

区块链在能源电力行业的应用和机遇



专题研究员

孙肖阳

☎: (8610) 6656 8733

✉: sunxiaoyang_yj@chinastock.com.cn

报告完成日期: 2019 年 12 月 29 日

报告主要内容

●狭义来讲,区块链是一种按照时间顺序将数据区块以顺序相连的方式组合成的一种链式数据结构,并以密码学方式保证分布式帐本的不可篡改和不可伪造。广义来讲,区块链技术是利用块链式数据结构来验证与存储数据、利用分布工共识算法来生成和更新数据、利用密码学的方式保证数据传输和访问的安全、利用自自化脚本代码组成的智能合约来编程和操作数据的一种全新的分布式基础架构与计算范式。

●在能源局域网中,强调“开放、共享、多元用户参与”等理念,区块链作为一种典型的分布式存储技术,具有弱中心化、不可篡改、可追溯等特征,天然适合能源局域的需求,为能源局域网的发展和应用提供了良好的技术平台。将区块链技术与能源局域网相结合有利于增强其安全性、开放性和高效性。

●能源行业区块链应用主要集中于物联网智能设备的管理、智能电表数据管理、资产管理(碳交易和绿证核发)、对等能源交易(投资组合的重新定位)、能源金融、电动汽车和综合能源服务领域。到 2024 年,全球能源区块链市场规模可达 30-50 亿美元,年复合增长率约 40%。

●目前,智慧能源区块链上市公司只有远光软件(002063.SZ),未上市公司有国网区块链科技(北京)有限公司(电网)、中化能源科技有限公司(石油化工)和 Energolabs(智能微网)。

目 录

1 区块链 (Blockchain) 的原理	3
1.1 区块链的定义和特点	3
1.2 区块链核心技术	5
(1) 分布式账本技术 DLT (DistributedLedger Technology)	5
(2) 共识机制	6
(3) 智能合约	7
(4) 密码学	8
2 能源互联网与区块链结合	8
2.1 区块链技术与能源局域网的融合	8
2.2 能源区块链模型	9
2.3 电力能源行业和区块链的契合点	10
(1) 区块链—存储和验证的协议	11
(2) 特点：去中心化	11
(3) 特点：去信任化	12
(4) 契机——能源行业历史大变局	13
2.4 能源区块链技术优势	14
(1) 分布式能源交易和供应体系	14
(2) 在能源部门使用区块链技术的智能合约	14
(3) 安全记录所有能源流	14
3 区块链全球融资情况	15
3.1 交易所赛道保持融资热度，金融应用场景有待发掘	16
3.2 主要赛道融资金额美国居多，中国紧随其后	18
4 能源区块链应用场景	19
4.1 分布式能源：能源互联网的天然区块链	19
4.2 区块链技术优势：去中心化的能源系统	20
4.3 区块链应用场景	23
(1) 在物联网智能设备的管理	24
(2) 智能电表数据管理	25
(3) 资产管理——碳交易和绿证核发	25
(4) 对等能源交易——投资组合的重新定位	27
(5) 能源金融	29
(6) 电动汽车	30
(7) 区块链在综合能源服务的应用前景	33

5. 能源区块链实践案例	40
5.1 区块链能源的点对点交易	40
5.2 分布式传统能源的构建	42
5.3 电动汽车的区块链能源	43
5.4 批发能源交易市场	43
5.5 能源市场交易代币化	44
6. 能源区块链市场规模	45
6.1 全球区块链市场规模	45
6.2 中国区块链市场逐渐回归理性增长	48
6.3 能源区块链市场规模预测	49
7 能源电力行业区块链上市公司——远光软件(002063.SZ)	50
8. 国内能源电力行业区块链非上市公司	50
(1) 国网区块链科技(北京)有限公司(电网)	50
(2) 中化能源科技有限公司(石油化工)	53
(3) Energolabs	53

区块链在能源电力行业的应用和机遇

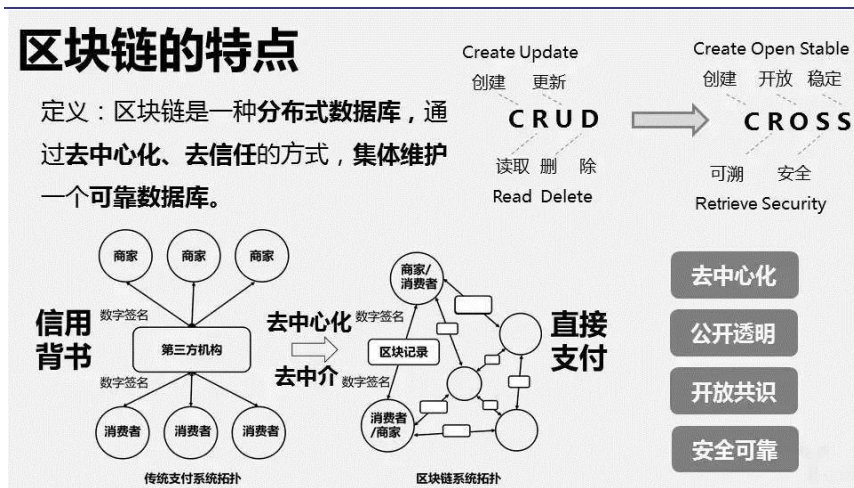
区块链获得习近平总书记的关注，能源电力区块链被提及。10月24日，在中央政治局第十八次集体学习中，中共中央总书记习近平强调，区块链技术的集成应用在新的技术革新和产业变革中起着重要作用。要把区块链作为核心技术自主创新的重要突破口，明确主攻方向，加大投入力度，着力攻克一批关键核心技术，加快推动区块链技术和产业创新发展。他指出，区块链技术应用已延伸到数字金融、**能源电力**、智能制造、数字资产交易等多个领域。

1 区块链（Blockchain）的原理

1.1 区块链的定义和特点

目前，对区块链各个领域并没有统一的定义。最早关于区块链的描述出现在2008年则化名为中本聪把撰写的比特币区块链白皮书中(中本聪白皮书)，该文献重点讨论比特币系统，实际上并没有明确提出区块链的概念。在其中，区块链被描述为用于记录比特币交易的账目历史。根据2016年工业和信息化部发布的白皮书，狭义来讲，区块链是一种按照时间顺序将数据区块以顺序相连的方式组合成的一种链式数据结构，并以密码学方式保证分布式帐本的不可篡改和不可伪造。广义来讲，区块链技术是利用块链式数据结构来验证与存储数据、利用分布共识算法来生成和更新数据、利用密码学的方式保证数据传输和访问的安全、利用自自动化脚本代码组成的智能合约来编程和操作数据的一种全新的分布式基础架构与计算范式。

图 1：区块链的定义和特点

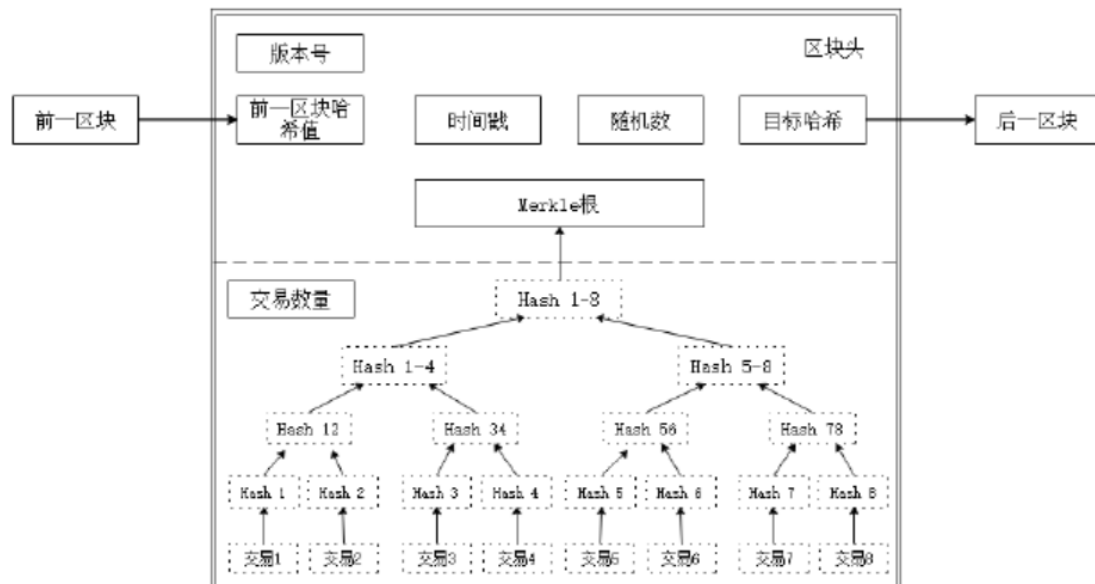


资料来源：，中国银河证券研究院整理

区块链的核心是“区块+链”，数据由区块进行保存，并按先后顺序通过链式结构相关联数，每个区块包含区块头和区块体两部分。以比特币区块为例，如图2-1所示，区块头封装了该区块的版本号、目标哈希值、随机数、Merkle 根、

时间戳以及前一个区块的哈希值等信息。时间戳是区块数据的写入时间，作为数据来源的证明，为数据的搜索和验证提供了时间维度上支持，有助于形成不可篡改和不可伪造的区块链数据库。Merkle 根用来验证块体的数据是否被篡改过。块体主要由交易数据组成，这里的交易数据指的并不是原始交易数据，而是经过双 SHA256 哈希函数处理后的特定长度字符串，在哈希过程中，不同长度的输入值消耗的时间大约相同并且输出长度固定。同时利用 Merkle 树将区块体的数据进行分组哈希，将新生成新哈希值插入到 Merkle 树中再次进行哈希，直到最后只剩一个根哈希值，将此值设为该区块头的 Merkle 根。在区块链上，每个节点的哈希值总是和它前一个区块的哈希值相关。Merkle 树一定程度上提高了区块链的存储效率和扩展性，使得区块头只需包含根哈希值，而不必存储所有交易数据，这种情况下，用户即使不拥有完整的区块链数据，也可以对交易进行验证，保证了数据的不可篡改。

图 2：区块链结构图

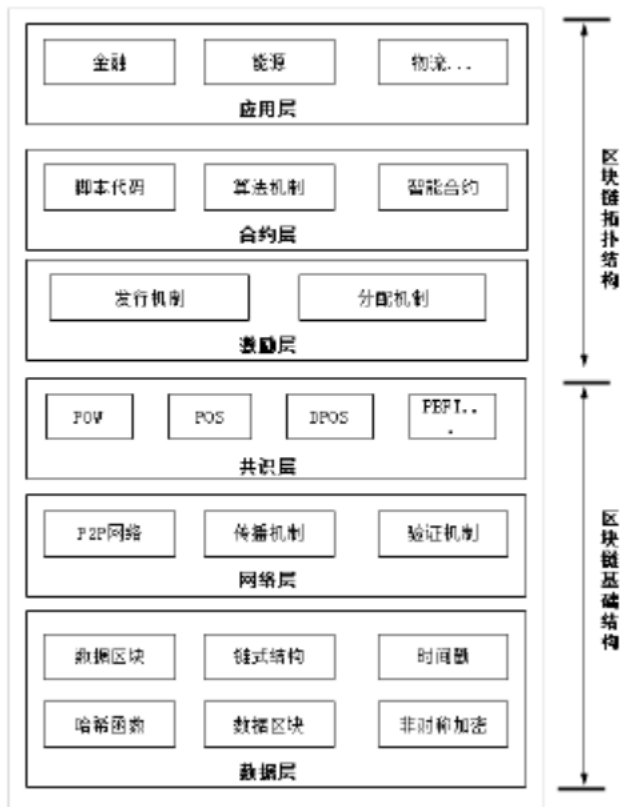


资料来源：中国银河证券研究院整理

区块链主要由数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层六部分组成。如图 2 所示，第一层是数据层，是整个区块链的基础，运用了非对称加密和时间戳等技术封装了底层数据区块的链式结构，是区块链技术中底层的数据结构。第二层是网络层，包含了点对点的网络传播机制和数据验证机制等。组网中每个节点都实时监听网络中广播的数据。节点采取就近原则对数据进行接收，接收后首先验证该数据的有效性。若数据有效，则按数据接收顺序为尚未暂存的数据建立存储池，之后再将数据发送到其他节点；若数据无效，则立刻废弃该数据并停止传播。第三层是“共识层”，封装了网络节点的各类共识算法，是区块链技术的核心模块，区块链平台通过共识算法决定区块的记账权。各节点可先进行

局部共识，再进行组网共识，保证数据安全的同时，提高了共识效率。上述三层组成了区块链的基础架构。第四层是激励层，将经济因素考虑到区块链技术体系中，包括数字货币的发行机制和分配机制等，目前主要应用在公有链当中。典型的应用场景有比特币和以太坊。第五层是合约层，是区块链可编程特性的基础，封装各类脚本代码、算法机制和智能合约，是区块链与应用场景连接的重要接口，区块链通过这一层保证交易的自动执行，增强区块链的可靠性。第六层是应用层，封装了区块链的各种应用案例和场景。比如搭建在以太坊和 EOS 上的各类应用都部署在应用层。在六层模型中，数据层、网络层、共识层是组成区块链架构的必要元素，缺少任何一层都将不能称之为完整的区块链。而后三层作为区块链的拓扑结构，部分区块链可以不完全拥有这三层结构。

图 3：区块链六层技术模型



资料来源：中国银河证券研究院整理

1.2 区块链核心技术

（1）分布式账本技术 DLT（Distributed Ledger Technology）

本质上是一种可以在多个网络节点、多个物理地址或者多个组织构成的网络中进行数据分享、同步和复制的去中心化数据存储技术。相较于传统的分布式存储系统，分布式账本技术主要具备两种不同的特征：

传统分布式存储系统执行受某一中心节点或权威机构控制的数据管理机制，分布式账本往往基于一定的共识规则，采用多方决策、共同维护的方式进行数据的存储、复制等操作。面对互联网数据的爆炸性增长，当年由单一中心组织构建数据管理系统的方式正受到更多的挑战，服务方不得不持续追加投资构建大型数据中心，不仅带来了计算、网络、存储等各种庞大资源池效率的管理，不断推升的系统规模和复杂度也带来了愈加严峻的可靠性问题。然而，分布式账本技术去中心化的数据维护策略恰恰可以有效减少系统臃肿的负担。在某些应用场景，甚至可以有效利用互联网中大量零散节点所沉淀的庞大资源池。

传统分布式存储系统将系统内的数据分解成若干片断，然后在分布式系统中进行存储，而分布式账本中任何一方的节点都各自拥有独立的、完整的一份数据存储，各节点之间彼此互不干涉、权限等同，通过相互之间的周期性或事件驱动的共识达成数据存储的最终一致性。经过几十年的发展，传统业务体系中的高度中心化数据管理系统在数据可信、网络安全方面的短板已经日益受到人们的关注，普通用户无法确定自己的数据是否被服务上窃取或篡改，在受到黑客攻击或产生邪路时更加显得无能为力，为了应对这些问题，人们不断增加额外的管理机制或技术，这种情况进一步推高了传统业务系统的维护成本，降低了商业行为的运行效率。分布式账本技术可以在根本上大幅改善这一现象，由于各个节点均各自维护了一套完整的数据副本，任意单一节点或少数集群对数据的修改，均无法对全局大多数副本造成影响。换句话说，无论是服务提供商在无授权情况下的蓄意修改，还是网络黑客的恶意攻击，均需要同时影响到分布式账本集群中的大部分节点，才能实现对已有数据的篡改，

否则系统中的剩余节点将很快发现并追溯到系统中的恶意行为，这显然大大提升了业务系统中数据的可信度和安全保证。

这两种特有的系统特征，使得分布式账本技术成为一种非常底层的、对现有业务系统具有强大颠覆性的革命性创新。

(2) 共识机制

区块链是一个历史可追溯、不可篡改，解决多方互信问题的分布式（去中心化）系统。分布式系统必然面临着一致性问题，而解决一致性问题的过程我们称之为共识。

分布式系统的共识达成需要依赖可靠的共识算法，共识算法通常解决的是分布式系统中由哪个节点发起提案，以及其他节点如何就这个提案达成一致的问题。我们根据传统分布式系统与区块链系统间的区别，将共识算法分为可信节点间的共识算法与不可信节点间的共识算法。前者已经被深入研究，并且在现有流行的分布式系统中广泛应用，其中 Paxos 和 Raft 及其相应变种算法最为著名。

对于后者，虽然也早就被研究，但直到近年区块链技术发展如火如荼，相关共识算法才得到大量应用。而根据应用场景的不同，后者又分为以 PoW (Proof of Work) 和 PoS (Proof of Stake) 等算法为代表的适用于公链的共识算法和以 PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance) 及其变种算法为代表的适用于联盟链或私有链的共识算法。

工作量证明 PoW 算法是比特币系统采用的算法，该算法于 1998 年由 W. Dai 在 B-money 的设计中提出。以太坊系统当前同样采用 PoW 算法进行共识，但由于以太坊系统出块更快（约 15 秒），更容易产生区块，为了避免大量节点白白陪跑，以太坊提出了 Uncle 块奖励机制。POS 算法最早由 SunnyKing 在 2012 年 8 月发布的 PPC 系统中首先实现，而以太坊系统也一直对 PoS 抱有好感，计划后续以 PoS 代替 PoW 作为其共识机制。PoS 及其变种算法可以解决 PoW 算法一直被诟病的浪费算力问题，但其本身尚未经过足够验证。PBFT 算法最早由 Miguel Castro 和 Barbara Liskov 在 1999 年的 OSDI99 会议上提出，该算法相较原始拜占庭容错算法具有更高的运行效率。假设系统中共有 N 个节点，那么 PBFT 算法可以容忍系统中存在 F 个恶意节点，并且 $3F+1$ 不大于 N 。PBFT 共识算法虽然随着系统中节点数增多而可以容忍更多的拜占庭节点，但其共识效率确实以极快的速率下降，这也是我们能看到的应用 PBFT 做共识算法的系统中很少有超过 100 个节点的原因。无论是 PoW 算法还是 Pos 算法，其核心思想都是通过经济激励来鼓励节点对系统的贡献和付出，通过经济惩罚来阻止节点作恶。公有链系统为了鼓励更多节点参与共识，通常会发放代币（token）给对系统运行有贡献的节点。而联盟链或者私链与公有链的不同之处在于，联盟链或者私链的参与节点通常希望从链上获得可信数据，这相对于通过记账来获取激励而言有意义得多，所有他们更有义务和责任去维护系统的稳定运行，并且通常参与节点数较少，PBFT 及其变种算法恰好适用于联盟链或者私链的应用场景。

