



# “5G+区块链”融合发展与应用白 皮书 ( 2019 )

中国联通研究院

中兴通讯股份有限公司

2019 年 11 月



# 版权说明

本白皮书版权属于中国联通研究院和中兴通讯股份有限公司，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：中国联通研究院、中兴通讯股份有限公司”。违反上述声明者，版权方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持续深入，作为新型通信技术，5G 将从线上到线下、从消费到生产、从平台到生态，推动我国数字经济发展。5G 正在阔步前行，它将以全新的网络架构，提供至少 10 倍于 4G 的峰值速率、毫秒级的传输时延和千亿级的连接能力，开启万物广泛互联、人机深度交互的新时代。

近年来，区块链以其分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等新型计算机技术，去中心化、全网记录、低成本、高效率、安全可靠等技术特点，在全球范围内掀起了一股技术浪潮。在 2019 年 10 月 24 日中共中央政治局第十八次集体学习会上，习近平总书记指出，区块链技术应用已延伸到数字金融、物联网、智能制造、供应链管理、数字资产交易等多个领域。要构建区块链产业生态，加快区块链和人工智能、大数据、物联网等前沿信息技术的深度融合，推动集成创新和融合应用。

区块链与 5G 都是新型技术，二者结合的巨大潜力和价值已日益凸显。5G 作为通信基础设施，如同“信息高速公路”一样，为庞大数据量和信息量的传递提供了可能性，同时，它也带来了更为高效和可靠的传输速度。区块链作为去中心化、隐私保护的技术工具，协助 5G 解决可靠、安全、隐私、信任等问题，提升网络信息安全和服

效率，创新商业模式。5G 和区块链有效地融合，将促进整个社会生产方式的改进和生产力的发展。

中国联通研究院和中兴通讯股份有限公司联合编制《“5G+区块链”融合发展与应用白皮书》，参与编写的专家主要有（按名字的拼音字母排序）：加雄伟、黄峥、穆晓君、孙进芳、王亮、杨开敏、严斌峰。本白皮书系统地分析了 5G 和区块链的主要技术特征及发展现状、以及 5G 与区块链的主要融合技术特征，着重介绍了 5G 与区块链融合带来的技术与应用提升，最后对 5G 与区块链融合的发展趋势进行了展望，希望与业界分享，切实提升 5G 与区块链融合发展与应用水平。

# 目 录

一、概述	1
1.1 5G 技术特征和现状	1
1.1.1 5G 技术特征	1
1.1.2 5G 现状及市场前景	5
1.2 区块链技术特征和现状	6
1.2.1 区块链技术特征	6
1.2.2 区块链现状及市场前景	8
1.3 5G 和区块链相互赋能	11
1.3.1 5G 和区块链相互影响	13
1.3.2 5G 与区块链融合技术特征	15
二、区块链促进 5G 发展	16
2.1 5G 接入网络	17
2.1.1 动态频谱管理与共享	17
2.1.2 接入共享	18
2.1.3 宏微基站协同组网	19
2.1.4 区块链边缘云服务	19
2.2 5G 通信设备和网络管理	21
2.2.1 通信设备管理	21

2.2.2	网络管理	22
2.3	5G 通信应用与业务	24
2.3.1	数字身份认证	24
2.3.2	数据共享与协作	25
2.3.3	国际漫游结算	26
2.3.4	数字钱包	27
三、	“5G+区块链”典型融合应用	28
3.1	贸易金融领域	28
3.1.1	金融保险	28
3.1.2	供应链管理	29
3.1.3	产品溯源	30
3.2	智慧城市领域	30
3.2.1	智慧政务	31
3.2.2	智慧城市监控	32
3.2.3	智慧园区安防	32
3.3	物联网领域	33
3.3.1	车联网	33
3.3.2	无人机	34
3.3.3	智能家居	34
3.4	工业互联网领域	35



3.4.1	智能制造	35
3.4.2	智慧工厂	36
3.4.3	智慧物流	36
3.5	新媒体领域	37
3.5.1	版权保护	37
3.5.2	数字资产管理	38
四	“5G+区块链”融合发展趋势	38
4.1	融合发展面临挑战	38
4.2	融合发展建议	40



## 一、概述

### 1.1 5G 技术特征和现状

#### 1.1.1 5G 技术特征

相对于第四代移动通信技术（4G），第五代移动通信技术（5G）具备更高的速率、更低的时延、更多的连接数、更快的移动速率、更高的安全性以及更灵活的业务部署能力。表 1 给出 4G 和 5G 网络关键性能指标。

表 1 4G 与 5G 网络关键性能指标对比

性能指标	4G 指标	5G 指标
峰值速率	1Gbps	10Gbps 至 20Gbps
用户体验速率	10Mbps	100Mbps 至 1Gbps
单向空口时延	10ms	1ms
流量密度	0.1Mbps/m <sup>2</sup>	10Mbps/m <sup>2</sup>
连接数密度	10 <sup>4</sup> c/km <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup> c/km <sup>2</sup>
移动速度	350km/h	500km/h

5G 不仅是移动通信的一次升级换代，更是一次重大的技术变革，4G 改变生活，5G 改变社会。5G 跳出了前几代通信网络主要面向人服务的范畴，更关注应用场景的多元化，强调要更好地支持行业应用与万物智联。5G 支持三大类典型应用场景：

- 增强型移动宽带（eMBB），主要追求人与人的极致通信体验，对应于 3D 和超高清视频等大流量移动宽带业务；
- 高可靠低时延（uRLLC），主要面向如自动驾驶、移动医疗等对时延和可靠性要求极高的应用；
- 海量物联（mMTC），主要体现物与物的通信需求，应用于智慧城市、智能家居、可穿戴设备等以传感和数据采集为目标的场景。

5G 三大类典型应用场景对通信提出了更高的要求，不仅要解决速度问题，而且对功耗、时延等也有要求。在这三大类典型应用场景下，5G 具有 6 大基本特点：

### （1）高速度

相对于 4G，5G 要解决的第一个问题就是高速度。网络速度提升才能在面对 VR/AR 等超高清业务时不受限制，对网络速度要求很高的业务才能被广泛推广和使用。5G 基站峰值速度要求不低于 20Gbps。随着新技术使用，这个速度还有提升的空间。在 5G 的高速网络下，用户可以每秒钟下载一部高清电影，也可以在线观看 VR 视频。这样的高速度给未来对速度有很高要求的业务提供了机会和可能。

### （2）低时延

无人驾驶、工业自动化等属于 5G 低时延高可靠连接的应用场景。在传统的人与人通信，甚至人与机器通信时，对时延的要求不高，因

为人的反应是较慢的，也不需要机器那么高的效率与精细化。而无论是无人驾驶飞机、无人驾驶汽车还是工业自动化，都是高速度运行，还需要在高速中保证及时信息传递和及时反应，这就对时延提出了极高要求。5G 对于时延的最低要求是 1 毫秒，甚至更低，这就对网络提出严酷的要求，而 5G 是这些新领域应用的必然要求。要满足低时延的要求，需要在 5G 网络建构中找到各种办法，减少时延。边缘计算技术也因此被引入到 5G 网络架构中。

