

中国区块链与物联网融合创新应用 蓝皮书

发布单位：中国电子技术标准化研究院

2017年9月10日

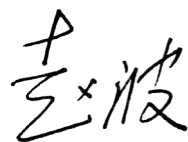
序

当前，数字经济发展步伐加快，对经济的引领主导作用不断增强。与此同时，新一代信息技术加速升级迭代，不同领域间融合创新，不断带来新的发展机遇。物联网作为重要的战略性新兴产业，近年来快速发展，产业规模飞速壮大，技术和应用体系不断丰富，正逐渐步入商业模式创新的关键时期。

区块链作为近几年新崛起的一种信息技术集成应用模式，在金融服务、智能制造、物联网、供应链等多个领域有很好的应用前景，在部分领域的应用已经取得了较好的进展，尤其是开始呈现与物联网融合发展的态势。区块链和物联网在技术上具有很高的契合度，能否通过融合应用建立优势互补的开放型产业生态体系，将是下一阶段物联网和区块链共同面临的重要课题。

为推动区块链与物联网的技术融合和产业发展，在无锡市经济和信息化委员会的支持下，中国电子技术标准化研究院联合无锡市软件行业协会区块链专业委员会、六域区块链联合实验室、江苏恒为信息科技等单位，开展区块链与物联网融合应用专题研究，编撰形成了《中国区块链与物联网融合创新应用蓝皮书》。其中分析了区块链与物联网融合的基本现状，结合物联网的六域模型和区块链参考架构，提出了融合应用框架，分析了典型应用场景，提出了产业化思路及相关建议。蓝皮书针对性强，有创新性，具有较好的参考价值。希望蓝皮书能够在促进区块链与物联网融合创

新，加快融合应用落地，以及推动我国区块链和物联网的融合发展等方面发挥积极作用。

A handwritten signature in black ink, consisting of the characters '史' and '波' in a cursive style.

中国电子技术标准化研究院 院长

2017年9月

内容摘要

物联网已成为国家产业发展和技术创新的重点方向，同时也面临着巨大的挑战。如何应对挑战，破解发展难题，是当前物联网产业的一个关键课题。区块链技术为物联网面临的大数据管理、信任、安全和隐私等问题提供了新的思路和解决办法。为积极引导我国区块链与物联网融合应用发展，我们在研究区块链和物联网的产业总体状况、区域发展状况、政策环境等基础上，总结和分析了区块链与物联网融合应用框架和典型应用案例，编写形成了本蓝皮书。其主要内容包括：

一、区块链与物联网发展概况。描述了物联网技术发展所面临的信任、成本和安全等问题，分析了区块链提供的解决思路和价值。梳理了国内外从事区块链在物联网领域应用研究的企业和研究机构，总结了区块链在物联网中的应用领域以及发展趋势。

二、区块链与物联网的融合。结合物联网的六域模型和区块链参考架构，分别从功能和用户的视角提出了区块链与物联网融合应用的框架。首先提出由通信及基础设施、区块链、物联网、跨层功能组成的区块链和物联网融合应用框架。其次，列举了物联网中使用区块链服务的用户框架，细化了面向物联网的区块链服务客户的分类。

三、区块链与物联网融合的应用全景及典型案例分析。通过分析应用案例总结出应用全景图，分析了区块链在物联网的应用模式，介绍了环保、医疗、智能制造、供应链管理、农业、能源六个领域的行业痛点、解

决思路和典型应用场景。

最后，围绕明确发展方向和发展路径、加速建设区块链与物联网融合应用的技术创新体系、加强区块链与物联网融合的应用标准研制、加快推进区块链与物联网融合应用发展、组织开展人才培养体系建设等方面，提出了相关产业化发展的建议。

中国区块链与物联网融合创新应用蓝皮书

编写单位（排名不分先后）

中国电子技术标准化研究院
无锡市经济和信息化委员会
无锡市软件行业协会区块链专业委员会
六域区块链联合实验室
江苏恒为信息科技有限公司

编写人员

唐晓丹 朱天阳 沈杰 段涛 周怡妮 周平 徐钰淳
李鸣 陈东雷 崔春生 董长江 张何东 曹胜虎 李佳稭
陈啸 高跃 王晓颖 王俊宇 马奎 王雍 周昕

■ 目录

| | |
|------------------------------|----|
| 一、概述 | 1 |
| (一) 编写背景 | 1 |
| 1、产业总体状况 | 1 |
| 2、区域发展状况 | 2 |
| 3、政策环境 | 3 |
| (二) 编写方法 | 5 |
| 二、区块链与物联网发展概况 | 7 |
| (一) 物联网发展面临的问题 | 7 |
| (二) 区块链提供的解决思路和价值 | 7 |
| (三) 区块链在物联网中应用的现状和发展趋势 | 9 |
| 三、区块链与物联网的融合 | 11 |
| (一) 物联网六域模型 | 11 |
| (二) 区块链参考架构 | 13 |
| (三) 区块链和物联网融合框架 | 16 |
| 1、应用框架 | 17 |
| 2、用户框架 | 18 |
| 四、应用场景 | 21 |
| (一) 概况 | 21 |

目录

| | |
|--------------------|----|
| 1、应用全景 | 21 |
| 2、应用模式 | 22 |
| (二) 环保 | 23 |
| 1、环保领域面临的痛点 | 23 |
| 2、区块链和物联网融合提供的解决思路 | 24 |
| 3、典型应用场景 | 24 |
| (三) 医疗 | 26 |
| 1、医疗领域面临的痛点 | 26 |
| 2、区块链和物联网融合提供的解决思路 | 26 |
| 3、典型应用场景 | 26 |
| (四) 智能制造 | 28 |
| 1、智能制造领域面临的痛点 | 28 |
| 2、区块链和物联网融合提供的解决思路 | 29 |
| 3、典型应用场景 | 29 |
| (五) 供应链管理 | 32 |
| 1、供应链管理领域面临的痛点 | 32 |
| 2、区块链和物联网融合提供的解决思路 | 32 |
| 3、典型应用场景 | 32 |
| (六) 农业 | 35 |
| 1、农业面临的痛点 | 35 |
| 2、区块链和物联网融合提供的解决思路 | 35 |

■ 目录

| | |
|-------------------------------|----|
| 3、物联网+区块链在现代农业领域的典型应用场景 | 35 |
| (七) 能源 | 38 |
| 1、能源领域面临的痛点 | 38 |
| 2、区块链和物联网融合提供的解决思路 | 38 |
| 3、典型应用场景 | 39 |
| | |
| 五、发展思路建议 | 41 |
| | |
| 参考文献 | 44 |

一、概述

(一) 编写背景

物联网作为新一代信息技术的重要领域，其价值和意义得到社会的普遍认可。工业设备、汽车、家用电器等物品通过网络相互连接，产生大量的数据，结合强大的数据分析能力，有望改变生产、生活的方式，同时产生巨大的社会和商业价值。然而，在提供发展机遇的同时，物联网也带来了重大挑战，安全和隐私已经成为物联网发展中不容忽视的问题。此外，如何利用物联网产业加强商业创新，加快生态体系建设，也是重要的难题。

区块链集成了分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等技术，有望解决物联网安全性的弱点，同时可以减少中心化网络的运营和信用成本，提高运营效率和工业资产利用率，从而提升物联网系统的价值。同时，借助物联网提供的广阔应用空间，有望发展出更多成熟的区块链应用，有助于拓展区块链产业规模，促进产业生态完善。

1、产业总体状况

在国家政策的大力扶持和业内企业的不断努力下，国内物联网产业持续良好的发展势头。技术研发取得重大进展，标准体系不断完善，市场化应用稳步推进。物联网市场规模从2009年的1700亿元到2015年的逾7500亿元有显著的提升，年复合增长率超过25%。在应用发展方面，物联网已在我国安全、民航、交通、环境检测、智能电网、农业等行业得到初步规模性应用，部分产品已打入国际市场。

区块链在我国还处于起步阶段，区块链基于自身技术优势，可以广泛应用于金融服务、供应链管理、文化娱乐、智能制造、社会公益以及教育就业等多个领域。为了协调推进区块链技术和应用发展，国内先后成立各种类型的区块链产业联盟。国内大量企业及组织开始涉足区块链行业，着手研发或推出从基础设施平台到行业应用的产品、服务和解决方案。

物联网和区块链的融合方面，国内已经有一批企业和研究机构投入到这个领域，也产生了一些有代表性的应用案例，尤其是在农产品供应链、工业物联网等应用场景。然而，总体上看，目前这个行业的发展仍然处于早期阶段，未来几年很可能进入关键发展时期。

2、区域发展状况

从我国物联网产业发展格局来看，目前已形成一些产业聚集区，包括京津冀地区、珠三角地区、长三角地区等。

北京市依托现有电子政务基础，以建立开放、共享的政务物联网架构体系为目标，将政务物联网作为物联网发展的突破口，利用已建设和正在建设的信息基础设施、RFID、传感器网络等资源，推动政务物联网普及和应用。

广东的物联网发展目标侧重于与制造业相结合，把物联网作为产业升级、经济结构转变的重要驱动力。目前物联网的应用主要集中在RFID、GPS等方向。

长三角地区以传感网为主要发展方向。其中，上海市是RFID的重要研发基地。江苏省在传感器、集成电路、无线通信、智能控制、软件和信息服务业等物联网产业支撑领域基础较好。无锡核心区传感网创新园、产业园、信息服务园等一批产业聚集载体基本建成，产业链逐步完善。苏州物联网产品制造业和南京物联网软件产业也已形成集聚。

