

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B22D 17/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610118386.1

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100423872C

[22] 申请日 2006.11.16

[21] 申请号 200610118386.1

[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

共同专利权人 上海轻合金精密成型国家工程研究中心有限公司

[72] 发明人 刘六法 丁怀新 彭立明 王迎新

[56] 参考文献

CN1488458A 2004.4.14

CN1323668A 2001.11.28

CN1082467A 1994.2.23

审查员 李星星

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所
代理人 毛翠莹

权利要求书 1 页 说明书 7 页

[54] 发明名称

铝合金汽车发动机支架的挤压铸造制备方法

[57] 摘要

本发明涉及一种铝合金汽车发动机支架的挤压铸造制备方法，采用的合金材料为铝合金，经集中熔化炉升温，熔化、精炼与变质处理，然后进行浇注。模具采用一模两腔对称分布形式，向挤压铸造机料桶输送合金液，挤压铸造机冲头向发动机支架模具型腔推注合金液并增压使铝合金液结晶，获得发动机支架挤压铸造零件，再对零件进行固溶时效强化处理，得到力学性能优越的汽车用的发动机支架。本发明制备的铝合金汽车发动机支架组织致密均匀，晶粒较细，特别是通过 T6 固溶强化处理后，性能得到进一步强化，具有更高的抗拉强度、屈服强度和延伸率。

- 1、一种铝合金汽车发动机支架的挤压铸造制备方法,其特征在于包括如下步骤:
- 1) 铝合金材料组分的重量百分比为: 6.5-7.5%Si, 0.15~0.2%Fe, 0.07~0.1%Cu, 0.056~0.1% Mn, 0.25~0.45% Mg, Zn<0.1%, Ni<0.05%, Pb<0.05%, Sn<0.05%, 其余为 Al;
 - 2) 将 500 公斤的集中熔化炉升温,待温度上升到 $300\pm 10^{\circ}\text{C}$ 时,将铝合金材料加入集中熔化炉中,继续升温到 $730\pm 20^{\circ}\text{C}$ 时,铝合金全部溶解后转入吊包保温,加入用量为铝液量的 0.5-2% 的精炼剂,加入用量为铝液量的 0.5-2% 的晶粒细化剂,用钟罩把精炼剂和晶粒细化剂压入距坩埚底 100mm 高度,并作圆周搅拌,对合金进行精炼细化 5-40 分钟,直到液面无气泡冒出,静置 10-40 分钟后,加入用量为铝液量的 0.1-0.3% 的除渣剂,捞取表面浮渣后,降温至 $620-670^{\circ}\text{C}$ 准备浇注;
 - 3) 汽车发动机固定支架铸件模具采用一模两腔对称分布形式,将模具固定在 350T 卧式间接挤压铸造机上,预热至 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$,然后在模具型腔内均匀喷上一层具有隔热、保温作用的脱模剂,涂层厚度 10~15 微米,继续加热模具至 $220-300^{\circ}\text{C}$;
 - 4) 采用机械手料勺从保温炉向挤压铸造机料桶输送合金液,挤压铸造机冲头向模具型腔平稳推进合金液、快速增压凝固结晶,调节挤压铸造工艺参数为:挤压压力 75-110MPa,保压时间 12-30s,充型速度 0.1-0.8m/s,充型时间 1-7s;取出铸件,得到汽车发动机支架毛坯;
 - 5) 将汽车发动机支架毛坯置于热处理炉中,随炉加温 2 小时至 $520\pm 20^{\circ}\text{C}$,保温 6~8 小时出炉,在水温 20°C 中进行淬火;再进行 $150\pm 20^{\circ}\text{C}\times 6$ 小时的时效处理,得到铝合金汽车发动机支架。

2、根据权利要求 1 的铝合金汽车发动机支架的挤压铸造制备方法,其特征在于所述集中熔化炉采用电阻丝加热炉或燃油加热炉;炉内熔化量为 400~500 公斤,熔化速度 2~3 小时/炉;熔化炉采用炉膛控温和合金液控温两种方式。

3、根据权利要求 1 的铝合金汽车发动机支架的挤压铸造制备方法,其特征在于所述精炼后的铝液若超过 4 小时则作回炉料使用;采用回炉料时,加入集中熔化炉的铝合金材料中新料不少于 40%。

铝合金汽车发动机支架的挤压铸造制备方法

技术领域

本发明涉及一种汽车发动机支架的制备方法，具体涉及一种铝合金汽车发动机支架的挤压铸造制备方法。属于合金制造技术领域。

背景技术

在世界汽车市场的激烈竞争中，各国都在向高质量、高可靠性、重量轻、节能、低成本方向发展。在材料方面表现为轻量化，用铝合金代替部分钢（铁）件，以达到汽车向高质量、低成本的发展的要求；在工艺方面表现为科学性，用先进工艺取代传统的工艺以达到提高毛坯精度，减少加工余量，减少原材料消耗，降低成本的目的。要进一步扩大铝合金材料在汽车结构和动力总成系统的运用，现有的铝合金铸件的制备方法和制造工艺已难以满足这一要求。

