



物联网区块链应用白皮书



中国联通研究院、中关村区块链产业联盟

2018 年 12 月

编写说明

顾问：严斌峰

主任：加雄伟

编写委员（按姓氏拼音排序）：

贺娇瑜 加雄伟 穆晓君 孙进芳 闫硕 杨开敏

主编单位：中国联通研究院◆终端与智能卡研究中心

联合编写发布单位：中关村区块链产业联盟

内容摘要

当前,新一轮科技革命和产业变革正持续深入,云计算、大数据、物联网、人工智能、区块链等新技术不断涌现,数字经济已成为推动经济增长、促进社会发展的新动能。

区块链作为分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法和智能合约等技术的集合体,近年来已成为众多国家政府的重要关注热点,相关研究技术及标准组织层出不穷,产业界亦加大投入力度,寻求相关技术方法应用落地。

我国《“十三五”国家信息化规划》中把区块链作为一项重点前沿技术,明确提出需加强相关新技术的创新、试验和应用,力求抢占先机,掌握新一代信息技术主导权。目前,区块链技术已被应用到物联网、智能制造、供应链管理、数字资产交易等诸多领域并将逐步与实体经济深度融合,助力实体经济转型升级。业界预测,区块链与人工智能等技术的融合应用将引发新一轮的技术创新和产业变革。

《物联网区块链应用白皮书》系统分析了我国区块链产业的发展现状及当前区块链在国际行业标准、开源框架、产业联盟和知识产权等方面的进展和成果,着重介绍了区块链在物联网领域的典型应用及在通信行业的应用情况,并提出了物联网区块链技术与应用发展建议。

目 录

一、概述.....	4
1.1 背景.....	4
1.2 产业发展现状.....	6
1.3 市场情况.....	7
1.4 术语与缩略语.....	7
1.4.1 术语.....	7
1.4.2 缩略语.....	9
二、国内外区块链发展现状.....	10
2.1 区块链国际/行业标准化情况.....	10
2.2 区块链开源平台发展情况.....	12
2.3 区块链产业联盟发展现状.....	13
2.4 国内外区块链专利申请情况.....	16
2.5 区块链应用全景图.....	16
三、区块链和物联网的融合发展.....	18
3.1 物联网与区块链.....	18
3.2 区块链在物联网中的应用.....	21
3.2.1 工业物联网.....	22
3.2.2 物流与物流金融.....	22
3.2.3 溯源防伪.....	23
3.2.4 智能交通.....	24
3.2.5 医疗保健.....	24
3.2.6 环保.....	25
3.2.7 能源.....	26
3.2.8 农业.....	27
3.2.9 物联网支付.....	29
四、通信行业“物联网+区块链”应用研究.....	29
4.1 全球通信运营商区块链整体发展情况.....	29
4.2 “物联网+区块链”在通信行业应用场景.....	31
4.2.1 数字身份认证.....	31
4.2.2 国际漫游结算.....	32
4.2.3 供应链管理.....	32
4.2.4 数据管理与交易确权服务.....	33
4.2.5 5G 网络.....	33
4.2.6 边缘计算与网络演进.....	34
4.2.7 车联网.....	35
4.2.8 物联网设备安全.....	36

4.2.9 区块链云服务（BaaS）	36
五、物联网区块链发展建议	38

一、概述

1.1 背景

区块链的本质是一种数字分布式账本，它依托一系列加密算法、存储技术、开发工具构建而成，以分布式、不可篡改和可信的方式保证所记录交易的完整性、不可反驳和不可抵赖性。区块链的区块被定义为一种具备一定信任机制，可执行读取或写入操作的数据集，其中包含交易及其它记录的确认、合约、存储、复制、安全等信息。

区块链的核心应用能力主要包括三大特性，分别是：“去中心化”、“不可篡改”和“智能合约”。其中，“去中心化”特性是以无中心化的方式集体共享、维护数据体系，体系中每个节点的参与者都可根据自己的需求在权限范围内直接获取信息，而不需要中间平台传递。区块链的“不可篡改”特性旨在保证数据的稳定性和可靠性，降低数据被篡改的风险。而区块链的“智能合约”特性可一定程度上降低现实生活中的违约现象。

从应用形态上讲，区块链主要包括公有链、私有链和联盟链，不同类型的区块链有着不同的内涵和功能，适用于不同的应用场景。

公有链是一种完全开放的区块链，其参与者均可以随时进入系统中进行数据读取、交易发送与确认、竞争记账以及系统维护等工作。公有链的典型应用包括比特币、以太坊等。

私有链是指其写入权限由某个组织或机构控制的区块链，其读取权限可对外开放，或者附加一定程度的限制。私有链具备交易速度及交易成本控制机制，可极大程度避免恶意攻击，保护数据隐私，不容易被外部恶意攻击。私有链的典型应用包括 Eris Industries、Overstock 等。

联盟链是指由若干个机构共同参与管理的区块链，其中每个机构运行并管理着链上一个或多个节点，其数据只允许联盟内各机构进行读写，各机构间可发送交易，并共同来记录交易数据。联盟链的典型应用包括超级账本、R3CEV（R3 Crypto Exchange Venture）等。

作为一种在缺乏相互信任的竞争环境中低成本完成可信交易的新型计算范式或协作模式，区块链凭借其独有的信任解决机制，正在改变诸多行业的运行规则，是未来发展数字经济、构建新型信任体系不可或缺的关键技术方法之一。

1.2 产业发展现状

全球范围内，区块链已被众多国家认可，并被逐步推广应用到诸多领域。在中国，区块链更是获得高度重视，成为国家积极布局，各行各业探索研究，寻求应用落地的热点。

2016 年，国务院印发《“十三五”国家信息化规划》，突出强调发展区块链与大数据、人工智能等新技术的重要性。2017 年，工信部发布了《中国区块链技术和应用发展白皮书》，成为全球首个官方的区块链落地指导文件。中国人民银行印发的《中国金融业信息技术“十三五”发展规划》，也明确提出了积极推进区块链、人工智能等新技术应用研究的要求。2018 年 6 月，工信部印发《工业互联网发展行动计划（2018-2020 年）》，鼓励推进边缘计算、深度学习、区块链等新兴前沿技术在工业互联网的应用研究。

