



细长件多面感应淬火工艺改进

■ 程甲兵

我公司生产一批横截面为 $50\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的细长件，总长为 1000mm ，在 $50\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 的面上均匀分布5个 $\phi 15\text{mm}$ 的通孔，如图1所示。材质为55钢，要求三个相邻面淬火（ a 、 b 、 c 面淬火， d 面不淬火），淬火硬度为 $55 \sim 58\text{HRC}$ 。

1. 传统表面感应淬火工艺

由于三个淬火面为平面，而其他面则不需要淬火，此种材质又属于感应淬火材质，所以采用连续感应淬火。传统表面感应淬火工艺路线是： a 表面淬火 $\rightarrow b$ 表面淬火 $\rightarrow c$ 表面淬火 $\rightarrow$ 校直 $\rightarrow$ 回火 $\rightarrow$ 检测硬度和变形。

感应淬火中使用U形感应器（见图2）利用外磁场，分别对每个相邻面进行连续加热淬火。感应器用横截面为 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 的空心铜管制成，感应器U形上管装有一排马蹄形导磁体，以便增强淬火面磁感应强度；感应器U形下管内棱角上有一排 45° 喷水孔，对加热面起连续冷却作用。工件垂直悬挂不动，淬火机床从下向上移动，感应器U形面与工件淬火面平行，保持恒定的间距随感应机床匀速上移（见图3）。

运用传统表面感应淬火工艺对工件进行淬火后，测得淬火面硬度 $58 \sim 60\text{HRC}$ ，全部工件在淬

火后弯曲变形，未淬火面 d 面凸起，淬火面 b 面凹下，并有部分相邻淬火面棱角有裂纹。对变形的工件压力校直，校直中淬火面 b 面处于拉应力状态易裂，因弯曲校直压裂或棱角淬裂导致报废率高达60%以上。对表淬后工件 140°C 回火，检测硬度 $56 \sim 58\text{HRC}$ 。

2. 改进后表面感应淬火工艺

此批细长件淬火过程中面临两个难点：

（1）由于细长件淬火后易弯曲变形，变形后校直时淬火面易出现裂纹，而淬火面上的通孔更加大了裂纹产生，形状结构决定了淬火难度大。

（2）技术要求三面淬火，由于相邻面淬火时导致边棱二次淬火，使边棱易产生淬火裂纹。

为了改善表面质量，提高合格率，将表面感应淬火工艺路线改为： d 面适量压下（预变形 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ ） $\rightarrow a$ 、 b 、 c 面同时表面淬火 $\rightarrow$ 校直 $\rightarrow$ 回火 $\rightarrow$ 检测硬度和变形。

感应淬火中使用方形感应器（见图4）利用内磁场，同时对三个相邻面进行连续加热淬火，感应器用横截面为 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 的空心铜管制成，铜管内部下边棱内侧含一排 45° 喷水孔，对加热面起连续冷却作用。工件垂直悬

挂不动，感应器随机床从下向上移动，工件放置感应器中，感应器方形面与工件垂直，感应器铜管与淬火面平行，感应器与工件之间保持恒定的间距随淬火机床从下向上匀速移动（见图5）。

