

# 区块链应用研究系列（一）

## 区块链 + 能源行业



哈希研究院

2018 年 3 月

## 蜜蜂内参

让您深入洞察整个商业世界



每天精挑细选3份最值得关注的学习资料；  
不定期分享顶级外文期刊。

关注公众号：**mifengMBA**

回复“入群”加入“蜜蜂内参”城市群

(不需要转发哦.....)



扫一扫

回复“入群”

## 报告摘要：

区块链作为一种新型的数据存储机制，会有其历史地位，但却不是解决所有问题的万金油。能源领域的区块链项目目前来看并不具备太大可行性和必要性，比较可能的应用场景是以联盟链的形式在国家电网和发电厂的交易过程中进行认证和确权。原因如下：

1、能源领域的大部分能源形式受到规模效应的影响，中心化的发电和运输不仅可以保证电力供应的充足、减小运输损耗，还可以提供专业的运营管理服务，防范系统风险，这些都是区块链点对点的方式无法提供的。

2、分布式发电还在探索阶段，并且强烈受政府政策监管的约束，相比于国外，国内的可行性更低；

3、由于电力运输的损耗原因，家庭分布式发电的电力不适合远距离传输，只有可能小范围内使用，然而小范围内的自然环境变化是一致的，所以用户的需求情况有着很高的同质性，并不能发挥很高的价值；

4、将电力的储能共享，让消费者同时也是生产者的模式本质上是共享经济，除非和电动汽车、自动驾驶等技术相结合，否则现在来看并无太大必要性。

## 目录

一、能源行业现状 .....	4
1.1 能源行业基本概念 .....	4
1.2 部分国家电力能源现状对比.....	4
1.3 能源行业存在的问题.....	5
1.4 能源行业的发展趋势 .....	5
二、区块链+能源行业 .....	6
2.1 区块链+能源的可行性分析.....	6
2.2 国内外应用情况 .....	8
2.3 区块链+能源的优势 .....	9
2.4 区块链+能源的缺点和限制.....	10
三、应用案例.....	12
案例一：TransActiveGrid .....	12
案例二：Filament .....	13
四、总结与点评.....	15

# 一、能源行业现状

## 1.1 能源行业基本概念

能源工业主要由生产和输送电能的工业组成，可以分为**发电、输电、配电和供电**四个环节。

电力工业产业链如下：



发电是将一次能源通过生产设备转换为电能的过程；输电是将发电厂生产的电能经过升压，通过高压输电线路进行传输的过程；配电是将高压输电线上的电能降压后分配至不同电压等级用户的过程；供电又称售电，是最终将电能供应和出售给用户的过程。

**可用于发电的一次能源分为不可再生能源和可再生能源**，不可再生能源主要有煤、石油、天然气等化石能源，可再生能源包括风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源，它们在自然界可以循环再生。**风能相对光能更加稳定**，其他电网可利用发电机补偿。光能只存在于白天，由于云层覆盖，所有的太阳能供应都呈间歇性，瞬时生产的不稳定可能损坏电网基础设施，或者给电网补偿带来技术挑战。

**能源的未来一定是可再生能源。**可再生能源的现状是不稳定，阳光和风力不可能稳定供应。解决办法是建立储能系统，主要是电化学储能，即各种电池。抽水储能，在用电低谷期将水位提高，用电高峰利用水位降低的势能增加电力供给。

## 1.2 部分国家电力能源现状对比

- ◆ 中国：国网、南网、5 大电厂形成垄断；火电为主，水电、风电、核电、光电为辅；
- ◆ 澳洲：发电厂发电，国家电网传输，电力零售商销售；
- ◆ 美国：各州差别很大，其中加利福尼亚在利用可再生能源方面相当成功。

