

第 1 章 装备需求论证工程化基本理论

武器装备信息化体系化发展对装备需求论证工作提出了新的要求, 如何满足这些要求是装备需求论证工作者面临的重要任务。因此, 作者提出了装备需求论证工程化思想。本章在简要介绍装备需求论证的定义、分类、特点和模式的基础上, 系统回答了为什么要提出装备需求论证工程化、什么是装备需求论证工程化和怎样实现装备需求论证工程化等问题, 旨在为装备需求论证工程化提供基本理论指导。

1.1 装备需求论证基础

1.1.1 相关概念

武器装备是用以实施和保障作战行动的武器、武器系统和军事技术器材的统称, 是作战所依托的物质基础和技术支撑。武器装备发展是一个由宏观到微观的递进过程, 武器装备需求又是分层次的, 从宏观上讲是对装备体系的需求, 从微观上讲是对装备型号的需求。武器装备需求是指为遂行军事任务或达到军事目标, 对武器装备提出的要求。武器装备需求是军事需求的重要组成部分, 也可简称为装备需求。武器装备体系需求是指为了履行特定条件下的使命任务, 体系应包含的要素, 各要素间的内在联系即体系结构, 以及体系具有的功能。装备型号需求是指某一装备系统或单项装备, 为实施特定的作战任务, 所具有的基本能力、战术技术指标、系统组成和技术途径。

武器装备需求论证是武器装备需求的开发和验证过程, 是为武器装备发展提供决策依据的研究工作。其研究对象是未来要发展的武器装备需求, 输入是作战单元的使命任务, 输出是满足使命任务需求的武器装备需求方案, 其成果形式一般为论证报告, 论证结论作为上级决策部门进行武器装备发展决策的基本依据。

1.1.2 论证类型

根据武器装备需求论证的层次关系, 由宏观到微观依次展开包括装备发展战略、体制、规划计划和型号需求论证。整个过程就囊括了装备体系需求和装

备型号需求的论证。

1. 装备发展战略需求论证

发展战略是全面谋划装备发展的方略，是围绕装备发展方向重大问题进行的高层次、超前性、整体性谋划研究。高层次是指从战略全局的高度，超前性一般应预测未来 15 ~ 20 年的时间范围，整体性是指提出装备发展的总体思路、方向重点、体系构成等。

发展战略需求论证的基本要素：需求分析、威胁分析、作战任务和能力需求分析、装备现状分析、新型武器装备发展趋势、装备发展需求构想、装备发展战略目标、装备发展战略重点、发展战略综合评估。

2. 装备体制需求论证

装备体制主要规范列编装备的种类、型号、作战使命、主要性能指标、编配对象、配套和替代关系等。从某种意义上讲，装备体制就是装备体系的制度化、规范化。种类、型号代表体系要素；作战使命和主要性能指标表征水平和能力；编配和配套表征体系结构和内在联系；替代关系表明动态发展。

装备体制需求论证的基本要素：作战需求分析、装备体制现状分析、装备体制发展需求构想、拟制装备体制方案、装备体制综合评估。

3. 装备规划计划需求论证

装备规划计划是装备发展战略和装备体制的全面展开、深化和具体化，是在一定条件约束下，通过合理安排资源，使装备发展整体效果最佳。规划计划论证，就是运用科学手段与方法，依托现有条件，准确预测未来，确定装备建设的思路、目标和分阶段建设任务，提出具体的发展步骤、型号项目和经费投入需求方案。规划计划论证的核心是对所有型号项目的整体筹划，同时对每个项目的使命任务、功能定位、战术技术特征等进行概括性描述，并安排项目实施经费支撑和时间周期。

规划计划需求论证的基本要素：需求分析、规划计划执行情况及现状分析、规划计划论证的指导思想、规划计划目标和重点、拟制规划计划方案、方案综合评估。

4. 装备型号需求论证

装备型号需求论证是在装备宏观发展决策确定的前提下，对列入装备体制和规划计划的每一个型号项目进行的具体论证，论证成果成为项目研制的依据。根据型号管理规定，型号论证又包括装备研制立项综合论证和研制总要求论证，前者是项目立项的依据，后者是装备设计定型的依据。

装备型号需求论证的基本要素：作战使用需求分析、现状分析、编配设想、主要作战使用性能要求、装备系统组成和技术方案、效能评估。

5. 装备专题需求论证

专题需求论证包含的类型比较多,通常不包含在上述4种论证类型中的论证项目都可归为此类。例如,现代化改造论证,引进论证,报废、退役及降级使用论证,军选民品论证等。

上述发展战略、装备体制和规划计划需求论证都是宏观论证,从内容看大体类似,均包含需求分析(威胁、使命任务、现状等)、拟制需求方案和对方案进行综合评估三个组成部分。但层次不同、重点不同、成果形式不同。发展战略层次最高,看得最远,主要确定发展方向和重点;装备体制重点确定装备整体结构及关系;规划计划是具体执行方案。预测时间由远到近,约束条件逐步明确,认识逐步深化,思路逐步清晰。型号需求论证是对某个型号系统进行的专项论证,确定其战术技术指标和总体技术方案,作为研制定型的依据。由此说明需求论证是一个由笼统到具体、由模糊到清晰、由务虚到务实的反复迭代、逐次递进的过程。几种典型需求论证之间的关系如表1-1所列。

