



运营商产业数字化平台基础架构的研究和实践

郑翔¹, 杜宝兰²

(1. 中国电信股份有限公司福建分公司, 福建 福州 350001;

2. 中电福富信息科技有限公司, 福建 福州 350013)

摘要: 随着数字中国战略升级, 千行百业逐渐进入数字化转型深水区, 以“产业数字化平台基础架构”为研究中心, 以“运营商产业数字化转型”为研究目的, 梳理数字化时代下运营商产业数字化转型的现状及未来的发展趋势, 并从运营商实际出发, 研判产业数字化平台的现状及实践短板, 提出对未来运营商产业数字化平台实践创新的期许。

关键词: 产业数字化; 基础架构; 运营商

中图分类号: TP393

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2024087

Research and practice on the infrastructure for operator industry digitalization platform

ZHENG Xiang¹, DU Baolan²

1. Fujian Branch of China Telecom Co., Ltd., Fuzhou 350001, China

2. China Telecom Fufu Information Technology Co., Ltd., Fuzhou 350013, China

Abstract: With the upgrading of China's digital strategy, various industries have gradually entered the deep water of digital transformation. Focusing on the “industrial digitalization platform infrastructure” as the research area and aiming at the “digital transformation of operator industry”, the current situation and future development trends of digital transformation in the operator industry during the digital era were reviewed. And starting from the actual situation of telecom operators, the current situation and practical shortcomings of the industrial digitalization platforms were analyzed, and the expectations for the practical innovation of the operator industry digitalization platform in the future were proposed.

Key words: industry digitization, infrastructure, operator

0 引言

近年来, 政府出台了一系列政策以推动产业

数字化的发展。无论是“数字中国”, 还是“新基建”, 都大大加速了我国的产业数字化进程。目前, 产业数字化已经深入工业、农业和服务业

等各个领域。面对纷繁复杂的产业数字化需求,如何高效地为用户提供更加智能化、个性化和高质量的服务,提升竞争力,并满足用户不断变化的需求,已经成为运营商数字化转型的重中之重。

本文从运营商产业数字化转型的发展趋势出发,针对产业数字化平台的交付难点,提出构建产业数字化平台基础架构的解决方案,探讨产业数字化平台的应用实践,旨在为运营商产业数字化转型提供有益的思路和策略支持,探索关键路径,助力企业抓住产业数字化转型的历史机遇,迎接未来的挑战。

1 运营商产业数字化转型现状

1.1 产业数字化是运营商转型关键

2011年11月,麻省理工学院数字化商业中心和凯捷咨询发布了报告《数字化转型:走向十亿美金企业之路》,提出了数字化转型的概念。数字化转型是一个宏观而宽泛的概念,可理解为通过利用现代技术和通信手段,改变企业为客户创造价值的方式^[1]。

所谓运营商数字化转型,是指运营商为应对互联网服务商带来的竞争,在价值链上取得更大的主导权,而在数字业务方面进行一系列多元化尝试^[2]。为了适应数字化转型的浪潮,国内三大运营商采取了一系列策略和措施,不断从提升网络速度和覆盖范围、推出个性化服务和增值服务、建设数据驱动的运营和决策系统等方面为用户提供更快速、稳定的云网服务,使用户获得更好的用户体验,更加精准地满足用户需求。

产业数字化作为数字经济的重要组成部分,是数字技术与实体经济深度融合的主战场,是供给侧结构性改革的重要方面^[3]。当前,中国产业数字化蓬勃发展,2022年数字经济规模达到50.2万亿元,占国内生产总值(gross domestic product, GDP)比重为41.5%,其中产业数字化规模达到41万亿元,占数字经济比重为81.7%^[4]。

运营商既是数字产业化的重要参与者,也是产业数字化的赋能者,其自身数字化转型至关重要^[5]。数字经济时代,在经历了“从话音经营到流量经营”的第一次转型后^[2],具备云网融合能力的运营商将迎来再一次转型机遇,突破当前流量经营模式下增量不增收的困境。运营商势必将产业数字化作为数字化转型的关键,提供面向教育、工业、政务、政法、交通、养老、乡村等重点行业的通用创新解决方案,建设满足产业数字化转型复杂场景的快速交付能力,赋能千行百业数字化转型。

1.2 产业数字化平台交付难点

产业数字化平台作为行业的通用创新解决方案,为各个行业和领域的数字化转型提供了集成、全面、可定制的技术和工具,是运营商数字化转型升级的核心引擎。然而,产业数字化平台的建设不可能一蹴而就,交付过程中还面临以下交付难点。

(1) 强烈的个性化需求

和面向公众的通用化平台不同,产业数字化平台往往有强烈的个性化定制需求^[6],这导致平台交付周期长、交付成本高。过多的个性化需求也大幅提升了平台的运营和升级成本,限制了运营商在平台的深耕细作。

