

Z9 机起落架内筒的表面裂纹分析

北京航空材料研究所 习年生 闫海

本文分析了 Z9 机起落架内筒的表面裂纹的性质和产生的原因。根据内筒的加工工艺过程以及裂纹的特征, 找出了裂纹形成的原因。文章还对今后的内筒锻造工艺提出了建议。

Surface Crack Analysis of Z9 Landing Gear's Inner Cylinder

Xi Niansheng Yan Hai

(Institute of Aeronautical Materials, Beijing)

In this paper the nature and forming of the surface crack of Z9 landing gear's inner cylinder have been analyzed. The cause of damage of the cylinder was determined on the basis of the investigation of manufacturing procedures and characteristics of the crack. Some recommendation are also put forward for the forging process of inner cylinder.

1 概述

用于 Z9 机起落架内筒的材料选用 35Ni4Cr2MoA 钢制成。其工艺流程为: 将 $\phi 130 \times 530\text{mm}$ 的棒材经超声探伤后车去 5~6mm, 用 30t 锤自由锻, 两头拔长, 然后用 25t/m 锤模锻 (始锻温度 1180℃, 终锻温度 850℃, 切去模锻挤压毛边, 空冷至室温)。热处理规范为 875℃ 淬火 (RJ75-9), 空冷, 560℃ 回火。

