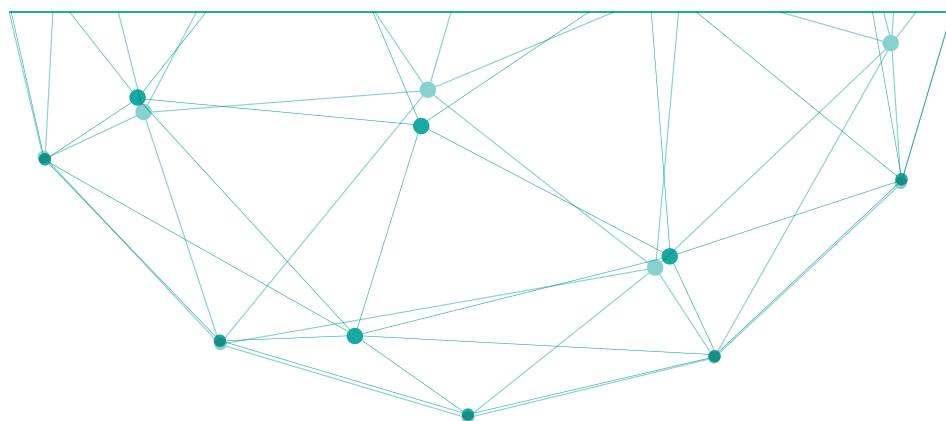


ENERGO LABS



Decentralized Autonomous Energy System

去中心化能源管理与交易系统



Energo Labs

执行摘要

Energo是由一系列去中心化能源应用组成的生态系统，用来打造一个适应未来的DAE社区（Decentralized Autonomous Energy Community）。其核心是一套基于Qtum网络和本地微电网(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。

本文档展示了Energo完全基于点对点技术所构建的DAE社区(Decentralized Autonomous Energy Community)。同时，Energo网络内置专属加密货币TSL，TSL代币的持有者拥有分布式储能设备的使用权。

Energo是一个新的能源自治生产与新的消费场景，将联结未来微电网内不同规模的能源生产者与不同类型的用电用户，优先就近消纳网络内的清洁能源，提高能源利用率与可靠性，并能去中介化自由交易，提高产销者的经济得利与用电用户的用电成本，Energo将作为未来智能电网中桥接物理层、信息层和价值层的重要一环，实现真正的去中心化自治的能源网络。

Energo也介入未来机器与机器间的能源需求，首先应用于新能源车与充电桩的场景，给予未来新能源车在区块链上的数字身份与钱包，统一支付方式与用电来源，让新能源车可以在无人值守的状态满足充电和支付动作，并盘活就近清洁能源的供给与消纳。

Energo Labs

背景

随着电力生产模式逐渐从集中化生产模式转变为社会化小生产模式，这对电力能源领域产生了重大影响。假设这种趋势持续发展，在不久的将来，几乎每家每户都能拥有自己的生产装置，如光伏板和CHP等等。这些装置用于实现各个家庭内部所需，余下的能源可用于满足当地社区的需求。如果大部分市民能够拥有这种生产能力，那么在当地实现额外的能源交易则可以说通。举个例子，每个用户屋顶的光伏板所产生的能源除供本家庭使用外，多余部分还能分配给其他用户使用。通过这种方式，如果能源能在当地进行交易，那么相当大比例的能源运输成本和通路建设、扩容成本则会减少。

此外，可再生能源布局与负荷分布不协调的情况，也得到了实质性改观。如果其他产销者的额外能源在本地优先供给周边用户，实现相互间的有效交互，那么可再生能源与原有电源结构的互补性也能充分利用，同时解决了可再生能源的优先消纳问题。

