

# 区块链与能源互联网的碰撞

刘东、童华、马国 | 文

区块链可能成为一种跨行业应用的突破性技术，改变社会和经济的运行方式。那么，当区块链与能源互联网碰撞后，又能激发出哪些火花？

LIVE  
GREEN



过去一年，区块链成为技术领域的一颗新星。区块链相关的资本市场投资在 2015 年约为 7500 万美元，而在 2014 年这一市场仅为 3000 万美元<sup>1</sup>。而世界经济论坛也预测到 2017 年，全球 GDP 的 10% 可能会存储在区块链平台之上<sup>2</sup>。

专家们认为区块链可能成为一种跨行业应用的突破性技术，改变社会和经济的运行方式。那么，当区块链与能源互联网碰撞后，又能激发出哪些火花，帮助企业创造出哪些创新应用？

创新应用的基石：  
区块链四大优势

区块链是一个开放、分布式的数据库，可以在匿名的参与者间进行交易，而无需集中式监管方的介入<sup>3</sup>。区块链将信任信息嵌入每一笔交易和共享数据来源中，从而大大提升了交易和信息共享的安全性和成本效率。

区块链的不可篡改、分布式、可审计、可追踪等特性为我们构建了一个全新的信任体系，实现了虚拟经济和实体经济价值转移，这也成为区块链价值实现的基础。

此外，区块链还被视为一种颠覆式创新技术平台。它变革了数据管理方式，从集中管控转变为分布式协同，从各组织维护自己的数据资产转变为每个参与者都能够访问、维护、共享数据库。它最小化了交易风险，提供了信任机制以及

可靠而准确的审计跟踪，提高了合同执行效率甚至可以帮助简化业务处理流程。最终，交易和数据的管控权从第三方权威组织转移到参与交易的各方，无论是企业还是个人。

埃森哲认为区块链的这些特性形成了独一无二的优势。

第一，多方共享机制，使各合作方通过共享最新发展状况、业务信息、其他信息及其观点，加强各方协作和统筹安排。

第二，数据统一维护，使不同参与者使用统一的数据来源，而非分散的、需要不断验证和校正的数据库。

第三，数据沿袭，保证了数据的完整性和可追溯性，确保各参与方可以持续更新并保持数据完整。

第四，可审计，记录每次数据更改者的明确身份信息，进行可靠准确的审计跟踪。

与能源行业的融合：  
三种场景下的 N 种价值创新

由于全球经济发展放缓、对环境可持续发展的要求更加严格，能源企业的发展进入了一个瓶颈。一方面，能源企业的传统业务模式和盈利模式不再适应数字化、低碳化的新经济格局的需求；另一方面，以能源用户为主导的能源变革如火如荼，企业既有系统无法管理越来越复杂的交易请求，并难以满足监管方和能源用户对能源供应安全和分布式能源接入的旺

图一 区块链与能源行业融合的价值创新机遇



盛需求，同时传统的集中式监管和第三方的介入阻碍了能源用户对高效率 and 低成本追求。

区块链的特性和优势可以帮助能源企业在安全的基础上创新性地解决以上问题并促进能源价值链重塑。这些创新应用变化万千，或许站在现在看未来，有很多应用我们都难以想象和预测。我们只能从现实展望未来，从三种场景下的区块链应用，描绘能源价值创新的新机遇（见图一）。

