

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

*B21K 1/40 (2006.01)*

*B21C 23/00 (2006.01)*



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03100893.3

[45] 授权公告日 2006年4月26日

[11] 授权公告号 CN 1253269C

[22] 申请日 2003.1.27 [21] 申请号 03100893.3

[71] 专利权人 华北工学院

地址 030051 山西省太原市尖草坪区华北  
工学院

[72] 发明人 张治民 王 强 李保成 张 星  
李国俊

审查员 师朝阳

[74] 专利代理机构 山西五维专利事务所有限公司

代理人 李印贵

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## [54] 发明名称

镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法

## [57] 摘要

本发明提供了镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法，采用铸造工艺制成具有合理原始组织和形状坯料，特点是还有预成形、镦挤成形与等温挤压、以及精整形工序；其中：铸坯及预成形后留有充满模具型腔的挤压过程中所需的预分配量；采用临界控制变形方法控制镦挤成形与等温挤压过程中的变形程度，变形速率和变形温度等参数，并控制在其许可范围内；在模具中喷涂石墨润滑剂。为了防止再热引起晶粒长大导致机械性能下降，随工序的增加，成形坯料的温度逐渐下降。本方法所制成轮毂晶粒细，机械性能和表面质量好。它也适合于其它的镁合金环形和盘形零件的生产制造的使用。

1、一种镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法，采用铸造工艺制成所需的坯料，其特征在于：还有预成形，临界控制变形的镦挤成形与等温挤压，及精整形工序，其中：

a、精铸坯料及预成形后留有使金属材料得以顺利地充满整个模具型腔的挤压过程中所需分配金属材料体积的预分配量；

b、采用临界控制变形方法控制镁合金材料的变形程度、变形速率及变形温度相关参数，并控制在许用范围内；

c、在模具腔内喷涂降低变形抗力和提高模具寿命和产品表面质量的滑剂。

2、根据权利要求1所述的一种镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法，其特征在于：所述的成形方法中包括的工序和步骤如下：

精确铸坯—均匀化处理—加热—预成形—临界控制变形的镦挤成形、等温挤压—热处理—表面清理—整形—后续机加工—表面处理—组织性能检测。

3、根据权利要求1所述的一种镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法，其特征在于：所述的铸造工艺采用连续或半连续精密铸造工艺制成的所需的坯料，浇注温度为650—750℃，浇注时去除熔液表面的溶剂、氧化物，使用CO<sub>2</sub>或Ar气体保护溶液表面。

4、根据权利要求1所述的一种镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法，其特征在于：为防止再加热引起晶粒长大导致机械性能下降，随工序的增加，成形坯料的温度逐渐下降。

5、根据权利要求1所述的一种镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法，其特征在于：工序的成形温度最佳控制范围：铸坯预成形温度为370±10℃，临界控制变形方法控制的最佳参数为等温挤压温度为340±10℃，其挤压速度控制在1—2m/min，其变形成度应大于或等于75%压下率的变形量；精整形温度为200±5℃。

## 镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法

### 一、技术领域

本发明属于镁合金的铸造及挤压成形技术，特别涉及镁合金汽车轮毂及圆环或盘形零件的铸挤复合成形方法。

### 二、背景技术

随着国内汽车工业的发展，特别是高档汽车的不断创新，为减轻汽车自身重量、提高节油效率，降低排放污染，确保汽车安全等，镁合金材料越来越受到汽车制造厂商的青睐，并已开始得到应用。对于汽车轮毂这样的环盘形零件，目前多采用重力铸造、铸锭—模锻、铸锭—模锻—轧制等方法来制造。如：《铸造技术》杂志 2001 年 5 月刊登的“镁合金汽车轮铸造研究”一文，重力铸造生产汽车轮毂的研究结论表明，工艺出品率 65%，尽管采取了许多工艺措施，但是受铸造工艺限制，其产品中所存在的缩松、气孔、裂纹等铸造缺陷总是无法避免。其铸造晶粒粗大，严重影响产品的机械性能。没有使镁合金材料性能和特点得到充分发挥。而美国专利 US005902424A 公开了一种镁合金成型的加工方法，（METHOD OF MAKING AN ARTICLE OF MANUFACTURE MADE OF MAGNESIUM ALLOY）这是一种采用连铸镁合金圆棒料为锻坯，经模锻工艺成型后，由轧制工艺完成制造汽车轮毂产品。这种方法使镁合金材料制成的轮毂具有良好组织和机械性能，但其工艺复杂，所需的设备较多，投资大，生产成本很高。

