

doi: 10.7690/bgzdh.2026.05.003

基于 DoDAF 的机载任务系统试飞测评体系结构研究

张 路, 白 亮

(中国电子科技集团公司第二十七研究所, 郑州 450047)

摘要: 为了更好地梳理和解决试验过程中出现的问题, 建立基于 DoDAF 机载任务系统试飞测评体系结构模型, 对机载任务系统试飞测评体系结构进行分析研究, 按照“需求驱动、体系结构主导”的原则, 描述面向外场试飞试验的机载任务系统试飞测评系统组成和活动过程, 明确试飞测评需求、活动、角色和信息流等要素之间的相互关系, 对机载任务系统试飞测评顶层框架进行研究。结果表明, 该研究在试飞测评工作的设计和实施方面具有一定的参考价值。

关键词: DoDAF; 试飞测评; 体系结构; 机载任务系统

中图分类号: V271.4+7; E919 **文献标志码:** A

Research on Airborne Mission System Flight Test and Evaluation Architecture Based on DoDAF

Zhang Lu, Bai Liang

(The 27th Research Institute, China Electronics Technology Group Corporation, Zhengzhou 450047, China)

Abstract: In order to better sort out and solve the problems in the test process, the DoDAF-based flight test evaluation architecture model of airborne mission system is established, and the flight test evaluation architecture of airborne mission system is analyzed and studied. This paper describes the composition and activity process of the flight test evaluation system of airborne mission system for field flight test, clarifies the relationship among the elements of flight test evaluation requirements, activities, roles and information flow, and studies the top-level framework of flight test evaluation of airborne mission system. The results show that the study has a certain reference value in the design and implementation of flight test evaluation.

Keywords: DoDAF; flight test evaluation; architecture; airborne mission system

0 引言

预警机作为空中预警与指挥控制飞机, 具有较强的目标探测、数据传输、指挥控制等能力, 其任务系统是典型的 C⁴ISR 系统, 组成结构复杂^[1-2]。在预警机机载任务系统研制过程中, 试验试飞是必不可少关键环节, 面临着电磁环境复杂、气象环境复杂、地理环境复杂、陪试/参试资源多样、测试参数类型繁多及海量测试数据等问题。为了更好地梳理和解决试验过程中所出现的问题, 从顶层设计角度对机载任务系统试验试飞体系进行研究和

分析。体系结构是针对复杂系统的一种抽象表达, 通过在高层次上定义系统的结构组成及交互关系, 将系统部件的某些细节信息隐藏, 提供一种表征复杂系统的方式, 通过这种分层次的设计, 系统的表述变得简单化, 信息具有很强的传递能力^[3]。从体系

结构在各类工程实践中的应用可以看出其系统生命周期中的重要作用, 是大型复杂系统建设中的必要一环。美军在信息系统体系结构的建设中取得了多项研究成果, DoDAF 是最为普及的一种体系结构框架, 为体系结构框架发展指明了方向^[4-5]。目前, 国内系统体系结构研究与设计还处在起步阶段, 并初步应用于武器装备作战任务、装备体系需求分析、装备效能分析等方面^[6-10], 但装备测试评估方面涉及较少。

笔者基于 DoDAF 体系结构框架, 对预警机机载任务系统试验试飞体系结构进行分析, 以测试数据需求分析、兵力与保障装备需求分析、测试与评估设备需求分析、飞行需求分析为导向, 定义被测系统与配试目标之间、被测系统与测试设备之间、配试目标与测试设备之间、参与人员与组织之间的接口、通信、指挥隶属及信息交互关系, 确定各节点之间的关系、数据流向及协同关系准则, 对机载

