

doi: 10.7690/bgzdh.2016.12.010

## 基于 DoDAF 和 XML 的装备体系需求方案生成系统

邱超凡<sup>1</sup>, 王世贵<sup>2</sup>, 孟凡凯<sup>2</sup>, 傅 勉<sup>2</sup>

(1. 陆军军官学院一系, 合肥 230031; 2. 陆军军官学院二系, 合肥 230031)

**摘要:** 为了解决现有的装备体系需求建模工具对于视图数据的管理、存储以及需求方案的生成方面不能提供相应支持的问题, 提出一种基于 DoDAF 和 XML 的装备体系需求方案生成方法。以现有装备体系需求方案研究现状为基础, 设计并实现基于 DoDAF 和 XML 的装备体系需求方案生成系统, 并以数字化炮兵团对阵地防御之敌进攻战斗为例, 进行实验验证。实践应用结果表明, 该方法能够为装备体系需求论证提供有效的需求建模、数据管理和方案生成支持。

**关键词:** DoDAF; 装备体系需求; 方案生成; 系统设计

**中图分类号:** TJ03 **文献标志码:** A

## Requirement Scheme Generation System of Equipment System Based on DoDAF And XML

Qiu Chaofan<sup>1</sup>, Wang Shigui<sup>2</sup>, Meng Fankai<sup>2</sup>, Fu Mian<sup>2</sup>

(1. No. 1 Department, Army Officer Academy, Hefei 230031, China;

2. No. 2 Department, Army Officer Academy, Hefei 230031, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of the current equipment system requirement modeling tool can not give the corresponding support for the management and storage of the view data and the generation of the requirements of the scheme, a method of equipment system requirement scheme generating based on DoDAF and XML is proposed. Based on current equipment system requirement research situation, design and realize equipment system requirement scheme generation system based on DoDAF and XML. Taking digital artillery regiment attack defense enemy battle as example, carry out test verification. Practical application shows that it is an effective method to support the requirements modeling, data managing and scheme generating.

**Keywords:** DoDAF; equipment system requirement; scheme generation; system design

### 0 引言

装备体系需求方案是指通过装备途径实现体系能力需求而采取的对策和措施, 是对装备体系需求分析结果的综合集成<sup>[1]</sup>。当前, 基于 DoDAF 的需求分析方法得到了广泛应用<sup>[2]</sup>, 出现了一些支持需求建模活动的建模工具, 如 IBM 公司的 SA(system architect) 和体系架构统一建模平台(unified platform for defense modeling, UPDM)等。这些需求建模工具都支持 DoDAF 标准, 通过建立一系列视图产品描述使命任务和作战需求; 但是, 对于视图数据的管理和存储以及需求方案的生成方面并没有提供相应的支持。基于此, 笔者采用 DoDAF 框架作为装备体系需求分析的描述方法, 并利用 XML 强大的数据处理能力, 实现体系需求分析模型数据的获取, 生成装备体系需求方案, 设计实现集需求分析、方案生成、数据管理于一体的装备体系需求

方案生成工具。

### 1 基于 DoDAF 和 XML 需求方案生成流程

装备体系需求方案是对使命任务分析、作战需求分析、能力需求分析和装备需求分析结果的综合, 其构成要素包括 4 个内容: 一是作战任务清单, 描述作战任务属性及相关信息; 二是作战需求, 描述完成作战任务的作战节点、作战活动及其信息关系等; 三是能力差距清单, 描述装备体系现有能力与能力需求的差距, 给出能力发展的优先次序; 四是装备解决途径, 描述解决能力差距的装备途径, 给出关键性能指标。

DoDAF 定义了一系列视图产品, 包括作战视图、能力视图、系统视图和服务视图等, 根据装备体系描述需求在 DoDAF 视图产品中选取适当产品, 如表 1 所示。

收稿日期: 2016-08-17; 修回日期: 2016-09-14

基金项目: 装备作战需求论证质量评估方法研究(71371187)

