





## 10.1 箔条干扰

### 10.1.1 箔条干扰的根本原理

箔条通常由金属箔切成的条、镀金属的介质丝/带等制成，其中使用最多的是尺寸为半波长的箔条丝，称为半波振子，它对该波长的频率谐振，产生的散射电场最强。

目标的雷达截面积可以定义为目标散射

$$S_1 \propto E_1^2, S_2 \propto E_2^2, P_2 = 4\pi R^2 S_2, \sigma = 4\pi R^2 \frac{E_2^2}{E_1^2} \quad (10-1)$$

$\sigma = P_2 / S_1$ ，如果测得入射波的电场强度 $E_1$ ，



对半波长箔条，如图10-1所示，入射波与箔条的夹角为  $\theta$ ，产生的感生电流为

$$I_0 = \frac{\lambda E_1}{\pi R_\Sigma} \cos \theta \quad (10-2)$$

其中， $R_\Sigma = 73 \Omega$ ，为半波振子的辐射电阻。该感应电流在  $R$  处产生的电场强度为

$$E_2 = \frac{60 I_0}{R} \cos \theta = \frac{60 \lambda E_1}{\pi R R_\Sigma} \cos^2 \theta \quad (10-3)$$

综合上述各式，可以得到单根箔条在特定空间夹角  $\theta$  时的雷达截面积为

$$\sigma_\theta = 0.86 \lambda^2 \cos^4 \theta \quad (10-4)$$





考虑到箔条在三维空间中均匀分布，其平均雷达截面积应为  $\sigma_\theta$  在空间立体角中的平均值，

$$\bar{\sigma}_1 = \int_{\Omega} \sigma_\theta W(\Omega) d\Omega = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^\pi 0.86\lambda^2 \cos^4\theta \sin\theta d\theta = 0.172\lambda^2 \quad (10-5)$$

用箔条回波遮盖目标回波时，要求在每个雷达分辨单元中箔条的雷达截面积  $\bar{\sigma}_1 N$  是目标雷达截面积  $\sigma$  的  $K_J$  倍以上， $N$  是雷达分辨单元内的箔条平均数，

