

如何降低轴承热处理变形不合格率

大连职工大学瓦轴分校 (辽宁 116300) 白公民

我厂在 DRES90/800 仿制线加工的汽车圆锥轴承外圈热处理后出现变形件较多, 据 2010 年统计, 其平均变形不合格率为 22.69% (指因热处理变形需要进行整形方可移交下工序的工件占生产总工件数的比率)。不仅浪费人力物力, 还严重影响了产品的交货期。为此, 笔者利用半年的时间对该产品变形情况进行了调查和分析。

1. 原因分析

针对此产品变形问题, 笔者从人员、设备、原料、工艺和环境等 5 个方面进行了分析, 共找出 5 个末端因素: ①人员专业技能培训差。②设备维修不及时。③前工序质量影响, 车削加工来料尺寸散差大。④热处理工艺参数不合理。⑤淬火平台窜动频次不变。通过现场调查并对相关记录进行排查, 确认了以下要因。

(1) 车削加工质量的影响 笔者调查发现, 移到热处理工序的车削加工产品无人进行产品质量

再结晶阶段过渡, 织构发生变化, 材料各向异性降低。

与原始板材相比, 在 260℃ 退火时, 光学显微镜组织没有发生明显变化, 都为典型的纤维组织。说明当前只发生了回复, 材料内部的位错发生移动, 逐渐消失, 并没有发生再结晶。当退火温度提高到 270℃, 可以在组织中观察到一些晶界, 说明此时材料已经开始发生再结晶, 只是再结晶不够充分。而当退火温度提高到 280℃, 晶界明显, 再结晶比较充分。材料显微组织的变化导致材料性能的变化, 随着温度提高, 5A06 屈服比降低, 塑性提高。当退火温度从 280℃ 升高到 300℃, 再结晶组织没有明显变化, 材料的性能变化不大。

与原始板材相比, 在 260 ~ 300℃ 之间退火, 材料的性能发生明显的变化。退火后材料的强度降低, 伸长率提高。在 280℃ 以下, 随着退火温度的升高,

验收。从中进行抽查, 检测的 50 件产品机加工留量不均, 且有 6 件产品尺寸变形超出了工艺规定范围。

针对同一型号产品, 依据机加工的不同批次进行相同的热处理工艺试验, 发现变形不合格率有明显的差异, 最大相差 20% 以上。结果表明, 热处理前工序对变形有直接的影响。

(2) 热处理工艺参数不合理 在仿引进线加工部分产品时, 产品结构类型不同, 有的产品过早进入保温状态, 使产品保温时间相对延长, 在淬火过程中易发生变形。

(3) 淬火平台窜动频次不变 仿引进线加工任何产品均采用一种窜动频次, 使部分产品在淬火过程中无法改变冷却条件而发生较大变形。

2. 改进措施

对找到的 3 个要因, 笔者做了认真分析, 并制定了具体的实施对策, 如表 1 所示。

强度逐渐降低。继续提高退火温度, 强度变化不大, 伸长率一直随退火温度的升高而增加。

6. 结语

(1) 冲压成形件的材料与冲压开裂件的材料相比, 塑性高, 屈服比低, 拉深过程发生了再结晶。开裂件材料的极限拉深系数较大, 屈服比与塑性的配合不能达到现有工艺规程下的成形条件。

(2) 材料的屈服比和伸长率是影响拉深系数和冲压变形能力的主要因素, 这两个因素主要受材料退火温度的影响。

(3) 退火温度对 5A06 冷轧板材的组织 and 性能变化有着很大影响。当退火温度达到 280℃, 屈服强度降低到 162MPa, 屈服比降低到 0.47, 伸长率提高到 23.4%。280℃ 以上的退火可以满足冲压工艺对材料冲压性能的要求。MW (20120418)