### （3）广连接

5G 将可以在每平方公里内同时支持 100 万个以上的移动连接。未来接入到 5G 网络中的终端，不仅是手机，还会有眼镜、手表等可穿戴设备，冰箱、电视机、洗衣机等家用设备也通过 5G 接入网络。而社会生活中大量未联网设备也将会联入 5G 网络，将变得更加智能。例如，井盖、电线杆、垃圾桶这些公共设施，以前管理起来非常难，也很难做到智能化，而通过 5G 联网，这些设备将有可能转变成为智能设备。

### （四）超密集异构网络

5G 网络结构复杂，若需要做到每平方公里支持 100 万个以上的设备，则 5G 组网设备将非常密集，需要大量的小基站来进行支撑。同一 5G 网络中，不同的终端需要不同的速率、功耗，也会使用不同

的频率，对于 QoS 的要求也不同。在这样的情况下，网络很容易造成相互之间的干扰。5G 网络需要采用一系列措施来保障系统性能，例如，不同业务在网络中的实现、各种节点间的协调方案、网络的选择以及节能配置方法等。在超密集网络中，密集地部署使得小区边界数量剧增，小区形状也不规则，用户可能会频繁复杂地切换。为了满足移动性需求，这就引入新的移动管理算法。总之，一个复杂的、密集的、异构的、大容量的、多用户的 5G 网络，需要平衡、保持稳定、减少干扰，这需要不断完善 5G 网络架构来解决这些问题。

#### **(5) 软件定义网络 (SDN) 和网络功能虚拟化 (NFV)**

SDN 架构的核心特点是开放性、灵活性和可编程性。NFV 作为一种新型的网络架构与构建技术，其倡导的控制与数据分离、软件化、虚拟化思想，为突破现有网络的困境带来了希望。SDN 和 NFV 解耦 5G 网络的软件与硬件，分离控制面与用户面，提升控制面集中化能力，为 5G 网络的智能化（自修复、自优化等）提供重要基础。

#### **(6) 新型网络架构**

未来 5G 网络架构将包括接入云、控制云和转发云三个领域。其中，接入云支持多种无线制式的接入，融合集中式和分布式两种无线接入网架构；控制云实现局部和全局的会话控制、移动性管理和服务质量保证，并构建面向业务的网络能力开放接口；转发云基于通用的

硬件平台，在控制云高效的网络控制和资源调度下，实现海量业务数据流的高可靠、低时延、均负载的高效传输。

### 1.1.2 5G 现状及市场前景

全球主要国家的通讯运营商都在加速进行 5G 网络的建设和商用进度。在世界范围内中国属于 5G 的领跑者，自 2013 年成立“IMT-2020 推进组”以来，国内 5G 持续快速推进。2019 年，中国工信部正式向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电发放 5G 商用牌照，我国正式进入 5G 商用元年。这意味着中国的 5G 建设和商用进程将会大大提速，不仅将对中国经济格局影响巨大，也将会很大程度上影响全球 5G 发展格局，世界 5G 发展从此将进入快车道。

5G 渐行渐近，其灵活、高效、融合、开放的特性能将能够满足不同业务的快速部署需求，基于垂直行业的物与物连接将成为新的市场蓝海。据 GSMA 预计，到 2019 年年底，全球将有 29 个市场开通 5G 服务，连接数达到 1000 万个。伴随着应用的推广及全社会高度的关注，5G 在应用和消费者的推动下，五年左右的时间全球用户将会达到十亿级别。相关预测也显示，到 2035 年 5G 将在全球创造超过 12 万亿美元的经济产出。

对于中国市场，业界预计 2020-2025 年期间，中国 5G 商用直接带动的经济总产出超过 10 万亿元人民币，间接拉动的经济总产出将

超过 24 万亿元人民币；并预计到 2025 年，5G 将直接创造超过 300 万个就业岗位。

## 1.2 区块链技术特征和现状

### 1.2.1 区块链技术特征

区块链的本质是一种数字分布式账本，它由一系列算法、技术、工具集构成的架构组合而成，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。区块是一种只可写入和添加的数据集，包含交易及其它记录的确认、合约、存储、复制、安全等信息。

典型的区块链系统中，各参与方按照事先约定的规则共同存储信息并达成共识。为了防止共识信息被篡改，系统以区块为单位存储数据，区块之间按照时间顺序、结合密码学算法构成链式数据结构，通过共识机制选出记录节点，由该节点决定最新区块的数据，其他节点共同参与最新区块数据的验证、存储和维护，数据一经确认，就难以删除和更改，只能进行授权查询操作。

区块链的“去中心化”、“去信任”、“不可篡改”等特性构筑了区块链的核心应用能力。

#### （一）去中心化



在传统的中心化网络中，对一个中心节点进行攻击就有可能破坏整个系统；而去中心化的网络采用分布式记录、分布式存储和点对点通信，任意节点的权利和义务都是均等的，以无中心化的方式集体维护共享平台，每个节点的人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信息。这样就避免了被某个人或机构操纵，无论任何节点遭受攻击或停止工作，都不会影响整个系统的运行。

## （二）去信任

在区块链系统中，节点之间无需任何信任也可以进行交易，因为整个系统的运作规则是公开透明的，所有的数据内容也是公开的，所有节点都必须遵守同一交易规则来运作。这个规则是基于共识算法而不是信任，因此在系统指定的规则范围和时间范围内，节点之间是不能也无法欺骗其它节点，自然无需任何第三方介入。

## （三）不可篡改，加密安全

区块链技术的哈希算法能将任意原始数据，无论是图片还是音乐，对应到特定的数字，成为哈希值。只要有节点恶意篡改，哈希值就会发生变化，很容易被识别。所以一旦数据经过验证并添加至区块链被储存起来，除非能够同时控制系统中超过 51% 的节点，否则单个节点上对数据库的修改是无效的，如果有节点想要颠覆一个被确认的结果，其付出的代价将远高于收益，因此区块链的数据稳定性和可靠性极高。

#### （四）开放性

系统是开放的，除了交易各方的私有信息被加密外，区块链的数据对所有人公开，任何人都可以通过公开的接口查询区块链数据和开发相关应用，因此整个系统信息高度透明。

### 1.2.2 区块链现状及市场前景

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，全球主要国家都在加快布局区块链技术发展，我国在区块链领域拥有良好基础，要加快推动区块链技术和产业创新发展，积极推进区块链和经济社会融合发展。针对区块链，各国通信运营商均积极展开布局，期待在新一轮的技术革命浪潮中抓住战略机遇，从而掌握区块链技术发展的主动权、创造新的商业模式、提升效率、降低成本并带来新的收入，但目前通信运营商在区块链技术方面的发展还处于实验阶段。

（一）国外通信运营商布局区块链技术主要有三种方式，分别为自主研究、联盟合作和战略投资。

美国电信巨头 AT&T 申请一项关于使用区块链技术创建家庭用户服务器的专利。法国电信 Orange 选择在金融服务领域尝试区块链，用于自动化和提高结算速度。瑞士大型国有电信供应商 Swisscom 成立“Swisscom Blockchain AG”公司，该公司围绕区块链技术开展面

