

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.07.004

武器装备体系结构项目视图产品设计及开发

张晓雪, 廖良才, 杨克巍

(国防科学技术大学信息系统与管理学院, 长沙 410072)

摘要: 针对武器装备体系结构描述在项目顶层设计方面存在的不足, 结合国内外研究现状, 设计和开发武器装备体系结构项目视图产品。主要描述体系中的项目、项目之间的关系、项目演化过程以及项目如何满足体系能力需求, 并结合机动防御作战体系结构进行项目视图的实例展示。该研究对体系建设规划、采办管理等领域具有一定的理论和现实指导意义。

关键词: 武器装备体系结构; 项目视图; 产品设计

中图分类号: TP302 **文献标志码:** A

Design and Development of Weapons Equipment System Architecture Project Viewpoints Products

Zhang Xiaoxue, Liao Liangcai, Yang Kewei

(School of Information System & Management, National University of Defense Technology, Changsha 410072, China)

Abstract: Aiming at the shortage of weapons equipment system architecture describe in projects top design, integrating study status both in country and abroad, design and develop architecture project viewpoints, which describes the projects in Architecture, the relationships between them, the evolution process and how projects satisfy system capability demands, and combine maneuver recovery operation system architecture as example to describe relevant project viewpoints products. Project viewpoints have great significance in many fields such as constructing system programming, acquisition management.

Keywords: weapons equipment system architecture; project viewpoints; product design

0 引言

为提高武器装备体系的综合能力, 发挥其整体效能, 实现其组分系统的综合集成和互操作, 须从体系顶层设计和技术实现等方面, 对体系的建设进行全面规范, 并对体系结构进行描述, 以指导在研系统和待研系统的设计开发。

武器装备体系结构项目视图的研究最早开始于英军 MODAF1.0 中, 称为采办视图(acquisition view, AV)^[1], 包含项目列表和项目随时间演化描述 2 个视图产品。美军 2009 年发布的 DoDAF2.0 增加了项目视图(project viewpoint, PV)^[2], 除了项目随时间演化描述, 还包括项目与能力之间的映射关系描述^[3]。北约的 NAF 中也包括对项目视图的开发, 体现了项目建设过程的细节, 突出了项目在能力管理和 NATO 采办过程之间的依赖关系^[4]。沙基昌根据我国国情, 提出我国国防的采办框架, 包括发展战略与规划、型号论证关键技术预研、系统研制演示验证、生产与部署、使用与保障 5 个阶段和批准发展战略与部署、型号立项审定、设计定型、

生产定型和作战试验 5 个里程碑节点^[5]。项目视图为采办管理者进行事先决策提供依据, 能够为装备建设的发展提供指导, 实现在最短时间内装备作战能力的维护与提升。因此, 笔者主要对适合我军的武器装备项目视图产品进行了设计与开发。

1 增加项目视图的武器装备体系结构框架

按照多视图的理论方法, 体系结构框架可以通过将问题分割为便于管理的视图, 结合现有的体系结构框架中的多视图理论方法, 借鉴 MODAF、DoDAF2.0 和 NAF 中关于项目视图的描述, 以及我军实际情况, 依据武器装备体系结构描述需要重点解决的问题, 在把握宏观体系的同时, 使各个风险承担者可以关注特定的方面, 从能力需求、作战需求和应用、系统设计、项目设计以及技术支持 5 个角度出发, 提出新的武器装备体系结构描述框架。该框架主要包括能力视图、作战视图、系统视图、项目视图和技术视图, 如图 1。这些视图通过底层体系结构数据要素(如能力、系统、技术等)进行相互关联, 并以此为基础进行集成。其中, 项目视图

收稿日期: 2011-03-16; 修回日期: 2011-05-09

基金项目: “十一五”武器装备预研项目“武器装备体系的体系结构描述方法研究”(513300201)