表 1-1 几种典型需求论证的比较表

比较点 论证层次	特点	作用	内容	论证方法	论证模型
装备发展战略 需求论证	前瞻性 预测性 全局性	武器装备发展的总方略,是最高层次的顶层设计,具有宏观指导作用	战略思想和战略目标,发展方向重点	定性分析、预测法	低分辨率模型
装备体制 需求论证	整体性 配套性 动态性	装备体系的制度化和规范化,是装备发展的基本依据	装备整体结构、品种系列、编配配套关系、替代关系	定性定量相结合	低分辨率模型
装备规划计划 需求论证	整体性 协调性 阶段性	近期装备发展的总体安排,是在一定资源条件支撑下的实施方案	所有项目的具体任务、功能定位、战术技术特征等	定性定量相结合	低分辨率模型
装备型号 需求论证	系统性 先进性 可行性	军事需求物化为装备需求的落脚点,是战术与技术结合的统一体,是装备研制和定型的依据	主要作战使用性能和战术技术指标,装备系统组成和技术方案	定性定量相结合	高分辨率模型

1.1.3 主要特点

可以从武器装备需求论证的不同视角概括出不同特点,主要有以下几点:

(1) 前瞻性。装备需求是依据当前和未来一个时期作战需要、技术发展提出的,需要着眼于未来的作战样式、作战环境、技术发展等因素。论证是一个从无到有的设计和孕育过程,所涉及的依据、对象、目标、约束条件等都要依托对未来的预测,准确预测未来才能做出科学的判断。因此需求论证具有很

强的前瞻性，是牵引装备发展的直接动力。

(2) 层次性。装备发展是一个从宏观到微观的动态递进过程，因此装备需求论证必然有战略、战役、战术不同层次的作战需求，有装备体系、系统、型号等不同层次的功能需求，也有对预先研究、型号研制等不同层次的技术需求。不同层次需求对装备发展建设的不同方面提出不同内容、不同程度的要求。各层次之间是有机联系的，自上而下指导、自下而上支撑。

(3) 递进性。装备需求论证的结论随着战略调整、作战环境和科学技术的变化而不断演化；另一方面，人类对装备需求的认识是不断扩展和深化的过程，因此装备需求论证是一个持续研究的过程，具有一定递进性。越是宏观论证，不定因素越多，递进性就越显著。以发展战略论证为例，一般发展战略要预测未来 20 年，但考虑到事物发展的复杂性和预测的有限性，往往对发展战略论证采用阶段性和持续性相结合的论证方法，即一定时期有相对固定的发展战略版本，同时对重大问题进行不间断的深化研究，持续性的修订和补充完善。

(4) 互动性。装备需求直接来自于国防和军队建设的整体军事需求，充分体现了国家安全战略、国防战略和军事战略的总体要求，直接决定了武器装备的发展方向和指标要求，对装备发展有强力的牵引作用。另一方面，高新技术的迅猛发展及其在军事上的广泛应用，引发了世界范围的新军事变革，催生了新的作战概念和武器装备，从而刺激产生新的军事需求和装备需求。因此需求牵引和技术推动的相互作用既是装备需求论证的基本遵循，又是装备需求具有可操作性的有效保证。

(5) 系统性。不论是装备发展宏观论证还是型号论证，论证对象均是以系统或系统之系统的方式出现，要解决的均是系统问题。这就决定了装备需求论证需要采用系统工程的理论与方法，以及发展到体系工程的理论与方法。需要以系统的观点定义主体系统和相关系统，划分系统层次关系，界定系统要素及其边界约束条件；以系统工程或体系工程的方法拟制解题流程，构建目标、关系模型、约束条件、寻优路线组成的要素集合，通过反复迭代、逐步逼近的动态方法寻求问题的可行解。

(6) 协调性。装备需求论证涉及领域广，学科跨度大，不定因素多，要素间关系复杂，论证结论风险大。需要处理的关系维数多、错综复杂，如宏观与微观、需要与可能、务虚与务实、近期与远期、重点与一般、战术与技术、继承与创新、先进性与可行性等各种矛盾交叉，技术、经济、周期多条线并行，需要通过科学统筹、综合权衡，才能得出协调一致、具有可操作性的装备需求方案。

从上述前瞻性、层次性、递进性、互动性、系统性、协调性的几个特征，

可以反映出装备需求论证具有很强的复杂性，详见 1.5.2 节。

1.1.4 基本模式

装备需求论证的基本模式是装备需求论证主要环节与流程的描述，揭示了装备需求论证工作的基本步骤和规律。根据相关文献提出的装备需求论证必须解决的基本问题是“提出问题、分析问题、提出解决方案、评估方案、论证结论”，结合装备需求论证的客观规律，可以得到装备需求论证的基本模式主要包括武器装备需求问题表述、分析问题、提出方案、方案评估、论证结论五个主要步骤，每一步骤既相互独立，又紧密相连，上一步的输出是下一环节的输入，如图 1-1 所示。其中分析问题、提出方案和方案评估是一个循环迭代、不断优化过程，是装备需求论证的核心环节。论证结论因论证的问题、层次和重点不同而不同，发展战略需求论证是关于装备发展战略目标、方向和发展重点