向企业的解决方案。韩国移动运营商 LGU+推出基于区块链的海外支付系统。

日本软银、美国 Sprint、台湾远传电信、KT 公司及美国加州区块链初创公司 TBCASoft 等数十家公司成立运营商区块链研究小组（CBSG），该联盟旨在共同构建跨运营商的全球区块链平台和生态，进而为电信成员及其用户提供跨运营商的各种服务，如在跨运营商的支付平台系统上完成充值、移动钱包漫游、国际汇款和物联网支付等。

Verizon 投资了物联网初创企业 Filament，其研究物联网设备安全沟通、执行智能合约以及发送小额交易。美国运营商 Sprint 与区块链初创企业 NXM Labs 合作推出区块链技术支持的 5G 联网汽车平台。

（二）国内通信运营商在区块链标准、专利、平台及应用方面持续发力。

在 2019 年 10 月 24 日中共中央政治局第十八次集体学习会上，习近平总书记指出，要加强区块链标准化研究，提升国际话语权和规则制定权。

推动区块链标准的国际化：国内三大通信运营商及设备商，在 ITU 建立多个区块链国际标准项目，如在 ITU-T SG20 建立“基于物联网区块链的去中心化业务平台框架”、在 ITU-T SG13 发起“NGNe 中区块链场景及能力要求”项目、在 ITU-T SG16 成立“分布式账本业

务需求与能力”项目等。中国移动在 GSMA 的欺诈与安全工作组 (FASG, Fraud and Security Group) 立项研究区块链应用于运营商 PKI 领域的标准工作。

专利数量居于前列：根据国家知识产权局的统计，2019 年第一季度公开的区块链专利数量为 2041 项，中国联通区块链专利数到达 154 件，在国内排名第二，在央企排名第一。

搭建区块链平台：中国电信打造的区块链可信基础溯源平台“镜链”，提供完备的区块链溯源基础能力；此外，其基于区块链去中心化的 IoT 平台，整合了中国电信政企网关资源，构建去中心化的共享经济平台，在最大程度上保证了用户数据安全与设备控制安全。中移动与火币中国等打造“区块链+物联网”身份认证平台，该平台基于区块链和物联网技能的身份共享核验平台，在快递、租房、旅游实名制等领域有广泛应用价值。

深入挖掘应用场景：将区块链应用于电子招投标、精准扶贫、农业溯源等多行业应用场景。在电子招投标方面，使用区块链技术打造四位一体的可信电子招投标系统，实现招标方、投标方、评标专家和监管审计的协同，流程合规、多方协同、成本缩减和可信透明。在精准扶贫方面，搭建去中心化的流程，实现扶贫数据的不可篡改，以及对于扶贫资金的追本溯源。在农业溯源方面，提供定位、告警、到溯源、再到轨迹回放等一系列服务。

从上述可见，目前，国内外通信运营商在区块链领域均积极开展布局，抢占区块链标准高地，加快区块链技术研发投入、加强应用试点示范，提升影响力，并加强多方合作，建立行业生态。

区块链作为一种通用技术，从数字货币加速渗透至其他领域，和各行各业创新融合。未来将有更多传统企业使用区块链技术来降低成本、提升协作效率、激发实体经济增长。据 Tractica 预测，到 2025 年全球企业区块链市场规模将达到 203 亿美元。

在电信领域，根据全球市场研究机构 Research and Markets 的数据显示，电信中的区块链技术将从 2018 年的 4660 万美元的产业爆发到 2023 年的 9.938 亿美元。

### **1.3 5G 和区块链相互赋能**

在 2019 年 10 月 24 日中共中央政治局第十八次集体学习会上，习近平总书记指出，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。区块链技术提升生产、经济和社会协作能力，人工智能提生活、经济和社会的智慧能力，两者具有同等重要性。习近平总书记的重要指示，指明了应对和解决 5G 万物互联时代关键数据隐私保护问题、大数据大规模应用的监管

问题、全球数字货币的紧迫竞争问题、金融科技的发展问题、网络强国和数字经济的建设问题等重大问题的方向和策略。

5G 与区块链拥有各自的优势和劣势。5G 的优势在于网络覆盖广、数据信息传输的速率高、通信时延低及支持海量连接，有利于构建和提升数字化的社会经济体系，然而，作为一项底层网络通信技术，5G 存在一些亟待解决的问题。在用户隐私信息安全、线上交易信任确立、虚拟知识产权保护等领域，5G 仍存在短板。

区块链技术旨在打破当前依赖中心机构信任背书的交易模式，用密码学的手段为交易去中心化、交易信息隐私保护、历史记录防篡改、可追溯等提供技术支持，其缺点包括业务延时高、交易速率慢、设备要求高等。

5G 和区块链技术结合有利于数字化社会经济的安全健康发展。5G 是通信基础设施，为传递庞大数据量和信息量提供了可能性，同时，快速的传输速度大大提升了数据传输的效率。区块链提出业务开展的新模式和新框架。区块链作为去中心化、隐私保护的技术工具，协助 5G 解决底层通信协议的部分短板，比如隐私、安全、信任等问题，在 5G 时代发挥重要作用，以提升网络信息安全，优化业务模式。

### 1.3.1 5G 和区块链相互影响

5G 与区块链相互促进、相互影响，5G 网络的高速、低延时、高可靠特性提高区块链性能，其创造的万物互联将产生更多的可上链数据；而在区块链的去中心化工作模式对 5G 网络的稳定性带来挑战的同时，也可对 5G 网络安全性提供保障，并提升数据价值。

#### （1）区块链的去中心化工作模式对 5G 网络的稳定性带来挑战

去中心化协作是区块链的核心工作模式。为实现去中心化环境下的相互协作，区块链引入点到点的通信、事件消息全域广播、数据副本存储等协作机制。当存在大量的区块链应用和海量的区块链应用节点相互通信时，5G 网络将可能面临不确定性的局部网络拥塞（例如，网络信令响应、网络带宽支持等），并可能难以定位和维护，影响网络整体效率和用户体验。

#### （2）5G 将大幅度提升区块链网络的性能和稳定性

5G 拥有更快的数据传输速度，可以以高达每秒 10Gb 的速率传输数据，借助 5G 网络，区块链系统的交易速度将会更快，区块链中各类应用的稳定性也将得到质的提升。

#### （3）5G 创造的万物互联为区块链带来更多可上链数据

5G 技术能够给物联网带来更广的覆盖、更稳定的授权频段、更统一的标准，从而对基于物联网的区块链应用提供有力的支持。5G 驱动智能设备大量采用，这意味着区块链将拥有比以往更多的数据，

而这些数据将极大地推动技术的全球化。因此，依托高速的 5G 通信技术，以及物联网、大数据和人工智能等各项技术的发展，区块链将能为全球上万亿的商品，提供稳定的跟踪、溯源能力和分布式的点对点交易功能。

