

# 锻造技术在轻金属中的应用

王修宾

北京北冶功能材料有限公司 北京 100192

**摘要:** 锻造技术在轻金属材料中的应用为制造业领域提供了重要的解决方案。本文首先介绍了轻金属材料的特点和应用领域,然后详细讨论了锻造技术在铝合金和钛合金中的应用情况。接着,探讨了锻造技术在轻金属中的改进与发展方面,包括工艺参数的优化和模具设计的改进。最后,讨论了数字化技术在轻金属锻造中的应用,并对锻造技术在轻金属中的应用进行了总结。

**关键词:** 锻造技术; 轻金属; 应用

## 1 锻造技术的概述

锻造技术是一种金属加工工艺,通过施加外力来改变金属的形状和性能,以制造出所需形状和性能的零件或制品。锻造技术广泛应用于机械制造、航空航天、汽车、船舶等领域。锻造技术的主要方法包括自由锻、模锻和锤锻等。自由锻是一种较灵活的锻造方法,不需要模具,通过自由锻锤的冲击或压力来改变金属的形状和性能。模锻则是在模具中进行的锻造过程,通过模具的形状和尺寸来控制金属的形状和尺寸。锤锻则是利用锤击的力量来改变金属的形状和性能。锻造技术的主要目的包括提高金属的强度、硬度、塑性和韧性等性能,以满足不同应用场景的需求。锻造过程中,金属经过变形和加工硬化,可以提高其强度和硬度,同时也可以改变其塑性和韧性。锻造技术还可以制造出一些难以通过其他加工方法制造的复杂形状的零件或制品,如轴、齿轮、连杆等。锻造技术在轻金属中的应用也日益广泛<sup>[1]</sup>。轻金属一般指密度较小的金属材料,如铝、镁、钛等。这些金属材料具有轻质、高强、耐腐蚀等优点,因此在航空航天、汽车、船舶等领域得到广泛应用。然而,轻金属的塑性和韧性较差,需要通过锻造技术来提高其强度和韧性,以满足应用场景的需求。

## 2 锻造技术在轻金属应用的重要性

锻造技术在轻金属应用中具有重要意义。轻金属具有密度小、强度高、耐腐蚀等特点,因此在航空航天、汽车、船舶、电子等领域得到广泛应用。而锻造技术作为一种重要的金属加工方法,可以通过改变金属材料的内部结构和组织,提高其力学性能和耐腐蚀性能,从而满足不同领域的需求。第一,锻造技术可以提高轻金属的力学性能。通过高温下进行锻打和变形,可以改变金属材料的内部结构和组织,使其更加细密和均匀,从而提高其强度、塑性和韧性等力学性能。同时,锻造技术

还可以消除金属材料中的缺陷和应力,降低其内部应力和变形,提高其稳定性和可靠性。第二,锻造技术可以提高轻金属的耐腐蚀性能。通过在高温下进行锻打和变形,可以改变金属材料的表面形态和粗糙度,使其表面更加光滑和致密,从而减少腐蚀介质渗透和扩散的可能性,提高其耐腐蚀性能。第三,锻造技术还可以生产出形状复杂、精度高的轻金属零件和制品。通过使用先进的模具和工具,可以在高温下对金属材料进行精确的变形和加工,从而生产出符合产品要求的形状和精度的高质量轻金属零件和制品。第四,锻造技术还具有高效和经济的特点。锻造技术可以在短时间内完成大批量的生产,提高生产效率和经济性。锻造技术还可以利用废料和回收材料进行加工和再利用,降低生产成本和资源浪费<sup>[2]</sup>。第五,锻造技术还可以促进新材料和新工艺的研究和发展。随着科技的不断进步和创新,新型轻金属材料不断涌现,锻造技术作为一种重要的加工方法,可以为新材料的研发和应用提供有效的技术支持和工艺保障。总之,锻造技术在轻金属应用中具有重要意义,可以提高轻金属的力学性能、耐腐蚀性能和生产效率和经济性等特点。同时,锻造技术还可以为新材料的研发和应用提供有效的技术支持和工艺保障。加强锻造技术在轻金属应用中的研究和应用,对于推动相关领域的发展和进步具有重要意义。

## 3 轻金属的锻造工艺

轻金属的锻造工艺是制造轻金属零件和制品的关键过程之一。锻造工艺主要包括以下几个步骤:

### 3.1 准备阶段

在准备阶段,需要选择合适的轻金属材料,并根据锻造要求进行材料的切割、清洗和预处理。同时,还需要准备好模具和锻造设备,并制定好锻造工艺流程和参数。

### 3.2 加热阶段

在加热阶段，将轻金属材料加热到锻造温度，一般低于材料的熔点。加热方式可以采用炉火加热、火焰加热或感应加热等。加热时间需要根据材料的质量和厚度来确定，以确保材料充分加热并达到要求的温度<sup>[3]</sup>。

