

气的压力使坯料沿模腔变形,经冷却脱模得成品燃油箱。其原材料分子量极高,力学强度优异,但设计和制造成本较高,多用于结构紧凑、批量大的乘用车领域。

(2) 滚塑成型是将低密度聚乙烯(LDPE)加入模具中,然后模具沿两垂直轴不断旋转并被加热,模内的坯料在重力和热能的作用下逐渐均匀地涂布、熔融粘附于模腔的整个表面上,待完全塑化达到要求厚度后,往模具夹套内注入冷水经冷却定型而成制品。这种制品壁厚相对均匀,易于安装金属类紧固镶件,模具简单,但材料难以符合汽车燃油箱对性能的要求且成型周期较长,能耗大,多用于空间大、批量小的商用车领域。

2.2 阻隔性改善工艺

塑料燃油箱需具有较高的阻隔性。以吹塑成型为例,原始塑料燃油箱为HDPE单层结构,但由于HDPE具有一定的透气性,对各种溶剂的耐渗透性不强,构成燃料的烃分子可以扩散到HDPE分子间的间隙,逐渐渗透到外界而气化损失掉,即燃油渗漏,这必然对环境 and 安全都造成影响。因此,如何提高塑料燃油箱的阻隔性能成为整车排放达标的最有效、最重要的途径。目前,为满足环保要求,降低燃油渗透,在生产中通常采用以下3种工艺方法改善阻隔性。

(1) 在基体中添加阻隔性树脂,这是一种物理方法。该方法是将PE与阻隔树脂[尼龙(PA)或(乙烯/乙烯醇)共聚物(E/VOH)]共混改性使阻隔树脂在基体树脂中形成层状,这种阻隔功能聚合物合金材料由美国DuPont公司研制成功,因此该技术又称为DuPont的专利Selar技术。如在HDPE中加7%的阻隔PA,可以使材料对燃油的渗透性比纯HDPE燃油箱减少97%。但这种方法在实际生产操作时,对挤出机螺杆混炼性能要求较高,制备工艺复杂,并且层状掺混塑料燃油箱的力学性能较低,阻隔性不太稳定。

(2) 对燃油箱进行氟化或硫化处理,在箱体表面上形成化学反应的燃油阻隔层,这是一种化学方法。例如在吹塑成型过程中,同时向油箱内部吹入含氟1%的氮气,使其油箱内层形成防燃油渗透的含氟层。经氟化处理后,油箱的渗透汽油量降低效果比较显著,可由16 g/24 h降至0.5 g/24 h。氟化处理对非极性溶剂阻透性较好,但容易造成二次污染,工艺复杂、难度大、成本较高。硫化处理的长期

阻透性差且不安全,不宜采用。

(3) 采用多层共挤技术,将阻隔材料与PE分层同时挤出吹塑成型,这是一种物理方法。目前常用的多层燃油箱一般为6层,其结构从内到外分为新料层、粘结层、阻隔层、粘结层、回料层、新料层。其中,内新料层为HDPE,起成型、强度、骨架等作用,而外新料层为了确保耐火性添加黑色母。阻隔层多采用PA或E/VOH,PA阻烃性好而E/VOH阻甲醇性好。由于HDPE是非极性物质,E/VOH是极性物质(—OH基团),HDPE和E/VOH之间没有粘结强度,HDPE层与EVOH层之间必须通过一个粘结层来连接,所以粘结层用的粘结剂对阻隔材料和HDPE要有较强的粘结力、良好的粘结耐久性能和加工性能,通常用于多层共挤塑料油箱的粘结剂是由PE、马来酸酐、有机过氧化物在一定温度下通过双螺杆挤出机经过熔融反应而成的^[4]。由于多层燃油箱有阻隔层,所以其抗燃油渗透能力更强,其燃油渗漏量可降至0.2 g/24 h(对汽油);0.7~1.2 g/24 h(对汽油-甲醇、乙醇燃料)。因此,多层共挤技术在防止大气污染和循环再利用方面起到了有效的作用,势必成为塑料燃油箱的主流发展方向。

3 塑料燃油箱的设计特点及成本驱动因素

3.1 设计特点

以单层塑料燃油箱吹塑成型为例,燃油箱需要足够大的容积容纳供给系统中的所有工作介质,但受到车辆底盘之间空间的限制,塑料燃油箱外形多为异形曲面组合,以最大限度利用有限空间。这就对箱体与车身贴合部位的尺寸有一定的要求,所以在设计与制造中应重点考虑尺寸收缩所造成的误差。

其次,当箱体形状有剧烈变化或贯穿直径在短距离内有较大改变时,应着重分析其在成型过程中是吹胀成型或单边拉伸,还是原料堆积挤压成型,因其形变大,这将是整个塑料件最薄部位或最厚部位,它的存在对燃油箱质量影响很大,所以在设计过程中应尽量避免上述情况。无法回避情况下,尽可能增加其形变过渡量,以减缓形变。同时在生产过程中注重对相应型坯壁厚的调整控制,为控制箱体在冷却过程和在车身上固定安装时箱体形状向内塌陷,设计中应对特定部位或曲面留有预张曲面。

