 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i9.7448

The system and mechanism of equipment digital construction and the consideration of promoting digital construction

Fei Xie

4th Military Representative Office in Nanjing, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

Against the backdrop of rapid technological advancements in big data, cloud computing, and artificial intelligence, coupled with growing demands for digital transformation in military equipment development, this study analyzes key challenges faced by defense enterprises in advancing weapon system digitization and organizational digital transformation. The analysis addresses critical issues including inadequate management capabilities and design methodologies in current digital infrastructure development. By examining key requirements for military equipment digitization and practical research processes within defense enterprises, the paper proposes actionable strategies to accelerate digital transformation and enhance operational efficiency.

Keywords

defense industry; digital transformation; challenges; implementation approaches

装备数字化建设的制度机制及推进数字化建设的思考

谢菲

驻南京地区第四代表室，中国 · 江苏 南京 210000

摘　要

在当前大数据、云计算、人工智能等技术迅猛发展，武器装备数字化建设需求不断增强的背景下，从数字化装备建设中存在的管理能力不足、设计手段缺失等多方面分析了当前国防军工企业在武器装备数字化建设，乃至企业数字化转型过程中所面临的主要挑战。同时，结合当前武器装备数字化建设的重点需求及国防军工企业科研过程等实际情况，为国防军工企业加快武器装备数字化建设、推动企业实现数字化转型，提出工作建议及思路。

关键词

国防军工、数字化转型、挑战、思路

1 引言

当前以大数据、云计算、人工智能等数字技术为特征的第四次工业革命深入发展，武器装备的数字化建设成为新时代强国强军战略的必经之路。武器装备作为国防和军队现代化建设的重要物质基础，是数字化技术实践的主战场。国防军工企业推动数字化转型战略，是贯彻习近平强军思想和新时代军事战略方针的必然要求，是落实设计装备就是设计未来战争任务的核心支撑手段。

装备数字化建设是指利用新一代信息技术（如大数据、人工智能等），对传统装备进行全寿命周期的数据采集、分析、建模和优化，实现装备的智能化、服务化和网络化，最终提升装备性能，实现武器装备体系效能的倍增、推动作战模式的根本性变革的过程。

但在数字化转型的过程中，企业普遍面临模型置信度不高，数据模型碎片化管理，基础软件和工业软件等数字基础薄弱，以及制度机制不健全等诸多问题。针对数字工程中的上述诸多问题，结合当下企业的实际情况，对装备数字化建设的制度机制问题以及推进武器装备数字化建设的思考主要如下。

2 装备数字化推进中企业面临的主要挑战

未来的装备研制需要构建以装备需求、数字样机、数字装备为核心的数字模型体系，在数字空间开展战略策划、装备论证、研制生产、试验鉴定和运用保障等装备全寿命周期建设管理活动，建立虚实互动的武器装备建设新范式。由于未来战争中装备所面临的作战对象具有多样性、复杂性和不可预估性，这就需要企业应用系统工程的方法，从体系建模仿真开始，逐级建模仿真，设计分解，测试验证。对于武器装备而言，应用系统工程的方法，以作战需求为输入，构建数字平行战场，建立体系模型，通过开展装备体系运用推演，将数字装备代入装备体系，验证体系，改变传统的“数据靠仿、场景靠想”的装备研制方式。

【作者简介】谢菲（1992–），女，中国江苏南京人，本科，助理工程师，从事电子信息装备建设研究。

目前国内的部分民营企业数字化转型取得了显著成果，国内部分电子行业部分单位也在构建协同研发平台，应用于高度综合化、集成化电子装备的研发，开展多专业数字化协同研发活动，但总体上发展较为缓慢。对标国内外先进企业发展趋势和最佳实践，装备研制企业目前在协同研发管理、协同建模仿真等方面，面临的主要问题和挑战如下：

1）在协同研发管理方面，目前存在项目综合管理能力不足、不支持协同研发、知识管理与重用能力不足、质量问题管理及技术状态管理能力不足的问题。平台系统与各类专业设备需求不一，导致协同研发困难，难以融合满足各方需求。

2）项目综合管理能力不足；缺乏综合项目管理的数字化工具手段，综合计划管理、监控以人工、会议为主，导致进度监控困难、效率低下；缺乏数字化工具手段，导致产品研发流程无法落地，无法实现约束和引导设计师按照标准规范开展研发活动。数字化项目复杂度高、不确定性大，传统的软件瀑布式开发方式不再适用，需要更敏捷、迭代速度更快的开发管理模式，需要企业及项目实际管理人员在实践中不断积累经验，

