

# 铝合金汽车轻量化及其焊接技术

邢大超

玛斯特轻量化科技(天津)有限公司 天津 300400

**摘要:** 汽车轻量化能够有效降低汽车生产与维护中的能源消耗,当前国内外汽车制造产业中,常常通过大量应用高强度铝合金材料来实现汽车轻量化设计,与此对应的铝合金焊接技术上也应进一步发展革新,成为汽车轻量化发展的重要技术推动力。本文即在此背景下展开研究,通过分析当前汽车车身铝合金焊接中存在的问题,进而深入探析汽车制造中的三种常见铝合金焊接技术工艺。

**关键词:** 汽车制造; 铝合金; 焊接技术

## 引言

汽车轻量化的研究对于材料提出了更高要求,而随着更多高性能,优质化的材料研发,也加快了汽车轻量化发展。目前铝合金的轻量化发展主要可以分为大型整体化、复杂精密化与高强高韧化。铝合金轻量化的特点可以更好地应对环境发展与能源需求,同时也成为汽车轻量化的发展趋势。目前汽车轻量化在汽车零部件中,铝合金材料被应用在油管、发动机、散热器等。

### 1 铝合金的特点

铝合金具有耐腐蚀性好、成本低、可回收、便于加工以及重量轻等特点,将其应用于汽车的生产当中可以有效降低能源的浪费,并且在汽车的原材料中所占比例已经高达60%<sup>[1]</sup>。就耐腐蚀性而言,铝的表面很容易产生相应的氧化膜,其抗氧化能力较强,可以有效降低汽车的腐蚀程度,并且铝合金尤其适用于汽车车体中不宜涂刷防腐材料的位置,既可以增强汽车的使用寿命,又可以改善汽车的美观程度以及舒适性,另外,目前我国所使用的铝大多都是再生铝,可以有效降低能源的损耗,回收利用可以有效降低能源损耗的95%以上,与我国节约、环保的要求完全相符。与此同时,在汽车车身生产中使用铝合金可以有效利用铝挤压技术,从而有效降低焊点的数量,在一定程度上减少了汽车的加工工序,全面提升汽车生产的装配效率。

### 2 铝合金焊接特性

铝合金焊接特性要适应铝合金的材料材质,其焊接特性是与传统焊接技术熔化极惰性气体保护焊(MIG)和熔化极活性气体保护焊(MAG)相比较而彰显的。传统焊接技术通过在熔化极采用不同的保护气体,例如氩气、氦气或惰性气体为主的混合气体,在惰性气体电弧条件下完成作业,一般采用短路过渡、大滴过渡、射

流过渡等作业原理进行焊接作业,比较容易实现自动化生产,适用于大熔深母材与连续等速送进焊接作业,在碳钢、低合金钢和不锈钢的焊接上广泛应用,但随着密度、厚度、质量更低的铝合金广泛应用,对焊接缺陷、焊缝质量、作业成本的要求更高,诸如激光焊接、冷金属过渡焊接、搅拌摩擦焊接、电极带式电阻点焊接等更适合铝合金焊接的技术应用也逐渐广泛起来<sup>[2]</sup>。当前铝合金轻质材料的应用范围仅次于钢材,而且在氧化性、导热性、导电性、线膨胀系数等方面都比传统钢材要求更高,具有热变形大、尺寸精度高、气孔率低、理化性质烧损率低等新工艺要求。

### 3 铝合金在汽车轻量化中的应用

#### 3.1 铝合金在底盘中的应用

在对汽车进行轻量化的过程中,底盘的优化是不容忽视的,也是一个比较容易实现的位置。底盘的悬挂系统中,铝合金材料的使用已经逐渐受到关注,铝合金动盘与传统铁质动盘相比,重量明显下降了70%左右,尽管铝合金的成本高于铁质成本,但是将汽车的使用寿命提升了两倍,整体来看铝合金的性价比是很高的,因此,将铝合金材料应用于地车底盘之中不仅满足了汽车的轻量化,还延长了配件的使用寿命。

#### 3.2 铝合金在电器轻量化方面的应用

汽车工业的发展经历了蒸汽时代、石油时代、电气时代,以及如今的信息时代,从最初的无棚三轮车到现在的豪华智能汽车,科技和智能化水平越来越高,尤其是近年来的纯电动汽车的井喷式发展,给人们带来更大便捷的同时也对汽车的电器水平提出了更大的挑战<sup>[3]</sup>。目前整车三电系统的研发成为了业界的难题与重点研究对象。以电控系统为例,从高压控制器、车载充电机、DC-DC等各分系统独立布置、各自为政发展为现在的三

合一集成,甚至是五合一集成布置的过程中,急需一款结构紧凑、抗EMC干扰能力强的控制器壳体来集成以上各分控制系统部件;并能满足质量轻、耐久性好的要求。通过广大科研工作者长时间的探索和大量的试验证明,铝制控制器壳体以其良好的轻量化性能、热传导性能和抗干扰能力能够较好地完成这项任务,与传统的钢制控制器壳体相比,铝制控制器壳体在单件质量上减轻了18.2%,抗干扰、散热及防腐性能也较钢制壳体有所提高。相较于控制器壳体对抗干扰能力的高要求不同,汽车热交换器常年经受发动机废气、风雨、尘土、油污和泥浆等的污染,同时还承受着反复冷热交替和周期性振动的侵袭,工作环境恶劣。因此,热交换器对材料的防腐性能、热交换性能和耐振动力学性能要求较高。基于铝合金材料良好的耐腐蚀性能、导热性能和力学性能,使其成为最适合制造汽车热交换器的材料。当前欧美、日本等汽车工业发达国家,汽车散热器、空调冷凝器和蒸发器已全面实现铝化升级。我国在该领域也取得了较大成就,采用热轧复合工艺成功开发出汽车热交换器用三层铝合金复合带料。近年来,部分高端车型尝试使用高性能泡沫铝制造热交换器,充分发挥泡沫铝的多孔和相对面积大的特性,相关学者对该领域的研究主要集中在泡沫铝的厚度、高度、孔密度及横向间距对传热性能、压降性能的影响。

