

# 智能电网与智慧城市的契合与研究

周建其<sup>1</sup>, 方景辉<sup>2</sup>, 朱晓峰<sup>2</sup>, 孙峰<sup>1</sup>

(1. 嘉兴电力局, 浙江 嘉兴 314033; 2. 嘉兴恒创电力设计研究院, 浙江 嘉兴 314033)

**摘要:** 快速的城市化进程给城市运行与管理带来一系列瓶颈问题, 由此产生了智慧城市发展模式。阐述了智慧城市与智能电网的内涵与特征, 分析了智慧城市发展对智能电网的需求, 解析了智能电网建设成效, 在智慧城市与智能电网的内在关联上做了初步探索与研究, 指出智能电网将有力推动智慧城市建设。

**关键词:** 智能电网; 智慧城市; 契合

**作者简介:** 周建其(1962-) 男, 高级工程师, 副总工程师, 从事电网发展策划与技术管理工作。

**中图分类号:** TM715 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-9529(2012)05-0840-05

## Correlation between Smart Grid and Intelligent City

ZHOU Jian-qi<sup>1</sup>, FANG Jing-hui<sup>2</sup>, ZHU Xiao-feng<sup>2</sup>, SUN Feng<sup>1</sup>

(1. Jiaxing Electric Power Bureau, Jiaxing 314033, China;

2. Jiaxing Hengchuang Electric Power Design & Research Institute, Jiaxing 314033, China)

**Abstract:** Rapid urbanization has posed a series of bottlenecks in city operation and management, resulting in a new city development pattern. This paper describes the connotations and characteristics of intelligent city and smart grid, respectively, analyzes the smart urban development demands for smart grid and smart grid construction achievements. A preliminary exploration and research has been conducted on the correlation between the intelligent city and the smart grid, concluding that smart grid will effectively promote intelligent city construction.

**Key words:** smart grid; intelligent city; correlation

城市是人类文明的标志,是政治、经济、文化和社会生活的中心。然而,快速的城市化进程也给城市运行与管理带来一系列问题,如能源消耗过大、信息传输不够畅通、城市可利用土地资源不断减少、城市环境可承载度已接近极限,城市的可持续发展迫切需要得到解决。基于此,在世界各国城市管理部门的共同探索下,智慧城市发展模式应运而生。

智慧城市是城市发展的新模式,能够促进人与人、人与自然、人与社会、人与城市和谐相处,实现信息更畅通、管理更高效、环境更优美、社会更和谐、生活更美好<sup>[1]</sup>。智能电网结合最新通信信息技术,为城市提供更便捷、更高效、更智能的服务,实现更低碳、更清洁、更绿色的生活,接通更创新、更科技、更开放的未来。

## 1 国内外智慧城市与智能电网发展概述

### 1.1 国外智慧城市与智能电网发展

美国爱荷华州的迪比克市自2010年开始,通

过一系列新技术将城市所有资源(水、电、油、气、交通、公共服务等)都连接起来,完全实现数字化,可以侦测、分析和整合各种数据并智能化地作出响应,服务于市民的需求,将成为美国第一个“智慧城市”。

欧盟在2007年就提出了一整套智慧城市建设目标。荷兰阿姆斯特丹“智慧城市”建设从2009年开始,主要由可持续性生活、可持续性工作、可持续性交通和可持续性市政四个主题组成,更侧重于“低碳”,主要采用智能照明、智能电表、能源利用可视化、电动车、充电站、以及新的物流解决方案,有效降低能量消耗和二氧化碳排放量,成为欧洲第一个“智慧城市”。

韩国智慧岛——“济州岛示范园”建设由168家电力、通信、家电等企业共同参与,计划建成电动汽车充电站、示范运营中心和大型风力发电机,并进行智能住宅试验。智能住宅屋顶设有太阳能面板进行家庭发电,外部电源基本来自风电。智能住宅采用IHD与智能电表,实现家庭电力使用的可视化监控。

## 1.2 国内智慧城市与智能电网发展

全国已有近 100 个城市、城区或园区提出了智慧城市建设目标和行动方案,涵盖的领域范围遍及城市生活的方方面面。北京智慧城市以无线物联网和无线宽带专网建设为重点,推动物联网应用实践,实现城市管理智能化。上海智慧城市建设将重点实施云计算、物联网、TD-LTE、高端软件、集成电路、下一代网络、车联网、信息服务 8 个专项,全面提升信息化整体水平。