（3）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。其目的是提供由于传统合同方法的安全，并减少与合同相关的其他交易成本。

智能合约作为一种计算机技术，不仅能够有效地对信息进行处理，而且能够保证合约双方在不引入第三方权威机构的条件下，强制履行合约，避免了违约行为的出现。智能合约的优点有：合约制定的高效性，合约维护的低成本性，合约执行的高准确性。虽然智能合约较传统合约具有明显的优点，但对智能合约的深入研究与应用仍在不断探索中，新兴技术的潜在风险依然存在。智能合约作为区块链的一项核心技术，已经在以太坊、Hyper ledger 等影响力较强的区块链项目

中，得到广泛应用。

(4) 密码学

信息安全及密码技术，是整个信息技术的基石。在区块链中，也大量使用了现代信息安全和密码学的技术成果，主要包括：哈希算法、对称加码、非对称加密、数字签名、数字证书、同泰加密、零知识证明等。在区块链分布式账本公开的情况下，最大限度地提供隐私保护能力。这方面的技术，还在不断发展完善中。

区块链安全是一个系统工程，系统配置及用户权限、组件安全性、用户界面、网络入侵检测和防攻击能力等，都会影响最终区块链系统的安全性和可靠性。区块链系统在实际构建过程中，应当在满足用户要求的前提下，在安全性、系统构建成本以及易用性等维度、取得一个合理的平衡。

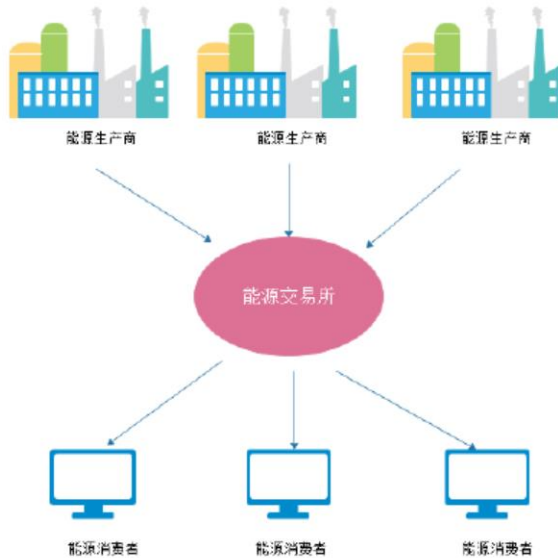
2 能源互联网与区块链结合

2.1 区块链技术与能源局域网的融合

在能源局域网中，强调“开放、共享、多元用户参与”等理念，区块链作为一种典型的分布式存储技术，具有弱中心化、不可篡改、可追溯等特征，天然适合能源局域的需求，为能源局域网的发展和应用提供了良好的技术平台。将区块链技术与能源局域网相结合有利于增强其安全性、开放性和高效性。其具体表现在以下几方面：

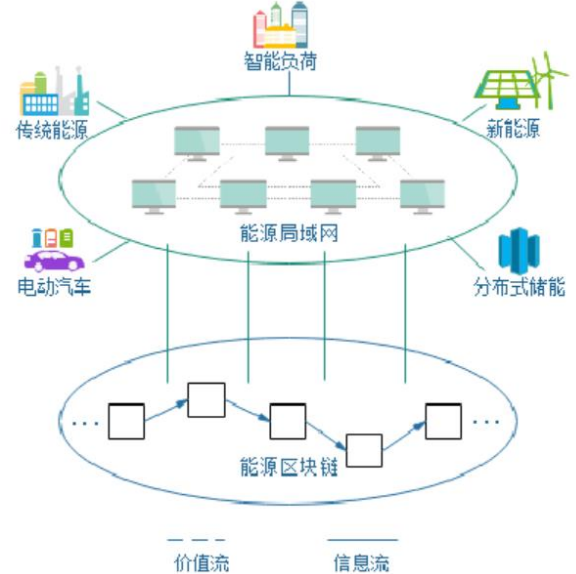
弱中心化：目前我国传统能源交易模式以交易所为主，如图 4 所示，交易所中的能源一般由交易中心进行统一规划和管理，由第三方权威机构对交易的安全性和可靠性进行背书，如银行、保险、信托公司等。这样导致了交易过程中，权力的集中化且产生了昂贵的第三方成本。区块链和能源局域网融合，每个用户既可以是能源生产者，又可以是能源消费者，用户之间实时发生点对点的交易，它不依赖中心化的交易或管理机构，每个节点都只是系统的一部分，具有相等的权利与义务。

图 4：传统能源交易结构图



资料来源：，中国银河证券研究院整理

图 5：能源区块链中能源交易图



资料来源：，中国银河证券研究院整理

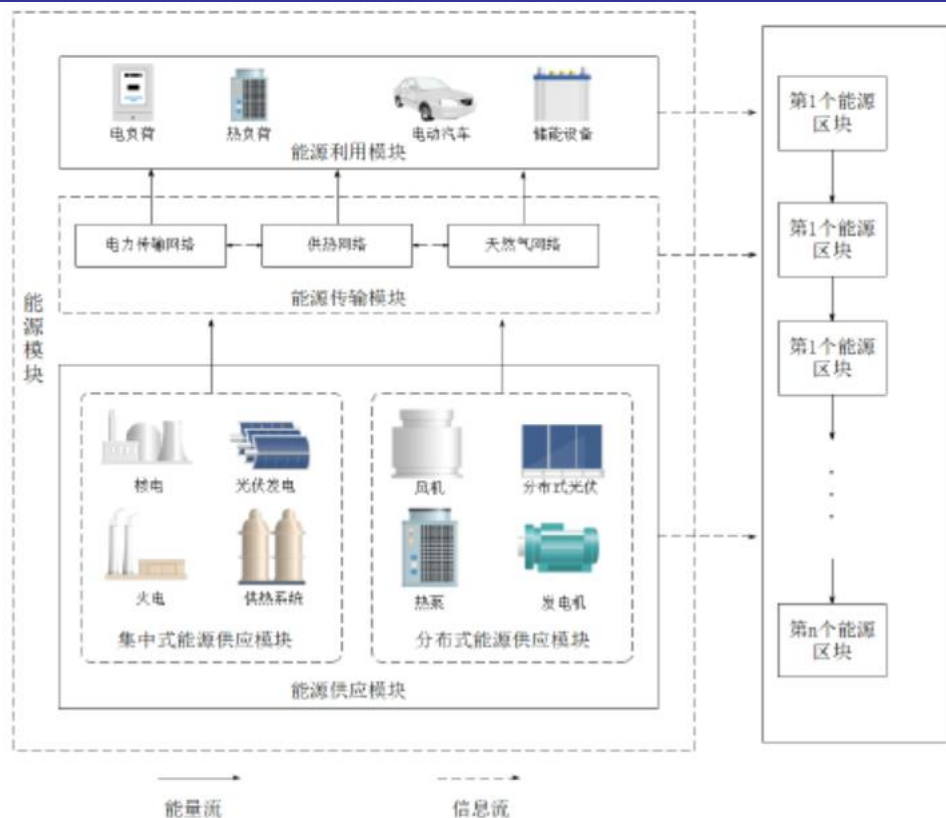
(2) 智能调度：在传统能源调度中，中心机构要与银行、信托等第三方金融机构进行频繁的信息交互，时间成本较高，不利于用户进行实时交易。区块链和能源局域网融合，利用智能合约，使得交易的决策、执行和确认过程大多是自动化的，可减少大量的人为活动，缩短交易所需的时间。同时，利用区块链技术对新型发电技术和储能技术进行改进和扩展，实现电、热、水、气等多种能源的互联交汇。

(3) 信息安全：传统能源交易中，能源交易中心掌握着所有能源交易的信息，容易受到攻击，最终可能导致数据丢失或被篡改；同时，由于中心机构掌握了全部信息，用户信息不对称性较大，信息依靠人为管理难以保障，损害用户利益的情况时有发生。区块链和能源局域网融合，每个节点权益是平等的，掌握着相同的信息，对单一节点的攻击并不能造成系统的损坏。同时，区块链采用椭圆曲线数字签名算法对数据进行加密，防止了一些人为因素对数据的破坏。

2.2 能源区块链模型

能源局域网与区块链技术的融合构成了能源区块链，能源区块链是以区块链技术为支撑，以共识算法为信用基础，以点对点能源交易为技术核心，以智能合约为自动化执行手段，以密码学知识保证信息安全，融合能源市场、金融系统、计算法学等先进技术，促进能源系统高效管理、公平交易的一种全新分布式基础架构。

图 6：能源区块链模型



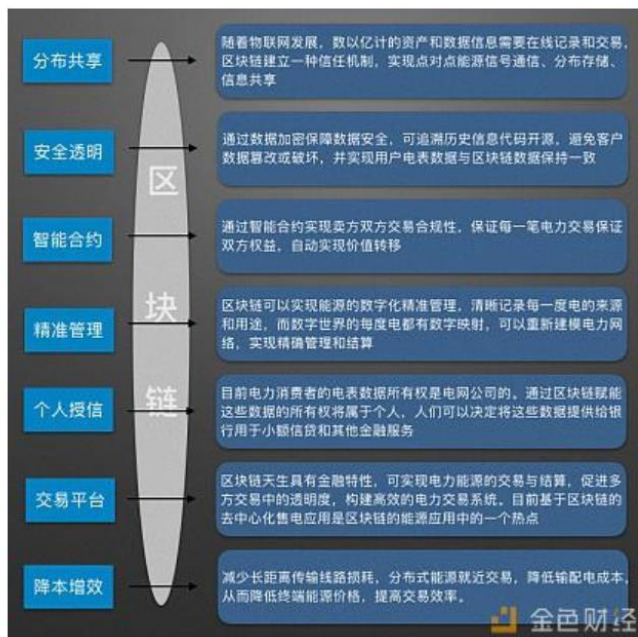
资料来源：，中国银河证券研究院整理

2.3 电力能源行业和区块链的契合点

当前电力传输损耗率高，企业融资难。行业规模庞大且资金量巨大，交易主体非常复杂，导致各环节之间的交易成本、结算成本很高。且因缺失有效的信用机制，导致能源行业数据共享利用率很低。

能源互联网逐步从概念走向落地，它和区块链有较强的内在一致性，两者都建立在智能设备物联网的基础上，都强调去中心化、自治性、市场化、智能化。电能互联网和区块链主要有以下 7 个契合点：

图 7：电力行业与区块链应用的契合点



资料来源：中国银河证券研究院整理

能源行业应用区块链技术的目标是提供一种完全去中心化的能源系统，能源供应合同可以直接在生产者和消费者之间传达。区块链技术有助于加强个人消费者和生产者的市场影响力，这也使消费者直接拥有购买和销售能源的高度自主权。区块链技术能源领域显示出强大的应用潜力，除了可以执行能源供应交易外，区块链技术还可以提供计量，计费和结算流程的基础。

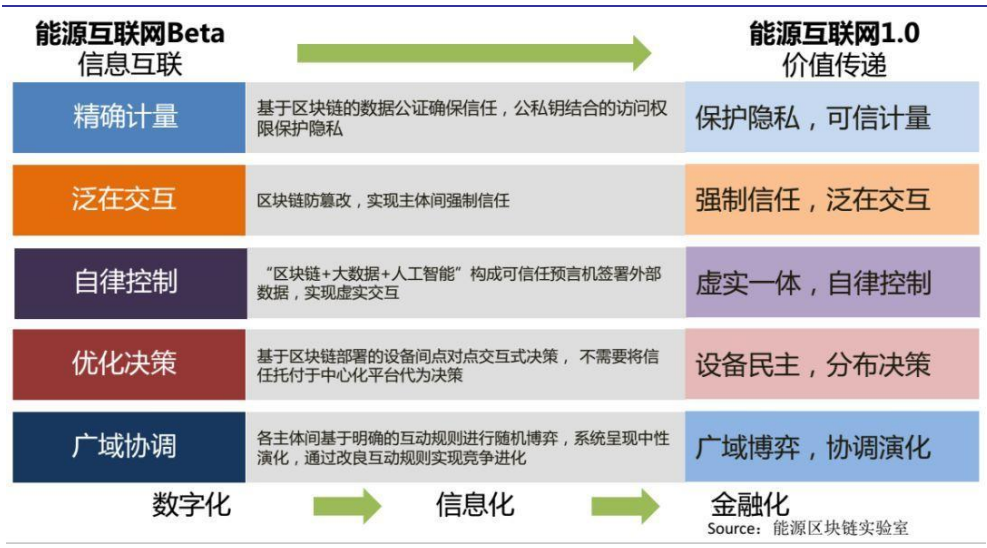
（1）区块链—存储和验证的协议

区块链，作为比特币的底层技术，首先在金融业受到关注。简单来说，区块链就像一个共享式数据库账本，可以在数据库中设置多个节点收集一致的交易数据，据此划分区块，每个区块包含交易方、价格、条款等详细信息，然后通过全网验证，加密保存以保证安全。

（2）特点：去中心化

首先，中心化是指由中心点掌握分布点信息，分节点不掌握其他节点的信息，交易是不公开的。由此会带来一个问题，系统的安全就全压在中心点上了，分节点对此没有控制权，因此，信息的安全风险极高。在区块链技术下，没有中心点，分布式的节点共享公开性的信因此，即使一个区块的信息遭受安全威胁，也不会对整个数据库系统造成大的影响。

图 8：能源互联网区块链应用



资料来源：能源区块链实验室，中国银河证券研究院整理

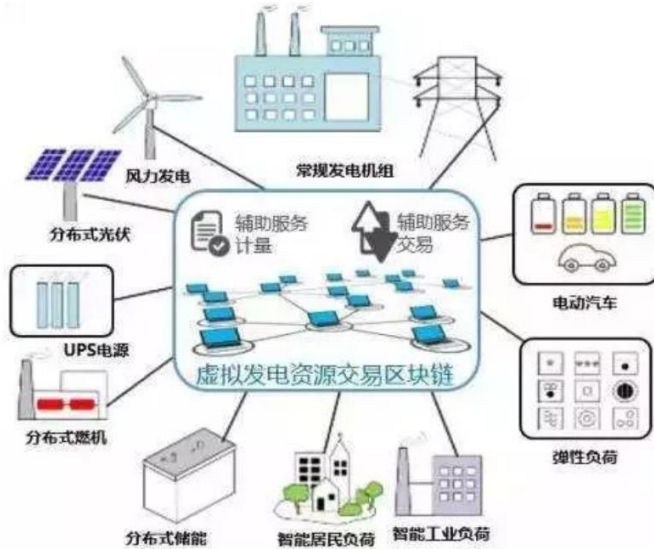
同时，每个区块对所有区块存储的信息达成了共识，不用通过中介即可高效进行点与点之间的决策。像布鲁克林的区块链项目用电家庭与发电家庭点对点的交易，就不用经过售电公司或者电网等中介，实现了电力交易去中心化。

（3）特点：去信任化

由区块链技术支撑的交易系统，运行的信任成本极低。传统的交易，因为信息、程序的不透明，极其依赖信任体系。但区块链解决了该痛点。区块链技术强调数据共享，在数据库中每一个节点的都“复制”了相同的历史数据，系统信息的透明度极高。

“有心”人士在交易链条上发动网络攻击的成本和篡改信息的难度将大大提高，可以有效提高交易系统的安全性。各个区块的信息都是得到共识进行验证才被录入的，那在使用任何一个节点的数据时就可避免重复验证，有助于实现高效的决策。

图 9：虚拟发电资源交易区块链



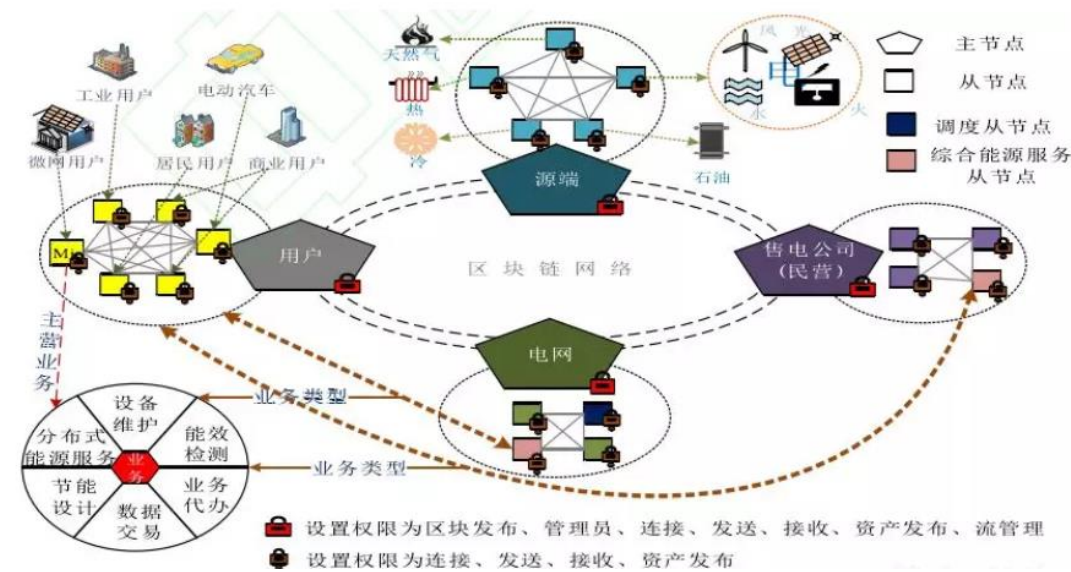
资料来源：中国银河证券研究院整理

（4）契机——能源行业历史大变局

区块链作为一种新兴的 IT 技术，在金融业应用更受追捧。但随着能源行业的历史大变革，电力市场大改革，售电市场亟待加大开放力度，分布式发电如雨后春笋的生长之势囿于上网交易系统的不完善。需求侧的用户通过分布式能源逐步开始扮演消费者和生产者的双重角色，电力系统想要赋予需求侧的用户更多的主动权，用户却因信息的不透明及繁琐流程导致的低效无法跟上能源行业变革的预期步伐。

区块链技术的去中心化、去信任化、透明性、公平公开性和分布性决策与当前能源改革的需求吻合。因此，借助区块链有望打造一个去中心化的电力市场，并促进分布式能源的快速发展。