作者简介: 张晓雪(1986—), 女, 河北人, 博士研究生, 从事武器装备体系结构、指挥信息系统优化研究。

描述了体系的项目组成、项目演化情况等，且与其他视图关联，在框架中具有重要地位。

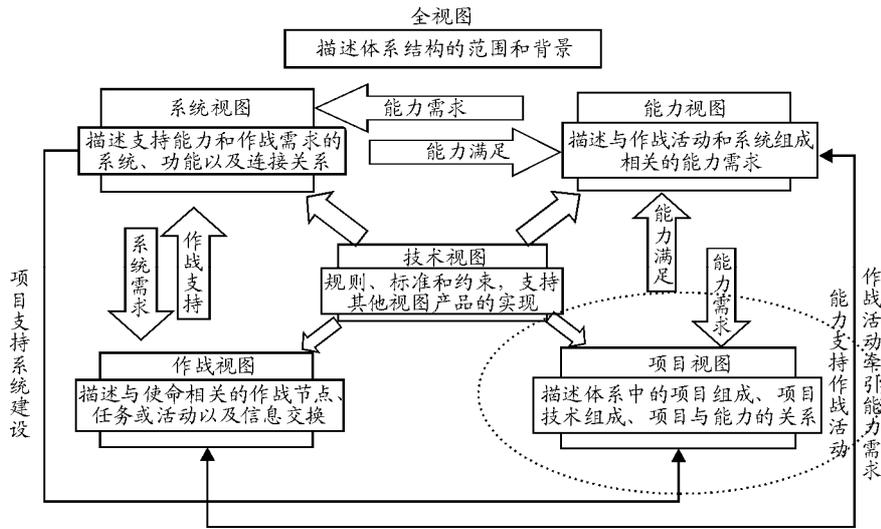


图 1 武器装备体系结构框架

2 项目视图数据要素及关系

体系结构数据要素是组成体系结构产品的基本单元，体系结构描述主要表现体系结构中的组分、组分之间的相互关系及与环境的关系、组分如何运行以及组分运行下的规则和约束。体系结构逻辑数据模型定义了体系结构数据要素、要素之间的相互关系及要素的属性^[6]。项目视图中包含的数据要素包含项目、位置、执行者、目标和时间线等，这 5 个实体分别是体系结构产品设计的“*How*”、“*Where*”、“*Who*”、“*What*”和“*When*”。基于功能的项目体系结构设计就是以“*How*”所代表的项目实体为主体的体系结构描述方法的研究和开发。项目视图的数据要素之间的关联关系如图 2，这几个核心实体的概念如下：

- 1) 项目：表示创建资源或者为达到预想的目标、效果的任务集合。项目间存在层次结构。
- 2) 执行者：执行项目任务的实体，主要是人员的集合，如组织，包括各类管理人员和操作人员。执行者的技能和经验对项目的执行起着关键作用。
- 3) 位置：执行项目所处的位置，包括地理和逻辑位置。项目一般是系统建设项目，系统是为实现一组特定功能而相互作用、相互依赖的有组织的资源集合。系统可以执行、处理和实现系统功能。除了系统建设项目外，其他类型的项目位置一般指项目所处的状态位置。

- 4) 时间线：项目执行需要有一定的时间约束。项目随时间的演化过程可以用时间线表示。时间线表示了项目里程碑的信息及里程碑要素状态。
- 5) 目标：项目执行的期望效果，即要达到的状

态。项目目标可分解为相应子项目的目标。

核心实体数据要素及其相互关系构成体系结构产品的基本语法规则，是确保体系结构产品满足语法规范性和数据完备性的基础。项目视图中的核心实体之间，以及项目视图中的核心实体与其他视图中的核心实体之间的关系如图 3。

