



# 京东区块链技术 实践白皮书

2019年  
4月

## 序

数字科技是一种新的科技手段和新的思维方式，将成为新旧动能转换的新手段，促进实体经济长期增长，并促进金融与实体经济的结合，降低金融风险。

区块链是数字科技的重要组成部分，京东是全球少数拥有大量区块链实际应用场景的大型企业。

在2018年3月，京东集团发布了第一版《京东区块链技术实践白皮书》，首次向业界宣告了京东布局“中国自主知识产权区块链技术”的决心与信心，引发了行业的广泛关注，白皮书的官方下载量逾五万次。

区块链技术和面向企业的联盟网络，解决的是中国产业数字化“上台阶”的问题，带来的是推动新一代可信数字经济生态构建的历史机遇。京东的区块链发展战略是发挥自身零售、物流、数字科技等方面的组合生态优势，在助力业务自身实现持续迭代和发展的同时，推进产业数字化进程。

基于“产业×科技”的无界融合思想，京东区块链能够为各个领域的客户提供更加前沿的科技服务，推进产业数据融合和监管科技升级，共建“连接、融合、共生”的数字科技生态，这也是我们始终在坚守的企业长期价值。

当然，这个过程并不轻松。首先，区块链作为分布式存储、共识机制、密码算法、智能合约等一系列技术的有序结合，天然具备了一定的技术门槛；其次，区块链技术的应用创新也受限于现阶段联盟链网络难以规模化，以及部分企业数字化能力尚在构建的现状。这些客观因素都持续考验着京东及合作伙伴的集体智慧。京东数字科技作为国内最早提出“数字科技”理念的公司之一，秉持技术服务产业数字化的初心，运用区块链网络连接合作伙伴，在产业数据在线化、标准化、结构化的基础上，完成产业数字化的再造和升级，赋能行业健康发展。

“京东智臻链”是京东区块链的技术品牌，它寓意了京东使用数字科技手段，连接金融和实体产业，连接数据，服务于人们美好生活的愿景。“京东智臻链”基于京东集团所独有的零售全产业链条和丰富的金融业务场景，以提升消费者体验，为企业创造更大价值为基本出发点，先行先试，务实推进，目前已成功应用于京东商城、京东物流及京东数字科技等多个业务场景中，让用户能够在几乎无感知的情况下享受到更多基于区块链技术提供的消费体验和服务保障。此外，作为供应链服务的基础设施服务商，“京东智臻链”还将这样的数字科技实践辐射至更大范围，并取得了一系列令人欣喜的成果，更多落地的应用场景分享和深度思考正是这一版白皮书最核心的亮点。

应用场景的日益丰富对区块链技术不断提出新的要求。京东区块链技术的鲜明特色之一就是在实际应用中的不断检验和动态演进。与此同时，我们也深刻地意识到，区块链技术还处在生长阶段，有很多待改进之处，配套的管理机制仍需规划完善，业界共建、共创、共享十分必要，这便是2019年版本《京东区块链技术实践白皮书》修订的动因。伴随白皮书的发布，我们也将正式对外开源自主研发的区块链底层框架系统——JD Chain。JD Chain全面支持灵活的国密算法和账本的动态扩展，将帮助我们的伙伴真正实现企业级区块链底层框架的“按需定制”。我们期待更多的开发者、企业用户参与到JD Chain的完善工作中来，参与到区块链技术研究、开发、应用、推广的浪潮中来，共同打造有中国特色的区块链生态，进而用数字科技创造美好未来！

京东数字科技 CEO

陈生强

除《企业家第一课》、《企业家功成堂》外，其他公众号分享本期资料的，均属于**抄袭**！  
邀请各位读者朋友尊重劳动成果，关注搜索正版号：[《企业家第一课》](#)、[《企业家功成堂》](#)

# 谢谢观看！

企业家第一课，专注做最纯粹的知识共享平台



关注官方微信  
获取更多干货



加入知识共享平台  
一次付费 一年干货

## 编委会成员

### 编委会（排名不分先后）：

京东集团-CHO 体系-企业信息化部

京东集团-CFO 体系-税务与资金管理部

京东集团-京东零售-平台生态部

京东集团-京东零售-海外技术平台部

京东集团-京东零售-大客户部

京东集团-京东物流-综合规划群-物流研发部

京东集团-京东数字科技-大资管事业部

京东集团-京东数字科技-企业服务群组

京东集团-京东数字科技-个人服务群组

京东集团-京东数字科技-研究院

京东集团-京东数字科技-智能大数据部

京东集团-京东数字科技-创新科技业务部

### 视觉设计：

蔡佳平

## 目 录

序.....	1
1 区块链技术简介.....	1
1.1 近年发展情况回顾.....	1
1.2 现阶段面临的挑战.....	2
1.3 未来技术发展趋势.....	5
2 京东区块链主要应用场景 .....	7
2.1 品质溯源.....	7
2.2 数字存证.....	16
2.3 信用网络.....	29
2.4 金融科技.....	43
2.5 价值创新.....	51
3 京东区块链架构体系.....	57
3.1 设计原则.....	58
3.2 JD Chain.....	59
3.3 JD BaaS.....	70
4 京东区块链的特点.....	76
5 京东区块链未来规划.....	78
5.1 开源社区.....	78
5.2 区块链联合实验室.....	80
6 结语.....	83
7 术语解释.....	84
参考文献.....	86

## 1 区块链技术简介

20 世纪 70 年代以来，伴随着密码学技术、分布式网络、共识算法以及硬件存储计算能力的飞速发展，通过技术手段建立跨主体间共识协同机制的条件日趋成熟，为解决多主体环境下的中介机构信任风险、降低交易成本、提升协同效率提供了全新的、更加有效的解决思路。

近年来，区块链技术的不断发展和随之而来的技术场景化应用热潮，引发了从极客到 IT 技术圈、金融领域、各产业领域、政府和公共组织、媒体舆论等的广泛关注，相关各方围绕区块链技术研究、产业化应用、政策监管等开展了广泛而有益的探索实践。尽管区块链技术的成熟应用尚需时日，但它所带来的多主体共识协同的思想，将对社会治理和商业运作产生深刻的影响。

### 1.1 近年发展情况回顾

2018 年可谓是区块链行业升腾跌宕的一年。年初，无论是创业者还是投资人都延续着 2017 年的乐观态度，各行业、企业的区块链白皮书如雨后春笋，纷纷表示将在区块链技术产业化中大显身手。虽然随后以比特币为代表的虚拟货币出现了断崖式下跌，让人们感受到区块链应用的寒冬之意，但脱离于比特币的底层区块链技术应用却逐步取得了实质性的进展。

2018 年下半年，区块链在各行业的场景化应用不断涌现。即便区块链技术至今还未出现重磅级的颠覆式应用，但各行业巨头却已逐步在事实上将区块链技术应用在各自实际业务中，走出了一条从私有链到联盟链，从联盟链到社会化服务公链的道路。随着技术及应用的不断试错与迭代，区块链的各个技术特性如何与各行业深度结合塑造价值，这个问题的答案将会越来越清晰，区块链行业的发展也将更加务实聚焦。目前，比较热门的行业主要集中在金融、供应链、电子存证、医疗、能源、游戏等。



纵观全年，政策春风徐徐而来。截止 2018 年底，全国约有 17 个省市出台了共计 30 多项区块链相关政策，开始了对区块链产业布局和顶层设计，一些省市还推出了大规模的产业基金投入计划，推动区块链更好地服务实体经济。政府的高度重视、良好的政策环境，合理的产业投资，可以说，2018 年是区块链产业发展的重要里程碑，必将加速区块链产业落地的进程。

尽管整个区块链产业同全球经济一样，仍然处在严冬时节，但对于那些真正沉下心来做区块链技术及应用的企业来说，经历了这一轮大浪淘沙、烈火真金的历练，必将会获得更充足的发展空间，更明确的目标方向和更坚韧的企业文化。

## 1.2 现阶段面临的挑战

目前人们已经广泛认识到区块链蕴藏的巨大应用价值，可是区块链技术的发展还没有到达成熟阶段，还需要一个过程。尤其在企业级商业应用方面，区块链的数据存储能力、通用性、功能完备性、易用性等还存在明显不足。

### ● 数据存储能力

在数据存储能力方面，由于区块链的数据只有追加而没有移除，数据只增不减，随着时间推移，区块链系统对数据存储大小的需求也将持续增大，在处理以几何倍数增长的企业数据时这一趋势增长更甚。

不同于公链虚拟货币“账户余额”式的数据内容，企业场景下的数据包含了结构化和非结构化的庞杂数据，以电商供应链为例，每日数据记录条数通常都在千万级以上，如再沿着供应链条进一步展开时，每延伸一级数据量都会进一步放大。



目前区块链系统在实现对账本数据的存储时，典型的方式是基于文件系统或者简单的 KV 数据库存储，没有采用分布式存储的设计，因而数据存储能力与实际需求间存在较大的差距，需要探索更为有效的大数据存储方式。

## ● 通用性

区块链需要适应多样化的业务需求，满足跨企业的业务链条上的数据安全高效共享，这意味着区块链对数据的记录方式要有足够的通用标准，才能很好地表示各种结构化和非结构化的信息，并且能够满足随着业务范围拓展所需的跨链要求。

目前的区块链系统大多采用特定的共识算法、密码算法、账户模型、账本模型、存储类型，缺少可插拔能力，无法灵活适应不同场景要求。

## ● 功能完备性

纵观现有区块链平台，模型抽象单一，难以适应业务系统快速开发的要求。另外，缺少对企业级应用中一些常见功能的支持，例如用户认证、多级授权等。再者，涉及到企业业务协作时，跨企业的事件通知机制显得尤为重要，但少有区块链平台进行了相关功能支持。

## ● 易用性

区块链由多种技术构成，学习成本高、实施难度大、人才稀缺。让用户快速理解区块链，降低学习和使用门槛，并将区块链技术快速应用到不同行业的企业级业务中去，目前来看还有很大的挑战，但也恰恰是专注于推进区块链技术应用的企业机遇所在。

从比特币的提出到现在，人们尝试了多样化的落地应用场景。最初是币（coin）的应用，各种虚拟货币的出现和热炒引起了广泛关注和讨论，缺乏有效

监管的数据货币可能带来的泡沫危机也引起了各国重视。与此同时，人们发现，作为比特币底层技术的区块链可以尝试用来解决一些现有业务痛点，开展身份识别、数据确权、信用管理、价值流转等创新业务模式，于是金融和多个产业领域开始形成一些组织联盟，如 R3、Hyperledger 等，技术圈也逐渐将更多的关注从“币”转到了区块链的企业级应用上来。

目前可以大范围应用的场景比较少，无论是技术还是业务都还处在探索阶段。许多领域进行了广泛的尝试，例如供应链管理、互联网金融、证券和银行业务、贸易融资、保险、医疗健康、资产管理、数字版权保护、公益慈善、政府公共服务、监管合规性与审计、游戏、公益等。

业界的积极实践进一步巩固和加深了人们对区块链技术潜在应用价值的期待，但却鲜有成功的、可持续的商业化落地案例，坦白来说，大多数案例还停留在理念或 POC 阶段，这种状况的形成受许多因素影响：

### ● 不适用的、不可持续的场景设计

很多案例是为了区块链而区块链，而不是从解决业务痛点出发，导致案例缺少有效价值，例如对一些不需要公开的信息进行存证，或者没有结合区块链的特点，仍然以传统的思路来设计业务模式，例如仍然通过中心化影响力来把业务简单地搬到区块链上，不能高效地拓展业务边界。

### ● 错误的实施方法

没有充分认识到区块链的技术特点，无法设计出合理的技术方案。比较典型的例子就是把区块链简单地当做数据库，把原来中心化系统数据直接转移至区块链上。

## ● 技术不成熟

没有充分认识到区块链技术还不够成熟的现状，过于乐观地选择技术方案。区块链在性能、扩展性、易用性、功能完备性、运维成本等许多方面都还有待完善，更合理的应用方式应该是以应用层业务系统为主，区块链底层完善优化为辅，逐步开展区块链技术迭代和场景化应用。

## ● 人才稀缺

区块链是个多学科综合技术解决方案，包括分布式存储、密码学、网络通讯、芯片技术、经济学、法律等，综合技术专业能力要求高，技术学习、人才培养、实践经验积累所需的周期长。

目前影响区块链应用落地的因素还有很多，以上仅简单列举几点，以此说明区块链的发展仍然任重道远。

## 1.3 未来技术发展趋势

即便区块链面临诸多挑战，但是，越来越多的人愿意相信其在未来将会发挥更加重大的作用。作为区块链技术与落地应用领域的典型代表企业之一，京东认为该技术的发展趋势应在以下几点：

### ● 自研底层的兴起

贸易战为国内自主研发敲响了警钟，没有自主研发的技术将可能成为制约公司甚至国家发展的短板。区块链技术被预测为引领第五次技术革命的重要技术。在这样全球聚焦，多国鼓励的宏观趋势背景下，对区块链技术底层的研究与探索将会越来越重要。目前各家大型区块链研究机构和技术型企业均有自己的底层链技术研发。

## ● BaaS 平台大规模应用

未来区块链技术将率先改变企业应用，企业将业务“上链”的过程势必要更加简单快捷，否则将无法跟上经济的高速发展。BaaS（Blockchain as a Service）平台为企业快速部署区块链提供了便捷的通道。未来在大规模企业级应用中，BaaS 平台必将作为基础级设施在企业推广区块链的道路上发挥重要作用。

## ● 在金融科技领域将有更加深入的发展

区块链技术诞生于金融场景，虽然如今很多应用已经脱离了金融领域，但是，金融场景依然是区块链技术最契合的场景，特别是在身份识别、数据确权、信用管理、价值流转、交易清结算等方面，利用区块链解决金融场景中的信任问题，可以为企业节省成本，提升效率，创造巨大商业发展潜力。

## 2 京东区块链主要应用场景

“京东智臻链”是京东区块链的技术品牌，致力于打造全方位、全生命周期的企业级区块链应用解决方案，让开发者和企业实现一站式规划、配置、开发、上线、运维，一键自动配置和部署区块链网络，降低区块链技术应用成本，共享区块链可信价值，提供值得信赖的企业级区块链服务。

京东区块链应用场景的选择和产品功能设计，始终都围绕着为客户交付真实的、可持续的业务价值来展开，如何利用区块链的技术特性，来解决现实业务中的客户痛点，是我们长期思索和努力的方向。京东自身零售、物流、数字科技等组合生态内部蕴藏了大量的区块链潜在应用场景，本次我们重点选取了14个有代表性的、运行在 JD BaaS 组成的智臻链联盟网络上面的真实落地应用，并将其划分为品质溯源、数字存证、信用网络、金融科技和价值创新等五个方面，逐一分享我们对这些领域内区块链应用的建设经验和思考，希望广大京东客户和合作伙伴更好地理解区块链的应用价值，更多地参与到我们共同的事业中来，也希望为行业健康发展带来更多帮助。

### 2.1 品质溯源

使用区块链技术来实施追溯，既是供应链行业多主体参与，跨时空流转的客观特点要求，也是京东特殊的资源禀赋和企业核心价值决定的。纵观商品在供应链全流程流转的管理特点，需要在原料商、品牌商、生产商、渠道商、零售商、物流服务商、售后服务商、第三方检测机构，乃至对应的政府监管部门间建立高效、互信、安全的追溯信息管理体系和数据应用体系，而这正是区块链联盟链技术的用武之地。

京东拥有业内领先的现代化供应链物流基础设施和服务能力，数字化程度很高的供应链使得上链信息采集的边际成本极低。同时自身万亿规模的零售业务带来的供应链上下游紧密协同的业务关系，也为区块链联盟链的成功搭建和管理创造了组织治理层面的便利。客户第一的企业核心价值要求我们诚信经

营、品质为先。京东主动将分布于供应链上下游的品质追溯信息进行整合，计入在不可篡改的区块链中，通过友好的展现形式传递给广大京东客户。此外，还积极配合政府监管，履行企业责任，接入多家权威第三方检测鉴定机构，为客户体验保驾护航。在这一过程中，最为困难的便是保证上链源头数据的真实性和追溯业务的可持续性。我们通过结合物联网、大数据、云计算等多种信息化技术保证追溯信息采集、传递、合规应用的准确性、安全性、可持续性。

随着追溯业务的不断扩大，我们欣喜地发现，越来越多对自身商品品质充满信心的品牌商主动将品质追溯信息写入不可篡改的区块链之中，并通过展示给广大购买客户，实现品质形象的传递和口碑传播。下一步，京东将逐步开放防伪追溯能力，为有需求的行业、广大品牌商提供更好地追溯服务体验，链接品牌与消费者，在物联网自动化、供应链金融、大数据分析预测、客户反向定制、追溯营销与口碑传播方面创造更多用户价值。

## 2.1.1 防伪追溯

### 2.1.1.1 防伪追溯的发展机遇和痛点

#### ● 国家层面的高度重视

2015 年，国务院发布《国务院办公厅关于加快推进重要产品追溯体系建设的意见》，2017 年原质检总局、商务部等十部门联合印发《关于开展重要产品追溯标准化工作的指导意见》（以下简称《意见》）。《意见》提出，到 2020 年，标准化支撑重要产品追溯体系建设的作用将明显增强，将基本建成国家、行业、地方、团体和企业标准相互协同、覆盖全面、重点突出、结构合理的重要产品追溯标准体系。

#### ● 食品安全信任危机频发

据不完全统计，全球范围内受假冒伪劣商品影响的市场规模高达 3000 亿美元，其中每年假冒伪劣商品的成交额已占世界贸易总额的 10%。各种食品安全事件频发，毒奶粉、毒大米、农药残留、瘦肉精、地沟油等假冒伪劣商品，使消费者对食品安全产生了严重的信任危机。

### ● 消费者对品质的高要求

随着人们生活水平不断提高，消费者对于商品品质的追求也越来越高，从生产环节开始，精准的产品及流转数据记录就显得更加重要。

#### 2.1.1.2 区块链技术为防伪追溯赋能

追溯在众多行业和领域里已经有了大量的应用，但仍存在数据中心化、易篡改、流通环节数据分散、政府监管难等问题。通过区块链技术的去中心化、共识机制、不可篡改、信息可追溯等特点，可以有效地解决上述问题，主要体现在如下几个方面：

### ● 确保记录信息不可篡改

通过在生产厂商、经销商、物流商、零售商、政府监管机构、检测机构等主体建立网络节点，借助物联网技术提升赋码与信息采集效率，将产品的原料、生产、加工、仓储、物流、零售等信息存储在区块链网络当中，信息上链后会自动同步到各方节点当中，无法单方面篡改。保障源头信息的真实性。此外，结合一维码、二维码、RFID 等多种物联网标识还能实现更安全的防伪验证。

### ● 助力政府部门有效监管



通过区块链网络的信息同步，监管部门可以作为其中一个节点加入到整个网络当中，快速实现信息监管。在发现问题时，快速定位问题来源，实现来源可查，去向可追，责任可究。

### ● 实现全程信息透明共享

基于共同的区块链网络，从原料开始到生产加工、仓储配送、供应商中转到零售终端，全链条的信息通过分布式账本进行维护，共同监督，信息更加透明；各环节之间信息共享，上下游企业之间及时了解整体状态，便于快速做出决策；将全流程的信息以可视化的方式传递给消费者，提升消费者对商品品质的信任。

### ● 串联各个主体提升效率

通过商品统一的身份标识，将全流程信息进行记录、传递、核验、分析，保证了数据的联通性、一致性、完整性和价值度，解决各企业之间信息孤岛的问题，提升商品整体的流转效率。

## 2.1.1.3 区块链技术在防伪追溯中的应用案例

### （1）在精准扶贫中的应用

京东在国家级贫困县落地“跑步鸡”、“游水鸭”、“飞翔鸽”等项目，京东为养殖过程量身打造了移动端的养殖管理系统，借助计步脚环等物联网设备，结合视频溯源技术，将家禽运动数据、喂食、饮水、除虫等信息进行采集，记录到区块链网络中，并整合加工、包装、京东仓储物流等信息，最终呈现给消费者，让消费者轻松扫码即可了解到所购农产品的养殖过程、生长环境