$$N \geq K_J \frac{\sigma}{\bar{\sigma}_1} \quad (10-6)$$



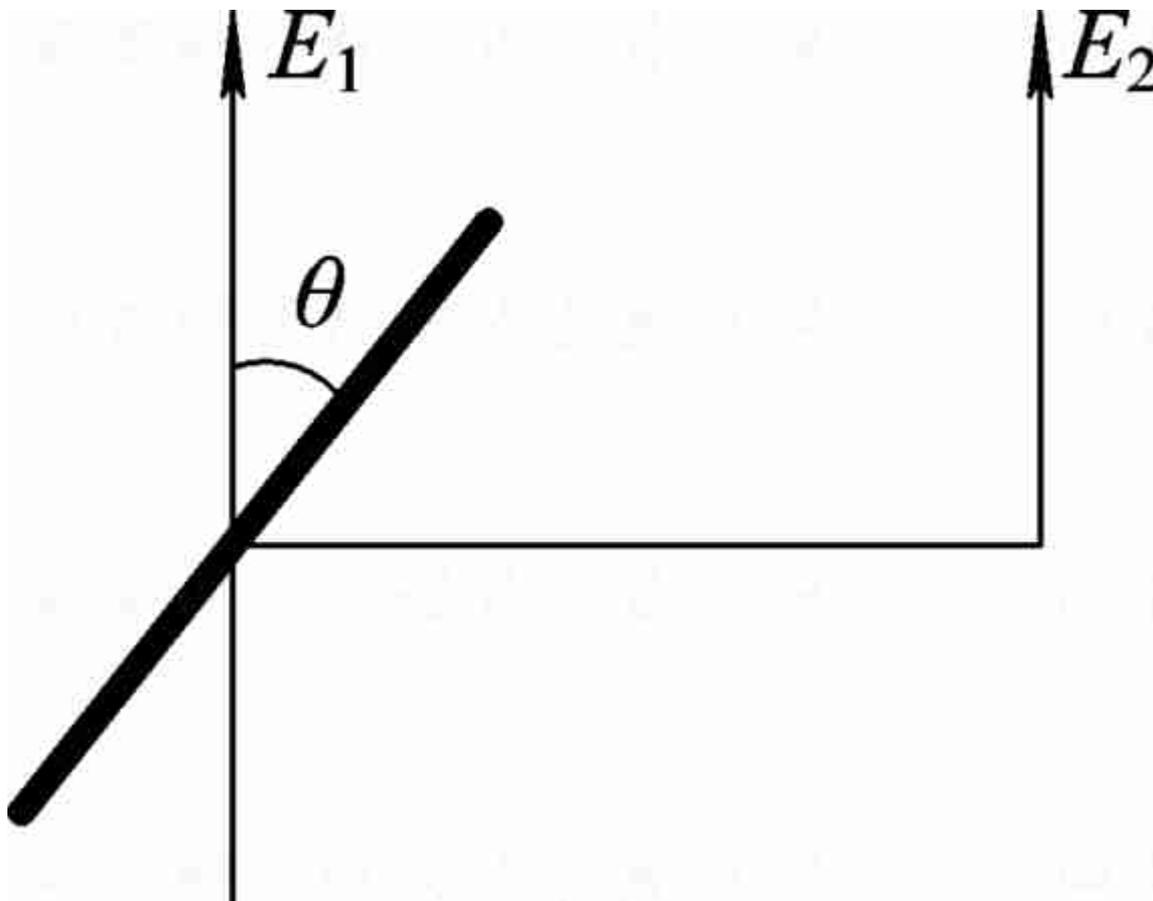


图10-1 半波振子的雷达截面积





# 第10章 对雷达的无源干扰技术





另一种是在飞机或舰船自卫干扰时投放，箔条快速散开，形成比目标大得多的回波，而目标作机动运动，诱使雷达检测和跟踪箔条，脱离目标。图10-2为载机自卫干扰时的箔条投放示意图，在飞机机动前的航线上投放假设数个箔条包，每个箔条包散开后形成的雷达截面积均大于载机的雷达截面积，各包之间的间距 $d$ 小于雷达的空间分辨力，其中在径向方向上，

