

区块链技术在能源领域的国际实践及启示

韩秋明^{1,2}, 王 革¹

(1. 中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038;
2. 南开大学经济与社会发展研究院, 天津 300071)

摘要: 本文对主要区块链资讯网站进行内容分析, 系统梳理能源领域区块链技术的应用实践情况; 对美国、澳大利亚、日本等主要国家发展能源区块链技术过程中政府、企业和科研机构等不同主体的做法、经验、存在的问题进行总结, 为我国发展相关技术提供参考借鉴。

关键词: 区块链; 颠覆性技术; 点对点能源交易; 智能合约; 微电网

中图分类号: F124.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2018.03.005

在新一代信息技术、可再生能源等因素的推动下, 能源领域在过去的10年里发生的变化比之前的100年还要多。In-Stat 研究指出, 2020年全球智能电表渗透率将达59%, 安装量将达到9.63亿台^[1]; 据国际能源署预估, 2030年全球电动汽车保有量将达到1.4亿辆^[2]。由于可再生能源成本的大幅降低、智能设备的安装以及相关软件的改进, 能源领域正在朝着分布式、低碳、数字化和智能化的方向快速前进。

与此同时, 能源领域存在的问题也显现出来。从市场角度来看, 能源市场存在中心化、市场流动性差、节约能源的动力不足以及领域竞争壁垒较高等问题, 亟待解决。能源的提供、管理和消费需要比以前更智能、更清洁、更灵活、更简单的解决方案。区块链技术在此时被引入能源领域。该技术的出现将对能源市场的经营方式及向消费者提供价值的方式产生巨大影响。

区块链技术^[3]自2008年出现以来, 在金融、保险、供应链管理、房地产管理、医疗保健等领域的应用不断扩展。而2017年成为区块链技术在能源领域的潜在应用得到全球认可的转折点。2017年

第二季度至2018年第一季度, 已经有122个组织参与能源区块链技术的研究和应用, 部署了40余个项目, 投资超过3亿美元。^[4]

GTM Research^[5]最新发布的报告显示, 能源已经成为区块链技术应用最为广泛的领域之一。截至目前, 全球范围内仅电力行业就有超过70个区块链相关示范项目正在部署或规划之中。区块链在能源领域的应用, 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。区块链技术在能源领域的潜力巨大, 我国作为世界第一大能源消耗国^[6], 总结国际能源领域区块链技术的应用情况, 将对我国能源领域应用区块链技术、使区块链技术成为能源转型和模式进化的催化剂, 具有重要的实践参考借鉴意义和价值。

1 研究方法

目前区块链技术的理论研究滞后于实践发展^[7]。为了准确掌握国际能源区块链技术的实践情况, 本文主要对区块链领域重要网站中的新闻进行内容分析。新闻内容分析已经成为预测技术未来发展的方法之一^[8]。具体说来, 首先选取重要区块链网站作

第一作者简介: 韩秋明(1984—), 男, 博士后, 助理研究员, 主要研究方向为科技预测与评价。

项目来源: 科技创新战略研究专项“技术预测前沿理论、方法及应用”(ZLY2015126)、“我国智能经济与智能社会发展的重大战略”(ZLY201718)、“推进人工智能和实体经济深度融合的战略路径研究”(ZLY201745)。

收稿日期: 2018-02-10

为数据采集来源。在网站选取时,重点考虑网站的权威性和时效性,选取 coindesk.com、cointelegraph.com、chainb.com 等 10 家重要国内外区块链资讯网站作为信息来源;其次,选取爬虫工具抓取在以上网站中利用“Energy Blockchain”作为检索词的新闻检索结果;第三,对网络爬虫软件抓取的新闻内容进行内容分析,抽取出“国家、企业、科研机构、大学”等项目实施主体,“项目名称、项目内容、项目金额、项目过程”等项目主体,以及“时间、地点”等描述主体,进行案例数据整理。最终获取信息 171 条,经数据清洗、非相关信息删减和相近内容归并,最终得到相关项目信息 80 余条,涉及 17 个国家和地区。

