

# IT 规划参考模型比较研究\*

孙雨生<sup>1</sup> 刘林<sup>1</sup> 薛彤<sup>2</sup>

(1. 湖北工业大学经济与管理学院 武汉 430068)(2. 武汉纺织大学电子与电气工程学院 武汉 430200)

**摘要** 文章介绍了现有 IT 规划参考模型,并从生命周期、业务架构、应用架构、数据架构、技术架构、建模工具、建模语言七方面系统比较了主流 IT 规划参考模型:GERAM 适合作为 IT 规划参考模型比较基准,ARIS 适合旨在再造业务流程、成本投入不多的组织,TOGAF 适合旨在实现信息共享的多数企业,特别是成本投入较多的大型组织,DoDAF 适合旨在实现多源数据采集、系统集成且成本投入较多的大型组织,FEA 适合旨在实现业务协同、资源共享的政府组织。

**关键词** IT 规划;参考模型;信息化规划;TOGAF;Zachman

**中图分类号** TP399;G202 **DOI:**10.3969/j.issn.1672-9722.2019.11.026

## Comparative Research on IT Planning Reference Model

SUN Yusheng<sup>1</sup> LIU Lin<sup>1</sup> XUE Tong<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, Hubei University of Technology, Wuhan 430068)

(2. School of Electrical and Electronic Engineering, Wuhan Textile University, Wuhan 430200)

**Abstract** In this article, the authors introduce the existing reference model of IT planning, and carry on the systematic comparison on mainstream reference model of IT planning from seven aspects of lifecycle, business architecture, application architecture, data architecture, technology architecture, modeling tools and modeling language. GERAM is suitable as benchmark for IT planning reference model, ARIS is suitable for organizations aiming at business process reengineering and cost reduction, TOGAF is suitable for the majority of enterprises to realize the sharing of information, especially the large organization cost more, DoDAF is suitable for large organizations to achieve multi-source data collection, system integration and cost more, FEA in order to realize business cooperation and resource sharing of government organization.

**Key Words** IT planning, reference model, informatization planning, TOGAF, Zachman

**Class Number** TP399;G202

## 1 引言

伴随社会信息化进程加快、社会化媒体涌现、大数据时代来临及 IT 技术进步,各类组织逐步意识到 IT 技术及信息资源重要性并将其作为核心竞争力和重要资产,纷纷加大信息化投资并用其提升组织运行效率(解决全局、长远、关键问题,创新组织运行模式,追求投资回报率)。在这种形势下,旨在理解组织愿景、业务规划、应用情景、信息资源特

征等进而规划 IT 基础设施及应用系统架构体系、技术选型和实施措施等以指导组织信息化<sup>[1]</sup>的 IT 规划及其参考模型备受关注。现有 IT 规划参考模型虽一定程度降低信息化复杂度、提升 IT 投资回报率并实现信息资源共建共享,但仍无法满足现实需求:一方面,模型易用性及差异性(如适用情形、业务架构、应用架构、数据架构、技术架构、建模工具、建模语言等)等致使组织难以合理选择;另一方面,外部环境变化客观要求完善现有模型以拓展其

\* 收稿日期:2019年5月13日,修回日期:2019年6月25日

**基金项目:**教育部人文社会科学研究规划基金项目“基于本体的数字图书馆语义用户兴趣模型构建机理及应用模式研究”(编号:17YJA870016);中国博士后科学基金项目“基于领域本体的数字图书馆用户兴趣建模研究”(编号:2014M560107);全国教育科学规划基金项目“基于多数据源、多方法融合的学科知识图谱构建方法研究”(编号:DIA160326);国家自然科学基金项目“基于语义网络的数字图书馆个性化推荐模型研究”(编号:71003032)资助。

**作者简介:**孙雨生,男,博士后,副教授,硕士生导师,研究方向:计算机信息系统工程、知识管理技术、数字图书馆技术。刘林,男,研究方向:计算机信息系统工程。薛彤,男,研究方向:计算机信息系统工程。

适用性,如大数据、社会化媒体、知识管理等,因此,系统研究IT规划参考模型有重要意义。

本文介绍现有IT规划参考模型,并从生命周期、业务架构、应用架构、数据架构、技术架构、建模工具、建模语言七方面系统比较主流IT规划参考模型,供组织选择IT规划参考模型及实施IT规划参考。

## 2 IT规划参考模型简介

### 2.1 IT规划参考模型内涵

IT规划参考模型通过提供IT规划方法论、工程化思维、问题解决方案等辅助组织降低IT规划复杂度并提升其治理水平,常在分析相似组织、行业组织模型基础上,通过公共特征抽取、组织愿景及现状分析、IT基础设施及应用系统分析、解决方

案及保障措施制定等并多轮迭代、融合优化来支持组织IT规划实施。具体而言,常提供系列规划原则与思路、规划方法及工具、规划内容、规划流程、规划文档等以便组织确定IT规划原则与思路,用专业IT规划方法和工具集,针对组织目标(涉及愿景、战略、业务等)、组织现状、IT战略、IT系统集成、IT规划实施计划等,遵循固定流程规划组织IT基础设施及应用系统的愿景、架构(业务、应用、数据及技术等)、组成部分及其逻辑关系等<sup>[2]</sup>,最终形成组织IT建设方案。

### 2.2 现有IT规划参考模型

分析现有文献,笔者认为IT规划参考模型分概念型和应用型两类,得到业界公认的共11个,详见表1和表2。

表1 概念型IT规划参考模型

模型名称	应用领域	用途	规划方法	规划内容
Zachman	企业	分析企业架构要素及利益相关者 <sup>[3]</sup> 进而构建易理解企业信息化模型 <sup>[4]</sup>	不详	目标/范围、业务模型、信息系统模型、技术模型、实施方案等 <sup>[5]</sup>
PERA	企业	融合用户行为建模来辅助企业CIM工程实施 <sup>[6]</sup>	不详	功能视图、实施视图,体系结构
GERAM	企业	用工业工程、管理科学、控制工程和信息技术构建统一EA框架 <sup>[7]</sup>	企业工程方法学(Enterprise Modelling Methodology)	企业工程方法学要素实例化 <sup>[6]</sup>
EACF	企业	描述中国企业架构要素及利益相关者以构建中国特色企业架构模型	不详	架构要素、内容及要素间关系 <sup>[4]</sup>

