

面向分布式经济的产品服务系统设计研究及实践

张军¹, 王瑶¹, 刘新²

(1.湖南大学, 长沙 410082; 2.清华大学, 北京 100084)

摘要: **目的** 在绿色发展和生态文明建设的背景下, 探索近年来产品服务系统设计在促进经济、社会、环境可持续发展等领域的相关理论研究成果和实际应用。**方法** 在分析分布式经济作为新兴经济体的五大基本模式(分布式可再生能源、分布式制造、分布式信息、分布式设计、分布式人力)及相对应的国内外典型实践案例, 以及可持续产品服务系统(S.PSS)相关理论的基础上, 归纳并概括出产品服务系统应用于分布式经济的组织模式、层次结构及设计方法。最终结合欧盟 LeNSin 课题进行实践检验。**结论** 以分布式经济为创新型经济模式, 产品服务系统为组织形式的去中心化的生产与服务模式, 能以更快的响应效率满足消费者多元化需求, 充分利用本地化资源, 减少能源物质的不必要损耗, 从而实现可持续发展的目标。

关键词: 可持续发展; 分布式经济; 产品服务系统设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)10-0108-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.10.017

Design Research and Practice of Product Service System Applied to Distributed Economy

ZHANG Jun¹, WANG Yao¹, LIU Xin²

(1.Hunan University, Changsha 410082, China; 2.Tsinghua University, Beijing 100084, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the relevant theoretical research and practical application of product service system design that promotes the sustainable development of economy, society and environment in the context of green development and construction of ecological civilization. The organizational model, hierarchical structure and design method of the product service system applied to the distributed economy were summarized by analyzing the five models (distributed renewable energy, distributed manufacturing, distributed production of information, distributed design and distributed labor) of distributed economy as an emerging economy and the corresponding typical practical cases at home and abroad, as well as the related theory of sustainable product service system (S.PSS). Finally, the practical verification was conducted in combination with LeNSin project (EU support research program). The decentralized production and service model with distributed economy as an innovative economic model and product service system as an organizational can respond to the diversified needs of consumers more rapidly and make full use of localized resources to reduce the unnecessary consumption of energy substances, thus achieving the goals of sustainable development.

KEY WORDS: sustainable development; distributed economy; product service system design

2015年9月, 联合国发展峰会上通过了《2030年可持续发展议程》, 该议程涵盖十七大领域一百六十九项可持续发展指标, 从经济、社会、环境三个维度对全球可持续发展路径进行规划^[1]。目前在以可持

续性为目标的设计领域, 国内外的研究和实践已经从绿色设计、减量化设计和全生命周期设计等产品层面逐渐扩展到产品服务系统设计、社会创新设计和转型设计等系统层面^[2]。

收稿日期: 2020-01-16

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“绿色设计与可持续发展研究”(13ZD03); 欧盟 LeNSin 可持续设计国际学习网络项目

