

# 应用现代化建设指南

(2022 年)

应用现代化推进中心

2022 年 12 月

## 版权声明

本白皮书版权受法律保护，转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：应用现代化推进中心”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

## 编制说明

**牵头编写单位：**中国信息通信研究院

**联合编写单位：**上海道客网络科技有限公司、思特沃克软件技术（北京）有限公司、华为云计算技术有限公司、浙江数新网络有限公司、华泰证券股份有限公司、鸿鹄云飞科技（深圳）有限公司、中国工商银行股份有限公司、中国农业银行研发中心、中科创达软件股份有限公司、威睿信息技术（中国）有限公司、深圳市明源云科技有限公司、四川启睿克科技有限公司、信华信技术股份有限公司、中移（苏州）软件技术有限公司、中电信数智科技有限公司、北京鸿雪信息科技有限公司、北京凌云雀科技有限公司、京东科技信息技术有限公司

### 编写组：

中国信息通信研究院：周丹颖、刘如明、蔡钰、杜岚、魏博锴、李永欣

上海道客网络科技有限公司（DaoCloud）：郭弘毅、张逸、陈旭、罗婷

思特沃克软件技术（北京）有限公司：胡皓

华为云计算技术有限公司：莫介水、张子怡、俞岳、赵华

浙江数新网络有限公司：陈廷梁、原攀峰、史奇

华泰证券股份有限公司：熊超、郭华敏、冯好时

中国农业银行股份有限公司：闫晓林、刘国兴、刘醉、张洁

中国工商银行股份有限公司：魏鑫

鸿鹄云飞科技（深圳）有限公司：魏海金、黄蓉、谢海伦

中科创达软件股份有限公司：刘寿永

威睿信息技术（中国）有限公司：李刚

深圳市明源云科技有限公司：孔鹏

四川启睿克科技有限公司（四川长虹）：毕可骏、李强

信华信技术股份有限公司：庄怀轩、丁学虎

中移（苏州）软件技术有限公司：郭旻

中电信数智科技有限公司：薛希俊

北京鸿雪信息科技有限公司：孙杰

北京凌云雀科技有限公司：杜东明

京东科技信息技术有限公司：伞亚朋

## 引言

数字化浪潮深刻影响着社会的生产生活方式，数字化变革催生出众多新业态新模式。我们正处于一个高速运转高频竞争高质量发展的时代，各行业企业必须转变传统发展思路，融合先进生产理念，采用高效生产工具，构建适应新场景新需求的现代化应用。

当前，已有部分国内外企业、研究机构基于自身经验提出应用现代化的相关看法，但各方对应用现代化的理解不尽相同，并未形成行业性共识，尚未产生清晰的方法论。

本指南系统性地梳理了应用现代化的发展历程，给出应用现代化的清晰定义，指明应用现代化的建设方向，凝炼应用现代化的通用方法论，总结应用现代化的建设路径，并提供可参考的应用现代化优秀实践。

期望本指南能够拉齐应用现代化的行业认知，辅助用户结合战略目标、业务价值，加速开展和推进应用现代化建设。

# 目 录

一、应用现代化概述 .....	1
（一）应用现代化发展背景分析 .....	1
（二）应用现代化演进历程梳理 .....	2
（三）应用现代化概念重新定义 .....	5
（四）应用现代化深层价值剖解 .....	5
二、应用现代化建设思路 .....	7
（一）应用现代化是持久战，长远建设方向趋同 .....	7
（二）应用现代化需方法论，提供通用建设指导 .....	8
（三）应用架构现代化：升级应用范式 .....	11
（四）数据架构现代化：聚焦数据价值 .....	15
（五）技术架构现代化：筑牢坚实基础 .....	19
（六）组织流程现代化：革新协作模式 .....	22
（七）用户体验现代化：提升服务水平 .....	25
三、应用现代化建设路径 .....	27
（一）全局分析：描绘现代化蓝图 .....	28
（二）规划设计：搭建可落地框架 .....	29
（三）落地实施：踩稳每一个脚步 .....	30
（四）持续治理：确保与目标对齐 .....	31
四、重点场景应用现代化建设实践 .....	32
（一）工商银行收单业务应用 .....	32
（二）华泰证券数字员工应用 .....	38
（三）农业银行分布式客户信息应用 .....	41
（四）百丽时尚商品数智化管理应用 .....	44
五、总结与展望 .....	47

# 图 目 录

图 1 应用现代化价值剖析.....	7
图 2 应用现代化方法论.....	9
图 3 应用现代化方法论五层拆解.....	9
图 4 应用架构现代化设计原则.....	12
图 5 数据架构现代化发展趋势.....	17
图 6 技术与业务的三阶段演进关系.....	20
图 7 技术架构现代化建设方案.....	21
图 8 组织流程适配新型生产方式.....	23
图 9 应用现代化建设价值流转链.....	27
图 10 工商银行收单应用业务建模.....	34
图 11 工商银行收单应用 IT 架构对接.....	35
图 12 工商银行收单应用技术实施.....	36
图 13 华泰证券数字员工应用架构.....	40
图 14 百丽时尚商品数智化管理功能架构全景.....	46

## 一、应用现代化概述

### （一）应用现代化发展背景分析

**数字化浪潮席卷，新时代新趋势涌现全新需求。**数字化浪潮席卷全球，数字经济高速发展，全社会正从工业文明步入数字文明，当今世界正经历百年未有之大变局。2021 年，全球 47 个国家数字经济增加值规模为 38.1 万亿美元，同比名义增长 15.6%，占 GDP 比重为 45.0%<sup>1</sup>。我国数字经济规模达到 45.5 万亿元，同比名义增长 16.2%，占 GDP 比重达 39.8%<sup>2</sup>，我国连同世界各主要国家纷纷步入数字经济发展的快车道。数字时代揭开了深化转型的序幕，提供了一种高速高质量发展的全新思路，各行各业必须充分顺应发展趋势，满足数字时代的全新发展诉求。

**危机下不破不立，旧模式旧思路难适应新局势。**数字化体现了思维模式、发展方式的深层变革，企业面临着迫切的数字化转型需求，其迫切性的直接原因是时代需求与服务供给的断档。从需求侧看，传统的决策与生产模式已无法满足人民群众多样多变的物质文明需求，同时人民群众日益增长的精神文明需求需要借助数字力量来实现。从供给侧看，支撑应用研发、生产、运维、运营、销售、决策、经营等流程的服务已严重滞后于新时代对效率、质量、成本等要素的需求。以传统模式依托传统生产工具构建的应用具有一定的时代局限性，若不及时进行升级优化或重构，将严重制约企业的创新发展速度，难以

<sup>1</sup> 数据来源：《世界互联网发展报告 2022》，中国网络空间研究院

<sup>2</sup> 数据来源：《中国数字经济发展报告（2022）》，中国信息通信研究院

满足新局势下的新需求，难以保证企业的竞争优势。

**剧变中蕴藏机遇，以变应变以革新促升竞争力。**“人无远虑，必有近忧”，安于现状不思进取的企业可能在短期内依旧可借助存量维持些许优势，但数字化进程不可逆，中长期看来其必将与抓住时代机遇积极求变、拥抱创新的企业拉开差距。一旦失去先发优势，处于劣势地位的企业将花费数倍甚至数十倍的努力追赶同业竞争者。转型势必会带来艰难的阵痛，例如生产模式适配、运转流程重构、数字化人才培养、数字基础设施投入等方面的变化均可能会在一定时段内拉低企业利润。对于已成熟运转的大中型企业，由于历史包袱重，其变革的阻力与难度更大，但“变则通，通则达”，长远来看，紧跟时代趋势积极转型，用数字力量武装自己，全面提升核心竞争力，是企业在未来充满不确定性的竞争中持续获取确定性优势的唯一途径。

## （二）应用现代化演进历程梳理

应用现代化这个词最早可追溯到 2007 年，IBM 软件部高级经理 Omkar Nimbalkar 在 IBM Rational 软件开发高峰论坛 SOA 专场分析企业现代化问题时提到通过应用现代化这一新领域解决应用开发过程中的遗留问题。

**国外企业对应用现代化的认知与探索起步较早，发展多年呈现百花齐放的局面。**

惠普作为应用现代化领域的先行者，为解决客户受制于老化 IT 基础架构的难题，在 2010 年发起“应用现代化变革体验”计划，提供包括应用评估、应用转换和应用管理在内的应用现代化产品组合，并



于 2011 年推出升级的全新应用变革系列解决方案，促进客户转向新 IT 环境，释放资金到更具策略性的规划上。

2011 年 VMware 开始关注大型机应用的现代化，即把应用移植到 Windows、Unix 等开放的系统上，从而削减软硬件成本，并利用新技术提高可扩展性。

同样在 2011 年，IDC 调查显示受访企业中有 70% 已经在进行应用现代化或部分应用现代化，其余 20% 则决定在未来三年内落实应用现代化，企业进行应用现代化的首要原因是节省 IT 成本以及精简操作流程。

此后，在云时代的大背景下，应用现代化被赋予了新的内涵，业内企业围绕应用现代化、现代化应用领域积极开展实践。2020 年到 2021 年期间是应用现代化价值认知的爆发期，头部厂商纷纷根据自身经验发表见解。AWS 提出构建现代化应用需要重新思考应用的架构模式、运维模型和软件交付流程；Google 认为应用现代化须实现基础架构与应用解耦、各个团队解耦、开发与运维解耦、安全与开发和运维解耦；Microsoft 指出应用现代化的核心在于从应用模式、开发实践、技术选择三大方面与传统应用拉开差距，为用户提供切实价值；RedHat 认为应用现代化是通过更新而不是替换老旧的传统软件系统来提高企业的软件交付性能的过程；IBM 总结应用现代化是采用现有旧应用，对其平台基础架构、内部架构或功能进行现代化改造的过程。

国内企业行先于知，在发展过程中早已将应用现代化付诸行动，

但对于应用现代化的整体认知略晚于国外。

2021 年 10 月，华为云与中国信息通信研究院联合发布《企业应用现代化白皮书》，提出应用现代化是以软件的敏捷交付为导向，实现贯穿基础设施到应用的认知重塑、架构升级和技术跃迁，同时提炼出应用现代化的典型特征与四个建设维度。

2022 年 8 月，DaoCloud 发布《应用现代化》白皮书，提出应用现代化是企业在数字原生战略指导下对科技生态开展的系统工程，帮助组织构建高效、轻量、智能、开放、弹性和韧性的现代化业务应用，从而提升组织在数字原生时代的竞争力。

2022 年 9 月，灵雀云在《企业应用现代化行动指南》中提出应用现代化是通过使用现代化新一代的云原生技术栈，对遗留应用软件和系统进行现代化改造的过程，使其升级到具有高弹性、高伸缩性的云原生环境。

随着应用现代化理念的推广与实践的落地，其价值逐步显露，认可度攀升。

咨询机构 IDC 在 2021 年和 2022 年的中国云计算十大预测中均提到了应用现代化，预测指出为了获得业务敏捷性，企业将致力于通过使用云原生开发和部署服务，在 2023 年前实现其 30% 的现有应用的现代化，到 2024 年大多数遗留应用将实现一定程度的现代化投资，55% 的应用将使用云服务来扩展功能或替换低效代码。

