



基于互联网思维的能源互联网发展

刘甲男,杜彦洁,孟宪义

(北京国电通网络技术有限公司,北京 100070)

摘 要: 重点关注互联网时代下能源产业的发展变革,基于互联网思维以共享和融合为理念、以平台和用户为核心的价值主张,以马斯洛需求层次理论为指导,提出能源发展需求理论,揭示能源利用方式变迁所产生的能源互联网本质与互联网思维具有一致性。未来,顺应时代发展趋势,利用互联网思维去建设和发展新一代智能电网,将成为电网发展的必由之路。

关键词: 能源互联网;平台;用户;共享;融合

中图分类号: C931

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016074

Development of energy internet based on internet thinking

LIU Jianan, DU Yanjie, MENG Xianyi

GuoDianTong Network Technology Co., Ltd., Beijing 100070, China

Abstract: The development of the next internet revolution era energy industry was concerned. Guided by the Maslow's hierarchy of needs theory, it puts forward the theory of energy development needs was put forward. It was revealed that the energy internet and its very nature generated by the changing of the energy using form has the consistency of the internet thinking. To comply with the development trend of the times, using the internet thinking to build and develop a new generation of smart grid will become the only way of the grid development in the future.

Key words: energy internet, platform, user, sharing, integration

1 引言

随着移动互联网的飞速发展和智能终端、大数据、云计算等新兴技术的广泛应用,传统行业日渐受到互联网的冲击和影响。而如果要探讨这些变化的本质,就不能不说互联网思维,思维是决定一切行动的先决条件,而互联网思维就是互联网发展并不断升级的指导思想。自从互联网思维被提起,就以爆炸式的速度蔓延,好像一夜之间所有人都想明白什么是互联网思维,只有了解了其中的奥秘才

能把握未来制胜的关键,其实互联网思维的出现并蔓延符合当下信息通信技术发展,是人们意识形态转变的必然产物,以通信行业为例,传统产业链布局已发生巨大转变,以平台和用户为核心,以共享和融合为理念的互联网思维成为赢取商机、占领价值高地的先决条件。

2 解读互联网思维

2.1 平台

互联网产业得以迅速发展,其本质是服务的互联网

化,即互联网、移动通信、大数据等信息通信技术正成为提供各种服务的核心手段,通过统一的平台将原来繁琐复杂的服务变得简单、快捷。平台本身就是一种商业模式,纵观现代企业,平台型公司正在大行其道,据统计,全球500强企业中的前100名,有60%都是平台型企业。可见,构建平台已经变成一种战略选择。

例如,阿里巴巴集团的淘宝和天猫是国内最大的小商品交易平台,通过平台为中小企业及个体商户进行服务,取得服务收益。360公司提供的免费杀毒软件,其本身也是一个提供各种软件和服务的多功能平台。腾讯的QQ和微信同样也不仅仅作为聊天工具存在,如今也已成为提供购物、游戏、叫车、缴费等多样化服务的平台。互联网企业如此,传统的商业亦然。例如,万达广场的平台生态圈,除了提供地产平台之外,还通过联合招商控制入驻万达的商家和品牌,营造了一种较为高端的都市生态圈,使用户得到了更好的生活体验。

平台化的服务是互联网思维模式下改变服务方式的体现,不仅具有更好的开放性,以技术手段将合作伙伴的业务纳入其中,提供多样化的服务,实现共赢;也兼具强大的整合能力,实现信息流、资金流、物流的有机整合,提供一体化的高附加值服务;同时,依托平台强大的技术及业务优势,可以有效地培养用户习惯、品牌认知度、关系网络等,集聚更多用户资源。