作者简介: 张军(1973—), 男, 北京人, 博士, 湖南大学副教授, 主要研究方向为服务设计、可持续设计和社会创新。

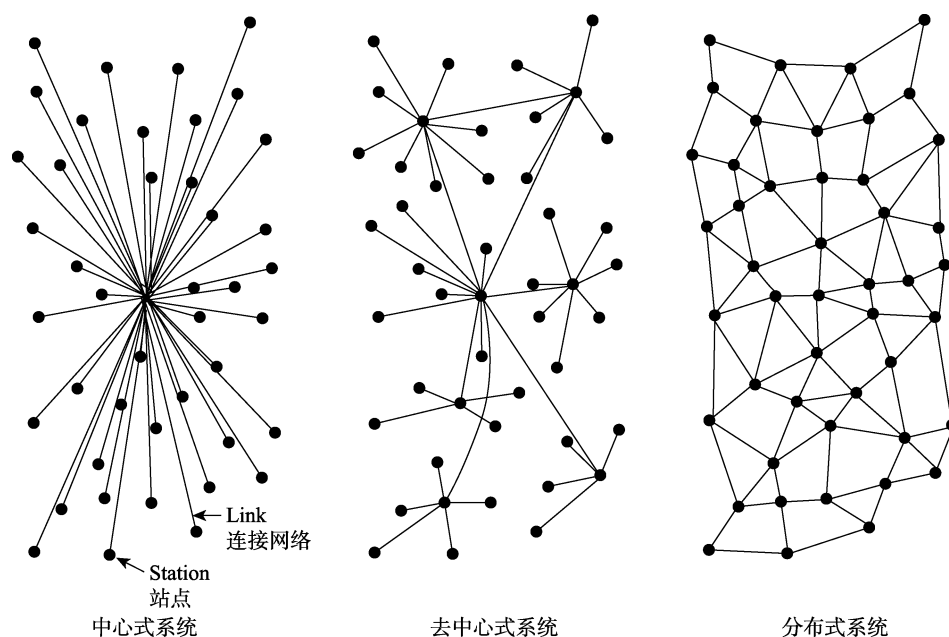


图 1 经济模式的去中心化趋势
Fig.1 Decentralization trend of economic model

1 分布式经济

1.1 分布式经济的发展

“分布式”一词最早来源于计算机和通信领域,研究如何把一个需要巨大计算能力才能解决的问题细分成不同的小单元,并将其分配给众多不同的计算机分别进行处理,最后将计算产出综合起来得到最终结果^[3]。在全球经济普遍面临着增长乏力和巨大环境压力的背景下,经济的发展呈现出从大型的生产单位逐渐转变为去中心化、相互连接的小型生产单位的分布式经济模式特征^[4],见图 1。

分布式经济的概念最早出现于 20 世纪初,学者 Johansson 与 Mirata 等将其定义为:相互协同联系的小规模的地域性生产单元,这些单元之间彼此协同联系并利用当地资源^[5]。2009 年学者 VDD Annemieke 提出分布式经济是更可持续的社会和经济发展模式,在本地经济背景下具有充分发挥小规模企业生产制造的能力^[6]。2016 年欧盟指导下的 LeNSin 国际可持续设计网络项目将分布式经济定义为基于本地的小规模供给模型,最终结果是形成结构化网络协同。分布式经济可被概括为以小规模、分布式、灵活的单元形式组织起来的去中心化的生产消费、运输分配、运营和营销模式,其表现形式为各个单元之间彼此协同连接和共享资源,进而形成地方性网络并与附近的类似网络相互连接,形成更大规模的协作和共创网络。

分布式经济模式提倡基于区域的定制活动和用户参与的设计过程,其优点在于通过构建区域协作网络的方式全面调用区域内的人力、财力、物力资源,并将其纳入到一个有机的系统中以实现本地化生产。这与产品服务系统设计强调的系统性、服务导向的生产制

造和整合共创模式高度契合。因而将产品服务系统理念引入分布式经济的发展具有一定的可能性和发展潜力。

1.2 分布式经济的类型

分布式经济并非是一种新型的与大规模集中生产方式相冲突的模式,传统社会中男耕女织的小农经济就已经具备分布式的特征,但信息化社会的发展催生出更多种形态的分布式经济模式。从资源分类的角度可将其划分为:分布式可再生能源(Distributed Renewable Energy, DRE)、分布式制造(Distributed Manufacturing, DM)、分布式信息(Distributed production of Information, DI)、分布式设计(Distributed Design, DD)、分布式人力(Distributed Labor, DL)五大基本类别,见表 1^[7]。

分布式可再生能源(DRE)的发展驱动力在于新能源获取技术的改进,并逐渐趋于个体化、低成本化、民主化,如家用太阳能发电系统或家用壁挂式燃气供暖系统^[8]。分布式制造(DM)的技术驱动力在于 3D 打印等小规模增材制造技术的发展,如配置有 3D 打印机、立体光刻、选择性激光烧结等工具的小规模开放式社区制造车间,并与周围相同性质的生产单位组成地方性协同制造网络,如 Fablab、Makespace、MakerNet 等实验室^[9]。而分布式信息(DI)网络是移动互联网和物联网时代消费者对零散化、碎片化、个性化信息和服务的主要获取来源,同时也和用户创造内容相关,如早期的微博、Facebook、微信,以及现在的抖音等都与互联网信息生产、传播与消费模式一致。分布式设计(DD)是基于人工智能辅助、大规模协作和参与式的设计项目,以达到人人皆可设计的目标,如提供基于大数据算法的广告横幅自动生成服

