



“物联网+区块链”应用与发展 白皮书 (2019)

中国通信标准化协会
(2019 年 11 月)

版权说明

本白皮书版权属于中国通信标准化协会，并受法律保护。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：中国通信标准化协会”。违反上述声明者，本协会将追究其相关法律责任。

前 言

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、促进经济社会发展的新动能。

区块链作为“去中心化”协作、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在网络信任管理领域的集成，近年来已成为众多国家政府、企业和研究机构的关注热点，相关技术和标准组织层出不穷，产业界亦纷纷加大投入力度，寻求相关技术方案应用落地。

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。在2019年10月24日中共中央政治局第十八次集体学习会上，习近平总书记强调：把区块链作为核心技术自主创新重要突破口，加快推动区块链技术和产业创新发展。

目前，区块链技术已被应用到物联网、智慧城市、智能制造、供应链管理、数字资产交易、可信云计算、网络标识管理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，物联网、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。

本白皮书由中国通信标准化协会(CCSA)物联网技术委员会(TC10)总体组(WG1)物联网区块链子工作组牵头, TC10各工作组共同参与编写, 主要参与编写单位包括: **中国联合网络通信集团有限公司**、中兴通讯股份有限公司、中国信息通信科技集团有限公司、中国信息通信研究院、北京邮电大学、南京邮电大学、中国电科信息科学研究院、中国电信集团有限公司等, 主要参与编写专家包括(排名不分先后): 加雄伟、杨开敏、穆晓君、孙进芳、严斌峰、黄峥、郑锦荣、李铿、桑梓勤、罗松、亓峰、沈苏彬、马超、张亮亮、胡杰等。

本白皮书系统介绍了区块链的技术特点、国内外区块链产业的发展现状及区块链与物联网融合带来的技术优势, 着重分析了区块链在物联网的网络、平台和行业应用等方面的发展及应用情况, 并提出了物联网区块链技术与应用发展建议, 希望与业界分享, 切实提升物联网与区块链融合发展与应用水平。

目 录

一、 概述.....	1
1.1 区块链的技术特点.....	2
1.2 区块链的产业情况.....	4
1.3 区块链与物联网的融合.....	7
二、 区块链促进物联网网络的发展.....	9
2.1 提升 5G 网络覆盖能力.....	9
2.2 提升网络边缘计算能力.....	10
2.3 提升物联网身份认证能力.....	11
2.4 提升物联网设备安全防护能力.....	12
2.5 提升通信网络运维能力.....	13
2.6 提升国际漫游结算能力.....	13
2.7 提升物联网数据管理能力.....	14
三、 区块链提升物联网平台的能力.....	14
3.1 基于区块链的物联网业务平台.....	14
3.1.1 物联网业务的部署与访问.....	18
3.1.2 物联网设备的连接与访问.....	19
3.1.3 物联网数据的收集与访问.....	20
3.1.4 物联网区块链的参考模型.....	21

3.2	基于区块链的云服务	22
3.2.1	区块链云服务	22
3.2.2	区块链边缘云服务	23
四	区块链赋能物联网行业应用	24
4.1	智慧城市	25
4.2	工业互联网	26
4.3	物联网支付	27
4.4	供应链管理	28
4.5	物流与物流金融	28
4.6	溯源防伪	29
4.7	智能交通	30
4.8	医疗保健	30
4.9	环保	31
4.10	能源	32
4.11	农业	34
4.12	车联网	36
五	“物联网+区块链”发展建议	36
附录 A	术语	40
附录 B	区块链标准、专利与产业联盟	42

B.1	区块链国际标准	42
B.1.1	ISO	42
B.1.2	ITU	43
B.1.3	IEEE	43
B.1.4	W3C	44
B.2	区块链行业标准	45
B.3	区块链专利申请	47
B.4	区块链产业联盟	48
B.5	区块链开源平台	50

图 表

图 1	边缘计算与网络演进	11
图 2	传统物联网业务平台	15
图 3	物联网业务平台工作模式	16
图 4	基于区块链的物联网业务平台	18
图 5	物联网区块链的参考模型	21
图 6	BaaS 框架	23
图 7	区块链应用全景图	25

一、概述

近年来，物联网网络和业务发展迅速。随着越来越多的物（物理世界的物和虚拟世界的物）的接入需求，现有的基于中心化信任管理的物联网网络与业务平台将面临越来越多的挑战。权威机构预测 2020 年物连接数将超过 500 亿，2025 年物连接数可能超过 1000 亿。万物互联将重新塑造现有网络与业务平台。与此同时，万物互联也将使得现有物联网网络与业务平台面临巨大挑战，主要包括：

- 扩展能力：承载百亿级物联网设备连接服务，物联网网络与业务平台需要有新型的系统扩展方案；
- 网间协作：运营商之间需要构建新型的协作关系来满足海量物联网设备接入服务；
- 安全与隐私保护：缺乏针对海量物联网设备的通信和数据安全手段，以及隐私保护的措施；
- 信任机制：缺乏针对解决复杂环境下的海量物联网设备的连接与数据可信机制；
- 通信协作：缺乏海量物联网设备之间通信的兼容和协作机制。

近期，随着 5G 标准冻结、各国频谱加速发放，5G 商用进程正在快速推进。5G 网络将提供不少于十倍于 4G 网络的网络速率和海量连接，同时网络时延可以降低至 1 毫秒，且引入虚拟化、云化、智能化

等技术，网络将变得更加灵活敏捷。这将直接促进各行各业的数字化转型，包括在物联网领域的应用，为物联网提供坚实的连接服务和网络基础设施。

区块链技术的核心是分布式计算，以及分布式计算环境下的群体可信协作机制。区块链技术的分布式计算和群体可信协作机制，为解决物联网面临的可扩展性、协作能力、信任关系与安全保护等方面的挑战提供了崭新的思路和解决方案。

1.1 区块链的技术特点

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、对等网络等构建而成；它以对等访问、不可篡改和可信的方式保证所记录交易的完整性、不可篡改和真实性。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，区块链的区块存储交易的确认、合约、存储、复制、安全等相关的信息。

区块链的主要特性包括“不可篡改”、“共识机制”和“去中心化”。其中，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。区块链的“共识机制”特性在假设多数区块链参与方是可信的前提下，通过多数参与方参与的共同验证过程达成的共识而实现区块链交易的真实性验证；该特性可在很大程度上阻止基于区块链应用的违约现象发生。智能合约作为共识协议的一

种实现方式，可以提供共识机制的自动交互协议能力。“去中心化”特性是区块链分布式计算的自然结果，是以分布式计算的方式集体共享、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。

