

doi: 10.7690/bgzdh.2014.05.009

## 基于 DoDAF 的舰载弹炮结合防空武器系统模型

王洪胜<sup>1</sup>, 禹大勇<sup>2</sup>, 曲延明<sup>1</sup>

(1. 海军大连舰艇学院舰船指挥系, 辽宁 大连 116018; 2. 海军大连舰艇学院研究生管理大队, 辽宁 大连 116018)

**摘要:** 针对现代海战中点防御舰空导弹和小口径舰炮难以独立完成预定作战任务的问题, 构建一种基于 DoDAF 的舰载弹炮结合防空武器系统模型。分析了舰载弹炮结合防空武器系统设计步骤, 结合军事需求、作战流程构建了部分作战模型, 并阐述了舰载弹炮结合防空武器系统在水面舰艇末端防御作战中的活动过程。目的是推动舰载弹炮结合防空武器系统顶层设计和风险控制提供技术支持。

**关键词:** 舰载弹炮结合防空武器系统; DoDAF; 系统建模

**中图分类号:** TJ762.3 **文献标志码:** A

## Shipboard Missile Gun Integrated Air-Defense Weapon System Model Based on DoDAF

Wang Hongsheng<sup>1</sup>, Yu Dayong<sup>2</sup>, Qu Yanming<sup>1</sup>

(1. Department of Surface Ship Command, Dalian Warship Academy of PLA Navy, Dalian 116018, China;

2. Administrant Brigade of Postgraduate, Dalian Warship Academy of PLA Navy, Dalian 116018, China)

**Abstract:** In current sea battle, aiming at the point-defense ship-to-air missile and small caliber shipboard artillery can't realize reserving battle task independently, establish shipboard missile-gun integrated air-defense weapon system based on DoDAF. Analyze design process of shipboard missile-gun integrated air-defense weapon system, combining with military requirement and battle flow to establish part of battle model, then describe operation process of shipboard missile-gun integrated air-defense weapon system in water surface ship terminal defense. It promotes the top layer design of shipboard missile-gun integrated air-defense weapon system and gives technology support for danger control.

**Keywords:** shipboard missile-gun integrated air-defense weapon system; DoDAF; system modeling

### 0 引言

现代海战中, 进攻方往往从空中袭击拉开进攻序幕, 水面舰艇进行防御时, 点防御舰空导弹和小口径舰炮面对多方位、大密度、多批次的饱和攻击, 难以独立完成预定的作战任务, 迫切需要二者密切结合, 发挥各自优势, 共同完成防空反导任务。舰载弹炮结合防空武器系统, 是水面舰艇将近程点防御舰空导弹和高射速、小口径舰炮有机结合在一起, 通过共用搜索、控制、指挥、通信系统(C<sup>3</sup>I 系统)而构成的用于末端防御的防空武器系统<sup>[1]</sup>。舰载弹炮结合防空武器系统综合了舰空导弹射击单发杀伤概率大、精度高、射程远和高射速小口径舰炮初速大、反应快、射速高、抗干扰能力强的优点, 拦截范围从导弹杀伤区远界一直到舰炮杀伤区近界, 能够对付低空、近距离的几乎所有目标, 因而备受各国海军关注。如美国的拉姆与密集阵综合防御系统、俄罗斯的栗树弹炮结合防空系统。可以预见, 舰载弹炮结合防空武器系统在未来相当长的时间内具有广阔的发展前景。

为提高水面舰艇的末端防御能力, 一方面要从

人员着手, 提高舰员的武器操作水平和战斗素质, 另一方面, 针对反舰导弹、航空炸弹等武器日新月异的发展, 需要不断优化舰载弹炮结合防空武器系统的设计结构。需求分析是优化系统结构设计的首要前提, 舰载弹炮结合防空武器系统的需求分析主要是对系统适应未来防空作战的军事需求所应具备的能力而展开, 需求分析结果可为后续武器系统的分析、设计、开发及维护提供技术支撑。由于需求分析缺乏一致的需求描述规范, 在开发中存在不准确、不清晰、规范性差等问题<sup>[2]</sup>, 难以使用户和工程技术人员快速、有效达成共识。美国国防部体系结构框架(DoDAF)属于开发体系结构的一种基本框架, 实用性强, 目前已经成为美军集成与开发系统的主要标准, 国内基于 DoDAF 理论进行产品设计、模型构建也进行了卓有成效的研究, 笔者基于 DoDAF 体系结构开发理论, 探讨了基于 DoDAF 的舰载弹炮结合防空武器系统模型构建方法, 从本质上阐述了舰载弹炮结合防空武器系统在水面舰艇末端防御作战中的活动过程, 可对舰载弹炮结合防空武器系统顶层设计和风险控制进行有效的推动。