等图文信息，大大提升了消费体验。在确保产品品质的同时提升了产品的溢价能力，从而提升了市场的认可度，为贫困地区的农民增加了收入。

## （2）在食品中的应用

食品安全问题一直是国家的重中之重，京东致力于为消费者提供放心安全的健康食品，针对白酒、奶粉、加工食品等领域假货频发的问题，与企业联合将产品生产加工信息、仓储物流信息、交易信息整合记录在区块链网络中，通过追溯码将信息串联并展示给消费者，让消费者清晰地看到每一件商品的流通过程，提高食品质量问题追踪定责的管理能力。针对进口燕窝商品，京东与中国检验检疫科学研究院联合，将产品原材料、生产、进出口、京东仓储出入库、订单、物流等信息写入区块链，将全程品质追溯信息展现给消费者，让消费者放心购买。

## （3）在跨境商品中的应用

随着消费者购买力的不断提升，跨境商品购买逐渐成为了日常消费的重要组成部分。而假冒及走私商品的频繁出现，让消费者无从考证商品的来源也无法辨别商品的真伪，在购买跨境商品时产生了担忧，同时也给生产企业造成了巨大的损失。

京东联合品牌商，将跨境商品流通全过程打通，将海外运输、保税仓仓储、海关报关、检验检疫局报检、国内运输等信息整合写入到区块链网络中，确保每一个环节的信息不可被伪造和篡改，最终展示给购买跨境商品的消费者。让消费者充分地了解到商品的来源途径，政府监管记录、运输过程等，给消费者提供了一个放心购买跨境商品的环境。通过与跨境链条上各方的合作和共同努力，减少非正规商品和假货的流入，为跨境企业的合法利益提供了保障。

## （4）在二手商品中的应用

二手商品的交易市场规模庞大，但二手市场商品的非标准化管理特性导致消费者无法判断商品的品质，商品品质的不可控成为二手交易中最大的痛点。

区块链防伪追溯为二手回收平台、检测机构、销售平台、监管机构建立区块链网络，将回收信息、检测明细及定级信息、销售信息写入到区块链网络中，消费者在收到商品后可以查看商品完整的流转过程及权威品质检测结果，与实物商品进行核验，如信息与实际商品不符，则可以申请退货或投诉等处理。监管部门根据区块链网络中的信息，能够实现对二手商品的品质监管。

### （5）在时尚领域中的应用

针对钟表、奢侈品、珠宝等高值产品，京东联合供货商及权威检测机构，将商品供货来源、品质检测、京东仓储物流等信息进行整合，记录在区块链网络中，在确保商品正品的同时，为出现问题的商品售后及逆向溯源提供了支持。通过对消费者收货时间的记录，确定每一件商品的质保时间。通过一物一码与订单的关联，确定消费者退货商品是否为售出商品，解决“买真退假”的问题。通过供货渠道的记录，锁定问题商品的来源，从而降低售后及逆向过程的成本。

## 2.1.1.4 总结

区块链技术融合共识机制、分布式数据存储、点对点传输和密码算法等多项基础技术，天然适用于零售供应链的端到端信息管理。通过建立适用于零售碎片化数据采集、存储和展示的区块链底层和防伪追溯应用平台，基于各方数据节点进行持续扩展，在品牌商、监管机构、第三方认证机构逐步部署联盟链节点，形成社会化的区块链防伪与追溯网络，为每一笔消费者的购买行为保驾护航。

截至 2019 年 02 月底，京东区块链防伪追溯平台已有超 13 亿条上链数据，700 余家合作品牌商，5 万以上 SKU 入驻，逾 280 万次售后用户访问查询。借助京东大数据技术，基于用户扫码行为提供精准营销服务，从而提升订单转化

率、复购率，在保障商品品质的同时提高企业营收。结合京东闭环的供应链物流体系，实现真正的全程追溯。

## 2.1.2 医药追溯

### 2.1.2.1 我国医药领域亟需新的追溯模式

当前，我国医药供应链协同交易各方数据分散，药品追溯系统形式各异，给国家医药监管部门信息采集取证，企业问题药品追踪召回，居民用药信息查询等均带来极大的困难。构筑多中心化信息分布处理的组织结构，形成高效、安全的信息共享机制，建立新的医药追溯技术模式，已成为监管机构、医药企业、消费者面临的迫切需求。这一新的追溯模式既要确保医药产品安全、信息流转畅通，实现来源可查、去向可追，责任可究，还需兼顾确保医药企业商业信息、患者用药隐私等不被非法泄露。

### 2.1.2.2 区块链技术保障医药追溯信息安全共享

区块链技术分布式存储、不可篡改、共识机制等的技术特性决定了它可以很好地解决医药供应链大数据资源分散、数据隐私保密性要求高、互联网在线售药服务不能跨平台协同监管等行业痛点。当前国内外在医药研发、医药供应链追溯、医疗信息共享、保险理赔等领域，均有区块链技术方面的应用探索。

#### （1）合法身份验证准入机制，“净化”医药供应链商业环境

区块链技术应用结合了多种组网形式，其中联盟链适用于行业交易相关主体共同搭建的网络，然而与公链应用不同，联盟链主体加入均需要提供合法身份验证，通过应用电子证书、电子签名等技术，使得联盟各主体身份合法，为交易合法性追踪提供了保障。

以医药供应链为例，联盟链的模式可确保医药制造商、流通服务商、第三方物流及医药经销商等需通过合法身份验证才能具有参与记账权，经营交易权，确保了商家的准入门槛。另外，每笔合法交易被记录上链，分布式存储不

可篡改，为合法医药交易流通追溯提供了交易证据，既保证了可追溯性，又可以快速检验排查非法交易，有利于净化医药供应链商业环境。

（2）防篡改、分布式存储的数据架构，为医疗信息共享、医药供应链追溯等提供新的可能

区块链分布式存储技术，降低了单独故障率带来的数据灾难风险，同时上链交易数据经过多家节点存储同步，有效防止了信息被篡改的可能，提高交易的可信度，同时实现了全链条的验证追溯。例如，分散于各医疗机构的患者检验数据进行分别上链管理，既增强了各个医疗服务机构医疗信息防篡改性，又可以通过患者授权，在保障个人隐私的前提下，形成以患者为中心的健康“账户”。

### 2.1.2.3 京东区块链医药追溯

遵循国家药品监督管理局的监管要求，京东基于区块链技术建立了医药追溯平台，适用于中国医药市场，兼容多种药品编码标识、通过此平台可实现医药供应链的可视化管理。平台服务于药品及原料生产厂商、经销商、零售商、医院、患者及政府监管机构。

药品生产厂家采集产线生产信息并与药品追溯码关联，将产品如批次、有效期等追溯信息上链，确保数据信息不可篡改的同时，联盟的经销商授权可以在其节点“共享”药品追溯信息。当双方产生关联交易时，可在就近节点进行快速校验，形成校验的药品追溯信息被识别为已交易状态，连同交易实体信息记录上链，随后的交易环节都将循环此模式，直到患者依据处方获得药品。患者可以扫描追溯码查验真伪，同时还可以看到从生产、流通、物流等各环节的关键追溯信息。

当国家药品监督管理局针对某款药品发布召回指令时，系统会发起交易冻结指令，所有联盟注册企业将同步此信息，自动冻结其节点中的相关产品信息，并在后续的药品交易中自动进行药品召回警报。

总之，区块链技术在医药供应链追溯领域可应用解决以下几方面问题：

- （1）药品防伪及流通追溯；
- （2）问题药品快速召回；
- （3）防止已销售处方药品回流市场；
- （4）防止成瘾药物处方反复使用，超量购药；
- （5）确保医疗辅助用药合理采用。

#### 2.1.2.4 总结

医药供应链追溯，个人医疗健康信息管理等领域具备典型的多方参与，数据集约处理的业务场景需求，利用具有分布式存储、信息可加密、智能化合约等特性的区块链技术能够将其数据进行区块链网络化共享，以提高交易效率，保障交易安全，推动各方利益。区块链技术将在医疗健康领域解决原中心化系统模式下无法逾越的系列问题。

## 2.2 数字存证

现代商业社会，时间就是金钱，效率就是生命。每一种商业形态的形成和稳定都伴随着相关参与方之间达成某种形式的契约。这些契约的草拟签署、传递、确认（回执）、备案等全生命周期的管理，日益呈现出电子化存证的趋势，《中华人民共和国电子签名法》等国家层面的法律法规对此也给予了规范和认可。

京东将这些契约的电子化，统一概括为泛数字存证服务需求，并通过区块链技术，实现多方间的数字存证安全透明、高效流转、便捷验证，以及更高效的第三方存证。此外，还与仲裁司法互联网服务打通，形成证据数据化、区块链存验一体化、司法服务互联网化的新兴商业社会契约管理模式，极大提升契约管理效率，为广大客户带来便利的同时，也节约了大量成本和时间。

接下来，京东将在电子合同、电子发票、电子证照、电子票据、互联网诉讼、版权保护、业务单据无纸化等各类数字存证需求密集的领域，广泛地开展区块链存证服务的验证、推广和经验总结，提升自身存证服务能力的同时，为广大客户创造长期价值。

### 2.2.1 电子数据存证

#### 2.2.1.1 存证市场迎来发展机遇

##### ● 电子数据存证需求激增

近年来，随着互联网的迅猛发展和普及，互联网案件数量也呈现出快速增长的趋势。据统计，2018年1月到8月，北京互联网法院受理的9类互联网案件同比上升24.4%，2014-2017年广州两级法院受理的涉互联网民商事案件年均增长49.06%，快速增长趋势明显。当前法院审理案件中，越来越多的事实认定依赖于电子证据，因此使得电子数据存证的需求激增。

##### ● 区块链电子数据存证得到司法认可



在法律方面，2018 年 9 月 7 日我国公布并施行了《最高人民法院关于互联网法院审理案件若干问题的规定》。其中，第十一条规定指出：“当事人提交的电子数据，通过电子签名、可信时间戳、哈希值校验、区块链等证据收集、固定和防篡改的技术手段或者通过电子取证存证平台认证，能够证明其真实性的，互联网法院应当确认。”这意味着最高人民法院以司法形式认可了区块链存证的法律效力。

在司法实践方面，自 2018 年以来，杭州互联网法院、北京互联网法院、合肥市蜀山区人民法院相继发布了自己的存证司法链，区块链电子存证的司法效力已陆续被相关部门所认可。

## 2.2.1.2 区块链天然适用存证场景

区块链去中心化的技术结构，保证了区块链不是由某一方单一控制，保障了存证数据在法院、司法鉴定中心、公证处、证书授权中心（Certificate Authority, CA）机构、企业之间同步，多方为存证数据进行认证，有效地防止了存证数据被攻击和篡改。

区块链在数据写入和变更时，都会记录操作的时间戳，使得各种操作都有具体时间可查。例如，在版权保护方面，作品的发布时间是处理版权纠纷时的关键参考数据，区块链的时间戳技术可以为纠纷处理提供强有力的佐证。

区块链可追溯、不可篡改的特性，适用于证据链的保存，使得最终提供的不再是单点证据，而是完整的证据链，有利于增强证据的可信性。

在区块链中，有对称及非对称加密、零知识证明（Zero-Knowledge Proof）等多种隐私保护技术。可以根据数据隐私分级，进行针对性加密，提供安全与效率平衡的最优解。

如涉及个人敏感数据的场景，可利用对称加密技术将敏感数据加密后上链，非敏感数据直接上链，非对称加密用来对加密密钥进行加密保护，实现分布式存储数据交易的安全性和定向共享性。

零知识证明技术通常应用于用户敏感数据或商业交易数据隐秘验证的场景，例如某个人数据服务场景需要根据个人年龄判断某项检查是否适合，通过零知识证明技术，在上链个人档案信息中可以获得满足此判断的个人年龄范围，而不需要暴露个人具体生日日期，零知识证明提供了合理的脱敏反馈。

### 2.2.1.3 京东区块链数字存证平台

京东区块链数字存证平台是电子数据存证的一站式服务平台，具有简单易用、开放灵活、多场景适用、可信保障等特征。平台依托于京东丰富的区块链技术研究及落地实践经验，通过电子签名、可信时间戳、哈希、区块链等技术保障电子数据完整可信、不可篡改，增强电子文件法律效力。电子协议、合同、订单、邮件、网页、语音、图片等各类电子数据均可存证，适用多个行业领域。用户无需关心区块链底层细节，即可快速实现基于区块链的数据存证。



图 京东区块链数字存证平台产品架构

京东区块链存证底层联盟链正在完善之中，正在联合互联网法院、司法鉴定中心、公证处、CA 机构、大型企业等组建联盟链，多方对数据进行共识、存储、背书，可以使得电子证据更为可信，减少法官在数据真实性判断上所需的时间、减少司法鉴定或者公证的需要，可以有效提高当事人的维权效率。以电子签名的区块链存证为例，研究表明：“通过电签+区块链存证可将仲裁从 60 天缩减到 7 天。”

目前，京小租信用租赁平台已利用京东区块链存证服务对各类电子数据进行保全。用户在京小租信用租赁平台进行商品租赁时，平台通过自动化流程获取租赁业务中订单、协议等重要电子数据文件，通过哈希算法提取其数字指纹，在京东区块链存证平台进行存证，记录在区块链中，利用其去中心化、不可篡改等特点，结合电子签名、时间戳等技术，保证电子数据的完整性和可信性，保障平台及用户的司法权益，提升当事人维权效率。

#### 2.2.1.4 总结

政策、经济、社会等因素的推动下，电子存证市场已呈现快速发展趋势，但因原有存证技术存在单方存储，难以证明电子数据原始性等问题，区块链技术可以有效解决这些问题，保证电子存证的多方共识、不可篡改。区块链存证的法律效力得到了最高人民法院的认可，也逐步被国内各大法院用于提升审判质量和效率。依托于丰富的区块链技术研究及落地实践经验，京东区块链数字存证技术也已臻于成熟，利用区块链技术防篡改、可审计等特性，将电子合同、协议、版权、邮件等数据上链存证，获得第三方机构背书，推动消费者权益及知识产权的保护，形成全社会诚实守信的良好氛围，助力数字中国、智慧中国的构建。

### 2.2.2 增值税专用发票电子化

#### 2.2.2.1 增值税专用发票电子化的发展机遇

《中华人民共和国电子商务法》第 14 条对电子商务经营者做出了明确规定：“电子商务经营者销售商品或者提供服务应当依法出具纸质发票或者电子发票等购货凭证或者服务单据。电子发票与纸质发票具有同等法律效力。”

目前，作为财税创新重要成果的增值税普通电子发票，在国家的大力支持推动下，已经得到广泛推广。虽然电子发票推广及应用取得了可喜成就，但还没有达到全领域覆盖和效应最大化。其中，“营改增”后企业开具增值税专用发票数量大、应用广，但未实现电子化。纸质专票已经成为制约企业降本增效、效率提升的一大因素。

以京东集团为例，此前每年开具大量纸质专用发票，纸质发票的开具、报销、抵扣、勾选认证等环节均需要耗费大量的人工及流通邮寄成本，且核销流转效率较低。如何最大程度上节约生态资源，缩减庞大的综合投入，同时提升效率呢？基于区块链技术的增值税专用发票电子化方案可以有效解决以上问题。

## 2.2.2.2 区块链技术为增值税专用发票电子化赋能

区块链技术应用用于电子发票，以其特有的分布式去中心化、全流程追溯、不可篡改等技术特点，可以破解增值税专用发票虚开、重复报销抵扣等痛点、难点。利用区块链技术记录专用发票的票面信息，及其开具、勾选认证、作废冲红等状态，可以大幅提升交易效率，降低交易成本。基于区块链去中心化、不可篡改等特质，受票方可随时在本地节点查询区块链上真实无法篡改的发票信息，用以校验发票真伪及状态，准确无误地进行自动对账操作，提高财务运行效率。开票方可有效节省人工及流通邮寄成本等综合管理费用。另一方面，在区块链中，通过密码学手段的限制，每个企业只能查看与自身有关的信息，有效保障了发票信息的隐私性和安全性。

区块链技术用于电子发票后，还可以拓展信息存储范围，将订单信息、物流信息、资金流信息、发票报销入账等信息写入区块链，为税务机关提供丰富

的涉税大数据，利用大数据技术对其进行比对分析，能够更加深入地了解税源状况。同时，政府部门可全程跟踪记录增值税专用发票的完整流转链条及参与方节点，对全票面信息进行实时采集和动态掌握，识别倒卖虚开增值税专用发票行为，有利于税务稽查工作高效开展，大幅提升税务机关税源穿透式监管能力。

### 2.2.2.3 京东区块链技术在增值税专用发票电子化中的相关应用

京东增值税专用发票电子化基于区块链技术搭建了一整套无纸化全流程应用，做到发票的开具、流转、报销、使用、抵扣、归档均在区块链上电子化完成。

区块链技术在京东增值税专用发票生态的应用如下：

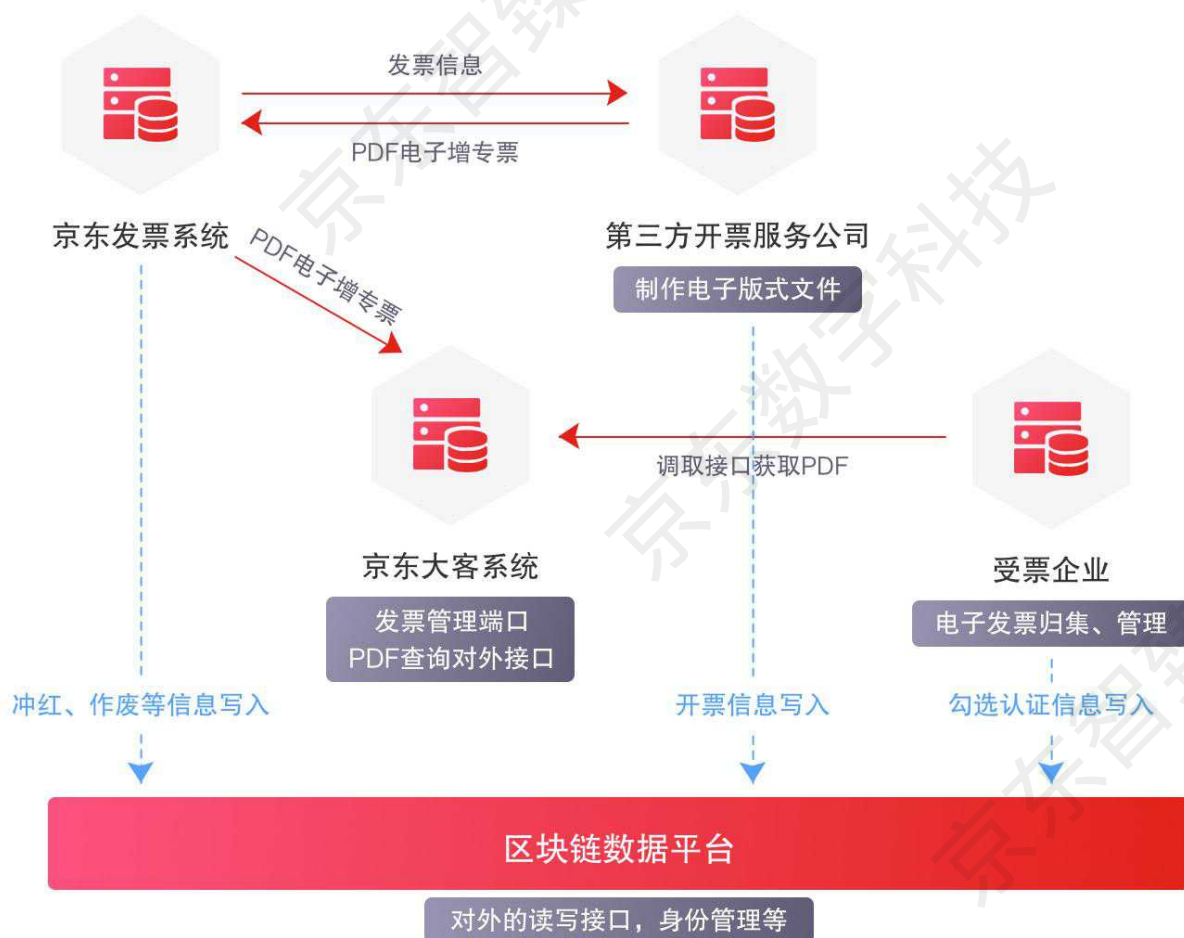


图 京东区块链增值税专用发票电子化生态

由开票服务公司提供上链数据，开票公司进行链上信息签名背书，通过智能合约校验开票信息准确性，确保了链上数据与上传税务局、给到受票方，及纸质版增值税专用发票的数据信息的一致性。

