

走近车用工程塑料

肖 艳

(广东省江门化工材料公司, 广东 江门 529100)

摘要 汽车的轻量化就是在保证汽车的强度和安全性能的前提下,尽可能地降低汽车的整备质量,从而提高汽车的动力性,减少燃料消耗,降低排气污染。工程塑料凸显优势,车用塑料进入快速发展期。介绍了尼龙、聚酯、聚甲醛、聚碳酸酯和聚苯醚等性能特点、应用范围以及市场前景。

关键词 汽车轻量化;工程塑料;性能特点;应用范围;市场前景

中图分类号:TQ 320.66

文献标识码:A

文章编号:1009-5993(2010)02-0048-05

汽车的轻量化就是在保证汽车的强度和安全性能的前提下,尽可能地降低汽车自重,从而提高汽车的动力性,减少燃料消耗,降低废气污染。当前,由于环保和节能的需要,汽车的轻量化已经成为全球汽车发展的潮流。汽车轻量化使包括聚丙烯、聚氨酯、聚氯乙烯、热固性复合材料、ABS、尼龙和聚乙烯等在内的塑材市场得以迅速扩大。近两年,车用塑料的最大品种——聚丙烯,每年以2.2%~2.8%的速度增长。预计到2020年,发达国家汽车平均用塑料量将达到500 kg/辆以上。

1 工程塑料凸显优势车用塑料进入快速发展期

工程塑料性能高又可代替金属材料。与通用塑料(PE,PP,PVC,ABS等热塑性塑料)相比,其强度与耐热性优异,主要应用于汽车内饰件、外装件、功能结构件等。工程塑料用于外装件可减轻汽车自重,这是降低汽车废气排放、提高燃烧效率最有效的措施之一。据调查,汽车自重减轻10%,油耗就能降低6%~8%。在安全性方面,工程塑料的抗击性不逊于金属,甚至高于金属。用可吸收冲击能量和震动能量的弹性体、发泡塑料制造仪表、座椅、头枕等制品,可以减轻碰撞时对人体伤害,提高汽车安全系数。结构件则多采用高强度工程塑料,如用塑料做燃油箱、发动机和底盘上的一些

零件,以减轻质量、降低成本、简化工艺。

随着工程塑料的优势越来越被汽车业界认识和接受,工程塑料在汽车中的应用近几年大幅增长。发达国家将汽车用塑料的量作为衡量汽车设计和制造水平的一个重要标志。中国已经成为全球汽车生产和消费的大国,还将进一步发展成为全球汽车生产基地,就必然要快速发展包括汽车塑料件在内的汽车零部件工业。同时,汽车材料逐步向轻量化和环保化方向发展。以塑代钢不仅能减轻车重,而且材料可回收再利用,进而节省制造过程中的资源浪费,最终使汽车在环保节能和降低成本两个方面获得更多的突破;还有助于改善汽车的安全性、舒适度和设计的灵活性等。

汽车工业作为我国的支柱产业,发展迅速。而现在国内汽车行业对工程塑料的消费比例远远低于世界平均水平,应加大工程塑料在汽车工业中的应用,一方面促进我国工程塑料工业的发展,另一方面有利于促进汽车国产化进程。随着我国汽车工业国产化进程的日益加快,汽车工业将是未来工程塑料消费增长最快的领域之一。

工程塑料是当今塑料工业发展中增速最快的材料。与通用塑料相比,工程塑料具有更优异的性能。目前国外汽车的内饰件已基本实现塑料化,塑料在汽车中的应用范围正在由内装件向外装件、车身和结构件扩展。今后的重点发展方向是开发结构件、外装件用的增强塑料复合材料、高性能树脂材料与塑料,并对材料的可回收性予以高度关注。统计显示:全世界平均每辆汽车的塑料用量在

收稿日期:2010-03-26

作者简介:肖 艳(1974—),女,本科,从事化工应用工作。

2000年就已达105 kg,约占汽车总重的8%~12%。而发达国家汽车的单车塑料平均使用量为120 kg,占汽车总重的12%~20%。目前,发达国家车用塑料已占塑料总消耗量的7%~8%,预计不久将达到10%~11%。对于中国来说,塑料在汽车行业的应用尚处于初级阶段,如尼龙在汽车行业中的应用比例为国外的三分之二,聚碳酸酯为二分之一,聚甲醛为三分之一,热塑性聚氨酯为五分之一,聚苯醚为三分之一。目前我国车用塑料量,经济型轿车每辆为50~60 kg,轻中型货车为40~50 kg,载重车为80 kg;中高档轿车100~130 kg,仅与国外上世纪90年代水平相当。

