

·智能电网技术专栏·

建设智能电网的发展对策

苗新,张恺,陈希,章欣,孙声波,吴国良,周昭茂,田世明,李建歧

(中国电力科学研究院,北京市,100192)

[摘要] 从学科、标准、信息通信系统、资产寿命、智能家居、电力用户、应急防灾减灾和未来10年电力技术创新等角度探讨了智能电网。提出了中国智能电网的框架,以信息通信系统为支撑平台,以监测系统、控制系统和管理系统为3个保障平台,使发电系统、输电系统、配电系统和用电系统等4个物理实体平台实现数字化、信息化、自动化和互动化,通过实现电力流、信息流、业务流的有机融合来搭建服务平台,为工业、商业和居民等3类用电目标客户提供满意的个性化服务。在坚强智能、安全可靠、清洁高效、自愈可调的基础上,做到保护环境,对自然资源和谐友好,实现客户至上的目标,充分满足用户对电力的需求。从博弈关系、资产寿命分期划代、驱动因素、发展策略、“节约每一度电”的思考、注意避免的倾向等方面,给出了关于中国智能电网的思考与建议。

[关键词] 电力;智能电网;发展对策

中图分类号: TM76 文献标志码: A 文章编号: 1000-7229 (2009) 06-0006-05

1 智能电网的多维分析

1.1 从学科角度

电网面临由机电控制型向电子控制型、智能控制型转变的严峻挑战。从学科分类角度,社会科学的文学、史学、哲学、经济学、法学、教育学、军事学和管理学,到自然科学的理学、工学、农学和医学,智能电网或多或少涉及上述多学科的融合,需要多学科、多领域的协同研究。具体而言,不但要融合旧三论(即系统论、信息论和控制论)的确定性、最优化和唯一性思想,而且要吸收新三论(即耗散结构论、协同论、突变论)的思想,关注不确定性,强调差异化和多元性,推崇人心理和智慧的内任修养。

建设中国特色智能电网,从学科角度,强调电力系统软硬件与人、社会、资源、环境的相互协调与和谐^[1-4]。

1.2 从标准角度

“一流的企业做标准,二流的企业做技术,三流的企业做产品”。建设中国特色智能电网,不但要重视技术创新,更要重视产业创新,争取在国际上提出具有中国知识产权的国际标准,带动相关产业的形成和发展,起到增加就业和拉动内需的作用。这方面有2个典型案例值得学习和借鉴,一是我国有知识

产权的 ISO/IEC(国际标准化组织国际电工委员会)信息设备资源共享协同服务(Intelligent Grouping and Resource Sharing, 简称 IGRS 标准, 简称闪存)标准,二是国际电信联盟电信标准局 ITU-T(International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector) 第三代移动通信技术 TD-SCDMA 标准。

1.3 从 ICS 角度

信息通信系统 ICS(Information and Communication System)的技术更新换代历史,很值得智能电网参考。例如,电话网经历了人工转接、机械交换、机电控制交换、电子控制交换、程序控制交换等发展阶段,正在向软交换、虚拟网络过渡;单独建设同步网、控制信令网和管理网为支撑;业务分级,质量分级,服务分级;保护和恢复技术实现网络自愈及网络自组织;拓扑结构从链形、星形、树形,向环形,再向混合及网状网发展;信息流的传递输送技术,由满足峰值流量的固定带宽时分复用技术,向分级分类满足各种信息业务的动态带宽统计复用技术过渡。电网由机电控制型向电子控制型、智能控制型转变之中,需要借鉴信息通信系统的技术更新换代经验,逻辑划域,分别规划和建设支撑平台、保障平台、物理实体平台和服务平台,在电力能量流削峰填谷方面有

收稿日期: 2009-05-04

作者简介: 苗新(1964—),男,工学硕士,高级工程师,国家注册设备监理师,从事光纤通信与无线通信技术、应急与减灾通信系统及智能电网信息通信系统的研究工作。

所作为。

从数据共享、信息共享,到知识共享,再到智慧共享。

1.4 从资产寿命角度

根据参考文献[7-8],英美等发达国家的电网设备退役前平均运行寿命一般为40~60年,最高运行寿命达到80年左右。当前我国的输变电主设备平均寿命尚不及发达国家的一半。