截至 2018 年 5 月底，北京、上海、广东、河北（雄安）、江苏、山东、贵州、甘肃、海南等省市或地区发布了区块链相关政策及指导意见，多个省份将发展和应用区块链技术列入本地的“十三五”战略发展规划，并积极开展区块链的产业链布局。随着区块链技术在应用层面的不断拓展，各地纷纷推出区块链鼓励政策，越来越多区块链技术企业选择到落户政策优惠地区发展。

1.3 市场情况

当前，相关产学研组织或单位正将区块链技术与云计算、大数据和人工智能等前沿技术深度融合、集成创新，面向各行各业探索商业应用，不断构建各类技术多元化、领域精细化的专业型区块链。区块链“脱虚向实”趋势明显，行业生态已经初步成形，正在助力各个领域实体经济高质量发展。

据有关资料显示，我国以区块链业务为主营业务的公司数量增长迅速，产业已经初步形成规模。目前，北京、上海、深圳和杭州是国内区块链创业活跃度最高的四座城市。北京科委等管理机构正在积极推动以区块链为代表的分布式技术发展，鼓励金融机构利用区块链和云计算等技术手段加快产品和服务创新，支持区块链技术在金融监管与风控、普惠金融、商品溯源等领域的应用。

1.4 术语与缩略语

1.4.1 术语

本白皮书中使用的术语主要包括：

1) 对等网络 peer-to-peer network

对等网络是一种在对等参与者（Peer）之间分配任务和工作负载的分布式应用架构，是对等计算模型在应用层形成的一种网络协作模式。

2) 共识机制 consensus mechanism

共识机制是通过特殊节点的投票，在约定的时间内完成交易的验证和确认。在区块链中，通常由全部或部分利益不相干者来达成共识。

3) 分布式账本 distributed ledger

分布式账本是区块链中的数据存储方式。在区块链中，数据通过分布式节点进行分布式存储。区块链中的全部或部分参与者存储和管理全部或部分区块链数据。

4) 加密货币 cryptocurrency

加密货币是一类数字货币（或称虚拟货币），使用密码学原理来确保交易安全及控制交易。

5) 跨链技术 cross-chain technology

跨链技术是一类解决区块链之间互联互通的技术，用于构建不同区块链之间的信息互通，包括区块链之间的原子交易、资产转换等。

6) 钱包 wallet

钱包，也称为电子钱包，是一个包含私钥等信息的文件。钱包通常包含一个软件客户端，用于管理钱包所有者在区块链中的交易相关信息，例如，钱包所有者的加密货币的数量等。

7) 区块链 blockchain

区块链技术是分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等技术的统称。使用区块链技术构建的平台，称为区块链，或者区

块链系统。在本技术白皮书中，若没有特别说明，区块链既指区块链技术，也指区块链系统。

8) 去中心化 decentralization

去中心化是一种非传统的结构关系，与中心化相对应。去中心化通常在拥有众多节点的系统中或在拥有众多个体的群中使用。在去中心化的结构关系中，组织关系不再由一个或几个节点（或个体）来确定，而是转由全部或部分节点（或个体）来通过一定的机制（例如，共识算法）来确定。

9) 智能合约 smart contract

智能合约是一种存在于区块链上的程序。类似于区块链上的分布式账本，智能合约也拥有去中心化、透明、不可篡改的特性。

10) 区块链交易 blockchain transaction

区块链交易是指区块链的参与者在区块链上的信息交互过程。在有些具备代币功能的区块链中，区块链交易通常伴随着代币拥有关系的转变。

1.4.2 缩略语

本白皮书使用的缩略语主要包括：

缩略语	英文全称	中文全称
API	Application Programming Interface	应用程序编程接口
BaaS	Blockchain as a Service	区块链云服务

BCOS	BlockChain OpenSource	区块链开源平台
CCSA	China Communications Standards Association	中国通信标准化协会
CESI	China Electronic Standardization Institute	电子技术标准化研究院
GSMA	Global System of Mobile communication association	全球移动通信系统协会
EEA	Enterprise Ethereum Alliance	企业以太坊联盟
IaaS	Infrastructure as a Service	基础设施即服务
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气和电子工程师协会
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
ITU	International Telecommunication Union	国际电信联盟
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector	国际电信联盟电信标准分局
P2P	Peer-to-peer	节点到节点
VM	Virtual Machine	虚拟机
W3C	World Wide Web Consortium	万维网联盟

二、国内外区块链发展现状

2.1 区块链国际/行业标准化情况

全球范围内，区块链标准化已引起广泛重视，ISO、ITU、W3C、CCSA 等国际和行业标准化组织纷纷启动区块链标准化工作。

ISO：2016 年 9 月，ISO 成立了区块链和分布式记账技术委员会（ISO/TC307），开展区块链相关标准研制工作，主要涉及基础技术、智能合约、安全隐私、身份认证、互操作等方向。

IEEE: 2017 年 12 月, IEEE 成立了区块链资产交易委员会, 开展区块链资产交易相关国际标准的制订工作, 提供区块链资产交易平台的开源参考实现, 并研究相关标准与机制, 用于对市场上的代币进行评测和认证及以对区块链资产交易机构进行评级。

ITU: 自 2017 年初, ITU-T 成立了多个焦点组进行区块链技术与应用研究, 同时多个研究组也从不同领域开展区块链应用标准化工作。ITU-T 的 SG13、SG16、SG17 和 SG20 等研究组分别从未来网络、多媒体应用、安全与标识、物联网与智慧城市等领域着手研究区块链应用的标准化, 同时, ITU-T FG DLT、FG DFS、FG DFC 和 FG DPM 等几个焦点组也分别从区块链应用分析、数字金融服务应用、数字货币应用和区块链数据处理等领域研究区块链技术与标准化问题。

W3C: 2016 年 6 月, W3C 新设立的区块链社区组, 开展区块链应用与标准化研究, 分析基于区块链技术的 WEB 应用的用例和标识等标准化问题。

CCSA: CCSA 的多个技术委员会(包括 TC1、TC8、TC10 和 TC11 等)纷纷着手区块链相关标准研究与制定工作。CCSA TC1 融合大数据和区块链等技术, 重点研究区块链通用评测等相关标准。CCSA TC8 重点研究区块链安全相关的行业标准, 也包括商品信息追溯、数字证书管理等应用标准; CCSA TC10 成立物联网区块链子工作组, 负责区块链