咨询机构 Forrester 研究指出，完成应用现代化的企业可获得 128% 的 ROI（投资回报率）提升。

市场调研机构 **Valuates Reports** 在报告中表示全球应用现代化服务市场规模预计将从 2022 年的 216.9 亿美元增长到 2028 年的 504.4 亿美元，复合年均增长率达 15.1%。

### （三）应用现代化概念重新定义

虽然应用现代化已践行多年，但研究机构并未给出清晰的定义，厂商又大多将应用现代化落脚于使用商业化的产品解决方案，因而当前并未形成共识性的应用现代化定义。

为进一步推广应用现代化的理念，拉齐行业认知，本书深入剖析应用现代化的内涵，给出应用现代化的明确定义。

首先，现代化虽无统一定义，但其基本词义相对稳定。用作动词，现代化是成为现代的和满足现代需要的行为和过程；用作形容词，现代化指具有现代特点的 and 满足现代需要的；用作名词，现代化指实现现代化以后的状态，即具有现代特点，满足现代需要后的状态<sup>3</sup>。

基于现代化的定义，应用现代化是一个长期的、持续演进的通过应用的现代化建设不断贴近从而最终实现业务价值、达成企业战略目标的过程，涵盖旧应用的现代化改造和新应用的现代化构建。

### （四）应用现代化深层价值剖解

中国式现代化指引发展方向，企业应当积极践行。党的二十大报告中强调，以中国式现代化全面推进中华民族的伟大复兴。中国式现代化是我党根据国情探索出的具有中国特色的现代化发展之路。企业

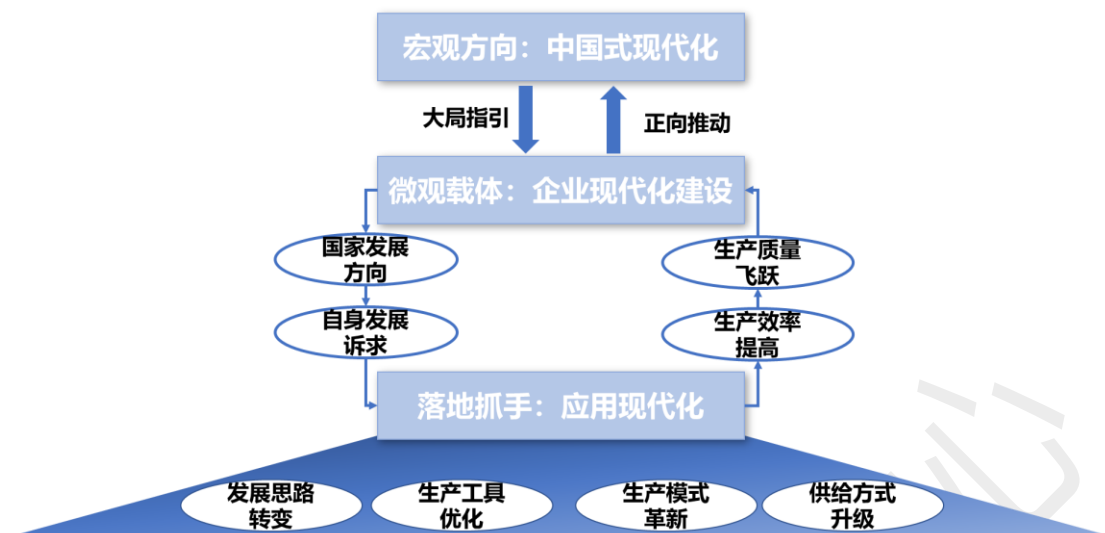
---

<sup>3</sup> 何传启. 什么是 21 世纪的现代化[J]. 理论与现代化,2016(4):5-9. DOI:10.3969/j.issn.1003-1502.2016.04.001.

作为宏观发展浪潮下的微观载体，应该深刻理解远景目标，根据行业、企业、业务等特性制定出贴合自身发展诉求的现代化之路，始终与国家、社会前进的大方向保持一致，从而抓住机遇顺势而为借力而行，成为中国式现代化发展道路上的正向推动力。

**应用现代化是企业现代化建设的具体切面，自下而上推动现代化进程。**数字化转型是推动中国式现代化的重要方针之一，随着转型进程的深入，产业数字化的价值凸显，传统行业企业正在迸发全新的活力。数字化改变了社会的生产生活方式，未来的企业都将是软件企业，应用将成为企业提供服务的关键形态。应用现代化是对传统供给方式的升级，是对传统生产模式的革新，是对传统生产工具的优化，能够显著实现生产效率的提升、生产质量的飞跃，是企业推进数字化转型，通往现代化的重要抓手。

**应用现代化是企业现代化建设的切实方案，自上而下贯彻现代化思路。**应用现代化不是单个应用的现代化，是企业基于一整套先进的现代化建设思路，经过一系列统筹规划开展的全维度的应用现代化建设。应用现代化鼓励企业与时俱进，转变思维模式，积极引入创新技术，探索最合适的建设方案，帮助企业挣脱旧有模式的桎梏，快速高质量完成应用的设计、开发、构建、部署、更新、运维、运营等流程，及时应对用户、市场变化的需求，助力企业切实把握发展机遇，不断打破业务边界，提升差异化竞争力。



来源：中国信息通信研究院

图 1 应用现代化价值剖析

## 二、应用现代化建设思路

### （一）应用现代化是持久战，长远建设方向趋同

应用现代化是一个逐步趋同的过程，传统应用大多形态各异，但现代化应用却有诸多相似之处。正如共同富裕并非同时富裕，在全国人民共同富裕的奋斗目标推进过程中，各地区的发展进程必然存在快慢之分，暂时落后的地区因为历史、区位、政策等相异的原因各有各的短板，但优先富裕地区的生产生活方式却大体相同。

结合数字化时代的发展需求，应用现代化的五个显著建设方向总结如下：

- **更高效**：单个应用的功能复杂度降低，应用与应用之间松耦合，应用能够更轻量化地独立快速完成开发、更新等操作，从而实现敏捷迭代，高效即时满足变化的市场、用户需求，高效交付业务价值。

- **更易用**：应用设计的关注点从满足基本功能需求进一步调整为

注重用户体验，应用将更符合用户的心智、贴近用户使用习惯，从而实现应用易用性的增强，服务化水平的提升。

● **更开放：**秉承开放的理念，增强内部应用之间、应用与外部的互联互通，避免产生信息孤岛，从而能够根据需求灵活引入活水，扩大应用的能力边界。

● **更智能：**充分利用先进数字技术为应用赋智，简化不必要的人工操作、流程，让应用从没有生命的工具转变为可自主思考的引擎，从而为用户提供密度更高的业务价值。

● **更可信：**严格把控，保障应用在全链路各环节的安全，同时提高应用在未知风险下的适应性与韧性，从而提高应用可信度，稳定持续地输出业务价值。

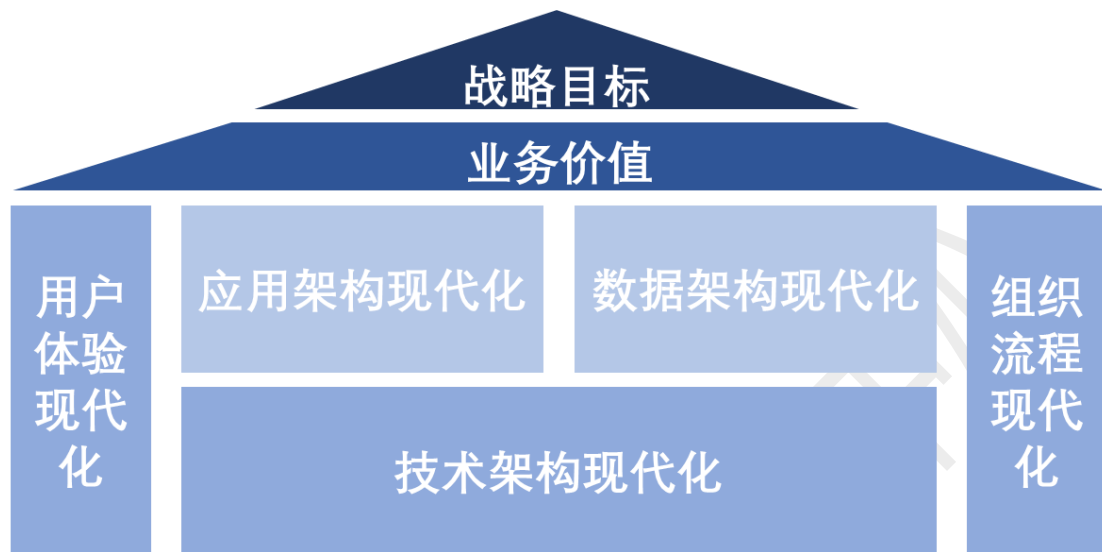
**从短期来看**，不同行业企业不同场景的应用现代化建设目标各有不同，建设诉求各有侧重，通常将立足实际情况，根据需求的紧迫性优先趋近某几个建设方向；**从长远来看**，各行业企业各场景将持续补足当前应用与理想状态之间的差距，应用现代化的建设方向将归于统一。

## （二）应用现代化需方法论，提供通用建设指导

结合应用现代化的建设诉求与行业建设经验，本书提出一套应用现代化方法论。本方法论指明了应用现代化涵盖的关键维度，凝练了应用现代化的建设思路，能够为应用现代化建设提供纲领性指导，契合应用现代化的建设方向。

应用现代化方法论包含“**五化两指引**”，即应用架构现代化、数据

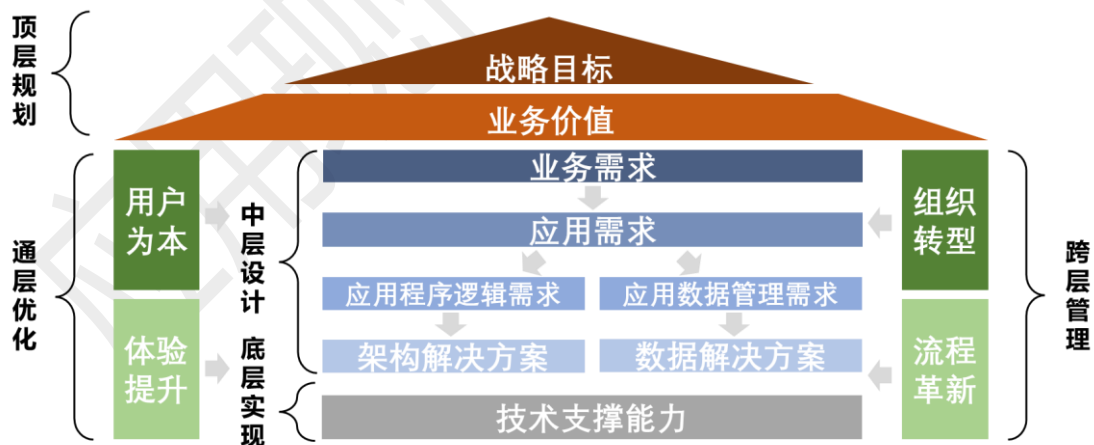
架构现代化、技术架构现代化、用户体验现代化、组织流程现代化五个关键思路，以及战略目标、业务价值两个上层指引。