原生场景

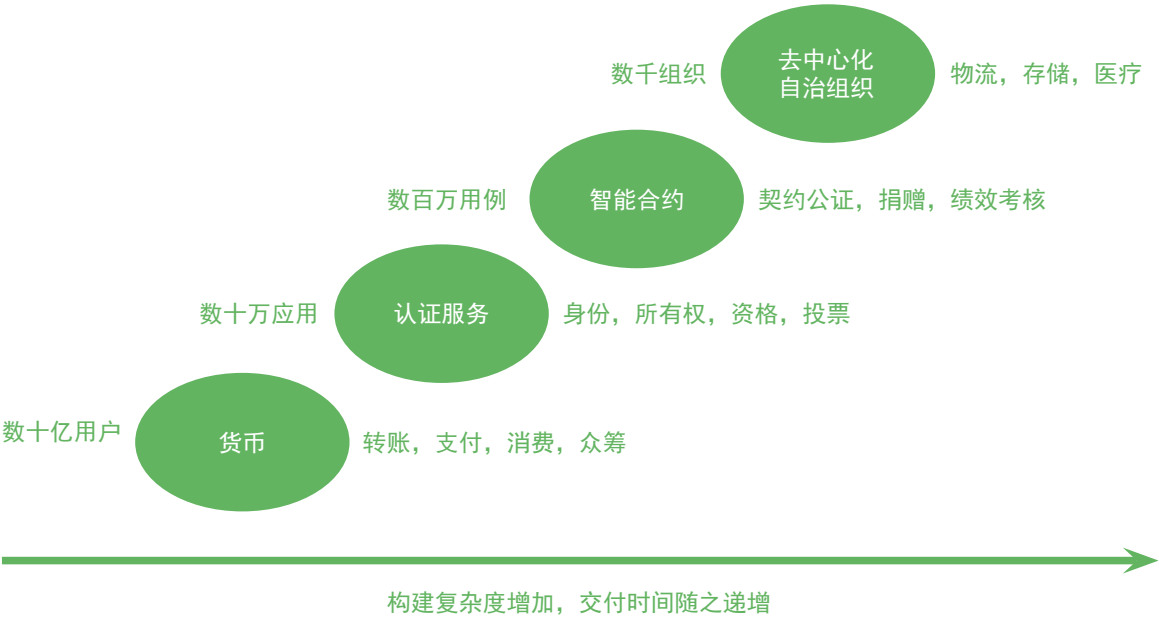
原生场景的应用是利用区块链自身的特性实现的区块链原始价值。原生场景中的应用与能源行业特点关联性不大，却仍然可以作为能源行业的底层应用。

数字货币

被人们所熟知的比特币就是以区块链作为底层技术的数字货币之一，也是

1 来源：Blockchain-Enabled Distributed Ledgers: Are Investment Banks Ready? Accenture, 2016  
2 来源：The Fintech 2.0 Paper: rebooting financial services  
3 来源：Blockchain for Utilities, Accenture 2016

图二 区块链应用演进的四个阶段



开始得最早、交易量最大的一个。截至 2016 年 10 月，比特币的区块链上已经有超过 43 万个区块，每个比特币的市场价格超过 600 美元<sup>4</sup>。

国际货币基金组织发布的《虚拟货币与超越：初步探讨》报告中认为，虚拟货币在支付和价值转移方面，特别是跨境支付和价值转移方面有着非常大的潜力，在推动普惠金融发展方面能发挥作用<sup>5</sup>。瑞银、德银、桑坦德和纽约梅隆银行已经联手开发新的电子货币，并计划在 2018 年首次进行商业应用<sup>6</sup>。

智能合约

区块链技术的分布式账本功能可以被用来创建、确认、转移不同类型的资

产及合约，智能合约便是重要应用之一。传统合约的基础是相互信任，或者经由第三方进行授信。而基于区块链的智能合约自带了信任机制，并且不仅是由代码进行定义的，也是由代码自动执行的，排除了人为干预的因素。

智能合约可以广泛应用于多方签名交易、产权交易、私人文件记录和储存、发放证明等去中心化的授信、交易领域。洪都拉斯政府用它建立了一套新的房地产契约登记和交易制度，区块链的安全加密给当地人带来信任感<sup>7</sup>。

价值转移

数字资产的价值已经被广泛认可，但受到安全机制不完善、信用体系不健

全等因素限制而无法实现安全地转移、交换和共享。而区块链的出现改进了这些主要缺陷，使得价值在互联网中的转移更加安全便捷。

随着区块链技术的发展和完善、应用构建的复杂性增加，区块链的原生场景应用也将从简单的数字货币、认证服务向去中心化自治组织演进（见图二）。

衍生场景

能源企业在能源需求下降、环保压力增加、全球经济缓慢增长的新常态下，传统业务运营模式和公司治理方式都受到前所未有的挑战。而当区块链技术 与能源行业传统业务和传统治理框架相结合时，可衍生出更加丰富的应用，帮助能源企业创造新收入并降低运营成本。

公司治理

区块链内置的安全和共识基础，可以提升企业风险管控和资本管理的能力。例如降低内部信息泄露和篡改等风险，减少对外交易风险、内部管理费用和第三方介入成本，提高业务和风险的处理效率。利用智能合约构建实时的可再生能源接入体系，既能够减少可再生能源发电的波动性对主电网的影响，也可以减少人力控制成本和差错率。将区块链技术用于能源网络管理还可实现智能、自动的负载均衡、替代能源的切换、减少能源中断时间。

智能服务

区块链开放且安全的特性以及智能合约的应用可以帮助能源企业提升现有业务的智能化程度，开发更多智能化增值服务。例如能源企业可以结合智能电表、智能燃气表等 IOT 设备管理用户能源使用和付费。或提供更安全的电池存储管理、电动车充电等增值服务。也可以将智能合约应用到能源批发领域以降低交易风险和管理成本。