目前,我国智能电网建设正从试点走向全面展开的新阶段。其中,上海世博园智能电网综合示范工程是世界上首个涵盖“调度、输电、变电、配电、用电、调度等 6 个环节和通信信息的支持平台”建成投运的工程,确保了安全、优质、可靠的电力供应,提高了节能减排能力,演绎了“低碳世博”,是智能电网融入城市建设的成功典范。

## 2 智能电网融入智慧城市建设

从国外情况来看,其智慧城市建设均以新一代通信信息技术为推力,以智能电网融入智慧城市建设为重要特征。美国迪比克市和荷兰阿姆斯特丹的智慧化内容涵盖了城市功能的大部分,而韩国济州岛更侧重于城市某项功能——电网智能化,但总体而言,都将智能电网融入智慧城市建设,是世界智慧城市发展的趋势。

从国内各地情况来看,智慧城市建设以云计算、4G 无线通信、物联网为依托,以拓展社会管理和信息服务信息化建设、提升城市信息化水平为重点,以实现“数字城市”向“智慧城市”转变为目标。但是,在国内许多智慧城市建设中,缺少像上海世博园这样将智能电网主动融入城市建设的典范,智能电网与智慧城市的契合与关联度不高,而一旦缺少智能电网这项典型性应用,将使得智慧城市建设缺少重要支撑和驱动力。

## 3 智慧城市与智能电网内涵、特征与关系

### 3.1 智慧城市的定义解析

目前,国内外对智慧城市的定义尚无统一的表述,本文通过对智慧城市内涵、特征、架构与目标的研究与分析,认为智慧城市具有信息化、智慧化、互动化等特征,以能源供应保障为基础,通信信息技术为支撑,标准法规建设为保障,涵盖了绿色环保、透明开放、友好协作、高效便捷、和谐宜居

等内涵。智能城市体系如图 1 所示。

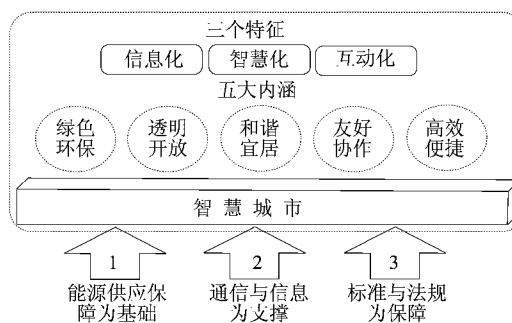


图1 智慧城市体系

其中,绿色环保是指低碳、清洁、可持续,环境优美;透明开放是指依托城市统一公共信息服务平台,实现信息透明与共享;友好协作是指城市各部门、各个流程和每个人协作有序;高效便捷是指市民享受到高效、快速、方便的公共服务,和谐宜居是指人与自然、人与社会和谐相处,生活美好。

提升城市信息化水平、实现信息透明开放是智慧城市建设固有内容,但是可靠、绿色、高效的能源供应也是智慧城市的重要内容,因此,推动能源与信息二流合一,实现绿色环保、高效便捷的城市生活,是智慧城市发展的重要趋势。

### 3.2 智能电网的定义解析

国家电网公司对智能电网的定义<sup>[2]</sup>:智能电网是以坚强网架为基础,以信息通信平台为支撑,以智能控制为手段,具有信息化、自动化、互动化特征,包含电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度各个环节,覆盖所有电压等级,实现“电力流、信息流、业务流”的高度一体化融合,是安全可靠、经济高效、清洁环保、透明开放、友好互动的现代电网。智能电网体系见图 2。

一方面,智能电网为城市提供可靠的电力供应,推动光伏、风能等新能源广泛接入,优化能源结构配置、提高能源利用效率、促进节能减排。另一方面,在政府主导下,电网企业与电信运营商合作,以云计算、4G 无线通信、物联网、电力光纤到户等技术为依托,共享共建城市通信接入网,助推“三网融合”,为构建城市公共信息服务平台,实现电子政务、电子商务与电子服务应用,推进社会管理和信息服务信息化建设做好通信通道工作。