从应用形态上讲，区块链可以被划分为公有链、联盟链和私有链。不同类型的区块链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。

联盟链是指由若干个机构共同参与管理的区块链，属于一类介于公有链和私有链之间的混合式区块链；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、企业以太坊等。

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。

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。

1.2 区块链的产业情况

全球范围内，区块链已被众多国家、企业和研究机构认可，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，各行各业积极探索并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。2019年1月，国家互联网信息办公室发布《区块链信息服务管理规定》，明确区块链信息服务提供者的信息安全管理责任，规范和促进区块链技术及相关服务健康发展，规避区块链信息服务安全风险，为区块链信息服务的提供、使用、管理等提供有效的法律依据。

中共中央政治局在 2019 年 10 月 24 日就区块链技术发展现状和趋势进行第十八次集体学习，习近平总书记发表了“发展区块链技术与应用”的重要讲话。习近平总书记在主持学习时强调，区块链技术的集成应用在新的技术革新和产业变革中起着重要作用；要把区块链作为核心技术自主创新的重要突破口，明确主攻方向，加大投入力度，着力攻克一批关键核心技术，加快推动区块链技术和产业创新发展。习近平总书记指出，相关部门及其负责领导同志要注意区块链技术发展现状和趋势，提高运用和管理区块链技术能力，使区块链技术在建设网络强国、发展数字经济、助力经济社会发展等方面发挥更大作用。

习近平总书记在这次会议上的重要指示表明，区块链技术已经得到国家和社会的广泛认可，已成为国家技术革新和产业变革的重要推手，将成为促进网络强国建设、数字经济发展、经济社会发展的重要推动力。

截至 2019 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。这其中，尤以北京市、上海市和广东省出台政策最为频繁。北京市将发展区块链技术写入了北京市金融业和现代产业发展规划中，重点部署区块链技术在现代金融业中的推广应用，提高金融服务效率，推动数字普惠

金融发展，构建绿色金融体系。上海市鼓励区块链技术赋能实体经济，重点推动能源领域和教育领域区块链技术的应用。广东省的广州市和深圳市是区块链产业发展的重点地区，目前广东省的区块链相关政策也主要集中在金融领域，广州市成立区块链创新基地，初步构建“一基地四平台”的区块链产业布局；深圳市基于区块链技术探索电子发票应用。各地政策旨在推动区块链行业的发展和区块链技术的应用，为区块链企业提供优惠的落户政策或者税收优惠政策，虽然各地政策侧重或优先发展的产业不同，但都对区块链产业的发展奠定了一个良好的政策基础。

当前，诸多产、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，正在助力诸多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，支持区块链技术在物联网、金融监管与风控、普惠金融、商品溯源等领域的应用发展。

在国际竞争格局中，区块链已经形成了全球竞争的态势，世界各国都在积极行动，极力抢占这一新兴领域发展主动权。一些发达国家对区块链技术及其应用给予高度关注，在技术研发、市场监管以及推动政府内部示范应用等各个方面都给予政策扶持。总的来看，美国对区块链技术的态度可以分为两点：一是加强应用监管，二是与企业紧密合作进行多方面研究和探索。英国采取“无监督监管”的态度，也为全球区块链初创企业提供了非常优惠的政策。日本对区块链的发展态度积极，不断从政策上支持区块链技术的推广与应用。

区块链作为一种通用技术，正加速渗透至人类生产、生活的各个领域，和各行各业创新融合。据有关国际研究机构预测，2020年全球区块链市场规模将达到139.6亿美元(约合986.23亿元人民币)，2017~2022年间区块链的年复合增长率将高达42.8%。随着各国国家政策的不断推进引导，区块链产业将迎来更广阔的发展空间。

1.3 区块链与物联网的融合

物联网近年来的发展已经渐成规模，但在长期发展演进过程中也仍然存在许多需要攻克的难题。

在设备安全方面，缺乏设备与设备之间相互信任的机制，所有的设备都需要和物联网中心的数据进行核对，一旦数据库崩塌，会对整个物联网造成很大的破坏。

在个人隐私方面，中心化的管理架构无法自证清白，个人隐私数据被泄露的事件时有发生。

在扩展能力方面，目前的物联网数据流都汇总到单一的中心控制系统，未来物联网设备将呈几何级数增长，中心化服务成本难以负担，物联网网络与业务平台需要有新型的系统扩展方案。

在通信协作方面，全球物联网平台缺少统一的技术标准、接口，使得多个物联网设备彼此之间通信受到阻碍，并产生多个竞争性的标准和平台。

在网间协作方面，目前，很多物联网都是运营商、企业内部的自组织网络。涉及到跨多个运营商、多个对等主体之间的协作时，建立信用的成本很高。

区块链凭借“不可篡改”、“共识机制”和“去中心化”等特性，对物联网将产生重要的影响，概括如下：

- 降低成本：区块链“去中心化”的特质将降低中心化架构的高额运维成本；
- 隐私保护：区块链中所有传输的数据都经过加密处理，用户的数据和隐私将更加安全；
- 设备安全：身份权限管理和多方共识有助于识别非法节点，及时阻止恶意节点的接入和作恶；

- 追本溯源：数据只要写入区块链就难以篡改，依托链式的结构有助于构建可证可溯的电子证据存证；
- 网间协作：区块链的分布式架构和主体对等的特点有助于打破物联网现存的多个信息孤岛桎梏，以低成本建立互信，促进信息的横向流动和网间协作。

二、区块链促进物联网网络的发展

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、物联网和 5G 的有机融合已然是其中不可或缺的重要组成部分。

2.1 提升 5G 网络覆盖能力

5G 网络作为当前国内外运营商着力建设和争抢的移动通信网络，理论传输速度可达每秒数十吉比特，业界预计，到 2020 年大约有超过 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来提升其 5G 网络的服务能力。

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，巨大的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，提升网络覆盖能力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。其他运营商也在这些方面积极部署和试点。

2.2 提升网络边缘计算能力

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。通信网络向扁平化发展，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。通信网络的扁平化，与区块链的“去中心化”有着天然的互补特性。

利用区块链“去中心化”机制，可以把物联网的核心节点的能力下放到各个边缘节点（图 1），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。