来源：中国信息通信研究院

图 2 应用现代化方法论

概括来看，应用现代化方法论的“五化两指引”又可划分为顶层规划、中层设计、底层实现、跨层管理、通层优化五个层级。



来源：中国信息通信研究院

图 3 应用现代化方法论五层拆解

**顶层规划：**企业决策层通过远景规划与全局统筹确定战略目标，并下沉为清晰可量化的业务价值，从直接收益来看应用现代化能够促

使业务价值的实现，从深层收益来看应用现代化能够推动战略目标的达成。

**中层设计：**以业务价值为导向，深入剖析内在的业务需求。应用是业务的核心表现形式，业务需求又可落地为更具体的应用需求，并进一步划分为面向应用程序逻辑和面向应用数据管理的两大类需求，从需求出发设计对应的解决方案。应用架构现代化和数据架构现代化实现了从需求到解决方案的映射。

**底层实现：**为支撑中层解决方案的具体实施与落地建设，需采纳现代化的技术理念，运用现代化的技术手段，构建通用的完善的技术底座，即技术架构现代化。

**跨层管理：**纵向来看，现代化的建设目标需要通过现代化的生产方式实现，现代化的生产方式则需要配套先进的管理模式以发挥其最大效用，包括组织的转型和流程的优化，即组织流程现代化。

**通层优化：**应用的最终服务对象是用户，贯穿来看，应用现代化过程中需始终秉承用户为本的理念，注重用户体验的提升，拉近与用户的距离，即用户体验现代化。

在不同的时代背景、历史阶段下，应用现代化的具体落地方案必然会存在差异，虽然方案上无法达成统一，但应用现代化的建设思路可历久弥新。本方法论重在梳理应用现代化建设过程中需要关注的重点领域，指出各领域走向现代化的基本原则与演进思路，并简要列举当前时代背景下的典型落地方案。下文将对方法论中的五化进行详细解读。



### （三）应用架构现代化：升级应用范式

应用架构现代化解决了现代化场景下应用的逻辑设计、应用与应用之间的协作模式问题。

**业务侧敏态需求激增，传统应用架构难以灵活支撑转型。**各行各业逐步迈入数字时代，新一轮的产业革命正在加速演进。越来越多的企业认识到数字技术的价值，开始拥抱数字时代的新变化，运用数字技术赋能核心流程实现业务创新，建立更符合市场规律的商业模式。过去传统的业务模式正在被颠覆和革新，数字时代呈现出需求变化特别快、即时性满足要求特别高、市场窗口期特别短、竞争压力特别大等特点，传统应用多服务于固定用户群体的定向需求，面向稳态业务设计的应用架构已无法适配高速迭代的业务发展需求。

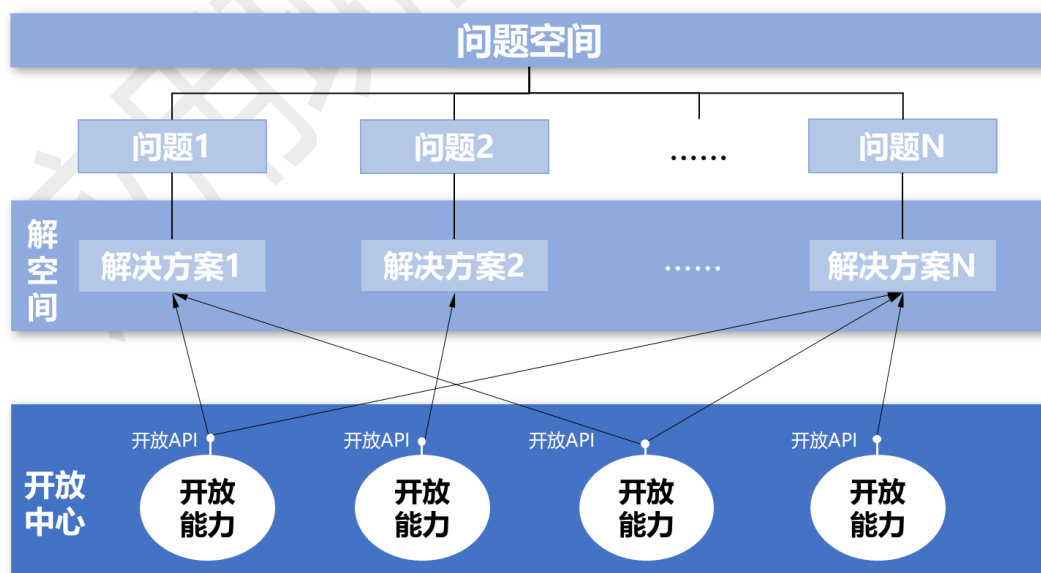
从应用的现代化需求出发，应用架构现代化需遵循以下三点设计原则：

**一是分而治之，控制复杂度。**随着需求的增长，单个应用集成的功能逐步增多，软件系统的规模复杂度越来越高，牵一发而动全身，不利于快速变更与迭代。通过将系统划分为问题空间与解空间，能够有效拆分业务逻辑，理清什么是问题，什么是解决方案，从而在问题空间的约束下寻求合理的解决方案。同时，针对问题空间与解空间，可分别持续分解为小的需求问题与提供解的软件元素，直到每个细粒度的软件元素能够解决一个细粒度问题为止。

**二是开放设计，应对不确定。**开放能力具备自治、发现、组合与扩展的设计特征，自治的开放能力维护了清晰的能力边界，在边界的

约束下，开放能力定义了调用者的发现机制，从而不同的业务场景能够有效复用、组装这些开放能力。在保证开放能力稳定性的同时，还需要提供一定的扩展性，以即时满足不断变化的需求。只有在设计上形成能力的可复用与可扩展，并沉淀组织内部的开放能力平台，才能有效支撑丰富的业务场景，充分应对业务的不确定性。

**三是统一风格，达成一致性。**不同的业务场景需要通过不同类型的IT应用实现，多类应用之间不断交错与融合，组成异构而多态的IT生态系统，加重了应用系统结构的模糊性。要消除结构的模糊性，需要定义一致的架构，架构一致性并非要求所有技术决策都保持一致，而是在大范围的宏观战略决策与小范围的微观设计决策中取得一定程度的一致，形成一种清晰的架构风格。统一的架构风格关键在于明确不同层次架构单元的边界，并由边界控制内部实现，形成可控的清晰架构，目的在于保持架构的整体一致性。



来源：中国信息通信研究院

图 4 应用架构现代化设计原则

采用现代化风格的架构模式，有助于打造符合现代化特征的软件应用，实现基础架构与应用逻辑之间的解耦，各类业务能力对应的研发团队之间的解耦，研发团队与运维团队之间的解耦，加速应用现代化建设进程。虽然不同架构方案适用于不同的业务场景，实现为不同的技术组成单元，但组成架构的基本单元均能够定义为开放的业务应用能力，区别主要在于能力的粒度大小、边界的控制和单位间通信方式等。

当前应用架构现代化主要有以下几种典型建设方案：微服务架构、Serverless 架构、事件驱动架构和 CQRS 架构。

## 1. 微服务架构

微服务架构模式通过对业务进行细粒度拆解，定义以进程为边界支持独立部署独立运行的微服务单元，采用轻量级的通信协议实现微服务之间的协作，改变了单体应用架构庞大、复杂、集中的形态。

在将大型软件应用设计为微服务架构时，需要对规模庞大的问题空间进行分解，然后将每个子问题域映射为松耦合、细粒度的微服务，每个微服务都是一个细粒度的业务单元，既能满足对业务能力的复用需求，又能以最小的成本和代价完成业务需求的高效研发、快速更迭。遵循康威定律，微服务的边界就是研发团队的边界，从而能够更科学地划分工作职责，提升整体效能。

如果需要完全实现业务和技术的正交分离，可以进一步采用服务网格（Service Mesh）将服务治理、服务发现等基础能力单独演化为独立的进程，作为边车（Sidecar）实现与业务逻辑之间的彻底解耦。

## 2. Serverless 架构

Serverless（服务器无感知）架构体现了以应用为中心、屏蔽底层复杂逻辑、灵活扩展，按需取用的设计逻辑，实现了业务逻辑与技术实现的彻底解耦。

以函数即服务为例，这一形态将开放的业务能力进一步缩小为细粒度的函数，从而更容易开发、复用、更新，更敏捷地满足现代化应用需求。同时，函数的运维工作被完全托管给平台，用户无需关注支撑业务运行所需的底层环境，每个函数由独立事件触发、按需运行、按量弹性，无需考虑高并发、高可靠等问题，用户能够充分聚焦业务价值。

然而，函数即服务仍有一定的使用限制，随着 Serverless 容器服务、Serverless 应用托管服务等计算形态，Serverless 消息队列、Serverless 数据库等后端服务形态的持续演进，将进一步拓宽 Serverless 的适用范围。

## 3. 事件驱动架构

事件驱动架构借助事件机制实现业务能力之间的高度解耦与高效协作，可以引入事件总线对接各事件源与事件目标，完成事件消息的传递，实现业务能力之间的松耦合。

由于事件的通信机制为异步模式，不管业务能力以微服务还是宏服务的形态实现，都能在一定程度上保持彼此间的独立性。事件的订阅者和发布者不存在直接调用关系，只要保证事件消息的稳定性，各

个业务能力的变化并不影响其他业务能力，从而保障整个架构的各个单元能够实现独立迭代。

## 4. CQRS 架构

CQRS (Command Query Responsibility Segregation) 架构体现了命令和查询职责分离的架构设计原则。查询操作没有副作用，具有幂等性，命令操作会修改状态；查询操作发起同步请求，需实时返回查询结果，往往为阻塞式的请求/响应操作，命令操作可以发起异步请求，甚至不用返回结果，即采用非阻塞式的即发即忘操作；查询操作的频率远远高于命令操作，但领域复杂度又低于命令操作。

CQRS 架构将支持业务能力的领域模型分为命令模型和查询模型。查询模型与客户端查询的视图模型保持一致，通过一个薄薄的数据层直接访问数据库。命令模型采用领域驱动设计进行领域建模，可根据命令操作的特性以及质量属性的要求，酌情考虑引入命令总线、事件总线和事件存储。

CQRS 架构可以和微服务架构结合，为不同的操作请求定义不同的微服务，也可以和事件驱动架构结合，通过事件发起影响服务状态的命令，并引入事件溯源方法维护变更的一致性。

### （四）数据架构现代化：聚焦数据价值

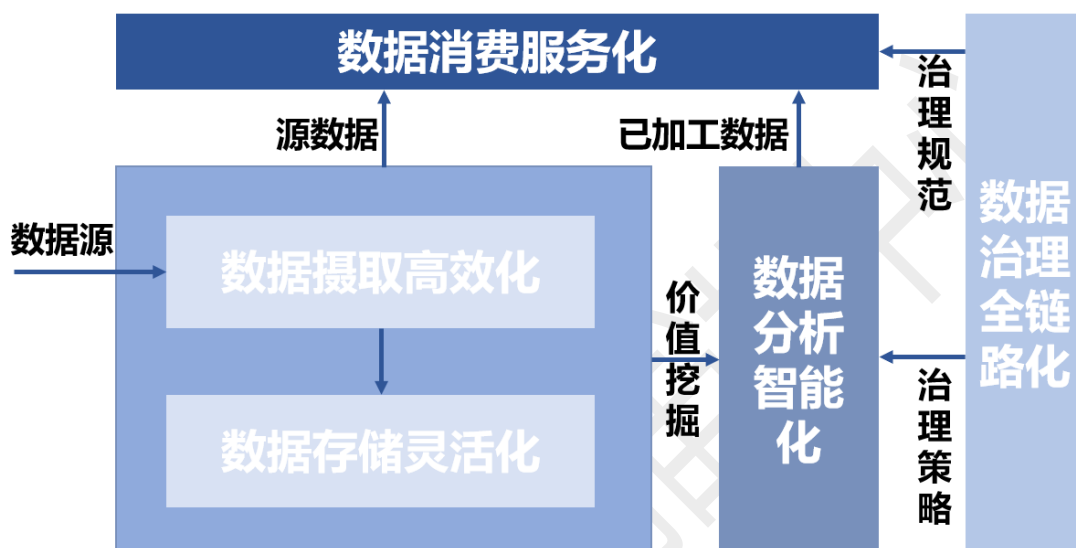
数据架构现代化解决了现代化场景下应用的数据全生命周期管理问题，有助于以数据为驱动，充分挖掘数据价值。