电力行业内各类资产的运行使用寿命如下:机械/土建类资产为40至70年,电气类资产为20至30年,通信设备类资产为8至10年,信息设备类资产为4至5年。在运行使用寿命方面,电力行业内各类资产代沟差异巨大。

而且,根据“摩尔定律”^[9-10],微处理器的性能每隔18个月提高一倍,而价格下降一倍;用一美元所能买到的电脑性能,每隔18个月翻两番;集成电路芯片上所集成的电路数目,每隔18个月就翻一番。在信息化、数字化、自动化后,资产的寿命将逐渐缩短,更新换代的周期将加快。

以上3个方面,都是对建设中国特色智能电网的挑战。

1.5 从智能家居角度

智能家居是通过家庭网络实现的。家庭网络是融合控制网络 and 多媒体信息网络于一体的家庭信息化网络平台,通过有线或无线的通信方式接入因特网、公众电话网、广电网、小区局域网等网络,将家庭或类似的室内场所中的信息设备、通信设备、娱乐设备、家用电器、自动化设备、照明设备、保安(监控)装置及水电气热表或概称的三表三防设备等连成网络。为家庭或类似的室内场所提供声音、图像和数据等业务的服务,实现资源共享及家庭自动化控制。智能家居及其3C(计算机、消费电子和通信产品, Computer Consumer electronics & Communication devices)产业融合目前进展很快,在智能表计和双向用电信息管理方面,特别需要“电老大”的参与和配合,也为电力企业业务多元化发展带来了机遇和挑战。

1.6 从电力用户角度

其一,电力属于社会基础设施,资产中有纳税公民的贡献。其二,用户用电缴纳费用。从这两方面而言,社会奔小康的需求、公民丰富多彩个性化的需求,迫切需要改变目前“电老大”的形象,进一步加强客户服务业务,为用户提供丰富多彩个性化的增值服务。所以,从电力用户角度,需要睿智善行的电网。

1.7 从应急防灾减灾角度

建设中国特色智能电网,无论是满足经济增长

而高速扩张电力行业规模,满足用户互动丰富多彩个性化的需求,还是电力行业内部推进信息化、自动化、数字化和互动化,电力系统的复杂性、不确定性、脆弱性都会大大增加,不可预见的突发事件将会增加,受恐怖袭击的威胁因素将会增加,迫切需要从应急防灾减灾的角度克服技术双刃剑的负面效应^[11-14],以实现更智慧、更科学、更优化的电网运营管理。

1.8 从未来10年电力技术创新角度

未来10年,最可能产生电力技术创新的领域,可能性由高到低依次是:网络付费和需求测量、终端用户的需求回应系统、插电式混合动力汽车、实时定价、最强烈用电设备的传感器、微电网、能量储存^[15]。

目前,国际上正在形成发展智能电网的三极态势大环境,美加、欧洲和中印分别代表3种发展类型。

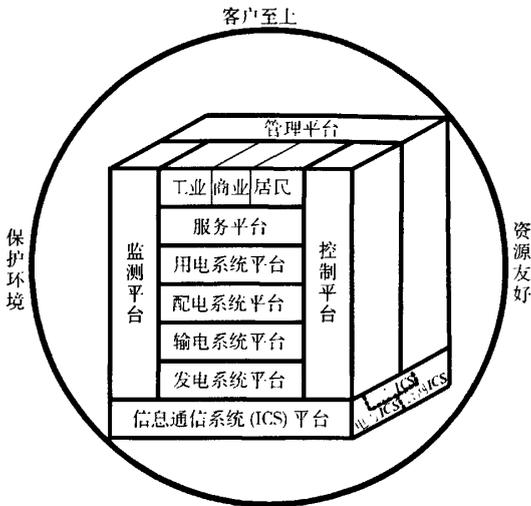
2 中国智能电网的构想结构

无论中国智能电网称为睿智善行的电网还是坚强的智能化电网,从ICS角度构想出的框架结构包括1个支撑平台、3个保障平台、4个物理实体平台、1个服务平台,全方位为3类用电目标客户服务。形成“物联网”,并将其互联互通,向人类社会与物理系统整合的方向迈进。

