



基于区块链技术的企业集团可信数据服务中台架构研究

郎晓夫¹, 谭敏¹, 张延强², 李欣³, 刘国栋⁴

(1. 中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080;

2. 国家信息中心, 北京 100045;

3. 中国移动通信集团有限公司, 北京 100032;

4. 北京红枣科技有限公司, 北京 100012)

摘要: 大型企业集团作为平台化、多元化发展的复杂联合体组织, 具有数据服务快速创新、多业务系统信息协同、数据可信治理和数据资产管理等中台型数据能力需求。分析了非可信系统环境下的企业数据中台典型架构及问题, 提出了基于区块链技术的可信数据服务中台技术路径、系统架构和可信度评估指标模型, 研究了数据服务多门户、多方系统协同、数据功能模块化、“云网链”基础设施这4项关键机制的实现, 为企业通过数据要素可信技术应用和机制创新、激发业务发展新动能提供了解决思路。进一步结合区块链服务网络在大型集团企业中的案例实践, 阐述了所提架构机制的应用效果。

关键词: 区块链; 数据中台; 数据治理; 可信数据; 企业集团

中图分类号: TP302

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2024220

Research on architecture of trusted data service center for enterprise groups based on blockchain technology

LANG Xiaofu¹, TAN Min¹, ZHANG Yanqiang², LI Xin³, LIU Guodong⁴

1. China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

2. The State Information Center, Beijing 100045, China

3. China Mobile Communications Co., Ltd., Beijing 100032, China

4. Beijing Red Date Technology Co., Ltd., Beijing 100012, China

Abstract: As a complex organizational entity characterized by platformization and diversification, large enterprise groups put forward requirements for data abilities, such as data services rapid innovation, information collaboration among multiple systems, trusted data governance, and data assets management. The typical architecture and problems of enterprise data center in non-trusted system environments were analyzed. The technical path, system architecture and credibility evaluation index model for trusted data service center based on blockchain technology were proposed. And four key mechanisms were introduced, including multi-portal for data services, multiple systems collaboration, data functions modularized, and "cloud-network-blockchain" infrastructure. Solutions for enterprises were provided to

apply trusted data technology and mechanism innovation, and stimulate business development. Furthermore, combined with the case practice of blockchain service network, the application effectiveness of the proposed architecture and mechanisms was presented.

Key words: blockchain, data center, data governance, trusted data, enterprise group

0 引言

大型企业集团是围绕产业链条, 以一个或多个大型企业为核心、包含多个子公司及分公司的多层级、网络化企业经济技术或经营相关的联合体组织。企业集团在数字化转型过程中, 通常通过建立数据中台的方式实现数据共享与治理, 提供数据服务。企业数据服务中台不是单一技术维度或业务维度的系统, 而是一种基于数据汇集、多技术融合、服务能力共享的平台型信息技术架构, 将多元化、跨组织的业务条线的数据内外治理和服务需求进行聚合, 并通过标准化的接口工具和系统解决方案为前台赋能, 实现数据协同治理、技术能力共享和集中业务支持。

典型的企业集团数据服务中台通常存在数据服务能力难以快速响应业务创新需求、多业务系统协调难度大、缺乏数据安全可信、未能满足数据资源及资产管理相关诉求等方面的问题。基于密码学、共识机制、智能合约、分布式传输和链式存储的区块链技术, 可降低多业务主体间的业务合作和信息互信难度, 搭建轻量级的系统交互可信中间环境, 支持数据要素的可信治理, 形成数据资产的能力载体。

在企业数据中台架构及关键模型的研究方面, 易中文等^[1]提出了面向企业信息化系统集成的中台架构解决数据与应用集成共享和消除信息孤岛等问题。张宏远^[2]对数据中台的通用体系架构和可解耦的数据模型展开了研究, 但尚未关注到数据可信和分布式技术对企业数据治理的作用, 未能进一步探讨区块链技术在数据中台服务中的定位和能力。面向区块链赋能企业业务系统能力

提升和协同的研究, 范吉立等^[3]针对电子商务平台, Yang^[4]针对物流信息平台 and 物联网平台等企业内部系统数据安全及效能提升, 罗双玲和于雨楠^[5]针对基于数字内容服务的数据能力对外开放, 对区块链平台框架、关键技术和运营机制进行了探讨。薛玉岱^[6]则在产业链合作方面对工业互联网数据共享区块链技术进行了深入研究, 探索多企业实体间的数据共享和业务合作机制。上述研究从场景出发, 研究了区块链技术的可信价值和关键技术, 却未能从企业中台的角度研究区块链公共服务的构建。针对上述不足, 在区块链与企业中台结合的研究方面, 刘光强等^[7]探讨了数据中台带来的企业价值创造, 提出了区块链在数字化中的关键作用。顾晔等^[8]指出了区块链技术对数据中台安全性将发挥关键作用, 并提出了一种数据中台安全提升混合模型。李大伟等^[9]基于电力行业需求将区块链作为一种基础设施开展了架构和关键技术研究。李岳梦和熊文剑^[10]针对通信运营商中台架构开展了区块链技术提高中台能力的思考。上述研究提出将区块链作为一种公共服务或平台服务, 但尚未从更具一般性的企业数据中台角度对可信架构和实现机制开展系统性的研究。Li 等^[11]探索了基于中台服务的多项新技术融合创新, 对企业项目业务管理平台中人工智能、区块链和建模技术的综合应用进行了研究, 提出了数据中台的技术融合特性。

本文首先在传统数据服务中台的基础上研究基于区块链技术的新型数据中台架构, 提出框架模型, 为企业集团提供可信数据仓库、可信数字治理环境和可信数据全过程管理共享能力; 进一步针对可信数据与系统交互、资源网络的协同关



