

智能配电网关键技术

马其燕, 秦立军

(华北电力大学现代电力研究院, 北京 102206)

Key Technologies of Smart Distribution Grid

Ma Qiyan, Qin Lijun

(Academy of Modern Electric Power Research, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

摘要: 首先针对配电网智能化的要求, 提出了急需解决的几个问题, 然后给出了智能配电网的定义, 分析了智能配电网的特征, 提出了功能要求。重点探讨了实现智能配电网的几个关键技术, 包括配电网自愈控制、分布式发电与智能微网技术、AMI技术、配电网快速仿真与模拟技术, 为我国智能配电网的进一步研究及实现提供参考。

关键词: 智能电网; 智能配电网; 自愈控制; 智能微网; 高级量测技术; 配电网快速仿真与模拟

Abstract: In order to building a robust smart grid with Chinese characteristics, the distribution smart grid issue is studied. Some present questions hindering the futuristic development of electric power distribution are put forward. The definition of smart distribution grid is given. The detailed characteristics are analyzed, several functional requirements are proposed, and the development in the corresponding field is reviewed. The key technologies deployed for the realization of the smart distribution grid are explored in depth, which would give reference for the further research and implementation of distribution networks intellectualization in the future.

Key words: smart grid; smart distribution grid; self-healing control; smart microgrid; AMI; DFSM

0 引言

近年来, 为应对世界性的环境、气候、能源问题和技术进步等给全人类带来的挑战, 美国和欧洲率先提出了基于通信集成、高级组件、高级控制方法、传感和测量、决策支持等关键技术和具有自愈、交互、优化、兼容、集成等特征的智能电网, 以建设具有更高标准、更优越性能的电力网络, 实现安全、可靠、经济、高效、优质、环保的电力供应^[1-3]。美国和欧洲对智能电网进行了开拓性的研究, 并初步取得了一些研究成果, 现有诸如意大利

的 Telegestore 工程、美国的德克萨斯州奥斯汀工程和科罗拉多州波尔得工程、加拿大安大略等在建或已建成工程, 初步积累了一些实践经验。

我国也出于未来全面建设和谐社会、小康社会的考虑以及数字化时代对电力供应的更高要求, 结合我国电网建设的实际情况和一次能源、可再生能源的分布状况, 提出建设有别于美国和欧洲的、概念和体系更加完整的“坚强智能电网”, 正在进行一些初步的研究和规划工作, 以解决电网的安全稳定运行、配电网可靠供电、可再生能源的充分利用、电力企业资产和运营管理、电网抗攻击能力、电力市场化等领域内的一系列问题^[4-5]。

由于历史上电力工业发展的各种原因, 我国配电网的发展明显滞后于发电、输电。目前用户停电95%以上是由配电系统原因引起的, 电网有一半的损耗发生在配电网, 我国配电网的自动化、智能化程度以及自愈和优化运行能力远低于输电网, 配电网急需解决以下新的问题:

- a. 配电网优化运行和自愈控制问题;
- b. 分布式发电对配电网的影响问题;
- c. 支持可再生能源发电的政策和市场运行问题;
- d. 新型混合动力电动汽车(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)对配电网的影响问题;
- e. 配电阻塞问题;
- f. 用户参与电网互动问题;
- g. 负荷模式的转变问题。

1 智能配电网概述

1.1 智能配电网的概念

智能配电网是智能电网的重要组成部分, 国外的智能电网研究和实践大部分都集中在配网侧, 如

图1所示。智能配电网就是以配电网高级自动化技术为基础,通过应用和融合先进的测量和传感技术、控制技术、计算机和网络技术、信息与通信等技术,利用智能化的开关设备、配电终端设备,在坚强电网架构和双向通信网络的物理支持以及各种集成高级应用功能的可视化软件支持下,允许可再生能源和分布式发电单元的大量接入和微网运行,鼓励各类不同电力用户积极参与电网互动,以实现配电网在正常运行状态下完善的监测、保护、控制、优化和非正常运行状态下的自愈控制,最终为电力用户提供安全、可靠、优质、经济、环保的电力供应和其它附加服务。

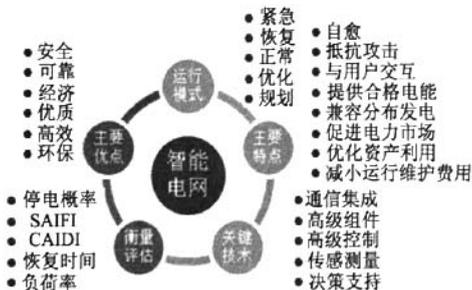


图1 智能电网系统图

智能配电网主要由主站系统、子站系统、通信系统、配电远方终端组成,通过对配电网各个环节、模块和设备的智能化,同时结合地理信息系统应用,实现正常情况下配电网与电力系统各个环节的协调和优化运行以及故障情况下的快速定位、隔离、恢复、负荷转移等功能,从而为用户提供优质可靠的电能,为电力企业提供便捷、高效的管理平台和途径,进而实现电力企业管理者、电力用户、系统运行操作的协调和统一。