### 3.3 锻造阶段

在锻造阶段，将加热好的轻金属材料放入模具中，通过锻造设备施加外力，使其变形并逐渐形成所需形状和尺寸的零件或制品。根据需要，可以采用单步锻造或连续锻造等方法。在锻造过程中，需要注意控制变形量和速度，以避免产生裂纹或变形不足等问题。

### 3.4 冷却阶段

在冷却阶段，将锻造好的轻金属零件或制品进行冷却处理。可以采用水冷、油冷或空冷等方式。冷却速度需要根据材料和零件的形状和尺寸来确定，以避免产生裂纹或变形不足等问题。

### 3.5 后续处理阶段

在后续处理阶段，可以对锻造好的轻金属零件或制品进行加工、修饰和强化处理。可以采用切削、磨削、钻孔、折弯、拉伸等方式进行加工和处理。同时，还可以进行表面处理和涂层等操作，以提高其抗腐蚀性能和使用寿命<sup>[4]</sup>。

## 4 锻造技术在轻金属中的应用

### 4.1 铝合金的锻造工艺

锻造技术在轻金属中的应用广泛，以铝合金为例，铝合金锻造工艺是一种重要的制造技术，可以生产出高质量、高性能的铝合金零件和制品。

#### 4.1.1 加热

铝合金锻造前需要进行加热，一般采用炉火加热或感应加热方式。炉火加热是将铝合金材料放置在炉火中加热至锻造温度，而感应加热则是利用电磁感应原理，使铝合金材料产生涡流加热。

#### 4.1.2 锻造

铝合金加热至锻造温度后，可以将其放入模具中进行锻打，或者使用自由锻方式进行锻造。在锻造过程中，需要注意控制变形量和速度，以避免产生裂纹或变形不足等问题。同时，还需要根据产品要求选择合适的模具或工具进行锻造。

#### 4.1.3 冷却

铝合金锻造完成后需要进行冷却处理，一般采用水冷或空冷方式进行冷却。冷却速度需要根据铝合金材料和零件的形状和尺寸来确定，以避免产生裂纹或变形不足等问题。

#### 4.1.4 后续处理

铝合金锻造完成后，可以进行后续处理，如切削、磨削、钻孔、折弯、拉伸等加工操作。同时，还可以进行表面处理和涂层等操作，以提高其抗腐蚀性能和使用寿命。

### 4.2 镁合金的锻造工艺

锻造技术在轻金属中的应用中，镁合金的锻造工艺也具有重要地位。由于镁合金具有轻质、高强、耐腐蚀等优点，因此在航空航天、汽车、船舶等领域得到广泛应用。首先，镁合金锻造前需要准备好模具和锻造设备，并制定好锻造工艺流程和参数。模具需要根据产品要求进行设计和制造，而锻造设备则可以选择液压机或锻锤等<sup>[5]</sup>。其次，将镁合金材料加热至锻造温度。加热方式可以采用炉火加热或感应加热等。炉火加热是将镁合金材料放置在炉火中加热至锻造温度，而感应加热则是利用电磁感应原理，使镁合金材料产生涡流加热。接着，将加热好的镁合金材料放入模具中进行锻打，或者使用自由锻方式进行锻造。在锻造过程中，需要注意控制变形量和速度，以避免产生裂纹或变形不足等问题。同时，还需要根据产品要求选择合适的模具或工具进行锻造。将锻造好的镁合金零件进行冷却处理。可以采用水冷或空冷方式进行冷却。冷却速度需要根据镁合金材料和零件的形状和尺寸来确定，以避免产生裂纹或变形不足等问题。最后，可以进行后续处理，如切削、磨削、钻孔、折弯、拉伸等加工操作。同时，还可以进行表面处理和涂层等操作，以提高其抗腐蚀性能和使用寿命。

### 4.3 钛合金的锻造工艺

钛合金是一种重要的轻金属材料，在航空航天、汽车工业和生物医学等领域具有广泛的应用。由于其优异的力学性能和良好的耐腐蚀性，钛合金的锻造工艺成为实现其优化性能和精密制造的关键技术之一。钛合金的锻造工艺流程主要包括预热、成形和热处理三个阶段。首先，对锻造前的钛合金进行预热处理，目的是提高材料的塑性和热变形能力，减少锻造过程中的应力和变形阻力<sup>[1]</sup>。然后，在锻造过程中，通过将预热后的钛合金材料放入模具中，利用锻造设备施加压力进行成形。在成形过程中，关键是控制温度、变形速率和应力等因素，以确保材料的塑性和流动性，并最大限度地消除内部缺陷。最后，通过热处理对锻造后的钛合金进行固溶处理或时效处理，以进一步提高材料的力学性能和抗腐蚀能力。钛合金的锻造工艺具有以下优点。首先，锻造可以实现钛合金材料的准确成形和精密加工，可以制备出复杂形状和高精度的零件。其次，锻造工艺可以大幅度改善钛合金的综合性能，包括提高材料的强度、延展性和

