

ICS 35.240.50
CCSL70

DB53

云 南 省 地 方 标 准

DB53/T 1408—2025

智能制造区块链数据上链规范

2025 - 05 - 09发布

2025 - 08 - 09实施

云南省市场监督管理局 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作指导第一部分：标准化文件结构和起草规则》的规定给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由云南大学提出。

本文件由云南省区块链和数字科技标准化技术委员会(YNTC27)归口。

本文件起草单位：云南大学、云南省工业和信息化厅、云南财经大学、云南省标准化研究院、云南省工业和信息化厅信息中心、云南南天电子信息产业股份有限公司、昆明昆船智慧机场技术有限公司、云南省公路路政管理总队(省综合交通发展中心)、云南省标准化协会。

本文件主要起草人：冯立波、白杰、余益民、朱荣、杨璐、郭俊威、谢佳乐、朱勋程、姚绍文、马骥、房发科、王金丽、赵进一、张璇、成静、马竹仙、周维、李宁、曾学、刘林海、崔鸿刚、唐嘉、何臻力、董云云、李海、薛岗、许红星、赵云刚、袁泽辉、刘俊红、吴鹏、邓显、杨守稳、王培涌。

智能制造区块链数据上链规范

1 范围

本文件规定了基于区块链的智能制造数据上链的术语和定义、缩略语、数据基本要求、上链模型、功能模块要求及流程。

本文件适用于基于区块链的智能制造数据上链的设计与应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 23031.1-2022 工业互联网平台应用实施指南第1部分：总则
GB/T 23031.2-2023 工业互联网平台应用实施指南第2部分：数字化管理
GB/T 23031.3-2023 工业互联网平台应用实施指南第3部分：智能化制造
GB/T 23031.4-2023 工业互联网平台应用实施指南第4部分：网络化协同
GB/T 23031.5-2023 工业互联网平台应用实施指南第5部分：个性化定制
GB/T 23031.6-2023 工业互联网平台应用实施指南第6部分：服务化延伸
GB/T 37043-2018 智慧城市术语
GB/T 42752-2023 区块链和分布式记账技术参考架构
GB/T 43580-2023 区块链和分布式记账技术存证通用服务指南
GB/T 43572-2023 区块链和分布式记账技术术语
DB53/T 1121-2022 区块链域名解析服务应用指南
ISO 22739:2020 区块链和分布式账本技术-术语

3 术语和定义

GB/T 23031、GB/T 37043、ISO 22739、DB53/T 1121、GB/T 43580、GB/T 42752、GB/T 43572界定的以下术语和定义适用于本文件。

3.1

智能制造 intelligent manufacturing

面向工厂内部的生产制造环节，依托工业互联网平台数据汇聚、知识沉淀、智能分析和敏捷开发等优势功能，通过构建工厂级数字孪生优化体系，从而达到提升设备运行管理、生产计划排产、生产作业执行、物流及仓储管理、质量管理，能源管理及安全与环保管理等场景智能化应用水平，帮助企业实现更大范围、更深程度、更高水平的提质、降本、增效和减排的一种新型制造模式。

[来源：GB/T 23031.3-2023]

3.2

区块链 blockchain

使用密码链接将共识确认的区块按顺序追加形成的分布式账本。

[来源: GB/T 43572-2023]

3.3

分布式身份标识 decentralized identifier

由特定格式的字符串构成, 用于表示特定实体的数字身份。

3.4

共识 consensus

在共识节点间达成区块数据一致性的认可。

[来源: ISO 22739:2020,3.11,有修改]

3.5

链上 on-chain

在区块链内定位、执行或运行。

[来源: ISO 22739:2020,3.54,有修改]

3.6

链下 off-chain

与区块链不直接相关, 数据不写入节点存储。

3.7

存证 preserve evidence

通过技术手段对电子数据进行保存和验证的行为, 保证其完整性和真实性并可追溯。

[来源: GB/T 43580-2023]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

JSON: 对象标记语言(JavaScript Object Notation)

IoT: 物联网(Internet of Things)

SCM: 供应链管理(Supply Chain Management)

API: 应用程序接口(Application Programming Interface)

EVM: 以太坊虚拟机(Embedded Virtual Machine)

UI: 用户界面(User Interface)

