

# 汽车底盘轻量化铝合金机加

张立刚

湖北航特科技有限责任公司 湖北 荆门 448000

**摘要:** 目前, 国家大力提倡节能、减排, 对于汽车制造企业来说最有效的措施之一是整车的轻量化设计。轻量化的关键方向在于底盘零部件的铝合金化。文章首先分析了铝合金在底盘轻量化方面的应用, 然后对汽车底盘的轻量化现状进行了研究, 最后对汽车底盘零件轻量化的具体措施展开讨论, 希望为汽车底盘铝合金轻量化设计提供参考。

**关键词:** 铝合金; 汽车轻量化; 低压铸造; 结构设计控制

## 引言

我国成为世界汽车第一产销国多年, 但由此带来的能源危机和大气污染愈发突出, 该问题为汽车工业发展带来严峻的考验。我国也已经颁布了历史上最为严格的“国六标准”。要想实现汽车节能减排, 途径主要有三条: 整车轻量化、创新动力方式以及空气动力学参数的优化<sup>[1]</sup>。

### 1 铝合金在底盘轻量化方面的应用分析

承担着传动、行驶、转向以及制动功能的底盘系统, 对整车的通过性、操控性和驾乘舒适性有着重大作用。底盘件传统材料为铸铁, 不仅易锈蚀而且密度大。随着铝合金制造工艺的逐步成熟, 该材料在底盘中的轮辋、转向节等重点疲劳结构系统中的应用越来越多。在一定程度上使整车质量大幅度降低, 对比钢制轮辋和铝合金轮辋, 后者的导热性能更优秀, 能快速的将制动系统和行驶系统产生的热量散发出去, 从而降低车辆温度, 提升整车安全性。同时铝合金轮辋与国家可持续发展、智能制造等相关政策更加贴近。数据显示, 现在80%以上的乘用车和轻卡都应用了铝制轮辋。由于锻造铝合金轮辋成本较高, 主要在高端车型中使用。而低压铸造技术虽然成本更低、造型的成形性能更强, 但由于铸造技术本身的缺陷, 使铸铝轮辋的力学性能比锻造铝轮辋稍差。近几年, 在铝合金材料加工技术的逐步成熟以及国家、行业都对轻量化要求进一步提高的双重作用下, 各大主机厂对铝制转向节的生产使用率均有所增加。

### 2 汽车底盘的轻量化现状分析

#### 2.1 市场分布情况

轻量化的汽车底盘市场分布状况, 和相关技术专利的布局有关, 会受到市场结构以及国家政策等诸多方面的影响。从技术专利的角度来看, 基于申请总量变化, 早在上世纪的七十年代初便已开始, 但当时的成绩较差。在1993年到2008年, 在底盘轻量化上有明显的发

展, 随后便来到快速增长阶段, 而推动该种趋势呈现的重要在于, 其一, 新能源的发展, 并成为汽车行业实现环保节能的有利点; 其二, 在新材料开发应用上有一定成绩, 铝合金和各种复合材料出现, 推动汽车朝着通用性、高性能以及低成本的方向推进, 汽车生产制造的技术在轻量化程度持续深化的过程中, 也得到发展。轻量化技术的专利在区域分布情况, 我国在技术市场和技术所属均展现出较大的优势, 由此反映出国内底盘轻量化的市场初见规模, 并具备研发底蕴, 甚至吸收他国的人才来我国市场布局。从新能源汽车的角度而言, 其关键在于电池系统, 而此方面能否获得突破性进展, 需依托构成电池零件的材料, 因而底盘轻量化工艺成长, 对新能源发展极为重要, 并且对轻量化的程度有更高标准, 推动轻量化类的加工技术、零件结构、材料等的优化。美国在此方面的蓝图计划在2022年, 插电结构的电动汽车, 其整体质量下调三成左右, 并且底盘部分下降左右, 德国把轻量化问题纳入产业发展主流方向行列中。国内在底盘轻量化上的研究起点较晚, 甚至到本世纪初, 仅有不足十件的相关专利。但从年起, 国内的底盘轻量化实现发展, 赶超各国, 达到数千件。以全局的角度而言, 底盘轻量化是在生态环境及能源段趋势的趋势下逐渐键入人们眼帘。轻量化的实现与应用, 能给新能源汽车的续航水平提供帮助, 促使新能源车辆在技术和市场扩充上均呈现出较理想的运转状态, 并是轻量化工艺成熟的接班动力和轻量化材料得以有效运用的主要方向。以研发角度而言, 有关底盘轻量化工艺的热点体现在两个方面, 即底盘结构, 如车架、转向系统等, 具体包括纵梁以及转向杆、稳定杆等; 底盘材料, 包括铝合金以及碳纤维等<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 铝合金底盘产品成型工艺现状

对于功能件铝合金, 常规的成型工艺有低压铸造、重力铸造及锻造等, 底盘件安全性能要求高, 结构复

杂,一般为薄壁空心结构,经过不断的工艺设计改进及实车验证,目前低压铸造工艺能适用于复杂的轻量化铝合金成型量产,其铝合金铸造外加上CT6热处理,其力学性能完全能满足要求,因此低压铸造已经成为了底盘轻量化产品成型工艺的最佳选择。

