

某锻件试样表面缺陷分析及预防措施

Analysis and Preventive Actions for Surface Defect of Forging Piece

中国人民解放军驻陕飞公司军事代表室 周亮 李鹏 王晓平

[摘要] 某型飞机起落架 300M 钢锻件入厂复验时发现存在低倍缺陷。本文对低倍缺陷特征进行了分析,并通过试验验证,确定了缺陷形成的原因,并采取了有效的预防措施。

关键词: 低倍缺陷 电解腐蚀 毛刺

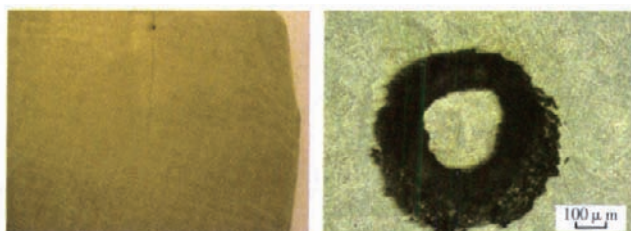
[ABSTRACT] A micro defect is found during incoming reinspection on a 300M forging piece for one aircraft landing gear. The features of the micro defect are analyzed in this article. The root cause is found through testing, and the effective preventive actions are taken.

Keywords: Micro defect Electrolytic corrosion Burr

原材料在入厂复验时,由于不同的检验手段、方法、设备和操作人员技能等因素的影响,得出的结果会有所差异。有合格材料判定为不合格的,有不合格材料判定为合格的。本文是对一起合格材料判定为不合格的典型案例分析。

1 问题简述

某厂对某型飞机前起落架锻件(炉批号为 6H200273/母 230166,材料为 300M 钢)进行入厂复验时发现低倍试样有浅沟状和枣形的坑状缺陷(见图 1)。经某材料研究院进一步鉴定认为低倍试样的缺陷由 2 部分组成:(1)沿坑上下的浅沟状缺陷,宽约 1mm,长约 53mm;(2)枣形的坑状缺陷,坑内有直径约 0.5mm 的针,坑长约 3mm,宽约 1mm,深约 1.5mm,坑的缺陷放大图见图 1(b)。低倍试样缺陷处及其周围未发现成份、组织、



(a) 浅沟状和枣形坑状缺陷 (b) 坑状缺陷放大图

图1 有沟和坑的缺陷

Fig.1 Defect with groove and pit

性能异常。

2 原因分析

2.1 扫描电镜观察及能谱分析

采用 FEI Quanta600 扫描电镜(SEM)和 Oxford IE350 能谱对试样坑内、针及基体进行能谱分析。分析结果表明,坑内的成分、针的成分与基体的成分无差别。表 1 为典型位置测试值。

表1 坑内能谱分析结果 %

元素	质量分数	原子数分数
Si K	1.65	3.24
V K	0.21	0.23
Cr K	1.20	1.27
Mn K	0.82	0.82
Fe K	93.76	92.42
Ni K	1.83	1.72
Mo L	0.52	0.30
总量	100.00	100.00

试样上的坑如果是由于非金属夹杂(渣)在被低倍腐蚀后形成的,则坑内应有非金属夹杂(渣)的残存。但大量的电镜观察、能谱分析及硬度试验未发现夹杂物及成份异常。因此,坑状缺陷由非金属夹杂(渣)引起的可能性很小。

2.2 显微组织分析

将试样表面磨掉约 0.5mm 的厚度,抛光后用 4% 的硝酸酒精腐蚀,进行光学组织观察,发现针的组织与周围基体无差别,针与基体之间有几十微米的缝隙。对试样表面继续(稍微倾斜)磨掉 0.3mm 的厚度,抛光后用 4% 的硝酸酒精腐蚀,经光学组织观察发现,针与周围基体间的缝隙变窄,而且有一部分缝隙已经消失,针与基体连在一起(见图 2)。

2.3 显微硬度分析

从针开始由内向外测试显微硬度,硬度测试点位置如图 2 所示,硬度值无差别。

2.4 原材料制造工艺分析

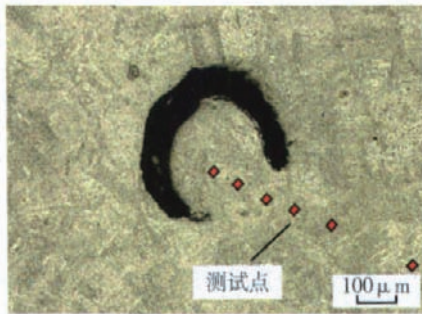


图2 显微组织观察
Fig.2 Microstructure observation

原材料在制造过程中,在钢锭结晶后,如果在该处存在孔隙,孔隙内存在柱状凸起,在钢锭的开坯锻造和后来的锻件成型过程中,孔隙处受到垂直于流线方向的挤压力,根据变形方向关系,孔隙在挤压力的作用下应被拉长,变成以流线方向为长方向的扁形缺陷,而不是图1所示的圆形缺陷。从锻造变形方向关系判断得出初步结论:该缺陷与原材料和热处理工艺过程无关,该缺陷可能是在低倍试验过程中形成的。