## 4 智慧城市与智能电网内在关联

### 4.1 智慧城市建设对智能电网需求分析

智慧城市建设对电网的需求主要包括有:能

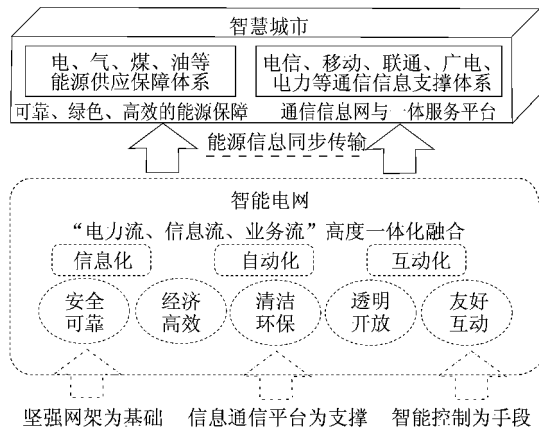


图2 智能电网体系

源供应更安全、更可靠;分布式清洁能源接入更广泛、能源结构更优化;能源利用更高效,促进节能减排;城市有限土地资源利用更集约;城市通信资源整合更优化,助推“三网融合”;电网企业管理更高效、供电服务更优质;服务内涵更广阔,拓展增值业务;电网发展更智能化,实现能源与信息同步传输;信息化与电力工业融合更深入,推动相关产业智能化转型升级。

### 4.2 智能电网建设成效分析

#### 4.2.1 对电网建设的成效分析

构建坚强智能输变电网络,保障能源安全可靠输送;构建坚强智能配网,提升供电可靠性,支撑新能源与清洁能源的广泛接入;构建通信信息网,实现电网的“信息化、自动化和互动化”,提升供电服务质量;实施企业集约化管理,降低电网建设运行成本;提升电网运行水平及应急处理能力。

#### 4.2.2 对城市建设的成效分析

智慧化建设包含三部分內容<sup>[3]</sup>,分别为清洁能源的使用、配用电智慧化和城市智慧化。其中,清洁能源的使用包括光伏、风能等分布式能源系统、电动汽车充换电设施及服务网络,以及微电网的构建;配用电智慧化建设主要内容有“全覆盖、全采集、全费控”的用电信息采集系统以及分层分区的需求侧实时管理系统,95598互动服务网站和互动化营业厅以及智能缴费管理平台等;城市智慧化建设内容有:以电力光纤到户为依托,构建智慧小区、智慧楼宇、智慧商贸园区、智慧综合园区,借助电力通信网存量资源,搭建智慧城市综合能效管理平台,实现智慧城市信息一体化管理。

智能电网建设可以保障城市能源供应,提升清洁能源的使用比例,实现节能减排;促进城市所

址空间及线路廊道资源的集约利用;推广电力光纤到户,实现集约共建,助推“三网融合”;促进相关产业智能化升级转型;助推城市发展模式的创新;助推新的城市技术标准体系的建立;助推城市商业模式创新;助推城市管理模式的创新;助推城市公共服务模式的创新。

### 4.3 智慧城市与智能电网关系(见图3)

智慧城市建设与智能电网建设相互促进,共同发展。作为信息化与电力工业深度融合的结果,智能电网建设将成为“两化”融合的示范,引领新能源工业、电气制造业、机械制造业、智能家居等产业智能化升级转型,为构建智慧城市奠定坚实基础。同时,智慧城市建设也将极大地激发智能电网所具有的巨大潜力,促使智能电网向更深层次、更宽范围、更广角度不断推进,城市管理者应充分认识智能电网的潜能,使之成为智慧城市建设发挥重要作用。

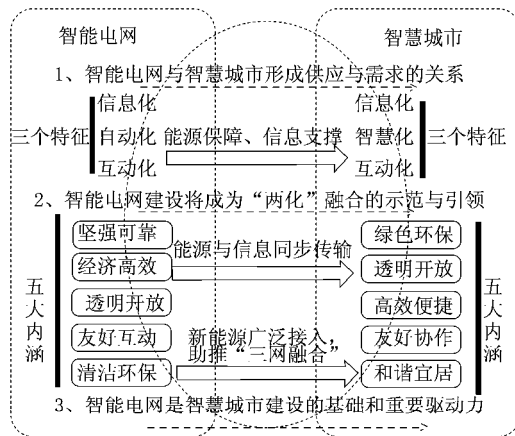


图3 智慧城市与智能电网关系

## 5 城市智慧化建设内容

### 5.1 电力光纤到户

随着智慧城市发展的需求和“三网融合”国家战略的推进,传统的接入方式已经不能满足人们对网络带宽需求的增长,人们热切期盼光纤进入家庭时代的到来。

随着智能电网建设深入推进,大量智能用电设备及分布式清洁能源的接入,用户和电网之间的交互信息呈爆发式增长,需要借助光纤通信完成海量信息的传送。电力光纤内含多芯光纤,除电网企业自身使用外,还可用于构建完全开放的公共光纤网络平台,为电信、互联网、广播电视传媒和其他企业提供接入服务。同时,电力网的优