技术在物联网及其涵盖的智慧城市、车联网、边缘计算、物联网大数据、物联网行业应用、物流和智能制造等领域的应用研究与标准化。

CESI：2016 年底，CESI 成立了中国区块链技术和产业发展论坛，论坛下设标准工作组，开展区块链和分布式记账技术领域的标准化工作。

2.2 区块链开源平台发展情况

国际主流的区块链开源平台主要包括超级账本、以太坊等，国内的开源平台主要包括 BCOS 等。

超级账本（Hyperledger）：超级账本将研究重点放在区块链数字技术和交易验证等应用领域，吸引了 IBM、英特尔、华为等众多公司参与，目前已经有超过 200 家会员单位。超级账本着眼于让成员共同合作，共建业务流程简化、应用领域广泛的区块链开放平台。

以太坊（Ethereum）：以太坊是一个开源且具备智能合约功能的公共区块链平台，平台能够面向公众应用，部署去中心化公有链，但目前还不能满足企业开发联盟链应用的诸多需求。很多企业各自基于以太坊开源平台进行了区块链联盟链应用探索和技术改进。

企业以太坊：企业以太坊是由企业以太坊联盟（Enterprise Ethereum Alliance）推出的开源平台。企业以太坊联盟于 2017 年 2 月由摩根大通、微软、英特尔和 20 多家其他企业联合成立。截至 2018

年 2 月，该联盟已经吸引了超过 150 家成员加入。企业以太坊联盟旨在合作开发面向企业且更容易地使用的以太坊开源平台，并制定相关技术标准。与以太坊相比，企业以太坊更加注重隐私保护、信息保密、功能扩展、安全提升和跨链协作等企业关注特性。

BCOS: BCOS 聚焦于企业级应用服务的区块链技术开源平台，已经在多个企业级应用场景中得到验证。BCOS 由微众银行、万向区块链、矩阵元企业联合研发，为分布式商业提供完备的区块链技术基础设施及服务。

除以上平台，国内外还有一些很有意义的区块链开源平台，由于篇幅限制，这里不再一一介绍。

2.3 区块链产业联盟发展现状

近年来，世界范围内成立了众多全球性或区域性的区块链产业联盟，这些联盟分别专注于不同的区块链应用领域，以求加速推进区块链技术研发及在各个行业中的应用。相关联盟主要包括：

R3 区块链联盟：该联盟由 R3CEV 公司发起，吸引了众多金融机构参与，会员遍布全球，数目超过 60 家。R3 区块链联盟致力于为银行提供区块链技术并建立区块链概念性产品。2016 年，R3 区块链联盟发布了为金融机构量身定制的区块链技术平台 Corda，并于 2017 年将 Corda 项目代码开源。

CBSG 运营商区块链联盟 (Carrier Blockchain Study Group) : CBSG 由美国电信运营商 Sprint、美国 TBCASoft、日本软银集团联合成立。Sprint 使用 TBCASoft 开发的一个区块链平台将自己的一些系统连接在一起, 例如基站子系统。CBSG 支持跨运营商的支付能力, 可实现充值、移动钱包漫游、国际汇款和物联网支付等业务。目前, CBSG 已经成功测试了移动支付系统, 并通过该系统为不同运营商的预付费电话充值。

TIoTA 可信物联网联盟 (Trusted IoT Alliance) : 该联盟由思科、Bosch、ConsenSys、IOTA 等公司联合成立, 致力于构建基于区块链的、可信赖的物联网生态系统, 提升物联网的安全性及可信性, 同时也注重开源区块链协议的标准化工作。同时, TIoTA 亦十分注重系统兼容能力, 支持与基于超级账本、比特币和以太坊等开源平台的系统互联互通。

BiTA 区块链货运联盟 (Blockchain in Transport Alliance) : BiTA 成立于 2017 年 8 月, 成员包括联邦快递、UPS、京东物流等, 目前已经超过 100 家。BiTA 整合货运及物流行业链, 探讨区块链在货运行业的应用模式, 开发制定货运行业区块链标准, 从而提高货运流程的透明度及效率, 推动货运物流行业高速发展演进。

可信区块链推进计划: 可信区块链推进计划由中国信息通信研究院牵头发起, 前身是可信区块链联盟。可信区块链推进计划旨在推动

区块链基础核心技术研发和行业应用落地，加快可信区块链标准的更新迭代，支撑政府决策，促进区块链行业良性健康发展，提升我国区块链相关技术与应用的国际影响力，目前共有 220 多家单位加入该计划。可信区块链推进计划设有三大工作组，分别是技术标准工作组、行业应用工作组和政策法律工作组。各工作组分别致力于技术标准、行业生态和监管政策研究工作，负责组织相关会员就专门议题开展研讨交流。

中关村区块链产业联盟：中关村区块链产业联盟成立于 2016 年 2 月，在公安部网络安全保卫局和中关村管委会的指导下，由世纪互联公司、清华大学、北京邮电大学等高校、中国通信学会、中国联通研究院等运营商，及集佳、布比网络等公司联合发起。目前该联盟拥有 80 多家会员、涵盖政府机构、科研院校、区块链研发企业、投资机构等。中关村区块链产业联盟立足于区块链产业，旨在发挥政府、高校、研究机构、专家和企业之间的桥梁纽带作用，加强国内国际交流，推广区块链技术的研究和应用，共同推动区块链产业发展。成立 2 年来，中关村区块链产业联盟通过举办和参与多种形式的技术研讨会、沙龙、峰会、论坛、创新应用大赛等活动，探讨区块链技术发展趋势、推动各类区块链应用落地。

2.4 国内外区块链专利申请情况

区块链相关专利申请是当前业界的热点。各类初创公司、大学、金融机构等组织或单位均积极开展专利申请，相关工作呈以下态势：

- 2013 年前：区块链相关专利申请大多专注于版权、防伪追溯等个别应用领域。
- 2014 年以后：区块链相关专利申请所涵盖领域逐渐扩大，主要包括，金融交易安全、身份认证、算法、版权等，其中金融数字资产交易领域专利申请数量剧增。
- 2017 年中国区块链相关专利申请数量的增速远超美国，领先全球。2017 年，IPRdaily 发布“2017 全球区块链企业专利排行榜”，在前 100 名申请者名单中，中国入榜的企业和研究机构占比超过 49%，其次为美国占比 33%。中国联通 2017 年区块链相关专利申请数量超过 19 篇，在“2017 全球区块链企业专利排行榜”中名列第 10 位，并在中国企业申请量中排名第 7 位。截至 2018 年 11 月，中国联通的区块链相关专利申请数已突破 100 项。