收稿日期: 2024-12-02; 修回日期: 2025-01-02

第一作者: 张 路(1992—), 女, 河南人, 硕士。

任务系统试验试飞体系进行建模分析。

1 DoDAF 体系结构设计方法

DoDAF 这一开发规范是美军为统一其军事信息系统体系结构开发而生成的，起初的名称是 C⁴ISR 体系结构框架，后经过持续改进升级，形成了涵盖国防部所有领域的一系列 DoDAF 1.0、1.5、2.0 版本^[1]。其 1.5 版本规定了 AV、OV、SV 和 TV 共 4 类视图 29 个产品，从作战、系统和技术 3 方面，运用统一格式的文本和图形在军事信息系统的作战需求、系统总体方案和所使用的技术标准方面进行整体描述，其组成关系如图 1 所示。其 2.0 版本则升级为 8 类视图，包含：AV、CV、DIV、OV、PV、SvcV、StdV、SV，其组成关系如图 2 所示。

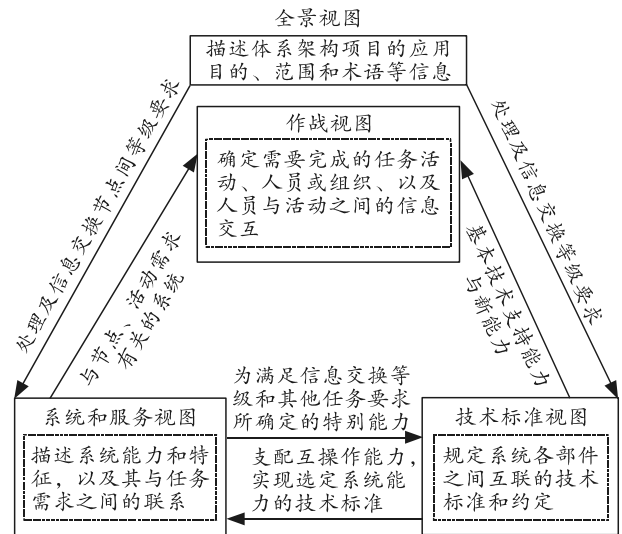


图 1 DoDAF1.5 视图关系

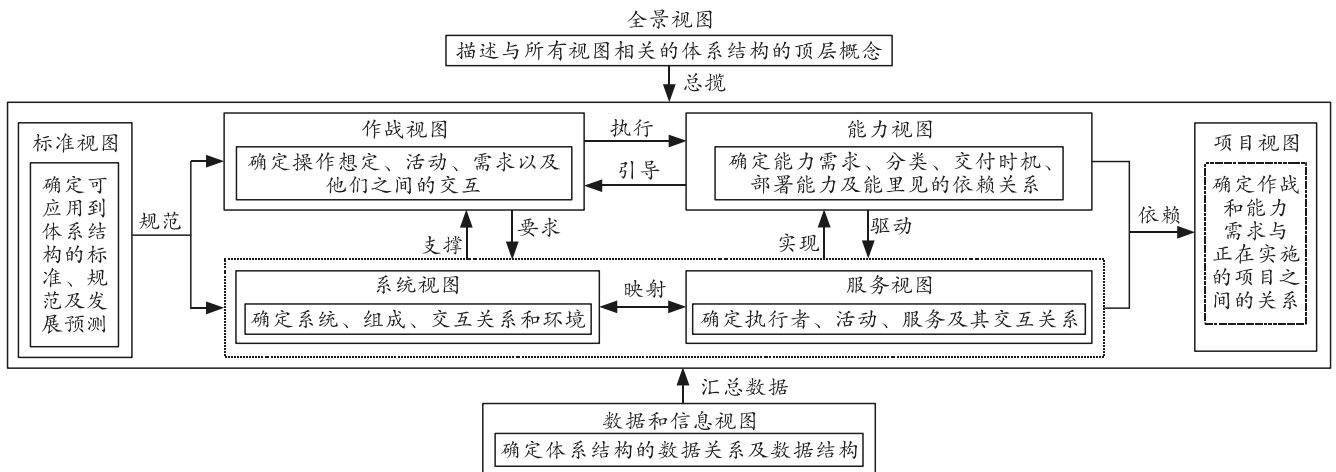


图 2 DoDAF2.0 视图关系

DoDAF 为体系结构的描述提供了一种开发和表达的基本框架，规定了统一的标准，约定在组织机构的流转过程中基本定义必须是统一的，以保证体系结构的描述和表达是可以相互理解、便于比较的，且使任务活动执行过程更便于进行集成建模^[12]。