目前来看，物联网发展较为成熟的区域，能为区块链技术的引入和培育提供天然的土壤，在区块链和物联网的融合发展方面也具有先发优势。

例如，无锡市作为国家传感网创新示范区，在物联网领域发展基础良好，区块链产业在过去几年也快速起步发展。上海市、北京市在物联网领域也有一定基础。可以预见，随着区块链技术的发展和普及，未来这些区域将在区块链和物联网融合应用中发挥重要的带头作用。

3、政策环境

近年来，我国高度重视物联网的发展，将物联网上升为国家战略产业，并且发布了多个支持物联网产业发展的政策（如表1所示）。

表1 我国物联网政策列表

| 发布机构 | 发布时间 | 政策名称 | 相关内容 |
|-----------------|-------------|----------------------------------|---|
| 国务院 | 2010年10月18日 | 《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》 | 物联网成为国家首批加快培育的七个战略性新兴产业 |
| 国务院 | 2011年3月16日 | 《国家“十二五”规划纲要》 | 作为战略性新兴产业上升为国家发展战略 |
| 国务院 | 2011年4月6日 | 《物联网发展专项资金管理暂行办法》 | 由中央财政预算安排专项资金支持物联网发展 |
| 工信部 | 2011年5月9日 | 《工业和信息化部2011年标准化重点工作》 | 指出加强标准战略研究，加快标准制定和修订 |
| 工信部 | 2012年8月17日 | 《无锡国家传感网创新示范区发展规划纲要（2012—2020年）》 | 加大对示范区内物联网产业的财政支持力度，加强税收政策支持 |
| 国务院 | 2013年2月5日 | 《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》 | 将建立健全有利于物联网发展的政策体系和法律法规 |
| 国务院 | 2013年3月4日 | 《国家重大科技基础设施建设中长期规划（2012—2030年）》 | 实现物联网在经济社会的规模示范应用。建立鼓励多元资本公平进入的市场准入机制 |
| 发改委 工信部 等 | 2013年9月7日 | 《物联网发展专项行动计划（2013—2015年）》 | 包含了顶层设计、标准制定、技术研发、应用推广、产业支撑、商业模式、安全保障、政府扶持、法律法规、人才培养10个专项行动计划 |

| 发布机构 | 发布时间 | 政策名称 | 相关内容 |
|------|----------|------------------------------|---|
| 工信部 | 2014年6月 | 《工业和信息化部2014年物联网工作要点》 | 继续落实细化物联网发展相关工作 |
| 国务院 | 2015年5月 | 《中国制造2025》 | 加快开展物联网技术研发和应用示范，培育智能监测、远程诊断管理、全产业链追溯等工业互联网新应用 |
| 国务院 | 2016年12月 | 《“十三五”国家信息化规划》 | 推动物联网的互联互通；将发展区块链技术作为重大任务和重点工程 |
| 工信部 | 2017年1月 | 《软件和信息技术服务业发展规划（2016—2020年）》 | 强化技术、产品、内容和服务等核心要素的整合创新，加速业务重构、流程优化和服务提升，实现转型发展 |

区块链方面，国务院发布《“十三五”国家信息化规划》，首次提出加强区块链等新技术的创新、试验和应用；工信部发布《软件和信息技术服务业发展规划（2016—2020年）》，提出到2020年基本形成具有国际竞争力的产业生态体系，布局区块链等前沿技术研究和应用；国务院在2017年8月印发《关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》，鼓励利用开源代码开发个性化软件，开展基于区块链、人工智能等新技术的试点应用。工信部指导国内区块链相关企业机构，开展区块链技术和应用研究，推进区块链标准化。除此之外，多个地方政府也对区块链行业加强政策支持。2017年6月贵阳发布了《关于支持区块链发展和应用的若干政策措施（试行）》，2017年7月，无锡市政府依据《无锡市加快发展以物联网为龙头的新一代信息技术产业三年（2017—2019年）行动计划》制定的2017年度工作实施方案中，提出推进区块链技术在物联网等新一代信息技术产业中的应用。

（二）编写方法

为了系统地研究和分析区块链与物联网融合的方法及应用发展趋势，研究我国区块链与物联网融合的框架，提出区块链与物联网融合发展的相关建议，2017年，由中国电子技术标准化研究院、江苏省无锡市经济和信息化委员会、无锡市软件行业协会区块链专业委员会、六域区块链联合实验室等单位和相关专家共同编写了本蓝皮书。旨在通过此蓝皮书为各级产业主管部门、从业机构提供指导和参考。

本蓝皮书的研究方法如下：

一是收集和分析国内外行业研究成果、技术资料、政策信息等文献资料，系统研究了国内外区块链在物联网领域的应用发展最新动向。

二是研究分析国内外典型应用案例，分析典型应用场景并归纳总结。

三是系统梳理国内区块链研发和应用实践，结合物联网国家标准与区块链团体标准首次提出融合框架。

另外，需要特别说明的是，在编写蓝皮书的过程中，所采用的数据仅供参考，同时最新数据的截至日期为2017年8月。

二、区块链与物联网发展概况

（一）物联网发展面临的问题

当前，物联网产业已经初步发展，大规模应用的条件正快速形成，产业发展将进入关键时期。然而，现阶段物联网产业仍存在很多问题，发展空间受限。由于物联网与行业融合的复杂性，造成应用物联网的成本高，安全和隐私问题突出。同时，目前物联网产业以基础设施建设和局部应用创新等业态为主，与各个行业领域融合的巨大价值尚未被深度挖掘。

具体来讲：首先，物联网中的芯片、模块、设备、网络、平台、应用、数据、服务等产业链条冗长，涉及技术领域庞杂，市场通道没有被打开，价值传导效应慢；第二，行业中的各类用户、物体对象、感知控制设备、服务平台、监管平台、第三方资源系统等各方之间的协作体系、信任体系和价值体系尚不完善，导致物联网融入行业的难度大；第三，生产厂商或服务提供者构建的中心化物联网平台，大多拥有未经用户授权即收集和分析用户数据与控制用户设备的权限，对用户隐私和安全造成很大威胁。这些问题严重制约了物联网产业的发展，阻碍了其潜在价值的实现。

（二）区块链提供的解决思路和价值

区块链是一种在对等网络（也称分布式网络、点对点网络）环境下，通过透明和可信规则，构建可追溯的链式数据结构，实现和管理事务处理的模式，具有分布式对等、链式数据块、防伪造和防篡改、透明可信和高可靠性等五个方面的典型特征。区块链可以提供三个方面的应用能力：一是通过对等网络提供计算、存储、网络 and 平台资源等基础设施，二是

管理、查询和分析对等网络中的数据，三是通过对等网络提供数字资产交易、财务、支付结算等应用服务。

区块链具有独特的技术特征，可以有效解决物联网发展中面临的大数据管理、信任、安全和隐私等问题，从而推进物联网发展到分布式、智能化的高级形态。区块链可以为物联网提供信任、所有权记录、透明性和通信支持，实现可扩展的设备协调形式，构建高效、可信、安全的分布式物联网网络，以及部署海量的设备网络中运行的数据密集型应用，同时为用户隐私提供有效的保障。

区块链在物联网中作为一种普适性的底层技术，可以为大规模物联网网络提供高容纳性的、可信任的基础设施。区块链应用于工业生产等领域的物联网，可以降低中心化设备网络的运营和信用成本，提高运营效率和工业资产利用率。同时，通过身份验证、授权机制等技术，区块链还可以从存储、信息传递等方面保证物联网的安全性和隐私性。此外，区块链能带来物联网智能化应用模式的扩展，促进商业模式创新（如图1所示）。

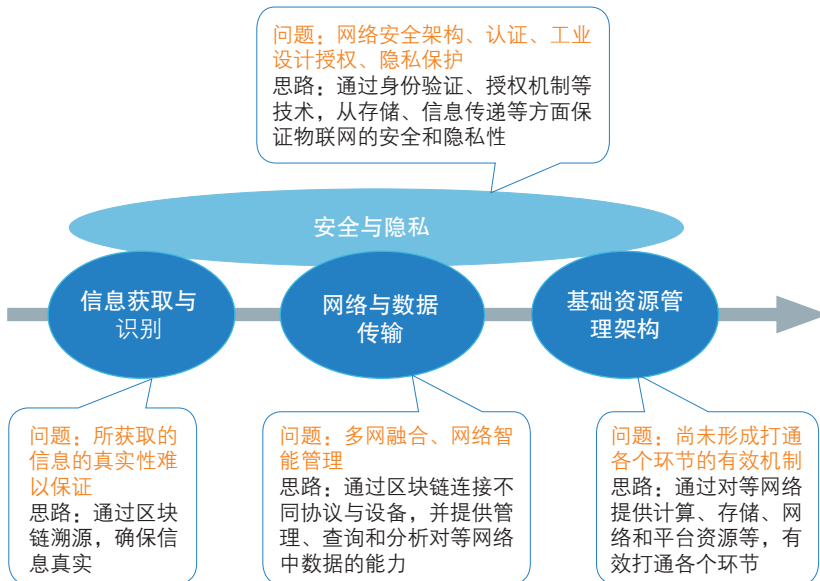


图1 物联网面临的问题和区块链提供的解决思路

（三）区块链在物联网中应用的现状和发展趋势

区块链在物联网领域的应用探索在2015年前后开始，目前国内外已经有一批企业和机构投入到区块链在物联网中的应用。知名公司如：阿里巴巴、京东、中兴、中国联通、万向、IBM、Cisco、Bosch、Toyota、Walmart、Siemens等。知名研究机构如：麻省理工学院（MIT）、清华大学等。同时，初创企业也在不断涌现，这些企业和机构正在探索或已经初步实现区块链在物联网多个领域中的应用。