中国是偏重工业的国家，分布式可再生能源无法支撑用电。但是未来 50 年，可以预见，每

家每户都拥有储能系统和产能系统，APP 自主管理，实现国网和个人的双向电力传输。光伏发电成本低于火电。

目前国内的能源改革集中在电网策略，比如调频，储能以削峰填谷。电力市场扭曲以及工业用电补贴民用用电，导致电力峰谷差价比较小。居民用电峰谷差价，国外大于 3 元，国内不超过 1 元。能源互用策略在居民用电没有利润，工业用电不能支撑，没有市场。全球的新能源发展主要靠补贴，比如澳洲，发电成本是 0.08 澳元，政府补贴 0.2 澳元。

### 1.3 能源行业存在的问题

- ◆ **电力传输损耗大**，用户缴纳的电费中约有 38% 是用来支付传输基础设施和电能损失的；
- ◆ **电力交易不透明**，目前的电力交易中心绝大多数都被大型国企控股；
- ◆ **再生能源占比低**，主要还是集中在火电上，新能源的占比太少。

### 1.4 能源行业的发展趋势

根据 2018 年 3 月 7 日国家能源局发布的《2018 年能源工作指导意见》，2018 年能源工作的主要指导方针为建立“**清洁低碳、安全高效**”的能源体系。其中，“更加注重依靠创新推动发展”，“**推动互联网、大数据、人工智能与能源深度融合，培育新增长点、形成新动能**”是政策取向之一。

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**，分布式能源是基于现阶段能源行业的发电，传输，用电，储能的数据及金融交易的大背景下，所提倡的一种新型能源系统。

- ◆ **发电**: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**。
- ◆ **传输**:电网的变化是因为大量分布式可再生能源，使电网的拓扑结构会从现在远距离、高电压、大型甚至是跨国的超大型电力网络，变成**既有超大型的特高压网络又有区域级别的小**



**型微型网络共存的一种新的电网拓扑结构。**

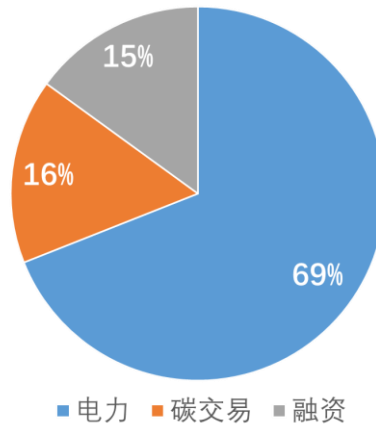
- ◆ **用电:**能源消费将是在能源互联网当中最重要的板块，**消费者在能源互联网时代其角色将不仅仅是单纯的消费者，而是以另外一种新的形态出现，既是生产者又是消费者。**消费者可以通过需求侧响应计划，积极的参与社区需求侧响应项目，还可以作为虚拟电厂成员加入虚拟电厂项目，同时还可以通过电动汽车、储能设施，返售电给电网。
  - ◆ **储能:**以前储能主要指的是抽水蓄能电站，随着现在电化学技术以及电动汽车快速发展之后，电化学电池的产量快速上升，使得储能用电池成本也快速下降，储能在很多区域已经有了经济使用价值。比如在一些可再生能源资源特别丰富，同时电力价格比较高的地区，布置电化学储能电池就可以电价套利，为投资者以及储能所有者带来经济收益。
- 总的来说，未来整个能源行业会跟现在有很大的不同，**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。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。储能端会作为产业链中新的环节出现，未来会起到很重要的角色。**

## 二、区块链+能源行业

### 2.1 区块链+能源的可行性分析

近年来，能源互联网这个概念非常的火，同时在政府层面也被写在“一带一路”国家战略之中。然而能源互联网听起来美好，实现起来还是有很多困难的，因此有人提出了用区块链技术协助能源互联网落地。从目前市场上的数据来看，**69%的区块链能源项目都是跟电力相关**，这也是本报告聚焦于电力行业的一个重要原因。**这是目前区块链在能源行业的主要应用场景，区块链的去中心化恰恰契合了分布式能源的特点，能够大幅度降低分布式电力的交易成本，提升交易效率。**这种应用可能会反过来对分布式电力行业带来革命性的变化。原本无法动态交易的家庭分布式设备在未来都有机会接入到一个大的网络中。

