

# Brief Introduction of the Key Technologies in Building Green Smart City

Ziqin Song<sup>1</sup>, Ying Liu<sup>2</sup>, Tao Zhang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>China Sinogy Electric Engineering Co., Ltd., Shanghai

<sup>2</sup>Shanghai Boiler Works Co., Ltd., Shanghai

<sup>3</sup>School of Mechanical Engineering, Tongji University, Shanghai

Email: songziqin07@163.com

Received: Jun. 29<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jul. 23<sup>rd</sup>, 2016; published: Jul. 26<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Green smart city is the direction of the future development of the city. This paper explores the wisdom of urban green construction of the five core technologies: networking, Internet, cloud computing, data and urban space information technology and proposes building the green smart city overall frame structure based on wisdom perceived facilities, the intelligence transmission network, the intelligence processing technology and the intelligence application technology. It is pointed out that the use of the renewable energy needs to rely on the development of the Energy Internet and that the Energy Internet provides the impetus for development and construction of the green smart city.

## Keywords

Smart City, Energy Internet, Renewable Energy Sources

---

# 构建绿色智慧城市的关键技术探讨

宋资勤<sup>1</sup>, 刘影<sup>2</sup>, 张涛<sup>3</sup>

<sup>1</sup>中机国能电力工程有限公司, 上海

<sup>2</sup>上海锅炉厂有限公司, 上海

<sup>3</sup>同济大学机械与能源工程学院, 上海

Email: songziqin07@163.com

文章引用: 宋资勤, 刘影, 张涛. 构建绿色智慧城市的关键技术探讨[J]. 可持续发展, 2016, 6(3): 208-215.

<http://dx.doi.org/10.12677/sd.2016.63026>

收稿日期：2016年6月29日；录用日期：2016年7月23日；发布日期：2016年7月26日

## 摘要

绿色智慧城市是未来城市发展的方向。本文分析探讨了建设绿色智慧城市的五大核心技术：物联网、互联网、云计算、大数据和城市空间信息技术，提出了建立以智慧感知设施、智慧网络传输、智慧处理技术、智慧应用技术为基础的绿色智慧城市总体框架结构，指出可再生能源的高效利用需依托于能源互联网的发展，而能源互联网为绿色智慧城市的发展建设提供了动力。

## 关键词

智慧城市，能源互联网，可再生能源

## 1. 前言

2008年，IBM公司正式提出“智慧地球”（Smart Earth）的概念。所谓智慧地球就是把感应器嵌入到电网、建筑、交通、能源系统等具体物体中，利用互联网技术整合形成“物联网”，实现人与物的信息连接。目前，世界各国的城市发展正经历由传统城市、数字城市逐步向智慧城市的转变。

过去，由于缺乏城市地理信息、人口和生态环境信息、经济发展信息等，导致城市建设发展的无序化，导致物质能源供应不足、基础设施不完善、交通堵塞、生态环境恶化、下岗失业或招工不足等一系列问题。随着计算机技术和信息技术的发展，美国前副总统戈尔于1998年提出了“数字地球”这一概念，描述了一个覆盖全球的信息模型，它把全球海量信息数据和多维显示的地球虚拟系统进行有机结合。使城市管理者可以按照地理坐标对全球信息进行检索和利用[1]。随着互联网技术推广应用和城市信息服务体系的建立，数字城市得到快速发展和推广，建立了面向政府、企业、社区和公众服务的各种信息平台、信息交互体系。但是数字城市的发展也有其局限性，由于各种数据信息来源于不同部门，各部门信息系统没有统一的规划和标准，数据的共享和高层次利用难以实现，形成“信息孤岛”现象。

而智慧城市的发展围绕着智慧、绿色、可持续的发展目标，充分发挥信息在物质、能源有序运输、转换与利用过程中的指导作用，减少物质与能源的浪费，提高物质和能源的综合利用效率，同时满足各领域对物质、能源的需求。

我国自2012年底启动创建国家智慧城市后，有近400个城市在建“智慧城市”。“智慧城市”的建设过程，海量信息的收集与利用以及人民生活水平的不断提高、工商业的高速发展等，对能源的需求总量也在不断攀升，传统煤炭、石油等化石燃料带来的环境污染(雾霾)、温室效应(碳排放)等正威胁着人类的生产、生活环境。因此，发展可再生能源是建设智慧城市的基础之一。而以太阳能、风能为主体的可再生能源具有间歇性、波动性、能量密度低等特点，导致太阳能发电、风能发电后无法直接时时并入传统大电网。近年来，国内“弃风”、“弃光”现象日趋严重。能源互联网概念的提出，为可再生能源的高效利用与转换提供了发展思路。能源互联网成为绿色智慧城市建设的重要基础之一。

