文章编号:1673-3819(2021)05-0022-07

基于 DoDAF 的空中智能化作战概念体系设计

孙　鹏[1,2], 孙金标[1], 陈治湘[1], 曹力杰[3]
(1.空军指挥学院, 北京　100041;2.中国人民解放军 93656 部队, 北京　101100;
3.中国人民解放军 93601 部队, 山西 大同　037000)

摘　要:作战概念研究是军事理论研究的前沿,随着智能化技术的发展,未来空中作战将呈现出智能化武器广泛参与的作战态势,研究空中智能化作战概念设计问题已成为军事领域的研究热点。DoDAF 是美颁布的国防部体系结构框架,借鉴 DoDAF 的相关模型,设计了空中智能化作战概念的体系结构框架,为后续研究我国空中智能化作战概念提供了参考和依据,具有一定的军事现实意义。

关键词:作战概念; 空中智能化作战; DoDAF; 体系结构框架
中图分类号:E917　　**文献标志码**:A　　**DOI**:10.3969/j.issn.1673-3819.2021.05.004

Design of Conceptual System for Air Intelligent Operations Based on DoDAF

SUN Peng[1,2], SUN Jin-biao[1], CHEN Zhi-xiang[1], CAO Li-jie[3]
(1.Air Force Command College, Beijing 100041; 2.Unit 93656 of PLA, Beijing 101100;
3.Unit 93601 of PLA, Datong 037000, China)

Abstract: With the development of intelligent technology, the future air combat will present the widespread participation of intelligent weapons, and the research on the design of intelligent air combat concepts has become a hot topic in the military field. The DoDAF is the framework of the defense system of the United States, which mainly used the model of DoDAF to design the architecture framework of the intelligent air combat concept, and provides the reference and basis for the following research on the concept of intelligent warfare in the air, which has some military practical significance.

Key words: operation concepts; intelligent air combat; DoDAF; architecture framework

作战概念来源于对未来作战场景的预想和判断[1]。空中智能化作战概念是一套完备的概念体系,内容涵盖从战略到战役战术各个层级,具有广泛的含义。DoDAF(Department of Defense Architecture Framework)是随着体系结构框架研究的不断推广,美军在 C^4ISR 体系结构框架基础上,颁布的国防部体系结构框架,主要用来指导美国防指挥控制系统及商业运作过程的系统体系结构设计[2-4]。由于 DoDAF 具有体系结构开发顶层的、全面的框架和概念模型,空中智能化作战概念体系设计可以借鉴 DoDAF 的相关模型。

1　作战概念设计的总体思路

作战概念设计应当是一个完整的闭合环路,包括设计作战概念体系框架、构造场景、设计实验、场景推演、效能评估、更新作战概念体系等。

1.1　设计作战概念体系框架

作战概念体系框架是作战概念中各系统的组成及其相互关系,以及指导作战设计与演化的原则和指南,是系统集成和功能体现的基础。体系框架的研究,已逐步发展成为一种新型的系统工程顶层设计方法学。通过对未来作战场景的预想、预判、思考,提出完备的作战概念框架,为后续完善作战概念提供指导和方向。体系框架开发可以表述新作战体系的设想,能够应用于作战总体方案的开发决策,是对作战概念体系定性分析的过程。

1.2　构造场景

构造未来作战场景,主要用于实现战术、战役等多层次的作战想定快速构建,构造作战场景是对作战概念体系框架的具体化,是将抽象问题转换为具体问题的过程。

1.3　设计实验

设计实验,就是通过构造的作战场景,设计约束实验条件,设定实验指标,生成作战体系所需环境、装备等的实验样本。设计作战实验环节,应满足以最少的试验次数覆盖最大的实验空间范围的需求。

1.4　场景推演

场景推演,就是利用仿真推演程序加载想定,对各组实验样本进行多次仿真实验甚至进行实兵演练等,通过规范化的实验流程得到一系列实验数据,实现作战过程的模拟或仿真。

收稿日期: 2021-03-26　　**修回日期**: 2021-05-20
作者简介: 孙　鹏(1983—),男,河北保定人,博士后,研究方向为信息作战与智能作战。
孙金标(1964—),男,教授。