区块链在物联网领域的应用主要集中在物联网平台、设备管理和安全等方向，具体包括智能制造、车联网、农业、供应链管理、能源管理等领域。目前国内外在智能制造、供应链管理等领域有一些已经成熟的项目，其他领域的项目多处于研发阶段。

比较成熟的应用如：2016年10月Bluemix平台下的区块链项目，在物联网云平台的基础上加入区块链服务，根据用户需求实现不同功能。Blocklet项目把各种电子设备登记在区块链上来建立物联网，同时将区块链应用在智能农场里来确保精准农业数据不被篡改。京东和科尔沁农业于2017年5月进行了基于区块链技术的全程牛肉的追溯案例。众安科技于2017年6月推出的步步鸡项目使消费者收到商品后可以通过产品溯源App进行防伪溯源信息查询。Walmart联合清华大学应用区块链的猪肉市场供应链项目在2017年6月进入试行阶段。

早期阶段项目如：2016年9月，万向控股对外发布了计划投资2000亿元的“万向创新聚能城”项目，其中包括融合以区块链、物联网、人工智能、微电网为代表的技术，实现新型的去中心化能源交易与管理系统。Siemens与相关企业合作推动基于区块链的智能电网项目TransActive Grid。Cisco、Bosch、BNY Mellon等公司在2017年1月新成立了专注于物联网与区块链交互的联盟，并且已开展了相关的开发工作。阿里巴巴、中兴、中国联通在2017年3月宣布共同打造物联网区块链框架。2017年5月

Toyota公司与MIT媒体实验室达成合作关系，共同探索区块链在自动驾驶方面的应用。

区块链的技术优势为物联网生态的建立和完善提供了最佳的选择和重要的支撑。通过在设备身份权限管理、智能合约机制、数据安全与隐私保护、数据资源交易信任机制等诸多方面的突破，并与物联网各主体以及金融、保险等资源互为融合，增加信任，保护隐私，重构线上和线下开放式的价值信用体系，极大地拓展了物联网的增值服务和产业增量空间，将广泛影响工业、农业、医疗、健康、环保、交通、安全、金融、保险、物品溯源、供应链、智慧城市综合管理等诸多领域，实现从信息互联到价值互联的巨大转变（如图2所示）。

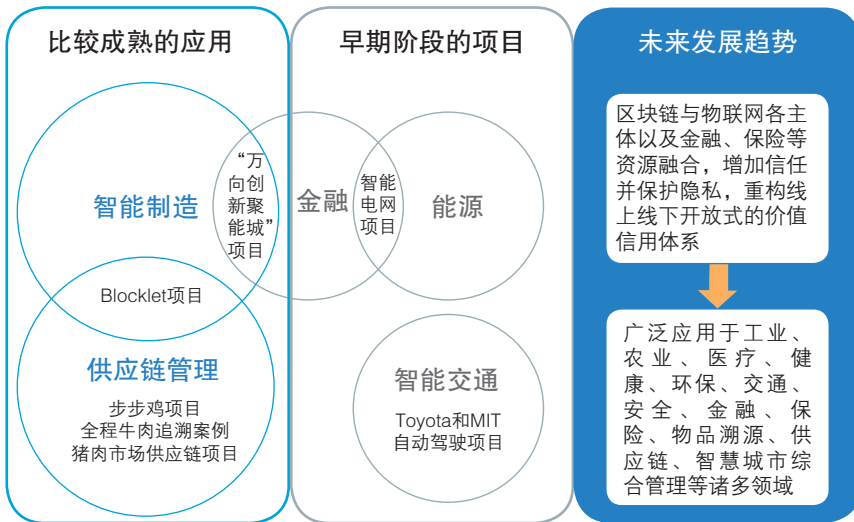


图2 区块链在物联网中应用的现状和发展趋势

三、区块链与物联网的融合

（一）物联网六域模型

面对复杂的生态体系，物联网在市场的自我探索力量有限，需要找到更高效的建设和运营模式，促进生态相关方有序的组织 and 建立协同运营体系，从而实现物联网与行业的真正融合。为此，需要从三方面开展物联网生态体系的顶层架构设计。一是抽取物联网相关行业的共性；二是支撑各行业的可定制性和伸展性，同时不影响行业的创新；三是促进不同行业之间的协同和共享，突破单应用瓶颈。

传统分层架构在物联网中应用具有局限性，因此在物联网国家标准和国际标准的制定和对十余个行业应用的长期分析和研究过程中，逐步凝练形成了新的物联网“六域模型”参考架构体系。该体系为如何在特定行业应用中有效解构物联网生态各重要组成部分，以及如何建立业务关联逻辑提供了顶层架构思路，以下简要介绍基于物联网“六域模型”如何指导物联网协同生态体系建设和运营的思路。

物联网“六域模型”参考体系结构将复杂的物联网行业应用关联要素进行了系统化梳理，并从不同角度进行了分析，以系统级业务功能划分为主要原则，设定了物联网用户域（定义用户和需求）、目标对象域（明确“物”及关联属性）、感知控制域（设定所需感知和控制的方案，即“物”的关联方式）、服务提供域（将原始或半成品数据加工成对应的用户服务）、运维管控域（在技术和制度两个层面保障系统的安全、可靠、稳定和精确的运行）、资源交换域（实现单个物联网应用系统与外部系统之间的信息和市场等资源的共享与交换，建立物联网闭环商业模式）等六

大域，域和域之间再按照业务逻辑建立网络化连接，从而形成单个物联网行业生态体系。单个物联网行业生态体系再通过各自的资源交换域形成跨行业跨领域的协同体系（如图3所示）。

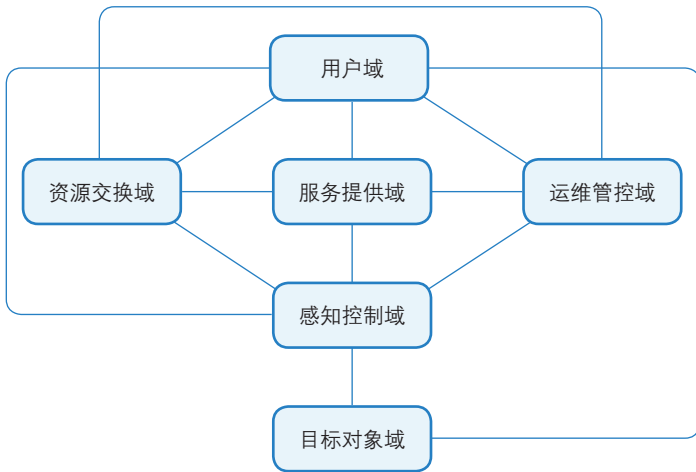


图3 六域模型

物联网行业生态体系建设的第一步在于确定用户主体和用户需求，即在用户域中挖掘用户主体与行业中其他因素之间的问题，并提出改善需求。其中，多个用户主体间的关联性以及需求边界是确定物联网行业生态的入口，对于复杂的体系可以采用需求迭代的模式逐步推进。

第二步，目标对象域根据物联网用户需求所关联的目标对象，来确定所要连接的“物体”。物体本身有其物理属性、行业属性和社会属性，大部分物体本身是传统行业中价值的依附点。物联网通过特定的连接方式，几乎可以把任何“物体”，转化为该物体的“信息源”，从而为创造出区别于传统产品和服务的全新价值奠定基础，是物联网商业价值创新的源头。

第三步，根据目标对象所确定的物体属性和信息源获取要求，在感知控制域确定采用哪一类技术连接手段，实现与目标对象的连接。从目前技术现状而言，主要包括以传感器为代表的客观感应式，以RFID和二维码条

码为代表的主观标签信息读写，以M2M模块为代表的嵌入式网络通信模块数据操作。

第四步，在服务提供域将大量来自于设备端的数据，根据用户需求，结合云计算、大数据、人工智能算法等进行进一步的加工处理，形成提供给用户域中不同用户主体的各类服务和接口，实现对“物”和“信息源”的共享。

第五步，在运维管控域中，从系统技术性运维到行业法律、规则等两个层面去监管和保障系统的安全、可靠、稳定和精确的运行。尤其是对于所连接的“物”触及到的行业管理要求，一方面是需要尽量遵循，另一方面是需要制定新的规则来保障业务的开展。

第六步，在资源共享域中，一方面打通垂直行业、外部系统和资源的共享和协同，另一方面辅助其他五个域建立内部的商业闭环，尤其是在物流、支付、征信等方面，从而较好地处理垂直封闭系统和外部系统的协同问题。

上述六个域之间的连接问题，可以根据特定的通信要求，采用不同的网络形式实现信息层面的互联互通。但由于现有的互联网通信体系仍存在诸多漏洞和问题，尤其是安全和隐私层面，需要进一步优化和提升，以适应物联网新的业务需求。

按照上述步骤分析建立的物联网行业生态体系，将可以深度切入产业链和行业各个细分环节，改造传统产业原有流程，去掉不必要的、没有价值的环节，重构关键环节。从而实质性提升“物”的运行效率，创造新的价值，构建更为庞大的价值体系网络，不断为行业赋能，真正形成物联网行业的协同生态体系。

（二）区块链参考架构

区块链参考架构是在中国区块链技术和产业发展论坛发布的《区块链

参考架构》标准中提供的一个描述区块链系统的体系框架，目的是统一对区块链的认识，为各行业选择和应用区块链服务、建设区块链系统等提供参考和依据。

该参考架构采用国际标准ISO/IEC/IEEE 42010: 2011中提供的系统架构描述方法，系统地描述了区块链的生态系统，通过用户视图和功能视图描述了区块链的利益相关者群体、基本特征，规范了区块链活动和功能组件，识别出区块链设计和改进的指导原则，并明确了区块链用户视图和功能视图的关系（如图4所示）。