本文重点分析了构建绿色智慧城市的关键技术及框架，为智慧城市的发展决策提供借鉴。

## 2. 智慧城市的核心技术及组成框架

### 2.1. 智慧城市的核心技术

两院院士李德仁教授曾用“智慧城市 = 数字城市 + 物联网”形象地表达他对智慧城市的理解[1]。

智慧城市的建设需要有统一的城市数据平台，通信网、互联网、物联网、能源网是构建智慧城市的基础网络，其核心是物质与能源的信息收集、传输、整理分析及执行。智慧城市的建设需要诸多关键技术的创新，如图 1 所示，智慧城市的主要核心技术包括：互联网、物联网、云计算、大数据和城市空间信息技术。

物联网(Internet of Things, IoT)技术的基础依然是互联网，即把互联网的用户终端延伸到任何物品之间，形成不仅仅是人与人之间的通信，更是人、人和物、人和物的信息交流。物联网技术通过射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID)、红外感应器、全球定位系统(Global Position System, GPS)、激光扫描器等智能感知和识别技术，按照约定协议，实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理。

云计算(Cloud Computing)是分布式计算、并行计算、网络储存、虚拟化等传统计算机和网络发展融合的产物，其核心服务通常可分为三层：基础设施服务层(Infrastructure as a Service, IaaS)、平台服务层(Platform as a Service, PaaS)、软件服务层(Software as a Service, SaaS) [2]。

网络大数据(Big Data)是指人、物、机三元世界在网络中交互、融合产生的海量数据信息。数据规模远超硬件能力增长的摩尔定律[3]。传统数据分析技术很难短时间对“大数据”中有效信息进行整合、处理和管理。适用于大数据的技术，包括大规模并行处理(Massively parallel processing, MPP)数据库、数据挖掘、分布式系统、分布式数据库、并行计算、云计算平台、结构化查询语言 SQL 和可扩展的存储系统等等。智慧城市建设过程中不同行业需要不同的大数据，例如智能电网中大数据一般包括电网运行和设备监测数据、电力企业数据(供电量、用户信息等)、管理数据[4]。城市规划需要城市地理、气象、经济、社会、文化和人口的数据。交通运行需要交通信息实时搜集的数据和对交通运行的历史、预测数据。

空间信息技术主要包括 GPS、地理信息系统 (Geographic Information System, GIS)和遥感(Remote Sensing, RS)等的理论与技术，同时结合计算机通讯技术，进行空间数据的采集、分析、存储、管理和应用等。GPS 技术用于全方位实时定位，是物联网、能源网的重要感知装置。GIS 技术用于描述和采集地球表面空间、地理数据信息，可以把城市三维数字立体化呈现，是构成智慧城市的必须工具。RS 技术可从高空或外层空间接收来自地球表层各类地理的电磁波信息，并通过对这些信息进行扫描、摄影、传输和处理，提供遥感数据信息。

## 2.2. 智慧城市总体框架结构

智慧城市以信息化、物联网为基础，实现城市的智能化发展目标。其规划设计注重标准、安全、评价、服务等四体系。智慧城市基础框架可分为智慧感知设施、智慧网络传输、智慧处理技术、智慧应用技术等四环结构，如图 2 所示，形成“闭合”的数据流通环节，各个环节的连接逐步提升智慧城市的“智力”。

智慧城市安全体系是城市规划设计的重中之重，城市数据信息资源需要多次传输、交换、共享和分析，若没有完善的技术和管理安全体系，无法保障城市基础设施、应用系统、数据库的安全可靠。智慧城市建设需要各个行业、部门的信息进行“共享交互”，因此，需要建立数据之间的统一标准体系，实现不同信息系统的自动化协调和传输。智慧城市服务体系体现了智慧城市对人民生活的改善，可根据城市特点定制具体服务要求，建立风格各异的智能化城市。智慧城市建设的初期，评价体系的建立有利于城市建设的统一、规范、顺利进行，通过综合评价分析，可以深入分析和对比智慧城市的进展情况。评价体系要具有代表性、科学性、系统性和可操作性，由于智慧城市是个庞大的系统体系，需要建立多层次的评价体系。要能够涵盖城市发展建设的各个方面，如《欧洲中级智慧城市排名》中从智慧经济、智慧公众、智慧管理、智慧流动、智慧环境、智慧生活等六方面来进行评价[5]。顾德道等从智慧人群、智慧基础设施、智慧民生、智慧经济、智慧规划、智慧治理、智慧环境等七个方面建立评价体系，包含 21 个二级指标和 48 个三级指标[6]，该评价体系比较全面且操作性较强。

