

# 汽车轻量化及铝合金在现代汽车生产中的应用

李国睿

陕西德仕汽车部件(集团)有限责任公司岐山分公司 陕西宝鸡 722405

**摘要:** 汽车轻量化可以减少汽车油耗,缓解能源供应紧张问题。在汽车轻量化过程中材料选择尤为关键,铝及铝合金材料是首先材料,特别是铝合金材料,质地轻且强度高,是当前汽车轻量化应用最广泛的材料。本文研究了铝合金材料在汽车结构设计中的应用,阐述了目前对于铝合金材料研究和应用情况,分析了汽车轻量化过程中铝合金以及铝基复合材料的现实应用,同时研究了各类材料在汽车轻量化方面的作用,希望这些研究内容对推动汽车轻量化实现发展起到促进作用。

**关键词:** 汽车轻量化; 铝合金; 汽车生产

汽车是现代社会发展不可缺少的交通工具,不仅方便了人们的出行,而且促进了经济发展。世界汽车工业发展快速,并形成了复杂的产业结构链条。中国汽车工业进入21世纪后进行快速发展时期,汽车产量呈现线型增长。工信部统计数据显示中国2009年汽车产销量世界第一<sup>[1]</sup>,在巨大的市场需求环境下我国汽车生产厂商数量和规模也在不断增加,虽然汽车方便了人们出行,但也给人们的生活带来了不利影响<sup>[2]</sup>,为了减少汽车数量增加带来的环境、安全影响,推动汽车轻量化发展非常重要。

## 一、实现汽车轻量化的现实意义

汽车轻量化是汽车行业发展的重要方向,汽车重量的降低不仅能够给汽车生产企业带来一定的经济效益,而且也能提升汽车的安全性和降低能源的消耗,推动环境保护政策的落实。

### (一) 节约油耗减少污染

汽车车身重量是影响汽车油耗和排量的重要因素,车身越重油耗和排量越大,所以现有的节能减排目标中将降低汽车质量作为一项重要的内容。一般情况下,汽车重量减少1kg,在其他条件不变的情况下1L汽油能够增加0.011km的里程,如果按照1万km油耗进行转换,减少1kg车身重量可以节省0.7L汽油。除了降低油耗之外,车身减重间接降低了二氧化碳排放量,研究发现汽车重量减少50%能够使得尾气中的CO<sub>2</sub>含量减少13%,而且也使得尾气中其他有害物质含量减少,因此空气质量得到提升。可见减少汽车车身重量直接和间接带来的经济效益和环境效益较高<sup>[3]</sup>。

### (二) 提高汽车行驶性能

汽车质量减轻能够提升汽车行驶性能,车重减少25%可以增加汽车行驶速度,汽车从起步到达到最高时速所花费的时间得到缩减。车身重量也是影响汽车动力系统工作

效率的重要原因,因为车身过重增加了轮胎和地面的摩擦力,想要保持同样的速度,重量较大的汽车需要消耗更高的燃油,而且也增加了汽车零部件之前的磨损,使得汽车寿命减少,而减少汽车重量则能够延长汽车寿命<sup>[4]</sup>。

## 二、铝合金材料特点

铝属于轻金属中较为常见的材料,在地球中铝的分布范围和储量最多,达到了全部元素的8.13%,铝与其他材料形成合金,合金可以继承两种材料的特点。铝合金材料的特点是重量轻、强度高,具有较高的力学性能、成形性能、工艺性能和物理性能<sup>[5]</sup>。值得注意的是,铝是一种能够回收在利用的材料,我国每年报废的汽车数量庞大,铝合金废品重量大,将这些铝合金废品进行重新利用可以推动环保工作进行。此外,铝制品使用过程中很少出现腐蚀现象,将铝制品应用于汽车结构中,可以保障汽车结构的稳定性,进而提升汽车安全性。