2.5 区块链应用全景图

将大数据、物联网、人工智能与区块链等新技术相互融合，促进数字经济和实体经济发展，是当前社会经济发展的主流方向。国内外

主流互联网公司和通信运营商纷纷投身技术融合研究，发展相关应用，积极布局区块链生态圈。

在云平台上搭建区块链云服务，对接必要的支撑平台，基于区块链云服务提供区块链应用，是发展区块链技术和提供区块链服务的有效方式之一。如图 1 所示，区块链云服务具备广泛的应用能力，可面向产业领域，推动智慧城市、保险金融的行业发展；可面向公众领域，增强智能钱包、电子代券等应用效能；可面向企业经营，提升产权管理、大数据交易等服务能力；还可面向通信领域，完善漫游结算、边缘计算等功能体系。

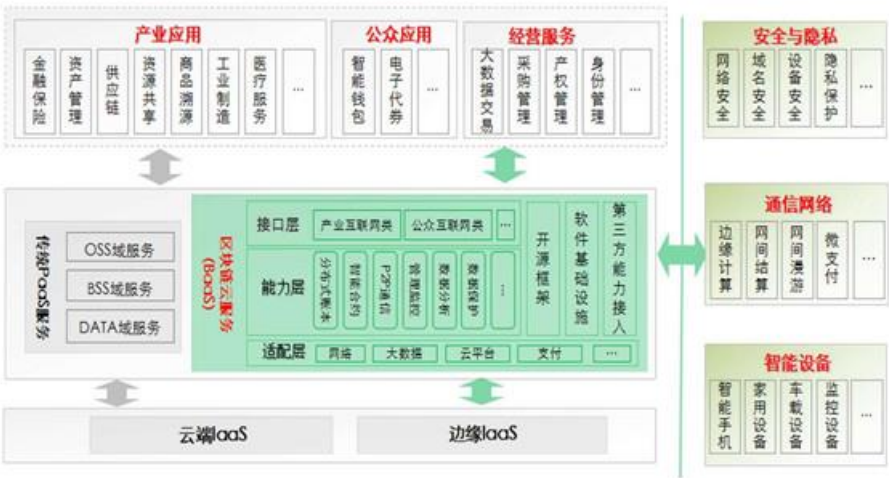


图 1 区块链应用全景图

三、区块链和物联网的融合发展

3.1 物联网与区块链

当前，物联网产业进入井喷期，连接空间不断扩充，产业发展呈现出“面向行业，以 IoT 平台使能为基础，寻求 SaaS 服务与数据变现”的态势，具有巨大的发展潜力。然而现阶段物联网产业发展仍面临诸多挑战，主要表现在面对日益增多的物联网需求，如何提升传统物联网产业能力，确保数据的隐私性、安全性、连续性及交互兼容性。

传统物联网产业通常采用建立集中或分布式使能服务平台，连接能力需求及提供方的服务模式（图 2）。其中，集中式是指物联网服务集中在一个位置（比如某个数据中心）进行中心化的部署和执行；而分布式是指相关平台可部署在多个位置，并可分层管理和服务，但依旧遵循某些中心化原则。

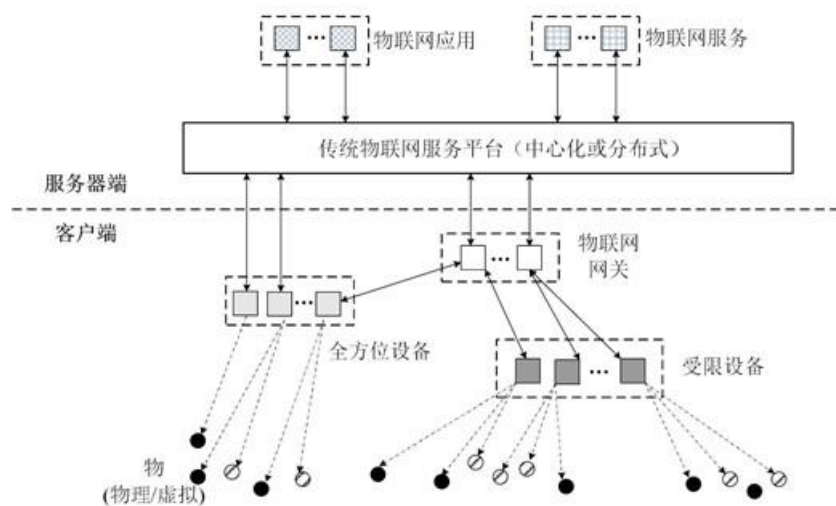


图 2 传统物联网服务模式

根据有关机构预测，2020 年全球的物联网设备数量将达到数百亿台。随着物联网中设备数量的急剧上升，服务需求不断增加，传统物联网服务模式面临巨大挑战，主要体现在数据中心基础设施建设与维护投入成本的大幅提升，以及相关物联网服务平台存在安全隐患和性能瓶颈问题。

为解决上述问题，不少企业或机构开始尝试设计各种新型物联网服务模式，而使用 P2P 技术和区块链技术来搭建去中心化的物联网服务平台已成为其中重要的模式之一（图 3）。

区块链技术支持设备扩展，可用于构建高效、安全的分布式物联网网络，以及部署海量设备网络中运行的数据密集型应用；可为物联网提供信任机制，保证所有权、交易等记录的可信性、可靠性及透明