1.2 智能配电网的特征

与传统的配电网相比较,智能配电网具有如下特征^[6-7]:

① 更高的供电可靠性:具有抵御自然灾害和人为破坏的能力,能够进行故障的智能处理,最大程度地减少配电网故障对用户的影响;在主网停电时,应用分布式发电、可再生能源组成的微网系统保障重要用户的供电,实现真正意义上的自愈。

② 更优质的电能质量:利用先进的电力电子技术、电能质量在线监测和补偿技术,实现电压、无功的优化控制,保证电压合格;实现对电能质量

敏感设备的不断、高质量、连续性供电。

③ 更好的兼容性:支持在配电网接入大量的分布式发电单元、储能装置、可再生能源,与配电网实现无缝隙连接,实现“即插即用”,支持微网运行,有效地增加配电网运行的灵活性和对负荷供电的可靠性。

④ 更强的互动能力:通过智能表计和用户通信网络,支持用户需求响应,积极创造条件让拥有分布式发电单元的用户在用电高峰时向电网送电,为用户提供更多的附加服务,服务理念实现从以电力企业为中心向以用户为中心的转变。

⑤ 更高的电网资产利用率:实时、在线监测主要设备状态,实施状态检修,延长设备使用寿命;支持配电网快速仿真和模拟,合理控制潮流,降低损耗,充分利用系统容量;减少投资、减少设备折旧,使用户获得更廉价的电力。

⑥ 集成的可视化管理平台:实时采集配电网及其设备运行数据,实时运行数据与离线管理数据高度融合、深度集成,实现设备管理、检修管理、停电管理以及用电管理的信息化,为运行人员提供高级分析和辅助决策的图形界面。

1.3 智能配电网具备的功能要求

要保证配电网安全、可靠、经济地运行和向用户供电,不仅需要电力网络和通信网络的物理支持,还需要有集成各种高级应用功能的软件支持。

① 从网架结构上来讲,智能配电网应该具有可靠而灵活的分层、分布式的拓扑结构,满足配电系统运行控制、故障处理、系统通信的要求;

② 从运行控制上来讲,智能配电网应该既具有正常运行时实时可靠地系统监视、隐患预测、智能调节、优化运行的能力,又具有系统非正常运行时的自愈控制能力;

③ 从通信上来讲,智能配电网应该具有建立在开放的通信架构和统一的技术标准基础之上的高速、双向、集成的通信网络设施,以实现电力流、信息流、业务流的一体化统一;

④ 从软件组成上来讲,智能配电网应该是基于UNIX、WINDOWS NT平台的完整系统,高度集成SCADA(Data Acquisition and Supervisory Control)、PAS(Package of Advanced Software)、DA(Distribution Automation)、GIS(Geographic Information System)、DMS(Distribution Management System),即满足配电系统安全运行的要求,

又满足各类用户方便使用的要求。

2 智能配电网的国内外发展状况

世界上不同国家针对本国的能源和电网现状制定了不同的智能电网发展目标，其重心大部分都在配电侧。美国侧重于对已有落后的电网基础设施进行改造升级、建设现代化电力系统，并注重需求侧管理和可再生能源的大力应用；欧洲则侧重推广分布式发电，其智能电网技术研究主要包括电网资产、电网运行和控制、需求侧和计量、发电和电能存储 4 个方面；日本将构建以应对新能源为主的智能电网，进行可再生能源与电力系统相融合、高可靠性系统技术等智能电网研究。中国提出建设国际领先、自主创新、中国特色的“坚强智能电网”，包含电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度共 6 个环节，具有信息化、自动化、数字化、互动化的智能技术特征。

3 智能配电网关键技术

配电网的智能化要以配电网高级自动化技术为基础，通过应用先进的配电网运行自动化技术、配电网管理自动化技术、用户自动化技术、分布式电源并网控制技术、定制电力技术等，使得配电网支持大量的分布式发电、可再生能源、储能装置的接入和微网运行，增强电力企业与用户之间的双向互动，提高配电网的综合自动化水平、管理水平和电力市场化水平，优化配电网资产利用，从而实现给用户更加安全、可靠、经济、环保、优质供电^[8-10]。