工件在方形感应器中加热淬火时，由于 a 、 b 、 c 面与感应器的间隙小，可以实现三个面同时

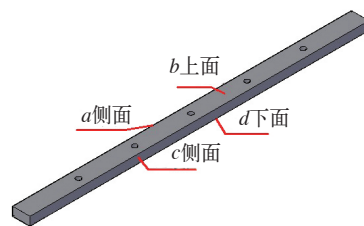


图1 工件示意

（ a 、 c 为两侧面， b 为上面， d 为下面）

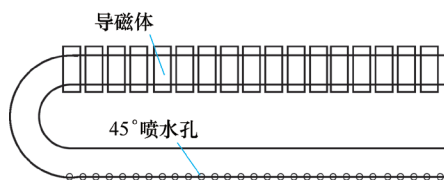


图2 U形感应器示意

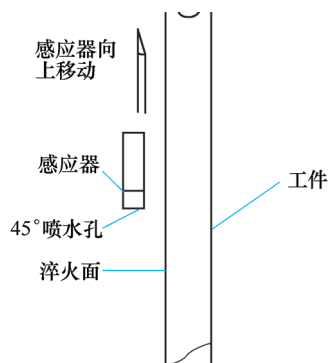


图3 感应加热方式示意

快速加热淬火，而 d 面与感应器之间的间隙大，电磁感应影响小，不能被快速加热到高温并淬火。由于淬火前对 d 面压下预变形 $0.2\sim 0.3\text{mm}$ ，淬火中淬火面 b 变形与预变形方向相反，相互抵消，工件在淬火后弯曲变形量小。当 d 面预压下量 $\geq$ 淬火变形时，未淬火面 d 面凹下，淬火面 b 面凸起，对变形工件压力校直时压 b 面高点，则淬火面 b 面处于压应力状态，不易产生裂纹。因弯曲校直压裂或棱角淬裂导致报废率低于5%。

应用改进后的表面感应淬火工艺对工件进行淬火后，检测淬火面硬度为 $58\sim 60\text{HRC}$ ， 140°C 回火后检测硬度为 $56\sim 58\text{HRC}$ 。工件变形小，校直后表面无裂纹，一次性三个面同时淬火避免了边棱裂纹的产生，成品合格率达95%以上，大大降低了报废率。

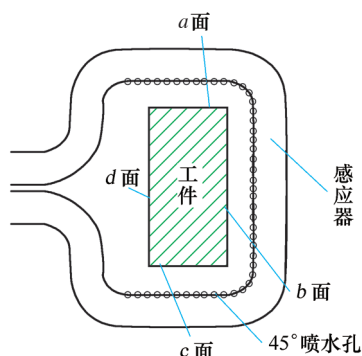


图4 方形感应器示意

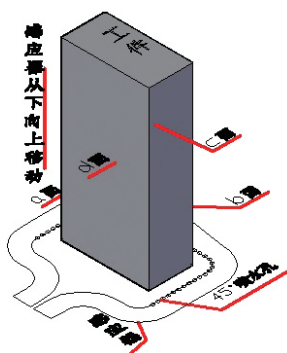


图5 感应加热方式示意

3. 结语

(1) 工件多个表面需淬火时，应避免面与面之间的叠加淬火而导致边棱出现裂纹。改进后的淬火工艺采用多面同时淬火，改变了传统的分别对每个面淬火方式，避免了叠加淬火裂纹，同时也提高了生产效率。

(2) 细长件淬火时弯曲变形大，淬火前应采取减小变形措施。改进后的淬火工艺利用淬火前预变形有效地减小了淬火变形。

实践证明，改进后的多面感应淬火工艺极大地提高了细长件的成品合格率。

作者简介：程甲兵，中冶陕压重工设备有限公司。

MW 20150919

《金属加工（冷加工）》2016年第1期要目

2015年机械工业运行形势及全年行业走势预测
工业经济新常态下装备制造业的机遇和挑战
薄壁不锈钢类零件加工工艺探讨
分圈式紫铜圈加工关键技术
超声辅助磨削在轴承磨削加工中的研究与应用
表面滚磨光整技术在加工中的应用
基于有限元模拟花套冷挤压成形及模具设计
吊装不整齐钢板的吊具设计
离合器壳体钻孔通用夹具设计

简易孔深测量装置
快速发展中的节能与新能源汽车
干式加工技术在轨道车辆制造中的研究与应用
内燃机车柴油机气缸盖三坐标在线测量
基于广数GSK25i数控系统伺服刀库的控制
仿真技术在轨道车辆冷弯成形件中的应用
FANUC系统实现对主轴定向换挡控制
大型加工中心精度变动原因分析及应对措施
数控双柱立式车床变速箱箱体噪声诊断研究