

习题八

1. 某机载干扰机的干扰发射机功率为 $500W$, 干扰机发射天线增益为 $20dB$, 圆极化, 在距敌雷达 $100km$ 处的作战飞机后方以噪声调频干扰敌雷达。每架作战飞机的雷达截面积为 $5m^2$ 。雷达的发射脉冲功率为 $5 \times 10^5 W$, 收发天线增益为 $35dB$, 波长为 $10cm$ 。

(1) 如果敌雷达为固定频率, 有效干扰所需的 $K_J = 5$, 试求该干扰机可以有效掩护作战飞机的最小干扰距离;

(2) 如果敌雷达为频率捷变, 有效干扰所需的 $K_J = 200$, 试求该干扰机可以有效掩护作战飞机的最小干扰距离;

(3) 如果该干扰机可以与作战飞机一起编队飞行, 并盘旋于距敌雷达 $20km$ 处, 有效干扰所需的 $K_J = 500$, 试求该干扰机可以有效掩护作战飞机的最小干扰距离;

(4) 如果该干扰位于作战飞机上, 有效干扰所需的 $K_J = 500$, 试求该干扰机可以有效掩护作战飞机的最小干扰距离;

(5) 如果是发射功率 $10W$ 、发射天线增益为 $3dB$ 的投掷式干扰机, 距敌雷达 $5km$, 位于作战飞机前方, 有效干扰所需的 $K_J = 5$, 试求该干扰机可以有效掩护作战飞机的最小干扰距离。

解: $P_J = 500W$ $G_J = 10^2 = 100$ $g_J = 0.5$

$$R_J = 100 \times 10^3 = 10^5 m, \quad s = 5m^2, \quad P_t = 5 \times 10^5 W, \quad G_t = 10^{3.5} = 3162, \quad l = 0.1m$$

(1) $K_J = 5$ 求 R_{min} , 目标、雷达、干扰机为同方向

$$R_{min} \geq \left(k_J \frac{P_t G_t s R_J^2}{P_J G_J 4p g_J} \right)^{1/4} = \left(5 \times \frac{5 \times 10^5 \times 3162 \times 5 \times (20 \times 10^5)^2}{500 \times 100 \times 4p \times 0.5} \right)^{1/4} \\ = 5.96km$$

(2) $k_J = 200$

$$R_{min} \geq 14.98km$$

(3) $k_J = 500, R_J = 20 \times 10^3$

$$R_{min} \geq \left(500 \times \frac{5 \times 10^5 \times 3162 \times 5 \times (20 \times 10^3)^2}{500 \times 100 \times 4p \times 0.5} \right)^{1/4} = 8.42km$$

(4) $k_J = 500, R_J = R_t$, 自卫干扰

$$R_t \geq \left(k_J \frac{P_t G_t s}{P_J G_J 4p g_J} \right)^{1/2}$$

$$= \left(500 \times \frac{5 \times 10^5 \times 3162 \times 5}{500 \times 100 \times 4p \times 0.5} \right)^{1/2} = 3.55 \text{ km}$$

$$(5) P_J = 10, G_J = 10^{0.3} = 1.995, R_J = 5 \times 10^3, k_J = 5$$

$$R_{t \min} = \left(5 \times \frac{5 \times 10^5 \times 3162 \times 5 \times (5 \times 10^3)^2}{10 \times 1.995 \times 4p \times 0.5} \right)^{1/4}$$

$$= 9.423 \text{ km}$$

2. 某机载自卫欺骗干扰机采用转发式干扰，最小干扰距离为 1 km ，收发天线为圆极化，增益为 10 dB ，系统损耗为 10 dB ，波长为 3 cm ，所需压制系数 $K_J = 10$ ，飞机自身的雷达截面积 10 m^2 ，雷达的发射脉冲功率为 10^5 W ，收发天线增益为 35 dB 。试求干扰机的发射功率和干扰系统的转发增益。

解： $R_J = R_t = 1 \text{ km}$ $G_J = G_r = 10$ ， $L = 10$ ， $g_J = 0.5$

$$l = 0.03 \text{ m} \quad k_J = 10 \quad s = 10 \quad P_t = 10^5 \quad s_t = 10^{3.5} = 3162$$

$$P_J = \frac{P_t G_t k_J s}{G_J 4p g_J R_t^2} = \frac{10^5 \times 3162 \times 10 \times 10}{10 \times 4p \times 0.5 \times 10^6} = 503.2 \text{ W}$$

$$P_{in} = \frac{P_t G_t G_r l^2 g_r}{(4p R_J)^2 L} = \frac{10^5 \times 3162 \times 10 \times (0.03)^2 \times 0.5}{(4p \times 10^3)^2 \times 10} = 9.01 \times 10^{-4} \text{ W}$$

$$k_p = \frac{P_J}{P_{in}} = \frac{503.2}{9.01 \times 10^{-4}} = 5.585 \times 10^5 = 57.5 \text{ dB}$$

$$= \frac{k_J 4p s L}{G_J G_r g_r g_J l^2} = \frac{10 \times 4p \times 10 \times 10}{10 \times 10 \times 0.25 \times (0.03)^2} = 5.58 \times 10^5 = 57.5 \text{ dB}$$

3. 某防空雷达的发射脉冲功率为 10^6 W ，收发天线增益为 40 dB ，工作频率为 3 GHz 。重型轰炸机的雷达截面积为 50 m^2 ，采用导前飞行 3 km 的无人驾驶干扰飞机进行掩护，干扰机采用圆极化，发射功率为 15 W ，收发天线增益为 5 dB ，有效干扰所需的 $K_J = 10$ 。

