

Ti-35Zr-10Nb 合金板材的固溶处理与力学性能

王红武, 樊柯利, 王 俭, 王小翔

(宝鸡钛业股份有限公司, 宝鸡 721014)

摘 要:研究了 Ti-35Zr-10Nb 合金板材在 600~850 ℃ 不同温度和不同冷却速度下固溶处理后的力学性能和显微组织。结果表明:该合金在 700~800 ℃ 固溶处理, 然后水冷, 会获得较好的塑性。

关键词: Ti-35Zr-10Nb; 固溶处理; 力学性能

中图分类号: TG146.2

文献标志码: A

Solution treatment and mechanical properties of Ti-35Zr-10Nb alloy plate

WANG Hong-wu, FAN Ke-li, WANG Jian, WANG Xiao-xiang

(Baoji Titanium Industry Co., Ltd., Baoji 721014, China)

Abstract: The mechanical properties and microstructures of Ti-35Zr-10Nb alloy solution treated at different temperatures and at different cooling rates were studied. The result shows that the better ductility property can be achieved with 700~800 ℃ solutioning treatment and cooling by water.

Key words: Ti-35Zr-10Nb; solution treatment; mechanical property

Ti-35Zr-10Nb 合金是一种稳定 β 型钛合金,具有良好的冷加工性能和极好的塑性,主要利用其优异的成形性应用于手机外壳、电脑外壳和眼镜架等民用产品。该合金由于含大量 β 稳定元素,相变点在 650 ℃ 左右,其热处理一般采用固溶处理,合金性能对温度和时间以及冷却速度极其敏感,因此,对该合金的固溶处理制度和力学性能关系进行研究将对该合金的应用具有很大的意义。

1 实验

实验用板材的板坯为经真空熔炼、在 3 150 t 水压机上锻造而成。板坯在 205 kW 电阻炉中加热,经 1 200 mm 轧机轧制成厚度为 2.0 mm 的薄板。成品热处理在 45 kW 电阻炉中进行,在 600~850 ℃ 区间选取不同温度进行处理,热处理后的试样进行力学性能测试和显微组织观察。

2 结果与分析

2.1 固溶温度

经过冷轧的厚度为 2.0 mm 的板材分别在 600、650、700、750、800 和 850 ℃ 保温 10 min 空冷进行固溶处理。固溶处理后,测试合金的力学性能见表 1,显微组织见图 1。

从表 1 中可以看出:在 600~750 ℃,随着固溶温度的升高,强度稍有降低,而伸长率升高。当固溶温度进一步升高到 800 ℃ 和 850 ℃ 时,却出现了强度升高,伸长率急剧下降的异常情况。

结合观察图 1 的显微组织可以看出:在 700 ℃ 以下固溶处理,材料的显微组织为未完全再结晶组织,随着温度的升高,再结晶逐步完全。当固溶温度达到 700 ℃ 以上,显微组织为完全的再结晶组织,可见明显的晶粒及边界。当固溶温度达到 800 ℃ 以上时,在晶