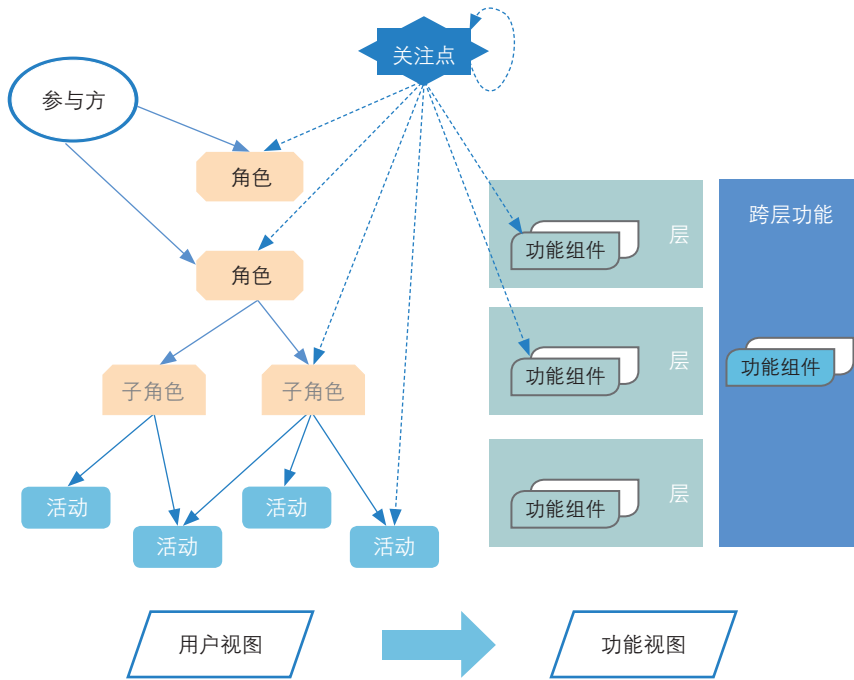


图4 用户视图和功能视图的关系

首先，对用户视图进行涉众分析，通过细分角色和子角色的方式描述了区块链的利益相关者群体，以及相应的区块链活动和共同关注点。结合区块链服务的特点，从用户视角考察区块链系统的组成，提出了区

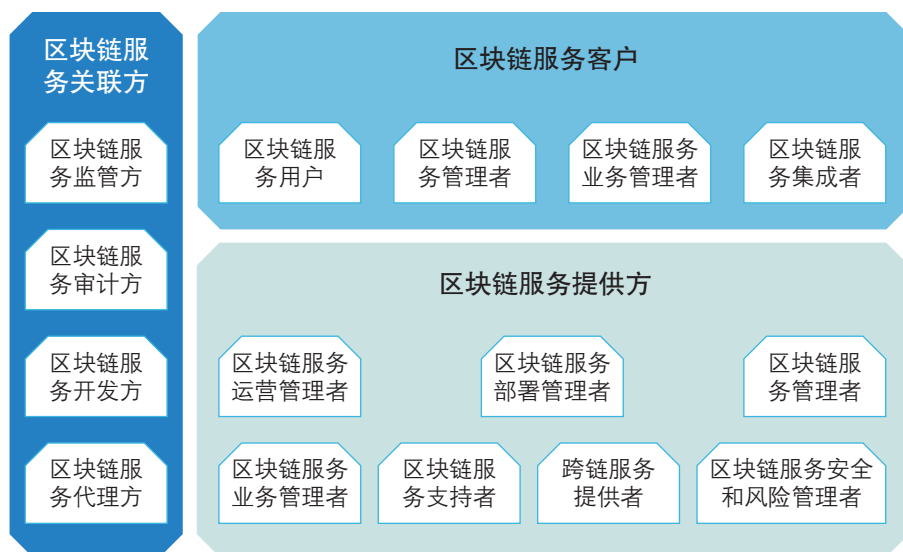


图5 区块链参考架构用户视图

区块链服务客户（BSC）、区块链服务提供方（BSP）和区块链服务关联方（BSR）三种角色，并且描述了这三种角色下的十五个子角色以及它们各自的活动（如图5所示）。

其次，结合区块链服务的特点，从区块链功能角度考察区块链系统的组成，提出了区块链参考架构的功能视图。功能视图通过“四横四纵”的层级结构，描述了区块链系统的典型功能组件以及所实现的功能（如图6所示），具体包括用户层、服务层、核心层、基础层和跨层功能。用户层是面向用户的入口，通过该入口，执行与客户相关的管理功能，维护和使用区块链服务，用户层也可将区块链服务输出到其他资源层，提供对跨层区块链服务的支持；服务层提供统一接入和节点管理等服务，为用户提供可靠高效的服务能力；核心层是区块链系统的核心功能层，包含了共识机制、时序服务、隐私保护、加密、摘要与数字签名等模块，此外，根据应用场景的不同，可以有选择地添加能自动执行预设逻辑的智能合约模块；基础层提供了区块链系统正常运行所需要的基础运行环境和组件，如数据

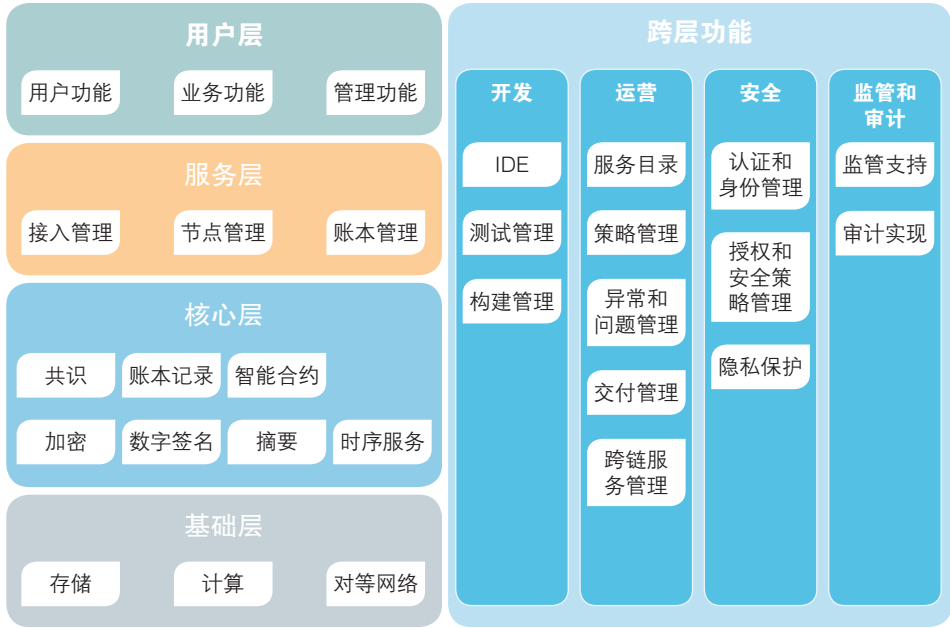


图6 区块链参考架构功能组件

存储、运行容器、通信网络等。同时，为了应对区块链产研及运营需求，功能视图还包含了开发、运营、安全、监管和审计四个跨层功能体系，四个体系中包含的功能组件与上述三层的组件进行交互为系统提供支撑能力。

区块链参考架构有助于帮助理解区块链的运营复杂性、展示和理解各类区块链以及服务的供应和使用、为社区理解、讨论、分类和比较区块链提供技术参考、为使用通用的参考架构描述、讨论和编制系统特定的架构提供工具、促进进行潜在标准分析，同时支持后续参考实现分析。

（三）区块链和物联网融合框架

区块链和物联网的融合包括架构和相关方的融合。架构融合将物联网六域模型和区块链功能架构充分融合，以将区块链的可信、共识等技术特

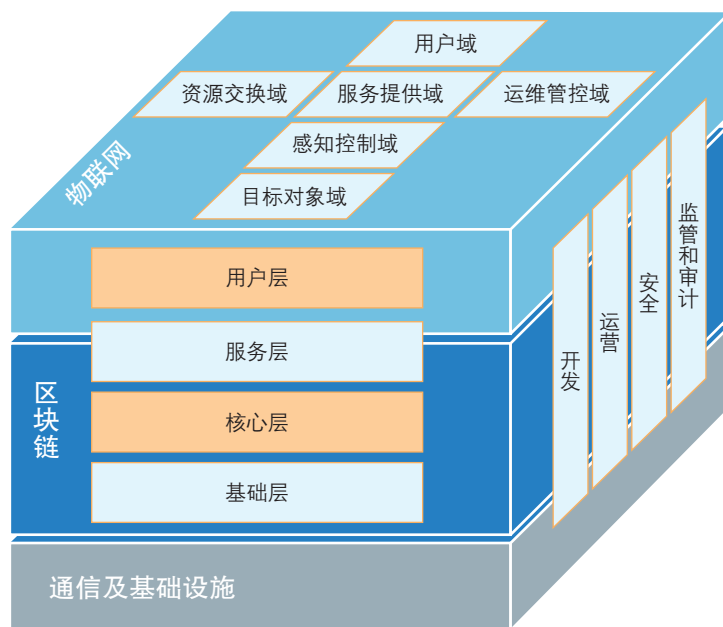


图7 区块链和物联网应用框架

点融入物联网环境中，解决物联网面临的网络单点故障和技术产业链条冗长等问题。相关方融合将物联网六域模型中的相关要素视为区块链的服务客户，促进物联网各相关方建立协作体系、信任体系和价值体系。

