

被动单脉冲导引头旁瓣目标识别方法

徐松涛^{1,2}, 杨绍全²

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 西安电子科技大学 电子工程学院, 陕西 西安 710071)

摘要:主要讨论被动单脉冲导引头对旁瓣目标的识别。通过分析被动单脉冲导引头测向特性, 利用主瓣区和旁瓣区测向特性的差异, 提出了一种识别被动单脉冲导引头是主瓣目标跟踪还是旁瓣目标跟踪的方法。计算机仿真结果证实了该方法的正确性。

关键词:被动单脉冲导引头; 测向特性; 旁瓣识别

中图分类号: TN958.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2002)05-0035-04

本文主要讨论被动单脉冲导引头对旁瓣目标的识别。识别旁瓣目标对导引头来说是一个非常重要的问题, 一般来说, 单脉冲雷达为了克服旁瓣目标跟踪, 主要采用旁瓣匿隐或旁瓣对消技术^[1-2], 这些技术有以下缺点: 一是需增加辅助天线和接收通道; 二是主通道和辅助通道的增益和相位需要协调控制; 三是导引头安装空间限制了附加天线及接收设备的安装。另外还可以利用测向特性实现旁瓣匿隐和旁瓣识别^[2-3], 显然这种技术比较适用于被动单脉冲导引头, 可以克服上述缺点。

1 导引头测向特性分析

本文讨论的被动单脉冲导引头是常见的和差振幅比较单脉冲雷达, 如图1。图1中: U_n 为误差电压, Σ 为和通道, Δ 为差通道。

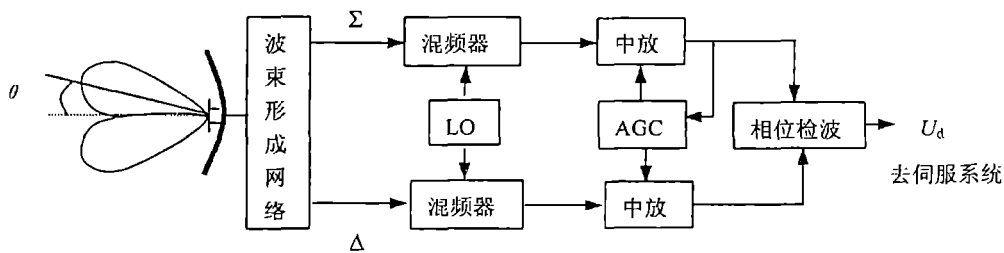


图1 单平面和差振幅比较单脉冲雷达的测角原理图

雷达的测向特性为^[4]

$$U_d = K_{pd} \frac{Q^2 [F^2(\theta_0 - \theta) - F^2(\theta_0 + \theta)]}{\{1 + Q[F(\theta_0 - \theta) + F(\theta_0 + \theta)]^2\}} \quad (1)$$

式中: $F(\theta) = \frac{\sin \frac{\pi D}{\lambda} \theta}{\frac{\pi D}{\lambda} \theta}$, 为所采用天线方向图; D 为天线口径; λ 为雷达工作波长; Q, K_{pd} 为特定常数; θ 为目标到达角; θ_0 为两波束最大增益方向与天线瞄准轴的夹角。

由公式(1)可画出测向特性曲线如图2所示。

从测向特性曲线可以看出, I 区为主瓣区, 在主瓣区范围内导引头为正确跟踪; II, III, IV, V 等为旁瓣

收稿日期: 2001-02-01

基金项目: 国防预研基金资助项目(28.2.2.3)

作者简介: 徐松涛(1963-), 男, 广东中山人, 副教授, 博士生, 主要从事雷达与电子对抗研究。

区,若目标到达角 θ 落在旁瓣区会等效为相应主瓣区 $[-\theta_{SL}, \theta_{SL}]$ 范围内形成模糊,使导引头产生错误跟踪(旁瓣目标跟踪)。下面分析主瓣区和旁瓣区测向特性的不同特点:

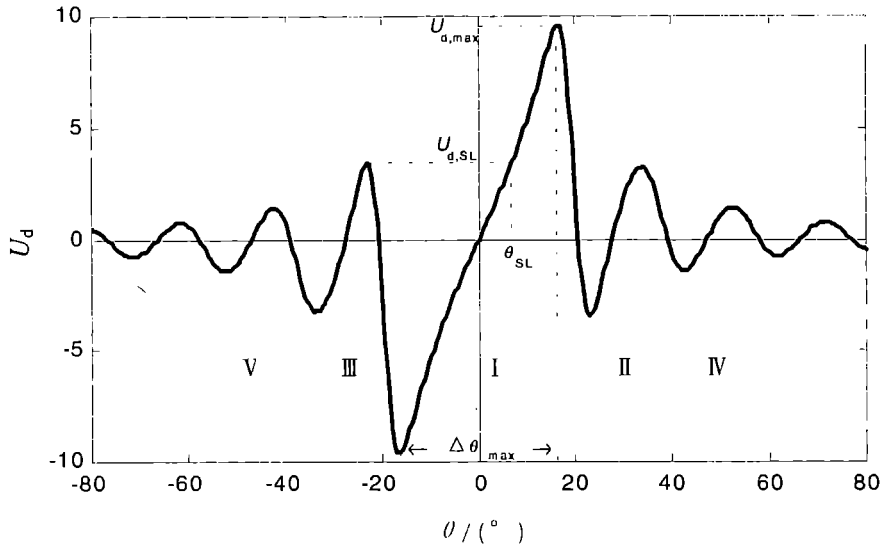


图2 测向特性曲线

1) 误差电压 U_d 的变化范围不同。即所有落在旁瓣区的目标,其误差电压 U_d 的变化范围为 $[-U_{d,SL}, U_{d,SL}]$,而主瓣区误差电压 U_d 的变化范围为 $[-U_{d,max}, U_{d,max}]$ 。与此相应旁瓣区,雷达给出的到达角只能在 $[-\theta_{SL}, \theta_{SL}]$ 范围内变化, $U_{d,SL}$ 为旁瓣区最大误差电压 U_d 的绝对值;

2) 主瓣区和旁瓣区的宽度不同。在图 2 的例子中,主瓣区宽度约为 40° ,旁瓣区的宽度小于 20° 。一般来说,主瓣区的宽度要比旁瓣区的宽度大许多。

2 旁瓣目标识别方法

上述主瓣区和旁瓣区测向特性的不同特点是识别导引头旁瓣目标的基础。根据测向特性特点,用以下方法识别旁瓣目标:

方法 1:利用测向特性特点 1 识别。从图 2 可以看出,所有旁瓣区等效到主瓣区的目标到达角的绝对值均小于等于 $|\theta_{SL}|$,因此,若雷达给出的目标到达角的绝对值大于 $|\theta_{SL}|$,则一定为主瓣区目标。设导引头天线具有随动系统,识别过程中导弹弹体不作变向运动,其旁瓣识别算法流程图见图 3。仿真结果见表 1(以图 2 测向特性为例, $\Delta\theta_{max} = 32^\circ, \theta_{SL} = 70^\circ$)。

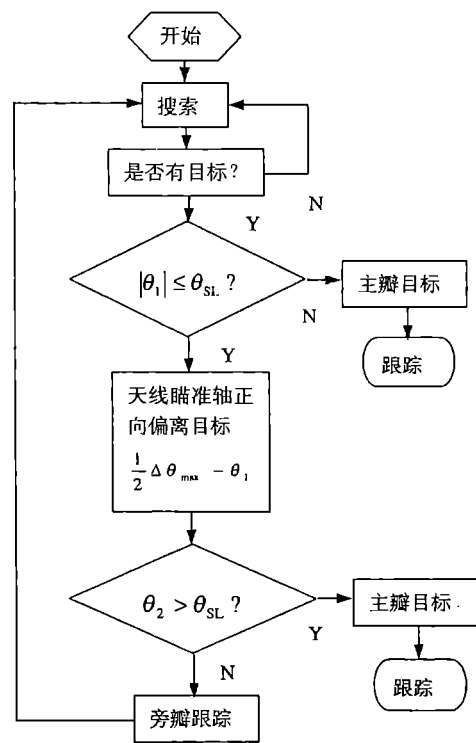


图3 方法 1 旁瓣识别流程图

表 1 方法 1 仿真结果 (°)

目标实际到达角	雷达给出到达角 θ_1	波束移动后雷达给出到达角 θ_2	识别结果
5	5	16 > 7	主瓣目标
-5	-5	16 > 7	主瓣目标
31	5	-3 < 7	旁瓣目标
-28	-0.64	-11.4 < 7	旁瓣目标
15	15		主瓣目标