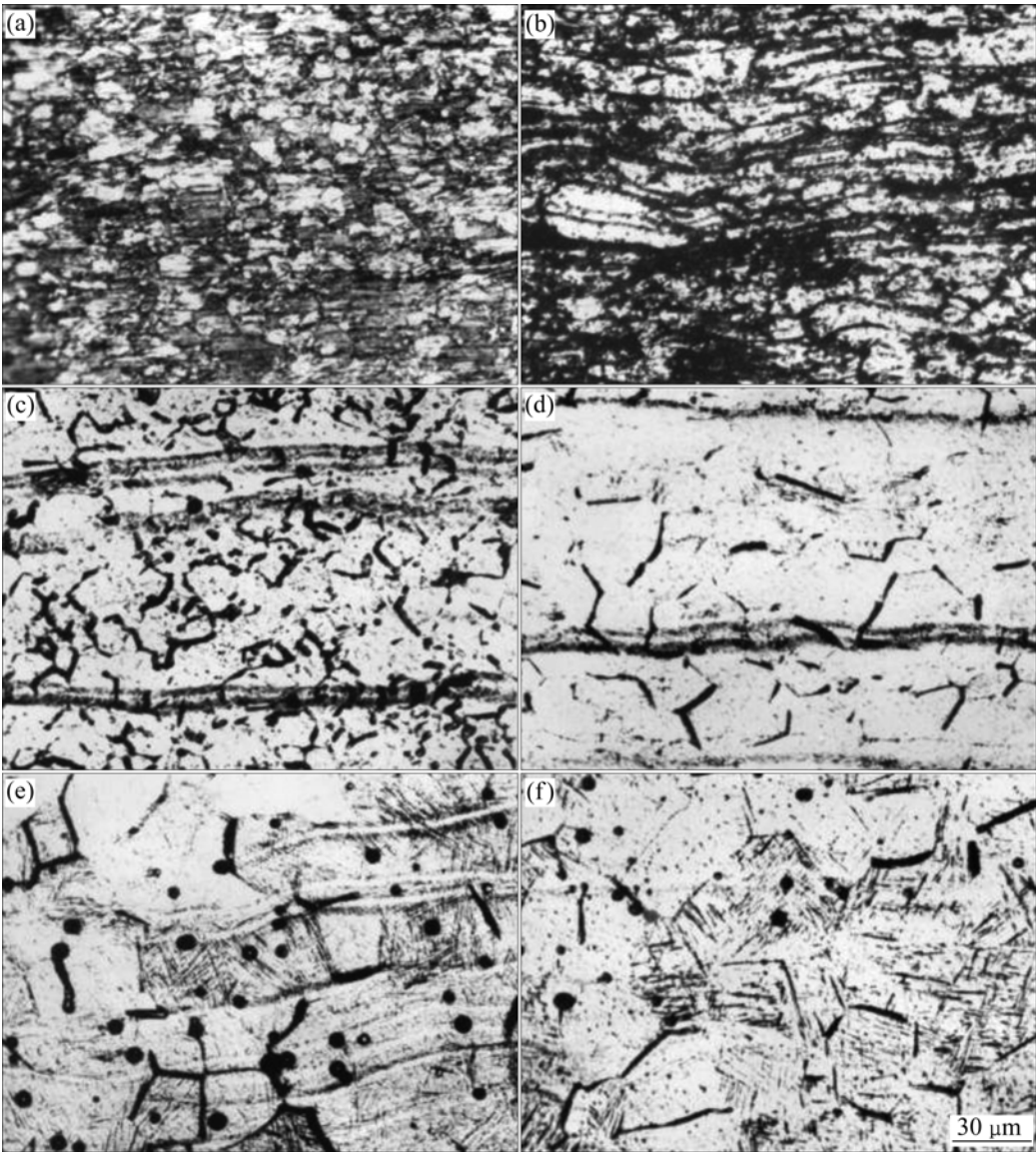


图 1 2.0 mm 板材经不同固溶温度处理后的显微组织

Fig.1 Microstructure of 2.0 mm-thick sheet after solution treatment at different temperatures: (a) 600 °C ; (b) 650 °C ; (c) 700 °C ; (d) 750 °C ; (e) 800 °C ; (f) 850 °C

表 1 不同温度固溶处理的 2.0 mm 板材的力学性能

Table 1 Mechanical properties of 2.0 mm-thick sheet after solution treatment at different temperatures

Solution treatment temperature/°C	R_m /MPa	$R_{p0.2}$ /MPa	A_{50} /%
600	1 010	750	9.5
650	995	845	11
700	980	800	14
750	950	750	12
800	980	835	8.5
850	1 010	850	9.5

粒内部出现弥散分布的析出相。正是由于温度升高后出现了析出相，造成固溶温度升高时晶粒的再结晶更加完全而强度却升高的现象^[1]。

2.2 冷却速度

在进行了不同温度空冷固溶处理合金的力学性能和显微组织分析后，进一步在不同温度同样保温时间的前提下，研究不同冷却速率对材料力学性能和显微的影响。合金板材在 700、750、800 和 850 °C 保温 10 min 分别空冷和水冷，以研究冷却速率对力学性能和显微组织的影响，结果如图 2 和 3 所示。

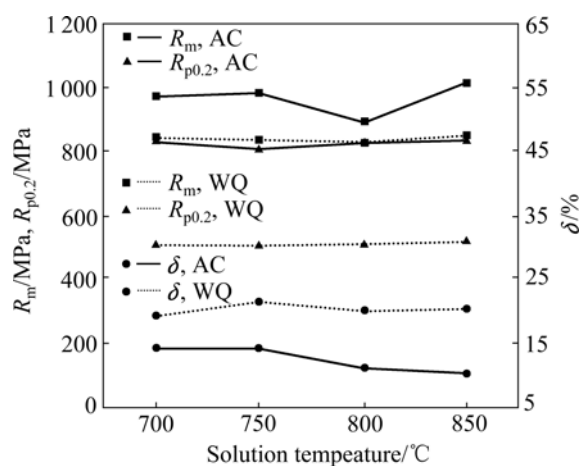


图2 不同固溶温度和冷却速度合金的力学性能曲线

Fig.2 Mechanical properties at different solution temperatures and cooling rates

从图2可以看出:空冷板材的抗拉强度为900~1000 MPa,屈服强度为800~850 MPa,伸长率为10%~15%;快速水冷后材料的抗拉强度为800~900 MPa,屈服强度为500~550 MPa,伸长率为20%左右。快速冷却材料的强度远远低于空冷材料的强度,屈强比低,伸长率高,非常利于冷加工。

从图3可以看出:在700~850 °C固溶,空冷,合金基本为 β 单相组织,且随着温度的升高,晶粒急剧长大;当温度进一步升高时,出现析出相,特别是800 °C以上时有大量弥散相析出。这是因为空冷降低了冷却速度,使 β 相分解和再结晶。水冷时,获得针状马氏体,随着固溶温度的升高,针状马氏体逐渐增多;快速冷却减少了析出相的析出,使材料保持较好塑性,利于变形^[2]。

