



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102534330 B

(45) 授权公告日 2013.09.11

(21) 申请号 201210041192.1

(22) 申请日 2012.02.22

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 戴吉春 吴国华 刘文才 孙明

丁文江

(74) 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司

31213

代理人 祖志翔

(51) Int. Cl.

C22C 23/06 (2006.01)

C22C 1/03 (2006.01)

C22F 1/06 (2006.01)

审查员 霍亮琴

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

高强度铸造镁合金的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高强度铸造镁合金及其制备方法,该铸造镁合金的组分及其质量百分比为:8~14wt.% Gd,1~5wt.% Y,0.6~2wt.% Al,杂质元素Si、Fe、Cu和Ni的总量小于0.02wt.%,余量为Mg;所述镁合金的制备方法包括熔炼和随后的热处理两个工艺工序,其中,熔炼工艺工序在SF₆和CO₂混合气体保护条件下进行,步骤包括:烘料、熔镁、加Gd和Y、加Al和铸造,热处理工艺工序包括固溶处理和时效处理。本发明通过加入Al与Gd、Y等稀土元素在合金中原位反应生成Al-RE金属间化合物的方法达到了细化晶粒的目的,所获得的高强度铸造镁合金的晶粒热稳定优异,细化效果的抗衰退性强,具有更高的抗拉强度和延伸率。

1. 一种高强度铸造镁合金的制备方法,所述铸造镁合金的组分及其质量百分比为: 8~14wt.%Gd, 1~5wt.%Y, 0.6~2wt.%Al, 杂质元素 Si、Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.02wt.%, 余量为 Mg, 其特征在于:所述制备方法包括熔炼和随后的热处理两个工艺工序;其中,

所述的熔炼工艺工序在 SF₆ 和 CO₂ 混合气体保护条件下进行,步骤如下:

(1) 烘料:将纯镁、纯铝、中间合金 Mg-Gd 和 Mg-Y 预热 3 小时以上达到 180~250℃;

(2) 熔镁:采用坩埚电阻炉将烘干后的纯镁熔化;

(3) 加 Gd 和 Y:往 720~740℃的镁液中加入中间合金 Mg-Gd, 加入量根据该中间合金 Mg-Gd 中 Gd 所占质量百分比和所制备镁合金的总质量确定;待 Mg-Gd 熔化后,熔体温度回升至 720~740℃时加入中间合金 Mg-Y, 加入量根据该中间合金 Mg-Y 中 Y 所占质量百分比和所制备镁合金的总质量确定;

(4) 加 Al:待中间合金 Mg-Y 完全熔化后,熔体温度回升至 720~740℃时加入 0.6~2wt.% 纯 Al;

(5) 铸造:待纯 Al 完全熔化后,熔体温度回升至 720~740℃时搅拌 2 分钟,然后在熔体温度升至 750~760℃时不断电精炼 6~10 分钟,精炼后升温至 780℃静置 25~40 分钟,静置后待熔体降温至 710~740℃后撇去表面浮渣并进行浇铸成合金锭,浇铸用钢制模具预先加热至 180~250℃;

所述的热处理工艺工序为:

将熔炼得到的合金锭在 490~570℃温度中进行 10~40 小时的固溶处理,而后在 200~275℃温度中进行 10~60 小时的时效处理。

2. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述的中间合金 Mg-Gd 中 Gd 占 25wt.%。

3. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述的中间合金 Mg-Y 中 Y 占 25wt.%。

高强度铸造镁合金的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种镁合金及其制备方法,特别涉及一种高强度的铸造稀土镁合金及其制备方法,属于金属材料技术领域。

背景技术

[0002] 作为最轻的金属结构材料,镁合金具有比强度、比刚度高的优点。近年来由于汽车和电子工业上逐步采用了镁合金构件,使镁合金的应用得到推广。然而与铝合金相比,镁合金的应用还有很大的差距,其主要原因为强度不足、耐热性差和抗腐蚀性不佳。添加稀土元素是提高镁合金强度、耐热性和抗腐蚀能力的有效方法,如 WE54 和 WE43 等稀土镁合金。近来的研究表明 Mg-Gd-Y 系镁合金可表现出很高的析出强化效果,相对于传统的铝合金和镁合金,包括在镁合金中具有最高高温强度的 WE54 在内, Mg-Gd-Y 系镁合金具有更高的室温强度和高温强度。

