

图6 导流罩X波段RCS曲线

看出,有移相层材料在谐振点的输入阻抗几乎等于空气的特性阻抗,即 $Z_i \approx Z_0, \Gamma = \frac{Z_i - Z_0}{Z_i + Z_0} = 0$ 。而没有移相层的材料在整个频段的输入阻抗与空气的特性阻抗都相差较远。

2.引入移相层改善了材料的斜入射性能。XFT型吸波材料斜入射性能见图8和图9。由图8可见,XFT吸波材料入射波角度从 0° 变到 40° 时,在谐振点附近性能变化较大,其它点变化都不大,且 $f=11\text{GHz}$ 、 $f=12\text{GHz}$ 两点有反射率减小的现象。这是很少见到的。斜入射性能较好的原因分析认为,在斜入射情况下,这种结构有从第一层到第二层与从第三层到空气两次产生无出射波的机会。

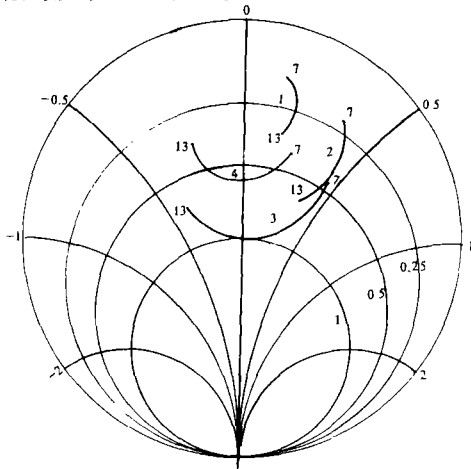


图7 XFT吸波材料输入阻抗变换图

根据折射定理,电磁波从介质参数大的媒质入射到与介质参数小的媒质的交界面上时,在入射角大于临界角的条件下,就会产生全反射(图8)。

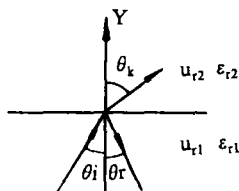


图8 电磁波在界面上的反射与折射

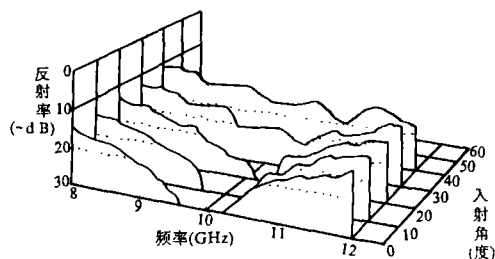


图9 XFT型吸波材料斜入射性能

从第一层到第二层,
 $\mu_{r1} = 1.05 \quad \epsilon_{r1} = 13.25$
 $\mu_{r2} = 0.90 \quad \epsilon_{r2} = 2.81$

$$\text{临界角 } \theta_c = \sin^{-1} \left(\sqrt{\frac{\mu_{r2} \epsilon_{r2}}{\mu_{r1} \epsilon_{r1}}} \right) = 24.8^\circ.$$

从第三层到空气,
 $\mu_{r1} = 1.32 \quad \epsilon_3 = 21.56$

$$\text{临界角 } \theta_c = \sin^{-1} \left(\sqrt{\frac{1}{\mu_{r3} \epsilon_{r3}}} \right) = 10.8^\circ.$$

六、结 论

1. 本研究引入移相层,有效地展宽了材料20dB带宽 Δf ,改善了斜入射性能。XFT型吸波涂层 Δf 大于等于1.5GHz,最小反射小于等于-30dB。

2.XFT型吸波涂层应用于潜艇导流罩有明显降低RCS效果。最大降低15dB,平均降低5dB。

3.XFT型吸波涂层通过了一系列普通涂层物理力学试验及耐压,拖挂等海上使用环境试验,为实用打下了基础。

参考文献(略)

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

热加工新工艺技术研讨会隆重举行

中国航空学会材料工程专业学会,北京航空航天大学材料学会,航空材料、热工艺及理化测试技术发展中心,于1991年10月11~15日在河北省正定县联合召开了热加工新工艺技术研讨会,出席这次会议的有航空系统的工厂、学校、研究所等30个单位和部外系统的4个单位共81名专家、教授、工程技术人员。

这次会议共征集论文131篇,录用论文125篇,分布在锻压、铸造、焊接、热处理、表面处理、粉末冶金等6个专业。11篇综合性论文作了大会宣读,57篇论文分别在专业会场上宣读,论文均具有较高水平,反映出当前航空热工艺技术的发展和运用现状。

会上各专业还就技术发展方向,当前研制、生产中的关键技术问题和今后工作进行了热烈而认真的研讨,提出了宝贵的建议。

会议期间还召集了材料工程专业学会“热工艺专业委员会”委员会议,总结交流了工作,提出了在1993年召开第二届新型热加工学术研讨会的计划。

会议全面完成预定的各项任务,代表们讨论并一致通过了会议纪要后胜利闭幕。

(尹维城)