

聚苯硫醚在天线罩上的应用研究

谢明华 敖辽辉

(中国电子科技集团公司第十研究所,成都 610036)

摘要 采用注射成型的方法制备出某弹载聚苯硫醚(PPS)天线罩。介绍了弹载天线罩对材料性能的要求、PPS的特性,以及PPS天线罩的注射成型过程、后处理过程,并比较了PPS天线罩与聚四氟乙烯(PTFE)天线罩的性能。结果表明,PPS天线罩的可制造性、尺寸稳定性等综合性能优于PTFE天线罩。

关键词 聚苯硫醚 天线罩 注射成型

弹载天线罩(窗)是保证天线系统正常工作的一种设施。它既是弹体的组成部分,又是电子系统的组成部分;既要承受导弹气动载荷、气动加热和飞行过程中的恶劣环境,又要满足导弹雷达系统对功率传输系数、瞄准误差和天线方向图畸变等性能的要求。它对材料性能的要求是:①优良的介电性能,如介电常数小、介质损耗角正切值小;②足够的力学强度和适当的弹性模量;③良好的耐热冲击性和耐热性;④耐环境变化;⑤可生产性和经济性。

目前国外弹载天线罩已经采用氰酸酯树脂、有机硅树脂、聚酰亚胺等新型耐高温树脂制造,热塑性树脂如聚苯硫醚(PPS)、聚醚砜、聚苯并咪唑近年来在天线罩的研制中也已崭露头角。国内目前是采用聚四氟乙烯(PTFE)铣削加工生产类似天线罩,笔者尝试采用PPS注射成型某弹载天线罩并进行了初步的研究。

1 PPS的特性

PPS是一种高结晶性芳基硫聚合物,理论密度为1.44 g/cm³,熔点为250~315℃,分解温度大于480℃,体积电阻率大于1×10¹⁶ Ω·cm,氧指数大于43%,燃烧性能达到UL94 V-0级。在高温、高湿、高频率的环境中,PPS具有很高的体积电阻率、表面电阻率、介电强度,较低的介电常数及介质损耗角正切,是优良的绝缘材料。同时,它的尺寸稳定性好,线胀系数小,蠕变低,吸水率低,成型收缩小,即使在高温、高湿条件下仍表现出良好的尺寸稳定性,可用于注射成型各种结构复杂的机械零部件,还可用于抽丝、拉膜、涂料及IC封装等。

PPS树脂经过玻璃纤维、碳纤维、晶须材料、无机填料等增强改性后,其热变形温度高于260℃,可在220℃下长期使用,坚韧耐磨,密度仅为不锈钢的20%~25%;另外其低温性能优异,可在-80℃下长期使用,并且抗老化性能较好,被广泛用于航空航

天、军工、汽车、电子电气、机械、化工、轻工等领域。表1示出PPS与常用工程塑料的性能对比^[1]。

表1 PPS与常用工程塑料的性能对比

项 目	PPS	聚碳酸酯	环氧树脂/ 玻璃纤维	PTFE
密度/g·cm ⁻³	1.44	1.20	2.00	2.18
拉伸强度/MPa	145.0	59.8	500.0	33.1
弯曲强度/MPa	220.0	103.7	600.0	20.9
热变形温度/℃	260	131	80~150	58
介电常数(1 MHz)	2.2~3.0	2.99	3.0~4.5	2.11
介质损耗角正切(1 MHz)	0.001~0.003	9.79×10 ⁻³	0.01~0.04	1.24×10 ⁻⁴
吸水率/%	0.01~0.02	0.20~0.30	0.03~0.20	0.01~0.02
线胀系数/K ⁻¹	(3~5)×10 ⁻⁵	(6~7)×10 ⁻⁵	(2~6)×10 ⁻⁵	(10~12)×10 ⁻⁵
加工方式(天线罩)	注塑	注塑	加工、敷制	铣削加工
尺寸稳定性	好、成型收缩率低	好、成型收缩率低	好	易变形
粘接性	直接粘接	可粘接	直接粘接	需氟化处理

2 PPS天线罩的制作过程

(1) 结构设计

塑料制件的壁厚需根据原材料、制件的大小及电性能指标要求来确定。制件的壁厚及各部分壁厚的均匀性对其工艺性影响很大,薄壁部位比厚壁部位固化快。由于收缩与固化同时发生,厚度不均将造成收缩不一致,从而产生内应力,甚至产生变形、裂纹。因此在设计天线罩结构时应尽量使壁厚均匀一致。图1示出PPS天线罩与PTFE天线罩的对比。

根据PPS的注塑特性,在不影响天线结构要求的前提下,将天线罩的安装平台变为加强筋形式,并

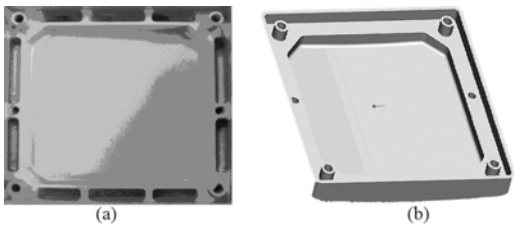


图 1 PPS 天线罩与 PTFE 天线罩比较(背面)