基于区块链的增值税专用发票电子化技术除了能应用到京东及其客户之间外，区块链技术的保密性、可追溯性、安全性等特性使得该平台具有很强的通用性，其他企业可方便地接入到区块链平台及时获取准确的增值税专用发票电子化信息，进行发票的开具、使用、报销、抵扣认证、交易管理、数据对账、逆向处理等操作，同原有纸质发票需要人工核对多个发票字段信息的方式相比，基于区块链的增值税专用发票只需要比对哈希值就能实现发票信息的精准快速核对。

通过区块链专票数字化应用，可实现企业采购全流程电子化升级，打造高效、透明和数字化的采购管理体系。打通采购系统、财务系统、报销系统，实现全流程数据由系统自动生成或通过系统对接自动采集，减少人工操作，实现采购流程的透明化。

#### 2.2.2.4 总结

在信息化的大趋势下，增值税专用发票仍然以传统纸质的方式存在，这其中固然有安全性等一系列的考虑，但是纸质的增值税专用发票在开具、邮寄、使用时会浪费大量的运营成本且效率较低。而在区块链技术支撑的情况下，不仅可以实现增值税发票在线进行使用、报销、抵扣等操作，更能极大地提高电子发票的安全性与信息一致性。

从区块链在增值税专用发票电子化应用实践来看，区块链技术对发票数据双重加密认证，可确保开票方、受票方增值税专用发票数据安全。增值税专用发票实现链上电子化，能够大大增强企业间发票流转效率，缩减完全依赖传统纸质发票线下核对邮递产生的综合成本，助力企业采购全流程电子化，同时也

能够实现税控部门的高效监管。基于区块链技术的增值税专用发票电子化探索和实践对于我国增值税专用发票的数字化改革有着重要意义。

## 2.2.3 电子证照

### 2.2.3.1 电子证照的发展机遇

2019年正式实施的《中华人民共和国电子商务法》中，明确规定电子商务平台经营者应当要求申请进入平台销售商品或者提供服务的经营者提交其身份、地址、联系方式、行政许可等真实信息，进行核验、登记，建立登记档案，并定期核验更新。而在证照使用形式上来看，传统纸质证照相关程序、办理流程复杂，效率低下，已经不能满足企业诸多业务对接及发展的需求。政府监管部门也面临很多难题，如：证照信息出现修改时如何第一时间告知企业；如何能够安全地监管各企业在业务进行中出现的违规行为并及时记录；消费者查询到的信息不是完整的企业证照信息，无法作为重要决策参考。从政府到企业，到消费者，都形成了对安全、可靠、高效的电子证照信息技术的刚性市场需求，电子证照将会成为未来主流的企业“身份证”。

### 2.2.3.2 区块链技术为电子证照赋能

区块链+电子证照，将成为最具可行性的解决方案。

通过区块链技术特有的分布式记账、全流程可追溯等特点，可以将电子证照从开出到每一次信息变更的全量信息及流程进行安全地记录，增加数据的可信性和完整性。同时，利用区块链不可篡改、去中心化存储，以及可以通过密码学技术对数据进行隐私保护的特性，能够为电子证照信息的安全性提供有效保障。

区块链电子证照侧重于企业全过程信息的记载，包括办照前主体信息、前置审批信息，办照时的登记、变更信息，办照后的后置审批信息、财税信息、信用监管信息等，可以为企业提供更安全的证书信息。市场监管部门通过操作



页面，可以便捷地完成企业证照办理流程 and 上链步骤，并监管和查询企业证照的全流程信息，包括证照办理时间、写入区块链时间、写入方、签名方、变更内容、变更时间等。消费者则可以通过相应的界面查询企业的证照办理及变更信息，获取对企业的资质全面真实的了解，从而更好地指导相关购买行为决策。

### 2.2.3.3 京东区块链技术在场景中的相关应用

2018 年 9 月，京东发布了国内首个电商电子证照区块链应用平台。

该平台联合宿迁市工商局、京东商城、益世商服三方，成功部署区块链节点，并实际应用于京东平台商家入驻执照申领、审核、变更等环节，实现数据保密传输、参与方共享、不可篡改等要求。目前宿迁市境内入驻京东商城商家营业执照信息已成功上链，接入数据范围还在进一步扩大中，通过区块链电子证照的积极探索，不仅商家可以更快速地完成入驻的资质审核，而且为监管部门提供了更多政务协同应用场景的思路。

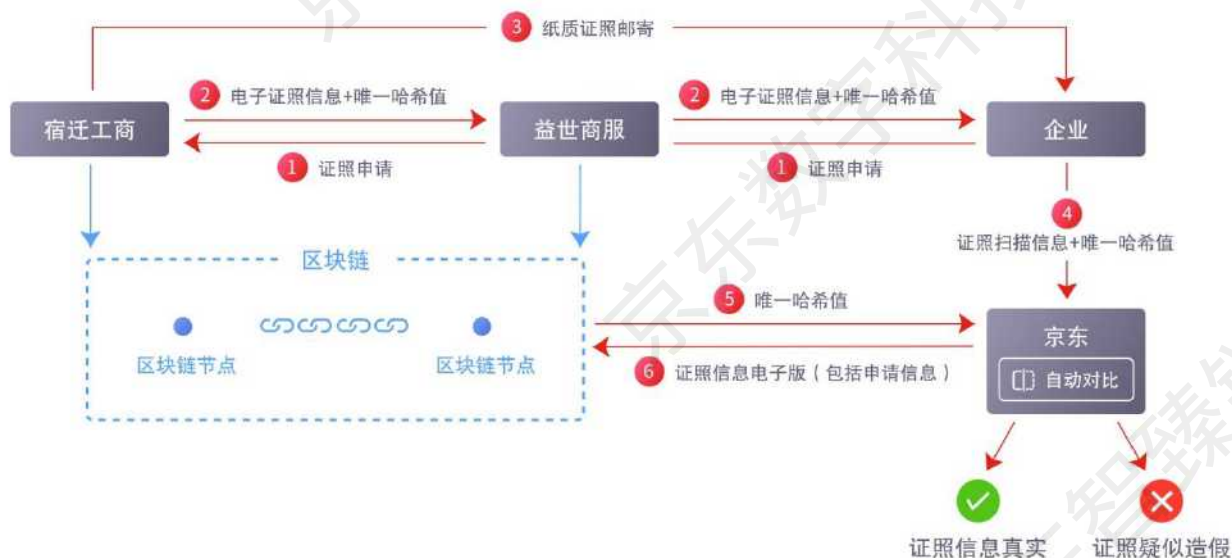


图 区块链电子证照合作方案

作为电子商务平台，京东在提供广泛优质服务的背后，是对广大商家的严格审核管理。在以往的审核管理场景中，需要消耗巨大的人力物力成本。采用

自主研发的区块链后，电子证照的最新信息会及时地同步至各个节点账本中，保证数据的真实准确性，为自动审核、管理商家信息奠定基础。

## 2.2.3.4 总结

区块链技术与电子证照的结合，不是简单的叠加。除了基础的技术积累，更需要广泛的场景应用实践，深刻的商业洞察，以及对相关机构和法规的理解。宏观布局、微观着手，才能真正发挥有效性和实用性。长此以往，电子证照区块链平台快速搭建的分布式联盟链将逐步整合分散在各个部门孤立系统中存在的电子证照信息，提高电子证照库的价值、降低运营成本，为社会组织、企业或个人提供存在性证明服务，为政府提供大数据征信等服务，达到服务政务应用、提高政务管理质量和效率的目的。

## 2.2.4 物流单证

### 2.2.4.1 物流单证的痛点与机遇

物流供应链中，企业与企业之间，个人与企业之间的信用签收凭证大多还处于纸质单据与手写签名的阶段，这些纸质单据不仅作为运营凭证使用，还作为结算凭证使用，严重限制了物流数字化的发展。以快运承运业务为例，目前纸质委托书存在回收周期长、保管难度大、手工对账准确性低、易丢失破损、不便于检索等诸多问题。

近些年来，电子技术的飞速发展使得我们越来越依赖于电子技术产品、数字化通讯网络和计算机等，使得信息载体的存储、传递、统计、发布等环节均实现无纸化。电子证据的价值在法学研究与法学实践中得到逐步认可。1999年颁布实施的《中华人民共和国合同法》及2004年颁布的《中华人民共和国电子签名法》确立了电子签名的法律效力，《中华人民共和国电子签名法》提出可靠的电子签名与手写签名或者加盖公章具有同等的法律效力，同时《中华人民

《中华人民共和国合同法》中也有说明数据电文与纸面合同相同，是书面形式的一种，具备同等的法律效力。

#### 2.2.4.2 区块链技术为物流单证赋能

区块链作为新兴的技术也已经逐渐被司法机构认可，《最高人民法院关于互联网法院审理案件若干问题的规定》（以下简称《规定》）中的相关内容，对于实现“网上纠纷网上审理”，推动网络空间治理法治化，具有重要的意义。其中，《规定》在十一条中明确指出，“当事人提交的电子数据，通过电子签名、可信时间戳、哈希值校验、区块链等证据收集、固定和防篡改的技术手段或者通过电子取证存证平台认证，能够证明其真实性的，互联网法院应当确认。”

依托区块链和电子签名技术，京东物流打造了“链上签”这款产品，基于区块链和电子签名技术解决传统纸质单据签收不及时、易丢失、易篡改、管理成本高的问题，实现单据流与信息流合一，同时利用数字签名技术解决传统纸质单据不能处理异常的问题。物流配送过程中发现异常能够及时修正，并实时将修改的数据上链，双方运营结算人员可以及时获取准确的数据，同时利用京东物流供应链优势、背靠已有的物流网络和技术打造基于区块链的可信单据签收平台，与传统手写签单相比拥有诸多优势：

（1）提升工作效率：电子合同的拟定、确认、审批、签署、发送等过程全部在线上完成，帮助企业节约大量时间，提升效率；

（2）降本节能环保：合同全部电子化，节省纸张、油墨、电力、运输、存储资源，更加顺应当前社会节约能源、低碳环保的趋势；

（3）弥补风控漏洞：电子签约流程环环相扣，形成完整证据链，有效规避冒名代签、私刻公章、合同篡改等风险；

（4）实现安全管理：电子合同经加密存储在云端，有效避免因自然或人为因素导致的合同错配、丢失、损毁、外泄等情况。

### 2.2.4.3 京东物流“链上签”的应用场景

“链上签”是通过物流单据线上化助力物流数字化发展，利用区块链技术打造一个低成本、高信任的物流供应链协同平台，解决运营标准化难题，利用区块链分布式账本和电子数字签名技术为物流供应链内的企业构建高效的协同关系。

“链上签”的应用场景都是围绕单证的数字化去解决物流过程中实际的运营问题，例如：物流对账过程主要解决核心企业和承运商之间的结算需求，物流承运过程一般需要经过下单、询价、承运、签收等诸多环节。结算双方企业需要通过系统接口对接的方式完成不同阶段数据的共享与流通。传统技术手段仅仅实现了信息流互通，但并不能解决双方的信任问题，信用签收还是依赖纸质运单，双方各有一套清结算数据，每个结算周期都需独立进行对账、人工审核，导致成本高、效率低，结算周期长等问题。

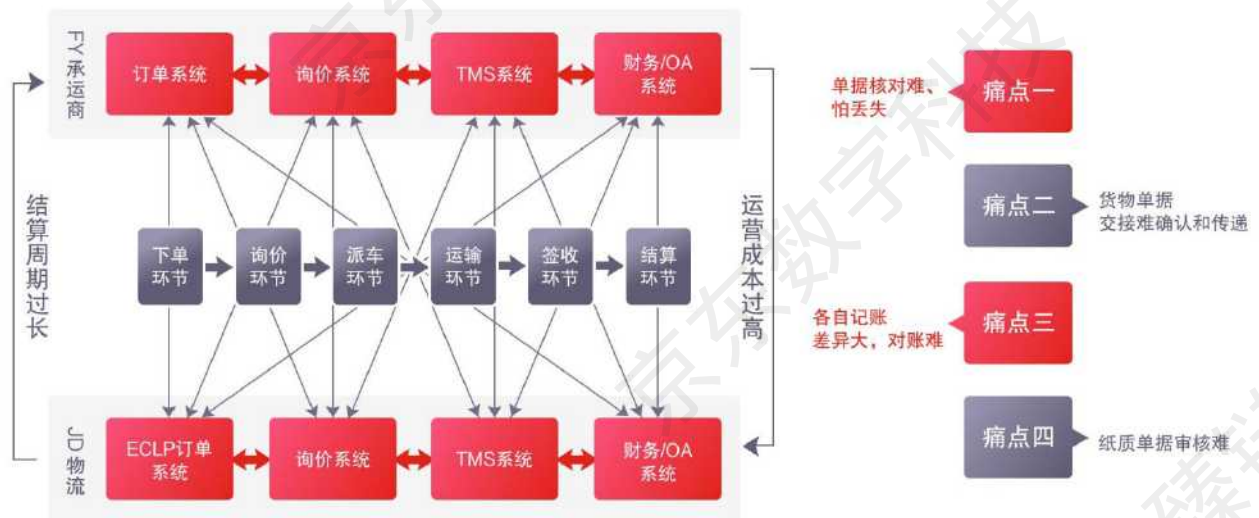


图 传统对账过程及痛点

“链上签”产品利用区块链公开透明、不可篡改的特性实现结算双方共享数据控制权，从订单生成环节开始上链，经过询价、报价、配送、妥投等环节，通过可信主体的无纸化签收，生成基于区块链的电子运输结算凭证，承运

过程中通过 RFID 等物联网技术，确保物流配送过程中数据收集的真实性，同时配合车载 GPS 系统收集位置数据，从而实现信息流和实物流的一致性。

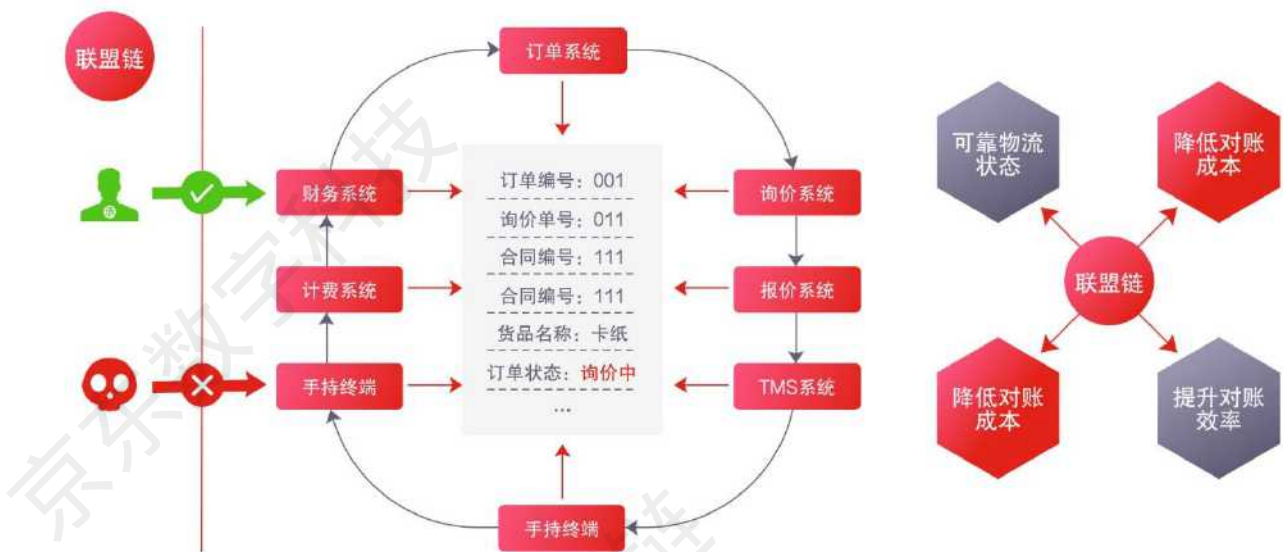


图 基于“链上签”产品构建可信联盟链

基于“链上签”产品实现运营过程无纸化。首先，为联盟链的每个信用主体构建数字身份，结合权威 CA 认证结构为其颁发数字证书，通过生物特征采集确保使用该设备进行签收的信用主体真实性，将签收结果写入区块链存证，确保签收主体的真实可信、签收过程真实可靠，签收结果不可篡改、可验证。后续对账过程中，双方利用链上可靠数据实现共同管理同一账本，减少对账成本，缩短结算账期。

#### 2.2.4.4 总结

京东物流携手承运商企业通过区块链技术对现有业务流程规范化，降低了供应商对账期，大幅降低运营和管理成本。随着快运业务的迅猛发展，利用联盟链技术和物流供应链核心企业优势，可以衍生出更多的应用场景，助力供应链生态健康发展。

## 2.3 信用网络

近年来，我国大力发展社会信用体系，并将其作为我国社会主义建设的重要内容。社会信用体系是一整套国家社会治理机制，其中包括了作为机制根基的法律、法规体系；作为运转核心的信用信息共享机制；作为发展动力的信用服务市场。此外，社会信用体系还离不开市场参与主体和政府监管部门的良性互动。社会信用体系的作用在于微观上将社会主体的行为、表现予以记录，并转化为其在社会中获得评价的标准；宏观上，聚合主体信用，形成整体社会的公序良俗，把控各类风险。

区块链技术的不可篡改性、透明性与社会信用体系的建设可以完美结合。一套基于区块链技术（分布式记账、加密、共识机制等技术系统的集合）的社会信用体系技术解决方案可以有效地解决以往信用体系的痛点，并且有效辅助监管机构实现对社会主体的正确评价。具体表现在：第一，不论是个人信息还是企业信息，社会主体可以将其身份、行为等信息上链，从而进入信用评价网络。第二，基于链上信息，监管机构、社会其他主体可以进行主体评价、展开信用服务。第三，上链信息更加完整、真实、可行，并且可以更好地保证隐私。

京东尝试运用区块链技术在数字身份、企业通用账号方面助力，目的是用技术手段完善社会信用体系，丰富各类信息；此外，还推出了信用租赁服务以丰富信用服务市场，给社会信用体系建设增加一个新的参评和价值维度。在未来，京东将会持续运用包括区块链在内的科技手段提供社会信用建设解决方案，更加重视企业社会责任的实现。

### 2.3.1 数字身份

#### 2.3.1.1 场景的发展机遇与挑战



身份信息在个人社交事物以及企业交易业务中占据至关重要的位置，随着“互联网+”在各行各业的深入布局，有越来越多的身份验证场景，建立完备的数字身份体系愈发迫切。

### ● 数字身份更加注重隐私保护

数字身份在认证过程中往往伴随着信息泄露的风险。并且在传统的身份认证方式下，很多没有必要核验的信息也会一同出示出去。这对身份的所有者造成了很大的安全隐患。

### ● 完整的数字身份能为个人或者企业带来更大的价值

在信息互联的大环境下，身份信息的完整性变得尤为重要。因为传统的身份信息存储于不同的主体中，在验证的时候经常需要出具不同主体的证明才能完成身份核验。所以，如果能够整合现有的身份信息，形成身份链条，在需要的时候从链上抓取必要的数据进行验证可以有效地提高身份核验效率。

### ● 高效率的业务环境需要高效率的身份认证

截止 2018 年底，我国网民数量已经位居世界第一。在互联网迅猛发展的大环境下，利用数字身份高效地完成在线身份认证或业务开展，将成为提升信任的首要手段。但是，在现有的网络环境及技术背景下，很难达到既方便快捷地出示身份，又能保证身份信息不被窃取、篡改等非法手段的侵害。而且，由于数字信息容易篡改，即使有了数字身份，也可能面临不被确认的结果。这导致两家业务主体在进行业务的时候，往往需要可信的第三方机构提供证明，才能彼此达成互信。在经济高速发展的今天，这无疑造成了很大的成本浪费。

## 2.3.1.2 区块链技术为场景赋能

### ● 更好的隐私保护

身份信息“上链”，有利于打破壁垒，区块链上的机构和企业可以直接通过索引认证身份。相较于传统的加密技术，区块链所用的哈希算法等技术可以加

强用户信息的安全性，在区块链上，人们的身份证明将是由一串数字、字母和符号组成的字节，而这些字节本身不带有任何个人信息，即使黑客窃取这些数据，也获取不到任何个人信息，使得“数字身份”信息变得安全。