2 机载任务系统试飞测评任务描述

预警机机载任务系统由预警雷达、敌我识别/二次雷达、电子侦察、通信、导航、指挥控制、综合显示等分系统组成，系统组成及交联关系复杂，系统功能及战技术指标繁多，系统作战使命完成受载机平台、外部环境等因素影响较大，必须经过性能试验、作战试验和在役考核等试验测评阶段，对系统战术技术指标和使用要求的达标度进行充分验证，突出复杂目标环境、复杂电磁环境、复杂气象环境、复杂自然环境等条件下的能力测试，充分检验系统性能指标及其边界条件，重点考核系统作战

效能、作战适用性以及体系适用性。

按照技术流程，机载任务系统试飞测评任务包括以下 3 个主要环节：

- 1) 试飞测评设计：依据系统技术状态要求、试飞总体设计要求，构建测评任务体系，设计试验测评方法；
- 2) 构建试飞测评环境：依据试验试飞大纲要求构建测试与评估系统，完成试飞资源的技术状态标定与确认等，保障试验测评任务；
- 3) 实施试飞测评任务：组织实施试验试飞活动，开展试验测试活动、数据收集整理与分析，归纳和总结试验结论，提交试验分析报告。

采用任务的结构化分解方式，对试飞测评任务的结构化分解主要涵盖：任务目的、任务装备节点、任务组织关系及组织间的信息流转描述 4 方面。根据此分解原则在 DoDAF 框架中选取适当产品进行任务建模，以便清晰地描述试飞测评任务的结构。

3 机载任务系统试飞测评体系建模过程

3.1 建模原则

进行体系结构构建时，针对体系结构描述所选取的实体必须是可关联的，且能够清晰地表达在体系结构中如何实现各实体元素之间的关联性^[13]。在体系结构构建中，作战活动、作战节点、信息、角色、组织单元、信息流转等实体元素是体系结构设计的核心，作战活动-节点-角色和组织单元-信息流转是体系结构的设计主线。

3.2 建模步骤

体系结构产品的开发没有固定的逻辑顺序，没有必要按照各视图的产品序号逐个进行开发，主要是在收集到足够的体系结构设计数据后，根据任务需求和产品的依赖关系构建需要使用的开发顺序，同时该过程在确定产品试图过程中需要反复迭代进行。

结合体系结构建模原则和机载任务系统试飞测评任务需求，机载任务系统试飞测评体系结构主要选取 OV 来描述，其建模步骤及视图产品描述如表 1 所示。

表 1 建模步骤及视图产品表

步骤	产品	标题	描述
1	OV-1	高层作战概念	对试飞测评任务需求进行顶层描述，以图形的形式展现全景视图，阐述试飞测评任务、参试设备、组织单位、各设备和单位在试验中的通信交互关系
2	OV-5b	作战活动	分析试飞测评任务的执行过程，以及任务活动之间的层次关系和信息流向
3	OV-2	作战节点连接	描述参与试验任务的各节点以及节点之间的信息交互关系
4	OV-4	组织关系	描述为完成试验任务所需的角色和组织单位以及它们之间的指挥关系
5	OV-6c	作战事件跟踪描述	描述各作战节点之间的信息情况和任务执行流程中的时序检查

3.3 视图建模

按照建模步骤对机载任务系统试飞测评体系进行视图产品设计，主要的产品描述和展示：

1) OV-1 高层作战概念。OV-1 是对机载任务系统试飞测评体系的高层次描述，其特点是更加立体、直观，便于试验鉴定组织者理解交流，通过形式化的方式来对试验参与单元的情况进行描述。机载任务系统试飞测评的任务使命是通过试飞试验的方式对机载任务系统的功能与性能、与载机平台的适用性、不同环境下的作战使用效能进行测试评估。活动参与成员包括被试系统、配试目标机/船/设备、地面试验保障设备、测试设备、参试单位及人员。试飞测评体系顶层概念如图 3 所示。