原先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，而德国已经彻底停发相应的补贴。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，我们需要一个新的方案，无需依赖补贴，只需要自由的市场规则。那么就需要实现一个自由电力交易的市场，并为所有利益相关者带去各种好处[1]。当然这也会是一把双刃剑，会对传统的电力网络结构、商业关系和流程带来新的可能性与挑战[2]。未来电力生产（如太阳能板和风能等等）以及消费（如电动车等）的分布规模非常之大，我们的愿景是为管理未来极度不稳定和庞大的分布式能源网络找到更好的出路。循着这种思路，参与者能够最大化利用当地环境以及本地所生产的电力。不仅可以避免运输的费用以及能源的损失，而且能够更好地规划当地电网的管理，为未来的智能城市与智能电网实现一个真正去中心化自治能源社区。有趣的是，这也是能源界的一种市场经济与公民社会的结合，激发了人们参与可再生能源发展的主动性和创新精神，这不仅有助于推动国家能源结构与供给侧的改革，而且有助于可再生能源设备与储能的发展。

Energo Labs

Energo网络即 DAE社区的概念将会很好的实现这一目标，这一概念也将会形成相互连接的小型格状网络，能够在更大的区域内协作。我们将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[3]为代表的先进能源技术，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。

[1]S. Karamoskos, "Demand side management via prosumer interactions in a smart city energy marketplace," in IEEE International Conference on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT 2011), Manchester, UK, Dec. 5–7 2011.

[2]X. Yu, C. Cecati, T. Dillon, and M. Simo "es, "The new frontier of smart grids," Industrial Electronics Magazine, IEEE, vol. 5, no. 3, pp. 49 –63, sept. 2011.

[3]INTRODUCTION TO MICROGRIDS, https://www.securicon.com/sites/default/files/Introduction%20to%20Microgrids%20-%20Securicon%20-%202013_1.pdf

Energo Labs

为什么选择Qtum?

量子链(Quantum Blockchain)是一个致力于打造基于互联网的价值传输协议以及去中心化应用的开发平台，旨在建立比特币生态和以太坊生态的桥梁，并建立区块链世界与真实世界的桥梁。

不同于其他智能合约平台。目前现有的智能合约平台主要是基于工作量证明(POW)，而工作量证明(POW)的共识机制由于资源和硬件限制很难被部署到大规模的应用场景中。同时共识机制本身缺乏灵活性，因为参与者的不同，在公有链中和联盟链中，对共识机制的要求是不一样的。Qtum 系统包括 Qtum 公链和 Qtum 联盟链，因为网络环境和参与者的不同，考虑到公链的去中心化程度、参与门槛、安全性和可靠性，在公链网络中使用基于 POS 机制的 IPOS 。因为联盟链大多参与者都是受限的节点、身份已知的对手方，对共识机制的考量不同于公链网络，所以Qtum 联盟链提供的基于 Proof of Time 和 Raft 协议融合的共识机制，可以满足可信网络中，对区块链速度和容量的要求。

同时现有区块链系统具备很大的封闭性，目前大多数智能合约的触发条件来自于区块链系统本身，很少有外界的触发条件，缺乏与现实世界的交互。而通过Qtum 系统中的 Oracle 和 Data Feed 可以把现实世界的的数据作为合约触发条件，打破智能合约本身的封闭性。

Energo是一个由未来众多分布式储能设备为全节点的联盟链，基于Qtum 来构建 Energo 能源联盟链，能更好的保证整个DAE生态的安全稳定、部分去中心化，并且拥有极高的性能来处理能源信息流与价值流间的沟通。同时促进 Energo 更好的致力于DAE的发展，专注业务落地工作，实现区块链在能源领域里首先落地。