### ● 更完整的身份信息

区块链的技术特性是多个组织共同维护统一的账本，如果使用区块链技术来链接管理身份信息的机构，如公安、工商、司法、医疗等，将身份信息同步至统一的账本中，利用密码算法保证各个机构只能拥有查看自己管辖范围内的数据权限，身份所有者拥有查看全部数据权限，这样去中心化的系统便有效地解决了身份信息孤岛问题。

### ● 更可信的身份信息

由于区块链的技术特性，当身份信息上链后，无法再对其信息进行随意修改操作。对于正常的信息更新，区块链会将数据更新记录与更新人员关联起来，形成完整的信息更新记录，这无疑增加了身份信息的可信程度。目前，身份的监管或使用机构并非不愿建立数字身份的验证系统，而是在现有的技术条件下，很难保证身份信息不被窃取、篡改。因此，在隐私及数据安全高于一切的情况下，这些监管机构很难提供源头数据为社会提供服务。而在区块链技术的帮助下，监管机构可以将身份信息存储在区块链上，加密后的数据很难被窃取，同时也无法随意篡改。因此，区块链技术为数字身份的安全提供保障，可信的数字身份信息也为市场提供了快捷的身份验证方式。

## 2.3.1.3 区块链技术在场景中的相关应用

区块链在数字身份认证领域存在广阔的应用场景。现阶段，京东与其它组织一样，在区块链身份认证领域的应用场景仍处于探索阶段。

京东区块链部门的统一身份认证平台是为了响应国家监管部门的要求，并为了保证链上数据的真实有效而搭建的。该平台可以为生态内的所有应用提供身份认证服务，同时系统可以关联企业端与用户端的身份信息。避免重复认证操



作。此外，还可以为进入京东区块链体系内的用户验证身份并发放唯一的证书，保证其在链上写入和读取数据等业务都是带有身份标签的。在区块链技术的联合下，可以将身份主体的业务信息进行关联，形成业务表现记录数据，为企业征信信息提供依据。随着数据量不断增大，信用数据也将越来越完善。除上述功能，京东也引入了一些新的技术为数字身份认证的隐私提供解决方案，如安全多方计算、零知识证明等。旨在使区块链在身份管理方向发挥最大的价值，通过身份信息上链，将零散的身份信息聚合，服务更多的业务场景。

### 2.3.1.4 总结

区块链的出现，将在身份信息验证领域掀起一场革命，区块链技术所遵循的规则定义及共识原则，为身份信息的安全存储提供了可靠的基础，这其中就包括了身份验证的问题。可以设想，当一个人在异国他乡不慎丢失护照，或者春节返乡途中遗失身份证，当一家公司需要快速证明已有资质时，现有的解决方案都存在复杂的流程，给需要身份认证的个人和企业带来诸多困扰。而区块链技术通过它独有的技术优势，第一次让全球范围的数字身份验证成为可能。当基于区块链技术的数字身份成长为一个全球的身份认证基础网络时，则可以为确权、交易、使用提供全新的解决方案，也会聚集更多的支持用户，以及更多的供应商为各个需要身份验证的社会组织和人员提供身份验证生态服务。最终，就有机会成为区块链时代真正意义上的数字身份证。这是一个伟大的愿景。当然，要达成这一目标，还需要很长的时间，京东将持续在区块链数字身份验证方面进行探索和推进，为实现信用网络贡献力量。

## 2.3.2 企业通用账号

### 2.3.2.1 企业通用账号的发展机遇

随着中国经济的腾飞，各类大型集团型企业不断涌现，支撑不同业务的信息系统五花八门，数据集约化管理成为集团型企业信息化的首要难题。目前，

较常见的解决方式是利用统一账号关联集团型企业各个系统，来保证数据关联的完整性及统一性。但由于通用账号往往起步较晚，如何快速地关联现有账号体系，同时又保证各主体信息的安全问题仍然困扰着许多企业管理者。

### 2.3.2.2 区块链为企业通用账号赋能

从管理角度出发，集团型企业各项业务都形成了相对独立的闭环。各闭环体系间要实现信息的打通、共享和分析利用，必须正视和解决不同体系存在的流程有区别、审核标准不统一等一系列问题。去中介化、多方共识、不可篡改的区块链技术，能够有效解决上述问题，为企业提供精准快捷的服务，主要体现在以下几个方面：

（1）便捷共享集团全域企业用户信息：由于区块链具有快速部署、多方共建的功能，可协助企业服务方快速接入，提供可用有效的企业信息，并根据多方统一定义的规则获取所需信息。

（2）提升数据提供方的信任程度：区块链技术提供的身份唯一性证明以及实现链上操作透明化，保障信息记录的可追溯性和防篡改性，可以解决节点间相互信任的问题。

（3）提高各业务运营效率：区块链可汇总各方提供的数据，利用整合数据更便于各业务使用方进行系统分析等操作，提高运营效率，优化用户体验。

### 2.3.2.3 京东企业通用账号

京东集团也曾同样存在业务系统繁多、信息难以打通的问题，商城、物流、金融、云等不同业务形态都累积了一定的企业客户数据，其中很多是重复且相关的，但共享度有限，重复利用率不高。采用区块链通用账号后，以上信息管理的难题均得到了本质上的改善。

企业通用账号打通了各业务之间关于用户信息不通畅的壁垒，将企业用户的异常信息及时共享，建立起京东生态体系内企业数据交互渠道，从而能够更

准确地进行企业画像，协助各方业务开展精准化营销和广告投放，提升京东对企业用户的综合服务能力。



图 京东对企业服务能力概览

## 2.3.2.4 总结

企业通用账号是集团型企业信息化管理的主流支撑系统。业务规模庞大、业务类型丰富、业务场景众多的京东集团，通过内部检验、探索实践的区块链通用账号，通过电子签名、可信时间戳、哈希等区块链技术，能够进一步为企业赋能，打通不同主体间的信息壁垒，开创数据共建、共治、共享。

## 2.3.3 信用租赁

### 2.3.3.1 信用租赁新经济

随着我国租赁市场的逐渐成熟，居民对信用免押租赁的普遍认可，信用租赁新经济正在引领着租赁行业的新一轮变革。

2018 年我国租赁经济市场交易额超过了 6.3 万亿元，并且有望在 2019 年突破 10 万亿元，参与租赁经济服务的人数也将超过 1 亿人。



图 中国租赁经济市场交易额（数据来源：上海金融与法律研究院）

近年来，以押金为主要盈利模式的共享经济平台，逐渐失去活力，如共享单车等等。取而代之的是，以信用代替押金的新租赁经济，正在成为租赁行业的新趋势。相比传统租赁抵押、担保的方式，信用租赁是直接以企业或个人信用为依据进行的商业活动，大大降低了租赁产业的门槛，租赁主体也从房屋、汽车扩展到衣服、相机、玩具等。

### 2.3.3.2 区块链赋能信用租赁

信用租赁新经济已成为行业共识，并且已被用户普遍接受。但信用租赁行业仍存在传统商业模式或现有技术手段难以解决的问题，如信用信息不对称、租赁纠纷取证、举证难、信用交易不透明等等。

区块链技术具有去中心化（或多中心化）、不可篡改、可追溯的特点，以区块链技术手段为基础，结合现有业务能力及第三方支持（如司法权威机构等），可解决上述信用租赁存在的问题。

**实时不可篡改存证，高效解决纠纷。**信用租赁过程中，不可避免地会因为承租人处分租赁物、出租人违反租赁合同等等因素造成违约纠纷，而传统的公证流程存在举证难、周期长、成本高、程序多等诸多问题。针对这种情况，可

结合区块链技术手段，形成区块链存证联盟，将实际业务中的重要数据、文件进行实时、不可篡改的电子数据保全存证。最终形成各方可信赖的电子证据，达到实时取证，高效公正处理租赁违约纠纷的目的。

**账本信息共享，降低风控成本。**信用租赁平台和商户之间信息不对称，导致各个参与方无法信息共享，如逾期的承租方信息、黑名单、白名单、信用较差的商户信息等等。与普通的电商交易不同，租赁经济还有重要的信用风控环节。租赁行业内平台、商家普遍采用内部风控管理，或借助第三方信用服务机构进行风控管理，以避免多头租赁欺诈问题等，但无法回避的是，商户的运营成本也大大增加。结合区块链共享账本的特点，租赁流程中参与的各个环节，如商户企业、司法机构等，可通过区块链进行信息的实时共享同步，解决信息孤岛，降低风控成本。

**交易公开透明，缓解资金难。**信用租赁平台或商户企业的信用交易不透明，造成部分承租者或投资方对平台、商户企业不够信任。因此造成资金紧张的租赁平台、商户企业无法获得进一步发展的融资支持，最终造成平台、商户企业资金流转困难的恶性循环。结合区块链共享账本的公开透明特性，可将信用租赁平台的交易实时存证，甚至可将相关信用权益进一步数字化、资产化，在区块链平台上进行公开透明展示，同时对敏感隐私数据进行加密处理，从而提升投资者、承租人对商户企业、平台的信任。

### 2.3.3.3 信用租赁区块链应用落地实践

京东数科旗下智能数据服务平台 ZRobot 在信用租赁领域提出了基于区块链的租赁纠纷违约解决方案，该方案可实时高效、公平透明地为信用租赁各个参与方提供可信赖的电子证据。

#### （1）解决方案

**前期准备：**区块链存证联盟组建。京东智臻链、ZRobot，联合权威司法服务机构组成存证联盟链，联盟链上数据由所有参与方进行多方共识存证。

**中期执行：**信用租赁业务的区块链落地结合。ZRobot 基于京东智臻链数字存证平台提供的区块链技术服务，包括底层区块链 BaaS 和区块链存证服务接口，将现有的信用租赁业务中重要的数据文件进行实时、不可篡改地区块链存证。

目前存证的数据文件主要包括租赁协议、代扣协议、服务保障协议、首次租赁数据、续租数据和退换货数据。存证前，ZRobot 会自动化地将每笔订单的数据文件分别进行哈希算法加密处理，得出唯一的哈希值，再进行区块链存证。

存证完成后，每一笔订单都会有对应的区块链存证记录，并且在用户端会展示详细的区块链存证信息，如存证保全时间、数据文件哈希值、区块链存证成功交易 ID 等。同时，数据文件的源文件，如租赁协议 PDF，订单文件等，将在京东云进行安全云存储，防止源文件丢失，用于读取查看。

**后期取证：**区块链存证的验证阶段。若信用租赁平台发生了不可协商的违约纠纷，参与方可将京东区块链数字存证平台的存证记录作为各方可信赖的电子证据提供给仲裁机构或法院。仲裁机构或法院进行验证时，可从京东云重新下载订单对应的源文件，并进行哈希算法加密处理。将得出的哈希值与区块链上通过存证 ID 查得的记录相对比，如一致，则证明源文件未被篡改，反之则源文件已被篡改或未进行过区块链存证。

## （2）落地价值

对信用租赁平台而言，2019 年 1 月 1 日最新颁布实施的《中华人民共和国电子商务法》中明确提出，平台有义务对电子合同、交易进行存证记录，并保证其不被篡改。区块链技术恰好是符合该要求的技术手段，最终可降低平台信用风险，增强租赁用户对平台的信心。

对商户企业而言，可将商户企业与租赁用户的信用交易行为进行区块链存证，商户记录的越多，信用交易越公开透明，真实性就更强，商户企业自身信用就越高，从而增加投资者、用户对商户企业的信任度。

对租赁用户而言，租赁协议合同、关键订单信息等数据文件对用户十分重要，若出现不可协商的违约纠纷时，可以将区块链记录作为各方可信赖的电子证据，解决信任危机，降低解决纠纷的成本。

对权威机构而言，公证处、法院等权威机构可以更便捷地验证租赁违约纠纷案件中电子证据的完整性和不可篡改性，节省取证和运营成本，大大提高政务效率。

### 2.3.3.4 总结

信用租赁新经济正逐渐取代以抵押担保为主的传统租赁经济，是租赁产业发展的新趋势。然而，信用信息不对称、租赁纠纷取证举证难、信用交易不透明等问题一直难以解决。区块链去中心化或多中心化、共享账本、不可篡改、信息可追溯等特点可以很好地解决租赁行业的这些“疑难杂症”。

京东数科在信用租赁业务流程中，对重要的数据文件，如电子协议合同、关键订单数据等，使用区块链技术进行了实时、不可篡改的存证，同时联合权威机构进行多方共识，增强法律效力，最终为参与各方提供可信赖的电子证据，解决租赁纠纷取证难、举证难、效率低的问题。京东数科在信用租赁产业的违约纠纷区块链方案落地，也为后期使用区块链技术解决更复杂的信用信息不对称、信息孤岛、信用交易不透明等问题打下良好的基础。

## 2.3.4 物流征信

### 2.3.4.1 物流征信的发展机遇与挑战

在日常生活中，常常有这样的场景。一线的安装工程师上门提供家电、家居等商品的安装、维修、清洗保养等服务。然而对于这些提供相应服务的工程

师，目前却缺少行业认可的信用评级及背书。工程师的服务质量、服务态度对用户的体验至关重要。建立一套工程师的征信评级体系，对提升用户体验，提高服务商品品牌认可度，对工程师个人的职业发展，对整个安装维护服务行业的规范发展都大有益处。

目前市场上各个安装服务商和物流服务商都掌握了部分的工程师服务质量等征信数据，但因为担心工程师个人隐私和企业的商业敏感信息外泄，导致普遍不愿意共享相关数据。

#### 2.3.4.2 区块链技术为物流征信场景赋能

区块链具有去中心化、时间戳、非对称加密和智能合约等特征，在技术层面保证了可以在有效保护数据隐私的基础上实现有限度、可管控的信用数据共享和验证。

##### （1）数据真实性

区块链能保证数据不被篡改，但上链时的数据却可能因为利益问题被人为操纵作假，将破坏所有参与方对联盟链的信任，如何从源头保证数据的真实性，对整个联盟链生态的建立至关重要。物流服务商和大件安装维护服务商加盟联盟链时将签署加盟协议，保证在收到其他服务商有授权有付费的查询请求后，提供真实和客观的数据。在此基础上，区块链还将永久记录所有数据交易的评价信息，促进联盟生态的良性发展。同时，邀请金融机构等第三方服务机构加盟，在获得工程师授权后，可方便地查询服务工程师的个人金融评级信用等级可信的第三方数据。这些来自各方的数据综合验证后，可以尽可能客观地反映工程师的信用状况。

##### （2）数据隐私保护

征信数据上链时，只从中心数据库中提取少量摘要信息，通过区块链广播，保存在区块链中。详细内容仅以 Hash 值的形式上链，以确保其隐私安全，利用区块链的不可篡改性，来帮助各个服务商完成上链数据的确权。



### （3）数据私密共享

数据提供方在把明文的详细服务记录发送给需求方时，需要用数据需求方的公钥加密，数据需求方在收到密文后用自己的私钥解密数据得到详细信息的明文。

#### 2.3.4.3 京东物流征信区块链应用模式

京东物流将联合行业内各第三方安装服务商，搭建基于区块链的征信数据共享交易平台，促进参与交易方降低风险和成本，加速信用数据的存储和交易。

京东物流和各个服务商是联盟链上参与节点，既作为数据查询使用方，也作为数据提供方。详细的服务记录原始数据均保存在自己的中心数据库，数据上链时，从中心数据库中提取少量摘要信息，主要包括工程师编号、总体评级、评价等，通过区块链广播，保存在区块链中。详细的服务记录和工程师联系方式等信息只以 **Hash** 值形式上链。这样服务商则无需担心核心数据资产泄露，服务工程师也无需担心个人隐私信息泄露。

当某个服务工程师要加入一家新的服务商时，可授权服务商查询自己之前在其他服务商工作时的评价记录。服务商把查询请求通过区块链转发到之前的服务商处，服务商向中心数据库申请工程师的详细明文数据，在收到数据需求方通过区块链发来的付费转账后，数据提供方把明文数据用数据需求方的公钥加密后发给数据需求方，数据需求方在收到密文后用自己的私钥解密数据得到详细信息的明文，并且可以将明文的 **Hash** 和链上存证的 **Hash** 做对比，验证无误后存入自己的中心数据库，最后数据需求方完成对工程师的信用评估，并在区块链完成对数据提供方的数据质量的评价。这样就实现了区块链主体各方既可以查询到外部的数据，又不用担心泄漏自身核心数据资产。

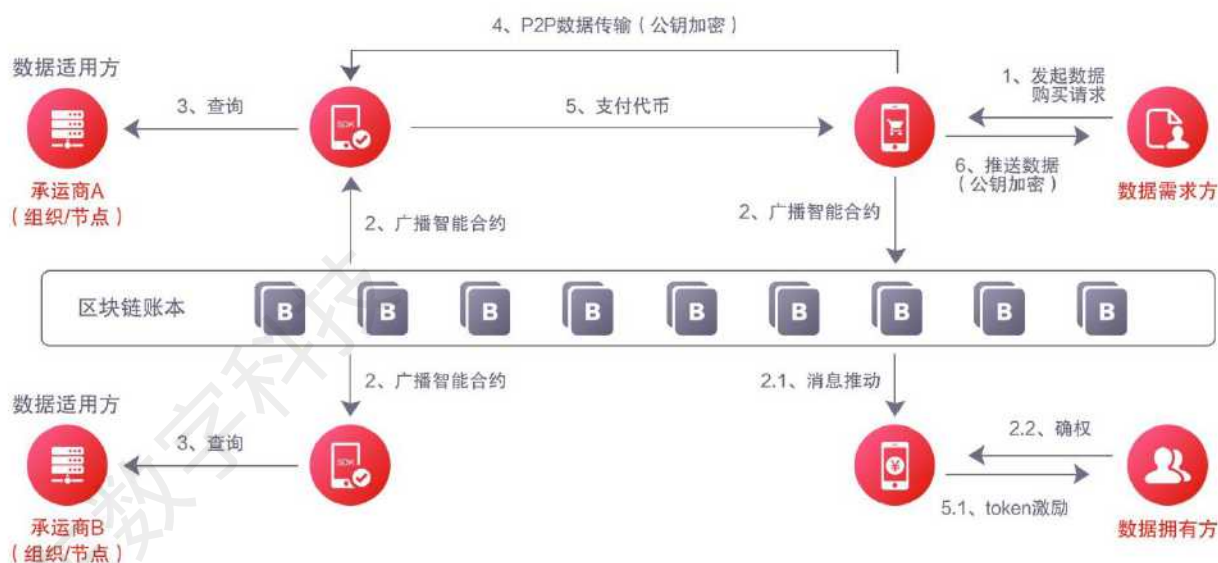


图 征信数据交易流程

随着参与方越来越多，联合征信的生态越来越完善，可以实现数据的交叉验证，提高评价的可信度，实现同一行业互利互惠的数据共享。



图 联盟生态

## 2.3.4.4 总结

作为联盟链的发起方，京东物流和所有参与方的地位是平等的，不存在利用平台收集其他服务商数据的问题，这体现了区块链去中心和开放的特性。

在区块链技术的支撑下，既可以共享数据，又能够保护隐私，同时，还将数据价值最大化，服务商、工程师、平台维护者乃至普通用户均能各取所需，在优化征信流程的同时，还客观上提升了物流一线从业人员的服务品质，实现信用的价值流转。

## 2.4 金融科技

区块链安全、透明及不可篡改的特性将重构金融体系间的核心准则，随之而来的是，更短的信任链条，彻底转变的第三方角色，全新的金融业务逻辑。这是技术改变金融的大势所趋。在传统金融机构重视并不断布局金融科技以获取未来行业发展的过程中，区块链技术一定是不可忽视的。面对区块链技术迎面而来的机遇与挑战，全球领先金融机构已经开始积极布局，以抢占先发优势。

京东努力尝试以技术服务者的身份参与到金融科技的变革中，通过成熟的区块链解决方案，提高资产证券化的效率，降低参与各方成本以及整体风险；打造全面的区块链供应链金融体系，实现债权的有效流转，服务供应链上的各参与方。在未来，我们可能会尝试使用区块链技术以完善金融网络，降低跨境支付与清结算的成本等等。

### 2.4.1 资产证券化

#### 2.4.1.1 资产证券化行业蓬勃发展

美国从 20 世纪 50 年代就开始了资产证券化（Asset-Backed Security, ABS）的实践，我国从 2013 年开始，资产证券化这一创新金融业务才开始蓬勃发展起来。但是由于实践时间较短，相较于主体信用已经较为健全的评价和监控体系而言，市场对于底层资产的穿透和管理经验都很有限，面临资产支持证券的真实风险难以评估等难题。除此之外，资产支持证券关于资金归集与转付机制设置较为复杂，也一定程度上增加了操作风险和管理成本。