2.2 用户

互联网产业的发展也愈加依赖通过信息通信技术手段广泛吸引用户参与,并不惜投入大量资金创新网络营销服务模式,培育用户消费习惯,用户作为互联网最重要的战略资源,成为各大企业竞相争夺的领域,这充分体现了互联网产业注重争取用户资源和追求小微盈利空间的典型特征,无论是经营者还是消费者都被互联网更加紧密地连接在一起,只有为用户带来更多的实惠、更好的体验,才能实现自身企业的价值目标,过去用户被动接受服务的状态已经成为过去,用户的话语权与选择权在今天达到了前所未有的高度,所谓“得用户者得天下”也正是如此。同时,为了吸引更多的用户参与,互联网经济带来的社群效应也愈发显现,在群体智慧的作用下,社会的资源得到了更加高效的配置和优化。有别于小米公司的“粉丝经济”,社群经济更强调情感归宿和价值认同,同时社群应该是有边界的,社群过大,情感诉求和目标的一致性就会遭受挑战,分裂的可能也就越大,自然就难以形成社群经济的统一、同

质的用户基础。在现实生活中,单点建立起来的信任社群很多,使得人们的交流障碍变少,交流成本降低,同时,价格发现成本也会降得很低,甚至趋于无。互联网思维带来的“比价机制”,即把用户关心的产品或服务的部件价格透明化,用户可以很容易知道彼此的价格如何。而互联网把这种情结进行叠加,激发群体的产品和服务需求,从而产生群体独有的特色和品格。

2.3 共享

互联网时代,人们更加追逐快速的体验和分享。互联网将最大范围地推动个人与个人、企业与企业之间的信息资源共享,用户及市场资源共享,这种互联网下的共享也符合当今人们对于事物及信息的消费需求,从微信到微博,从共赢到合作,无论是个人还是企业都在迎合这种互联网下的共享机制,只有充分接受各种资源共享的理念,最终才会实现价值共享。

2.4 融合

互联网产业的产品和服务越来越体现出“跨界融合”与“无边界化”的典型特征,用户倾向选择单一服务商来体验多种服务内容,为了满足客户需求,就需要进行业务、技术及理念的融合。从业务上看,单一业务已无法满足用户丰富的消费与体验需求,例如阿里巴巴集团旗下的支付宝,不仅提供在线支付业务,还提供各类金融理财业务来满足用户个性化的需求;从技术上看,单一技术将无法支撑复杂的互联网业务的开展,要提供综合全面的服务,就需要强大的技术作为支撑,而面对业务的复杂程度与技术含量的提高,单一的技术也将无法支撑业务的开展,需要融合各类新兴技术,大数据、云计算、互联网被越来越多地整合在一起^[1];从理念上看,互联网创新的发展理念日益向传统产业渗透,无论是农业、工业还是服务业,都在结合互联网所提供的新理念,创新服务模式,提升服务效率,改善服务质量。

3 能源需求理论新构想

在全球低碳经济兴起和节能减排压力影响下,能源行业也开始思考变革的方向,寻求新的发展模式。顺应时代发展趋势,利用互联网思维建设和发展新一代智能电网,成为新时期电网发展的必由之路。国家电网公司刘振亚董事长在《智能电网与第三次工业革命》^[2]中提出,未来的智能电网是网架坚强、广泛互联、高度智能、开放互动的“能源互联网”,“智能电网承载并推动第三次工业革命”。通过



能源技术与互联网技术的深度融合,实现能量和信息的双向流动。杰里米·里夫金在《第三次工业革命——新经济模式如何改变世界》^[3]中指出,第三次工业革命由信息技术推动全球化,首先要解决人类赖以生存的能源问题。将能源的生产、制造、存储、运输实现互联网化,是解决能源危机最行之有效的办法,全球化的能源进程始终与第三次工业革命相辅相成、相互渗透。事实上,能源利用方式的变迁正是基于人类生存需求的不断升级演变,而能源互联网的本质特征与互联网思维具有高度一致性。