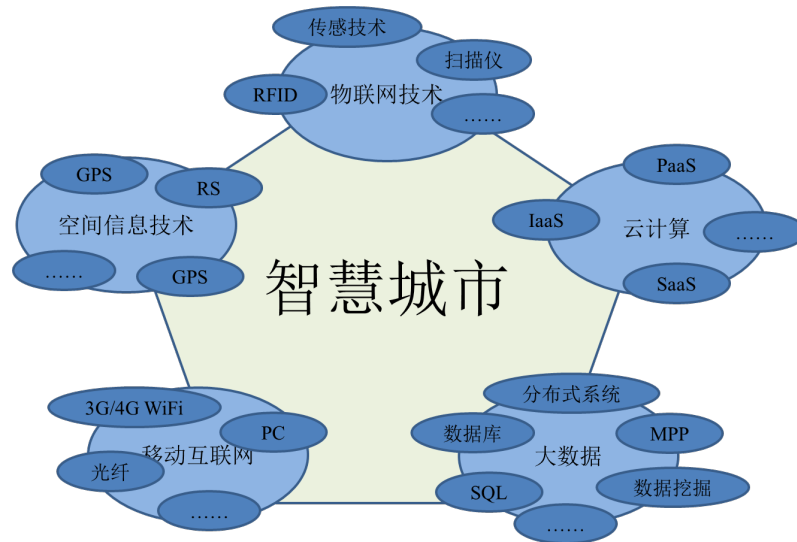


Figure 1. Core technologies of smart city  
图 1. 智慧城市核心技术

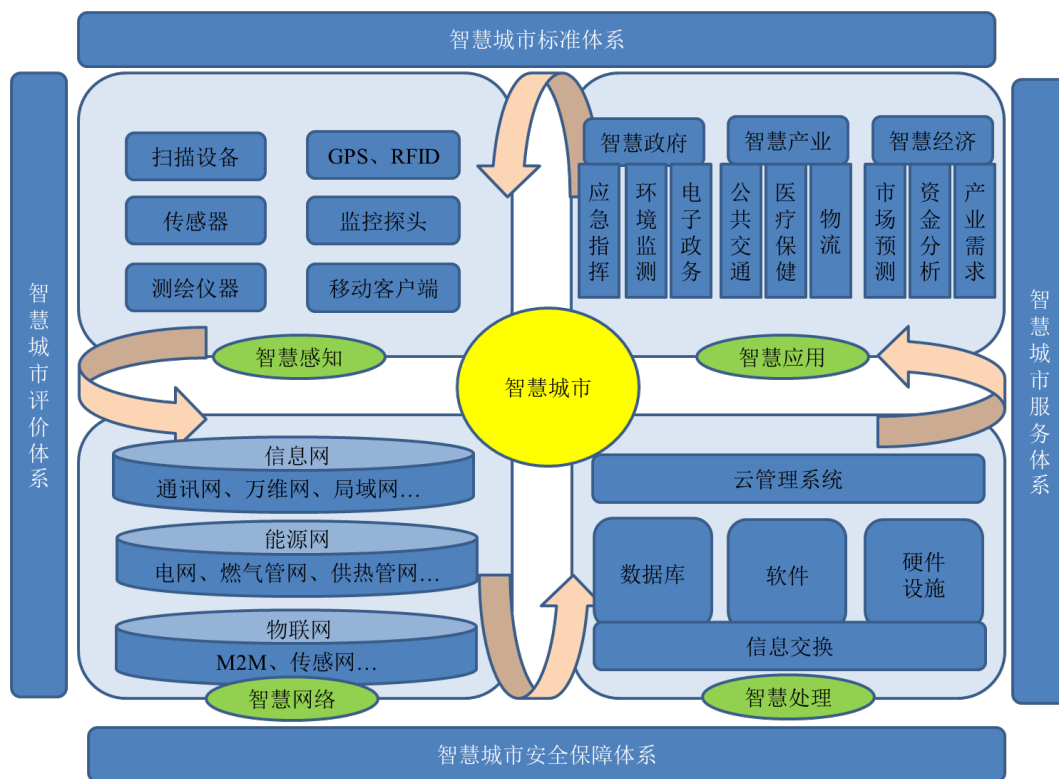


Figure 2. The overall frame structure diagram of smart city  
图 2. 智慧城市总体框架结构图

智慧应用环节受智慧处理环节的指导和控制，可分为智慧政府、智慧产业、智慧经济等，可以通过移动云端访问医疗、物流、交通、市场等信息，政府可以通过应用环节规划、建设智慧城市。智慧感知环节具有环境感知、数据采集、监测、控制等功能，通过传感器等技术实现对城市范围内基础设施、环境、安全、地理信息、气象等数据的收集，是构成大数据的基础信息来源。智慧网络环节通过信息网、

能源网、物联网等网络技术，实现数据信息传递、能源输配、物联网控制信号传递。其数据信息来源于智慧感知层，其信息输送到智慧处理环节，对信息进行分析处理。智慧处理环节融合智慧城市基础数据库，接收智慧网络信息，利用智慧网络云管理技术，通过数据挖掘和数据处理等技术，更新已有数据库，实现智慧城市数据共享，以此获得智慧应用环节具体事务进行控制。

### 2.3. 国外智慧城市建设模式

新加坡的智慧城市建设起步较早，提出“智慧岛”建设的三个阶段。从1980年到1990年，推出的“国家电脑化计划”是在全社会各机构普及电脑化，但是各机构并未进行“连接”；从1990年到2000年，提出“国家科技计划”，旨在行政、技术层面解决城市信息互联互通和数据共享，消除“信息孤岛”；从2001年到2010年，提出建立“信息与应用整合平台——ICT (Information Communication Technology)”的计划，以此推进信息、通讯、科技和现代服务业的快速发展，使每个行业可以采用数字化技术应用和电子商务改变传统的经济模式。