

第七章 欺骗性干扰

原理：采用假目标假信息，使雷达不能正确检测真目标信息，迷惑和干扰对真目标的检测跟踪。

§ 7.1 概述

一. 作用

雷达检测空间 $V = \{[R_{\min}, R_{\max}], [a_{\min}, a_{\max}], [b_{\min}, b_{\max}], [f_{d\min}, f_{d\max}], [d_{i\min}, d_{i\max}]\}$

目标 $T = \{R, a, b, f_d, d_i\} \in V$

空间分辨力 $\Delta V = \{\Delta R, \Delta a, \Delta b, \Delta f_d, [d_{i\min}, d_{i\max}]\}$

假目标 $T_f \in V \quad T_f \neq T$

方法：搞清雷达工作原理，有针对性设计干扰方式、干扰参数。

二. 分类

1. 信息分类

- (1) 距离欺骗干扰 $R_f \neq R, a_f \approx a, b_f \approx b, f_{d_f} \approx f_d, S_f \succ S$
- (2) 角度欺骗干扰 $a_f \neq a$ 或 $b_f \neq b, R_f \approx R, f_{d_f} \approx f_d, S_f \succ S$
- (3) 速度欺骗干扰 $f_{d_f} \neq f_d, R_f \approx R, a_f \approx a, b_f \approx b, S_f \succ S$
- (4) AGC 欺骗干扰 $S_f \neq S, R_f \approx R, a_f \approx a, b_f \approx b, f_{d_f} \approx f_d$
- (5) 联合欺骗

2. 根据 T_f 与 T 在 V 中参数差别的大小和调制方式分类

$$(1) \text{ 质心干扰 } \|T_f - T\| \leq \Delta V \quad T_f' = \frac{S_f T_f}{S_f + S}$$

$$(2) \text{ 假目标干扰 } \|T_f - T\| \succ \Delta V$$

(2) 拖引干扰

$$\|T_f - T\| = \begin{cases} 0 & 0 \leq t < t_1, \text{ 停拖} \\ 0 \longrightarrow dV_{\max} & t_1 \leq t < t_2, \text{ 拖引} \\ T_f \text{ 消失} & t_2 \leq t < T_j, \text{ 关闭} \end{cases}$$

三. 效果度量

1. 受欺骗概率 P_f 以假为真的概率 $P_f = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{fi})$ n 次实验

2. 跟踪误差 d_v s_v^2

§ 7.2 对雷达距离信息的欺骗

一. 雷达距离检测和跟踪

1. 脉冲测距 时间比较器

2. CW 测距 $f_c = f_t - f_r = \frac{2R\Delta f_m}{cT}$

保证相差一个固定中频 f_i

二. 欺骗

1. 距离假目标欺骗 $|R_f - R| > dR$

(1) 转发式干扰 (2) 应答式干扰

2. 距离波门拖引

$$R_f(t) = \begin{cases} R & 0 \leq t < t_1, \text{停拖期} \\ R + v(t - t_1) \text{ 或 } R + a(t - t_1)^2 & t_1 \leq t < t_2, \text{拖引期} \\ \text{干扰关闭} & t_2 \leq t < T_j, \text{关闭期} \end{cases}$$

三. 对连续波调频测距雷达距离信息的欺骗

1. 距离假目标

$$T = \frac{2R\Delta f_m}{cf_i} \quad T' = \frac{2R_j\Delta f_m}{c(f_i + f_{cj})}$$

自卫干扰条件下, $R_j = R$, 假目标与真目标的相对距离误差 dR/R 为

$$\frac{dR}{R} = \frac{R_f - R}{R} = \frac{-f_{cj}}{f_i + f_{cj}}$$

$$R_f = R_j + \frac{c}{2}\Delta t_{rj}$$

2. 拖引干扰

$$f_{cj} = \begin{cases} 0 & 0 \leq t < t_1 \\ k(t - t_1) & t_1 \leq t < t_2 \\ \text{干扰关闭} & t_2 \leq t < T_j \end{cases}$$

§ 7.3 对角度消息的欺骗

一. 角度信息检测和跟踪

1. 圆锥扫描: 顺序波束 峰值检波后为正弦信号。 s_c 包含了角度信息。

2. 线性扫描: 前后波门能量比较。

3. 单脉冲 和波束 - 归一化 差波束 - K

二. 干扰 (圆锥)

1. 倒相干扰与倒相方波干扰 (暴露)

$$\frac{\theta}{\theta_{0.5}} = \frac{1.27 \sqrt{\frac{J}{S}}}{1.4 \left[\sqrt{\frac{J}{S}} + 2 \right]}$$

2. 随机方波干扰 (隐蔽)

方波频率 f_{\min} --- f_{\max} 误差在 0 , f_{\max} 之间分布

$$\theta_{\max} = \frac{1.27 \sqrt{\frac{J}{S}} \theta_{0.5}}{1.4 \left[\sqrt{\frac{J}{S}} + 1 \right]}$$

3. 扫频方波干扰 方波频率周期性 f_{\min} --- f_{\max}

4. 扫频锁定干扰

三. 对线性扫描角度跟踪系统的干扰

1. 角度波门挖空干扰

$$\delta t(t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq t < t_1, \text{ 停拖期} \\ a(t - t_1) & t_1 \leq t < t_2, \text{ 拖引期} \\ \text{干扰关闭} & t_2 \leq t < T_j, \text{ 关闭期} \end{cases}$$

2. 角度波门拖引干扰 (同上)

3. 随机方波干扰与扫频方波干扰

四. 对单脉冲角度跟踪系统的干扰

1. 非相干干扰 两个或两个以上的干扰源

$$\theta = \frac{\Delta\theta}{2} \frac{b^2 - 1}{b^2 + 1} \quad b^2 = \frac{A_{J_1}^2}{A_{J_2}^2}$$

(1) 同步闪烁干扰

(2) 误引干扰

(3) 异步闪烁干扰

2. 相干干扰

$$\theta = \frac{\Delta\theta}{2} \frac{b^2 - 1}{b^2 + 1 + 2b \cos\varphi}$$

若 $j = p, b = 1, q \rightarrow \infty$

3. 交叉极化干扰 质心干扰 (没有绝对的垂直极化或水平极化)

§ 7.4 对雷达速度信息的欺骗

一. 检测和跟踪

1. 连续波 $f_L = f_I - f_d$

2. 脉冲

二. 干扰

1. 速度波门拖引

$$f_{d_i}(t) = \begin{cases} f_d & 0 \leq t < t_1 \\ f_d + v_f(t - t_1) & t_1 \leq t < t_2 \\ \text{干扰机关闭} & t_2 \leq t < T_i \end{cases}$$

2. 假多普勒频率干扰
3. 多普勒频率闪烁干扰
4. 距离 - 速度同步干扰

§ 7.5 对 AGC 的干扰

一. AGC 电路

$$S_o = S_i G \in [S_{o\min}, S_{o\max}] \quad \forall S_i \in [S_{i\min}, S_{i\max}]$$

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

二. 干扰

1. 通断干扰 /T=0.3 0.5
2. 工作比递减转发干扰 0.2 0.8