系,提出基于该平台架构的多门户服务机制、多系统数据交互机制、数据模块化多层耦合机制和“云网链”融合信息基础网络构建机制;最后提出可量化的企业集团数字化可信度评估指标模型,为企业对各类可信数据交互和数据资源管理需求提供了方法支持。

1 非可信系统环境典型数据中台架构分析

在企业信息不对称、数据共享不充分的环境下,企业数据服务中台通过对企业内部以及产业链跨业务、跨组织的数据治理和服务,可以控制企业海量信息的无序性,一定程度上降低了不同企业主体间的交易和协同成本,提升了数据价值。基于资源共享、管理集中和业务赋能的理念,非可信系统环境下典型数据中台架构如图1所示,由基础设施层、数据资源层、数据技术层和数据服务层组成,中台基于集中化的企业云进行建设,通过业务数据化过程形成数据仓库开展数据的分级治理和质量管控,通过数据计算、数据可视化以及大数据等技术提供数据服务,并经过统一门户服务于业务需求。

(1) 信息基础设施:关注底层资源共享和网络的互通性,基于企业云搭建数据中台云网资源底座,实现集中调度和控制。

(2) 数据资源平台:关注数据标准与规范,通过数据质量控制和治理,实现对各业务系统的数据感知、汇集和清洗,形成分级分类并统一共享的数据资源仓库。

(3) 数据技术平台:关注基于数据展示分析的技术应用,面向关键业务和共性业务提供通用数据计算模型、定制化数据能力、数据可视化工具等,支持面向业务需求的数据服务实现。

(4) 数据服务平台:关注数据服务需求的提出和满足,建设统一服务门户,以数据服务工单作为需求驱动,中台通过集中化的任务调度和资源管理,进行服务接口的开放或者定制化开发,从而完成数据服务的任务流。

此系统和业务模型具备较高程度的集中化管理特性,包括资源集中、服务集中和数据集中,满足企业数字化转型发展初期阶段对于数据治理与能力共享、降低数据管理成本的需求,但存在如下问题。

(1) 服务资源和管理机制倾向核心业务,容易造成服务流程冗长和响应机制被动,缺乏面向快速业务创新的柔性敏捷服务,且技术兼容拓展性弱。

(2) 面向多个复杂系统的业务数据协同,需要多方对接和权限配合,各系统协调成本大、业务影响大,需要一种新型轻量级、低成本的多方

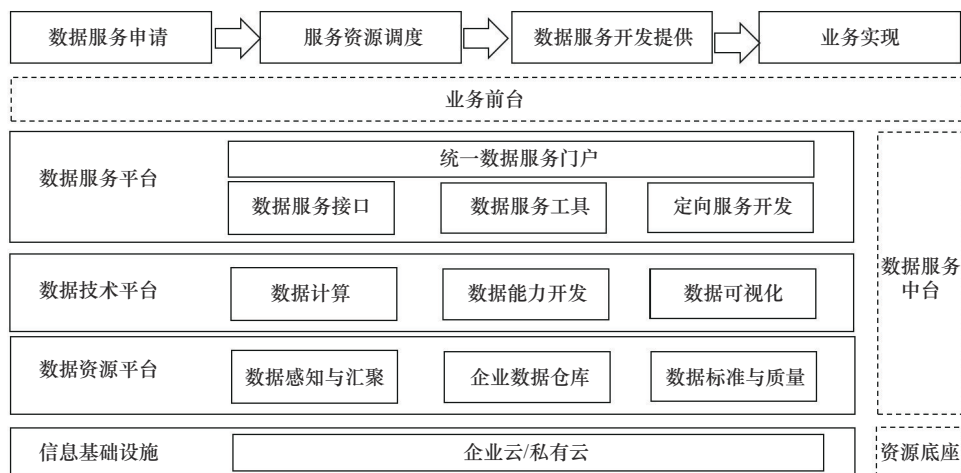


图1 非可信系统环境下典型数据中台架构

系统业务及数据对接技术和中间环境。

(3) 随着企业数据量的爆发式增长, 中台数据治理难以跟上数据增长, 易造成底层数据质量不高、元数据难追溯、可信度不足、共享效率低等问题。

(4) 随着数据资产化、资产数据化的发展, 数据将成为新的生产要素和重要的资产结构, 传统数据中台难以应对此类变革与挑战。

2 基于区块链的企业集团可信数据中台架构

2.1 技术路径

基于区块链技术搭建具备可信能力的数据服务中台, 是传统数据中台的技术融合和能力提升, 为数据资产化管理、资源整合方式优化和系统信息交互机制创新提供了技术条件。针对上述非可信系统环境下数据服务中台的问题讨论, 本文提出基于区块链建设新一代可信数据服务中台的技术路径, 具体如下。

(1) 面向生态的开放性技术架构。区块链技术在产业发展中形成多个差异化路线的主流底层框架, 在技术特性、性能标准、应用领域等方面均有较大区别。为避免技术发展迭代、单一技术框架应用生态封闭风险, 面向多场景、多主体和多接口的需求, 应支持分布式资源网络、适配多主流底层框架、用户可自建区块链即服务(blockchain as a service, BaaS) 平台和门户的开放式技术路径。

(2) 面向数据流通的共享基础网络。为避免“烟囱式”系统和数据“孤岛”, 应面向数据要素流通进行系统架构整体设计, 共享资源、平台服务和数据能力, 支持网络内用户身份互认、数据可信互通和业务互操作, 实现数据和资源的跨服务和跨组织管理。