性，同时，还可为用户隐私提供保障机制，从而有效解决物联网发展面临的大数据管理、信任、安全和隐私等问题，推进物联网向更加灵活化、智能化的高级形态演进。

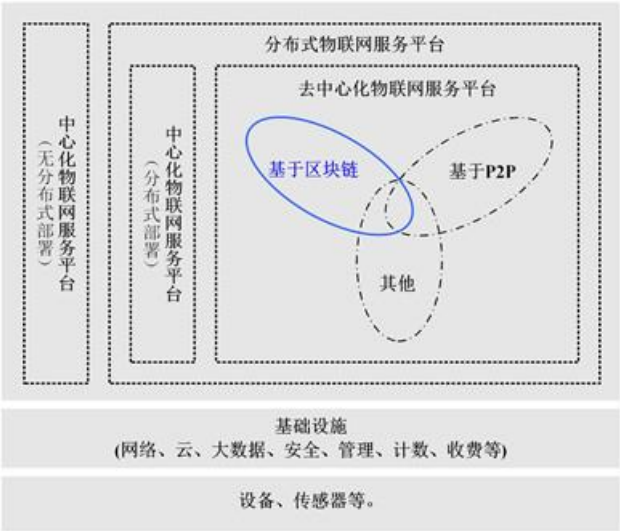


图3 物联网服务平台的多种服务模式

使用区块链技术构建物联网服务平台（图4），可“去中心化”地将各类物联网相关的设备、网关、能力系统、应用及服务有效连接融合，促进其相互协作，打通物理与虚拟世界，降低成本的同时，极大限度的满足信任建立、交易加速、海量连接等需求。从2017年初，中国联通牵头在国际电信联盟（ITU）第20研究组发起成立Y. IoT-BoT-fw（基于物联网区块链的去中心化业务平台框架）和Y. IoT-DIDS-arc（去中心化的物联网设备标识服务需求与功能框架）等国际标准

项目，研究并制定基于区块链技术的物联网服务平台和物联网标识等相关国际标准。

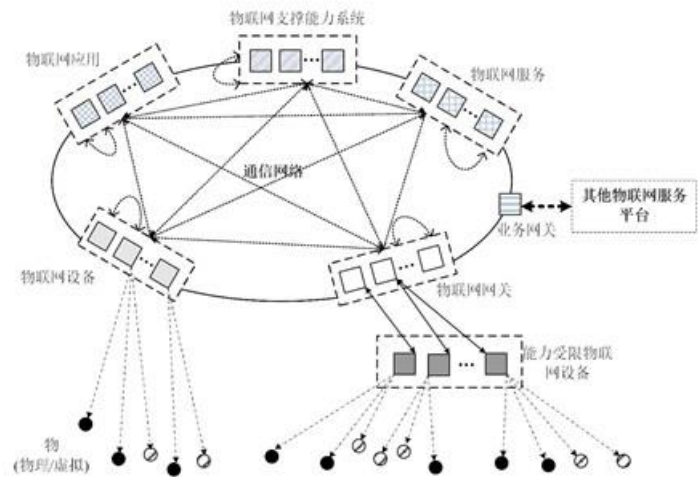


图 4 基于区块链的物联网服务平台

3.2 区块链在物联网中的应用

区块链在物联网领域的应用探索始于 2015 年左右，主要集中在物联网平台、设备管理和安全等应用领域，比较典型的应用领域包括，工业物联网、智能制造、车联网、农业、供应链管理、能源管理等。目前国内外在智能制造、供应链管理等领域有一些比较成熟的应用，其他领域的应用还多处于试验阶段。本白皮书将从工业互联网、物流、溯源防伪、智能交通等多个领域展开分析。

3.2.1 工业物联网

组建高效、低成本的工业物联网，是构建智能制造网络基础设施的关键环节。在传统的工业物联网的组网模式下，所有设备之间的连接与通信需要通过中心化的网络及通信代理予以实现，这极大增加了组网和运维成本，同时此组网模式的可扩展性、可维护性和稳定性也相对较差。

区块链方法基于 P2P 组网技术和混合通信协议处理异构设备间的通信，能够显著降低中心化数据中心的建设和维护成本，同时还可以将计算和存储等能力分散到物联网网络各处，有效避免由单一节点失败而导致整个网络崩溃问题。区块链中分布式账本的防篡改特性，能有效降低工业物联网中任何单一节点设备被恶意攻击和控制后带来的信息泄露和恶意操控风险。利用区块链技术组建和管理工业物联网，能及时掌控网络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，从而能提供更加精准、高效的供应链服务。

3.2.2 物流与物流金融

区块链在物流和物流金融领域的应用，是当前的一个研究和应用热点。区块链的数字签名和加解密机制，可以充分保证物流信息安全以及寄、收件人的隐私。区块链的智能合约与金融服务相融合，可简化物流程序、提升物流效率。

基于区块链的物流快递是一个比较典型的区块链物联网应用。在快递交接过程中，交接双方需通过私钥签名完成相关流程，货物是否签收或交付只需要在区块链中查询即可。在最终用户没有确认收到快递前，区块链中就不会有相关快递的签收记录，此机制可有效杜绝快递签名伪造、货物冒领、误领等问题。同时，区块链的隐私保护机制可隐藏收、发件人实名信息，从而有效保障用户信息安全。

3.2.3 溯源防伪

利用区块链的不可篡改、数据完整追溯以及时间戳等功能建立物联网平台，可针对食品、药品、艺术品、收藏品、奢侈品等商品，提供防伪溯源服务。比较典型的应用有：

商品防伪溯源：运用区块链技术搭建防伪追溯能力开放平台，通过联盟链的方式，实现线上线下零售商品的身份认证、流转追溯与交易记录等，从而更有效地保护品牌和消费者的权益，帮助消费者提升购物体验。

食品溯源：通过区块链技术与物联网的结合，使整个食品链都有证可查，每一个环节都能追根溯源，从而加强食品的可追溯性和安全性，提升食品供应链的透明度，保障食品安全。

医药溯源：区块链服务的可追溯能力和去中心化能力可应用在医药的交易、运输及溯源等方面，用于建立药品需求预测化、采购流程

简洁化、库存容量合理化、物流运输高效化的医药服务行业体系，解决供应链上下游之间的信息不透明和不对称难题。

3.2.4 智能交通

区块链技术可以在智能交通的诸多领域发挥作用，例如，车证管理、交通收费、道路管理等，具体表现为：

车辆认证管理：利用区块链数据的不可更改特性以及去中心化的共识机制，管理和提供车辆认证服务，并可以实现电子车牌号服务。

交通收费管理：使用区块链电子代币支付交通违规罚款、路桥通信费等，实现即时付款，节省管理和运营成本。

道路管理：使用区块链来记录车辆的实时位置，通过区块链平台的去中心化服务特性来判断不同区域的交通堵塞的程度，提供区域性的交通协调疏导方案。

3.2.5 医疗保健

区块链与医疗保健的结合，特别是电子医疗数据的处理，是当前区块链应用的重要研究热点之一。医疗数据有效共享可提升整体医疗水平，同时降低患者的就医成本。医疗数据共享是敏感话题，是医疗行业应用发展的痛点和关键难题，这主要源于患者对个人敏感信息的隐私保护需求。

