

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0303-02

# 激光束干扰红外成像制导导弹的计算机仿真研究

崔 晟<sup>1</sup> 张英远<sup>1</sup> 刘劲松<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 西安电子科技大学技术物理学院, 西安 710071  
<sup>2</sup> 华中科技大学激光技术国家重点实验室, 武汉 430074)

**摘要** 研究了激光定向红外干扰系统的工作过程和原理, 对其中的重要环节: 激光大气传输、激光对成像导引头的干扰、导引头被探测激光束照射后的回波进行了理论分析和计算。最后将各部分合成一个统一的仿真系统, 以一个具有良好人机界面的仿真软件在计算机上加以实现。为激光定向红外干扰系统的大量器件指标的确定奠定了基础。

**关键词** 定向红外干扰系统, 仿真, 激光大气传输, 红外光敏器件, 猫眼

**中图分类号** TN977 **文献标识码** A

## Study on the Simulation Technology of Laser Beam's Interfering IR Imagery Missile

CUI Sheng<sup>1</sup> ZHANG Ying-yuan<sup>1</sup> LIU Jin-song<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Xidian University, Xi'an 710071  
<sup>2</sup> State Key Lab of Laser Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

**Abstract** This paper studied the working process of the DIRCM system. Theoretical analysis and computation have been made for the three important courses i. e. atmospheric transmission of laser radiation, laser interfere on IR sensors, reflectance of the IR imaging guider projected by detecting laser. Then they are programmed into several simulating modules carrying out corresponding tasks. Finally they are integrated into one friendly interface simulating system. This work is very essential for the fixing of the parameters of the DIRCM system.

**Key words** DIRCM system, simulation, atmospheric transmission of laser radiation, IR sensor, "cat eye effect"

### 1 引 言

红外成像制导导弹给重要军事目标带来的巨大威胁迫使各国不断开发出各种更为先进的对抗手段。定向红外对抗(DIRCM)技术由于其高效、灵活的优点成为各国研发的热点。这种技术将红外干扰光源发出的红外辐射能量集中到狭窄的光束中, 对准入侵红外制导导弹的导引头定向发射, 这样能量集中在导弹到达角的小立体角内, 从而更容易干扰和饱和导引头上的红外探测器和制导线路。定向红外对抗系统(CDIRCM)可以采用相干(激光)和非相干光源, 由于激光具有高亮度、定向性和相干性的特点, 因此目前大多 DIRCM 系统采用的是激光光源。如美国陆军的 ATIRCM 系统, 选用工作在  $1\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$  波段的脉冲调制的波长可调固体激光器作为干扰光源。美国空军目前正在研制更为先进的采用闭

环工作的“大型飞机红外干扰”(LAIRCM)系统。

### 2 系统结构

定向干扰系统工作过程可用图 1 表示。由此本文将系统的仿真以四个仿真模块和三个支撑数据库实现。仿真模块即: 1) 激光束的大气传输仿真模

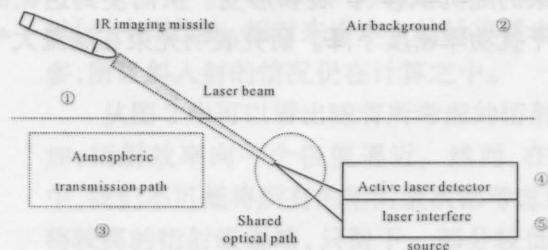


图 1 DIRCM 系统工作示意

Fig. 1 Diagram of the DIRCM system

块; 2) 导引头反射特性仿真模块; 3) 导引头光敏特性仿真模块; 4) 空中背景仿真模块。数据库即: 1) 大气气象、光学特性数据库; 2) 激光器特性参数数据库; 3) 红外光敏器件特性参数数据库。收集了二百余个大小数据表格, 近 4 万个数据。

### 3 系统集成

数据库部分建立在 Windows 2000 Server 操作平台上, 利用 MS SQL Server 系统管理, 采用 C/S 模式开发。客户端程序采用 PowerBuilder 开发。Visual C++ 在仿真编程上功能强大, 故仿真部分采用 Visual C++ 6.0 开发。为了实现系统的集成化采用了 ActiveX 控件技术。这种技术封装了被处理对象的数据结构和对数据结构的操作, 具有面向对象和模块化的特点, 并可以嵌入到其他应用程序中。所以每个仿真模块都由一个控件实现。以其内部数据结构完成对有关对象(如大气对象)的数据组织, 以其方法完成对有关对象的行为(如大气对光束的衰减等), 最后再集成到 Power Builder 开发的数据库的客户端程序中。这样数据库对于用户来说就是透明的, 用户只需在友好的人机界面中输入定制的参数, 即可得出仿真计算的结果。

### 4 激光大气传输模块

激光光束通过大气时, 由于激光辐射和大气相互作用引起激光光束自身特性的变化, 这不仅与大气通道有关, 也和激光束的能量、空间和时间的参数有关, 是一个复杂的过程。主要的效应有衰减、湍流和热晕。衰减与以下三种现象有关: 1) 大气分子的吸收(由于近地面工作只考虑  $H_2O$ ,  $CO_2$  的吸收); 2) 大气中分子、气溶胶、微粒的散射; 3) 因气象环境条件(雾、雨、雪、烟尘)的衰减。它们的计算已有详细资料<sup>[1,2]</sup>。此外还要考虑大气湍流对光束的影响。大气湍流引起的大气折射指数的随机起伏会导致光束的随机飘移、扩展和形变。从而使到达靶面上的干扰功率密度下降。研究表明光束在湍流大气

中传输到达靶面的局部时间平均光强为一个随机量并分布  $f(I)$  满足 Gamma 分布<sup>[3]</sup>, 由此就可以计算达到某一干扰阈值  $I_0$  的概率为  $P = \int_{I_0}^{\infty} f(I) dI$ 。由于干扰系统的辐射能量不高, 因此可以不考虑热晕效应。

### 5 导弹成像器件光电特性模块

成像导引头可分为扫描型和凝视型。最新的红外导弹采用凝视焦平面器件。对其的干扰是利用 CCD 器件感光单元收集电荷势阱处理电荷的能力存在最大极限值的原理。其饱和和阈值可以通过理论模型计算得到<sup>[4]</sup>。

### 6 导引头反射特性模块

许多光学系统在被一束很窄的相干激光束照射时都会产生很强的回波, 这称之为“猫眼效应”。当一束相干光以任意入射角照明“猫眼”光学系统时, 反射光都将严格沿原照明光路返回。只是振幅有所降低而已<sup>[5]</sup>。对于凝视系统如果干扰光束落入导弹视角内则将一直照射在传感器上。而对于扫描型系统, 只有在照射光束落入其瞬时视场角时才会照射在传感器上。因而要判断其扫描方式和频率。据此信息就可以调制干扰激光脉冲, 尽可能在每个周期落入导引头的瞬时视角。导引头反射特性模块对不同类型的扫描型系统进行了仿真。

### 参 考 文 献

- 1 吴晗平. 红外辐射大气透过率的工程理论计算方法的研究. 光学精密工程, 1998, 6(4):35~43
- 2 F. X. Kneizys *et al.*. Atmospheric Transmittance/Radiance: Computer Code LOTRAN 6. UAS: AD-AI37786, 1983
- 3 张逸新等. 激光大气传输束心抖动概率分布. 光学学报, 1994, 14(6):636~641
- 4 曾雄文等. CCD 的光电特性研究. 强激光与粒子束, 1999, 11(1):47~51
- 5 卿光弼等. “猫眼效应”的物理模型及证明. 激光技术, 1995, 19(4):244~247