

行业标准《铸造铝合金金相 第2部分： 铸造铝硅合金过烧》解读

叶 珍, 陈玖新

(保定市立中车轮制造有限公司, 河北保定 071000)

摘要: 热处理过程中产生的过烧组织, 在一定程度上会损害铝硅合金基体的连续性, 直接影响合金的力学、耐疲劳、耐腐蚀等性能。过烧对铝硅合金基体的影响, 在后续的机加工、涂装等过程都无法消除。因此, 对过烧组织的判定是材料检测的重点。相比于行业标准JB/T 7946.2—1999《铸造铝合金金相 铸造铝硅合金过烧》, JB/T 7946.2—2017《铸造铝合金金相 第2部分: 铸造铝硅合金过烧》, 完善了标准适用范围, 增加了规范性引用文件, 修改了过烧、过烧三角、复熔球、复熔共晶体等术语和定义, 补充了试样的切取和制备工艺, 完善了部分过烧级别的金相组织, 更新了原有效果较差的金相组织图。本文有助于JB/T 7946.2—2017标准的宣贯和使用对标准的理解。

关键词: 铸造; 铝硅合金; 金相; 过烧

中图分类号: TG146.2⁺¹ **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4977 (2017) 10-1125-03

Interpretation of Industry Standard "Metallograph of Cast Aluminum Alloys - Part 2: Cast Aluminum-Silicon Alloys Burning"

YE Zhen, CHEN Jiu-xin

(Baoding Lizhong Wheel Manufacturing Co., Ltd., Baoding 071000, Hebei, China)

Abstract: The burned structure generated from heat treatment will damage the continuity of aluminum-silicon alloy substrate partly, which affects mechanical properties, fatigue resistance, corrosion resistance and other properties directly. This effect can not be eliminated in subsequent machining and coating processes. Therefore, the determination of burned structure is important for material testing. Compared with JB/T 7946.2—1999 edition, JB/T 7946.2—2017 "metallograph of cast aluminum alloys - part 2: cast aluminum-silicon alloys burning", the scope of standard application is changed, normative reference files is added, terms and definitions such as burning, burning trigonum, remelting pellet and remelting eutectic are revised; supplemented sample cut and preparation process; completed the microstructure of some burned levels; updated metallographic pictures with poor effect on original ones. This article will avail JB/T 7946.2—2017 of being implemented and comprehensive.

Key words: casting; aluminum-silicon alloy; metallograph; burning

1 标准概况

铸造铝硅合金因其密度小、比强度高、耐腐蚀性强等优点而被广泛应用于航空、航天、汽车、电子等领域。在力学性能检测中, 金相分析能够对铸造铝硅合金的微观组织进行合理的判断。铝合金金相中过烧组织的出现会影响铸件的强度、塑性、韧性等性能, 所以铸造铝硅合金产品是否存在过烧一直是生产企业关注的重点。随着技术的进步以及对铝硅合金热处理过烧的不断探索及学习, 行业标准JB/T 7946.2—1999《铸造铝合金金相 铸造铝硅合金过烧》已不能科学、合理地反映铸造铝硅合金在热处理过程中出现过烧的特征和现象, 有关试样制备规定也不完善, 标准中的

收稿日期: 2017-06-02。

作者简介: 叶珍 (1974-), 男, 工程师, 主要从事铝合金汽车车轮的研发和制造。E-mail: yezhen@lzwheel.com。

金相图片受当时的显微镜条件限制, 效果较差。基于此, 有必要对JB/T 7946.2—1999进行修订。

受全国铸造标准化技术委员会的委托, 标准起草工作组广泛收集和检索了国内外铸造铝硅合金热处理过烧的相关标准文献和技术资料, 并进行了技术分析对比、资料查证、调查研究以及必要的试验验证工作, 结合笔者单位实际使用铝硅合金铸件热处理的经验, 编制了铸造铝硅合金过烧标准, JB/T 7946.2—2017于2017年1月9日批准发布, 2017年7月1日起实施。

2 主要内容说明

2.1 范围

本标准适用于铸造铝硅合金固溶热处理过烧组织

的评定。

热处理工艺有正火、退火、淬火、回火、固溶、时效等多种工艺，铸造铝硅合金一般选用固溶+时效的热处理工艺，本标准中选用的是铝硅合金在固溶热处理后取样得到的过烧金相组织图片。JB/T 7946.2—2017与JB/T 7946.2—1999相比，标准的适用范围修改为“适用于铸造铝硅合金固溶热处理过烧组织的评定”，明确限定了标准适用范围是“固溶热处理”造成的过烧组织的评定。