表2 应用型IT规划参考模型

模型名称	应用领域	用途	规划方法	规划内容
ARIS <sup>[6]</sup>	企业	基于过程型企业建模、仿真工具集简化业务流程	屋形框架建模法	企业组织模型、功能模型、数据模型、资源模型和控制模型
CIM-OSA <sup>[6]</sup>	企业	提供支持CIMS构建生命周期、开放式参考体系结构描述、实施工具	不详	体系结构、部分参考模型、专用模型
GIM <sup>[8]</sup>	企业	提供体系结构开发方法、建模工具及技术辅助生产制造型企业建模	GIM方法论	体系结构
TOGAF	企业	辅助企业遵循组织总目标、相关技术和标准构建、评估其体系结构 <sup>[9]</sup>	体系结构开发法 (Architecture Development Method, ADM)	基础体系结构及相应资源库 <sup>[10]</sup>
DoDAF <sup>[11]</sup>	军事	协同部门系统和信息架构,集成部门系统及技术架构	结构化法、面向对象法、三视图法(业务、系统、技术)	全景视图、业务视图、系统视图、标准视图、功能视图、数据视图、项目视图、服务视图
FEA	政府	指导政府部门IT体系结构实施,促进部门间信息交换、业务无缝衔接和电子政务协同 <sup>[7]</sup>	EAP方法论	体系结构现状及战略目标、变迁过程、模型、驱动因素、开发标准和指导方针 <sup>[11]</sup>
BAAN/DEM <sup>[6]</sup>	企业	用软件缩短ERP系统开发和实施周期	动态企业建模方法学	参考模型库及ERP软件模块库

2.2.1 概念型参考模型

1)Zachman模型

Zachman EA Framework,多角色、多维度宏观分析并构建企业信息化模型(强调逻辑分析),用二维矩阵图(涉及36个要素,详见表3)分类表示企业内部信息的关系以强化技术解决方案和业务间关系<sup>[3]</sup>、支持其他IT规划参考模型构建。目前多从领导者(关注企业战略、架构与人员技能)、业务员(关注企业流程、功能、数据与解决方案)、技术员(关注

应用程序、应用系统与网络设施)角度详细分析企业信息要素<sup>[4]</sup>。

2)PERA模型

Purdue Enterprise Reference Architecture,即普渡参考体系结构,基于建模对象(用户、信息系统及业务内容),用功能视图(基于企业设施、组织架构将模型实例化为信息系统)和实施视图展现企业建模过程(依次为概念明确,功能分析,功能设计说明,详细设计,构建并部署,实际运行)<sup>[6]</sup>。

表3 Zachman要素<sup>[12]</sup>

关注者	角色(Who)	时间(When)	地点(Where,系统功能执行位置)	活动(How)	数据(What)	目标(Why)
目标/范围,规划者	业务部门列表	业务时间列表	业务发生场所列表	业务流程列表	业务事项列表(产生数据)	业务目标列表
业务模型,所有者	workflow模型	业务主进度表	业务逻辑系统	业务流程模型	概念数据、对象模型、语义模型	业务计划
信息系统模型,设计者	人机交互架构	过程结构	分布系统架构	应用架构	逻辑数据模型	业务标准模型
技术模型,实现者	界面、安全设计	控制结构	技术架构	系统设计	物理数据模型	业务标准设计
实施方案,程序员	安全架构(权限管理)	时序定义	网络架构	详细程序设计	数据及其物理存储定义	方案实施规则说明
功能实体(结果)	组织:培训人员	企业业务进度	通信设备	可执行程序	转换后数据	强制标准和战略

3)GERAM模型

Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology,即通用企业参考体系结构和方法学,全面定义企业工程方法学要素(用户和技术、经济、性能、项目管理)以支持人力、技术、财力及其他资源整合和互动机制构建,由通用企业参考体系结构(定义企业工程相关概念并进行三维(生命周期、模型视图、实例化)建模)、部分通用企业模型(支持组织、流程、技术等视图建模,实现模型重用)、通用

企业模型概念(基于词汇表、元模型、本体提供建模所需概念定义)、企业模块库、企业操作系统、企业工程方法学、企业建模语言、企业建模工具等组成<sup>[6]</sup>。

4)EACF模型

Enterprise Architecture Comprehensive Framework,即企业信息化总体架构,用二维矩阵图(涉及30个要素,详见表4)从建模粒度、建模支持维度展现IT规划与IT治理核心要素,辅助企业IT规划<sup>[1]</sup>。

表4 EACF要素

层次	IT规划要素			IT治理要素			
	流程	信息	应用	计划	组织	资源	
建模粒度	行业	行业最佳业务流程实践	行业信息化信息	行业应用	行业信息化指导、法规	行业信息化组织模式	行业、全球信息化资源,国家资源
	企业	企业模型和关系	业务信息模型、分布、关系	企业应用系统模型	IT主体项目计划(项目群、重点企业项目)	企业IT组织、信息化、企业用户	IT企业资源、投资回报率、企业资源
建模支持	系统	企业流程服务平台、总线	逻辑数据模型、技术架构	系统框架和应用程序框架	纲领、系统实施规划	IT组织功能关系与用户关系	系统总成本、服务收费、服务提供商
	技术	技术级流程平台实践,流程标准化	物理数据模型、技术架构	系统技术模型、系统技术设计	方案细节,采纳计划(代替、应急)	组织间互操作	资源使用安排策略
基础设施	平台物理设施,流程	信息平台、中心、技术实施	应用系统技术与实现	实施路线、技术完善	组织落实、变更	物理设施检查、统计、效用考核	



