

汽车动力转向油罐用塑料托套的研制

刘仿军

覃迎峰

(武汉工程大学材料科学与工程学院,武汉 430074) (深圳市固派电子有限公司,深圳 518107)

彭林峰

(武汉工程大学邮电与信息工程学院,武汉 430074)

摘要 从原料的选择、结构设计等方面对汽车动力转向油罐用塑料托套进行了研究,并测试了塑料托套的阻隔性能和密封性,最后将其与金属托套在工时和成本上进行了对比。结果表明,采用15%玻璃纤维增强的尼龙6制造的塑料托套具有较好的阻隔性能和密封性,完全满足使用要求,其与金属托套相比,具有少的工时和较低的成本。

关键词 塑料托套 以塑代钢 工时 成本

在汽车工业中,用塑料制品来代替金属制品,不仅可以大大简化生产过程、降低成本,而且符合现代汽车工业“节能减排”的总体思路^[1]。动力转向油罐主要为转向系统提供传递动力的液压油,是汽车动力转向系统中非常重要的一个部件。各种大小、形状各异的动力转向油罐的使用,保证了汽车动力系统有效传动^[2]。但目前汽车动力转向油罐基本由金属材料制造,这不仅增加了汽车车身的总体质量,而且增加了汽车运行的能耗,降低了汽车运行的速度。如何降低汽车车身总体质量,从而降低汽车的制造成本和运行成本,成为目前汽车行业的一个重要研究领域。

托套作为动力转向油罐盖上的一个小部件,起着支撑固定滤芯和配合密封件密封加油口的作用。此前,托套一直使用金属材料制造,工序达11步,加工成型复杂,生产周期长,占用设备多。因而笔者根据托套使用环境及其性能要求,结合“以塑代钢”的现代制造理念,研发出了一种新型塑料托套,以期降低汽车的总体成本、提升汽车的总体性能,从而提高市场竞争力。

1 托套使用现状分析

托套是动力转向油罐的重要组成部分。托套装配在油罐盖的孔中,安装在罐体后,中间通过滤芯,加油盖最后套在托套的上面。

托套在油罐中的主要作用有以下几点:①支撑加油盖总成,确保芯栓的位置精度并保证油罐加油和过滤的作用;②与密封件配合,对加油口与油罐盖、加油盖总成进行轴向、端面密封;③加油盖总成配合,给油罐内补充空气。

托套安装在油罐加油口上,因此对其有以下要求:①长期与转向油接触,托套的生产材料应有一定

的耐环境应力开裂性和耐油性;②使用温度范围 $-30\sim 120^{\circ}\text{C}$;③油罐在使用中震动可能造成芯栓与托套下部出油孔之间的挤压,因此托套应具有较高的力学强度。④托套需要与罐盖密封。

2 塑料托套的设计

2.1 原料的选择

通过对托套的使用环境进行分析,初步判定所选原料应满足以下使用特点:能长期在 $-30\sim 120^{\circ}\text{C}$ 下工作、短期能耐 150°C 高温,耐油性好,有一定的抗冲击强度。改性尼龙(PA)具有优异的力学性能、电性能、耐化学药品性、耐热性、耐磨性、耐候性及尺寸稳定性等特点,其相对密度是金属材料的 $1/6\sim 1/3$,成型工艺简单且能耗小,已成为当今世界塑料工业发展中增长速度较快的工程塑料之一。

为了选用合适的原料,笔者将一定量的玻璃纤维(GF)用偶联剂预处理后,分别与PA6和PA66通过双螺杆挤出机挤出造粒,然后将粒料通过注塑机注射成标准样条,分别测试了不同GF含量下的PA6和PA66各项性能,具体测试结果如表1所示。其中,GF0、GF15、GF30分别表示GF的质量分数为0、15%、30%。

由表1可以看出,无论对于PA6还是PA66,随着GF含量的增加,其弯曲强度和热变形温度显著提高,而不加GF的PA6或PA66,其热变形温度均不超过 75°C ,远不能满足使用要求。对于塑料托套,弯曲强度、缺口冲击强度和热变形温度是选材中要重点考虑的对象,结合原料的价格、加工温度等因素,笔者选定GF质量分数为15%的PA6/GF复合材料作为托套开发的塑料原料。