[0003] 由于镁的晶体结构类型是密排六方 (HCP) 结构,在室温下只有 3 个滑移系,因而导致镁的韧性很差。晶粒细化可以有效地提高合金的韧性、强度和铸造性能。已有研究发现对于不含 Al 的镁合金,锆 (Zr) 是优良的细化剂 (对于含有 Al 的镁合金, Zr 会与 Al 发生反应而失去细化效果)。目前工业上主要以 Mg-Zr 中间合金的方式加入 Zr。

[0004] 虽然 Zr 是镁合金的优良细化剂,但是采用加入 Mg-Zr 中间合金细化镁合金也存在一些缺点。首先, Mg-Zr 中间合金的生产工艺复杂,能耗高,由此导致中间合金价格较贵;其次, Zr 的密度 ($6.52\text{g}/\text{cm}^3$) 远大于镁熔体的密度,未溶解的 Zr 颗粒很快就下沉到坩埚底部,同时尺寸大于 $5\mu\text{m}$ 的 Zr 颗粒也不能作为异质形核核心,导致中间合金中 Zr 的吸收率较低,合金中实际得到的 Zr 量难以控制;再者,经 Mg-Zr 中间合金细化镁合金晶粒的热稳定性低,在高温固溶过程中容易长大。

[0005] 最近的研究表明, Mg-10Y 中间合金中加入 1% Al 后,晶粒明显细化,并且晶粒的热稳定性好,在 550°C 保温 48 小时后晶粒尺寸基本保持不变,远远高于采用 Mg-Zr 中间合金细化的晶粒的热稳定性。由于 Al、Gd 之间的二元相 Al_2Gd 及 Al、Gd、Y 之间的三元相 Al_4GdY 与 Al_2Y 晶体结构相同,且晶格常数相近 ($a_{\text{Al}_2\text{Gd}}=0.790\text{nm}$, $a_{\text{Al}_2\text{Y}}=0.786\text{nm}$ 和 $a_{\text{Al}_4\text{GdY}}=0.7884\text{nm}$ 错误! 未找到引用源。),因此有理由相信,通过在 Mg-Gd-Y 合金中添加廉价的 Al 原位生成 Al-RE 金属间化合物也可以作为基体的异质形核核心,细化合金,并且细化后的晶粒有优异的热稳定性。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供一种高强度的 Mg-Gd-Y-Al 镁合金,其通过比采用 Mg-Zr 中间合金更为廉价、可靠且有效的细化方法,使细化后的晶粒具有更好的热稳定性,而且通过之后相应的热处理工艺,使得该合金拥有优良的力学性能。

[0007] 为实现上述目的,本发明的技术方案是:

[0008] 一种高强度铸造镁合金,其特征在于:所述铸造镁合金的组分及其质量百分比为:

8 ~ 14wt. % Gd, 1 ~ 5wt. % Y, 0.6 ~ 2wt. % Al, 杂质元素 Si、Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.02wt. %, 余量为 Mg。

[0009] 本发明提供的另一技术方案是：

[0010] 一种用于权利要求 1 所述高强度铸造镁合金的制备方法, 其包括熔炼和随后的热处理两个工艺工序; 其中,

[0011] 所述的熔炼工艺工序在 SF₆ 和 CO₂ 混合气体保护条件下进行, 步骤如下:

[0012] (1) 烘料: 将纯镁、纯铝、中间合金 Mg-Gd 和 Mg-Y 预热 3 小时以上达到 180 ~ 250°C;

[0013] (2) 熔镁: 采用坩埚电阻炉将烘干后的纯镁熔化;

[0014] (3) 加 Gd 和 Y: 往 720 ~ 740°C 的镁液中加入中间合金 Mg-Gd, 加入量根据该中间合金 Mg-Gd 中 Gd 所占质量百分比确定; 待 Mg-Gd 熔化后, 熔体温度回升至 720 ~ 740°C 时加入中间合金 Mg-Y, 加入量根据该中间合金 Mg-Y 中 Y 所占质量百分比确定;