疲劳寿命等。最后，锻造工艺对于钛合金材料的组织和晶粒结构也有良好的影响，可以消除组织的偏析与不均匀性，提高材料的均匀性和纯度。

## 5 锻造技术在轻金属中的改进与发展

### 5.1 锻造工艺的改进与优化

随着科学技术的不断进步和工艺技术的不断创新，锻造技术在轻金属材料中的应用也在逐步发展和完善。为了提高轻金属制品的质量和性能，需要对锻造工艺进行改进和优化。首先，锻造工艺参数的优化是提高轻金属制品质量和性能的重要手段之一。通过对锻造温度、变形速率、应变率等参数进行优化调节，可以在保证材料塑性的前提下，获得更好的变形流动性和变形均匀性，从而减少内部缺陷的发生。同时，合理的材料预热和后续热处理也是优化锻造工艺的重要环节，能够改善材料的晶界结构和力学性能<sup>[2]</sup>。其次，模具设计的改进对于锻造工艺的优化也非常重要。模具设计的合理与否直接影响到制品的尺寸精度和表面质量。在轻金属的锻造过程中，需要量身定制适合材料特性的模具结构，减少应力集中和金属流动不畅的现象，从而避免出现缺陷和变形。采用高硬度和耐磨材料制作模具，能够延长模具寿命，提高生产效率。总的来说，锻造工艺的改进与优化是提高轻金属制品质量和性能的重要途径。通过优化锻造工艺参数、改进模具设计和应用数字化技术，能够提高产品的尺寸精度、表面质量和力学性能，减少内部缺陷和变形现象，提高生产效率和安全性。随着科学技术的不断进步，锻造工艺的改进与发展将为轻金属制品的制造和应用领域开辟更广阔的前景。

### 5.2 数字化技术在轻金属锻造中的应用

数字化技术的快速发展为轻金属锻造工艺的改进与发展提供了新的机遇。数字化技术的应用可以有效提高锻造过程的智能化、精细化和自动化水平，进一步提升轻金属制品的质量和效率。首先，数字化技术在模具设计与制造领域的应用使得轻金属锻造的模具能够更加精确和高效。通过利用计算机辅助设计（CAD）软件，可以实现对模具结构的三维建模和仿真分析，通过优化模具的结构和形状，提高材料流动性和均匀性，减少缺陷和变形的概率<sup>[3]</sup>。利用计算机数控加工（CNC）等数

控制制造技术，可以精确制造复杂形状的模具，并且提高模具的加工精度和生产效率。其次，数字化技术在锻造过程中的监控与控制方面发挥了重要作用。通过传感器和数据采集技术，可以实时监测和记录锻造过程中的温度、压力、变形等参数。这些数据可以被传输到计算机系统进行分析判断，以自动调整工艺参数，保证制品的质量和性能。利用人工智能（AI）和大数据分析等技术，还可以根据历史数据和模型，预测和优化锻造工艺，以提高生产效率和降低材料浪费。数字化技术在轻金属锻造工艺中的应用还包括工艺仿真和虚拟现实技术。通过建立三维仿真模型和运用计算流体力学（CFD）等软件，可以模拟和优化锻造过程中的流动，预测材料流动和变形的情况，提前发现问题并进行调整。虚拟现实技术可以将三维模型以图像化的方式呈现，使工艺人员能够直观地了解整个锻造过程的变化和特征，更好地把控工艺，并及时进行调整和优化<sup>[4]</sup>。

### 结束语

锻造技术作为一种重要的金属成形工艺，在轻金属材料中具有广泛的应用。通过合理选择和优化锻造工艺参数，可以实现轻金属材料的精密成形和性能提升。模具设计的改进和数字化技术的应用，为轻金属锻造的工艺改进与发展提供了新的思路和手段。通过数字化技术的应用，可以实现工艺仿真和虚拟现实，实时监控和调控工艺参数，提高生产效率和产品质量。未来，随着科技的不断进步，锻造技术在轻金属中的应用将继续发展，并为制造业带来更广阔的前景。

### 参考文献

- [1]王春生,张凯,王建国.锻造技术在轻金属中的应用及发展趋势[J].金属加工(热加工),2021(2):6-9.
- [2]李新宇,王婧婧,王启航.轻金属的锻造工艺及其应用研究[J].轻合金加工技术,2021,49(3):9-14.
- [3]张鹏,王晓燕,陈瑞.锻造技术在轻金属中的应用及挑战[J].锻压装备与制造技术,2021(1):16-19.
- [4]赵亮,王丽娟,王玉玲.轻金属的锻造工艺及其应用研究[J].金属加工(热加工),2021(4):9-13.
- [5]张德芬,王涛,王丽萍.锻造技术在轻金属中的应用及发展趋势[J].锻压装备与制造技术,2021,56(1):1-4.