

第一章 常用汽车内饰材料及工艺

第一节 汽车内饰塑料材料

一、塑料在汽车行业的地位

1. 塑料的定义及分类

塑料是以单体为原料,通过加聚或缩聚反应聚合而成的高分子化合物,俗称塑料或树脂。一般按照它的热熔性把它们分成热固性塑料和热塑性塑料。

塑料作为汽车内饰件主要有以下优点:

(1)质量轻。塑料的平均密度只有一般普通钢材的 15% ~ 20%,也比一般木材轻。这一特点尤其对高档大型轿车有突出的优点,可以减去大量的自重。

(2)良好的加工性能。由于塑料材料的可塑性和与其他材料之间良好的兼容结合性能,可以利用不同的材料组分,借助于各种现代化的成型加工机械,通过挤出、注塑、压延、模塑、吹塑等方法加工成具有各种不同形状、不同性能、不同颜色、不同功能的高分子汽车材料,如,直接挤成管材、型材、板材,注射成有各种造型的制品、压延加工成薄膜等,还可根据需要制成各种颜色、有夹层、中空、放嵌件等各种产品,还可根据要求进行二次加工,如机械制品一样的车削、冲切、裁剪、焊接,也可热熔、冷锯、复合等。

(3)优良的物理化学性能。塑料具有良好的绝缘性能、卓越的防腐蚀性能、耐老化性能、良好的耐磨和耐洗刷性能、良好的防水性能和力学性能、良好的黏结结合性能,可以被加工成各种性能和功能的汽车内外饰件。

(4)优秀的装饰效果。汽车塑料最突出的优点是装饰效果优秀。它可以被一次加工成具有复杂造型和多种色彩的制品,有时还需印刷、贴膜、轧花、复层、着色,加工成具有非常逼真的形状、花纹和图案,可以仿制天然木材、金属、动物皮的纹理,还可以表面烫金、贴膜、镀银、镶嵌等。

汽车塑料材料的特性还有很多,其中也有一些不如传统材料的地方,主要缺点表现在它的刚性、耐热性和可燃烧性、耐老化性能、表面耐刻划性和抗冻性等

塑料的分类体系比较复杂,各种分类方法也有所交叉,按常规分类主要有以下三种:一是按使用特性分类;二是按理化特性分类;三是按加工方法分类。

(1)根据各种塑料不同的使用特性,通常将塑料分为通用塑料、工程塑料和特种工程塑料三种类型。

①通用塑料。通用塑料是指产量大、用途广、成型性好、价格便宜的塑料,如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、ABS 塑料等。



②工程塑料。工程塑料是能承受一定外力作用,具有良好的力学性能和耐高温、耐低温性能,尺寸稳定性较好,可以用作工程结构件的塑料,如聚碳、聚酯、聚酰胺、聚甲醛、聚苯醚、聚苯硫醚、聚酰亚胺(PI)、聚砒等。

工程塑料又可分为通用工程塑料和特种工程塑料两大类。

a. 通用工程塑料包括:聚碳、聚酯、聚酰胺、聚甲醛、聚苯醚、超高分子量聚乙烯、甲基戊烯聚合物、乙烯醇共聚物等。

b. 特种工程塑料又有交联型的非交联型之分。交联型的有:聚氨基双马来酰胺、聚三嗪、交联聚酰亚胺、耐热环氧树脂等。非交联型的有:聚砒、聚醚砒、聚苯硫醚、聚酰亚胺、聚醚醚酮(PEEK)等。

③特种工程塑料。特种工程塑料是指具有特种功能,可用于航空、航天等特殊应用领域的塑料。如氟塑料和有机硅树脂,具有突出的耐高温、自润滑等特殊功用;增强塑料和泡沫塑料具有高强度、高缓冲性等特殊性能,这些塑料都属于特种塑料的范畴。

a. 增强塑料。增强塑料原料按外形可分为粒状(如钙塑增强塑料)、纤维状(如玻璃纤维或玻璃布增强塑料)、片状(如云母增强塑料)三种。按材质可分为布基增强塑料(如碎布增强或石棉增强塑料)、无机矿物填充塑料(如石英或云母填充塑料)、纤维增强塑料(如碳纤维增强塑料)三种。

b. 泡沫塑料。泡沫塑料可以分为硬质、半硬质和软质泡沫塑料三种。硬质泡沫塑料没有柔韧性,压缩硬度很大,只有达到一定应力值才产生变形,应力解除后不能恢复原状;软质泡沫塑料富有柔韧性,压缩硬度很小,很容易变形,应力解除后能恢复原状,残余变形较小;半硬质泡沫塑料的柔韧性和其他性能介于硬质和软质泡沫塑料之间。

(2)根据各种塑料不同的理化特性,可以把塑料分为热固性塑料和热塑性塑料两种类型。

①热固性塑料。热固性塑料是指在受热或其他条件下能固化或具有不熔特性的塑料,如酚醛塑料、脲醛塑料、环氧塑料等。热固性塑料又分甲醛交联型和其他交联型两种类型。甲醛交联型塑料包括酚醛塑料、氨基塑料(如脲—甲醛—三聚氰胺—甲醛等)。其他交联型塑料包括不饱和聚酯、环氧树脂、邻苯二甲二烯丙酯树脂等。

②热塑性塑料。热塑性塑料是指在特定温度范围内能反复加热软化、冷却固化的塑料,如聚乙烯、聚丙烯、聚碳、热塑性聚酯、聚四氟乙烯等。热塑性塑料又分烃类、含极性基团的乙烯基类、热塑性工程类、热塑性纤维素类等多种类型。

a. 烃类塑料:属非极性塑料,具有结晶性和非结晶性之分,结晶性烃类塑料包括聚乙烯、聚丙烯等,非结晶性烃类塑料包括聚苯乙烯等。

b. 含极性基团的乙烯基类塑料:除氟塑料外,大多数是非结晶型的透明体,包括聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚醋酸乙烯酯等。

c. 热塑性工程类塑料:主要包括聚甲醛、聚酰胺、聚碳酸酯、ABS、聚苯醚、聚对苯二甲酸乙二酯、聚砒、聚醚砒、聚酰亚胺、聚苯硫醚等。聚四氟乙烯、改性聚丙烯等也包括在这个范围内。

d. 热塑性纤维素类塑料:主要包括醋酸纤维素、醋酸丁酸纤维素、赛璐珞、玻璃纸等。

根据各种塑料不同的成型方法,可以分为膜压、层压、注射、挤出、吹塑、浇铸塑料和反应注射塑料等多种类型。

膜压塑料是物性和加工性能与一般热固性塑料相类似的塑料;层压塑料是指浸有树脂的纤维织物,经叠合、热压而结合成为整体的材料;注射、挤出和吹塑是物性和加工性能与一般热塑性塑料相类似的塑料;浇铸塑料是指能在无压或稍加压力的情况下,倾注于模具中能硬化成一定形状制品的液态树脂混合料,如 MC 尼龙等;反应注射塑料是用液态原材料,加压注入膜腔内,使其反应固化成一定形状制品的塑料,如聚氨酯等。塑料和树脂代号及名称见表 1-1。