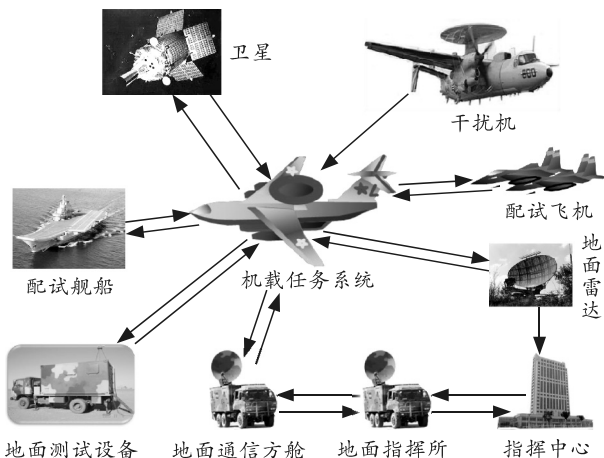


图 3 高层作战概念

2) OV-5b 作战活动。OV-5b 用于描述在机载任

务系统试飞测评任务的过程中需要进行的作战活动，其模型采用分层的形式，对作战活动进行逐层分解，直到所有层次能够清晰地表述活动需求为止。根据试飞测评任务及使命，将机载任务系统试飞测评活动划分为规划、准备、实施、评估 4 阶段，各阶段间存在时序上的顺序关系，在各阶段内的分支活动中又存在并发和同步的关系。试飞测评活动分解层次如图 4 所示。

3) OV-2 作战节点连接。OV-2 用于描述体系的各个节点、节点的排布以及节点间信息流动的逻辑线。机载任务系统试飞测评体系的试验节点包括机载任务系统与载机平台构成的预警机、配试目标机/船、地面雷达站、地面测试设备、地面通信及指挥机构等，各节点间产生、消费信息通过试飞测评活动逻辑线进行关联，如图 5 所示。

4) OV-4 组织关系。OV-4 用于表征机载任务系统试飞测评任务中的各级组织，且能够梳理体系结构中单位之间、组织单位与角色之间的关系。如图 6 所示，试飞测评活动由试飞试验指挥部进行顶层规划设计，统筹管理试验活动，监督管控试验进程。用户单位、系统研制单位、试验测评单位、配试保障单位根据自身职责参与实施试飞测评工作，并对其下参试设施、设备、人员进行管理。