资料整理 火龙果软件 荐

1.5　效能评估

效能评估包括对作战概念体系合理性的评估、对装备作战效能的评估以及对战场数据处理计算流程评估等内容,通过评估可进行作战指标设计,进而牵引未来作战需求的提出。

2　基于 DoDAF 的作战概念体系框架设计流程

作战概念体系框架设计是作者提出作战概念的第一个环节,本文主要基于 DoDAF 设计智能化空中作战概念体系框架。

2.1　DoDAF2.0 模型特点

DoDAF2.0 提供了较为具体的 8 个视角(View-Point),包含 58 个模型,模型填充数据成为视图,多个视图通过有机组合构成视角,各视角又以适当的定义和组合构成整个系统体系的结构描述[5-9]。

本文在智能化空中作战概念体系开发过程中,建立 3 个视角构造作战概念框架。AV 全局视角主要确定体系结构的目标、意图和范围;CV 能力视角主要描述体系能力;OV 作战视角主要描述指导作战所需的任务、活动及作战要素。

2.2　体系结构框架模型设计过程

体系结构的基本实施步骤为:

Step1 确定体系结构的目标、意图和范围,形成初始 AV-1。

Step2 从疑问词入手,收集体系结构元数据,形成 AV-2 初始综合字典,当 AV-2 完善后对 AV-1 进一步细化。

Step3 依据 AV-2,采用自顶向下,从静态到动态,从作战到能力再到系统的原则,构建体系结构视图。

1)依据 AV-2 构建概念与构想图,分析系统使命与作战领域信息,根据 AV-2 综合词典,确定体系结构中交互的外部系统、参与者或角色,从作战角度出发构建 OV-1 高级作战概念图,同时根据 AV-2 分析体系结构能力需求与目标,构建 CV-1 能力构想视图。

2)构建作战活动相关视图:分析 OV-1,识别作战活动、作战节点,确定作战活动关系以及输入和输出信息,构建 OV-5 作战活动模型,确定作战节点并构建作战节点连接描述(OV-2),定义作战节点交互消息(OV-3)。

3)构建能力分析相关视图:根据能力构想及不同作战活动所需能力和相关约束,以此构建能力视图,确定能力层次(CV-2 能力分解视图),分析能力度量(CV-8 能力度量视图),划分能力阶段(CV-3 能力阶段视图)。

3　空中智能化作战概念体系设计

空中智能化作战概念完整体系结构具备系统总体、作战活动、系统能力 3 方面要素,与选取的 3 个视角模型对应,分别为 AV 全局视角、OV 作战视角、CV 能力视角,3 个视角可完整构建空中智能化作战概念。

本文根据需要构建空中智能化作战概念视图产品,包括全局架构概览视图 AV-1、全局数据字典视图 AV-2;OV-1 高层作战概念视图、OV-2 作战部队资源流描述视图、OV-3 作战资源交互矩阵视图、OV-4 典型组织关系视图、OV-5a 作战活动组分解视图;CV-1 能力构想视图、CV-2 能力分解视图、CV-3 能力规划视图、CV-8 能力度量视图。通过各个视图的组合反映空中智能化作战概念。

本课题开发顺序为:一是确定作战体系。OV-1 是作战概念的高层次图形和文本描述,重点描述体系使命和节点部署;二是明确各作战节点间的指挥关系。OV-4 重点描述作战节点之间的指挥层次和隶属、协同关系;三是描述体系作战过程,OV-5a 重点描述体系作战流程;四是确定体系作战节点的连接关系和信息交互,OV-2、OV-3 根据体系动态模型描述作战节点间的信息连接关系,重点反映作战体系结构中指挥控制流和信息流的关系;五是确定作战概念所需作战能力。CV-1 重点描述未来智能化空中作战概念能力构想,CV-2、CV-3、CV-8 具体描述作战能力分解、规划及度量;六是形成全局作战概念架构。AV-1、AV-2 形成作战概念框架概览及数据字典。

3.1　作战视角

从智能化发展角度预测未来空中的智能化作战场景,根据作战样式区分为空对空智能化作战与空对面智能化作战两类,每一类又根据智能化技术的发展程度不同区分为有人机-无人机协同作战以及无人机-无人机协同作战。作战要素分为有人化作战单元、无人化作战单元、空中保障单元、星载保障单元、地面保障单元,可形成 OV-1 高层作战概念视图,如图 1 所示。

根据参战要素作战任务,得到 OV-5a 作战活动组分解视图,如图 2 所示。

根据参与作战的各要素,形成 OV-2 作战单位关系视图,如图 3 所示。

根据作战过程中的资源流转,可将作战过程中的信息数据区分为态势信息、目标识别信息、决策信息、任务分配信息、目标定位信息、火力引导信息、开火指令信息等。分别对有人机-无人机协同、无人机-无人机协同分别建立 OV-2 作战资源流描述视图,如图 4、5 所示。