收稿日期: 2013-12-22; 修回日期: 2014-01-30

作者简介: 王洪胜(1981—), 男, 河北人, 硕士, 助教, 从事水面舰艇战术与运筹分析研究。

## 1 基于 DoDAF 的建模方法

### 1.1 DoDAF 建模思想

基于 DoDAF 建模的基本思路是首先将整个作战防御系统模型的构建划分为若干阶段，按照作战阶段每一阶段为别侧重解决不同的建模问题，通过此种方法实现逐步推进系统模型的构建，减少系统模型设计的困难度，清晰梳理每一阶段的实施重点，使整个建模过程更加开放，更容易被各级模型设计

人员所理解；每个作战阶段都明确设定了结束的要求，问题一旦发现，立即在此阶段进行解决，而不是所有设计完成后最后进行一次仿真验证<sup>[3]</sup>，最大限度地提高了设计效率。

### 1.2 作战视图产品

舰载弹炮结合防空武器系统设计的任务是描述系统支持的作战概念，包括完成作战任务的活动、人员之间的信息交换、作战要素以及信息种类，主要作战视图产品如表 1。

表 1 DoDAF 产品

产品编号	产品	含义	表述工具
OV-1	高层作战概念模型	描述作战概念	概念图
OV-2	作战节点连接能力描述	描述作战节点的连接性	类图
OV-3	作战信息交换矩阵	描述节点间交换的信息和信息交换的有关属性	类图
OV-4	组织关系图	描述体系结构所支撑的作战概念的关键组织问题	类图
OV-5	作战活动模型	运用活动的层次结构用图框描述能力、作战活动、活动之间的关系、输入和输出	活动图
OV-6b	作战状态转换	描述响应事件的业务过程	状态图
OV-6c	作战事件/跟踪描述	映射作战想定或事件序列中的行动	顺序图