5) OV-6c 作战事件跟踪描述。OV-6c 用于检查试验节点之间的信息交换的时间顺序，以便于保障每个节点均能够适时地得到所需信息资源，从而使

任务流程顺利地进行流转。机载任务系统试飞测评活动事件跟踪如图 7 所示，其活动事件的时间节点主要有：任务制定、任务下达、试验准备、试验实

施过程的数据流转、事后数据分析、测评结果、试验讲评。按照时间顺序进行跟踪，能够对机载任务系统试飞测评任务进行管理。

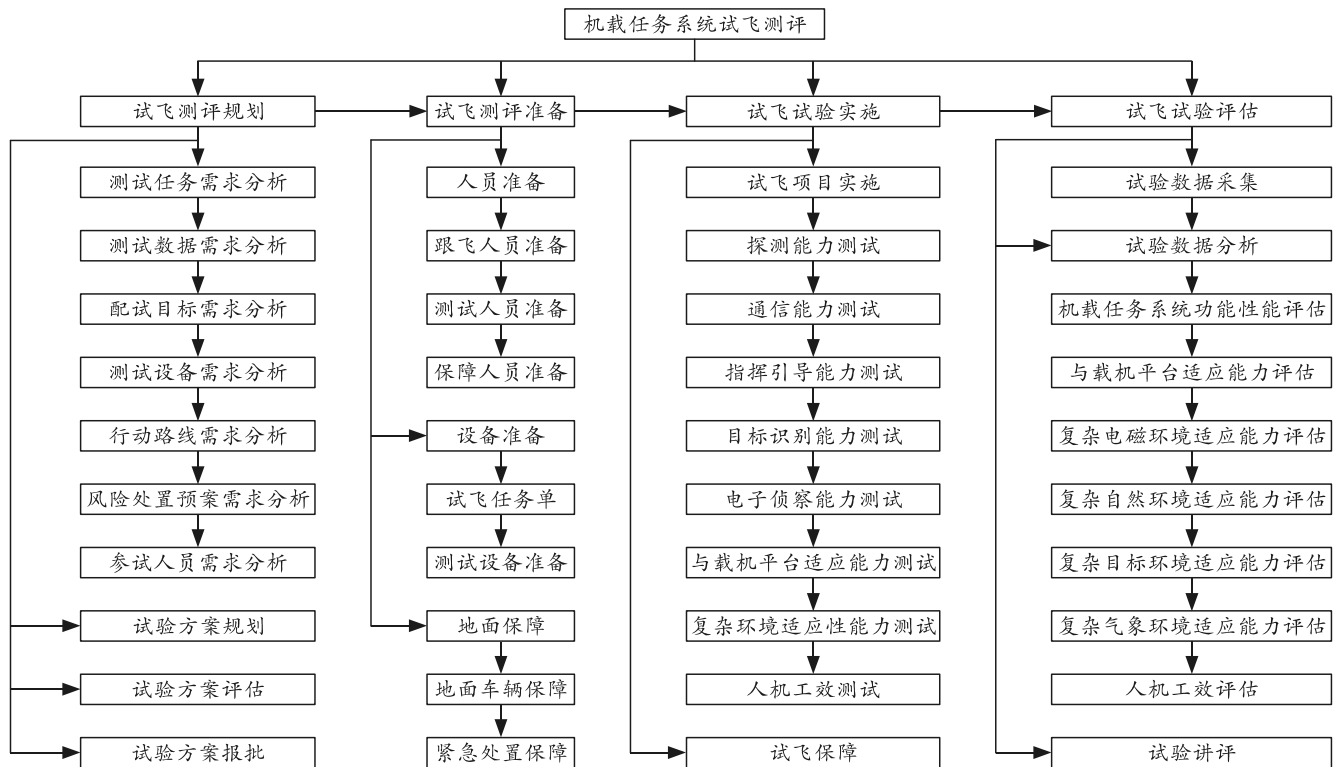


图 4 作战活动模型

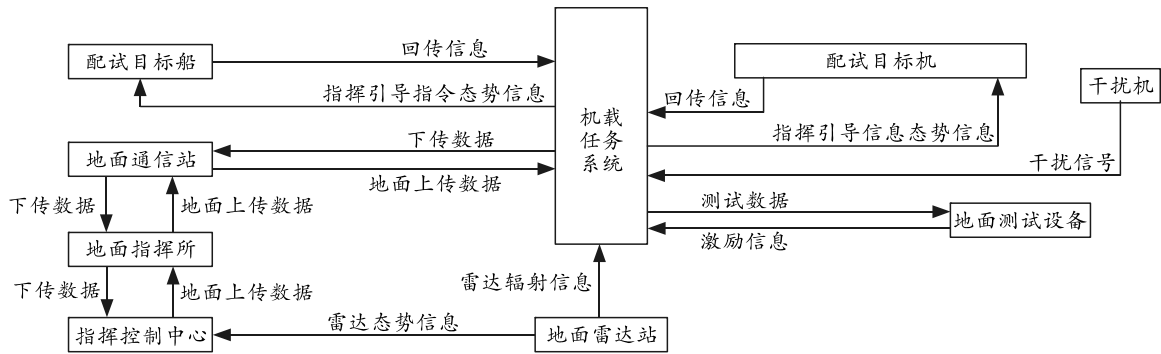


图 5 作战节点连接模型

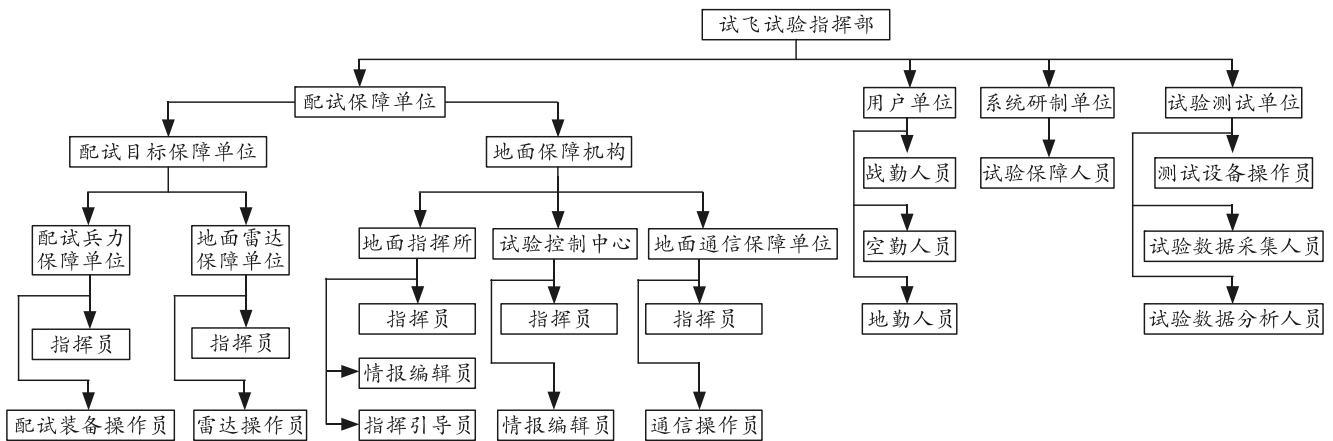


图 6 组织关系模型

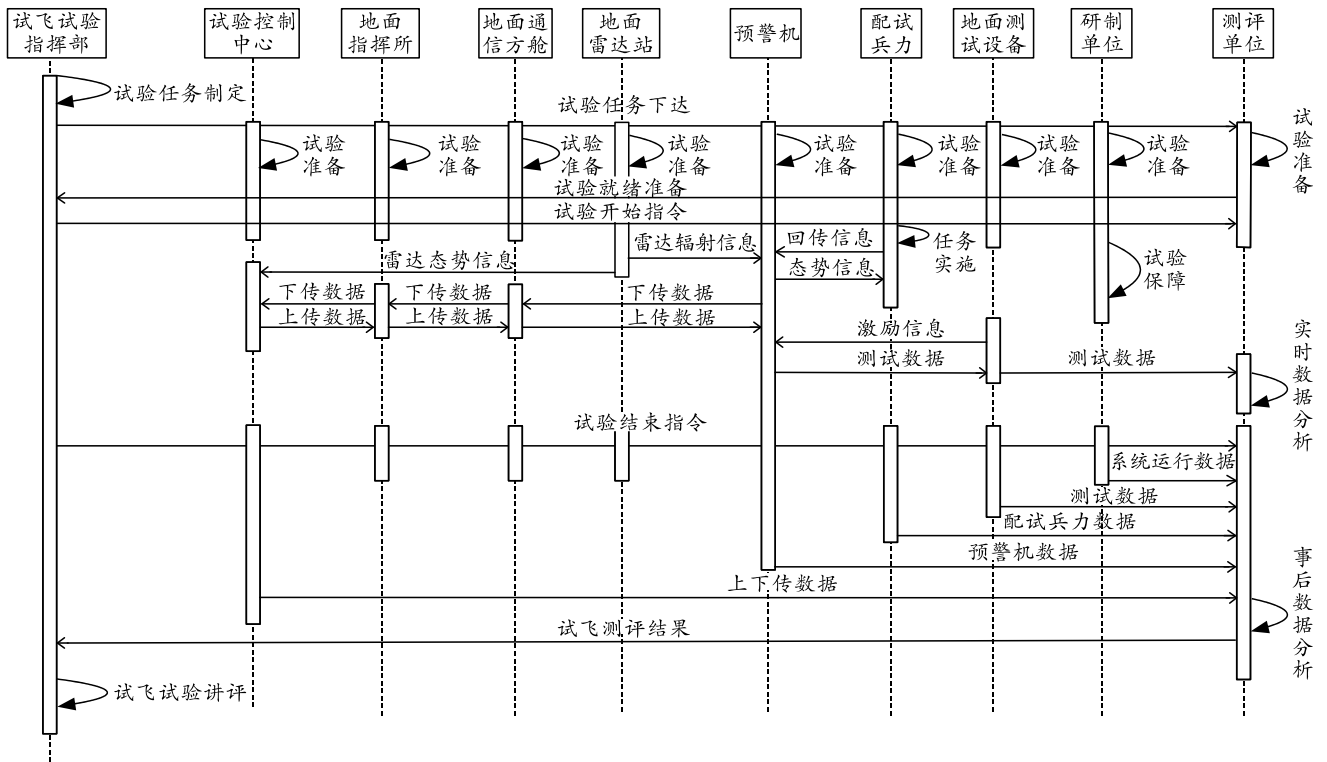


图 7 作战事件跟踪描述

4 结束语

笔者基于 DoDAF 体系结构框架，依据系统鉴定试验过程构建了机载任务系统试飞测评体系结构模型，阐述了基于系统鉴定试验的机载任务系统试飞测评体系组成和活动过程，从多个视角描述了试飞测评目的、活动、节点、组织、角色和信息流等元素以及它们之间的相互关系，清晰地梳理了机载任务系统试飞测评工作流程和系统组成，便于了解和掌握，对于机载任务系统试飞测评体系设计和系统工程建设具有一定的参考价值。

