

盘形弹簧热处理裂纹宏观形貌分析

产品名称	盘形弹簧热处理裂纹宏观形貌分析
公司名称	广分检测技术（苏州）有限公司
价格	.00/件
规格参数	
公司地址	江苏省昆山市陆家镇星圃路12号智汇新城B区7栋
联系电话	13545270223

产品详情

本次试验件为，盘形弹簧，材料为50CrV，绕制成型后热处理，表面为磷化处理。在安装时发生断裂，断裂发生在折弯角处，折弯角处断掉一截。

试验过程与结果

取一件完好件和断裂件一起进行分析，盘簧完好件如图14-1；断裂件如图14-2；断裂位置为图中的圆圈处。

图14-1 完好弹簧形貌

图14-2 断裂弹簧形貌

扫描电镜断口观察，断面凹凸不平，颜色呈深灰色，中心部位可见少量放射花样。

弹簧断口的低倍形貌，见图14-3，图中的A区为断裂起始区，B区为扩展区，C区为*终断裂区。

图14-3 断口宏观形貌

在扫描电镜下观察断口微观形貌，起始区（A区）的微观形貌为主要以韧窝形貌为主，发现非金属夹杂（图中圆圈处），见图14-4。

扩展区（B区）的微观形貌以解理为主，伴有少量韧窝形貌，有明显的非金属夹杂（图中圆圈处），见图14-5、图14-6。

*后断裂区（C区）的微观形貌为韧窝形貌，见图14-7。

图14-4 A区微观形貌

图14-5 B区微观形貌

图14-6 B区微观放大形貌

图14-7 C区微观形貌

金相检查：

沿断口纵向截取金相试样做流线检查，流线显示正常，但断裂处直径明显变小，有塑性变形，反映了弯曲成形局部变形大，见图14-8。

图14-8 弹簧金属流线

沿断口纵向截取金相试样，检查结果，组织为细珠光体+铁素体，并有变形组织特征，见图14-9。

图14-9 弹簧显微组织

对盘簧进行化学成分检查，成分检查结果符合50CrV的成分要求。

对盘簧进行硬度检查，检查结果:盘簧表面表层硬290 ~ 310HV0.3;心部硬度261 ~ 275HV10

分析与讨论

盘簧的化学成分符合要求，但盘簧的金相组织、硬度不符合盘簧的技术要求。

这种盘簧加工工艺一般是采用球化退火的原材料，加工成形，然后淬火、回火，硬度在HRC43-46，回火组织为屈氏体组织。

该批盘簧在扫描电镜下观察断口微观形貌，主要以韧窝形貌为主，金相试样检查结果，组织为细珠光体+铁素体，组织不符合盘簧加工工艺要求，组织检查发现盘簧还保留了变形组织特征，以上检查结果说明该故障盘簧没有进行淬火处理。可能直接用冷拉丝材绕制成形后没有淬火，热处理时只进行了定型回火（进行定型回火后保证了每个盘簧的尺寸），所以，盘簧的金相组织不是屈氏体组织，而是原材料的珠光体+铁素体，同时保留了原材料的冷拉组织特征。

另外，扫描电镜下观察发现，盘簧有非金属夹杂；金相试样检查，流线显示正常，但断裂处直径明显变小，有塑性变形，反映了弯曲成形局部变形大，该处存在较大内应力，因为变形量大，直接变形会造成大局部应力、生成棱边微裂纹。

断口分析的结果，表明弹簧的断裂起始位置微观形貌以韧窝形貌为主，整个断口表现为过载或弹簧强度不够引起的韧性断裂。

弹簧弯曲时，弹簧弯曲外表面受的拉应力*大，而弯曲外表面的拉应力大小和弯曲半径、弯曲角度有关，弯曲半径越小，弯曲角度越大，则弯曲外表面所受的拉应力越大。该弹簧弯曲断裂处直径明显变小，说明弯曲变形过大。弹簧弯曲变形大，造成弯曲处的直径明显变小，使该处存在较大内应力。弹簧成型后要进行淬火、回火，消除内应力，使硬度和组织满足工艺技术要求。如果热处理后弹簧进行了钳修，要及时去应力回火，消除变形应力。

通过检测证明，该批弹簧的制造工艺存在问题，没有进行热处理的淬火处理，弹簧的强度不够，弯曲处的组织应力，变形应力没有消除，存在较大的残余应力；另外，该批弹簧还存在较明显的非金属夹杂，

非金属夹杂物的存在，也降低了弹簧的综合性能。该批弹簧不能满足安装要求，在安装时，由于安装应力超过弹簧的强度极限，在应力集中的弯曲处弹簧过载断裂。

结论与启示

(1) 该批弹簧的制造存在工艺问题，弹簧断裂的主要原因是成型后没有进行淬火处理，造成弹簧的强度低，不能满足安装要求，在安装时弹簧过载断裂。

(2) 造成弹簧断裂的原因还有很多，除弹簧的强度低外，弹簧还存在较明显的非金属夹杂物，弯曲处存在较大的残余应力，弹簧的综合性能低等，有安装应力作用下，在弯曲处的应力集中位置过载断裂。

(3) 该类弹簧应进行淬火、回火处理，对制造工艺进行检查，热处理工艺是否漏了淬火工艺？热处理操作过程中漏了淬火工序？

(4) 在今后的弹簧加工过程中，对原材料进行检查；成型后进行淬火、回火处理，对弯曲处钳修后要要进行去应力回火；增加硬度和组织检查。