### 三、发明内容

本发明针对以上所述不同的镁合金生产汽车轮毂的工艺方法存在的不足进行改进，提出即能够提高轮毂及环盘形零件的强度，所需设备又少，工艺简单的铸挤复合成形方法。

对于生产镁合金汽车轮毂典型产品采用铸挤复合成形，主要存以下困难：以六方晶体结构为主要特征的镁合金塑性低，热变形流动性差；轮毂形状较为复杂，变壁原型腔难以完全充满，给挤压成形时带来许多困难。为此，本发明提供了镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法；采用铸

造工艺制成所需的坯料，其特点是：还有预成形，临界控制变形的镦挤成形与等温挤压，及精整形工序，其中：

a、精铸坯料及预成形后留有使金属材料得以顺利地充满整个模具型腔的挤压过程中所需分配金属材料体积的预分配量；

b、采用临界控制变形方法控制镁合金材料的变形程度、变形速率及变形温度相关参数，并控制在许用范围内；

c、在模具腔内喷涂降低变形抗力和提高模具寿命和产品表面质量的滑剂。

其方法中为防止再加热引起晶粒长大导致机械性能下降，随工艺的增加采用逐渐降低成形温度的方法。

本发明所提供的镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法，它与背景技术模锻—轧制工艺相比较，简化了工艺、减少了设备，降低了生产成本，而它与重力铸造工艺相比较，通过精铸制坯，合理地留有挤压变形余量，采用临界控制变形和润滑剂保证了金属材料填充型腔，细化了晶粒组织，制品的内部组织更加致密，晶粒尺寸更小，提高了镁合金轮毂等产品的机械性能和表面质量。它克服了重力铸方法所产生无法满足轮毂使用要求性能低的缺陷，并可达到模锻轧制方法所生产的产品机械性能要求。为生产高档汽车提供镁合金轮毂的生产方法。同时，它也可以用于生产其它的镁合金环形和盘形零件。

#### 四、附图说明

图 1 是用镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法生产的汽车轮毂的结构和形状示意图。

#### 五、具体实施方式

图 1 所示为汽车轮毂，它是环形和盘形零件的典型零件，其结构和形状十分复杂，适合于铸挤复合成形汽车轮毂的镁合金有 Mg-Mn、Mg-AL-Zn 及 Mg-Zn-Zr 等系的合金。本具体实施应用选择 Mg-Zn-Zr 系合金 MB15 镁合金。

镁合金汽车轮毂铸挤复合成形方法，其具体的工序和步骤如下：

精确铸坯—均匀化处理—加热—预成形—临界控制变形的镦挤成形、等温挤压—热处理—表面清理—整形—后续机加工—表面处理—组织性能检测。

### 1、合金成份控制与组织设计

Mg-Zn-Zr 系合金金属属于高强镁合金。锌在镁中有较高的溶解度，有明显的时效硬化效应，锌含量升高到 6%，强度达极大值，更多的锌并不能继续提高强度，反而使塑性急剧下降；锆在起到细化晶粒的作用。对 MB15 合金，锌的含量控制在 5—6%，锆的含量为 0.8%左右，具有较高的综合力学性能。铸坯组织在后续挤压成形中不开裂，经临界控制变形后使轮毂达到使用要求。

### 2、铸坯及均匀化处理

在采用连续或半连续精密铸造制成所需坯料过程中，坯料形状直接关系到金属的流动规律与定位的误差，因此，在计算机模拟的基础上进行坯料形状的设计，并且留有预成形，挤压过程中充满整个模具型腔所需分配金属材料体积的预分配量，精确控制金属材料体积的预分配。即可以保证最终制品轮毂的尺寸精度，又可以有效地减小变形力。坯料浇注温度为 650—750℃，在浇注时应去除溶液表面的熔剂、氧化物等，为防止镁合金溶液的氧化，在其表面用 CO<sub>2</sub> 或 Ar 气体保护。成形的铸坯进行均匀化退火处理，MB15 合金在 420±5℃保温 32 小时。

