

# 副箱加长中间轴校直断裂改善

□ 西安法士特汽车传动有限公司 马路遥，郭乾歌

**摘要：**通过改善热处理备料方式和淬火工艺，以及细节设计，基本消除了副箱加长中间轴断裂的风险。

**关键词：**校直；断裂；失效

我厂有一副箱加长中间轴产品，材质为8620RH，在校直过程中发现多数产品校直困难，且易发生断裂，产生大量的废品。通过加大卡簧槽过渡圆角，减小应力集中；另外改善热处理备料方式，重新编制分段式淬火程序，减小热应力和组织应力；同时增加热校和无损检测等补救和预防措施，防止造成装箱质量事故。通过多措并举，产品一次校直合格率大幅提升，断裂基本消除，很好地解决了这一问题。

### 1. 材料及断口形貌分析

材料8620RH化学成分见表1，产品材质按照GB/T4336检测，采用直读光谱仪。失效产品断口检测形貌见图1、图2。

图1宏观断口：轴的断裂部位发生在轴颈卡簧槽处，断为两截，断口新鲜。断口分析表明，

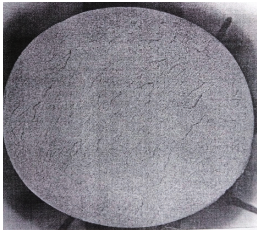
断裂源区发生在轴的表面，为受较大弯曲应力作用下的一次性脆性弯曲断裂。

图2微观断口：裂纹两侧无脱碳现象，金相组织与附近组织相同，观察切面裂纹扩展方向，该裂纹垂直于圆周方向从表面向

圆心方向扩展，与校直受力方向一致。

### 2. 试验方法及改进措施

(1) 卡簧槽处为应力集中点，易发生断裂，更改圆角尺寸，减小断裂点的应力集中，圆

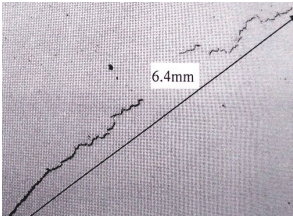


(b) 20×

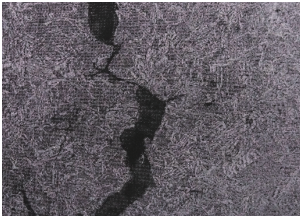


(b) 8×

图1 宏观断口形貌



(b) 25×



(b) 500×

图2 微观断口形貌

表1 8620RH化学成分（质量分数） (%)

| 元素   | C         | S      | P      | Si        | Mn        | Cr        | Ni        | Mo        | Cu    |
|------|-----------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 要求范围 | 0.17~0.23 | ≤0.040 | ≤0.030 | 0.15~0.35 | 0.60~0.95 | 0.35~0.65 | 0.35~0.75 | 0.15-0.25 | ≤0.35 |
| 实际值  | 0.22      | 0.018  | 0.016  | 0.26      | 0.83      | 0.56      | 0.47      | 0.20      | 0.083 |

角由R0.79mm增大为R2mm，如图3所示。

通过加大过渡圆角，大大减少了应力集中，校直过程中断裂情况大幅改善，除个别变形较大产品外，基本无断裂发生。

(2) 设计使用新工装，规范备料方式，减小轴类零件变形。通过耐热钢挂具的重新设计，并使用新型承重盘，避免零件因倾斜或者挤压而导致变形过大（见图4）。要求带卡簧槽一侧（即加长端）朝上备料，降低淬冷烈度，减小变形。

(3) 重新编制分段式淬火程序，减小热应力和组织应力，适当降低心部硬度，便于校直。通过分段式淬火程序，在保证产品金相组织的前提下，降低心部硬度梯度，减少其弯曲变形倾向；减少马氏体转变量，降低心部硬度，减少弹性变形，增加塑性变形，利于后期校直。

我们现采用AICHELIN箱式炉，基础气氛为氮气、甲醇，富化气为丙酮。在温度920℃、碳势1.20%下渗碳，好富顿G油淬火，竖直放置。不同批次随机抽样，心部取两点（记作1、2），检测结果如表2所示。

