

螺栓失效成分检测 断口失效成分检测

产品名称	螺栓失效成分检测 断口失效成分检测
公司名称	广州国检检测有限公司技术服务
价格	.00/个
规格参数	
公司地址	广州市番禺区南村镇新基村新基大道东1号（2号厂房）1楼自编102房
联系电话	020-66624679 15918506719

产品详情

通过宏观形貌分析、扫描电镜及能谱分析、金相组织检测、力学性能检测、化学成分检测对六角螺栓断裂原因进行分析。结果表明，失效螺栓的化学成分、表心硬度、显微组织、晶粒度等指标均无异常。断口宏观形貌显示，约二分之一断面区域呈现黑色。经能谱扫描表明，黑色区域氧化严重，该区域可能经历过高温氧化。断口微观可见明显的沿晶断裂形貌，晶粒粗大。结合螺栓制造工艺，推断红打工序加热炉存在“跑温”情况导致样品发生过烧。因此，判断螺栓失效模式为过烧引起的过载断裂。

某型号的动车转向架部位的六角头螺栓在装配过程中发生断裂，设计安装扭矩为80N.m，安装时螺纹部位涂抹润滑油。该批次螺栓材质为35CRMO，规格为M12*110，性能等级为10.9级。螺栓制造工艺为：断料—粗加工—红打—抛丸—热处理—机械性能检测—CNC精加工—滚丝—100%探伤—表面处理。

1六角头螺栓断裂失效分析

1.1化学成分分析

采用直读光谱仪对送检螺栓进行化学成分分析，结果表明1所示符合GB/T3077-2015标准中关于35CRMO钢的规定。

1.2宏观分析

图1所示为送检试验宏观形貌，可见断裂发生于靠近头部一侧的光杆处，断口附近未发现明显的塑性变形，断口左侧约二分之一断面面积的区域呈黑色（箭头所示）。将断口分为A、B、C、D4个区域进一步描述。

1.3扫描电镜及能谱分析

图2所示为失效螺栓断口低倍形貌，可见断面粗糙，无明显塑性变形，断口左侧约为二分之一断面面积的区域呈黑色（箭头所示）。将断口分为A BCD4个区域进一步描述。

A区微观形貌分析图3所示。图3(a)、图3(b)为A区微观形貌，断面存在明显的覆盖物，隐约可见沿晶形貌，晶粒粗大。图3(C)为A区能谱分析结果，可见覆盖物主要成分为铁的氧化物。图4、图5分别为B、C两区微观形貌分析。可见明显的沿晶形貌，晶粒粗大，晶面存在少量微孔，晶界已经变宽，出现熔融的特征，评价晶粒直径约为0.15MM。图6所示为D区微观形貌，可见明显的韧窝形貌。

1.4金相组织分析

对纵向拨开断裂残件进行金相观察，断面黑色区域纵截面抛光态形貌图7所示，可见黑色区域断面走势蜿蜒，存在明显的氧化层，断面附近可见明显的沿晶裂纹，裂纹内部填充氧化物。

采用4%硝酸酒精溶液对抛光态试样进行腐蚀并观察，图8所示为黑色区域面附近金相组织，可见分支裂纹两侧存在轻微脱碳现象。

图9所示为失效螺栓心部显微组织，为均匀的回火索氏组织。

图10所示为失效螺栓晶粒度形态，根据GB/T6394—2017标准判定为10级。因此判定失效螺栓调质热处理过程无异常。

采用饱和**溶液对抛光态试样进行腐蚀并观察，图11所示为黑色断面附近金相组织，可见螺栓原始组织（调质热处理前）晶粒粗大，直径为0.10MM-0.15MM，与断面晶粒直径基本吻合，分支裂纹沿原始组织晶界扩展。

对失效螺栓与完好螺栓分别进行表心硬度检测，结果表2所示，表心硬度均符合ISO898-1:2013标准中关于10.9级螺栓的规定。

选取一件完好的螺栓进行负载试验，斜垫角度为10度，当拉力值到达97.3KN时，螺栓断裂于未旋合螺纹部位，经计算的螺栓抗拉强度为1155MPa，符合ISO898-1；2013标准规定（不小于1040MPa）。

2综合分析

检测结果表明，断面二分之一面积的区域呈黑色，氧化严重，同时黑色断面附近存在明显的分支裂纹，裂纹两侧存在脱碳现象，说明该黑色断面而形成于调质热处理前。另外二分之一断面面积的区域可见明显的沿晶形貌，晶界加粗，晶粒粗大，晶面存在少量微孔，出现过烧特征。能谱扫描未发现氧化现象，该区域为装配过程中的瞬间区。失效螺栓化学成分，表心硬度、显微组织、晶粒度等指标未发现异常，终调质热处理过程正常。黑山断面附近原始组织晶粒粗大，与断面晶粒尺寸吻合，说明终调质热处理前该区域存在过烧现象。送检螺栓头部为红打成型，有理由推断红打工序加热炉可能存在“跑温”情况，导致个别螺栓发生过烧。在较高温度下，S、P等低熔点物质首先在晶界点发生偏聚，降低晶界熔点，晶界发生氧化和熔化，形成沿晶过烧裂纹，削弱了晶界位置的强度，造成螺栓承载能力的下降。因此判断送检螺栓失效模式为过烧引起的过载断裂。