(2) 复杂的技术和架构

产业数字化平台通常涉及多种技术组件和系统集成,包括云计算、大数据分析、物联网等^[7]。其中,不同技术的融合和复杂的系统架构设计可能会增加交付的难度。

(3) 数据整合与治理

在数字化转型中,数据是至关重要的资源,数字化平台需要获取、整合和处理不同来源的数据^[8],如来自企业内部系统、供应链、外部市场等。数据的质量、格式和一致性问题可能导致数据整合和治理困难,影响平台的正常运行。

(4) 安全与隐私保护

产业数字化平台涉及大量敏感数据和关键业



务信息，安全和隐私保护是一个重要的考虑因素^[9]。确保平台的安全性和合规性，防范数据泄露和网络攻击是交付过程中的难点之一。

(5) 业务流程改造

数字化转型往往伴随着现有业务流程的改变和调整。将传统业务流程与数字化平台的功能和特点进行有效整合，并使其与组织的战略目标相一致，可能需要对组织结构、流程和文化进行变革管理^[10]。

(6) 合作伙伴的协同

产业数字化平台往往涉及多个合作伙伴的参与，如供应商、服务提供商、第三方开发者等。确保各方能够有效协同合作，共同推动项目的交付和成功运营，是一个具有挑战性的任务。

2 产业数字化平台基础架构

为了解决上述产业数字化交付难点问题，规划打造基于通用化、易迭代的方式建设的产业数

字化平台刻不容缓。本文设计了产业数字化平台基础架构，如图1所示，具体包括：底层基础设施，涉及多种多样IT资源的提供方式；中层平台，有数据中台、业务中台以及技术中台、人工智能（artificial intelligence，AI）中台等，以适应未来数字化的发展；上层应用，通过对接内部应用及外部资源，以软件即服务（software as a service，SaaS）模式提供服务。

2.1 技术架构设计

产业数字化平台技术架构如图2所示，本文构建了一套可承载千行百业的数字化产品和服务的数字化平台体系，统一制定了行业洞察及产业图谱，其技术架构按照“统一云原生技术栈、统一研发部署环境、统一原子能力解构”的思路进行数字平台统一规划。