3.1 马斯洛需求层次理论

马斯洛需求层次理论认为人类的需求可以分为5个层次,即生理需求、安全需求、社交需求、自尊需求和自我实现需求。生理需求是人们最原始、最基本的需求,如对空气、水、吃饭、穿衣等的需求,也是推动人们行动的强大动力。当生理需求得到满足以后,人们的安全需求迫切需要得到保障,由此产生对劳动安全、职业安全、生活稳定等安全感的需求。进而出于对更细致入微的归属感和更平等互利的认同感的需要,人们的社交需求和尊重需求也逐步产生。最后,人们期望实现个人理想、抱负,最大化地发挥个人能力,实现自我价值的需求就成为人类最高等级的需求。这5种不同性质的需求从低到高,按层次逐级递升,每一层次的需要与满足,就会成为追逐更高一个层次需要的原动力。马斯洛的需求层次理论符合人类需求发展的一般规律,对于企业管理和城市运营都具有积极的启发作用。

3.2 能源发展需求理论

人的生产和生活与能源的形态和发展密切互动,人的不同层次的需求也在劳动创造和社会生活中得到不断满足。能源的发展也遵循由低到高、逐级递进的发展规律,即在不同的发展阶段,能源的功能需要满足不同层次的能源发展需求。结合马斯洛需求理论,分析能源发展需求的不同特点,总结出包括生存需求、安全需求、互动需求、特色需求、价值需求在内的能源发展需求理论。

(1) 生存需求

能源利用的最初形式满足了人们最低生存需求,并推动了社会组织产生。生理的需求是指人们对衣、食、住、行等最基本的生存需求。在远古时代,人类靠个人打猎、捉鱼和采摘植物的果实为生,这时还谈不上有明确的组织方式,在这个时期,努力在自然界中求生存是唯一

的追求和目标。后来,在距今约一万年,人类学会了用火,学会了制作工具,在自然界中求生存的能力逐步增强,分工合作在求生活动中的作用也日益显现。相应的,人们的观念也发生了重大改变。火的使用使人类第一次支配了一种自然力,从而使人类和动物界彻底分开。但是,当时人类还没有掌握把热能变成机械能的技巧。人类对火的利用,一直延续到前资本主义时期,木材是主要燃料。

(2) 安全需求

人类的安全需求推动了能源结构升级。安全需求是指人们基于对财产安全和自身安全方面的需求。16世纪发生于欧洲的“木材危机”迫使人们用煤代替木材作为主要能源。煤炭这种新兴矿物质燃料能源的开采使用,引起社会生产力、生产技术、生产结构一系列变革。至19世纪末,世界进入“煤炭时代”。煤炭工业彻底改变了国家的面貌,并以前所未有的速度推动了历史。它塑造了新型的人类,开辟了看待世界、生活、社会与人际关系的新角度。因此,人类基于安全需求,推动了能源结构从以木材为中心升级为以煤炭为中心。

(3) 互动需求

当生理需求、安全需求得到满足以后,出于对更细致入微的归属感和更平等互利的认同感的需要,人们的社交需求和尊重需求也逐步产生。正是在此基础上,人类的互动需求进一步加速了能源利用方式的转变,信息通信技术成为人类生活不可或缺的技术。从19世纪70年代开始的第二次工业革命推动了科学技术的快速发展:新能源(电力、石油)的发展和利用;内燃机和新交通工具的创制;新通信手段的发明。这3个方面都紧紧围绕着能源技术的创新,人类从此走向了电力和石油时代。电磁波的发现和利用,使人们获得信息的能力达到了无穷无尽,同时也催化了科学技术更加迅速地发展,这便是人类历史上第三次伟大的信息革命。这次信息革命的成果推动了工业社会的全面革新,使世界生产力体制发生了质的变化。能源与通信技术的广泛应用使得人与人之间的联系更为紧密。

(4) 尊重需求

为了满足人类对差异化及个性化的需求,打造特色标签,赢得更为丰富的资源和归属感以及自身的荣誉感,能源与信息技术的创新应用进入新阶段。虽然石油和煤炭等现有燃料面临的制约越来越多,能源需求增长势头依然强