参考文献：

[1] 霍亮, 王燕, 李秋江. 预警机发展现状及趋势[J]. 飞航导弹, 2010(2): 38-40, 44.
 [2] 徐聪, 郭子林, 王学尧, 等. 国外预警机发展现状及雷达关键技术研究[J]. 空天预警研究学报, 2023, 37(2): 79-88.
 [3] 梁振兴, 沈艳丽. 体系结构设计方法的发展及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 19-22.
 [4] 刘翔宇, 姜海洋, 赵洪利, 等. 基于 DODAF-OODA 的天基信息支援作战视图研究[J]. 兵器装备工程学报, 2019, 40(2): 33-38.

[5] 朱连军, 张熙迪, 张涛. 基于 DoDAF 的陆军装备维修保障业务架构研究[J]. 装甲兵工程学院学报, 2018, 32(4): 1-6.
 [6] 苗学问, 董骁雄, 钱征文, 等. 基于 DoDAF 的航空装备智能保障系统体系结构建模[J]. 系统工程与电子技术, 2024, 46(2): 640-648.
 [7] 蒋超, 冯杨, 崔玉伟. 基于 DoDAF 的作战任务结构建模与仿真[J]. 兵工自动化, 2023, 42(6): 1-7, 26.
 [8] 梁杰, 谭跃进, 占国熊, 等. 基于 DoDAF 人因视图的武器装备体系结构建模方法[J]. 火力与指挥控制, 2017, 42(2): 1-5, 10.
 [9] 赵新爽, 彭志明, 陈忠宽. 基于 DoDAF2.0 的武器装备体系需求分析[J]. 空军预警学院学报, 2018, 32(4): 1-6.
 [10] 郭钺飞. 基于体系建模的装备体系效能评估方法研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2022.
 [11] 安丽丽, 夏天, 杨文彬, 等. 基于 DoDAF 的天临空一体协同遥感体系结构建模与仿真[J]. 系统仿真学报, 2023, 35(5): 936-948.
 [12] 罗湘勇. 基于 DoDAF 的装备保障任务建模与仿真的验证[J]. 海军航空工程学院学报, 2012, 27(5): 579-582.
 [13] 张佳, 杨红义, 刘一哲. 美国国防部体系结构框架应用分析[J]. 科技导报, 2019, 37(13): 117-123.