根据 2003 年的统计（铸造 Vol.54 No.12）：我国重力和砂型铸造的铝铸件占铝铸件总量的 26.1%，压力铸造和低压铸造的铝铸件所占比例分别为 44.53%和 25.47%，而利用精确成型的挤压铸造工艺生产的铝铸件仅占总铸件量的 3.89%，与世界发达国家相比还有一定的差距。

目前，我国的汽车用铝合金发动机支架铝铸件生产制造方式呈现以下几种形式：砂型铸造，重力铸造，低压铸造和压力铸造；用这些传统的工艺制造出的汽车用铝合金发动机支架在外观呈现冷隔、凹陷、裂纹等不同程度的质量问题，而在内部往往会出现气孔、缩孔、针孔等致命的缺陷，从而严重影响了产品的性能。同时，因成品率较低，资源和能源利用率低，铝废料再生利用率不高，环境污染严重等缺陷，阻碍了汽车高速的发展。经研究表明，采用先进挤压铸造工艺和精确成型的挤压铸造方法开发的汽车用铝合金发动机支架产品已

超过了用其他方式生产同类铝合金铸件的水平，在国内外还未达到此类水平。

发明内容

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提出一种铝合金汽车发动机支架的挤压铸造制备方法，在资源和能源消耗较低条件下，产品组织致密均匀，综合性能进一步提高，符合汽车零部件的高品质、高性能的要求。

为实现这一目的，本发明采用了先进的挤压铸造工艺进行汽车发动机支架的制备，采用的合金材料为铝合金，经集中熔化炉升温，熔化、精炼与变质处理，然后进行浇注。模具采用一模两腔对称分布形式，向挤压铸造机料桶输送合金液，挤压铸造机冲头向发动机支架模具型腔推注合金液并增压使铝合金液结晶，获得发动机支架挤压铸造零件，再对零件进行固溶时效强化处理，得到力学性能优越的汽车用的发动机支架。

本发明的方法具体包括如下步骤：

1、铝合金材料组分的重量百分比为：6.5-7.5%Si，0.15~0.2%Fe，0.07~0.1%Cu，0.056~0.1%Mn，0.25~0.45% Mg，Zn<0.1%，Ni<0.05%，Pb<0.05%，Sn<0.05%，其余为 Al。

2、将 500 公斤的集中熔化炉升温，待温度上升到 $300\pm 10^{\circ}\text{C}$ 时，将铝合金材料加入集中熔化炉中，继续升温到 $730\pm 20^{\circ}\text{C}$ 时，铝合金全部溶解后转入吊包保温，加入用量为铝液量的 0.5-2% 的精炼剂，加入用量为铝液量的 0.5-2% 的晶粒细化剂。用钟罩把精炼剂和晶粒细化剂压入距坩埚底约 100mm 高度，并作圆周搅拌，对合金进行精炼细化 5-40 分钟，直到液面无气泡冒出，静置 10-40 分钟后，加入用量为铝液量的 0.1-0.3% 的除渣剂，捞取表面浮渣后，降温至 $620-670^{\circ}\text{C}$ 即可准备浇注。

3、汽车发动机固定支架铸件模具采用一模两腔对称分布形式，将一模两腔模具固定在 350T 卧式间接挤压铸造机上，将模具预热至 $100-150^{\circ}\text{C}$ ，然后在模具型腔内均匀喷上一层具有隔热、保温作用的脱模剂，涂层厚度 10~15 微米，继续加热模具至 $220-300^{\circ}\text{C}$ 。

4、采用机械手料勺从保温炉向挤压铸造机料桶输送合金液，挤压铸造机冲

头向模具型腔平稳推进合金液、快速增压凝固结晶，这时调节挤压铸造工艺参数为：挤压压力 75-110MPa，保压时间 12-30s，充型速度 0.1-0.8m/s，充型时间 1-7s，充型完毕，动定模分开，取出铸件，完成汽车用铝合金发动机支架的制造过程。

5、将挤压铸造成型的毛坯进行固熔时效（T6）热处理，把毛坯置于热处理炉中，随炉加温 2 小时至 $520\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，保温 6~8 小时出炉，在水温约 20°C 中进行淬火；再进行 $150\pm 20^{\circ}\text{C}\times 6$ 小时的时效处理，得到汽车用铝合金发动机支架，其综合性能有了明显的提高。

