

飞机 RCS 的实时测量与防御质量

马 明

(中国空空导弹研究院, 河南 洛阳 471009)

摘 要: 目标飞机的雷达散射截面 (RCS) 做为在未知敌情时一个非常重要的实测参数, 是一个客观的判断依据。充分利用和挖掘 RCS 参数提供的目标信息, 将对提高防御质量和整个防御体系的作用作出积极的贡献。

关键词: 飞机; 雷达散射截面 (RCS); 实时测量; 防御体系; 防御质量

引言

实时测量目标飞机雷达散射截面 (RCS) 的目的在于通过防御体系内各种测量雷达测量出具有潜在威胁的进攻飞机的 RCS, 然后, 结合飞机的其它飞行参数 (如飞行高度、飞行速度、飞行距离和机动性等), 进行综合分析, 从而判断出目标机的种类、数量及可能的作战任务或目的, 及早做出防御决策, 并采取应对措施。因此, 飞机 RCS 的实时测量对提高整个防御体系的防御质量具有非常重要的现实意义。

1 飞机 RCS 的实时测量方法

防御体系中的测量雷达一般都是远程精密测量雷达, 具有较高的测量精度。根据雷达的测量原理, 飞机 RCS 的实时测量方法通常采用对比法, 即在相对同等的条件下, 分别对标准金属球进行测量定标和对未知的目标飞机进行实时测量, 通过两个目标的雷达方程联立, 就可以得到目标飞机的 RCS^[1, 2]。

$$\sigma_{fj} = \sigma_{jsq} \frac{P_{rfj} R_{fj}^4}{P_{rjsq} R_{jsq}^4} \quad (1)$$

式中, σ_{fj} , σ_{jsq} 分别为目标飞机和标准金属球的 RCS; P_{rfj} , P_{rjsq} 分别为目标飞机和标准金属球的雷达回波功率; R_{jsq} , R_{fj} 分别为目标飞机和标准金属球到雷达的距离。由于飞机在飞行过程中有飞行姿态和飞行轨迹的变化, 因此, RCS 测量值的大小与被测目标相对雷达的视角 (俯仰角和方位角) 密切相关。尽管在远距离上, 目标飞机在雷达上呈现为一个点目标, 但实际上飞机的姿态和结构对雷达测量的飞机 RCS 影响很大。

2 飞机 RCS 测量数据的分析

在雷达计算机中预装 RCS 的实时测量和数据处理软件, 以及作为比较标准的模型数据和类型数据 (如飞机种类、型号、特征信息库等), 通过实时测量和解算, 以及综合比较和分析, 可以判断出飞机的种类、型号和数量。

定量分析飞机的 RCS 测量数据, 无外乎算术平均值、几何平均值和中值三种常规方法。定性分析飞机的 RCS 测量数据, 需要先验的飞机特征信息, 如通过飞机的几何形状和各部分的尺寸, 可以计算出飞机的 RCS, 结合其它的飞行信息 (如飞行速度、飞行加速度、机动能力等), 通过比较和综合分析, 就可以判断出飞机的种类和型号。

对精密测量雷达来说, 飞机目标是个点目标, 即飞机没有几何形状和姿态变化的差异。然而, 飞机的几何形状和飞行姿态变化却是决定飞机 RCS 的重要因素。特别是在多机编队的密集飞行过程中, 在雷达显示器上可以看到一个比一般单目标大的复合目标。由于飞机的飞行姿态变化和相对雷达视角的变化, 整个机群构成的复合目标在雷达上表现为点目标的位置变化和回波信号的强弱变化, 且这种变化不具有持续的稳定性和连续性, 而是呈现出跳跃性的突变。

在实际战争中, 由于现代空中突防多为多机种混合大编队 (如战斗机、轰炸机、战斗轰炸机、电子干扰机、加油机、预警机等), 单机突防的可能性比较小, 因此, 通过比较法得到的目标飞机的 RCS, 实际上是飞机编队所形成的复合目标的集合 RCS, 这个 RCS 的值不仅与每个飞机的结构、姿态和相对测量雷达的角度有关, 而且与飞机之间构成的几何形状, 以及它所形成的电磁波反射或散射方式有关 (即在相对测量雷达电磁波方向上有没有相互的反射或散射遮挡)。

现代防御体系的中坚——远程预警雷达一般都具有多目标测量和跟踪能力, 但是, 雷达对多目标的识别与分辨, 局限于在不同雷达波束中出现的目标, 而对因飞机间距过小而处于同一雷达波束中的多个目标是无法分辨的^[1]。现代空中突防多为多机种混合编队, 因此, 实现单机识别和跟踪是非常困难的, 也是不现实的。所以, 必须充分调动和利用整个防御体系中各种信息源的信息, 并加以综合分析, 才能通过以点带面的方式解决目标的识别问题。

