

X40合金的TEM分析

潘 峰 李其娟

摘要 本文利用透射电子显微镜研究了X40钴基高温合金的微观组织结构,发现在X40钴基合金中,基体为 γ 相,骨架状初生相、方块状及呈断续分布的针状相均为面心立方结构的 $M_{23}C_6$ 相。

一、引言

X40 钴基合金是40年代发展起来的老合金,具有高的抗腐蚀性能和热稳定性,但蠕变强度较低。随后发展的 Mar-M302, Mar-M322, Mar-M509等 钴基合金 具有高的强度,而抗腐蚀性能不如X40。据文献报道^[1,2],在原合金基础上添加少量元素,如Ta、Nb、Ti、Zr、B等可以使合金具备高的抗腐蚀能力,同时提高了合金的抗蠕变性能,从而使X40合金的用途越来越广。本文利用透射电子显微镜对

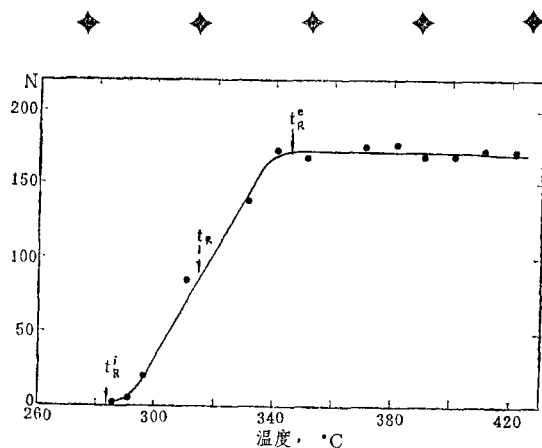


图 2 温度与衍射斑点数N的关系(保温30分钟)

特征是,再结晶完成后不是很迅速产生聚合再结晶,稳定晶粒度的温度范围可达100℃左右。说明此合金可在较宽的温度范围内选择适当的热处理制度,便于板材加工、成形。再结晶晶粒长大不明显的原因,可能与合金中含少量铬(~0.3%)有关。正如大家所知,铬不仅提高抗应

X40合金的微观结构进行了分析,为进一步扩大应用X40合金提供依据。

二、试验过程

在X40合金铸件上切取薄膜试样,材料的化学成分(%)为:Cr25.90, Ni11.34, W7.28, Co0.525, Ta0.31, Zr0.02, Ti0.11, Co余量。

在H-800型透射电子显微镜上进行合金的组织观察和相鉴定。合金薄膜采用双喷电解法制取;将厚0.2mm合金薄片机械减薄至0.01mm以下,进行双喷电解减薄,电解液成分(%)为乙醇90和高氯酸10,在-20℃以下,电压为70V左右电解。

三、试验结果与分析

X40合金为铸造钴基合金,其微观组织由基体、骨架状初生相、针状相及颗粒状次生相组成,图1为其金相照片。

通过对合金薄膜的电子衍射及其花样的标定看,合金基体为面心立方结构的 γ 相,如图

力腐蚀能力,而且在铝合金中起到细化晶粒的作用,在聚合再结晶阶段起到阻止晶粒长大作用。

在一定温度范围内,对保温时间影响结果表明,在30~120分钟范围内,未见有明显的差异。在一定变形量下,时间影响的敏感性不及温度。

结 论

新型的LB733耐蚀高强结构铝合金具有较高的再结晶温度,在一定的变形度下,其再结晶温度为313℃,再结晶系数为熔点的0.65倍,再结晶温度区间为61℃。再结晶完成后,在较宽的温度范围内(~100℃)晶粒没有明显的聚集长大。因而,热处理制度选择在较宽的温度范围内也不致产生晶粒长大,这对板材加工、成形很有利。

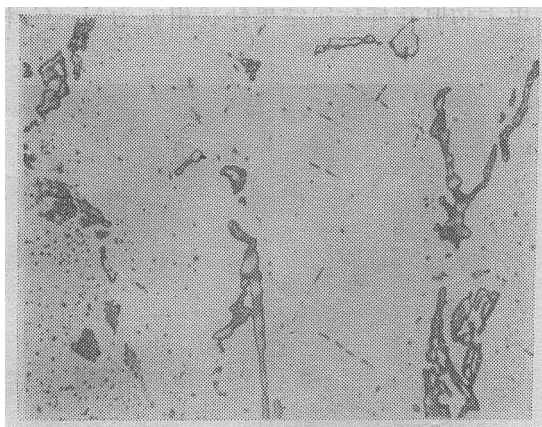


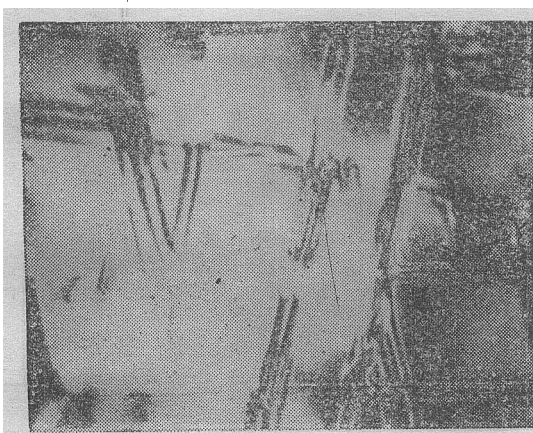
图 1 X40合金金相组织 ($\times 500$)