### 1.3 模型设计步骤

笔者依据舰载弹炮结合防空武器系统作战需求，并结合 DoDAF 开发模型规律，制定作战视图产品开发步骤为：

1) 考虑水面舰艇末端防御的作战使命，分析舰载弹炮结合防空武器系统的作战概念与功能需求，以图、表的形式进行作战使命描述，得到 OV-1；

2) 细化舰载弹炮结合防空武器系统的功能，建立系统组织，结合部队实际情况，建立组织关系图，阐明上下级关系，得到 OV-4；

3) 根据舰载弹炮结合防空武器系统作战过程、作战活动、作战流程，构建 OV-5；

4) 依据 OV-5 各个作战事件发生的顺序，构建 OV-6c；

5) 在完成 OV-6c 基础上，依据各个作战节点作战状态变化情况，构建 OV-6b；

6) 依据末端防御作战过程中各个作战节点之间的连接关系，构建 OV-2；

7) 根据 OV-2 各个作战节点之间的信息传递、交互关系，完成 OV-3 的构建。

具体设计步骤如图 1 所示。

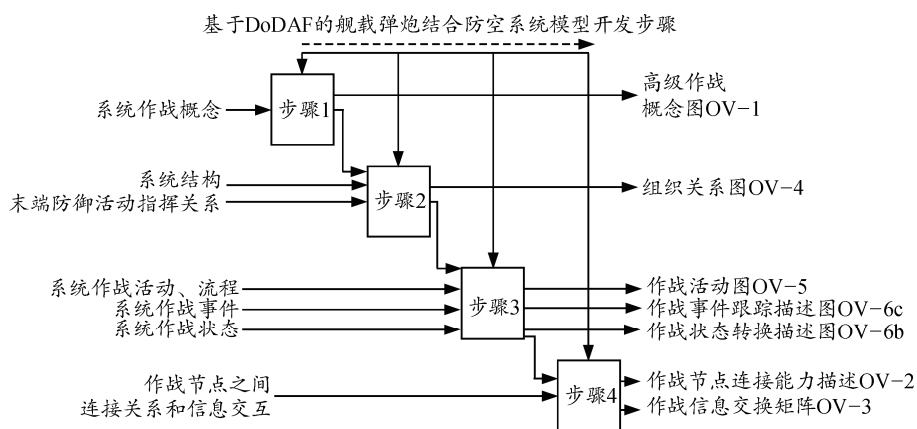


图 1 舰载弹炮结合防空武器系统模型设计流程

## 2 舰载弹炮结合防空武器系统模型设计

舰载弹炮结合防空武器在舰艇防御作战中的作战流程是：预警机、本舰搜索雷达或其他探测设备发现目标后，本舰指控系统对目标进行识别、威胁

判断，随后启动跟踪雷达对目标进行跟踪，跟踪雷达一旦获取稳定数据后，将获取的目标参数、目标特性传输给火控设备，火控设备控制舰空导弹或高射速舰炮对目标进行拦截。目标首先进入舰空导弹的拦截区域远界，由导弹对其实施拦截，拦截后如

果未命中目标且目标，仍在舰空导弹拦截区域时，导弹则对其二次拦截，反之，进入舰炮的火力范围时，由高射速、小口径舰炮对其进行第二次拦截。当目标远离时，条件允许可使用舰空导弹分系统继续进行尾追拦截<sup>[4]</sup>。

### 2.1 高级作战概念图 (OV-1)

OV-1 描述需要完成的作战使命、作战方式、作战对象、作战地域和作战活动等，给出了主要的作战节点，描述各节点作战能力，目标体系结构与环境间关系以及体系结构与外部系统间的关系<sup>[5]</sup>。在本例中，OV-1 是对舰载弹炮结合防空武器系统在防空作战中的一种高层次的图形描述。它宏观地描述了弹炮结合武器系统在防空作战中的作战过程，便于各层次设计者之间的交流。根据上述舰载弹炮结合防空武器作战流程描述，形成其高层作战概念图 OV-1，如图 2 所示。

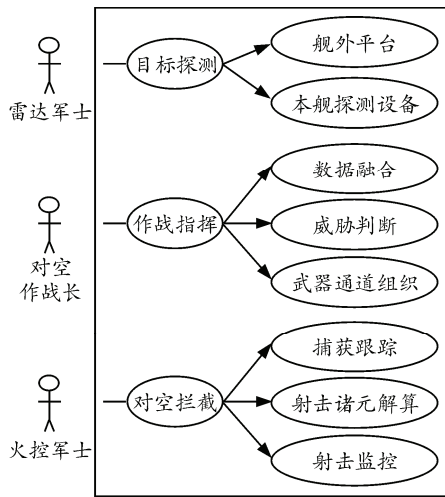


图 2 高级作战概念图 OV-1

### 2.2 组织关系图 (OV-4)

组织关系图描述了舰载弹炮结合武器系统作战过程中的各种作战组织之间的关系，以关系图的形式描述各组织之间的指挥结构，阐明了指挥体系结构内的组织和子组织、内部组织和外部组织的各种关系<sup>[6]</sup>。以舰载弹炮结合防空武器系统对空防御作战为例，主要有舰长指挥和舰长授权对空作战长指挥 2 种形式。舰长是本舰整个对空防御作战活动的最高组织者，舰外预警平台受编队指挥员指挥，本舰可以接受舰外预警平台提供的信息。舰载弹炮结合防空武器系统在防空作战中的组织关系如图 3 所示，该图的设计是一个迭代的过程，可以在设计过程中进行调整。

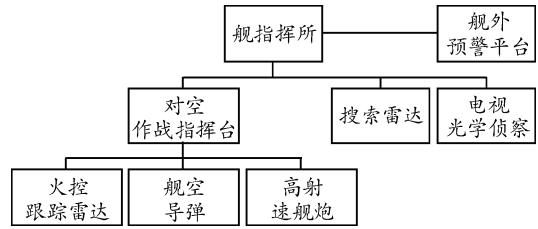


图 3 组织关系图 OV-4

### 2.3 作战活动模型 (OV-5)

作战活动模型研究舰艇完成对空末端防御作战时，作战要素和作战活动之间的关系。它主要描述能力、作战活动之间输入信息流以及输出信息流，并将描述信息流的去向、作战活动的顺序和相互关系<sup>[5]</sup>。由舰载弹炮结合防空武器系统对空作战流程可知，其对空作战主要活动为侦察预警、作战指挥、拦截作战 3 大活动，3 大活动又可划分为舰外平台预警、搜索雷达对空搜索、态势感知、威胁评估、拦截任务规划、作战任务分配、武器控制、效果评估、舰空导弹拦截、高射速舰炮拦截 10 大二级子活动，由此建立如图 4 所示的作战活动模型。