据悉,国家发改委已制定相关政策,一是积极鼓励发展自主品牌汽车;二是加速汽车零部件的国产化进程;三是限定了汽车的燃油消耗标准。加之由于近几年原材料涨价,许多整车厂为了降低成本已放开了指定供应商的限制,这些无疑给零配件生产厂和塑料原料供应商提供了一个绝好的发展机遇。我国车用塑料进入快速发展期。

2 尼龙

聚酰胺(PA)俗称尼龙。PA是最重要的汽车工业用工程塑料。PA主要用于汽车发动机及周边部件,主要品种是GFPA 6,GFPA 66,增强阻燃PA 6等产品。由于发动机周边部件主要是发热和振动部件,其部件所用材料大多数是玻璃纤维增强PA。这是因为PA具有较好的综合性能,玻璃纤维改性后的PA,主要性能得到很大的提高,如强度、制品精度、尺寸稳定性等均有很大的提高。随着汽车的小型化、电子电气设备的高性能化、机械设备轻量化的进程加快,对PA的需求将更大。特别是尼龙作为结构性材料,对其强度、耐热性、耐寒性等方面提出了很高的要求。PA的固有缺点也是限制其应用的重要因素。特别是对于PA 6,PA 66两大品种来说,与PA 46,PA 12等品种相比,具有很强的价格优势,虽某些性能不能满足相关行业发展的要求。因此,必须针对某一应用领域,通过改性提高其某些性能,来扩大其应用领域。另外,PA的品种多,较易回收利用,价格相对便宜等,这些因素促成PA成为发动机周边部件的理想选择材料。进气歧管是改性PA在汽车中最为典型的应用,德国宝马汽车公司首先以玻璃纤维增强PA为原料,制造进气歧管应用在六汽缸发动机上;以

后美国福特公司与杜邦公司合作,共同开发玻璃纤维增强PA 66,制造进气歧管应用在V 6发动机上,以后全球各大汽车公司纷纷跟进,改性PA进气歧管得到广泛的应用。发动机盖、发动机装饰盖、汽缸头盖等部件一般都用改性PA作为首选材料。与金属材质相比,以汽缸头盖为例,质量减轻50%,成本降低30%。除了发动机部件外,汽车的其他受力部件也可使用增强PA,如机油滤清器、刮雨器、散热器格栅等。

汽车零部件也是PA 6工程塑料最大的消费市场,超过总消费量的三分之一。随着人们对汽车性能要求的不断提高和PA 6工程塑料自身的发展,汽车用PA 6正呈逐年上升的趋势。汽车上可使用PA 6(包括改性产品)制作的部件有空气滤清器、外壳、风扇、车轮罩、导流板、车内装饰、储水器材盖、线卡、各种车内电气接插件等。PA 6/ABS具有密度低、流动性好等特点,以及良好的噪声阻尼性和良好的耐热性、耐化学性和机械性能,可用于汽车内饰件。玻纤增强PA/ABS可替代ABS做汽车排风格栅,并有可能成为汽车排空气和除霜器护栅及车门组件,以及用于摩托车档板的制作。现在PA 9T也已在日本汽车工业上应用,如动力换向装置(齿轮结构)、滚动轴承架等。PA 9T耐燃油性强,适用于做汽车燃油系统部件。此外,还可用于制造中间冷却器罐、发动机支架和要求低摩擦因数的滑动部件。

目前PA 66的应用已由主要做轮胎帘子布发展到汽车零部件、电力和电子器件等领域。现在德国生产的一部普通轿车,其机械部件所用PA 66注塑件的质量达到13 kg。这一数据还在增长,预计今后几年工程塑料产品用于汽车制造领域的增长率在20%左右。中国目前80%的PA 66还是用于生产轮胎帘子布,未来市场不可限量。中国一汽已经建立了PA 66进气歧管的加工生产线,二汽也在筹建。随着汽车行业的技术进步,其他汽车厂也会相继采用PA 66进气歧管。这样,PA 66产品在汽车行业的使用量会有较大的增幅。除PA 66外,随着中国汽车工业的发展,一些长碳链PA,如PA 11,PA 12的用量也在逐年增多,每年已超过3 000 t。这些产品还需依靠进口。