供应链管理

能源企业供应链复杂，具有多方参与、采购的物资种类和数量繁杂、流程繁琐等特点，很多大型能源企业更是将全集团的采购业务进行集中管理。而区块链提供了更加安全和可信的交易解决方案，能够帮助能源企业降低贸易参与方的核验成本，降低交易复杂性和交易成本，促进多方的快速交易，提升了供应链的效率。同时区块链平台在链接了商品所有权和转移关系的同时，还有效链接了间接发生关联的上下游企业，使能源企业供应链生态系统更加完善。Skuchain 公司正在为 B2B 交易和供应链金融市场开发基于区块链的产品<sup>8</sup>。

资产管理

在数字资产管理方面，区块链的优势在于后续流通环节可以不依赖于发行方系统，数字资产将在保证知识产权的基础上，由集中控制变成分布的、社会化传播和交易，促进了数字资产流通效率。

4 来源：Blockchain info: Latest Transactions  
5 来源：区块链来了！数字货币逼近，美国英国德国早已行动，中国跟进  
6 来源：Four Big Banks to Create a New Bitcoin Alternative  
7 来源：【第一领导力专栏】区块链的力量

8 来源：供应链区块链融资 Skuchain 无纸化时代的到来



而在实物资产管理方面，IBM 和三星一直在研究去中心化 P2P 自主遥测系统（ADEPT），利用区块链类的技术为物联网设备网络的去中心化构造存在基础<sup>9</sup>。在 ADEPT 中，区块链被作为大量设备的公共账本，不再需要中央枢纽协调设备之间的通信，设备便能自主地实现相互通信，从而管理软件更新、系统错误、能源使用、故障报警等。初创企业 Filament 搭建了一个区块链无线网络，该应用甚至支持 IOT 设备自行订购维修服务或新部件<sup>10</sup>。

用户体验

区块链技术可以实现更加灵活高效的用户服务。区块链技术不但解决了客户信息更加安全存储和传输的问题，还增加了用户自主权。基于智能合约，能源用户可以自定义缴费周期、灵活更改订购的套餐，并实现自动缴费或预付费。并且区块链技术与智能电表的结合也将支持智能电表根据合同条款购电，甚至自动更换电力供应商。埃森哲近期创建了一款智能插头原型，可从不同供应商处购电，并定期调整耗电量。还有一些公司基于智能合约和分布式总账完善电动汽车自动充电和付费服务。

创新场景

随着能源互联网逐渐成熟，多种能源流、信息流、资金流的融合将令能源企业面临愈发复杂的情况：由业务模式创新

带来的复杂流程和管理、由参与方的多样化带来的复杂利益分配……随之而来的是能源企业面临更多风险和管控挑战。而这些挑战的根源是原有的信息安全和信用体系难以支持能源互联网创新发展。区块链技术可以帮助能源互联网实现可信计量、高效协同、分布式平等决策、随时随地的自动化交易等等新功能、新模式。