方法 2:利用测向特性特点 2 识别。从图 2 可以看出,旁瓣区与主瓣区的宽度有很大不同,因此,当改变天线瞄准轴时,雷达给出的到达角在主瓣区和旁瓣区的变化规律是不同的(如图 4)。

图 4 中,当目标到达角为 θ_a (在主瓣区)或目标到达角为 θ_b (在旁瓣区)时,雷达给出的到达角均为 θ_a ,

若把天线瞄准轴向左侧(或右侧)偏移两次,则主瓣区内目标雷达给出的到达角分别为 θ_B 和 θ_C ,并保证 $\theta_A, \theta_B, \theta_C$ 全部在主瓣区的正值区(或负值区),而旁瓣区内目标雷达给出的到达角分别为 θ_H 和 θ_C 。由于旁瓣区与主瓣区的宽度不同,使 $\theta_A, \theta_B, \theta_C$ 和 $\theta_A, \theta_B, \theta_C$ 有不同的变化规律, $\theta_A, \theta_B, \theta_C$ 为同号单调,而 $\theta_A, \theta_B, \theta_C$ 为非单调或异号。旁瓣识别的算法流程见图 5。仿真结果见表 2(以图 2 测向特性为例, $\Delta\theta_{\max} = 32^\circ, \theta_{sl} = 70^\circ$)。