2.2 术语和定义

随着科技进步以及对铝合金热处理过烧的不断探索，旧版标准中对术语的阐述和定义界限已不能客观、明确地说明热处理过烧的特征和现象，从学术严谨性及实用性的角度出发，新版标准对旧版标准进行完善和更新，围绕热处理过烧的部分专业术语的描述限定进行了必要的修订，更改内容如下。

过烧：铸造铝硅合金固溶热处理时，显微组织中出现过烧三角、晶界熔化、复熔球或复熔共晶体等组织的现象。

过烧三角：铸造铝硅合金固溶热处理时，晶界区低熔点共晶熔化，在表面张力作用下形成的锐角三角形区。

复熔球：铸造铝硅合金固溶热处理时，枝晶内低熔点共晶熔化，在表面张力作用下形成的球形物。

复熔共晶体：铸造铝硅合金固溶热处理时，在枝晶内、晶界区或晶内的低熔点共晶熔化，冷却凝固后形成的共晶体。

图1为铸造铝硅合金固溶热处理过烧金相中各组织状态，这是对以上定义的最好说明，有利于使用者区分。

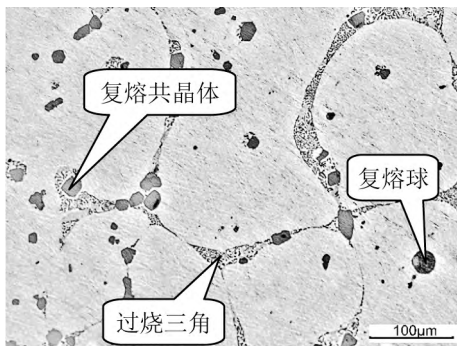


图1 过烧金相组织形态

Fig. 1 Burning microstructure morphology

2.3 试样

光学显微分析的第一步是制备试样，试样的选取、镶嵌、研磨、抛光等环节都会影响金相组织的观测，金相试样制作的标准质量直接影响对过烧组织的形态判定。

旧版标准缺少对试样制备细节的详细说明，新版

标准增加了试样制备的要求，即“试样的制备应按GB/T 13298的规定执行”。同时也对试样的取样要求提出了限定，即“制备试样过程中应保证显微组织不发生变化，试样表面应光洁，不允许有影响过烧组织特征观察的划痕”；与旧版标准的描述“金相试样通常在随铸件热处理抗拉试棒上切取”不同，为进一步反映试样的真实性，新版标准规定“试样应直接从铸件上切取，如条件不允许，可用与铸件同时进行固溶热处理的试块代替，评定过烧的金相试样不需要腐蚀”。新版标准对试样准备的方法和过程、试样制备、处理作了统一的规范和要求，内容更加清晰，减少了试样制备的争议，便于规范性使用及检测结果的对比参照，对提高热处理过烧的理解具有重要意义。

2.4 评级方法

铸造铝硅合金在不同热处理温度和热处理时间下会呈现出不同的组织状态，因此标准中各级别显微组织特征的描述、各级别标准金相照片对过烧等级的判定尤为重要。为了取得第一手资料，保定立中车轮制造有限公司通过对亚共晶铝硅合金、共晶铝硅合金、过共晶铝硅合金铸件进行了不同温度、时间下的固溶热处理试验，积累了丰富的试验素材，掌握了热处理过烧的温度、时间的对应关系，并总结温度、时间对热处理过烧的影响规律：温度对过烧组织的影响显著大于时间对过烧组织的影响。

新版标准对过烧的判定将旧版标准中“显微检验”修改为“检查方法”和“过烧分级”，同时规定检查方法为“在光学显微镜下观察，选择试样整个受检面过烧最严重的部位，推荐放大倍数为200倍”；将过烧程度分类等级分为正常组织、过热组织、轻微过烧组织、过烧组织、严重过烧组织五个级别，详见表1。各级别对照金相图片由“其放大倍数400倍”更改为“推荐放大倍数为200倍”，这样更改的原因主要是考虑市场上的显微镜高倍放大倍数没有×400，一般是×50、×100、×200、×500、×1000，经过对这些倍数拍照结果进行对比，发现×200金相图片既能看清微观组织，又能保证看到一定范围。更新的金相图片是标准起草工作组通

表1 过烧程度分类等级表

Table 1 Classification of burning grades

级别	级别名称	显微组织特征
1	正常组织	共晶硅边角已圆滑，但不聚集长大
2	过热组织	共晶硅边角已圆滑，并聚集长大，但无过烧组织特征
3	轻微过烧组织	共晶硅进一步长大，边角已开始出现多边化（共晶硅边平直），但大部分共晶硅边角还圆滑，并出现过烧三角或晶界熔化
4	过烧组织	共晶硅聚集长大，大部分边角平直，出现典型的复熔球及多元复熔共晶体组织
5	严重过烧组织	硅相几乎全部多边化，复熔共晶体组织粗大