(3) 面向可信价值的数据服务功能。系统服务层功能架构支持数据资源和资产的可信治理和价值服务, 形成新的数据逻辑体系、规范和标

准, 为企业提供数字身份可信、数据要素可信和数字行为可信能力。

(4) 面向多方系统的柔性敏捷开发。面向数据治理的新规范和新需求, 数据开发服务架构应支持提供数据要素全过程、立体化的通用可信技术工具、智能合约模板和标准系统接口, 以及一键式搭建分布式账本环境、支持多方系统权限管控和服务参与的技术能力, 实现柔性敏捷开发。

(5) 面向业务场景的融合技术能力。区块链作为可信关键技术, 将与隐私计算、下一代通信网络、算力网络、物联网、大数据、人工智能等相结合, 提供面向场景的一体化解决方案。

2.2 基于区块链技术的企业集团可信数据中台架构

基于区块链技术的可信数据服务中台架构如图2所示, 可信数据服务中台面向公司可信系统环境和可信数据治理的架构需求和功能需求, 根据服务公共性、资源共享性、互联互通性、技术融合性等原则, 按照信息化基础设施的定位进行架构设计, 为企业各类可信数据服务提供资源、能力和工具, 赋能企业内外各系统数据交互与流程支持、数据开放与服务运营以及数据资产全过程管理。其中, 区块链网络、系统及能力通过中台内的区块链专用基础设施(区块链专网)进行承载。区块链专网面向管理角色, 对数据服务中台上的区块链应用、用户和资源进行统一管理, 并对关键数据进行审计监管; 面向数据服务开发角色, 开放式地提供区块链资源、算法和能力, 形成安全高效的企业可信数据枢纽和数据服务工具; 面向服务需求角色, 提供业务场景导向的可信数据服务解决方案和一体化能力交付。具体架构设计如下。

(1) 分布式融合基础设施: 基于各层级企业云及私有云的分布式云资源部署区块链节点网络和星际文件系统(inter planetary file system, IPFS)可信存储网络, 支持区块链数据中心的动

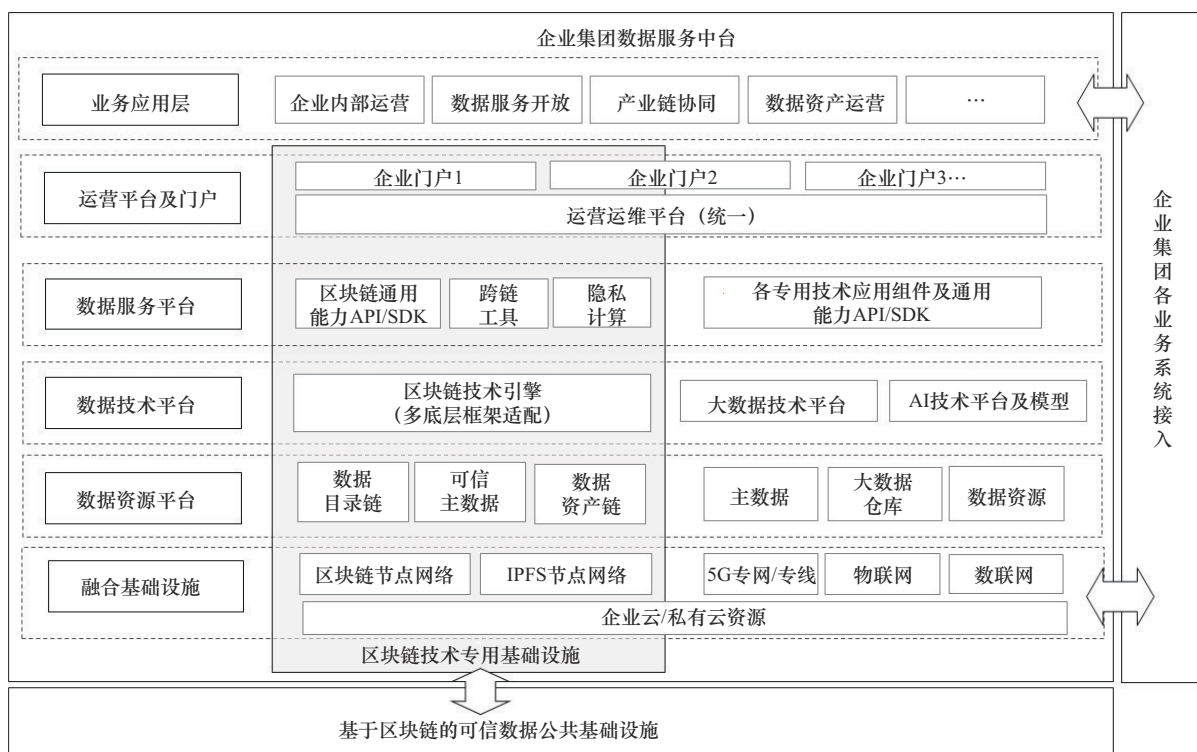


图2 基于区块链技术的可信数据服务中台架构

态加入与退出, 以及资源网络的弹性管理, 进一步结合 5G 专网、传输专线、物联网和智算网络等, 形成新型信息化融合基础设施, 作为数据从感知、传输、存储到计算分析的资源底座。

(2) 可信数据资源平台: 面向可信数据治理和数据资产管理等需求, 基于数据仓库建立数据标准、接口规范和交互规则; 基于区块链搭建数据目录链, 对各类标准化数据资源进行数字签名、建立精确追溯和映射关系; 对具备安全可信要求的数据资源按照数据字典和业务逻辑建立分布式可信数据库或业务链, 对具备数据资产入表要求的资源建立数据资产库; 进一步结合大数据仓库实现对业务领域海量数据的沉淀、清洗、存储和管理。

(3) 可信数据技术平台: 根据技术需求评估支持适配多个主流区块链底层框架, 可插拔式升级或者替换底层技术架构, 支持同构及异构跨链互通, 满足差异业务下的自主性技术路径选择; 建立面向外部机构的跨链技术机制, 支持第三方