2018 年来，受债券违约事件频发影响，整个债券市场表现低迷，但 ABS 发行市场仍然表现出了很大的增速。Wind 数据显示，2018 年银行间和交易所 ABS 共发行产品 854 单，同比增长 33.4%；发行规模高达 18,888.62 亿元，同比

增长 30.76%。从大类资产看，消费金融、供应链金融、房地产金融、绿色金融等成为 2018 年企业 ABS 的重要风口。

央行发布的 2018 年资管新规细则明确将资产证券化作为转标的重要途径，这将为做大 ABS 市场带来重要机遇。

#### 2.4.1.2 区块链技术为 ABS 行业赋能

区块链技术通过密码学方法和特殊数据结构所提供的不可篡改特性保证了数据原始性，提高了数据透明度，提升参与各方效率，从而降低了项目的融资成本；智能合约使证券化流程参与方协作规范化，减少操作成本；通过将流程标准化，底层现金流透明化，提高了风险定价效率和二级市场交易的流动性；区块链技术服务于资产证券化更有利于监管机构实现穿透式监管。具体体现在以下几个方面：

##### （1）改善 ABS 的现金流管理

自动账本同步和审计功能，解决了信息不对称问题，极大地降低参与方之间对账成本。此外，利用智能合约还可以实现款项自动划拨、资产循环购买和自动收益分配等功能。在达成多方共识的基础上，可以有效降低由于人工干预造成的业务复杂度和出错概率，显著提升现金流管理效率。

##### （2）提高证券交易的高效性和透明度

通过区块链进行资产证券化产品交易，可使更广泛的参与者在去中心化的交易平台上自由完成交易，不依赖中心化的结算系统。

##### （3）助力穿透式监管

区块链实现的分布式账本技术有望在 ABS 底层资产穿透、提升监管水平方面发挥其重要价值。

#### 2.4.1.3 基于区块链的 ABS 全流程解决方案及实践

##### （1）基于区块链的 ABS 全流程解决方案

基于区块链的 **ABS** 全流程解决方案包括资产池统计、切割、结构化设计、存续期管理、二级市场交易等系统功能，为中介机构提供全流程的分析、管理、运算体系。

基于区块链的 **ABS** 全流程解决方案首先建立由各参与方共同组成的 **ABS** 区块链联盟，在此基础上，在 **ABS** 全部流程的落地中运用区块链技术，使 **ABS** 实现更加精确的资产洞察、现金流管理、数据分析和投后管理。

**Pre-ABS** 底层资产形成阶段，可以做到放款、还款现金流和信息流实时入链，实现底层资产的真实防篡改。同时，各类尽职调查报告，资产服务报告可以通过智能合约自动生成。

在产品设计和发行阶段，交易结构和评级结果由评级公司和券商确认后共识入链；将投资人身份及认购份额登记入链；交易所从链上获取全部申报信息，将审批结果入链。

在存续期管理阶段，回款数据、循环购买数据、资产赎回、置换和回购数据均可入链，并生成资产服务报告。

在二级市场交易阶段，证券底层现金流信息可从链上获取，帮助交易双方进行实时估价；投资人可通过交易撮合智能合约，在链上完成证券所有权的转移。



图 区块链应用 ABS 全流程

ABS 全流程解决方案从提高收入、降低成本和提升效率三个维度体现其价值：对投资方而言，全流程解决方案降低了 ABS 产品对应底层资产的信用风险，丰富了投资收益来源，并减少了投后管理的成本；对资产方而言，全流程解决方案进一步拓宽融资渠道，降低了融资成本和风控运营成本，促进了信贷业务管理流程标准化，缩短了融资交易周期；对服务方而言，降低了投后管理人力成本投入，使得资金分配流程更加高效。

## （2）京东数科 ABS 区块链应用实践案例

京东数科在区块链技术应用用于 ABS 的各流程中均有丰富的实践。

2018 年 6 月 13 日，“京东金融-华泰资管 19 号京东白条应收账款债权资产支持专项计划”成功设立并在深交所挂牌转让。京东金融与华泰证券资管、兴业银行共同组建资产证券化联盟链，此项目通过区块链技术的分布式记账、防篡改以及实时安全传输等核心特性应用，其底层资产及现金流、产品、账务等数据信息流在原始权益人、管理人、托管人等多个参与方之间实时共享并确认交

易，这有助于实现信息透明化、提高操作效率，并降低信用风险。同时由于白条资产是小而分散的特性，单笔金额小、笔数多，通过该项目的实践，可以看出区块链技术在技术性能上逐渐成熟，能够成功支持每日大数据量的读写。该项目首次购买入链资产约为 150 万笔，在项目存续期每日约有 5 万笔资产数据持续更新。

2018 年 11 月 8 日，“京东金融-华泰资管 2018 年第 6 期供应链保理合同债权资产支持专项计划”成功设立并将于上交所挂牌转让。此项目以保理合同债权作为底层基础资产，发行规模为 15 亿元，由华泰证券资管担任计划管理人，兴业银行担任托管机构，京东金融全资子公司邦汇保理担任原始权益人和资产服务机构。该项目在联盟链上通过智能合约实现了 ABS 项目智能化管理，是原有联盟链的又一次积极探索，首次使用智能合约，将交易结构条款转化为可编程化的数字协议，实现了专项计划的智能化管理。利用智能合约，联盟链实现了加速清偿和违约事件的实时判断，如果有底层资产的动态表现触发了加速清偿或违约事件等条件，合约条款将被自动强制执行，并将加速清偿或违约事件实时通知各方，使处置工作能及时和透明地展开。

#### 2.4.1.4 总结

我们可以看到随着行业发展和技术的不断突破，基于 ABS 的区块链应用解决方案在市场上有越来越多的实践：不论是 Pre-ABS 放款到 ABS 证券化发行及存续期管理各个管理流程维度的实践，还是从消费金融资产到供应链金融资产的广泛应用，或是各阶段逐渐加入进来的联盟方机构，都在积极探索这一领域的应用。区块链技术应用于 ABS 流程将会逐步从过去一两年的概念验证阶段进入到产品应用阶段。随着技术发展，模块化的处理方式（快速组网、身份统一验证、统一接口 API）、标准化流程的建立及行业头部企业积极实践的示范效应，ABS 区块链解决方案将迅速在行业内铺开，成为资产证券化业务的基础设施，同时也会大大促进 ABS 行业的健康发展。



## 2.4.2 供应链金融

### 2.4.2.1 传统供应链金融痛点明显

作为供应商的中小微企业融资困难、融资成本高是目前贸易市场的普遍现象。据调研报告显示，近年来，企业间赊销作为付款方式的情况逐年增多。中小微企业的融资需求逐年增加，并将这部分资金需求逐渐转移至贸易成本上，最终体现为商品价格的上涨。

迄今为止，银行信贷是中小微企业最主要的融资渠道，但中小微企业从银行获得贷款仍然比较困难，主要原因在于：

中小微企业资信状况较差、财务制度不健全、可供抵押担保资产少、抗风险能力弱。

银行或保理公司等金融机构对于中小微企业的实际应收账款或债权审核的成本较高，无法验真。对于中小微企业的信用审核需要分别评估，贷款风险高、收益小、周期长、意愿不大。

核心企业的大额商票无法拆分及流通：核心企业商票一般面额较大，无法通过供应链层层向上传递拆分成更小面值的商票。一般核心企业商票的流通都在几家大型核心企业中间流通，造成核心企业的企业信用不能通过供应链进行层层传递。

上述的情况，除了会造成中小微企业融资难，金融机构业务开展困难之外，核心企业的应付账款票据也有可能在市场上被票贩子随意定价和转手，对核心企业的品牌和商誉造成不良影响。

### 2.4.2.2 区块链技术助力供应链金融打破瓶颈、创新发展

2017年10月，国务院办公厅在《关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》中特别指出“研究利用区块链、人工智能等新兴技术，建立基于供应链的信用评价机制，推进各类供应链平台有机对接，加强对信用评级、信用记录、风险预警、违法失信行为等信息的披露和共享”。

区块链技术防篡改、可追溯的属性，可以通过记录核心企业的应付债权发布及后续的流转情况，作为银行等金融机构贴现或者到期兑付的真实性支撑。

分布式账本部署及联盟链上的节点可以将实际业务流程进行确认上链。各个节点均可以基于自己的实际业务情况对企业应收应付账款进行管理。

智能合约技术有助于实现自动交易转让，减少时间成本。银行或保理金融服务机构也可以对于转让时的数字资产现值提供询价服务。所有节点上的数字资产持有人都可以选择对此进行持有到期、贴现或者债权转让等操作。

将供应链各环节中的资金流、商流、物流和信息流上传至区块链上，可以有效完成信息的有效整合。

### 2.4.2.3 区块链技术在供应链金融领域的典型应用

京东数科“供应链保理区块链平台”基于区块链的底层技术，以核心企业应付债权为基础资产，帮助供应商解决对上游支付及融资的需求，提高整个供应链的效率，进而降低核心企业的采购成本。

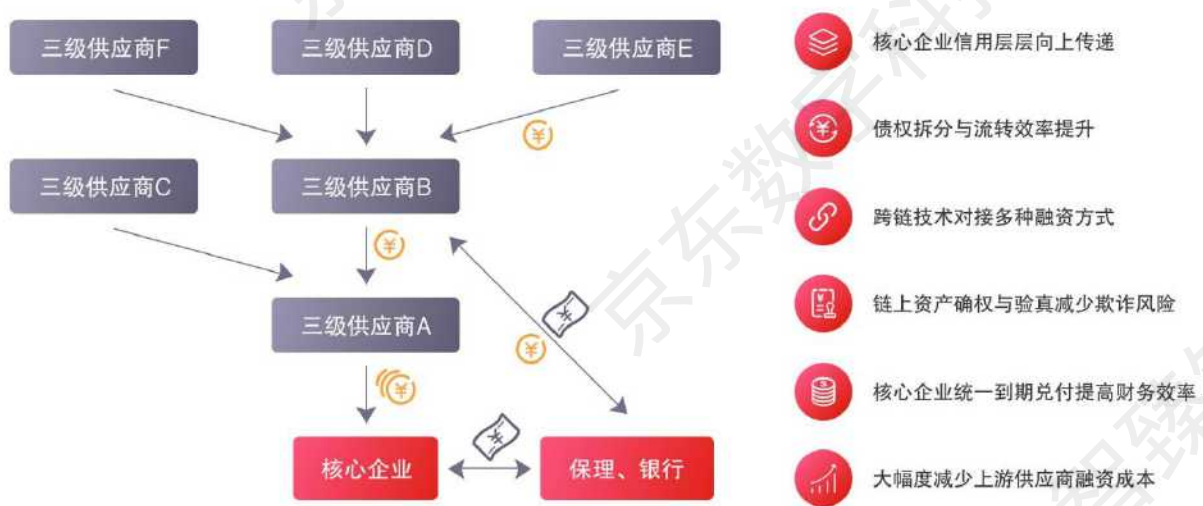


图 供应链保理区块链平台结构及融资逻辑

#### ● 债权登记首次发行

核心企业与一级供应商基于真实贸易形成的应付账款，在供应链保理区块链平台上发行。平台上的各方应按照传统反向保理业务模式将真实贸易合同数据、对应的资质核查信息、资产信息、供应商与保理商的协议等上传至区块链，并按照约定完成相应业务流程，形成应收账款对应的数字资产。

#### ● 数字资产分拆、支付与贴现

供应商可以拆分数字资产用于支付所需金额，并同步通知核心企业、保理公司；也可以与保理商直接贴现进行融资。保理公司通过链上可追溯的贸易信息及流转信息迅速核查验真，完成贴现流程，并同步更新链上信息。

#### ● 到期结算

当数字资产到期后，全部持有人将可以对核心企业在区块链上所发行数字资产进行到期结算；同时，该资产将会在链上进行回收完成整个流程。

#### ● 保理再融资

当保理公司拿到大量的保理资产后，累计金额可以通过资本市场的信托计划或者券商资管及 ABS 业务进行融资。原始债权验真及资产管理服务等可以通过供应链区块链写入到融资区块链上（ABS 链），同时锁定供应链区块链对应资产的状态，不可再以其他方式转让。

### 2.4.2.4 总结

核心企业可以通过区块链技术提供多种供应链服务，一方面可通过供应链商品追溯、防伪溯源等对商品进行管理，另一方面也可以完成对企业上游供应商的金融服务，提高整个供应链的效率，真正做到科技服务于实体经济。

## 2.5 价值创新

### 2.5.1 积分交易区块链服务

#### 2.5.1.1 积分交易行业市场大、痛点多

国家统计局公布的 2018 年度社会消费品零售数据显示：2018 年，全国网上零售额 90065 亿元，比上年增长 23.9%。其中，实物商品网上零售额 70198 亿元，增长 25.4%，占社会消费品零售总额的比重为 18.4%。

如此庞大的网络购物群体背后，是海量交易的支撑。而在此过程中，交易权益越来越多地由实物向数字化转变，电子积分是被应用最广泛的一种数字权益。电子积分发行平台建立在中心化数据库基础之上，其安全性、稳定性尤为重要，资产流通过程中信息的汇总，交易内容的保密等操作都依赖于用户对资产流通平台的信任。

面对庞大的用户群体，电子积分发行平台目前通常采用分销代销模式，通过销售卡券的渠道方分发进入二级市场，满足用户需求。在此模式下，积分经过多层流转，难以避免会发生中间商为利益驱使而产生的造假行为，且一旦中间商本身存在风险或者数据库系统被黑客恶意修改攻击，那么电子积分的交易履行就会存在安全隐患，参与者可能会出现财产损失，为此亟需引入安全、可追溯的技术来加强监管。

#### 2.5.1.2 区块链技术可助力积分交易行业健康发展

现有数字资产的支持技术和运行逻辑已经难以满足市场对其监管、效率、便捷、自由交易等方面的需求。而区块链技术具有分布式、公开透明、无法作弊、不可篡改、信息安全等特性。这些特点十分适用于积分交易行业，可以弥补传统数字资产管理技术的缺失。

（1）**防篡改、可追溯。**将积分信息（包括生成时间、价值、交易方、有效状态、有效期、唯一识别 ID 等）写入区块链，利用多方签名、多方认证这种去

中心化的共识机制，可实现系统数据的一致性与真实性，将供需之间的信息变得更加透明，保证数据在任何一个交易层唯一且不可被篡改，解决积分防伪难题，提升流通过程监管透明性，助力数字化营销健康发展。

（2）**数字资产验证**。数字资产流通过程中的信息需要公开透明。使用基于区块链的积分管理系统后，B端用户拿到积分后无需登陆平台验证，提升了用户体验，同时也能够保障验证结果唯一且不可被篡改，有效减少纠纷的发生。

从监管的角度说，区块链技术应用用于积分交易领域可以将所有流程上链处理，再通过引入CA认证和特殊的结算背书机制，能够满足不同场景下的分隔监管，保证积分交易履约过程的公开透明、不可篡改。

### 2.5.1.3 区块链在积分交易上的应用

京东数科积分交易全流程解决方案的核心是主导建立多方参与的营销区块链联盟，该联盟由生成方、发行方、持有者（阶段用户）、验证方四方共同组成。其核心业务包括京东钢镚卡密区块验证、积分兑入服务、积分兑出服务等，可以降低风险、提高收益、增强信任度。

积分交易全流程解决方案中，京东钢镚卡密区块服务在生成、获取、分发、验证、绑定、核销、查询这七个步骤中得到应用。详细业务流程分析如下：



图 京东钢镚卡密服务流程

生产者向平台提供积分信息等数据，由平台做底层存储数据承载服务，降低了积分流转时被盗用的风险和管理成本。存储完成后由平台和发行方共同做维护和验证，第三方只能在平台上进行验证。这种方法进一步拓宽了融资渠道，降低了融资成本和风控运营成本，使流程标准化，保证了数据公开程度上的一致性。此外，积分出现问题时，还可以做到及时进行问题溯源，缩短了管理周期，使积分交易流程更为高效化。

实现方式上，京东钢镚卡密区块服务利用区块链技术，按照异步写入方式将卡密生成数据写入联盟链中。钢镚用户登录京东账号后可进行卡密绑定操作。京东钢镚通过联盟链技术，引入智能合约，实现了对卡密进行防伪验真的功能。新的服务要求卡密信息与实际需求人绑定，杜绝了虚发和空发的情况，保证了数字资产不会受到侵害，健全了监督管理机制。

#### 2.5.1.4 总结

积分交易市场具有广阔的前景，但其卡密服务防伪困难、第三方信任度不足、流通过程监管透明性差等问题成为制约行业进一步发展的瓶颈。而运用分布式记账、密码学以及智能合约等区块链相关技术，借助其去中心化、公开透明、不可篡改及可追溯等特点，可有效解决积分流通交易过程中的溯源防伪需求。

将区块链技术引入到积分交易市场中，合理利用区块链技术的可追溯和防篡改功能，解决了虚拟积分市场传统模式的痛点。通过资产方上链，可把分发渠道和消费者、生产方关联起来，使积分具备更高的保密性和安全性。不同的积分体系就是不同的价值体系，未来通过区块链将实现不同价值体系的互联互通。

#### 2.5.2 行为价值互联网

### 2.5.2.1 行为价值互联网在当下的发展机遇

互联网技术实现了数据信息在全球的高效流通，但鉴于互联网信息提供者及信息本身没有很好的验证技术机制，数据真实有效性无法全面有效地保障，因而无法对大多数网络信息进行统一价值的衡量和确定，同时也常常作为一些第三方平台拒绝支付内容生产者相应报酬的托辞。传统互联网技术门槛低，几乎人人都是网络信息的生产者，同时又是信息内容及价值的消费者。大量的信息在网上移动，给中间商带来了巨大的利润，然而作为大多数的内容生产者和行为贡献者，却无法得到相应的价值报酬。

随着互联网技术发展与人们生活的融合愈加深入，互联网企业积极参与到网络流量的争夺战中，各网络交易平台和服务商均面临着更大的竞争和引流压力。而广大网民和消费者对于互联网信息的价值有着迫切的识别需求和更高的参与期待。在传统的互联网架构中建立新的价值传递机制已成为新一轮互联网发展的动力。

### 2.5.2.2 区块链技术为场景赋能

区块链技术以其分布式存储、密码算法、共识机制等技术特点，被认为是构建价值互联网的基石，是驱动分享经济发展的新引擎。从区块链技术的起源来看，一定程度上，区块链技术的诞生就是为了构建一个去中心化的价值互联网，以解决中心化网络存在的系列问题。

区块链技术可通过身份认证机制，来实现对于各参与组织及节点各方的认证核实，进行准入审核。在区块链网络中所有组织节点的上链信息将同步至其他所有节点，从而实现全网各节点对于每次上链信息的同步验证和记录，并且做到不可篡改和可追溯，形成数字化的权益证明。这些技术特点都为行为价值互联网场景下的信息不透明、信息安全保障不足、参与主体无法获取收益等问题提供了很好的解决方案。

### 2.5.2.3 京东区块链技术行为价值互联网场景应用——哈希庄园

使用区块链技术，我们在京东生态各体系间搭建起一套其去中心化、不可篡改、可信任行为价值转化机制等特性，确保价值载体在京东生态各体系内互通，成为超越 KPI、目标等复杂任务的通行衡量共识，降低管理和运营难度。而所参与的用户不仅自身价值得以增值和确权，也可以参与监督。

京东集团基于自己的商业理解和技术积累，推出“哈希庄园”平台。该平台基于区块链技术开发，用于链接所参与的用户和企业行为价值，是实用性的去中心化价值互信平台之一。它以所参与用户的“行为价值”链接京东生态，利用经济模型和技术手段，激励用户在购物、浏览、娱乐、生活服务等场景下的正向行为，实现用户与京东生态共创共建、互信共赢。

哈希庄园区块链则可以确认所参与的用户在平台活动中的行为贡献，根据行为价值的大小，通过合理的算法换算成可量化的数字价值，这个衡量单位即为“京心”。

平台方可以将相应的“京心”作为运营活动资源来奖励用户，激励用户。开发、利用以往对双方都无价值体现的剩余资源，重新分配循环，创造出用户和平台多方收益多方认可的新价值。用户可以通过被奖励的“京心”，感知自己在京东生态内的行为价值。每位所参与的用户都是哈希庄园的庄园主，而支撑这个庄园构建存储、转换、分配这一价值体系的技术就是区块链。