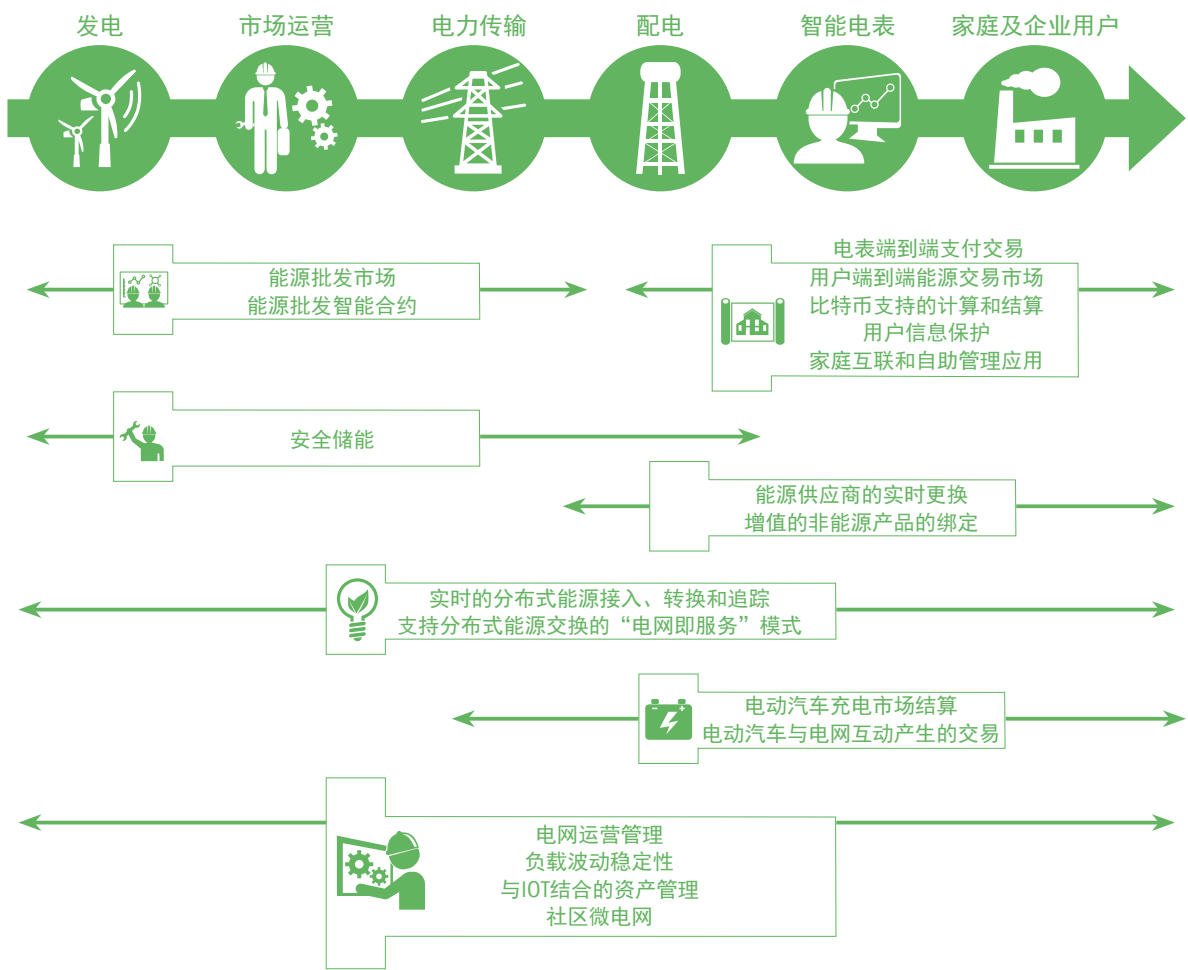
共享经济

能源企业可以利用区块链解决共享经济中面临的如何建立安全高效的授信机制问题，以分享共享经济红利。例如能源企业可以租赁分布式发电设备、家庭储能设备、电动汽车甚至是企业的备品备件。Visa 和 DocuSign 宣布合作的区块链应用试点旨在简化汽车租赁流程。潜在客户选择车型后交易便被录入区块链的公共账本。然后，客户在驾驶座上签署租赁合同和保险单，这些信息也被更新到区块链内<sup>11</sup>。

分布式能源管理

区块链分布式的网状结构恰与分布式可再生能源的市场化结构吻合。区块链技术可以用来同步电网服务的实时价格与实时相量控制系统，以平衡微电网运行、分布式发电系统接入和批发市场运作<sup>12</sup>。此外，可再生能源发电的结算与支付可以不再依靠传统电力企业的参与，大量个人或企业能源产消合一者可以直

图三 覆盖电力行业全产业链的区块链部分主要应用



接进行能源交易。

TransActive Grid 公司正在纽约布鲁克林运行的区块链微网项目促进了点对点交易。居民可将自家太阳能板产生的过剩电力出售给社区内的用户，交易基于区块链网络，因而几乎不需要人员参

与就可以管理、记录交易。其投资方之一的 L03 Energy 也提供了智能电表硬件，可以提供实时、细颗粒度的数据，以帮助控制电能和电池的运营和负载，并将电力传送到电网、将数据写入区块链<sup>13</sup>。

9 来源：增强边缘设备，IBM  
10 来源：Filament evolving entire IoT space using Bitcoin blockchain  
11 来源：The Future Of Car Leasing Is As Easy As Click, Sign, Drive  
12 来源：区块链和 P2P 能源网络的崛起

13 来源：Blockchain Based Microgrid Gives Power to Consumers in New York

能源资本市场

能源互联网时代的能源和电力不再仅仅具有商品属性，还将增加金融属性。区块链可以记录电力来源，使得每一度的清洁能源发电、煤电和油气发电都可以被记录和跟踪，而不同一次能源的发电成本和实时电价也都可以被记录和跟踪。这样，电力可成为一种价值存储的载体。