1、应用框架

区块链和物联网融合应用框架分为三层，由下至上分别为：通信及基础设施、区块链、物联网。通讯及基础设施为区块链和物联网提供基础硬件环境及通讯相关设备设施。区块链作为中间层利用通信及基础设施的硬件资源，为物联网层提供信任、共识等机制或服务的支持。物联网层利用区块链层提供的服务，加强其安全、隐私等能力。如图7所示，区块链参考架构相关组件可以为物联网六域模型中每个域的相关系统提供服务支持，区块链组件提供的服务支持包括安全、可信、共识、防篡改功能服务保障。同时，区块链参考架构的跨层功能也可以为物联网六域相关系统和

通信及基础设施提供综合服务。

从物联网六域模型的视角来看，可以将区块链视为物联网相关底层网络的增强服务组件。用户层提供业务用户界面、事务提交、数据交换、用户管理、监控管理等功能。服务层提供符合区块链机制的接入服务、节点事务处理和基于区块链的账本记录等功能。核心层提供多节点相互之间的共识和确认、分布式存储机制、安全机制、摘要算法、签名算法、时序机制等相关功能。基础层提供分布式网络协议、数据存储服务和计算能力支持。

从区块链参考架构的视角来看，可以将物联网六域模型中相关系统视为区块链不同类型的用户端，扩展了区块链的应用生态。用户域中的相关方对于信息消费、数字资产流转、隐私保护以及网络信用体系等具有大量需求。目标对象域中的实体对象通过“物联”的方式映射成在虚拟空间的数字资产，丰富了虚拟网络空间的价值体系。感知控制域中的大量设备在无人值守和管理下，成为区块链体系中的特殊应用端，不断提供对应数字资产的客观信用数据描述。服务提供域中的各类服务平台作为一种新的区块链应用端，可基于区块链提供全新的应用服务，尤其是通过数据挖掘产生高附加值的数据资源服务。运维管控域中各类管理平台基于区块链将更有效地实现对物联网系统的运行维护管理、权限管理、诊断分析、安全隐私管理、法规符合性管理等活动，确保物联网安全、有效、合法地运行。资源交换域重点实现数字资产在不同主体间的交易和流转，依托区块链实现价值的互联网络。

2、用户框架

区块链和物联网融合应用的用户框架是结合区块链参考架构中的用户视图和物联网六域模型，为描述区块链和物联网融合应用的相关方而提出的。对于区块链和物联网融合的系统来说，区块链可以作为系统的底层基础设施来支持上层的物联网应用。从区块链系统的角度来说，物联网的相关方承担区块链服务用户的角色，通过调用区块链服务尤其是核心层的

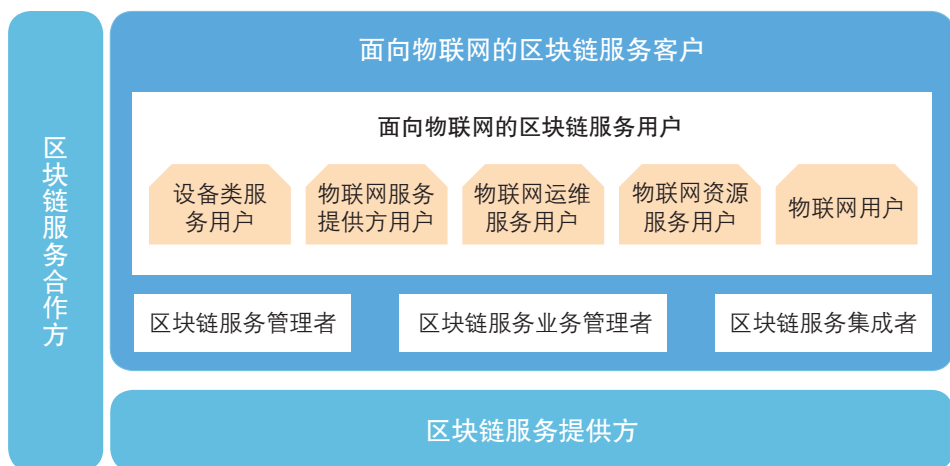


图8 区块链和物联网融合应用的相关方

区块链功能来实现其相关活动。同时，在面向物联网的应用系统中，区块链服务用户进一步打开为面向不同物联网域的不同用户种类（如图8所示）。

具体来讲，区块链和物联网融合应用系统的相关方可以分为：

- 面向物联网的区块链服务客户。通过区块链用户功能组件提供的接口使用区块链服务，以实现物联网相关的业务目标。

- 区块链服务提供方。为面向物联网的区块链客户提供区块链服务，其所进行的活动包括提供区块链服务和维护区块链服务，以及确保区块链服务交付等相关活动。

- 区块链服务关联方。是为以上两种相关方提供支持和辅助功能的相关方。

为使用区块链服务，面向物联网的区块链服务客户根据需要与区块链服务提供方或区块链服务关联方建立业务关系。

其中，面向物联网的区块链服务客户又可分为：

- 区块链服务管理者。负责确保用户使用面向物联网的区块链服务时，系统正常运行。

- 区块链服务业务管理者。负责确保通过经济有效的方式获取和使用区块链服务。

- 区块链服务集成者。负责区块链服务与原有业务系统包括物联网系统的集成，分别包括应用功能集成和数据交换。

- 面向物联网的区块链服务用户。直接使用面向物联网的区块链服务的相关方。

面向物联网的区块链服务用户根据物联网的六域模型又可分为：

- 设备类用户。指通过系统自动调用区块链服务，实现数据和使用权等自我管理的物联网连接设备。

- 物联网服务提供用户。通过调用区块链服务，来实现设备的数据的共享、更新和加工处理，为物联网用户提供对物理世界对象的感知和操控服务的接口。

- 物联网运维服务用户。从系统技术性运维到行业法规两个层面，监管和保障系统的安全、可靠、稳定和精确的运行，在这些活动中通过区块链服务实现与设备类用户、物联网服务提供用户等相关方的交互。

- 物联网资源服务用户。通过区块链服务实现物联网系统中多方协同、行业生态打通以及资源共享等活动。

- 物联网用户。通过用户系统调用区块链服务，实现物联网相关的业务活动和目标。

总的来说，面向物联网的五类区块链服务用户分别通过不同的区块链活动实现更好的物联网服务，以及更好地实现物联网各相关方之间的协同和互联。此外，区块链服务管理者、区块链服务业务管理者和区块链服务集成者分别在系统获得、系统维护和系统集成等方面对物联网系统使用区块链服务提供支持。

四、应用场景

(一) 概况

1、应用全景

由于区块链和物联网同属于应用范围十分广泛的技术，二者融合应用可以促进多个领域的创新。我们通过研究区块链与物联网融合应用的案例，结合对区块链和物联网特点的分析，总结出区块链和物联网融合应用的全景如图9所示：

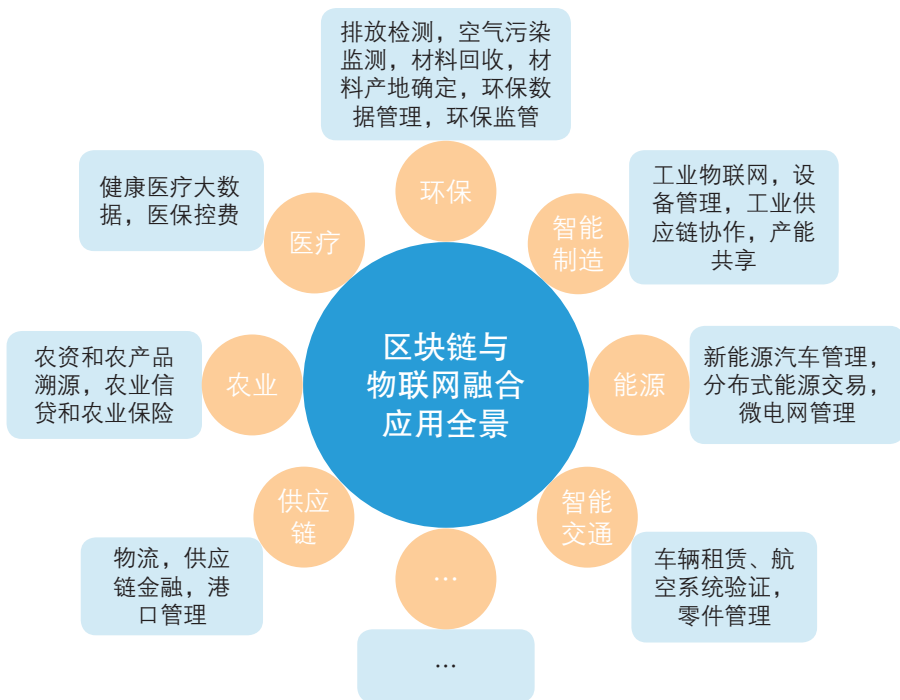


图9 区块链与物联网融合应用全景

2、应用模式

物联网与区块链的融合应用包括横向和纵向两种模式。如图10所示，横向模式通过区块链贯穿物联网的服务提供域、运维管控域以及资源交换域；纵向模式通过区块链贯穿物联网的目标对象域、感知控制域、服务提供域和用户域。

从横向来看，区块链可以打通物联网的整个产业链，解决物联网生态链长、信息不对称的问题。区块链可以将物联网设备采集到的数据视为数字化资产，利用区块链的技术特点，参与方在共识的前提下对数据进行挖掘和利用，保障数据的安全和一致性，打通物联网产业链的信息壁垒，为物联网用户提供多维、高质量的数据，提升数据的利用价值。例如，通过物联网和区块链的融合应用，实现病人、医院、金融保险、医疗机构等多方数据的采集和共享，破解数据孤岛局面，可有效促进各参与方的协作，帮助打通医疗产业生态。