## 2.2.2 应用型参考模型

### 1) ARIS模型

Architecture of Integrated Information System,即集成信息系统体系结构,用屋形框架建模法依次构建组织模型、功能模型和数据模型以明确企业目标和未来流程并通过信息化建设优化企业结构及过程链模型、简化业务流程,基于多视图、多层次、多关联、全生命周期描述企业信息系统及各层次间关系,涉及组织视图(描述人力、财力和软硬件等资源)、功能视图(描述信息转换过程)、数据视图(描述信息服务对象及功能视图输入输出信息)、输出视图(描述软硬件I/O功能)和控制视图(描述并控制其他视图间关系)<sup>[7]</sup>。

### 2) CIM-OSA模型

Computer Intergrated Manufacturing-Openness System Architecture,即计算机集成制造开放体系结构,用视图维(功能视图、信息视图、资源视图及组织视图)、系统生命周期维(需求定义层、详细设计层及实施描述层)和通用性维(通用层,部分通用层及专用层)揭示体系结构及促进系统集成实现<sup>[6]</sup>。

### 3) GIM模型

GRAI Integrated Methodology,即GIM建模方法,用GIM方法论(GRAI概念参考模型、GRAI建模框架、GRAI建模方法和GRAI结构化方法)从抽象层次(概念层、结构层、实现层)用信息视图、决策视图、物理视图及功能视图描述面向用户建模框架,用组织视图、信息技术视图及制作技术视图描述面向技术建模框架,从而构建体系结构并用建模工具及技术辅助计算机信息系统集成<sup>[8]</sup>。

### 4) TOGAF模型

The Open Group Architecture Framework,即开放工作组体系结构框架,用ADM法(描述体系结构构建生命周期)分析企业业务需求、当前系统和趋势并构建生命周期多轮迭代以促进企业架构成果标准化和IT投资规划合理化,最终辅助企业通过开放标准构件,结合多信息源以安全方式跨时空、环境为用户、系统提供支持<sup>[13]</sup>。具体包括基础体系结构(包含技术参考模型、标准信息库及模块构建信息库)、资源库(支持基于ADM法构建体系结构过程)<sup>[7]</sup>。

### 5) DoDAF模型

Department of Defense Architecture Framework,即美国国防部体系结构框架,用结构化法、面向对象法、三视图法构建体系结构模型并用ATAM(Architecture Tradeoff Analysis Method)法、可执行验证

法、专家评审法验证以提供合适视图表达方式<sup>[14]</sup>。具体涉及全景视图、业务视图、系统视图、标准视图、能力视图、数据视图、项目视图(描述项目间联系)、服务视图。

### 6) FEA模型

Federal Enterprise Architecture,即联邦企业架构框架,用EAP法(涉及IT规划启动、现状、目标、实现途径)基于标准、指南及最佳实践等工具规范动态演进企业架构以适应环境、战略目标,促进联邦政府及其它政府实体间公共业务互操作和信息共享。具体包括体系结构框架、实用指南、参考模型(分性能指标、业务、服务组件、数据和信息、技术5个模型,均充分考虑信息系统互操作和共享<sup>[9]</sup>)。

### 7) BAAN/DEM模型

Dynamic Enterprise Modelling,即动态企业建模,用动态企业建模策略基于Orgware工具输入业务处理流程并基于参考模型库(一般模型、特定行业模型、特定客户模型)配置系统以满足企业需求并降低其ERP实施周期和成本,实现有效经营管理<sup>[6]</sup>。

## 3 主流IT规划参考模型对比

### 3.1 IT规划参考模型比较标准构建及候选对象遴选

#### 3.1.1 IT规划参考模型比较标准构建

IT规划参考模型主要旨在揭示企业架构模型的企业建模,主要涉及建模内容(静态描述模型构件)、流程(动态描述建模步骤)等。就内容而言,常见企业架构(EA)框架如图1所示,主要涉及业务战略、IT战略、业务架构(分组织架构、业务流程)、IT架构、基础设施及保障体系(后两者多类似,故常略去)等模块,四者关系<sup>[15]</sup>如图2所示,可见企业建模结果主要体现为业务架构、应用架构、数据架构、技术架构;就流程而言,多遵循企业建模生命周期,先梳理企业业务架构,基于业务及其所产生数据聚合系统功能形成应用架构、构建数据架构并定义技术架构,再选用建模工具、建模语言进行建模。因此,笔者认为可从生命周期、业务架构、应用架构、数据架构、技术架构、建模工具、建模语言等维度系统比较IT规划参考模型。

#### 3.1.2 候选对象遴选

笔者认为现有IT规划参考模型中较知名、常用、领域性较强的为GERAM、ARIS、TOGAF、DoDAF、FEA,判断标准为是否涉及详细方法论;是否具备系统化理论;是否采用开放系统体系结构;应用是否广泛;是否支持全企业范围和全生命周