2 国际能源区块链技术发展的主要实践

在上述信息收集的基础上,选取实践案例数量较多的 3 个国家,并辅以其他国家的主要做法,从相关项目实施主体的角度总结其实践经验。

2.1 美国

美国是区块链技术发展的前沿国家,其政策支持、应用场景、基础研究等都在全球范围内处于领先地位。美国能源交易的第一个区块链于 2016 年 4 月在纽约布鲁克林成功应用,开启了区块链技术在能源领域的应用先河,迈出了坚实的一步。具体来说,美国推进能源区块链的主要做法有以下几个方面。

2.1.1 政府投资引导技术研究

美国能源部(DOE)是美国推进能源区块链技术和应用的主要政府部门。2016 年 12 月,美国能源部发布研究领域概览^[9],其核心围绕美国核工业安全监管的有关问题展开,征求的项目要求为能源系统开发新的概念、利用区块链技术保证能源系统的稳定性、对网络攻击的防御性更高;同时项目目标还包括软件开发、初步测试、概念证明搭建、区块链软件与系统硬件在实验室或试点规模上的融合等。美国能源部已经投入数百万美元的资金开发区块链网络安全技术,以保障电网上分布式能源的安全。

除了国家政府机构,地方政府也在为能源区块链技术的发展提供资金支持。纽约州分配 4 000 万美元用于支持对电网去中心化感兴趣的合作伙伴,

包括 LO3 Energy(一家开发基于区块链的创新技术,以实现地方生成、储存、购买、销售和使用能源的科技公司)在内的 150 家申请机构中,已经有 83 家收到 10 万美元的可行性研究经费。

2.1.2 政府牵头组织产学研协同研究

由于电网设备缺乏能见度、控制 and 安全性,不能安全、快速且大规模地进行实时能源交易,美国能源部与西北太平洋国家实验室(PNNL)、华盛顿州立大学、田纳西河流域管理局、Guardtime、西门子和美国国防部的国土安全信息分析中心开展了一个为期 3 年的合作项目^[10]。该项目的关键目标是开发基于区块链的无密钥签名基础设施(Keyless Signature Infrastructure, KSI)。该基础设施是安全性解决方案的一部分,用于提高国家能源基础设施的可靠性和弹性。

2.1.3 政府与企业合作进行技术测试

区块链技术代表了变革性高扩容的平台,可以支撑分布式能源市场,提供更高效的需求响应、电量储备、电力质量支持。区块链初创企业 BlockCypher 与美国能源部国家可再生能源实验室(National Renewable Energy Laboratory, NREL)合作^[11],利用达世币网络,在实验室两处能源设施中测试分布式能源的点对点交易,开发能源交易跨区块链结算解决方案。通过达世币等加密货币交易的智能电表还可以使电网更加高效且可扩容,将电网终端的能源储备及生产货币化。这项解决方案还计划通过匹配需求与发电量来简化能源消费,减少高消费阶段的电力赤字。

2.1.4 科研机构与企业组建跨国联盟

为加速区块链技术在能源领域的商业化应用,致力于全球能源变革的美国智库落基山研究所(Rocky Mountain Institute, RMI)与澳大利亚区块链开发公司 Grid Singularity 在瑞士联合成立了一家非营利性基金——“能源网络基金”(Energy Web Foundation)^[12],共同致力于区块链技术在电能领域的应用。目前德国、法国的一些大型电网运营商都已加入该基金会,参与的公司和机构认为区块链将是能源领域的游戏规则改变者,基金会的成员将合作制定框架和标准,帮助保障其成果。该基金会的直接目的是获得更多资金和建立更多的分支机构,同时为能源领域开发开源区块链应用程序。顺