数据成为新型生产要素，传统数据架构难以激发要素活力。2022

年中央全面深化改革委员会第二十六次会议上通过的《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》指出，数据作为新型生产要素，是数字化、网络化、智能化的基础。各行各业各场景产生的海量数据中蕴藏着巨大的潜力，充分挖掘数据效用激发数据活力有助于进一步放大业务价值。随着产业数字化进程的深入，越来越多的信息以数据的形式留存，数据呈现出规模特别大、种类特别丰富、流动特别频繁、实时性需求特别强、可靠性要求特别高等显著特征，传统数据架构主要面向结构化和半结构化数据类型，面向实时性要求低的数据处理场景，难以应对新场景下新兴的数据需求，无法最大程度激发数据潜力、发挥数据价值。

从数据的全生命周期来看，数据架构现代化呈现出以下五点发展趋势：**一是数据摄取高效化**，多种来源的数据以原始形式从不同的数据源提取和加载到统一的具备高可扩展性的存储库，从而打破数据孤岛，可随时访问全量数据，数据摄取工具相应地发展为云端部署、兼备批处理、实时处理和操作自助化的形态；**二是数据存储灵活化**，数据存储系统从单一类型数据存储发展为按需选取的多类数据存储，如数据仓库、数据湖、分布式数据库等多种存储形态，可灵活选用本地和云端等部署模式；**三是数据分析智能化**，随着应用场景的多样化，数据间的关系趋于复杂，数据分析从批处理、数据挖掘等局限性方式逐步发展为基于 AI/ML（人工智能/机器学习）模型的智能化分析方式；**四是数据消费服务化**，数据的消费模式与消费工具将进一步优化，数据消费者可以通过自助化的分析服务、数据科学和数据运营服务等

多种方式便捷地挖掘数据价值，以数据为驱动，辅助业务决策，提升用户满意度；五是数据治理全链路化，对数据的全生命周期包括生产、获取、处理、存储、使用等环节进行监管，建立完善的数据治理策略和规范，沉淀可重用的数字资产。



来源：中国信息通信研究院

图 5 数据架构现代化发展趋势

为适应现代化的数据需求，数据架构现代化需遵循以下五点原则：一是数据即产品原则，为了解决数据质量和数据竖井问题，面向领域提供的分析数据必须被视为一种产品，数据的消费者应当被视为其客户；二是数据所有权去中心化原则，以领域为边界，负责聚合、转换和向最终用户提供数据，核心是去中心化并把责任分配给最接近数据的域，以支持持续的变化和可扩展性；三是数据联邦治理原则，通过创建并遵守一套适用于所有数据产品及其接口的规则，兼顾数据的平台化集中管理与领域内自治决策的需求；四是数据安全合规原则，支持数据安全的流程化和体系化，建立数据分类分级标准，识别

和保护敏感数据，同时通过隐私计算确保跨组织间的数据共享、流通安全；五是**计算存储分离原则**，解除计算资源与存储资源之间的绑定，实现计算和存储的单独扩缩容，提升资源弹性与利用率。

目前，数据架构现代化主要有以下几个典型建设方向：云原生、流批一体、湖仓一体、数据网格、数据编织。

● **云原生**：云原生从设计之初就考虑到云环境，原生为云而设计，充分利用和发挥云平台的优势。在数据场景下，运用云原生实现分布式、存算分离等特性，可达成按需使用、弹性伸缩、低成本等优势。

● **流批一体**：流批一体用同一种架构满足实时与离线两种场景，统一流数据与批数据的处理方式与技术栈，从而能够有效保证数据的一致性，降低维护成本，大大提升企业数据平台的数字化支撑力度。

● **湖仓一体**：湖仓一体是一种融合数据仓库高性能、管理能力与数据湖灵活性的创新范式，底层支持多种数据类型并存，可实现数据间的共享，上层可通过统一封装的接口进行访问，支持实时查询和分析，可有效避免数据冗余及流动导致的算力、网络 and 成本开销，为企业的数据治理提供便利。

● **数据网格**：数据网格是一种基于领域驱动和自服务的数据架构设计新模式，借鉴了微服务和网格服务的分布式架构思想。其底层需要可自服务的数据基础设施，基础设施之上面向域构建一个个端到端的数据消费服务提供给上层业务，有效提升数据的联通性、易用性、合规性。

● **数据编织**：数据编织实质上是一种数据管理架构思想，其核心



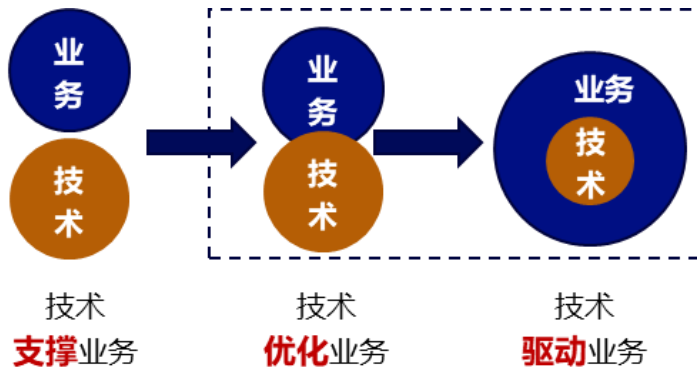
理念是通过优化跨源异构数据的发现与访问，将可信数据从所有数据源中以灵活且业务可理解的方式交付给所有相关数据消费者，主要目标是打破企业内部的数据孤岛，实现敏捷的数据交付，最大化释放数据价值。

### （五）技术架构现代化：筑牢坚实底座

技术架构现代化解决了现代化场景下底层支撑技术方案建设与技术能力供给的问题。

**技术进步驱动业务模式革新，技术架构现代化筑牢现代化根基。**

业务的演进能够刺激技术的发展，技术的进步又可以反向激发业务创新的活力，两者相辅相成，在应用现代化建设过程中技术的重要性日益凸显。第一阶段：技术支撑业务，该阶段技术的发展显著滞后于业务，新业务需求推动技术的进步，技术完全服务于业务，承担幕后角色；第二阶段，技术优化业务，该阶段技术与业务融合发展，技术红利开始显现，优先采纳先进数字技术的业务发展速度明显高于传统业务，技术成为左右竞争格局的关键要素；第三阶段，技术驱动业务，该阶段技术的价值将被进一步放大，借助创新技术将突破现有壁垒构建全新的现代化应用，演化出全新的业务形态，技术将进一步革新社会的生产生活模式。

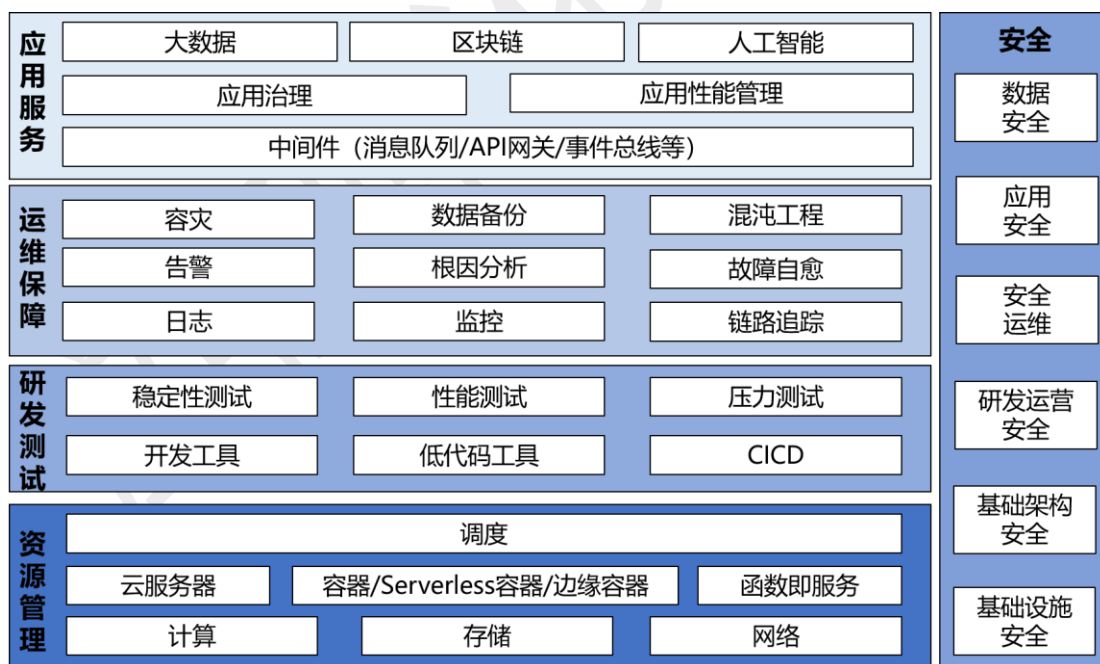


来源：中国信息通信研究院

图 6 技术与业务的三阶段演进关系

技术架构现代化并非简单的技术选型，而是战略目标及业务价值在技术层面的具体映射。自上而下来看，技术架构现代化需综合考虑企业的业务场景与核心诉求，构建统一的技术平台，通过通用的标准化的方式透出平台的技术能力。技术平台需具备便捷组合各项能力的灵活性、快速补齐新能力的开放性，从而能够根据应用架构与数据架构的诉求，提供合适的技术解决方案。对于开展信息化数字化较早的企业，通常存在技术债的现象，业务线各自为政，构建应用的模式、采纳的技术方案不尽相同，存在重复造轮子、维护难度大、供应链复杂度高等问题。这类企业尤其需要充分贯彻实施技术架构现代化，加强管控，统一归口，将传统业务持续收敛到统一的技术架构，集中优化通用底座的技术实力，充分发挥集约化优势。自下而上来看，企业需始终关注技术发展趋势，重视新技术预研工作，保持技术敏感度，增强技术储备，适时引入并试验新技术，持续加深技术架构的能力层，拓宽技术架构的能力域，实现从被动支撑业务到主动赋能业务的转变。

实现技术架构现代化需要构建一整套通用的可向上赋能的技术平台，可从资源管理、运维保障、研发测试、应用服务、安全五个维度着手。在资源管理方面，优化计算、网络、存储等资源的服务化供给能力，以及资源的统筹调度与合理分配能力；在运维保障方面，加强可观测性、根因分析、智能运维方面的投入，完善容灾与故障自愈能力，提升高可用水平；在研发测试方面，提升研发效率，打磨测试工具，简化研测流程，增强流水线各环节间的互联互通；在应用服务方面，抽象通用的中间件能力，优化应用的治理与性能管理能力，提供大数据、区块链、人工智能等场景化的服务能力；在安全方面，建设面向基础设施、架构、研发运营、应用、数据等多维度全链路的安全能力。