塑料和树脂代号及名称

表 1-1

缩 写 代 号	塑料和树脂全称中文	塑料和树脂全称英文
PUR	聚氨酯	Polyurethane
PP	聚丙烯	Polypropylene
PE	聚乙烯	Polyethylene
PS	聚苯乙烯	Polystyrene
PVC	聚氯乙烯	Poly(vinyl acetate)
PC	聚碳酸酯	Polycarbonate
ABS	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer
PAN	聚丙烯腈	Polyacrylonitrile
PMMA	聚甲基丙烯酸甲酯	Poly(methyl methacrylate)
PBT	聚对苯二甲酸丁二醇酯	Poly(butylene terephthalate)
PET	聚对苯二甲酸乙二醇酯	Poly(ethylene terephthalate)
EP	环氧树脂	Epoxide resin
PF	酚醛树脂	Phenol-formaldehyde resin
UF	脲醛树脂	Ultra-formaldehyde resin
UP	不饱和树脂	Unsaturated polyester
PA	聚酰胺	Polyamide
PI	聚酰亚胺	Polyimide
POM	聚甲醛	Polyformaldehyde(Polyoxymethylene)
PPO	聚苯醚	Poly(phenylene oxide)
PSU	聚砒	Polysulfone
RP	增强塑料	Reinforced plastics
GRP	玻璃纤维增强塑料	Glass fibre reinforced plastics

2. 塑料成型在汽车行业的地位

塑料是节能型材料,具有价格低、性能优异、密度低、吸声、隔热、防振、电绝缘性和耐化学药品性优良、可复合增韧增强、生产能耗低等特点,在汽车上的用量越来越大,适应的零部件范围不断扩展。现在,全塑车已经开始研发,将来会推广应用。汽车塑料件的广泛应用可减轻汽车自重、提高燃料效率、缩短加工周期、降低能耗、提高资源利用效率、保障安全和提供舒适的环境。实际上,这类材料必须经过适当的加工成型,才能成为一定形状结构和功能的车用塑料零部件。在这种意义上,不仅塑料产业的发展推动各类车的更新换代,而且汽车业的快速发展也推动了塑料成型加工工艺的发展。

全球范围的环境问题及可持续发展要求,使得汽车技术不断创新,要求汽车轻量化,否则,汽车将会消耗更多的石油,产生更多的温室气体,导致全球气候发生变化。近年美国运输部门消



耗的矿物燃料所排放的 CO_2 占 CO_2 总排放量的 $1/3$, 其中公路运输所排放的 CO_2 占总量的 $3/4$ 。

在美国, 能源独立和安全法案要求美国汽车业工业提高 40% 燃油平均使用效率, 到 2020 年的每加仑汽油要能够使车辆行驶 35mile (英里)。汽车技术的变革和燃料效率的提高毫无疑问的将会导致塑料在汽车中使用比例的提高。在整车中, 座椅、保险杠、仪表板和窗等部件通常都是用塑料制成的, 即使在发动机舱下面, 塑料同样也是占主导地位的。通常, 一辆汽车有超过 50% 体积是使用塑料或复合材料, 但是这些塑料制件只占整车质量的 10%。塑料的质量仅为钢材质量的 $1/6$, 如果汽车的质量减少 100kg, 那么每 100km 的燃油消耗量将减少 0.4L, 同时也意味着 CO_2 的排放量将减少 10g/km。一辆车在其报废前约能行驶 190000km, 那么在整个车辆的行驶过程中约能减少 1900kg CO_2 和 760L 汽油。

如今, 为了汽车的轻量化, 塑料被大量用于制造汽车, 因此, 还需要提高塑料的耐久性、耐腐蚀性、高韧性、易设计性和高性价比来使汽车更加节能。

例如使用塑料制作汽车保险杠和内饰时, 不管是设计标准的汽车制件还是在现有的模具的基础上进行创新, 设计师的设计自由度都大大的增加, 可以在不影响成本的情况下兼顾美观和功能性。增强的汽车塑料保险杠和金属拥有相同的耐冲击性能, 但是性价比高, 已经使其取代了金属。在常规条件下, 汽车塑料保险杠和金属保险杠拥有相同的膨胀率, 所以通常不需要特殊的夹具使其固定。

车辆目前平均使用约 150kg 的塑料和塑料复合材料以及 1163kg 的钢铁, 塑料约占汽车的总质量的 10% ~ 15%, 图 1-1 所示为过去的数十年中塑料在汽车中的使用量统计。

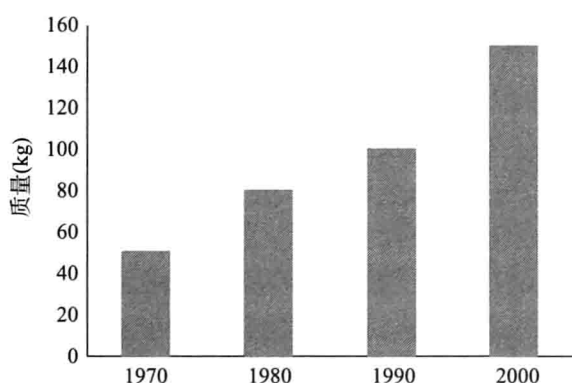


图 1-1 塑料在汽车中的使用量

可以说, 现有塑料制品的成型方法都已经用于制造汽车上的塑料制品。实际上, 相关的制造技术还涉及高分子材料学和模具等方面。从工艺上看, 相对于传统车用金属制件, 塑料制件有以下优点:

(1) 设计自由度大, 外观多种多样; 着色性好, 可按设计实现各种各样的颜色; 可采用共混、填充增强和层状复合的改性方法, 大大改善制件的力学性能; 可在表面或里层进行涂装、装饰等。

(2) 复杂形状制品可一次或用尽可能少的工序成型, 与传统的金属制件相比, 减少了后加工的工序, 适合大批量生产; 生产效率高、成本低 (相同的零件, 采用塑料制造费用仅为钢或铝的 $2/3$)。

塑料制件也存在一定的不足:

(1) 导热性差, 加工中加热和冷却工序与金属的有很大不同。

(2) 热膨胀系数大, 为金属材料的 3 ~ 10 倍, 同时收缩率也大, 尺寸稳定性差, 不容易制备高精度制品。

二、热塑性塑料的性能

1. 热塑性塑料的性能

对于用于汽车内饰的热塑性塑料, 除了常规的物理性能 (密度、无机物的添加量)、流动性

能(熔融指数)、力学性能(抗拉强度、弯曲强度、冲击强度)、热性能(维卡软化点、热变形温度)、燃烧性能,我们还关心热塑性塑料其他一些特性。

1) 收缩率

热塑性塑料的特性是在加热后熔融膨胀,冷却后收缩,当然加压以后体积也将缩小。在注塑成型过程中,首先将塑料熔体注射入模具型腔内,充填结束后熔体冷却固化,从模具中取出塑件时即出现收缩,此收缩称为成型收缩。塑件从模具取出到稳定这一段时间内,尺寸仍会出现微小的变化,一种变化是继续收缩,此收缩称为后收缩。另一种变化是某些吸湿性塑料因吸湿而出现膨胀。例如 PA610 吸水量在 1.5% ~ 2.0% 时,尺寸增加 0.1% ~ 0.2%;玻璃纤维增强 PA66 的含水量为 40% 时,尺寸增加 0.3%。但其中起主要作用的是成型收缩。