利的话，这些应用程序将于 2019 年或 2020 年对公众发布。

2.1.5 企业自主开展技术试验

区块链初创公司 LO3 Energy 在纽约实施了一个项目：在总统大道的一边，5 户家庭通过太阳能板发电；街道另一边的 5 户家庭可以购买这些家庭多余的电力，而这项交易的底层技术基础就是区块链，几乎不需要人为参与就可以管理记录交易。该初创公司基于这个项目提出一项名为“布鲁克林微电网”（Brooklyn Microgrid）的倡议，旨在让居民通过屋顶太阳能设备在当地进行太阳能交易（不需要国家电力公司的参与）。同时 LO3 Energy 还成功获得了美国专利商标局授予的点对点能源转移专利^[13]，通过使用分布式网络智能合约可以提高效率，降低成本。

2.1.6 企业间开展跨国合作

智能充电器创业公司 eMotorWerks 利用德国公司 MotionWerk 基于以太坊区块链开发的 Share & Charge 平台进行了充电测试，希望以此改善加利福尼亚州家用电动汽车使用率低的情况，从而最大限度地实现资源的充分利用。该平台利用以太坊区块链来追踪消费者和所有者之间的充电交易及支付，已经在德国得到了实施。无独有偶，加利福尼亚州的清洁技术公司 Oxygen Initiative^[14]正在和德国能源公司 Innogy SE 展开第二年的合作，通过为司机引进电子钱包，促进区块链技术在美市场的采用。Oxygen Initiative 将为插电式电动车辆的司机提供服务，帮助他们快速支付高速公路费、停车费、充电费以及拼车费用。

2.2 澳大利亚

澳大利亚的政府部门和企业都高度关注区块链技术的未来潜力，积极探索区块链技术的发展和应用。目前，该技术在澳大利亚的能源市场也获得了极大的关注。

2.2.1 政府投资，多方共同参与

澳大利亚政府为西澳大利亚州弗里曼特市的一个能源区块链的前沿项目投资了 825 万澳元的资金。项目的承担单位包括科廷大学、莫道克大学、科廷大学计算研究所、LandCorp、CSIRO / Data61、思科和 Power Ledger 等科研机构和各类型企业^[15]。该项目利用区块链技术和数据分析技术把大型太阳

能光伏（PV）工厂、屋顶太阳能光伏电池板、分区蓄电池、电动汽车充电站和区域水处理及收集系统联系起来，将其作为未来智能城市的互联基础设施的样板。

2.2.2 政府牵头主导标准制定

澳大利亚区块链行业成立了“区块链议会盟友”（Parliamentary Friends of Blockchain）。该组织由自由党参议员 Jane Hume 和工党参议员 Sam Dastyari 领导，旨在为组织成员和参议员提供一个讨论数字货币和其他领域应用交流的平台。

澳大利亚标准协会（Standards Australia）^[16]负责管理一个国际技术委员会秘书处，发展由国际标准化组织（ISO）制定的区块链标准。该协会与包括美国、德国、英国、法国、日本、加拿大、爱沙尼亚和韩国等国家在内的 10 余个 ISO 成员的机构一起推动 ISO / TC 307 区块链和电子分布式账本技术的开发。

2.2.3 科研机构积极开展基础研究

澳大利亚的大学等科研机构开展了能源区块链技术的基础研究，为相关实践提供基础支撑。如皇家墨尔本理工大学（RMIT）成立了“区块链创新中心”；悉尼大学则创建了一种被称为“Red Belly Blockchain”的新型区块链技术，并认为该技术能够有效改变全球能源交易模式。

2.2.4 企业主动拓宽海外市场

Power Ledger 公司搭建了会向所有市场参与者开放的基于区块链的能源交易平台，目前已与零售能源巨头 Origin Energy 达成了合作，开始进行基于 Power Ledger 区块链 P2P 能源市场的试验，已为其 P2P 能源市场筹集了超过 3 400 万澳元的资金。英国石油公司（BP）、挪威国家石油公司（Statoil）和壳牌（Shell）为该平台提供了支持，表明该技术在能源领域的应用拥有光明的前景。围绕该平台组成联盟的公司还包括荷兰国际集团（ING）、荷兰银行（ABN Amro）、法国兴业银行（Societe Generale），以及交易公司贡渥集团（Gunvor）、Koch Supply & Trading 和摩科瑞（Mercuria）^[16]。