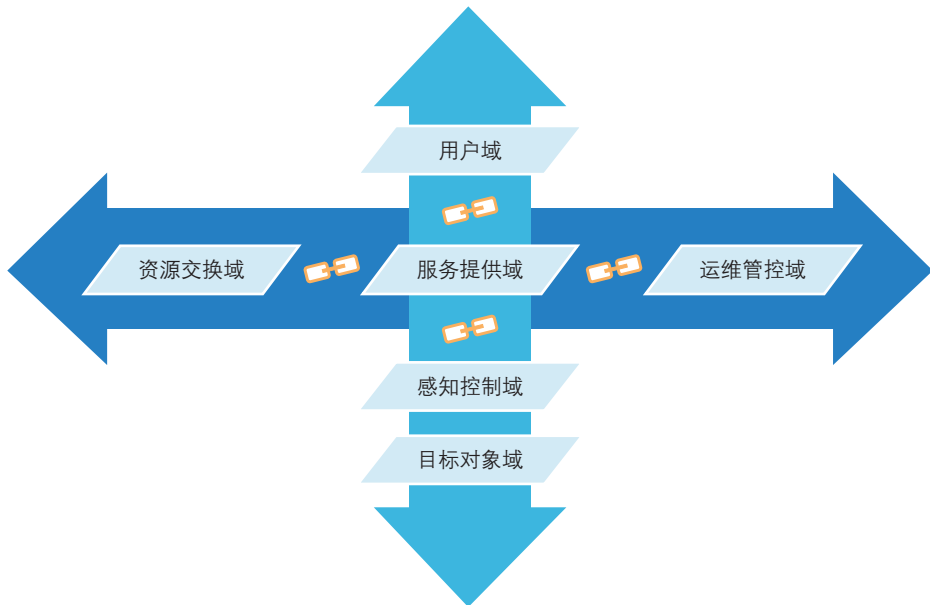


图10 区块链与物联网融合应用逻辑

从纵向来看，可以利用区块链技术打通IT设备和物联网设备的连接，保障数据的安全和不可篡改。物联网采集的数据是物理世界中的目标对象通过感知控制域中设备连接，映射成为虚拟空间中的数字化资产对象。通过区块链实现目标对象、设备、平台等相关方身份以及数据获取的有效性、客观性和合法性，保障物理世界的实体资产与虚拟世界的数字资产的一致性、安全性和可靠性。例如，在智能制造领域，通过区块链可以实现设备的身份和数据等信息的可信、安全和高效的管理，为工业物联网系统打开新的发展通道。

通过在横向和纵向的融合，利用区块链技术打通物联网横向产业链和纵向物联网设备的数据通道，加强物联网生态的共识，促进数据在整个物联网生态中的利用。

结合区块链和物联网融合的两种应用模式，本蓝皮书选取了环保、医疗、智能制造、供应链管理、农业和能源六个行业，从行业面临的痛点、区块链和物联网融合提供的解决思路、典型应用场景几个方面展开分析。

（二）环保

1、环保领域面临的痛点

在环保领域的重点污染源自动监控、环境质量在线监测等系统的建设中，广泛采用传感器、RFID等相关设备和技术，其设备和数据信用问题严重。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，环保数据的开放共享也是难题。一方面，为避免暴露污染问题，一些地方和企业不公布或不及时公布污染数据，使监管机构和公众难以监督；另一方面，由于缺乏合理的解决方案，无法实现环保、气象和其他相关部门的数据共享，增加了环保的管理成本。

2、区块链和物联网融合提供的解决思路

区块链和物联网的融合，可以解决业务监管层存在的末端排口监控、数据有效性低、监控手段单一等问题。首先，应用区块链技术可以确保每个环保物联网设备的身份可信任，数据防篡改。其次，区块链和物联网融合的应用中，存储在区块链上的交易信息是公开的，而账户身份信息是高度加密的，只有在数据拥有者授权的情况下才能访问，这样既能够保护企业和机构的隐私，又能做到必要的环保数据开放共享。第三，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，助力环保税等政策的落地实施。

3、典型应用场景

本蓝皮书选取环保数据管理、一源一档和环保监管三个典型场景来讨论区块链和物联网融合在环保领域的应用。

(1) 环保数据管理

污染数据从环保物联网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，应用加密技术防止篡改，可以提升数据的可靠性，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（如图11所示）。

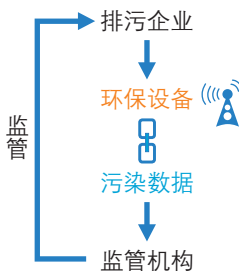


图11 环保数据管理

(2) 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（如图12所示）。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。



图12 一源一档

(3) 环保监管

我国环境保护税法即将于2018年1月1日起生效，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地采集排污企业的排污数据。同时应用区块链区分授权，使监管机构能够标注免征税的企业，防止企业滥用免征条例。将这些作为环保税收的依据，可有效杜绝企业偷漏税行为（如图13所示）。

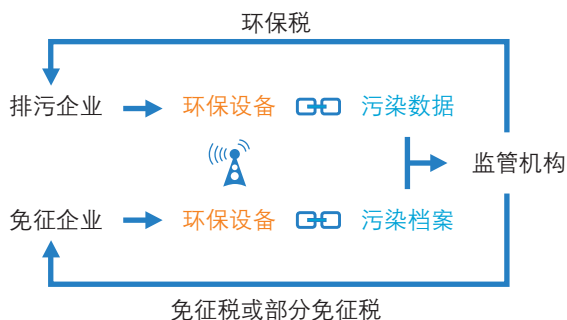


图13 环保税

（三）医疗

1、医疗领域面临的痛点

当前，医疗领域中的各级医疗卫生机构大多是互不连通的，形成了医疗信息孤岛，分级诊疗难以实现。同时，隐私和数据安全是医疗领域无法回避的关键问题，是妨碍移动医疗、智慧医疗、新兴治疗技术发展的原因之一。此外，一些医保药店在利益驱动下违规使用医保，违背了建立医疗保障制度的初衷。

2、区块链和物联网融合提供的解决思路

区块链应用到医疗数据管理中，可以保证用户的医疗检测结果的真实性和可靠性，使得医院之间可以共享检测结果，有效连接各级医疗卫生机构，降低用户分级诊疗的难度。区块链技术可以提高用户和相关方的医疗信息整合度，实现医疗数据跨平台共享。同时可以在保护病人隐私的前提下，利用个人健康信息创造新的社会和经济价值。此外，物联网与区块链结合还可为药品的溯源和医保控费检查工作提供新的技术手段。

3、典型应用场景

本蓝皮书选取健康医疗大数据和医保控费两个典型场景来讨论区块链和物联网融合在医疗领域的应用（如图14所示）。

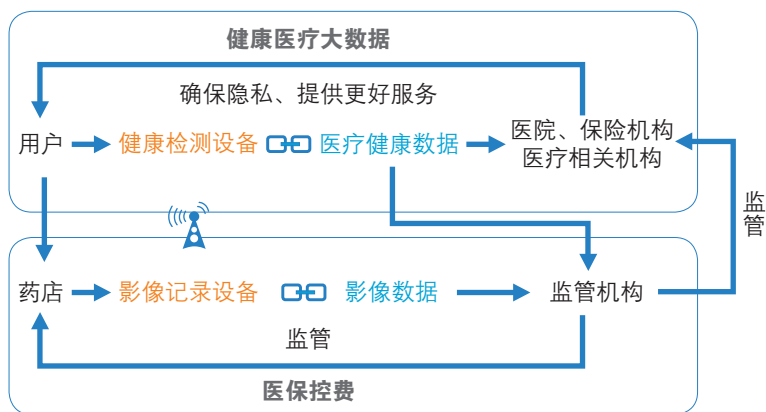


图14 医疗行业中区块链和物联网融合应用的典型场景

(1) 健康医疗大数据

利用物联网技术对居民、病人的运动、健康等数据进行监测，获取健身、医疗、体质监测、运动监测等大数据信息，同时应用区块链技术，帮助打通医院、金融保险及其他相关部门之间的信息通道。例如，可将支付、信息交互整合在一个区块链平台内，在注重保障数据隐私的同时，实现数据查询和使用记录的防篡改。此外，利用区块链技术的电子病历，使用户的检测结果更具有可信度，医院之间的数据可以互通，从而更好地实现分级诊疗（如图15所示）。

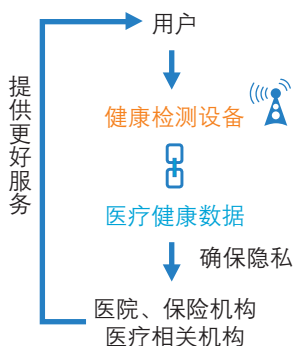


图15 健康医疗大数据

（2）医保控费

通过区块链技术可以实现医院、人社、支付系统的生态打通，加强人社、卫计委对医疗数据的共享和监管，以及对数据隐私性和安全性的保障。区块链的加密机制让患者数据隐私性得到保障，相关部门、机构通过合约授予的权限可实现数据共享，同时防止数据篡改，便于实现精准医保控费。同时，针对某些医保定点药店的违规行为，比如使用医保账户支付非医保药品，可以通过安装远程监控一定程度上避免，但也可能出现蓄意破坏视频图像以逃避视频监控的情况。利用区块链的数字指纹技术可以防止视频图像被篡改或破坏，更好地完成监督检查工作（如图16所示）。