能源区块链应用现状



数据来源：中国产能网

**电力产业目前主要还是中心化模式，从而使得价值被少数寡头所垄断，并且电力故障以及电力短缺的现象也屡见不鲜。**比如，中国的西部地区有很多风电站和光伏电厂经常把电力直接浪费，与此同时，在北京、上海这样的经济发达的地区，用电需求极高，电价常年居高不下，东西部呈现着完全不一样的局面。区块链技术的出现，使得现有的现象有了一些解决方案可寻。**能源互联网与区块链有较强的内在一致性，两者都必须建立在智能设备物联网的基础上，**区块链和能源互联网都强调去中心化、自治性、市场化、智能化。除此之外，区块链旨在通过分散、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，让消费者从能源供应中获利。

**一方面，区块链可以实现能源的数字化精准管理，**每一度电都知道它来自在什么地方，而数字世界的每度电都有数字映射，可以重新建模电力网络，实现精确管理和结算。由于近年来售电行业在所有能源中发展较好，目前基于区块链的去中心化售电应用是区块链的能源应用中的一个热点。

**另一方面，区块链能够提供一个可靠、快速且公开的方式，去记录并验证金融及业务交易。**这些交易可能包括出售与购买电力——亦无需通过中间人，而在这种情况下，现有的公用事业公司就会垄断市场。鉴于分布式能源资源（如电池和太阳能电池板）的迅速崛起，能源行业的区块链应用市场会得到快速发展。

目前市面的大多数电力应用，还是处于一个探索阶段，**区块链+电力更为重要的是物联网**

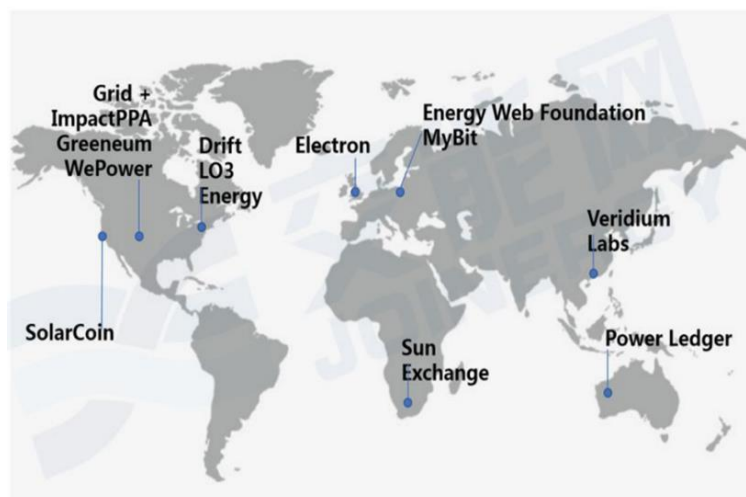


的接入，**电力是一种物理量**，而物理量需要有相关物联网的数据采集、网关、数据接口、信息传递的网络，但这就目前来说还不够完备。比如，每家都有电表，但是绝大部分电表都是电网公司所有，电网公司的电表数据所有权是电网公司的，它不会向电力的生产者和消费者来进行分享，这样就限制了在中国要去做电力+区块链的一些公司。所以，**区块链+电力必须紧密围绕市场软硬件的需求、政策法规**等问题来寻求未来的商业模式和可持续能源系统技术研究。区块链未来究竟如何，目前来看并不是有且仅用的技术来改变现阶段的能源问题，还需要时间来探索。

## 2.2 国内外应用情况

从交能网统计的数据来看，大部分的区块链项目都在欧美。美国依然具备着区块链创业的最佳机会，首先区块链目前还是一个技术驱动的项目，美国的技术人才的储备可以轻松招募到相关的人才。其次，美国部分州的电力市场完全开放，这为创业者提供了天然的市场环境。除此之外，德国以及澳大利亚也有不少创业项目，这些国家较为发达的分布式可再生能源，极大地推动了区块链在能源行业的应用。