图 10：综合能源服务区块链网络架构



资料来源：，中国银河证券研究院整理

2.4 能源区块链技术优势

（1）分布式能源交易和供应体系

金融领域的获得的区块链技术应用经验可以应用于能源领域。区块链技术能够支持去中心化的能源供应系统。

这将有助于简化多层系统，其中电力生产商、配电系统运营商、传输系统运营商和供应商，通过区块链网络直接将生产者与消费者联系在各个层次上进行交易。

（2）在能源部门使用区块链技术的智能合约

在区块链技术和智能合约的帮助下，可以有效地控制能源网络。智能合约将向系统发出信号，制定如何启动交易的规则。此类流程将基于智能合约的预定义规则，可以确保所有的能量和存储流都是自动控制的。

这有助于平衡供给和需求。例如，当产生比需求更多的能量时，智能合约可以确保这些多余的能量被自动地传送到存储器中。

（3）安全记录所有能源流

将所有能源交易数据分散的存储在一个区块链上将有可能保持所有能量流和业务活动的分布式和安全记录。由智能合约控制的能量和交易流可以以防篡改的方式记录在区块链上。

因此，分布式能源市场的逐步数字化，为区块链技术提供了创新开发和新商业模式的难得的机遇。

3 区块链全球融资情况

区块链从 2008 年随着比特币登上历史舞台，时至今日其技术已延伸到数字资产、金融应用、商品溯源、版权保护、财务管理、智能制造等经济社会的方方面面。

当前，区块链成为新一代风口，与人工智能、云计算、大数据并立四大核心金融科技。哪些公司会定义区块链世界？虽然方法不完美，但通过它们募集的资金数额，我们可以窥其一二。

据零壹智库不完全统计，截至 2019 年 10 月 31 日，全球区块链公司/项目（下文所述公司或项目，本质上是一个意思）累计获得融资超过 742 亿元。自 2012 年起，融资数量和金额保持稳定增长态势，2018 年爆发式增长，全球热度持续攀升。

从历年投融资数据来看，比特大陆、Coinbase、众安科技等区块链企业最受资本青睐，成为全球最吸金的区块链公司前三。在区块链应用中，交易所赛道保持融资热度，金融应用场景有待发掘。

比特大陆成史上最吸金的区块链企业

据零壹智库不完全统计，截至 2019 年 10 月，共有 728 家区块链相关企业累计获得融资额为 742 亿人民币，其中，融资总额最高的 20 家企业均获得 1 亿美元以上融资，合计金额 337.08 亿人民币，占有公司已披露融资总额的 45.43%。

比特大陆成史上最吸金的区块链企业，共计融资 3 次，累计金额 14.5 亿美元；其次为 Coinbase 融资 7 次，累计金额 3.67 亿美元；众安科技获得 19.61 亿人民币的战略投资，排名第三。

美国共有 12 个区块链项目入选融资金额 Top20，中国有 4 个，数量仅次于美国，分别为比特大陆、众安科技、趣链科技、嘉楠耘智。

表 1：全球区块链项目融资总额 Top20

排名	项目名称	成立时间	融资轮次	累计融资金额（亿元）
1	比特大陆	2013年	Pre-IPO	\$ 14.5
2	Coinbase	2012年	E	\$ 3.67
3	众安科技	2016年	战略投资	¥ 19.61
4	Galaxy Digital	2016年	A	\$ 2.50
5	Circle	2013年	战略投资	\$ 2.46
6	Algorand	2017年	C	\$ 2.37
7	CoinTracker	2017年	A	\$ 2.27
8	趣链科技	2016年	B	¥ 15.28
9	Bakkt	2018年	A	\$ 1.83
10	Acronis	2008年	战略投资	\$ 1.47
11	嘉楠耘智	2013年	战略投资	¥ 10.04
12	BlockTower	2017年	战略投资	\$ 1.40
13	Waves Platform	2016年	战略投资	\$ 1.36
14	Kraken	2011年	战略投资	\$ 1.19
15	Orbs	2017年	战略投资	\$ 1.18
16	Figure	2018年	B	\$ 1.15
17	Digital Asset	2014年	B	\$ 1.07
17	R3 CRV	2015年	战略投资	\$ 1.07
19	DFINITY	2017年	战略投资	\$ 1.02
20	Overstock	1999年	战略投资	\$ 1.00

资料来源：零壹智库，中国银河证券研究院

以上 Top20 企业集中于 2013-2018 年创立，其中，比特大陆成立于 2013 年，于 2018 年 8 月最新完成 Pre-IPO 轮 10 亿美元融资，投资方包括腾讯、软银和中金，投后估值 150 亿美元，其业务范围包括比特币专用挖矿芯片和矿机的研究与开发。

排名第 11 位的嘉楠耘智，成立于 2013 年，是世界第二大比特币矿机厂商。2019 年 10 月底，嘉楠耘智向美国 SEC 递交招股书，将于 11 月 20 日在纳斯达克上市，计划募资 0.9 亿至 1 亿美元。

3.1 交易所赛道保持融资热度，金融应用场景有待发掘

为了在同一标准下观察获投区块链项目所处赛道的分布情况，零壹智库从架构设计上，将区块链应用分为 7 个一级分类和 60 多个二级分类。一级分类即数字资产相关、金融应用场景、行业服务、实体应用场景、其他链上应用、基础设施&解决方案和其他类，它们相互独立但又不可分割。7 大类中，根据应用方向和场景不同，又可细分出数十个赛道。

表 2：区块链行业分类

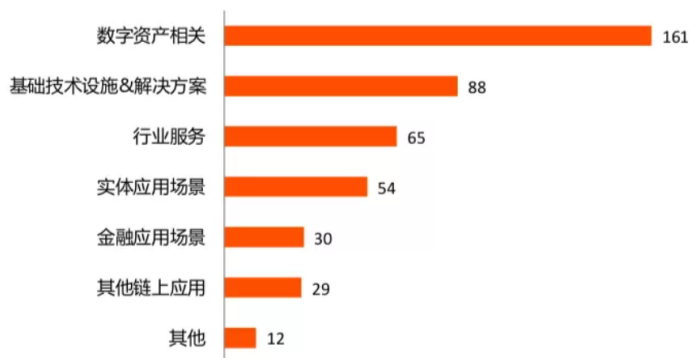
行业服务	投资机构、教育培训、研究咨询、评级机构、网站&媒体、数据提供商/服务商、法律服务等
数字资产相关	数字货币交易所/交易平台、数字货币钱包、区块链硬件（矿机等）、数字资产管理、数字资产融资、DeFi等
金融应用场景	供应链金融、跨境贸易、征信、交易清算、支付、积分、保险、证券等
实体应用场景	商品溯源、版权保护与交易、数字身份、财务管理、存证、物联网、能源、数据交易/存储、数字营销、电子政务、智能制造、供应链、AI、云、5G、房产、广告、交通出行、旅游、公益慈善、医疗健康、养老、精准扶贫、食品安全等
其他链上应用(除数字资产类)	区块链游戏、区块链社群、区块链博彩、文娱社交等
基础技术设施&解决方案	公链、联盟链、私有链、跨链、侧链、分片、BaaS、SaaS、闪电网络、智能合约、解决方案/技术服务商、安全服务等
其他	未包含在其他六种类别中的应用

资料来源：零壹智库

2019 年共有 439 起风险投资事件，囊括了交易所、钱包、支付、供应链、网站&媒体等 45 类赛道。

一级分类中，数字资产相关类最受资本市场青睐，有 161 起融资，占比 36.67%；其次是基础设施/解决方案类，共计 88 起，占比 20.05%；行业服务紧跟其后。而金融应用场景和链上应用场景表现不佳，仅发生 30 起和 29 起融资事件。

图 11：区块链应用一级分类融资数量分布情况



资料来源：零壹智库，中国银河证券研究院整理

从二级分类看，数字货币交易所/交易平台成为最热细分赛道，融资数量和融资总额均位列第一。该赛道共有 108 起融资，占全部融资项目总数的 24.6%，融资总额为 47.96 亿元，单个项目融资金额集中在百万美元级别，包括 Good Chain、ErisX、币客等交易平台。

其他与数字资产相关的数字货币钱包、数字资产管理也各发生 18、12 起融资事件。金融应用中的保险赛道，虽在 2019 年前 10 个月中仅有两起获投，但凭

借众安科技 19.61 亿元的战略投资成功跻身融资总额排行第二位。

表 3：2019 年全球区块链融资赛道分布

融资数量 排名	融资数量	赛道	融资总额 排名	融资总额 (亿 元)
1	108	数字货币交易所/交易平台	1	¥ 47.96
2	35	解决方案提供商	4	¥ 12.56
3	30	网站&媒体	6	¥ 9.05
4	21	区块链游戏	11	¥ 6.13
5	19	安全服务	3	¥ 17.95
6	18	数字货币钱包	17	¥ 2.62
7	16	数据提供商/服务商	10	¥ 6.37
7	16	公链	13	¥ 5.48
9	12	数字资产管理	11	¥ 6.13
10	11	支付	22	¥ 1.72
11	9	数字资产融资	7	¥ 8.89
11	9	投资机构	5	¥ 9.52
11	9	数字身份	22	¥ 1.72
14	8	区块链硬件 (矿机等)	21	¥ 1.87
14	8	区块链社群	31	¥ 0.72
14	8	智能合约	26	¥ 1.32
17	7	交易清算	14	¥ 5.20
18	6	AI	8	¥ 7.17
18	6	DeFi	30	¥ 1.02
19	5	研究咨询	33	¥ 0.63
19	5	数据交易/存储	15	¥ 3.14
19	5	房产	36	¥ 0.29

注：按融资数量降序排列，零壹智库仅统计公开披露的融资金额，并以 10 月 31 日的汇率将金额换算成人民币。

3.2 主要赛道融资金额美国居多，中国紧随其后

根据表 3 中区块链融资赛道数量排名，统计出 7 大主要赛道融资金额 Top5 的项目。

结果显示，美国区块链项目上榜数量最多，有 15 个，且融资金额较大的企业集中在解决方案提供商、数据提供商和安全服务等应用领域。其中，Bakkt 以 1.825 亿美元的 A 轮融资荣登榜首；Kraken 共计融资 4 轮，总融资金额 1.19 亿美元，排名第二。

中国区块链项目上榜数量 6 个，主要集中于行业服务相关的网站&媒体、数据提供商/服务商赛道，另外还涉及区块链游戏、数字货币钱包等应用场景。其中，Hubox 公司以 5000 万人民币的 A 轮融资位居国内融资总额第一位。

表 4：2019 年区块链主要赛道融资金额排行 Top5

赛道	排名	项目名称	最新融资轮次	融资金额 (亿元)
数字货币交易所/交易平台	1	Bakkt	A	\$ 1.83
	2	Kraken	战略投资	\$ 1.19
	3	OKGold	Pre-A	\$ 0.30
	4	Beam	A	\$ 0.25
	5	GOOD CHAIN	B	\$ 0.23
解决方案提供商	1	Peermova	C	\$ 0.56
	2	Chainalysis	B	\$ 0.46
	3	Spring Labs	A	\$ 0.38
	4	Solana	A	\$ 0.18
	5	ConsenSys	种子/天使	\$ 0.10
网站&媒体	1	Proxicoin	战略投资	\$ 1.00
	2	Livepeer	A	\$ 0.08
	3	Hubox	A	¥ 0.5
	4	JOYTUBE	战略投资	\$ 0.06

区块链游戏	1	Dapper Labs	A	\$ 0.26
	2	Immutable	A	\$ 0.15
	3	CryptoKitties	种子/天使	\$ 0.11
	4	Lucid Sight	B	\$ 0.06
	5	Magic Cube	A+	\$ 0.05

安全服务	1	Acronis	战略投资	\$ 1.47
	2	Cobalt	B	\$ 0.35
	2	Elliptic	B	\$ 0.35
	4	Fireblocks	A	\$ 0.16
	5	QEDIT	A	\$ 0.10

数字货币钱包	1	BRD	B	\$ 0.54
	2	Coinplug	战略投资	\$ 0.06
	3	好付宝	战略投资	\$ 0.05
	4	ZenGo	种子/天使	\$ 0.04

数据提供商/服务商	1	DACH	战略投资	\$ 0.20
	2	Flipside Crypto	战略投资	\$ 0.15
	3	Fluree	种子/天使	\$ 0.05
	4	Utop	战略投资	\$ 0.03
	5	Skew	种子/天使	\$ 0.02

4 能源区块链应用场景

能源行业大力迈入新格局，我国供给机构亟待优化。近年来，全球能源需求增长缓慢，能源转型推动新能源快速发展，能源消费结构清洁化趋势明显。在新政策情景下，我国的能源需求增长速度每年下降 1% 左右，从 2004 年高达 16.84% 的增速一路下降至 2015 年的 0.96%，不到自 2000 年以来的年平均水平的六分之一。截止 2016 年，我国能源消费构成中，煤炭和石油占比已经从 2000 年的 90.5% 下降至 80.3%，而能源供给构成中，天然气、水电、核电和风电等能源供给也一直在稳步增加。然而我国能源供给结构依然存在大量痛点，包括供给垄断、结构转变缓慢、清洁化不足、价格非理性和供给动力不足等问题。自 09 年以来，国家开始大力推进能源行业的供给侧改革，卓有成效但阻力依旧。

全球能源互联网是指以国家电网为代表，侧重全球电力互联，利用电力网络在空间上的扩大，将不同区域电网互联，实现不同区域不同类型新能源跨区消纳的能源互联网。全球能源互联网是以特高压电网为骨干网架（通道）、以输送清洁能源为主导、全球互联泛在的坚强智能电网，复合两个替代（清洁替代和电能替代）的需求。全球能源互联网由跨洲、跨国骨干网架和各国各电压等级电网构成，连接“一级一道”（北极、赤道）等大型能源基地一级各种分布式电源，能够将可再生能源输送到各类用户，是服务范围广、配置能力强、安全可靠、绿色低碳的全球能源配置平台，具有网架坚强、广泛互联、高度智能、开放互动的特征。

4.1 分布式能源：能源互联网的天然区块链

分布式能源通常是布置在用户所在地，耦合连接在区域电力系统的发电设施，包含可再生能源系统、热电联产系统、工业能量回收利用系统，并具有需求侧管理功能。分布式能源已成功实现商业化利用，并且是综合效率最高的一种利用方式，能效可达 80% 以上，且输配电损耗显著降低，能有效降低电网崩溃的概率，提高供电可靠性。分布式能源技术主要包括微型燃气轮机、工业燃气轮机、热点联产系统、光伏、风电系统、燃料电池等。其中燃料电池的发电效率将可能达到 80%，是未来最具发展价值的技术。这些技术将和智能控制与优化技术、综合系统优化技术等集成起来，成为能源互联网的核心技术。目前，分布式能源在天然气和光伏发电领域已经取得快速发展。2015 年天然气分布式能源在我国开始加速发展，共建有 127 个项目，装机 1405.5MW。预计到 2020 年，我国规模以上城市均使用分布式能源系统，装机容量达到 4000-5000 万 kW。我国天然气分布式能源发展有进一步加速的趋势。到 2020 年，我国燃气轮机将实现自主研制及应用，系统集成能力将得到大幅度提升。由于天然气分布式调峰能力强、运行稳定，与太阳能光伏、光热、地源热泵等互补的分布式能源系统将得到大力发展。2015 年我国已成为新能源装机容量世界第一的国家。在“十三五”能源规划中，分布式光伏成为国家未来几年扶持的重点，结合天然气分布式能源的发展，两者优势互补，将形成我国分布式能源的新特征。分布式发电是用清洁能源、生物质、可再生能源等为一次能源，将规模不一的发电、热点等设备加以集成，以分散的方式布置在用户附近的能源系统，相当于一个可独立输出热、电等能源的多功能小电站。开展分布式发电市场交易需要遵循信息对等、共享、透明，交易分散等基本原则。而区块链技术本身是一个特殊的数据库结构，因为具备去中心化、可以分散等特点，在分布式发电市场交易上将非常有效。

4.2 区块链技术优势：去中心化的能源系统

能源行业应用区块链技术的目标是提供一种完全去中心化的能源系统，能源供应合同可以直接在生产者和消费者之间传达。区块链技术有助于加强个人消费者和生产者的市场影响力，这也使消费者直接拥有购买和销售能源的高度自主权。区块链技术用在能源领域显示出强大的应用前景，除了可以执行能源供应交易外，区块链技术还可以提供计量，计费 and 结算流程的基础。

区块链技术同能源互联网概念有较强的内在一致性，智能合约得以实现无人化智能能源互联网。从本质上来讲，能源互联网同区块链技术都必须构建于普遍的智能设备物联网之上，设备的普遍智能化和互联网化将和能源互联网的发展互为表里。而区块链技术同样强调价值网络参与主体的物联化和智能化，基于区块链的智能合约，其作用并不是仅仅如其字面所显示的，只能实现实体或者数字资产交换功能，其实智能合约的真正作用在于基于区块链的不可篡改和集体共识特

征，预先写入的代码可以在无人干预或者少人干预的情况，直接调用区块链上的数据，执行所有可以计算的逻辑功能并输出和执行结果，因此，智能合约的真正意义其实是区块链在各主体间的互动提供了智能化的规则，并且可以在无人参与的情况下，实现各种复杂逻辑功能，这种特征称之为图灵完备。从这个角度来看，能源互联网的智能设备网络如果要实现完全的无人化智能，离不开区块链技术的帮助，尤其是布置在区块链上的智能合约技术。

区块链天然的去中心化和可分散的特点可以构建一个去中心化的能源系统，具有以下三个优势：

1. 搭建分布式能源交易和供应体系。区块链技术能够支持去中心化的能源供应系统，这将有助于简化多层系统，其中电力生产商、配电系统运营商、传输系统运营商和供应商，通过区块链网络直接将生产者和消费者联系在各个层次上进行交易。

2. 制定能源管理部门的区块链智能合约。在区块链技术和智能合约的帮助下，可以有效地控制能源网络，智能合约将向系统发出信号，制定如何启动交易的规则。此类流程将基于智能合约的预定义规则，可以确保所有的能量和存储流都是自动控制的。这有助于平衡供给和需求。例如，当产生比需求更多的能量时，智能合约可以确保这些多余的能量被自动地传送到存储器中。

3. 安全存储能源交易数据。将所有能源交易数据分散的存储在一个区块链上将有可能保持所有能量流和业务活动分布式和安全记录。由智能合约控制的能量和交易流可以以防篡改的方式记录在区块链上。因此，分布式能源市场的逐步数字化，为区块链技术提供了创新开发和新商业模式的难得机遇。