5 数据基本要求

5.1 基本要求

基于区块链的智能制造数据上链规范数据应准确、无冗余的描述智能制造的核心流程。
链下的数据采用JSON 格式，对上链的数据应进行哈希映射。

5.2 数据组成

上链数据种类有四种，分别是生产过程数据、设备数据、供应链数据和质量检测数据，数据种类的具体数据组成如下。

5.2.1 生产过程数据

- a) 生产时间：记录生产过程中的时间戳，用于追溯产品的制造过程；
- b) 生产地点：记录产品制造的地点用于追溯产品的来源；
- c) 产品序列号：记录产品唯一的序列号，用于追溯产品的制造过程、质量以及产品流动信息；
- d) 原材料信息：记录使用的原材料信息，包括供应商、批次号、质检报告等，用于追溯产品的质量 and 来源；
- e) 操作人员信息：记录生产过程中的操作人员信息，包括姓名、工号、操作记录等，用于追溯产品的制造过程和质量；
- f) 生产厂商：记录生产该产品的产商，用于追溯产品的制造过程和质量。

5.2.2 设备数据

- a) 设备编号：每个设备都有唯一的编号，将设备编号上链方便设备的识别和跟踪；
- b) 设备状态：用于实时监控设备状态，及时处理设备故障；
- c) 设备参数：设备的各种参数、指标和设定值；
- d) 设备位置：设备当前的位置信息，用于对设备位置进行跟踪和管理；
- e) 设备维保记录：设备的历次维保时间，用于对设备的维护情况进行跟踪和管理；
- f) 设备生产数据：设备生产过程的各类数据，用于对设备生产过程进行跟踪和管理；
- g) 设备使用权和所有权：确定设备的权属。

5.2.3 供应链数据

- a) 货物编号：跟踪和识别货物；
- b) 发货人和收货人信息：确定货物的起点和终点；
- c) 运输方式：航空、陆路或者海运运输；
- d) 交付日期和时间：确定交付的时间；
- e) 货物状态：货物当前的运输情况；
- f) 运输费用：货物运输的总成本；
- g) 运输证书和保险信息：货物运输的凭证信息；
- h) 库存数据：库存位置、库存数量、物料清单等；
- i) 市场数据：客户需求、市场趋势、竞争对手分析和消费者行为等；
- j) 合同信息：供应商合同、客户协议和采购条款等。

5.2.4 质量检测数据

- a) 货物信息：包括货物的批次、生产日期、生产厂商等信息；

- b) 检测时间：检测数据的生成时间，用于确保数据的时效性和真实性；
- c) 检测结果：检测数据的具体结果，例如，温度、湿度、重量、尺寸、化学成分等；
- d) 检测设备：检测数据的设备相关信息，包括设备型号、生产厂商、检测员等；
- e) 检测标准：检测数据的标准和规范，包括国家标准、行业标准、公司标准等；
- f) 检测地点：检测数据的地点信息。