该零件在热处理后发现表面有裂纹, 要求分析裂纹的性质和原因。

2 试验过程及结果

2.1 宏观检查

用低倍放大镜观察发现, 裂纹在分模线附近, 平行于轴线, 很细, 弯延断续 (图 1, 图 2); 在另一侧的分模线处, 发现有锻造时金属填充不足的现象。

2.2 夹杂物及金相分析

对零件的轴向和径向的夹杂物进行检查, 发现夹杂物都很细小, 相当于 0.5 级 (YB25-77)。

用苦味酸浸蚀后发现基体晶粒度正常, 为 7~8 级, 未发现过烧现象。

2.3 裂纹特征

按轴向和径向分别取样对裂纹进行分析。抛光后发现裂纹弯延断续, 呈 45° 角向内扩展, 裂纹以在表面开

口处最大, 沿流线逐渐变小 (图 3)。裂纹两侧氧化严重, 裂纹尖端也被氧化 (图 4)。

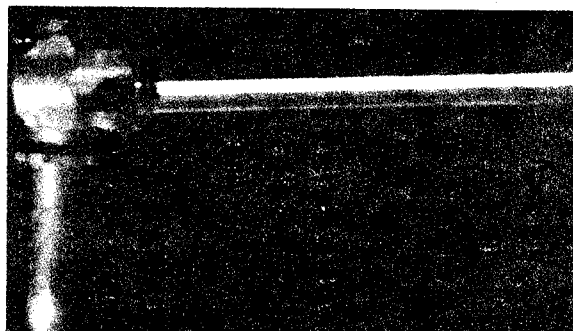


图 1 内筒的形态

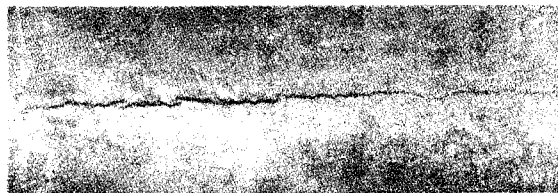


图 2 裂纹的形态 (轴向) 1.4×

用硝酸酒精浸蚀后, 可以看到裂纹两侧氧化脱碳严重 (图 5), 其脱碳程度与表面的脱碳程度相当 (图 6)。

将裂纹打开, 断面粗糙呈黑色。扩展棱线表明裂纹源于表面, 多源; 裂纹为穿晶、沿晶混合扩展 (图 7),

且有氧化开裂（图8）。

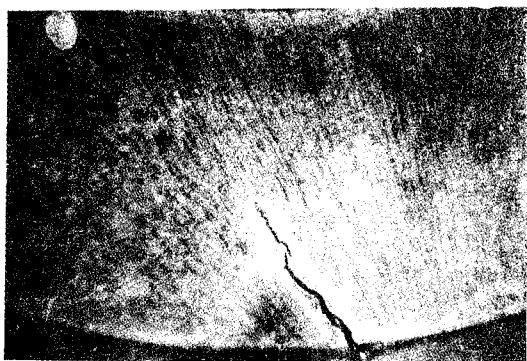


图3 裂纹的形态（径向）及流线检查 5×



图4 裂纹两侧的氧化现象 200×



图5 裂纹两侧的氧化脱碳现象

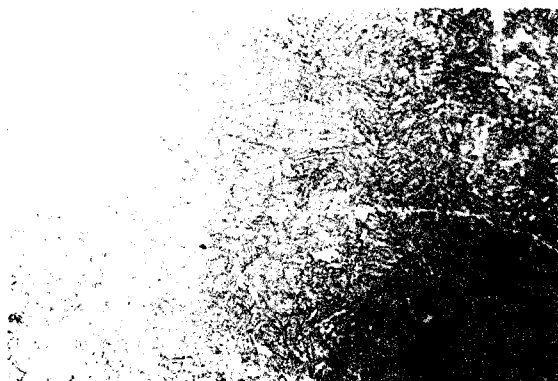


图6 表面的氧化脱碳现象 200×

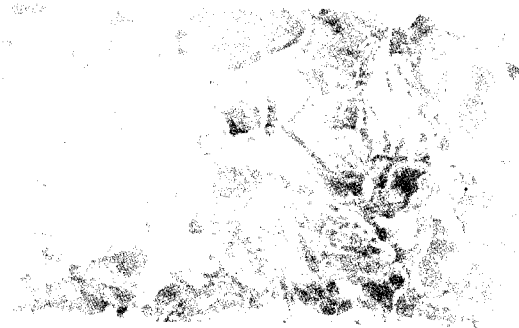


图7 打开的断口 400×

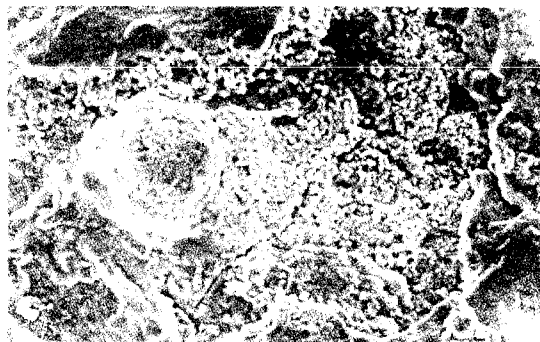


图8 断口面的氧化形貌 500×

3 结果分析及讨论

1. 在该零件纵向和横截面上未发现严重的夹杂物，裂纹的形成和扩展与夹杂物无关，心部组织及晶粒度正常。

2. 裂纹位于分模线处，裂纹细密，沿流线断续扩展，匹配性较好。裂纹两侧及尖端氧化脱碳严重，与表面氧化脱碳程度相当，这表明裂纹在淬火、回火之前已形成和扩展，而非淬火产生的裂纹，也不是锻造过程中由于过烧、分层、折叠等造成的，而是在锻造后热处理之前造成的。

3. 裂纹形成的原因：从上述裂纹的形态上看裂纹的形成与锻后冷却和锻件切边有关。

a. 切边裂纹

金属零件切边裂纹是指锻件因切边时剪应力过大造成，这类裂纹起始处多呈开口状，两侧平滑且有大偏合性，一般呈断续穿晶扩展。该零件的裂纹具有切边裂纹的特征，裂纹与表面呈 45° 也正说明它是由剪应力造成的。另一侧分模线处锻造不足从另一方面说明裂纹处锻造变形量过大，从而导致切边时剪应力过大。

b. 冷却裂纹

金属锻后的冷却裂纹是指金属零件因锻后冷却速

（下转第48页）

如,不定期出版的“标准通报”带有合格标准目录性质,推荐可用的材料、热工艺、理化检测标准,很有实用意义。大约每两年再版一次的“标准索引”,刊登本专业的国军标、航标及北京航空材料研究所所标目录,也是很有用的工具。此外,多年来归口单位还出版过很多国外标准译文集、目录集以及标准手册等,都是为本专业技术人员参照使用的信息工具书。另外,国防科工委的国家军用标准文献数据库材料及其工艺分库挂靠在归口单位。此分库除贮存国军标之外还包容不少民口部门的材料标准。目前国内标准部分的第一期工程业已完成,已可提供全行业各厂、所利用。归口单位标准资料室收集的本专业国内外标准很新很全,也是面向全行业各厂、所提供服务的。可以说归口单位在信息交流方面确实办了一些实事,起到了促进行业内部信息交流的作用。