中国的智能电网以信息通信系统为支撑平台,以监测系统、控制系统和管理系统为3个保障平台,使发电系统、输电系统、配电系统和用电系统等4个物理实体平台实现数字化、信息化、自动化和互动化,通过实现电力流、信息流、业务流的有机融合来搭建服务平台,为工业用户、商业用户和居民用户等3类用电目标客户提供满意的个性化服务。在坚强智能、安全可靠、清洁高效、自愈可调的基础上,做到保护环境,对自然资源和谐友好,实现客户至上的目标,充分满足用户对电力的需求。具体见图1。

其中,信息通信系统ICS由电力信息通信系统、公网信息通信系统和应急信息通信系统构成,电力系统EPS(Electric Power System)由发电系统、输电系统、配电系统和用电系统构成,电网监测和控制系统MCS(Monitoring and Control System)由监测系统、控制系统和管理系统构成,目标客户系统TCS(Target Customer System)由工业用户、商业用户和居民用户构成。EPS+ICS+MCS融合而成广域复杂电力系统3S,以服务系统SS(Service System)为桥梁与目标客户系统关联,形成5S融合的中国智能电网。即:中国智能电网Smart Grid=电力系统EPS+信息通信系统ICS+电网监测和控制系统MCS+目标客户系

统 TCS+服务系统 SS。



坚强智能、安全可靠、清洁高效、自愈可调

图 1 中国智能电网的框架结构

3 对策研究

3.1 博弈关系

发展智能电网,将影响、改变或产生以下 6 类博弈关系^[15-20],电力企业要预先做好应对策略。

(1)发展电力事业与社会进步、环境保护、资源合理使用之间的博弈关系。

(2)各类群体/集团之间的博弈关系。例如,用电客户之间的博弈关系,用电客户联合与电力企业之间的博弈关系,电力企业与各级政府、媒体、社会公众之间的博弈关系。

(3)电力行业目前格局与打破垄断市场化之间的博弈关系。

(4)行业之间的博弈关系。例如输电与输油、输汽、运煤之间的博弈关系。

(5)电力行业内部的博弈关系。例如发电集团、电网集团、供用电公司之间博弈关系。

(6)智能电网技术领域的博弈关系。例如,燃煤热电、燃天然气热电、煤气发电、核电、风电、水电、太阳能光伏发电、生物质能发电之间的博弈关系,大电网与分布式电网之间的博弈关系,特高压输电与超导输电之间的博弈关系,电力信息系统与电力通信系统之间如何融合的博弈关系,安全性、可靠性与效率、资产利用率的博弈关系。

建设中国特色的智能电网,各个方面需要协调发展,保持平衡。以下雷达图列举了需要平衡的 10 个方面。

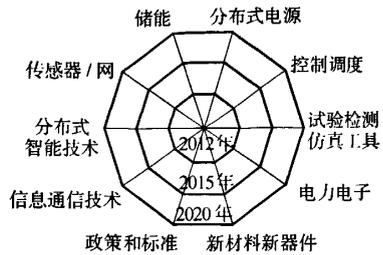


图 2 中国智能电网需要各个方面协调发展保持平衡

3.2 资产寿命分期划代

在安全责任逐渐加大的情况下,资产管理中存在单纯追求运行安全性、可靠性和降低维护工作量,以更新设备代替维护检修,人为缩短设备使用寿命的情况。加上部分国产设备的质量确实不佳,当前我国的输变电主设备平均寿命尚不及发达国家的一半^[7-9]。而且信息化、数字化、自动化后的资产的寿命将逐渐缩短,更新换代的周期将加快,对从业者的素质也将带来挑战。