基础设施层作为整体架构的基础，通过一个高效交付的技术框架将各行业系统的公共系统服务统一起来，在底层将可以复用的业务沉淀到业

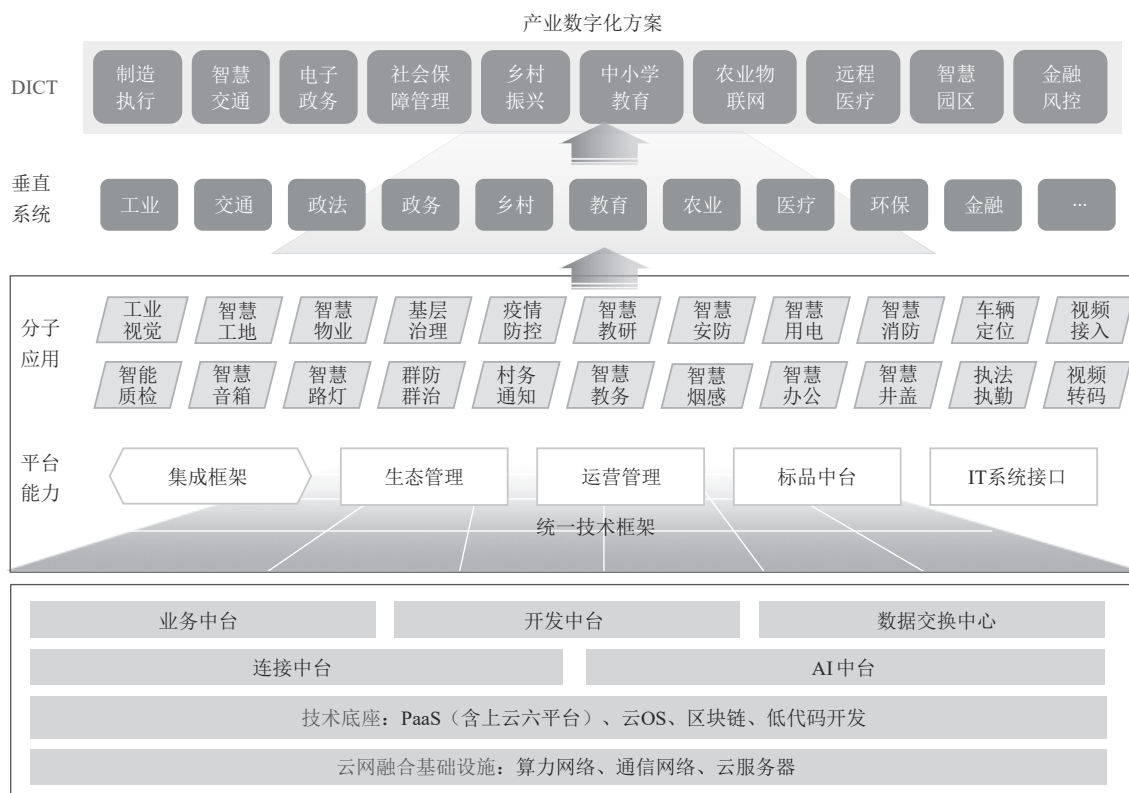


图1 产业数字化平台基础架构

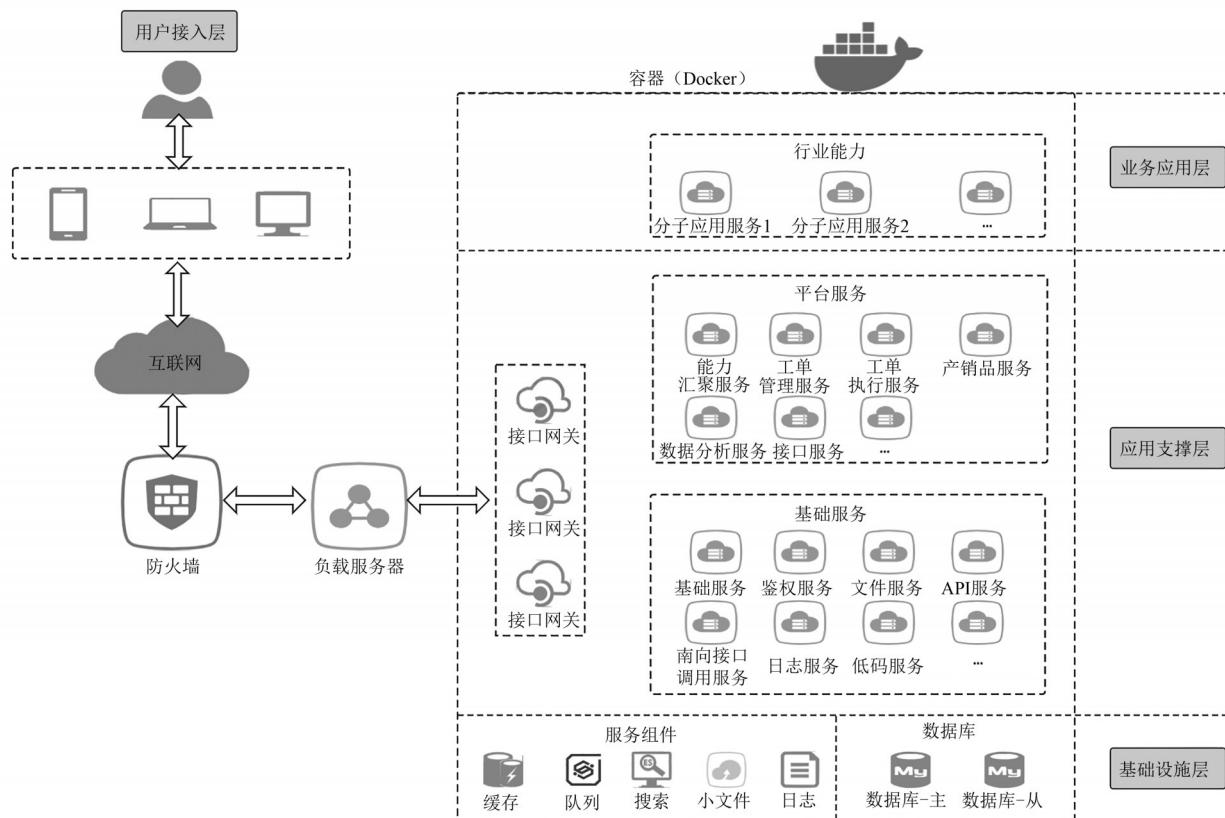


图2 产业数字化平台技术架构

务中台，可以复用的数据资产沉淀到数据中台。通过统一技术平台提供各种各样的服务组件，如缓存、队列、小文件、日志等组件。从底层开始对技术进行统一封装，可以降低整个技术使用门槛，减少重复建设成本，能够有效解决产业数字化平台交付中技术架构复杂、应用集成难的问题。

应用支撑层作为整体架构设计的核心部分，通过平台基础服务能力（包括鉴权、连接、日志、低代码等基础服务能力），不仅能够为应用开发提供安全、稳定、高效的底层支撑，同时通过标准化的应用程序接口（application program interface, API）实现应用与应用之间、平台与外部应用之间的数据互联互通，解决常见的数据整合和治理困难问题。应用支撑层要求满足前后端分离、应用与数据解耦、中心化&微服务设计、

无状态设计、应用与配置分离、统一日志、水平扩展、快速启动&优雅下线、容器部署、应用敏捷交付等云原生的十要素^[11-12]。

业务应用层面要求平台支持以SaaS模式提供行业应用能力，通过多租户方式供全网客户使用，不同租户之间的资源是共享的，但享受的服务是独立的^[13]。业务平台的应用设计要充分云化解耦，提升包括能力服务、界面、数据等方面的通用性与个性化配置能力，结合全网不同区域、客户、角色，使其具备支撑全网业务的能力。