2.3 日本

自从福岛第一核电站发生事故以来，日本的核能消耗量已经从 30% 左右下降到了 2%。为了遵守《巴黎协定》，履行其气候控制义务，日本政府表示，

到 2030 年需要将其核能消耗量恢复至 22%^[17]。为此, 日本政府在很大程度上放松了对能源部门的管制, 鼓励包括区块链技术在内的一些新兴技术在该领域的应用尝试, 这样有助于为该领域带来竞争。

2.3.1 地方政府支持大企业开展实验

东京能源公司 Eneres 在福岛县当局的支持下, 开始测试分布式注册表技术在可再生能源中的应用能力^[18], 特别是在区块链上构建“智能微网”的能力。此次试验的目的是研究建立共享型能源经济的可能性。开发者计划显示, 通过采用区块链技术, 安装太阳能电池板和其他可再生能源资源的住宅家庭能够与其他网络成员共享过剩电量, 同时获得一定的回报。

2.3.2 大企业进行跨国投资

东京电力公司 (TEPCO) 于 2015 年成立风险投资部门, 寻求使用区块链技术来解决日本依赖集中式核电的问题。由于区块链技术的前沿性和特殊性, 东京电力公司将视野拓展到日本以外, 已经公开投资了 4 家公司, 分别是美国布鲁克林的 United Wind、波士顿的 Via Science、英国伦敦的 Moixa 以及德国的 Conjoule^[19]。以 Conjoule 为例, 它为可再生能源的生产者和消费者、电池拥有者和其他灵活性能源开发了一个 P2P 市场, 无需中介机构就可进行交易。目前, 这个平台和发行产品正在德国的两个城市进行试点, 允许在家中安装太阳能光伏的住宅用户向当地消费者出售过剩的电力。

2.3.3 加入行业基金会

东京电力公司加入了旨在为能源行业探索区块链技术的由落基山研究所牵头在瑞士成立的能源网络基金会^[19]。东京电力公司加入该基金会的目标是使个人能够生成、消费并交易自己的能源, 同时解决旧的能源生产、消费模式与未来的去中心化能源之间依旧存在的一些妨碍社区生成能源传播的技术障碍和规则。

2.4 其他国家和地区的有益实践

除了以上有代表性的实践以外, 其他国家和地区也有与能源区块链技术应用有关的尝试。

2.4.1 欧洲能源公司结盟推进技术发展

23 家欧洲能源交易公司结盟, 在能源批发市场上采用区块链创新技术进行点对点交易^[20]。交易在升级的 Enerchain 框架中进行, 该框架是

PONTON 开发的区块链应用程序, 已经在 2016 年荷兰阿姆斯特丹 EMART 大会上执行了欧洲第一笔基于区块链的能源交易。Enerchain 软件支持采用加密技术的交易机构匿名地向去中心化订单簿发送订单, 另一家交易机构可以查看该订单, 这个流程都是点对点完成的, 没有第三方运营的 centralized 市场。

2.4.2 德国大企业成立新的业务部门

德国工程巨头西门子投入 11 亿美元成立新的业务部门 (next47)^[21], 在 5 年内投资人工智能和下一代小型飞机推进系统以及“去中心化”相关的领域。能源领域主要关注行业及能源交易数据传输的区块链应用程序, 让数据传输更加便捷安全, 同时在中国、德国和美国开设办公室。

2.4.3 奥地利能源公司参与技术试验

奥地利最大的公用事业公司维也纳能源公司 (Wien Energie) 正在参与一项新的区块链试验^[22], 主要关注能源交易, 希望探索能源资产追踪的新途径, 从而达到降低成本的目的。该公司向奥地利 200 多万人以及成千上万的工业和农业客户提供电力, 正在和温哥华的 BTL 集团以及安永的 Austrian Outfit 合作进行该试验项目。此外, 奥地利与德国能源供应商 Switch 已经开始接受使用比特币支付燃气和电费账单。

