

# 浅谈航空发动机企业架构和信息技术架构

## A Discussion on Aero Engine Enterprise Architecture and Information Technology Framework

■ 赵永宣 王寿菊 / 中国航发研究院

航空发动机作为航空领域的核心装备之一，是装备制造业的尖端，也是一个国家科技水平和经济实力的综合体现。目前，先进航空发动机制造技术呈现出多元化发展的趋势，重点向高精度、整体化、轻量化、智能化、低成本方向发展，不断涌现出智能制造、增材制造和装配仿真等新型制造技术，而先进制造技术的出现也保证了新型企业架构和信息技术架构的实现。

当前，在工业互联网、云计算和人工智能等先进信息技术（IT）的推动下，以“数字化、网络化、智能化”为特征的产品研制理念和发展模式已经成为先进制造业技术创新发展的主流方向。如何充分利用信息技术、开发利用信息资源、促进信息交流和知识共享，将信息技术融入到企业的业务流程中、融入到企业的发展过程中，成为信息技术发展的思考和切入点，全面构建信息化运行环境下的新模式及相关的流程、标准、方法、工具体系，从而提高设计效率、缩短发动机的研制周期、提高质量和降低使用成本，助力实现发动机从仿制向正向研制的转变。实践证明，信息化是支撑企业持续运营的重要工具，信息化是实现跨越发展的强大动力。信息技术的创新发展不仅有助于发现企业内部的优势与弱点，培育企业的核心能力，还能使企业快速方便地获取外部信息，及时分析企业所面临的机会与威胁，实现企业战略调整与转移。

描述，反映了企业的人、流程、技术的组织和安排。企业架构是帮助企业高层管理者实现战略目标的重要工具，企业架构的源泉是企业的战略。企业架构主要包括业务架构和IT架构。业务架构（运营模式、业务组件、业务场景等）必须能够支撑战略定位和发展目标的实现；IT架构既要满足战略规划蓝图要求，还要对准业务场景、业务能力需求，IT的详细设计

与建设则须在IT架构规范和指导下开展。企业架构与企业战略和企业运营环境密切相关，企业战略决定了企业架构的形态，而企业实际的运营环境则是在企业架构指导下建立起来的企业日常运作。采用企业架构方法，能够保证战略—业务—IT的持续对准，促进两化深度融合（如图1所示）。可见，企业架构是战略与实际运营直接的桥梁，有助于战略的落实。

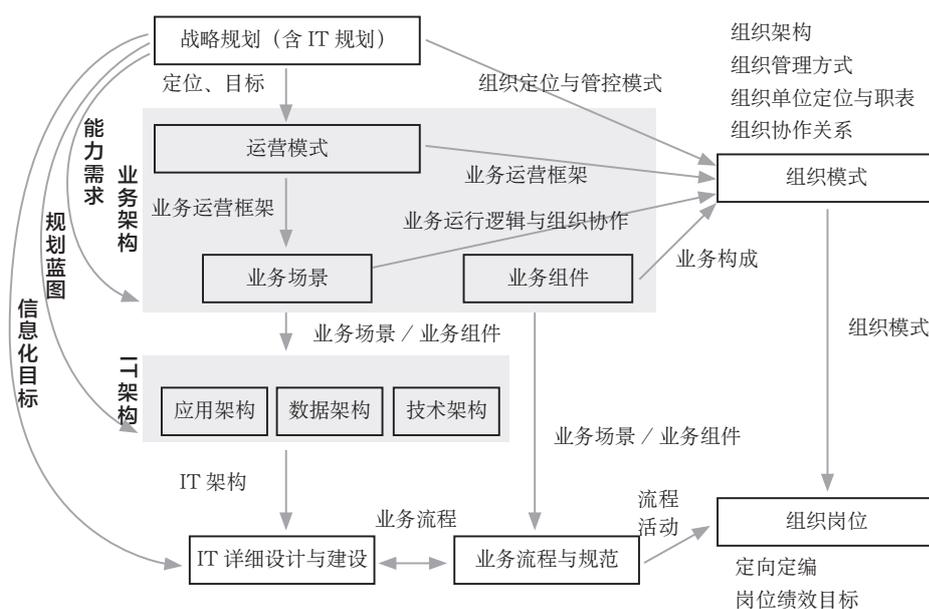


图1 战略、业务和IT的关系

### 企业架构

企业架构是一种对企业多角度的综合

不同的企业架构理论内容也不尽相同。第一个架构框架理论“Zachman 框架”，是其他架构框架的源泉，给企业的核心领导层、规划部门、技术部门提供了一个强大的系统规划工具，以解决协同建设问题，但不涉及业务和流程的设计，而是从数据（What）、功能（How）、网络（Where）、人员（Who）、时间（When）、动机（Why）6个方面来描述企业的组成元素与元素之间的关系。信息保障技术框架（IAF）从业务和IT两个方面设计企业架构，把企业的组成元素设计成4个层次：环境层次（Why）、概念层次（What）、逻辑层次（How）和物理层次（With What），通过分析业务、IT的战略和现存问题，设计统一的、集成的企业架构和改造线路图，实现IT对业务的有效支持。