资料整理 火龙果软件 荐

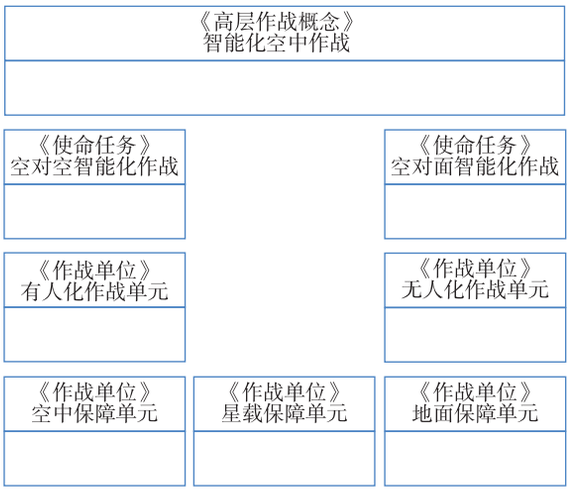

图 1　OV-1 高层作战概念图

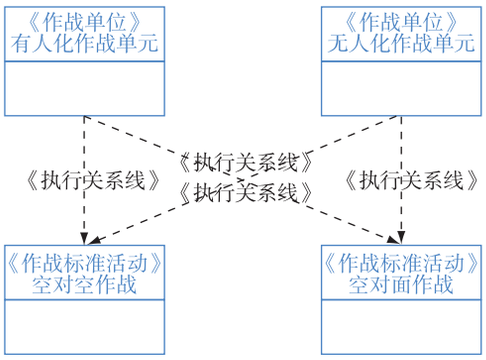

图 2　OV-5a 作战活动组分解视图

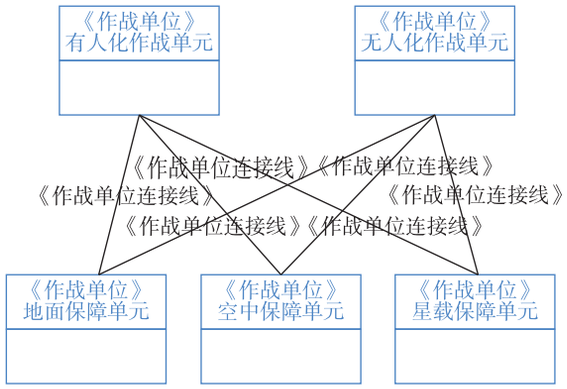

图 3　OV-2 作战单位关系视图

在建立 OV-2 资源流描述视图的同时,还可生成 OV-3 作战资源交互矩阵。

根据未来空中智能化作战场景,建立 OV-4 典型组织关系视图,如图 6 所示。

3.2　能力视角

能力视角体现未来智能化空中作战的能力需求。根据空中智能化作战发展周期,建立 CV-1 能力构想视图,如图 7 所示。

预计空中智能化作战经历弱智能、强智能、超强智能三个典型周期[10],分别对应所需的作战能力,因此分别建立智能要素参与辅助决策能力需求、有人机-无

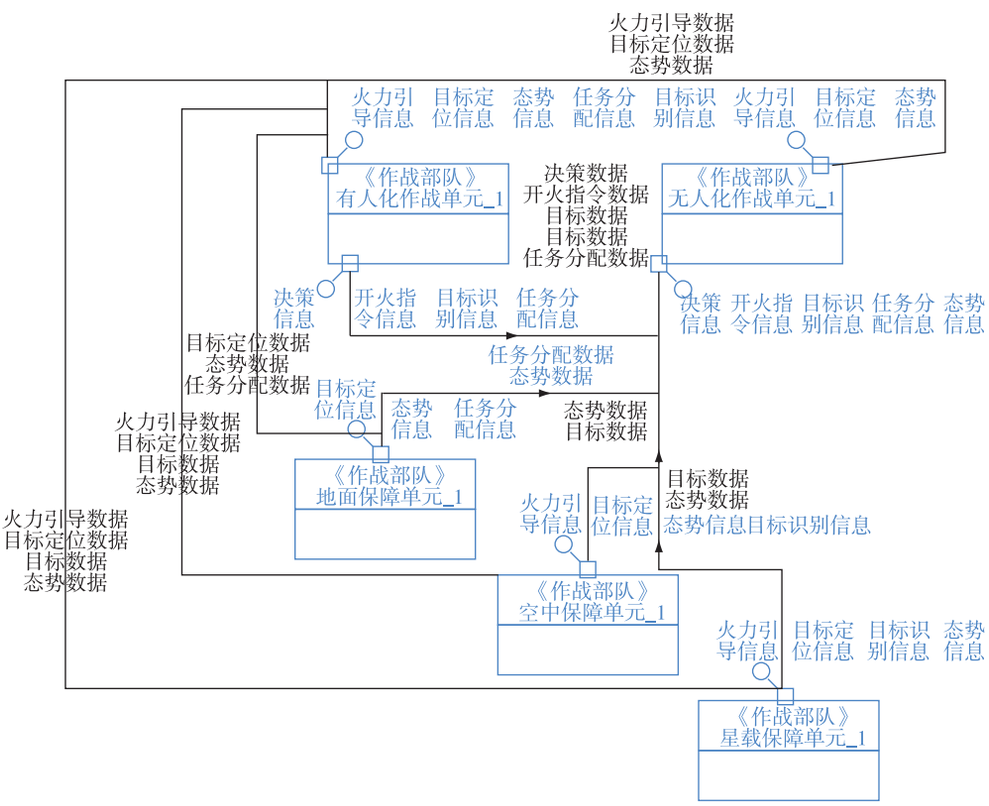