目前确定各种塑料收缩率(成型收缩 + 后收缩)的方法,一般都推荐德国国家标准中 DIN16901 的规定。即以 $23^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 时模具型腔尺寸与成型后放置 24h,在温度为 23°C 、对湿度为 $50\% \pm 5\%$ 条件下测量出的相应塑件尺寸之差来计算。

收缩率 S 由下式表示:

$$S = \{(D - M)/D\} \times 100\%$$

式中: S ——塑件的收缩率;

D ——模具尺寸(长、宽、高);

M ——塑件尺寸(长、宽、高)。

收缩率的计算方法都是一样的,但是测试收缩率的模具的尺寸不一样,这就导致同样的材料,采用不同的尺寸的收缩率模具,得到的收缩率值不一样。按照 ISO 294-4 的标准,收缩率模具尺寸为:60mm × 60mm × 2mm,按照 ASTM D955 的标准,有 3 种尺寸的模具可选择,60mm × 60mm × 2mm、12.7mm × 127mm × 3.2mm、 $\phi 100 \times 3.2\text{mm}$ 的圆片。由于汽车的内、外饰制件比较大,用上述的收缩率模具得到的材料收缩率与实际在制件上测试得到的制件收缩率相差较大,因此,一些国际化的汽车改性料公司采用了内部的收缩率测试方法,采用不同于 ISO 或者 ASTM 的模具尺寸,例如 210mm × 140mm × 3mm、210mm × 140mm × 2.8mm、210mm × 140mm × 2.6mm。由于实际零件的形状、尺寸、壁厚都有很大差异,而且材料厂商推荐的收缩率也有一定的范围,为了更加准确地确定模具尺寸,建议零件在设计模具之前选择类似零件的实际模具进行样件生产,验证其材料的收缩率,这样的收缩率对设计模具有指导意义。

2) 流动性

在一定温度、压力下,塑料能够充分充满模具型腔各部分的性能,称作流动性。流动性差,注射成型时需较大的注射压力或者较高的料筒温度;流动性太好,容易发生流涎及造成制件飞边。通常可以用熔融指数(MFR)来直观地表示塑料的流动性。熔融指数大,流动性好;熔融指数小,流动性差。但是要精确地表达塑料熔体的流动性,还可以用螺旋流动长度(SFL, spiral flow length)来表示。螺旋流动长度越长,表示塑料熔体在型腔中的流动性越好;反之,越差。

3) 熔化温度(熔点 T_m)

熔化温度是指结晶型聚合物从高分子链结构的三维有序态转变为无序的黏流态时的温度。众所周知,高分子材料是不同分子量的高分子的混合物,有一定的分子量分布,因此,高分子材料的熔融是一个过程,有一个融程,例如 PP 的熔融从 153°C 左右开始,到 165°C 左右达到



熔融的峰值,我们把 165℃ 称为 PP 的熔点,到 170℃ 左右熔融完全结束。

4) 降解

在化学或物理作用下,聚合物分子的聚合度降低的过程称为降解。聚合物在热、力、氧气、水及光辐射等作用下往往发生降解。降解实质是大分子链发生结构变化的过程。

5) 结晶

聚合物分子形成的一种远程有序的聚集态结构叫结晶。聚合物的聚集态结构对注塑条件及制品性能的影响非常明显,聚合物按其聚集态结构可分为结晶型和非结晶型。结晶型聚合物的分子链呈规则的排列,而非结晶聚合物的分子链呈不规则的无定型的排列。分子结构简单,对称性高的,没有刚性基团的,柔性链的聚合物都能形成结晶,如 PE、PP 等;分子链节虽然大,但分子间的作用力很强也能形成结晶,如 POM、PA 等。分子链中含有刚性基团的聚合物不易形成结晶,如 PC、PSU、PPO 等。

6) 流变性

高聚物在热和外力作用下产生流动与变形的性质叫流变性。高聚物分成牛顿型流体与非牛顿型流体,而牛顿型流体和非牛顿型流体的流变性不同。牛顿流体是剪切力与剪切应变率呈线性关系的流体,低分子化合物的液体或溶液流体属于牛顿流体。非牛顿流体是剪切力与剪切应变率不满足线性关系的流体,大多数高聚物熔体在成型过程中表现为非牛顿流体。非牛顿流体可以分为三类,即非时变性非牛顿流体、时变性非牛顿流体、黏弹性流体。所谓非时变性非牛顿流体,即流体的表观黏度只与剪切应变率(或剪应力)有关,与剪切作用持续时间无关;所谓时变性非牛顿流体,即流体的表观黏度不仅与剪应变率(或剪应力)有关,而且与剪切作用持续时间有关;所谓黏弹性流体,兼有黏性和弹性双重性质。非牛顿流体根据速度梯度的不同,又可分为胀塑性流体、假塑性流体和理想流体。高聚物熔体是黏弹性流体。

7) 玻璃化转变温度(T_g)

是指线性非结晶型聚合物由玻璃态向高弹态或者由高弹态向玻璃态的转变温度。当温度高于玻璃化温度时,大分子链开始自由活动,但还不是整个分子链段的运动,这时表现出橡胶的高弹性;当温度低于玻璃化温度时,大分子链段被冻结变成坚硬的固态或玻璃态。

橡胶的玻璃化温度低于室温,所以橡胶在常温下处于高弹态;而其他塑料的玻璃化转变温度高于室温,所以,橡胶在常温下是处于脆韧性的玻璃态。

8) 热敏性

是指某些塑料对热较为敏感,在高温下受热时间较长或进料口截面过小,剪切作用大时,料温升高易发生变色、降解、分解的倾向,具有这种特性的塑料称为热敏性塑料。

9) PVT 特性

描述塑料如何随着压力和温度的变化而收缩和膨胀,在充填和保压过程中,因压力增大而使塑料收缩,在冷却过程中,因温度的降低而使塑料收缩。

10) 塑料光学属性

塑料的光学特征包括两类:一类为传递特性,包括光的透过、反射、散射及折射等;另一类为光的转换特性,包括光的吸收、光热、光化、光电及光致变色等。

常用可表征光的传递特性指标有透光率、雾度、折射率、双折射及色散等。在上述指标中,透光率和雾度两个指标主要表征材料的透光性,而折射率、双折射及色散三个指标主要用于表

征材料的透光质量。一种好的透明性材料,要求上述性能指标优异且均衡。

11) 吸湿性

塑料高分子材料及其制品在空气中吸收和放散水蒸气的性能。

12) 填充属性

为了改善塑料的性能或者降低成本,采用一些无机矿粉作为填充剂。填充剂一般都是粉末状的物质,而且对聚合物都呈惰性。常用的填充剂有如下几类:

(1) 碳酸钙。分为重质碳酸钙和轻质碳酸钙。重质碳酸钙由白垩、贝壳、石灰石等天然物质经机械粉碎而制得的,粒径在 $2 \sim 10\mu\text{m}$ 。近年利用湿法、球磨、气流粉碎等,已使重质碳酸钙(滑石粉等也同样)粒子加工得更细($<10\mu\text{m}$),与轻质碳酸钙相近,使用后对塑料的加工性能、物理性能、力学性能均不致有较大的负面的影响。轻质碳酸钙由无机合成后沉降而得,粒径在 $0.1\mu\text{m}$ 以下。碳酸钙的填充可以提高制品耐热性、硬度,降低收缩率,降低成本。由于碳酸钙遇酸易分解,故不宜用于耐酸制品中;粒径细的碳酸钙在制品中不易分散,容易团聚,将碳酸钙进行适当的表面处理,使之在塑料中分散均匀,对塑料的性能影响不大。

(2) 黏土、硅酸盐类黏土、高岭土(陶土、瓷土)、硅灰石的来源有天然物质精制、煅烧、粉碎等。用于聚氯乙烯、聚烯烃等,可以改善加工性能,降低收缩率,提高制品耐药性、耐燃、耐水性及降低成本,煅烧陶土可提高制品介电性能。

(3) 滑石粉。主要成分是水合硅酸镁,成片状。聚烯烃中添加滑石粉,可以提高制品刚性、尺寸稳定性、高温蠕变性、耐化学腐蚀性、降低摩擦系数。

(4) 石棉。由含镁、铁、钙、钠等的硅酸盐制成,呈纤维状。用于聚烯烃中,可以提高制品刚性、尺寸稳定性、高温蠕变性,但因其毒性,近年使用量下降。

(5) 云母。由含铝硅酸的钾、镁、铁等盐类制成,呈片状。用于聚氯乙烯、聚烯烃中,提高制品耐热性、尺寸稳定性、介电性能,多用于电绝缘制品中。

(6) 炭黑。由天然气、石油等烃类不完全燃烧或热裂解得到的高度分散性的黑色粉末状物质,它主要由碳元素组成,而微晶具有准石墨结构,且呈同心取向,其“粒子”由近乎球形或其他不规则形状的聚集体所构成。不完全燃烧法得到的炭黑包括炉法炭黑、槽法炭黑等,炉法炭黑产量占总炭黑产量的 97% 以上。按照用途和使用特点可以把炭黑分成三类:橡胶用炭黑、色素炭黑和导电炭黑。色素炭黑在塑料中作为黑色颜料使用,兼具着色剂、光屏蔽剂作用;导电炭黑,利用某些炭黑的低电阻或高电阻性能,可提高制品导热、导电性能。

(7) 二氧化硅(白炭黑)。沉淀法得到的白炭黑粒径为 $20 \sim 40\text{nm}$,含水量 $10\% \sim 14\%$,气相法得到的白炭黑粒径为 $10 \sim 25\text{nm}$,含水量 $<2\%$ 。白炭黑用于聚氯乙烯、聚烯烃、不饱和聚酯、环氧树脂等,可提高制品介电性、抗冲击性能,可作树脂流动性调节剂。

(8) 硫酸钙(石膏)、亚硫酸钙。由天然矿物或化学法制得,用于聚氯乙烯、聚烯烃、丙烯酸类树脂等,可降低成本,提高制品尺寸稳定性、耐磨性、用于“钙塑”材料等。

(9) 金属粉或纤维。常用的金属粉有铝、古铜(铜锌合金)锌、铜、铝等粉末。由熔融金属喷雾或由金属碎片机械粉碎制得,近年来也用到铜、钢、不锈钢纤维等。将金属粉或纤维用于各种热塑性工程塑料、环氧树脂中,可提高塑料导电、传热、耐热等性能。铅粉可使塑料具有遮蔽 X 射线或 γ 射线的作用。采用金属纤维时,除上述作用外,对制品物理性能和力学性能有所改善。在使用金属粉或纤维时,应进行适当处理,以除去表面氧化层,使之具有良好的导电、



导热等性能。

(10) 二硫化钼、石墨。由天然物质精制或合成,用于尼龙浇铸制品中可以改善表面硬度,降低摩擦系数和热膨胀系数,提高耐磨性。

(11) 聚四氟乙烯粉或纤维。用于聚氯乙烯、聚烯烃及各种热塑性工程塑料中,可提高制品耐磨性、润滑性和极限 PV 值。

(12) 中空微球。由无机或有机材料经熔融喷射,挥发性成分汽化、发泡、熔融分解而形成。或者由粉煤灰中的带色中空玻璃微球分离清洗得到。中空微球具有相对密度低、耐热、耐腐蚀、隔热、介电、隔声等特性,粉煤灰还可以降低成本。

2. 通用塑料物理性能、力学性能数据

内饰中应用比较多的材料为 PP、PP-EPDM-T20、PC、ABS、PC + ABS、ABS + PA6、PVC(软)、PA6、POM、PBT、PMMA,下面主要介绍这几种材料的主要物理性能及力学性能指标,见表 1-2。

三、汽车内饰常用塑料及工艺方法、工艺参数简介

1. 汽车内饰件常用塑料材料统计

一辆汽车最容易出彩的是内饰件,内饰强调触觉、手感、舒适性和可视性等。汽车内饰件包括:车厢隔板、门内装饰板、仪表板、扶手、地毯、门内手柄、装饰条等。内饰件用量高达整车塑料总用量的 56%。

目前,节能环保是世界各国对汽车工业未来发展提出的一个主要目标。节能环保的趋势及技术进步推动了汽车塑料化的进程。发达国家也将汽车用塑料量作为衡量汽车设计和制造水平高低的一个重要标志。随着塑料在汽车上应用范围的逐步扩大,其在汽车材料中的所占比重也逐步提高。根据我国工程塑料工业协会统计,2007 年我国汽车用 PP 单车用量约为 35.2kg,占汽车用改性塑料总量 80kg 的 44% 左右。随着改性塑料用途的不断拓展,其在车用塑料中的比重也在逐年增加,2007 ~ 2012 年我国汽车用该性 PP 的需求量如图 1-2 所示。当今车用市场的需求已转向质量更轻的运动型多功能车、小型货车以及其他轻型车辆,这将促使车用材料向更轻质化的方向发展。随着各种塑料(如 PP、ABS、PA6 等塑料)的广泛应用,也使汽车向塑料化方向发展。

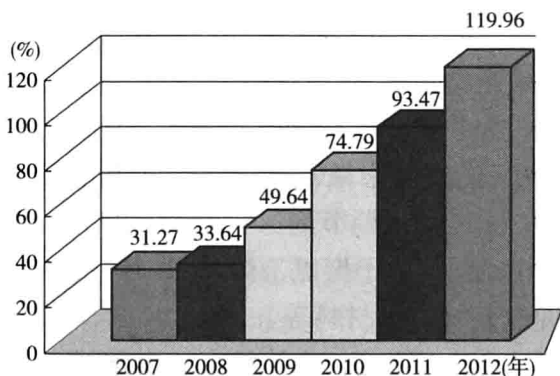


图 1-2 汽车用改性聚丙烯需求量(万 t)