2所示。其中 (a) 为电镜明场像, 图中呈现出大量层错; (b) 为衍射花样及其指数标定。

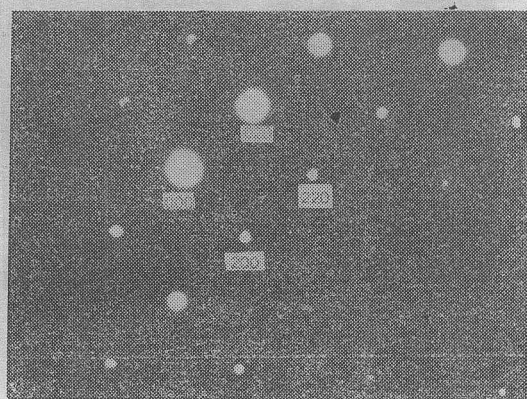
图3为骨架状初生相的萃取复型照片及电子衍射花样照片。电子衍射花样标定结果表明, 骨架状初生相为 $M_{23}C_6$ 相。

电镜观察及电子衍射表明, 颗粒相为次生的 $M_{23}C_6$ 相, 呈均匀分布的方块状, 如图4所示。从电子衍射花样指数标定结果可以看出, 次生的 $M_{23}C_6$ 相与基体相之间存在一定的取向关系, 即:

$$\begin{aligned} [011] \gamma // [011] M_{23}C_6; \\ (200) \gamma // (200) M_{23}C_6 \end{aligned}$$



(a)

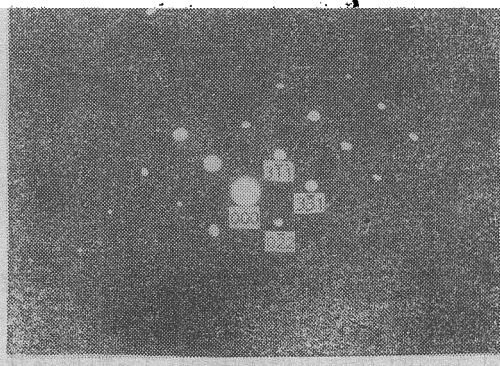


(b)

图 2 X40合金基体组织的明场像及衍射花样 ($\times 80000$)

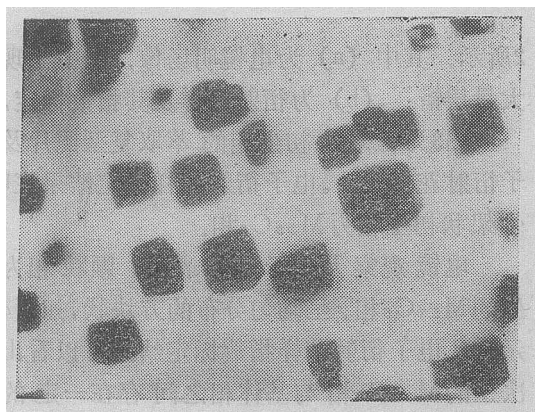


(a)

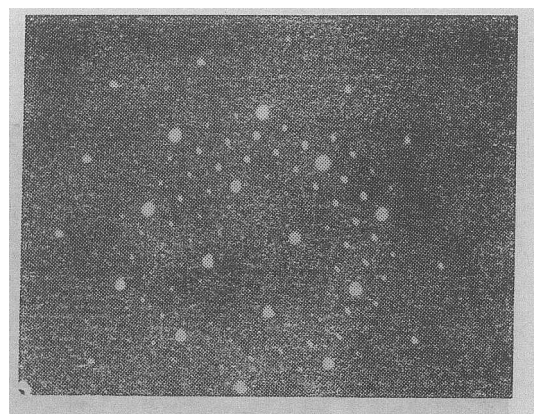


(b)

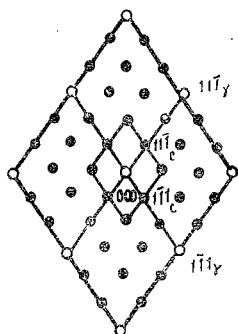
图 3 骨架状初生相的形貌及电子衍射花样 ($\times 1500$)



(a) 明场像 ($\times 15000$)



(b) 衍射花样



(c) 衍射花样的标定

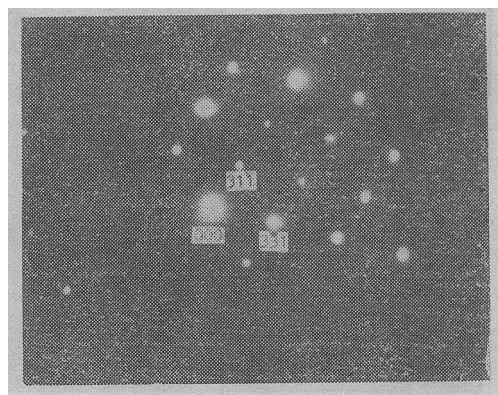
图 4 次生 $M_{23}C_6$ 相明场像及电子衍射花样标定

取向关系的存在使得次生 $M_{23}C_6$ 相形核长大均按一定方向,从而形成了如图4所示的均匀分布的结构。

合金中针状相呈断续状分布,如图5所示。电子衍射花样标定结果针状相亦为 $M_{23}C_6$ 相。



(a) ($\times 15000$)



(b)

图 5 针状相电镜照片

四、结 论

X40钴基合金中,基体为 γ 相,骨架状初生相、方块状及呈断续分布的针状相均为面心立方结构的 $M_{23}C_6$ 相。

块状次生 $M_{23}C_6$ 相与基体之间存在取向关系。

参考文献

- [1] Davin, A. et al, Cobalt, 2, 1974, P. 32.
- [2] Fukui, Y. et al, Metall. Trans. A, 12A, 1981, P. 1033