图 4　OV-2 有人-无人协同资源流描述视图

资料整理
火龙果软件
荐

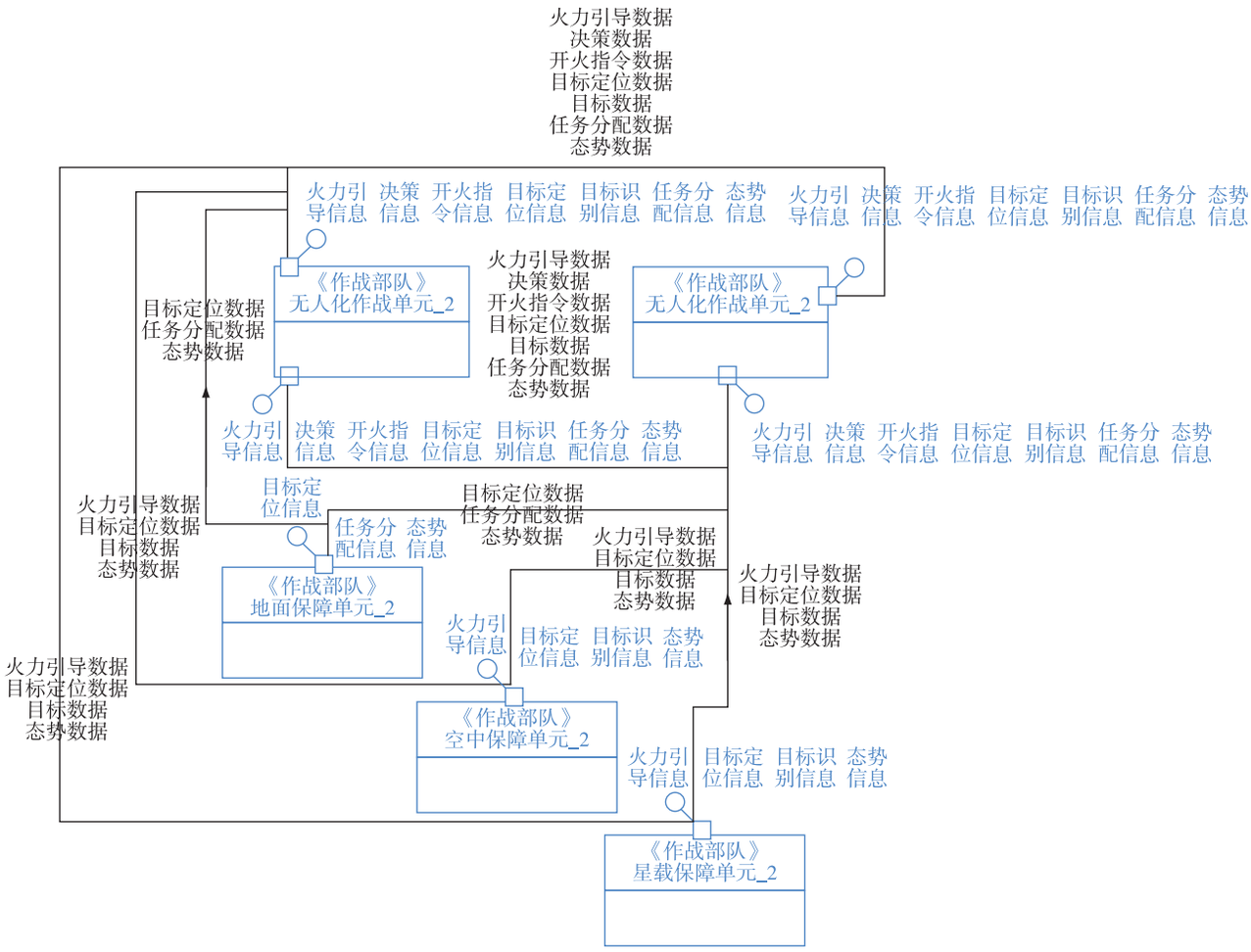

图 5　OV-2 无人-无人协同资源流描述视图

人机协同作战能力需求、无人机-无人机协同作战能力需求，形成 CV-2 能力分解视图如图 8、9、10 所示。

根据不同阶段的完成期限，还可以建立 CV-3 能力规划矩阵，如表 1 所示。

根据 CV-2 能力分解视图，同时可以建立 CV-8 能力度量矩阵，如表 2 所示。

表 1　CV-3 能力规划矩阵

名称	持续时间	开始时间	结束时间
智能要素参与辅助决策	72 个月	2020-1	2025-12
有人机-无人机协同作战	120 个月	2026-1	2035-12
无人机-无人机协同作战	180 个月	2036-1	2050-12

表 2　CV-8 能力度量矩阵

作战能力	指标类型	度量指标	度量单位
为态势感知提供智能辅助	保障	数据传输速率	b/s
为目标识别提供智能辅助	保障	准确率	%
为决策提供智能辅助	保障	准确率	%
为目标选择提供智能辅助	保障	目标选择速率	s
为目标定位提供智能辅助	保障	准确率	%
为火力引导提供智能辅助	时空	引导距离	km
无人机智能化态势感知	时空	作战范围	度、km
无人机智能化目标识别	保障	识别速率及准确度	个/s、%
无人机提供决策辅助，有人机决策	保障	准确率	%
有人机选择作战目标	对抗	反应时间	s
无人机辅助定位	时空	定位距离及时间	km、s

资料整理 火龙果软件 荐

续表2

作战能力	指标类型	度量指标	度量单位
无人机提供火力引导	通信	引导距离	km
有人机下达开火指令	对抗	指令下达时间及开火反应时间	s、s
无人机智能决策	保障	决策时间及准确度	s、%
智能选择作战目标	对抗	反应时间	s
自主任务分配	通信	分配指令传输距离及速率	km、s
自主定位或协同定位	时空	定位时间及范围	s、km、度
自主引导或协同引导	时空	引导距离及传输时间	km、s
自主开火	对抗	命中率	%