汽车的内饰材料是指:驾驶室及乘客舱内零件所用的单一型或层积复合型有机材料,包括:坐垫、座椅靠背、座椅套、安全带、头枕、扶手、活动式折叠车顶、所有内饰性衬板(包括车门内护板、前围护板、侧围护板、后围护板、车顶篷衬里等)、仪表板、杂物箱、室内货架板(包括后窗台板)、窗帘、地板覆盖层、遮阳板、轮罩覆盖物、发动机罩覆盖物、装车时用来吸收碰撞能量的填料、缓冲装置等所用有机材料。作为汽车的内饰件材料有下列要求:

(1) 因夏季长时间光照,车厢内温度比较高,内饰件塑料材料应具备高耐热性,耐热氧化性和耐光老化性,防止部件发生老化变色和劣化。

表 1-2

通用塑料物理性能、力学性能数据

通用塑料物理性能、力学性能数据												
1	性能项目	单位	PP	ABS	PC-ABS	PVC	PA6	POM	PC	PMMA	ACS	
2	密度	g/cm ³	0.89~0.91	1.05	1.1~1.2	1.16~1.35	1.12~1.14	1.42	1.2	1.18	1.12	
3	吸水率	%	<0.01	0.45	0.2~0.35	0.15~0.75	1.3~1.9	0.25	0.15~0.18	0.4	0.5	
4	透光率	%	0~80	33	0	0~78	0	0	85~90	92~93		
5	表面硬度	R、M、D、L	D50~96	R85~105	R106~120	D50~100	R119	R120	R115~125	M75		
6	收缩率(范围)	%	10~30	5~7	5~9	15~30	10~30	20	5~7	2~6	6~8	
7	连续耐热	℃	88	60~98	93~120	65~79	82~121	91	91	82~93	—	
8	热变形温度 (18.6kgf/cm ²)	℃	46~60	93~103	104~127	29	68	123	129	96~100	85~83	
9	热变形温度 (4.6kgf/cm ²)	℃	5~110	99	113~130	35~44	185	170	132~143	113	—	
10	抗张强度	kgf/cm ²	04~310	310~530	527~460	105~240	703~830	703	563~668	490~700	320~420	
11	抗拉强度模量	10 ³ kgf/cm ²	7~12	16	21~23	0.7~2.1	—	36.6	21.1~24.6	30	—	
12	伸长率(%)	%	200~700	5~70	10~150	100~500	200~300	25~75	100~130	3	20	
13	弯曲屈服强度	kgf/cm ²	350~700	420~770	1200~2250	—	—	844~914	950	1120~1340	—	
14	弯曲弹性模量	10 ³ kgf/cm ²	9~14	14~27	21~295	—	9.8~27.8	28.8	22.5~24.6	18~27	—	
15	压缩强度	kgf/cm ²	260~560	320~650	600~770	63~120	914.2	1266	879	770~1050	—	
16	压缩弹性模量	10 ³ kgf/cm ²	10.5	10~21	—	—	—	470	243	16.8~26	—	
17	熔点	℃	170	170	—	120	220	163	230	170	150	
18	分解温度	℃	300	260	320	200	320	240	360	260	200	
19	烘料温度	℃	70~80	70~85	120	60~80	100	60~80	120	75~95	60~70	
20	烘料时间	h	1	2~3	2~4	1~2	3~5	2~3	3~5	2~3	2~3	
21	注塑温度	℃	180~260	180~240	240~280	140~170	240~280	180~220	280~320	180~240	160~190	
22	模具温度	℃	40~60	30~60	40~90	20~40	40~90	40~60	60~90	30~60	30~60	
23	电镀性	—	不	能电镀	能电镀	不	不	不	不	—	—	

注:1kgf/cm² = 0.0980665MPa。





(2) 为了保障驾乘人员的身体健康,内饰材料应确保低挥发性、低气味。

(3) 为保障驾驶安全,选用哑光材料或哑光皮纹。

(4) 要求材料具有一定的表面硬度和较低的摩擦系数,以防止刮伤起毛等。

塑料作为汽车内饰应用最多的材料具有很好的优良性能:易于加工、制造;可根据需要随意着色或制成透明制品,可制作轻质高强度的产品;不生锈、耐腐蚀,保温性能良好,既能制作导电部件,又能制作绝缘产品等。根据各部件性能的不同需要,应用于内饰的改性塑料包括:通用塑料 PP、PE、PS、PMMA、PVC 等;工程塑料 ABS、ASA、PA、POM、PC 等;复合塑料 PC + ABS、PC + ASA、PA6 + ABS 等。下面以某车型主要塑料内饰零件为例详述塑料在汽车内饰件中的应用,图 1-3 ~ 图 1-8 为内饰各个子系统中塑料件的分布图,表 1-3 为内饰子零件材料应用表。

