

铝合金发动机支架压铸模具改进及优化

林 真

宁波合力科技股份有限公司 浙江 宁波 315700

摘 要: 铝合金发动机支架压铸模具改进及优化旨在提升铸件质量与生产效率。通过优化模具结构,如改进分型面选择、内浇道设计,以及调整横浇道与直浇道尺寸,确保金属液充型均匀。同时,增强冷却系统,优化排气布局,加速凝固并减少气孔缺陷。此外,选用高性能模具材料并实施先进表面处理技术,以提高模具耐磨性和使用寿命。这些改进措施共同推动铝合金发动机支架压铸模具技术升级,满足高效、高质量生产需求。

关键词: 铝合金发动机支架;压铸模具;改进及优化

引言: 铝合金发动机支架作为汽车动力系统的核心部件,其质量与性能直接影响整车运行效率与安全性。传统压铸模具在长期使用中存在磨损快、寿命短及铸件缺陷多等问题。本研究针对铝合金发动机支架压铸模具进行改进与优化,旨在通过结构、冷却、排气及材料等多方面的创新设计,提升模具耐用性与铸件成品率,为汽车制造业提供更高质量的发动机支架压铸解决方案。

1 铝合金压铸工艺与模具设计基础

1.1 铝合金压铸工艺概述

(1) 压铸工艺的基本原理及特点。压铸工艺基于高压注射原理,将熔融的铝合金迅速注入模具型腔,并在压力下凝固成型。此工艺特点在于生产效率高、铸件精度高、表面光洁且能成型复杂结构。铝合金因其良好的流动性、轻质高强度及耐腐蚀性,成为压铸工艺中的首选材料。(2) 铝合金压铸件的主要应用领域。铝合金压铸件广泛应用于汽车、电子、通讯、航空航天及日常消费品等领域。在汽车制造中,铝合金压铸件用于发动机部件、车身结构件,有效减轻车身重量,提高燃油效率。在电子通讯行业,铝合金压铸件因其良好的散热性能和美观性,常用于制造散热器、外壳等部件。

1.2 压铸模具设计流程与关键点

(1) 模具设计的基本步骤。模具设计从需求分析开始,明确铸件形状、尺寸、批量等要求。接着进行概念设计,确定模具总体结构和分型面。随后进行详细设计,包括型腔、浇注系统、排气系统、冷却系统和推出机构等。最后进行图纸绘制和制造加工。(2) 模具结构设计要点。模具结构设计需确保分型面合理,便于铸件脱模。浇注系统应优化,避免金属液冲击和涡流,确保充填均匀。排气系统需有效,防止气孔产生。冷却系统应设计合理,确保模具快速散热,减少热变形。推出机构应稳定可靠,避免铸件损伤。(3) 模具零部件设计

与选型。模具零部件设计需考虑耐磨性、耐热性和高强度。常用材料包括热作模具钢、硬质合金等。选型时需根据铸件材质、批量和生产成本综合考虑^[1]。

1.3 压铸模具材料的选择与性能要求

(1) 常用压铸模具材料的种类与特点。热作模具钢具有良好的高温强度和热疲劳性能,适用于高压高温的压铸环境。硬质合金具有高硬度和耐磨性,但成本较高,适用于高精度模具。(2) 模具材料对铸件质量的影响。模具材料直接影响铸件质量。优质材料能减少模具磨损和变形,提高铸件精度和表面质量。同时,材料热传导性能影响铸件冷却速度,进而影响铸件内部组织和力学性能。

2 铝合金发动机支架压铸模具现状分析

2.1 发动机支架结构特点与要求

(1) 发动机支架的功能与作用。发动机支架是汽车发动机系统中不可或缺的关键部件,其主要功能是支撑并固定发动机,确保其在汽车行驶过程中的稳定性。发动机支架通过一系列精密设计的连接结构,将发动机与汽车的车架或底盘紧密相连,从而防止发动机因振动或撞击而位移,影响车辆的安全性和驾驶舒适性。此外,发动机支架还需具备足够的强度和耐久性,以承受来自发动机的重量、振动以及道路不平所带来的冲击,保障发动机的正常运转。(2) 支架的结构复杂性及性能要求。发动机支架的结构设计极具复杂性,这主要体现在其需要满足多种力学性能和装配要求上。一方面,支架必须提供足够的支撑面积和强度,以分散发动机的重量和振动;另一方面,其结构还需考虑到装配便捷性和空间限制,确保与周边部件的紧密配合,避免干涉。此外,铝合金发动机支架还需具备良好的耐腐蚀性和热稳定性,以适应复杂的运行环境。为了满足这些要求,支架的结构设计往往涉及多个精密的铸造和加工过程,这

