

淬火后停放时间对 6A02-T6 合金型材强度的影响

冯永平

(兰州铝业股份有限公司 西北铝加工分公司, 甘肃 陇西 748111)

摘要:对 6A02-T6 铝合金型材淬火后停放时间对其抗拉强度的影响进行了研究,确定了合理的生产工艺制度,解决了该合金型材抗拉强度不合格的问题,生产出了满足用户要求和符合国家标准的产品。

关键词:6A02 铝合金型材; 淬火; 抗拉强度; 停放时间; 人工时效

中图分类号:TG166.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7235(2003)08-0030-02

Effect of Stay Time after Quenching on Tensile Strength of 6A02-T6 Aluminium Alloy Profiles

FENG Yong-ping

(Northwest Aluminium Fabrication Company, Longxi 748111, China)

Abstract: The effect of stay time after quenching on tensile strength of 6A02-T6 aluminium alloy profiles was researched. The reasonable process system was instituted. The products that satisfy customer's requirements and coincide with the relative standard were produced.

Key words: 6A02 aluminium alloy profiles; quenching; tensile strength; stay time; artificial age

6A02 是 Al-Mg-Si-Cu 系合金,具有中等强度,良好的塑性和焊接性能,可以生产大型锻件和几何形状复杂的型材,广泛用于汽车、飞机和船舶等工业。我公司生产的 6A02-T6 铝合金型材主要用于电力、制氧机等行业,其产品质量和性能指标一直稳定可靠。但最近几年来,发现部分 6A02-T6 铝合金型材的抗拉强度不合格,有的型材抗拉强度仅为 275 MPa,而国家标准规定其抗拉强度不小于 294 MPa,重复热处理后仍有部分不合格,这不仅增加了生产成本,而且不能按时完成合同。该型材生产工艺流程为:配料→熔铸→锯切→挤压→淬火→张力矫直→人工时效→检查锯切→交货。我们结合生产进行了一系列的工艺试验研究,找出了问题所在,确定了合理的生产工艺参数,生产出了合格的产品。

1 影响 6A02-T6 铝合金型材抗拉强度的主要因素

通过对 6A02-T6 铝合金型材生产工艺的分析,我们认为影响其抗拉强度的主要因素有以下几方面:(a)化学成分,(b)挤压工艺,(c)淬火制度,(d)停放时间,(e)人工时效制度。

2 试验内容及结果

2.1 化学成分

通过对 5 个熔次的化学成分的统计(见表 1)可以看出,6A02 合金的化学成分符合国家标准和我公司内部标准。Al-Mg-Si-Cu 系合金的主要强化相为 Mg_2Si 相和 $CuAl_2$ 相。当合金中 $w(Cu) > 0.3\%$ 、 $w(Mg)/w(Si) < 1.08$ 时,形成 $W(Cu_2Mg_5Si_6Al_5)$ 相和 $CuAl_2$ 相;当 $w(Mg)/w(Si) > 1.73$ 时,出现剩余的 Mg,可能形成 $S(Al_5CuMg)$ 相和 $CuAl_2$ 相,其强化效果不如 Mg_2Si 相和 W 相的大,为了保证 Mg_2Si 不减少,适度保证 Si 过剩是比较合理的^[1]。Cu 含量不能太高,不然会造成型材的抗蚀性能下降。因此我们在生产中选用如表 1 所示的化学成分(质量分数)是比较合理的,不会造成型材的抗拉强度下降。

2.2 挤压生产工艺和热处理制度

我们结合生产 LX1100 型材用同一熔次的铸锭进行工艺试验:铸锭温度 400~450℃,挤压筒温 380~420℃,挤压系数 $\lambda = 30.7$;淬火加热温度 $(518 \pm 5)^\circ C$,保温 0.5 h(方案 1,2);淬火加热温度 $(530 \pm 5)^\circ C$,保温 45 min(方案 3,4);人工时效制度为 $(155 \pm 5)^\circ C$,保温

收稿日期:2003-04-02

作者简介:冯永平(1967-),男,甘肃临洮人,工程师。

8 h。淬火后不同停放时间对型材强度的影响结果见表 2。

从表 2 可以看出,使 6A02-T6 合金型材抗拉强度

表 1 6A02 铝合金各元素的质量分数 %

Cu	Si	Mg	Mn	Fe	Ti	Zn	其他杂质 单个 合计	Al
0.35-0.55	0.80-1.10	0.60-0.85	0.20-0.35	0.20-0.40	0.02-0.10	0.20-0.10	0.05	余量