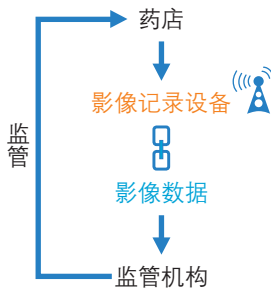


图16 医保控费

（四）智能制造

1、智能制造领域面临的痛点

智能制造中的工业物联网是实现人员、设备、产品等互联互通的多种异构网络的集中组网。一方面，不同异构网络可能使用不同的平台、不同的协议，造成纵向的产业链兼容性与横向的供应链兼容性较差。另一方面，由于淡旺季周期和产能不均衡等原因，制造业还经常存在设备闲置造成的产能浪费问题。此外，工业物联网还存在生产设备安全性不佳，造成设备稳定性下降和工业设计泄露问题：首先，工业物联网系统受到攻击或

者被植入木马程序会造成系统稳定性下降，有非正常停机，甚至引发安全事故的隐患。其次，工业设计企业的设计方案的访问授权机制不健全，因此方案的版权问题难以得到保护。

2、区块链和物联网融合提供的解决思路

区块链和工业物联网融合可以提升供应链的效率，提高设备使用率，解决工业物联网的安全问题。首先，区块链技术能够将传感器、控制模块和系统、通信网络、ERP等系统联系起来，并通过统一的分布式账本基础设施持续监督生产制造的各个环节。其次，物联网帮助工业企业进行智能设备的升级改造，加强设备与设备、设备与人之间的相互通信。并可以应用区块链的智能合约，汇集小型企业的订单，实时传输至云平台，通过人工智能分析生产设备及生产过程数据来调整生产计划，从而有效提高设备利用率和生产效率。此外，将区块链应用在物联网中，可以使设备之间相互验证软件系统是否一致，降低系统崩溃风险。区块链还能定义物联网设备间的访问权限，可组建可靠、稳定的智能制造系统，提高生产设备的安全性，以及防止设计侵权行为。

3、典型应用场景

本蓝皮书选取供应链多方协作、产能共享和设备安全管理三个典型场景，来讨论区块链和物联网融合在智能制造领域的应用（如图17所示）。

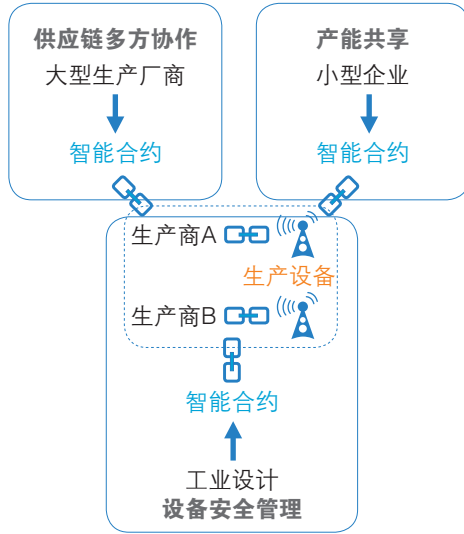


图17 智能制造中区块链和物联网融合应用的典型场景

(1) 供应链多方协作

大型生产厂商需要用到很多来自不同厂商的零部件，如何统筹规划每个分包商生产的时间，使得在保障用户尽快拿到产品的同时又不过多备货占用库存空间，这是一个普遍性的难题。企业可以利用智能合约实现动态管理零部件的生产，利用智能合约能够高效实时更新和较少人为干预的特点，实现对供应商队伍的动态管理，以及对供应链效率的提升（如图18所示）。

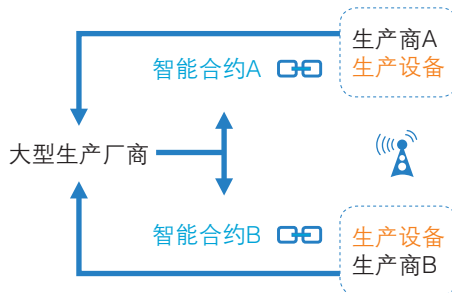


图18 供应链多方协作

(2) 产能共享

利用区块链技术对零配件供应商的设备等相关信息登记和共享，可以帮助在生产淡季有加工需求的小型企业直接找到合适的生产厂商，甚至利用智能合约自动下单采购，从而达到准确执行生产计划的目的。一方面，这些小型企业可以跳过中间商环节，从而节省成本；另一方面，也有助于激活生产厂商的空置产能（如图19所示）。

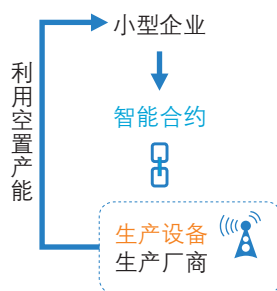


图19 产能共享

(3) 设备安全管理

使用区块链定义不同设备间的访问权限，可以实现生产制造过程的智能化管理，防止某一设备被入侵或植入木马后整个系统被攻破的风险。另外，对工业设计使用智能合约技术，可实现生产过程中仅给予生产设备访问权限，生产结束后自动停止设备访问权限并删除文件的功能，避免侵权行为的发生（如图20所示）。



图20 设备安全管理

（五）供应链管理

1、供应链管理领域面临的痛点

供应链由众多参与主体构成，核心企业作为供应链中的主角，实际上对供应链上下游的掌控范围很有限，导致信息的不对称和不透明，存在信息作假的风险，相关企业无法实时掌控必要和真实的信息，影响供应链的效率。供应链管理中的物流环节具有区域多、时间跨度长的特征，因此监管困难，假冒伪劣产品等问题很难彻底消除。目前市场上存在的第三方防伪平台，又由于公信力不足和数据匮乏等原因，无法对产品进行精确认证和管理。

2、区块链和物联网融合提供的解决思路

物联网可以利用各种信息传感设备将企业内或企业间的活动信息和相关数据有效整合。区块链技术由于其防篡改、分布式、非对称加密的特点，适合多方参与、信息交换的场景，能够有效地将供应链中涉及到的多种信息记录在链上，保证数据的透明可信，确保各参与方能及时发现供应链系统运行过程中存在的问题，有针对性地找到解决问题的方法，提升供应链管理的整体效率。

3、典型应用场景

本蓝皮书选取港口数字化管理、物流和供应链金融三个典型场景来讨论区块链和物联网融合在供应链管理领域的应用（如图21所示）。

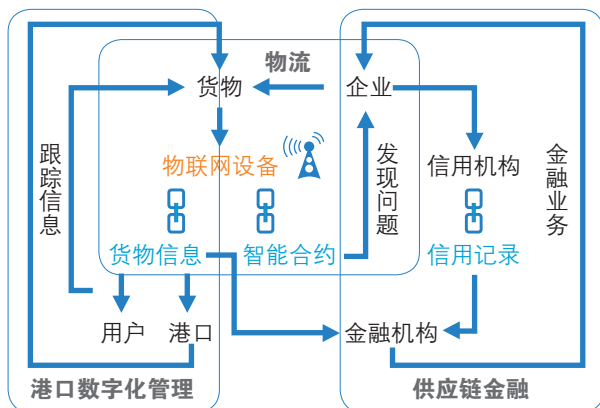


图21 供应链管理中区块链和物联网融合应用的典型场景

(1) 港口数字化管理

区块链和物联网融合应用可以实现海运物流过程中各节点的全程监控，如货物来源、关税代码、装箱单信息、海关报送价值、运输状态等货物相关的信息，而且整个信息技术是透明且安全的。同时，区块链和物联网融合应用有可能打破电子信息数据服务商的中心节点地位，结合实时和离线同步等方式，将传感器收集的数据写入区块链，成为防篡改的电子证据，提升各参与主体造假的成本。同时，根据实时搜集的数据，可以及时了解物流的最新进展，以及采取相应的措施，增强了多方协作的可能，并且有助于清楚地界定各方的责任，提高付款、交收、理赔的处理效率（如图22所示）。

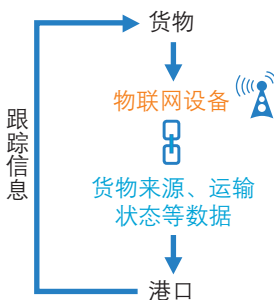


图22 港口数字化管理

(2) 物流

物联网设备可以记录货物从发出到接收过程中的自动分拣扫描、物流定位和追踪以及投递等所有步骤，将物联网设备采集到的这些数据记录在区块链上，可确保信息的真实性。同时通过共识机制和智能合约技术，可以直接定位运输中间环节的问题，确保信息的可追踪性，避免货物丢失、误领和错领等问题，也可促进物流实名制的落实。企业还可以通过区块链掌握产品的物流方向，保证用户的权益（如图23所示）。

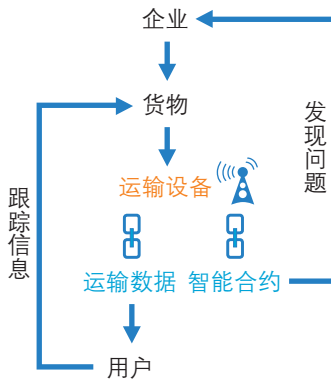


图23 物流

(3) 供应链金融

在供应链过程中，货物交付、提单质押、尾款结余、实时仓库、实时物流等信息都可以通过物联网设备记录，降低人工成本，减少人工记录带来的错误，将物联网设备采集到的这些数据记录在区块链上，可确保信息的真实性。同时承运人或某个交易方的信用记录也可以记录在区块链中，与金融机构产生金融业务时，金融机构可以使用区块链中的信用数据和供应链数据进行风险评估，为交易方提供保险或贷款（如图24所示）。



图24 供应链金融

（六）农业

1、农业面临的痛点

国内农业资源相对分散和孤立，造成了科技、金融等资源难以进入农业领域。化学农业泛滥，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。物联网和传统农业的融合，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。改善这一现状需要理清物联网与传统农业融合的框架体系，形成一套有效的信用保障机制。

2、区块链和物联网融合提供的解决思路

区块链和物联网融合应用能够有效解决当前农业和农产品消费的痛点，带来农业生产和食品消费领域升级的革命性变化。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。

