



车用新材料及其应用进展

汽车工业经历了100多年的发展历史，已经从最初的简单代步工具演变成集当代科技精华于一身的高科技产物。越来越多的新材料及新工艺的出现，使汽车的轻质化、低成本、智能化水平越来越高，因此材料与技术的发展对汽车工业的进步有着不可磨灭的贡献。汽车材料是汽车品质的基础，而汽车技术的发展在很大程度上依托于汽车材料的发展，为此要研制更经济、更能够适应各种环境的汽车，科技含量高的合成材料必不可少。

车用新材料概述

汽车材料的发展是汽车技术发展的重要方面。在研制更经济、更安全和更轻便的汽车中，材料是汽车质量保障的基础是关键的一环。随着科学技术的飞速发展，现代汽车制造材料的构成发生了很大的变化，高密度材料比例下降，低密度材料大幅增长。从20世纪90年代开始，汽车材料向轻量化、节省资源、高性能和高功能方向发展。铝合金、镁合金、塑料和纳米材料等在汽车领域的应用，对汽车的发展产生了重大的影响。

1. 钢铁材料

汽车用钢主要分为两大类，一类是车身构件用钢板，另一类是传动系统零部件用特殊钢棒材。汽车用钢主要包括高强度钢板材料、结构用钢、不锈钢、高强度铸铁材料、铁基粉末冶金材料以及粉末冶金材料。

汽车钢板在向高强度、超深冲、涂镀层发展的过程中，最具发展潜力的是高强度IF钢、双相钢DP、相变诱导塑性TRIP钢等，这些材料具有高强度、高塑性、可成形、可焊接及抗冲击的优点。高强度钢是汽车钢铁材料今后的主要发展方向之一。目前汽车使用的高强度钢主要为板材与管材，取代普钢、铸铁，用于车身零件和其他结构件。采用液压成形生产的高强度钢构件越来越多，如发动机托架、散热器支架、仪表板横梁、座椅骨架以及轻型车后桥壳和车架等。高强度钢已成为颇具竞争力的汽车轻量化材料，在抗碰撞性能、耐蚀性能和成本方面较其他材料具有较大的优势。

2. 非铁金属材料

非铁合金在汽车上应用的快速增长是汽车材料发展的大趋势。

(1) 铝合金 铝合金是汽车上应用最早最广的轻金属。铝合金铸件主要应用于发动机气缸体、气缸盖、活塞、进气歧管、摇臂、发动机悬置支架、空压机连杆、传动器壳体、离合器壳体、车轮、制动器零件、把手及罩盖壳体类零件等。变形铝合金指铝合金板带材、挤压型材和锻造材，在汽车上主要用于车身面板、车身骨架、发动机散热器、空调冷凝器、蒸发器、车轮、装饰件和悬架系统零件等。铝基复合材料，在连杆、活塞、气缸体内孔、制动盘、制动钳和传动轴管等零件上的试验或使用显示出了卓越的性能。

(2) 镁合金 镁比铝同体积重量轻约1/3，使用镁合金有利于汽车轻量化的节能和减排。镁合金大部分以压铸件的形式在汽车上应用。镁压铸件的生产效率比铝高30%~50%。镁铸件在汽车使用最早的实例是车轮轮辋，目前已大批量应用镁的主要是车身和底盘零件，如仪表盘骨架与横梁、座椅骨架、转向盘、进气歧管，以及各种支架、罩盖等。镁在汽车中应用的下一目标是发动机等动力系统零件。

(3) 钛合金 用 $\alpha+\beta$ 系钛合金制造的发动机连杆，强度相当于45调质钢的水平，而重量可以降低30%； β 系钛合金（Ti-13V-11Cr-3Al等）经强冷加工和时效处理，强度可达2000MPa，可用来制造悬架弹簧、气门弹簧和气门等。与抗拉强度为2100MPa的高强度钢相比，钛弹簧可降重20%。日本汽车上的钛合金主要用于以下部件：发动机的气阀、连杆和曲轴，排气管，悬架，消声器，车体和紧固件等，可达到减重、防腐和提高燃烧效率等目的。其中，使用钛制造的排气系统（排气管和消声器）和悬挂弹簧可为设计者提供两种最大减轻重量的方法，而钛气阀使用相对广泛，主要是因为加工方法简单，成本低廉。