从随机检测结果看，各项金相指标均符合图样要求，达到了预期目标，心部硬度普遍有所降低。

(4) 制订热校工艺，针对变形量较大零件采用热校。通过大量数据的收集、整理、分析发现，轴向圆跳动大于0.15mm的产品易发生断裂，因此对于轴向圆跳动过大的产品，改由热校工艺，即加热至165℃后保温2h后

在热态下进行校直，基本满足校直要求。

(5) 在校直工序后增加磁粉检测，避免零件装箱造成断

裂。这仅仅是预防措施，避免造成装箱质量事故，通过一系列措施的改进实施，检测频次由全检逐渐向抽检过渡，未发现异常。

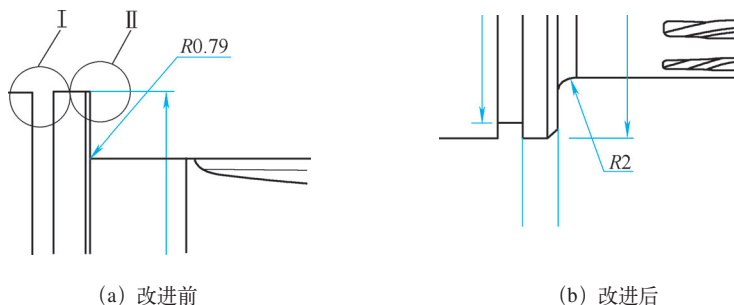


图 3

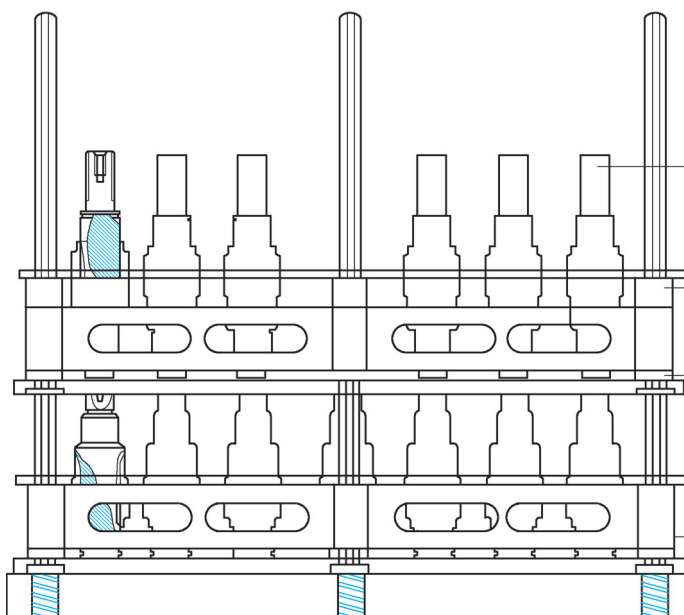


图 4

表2 改善前后检测结果

| 检测参数 | 硬化层深/mm   |       | 心部硬度HRC |     | 表面硬度HRC | 非马/mm  | 组织A'+M |
|------|-----------|-------|---------|-----|---------|--------|--------|
|      | 1/2齿高     | 齿根圆角  | 1点      | 2点  |         |        |        |
| 要求   | 1.15~1.65 | ≥0.80 | 30~45   | ≥23 | 58~63   | ≤0.020 | ≤5     |
| 改善前  | 1.56      | 1.00  | 38      | 27  | 62      | 0.020  | 3      |
|      | 1.63      | 1.09  | 38      | 28  | 61      | 0.020  | 3      |
|      | 1.58      | 1.06  | 36      | 28  | 62      | 0.020  | 2      |
| 改善后  | 1.40      | 0.84  | 31      | 23  | 60      | 0.0198 | 1      |
|      | 1.44      | 0.83  | 32      | 24  | 61      | 0.020  | 2      |
|      | 1.43      | 0.86  | 33      | 23  | 60      | 0.0198 | 2      |

注：硬化层深检测按TES-003检测，检测设备：V氏硬度计MT90；表面和心部硬度按GB/T231—2002方法检测，检测设备：TH600布氏硬度计；组织和非马氏体检测按TES-003方法检测，检测设备：Olympus金相显微镜DX71。