来源：中国信息通信研究院

图 7 技术架构现代化建设方案

在建设方案的选择上，需遵循三点原则：一是优先采用成熟技术，

**适当采纳前沿创新技术。**核心生产环境的技术选择以稳为主，成熟的技术由于发展时间长应用范围广，通常在各行各业有丰富的实践经验与可参考的成功案例，使用过程中即便出现问题也大概率能快速找到可复用的解决方案。次核心生产环境的稳定性要求可适当放宽，因而有一定的试错机会，可根据需求试点创新技术，待时机成熟后逐步更替生产环境的旧方案，既能保障服务的稳定性又能充分发挥新技术红利。

**二是态度上要积极拥抱新理念，行为上要稳扎稳打充分试验。**新技术胜在理念先进，站在传统技术的肩膀上跳脱出旧模式，用新思路解决现有难题，在技术架构现代化过程中要积极吸取新技术的可取之处，以免固步自封。但由于新技术出现时间短未得到充分验证，通常存在一定的局限或隐患，在技术决策时仍需充分考虑现实情况，循序渐进持续打磨，积累充足的生产经验，以免新技术的引入诱发现有系统的连锁反应。

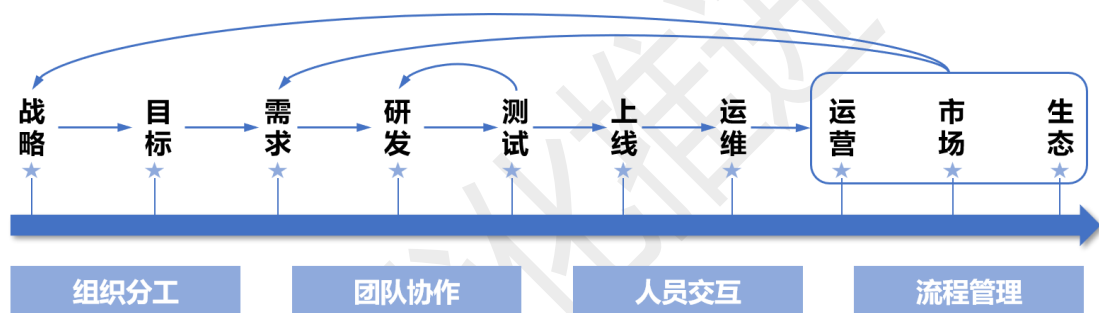
**三是热点的技术不一定是最合适的，但老旧技术必然存在隐患。**并非采纳热点技术就一定能解决现有问题，技术方案更替并不是银弹，必须立足战略目标和业务价值，探明本质需求与核心诉求，科学采纳最合适的技术方案。在方案选择时，应该尽量避开老旧技术，由于出现时间长，老旧技术无法避免地具有时代局限性，对新场景新生态的适配能力较差，易成为短板，影响应用的现代化进程。

## （六）组织流程现代化：革新协作模式

组织流程现代化解决了现代化场景下工作思维、管理方式的转变问题，包括组织的转型、流程的革新。

新型生产方式呼吁新型生产关系，组织流程变革是应用现代化的

**加速器。**在应用现代化建设过程中，应用架构、数据架构、技术架构的现代化不仅作用于自身，也对与之配套的研运流程、组织、团队、人员能力提出全新的适配要求。如果把其他几个现代化看作高速列车的建造，那么组织流程现代化则可看作是高速轨道的铺设，如果只优化列车能力而不配套可承载高速的轨道，则无法全面发挥高速列车的优势。组织流程现代化是应用现代化的充分必要条件，其本质是通过改进甚至再造的方式，持续构建新型的生产关系，从而满足现代生产力发展的需要。



来源：中国信息通信研究院

图 8 组织流程适配新型生产方式

组织流程现代化主要聚焦于解决以下三方面问题：

**第一是业务、应用与组织之间的结构一致性问题。**业务、应用、组织的结构一致性，是影响软件集成、研发流程和研发效能的根本性和决定性问题。在这个方面，如何应用“逆康威定律”的思想，针对因“康威定律”所形成的已有组织沟通协作关系和 IT 架构形态实施现代化改进或重塑，是当前业内追求的主流方向。在这个领域，以“团队拓扑（Team Topologies）”为代表的思想提供了有力的依据和参考方法。团队拓扑通过对敏捷和 DevOps 等运动过程的长期观察和研究总

结，将团队划分方式归纳为四种基本拓扑结构：交付用户价值的“流对齐团队（Stream-aligned Team）”、提供支持功能的“使能团队（Enabling Team）”、发挥技术专长的“复杂子系统团队（Complicated Subsystem Team）”、维护基础平台的“平台团队（Platform Team）”，并提出“协作（Collaboration）”、“服务化（X-as-a-Service）”、“促进（Facilitating）”三种团队间的基本交互模式。借助四种拓扑结构和三种交互模式，能够基于业务和所期望的架构，结构化地对现有组织流程进行分析、调整和持续演进。

**第二是颠覆性思维和技术对于认知我们所处的环境、业务和应用之间关系的挑战问题。**以云原生技术为代表的颠覆性技术和思维为例，云原生使得观察世界和塑造解决方案的方式产生了与过去截然不同的变化——如何从原生的“弹性视角”而非上一个时代的“物理视角”审视和理解业务与解决方案成为摆在企业面前的共同挑战。另一方面，随着人工智能、大数据、虚拟现实等技术的发展，大大拓宽了我们所能够感知和洞察的边界；平台化战略通过对业务和知识边界的封装和复用能力，改变了现有的工作和协作模式；无代码、低代码、AI 辅助编程等解决方案，为不同层面的研发过程提供了更为自动化的方式。前述这些变化，对应用研发流程、实践带来的影响，将转化为对人员能力的重新定义。基于此，众多企业开始研究并采用“胜任力模型”构建不同人员和职位的能力要求，并显著增加在业务所需的具体技术领域的赋能投入。

第三是企业现代化背景下对敏捷的持续追求和适配问题。敏捷宣言诞生后经历了 20 多年的发展，敏捷的思想已经深入各个企业，成为普遍性共识。同时，伴随着 XP、Scrum、Kanban、LeSS、SAFe、DaD 等敏捷框架的发展和应用，越来越多的企业围绕这些敏捷框架构建了自己的敏捷软件研发和管理体系。但是我们也观察到，不少企业在应用敏捷框架时逐渐走入僵化或遇到挑战，其核心在于解决如何将敏捷的价值交付观念与自身业务、实际情况相结合的问题。在应用现代化建设过程中，敏捷的适配策略将影响项目管理和工程实践的适配方式。随着敏捷运动、DevOps 运动、研发效能提升运动的不断涌现和实践，越来越多的企业开始研究并探索符合企业自身需求的研发运营流程的改进和再造方法，例如 ThoughtWorks 的“SEELE（大型企业的规模化软件工程卓越）”方法、华为的“可信”软件工程能力和实践变革等。

### （七）用户体验现代化：提升服务水平

用户体验现代化解决了现代化场景下应用与用户间的交互问题，在满足功能需求的同时提供更高品质的服务。

用户是应用的最终服务对象，用户体验现代化打通应用与用户之间的最后一公里。传统应用更重视实现功能需求，缺乏对用户需求的快速反馈与用户体验的悉心打磨。野蛮增长的粗线条时代的红利不再，高频竞争时代，各类应用的功能往往大同小异，用户体验越来越成为用户选择的决定性因素，不容小觑。用户体验现代化的核心在于遵循以人为本、用户至上的设计理念，深度分析与挖掘用户的使用需

求与体验诉求，解决传统应用场景下常见的用户间协同不顺畅、产品易用性差、体验与业务场景割裂分离等问题，打造体验友好、与业务契合度高的解决方案。

用户体验是应用现代化建设效果的重要衡量维度，用户体验现代化建设可参照以下五点设计原则开展：

**一是建立灵活便捷的用户沟通机制。**拉近与用户的距离，倾听用户的声音是优化用户体验的基础条件，企业需尽力拓宽与用户的沟通渠道，通过一定的激励手段广泛收集用户反馈，建立与用户之间良好的互动惯性，及时掌握用户的真实需求。

**二是制定统一的用户体验设计标准，**企业可根据业内通用的设计模式以及所积累的用户经验，总结出可复用的用户体验设计方法论，规范化设计流程，同时构建用户体验衡量指标体系，从而能够按照业务的规范和要求，借助统一的设计标准以及配套的资源，应对各类场景下的用户体验诉求。

**三是挖掘用户数据的潜在价值，**企业需持续沉淀用户数据，形成全层级、全领域、全场景的数据资产，同时搭建智能分析决策平台、运营风控预警等体系，针对关键用户群体的数据指标进行价值挖掘，采用数字化手段辅助精细化决策。

**四是提供千人千面的定制化服务，**为优化用户体验，需要充分发挥用户数据资产的价值，通过多维度分析建立清晰的用户画像，依据不同用户的使用倾向，打造千人千面的定制化服务，同时也需要为用户保留一定的自由度，可依据自身关注随时调整自由定制。

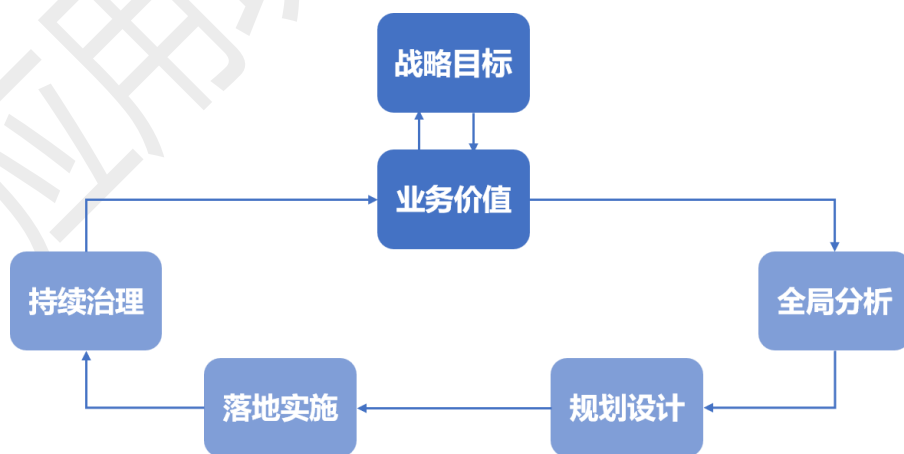


五是沉淀丰富的设计资源与通用模版，针对在用户体验设计过程中反复出现的问题，企业需抽取共性需求，积极沉淀通用的解决方案，从而缩短从发现问题到解决问题的时间窗口，提升交互确定性和设计效率，高效满足用户体验诉求。

### 三、应用现代化建设路径

以战略目标为导向，以业务价值为牵引，应用现代化建设可分为全局分析、规划设计、落地实施、持续治理四大阶段，构成完整的应用现代化价值流转链。

通过全局分析、规划设计、落地实施三个步骤落实现阶段的应用现代化建设，通过持续治理校正实际建设情况与预期建设效果之间的差异，从而不断达成业务价值、贴近战略目标。同时，企业将根据时代背景与自身发展需求对战略目标进行调整，对应用现代化建设提出新要求，通过新一轮的价值链闭环，能够敏捷适配持续演进的战略目标。