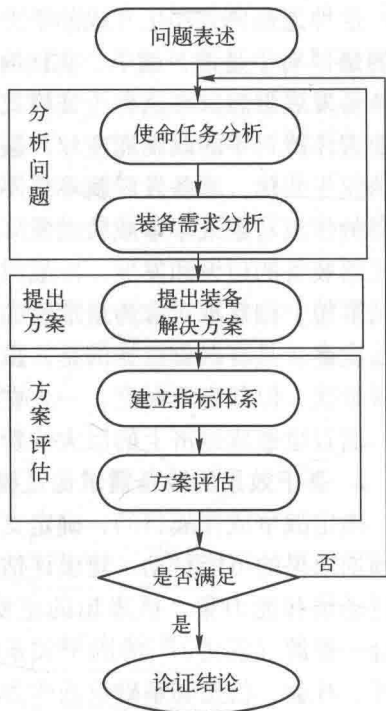


图 1-1 装备需求论证的基本模式

点的表述；体制需求论证是关于装备体系的功能结构及体系中各型号使命任务、功能性能及编配关系的表述；规划计划需求论证是关于装备发展步骤，发展项目及其经费投入的表述；型号需求论证是关于某个装备系统基本能力、战术技术指标及总体技术方案的表述。

在基本模式指导下，装备需求论证可以分为三种模式：基于威胁的装备需求论证模式、基于效果的装备需求论证模式和基于能力的装备需求论证模式。

1. 基于威胁的装备需求论证模式

武器装备的矛盾运动，推动着武器装备的不断“否定”，即用更先进的装备来代替原有的装备。武器装备就是在不断否定之中发展与更新。正是在这种否定之否定的发展过程中，武器装备的结构从简单到复杂，性能从低级到高级，组合从单一到系统再到体系。几乎每一项武器装备军事需求论证的针对性都很突出，都有明确的假定对象。任何一个国家武器装备的发展，都是明显地针对着现实的作战对象或潜在对手进行的，试图在武器装备的战术技术性能上压倒对手，而并非漫无边际地追求武器装备的高、新、精、全。这种论证模式的优点是目标明确、针对性强。主要依据明确的作战对象或主要威胁来确定军

事需求，通过系统分析和逻辑推理，对武器装备发展做出结论和证明的论证模式。这种论证模式产生并成熟于冷战时期，其目标具有明显的针对性，首要考虑的是“对手是谁，战争会在何时、何地发生”，这是一种以作战客体为中心的装备发展思想。在这种论证模式下缺点也十分突出，武器装备发展的重点始终随着作战对手的改变而变化，呈现出被动应对的特征，一旦主要对手或主要威胁发生变化，装备发展就不得不随之发生调整 and 变化。长期以来，这种针对特定的作战对象或军事威胁而发展装备的思想一直占据着统治地位，影响着各国武器装备的建设和发展。冷战时期，美国和苏联两个超级大国为实现全球称霸的梦想，相互视对方为最危险的敌人，不惜以举国利益，展开了近乎疯狂的军备竞赛。具有讽刺意味的是，虽然美国、苏联两国的核武器多得足以将地球摧毁数次，但却毫不懈怠，一直在拼命发展。这不仅严重威胁到世界各国的安全，而且也造成经济上的巨大浪费。

2. 基于效果的装备需求论证模式

确定战争或作战目的，确定支持战略目的要达成的预期效果，初步确定达到预期效果的可能行动，建模评估并优化行动方案，建立支持战争或作战目的的行动集和能力集。该思想的主要特点有：强调“目标—效果—节点—行动组合—资源（能力）”的因果关系的过程分析；强调整体性，把政治、军事、经济、社会、信息和基础设施作为一个整体来考虑；作战效果不仅包括物理的效果，还包括心理效果和社会效果等综合效果。

3. 基于能力的装备需求论证模式

在基于威胁型的军事装备论证模式下，发现威胁、继而采取应对手段已经不适应日趋复杂的国际环境，必须通过能力提高来应对不同方向的威胁，基于能力的军事装备论证能够很好地解决这个矛盾。所谓基于能力的军事装备论证模式，是指国家和军队在制定军事装备发展战略时，主要依据满足未来军事斗争所需的军事能力，牵引和论证军事装备的发展与建设。在这种模式下，确定军事需求的重点由原来关注“对手是谁，战争会在何时、何地发生”，转而关注“战争将以何种方式进行”，是从基于威胁向基于能力的转变，它从国家的长远利益出发，以能维护国家利益所应有的军事实力为目标来发展武器装备。在这种方针的指引下，武器装备军事需求论证的重点由单件武器对抗转向系统与体系的对抗，转向了整体作战能力的提升，不断寻求整个体系的缺陷，并通过装备发展的途径去解决。该模式强调“能力应对战略”，即以国家自身综合军事能力的提高，来应对多变的威胁；并在满足应付当前威胁需要的同时，更加注重长远军事能力的建设，体现出更高的前瞻性，符合了一体化作战对武器装备发展的要求，体系性更强、稳定性更好。展望世界军事形势，一些军事大国都把装备体制调整作为军事战略调整的重要内容。在跨入新世纪之后，美国

对战略目标、战略重点、战略手段做出了重新修订，提出了“建设一支无论在功能上还是在地缘上都能满足使用要求的全能力量”，并要保持在“导弹防御、信息作战、天战能力和远征作战能力上的优势”。相对于基于威胁型军事需求论证模式，基于能力型军事需求论证模式拓宽了战略视野，把握了装备发展的主动权，主动性表现得更为突出，使武器装备的发展既能够对付当前的挑战，也能够防范和对抗未来的威胁。这种需要具备的能力判断，以及新能力的成熟度，与原有能力的替代及转换必须借助于新的武器装备军事需求论证模式来完成。