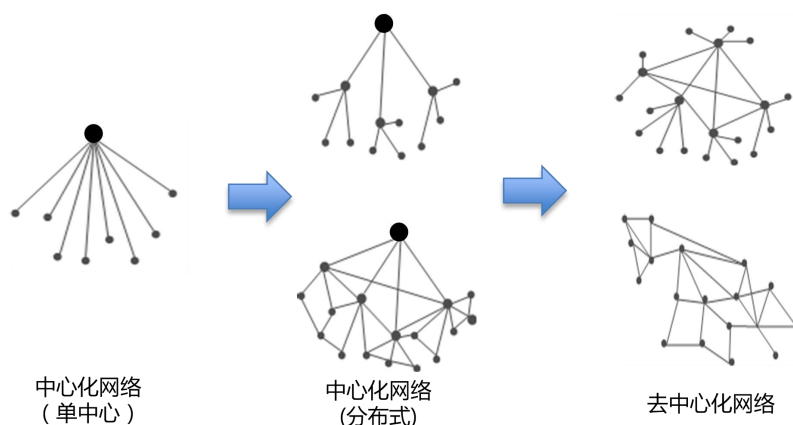


图 1 边缘计算与网络演进

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网间协作能力。不同通信运营商的边缘计算结点之间可以相互协作,协同为这些通信运营商的用户提供通信服务。

2.3 提升物联网身份认证能力

数字身份是指将用户或物联网设备(包括物)的真实身份信息浓缩后的唯一性数字代码,是一种可查询、识别和认证的数字标签,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,可以使用加密技术和安全算法来保护数字身份,从而构建物联网环境下更加安全便捷的数字身份认证系统。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，基于区块链的数字身份认证系统保障数字身份信息的真实性，并提供可信的认证服务。物联网中每个设备都有自己的区块链地址，可以根据特定的地址进行注册，从而保护其数字身份不受其他设备的影响。

为适应 5G 和物联网技术的快速发展，运营商面对更加众多的产业合作方，必须通过技术手段加强安全的互信合作。公钥基础设施（PKI）是一种建立互信的重要手段，是运营商对内优化流程、对外协作的安全方案平台。随着网络与通信技术的发展，PKI 体系在移动通信网、物联网、车联网等场景中的应用越来越多。但 PKI 在使用的便捷性和互联互通等方面产生了一些新的问题。区块链技术去中心、防篡改、多方维护等特点可帮助 PKI 体系更加透明可信、广泛参与、优化流程等。

2.4 提升物联网设备安全防护能力

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。这些物联网设备容易被劫持。被劫持的物联网设备经常被恶意软件肆意控制，并对特定的网络服务进行拒绝服务（DDoS）攻击。为了解决这类问题，需要发现并禁止被劫持的物联网设备连接到通信网络，并在它们访问

目标服务器之前就切断它们的网络连接。通信运营商可以升级物联网网关，并将物联网网关用区块链连接起来，共同监控、标识和处理物联网设备的网络活动，保障并提升网络安全。

2.5 提升通信网络运维能力

对于通信运营商来说，传统的电信设备运维，面临着诸多问题，例如，设备的日常维护、巡检等工作会耗费大量人力和时间，同时运维数据也可能面临造假，不信任等问题。而基于物联网、区块链技术，则可以减轻或解决这些问题。利用区块链技术，可实现数据的可靠、可信，保证运维数据的真实性。而结合物联网技术，实现通信设备与感知设备的信息互联互通，例如，自动感知技术可实现数据的自动采集，将传统的设备运维扩展为自动化检查，可极大地提升运维工作效率。另外，在设备现场可安装温度、湿度传感器或摄像头，实时获取各种运维数据、环境数据等，或是利用探测器定时对设备进行拨测，检测设备运行状态等。借助物联网、区块链技术，可以提升电信设备的日常运维及巡检效率，并能实现数据的真实、可信。

2.6 提升国际漫游结算能力

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。

利用区块链系统可信度高和防篡改的特性，运营商及其漫游伙伴之间可以共享一套可信、互认的漫游协议文件及财务结算文件体系，所有的漫游记录全部都上链，实现可查可追溯、安全透明，提升结算工作效率，消除之前因为不一致带来的争端处理复杂的难题。

2.7 提升物联网数据管理能力

物联网时代人与物、物与物的连接数呈爆发式增长，使得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、保护等工作面临全新挑战。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，也可使用区块链平台来提供数据交易和交易确权服务。

三、区块链提升物联网平台的能力

3.1 基于区块链的物联网业务平台

当前，物联网业务平台多种多样，支撑着种类繁多的物联网网络和服务需求。传统的物联网业务平台通常是中心化的。不失一般性，传统的物联网业务平台可以通过图 2 来描述。

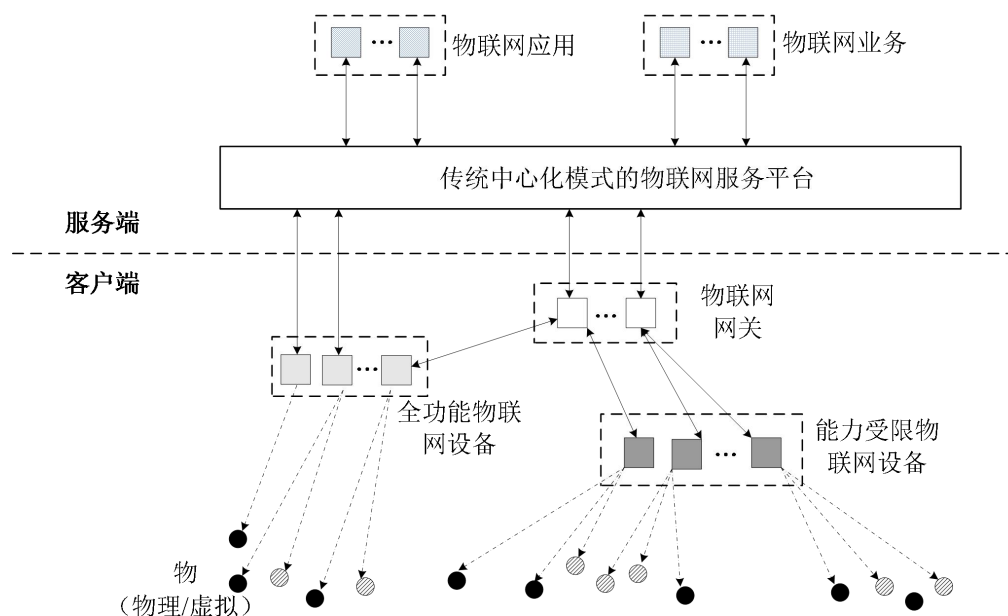


图 2 传统物联网业务平台

传统的物联网业务平台作为连接和服务中心，它连接和管理物联网应用、物联网业务，物联网设备、物联网数据。在传统的物联网业务平台中，物联网应用和物联网业务只有通过物联网业务平台才可以访问物联网设备和物联网数据。