能源区块链公司所在地地图



图片来源：交能网

除此之外，能源巨头公司对区块链技术的发展前景也是非常看好的：

1. 澳大利亚的 Origin Energy 与 Power Ledger 合作测试一个新的能源交易平台；
2. 英国的 BP 利用 BTL 与意大利能源巨头埃尼集团的基于区块链技术的嵌入式平台

Interbit 进行天然气交易；

3. 日本的东京电力公司对区块链初创公司 Electron 进行了早期投资，希望开发基于区块链的共享电网设施；
4. 荷兰的壳牌其子公司 Shell Trading International 对区块链初创公司 Applied Blockchain 进行了早期投资；
5. 德国传统能源企业 RWE 的子公司 Innogy 投资了位于德国的 Conjoule。
6. 2017 年，交易公司摩科瑞（Mercuria）开始与荷兰 ING 银行和法国兴业银行合作，完成了第一次基于区块链的大型石油交易。区块链与石油天然气行业的结合，为简化和改进跨境支付、记录管理、供应链管理和智能合约等潜在应用提供了许多机会。

随着区块链概念在社会中的不断渗透，国内能源相关的各界均有一些动作：

1. 2017 年 9 月 11 日，**国网浙江省电力公司积极组建研发团队，与国网信息通信产业集团共同开发拥有自主知识产权的区块链平台**，目前已在浙江电科院部署测试。
2. 2018 年 2 月，**招商局慈善基金会携手 TUV Nord、新能源交易所、熊猫绿色能源及华为共同发起基于区块链技术的社区公益项目**。当用户选择清洁能源时，区块链技术将生成智能合约，直接配对电站与用户之间的点对点虚拟交易，同时 TUV 将为用户出具权威电子证书。

## 2.3 区块链+能源的优势

能源在国内、国外的发展方向主要应是“清洁”与“高效”两方面，而区块链技术应主要在“高效”方面对现行业能有所改善，有可能在去中心化、降低信任成本等方面产生应用。

### （1）去中心化，降低信任成本

利用区块链技术可以实现不借助中心化清结算机构的点对点直接交易。这可以解决目前分布式发电就近销售的支付及清结算挑战，尤其适用于隔墙售电应用场景，在基于区块链的售电场景中，不再需要依托售电公司完成电力生产和消费的清结算工作，实现了交易的去中心化，

降低交易信任成本。以前由第三方售电公司所构建的供需之间的中介信任转由区块链分布式账本实现，也可以降低交易的信任成本。

## （2）线损的确定

不同电力之间转换的损耗、电力远距离传输和其他的运行带来的线损，目前都是由电网公司单方面决定，但是，未来这些都可以通过区块链进行公证。

## （3）碳排放认证

采用区块链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。

## （4）去中心化的多电力系统协同

采用区块链记录不同电力系统的实时生产信息及其成本，在跨电力类型市场时，可记录多个电力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电力的边际价格。

## （5）电力金融

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，区块链还可以实现电站收益直接证券化，基于股权平台实现电站众筹。

## 2.4 区块链+能源的缺点和限制

新的能源产业链的出现就需要新的技术来实现，并且更需要新的体制以及商业模式来支撑，但目前来看，这些其实还是跟不上技术的变化。区块链作为一种解决方案，其实是难以落地的，因为现在理想中的能源互联网的理念和概念其实有非常多的缺陷。

### （1）系统风险

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，但是分布式发用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。

## （2）依赖能源供应去中心化

无论对于生产者还是消费者而言，电能都只是一种商品，不同供应商提供的一度电和一度电之间并没有区别，在能量上是同质的，不管是什么地方生产，用户关心的是是否安全、稳定和廉价。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，只要求便宜。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。在供电行业由国家电网一家独大的前提下，不具备能源去中心化的物理基础条件。在未来分布式光伏的发展，才能奠定能源供应的去中心化。