2.4.4 西班牙大企业组建实验室

西班牙大型能源公司 Endesa 公布了开放区块链实验室的计划, 旨在鼓励开发能源行业中基于区块链的解决方案^[23]。Endesa 向参与能源区块链技术研发的各类团队提出需求, 希望他们能够研发出利用区块链技术解决能源行业特定需求的应用程序、软件或平台。Endesa 通过其开放的协作平台 Endesa Energy Challenges (Endesa 能源挑战), 公开号召任何对开发分布式账本解决方案感兴趣的参与者成为公司区块链实验室的一分子。

2.4.5 菲律宾跨国合作实现微电网项目落地

菲律宾最大的清洁能源生产商之一 First Gen 携手来自中国上海的 Energo Labs 共同合作在德拉萨大学落地的校园微电网项目。Energo 在德拉萨校园架构了微电网, 通过区块链的去中心化特性来确保楼与楼之间的用户可直接进行点对点的电力交易, 保证大楼电力的供给与消耗一直处于均衡有机的工作状态。同时, 利用区块链的分布式账本特性,

能源计量系统也会有效地记录发生的一系列交易，以及保障数据储存的安全性。

此外，英国、瑞典、瑞士、加拿大、智利等国家也开展了区块链技术在能源领域的相关实践。

3 国外能源区块链技术应用对我国的启示

区块链技术凭借透明性、安全性和不可逆性等特征，已经显示出超越金融部门应用的巨大潜力。尽管能源领域对区块链潜力的认识相对缓慢，但现在已经有越来越多的政府管理者、专家和产业工作者认为区块链可以对分散性和互联性越来越强的能源行业进行重大革新。

3.1 国外能源区块链技术应用的经验 and 存在的问题

3.1.1 主要的经验

(1) 政府对区块链技术在能源领域应用具有推动作用

从国际经验来看，政府在能源区块链技术应用方面发挥着重要作用，有的国家是政府相关机构直接向全社会征集相关项目，开展直接投资，从而吸引相关利益者在本领域积极贡献和创新；有的国家则是政府为能源区块链提供宽松的环境，为相关实践提供必要的支持和帮助。能源领域区块链技术的应用需要应对技术和市场等的不确定性，而政府对其项目管理的宽松环境和部分支持对能源区块链技术应用具有重要推动作用。

(2) 大学等科研机构重点解决基本技术问题

区块链技术是典型的产业驱动型的技术，也并非凭空诞生的新技术，而是分布式数据存储、加密算法、智能合约、点对点传输、共识机制等技术的集成应用。区块链技术在能源领域应用的前提，是技术能够解决能源行业存在的痛点，这需要与能源领域产业链中各个环节相结合。从国际经验来看，在这个过程中，有的企业从事了技术研发及应用，但更多是以技术应用为主，而技术的基础研究问题还需要大学、科研院所等科研机构来重点完成。

(3) 企业积极开展能源区块链技术应用项目的试验和落地

能源领域区块链技术的发展离不开企业这类创新主体发挥的作用，特别是能源行业中的大企业。由于能源领域的中心化特征比较明显，且业务流程复杂繁琐，所以行业内处于重要地位的大企业会对

可能具有颠覆性的前沿技术小心翼翼。从国际经验来看，区块链技术在能源领域的应用离不开大企业的先行先试，积极与区块链技术的初创企业合作，可以成立实验室为业内小企业搭建平台，亦可联合其他企业一起推进相关项目的实验和落地。

(4) 国际合作对于能源区块链技术应用发展非常重要

前沿技术的研究和应用最突出的一个特色就是国际化。从国际经验来看，区块链技术应用日益活跃，跨国合作、产业联盟、项目合作、平台应用、跨国基金会等国际交流合作成为区块链技术在能源领域发展的重要推动力。

