

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.03.007

基于 DoDAF 的防空兵指挥信息系统作战体系结构

张少兵¹, 郭忠伟², 钱晓进², 王建华³(1. 解放军炮兵学院 5 系 43 队, 合肥 230031; 2. 解放军炮兵学院 2 系, 合肥 230031;
3. 73135 部队, 福建 漳州 363111)

摘要: 针对近年来指挥信息系统领域中的研究热点, 提出一种防空兵指挥信息系统作战体系结构设计方法。在深入分析 DoDAF 的基础上, 给出基于 DoDAF 的防空兵指挥信息系统作战体系结构设计的步骤, 并结合具体的活动建立了部分作战体系结构模型, 从不同侧面描述节点及节点间的信息关系。结果表明, 该模型能直观易懂、便于理解, 对加强指挥信息系统顶层设计有着重要作用。

关键词: DoDAF; 指挥信息系统; 作战体系结构

中图分类号: C931.6 **文献标志码:** A

Operational Architecture of Air Defense Force Information System Based on DoDAF

Zhang Shaobing¹, Guo Zhongwei², Qian Xiaojin², Wang Jianhua³(1. No. 43 Team, No. 5 Department, Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China;
2. No. 2 Department, Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China;
3. No. 73135 Unit of PLA, Zhangzhou 363111, China)

Abstract: Aiming at the study focus of command information system of current years, put forward an operational architecture design method of air defense force information system. Based on deeply analyze DoDAF, give the steps of operational architecture design of air defense force information system. Integrate specific activities, establish the operational architecture models, and describe the points and information relation of points from different aspects. Results show that the model is simple and easy to understanding, it is very important for improving the top-layer design of command information system.

Keywords: DoDAF; command information system; operational architecture

0 前言

指挥信息系统体系结构是近年来指挥信息系统领域中的一个研究热点。随着世界各国军队信息化建设转型步伐逐渐加快, 指挥信息系统的体系结构设计研究也越来越紧迫。经过十几年的发展, 美军 DoDAF 日趋成熟, 代表了体系结构框架发展方向。笔者借鉴美军 DoDAF, 深化体系结构设计的实用化研究, 加强指挥信息系统作战体系结构的设计, 以改善军事需求描述不明、强化对作战活动过程的本质刻画, 推动指挥信息系统顶层设计。

1 体系结构框架

美国的体系结构框架始于 1996 年 6 月 7 日美军 C⁴ISR 一体化任务委员会 (Integrated Task Force) 公布的战场综合电子信息系统 C⁴ISR 的体系结构框架 1.0 版。在此基础上, 美军于 1997 年 12 月公布了体系结构框架的 2.0 版本。2000 年 3 月, 美军将 C⁴ISR 体系结构框架的适用范围扩大到整个国防部 (DoD) 领域, 成为事实上的 DoD 体系结构框架。2003 年 1 月, 美国推出了新版本的国防部体系结构框架 DoDAF1.0 版。2005 年 5 月, 国防部召集相关

人员组成了《国防部体系结构框架》工作组对《国防部体系结构框架》修改事宜, 并于 2007 年 4 月发布了 DoDAF1.5 版, 要求所有军用信息系统的体系结构必须遵守 DoDAF。DoDAF1.5 版不仅践行了国防部提出的按网络中心战开发体系结构的需求, 还保持了与 1.0 版的兼容。DoDAF1.5 版共分为 3 卷, 包括体系结构框架概念、体系结构描述的开发和体系结构数据的管理。其内容在集成以前各版本优点的基础上, 对体系结构框架中的一些理论和指导方针的阐述更加系统、完整、充实, 标志着美军 C⁴ISR 体系结构框架的成熟。美军又于 2009 年起草完成了 DoDAF2.0 版, 逐步实现真正支持网络化作战能力开发的规范, 代表了体系结构研究的最新成果。从 1996 年的 C⁴ISR 系统体系结构框架 1.0 版到 2009 年的 DoDAF2.0 版, 在 14 年里共执行了 5 个版本, 并将继续修改完善。体系结构框架的研究与开发为目前 C⁴ISR 系统的综合集成铺平了技术道路, 也为其获得信息优势和决策优势奠定了坚实基础, 并使得美军 C⁴ISR 体系结构的开发更加制度化、标准化。

DOD 定义了一组相关的体系结构: 作战体系结构(OA)、系统体系结构(SA)和技术体系结构(TA),

收稿日期: 2010-11-29; 修回日期: 2010-12-29

作者简介: 张少兵 (1984—), 男, 河南人, 硕士研究生, 从事指挥信息系统研究。

用这3个不同的侧面来描述 C⁴ISR 体系结构。作战体系结构是对作战任务和行动, 作战要素以及完成或支援军事作战的要求的信息流的一种描述。它包括作战要素、赋予的任务和行动以及支援作战人员所需信息流的描述。它规定信息交换的类型、交换频度、信息交换支援何种任务和行动以及详细地足以与特殊互操作要求相适应的信息交换特征。