目前,业界流行的架构开发框架理论是“开放组织架构框架”（The Open Group Architecture Framework,

TOGAF）。TOGAF的基础是美国国防部的信息管理技术架构(Technical Architecture for Information Management: TAFIM)。TOGAF是一个架构框架，简而言之，TOGAF是一种协助发展、验收,运行,使用和维护架构的工具。它是基于一个迭代(Iterative)的过程模型，支持最佳实践和一套可重用的现有架构资产。它可以设计、评估、并建立机构的正确架构。TOGAF的关键是架构开发方法(Architecture Development Method: ADM)，这是一个可靠的，行之有效的方法，以发展能够满足商务需求的企业架构。TOGAF开发者包含了来自大型的企业和领先IT厂商的代表，是国际上企业架构实践经验的总结，是主流企业架构方法及框架体系。

### TOGAF 构成

架构构成包括业务架构、IT架构与架构治理，其中IT架构包括应用架构、数据架构和技术架构，架构关系如图2所示。

业务架构（Business Architecture）是指定义业务战略、治理、组织和关键业务流程。IT架构（IT Architecture）是描述以企业数据、应用、技术等IT要素为主的架构，由应用架构、数据架构和技术架构组成。应用架构（Application Architecture）则提供包含部署的独立应用及其之间交互作用和与组织的核心业务流程间的关系的蓝图。数据架构（Data Architecture）是描述组织的逻辑与物理数据资产及数据管理资源的结构。技术架构（Technology Architecture）是描述支持业务、数据和应用服务部署所需的逻辑的软件与硬件能力，包括IT基础设施、中间件、网络、通信、处理和标准等。架构治理主要定义IT架构治理相关的组织及职责、流程、架构实践、架构师培训及架构模型库管理的相关要求。

其中，业务架构（运营模式、业务组件、业务场景等）必须能够支撑战略定位和发展目标的实现；IT架构既要满足战略规划蓝图要求，还要对准业务场景、业务能力需求；IT的详细设计与建设则须在IT架构规范和指导下开展。

### TOGAF 开发方法

架构开发方法（Architecture Development Method, ADM）是TOGAF的核心，为开发企业架构所需要执行的步骤以及他们之间的关系进行详细的定义。架构开发方法提供8个步骤作为指导，以确定企业目前的位置，并确定企业需要在4个企业架构域中的每一个需要的位置。