作者简介: 邱超凡(1962—), 男, 湖南人, 硕士生导师, 教授, 从事军事训练学研究。

表 1 装备体系需求描述的 DoDAF 产品

需求方案要素	描述内容	DoDAF 产品	产品名称
作战任务清单	作战使命分解	OV-5	作战活动图
	任务关系分析	OV-6a, 6b, 6c	作战规则、状态、时序图
作战需求	作战节点及其关系分析	OV-2, OV-4	作战节点连接关系、组织关系图
	作战活动及其关系分析	OV-5	作战活动图
	信息流分析	OV-3	作战信息表
能力差距清单	作战能力分解	CV-1	作战能力列表
	能力关系分析	CV-2, CV-3	能力依赖关系图、聚合关系图
	能力-活动支持关系分析	CV-3	能力-活动映射表
装备解决途径	系统、系统功能描述	SV-1, SV-4	系统接口图, 系统功能图
	活动-功能支持关系分析	SV-5	活动-功能映射表
	关键性能描述	SV-7	系统性能参数矩阵

基于 DoDAF 的视图产品是以图形形式存储的，为了生成体系需求方案，必须从这些视图产品中获取出方案要素信息，XML 强大的数据处理能力为需求方案的生成提供了技术手段。图 1 给出了基于 XML 的装备体系需求方案生成流程，首先将视图产品转化为 XML 文档，该文档中存储了要素信息、要素关系信息以及图元信息等，将该 XML 文档解析为 DOM 树结构，通过一定的抽取规则建立 XPath 表达式，从而获取出方案要素，最后，利用 XSLT 技术将这些方案要素组合，生成需求方案。

统需要具有以下功能：

1) 人机结合功能。

装备体系需求方案生成的过程不是一蹴而就的，它需要不同领域的专家通过反复地迭代产生，这决定了系统的人机结合特点。具体体现在 3 个方面：一是在系统的设计中，要进行合理的“人-机”分工，以便实现“人-机”的智能结合；二是在“人-机”智能接口设计中，要采用自然语言理解方法和多媒体技术，实现“人-机”友好交互，双向自然通信；三是要始终树立“以人为本”的思想，需求分析人员是“核心”，占主导地位；系统是辅助手段，处于从属地位。

2) 综合集成功能。

装备体系需求方案产生过程是一个十分复杂的过程，从分析方法层面，需要定性与定性、定性与定量、定量与定量、定性到定量、定量到定性的综合集成；从方案产生活动层面，需要分析、综合、评价、研讨等论证活动的综合集成；从知识储备层面，需要信息、数据、知识、模型、智慧等广义知识体系的综合集成；从技术支持层面，需要网络技术、决策支持技术、人工智能技术、多媒体技术等技术的综合集成；从“人-机”关系层面，包括人与人之间、人与计算机之间、计算机与计算机之间的综合集成。综合集成就是把上述内容融合为一个有机整体，依靠系统所发挥出来的整体优势解决需求方案产生的具体问题。

3) 逻辑导航功能。

装备体系需求方案生成的大致过程为：首先进行体系使命分析，生成任务清单，在此基础上进行能力需求分析，得出能力差距清单，最后寻求非装备解决途径或装备解决途径，生成体系需求方案，并进行方案评估。整个过程的进行是一个逻辑迭代的过程，需要系统提供一定的逻辑导航功能，以辅

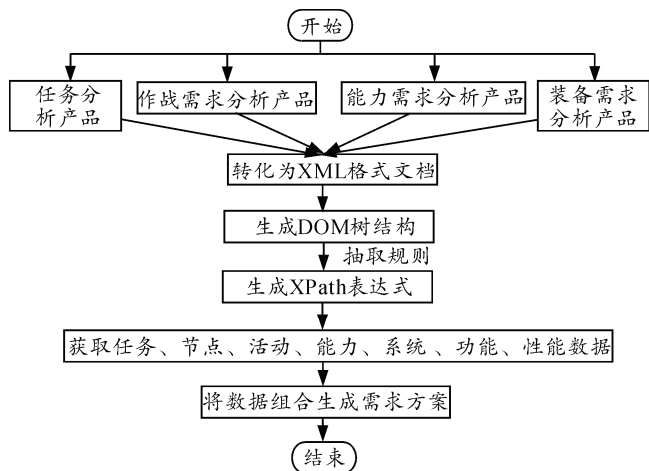


图 1 基于 XML 的装备体系需求方案生成流程

## 2 装备体系需求方案生成系统需求分析

装备体系需求方案生成系统是依据新时期军事战略方针和陆军发展战略，根据未来作战需要，采用系统科学思想和系统工程的理论和方法，对装备体系作战需求进行统一研究、开发、管理并形成最终方案的软件系统。系统的实现需要将程序、方法、模型、数据等有机结合成整体，是系统思想和系统集成方法论在武器装备作战需求论证中的具体应用，也是系统工程方法和技术与体系需求产生与方案生成这一关键、复杂问题求解途径的结合<sup>[3-5]</sup>。系