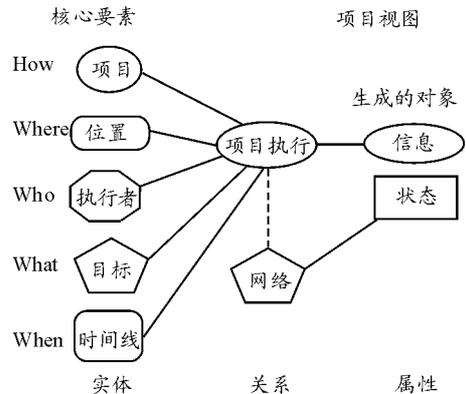


图 2 项目视图数据要素及之间的关系

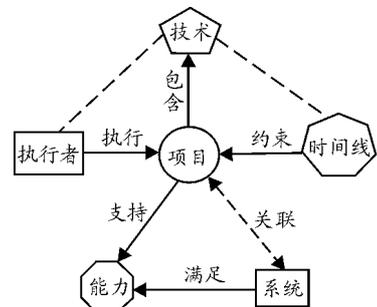


图 3 项目视图核心数据要素的关系图

由图 3 可见，核心实体之间主要存在 5 个方面的关联关系：

- 1) 执行者执行项目，项目内部存在层次结构，可以用层次分解结构进行表示。

2) 项目与关键技术之间的关系表示为项目包含哪些技术, 项目的完成需要某些技术为支撑, 项目视图与技术视图的关系通过项目里程碑与技术这 2 个数据实体相关联。

3) 时间线与项目之间的关系表示为项目状态随时间的不断演化。项目的执行有时间约束, 项目在时间线上分为若干关键节点, 即项目里程碑。

4) 项目与系统之间的关系为项目包含了系统的建设项目和其他类型的项目, 如物料保障类建设项目。

5) 项目与能力之间的关系表示为项目支持一定的能力。能力是能力视图的核心数据要素。项目视图与能力视图通过项目与能力这 2 个数据实体相关联。项目与能力是多对多的关系。

3 项目视图产品设计

基于项目视图中数据要素之间的关系分析, 确定在项目视图产品集包含 4 个视图产品。其中: PV-1 项目组成描述、PV-2 项目技术组成列表、PV-3 项目随时间的演化描述是核心产品, PV-4 项目与能力的映射关系描述将项目与能力视图的核心数据实体联系起来, 体现了项目与体系结构中的主要数据实体之间的关系。具体来讲, 主要描述内容有:

1) PV-1 项目组成描述。

主要展现了体系项目的组成以及项目的主要信息。项目的组成描述涉及到的数据实体要素有: 项目、项目属性、项目间的关系。项目与项目之间存在一定的关联关系, 具体表现为层次关系、先后依赖关系; 项目本身包含一定的信息, 如项目的起止时间、负责人等, 这些信息可以以项目属性的方式进行表示; 每个项目都有里程碑, 表明了项目完成

经历的几个关键点信息; 项目与系统之间有的存在一定的关系, 有的项目是系统建设项目, 该项目就对应了系统列表中某个系统, 有的项目是某些原料建设, 与系统无关联关系。

2) PV-2 项目的技术组成列表。

表现为项目的完成包含的某些技术, 技术以标准、规则、协议的方式表示。PV-2 中的技术与 TV-1 技术列表中的技术相匹配。笔者使用表格表示该视图产品, 根据项目视图中的 PV-1 中的项目列表, 对各个项目进行技术分析和预测, 将项目与技术的映射关系描述 PV-2 集成到描述工具中。

项目的建设过程分为若干阶段的决策点。里程碑由里程碑决策者 (milestone decision authority, MDA) 按照相关的规定、准则对技术的发展进行科学预测, 确定项目在某个时期应该达到的进度状态^[7]。笔者采用沙基昌对国防采办项目的 5 阶段和 5 个里程碑节点的设置方法。里程碑节点的时间设置由特定的部门通过考察, 由专门人员决定。

分析项目的技术组成逻辑数据模型主要考虑项目包括哪些技术, 项目里程碑的确定需要哪些技术支持。里程碑决策者根据现有经验、技术发展状态对技术进行预测, 以确定里程碑的时间点。

表 1 给出了项目的技术组成 (PV-2) 的示意列表。里程碑节点往往对应着一个或多个关键技术的攻关成功, 有些里程碑节点如可行性研究报告的批准、项目交接往往与关键技术关联不大, 因此项目技术组成列表在该里程碑中不包含关键技术。在项目试验和研制过程中往往需要多个技术攻关, 所以里程碑 2 (型号立项审定) 和里程碑 3 (设计定型) 包含技术较多。

表 1 项目的技术组成 (PV-2) 的产品示意列表

项目	里程碑				
	里程碑 1	里程碑 2	里程碑 3	里程碑 4	里程碑 5
项目 1	无	技术 1	技术 2、技术 3	无	无
项目 2	无	技术 4、技术 5	技术 6	技术 7	无
...