2006年新加坡提出“智慧国2015”计划，旨在利用信息和网络科技提升电子政务、金融服务、教育学习、保健与医药、旅游与零售、制造与后勤、娱乐等七大经济领域，通过“创新、整合、国际化”，最终实现城市传统经济向新型信息知识性智慧经济的转变。

美国把全国分散的智能电网结合成全国性质的网络体系，构成“统一智能电网”。用长短途、高低压的智能网络连接用户，实现电力系统的智能化和可再生能源的优化输配，整个系统可以全国范围内的电力优化调度、监管。美国智能电网所涉及的关键技术领域包括：灵活的网络拓扑结构；智能通信系统；智能计量体系；智能调度技术；新型电子设备和可再生能源和分布式能源的接入。同时，利用数字信息提供电网的可靠性、安全性和高效性[7]。

瑞典斯德哥尔摩是全球智能交通城市的典范，2010年该城市被欧盟委员会评为首个“欧洲绿色首都”。该市的智能交通系统包含以下部分：多种方式的交通信息采集整合系统；综合交通管理系统；隧道智能交通信息系统；基于污染物排放和天气条件的交通流量控制系统；基于公共网页、通信技术的交通信息实时发布系统；基于多式联运的路线规划；基于绿色驾驶的智慧速度适应系统；智能公共交通系统等等。如图3为该市智能交通系统示意图，采用了可视字符识别软件系统，可以从任意角度识别车辆信息，融合交通数据库资料和交通预测信息资料，通过数据之间的交换、分析，智能控制道路信号系统，利用互联网和移动通信技术，将交通信息实时反馈给政府监测和为用户提供出行指南。

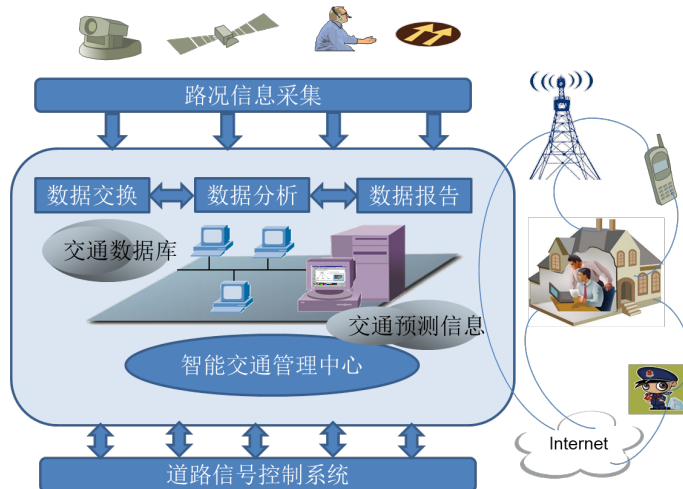


Figure 3. The schematic diagram of intelligent transportation system  
图3. 智能交通系统示意图



