

# 基于 HLA 的高炮连仿真技术研究

夏 鄂, 华祖耀

(国防科技大学机电工程与自动化学院, 长沙 410073)

**摘 要:** 未来战争中高炮是防空的重要武器装备, 是防空体系的重要组成部分。针对高炮武器系统的特点, 提出基于 HLA 仿真框架构建高炮连仿真系统的方法和体系结构, 介绍火控子系统的设计方法。结合已经实现的系统验证了该方案的可行性, 该成果有助于防空作战战法研究和防空体系的作战效能分析。

**关键词:** 高层体系结构; 仿真; 高炮连

## Research on Simulation Technique of Gun Unit Based on HLA

XIA E, HUA Zu-yao

(College of Mechatronics Engineering and Automation, National University of Defense Technology, Changsha 410073)

**【Abstract】** Antiaircraft artillery is the important weapon equipment in air defense and the important constitute part in air defense system. Based on the characteristics of gun unit, this paper presents a method of war gaming system for gun unit and architecture depending on High Level Architecture(HLA). It researches method of design of fire control system. A system is developed to validate the feasibility of this scheme. It can be used to study and assess the tactics of air defense, and the effectiveness of combat and operation.

**【Key words】** High Level Architecture(HLA); simulation; gun unit

### 1 概述

高层体系结构(Hight Level Architecture, HLA)是美国国防部(DoD)于 1995 年提出的一个新的仿真技术框架, 目的是解决在军事仿真应用中的互操作性和重用性问题。

HLA 的特点是通过运行支撑环境(Run Time Infrastructure, RTI)提供通用的相对独立的支撑服务程序, 将仿真应用底层和支撑环境功能分离。HLA 已正式成为 IEEE 建模与仿真标准(IEEE1516.X 系列)。基于 HLA 的分布式仿真已成为当今仿真的主流。

联邦和联邦成员是 HLA 中 2 个十分重要的概念。联邦是联邦成员相互进行交互的集合, 在仿真中为达到特定的目的而将这些联邦成员作为一个整体; 联邦成员是 HLA 中的一个成员, 即构成联邦的每一个仿真子系统。

高炮连是防空部队的重要组成部分, 是高炮的基本作战单元。高炮连一般由 3 个子系统组成, 见图 1, 其中, 雷达系统主要包括搜索雷达和跟踪雷达, 完成对目标的搜索、跟踪、识别, 能够提供多批目标多架次多方位不同临空的参数测定; 火控系统主要利用雷达及其他测量设备探测到的各种参数求解相遇方程和提前射击诸元; 火力系统高炮则主要按照火控系统输出的提前射击诸元对空中目标射击。

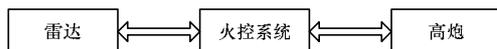


图 1 高炮连的组成

高炮连作战仿真系统采用 HLA 技术将高炮连和空袭方构成相应仿真联邦成员, 互操作的数据交换构成时空一致性的仿真联邦。高炮连仿真研究不仅有利于防空兵的战法战术的研究, 而且为防空武器的研制改进提供了依据。

### 2 需求分析和仿真系统体系结构

#### 2.1 战场环境想定和系统需求分析

某高炮连担负红方重要目标防空保卫任务, 阵地部署为圆形阵地配置, 蓝方某型号 4 架飞机双机编队向红方阵地飞来。当蓝方飞机被红方雷达等侦测设备发现, 进入高炮连火力攻击范围时, 红方指挥系统所属高炮对飞机进行集火拦阻射击。

高炮连仿真系统主要研究现代战争条件下的高炮连作战仿真, 评估作战效能。其主要功能如下:

- (1) 构造逼真的战场环境;
- (2) 实现高炮连防空作战过程仿真与演示;
- (3) 评估高炮连的作战效能;
- (4) 研究高炮连的作战模型。

#### 2.2 仿真系统体系设计

HLA 主要考虑如何设计联邦成员间的交互而达到仿真的目的, 因此, 采用 HLA 开发仿真系统首先需要确定系统的结构, 明确联邦及联邦成员的选择和定义。通过对高炮连仿真系统的逻辑分析, 从仿真系统的通用性、可扩展性和移植性考虑, 设计了基于 HLA 的高炮作战仿真系统。整个系统构成一个联邦, 由红蓝白 3 方即 3 个联邦成员组成, 各联邦成员相互影响作用, 每个联邦成员又由若干相互作用的实体构成。其中,