在运行使用寿命方面,电力行业内各类资产代沟差异巨大。若以机械/土建类资产寿命为 1 代作为参考,则对应 2 代的电气类资产,6 代的通信设备类资产,12 代的信息设备类资产。若以电气类资产为 1 代作为参考,则对应 0.5 代的机械/土建类资产,3 代的通信设备类资产,6 代的信息设备类资产。

所以,在建设中国特色智能电网时,考虑如何从资产寿命的角度分期划代,在协调、兼容、优化、统一的基础上,机械/土建类资产、电气类资产、通信设备类资产、信息设备类资产分别采取不同的技术更新换代演进策略。

3.3 驱动因素

建设中国特色智能电网的驱动因素有 8 个^[1-4]:

(1)中国经济仍将保持高速增长,中国未来城镇化进程将持续 30 到 35 年,中国电力负荷市场仍将保持高速增长。需要安全可靠长距离输电的大电网。

(2)中国经济和社会发展的同时,增加了资源和环境的压力。对电力企业而言,电煤价格上涨、土地资源紧张都增加了企业生存和发展的困难;而从政府的政策导向来看,国家设定的节能和环保指标也对电力产业提出了新的要求。

(3)电力市场化进程的不断推进,适应高度市场化的电力交易的需要。

(4)适应多种能源类型发电方式的需要。

(5)利用日新月异的数字信息技术对电网进行更新改造。

(6)用户对电能可靠性和质量要求的不断提升。

(7)现实要求,相关的设备、装置、系统、用户、员工、电能等互动起来,将用户的需求及时反映到电网的动作之中。进一步加强客户服务业务。为用户提供丰富多彩个性化的增值服务。

(8)电力流、信息流、业务流的有机融合,电力产业、电信产业、互联网产业、广播电视媒体产业、家电产业的兼容整合,达到全社会的资源共享,多行业的协同服务。

3.4 发展策略

建设中国特色智能电网应在专注科技发展的同时,关注如何创造更高的商业价值,将两者有机结合起来,才能把电网建好和用好。

纵向发展方面。北美和欧洲的电力负荷市场已接近饱和,而中国经济仍将保持高速发展。同时,中国未来城镇化进程将持续30到35年。所以,中国电力负荷市场仍将保持高速增长,预计可再持续10到30年。所以,满足高速需求增长,促进西部大开发,目前开展东西、南北长距离的特高压、超高压电网以及跨区送电工程建设,是明智选择。同时,以超导和纳米材料以及智能电网来改进输电损耗问题,以发展超导配电网、加强客户服务为重点来推动智能电网,待电力负荷市场已接近饱和时再全面发展智能超导输电网。

横向发展方面。市场化对电力是一种挑战,同时也应该抓住和寻找机遇。智能电网技术革新将打开电信、互联网、广播电视网、家电与电网等整合的通道,为全球电力产业、电信产业、互联网产业、广播电视媒体产业、家电产业等改革提供独特机遇。为电力企业进军电信产业、互联网产业、广播电视媒体产业、家电产业等提供绝佳机遇,为电力企业业务多元化提供政策支持。

和谐共赢,无论是睿智善行的电网还是坚强的智能化电网,都应当吸收一切有益于自身的东西,以促使自己的发展。

3.5 “节约每一度电”的思考

充分满足用户对电力的需求是电力企业的职责,按照自身意愿安全用电是法律赋予用户的权力。“熄灯1h”在积极层面是节能减排,在消极层面或多或少是对用户用电需求的伤害,也是对电力企业资产某种程度的浪费。从电力基础设施充分有效利用的角度,鼓励提倡用电,用好每一度电,为用户提供丰富多彩个性化的增值服务。比“节约每一度电”,更关注公民个性化需求,更关注社会和谐。

