

汽车半轴中频感应淬火裂纹的改善

新大洲本田摩托有限公司 (上海 201708) 杨清泉

吉林圆方机械有限公司 (吉林 132401) 孙成香 车广义

汽车半轴是驱动车轮的杆件, 载重车一般采用全浮式半轴, 主要承受驱动和制动扭矩, 此外还受一定的冲击载荷。载重车半轴的杆部与凸缘的连接处 (图 1 的 A 处, 即法兰盘根部) 是易损坏的部位, 该处应力集中严重, 易产生疲劳断裂。因此, 要求半轴既要有高的抗扭强度, 又要有好的抗冲击韧度, 更不允许半轴的杆部与凸缘的连接处出现裂纹等不良缺陷。

我们对改善半轴的杆部与凸缘的连接处出现中频淬火裂纹进行了反复试验, 下面将有关经验介绍给业界同行参考。

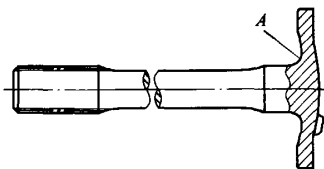


图 1 某型载重汽车半轴示意

1. 主要制造工艺流程

某型载重车使用的半轴如图 1 所示, 材料采用 40Cr 合金钢, 根据半轴截面的应力分布特点, 即表面内应力最大, 而心部内应力为零。

工艺流程: 下料→热锻造→调质处理→校直→粗车加工→精车加工→铣花键→中频淬火→自回火→校直→探伤→包装→入库。

2. 热处理工艺

(1) 淬硬层深技术要求 半轴中杆/油封淬硬层深要求: 6~8mm; 半轴 R 处淬硬层深要求: 5.5~7.5mm; 半轴花键处淬硬层深要求: 从花键齿底径算, 淬硬层深 5~9mm。

(2) 热处理工艺设计 为保证半轴既具有高的抗扭强度, 又具备好的抗冲击韧度, 所以用调质处理作为预

处理, 使半轴心部组织为索氏体, 采用中频淬火的表面处理工艺, 使半轴表面形成组织为马氏体的淬硬层。中频淬火使用卧式整体淬火热床, 淬火介质采用循环水, 水温控制在 20~40℃, 淬火感应器为自制 (见图 2), 半轴装在淬火感应器上的法兰盘根部冷却水喷射 (如图 3 所示), 其余部位为垂直喷射冷却。

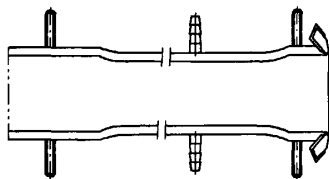


图 2 淬火感应器

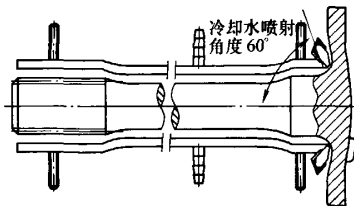


图 3

3. 缺陷及原因分析

调质处理后, 法兰盘根部经探伤检测确认没有裂纹, 在中频淬火、自回火后, 经过探伤检查后, 常在图 1 的 A 处部位产生裂纹 (如图 4、图 5 所示)。裂纹的发生率为 3%。

(1) 热应力对裂纹产生的影响 半轴法兰盘根部中频感应加热后淬火冷却时, 由于淬火区从法兰盘 R 角过渡处开始 (如图 6、图 7 虚线部分所示), 所以在盘部非淬火区的收缩只存在和 R 部相联接的一小部分, 并且因为冷却的速度缓慢, 线收缩很小, 但在 R 部淬火区, 因为加热温度高, 冷却速度快, 所以存在急剧的线收缩。



图4 半轴探伤时裂纹状态

在盘部非淬火区和 R 部淬火区冷却时线收缩率不一致的情况下,导致法兰盘 R 部存在很大的热应力。由于线收缩方向不一致,所以当产生的瞬时热应力大于半轴破断强度时,会导致法兰盘 R 部裂纹的发生。

(2) 组织应力对裂纹产生的影响 在半轴法兰盘部非淬火区的组织没有变化,仍然为调质状态的索氏体组织,体积基本不变,而 R 部淬火区在冷却时达到 M_s 点时发生马氏体转变,体积胀大,这种由于比体积变化产生的瞬时组织应力当大于半轴破断强度时也会导致法兰盘 R 部裂纹的发生。

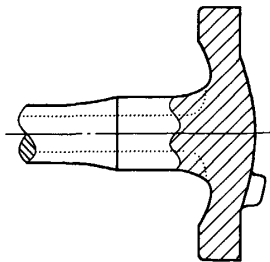


图6 改善前淬火区及淬硬层的示意

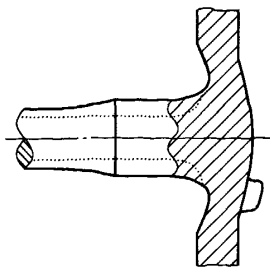


图7 改善后淬火区及淬硬层的示意

4. 改善措施

因为设计的结构和技术要求是不可变的,并且在热处理淬火冷却过程中的热应力和组织应力的产生是无法

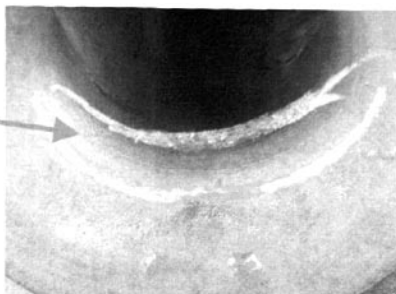
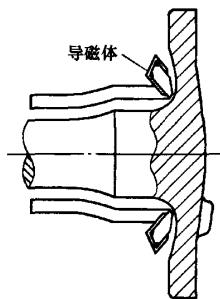


图5 半轴中频淬火后的裂纹状态

避免的,所以只能从减小热应力和组织应力的方面考虑改善措施。经过多次试验,我们总结出以下三个方面的改善措施。

(1) 减少淬火感应器 R 部的导磁体(如图8所示)的数量,使该处的热量适当减少。

图8 淬火感应器 R 部加导磁体的示意

(2) 将半轴法兰盘 R 部冷却水的喷射角度由图3所示的 60° 改为垂直油封喷射。靠喷射后冷却水溢流到 R 部冷却该部位。

(3) 适当延长中频加热后延时冷却的时间。

5. 结语

应用了上述的改善措施后,半轴法兰盘 R 部淬硬层由改善前较深的状态(图6所示虚线区)变为改善后过渡圆顺的状态(图7所示虚线区),硬度、组织、强度等均满足要求,裂纹的发生率由3%下降到1%,每年为企业减少损失约160多万元。

可以看出,在热处理过程中热应力和组织应力的大小、分布及变化的规律非常复杂,经常会导致工件的淬火裂纹,所以在设计工艺和工装时,在考虑满足产品性能的前提下,应尽可能地减小内应力才能降低裂纹产生的几率,减少废品损失,降低质量成本。**MW**

(20091208)