劲。页岩油气开发、太阳能和风能利用等取得进展,由此引发的新能源供应来源的增长潜力成为各国广泛讨论的主题。前两次工业革命,能源使工业催生出先进的生产方式,几百年间,生产力水平在全球范围内实现了跨越,大批新兴产业诞生,全球企业进入快速淘汰发展期,世界各国的命运也发生了巨大改变,各国纷纷寻找新的发展点,寻求能够开辟新的社会地位、差异化的特色因素,而能源领域成为绝大多数国家一致选择的试水区。以英、美、日为典型的一批国家迅速确立以工业生产为中心的新发展战略,其中随着新技术手段的发展,新能源利用迅速崛起。此时,以能源网络建设与信息通信技术结合为特征的能源互联网推动的第三次工业革命正在发生,它将带来新产业发展和新生产力革新。基于此,世界经济格局将会重新洗牌,能源利用方式将再次发生巨变。

(5) 价值需求

人类最终的价值需求即实现能源利用、经济发展与人类发展的最大平衡,最终实现可持续发展。太阳能光伏发电、风能、生物质能、新能源汽车、水源/地源热泵等先进技术的大规模利用,向人们展现了未来发展的美好前景,证明了可再生清洁能源将取代传统化石能源,成为未来能源利用的主要形式。如果说能源储量代表着第三次工业革命的硬性资源优势,那么互联网就代表着更强大的技术需求,即要实现全球能源的“共享”,互联网技术的进步无疑是未来新革命聚焦的重点。当前,互联网技术和可再生能源已经开始联手打造一个能源互联网,它将改变能源的生产和社会分配方式。在即将到来的时代,数亿人在能源互联网上共享绿色电力。当利用通信互联网管理绿色能源时,地球上每个人都将在真正意义上为自己供应能源。构建可再生能源体系,以建筑物作为收集可再生能源的设施,使用氢气存储间歇式能源,利用能源互联网分配能源以及使用插电式或零排放燃料电池传输工具,这五大支柱的建立可以使数十亿人在接近零边际成本的物联网中分享能源。

3.3 以互联网思维理解能源互联网

因此,能源互联网是实现能源可持续利用、解决能源危机的重要方式,是建立在互联网基础上的能源利用方式,与互联网思维在平台、用户、共享、融合等本质特征上具有一致性。

能源互联网的本质之一即在技术支撑基础上构建复杂大平台^[4]。能源互联网是在现有配电网基础上通过先

进的电力电子技术、信息通信技术,融合发电技术和储能装置技术,实现信息流和能量流双向流动的电网结构,构建大平台使能源互联网化。随着新能源技术、储能技术、发电技术以及云计算、大数据、物联网等技术的快速发展,智能电网构建的以能源与信息通信技术(ICT)为支撑的能源与互动服务平台将不仅承载电动汽车服务、分布式能源、储能服务等能源服务,还将提供在线电费支付、智能用电等互动化服务。未来能源互联网将通过能源技术与信息通信技术的进一步深度融合,构建一个服务于城市能源管理及承载社会公共服务的能源与信息双向互动的平台,促进能源高效利用的同时,支撑智慧城市的快速发展。

能源互联网的本质之二在于最大化地吸引用户。能源与人们生产生活密切相关,电力用户是电网公司服务的最终对象,因此如何吸引用户广泛参与,并在此基础上延伸电力服务领域,满足多样化的用户需求,是发展能源互联网所关注的重点。当前国家电网公司供电人口超过 11 亿人,现有用户规模相当庞大,通过创新电力服务模式,打造特色业务优势,将传统用电业务用户转化为新型电力业务用户,是能源互联网从理念到落地的关键。业务创新是实现能源互联网的基础,不断优化的电子商务、智能用电、电力营销互动、新能源接入、数据咨询服务等业务,将不断吸引并推动传统电力用户发展转型。因此,与互联网思维的用户特征相同,能源互联网的最终目的也是在用户参与、感知能源互联网的基础上实现用户最广泛受益。

