

TVM 制导方式中无源测向交会定位系统

张平定,王睿,曾华

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:无源测向交会定位是雷达组网抗干扰的重要途径。给出了无源测向交会定位技术的理论依据和算法,从而构造出系统的基本组成。该算法应用于 TVM 制导方式中的无源测向交会定位系统,要求副站所测信息少,而且系统跟踪精度高,抗干扰能力强。

关键词:交会定位; TVM 制导; 制导雷达

中图分类号:TJ765 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2004)03-0022-02

现代防空作战中,常采用制导雷达对干扰源进行被动跟踪。在 TVM 制导方式的地空导弹武器系统中,就能够巧妙地利用站-弹两点构成对干扰源的无源交会定位系统,提高雷达组网抗干扰能力。

1 无源测向交会定位系统

在干扰环境下,仅靠一部制导雷达而不再用其它措施是不能完全确定干扰源位置的,即使单脉冲系统也只能测向而不能测距^[1]。但无源交会定位是跟踪干扰源的有效措施。它是利用多部制导雷达,分别测得干扰源的位置线得以交叉即可定位。交会定位又分为测向交会定位、测向时差交会定位、测距差定位等技术。

假设第 i 部制导雷达与目标在直角坐标系中的空间关系如图 1 所示。由图 1 可建立以下的关系式:

$$\left. \begin{aligned} x_T - x_i &= R_i \cos \varepsilon_i \cos \beta_i \\ y_T - y_i &= R_i \cos \varepsilon_i \sin \beta_i \\ z_T - z_i &= R_i \sin \varepsilon_i \end{aligned} \right\} i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

式中: R_i 、 ε_i 、 β_i 分别为第 i 部制导雷达测定的目标斜距、高低角、方位角; x_i 、 y_i 、 z_i 为制导雷达位置; x_T 、 y_T 、 z_T 为目标位置。

在干扰环境下,一部制导雷达无法获得干扰源距离信息,难以实施对导弹的有效控制。但是,干扰源位置可用两部或多部制导雷达进行无源测向交会定位^[2],得以对导弹的制导。假设主制导雷达测定干扰源信息为 R_1 、 ε_1 、 β_1 副制导雷达测定干扰源信息为 R_2 、 ε_2 、 β_2 ,由式(1)可知:

对主制导雷达测定的 $(R_1, \varepsilon_1, \beta_1)$ 可得

$$x_T - x_1 = R_1 \cos \varepsilon_1 \cos \beta_1 \quad (2)$$

$$y_T - y_1 = R_1 \cos \varepsilon_1 \sin \beta_1 \quad (3)$$

$$z_T - z_1 = R_1 \sin \varepsilon_1 \quad (4)$$

对副制导雷达测定的 $(R_2, \varepsilon_2, \beta_2)$ 可得

$$x_T - x_2 = R_2 \cos \varepsilon_2 \cos \beta_2 \quad (5)$$

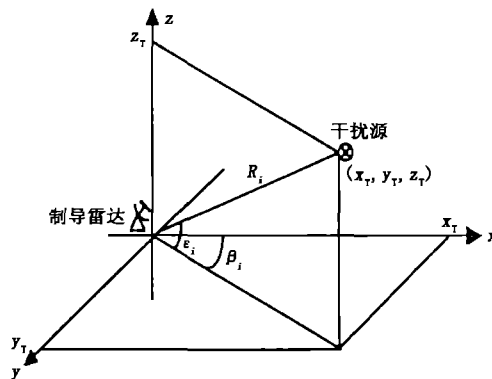


图1 制导雷达与目标空间关系图

$$y_T - y_2 = R_2 \cos \varepsilon_2 \sin \beta_2 \tag{6}$$

$$z_T - z_2 = R_2 \sin \varepsilon_2 \tag{7}$$

由式(2)、(3)分别可得目标信息 x_T, y_T 为

$$x_T = x_1 + R_1 \cos \varepsilon_1 \cos \beta_1 \tag{8}$$

$$y_T = y_1 + R_1 \cos \varepsilon_1 \sin \beta_1 \tag{9}$$

将式(8)、式(9)分别带入式(5)、(6)可得

$$x_1 - x_2 + R_1 \cos \varepsilon_1 \cos \beta_1 = R_2 \cos \varepsilon_2 \cos \beta_2 \tag{10}$$

$$y_1 - y_2 + R_1 \cos \varepsilon_1 \sin \beta_1 = R_2 \cos \varepsilon_2 \sin \beta_2 \tag{11}$$