监管认证、跨行业公共服务(司法、金融、税务等)以及数据流通平台对接; 集成大数据、人工智能等数据计算技术平台和模型, 为各类数据计算提供综合性技术支持。

(4) 可信数据服务平台: 支持可信数据全过程管理, 将不同区块链底层框架及多种技术引擎的复杂开发语言封装为简洁、标准的服务接口和数据工具, 包括数据安全审计、数据确权授权、数据存证共享、数据溯源审核和数据开放交易, 具有基于分布式技术的身份认证、标识认证和地址管理等关键能力; 配置中继跨链工具、预言机及隐私计算服务, 实现跨应用、跨链、跨组织的数据可信流通, 满足各类场景下的隐私保护需求。

(5) 数据运营平台及门户: 管理者通过全网统一运营运维平台, 基于统一证书授权(certificate authority, CA)、密钥体系及网关对中台能力进行统一管理, 包括用户证书与权限管理、基

础网络资源管理、数据应用全生命周期管理、运营分析管理、监督管理、计费管理、系统维护等；面向多元业务诉求，具备多门户配置策略，支持各用户基于标准接口自定义数据服务门户。

该中台架构使得可信数据成为企业系统开发和数据服务的基础能力，其业务机制为：用户根据业务需求基于标准化接口自主建立数据服务门户，并通过统一运营运维平台实现对资源、服务的调度和管理，一方面可通过分布式共享账本灵活发起多系统间的数据通信和业务对接，另一方面可调用各类数据服务工具和接口从而快速完成服务开发，并与集中化的任务开发形成互补机制，协同实现数据服务提供。

2.3 关键机制实现

区块链可信数据服务中台关键机制关系如图3所示，相较于传统典型的中台架构，兼容开放、柔性敏捷、安全可信的特性通过以下4点关键技术及运作机制来实现：一是业务前端基于多门户的柔性服务机制，兼容差异化和共性需求；二是基于区块链的多方系统中间服务对接机制，降低企业复杂系统体系数据交互难度；三是基于数据服务模块的多层耦合机制，有效匹配业务场景，支持敏捷开发；四是资源端的“云网链”融合建设机制，形成基于区块链分布式的可信网络基础设施。

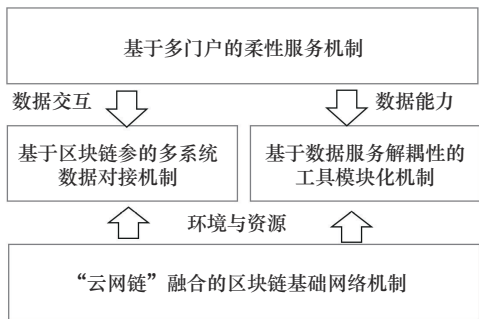


图3 区块链可信数据服务中台关键机制关系

2.3.1 基于多门户的柔性服务机制

面向各企业单元的多元化发展和差异化场景数据需求，建立与其业务诉求和前端展示需求相匹配的专用用户门户，即支持用户自建区块链BaaS和数据即服务（data as a service, DaaS）门户、调用接口形成个性化数据服务能力，并在可监管的前提下自主对数据、用户和业务进行管理。其前提条件是可对数据服务场景进行规范化和模块化处理，以标准化数据服务为主，个性化数据服务为辅，具备通用能力调用的可行性。

基于多门户的柔性服务机制如图4所示，其核心机制在于以下3个方面。

（1）具备一揽子运营、技术和数据平台的标准化接口与开发工具，可准确快速地完成对后端统一服务平台的功能对接，实现自定义门户的开发。

（2）具备CA、数据结构、加密算法等统一

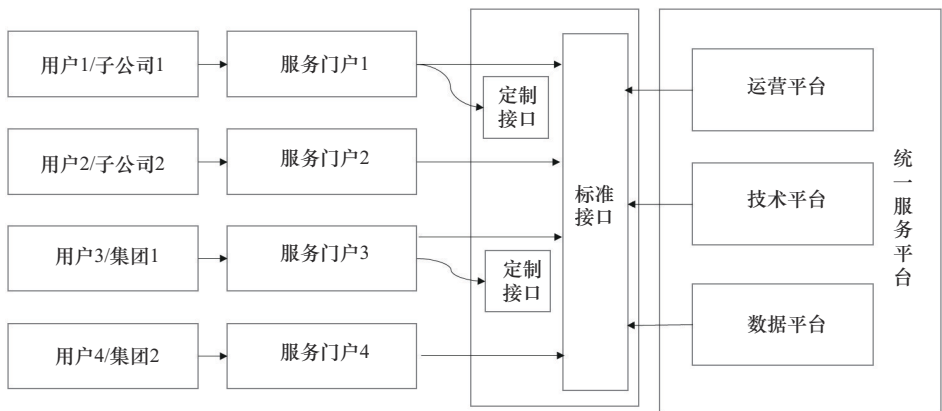


图4 基于多门户的柔性服务机制



性,并具有统一规则的网关路由机制,保障多门户下全集团数据要素的可流通性。

(3) 同时针对差异化数据服务需求,各门户可基于任务申请创建定制化服务,形成定制化接口。

2.3.2 基于区块链的多方系统数据对接机制

区块链技术为多方系统数据交互和业务协同提供了基于分布式共享账本的中间服务技术机制,将传统开发环境下多系统对多系统的数据流接口逻辑转变为权限控制下多系统对接一个区块链账本的中间环境接口逻辑。