[0015] (4) 加 Al: 待中间合金 Mg-Y 完全熔化后, 熔体温度回升至 720 ~ 740°C 时加入 0.6 ~ 2wt. % 纯 Al;

[0016] (5) 铸造: 待纯 Al 完全熔化后, 熔体温度回升至 720 ~ 740°C 时搅拌 2 分钟, 然后在熔体温度升至 750 ~ 760°C 时不断电精炼 6 ~ 10 分钟, 精炼后升温至 780°C 静置 25 ~ 40 分钟, 静置后待熔体降温至 710 ~ 740°C 后撇去表面浮渣并进行浇铸成合金锭, 浇铸用钢制模具预先加热至 180 ~ 250°C;

[0017] 所述的热处理工艺工序为:

[0018] 将熔炼得到的合金锭在 490 ~ 570°C 温度中进行 10 ~ 40 小时的固溶处理, 而后在 200 ~ 275°C 温度中进行 10 ~ 60 小时的时效处理。

[0019] 本发明所述的制备方法中, 所述中间合金 Mg-Gd 中 Gd 占 25wt. %; 所述中间合金 Mg-Y 中 Y 占 25wt. %。

[0020] 与现有技术比较, 本发明具有的实质性特点和显著的进步为:

[0021] (1) 本发明采用 Mg-Gd 和 Mg-Y 中间合金间接添加 Gd 和 Y 元素, 能够用纯 Mg 锭稀释中间合金熔炼过程中带来的较多夹杂物, 采用加入 Al 与 Gd、Y 原位生成细化颗粒的方法, 在精炼前熔体的温度一直保持不超过 740°C, 减少了熔体在高温的停留时间, 并在较低温度下搅拌精炼, 成功实现了镁合金在较低的温度下浇注。本发明所述制备方法不仅有效降低了熔炼后合金中的夹杂物, 而且也降低了熔炼时合金保护难度, 同时减少了 Gd 和 Y 的烧损, 提高合金的收得率, 在保证合金强度的同时降低了合金的成本。

[0022] (2) 本发明所述高强度铸造镁合金中的 Al-RE 相是在浇注后的凝固过程中长大的, 浇注前合金中并无大颗粒相存在, 细化效果持续时间长, 抗衰退性好; 在晶界处有很多 Al-RE 颗粒相, 该相熔点高, 在高温固溶过程中能够稳定存在, 提高了所述高强度铸造镁合金中细小晶粒的热稳定性。

[0023] (3) 本发明采用添加 Al 替代常用的 Mg-Zr 中间合金达到了细化晶粒的目的, 降低了成本, 缩短了熔炼过程中熔体在较高温度下的停留时间。

[0024] (4) 本发明对所述镁合金在不同温度下的固溶和时效行为进行了系统研究, 获得了固溶和时效处理的优化工艺参数, 从而使所述镁合金在优化的热处理工艺条件下能够达到充分发挥其固溶强化和时效硬化的效果。

[0025] (5) 本发明提供的含稀土高强度 Mg-Gd-Y-Al 合金随着 Gd 含量的提高,其抗拉强度升高、延伸率降低;经固溶和时效处理后,其室温抗拉强度和延伸率变化范围分别提高到 260 ~ 360MPa 和 1.5 ~ 8%。

具体实施方式

[0026] 本发明通过在 Mg-Gd-Y 合金中添加廉价的 Al 原位生成 Al-RE 金属间化合物作为基体的异质形核核心,细化了合金且细化后的晶粒具有优异的热稳定性。

[0027] 本发明所提供的高强度铸造镁合金 Mg-Gd-Y-Al 的组分及其质量百分比为:8 ~ 14wt. % Gd(钆),1 ~ 5wt. % Y(钇),0.6 ~ 2wt. % Al(铝),杂质元素 Si(硅)、Fe(铁)、Cu(铜)和 Ni(镍)的总量小于 0.02wt. %,余量为 Mg(镁)。