能源互联网的本质之三即实现社会价值共享。可再生能源将成为未来能源供应的主要方式,随着能源开发跨区域、远距离输送、能源利用效率低下等问题的凸显,分布式能源成为解决能源消费和使用形态方式的根本途径。从集中式供能到分布式能源,再到互联网能源,分布式能源打破了远距离输送能源、能源效率低下、供需不平衡等问题,而互联网能源则进一步解决了能源的不可持续性、信息流通不畅、基于互联网技术的交易方式发生转变等问题。正如杰里米·里夫金在《第三次工业革命——新经济模式如何改变世界》中所描述的,未来可能形成“人人既是生产者,也是使用者”的能源格局。这种与传统能源格局截然相反的观念,与互联网时代所伴生的分散化思维和先进的科技手段密不可分。能源互联网将最大范围地利用能源信息,促进能源信息在社会多领域的共享,并通过多种技术应用



实现各种能源形式的分配、交换和共享。同时,能源互联网将为城市管理、环境改善等提供有力支撑,进一步促进能源的社会价值共享。

能源互联网的本质之四即实现技术与理念的融合。能源互联网的融合特性表现在能源技术与互联网技术的融合以及在此基础上实现业务融合。即通过能源技术与互联网技术的结合,创新服务模式,打破发展边界,最终形成理念上的融合,促进产业发展进程。通过将传感技术、测量技术、控制技术等互联网技术与分布式发电、微电网技术、配电技术等能源技术进行融合,将实现智能用电业务、特色电商业务、新能源服务等业务融合。

综上所述,可以将能源互联网定义为能够与消费者互动、存在竞争的一个能源消费市场。同时,能源互联网不仅具备传统电网的供电功能,还能为各类消费者提供一个公共的能源交换与共享平台,与互联网思维的平台、用户、共享、融合的特征一脉相承。

4 构建能源互联网的关键技术

以阿里巴巴集团为代表的互联网企业不断为传统行业带来新的视角与思维,以颠覆式的创新迫使传统行业转型,互联网企业的出现加速了传统行业对互联网革命的认识。在能源领域,过去传统的依靠化石能源的发展模式也将被能源互联网的广泛互联、高度智能、开放互动的新模式所取代^[9],在市场层面,中国能源生产和消费体系也到了转折点。2014年,以屋顶太阳能为代表的分布式光伏发展进入规模化的转折点,以特斯拉公司进入中国市场为代表的电动汽车发展进入推广普及阶段,以谷歌公司收购智能家居制造商 NEST 为代表的智能家居发展进入新的技术领域,同时渐行渐近的新一轮电力体制改革也为能源互联网扫除了众多体制障碍,发展能源互联网的条件逐渐成型。而构建能源互联网的关键技术将成为加速能源产业变革进程的根本推动力。

4.1 新能源技术

能源资源是现代社会发展最重要的基础资源之一。能源工业发展既关系到社会经济的可持续发展,又关系到人类生存环境的优劣。目前世界能源供给以化石能源(不可再生能源)为主,但根据经济学家和科学家的普遍估计,世界上有些常规能源的储量只能维持半个世纪,如石油只能开采 41 年,天然气只能开采 67 年,最多的煤炭也只能开采 192 年。即 2050 年左右,石油资源将会开采殆尽,其价

格升到很高,当其不适于大众化普及应用时,如果新的能源体系尚未建立,能源危机将席卷全球。此外,化石能源的大规模低效开发和利用会导致大量资源的浪费和污染物、温室气体的排放,生态环境不断恶化。随着经济发展、社会进步、技术水平的提高,能源日益短缺对人类社会的发展构成了威胁,人们对于新能源的探测与研究力度不断加大,部分可再生能源利用技术已经取得了长足的发展,并在世界各地形成了一定的规模。目前,生物质能、太阳能、风能以及水力发电、地热能等的利用技术已经得到了应用。在现有能源供给系统的基础上,利用新能源技术,实现能量生产装置、采集装置、储存装置等的大范围应用,促进新能源的就地生产和消纳,新能源技术将贯穿发电、输电、变电、配电、用电各个环节。现今新能源和可再生能源技术的开发已日益受到重视,预计在 21 世纪,以化石燃料为主体的世界能源系统将转化为以太阳能和生物质能等可再生能源为主体的新的世界能源系统,化石燃料将失去世界能源主体的地位。