## 三、铝合金在汽车生产中的应用的现状

最近几年铝合金制品在汽车生产中应用越来越广泛,铝合金制品的类型和数量不断增加,并成为实现汽车轻量化的重要材料。未来阶段汽车生产过程中铝合金材料的应用比重将会持续扩大,甚至涉及到每一个汽车零部件,如果技术成熟铝合金材料的质量甚至可能比塑料制品轻。现阶段铝合金制品只能应用于汽车的部分零部件中,如热交换器、发动机和车身外壳等,由于铝合金的质量轻,所以使用铝合金制作的汽车零部件重量也很轻,汽车的重量大大降低<sup>[6]</sup>。世界汽车工业以欧美为核心,一些大型的汽车生产企业在上世纪就着力于研究汽车重量减轻的方法,并开始将铝和其他金属进行组合,发明了多种铝合金制品。全球第一台全铝车是由奥迪厂商于1994年制造等,随后奥迪公司于1999年又生产了全铝框架ASF车身,奥迪公司给出的数据表明车身自重减少使得汽车的整体结构刚

性提升了25%，而且应用的铝制零件经过加工后可以再次应用于汽车生产中。在世界汽车工业发展的近30年时间里，铝合金材料使用比重不断上升，钢铁、非金属等材料比重持续下降。截止到2015年，汽车生产过程中铝合金制品使用比重为35%，而且新型的铝合金能够取代钢材零部件。国外相关机构分析了近10年欧盟国家在生产汽车时使用铝量的情况，发现这一比重超过了其他材料。截止2020年底，汽车用铝已经达到了55%，汽车车身的质量减少了15%，中国汽车用铝量从2010年开始快速增加，2020年位居世界首位。由此可见，在实现汽车轻量化过程中，发达国家走在最前沿，中国经过10年的发展超过发电国家，但是中国在铝合金制品的研究技术方法依然处于落后状态，从汽车铝制品应用发展情况来看，未来阶段铝制品的应用比重还会不断上升。

#### 四、铝合金在现代汽车生产中的应用

现代汽车生产过程中铝合金材料应用广泛，其是实现汽车轻量化重要材料，当前全球几乎所有的汽车制造企业都在研究铝合金材料，希望通过改善材料性能提升汽车强度，减少汽车车身重量。汽车用铝根据汽车结构不同分为不同的类型，一般而言铝合金以及铝基复合材料是汽车用铝的主要类别，车用铝合金主要包括铸造铝合金，按照汽车零部件结构铸造成型，还有一种是变形铝合金，根据汽车零部件使用要求后期经过挤压变形获得。

##### (一) 铸造铝合金

铸造铝合金的特点是铸造性能良好，而且可选择的铸造方法多，能够结合汽车零部件需求制造不同规格的铝制零部件结构。第一，发动机用铝合金。发动机是汽车的核心结构，其运行时需要承受较高的温度，由于铝合金的导热性良好，而且具有良好的抗腐蚀性，所以其被应用于汽车发动机气缸体生产中，现阶段大部分汽车生产企业都是以全铝型气缸体为主。例如，凌志IMZ- FEV6发动机油底壳才是铸造铝合金，发动机性能大大提升。我国研发的ZL120也达到汽车用铝的要求，可以应用于汽车发动机部件生产制作中。第二，轮毂用铝合金。使用铝材料制作汽车轮毂可以减轻汽车重量、增加汽车轮毂强度、提升轮毂的散热性和提升汽车行驶时的稳定性，目前汽车工业发达的应用铝合金制作汽车轮毂的国家达到了80%。大部分国家都是选择重力铸造或者低压铸造方法制作轮毂，随着技术的革新，铸造工艺也不断更新，新的技术将会进一步降低铸造难度、提升铸造的精度。