## （3）专业服务限制

区块链也不是万能的，在新模式的售电方式中，依旧存有问题。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。而电力专业能力的中心化仍然需要由专业的服务机构提供，而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，这些专业性服务都是无法通过区块链去中心化的。

## （4）信息安全

此外，在信息安全问题上，区块链的去中心化分布式数据架构，以及加密和共识机制是对于数据库结构的一次革命，因此，目前信息安全学界和业界并没有深入探讨如何设计适应区块链架构的信息安全体系和战略，对于信息安全界来说，需要完全不同于以往的新范式，而且，考虑到在电力能源网络内大量的物联网设备，区块链+物联网的信息安全存在挑战。

## （5）监督管理的限制

再从政策方面来看，区块链是基于比较成熟、充分的市场化背景上，再去中心化。结合中国当前的实际情况来看，不管是油气市场还是电市场都是强监管，电力体制改革，也在进行中，没有彻底落地。电力市场，也只是基于雏形，所以能源市场在中国市场化还没完成，因此去中



心化言之尚早。从中国的实际情况来说，能源相关管理职责涉及多部门。能源产业链的部分职能分散于国土资源部、水利部、环境保护部、安监总局(煤监局)、国资委和财政部等。能源是强监管、强政策的基础行业，技术再好，政策跟不上，监管层不认可，则区块链的推进则举步维艰。

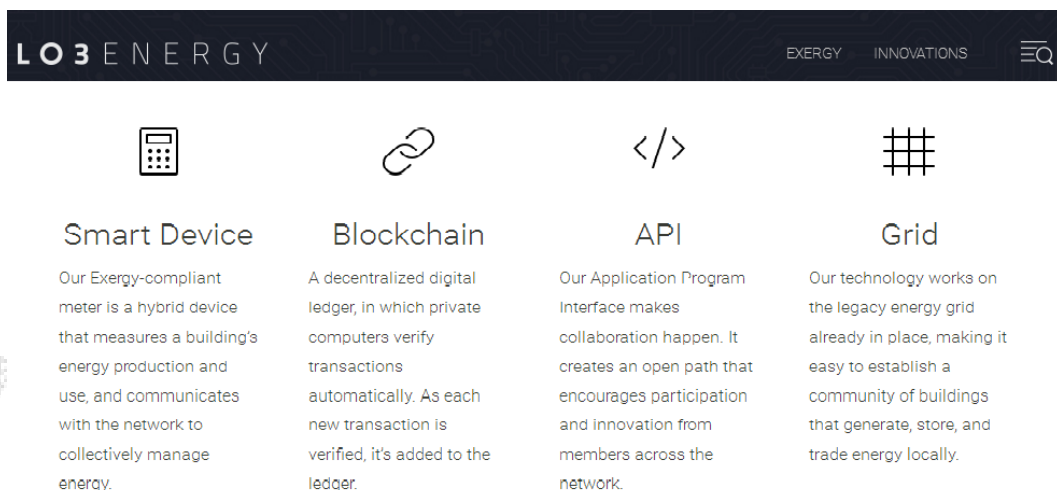
## (6) 盈利模式

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代币融资，并通过代币的增值盈利，但是代币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，已经明确禁止代币交易所，以及各种基于代币流通的商业模式，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。

# 三、应用案例

## 案例一：TransActiveGrid

TransActiveGrid 在纽约布鲁克林运行的微网项目可以说是最佳示范：这家由 LO3Energy 和区块链技术开发企业 ConsenSys 合资成立的公司以一种去中心化的方式促进点对点交易，居民可将自家太阳能板产生的过剩电力出售给对面街道的家庭，交易以区块链网络连接，几乎不需要人员参与就可以管理记录交易。



Smart Device	Blockchain	API	Grid
Our Exergy-compliant meter is a hybrid device that measures a building's energy production and use, and communicates with the network to collectively manage energy.	A decentralized digital ledger, in which private computers verify transactions automatically. As each new transaction is verified, it's added to the ledger.	Our Application Program Interface makes collaboration happen. It creates an open path that encourages participation and innovation from members across the network.	Our technology works on the legacy energy grid already in place, making it easy to establish a community of buildings that generate, store, and trade energy locally.