2.2 通用门户与行业门户

产业数字化平台基础架构通常具备通用门户和行业门户两个门户类型，在数字化转型中扮演着重要角色。对于通用门户，它可以为各类用户提供基础的数字化服务，满足广泛的需求；而行业门户则通过专业化的服务和行业生态系统的构



建,更好地适应特定行业的需求,并推动行业的数字化升级。通过区分这两种类型的门户,企业可以针对不同用户群体开发或调整产品和服务,制定更加精准的营销策略,确保其满足各自的需求,也使得市场细分和产品定位更加精准,在一定程度上能够有效推进合作伙伴的协同与运营。

通用门户是一种广泛适用于多个行业和用户群体的数字化平台。它提供了基础的信息和服务,可以涵盖各类企业、个人和机构的需求。通用门户通常具有以下特点。

(1) 应用广泛:通用门户可以为各种行业 and 不同规模的企业提供基础的数字化服务,如云存储、企业邮箱、在线办公等。

(2) 功能多元化:通用门户提供了多种功能模块,如信息发布、社交网络、在线支付等,以满足用户在工作、生活和娱乐中的多样需求。

(3) 大众化服务:通用门户面向大众群体,服务对象广泛,包括企业员工、消费者、政府机构等,旨在提供方便、高效的数字化服务。

行业门户则聚焦于特定行业或垂直领域,为该行业的相关企业、专业人士和用户提供专业化的数字化服务和解决方案。行业门户的特点如下。

(1) 具有行业专业性:行业门户深耕于特定行业,了解该行业的特点、需求和挑战,可提供符合行业标准和规范的数字化解决方案。

(2) 包含专业功能模块:行业门户通常提供与特定行业相关的专业服务,如供应链管理、物流跟踪、数据分析等,以满足行业内用户的特定需求。

(3) 构成行业生态系统:行业门户往往与行业内其他参与者(如企业、供应商、机构)进行合作,形成行业生态系统,共同推动行业的数字化转型和发展。

2.3 原子能力与分子应用

为适应高度复杂的产业数字化环境,本文设

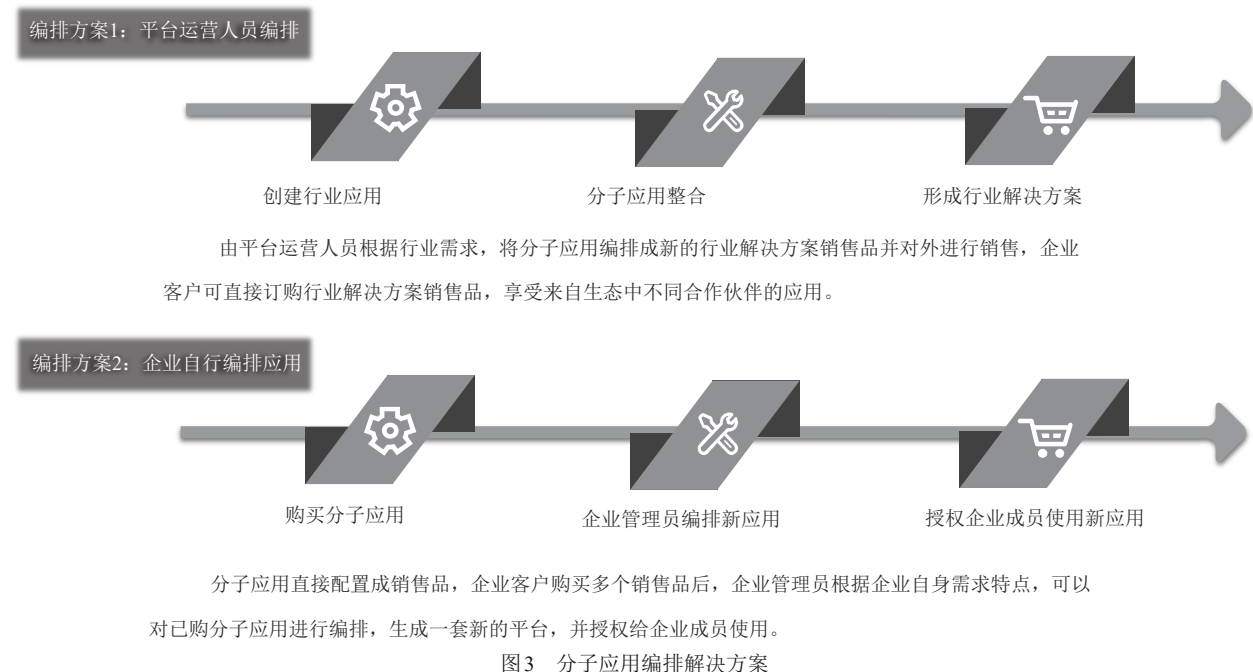
计的产业数字化平台基础架构包含了原子能力和分子应用两种新兴的应用开发和部署模式,通过模块化、可重用、灵活和弹性的特性,带来了更高效、可靠和可扩展的应用开发和部署方式。