(4) 泡沫金属 泡沫塑料是一种多孔轻质材料，具有密度低、比模量和比强度高优点，具有减振和吸能的特性。常用作结构泡沫基材的有聚氨酯、环氧树脂、尼龙和玻璃纤维复合材料等。目前结构泡沫材料被当作加强内衬，广泛用于轿车车架中的某些关键部位，如低速碰撞下前保险杠缓冲泡沫材料。

3. 复合材料

汽车上使用复合材料的零件主要有仪表板、门护板、顶盖内护板、地毯、座椅及包裹架护板，它们基本上是由表皮、隔音减振部分和骨架部分组成。这类零件除满足一定的使用功能外，能使人感到舒适美观。复合材料生产工艺简单、成本低廉、适用性强而且发展比较迅速，将是汽车内饰材料的主要发展方向。汽车用复合材料有汽车橡胶制品、塑料、工程塑料、玻璃纤维、碳纤维以及内饰材料。

(1) 橡胶 橡胶工业是汽车工业的重要配套产业，汽车工业也是橡胶制品的主要市场。一辆汽车除了钢材之外，还使用了许多橡胶制品，约占汽车总成本6%左右。全球每年消耗生胶量的70%以上用于汽车行业，其中60%用于轮胎，40%用于非轮胎橡胶制品，即汽车橡胶制品，包括各种胶管、传动带（V带、同步带）、密封制品（油封、密封条、垫圈等）、减振橡胶及安全制品等多种橡胶配件。每辆汽车需要的橡胶配件100~200种，数量200~500个。近年来，特种橡胶如氟橡胶（FKM）在汽车上的推广应用，使其成为汽车用特种橡胶中用量增长最快的胶种之一。在汽车工业中，FKM主要用于发动机阀杆密封、气缸套密封、离合器密封、燃油泵密封及燃油胶管内层胶等。



氢化丁腈橡胶 (HNBR) 耐热、耐油性能优异, 并耐老化及耐多种介质, 是丁腈橡胶 (NBR) 的换代产品, 目前在高性能汽车配件中应用日益广泛, 主要用于汽车同步带底胶、高性能V带底胶、汽车各种胶管内层胶、接触燃油的密封件等。丙烯酸酯橡胶 (ACM) 价格较为适中, 耐热油和热氧老化性能优良, 近年来成为汽车工业着重开发推广的一种密封材料, 主要用于耐高温油封、减振部件和液压胶管。TPE在汽车上的最大用途是密封条。

(2) 塑料 塑料由于重量轻、耐腐蚀、易加工, 一直被汽车工程界所重视。塑料主要应用于汽车衬套、装饰件及车身某些部件上。汽车用塑料的主要类型包括通用工程塑料、塑料合金和增强塑料。塑料在汽车中用于仪表板、车门内板、顶棚、副仪表板、杂物箱盖、座椅及各类护板等内装件, 而后逐渐向外装件、结构件和功能件扩展, 如车身外板、后阻流板、保险杠、车轮罩、前后翼子板、举升门, 以及油箱、散热器水室、风扇叶片、发动机进气管和气门室罩盖等。

(3) 工程塑料 工程塑料尤其是高性能工程塑料具有良好的力学性能, 耐热、耐腐蚀、寿命长、可靠性好, 越来越广泛地用于汽车工业, 前景非常看好。

(4) 玻璃钢 玻璃钢具有很多优点, 广泛用于保险杠、车顶盖、导流板、遮阳罩、电瓶托架、挡泥板、前脸部件、裙边部件及车身体壳等, 玻璃纤维的应用有进一步扩大的趋势。