势资源(如铁塔、电杆、沟道、路由、通道及其他)可以成为通信网络的公共资源,通信网络线路的架设、运行、维护和管理可以同步完成,电力网络资源获得再利用和增值使用,实现国家基础设施的优势互补和资源共享。降低了成本,最大限度地节约了投资(参见表1)。

表1 光纤到户网络基础设施建设成本比较

企业	光纤网络路由通道 <sup>1)</sup> /万元·(km) <sup>-1</sup>		光纤到户网络 /元·户 <sup>-1</sup>
	沟塔通道	杆路通道 <sup>2)</sup>	
电力公司	—	—	电力光纤到户 521
电信运营商	7.5	6.25	电信光纤到户 700
广电运营商	7.5	6.25	广电光纤到户 700

注:1)表中光纤网络路由通道的建设成本是以上海电信沟塔、杆道的建设成本为例;

2)其中杆路通道的建设成本如下:每个杆路的建设成本约为5000元,每隔80m距离设置1个杆路,杆路建设成本约为6.25万元/km。

在政府主导下,电力公司完全可以与公网运营商、广电运营商等共同搭建最后1km“开放式”光纤网络平台,分摊设备投资,实现互利共赢。为此,对电力光纤入户建设与运营商业模式进行深入研究,大致可以将其归结为表2中的3种。

表2 电力光纤入户建设与运营商业模式

建设模式	运营模式	特征
入户光纤由电力公司独立建设;电信、广电运营商分别投资各自开展业务所需的终端通信设备	作为电力光纤运营主体,电力公司向三大运营商和广电提供光纤租赁和运维服务,收取通道费用	“最后1km”入户光纤产权归属清晰,电力公司完全承担确保入户光纤可靠运行的责任
入户光纤由电力公司占全部或大部分产权,终端通信设备由电力公司与三大运营商和广电共建	在政府主导下,合资成立商业运营公司,作为运营主体向运营商提供光纤平台并收取平台维护费用	各方按投资比例共同占有入户光纤和终端通信设备产权,商业运营公司承担终端通信设备及部分入户光纤运维工作,收益按各方出资比例分配
入户光纤和终端通信设备电力公司独立建设	作为运营主体,向三大运营商和广电提供电力接入网服务,分享信息内容服务收益	入户光纤和公网设备产权归属清晰,电力公司完全承担确保入户光纤和公网设备可靠运行的责任,但增加了运维压力,且存在电信、广电市场准入资质政策壁垒

从目前电力光纤到户运营实践看,合资成立商业运营公司模式(见图4)取得了良好的效果。由政府主导,电力、三大电信运营商、广电运营商等多方共同出资成立商业运营公司,作为新型公共服务平台的运营主体,运营主体向运营商提供

光纤平台并收取平台维护费用,此外还能自主开展小区内的没有资质限制的信息服务以及广告业务等,收益按照各方出资比例进行分配。

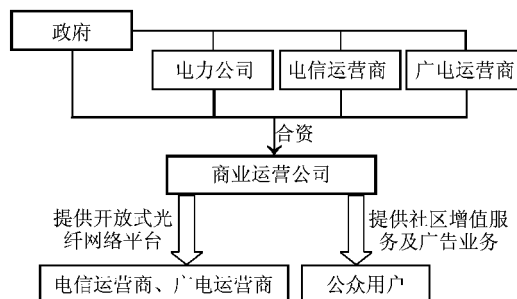


图4 合资运营模式

电力光纤到户助推了智慧城市高速信息网络形成,同时也促进了各种平台的整合,从而构建智慧城市一体化公共信息服务平台。

### 5.2 一体化公共信息平台

很多城市的政府信息系统、交通管理信息系统、电子商务交易系统、远程教育系统等方面建设进展很快,但与此同时,由于缺乏统一的服务接入、信息交互的标准,导致各个系统的信息不能有效共享,存在大量的“信息孤岛”。通过利用“云计算”、SOA、物联网、4G无线通信、电力光纤到户等技术,建设智慧城市一体化公共信息服务平台(见图5)将各行业信息系统按统一标准接入,在一体化平台处形成数据汇总中心、交互中心和服务中心,实现离散信息系统有机互连,为市民、企业和政府提供便捷的政务信息服务、能源信息服务、物业管理信息服务、水煤气等信息服务、96345社区公共信息服务、95598综合信息服务、商场商业信息服务、企业广告信息服务、能耗分析服务、110/119联动平台服务、学校远程教育、医院远程服务等各种公共服务信息,打破信息应用上障碍,实现信息互联互通。

