

# 铝合金热冲压技术研究进展

汪冬冬<sup>1</sup> 费 荣<sup>2</sup> 屠文金<sup>3</sup>

浙江金固股份有限公司 浙江杭州 311400

**摘要:** 随着世界各地化石资源日益匮乏和环境污染,节能的呼声越来越高,汽车工业的简单性是不可或缺的。轻型材料选择是车辆简化的最有效方法之一。7075 铝合金通常由于密度低、强度高和耐腐蚀性强而应用于高端车辆结构。由于恒定温度下镁合金太小,无法形成复杂的零件,高温下板的变形力较小,流量较均匀,出现断裂,因此 7075 铝合金具有热压。<sup>[1]</sup>本文对铝合金热冲压技术研究进展进行分析,以供参考。

**关键词:** 铝合金;热冲压技术;研究

## 引言

轻量级是降低能耗和汽车排放的最有效措施之一。车辆的简易性在于构造和导光板作为一种由轻质金属材料构成的铝合金,无论是在过去完全由铝制成,还是在目前实用的阳极氧化铝组合中。但是,在生产铝合金方面存在两个主要的性能差异,通常用于具有 5 个或 6 个系统的汽车中:低拉伸强度或低拉伸极限(通常小于 250MPa),适用于要求高强度的零件,只有增加厚度才能获得低强度。第二个原因是室温太低,无法形成结构复杂的零件。对于具有复杂结构的某些零件,只能通过“工件”来完成此操作,这无疑会增加制造成本。<sup>[2]</sup>

## 1 论述

铝合金深冲模具的热和硬度技术是一种集成方法,在该方法中,材料完全由铝制成,然后迅速转变为冷模具,接着采用硬度,最后人工制造出零件,得到高强度的零件。与铝热冲压相比,铝热冲压技术解决了铝合金高形状和高强度之间的矛盾,同时零件向后退,零件精度高。AA6111 铝合金是 Al-Mg-Si 中高档铝合金,由 Mg<sub>2</sub>Si 单元强化,强化了铝合金热处理。由于室温下模具温度较低,较难应用于车身复杂结构件。采用铝和镁合金是难成型的有效解决方案。AA6111 铝合金热变形行为研究及热设计建模为后续热阻抗有限元模拟提供了数据和理论依据。在相同的变形温度下,随着应变率的增加,流动应力的大小会显著增加。分析的原因是,材料内的累积比速率在高应变率下较高。位回切速度主要受温度的影响。此外还发现,在相同变形温度下,随着应变率的提高,采样的有效性也随之提高。当应变率相同时,流动应力随变形温度的升高而下降,这就表示热柔软性。<sup>[3]</sup>当应变率相等时,取样效果会随着变形温度的升高而稍有降低。在 AA6111 铝合金中可见,通过在模具温度较低的情况下增加应变变

形,提高了材料的形状。

## 2 铝合金热冲压模型的建立

冷压机通常用于铝合金的制造。但是,在恒温下铝合金的形状不好,复杂的配件很难成型。冲压成型后,零件可以轻松地反弹,从而难以控制成型精度。应用超弹性形式可以大大提高零件精度和零件的曲面质量。但是,在成型率较低的情况下,零件的生产时间过长,原材料的准确尺寸要求零件的批量生产要困难得多。近年来,对温度形态的关注增加,从而提高了板材的可塑性和压强速度。但是,板材料和模具的温度都会升高,从而增加了过程的复杂性。与上述冷压相比,超塑料和温度在一定温度下铝板罩的加热会增加板材的形状。同时,不需要原始材料的必要颗粒,并且模具可以在冲压工具中快速轻松地成型,这以前导致一些较小的零件成型,然后使用斜焊点重新组合。冲孔后,会将零件压入模具一段时间,从而抑制零件的反折。它还可以充当中空轴,从而提高零件精度和力性能。但是,对于高温铝合金的大型零件,可能会出现许多形状误差,数字仿真可用于研究热水测定过程,降低形状误差的风险。“回放”模式分为凸模、模具和盖板。该模具由北京工业大学高速铣削中心制造,用于零件加工。FEA 模型是基于实际形状仿真创建的,因为它是对称的。它使用三分之二的模型从模型中心建立对称曲面,包括冲压成型、模具、层压板叠层、板和对称曲面。<sup>[4]</sup>热压材料为 6082 铝合金。6082 铝合金的流动应力受热变形过程中变形温度和应变率的影响很大。流动应力随应变率上升和变形温度下降而增大。大型热列印铝合金零件的制程参数为:挤压速度 200mm/s、页面压力 110kN、模具温度 472°C 和模具温度 25°C。

## 3 挡风梁有限元模型建立

根据风洞的结构特征,造型的中心是一个可以上下

移动的小造型(由底部柱驱动),因此造型(风洞的底部)在零件的两侧(定义为第一个造型区域)建立,然后再由造型的底部(定义为稍后造型区域)建立。这可防止在两侧拖曳中间凹口,因为造型是先成型的,并且在最终建立底部局部造型时,两侧的压力会被更多地拉出,从而导致裂缝。本文为了使数值模拟与物理实验的材料参数尽可能接近,对7075铝合金进行了热应变实验,进行了热应变实验,以获得不同速度(0.1、0.01和0.001s<sup>-1</sup>)和不同温度(440、460和480℃)下的实际应力。此数据(18条速度和温度不同的应力应变曲线)作为材料图导入到自动成型软件中,其弹性模量为E=7.1GPa,泊松比1550;  $\nu = 0.33$ , 2.81g/cm<sup>3</sup>(密度),导热系数为130 w/(m<sup>2</sup> k)的960j/(kg k)。<sup>[5]</sup>

