

滑板防变形表面淬火改进技术

袁小婷

1. 生产概况

我厂所生产摆剪产品中的滑板零件，如图1所示。材料为36NiCrMo4，其对应的国内材料为40CrNiMoA，外形尺寸为1990mm×220mm×30mm，给利用热处理表面淬火工艺解决变形带来了较大的难度。

该滑板的制造工艺流程为：锻造→粗加工→调质→半精加工→表面淬火→精加工。技术要求：大孔面要求全长表面淬火，硬度52~55HRC。

2. 存在问题及改进措施

（1）存在问题　一般情况下，板类件要求单面淬火，我们会选用刷平面感应器，外磁场加热连续喷淬法。但这样会存在一系列变形问题：滑板在感应淬火过程中淬火面快速加热后又急剧冷却，组织要经奥氏体化后向马氏体转变；而非淬火面则不发生组织转变；由于组织转变不同时，那么组织转变膨胀系数就不同，两表面之间就产生了较大的组织应力，导致工件变形严重；而淬火面感应快速加热，又受压力水的急剧冷却，这样淬火面与非淬火面之间产生了较大热应力，加剧了工件的变形趋势。

根据以往淬火经验，对于比较窄的薄板类件，单面喷淬会产生表面淬火面沿长度方向凸起的变形，回火后进行校直，保证在留量范围内，即可满足要求；而厚形件因表淬面透热层浅，不足以使工件发生大的变形。但该件既长又薄，且较宽，不仅长度方向弯曲变形严重，出现表面淬火面凸起的大弯，而且因宽度尺寸的增加，宽度方向的变形加剧，会在平弯基础上增加立弯，最终两个方向变形叠加，使工件呈扭曲状，超出余量范围，难以校直，最终造成质量损失。

（2）改进措施　因滑板结构问题，在进行表面淬火前我们先行预备处理：先校直，然后在井式炉垂直吊挂去应力，释放加工应力及其引起的变形。另外，为减小组织应力和热应力的不同时性，我们考虑选用内磁场厚度两面连续喷淬方式淬火，制作仿形感应器，单边间隙6mm，又考虑到棱角效应，避开直角处，加大宽度方向间隙为7.5mm，如图2所示。

表面淬火过程我们也进行预防控制，由一开始的双顶尖（较松）工件进行淬火，到1/3处卸掉上顶尖，以手把住工件，再到2/3处双顶尖（较松）以此释放淬火过程中的应力，控制变形。