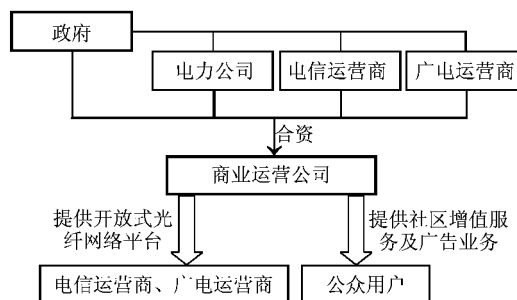


图5 一体化公共信息服务平台

# 应用矢量正交分解法计算背靠背换流站 中氧化锌非线性电阻片有功电流的方法

李建斌 李洪兵 张 剑

( 萧山供电局 浙江 萧山 311201)

摘 要: 阐述了 S. Fryze 功率理论, 将金属氧化物避雷器泄漏电流分解为相互正交的有功分量与无功分量, 研究了半波、全波、换流阀侧、换流桥侧、换流器侧等 5 种典型电压作用下金属氧化物避雷器有功电流的计算方法。

关键词: 背靠背换流站; 金属氧化物避雷器; 氧化锌非线性电阻片; 矢量正交分解法; 有功电流

作者简介: 李建斌(1982-) 男, 工程师, 硕士, 从事电力企业输配电技术工作。

中图分类号: TM862 文献标志码: B 文章编号: 1001-9529(2012)05-0844-04

## Application of Vector Orthogonal Decomposition to Calculate MOV Active Current in Back-to-Back Converter Station

Li Jian-bin, Li Hong-bing, ZHANG Jian

( Xiaoshan Electric Power Supply Bureau, Xiaoshan 311201, China)

**Abstract:** Based on the S. Fryze power theory, metal oxide varistor(MOV) leakage current is decomposed into mutually orthogonal active and reactive components. Then algorithms for MOV active current were studied under five typical voltages, namely, half wave, full wave, converter valve side, converter bridge side, and converter side.

**Key words:** Back-to-Back(BTB) Converter Station; metal oxide varistor(MOV); ZnO varistor; vector orthogonal decomposition; active current

高压直流输电在远距离输电和电力系统联网中有着显著优势, 背靠背换流站由于具有系统损

耗小、无直流输电线路、设备造价低等优点, 在电力系统联网中的应用越来越广泛。金属氧化物避



## 6 政策建议

(1) 在规划建设智慧城市时, 建议政府培育相关领域的法规研究团队, 统筹规划、规范制度、统一标准、出台相关政策和保障措施, 形成支持智慧城市健康发展的保障体系。

(2) 建议政府将智能电网建设规划纳入智慧城市发展总体规划, 为智能电网发展提供必要的政策扶持和良好的外部环境, 确保电网发展所需的空间和土地资源, 同时使城市电网原有廊道和所址资源得到集约高效利用。

(3) 建议政府制定新能源(太阳能、风能等)发展规划, 规范新能源项目接入, 避免新能源无序发展对电网的安全运行造成隐患。

(4) 建议政府统筹协调相关企业, 推广电力

光纤到户, 助推“三网融合”。通过政府主导电力光纤到户的商业运营模式, 实现电网企业与电信运营商的横向合作。建议在新建小区中, 预埋预埋电力复合光纤, 降低综合成本和防止二次改造的发生。在旧小区改造中, 在政府统筹协调下, 妥善解决电力与电信运营商的资源集约共建问题。

(5) 建议政府组织相关部门、企业, 加速智慧小区、智慧楼宇公共信息服务平台搭建, 支持电网企业参与建设智慧城市综合能效管理平台和公共信息服务平台, 形成政府、企业等各种公共服务系统的信息系统互动, 为市民提供多元化、个性化、透明化的信息推送服务。

收稿日期: 2011-11-28

本文编辑: 王延婷