3.1.2 存在的问题

(1) 技术本身仍不成熟

与金融等区块链技术应用热门领域相比，能源领域区块链技术的应用仍然相对较少。从已经报道的相关新闻内容来看，能源领域目前仅有100多个区块链使用案例，且大多数实践仍处于能源价值链的早期阶段，主要是在微电网、小规模多余能源管理、点对点能源交易领域、电动汽车充电及支付等方面。而能源领域最具应用潜力的电网优化运行、能源交易代理、能源互动与转换、能源应用管理、能源安全等方面的应用还未看到实质性进展。

(2) 政产学研协同创新环境亟待健全

区块链技术在能源领域的应用还处于起步阶段，能源领域对于区块链技术应用本身的认识也滞后于金融等其他领域。目前大部分应用项目规模很小，且是实验性质居多，很多应用场景和技术问题仍在摸索阶段。这一方面是由于可以解决能源领域痛点的候选技术有很多，区块链只是其中之一，且未经检验；另一方面是由于政府、科研机构和能源企业协同推进技术应用相关发展的创新环境仍不健全。

(3) 能源消耗有待进一步减少

不能忽视的一个问题是，区块链技术应用依靠的海量数据处理会耗费大量电力。有数据统计显示，单笔比特币交易消耗的电能相当于1.57个美国家庭一天的电量，而比特币网络运行所需的功耗超过1GW，相当于爱尔兰1年的电力消耗^[25]。如果没有适当的技术解决方式，该技术的普及将会把全球能源市场拖进深渊，改变全球碳排放的预算。

(4) 敏感数据保护与交易流程透明的矛盾

区块链技术由于不可逆、不可篡改等特点被认为是“天生安全”的,但已有很多学者的研究结果清晰地反映了区块链技术存在安全方面的挑战,包括诈骗、漏洞和 DDos 攻击等。同时,尽管能源区块链技术的目标是让能源市场更加透明,可是将隐私敏感数据(比如消费、地点、金融交易)进行分布式存储和分享不符合 2018 年 5 月 25 日将生效的欧盟《通用数据保护条例》(GDPR)法规。因此,妥善解决数据安全以及隐私数据共享和法律保护的矛盾,还有很多工作要做。

3.2 对我国发展能源区块链技术的建议

3.2.1 加强区块链技术的基础研究和应用基础研究

区块链技术的出现为能源领域共享经济的发展带来了机遇。但与此同时,区块链技术并非解决能源领域痛点的唯一选择,例如,太阳能薄膜技术的突破使太阳能成本在过去 3 年中下降了 80%,并且将进一步下降;现有电池存储技术的进步意味着家庭可以储存电力以备不时之需或者负载转移;智能电表的推出以及需求侧响应措施的不断发展,将能源生产者与需求者直接连接起来。在各种新兴技术和智能技术的交互作用下,具有巨大应用前景的区块链技术更需要加强相关的基础研究和应用基础研究,推动相关理论和原理的进步,明确其作用方向和技术机理,解决现有技术应用存在的问题,挖掘区块链技术在能源领域的应用潜力。

3.2.2 营造技术发展和项目应用的宽松环境

尽管我国对比特币持明确的反对态度,但对数字货币以及区块链技术则没有明确反对,特别是央行还成立了数字货币研究所,表明认可并开始重视数字货币底层的技术发展。从国际经验来看,能源区块链技术的技术研究和项目落地都离不开政府的支持。因此,对于能源区块链技术的发展和相关实践来说,政府应明确自身定位,加强对区块链技术的了解和理解,可以在适当的时间点和区域鼓励能源区块链开展创新示范,适时出台相应的政策对区块链技术进行“解绑”和“释放”,同时仍需对数据安全进行保护和规制。