根据物联网业务平台的部署和协作机制，物联网业务平台可以分为三种工作模式：中心化工作模式、分布式工作模式和“去中心化”式工作模式（见图 3）：

——在中心化工作模式下，物联网业务平台部署在系统侧的单一位置（例如，某个数据中心），由单一平台供应商管理，并向物联网设备、物联网应用和物联网业务提供中心化服务。

——在分布式工作模式下，物联网业务平台可以部署在系统侧的多个位置(例如，多个数据中心)，也通常由单个平台供应商管理，并向物联网设备、物联网应用和物联网业务提供分布式服务。

——在“去中心化”工作模式下，物联网业务平台是由一群相互独立的参与者建立和维护，这些参与者可能是互不相关的，可以是互信的或不互信的。在这种工作模式下，物联网应用、物联网业务、物联网设备可以成为物联网业务平台的组成部分，共同提供物联网服务。此外，在“去中心化”工作模式下，不再考虑参与者是在系统侧还是在终端侧。

不同类型的物联网业务平台可以建立在相同或不同的通信底层基础设施（例如，网络、云、大数据、安全、管理、计费等)上。

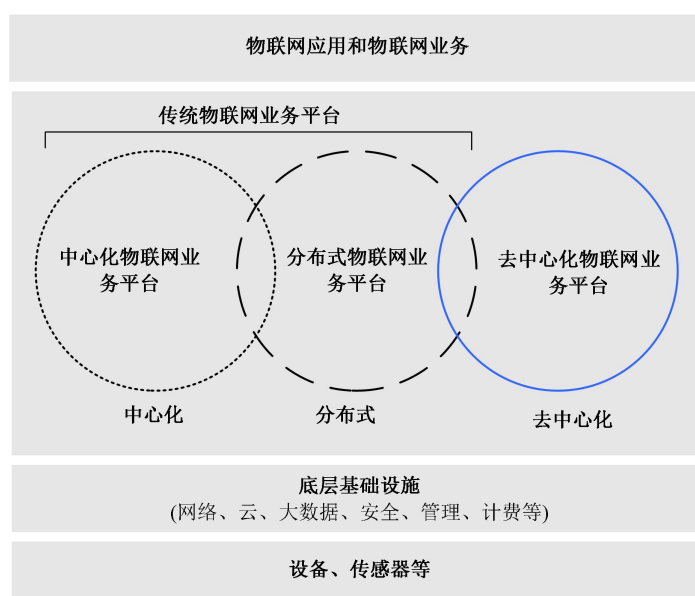


图 3 物联网业务平台工作模式

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攀升，以及相关物联网业务平台存在的安全隐患和性能瓶颈等问题。为解决这些问题，不少企业或机构开始尝试设计各种新型物联网服务模式，而使用区块链技术来搭建“去中心化”的物联网业务平台已成为其中重要的模式之一。

使用区块链技术搭建的物联网业务平台，是一种“去中心化”的业务平台（简称物联网区块链，或 Blockchain of Things, BoT）。物联网区块链支持物联网实体（例如，物联网设备、物联网服务器、物联网网关、服务网关和终端用户设备等）在“去中心化”的模式下相互协作（如图 4 所示）。在一个物联网实体上可以部署一个或多个物联网区块链节点（BoT 节点）和“去中心化”应用（dApp）。物联网实体通过去“中心化”应用连接到 BoT 节点，进而在物联网区块链上相互协作。

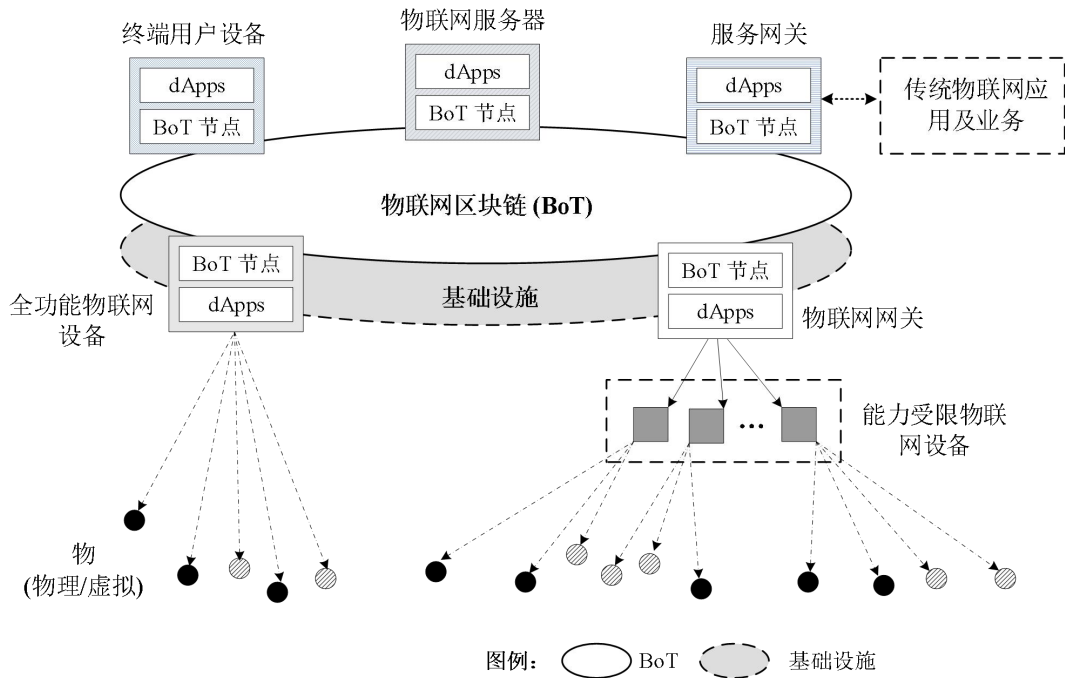


图 4 基于区块链的物联网业务平台

2017 年初，中国联通和中兴通讯等单位牵头在国际电信联盟 (ITU-T) 第 20 研究组发起并成立了“基于物联网区块链的“去中心化”业务平台框架” (Y. IoT-BoT-fw) 国际标准项目，旨在研究并制定基于区块链技术的物联网业务平台的业务框架等相关国际标准。

3.1.1 物联网业务的部署与访问

根据物联网业务的特点，物联网业务可以部署在物联网区块链上，也可以部署在物联网区块链外。

物联网区块链支持智能合约。如果物联网业务可以通过智能合约来呈现和执行，并且物联网业务也可以公开部署，那么这类物联网业务可以以智能合约的形式直接部署在物联网区块链上；例如，对物联网设备做身份识别、对物联网数据做在线处理等物联网业务。