2 作战体系结构设计

2.1 作战体系结构产品

DoDAF 主要由全视图、作战视图、系统视图和技术标准视图组成。其中, 作战视图描述为完成国家使命所要求的任务及活动、作战要素和信息交换的一组图形及文字产品。作战体系结构设计是为了确定作战使命、作战行动和作战要素完成作战要求的信息流, 表述 C⁴ISR 系统支持的作战职能和逻辑要求, 包括作战要素、完成作战任务的活动、人员组织之间的相关信息交换, 定义交互信息的类型、频度、支持的作战任务和活动及信息交换特征, 揭示作战能力和互操作性方面的需求。产品包括: 高级作战概念图(OV-1)、作战节点连接描述(OV-2)、作战信息交换矩阵(OV-3)、组织关系描述(OV-4)、作战活动描述(OV-5)、作战规则描述(OV-6a)、作战状态转换描述(OV-6b)、作战事件跟踪描述(OV-6c)和逻辑数据描述(OV-7)等。

2.2 作战体系结构设计步骤

作战体系结构的设计有其内在的联系和开发顺序, 其开发顺序为:

- 1) 明确作战任务、作战节点和指挥关系, 即 OV-1 和 OV-4。OV-1 包括作战任务、作战节点等作战概念的概要图形描述; OV-4 描述系统以及系统作战节点间的隶属关系、指挥层次。
- 2) 描述作战过程, 即 OV-5 和 OV-6b。OV-5 是依据作战阶段和节点功能描述作战活动的顺序和相互关系; OV-6b 描述作战节点的内部状态转换关系。
- 3) 描述作战事件和规则, 即 OV-6a 和 OV-6c。OV-6a 是各作战节点在整个作战过程中的作战规则描述; OV-6c 描述各作战节点间的动态交互关系和行为逻辑。
- 4) 描述作战节点的信息交互和连接关系, 即 OV-2 和 OV-3。OV-2、OV-3 重点反映了作战体系结构指挥控制流和信息流的关系。OV-2 以图形化的方式表达节点信息交互关系, OV-3 以矩阵形式表达。
- 5) 描述节点间的具体数据内容和特征, 即 OV-7, 如图 1。

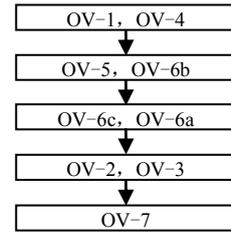


图 1 作战体系结构设计流程图

OV-1、OV-2、OV-3、OV-4 和 OV-7 描述系统的静态模型和连接关系, 其中, OV-3 和 OV-7 是对 OV-2 的进一步描述, 细化了作战节点间的连接关系和交互数据; OV-5、OV-6a、OV-6b 和 OV-6c 描述系统的行为模型和动态交互, 进而根据内部逻辑关系逐步建立完善的作战体系结构模型。

3 防空兵指挥信息系统作战体系结构设计

防空兵群指挥信息系统在作战中描述为: 敌方飞机入侵时, 近方观察哨及时向指挥所传送目标信息, 指挥所根据传回的目标信息, 进行威胁度判断和目标分配, 分析判断攻击方式, 确定选用导弹或者高炮攻击, 而后向攻击部队下达作战口令。观察哨对炸点进行观察并上报误差, 确定是否重新打击。

3.1 高级作战概念图

OV-1 描述需要完成的使命、作战方式、作战地域、作战对象和作战活动等, 给出了重要的作战节点, 描述重要的或独特的作战能力, 并描述目标体系结构与环境之间的关系和体系结构与外部系统之间的关系。以形式化的方式描述交战双方作战情况, 便于决策者的交流。根据背景描述, 以射击指挥为例, 确定的主要交战对象有指挥所、观察哨、导弹营、高炮营、通信车、测地气象分队和敌方飞机, 如图 2。

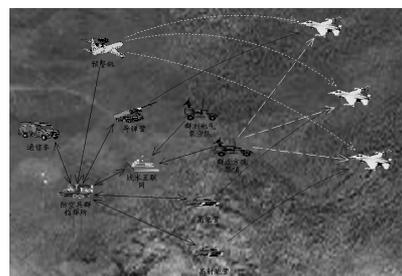


图 2 高级作战概念图 OV-1

3.2 作战节点连接描述

作战节点连接描述是用图形描述作战节点和这些作战节点间的需求线的一个产品。需求线说明需要交换的信息。作战节点连接图包括作战节点、连通性和节点间信息交换需求线, 包括这个体系结构内部的作战节点, 也包含外部节点, 包括人员、指挥机构和