此外,由于燃油箱为储存燃料的安全件,箱体应具有一定的刚性,所以箱体壁厚不能太薄,同时箱体又要保持有较大的容积和较轻的质量,故箱体的壁

厚一般控制在 2.5 ~4.0 mm。为保证燃油箱内的传感器总成装配后浮子能自由运动,燃油箱设计时应保证与油箱壁、油箱内部其它部件留有一定间隙,一般设计时考虑传感器浮子距油箱底部大于等于 4 mm,浮子距油箱顶部大于等于 10 mm,传感器浮子与能导致其卡滞的油箱部件要保持一定距离(大于等于 25 mm)。

在设计阶段就应充分考虑生产和装配中塑料燃油箱存在的变形和缺陷,通过结构上的设计优化以保证后期成品的质量。

3.2 成本驱动因素

由于塑料燃油箱较高的技术标准和严格的质量控制,使得其前期投入费用较高,尤其是生产设备和成套检测设备相对昂贵,例如,要求有专用的吹塑成型机、打孔焊接机、水检机等,模具成本比较高。另一方面由于塑料燃油箱的渗漏性使得开发阶段的设计验证和试验较金属油箱多,开发周期较长。这些都导致塑料燃油箱价格高于金属油箱。

由于受到石化技术落后的限制,目前我国塑料燃油箱的原材料市场还没有打开,塑料燃油箱生产商使用的主要原材料 HDPE 以进口产品为主,其中已被广泛接受和认可用来生产汽车塑料燃油箱的原材料供应商在全球主要有 3 家:德国 BASF 公司,牌号为 Lupolen 4261;法国 TOTAL 石化公司,牌号为 MS201B/BN;英国 Ineos 公司,牌号为 Eltex RSB714。

塑料燃油箱需根据不同产品的设计特点增加重力阀、放油螺栓、焊接支架、垫圈等外购件,因此构成塑料燃油箱成本中的原材料及外购件成本占了总成本的 75%,这部分成为影响塑料燃油箱价格的主要因素。此外,增值成本包括直接人工、制造费用等增值工艺及费用,约占总成本的 7%,塑料燃油箱的生产设备自动化程度相对较高,整个生产流水线上涉及人员较少。其它成本包括财务、管理及利润等可

变成成本,约占总成本的 18%。图 1 为塑料燃油箱的成本构成。

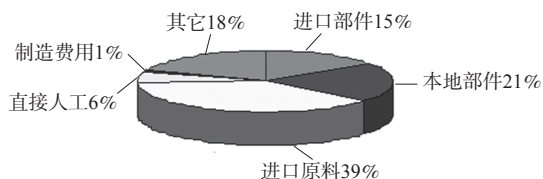


图 1 塑料燃油箱的成本构成

4 车用塑料燃油箱的前景

从金属燃油箱到塑料燃油箱,从单层塑料燃油箱到多层塑料燃油箱,可更好地满足燃油系统向轻量化和紧凑型方向发展的要求,其中对阻隔性的控制成为各大塑料燃油箱生产商和汽车厂商研究探索的主流课题。目前 TI Walbro 开发的 SIB 技术、双片热成型法及 Inergy 的 PZEV 燃油系统都能够满足全球最严格的美国 PZEV 燃油标准。Inergy 的这种设计含有与标准型吹塑成型油箱相同的 6 层 HDPE/EVOH 结构,能更好地控制壁厚并减轻质量,并用于 2009 款宝马 7 系列 sedan 车型的油箱(非一致性 PZEV 要求)上。随着国内塑料油箱生产技术的提高,加之企业规模化生产,塑料油箱无论从工艺还是质量上都得到了提高,所以塑料燃油箱国产化率将进一步提升,乘用车塑料油箱配套市场还有很大的发展空间,塑料燃油箱也将面临着更多的挑战和机遇。

参考文献

- [1] 司树伦. 汽车塑料燃油箱发展概况 [EB/OL]. [2006-01-18]. <http://www.vogel.com.cn>.
- [2] Anon. Inergy Fuel systems[J]. Fuel Tank Systems Report, 2009, 56-57.
- [3] 臧群传, 黄玉强, 刘春阳, 等. 汽车用塑料油箱应用现状与发展趋势[J]. 中国塑料, 1998(5): 1-8.
- [4] 顾永安. 多层共挤汽车塑料油箱的生产及粘合强度探讨[D]. 上海: 上海交通大学, 2007.

APPLICATION AND DEVELOPMENT OF PLASTIC FUEL TANKS FOR AUTOMOBILES

Gui Huanhuan

(Jiangling Motor Co. Ltd., Nanchang 330031, China)

Gui Na

(Mechanical and Electrical Department, Science & Technology College of East China Jiaotong University, Nanchang 330100, China)

Liu Jian

(AVIC Jiangxi Honglu Aviation Industry Group Ltd., Nanchang 330024, China)

ABSTRACT The development, main production methods, barrier technology, design characteristics and cost of plastic fuel tanks are described. And the market prospect for plastic fuel tanks is expected.

KEYWORDS plastic fuel tank, blowing molding, co-extrusion, barrier property