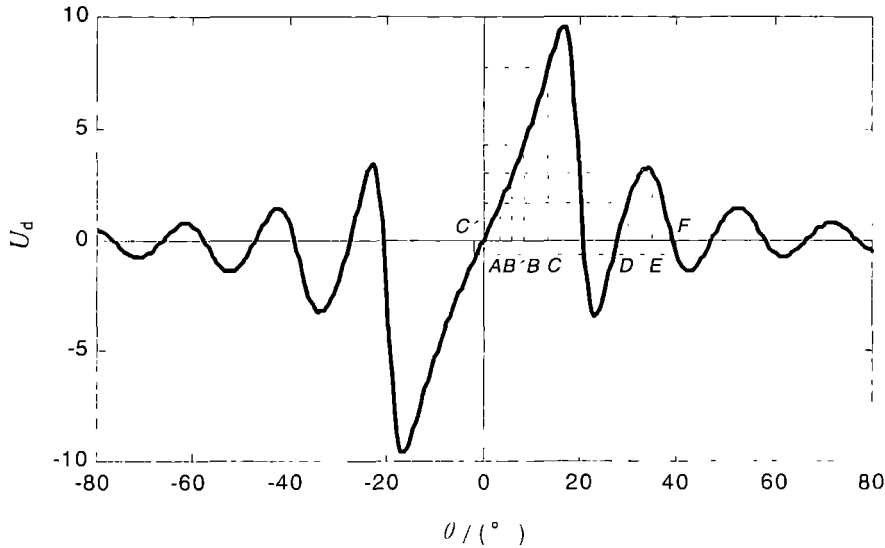


图 4 到达角在测向特性主瓣区和旁瓣区的变化规律

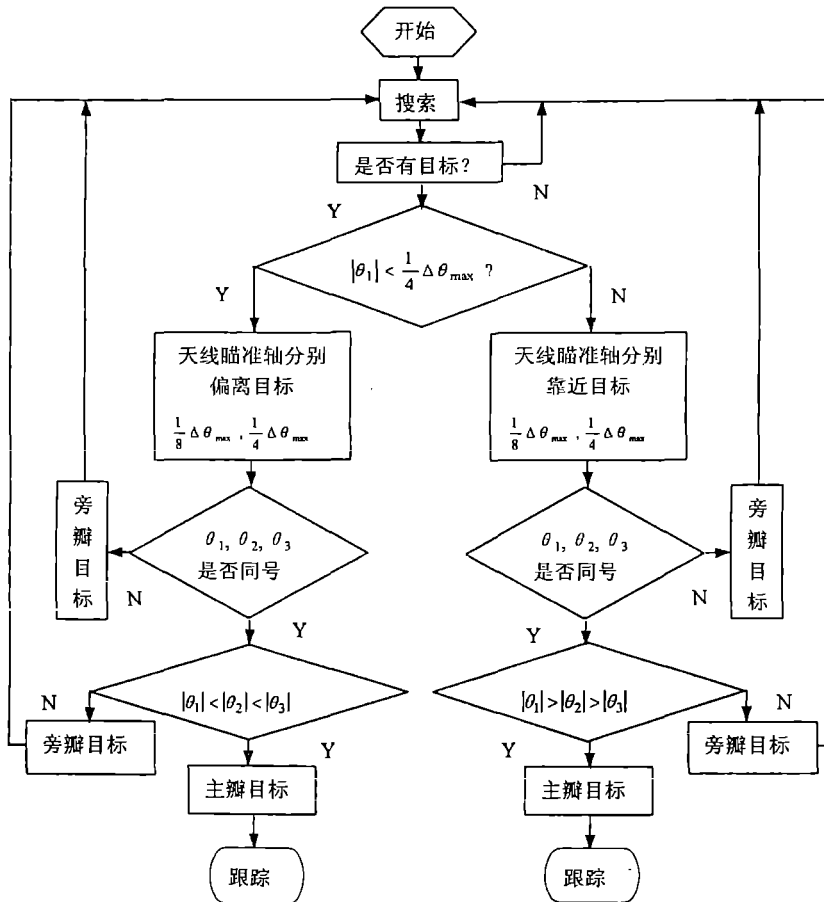


图 5 方法 2 判别流程图

表2 方法2 仿真结果

(°)

目标实际到达角	雷达给出到达角 θ_1	波束移动后雷达给出到达角 θ_2, θ_3	识别结果
5	5	9, 13	主瓣目标
31	5	6.1, 0.13	旁瓣目标
-11	-11	-7, -3	主瓣目标
-38	-2	3, 1	旁瓣目标

以上是对单目标环境下的讨论,对于多脉冲目标环境下,可先采用信号分选的方法选通某一目标信号,再用上述识别算法识别旁瓣目标。

一种具有旁瓣目标识别能力的单脉冲雷达原理框图见图6,旁瓣目标识别算法在信号处理部分完成。

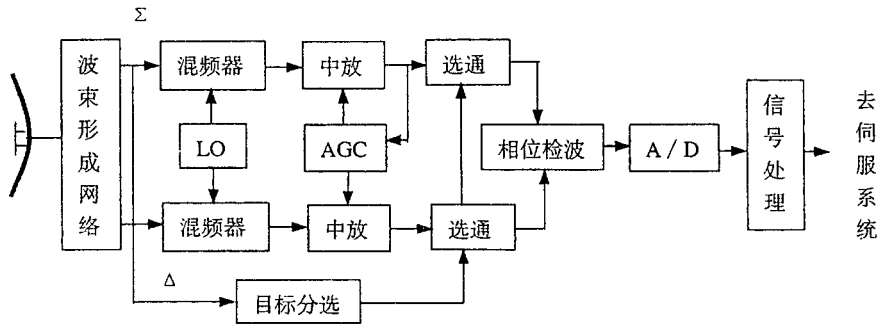


图6 具有旁瓣识别能力的单脉冲雷达

3 结论

通过分析被动单脉冲导引头测向特性,利用主瓣区和旁瓣区测向特性的不同特点,提出了简单有效的识别被动单脉冲导引头是主瓣目标跟踪还是旁瓣目标跟踪的方法。方法1适用于测向特性中主瓣峰值与旁瓣峰值相差较大的情况;方法2适用于测向特性中主瓣宽度与旁瓣宽度相差较大的情况。仿真结果证实了该方法的正确性。应注意该方法适用于具有随动系统天线的导引头,使识别过程中导弹弹体不作变向运动。同时对某一特定测向特性,算法中某些参量应作相应调整。此外,该方法的主要思想可应用于其它用途的单脉冲雷达。

参考文献:

- [1] 刘德树. 雷达反对抗的基本理论与技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,1989.
- [2] 司锡才,赵建民. 宽频带反辐射导弹导引头技术基础[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1996.
- [3] LIU S C C. False track discrimination in the side-lobe region of monopulse antenna[P]. US Patent, 5400035, 1995.
- [4] 林象平. 雷达对抗原理[M]. 西安:西北电讯工程学院出版社,1985.

(编辑:姚树峰)

Recognition of Side Lobe Target for Passive Monopulse Seeker

XU Song - tao^{1,2}, YANG Shao - quan²

(1. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China; 2. School of Electronic Engineering, Xidian University, Xi'an 710071, China)

Abstract: This paper discusses the direction finding characteristic of passive monopulse seeker. By utilizing the difference between direction finding characteristic of mainlobe and direction finding characteristic of sidelobe, a method of recognizing sidelobe target for passive monopulse seeker is presented. The method is verified with the results of computer simulation.

Key words: passive monopulse seeker; direction finding characteristic; sidelobe recognition