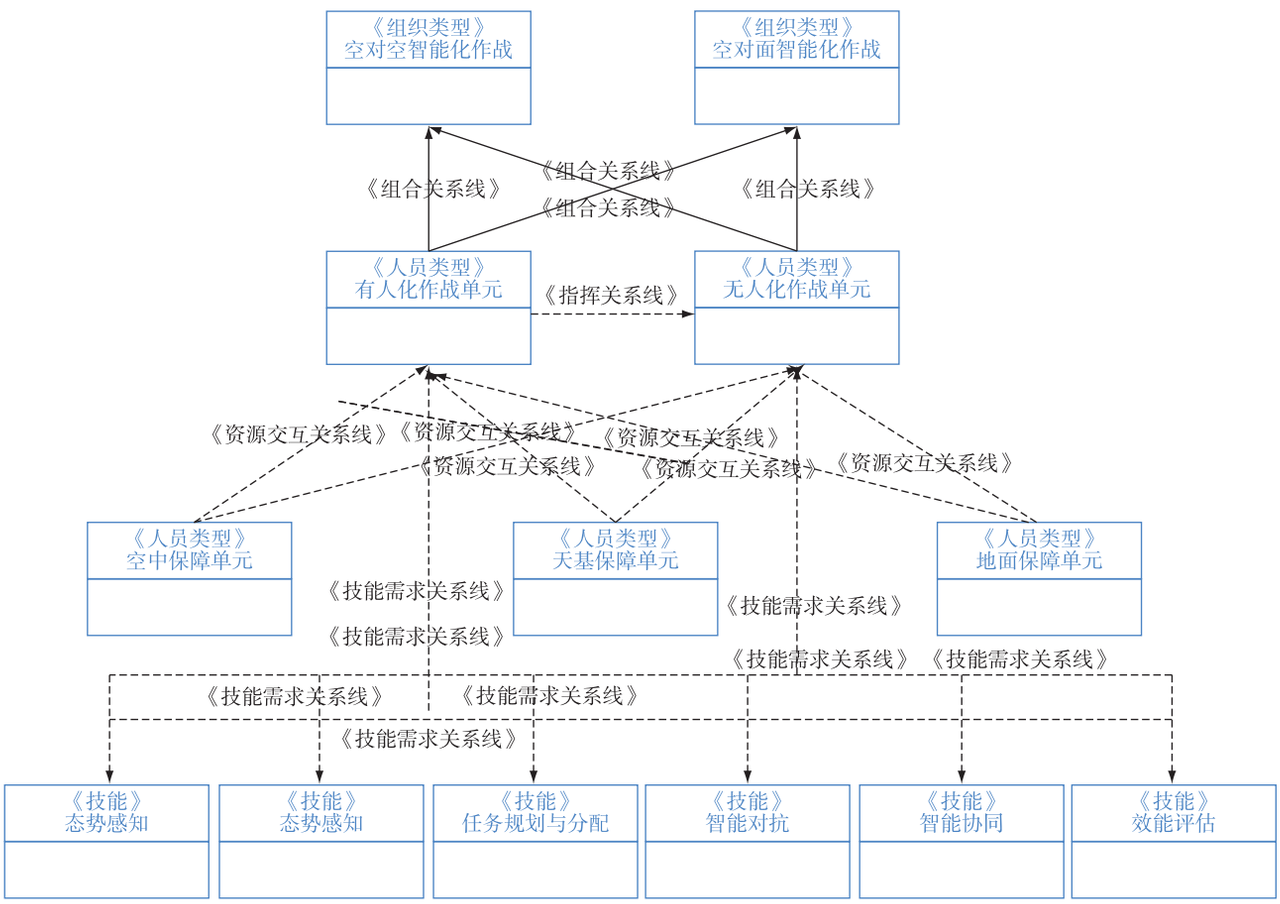

图 6　OV-4 典型组织关系视图

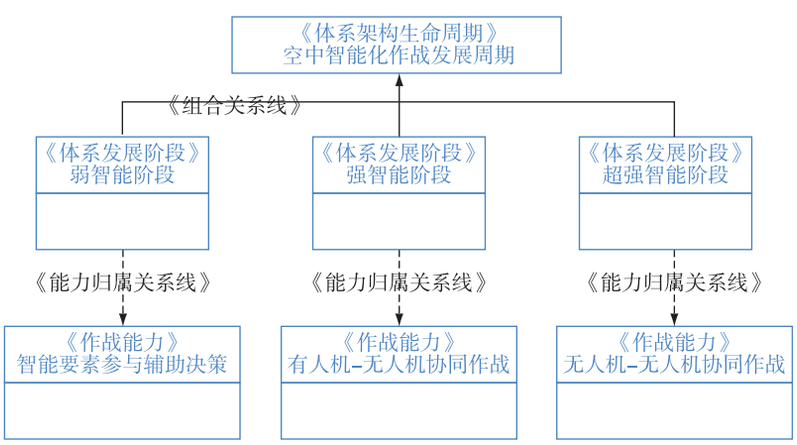

图 7　CV-1 能力构想视图

资料整理
火龙果软件
荐

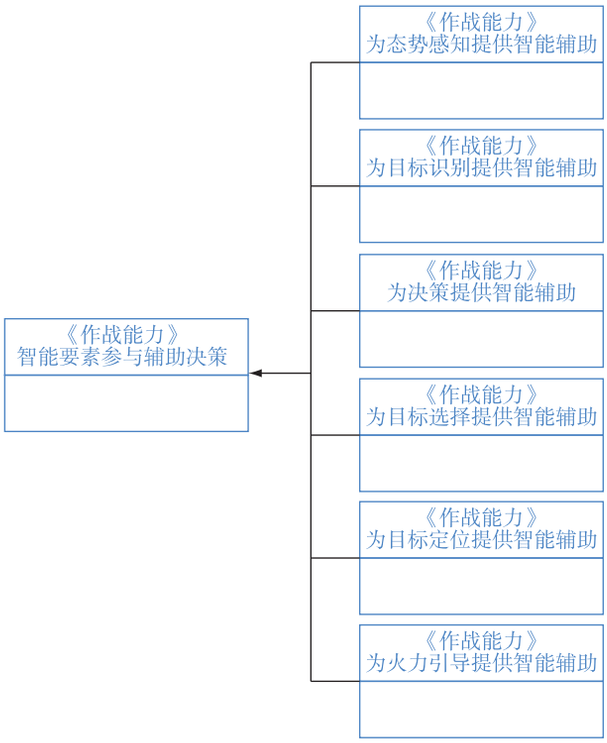

图 8　CV-2 智能要素参与辅助决策能力分解视图

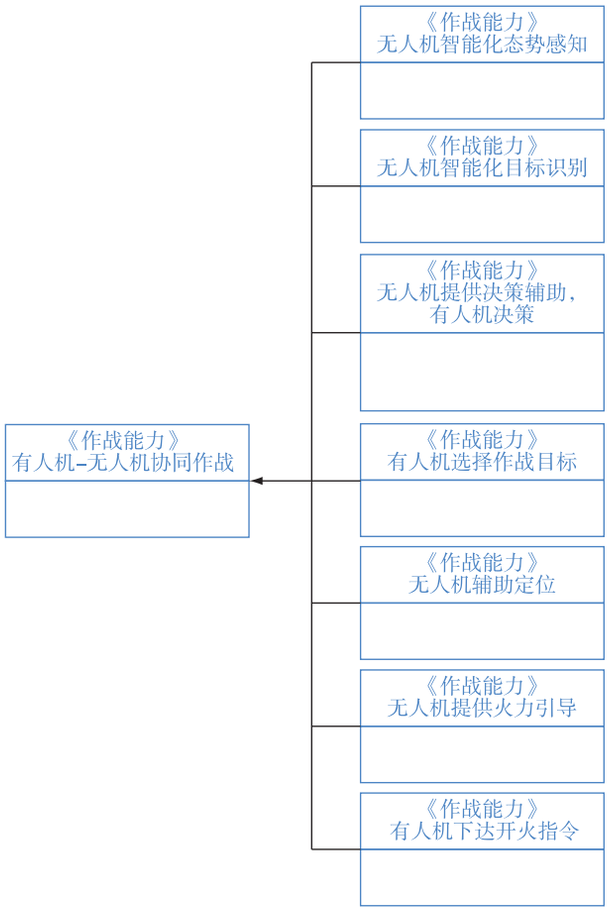

图 9　CV-2 有人机-无人机协同能力分解视图

3.3　全局视角

综合建立的各作战视角视图及能力视角视图，完善全局视角视图，主要包括 AV-1 全局架构概览视图以及 AV-2 全局数据字典视图，如表 3、表 4 所示。

表 3　AV-1 全局架构概览视图

视角	视图类型	视图名称
AV_全局视角	AV-1_全局架构概览视图	AV-1_全局架构概览视图_1
AV_全局视角	AV-2_全局数据字典视图	AV-2_全局数据字典视图_1
CV_能力视角	CV-1_能力构想视图	CV-1_能力构想视图_1
CV_能力视角	CV-2_能力分解视图	CV-2_能力分解视图_智能要素参与辅助决策
CV_能力视角	CV-8_能力度量视图	CV-8_能力度量视图_1
CV_能力视角	CV-2_能力分解视图	CV-2_能力分解视图_有人机无人机协同
CV_能力视角	CV-2_能力分解视图	CV-2_能力分解视图_无人机无人机协同