在产业数字化跨越式发展的背景下,各行业共享互融能力技术已成为企业上云、实现数字化转型的必要选择。原子能力是具备可独立提供、可被集成(标准化)、可复用、可定价、可扩展、可授权等特性的小型业务能力。产业数字化平台不应该万事从头做起,而应该依托在云网、安全、应用、物联网等领域的资源禀赋和长期积累,做好内部能力封装和共享;同时做好合作伙伴的外部能力引入,以生态合作的模式,促进与合作伙伴的共享共赢。

分子应用是基于原子能力封装出来的,可以独立运行的小型应用系统。它采用统一的集成开发框架进行业务集成,每个分子应用可独立运行,可独立当作 SaaS 应用销售。同时,多个分子应用可以按照一定规则和逻辑进行组合编排,形成行业类的解决方案,实现不同应用之间的协同工作,提高系统的可靠性、可扩展性和灵活性,提升应用系统的整体效能和可管理性,适用于各种规模和复杂度的应用场景。分子应用编排解决方案如图3所示,本文设计了两种分子应用编排方式,通过行业解决方案或企业自主编排进一步满足企业个性化需求。

2.4 低代码/零代码的积木式应用构建

数字化发展必然伴随着自动化能力的提升,先实现自动化,再发展智能化是必经之路^[14]。低代码/零代码开发平台的出现给应用程序开发行业带来了一场新的革命,改变了传统应用程序开发的模式。低代码与零代码都是快速开发技术,是二次开发软件框架,用户能够在这个框架上以少写代码或不写代码的方式进行信息系统的开发工作,让用户像搭积木一样搭建管理应用^[15]。低代码平台的显著特征在于“快速构建IT环境来降低



应用程序开发的复杂性”，产业数字化平台基础架构通过叠加低代码/零代码能力，帮助垂直行业积木式地组装自己的业务应用，提升行业应用的开发效率并降低开发成本，巩固生态合作的根基，降低行业应用的开发门槛，提升业务创新能力和技术自主性，精益行业应用开发模式，有效复用行业知识，从而进一步提升交付速度。

本文设计的产业数字化平台基础架构通过叠加低代码/零代码能力，集成服务整合、流程的协同拉通、应用的快速构建、门户的统一等能力，打造可视化、组件拖拽式的低代码开发环境，实现开发共享、高效协同。底层数据层支持非关系数据和关系数据库，通过“云+微服务”技术架构提供服务支撑，包括页面（门户）、报表、图表、大屏、流程数据服务等定制。

流程引擎是低代码开发的核心，在流程引擎的开发过程中，通过拖放操作进行流程设计，将业务服务按照设定的路径进行流转并转换成计算机能理解的形式。而连接服务节点则用于实现应用程序的链式结构，每个连接节点都作为当前链头节点，其中包含了下层连接节点的索引，从而

实现了应用流程的可视化。流程引擎具备自动化、可视化、灵活性的优点，能够有效满足产业数字化交付中业务流程改造的变革管理，帮助企业提高工作效率、降低成本。

3 产业数字化平台的应用实践

3.1 3种交付模式

架构合理、灵活高效的产业数字化平台只是基础，更需要关注的是如何为用户交付适合的产品。为此，本文通过制定3种不同的交付模式，满足各种复杂场景的差异化需求。

（1）云交付

云交付模式架构如图4所示。云交付模式面向通用性强的客户，以云交付方式向用户提供基于互联网的即付费即用的通用化SaaS软件。客户可以快速获得经过同行验证的可靠行业解决方案，可以灵活定制适合自己的分子应用，并按需付费。实践中，云交付往往将通用化SaaS软件、平台和基础设施一起打包作为云服务提供给用户，强调资源灵活性、弹性扩展和按需付费。利用云计算技术和公有云资源，实现快速构建、弹