表 1 不同 GF 含量下 PA6 和 PA66 的性能

项 目	测试标准	PA6			PA66		
		GF0	GF15	GF30	GF0	GF15	GF30
相对密度	GB/T 1033.2-2008	1.14	1.25	1.36	1.14	1.25	1.34
拉伸强度/MPa	GB/T 1040-1992	78	125	150	78	132	170
断裂伸长率/%	GB/T 1040-1992	60	6	4.5	60	5	1.5
弯曲强度/MPa	GB/T 9341-2000	115	180	220	130	210	260
缺口冲击强度/J·m ⁻¹	GB/T 1843-1996	104	50	87	40	50	70
热变形温度/℃	GB/T 1634-2004	65	190	>200	75	200	250
洛氏硬度	GB/T 3398.2-2008	R117	R119	R120	R118	R119	R120
吸水率/%	GB/T 1034-1998	1.8	5	7	1.3	3	4
价格/元·t ⁻¹	根据原料购买时市场价格换算	18 000	25 000	28 000	21 000	26 500	30 000

2.2 塑料托套的结构设计

(1) 壁厚设计

壁厚是塑料件结构的最基本要素。壁厚过薄, 导致模具型腔间隙较小, 易使高粘度熔体注射充模发生困难、托套强度不足。壁厚过厚, 不但增加塑料件质量、浪费原材料, 也耗费对这些过量塑料的加热和充模的能量, 更重要的是增加了冷却时间、延长了成型周期。根据常用塑料壁厚推荐值, PA 塑料件壁厚推荐范围为 1.5 ~3 mm, 考虑到托套在使用中的主要作用, 初步选定塑料托套的壁厚值为 2 mm。

(2) 形状尺寸设计

汽车动力转向油罐用塑料托套是在原有金属托套的基础上开发的新型汽车用品, 在满足原金属托套各项功能的前提下, 根据塑料件设计原则, 对塑料托套做了一些优化: ①托套转角处均采用圆角过渡。圆角设计既能满足壁厚均匀设计的原则, 避免转角壁厚不均而产生内部孔洞而影响托套的力学强度, 又可以减少应力集中, 增加塑料件的强度。而且塑料件在型腔中流动性好、美观, 模具型腔不易产生内应力和变形。②在密封圈安装部位增加 4 个均匀分布的凸台, 防止密封圈在安装使用过程中脱落; 根据塑料件的设计原则, 设计了凸台的高度、斜度。③从塑料件注塑脱模的角度考虑, 为减少模具的生产成本、缩短注射成型周期, 侧壁上的出油孔由金属托套的 12 个减少到塑料托套的 8 个; 对孔的尺寸和位置进行了优化设计。④因塑料冷却后收缩而易紧包在成型型芯上, 为了便于脱模, 塑料托套设计有脱模斜度。根据含 GF 塑料件的脱模斜度设计原则, 本托套的脱模斜度设计为 1°。

塑料托套的其它尺寸与金属托套相同, 其通过 Pro/E 软件绘制的三维图如图 1 所示^[3]。

3 塑料托套性能测试

为检测所研制的塑料托套的性能, 笔者根据托

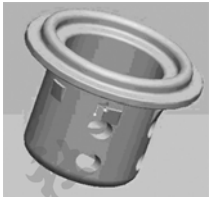


图 1 塑料托套三维图

套的使用环境, 模拟托套相近的使用条件, 对塑料托套分别进行了渗透试验、密封性试验等工程实际测试, 以确定塑料材料取代金属材料的可行性。

3.1 阻隔性能测试

阻隔性能是衡量塑料托套综合性能的重要指标之一。参照 ECE 标准的规定, 对塑料托套进行减重法渗透试验。试验方法为在燃油箱内注入 50% 含芳香烃的燃油, 称量油箱和燃油的总质量 M_0 , 在 40℃ 下放置 56 d 后, 再称量此时油箱和燃油的总质量 M_1 , 最后得出燃油每天的平均渗漏量 $\angle M$:

$$\angle M = (M_0 - M_1) / 56 \tag{1}$$

ECE 标准要求 $\angle M$ 不应超过 20 g/24 h。

按照以上方法, 随机抽取 10 件塑料托套试样, 与罐盖装配好, 在密封处装入适量的煤油浸泡 56 d, 试验结果为 $\angle M = 18.7$ g/24 h, 说明塑料托套的阻隔性能达到 ECE 标准的要求。

3.2 密封性试验

塑料托套密封性按 QC/T 303-1999 《汽车动力转向油罐技术条件》测试。随机抽取 10 件塑料托套试样, 与油罐装配好, 将油罐总装的出口堵塞, 油罐总装的进口按 0.5 MPa 压缩空气, 保压 15 min。观察气压表漏气情况。试验结果发现, 在 15 min 的保压时间内, 所有随机试样均没有出现漏压现象, 说明塑料托套与油罐总装后的密封性能良好。

