

相控阵喇叭天线用胶的选择

夏文干 杨 洁

(西安 45 号信箱,西安市 710043)

1 前言

相控阵某产品天线由 168 个喇叭阵列组成。为避免焊接变形,单个喇叭由多个铝合金零件分别通过螺接和胶接而成。起初,胶接按传统的设计思路,选用了 HH701 银粉导电胶,每套天线需用银粉导电胶约 9 kg。为了降低成本,节约贵金属,我们开展了替代用胶的研究工作。

2 试验用胶的性能对比

2.1 HH701 银粉导电胶的胶接性能

HH701 导电胶已应用多年,其性能见文献[1]。它的室温剪切强度为 17.0~23.5 MPa,胶接材料(铝合金)经阳极化处理再 90℃260 h,再经 -55℃12 h 后,测试剪切强度为 21.8 MPa,不均匀扯离强度为 $190.6 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。分析金属胶接接头的耐久性^[2,3],与诸多因素有关。结合国内外有关文献认为,湿热的综合作用是引起某些胶接接头耐久性降低的主要因素。HH701 导电胶胶接的 LY12CZ 接头,在 50℃、RH 大于 95% 的环境中剪切强度的变化,以及按文献[4]测试的湿热环境中的电性能变化列于表 1。

从表 1 可见,湿热对 HH701 导电胶胶接的 LY12CZ 接头强度影响是明显的:在 42 d 内剪切强度变化不大,63 d 剪切强度损失 15%,84 d 剪切强度损失 40%,电阻率也有明显增加。

表 1 HH701 导电胶胶接 LY12CZ 的耐湿热性能

时间/d	0	11	21	32	42	53	63	84
剪切强度/MPa	18.0	16.9	16.7	14.9	17.4	15.8	15.4	11.0
电阻率 / $10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$	1.96	4.28	5.29	4.36	5.20	2.80	4.91	2.64

若将同样的接头浸泡于自来水中,由于其杂质较多,加速产生电位腐蚀,剪切强度和电阻率变化更大,84 d 后试件剪切强度仅保留 22%,电阻增加了 12.4 倍。

2.2 GSD-T 铜粉导电胶的性能

2.2.1 GSD-T 铜粉导电胶的机械性能

将 LY12CZ 标准试片以 46# 砂布打磨,用 3 级纯丙酮洗净,晾干,涂胶,叠合,120℃固化 5 h,在 60℃、室温和 -55℃条件下的剪切强度分别为 9.4 MPa、27.5 MPa 和 24.0 MPa,室温下的不均匀扯离强度为 $311 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。

将胶接试片分别放入甲苯、丙酮、乙酸乙酯、工业乙醇、自来水、5% NaCl 溶液和机油中,室温下密闭浸泡 2 000 h,取出,滤纸吸去介质,立即测试剪切强度,结果列于表 2。

表 2 GSD-T 胶接 LY12CZ 接头耐介质性能

介质	甲苯	丙酮	乙酸乙酯	工业乙醇	自来水	5%NaCl 溶液	机油	无
剪切强度/ MPa	19.7	1.1	7.8	6.1	11.7	16.1	24.7	27.5

收稿日期 2000-01-15

由表 2 可知,GSD - T 胶接的 LY12CZ 接头耐介质性不好,在丙酮、乙酸乙酯、工业乙醇中浸泡后,剪切强度保持率不到 30%。特别是在丙酮中浸泡后,剪切强度下降更多,但在机油和甲苯中剪切强度保持率较高。

将胶接试样放入 50 ℃,RH 大于 95% 的环境中进行试验,结果列于表 3。

表 3 GSD - T 胶胶接 LY12CZ 的耐湿热性能

时间/d	0	9	21	31	42	52	63	84
剪切强度/ MPa	27.5	21.4	17.9	10.9	6.8	2.4	1.0	0

从表 3 可见,GSD - T 铜粉导电胶胶接的 LY12CZ 接头耐湿热性能很差,因为胶接界面在试验中发生了降解、吸解等化学作用,这种作用直到接头破坏为止。将相同的接头试件放入自来水中浸泡,其 42 d 和 84 d 的剪切强度,分别为 23.7 和 10.8 MPa,说明湿热对这种接头的破坏作用更大。

2.2.2 GSD - T 铜粉导电胶的电性能

在与文献[4]相同的湿热试验条件下,随着试验时间的加长,GSD - T 铜粉导电胶的电阻率急剧增大,到 31 d 时,电阻率达到无穷大。试验中还发现,GSD - T 对热作用比较敏感,电阻率随温度的升高而增大,在表 2 中列出的各种介质中浸泡 2 000 h,其电阻率也变到无穷大。

2.3 HH701 铝粉胶的性能

在进行标准试件试验的同时,我们分别用 HH701 银粉导电胶和 GSD - T 铜粉导电胶,各胶接了 3 件喇叭。在测试了它们的常态电性能后,再将其浸入水中 42 d 和 86 d,测其电性能仍合格。由此认为,原来理论上要求喇叭胶接应该使用导电胶,是无试验根据的。因为试验说明,无论导电胶使用后导电与否,都不影响喇叭电性能。

考虑到金属粉末填料的电极电位差,造成的腐蚀程度不同,我们在不改变胶粘剂主体的前提下,以铝粉代替银粉,避免了不必要的重复试验。这种铝粉胶的室温剪切强度为 20.5 MPa,不均匀扯离强度为 227 N·cm⁻¹,其力学性能与 HH701 银粉导电胶一致,电性能测试合格。上述 3 种胶的胶接试件在水中浸泡 2 000 h,观察胶接处发现,银粉和铜粉导电胶胶缝中有部分白色腐蚀物,而 HH701 铝粉胶则没有这种现象。

3 结束语

通过大量试验结果说明,在相控阵喇叭天线用胶问题上,胶粘剂是否具备导电性能,是无关紧要的。重要的是胶粘剂的胶接性能和耐腐蚀及耐湿热老化性要好。另外,在满足上述条件的基础上,以铝粉代替银粉作填料,具有很高的经济效益。若按银粉导电胶 2 400 元/kg 的市场价与铝粉胶 60 元/kg 相比,胶接 1 套天线可节约 2 万元,而且可避免电位差造成的电化学腐蚀,提高接头的耐久性。

参考文献

1 夏文干.701、711 导电胶及其应用,三机部金属材料经验交流会文集,1975,4
2 Xia Wengan and Wang Lu. Durability of the conductive adhesive joints polymer science and technology. Vol 37, P465 Ptenvm Press New York 1988
3 夏文干,王路.金属胶接接头耐久性的初步研究.电子工艺技术,1981.8
4 贝有为.合成胶粘剂及其性能测定.燃料化学工业出版社,1974.6

Selection of adhesive used in the loudspeaker of phased array
Xia Wengan Yang Jie

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深, 让许多工程师望而却步, 然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上, 我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识, 借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养, 推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程, 化繁为简, 直观易学, 可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛, 让天线设计不再难...



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计, 让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程, 由经验丰富的专家授课, 旨在帮助您从零开始, 全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程, 边操作边讲解, 直观易学; 购买套装同时赠送 3 个月在线答疑, 帮您解答学习中遇到的问题, 让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训：

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势：

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们：

- ※ 易迪拓培训官网：<http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网：<http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店：<http://shop36920890.taobao.com>