2.1 组织模式及层次分析

应用于分布式经济的产品服务系统能够有效地将区域内的信息、资金、服务和物资进行系统性的思考和规划,并且提供多种维度导向的产品和服务的呈现方式,减少成本和资源的浪费,从而形成区域内的生产协作单元网络,达到经济、社会、环境可持续发展的目标。面向分布式经济的产品服务系统的组织模式见图 3,多种形态的分布式经济作为底层的经济组织架构,诸如 3D 打印技术、激光切割、云服务、大数据、自然语言理解等制造技术和人工智能的发展为产品服务系统的运行提供技术支撑和平台支持。在此基础上逐渐发展以产品为导向、以使用为导向、以结果为导向的多种产品和服务形态以满足用户的需要,有效减少能源资源消耗和商品废弃率,从而实现可持续发展目标。

将分布式经济 (DE) 的五个生产单元 (地域性生产单位、地域性网络、全国性协作网络和全球性协作网络) 作为横轴,各要素彼此之间是相互包含和支撑的关系。以可持续产品服务系统 (S.PSS) 的三个分类 (产品导向、使用导向和结果导向) 为纵轴,构建产品服务系统应用于分布式经济的层次关系,见图 4。以地域性生产单位为例,一个基于家庭的小型发电组织可以通过自行购买太阳能面板,同时获得相关维修和售后服务,这是典型的以产品为导向的产品服务。而如果通过租赁太阳能面板的形式,获得自己所需的能源,则成为以使用为导向的产品服务。当然也可以既不租也不买,直接为获得满足日常所需数量的照明功能来付费,这就是以结果为导向的产品服务系统。在分布式模式下,将大量的地域性生产单元彼此互联以形成更大的协作网络。

2.2 设计方法分析

可持续发展问题是由多重因素导致的相互联系和相互依赖的复杂问题,因此也被称为抗解问题^[13]。这种类型的问题无法在单一学科内被理解或被解决,因此要求设计师在把握经济、环境、社会三维度协调发展的同时,考虑利益公平和合理分配^[14]。将设计的关注点从离散对象和实物设计转变为复杂社会系统内部和利益关系之间的设计。目前应用于分布式经济模式,以可持续价值实现为目标的产品服务系统的设计方法也在逐渐完善。

在系统设计阶段学者 Fabrizio Ceschin 与 Silvia Emilli,开发了一套将分布式能源的生产单元同产品服务系统的分类结合的设计工具包^[15],横轴按照分布式生产单元的规模分为:小型套件、个人能源系统、配电站、独立的小型网络、连接的小型网络;纵轴按照产品服务系统的属性划分为:产品为导向、用户为导向、结果为导向三个层次;并将不同形式的实际案

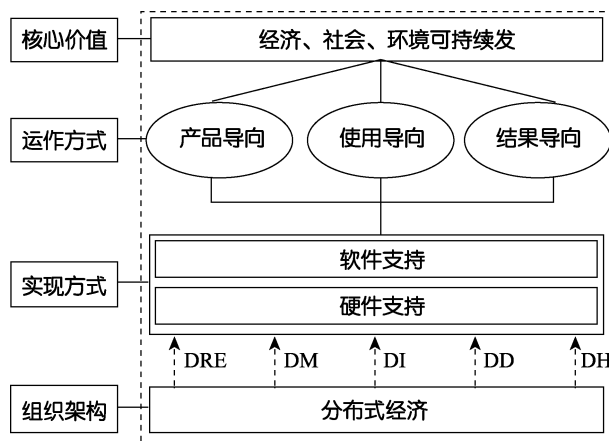


图 3 面向分布式经济的产品服务系统的组织模式
Fig.3 Organizational model of product service system for distributed economy