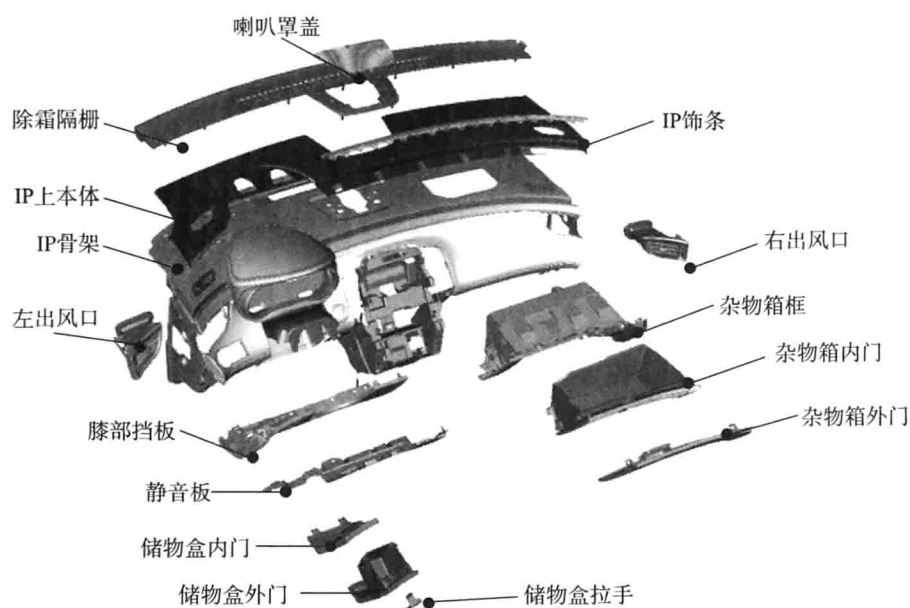


图 1-3 仪表板系统主要塑料件分布

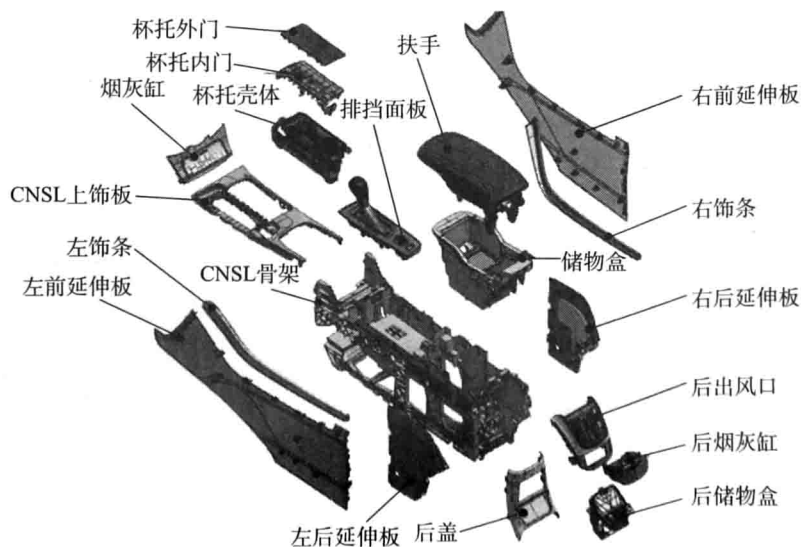


图 1-4 副仪表板系统主要塑料件分布

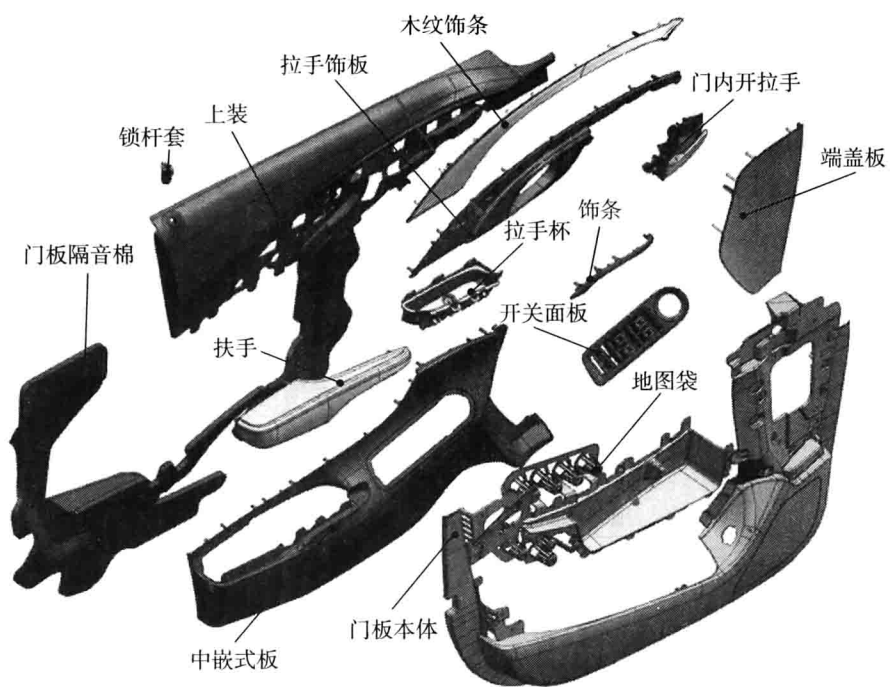


图 1-5 门板系统的主要塑料件分布



图 1-6 座椅系统的主要塑料件分布

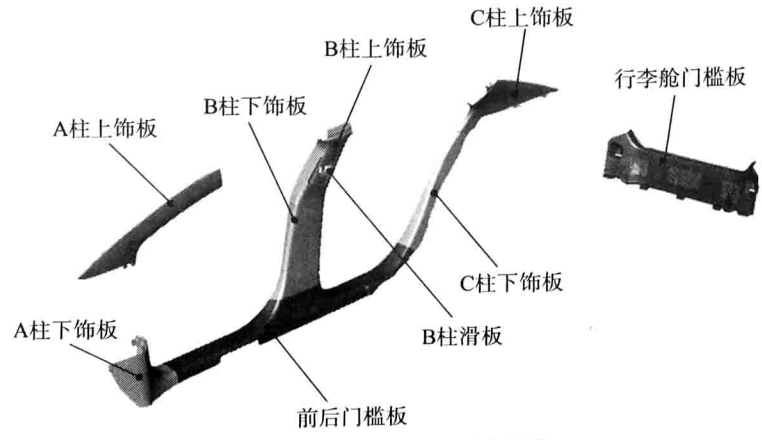


图 1-7 立柱系统的主要塑料件

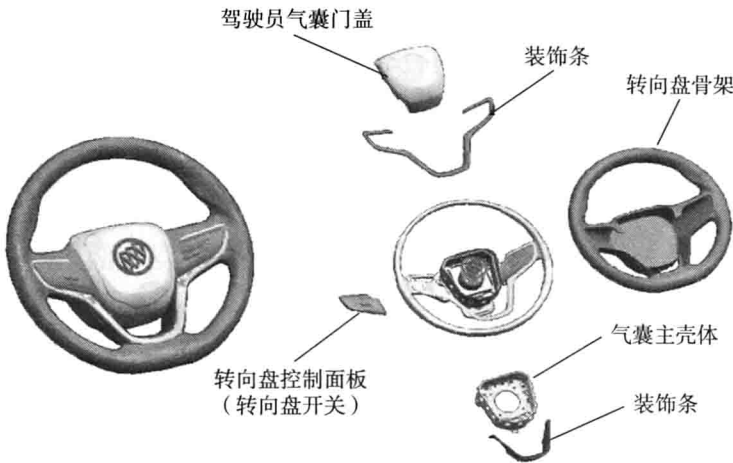
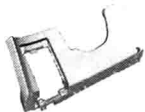
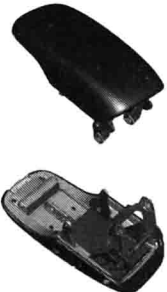


图 1-8 转向盘系统的主要塑料件
内饰子零件材料

表 1-3

部 件	组 件	主要 零 件	材 料	成 型 工 艺	图 片
仪表板总成	IP 总成	IP 上表皮	TPO	阴模成型	
		IP 骨架	PP + LGF30、PP + T20	注射成型	
		风道骨架	PP - GF30	注射成型	
		气囊门	SymaLITE(玻纤材料)	注射成型	
	中央面板	中央面板本体	PC + ABS	注射成型	
		中央面板木纹条	PC + ABS	IMD、IMS	
		左右银饰条	PC + ABS	注射成型	
	仪表	仪表板	PC + ABS	注射成型	
		仪表板饰框	PC + ABS、ABS - T3	注射成型	
		仪表板表皮	PVC	阳模、阴模成型	
	储物盒	内门	PC + ABS	注射成型	
		外门	PC + ABS	注射成型	
		拉手	PA6 + GF30	注射成型	
	杂物箱	杂物箱框	PP + EPDM - T20	注射成型	
		杂物箱斗	PP + EPDM - T20	注射成型	
		杂物箱外门	PP + EPDM - T20	注射成型	
		左右锁扣	PA6	注射成型	
		开关门缓冲垫	EPDM;KET - 330	注射成型	
	饰条	左右木纹饰条	ABS + PC	IMD、INS	
	出风口	出风口壳体	PC + ABS	注射注塑	
		拨叉、连杆	POM	注射成型	
		拨轮	PC + ABS、TPV	双色注射	