6 智能制造区块链数据上链模型

智能制造区块链数据上链的模型架构应包括六个关键层次和组件，确保数据的安全性、完整性和不可篡改性。图1是区块链数据上链架构图：

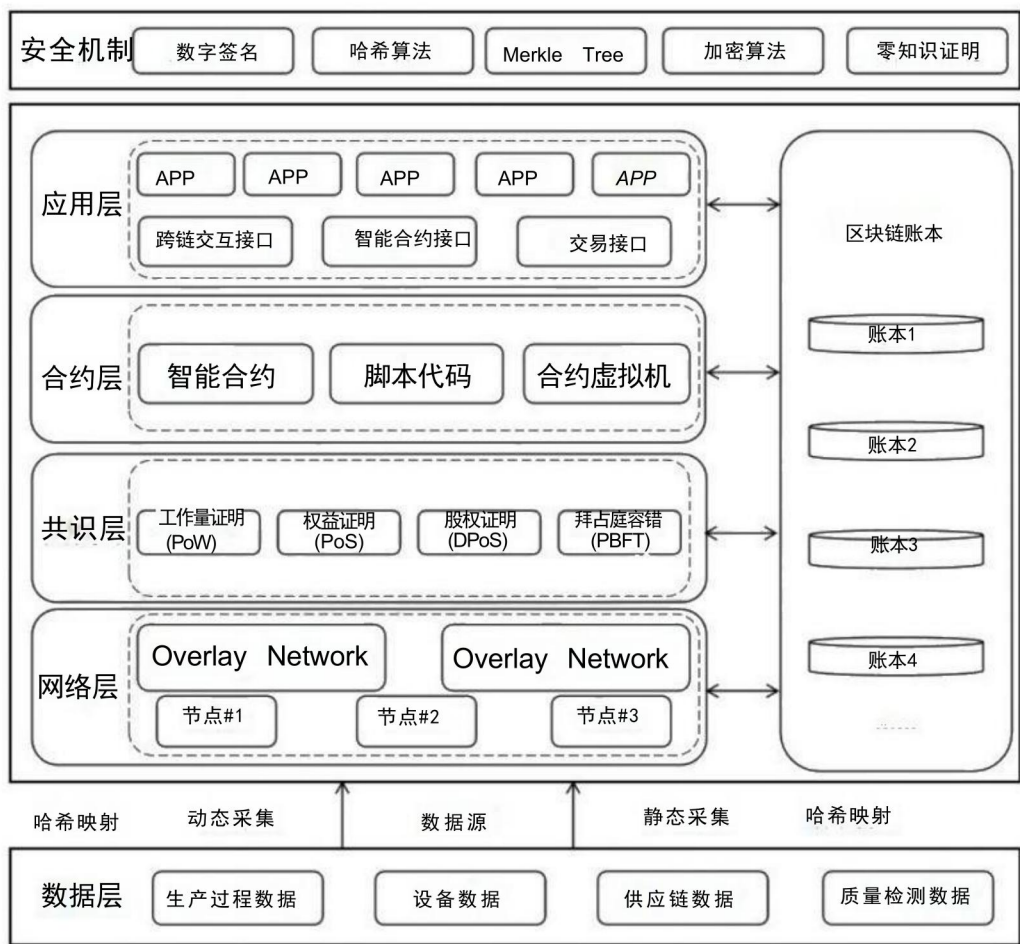


图 1 数据上链模型架构图

- a) 数据层：负责数据的采集。数据以交易的形式上传至区块链网络，区块链网络对交易进行封装和存储；
- b) 网络层：负责区块链网络节点之间的通信，它使用 P2P(点对点)网络协议和Overlay 网络架构，确保网络的去中心化和抗审查性；
- c) 共识层：负责在P2P 网络中达成对交易和区块有效性的共识；

- d) 合约层：合约层应允许开发者编写智能合约，用于基于预设条件触发交易或执行其他操作；
- e) 应用层：用户与区块链交互的接口，包括各种DApp（去中心化应用）和用户界面；
- f) 安全机制：应包括数字签名、哈希算法、Merkle Tree（哈希树）、加密算法、零知识证明等，确保数据传输和访问的安全性。

7 功能模块要求及流程

7.1 数据层功能模块要求及流程

7.1.1 数据层功能模块要求

智能制造数据具有异构异质的特点，数据层需完成对数据的统一化存储及清洗。该层由数据采集、数据清洗以及数据加密三个模块组成。对数据层各功能模块的具体要求如下：

- a) 数据采集：数据采集分为动态采集和静态采集两种方式。动态采集方式包括：根据智能制造区块链平台给出的数据接口获取相应的数据信息，包括生产过程数据、设备数据、供应链数据以及质量检测数据等；静态采集方式包括从静态数据文件中获取数据信息等；
- b) 数据清洗：数据清洗包括对数据缺失值、无效值以及冗余值的处理；
- c) 数据加密：数据在进行上链前，需要对数据进行哈希映射成长度固定的值，保证数据的安全。

7.1.2 数据层流程

数据层流程如下：

- a) 将智能制造区块链系统给出的链下数据作为数据层的输入，经数据采集模块处理后得到具有统一存储格式的智能制造区块链数据；
- b) 数据清洗，完成对数据自身缺失值、无效值以及冗余值的处理，并将数据创建时间等信息加入数据字段中；
- c) 对数据进行哈希算法加密；
- d) 把加密数据存入到区块链账本中进行上链存储，应对区块链的链上数据进行存证处理，存储结构采用分布式存储结构，形成区块。

