

圆盘剪失效分析

安徽泰尔重工股份有限公司 (马鞍山 243000) 杨晓红 马继堂

H13 (4Cr5MoSiV1) 钢是一种强韧性兼备的热作模具钢, 广泛应用于冶金行业的剪切设备。5H13 钢是在 H13 钢基础上, 将其碳含量 (质量分数) 提高至 0.5% 左右。我公司为某钢厂冷轧薄板线制造的 5H13 钢圆盘剪, 出现崩刃而早期失效, 而进口的相同规格圆盘剪使用正常。为此, 从两种圆盘剪上进行取样分析, 找出了 5H13 圆盘剪早期失效的原因。

5H13 圆盘剪在外圆刃口部位有一椭圆形崩口, 崩刃刃口外形呈贝壳状, 沿圆周约长 14mm、宽 4mm、深 1.5mm, 如图 1 所示。断面呈黑灰色, 无金属光泽, 有明显的沙滩状疲劳扩展纹。

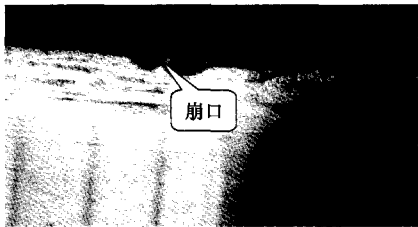


图 1 5H13 圆盘剪刀口崩刃形貌

在圆盘剪的外圆刃口处取样, 如图 2 所示。我公司圆盘剪试样编号为 1#, 进口的圆盘剪试样编号为 2#。采用光谱仪、金相显微镜、洛氏硬度计对试样进行了化学成分、金相组织和硬度分析。

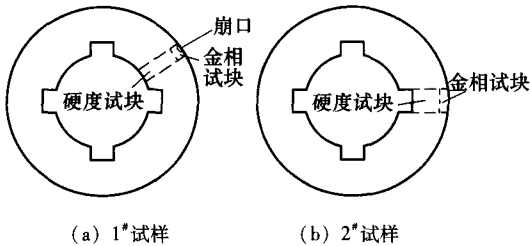


图 2 圆盘剪取样

1. 化学成分分析

采用 PMI—MASTER PRO 光谱仪对 1# 和 2# 试样进行分析, 化学成分如附表所示。1# 试样的 S 元素含量比 2# 试样的高, 2# 试样 Mo 含量较高。从合金化设

计的研究看, 低 Si、高 Mo 的合金化设计, 且严格控制 S、P 含量, 既能保持此材料良好的热强性, 又可以提高冲击韧度。

试样的化学成分 (质量分数) (%)

编号	C	Si	Mn	P	S
1	0.515	0.950	0.322	0.021	0.009
2	0.447	0.950	0.430	0.019	0.004

编号	Cr	Mo	W	V	—
1	4.515	1.082	0.148	0.760	—
2	4.350	1.527	0.055	0.459	—

2. 金相组织分析及讨论

采用 4% 的硝酸酒精腐蚀 1#、2# 金相试样, 使用倒置金相显微镜在 100 倍和 400 倍下进行组织观察。1# 试样在 100 倍时, 呈现暗区和亮区相交叉, 有不均匀的带状偏析组织, 400 倍时, 组织仍见不太明显的暗、亮区域; 2# 试样在 100 倍和 400 倍时, 组织都非常均匀, 为均匀分布的隐晶状回火马氏体 + 细小碳化物组织。

国产的 H13 钢普遍存在碳化物带状偏析现象, 是由碳及合金元素沿锻轧方向的偏析所引起的。通常的钢液在冷却凝固过程中以树枝晶的方式长大, 在不同时期表面和心部冷却速度的差别, 造成晶内和枝晶间的化学成分、组织不均匀, 心部组织晶粒粗大。碳化物分布越不均匀, 带状组织越严重, 这种带状组织淬火 + 回火后在带之间会产生应力集中, 造成在使用过程中冲击韧度、塑性和断裂韧度的降低, 碳化物集聚区域最易成为疲劳裂纹源。因此, 在锻造前进行均匀化退火, 消除碳化偏析, 减轻带状组织, 为后面的等温球化退火做良好的组织准备, 以提高热处理后的冲击韧度。

