

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910042967.5

[43] 公开日 2009 年 8 月 19 日

[51] Int. Cl.

C22F 1/04 (2006.01)

C22F 1/053 (2006.01)

[22] 申请日 2009.3.27

[21] 申请号 200910042967.5

[71] 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市麓山南路 1 号

[72] 发明人 李慧中 梁霄鹏

[74] 专利代理机构 长沙市融智专利事务所

代理人 颜 勇

权利要求书 1 页 说明书 3 页

[54] 发明名称

一种 Al - Zn - Mg - Sc - Zr 合金的热处理方法

[57] 摘要

一种 Al - Zn - Mg - Sc - Zr 合金的热处理方法，包括热轧，第一次固溶，冷轧，第二次固溶，时效五个步骤；在第一次固溶时，使第二相溶入基体，得到过饱和固溶体，有效提高 Sc、Zr 元素的合金化作用，同时可软化合金为其后的较大变形量的冷轧提供充分软化的机体，其后的冷轧可使未固溶的粗大相破碎，有利于第二次固溶时溶入基体，提高基体的过饱和程度，减少合金变形时裂纹出现的几率，同时，为时效析出更多的强化相提供基础。 经过本发明工艺方法处理后的合金，在冷轧变形量为 50.0% 时与常规热处理合金相比，其固溶态的抗拉强度和屈服强度分别提高 70MPa 和 50MPa，时效态的抗拉强度和屈服强度分别提高 40MPa 和 35MPa；本发明工艺方法简单、操作方便、适于工业化应用，为航空航天材料性能的改善提供了一种新的加工方法。

1、一种 Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金的热处理方法，包括下述步骤：

1、热轧，所述热轧温度为 400℃～450℃，热轧变形量不小于 80%；

2、第一次固溶，所述第一次固溶温度为：(480℃～500℃) × (1h～3h)；

3、冷轧，所述冷轧变形量为 40--60%；

4、第二次固溶，所述第二次固溶温度为 (480℃～500℃) × (1h～3h)；

5、时效，所述时效温度为 (110℃～130℃) × (20h～26h)。

2、根据权利要求 1 所述的一种 Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金的热处理方法，其特征在于：所述冷轧变形量为 45--55%。

3、根据权利要求 1 所述的一种 Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金的热处理方法，其特征在于：所述冷轧变形量为 50%。

一种 Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金的热处理方法

技术领域

一种 Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金的热处理方法，属于材料热处理领域，涉及 Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金热轧后和固溶前的冷轧处理。

背景技术

Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金具有强度高，塑性好，可焊性好，耐腐蚀性能优良等特点，被广泛应用于各种飞机的结构件和其他要求强度高的高应力焊接结构件，是目前许多军用和民用飞机，交通运输工具中不可缺少的重要结构材料。目前正在研究和使用的 Al-6.0Zn-2.0Mg-0.2Sc-0.12Zr 的合金大都采用热轧 +470℃/2h+120℃/24h 的常规热处理制度，其中固溶态的抗拉强度为 460MPa、屈服强度为 315MPa、伸长率为 18.1%，时效态的抗拉强度为 555MPa、屈服强度为 535MPa、伸长率为 11.1%。现有技术虽然能在一定程度上改善合金的力学性能，但由于其工艺方法设计上存在的缺陷，使合金铸锭中形成的含有 Fe、Mn 及 Sc、Zr 的粗大的第二相在热轧和固溶处理时不能完全溶入基体，一方面降低的 Sc、Zr 元素的合金化作用，另一方面，这些粗大的粒子在合金变形时与基体的变形不一致，导致裂纹的产生，最终导致合金的综合性能降低。然而，航空航天技术的发展对材料的要求越来越高，需要强度更高，综合性能优良的铝合金材料。因此，研究提高合金的综合力学性能的新的热处理方法很有必要。

发明内容：

本发明的目的在于克服现有技术之不足而提供一种工艺方法简单、操作方便、能有效提高 Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金综合力学性能的热处理方法。