3.2.3 鼓励企业等创新主体开展先行先试

企业是创新的主体,在能源区块链技术发展方面也是一样。可以借鉴国外经验,企业之间确立“合

作、共生、双赢”的意识,进行业务、资源和技术相互支持与协作。明确区块链对现有能源业务流程更多的是支持而不是替代,以此为共识成立行业基金会或者行业企业联盟,主动吸纳风险基金和其他社会资金,积极开展能源区块链技术的技术创新,以及相关技术应用项目的先行先试,以区块链技术在能源领域中的一个业务环节应用为切入点,从小做起,以小博大,形成更多的成功用例,构建和谐稳定的企业应用生态。

3.2.4 积极开展国际合作

在全球化趋势推动下,科技创新资源的跨国流动越来越快,这就要求在立足于技术创新示范的同时,积极地融入到国际能源区块链创新体系之中,加入全球相关基金会或者行业组织,吸纳各种创新资源,这样才能充分利用世界能源区块链技术的发展和创新的红利。还要更深层次地参与能源区块链技术的国际科技分工,如参与相关标准制定,建设联合实验室、技术示范与推广基地等创新平台,进一步扩大国际合作和交流。

4 结语

区块链技术可能不是解决所有能源问题的“万能钥匙”,但可以成为整个行业业务模式和流程变革的催化剂。能源领域的从业人员和政府管理者都应该深入了解区块链可以发挥的作用。理论研究和解决实际业务需求的小规模项目部署同样非常重要。短期内,区块链技术在能源领域的应用还处于起步阶段,但随着技术的成熟和实用性的不断进步,能源行业也许会因为区块链技术的渗透而重新焕发青春。■

参考文献:

- [1] 中国产业信息网. 2017—2022 年中国智能电表市场运营态势及发展趋势研究报告 [R/OL]. [2018-02-02]. <http://www.chyxx.com/industry/201708/547536.html>.
- [2] International Energy Agency. Global EV Outlook 2017 [R/OL]. [2018-02-02]. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVOutlook2017.pdf>.
- [3] Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system [EB/OL]. [2018-02-03]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [4] GTM. Blockchain for Energy 2018: Companies &