哈希庄园是一个在线的虚拟庄园，所参与的用户在庄园内可以养动物、植物以及参与庄园内的其他行为活动，庄园遍布于京东生态的各种场景中，如京东门户主站、京东商城购物、参与京东举办的各种线上活动等，访问与互动行为，也都被视为庄园的日常活动，被运用区块链技术确认，转换为可衡量的“京心”。

哈希庄园平台围绕“京心”的产生和消耗构建一套完整的价值体系，通过发放机制、回收机制等方式让价值体系平衡，形成平台与用户的互信增值新生态。目前在京东生态内已开始应用，并持续发展完善。



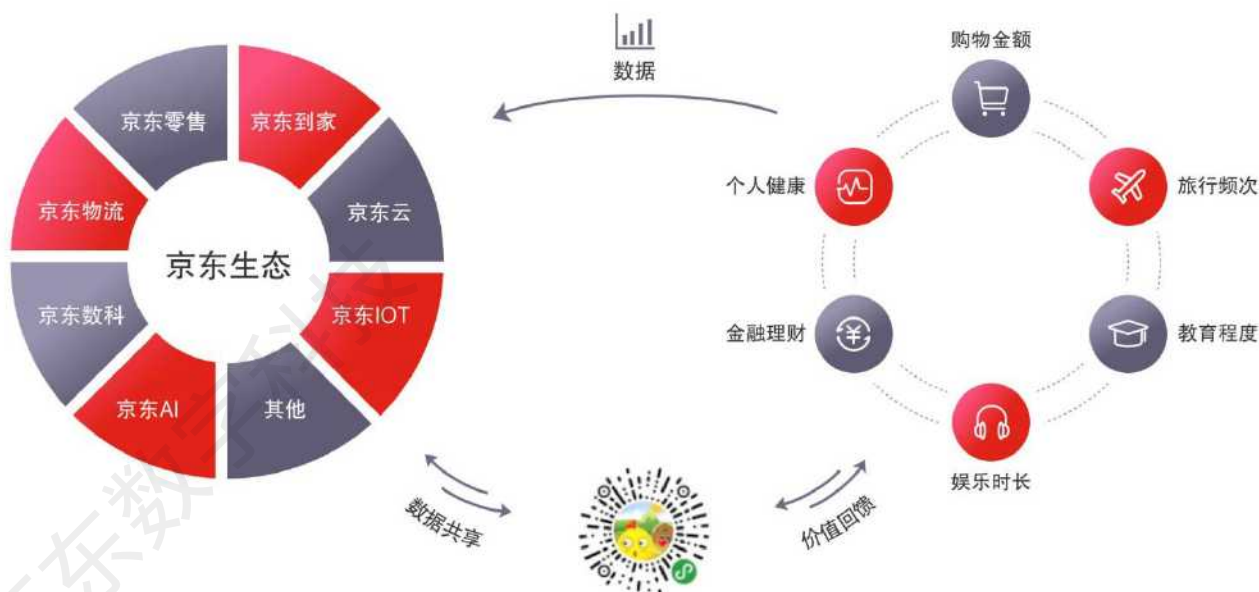


图 哈希庄园价值体系

#### 2.5.2.4 总结

哈希庄园平台是一个运用区块链技术打造的用于链接所参与的用户和企业行为价值的去中心化价值互信平台。它有效地规避了传统中心化系统可能存在的一些问题，包括积分发放规则不透明、积分通用性差、积分利用率低、用户信任感缺乏等问题。哈希庄园使得所参与的用户在京东生态的行为价值贡献能够被确认，通过正向激励机制，使用户持续不断地创造价值，最终让用户与企业共享价值收益。

### 3 京东区块链架构体系

京东区块链的目标是打造面向企业级应用的区块链基础设施，为企业提供能够切实解决业务痛点的区块链技术方案。以这一目标为导向，京东区块链持续大力推进核心技术研究与应用实践推广，进一步完善技术架构体系。

虽然区块链技术正在向成熟方向快速发展，但在企业级场景下仍然面临许多挑战，这既包括技术方面，如处理性能、通用性、扩展性、安全与可监管、易用性等，也包括业务方面，如业务创新不足、利益现状制约、监管法规缺失、应用方案完善等。但归根结底，这都是技术成熟度的问题，随着技术的进一步发展，能够解除业务上的诸多桎梏。因而京东区块链在技术上持续投入并取得进步的同时，也在业务上收获许多创新。过去一年，在业务与技术结合的创新实践中，京东区块链形成了如下更加清晰和完整的架构体系。



图 京东区块链架构体系

京东区块链的架构体系分为 JD Chain 和 JD BaaS（Blockchain as a Service）两部分。JD Chain 作为核心引擎，在数据账本、共识协议、密码算法、存储等方面引入新的研究成果和工程架构，解决处理性能、伸缩性、扩展性、安全性

等基础和关键的技术问题，建立创新性的技术架构和应用方案。JD BaaS 是服务平台，提供灵活易用和可伸缩的区块链系统管理能力，无缝融合包括 JD Chain、Fabric 在内多种区块链系统的部署管理，向企业级用户提供公有云、私有云及混合云环境快速部署能力，降低企业使用成本，加快应用落地。

### 3.1 设计原则

设计原则是进行系统设计和实现的第一价值观，从根本上指导技术产品的发展方向。京东区块链在技术规划和系统架构设计上，遵循以下设计原则：

#### ● 面向业务

“企业级区块链”的目标定位决定了系统的功能设计必须要从实际的业务场景出发，分析抽象不同业务领域的共性需求。京东的区块链应用实践案例涉及包括金融、供应链、电子存证、医疗、政务、公益慈善等众多领域，从中获得丰富的应用实践经验，这能够为京东区块链获得良好通用性提供设计输入和业务验证。

#### ● 模块化

企业应用场景的多样性和复杂性要求系统有良好的扩展性，遵循模块化的设计原则，可以在确保系统核心逻辑稳定的同时，对外提供最小的扩展边界，实现系统的高内聚低耦合。

#### ● 安全可审计

区块链的可信任需要在系统设计和实现上遵循安全原则，数据可审计原则，以及满足不同地区和场景的标准与合规要求，保障信息处理可满足机密性、完整性、可控性、可用性和不可否认性等要求。

#### ● 简洁高效

简洁高效，京东区块链技术服务从设计到编码都力求遵循这一原则。采用简洁的系统模型可以提升易用性并降低分布式系统的实现风险。此外，在追求提升系统性能的同时，也注重提升应用开发和方案落地的效能。

## ● 标准化

区块链作为一种点对点的信息和价值交换的“桥梁”，通过定义一套标准的操作接口和数据结构，能够提升多方业务对接的效率，降低应用落地的复杂度。遵循标准化原则，要求在系统设计时数据模型及操作模型独立于系统实现，让数据“系于链却独于链”，可在链下被独立地验证和运用，更好地支持企业进行数据治理，提升区块链系统的灵活性和通用性。

## 3.2 JD Chain

区块链是一种新型分布式架构，以密码学和分布式技术为核心，无需借助“第三方”就能在多个业务方之间进行安全、可信、直接的信息和价值交换。在这种点对点的信息和价值的交换中，区块链起到了“协议”的作用。基于这一视角，JD Chain 的目标是实现一个面向企业应用场景的通用区块链框架系统，能够作为企业级基础设施，为业务创新提供高效、灵活和安全的解决方案。

### 3.2.1 核心设计

区块链的核心可以归结为两点：运用密码算法保障信息的完整性与不可否认性；在上述基础上，运用共识协议使信息复制保存到不同业务方，实现多方对信息共同背书。基于这两点可定义出区块链的 5 个核心部分：密码算法、共识协议、数据账本模型、数据存储、API（应用编程接口 Application Programming Interface，以下简称 API）。围绕总体设计原则，JD Chain 的设计思路如下：

## ● 密码算法

密码算法的选择需要满足安全和合规的要求，同时面临源自实际业务场景的多样性要求。JD Chain 在密码方面的关键任务是设计可插拔的密码框架，定义标准的 SPI（服务提供者接口 **Service Provider Interface**，以下简称 **SPI**）。系统默认支持国密算法以满足合规要求。基于密码 SPI 可以快速适配其它的密码算法实现，支持多密码体系。JD Chain 将提供具有隐私保护功能密码算法和安全协议，来满足具体应用与业务的需求。

## ● 共识协议

共识协议的核心任务是保障区块链网络中有效节点的状态一致性。另外在选择共识协议时，还需要考虑业务场景中的安全性要求、时效性要求和节点规模等诸多因素。JD Chain 在共识协议方面的关键任务是设计可插拔的共识框架，解耦共识协议与数据账本模型，定义标准的共识协议 SPI，以满足业务场景的多样化需求。

## ● 数据账本模型

数据账本的核心任务是对数据进行有效地组织和管理，因此，需要定义数据的结构和数据处理的操作模型。JD Chain 的数据账本模型以“键值”结构来组织业务数据，定义标准的读写操作，记录数据变更历史，维护数据完整性与不可否认性，管理数据的存在性证明。

## ● 数据存储

数据存储的核心任务是把数据账本高效地读写到持久化介质中。JD Chain 把数据账本模型映射为“键值”结构，为数据的存储提供更好的伸缩性。另外，还定义了标准的持久化服务 SPI，能够适配不同的数据库引擎，更好地复用企业现有的 IT 基础设施，满足企业的多样化需求。

## ● API

JD Chain 的 API 设计需要提供标准化的操作接口，考虑通讯协议和编程语言的广泛性，支持端到端的离线密码计算，向企业提供更安全可信和易用的编程接口。

### 3.2.2 功能模块

JD Chain 按功能层次分为 4 个部分：网关服务、共识服务、数据账本和工具包。



图 JD Chain 架构体系

#### ● 网关服务

JD Chain 的网关服务是应用的接入层，提供终端接入、私钥托管、安全隐私和协议转换等功能。

终端接入是 JD Chain 网关的基本功能，在确认终端身份的同时提供连接节点、转发消息和隔离共识节点与客户端等服务。网关确认客户端的合法身份，接收并验证交易；网关根据初始配置文件与对应的共识节点建立连接，并转发交易数据。

私钥托管功能使共识节点可以将私钥等秘密信息以密文的形式托管在网关内，为有权限的共识节点提供私钥恢复、签名生成等服务。

安全隐私，一方面是网关借助具有隐私保护功能的密码算法和协议，来进行隐藏端到端身份信息，脱敏处理数据信息，防止无权限客户端访问数据信息

等操作；另一方面，网关的隔离作用使外部实体无法干预内部共识过程，保证共识和业务之间的独立性。

网关中的协议转换功能提供了轻量化的 **HTTP Restful Service**，能够适配区块链节点的 **API**，实现各节点在不同协议之间的互操作。

数据浏览功能提供对链上数据可视化展示的能力。

## ● 共识服务

共识服务是 **JD Chain** 的核心实现层，包括共识网络、身份管理、安全权限、交易处理、智能合约和数据检索等功能，来保证各节点间账本信息的一致性。

**JD Chain** 的共识网络采用多种可插拔共识协议，并加以优化，来提供确定性交易执行、拜占庭容错和动态调整节点等功能，进而满足企业级应用场景需求。按照模块化的设计思路，将共识协议的各阶段进行封装，抽象出可扩展的接口，方便节点调用。共识节点之间使用 **P2P** 网络作为传输通道来执行共识协议。

身份管理功能使 **JD Chain** 网络能够通过公钥信息来辨识并认证节点，为访问控制、权限管理提供基础身份服务。

安全权限指的是，根据具体应用和业务场景，为节点设置多种权限形式，实现指定的安全管理，契合应用和业务场景。

交易处理是共识节点根据具体的协议来对交易信息进行排序、验证、共识和结块等处理操作，使全局共享相同的账本信息的功能。

智能合约是 **JD Chain** 中一种能够自动执行的链上编码逻辑，来更改账本和账户的状态信息。合约内容包括业务逻辑、节点的准入退出和系统配置的变更等。此外，**JD Chain** 采用相应的合约引擎来保证智能合约能够安全高效地执行，降低开发难度并增加扩展性。开发者可以使用该合约引擎进行开发和测试，并通过接口进行部署和调用。

数据检索能够为协助节点检索接口，来查询区块、交易、合约、账本等相关信息。

## ● 数据账本

数据账本为各参与方提供区块链底层服务功能，包括区块、账户、配置和存储等。

区块是 JD Chain 账本主要组成部分，包含交易信息和执行状态的数据快照哈希值，但不存储具体的交易操作和状态数据。JD Chain 将账本状态和合约进行分离，并约束合约对账本状态的访问，来实现数据与逻辑分离，提供无状态逻辑抽象。

JD Chain 通过细化账户分类、分级分类授权的方式，对区块链系统中的账户进行管理，达到逻辑清晰化、隔离业务和保护相关数据内容的目的。

配置文件包括密钥信息，存储信息以及共享的参与者身份信息等内容，使 JD Chain 系统中各节点能够执行诸如连接其他节点、验证信息、存储并更新账本等操作。

存储格式采用简洁的 KV 数据类型，使用较为成熟的 NoSQL 数据库来实现账本的持久化存储，使区块链系统能够支持海量交易。

## ● 工具包

节点可以使用 JD Chain 中提供的工具包获取上述三个层级的功能服务，并响应相关应用和业务。工具包贯穿整个区块链系统，使用者只需调用特定的接口即可使用对应工具。工具包包括数据管理、开发包（SDK）、安装部署和服务监控等。

上述三个功能层级都有对应的开发包，以接口形式提供给使用者，这些开发包包括密码算法、智能合约、数据检索的 SPI 等。

数据管理是对数据信息进行管理操作的工具包，这些管理操作包括备份、转移、导出、校验、回溯，以及多链情况下的数据合并、拆分等操作。



安装部署类工具包括密钥生成、数据存储等辅助功能，帮助各节点执行区块链系统。

服务监控工具能够帮助使用者获取即时吞吐量、节点状态、数据内容等系统运行信息，实现运维管理和实时监控。

### 3.2.3 部署模型

在实际使用过程中，应用场景随着业务的不同往往千差万别，不同的场景下如何选择部署模型，如何进行部署，往往是每个企业都会面临的实际问题。面对复杂多样的应用场景，JD Chain 从易用性方面考虑，为企业应用提供了一套行之有效的部署模型解决方案。

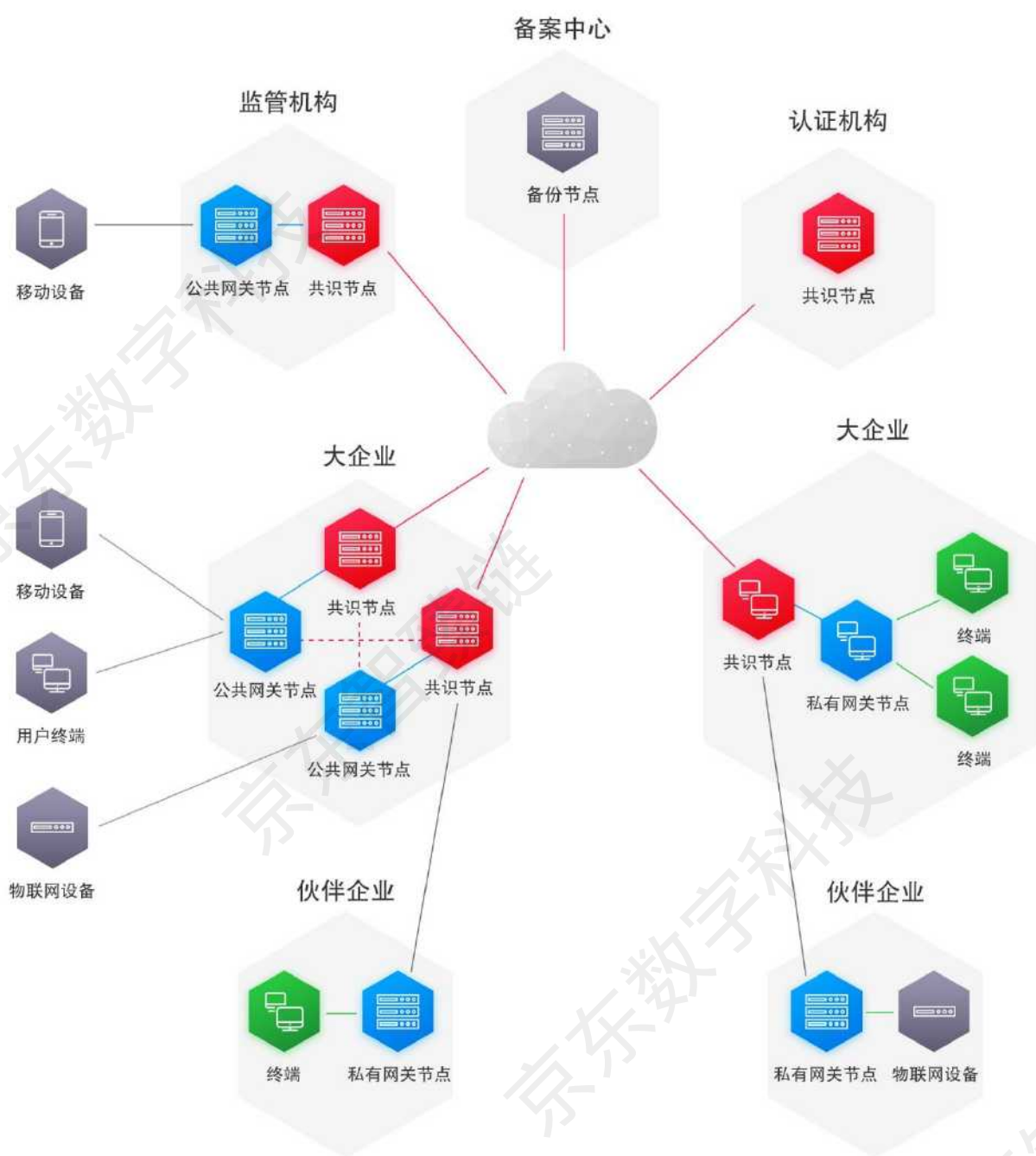


图 JD Chain 部署类型

JD Chain 通过节点实现信息之间的交互，不同类型的节点可以在同一物理服务器上部署运行。JD Chain 中定义了三种类型的节点：

- 客户端节点（Client）：通过 JD Chain 的 SDK 进行区块链操作的上层应用；

- 网关节点（Gateway）：提供网关服务的节点，用于连接客户端和共识节点；
- 共识节点（Peer）：共识协议参与方，会产生一致性账本。

不同规模企业的应用，部署方案会有较大区别，JD Chain 根据实际应用的不同规模，提供了面向中小型企业和大型企业的两种不同部署模型。

### 3.2.3.1 中小型企业应用部署模型

JD Chain 在不同的应用环境中可采用不同的部署模型。它的最简部署模型是 JD Chain 可正常运行的最低配置，在硬件条件满足的情况下，可以支持亿级交易，通常用于 Demo 实验或小型应用。

最简部署模型需要部署一个客户端节点、一个网关节点和多个共识节点（共识节点数量依赖于共识算法），如下所示：

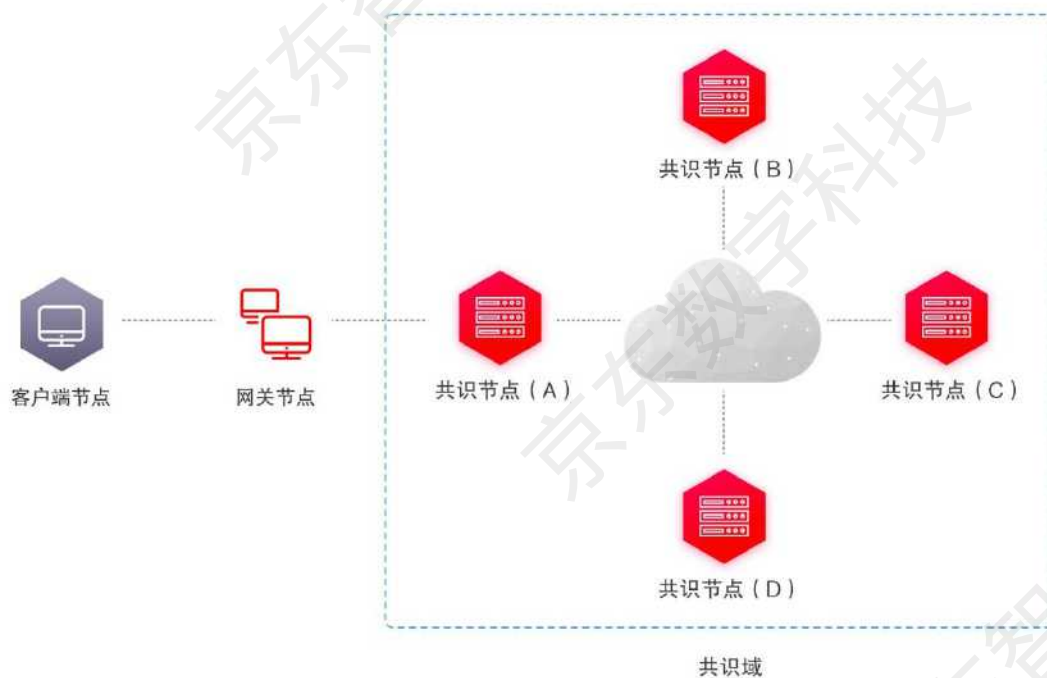


图 最简部署模型

此外，JD Chain 提供了数据服务功能作为可选项，通过安装数据服务组件可以进行数据的检索、汇总等功能。数据服务组件与共识节点部署在相同或不同服务器均可，由此最简部署可演化为如下图所示模型：