基于区块链的多系统数据对接机制如图5所示,其核心机制在于以下4个方面。

(1) 多系统间基于区块链节点创建分布式共享账本,形成数据对接的中间环境,实现满足业务标准的数据/Hash上链,对每一个参与方进行权限设置,实现智能合约定义下的业务流精确控制,从而实现多系统间独立、高效、简洁的业务流、数据流交互。

(2) 企业集团业务链服务于有限节点的多系统、多用户,需要对节点和用户进行证书管理,具备多业务链隔离、自主性控制等要求,优先采用联盟链技术体系。在联盟链机制下,用户可随时通过自主门户发起建立多系统交互的业务链/分布式账本,随着业务发展需求灵活实现多方系统可信互联。

(3) 外部系统或其他新增系统参与某业务链,只需申请链服务参与,即可在权限分配下进

行数据共享和业务交互,在不涉及复杂系统逻辑变更的情况下,有效地减轻了多方业务系统合作的改造难度。

(4) 具备统一的元数据和目录链管理体系,实现数据用户、数据项、数据对象、数据目录、数据权限和数据服务的相互精准映射,保障数据的唯一性和可靠性,实现不同业务系统数据协同路径清晰、全程可溯和范围可控。

2.3.3 基于数据服务模块的多层耦合机制

灵活的数据服务支持需要业务场景的可分解与数据能力的可组合,两者基于解决方案形成上下多层耦合关系,以业务逐层牵引下层能力和资源的调度,并持续通过中台支持已有能力沉淀固化。在可信要求下,上述场景解决方案和数据模型是以区块链作为必要底层技术实现的。

基于数据服务模块的多层耦合机制如图6所示,其核心机制如下。

(1) 数据业务场景是业务与数据需求的模型化结合,可从上至下按照可定义模型逻辑进行南北向递推以及横向业务过程的东西向解耦。

数据场景模型是对数据业务场景的流程化抽象和模型化概括,从而具备数字模拟条件。数据模型底层逻辑满足一般性的数据流过程,即从数据获取、归集、治理、加工到流通的全过程,或具备连续性的中间过程。一般性的数据流模型具备明确的阶段环节定义,东西向可独立解耦为数据模型的一阶能力框架,各一阶能力可根据所需

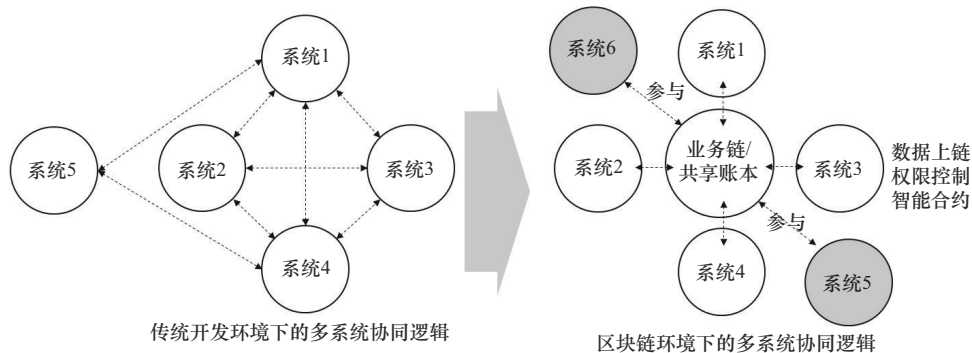


图5 基于区块链的多系统数据对接机制

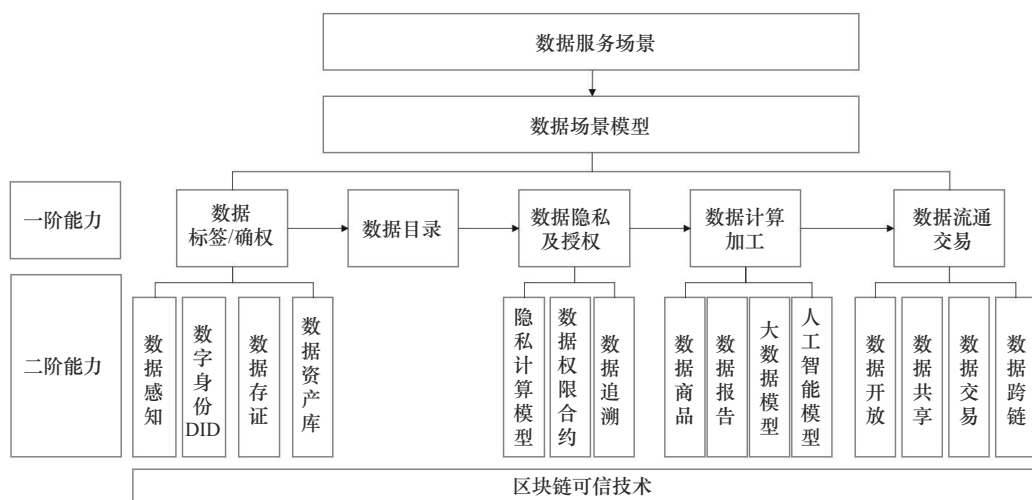


图6 基于数据服务模块的多层耦合机制

关键功能递推拆分为各类二阶能力框架。二阶能力对一阶能力进行承接和子模块分解，通过区块链技术对涉及的数据可信机制、数据资源确权等提供支持。一、二阶数据能力可通过组合被业务模型所使用，也可单独调用，在数据业务场景模型化过程中，可基于最佳实践、工具组合和智能分析等策略方法形成解决方案，并以案例或服务进行能力沉淀，实现能力复用。

(2) 在可信技术及机制下，一阶能力按照数据流过程进行定义，包括数据标签/确权、数据目录、数据隐私及授权、数据加工计算、数据流通交易等能力，具体如下。

数据标签与确权：支持数据感知、归集、标识到存储的过程，以构建数据资源库。通过区块链提供可信数据来源、可信身份认证和可信数据资产管理，基于唯一数据标识形成与数字身份、数字行为、数字资源的关联映射。该一阶子能力通过数据可信感知、数据标识、分布式数字身份、数据可信存证和数据资产库等关键二阶能力的支持实现。