#### **(4) 区块链为 5G 应用场景提供数据保护能力**

5G 时代网络速度大幅度提升，数据量也随之急速增长，此外，更多计算和存储将由智能终端和边缘计算节点来承担，这对数据的保护能力提出了更高的要求。区块链的去中心化、交易信息隐私保护、历史记录防篡改、可追溯等技术特性，天然适用于对数据保护要求严格的场景。以区块链为代表的应用密码技术将为网络重构安全边界，建立设备间的信任域，实现安全可信互联。同时，终端去隐私化的关键行为信息上链后，分布式存储在区块链各节点中，保证数据完整性和可用性，促进构建智能协同的安全防护体系。终端数据分布式存储在区块链节点中，可以防止原本中心数据库中的数据被篡改、被黑客盗窃，甚至中心数据库管理者利用数据非法牟利等情况。

#### **(5) 区块链促使 5G 实现真正的点对点的价值流通**

5G 重点布局分布式的应用场景，比如车联网、远程视频、智慧城市等。区块链可以做到在分布式部署的架构下，无需中心机构做确权，而由去中心化的节点在链上确权和分发。这就促使点对点的价值交换成为可能，而不需要通过中心化的中转和支付交换费用，大大提



升了终端交易的效率，降低交易成本。例如，5G 带宽租赁服务、新能源电表交易等商业模式，很适合通过区块链来完成点对点的交易，实现价值交换。

### 1.3.2 5G 与区块链融合技术特征

5G 与区块链技术的融合，将可以供提高效、安全和快速的服务体验。5G 技术和区块链技术呈现出相辅相成的关系，5G 技术为实现高效率的数字化经济提供支撑，而区块链技术为数字化经济提供安全和信任保障。

#### （1）5G 高速网络，提升区块链交易速度

区块链节点与节点间的通信一直是一个难以解决的技术问题。受限于网络传输速度等限制，区块链项目的交易处理速度较低，阻碍了区块链在金融、供应链等领域的发展；并且为确定真实性在区块链上进行的交易往往会有较大的延时，进一步降低了区块链的交易速度。5G 落地后，可使硬件端到端之间的网络通信速度大幅提升，在保持区块链去中心化程度的同时，实现更快的交易处理速度。

#### （2）区块链分布式架构，保证网络设备安全

5G 技术使得设备与设备间的通信成为可能，区块链分布式架构意味着数据特性可以被保护和确保，这解决了当前物联网设备数据容易被窃取或复制的安全风险。通过使用区块链，利用它的非对称加密

和哈希算法，可以防止数据篡改，从而能够保护这些数据的安全与隐私。

### **(3) 区块链去中心化本质，为网络资源共享提供新的解决思路**

区块链分布式记账的本质及上层智能合约具有使能智能结算、价值转移、资源共享的天然优势，很适合与网络资源共享相结合，例如，“授权频谱”之间的相互共享、频谱拥有者之间的相互信任、频谱价值转移、资源共享等。随着未来网络的密集化，基于区块链的动态频谱共享将成为未来网络的发展趋势。

### **(4) 区块链高可信特性，为业务运营提供高效解决方案**

区块链系统可信高和防篡改的特性，为通信运营商业务运营提供高效解决方案。例如，在国际漫游结算方面，通信运营商及其漫游伙伴之间可以共享一套可信、互认的漫游协作与结算区块链，所有的漫游记录上链，实现可查可追溯，安全透明，从而提升结算工作效率，减少复杂的争端处理和仲裁机制。

## **二、区块链促进 5G 发展**

5G 的强项在于信息传输的速率高、网络覆盖广、通信延时低，并允许海量设备接入。但是，在 5G 的建设和运营过程中，会遇到较难解决的困难，例如，隐私信息安全、虚拟知识产权保护、虚拟交易信任缺失等。而区块链技术恰好可以弥补 5G 隐私安全性差、虚拟交

易信任缺失、产权保护不到位等缺点。区块链的去中心化、交易信息隐私保护、历史记录防篡改、可追溯等特性将对推动 5G 网络与 5G 业务新模式的发展起着良好的促进作用。本章将从 5G 接入网、通信设备管理、电信应用及业务几个方面阐述区块链对 5G 网络基础设施及运营管理的促进作用。

## 2.1 5G 接入网络

### 2.1.1 动态频谱管理与共享

频谱资源是通信运营商最重要的资产之一，不断提升频谱利用率是通信运营商一贯的追求。随着宽带无线业务的快速增长，对频率资源的需求大幅增加，未来频率资源的供需矛盾将非常突出。

5G 网络具有低时延大容量的特点，但同时也是消耗频谱资源的大户。多制式网络频谱融合技术被视为未来 5G 网络的关键能力。通过精细化管理，实现高、中、低频段的频谱共享，从而提高频谱利用率，是缓解频谱供需矛盾的重要手段。5G 网络频谱、物联网垂直行业频谱、WI-FI 等免授权频谱之间的动态共享等问题也值得研究。

区块链技术是一种分布式账本技术，其具有去中心化、公开透明、不可篡改等特性，并且区块链上层智能合约具有使能智能结算、价值转移、资源共享的天然优势，频谱信息亦可通过区块链来记录。在非授权频段，各用户竞争接入频谱，需要一种共识算法或协议来解决信

道争用问题。在区块链中，区块的生成意味着共识的达成，达成共识的算法可以用来解决信道争用问题。利用区块链所有参与方都可对信息进行监督，记录不可篡改删除的特点，使得无线频谱资源的共享、价值转移流通过程更加公开透明和真实可信，进而实现不同频谱拥有者无线频谱资源价值变现化、价值转移化和频谱共享化。

### 2.1.2 接入共享

智能合约是区块链技术的核心功能之一，用于自动执行接入点之间的规则和协议，并允许网络资源的实时可用性。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。3GPP 和非 3GPP 接入网络均可以通过区块链网络进行连接，其中每个接入点（例如，WI-FI 路由器、信元塔等）可以充当网络中的节点以监控设备，且设备可以使用最佳接入节点。在构建新一代分布式无线网络过程中，可以通过区块链框架允许异构接入节点和设备之间的无缝配置。使用区块链，接入节点、网络 and 用户之间的规定和协议将作为数字智能合约即时协商。任何设备都可以协商最佳服务，通信运营商可以在任何网络节点中动态调整智能合约中的代码。支持区块链的移动服务可以适应位置和用户需求，并根据供需情况进行调整。通信运营商可以使用区块链技术使用户更容易地访问公共 WI-FI。用户和通信运营商可以为公共 WI-FI 服务提供及时和简单的“微合同”。

### 2.1.3 宏微基站协同组网

随着 5G 网络建设的深入和数据流量不断增长，传统宏基站和室内分布系统在物业协调、配套建设、扩容改造、深度和精确覆盖等方面的局限性将日益凸显。微基站以小型化、低成本、低功耗和即插即用型的设计，灵活的回传网络，安装简单，易部署等特点，成为传统宏基站和室内分布系统的重要补充，在宏蜂窝完成基本面覆盖基础上，宏微协同，负荷分担，实现均衡优质的网络体验。