(5) 改性PP材料 车身非金属材料中, 目前使用最多的是改性PP系列材料。使用部件包括仪表板、车门护板、装饰面板等大型内饰部件和保险杠、水箱面罩、挡泥板等外装部件。以改性PP为主的聚烯烃材料占车用塑料使用量的50%以上。

(6) ABS类材料 ABS的品种多, 表面处理效果好, 价格低, 因此在车身材料中一直很受欢迎。

(7) SMC等玻纤增强材料 SMC综合性能远超过其他工程塑料, 并且是可以在线喷漆的材料, 在商用车车身开发中一直占有重要的位置。

4. 陶瓷新材料

工程陶瓷目前有氮化硅 (Si_3N_4)、碳化硅 (SiC)、硅化钨 (WSi_2)、二氧化锆 (ZrO_2)、三氧化二铝 (Al_2O_3) 等。工程陶瓷主要应用在发动机上。工程陶瓷不是不堪一击的普通陶瓷, 它具有良好的综合性

能, 因此用它代替金属材料能大幅度提高热机效率, 降低能源消耗, 从而达到汽车轻量化效果。目前, 工程陶瓷已用于制造发动机和热交换器零件。

特种陶瓷具有各种优异、独特的性能, 应用在汽车上, 对减轻车辆自身质量、提高发动机热效率、降低油耗、减少排气污染、提高易损件寿命以及完善汽车智能性功能都具有积极意义。车用陶瓷已引起工程材料科学领域的关注, 主要应用为陶瓷发动机、热敏陶瓷传感器、车用催化净化器的陶瓷载体、尾气净化蜂窝陶瓷材料载体、柴油车排气净化陶瓷蜂窝过滤器和陶瓷汽车制动器刹车片以及车用陶瓷轴承等, 车用陶瓷新材料的研究和开发应用前景广阔。

汽车上使用的智能陶瓷产品, 包括功能材料、驱动系统与反馈系统相结合的智能材料系统或结构。由于其综合性功能的发挥, 可使汽车产品在行驶时感知与响应外界环境的变化, 使汽车产品拥有自检、自测、自诊断、自修复和自适应等诸多性能。

5. 纳米材料

汽车工业应用纳米材料和技术的范围很广, 从内部到外部, 从发动机到轮胎, 从结构件到装饰件, 从照明到防护漆, 涉及到的纳米材料超过100种。GM、丰田汽车等都在积极地研发用于汽车车身和车架的纳米材料。这些纳米材料由于轻且强度高, 作为车身和车架材料, 不仅能提高强度, 而且能够减轻汽车的重量。

日本大发汽车公司在确保车用发动机后处理装置尾气催化转化器的高效净化性能的同时, 采用纳米技术使贵金属催化剂的使用量与原来相比减少了70%。这种车用汽油机用新型催化剂由于采用纳米材料, 具有“自再生”的功能, 所以又称为智能催化剂, 并且应用在超低排放车 (ULEV) 及2002年日本市场销售的微型轿车上。

6. 其他新材料

(1) 生态塑料 丰田公司最新研发的生态塑料, 已经使用在防擦板、汽车顶棚、座位衬垫及其他汽车内饰上。

(2) 新型氟材料 大金工业株式会社开发出一种新型氟材料。该材料有弯曲、扭曲等可动材料需要的柔软性, 同时对汽车燃料中含有的碳氢 (HC) 等具有低渗透性, 主要用于汽车燃料软管中的橡胶。与该公司生产的氟氯橡胶相比, 该产品可将汽车燃料的渗透

量降低约1/20。

(3) 玻璃 随着汽车安全性的提高,除了使用钢化玻璃和防止飞散的夹层玻璃外,还给汽车部件赋予了新的功能。比如:下雨天,所附着的水滴形状均匀且具很高滑落性的不粘水玻璃;夏天车内温度升高,可切断红外线照射的IR玻璃;防晒和防止内饰材料老化的可切断紫外线的UV玻璃。尤其是在雨天,为了确保良好的视野,不仅给车门后视镜赋予了憎水性能和亲水性能,而且还给车门玻璃赋予了憎水性能。由于考虑到材料的可回收性,采用了无铅层,在夹层玻璃的中间膜处采用可回收再利用的新技术。