根据 GTMResearch 的调查，目前主要集中在能源互动、能源计价、资产货币化、能源安全等方面。在其调查范围内，有超过半数的资金投注于能源互动领域，经营该业务的在 122 家初创公司中占 94 家，包括分布式能源管理、分布式能源交流、分布式能源交易、需求反应（DemandResponse）、电动车充电、电网弹性调控、住宅能源管理系统（HEMS）及大楼能源管理系统（BEMS）、批发电力市场交易等应用。

随着能源价值链的演变，该行业正在发生深刻的变化：实现关键和分布式基础架构的信息创建、自动化控制连接来自可再生资源、微电网、虚拟生产站点和存储站点的分布式能源掌握电动汽车、联网住宅和物联网的潜力通过使其更智能化来改善当前电网，使他们能够检测和处理电力的需求。

图 12：未来能源价值链



资料来源：安永，中国银河证券研究院整理

同时，新的分布式能源系统将需要有效管理双向电力和信息流。作为一个未来的交易，从这个框架图可以看出，区块链完全有可能成为支撑这个虚拟平台的关键技术：

价值确定：区块链解决方案提供价值的可审计跟踪，例如价格—需求曲线。

谈判：区块链解决方案可以通过智能合约来实现自动化谈判过程。

响应式互联：区块链增强了聚合器或虚拟发电厂的弹性或性能，其中多方拥有的 DER 单元也可以参与其中。

合同：区块链的智能合约功能可以提供现有技术的优势——数据完整性、不变性和非中介化。

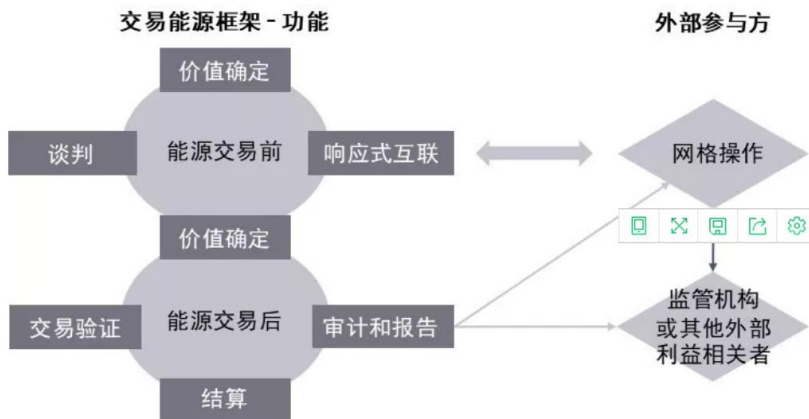
交易验证：区块链确保所有信息流的可审计记录。

结算：基于区块链的解决方案有助于实时结算。

审计和报告：审计是基于区块链的解决方案的优势，能够提供真正的数据不变性。

图 13：交易能源框架

图2 交易能源框架



资料来源：安永，中国银河证券研究院整理

4.3 区块链应用场景

以下几种应用场景可以解决目前能源行业面临的挑战：

追踪和认证：

区块链账本允许对需要可追溯性的所有过程进行保密和分布式登记(交易担保、财产转移跟踪、文件认证、运输、供应链、备件、欺诈检测)。

资产和供应链管理：

区块链将通过管理数字和实物资产的能力以及去中心化的相互沟通来改善资产和基础设施的管理。

智能电表和消费管理：

在网格级，区块链可以实现智能电表、生产和分配系统之间的信息交换；在家庭层面，区块链可以根据物联网数据自动优化能耗。

交易：

交易可以直接写入区块链账本，解决一些传统市场参与者的干扰。

交易化网格：

区块链可以更好地管理分散的生产网格。因此，它改善了供需管理，特别是在微电网增长浪潮中。

电动汽车：

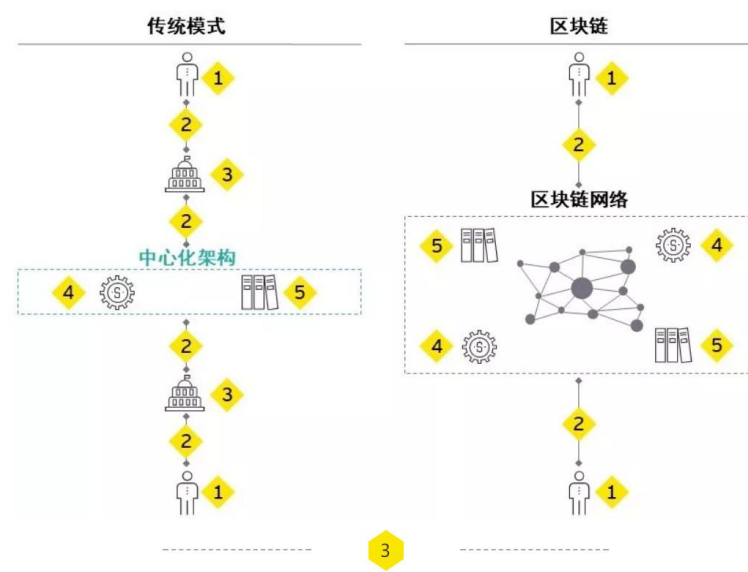
创建共同交易分类账本将简化在不同网络所拥有的电动车辆的充电过程。

使用区块链之后和现有的系统有什么区别呢？

区块链并不是一个全新的技术，只是多种成熟技术的组合。因此，使用区块链以后，系统的核心组成还是相似的，但是交易中的机构的角色变成了多余的，用户之间可以直接发生交易。

图 14：使用区块链与现有系统的比较

图3 使用区块链和现有系统的比较



资料来源：安永，中国银河证券研究院整理

区块链案例

下面列举几个区块链在能源行业的案例：

(1) 物联网智能设备的管理

区块链角色：区块链支持通过物联网收集的主数据的管理。物联网和区块链可实现更高效的网格管理，更好地协调多个智能设备。智能设备根据供需来管理能源使用。

区块链是如何使用的：区块链技术将房屋所有者转换为区块链节点，允许增加执行智能合约的智能设备。智能设备的能源优化，能够促进能耗更加有效（峰谷差别）。

使用区块链获得的好处：能源优化、降低成本、加速交易、建立相关各方之间的信任、高效的数据管理和跟踪。

图 15：区块链在物联网设备中的应用

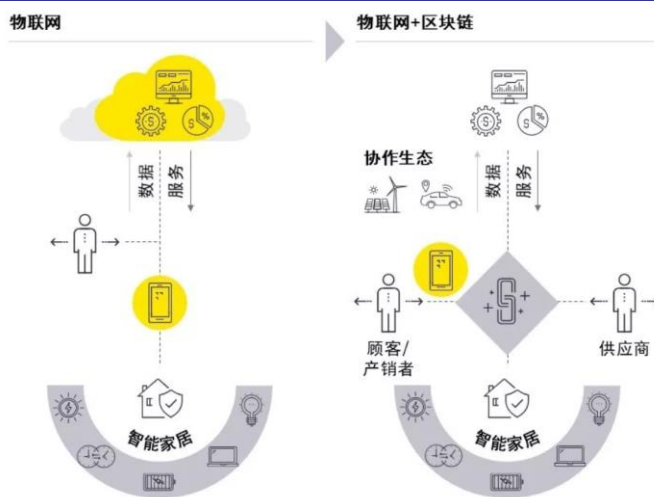
	目的	传统网络	区块链网络
1 前端 	▶ 节点或者用户 - 触发交易	▶ 原则上保持不变，尽管物联网可能会增加和多样化机器节点的数量	
2 消息机制 	▶ 和账本（数据库）连接	▶ 通过中心架构	▶ 点对点
3 机构 	▶ 拥有或者管理交易	▶ 集中在交易价格上的成本	▶ 作为交易所有者是多余的
4 处理过程 	▶ 执行商定的行动	▶ 中心化的 ▶ 批次或者单笔交易	▶ 分布式的 ▶ 由程序指定
5 账本 	▶ 可审计的存储库或数据库	▶ 中心化的 ▶ 封闭的（一个可信方）	▶ 多方参与 ▶ 去中心化的 ▶ 最高级加密

资料来源：安永，中国银河证券研究院整理

（2）智能电表数据管理

区块链的角色：从智能电表中采集的供求信息在区块链平台管理；经过智能电表的电力流向加密保存在区块链上。**区块链是如何使用的：**区块链作为支持技术，管理通过仪表收集的所有数据，便于实时消耗监控、控制和优化。为消费者提供安全地将数据子集共享到市场的能力。**使用区块链获得的好处：**高效的数据管理、实时供需、启用了客户数据价值。

图 16：区块链在智能电表中的应用



资料来源：安永，中国银河证券研究院整理

（3）资产管理——碳交易和绿证核发

区块链的角色：促进消费者进入电力市场，使消费者能够追踪能源的来源。提供认证和安全性，以提高绿色能源生成的商业价值。

区块链是如何使用的：区块链用于记录绿色商品的精确数量或使用/生成的能源，然后将其与记录结果相匹配，证明该系统已使用绿色能源，这将提高绿色能源关税的商业价值。

使用区块链获得的好处：能源来源跟踪和验证、建立信任、建立消费者信心。

碳交易是为促进全球温室气体减排，减少全球二氧化碳排放所采用的市场机制。1992年5月9日联合国政府间气候变化专门委员会通过艰难谈判通过《联合国气候变化框架公约》，又在1997年12月通过了其附加协议《京都议定书》，把二氧化碳排放权作为一种商品。在环境合理容量的前提下，国际规定包括二氧化碳在内的温室气体的排放行为要受到限制，协议国家承诺在一定时期内实现一定的碳排放减排目标，各国再将自己的减排目标分配给国内不同的企业。由此导致碳的排放权和减排量额度开始稀缺，排放权交易市场由此而形成，它们成为一种有价产品，称为碳资产。

碳排放的每项技术和政策途径都依赖于在全球市场中准确测量和记录碳含量的方法，然而，这些方法的透明度有限，标准不连贯，监管制度不统一，信任问题也很严重。

在碳市场中，最重要的就是各个控排企业的碳排放数据，配额和核证自愿减排量（CCER）的数量、价格，以及数据的真实性和透明性，中心服务器无法对数据安全做到绝对的保障，而信息的不透明也让很多机构和个人无法真正参与进来。这些问题都可以运用区块链技术来解决，通过这项技术，每吨碳以及每笔交易信息都可以追溯，避免篡改以及信息的不对称。

同时，传统的碳资产开发流程时间很长，涉及控排企业、政府监管部门、碳资产交易所、第三方核查和认证机构等，平均开发时长超过一年。而且，每个参与的节点都会有大量的文件传递，容易出现错误，影响最后结构的准确性。而区块链可以解决这个问题，通过多节点的网络，记录可以共享，这不仅提高了时效性，也保证了准确性。

此外，如果将碳资产开发方法编译为智能合约，那么各个控排企业的碳资产额度还可以进行自动计算，整个流程变得透明公开准确，这不仅可以减少碳资产开发时间，还可以降低碳资产的生产和管理成本。

针对于此，市场上出现了定位于碳交易的区块链项目。例如：

1. 美国区块链初创公司 **Nori** 正探索促进碳排放市场优化，将区块链作为被捕捉的二氧化碳的验证方法，促进供应商和买方之间的交易。

2. 2018年5月，**IBM** 宣布与 **Veridium Labs** 开展合作，将实现碳信用的代币化，让企业能够通过区块链技术追踪其碳足迹。**Veridium** 将碳信用转换成一种新型的可替代的数字资产 **CRB**，可以在 **Stellar** 公共网络上兑换和交易，消除碳信用供应链中的摩擦和不透明。

3. Zero Carbon 也是支持碳信用额和其他自然资本资产的消费和交易的区块链项目。一个 Carbon 通证 (NRG) 代表来自多元化的一篮子国际认证碳保护信用额度的碳保护信用额。环境资产没有“过时”或不可替代的风险。投资者可以将风险降低并优化投资作为长期对冲。由于这些对冲由相关资产支持，因此 Carbon 通证是流动资产，可以放在企业资产负债表上并借入。

绿证核发

从国际上绿证发展的历史看，绿证交易制度通常是可再生能源配额制的配套政策，以确保绿证能够被有可再生能源消纳指标的市场主体所购买。该制度的核心是政府或监管部门可以通过法规强制要求供电企业在某个特定时间之前所销售的电力中有一定最低的配额或固定比例必须来自于可再生能源。

在这一制度下，可再生能源电力就像常规电力一样以市场价格出售，因生产可再生能源电力所带来的高于传统化石能源电力的成本费用则由独立证书市场上的绿色证书销售额抵补。为满足监管部门要求，供电企业可以通过自己利用可再生能源发电并持有相关额度或证书，或通过从其他企业购买附有额度或证书的可再生能源电力，又或者购买单独出售的可再生能源额度或证书。

如同碳证核发一样，现阶段绿证核发也面临着一样的痛点。目前的绿色证书大多基于发电量的估值，再通过发证机构向能源企业核发，实际发出的电量与绿证核算的电量不一定相等。且现有的绿证和碳证核发多数都是由权威机构来进行的，流程漫长，过程当中涉及到的相关利益群体也比较多，相应的也就提高了成本，且多数是纸质核发不利于绿证的市场交易。

为简化绿证核算流程，减少电量误差，IDE0CoLab、Nazdaq 和物联网设备公司 Filament 三家公司合作开发了基于区块链可以自动创建可再生能源证书 (REC) 的系统。例如光伏发电，通过在光伏电池板上安装传感器来收集生产和存储的电量数据，就可以准确计算出它所生产的能源量并及时传输数据给系统，系统再把相应的绿证自动核发给这些能源生产者让他们能够更加便捷的获得经济激励。系统给每 1kW·h 清洁电力打上标签，节点在购买得到清洁电力时也将得到绿证，凭证上注明了所购买的特定电量的来源，方便溯源追查。

(4) 对等能源交易——投资组合的重新定位

区块链的角色：交易平台使用区块链在一天结束时进行投资组合对账。区块链可审计和“无信任”结构消除了验证需求并提高了对账速度。

区块链是如何使用的：所有交易均记录在分布式账本上，使用数据库进行日终协调，通过网络数据库消除单个实体错误，记录最终位置以用于监管和清算目的。

使用区块链获得的好处：自动投资组合对账、更严格的监管合规性可以减少

不匹配交易带来的未知风险、不匹配交易的更快曝光、降低成本、设计安全。

区块链技术将极大改变能源系统生产和交易模式，能源交易主体可以点对点实现能源产品生产、交易、能源基础设施共享，能源区块链可以实现能源的数字化精准管理，未来将能够延伸到分布式交易微电网、能源金融、碳证交易和绿证核发、电动汽车等能源互联场景。

图 17：区块链在能源系统的应用场景



资料来源：安永，中国银河证券研究院整理

在点对点的电力交易中，尤其是对于分布式能源，通过区块链可以实现用户和发电者之间的点对点交易。在线损的确定中，不同能源之间转换的损耗、能源远距离传输和其他的运行带来的线损，未来都可以通过区块链进行公证，信息将更为透明。存在跨能源类型的市场时，可记录多个能源系统之间的交易及其价格信息，在此基础上实时生成各地区各类能源的边际价格。

在电力金融中，在去中心化的多能源系统协同中，采用区块链记录不同能源系统的实时生产信息及其成本，同时还可以实现电站收益直接证券化。

在碳排放认证中，采用区块链技术搭建碳排放权认证和交易平台，给予每一单位的碳排放权专有 ID，加盖时间戳，并记录在区块链中，实时记录发电机组的碳排放、碳交易行为并对超标企业进行罚款。

在电动汽车充电中，利用区块链分布式总账实现强制信任，相关方点对点互动，智能合约自动执行电力交易，需求波动自动响应。

1) 分布式交易

我们已经习惯的集中供电方式，存在着突发情况下应变性差、能源存储难以协调、输电损耗导致电费高昂以及能源利用率低下等缺点。因此把能源产生和存储的权力下放，是对集中式供电的良好补充。虽然目前世界上大部分地区还是以电力公司集中供电为主，但是随着电池储能系统的完善，会有更多小型能源供应商进入市场。

利用光伏发电产生电能，存储在电池里供随时使用，富余电力出售给附近住户。现阶段单点的能源生产和存储问题其实已经攻克，但如何链接分散的节点，区块链的出现解决了去中心化能源供应至关重要的一环。区块链技术的本质之一就是分布式存储、分布式记账，所以区块链在能源行业最普遍的一个应用就是在

分布式能源的点对点电力交易。

区块链可以降低分布式点对点电力交易的成本，智能合约允许供应商和消费者通过创建基于价格、时间、地点和允许的能源类型等参数实现销售自动化。如果该技术能够得到广泛的运用，它会极大地改变能源系统生产和交易的模式，即交易主体可以越过现在的这种庞大的电网系统，点对点实现能源产品生产交易和基础设施共享。

目前定位于微电网的项目众多，例如：

1. 目前美国能源公司 L03 和比特币开发公司 Consensus Systems 合作建立的分布式光伏售电区块链平台 Transactive Grid 开发了全球第一个能源区块链市场，通过将区块链技术与微网结合，使用户有权将过剩光伏发电回馈至电网。

2. Energo 项目通过打造分布式能源自主社区的去中心化系统，建立基于 Qtum 量子链的自动能源交易平台，实现微网的清洁能源计量、登记、管理、交易与结算。

3. Power Ledger 是一个 P2P 微电网能源交易平台，并试图打造一个电力交易的应用生态，在这个平台之上，可嫁接多种电力场景应用，如电力港项目可实现电力的分布式存储；微电网的运营可通过电力的计量、大数据分析、快速交易等将电力能源更加智能地进行配置，减少能源损失。

4. ELONCITY 采用分布式可再生能源供电+分布式智能储能设备的模式，通过兴建社区基础电力设施，逐步完成微型社区智能电网的组并网连接，建立去中心化的社区电力交易市场。

（5）能源金融

1) 能源商融资

能源产业市场潜力巨大，开发风电、光伏等新能源对各国实现绿色低碳能源转型和能源安全起到至关重要的作用。但由于新能源电力产业投资周期长、风险大，它的发展离不开资金和政策支持。

当前可再生能源面临着由于补贴的减少、开发商的增加导致竞争加剧、银行由于控制风险对其设置较高授信条件等因素，导致的优质绿色能源项目面临融资难题。而普通投资者也不能参与到高门槛对绿色能源投资和交易市场中，绿色能源交易市场中的流动性和投融资效率、门槛问题亟待解决。