数据资源目录：支持数据资源形成数据地图和数据名片，以建立业务、用户和数据资源库的结构化图谱关系。通过区块链技术机制对数据图谱进行存证，实现对元数据的可确权、可查询、可追溯，

从而构建清晰的数据结构规范和数据逻辑规范。

数据隐私及授权：根据数据计算场景特征，支持数据资源的隐私保护和授权管理，满足分布式场景下多方数据隐私保护和数据输出安全规范需求。对数据权限通过智能合约进行设置和约束，并根据数据标识进行授权全流程追溯。该一阶子能力通过隐私计算、数据权限合约和可信数据追溯等关键二阶能力的支持实现。

数据加工计算：对治理后的数据按照既定业务场景形成计算、分析和处理能力。面向数据商品，提供基于区块链非同质化通证（non-fungible token, NFT）技术的数字化商品铸造与发行能力，以及基于数据分析模型和模板的数据报告服务能力。面向业务生产运营，提供统计分析、预测预警、辅助生产和决策等大数据和人工智能模型库，区块链为模型库提供了可信数据、合规监管和透明操作环境。该一阶子能力通过数据商品、数据报告、大数据模型和人工智能模型等关键二阶能力的支持实现。

数据流通交易：对模型化加工所形成的数据商品和服务，实现数据开放、共享和交易等流通过程。基于区块链形成专用的数据流通可信环境，支持交易撮合、对账结算、流通监管等全流程服务，并通过跨链服务实现链与链之间



的数据互通。该一阶子能力通过等数据开放、共享、交易和数据跨链等关键二阶能力的支持实现。

2.3.4 “云网链”融合的区块链基础网络机制

区块链管理平台具备多链管理技术、动态节点管理技术和跨云组网技术，形成跨云、跨链的区块链节点网络，使区块链服务可直接对下层技术平台和资源平台进行配置和管理，形成“云网链”融合的网络架构和运作机制，有效地提升管理效率。

“云网链”融合的区块链基础网络如图7所示，其核心机制如下。

(1) 基于云服务借助虚拟化、容器化技术建立区块链数据中心，通过组网通信实现数据中心跨云连接，从而形成区块链节点资源网络，实现上层区块链平台对下层云资源的直接管理。

(2) 具备动态节点资源管理机制，支持从区块链数据中心根据资源调度和资源编排形成数据服务所需的记账节点，并在多云、多链机制下进行实时统一、弹性伸缩的节点资源管理。

(3) 具备多底层框架适配机制，形成规范的适配标准和服务软件开发工具包（software development kit, SDK），通过云原生将已经适配的多个链框架自动部署到云资源上，实现框架-节点-云资源的自动化调度与管理。

2.4 基于区块链的企业集团数字化可信度评估模型

基于区块链技术的可信数据中台建设为企业信息化体系提供了增信的作用，为了对其数字信任水平进行有效衡量，以对企业单一评估对象在可信数字化能力建设中进行横向比对，以及在多个主体间进行对标，本文提出企业集团数字化可信度评估模型。

企业集团数字化系统环境的可信度主要受数据可信度、用户身份可信度、流程可信度和跨链可信度4个独立维度的影响。对于某既定业务链 n ，其数字化可信度指标可体现为上述4类可信度的加权累加。设 $\{\alpha\}$ 为相关权重， T_1 为数据可信度， T_2 为身份可信度， T_3 为流程可信度， T_4 为跨链可信度，则：

$$T_n = t_n(T_1, T_2, T_3, T_4) = \alpha_1 T_1 + \alpha_2 T_2 + \alpha_3 T_3 + \alpha_4 T_4 \quad (1)$$

针对数据可信度 T_1 的度量值，设 D_s 为业务链的实际上链数据量， D_n 为可信数据的总量，即应上链数据量， T_1 正比于数据上链率，设 β_1 为相关性系数，则：

$$T_1 = f(D_s/D_n) = \beta_1 D_s/D_n, \beta_1 > 0 \quad (2)$$

针对身份可信度 T_2 的度量值，设 U_s 为该业务链采用可信身份进行管理的用户数， U_n 为该业务链相关总用户数， T_2 正比于用户可信身份认证率。设 β_2 为身份可信相关性系数，其与分布式业

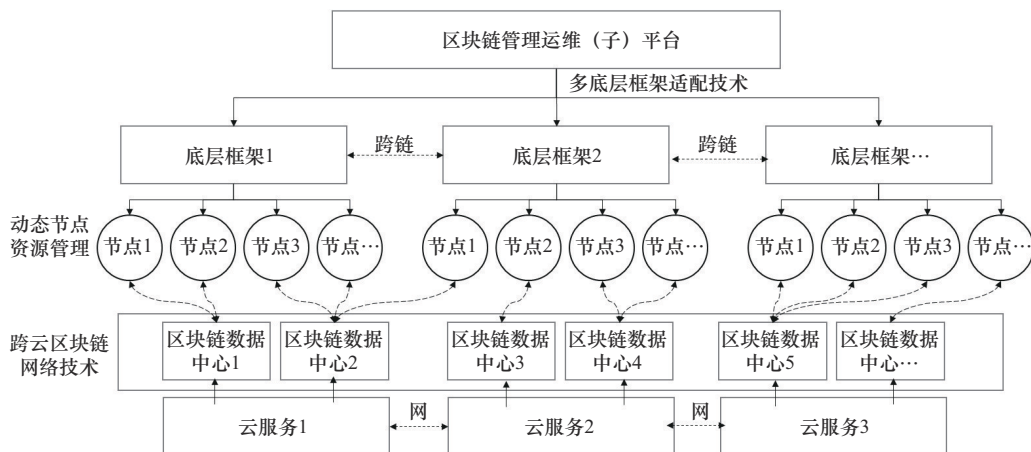


图7 “云网链”融合的区块链基础网络

务身份认证以及实名身份认证相关, 其中, 采用分布式业务身份认证的用户数为 U_s' , 影响因子为 β_2' , 采用实名身份认证的用户数为 U_s'' , 影响因子为 β_2'' , 则:

$$T_2 = f(U_s / U_n) = \frac{\beta_2' U_s' + \beta_2'' U_s''}{U_n}, \beta_2', \beta_2'' \geq 0 \quad (3)$$