##### (二) 变形铝合金

相比于铸造铝合金汽车用铝，变形铝合金的强度和韧性更为优良。从材料的成分比重来看，变形铝合金材

料中合金含量低，将材料放入车窗中，施加压力能够获得需要的铝合金汽车零部件。变形铝合金在汽车车身面板、装饰结构以及散热系统中应用广泛，图1为汽车轻量化重点。第一，车身板件用铝合金。这类用铝主要包括2XXX系、5XXX以及6XXX系等材料，所含合金的比重有所差异，材料形成不同，使用热处理工艺制造成的铝合金部件主要用在汽车外壳和外部框架等结构。第二，其他铝合金构件。这类铝合金主要用于汽车悬挂零件，优势在于可以减轻零部件重量，使得汽车行驶时能够更好地保持稳定性。例如，铝质热交换器整体质量以及材料的含铜量都有所降低，下降范围在37%至55%。目前美、日已经实现了铝质汽车空调器应用，采用的空调散热器全部为铝制品，使用企业比重在60%以上。

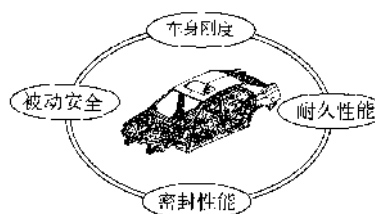


图1 汽车轻量化重点

##### (三) 铝基复合材料

现代科学技术赋予了铝基复合材料更好的使用性能，这种材料的特点是密度低、尺寸稳定、模量与塑性、强度高、抗疲劳、耐磨性以及抗断裂韧性等，其正成为铝合金制品中的新宠。应用铝基复合材料生产汽车零部件始于上世纪末，丰田公司制造发动机活塞就采用了铝基复合材料，相比于以往的铸铁活塞，铝基复合材料活塞的重量降低5%~10%，但是其导热性多了3倍。Duralcan生产汽车制动盘时也选择了铝基复合材料，相比于传统铸铁材料，这种材料生产的制动盘重量减少40%~60%，而且耐磨性也提升了一个等级。总的来看，铝基复合材料多用于驱动轴、查车系统和摇臂等部位，随着汽车工艺发展，铝基复合材料的材料的应用将会越来越广泛。图2为某铝基复合材料结构。

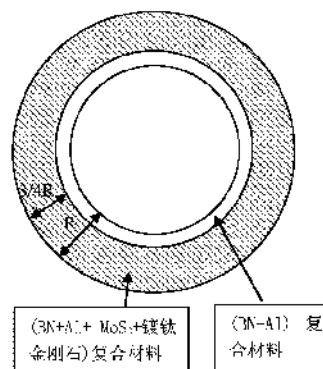


图2 铝基复合材料结构

## 五、铝合金材料在汽车生产中的使用限制因素

汽车工业发展历程实际上就是“去负载”的历程，汽车制造中逐步实现了使用铝合金代替钢铁的目标，但是相对于汽车钢板用量，铝合金材料的使用比重依然有待提升，限制铝合金材料应用得因素很多，本章节将进行阐述。第一，生产成本较高，6011和6016铝合金市场价格38000元/吨，汽车钢材8000元/吨，如果将二者的密度差异去除，那么铝材成本也远超过了钢材成本<sup>[7]</sup>。第二，铝材力学性能低。传统的汽车用钢材料弹性模量、强度以及深冲性能较高，而铝材构件往往无法达到这一强度要求，实际生产过程中通常采取加厚或者加筋设计等方法，所以应用铝材后的实际减重效果与理论上的效果存在一定的差异。第三，维修成本高。使用铝合金车身发生剐蹭等情况后，如果出现结构损坏问题，维修时需要借助于专业装备，维修成本大大增加。第四，研发费用大。铝合金板材性能关系到汽车结构稳定性和安全性，汽车零部件生产过程漫长，需要投入的资金较多，对于很多汽车生产企业而言研发费用压力较大，而且研发企业还面临着研发成功后其他企业研发出性能更加优异的铝合金材料，这种情况将使得汽车研发企业面临着严重的经济损失，对于这些企业而言得不偿失。