利用区块链技术构建去中心化网络基础设施，调动用户部署自己的微基站并接入到 5G 网络，在帮助通信运营商构建和完善自己的 5G 接入网络并降低相关建设和运营成本的同时，使得每个参与的用户都能成为区块链的入口。通过区块链智能合约的方式变现用户的闲置流量，帮助通信运营商广泛建立 5G 相关基础设施，推动 5G 的快速落地和发展。

### 2.1.4 区块链边缘云服务

多接入边缘计算技术（MEC）是基于 5G 演进的架构，并将移动接入网与互联网业务深度融合的一种技术。MEC 一方面可以改善用户体验，节省带宽资源，另一方面通过将计算能力下沉到边缘节点，提供第三方应用集成，为移动边缘入口的服务创新提供了无限可能。

区块链技术，可以提供交易的可追溯和不可篡改等特性，体现公平公正，提高用户参与的积极性，从而激发和促进 MEC 应用场景的规模部署。基于区块链技术的去中心化的边缘计算，在数据安全、身份认证、隐私保护方面将更有优势。

一是数据安全。终端产生的数据存储在第三方，造成数据的所有权和使用权分离，极易产生数据丢失、数据泄露、非法数据操作等问题，数据安全无法保证。使用区块链技术对数据进行加密确权，只有授权后才能使用。区块链的存储网络，也保证了数据的完整性。

二是身份认证。假如有千万级物联网终端集中上线、集中认证，传统的集中式认证机制难以实现，所以，使用区块链去中心化的分布式认证技术，每个设备可以生成自己唯一的基于公钥的地址，从而能够和其他终端进行加密消息的收发。

三是隐私保护。区块链的零知识证明机制能够在保护个人隐私的情况下，最大化的获得数据的价值。零知识证明是指，证明者能够在不向验证者提供任何有用的信息的情况下，使验证者相信某个论断是正确的。

在实际部署中，区块链平台或应用可以安装部署在 MEC 服务器上，为不同的应用场景提供区块链技术和能力支撑。基于 MEC 的区块链边

缘云服务，与核心云服务以及终端的 SIM 服务协作，可以促进区块链在通信运营商的网络和应用中落地。

## 2.2 5G 通信设备和网络管理

### 2.2.1 通信设备管理

对海量的复杂的通信设备进行管理，一直是通信运营商的挑战。一方面，通信网络中存在大量硬件设备，这些设备数量多、种类多、厂家多、批次多，广泛分布于核心网、传输网、数据网、接入网等多个领域，难以形成自顶向下透明化穿透式的管理及通信设备全生命周期的管理。另一方面，通信设备巡检方式仍处于数字化/智能化转型过程中，巡检数据的自动采集、可信存储、记录溯源、智能分析等全流程技术仍不完备。

针对目前通信设备管理与设备巡检的现状与痛点，区块链技术带来解决问题的新思路。利用区块链数据可靠、可信等特征，可以实现高效、智能、透明的 5G 通信设备管理。再结合物联网、大数据、人工智能等技术，可以为通信运营商提供设备巡检和设备全生命周期智能化管理服务，以提高巡检质量和效率。

具体而言，通信设备可以采用统一的数据结构，把配置和管理信息保存在区块链的设备链中。链上的设备信息在全网节点中进行共享，便于设备信息的使用及对其进行统计查询等。不同省份通过不同的设

备巡检子链，保存所维护设备的巡检数据。此外，区块链所存放的数据，开放给集团公司、省级公司进行查询、统计。网络和业务运营过程中所涉及的设备包括通信设备管理及巡检的流程，可以实现对设备维护工作的规范化、标准化和精细化管控。提升巡检效率、降低人工成本、提升巡检质量、提供统一的设备管理与巡检解决方案。

### 2.2.2 网络管理

目前业界统一网络管理解决方案，实现面向用户和电信级服务的综合网络管理系统，支持对 2G/3G/4G/5G 核心网、无线网、业务系统的“集中监控、集中管理、集中维护”的管理。

网络管理的主要功能模块包括，故障管理、配置管理、性能管理、安全管理、拓扑管理、资产管理、系统管理等。各功能模块之间相互独立，而又互相通信，支持了灵活多样的应用服务。

网络管理的核心功能是告警故障管理和配置管理等，结合区块链的数据防篡改、可追溯的特性，在告警记录管理、操作维护日志管理等方面，有紧密结合的场景，通过相关数据上链能够实现对操作日志的可靠存储与可追溯，对关键告警记录的可信存储。

通过区块链和网络管理的结合，可以进一步提升现有网络管理系统的安全性和操作维护可信度。



### (1) 操作日志管理

网络管理系统的日志管理功能可以记录网络管理运行和操作的动作，包括运行日志和操作日志。运行日志记录网络管理的进程运行情况，定位网络管理运行的问题。操作日志记录操作员的登录、登出、操作命令等人为使用情况。

当采用操作日志上链存储的方式，操作日志上链后具备高度可靠、无法篡改、强安全、时序不可逆等特点，经过上链操作后无法进行修改，日志记录的行为可追溯。

### (2) 告警信息管理

告警信息对于网络正常运行和维护相当重要：一方面，为用户提供设备告警信息和一般故障的解决办法，方便用户了解设备当前使用情况。另一方面，某些设备的频繁告警也反映了网络的现状或者该设备的故障率高低。

由于设备故障发生时告警信息会非常多，目前网络管理提供了多种告警信息过滤和告警相关性设置功能，可以根据设置只显示用户最关心的告警信息，同时，可将高级别的告警信息上传到区块链系统，实现关键告警信息的可信存储，且不可篡改，便于进行告警信息的追溯和分析。

## 2.3 5G 通信应用与业务

### 2.3.1 数字身份认证

#### (1) 面向个人的数字身份认证

身份认证技术的发展，经历了从软件认证到硬件认证、从单因子认证到双因子认证、从静态认证到动态认证的演变过程，现在又要经历从中心化认证到区块链去中心化认证的演变过程。

在区块链数字认证方案中，借助非对称加密，私钥拥有者可以推导出相应的地址，作为身份的唯一标识符，进而将身份属性通过智能合约进行关联。用户可以选择性的公开身份数据，也可对第三方进行授权使用，同时因为区块链去中心化的特性，通信服务商之间不必维护用户身份存储，统一从区块链中公开或授权的方式获得相关信息即可。采用此方案，通过多方参与的区块链技术，可实现通信运营商之间的合作机制，区块链技术保护个人隐私数据不被泄露盗取，解决用户身份数据使用的合法和合规性问题。同时，结合通信运营商具备的大量实名用户信息，基于通信运营商提供的手机号码和个人信息进行身份验证，可以为用户提供便捷、安全的身份认证服务。

#### (2) 面向物联网设备的数字身份认证

随着 5G 和物联网技术的发展，通信运营商面对的网络架构将不断优化，设备连接数、业务规模将爆发式增长，同时通信运营商面对

更多的产业合作方，区块链技术提供的信息安全保护可以有效的加强安全的互信合作及对海量物联网设备的安全管理。

通过使用区块链，可以使用加密技术和安全算法来保护身份。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，从而保护其身份不受其他设备的影响。