- Applications for Distributed Ledger Technologies on the Grid[R/OL]. [2018-02-02]. <https://www.greentechmedia.com/research/report/blockchain-for-energy-2018>.
- [5] GTM. 4 Predictions for blockchain in energy in 2018[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/four-predictions-for-blockchain-in-energy-in-2018#gs.fYEaLOE>.
- [6] BP. BP 世界能源展望 2017[R/OL]. [2018-02-02]. https://www.bp.com/zh_cn/china/reports-and-publications/_bp_2017_.html.
- [7] 韩秋明, 王革. 区块链技术国外研究述评[J]. 科技进步与对策, 2018(2): 154-160.
- [8] 韩秋明, 袁立科, 王革. 韩国第五次技术预测实践及对我国的启示[J]. 全球科技经济瞭望, 2017, 32(8): 35-44.
- [9] Stan Higginsch. US Department of Energy seeks blockchain research proposals[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.coindesk.com/department-energy-seeks-blockchain-research-proposals/>.
- [10] Jason Deign. Why the DOE needs blockchain to secure the grid[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/doe-blockchain-secure-grid#gs.XFNVZMY>.
- [11] Sujha Sundararajan. US Government Lab looks to blockchain for P2P energy[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.coindesk.com/us-government-lab-blockcypher-tap-blockchain-for-p2p-energy-transactions/>.
- [12] Mike Stone. The world's top energy companies look to blockchain to "fuse the physical with the virtual"[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/worlds-top-energy-companies-look-to-blockchain>.
- [13] Stan Higgins. Ethereum energy startup awarded blockchain patent[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.coindesk.com/blockchain-energy-startup-patent/>.
- [14] Econotimes. Oxygen Initiative to launch blockchain payments for electric vehicle drivers[EB/OL]. [2018-02-02]. <http://www.econotimes.com/Oxygen-Initiative-to-launch-blockchain-payments-for-electric-vehicle-drivers-565498>.
- [15] 比特时代. 澳大利亚政府为区块链能源项目拨款数百万美元[EB/OL]. [2018-02-02]. <http://www.btc38.com/news/2017/11/16156.html>.
- [16] Asha McLean. Origin Energy trials blockchain energy sharing initiative with Power Ledger[EB/OL]. [2018-02-02]. <http://www.zdnet.com/article/origin-energy-trials-blockchain-energy-sharing-initiative-with-power-ledger/>.
- [17] Michael del Castillo. No more nuclear: Japan's biggest utility turns to blockchain in power pivot[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.coindesk.com/no-nuclear-japans-biggest-utility-turns-blockchain-power-pivot/>.
- [18] Nikkei Asian Review. Japan will use blockchain in energy management[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://hype.codes/japan-will-use-blockchain-energy-management>.
- [19] Econotimes. Japan's largest utility TEPCO invests in blockchain energy startup Conjoule[EB/OL]. [2018-02-02]. <http://www.econotimes.com/Japans-largest-utility-TEPCO-invests-in-blockchain-energy-startup-Conjoule-796070>.
- [20] Cointelegraph. European energy trading firms test peer-to-peer trading over the blockchain[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://cointelegraph.com/press-releases/european-energy-trading-firms-test-peer-to-peer-trading-over-the-blockchain>.
- [21] Stan Higgins. Siemens to invest in blockchain startups[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.coindesk.com/siemens-to-invest-1-1-billion-in-startups-will-back-blockchain-projects/>.
- [22] Garrett Keirns. Austrian utility giant trials blockchain energy trading[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.coindesk.com/austrian-utility-giant-blockchain-energy/>.
- [23] CCN. Spanish electricity giant endesa is harnessing blockchain tech[EB/OL]. [2018-02-02]. <https://www.ccn.com/spanish-electricity-giant-endesa-looks-harness-blockchain-tech/>.
- [24] 巴比特. Energo Labs 携手菲律宾最大清洁能源生产商举办区块链+新能源工作坊[EB/OL]. [2018-02-02]. <http://www.8btc.com/energo-labs-first-gen>.
- [25] Government Office of Science. Distributed ledger technology: Beyond block chain[EB/OL]. [2018-02-03]. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf.

International Practice and Enlightenment of Blockchain Technology in Energy Field

HAN Qiu-ming^{1,2}, WANG Ge¹

(1. Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038;
2. College of Economic and Social Development of NanKai University, Tianjin 300071)

Abstract: Through the analysis of the contents of the main blockchain information websites, this paper systematically analyzes the application situation of blockchain technology in the energy sector. Then it summarizes practice, experience and existing problems from the views of governments, enterprises and research institutions in the process of developing energy blockchain technology in major countries such as the United States, Australia and Japan. Related research results can provide reference for the development of related technologies in China.

Key words: blockchain; disruptive technology; peer-to-peer energy trading; smart contracts; microgrid

(上接第18页)

- [J]. 税务研究, 2016 (4): 3-5. 2017-10-10 (A11).
- [2] 张斌. 数字经济对税收的影响: 挑战与机遇 [J]. 国际税收, 2016 (6): 31-32. [5] 李旭红. 数字经济对税收的影响 [N]. 第一财经日报, 2016-11-25 (A11).
- [3] 倪红日. 研究和确定中国增值税制度要素 [N]. 中国税务报, 2016-10-19 (B01). [6] 焦瑞进. 简化税制的改革链条——“营改增”后“增改消” [J]. 税收经济研究, 2015 (1): 11-12.
- [4] 李旭红. 澳大利亚税制的启示 [N]. 第一财经日报,

Innovation-Driven Development Urgently Needs to Reduce VAT Standard Rate

XUE Wei, WEI Shi-jie

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

Abstract: From the perspective of innovation-driven development, this paper expounds the necessity and direction of lowering the VAT standard tax rate, and considers that the recent VAT standard tax rate should be as close to 11% as possible, but retains 6% low tax rate, and technology service companies should be allowed to continue to apply the low tax rate.

Key words: technological innovation; VAT; industry transformation