DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.09.030

2A12 壳体淬火裂纹成因分析

弋　楠,燕样样
(陕西工业职业技术学院 材料工程学院,陕西 咸阳 712000)

摘　要:采用宏观检验、微观检验等手段,对 2A12 壳体固溶处理时产生的裂纹进行分析。结果表明,显微组织中大量的复熔球、三角晶界及晶界熔化现象,是壳体固溶处理时严重的过烧特征,也是导致壳体产生裂纹的主要原因,并提出了改进措施。

关键词:2A12 壳体;淬火加时效;过烧组织
中图分类号:TG166　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)09-0999-02

Cause Analysis of Quenching Crack of 2A12 Shell

YI Nan, YAN Yangyang
(Department of Material Engineering, Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712000, China)

Abstract: The cracks of shell 2A12 during solid solution treatment were analyzed by means of macro inspection and micro inspection. The results show that a large number of remelting balls, triangular grain boundary and grain boundary melting in the microstructure are serious overfiring characteristics of shell during solid solution treatment, and are also the main causes of shell cracking and put forward improvement measure.

Key words: 2A12 shell; quenching and aging; overburnt structure

2A12 铝合金是典型的硬铝合金,由于具有良好的力学性能和加工性能,得到了广泛的应用。2A12 铝合金壳体毛坯，淬火在硝盐炉中 450 ℃×(2~3) h 加热后,80 ℃热水中冷却;时效处理在油炉中 150 ℃×6 h 加热保温后空冷。但是有 4 批约 120 件的毛坯在淬火后时效前发现几乎全部产生了严重的裂纹。

1　宏观检验

2A12 铝合金壳体毛坯为 80 mm×76 mm×(30~40) mm 的长方体,形状简单。肉眼观察裂纹形态,一类是沿晶界分布的裂纹,深度不等,约 6~15 mm 左右,如图 1 箭头 1 所示。一类是平行表面并距表面约 5~6 mm 处较直且贯穿整个截面并裂透的裂纹,如图 1 箭头 2 所示;还有一类为互相平行的裂纹,如图 1 箭头 3 所示。切割后的试样表面发暗并有小暗黑色小斑点。

2　金相检验

在光学显微镜 100 倍下观察图 1 箭头 1 所示的表面,网状裂纹沿粗大的晶界分布,其周围还有许多沿晶界分布的细小网状裂纹,如图 2(a)所示。宏观单条直裂纹(图 1 箭头 2 所示)明显由表面向内部扩展,其周围也有许多沿晶界的网状裂纹,如图 2(b)所示。

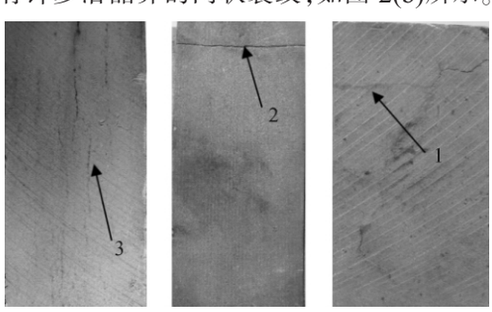


图 1 壳体裂纹宏观形貌　×100
Fig.1 Macro-morphology of shell cracks

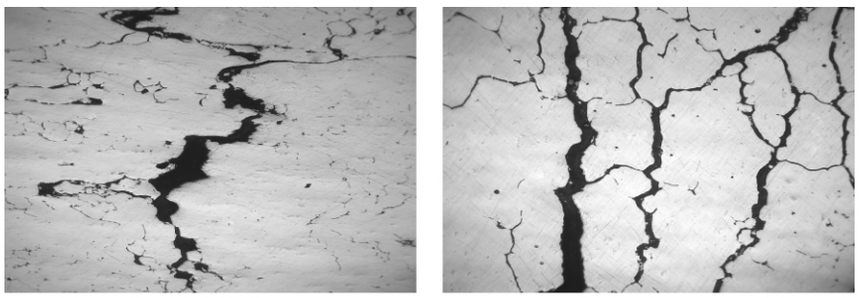
图 1 箭头 3 所示裂纹沿压延方向拉长的晶粒晶界伸展,细长、密集且基本平行。3 个试样表面均有大量的复熔球,局部晶界已熔化,如图 3 所示。

显微镜 500 倍下观察，可熔性化合物已经基本固溶，合金中的共晶球体和局部的晶界复熔清晰可见,晶粒粗大并趋于等轴化,晶界比较平直。粗晶内的复熔球最大直径可达 28 μm，其内部结构具有黑白相间的共晶体特征[1]。3 个晶粒的交界处有三角形复熔共晶组织，还有不溶性杂质相沿晶界分布,如图 4 所示。

