

轴承套圈磨削变形的原因分析

■ 尤蕾蕾, 赵丹, 端木培兰

摘要: 通过硬度检测、金相分析、回火稳定性检查等手段, 得出磨削变形的主要因素, 并详细阐述磨削烧伤的产生原因及避免措施, 对轴承的实际生产具有指导意义。

产品质量是企业实现经济效益的前提, 轴承零件的质量控制在整个机械行业是最为严格的。轴承零件在生产中, 经常因为发生严重变形而导致报废, 这种情况给公司带来很大的麻烦和巨大经济损失。我公司4500件HM518410/01在粗磨滚道时, 外径发生严重椭圆变形, 针对这一严重问题, 必须彻底分析出该变形的主要原因, 以便能找到有效的解决措施, 避免巨大的经济损失。

1. 理化检验

(1) 变形检测 从4500件零件中随机抽取100件套圈进行直径变动量检测, 比例见表1, 由表1可以看出套圈两端变形较为一致, 变形量大多在0.15~0.20mm之间。

(2) 硬度检测 随机抽取6件套圈, 检测其端面硬度, 检测值见表2。从表2可以看出, 每件套圈端面均有硬度低值点, 最低硬度达44.5HRC。

(3) 烧伤检测 随机抽取30

件套圈用4%硝酸酒精腐蚀滚道和端面, 均有烧伤。见图1、图2。端面比滚道烧伤严重, 且出现二次淬火烧伤。

取1件酸洗过的零件进行解剖分析, 取样位置在磨削烧伤处, 见图3。经测量烧伤层约1.4mm, 形状见图4。制取金相试样, 50倍和500倍下的烧伤情况分别见图5和图6。从图5、图6可以看出试样有严重的二次淬火区和高温回火区。

(4) 回火稳定性检测 从端



图1 滚道酸洗后烧伤图片

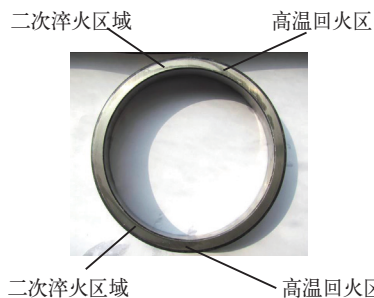


图2 端面酸洗后烧伤图片

表1 套圈端面的变形量及所占比例

变形量/mm		≤0.10	0.10~0.15	0.15~0.20	0.20~0.25
比例 (%)	大端	2	18	55	25
	小端	2	20	53	25

表2 端面硬度检测值

编号	端面硬度HRC				
1	61.3	62.3	47.5	61.2	55
2	53.2	51.5	61.5	62.5	61
3	62	45	51.5	63	62
4	46	58	64	45.5	44.5
5	63	53	62	62	61.5
6	62.5	53	62.5	51.5	62
技术要求	58~64HRC				

面检测的硬度数据（见表2）可以看出，同一零件表面硬度差过大，无法用整个套圈进行回火稳定性试验，只有切样后进行回火稳定性测试，随机挑选3件套圈进行线切割，所取试样见图7。

在原热处理生产线（辊底炉盐浴淬火生产线）上回火，执行原回火工艺： $170^{\circ}\text{C} \times 4\text{h}$ 。回火后在原硬度点附近进行硬度测试，其测试结果见表3。依据标准《JB/T 1255—2014滚动轴承高碳铬轴承钢零件 热处理技术条件》，回火前后硬度差不大于1HRC时回火稳定性合格，从表3数据可以看出：该批产品热处理回火稳定性合格。

(5) 金相组织检测 制取金相试样，按标准《JB/T 1255—2014滚动轴承高碳铬轴承钢零件 热处理技术条件》进行评级，该零件的金相组织为马氏体3级，热处理质量合格。回火组织见图8。

2. 分析及讨论

(1) 从图1～图6可以看出，套圈磨削过程中烧伤严重，磨削烧伤的产生是由于零件磨削时，磨削面受到砂轮的摩擦力、切削力等磨削力的作用，使零件表面产生塑性变形，同时产生大量的磨削热，磨削热会使磨削区域的局部瞬时温度高达 1000°C 以上，如此大量的磨削热如不能及时被切削液带走，会使磨削表面层的组织发生变化，即形成表面变质层。当磨削热所造成的工件表面温度低于轴承钢的相变点时，表面变质层为高温回火组织，经冷酸洗后呈暗黑色，见图

2、图5，并且该处的硬度有所降低，形成高温回火烧伤。当工件表面温度高于相变点，则该处的表层组织由原来的回火马氏体转变为奥氏体，然后由于切削液的急冷作用发生二次淬火，得到淬火马氏体组织^[1]，形成二次淬火烧伤，见图2、图5中的灰白色区域。