本发明中精炼后的铝液有效期为 4 小时，超过 4 小时的铝液必须舀出作回炉料使用。采用回炉料时，加入集中熔化炉的铝合金材料中新料不少于 40%。

本发明所述的集中熔化炉可以采用电阻丝加热炉、或燃油加热炉；炉内熔化量为 400~500 公斤，熔化速度 2~3 小时/炉；熔化炉可以采用炉膛控温和合金液控温两种方式。

与现有技术相比，本发明采用挤压铸造工艺制造而成的汽车用铝合金发动机支架，其综合性能好，合金在充分的压力下结晶成型，不会在制品内形成气孔，缩孔及针孔等缺陷，因而其组织致密均匀，晶粒较细；通过 T6 固熔强化处理后，产品的性能得到了进一步强化，具有更高的抗拉强度，更高的屈服强度和延伸率；本发明用挤压铸造工艺制造而成的汽车用铝合金发动机支架，能提高毛坯精度，减少加工余量，实现资源和能源的低消耗，促使经济效益的提高。

具体实施方式

以下通过具体的实例对本发明的技术方案进行详细描述。

实施例 1

所用铝合金材料重量百分比和合金成分如下：6.5-7.5%Si，0.15~0.2%Fe，0.07~0.1% Cu，0.056~0.1%Mn，0.25~0.45% Mg，Zn<0.1%，Ni<0.05%，Pb<0.05%，Sn<0.05%，其余为 Al。

先用 500 公斤的集中熔化炉升温到 290°C 时，将铝合金材料加入集中熔化炉中，待温度上升到 720°C 时，铝合金锭全部溶解，转入吊包后取试样，光谱分析

合格后（不合格用中间合金进行调整）继续在 720℃下保温，对合金进行精炼细化 10 分钟，精炼细化时，用钟罩把精炼剂（精炼剂用量为铝液量的 0.5%）、晶粒细化剂（用量为铝液量的 0.5%）压入距坩埚底约 100mm 高度，并作圆周搅拌，搅拌时捎带角度上下移动，直到液面无气泡冒出，静置 10 分钟后，作刮片试验，铝液无气泡析出，加入除渣剂（用量为总铝液量的 0.1%），捞取表面浮渣后，降温至 670℃即可准备浇注。

汽车发动机固定支架铸件模具采用一模两腔对称分布形式设计，工艺设计时充分考虑充型、排气、补缩以及合金的流动性在挤压铸造过程中的重要性，将直浇道与树杈型横浇道、矩形内浇道尺寸按一定的比例连接而成，内浇道和溢流槽按一比一设计，其构成的金属通道能减少金属流动过程中的阻力，可有效地避免铸件缺陷的发生。

将一模两腔模具固定在 350T 卧式间接挤压铸造机的左右模架上，采用专用模具温控装置来控制模具温度，首先预热至 100~150℃，然后在模具型腔内均匀喷上一层具有隔热、保温作用的脱模剂，涂层厚度 10~15 微米，继续加热模具至 220℃。

采用机械手料勺从保温炉向挤压铸造机料桶输送合金液，挤压铸造机冲头向模具型腔平稳推进合金液、快速增压凝固结晶，这时调节挤压铸造工艺参数为：

温度（℃）	浇注温度	670	模具温度	220	复位杆长度	575 mm
压力（MPa）	挤压压力	80	增压转换位置	290 mm	料接头长度	45 mm
时间（s）	保压时间	12	料柄长度	15~20 mm	水接头长度	12 mm
冲头位置（mm）	60	192	192	220	220	306
冲头速度（mm/s）	200	200	65	65	95	95

充型完毕，动定模分开，取出铸件，完成了汽车用铝合金发动机支架的制造过程。

将挤压铸造成型的支架毛坯进行固熔时效（T6）热处理，把毛坯置于热处

理炉中，随炉加温 2 小时至 $520\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，保温 7.5 小时出炉，在水温约 20°C 中进行淬火；再进行 $150\pm 5^{\circ}\text{C}\times 6$ 小时的时效处理，得到汽车用的铝合金发动机支架。制造的发动机支架铸件实体取样测试，其宏观针孔度等级为二级（参照 GB10851-89），抗拉强度大于 278MPa，屈服强度 92 MPa，硬度平均值为 HB94，综合性能有了明显的提高。

实施例 2

所用铝合金材料重量百分比和合金成分如下：6.5-7.5%Si, 0.15~0.2%Fe, 0.07~0.1% Cu, 0.056~0.1%Mn, 0.25~0.45% Mg, Zn<0.1%, Ni<0.05%, Pb<0.05%, Sn<0.05%，其余为 Al。