4.2 信息通信技术

从 21 世纪初开始,新能源、分布式发电、大规模储能、超远距离超大规模输电等技术一起将传统电网带入了全新的发展时代^[9]。特别是与前两轮主要以控制、发电、输电技术创新为标志的电网变革相比,开放、智能、互动、安全的信息通信技术作为融入其中的新兴力量,推动电网进一步向智能化、互动化发展,电网更加具备快速传输、全局共享等互联网特质,也植根了其作为“能源互联网”核心载体的基因。以互联网(包括物联网)、大数据、云计算等先进技术为核心的信息通信技术,通过构建能源传递共享通道,将电网中分散、孤立的能源和信息等流动性因素统一管理起来,不断推动电网生产管控由壁垒向协同、由分散向集中、由自发向可控、由孤岛向共享转变,带动业务和管理创新能力的提升,是实现智能电网承载推动第三次工业革命的关键支撑和坚强动力。可以说,与能源互联网匹配的电力信息通信将是一个系统、精密、庞大的工程。在能源互联网建设中,信息通信技术为能源变革提供智慧支撑,为能源升级赋予更高价值,能源开发方式、配置方式、消费方式将与信息通信实现完美结合,信息通信技术将促进传统电网向能源互联网价值创新的重要转型。

4.3 融合技术

基于扁平化的能源机制和分布式的互联网传输模式,

能源互联网构建了以“合作共赢、融合共享”为核心特征的全新价值网络模式。近年来的实践表明,电力信息通信除了为智能电网建设提供技术支撑之外,还发挥了自身优势,通过配置与整合多方资源,打造公共服务平台,促进产业链各方共同发展,初步形成信息通信融合共生、价值共享的发展格局和生态环境,未来能源互联网将促进更多技术的融合应用,不仅体现在信息与通信技术的融合,还体现在能源技术与互联网技术的融合以及不同信息技术和通信技术之间的融合。

4.4 安全技术

能源互联网是能源网和信息网高度融合的复杂交互式网络,由成千上万的商业、政府设施和居民住宅的节点与电网相连接,每个节点都有可能成为黑客用来攻击电网的点,能源互联网的复杂性使得网络安全面临着挑战,因此对能源互联网的安全防护成为重中之重。能源互联网的信息网络安全是一个系统工程,一个安全稳定、能有效抵御内外攻击的电网是能源互联网的基本要求,而安全的统一规划和部署则是能源互联网的系统目标,包括构建特种木马防御体系、密码技术、监控技术、过滤技术等多种信息安全手段和产品,使其相互配合,互为补充,实现使用价值最大化,这也是构建安全稳定能源互联网的深刻含义。

5 对能源互联网发展的几点思考

(1) 优化电力资源,构建综合平台

借鉴互联网思维,能源互联网的发展需要强化平台意识,面向系统内部和系统外部用户,构建业务应用平台、运营管理平台等,依托信息通信技术,进一步提升平台的信息传输、存储和处理能力,扩展平台信息共享的广度和深度,增加平台交互信息的方式和手段,对内支撑电网业务,对外提供综合型服务,融合智能的业务应用,统一高效的安全保障体系,实现电力流、信息流、业务流“三流合一”。

(2) 创新服务模式,扩大用户规模

以智能电网平台和商业运营平台为依托,以创新服务模式为核心,通过为用户提供更加丰富、廉价或免费的智能化互动服务满足用户需求,获取用户资源,培养用户习惯,激活现有用户,吸引潜在用户,扩大电网用户规模,整合用户和信息传统资源,搭建一个打破传统格局的多方共赢的能源互联网生态圈。