### 3.3 铝合金在车身中的应用

车身占据整个车辆质量的三成以上,对能源的消耗达到了七成以上,车身是能源消耗最大的位置,所以,若想实现能源的减少,就要将车身实现轻量化。在实际的车辆生产中,有效利用铝合金进行车身的制作,不仅可以降低车辆的整体质量,还可以降低车辆成本的投入。例如:奥迪A8就是采用全铝的制作,与传统的汽车比较之后就会发现,A8的车身质量出现了十分明显的降低,整体质量约减少40%以上,并且在同一种车型中,使用铝合金材料与不使用铝合金材料相比,就车身的抗碰撞性而言也会存在一定的差距,使用铝合金的明显优于未使用的。

## 4 铝合金汽车轻量化焊接技术

### 4.1 铝合金激光焊接技术

铝合金激光焊接技术可以在一定程度上降低汽车的重量,区别于传统焊接技术,激光焊接技术形成的焊缝窄小,速度快,热应变小,这都是该项技术在汽车轻量化中被应用的原因。随着激光焊接设备的不断完善,也推动了铝合金焊接技术的发展。在完成二十到三十米的焊接任务

时,铝合金激光焊接技术已经可以取代电阻焊与MAG。将激光焊接技术应用于铝合金汽车轻量化研发中,具有焊接成本低、接头质量高、使用范围广等特点<sup>[4]</sup>。激光焊接技术对于汽车制造施工环境要求较低,不需要施工环境处于真空或电极环境中,对于焊接前期的清理工作要求也无需过于严格,这都有助于降低汽车轻量化焊接成本,提高焊接效率。激光焊接技术的使用可以达到功率105-109W/cm<sup>2</sup>,并且因其能量密度较高,热影响的区域范围相对较小,焊缝窄小,冷却速度快等优点,都是可以提高焊接接口质量的。在使用激光焊接技术时,焊接物体不会被周围电磁所影响,可以在无接触的情况下完成焊接。特别是对于封闭物体可以通过不拆解进行内部焊接,并在机械手与计算机的精准计算下实现对焊接工艺的精密控制,实现焊接技术的自动化。

### 4.2 激光-电弧复合焊接技术

激光-电弧复合焊接技术产生于20世纪70年代末期,其焊接原理融合了电弧以及激光两种焊接技术的优点。与激光焊接技术相比,复合焊技术引入了电弧焊相结合的焊接工艺,利用电弧焊间隙适应性强的优点改善焊缝成型质量,提高激光焊接速度,激光焊接过程中熔池上方产生的等离子体云对MIG焊枪形成的电弧具有稳定作用,通过光学吸收现象吸收电弧等离子体,能够有效降低金属表面的激光束吸收、反射现象,提高激光束的整体传输效率。当前我国汽车生产制造中多少情况下以激光-电弧焊复合焊接技术替代了单一的激光焊接技术,例如在德国大众辉腾铝合金车门焊接、奥迪A6车框焊接等具体工艺方面,都采用了激光-电弧复合焊接技术进行焊缝作业,与单一激光焊接技术相比,复合焊接技术下,在相同熔深下的焊缝成形焊缝更窄,焊缝表面更加平整,而且更能够适合不同异种金属的焊接适应性,是比较适应汽车轻量化的先进焊接技术。

### 4.3 搅拌摩擦焊接技术

使用搅拌摩擦焊接技术具有以下几个优点:①在进行焊接的过程中不会产生烟尘以及飞溅,并且整个操作中均不会出现有害光线,例如:红外线、紫外线;②焊接后不会发生变形,由于搅拌摩擦焊接的温度较低,焊接以后的剩余应力远小于熔化焊,加上在热塑性的过程中也不会出现形变的过程,所以在焊接完成以后不会出现变形的情况;③应用的范围相对较广,可以进行所有铝合金材料的焊接,并且不受任何轴类部件的限制,可以进行多种形式的接头焊接,例如:塔接、对接等;④焊接成本低<sup>[4]</sup>。在进行搅拌摩擦焊接时,无需消耗焊丝、保护气

体、焊剂以及焊条等材料，另外，传统的焊接方式需要将铝合金表面的氧化膜去掉，但是搅拌焊接只需要将被焊物体表面的油污去掉即可，不仅可以有效降低能源的消耗，其污染性也相对较小，可以为汽车实现轻量化提供重要保障。

#### 结束语

在汽车轻量化研究中，轻量化材料的选择是轻量化程度的主要影响因素。单一的轻量化材料无法满足汽车轻量化发展需求，因此需要通过将多种轻量化材料进行混合使用来满足汽车制造要求。而多种材料的混合，对焊接技术提出了更高要求。因此，在企业的未来发展中，不仅要加强汽车轻量化材料的选择，更要提高焊接

技术，以此来促进汽车轻量化发展。

#### 参考文献

- [1]李郑临.自动化焊接新技术在机械制造中的应用研究[J].装备维修技术,2019(3):83.
- [2]游伟.关于铝合金车身焊接技术的研究[J].山东工业技术,2018(24):66.
- [3]陈宇豪,薛松柏,王博,等.汽车轻量化焊接技术发展现状与未来[J].材料导报,2019(S02):431-440.
- [4]周好斌,高东,刘皓.焊接快速成形技术的发展现状及思考[J].西安石油大学学报(自然科学版),2018,33(2):106-112.