CV_能力视角	CV-3_能力规划视图	CV-3_能力规划视图_2
OV_作战视角	OV-1_高层作战概念视图	OV-1_高层作战概念视图_1
OV_作战视角	OV-2_作战单位关系视图	OV-2_作战单位关系视图_有人无人协同
OV_作战视角	OV-2_作战部队资源流描述视图	OV-2_作战部队资源流描述视图_有人无人协同
OV_作战视角	OV-3_作战资源交互矩阵视图	OV-3_作战资源交互矩阵视图_1
OV_作战视角	OV-2_作战部队资源流描述视图	OV-2_作战部队资源流描述视图_无人无人协同
OV_作战视角	OV-4_典型组织关系视图	OV-4_典型组织关系视图_2

资料整理
火龙果软件
荐

表 4　全局数据字典视图

名称	类型	应用视图	应用视角
有人化作战单元	作战单位	OV-1_高层作战概念视图_1 OV-2_作战单位关系视图_有人无人协同	OV_作战视角 OV_作战视角
无人化作战单元	作战单位	OV-1_高层作战概念视图_1 OV-2_作战单位关系视图_有人无人协同	OV_作战视角 OV_作战视角
地面保障单元	作战单位	OV-1_高层作战概念视图_1 OV-2_作战单位关系视图_有人无人协同	OV_作战视角 OV_作战视角
空中保障单元	作战单位	OV-1_高层作战概念视图_1 OV-2_作战单位关系视图_有人无人协同	OV_作战视角 OV_作战视角
星载保障单元	作战单位	OV-1_高层作战概念视图_1 OV-2_作战单位关系视图_有人无人协同	OV_作战视角 OV_作战视角