Energo Labs

代币介绍

Energo能源资产 – WATT

WATT 是使用区块链确权的能源数字资产，它由实体电能背书，每个 WATT 代币代表 1KWh 存储在微电网分布式储能设备中的真实电能。

用户利用自有的清洁能源发电设备只需通过 Energo 所支持的智能电表实时计量，系统会自动通过智能合约，发行 WATT 代币。

用户也可以通过所支持的智能电表或充电桩，经过用电实时计量后，系统会自动使用私钥签署脚本，通过智能合约向指定的销币合约地址转账 WATT 代币来销毁代币。

Energo生态资产 – TSL

TSL(Tesla) 代表了持有人拥有分布式储能设备里的使用权。未来无论产销者或是用电用户都需要持有 TSL才有权在储能设备中存电。

为了保证高效合理公平的分配储能设备里的公共资源，用户在分布式储能设备中存入的物理电能，每15分钟将扣除一定手续费。

这部分手续费 **80%**将由所有储能设备业主获取，即某储能供应商获得的收益对应他在供给网络中的储能容量占比。

10%用于教育市场与新用户，赠予小额 TSL 以方便新用户初次的使用体验。

10%将由Energo 网络收取。

Energo系统会发行 **1,000,000,000**个 TSL 代币，TSL 代币数量恒定，永远不会增发。



去中心化能源交易所

微电网

在实现能源的点对点交易前，我们需要给现有的电力架构进行一项小手术，我们需要对它引进一个新的电力网络结构。微电网是最好的选择，它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。

它的核心在于自身的储能系统，一个能源存储系统对波段和电压的管理来稳定电源质量，稳定可再生能源的产生，对可再生能源进行更好的管理。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。

为了满足可再生能源消纳的问题，保证其生产及储存的电充分交易，尽可能对储能系统利用最大化。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。

去中心化能源交易所

交易平台

位于网络内部的不同个体对他们所生产和消费的能源进行自由交换的能力是所有分布式能源系统的基石。传统意义上这一处理过程被定义为一种能源交易。在全球范围内，不同的商业类型、产品和服务使用着不同类型的贸易机制。贸易机制的关键点之一就在于其定价机制。

特定的价格机制定义了产品和服务的售价在买方的购买价格意愿（通常指“要价”）与卖方的出售价格意愿（通常指“出价”）之间进行协商的原则与流程。最常见的三种定价机制分别为：拍卖机制，逆向拍卖机制和证券市场机制。

拍卖机制通常应用于线上拍卖（如eBay）和线下艺术品出售。卖家设定将其产品或服务出售的最低价格意愿，买家则尝试在拍卖过程中出价，高于其它竞拍者最终赢得拍卖。在竞拍时限内愿意为竞品支付最高价格的买家向卖家付款后即可获得竞品。对于竞品，无出价则无交易。拍卖是将卖家提供的产品和服务获得价格最大化的机制，非常适用于提供产品和服务的少数卖家对应多个买家的情况。

逆向拍卖定价机制通常被政府和企业在进行服务外包时选择使用。在逆向拍卖中，买家设定出价的上限和他们所需要的产品或服务。有意赢得合约的卖家将在既定要价上提供相应的产品或服务。当全部有意向的卖家提出他们的要价，在符合合约要求的前提下，要价最低的卖家将获得合约。这一机制有利于将买家的期望出价最小化，适用于提供产品和服务的多个卖家对应少数几个买家的情况。

证券市场定价机制通常应用于全球范围的证券市场、货币兑换和其它类型商品。卖家一般选择自由公布他们在某个要价所愿意出售的数量，与此同时，买家自由公布在某一出价他们所愿意购买的数量。按照先到先得的原则，出价高于最低要价的买家将能够获得卖家的商品。尽管这类定价机制不会对交易价格造成极端化的影响，但它非常适用于同时存在大量买家和卖家的市场。

对于点对点的能源交易平台，我们预计这将会是存在多个买家和卖家的市场环境，从定价机制的角度来看，最合适的定价机制可能遵循证券场所设定的规则，但我们会根据存在的某些特定需求进行相应调整。

Energo Labs

去中心化能源交易所

Energo Pricing

详细了解我们所选定的定价机制，股票市场的一个典型步骤就是创建订单簿表。

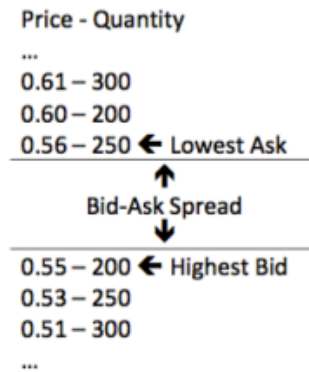


图 1. 订单示例

每一份订单代表其中每个单位数量的可接受价格。订单的常见情况包括一个“买卖价差”区域，即最高出价和较低要价之间的价格差额。在这种情况下，我们将买价定义为最低的询问价格，因为这是我现在可以买任何东西的价格，而售价定义为最高的出售价格，因为这是我现在可以卖的最高价格。