式(10)与式(11)相除,经整理后可得主制导雷达所需要的距离信息 R_1 为

$$R_1 = \frac{(x_1 - x_2) \sin \beta_2 - (y_1 - y_2) \cos \beta_2}{\cos \varepsilon_1 \sin(\beta_1 - \beta_2)} \tag{12}$$

由式(12)可见,已消去副制导雷达测定的目标距离信息 R_2 和高低角信息 ε_2 , 由主制导雷达位置信息 (x_1, y_1) 、副制导雷达位置信息 (x_2, y_2) 、主制导雷达对目标的测量值 ε_1, β_1 及仅由副制导雷达对目标方位角的测量值 β_2 , 就可确定出在干扰环境下主制导雷达与目标的距离信息 R_1 。由此,可实现对干扰源进行完全跟踪^[3]。

2 TVM 制导方式的无源测向交会定位系统

TVM 制导方式是由制导雷达测定目标和导弹坐标,同时导弹也测定目标相对导弹的坐标,并且把导弹测定的信息传输到制导雷达。制导雷达根据站-目标、站-弹、弹-目标信息,经计算形成对导弹的控制指令对其进行制导。

当制导雷达受到单机自卫干扰时,制导雷达为了对干扰源进行被动跟踪,可利用制导雷达和导弹上的无线电测向仪,由两点构成无源测向交会定位系统。其中制导雷达作为主站,导弹作为副站。由式(12)可见, $(x_1 - x_2, y_1 - y_2)$ 是主站与副站之间的距离,且副站仅测定目标的方位角 β_2 。在 TVM 制导方式的无源测向交会定位系统中,主站制导雷达与副站导弹之间的距离由原系统获得,副站导弹测向仪仅提供目标的一维角度信息,即可实现 TVM 制导方式中对目标的被动测向交会定位,其系统组成如图 2 所示。

图中, D 为导弹与目标的夹角, R_d 为制导站与导弹之间的距离, ε_d 为制导站与导弹之间的夹角, ε_m 为制导站测定目标的方向角, V 为导弹发射时的起始偏角, ε' 为导弹上测向仪的俯仰角。

在图 2 中令:

$$\alpha_1 = 90^\circ - \varepsilon_d, \quad \alpha_2 = 180^\circ - (V + \varepsilon'),$$

$$D = \alpha_1 + \alpha_2 = 270^\circ - \varepsilon_d - V - \varepsilon'$$

$$M = 180^\circ - (D + N) = V + \varepsilon' + \varepsilon_m - 90^\circ$$

为简单起见,由正弦定理即可得

$$\frac{R_m}{\sin D} = \frac{R_d}{\sin M}$$

目标的距离信息 R_m 为

$$R_m = \frac{\sin D}{\sin M} R_d = \frac{\sin(270^\circ - \varepsilon_d - V - \varepsilon')}{\sin(V + \varepsilon' + \varepsilon_m - 90^\circ)} R_d \tag{13}$$

由式(13)可见,在干扰环境下,只要确知主站制导雷达测定的目标角度 ε_m ,副站导弹位置 (R_d, ε_d) 及测定的目标角度 ε' ,即可确知目标的距离信息 R_m ,从而实现对导弹的制导。

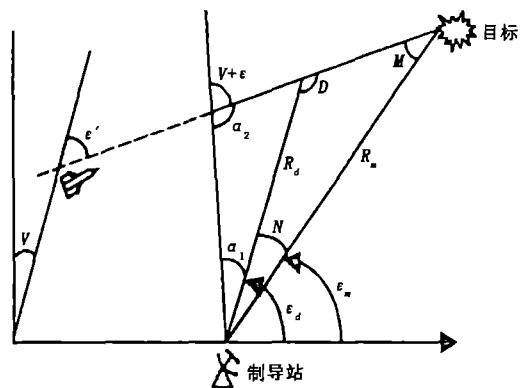


图 2 TVM 制导方式无源测向交会定位系统组成图

3 结束语

无源测向交会定位系统对干扰源的被动跟踪,实质上是制导雷达组网抗干扰的一种方案,当更多部制导雷达组网时,其数据融合效能将会更佳。
(下转第 48 页)