期;是否有软件工具支持建模;建模工具用户界面是否友好;是否可被其他模型替代;名称是否常出现在相关文献与网页中或介绍它的文献和网页常被作为参考文献。

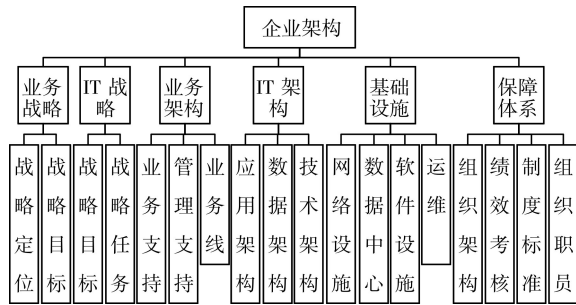


图1 企业架构框架<sup>[15]</sup>

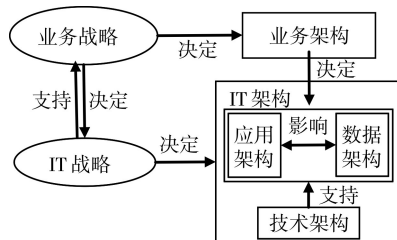


图2 企业架构模块关系图

### 3.2 主流IT规划参考模型比较

#### 3.2.1 生命周期

模型生命周期旨在动态描述企业架构建模过程各阶段活动及任务,五种模型均按组织架构模型构建步骤建模,生命周期多类似,详见表5。GERAM建模过程中各活动常反复迭代,未严格遵循时间顺序。

#### 3.2.2 业务架构

业务架构定义企业价值创造过程及内外部协

作关系并将战略目标转为可操作业务模型,旨在表达支持业务战略的业务功能和流程<sup>[15]</sup>,限于GERAM无业务架构,此处仅阐述其余四者。

ARIS基于扩展的事件驱动流程链图所形成的业务控制流(揭示功能和事件间关系)描述业务模块组织关系及业务流程<sup>[16]</sup>,基于价值增值链图描述业务流程所涉及部门协作关系及增值环节(驱动业务流向)。

TOGAF基于TOGAF列表、矩阵和图描述业务架构目标、构建步骤(详见表6)和架构构件关系,形成各业务所属管理层级(分经营管理层、业务掌控层、业务操作层、共性平台层,旨在辅助确定企业管理模式并匹配其核心业务流程、提升企业沟通效率<sup>[17]</sup>)及管理功能。

DoDAF业务架构基于树结构图(揭示业务流向驱动因素)、活动图(揭示企业组织、能力、业务活动(执行者、业务关系等信息))及高层业务概念图、业务连接图、业务信息交互矩阵、组织关系图、业务规则模型、业务状态转换图、业务事件跟踪图等视图揭示军方及少数企业业务能力和互操作需求,确定任务和活动及业务要素,描述系统支持的职能及其逻辑<sup>[18]</sup>。

FEA业务架构基于业务领域(4个,公民服务、服务提供方式、服务提供支持、政府资源管理)、业务单元(39个)、子功能(153个)<sup>[19]</sup>三级结构描述联邦政府运营顶层视图,辅助政府发现跨机构协作机会和潜在系统冗余,保持系统建设与业务功能需求一致。

表5 主流IT规划参考模型生命周期比较

名称	规划启动	目标识别	需求定义	方案构建	计划实施	操作维护
GERAM	认定初始框架	设计概念	分析需求	初步设计、详细设计	实施计划	常规操作
ARIS	不详	明确业务流程问题,结合经营战略设计组织目标	基于组织、功能、数据、输出两两间双向关系进行需求建模	概念化系统需求,确定组件和消息中间件,软件	按信息技术层次描述真实系统	不详
TOGAF	确定组织初始框架构建原则	按组织股东需求、商业目标和策略、环境构建其系统体系结构愿景	制定实现组织业务战略、目标所需详细业务流程	基于项目可行性及行动关联性的系统实施进度制定,基于差别分析的系统功能、软硬件更新	系统功能链接,EA部署及管理	目标导向的多轮迭代
DoDAF	不详	确定组织体系结构目标、意图和范围并以表格形式概要展现	基于通用数据元模型概念、属性和关系构建综合字典及概念数据模型	基于用户及视图集成展现系统视图	依据业务、能力、系统原则构建体系结构视图	目标导向的多轮迭代
FEA	获取支持,构建管理和控制机构并确定项目管理方式	确定组织体系结构用途并定义其适用范围	分析组织业务、应用、数据、技术和系统文档,按组织目标业务过程、信息流、经营策略形成需求文档	按需求文档构建信息系统迁移方案	按执行步骤及规程实施EA计划	按EA执行状况及外部环境动态优化实施步骤

表 6 TOGAF 业务架构构建步骤<sup>[17]</sup>

序号	步骤	说明
1	选择参考模型、视角、工具	确定整体建模过程、项目边界和粒度、使用的产品、收集的需求
2	开发基线业务架构	当前业务状态,表示形式同目标架构
3	开发目标业务架构	描述实现战略目标和业务变革后的目标业务状态
4	差别分析	消除冲突内容,确认 TOGAF 符合架构构建原则,识别所需业务变革,针对需求检验目标架构完整性
5	定义架构路线图	定义从基线演进到目标架构所采取活动和步骤
6	观察架构,解决相关影响	本阶段工作是否和前序阶段工作有冲突
7	干系人审查	申请干系人评审、确认阶段成果
8	最终确定业务架构	业务架构定稿
9	创建架构定义文件	整理本阶段工作并到架构定义文档中不断完善至架构工作结束

### 3.2.3 应用架构

应用架构基于业务和数据相关性聚合系统(如 ERP、OA 系统等)模块功能、接口关系、构建标准和实现方式等<sup>[20]</sup>,以识别业务部门、领域关联机会,提升资源和系统协作、共享能力,限于 GERAM 无应用架构,此处仅阐述其余四者。

ARIS 应用架构描述信息转换过程并转换数据,基于功能树(结合应用架构中业务和系统,主要元素为描述对象功能的方框及相关连线)形式描述企业功能层次关系信息<sup>[21-22]</sup>;基于目标图描述系统目标及子目标,最终形成支持信息系统功能的模块。