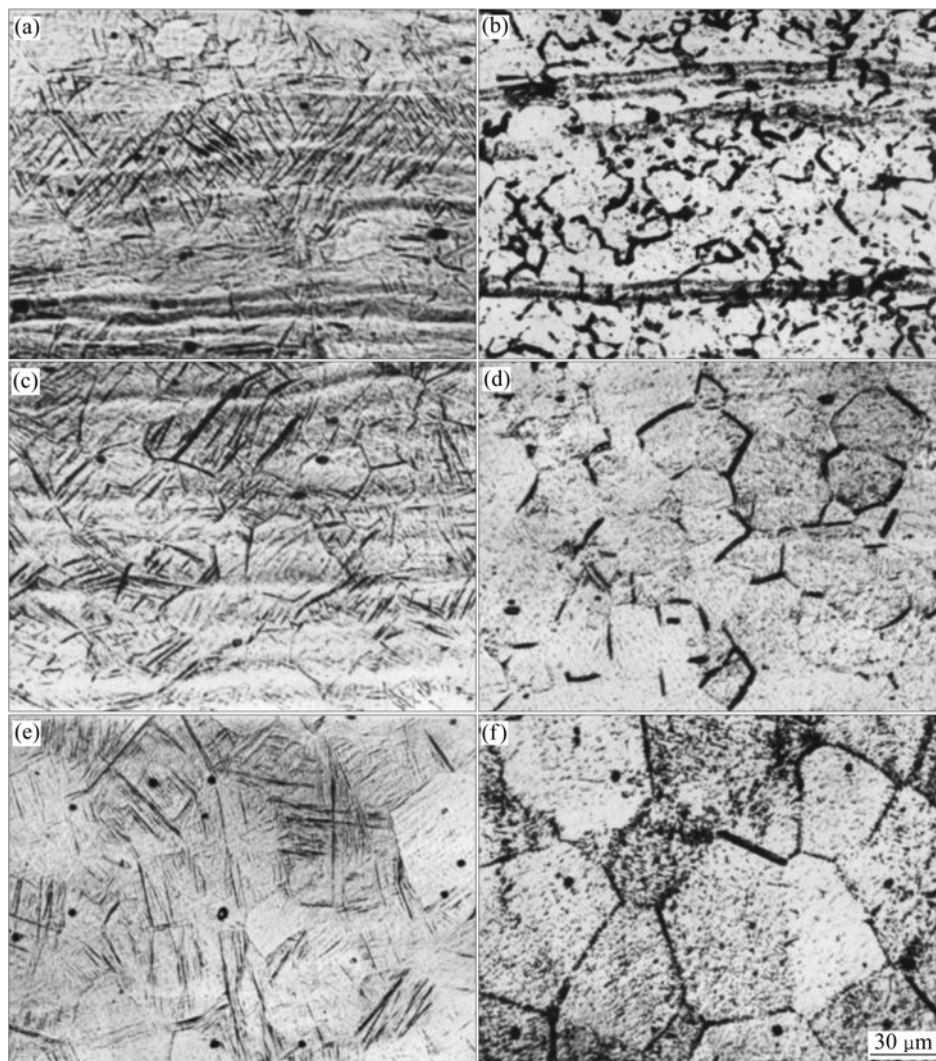


图3 经不同固溶温度和冷却速度处理后合金的显微组织

Fig.3 Microstructures of alloy at different solution temperatures and cooling rates: (a) 700 °C, WQ; (b) 700 °C, AC; (c) 800 °C, WQ; (d) 800 °C, AC; (e) 850 °C, WQ; (f) 850 °C, AC

3 结论

1) Ti-35Zr-15Nb 合金在 700 ℃ 以上固溶空冷处理可以获得完全再结晶的显微组织, 800 ℃ 以上固溶会出现析出相, 降低板材塑性。

2) Ti-35Zr-15Nb 合金固溶应采用水冷的冷却方式, 提高冷却速度可以避免析出相析出, 获得很好的塑性, 有利于进一步的成型和加工。

REFERENCES

- [1] 董利民, 关少轩, 刘羽寅, 杨 锐. 热处理参数对 TC4 合金固溶时效力学性能的影响[J]. 稀有金属材料与工程, 2008, 37(s): 565-567.
DONG Li-min, GUAN Shao-xuan, LIU Yu-yin, YANG Rui. Effects of heat treatment parameters on tensile properties of TC4 alloy wire treated by solution plus aging [J]. Rare Materials and Engineering, 2008, 37(s): 565-567.
- [2] 王 晶, 韩宏斌, 阎彩文. 热处理对 TB5 板材组织和性能的影响[J]. 稀有金属材料与工程, 2008, 37(s): 671-673.
WANG Jing, HAN Hong-bin, YAN Cai-wen. Influences of heat treatments on the microstructures and mechanical properties of TB5 sheet [J]. Rare Materials and Engineering, 2008, 37(s): 671-673.

(编辑 杨 兵)