

高性能机载雷达罩用 Nomex 蜂窝的研制

宫兆合^{1,2} 梁国正¹ 卢婷利¹ 王旭东² 张明宇³

(1. 西北工业大学化学工程系, 西安 710072; 2. 空军驻济南地区军事代表室, 济南 250023; 3. 中航一集团第 637 所, 济南 250023)

摘要 用改性酚醛树脂浸渍 Nomex 蜂窝纸制备高性能机载雷达罩用 Nomex 蜂窝。研究了用改性酚醛树脂制造 Nomex 蜂窝的工艺、蜂窝的力学性能、介电性能以及耐老化性能等。研制的 Nomex 蜂窝完全达到了设计要求, 应用于多型高性能机载雷达罩, 效果良好。

关键词 雷达罩 Nomex 蜂窝 酚醛树脂 老化

高性能战斗机要求雷达罩具有强度高、质量轻、透波性好、反射率低及电磁波透性过后畸变小的特性^[1,2], 因此, 对构成雷达罩的蜂窝材料也提出了更高的要求。由于国内生产的诺曼克斯(Nomex) 蜂窝大部分用未改性的酚醛树脂浸渍, 蜂窝品质不能满足先进机载雷达罩的要求, 因此, 笔者研究了应用改性酚醛树脂制造 Nomex 蜂窝的工艺及性能, 同时研究了其性能受环境影响的规律。

1 蜂窝成型

1.1 组成材料

制造 Nomex 蜂窝的材料见表 1。

表 1 制造高性能机载雷达罩用 Nomex 蜂窝的材料			
名称	生产厂家	规格	用途
Nomex 纸 ¹⁾		0.06 mm 厚	蜂窝壁基材
J-44-1 胶粘剂	黑龙江石油化工研究院	高粘度	芯条胶
改性酚醛树脂	自制		浸渍胶
其他辅料	市售		改进性能

注: 1) 因保密未提供生产厂家, 如需了解请与作者联系。

1.2 实验设备和测试仪器

纸质蜂窝涂胶机: ITJ-2 型, 中航第 625 所;
切割机: QZK1250H 型, 上海申维达机械公司;
密闭鼓风干燥箱: 107 型, 上海第二五金厂;
电子试验机: INSTRON 1185 型, 美国 INSTRON 公司。

1.3 制造工艺

制造 Nomex 蜂窝的工艺流程见图 1。

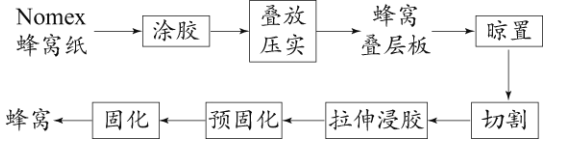


图 1 蜂窝制造工艺流程

用涂胶机在 Nomex 蜂窝纸相应的位置涂上 J-44-1 胶粘剂, 然后把涂上胶的蜂窝纸按相应位置叠放、压实, 形成蜂窝叠层板。经过晾晒, 使蜂窝叠

层板中的胶粘剂充分固化。将蜂窝叠层板在切割机上切成一条条蜂窝芯条; 把蜂窝芯条展开并浸入改性酚醛树脂中 1 min 左右, 取出并晾置, 放入烘箱经过 100℃、1 h 预固化, 再经 180℃、3 h 固化后即形成蜂窝。

由上述工艺生产的 Nomex 蜂窝为正六边形蜂窝结构, 其形状如图 2 所示。蜂窝的孔格边长为 3 mm, 蜂窝的高度为 5.8 mm, 密度为 65 kg/m³。

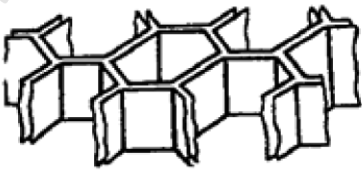


图 2 蜂窝的结构图

1.4 性能测试

蜂窝的平压强度、平压弹性模量按 GB/T1453-87《非金属夹层结构或芯子平压性能试验方法》测试; 剪切强度和剪切弹性模量按 GB/T1455-88《夹层结构或芯子剪切性能试验方法》测试; 介电性能按企业标准 Q/31G0-47-84《介质材料电参数测量——谐振腔测量方法》测试; 吸湿性能按 GB/T14207-93《夹层结构或芯子吸水性能试验方法》测试。