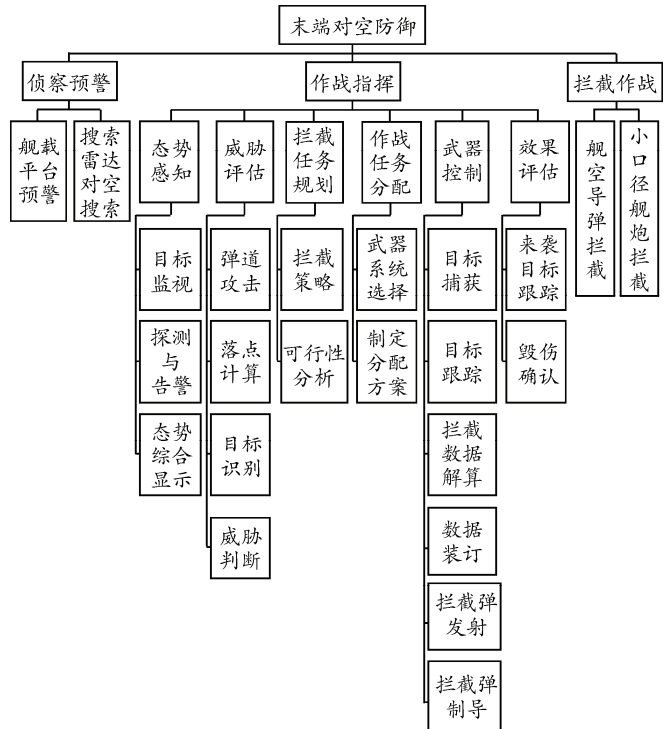


图 4 作战活动模型 OV-5

### 2.4 作战事件跟踪描述图 (OV-6c)

作战事件跟踪描述图定义了作战事件的跟踪描述，描述各主要作战节点在整个作战过程中信息动态的时序逻辑。在本例中，OV-6c 定义了舰载弹炮结合防空武器系统对空防御作战中各个作战节点间的信息交换活动的任务时间序列，如图 5 所示。