针对流程可信度 T_3 的度量值, 设 P_s 为该业务链所涉及业务流程通过区块链进行管理和执行的环节数, P_n 为该业务流程的总环节数, 此处所述流程环节由企业标准化流程模型定义, 则 T_3 正比于全流程区块链技术应用率。设 β_3 为流程可信度相关性系数, 其与流程操作存证及流程智能合约执行相关, 其中, 采用流程操作可信存证的流程环节数为 P_s' , 影响因子为 β_3' , 采用智能合约执行的流程环节数为 P_s'' , 影响因子为 β_3'' , 则:

$$T_3 = f(P_s / P_n) = \frac{\beta_3' P_s' + \beta_3'' P_s''}{P_n}, \beta_3', \beta_3'' \geq 0 \quad (4)$$

针对跨链可信度 T_4 , 设 M_n 为该业务链需要与企业内外部其他业务链直接进行数据业务交互的链数量, M_s 为实际通过跨链机制进行交互并实现跨链可信的跨链数量, T_4 跨链可信度正比于跨链连接链数量占比, 设 β_4 为其相关性系数, 则:

$$T_4 = f(M_s / M_n) = \beta_4 M_s / M_n, (\beta_4 > 0) \quad (5)$$

由此业务链 n 数字化可信度为:

$$T_n = t_n(T_1, T_2, T_3, T_4) = \frac{\alpha_1 \beta_1 D_s}{D_n} + \alpha_2 \frac{\beta_2' U_s' + \beta_2'' U_s''}{U_n} + \alpha_3 \frac{\beta_3' P_s' + \beta_3'' P_s''}{P_n} + \frac{\alpha_4 \beta_4 M_s}{M_n} \quad (6)$$

设企业集团应该具备可信数据服务, 建立业务链的总体业务数量为 N , 实际建立业务链进行承载的业务量为 N' , 则业务建链率为 $k = N' / N$, 该企业集团总体数字化可信度为:

$$T = k \sum_N T_n \quad (7)$$

企业数字化可信度受使用区块链可信技术的数据比例、业务比例、用户比例、跨链比例等综合影响, 基于此提出了可信度评估的量化模型,

而对可信数据中台的搭建将促进区块链技术与业务需求的结合, 并促进上述 4 个关键要素可信技术的应用比例提高, 从而提升整体数字化可信度。

3 基于区块链服务网络的案例实践

区块链服务网络 (blockchain service network, BSN) 是由国家信息中心牵头发起, 中国移动、中国银联等多家单位联合开展建设的全球性区块链公共基础设施, 旨在助力解决区块链技术在产业应用中面临的成链成本高、技术门槛高、底层平台异构、运维监管难等发展问题^[12], 构建公共及行业专用性的可信数据要素流通网络, 促进下一代价值互联网的发展。BSN 以“开放兼容、生态共建、能力共享”的理念打造, 具备跨云、跨门户、跨底层服务框架的技术特性, 作为新型基础设施用于部署和运行区块链应用, 助力用户建设基于数据安全、数据融合、数据价值、数据资产的新一代信息治理体系。BSN 区块链专网 (简称 BSN 专网) 依托 BSN 的底层架构和技术构建, 通过提供分布式区块链节点资源网络和管理服务平台, 为政府及企业构建一个专用的或可加入的系统级分布式区块链基础设施, 具有低成本快速组网、兼容不同底层框架技术、跨链信息互通、易于上链开发、支持多云部署、资源动态调整等特点, 成为用户可信数据服务能力的关键载体。经研究估算, 在 BSN 服务体系下, 建设 4 个节点的联盟链应用成链成本约为市场价格的 1/40, 支持了包括公益慈善、物品溯源、电子发票、版权保护、数字资产管理、供应链管理等一大批应用服务创新^[12]。

某大型企业集团涉及全国多级分子公司以及多元化的产品业务线, 基于本文所述数据中台架构, 通过 BSN 专网技术建立了可信数据综合服务平台, 为核心产品生产运营、企业数据服务创新、商务流程支持等多个业务板块提供可信服务



能力,对数据溯源、数据存证、数据目录、电子签章、数据跨链等进行标准化服务封装,通过数据服务门户进行能力开放,经估算,对可信数据服务创新、业务链应用搭建、可信数据治理产生了显著实效,具体如下。

(1) 各分支单位可基于多门户机制自建与业务需求相匹配的数据服务门户、选择适用的各类技术框架和工具构建基于可信数据的服务能力,包括业务数据分析、供应链协同、用户积分管理、产品质量溯源等门户和模块,快速实现满足需求场景的数据服务,相较于可信数据中台建设,区块链应用需求审核周期平均降低了约30%,有效地提升了内部管理和市场发展的响应速度。

(2) 基于可自动化创建的区块链共享账本技术,为内外部系统对账、多方计算资源调度、合同协议签署等需求提供了可拓展、轻量级的可信数据交互机制,业务数据也可方便通过存证服务生成可信数字凭证,成为基于数据接口体系进行传统系统集成的有效补充,较之传统系统对接和区块链应用开发方式,系统可信改造成本平均降低了约50%。