3）协同设计能力不足：产品研制基于逆向工程的跟踪研仿，而不是基于正向设计的自主创新；设计师基于经验和文档的串行研发模式，无法满足综合化、集成化装备的研发需求；缺乏协同空间，无法实现设计模型、仿真模型、测试数据在不同专业间的互联互通和共享，研发过程数据分散管理，多人协同与问题追溯困难。模型和相关的建模技术已经被使用作为基于文档的系统工程方法的部分进行应用已经很多年，包含功能流程图、行为图、原理方框图、性能仿真和可靠性模型等。然而，模型的使用通常被限制范围来支持特定的分析类型或选择的系统设计方面，独立的模型没有集成到一个连贯的整体系统模型中，且建模活动没有集成到系统工程过程中。国防军工企业技术人员对于装备实操及使用经验的缺乏，同样致使装备数字化所需的操作技术与信息技术的深度融合难以实现。

4）知识管理能力不足：知识资源缺乏积累、管理、共享和重用手段，没有融入研发活动，导致知识与研发相分离、知识资源的浪费。

5）基础软件和工业软件等数字化基础薄弱，大部分企业缺乏基础的数字化设计、仿真工具，无法支撑仿真建模技术的应用和发展。AI 算法、数字孪生等技术方案众多且迭代迅速。在装备数字化转型的初期，企业容易面临”选择困难症“，一旦选错技术路线或与平台系统技术路线不同，容易导致系统不兼容、后期维护成本高等多方面失利。

6）组织架构的变革和流程再造：数字化转型不是简单的数字技术层面的应用，忽视了组织架构和文化的变革。数字化转型是一场“一把手工程”，需要企业最高管理层有鉴定的决心和强大的推动力。企业为了有效推进数字化转型，不仅需要运用新的数字技术并有机的融入到业务活动中，还需要进行组织架构变革、工作流程改变，从思想上要抛弃传统的思维观念，强化数字化转型的意识。

7）复合型人才极度短缺。面对当前数字化装备需求，需要既懂设备原理，又懂数据分析、软件应用，还需兼顾实操使用的复合型人才，国防军工行业的特殊型，使该类人才只能由企业培养，其所需的培养周期长、成本极高，致使短时间内难以达到装备数字化建设的需求。

8）装备数字化建设初期投入较大、且需保持持续的资金投入，包括硬件改造、软件许可、人员培新、试用改进等。军工企业面临 5% 规定利润比例限制，且在市场化中，本身需投入更多技术研发成本，难以支付高昂的数字化建设投入。

3 企业数字化转型落地的主要原则

在企业数字化转型过程中，主要遵循如下原则：一是在时间维度上，长远规划，分步实施（近期、中期和远景）。二是在空间维度上，统一规划、统一组织、协同实施、有序进行。

3.1 战略引领、持续投入

装备数字化转型必须源于企业战略，服务于业务目标。企业应将数字化战略作为企业核心战略的重要组成部分，由高层主导制定清晰的愿景、目标和路线图。可建立跨职能的敏捷团队，促进协作，围绕价值流而非只能模块进行组织。信息保障部门、技术部门、售后服务部门等多部门协同，共同确定用户使用需求。同时企业还需认识到数字化投资与汇报的长期性，保持战略定力，给予持续的资金和资源支持。

3.2 整体设计，突出统筹

数字化转型不仅仅是新技术的实施和运用，而是对企业的战略、人才、经营模式乃至组织方式产生深远影响的全面变革。如何实现数字化转型属于系统工程的范畴。而任何一个系统工程首先就要有顶层设计来指明前进的方向。因此，装备企业将坚持系统观念，立足当下，着眼未来，围绕市场需求和业务战略，强化顶层设计。但应摒弃“大而全”的传统瀑布式开发，采用敏捷迭代方式，通过最小可行产品快速验证想法，成品快、学习快、调整快。

3.3 应用主导，重点突破

加强研发、制造和管理等数字化应用场景的主导作用，数字化技术驱动与业务需求牵引相结合，聚焦研发创新能力、先进制造能力和现代化治理能力提升。在此过程中，数字能力是装备研制企业实现数字化规划落地的基础。若缺少基础数据的支撑和应用，以及由此形成的对新知识的学习能力、新挑战的响应能力、新场景的适应能力、新业务的开拓能力，企业的数字化转型即是空谈。数字能力建设是通过数字技术实现对企业运营全环节、全过程、全链条的改造和提升，包括数据收集、数据治理和数据资源整合运用，打通各