3.6 注意避免的倾向

建设中国特色智能电网应注意避免以下双刃剑

效应。智能电网不要成为烧钱机器,更不要引来特洛伊木马。成倍提高能力不要以牺牲质量和可靠性为代价。“坚强”的电网有可能被社会公众和新闻舆论误读为电力垄断坚不可摧。“信息化、自动化、数字化和互动化”不要形成电脑霸权,使人淡漠心灵和智慧的内在修养,而奉行商品世界那种冷冰冰的“外在化”的符号流程化操作。

4 结论

为了更好地建设中国特色智能电网,在愿景规划阶段,尽可能从多角度全方位考虑问题,无论是发展战略,还是具体实施战术、策略和步骤,还是技术路线选择,强调协调、和谐与融合,转化消极或反对因素,强化积极因素。

电网由机电控制型向电子控制型、智能控制型转变之中,在规划中国特色智能电网框架结构时,需要借鉴信息通信系统的技术更新换代经验,逻辑划域,分别规划和建设支撑平台、保障平台、物理实体平台和服务平台。从数据共享、信息共享,到知识共享,再到智慧共享。在电力削峰填谷方面有所作为。在坚强智能、安全可靠、清洁高效、自愈可调的基础上,做到保护环境,对自然资源和谐友好,实现客户至上的目标,充分满足用户对电力的需求。专注科技发展与关注如何创造更高的商业价值有机结合起来,建好和用好电网。

发展智能电网,将影响、改变或产生许多博弈关系,需要各个方面保持协调平衡发展,建议电力企业要预先做好应对策略。

在建设中国特色智能电网时,建议从资产寿命的角度分期划代考虑实施策略和步骤,在协调、兼容、优化、统一的基础上,机械/土建类资产、电气类资产、通信设备类资产、信息设备类资产分别采取不同的技术更新换代演进策略。

为了达到全社会的资源共享,多行业的协同服务。电力产业、电信产业、互联网产业、广播电视媒体产业、家电产业等兼容整合的趋势越来越明显。电力行业不仅要迎接挑战,还要积极地抓住和寻找机遇,快速地发展壮大。