助论证专家以规范的方式进行方案生成。

#### 4) 数据管理功能。

装备体系需求方案生成过程中产生的数据种类多样、数量繁多，包括以下几类数据：一是想定数据，想定是需求分析的基础，一般以文档形式保存；二是体系需求视图模型数据，一般以图表、文档形式保存；三是视图元数据，包括视图中的实体数据及实体关联数据，需要从视图中抽取并以一定形式保存在数据库中；四是需求方案生成流程数据，其规范了需求方案生成的具体流程，一般以文档形式保存；五是需求方案评价数据，包括评价指标数据、评价过程数据、评价结果数据等，一般以数据库表形式保存；六是研讨数据，存储研讨中的文档信息；七是模型数据，指辅助需求方案生成中的各类模型，以文档和表形式存储；八是方案数据，存储需求方案信息，以文档形式保存。这些种类多样的数据决定了数据管理的复杂性，需要借助计算机实现对数据的存储、删除、修改、导入与导出等，实现真正

意义上的数据“可生成”“可描述”和“可跟踪”。

### 3 系统框架与功能模块

#### 3.1 系统总体框架

系统总体框架包括逻辑层、数据层和功能层，如图2所示。逻辑层是系统进行体系需求分析直至生成方案应遵循的逻辑顺序，是方案生成系统的核心；数据层是知识和数据的统称，是方案生成系统的运行基础；功能层是实现系统目的采取的方法手段的表现形式，是能够利用系统进行装备体系需求方案生成的最直接、最重要的支撑。系统部分功能模块采用了基于构件的技术，通过加载相关构件，实现对不同功能模块的使用，从而搭建需求方案生成的综合集成环境。通过构件技术的应用，可以向外界提供接口从而与其他构件组装成更大的整体。系统具备的这种开放式的体系结构、模块化的工具组合方式，能够更有效地吸收多种软件工具来为需求产生提供服务。

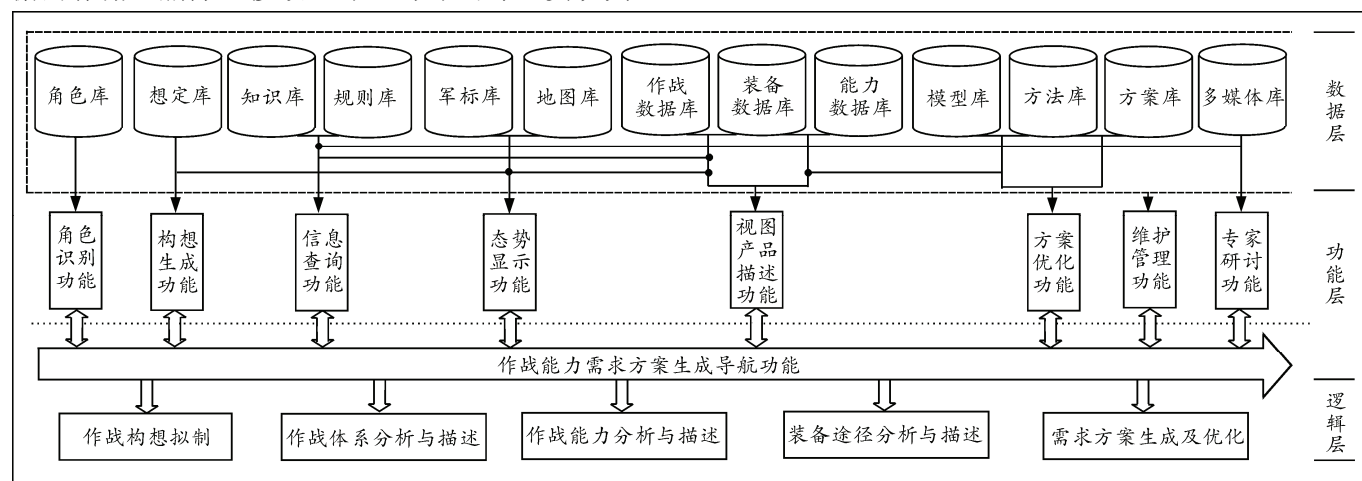


图2 系统总体框架结构

#### 3.2 系统功能模块设计

装备体系需求方案生成包括作战任务分析子系统、作战能力分析子系统、装备需求分析子系统、需求方案生成子系统、数据管理子系统和研讨子系统<sup>[6]</sup>，下面主要介绍前4个子系统功能。