在加强筋底部加过渡圆角, 尽量保证天线罩壁厚的均匀性, 避免应力集中。

(2) 注塑模的设计、加工

同其它工程塑料注塑模具设计相比, PPS 天线罩注塑模具的设计要特别考虑两个方面: ①成型收缩率。PPS 的成型收缩率一般在 1% 左右, 不同的具体材料要根据试模的结果进行适当调整; ②模具温度的控制。PPS 同其它工程塑料相比, 对注塑模具温度的稳定性要求更为严格, 一般需要稳定在 (140 ±5) ℃。模具温度一般采用油循环加热方式控制, 故在模具上必须考虑热流道, 且动定模以分别控温为宜。

注塑模的加工采取先加工基础模, 再根据材料收缩特性多次修模到最终尺寸, 以保证最终得到的天线罩既满足电气性能指标又满足尺寸精度要求。

(3) 初样制作

选择成都乐天塑料有限公司的 4 种改性 PPS 材料(分别用 PTFE、尼龙、聚酯、聚苯醚改性) 进行试模和样件的注塑。注塑工艺条件为: 模具温度 140 ~170 ℃, 料筒温度 131 ~340 ℃, 注塑压力 80 ~150 MPa, 成型周期 30 s。制品脱模后, 去除浇口料及飞边, 保证制品光滑平整。

(4) 材料的确定

通过初步的电性能测试, 根据初样制品的外观及材料的加工性、成熟性选择 PTFE 改性 PPS 作为天线罩材料。

(5) 正样制作

根据改性 PPS 注塑时的收缩特性, 对注塑模进行两次修模, 以保证制件的尺寸精度及天线罩电磁窗的壁厚。天线罩上的螺孔采用注射成型制作。

(6) 天线罩与天线的粘接

被粘接材料表面的状况对粘接强度的影响很大, 是粘接成功与否的关键因素之一。为保证粘接强度必须对被粘接材料表面进行处理。常用的表面处理有机械处理法、溶剂处理法、化学氧化法

等。通过实验确定对天线罩粘接面用 320[#] 水砂纸轻轻打磨, 并用丙酮擦洗, 再用硅橡胶对天线罩与天线铝安装板进行粘接。

(7) 表面油漆实验

天线罩表面油漆附着力良好的关键在于表面前处理。将天线罩喷漆面用 320[#] 水砂纸轻轻打磨, 并用丙酮擦洗。底漆选用锌黄环氧树脂漆, 面漆选用丙烯酸聚氨酯漆。图 2 为 PPS 天线罩喷漆前后的对比。

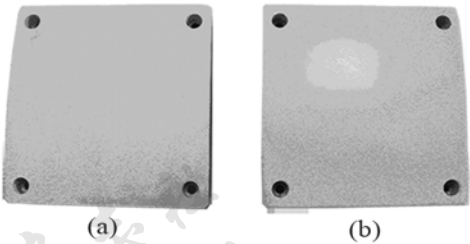


图 2 PPS 天线罩喷漆前后的对比(正面)

3 PPS 天线罩的性能

(1) 材料的介电性能

按 GB/T 12636 -1990 对天线罩材料 SG PPS - ZE3060 进行介电性能测试, 结果见表 2。

表 2 天线罩材料的介电性能

序 号	测试频率 /GHz	介电常数	介质损耗角正切
1	9.562	3.52	4.9×10^{-3}
2	11.124	3.54	6.1×10^{-3}

(2) 天线罩的电性能

按我所某型天线的测试细则, 将天线装入 PPS 天线罩, 进行综合电性能测试。结果表明, 采用 PPS 天线罩的天线的电性能满足指标要求, 天线罩进行油漆后对其电性能影响不大。

(3) 天线罩的尺寸稳定性

经过装配天线及环境贮存试验后, 天线罩的尺寸前后变化在 0.1 mm 以内, 说明 PPS 天线罩的尺寸稳定性相当优异。

(4) 天线罩的后续处理性能

PPS 天线罩经环境贮存试验 10 个循环, 粘接部位及表面油漆层未发现开裂、起泡等现象。而 PTFE 天线罩在对其进行粘接、喷漆等后续表面处理后必须进行氟化处理, 但在高温冲击后即使进行了氟化处理也经常出现漆层起泡脱落等现象。

4 结语

PPS 天线罩采用注射成型方法制作, 加工周期短, 易于批量化生产。其介电性能优于环氧树脂/石

英天线罩,低于 PTFE 天线罩,但尺寸稳定性、结构强度、粘接及涂装等后续处理性能优于 PTFE 天线罩。

参考文献

- 1 刘萝葳,曹运红,王蕾,等.导弹雷达天线罩用的工艺材料.战术导弹技术,2004(1):23

APPLICATION OF POLYPHENYLENE SULFIDE IN RADOME

Xie Minghua, Ao Liaohui

(The Tenth Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Chengdu 610036, China)

ABSTRACT Polyphenylene sulfide(PPS) missile-borne radome is developed by means of injection molding. The material performance required by the missile-borne radome, the characteristic of PPS, the injection molding and post-processing procedures for PPS radome are presented, and the performance of PPS radome is compared with that of polytetrafluoroethylene(PTFE) radome. The results show that the performances such as producibility and dimensional stability of PPS radome are superior to that of PTFE radome.