#### 4 高强铝热成形主要影响因素

##### 4.1 高强铝材料

HFQ技术通过热处理强化了固体铝外壳。一般采用3种铝Cu(2倍)、Al-Mg-Si(6倍)和AL-ZNG(7倍),由于2种铝合金强度差,一般采用6倍和7倍。加热前,需要对板材料进行时间上的加热,以便将织物100%消化成固体 $\alpha$ 火焰,从而通常不考虑材料在购买前的状态。其结果是稳定的高强度铝合金,采用薄膜晶体热构建,并具有节省时间或工作繁重的T6动力装置。

##### 4.2 高强铝热成形主要设备及模具

传统形式的钢板主要具有放射性,但铝板的吸收量很低,导致铝合金的固定处理时间超过10分钟,严重影响了生产力,增加了生产成本。提高固定效率的一种方法是在生产线上设置2个或更多层压板叠层。第二,研究新的热法是当前研究和关注领域之一。该研究发现,采用固体导热和接触加热工艺,可大幅缩短熔体加工时间,将6061铝的导热硅脂降至3s,而7075铝板则可通过接触加热降至40s,从而提高产品末端的性能。与冷却模具和铸造模具不同,热冲压模具在热成型过程中扮演一定的角色,形成产品的模具,并通过冷却获得所需的产品性能。铝系统温度模型的形状可以参考钢板的温度条件形状。但是,由于铝板在高温下看起来有点粒状,从而影响铝与模具之间的摩擦状态,因此会影响铝层的形状。为了便于铝与模具之间的摩擦,可以使用高温润滑油,例如b.石墨、硫化氢或氮气。此外,必须抛光模具的表面,以通过表面处理确保足够的强度和抗磨损性。<sup>[6]</sup>

#### 5 铝合金热冲压成形工艺

##### 5.1 固溶时效强化机理

铝热冲压工艺包括固溶、热冲压+内硬度工艺和三个主要步骤的时间效率处理。在固溶阶段,合金加热至

或高于固定温度,并隔离一段时间,使其完全或最大程度地进入基底主体。然后以比基准测量的相快的速度冷却,以“冻结”基底主体中高温下过剩饱和原子的状态,即硬度;此前饱和固体在一定温度下进行处理,得到良好沉积,提高合金强度。对固溶温度、固溶时间以及人工操作温度和时间对热电偶最终性能的影响进行研究后发现,6082和7075两种铝合金的最佳固溶温度均低于推荐温度,降低了性能,提高了强度,但可能会降低应变率。他们在0s到1800s的固定求解时间内进行了实验,发现增加求解时间不会导致零件强度增加,因为具有7075的6082和T6塑料部件已在热环境中求解和分布。零件加热到固定的溶液温度后,已达到最大饱和度。这些研究证明了缩短解决时间的可行性。铝合金熔化后,需要快速硬化,以防止分析冷却缓慢过程中的巨大相似性或降低饱和度,从而最终无法达到理想的性能。对于热冲压,铝合金火焰在模具中完成,在现有研究中驱动模具时达到所需的动态性能。该研究表明,铝热时的最小硬度速度为27° C/ s,但较高的冷却速度会导致较大的残余应力,因此应选择合适的冷却速度。这主要关系到国内外研究的硬度敏感性,在此不再叙述。

##### 5.2 热交换系数

在成型过程和硬度阶段,板与模具之间热交换的能力决定了成型过程中冷却的速度和产生的力,通常用界面传热系数(IHTC)表示。界面传递系数也是模拟热耦合值的重要热量参数。由于润滑剂通常用于铝热,因此应考虑润滑剂对界面传热系数的影响。各种压力、粗糙度和润滑膜的界面传热系数是使用自行设计的设备计算的。其结果是,在相同接触压力下,使用润滑剂的Eihte在干摩擦下大于Eihte,但测量接触压力较少。

#### 6 结束语

如上所述,1)是有限元分析的热模型,系统在其中研究了板材料初始温度、压强、保压时间等的工艺参数如何影响热冲压模具质量,形成了允许零件精确形状的热冲压成型参数范围。2)对u形热冲压进行了研究,并与仿真结果进行了比较,验证了仿真模型的可靠性。

#### 参考文献:

- [1]徐晔,王国峰,林海朋,王忠平,孙红霞.国产5083铝合金高速磁浮司机室蒙皮成形研究[J].塑性工程学报,2021,28(11):25-32.
- [2]王春云.6061铝合金板材快速固溶-时效工艺及机理研究[D].哈尔滨工业大学,2021.
- [3]叶永盛,黎丽丽,叶喜葱,张从阳,贾瑞鹏.铝

合金热成形温度场解析与实验研究[J].热加工工艺,2021,50(05):81-85.

[4]陈德茂.铝合金板温成形摩擦特性的试验研究及有限元分析[D].江苏大学,2020.

[5]刘任忠.2A12铝合金板材热态快速气压成形工艺研究[D].大连理工大学,2020.

[6]马闻宇.摩擦因数对AA6111铝合金热冲压的影响(英文)[J].

作者介绍:汪冬冬、男、汉族、1986.02.11、籍

贯:浙江、学历:本科、职称:工程师、毕业院校:大连理工大学、研究方向:热冲压工艺及模具设计、邮箱 F63513@163.com。

作者介绍:费荣、男、汉族、1980.1.19、籍贯:浙江、学历:本科、职称:工程师、毕业院校:浙江大学、研究方向:冲压成型、邮箱 feirong80@163.com。

作者介绍:屠文金、男、汉族、1986.9.7、籍贯:浙江、学历:本科、职称:工程师、毕业院校:华中科技大学、研究方向:模具的设计及制造、邮箱: tuwenjin@jgwheel.com。