3.1 配电网自愈控制

智能配电网的自愈控制通过应用先进的数学和控制理论，建立起配电网在异常脆弱区、故障扰动区、检修维护区、正常运行区下的自动判别算法，在稳定评价指标、电能质量评价指标、经济评价指标、兼容评价指标、用户服务评价指标体系下，对配电网运行状态进行实时评估和隐患预测，并执行相应区域的控制方案，以实现配电网优化运行和自愈控制的目的，达到安全可靠、经济高效、清洁环保、灵活互动和友好开放的供电要求^[11-13]。配电网运行分区和自愈控制流程如图 2 所示。

要实现智能配电网的自愈和优化控制，需要满足以下几个条件。

- ① 具备各种智能化的开关设备和智能化的配

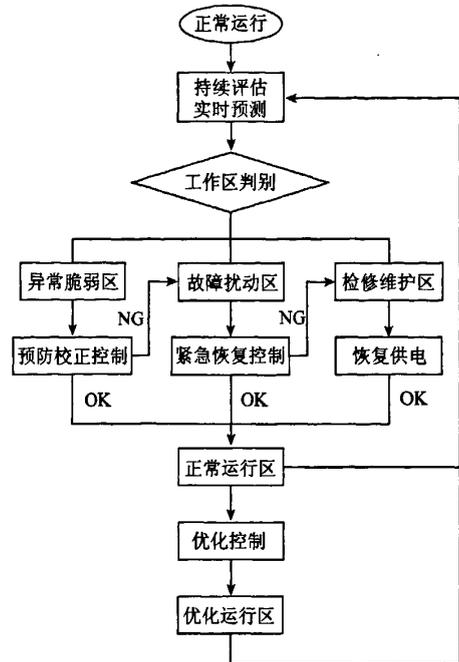


图 2 配电网运行分区与自愈控制流程图

电终端设备。

配电网中的智能开关设备具有高性能、高可靠性、免维护、硬件软件化特点和在线监测、功能自适应、自诊断等功能，提供网络化远动接口；配电终端设备应具有故障自动检测与识别功能，提供可靠的不断电电源，满足户外工作环境和电磁兼容性要求，支持多种通信方式和通信协议，具有远程维护、诊断和自诊断功能。开关设备和配电终端设备均具有遥信、遥测、遥控、和遥调等功能。

- ② 配电网系统中拥有多电源，具有灵活可靠的拓扑结构。

智能配电网要实现“手拉手供电”，网络当中要兼容分布式发电、可再生能源和储能装置，并能灵活调度；同时，网架结构要灵活、坚强、可靠，既能实现正常运行下的拓扑结构优化，又能实现故障控制中的拓扑结构快速重构。

- ③ 可靠的通信网络。

智能配电网运行优化和自愈控制功能是通过在控制或配调中心后台在线、实时、连续分析和远方遥控实现的，要求配电通信网络必须可靠，要考虑主通信网络瘫痪情况下的备用通信网络或备用控制方案。同时，还要求通信速度要快、信息处理能力要强。

配电网自愈和优化控制可最后通过软件模块嵌入到配电自动化监控系统来实现。届时，将会在很大程度上提高配电网的整体自动化水平、优化能力和自愈控制能力，为配电网的智能化增加有力的砝码，会产生很大的经济效益和社会价值。整个智能配电网自愈和优化控制系统具有以下优点：

- a. 显著提高配电网自动化水平；
- b. 连续、实时预测配电网状态；
- c. 实时配电网状态评估；
- d. 算法的自适应；
- e. 实时运行优化和实施自愈控制；
- f. 完全符合智能电网要求；
- g. 系统的整体性和统一性；
- h. 巨大的经济效益和社会效益。

3.2 分布式发电与智能微网技术

我国石油、天然气资源短缺，煤炭在能源结构中的比重偏高，单纯依靠化石能源难以实现经济、社会和环境的协调发展，也不符合坚强智能电网的发展要求。发展可再生能源已成为缓解能源供需矛盾、减少环境污染、改善全球气候的重要途径。我国的水能、生物质能、风能和太阳能资源丰富，已具备大规模开发利用的条件。

微网技术是新型电力电子技术和分布式发电(Distributed Generation, DG)、可再生能源发电技术和储能技术的综合，集成多个分布式发电单元和负荷作为一个单独的系统，为用户提供电能和热能。典型的微网系统如图3所示。在合理的控制方式下，微网可以并网运行也可以脱离主电网孤立运行，并可实现两种运行模式的无缝转换。DG是微网系统形成的物理基础，大量的DG并入电网以后，会给电网带来积极影响，符合智能配电网要求^[14]，包括：