如果物联网业务比较复杂，不能通过智能合约来呈现和执行，或者物联网业务不可以公开部署，那么这类物联网业务可以部署在物联网区块链外，同时，也可以在物联网区块链上部署智能合约来提供辅助性服务，例如，业务导流、设备身份认证、数据存储等。

当物联网业务以智能合约的方式部署在物联网区块链上时，物联网设备可以在物联网区块链上通过查寻和执行相关智能合约来访问对应的物联网业务。当物联网业务部署在物联网区块链外部时，物联网设备可以通过物联网区块链查寻和执行相关辅助性智能合约以获得访问物联网业务的访问许可，然后与对应的物联网业务直接交互；同时，根据物联网业务的需求，物联网业务和物联网设备可以把双方交互的结果数据存储存储在物联网区块链上。

3.1.2 物联网设备的连接与访问

根据物联网设备的数据处理能力和网络访问能力，可以把物联网设备粗略地划分为全功能物联网设备和能力受限物联网设备。全功能物联网设备可以直接连接到物联网区块链，并可以直接参与物联网区块链上的交互与协作。能力受限物联网设备可以通过物联网网关间接连接到物联网区块链，并间接参与物联网区块链上的交互与协作。

物联网设备在启动时或状态发生变化时，可以注册到物联网区块链或者更新在物联网区块链上的信息。物联网设备可以在物联网区块

链上部署智能合约，或者物联网设备的运营者或管理者可以在物联网区块链上部署智能合约，例如，物联网设备的注册、更新、认证、访问、数据处理等智能合约。

物联网业务通过物联网区块链，可以查寻到注册的物联网设备信息，例如，注册信息、访问信息等。对于全功能物联网设备来说，它们作为物联网区块链的组成部分，物联网业务可以通过执行相关智能合约来与这类物联网设备直接交互。对于能力受限物联网设备来说，它们通过物联网网关与物联网区块链间接连接，此时，物联网业务可以通过相应的物联网网关来间接地与物联网设备交互。

3.1.3 物联网数据的收集与访问

物联网业务和物联网设备都可以通过智能合约来存储和访问物联网数据。物联网区块链可以设置数据安全与隐私保护策略，使得只有获得约定许可的物联网设备和物联网业务可以访问和处理约定的物联网数据；同时，对于未获许可的物联网设备和物联网业务来说，按物联网区块链的策略，它们全部（或部分）可以存储加密的物联网数据，但无权解密和使用加密的物联网数据。物联网区块链拥有区块链的数据管理特性，有利于物联网数据的收集、存储和管理。

3.1.4 物联网区块链的参考模型

物联网区块链作为一种“去中心化”的物联网业务平台，它适用于 ITU-T Y.4000 标准定义的物联网参考模型（图 5）。考虑到物联网区块链的“去中心化”特性和信任协作机制，在物联网参考模型中需要增加一些相应的能力要求。

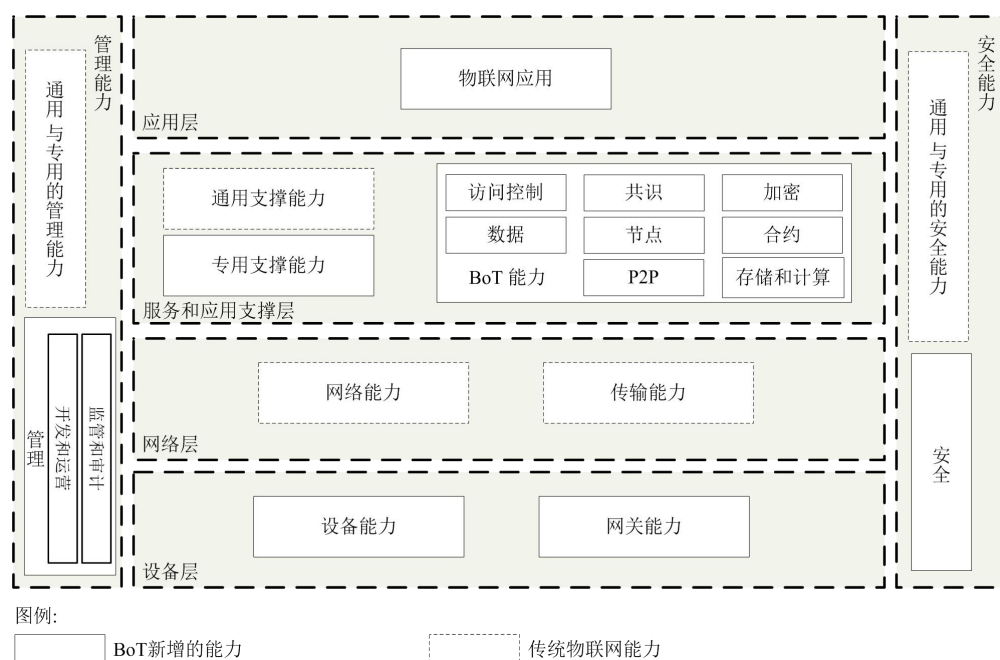


图 5 物联网区块链的参考模型

如图 5 所示，物联网区块链的大部分新增能力要求都集中在物联网参考模型的服务和应用支撑层，包括访问控制、共识管理、加密支撑、数据管理、节点控制、合约管理、点对点（P2P）通信、存储与计算等。同时，在应用层和设备层，需要物联网应用（业务）、物联网设备和物联网网关能够通过服务和应用支撑层提供的能力来相互通信和协作。为了保证物联网区块链的安全可靠的运营，物联网区块