2.5 试验验证分析

GB226-77 低倍试样腐蚀方式有3种:热酸腐蚀、电解腐蚀、冷酸腐蚀。该厂理化实验室采用热酸腐蚀和电解腐蚀2种方法。为准确定位缺陷发生的原因,对上述分析结论进行验证。

由于缺陷的发生存在偶然性,缺陷复现具有较大的困难,根据试验要求及试验过程中可能会对试样产生影响的因素制定了8个详细的工艺方案。当进行到第7种方案时出现了类似的线状缺陷,对第7种方案进一步进行完善,最终将试验方案确定为:采用电解腐蚀方法,电流为100~120A,腐蚀时间60min,试样放置如图3所示,模拟腐蚀过程中试样A意外倒下,并且正好搭靠在B试样的被检查面上。A试样加工时留有毛刺,腐蚀时将有毛刺的边缘搭靠在B试样被检查面上。第7种方案反复进行到第4次时,B试样被检查表面出现一条

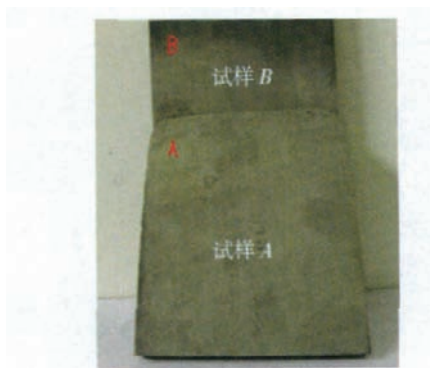


图3 试样放置图
Fig.3 Placing demonstration of specimen

长约38mm的沟状缺陷,并且在沟状缺陷上有一个直径约0.5mm的坑。该低倍缺陷与原始低倍缺陷极为相似。缺陷图见图4。

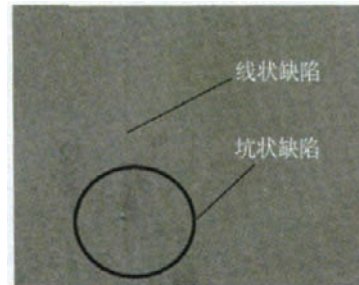


图4 复现的缺陷图
Fig.4 Reproduced defect

2.6 试样制备过程分析

通过分析和试验验证,发现试样在制备过程易出现以下几种情况:

(1) 试样机械加工后,棱边毛刺未彻底清除;

(2) 多件试样同时腐蚀时,由于电解槽内腐蚀液深,看不见底部,试样在放置时,无法控制试样与试样之间的距离和状态;

(3) 腐蚀过程中,由于电解反应产生大量气泡,腐蚀液自下向上的流动翻滚(见图5),再加上试样底部可能不是很平整,试样有可能在液体流动的作用下倾倒。



图5 翻滚的腐蚀液
Fig.5 Rolling corrosion liquid

3 结论

在试样制备过程中,试样边缘易存在毛刺;多件试样同时腐蚀时,由于电解槽内腐蚀液深,看不见底部,试样在放置时,无法控制试样与试样之间的距离和状态;同时,腐蚀过程中,由于电解反应产生大量气泡,腐蚀液自下向上流动翻滚会对试件的放置稳定性产生影响;加之,试样底部不是很平整。这几种情况有可能导致试样在液体流动的作用下倾倒,有局部凸起的毛刺楞边与试样检查面接触(如图4所示放置),接触部位不存在放电作用,接触点会相互抑制腐蚀,形成凸点;未接触部位

(下转第94页)