（下转第53页）

液表面易形成氧化膜表示正常。

炉前检验孕育、球化效果好坏,采用三角试块。将铁液搅拌后深入液面下取样浇注三角试块,冷至暗红色,淬水冷却,砸断后观察断口。断口银白色,断口尖角白口清晰,中心有缩松,上表面及两侧面凹缩,遇水有硫化氢气味,敲击声和钢相似,则球化良好,否则球化不良。

### 5. 浇注

浇注温度的高低,对铸件的质量影响很大,温度越低则流动性越差,容易产生冷隔和浇不足,但温度过高,会使铸件表面粘砂,缩孔增大,晶粒变粗。根据轴瓦的牌号及壁厚尺寸,确定浇注温度为1340~1380℃。

浇注速度对铸件质量的影响也是很大的,较高的浇注速度可使铁液更好地充满铸型,减少金属的氧化,对要求均匀冷却的铸件有利,能使铸件各部分温差减小。但浇注速度过高,对铸件的冲刷力大,容易产生冲砂等缺陷。较低浇注速度,能使铸件各部分的温差较大,便于对铸件进行补缩。但浇注速度过低,型砂因过热时间较长,易使型砂脱

落,使铸件产生皱纹、冷隔、夹渣、砂眼等缺陷。因此,要结合轴瓦的结构特点及现场生产实际情况来确定浇注时间。

浇注开始时缓慢以细流铁液注入,防止铁液飞溅,随后快速充满浇口,不可断流,最后细流注入,以防铁液溢出,铸型充满后,稍停一下再补浇热铁液。

另外,浇注的同时在出气孔和分型面附近点火引气,以利于型腔和砂型中因受热而产生的气体迅速排出,不使型中气体燃烧,而且也使这些气体氧化燃烧,不至于恶化空气环境。

### 6. 质量检测

按选定的化学成分及生产工艺,共生产了1000余件轴瓦,经检测轴瓦的结构尺寸完全符合规定,力学性能合格,铸件表面光滑平整,不存在任何铸造缺陷,符合轴瓦的技术要求。一次性通过了检测验收,在KF60自翻车上安装使用效果良好。

### 7. 结语

为保证获得合格的铸态球墨铸铁轴瓦产品,要求铁液化学成分符合规定要求,在生产过程

中要求原材料的质量符合规定要求。

按适当比例加入球化剂和孕育剂,球化、孕育良好,是生产铸态球墨铸铁轴瓦的重要工艺控制过程。

### 参考文献

- [1] 中国机械工程学会铸造学会.铸造手册:第1卷 铸铁[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [2] 中国机械工程学会铸造学会.铸造手册:第5卷 铸造工艺[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [3] 李魁盛,等.典型铸件工艺设计实例[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [4] 于尔元,等.铸铁件生产指南[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [5] 陈琦,等.铸件配料手册[M].北京:机械工业出版社,2000.

作者简介:李健,鞍钢集团铁路运输设备制造公司。

MW 20160316

(上接第22页)

### 3. 试验结果与分析

通过对校直工序多个批次跟踪,得到大量数据,整理成图5所示。

从图5可以看出,改善后产品的总体轴向圆跳动值呈明显下降趋势,一次合格即轴向圆跳动值在0.05mm以下占到绝大部分,轴向圆跳动值在0.15mm以上数量只占到很小的比例,校直情况大幅改善,生产效率得到了极大提高,达到了预期的目标。

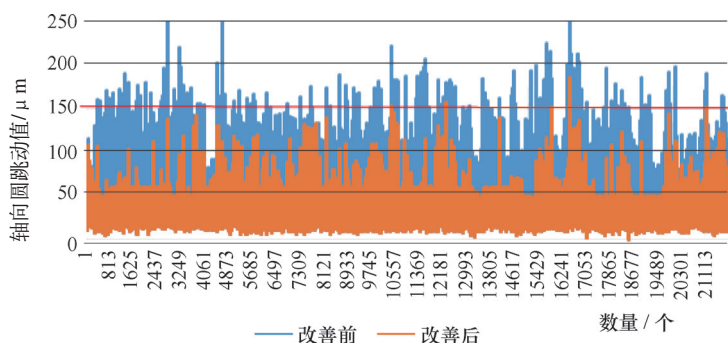


图5 热后变形情况统计

MW 20160219