本发明——一种 Al-Zn-Mg-Sc-Zr 合金的热处理方法包括下述步骤：

- 1、热轧，所述热轧温度为 400℃~450℃，热轧变形量不小于 80%；
- 2、第一次固溶，所述第一次固溶温度为：(480℃~500℃) × (1h~3h)；
- 3、冷轧，所述冷轧变形量为 40--60%；
- 4、第二次固溶，所述第二次固溶温度为 (480℃~500℃) × (1h~

3h);

5、时效，所述时效温度为(110℃～130℃)×(20h～26h)。

本发明中，所述所述冷轧变形量为45--55%。

本发明中，所述所述冷轧变形量为50%。

本发明由于采用固溶+冷轧+固溶+时效的热处理方法。在第一次固溶时，使大部分第二相溶入基体，得到过饱和固溶体，有效提高Sc、Zr元素的合金化作用，同时可软化合金为其后的较大变形量的冷轧提供充分软化的机体，其后的较大变形量的冷轧可使未固溶的粗大相破碎，有利于第二次固溶时溶入基体，进一步提高Sc、Zr元素的合金化作用，提高基体的过饱和程度，减少合金变形时裂纹出现的几率，同时，为时效析出更多的强化相提供基础。因此，经过本发明工艺方法处理后的合金，力学性能可大幅度提高。并且，工艺方法简单、操作方便、适于工业化应用，为航天航空材料性能的改善提供了一种新的加工方法。

具体实施方式：

取成份质量百分比为：6.0%Al，2.0%Mg，0.2%Sc，0.12%Zr，其余为Al的Al-Zn-Mg-Sc-Zr合金。经过熔炼铸造---均匀化热处理---机加工（切头尾，铣面）制成30×200×400mm的铝锌镁钪铝合金铸锭试件。分别按下述工艺进行处理：

实例一：

将铝锌镁钪铝合金铸锭试件1进行：

- 1、热轧：430℃，经8道次热轧到5mm，变形量83.3%；
- 2、固溶：500℃保温1.5h，水淬；
- 3、冷轧：经3道次冷轧到2.5mm，变形量50.0%；
- 4、固溶：505℃保温2h，水淬；
- 5、时效：120-130℃时效20-26h，出炉空冷。得最终产物1。

实例二：

将铝锌镁钪铝合金铸锭试件2进行：

- 1、热轧：400℃，经8道次热轧到5mm，变形量83.3%；
- 2、固溶：450℃保温1h，水淬；
- 3、冷轧：经2道次冷轧到3mm，变形量40.0%；

- 4、固溶: 505℃保温 1h, 水淬;
- 5、时效: 120-130℃时效 20-26h。出炉空冷。得最终产物 2。

实例三:

将铝锌镁钪铝合金铸锭试件 3 进行:

- 1、热轧: 400-450℃, 经 8 道次热轧到 5mm, 变形量 83.3%;
- 2、固溶: 500℃保温 3h, 水淬;
- 3、冷轧: 经 3 道次冷轧到 2mm, 变形量 60%;
- 4、固溶: 505℃保温 1h, 水淬;
- 5、时效: 120-130℃时效 20-26h。出炉空冷。得最终产物 3。

实例四:

将铝锌镁钪铝合金铸锭试件 0 进行常规热处理:

- 1、热轧: 420℃, 经 8 道次热轧到 5mm, 变形量 83.3%;
- 2、固溶: 470℃保温 2h, 水淬;
- 3、时效: 120℃时效 24h。出炉空冷。得最终产物 0。

附表 1 为常规热处理和本方法热处理后的最终产物力学性能对比, 从附表 1 可见, 本发明热处理方法中冷轧变形量为 50 %时所得到的合金板材较常规热处理合金相比, 其固溶态的抗拉强度和屈服强度分别提高 70MPa 和 50MPa, 时效态的抗拉强度和屈服强度分别提高 40MPa 和 35MPa。

表 1

热处理	固溶态			时效态		
	σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	δ /%	σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	δ /%
产物 0	460	315	18.1	555	535	11.1
产物 1	530	365	17.5	595	550	10.1
产物 2	465	315	17.5	550	535	11.0
产物 3	475	325	18.0	560	545	10.3