- a. 提高电网供电可靠性；
- b. 增加电网发电的灵活性；
- c. 提高电网的防灾害水平；
- d. 启停方便，调峰性能好，有利于平衡负荷；
- e. 投资小、见效快；
- f. 可以满足特殊场合的用电需求；
- g. 可向附件负荷供电，减少输电损耗。

但大量的DG并入电网以后，改变了传统配电网潮流单向流动的现状，给配电网带来了很多新的技术问题，需要进一步研究：

- a. 电压调整问题；

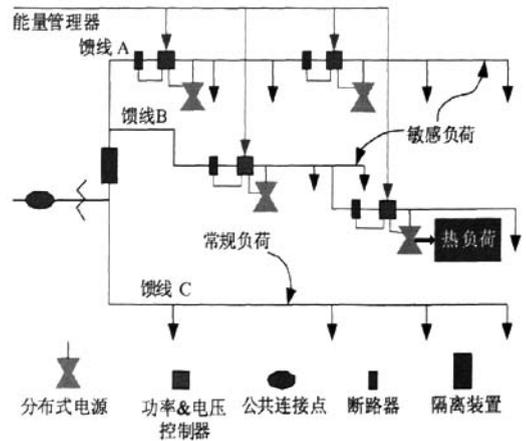


图3 典型的微网系统

- b. 继电保护问题；
- c. 对短路电流水平的影响；
- d. 对配电网电能质量的影响。

智能微网即微网的智能化，通过采用先进的电力技术、通信技术、计算机技术和控制技术在实现微网现有功能的基础上，能够有效地解决以上技术问题，满足电网对未来电力、能源、环境和经济的更高发展需求。智能微网是一个微型的、智能化信息系统^[15]，其信息交互关系如图4所示。

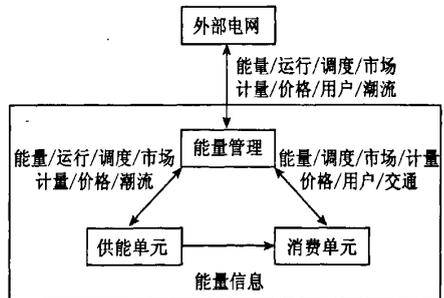


图4 智能微网信息交互关系

智能微网具备以下特点：

- ①实现真正的自治；
- ②提供高可靠性电能；
- ③满足用户多样化的需求；
- ④更有效利用分布式能源，尤其是可再生能源；
- ⑤实现经济效益最大化；
- ⑥实现环境效益最大化。无论从结构、技术上来讲，还是从需求、效益上来讲，智能微网与智能配电网都密不可分，智能化的微网能够充分利用自

身特色帮助推动配电网智能化的实现，它是未来智能配电网新的组织形式。

未来，在我国推广基于 DG 的智能微网系统还存在政策、应用、产业技术等诸多方面的问题，有缺乏完整的激励政策、产业与应用矛盾突出、小容量分布式发电并网困难等问题。但是，智能微网作为一项新技术，融合了 DG 和可再生能源，可以有效地应对未来的能源短缺、环境污染和气候变化。

3.3 AMI 技术

高级量测系统(Advanced Metering Infrastructure, AMI)是自动抄表技术(Automatic Meter Reading, AMR)的高级发展，除涵盖了 AMR 的所有功能以外，还拥有很多高级应用，具有以下特征：

- ①能实现带时标的测量数据双向通信，具有停电报告、经用户许可的通信和服务连接/切断、在线读取和其他功能；
- ②能实现测量点在 AMI 网络上的自登记或注册；
- ③出现网络通信问题后，AMI 网络能自动重构，以恢复正常通信能力；
- ④AMI 系统能和电力公司的清算系统、停电管理系统和其他高级应用实现内部互联。

典型的 AMI 系统如图 5 所示，由智能表计、数据收集单元、回程传输单元、通信网络、量测数据管理系统组成。AMI 和配电管理系统(Distribution Management System, DMS)是实现智能电网蓝图的重要一步。将两者有机地结合起来，可以提高电网运行效率和实现资源的优化配置^[16-17]，可实现如下目标：

- ①使用 AMI 与现场设备通信；
- ②使用 AMI 数据改善在线潮流的计算效果；
- ③使用 AMI 数据实现配网状态估计；
- ④使用 AMI 优化无功/电压的控制策略；
- ⑤使用 AMI 提高停电管理系统的效率；
- ⑥使用 AMI 增强电网与用户之间的互动能力。