过提高热处理固溶温度多次试验后得到的金相照片，其共晶硅、过烧三角、复熔球及复熔共晶体等组织清晰明了，见图2-图6。

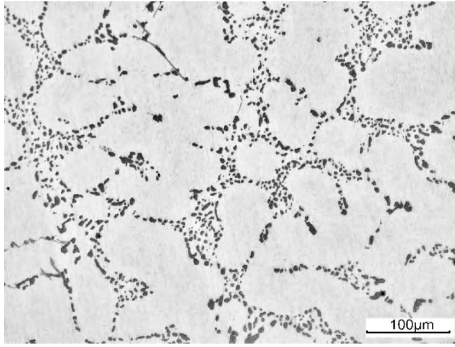


图2 正常组织

Fig. 2 Normal microstructure morphology

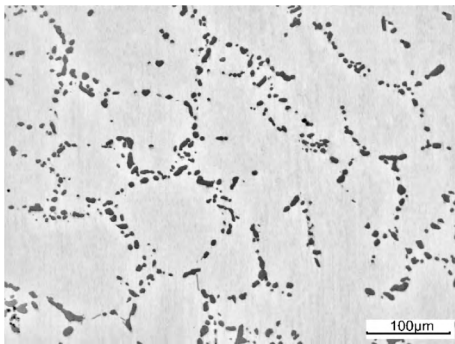


图3 过热组织

Fig. 3 Over-heated microstructure morphology

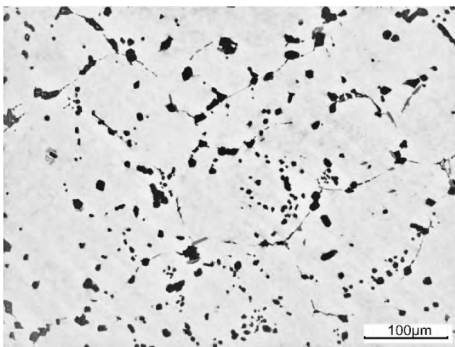


图4 轻微过烧组织

Fig. 4 Slightly burning microstructure morphology

3 标准的特点

(1) 重新规范了标准的适用范围，即“适用于铸造铝硅合金固溶热处理过烧组织的评定”。

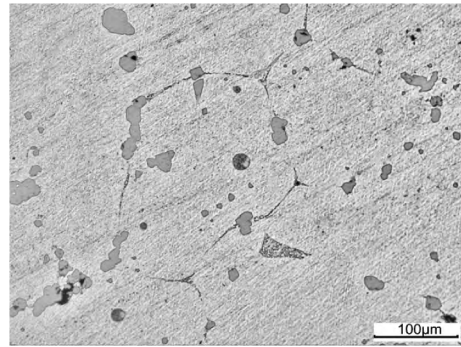


图5 过烧组织

Fig. 5 Burning microstructure

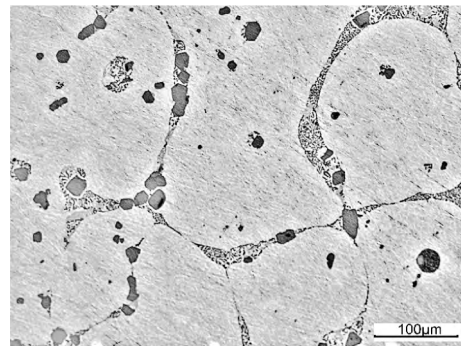


图6 严重过烧组织

Fig. 6 Serious burning microstructure morphology

(2) 对术语“过烧”、“过烧三角”、“复熔球”、“复熔共晶体”进行了修订，有利于标准使用者对铝硅合金固溶热处理过程中产生过烧组织的理解和评定。

(3) 增加了试样制备的要求，对试样准备的方法和过程、试样制备、固溶热处理作了统一的规范和要求，统一试样制备标准，减少争议。

(4) 明确了过烧中的各种组织特征和形态，提供了判定和区分的标准，将标准金相图由原来的×400改为×200，更新了效果较差的金相组织图，方便标准使用者的判定。

4 结束语

本标准于1995年首次发布，1999年进行了第一次修订，本次是第二次修订。本次修订，解决了标龄老化问题，保证了标准的时效性、延续性和完整性，为铝硅合金固溶热处理过烧的检查和判定提供了有力的技术支撑，为指导和规范铝硅合金生产厂家、研究所等使用单位对铝硅合金固溶热处理过烧的检查和判定提供了更好的依据。

(编辑：刘闯，liuc@foundryworld.com)