##### 1) 作战任务分析子系统。

是支撑装备体系需求方案生成中任务清单生成的工具系统，由想定生成模块、使命分解模块、任务关系分析模块、任务分配模块、任务清单生成模块组成。

##### 2) 作战能力分析子系统。

主要功能是依据作战任务分析子系统产生的作战任务清单列表，分析完成任务所需的作战能力及

能力差距。它由任务-能力映射分析模块、作战能力分析模块、作战能力重要度分析模块、能力差距生成模块组成。

##### 3) 装备需求分析子系统。

主要功能是依据作战任务清单、作战能力差距清单，分析支持作战能力的非装备途径和装备途径，确定关键性能。它由装备体系功能分析模块、能力-功能映射分析模块、装备体系仿真模块、装备关键性能分析模块组成。

##### 4) 体系需求方案生成功能。

主要功能是依据任务清单、能力差距清单和装备解决方案，按照一定的模版，生成体系需求方案。它由方案生成导航模块、方案评价指标建立模块、

方案评价模块组成。

### 4 装备体系需求方案生成系统关键技术

1) 以体系结构技术平台为基础,为装备体系需求方案生成研究提供完整解决方案。

随着体系结构技术的快速发展,体系结构方法已从理论研究阶段进入到实际应用阶段,支持体系结构技术的开发工具也逐渐丰富。通过分析比较,系统采用 Telelogic (IBM) 公司的装备体系论证统一平台 (UPDM) 作为体系需求分析的基本开发平台,UPDM 是新一代的装备体系结构建模与验证平台,支持美国国防部体系结构框架 DoDAF,完全支持作战视图、能力视图和系统视图建模,支持业务流程建模、数据建模、UML 建模和结构化分析方法,为开发 DoDAF 产品提供了流程指南。与目前常用的需求建模工具 SA 相比,UPDM 最大的特色是实现了状态图和顺序的动态逻辑关系验证。

2) 基于 Agent 建模方法,采用多种建模技术进行模型开发。

基于 Agent 的建模方法是一种自顶向下分析、自底向上综合的自然思维方法,每个 Agent 实体模型都具有自主性、社会能力、反应能力和能动性,可以有力地描述装备体系的复杂性属性,并且为典型复杂问题,如模型颗粒度问题、聚合与解聚问题、行为“涌现”问题等提供新的解决思路;因此,该方法可以有力地描述装备体系的复杂性属性。

3) 综合利用多种需求分析和评估方法。

装备体系需求方案生成问题是一个复杂大系统问题,其求解过程是一个从定性到定量相互交叉的过程,一般的系统工程方法很难得到问题的满意解;因此,需要综合利用多种需求分析及评估方法,大胆引入一些新方法,实现需求论证的新突破。例如,体系需求分析过程能够搜集到大量的需求数据,这些庞大的数据如何为我们所用,支持下一阶段的决策支持分析,可以考虑采用探索性仿真分析方法,对这些数据进行分析,得出有意义的结论。

4) 多种方式结合的系统集成技术。

装备体系需求方案生成系统涉及到多种层次,多种类别系统之间的互联与集成,显然采用单一的集成方式是无法满足集成要求的。在软件平台集成方面,采用灵活多样的集成方式。从软件结构的角来讲,主要采用 C/S 结构、B/S 结构、HLA 对等结构等多种计算模式。软件的整体结构是 C/S 结构,论证资料库的建设是 B/S 结构,模拟仿真系统的集