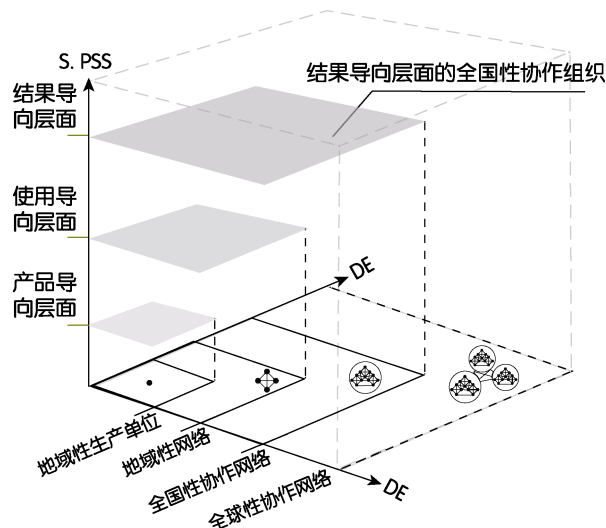
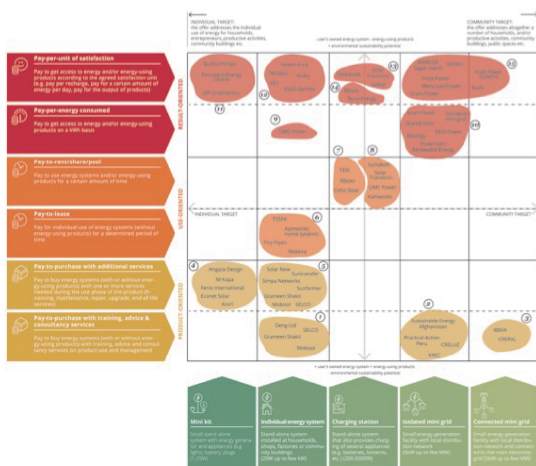


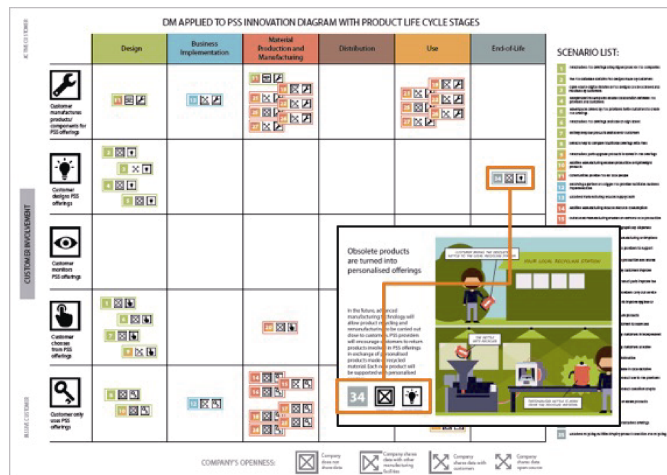
图 4 产品服务系统应用于分布式经济的层次分析
Fig.4 Hierarchical analysis of product service system applied to distributed economy

例对应到形成的体系中,用以指导现有分布式能源建设及规划,面向分布式可再生能源的产品服务系统方法见图 5a。

学者 Aine Petruleityte 从用户参与和信息共享程度的角度设计了一系列应用于分布式制造的产品服务系统场景卡片工具^[16],横轴按照企业信息的开源程度划分为:企业不共享数据、企业和制造单位共享数据、企业和顾客共享数据、企业进行数据开源四个维度;纵轴按照消费者的参与度划分为:客户仅使用产品、客户可挑选产品、客户监控产品制造、客户参与产品设计、客户制造产品五个维度,在此基础上制作出一系列的场景卡片用以明确分布式制造的类型和潜在发展空间,面向分布式制造的产品服务系统方法见图 5b。然而仍然需要关注的是针对其他分布式模式的设计工具和方法的探索依旧存在不足,这也是未来该领域需要探索的方向。



a 面向分布式可再生能源的产品服务系统方法



b 面向分布式制造的产品服务系统方法

图5 产品服务系统应用于分布式经济的方法案例

Fig.5 Method case of product service system applied to distributed economy

3 案例实践

3.1 项目背景

该实践案例依托于欧盟 LeNSin 项目，湖南大学和清华大学的中国课题组师生团队，于 2018 年 1 月与湖南农业互联网品牌“惠农网”联合，进行以“可持续的地方食品网络”为设计主题的设计研究实践，从本地化食品和地域文化传承、可持续农业和关注弱势群体等角度入手，探讨产品服务系统及分布式经济形态在湖南地方农产品和本土饮食文化的可持续发展上的应用空间。

3.2 需求分析

经调研发现，目前我国农业发展仍存在组织化程度不高、生产技术较为原始、经验化与基础设施严重不足、社会化服务体系不完善等问题，加之农户之间相对分散、农产品非标准化、上下游信息不透明，造成了供需脱节、农产品难寻销路、季节性过剩、品质不统一等问题，因此亟待从新的视角出发探究从农产品生产到食品供应产业链等多个环节的优化创新。