[0028] 所述的 wt. % 是指组分占所配制的合金总质量的百分比,该总质量为 Mg、Al 和各种中间合金的质量和。

[0029] 本发明采用 Gd(钆)为第一组分,因为 Gd 当 200 °C 时在镁中的固溶度为 3.82wt. %,为保证合金得到良好的固溶强化和时效硬化效果,Gd 的加入量不能过低,同时为避免合金成本及密度的过度增加以及合金过脆化,Gd 的加入量也不能过高,结合前人的研究结果,选择 Gd 的加入量在 8 ~ 14wt. %;本发明采用 Y(钇)为第二组元,Y 可以使得 Gd 在 Mg 中的固溶度略微降低,从而提高 Gd 的时效硬化效果,但是加入过多的 Y 会推迟时效硬化峰的出现,进而降低合金的强度,提高成本,因此 Y 的含量选择控制在 1 ~ 5wt. %;本发明选用 Al(铝)为第三组元,Al 与稀土元素 Gd、Y 可形成 Al-RE 金属间化合物,在凝固过程中作为 Mg 基体的异质形核核心,达到细化晶粒、提高合金力学性能的效果,同时分布在晶界上的 Al-RE 颗粒还可以阻碍晶界的运动,提高晶粒的热稳定性,由于部分 Al 优先固溶在镁基体中,因此 Al 量少则不会有 Al-RE 颗粒形成或者形成的颗粒少,不能达到理想的细化效果,而 Al 量过多又会消耗很多的稀土元素,因此 Al 的含量选择控制在 0.6 ~ 2wt. %。

[0030] 本发明所述的高强度铸造镁合金 Mg-Gd-Y-Al 的制备方法分为两个阶段,即熔炼和随后的热处理工艺工序;其中:

[0031] 所述的熔炼工艺工序在 SF₆ 和 CO₂ 混合气体保护条件下进行,步骤如下:

[0032] (1) 烘料:将纯镁、纯铝、中间合金 Mg-Gd 和 Mg-Y 预热 3 小时以上达到 180 ~ 250 °C;

[0033] (2) 熔镁:采用坩埚电阻炉将烘干后的纯镁熔化;

[0034] (3) 加 Gd 和 Y:往 720 ~ 740 °C 的镁液中加入中间合金 Mg-Gd,加入量根据该中间合金 Mg-Gd 中 Gd 所占质量百分比确定;待 Mg-Gd 熔化后,熔体温度回升至 720 ~ 740 °C 时加入中间合金 Mg-Y,加入量根据该中间合金 Mg-Y 中 Y 所占质量百分比确定;

[0035] (4) 加 Al:待中间合金 Mg-Y 完全熔化后,熔体温度回升至 720 ~ 740 °C 时加入 0.6 ~ 2wt. % 纯 Al;

[0036] (5) 铸造:待纯 Al 完全熔化后,熔体温度回升至 720 ~ 740 °C 时搅拌 2 分钟,然后在熔体温度升至 750 ~ 760 °C 时不断电精炼 6 ~ 10 分钟,精炼后升温至 780 °C 静置 25 ~ 40 分钟,静置后待熔体降温至 710 ~ 740 °C 后撇去表面浮渣并进行浇铸成合金锭,浇铸用钢制模具预先加热至 180 ~ 250 °C;

[0037] 所述的热处理工艺工序为:

[0038] 将熔炼得到的合金锭在 490 ~ 570℃ 温度中进行 10 ~ 40 小时的固溶处理, 而后在 200 ~ 275℃ 温度中进行 10 ~ 60 小时的时效处理。

[0039] 所述的制备方法中, 所述中间合金 Mg-Gd 中 Gd 可以占 25wt. %, 即采用中间合金 Mg-25wt. % Gd; 所述中间合金 Mg-Y 中 Y 可以占 25wt. %, 即采用中间合金 Mg-25wt. % Y。

[0040] 下面结合实施例对本发明作详细的说明, 所述实施例以本发明技术方案为前提给出了详细的实施过方式和具体的操作过程, 但本发明的保护范围不仅限于下述的实施例。

[0041] 实施例 1

[0042] 所述高强度铸造镁合金的组分及其质量百分比为 :8wt. % Gd、5wt. % Y、0.6wt. % Al, 杂质元素 Si、Fe、Cu 和 Ni 的含量小于 0.02wt. %, 余量为 Mg (wt. % 是指组分占所制备的镁合金总质量的百分比, 总质量为 Mg、Al 和各种中间合金的质量和)。