淬完测变形：平弯2mm，立弯0.4mm，达到预期效果。因内磁场磁感线密度大，加之孔部效应，为防止孔处开裂，以石棉绳堵孔，同时在孔附近稍降功率，经无损检测孔仍裂。

第二件我们选用铜皮镶孔，解决孔处裂纹问题。然后进行180℃×6h回火，回火后对平弯进行校直，检测硬度55~56HRC，达到技术指标要求。

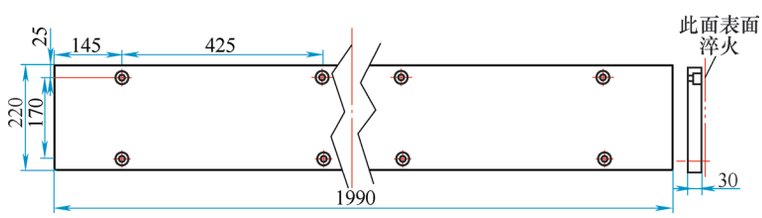


图 1

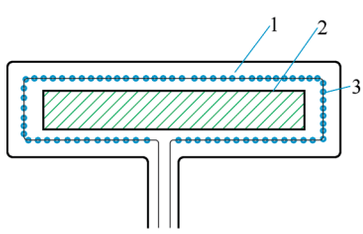


图 2

1. 感应器 2. 工件 3. 45° 喷水孔

德国火山出版社出版《感应加热》

德国火山出版社（Vulkan Verlag）在2016年出版了《感应加热》一书（Induction Heating），封面见图1。

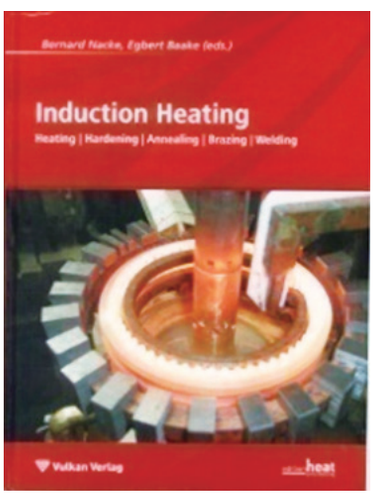


图1 《感应加热》封面

该书有以下特点：

（1）用英文编写，共分六章，依次是：感应加热基础、成形加热、热处理、接合与切割、特种工艺、供电源。开本169mm×239mm，共266页。

（2）根据2012年版德文《感应加热》手册，主要针对设计、配置及操作感应加热设备的工程师们，也适用于将进入感应加热领域的大学生们。

（3）由德国汉诺威市Leibniz大学电工系教授Bernad Nacke及Egbert Baake主编，意大利PADUA大学S.LUPI教授作序，各著名感应加热公司专业工程师们参与编写，分工严细，仅SMS-ELOTHERM公司即有11人参与，其他有IAS, TRUMP Huttinger, EMA Indutec, EMAG eldec induction, GH Induction, EFD Induction, Linn High Therm，SMS Concast Italia公司等。

（4）内容较新。理论方面：与前苏联及美国感应加热手册相比，有新的一面，如数学基础与感应加热过程计算，求导感应加热时的集肤效应与热传导、数学模拟方法等。

工艺与设备方面：绝大部分来自设备制造公司的实践资料，转向齿条、齿轮、曲轴、单齿、无软带滚道、双滚道扫描、传动件感应淬火工艺与设备均有叙述。

感应退火方面：有带材、在线焊缝退火与正火、双退火工艺及惰性气体下退火，管材、棒材感应热处理。

感应锡钎焊与铜钎焊方面：有各种常用钎焊感应器图例，保护气体及真空状态下进行钎焊，感应助力激光和混合焊接工艺，管子纵缝高频感应焊接，感应粘结与去粘结工艺，用感应加热进行冷缩配合（有计算公式），用于飞轮齿圈与本体，装配凸轮与轴体等实例；戴姆勒AG厂则有一种类似锻焊的新工艺，称为Prodox Welding，将后桥壳体与两个轴头用此工艺结合在一起，见图2。

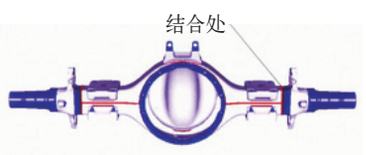


图2 后桥壳与轴头用Prodox工艺结合

特种工艺方面：有压床淬火、夹具淬火、夹具淬火顺序；脉冲感应加热则应用于紧固件、光学工业。

感应封装方面：有压管焊、纸板感应焊、瓶罐密封晶体生长感应加热；感热器（Susceptor）在外延加工中的加热；浮法玻璃感应加热；注塑模感应加热、碳纤维增强塑料感应加热；磁性纳米结构粒子感应加热；用高频、低频电流热图解法检测零件裂纹。

感应加热电源方面：变频器原理，工频电源、中频变频器、串联谐振变频器、高频变频器、串联谐振在高频变频器上应用、多频发电机基础、双频发电机线路拓扑学，以及功率输出和控制、调整、激活和过程监控均有叙述，是德国感应加热技术精、新、实的汇集。

（行业专家沈庆通供稿）

3. 结语

对于既宽又薄的板类件，采用内磁场连续喷淬法代替外磁场刷平面喷淬，在满足图样要求的前提下，解决了校直难题，降低了劳动强度，提高了生产效率。

作者简介：袁小婷，中冶陕压重工设备有限公司。

MW 20170415