

机载火控 PD 雷达性能的改进

王 星, 王兴华

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘 要:分析了某型飞机机载火控 PD 雷达的性能,在此基础上提出了改进其计算机系统的方案。此方案的实施,将提高该型 PD 雷达的性能,扩展其功能,从而极大地提高了其载机的战斗效能。

关键词:火控 PD 雷达;计算机;战斗效能

中图分类号:V243.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)01-0013-03

脉冲多卜勒火控雷达(PD)雷达,是目前主战战斗机火控系统的重要组成部分,它在很大程度上决定着其载机武器系统的战斗使用效能。而装备在某型飞机上的 PD 雷达设计生产于七、八十年代^[1],受当时技术水平,尤其是计算机发展水平的限制,性能上还有许多缺陷,从而限制了它的作战使用。本文为此探讨如何利用现代计算机技术,在其基础上进行改进,扩展其功能和提高其技战术指标,从而极大地提高其载机的战斗力。

1 PD 雷达的结构与弱点

1.1 PD 雷达结构

PD 雷达由天线系统、发射机系统、接收机系统、分析处理控制系统及显示器组成。其中分析处理控制系统包含多卜勒频率选择系统和计算机系统,其处理能力主要取决于计算机的运行速度和存储能力^[2]。

1.2 PD 雷达的弱点

该雷达在性能上的弱点主要表现在:

- 1) 缺乏对地探测及引导攻击能力,
- 2) 无法同时完成对多目标的攻击引导。

不能对地探测,主要原因在于其计算机由于受运算能力和存储能力的限制,无法完成更高级的数字信号处理算法(例如快速傅立叶算法),在单位时间里不能处理更多的信息。

当要求探测对地目标的距离和方位分辨率 δr 和 δl , 信号处理采用二级处理法时,计算机动态存储能力 M 由信号采样速率、采样信号量和所用算法决定,运算能力 Q 则要满足二级处理系统在单位时间里所要处理的信号数据量的要求。根据计算可得到^[2] $Q = (R_{sec}/\delta r)(\theta_0 \cdot R_H/\delta l)(2V \sin(\theta_H)\theta_0/\lambda)$, $M = 2R_{sec}R_H\theta_0(L_{AD} + (201gN_2)/6)/(\delta r \cdot \delta l)$ 。式中, V 为飞机飞行速度, R_{sec} 为探测点雷达波束宽度, θ_0 为雷达波束宽度, θ_H 为观测角, R_H 为发现距离, λ 为波长, L_{AD} 为采样信号位数, N_2 为二级处理时采样值叠加数。

该雷达的计算机系统由初级信号处理系统和计算控制系统构成(如图 1 所示),其中初级信号处理系统为硬件实现的傅立叶算法系统。受此限制,它无法完成其它算法。而不能实现对目标的攻击引导,则主要是由于计算机运行速度不够快,在单位时间内无法同时计算几个目标的信息。因此,为了提高火控雷达的性能,必须改进其计算机系统。

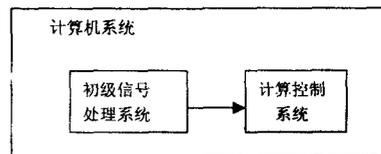


图 1 某型 PD 雷达计算机系统

收稿日期:2000-06-18

作者简介:王 星(1965-),男,辽宁大连人,讲师,硕士,主要从事电子对抗研究。

2 改进方法

对该类火控雷达的改造方法有很多种,这里仅探讨其中的两种。

2.1 增加独立的信息处理通道

这种方法是在完全保留原设备的基础上,构造一个新的通道,由该通道完成新增加的功能和任务(如图2所示)。

该方法简单易行,而且该通道易于更换,便于升级,缺点是与原有的计算机系统联接少,不能充分利用原有资源,同时在机载火控雷达中为其找出相应的空间亦是一个困难。

2.2 改造计算机系统

此法充分利用原有结构资源,针对原有计算机处理能力低和存贮量小的特点利用新技术、新器件增加相应的处理模块,可以用新的FFT运算器件替换原有的傅立叶变换系统,可大大提高系统处理信号的能力和速度。此时,计算控制系统已无法及时处理和存储FFT组件来的信息,必须改进。此方法需掌握原计算机结构,改造难度稍大,但充分利用原有系统,所占空间小。

我们将改造原计算机系统中级信号处理系统,并在计算控制系统中增加新的更强功能的计算控制插件和增加存储器容量。

初级信号处理系统将由相位检波器和模数变换器置换,其原有傅立叶变换功能在新构造的可编程信号处理器中由软件实现的FFT模块代替;在计算控制系统中增加一个可编程信号处理器,它包括中央处理器、主存储器(MRAM)和动态存储器(RAM)见图3。