## 六、铝合金才来在未来汽车生产市场中的发展

目前很多发达国家都成立了汽车铝材联合开发机构，结构主要负责汽车铝材研发，研发成功后由参与的企业共同制定铝合金材料的使用方案和出售方案，对于我国而言也应该参考这些国家的做法，成立汽车铝材联合开发机构，这是降低研发费用和规避研发风险的重要措施。开发新合金也很关键，在现有铝合金生产工艺基础上进行工艺优化，在保障铝合金力学性能之外，不断提升铝合金的强度，研究出重量更轻和强度更好的铝合金材料，并将其实装在汽车中。铝材性价比高低是汽车生产企业考虑的重要内容，现阶段铝合金板材使用比重相对于钢材降低，一个原因就是其性价比低，铝材的造价较高，而汽车钢板的造价较低，所以很多汽车生产企业选择钢材。研发机构应进一步结合铝材性能和价格开发性的材料，只有在提升铝合金的性能前提下降低其价格才能代替汽车钢板，发挥出铝板优势，从而实现汽车轻量化，图3为铝基材料的截面结构。此外，国家应该进一步强化国产汽车材料研究，鼓励企业积极进行技术创新，研发更多高质量的铝合金材料，这对于我国汽车工业快速实现汽车轻量化有着极为重要的意义。未来阶段汽车轻

量化发展必然与铝合金息息相关，只有认清发展情势并积极主动地参与其中才能抓住时代发展的机遇。

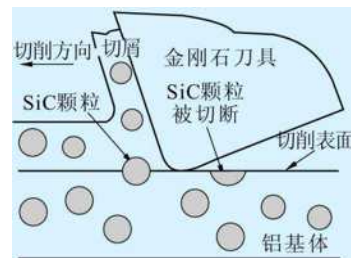


图3 铝基材料的截面结构

## 七、结束语

总而言之，科学技术的进步为铝合金制品的发展打下了良好的基础，随着汽车工业的稳步发展，实现汽车轻量化成为汽车生产企业努力的方向，目前铝合金制品在汽车工业中应用比重逐步增加，汽车车身以及零部件用铝的比重也在增加，这对于汽车轻量化发展发挥了重要的作用，未来阶段铝合金制品的作用将会变得更加提出，所以国家和科研机构应该积极研发铝合金制品并将其应用于汽车生产中，提升汽车的性能。

## 参考文献：

- [1] 王正科. 铝合金在汽车轻量化中的应用[J]. 时代汽车, 2021(1):113-114.
- [2] 姜立岩, 韩洪涛. 铝合金汽车轻量化及其焊接技术[J]. 内燃机与配件, 2021(7):111-112.
- [3] 张广和, 胡全达, 江海斌. 汽车底盘铝合金化轻量化的成型工艺研究[J]. 时代汽车, 2021(21):129-130.
- [4] 向可友, 肖革, 蓝玉良, 等. 表面处理技术在汽车轻量化方面的应用[J]. 腐蚀与防护, 2021, 42(7):48-52.
- [5] 张霖, 吴磊, 韦文杰, 等. 电动汽车电机悬置框架的安全性能和轻量化研究[J]. 内燃机与配件, 2021(16):24-25.
- [6] 王浩, 陈鹏, 钟万泽. 钢铝混合白车身在汽车轻量化中的应用及乘用车轻量化实例[J]. 汽车实用技术, 2021, 46(6):80-82. DOI:10.16638/j.cnki.1671-7988.2021.06.025.
- [7] 李剑. 商用汽车轻量化及铝合金在现代汽车生产中的应用[J]. 汽车实用技术, 2020(1):178-180.

作者简介：李国睿，1980.9，男，汉族，陕西佳县人，本科，工程师，宝鸡文理学院，就职于陕西德仕汽车部件（集团）有限责任公司岐山分公司，机械设计制造，汽车制造工艺。邮箱：lgr908972603@163.com