图片来源：LO3ENERGY 官网



这是在比微网还小的纳网里面做的，才 10 户人家的区块链的点对点售电的光伏项目。10 户人家的屋顶上都装了几块光伏组件，形成了十个节点的小型区块链。这个项目是基于以太坊开发的，再通过用户节点和节点之间的交互，形成了基于区块链的售电应用。

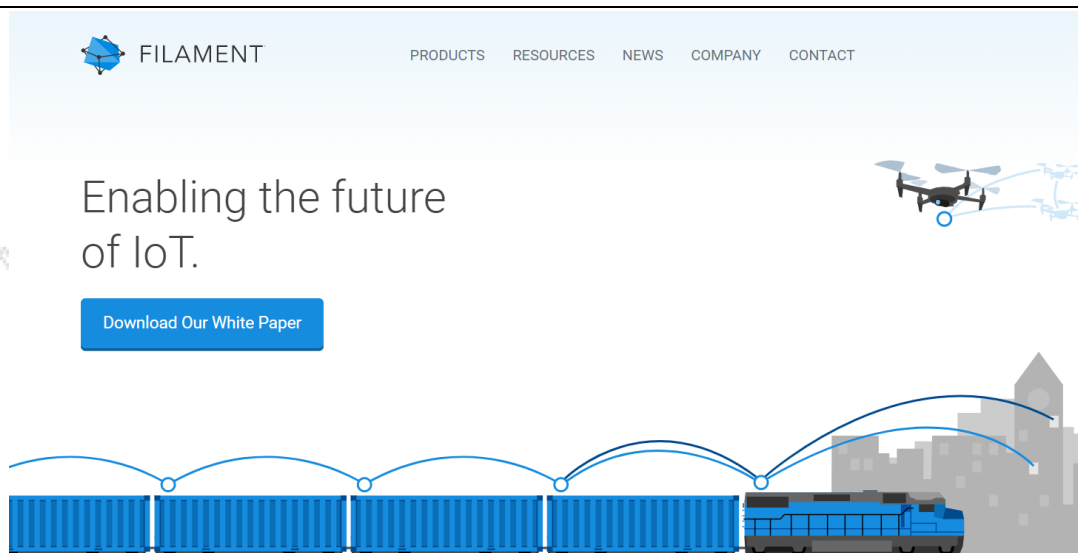


图片来源: TransActiveGrid 官网

LO3Energy 公司创始人 Lawrence Orsini 说。从全球来看，类似的能源区块链实验并不多，除了一些早期论证外，区块链在电网的应用还基本处于理论阶段。业内也有一些公司正在进行能源与设备认证系统的开发，大多数人还在苦苦寻觅区块链在能源领域的应用点，以及如何将想法变为现实。

## 案例二：Filament

美国公司 Filament 也在澳洲实施区块链技术和电力网状网络的结合，用点对点物联网来保证电力安全同时充分利用了现有网状网络闲置的容量。美国公司 Filament 在澳大利亚偏远地区的电线杆上进行所谓的“龙头”（taps）试验，这些“龙头”可以在 10 英里之内直接通讯；因为电线杆的间距一般大约是 200 英尺，故障电线杆上的动作探测器会通知 200 英尺外的电线杆；假设这个探测器故障，会按顺序通知 10 英里内的其他电线杆，然后通过 120 英里内最近的回程网络与公司通讯。



客户可以用手机、平板或计算机直接连接到设备，这个“龙头”包含了很多传感器——温度、湿度、光和声音，客户可以用这些传感器长期监测和分析电网状况。他们可以获取相关数据信息，并通过授权将数据通过区块链传输给其他用户——政府、广播员、电线杆制造商、环保部门。