据彭博新能源金融(BENF)，2017年初的趋势显示，与2016年相比第1季度可再生能源的投资从642.5亿降至508.4亿，下降了20.9%，现有能源投资市场主要由银行、私募股权基金和对冲基金主导。该系统不能为可再生能源团体提供适当的资本准入机会。也不能为消费者提供适当的能源准入机会。

为解决这一投融资难题，出现了能源融资平台性质的区块链项目。例如：

1. WePower 是一个由区块链和智能合约支持的绿色能源融资交易平台。平台允许可再生能源生产商对其未来生产的能源发行通证,其中 1 个能源通证代表在未来的某个时间产生(通常在连接到平台时刻的 4-6 个月内)的 1 kWh 的绿色能源,并通过低于市场价格的价格预先出售能源来筹集资金,而能源购买者和投资者可以降低成本来购买能源。有助于降低融资成本,并且提高项目效率。

2. 4NEW 是全球首个利用废物进行发电并使用电力进行挖矿的环保型数字货币矿场能源公链。该区块链平台建立在基础处理设施之上,涵盖整个供应链:从废物收集到发电挖矿,富余能源单位还能销售到国家电网。项目方通过售卖通证募集建厂资金,目前,4New 的发电厂位于英国的米德尔斯堡和哈特尔普尔,已全面投入运营。

2) 电网数据征信

每家都有电表,这些持续的用电数据记录了一个家庭的电力消耗和缴费情况,可以作为信贷的参考数据。将企业用电情况纳入征信系统,有利于丰富企业的信用信息,提前了解企业的信贷融资情况,有助于逐步提高用电客户诚信用电和缴费意识,为国有资产的保值增值提供保障。此外,通过征信系统及时共享企业的用电缴费信息,还有助于金融机构全面掌握企业经营情况和信用还款能力,降低审贷成本,提高防范风险能力。

对于个人和家庭,它们在电力征信的应用还停留在失信惩罚上,即家庭在用电过程中发生的窃电、违约用电、恶意拖欠电费行为时,供电公司会将此失信记录报送至征信服务平台系统,作为惩戒。但对于那些诚信用电的家庭来说,用电数据在信贷方面用处不大。

区块链能源项目 Bitluments 通过物联网和区块链技术为拉丁美洲低收入地区用户提供可再生能源电力和小额贷款服务。平台希望将小额信贷与无电网连接的用户对接,为一些平时难以享受小额信贷和辅助金融的用户提供便利。这些设备可以在基础设施不够完备的地方形成微电网。太阳能套件会和智能电表和用户手机相连,每个用户都将能拥有自己的 ID 和信用记录。软件收集数据并将其发送到区块链,用户可以完全控制他们的数据。人们可以决定将这些数据提供给银行用于小额信贷和其他金融服务。当用户拖欠月度分期付款时,可以锁定供电设备,这为发放小额信贷提供了必要的保障。

(6) 电动汽车

据国际能源署(IEA)最新发布的《2018 全球电动汽车展望》报告显示,截止到 2017 年,全球道路上行驶的电动汽车总量(包括纯电动汽车和插电式混合动力汽车)超过 300 万辆。未来,电动汽车的持续增长在很大程度上将取决于成本降低、汽车性能提高、更快的充电速度,以及充电基础设施的可用性、速度、

易用性和成本。

P2P 电动汽车充电市场中，传统的交易建立都依赖于中心化的机构，存在着信息泄露和单点故障的风险。目前电动汽车充电端的痛点有：充电设施数量较少、充电协议和计量模式多样、充放电的互动性较差、充电过程不透明、充电协议不灵活等。现在全球约有 168 万套私人充电设备，然而绝大多数充电器在每天的大部分时间内都处于闲置状态。如果电动汽车的使用者可以在任何地方都能使用面前充电站里的充电设施，那么电动汽车被广泛接受将一定成为现实。

区块链技术可以用来构建一个简单的、基于区块链的计费模型，给私人充电设备的提供者补贴激励，让它们可以共享给公众使用，电主可以自己设定充电价格，使用区块链来处理所有计费、支付和身份验证问题。而电动汽车司机可以随意在任何充电站停靠他们的汽车，电动汽车将自动连接到该充电站，然后自动进行充电，充电站将在区块链上自动向他们收取电费。此外，区块链收集的数据可以帮助公共事业和运营商管理与电动汽车增长相关的电能质量和系统充足性问题，还可以与智能电表进行交互，增强其在管理与充电器速率、位置和使用数据等方面的作用。

目前许多定位于分布式交易的区块链项目路线图都将电动汽车充电作为后期发展的重要部分。例如：

1. JuiceNet 是基于区块链技术的 P2P 充电网络，这个区块链平台结合了共享和充电两大特点，允许充电桩所有者与其他用户分享，并在其他电动汽车司机使用时收取费用应用区块链之后，不仅可以实现共享充电桩，而且可以促进共建充电桩。

2. Innogy 和 IBM 正在开发区块链平台，该平台可自动化和集成一系列移动服务，包括电动汽车充电、计费、停车费、高速公路收费和汽车共享服务费等。

3. Power Ledger 是一个 P2P 微电网能源交易平台，并试图打造一个电力交易的应用生态，在这个平台之上，电动汽车项目可通过数字身份设置和区块链技术，实现新能源汽车与充电桩，机器人与其他充电器之间的安全交易。

5.1 电力能源区块链项目面临的挑战

(1) 盈利模式

将区块链技术引入电力行业，根本的目的还是未来盈利。因此，在去中心化之后，点对点自组织之后，企业靠什么盈利成为当下首要的问题。目前全球绝大部分的区块链项目都是靠发行通证融资，并通过通证的增值盈利，但是通证同大部分国家的货币管理政策和金融管理政策并不兼容，尤其是在中国，已经明确禁止通证交易所，以及各种基于通证流通的商业模式，如果企业如果希望通过区块链的去中心化售电盈利，还需思考合法具体的盈利方案。

(2) 项目落地

能源行业，特别是可再生能源、智能电网等新型商业场景对分布式交易、电力认证、安全可靠等方面的痛点需求，与区块链、智能合约的特性非常吻合。但同时也应考虑到电力能源区块链项目的落地需要行业多方的高度协调，并可能受到传统利益的阻挠。由于有关政策不明确及政策落地难，分布式能源电力项目在备用容量、电力接入方式、政府基金减免让等方面遇到了挑战。受限于基础设施和各国电力政策不一，短期内，能源电力区块链项目可能只会在发达地区小范围施行，走向大众还将需要一段漫长时光。

(3) 中心化竞争

目前电能有一个很强的特性就是规模效应，规模越大，成本越低，所以它是天然的规模经济，要求便宜。因此从消费者角度来说，对能源的去中心化，并没特别大的需求。电力不同于数据交易和金融交易，必须满足电力网络的物理约束条件，而区块链售电在机制设计的时候强调去中心化，强调用户间的自协调和自撮合，但是分布式发电存在波峰波谷较大，不确定性较大、用户习惯趋同性、交易非理性、市场力过于集中等问题，因此，非常容易造成区块链上的点对点电力交易需求暴增或者暴减的问题，并且，如果没有精妙设计的电力价格行程机制作为支撑的话，容易在系统内造成系统性风险。

(4) 专业服务限制

区块链技术的去中心化只能解决交易的去中心化，信任的去中心化，而电力的配套服务仍然需要由专业的服务机构提供。电力相对于其他商品的特殊性质很大一部分就在于其专业性，售电公司除了提供买卖撮合的供需中介服务以外，还要为用户提供电能质量管理、电能安全服务，甚至有很多售电公司还提供设备运维保养服务，以及专业的节能减排和效率优化方案，这些专业性服务暂时无法通过区块链去中心化。

5.2 电力能源区块链项目的展望

(1) 发电端逐渐向分布式发展

现在都在提倡能源互联网，而能源互联网的背景是未来能源行业的发、输、用、储以及金融交易等环节都会发生巨大变化。随着能源的需求和能源生产模式的转变，能源生产的方向很可能逐步由集中化生产模式转变为分布式生产模式。可以预见，未来会从现在单一的集中式的大型电源过渡到集中式电源和分布式电源相互和谐存在的模式。发电端会从逐渐向分布式发展，电网的拓扑结构也会随着发电端的分布而发生改变。

(2) 消费者将成为产业链价值推动者

能源消费将是在能源互联网当中最重要的板块，消费者在能源互联网时代其角色将不仅仅是单纯的消费者，而是以另外一种新的形态出现，既是生产者又是消费者。随着分布式电网的普及，消费者对能源服务选购将有更大的自主权，将

更加偏好灵活性高、经济性好的能源服务，用户能源托管和能效托管可能将成为新的盈利模式。消费者可以通过需求侧响应计划，积极的参与社区需求侧响应项目，还可以作为虚拟电厂成员加入虚拟电厂项目，同时还可以通过电动汽车、储能设施，返售电给电网。消费者在产业链中的价值会越来越大，成为产业链价值推动者。

（3）结合人工智能、物联网等技术共同发展电力

将新兴技术应用于电力行业是未来的发展趋势，区块链技术可以与人工智能、物联网等技术协同发力。随着物联网发展，数以亿计的资产和数据信息需要在线记录和交易。

能源电力企业可以通过物联网实时获取客户用能数据，在此基础上运用大数据和云计算分析和预测客户用能需求，为客户提供能效管理服务。通过分散、自治和高效的系统记录设备所有权和运行状态，自动读取智能电表，结合人工智能技术预测能源需求等，可以使得未来的能源消耗变得更加智能。通过智能硬件实现与客户的实时连接、实时互动，发掘客户在多种工作和生活场景的需求，把握消费升级的商业机遇。

（7）区块链在综合能源服务的应用前景

1 综合能源服务场景分析

1.1 两大任务—综合能源与综合服务

为进一步完善能源互联网中综合能源服务的商业模式，构建多能互补下的“售电+综合服务”应用场景，以及打造以电为中心、跨域平衡、绿色智能的区域能源互联网体系，需要以电网公司为研究对象，探讨电网转型的支撑技术与服务模式，从而扩展综合能源服务业务，引导用户节能减排，形成以电网公司为主、民营售电公司为辅的综合能源服务公司体系，构建一个安全、稳定、可信的综合能源服务模式。

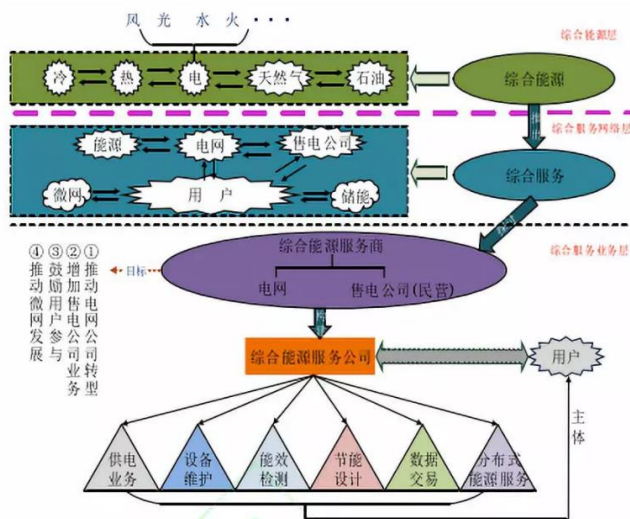
综合能源服务围绕供能、用能和服务三个方面，是将能源销售服务、分布式能源服务、节能减排与需求响应服务等三大类组合一起的能源服务模式，涉及综合能源和综合服务两大任务，其基本特征是综合、共享、高效、互联和友好。综合能源和综合服务作为综合能源服务的两大任务。其中综合能源是由传统能源供应商依托传统能源供应的基础设施优势向以冷、热、电、气等多联供方向发展，实现多种能源相互转化、分配、存储和消费，实现供能与用能多元化的新能源体系。综合能源对于提升能源利用效率和可再生能源应用比例具有重要意义。而综合服务是能源供应商向综合能源服务商转变，依托自身技术优势及配售电改革政策，形成一种新型的为满足终端客户多元化能源生产与消费的能源服务商业模式，具体涵盖能源规划设计、工程投资建设、多能源运营服务、投融资服务、购

售电业务、数据交互业务、设备诊断、能效检测等方面。二者共同构建了“以客户为中心、横向多源互补、提高综合能源利用效率”的综合能源体系，也是紧密遵循电力市场改革与能源结构转型的国家政策，更加强化电源端与电网侧的实时协同调度机制，优化和提升电网公司和民营售电公司的综合服务水平。

1.2 综合能源服务模式分析

良好的综合能源服务模式在推动电网公司转型，丰富电网公司业务类型的同时，需要鼓励用户参与电能服务交易，提高用户参与电能交易的积极性，实现可再生能源的高比例接入电网和促进大规模储能系统的发展。因此，本文基于综合能源服务两大任务主体的特点、功能以及角色定位，构建了综合能源服务模式，如图 1 所示。

图 18：区块链综合能源服务模式



资料来源：中国银河证券研究院整理

综合能源服务模式着重研究各相关主体及其交互关系，依据综合能源和综合服务两大任务主要分为综合能源层、综合服务网络层和综合业务层等三层，具体如下：

1) 综合能源层：由冷、热、电、天然气、石油构成的综合能源系统，围绕电能清洁高效的特点，推进其他能源与电能之间的单向转化和存储，以及其他多能源之间的单(或双)向转化和存储，提高综合能源系统可靠性，提升效率，降低系统的碳排放，提升经济型，推动了用户侧对综合能源服务的需求，促进了综合服务业务的产生。

2) 综合服务网络层：根据综合服务的交易主体，可将网络中的节点具体分为能源、电网、售电公司、微网、储能和用户等几类，并围绕源、网、售、荷、储间信息和能量的交互，形成为用户提供综合能源服务的网络主体，构建以电网综合能源服务公司为主、民营售电公司综合能源服务部门为辅的综合能源服务体

系。

3) 综合服务业务层：综合能源服务业务包括供电业务、设备维护、能效检测与节能设计、数据交易以及分布式能源服务(如电动汽车充电服务、光伏新能源服务、储能)等。其中：a) 供电业务：供电业务是综合服务业务的基础，最终实现用户更好的用电体验，输送更优质的电能，并制定更为合理的购电方案；b) 设备维护：将电网公司的业务逐渐向末端延伸，例如：将设备维护(与能效检测)的业务逐步扩展到工厂、居民小区、校园等；c) 能效检测与节能设计：对于部分大用户，可以申请让综合能源服务公司为其提供能效检测，通过检测了解其耗能设备的能源利用率，并为其出示相应的检测报告，同时告知节能空间并推荐节能设备，制定节能方案；d) 数据交易：包括各类用电数据和节能数据等可供交易的有价值数据；e) 分布式能源服务：以分布式光伏发电和就近能量交易为主。

2 基于区块链的综合能源服务模型

2.1 综合能源服务区块链网络架构

将区块链技术与可持续发展融合，是未来科技、金融发展的趋势，而能源电力系统的发展是可持续发展最重要的指标之一。因此，在国内外大力发展分布式能源，提高可再生能源利用效率的背景下，将具有去中心化、防篡改、分布式记账功能的区块链技术应用到能源电力系统有重要意义。“售电+综合服务”作为综合能源服务模式的重要实现模式，其参与主体多、实施业务类型多、交易信息量大等特点在具体实施过程中存在可靠性、安全性以及交易不可追溯性等问题，而区块链分布式记账、防篡改的特点能够将“售电+综合服务”过程中全部的交易信息分布存储，降低了由交易信息量大导致的交易信息难以查询、信息泄露、交易不可靠以及交易漏洞的风险。

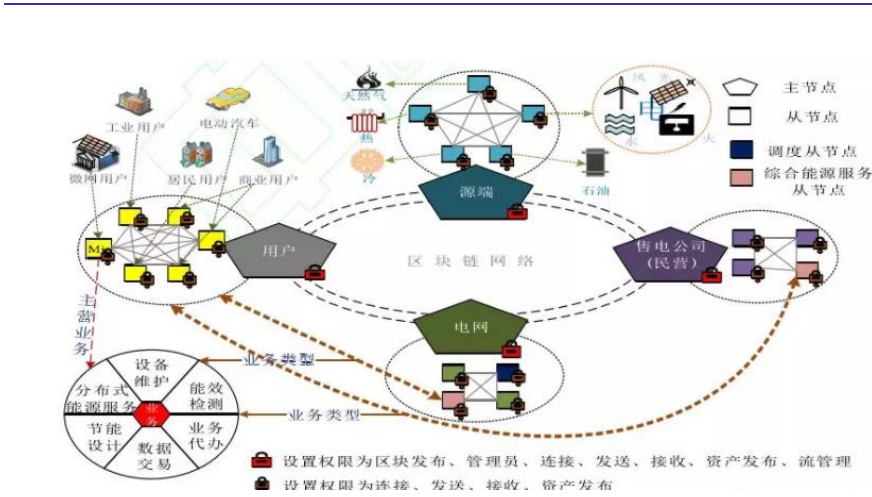
同时区块链技术包括应用层、合约层、激励层、共识层、网络层和数据层六层模型可以很好的融入到综合能源服务中，其中：1) 应用层支撑各类综合能源服务业务；2) 合约层监督、记录各综合能源服务主体间具体合约的履行(通常为能源交易与增值数据交易合约)；3) 激励层制定各综合能源服务主体参与交易的激励指标；4) 共识层支撑各主体间高效快速达成切实可行的交易共识；5) 网络层构建点对点的分布式综合能源服务网络架构；6) 数据层实现综合能源服务数据的采集、计算、存储等底层运行支撑。因此，基于区块链技术实施综合能源服务，有利于保障交易的可靠性，促进能源互联网的安全稳定运行。

目前，已有的基于区块链的需求响应和分布式能源交易的研究主要基于联盟链或公有链的单链方式。但区块链技术在单链架构下存在性能、容量、隐私、隔离性、扩展上的瓶颈，无法满足电力系统综合能源服务应用场景的充分实现，而文献[31]提出的基于哈希锚定的主从多链模型，以一条主链和多个从链的形式满足多样化数字资产的分类及处理；而 Multichain 是一种能够构建主-从类型多链