### 3. 绿色智慧城市与能源互联网的关系

#### 3.1. 能源互联网为绿色智慧城市提供动力

传统的、盲目扩张式的城市建设在各种信息技术的高效、快速收集与整理、分析基础上,为城市管理建设者提供了真实、准确的城市发展数据,将无序化发展的城市转变为有序发展的城市。同样,能源互联网的提出与建设也是依托于信息技术的普及应用。信息技术为能源尤其是可再生能源的高效生产、运输、转换以及利用、回收提供了可行性。

2008年美国国家科学基金(NSF)项目未来可再生电力能源传输与管理系统(The Future Renewable Electric Energy Delivery and Management Systems, FREEDM)提出了能源互联网这一概念[4]。能源互联网的核心思想就是能源的“互联”、“流动”、“共享”。

绿色智慧城市的建设在强调信息技术应用的同时,对城市的生态发展提出了要求,即要求尽可能利用可再生能源,减少污染物的排放和对生态环境的破坏。然而可再生能源往往是不稳定的,如光伏电站受天气、云层、昼夜的变化影响,风电场输出负荷取决于当地的风力大小。这种能量供给不稳定,严重影响着传统电网的稳定和安全。另外,用户侧对能源的需求也在随机变化,能源供给与需求之间达到随时平衡也是很难实现的。因此,通过现代信息技术和先进的电力电子技术对传统电网加以改造,融合不同规模的可再生能源电站和分布式储能系统,实现不同种类能源的“双向流动”,如图4所示,提高电网的自愈性、安全性、高效性和经济性,且环境友好。可见,建立完善的可再生能源互联网系统,是建设绿色智慧城市的基础,并为智慧城市提供清洁、高效的动力系统。

#### 3.2. 能源互联网的关键技术

能源互联网涉及电力系统、信息技术、电力电子、储能技术等跨学科的研究,关键技术诸如智能配电网、智能能量管理系统、分布式储能技术等等,都是实现能源互联的有力利器。

智能配电网是能源互联网的关键环节,主要用来分配电能、协调各种分布式电源。智能配电网直接面向分布式可再生电源(Distributed Renewable Energy Resource, DRER)、分布式电能储存设备(Distributed Energy Storage Device, DESD)、用户负荷等。

智能配电网含有智能配电管理系统(Intelligent Energy Distribution Management System, IEDMS)、智能配电故障管理系统(Intelligent Distribution Fault Management System, IDFMS)和配电网智能软件(Distributed Grid Intelligence, DGI)。IEDMS对各设备进行数据测量、收集、储存、分析和双向传输,通过智能决策对智能配电网进行控制,实现运行效率的优化和系统安全性的改善。IDFMS为IEDMS提供配合和补充,当网络发生故障时,IDFMS隔离故障并重新配置配电网,使配电网“孤岛运行”,保障大电网的安全,同时也保证用户的不间断供电。

储能技术(Energy Storage System, ESS)的作用主要有提供短时电力、电力调峰、改善电网电能质量、提升微电网性能。往往将电能转换为化学能、势能、动能、电磁能等形态进行存储。ESS主要由能量转换接口(Energy Conversion System, ECS)和储能介质组成,可以动态吸收能量并适时释放能量,实现对能源的有效调配。现有储能技术主要包括物理、化学、电磁、相变储能四种类型。物理储能包括抽水蓄能、飞轮储能和压缩空气储能,化学储能包括铅酸电池、锂离子电池和钠硫电池等,电磁储能包括超导磁储能(SMES)和超级电容储能等,相变储能包括冰(水)蓄冷储能和相变建筑材料储能。不同种类储能技术的持续时间和额定功率如图5[8]所示。