作战装备，目的是描绘在体系结构中发挥重要作用的特定作战节点到其它节点间需要交换的信息。以射击指挥为例，主要包括指挥所、预警飞机节点、通信节点、近方观察哨节点、导弹节点和高炮节点，各节点还可以细分为若干子节点，如图 3。

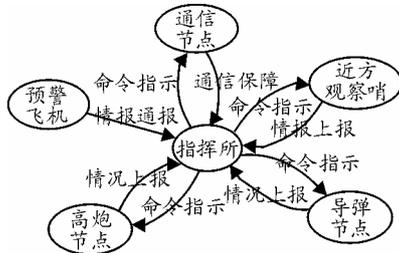


图 3 射击指挥节点连接描述 OV-2

3.3 作战信息交换矩阵

作战信息交换矩阵标识了信息交换的信息要素

表 1 射击指挥信息交换矩阵 OV-3

标识	节点连接关系	起始节点名称	终止节点名称	完成的信息交换
NL01	命令指示	指挥所	通信节点	通信保障需求；通信保障任务等
NL02	情况上报	通信节点	指挥所	通信保障需求；通信保障实力；通信保障计划等
NL03	命令指示	指挥所	近方观察哨	侦察保障需求；侦察保障任务等
NL04	情况上报	近方观察哨	指挥所	侦察保障需求；侦察保障实力；侦察保障计划等
NL05	命令指示	指挥所	导弹节点	射击需求；射击实力
NL06	情况上报	导弹节点	指挥所	射击计划；射击需求；射击实力等
NL07	命令指示	指挥所	高炮节点	射击需求；射击实力
NL08	情况上报	高炮节点	指挥所	射击计划；射击需求；射击实力等
NL09	情况通报	预警飞机	指挥所	目标信息



图 4 指挥所射击指挥组织关系图 OV-4

3.5 作战活动模型

作战活动模型研究在完成一项作战任务过程

及其相关属性，并将信息交换与产生、消耗信息的作战节点和作战活动以及信息交换满足的需求线关联起来。以射击指挥为例，图 3 确定了指挥所、预警飞机节点、通信节点、近方观察哨节点、导弹节点和高炮节点，即可确定出射击指挥节点间的信息交互矩阵，如表 1。

3.4 组织关系图

组织关系图描述了作战过程中的各种作战组织或作战资源之间的关系，以关系图的形式描述了各组织和成员之间的指挥结构或关系，阐明了存在于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。以射击指挥为例，主要有指挥所、通信车、导弹营、高炮营和预警飞机。而各组织又可以进行细分，如图 4。

中，作战要素、信息和作战活动之间的关系。它描述能力、作战活动（任务）、作战活动之间输入和输出的信息流，并将描述信息流的来源和去向、作战活动的顺序和相互关系。以目标搜索射击为例，在确定各节点及相应活动后，得出信息来源及去向，如图 5。

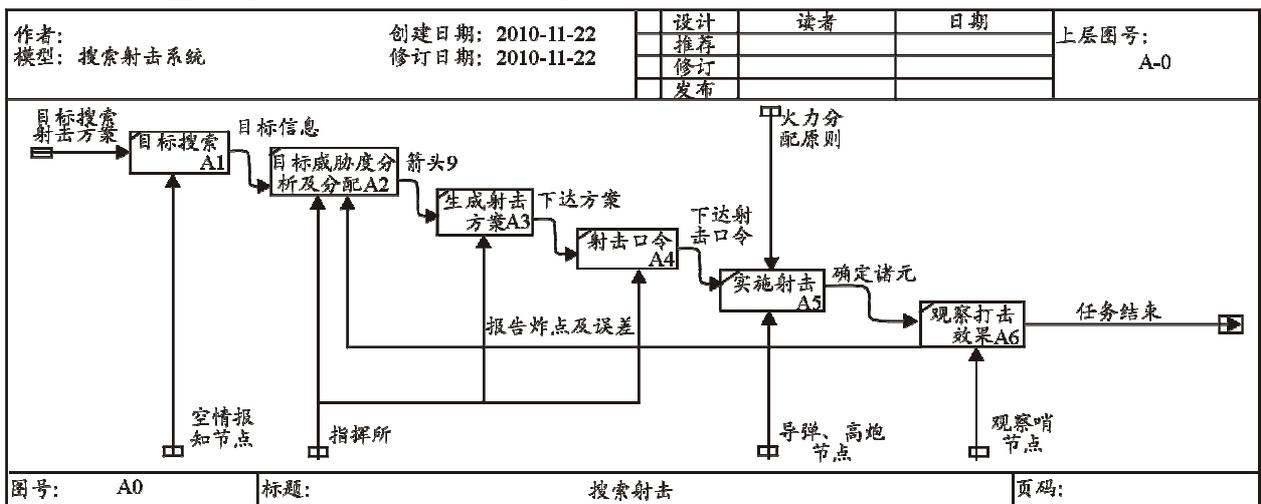


图 5 目标搜索射击活动模型 OV-5

3.6 作战状态转换描述

作战状态转变描述是用图形的方法描述作战

节点或活动如何响应状态变化的各种不同的事件，可把作战活动的顺序清楚地描述出来。以目标搜索射击为例，开展的相关活动，如图 6。（下转第 35 页）

参考文献:

[1] 张广军. 机器视觉[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
 [2] 罗伊特 F. 画法几何学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1991.
 [3] 马颂德, 张正友. 计算机视觉[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
 [4] 席少霖, 赵风治. 最优化方法[M]. 上海: 上海科技出

版社, 1983.

[5] 张广军, 周富强. 基于标准长度的立体视觉传感器结构参数标定方法[C]. 2001 年航空工业测控技术学术交流会: 中国航空学会, 2001: 259-263.
 [6] 赵录刚, 吴成柯. 一种基于圆环点的相机定标方法[J]. 西安电子科技大学学报: 自然科学版, 2007(3): 363-367.

(上接第 20 页)



图 6 目标搜索射击状态转变描述 OV-6b

3.7 作战规则描述

作战规则描述 OV-6a 是指导作战人员完成作战活动的过渡。以目标搜索为例, 在对目标进行搜索的基础上, 确定目标距离, 然后结合目标距离与武器装备的最佳攻击距离确定攻击方式, 选择作战方案。

3.8 作战事件跟踪描述

作战事件踪迹描述定义作战事件的踪迹描述, 描述各作战节点在整个作战过程中信息动态交互的时序逻辑, 提供作战节点之间的信息交换的时间顺序的检查。以目标搜索射击为例, 在确定作战节点和信息流向的基础上, 得出目标搜索射击跟踪描述, 如图 7。

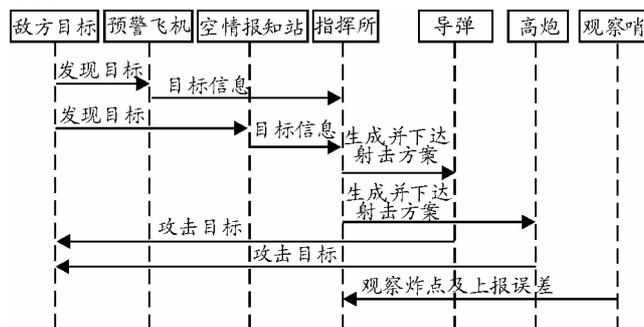


图 7 目标搜索射击踪迹描述 OV-6c

3.9 逻辑数据模型

逻辑数据模型描述体系结构作战视图的数据要求, 该产品提供体系结构数据的定义它们的属性或特征以及它们的内部关系, 包括系统数据类型、属性、数据之间的关系以及系统内信息产品的定义。以指挥所射击指挥为例, 确定的组织包括指挥所、人员、导弹、高炮和观察哨, 如图 8。

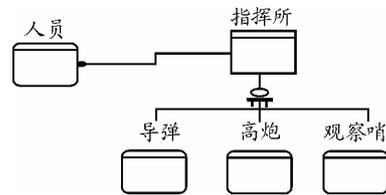


图 8 指挥所逻辑数据模型 OV-7

3.10 作战体系结构模型验证

根据逻辑⁴ISR系统体系结构描述过程中形成的活动模型、数据模型, 生成体系结构的可执行模型, 然后将可执行模型的仿真运行结果与动态模型进行比较, 来对⁴ISR系统体系结构描述进行逻辑和行为验证。笔者采用 Petri 网方式对防空兵指挥信息系统体系结构进行驱动, 验证其动态行为逻辑。验证表明, 该逻辑与预期一致, 符合系统需求和设计要求。

4 结束语

结果表明, 建立的模型直观易懂、便于理解, 对加强指挥信息系统顶层设计有着重要的作用。

参考文献:

[1] 罗雪山, 罗爱民, 张耀鸿. 军事信息系统体系结构技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010.
 [2] 李学超, 张金成, 陈欢欢, 等. 基于 DoDAF 的多层弹道导弹防御系统模型研究[J]. 指挥控制与仿真, 2010, 32(5): 45-48.
 [3] 左毅. 美国国防部体系结构框架[M]. 北京: 中国电子科技集团公司电子科学研究院编译, 2008.
 [4] 费爱国, 王新群, 王晓辉. ⁴ISR 系统开发设计与实现[M]. 北京: 军事科学出版社, 2005.
 [5] 李玲玮, 刘俊先, 曾熠, 等. 基于作战视图的⁴ISR系统作战使用需求开发方法研究[J]. 中国电子科学研究院学报, 2006(3): 223-227.