的区块链技术，可为企业建立独立可信的分布式账本，支撑多链技术的延伸。

综上所述，结合综合能源服务应用场景中源、网、售、荷对去中心化程度的要求不同，设计了“多链”技术支撑下的综合能源服务区块链网络架构，如图 2 所示，采用“多链”形式实现源-网-售-荷各主体内部可信及协同自治，确保源-网-售-荷主体间信息公开、可信互联，进一步保障综合能源服务应用的可追溯性和安全高效性，深入研究综合能源服务场景与区块链技术的匹配性(其中，多链指 Multichain 类型的私链，“多链”指多重私链+联盟链的形式)。

图 19：综合能源服务区块链网络架构



资料来源：中国银河证券研究院整理

由区块链技术支撑下的综合能源服务网络具有匿名性和公开性的双重特点，即实现匿名的交易双方节点互信，信息公开。图 2 所示的综合能源服务区块链网络架构以“多链”的形式实现信息互联。该网络架构具有能源、电网、售电公司以及用户四类主节点，其中，1) 能源节点包括冷、热、电、气、石油五种类型分节点，节点间进行能源互补，最终实现源节点协同；2) 电网节点具有调度、综合能源服务等多类功能，依据功能又可进一步进行划分；3) 售电公司节点主要考虑其综合能源服务功能；4) 用户节点又具体分为工业用户、商业用户、微网用户、居民用户以及电动汽车类储能用户等几种类型。

各主节点与其从节点间采用多链架构形成可信的“主-从”私有链模型，主节点间又采用联盟链的形式实现信息公开互联共享，其中综合能源服务衍生的数据保存在各从节点的私链中，各个私链又根据节点的类型连成主链。参考多链中对权限的定义规则，设置各主节点拥有所在主-从链的管理员权限，包括对主(从)链区块数的设定发布、连接交易网络中的其它主节点、上传交易需求及发布资产、下载接收其它主节点发布的交易信息、流管理的设置等；各内部从节点仅具有连接各自主节点、上传及下载接收交易信息、发布资产的权限(资产指交易的数据、结果等)。

在联盟链中，主节点主要负责管理、传输、存储的业务。当数据交易完成及资产发布后，主节点 a 广播交易数据资产并发送该资产至拥有查看权限的主节点 b，主节点 b 接收该资产并内部广播至各从节点，拥有交易能力的从节点进行资产计算，反馈交易结果至主节点，由主节点 b 与交易需求主节点 a 进行交易的对接并由对应从节点执行交易。同时赋予政府监管权限即政府拥有对各主节点交易数据查看的权限，可以随时查看并溯源。

区块链网络支撑着综合能源服务系统的安全高效运行，依据综合能源和综合服务两大任务分为两大部分。

1) 综合能源部分：由于综合能源服务模式中以电力作为中心枢纽，故以电能作为主要分析对象，多种能源之间相互协调、共同整合，电网的调度节点承担着综合能源中电能传输的调度分配任务。对于某一时段多源端对电能供给的分配情况，用户主节点将电能需求整合传达给电网主节点，通过其调度从节点的计算，由电网主节点与源端主节点进行电能协商，并通过源端各从节点协商确定供能的比例；对于大型工业用户与源端的直购电，由大型用户所在的用户综合服务从节点发送直购电请求，经由用户综合服务主节点与源端节点进行交易，而对于普通居民用户则由其所在区域的用户综合服务从节点进行电能交易方式的制定，并提交电能交易方案请求至用户综合能源服务主节点进行外部交易协商；在电能交易中源端需要与电网节点共同协商直购电中供电的具体比例，通过电网调度从节点制定电能调度方案并进行传输；

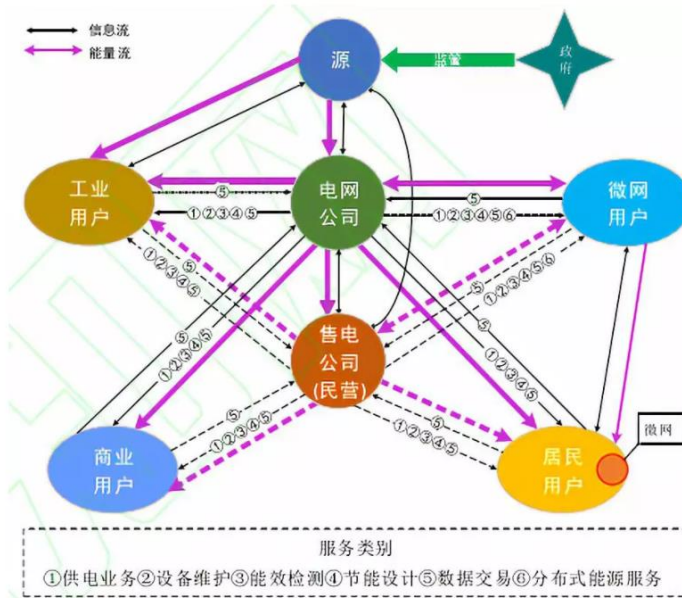
2) 综合服务部分：由电网及其它民营售电公司的综合能源服务公司从节点为用户提供各类服务，另外各交易主体将自身的用电等相关数据打包进各自私链，并通过主节点进行数据交易。

3 综合能源服务业务模式与共识机制

3.1 综合能源服务业务模式分析

基于区块链技术的综合能源服务模型实现了综合能源服务与区块链技术的高效融合，保障了综合能源横向多源互补，综合服务安全高效运行。但由于综合能源服务主体的多样性和服务业务的复杂性，需结合区块链技术深入探讨服务主体间信息交互的网络拓扑结构，以及交易达成所需的共识机制。为分析不同节点间业务的交互类型，构建了如图 5 所示的业务主体间能量与信息的交互关系。

图 20：综合能源服务交互模型



资料来源：能源情报，中国银河证券研究院整理

其中，业务①为综合能源服务的基础业务，该业务的流向与能量流相对应，而且业务①的发生也伴随着业务⑤的产生，业务⑤由电能交易的各类主体提供，作为电能交易预测的参考。综合能源服务公司向各类用户提供②③④类扩展业务，向微网用户提供业务⑥等。

同时，按照主体功能的差异将源-网-售-荷主体间的信息与能量交互分以下几个方面：

1) “源-网”主体间的交互：能量从源端通过电网输配至用户侧，源-网间进行电量、负荷、输配路径的协商；2) “源-售”主体间的交互：分担部分电网售电业务的民营的售电公司既可以选择从电网公司购电，也可以选择从源端直购电，由电网进行输配；3) “源-荷”主体间的交互：工业用户（通常为 35kV 及以上的大工业用户）可以选择从源端直购电；4) “网-荷”主体间的交互：电网公司将电能输配到各类用户，同时微网用户可以将多余的电能出售给电网公司，而电网公司向各用户提供其他扩展业务；5) “售-荷”主体间的交互：与“网-荷”主体间的交互过程类似；6) “荷-荷”主体间的交互：为鼓励微网的发展，补充断电时段用户对电能的需求，减少微网售出电能远距离输配损耗，微网用户可将电能直接出售给周边用户。

3.2 综合能源服务共识机制 (PoSS)

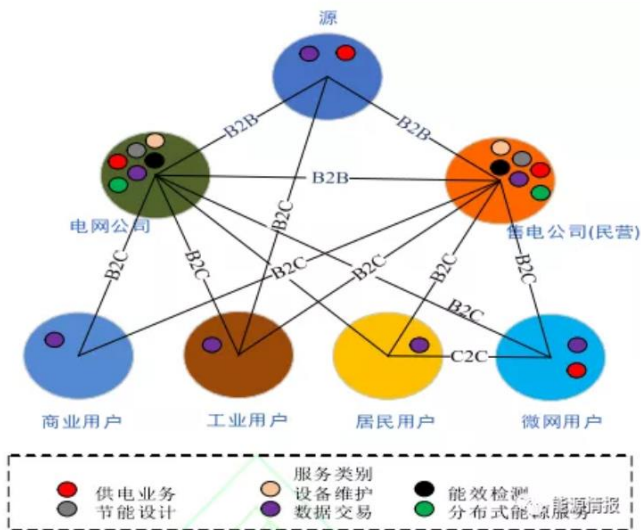
在综合能源服务系统中，首先在综合能源方面，多个源端应与电网公司的调度部门协商，确定电能调度供给的分配比例；售电公司或大型工业用户从源端处直接购电时，应协商确定其交易方案。其次，在综合服务方面，节点双方以点对

点的交互模式协商达成方案。对于上述协商过程的实现，在基于区块链技术的底层架构中需要制定合适的主体间共识写入共识层中。目前，区块链技术主要应用 PoW、PoS 以及 DPoS 等共识机制，其原理与综合能源服务中各个节点权限不同的特点相驳。因此，根据综合能源服务中各个节点的重要程度不同，基于 PoS 共识提出了适用于综合能源服务系统的改进共识机制 PoSS (proof of sharing-stake)。

在综合能源和综合服务中，二者对于共识机制的需求不同，相对而言综合服务虽然交互模式多，但基本上是点对点的协商与交易；而综合能源交互模式相对固定，主要是多主体协商与交易。因此，PoSS 共识根据综合服务与综合能源的不同特点分为 PoSS (a) 一点对点共识机制与 PoSS (b) 一多主体共识机制。

从综合服务方面考虑，采用 PoSS (a) 共识旨在构建一个点对点的交互模式，交互双方在达成一致后便可以完成相应服务。节点之间的交互按照交互主体的不同可分为如图 6 中的 B2B、B2C、C2C 三类：

图 21：综合能源服务共识机制 (PoSS)



资料来源：能源情报，中国银河证券研究院整理

1) B2B 间的共识机制：源、网、售主体间的服务共识主要采用 B2B 的方式，交易主体间达成共识的内容分为能量交易和数据交易两大类。a) 对于能量交易，如售电公司的直购电交易，源端提供电能的供应，售电公司负责电能的消纳，二者达成双方许可的电能量交易后，即形成 B2B 的交易许可初步共识；b) 对于数据交易，各从节点将某一时段 T 内的用电数据和节能数据进行整合，并分为可供交易的有价值数据和本地留存数据，然后将该周期内的所有数据进行哈希求得总哈希值；对于可供交易的有价值数据，进行哈希打包成区块后加入到该节点对应的私链并加密上传至其主链；将本地留存数据进行留底保存，打包存入各自私链。

B2B 共识达成数据交易主要指源、网、售间对过去一段时间产生的可供交易的有价值数据进行交易共识的达成，点对点达成交易即可。

如调度从节点可向源端太阳能电厂等从节点购买其一年内的售电及发电量等有价值数据进行下一阶段该电厂调度方面的预测等，有助于电网调度调整之后的调度方案，该数据交易的达成通过主节点传送信息从而确认。

2) B2C 间的共识机制：B2C 共识主要指网-荷、售-荷以及源-荷(直购电的大工业用户)主体间服务交易。电网、售电公司作为提供综合服务的主体与用户达成服务交易共识，包括电能交易、能效检测与节能服务、数据交易服务等。B2C 服务共识的实质是点对点服务。如小区级的居民用户从节点 a 需要提供全方位的节能协助服务，帮小区内住户改进用能设备，其提交服务请求由主节点广播至全网络，民营售电公司 b 的综合能源服务从节点下载并反馈接受服务请求的信息，由双方主节点确认协商达成交易。对于数据交易，同 B2B 采用相同的数据分类方法并将数据哈希后打包到从链，利用主节点之间的交互实现数据交易。

3) C2C 间的共识机制：C2C 共识机制主要指微网用户为周边的居民用户提供电能以及双方有价值数据的交易的点对点许可共识。在进行电能交易的同时希望获得周边居民用户的用电数据和节能数据，其中电能交易和数据交易方案都由交易双方自行拟定并通过主节点传递交易信息完成交易。

5. 能源区块链实践案例

现阶段已有多家项目公司在这些能源区块链场景达成应用，包括 L03 Energy 的微电网、Electron 的分布式天然气和电力计量系统、Power Ledger 的代币化区块链能源交易市场、Enerchain 的集成化能源批发交易系统和 Innogy 的区块链电动汽车充电系统，这些项目都收获了多家巨头的注资。

主要在以下多个场景中发挥作用：

5.1 区块链能源的点对点交易

在传统电力交易市场上，电力交易掌握在少数寡头手中，而事实上过去也只有少数寡头能够承担如此高昂的基础设施建设费用。然而随着光伏技术的提升，越来越多的家庭部署了家用光伏发电设备，光伏发电设备安装成本较大，但是这其中产生的多余电力却未被充分利用，无论是对于家庭还是社区都是一种隐形损失。越来越多的家庭想要将自家的余电上网出售给其他用户，清洁电力来源也希望降低价格吸引更多用户。受地域、经济等的限制，电力需求和电力供给之间的不匹配是一个长期以来存在的问题。智能电网能使得这一问题得到有效解决，而区块链技术则是搭建智能电网的最优选择。通过电网的数字化、智能化，自主运行、自我优化，电力生产与消费都将更加精准化和精细化，资源利用将更加集约、高效，决策判断将更加具有前瞻性。目前，大部分区块链能源项目都集中在 P2P

能源市场平台。区块链能源点对点交易是目前区块链在能源行业的主要应用场景，区块链的去中心化和分布式特点，让电力生产者、售电部门和消费者可以实现“直连”，可以大幅度降低电力的交易成本，提升交易效率。

案例 1：2016 年 4 月美国的能源公司 L03 公司与西门子数字电网（Siemens Digital Grid）以及比特币开发公司（Consensus Systems）合作，建立了布鲁克林微电网（BrooklynMicrogrid）。该项目是全球第一个基于区块链技术的能源项目。这个微网项目实现了社区间居民的点对点电力交易，允许用户通过智能电表实时获得发、用电量等相关数据，并通过区块链向他人购买或销售电力能源。这意味着，用户可以不需要通过公共的电力公司或中央电网就能完成电力能源交易。此外，拥有太阳能电池板等能源生产资质的公司，也可以通过微网将未使用的能源出售给社区。L03 Energy 的 Exergy 平台的搭建主要为以下几方面：加密分布式账本技术，以防篡改的方式安全保存所有数据；可扩展智能合约，自动化处理所有交易流程；链上微网控制系统，高效管理微网电流和交易流。

区块链和微网的结合使得建筑物屋顶光伏系统供应商在布鲁克林能够将过剩的电力回馈到现有的本地电网，并直接从购买者那里收到付款。区块链技术允许在多个参与系统和各种利益相关者之间进行透明、高效的交易，同时也把网络特定的要求考虑在内。

在纽约州，公共事业费用很高：比如电线和变电站维护费用等。这些费用基本上都是来自于用户在市面上的能耗支付所得。传统电网通常是以净耗电量来计算电费，而且消费者也没有任何选择权。相比于从中央电网购买电力，P2P 能源销售的优势在于价格更加便宜。而有些消费者比如那些在自己屋顶上安装太阳能光伏板的人，可以在区块链的帮助下出售自己没有使用过的多余能源。布鲁克林作为该项目的试点，将能够让社区电力的生产者和消费者之间进行基于区块链的本地能源交易，并平衡当地的生产和消费。英国跨国公共事业公司 Centrica, Braemar Energy Ventures, 以及德国西门子都投资了 L03 公司。

案例 2：Conjuele: 打造高效能源交易社区。Conjuele 于 2017 年由 innogy Innovation Hub 成立，正在为可再生能源的生产者和消费者，以及电池拥有者和其他灵活能源开发一个 P2P 市场，无需中介机构就可进行交易。2016 年 10 月，这个平台和发行产品正在德国的两个城市进行试点，允许在家中安装光伏板的住宅用户向当地消费者出售过剩的电力，且所有交易都会被记录在区块链平台上。这平台上，居民可以自由选择他们销售电力的对象，包括当地的公司、学校以及电力公司等，有助于构建更高效的城市生态。Conjuele 此前曾获得了日本东京电力公司和德国能源公司 RWE 的子公司 Innogy Innovation Hub 的投资。

案例 3：The Sun Exchange: 连接世界的能源区块链。尽管太阳能可以改变许多社区，但是对于那些偏远地区而言，安置光伏发电设备依然难以实现。为了

改变这一点，The Sun Exchange 旗下的 P2P 能源交易模式已经不局限于本地社区，他们允许用户在全世界各地购买太阳能，然后把这些能源出售给其他消费者。The Sun Exchange 和太阳能公司合作在太阳能安装贫瘠地区（主要是南非）搭建太阳能发电设施，而安装费用则是通过评估挂在其网站上。投资者可以通过购买太阳能区块来投资这个项目，安装完成后电力会出售给当地社区，投资者则会获得其相应份额的回报。而整个网络则是采用了区块链技术，代币的使用不仅可以避免交易所等中介减少交易成本，还免去了不同国家货币转换的麻烦。该公司目前已在欧洲等地区搭建了 5 个项目，累计出售了超过 150kW 的太阳能。该公司已经募集到了几轮早期阶段投资，也获得了 Plug and play Accelerator, Techstars, 以及 BarclaysAccelerator 等创业加速器的支持。

5.2 分布式传统能源的构建

分布式能源系统，既具有了互联网的基本特征，又具有互联网经济要解决的核心问题，如能源和信息的双向流动、数据的记录和管理等。通过区块链，支付可以通过加密货币作为安全保障，而合同将只是数字。所有的交易都可能被数千人“证人”验证，如果使用公共链接，将会引入潜在的免手续费模式。这种激进方式的美妙之处在于，每笔交易都将以防篡改的方式进行记录。由于验证交易的过程是通过大量的分布式计算系统的数据模式进行，而不是以有限的中央系统进行交易，因此在区块链上交易能源将允许交易的“即时”批准。在消费者和生产者之间直接进行交易是存在免费可能性的。目前传统的交易模式是，交易人员执行交易，银行确认账户是否有足够的款项可供支付，中央权力系统监管监视记录交易发生。而区块链技术的优势在于交易可以直接进行，不需要中央权利机构进行监督也不需要银行机构的进入，这样的结果大大的降低了中间手续费的产生。

案例 4: Electron: 打造能源界的 eBay。Electron 是一家总部位于英国的公司，旨在利用区块链技术，建立一个分布式的天然气和电力计量系统。该公司已经建立了区块链平台“生态系统”，包括资产注册、灵活交易和智能计量表数据保密系统。最近，该公司正在开展落户公共事业切换工作，使用虚拟数据来测试超过 5500 万个供应站，使客户可以在短短 15 秒内从一个供应商切换到另一个供应商，目前英国没有统一的电力和天然气计量表，用户在两种能源之间的切换服务需要两到三周的时间，而 Electron 通过区块链技术对能源计量表进行有效的管理，可以把这个能源切换过程缩短至几分钟。Electron 的终极目标是打造能源界的 eBay。目前该公司正在打造一个新的交易平台，将是“一个能源资产的共享市场，能够快速响应价格信号”，它的目标是支持电网运营商和公用事业公司推出的灵活性的产品。Electrony 已经建立了一个能源联盟。2017 年年底 Electron 获得了东京电力公司的投资。