### 4. 结语

信息技术的革命性发展与普及,为传统城市的发展提供新机遇。基于信息网、物联网、云平台、能

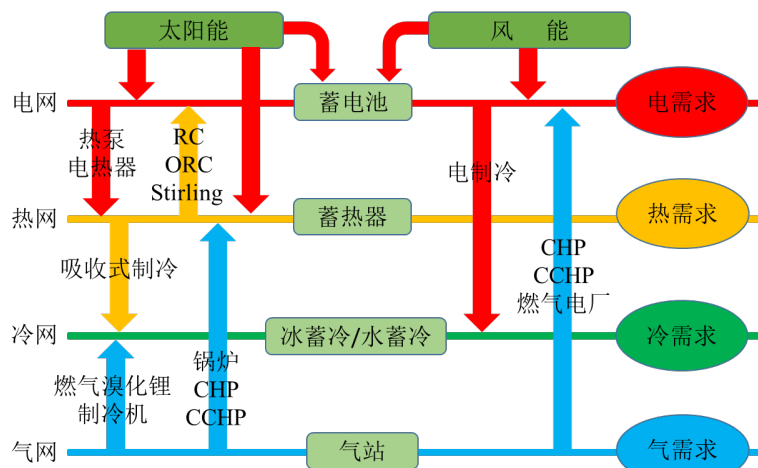


Figure 4. Energy conversion technologies in energy network  
图 4. 能源网络转换技术

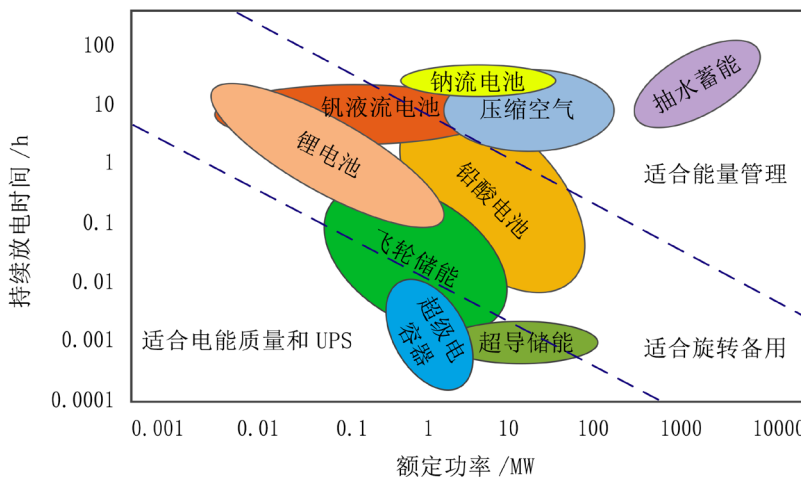


Figure 5. The range of power for different energy storage technologies [8]  
图 5. 不同储能方式的能量和功率范围[8]

源互联网等新技术的发展，将传统城市由数字城市向绿色智慧城市方向发展。这其中，信息的收集、传输、整理分析与执行，将原本无序的传统城市建设模式向有序化方向发展，减少了物质与能源的浪费，提高了城市发展效益、管理效率和能源的综合利用效率，降低了污染物的排放。同时，信息技术也为可再生能源的充分利用提供了可行性，将多种可再生能源、分布式储能系统与传统的能源系统融合，通过能源供需双方的信息交互，实现能源互联网为绿色智慧城市发展提供动力。

### 参考文献 (References)

- [1] 李德仁, 龚健雅, 邵振峰. 从数字地球到智慧地球[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2010(2): 127-132.
- [2] 罗军舟, 金嘉晖, 宋爱波, 等. 云计算: 体系架构与关键技术[J]. 通信学报, 2011(7): 3-21.
- [3] 王元卓, 靳小龙, 程学旗. 网络大数据: 现状与展望[J]. 计算机学报, 2013(6): 1125-1138.
- [4] 宋亚奇, 周国亮, 朱永利. 智能电网大数据处理技术现状与挑战[J]. 电网技术, 2013(4): 927-935.
- [5] 郭素娟. 智慧城市评价指标体系的构建及应用[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江工商大学, 2013.
- [6] 顾德道, 乔雯. 我国智慧城市评价指标体系的构建研究[J]. 未来与发展, 2012(10): 79-83.

- 
- [7] 倪敬敏, 何光宇, 沈沉, 等. 美国智能电网评估综述[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(8): 9-13.
- [8] 刘世林, 文劲宇, 孙海顺, 等. 风电并网中的储能技术研究进展[J]. 电力系统保护与控制, 2013(23): 145-153.

**期刊投稿者将享受如下服务:**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>