(3) 打破业务边界,促进资源共享

未来,能源互联网将打破能源的地域限制,通过对太阳能、风能等清洁能源的利用以及分布式能源、微电网建设等,实现最大范围及最小区域的能源共享;同时,通过能源互联网积累的电力数据,与城市数据库相结合,与多行业展开合作,共享资源,对城市的环境监测、用户用能、经济活动等多种信息进行可靠的采集和传输,为城市管理提供多种信息资源,为城市智能化发展提供决策支撑。

(4) 推进技术融合,实现理念融合

目前能源互联网还处在发展初期,在技术创新与理念发展方面还不够成熟,未来需要加强能源技术与互联网技术、传统技术与新型技术的深度融合,强化技术支撑,创新服务业态。同时,以开放、包容的互联网理念发展能源互联网,通过理念的融合进一步指导智能电网建设实践。能源互联网是传统电网与互联网的最佳结合。借鉴互联网发展所依赖的核心技术平台,争取用户规模,促进价值共享,打破发展边界的思维理念,能源互联网也需将关注重点向技术融合、理念融合转移,真正意义上实现能源资源共享,提高能源利用效率,构建和谐的能源网络环境。

6 结束语

第三次工业革命理论的产生,使人们开始关注能源互联网,本文通过分析互联网思维的特点,解读能源互联网发展的关键要素,并对能源互联网技术特征、关键技术等进行了研究,提出未来能源互联网发展的实现路径。目前对能源互联网的研究仍处于初级阶段,能源与信息的融合发展,多种业务模式的优化创新仍需要深入研究,但可以预见能源互联网的本质是根植于用户的根本需求,未来在能源行业乃至整个社会经济将会创造巨大的市场空间。

参考文献:

- [1] 谢高岗,张玉军,李振宇,等.未来互联网体系结构研究综述[J].计算机学报,2012,35(6):1109-1119.
XIE G G, ZHANG Y J, LI Z Y, et al. A survey on future internet architecture [J]. Chinese Journal of Computers, 2012, 35(6): 1109-1119.
- [2] 刘振亚.全球能源互联网[M].北京:中国电力出版社,2015.
LIU Z Y. Global energy internet [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2015.



- [3] 杰里米·里夫金. 第三次工业革命: 新经济模式如何改变世界[M]. 张体伟, 孙豫宁, 译. 北京: 中信出版社, 2012: 46-56.
- RIFKIN J. The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world [M]. Translated by ZHANG T W, SUN Y N. Beijing: CITIC Press, 2012: 46-56.
- [4] 周海明, 刘广一, 刘超群. 能源互联网技术框架研究[J]. 中国电力, 2014, 47(11): 140-144.
- ZHOU H M, LIU G Y, LIU C Q. Study on the energy internet technology framework[J]. Electric Power, 2014, 47(11): 140-144.
- [5] 董朝阳, 赵俊华, 文福拴, 等. 从智能电网到能源互联网: 基本概念与研究框架[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(15): 1-11.
- DONG Z Y, ZHAO J H, WEN F S, et al. From smart grid to energy internet: basic concept and research framework [J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(15): 1-11.
- [6] 曹军威, 孟坤, 王继业, 等. 能源互联网与能源路由器 [J]. 中国科学: 信息科学. 2014(6): 714-727.
- CAO J W, MENG K, WANG J Y, et al. An energy internet and energy routers[J]. Science China: Information Sciences, 2014(6): 714-727.

[作者简介]



刘甲男(1982-), 女, 北京国电通网络技术有限公司初级经济师, 主要从事企业战略管理、业务商业模式研究等工作。



杜彦洁(1985-), 女, 北京国电通网络技术有限公司初级经济师, 主要从事信息通信技术、电网发展战略与规划等研究工作。



孟宪义(1988-), 男, 北京国电通网络技术有限公司初级经济师, 主要从事企业商业咨询、战略规划等方面的研究工作。