数据层流程见图2。

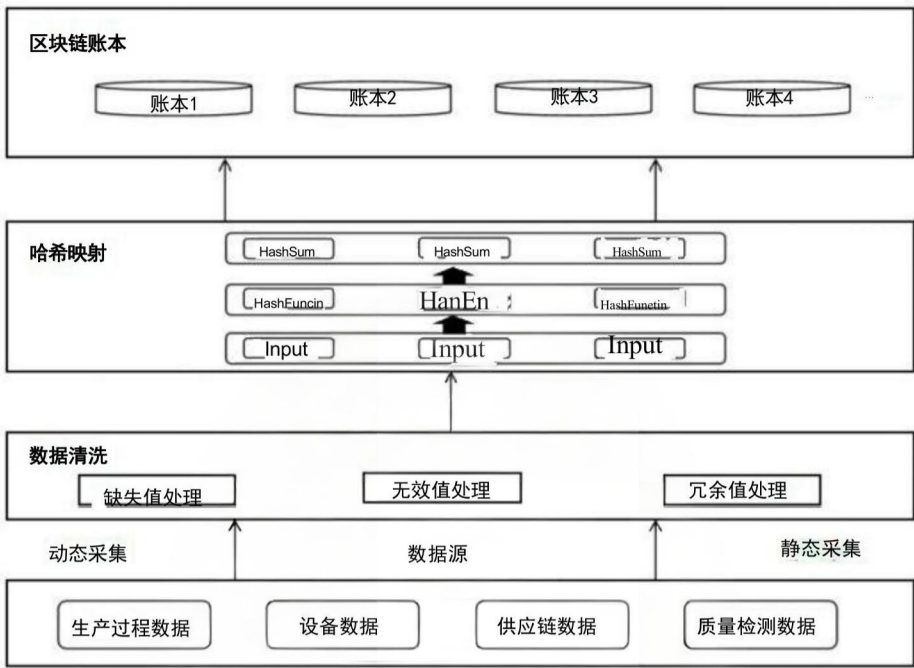


图 2 数据层流程图

7.2 网络层功能模块要求及流程

7.2.1 网络层功能模块要求

网络层应负责节点之间的通信 通过共识模块来验证和确认上链数据的正确性，利用点对点网络对上链数据进行广播。网络层应分为共识模块、网络模块以及结算模块等部分，网络层功能模块的具体要求如下：

- a) 共识模块：应确保所有节点对交易的顺序和状态达成一致；
- b) 网络模块：应确保网络中的每个节点都能接收到新的交易和区块，并且保持数据的一致性；
- c) 结算模块：处理交易的最终确认和资产的转移，并确保交易的最终性和不可逆性。

7.2.2 网络层流程

网络层流程如下：

- a) 将上链数据的区块作为网络层的输入，由共识模块在共识层中获取共识算法进行验证和确认数据记录的正确性；
- b) 在网络模块中通过点对点网络对上链数据的区块进行广播，确保网络中的每个节点都能接收到新的交易和区块，并且保持数据的一致性；
- c) 在结算模块处理交易的最终确认和资产的转移。