先用 500 公斤的集中熔化炉升温到 300°C 时，将铝合金材料加入集中熔化炉中，待温度上升到 730°C 时，铝合金锭全部溶解后转入吊包保温，对合金进行精炼细化 25 分钟，精炼细化时，用钟罩把精炼剂（精炼剂用量为铝液量的 1%）、晶粒细化剂（用量为铝液量的 1%）压入距坩埚底约 100mm 高度，并作圆周搅拌，直到液面无气泡冒出，静置 25 分钟后，加入的除渣剂（用量为总铝液量 0.2%），捞取表面浮渣后，降温至 650°C 即可准备浇注。

将一模两腔模具固定在 350T 卧式间接挤压铸造机的左右模架上，采用专用模具温控装置来控制模具温度，首先预热至 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，然后在模具型腔内均匀喷上一层具有隔热、保温作用的脱模剂，涂层厚度 10~15 微米，继续加热模具至 250°C 。

采用机械手料勺从保温炉向挤压铸造机料桶输送合金液，挤压铸造机冲头向模具型腔平稳推进合金液、快速增压凝固结晶，这时调节挤压铸造工艺参数为：

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	浇注温度	650	模具温度	250	复位杆长度	575 mm
压力 (MPa)	挤压压力	90	增压转换位置	280 mm	料接头长度	45 mm
时间 (s)	保压时间	18	料柄长度	20~25mm	水接头长度	12 mm
冲头位置 (mm)	60	192	192	220	220	306
冲头速度 (mm/s)	200	200	50	50	80	80

充型完毕，动定模分开，取出铸件，完成了汽车用铝合金发动机支架的制造过程。

将挤压铸造成型的支架毛坯进行固溶时效（T6）热处理，把毛坯置于热处理炉中，随炉加温 2 小时至 $520\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，保温 8 小时出炉，在水温约 20°C 中进行淬火；再进行 $150\pm 10^{\circ}\text{C}\times 6$ 小时的时效处理，得到汽车用的铝合金发动机支架。该工艺制造的发动机支架铸件是实体取样测试，其宏观针孔度等级为一级（参照 GB10851-89），抗拉强度大于 275 MPa，屈服强度 95 MPa，硬度平均值为 HB93。

实施例 3

所用铝合金材料重量百分比和合金成分如下：6.5-7.5%Si，0.15~0.2%Fe，0.07~0.1% Cu，0.056~0.1% Mn，0.25~0.45% Mg，Zn<0.1%，Ni<0.05%，Pb<0.05%，Sn<0.05%，其余为 Al。

先用 500 公斤的集中熔化炉升温到 310°C 时，将铝合金材料以新（新料不少于 40%）旧料配比加入集中熔化炉中，待温度上升到 750°C 时，铝合金锭全部溶解，转入吊包后继续在 750°C 下保温，对合金进行精炼细化 35 分钟，精炼细化时，用钟罩把精炼剂（用量为铝液量的 2%）、晶粒细化剂（用量为铝液量的 2%）压入距坩埚底约 100mm 高度，并作圆周搅拌，拌时捎带角度上下移动，直到液面无气泡冒出，静置 40 分钟后，作刮片试验，铝液无气泡析出，加入除渣剂（用量为总铝液量的 0.3%），捞取表面浮渣后，降温至 630°C 即可准备浇注。

将一模两腔模具固定在 350T 卧式间接挤压铸造机的左右模架上，采用专用模具温控装置来控制模具温度，首先预热至 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，然后在模具型腔内均匀喷上一层具有隔热、保温作用的脱模剂，涂层厚度 10~15 微米，继续加热模具至 300°C 。

采用机械手料勺从保温炉向挤压铸造机料桶输送合金液，挤压铸造机冲头向模具型腔平稳推进合金液、快速增压凝固结晶，这时调节挤压铸造工艺参数为：

温度 (°C)	浇注温度	630	模具温度	300	复位杆长度	575 mm
压力 (MPa)	挤压压力	100	增压转换位置	300 mm	料接头长度	45 mm
时间 (s)	保压时间	30	料柄长度	25~30mm	水接头长度	12 mm
冲头位置 (mm)	60	192	192	220	220	306
冲头速度 (mm/s)	200	200	80	80	90	90

充型完毕，动定模分开，取出铸件，完成了汽车用铝合金发动机支架的制造过程。

将挤压铸造成型的支架毛坯进行固熔时效 (T6) 热处理，把毛坯置于热处理炉中，随炉加温 2 小时至 $520 \pm 20^\circ\text{C}$ ，保温 7 小时出炉，在水温约 20°C 中进行淬火；再进行 $150 \pm 20^\circ\text{C} \times 6$ 小时的时效处理，得到汽车用的铝合金发动机支架。该工艺制造的发动机支架铸件是实体取样测试，其宏观针孔度等级为一级（参照 GB10851-89），抗拉强度大于 270 MPa，屈服强度 92 MPa，硬度平均值为 HB96。