3 聚酯

聚酯(PET)是由二元醇或多元醇和二元酸或

多元酸缩聚而成的高分子化合物的总称。包括聚酯树脂、聚酯纤维、聚酯酸胶等。聚酯属于高分子化合物,是石油化工的基础原材料,以精对苯二甲酸(PTA)和乙二醇(EG)为原料,经过酯化和缩聚加工而成。聚酯70%用于纺织纤维切片,用作纺织各种规格的涤纶短纤维,是供给涤纶纤维企业加工纤维及相关产品的原料。涤纶作为化纤中产量最大的品种,占据着化纤行业近80%的市场份额,也用于轮胎帘子布等领域。因此,聚酯系列的市场变化和发展趋势是化纤行业关注的重点。聚酯广泛应用于包装业、电子电器、医疗卫生、建筑、汽车等领域。其中,包装业是聚酯最大的非纤应用市场,同时也是PET增长最快的领域。

在汽车制造领域,PBT广泛地用于生产保险杠、化油器组件、挡泥板、扰流板、火花塞端子板、供油系统零件、仪表盘、汽车点火器、加速器及离合器踏板等部件。PBT与增强PA,PC,POM在汽车制造业中的竞争十分激烈。PA易吸水,PC的耐热性不及PBT;在汽车用接管方面,由于PBT的抗吸水性优于PA,将会逐渐取代PA。在相对湿度较高、十分潮湿的情况下,由于潮湿易引起塑性降低,电器节点处容易引起腐蚀,常可使用改性PBT。在80℃、90%的相对湿度下,PBT仍能正常使用,并且效果很好。

PBT加工性能和绝缘性能较好。PBT玻璃化温度低,加工周期短。PC/PBT,PBT/ABS等主要用汽车内饰件。此外,由于PBT对汽油、发动机油的耐受性好,PBT也用于汽车发动机系统配件材料的生产。GE公司的PBT/PC合金,商品名为Xenoy1731,在高级轿车中应用最为广泛;它的耐热性好,耐应力开裂,耐磨、耐化学腐蚀性,低温冲击强度高,易加工和涂饰性好,主要应用于高档轿车保险杠、车底板、面板等。

聚氨酯材料因其优越的物理性能被广泛应用于消音海绵、吸音海绵、隔音海绵生产。同时聚氨酯海绵高消音能力被应用于车辆建造、汽车(重型机械)工业、轨道车辆、航天应用、工厂建筑消音及楼宇消音保温工程、产品包装及衬垫、发电机组消音、空调、声学试验室、音乐录音棚、音箱、试音室、测绘室、KTV房、星级宾馆等行业与场所。目前车辆的座椅多用聚氨酯泡沫材料制作。聚氨酯隔音海绵被大量用于汽车内饰件。

在国外,聚酯应用领域不断扩大。早在上世纪

90年代后期,欧美一些企业生产高模量低收缩(HMLS)的聚酯工业丝,作为子午线轮胎的重要骨架材料,部分替代钢丝,使子午线轮胎轻量化,更具高速性、安全性和乘坐舒适性。在普通聚酯中加入纳米材料后,聚酯分子结构发生了变化,材料性能提高:(1)优良热学性能。其热结晶温度比常规PET的高出40℃以上,提高了加工品的耐热温度。(2)良好的结晶行为。与常规PET相比,结晶度和结晶速率均有很大提高,显示出更高的强度和模量。(3)改性聚酯生产的工业丝、织物等制品的干热收缩率很低,保持了尺寸稳定性。(4)良好的气体阻隔性和一定的阻燃、抗紫外线效果。

4 聚甲醛

聚甲醛(POM)树脂是高度结晶的聚合物,具有类似金属的硬度、强度和刚性。POM是一种性能优良的工程塑料,又称聚氧亚甲基。通常甲醛聚合所得之聚合物,聚合度不高,且易受热解聚。

POM是一种没有侧链、高密度、高结晶性的线性聚合物,具有优异的综合性能。POM是一种表面光滑,有光泽的硬而致密的材料,淡黄或白色,可在-40~100℃温度范围内长期使用。它的耐磨性和自润滑性也比绝大多数工程塑料优异,又有良好的耐油、耐过氧化物性能。但不耐酸、强碱和紫外线的辐射。POM的拉伸强度达70MPa,吸水性小,尺寸稳定,有光泽,这些性能都比尼龙好。POM为高度结晶的树脂,在热塑性树脂中是最坚韧的。抗热强度、弯曲强度、耐疲劳性强度均高,耐磨性和电性能优良。稳定化处理后可耐热到230℃。POM可在170~200℃的温度下加工,如注射、挤出、吹塑等,主要用作工程塑料,用于汽车、机械部件等。POM在很宽的温度和湿度条件下都具有很好的自润滑性、良好的耐疲劳性、低摩擦因数,因此,POM主要用于对定性要求比较严格的滑动和滚动机械部件上,如齿轮、凸轮、轴承、榫杆、滑轮、扣链轮和轴衬等。与金属和尼龙相比,POM具有很低的磨擦因数,是很好的轴承材料。POM具有类似金属的硬度、强度和刚性,在很宽的温度和湿度范围内都具有很好的自润滑性、良好的耐疲劳性,并富于弹性。此外,它还具有较好的耐化学品性。POM以低于其他许多工程塑料的成本,正在替代一些传统上被金属所占领的市场,如替代锌、黄铜、铝和钢制作许多部件。自问世以来,POM已