表 1 降低变形不合格率的措施

要因	对策	措 施	目 标
车削加工质量	对车削加工产品实行批验收制	车间设立专人对车削加工产品尺寸进行抽查与控制；对产品尺寸及变形不合格的拒收	产品合格率达 98%
热处理工艺	调整汽车轴承产品工艺参数	对部分产品的一区、二区工艺温度适当下调；对部分产品的装盘量进行适当调整；对部分产品适当调整加热时间及节拍时间	减少汽车轴承产品的淬火变形
淬火平台窜动频次	确定淬火平台的窜动频次	通过试验确定变频器输入值与淬火平台的窜动频次的关系；确定汽车轴承不同结构产品的变频器的输入值及窜动频次	达到不同结构产品淬火时所需的窜动频次

3. 实施效果

(1) 车削加工质量 措施实施后，经对移送到热处理工序的轴承产品进行尺寸抽查，共抽查 5 个规格、100 件产品，合格率达 99%。

(2) 热处理工艺 采用新的热处理工艺后，经对仿引进线加工的轴承产品一周内的变形情况进行跟踪，结果显示，该产品的平均变形不合格率降到 8.3%，详情见表 2。

表 2 仿引进线加工圆锥轴承外圈的变形情况统计

项目时间	每天加工数 (件)	合格数量 (件)	变形数量 (件)	变形不合格率 (%)
周一	4896	4498	398	8.13
周二	3687	3296	391	10.60
周三	4298	3987	311	7.24
周四	5230	4841	389	7.44
周五	3264	2980	284	8.7
合计	21 375	19 602	1773	8.3

(3) 淬火平台的窜动频次 将淬火平台的窜动频次改为可调式后，经对轴承产品的变形情况进行 5 天跟踪，所加工的产品组织及硬度均达到工艺标准要求，产品的平均变形不合格率降到 7.95%，其变形情况详见表 3。

表 3 仿引进线加工圆锥轴承产外圈的变形情况统计

项目时间	每天加工数 (件)	合格数量 (件)	变形数量 (件)	变形不合格率 (%)
第一天	4298	3987	311	7.24
第二天	5230	4841	389	7.44
第三天	3264	2980	284	8.70
第四天	3965	3603	362	9.13
第五天	4653	4296	357	7.67
合计	21 410	19 707	1703	7.95

为验证所采取改进措施是否持续有效，我们对

仿引进线加工的圆锥轴承外圈的变形情况进行了 3 个月长期跟踪，结果如表 4 所示。

表 4 仿引进线加工圆锥轴承产外圈的变形情况统计

项目时间	加工数 (件)	合格数量 (件)	变形数量 (件)	变形不合格率 (%)
第一月	134 698	123 577	11 121	8.256
第二月	123 866	113 649	10 217	8.248
第三月	135 682	124 503	11 179	8.239
合计	394 246	370 929	32 517	8.248

4. 经济效益

(1) 节省产品整形工时费用 (年产量按 700 万件计算) 采取改进措施后，产品的变形不合格率降低了 14.442% ($22.69\% - 8.248\% = 14.442\%$)，每年减少变形产品 1 010 940 件，以每班次 (8h 计) 3 人整形产品 600 件计，可节省整形工时： $1010940 \div (600 \div 3 \div 8) = 40437.6$ (h)。热处理工时费用按 16 元/h 人计算，则每年可节约工时费用为： $40437.6 \times 16 = 647001.6$ (元)

(2) 无形效益 减小汽车轴承产品的变形不合格率，不仅减轻了整形工人的劳动强度，而且还提高了产品的内在质量，同时保证了产品的交货期，为我厂占领汽车轴承的销售市场赢得了时间和信誉。

5. 巩固措施

为进一步巩固已取得的成果，笔者将有效措施进行了标准化，见表 5。

表 5

序号	有效措施	标准化
1	对车削加工产品实施验收制	纳入在制品管理考核办法
2	确定汽车轴承产品工艺参数	纳入热处理工艺标准
3	确定淬火平台的窜动频次	纳入热处理工艺标准

MW (20120421)