而能源企业在深度应用区块链后也将为自身的资本运作和融资渠道开拓更多机遇。例如能源企业通过基于区块链的共享经济盘活了资产、通过区块链技术进行资产管理降低了运营成本、通过匹配发电组件的 ID 标识和经济账户实现售电收入自动抵消运营成本<sup>14</sup>、催生能源领域供应链金融的发展和完善、去中心化的能源产品票据贴现和资金结算等。

综合以上不同场景下的区块链应用设想，以电力行业全产业链为例，我们列举了区块链在电力行业的部分主要应用。如图三所示。

难以回避的技术挑战

能源互联网业务和交易的复杂性对区块链的计算能力、存储性能、处理能力都带来直接的挑战。而随着能源互联网在分布式可再生能源、资本领域的服务创新增加，对跨行业开放标准的需求也更加迫切。

存储和计算

传统的区块链网络需要储存自创建

伊始的所有交易块，用以确保交易的有效性以及对交易进行追溯。但是这种机制导致网络中的全功能节点需要大量的存储空间，在一定程度上限制了参与区块链核心功能的节点类型和数量。另一方面，随着共识算法提高，对核心节点计算性能的要求也日益提高。

对于上述存储问题，埃森哲认为可以采用分级存储策略，即核心节点存储全量数据，轻量节点保存相关数据。此外还可以采用账本快照等方式将已验证交易区块存储在云存储等分布式高可靠储存介质中，并优化交易信息查询等基本操作，提升网络的处理能力。而对于计算能力的需求，可以对网络中的节点进行身份划分，在核心节点部署 GPU、FPGA 等专用计算硬件以提高计算能力，而网络中的移动节点不必参与共识计算任务。

吞吐和延迟

区块链网络的处理速度和吞吐量直接影响着系统的整体性能，其中共识算法是网络吞吐和延迟的决定性因素。在能源点对点交易中，对于吞吐量的需求会成为交易顺利进行的一个瓶颈。而且共识算法还直接影响着网络的稳定性和安全性。

目前虽然有多种共识算法可供选择，但是没有任何一种可以兼顾性能和安全等各方面的要求。基于上述情况，有必要针对具体的应用场景和需求选择恰当的共识算法。例如在能源结算和缴费应

用中，可以在主链的基础上加入复链结合一定授信机制的设计，用于快速完成一些高频小额交易，并定期与主链进行同步数据。在能源供应链金融等联盟链或私链等相对封闭的应用环境中，可以通过在一定程度内降低安全保证的方式来提升系统性能。对于复杂应用，可以通过拆分简化系统的整体设计，针对各模块的需求利用或改进相应的共识算法。

安全和监管

区块链作为一个去中心化的记账系统，篡改数据难度大与高度的隐私保护是其重要特点。但由于基于区块链的应用需要在法律的框架中运行，因此需要为司法机关以及其它特权职能机关提供监管机制。由于区块链的设计初衷是构建一个完全去中心化的网络，因此并没有设计这样的特权监管机制。此外区块链自身的匿名性在保护用户隐私的同时也使得监管更加困难。

为了在现有的区块链设计中引入必要的监管机制，可以引入双链模型，确保所有交易都通过监管机构认可后方可

执行，同时保证用户层面的身份隐私性。但是需要指出的是，这样的修补机制需要解决好特权滥用和安全防护方面的问题。对于特权滥用，可以采用留痕和分权等方法进行监管，降低特权滥用的风险。而随着特权机制的引入，也会使这个区块链网络出现薄弱点，需要针对这些薄弱点设计额外的安全机制来确保整个区块链稳定可控。埃森哲已经在区块链管控方面进行了探索研究，并提出了可编辑的区块链技术架构。

结语

商业社会中，信任至关重要。在数字经济大爆发的今天，区块链突破性的技术体系可以帮助企业和个人在各类交易、信息共享的过程中建立完善的自动信任机制，同时提升交易速度和安全性。但无论是区块链在能源衍生场景还是创新场景的应用，都不可避免遇到一些技术挑战。埃森哲已经在多个方面展开了探索研究，并将结合相关行业的深入应用，提供更有价值的解决方案。✍

作者简介

刘东博士

埃森哲北京技术研究院院长，常驻北京  
d.a.liu@accenture.com

马国

埃森哲北京技术研究院研发经理，常驻北京  
andy.guo.ma@accenture.com

埃森哲北京技术研究院孙冠毅、谢斌对本文亦有贡献

童华

埃森哲研究部能源行业研究经理，常驻北京  
freda.hua.tong@accenture.com

14 来源：能源区块链与能源互联网 未来的能源情景是怎样的？