区块链为解决医疗数据共享难题提供潜在的解决方案。患者在不同医疗机构之间的历史就医记录可以上传到区块链平台上，不同的数据提供者可以授权平台上的用户在其允许的渠道上对数据进行公开访问。这样既降低了成本也解决了信任问题。

区块链在医疗领域的一个比较典型的应用是慢病管理。医疗监管机构、医疗机构、第三方服务提供者及患者本人均能够在一个受保护的生态中共享敏感信息，协调落实一体化慢病干预机制，确保疾病得到有效控制。

3.2.6 环保

环保行业通常利用建立相关监测系统，实现重点污染源自动监控、环境质量在线监测等功能，而这中间存在着对环保监测设备和监测数据的信任问题。企业在缺乏监管的情况下，可能直接改变设备状态和篡改相关数据。此外，环保数据的共享开放也是难题。

区块链和物联网的融合，可以解决环保监管过程中存在的末端监控、数据有效性低、监控手段单一等问题。应用区块链技术可以确保每个环保监测设备身份可信任、数据防篡改，这样既能够保证企业和机构的隐私，又能做到必要的环保数据开放共享。基于区块链技术的物联网平台，能够实现不同厂家、协议、型号的设备统一接入，建立可信任的环保数据资源交易环境，助力环保等政策的落地实施。

区块链在环保领域比较典型的应用主要有：

环保数据管理：污染数据从环保监测设备传送到网络过程中存在被篡改的可能性，区块链能为每次监测提供永久性记录，并通过应用加密技术防止篡改，提升数据的可靠性，加强对排污企业的监管。应用区块链技术还可以实现排污全程的数字化跟踪，避免人为因素对排污数据准确性的影响。

一源一档：环保部门使用区块链技术搭建排污企业基础信息库，对备案排污企业所有资料和污染设备进行集中管理，为每个污染源建立对应的档案，并将档案放在区块链上，防止伪造和篡改。同时采用区块链公私钥体系建立账户验证机制，防止账户数据被盗窃。

环保税实施：区块链和物联网的融合应用能为环保税的实施提供一种可行的技术方案。区块链技术可以实现数据全网共识和共同维护，与物联网结合可以更准确的采集排污企业的排污数据。同时应用区块链区分授权，监管机构能够标注免征税的企业，防止企业滥用免征条例。

3.2.7 能源

能源行业目前存在常规能源产能过剩、新能源利用率和回报率低以及相关基础设施和硬件配置不完备等问题。同时，能源行业普遍采用传统人工运维方式，效率低、成本高，也存在安全风险。另外，监

测计量设备落后、采集数据精确度低、信息孤岛化等问题亦影响着能源行业的发展。运用区块链技术可一定程度上解决上述问题，具体实例表现为：

分布式能源管理：区块链的分布式结构与分布式能源管理架构具有高度一致性，相关技术可应用于电网服务体系、微电网运行管理、分布式发电系统以及能源批发市场。同时，区块链与物联网技术融合应用能为可再生能源发电的结算提供可行途径，并且可以有效提升数据可信度。此外，利用区块链技术还可以构建自动化的实时分布式能源交易平台，实现实时能源监测、能耗计量、能源使用情况跟踪等诸多功能。

新能源汽车管理：物联网与区块链融合技术可以提升新能源汽车管理能力，主要包括：新能源汽车的租赁管理、充电桩智能化运营和充电场站建设等。同时亦可以提升电动汽车供应商、充电桩供应商、交通运营公司、市民及各类相关商户各相关系统间的互联互通和数据共享。

3.2.8 农业

国内农业资源相对分散和孤立，造成了科技和金融等服务资源难以进入农业领域。同时，农业用地和农业产品的化学污染泛滥，产业链信用体系薄弱等问题使消费者难以获得安全和高品质的食品。物联

网与传统农业的融合，可以一定程度上解决此类问题，但由于缺乏市场运营主体和闭环的商业模式，实际起到的作用还比较有限。这些问题的根源在于在农业领域缺乏有效的信用保障机制。

物联网和区块链融合应用能够有效解决当前农业和农产品消费的痛点，一方面，依托物联网提升传统农业效率，连接孤立的产业链环节，创造增量价值；另一方面，依托区块链技术连接各农业数字资源要素，建立全程的信用监管体系，从而引发农业生产和食品消费领域革命性升级。比较典型的应用有：

农产品溯源：农产品的生产地和消费地距离远，消费者对生产者使用的农药、化肥以及运输、加工过程中使用的添加剂等信息无从了解，造成了消费者对产品的信任度降低。基于区块链技术的农产品追溯系统，可将所有的数据记录到区块链账本上，实现农产品质量和交易主体的全程可追溯，以及针对质量、效用等方面的跟踪服务，使得信息更加透明，从而确保农产品的安全，提升优质农产品的品牌价值，打击假冒伪劣产品，同时，保障农资质量、价格的公平性和有效性，提升农资的创新研发水平以及使用质量和效益。

农业信贷：农业经营主体申请贷款时，需要提供相应的信用信息，其中信息的完整性、数据准确度难以保证，造成了涉农信贷审批困难的问题。通过物联网设备获取数据并将凭证存储在区块链上，依靠智能合约和共识机制自动记录和同步，提高信息篡改的难度，降低获取

信息的成本。通过调取区块链的相应数据为信贷机构提供信用证明，可以为农业、供应链、银行、科技服务公司等建立多方互信的科技贷款授信体系，提高金融机构对农业的支持力度，简化贷款评估和业务流程，降低农户贷款申请难度。

农业保险：物联网数据在支持贷款、理赔评定等场景中具有重要的作用，与区块链结合之后能提升数据的可信度，极大简化农业保险申请和理赔流程。另外将智能合约技术应用到农业保险领域，可在检测到农业灾害时，自动启动赔付流程，提高赔付效率。

3.2.9 物联网支付

区块链在物联网支付领域比较典型的应用是利用区块链技术，为现有的物联网行业提供一种人到机器或者机器到机器的支付解决方案，并据此建立基于区块链的微支付体系，实现对物联网设备的实时接入支付，有效促进物联网数据的交易与流通。