案例 5：碳链：碳资产区块链平台。在中国 CCER 碳资产，从发起到上市，交易和流通至少需要十个月，复杂而又耗时长会给减排企业和控排企业带来不小的经济成本，对于整个未来能源的清洁化、分布化、金融化会带来巨大的挑战。2016 年 5 月，全球首个能源区块链实验室在北京成立。该团队拟通过区块链技术与碳市场应用场景的深度融合，打造了一款低成本、高可靠的碳资产开发和管理的区块链平台，产品以基于区块链的互联网服务作为表现形式，提供基于区块链的便利化碳资产开发平台。通过发行以核证减排量（CCER）为基础资产的数字资产——碳票，平台将碳资产开发各环节的参与方纳入基于区块链的共享协作分布式可信账本，实现基于区块链的文件和数据传递、以及评审和开发过程中的参与方互动，通过过程重塑，打造碳资产开发高效协作网络。碳资产管理应用仅仅是能源区块链实验室开发的多款应用之一，实验室正携手合作伙伴同时开发多款基于区块链技术的能源互联网应用，包括电动汽车账户管理、分布式光伏售电结算、虚拟电厂考核计划等，覆盖能源生产、配送、消费、交易、管理等多个环节。

5.3 电动汽车的区块链能源

数字化是电动汽车区别传统汽车非常重要的特征。在电动车领域，区块链可以有效地用于动力电池的溯源。电池的梯级利用是非常重要的应用场景。基于区块链技术可以把电池全生命周期的数据不可篡改地记录下来，这样的数据有利于形成电池长期评估标准。

案例 6：Innogy：区块链电动汽车充电系统。Innogy 是德国能源公司 RWE 公司的子公司，推出了其开发的依靠以太坊网络来处理其运营的“Share&Charge”区块链平台，在德国已建成几百个基于区块链的电动汽车充电桩。德国近 50000 个电动车主中，有 92% 在自己的家里为电动汽车充电，“Share&Charge”平台提倡以付费方式共享其家庭充电站，从而提高对清洁能源的运用。同时，区块链技术显著降低了德国能源公司 Innogy SE 的运营成本。一旦用户在平台注册登记了车辆信息，就能把法定货币转到数字钱包里。之后，不管在什么时候，只要他们连到充电桩，以太坊区块链就会把对应的充电费用转给充电桩运营商。随后，旧金山创业公司 Oxygen Initiative 加入“Share&Charge”，在美国推出了为司机服务的基于区块链的平台。使司机可以处理与清洁能源相关的所有操作。包括允许司机共享他们的充电桩、支付通行费和充电电动汽车。

5.4 批发能源交易市场

批发能源交易市场的流程中采用的一般是孤立的 IT 系统和低效的通信，几乎是依赖于手动操作，在交易所和经纪商、定价机构之间存在着高昂的交易成本，而核对问题的耗时和后端流程的耗资都带来了高昂的操作成本。利用区块链技

术，可以大幅度消除这些交易流程痛点。

案例 7: BTL: 解决核心问题。2015 年成立的 BTL (Blockchain Technology Limited) 起初活跃于金融服务业，与 Visa 合作完善跨境结算，之后进入能源行业。在批发能源交易中，BTL 发现交易确认和核对问题是可以首先用区块链解决的问题。贸易商之间部署共享账本，大多数交易后的通信是手动进行的，即对手方通过邮件和传真验证和核对数据的不符点。BTL 则提议通过采用贸易商之间部署的共享账本来调整，在区块链上记录交易信息。这个系统让交易员不再各自存储数据，而是共享安全的媒介，其中存储的信息做到透明、精确化、验证过，可以加速工作流程，降低人为错误的可能性。各双边关系配备区块链。批发能源交易中还存在隐私性和扩容性的问题。为解决这个问题，BTL 开发了私有链平台 Interbit，而不是依赖如以太坊的其他已有区块链目录。其构思是在每个双边关系配备一个区块链，这所有的区块链接到一个通用的区块链目录。BTL 没有走传统的风投路线，而是于 2015 年 11 月在 TSX Venture Exchange 交易所上市 (TSXV:BTL)。通过与 Wien Energy、BP 等领先的能源公司的合作，BTL 最近进行了 12 周的试点项目，重点是欧洲天然气市场的交易核对问题。通过这个创收的项目试点，BTL 想获得 Interbit 基础设施执照，扩展到下游应用，比如交易计划、发票、监管报告和现金结算，满足个人客户的需要。最终 BTL 将以应用层为主，还有 Interbit 基础设施的许可。

案例 8: Ponton Enerchain: 搭建集成化交易系统。Ponton 总部在德国，是 2000 年开始为 B2B 市场提供软件集成解决方案的公司，核心业务是批发能源与商品市场的商业流程的标准化与自动化。在能源交易周期的第一步交易执行一般是由第三方机构提供网上交易，市场情况和交易信息等也往往掌握在这些第三方机构上，不仅带来了不小的中介费用，还带来低效的时间成本。Ponton 的目标是通过部署 Enerchain 中间网络，进行交易流程的去中介化。这个系统中，交易员可以直接 P2P 提交和执行交易，避免第三方提供的网上交易。使用基于区块链的去中心化执行交易，可以大幅度降低交易成本、运行维护成本。2016 年 11 月在阿姆斯特丹举行的 EMART 能源交易会上，23 家能源交易公司结盟开发使用能源区块链，由 PONTON 开发的 Enerchain 作为交易工作，能让使用加密技术的交易机构以匿名方式发送订单，另一家交易机构可以查看该订单，整个过程没有第三方运营的中心化市场。该联盟旨在探索区块链技术是否可以支持现有市场主导的交易量和交易速度，用以提升运行效率，降低交易成本。

5.5 能源市场交易代币化

案例 9: Power Ledger: 能源代币交易。Power ledger 是一家区块链能源市场提供商，P2P 能源交易平台。平台通过可交易和无成本的能量交易代币 SparkZ，

支持不断扩大的能源应用生态系统。这个系统在电能的生产者和使用者之间建立了直接的联系，他们可以直接进行交易，而不是通过一个充当中介的电力公司。该公司在初始代币发行期间募集了 3400 万美元，并获得了澳大利亚政府 800 万美元的资金支持。

案例 10: WePower: 基于区块链的绿色能源交易平台。Wepower 是一个绿色能源拍卖平台，它允许可再生能源生产商发行自己的能源代币筹集资金，其中 0.9% 分配给 WPR 的代币持有者。在这个平台上 WPR 代币持有者有好多好处，一方面代币持有者可以优先访问 WePower 平台上的新能源代币销售拍卖，另一方面拥有的 WPR 代币越多，获得的能源分配就越多。在生产商构建成能源之后，代币持有者可以使用这些代币量的能源，也可以重新投入平台进行再投资。WePower 解决了当前可再生能源开发商获得资金的问题，并直接为最终消费者，任何类型的投资者和能源市场创造者提供对有利可图的项目的投资。这是通过区块链上的智能合约以快速透明的方式完成的。可再生能源开发商可以销售未来将要生产的能源的前期部分。为了使其快速、全球化和透明化，这种能源被标记化，并且每个购电协议都为一个智能合约，确保了流动性。另一方面，最终的消费者，投资者和能源做市商能够以折扣的方式购买未来的能源，降低消耗的能源成本，或者在能源价格的某一时刻被生产。此外，WePower 与能源基础设施和能源交易市场相连接，以便记录区块链数据，如果平台上没有足够的需求，可以将能源交易和能源销售直接推向市场。基于这种模式可以准确记录生产能源的类型，推进绿色能源在市场的流动并带来透明度，这将减少排放到大气中的二氧化碳造成的污染，经合组织估计每吨至少 35 欧元的负面影响，或每年 1.13 万亿美元。在 Wepower 存在的国家中，可再生能源已经比传统能源更便宜了，Wepower 为全球建立可再生能源发展提供了可持续发展的经济激励路径。

6. 能源区块链市场规模

6.1 全球区块链市场规模

2018 年是区块链诞生的第十年，作为被誉为将颠覆互联网的伟大技术革命的区块链技术，吸引了从传统巨头企业到创业青年们的纷纷加入，在资本助推作用下，区块链上下游行业蓬勃发展，全球市场规模达到 122.6 亿元。区块链新的应用场景不断走进人们的生活。

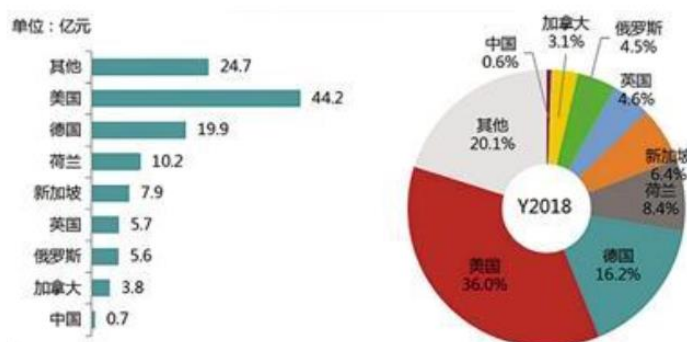
图 22：2016—2018 年全球区块链市场规模与增长



资料来源：国际能源网，中国银河证券研究院整理

2018 年，中国区块链市场增长回归理性。回看区块链在中国的发展路径，从 2014 年区块链概念兴起，2017 年行业掀起激烈的竞争，而到了 2018 年迎来洗牌，优质的技术将逐渐沉淀，市场、用户、环境发生了变化，这种结构上的改变可能会带来一些前所未有的机会。预计联盟链底层技术及其应用场景将成为 2019 年发展的主要方向。2021 年市场规模会迎来新一波的高增长。

图 23：2018 年全球区块链市场结构



资料来源：国际能源网，中国银河证券研究院整理

2019 年将成为联盟链的元年。由于联盟区块链平台发布与验证交易权限的节点数量有限，这让联盟链成为现阶段最易被市场接受的底层技术。预计 2019 年，中国联盟链市场规模会有明显增长。

企业上链是分布式共享经济的终极目标。分布式共享经济的终极要求是企业全资产上链，由于区块链的三大特性，上链后的企业可享受高可信、低摩擦的商业交易环境，获得资产无限切分后的高流动性溢价，同时，企业还可有效降低互信成本，提升运营效率。

图 24：2016—2018 年中国区块链各层结构情况



资料来源：国际能源网，中国银河证券研究院整理

阿里、腾讯区块链应用场景落地。2018 年，腾讯在深圳某餐厅高调亮相区块链电子发票；蚂蚁金服在杭州、台州、金华三地医院开出 60 万张区块链电子票据。无论是阿里的蚂蚁金服还是腾讯区块链，都在区块链应用场景上开展了积极布局。

全球区块链市场规模呈现稳定增长

1. 全球区块链市场规模

2018 年，全球区块链市场规模呈现稳定增长，达到 122.6 亿元。受到欧美国家对区块链行业新一轮监管政策的影响，全球区块链市场增速较 2017 年有所下降，达 12.9%。

2. 全球区块链市场结构

从组成结构方面看，区块链市场结构由公有链、联盟链和私有链组成。2018 年，公有链占区块链市场结构的主要份额，规模达到 68.9 亿元，占比 56.2%；私有链规模达到 31.0 亿元，占比 25.3%；联盟链规模达到 22.7 亿元，占比 18.5%。

3. 全球区块链区域市场结构

2018 年，美国在全球区块链市场的领导地位进一步巩固，在全球区块链市场占 36.0% 的市场份额；德国在全球区块链市场中占 16.2%，位居第二；欧洲约占全球 1/3 的市场份额。

4. 全球区块链平台

目前，市场上存在着 3 大基于区块链的服务系统：IBM 开发的 Hyperledger Fabric；R3 开发的 Corda 和亚马逊。

图 25：2016—2018 年全球区块链市场规模与增长



资料来源：国际能源网，中国银河证券研究院整理

6.2 中国区块链市场逐渐回归理性增长

1. 中国区块链市场规模

2018 年，中国区块链市场从爆发式增长逐渐回归理性增长。整体市场规模达到 6840.7 万元，同比增长 109.4%。

2. 中国区块链平台细分结构

从区块链平台细分领域来看，2018 年，服务层的占比大幅提升，达到 29.6%，增长了 22.1 个百分点。而基础层与协议层占比有小幅下降，分别达到 42.3% 和 28.1%，但浮动总体趋于平稳。

3. 中国区块链市场产品结构

从区块链产品应用结构细分领域来看，2018 年，呈现以供应链领域的应用场景为主，同时存在征信、交易清算、电子存证、数字身份四大应用领域并存的产品结构。

4. 中国区块链厂商排名

2018 年，阿里和腾讯已经推出区块链电子发票这一具有实质性的区块链落地应用项目，并进一步依此为原点向多领域应用场景辐射，未来发展可期。同时，迅雷链、百度区块链等项目在区块链底层平台方面的用户增量虽然不如前两者，但从技术层面上率先突破百万 TPS 高并发，实现秒级确认，这将打破区块链低 TPS 技术短板，因此处于市场挑战者地位。

5. 中国区块链细分市场结构

(1) 公有链

2018 年，伴随“互联网+”“双创”等重大专项政策，以及新型智慧城市、区块链、人工智能等新一代信息技术政策的颁布，区块链概念被推向未来技术的风口，而受到国内行业的热捧。2018 年，中国公有链市场规模达到 143.7 万元，增长 185.5%。

（2）联盟链

2018 年，随着公有链的技术限制以及使用对象的不同需求，中国联盟链市场整体规模达到 2243.7 万元，增长 251.1%。

（3）私有链

2018 年，中国私有链市场整体规模达到 4453.3 万元，增长 72.8%，增长速度较 2017 年下降 100 个百分点。

6.3 能源区块链市场规模预测

全球市场研究和战略咨询公司 (Global Market Insights) 最近表示，到 2025 年，能源市场的区块链技术规模将超过 30 亿美元。据分析，随着网络安全问题的日益严重，这将推动区块链技术在能源市场的发展。区块链技术提高流程效率，缩短交付周期的能力得到了电力行业的关注，从而刺激市场对该技术的需求。此外，政府更加重视提高能效、隐私、互操作性和网络安全，同时加大监管力度来部署和改善当前流程，这将推动欧洲区块链技术进入能源市场。到 2025 年，私营企业能源市场中的区块链技术将增长超过 45%。建立智能合约应用程序的趋势增加以及选择参与者的可访问性将增强能源业务前景。各行业巨头越来越重视采用区块链技术来简化非数字原油行业的交易。例如，Shell 和英国石油公司 BP 宣布推出区块链石油交易平台，以实现各种油田相关服务的自动化和数字化。

据 Researchandmarkets 近日发布的报告称，2018 年至 2023 年，全球能源行业的区块链市场总量，预计将从 2018 年的 3.94 亿美元猛增至 2023 年的 71.1 亿美元，年复合增长率达 78.32%。

Bianews 8 月 23 日消息，据 globenewswire 信息，研究机构 Market Research Future (MRFR) 发布的一份报告预测，全球能源市场区块链将在未来几年迎来强劲增长。从 2018 年到 2023 年，该市场的复合年增长率预计将达到 74.35%，估值将超过 50 亿美元。

据 cointelegraph 消息，根据 Infoholic 研究公司一份新报告显示，到 2024 年，区块链在全球能源公用事业市场的价值将增长 60%。报告称，2018 年区块链在全球能源公用事业市场的价值约为 2.104 亿美元，预计到 2024 年将达到增长至 34 亿美元。Infoholic 研究公司预测，2018 年至 2024 年期间，复合年增长率为 59.4%，并且收入主要来自北美、欧洲和亚太地区。报告分析，未来五至六年增长的主要推动力将是分布式能源和点对点 (p2p) 电力的销售。由于能源公用事业的自动化程度不断提高，各组织正在对基础设施进行升级，这将有助于他们转换成区块链支持的软件，并降低总的运营成本。

7. 能源电力行业区块链上市公司——远光软件(002063.SZ)

远光软件是国内区块链技术应用的先行者，公司自 2015 年起，开始全面推进区块链在技术、应用、合作、资本等方面的布局，促进区块链技术在集团管理、智慧能源、智能物联、社会互联等领域的应用发展，实现多项应用落地。全球追踪并投资中国区块链上市公司的 ETF 产品追踪“睿识纳斯达克区块链中国指数 Reality Shares Nasdaq Blockchain China Index”会定期公布其分析的区块链成分指数排名。

在资本方面，远光软件与启迪控股合作成立区块链产业基金，基金规模 2 亿元，用于投资区块链相关项目；在技术方面，已公开“区块链电力交易方法”、“区块链电子证照”、“跨链数字资产交易”三项区块链发明专利，并获得第一届中国区块链技术创新应用大赛全国二等奖；在应用方面，形成了电子政务、财务支付、资产资金管理、合同保全和身份认证等应用场景下的完整解决方案，推出可信电子证照、认证精灵等基于区块链技术的应用产品；在合作方面，与中关村区块链产业联盟、中国区块链联盟、能源区块链实验室、万向区块链实验室等合作，形成产业联动。

8. 国内能源电力行业区块链非上市公司

(1) 国网区块链科技(北京)有限公司(电网)

“能源互联网”是我国能源发展的一个重要战略。它涉及物联网的概念，即所有的能源信息（分布式的产生、供应、消耗），都可以通过网络互联，得到及时的反馈，并根据需求予以选择控制。

2017 年 11 月，国家电网曾向国家知识产权局提交了一份专利申请。通过阅读这份申请的具体内容可知，国家电网计划开发一套基于区块链技术的能源系统，系统能够存储和追踪能源消费等信息，还能以去中心化的方式分享数据。

国家电网提出构建一个可以通过散列函数传递新生成的数据，并将结果存储在防篡改的区块链中的分布式系统。专利描述的概念与原始区块链的基本机制较为类似。

区块链技术形态与国家电网公司泛在电力物联网建设高度契合，能够推动上下游产业互信，实现数据高效共享，提升风险防范能力，有效解决泛在电力物联网建设过程中面临的数据融通、网络安全、多主体协同等问题。