经广泛应用于电子电气、机械、仪表、日用轻工、汽车、建材、农业等领域。在很多新领域,如医疗技术、运动器械等,POM也表现出较好的增长态势。

汽车行业是POM最大的潜在市场。POM质轻,加工成型简便,生产成本低廉,材料性能与金属的相近。改性POM的耐磨系数很低,刚性很强,非常适合制造汽车用的汽车泵、汽化器部件、输油管、动力阀、万向节轴承、曲柄、把手、仪表板、汽车窗升降机装置、电开关、安全带扣等。制造轴套、齿轮、滑块等耐磨零件是改性POM的强项。这些部件对金属磨损小,减少了润滑油用量,增强了部件的使用寿命;因此,可以广泛替代铜、锌等金属生产轴承、齿轮、拉杆等。POM生产的汽车部件质轻、噪声低、成型装配简便,因此,在汽车制造业获得越来越广泛的应用。

5 聚碳酸酯

聚碳酸酯(PC)是一种无臭、无味、无毒、透明的无定形热塑性材料,是分子链中含有碳酸酯基的高分子化合物的总称。它包括脂肪族、脂环族、芳香族及脂肪族-芳香族类聚碳酸酯,其中,仅双酚A型芳香族聚碳酸酯获工业化生产。由于PC结构中包含了柔性的碳酸酯链与刚性的苯环,因此,具有突出的抗冲击性能、耐蠕变性能,具有较高的抗张强度、抗弯强度、伸长率及刚性,并有较好的耐热性和耐寒性,可在-100~140℃内使用,电性能优良,吸水率低,透光性好,可见光的透过率可达90%左右。PC还可与其它聚合物共混形成合金,性能可进一步改善。

PC阻燃BI级,在通常使用温度下都有良好的机械性能。与性能接近的聚甲基丙烯酸甲酯相比,PC的耐冲击性能好,折射率高,加工性能好,但需要添加助剂才能符合UL 94 V-0级。由于聚甲基丙烯酸甲酯相对PC价格较低,并可通过本体聚合的方法生产大型的器件,但随着PC生产规模的日益扩大,PC与聚甲基丙烯酸甲酯之间的价格差异日益缩小。

PC在汽车上也有广泛应用。PC的高透明性使之成为车灯罩的主要生产材料。硅橡胶/PC也可以用做汽车保险杠。而PC的另外一大用途是以合金的形式充当汽车内饰材料。PC/ABS外观好,容易着色,广泛用于汽车内饰件如仪表板等。改性PC由于具有高机械性能和良好的外观,在汽

车上主要用于外装件和内装件,用途最为广泛的是PC/ABS合金和PC/PBT合金。

PC的应用领域主要是玻璃装配业、汽车工业和电子、电器工业,其次是工业机械零件、光盘、包装、计算机等办公设备、医疗及保健、薄膜、休闲和防护器材等。PC可用作门窗玻璃,PC层压板广泛用于银行、使馆、拘留所和公共场所的防护窗,用于飞机舱罩、照明设备、工业安全档板和防弹玻璃。PC板可做各种标牌,如汽油泵表盘、汽车仪表板、货栈及露天商业标牌、点式滑动指示器等。PC树脂用于汽车照相系统、仪表盘系统和内装饰系统,用作前灯罩、带加强筋汽车前后档板、反光镜框、门框套、操作杆护套、阻流板;PC用于接线盒、插座、插头及套管、垫片、电视转换装置、电话线路支架下通讯电缆等连接件、电闸盒、电话总机、配电盘元件、继电器外壳;PC可做低载荷零件,用于各种齿轮、蜗轮、轴套、导规等。