3、物联网+区块链在现代农业领域的典型应用场景

本蓝皮书选取农产品及相关信息溯源、农业信贷和农业保险三个典型

场景来讨论区块链和物联网融合在农业领域的应用（如图25所示）。

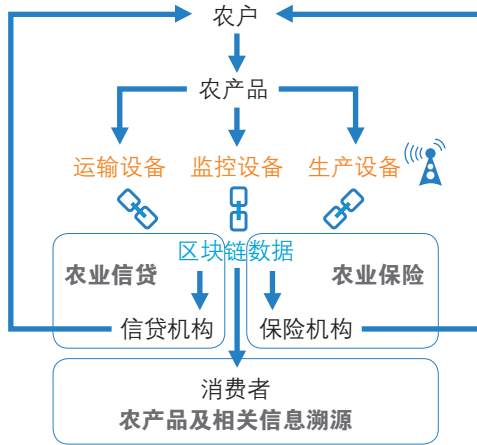


图25 农业中区块链和物联网融合应用的典型场景

(1) 农产品及相关信息溯源

农业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，使得信息更加透明，实现针对质量、效用等方面的跟踪服务。一方面确保农产品安全，提升优质农产品的品牌价值，打击假冒伪劣产品。另一方面保障农资的质量、价格公平性及有效性。同时，也可提升农资的创新研发水平以及使用质量和效益（如图26所示）。



图26 农产品及相关信息溯源

（2）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，造成了贷款审批困难的问题。通过物联网设备获取数据并将凭证储存在区块链上，依靠智能合约和共识机制自动记录和同步，提高篡改信息的难度，降低获取信息的成本。通过调取区块链的相应数据为贷款机构提供信用证明并申请贷款，可以为农户、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，提高贷款对农业的支持力度，简化贷款评估和业务流程，降低农户贷款申请难度（如图27所示）。

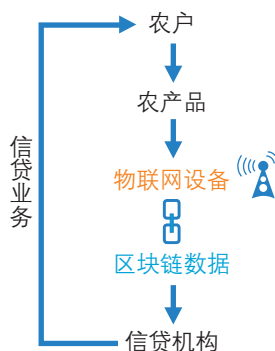


图27 农业信贷

（3）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，极大简化农业保险流程。另外将智能合约技术应用到农业保险领域，一旦检测到农业灾害，可自动启动赔付流程，从而提高赔付效率。在此基础上，金融、保险行业可以为第三方科技服务平台、农户、供应链等相关方提供科技信用贷款和科技保险（如图28所示）。

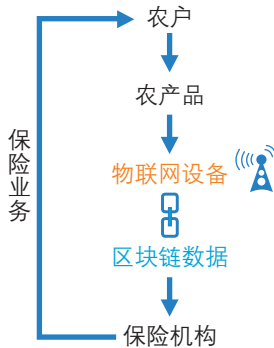


图28 农业保险

（七）能源

1、能源领域面临的痛点

能源行业目前存在常规能源产能过剩、新能源利润率和回报率低以及相关基础设施及硬件配置不完备等问题。能源行业普遍采用传统人工运维方式，效率低、成本高，同时也存在安全风险。另外，监测计量设备落后、采集数据精确度低等问题明显，设备相对独立未形成联网，信息孤岛化问题严重。

2、区块链和物联网融合提供的解决思路

将区块链与物联网融合应用在能源领域，可提高数据信息管理能力。在数据信息接入方面，利用物联网技术能实现智能设备信息互联互通；在数据信息采集方面，能促进信息系统与物理系统高效集成，实现设备状态、外部环境的实时监测；在数据信息处理与应用方面，区块链技术可实现智能化决策调控与自主交易。另外，区块链技术在智能交互过程中可降低多方主体间的信任成本，使交互过程更加方便和高效。

3、典型应用场景

本蓝皮书选取分布式能源管理和新能源汽车管理两个典型场景来讨论区块链和物联网融合在能源领域的应用。

(1) 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，区块链技术应用到电网服务的价格与控制系统，可以平衡微电网运行、接入分布式发电系统和运作能源批发市场。区块链与物联网技术融合应用为个人或企业进行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（如图29所示）。

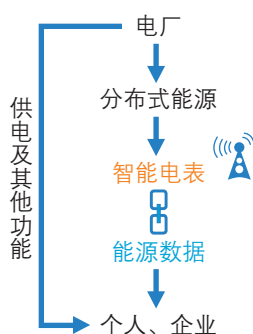


图29 分布式能源管理

(2) 新能源汽车管理

通过物联网与区块链技术可以加强新能源汽车管理，如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。通过物联网与区块链技术还可以实现电动汽车供应商、充电桩供应商、交通集团、市民卡及各类商户系统间的互联互通和数据共享（如图30所示）。

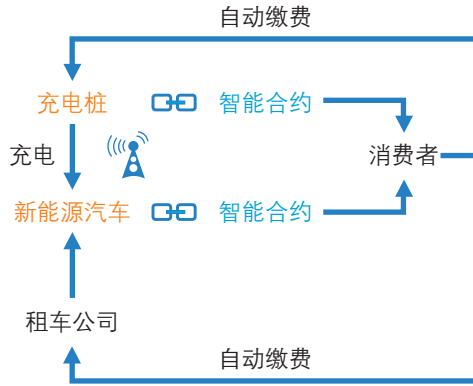


图30 新能源汽车管理

五、发展思路建议

物联网产业正处于快速发展阶段，我国各地区依托自身产业优势，规划建设一批重点项目并取得了阶段性成果，同时也需要注意到产业发展面临的问题，诸如数据互联互通、信息安全等。区块链技术为解决物联网产业发展难题、拓展物联网产业发展空间提供了新的思路。为推动我国区块链与物联网融合创新应用发展，推进抢占未来发展先机，本蓝皮书提出以下发展思路建议，为各级政府主管部门研究制定区块链与物联网融合发展的产业政策，各类企事业单位、高校和研究机构开展技术研发和产业应用提供参考。

（一）明确发展方向和发展路径

建议各级政府部门结合物联网发展国家战略方针和区块链相关政策要求，研究不同地区尤其是京津冀地区、珠三角地区、长三角地区等物联网产业聚集区的物联网和区块链产业发展现状，针对区块链和物联网的现有产业发展基础、产业格局和核心优势等，明确区块链与物联网融合的发展战略，研究提出技术和应用发展路线，规划关键技术、重点应用领域和重点发展任务等，明确区块链与物联网融合应用的发展方向和发展路径，加快提升区块链在物联网中的应用规模和应用水平。

（二）加速建设区块链与物联网融合应用的技术创新体系

建议国内重点企业、科研、高校和用户单位加强联合，在区块链与

物联网融合技术研发和创新方面加强布局，建议相关政府部门通过技术发展专项等方式鼓励企业加大对区块链与物联网融合应用核心技术的研发投入，高校、研究机构提高在区块链与物联网融合领域的研发力度。深度挖掘区块链与物联网应用创新领域，研究区块链和物联网融合应用的技术路线图，着力研究区块链与物联网融合应用的关键技术。针对区块链技术发展处于初期阶段的现状，加强共识机制、数据存储、网络协议、加密算法、隐私保护和智能合约等技术，尤其是明确和研发适用于物联网应用的区块链关键技术的攻关。促进区块链和物联网共性技术成果开发与核心专利、科研成果的转化，建立核心技术研发、推广和应用的一体化生态。

（三）加强区块链与物联网融合的应用标准研制

建议相关企业和研究机构加强应用标准研制工作，结合全国的及各区域的农业、智能制造、能源、环保等领域发展特点和发展需求，针对应用成熟度高的应用领域开展区块链与物联网融合的应用标准研究和制定工作，制定符合地区发展的地方和行业标准。以标准为依据，提升区块链与物联网融合应用的规范性、科学性、有效性，促进区块链和物联网的技术和产业融合。

（四）加快推进区块链与物联网融合应用发展

建议各级政府推进从业企业、研发机构、投融资机构等多方合作，加强区块链与物联网融合应用推广。一是可通过建立区块链孵化器，加速区块链与物联网融合技术的孵化，营造良好的融合应用发展环境，积极将优秀创意和项目转化为行业应用。通过搭建区块链试验床、测评实验室等方式，针对优质项目进行重点孵化和测评，保障产品质量，加快产业化进程。此外，定期举办区块链和物联网技术开发大赛和黑客松活动，选拔优

秀创意和项目，为项目孵化做好前期准备工作。二是可在物联网相关的重点产业领域开展应用示范，加快推进重点行业和领域的先导应用，逐步推进全社会、全行业的融合规模化应用。定期开展应用示范试点工作，评选区块链应用优质成果，推广优秀案例，扶持优质项目，鼓励成熟项目走向规模化应用。

（五）组织开展人才培养体系建设

针对我国区块链行业技术和管理人才稀缺的现状，建议相关政府部门、高校和企业加强联合，以训练营等形式加强区块链和物联网融合的专业人才的培养。围绕区块链和物联网的核心关键技术、融合应用的技术要求和技术创新方向、区块链应用实施方法等主题，开展技能培训，提升现有从业人员的专业技能水平，扩大区块链与物联网融合应用领域的参与群体，为产业发展做好人才保障工作。

参考文献

- [1] 区块链 参考架构, 中国区块链技术和产业发展论坛, 2016年9月.
- [2] 中国区块链技术和应用发展白皮书, 中国区块链技术和产业发展论坛, 2016年10月.
- [3] 物联网 参考体系结构, GB/T 33474—2016, ISO/IEC 30141 DIS, 2016年12月.
- [4] “六域模型”打造物联网协同生态, 网络传播, 2017年05期.