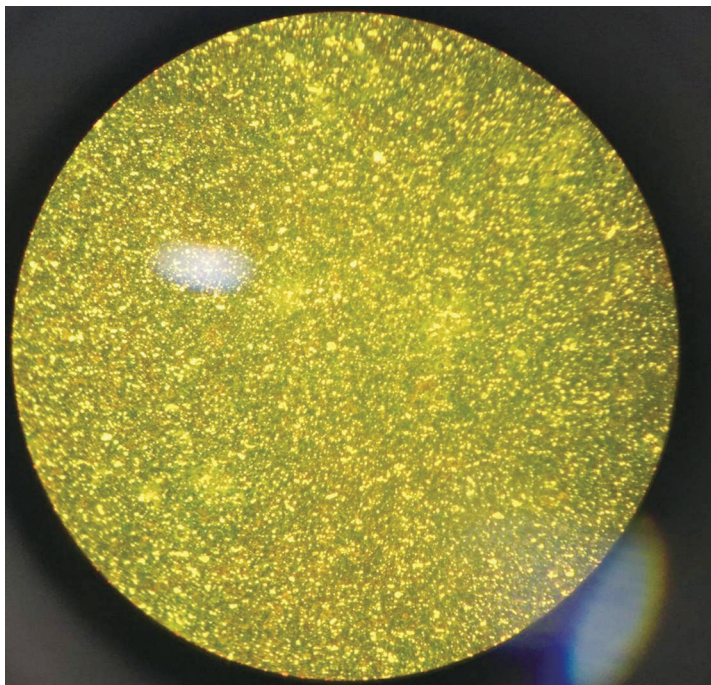


图4 回火后金相组织

4. 结语

高速钢感应淬火，过去认为是很难的事，现在已经商品化了。随着科学技术的深入发展，热处理工作者“挑战不可能”的信心提高，奇迹一个个涌现，感应淬火必将成为热处理的核心竞争力。

作者简介：赵步青，高级工程师，安徽嘉龙锋钢刀具有限公司，副总经理，已发表论文250多篇，出版热处理专著4部，协编图书两部。研究方向：工模具热处理工艺。胡会峰，安徽嘉龙锋钢刀具有限公司。

MW 20171012