基于能力的装备需求论证模式强调了能力需求在装备需求分析中的牵引作用，着眼点更长远、更宽泛、更深化。用能力需求指导装备发展，能力需求分析是其分析过程中的重要步骤，如图 1-2 所示。

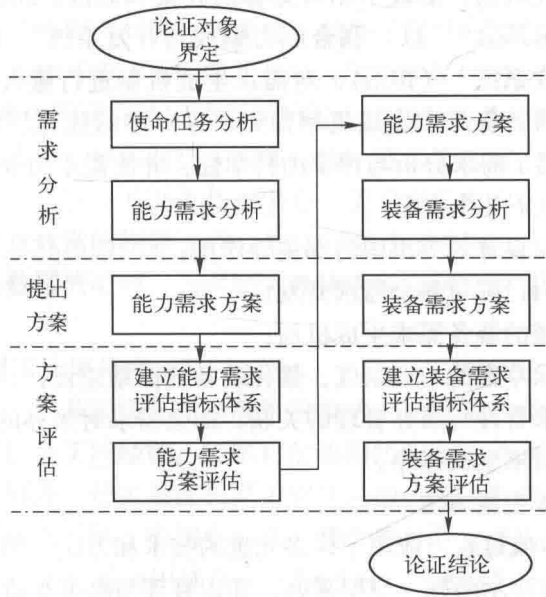


图 1-2 基于能力的装备需求论证模式

由图可知，该模式最大的特点是能力需求分析是装备需求论证的核心，贯穿论证过程的始终，任何阶段、任何部分的论证活动都应该围绕这个主题进行。在论证的各个阶段，能力需求的表征是不一样的，在使命任务需求分析中，表征为建立作战单元的使命任务需求体系，从而为抽象出能力需求建立基础；在能力需求分析阶段，表现为从使命任务需求体系中抽象出能力需求，对能力需求进行分解和优化，构建能力需求体系；在武器装备需求分析阶段，关键在于寻求满足能力需求的武器装备功能结构。

1.2 装备需求论证工程化的提出

1.2.1 美国装备需求生成的经验与启示

美军是武器装备发展的引领者，以先进的军事理论作先导，以强大的技术储备作基础，以丰富的实战经验作支撑，形成了一套比较科学、完善的需求生成理论、方法和支撑平台。分析美军在装备需求生成过程中好的做法，总结其突出的特点，对于提高我军装备需求论证水平具有重要的借鉴作用。

1. 先进的需求生成理论

美军重视以作战需求牵引武器装备体系的构建与更新，建立了科学的武器装备体系需求生成机制，形成了相对完善的政策和制度。2003 年 7 月，美军发起了一场“需求革命”，以“联合能力集成与开发系统”（JCIDS）代替了原来的“需求生成系统”（RGS），对需求生成机制进行重大改革。“需求革命”后，美军武器装备需求生成机制得到了进一步的优化，加强了国防部对需求的统管，提高了需求分析与评审的科学性，并使需求与采办的结合更加紧密。主要表现在以下几个方面：

- (1) 加强顶层设计，突出国防部主导作用；
- (2) 基于能力，强化联合需求开发；
- (3) 建立权威的装备需求生成机构；
- (4) 完善需求草案的审查制度，强化装备的体系建设；
- (5) 强调需求管理与采办管理的关联，加强需求对采办的牵引；
- (6) 规范的需求生成程序。

2. 科学的需求生成方法

美军在需求生成过程中应用了许多先进的技术和方法，例如建模与仿真技术、先期概念技术演示验证、虚拟采办、知识管理与决策支持工具、规划 - 计划 - 预算 - 执行系统及系统分析的方法等，而且利用作战实验室提出初始作战能力需求，形成了比较完善的武器装备体系研究与应用框架。

在体系需求研究方面，美军根据军事转型的需要和基于能力的战略思想，针对 21 世纪的安全威胁，建立了“联合能力集成与开发系统”（JCIDS）。同时在需求工程方面进行了大量研究，形成了一系列关于需求获取、分析、建模、验证、管理等方面的方法、技术和模型，如面向过程、面向数据、面向控制和面向对象的需求分析方法等。美军利用这些技术手段，对武器装备体系建设的需求进行生成、分析和验证，确保了需求的准确性以及需求生成的科学性。

在体系结构研究方面,美军在 C⁴ISR 系统结构框架的基础上,建立和发布了《国防部体系结构框架》(Department of Defense Architectural Framework, DoDAF),定义了体系结构发展、体系结构描述和体系结构集成的通用方法和规范,强调面向联合作战,按照作战、系统、技术标准三类视图,分别从作战功能需求、体系结构设计、技术标准支持三个方面进行体系结构的分析设计,形成了武器装备需求分析的标准、规范。

在体系综合评估方面,美军强调按照不同层次,采用费效分析、建模仿真、多目标规划、层次分析等方法,对武器装备体系及采办过程进行综合评估。

在体系应用研究方面,美军十分重视利用建模仿真技术来支持武器装备体系的开发和应用。相继研究开发了联合作战系统(JWARS)、联合建模仿真系统(JMASS)、联合战区级仿真系统(JTLS),通过以上项目的实施,在武器装备体系建模仿真方面得到较大的发展,取得了明显的军事效益和经济效益。