在我们的能源市场，我们所面临的一个特殊情况是：我们想要出售的能源，可能还没有被生产出来。这将导致我们在出售和购买订单之间存在一些重叠的情况。

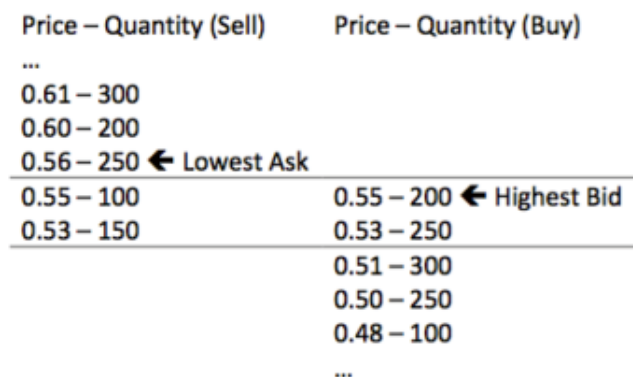


图 2. Energo平台订单示例

Energo Labs

在这种情况下，我们有些订单的要价会比最高出价低，而创造订单者没有足够的能量来平衡执行。如果用户想要马上购买能源，他们要把第一个卖家的价格和当下可获得的能源进行匹配。然而，无论能源是否可获得，我们将依旧定义每个订单的市场价格。

需要额外说明的是储能。目前，能源储存商品的价格依旧较高。当下的储能价格，可能介于5500\$的14KWh (特斯拉Powerwall)，以及150\$~200\$/KWh，用于公用事业规模的储能设备。

在这之上，不只有电池的定价，放置电池的地点也是我们需要去考量的。例如，在比亚迪网站上，最大容量为800KWh的储能设备（约40英尺的集装箱）可以安装在面积约30平方米的土地上。

Connected Houses	Average Energy Stored per Household	Battery Size [1]	Total Energy Storage Price [2]	Total Energy Storage Area
100	0.5 KWh	75 KWh	15.000 \$	30sqm
100	2 KWh	300 KWh	60.000 \$	
100	4 KWh	600 KWh	120.000 \$	
500	0.5 KWh	375 KWh	75.000 \$	60sqm
500	2 KWh	1500 KWh	250.000 \$	
500	4 KWh	3000 KWh	500.000 \$	120sqm

图3.对于不同微电网人口的价格和面积要求

[1] 电池尺寸已经计算，预计能够存储用户总能量平衡的150%。

[2] 我们以150\$作为1KWh的容量价格。安装成本，土地成本和其他次要成本已经被忽略不计。

通过图3，我们可以比较不同的微型电网尺寸，对应每个家庭的平均能量存储所需的总成本。使用150\$ / KWh的价格，所需容量比用户所持有的平均余额高出50%，每个用户平均存储的KWh容量约为225\$。这为我们维持系统提供了两个主要优先条件。

首先，我们需要确保有机地最大限度减少每个用户的电池使用量，来避免电池成本上升。因此我们将限制用户可储存的最大数量。为了计算每个用户目标能量存储成本(C_u)的期望最大余额(B_{max})，并假定用户的平均余额是最大值的一半，我们可以将方程式定义为：

$$C_u = (0.5 * B_{Max}) * \frac{300\$}{KWh}$$

$$C_u = B_{Max} * \frac{150\$}{KWh}$$

$$B_{Max} = C_u * \frac{KWh}{150\$}$$

Energo Labs

第二，我们需要确保用户有一个允许他们自动销售能源来避免利润损失的机制。为了让用户自动地出售能源，我们将使用零智能(ZI)代理[2]。用户只能定义目标购买和出售价格。一旦达到给定的平衡阈值，并且不存在其他买入或者卖出的订单时，我们的平台将自动帮助用户买入和卖出。