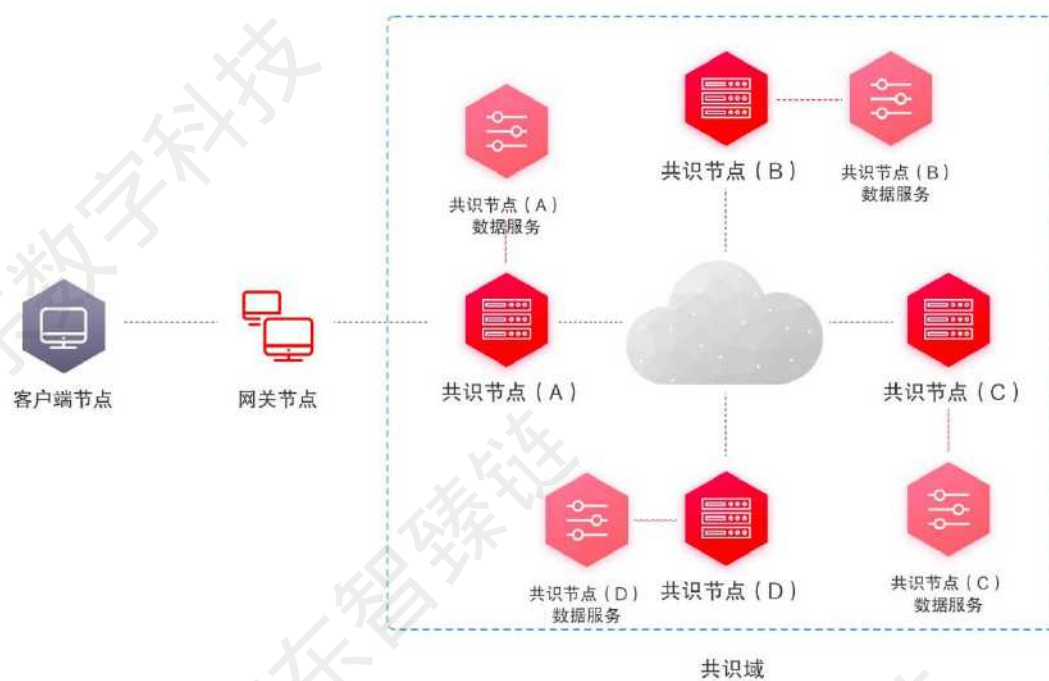


图 带数据服务部署模型

随着应用级别的提升，对数据存储需求越来越大，每个共识节点可采用数据库集群的存储方式实现存储的平行化扩展。在这种方式下，可支持交易级别达到十亿（乃至更多），如下图所示：

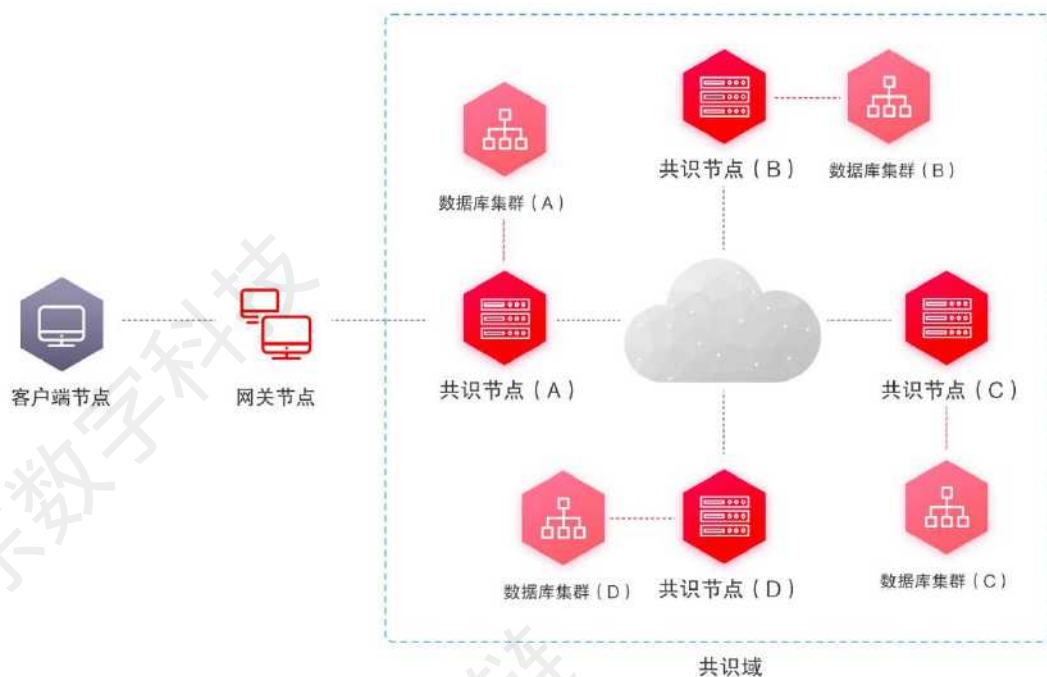


图 集群化存储部署模型

在某些中型（乃至大型）实际应用中，共识节点会由不同的业务方安装部署，从安全性和扩展性角度考虑，更推荐使用共识节点集群：

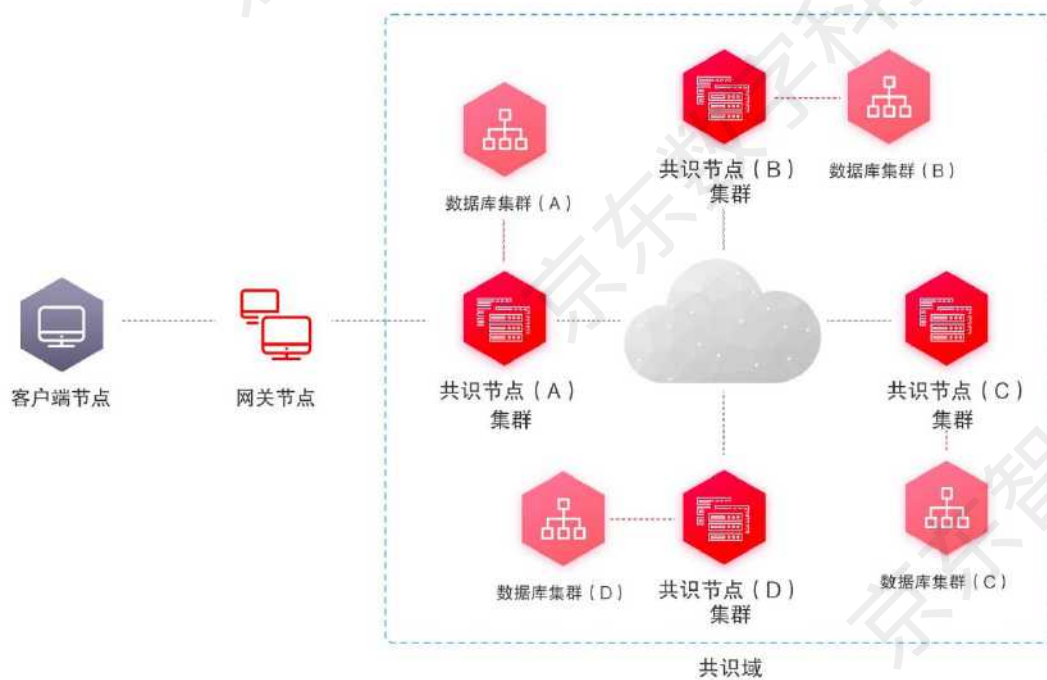


图 集群化共识部署模型

### 3.2.3.2 大型企业应用部署模型

在一些大型的企业应用中，实际的业务方关系、应用场景将非常复杂。在这类应用中，可能由很多不同类型的参与方、不同类型的终端接入区块链网络，甚至这些终端可以从任意授权的网关节点接入，它们之间也会存在各种复杂的逻辑关系。

下图是一个比较常见的大型企业应用部署模型，在这个模型中涉及到多种类型的参与方，不同的终端，不同的接入方式。

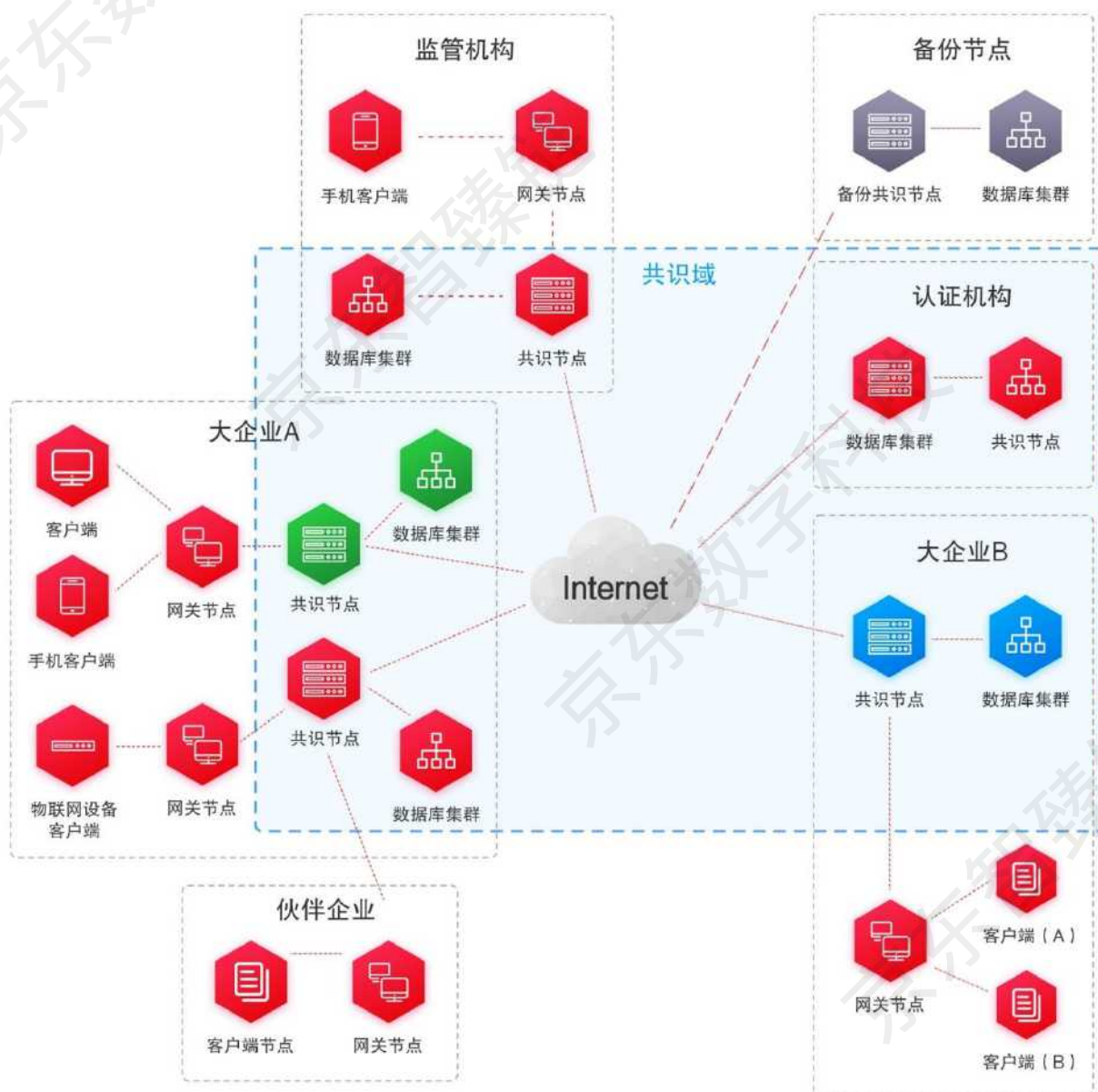


图 大型企业应用部署模型



### 3.3 JD BaaS

JD BaaS 平台的目标是提供灵活易用和可伸缩区块链系统管理能力，简化区块链系统入门难度，降低企业应用区块链的技术及人力成本，提供“开箱即用”的区块链服务，促进应用落地。

#### 3.3.1 系统架构

JD BaaS 平台作为连接企业与区块链技术的桥梁，将发挥重要作用，JD BaaS 平台充分考虑对区块链底层技术的最优封装，采用层级架构，各层级分工明确，互相协同。



图 JD BaaS 平台系统架构

#### ● 资源层

JD BaaS 平台支持企业级用户在公有云、私有云及混合云上协同部署区块链，这种跨云组网的能力使得联盟链部署更方便更灵活，通过支持多种类型的基础资源，而非捆绑在特定云平台，可提高区块链应用项目中基础设施建设的多样性，避免资源的集中导致区块链去中心化特征的损失。

JD BaaS 平台基于容器编排工具调度资源，相比于裸机，具有分散调度，简化部署，提高资源利用率等优点。同时采用分布式存储作为区块链节点存储介质，支持海量数据，亦可动态划分节点持久化存储。

## ● 区块层

为满足企业对不同区块链底层技术的需要，JD BaaS 平台支持多种区块链技术底层，供企业根据业务场景自由选择，每种区块链底层技术各有特点，JD Chain 作为京东自主研发的区块链底层，具备积木化定制等特点，适用于需定制化高性能区块链底层的相关场景；Hyperledger Fabric 因其通用的数据存储格式，能够满足大多数企业应用的需求；Stellar 具备很强的金融属性，因此适合金融业务场景。

## ● 服务层

在此之上，JD BaaS 平台依托底层区块链的支持，抽象封装了一系列服务模块。总的来说，包括 3 个种类：企业服务、资源管理以及监控运维。企业服务组件主要帮助企业快速部署区块链技术，提供丰富功能，降低企业对区块链的入门门槛。资源管理服务主要对 JD BaaS 平台中的用户及证书进行管理，同时管理链上合约。监控运维服务在平台与区块链网络运行的过程中实时监控数据，帮助运维人员及时发现并解决问题。

## ● 接口层

为满足不同用户群体的差异化需求，JD BaaS 平台同时提供 Web 控制台及 SDK&API 接口。Web 控制台适合业务型应用场景使用，对外 API 接口采用 openAPI 标准，并提供多语言版本 SDK，可方便地将 JD BaaS 与外部系统对接。

## ● 应用层

应用层通过接口层与 JD BaaS 平台解耦，基于 JD BaaS 平台提供的丰富的服务接口，使得平台可以支持多种业务场景，以此满足各个企业的需求。



### 3.3.2 特色服务

在 JD BaaS 平台中，各层功能相对独立，每层内含组件各司其职，各层功能配合为企业提供服务。其中服务层是 JD BaaS 平台的核心，这一小节，我们着重介绍 JD BaaS 平台特色服务。

#### 3.3.2.1 区块链组网

JD BaaS 平台根据区块链在实际使用中的问题，为企业提供了一种部署和企业组网两种组网模式。一键部署能够帮助开发者秒级启动私有链网络，且无需关心区块链具体如何实施，只需将关注点保持在其业务本身，降低入门门槛。当在私有链网络中调试好业务逻辑，企业组网模式帮助企业便捷地创建或加入生产环境的企业联盟链网络，实现业务与区块链网络快速对接。

#### 3.3.2.2 身份链

身份链是基于区块链的身份认证系统，去中心化地认证 JD BaaS 用户，为用户和区块链节点背书。身份链的目标不是替换传统的 PKI 认证系统，相反身份链是传统体系的信任增强，PKI+区块链=可信身份，同时也能够解决传统 CA 根密钥丢失被盗等导致的灾难性后果。通过身份链，将身份管理做到透明可信，任何接入 JD BaaS 平台的企业及开发者都能验证平台内其他用户的身份，从而提升信任度。



图 身份链结构

### 3.3.2.3 密钥管理

密钥的管理对所有服务平台都是较敏感的话题，如何保障数据的安全是个永恒的课题。JD BaaS 平台密钥管理从三个方面保证用户数据的安全。

- 信道安全：在密钥传输的过程中，API 接口强制 SSL/TLS 双向认证，最大程度保证传输信道安全；
- 访问安全：提供完善的访问控制策略，被策略阻挡的操作一律禁止访问，而且每一次操作都会有相应的访问令牌，令牌过期或无效都会拒绝访问，全方位保障数据访问安全；
- 存储安全：拥有完整的数据加密体系，根私钥通过密匙分发技术分发成 N 份，而需要 M 份 ( $N \geq M$ ) 才可以解锁数据。即便数据被脱库，违法者得到的也只是加密后的数据，除非数据与 M 份密钥一同丢失。

### 3.3.2.4 应用浏览

主流的区块链底层技术都提供面向区块的浏览器，在数据的展示上，更多的是呈现原始数据，很难同具体的应用关联起来。JD BaaS 平台提供自研的应用浏览器（以下简称 ChainEye），ChainEye 通过支持在智能合约中内置数据展现样式，提供全网统一的、不可篡改的、符合业务规范和习惯的应用数据展现功能。

其核心内容是智能合约描述规约，规约内容涵盖智能合约数据定义、行为定义和展现定义，这些规约内容是什么项目使用 ChainEye 支持应用数据展现所必备的。智能合约规约的应用不仅仅局限在应用数据展现，规约本身也是业务的抽象表达。通过借助配套的辅助开发工具，能够提升智能合约的抽象层次和业务亲和性，简化智能合约代码及客户端代码的开发。

### 3.3.3 部署模式

JD BaaS 平台设计理念之一就是要保证区块链网络的资源无关性，同样我们认为，支撑这一切的 JD BaaS 平台本身也应该保持资源无关，做到相对中立。一般来说，JD BaaS 平台有三种典型的部署模式。