四、通信行业“物联网+区块链”应用研究

4.1 全球通信运营商区块链整体发展情况

作为各种前沿技术的集合体，区块链已逐渐发展成为一种新型思维方式，其去中心化、不可篡改等特点不仅可以为通信行业带来了一

种全新的信用模式，也可带来全新的数字服务业务视角，促进降本增效，增强通信行业竞争力。

当前，虽然各国通信运营商针对区块链技术的研发与应用还处于起步阶段，但可明显察觉出各运营商均持积极态度开展区块链生态布局，期待在新一轮的技术革命浪潮中抓住战略机遇，掌握区块链技术发展和应用的主动权，相关生态布局策略总体上呈现出三种形态，分别是战略投资、联盟合作和自主研发。

1) 战略投资：通信运营商投资区块链初创公司，加速区块链研发及应用。例如，Verizon 投资物联网初创企业 Filament 发展物联网支付能力，Telstra Ventures 投资超过 25 家区块链技术公司，着手研究和开发基于区块链的企业解决方案。

2) 联盟合作：通信运营商积极组建或加入各类区块链联盟，共同研发企业级区块链解决方案。例如，NTT Data 与其合作伙伴共同构建可应用于国际汇款和交易结算的区块链平台；日本软银、美国 Sprint 与区块链初创公司 TACBSoft 等合作开发适用于通信运营商的区块链企业解决方案。

3) 自主研发：部分注重发展自有技术的通信运营商，选择自主研发的方式进行区块链生态布局，主要体现在区块链技术的开放合作、标准制定、专利申请等方面。美国电信巨头 AT&T、Verizon、英国电信等申请了多项与区块链相关专利。中国联通、中国电信、中国移动

牵头在 ITU-T 成立了多个区块链国际标准项目，并积极申请区块链相关专利。

综上所述，目前，国内外通信企业均已瞄准区块链应用市场，加大区块链技术研发投入力度、提升应用试点示范影响力，抢占区块链知识产权高地，寻求多方合作，力求建立区块链产业生态。

4.2 “物联网+区块链”在通信行业应用场景

近些年来，物联网作为通信行业的核心发展领域之一，正逐步向建立领域聚焦、能力聚集的物联网生态方向快速演进，引入各类新兴技术已成为通信行业培育物联网生态的重要手段，而区块链技术与物联网产业的有机融合当然是其中不可或缺的重要组成部分。

4.2.1 数字身份认证

数字身份证是指将用户或物联网中物的真实身份信息浓缩后的唯一性数字代码，是一种可查询、识别和认证的公共密钥，数字身份在物联网环境中具有代表身份的重要作用。

利用区块链技术，可以构建物联网环境下更加安全便捷的数字身份系统。数字身份在上链之前需要通过认证机构（例如，政府、企业等）的认证与信用背书，上链之后，区块链系统保障数字身份信息的真实性，并提供可信的认证服务。

4.2.2 国际漫游结算

未来，伴随着物联网连接空间的不断扩张，全球通信运营商将很有可能需要针对物联网环境，建立易于操作和运维的国际通信漫游业务以及相关结算体系。区块链技术可为相关需求提供支撑，帮助运营商建立低成本、高可靠、智能化的漫游结算体系，包含身份认证、漫游计费、欺诈识别和费用监测等服务功能。

4.2.3 供应链管理

供应链是一个由物流、信息流、资金流等要素共同组成的复杂体系，连接各行业的供应商、制造商、分销商、零售商及用户。未来，物联网中将存在数量庞大的供应链，如何有效管理供应链，建立数据透明、通信流畅、责任明确的信息传递机制是提升供应链效率所面临的重要问题之一。

区块链技术作为一种适用于规模化生产的协作工具，可用于物联网供应链管理，其去中心化特性能使数据在交易各方之间公开透明，保证信息流的完整与流畅，这可确保参与各方能及时发现供应链系统运行过程中存在的问题，找到应对问题的方法；其数据不可篡改性和时间戳的存在能很好地运用于解决供应链体系内各参与主体之间的纠纷，实现轻松举证与追责；其可追溯性可协助去除供应链内产品流转过程中的假冒伪劣问题。

4.2.4 数据管理与交易确权服务

物联网时代人与物、物与物的连接数呈爆发式增长，这使通信运营商管理的数据规模不断攀升，数据管理过程中相关信息的确权、追溯、保护等工作面对全新挑战。为应对这些挑战，通信运营商可利用区块链技术进行数据存储管理，解决传统数据存储模式的中心化、易被攻击篡改等问题，同时，亦可使用区块链平台来提供数据交易和交易确权服务。

4.2.5 5G 网络

5G 网络作为下一代移动通信网络，理论传输速度可达每秒数十 Gb，业界预计，到 2020 年大约有 500 多亿部移动设备和物联网设备将连接到 5G 网络。通信运营商可以利用区块链技术为用户提供快捷可靠的 5G 服务。

5G 网络使用的频率较高，基站有效通信覆盖面相对较小、信号穿透力相对较弱，若要满足网络覆盖需求，需部署大规模的基站和室内微基站，成本投入成为通信运营商面临的极大挑战。为解决此问题，有些运营商在考虑利用区块链技术打造“5G 微基站联盟”，鼓励普通个人和商户部署自己的 5G 微基站，并通过联盟，接入通信运营商网络，共同向用户提供 5G 接入服务，保证信号覆盖的同时最大限度降低网络建设与维护成本。

在 5G 网络构建与区块链技术融合方面，中国联通已与贵阳市政府展开密切合作，将区块链技术应用到贵阳市“一个基地、一个实验室、一张网络、一个平台、十二个应用”的 5G 产业体系当中，其中一个极为重要的发展方向便是 5G 物联网环境建设，主要思路是面向智慧交通、智慧医疗、智慧城市、智慧安防、智慧校园等领域，开展包含区块链技术的物联网试点应用，并逐步推广，培养物联网生态。

4.2.6 边缘计算与网络演进

当前绝大多数物联网环境仍基于中心化的分布式网络架构，边缘节点仍受中心化的核心节点的能力制约。网络向扁平化发展，通过增强边缘计算能力提升网络接入和服务能力已成为发展趋势。