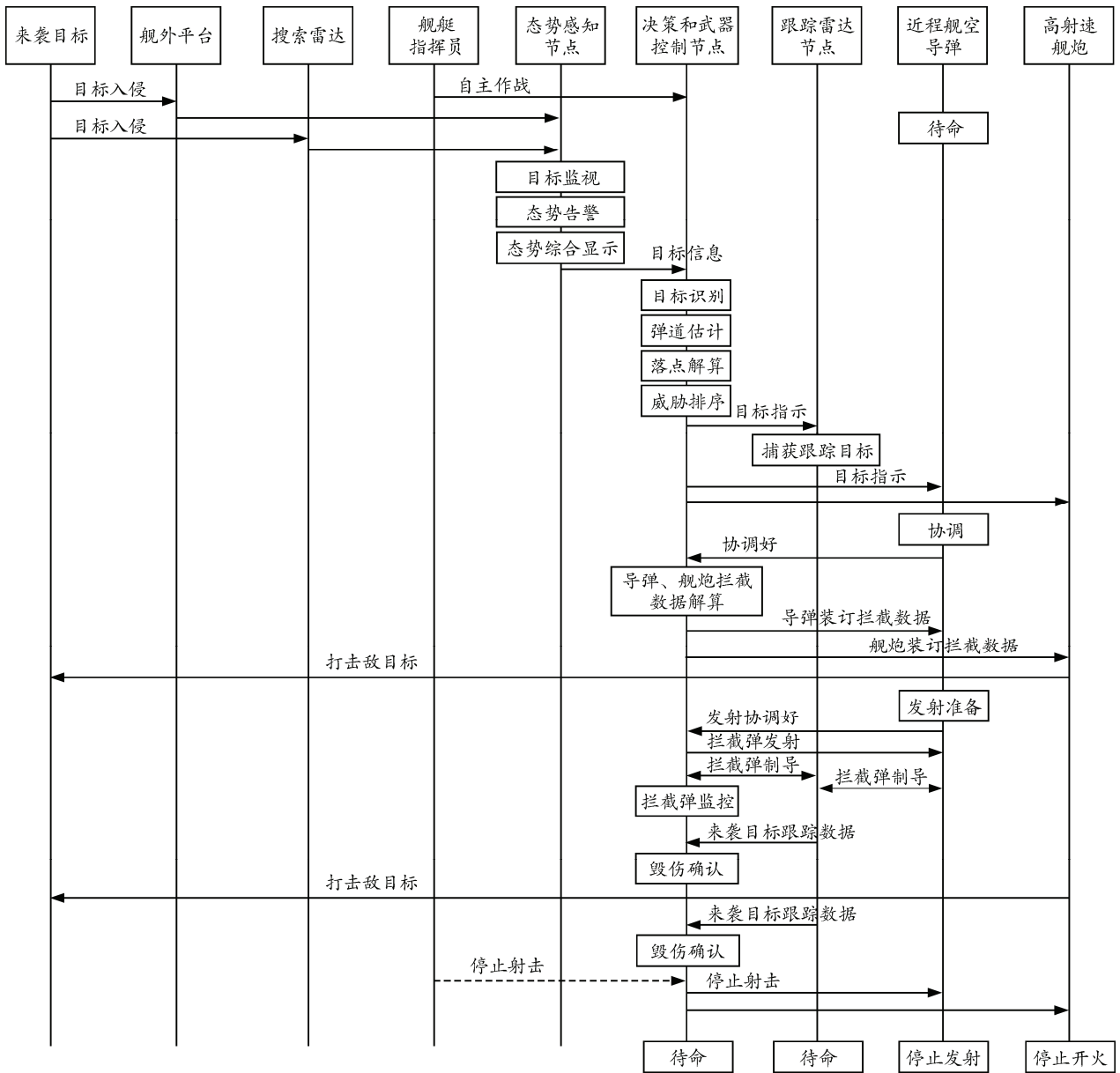


图 5 作战事件跟踪描述 OV-6c

2.5 作战状态转换描述 (OV-6b)

作战状态转换描述主要是通过图形的方法描述作战节点相应各种事件时的状态变化，可把末端防御时的主要作战活动的顺序清晰的描述出来，如图 6 所示。

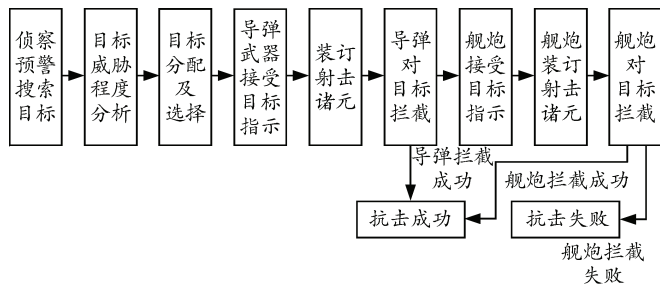


图 6 作战状态转换模型 OV-6b

2.6 作战节点连接描述 (OV-2)

作战节点连接描述是以图形的方式描述舰艇末端防御作战时的作战节点、作战节点间的需求线的一个产品，清晰地表述各个重要作战节点到其他节点之间需要交换的信息<sup>[6]</sup>，如图 7 所示。

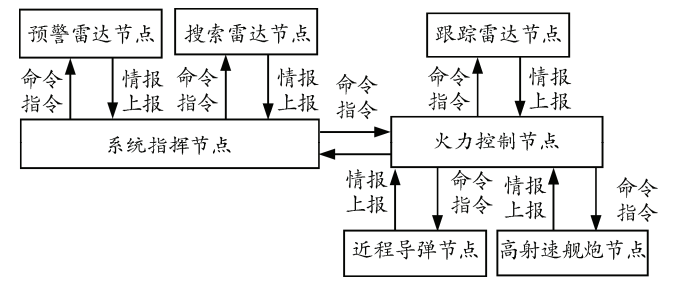


图 7 作战状态转换模型 OV-6b