因此课题实践的出发点是在基于小规模相互连接的地域性生产单元，协同联系并利用当地资源的分布式模式的基础上，在农业生产、流通、销售等环节注入智能化、个性化、可持续化的发展模式，以加快产业转型升级和特色旅游农业的发展。初期借助焦点小组、用户画像、用户旅程图、SA 战略分析模版等设计工具分别从文化继承、为底层人民设计和农业生产三个维度，共挖掘出如农产品种植培训、农产品仓储物流、地域性代表农产品推广、贫困地区留守老人与儿童健康、湘西特色农业旅游发展等二十多个需求点，以待下一步筛选和完善。

3.3 系统设计

系统设计阶段，借助服务蓝图、系统图、分布式

制造场景卡片等设计工具，从文化继承、为底层人民设计和农业生产的三个维度出发，共产出十四个基于分布式制造（DM）和分布式信息（DI）的本地化农业解决方案。如针对文化继承与为弱势群体考虑的，基于分布式制造（DM）的社区制作空间服务系统设计，将当地社区的留守老人需求纳入系统思考并进行创新，通过建立一个显示老年人信息和技能分享的在线服务平台，以出售留守老人手工制作的食品和手工艺品的方式提高和促进其价值感和身心健康。同时这样的分布式制作车间有助于湖南苗族少数民族聚居区的年轻人充分利用当地的自然资源和文化资源，促进本地农业发展及农业旅游活动开发，如提供农家乐、赶集活动、苗族的节庆和本地农产品、手工艺品的销售等当地文化体验服务。既满足了游客回归自然，体验有机食物生产和娱乐的需求，又实现了减少年轻人外出务工的数量，发展贫困地区特色旅游，促进当地扶贫建设的目标，基于分布式制造的社区制作空间服务系统设计见图 6。

针对湖南地区特色果蔬行业分销的分布式信息（DI）产品服务系统设计，通过建立在线平台打通生产农户与消费者之间的信息壁垒，允许消费者在线下单定制，将餐饮企业、消费者、农户、政府和非政府组织等多方利益相关者纳入考虑范围。以消费指导生产，避免食品生产过剩，实现从生产、加工、物流、批发零售到消费环节等生产流程的动态监控。如针对本地橘子生产的问题，在线交易平台向农户提供市场信息和农业种植知识，农户通过分布式信息在线网络平台出售橘子到消费者端，消费者通过扫描橘子上的二维码了解橘子的生产过程和 DIY 加工方式，并进行在线评价，在线平台收集这些评价并将其反馈给农户用以指导生产活动，基于分布式信息食品在线网络服务系统设计见图 7。

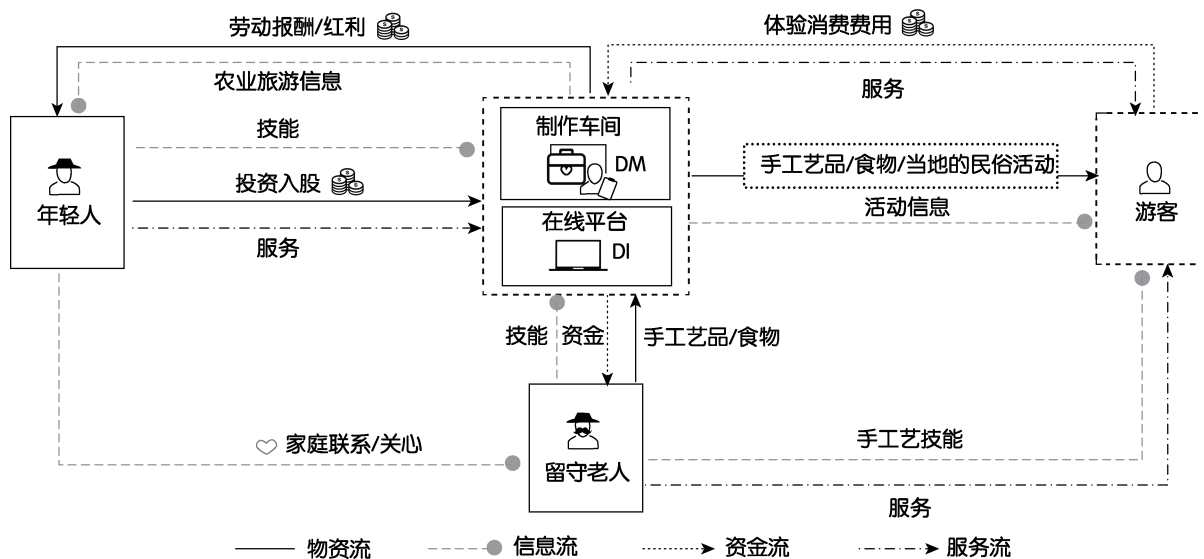


图 6 基于分布式制造的社区制作空间服务系统设计

Fig.6 Design of community production space service system based on distributed manufacturing