成则是将各种模型进行统一的规划设计,将仿真模型首先封装为邦员,然后按照 HLA 规范,通过 RTI 实现集成的。

### 5 装备体系需求方案生成系统实现

笔者以数字化炮兵团对阵地防御之敌进攻战斗为例,说明系统实现的关键功能。

首先进行使命任务分析,为了实现炮兵群阵地进攻战斗的目标,需要完成情报侦察与监视、指挥控制、火力打击 3 大任务,进一步细化为 15 项元任务,图 3 给出了使命分解树。接下来需要将作战任务分配给作战节点,炮兵群节点包括情报侦察节点、指挥控制节点、火力打击节点,自顶向下分解,得到作战节点层次结构,如图 4 所示。为了实现作战任务,炮兵群作战节点需要执行一系列作战活动,得到作战活动层次结构,如图 5 所示。

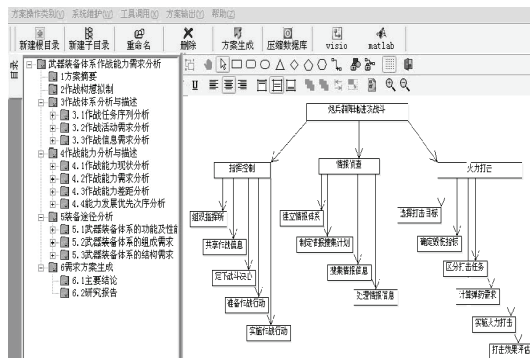


图 3 使命任务分析

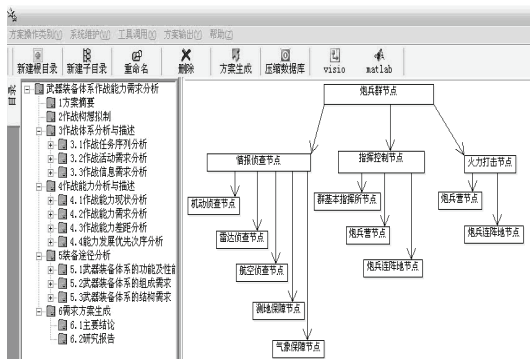


图 4 作战节点分析

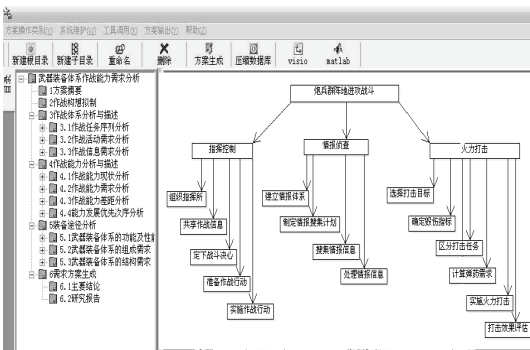


图 5 作战活动分析



接下来进行能力需求分析，把作战能力区分为指挥控制、火力打击、情报侦察、通信能力、战场机动、综合保障等 6 个功能领域，图 6 给出情报侦察能力依赖关系图。依据作战能力-活动映射关系，可得到每项作战活动的能力需求，存在差距的作战能力的时间位置在作战活动跟踪描述模型上一目了然。如图 7 所示，假设营指挥所在完成选择战斗队形配置相关活动过程中存在能力差距 1；营指挥所在完成组织各种保障相关活动中存在能力差距 2；炮阵地火炮在完成射击实施相关活动中存在能力差距 3。从时间轴可以看出，依据时间顺序，能力发展次序应依次为能力 1、能力 2、能力 3。