电网向智能电网发展是一种技术趋势和发展过程。建设中国特色智能电网应注意避免双刃剑效应。提倡用好每一度电。吸收一切有益于促使自己发展的东西。

致谢

感谢丁道齐的“智能电网——现代电网发展的方向”讲座。感谢胡学浩的“智能电网——未来电网

发展的态势”和“分布式发电(电源)技术”讲座。

5 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会 [EB/OL].[2009-04-06].
http://www.sdpc.gov.cn/.
- [2] 国家发展和改革委员会能源研究所[EB/OL].[2009-04-06].http://
www.eri.org.cn/.
- [3] 华东电网有限公司 [EB/OL].[2009-04-06].http://www.ec.sp.com.
cn/.
- [4] 国家电网公司[EB/OL].[2009-04-06].http://www.sgcc.com.cn.
- [5] J/T 11310, 2005 信息技术信息设备资源共享协同服务(IGRS)[S].
- [6] YD/T 1781.1-2008, 2GHz TD-SCDMA 数字蜂窝移动通信网[S].
- [7] 罗万兴.资产全寿命周期管理研究与实施[J].陕西电力, 2008, 36
(11):28-31.
- [8] 杨凌辉, 薛玉兰, 高凯.变电站数字化进程中的资产全寿命周期
管理思考[J].华东电力, 2008, 36(11):8-11.
- [9] RR Schaller.Moore's law: past, present and future [J].IEEE spec-
trum, 1997, 34(6):52-59.
- [10] TS Perry .Gordon Moore's Next Act [J].IEEE spectrum, 2008, 45
(5):40-43.
- [11] 苗新.应急与减灾通信国外研究现状综述[C].中国电机工程学
会电力通信专委会第七届通信学术会议论文集, 2008.11, 福
建:44-46.
- [12] 苗新.电力应急事件处理中的数学方法论探讨[C].中国电力发
展和技术创新院士论坛论文集(首届), 2008.10, 北京:196-198.
- [13] 苗新, 陈希, 赵子岩.电力通信应急预案体系建设与编制研究
[C]. 中国电力发展和技术创新院士论坛论文集(首届),
2008.10, 北京:191-195.
- [14] 苗新.光纤与无线混合宽带接入的应急通信网络的设计与应用
[C]. 全国第 13 次光纤通信暨第 14 届集成光学学术会议(OF-
CIO 2007)论文集. 电子工业出版社. 2007:858-864.
- [15] California Public Utilities Commission[EB/OL].[2009-04-06].http:
//www.cpuc.ca.gov
- [16] EPRI, Palo Alto.THE INTEGRATED ENERGY AND COMMUNI-
CATION SYSTEMS ARCHITECTURE [R], USA EPRI Technical
Report:2006.CA2003.
- [17] Litos Strategic Communication.The Smart Grid: An Introduction
[M].Printed in the United States of America, 2008:2-43.
- [18] EPRI, Palo Alto.Integration of Advanced Automation and Enter-
prise Information Infrastructures: Harmonization of IEC 61850 and
IEC 61970/61968 Models[R], USA EPRI Technical Report:2006.
CA 2006. Product ID 1013802.
- [19] USA Electricity Advisory Committee, Keeping the Lights on in the
New World[R], 2009.1.
- [20] U.S. Electricity Advisory Committee, Bottling Electricity: Storage
as a Strategic Tool for Managing Variability and Capacity Concerns
in the Modern Grid[R], 2009.1.
- [21] U.S. Electricity Advisory Committee, Smart Grid[R], 2009.1.
- [22] U. S. Department of Energy National Energy Technology Laborato-
ry.Financial assistance funding opportunity announcement [R],
2009.3.CFDA Number: 81.122.
- [23] 王明俊.自愈电网与分布式能源[J].电网技术, 2007, 31(6):1-7.
- [24] 谢开, 刘永奇, 朱治中, 等.面向未来的智能电网[J].中国电力,
2008, 41(6):19-22.

Development Countermeasure of Constructing Smart Grid

MIAO Xin, ZHANG Kai, CHEN Xi, ZHANG Xin, SUN Shen-bo, WU guo-liang, ZHOU zhao-mao, TIAN
Shi-min, LI Jian-qi

(China Electric Power Research Institute, Beijing 100192, China)

[Abstract] Smart grid is discussed from angles of subjects, standards, information and communication system (ICS), assets running functional life-span, intelligence home networking, electric consumers, emergency disaster relief and prevent, and future 10 - years, technological innovations. Infrastructure of China national smart grid is proposed. Support platform is ICS. Supervise measuring system, control system and manage system form Guarantee platform. Electric power generation system, power transmission system, distributed system, and power users system form physical entity platform, to realize informationization automation, digitalization and mutual action, join service platform via merged electric power stream, information stream and operation stream, and provides satisfied individual services for 3 types target client: industry commerce and resident users. Base on strong smart, safety reliability, cleanness efficient, self-healing adjustment; safeguarding environment, friendly harmonizing nature resource; goal of uppermost customers is realized; and electric power requirement of customers is fully satisfied. Considering and suggestion about China national smart grid is given from aspects of game theory relations, matching life-span generation of assets, driving factors, future strategy, thinking about saving each kilowatt-hour, and notice avoid tendency.

[Keywords] Electric power; smart grid; development countermeasure

(责任编辑:魏希辉)

作者: [苗新](#), [张恺](#), [陈希](#), [章欣](#), [孙声波](#), [吴国良](#), [周昭茂](#), [田世明](#), [李建歧](#), [MIAO Xin](#), [ZHANG Kai](#), [CHEN Xi](#), [ZHANG Xin](#), [SUN Shen-bo](#), [WU guo-liang](#), [ZHOU zhao-mao](#), [TIAN Shi-min](#), [LI Jian-qi](#)

作者单位: [中国电力科学研究院, 北京市, 100192](#)

刊名: [电力建设](#)

英文刊名: [ELECTRIC POWER CONSTRUCTION](#)