利用区块链去中心化、不可篡改等特性，在区块链上构建 PKI 数字证书系统，在设备商、运营商之间建立信任关系，将传统 PKI 技术集中式的证书申请、状态查询改变为分布式实现。利用该系统，设备可自行生成并提交证书，区块链节点使用智能合约验证和写入证书；证书使用过程中，依赖方通过区块链检查证书的正确性和有效性。区块链技术去中心、防篡改、多方维护等特点提升传统 PKI 技术的易用性，扩展 PKI 技术的应用场景。

### **2.3.2 数据共享与协作**

国内三大通信运营商的通信数据在数据结构、内容和格式方面具有很大的相似性，因此，这些数据很容易应用于相同的需求场景。特别是5G时代随着网络速度的提升，数据量也随之高速增长，同时5G时代对数据的安全性保护和隐私保护也提出更高的要求。

区块链的分布式、自组织特性，可用于构建数据共享、分散协作的去中心松散生态环境，其用密码学的手段为交易去中心化、交易信

息隐私保护、历史记录防篡改、可追溯等提供技术支持，天然适用于对数据保护要求严格的场景。

依靠区块链提供的分布式账本结构，让数据交易流通记录能够做到公开透明、不可篡改和可追溯，充分反映流通各环节状况，建立数据流通各链条之间的信任关系。基于共识机制，在数据资源产生或流通之前，将确权信息和数据资源有效绑定并登记存储，使全网节点可同时验证确权信息的有效性，并以此明确数据资产的权利所属人。通过数据确权建立全新的、可信赖的大数据权益体系，为数据交易、公共数据开放、个人数据保护提供技术支撑，同时为维护数据主权提供有力保障。

### 2.3.3 国际漫游结算

目前，全球有 700 多家运营商，若开通漫游业务，都需要彼此之间进行相互的漫游关系的建立、漫游协议的谈判和漫游结算等相关工作。同时，不同国家运营商的话单方式、对账方式等都非常复杂，需要人工适配，效率比较低，结算成本也比较大。

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建立一套可信、互认的漫游协议文件及财务结算文件体系，漫游记录全部上链，实现可查可追溯、安全透明，通过智能合约实现高效、低成本、安全及标准化的结算方式，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。将区块链技术应用于国际漫游，可大大减少各运营商传统的进行协议文件巡检和处理的人工工作量，以及出现争议时申告处理的时间，降低人力成本；同时，可提高协议文件的传输可靠性，可确保漫游结算资费的准确性。

### 2.3.4 数字钱包

数字钱包相当于银行账户，用户可以通过分散的方式存储、接收和向他人发送数字化资产。5G将带来更丰富的应用，以及全新的商业模式，各种付费的应用将层出不穷。通信运营商可以利用区块链进行小额资金支付，以支持音视频，手机游戏和其他此类服务的小额支付。这几年，国内的通信运营商也都涉足了这个领域。例如，中国电信的翼支付和联通的沃钱包都是特定形式的数字钱包，以实现客户对客户的支付。使用区块链技术，拥有互联网连接的人可以创建自己独特的钱包，该钱包在与此类资产的加密网络交互时注册自己的私钥和公钥。私钥是所有者获得访问此类钱包的唯一身份或密码。公钥是所有者用来发送或接收数字资产的地址。由于每笔交易都记录在具有加密安全性的分布式账本中，因此网络中的任何人都可以在保留发送方的匿名组件的同时对其进行审计。这为用户提供更透明、更可跟踪和更安全的网络体验。

### 三、“5G+区块链”典型融合应用

5G 作为新一代移动通信技术，具有高可靠、低延时、大带宽三大特性，区块链作为新一代互联网技术，具有去中心化、可追溯、开放性、防篡改等特点。5G 为区块链提供坚实的网络基础，区块链协助 5G 解决底层通信协议的部分短板，比如隐私、安全、信任等问题，在 5G 时代发挥重要作用。5G 和区块链技术相辅相成，关系密不可分。5G 和区块链协同推动贸易金融、智慧城市、物联网等领域的发展，拥有大量应用场景。

#### 3.1 贸易金融领域

目前，全球经济都在向一体化的方向发展，各地贸易市场发展迅猛，全球化大规模贸易合作层出不穷，传统的中心化金融管理机制正在面临着诸多挑战，例如，企业信息分散、企业之间缺乏信任、企业之间无法第一时间获取所需要的信息等。5G 和区块链技术相互融合，通过提高网络能力与安全能力，可以解决中心化金融管理机制所面临的困境。

##### 3.1.1 金融保险

5G 带给金融保险领域新的发展机会。保险企业、硬件制造商以及通信运营商之间正在积极探索 5G 带给金融保险领域的新变革。当

前，保险领域主要面临两个方面的问题，一方面是缺少有效勘察定损的技术手段，另一方面是传统的“社会信任”模式已经难以适应社会和经济发展的需要。5G 和区块链技术融合可以解决这两个主要问题。在勘察定损方面，大力发展 5G 终端设备，在终端设备上配备 5G 高清图像传输及机器视觉智能分析功能，再结合区块链技术，使数据在 5G 网络环境下进行实时可信传递，帮助实现智能终端的可信互动。此外，区块链技术的可追溯能力让保险业务流程更加透明，有利于增强保险公司和客户之间的相互信任。

### 3.1.2 供应链管理

可以针对供应链建立一个联盟链，这个联盟链可以包括供应商、厂家、分销商、用户等所有参与者。链上的所有企业都是联盟链的会员，以会员的形式开展活动。会员之间是相互信任的，可以直接进行点对点的交易，取消了传统的中心企业进行转发和处理的过程，减轻了企业所要承担的风险。通过发挥数据追溯审核、数据真实、快速反应、链上成员管理、资产数字化、流程智能化等特性，区块链可以赋能供应链管理和供应链金融。5G 为联盟链提供网络支持，核心企业实时动态了解链上各项业务活动，对有关事项、突发事件及时处置，同时，评估链上企业行为。

### 3.1.3 产品溯源

传统的产品溯源是利用传感器采集信息，通过人工的方式做格式化处理，并填写到溯源系统。在这样的操作下得到的信息不完整也不一定真实，同时由于技术的限制，溯源信息比较单一，速度和效能也会受到制约。在 5G 时代，产品的溯源信息除了结构化的文本，还可以是图片、视频等。以农业产品为例，溯源监控节点可完全覆盖产品的生长过程、用药情况，或者是栽培过程、肥料使用方法、光照等诸多信息，同时采集产品打包、流通、消费等各个关键节点的数据，并通过 5G 高带宽多连接的特点，被实时完整地记录下来。多参与方通过 5G 高效的数据采集模式把数据上传到溯源区块链中，向消费者或第三方系统提供产品完整、真实、不可篡改的溯源数据服务。5G 可保障溯源数据传输的完整、全面、快速，区块链可保障溯源数据的可信任，5G 与区块链技术的融合将促进溯源产业的快速发展。