TOGAF 应用架构基于基线架构(基于系统/组织矩阵描述应用系统和组织机构对应关系,基于系统/功能矩阵描述应用系统主要功能,基于接口目录列出应用间现存接口)与目标架构(基于业务架构的功能分解图/用例图、流程图等输出系统功能及业务流程,设计目标系统流程/系统实现图、系统/功能矩阵、系统/组织矩阵以构建目标应用架构基本结构,基于应用互动矩阵描述目标应用系统间交互关系,基于接口目录列出目标系统应含接口)间差距分析,用应用迁移图描述企业基础设施及应用系统需求<sup>[23]</sup>。

DoDAF 应用架构描述支持或提供业务功能的各系统内部结构和运行规则及系统间互连和互操作关系。基于系统功能图(描述系统功能及其间数据流)和业务活动与系统功能跟踪矩阵(动态展示业务活动和系统功能间关系)确定子系统部署、功能分配及其他与业务相对应关系,基于系统规则模型、系统状态转换图、系统事件跟踪图描述业务过程中各系统内部规则、状态及系统间交互,基于系统接口图、系统关联矩阵、系统资源流矩阵和物理数据模型确定系统连接关系与交互,基于系统资源流图、系统性能参数矩阵确定节点内系统间和其

它节点互连方式、性能参数,最终基于系统演进图、系统技术预测图描述系统研制技术路线<sup>[18,24]</sup>。

FEA 应用架构是支持绩效参考模型(测评 IT 投资绩效及其对业务绩效贡献)和业务参考模型实施的业务驱动功能框架,由 7 个服务域、29 项服务类型和 168 项服务构件构成,基于公开和存储平台上服务组件(涉及安全管理、系统管理、表格服务、通信、协调及搜索等)实现具体性能指标评价及业务功能,提高各应用、组件和业务服务重用能力(利于政府信息资源共享,促进信息系统水平、垂直集成与互操作,节约 EA 项目实施成本)<sup>[9]</sup>,提供政府相关服务(涉及客户、流程自动化、数字资产、业务分析、后台办公等)。

### 3.2.4 数据架构

数据架构分析企业数据资源和信息流结构(数据分类和定义、企业信息模块、信息模型)以有效共享数据,限于 GERAM 无数据架构,此处仅阐述其余四者。

ARIS 数据架构描述实体与组织、资源、功能实体间联系,基于实体关系模型(Entity Relationship Model,ERM(包括基本 ER 模型、扩展 ER 模型)较好反映现实世界但未详细分析数据)、数据模型(包括 SAP 的 SERM、IEF (Information Engineering Facility)、SeDam (Semantic Data Model))描述企业经营过程中所涉及数据及资源信息<sup>[21]</sup>。

TOGAF 数据架构描述从基线数据架构(基于基线业务架构的业务服务/信息了解系统基本数据内容和处理过程)到目标数据架构(基于目标业务架构业务服务/信息图分析目标系统主数据,基于业务互动矩阵和应用互动矩阵分析主数据间依赖、关联关系,基于流程图构建主数据处理流程,最终构建系统/数据矩阵、类图、类阶层图、数据散播图)演进过程,提出解决方案并构建数据迁移图<sup>[23]</sup>。

DoDAF 数据架构基于类图(由类、类内部结构



及类间关系组成)描述概念数据模型(以类图表现高级数据概念及其联系)、逻辑数据模型(遵循数据架构服务于业务架构理念并按业务数据要素解构形成类图)、物理数据模型(物理实现逻辑数据模型,如消息格式、文件结构和物理模式)以揭示其静态结构<sup>[18]</sup>。

FEA数据架构包括主题领域、数据分类、数据对象、数据特征、数据表达等,综合业务参考模型中业务过程和活动所含数据元素(对象、属性、表示法)构建统一数据模型(采取统一数据分类和表示法(即构建领域本体)),以实现政府部门间数据和信息资源共享和互操作<sup>[9]</sup>。

### 3.2.5 技术架构

技术架构是支撑应用架构和数据架构的IT技术基础结构,由系列技术和组件及相关标准集组成<sup>[25]</sup>,旨在促进企业技术标准共享、实施,提高部门间协作和信息共享能力,限于GERAM、ARIS无技术架构,此处仅阐述其余三者。

TOGAF技术架构描述各应用系统共性技术(平台技术及产品、应用系统集成接口技术规范、数据描述规范、可用技术解决方案)及安全体系建设需求,具体从选择参考模型、视角和工具,开发当前和目标技术架构(需满足需求建议书和利益相关者关注点,支持逻辑和物理应用组件、数据组件及架构愿景),执行差距分析(定义详细演进路线图并识别关键工作包(IT资源库或IT服务目录中现有IT服务、技术参考模型、组织所处行业通用技术模型、通用系统架构相关技术模型(集成信息基础设施参考模型)),识别架构路线图组件、创建架构文档(包括基本功能和属性,如安全能力和管理能力,拥有所需功能的相关构件块和命名接口,提供接口(APIs、数据格式、协议、硬件接口、标准),映射业务/组织实体及政策)等步骤构建技术架构<sup>[26]</sup>。

DoDAF技术架构描述系统构建过程所需遵循技术和标准规范,包括技术标准概要(提供适用系统体系结构的相关技术标准子集(质量管理、进度管理、成本管理、组织管理)说明以约束架构设计实践)、技术标准预测(分析技术对系统影响)并以表格形式展现标准规则<sup>[10]</sup>。

FEA技术架构描述支持服务组件构建、交换和发布所需技术、产品和工具,以部署基于组件的体系结构框架。具体基于技术领域(4个,访问和传输、平台和基础设施、组件框架、接口和集成)、技术种类(13个)、技术标准(若干)及具体技术规范(如数据格式标准包含XML、XLink、EDI、Namespaces)

实现服务组件和能力交付<sup>[9]</sup>。

### 3.2.6 建模工具

建模工具旨在辅助架构师理解复杂组织IT系统和业务间联系并按业务实体、信息流程和企业系统进行建模。

GERAM仅提供建模工具选择标准:支持企业模型仿真分析和评价,支持多角色协同设计、使用指南和开发指南提供,支持正向和逆向工程及版本升级,支持共享知识库(内含参考模型、设计描述和模式、设计文档<sup>[19]</sup>)提供<sup>[7]</sup>。