3 今后发展中的几个问题

3.1 在新形势下求得稳定和发展

在改革开放的政策指引下我国社会主义市场经济形势发展迅速。如能实现复关,将会有进一步的变化。从理论上说,在这种大好形势下,要发展商品经济必须确保商品质量,理应对标准化工作更加重视。但目前仍处在市场经济发展的初级阶段,还不能达到上述情况,这样就对标准化工作单位提出了更高的要求。归口单位今后必须认清形势,广泛调研,及时调整工作方向和方式以适应新的形势。因此要更多更好更有效率地开展工作,在各方面发挥更大的作用。有了工作实效,必能显示出归口技术管理工作的重要性,从而将取得上级领导部门和全行业各厂、所的进一步支持,把航空材料、热工艺、理化检测专业的标准化工作做得更好。归口单位必须既能适应新的形势发展,又要脚踏实地办好实事,在新形势下求得稳定并进一步求得发展。

3.2 培养跨世纪的接班人队伍

标准化工作人员队伍中老年技术人员较多,“断层”现象严重,归口单位也不例外。培养一支跨世纪的接班人队伍是必须完成好的历史任务。归口单位必须尽全力培养出一支跨世纪的接班人队伍,确保本专业的工作常盛不衰,能持续不断地发展。

3.3 改善为基层服务的态度

归口单位是代总公司进行组织管理工作的,工作性质上属于上层建筑范畴,和各厂、所之间有着管理和被管理的关系。但事物是一分为二的。要做好这一专业领域的标准化工作,还要依靠全行业从事材料、热工艺、理化检测专业的广大技术人员。从这一角度,归口单位

又必须为基层各厂、所服务好,为广大从事航空材料、热工艺、理化检测标准化工作的人员服务好。归口单位应充分认识到这一关系,既要做好组织管理工作,也应努力改善为基层服务的态度。实现了这种辩证统一,才能把工作做得更好。

4 结语

归口单位在过去十多年中,特别是近五年来,在航空材料、热工艺、理化检测领域做了大量的标准化技术归口管理工作,很好地发挥了标准化专业技术归口单位的作用,使这一专业领域的标准化工作得以蓬勃发展,从而也促进了全行业材料、热工艺工作的前进。今后航空材料热工艺标准化技术归口单位将在国防科工委和航空工业总公司的领导下,总结经验教训,继续努力工作,发挥好归口单位的作用,和全行业各厂、所一起,使航空材料、热工艺、理化检测专业的标准化工作持续不断地向前发展,为航空工业的腾飞做出贡献。

(上接第45页)

度过快或没有及时进行热处理而导致零件的破裂。冷却裂纹与锻后冷却方式有关,若冷却不当或没有及时进行锻后热处理,由于冷却过快产生的组织应力热应力与原变形残余应力及切边应力相叠加,超过材料的强度极限就容易产生锻件表面破裂。锻后冷却裂纹因没有加工变形的影响,所以裂纹由表及里,穿晶扩展尾端尖细。为预防该类裂纹的产生应控制冷却速度,并锻后及时进行锻后热处理。

4 结论

1. 原材料未见异常。
2. 裂纹产生在锻造后、热处理之前,裂纹的形成与锻后冷却和锻后切边有关。

5 建议

1. 加强锻后探伤检查,防止裂纹件流入下一工序。
2. 严格控制锻造工艺,防止局部变形量过大。
3. 严格控制冷却速度,锻后及时进行热处理。

参考文献

1. 胡世炎等,《机械失效分析手册》,四川科学出版社