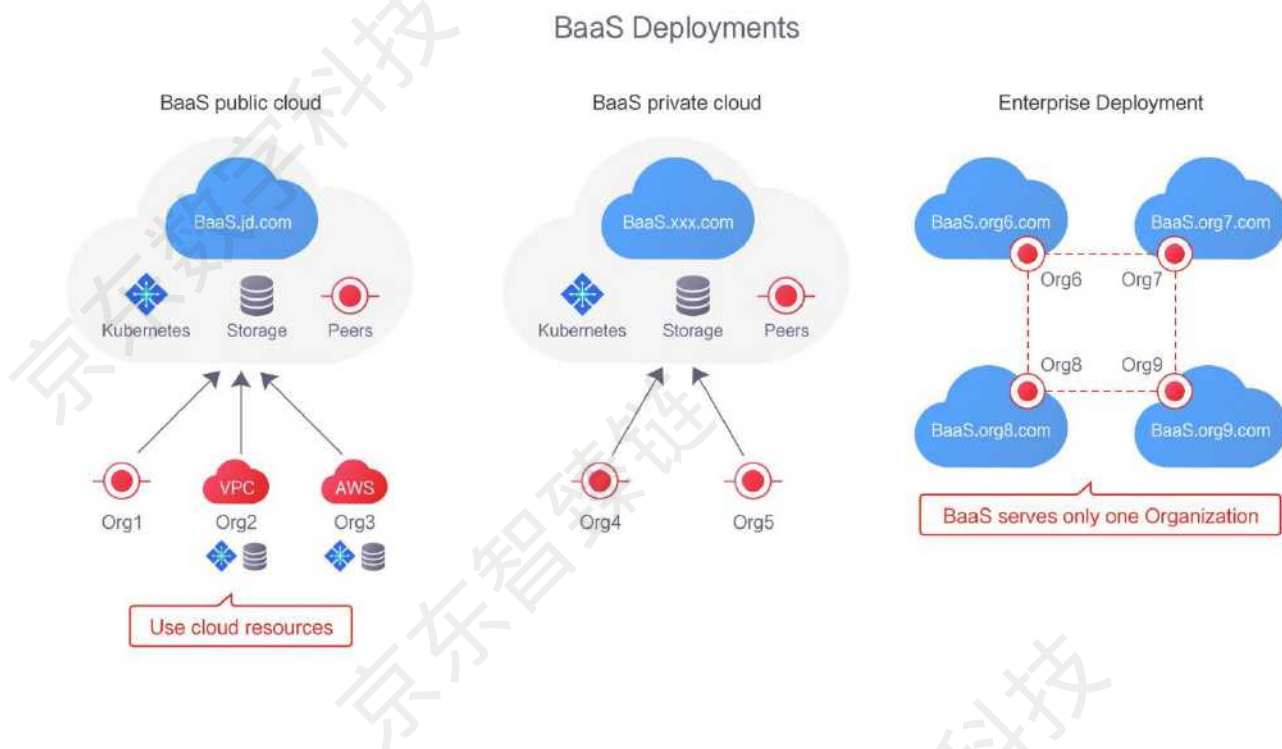


图 JD BaaS 部署图

## ● 公有云

个人及无 IT 建设能力的企业用户，他们可使用京东部署在公有云上的 JD BaaS 平台。在此平台上用户可以试用公共集群，亦可导入自己在任何资源上搭建的符合标准的自有集群，其相当于使用京东部署的公共 JD BaaS 平台代为托管。

## ● 私有云

有 IT 建设能力的企业用户，根据其业务需要，可将 JD BaaS 平台整体私有化，部署在企业私有云中，JD BaaS 组件及集群资源都由企业自己维护。基于私有平台搭建的区块链网络只能用于企业内部，并不能与其他基于 JD BaaS 构建的服务平台共同组建联盟链。

## ● 企业联盟

为了能够与其他基于 JD BaaS 构建的服务平台共同组建联盟链，平台需要以企业联盟模式部署。在此模式下，各 JD BaaS 平台共享由京东公有 JD BaaS 平台维护的身份链及消息总线，企业独立维护的各 JD BaaS 平台基于身份链认证识别彼此的身份，通过消息总线传递邀请组网消息。各企业 JD BaaS 平台只需维系从属于联盟链中的自有区块链节点，而无需维护其他企业节点。

企业联盟模式是推荐的部署模式，适用于绝大多数场景。同时这也是 JD BaaS 平台的优势体现。

### 3.3.4 未来展望

作为区块链底层与上层业务之间的桥梁，JD BaaS 平台起到了承上启下的作用，JD BaaS 平台的优劣直接决定着智臻链整体的应用承托能力。现阶段，JD BaaS 平台尚处在其绽放的初期，面向未来，我们有几大展望：

## ● 可信数据上链

区块链因其技术特性，具有不可篡改性，因此被广泛应用于防伪追溯、存证、电子证照等应用场景。但即便如此，还是会被人质疑，区块链技术能够保证上链后数据不被篡改，但并不能辨别上链数据的可信性。基于此困惑，JD BaaS 平台将会集成 IoT 管理服务，从设备源头采集可信数据，杜绝不实数据上链。

## ● 跨链枢纽

区块链技术发展到现在，跨链互通还处在初步探索阶段。但不可否认，跨链是区块链技术发展下一阶段的重要课题，具有非常重要的现实意义。JD BaaS 平台的目标不仅仅是支持区块链底层同构跨链，一个更宏伟的目标是将 JD BaaS 平台打造成企业联盟链间的跨链枢纽。将架构在不同区块链底层的小联盟通过 JD BaaS 平台互联互通，逐步形成多平台多底层融合的超大规模企业联盟生态。

## 4 京东区块链的特点

### ● 高性能

全新的底层架构设计，满足企业级应用的性能要求。具体体现在，交易处理达到万级 TPS，交易确认缩短至秒级；基于可动态伸缩的账本存储设计，可支持海量账户和交易存储；并且支持多核并行的高性能密码算法。

### ● 积木化定制

企业可以根据不同业务的需求，像搭积木般地对系统组件进行任意组合使用。底层框架采用组件化设计，共识、账本、合约、存储各自独立，之间通过标准接口进行交互通信，并且可灵活切换不同的密码算法。

### ● 强安全和隐私保护

多方位多渠道构建安全体系，让企业在实际应用中兼顾安全与隐私。其运用“安全群组通信”、“安全多方计算”、“同态加密”与“零知识证明”保证数据机密性；运用“环签名”、“群签名”和“匿名认证协议”保证身份隐私；同时支持多密码体系并行；且支持国密标准。

### ● 有效数据治理

链上数据可以脱离区块链平台单独使用，让企业业务数据在真实有效的前提下挖掘更多价值。其数据账本采用标准化结构设计；支持业务数据穿透检索、多维分析治理；支持对数据独立备份、归档、监管和审计。

### ● 多链协同

有效的解决企业实际应用场景中的不同组织机构间的协同操作问题。支持按业务的多链管理和并行共识；支持单链拆分与多链合并；支持多链数据验证与交易执行，提供多链分层架构。

### ● 低成本易维护

降低使用区块链技术的门槛和成本，简化接入和维护。其提供轻量网关节点和嵌入式极简部署方案；数据快速上链，无需开发合约；支持合约代码复用和版本升级；合约可在本地进行单元测试，与传统开发过程无缝衔接。

## ● 跨云组网

能够有效地支持架构在不同资源层次的 **BaaS** 平台之间协同部署区块链底层网络，这种跨云组网的能力使得 **JD BaaS** 平台能够为更多的企业服务，且与区块链去中心化特性相得益彰。

## 5 京东区块链未来规划

作为一个“万亿”体量的经济生态，京东正服务于数十万商家和数以亿计的消费者。围绕零售、物流、数字科技三大子集团核心业务，而逐步搭建起来的商业生态需要以更开放的姿态，联合更多志同道合的伙伴，共创未来。区块链技术作为信任的连接器，也应该开放给更多的开发企业和应用企业，降低技术研发门槛，聚焦价值共创的核心应用场景，用京东几年来在区块链技术实践过程中积累的知识经验，助力全社会区块链应用的发展，这便是我们决定将京东完全自主知识产权的，经过多场景应用实践检验的区块链底层框架进行代码开源的初心。

此外，我们也意识到现阶段区块链技术应用、监管治理等方面尚且存在一系列需要解决的问题。除了加速技术研发和应用之外，我们也在与国内外知名区块链相关研究机构开展广泛的接触和合作，通过组建联合实验室，推进开源社区建设和技术应用标准制定等工作，为区块链行业生态的可持续发展贡献京东智慧。

### 5.1 开源社区

京东秉承“通过全面开放技术来赋能行业和经济发展的理念，将自主研发的底层区块链技术 **JD Chain** 进行开源并同步推出开源社区，为企业级用户及广大开发者提供相关的开源服务。

#### 5.1.1 开源的意义

首先，开源为区块链行业的开发者提供了一个学习和创新发展的平台。我们开放 **JD Chain** 高质量的技术代码，同时配备简明清晰的设计文档和代码示例，将帮助开发者快速建立明确、有效的学习路径，快速进入区块链技术领域。开发者无论是通过邮件或论坛就具体技术问题进行讨论交流，还是直接进行业务开发应用，贡献代码，都可以促进开发者深入地学习、理解区块链技

术，并真正地应用于企业业务场景中。这些对于区块链技术开发应用的企业或个人来说意义重大，开源社区将是大家共同打造的知识宝库。

其次，对于企业来说，开源能够提高研发效益，加速技术创新。开源社区欢迎全球范围内区块链研发人员广泛参与，共同推进 JD Chain 的完善，进而使其他企业减少底层技术的研发工作，专注于开发自身的应用软件，提高研发效益、节约人力资源、降低时间成本，利用群体的力量实现单一无法企及的创新速度。

再次，开源会促进区块链技术应用生态构建。当下更多传统行业的巨头纷纷开始意识到在区块链技术的大潮之下，基于区块链的技术特性，可构建信任联盟关系，创新商业模式。但实现这一切的前提条件是安全可靠的技术支撑，开源使得技术能够更快成熟。

京东将不断为开源社区贡献自己的力量，帮助企业和开发者突破技术难关，以最佳实践引领开源生态的发展，为企业推动区块链技术应用落地和产业发展提供参考价值。希望各界积极参与其中，共同努力，建造良好的生态环境，加速推动国内区块链技术和产业的良性发展。

### 5.1.2 开源计划

开源社区将助力于各行业应用区块链技术进行商业创新与变革，社区的主要工作将会围绕技术沙龙、开发者大赛、技术人才培养等方面开展。

第一，定期开展技术沙龙，邀请行业内的技术专家对区块链中的技术要点、难点、发展方向等进行分享和交流，积极把握区块链技术的发展规律及趋势。

第二，按照不同的主题举办开发者大赛，旨在鼓励区块链技术的应用创新，为区块链技术及开发者提供展现实力的舞台，为企业和更多的从业者提供灵感的输入，利用区块链技术解决业务痛点，实现商业创新。



第三，多种方式培养区块链专业人才，社区将会邀请专业人员搭建培训框架、设计课程体系、制定讲师管理制度、评估培训效果，并且提供多种培训渠道，如线上直播、视频录播、现场授课、技术讨论群、FAQ 等。

## 5.2 区块链联合实验室

随着区块链技术应用热度的不断攀升，使得区块链在真实商用场景下性能方面的局限性也日益凸显。例如，企业场景下的交易并发量通常要求每秒处理数千乃至上万笔的交易，远高于目前包括公有链、联盟链在内的典型区块链技术表现。效率、稳定性与安全性依然是当前制约区块链大规模商用的主要瓶颈。而这些问题的解决很大程度上依赖于共识协议、密码算法以及合约算法等底层技术的研究突破。近来，区块链底层技术研发受到越来越多的关注，许多专注于技术研发与操作的初创公司获得资本青睐，而多个行业巨头也纷纷与高校及研究机构合作成立区块链实验室推进区块链技术性能提升。

2018 年 10 月 21 日，京东集团与美国新泽西理工学院（NJIT）、中科院软件所（ISCAS）在北京共同发起成立区块链联合实验室。实验室聚焦密码学和共识算法方面的前沿研究，以拓展区块链创新应用场景、推动区块链技术在大规模商业应用中获得突破为目标，专注于高效稳定的下一代共识协议和成熟安全的隐私保护技术。为最易用的企业级区块链平台提供理论技术基础，围绕可信数据网络共建区块链应用生态，服务社会数字资产的高效流动与价值创造。

区块链联合实验室利用京东近几年积累的不同场景下区块链落地应用的经验以及工程实践优势，结合中科院软件所以及新泽西理工学院在密码学、分布式公式算法等领域的前沿科研能力，帮助区块链在下一代技术研发迭代中取得突破，以奠定大规模商业应用下的技术基础。

区块链联合实验室主要聚焦以下几个研究方向：

**共识协议：**研究并实现支持动态加入和移除、高效且可扩展的共识协议，以及能够提高系统吞吐量的相关技术，在保证联盟网络稳定性和安全性的同时，使区块链系统达到企业级的实用化水平。

**隐私保护与访问控制：**针对具体应用场景，设计开发能够满足供应链、金融等商用领域需求的隐私保护算法和密码协议框架，实现保护数据机密性和用户匿名性等功能。借助细粒度的访问控制技术手段，保障链上链下的信息存储的安全性。

**抗量子密码算法：**研究抗量子密码算法和安全协议，来抵抗量子计算机和攻击算法对当前密码体制的威胁，为下一步搭建具备抗量子能力的区块链系统预备底层密码组件。

**智能合约：**围绕智能合约的业务逻辑、形式分析、升级优化等方面展开创新性研究，致力于开发契合业务需求、安全可靠的智能合约库以及安全性检测工具集。

**可信计算：**打造基于可信计算平台的区块链系统，依靠可信硬件，建立能够抵御恶意代码、非法窃听和数据破坏等攻击的免疫机制，在提高区块链系统性能同时，提高现有应用解决方案的安全性，实现系统架构的可信可控。

**审计与监管：**在区块链系统中设计密码算法体系框架，来实现审计监管机制，为有关部门和机构提供直接有效的管理、仲裁途径，达到规范用户执行操作、防止恶意行为的目的，进一步扩展区块链系统的公平、公正和可验证性。

**多技术融合：**研究区块链与人工智能、物联网、大数据、云计算等新兴技术间的协作关系，通过技术组合效应，形成业务数据的自动化采集、安全存储、智能化分析、灵活调用、分析结果驱动业务优化等颠覆性的综合技术解决方案。

区块链联合实验室将围绕以上方向的研究深耕，实现技术理论突破，并与更多行业领域紧密结合，推动区块链技术在真实业务场景中的实践应用，并不

断实现技术性能的提升。同时，也希望能够同业界伙伴广泛合作，共同推动区块链底层技术的持续迭代。

京东数字科技

京东智臻链

京东数字科技

京东智臻链

## 6 结语

新兴技术的飞速发展，正在加速全球化信息化的浪潮，全球范围内的资源分配、跨组织协作，深刻影响着我们的生产生活，这就要求我们以全球视野、开放精神面对日益激烈的市场竞争。区块链作为一项新兴技术，其技术生态、场景应用和监管制度尚有诸多待设计、待开拓、待完善的工作，呼唤广大技术研发企业、行业应用企业和监督管理部门参与，共创、共建、共享一个由区块链技术参与构筑的，更加开放透明、高效协同、风险可控的信用社会。这也是京东将继续和长期坚持区块链技术实践的根本原因，是我们以实际行动践行客户为先的企业初心。

京东区块链技术实践不是封闭的、孤立的、短暂的原型验证，而是开放的、共享的、长期的生态建设，我们欢迎志同道合的区块链技术企业、独立开发者、科研机构、应用企业、监管部门等所有关注区块链发展的同仁们加入到京东区块链开源社区建设和应用生态打造的过程中来，围绕价值共创，携手开拓未来！

## 7 术语解释

### ● 交易

在本文中是一个计算机术语，英文表述为 **Transaction**，等同于另一个计算机术语“事务”的含义，并非指商业语境中的交易，只因在区块链的语境中已经约定俗成地翻译为“交易”，本文遵循了这一习惯。

### ● 虚拟机

在本文中是指状态机技术，而非一般所说的虚拟化技术（如：**VMWare**），是智能合约的编程语言的运行环境。

### ● 分布式

分布式系统是由一组通过网络进行通信、为了完成共同的任务而协调工作的计算机节点组成的系统。

### ● 共识机制

共识是分布式系统中的一个过程，用于在涉及多个不可靠节点的网络中，在所有节点之间实现数据一致性并对某个提案达成一致。

### ● 智能合约

智能合约是一种旨在以信息化方式传播、验证或执行合同的计算机协议。智能合约允许在没有第三方的情况下进行可信交易，这些交易可追踪且不可逆转。智能合约概念于 1994 年由 **Nick Szabo** 首次提出。智能合约的目的是提供优于传统合同方法的安全性，并减少与合同相关的其他交易成本。

### ● 国密算法

国家密码局认定的国产密码算法，即商用密码。

### ● ABS

指以基础资产未来所产生的现金流为偿付支持，通过结构化设计进行信用增级，在此基础上发行资产支持证券的过程。

## ● BaaS

Blockchain as a Service 的缩写，区块链即服务平台。抽象封装多种区块链技术底层服务模块，集成多样开发运维工具。屏蔽复杂的区块链技术细节，降低企业开发运维区块链平台成本。

## ● 密钥管理

为 BaaS 平台独立企业用户在用户侧本地构建的密钥管理模块，提供密钥的生成、导入导出、签名加密等常用功能。

## 参考文献

- [1] 工信部：《2018 中国区块链产业白皮书》
- [2] 中国人民银行：2018 年第 4 号工作论文《区块链能做什么、不能做什么？》
- [3] 国务院：《国务院办公厅关于加快推进重要产品追溯体系建设的意见》
- [4] 原质检总局、商务部等十部门联合印发：《关于开展重要产品追溯标准化工作的指导意见》
- [5] 第十届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议：《中华人民共和国电子签名法》
- [6] 第十三届全国人民代表大会常务委员会第五次会议：《中华人民共和国电子商务法》
- [7] 中华人民共和国第九届全国人民代表大会第二次会议：《中华人民共和国合同法》
- [8] 最高人民法院：《最高人民法院关于互联网法院审理案件若干问题的规定》
- [9] 国务院办公厅：《关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》
- [10] UK Government Chief Scientific Adviser: Distributed Ledger Technology: beyond block chain.
- [11] Sachs, G. (2016). Blockchain—Putting Theory into Practice. the-blockchain.com, 25-32.
- [12] Buterin, V. (2014). A next-generation smart contract and decentralized application platform. white paper.
- [13] Zindros, D., & Ζήνδρος, Δ. (2016). Trust in decentralized anonymous marketplaces.

- [14] Swan, M. (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy. "O'Reilly Media, Inc."
- [15] Kosba, A., Miller, A., Shi, E., Wen, Z., & Papamanthou, C. (2016, May). Hawk: The blockchain model of cryptography and privacy-preserving smart contracts. In Security and Privacy (SP), 2016 IEEE Symposium on (pp. 839-858). IEEE.
- [16] Zyskind, G., & Nathan, O. (2015, May). Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data. In Security and Privacy Workshops (SPW), 2015 IEEE (pp. 180-184). IEEE.
- [17] Schwartz, D., Youngs, N., & Britto, A. (2014). The Ripple protocol consensus algorithm. Ripple Labs Inc White Paper, 5.
- [18] Bonneau, J., Clark, J., & Goldfeder, S. (2015). On Bitcoin as a public randomness source. IACR Cryptology ePrint Archive, 2015, 1015.
- [19] Kiayias, A., & Panagiotakos, G. (2016). On Trees, Chains and Fast Transactions in the Blockchain. IACR Cryptology ePrint Archive, 2016, 545.
- [20] Miller, A., & LaViola Jr, J. J. (2014). Anonymous byzantine consensus from moderately-hard puzzles: A model for bitcoin. Available on line: <http://nakamotoinstitute.org/research/anonymous-byzantine-consensus>.
- [21] Back, A., Corallo, M., Dashjr, L., Friedenbach, M., Maxwell, G., Miller, A., ... & Wuille, P. (2014). Enabling blockchain innovations with pegged sidechains. URL: <http://www.opensciencereview.com/papers/123/enablingblockchain-innovations-with-pegged-sidechains>.



- [22] Lewenberg, Y., Sompolinsky, Y., & Zohar, A. (2015, January). Inclusive blockchain protocols. In International Conference on Financial Cryptography and Data Security (pp. 528-547). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [23] Bentov, I., Mizrahi, A., & Rosenfeld, M. (2017, April). Decentralized prediction market without arbiters. In International Conference on Financial Cryptography and Data Security (pp. 199-217). Springer, Cham.
- [24] Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology?—a systematic review. PloS one, 11(10), e0163477.
- [25] Babaioff, M., Dobzinski, S., Oren, S., & Zohar, A. (2012, June). On bitcoin and red balloons. In Proceedings of the 13th ACM conference on electronic commerce (pp. 56-73). ACM.
- [26] Pilkington, M. (2016). 11 Blockchain technology: principles and applications. Research handbook on digital transformations, 225.
- [27] J Mattila, J. (2016). The Blockchain Phenomenon—The Disruptive Potential of Distributed Consensus Architectures (No. 38). The Research Institute of the Finnish Economy.
- [28] Benet, J. (2014). IPFS-content addressed, versioned, P2P file system. arXiv preprint arXiv:1407.3561.
- [29] Peters, G. W., & Panayi, E. (2016). Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on

the internet of money. In *Banking Beyond Banks and Money* (pp. 239-278). Springer, Cham.

[30] Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks for digital markets. *EXTROPY: The Journal of Transhumanist Thought*, (16).

[31] Bano, S., Sonnino, A., Al-Bassam, M., Azouvi, S., McCorry, P., Meiklejohn, S., & Danezis, G. (2017). Consensus in the Age of Blockchains. arXiv preprint arXiv:1711.03936.