- (1) 红方联邦成员: 模拟高炮连以一定毁伤概率对空中目标射击。担任防空作战任务的高炮连主要由 4 个高炮实体和

**作者简介:** 夏 鄂(1977 -), 男, 工程师、硕士研究生, 主研方向: 计算机作战仿真; 华祖耀, 教授

**收稿日期:** 2008-07-30 E-mail: xe2006@21cn.com

1 个雷达实体与 1 个火控系统实体组成。

(2)蓝方联邦成员：模拟飞机以一定的速度、高度和方向进入红方高炮连防区，对红方保护目标进行攻击。空袭方由 4 架轰炸机组成。

(3)白方联邦成员：主要负责联邦的创建、运行、撤消、成员管理以及态势显示、数据采集等，由导演实体构成。

基于 HLA 的高炮连作战仿真系统逻辑结构如图 2 所示。

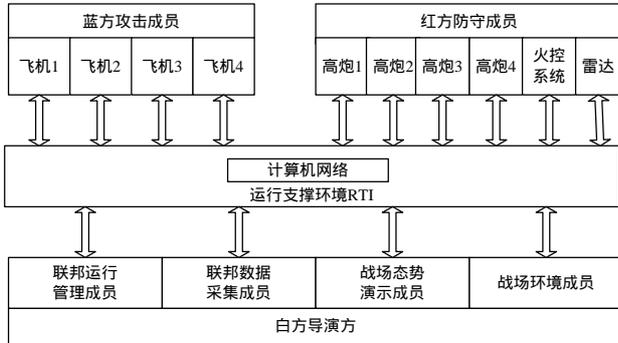


图 2 基于 HLA 的高炮连作战仿真系统逻辑结构

系统中每台计算机至少运行一个实体，所有计算机通过交互机互联。RTI 为联邦内部各个联邦成员之间的信息交互提供接口，其功能类似于分布式操作系统。

### 3 高炮连作战仿真系统设计

#### 3.1 面向对象的仿真方法

高炮作战过程由一系列离散事件和活动组成，离散事件只有在离散时刻改变状态，这种状态变化的原因是消息到达。其中，涉及拥有一定状态的对象以及利用使状态发生变化的操作消息等概念，这与面向对象技术是吻合的。此外，面向对象的方法是问题空间向解空间的直接映射，所以，高炮作战仿真系统采用面向对象的仿真方法<sup>[1]</sup>。

#### 3.2 火控系统实体仿真设计实例

火控系统根据雷达侦测传递过来的目标坐标和高炮弹道函数，在特定条件下计算高炮射击参数，显示航路和作战参数，控制高炮射击。现代战争条件下高炮只有与雷达、火控系统协同工作才能充分发挥高炮在反空袭作战中的威力，因此，火控系统在火炮连作战过程中具有重要地位。下面以火控系统为代表，按照联邦成员的开发过程对火控系统作战的全过程、涉及的事件、构件模型、工作时序输入输出信息及与其他仿真成员之间的关系进行分析<sup>[2]</sup>。

##### 3.2.1 高炮对空中目标射击的特点

高炮对空中目标射击有以下特点<sup>[1,3]</sup>：

(1)由于高炮是向目标提前点射击的，因此在炮弹发射瞬间，火控系统应向高炮提供提前点位置的射击参数，而且这个过程在射击范围内是连续的。

(2)为确定提前点位置，除要测定目标现在点位置外，还应确定在提前时间内目标的运行方式。

(3)空中目标体积小、速度快、机动性强，因此，要求火控系统反应快、计算准确。

这些特点主要是从火控系统角度提出来的，它们是火控系统必须考虑的基本问题。

图 3 为高炮对空中目标射击示意图。

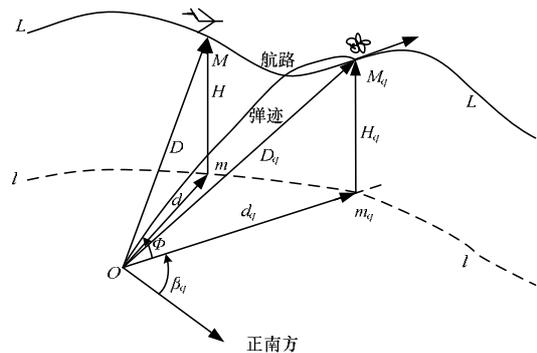


图 3 高炮对空中目标射击示意图

##### 3.2.2 火控系统的工作过程

根据高炮武器连对空中目标射击的过程，可将火控系统工作过程归纳为：在炮弹飞行时间内对雷达探测提供的目标测量参数进行分析；对目标测量参数进行平滑滤波；求解相遇问题，计算目标的运动参数和提前点坐标；根据弹道条件连续不断地把提前点坐标转换成射击诸元，控制高炮射击<sup>[4]</sup>。

##### 3.2.3 火控系统与其他系统的关系

火控系统属于红方的一个联邦成员，各个联邦成员之间通过 HLA 接口与 RTI 连接，由 RTI 实现联邦成员之间的数据交换控制。具体交换信息有：

(1)与雷达成员之间接收的信息：目标的测量参数，雷达的基本参数。发送的信息：目标的航迹分析参数。

(2)与高炮成员之间接收的信息：高炮的射表和弹道函数，高炮的部署信息，高炮的类型和弹药种类，高炮的毁伤和武器性能情况。发送的信息：高炮的射击诸元，高炮的弹道轨迹。

高炮火控系统工作流程如图 4 所示。

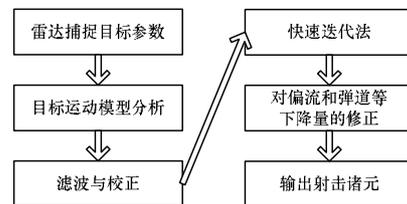


图 4 高炮火控系统工作流程

## 4 结束语

本文针对高炮连作战仿真系统的特点研究相关作战仿真模型，采用 HLA 的技术框架建立了高炮连仿真系统体系，并以火控系统为例介绍联邦成员的设计方法。目前正按照这一思路进行高炮连作战模拟系统的开发、设计和验证工作。

### 参考文献

[1] 刘海峰, 王风山, 王君. 基于面向对象的防空作战仿真[J]. 计算机仿真, 2004, 21(12): 4-7.  
 [2] 韩剑, 汪仁和. 基于 CGF/HLA 的坦克分队攻防对抗系统仿真研究[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(3): 17-19.  
 [3] 朱远昌, 赵福红. 火控系统原理与分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 1994.  
 [4] 成贵发. 高炮射击学分析[Z]. 北京: 郑州高炮学院训练部, 1987-03.