$$d \leq \frac{c\tau}{2\cos\alpha} \quad (10-8)$$

其中 $\alpha$ 为飞机飞行方向与径向方向的夹角。在切向方向上

$$d \leq \frac{R\theta_{0.5}}{\sin\alpha} \quad (10-9)$$





箔条包在投放后快速散开，一般载机作适当机动，以躲避雷达的探测和跟踪。这种箔条对干扰飞机身后的雷达更为有利，雷达的跟踪波门容易截获和锁定离雷达较近的箔条回波上。

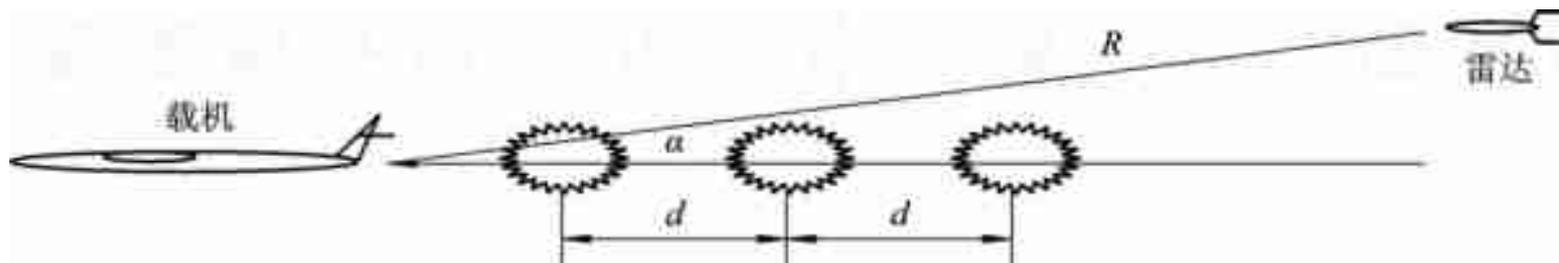


图10-2 飞机自卫时箔条干扰示意图





## 10.2 反射器

反射器可以在较宽的频率范围内对入射电磁波产生很强的反射，这种反射信号可以形成假目标干扰，也可以改变其所在处物体的电波散射特性。

一个理想导体的金属板，当其尺寸远大于波长时，可以对板面法线方向入射的电磁波产生强烈的反射，此时其雷达截面积为

$$\sigma_{\max} = 4\pi \frac{A^2}{\lambda^2} \quad (10-10)$$





其中 $A$ 为金属板的面积。如果入射波偏离法线方向，那么反射波也将偏离入射方向，相应的雷达截面积也将显著减小。

因此对反射器的主要要求是：

- (1) 以小的尺寸和重量，获得尽可能大的雷达截面积；
- (2) 具有尽可能大的入射方向响应。

为此，人们研制了多种性能优越的反射器，主要有角形反射器、双锥反射器、龙伯透镜反射器、万—阿塔反射器等。





## 10.2.1 角形反射器

角形反射器是利用三个互为垂直的金属板制成的，根据每个金属板面的形状，可以分为三角形角反射器、圆形角反射器和方形角反射器等，如图10-3(a)、(b)、(c)所示。

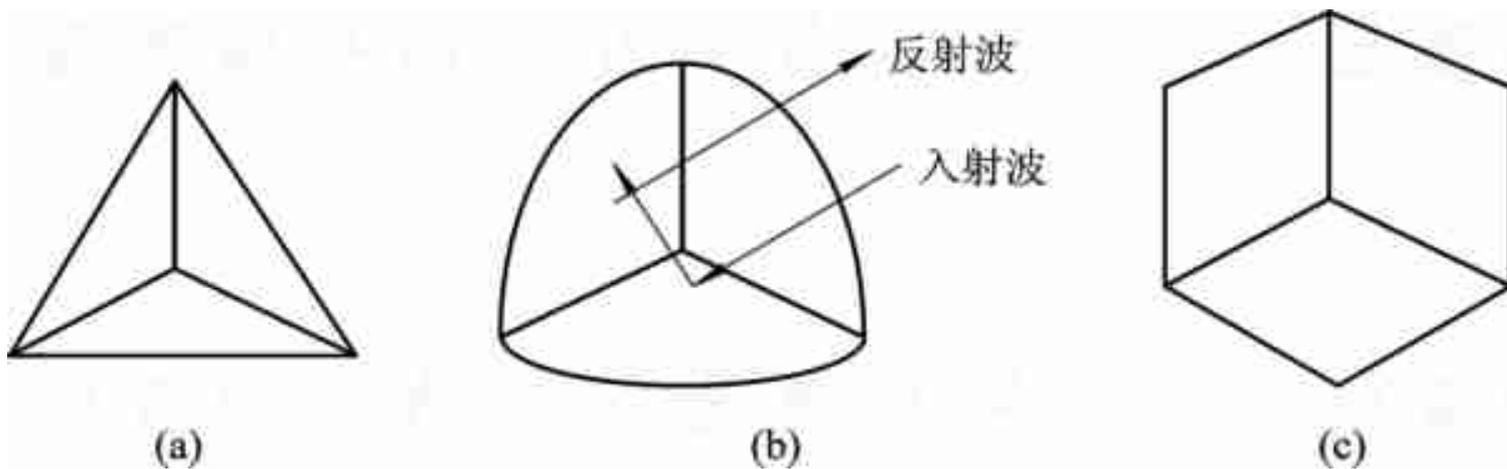


图10-3 角形反射器





角形反射器可以在较大的入射方向内，通过两次折射，将入射电磁波反射回去；当入射波平行于某一个平面时，又可以通过其它两个平面完成反射，因而具有很大的雷达截面积，如图10-3(b)所示。角形反射器的最大反射方向为角反射器的中心轴方向，它与三个垂直轴的夹角相等，为 $54.75^\circ$ 。边长为 $a$ 的三种角形反射器在该方向时的最大雷达截面积分别为

$$\sigma_{\Delta\max} = 4.19 \frac{a^4}{\lambda^2}, \quad \sigma_{\text{O}\max} = 15.6 \frac{a^4}{\lambda^2}, \quad \sigma_{\square\max} = 37.3 \frac{a^4}{\lambda^2} \quad (10-11)$$





角形反射器对制造的精度、角度准确度、外表平整程度等要求较高，如果三个夹角不是 $90^\circ$ ，或反射面凹凸不平，将引起雷达截面积的显著降低。在 $a \gg \lambda$ 时，角度偏差应在 $\pm 0.5^\circ$ 之内，板面不平度 $< 2 \text{ mm}$ 。在实际使用中，考虑到制造、保存、安装的难易和巩固、稳定程度，通常采用三角形角反射器。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/315122123323012001>