ARIS建模工具ARIS Collaborative Suite辅助构建反映ARIS概念的数据、功能、业务、组织、输出模型以集中体现ARIS模型所涉及范围并按用户群分类提供工具:Web Designer(面向不精通但需阅读模型的工程人员)、Easy Design(面向受过适度训练且有领域知识的工程人员)、toolset(面向业务分析师、业务流程管理者等)<sup>[7]</sup>。

TOGAF仅提供建模工具选择标准以免影响行业开放性:支持所选模型和最终交付物,支持安全内核(访问控制、安全策略)密度,支持在线帮助并逐渐强化本地化,具备动态库(支持版本兼容、版本控制)并支持通用语言和代码、完整生命周期,满足互操作、经济性需求<sup>[27]</sup>,最常用的是System Architect、Metis及最新版ARIS Toolset。

DoDAF建模工具较多但相互间缺乏通用参考资源、功能扩展性较弱(多不支持模型行为验证、数据逻辑性及正确性验证):Ptech的Framework、Popkin的System Architect(不支持系统演进描述)、Vitech的CORE(CORE4.0不支持系统关联矩阵、系统资源流矩阵、系统性能参数矩阵、系统技术预测、物理数据模型)、Logicon的JCAPS(支持高层业务概念图、业务连接描述、业务信息交互矩阵、组织关系图、业务活动分解树、业务活动模型(揭示活动执行者、成本及活动间关系)、系统接口描述、系统资源流描述、系统关联矩阵<sup>[18]</sup>,已用于美国军方)、Telelogic的TAU Generation 2(支持UML2.0及其工具)、IBM的System Architect(SA for DoDAF、SA for DoDAF ABM、SA Information Web Publisher、SA Compare等)等。

FEA推荐通用建模工具并提供选择策略:前者包括Office suit of tools、Rational Rose、Popkin的System architect、Ptech的FrameWork等;后者涉及EA产品开发、维护、发布,包括便捷性(易用性、易学性)、经济性、多用户支持、元模型支持、访问控制等<sup>[7]</sup>。

### 3.2.7 建模语言

建模语言直接决定模型语法、语义和表示形式,辅助用户理解、生成建模过程中文档和模型,需根据适用性(分领域、模型)、易学性、通用性、集成性、机读性、表达能力、工具支持度等进行选择。

GERAM 仅提供建模语言选择原则:支持视图及建模产品表达,支持视图间(功能模型、信息模型、资源模型等)链接,支持基于可靠本体(如基于 UML 元模型构建 UML 语言族),支持方法学适应;ARIS 基于业务场景推荐建模语言组合:需求定义时涉及 IDEF0、UML(类图、时序图、状态图)、EPCs、Colored PNs、数据流程图等,设计预览涉及 UML(类图、构件图)等,功能输出涉及 UML(类图、活动图)、数据流程图等;TOGAF 支持基于所选建模工

具开放性选择语言,未做特殊限定<sup>[7]</sup>;DoDAF 支持基于 UML 进行面向对象建模<sup>[28]</sup>;FEA 未明确指定建模语言但 Popkin 按体系结构分层提供建模语言:业务层(涉及 Rjch pictures/English、UML、System Dynamics、BPMN/BPML、Petri 网、OCL、Structured English、IDEF0& IDEF3、ORM、EPC 等)、应用层(涉及 UML、Structured English 等)、信息层(涉及 IDEF1X、UML、ERM、ORM 等)、技术层(涉及 TOGAF Format、Rich pictures/English 等)等<sup>[7]</sup>。

## 3.3 结论与分析

### 3.3.1 比较结果

综上,主流 IT 规划参考模型在生命周期、业务架构、应用架构、数据架构、技术架构、建模工具、建模语言方面对比结果见表 7。

表 7 主流 IT 规划参考模型对比

工具	生命周期	业务架构			应用架构	数据架构		技术架构		建模工具		建模语言		其他	
	支持完备性	流程完备性	业务集中度	业务管理沟通性	系统功能与业务吻合度	数据资源完备性	信息流结构化	标准共享性	技术组件化	多样性	模型验证	适用性	开放性	信息化成本	信息共享性
GERAM	好	-	-	-	-	-	-	-	-	好	-	-	好	-	-
ARIS	差	最好	最好	差	好	好	好	-	-	差	不详	好	差	好	差
TOGAF	好	好	差	好	好	好	好	好	好	最好	全部	-	好	差	好
DoDAF	差	差	差	差	好	最好	差	差	差	好	部分	好	最差	差	差
FEA	好	好	差	差	最好	好	最好	好	好	好	不详	好	好	最好	最好

### 3.3.2 结果分析

分析表 7 可看出:就生命周期而言,五种模型均较完备,但 ARIS 及 DoDAF 无规划启动阶段。

就业务架构而言,ARIS 基于流程链揭示并简化业务流程,TOGAF 基于自带工具粗略揭示业务过程,基于管理职能确定业务流程,辅助管理层与业务层沟通;DoDAF 仅用树结构图与活动图揭示业务驱动因素及其关系,无法完整揭示、简化业务流程;FEA 用三级结构精确描述业务流程,但无法有效简化业务流程、提升与管理层沟通效率。

就应用架构而言,ARIS 基于功能树、目标图提升系统与业务吻合度;TOGAF 基于业务分析系统功能,两者吻合度较好;DoDAF 基于功能图等描述系统功能间关系、提升系统互操作性进而优化系统功能与目标业务吻合度;FEA 基于服务组件评价系统性能及与业务功能实现度以提升系统功能业务吻合度。