对其模具设计提出了极高的要求。

2.2 现有模具设计评估

(1) 模具设计的合理性分析。当前, 铝合金发动机支架压铸模具的设计已趋于成熟, 模具结构设计合理, 能够满足基本的生产需求。例如, 模具的分型面设计巧妙, 能够有效避免金属液的夹渣和飞边问题; 浇注系统的设计充分考虑了金属液的流动性和充填效率, 确保了铸件的内部质量; 排气系统布局合理, 减少了气孔的产生; 冷却系统则通过科学合理的设计, 确保了模具的快速散热, 降低了热变形的风险^[2]。(2) 模具在使用过程中出现的问题与不足。尽管现有模具设计已相对完善, 但在实际使用过程中仍暴露出一些问题。例如, 模具的耐磨性不足, 长时间使用后容易出现磨损和变形, 导致铸件的尺寸精度和表面质量下降; 模具的寿命有限, 频繁更换模具增加了生产成本; 此外, 部分模具的维修和保养难度较大, 影响了生产效率。针对这些问题, 模具设计者和制造者需要不断优化设计, 提高模具的耐磨性和寿命, 降低维修成本。

2.3 数值模拟技术在模具设计中的应用

(1) 利用Flow-3d等软件进行数值模拟分析。随着计算机技术的飞速发展, 数值模拟技术已成为模具设计领域的重要工具。Flow-3d等专业铸造模拟软件能够准确模拟铝合金压铸过程中的金属液流动、凝固、热传导和应力分布等现象, 为模具设计者提供了强有力的技术支持。通过数值模拟分析, 设计者可以预测铸件可能出现的缺陷, 如气孔、夹杂物、裂纹等, 并据此优化模具设计, 如调整浇注系统、排气系统和冷却系统的布局, 提高铸件的质量。(2) 模拟结果与实验验证的对比。数值模拟结果与实验验证的对比是验证模拟准确性和可靠性的关键步骤。通过将数值模拟得到的铸件质量与实验结果进行对比分析, 可以评估模拟模型的准确性和适用性。实践表明, 数值模拟技术在铝合金发动机支架压铸模具设计中发挥了重要作用, 不仅提高了模具设计的效率和准确性, 还降低了生产成本和研发周期。然而, 数值模拟结果仍需结合实际情况进行适当修正和优化, 以确保模具设计的最佳效果。

3 铝合金发动机支架压铸模具改进与优化方案

3.1 模具结构改进

(1) 优化分型面的选择。分型面作为模具开合的关键部位, 其选择直接影响铸件的成型质量与生产效率。传统模具分型面设计往往未能充分考虑铝合金发动机支架的复杂结构与铸造工艺要求, 导致铸件出现飞边、毛刺等缺陷。优化分型面时, 需综合分析支架的几

何形状、尺寸精度及脱模要求, 优先选择能够使铸件轮廓清晰、便于脱模且有利于浇注系统和排气系统布置的分型面。例如, 对于具有多向凹凸结构的支架, 采用阶梯式分型面, 可有效避免脱模困难, 同时减少金属液在流动过程中的阻力, 降低铸件产生变形和裂纹的风险。

(2) 改进内浇道设计, 提高金属液充型效率。内浇道是金属液进入型腔的关键通道, 其设计直接影响金属液的充型速度和填充质量。传统内浇道常存在截面尺寸不合理、形状不科学的问题, 导致金属液进入型腔时流速不均匀, 易产生涡流和卷气现象。改进内浇道设计, 可采用渐缩式内浇道, 使金属液在进入型腔时逐渐加速, 提高充型速度; 同时, 根据支架的结构特点, 合理调整内浇道的数量和位置, 确保金属液能够均匀、快速地填充型腔。例如, 对于薄壁结构的支架部分, 增加内浇道数量, 减小内浇道厚度, 可有效提高该部位的充型质量, 避免出现浇不足等缺陷^[3]。(3) 调整横浇道与直浇道尺寸, 确保铸件质量。横浇道和直浇道在金属液的传输过程中起着重要作用。不合理的尺寸设置会导致金属液在流动过程中温度下降过快, 影响充型能力, 还可能造成金属液在浇道内产生紊流, 将气体和杂质卷入型腔。调整横浇道与直浇道尺寸时, 需根据铸件的重量、形状及铝合金的特性进行精确计算。适当增大直浇道的直径, 可降低金属液的流动阻力, 提高充型速度; 合理设计横浇道的截面形状和尺寸, 使其具有良好的集渣和排气功能, 如采用梯形或U形横浇道, 并设置合适的高度和宽度比例, 可有效阻挡夹杂物进入型腔, 提高铸件质量。

3.2 冷却系统优化

(1) 增加冷却系统, 加快铝合金凝固速度。铝合金在压铸过程中, 凝固速度直接影响铸件的组织性能与生产效率。传统模具冷却系统可能存在冷却能力不足的问题, 导致铸件凝固时间过长, 容易产生缩孔、缩松等缺陷, 且延长了生产周期。增加冷却系统, 可采用多条冷却水道并行的方式, 加大冷却面积, 提高冷却效率。通过合理控制冷却介质的流量和温度, 使铝合金在模具型腔内能够快速、均匀地凝固, 细化晶粒组织, 提高铸件的力学性能。同时, 快速凝固还能缩短压铸周期, 提高生产效率, 降低生产成本。(2) 冷却水道的合理布局与参数设置。冷却水道的布局和参数设置是冷却系统优化的关键环节。冷却水道应根据铸件的形状、壁厚分布以及热流方向进行合理布置, 确保能够对铸件的关键部位进行有效冷却。例如, 对于壁厚较大的部位, 可增加冷却水道的密度或采用螺旋式冷却水道, 加强冷却效果; 对于薄壁部位, 则需避免冷却过度, 防止产生冷隔或变