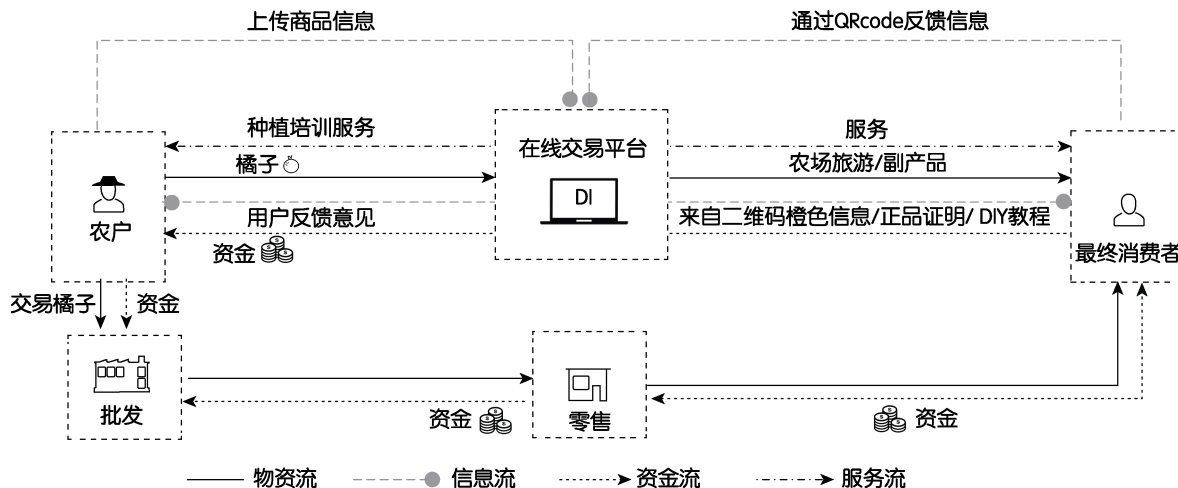


图 7 基于分布式信息的食物在线网络服务系统设计

Fig.7 Design of food online network service system based on distributed production of information

4 结语

在梳理分布式经济与产品服务系统的相关理论的基础上，明确应用于分布式经济的产品服务系统的组织形式、分层策略和设计方法，并结合欧盟 LeNSin 课题对湖南地方食品网络进行设计实践。希望探索将可持续产品服务系统（S.PSS）应用于新的经济和社会形态的发展潜力，为推动可持续商业模式和创新产业发展创造机会，同时这个过程也需要纳入新的工具和设计方法体系，从而不断满足经济、环境、社会可持续发展的要求。

参考文献：

- [1] 潘家华, 陈孜. 2030 年可持续发展的转型议程[M]. 北京: 社科文献出版社, 2016.
PAN Jia-hua, CHEN Zi. The Transformation Agenda for

Sustainable Development in 2030[M]. Beijing: Social Science Literature Publishing House, 2016.

- [2] 辛向阳. 设计教育改革中的 3C: 语境、内容和经历[J]. 装饰, 2016(7): 124-127.
XIN Xiang-yan. 3C in Design Education Reform: Context, Content and Experience[J]. Zhuangshi, 2016(7): 124-127.
[3] 胡敏, 付琍. 对几种典型分布式计算技术的比较[J]. 电脑知识与技术, 2010, 6(5): 1244-1246.
HU Min, FU Li. Comparison of Several Typical Distributed Computing Technologies[J]. Journal of Computer Knowledge and Technology, 2010, 6(5): 1244-1246.
[4] BARAN P. On Distributed Communications Networks[J]. Communications Systems IEEE Transactions on, 2009, 12(1): 1-9.
[5] JOHANSSON A, KISCH P, MIRATA M. Distributed Economies: A New Engine for Innovation[J]. Journal of Cleaner Production, 2005, 13(10): 971-979.