3　分析与讨论

从宏观和微观检验可知,2A12 壳体淬火后的

收稿日期:2019-01-19
作者简介:弋　楠(1983-),陕西鄠邑人,讲师,硕士.研究方向:于材料性能检测及失效分析.电话:13892951832,
E-mail:13892951832@163.com



(a)表面网状裂纹　(b)主裂纹特征及两侧网状裂纹

图 2 表面网状裂纹和主裂纹形貌

Fig.2 Characteristics of surface network cracks and main crack characteristics

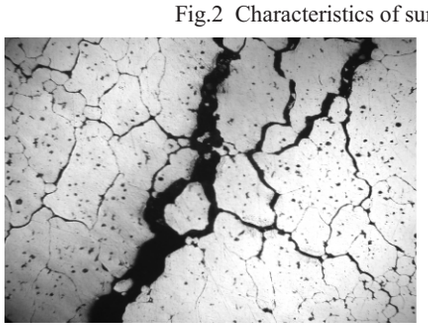


图 3 表面黑三角及黑色圆点

Fig.3 Black triangle and black dots on the surface

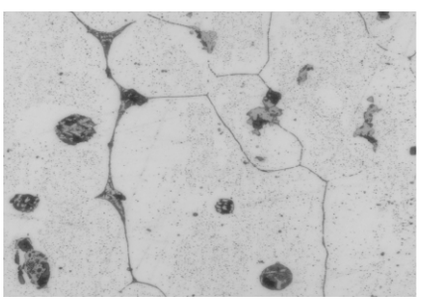


图 4 复熔球、黑三角及晶界熔化 ×500

Fig.4 Remelting ball, black triangle and grain boundary melting

组织中出现较多的复熔球、三角晶界和晶界复熔现象,晶粒粗大,晶界平直,这是铝合金过烧的主要特征。

铝合金过烧是热处理加热超过某一温度,在合金晶界上的低熔点共晶体开始熔化，出现了液相,因为表面张力的作用,液相收缩成团状、球状或角状的复熔物,严重时晶界上出现带状的复熔物。所以,过烧的三角晶界或复溶球本质是重熔后形成的“共晶组织”。

2A12 铝合金中可溶强化相充分固溶的温度为 500 ℃,而低熔点共晶体的熔点最低温度为 501 ℃,这两个温度间隔很小，所以 2A12 铝合金具有强烈的过烧敏感性,因此实际生产中固溶处理加热温度常采用 495~501 ℃[2]。

由显微组织检验结果可知,2A12 壳体在固溶处理过程中有明显的过烧特征。壳体固溶处理要求加热温度为 450 ℃,但从显微组织判断,复熔球的增多、增大,晶界的复熔,晶粒的粗化等充分说明实际加热温度已远远超过了此温度，所以已经严重过烧[3]。合金过烧温度范围还与半成品类型和淬火加热方式有关,厚度大的半成品,变形程度低,化合物破碎程度小,组织粗大,加热固溶困难,淬火加热温度高,保温时间长,更容易产生过烧[2],壳体实际处理状态就应该属于此类现象。

当合金过烧特别是晶界复熔后,晶粒间的结合力显著减小;不溶性杂质相沿晶界分布,使强度和塑性严重恶化。这些缺陷组织的存在,都将在淬火时的激冷过程中增大晶界开裂的倾向。

4 结论与改进措施

由以上分析可知,2A12 壳体产生裂纹的主要原因是固溶处理时加热温度过高引起合金过烧导致的。有可能是控温仪表失灵没有及时发现造成的。所以加热铝合金前,要仔细检查仪表及盐浴成分,并在专用加热炉中进行,把炉温严格控制在±3 ℃之内。

过烧的 2A12 铝合金可以通过回复工艺改善其组织和力学性能。具体回复工艺如下:将过烧合金除氢(200 ℃加热保温 3 h,空冷)→512 ℃加热保温 10 h,水冷淬火→时效(190 ℃加热保温 6 h,空冷)。其主要目的是将合金加热至略高于相变温度以上,可使因过烧产生的液相球重新溶解，使吸附在晶界上的合金元素及一些共晶复熔物充分地向基体扩散,使未溶相充分固溶,从而得到了均匀的过饱和固溶体,在随后的时效中产生新的强化相,使合金的组织和力学性能比过烧状态有明显的改善[2]。但是很可惜的是此工件在淬火时已经开裂，所以无法通过回复工艺改善。

参考文献:

[1] 李炯辉. 金属材料金相图谱 (下)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.

[2] 丁惠麟，辛智华. 实用铝、铜及其合金金相热处理和失效分析[M]. 北京: 机械工业出版社,2007.