就数据架构而言,ARIS 基于 ERM 模型全面揭示数据资源及数据流(但未详细分析),信息流较结构化;TOGAF 基于差别分析中矩阵、图极好揭示数

据资源及信息流;DoDAF 基于类图静态揭示数据;FEA 综合数据元素构建统一数据模型描述数据资源及信息流。

就技术架构而言,TOGAF 基于清晰路径及相应工具统一提供技术标准及组件;DoDAF 根据具体业务提供针对性技术标准,资源间缺乏通用性,致使标准间难以共享、技术难以组件化;FEA 基于组件、技术规范实现标准共享及技术组件化。

就建模工具而言,GERAM 仅提供选择标准方便用户按需选取;ARIS 提供专业工具方便用户建模但选择面较窄;TOGAF 支持用户遵循开放性原则自行选择建模工具且全面支持模型验证;DoDAF 提供多种建模工具以使用户选择但仅部分支持模型验证;FEA 按体系结构分类提供建模工具。

就建模语言而言,GERAM、TOGAF 仅提供选择标准以使用户按需选择;ARIS 基于场景提供建模语言组合;DoDAF 仅支持基于 UML 建模;FEA 按体系结构层次分类提供建模语言。

此外,就信息化成本而言,ARIS 运用价值链法降低信息化成本,TOGAF 由于涉及面较广使其信



息化成本过高,DoDAF资源利用率虽高但收集数据成本过高,FEA基于组件降低信息化成本;就信息共享性而言,TOGAF遵循开放性原则、基于业务全面映射功能提升信息共享性,DoDAF限于技术标准共享性、组件化局限性致使其信息资源难以共享,FEA基于本体实现政府间信息资源共享。

## 4 结语

综上,本文介绍了11种现有IT规划参考模型,构建了其比较标准并选出5种主流IT规划参考模型,从生命周期、业务架构、应用架构、数据架构、技术架构、建模工具、建模语言七方面进行了系统比较:五种模型均基于建模工具、语言,遵循应生命周期进行建模,或多或少降低组织建模难度;GERAM适合作为IT规划参考模型比较基准,ARIS适合旨在在业务流程再造、成本投入不多的组织,TOGAF适合旨在实现信息共享的多数企业,特别是成本投入较多的大型组织,DoDAF适合旨在实现多源数据采集、系统集成且成本投入较多的大型组织,FEA适合旨在实现业务协同、资源共享的政府组织。

下一步,笔者将构建基于知识管理的IT规划参考模型,以供相关研究与应用参考。

### 参考文献

- [1] 张倩. 基于FEAF的离散型企业信息系统集成研究[D]. 成都:成都理工大学,2013.  
ZHANG Qian.The Integration Study of Information System of Discrete Enterprise Based on FEAF-Case of MF Company [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2013.
- [2] 徐一宁. 基于多准则决策与遗传算法的企业IT规划决策方案设计[D]. 北京:北京邮电大学,2011.  
XU Yining.Design of Decision-Making Scheme in Enterprise IT Planning Based on Multiple Criteria Decision Making and Genetic Algorithm [D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2011.
- [3] 王敏,耿俊成. TOGAF在公司信息化架构工作中的应用探讨[J]. 河南电力,2016(7):8-10,14.  
WANG Min, GENG Juncheng.Application of TOGAF in the Work of Informatization Architecture of the Company [J]. Henan Electric Power, 2016(7):8-10,14.
- [4] 范玉顺. 企业信息化战略规划方法与实践[M]. 北京:电子工业出版社,2007:183-192.  
FAN Yushun.Strategic Planning Method and Practice of Enterprise Informatization [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007:183-192.
- [5] 刘波,张喜麟. 基于Zachman框架的集团信息化规划研究[J]. 管理观察,2015(36):87-89.  
LIU Bo, ZHANG Xilin.Study of Information Technology Planning of Group Based on the Zachman Framework [J]. Digest of Management Science, 2015(36):87-89.
- [6] 胡政莹. 第三方物流企业核心业务参考模型研究[D]. 成都:西南交通大学,2009.  
HU Zhengying. Research on the Core Business Reference Model of Third Party Logistics Enterprises [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2009.
- [7] 稽文路,夏安邦. 基于知识和策略的企业工程元方法学研究[D]. 南京:东南大学,2008.  
JI Wenlu, XIA Anbang.Research on Enterprise Engineering Meta-Methodology Based on Knowledge and Strategy [D]. Nanjing:Southeast University, 2008.
- [8] 林广振. 基于CIM-OSA与ARIS整合的企业建模方法研究[D]. 成都:西南交通大学,2011.  
LIN Guangzhen.Research on the Methods of Enterprise Modeling Based on CIM-OSA and ARIS [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2011.
- [9] 稽文路,夏安邦. 联邦企业体系结构框架研究[J]. 计算机集成制造系统,2007,34(3):57-66.  
JI Wenlu, XIA Anbang.Federal Enterprise Framework [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2007, 34(3):57-66.
- [10] 马翔,苏琛涵,张星. 基于TOGAF的企业架构方法实践[J]. 数字通信世界,2017(4):194-196.  
MA Xiang, SU Chenhan, ZHANG Xing. Method Practice on Enterprise Architecture Based on TOGAF [J]. Digital Communication World, 2017(4):194-196.
- [11] 高昂,王增福,赵慧波,等. DoDAF体系结构分析[J]. 中国电子科学研究院学报,2011,6(5):461-466.  
GAO Ang, WANG Zengfu, ZHAO Huibo, et al. Review of the Research on DoDAF Architecture [J]. Journal of China Academy of Electronics and Information Technology, 2011, 6(5):461-466.
- [12] 方程. 基于Zachman框架的信息系统需求工程建模方法[J]. 重庆交通学院学报,2007(2):155-159.  
FANG Cheng.Modeling Method Based on Zachman Framework for the Requirements Engineering of Information System [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University, 2007(2):155-159.
- [13] 李卫,罗福. 企业架构与TOGAF概述[J]. 金融电子化, 2013(2):71-73.  
LI Wei, LUO Fu. Enterprise Architecture and TOGAF Overview [J]. Financial Computerizing, 2013(2):71-73.
- [14] 乔心,李永宾,葛小凯. 基于DoDAF2.0的多机协同探测系统体系结构设计[J]. 空军工程大学学报(自然科学) (下转第2823页)