在体系研究支撑环境方面,美军从 20 世纪 90 年代初,开始实施“作战实验室计划”,加强体系研究的实验环境建设。美国陆、海、空三军先后建立了作战指挥、战役支援、导弹防御、空间作战、战场管理等十多个作战实验室以及联合作战实验室和联合 C⁴ISR 作战中心。美军在历次的仿真、推演、演习和实战中,非常注意数据的积累工作,制定了联合数据支持计划(JDS),以及国防部网络中心数据战略等,为武器装备体系应用研究积累了丰富的基础数据资源。

3. 有效的需求支撑平台

美军建立了一整套实用化的系统工程技术,形成了配套的支撑工具、软件平台,并取得了许多实践经验。美军目前使用的配套工具中,除了美国军方直接主持开发的工具外,还大量购买商用软件。如,美国国防部、美国陆军、美国海军、美国海岸自卫队、美国空军在一些大项目中,应用支持美国国防部体系结构框架(DoDAF)的商用软件——Telelogic 公司的 SYSTEM ARCHITECT、DOORS、TAU G2 作为标准的需求工程支撑工具平台。联合攻击战斗机项目(JSF)的主要承包商洛克西德·马丁、罗斯鲁普·格鲁门、英宇航系统公司都采用了 DOORS 作为需求管理平台。

1.2.2 我国装备需求论证的需求与现状

信息化装备构成复杂、技术密集、学科交叉、投入巨大。从对抗的角度看,信息化装备体系具有整体性、聚合性、开放性、涌现性、不确定性、非线性、自适应性等特征,是典型的复杂系统。相对于基于“平台对抗”的装备而言,面向“体系对抗”的信息化装备体系规模越来越大、连接关系越来越

复杂、“三互”（互联、互通、互操作）要求越来越高、耦合性越来越强、性能越来越先进、费用越来越昂贵。另一方面，一体化联合作战和多样化任务，要求信息化装备体系具备灵活的重组能力。如果军事需求不稳定，需求上的任何偏差都会给信息化装备体系建设与发展带来严重影响。因此必须高度重视信息化装备体系需求论证工作，从源头上保证信息化装备体系发展的科学性。

1. 武器装备信息化体系化发展要求装备需求论证学术研究与工程应用协同创新

“平台中心战”时代，装备以高性能和多功能为主要目标，其需求论证主要采用以系统功能分解为特征和面向过程的结构化系统工程方法。该方法在整个系统规模比较小和需求相对稳定的情况下，能快速地将用户需求分配给各个分系统，清晰地定义各个分系统的接口和信息交互关系，较精确地描述系统与各个分系统应具备的功能和性能。但是，需求一旦发生改变，这种结构化的方法必须要从总体上重新进行系统功能定义和分解，适应性较差。信息化武器装备体系化发展要求武器装备需求论证必须着眼于体系对抗，一体化联合作战环境下的装备系统，面临着庞大的系统规模和需求不稳定等多重困难，传统的面向过程的结构化系统工程方法已经无法完成对系统的描述，必然要求装备需求论证理论的创新。

先进的装备需求论证理论落实到应用上，最终应体现在科学和高效两个方面。

（1）科学。宏观上，要实现科学的装备需求论证，不仅需要现代的系统工程指导思想（例如 DoDAF），先进的系统工程开发手段（例如 UML/SysML），还需要科学的系统工程方法（例如基于模型驱动体系结构/模型驱动开发（MDA/MDD））。应用上，要实现装备需求的科学论证，应有计算机辅助的装备需求论证支撑工具。要开发这样的工具，必须具备“流程结构化、环节规范化、过程量化”条件。

（2）高效。装备需求论证工作一方面要追求科学，另一方面还要追求高效。高效主要通过实用的需求论证工具和配套的需求论证资源来实现。

必须深刻分析武器装备体系的整体性、动态性、演化性和复杂性特征，科学高效地提出武器装备需求。一方面，学术研究应紧紧围绕武器装备需求论证新要求，聚焦装备需求论证创新方向和重点，在装备需求论证理论和方法方面进行创新，提出支撑装备需求论证新要求的学术成果；另一方面，工程应用应根据装备需求论证的实际，积极采用学术研究创新成果，科学提出武器装备需求方案，同时为学术研究提出改进需求，达到装备需求论证学术研究与工程应用的协同创新。

2. 装备需求论证学术研究创新成果与工程应用实践脱节严重

以学术研究创新指导装备需求论证工程应用实践,以工程应用实践验证与完善装备需求论证学术创新成果,可以实现装备需求论证学术研究与工程应用的协同创新。目前,装备需求论证学术研究创新成果很多,但其工程应用严重滞后,有的甚至未得到应用。主要原因有两个方面:一方面,装备需求论证内容繁多复杂、研究难度很大,缺乏研究内容的顶层规划,一个单位往往很难进行系统、全面、深入的研究,所以成果是分散的,加之重视学术性,忽视适用性,实际应用不方便;另一方面,由于缺少先进实用的工具,装备需求论证工程应用人员往往习惯传统的论证方法,很少或干脆不用先进的学术研究成果。另外,即使引进或开发了装备需求论证工具,但由于经费、机制等方面的原因,工具得不到及时升级,严重滞后于学术研究。归根到底是缺乏科学、有效的装备需求论证协同创新机制,严重制约了我军装备需求论证的质量和效率。

1.2.3 装备需求论证工程化的作用与可行性

以实现装备需求论证学术研究与工程应用协同创新为目标,研究探索学术研究与工程应用的协同创新方法和机制,有效衔接学术研究重点与工程应用需求,从根本上提高装备需求论证质量与水平,满足武器装备信息化体系化发展的论证要求,是装备需求论证工作者面临的重要任务。要完成这项艰巨任务,必须有先进的理论和科学的方法做指导。装备需求论证工程化正是着眼我军装备需求论证实际和信息化武器装备体系化发展需求,研究提出的一种装备需求论证应用理论,旨在为装备需求论证学术研究与工程应用间架设桥梁,以实现装备需求论证学术研究与工程应用的协同创新。