## 3.2 智慧城市领域

智慧城市拥有巨大的产业范畴，包括智慧政务、智慧环保、智慧安防等大量应用场景，这些应用场景的实现依靠于大量高新技术，包括，云计算、大数据、物联网、区块链，人工智能、5G 等；这些技术相互贯通，相互配合，共同推动智慧城市的建设。目前智慧城市正处于数字转型的关键时期，大量基础设施正在建设中，如何将这些基



基础设施互相连接、实现数据共享是智慧城市面临的重要问题。5G 和区块链融合将为智慧城市带来全新体验，改善我们的生活。

### 3.2.1 智慧政务

由于区块链提供了不可篡改、不可删除、可追溯等特性，可以为政府的智慧政务提供可信的数据互通能力。在叠加了 5G 技术之后，可以大大提升数据互通互信的效率，同时更多的新业务将会为政务服务提供更加丰富的体验，例如，支持政务高效远程审批等。通过 5G 信号部署、5G 实时转播，利用 5G 终端开展高精度信息采样和大数据智能分析，结合区块链不可篡改特性保证传输数据的安全，通过智能合约，实现政务远程高效审批，可节省大量时间和人力。例如，为了消除腐败和选票欺诈的发生，可以考虑将 5G 和区块链技术应用在电子投票系统中。税务部门、工商管理部门等都可以利用 5G 区块链技术，快速定位票据、登记信息等问题，避免作假行为的发生，为公司信用提供保障。未来，更多的政务数据信息将以视频或 AR/VR 影像呈现，新型的、立体化的市民政务服务、应急指挥调度、政府数据展示等将出现在政府服务中，区块链技术在这些场景中能够提供身份识别、办事过程信息不可篡改，事后可追溯等功能，为 5G 场景下的智慧政务提供更加可靠、可信的解决方案。

### 3.2.2 智慧城市监控

智慧城市监控是区块链在智慧城市中一个典型应用。视频监控涵盖了智慧城市建设主要的数据传输环节，同时也是整个安防领域中最核心的环节。伴随着 5G 技术不断的深入融合到整个安防产业当中，将催化大量安全警报器、传感器和摄像头的部署。为了保证这些监控及数据传输的安全，监控设备之间可以成立区块链，保证所有上传的数据的真实性，结合 5G 带来的更高清的画面，更丰富的视频细节，提高监控视频的分析价值。

### 3.2.3 智慧园区安防

智慧园区的安防越来越受到人们的重视。安防的重点是对众多摄像头、压力、温度等传感设备的监控。目前无线监控设备和有线监控设备还处于并行状态，但无线监控设备安装方便、灵活性强、性价比高特性已经开始越来越被消费者看重，只是还受限于带宽资源有限，干扰因素多，而视频信号数据量大，实时性要求高等问题。而随着 5G 网络崛起，以及资费费率的下降，这些问题有可能都会迎刃而解。网络监控无线化，将成为新的方向。园区安防利用区块链技术实现不同园区或区域的安防数据共享，在技术上规避数据造假推卸安全责任等隐患发生。

### 3.3 物联网领域

物联网已经逐渐走入我们的生活，但是，不得不承认，安全问题（包括，数据隐私、数据的传输与存储安全等）目前已经成为物联网的最大弱点。物联网终端千差万别、传感器种类众多，设备之间的数据传输很容易受到攻击使得设备成为“僵尸”设备，威胁到系统、数据、网络安全。因此，将区块链应用到物联网中可以说是迫在眉睫。

#### 3.3.1 车联网

随着 5G 时代的到来，传统汽车行业也在逐步迈向互联网时代。但是，目前车联网仍然存在一些问题，主要包括，车联网系统的数据量庞大、车联网系统存在安全隐患、车联网缺乏可靠“大脑”无法实时处理大量数据等。借助 5G 技术的蓬勃发展，车联网面临的困境也将一步步得以解决。利用 5G 低时延、高可靠、海量连接的能力，联网车辆不仅可以帮助实现车辆间位置、速度、行驶方向和行驶意图的实时沟通，更可以利用路边设施辅助联网车辆对环境进行感知。但是，5G 仍然无法解决系统安全隐患的问题，此时需要结合区块链技术。区块链将车、人、服务商都引入链中，通过其不可更改特性，保障了数据信息安全，链中的用户能够分享由区块链带来保护的数据信息，从而提高驾驶的安全和服务商管理的效率。

### 3.3.2 无人机

无人机作为一种新型的科技产品，越来越融入我们的生活，同时无人机对于移动通信网络的需求也越来越旺盛。正因如此，很多人预测无人机将是 5G 网络最先商用的几大行业之一。5G 网络低时延、抗干扰、海量连接的特点可以缓解无人机在 4G 网络时代的尴尬。5G 时代下，无人机带来海量通信，原有的中心化处理机制很难支撑，需要区块链技术去中心化处理。区块链技术融合 5G 技术促使指令有效传递至各个无人机节点，无人机节点间实现实时通信。

### 3.3.3 智能家居

智能家居是物联网领域的重要应用。目前市场上已经出现了大量的智能家居产品，但是因为种种原因，例如，标准问题、网络问题、互联缺陷等问题让每一个智能家居产品成为单一的信息孤岛而无法互联互通形成智能家居体系。在 5G 时代，各类智能家居产品利用 5G 网络高带宽和低延迟两大特性，通过 5G 网络接入云端，加速家居产品间的互联互通，推动智能家居行业发展。但伴随着发展，数据存储和隐私安全越来越面临巨大考验。在智能家居行业中引入区块链技术，智能家居设备在一个去中心化的平台上运行，所有传输数据都经过严格加密处理，从而保障用户数据和隐私安全，弥补 5G 数据传输安全性不足的缺陷。

## 3.4 工业互联网领域

工业互联网面临着设备实时互联互通以及安全性等诸多挑战，5G 为工业互联网发展提供新机遇，5G 结合区块链将从网络、平台、安全三个方面全方位推进工业互联网建设。工业互联网是一个很大的范围，涉及到工业生产线上的每一个环节，在可靠和安全性方面，工业互联网的要求极高。5G 为在工业互联网中引入区块链提供可靠的网络支撑，区块链上的节点都能建立可靠连接，提高工业互联网的安全性。

### 3.4.1 智能制造

如果在生产过程中出现时延过长，或者控制信息在数据传送时发生错误等问题，就易导致生产过程中断，造成巨大的财务损失。据统计，工业系统通信的时延需要达到毫秒级别甚至更低才能保证控制系统实现精确控制。5G 具有低时延、高可靠，海量连接的特性，可以将生产时延降到毫秒级别以上。此外，区块链也可以帮助提高工作效率。区块链特有的点到点通信和去中心化协作机制，可以使得智能制造中的各种请求不必从中心系统一层层向外传递请求，从而提高工作效率。

### 3.4.2 智慧工厂

在传统的工业生产中，产品的质量检验一般都是产品生产完成之后，对产品进行数据监测。但是利用 5G 网络的高带宽、低时延特性，工程师可以对工厂中车间、机床等运行数据进行实时采集，利用 5G 边缘计算等技术，在终端侧直接进行数据监测。在智慧工厂中还可以引入区块链技术，终端之间可以直接进行数据交互，而不需要经过云中心，实现去中心化操作，提升生产效率。