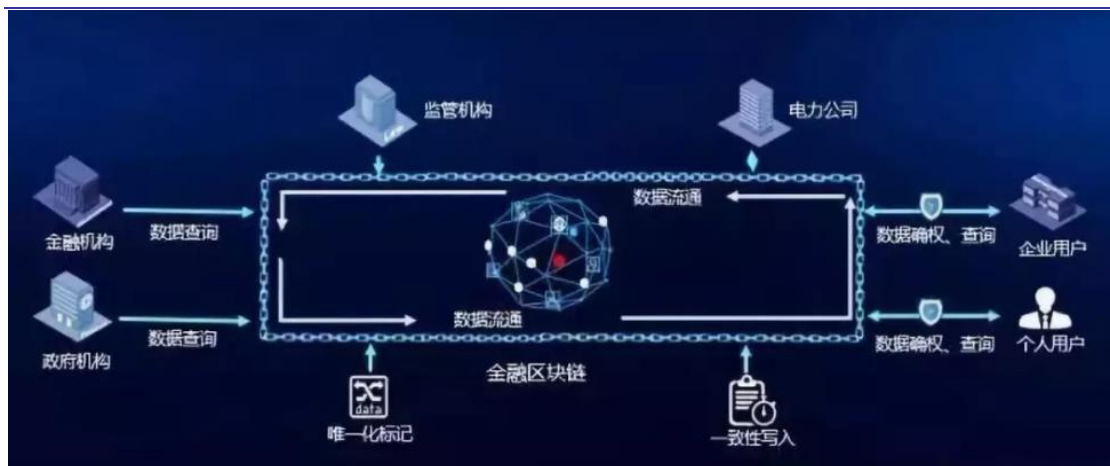
此前，国网电商公司已建成国家电网公司系统内首个司法级可信区块链公共服务平台，作为唯一央企与北京互联网法院“天平链”互信互通，挂牌工信部区块链重点实验室电力应用实验基地，参与首个区块链国家标准制定，实现了区块链技术在电力积分通兑、光伏签约、票据缴费、电子发票等多场景落地应用。

国家电网今天发布的官方消息称，区块链的技术形态与国家电网公司的泛在

电力物联网建设高度契合，能够推动上下游产业互信，实现数据高效共享，提升风险防范能力，有效解决泛在电力物联网建设过程中面临的数据融通、网络安全、多主体协同等问题。

下一步，国网区块链公司将借助区块链最强大的行业泛在连接能力、最灵活的资源优化配置能力、最高效的价值共创共享能力，赋能枢纽型、平台型、共享型企业发展，全面助力“三型两网”世界一流能源互联网企业建设。

图 26：国家电网区块链主要架构



资料来源：国家电网，中国银河证券研究院整理

国家电网打造了基于区块链的电子合同、电力结算、供应链金融、电费金融、大数据征信等金融科技全产业链产品，适应担保、融资、交易等多类型应用场景，形成了“1+5+N”区块链金融风控架构体系，通过建立区块链治理新机制，推动风控技术升级，增强金融行业风险管控能力。基于区块链平台的供应链金融产品，实现了为供应链交易中产生的应收账款、应付账款等重要票据信息、合同信息提供上链存证、数据加密、信用确权、追踪溯源等功能。服务于应收账款保理融资、物资电商化采购融资、企业信额、联合奖惩等业务。

基于区块链技术自主打造的电e贷、电e票等金融服务产品，为电费金融类应用提供票据保存、链上审核、票据溯源、流转管理等功能，实现了票据全程可查、可验、可信、可追溯。

图 27：国家电网区块链平台



资料来源：国家电网，中国银河证券研究院整理

基于区块链的电子合同，依托国网电商公司（国网金融科技集团）北京互联网法院“天平链”核心节点的平台优势，利用智能合约技术、结合区块链身份认证机制，为企业、个人提供具有法律效力的线上合同全流程管理与存证、取证服务。

10月27日，国家电网方面公布，国网区块链科技(北京)有限公司已经正式成立，入驻中关村科技园西城园。

股权结构方面，国网区块链科技（北京）有限公司，系国网电子商务有限公司全资子公司。据悉，国网区块链公司聚焦区块链技术研究、产品开发、公共服务平台建设运营等业务，定位于打造泛在电力物联网建设的公共技术手段，实现万物互联的超级纽带，市场公平交易的安全防线，数字经济的信用保障。

泛在电力物联网是当前国家电网着力推动的一大战略重点。

就在今年3月，国家电网“泛在电力物联网”建设工作部署电视电话会议在京召开，董事长寇伟指出，当前公司最紧迫、最重要的任务就是加快推进泛在电力物联网建设。10月12日，寇伟表示，今年是泛在电力物联网建设的开局之年，现在距离年底还有不到三个月的时间，公司上下必须以更大的力度、更大的决心，确保完成全年建设目标。

国家电网今天发布的官方消息称，区块链的技术形态与国家电网公司的泛在电力物联网建设高度契合，能够推动上下游产业互信，实现数据高效共享，提升风险防范能力，有效解决泛在电力物联网建设过程中面临的数据融通、网络安全、多主体协同等问题。

下一步，国网区块链公司将借助区块链最强大的行业泛在连接能力、最灵活的资源优化配置能力、最高效的价值共创共享能力，赋能枢纽型、平台型、共享型企业发展，全面助力“三型两网”世界一流能源互联网企业建设。

近年来，国家电网频频布局区块链技术。

据介绍，国家电网打造了基于区块链的电子合同、电力结算、供应链金融、电费金融、大数据征信等金融科技全产业链产品，适应担保、融资、交易等多类型应用场景，形成了“1+5+N”区块链金融风控架构体系，通过建立区块链治理新机制，推动风控技术升级，增强金融行业风险管控能力。

基于区块链平台的供应链金融产品，实现了为供应链交易中产生的应收账款、应付账款等重要票据信息、合同信息提供上链存证、数据加密、信用确权、追踪溯源等功能。服务于应收账款保理融资、物资电商化采购融资、企业信额、联合奖惩等业务。

基于区块链技术自主打造的电 e 贷、电 e 票等金融服务产品，为电费金融类应用提供票据保存、链上审核、票据溯源、流转管理等功能，实现了票据全程可查、可验、可信、可追溯。

基于区块链的电子合同，依托国网电商公司（国网金融科技集团）北京互联网法院“天平链”核心节点的平台优势，利用智能合约技术、结合区块链身份认证机制，为企业、个人提供具有法律效力的线上合同全流程管理与存证、取证服务。

（2）中化能源科技有限公司（石油化工）

除了国家电网，国企中的另一个巨头——中化集团，也盯上了区块链技术。据新华社 2018 年 4 月 2 日报道，中化集团下属中化能源科技有限公司成功用区块链技术完成了一船从中国泉州到新加坡的汽油出口业务，并为全球第一单有政府部门参与的能源贸易区块链应用项目。

在能源领域，很多私有企业已经在区块链应用方面做出探索。比如，澳大利亚的 Power Ledger 项目试图构建去中心化的能源交易平台，鼓励更多人进行可再生能源的生产，把能源输送进入网络，并获得公平的回报；英国的 Electron 公司正在开发一个区块链平台，旨在建立一个分布式的天然气和电力计量系统，允许消费者在不同的能源提供商之间切换服务。

传统的中心化管理模式无法完全满足交易数据和需求越来越大的场景。区块链作为一种低成本可信的技术，为更多的参与者提供了新的合作模式。

（3）Energolabs

2016 年 10 月，一支中国初创区块链团队 Energolabs 成立，旨在建立由一系列去中心化能源应用所组成的生态系统 Energo，以打造一个适应未来的 DAE 社区（Decentralized Autonomous EnergyCommunity）的去中心化系统。其核心是一套基于在 QTUM 和 Mirco-grid 的清洁能源计量、登记、管理、交易与结算的去中心化系统。目前 Energolabs 已在东南亚与澳洲开始推广和部署 Energo 网络。

清洁可持续能源的现状存在什么问题？在中国，可再生能源的布局与负荷分布长期以来面临不协调的局面，生产主要在三北，而消耗主要在南方，分布与负荷不协调；对于电力传输通路一直是个很大的压力。Ray 介绍说，“上海每年要花 200 亿来做电力扩容，而如果我们当地优先消化掉清洁能源，就不会存在传输通路的问题。”

而清洁能源没有得到大规模普及的原因，Ray 认为其中的关键点是利益。传统清洁能源的获利者通常是售电公司，大部分支持清洁能源发展的国家政策上都给予优厚的补贴，但如今补贴正在逐步减少，德国已经彻底停发相应的补贴，澳洲的补贴也大幅降低，这导致了产销者的收益大打折扣，只能被售电公司低价回收，而售电公司又以较高单价出售给用电用户，其自身获得了大部分收益。

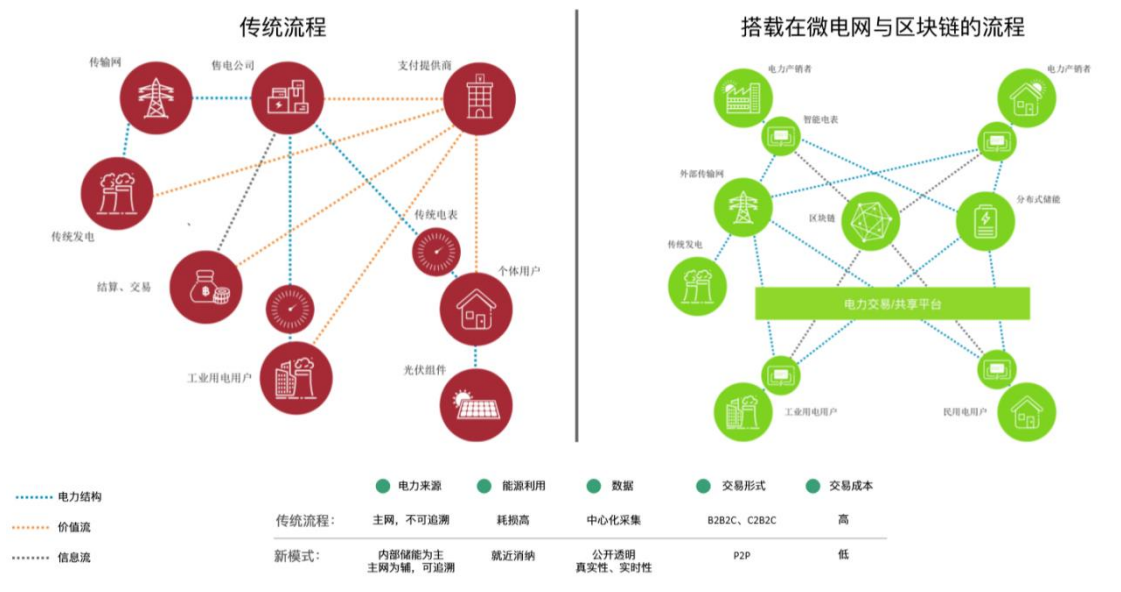
因此，Energo 希望寻找一种方案，在没有国家政策持续补贴的情况下，以去中心化的方式在一个电力市场能够由自由市场来调节，为全部利益者利益最大化。

“随着电力生产模式逐渐从传统的集中化生产转移到社会化小生产，能源也是一样。在未来，如果家家户户都能拥有自己的电力生产装置，如光伏板，除了满足家庭内部需要外，多余的能源是不是可以用于满足就近社区的需求？”

抱着这样的想法，Energo 打造了一整套清洁能源交易记录系统。

“我们把先进的信息技术和新能源技术相结合，融合以区块链、物联网、人工智能、电动车、储能、微电网为代表的先进技术，用去中心化的方式将用电负荷和产销者之间的实时物理流、信息流和价值流整合成一种新型的复杂去中心化能源交易与管理系统。”

图 28: Energo: 传统流程与搭载在微电网与区块链的流程对比



资料来源: Energo, 中国银河证券研究院整理

Energo 使用的新能源架构包括两大部分, 一方面是微电网, 将各个虚拟电厂与用电用户联结起来, 基于就近消纳的原则, 优先消费内部储能。另一方面是基于区块链, 让每个人能对自己的能源做主, 自由交易与转移。

能源领域的变革, 为什么先从微电网入手? Ray 解释道, 微电网是一个高度自治灵活的能源网络, 能够和国家电网并行工作, 也可以以孤岛模式工作, 并能整合当地区域内所制造的分布式能源, 拥有极高的能源利用率和供电可靠性。

其核心在于储能。存储系统允许点对点能源传输 (消费者能购买产销者存储的能源), 同时结合满足多国计量要求与技术规格的 IOT 设备进行计量与通讯, 这是实现去中心自治能源社区的先天条件。

不同于传统微电网的设计, Energo 的机制是本区域内的可再生能源将被人们优先使用, 而传统市电将作为备用电源为整个区域进行能源的补充。

更有意思的是, Energo 团队认为, 未来不仅仅是人与人之间的电力交易, 用电器之间也需要, 例如新能源汽车与充电桩, 机器人与其他充电器。

想象空间变得更大了。以新能源汽车与充电桩为例, 这是一个典型的能源交易。新能源汽车和充电桩与人一般, 在区块链上有着独有的数字身份。充电桩连接着微电网内分布式储能设备, 新能源汽车只要接入 DAE 社区 (Decentralized Autonomous Energy Community) 内的充电桩, 即可在无人值守的状态下, 前往对应能源交易所购电, 并支付充电桩能源资产。

多年金融背景的 Ray 善于从金融角度思考问题, 他还提出了一个新的名词——能源货币。能源作为一种有价资源, 基于其是刚需, 且无法作假的属性, 他给

我们描述了这样一个场景，“比如某天你外出吃饭忘记带钱，有没有可能跟店家协商，充等值的电就可以了。”听起来是不是很有趣？

进展迅速，国内国外同时发力

尽管成立不到一年，Energo 已经完成了区块链 ALPHA 版本以及 Android 端能源交易所的开发。在今年 4 月完成了智能电表的样机开发，并送往国内领先光伏薄膜企业的真实微电网环境内进行测试和调优。

由于政策环境，用电习惯等因素，海外的合作进展相对迅速。在菲律宾，Energo 与亚洲发展银行建立了合作关系并将在 2017 Q4 落地第一个项目。在泰国，Energo 参与了 GIZ & South Pole 的合作项目。

在国内，Energo Labs 已与国内顶尖薄膜发电集团全球研发中心合作微电网测试，二者将合作搭建一组 65*4 户的别墅微电网项目；而万向在萧山的 9 平方公里和衢州 23 平方公里的聚能城项目，也将与 Energo 合作增量配网的搭建。

插图目录

图 1: 区块链的定义和特点.....	3
图 2: 区块链结构图.....	4
图 3: 区块链六层技术模型.....	5
图 4: 传统能源交易结构图.....	9
图 5: 能源区块链中能源交易图.....	9
图 6: 能源区块链模型.....	10
图 7: 电力行业与区块链应用的契合点.....	11
图 8: 能源互联网区块链应用.....	12
图 9: 虚拟发电资源交易区块链.....	13
图 10: 综合能源服务区块链网络架构.....	14
图 11: 区块链应用一级分类融资数量分布情况.....	17
图 10: 未来能源价值链.....	22
图 12: 交易能源框架.....	23
图 13: 使用区块链与现有系统的比较.....	24
图 14: 区块链在物联网设备中的应用.....	25
图 15: 区块链在智能电表中的应用.....	25
图 17: 区块链在能源系统的应用场景.....	28
图 18: 区块链综合能源服务模式.....	34
图 19: 综合能源服务区块链网络架构.....	36
图 20: 综合能源服务交互模型.....	38
图 21: 综合能源服务共识机制 (PoSS)	39
图 22: 2016—2018 年全球区块链市场规模与增长.....	46
图 23: 2018 年全球区块链市场结构.....	46
图 24: 2016—2018 年中国区块链各层结构情况.....	47
图 25: 2016—2018 年全球区块链市场规模与增长.....	48
图 26: 国家电网区块链主要内容.....	51
图 27: 国家电网区块链平台.....	52
图 28: Energo: 传统流程与搭载在微电网与区块链的流程对比.....	55

表格目录

表 1: 全球区块链项目融资总额 Top20.....	16
表 2: 区块链行业分类.....	16
表 3: 2019 年全球区块链融资赛道分布.....	18
表 4: 2019 年区块链主要赛道融资金额排行 Top5.....	19

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司博士后科研工作站向社会公开发布,无意针对或打算违反任何国家或地区的法律法规。

本报告基于本公司博士后科研工作站研究人员认为可信的公开资料或实地调研获取的资料进行撰写,但本公司及其研究人员对这些信息的真实性、准确性以及完整性不做任何保证。

本报告反映研究人员个人的不同设想、见解、论证及判断。本报告所载观点并不代表中国银河证券股份有限公司博士后科研工作站、不代表中国银河证券股份有限公司、也不代表我们的合作院校(清华大学)或任何其附属合作机构的立场,如果本报告出现政治或学术、技术性错误或失实情况由作者本人承担责任,与中国银河证券股份有限公司及其合作院校(清华大学)或任何其附属合作机构无关。

报告中的观点和陈述仅反映研究员个人撰写及出具本报告期间当时的分析和判断,本公司可能发表其他与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告可能因时间或其他因素的变化而变化,从而导致与事实不完全一致的结论,敬请关注本公司就同一主题所出具的相关后续研究报告及评论文章。本公司、本报告研究人员及其附属机构不对任何因使用本报告或本报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

本报告中的观点和陈述不构成投资、法律、会计或税务的建议,本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。

本报告所载的全部内容只提供给读者做参考之用,并不构成对读者的投资建议,并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接,对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接,银河证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了读者使用方便,链接网站的内容不构成本报告的任何部分,读者需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记,除非另有说明,均为银河证券的商标、服务标识及标记。



中国银河证券股份有限公司博士后科研工作站

简介

中国银河证券股份有限公司博士后科研工作站（以下简称“工作站”），是经国家人力资源和社会保障部及全国博士后管委会批准设立的科研机构。

工作站以中国经济运行与发展中的重大理论问题、资本市场改革发展中的重大理论与实践问题和证券公司发展创新过程中的现实性、前瞻性、战略性问题为研究对象，以吸引、培养和储备高层次研究人才为己任，以提高中国银河证券综合竞争力、促进公司可持续发展、推进中国资本市场的理论建设为目标，力求通过宽视角、深层次、高质量的研究，为把中国银河证券打造成国内一流券商服务，为资本市场的改革发展服务，为发展繁荣中国的经济和金融科学服务。

为吸引高素质的博士毕业生进站从事研究工作，工作站为博士后研究人员提供在业内具有竞争力的、较高水平的工资和福利待遇，以及较为优越的科研条件和工作环境。