(下转第 128 页)

- Linked with Mental Health or Behaviour?[J]. *International Journal of Public Health*, 2016, 61(3): 307.
- [7] 王芳莉. 青少年手机沉迷的形成与反转对策研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.
WANG Fang-li. Formation and Reversal of youth Mobile Phone Addiction[D]. Changsha: Hunan University, 2013.
- [8] SURMA J. Social Exchange in Online Social Networks. The Reciprocity Phenomenon on Facebook[J]. *Computer Communications*, 2016, 73(4): 342-346.
- [9] JUN S. The Reciprocal Longitudinal Relationships between Mobile Phone Addiction and Depressive Symptoms among Korean Adolescents[J]. *Computers in Human Behavior*, 2016, 58(5): 179-186.
- [10] LEE S Y, HANSEN S S, LEE J K. What Makes Us Click “Like” on Facebook? Examining Psychological, Technological, and Motivational Factors on Virtual Endorsement[J]. *Computer Communications*, 2015(73): 332-341.
- [11] 田秀菊, 陈汉英. 大学生智能手机沉迷与非适应性认知的相关研究[J]. *卫生职业教育*, 2016, 34(17): 108-109.
TIAN Xiu-ju, CHEN Han-ying. Relationship between College Students’ Smart Phone Addiction and Non-adaptive Cognition[J]. *Health Vocational Education*, 2016, 34(17): 108-109.
- [12] 李水明. 大学生人文精神缺失与手机沉迷行为的关系探讨[J]. *中小企业管理与科技(中旬刊)*, 2015(2): 119-120.
LI Shui-ming. Relationship between College Students’ Humanistic Deficiency and Mobile Phone Addiction Behavior[J]. *SME Management and Technology (Mid-term Publication)*, 2015(2): 119-120.

(上接第 113 页)

- [6] ANNEMIEKE V D D, MARCHINGTON E, RIPKEN R, et al. The Future Is Distributed: A Vision of Sustainable Economies[J]. *Iiice Lund University*, 2009: 13-49.
- [7] 可持续产品服务系统设计与分布式经济国际研讨会[J]. *装饰*, 2016(11): 5.
International Symposium on Sustainable Product Service System Design and Distributed Economy[J]. *Zhuangshi*, 2016(11): 5.
- [8] EMILI S, CESCHIN F, HARRISON D. Visualising Product-Service Systems Applied to Distributed Renewable Energy: The Energy System Map[C]. *Lenses International Conference-sustainable Energy for All by Design*, 2016.
- [9] KOHTALA C. Addressing Sustainability in Research on Distributed Production: An Integrated Literature Review[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 106: 654-688.
- [10] 张军, 黄毅松. 面向云服务的用户体验设计研究及实践[J]. *包装工程*, 2017, 38(10): 31-36.
ZHANG Jun, HUANG Yi-song. Research and Practice of User Experience Design for Cloud Services[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(10): 31-36.
- [11] MANZINI E, VEZZOLI C, CLARK G. Product-Service Systems. Using an Existing Concept as a New Approach to Sustainability[J]. *J of Design Research*, 2001, 1(2): 27-39.
- [12] TUKKER A, TISCHNER U, VERKUIJL M. Product-services and Sustainability[J]. *New Business for Old Europe: Product-Service Development*, 2006(27): 72-98.
- [13] KOHTALA C, HYYSALO S. Anticipated Environmental Sustainability of Personal Fabrication[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 99: 333-344.
- [14] 向宁. 中国城市可持续发展态势分类评价[J]. *科技进步与对策*, 2018(10): 123-129.
XIANG Ning. Classification Evaluation of Sustainable Development in China’s Cities[J]. *Journal of Scientific and Technological Progress and Countermeasures*, 2018(10): 123-129.
- [15] EMILI S, CESCHIN F, HARRISON D. Product-Service System Applied to Distributed Renewable Energy: A Classification System, 15 Archetypal Models and a Strategic Design Tool[J]. *Energy for Sustainable Development*, 2016, 32: 71-98.
- [16] PETRULAITYTE A, CESCHIN F, PEI E, et al. Supporting Sustainable Product-Service System Implementation through Distributed Manufacturing[J]. *Procedia Cirp*, 2017, 64: 375-380.