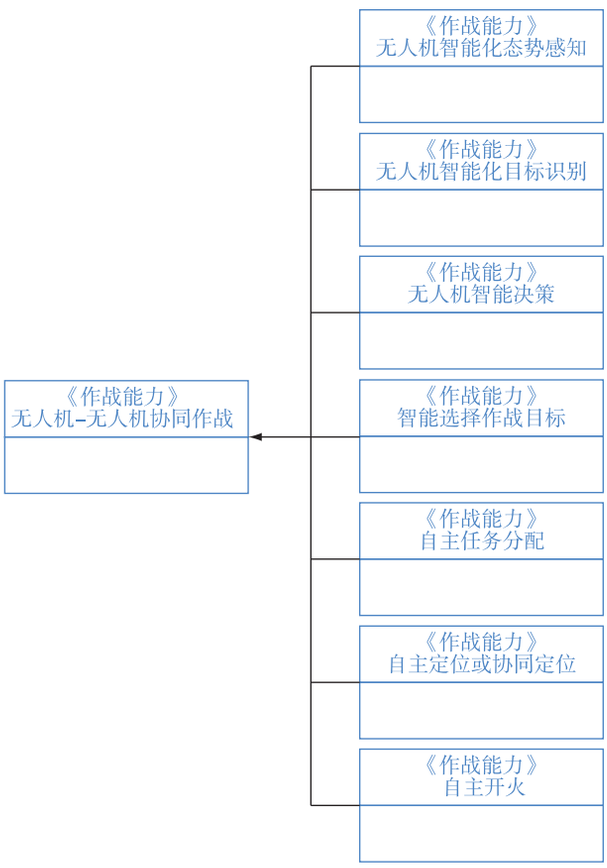

图 10　CV-2 无人机-无人机协同能力分解视图

通过对智能化空中作战的 DoDAF 模型设计,可从概念框架角度对未来空中智能化作战进行客观描绘。

4　结束语

本文提出了一种作战概念设计的新思路,介绍了美军 DoDAF 模型的相关知识及设计过程,提出了利用 DoDAF 模型构造空中智能化作战概念体系设计的方法和流程。空中智能化作战概念体系结构框架设计是空中智能化作战概念研究的基础和基本出发点,可为后续进行空对空智能化作战概念及空对面智能化作战概念设计奠定基础,具有一定的理论指导意义。

参考文献:

[1]　杨鲁. 作战概念影响未来战争形态发展演变[J]. 信息对抗学术, 2018(1): 4-6.

[2]　乔心,李永宾,葛小凯. 基于 DoDAF2.0 的多机协同探测系统体系结构设计[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2017, 18(1): 20-26.

[3]　马欢. 基于 DoDAF2.0 的数据链系统功能建模研究[J]. 舰船电子对抗,2017, 40(1): 58-61.

[4]　张青春,张兴. 基于 DoDAF 的 C2BMC 系统体系结构建模[J]. 指挥信息系统与技术,2019, 10(3): 50-56.

[5]　张春明,许腾,章华平. 基于 DoDAF 的岛礁区海军合同作战体系结构框架[J]. 指挥信息系统与技术,2017, 8(5): 20-24.

[6]　詹武,董亚卓,郭颖辉. 基于 DoDAF 的多视角能力概念定义与度量描述方法[J]. 指挥信息系统与技术,2017, 8(5): 15-19.

[7]　刘正,张新强,王鸿飞,等. 基于 DoDAF 的可执行模型改进方法[J]. 指挥与控制学报,2016, 2(2): 121-128.

[8]　陈毅雨,刘硕,钟斌,等. 基于 DoDAF 的空地协同反恐体系总体结构设计[J]. 装甲兵工程学院学报,2016, 30(2): 73-79.

[9]　李大喜,张强,李小喜,等. 基于 DoDAF 的空基反导装备体系结构建模[J]. 系统工程与电子技术, 2017, 39(5): 1036-1041.

[10]　陈永辉,陈小鹏,郭亮远. 陆军智能化作战与作战能力建设[J]. 军事学术,2017(9): 66-68.

(责任编辑:许韦韦)

资料整理 火龙果软件 荐