随着信息技术的高速发展,各行各业都正在通过构建企业级信息系统为自己插上腾飞的翅膀,从而实现业务数量和工作效率的极大提升,以应对快速变化的市场需求。装备需求论证工作虽是一个涉及军事、装备、技术等多门学科领域的复杂系统工程,更加需要工具支撑已成为共识,这为进一步规范装备需求论证业务和实现装备需求论证业务的计算机化奠定了基础。因此,借鉴地方企业信息系统在复杂业务建模方面的成功做法,规范装备需求论证业务流程和数据需求,研究探索装备需求论证工作计算机化的技术途径,构建计算机支持的装备需求论证业务系统,顺应了装备需求论证手段建设的时代要求,具有非常积极的现实意义。

1.3 装备需求论证工程化的概念

按照《辞源》的解释,“化”本义是变化、融化之意。从汉语语法来分

析，放在名词之后作为后缀，主要含义是逐步转变成某种性质或状态。其含义可以从三个方面理解：一是逐步转变，即是一个动态的概念，需要一个漫长的过程；二是全面渗透，即是一个普遍现象，必须渗透并覆盖到该领域的方方面面；三是达到一定程度，即必须达到一定标准，应占据了主导地位。

“工程化”是工程技术和方法不断渗透到社会、军事的各个领域，达到一定程度后，所形成的一种社会活动和军事活动的整体特征与状态。信息化时代，工程化的技术基础将不再是单纯工业时代的传统工程技术和方法，而必须融入信息时代的信息技术和方法。面对复杂巨系统问题的研究和决策，工程化不再局限于直接应用自然科学和工程技术去分析和设计系统，而是系统论思想指导下，综合运用复杂系统建模、运筹理论、体系工程和专业领域知识形成的复杂问题的解决方案，它是对复杂问题规律、原则和方法的科学认识。

“工程化”是在认识论、方法论、系统论、信息论、控制论与运筹学的基础上产生的，是对复杂问题规律、原则和方法的科学认识。“工程化”的目的是提供一套完整的科学理论与方法，以及成熟的程序和规范，以解决复杂的系统工程问题。

1.3.1 基本内涵

装备需求论证工程化是以系统科学思想为指导，运用装备论证理论、体系工程方法以及软件工程技术，通过装备需求论证流程规范化、环节模型化、手段工具化和应用资源化，在理论研究与工程应用之间架设桥梁，实现科学、高效的装备需求论证的过程。装备需求论证工程化是装备需求论证组织实施模式的新形态，主要从以下三个方面把握：

(1) 以系统科学为根本指导。随着武器装备信息化体系化发展，武器装备体系的整体性特征更加突出，武器装备体系的运行演化对武器装备体系的作战运用效果影响巨大，这就要求装备需求论证必须从过去以装备型号为主转变为以装备体系为主，并以装备体系需求牵引装备型号发展。系统科学的复杂观和整体观，无疑是指导新形势下装备需求论证科学化发展的理论基础，主要表现在以下三个方面：一是论证方法由系统工程方法向体系工程方法转变，积极应对武器装备作战运用的体系化发展要求，以武器装备体系需求论证为核心，牵引装备型号需求论证，突出功能融合和信息铰链对武器装备体系整体作战效能的倍增效果，必须以系统科学理论为指导；二是组织实施由单一兵种、单一机构主导的简单系统向多军兵种、多机构联合协同论证的复杂系统转变，装备需求论证的参与要素、权衡目标、制约条件空前增加，装备需求论证组织实施挑战巨大，必须以系统科学理论为指导；三是支撑环境由简单的辅助工具向流

程性平台和人机融合的方向转变，以支撑系统的功能流程为依托，规范装备需求论证业务流程，并加强装备需求论证支撑系统对装备需求论证人员智力创新的支持，提高装备需求论证人员的论证效率与质量，保证装备需求论证人员能够集中精力进行领域问题研究，必须以系统科学理论为指导，见图 1-3。