网络层流程图见图3。

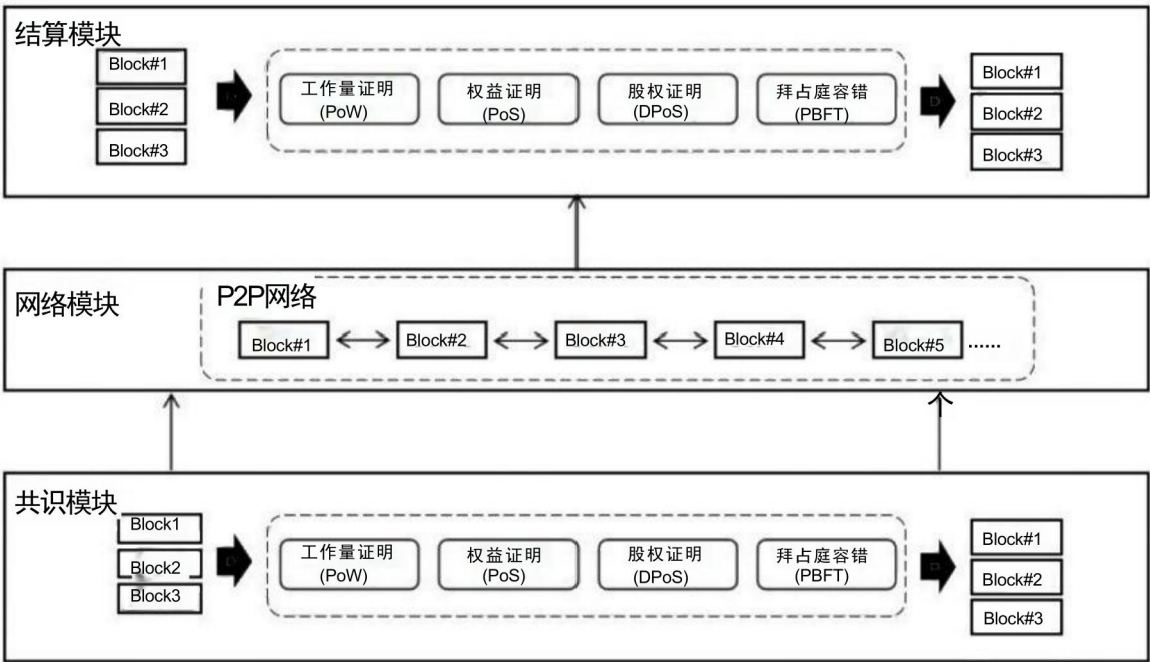


图3 网络层流程图

7.3 共识层功能模块要求及流程

7.3.1 共识层功能模块要求

共识层封装共识算法，例如工作量证明(PoW)、权益证明(PoS)、股权证明(DPoS)和拜占庭容错(PBFT)等，此模块的功能要求如下：

- a) 应负责确保区块链网络中的所有参与者对交易和区块的顺序性、有效性达成一致；
- b) 共识层与网络层协调工作，共识层应封装网络节点的各类共识算法；
- c) 应促进所有节点对当前状态达成一致，保障数据的可用性。

7.3.2 共识层流程

共识层流程如下：

- a) 将上链数据的区块作为网络层的输入，由共识模块在共识层中获取共识算法进行验证和确认数据记录的正确性；
- b) 在网络模块中通过点对点网络对上链数据的区块进行广播，确保网络中的每个节点都能接收到新的交易和区块；
- c) 最终确认交易和资产的转移。

7.4 合约层功能模块要求及流程

7.4.1 合约层功能模块要求

合约层应封装脚本代码、算法以及智能合约。合约层的关键功能模块要求如下：

- a) 智能合约开发：应包括编程语言的选择、合约逻辑的编写；

- b) 跨链码调用：应支持跨链码的调用和状态访问，以满足一个链码调用另一个链码来实现复杂的业务逻辑；
- c) 虚拟机支持：智能合约应在EVM等多种形式的虚拟机上执行。

7.4.2 合约层流程

合约层流程如下：

- a) 合约编写：开发者可使用支持的编程语言编写智能合约的代码；
- b) 编译合约：编写后的智能合约可被编译成部署在区块链上的字节码；
- c) 部署合约：编译后的智能合约应被部署到区块链网络中；
- d) 网络共识：部署交易后，智能制造区块链网络中的节点应对交易的有效性达成共识；
- e) 调用合约：智能合约部署后，用户或其他应用程序可通过发送交易来调用合约中的函数。