[0043] 该镁合金的制备方法包括熔炼和随后的热处理两个工艺工序。

[0044] 其中, 在前的熔炼工艺工序在 SF₆ 和 CO₂ 混合气体保护条件下进行, 步骤如下:

[0045] (1) 烘料: 将纯镁、纯铝、中间合金 Mg-Gd 和 Mg-Y 预热 3 小时以上, 达到 180℃;

[0046] (2) 熔镁: 将烘干后的纯镁放入有 SF₆/CO₂ 气体保护的坩埚电阻炉中熔化;

[0047] (3) 加 Gd 和 Y: 当镁液温度达到 720℃ 后, 往镁液中直接加入中间合金 Mg-Gd, 该中间合金为 Mg-25wt. % Gd, 即中间合金 Mg-Gd 中 Gd 占 25wt. %, 加入量根据该中间合金 Mg-Gd 中 Gd 所占的质量百分比 (即 25wt. %) 和所制备镁合金的总质量确定, 使 Gd 最后在制备的镁合金的总质量中占 8wt. %; 待中间合金 Mg-Gd 熔化后, 熔体温度回升至 730℃ 时再加入中间合金 Mg-Y, 该中间合金为 Mg-25wt. % Y, 即中间合金 Mg-Y 中 Y 占 25wt. %, 加入量根据该中间合金 Mg-Y 中 Y 所占的质量百分比 (即 25wt. %) 和所制备镁合金的总质量确定, 使 Y 最后在制备的镁合金的总质量中占 5wt. %;

[0048] (4) 加 Al: 待中间合金 Mg-Y 完全熔化后, 熔体温度回升至 720℃ 时加入 0.6wt. % 纯 Al;

[0049] (5) 铸造: 待纯 Al 完全熔化后, 熔体温度回升至 730℃ 时搅拌 2 分钟, 搅拌后将熔体温度升至 750℃, 不断电精炼 6 分钟, 精炼后升温至 780℃ 静置 25 分钟, 静置后待熔体降温至 720℃ 后撇去表面浮渣, 并且进行浇铸成合金锭, 浇铸用钢制模具预先加热至 180℃。

[0050] 随后的热处理工艺工序为:

[0051] 将熔炼得到的 Mg-Gd-Y-Al 合金锭在 530℃ 温度中进行 20 小时的固溶处理, 并 60℃ 温水淬火, 而后在 200℃ 温度中进行 10 小时的单级时效处理, 最后得到高强度 Mg-Gd-Y-Al 合金。

[0052] 该高强度 Mg-Gd-Y-Al 合金 T6 态的室温力学性能为:

[0053] 抗拉强度: 300MPa, 屈服强度: 210MPa, 延伸率: 8%。

[0054] 实施例 2

[0055] 所述高强度铸造镁合金的组分及其质量百分比为: 12wt. % Gd、2wt. % Y、1.3wt. % Al, 杂质元素 Si、Fe、Cu 和 Ni 的含量小于 0.02wt. %, 余量为 Mg。

[0056] 该镁合金的制备方法包括熔炼和随后的热处理两个工艺工序。

[0057] 其中, 在前的熔炼工艺工序在 SF₆ 和 CO₂ 混合气体保护条件下进行, 步骤如下:

[0058] (1) 烘料: 将纯镁、纯铝、中间合金 Mg-Gd 和 Mg-Y 预热 3 小时以上, 达到 225℃;

[0059] (2) 熔镁 :将烘干后的纯镁放入有 SF₆/CO₂ 气体保护的坩埚电阻炉中熔化 ;

[0060] (3) 加 Gd 和 Y :当镁液温度达到 730℃后,往镁液中直接加入中间合金 Mg-Gd,该中间合金为 Mg-25wt. % Gd,即中间合金 Mg-Gd 中 Gd 占 25wt. %,加入量根据该中间合金 Mg-Gd 中 Gd 所占的质量百分比(即 25wt. %)和所制备镁合金的总质量确定,使 Gd 最后在制备的镁合金的总质量中占 12wt. % ;待中间合金 Mg-Gd 熔化后,熔体温度回升至 740℃时再加入中间合金 Mg-Y,该中间合金为 Mg-25wt. % Y,即中间合金 Mg-Y 中 Y 占 25wt. %,加入量根据该中间合金 Mg-Y 中 Y 所占的质量百分比(即 25wt. %)和所制备镁合金的总质量确定,使 Y 最后在制备的镁合金的总质量中占 2wt. % ;