由于用户可持有的最多能源数量是有上限的，因此我们可能会遇到用户已经发出采购订单但在用户余额减少之前无法执行的情况。

Energo Labs

系统架构

我们的架构，包含三种角色：

- 用户或代理：外部角色，可以操作用户订单
- 业务逻辑单元：执行，计量用户余额、订单或交易历史记录的数据
- 智能电表：可以反馈能源的使用及生产情况，从而增加或减少余额

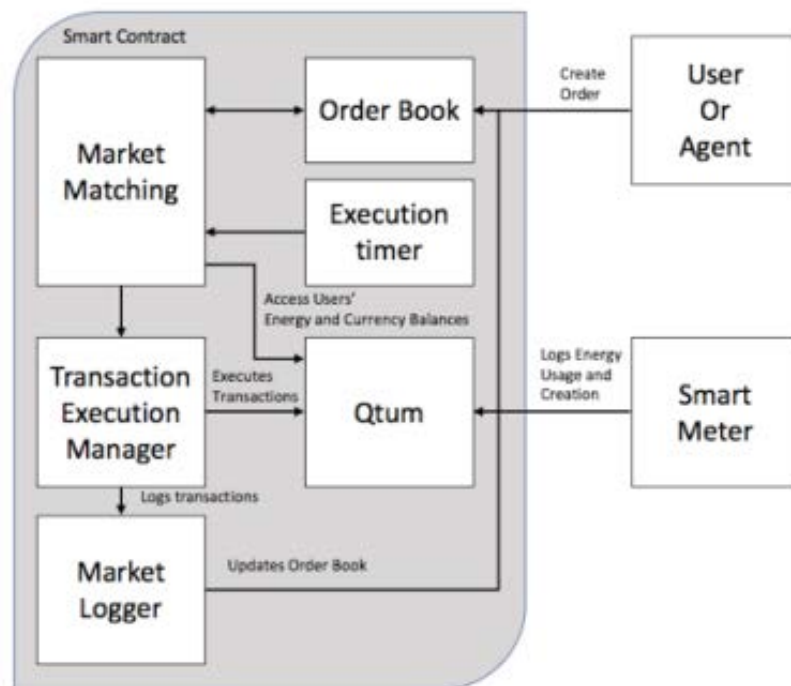


图4.市场合约价格图

在我们的平台上，将使用 Qtum 系统中的 Oracle 和 Data Feed，将真实世界中的数据作为合约触发条件，以其为数据源来记录用户的能源交易数据。并且，以下行为将被列入交易行为：

- 通过智能电表记录的能源增减
- 通过用户行为而产生的货币增减
- 通过能源交易后产生的货币增减
- 用户之间的能源转移

我们也会结合 Qtum 使用智能合同来编写和处理我们业务逻辑的不同部分。

[1] BYD Utility Scale energy storage. Available at: <http://www.byd.com/usa/energy/utility-ess/>

[2] D. K. Gode and S. Sunder, "Allocative efficiency of markets with zero intelligence (Zi) traders: market as a partial substitute for individual rationality," *Journal of Political Economy*, vol. 101, no. 1, pp. 119–137,

