

较低强度状态,强度值较集中,硬度的偏差较大。用硬度去估计后者的强度,就可能造成大的误差。这一点应归结于显微组织的不均匀性。图7与图6c为同一热处理状态的照片,它们表现了E相^[10]密度的明显不同。

综上所述,欲在生产中用硬度值来检验最终产品,必须先进行大量试验,只有摸清了产品在不同变形条件,不同热处理方法对合金的强度及硬度影响时,才有可能把好质量关。

四、结 论

1. 超硬铝合金的强度与硬度有相同的变化趋势,即随强度的升高,硬度也增加。但布氏与洛氏硬度的变化规律不完全相同。

2. 合金的显微组织及原始变形状态对强度和硬度关系有较大影响。前者主要受控于沉淀相粒子的大小、分布及形态,而后者决定于变形组织,材料内部的位错组态等。

3. 在相同状态下,具有不同添加元素的同系合金,

有不同的“强度—硬度”对应关系。

4. 硬度是大量试验数据统计分析的结果。各种强度—硬度换算表给出的强度、硬度关系只能作参考,特别是在强度低、组织不均匀的情况下,用实测硬度估计强度可导致较大偏差。

参考文献

1. GBn 166-82 铝合金强度与硬度换算值
2. Donald. R. Askeland 《The Sci. & Eng. of Materials》
3. BAC 5602
4. C. E. Lyman & J. B. Vander Sande 《Met. Trans.》7A (1976) 7. 1211~1216
5. R. J. Rioja, 《J. of Materials》32 (1980) 8. 34~43
6. 林肇琦 《有色金属材料学》25~28
7. 束德林 《金属力学性能》P74
8. John. E. Hatch, 《Aluminium》ASM (1984) P239
9. L. F. Mondolf, 《Aluminium Alloys: Structure & Properties》, Butterworth, (1976), P845
10. Raghavan Ayer, J. Y. Koo, J. W. Steeds, and B. K. Park, 《Met. Trans.》16A (1985) 11. 1925~1935

新的低膨胀高温合金

70年代以来,陆续出现了膨胀系数比普通高温合金低40~50%的合金 Incoloy 903、907和909,并广泛用于航空发动机制作封严环、容器环、壳体等零件。它们的成分分别为 Fe-37.7Ni-16Co-3Nb-1.75Ti-1Al-0.2Si-0.007B, Fe-38Ni-13Co-4.8Nb-1.5Ti-0.1Al-0.2Si-0.005B 和 Fe-38Ni-13Co-4.8Nb-1.5Ti-0.05Al-0.4Si-0.005B。但是,这些无Cr的合金在高温使用过程中会发生严重的氧化以及因应力加速晶界氧化(SAGBO)造成的脆性。针对这些问题,美国的 Haynes 公司、Inco. 公司、Charpenter 公司和日本的日立公司分别研制出富有特色的新型低膨胀高温合金。

Hayns 242 合金是一种高强度低膨胀高温合金,其成分为 Ni-25Mo-8Cr。合金的特点是:含有较高的铬,使合金具有良好的抗氧化性,可在不带涂层的状态下使用到760℃。该合金的热处理制度为 1066℃/30min 退火+650℃/24h 时效。合金组织中含有稳定的强化相 Ni₃(MoCr),不含脆性的片状相,从而使合金具有较高的力学性能,其室温拉伸强度为 1262MPa、屈服强度为 776MPa、延伸率为 39%、面缩率为 48%、夏比冲击值为 90J。经过 650℃/4000h 长期时效后,其 760℃的拉伸强度为 896MPa、延伸率为 31%,组织稳定性好。

Inco 公司在研究 Ni-Fe-Co 系低膨胀合金中意外地发现,加入 5wt% Al,不仅大大提高了抗氧化性、从而降低合金的 SAGBO 脆性,而且显著地提高了 760℃的拉伸延伸性而不降低强度(其 760℃的 0.2% 屈服强度约为

830MPa),从而导致新型的 Ni-Co-Fe-Al 系低膨胀合金的诞生。这些合金的特点是具有三相($\gamma + \gamma' + \beta$)的组织,力学性能的各向异性小,其抗氧化性比 Incoloy 909 好得多,且热膨胀系数比 Inco 718 低 20%以上,密度比 Incoloy 低 5%以上。已在工业生产中制成真空电弧重熔和电渣重熔的电极,锭子尺寸为 380~508mm,然后加工成各种制品包括热轧环件、热轧板件和冷轧薄板。

Charpenter 公司开发的 Thermo-span 合金是 Ni-Co-Fe-Cr 系合金,带有 Nb-Ti-Al 的 γ' 或 γ'' 强化体系,其公称成分为 Fe-24.5Ni-29Co-5.5Cr-0.35Si-4.8Nb-0.85Ti-0.45Al-0.004B。合金加入 Cr,使其抗氧化性比 Incoloy 909 高一个数量级可在不加涂层的情况下使用到 650℃,合金的热处理制度为 1093℃/1h,空冷+718℃/8h、炉冷至 621℃/8h、空冷。其室温拉伸强度为 1300MPa、屈服强度为 950MPa、延伸率 15%,面缩率 35%。合金在 677℃时效 300h 未发现针状相,但晶界上的沉淀物增多,有利于强化。

Hitachi 公司针对 Incoloy 903 合 SAGBO 脆性问题和 Incoloy 909 的 γ' 高温不稳定性问题研制了两种新型的低膨胀合金,一种是 Fe-29Ni-19.5Co-4Nb-0.55Al-1.25Ti-0.45Si,另一种是 Fe-29.5Ni-22.5Co-4Nb-2Cr-1.25Ti-0.55Al-0.3Si。合金的高 Co/(Co+Ni) 比和稳定的 γ' 相使这些合金具有与 Incoloy 903 和 909 类似的低膨胀系数。加入 2%Cr 和少量合金元素的调整使它们的高温拉伸强度、持久强度和抗氧化性都得到改善。

(东华)