6 聚苯醚

聚苯醚(PPO)无毒、透明、相对密度小,具有优良的机械强度、耐应力松弛、抗蠕变性、耐热性、耐水性、耐水蒸汽性、尺寸稳定性等。在很宽温度、频率范围内电性能好,不水解、成型收缩率小,难燃有自熄性,但耐无机酸、碱,耐芳香烃、卤代烃、油类等性能差,易溶胀或应力开裂。其主要缺点是熔融流动性差,加工成型困难,实际应用大部分为MPPO(PPO共混物或合金),如用PS改性PPO,可大大改善加工性能,改进耐应力开裂性和冲击性能,降低成本,只是耐热性和光泽略有降低。改性聚合物有PS(包括HIPS),PA,PTFE,PBT,PPS和各种弹性体,聚硅氧烷等。PS改性PPO历史长,产量大,MPPO是用量最大的通用工程塑料合金品种。用量比较大的MPPO品种有PPO/PS,PPO/PA/弹性体和PPO/PBT/弹性体合金。PPO和MPPO可以采用注塑、挤出、吹塑、模压、发泡以及电镀、真空镀膜、印刷机加工等各种加工方法。因熔体黏度大,加工温度较高。

改性PPO在汽车上主要用于对耐热性、阻燃性、电性能、冲击性能、尺寸稳定性、机械强度要求较高的零部件;还有一些薄壁的复杂硬质结构件,如仪表盘骨架等。PPO/PS合金适用于潮湿、有负荷和对电绝缘要求高、尺寸稳定性好的场合,适合制造汽车轮罩、前灯玻璃嵌槽、尾灯壳等零部件,也

适合制造连接盒、保险丝盒、断路器外壳等汽车电气元件。PPO/PA合金由于具有优良的力学性能、尺寸稳定性、耐油性、电绝缘性、抗冲击性,可用于制作汽车外部件,如大型挡板、缓冲垫、后阻流板等。PPO/PBT合金的热变形温度高,对水分敏感度小,是制造汽车外板的理想材料。GE公司推出的热固性PPO具有高强、高韧性和良好的电性能,吸湿小,可用做汽车阀罩、燃油箱导电板、变压器和风力发动机叶片等。而PPO/PS合金加工性良好,可用做流体加工部件、汽车机罩下部件和电子接插件。

PPO和MPPO主要用于电子电器、汽车、家用电器、办公室设备和工业机械等方面。利用MPPO的耐热性、耐冲击性、尺寸稳定性、耐擦伤、耐剥落、可涂性和电气性能,用于汽车仪表板、散热器格子、扬声器格栅、控制台、保险盒、继电器箱、连接器、轮罩;电子电器工业上广泛用于制造连接器、线圈绕线轴、开关继电器、调谐设备、大型电子显示器、可变电容器、蓄电池配件、话筒等零部件。家用电器上用于电视机、摄影机、录像带、录音机、空调机、加湿器、电饭煲等零部件。另外,可用于水泵、鼓风机的外壳和零部件、无声齿轮、管道、阀体、外科手术器具、消毒器等医疗器具零部件。大型吹塑成型可做汽车大型部件,如阻流板、保险杠;低发泡成型适宜制作高刚性、尺寸稳定性、优良吸音性、内部结构复杂的大型制品,如各种机器外壳、底座、内部支架,设计自由度大,制品轻量化。

7 结语

汽车工业是发达国家工程塑料应用最为广泛、使用量最大的工业门类,也是中国工程塑料最有发展潜力的领域之一。随着社会及科技的发展,人们对汽车提出了更高的要求:轻型、节能、美观、安全、环保等。

当前,汽车工业已开始大量使用塑料,用以代替各种有色金属和合金钢材,这是汽车工业提高汽车造型美观和设计灵活性,降低零部件加工、装配和维修费用的有效途径。

车用塑料的使用已成为衡量汽车工业发展水平的标志之一。

车用工程塑料在内外饰件、结构功能件的应用日趋广泛,传统的金属材料 and 普通塑料将逐渐被取代。随着汽车对安全、高速、节能、舒适、美观等要求的日益提高,对塑料件的要求也不断提高,塑料的开发进程也将不断加快。

参考文献:

- [1] 刘正英,杨鸣波.工程塑料改性技术[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [2] 樊新民,车剑飞.工程塑料及其应用[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [3] 张玉龙,李萍.工程塑料改性技术[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [4] 董祥忠.现代塑料成型工程[M].北京:国防工业出版社,2009.

Approaching the Vehicle Engineering Plastics

XIAO Yan

(Jiangmen Chemical Material Co., Jiangmen 529100, China)

Abstract: The vehicle lightweighting, that is, to ensure strength and safety of vehicles under the premise, as far as possible to reduce the vehicle's curb mass, thereby enhancing the car's power, reducing fuel consumption and exhaust pollution. Highlighting the advantages of engineering plastics vehicle plastics are entering the period of rapid development. The performance and characteristics of application, and market prospects of nylon, polyester, POM, polycarbonate and polyphenylene oxide are introduced.

Key words: vehicle lightweighting; engineering plastics; features; application; market prospects