表 2 工艺试验参数及结果

方案编号	1	2	3	4
停放时间/h	>6	<6	>6	<6
σ_b	不合格	合格	不合格	强度合格,表面不好有橘皮

降低的原因是型材淬火后人工时效前停放的时间过长。在停放自然时效过程中,过饱和固溶体发生分解和析出,影响了人工时效的效果,使其抗拉强度下降,这种现象称为“停放效应”。因此,我们把试验的重点就放到型材淬火后停放时间上,以确定最佳的生产工艺。方案 2 和方案 4 的抗拉强度都合格,但方案 4 生产的型材淬火经张力矫直后型材表面产生橘皮现象,其原因是:由于淬火温度较高,保温时间较长,型材的晶粒长大,晶粒间产生不均匀变形,经张力矫直后粗大晶粒被拉长,宏观表现为型材表面产生橘皮现象^[2]。橘皮现象虽然不影响型材使用,但影响美观,应尽量避免。

2.3 停放时间对抗拉强度的影响

生产线上由于受产品品种、规格、生产工艺、生产调度组织等因素的影响,导致型材从淬火到人工时效有一定的停放时间,当停放时间超过一定时间后,人工时效强化效果会有所降低。停放时间究竟控制在什么范围内既能保证型材的力学性能合格又能合理调度组织生产,我们采用方案 2 的有关工艺进行了一些试验。试验试样取自同一熔次铸锭挤压的 LX1100 型材,分 6 组,每组 4 个试样取平均值,停放时间对型材强度的影响见图 1。

从图 1 可以看出,停放 1 h 后人工时效,抗拉强度处于低值上升区,停放 2~4 h 进行人工时效,抗拉强度处于峰值,停放时间继续延长,抗拉强度则逐渐降低;停放时间超过 6 h,抗拉强度小于 294 MPa。

3 试验结果分析

从以上的试验结果可以看出,6A02-T6 铝合金型材抗拉强度不合格是由于淬火与人工时效之间的间隔

参 考 文 献:

- [1] 谷兰成.确保 LD2 合金型材力学性能的工艺[J].轻合金加工技术,1994,(11):31.
- [2] 王祝堂,田荣璋.铝合金及其加工手册[M].长沙:中南工业大学出版社,1989.

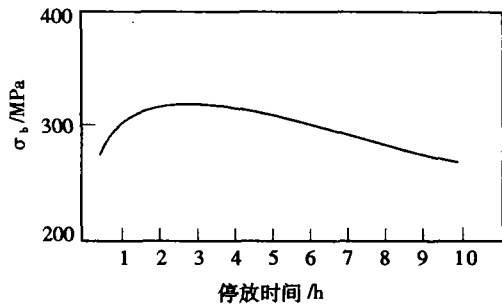


图 1 停放时间对型材抗拉强度的影响

时间过长。在以后的生产过程中,停放时间应控制在 2~4 h 之内,由于生产调度组织的难度,在特殊情况下不超过 6 h。由于执行了合理的工艺制度,再没有发生 6A02-T6 合金型材抗拉强度不合格的现象。

结合图 1 对停放时间对抗拉强度的影响可以做以下解释:

(a) Mg 在铝中的溶解度(室温)远大于 Si,因此,在停放期间过剩 Si 将首先析出产生偏聚,而 Mg 与 Si 原子的 G.P 区是在 Si 核上形成的。

(b) 如果停放时间很短,在停放时间内自然时效产生的小尺寸 G.P 区在人工时效温度下不稳定而重新溶入固溶体,形核率降低,人工时效后的型材组织内存在粗大的过渡相,使型材抗拉强度不高。

(c) 当停放时间 2 h 进入人工时效,可获得最佳的时效效果。因为此时获得了尺寸适当的 G.P 区,它在人工时效开始时稳定,形核率高。人工时效时,Mg 与 Si 的原子继续向硅偏聚团上迁移,大量的稳定晶核继续成长,形成弥散的 Mg_2Si 强化相,同时 $CuAl_2$ 相也参加时效,型材性能达到峰值。

(d) 如果停放时间过长,合金内产生大量的大尺寸偏聚团,使固溶体内溶质原子浓度降低,人工时效过程中,大于临界尺寸的 G.P 区重新溶入固溶体而大量共格析出产物粗大,形成了较粗大的 Mg_2Si 相粒子,使型材性能降低。

4 结 论

(1) 严格控制 6A02 合金化学成分,Cu、Mg、Si 的含量控制在适当的范围内。

(2) 淬火制度: $(518\pm 5)^{\circ}C$,保温时间按型材实际厚度确定。

(3) 人工时效制度: $(155\pm 5)^{\circ}C$ 保温 8 h。