3) PV-3 表示了项目随时间的演化过程。

PV-3 中涉及的数据要素包括: 项目、里程碑、里程碑要素。数据要素之间关系有项目与里程碑关系, 里程碑之间的关系。在项目 5 个阶段中, 与时间线的关联的里程碑要素包括多个方面, 在 MODAF1.2 中, 主要涉及规则、训练、维护、组织、人员和设备这 6 个要素^[8-9]。这些要素在不同项目阶段的重要程度不同, 分析这些要素重要程度有利于决策者和利益相关者关注其主要因素。

① 规则 (doctrine): 项目执行时应接受的约束、标准等。

② 训练 (training): 装备项目在立项后到投入使用中间需要经过的实验、培训等内容, 训练是为了保证装备的可靠性。

③ 维护 (maintenance): 用于保障装备计划的实施及保持装备作战能力的后勤要素等。

④ 组织 (organization): 定义组织的关系, 组织结构和能力结构及国防合同方的关系。

⑤ 人员 (person): 包括各类装备使用人员, 主要在管理和技能方面上对项目有影响。

⑥ 设备 (equipment): 指满足体系需求的平台、系统, 及实验时所用的平台和系统。

笔者借鉴了 MODAF 中的里程碑要素的表现方式。其中, 里程碑的要素在不同的时间点对项目的建设和发展起到的作用不同, 笔者使用 P6 项目管理软件进行 PV-1 和 PV-3 描述。在使用 P6 软件进行描述中, 对里程碑的要素使用“资源”进行表示, 资源的作用使用注释进行描述。要素的状态主要有 3 种: 关键作用状态、可控因素状态和非关键作用状态。里程碑之间的关系从项目之间的关系扩展而来, 里程碑之间存在的关系有 4 种, 为 FF、FS、SF 和 SS, 分别表示前个项目完成后, 后一项目才能完成; 前个项目完成之后, 后一个项目才能开始; 前个项目开始之后, 后一个项目才能完成; 前个项目开始之后, 后一个项目才能开始。

4) PV-4 项目与能力的映射关系。

表现为项目满足一定的能力需求, 可以是多对多的关系。PV-4 中的能力与 CV-2 和 CV-3 中的能力相匹配。能力是在指定的标准和条件下, 通过联合的方式和方法执行一组任务实现预期作战目标的本领。体系结构的构建是围绕能力的完成而进行的。项目的完成需要系统进行资源和功能上的支持, 项目与能力之间的映射关系反映了项目对能力的满足和支持情况, 项目可以满足哪些能力需求或者项目的完成需要哪些能力的支持。该视图产品为进一步根据能力需求进行项目规划提供了决策支持。

4 项目视图产品实例

机动防御作战是未来作战的一种重要作战样式, 装甲装备是机动防御作战体系中进行火力攻击、火力支援、机动、陆地保障的主要力量。在机动防御作战体系结构中构成了视图产品中的主要实体要素。根据机动防御作战体系的系统构成和能力需求, 在体系结构语法规范性和数据完备性的指导下, 分析和总结项目视图核心实体及其关系, 以核心实体及其关系为体系结构主要描述内容, 并进行必要的扩展, 开发项目视图产品。在项目视图开发前, 需要进行开发能力视图、系统视图的部分产品, 需要构建的视图产品主要有系统列表和能力列表。笔者假设这些视图产品已经构建并作为已知提供给项目视图产品。

实例中采用 P6 软件进行项目视图部分产品

(PV-1、PV-3)的实现。PV-2 和 PV-4 使用体系结构描述工具进行实现。P6 是由美国 Primavera 公司开发的一个基于计算机网络技术和网络计划的工程项目软件, 前身是 P3 系列软件, 荟萃了 P3 和 P3e/c 软件近 30 年的项目管理精髓, 在大型关系库 Oracle 和 MS SQL Server 上架构起企业级的、包含项目管理知识体系的、具有高度灵活性和开放性的企业级项目管理软件。该软件的主要功能是进行进度、资源和费用管理^[10]。项目的组成结构即是项目管理领域中的 EPS 结构; 而项目随时间的演化关系也可以看作是项目的进度表示。因此, 使用 P6 软件可以进行这 2 个视图产品的展示。并且, 利用 P6 软件的强大功能可以描述很多的其它有益信息。

4.1 PV-1 产品实例

PV-1 中给出了项目的层次结构, 项目的属性信息(项目名称、项目标志符、项目预算、起止时间、责任人等), 如图 4。



图 4 PV-1 视图产品

4.2 PV-2 产品实例

项目技术列表 (PV-2)				
项目		关键技术		
项目标志	名称	技术标志	名称	描述
Pro001	坦克	Tec001	...	对应里程碑2
		Tec002	...	对应里程碑2
		Tec003	...	对应里程碑3
Pro002	步战车	Tec004	...	对应里程碑2
		Tec005	...	对应里程碑3
		Tec006	...	对应里程碑4
...
...
...