来源：中国信息通信研究院

图 9 应用现代化建设价值流转链

## （一）全局分析：描绘现代化蓝图

在全局分析阶段需要立足战略目标和业务价值，全面分析应用现代化的建设诉求。

首先，应用现代化建设必须服务于实现企业的战略目标。其体现为对企业或组织战略中价值、使命、愿景、长期目标、中短期目标的充分理解。在制定战略举措过程中，基于应用现代化的视角和需要，将战略目标在应用现代化建设过程中逐级拆解，从而实现对战略举措的制定进行补充、丰富和完善。

其次，应用现代化建设必须着眼于实现以价值为核心的业务目标。这是对应用现代化建设成功与否的最直接的评判标准，应用现代化必须以商业或相关业务分析为起点，通过一系列有效的分析方法和分析活动，基于外部、内部环境的分析结果，准确定义业务价值，建模并产出应用现代化现状蓝图，设计应用现代化未来蓝图，为应用现代化建设工作的后续开展梳理出清晰的画布，并通过差距分析为后续的规划和实施工作提供关键性参考与输入。

伴随着数字化时代发展的需要，越来越多的传统企业向 IT 科技企业转型，当前的应用现代化建设正逐渐从过去以局部需求驱动的方式，向以业务战略需要和科技前瞻性驱动的方式转变。在此过程中，应用现代化从 IT 内部视角和技术视角转向全局视角和业务视角，其所涉及的沟通和协作范围也逐渐从单一部门内部沟通协作向跨领域、跨业务线、跨企业层级沟通协作的方向转变。这些变化要求应用现代化建设必须要由特定的组织负责，并引导开展系统性、协调性的工作。

从分析阶段开始，就需要通过有效的方法组织、协调并拉齐战略规划、业务、信息技术等部门及相关决策者，加强配合和协作，建立完整认知并梳理出统一视图。从而根据战略目标与业务价值，基于统一视图分析各系统的应用现代化建设路径。同时，还需要识别并选用具有应用现代化领域专长的业务专家和技术专家，以及具有应用现代化实施经验的咨询机构或相关企业共同协助应用现代化全局分析。

## （二）规划设计：搭建可落地框架

在规划设计阶段根据需求逐级分解，设计可落地的解决方案。

根据全局分析阶段的产出，将需求转化为待提供的服务，将服务转化为可实现的能力，从而进一步指导后续落地实施与持续治理工作。规划设计阶段主要涉及以下三项工作：

**一是业务服务化。**梳理满足数字化需求的业务流程，在对业务流程进行模式优化后，列出业务需求对应的问题空间，进而将整个问题空间对应的领域划分为多个代表不同业务关注点的业务域，并根据价值高低将其划分为核心业务域、通用业务域和支撑业务域。每个细分的业务域可拆解出多个最小化的服务单元，各单元之间相互协作，实现本业务域的业务需求。

**二是数据服务化。**组成数据空间的数据一部分来自应用生命周期的各个环节，另一部分来自外部的可信数据源，对数据空间进行规划设计能够满足各类用户的数据需求。通过数据检索、统计分析、辅助决策和智能预测等分析手段，明确全域数据的生命周期，建立数据模

型，对数据开展治理，形成数据资产，最终面向用户定义具有价值的  
数据服务。

**三是服务能力化。**沉淀可复用的能力，形成对具体实现的一种抽象，以开放能力作为基本的架构单元，从而保障业务与技术的正交隔离，减少耦合。根据业务相关性和领域划分，将丰富的开放能力构成能力中心，形成对开放能力的聚合，构成组织内部的能力平台。每个开放能力可通过开放 API 满足客户端调用者的需求，形成一种服务契约，作为能力输出的具体载体。

### （三）落地实施：踩稳每一个脚步

在落地实施阶段需要根据规划设计的要求执行实际建设工作，将方案落到实处。

在完成需求分析与规划设计后，依据相关的产出成果进一步细化并制定可执行的应用现代化实施计划与方案，并交付给相应的组织予以实施。在此过程中，需要实施的关键工作有：

**一是制定实施计划。**梳理现代化建设工作待执行列表，根据任务的重要性、紧急程度进行优先级排序，建立长期、中期、短期实施目标，制定包含具体实施内容与完成节点的实施计划，并将实施计划中的相关工作纳入项目管理予以推进。

**二是确定执行对象。**根据实施计划的具体内容和所属专业领域，分配对应的实施团队及负责人，确定各团队间的协作方式，从而实现应用现代化建设的“定人、定岗、定责”。对于规模较大的建设项目，可参考“团队拓扑”理论进行团队类型划分和协作方式设计，高效能实

施应用现代化建设。

**三是执行实施工作。**将实施工作拆解并融入到日常的迭代交付任务中，根据本阶段实施目标与验收要求，定期核查实施进度，判断实施计划是否合理，是否存在延误风险，是否需要额外协助，从而保障实施工作按期完成。

#### **（四）持续治理：确保与目标对齐**

在持续治理阶段需要衡量当前建设情况与战略目标之间的差距，在计划和变化之间达到动态平衡，形成完整闭环。

应用现代化不是一次性的工作，需要结合业务和技术发展的需要，持续评估、调整和演进。为了保证应用现代化建设工作与战略目标在大方向上的一致性，需要开展以下关键治理工作：

**一是建立应用现代化治理组织和工作机制，持续管理和优化应用现代化工作。**应用现代化建设工作必须要有相应的组织进行持续性治理，组织的具体形式可根据企业实际需要和建设投入而定，可以是独立组织，也可以整合进诸如企业架构办公室、技术决策委员会、数字化转型办公室等组织的工作范畴。无论采用哪种组织形式，都应将应用现代化治理工作视为企业战略决策重要部分，而非单纯的 IT 组织内部工作。

**二是制定应用现代化相关规范和标准，广泛推进建设成果的落地。**通过持续的建立并优化应用现代化的基线规范和标准，将应用现代化建设工作的要求和成果实施进行规模化推广和落地。基于沉淀下来的规范和标准要求，能够指导相关工具、平台、基础设施的设计与

建设，从而实现成果复用。

**三是开展应用现代化建设成效评估度量，并持续优化成效度量体系。**结合应用现代化的建设目标、以及分析规划要求，定义科学的关键成效度量方法，并形成客观的指标体系，有效量化应用现代化建设效果，及时校准与建设目标之间的差距。同时，应用现代化是一个长期的过程，在此过程中需要持续更新和完善度量方法与指标体系，避免现有度量方法落后于实际需要。

## **四、重点场景应用现代化建设实践**

### **（一）工商银行收单业务应用**

#### **1. 建设背景**

近年来，随着数字经济蓬勃发展，银行系统交易量快速增长，传统的集中式系统架构受制于可扩展性差、升级成本高等问题，在适应移动互联时代海量数据、海量交易处理需要时遇到了瓶颈。为此，工商银行积极拥抱应用现代化新技术，自主研发构建了以云原生技术为核心的技术新基座，实现大型银行主机系统转型的重大历史性突破，打造了银行业科技高水平自立自强样板。

收单业务是工商银行的重点业务之一，收单业务应用承接了收单业务，负责处理特约商户档案建立及管理、交易受理、商户资金结算入账、交易对账、差错受理、客户增值服务等。

#### **2. 建设痛点**

随着互联网的发展，受理终端与渠道的创新不断，收单业务模式

也发生了深刻变化，出现了二维码支付、线上支付等全新的交易受理方式。收单业务应用系统在技术转型前，采用传统集中式大型机架构，数据库采用 DB2，以 CICS 作为系统中间件。随着收单业务的发展，原有系统呈现以下几个痛点：

- 系统开放性不足，合作机构大多采用平台系统，接入困难，阻碍了收单业务互联网服务能力发展；

- 传统主机系统的扩容成本较高且弹性扩展能力不足，无法应对线上交易集中、高并发的要求；

- 传统业务系统采用面向过程的程序架构和瀑布式的开发模式，无法采用组件化快速研发，系统开发效率低。无法满足收单业务市场快速发展的需要；

- 原有收单业务系统，业务流程复杂，各模块耦合度高，业务处理效率低，用户满意度欠佳；

- 系统可信度不高，随着业务需求的复杂度越来越高，传统的耦合性设计使得系统易用性和稳定性越来越低，面对一些偶发性故障时很难快速定位问题原因。

- 系统智能度较低。传统业务系统的业务监控能力实时性不高，且运维方式大多数依靠人员手工，在面对一些突发性生产异常时候，系统应急能力很弱。

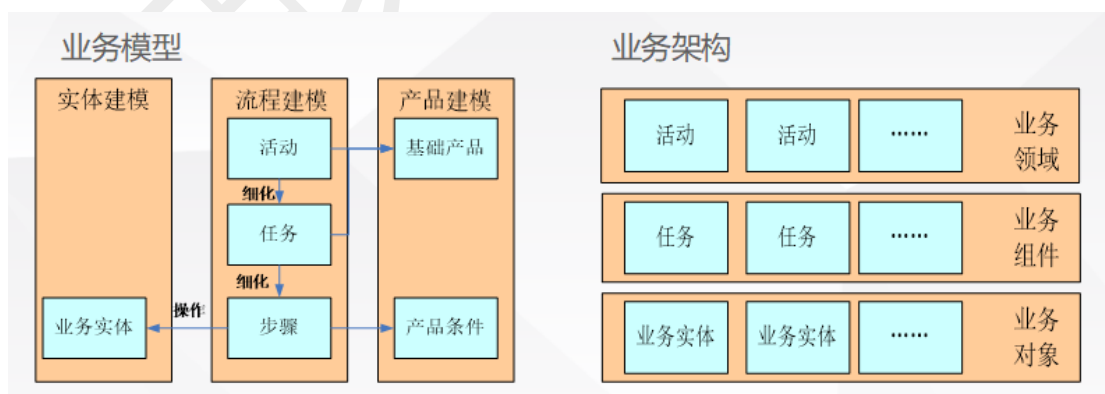
因此，收单应用急需实施从传统主机集中式架构向云原生应用架构转型，建设开放、高性能、易扩展的收单业务生态体系：基于云原生体系构建分布式的收单业务应用，对现有银行卡收单业务应用进行

重构，将商户管理、交易受理、清算对账等相关功能迁移平台，调整应用范围，运用企业级架构设计方法，构建与业务架构相适应的“横向能解耦、纵向有层次”的收单 IT 架构体系。

### 3. 建设方案

收单业务应用系统的重构属于传统主机集中式应用架构向云原生应用架构转型，其主要的设计思路是通过业务建模的思想，对现有业务流程和技术资产进行全面梳理，在此基础上运用云原生技术栈实现 IT 架构的落地，将现有的收单业务从集中式大型主机构架迁移到“云计算+分布式”为核心的云原生应用架构体系。现代化建设过程包括三个阶段：业务建模阶段、IT 架构对接阶段和技术实施阶段。

首先是业务建模阶段，业务建模的目的是基于业务建模理论，重新对收单业务进行分解，构建产品、流程、实体的关联关系，梳理可用于模块化灵活配置研发的公共组件，包括流程模型、产品模型和实体模型。