3. 硬度检测

采用台式洛氏硬度计对 1#、2# 试样进行了硬度检

连杆的喷丸强化工艺试验

陕西柴油机重工有限公司 (兴平 713105) 张晓云 刘建朋

内燃机工作时连杆承受来自气缸内作用于活塞上的气体压力及活塞连杆组的惯性力,其大小与方向随曲轴转角呈周期变化。连杆在整个循环中时而受压、时而受拉,在工作中承受着剧烈变化的动载荷,因此要求具有足够的刚度、疲劳强度和冲击韧度,我公司采用喷丸强化工艺提高其疲劳强度。

连杆的制造工艺为:锻造→正火→调质→机械加工→喷丸→精加工。

1. 喷丸工艺

(1) 喷丸部位 如图1所示。

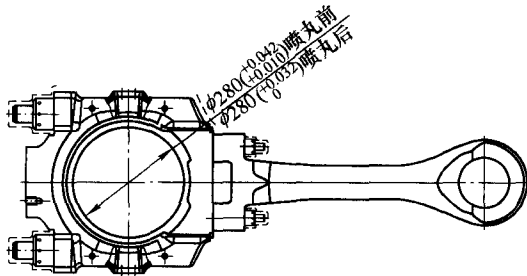


图1 连杆喷丸部位

(2) 技术要求 喷丸强度 0.254 ~ 0.305mmA, 覆盖率≥100%。

(3) 设备和工艺 通过测试大端孔喷丸强化饱和曲线,如图2所示,确定了最佳循环次数,连杆喷丸强化工艺所用设备及工艺参数见表1。

测。1[#]试样的硬度在 59 ~ 60HRC, 2[#]试样的硬度在 57.5 ~ 58HRC, 而图样硬度要求为 54 ~ 58HRC, 1[#]试样硬度偏高。

4. 结语

组织中带状偏析严重,同时硬度偏高,是造成 5H13 圆盘剪早期失效的原因。MW (20120322)

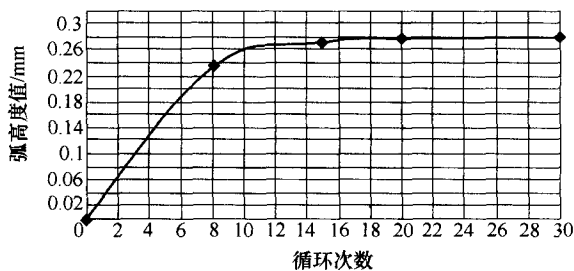


图2 连杆大端孔喷丸强化饱和曲线

表1 喷丸强化工艺

工作压力 /MPa	喷枪数 /个	喷枪角度 (°)	喷枪升降频率 /Hz	喷枪升程 /mm	喷距 /mm
0.48 ~ 0.55	1	45	10	200	400
循环数 /次	台车转速 /r · min ⁻¹	流量 /kg · min ⁻¹	铸钢丸 型号	钢丸硬度 HRC	Almen 试片
18	10	20	S230	50 ~ 55	A 型

2. 试验结果

采用 X 射线法对连杆内孔进行残留应力测试,方向为周向,测试部位经过饱和氯化钠水溶液电解剥层处理,剥层深度约 30μm,结果如表2所示。

表2 喷丸前后残留应力

编号	喷丸前残留应力/MPa	喷丸后残留应力/MPa
1	+183	-543
2	+197	-546
3	+190	-551
4	+201	-549

注:“+”代表拉应力,“-”代表压应力

3. 结语

喷丸强度随喷丸循环次数的增加逐渐提高,当达到饱和点时,在一倍于饱和点的循环次数下,喷丸强度增量不超过饱和点处弧高值的 10%。

喷丸后零件的内孔在直径方向收缩 0.01mm,因此,喷丸前必须将内孔加大 0.01mm。喷丸后零件表面的表面粗糙度降低一级,但不影响其使用性能。

MW (20120304)