(1) 试求干扰飞机可掩护目标的最小距离；

(2) 如果该干扰机为引导式干扰，应如何要求它的引导时间？

解：

$$P_t = 10^6, G_t = 10^4, f_0 = 3 \text{ GHz}, l = 0.1 \text{ m}, s = 50$$

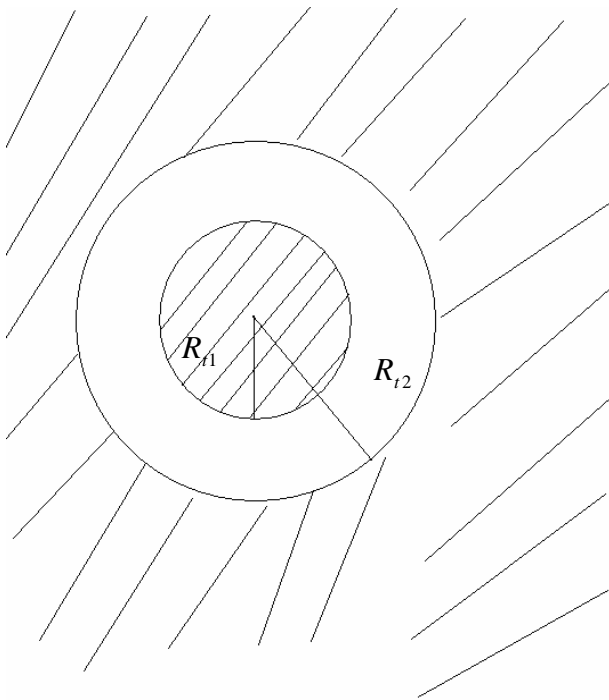
$$P_j = 15 \quad G_j = 10^{0.5} = 3.162, k_j = 10, R_t - R_j = 3 \times 10^3 m$$

$$(1) \quad R_t^4 = k_j \frac{P_t G_t s R_j^4}{P_j G_j 4 p g_j} = k_j \frac{P_t G_t s (R_t - 300)^2}{P_j G_j 4 p g_j}$$

$$= 10 \times \frac{10^6 \times 10^4 \times 50 \times (R_t - 300)^2}{15 \times 3.162 \times 4 p \times 0.5}$$

解方程得 $R_{t1} = 3073.7m$

$$R_{t2} = 1.2645 \times 10^5 m$$



保护区为阴影部分

$$R_t \leq R_{t1} \text{ 或 } R_t \geq R_{t2}$$

$$(2) \quad \Delta t_j \leq \frac{2}{c} (R_t - R_j) = \frac{2 \times 3 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 2 \times 10^{-5} s$$

4. 某大型水面舰艇的雷达截面积为 $25000m^2$ ，敌轰炸瞄准雷达的发射信号功率为 $10^5 W$ ，收发天线增益为 $30dB$ ，工作频率为 $10GHz$ 。舰载自卫干扰机采用圆极化、噪声调频干扰时所需的压制系数 $K_j = 100$ ，若要求最小干扰距离达到 $1km$ ，则需要产生多大的有效干扰功率 $P_j G_j$ ？

解：

$$s = 2.5 \times 10^4, P_t = 10^5, G_t = 10^3, f_0 = 10GHz, I = 0.03m, K_j = 100, R_t = 1km$$

$$\text{自卫干扰 } P_J G_J \geq \frac{K_J P_t G_t S}{4p g_J R_t^2} = \frac{100 \times 10^5 \times 10^3 \times 2.5 \times 10^4}{4p \times 0.5 \times 10^6} = 3.98 \times 10^7 \text{ w}$$

5. 某收发信机的空间距离为 100m ，同频、同极化收发，发射功率为 10W ，接收灵敏度为 -80dBm 。

(1) 该设备应达到的收发隔离度为多少？

(2) 如果收发天线在相互方向的增益各为 -15dB ，能否满足收发隔离的要求？

解：

$$(1) P_J = 10\text{w}, P_{r \min} = 10^{-8} \times 10^{-3} = 10^{-11} \text{ w} \quad R = 100\text{m}$$

$$g_J = 10^{12} \quad g_J = 10 \lg \frac{P_J}{P_{r \min}} = 10 \lg \frac{10}{10^{-11}} = 120\text{dB}$$

$$(2) \text{干扰机天线在侦察方向增益为 } G_t' = 10^{-1.5} = 3.162 \times 10^{-2}$$

$$\text{侦察机天线在干扰机方向增益为 } G_r' = 10^{-1.5} = 3.162 \times 10^{-2}$$

$$\text{侦察机在干扰机方向上的天线截面积 } A_r' = \frac{I^2 G_r'}{4p} = \frac{I^2 \times 3.162 \times 10^{-2}}{(4pR)^2}$$

$$P_r = \frac{P_J G_t' G_r' I^2}{(4pR)^2}$$

$$\frac{P_J}{P_r} = \frac{(4pR)^2}{G_t' G_r' I^2} = \frac{(4p \times 100)^2}{3.162^2 \times 10^{-4} I^2} = \frac{1.579 \times 10^9}{I^2}$$

$$\text{要使 } \frac{P_J}{P_r} = \frac{1.579 \times 10^9}{I^2} \geq 10^{12}$$

$I \leq 3.97 \times 10^{-2} \text{ m}$ 才能达到收发隔离的要求。