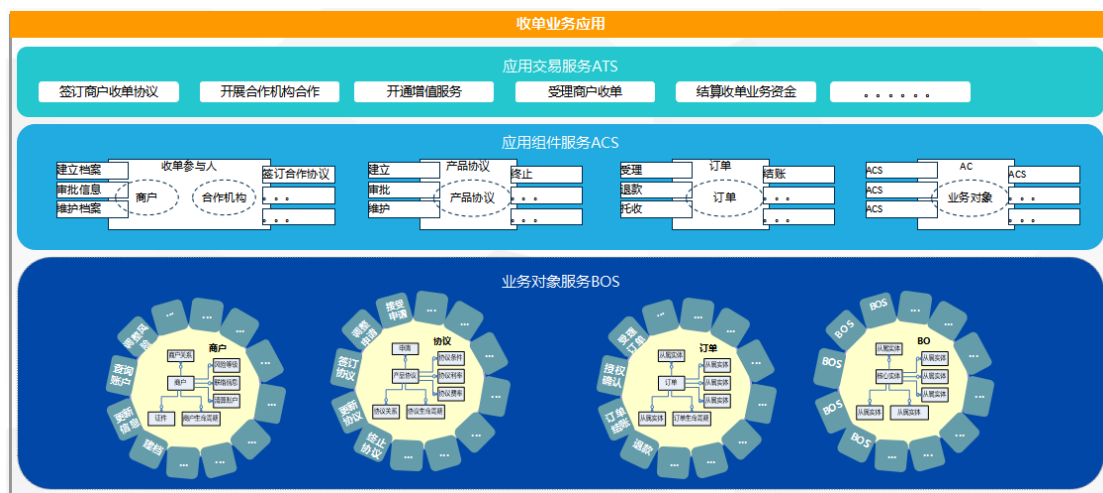
来源：中国工商银行股份有限公司

图 10 工商银行收单应用业务建模

第二阶段是 IT 架构的对接，其目的是将业务架构建模成果，流



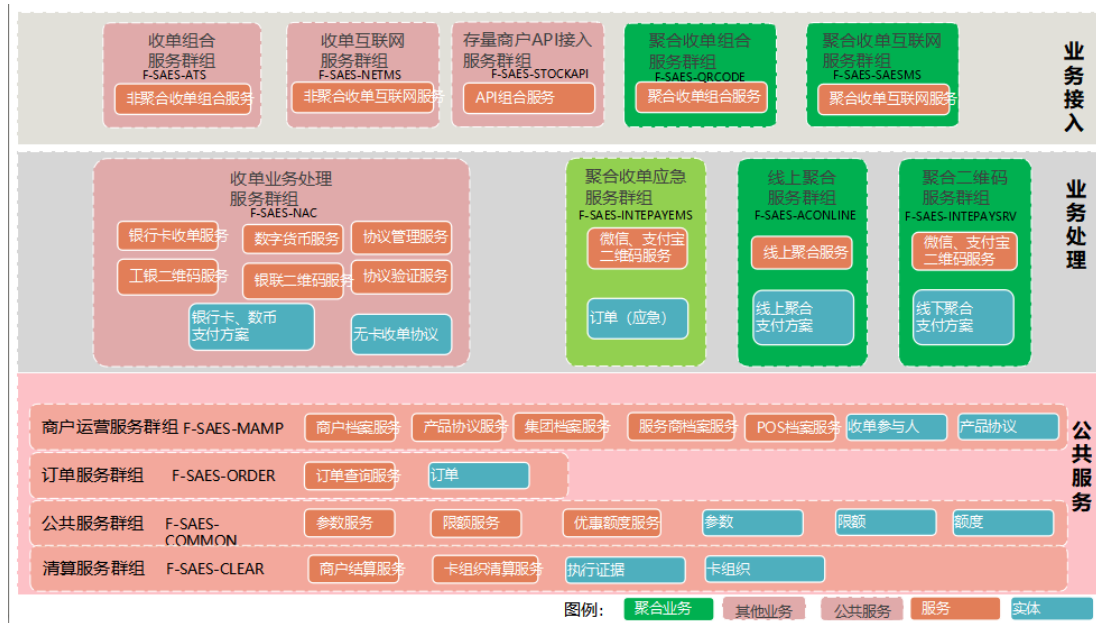
程模型、产品模型和实体模型转换为应用的服务体系和对象实体，包括交易服务 ATS、应用组件服务 ACS、业务对象服务 BOS、数据对象及实体，形成一套高内聚、松耦合的标准化服务构件，支持收单业务流程灵活装配。收单业务应用服务体系，如图所示：



来源：中国工商银行股份有限公司

图 11 工商银行收单应用 IT 架构对接

**第三阶段是技术实施阶段**，是指根据 IT 架构所划分的服务组件和实体等，基于云原生技术体系，搭建交易服务集群。收单业务应用根据业务对象和功能体系，搭建了商户管理服务群组、二维码交易群组、线上交易群组、订单服务群组等共 13 个交易群组。同时引入云原生技术“日志中心”、“应用画像”、“全息监控”、“弹性伸缩”、“自动自愈”等能力，提高应用系统智能度和可信度。



来源：中国工商银行股份有限公司

图 12 工商银行收单应用技术实施

## 4. 建设成效

收单业务应用现代化建设在资源节约、应用系统研发效率以及业务创新效益等方面均取得较大收益：

### （1）基础设施和人力资源节约

应用架构从主机系统迁移到平台系统，大型主机减少大约 3000 MIPS 资源开销。由于新系统研发效率的提升，在相同的人力成本下，业务需求项产出提升 29%，从每个季度产出 113 个需求项，上升了 159 个，人均产出从 0.5 个，上升到 0.7 个。

### （2）研发效率提升

新系统采用组件化研发以及迭代研发的模式，以及 DEVOPS 开发体系等支撑下，上线部署速度得到较大的提升。业务需求项流转速度提升了 43%，平均需求项开发时间从 37.3 天，减少为 21.3 天，平

均需求项上线时间从 24 天，减少到 9.6 天。

### （3）技术创新推动业务创新和发展

新的收单业务系统，通过“商户+产品”灵活组合的个性化服务，实现线上线下产品的商户基本信息共享，形成了统一的商户管理视图；构建了 87 个收单产品条件，灵活配置差异化的收单服务，支持全场景收单商户管理，支持业务通过组装收单产品条件，快速向商户推出满足其个性需求的可售产品。

打造开放的收单 API 服务体系，实现互联网化的商户营销模式，通过服务输出，提供客户经理现场营销和商户自助在线申请、平台商二次拓户等多渠道进件服务，向微信公众号等行内外渠道输出，大幅提升了建档效率和拓户效能。支持商户全收单场景服务能力，输出全功能收银台以及无卡收单等 API 服务打造收单场景闭环。

### （4）系统可信度更高

新平台系统上线后，提供了贯穿支付、结算、管理、促销、风险的“五统一”商户服务生态体系，提升业务服务能力和研发效率，支持互联网生态化业务模式，在技术上引入了“全息监控”、“链路跟踪”等能力，为收单业务发展提供了有力的技术支撑，系统易用性和稳定性更高，得到业务和市场的认可，收单业务取得较快的发展。从 2022 年初到年中短短半年时间内，总体业务量从 2300 万笔，上升到 3000 万笔，上涨幅度为 30.4%。商户数量从不足 800 万，上升到 1100 万，涨幅为 37.5%。每日新增商户数，从每天 0.8-1 万户，上升到每天 8-10

万户，涨幅为 1000%。

## **(5) 系统更智能**

新平台系统同时引用了云原生领域技术，包括“弹性伸缩”、“容器自愈”、“日志中心”、“应用画像”等能力，使得应用系统更加的智能化，可以实时监控业务变化，实时掌握系统健康度；面对突发性系统异常，可以做到自动自愈，自动隔离，极大提高了系统稳定性。

## **(二) 华泰证券数字员工应用**

### **1. 建设背景**

在全球数字化和自动化浪潮的引领下，国内外金融机构已将数字员工建设提上日程。引入数字员工的大多数企业均获取了数字化转型降本增效的第一桶金，也让数字员工相关产业得到了前所未有的行业关注。数字员工的广泛应用在切实解决人力资源瓶颈及人才短缺挑战的同时，能够在数据报送、财务税务、业务办理、订单处理等场景下提升效率，并实现一定程度的风险控制。

### **2. 建设痛点**

在开展数字员工建设过程中，初期突出体现了降本增效的应用特点。但是，随着应用范围的扩张和大规模部署，开始面临稳定性、安全性、成本效益低及规模效应小等诸多问题和挑战。具体痛点梳理如下：

- 如何有效管控数字员工的企业级应用和调度；
- 如何有效控制大规模推广的开发、部署、运维成本；

- 如何整合原有离散的业务场景，并对数据进行规整、清洗及利用；
- 如何让已开发落地的数字员工扩大范围，提供更稳定的服务；
- 如何响应快速增长的用户定制化需求。

面对以上挑战，数字员工建设思路可采纳应用现代化提出的模式，即：通过旧应用的现代化改造和新应用的现代化构建，实现高效、易用、开放、智能、可信的目标，从而最终实现业务价值、达成企业战略目标，也为突破数字员工建设的瓶颈提供了指导路径。

### 3. 建设方案

为解决以上痛点、挑战，数字员工的应用建设参照了应用现代化的要求，做到基础架构与应用解耦，利用应用现代化方法论思路进行建设路径的规划：

#### （1）打造现代化应用，形成数字员工服务

数字员工服务平台采用业务驱动的超级自动化方法，对企业内部跨部门跨系统的业务流程进行优化，突破传统架构的建设思路，打造以云原生为基础设施，以应用服务为中心的 **SaaS** 平台，通过归集抽象出通用化的数字员工场景，结合知识图谱、工单调度实现数字员工的全生命周期管理，为内部员工和外部客户输出开放的数字员工服务。

#### （2）运用开放架构思想，打造业务统一平台

遵循开放的现代化架构思想，服务平台集成了不同供应商不同种

类的技术能力。服务对象不仅包括数字员工和 IT 系统，还包括真员工。在对数字员工进行统一监控和管理的同时，通过底层架构连接各自为阵的数字应用，挖掘和沉淀数字员工资产，定义数字员工领域模型，以屏蔽底层各种技术细节的差异，形成创建数字员工、运行业务任务、支撑业务流程的统一平台。



来源：华泰证券股份有限公司

图 13 华泰证券数字员工应用架构

### （3）沉淀数据资产，为业务数据赋能

数字员工的应用服务具有分散化、场景化、广泛性等特点，通过引入数据网格模式，利用现有投资连接各种数据源，摄取不同业务场景积累的业务数据，完成数据资产的沉淀、清洗及治理，形成标准化、通用化的基础数据，以供企业各方系统的使用、处理和分析，满足数据洞察的价值需求。

## 4. 建设成效

基于以上应用现代化的建设思路，华泰证券数字员工团队自 2019

年起至今，已在数字员工应用、平台建设、数据积累等方面做出了一定成效：

### **（1）数字员工遍地开花**

华泰证券数字员工对内应用服务已覆盖公司多个部门、子公司，共上线数字员工近 200 个，覆盖前、中、后台多业务场景应用。对外充分展现获客优势，截止目前积累外部试用客户近 500 家，在树立品牌形象的同时增加了外部客户对公司的业务粘性。