ADM是一个开发和管理企业级需求的方法，技巧是支持ADM范围内的具体步骤执行的资源集合，如模板、清单/目录等。ADM是一个

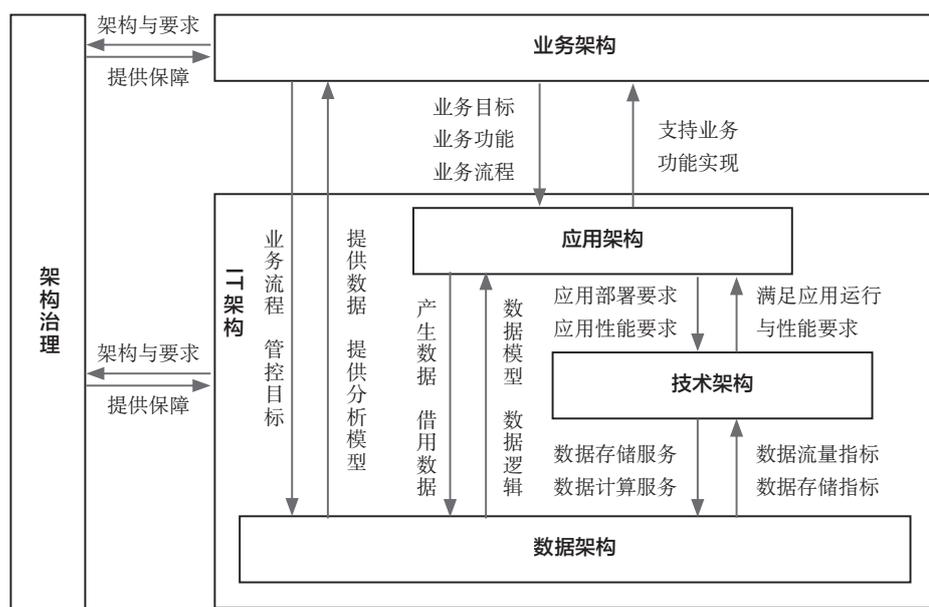


图2 TOGAF 架构构成

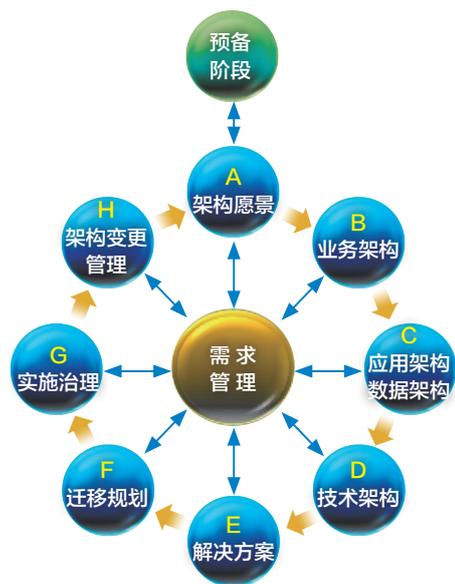


图3 架构开发方法 (ADM)

灵活的流程，既可以独立使用，也可以与其他项目管理方法一起使用。ADM支持多种迭代，以使不同的架构工作让相应的项目团队去完成。实践中，架构团队总是对基线的架构给予非正式的考虑，而对目标架构给予正式考虑。

TOGAF架构开发方法中，分析与设计业务架构是构建架构的基础，并以此为基础设计支持业务架构的IT架构。TOGAF的架构理论要结合先进的信息技术及方法，根据企业自身发展模式，实现技术创新，构建适应企业发展的架构体系。技术创新还要有赖于制度创新和服务创新，要优化科技创新资源配置，破除阻碍科技创新的体制束缚。

## 发展目标

我国航空发动机领域的信息化发展起步较晚，还没有完全形成业务流程牵引的信息化协同，信息化应用时效性不足，不能满足发动机自主创新研制、精益稳定制造、敏捷优

质服务和高效运营的需要。

航空发动机企业在研发、制造和服务领域推广先进IT技术时，应始终坚持统一的IT架构推进数据共享和业务协同，支撑自主研发体系，不断提升研发能力和生产效率。同时建立基于业务驱动的IT治理模式(组织架构和IT实施策略)，保证业务改进方向与IT应用的高度一致。因此建立面向航空发动机企业各个业务领域的IT统一架构和数字化技术应用已成为发展的必由路径，统一的IT架构已成为突破全局业务协同瓶颈的关键举措。

根据TOGAF的架构组成和开发方法，构建航空发动机业务协同、应用集成、数据共享、技术先进、运行安全的统一IT架构，规范信息化建设，打造以两化深度融合为核心能力特征的创新驱动新模式。

为此，需要在消化吸收先进架构设计框架理论的基础上，开展自顶向下设计，保障IT与业务持续对准，同时以业务为牵引，层次化构建架构治理体系，落实信息化推进路径。

## 重点方向

为顺利实施统一IT架构，基础类核心技术的研究不可或缺。突破与基础数据和网络环境相关的创新技术是构建统一IT架构的基石，为此需要开展数据资源共用技术和工业互联网平台构建技术的研究，以创新的思维模式做好扎实的基础性研究。

### 数据资源共用技术

开展数据资源共用相关技术的研究，构建军地融合的数据中台(数据中台是一套可持续“让企业的数

据用起来”的机制，需要具备数据汇聚整合、数据提纯加工、数据服务可视化、数据价值变现4个核心能力)，支持外场数据的引入，为各类应用提供灵活的模块化服务；实现发动机数据按型号的全过程、全层级的统一归集，建立涵盖业务流程间共用信息知识在内的统一数据资源，为型号研制过程提供共性基础数据资源，支撑全生命周期工程数据的共用，提供航空发动机关键件/重要件的电子履历，形成数据可视化、数据建模、分析挖掘、知识推送以及辅助决策等能力。

### 工业互联网平台构建技术

开展支持军(军队)地(航发企业)一体化的网络环境构建技术研究，建立航空发动机多云协同平台，推进军地资源汇聚共享和专业能力集成，打造互联互通、整合共享、迭代演进的航空发动机协同研制业务模式和安全可控的工业互联网平台，打造涵盖军地互联网、航发企业内网、航发企业商网(加密)、工控/试验网在内的网络联接模式，实现军用航空发动机全过程的高效运营和研制能力持续优化。

## 结束语

信息化的发展，尤其是信息化建设过程中的架构设计是支撑航空发动机企业管理创新的重要的环节和切入点。通过统一IT架构的信息化技术发展，可以为高质量发展培育原生动力，全面提升航空发动机数字化、网络化和智能化水平，实现科技强军的战略目标。

航空动力

(赵永宣，中国航发研究院，高级工程师，从事航空发动机企业信息化研究)