5G 保障对整个产品生命周期的全连接。智慧工厂中所有智能单元均可基于 5G 无线组网，生产流程和智能装备的组合可快速、灵活调整，以适应市场的变化和客户需求越来越个性化、定制化的趋势。智慧工厂从需求端的客户个性化需求、行业的需求趋势，到工厂交付能力、不同工厂间的协作，再到物流、供应链、产品及服务交付，要形成端到端的闭环。融入区块链技术，有利于提升智慧工厂的生产效率，并节约生产成本。

### 3.4.3 智慧物流

物流行业巨头们基本完成了以无人机配送、无人仓智能分拣为代表的“物流智能化”布局，但是 5G 的出现才真正促使“物流智能化”落地，真正实现物流智能化应用的普及。5G 低时延和海量连接特性让车、仓、人、货物之间互联互通，实现更高效的互动。但是，如何

保证车、仓、人、货之间的安全协作仍然是亟待解决的问题。通过引入区块链技术，区块链不可篡改特性可以保证链中数据的安全，促进5G智慧物流的稳定、健康发展。

### **3.5 新媒体领域**

5G网络具有比4G网络快上百倍的传输速度，为高清视频直播中的高清视频上传和任何终端无卡顿的收看提供了可能性。虚拟现实（VR）和增强现实（AR）即将成为新的媒体传播方式，当下VR和AR的普及一直存在很大问题，例如，只能观看而无法交互、图像分辨率低使模拟不够逼真、延时过长使观看者头晕等等。然而5G网络的“高速率、低时延”特性恰好适配了VR和AR对网络的敏感性特征，虚拟场景和现实场景可以得到完美融合。可以预见的是，在5G技术支撑下，以虚拟现实为代表的全新的媒体业务将迎来爆发式增长。5G和区块链技术结合，实现传统媒体和新兴媒体在内容、渠道、平台、经营和管理等方面的深度融合，形成平台化、开放式、高度互联的新型媒体架构。

#### **3.5.1 版权保护**

5G网络的“高速率、低时延”特性无疑将促进新媒体快速发展，媒体业的快速发展也离不开版权保护。近年来，国家对盗版打击力度不断加强，数字版权的正版化率在不断提升。这使得用户版权付费意

识逐渐养成，媒体付费的市场空间不断扩大。区块链技术解决了媒体付费行业痛点，通过技术手段将数字版权所有者和用户紧密联系起来，能有效提升版权作者创作动力、媒体付费率、媒体版权保护能力。随着技术的进一步发展，其对于媒体付费行业产生强大驱动能力。

### 3.5.2 数字资产管理

凭借区块链技术的数字签名和哈希算法，能够完成对媒体数字资产版权的精准跟踪，从确权、用权、维权三个环节完整记录数字资产流转过程，从而解决了媒体无形资产确权和价值评估问题。媒体的新闻作品、文学作品、摄影作品、创意设计作品，乃至用户浏览数据、互动评论内容，均可作为数字资产进行管理和保护。媒体还可以通过股权众筹模式，进入媒体数字金融市场，提供文化创意版权作品的登记、注册、交易服务。

## 四、“5G+区块链”融合发展趋势

### 4.1 融合发展面临挑战

随着 5G 商用和快带发展，有望真正实现万物互联。伴随万物互联而来的，是海量的连接和数据。区块链解决了物联网中数据的安全、溯源、可信与定价问题，让可信连接和可信数据成为真正具备价值的



生产“原材料”。5G和区块链的结合，扬长补短，相得益彰，未来必将能够创造出更多的机会和价值。

5G与区块链技术结合，当前技术研究或应用取得了一定的成果，例如，通信场景中的基于区块链的数字身份识别、通信设备管理、国际漫游结算、动态频谱管理与共享及垂直行业应用等。但总体来看，目前两者融合发展中存在一些亟待解决问题，面临一系列挑战：

### **(1) 当前5G标准还不完善，5G技术本身还处于初步阶段，网络部署还不全面**

当前，5G标准分成R15、R16两大阶段，第一版国际标准（Re1-15）已全部完成，第二版增强标准（Re1-16）正在制定中，预计2020年3月完成。同时，5G技术还处于初步阶段，其与产业的结合还处于实验阶段。目前，全球5G商用国家不多，各运营商的5G网络建设刚刚起步，离完备的覆盖还有一定距离。

### **(2) “5G+区块链”融合发展模式，大多数仍处于实验阶段，还没有成熟产品的出现**

区块链应用的落地和广泛推广一直备受理论界和产业界的关注，但由于其底层技术体系建设和评价标准设计始终未能达成共识，区块链技术陷入“雷声大雨点小”、“愿景好落地少”的困境。目前大多数应用还处于研究或实验阶段，离规模化应用还有一段距离。

### **(3) 技术融合不足，缺乏杀手级应用**

区块链与其他技术结合才能成为更成熟适用的解决方案，否则离真正的落地还有一定的距离。任何新技术，其最大发展瓶颈是商业化问题，找到适合垂直行业的商业模式，与行业深度结合，找到行业的痛点，才能做出“杀手级”应用。但目前，5G与区块链融合尚处于发展初期，其商业模式尚在摸索阶段，当前还没有“杀手级”应用出现。

## 4.2 融合发展建议

5G技术可以加速区块链应用落地，区块链技术也会给5G发展带来新思路。区块链不可篡改、安全、可溯源、零知识证明等特点在5G基础设施建设、5G应用发展及网络演进方面发挥重要作用。对于“5G+区块链”融合的发展，建议如下：

### （1）利用区块链技术构建网络基础设施

利用区块链技术构建去中心化网络基础设施，促进通信运营商间的基站共享、频谱动态管理和共享，及调动用户将身边的电子产品打造成可以进行传输的微基站，实现宏微基站的协作。在当前通信运营商网络建设资金压力下，通过区块链去中心化、安全、智能合约的特点，实现运营商间及运营商与用户间网络基础设施、资源的共享，帮助通信运营商广泛建立5G相关基础设施，推动5G的快速落地和发展。

### （2）5G与区块链结合加速应用发展

在物联网、车联网、无人驾驶、工业控制、智慧城市等领域，5G的万物互联可以实现实时并快速地传输硬件数据，区块链的不可篡改、安全、可溯源、零知识证明技术能为设备与设备间大规模协作提供去中心化的解决思路。5G与区块链结合，将加速应用场景的落地。

### **（3）区块链技术助力网络演进**

随着5G网络的建设和技术的更新，下一代6G网络通信技术也搬上日程。6G愿景是使人类进入泛在智能化社会，同时6G面临诸多挑战，例如，提升网络容量、频谱效率、系统覆盖、能量效率等。传统专用频谱分配方式，使得频谱资源分配已满且利用率低下，导致移动通信系统面临频谱需求高但频谱资源严重短缺的矛盾。6G将通过智能化灵活频谱共享技术，解决频谱分配专用造成的利用率低下难题。在安全方面，6G引入可信机制具有内生安全的网络。区块链技术在解决频谱共享技术及网络安全方面，将能带来新的技术突破。

---





中国联通研究院