续上表

部 件	组 件	主 要 零 件	材 料	成 型 工 艺	图 片
仪表板总成	出风口	拨轮面板	PC + ABS T85	注射成型	
		叶片	PA6 + GF50、PP - T40、PP - T20	注射成型	
		拨钮	PP - T40	注射成型	
		风门	TPV	注射成型	
		密封条	PUR 发泡	发泡	
	其他	左右端盖	PP + EPDM - T20	注射成型	
		膝部挡板	PP + EPDM - T20、PP + T20	IMD/INS	
		扬声器罩盖	PP + EPDM - T20	注射成型	
副仪表板	副仪表板总成	骨架	ABS、PP + GF15(短纤)	注射成型	
		后左右侧饰板	PP + EPDM - T20、PP/PE - M15	注射成型	
		前左右延伸板	PP/PE - M15	注射成型	
		后盖板	PP + EPDM - T20	注射成型	
	扶手总成	扶手蒙皮	PVC - P		
		扶手发泡	PU FOAM	发泡成型	
		扶手上盖板	ABS	注射成型	
		扶手上骨架	ABS + PC	注射成型	
		扶手下骨架	ABS、PA6 - GF30	注射成型	
		扶手铰链	PA6 - M25GF15	注射成型	
		扶手按钮	ABS + PA6	注射成型	
		扶手连杆	PBT	注射成型	
		扶手挂钩	POM	注射成型	
	烟灰缸总成	烟灰缸外门	ABS(Spinning Cherry)	IMD/INS	
		烟灰缸面板	ABS(Spinning Cherry)	IMD/INS	
		电镀条	ABS	注射成型	
		烟灰缸内门	PA6 - GF30H	注射成型	
		烟灰盒内斗	PA6/GF30H	注射成型	
		烟灰缸衬套、门锁	POM	注射成型	



续上表

部 件	组 件	主要零件	材 料	成 型 工 艺	图 片
副仪表板	上饰板 总成	上饰板	ABS	注射成型	
		储物盒	PP + EPDM - T20	注射成型	
	杯托总成	杯托内门	PA6 - GF30H	注射成型	
		杯托底座	PP/PE - M15、 PP + EPDM - T20	注射成型	
	包覆饰条 总成	骨架	PC/ABS	注射成型	
		表皮	Protein vinyl skin		
	饰条	泡沫垫	PU		
		排挡光亮饰条	PC + ABS	注射成型 + 电镀	
		排挡木纹饰条	PC + ABS	注射成型 + 水转印	
门板	门板总成	门本体骨架	PP + EPDM - T20	注射成型	
		上装骨架	PP + EPDM - T20	注射成型	
		上装表皮	TPO	注射成型	
		锁杆导套	TPV	注射成型	
		锁杆导向结构	PP + EPDM - T20	注射成型	
		木纹饰条	PC/ABS	INS	
		拉手框盖板骨架	ABS	注射成型	
		嵌饰板骨架	PP + EPDM - T20	注射成型	
		嵌饰板表皮	TPO		
		开关面板骨架	ABS	注射成型	
		扶手骨架	ABS	注射成型	
		扶手表皮	PVC		
		扶手发泡	PU - GEP330N	发泡成型	
		扶手喷漆饰条骨架	ABS	注射成型	
		拉手杯	PP + EPR - GF25	注射成型	
		地图袋	PP + EPDM - T20	注射成型	
		门端盖板	PP + EPDM - T20	注射成型	
		前门吸声棉	PET		
座椅	座椅总成	旁侧板	PP + EPDM + T20	注射成型	
		高度调节手柄	PA6 + GF15	注射成型	
		调角器	PA6 + GF15	注射成型	
		脚罩盖	ABS	注射成型	
		儿童座椅固定骨架	PA66 + PA6 + PE	注射成型	

续上表

部 件	组 件	主 要 零 件	材 料	成 型 工 艺	图 片
座椅	座椅总成	安全带扣	PA6 + GF15	注射成型	
		椅背板	ABS	注射成型	
	扶手总成	扶手骨架	ABS + PA6 + GF8	注射成型	
		扶手内外盖板	ABS	注射成型	
		镀铬条	ABS	注射成型	
		储物盒	ABS + PC	注射成型	
		杯托面框	ABS + PC	注射成型	
		塑料木纹板	ABS/Wood	IMD	
		杯托	ABS + PA6 + GF8	注射成型	
		杯托衬里	TPV (EPDM + PP)	注射成型	
软饰件	后视镜罩盖	后视镜罩盖	PP、ABS	注射成型	
	顶衬面板	盖板	ASA + PC、 ABS + PA6 - GF8	注射成型	
		底座	PC、PP + GF20	注射成型	
立柱	A、B、C 柱	A、B、C 柱	PP + T20、PC + ABS	注射成型	

2. 内饰塑料件工艺方法介绍

下面主要阐述一些重要的汽车内饰加工成型方法。

1) 注射成型

注射成型简称注塑,是指物料在注射机加热料筒中塑化后,由螺杆或柱塞注射入闭合模具的模腔中经冷却形成制品的成型方法。它广泛用于热塑性塑料的成型,也用于某些热固性塑料(如酚醛塑料、氨基塑料)的成型。注射成型的优点是能一次成型外观复杂、尺寸精确、带有金属或非金属嵌件、甚至可充以气体形成空芯结构的塑料模制品;生产效率高,自动化程度高。新型注射方法的出现更加巩固了其在汽车塑料加工中的地位。各种车上的硬质仪表板一般采用 PP、PC、ABS、ABS/PC 等一次性注射成型。就注射技术而言,已经开发了适应性很广的很多新技术。如采用微型注射成型自动化生产毫克级的高尺寸精度制品,如汽车传感器等自动控制 and 电子控制部件。

注射成型细分,还可以分成以下几类。

(1) 气体辅助注射成型。气体辅助注射成型技术是一项新兴的塑料注射成型技术,其原理是利用高压气体在塑件内部产生中空截面,利用气体保压代替塑料注射保压,消除制品缩痕,完成注射成型过程。传统注射工艺不能将厚壁和薄壁结合在一起成型,而且制件残余应力大,易翘曲变形,表面时有缩痕。新发展的气辅技术通过把厚壁的内部掏空,成功地生产出厚壁、偏壁制品,而且制品外观表面性质优异,内应力低,轻质高强。该工艺已用于成型汽车的前后挡板、门把手、保险杠等。



(2) 水辅注射成型。同气辅注射成型类似,水辅注射成型先将一段熔体注入模腔,随后将水注入,通过挤迫使工件成型,填充过程结束后,水可以继续提供保压压力,预防翘曲。水辅助注射成型可以直接冷却制品的内部,更适合较厚和较长的制品成型,能生产出均匀的薄壁制品,零件内表面平滑。可以在更短的成型周期下,减少制品壁厚及减少残留的壁厚,对于大件且较薄的制品可使用较均匀而且较低的压力即可成型。从而节省了材料,拓展了应用范围。循环使用水而可降低生产成本,适合成型管状的零件、汽车油管和其他流体系统、把手、行李架、汽车上的仪表板、缓冲器、门把手、离合器以及驾驶杆支持架等。