### **（2）服务平台全面管控**

数字员工服务管控平台已从顶层架构设计将基础能力、应用、资源、业务、数字员工进行了分层构建，不仅可对数字员工进行统一的管控，同时提供各方应用系统、数字员工的接入、调用、启动的标准、统一服务和接口，体现了现代化应用系统的灵活拓展性及敏捷应用性。

### **（3）数据资产逐步积累**

数字员工应用已通过日志、通知、运行记录、文件管理等功能对数据进行规整，通过知识图谱等能力支撑，完成数据的有效沉淀，更加有效的促进了数据资产的转化。

## **（三）农业银行分布式客户信息应用**

### **1. 建设背景**

Bank4.0 时代，银行业务数字化、智能化、开放化转型是大势所趋，银行业的信息技术栈从封闭走向开放、从单一走向多元，银行信

息系统的全面转型势在必行。分布式客户信息系统作为农业银行核心系统的基础应用,遵循应用现代化的建设思路,以应用架构现代化(微服务架构),数据架构现代化(企业级业务架构),技术架构现代化(云原生、分布式数据库、运维平台)为抓手,持续提升平台级能力,实现业务价值,服务“十大工程”战略目标。

## 2. 建设痛点

作为支持行内各个系统中客户信息共享的重要组成部分,客户信在应用架构、数据架构和技术架构方面面临以下痛点:

### (1) 应用架构-客户信息领域耦合繁杂

对内,客户信息包含个人信息、对公信息、合约信息、风险信息、客户标签等多种业务形态,业务间彼此关联紧密,模块的划分面临难题。对外,作为支撑全行对客服务的基础设施,客户信息与外部系统调用关系复杂,系统间紧耦合紧密。

### (2) 数据架构-数据规范标准亟需统一

客户分类体系、客户信息数据项采集源头、数据字典标准缺乏统一管理,对大数据平台和下游系统针对客户维度进行营销、风险、决策分析造成一定阻碍。

### (3) 技术架构-基础架构能力有待增强

客户信息系统仍使用传统虚拟机部署模式,面对业务连续性要求不断提升,系统在资源管理、生产部署、运营监控、容灾切换等相关操作缺少平台的支撑,耗费极大精力对系统各个集群进行生产运营。



### 3. 建设方案

#### (1) 应用架构-采用微服务架构，解耦复杂调用关系

一是对内采用领域驱动设计的理念，按个人客户信息、对公客户信息、公共服务、客户合约视图等业务领域进行了水平拆分，实现单模块高内聚低耦合。二是使用全行统一的微服务开发框架和 DevOps 质量门禁流水线，提升产品交付质量和效率。三是采用微服务架构，运用分布式核心网关、分布式注册中心、配置中心为基础的微服务运行框架，实现应用报文和日志统一、单元化路由管控、灰度验证、应用配置分离；通过使用企业级注册中心、微服务调用组件以及接口管控系统，不仅对开发者屏蔽了底层调用技术细节，同时高效实现生产接口调用关系管控。

#### (2) 数据架构-制定企业级标准，共享统一数据价值

一是明确了行内客户范围与分类体系，厘清数据管控边界。二是梳理覆盖个人、对公等客户业务经营管理主要需求的数据项范围，制定了客户信息采集规范，从源头进行数据质量把关，逐数据项明确可信数据源，提高客户信息的一致性和完整性。三是建立客户标准管控的长效机制，形成面向业务应用的数据共享、交换、协作和开放格局，实现业务架构与应用架构的全局性分层对接，推动数据资源标准体系建设，提升数据管理水平和数据质量。

#### (3) 技术架构-夯实基础级平台，形成向上赋能底座

一是使用云原生技术，在资源管理方面，构建标准化操作系统和中间件镜像，统一管理计算、网络、存储等资源，提高资源一致性和

快速扩缩容能力。**二是**结合分布式数据库数据同步和容灾能力，形成应用和数据库搭配共生的单元化架构，进一步完善容灾与故障自愈能力，提升系统高可用水平。**三是**通过搭建企业级运维平台，实现变更和操作自动化、生产性能实时监控、故障问题智能定位，加强了系统可观测性、根因分析、智能运维能力。

## 4. 建设成效

通过应用架构、数据架构、技术架构方面的持续提升，将应用现代化领域新生的技术能力下沉至基础设施、标准平台，将生产工艺能力下沉固化至研发框架，通过平台化与基础设施化改造，方便、快捷地给上层应用提供新技术能力，稳定、高效地为各类数字化转型场景提供基础支撑。

最终实现在保证业务连续稳定的前提下，快速交付高质量的软件和服务，灵活应对快速变化的业务需求和市场环境，为业务运营提供平稳、安全、高效的科技支撑能力，积极应对业务爆发式增长和新技术变革带来的挑战，达到客户体验和业务办理效率“双提升”。

## （四）百丽时尚商品数智化管理应用

### 1. 建设背景

百丽时尚集团围绕三个核心业务特征：多品牌、全渠道、全价值链打造新一代商品数智化管理平台。在集团业务战略“品牌+零售”的双轮驱动模式下，遵循应用现代化的建设思想，围绕商品运营和渠道管理开展平台建设，逐步形成支撑集团业务跨组织协同、降本增效、

敏捷反应的智能化解决方案。

## 2. 建设痛点

在形成智能化解决方案之前，集团面临如下痛点：

- 业务流程复杂，需跨多个组织和岗位，信息层层传递容易遗漏，且沟通效率低；
- 信息散点，无法获取和掌控业务全局信息，无法确定业务操作的结果是否匹配业务目标。管理层希望获得更全面、更精准、更精细的业务资源信息，满足全方位管控业务流程的价值需求，以便于及时识别风险，从而做出策略调整；
- 动态商品数与店铺数的数据量组合规模大、整合难度强、操作时间长，如果完全依赖个人经验进行操作，就会存在操作不标准、结果不统一的情况，无法准确获知什么商品在什么时候要以什么数量放在什么店铺。

## 3. 建设方案

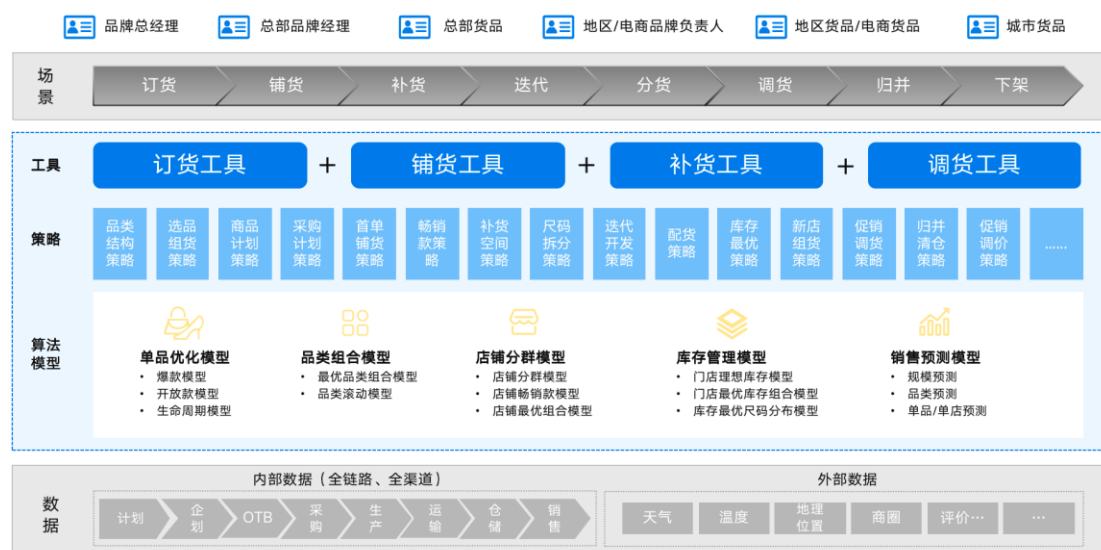
为了加强集团各个角色之间的通力协作，解决方案基于组织协同平台以及 IM 共享、互动的能力，将后端功能在前端业务场景里去应用，满足了功能体验的现代化需求，实现了消息在群、操作在群、审批在群、数据在群的闭环能力建设，提升了协作的高效性与实时性。

为了准确掌控管理、运营和销售的全流程信息，解决方案采取对行为数据和业务数据埋点的方式，拓宽数据采集的范围，提升数据采集的效率。按照数据架构现代化的思路，对业务数据开展数据治理，

将其划分为货品域、订单域等主题域，并基于前端配置化的自动化策略助力业务操作效率的提升。

采用领域驱动战略和战术设计对业务功能分析、划分子领域，打造微服务架构，构建轻量、高效、开放的现代化应用。通过 API 市场对服务进行统一的采集和管理，搭建开放平台，实现服务的统一标准和统一入口，通过鉴权、流控、加解密、签名多种手段保证开放平台后端服务的安全可用、数据可查。

#### 功能架构全景



来源：鸿鹄云飞科技（深圳）有限公司

图 14 百丽时尚商品数智化管理功能架构全景

通过云原生技术实现服务的容器化，构建容器云平台完成对服务资源的统一管理，支持从开发到交付的全流程自动化，开展对微服务应用的全生命周期管理，实现整个平台功能的敏捷迭代与快速发布。通过为运行中的应用提供健康监测、故障自愈、自动扩缩容等能力保证整个平台的韧性与弹性。

## 4. 建设成效

智能化解决方案改变了传统的单点线性沟通方式，通过网络化互通实现品牌总部、地区、城市各岗位间的沟通和互动，沟通效率显著提高；基于大数据平台的多维度算法策略，大幅度地提升了操作效率；现代化的平台架构支持创新业务快速上线，灵活应对需求的变化，持续改进用户的操作体验，使得商品核心业务场景的整体运营效率均得到了较正向的反馈：

（1）订货工具（X 品牌）：订货会现场过程时间大幅缩短，效率提升 80%；

（2）补货工具（X 品牌）：地区在单位时间内补货量完成占比提效 23%；

（3）调货工具（X 地区）：操作效率提升 50%。

## 五、总结与展望

应用现代化是企业在践行数字化转型、贴近中国式现代化建设目标过程中的具体切面。企业应用现代化建设既可以看作数字化浪潮下的微观表现，又能够构成推动数字化发展进程的巨大合力。针对应用现代化的建设过程，本书提出如下三点建议：

**把稳大方向，“不忘初心”。**应用现代化并非单个应用、单个项目的现代化，应当立足于企业层面的顶层现代化决策。在全局分析、规划设计、落地实施、持续治理等应用现代化建设阶段需始终坚持大局观，对齐大方向。

**遵循方法论，“事半功倍”。**科学的方法论能够提供纲要性指导，引导企业沿用最优方案实施应用现代化建设。企业需以战略目标和业务价值为指引，着重在应用架构、数据架构、技术架构、组织流程和用户体验五方面践行现代化方针，全面开展应用现代化建设。

**重视差异性，“因材施教”。**应用现代化建设过程中既要充分借鉴普适性的通用路径，也要重点关注本行业、本企业、典型场景的特性诉求，积累实践经验沉淀应对策略，探索符合自身发展的独特的应用现代化建设之路。

目前，应用现代化已成为广泛认可的价值高地，未来，各行各业的应用现代化进程将不断深入，应用现代化将成为企业乃至国家在数字时代的决胜关键。