个环节数据链条，形成全流程的数据闭环。

3.4 安全自主，开放融合

统筹发展与安全，积极应用安全防护新方法、新技术、新设备。积极运用、善于运用社会资源，建设更广泛、更协同的合作生态，聚合创新力量，在技术创新和系统完善的基础上，通过生态协作赋能，加速企业数字化转型进程。应与同行业一同建立统一的数据标准，质量管理和安全体系，打破“数据孤岛”，确保数据的准确性、可用性和安全性。

4 企业推进数字化转型的主要思路

针对企业自身的实际情况以及在数字化转型中面临的诸多挑战，数字化转型的主要思路如下：

一是构建装备数字化研发环境。

基于 DoDAF 理论，建设需求论证平台，提供统一的建模环境、规范的对象模型和多模态外部接口。利用对象化、结构化和关联性管理，实现规范统一的装备需求定义、分解、分配、实现及可追溯性验证。为利益相关方提供了一个公共通用的、无二义性的设计信息交流平台。通过需求的结构化定义寻求电子对抗装备方案设计最优解。同时，追踪用户需求分解直至产品实现全过程，实现数字化的需求生成能力。构建统一建模环境、统一研发环境、统一标准规范、统一数据源，进行系统需求生成、协同设计仿真验证；通过设计要素结构化、模型化表征，实现知识转换；开展基于模型的体系作战架构设计、需求分析建模和仿真验证，实现各设计要素相互关联、知识快速便捷重用，实现用户需求与系统作战能力的对标，实现基于模型驱动的协同研发能力。构建虚实结合的试验环境，开展虚拟试验验证能力，完善数据采集，加强物理试验、仿真试验数据的汇聚管理和使用，基于数据开展装备效能评估、数据融合分析、仿真模型优化、趋势预测等工作。推进模型校核验证与确认技术应用，实现以试验结果反向优化设计和设计寻优，增强虚实结合的协同试验能力。

二是提升企业的数字化柔性制造能力

大力推进三维数字化工艺在工艺设计和工艺仿真中的应用。加强生产制造过程数据化、异构数据知识化、工艺知识结构化、制造资源网格化、加工作业标准化，提升工艺设计数字化、精益化能力。以数字化组织为基础，以智能制造为主攻方向，推动生产制造技术变革和优化提升，推动生产方式转变，在生产要素资源不增加的情况下大幅度提升交付能力。推进基于数字孪生装备故障预测与视情维修。构建实景、视景驱动的使用培训模式，推动虚拟培训、虚拟体验的全方位装备培训，增强对多场景、个性化、虚实结合的沉浸式实战化训练支撑能力。加强制造流程端到端全流程数据贯通。推进工艺流程和布局优化，构建产线运营管控与仓储、检验检测、工艺文件和制造资源的强集成能力，合理设置产线节拍，最大化利用生产资源。

三增强数字化创新管理能力。

加强以项目为核心的全过程全要素闭环管理，推进装备研制的进度、质量、成本一体化风险分析与态势预判。强化研发制造过程数据管理和集成应用，推动管理过程由流程驱动向数据驱动转变，管理决策由经验型向基于数据的分析预测转变。建立跨只能的敏捷团队，围绕价值流协同工作。

四是补齐数字化基础

制定数字化标准体系和规范。聚焦数字化转型业务形态变化所涉及的平台技术、应用集成、基础数据等，加强网络互联、信息交互、数据治理、基于模型的系统工程、智能制造、数字孪生应用等方面标准规范制定与应用。推进数据持续积累，构建完整的数据治理体系，建立面向产品全寿命周期的权威数据源管理机制。

五是建立人才与组织支撑能力

把数字化转型纳入企业发展战略，建立组织队伍，制定数字化转型实施方案，明确目标景象、实施路线图、任务举措等。对外引进关键数字人才（如数据专家、AI 工程师等），对内大规模开展数字化技能培训，提升人员数字素养。加快建立数字化转型高层次、复合型人才培养机制；完善数字化专业技术人才岗位晋升通道和激励机制。

参考文献

[1] 王巍巍,王乐.美国数字工程战略发展分析[J].航空动力,2022(5):23-26.

[2] 卫旭芳,刘彬.美军数字工程建设发展研究及启示[J].航空兵器,2023,30(3):56-66.

[3] 任璐英,谭立忠,姜开波,王庆国,张海峰.加快推进装备数字化转型发展建设的启示[J].军民两用技术与产品,2023（8）:11-14.

[4] 郧彦辉,李沐斋,董凯.推动装备数字化迈向发展新阶段[J]. 机器人产业，2022（3）：24-28