4 塑料托套与金属托套的对比

4.1 工时对比

现用金属托套的材料为碳素结构钢, 采用冲压

工艺压制而成,其生产工序包括下料、拉伸、切边、翻边、冲孔、滚边、整形、镀锌等 12 步工序。塑料托套仅通过注射成型一步成型制得,只需要 1 个操作工人就能维持生产的顺利进行。现以生产 3 万件托套为例,表 2 和表 3 分别列出了生产 3 万件金属托套和塑料托套时所耗费的工时。

表 2 每生产 3 万件金属托套所耗费的工时

项 目		班 次	人 员	总工时(班/人)
工 序	下料	1	4	80
	3 次拉伸	4	4	
	切边	1.5	4	
	2 次翻边	3	4	
	冲孔 1	3	4	
	滚边	4	4	
	冲孔 2	2	4	
	整形	1	4	
	镀锌	2	1	

表 3 每生产 3 万件塑料托套所耗费的工时

项 目		班 次	人 员	总工时(班/人)
工 序	烘料 成型、修饰	5.5	2	11

由表 2 和表 3 可以看出,生产 3 万件金属托套需要的总工时为 80 班/人,而生产 3 万件塑料托套所需总工时为 11 班/人,仅仅只是金属托套的 1/7 不到。塑料托套比金属托套大幅度提高了生产效率,大大降低了工人的劳动强度,从而有效提高了油罐的市场竞争力。

4.2 成本对比

托套的成本包括原料费、人工费、加工费、机器折旧费等。表 4 以生产 3 万件金属托套和塑料托套为例,分析了两者的单件成本。由表 4 可以看出,塑料托套在人工费、材料费及加工费等方面均有很大的降低,每件托套的成本由金属托套的 1.31 元降低

表 4 金属托套与塑料托套单件成本对比

项目	人工费 ¹⁾ / 元	材料费 / 元		加工费及其它 / 元	总成本 / 元	元 / 件	每件质量 / g
金属托套	3 200	冷板 14 040	镀锌 6 000	16 000	39 240	1.31	37
塑料托套	440	GF 增强 PA6 19 000		275	19 715	0.66	17

注:1) 按 40 元 / 班计算。

到塑料托套的 0.66 元,仅一个托套就能节省约 0.65 元,3 万件托套则可以节省生产成本约 19 500 元。同时,托套的质量降低了 54.05%,有效地实现了托套的减重,从而有效地提高了汽油燃料的利用率。

5 最终性能检验

为验证汽车动力转向油罐用托套“以塑代钢”的可行性,在某汽车实验中心委托进行 500 km 道路性能试验。经过试验,安装塑料托套的动力转向油罐无泄漏,托套本身无破损、无变形。因此,此塑料托套的密封性、阻隔性和热力学性能均达到了实际装车要求,说明此塑料托套可替代金属托套使用在汽车动力转向油罐上。

6 结语

“以塑代钢”的理念促进了工程塑料在汽车行业的大量使用,实现了汽车轻量化、节油高速的目的。笔者以此理念通过对原料的选择、结构设计、性能测试及成本核算等方面的分析和设计开发了一种汽车动力转向油罐用塑料托套,最终性能检验结果表明此塑料托套可替代金属托套使用在汽车动力转向油罐上。

参 考 文 献

[1] 周达飞. 汽车用塑料——塑料在汽车中的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
[2] 朱之培. 国内外汽车用塑料概况及新的成型方法[J]. 化工新材料, 2000, 26: 3.
[3] 徐佩弦. 塑料件的设计[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.

DEVELOPMENT OF AUTOMOTIVE POWER STEERING FLUID RESERVOIR PLASTIC PALLET

Liu Fangjun

(School of Material Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Qin Yingfeng

(Shenzhen Goodpoly Electronic Co. Ltd., Shenzhen 518107, China)

Peng Linfeng

(College of Post and Telecommunication, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

ABSTRACT The automotive power steering fluid reservoir plastic pallet was studied from raw material selection and the structure design etc. The barrier property and sealing performance of the plastic pallet were tested, then the labor hour and cost of plastic pallet were contrasted with those of the metal pallet. The results indicated that the plastic pallet adopting glass fiber(mass fraction was 15%) reinforcing PA6 had better barrier property and sealing performance and met the using requirement entirely. Comparing with the metal pallet, the plastic pallet had less working procedure and lower cost.

KEYWORDS plastic pallet, plastic replacing steel, labor hour, cost