

挤压 7003 铝合金管材工艺实践

杜新宇

(南阳康远集团公司,河南 南阳 473125)

摘要:介绍了 7003 铝合金的主要性能和主要生产工艺实践过程,为达到合格的力学性能和提高生产效率,经过多次试验,制定出合理的时效工艺制度。

关键词:7003 铝合金;挤压工艺;双级时效

中图分类号:TC379 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7235(2006)11-0032-02

Extruding production of 7003 aluminium alloy tube

DU Xin-yu

(Nanyang Kangyuan Co., Nanyang 473125, China)

Abstract: The paper introduces the practical process of the main productive technology for the manufacture of 7003 aluminum alloy. A reasonable aging process has been formulated after numerous experiments so as to achieve the eligible mechanical property and heighten the productive efficiency.

Key words: 7003 aluminum alloy; extrusion process; double aging

7003 铝合金属于 Al-Zr-Mg 系,该合金具有良好的热变形能力和加工性能,人工时效热处理后能够得到较高的强度,焊接性能良好。近年来,7003 合金的应用越来越广泛。我厂生产的 7003 铝合金管材,客户要求其表面光洁,弯曲性能好,抗拉强度不低于 300 N/mm^2 。下面介绍我厂生产 7003 合金管材的工艺实践。

1 7003 铝合金熔炼铸造

7003 铝合金化学成分(质量分数/% ,下同)为: Si0.30, Fe0.35, Cu0.20, Mn0.30, Cr0.20, Ti0.20, Mg0.5~1.0, Zn5.0~6.5, Zr0.05~0.25。锌和镁是两个主要合金化元素。在铝中同时加入锌和镁,形成 MgZn_2 相和 $T(\text{Al}_2\text{Mg}_3\text{Zn}_3)$ 相,它们有大致相同的强化效果。当两个相共存时,强化效果会更好。但锌、镁含量过大,会使材料的塑性和抗应力腐蚀性能降低,特别是锌过量时更为严重。我厂根据客户提

出的产品性能要求,锌的质量分数控制在 $5.5\% \sim 5.7\%$,镁的质量分数控制在 $0.7\% \sim 0.9\%$ 。铜能提高合金的强度和抗应力腐蚀性能,但会影响合金的焊接性能,故铜控制在 $0.13\% \sim 0.18\%$ 。铁不仅降低合金的抗蚀性,而且降低合金的力学性能;硅降低合金的力学性能,其原因是硅与镁形成 Mg_2Si 相,因而减少了形成 MgZn_2 相的镁量。所以铁和硅尽量控制低一些。锆和钛能细化晶粒,锆还能提高力学性能和抗蚀性,锆控制在 $0.10\% \sim 0.20\%$ 。

我厂用 A199.6 的原铝锭和镁锭、锌锭,以及 Al-Zr、Al-Ti、Al-Mn 中间合金和电解铜等进行配料。7003 铝合金的熔炼温度为 $730 \sim 750$,严格控制精炼温度,避免镁烧损过大。在熔炼结束后和精炼结束后均要进行充分搅拌,使成分均匀,避免偏析。采用热顶铸造,铸造温度控制在 $710 \sim 730$ 。由于 7003 的合金化程度较高,在铸造时铸锭的裂纹倾向性很大。其铸造速度和冷却水压要根据铸棒质量

收稿日期:2006-07-26

作者简介:杜新宇(1968-),男,河南南阳人,工程师。

合理调整,速度不能快,以防止出现铸造裂纹和疏松。采用陶瓷过滤板过滤,提高铸棒质量。

2 均匀化处理

7003 铝合金铸棒均匀化温度为 460 左右,出炉后快速冷却,使 $MgZn_2$ 相充分溶解在基体内。均匀化处理后,铸棒强度略有下降,降低了挤压效应。但 $\phi 120$ mm 以下的铸棒可不均匀化处理。

3 7003 合金挤压生产

由于 7003 合金的强度不很高,变形抗力不很大,所以较容易挤压。挤压时铸棒的加热温度控制在 440 ~ 470 ,避免温度过高引起组织过烧,以免降低制品的力学性能。模具温度为 470 ~ 480 。在 8 MN 挤压机上挤压规格为 40 mm \times 25 mm 的方管。铝棒规格 $\phi 120$ mm \times 400 mm,挤压比为 50。挤压过程突破时的挤压力为 22 MPa,随着挤压的进行,压力逐渐下降,挤压结束时压力为 15 MPa。7003 合金可高速挤压以便变形热让管材出模时达到较高的淬火温度,使 $MgZn_2$ 相等充分固溶。挤压制品出模后,采用水冷快速冷却,以提高管材的力学性能。挤

压管材时,挤压速度应注意加以控制,因为管材出模水冷时为了使其冷却充分,挤压速度也不能太快,一般控制在 5 m/min ~ 6 m/min。我厂试验时挤压速度为 5.2 m/min。

4 7003 合金管材人工时效热处理

7003 合金管材采用双级时效:90 保温 5 h 后升温至 155 保温 8 h。为了缩短时效时间,提高时效炉的利用率,兼顾 6063 合金型材的生产,我们拟定三种不同的时效制度进行试验,其制度分别如下:

- (1) 高温时效:195 保温 3 h;
- (2) 高温双级时效:110 保温 2.5 h + 165 保温 4 h;
- (3) 低温双级时效:95 保温 5 h + 155 保温 8 h。

每种时效制度的样品截取 300 mm 长,40 mm \times 25 mm、壁厚 2.5 mm 的方管试样 10 个进行试验。检验其主要力学性能是否能达到客户要求。另外用钳式硬度计检测其硬度,找出与抗拉强度的对应关系,以便于车间批量生产时检测硬度,监控产品质量。测定的性能列于表 1 中。

表 1 不同时效制度处理后管材的性能

时效制度	$R_m/(N \cdot mm^{-2})$		$A/\%$		HW	
	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值
95 5 h + 155 8 h	317 ~ 326	325.4	10.5 ~ 11.5	10.7	17 ~ 18.5	17.8
110 2.5 h + 165 4 h	302 ~ 319	311.6	10.5 ~ 11.8	11.1	16.5 ~ 17.5	17.3
195 3 h	243 ~ 303	257	10.5 ~ 13	12.4	14 ~ 15.5	15.2

通过试验得知,95 5 h + 155 8 h 与 100 3 h + 160 5 h 两种工艺时效后的管材抗拉强度均在 300 N/mm² 以上,伸长率也符合客户的要求。195 3 h 时效后伸长率合格,但抗拉强度只有 257 N/mm²,

达不到客户的要求。由于 100 3 h + 160 5 h 时效周期短,我们最后把它确定为我厂的时效工艺制度。

通过几批试生产,我们生产出满足客户要求的 7003 合金管材,客户反映使用效果良好。