KEYWORDS polyphenylene sulfide, radome, injection molding

塑料挤出设备行业分析

挤出技术的先进性代表了塑料工业的发展水平。国际塑料机械制造技术近年来虽然没有出现突破性或革命性的成果,但一直在原有的基础上快速提高和完善,而我国塑料机械的制造技术同国外发达国家相比仍有一定的差距。主要表现在设备的成套能力、设备的加工水平和技术应用方面。近年来我国塑料机械技术进步表现在新产品、新技术开发速度加快,起点较高,主要途径就是通过引进、消化吸收国外先进制造技术。

以管材设备为例,我国自20世纪90年代中期引进了第一条铝塑复合管生产线起,5年内生产该设备的厂家就有50多家,其关键技术如铝管的焊接、复合都得到了较好的解决,大部分产品的完整性和先进性达到了国际先进水平。

同期内开发成功的还有钢塑复合机组、燃气PE管机组等先进设备,并解决了一些关键技术,如适用于中高密度PE加工的高速高效单螺杆机,混炼效果好、滞留时间短、无熔迹线的高精度模头及先进的定型、冷却、牵引、切割、测厚等配置。近年来国产挤出机也朝着大扭矩、高转速、高效率的方向发展并取得了一定成效,国产挤出机也普遍采用了先进的分离型螺杆和开槽机筒,机头普遍采用国际流行的适合于聚烯烃类加工的篮式机头和板式机头,可程序器和液晶显示触摸屏工控机也得到广泛应用。

塑料薄膜加工设备采用螺旋机头制造技术逐渐普及,叠加机头得以推广应用,多层共挤膜已达到5层,土工膜都采用了内冷技术等,共挤流延膜的幅宽已达到2m。

通过技术创新,加强具有知识产权技术的开发。北京化工大学和北京凤记塑料机械有限公司先后研制了磨盘式混炼挤出机。与传统混炼设备相比,提高了物料的细度、分散度等混炼效果,扩大了加工原料的范围,对于加工磁性、纳米等复合材料具有显著的优势。北京建诚机械有限公司等研制的钢塑复合异型材挤出机生产线同时解决了复合、发泡、共挤、切割等关键技术。上海金纬挤出机械制造有限公司开发出了PET/GPET共挤生产线,宽度可达2m。

塑料机械设备水平的提高,还表现在设备的成套性得到

了普遍的重视。特别是在挤出成型上,多年来主辅机的观念根深蒂固,多数厂家只提供主机,主、辅机比例失调,这种状况已有了很大的改变,目前大部分挤出机制造厂都可以提供全套挤出生产线,甚至可以承担交钥匙工程。

国际市场的开拓也是我国塑料机械发展重要标志,已有1/3的企业产品出口,出口量已占国内销售量的30%左右,出口增长率达20%。(国际塑料网)

Solvay 公司推出用于汽车前灯的新材料

工程塑料供应商 Solvay 公司推出两种用于高反射的汽车前灯的最佳材料:一种是聚砜 Udel LTG-2000 品级,使用温度可达175℃,它比大多数高温PC和PC/PEI合金更耐温;另一种是聚醚砜 Radel LTG-3000,特别适合用于205℃的高温,它比许多PEI品级具有更高耐温性,耐冲击性提高了50%,熔体流动速率也增加了33%。(工塑网)

优质 PA 合金使汽车轻量化成为可能

由于PA具有较好的耐冲击性和强度,主要被用来制造汽车车体的驱动、控制部件。PA合金汽车外板不仅质轻而且能成型钢板难以成型的曲面,PA合金具有较高的耐热性,制成的汽车外板可与金属配电盘同时进行150℃以上的联机涂饰,用PA合金还可以改进汽车外板的防腐性和提高碰撞时的复原性,大众‘Golf’、‘Jetta’轿车采用Du Pont公司的‘Zytel 180633’PA6,巴伊尔公司采用‘Du-rthen BKV50H’PA6制作加速器踏板及离合器踏板,雪佛兰‘Corvette’型轿车的翼子板采用Du Pont公司的‘BexloyC702’增强非晶性PA用注射成型法制造。(塑商网)

美国 GE 塑料公司两种材料获汽车创新奖

美国GE塑料公司最近宣布荣获塑料工程师协会(SPE)颁发的两项汽车创新奖。其中,GELEXanSLX聚碳酸酯薄膜取代涂料的全景车顶获得车身外部部件类一等奖;由GEL-exanGLX树脂制成,带有一体式扰流器的本田Civic附加车窗获得同一奖项的第三名。这两种材料的创新性和价值在于:可改善汽车部件的美观性和实用性,提高设计灵活性和部件整合度,在生产中无需进行二次喷涂操作等。

(国际塑料网)