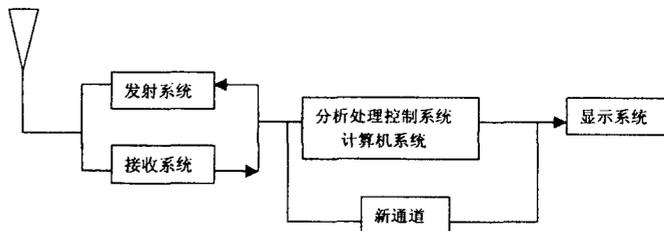


图2 计算机系统改进方案1

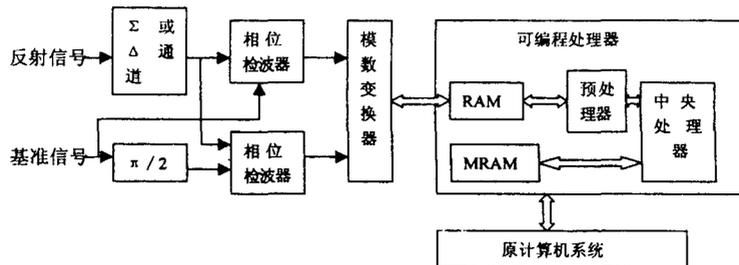


图3 计算机系统改进方案2

当雷达对地面工作时用到其和(Σ)差(Δ)通道的信号。雷达反射信号经模数变换器变换后,以矩阵方式存储在动态存储器中,矩阵的列对应决定于分辨率的距离通道,行则对应于信号合成化处理区间长度。为了减少运算量,提高运算速度,在可编程处理器中应用了二级信号处理技术^[3],即先对采样信号进行初级分选处理后再对其实现各种运算。这样在可编程处理器中构造了信号预处理器和中央处理器,雷达新增加功能主要在这里由各种算法来实现。同时,原有的计算控制系统和存储器保留,继续完成其任务。

3 结论

衡量战斗机作战能力的一个重要战术指标是战斗效能,它是指在考虑对方反作用的情况下己方完成战斗任务的能力。实际应用时,通常用敌我双方在战斗中损失的比值来计算。

改进后的雷达,具有多目标攻击引导能力和对地攻击引导能力,其载机战斗效能将有显著提高。空战中

我们用根据敌我双方武器杀伤概率得到的对方损失 Δm 、 Δn 来评估我机的战斗效能 γ , 而战斗效能的提高程度可用改进前后战斗效能的比值 η 来表示^[3]

远距离空战:

$$\eta = k \cdot [1 - \exp(-W_{pg2} \cdot n l_{2g}/m)] / [1 - \exp(-W_{pg2} \cdot k n l_{2g}/m)]$$

近距离($1 \times k$)格斗

$$\eta = k \cdot \frac{[1 - (1 - P_0^n)^{l_2 \cdot k}] / [1 - (1 - P_0^m)^{l_1 \cdot k}]}{[1 - (1 - P_0^m)^{l_1}] / [1 - (1 - P_0^n)^{l_2}]}$$

式中, k 为我机可同时攻击目标数, m, n 为参战我敌双方飞机数, W_{pg2} 为考虑战斗条件的敌机导弹杀伤概率, l_{2g} 为敌机在一次攻击中所发射的平均导弹数, P_0^m, P_0^n 为我敌双方导弹杀伤目标概率, l_1, l_2 为我敌双方攻击一个目标所用的导弹数。

经过改造的雷达, 不仅将能完成对地搜索、发现、跟踪、攻击引导和对空多目标攻击引导功能, 而且由于计算机信号处理能力加强了, 可增强雷达在杂波背景下识别信号的能力, 从而可增大雷达的发现距离及提高抗干扰能力。

参考文献:

- [1] П В Познякова, К В Кульков. Многофункциональные импульсно-доплеровские радиолокационные станции управления оружием истребителей[M]. МОСКВ: Научно-информационный центр, 1995.
- [2] Г С Коидратейкова. Радиовзглядение[M]. МОСКВ: Издание ВВИА, 1997.
- [3] 王 星, 通过改进火控雷达性能以提高某型飞机战斗效能[D]. 莫斯科: 俄罗斯军事航空技术大学, 1999.

Improvement of the performance of airborne fire-control PD radar

WANG Xing, WANG Xing-hua

(The Engineering Institute, AFEU., Xi'an 710038, China)

Abstract: a kind of aircraft carried PD radar's performance is analyzed. Based on it, the improvement of it's computer system is presented. The improved PD radar can greatly enhance the aircraft's battle performance.

Key words: PD Radar; computer; performance of battle.