[0061] (4) 加 Al :待中间合金 Mg-Y 完全熔化后,熔体温度回升至 730℃时加入 1.3wt. % 纯 Al ;

[0062] (5) 铸造 :待纯 Al 完全熔化后,熔体温度回升至 740℃时搅拌 2 分钟,搅拌后将熔体温度升至 755℃,不断电精炼 8 分钟,精炼后升温至 780℃静置 30 分钟,静置后待熔体降温至 710℃后撇去表面浮渣,并且进行浇铸成合金锭,浇铸用钢制模具预先加热至 225℃。

[0063] 随后的热处理工艺工序为 :

[0064] 将熔炼得到的 Mg-Gd-Y-Al 合金锭在 490℃温度中进行 10 小时的固溶处理,并 60℃温水淬火,然后在 225℃温度中进行 30 小时的单级时效处理,最后得到高强度 Mg-Gd-Y-Al 合金。

[0065] 该高强度 Mg-Gd-Y-Al 合金 T6 态的室温力学性能为 :

[0066] 抗拉强度 :350MPa,屈服强度 :230MPa,延伸率 :4%。

[0067] 实施例 3

[0068] 所述高强度铸造镁合金的组分及其质量百分比为 :14wt. % Gd、1wt. % Y、2wt. % Al,杂质元素 Si、Fe、Cu 和 Ni 的含量小于 0.02wt. %,余量为 Mg。

[0069] 该镁合金的制备方法包括熔炼和随后的热处理两个工艺工序。

[0070] 其中,在前的熔炼工艺工序在 SF₆ 和 CO₂ 混合气体保护条件下进行,步骤如下 :

[0071] (1) 烘料 :将纯镁、纯铝、中间合金 Mg-Gd 和 Mg-Y 预热 3 小时以上,达到 250℃ ;

[0072] (2) 熔镁 :将烘干后的纯镁放入有 SF₆/CO₂ 气体保护的坩埚电阻炉中熔化 ;

[0073] (3) 加 Gd 和 Y :当镁液温度达到 740℃后,往镁液中直接加入中间合金 Mg-Gd,该中间合金为 Mg-25wt. % Gd,即中间合金 Mg-Gd 中 Gd 占 25wt. %,加入量根据该中间合金 Mg-Gd 中 Gd 所占的质量百分比(即 25wt. %)和所制备镁合金的总质量确定,使 Gd 最后在制备的镁合金的总质量中占 14wt. % ;待中间合金 Mg-Gd 熔化后,熔体温度回升至 720℃时再加入中间合金 Mg-Y,该中间合金为 Mg-25wt. % Y,即中间合金 Mg-Y 中 Y 占 25wt. %,加入量根据该中间合金 Mg-Y 中 Y 所占的质量百分比(即 25wt. %)和所制备镁合金的总质量确定,使 Y 最后在制备的镁合金的总质量中占 1wt. % ;

[0074] (4) 加 Al :待中间合金 Mg-Y 完全熔化后,熔体温度回升至 740℃时加入 2wt. % 纯 Al ;

[0075] (5) 铸造 :待纯 Al 完全熔化后,熔体温度回升至 720℃时搅拌 2 分钟,搅拌后将熔体温度升至 760℃,不断电精炼 10 分钟,精炼后升温至 780℃静置 40 分钟,静置后待熔体降温至 740℃后撇去表面浮渣,并且进行浇铸成合金锭,浇铸用钢制模具预先加热至 250℃。

[0076] 随后的热处理工艺工序为 :

[0077] 将熔炼得到的 Mg-Gd-Y-Al 合金锭在 570℃ 温度中进行 40 小时的固溶处理，并 60℃ 温水淬火，然后在 275℃ 温度中进行 60 小时的单级时效处理，最后得到高强度 Mg-Gd-Y-Al 合金。

[0078] 该高强度 Mg-Gd-Y-Al 合金 T6 态的室温力学性能为：

[0079] 抗拉强度 :355MPa, 屈服强度 :255MPa, 延伸率 :2%。