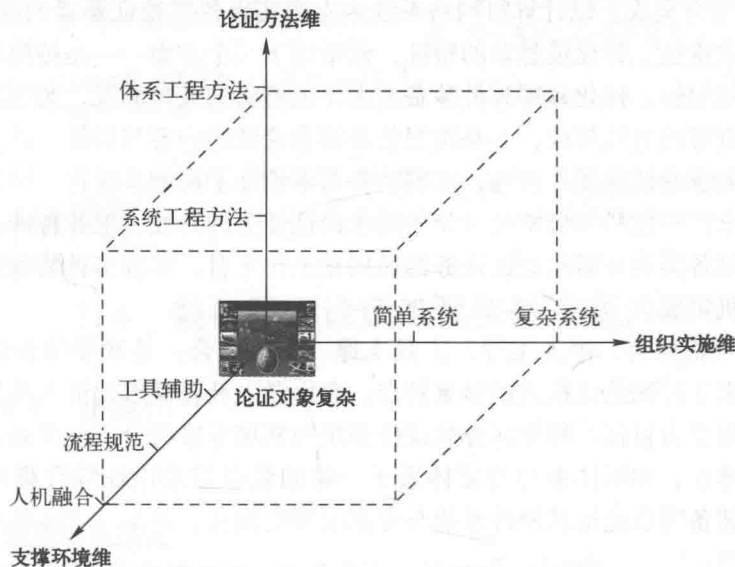


图 1-3 装备需求论证工程化的系统科学指导

(2) 以科学高效为终极目标。通过加强装备需求论证工程化研究，建立装备需求论证工程化模式与机制，能够从根本上提高装备需求论证的效率与质量，主要表现在“科学”与“高效”两个方面。装备需求论证工程化的“科学”目标是指通过建立装备需求论证工程化机制，规范装备需求论证流程，明确装备需求论证内容，推荐装备需求论证方法，提供丰富的数据资源支撑，从而实现装备需求论证全过程的有效控制和装备需求论证数据的全程关联追溯。装备需求论证工程化的“高效”目标是指通过构建装备需求论证工程化支撑环境，提高先进易用的工具软件、丰富可用的信息资源和畅通的共享交流机制，为装备需求论证提供基础支撑。

(3) 以架设桥梁为基本途径。通过装备需求论证工程化，一方面能够按照集中效益的原则优化配置全军装备需求论证软硬件资源，充分发挥各军兵种装备论证机构的论证优势，另一方面能够以装备需求论证工程化为桥梁，有效弥合学术成果与工程需求之间的鸿沟，实现装备需求论证学术研究与工程实践的融合式发展与同轨化运行，进一步推动装备需求论证的科学化发展。

1.3.2 主要特征

装备需求论证工程化是装备需求论证组织实施模式的变革,具有以下显著特征:

(1) 综合集成。以计算机网络系统为支撑实现各类论证要素的综合集成,是装备需求论证工程化最显著的特征,包括以下三个方面:一是按照装备需求论证的领域属性,优化各军兵种装备需求论证机构的人才配置,实现装备需求论证智力资源的有效集成;二是按照装备需求论证的内容与目标,科学选用合适的装备需求论证软硬件资源,实现装备需求论证手段的多样化,满足装备需求论证要求;三是科学分析各种装备需求论证任务的共性要求和特殊要求,搭建能够满足各类装备需求论证任务的通用化工作平台,实现多种装备需求论证任务的有机集成。

(2) 人机融合。由人主导、工具支撑、人机融合,是武器装备需求论证工程化区别于传统论证模式的显著特点,它以激发装备需求论证人员的创新思维和战略思维为目标,科学区分软硬件系统与领域专家的分工与关系,有机构建融机器体系、知识体系与专家体系于一体的装备需求论证综合集成研讨系统,实现装备需求论证软硬件系统与专家的深度融合,确保专家能够专注于领域问题创新。

(3) 以数据为中心。实现装备需求论证过程的模型化和装备需求论证知识的资源化,能够积累丰富的装备需求论证实例,为快速进行装备需求论证研究提供有效借鉴,并能够推动装备需求论证质量的提升。

(4) 柔性服务。能够适应多样化装备需求论证任务要求,灵活调整装备需求论证的流程结构,并可以根据论证内容灵活选择恰当的装备需求论证软硬件资源,提高装备需求论证工程化的适应性。

1.3.3 与装备需求工程的异同点

装备需求论证工程化与装备需求工程的目的是一样的,都是为了推进我军的装备需求工作向着科学、高效、先进、可靠的方向发展。但二者也存在差异,归纳总结见表1-2。

表1-2 装备需求论证工程化与装备需求工程的不同点

项目	装备需求论证工程化	装备需求工程
目标	着眼于获取满意的装备需求方案,通过规范化、模型化、工具化、资源化,实现装备需求论证工作的科学和高效	着眼于获取确定的装备需求规格,通过需求获取、需求分析、需求描述、需求验证、需求管理,实现装备需求的完整性、正确性、无二义性和可回溯性

(续)

项目	装备需求论证工程化	装备需求工程
层次	军事装备论证学的应用理论与技术	军事装备学的支撑理论与方法
研究对象	装备需求论证活动	装备需求本身
研究内容	规范化、模型化、工具化、资源化	需求开发(需求获取、需求分析、需求描述、需求验证)与需求管理
研究方法	以综合集成研讨理论为指导,以体系结构框架为基础,采用定性定量相结合的方法	需求工程理论与方法在装备领域的具体应用
开发模式	面向装备需求论证活动流程的装备需求开发模式	面向需求工程过程的装备需求开发模式

1.4 装备需求论证工程化的主要内容

1.4.1 规范化

1.4.1.1 定义

1. 规范和规范化

规范和规范化是规范化问题研究中最基础的两个概念。

规范是指对于重复性事物自然形成的惯例或人为做出的统一规定,作为一种行为模式,遵循之可以减少活动的盲目性与不确定性。

规范化,亦称规范化活动,是指形成规范和实施规范的过程,包括研究制定、推行并不断优化规范的活动。

在上述相关概念的基础上,提出了装备需求论证规范化的概念,即装备需求论证规范化是在系统工程理论和规范化理论的基础上,运用各种科学方法,为解决装备需求论证工作实施中组织运行设计的具体问题,提供组织管理与技术指导等可操作的具体方法。