Filament 的商业模式包含三个参与方——Filament、客户和电力公司。Filament 拥有硬件，它的设备一直监控电线杆和状况和信息交换，把传感器数据卖给数据集成商，然后再卖给电力公司。

电力公司按月支付监控设备费用，减少了公司现场检查的高昂成本。因为电线杆很少会倒塌，所以网状网络的通讯功能基本是闲置的。

Filament 的创始人和首席执行官 EricJennings 说：“因为 Filament 拥有设备，我们可以出售跨越整个澳洲的网络多余的容量，Filament 可以与联邦快递合作”，联邦快递网点可以用网状网络进行通讯和追踪车辆来预计到达时间和故障情况。”

物联网应用依赖于一个账本——Ledger of Things。上万个智能电线杆通过传感器收集数据，并在其他设备、计算机、人之间传递数据，因此系统需要持续追踪所有信息以保障其可靠性，包括区分每个电线杆。

## 四、总结与点评

从理论上来看，在能源行业的全链条上的各个领域都可以和区块链结合起来，所以**关注区块链在电力行业的应用是有必要的**。然而要实现把能源行业这些业务搬到区块链上，是非常不成熟的，还不足以支撑在能源行业目前的落地。**以区块链目前的发展阶段，还需要很长的路才能在能源行业落地，才能在能源行业应用。**

1. **分布式发电目前还处于探索阶段**，主要还是国家性质的中心化发电厂来服务大家，在中国这样的局面应该还要保持很长一段时间，所以在国内推行分布式发电存在很大的阻力，这也意味着**区块链技术在分布式这一块的应用还不容易被市场接受**。
2. **在发电领域，最主要的应用场景是分布式能源基于微网的区块链售电**。由于电力在运输过程中存在损耗，交易成本随距离的增长而提高；对于电压等级较低的分布式光伏发电，其运输、交易基本围绕能源产生地的周边进行，所以**分布式能源的电只适合小范围使用**。
3. **政策方面，能源是强监管、强政策的基础行业**。能源供应属于国家基础设施建设的一部分，能源项目需要得到政策允许或购得资质、牌照等才能推行。国家政策方针，对区块链技术和能源的结合影响重大。
4. **储能领域或是区块链技术的一个应用点**。通过应用区块链技术，把能源当做类似于共享单车的产品，允许公众通过使用权的分享，去调用在某用户名下的储能设施，并支付费用。**但是这本质上是共享经济的内容，在本报告中不过多赘述。**

除了上面所说的之外，在理想状态下，区块链技术在能源行业的应用还是有很多点的：

1. **交易层面**：以售电公司售电数据的分析，进行确权和登记，售电交易根据智能合约进行自动结算；公司层面的电力交易所的场内场外交易也可以通过区块链实现。
2. **点对点交易**：基于区块链方案，光伏分布式发电交易模型就会变得非常简单，点对点直接的交易，过程成本低，交易成本低。
3. **监管层面**：减排、排放有关数据和文件电子化，确保数据不可篡改，减低监管成本；
4. **公证溯源**：线损是电网公司说了算，包括不同能源之间转换的损耗以及热电联供、热电互换其实都是不同品种的能源之间的转换，然后进行传输。区块链可以确认能源远距离传输和其他的运行带来的线损。



## Hash Institute

哈希研究院是一个聚焦区块链底层技术与应用场景探究的研究型平台，旨在为区块链技术的普及做出推动性贡献，全方位服务哈希世界公司的发展与应用前景。



扫码关注哈希世界公众号

哈希世界的公司愿景是开创可信数字时代。我们希望通过努力，在未来逐步实现安全可信的资产数字化。而实现这个目标，需要以区块链技术为支撑，哈希世界借助区块链实现资产确权，在提供游戏服务的同时也向大众普及了区块链的知识与技术。