3 防御体系的生存能力决定防御质量

现代防御体系多为立体 (高、中、低空覆盖) 交叉 (远、中、近程重叠), 但决定防御质量的是雷达对飞机从探测发现目标到稳定跟踪目标的时间。从防御角度看, 希望尽可能远地探测到目标和及时地发现目标, 并尽可能早地实现对目标的稳定跟踪, 为防御决策 (方式和方法的选择) 和防御准备 (武器和装备的准备) 提供充足的时间, 从而提高整个防御体系的防御质量。在未知敌机编队的情况下, 只有通过多角度、长时间、多波段的全面测量和数据的综合分析, 才能对未知的敌情作出大致的客观确定 (如整个飞机编队的数量和各类飞机的数量), 进而判断出其任务和目的。

首先,防御体系的多角度覆盖是通过测量设备的合理布站来实现的,如地基雷达、海基雷达、空中预警机、侦察卫星、远距离预警雷达、中距离测量雷达,通过不同空域和地域的合理布站,使众多的测量设备构成一个全方位、全天候、多层次的立体防御体系。

其次,防御体系的长时间测量是通过高灵敏度的稳定跟踪测量来实现的,如在采用高灵敏度的精密测量雷达在进行实时测量的同时,将测量数据实时传送给高精度、大容量的数据分析中心,通过整个防御体系的数据综合分析,定量或定性地给出判断结论。尽管飞机 RCS 的大小决定了雷达的探测距离,但由于现代空中作战多采用电子干扰和欺骗等掩护手段,并采用超低空飞行,利用地球曲率对付地面雷达低俯仰角探测的盲区,减少被地面雷达探测和发现的机会,特别是远距离搜索探测时,由于地球曲率导致的低仰角和地杂波问题,将无法探测到超低空飞行的敌机,这将大大缩短防御体系的测量时间。采用侦察卫星或天基雷达可以弥补地基雷达的测量盲区。

第三,防御体系的多波段测量是通过不同体制的测量设备来实现的,如地基微波测量雷达、地基毫米波测量雷达、地基微波成像雷达,天基微波雷达、天基毫米波雷达、天基红外探测系统、天基卫星成像系统等,通过不同体制的测量设备,来扩大信息源和提高测量信息的可靠度。因为能够对单一测量体制设备隐身的飞机,在健全的防御体系中是没有办法达成其隐身的目的,如能对微波隐身,不一定能对毫米波隐身。

4 结束语

在现代战争中,只有积极、主动、有效地防御,才能在战争中立于不败之地,这需要一个功能完善、覆盖全面的防御体系。通过对敌机 RCS 的测量,并通过对测量信息的综合分析,可以提高整个防御体系的防御水平和质量。

参考文献:

- [1] 马 明. 雷达散射截面的计算. 飞行器测控技术, 1990, (4): 11-21.
- [2] 马 明. 炮弹雷达散射截面的测量. 兵器试验, 1992, (3): 34-40.
- [3] 马 明. 相控阵雷达在靶场测量中的应用与发展. 无线电工程, 1995, (3): 53-63.

雷达散射截面 (RCS) 分析培训课程

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立, 致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养, 是国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地。客户遍布中兴通讯、研通高频、国人通信等多家国内知名公司, 以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

雷达散射截面 (Radar Cross Section, 简称 RCS) 是雷达隐身技术中最关键的概念, 也是电磁理论研究的重要课题, 使用 HFSS 软件可以很方便的分析计算各种目标物体的 RCS。

由易迪拓培训推出的《HFSS 雷达散射截面分析培训课程套装》是从零讲起, 系统地向您讲授如何使用 HFSS 软件进行雷达散射截面分析的全过程。该套视频课程由专家讲授, 边操作边讲解, 直观易学。

HFSS 雷达散射截面分析培训课程套装



套装包含两门视频培训课程, 其中: 《两周学会 HFSS》培训课程是作为 HFSS 的入门培训课程, 帮助您在最短的时间内迅速熟悉、掌握 HFSS 的实际操作和工程应用; 《HFSS 雷达散射截面(RCS)分析》培训课程是专门讲授如何使用 HFSS 来分析计算雷达散射截面, 包括雷达散射截面、单站 RCS、双站 RCS 等的定义, 实例讲解使用 HFSS 分析单站 RCS、双站 RCS 和宽频 RCS 的相关设置和实际操作等。视频课程, 专家讲授, 从零讲起, 直观易学...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/130.html>

更多培训课程:

- **HFSS 培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/>

- **CST 培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/>

- **天线设计培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/>