装备需求论证规范化研究的着眼点是从装备需求论证工作中不断发生的变化中寻找相对稳定的因素,从非规律性事务中寻找规律性因素,从随机事件中寻找确定性的因素,从主观行为中寻找受制约的行为。装备需求论证规范化基本理论的本质就是试图从复杂的事务中寻找其内在的联系和规律。因此,装备需求论证规范化基本理论开辟出应对当前信息化装备发展论证中复杂、多变、涌现特征的新思路。该理论揭示出,建立在科学化基础上的规范化,是应对装备需求论证工作复杂性、提高论证结果科学性的有效途径。

2. 流程和环节

美国管理理论领域的科学家达文波特认为:流程是跨越时间和地点的有序

的工作活动，它有始点和终点，并有明确的输入和输出；是一系列结构化的可测量的活动的集合，并为特定的市场或特定的顾客产生特定的输出；它是一种行为的结构。分析流程的定义，流程包括了以下几个要素：输入资源、活动、结构、输出结果、完成人。概括地讲，流程是系统完成一项业务的所有活动及其顺序关系（时间与空间关系）。每一项业务完成，都需要经过一系列的基本操作活动，这里把在任务完成过程中，有必要与其他操作活动进行区分的、相对独立的基本操作活动或基本操作活动的组合称为“环节”。通常来讲被确定为“环节”后，可引入现代数学模型和方法，在具体组织运行层面进行规范。完成一项管理业务的所有工序及其顺序关系构成了这项业务的流程。

因此，装备需求论证流程是指完成一项装备需求论证任务的所有论证业务环节及其顺序关系（时间与空间关系）。而装备需求论证环节是指完成装备需求论证任务过程中有必要与其他论证活动进行区分的、相对独立的基本操作活动或基本操作活动的组合。

1.4.1.2 原则

在进行装备需求论证规范化设计时，需遵循以下原则，从而使设计出的流程能够满足装备需求论证工作运行的需要。

（1）层次性。装备需求论证包括装备发展战略需求论证、装备体制需求论证、装备规划计划需求论证、装备型号需求论证和装备专题需求论证五个层次。不同层次的装备需求论证，对应不同的流程，这就是装备需求论证流程结构化的层次性。

（2）通用性。装备需求论证的对象涉及陆军、海军、空军、火箭军、电子信息和航天装备。同层次的装备需求论证流程应对不同军兵种装备都适用，这就是装备需求论证流程结构化的通用性。在进行装备需求论证流程结构化设计时，需遵循以下原则，从而使设计出的流程能够满足装备需求论证工作运行的需要。

（3）最优性。装备需求论证流程由若干基本环节构成，流程中的环节应为最小即不宜再分的环节（例如方案评估环节），该环节称为基本环节，对应的流程为最优流程，这就是装备需求论证流程结构化的最优性。同时，最优性也必然包含了准确性的含义，规范的条文、流程要准确，不准确的规范，执行就不能收到好的效果，不准确的规范就有懈可击，就要使工作出现空白、脱节。

（4）可行性。在进行装备需求论证流程结构化设计时，输入的是科学知识和管理经验，输出的是所要遵循执行的“规范”，所以要求制定出的规范应尽可能包含管理者和实施者的有益经验，要明确、具体和尽可能量化，做到切合实际，有良好的操作性。无论是层次性、通用性，还是最优性，装备需求论

证流程结构化的最终落脚点必须是可行性，且不同层次间接口明确，便于工程化应用。

(5) 先进性。在进行装备需求论证流程结构化设计时，要注意吸收系统科学、管理科学、行为科学等方面的成果，使规范略高于现时任职者的经验水平，贯彻执行时能改进工作。如果规范不先进，就失去了被遵循的价值。

1.4.1.3 影响因素

装备需求论证模式的环节化就是装备需求论证流程的结构化，而确定装备需求论证模式应考虑装备需求论证的层次、指导思想和采用的技术。

(1) 论证层次。装备需求论证流程结构化首先要考虑论证的层次，是发展战略需求论证、体制需求论证、规划计划需求论证、型号需求论证，还是专题需求论证？层次不同，考虑的问题不同，当然流程也不同，流程的结构化形式也不同。

(2) 论证思想。装备需求论证具体流程还与装备需求论证所采用的指导思想密切相关。目前，装备需求论证的基本指导思想有基于威胁的装备需求论证、基于能力的装备需求论证和基于效果的装备需求论证。指导思想不同，流程也不一样。

(3) 论证技术。即使装备需求论证的层次、所采用的指导思想均已确定，采用不同的论证技术，论证的流程也不一样。应采用现代装备需求论证新技术，例如高层概念仿真与模型驱动技术。显而易见，上述技术思想决定了装备需求论证的流程与采用传统技术所得到的流程大不相同。

1.4.1.4 主要工作

1. 装备需求论证结构化模式确立

装备需求论证工程化的首要任务就是结构化。结构化是装备需求论证模式的环节化。装备需求论证模式应具有多样性，既能基于威胁，也能基于能力，还能基于效果。信息化装备体系需求论证的科学模式是“概念牵引、面向任务、基于能力、联合论证”。“概念牵引”强调武器装备体系需求生成必须从问题域出发，以作战概念创新为起点，通过作战概念的创新明确使命任务；“面向任务”强调的是要完成的多样化作战任务；“基于能力”强调的是武器装备体系应对多种威胁应具备的能力；“联合论证”就是作战部门、装备部门、工业部门协调一致，确立作战部门提需求，装备部门和工业部门搞发展，三者有机结合的武器装备体系需求论证模式。

装备体系的论证过程是一个自顶向下、从抽象到具体的设计过程。应遵循现代系统工程思想和方法，采用模型驱动技术，从作战概念设计出作战体系结