国内外汽车用新材料研究现状

1.国外汽车用新材料研究现状

20世纪90年代,国外汽车节能环保的热塑性弹性体(TPE)材料用量增长很快,一些原来用氯丁橡胶(CR)、三元乙丙橡胶(EPDM)制造的橡胶部件已经或正在改用TPE制造。

国外汽车内装件的塑料化已基本实现,今后的重点发展方向是开发结构件、功能件、外装件用的高性能树脂材料,增强塑料复合材料、塑料共混物与塑料合金,同时对废旧塑料回收再生予以高度重视,并逐步将其发展成为一个新兴产业。从品种上看,聚烯烃材料密度小、性能好且成本低,最近有把汽车内饰和外装材料统一到聚烯烃材料的趋势,因此其用量会有较大的增长。

2.国内汽车用新材料研究现状

我国汽车工业正飞速发展,汽车零部件国产化进程也在积极推进中,采用TPU配件可有效减小车身质量,提高汽车性能,TPU在汽车工业领域的发展不可低估。

目前我国汽车材料体系已初步形成,技术含量高的新产品发展开始加速;汽车用高性能钢板、塑料对进口的依赖程度逐年下降;铝合金(除板材外)及其成形技术基本上能满足当前汽车工业需求;镁合金的开发及应用已有一个良好的开端,汽车镁铸件的生产具有一定的规模。

近年来,国内在汽车用高强度钢的开发与应用方面取得较大进展。国内各大钢铁公司纷纷将汽车用钢,尤其是高强度钢作为优先发展的重点方向,并投入了较大

的资金和力量,发展汽车工业所需的新产品。

汽车用新材料的应用

1.碳纤维材料在汽车上的应用

碳纤维(CF)是纤维状的碳素材料,含C90%。它是在高温状态下,利用各种有机纤维在惰性气体中碳化而制成,具有优异的力学性能。特别是在2000℃以上高温惰性环境中,是唯一强度不下降的物质。碳纤维和碳纤维增强复合材料(CFRP)作为21世纪的新材料,凭其高强度、高弹性模量及低密度性能,在汽车上迅速得到广泛的应用,无论是车身板件、发动机舱内集气箱,还是车室内门板或饰板等,都可以看到碳纤维的出现。

2.纳米材料在汽车尾气净化中的应用

纳米材料制造汽车尾气净化催化剂比传统催化剂更能提高催化效率,减少贵金属消耗,降低生产成本;将纳米稀土、纳米贱金属和纳米贵金属三种催化剂按一定的比例混合并适当加入添加剂制成汽车尾气净化催化剂,可以达到优势互补,制造出新型汽车尾气净化催化剂。

3.泡沫金属在汽车中的应用

欧洲共同体已将泡沫金属在汽车上的应用列入光明欧洲计划之中。国外研究表明,在汽车生产中约有20%的车身部件可采用泡沫铝制造,一辆中型轿车用三明治板技术(AFS)板材制造零件可减重27.2kg左右,同时可使其结构系统简化,零部件数量至少减少1/3,自重减小1kg,燃油效率可提高0.01L/km。

结语

材料技术在汽车轻量化中扮演着重要角色,但汽车的轻量化是一个复杂的系统工程。要想以最低的成本获取最佳的轻量化效果,需要在开发新材料的同时,不断开发相应的汽车零部件设计、制造技术等其他相关技术,在这些方面还有很长的路要走。随着汽车材料向轻量化、节省资源、高性能和高功能方向发展,铝合金、镁合金、钛合金、泡沫金属、塑料、陶瓷新材料和纳米材料等在汽车领域的应用,都对汽车的发展产生了重大的影响。

关键词:

汽车 新材料 应用 轻量化

(收稿日期20130215)