年, 卷(期): 2009, 30(6)

被引用次数: 7次

参考文献(24条)

1. [王明俊](#) [自愈电网与分布能源](#)[期刊论文]-[电网技术](#) 2007(06)
2. [U S Department of Energy National Energy Technology Laboratory](#) [Financial assistance funding opportunity announcement](#)[CFDA Number, 81, 122] 2009
3. [U S Electricity Advisory Committee](#) [Smart Grid](#) 2009
4. [国家发展和改革委员会能源研究所](#) 2009
5. [中华人民共和国国家发展和改革委员会](#) 2009
6. [RR Schaller](#) [Moore's law: past, present and future](#)[外文期刊] 1997(06)
7. [杨凌辉](#); [薛玉兰](#); [高凯](#) [变电站数字化进程中的资产全寿命周期管理思考](#)[期刊论文]-[华东电力](#) 2008(11)
8. [罗万兴](#) [资产全寿命周期管理研究与实施](#)[期刊论文]-[陕西电力](#) 2008(11)
9. [YD/T 1781, 1-2008. 2GHz TD-SCDMA数字蜂窝移动通信网](#)
10. [J/T 11310, 2005. 信息技术信息设备资源共享协同服务\(IGRS\)](#)
11. [国家电网公司](#) 2009
12. [华东电网有限公司](#) 2009
13. [谢开](#); [刘永奇](#); [朱治中](#) [面向未来的智能电网](#)[期刊论文]-[中国电力](#) 2008(06)
14. [U S Electricity Advisory Committee](#) [Bottling Electricity: Storage as a Strategic Tool for Managing Variability and Capacity Concerns in the Modern Grid](#) 2009
15. [USA Electricity Advisory Committee](#) [Keeping the Lights on in the New World](#) 2009
16. [EPRI Palo Alto](#) [Integration of Advanced Automation and Enterprise Information Infrastructures: Harmonization of IEC 61850 and IEC 61970/61968 Models](#)[USA EPRI Technical Report: CA2006. Product ID 1013802] 2006
17. [Liros Strategic Communication](#) [The Smart Grid: An Introduction](#) 2008
18. [EPRI; Palo Alto](#) [THE INTEGRATED ENERGY AND COMMUNICATION SYSTEMS ARCHITECTURE](#)[USA EPRI Technical Report: 2006. CA2003]
19. [California Public Utilities Commission](#) 2009
20. [苗新](#) [光纤与无线混合宽带接入的应急通信网络的设计与应用](#) 2007
21. [苗新](#); [陈希](#); [赵子岩](#) [电力通信应急预案体系建设与编制研究](#) 2008
22. [苗新](#) [电力应急事件处理中的数学方法论探讨](#) 2008
23. [苗新](#) [应急与减灾通信国外研究现状综述](#) 2008
24. [TS Perry](#) [Gordon Moore's Next Act](#)[外文期刊] 2008(05)

引证文献(7条)

1. 苗新 [智能配电网IPv6过渡技术与策略](#)[期刊论文]-[电力建设](#) 2010(2)
2. 苗新, 陈希, 赵子岩 [电力通信应急预案体系建设与编制](#)[期刊论文]-[电力建设](#) 2010(7)
3. 许玲玲, 高会生, 阎阳, 王小媛 [智能电网环境下广域网通信的研究](#)[期刊论文]-[电力系统通信](#) 2010(11)
4. 李杰, 苗新 [广东电力应急减灾通信系统](#)[期刊论文]-[电力建设](#) 2010(10)
5. 苑玉山 [县级供电企业智能化建设探讨](#)[期刊论文]-[中国电力教育](#) 2009(15)
6. 苏永春, 吴素农 [江西电网智能变电站研究及建设展望](#)[期刊论文]-[江西电力](#) 2009(5)
7. 杨宇, 李新超, 樊陈, 王鹏 [智能电网中孤岛检测控制单元的研制](#)[期刊论文]-[电力建设](#) 2009(9)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dljs200906002.aspx