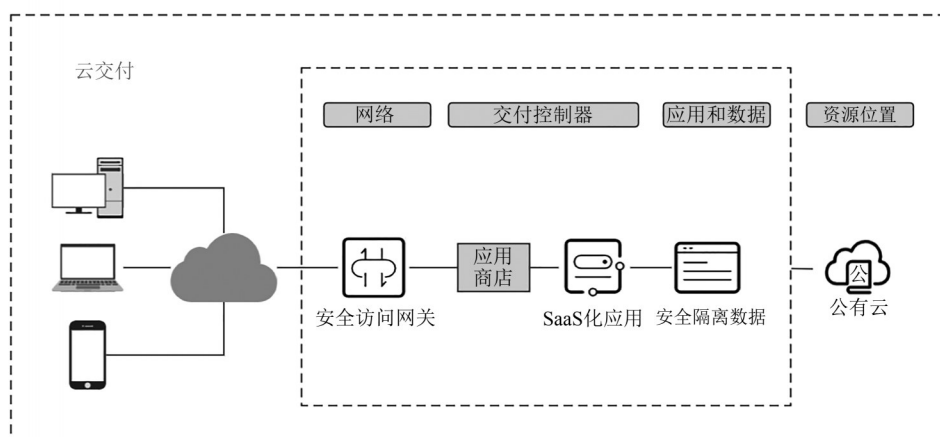


图4 云交付模式架构

性扩展和高可用性的云服务，以满足不同规模和类型的企业从基本到高级的需求。

云交付模式具有弹性扩展、高可用性、快速部署和按需付费的特点，适合需要灵活资源配置和快速上线的项目。然而，云交付的困难点在于用户往往秉持东西摆在家里最可靠的传统思维，对云交付的产品容易存在安全疑虑。另外，在云交付模式下，用户的个性化需求难以满足。

(2) 轻交付

轻交付模式架构如图5所示。轻交付模式对于有一定个性化需求的客户，以快加载、轻交付的方式，为客户提供私有化场景解决方案。通过统一的开发集成框架，解决传统 SaaS 应用“孤

岛”问题；通过低代码乃至零代码工具，最小化手动编码需求，使得非技术人员也能快速开发和部署低代码应用程序、定制个性化的界面风格，形成独有的应用系统，从而加速业务流程的自动化和创新，让企业客户既能使用到成熟的通用解决方案，又能享用自己独有的应用系统，提升产品的体验性和竞争力。目前常见的使用低代码/无代码工具的场景有：自动化日常重复的业务流程，如数据录入、审批流程、客户服务等；创建和管理公司网站、电子商务平台等。

轻交付模式对低代码平台提出较高的要求，重点在于通过将多个应用程序按照一定的规则和逻辑组织起来，形成一个整体系统，以实现不同

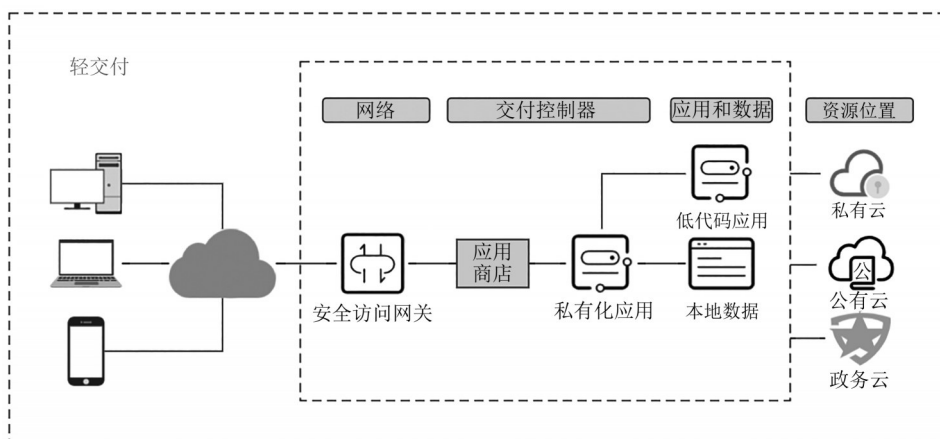


图5 轻交付模式架构

应用之间的协同工作,提升应用系统的整体效能和可管理性,适用于各种规模和复杂度的应用场景。轻交付模式具有注重应用编排、精简功能、需求驱动和灵活定制的特点,是一种比较可行的交付模式。同时,用户可以选择私有云部署,本地数据存储,彻底解决安全焦虑,有效解决产业数字化平台交付中涉及的安全与隐私保护问题。

(3) 迭代交付

迭代交付模式架构如图6所示。迭代交付模式对于强烈个性化需求的客户,分阶段迭代交付。阶段一按轻交付模式先用先试,阶段二按需定制,快速迭代,为客户提供“私有化场景+定制开发”的解决方案。

迭代交付主打按需定制,适用于那些有特殊需求、追求高度个性化或者面临特定挑战的应用场景,通过多个迭代周期的循环开发,快速交付部分可工作的产品功能,并根据用户反馈不断调整和改进。它比较适合强调产品质量、用户体验和持续优化的重大型项目,但也存在开发周期长,用户需求模糊易变,需要占用大量人力物力的特点。