为此可以利用区块链去中心化思想，把物联网的核心节点的能力下放到各个边缘节点（图 5），核心节点仅控制核心内容或做备份使用，各边缘节点为各自区域内设备服务，并可通过更加灵活的协作模式以及相关共识机制，完成原核心节点承担的认证、账务控制等功能，保证网络的安全、可信和稳定运行。同时，计算和管理能力的下放，亦可增强物联网网络扩展能力，支撑网络演进升级。

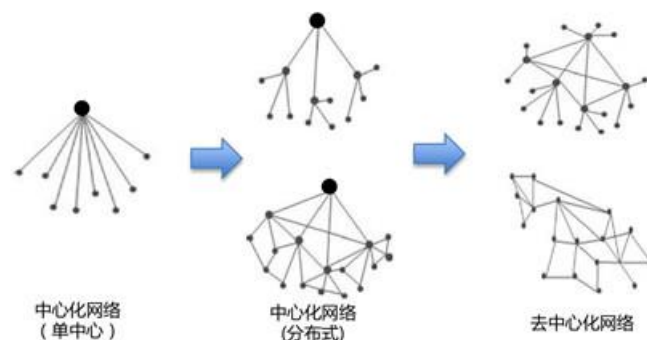


图 5 边缘计算与网络演进

通信运营商可以提升其通信网络的边缘结点的独立性及服务能力，并提升其与其它通信运营商通信网络的协作能力。不同通信运营商的边缘结点之间可以相互协作，协同为双方用户提供通信服务。

4.2.7 车联网

车联网（包括车内网、车际网和车载移动互联网）是物联网巨大且重要市场分支之一，据统计中国机动车保有量超过 3 亿多辆，是全球车联网的主力市场。我国车联网在发展过程中持续受到数据安全和可持续性发展等诸多方面的挑战。区块链技术可促进车联网数据管理、安全与效率等方面的能力提升：

车联网的大数据管理：随着连入网络的车辆越来越多，车联网中收集到的驾驶习惯和行为模式数据成几何级数增加。区块链技术是有效处理这些庞大数据问题的潜在解决方案。

车联网的安全及效率：区块链技术可以被用于解决车联网的安全保障和身份认证问题，相关技术可通过较少的成本投入，在车联网的节点之间建立沟通桥梁，区块链的去中心化的共识机制和智能合约等技术可有效提升车联网系统的安全私密性和便捷性。

4.2.8 物联网设备安全

基于成本和管理等方面的因素，大量物联网设备缺乏有效的安全保护机制，例如，家庭摄像头、智能灯、路灯监视器等设备容易被劫持。被劫持的物联网设备可由恶意软件肆意控制，对特定的网络服务进行 DDos 攻击。为了解决这个问题，需要禁止被劫持的物联网设备连接到通信网络，并在它们访问目标服务器之前切断网络连接。通信运营商可以升级物联网网关，并将网关用区块链连接起来，共同监控、标识和处理网络活动，保障并提升网络安全。

4.2.9 区块链云服务（BaaS）

利用区块链技术可搭建区块链云服务（BaaS）平台，面向开发者与行业用户提供有效的区块链能力服务。

通信运营商可以以自己的云平台为基础，融合大数据、区块链等技术，向区块链应用开发者提供基于 BaaS 的服务开发环境（图 6），让应用开发者在弹性、开放的云平台上快速构建自己的 IT 基础设施和区块链服务。开发者使用 BaaS 可极大降低实现区块链底层技术的

成本，简化区块链构建和运维工作，专注于满足行业用户的个性化需求或制定专业化解决方案。BaaS 还可为应用开发者提供安全服务能力，例如，配置具有防范内部攻击、高认证等级的业务系统隔离、安全服务容器、防篡改硬件安全模块、高度可审计的操作环境等等。

同时，区块链云服务亦可致力于面向区块链行业用户，提供基础技术能力，具体可包括企业级区块链基础设施，端到端解决方案，以及安全、可靠、灵活的区块链云服务等等。用户通过高性能的区块链服务，可在实现安全可靠交易对接的前提下，利用可视化数据管理手段，有效降低企业运营综合成本，提高运营效率。



图 6 BaaS 框架示意图

五、物联网区块链发展建议

当前，区块链技术在物联网中的应用得到业界的普遍重视，也得到一定程度的发展与实践，但是，相关技术和应用仍存在一些问题亟待解决，主要包括：

- 区块链技术缺少相关法律法规和监管措施。在当前研究过程中由于国家法律法规和监管措施不健全，导致法律红线不明，给区块链技术在物联网应用场景落地过程带来一定阻力。
- 区块链技术对现行实际物联网业务场景影响不明显。区块链当前缺乏统一的国际/行业标准，技术需要进一步完备，成熟案例较少，还需进一步加大研究和实践力度。
- 与物联网行业具体应用场景及业务融合改造存在一定的困难。目前区块链还做不到高性能交易，智能合约不够完善，程序和数据变更存在问题，数据后期迁移维护困难，这些都对业务开展及后期维护带来困扰。

随着国家数字共享经济形态逐步成形，区块链技术将成为未来物联网创新发展的重要动能来源。应用区块链技术开展各类探索性试验，构建相关产业生态将是我国物联网发展的核心方法之一。可以从多个层面提升物联网区块链的技术研发与应用能力：

1、强化基础理论研究，积极参与国际标准制定，培养相关人才。
强化区块链基础、监管、共识等理论研究，探索符合中国国情的区块链技术与物联网应用模式研究，积极参加与区块链有关的国际协议标准制定，争取话语权。

2、加强技术研发，促进面向中国特色物联网的区块链支撑技术体系完善，在特定共享经济领域中开展试点。加强 P2P 网络基础设施、非对称加密、分布式数据存储、数字签名等与云计算、大数据、物联网、人工智能的融合，形成规模化、集约化运营支撑体系，选择对国民经济影响较小的领域里开展试点，形成以点带面、点面结合的示范推广效应。

3、强化数据穿透，建立、健全针对物联网应用的区块链风险评估体系，完善区块链相关监管框架，推动“科学、透明”的监管体系建立，逐步形成相关法律法规制定的量化依据。

4、加快物联网区块链技术应用试验，充分利用其技术优势，率先在示范区推出试点应用，为典型应用提供专项资金支持，择优孵化相关应用项目，促进物联网区块链技术商用落地。

此《物联网区块链应用白皮书》由中国联通研究院和中关村区块链产业联盟共同编制，并获得贵阳高新区科技项目支持。



中国联通研究院



中关村区块链产业联盟