(3) 反应注射技术。反应注射技术(RIM)是将中间体(预聚体或单体)反应性液进入模具时进行撞流混合,注入模具后进行反应,实现交联或聚合而形成固态部件。该工艺最早用于聚氨酯泡沫技术,现在已经广泛应用于制备轻量的结构件。在相同的反应注射成型机上可生产出性能不同的软泡、弹性体、硬泡制品等。多用于成型汽车保险杠、转向盘、顶篷、侧围以及其他防振产品或减振的强力回弹塑料产品。该技术可低温低压成型一体化复杂零件,对树脂可改性、复合、纤维增强。混入长玻璃纤维的制品尺寸稳定,热膨胀小而刚性却明显提高,尤其适合汽车车身大型覆盖件生产。

(4) 熔芯注射成型。熔芯注射成型的基本原理是:先用低熔点合金铸造成可熔型芯,然后把可熔型芯作为该件放入模具中进行注射成型,冷却后把含有可熔型芯的制件从模腔中取出,再加热将可熔型芯熔化。当注射成型结构上难以脱模的塑料件,如汽车输油管和进气歧管等复杂形状的空心塑料件时,一般是将它们分成两半成型,然后再通过振动摩擦焊焊接在一起,致使塑料件的密封性较差。随着这类塑料件应用的日益广泛,人们将类似失蜡铸造的熔芯成型工艺引入注射成型,形成了所谓的熔芯注射成型方法。BASF 公司最早用尼龙树脂去芯成型生产复杂进气歧管。但该法工艺复杂、成本高、生产效率低,逐渐被其他新工艺替代,推进了制备的工业化应用。1990 年,宝马汽车公司用 35% 玻纤增强尼龙 66 制备了一体化汽缸盖罩、空气过滤器或排气止逆阀。其他的新的用途有:汽车水泵、水泵推进轮、离心热水泵和航天器油泵等。

(5) 注射膨胀/注射发泡成型。注射膨胀成型是首先注射填充一定量的树脂以形成膨胀前的初期壁厚,然后将模具一部分或全部后移,由于树脂的回弹特性使树脂的体积增大(在树脂内部形成一些细小的孔隙,从而可得到密度低、刚性好、热绝缘性好的制件),最后通过低压空气以提高表面平滑性和冷却速度。膨胀注射技术可广泛应用于生产汽车仪表板内饰件等。

(6) 金属嵌件注射成型。金属嵌件注射可以把金属嵌件组合在塑料制品中,减少复杂的装配过程,降低成本。如制备内外饰件的结构件,也可用作锁、窗户升降器和喇叭的支架组件。金属嵌件注塑可满足非常高的机械要求:良好的强度和韧度,不高的敏感度和优异的耐压力裂化性。POM 是用于该工艺的典型塑料。

(7) 双组分注射成型。双组分注射是另一种能消除独立装配工艺的实用技术,它被用于把硬质部件和软质部件连接在一起,例如,把密封圈或挡板直接附在一个部件上,而无须装配或分拆。适合用于这种工艺的硬质塑料除了 POM 以外,还有 PBT 和 PPS。软质部件可从塑料和橡胶中进行选择。双组分注射在汽车构造中的应用范围,从座舱到发动装置都有涉及。Krauss-Maffei 公司开发了一种崭新和灵活的双组分注射系统,国内也在开展相关研究。

2) 挤出成型

挤出成型又称挤压模塑或挤塑,即借助螺杆或柱塞的挤压作用,使受热熔化的塑料在压力

推动下,强行通过口模而成为具有恒定截面的连续型材的一种成型方法。能生产管、棒、丝、板、薄膜、电线电缆和涂层制品等。这种成型方法具有生产效率高,适应性强的特点,几乎可用于所有热塑性塑料及某些热固性塑料。在汽车上常用来成型燃油箱等部件。

3) 压制成型

压制成型是塑料成型加工技术中历史最久,适用于流动性差的塑料,比较容易成型大型制品,而且生产的制品收缩率小、变形小,各性能指标比较均匀,但劳动强度大,不易实现自动化。根据材料的性状和成型加工工艺的特征,又可分为模压成型和层压成型,应用比较多的是模压成型。模压成型又称压缩模塑,这种方法是将粉状、粒状、碎屑状或纤维状的塑料放入加热的阴模模槽中,合上阳模后加热使其熔化,并在压力作用下使物料充满模腔,形成与模腔形状一样的模制品,再经加热(使其进一步发生交联反应而固化)或冷却(对热塑性塑料应冷却使其硬化),脱模后即得制品。目前,压制热塑性塑料如 PVC 软制品的工艺在我国广泛应用,多用于生产汽车发动机罩、地板垫等。

4) 吹塑成型

吹塑主要指借助气体压力使闭合在模具中的热熔型坯吹胀形成中空制品的方法。吹塑用的模具只有阴模(凹模),与注射成型相比,设备造价较低,适应性较强,可成型性能好(如低应力)、可成型具有复杂起伏曲线(形状)的制品。可生产汽车暖风管、燃油箱和后导流板等。按照吹塑前的熔体供应形式,可分为挤出吹塑、注射吹塑和拉伸吹塑。采用多层共挤的多层型坯可进行多层吹塑,制备既有很好阻隔性、又有耐腐蚀的高力学性能的容器。

5) MuCell 微发泡

MuCell 微发泡主要采用物理介质,如超临界 CO_2 ,成核气泡为微泡沫。微发泡部件较轻、残余压力较少,尺寸精度和尺寸稳定性卓越。材料消耗较少、成型周期也较短。当采用纤维增强部件时,弯曲性较小。用这种技术的产品的一个例子是气体质量感应器,它位于发动机舱之中,必须在 $-40 \sim 90^\circ\text{C}$ 的极宽温度范围内表现出极高的尺寸精度和尺寸稳定性。

6) 吸塑成型

吸塑成型是将塑料片材加热到黏弹态,再抽真空使其贴合模壁,然后冷却定型。所成型的汽车部件有:前照灯灯框、装饰件、前后内顶、冷风管、侧立柱盖板、软质仪表板等。软质仪表板由表皮、骨架材料、缓冲材料等构成,表皮材料是先真空吸塑成型后修剪,置入发泡模腔内,再放上骨架,然后注入缓冲类发泡材料(如 PU)而成形。

7) 纤维增强复合材料加工技术

纤维增强复合材料(FRP)是利用纤维的高强度和刚度来改进塑料的力学性能。FRP 具有质量轻、强度高、耐腐蚀,可制造“A”级表面汽车外覆盖件并具有和金属相近的力学性能等特点而被广泛应用于汽车工业中。其成型方法主要有:手糊工艺、喷射成型、团状模塑料(BMC)、片状模塑料(SMC)、层压工艺、树脂压铸成型(RTM)、缠绕成型、反应注射成型、拉挤成型等。SMC 是目前汽车生产中最常用的 FRP 成型方法,是将热固性树脂(不饱和聚酯、酚醛树脂、环氧树脂等)及纤维、固化剂、填料等多种成分组成的模塑料经热压成型的工艺。可用于开发生产保险杠、散热器、车顶、外壳、仪表板、挡泥板、行李舱盖、车门、车身及车身部件、发动机舱下部件、发动机罩、车内装饰部件等,SMC 工艺在美国、西欧用得较多。

(1) 长纤维注射成型。通常采用的长纤维增强塑料(LFT)具有良好的尺寸稳定性、优良的