链还需要新增部分安全和管理能力，以保障在“去中心化”环境下物联网区块链节点可以安全、可靠和可信地相互协作。

3.2 基于区块链的云服务

3.2.1 区块链云服务

利用区块链技术和云计算平台可以搭建区块链云服务（BaaS）平台，面向开发者与行业用户提供区块链能力服务。

通信运营商可以云计算平台为基础，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。

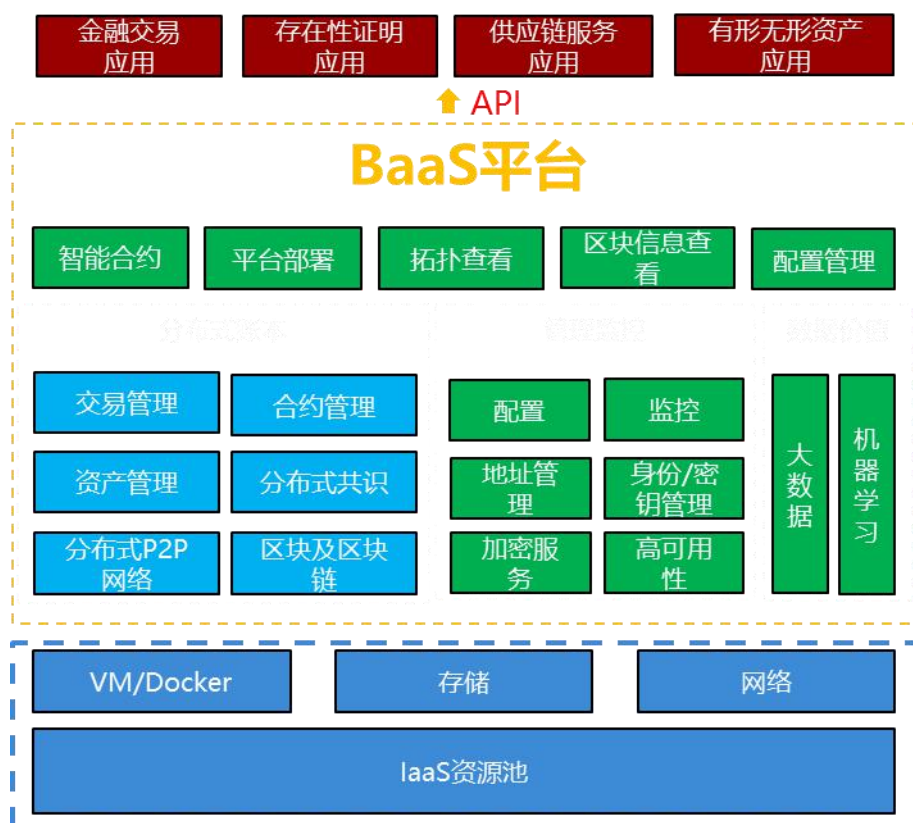


图 6 BaaS 框架

3.2.2 区块链边缘云服务

区块链云服务可以与物联网的边缘计算基础设施相互融合，利用物联网的边缘计算节点向物联网用户和设备提供物联网区块链融合业务。同一通信运营商或者不同通信运营商的物联网边缘计算节点可以构成区块链（例如，联盟链），这些边缘计算节点可以代表物联网设备存储数据和参与协作，从而可以加快物联网设备之间的协作效率。

区块链云服务和区块链边缘云服务可以相互补充，区块链云服务提供基于核心云（公有云、私有云、混合云等）的物联网区块链融合

业务，区块链边缘云服务提供基于边缘云的物联网区块链融合业务，同时，区块链云服务和区块链边缘云服务可以相互协作。

四、区块链赋能物联网行业应用

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，积极布局区块链应用生态圈。区块链技术支持物联网海量设备扩展，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。区块链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。

使用区块链技术构建物联网应用平台，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。区块链在物联网领域的行业应用探索始于 2015 年左右，比较典型的应用领域包括，智慧城市、工业互联网、物联网支付、供应链管理、物流、交通、农业、

能源、环保等。如图 7 所示，“物联网+区块链”具备广泛的应用能力，面向产业领域，可以推动智慧城市、保险金融的行业发展；面向公众领域，可以增强智能钱包、电子代付等应用效能；面向企业经营，可以提升产权管理、大数据交易等服务能力；面向通信领域，可以完善漫游结算、边缘计算等功能体系。

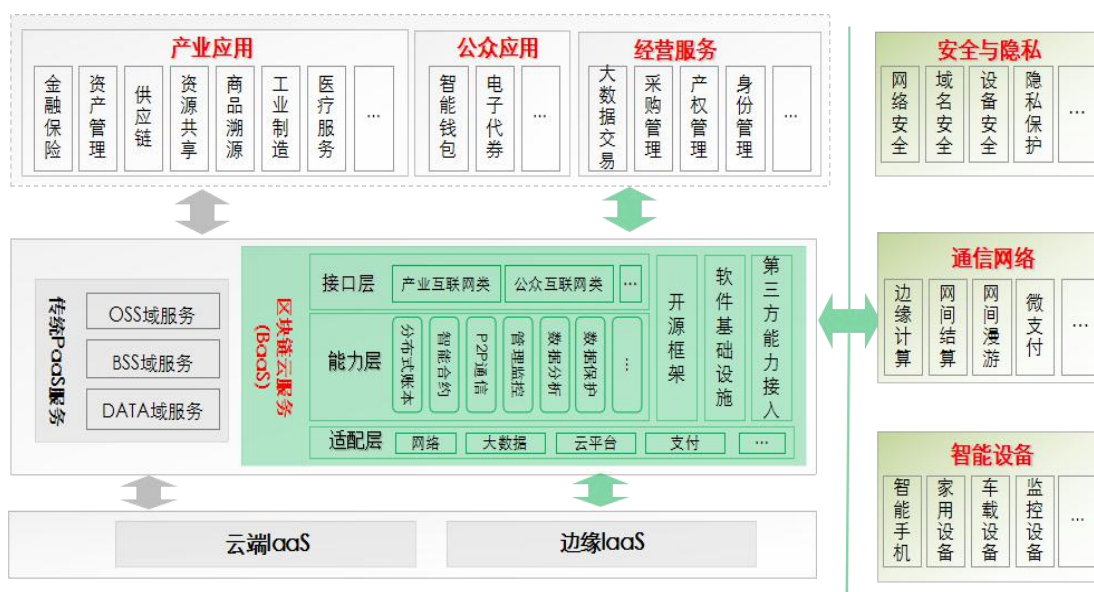


图 7 区块链应用全景图

目前区块链在工业互联网、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实验验证阶段。本白皮书从智慧城市、工业互联网、物流、溯源防伪、智能交通等多个领域展开分析。

4.1 智慧城市

当前的智慧城市建设中，物联网技术已经被广泛地使用，例如常见的公共交通、下水道井盖、城市街道照明、智能水表/电表/燃气表等设备，都是通过传感器连接和监控来收集和传输数据，而未来会有

更多个人、公共设施设备的数据会被自动采集，并被广泛使用。但是这些数据在传输和使用过程中，可能会面临信息安全、数据篡改等问题，而区块链技术的融入，将可以有效地提升智慧城市数据安全的保护能力。区块链技术可以为跨层级、跨部门的智慧城市数据互联互通提供安全可信的环境，技术上允许政府部门对访问方和访问数据进行自主授权，对数据调用行为进行记录，出现数据泄露事件时还能够准确定位责任，可大幅降低智慧城市数据使用和共享的安全性风险。

4.2 工业互联网

组建高效、低成本的工业互联网，是构建智能制造网络基础设施的关键环节。在传统的工业互联网的组网模式下，所有设备之间和供应链各环节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，同时这类组网模式的可扩展性、可维护性和稳定性也相对较低。

区块链基于 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，能有效降低工业互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互联网，