- 2007:37-43.
- [14] 何月顺. 关联规则挖掘技术的研究及应用[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2010.  
HE Yueshun. Research and application of mining technology of association rules [D]. Nanjing: Nanjing Aerospace University, 2010.
- [15] 吕桃霞, 刘培玉. 一种基于矩阵的强关联规则生成算法化[J]. 计算机应用研究, 2011, 28(4): 1301-1303.  
LV Taoxia, LIU Peiyu. A strong association rule generation algorithm based on matrix [J]. Research on computer applications, 2011, 28(4): 1301-1303.
- [16] 黄钧晟. 云计算环境下基于Apriori算法的气象数据关联规则分析研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2015.  
HUANG Junsheng. Analysis of meteorological data association rules based on Apriori algorithm in cloud computing environment [D]. Nanjing: Nanjing University of Information Engineering, 2015.
- 
- (上接第 2779 页)
- 学版), 2017, 18(1): 20-26.  
QIAO Xin, LI Yongbin, GE Xiaokai. Architecture Design of Multi-Aircraft Cooperative Detection System Based on DoDAF V2.0 [J]. Journal of Air Force Engineering University (Natural Science Edition), 2017, 18(1): 20-26.
- [15] 范积亮. 基于 EA 架构进行企业 IT 规划的实践研究 [J]. 东方企业文化, 2014(5): 160-162.  
FAN Jiliang. A Practical Study on Enterprise IT Planning Based on EA Architecture [J]. Oriental Enterprise Culture, 2014(5): 160-162.
- [16] 徐国华. 基于 ARIS 企业建模过程的应用研究 [J]. 计算机工程, 2005(14): 208-210.  
XU Guohua. Application Research of Enterprise Modeling Procedure Based on ARIS [J]. Computer Engineering, 2005(14): 208-210.
- [17] 王寅来, 张雪松. TOGAF 业务架构阶段探讨 [J]. 中国铁路, 2014(4): 60-63.  
WANG Yinlai, ZHANG Xuesong. Research on Railway Enterprise Architecture Based on TOGAF [J]. Chinese Railways, 2014(4): 60-63.
- [18] 黄小华. 复杂大系统的体系结构建模方法研究 [J]. 中国电子科学研究院学报, 2016, 11(4): 444-452.  
HUANG Xiaohua. Architecture Modeling Method Research of SoS [J]. Journal of China Academy of Electronics and Information Technology, 2016, 11(4): 444-452.
- [19] 张晓明, 邓子琼. 企业建模方法学的分析与建模工具的评价 [J]. 系统仿真学报, 2004, 16(3): 511-515.  
ZHANG Xiaoming, DENG Ziqiong. Analysis of Enterprise Modeling Methodology and Evaluation of Modeling Tools [J]. Journal of System Simulation, 2004, 16(3): 511-515.
- [20] 纪林. 基于 TOGAF 的高速企业信息化规划研究 [J]. 信息通信, 2016(12): 184-185.  
JI Lin. The Planning Research of High-Speed Enterprise Informatization Based on TOGAF [J]. Information and Communication, 2016(12): 184-185.
- [21] 费晶. PLM 企业建模之 ARIS 方法 [J]. 榆林学院学报, 2010, 20(2): 65-67.  
FEI Jing. PLM Enterprise Modeling of the ARIS Method [J]. Journal of Yulin College, 2010, 20(2): 65-67.
- [22] 袁冬梅. 基于 ARIS 的供应链建模与仿真研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2009.  
YUAN Dongmei. The Studying of Supply Chain Modeling and Simulation Based on ARIS [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2009.
- [23] 罗翔. TOGAF 在数字铁路顶层设计中的应用研究 [J]. 科技资讯, 2015, 13(16): 19-20.  
LUO Xiang. The Application Study of TOGAF Based on the Design of Digital Railway [J]. Science & Technology Information, 2015, 13(16): 19-20.
- [24] 岳增坤, 陈炜, 夏学知. 基于 DODAF 的体系结构模型设计与验证 [J]. 系统仿真学报, 2009, 21(5): 1407-1411, 1415.  
YUE Zengkun, CHEN Wei, XIA Xuezhi. Model Design and Validation of C<sup>4</sup>ISR System Architecture Based on DODAF [J]. Journal of System Simulation, 2009, 21(5): 1407-1411, 1415.
- [25] 孙康, 刘山, 罗臣. 基于 TOGAF 的通用航空企业架构研究 [J]. 黑龙江科技信息, 2017(1): 95-97.  
SUN Kang, LIU Shan, LUO Chen. Research on General Aviation Enterprise Architecture Based on TOGAF [J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2017(1): 95-97.
- [26] 张懂. 基于 TOGAF 的第四方物流信息平台构建研究 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2016.  
ZHANG Dong. The Construction Research of Fourth Party Logistics Information Platform Based on TOGAF [D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2016.
- [27] THE OPEN GROUP. TOGAF9.1 [EB/OL]. [2018-02-10]. <https://www2.opengroup.org/ogsys/catalog/W118>.
- [28] 姚延军, 王红, 谭贤四, 等. 基于 DoDAF V2.0 的体系结构开发方法 [J]. 火力与指挥控制, 2013(3): 103-107.  
YAO Yanjun, WANG Hong, TAN Xiansi, et al. An Approach to Architecture Development Based on DoDAF V2.0 [J]. Fire and Command Control, 2013(3): 103-107.