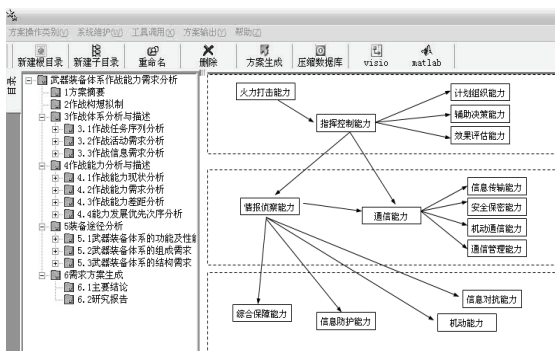


图 6 能力需求分析

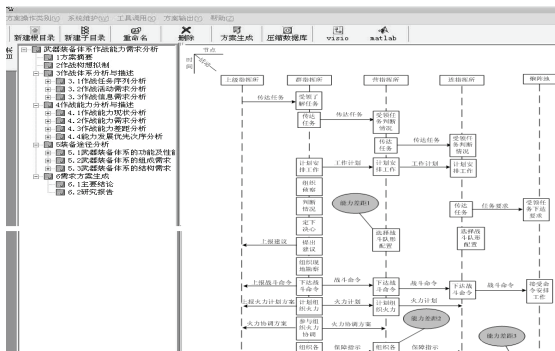


图 7 能力差距分析

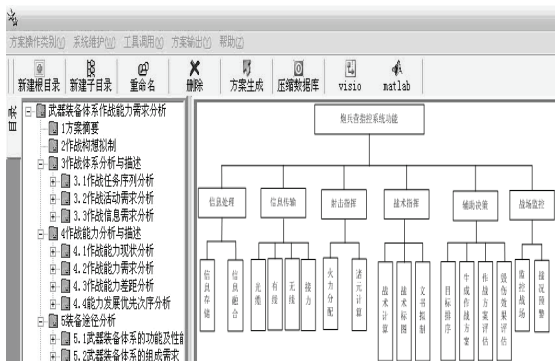


图 8 作战功能分析

接下来分析装备需求，以指控活动为例，其对炮兵营指控系统提出了信息处理功能、信息传输功能、射击指挥功能、战术指挥功能、辅助决策功能

和战场监控功能 6 大功能需求。将这些功能分解，确定与其相关的子功能，形成较完整的系统功能，如图 8 所示。经过分析得出炮兵群指控系统性能参数矩阵，如图 9 所示。最后，采用基于 XML 方法获取出视图产品中数据，生成需求方案，如图 10。

系统性能指标	性能子域	系统性能参数		
		最低性能指标	中值性能指标	目标性能指标
平台软件	硬件平台	P4 2.6G	3.2G	64 位处理器
	操作系统	MS Windows XP	MS Windows 2003	
应用软件	数据库	Oracle 9G	Oracle 10G	
	文字处理	MS Word 2002	MS Word 2003	
外部环境	图像处理	Photoshop 6		Photoshop 9
	显示器	17 寸 LCD 显示器		19 寸 LCD 显示器
	通信速率	1 0kb/s	1.2 kb/s	1.6 kb/s
业务软件	外部存储器	40G usb1.1 接口		80G usb2.0 接口
	CD 刻录	700Mb	4 速 DVD 刻录	16 速刻录
业务软件	反应时间	4 分钟	1.5 分钟	20 秒

图 9 想定态势标绘界面

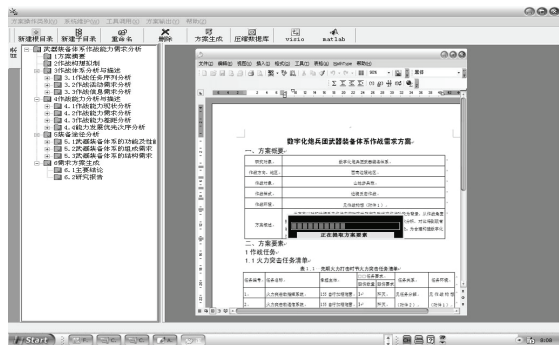


图 10 炮兵群需求方案生成

### 6 结束语

为了实现装备体系需求方案生成的科学化、规范化，笔者对基于 DoDAF 和 XML 的方案生成系统的设计与实现技术进行了研究。为了进一步完善装备体系需求方案生成系统，下一步主要工作是利用 UPDM 工具强大的代码生成与执行功能，实现体系结构方案可执行模型的自动化生成。

### 参考文献：

- [1] 贾现录, 王书敏. 武器装备作战需求工程理论与技术 [M]. 北京: 军事科学出版社, 2013: 12.
- [2] DOD Architecture Framework Working Group. DoD Architecture Framework Version 2.0 [R]. 2008.
- [3] 刘军, 郭齐胜, 赵东波, 等. 基于体系结构技术的武器装备需求分析方法研究 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2009, 20(4): 1-4.
- [4] 郭齐胜, 陈威. 装备体系需求论证方案评价指标体系研究 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2010, 21(6): 12-15.
- [5] 杨秀月, 郭齐胜, 杨雷. 武器装备体系需求生成综合集成环境设计研究 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2010, 21(6): 14-19.
- [6] 刘彬, 古平, 刘一川, 等. 新型装备模块化概念设计方法 [J]. 兵工自动化, 2015, 34(2): 46-48.