3.2 3种交付模式对比

云交付、轻交付和迭代交付是3种不同的软件开发和交付模式,它们在技术上各有侧重,商务上层次分明,满足了千行百业数字化的复杂交付需

要。产业数字化平台3种交付模式对比如图7所示,不同交付模式适用于不同的用户需求和业务场景,企业可根据自身场景需求采用不同的交付模式。

3.3 实践与发展

本文通过总结产业数字化基础架构的应用实践经验,从技术架构设计的统一规划、灵活的门户设计、分子应用编排到强化低代码/零代码平台的构建、合作生态的引入,为运营商从传统系统架构向数字化转型提供了一种新的平台架构设计思路。3种交付模式的应用实践,既能达到企业应用的自动化、高效性和协同性目的,又能兼顾企业定制化和数据安全的需要,能够有效解决产业数字化平台交付中技术架构复杂、应用集成难、业务流程改造复杂的问题。

放眼当下,展望未来,全球正处在从工业经济向数字经济加速转型过渡的大变革时代,传统模式已无法满足行业高质量发展需求。面对数字经济和实体经济深度融合的机遇,运营商产业数字化转型升级应运而生。产业数字化平台更是作为运营商数字化转型升级的核心引擎和基础设施,为业务高质量发展提供重要保障。

4 结束语

本文探讨了一种从基础技术架构开始,构建符合云网融合和生态合作要求的产业数字化平台

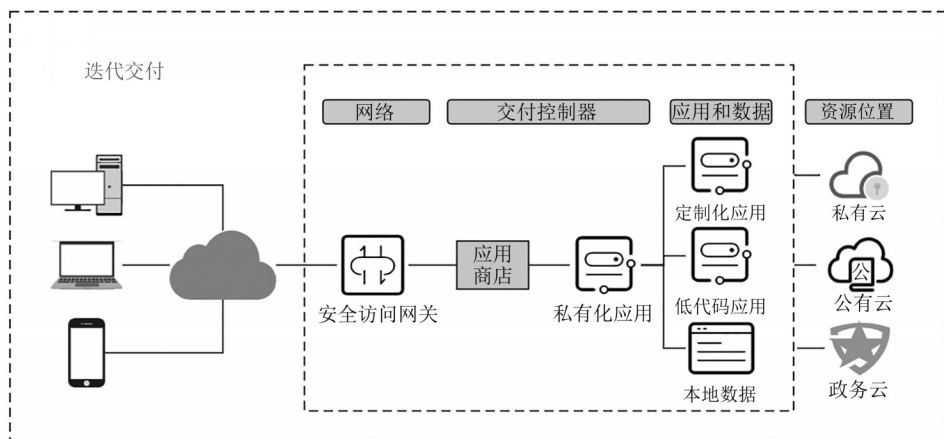


图6 迭代交付模式架构

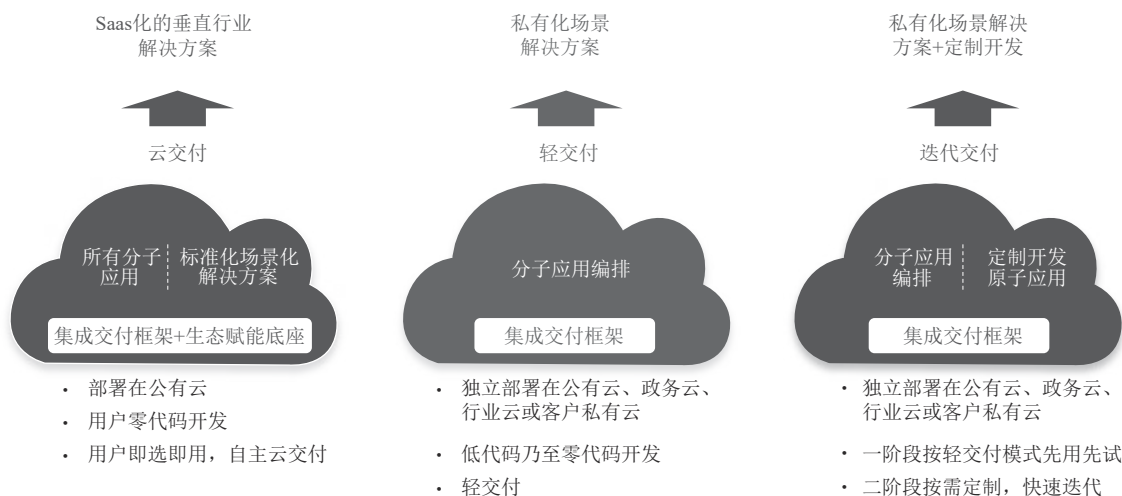


图7 产业数字化平台3种交付模式对比

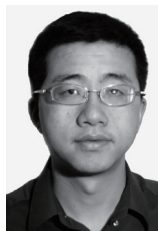
基础架构的新思路, 并依托该基础架构, 创新交付能力和交付方式, 以敏捷开发、全域集成、数据智能、科技创新和生态整合等平台能力, 赋能千行百业自主创新, 助力产业数字化转型和自身业务的高质量发展。需要指出的是, 未来还有诸如云网融合、数智赋能和安全绿色等许多概念和技术可以继续深入探讨, 进而持续推进产业数字化转型的高质量发展。

参考文献:

- [1] 成晨, 程新洲, 吕非彼, 等. 通信运营商驱动行业数字化转型探讨[J]. 邮电设计技术, 2023(6): 19-24.
CHENG C, CHENG X Z, LYU F B, et al. Discussion on digital transformation driven by telecom operators[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2023(6): 19-24.
- [2] 刘菡莹, 钟晓君. 运营商数字化转型策略分析[J]. 中国电信业, 2017(12): 76-79.
LIU H K, ZHONG X J. Analysis of digital transformation strategy of operators[J]. China Telecommunications Trade, 2017(12): 76-79.
- [3] 杜昕然. 产业数字化发展的战略逻辑与现实举措[J]. 理论视野, 2022, 269(7): 56-60.
DU X R. Strategic logic and practical measures of industrial digitalization development[J]. Theoretical Horizon, 2022, 269(7): 56-60.
- [4] 中国信息通信研究院. 中国数字经济发展研究报告[R]. 2023: 10-12.
China Academy of Information and Communications Technology. Research report on the development of China's digital economy[R]. 2023: 10-12.
- [5] 熊小明, 赵静. 电信运营商云网规划数字化研究和实现[J]. 电信科学, 2022, 38(11): 163-168.
XIONG X M, ZHAO J. Digital research and implementation of cloud-network planning of telecom operators[J]. Telecommunications Science, 2022, 38(11): 163-168.
- [6] 丁丽婷, 张婧, 韩维娜. 电信运营商布局产业数字化的策略研究[J]. 信息通信技术与政策, 2020(3): 44-48.
DING L T, ZHANG J, HAN W N. Research on the strategy of operator's layout for industry digitalization[J]. Information and Communications Technology and Policy, 2020(3): 44-48.
- [7] 陈彦宇, 古华. 国有企业数字化转型问题研究[J]. 商场现代化, 2024(4): 116-118.
CHEN Y Y, GU H. Research on digital transformation of state-owned enterprises[J]. Market Modernization, 2024(4): 116-118.
- [8] 郭毅, 韩代坤. 数字经济背景下企业数字化转型的问题分析[J]. 全国流通经济, 2023(14): 53-56.
GUO Y, HAN D K. Analysis of problems of digital transformation of enterprises in the background of digital economy[J]. China Circulation Economy, 2023(14): 53-56.
- [9] 曾骁. 中小企业数字化转型的实施路径研究[J]. 商展经济, 2024(2): 90-93.
ZENG X. Implementing SMEs' digital transformation[J]. Trade Fair Economy, 2024(2): 90-93.
- [10] 谢杰, 崔秋霞, 蔡思腾, 等. 数字经济时代下制造业中小企业数字化转型问题及建议[J]. 中国科技产业, 2022(11): 56-59.
XIE J, CUI Q X, CAI S T, et al. Problems and suggestions on digital transformation of manufacturing small and medium-sized enterprises in the era of digital economy[J]. Science & Technology Industry of China, 2022(11): 56-59.

- [11] 陆钢, 陈长怡, 黄泽龙, 等. 面向云网融合的智能云原生架构和关键技术研究[J]. 电信科学, 2020, 36(9): 67-74.
LU G, CHEN C Y, HUANG Z L, et al. Research on intelligent cloud native architecture and key technologies for cloud and network integration[J]. Telecommunications Science, 2020, 36(9): 67-74.
- [12] 万晓兰, 李晶林, 刘克彬. 云原生网络开创智能应用新时代[J]. 电信科学, 2022, 38(6): 31-41.
WAN X L, LI J L, LIU K B. Cloud native network creating a new era of intelligent application[J]. Telecommunications Science, 2022, 38(6): 31-41.
- [13] 过晓娇, 田钟晓. 一种基于 SaaS 平台的轻量级多租户数据存储模式设计与实现[J]. 电脑编程技巧与维护, 2023(5): 80-82, 143.
GUO X J, TIAN Z X. Design and implementation of a lightweight multi-tenant data storage mode based on SaaS platform[J]. Computer Programming Skills & Maintenance, 2023(5): 80-82, 143.
- [14] 李双. 低代码平台在企业数字化转型中的实践探索和启示[J]. 互联网周刊, 2024(3): 46-48.
LI S. Practical exploration and enlightenment of low code platform in enterprise digital transformation[J]. China Internet Week, 2024(3): 46-48.
- [15] 徐娟华. 基于可视化设计的零代码平台分析及应用探讨[J]. 铜业工程, 2020(6): 75-79.
XU J H. Analysis and application of zero-code platform based on visual design[J]. Copper Engineering, 2020(6): 75-79.

[作者简介]



郑翔 (1975-), 男, 中国电信股份有限公司福建分公司高级工程师, 主要研究方向为业务网络架构、产业数字化新技术。



杜宝兰 (1992-), 女, 中电福富信息科技有限公司工程师, 主要研究方向为产业数字化平台。