能及时掌控网络中各种生产制造设备的状态以及参与分工协作的各相关方的状态,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。

4.3 物联网支付

物联网的快速发展也推动了支付方式创新,未来支付方式及平台也必然会和物联网有更高层次的结合,“互联网支付”势必会升级到“物联网支付”。现有的系统架构和中心化的商业运作模式将无法支撑物联网时代数据的指数级增长。同时各行业、各设备的数据结构的不一致性、数据信息不联通、数据被恶意篡改、终端数据的隐私保密性等等问题,会进一步阻碍物联网支付的发展。

客户隐私和数据安全是未来最重要的两个课题,物物之间支付的海量数据处理和账务处理,低时延需求等特点要求未来的技术必须是分布式的。区块链的分布式存储,分布式计算,内容分发等技术是数据的指数级增长处理的必然选择。区块链具有的可溯源,防篡改,数据保护,安全控制等特性,可以提升支付的信用等级。目前,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对机器或者机器对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。

4.4 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，实现有效举证与追责；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。

4.5 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物联网区块链应用。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。

4.6 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品溯源平台，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，可通过联盟链的方式，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。

4.7 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，主要体现在：

- 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，并可以提供电子车牌号服务。
- 交通收费管理：使用区块链电子代币支付交通违规罚款、路桥通行费等，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。

4.8 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授权访问。这样既降低了运营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，促进疾病得到有效控制。

4.9 环保

环保行业通常利用物联网技术建立相关监测系统，实现重点污染源自动监控、环境质量在线监测等功能，但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。物联网区块链能够

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。
- 一档一档：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。同时采用区块链技术强化账户验证机制，防止账户数据被盗窃。
- 环保税实施：物联网区块链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地采集排污企业的排污数据。

4.10 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，能源领域存在的监测计量设备落后、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，典型应用主要包括：

——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；区块链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。同时亦可以促进电动汽车供应商、充电桩供应商、交通运营公司、商户和市民之间数据共享。

——能源交易：通过区块链技术及智能合约，可以为能源交易提供更加便捷的支付方式和信任机制，提高交易效率，降低违约率，保障交易数据的安全，提升能源行业的资金流转率。例如，针对能源批发交易、居民售电、居民使用公共电力交易结算等

场景，均可使用物联网区块链技术进行结算，提升交易效率，减少人工错误。

4.11 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质量的食物。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。

物联网区块链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，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。

4.12 车联网

车联网（包括车内网、车际网和车载移动互联网）是物联网的重要应用领域。据不完全统计，中国机动车保有量已超过 3 亿多辆，这将使得中国将会是全球车联网的主力潜在市场。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，主要包括：

- 车联网的大数据管理：随着接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将成几何级数增加。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。

五、“物联网+区块链”发展建议

当前，区块链与物联网的融合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：

——在区块链技术与应用领域缺少法律法规和监管措施的引导和管理。在当前阶段，区块链技术作为新型技术，再加上其“去中心化”的工作特性，各国在这个领域的法律法规和监管措施都还不健全，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。

——在区块链技术和应用领域，当前还缺乏统一的国际和行业标准，技术仍需要进一步完善，成熟案例较少，还需进一步加大研究和实践力度。

——区块链与物联网行业的具体应用场景及业务融合改造存在一定的困难。目前区块链还未能很好的支撑高性能交易和规模化运营，智能合约机制还不够完善，区块链程序和数据变更存在问题，区块链上的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。

——基于区块链技术应用发展起来的虚拟货币，在其发展过程中，对各国的法定货币和现有法律规则发起了多重挑战，引起了各国监管机构和金融机构的关注，也引发诸多社会问题和财产风险纠纷。

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”应用与发展能力：

(1) 加大“物联网+区块链”技术的基础理论研究，加强国际与行业标准制定，培养区块链技术人才。强化“物联网+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，加强“物联网+区块链”相关国际与行业标准制定，奠定区块链应用快速落地基础。

(2) 加强“物联网+区块链”技术与应用研发，完善“物联网+区块链”支撑技术体系，在特定应用领域中开展试点。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) 强化数据管理机制，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。引导和推动区块链开发者、平台运营者加强行业自律、落实安全责任。

(4) 推动“物联网+区块链”监管技术的发展，包括对区块链节点进行追踪和可视化、主动发现与探测公有链、建立以链治链的体系结构等技术，从技术上为监管部门提供一些可监管的解决方案。

(5) 加快“物联网+区块链”技术应用试验，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。

(6) 深入探索“物联网+区块链”在民生领域的运用，积极推动“物联网+区块链”技术在教育、就业、医疗、养老、精准脱贫、商品防伪、食品安全、社会救助等领域的应用，为人民群众提供更加智能、更加便捷、更加优质的公共服务。

(7) 构建“物联网+区块链”产业生态，加快区块链和物联网、人工智能、大数据、5G、云计算等前沿信息技术的深度融合，推动集成创新和融合应用，加快“物联网+区块链”产业生态建设。

附录 A 术语

本白皮书中使用的术语主要包括：

1) 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关者来达成共识。

2) 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参与存储和管理全部或部分区块链数据。

3) 加密货币 cryptocurrency

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

4) 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。

5) 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

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。

6) “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体中使用。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。

7) 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。

8) 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。

附录 B 区块链标准、专利与产业联盟

B.1 区块链国际标准

全球范围内，区块链标准化已引起广泛重视，国际标准化组织（ISO）、国际电信联盟（ITU）、电气电子工程师学会（IEEE）、万维网联盟（W3C）、中国通信标准化协会（CCSA）等国际和行业标准化组织纷纷启动区块链标准化工作。区块链作为一种跨行业、跨领域、基础性的创新应用模式，需要国际、行业标准来引导和支持区块链相关技术与产品的研发和应用。

B.1.1 ISO

2016年9月，ISO成立了区块链和分布式记账技术委员会（ISO/TC 307），着手开展区块链和分布式记账技术领域相关标准研制工作，并与其他国际性组织合作研究区块链和分布式记账技术领域的标准化相关问题。截至2019年7月，ISO/TC 307建立了6个工作组（WG）和一个研究组（SG），主要致力于区块链基础技术、安全隐私和标识、智能合约及其应用、治理、用例、互操作等方向的标准制定与研究；目前共有20项左右的在研标准项目，其中与物联网相关的标准项目主要涉及供应链和贸易、区块链标识管理等领域。

B. 1. 2 ITU

ITU 是负责确立国际无线电和电信的管理制度和标准的国际组织。2016 年至 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。该组织目前已提出十多项区块链国际标准项目，大部分都是由来自中国的企业提出和主导。