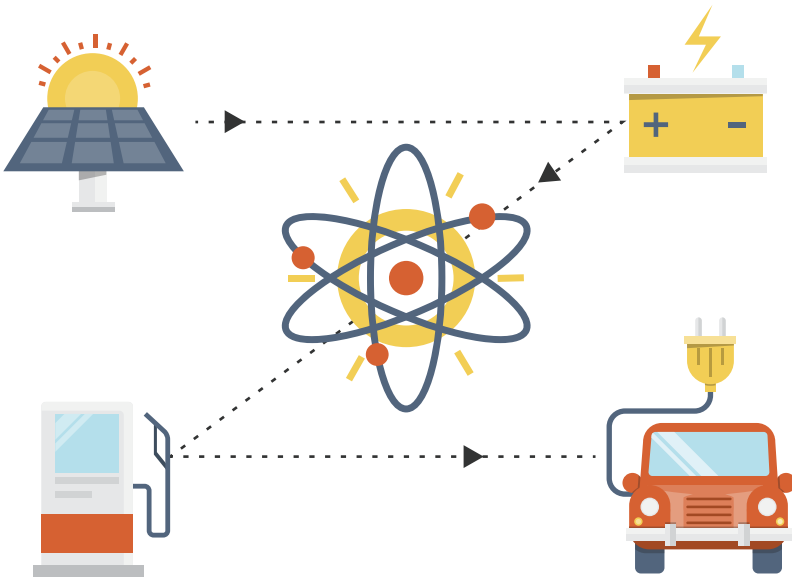
Energo Labs

新能源汽车充电服务

我们认为未来不仅仅是人与人之间需要电力交易，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。

以新能源汽车与充电桩为例，它们是一个典型的能源交易。我们会在区块链上赋予新能源汽车和充电桩独有的数字身份。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 社区内的充电桩，即可在无人值守的状态前往对应能源交易所购电，并支付充电桩能源资产（非法币交易）。

这样有利于盘活社区内的清洁能源，加大需求侧的供应，让新能源汽车变的更加清洁，而不是以往无法追溯来源与类型的电源。过去，杂乱的定价方式与支付方式也并不友好；而现在，通过 Energo 网络的新能源汽车充电服务可以统一本地电价与支付方式，唯一的差别是不同充电桩会有不同的服务费。



Energo Labs

Energo周边生态

能源交易与管理 APP

在 Energo 网络里，不同地域与微电网的用户，可以通过APP（Android/IOS）进行日常生活的能源交易与共享。同时还能对发电端和用电端进行统计与分析（2017年第一季度已完成）。未来APP会支持各种智能家居，通过人工智能的方式进行控制以及毛细血管级的能源管理（此功能预计2018年第二季度发布）。

钱包

Energo 钱包是帮助用户管理代币资产的 APP。钱包可以创建新账户、实现 TSL、Qtum 转账及其他未来 Qtum生态上的代币、导入导出私钥，也可以查看TSL 的使用情况和交易记录。

交易所

由于 Energo网络将会覆盖到全世界各地，位于不同国家的使用者皆可通过官方交易所进行不同法币和 TSL 间的交易，我们会首先在澳大利亚、新加坡、马来西亚、泰国与菲律宾开通交易所。

智能电表与充电桩

Energo 与合作伙伴共同提供多种符合各国当地计量要求与技术规格的智能电表与充电桩。无论是产销者还是传统用电用户都需要安装所支持的智能电表才能接入 Energo 网络，并真正的加入 DAE社区。同时充电桩也将升级支持 Energo 并接入 Energo 网络来为新能源汽车服务。

Energo Labs

发展进程

Energolabs 成立于2016年10月，早在 8月就已经筹备区块链能源相关的研发与设计，同时获得了曾经投资过小蚁、元界区块链的著名天使投资人王利杰先生与张军先生的种子轮投资。而后又获得能源区块链实验室与首钢基金会的战略投资。

做为能源区块链的早期开拓者，Energolabs 也在 2017年 2月与 6月，分别在维也纳 Event Horizon 2017 以及在马尼拉由Asian Development Bank 举办的Asian Cleantech Forum，作为Startup项目亮相并推广基于区块链的DAE社区，深受各国能源公司与政府青睐。

在2017年一季度，我们完成了区块链 ALPHA 版本以及 Android端能源交易所的开发。之后在 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。

早期我们自己构建区块链，在链的开发上花费大量精力，链的影响力不足，可能影响业务的发展，生态的建设，故我们决定迁移至基于 Qtum上进行开发，并重新设定了开发进程。

Energo 已经计划在澳洲、东南亚成立与目标市场内能源公司的合资公司，我们预计在 2018年底在各地完成累计 500兆瓦规模的 DAE 社区。