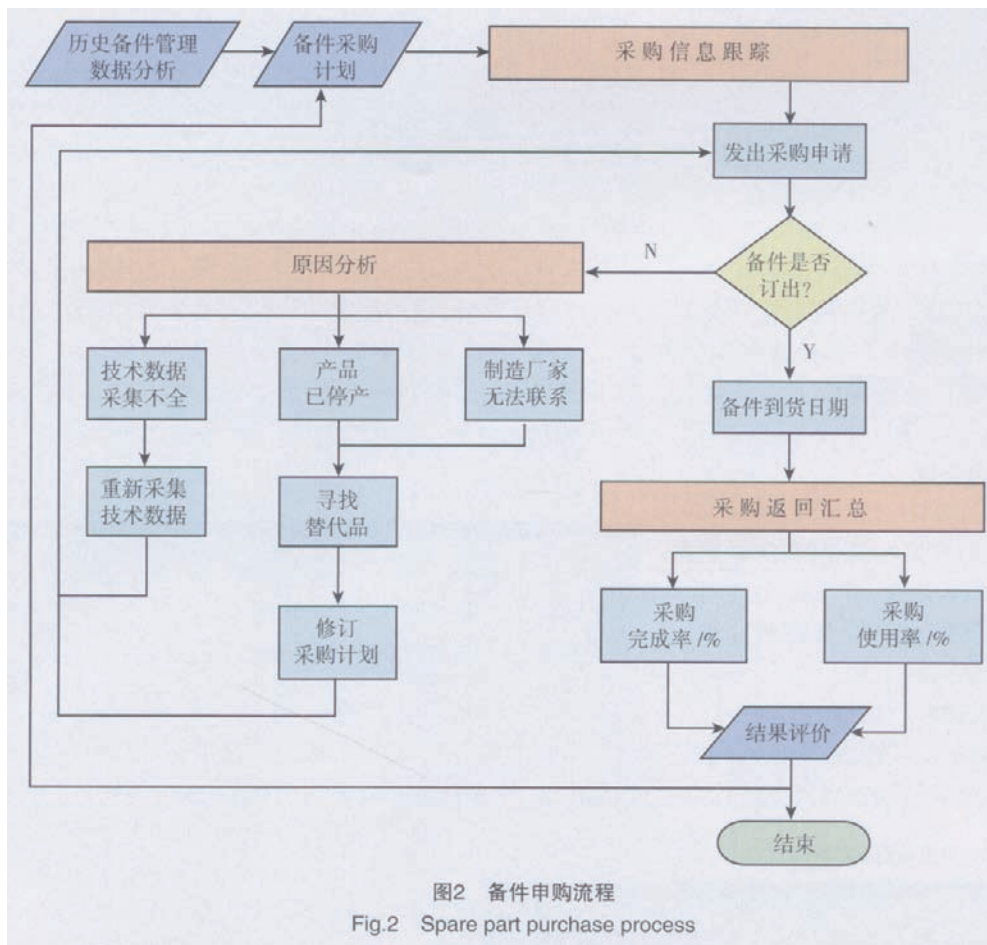


图2 备件申购流程
Fig.2 Spare part purchase process

罩壳类、排屑器类、各类开关等), 共计节约成本 30 余万元。

4 结束语

经过这样的动态备件管理模式, 对储备定额等信息进行适时修订, 准确库存数据和备件全面跟踪过程, 结合设备故障情况分析, 有效提高了备件申购计划的准确性, 保证了备件的及时供应, 避免成本积压, 从而压缩备件储备资金; 使设备备件成本透明化, 促使该加工厂设备管理人员及使用人员对维修费用的了解, 提高设备部门的成本意识; 并且促进了自主维修, 通过技术、管理创新减少了备件单件的维修成本。

(责编 小颖)

(上接第 78 页)

[12] 姜传海, 周健威, 叶长青. 铌及铌合金的氧化行为. 机械工程材料, 2001, 31(1): 12.

[13] Zelenitsas K, Tsakiroplou P. Study of the role of Al and Cr additions in the microstructure of Nb-Ti-Si in situ composites. Intermetallics, 2005, 13: 1079.

[14] Zelenitsas K, Tsakiroplou P. Study of the role of Ta and Cr additions in the microstructure of Nb-Ti-Si-Al in situ composites. Intermetallics, 2006, 14: 639-659.

[15] Geng J, Tsakiroplou P, Shao G S. Oxidation of Nb-Si-Cr-Al in situ composites with Mo, Ti and Hf additions. Materials Science and Engineering A, 2000, 441: 26-38.

[16] 李美栓, 张亚明. 活性元素对合金高温氧化作用机制. 腐蚀科学与防护技术, 2001, 13(6): 333-337.

[17] Qu Shiyu, Han Yafang, Song Ligu. Microstructure and properties of refractory niobium-silicide-based composites. Materials Science Forum Vols, 2005, 475: 734-740.

[18] 郭金明, 郭喜平. 合金化对 Nb-Ti-Si 基金属组织及高温抗氧化性能的影响. 稀有金属与硬质合金, 2008, 36(2): 39-43.

[19] Geng J, Shao G S, Tsakiroplou P. Study of Three-phase equilibrium in the Nb-rich corner of Nb-Si-Cr system. Intermetallics, 2006, 14: 832-837.

[20] 赵陆翔, 郭喜平. 铌基金属抗高温氧化研究进展. 材料导报, 2006, 20(7): 61-64.

(责编 侧卫)

(上接第 91 页)

会产生尖端放电作用, 加快试样的腐蚀, 形成凹槽和坑。这样, 在有毛刺楞边接触的试样检查面就出现了坑状和浅沟状缺陷。

4 预防措施

针对冶金缺陷产生的原因, 主要采取如下措施:

(1) 对电解腐蚀的工装进行改进, 使试样固定, 安装刚度应尽可能大, 且在使用时应无振动, 以防试样相互接触和倾倒。

(2) 编写了 300M 钢试样机械加工规范, 使试样制备过程规范化。主要从以下几点控制:

- 试样在铣、车加工完后, 应仔细去毛刺, 打磨棱角;
- 磨加工的冲击试样缺口底部应光滑, R 应圆滑过渡, 表面不应有磨痕或机械损伤, 缺口底部表面粗糙度 Ra 应不大于 0.6um;
- 试样在铣、车、磨加工的过程中应使用合成乳化剂冷却液(冷却液应不含硫、氟、溴、氯或碘)连续充分浇注在切削刃上, 使试样充分冷却, 防止试样烧伤, 试样加工完成后目视检查试样表面应无变色迹象。

(责编 倚芷)