在 ITU 的这些国际标准项目中，与物联网紧密相关的项目主要包括：中国联通、中兴通讯、中国信科、中国信息通信研究院、华为等单位提出的“去中心化的物联网业务平台框架”、“基于区块链的可持续智慧城市统一 KPI 数据管理参考架构”、“区块链与物联网概述”、“面向物联网和智慧城市的区块链数据管理”、“基于区块链的数据交换与分享”等等，其中，后三个标准项目已完成并发布。

B. 1. 3 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。截至目前已有十多项国际区块链标准草稿在研，涉及交通、医疗、政务等多个应用领域。

2017年以来，IEEE成立了多个区块链相关的工作组，主要包括，加密货币交易工作组、区块链反贪污工作组、区块链电子发票工作组、加密货币支付工作组、可信物联网数据管理工作组和区块链工作组等。IEEE开展诸多区块链相关标准化工作，其中，与物联网紧密相关的项目主要包括，基于区块链的物联网数据管理框架（P2144.1）、基于区块链的物联网数据管理功能需求（P2144.2）、基于区块链的物联网数据管理评估（P2144.3）等。同时，IEEE的区块链相关的标准工作还涉及到多类行业应用，诸如，农业、自动驾驶、能源、健康生活与社会科学、金融、政府应用、数字资产管理等。

B. 1. 4 W3C

2016年6月，W3C设立区块链社区组，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；并成立了数字验证、链间通信等研究小组，负责研究和评估与银行间通信等区块链新技术，制定区块链的消息格式标准，以及包括公有链、私有链、侧链和内容递送网络（CDN）存储的使用方法。

B.2 区块链行业标准

国内的区块链标准化工作早在 2016 年就开始布局，2016 年 10 月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，积极开展区块链和分布式记账技术领域的标准化工作。先后研制并发布了《区块链 参考架构》和《区块链 数据格式规范》团体标准，并在团体标准研制成果基础上积极推动行业标准、国家标准的立项工作。

2017 年 7 月，中国信通院牵头，中国通信标准化协会成立多个区块链领域的行业标准项目，主要包括，《区块链总体技术要求》和《区块链通用评测指标和测试方法》。

2017 年 8 月，中国通信标准化协会 TC10 在总体组下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、智能制造等领域的应用研究与标准化。CCSA 的其他多个技术委员会（包括 TC1、TC8 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 TC11 的金融子工作组也在开展区块链金融领域的标准研究。

2017年9月，由中国信息通信研究院联合国内三家基础电信运营商、十余家主要互联网企业、国内主要硬件制造企业以及若干科研单位和组织等多家单位共同发起组建可信区块链联盟。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，提升我国区块链技术国际影响力。

2017年12月，中国电子技术标准化研究院牵头研制的国内首个区块链领域的国家标准《信息技术 区块链和分布式账本技术 参考架构》正式立项。

2018年4月，可信区块链推进计划由中国信息通信研究院联合国内三家基础电信运营商、十余家互联网头部企业、国内主要硬件制造企业以及若干科研单位和组织等158家单位共同发起组建。旨在推动区块链基础核心技术研发和行业应用落地，加快区块链技术标准化，支撑政府决策，促进区块链行业良性健康发展，提升我国区块链技术国际影响力。可信区块链计划已发布了测试类团体标准，包括：《可信区块链：区块链技术参考框架》、《可信区块链：评价指标》、《可信区块链：评测方法》、《可信区块链：区块链服务参考架构》等团体标准；并有多项在研应用标准项目；另外，发布了多个领域的区块链研究白皮书，主要包括：《区块链司法存证应用白皮书》《区块链

关键技术专利态势白皮书（1.0版）》、《区块链电信行业应用白皮书》、《区块链即服务平台 BaaS 白皮书》、《工业区块链应用白皮书》等。

B.3 区块链专利申请

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相关专利的研究与申请。目前，区块链相关专利主要分布在美国、加拿大、中国、韩国和英国。中国专利数排名第一，有 4400 多件区块链专利申请，专利全球占比约 48%，布局数量超越美国。美国排名第二，约有 1800 多区块链专利，全球占比约 21%。区块链专利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%。

——2019 上半年全球区块链企业发明专利排行榜（TOP100），中国企业表现优异，榜单前 100 名中中国企业占比高达 67%，力压占比 16% 的美国。

B.4 区块链产业联盟

在区块链行业发展早期阶段，很多企业、机构等组成区块链联盟，共享区块链技术研究成果，寻求区块链技术更广泛的应用。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。

国内外区块链产业联盟主要包括：

- 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。
- CBSSG 运营商区块链联盟：该联盟由美国电信运营商 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。CBSSG 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提供预付费电话充值服务。

——可信物联网联盟：该联盟由思科、Bosch、ConsenSys、物联网公司等联合成立，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，也注重开源区块链协议的标准化工作。同时，可信物联网联盟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。

——中关村区块链产业联盟：中关村区块链产业联盟由世纪互联公司、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。

此外，针对区块链在不同领域的应用成立了各种区块链相关联盟，例如，金融区块链合作联盟、供应链区块链联盟 S League、MBFA 医

疗区块链金融联盟、上海酒类区块链联盟、石化区块链联盟、版权区块链联盟等等，呈现出百花齐放、百家争鸣的态势。

B.5 区块链开源平台

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

比特币体系 (BitCoin)：比特币体系是最早也是全球最广泛使用和真正意义的去中心化区块链技术，因此他的开源技术体系非常值得参考，是目前市场上相对成熟和稳定的区块链体系。在比特币区块链的体系基础上，还创造了几种区块链技术体系，包括彩色币、比特币侧链等。

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(Enterprise Ethereum)：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多家成员加入。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通常重点关注的特性。

FISCO BCOS：FISCO BCOS是由微众银行在BCOS基础上升级研发的新一代底层链，可以为分布式商业提供完备的区块链技术基础设施及服务。FISCO BCOS是聚焦于企业级应用服务的底层区块链技术开源平台，已经在多个企业级应用场景中得到充分验证。

BaaS：BaaS商业级区块链云计算平台由百度推出。该平台是一种区块链与云计算深度结合的新型云服务平台，可以帮助用户快速建立自己的区块链网络平台，支持开发者的业务拓展及运营支持，作为区块链赋能中心，为区块链生态提供强有力的配套服务。

铂链(Bottos)：该平台由小米于2018年5月推出。是国内首个基于区块链技术的数据共享、AI模型共享生态一站式应用平台。该平台可以实现将数据和模型通过点对点网络进行登记发行、转让交易的“去中心化”网络共享协议。

除以上区块链开源平台外，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，这里不一一介绍。