形等缺陷。此外,精确设置冷却水道的直径、间距、长度等参数,保证冷却介质在水道内的流动顺畅,避免出现水流死角或局部过热现象,从而实现模具温度场的均匀分布,提高铸件的成型质量和模具的使用寿命。

3.3 排气系统优化

(1) 优化排气槽设计,减少气孔缺陷。在压铸过程中,型腔内的气体若不能及时排出,会在铸件内部形成气孔、疏松等缺陷,严重影响铸件的质量和性能。优化排气槽设计,首先需根据铸件的结构特点和金属液的流动方向,合理确定排气槽的位置和数量。排气槽应设置在金属液最后填充的部位、型腔的角落以及可能存在气体聚集的区域,确保能够有效地排出型腔内的气体。其次,优化排气槽的形状和尺寸,采用浅而宽的形式,既能保证气体的顺利排出,又能防止金属液在高速流动时进入排气槽。此外,在排气槽的末端设置集气包,收集排出的气体,避免其再次进入型腔,从而显著减少铸件内部的气孔缺陷,提高铸件的致密度和质量。(2) 排气塞与通气塞的合理布局。排气塞和通气塞是排气系统的重要组成部分,其合理布局能够进一步提高排气效果。根据铸件的结构和模具的设计,在关键部位合理布置排气塞和通气塞,如深腔部位、加强筋根部等容易产生气体积聚的地方。排气塞和通气塞的尺寸和数量应根据实际情况进行精确计算和选择,确保能够有效地排出型腔内的气体,同时避免金属液的泄漏。通过合理布局排气塞和通气塞,与排气槽相互配合,形成完善的排气系统,为铝合金的顺利充型和铸件的高质量成型提供有力保障^[4]。

3.4 模具材料改进与表面处理技术

(1) 选择更合适的模具材料,提高使用寿命。模具材料的性能直接决定了模具的使用寿命和铸件的质量。铝合金压铸过程中,模具需要承受高温、高压、高速金属液的冲刷以及反复的热循环作用,对模具材料的强度、硬度、耐磨性、耐热疲劳性能等要求较高。传统模具材料在长期使用过程中,容易出现磨损、开裂等问题,导致模具使用寿命缩短,增加生产成本。因此,选择更合适的模具材料至关重要。目前,常用的高性能模

具材料如H13钢及其改进型材料,具有良好的综合性能,能够满足铝合金压铸模具的使用要求。这些材料经过特殊的热处理工艺,可进一步提高其强度、硬度和耐热疲劳性能,显著延长模具的使用寿命,降低模具的更换频率和维修成本。(2) 表面处理技术对提高模具质量的影响。表面处理技术是提高模具质量和性能的重要手段。通过对模具表面进行处理,如氮化处理、镀硬铬、化学气相沉积(CVD)、物理气相沉积(PVD)等,可在模具表面形成一层具有特殊性能的薄膜,有效提高模具表面的硬度、耐磨性、耐腐蚀性和脱模性能。例如,氮化处理能够在模具表面形成一层硬度高、耐磨性好的氮化层,减少金属液与模具表面的摩擦,降低模具的磨损;镀硬铬则可提高模具表面的光洁度和耐腐蚀性,便于铸件脱模,同时防止模具表面生锈和腐蚀。表面处理技术的应用,不仅能够提高模具的使用寿命和铸件的质量,还能降低生产成本,提高生产效率,具有显著的经济效益和社会效益。

结束语

在铝合金发动机支架压铸模具的改进与优化过程中,我们通过深入分析和创新设计,不仅提升了模具的耐磨性、耐热性和使用寿命,还显著提高了铸件的尺寸精度和表面质量。这些改进措施不仅增强了发动机支架的功能性和可靠性,也为汽车制造业的降本增效、提升市场竞争力做出了重要贡献。未来,我们将继续致力于模具技术的创新,推动铝合金压铸工艺的持续发展,为客户创造更大价值。

参考文献

- [1]张森.铝合金压铸工艺流程及压铸模具优化分析[J].建筑技术科学,2022,(09):91-92.
- [2]姚秀龙.铝合金压铸工艺流程及压铸模具优化分析[J].建筑技术科学,2024,(04):47-48.
- [3]江东阔.铝合金压铸模具设计与压铸现场使用分析[J].建筑技术科学,2024,(08):84-85.
- [4]袁鹏鹏.铝合金压铸模具设计与压铸现场使用分析[J].教育学,2021,(07):77-78.