(2) 表1可以看出，套圈变

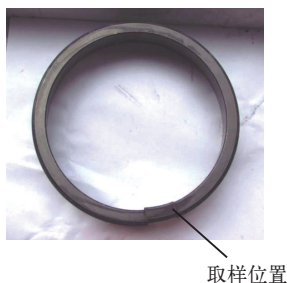


图3 烧伤试样取样位置

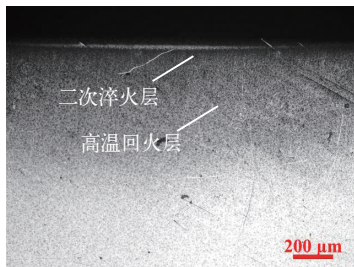


图5 低倍烧伤形貌 (50×)



图7 回火稳定性试样

形较大，套圈两端变形较为一致，变形量大多在 $0.15 \sim 0.20\text{mm}$ 之间。这是因为在磨削过程中，套圈表面层在切削力和切削热的作用下，也会产生不同程度的塑性变形及金属组织变化所引起的体积变化，使工件表面层产生内应力。再次加工后，内应力重新分布，产生变形^[2]。

(3) 从表2显示，套圈端面

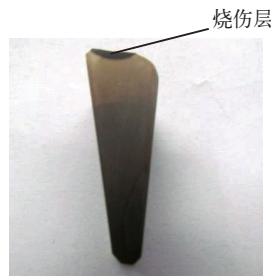


图4 磨削烧伤垂直剖面图

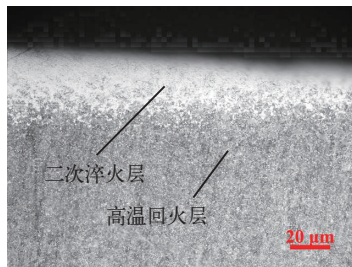


图6 高倍烧伤形貌 (500×)

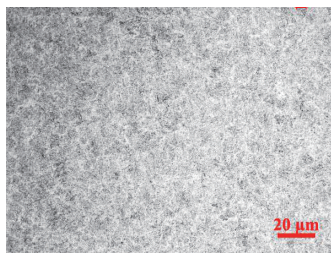


图8 零件的回火组织 (500×)

表3 回火稳定性检测结果 (HRC)

编号	测量点	原硬度	二次回火硬度	硬度差值
1	大端	62	61	1
	小端	62	61	1
2	大端	63	62	1
	小端	62.5	61.5	1
3	大端	61.5	61.5	0
	小端	62.5	61.5	1

GCr15钢轴承圈压开断口检测与分析

■ 金林奎, 付斌

摘要: 阐述了GCr15钢轴承圈产品, 经压断机压开的断口表现形态。宏观观察, 有些断口呈平直的细瓷状, 有些呈凹凸不平的脆性沿晶断口。呈现脆性断口的原因, 是由于工件在热加工锻造过程中加热温度过高, 材料中低熔点夹杂物熔融为孔洞的晶间熔洞组织。该缺陷组织显著降低材料的强度, 增加组织脆性。轴承圈内壁处较严重的表面脱碳层, 进一步降低工件强度及耐磨性。

1. 状态说明

GCr15钢轴承圈经过热加工锻造后球化退火处理, 最终热处理为淬火回火处理, 以便提高工件强度和表面耐磨性。外圆及内孔经过磨削加工, 然后在63kN的压断机上压成两半后使用。正常加工的产品, 压开后应该为较为平整的断口。图1上部为轴承厂家提供的轴承圈样品, 压开断口为

平直边缘。图1下部为公司自行处理的轴承圈产品, 压开处为凹凸不平的断口。左下角轴承圈内壁表层为开裂的起始部位, 裂纹源明显可见多源台阶, 并呈脆性放射状向右上角扩展至外表层处断裂。外表层处有倾斜的细瓷状终断区剪切唇。

距轴承圈高度中心, 垂直于断面线切割截取样块。镶嵌件的

上部为轴承厂家的压断件, 右侧为压开的断口, 断口较为平整,



图1 压开断口件(实物)

硬度值偏差较大, 硬度值最高为64HRC, 最低为44.5HRC, 套圈局部硬度低为磨削烧伤造成。此外, 表3中的回火稳定性检测结果说明, 热处理后的大部分残余应力已经消除, 不足以造成后工序磨削过程产生大量的变形。

3. 结论及改进措施

(1) 该轴承零件的变形是由于磨加工时严重的磨削烧伤(高温回火烧伤+二次淬火烧伤)引起的。

(2) 磨削加工时要避免磨削烧伤, 可从以下方面进行考虑: 砂轮的合理选用和修整; 确保切削液喷到磨削区, 加大切削液流量, 提高切削液压力; 适当减小磨削深度, 降低进给量; 尽可能减少磨削余量等^[3]。

参考文献

- [1] 顾立. 轴承的材料及热处理对套圈磨削裂纹的影响[J]. 热处理, 2003, 18 (3): 51-52.
- [2] 顾立. 残余应力对轴承套圈

磨削变形的影响[J]. 理化检验-物理分册, 2006, 42 (9): 447-449.

- [3] 彭瑜华, 张敏, 王伟晓. 滚轮磨削裂纹的产生机理及改进措施[J]. 金属热处理, 2014 (4): 145-147.

作者简介: 尤蕾蕾、赵丹、端木培兰, 洛阳LYC轴承有限公司、航空精密轴承国家重点实验室。

MW 20160219