7.5 应用层功能模块要求及流程

7.5.1 应用层功能模块要求

应用层应提供UI 和 API，允许用户与区块链网络进行交互。区块链应用层的关键功能模块要求如下：

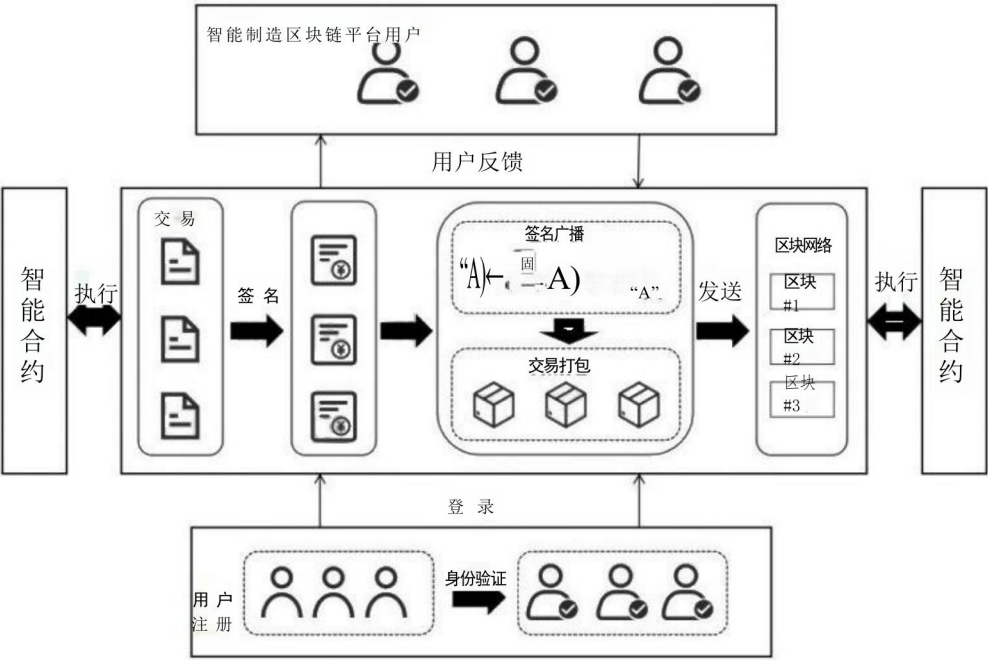
- a)UI： 应提供直观、易用的用户界面，使用户能够轻松地与区块链进行交互；
- b) 身份验证：应确保只有授权用户才能访问应用层，包括多因素认证、分布式身份标识等安全措施；
- c) 智能合约交互：应提供接口和工具，使用户能够创建、部署、调用和进行互操作；
- d) 交易管理：应包括交易的创建、签名、发送和状态跟踪；
- e)API： 应提供丰富的应用接口，供开发者构建应用程序，并且能支持跨链交互。

7.5.2 应用层流程

应用层流程如下：

- a) 用户注册和登录：用户创建账户并登录到区块链应用层；
- b) 身份验证：通过身份验证的用户有权访问应用层；
- c) 交易创建：根据用户输入创建交易；
- d) 交易签名：用户可对交易进行数字签名，确保交易的安全性和不可抵赖性；
- e) 交易发送：将签名后的交易发送到区块链网络；
- f) 交易广播：节点接收并广播交易；
- g) 共识机制：节点通过共识机制验证交易的有效性；
- h) 交易打包：有效的交易被打包进区块；
- i) 智能合约执行：如果交易涉及智能合约，合约可被执行；
- j) 结果反馈：交易结果和智能合约将执行结果反馈给用户。

应用层流程图见图4。



附 录 A
(资 料 性)
智能制造区块链数据上链实例

A.1 智能制造区块链数据上链实例

企业可将关键的生产数据、设备信息、交易记录、产品溯源等信息记录在区块链上，例如：

- a) 产品溯源：企业 A 将每个产品的原物料供应商、加工工艺流程、品质信息等上链，并利用区块链进行溯源；
- b) 生产数据上链：企业 B 将生产数据进行实时上链，包括产出数据、不良项目、生产率等，以提高数据的真实性和生产管理的智能化水平；
- c) 设备信息上链：企业 C 将设备的相关信息上链，如生产数据、保养信息、维修数据等，实现设备的生命周期管理；
- d) 表单签核上链：企业 D 将表单签核信息上链，同时利用智能合约自动执行奖惩措施；
- e) 质量检测数据上链：企业 E 将检测设备的数据实时采集并上链，确保检测结果的公正性和可靠性；
- f) IOT 设备状态监控：企业 F 通过区块链平台，可以实时监控工业物联网中各种生产制造设备的状态，提高设备的利用率和维护效率。