### 3 汽车底盘零件轻量化铝合金的具体措施

#### 3.1 副车架轻量化

汽车底盘副车架是对悬架系统、发动机以及转向系统等进行连接和固定的零件,要求刚度和强度都必须满足要求。副车架的成形方式,主要为热轧钢板进行冲压焊接。由于底盘承载重量大,需要车架的模态性能高,在钢板的选择上,需要将钢板的厚度控制在2毫米到3毫米。而要想使副车架的重量降低,实现底盘轻量化,当前大部分国家在副车架的生产中会采用液压成形技术以及合金的轻质材料,在不影响车架质量的情况下,降低副车架的整体重量。利用低碳钢或者高强度的低合金钢进行液压成形,使用的传力介质为液体物质,利用模具进行工件加工。副车架通过液压成形能够大大提升减震效果,最大可以减轻30%左右,不仅有利于轻量化,而且可以有效减少底盘中应用的零件数量。有利于对装配工序以及焊接过程的压缩,生产成本得到有效的控制,当前在国外车辆的生产中已经被广泛的应用。从材料方面来看,采用铝合金材料,其本身具有良好的成形性,同时材料密度小,耐腐蚀性强<sup>[3]</sup>。铝合金材质的副车架在生产过程中可以采用多种工艺形式,当前奔驰、宝马以及奥迪等中高端汽车都逐渐使用合金材质的副车架,车架轻量化效果能够达到40%左右。

#### 3.2 前下摆臂轻量化

传统汽车底盘的前下摆臂主要采用的工艺方式为冲压焊接,采用的材料主要为FB590\SAPH440等强度较大的钢,这些钢制材料的厚度一般为3毫米以上,屈服强度都需要达到300MPa,对这些钢制材料进行焊接中,主要采用的焊接方式为二氧化碳和氩气保护焊。而为了实现前下摆臂的轻量化,当前已经开始采用单片钢板冲压以及锻造成形工艺形式。同时在材料的选择上,采用比传统钢质强度更高的材料,比如FB780或者CP800等,这种材料的屈服强度能够达到600MPa。此外,还需要对结构零件进行优化,将传统的双片钢板转变为单片冲压成形钢板,材料的厚度可以保持不变或者轻微增加,这种成形方式可以减少生产工序,降低生产成本。当前下摆臂轻量化的车型非常多,包括日系车逍客、轩逸;美系车嘉年华;欧系车帕萨特等。在材质上采用铝合金材料本身

具有成形性强,密度低等优势,只从材料重量来看相对于传统钢制零件和材料会轻30%左右。但是由于铝合金的造价高,因此一般的低端车型为了控制成本不会采用铝合金材料,但是中高档车型大部分都会采用铝合金材质。为了使前下摆臂的强度满足强度要求,会采用锻造铝合金材料,最普遍的为6000系变形铝合金,6061以及6082也是比较常见的型号,这种铝合金材料的抗拉强度在350MPa左右<sup>[4]</sup>。

### 4 汽车底盘轻量化零件的设计控制

4.1 在现在底盘常用的低压铸造、重力铸造等成型工艺中有一特殊过程-热处理,热处理对力学性能影响至关重要。热处理固溶入水时,零件会突然预冷并遭受水流的冲击,极易导致零件变形,薄壁空心轻量化零件设计时,需优化好相关结构。

4.2 因底盘、摆臂、转向节等零件一般为异形非常规结构,其典型代表特征为壁薄空心结构。薄壁件通常在机加工时需要合适的辅助支撑和夹紧点,这样才能更好的控制尺寸。

4.3 薄壁空心结构的零件,在铸造时通常需要砂芯做辅助,去除砂芯的时候往往较难得去除干净,因残砂的存在,对刀具的磨损非常大或造成直接的损坏,不利于产品质量的控制,零件设计时要注意砂芯与零件本体过渡的细节处理。

### 结束语

为了响应国家节能减排政策,整车尤其是新能源车轻量化势在必行,轻量化产品的覆盖范围将会逐渐扩大到底盘模块,当前常用的铝合金成型工艺显然难以从性能上或者生产效率上满足产品要求,挤压铸造(液态模锻)作为一种新兴、高品质的成型工艺,将会是底盘轻量化工艺选择的一种趋势。

### 参考文献:

- [1]苟妍, 负强, 陈亮, 等.基于专利计量的汽车底盘轻量化发展态势研究[J].小型内燃机与车辆技术, 2020, (05): 12-19.
- [2]孙永飞, 罗文静, 陈贺峰, 等.探讨汽车底盘悬架关键部件轻量化设计[J].内燃机与配件, 2020, (04): 20-21.
- [3]王正科.铝合金在汽车轻量化中的应用.时代汽车, 2021(1).98-99.
- [4]王小兰.近五年中国汽车轻量化进展探究.汽车文摘.2021(02).136-137