

螺钉氢脆断裂失效分析，盐雾试验评级标准

产品名称	螺钉氢脆断裂失效分析，盐雾试验评级标准
公司名称	无锡万博检测科技有限公司
价格	100.00/件
规格参数	
公司地址	无锡市经开区太湖湾信息技术产业园16楼
联系电话	13083509927 18115771803

产品详情

螺钉氢脆断裂失效分析，盐雾试验评级标准

发动机喷管螺钉氢脆断裂

某固体火箭发动机燃烧室壳体进行水压爆破实验，在加压至11.8MPa时（设计要求爆破破坏压强不得小于24.1MPa），燃烧室壳体后封头端试验堵盖处发生泄漏并泄压，从第 象限至第 象限的第3、第4、第5颗喷管固定螺钉头部断裂飞出。螺钉材料为30CrMnSiNi2A超高强度钢。

螺钉均断裂于扣螺纹处，断口的宏观特征基本相同，呈暗灰色，断口平齐，断面可见放射棱线，由棱线可知断裂从退刀槽呈线性起源，见图1。断口上存在两个明显不同的区域：

区呈结晶颗粒状，区呈纤维状。上区（源区）微观呈沿晶形貌，晶粒轮廓鲜明，晶界面上布满了细小条状的撕裂棱线，可见“鸡爪状”形貌和二次裂纹，见图2。

区呈韧窝断裂特征。

材质检查表明，螺钉的显微组织均为回火马氏体、下贝氏体及少量的残余奥氏体，组织正常。螺钉的硬度值均为49HRC左右，在设计要求的4850.3HRC范围内；换算后的抗拉强度约为1690MPa，符合=1666MPa±98MPa的设计要求。氢含量测试结果显示，螺钉基体的氢含量质量分数均小于0.0001%。

失效分析结果表明，螺钉的断裂性质为氢脆断裂。

按照工程经验，质量分数小于0.0001%的氢含量并不易导致30CrMnSiNi2A螺钉发生氢致脆性断裂。螺钉硬度换算所得的抗拉强度为1690MPa左右，符合 $b=1666\text{MPa} \pm 98\text{MPa}$ 的设计要求。然而，螺钉材料的初始设计强度 $b=1500\text{MPa} \pm 98\text{MPa}$ ，按淬火+回火的热处理制度，回火温度应在360 ° C左右，恰处在该材料的回火脆温度区间（350-550C）。为避免回火脆，设计部门将设计强度改为 $b=1666\text{MPa} \pm 98\text{MPa}$ ，采用的热处理制度：90910 ，油淬，300C ± 30 ° C，回火。

热处理后螺钉的强度达到了设计要求，但在使用过程中发生了氢脆断裂失效。

为查找断裂的真正原因，螺钉材料的设计强度改回初始值 $b=1500\text{MPa} \pm 98\text{MPa}$ ，为此用等温淬火代替淬火+回火工艺，即890-910C加热，310-330C保温1h，空冷。

采用该工艺后，材料的强度在 $b=1500\text{MPa} \pm 98\text{MPa}$ 的范围内。

采取上述改进措施后，螺钉的氢脆断裂得到了有效预防。由此表明，螺钉的断裂原因主要是由于螺钉材料的抗拉强度偏高，增大了螺钉的氢脆敏感性。