(3) 通过对数据标准、数据资源和数据目录的建设,对全集团关键业务条线数据进行了清洗,形成基于可信数据的治理新规则和新工具,以供应链数据资源体系为例,全面梳理全集团供应链数据资源库,形成供应链数据目录链,数据一致性提升了27%,并为下一步数据资产库的建设奠定了基础。

4 结束语

随着国家“新质生产力”的提出,数据要素大市场建设的有序推进和企业数字化改革的深入发展,作为拥有复杂治理机制和庞大数据资源的大型企业集团需要更加柔性、敏捷的数据服务中台能力来赋能业务发展,而引入区块链技术打造

可信数据服务中台是企业发挥集中统筹作用、降本增效、服务一线、激发数据要素活力的必要手段。本文对企业集团可信数据服务中台架构进行了研究,从兼顾技术灵活性、促进数据流通共享、充分挖掘数据增信价值和新技术融合等方面进行了技术理论和机制创新,提出了一种量化的数字化可信度评估模型,并通过BSN业务实践进行了案例效果阐述。从更为广阔的视角看,企业可信数据服务只是数据要素价值化和市场化发展的第一阶段,企业数据与产业数据、政务数据、社会数据在治理体系和能力架构上应进行深度协同,未来需要对更具备互通性、安全性、公用型的可信基础设施和流通渠道进行研究。

参考文献:

- [1] 易中文,胡东滨,曹文治.面向企业信息化系统集成的中台架构研究[J].科技管理研究,2021(1):166-174.
YI Z W, HU D B, CAO W Z. Research on central platform architecture for enterprise information system integration[J]. Science and Technology Management Research, 2021, (1): 166-174.
- [2] 张宏远.数据中台的通用体系架构研究[J].通信技术,2021,54(6):1451-1455.
ZHANG H Y. Research on the general architecture of data central-platform[J]. Communications Technology, 2021, 54(6): 1451-1455.
- [3] 范吉立,张昀,李晓华,等.基于区块链的安全电子商务系统的研究与实现[J].计算机与数字工程,2020,48(12):2800-2805.
FAN J L, ZHANG Y, LI X H, et al. Research and implementation of secure electronic commerce system based on blockchain[J]. Computer & Digital Engineering, 2020, 48(12): 2800-2805.
- [4] YANG H. Logistics dynamic information retrieval based on blockchain data security model[J]. SN Applied Sciences, 2023(5):167.
- [5] 罗双玲,丁雨楠.对于基于区块链的在线数字内容平台框架及其运营机制的初步探讨[J].系统科学与数学,2022,42(6):1375-1388.
LUO S L, DING Y N. On a framework of blockchain-based online digital content platform and its operation mechanism[J]. Journal of Systems Science and Mathematical Sciences, 2022, 42(6):1375-1388.

- [6] 薛玉岱. 基于区块链的工业互联网数据共享关键技术研究[D]. 天津: 天津理工大学, 2024.
XUE Y D. Research on key technologies of Industrial Internet data sharing based on blockchain[D]. Tianjin: Tianjin University of Technology, 2024.
- [7] 刘光强, 干胜道, 傅萍, 等. 数字化重构企业价值链及应用逻辑[J]. 财会月刊, 2023 (10): 17-24.
LIU G Q, GAN S D, FU P, et al. Digital reconstruction of enterprise value chain and application logic[J]. Finance and Accounting Monthly, 2023 (10): 17-24.
- [8] 顾晔, 陈甜妹, 徐天天. 基于区块链技术的数据中台安全性提高研究与分析[J]. 制造业自动化, 2023, 45 (11): 26-30.
GU Y, CHEN T M, XU T T. Research and analysis on the security improvement of data center based on block-chain technology[J]. Manufacturing Automation, 2023, 45 (11): 26-30.
- [9] 李大伟, 宋春晓, 李斌, 等. 电力区块链基础设施架构及其设计与实现[J]. 电力工程技术, 2021, 40(2): 93-100.
LI D W, SONG C X, LI B, et al. Power blockchain infrastructure architecture design and implementation[J]. Electric Power Engineering Technology, 2021, 40(2): 93-100.
- [10] 李岳梦, 熊文剑. 区块链技术提高中台能力的思考[J]. 信息技术与政策, 2021 (9): 91-96.
LI Y M, XIONG W J. Research on blockchain technology of digital center ability improvement[J]. Information and Communications Technology and Policy, 2021 (9): 91-96.
- [11] LI W, DUAN P, SU J Z. The effectiveness of project management construction with data mining and blockchain consensus[J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2021.
- [12] 单志广, 张延强, 谭敏, 等. 区块链服务网络的构建机理与技术实现[J]. 软件学报, 2023, 34(5): 2174-2184.
SHAN Z G, ZHANG Y Q, TAN M, et al. Construction mechanism and technical implementation of blockchain-based service network[J]. Journal of Software, 2023, 34(5): 2174-2184.

[作者简介]



郎晓夫 (1986—), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师, 主要研究方向为区块链、数据治理、供应链。



谭敏 (1968—), 女, 中国移动通信集团设计院有限公司高级经济师, 主要研究方向为云计算、算力中心、区块链。

张延强 (1982—), 男, 博士, 国家信息中心高级工程师, 主要研究方向为智慧城市、区块链、人工智能。

李欣 (1984—), 女, 现就职于中国移动通信集团有限公司, 主要研究方向为区块链、数字政府、智慧城市。

刘国栋 (1977—), 男, 北京红枣科技有限公司、红枣科技研究院院长, 主要研究方向为区块链、云计算、人工智能。