A.2 数 据 层

数据层负责存储所有交易数据和智能合约代码。以资产 A 上链交易过程为例：

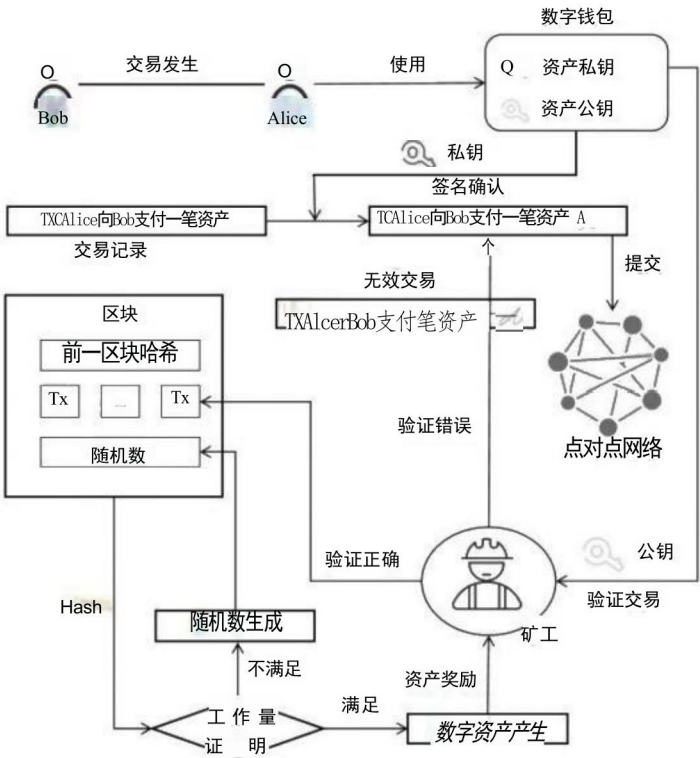
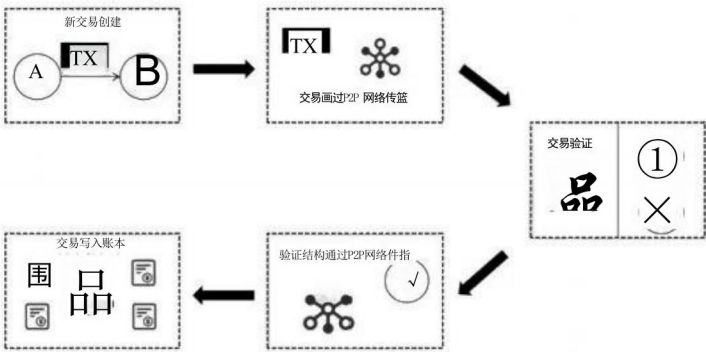


图 A.1 资产 A 上链交易过程

A.3 网络层

数据上链在网络层指的是将交易或区块数据在区块链网络中传播和确认的过程。例如在网络层中广播资产B的交易：

资产交易B被发送到网络节点后，这笔交易将会被该节点验证。若验证有效，该节点将该笔交易广播至区块链网络；同时，交易发起者会收到一条表示交易有效并被接受的返回信息。若验证无效，该节点会拒绝接受这笔交易。

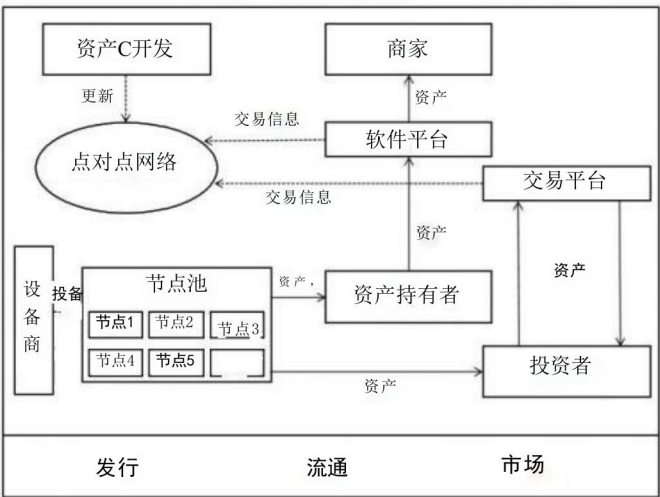


图A.2 对交易进行网络广播

A.4 应用层

数据上链在应用层指的是将用户生成的数据或业务操作转化为交易，并提交到区块链网络中。

以资产 C 交易为例：用户通过钱包发起一笔转账，钱包应用会创建一笔交易，并将这笔交易提交到区块链网络，实现资金的转移。



图A.3 智能制造区块链的应用