2 蜂窝的性能

- (1) 力学性能
在常温、相对湿度 75% 的环境条件下, 所测蜂窝的力学性能见表 2。
- (2) 介电性能
测试环境为常温、相对湿度 75%, 测试方法为谐振腔法, 测试频率为 1 × 10¹⁰ Hz。所测蜂窝的介电性能见表 3。

表 2 Nomex 蜂窝的力学性能

项 目	设计要求	测试结果
平压强度 /MPa	≥ 1.96	2.21 ~2.60
平压弹性模量 /MPa	≥ 108	110 ~153
纵向剪切强度 /MPa	≥ 1.47	1.71 ~2.33
横向剪切强度 /MPa	≥ 0.784	1.05 ~1.17
纵向剪切弹性模量 /MPa	≥ 39.2	51.3 ~81.9
横向剪切弹性模量 /MPa	≥ 29.4	31.2 ~51.2

表 3 蜂窝常温下的介电性能

蜂窝含胶量 /%	介电常数		介电损耗角正切	
	设计要求	实测值	设计要求	实测值
43	1.1 ± 0.05	1.0984	≤ 0.005	0.00334
55		1.1159		0.00456

(3) 吸湿性能

吸湿环境为常温 (20 ± 5) $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 94%。分别测试试样放置 24 h、48 h、96 h 后的吸湿率,测试结果见表 4。

表 4 蜂窝的吸湿性能

序号	放置时间 /h	吸湿率 /%
1	24	4.85
2	48	5.31
3	96	5.34

(4) 耐介质性能

将蜂窝在沸水中蒸煮、海水中浸泡,以及红油中浸泡,其平压强度的变化见表 5。

表 5 蜂窝的耐介质性能

项 目	试验条件	平压强度 /MPa	平压强度保持率 ¹⁾ /%
耐沸水性能	自来水, 98 ~100 $^{\circ}\text{C}$ 水煮 2 h	1.91	86.4
耐海水性能	人工海水, 常温浸泡 30 d	2.54	115
耐红油性能	红油常温浸泡 30 d	2.76	125

注:1) 按原始平压强度 2.21 MPa 计算。

(5) 耐老化性能

蜂窝的老化性能试验在高温烘箱中进行,180 $^{\circ}\text{C}$ 的高温下,经过不同时间,蜂窝的平压强度和平压弹性模量的变化见图 3。由图 3 可以看出,在 24 h 的高温老化过程中,其平压强度和平压弹性模量有所增加,这是因为蜂窝在固化过程中没有彻底交联的分子发生了进一步交联。24 h 后平压强度和平压弹性模量逐步降低。

老化对蜂窝的介电常数和介质损耗角正切的影响见图 4。从图 4 可以看出,24 h 高温老化后,其介电常数和介质损耗角正切有所降低,这也是未完全固化的树脂继续固化造成的,24 h 后基本稳定。

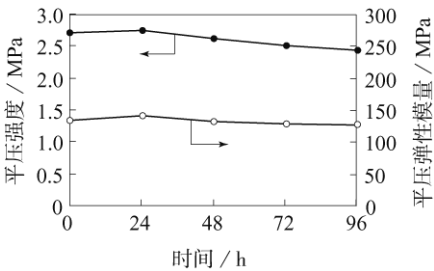


图 3 老化时间对力学性能的影响

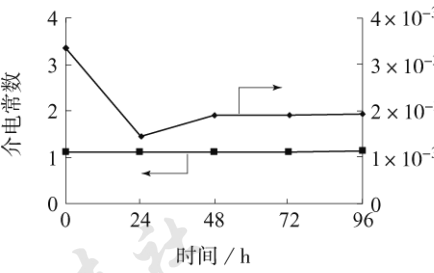


图 4 老化时间对介电性能的影响

3 改性酚醛树脂对蜂窝性能的影响

树脂的渗透性对于蜂窝的性能影响较大。由于 Nomex 纸内含有相当的无定形态间苯二甲酰间苯二胺^[3],普通酚醛树脂不易完全浸渍蜂窝纸。笔者自制的改性酚醛树脂能使无定形的间苯二甲酰间苯二胺溶胀,进而顺利渗透到纸的内部,提高了蜂窝的力学性能,而且可以减少因树脂和 Nomex 纸间的界面极化而引起的界面损耗。树脂的介电常数和介质损耗角正切也严重影响蜂窝的介电性能,酚醛树脂改性后,其介电常数降低,因此可确保蜂窝的低介电性能。

4 结论

笔者研制的 Nomex 蜂窝完全达到设计要求。与玻璃蜂窝相比,该蜂窝具有如下特点:

- (1) 密度小,强度满足高性能机载雷达罩的要求;
- (2) 介电常数和介质损耗角正切较小,且受介质、环境影响小,稳定性好;
- (3) 制造工艺相对简单,生产效率高。

此种蜂窝已经应用于多型高性能机载雷达罩,效果良好,同时这种 Nomex 蜂窝还可以应用于地面雷达罩、通讯电磁明窗的制造。

参考文献

1 魏伯荣,狄西岩,朱光明.频率对蜂窝夹层复合材料电磁波透射率的影响.绝缘材料,2001(3):42
2 李,李为吉.蜂窝夹芯结构的电磁、重量多目标优化设计.西北工业大学学报,1999,17(4):665
3 许亚洪,陈静.高介电性能 Nomex 蜂窝浸胶用双马来酰亚胺体系的研究.宇航材料工艺,1997(6):37

DEVELOPMENT OF THE NOMEX HONEYCOMB FOR HIGH - PERFORMANCE
AIRBORNE RADOME

Gong Zhaohe^{1,2}, Liang Guozheng¹, Lu Tingli¹, Wang Xudong², Zhang Mingxi³

(1. Chemical Department, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China;

2. The Representative's Office for The Airforce in Jinan Area, Jinan 250023, China; 3. The Institute 637 of Aviation, Jinan 250023, China)

ABSTRACT The Nomex honeycomb used by high-performance airborne radome has been developed by modified synthetic resins and Nomex paper. The techniques, mechanical property dielectric property and ageing of the honeycomb are discussed. The Nomex honeycomb can meet the demand of design, and be widely used in many module radome with well result.

KEYWORDS radome, Nomex honeycomb, ageing

北京实达丰商贸有限公司

中国塑料加工工业协会会员单位

中国工程塑料工业协会塑料助剂专业委员会会员单位

中国塑料工程学会塑料改性专业委员会会员单位、中国色母粒专业委员会会员单位

本公司专业从事各种塑料助剂产品的经营,代理或经销多家世界著名化工公司的塑料助剂产品。本公司一贯坚持以“诚信、务实、效率、发展”为根本宗旨,以“真诚为客户服务”为基本原则,在长期的经营中始终坚持与客户保持技术交流,在客户中形成了坚实的合作基础和良好的商业信誉。我们真诚期待着以优质的产品和服务早日与您取得合作。我公司可为您提供以下产品:

油 酸 酐 胺 硬 脂 酐 胺 沙 索 蜡
芥 酸 酐 胺 乙撑双硬脂酐胺——EBS

聚丙烯增刚增韧剂

本品可极大地提高聚丙烯的刚性、尺寸稳定性、结晶温度、耐热性能,巩固及增强耐冲击性。广泛应用于饮料容器、啤酒牛奶包装箱、可乐及矿泉水瓶盖、家庭用品、玩具、洗衣机内桶、汽车保险杠、电烤炉及食品加工器具等。

聚丙烯成核透明剂 MILLAD3988

MILLAD 3988 极大地降低聚丙烯的雾度,提高透明度,提高强度和改善结晶性能。广泛应用于各种透明塑料制品,如饮料杯、食品容器、医疗器械、微波炉、电烤箱、电子产品,及其他需要改善透明度的塑料制品。本品无毒无味,可安全用于食品工业。

地址:北京市朝阳区北四环中路6号深蓝华亭A座18A 电话:010-82840787 传真:010-82840790
联系人:李明 手机:013701294026 邮编:100029 Http://www.goodplastic.com E-mail:lm823@sohu.com

欢迎查询有关广告

对于在我刊刊登的所有广告,如读者需要查询更详细的资料或了解情况,请填好《读者查询广告资料服务卡》后寄回或来函。本杂志社将为您提供或转请有关单位提供资料,以满足您的要求。如需购买任何广告单位的材料、设备、仪器及配件等产品,我社将帮助您联系,以保证产品质量,争取优惠价格。欢迎各单位在我刊刊登广告。刊登办法函索即寄。

《工程塑料应用》读者查询广告资料服务卡

No _____

读者姓名 _____ 单位 _____

通讯地址 _____ 电话 _____ 邮政编码 _____

欲获得《工程塑料应用》_____年第_____期第_____页 _____

广告中有关 _____ 的详细资料。

如空位不够,请另附纸。填好后请寄回。

山东省济南市 108 信箱杂志社

邮政编码: 250031