### 3、挤压成形过程及润滑

汽车轮毂的成形方法的主要工艺过程包括：铸坯—预成形—镦挤成形—等温挤压—精整形。在预成形、挤压成形中对坯料与模具之间使用机油加 10%石墨的润滑剂，喷涂模腔内进行润滑，用以降低变形抗力，提高模具寿命，保证挤压成形的轮毂表面质量达到要求。

### 4、临界控制变形

在镦挤成形、等温挤压的工艺过程中的临界控制变形方法实质上就是实现变形温度、变形程度以及变形速率的合理匹配。众所周知，汽车轮毂性能以及要影响因素有材料机械性能（包括冲击性能，弯曲疲劳性能及经向疲劳性能）、晶粒度、气密性及表面质量等。在采用挤压工艺成形的零件材料机械性能、晶粒度及表面质量等都与变形程度  $\epsilon$ ，变形速

率  $\dot{\epsilon}$  和变形温度  $T$  等参数相关。只有通过临界控制变形方法，才可获得满足晶粒组织与机械性能要求的汽车轮毂。对以六方晶体结构为主要特征的镁合金塑性低，热变形流动性差，以变形温度、变形速率都非常敏感。采用 MB15 合金，为防止再加热引起晶粒长大导致机械性能下降，温度随工序的依次增加而下降，铸坯预成形温度为  $370 \pm 10^\circ\text{C}$ ，等温挤压温度为  $340 \pm 10^\circ\text{C}$ ，精整温度为  $200 \pm 5^\circ\text{C}$ ；其临界控制变形的变形温度、变形程度和变形速率为：即等温挤压温度为  $340 \pm 10^\circ\text{C}$ ，挤压速度 1—2m/min，变形量应大于或等于 75% 的压下率。在挤压成形过程中在 50—75% 压下率的，坯料的强度几乎不变，其伸长也不变，冲击值随变形量的增加而增大，为此，变形程度应大于或等于 75% 压下率的变形量。

#### 5、热处理及组织性能检测

对 Mg-Zn-Zr 系镁合金 MB15 采用热处理、即单一人工时效处理以获得较高的综合机械性能。热处理工艺规程： $175 \pm 5^\circ\text{C}$  保温 16 小时。其性能强度极可达到  $\sigma_s = 350\text{Mpa}$  以上，可完全满足高档汽车轮毂的机械强度需要。

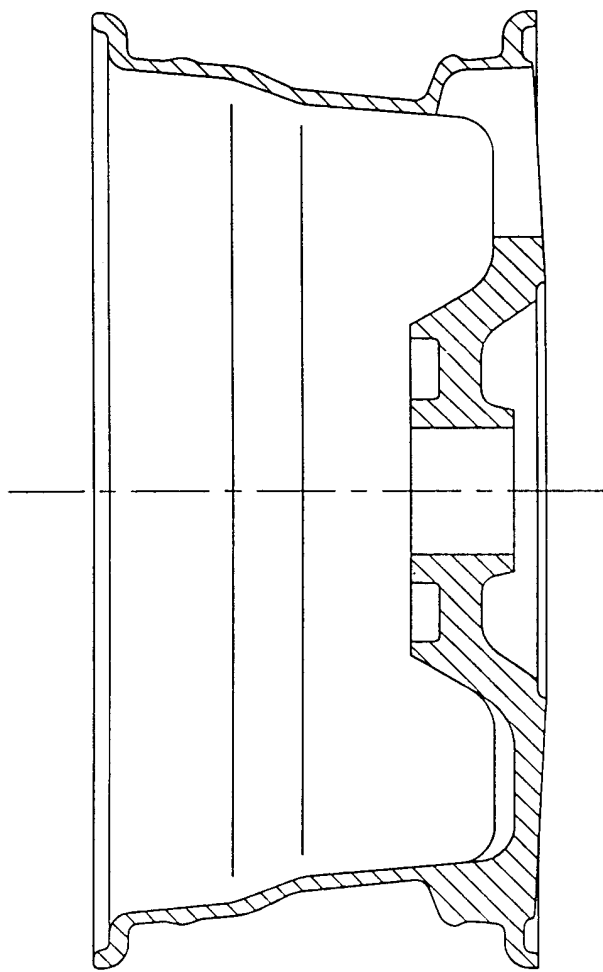


图1