图 5 PV-2 视图产品

项目的建设需要技术的支持, 项目的进程包含了某些关键技术的攻克, 里程碑节点也对应着一些技术的攻关成功。建立本实例 PV-2 的逻辑数据模

型, 使用体系结构描述工具进行描述。图 5 给出了该视图产品的展示。

4.3 PV-3 产品实例

该视图产品表示了与装甲装备相关项目的里程碑以及各个项目随时间的演化过程表示, 在选定某个项目后, 点击作业一项, 可输入里程碑相关数据, 并可以分配资源、费用等。最后能以时间轴的形式表示阶段(里程碑)之间的关系。在开发逻辑数据模型后, 使用 P6 软件描述的项目随时间演化描述如图 6。该产品可以进行实时编辑。



图 6 PV-3 视图产品

4.4 PV-4 产品实例

根据项目组成描述(PV-1)和能力列表(CV-2)中的有关项目与能力相关信息, 构建项目与能力的映射关系逻辑数据模型, 在体系结构描述工具中增加 PV-4 产品开发, 该视图产品的编辑界面如图 7。



图 7 PV-4 视图产品

5 结论

从武器装备体系建设项目的顶层设计角度, 笔者进行了项目视图的 4 个视图产品设计, 包括项目的组成描述、项目的技术组成列表、项目随时间演化描述和项目与能力的映射关系描述。实例分别从逻辑数据模型和产品的表示形式 2 个方面, 对项目视图的 4 个视图产品进行了详细设计。根据 4 个项目视图产品表示的内容不同, PV-1 和 PV-3 使用 P6 项目管理软件进行了表示, P6 软件的强大功能解决了项目视图产品中项目、里程碑、资源等较为复杂的关系展示。同时, 也表示出了其他有用的数据信息, 便于项目顶层设计和决策者进行实时分析。PV-2、PV-4 是项目分别与技术、能力实体之间的关系描述, 为项目视图与技术视图、项目视图与能力视图建立了联系。项目视图的构建和应用可以为采办管理者进行事先决策提供依据, 使采办管理者根据项目的进度做出合适的决策。项目视图的构建还能够为装备建设的发展提供细节施行上的指导, 实现在最短时间内装备作战能力的维护与提升。因此, 对项目视图进行研究具有重大的现实意义。

参考文献:

- [1] MoD Partners. MoD Architecture Framework Version 1.0[R]. U.K.: Ministry of Defense, 2005.
- [2] DoD Architecture Framework Working Group. DoD Architecture Framework Version 2.0[R]. U.S.: Department of Defense, 2009.
- [3] NATO Consultation, Command and Control Board. NATO Architecture Framework Version 3[R]. 2007.
- [4] 沙基昌, 毛赤龙. 在全寿命管理过程中实现全寿命管理[C]. 北京: 香山科学会议, 2006.
- [5] Primavera Corporation. Oracle Primavera P6 guidebook[Z]. U.S.: Primavera Corporation, 2009.
- [6] 葛冰峰. 基于功能的武器装备体系结构描述方法与工具研究[D]. 长沙: 国防科技大学, 2008.
- [7] MoD Parters. MOD Architectural Framework White Paper on Acquisition View1(AcV-1) System-of-Systems Acquisition Clusters Version 1.0[R]. U.K.: Ministry of Defense, 2005.
- [8] MoD Parters. MOD Architectural Framework White Paper on Acquisition View2(AcV-2) System-of-Systems Acquisition Clusters Version 1.0[R]. U.K.: Ministry of Defense, 2005.
- [9] 修胜龙. C⁴ISR 体系结构产品一致性开发及验证方法研究[D]. 长沙: 国防科技大学, 2005.
- [10] 姬鹏宏, 赵澄谋. 重大武器装备采办项目的里程碑设置研究[J]. 装备指挥技术学院学报, 2004, 5(3): 14-16.
- [11] 沙基昌, 毛赤龙. 在全寿命管理过程中实现全寿命管理[C]. 北京: 香山科学会议, 2006.
- [12] 徐斌, 许建峰, 沈艳丽. 美国国防部体系结构新发展[J]. 兵工自动化, 2010, 29(6): 54-56.