要建立 AMI 系统，需要重点解决以下问题：

- ① AMI 通信问题：包括各个组件之间的通信、通信协议、通信方式等；
- ② AMI 元件兼容问题：即不同厂商的采集、监视、控制装置等之间的无缝连接；
- ③ AMI 网络安全问题：包括数据的保密性、完整性、可用性和不可否认性等方面。

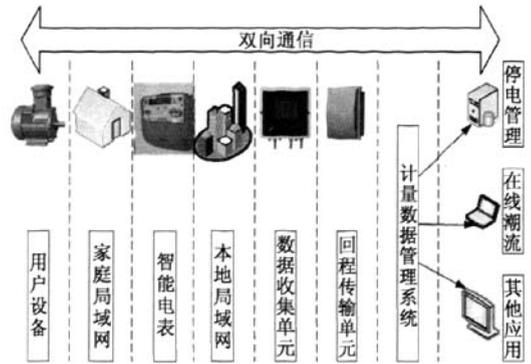


图 5 AMI 典型系统图

3.4 配电网快速仿真与模拟技术

配电网快速仿真与模拟技术(Distribution Fast Simulation and Modeling, DFSM)是实现配电网自愈的重要工具，它能够实现的主要功能包括自适应保护、故障自动定位和排除、网络重构、自动电压和无功控制等，仿真工具包括配电网状态评估、电网潮流优化、电网动态安全评估、负荷预测等，建模工具包括网络拓扑分析、设备模型、负荷模型和发电模型，其技术框架如图 6 所示。

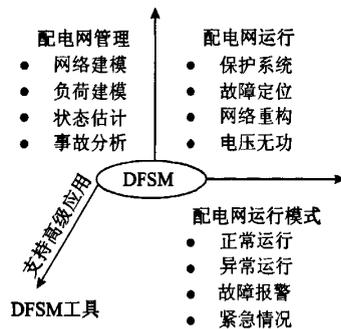


图 6 DFSM 的技术框架图

DFSM 在实时软件平台基础上，应用数学分析工具和先进的预测技术，根据配电网物理结构、电网运行状态，实现配电网的精确状态估计和实时优化运行，预测配电网潜在事件，并为系统运行人员提供辅助决策建议和最优决策服务，从而实现配电网自愈^[18-19]。

4 结束语

智能配电网是建设有中国特色坚强智能电网实现的重要组成部分，是应对我国未来能源、环境、气候、经济、社会等挑战的战略武器，是解决配

网架构薄弱、自动化水平低、分布式发电大量接入对电网负面影响、用户与电网之间的互动能力和电网运行控制水平有限等问题的有效手段。通过开展配电网自愈控制技术、分布式发电与智能微网技术、AMI技术、配电网快速仿真与模拟技术研究,可有力地推进我国智能电网蓝图的实现。

参 考 文 献

- [1] U. S. Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, National Energy Technology Laboratory. A Compendium of Smart Grid Technologies. <http://www.netl.doe.gov/moderngrid> [EB/OL]. 2009.
- [2] U. S. Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, National Energy Technology Laboratory. A Vision for the Smart Grid. <http://www.netl.doe.gov/moderngrid> [EB/OL]. 2009.
- [3] U. S. Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, National Energy Technology Laboratory. A Systems View of the Modern Grid. <http://www.netl.doe.gov/moderngrid> [EB/OL]. 2009.
- [4] 何光宇,孙英云,梅生伟,等.多指标自趋优的智能电网[J].电力系统自动化,2009,33(17):1-5.
- [5] 常康,薛峰,杨卫东.中国智能电网基本特征及其技术进展评述[J].电力系统自动化,2009,33(17):10-15.
- [6] 徐丙垠,李天友,薛永端.智能配电网与配电自动化[J].电力系统自动化,2009,33(17):38-42.
- [7] 马其燕,秦立军.智能配电网的实用化研究与探讨[A].中国高等学校电力系统及其自动化专业第25届学术年会论文集[C].中国高等学校电力系统及其自动化专业第25届学术年会,中国长沙,2009.
- [8] 余贻鑫.智能电网的技术组成和实现顺序[J].南方电网技术,2009,3(2):1-5.
- [9] 陈树勇,宋书芳,李兰欣,等.智能电网技术综述[J].电网技术,2009,33(8):1-7.
- [10] 林宇锋,钟金,吴复立.智能电网技术体系探讨[J].电网技术,2009,33(12):8-14.
- [11] 郭志忠.电网自愈控制方案[J].电力系统自动化,2005,29(10):85-91.
- [12] U. S. Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, National Energy Technology Laboratory. Appendix A1: A Systems View of the Modern Grid, Self-Heals v2. 0. <http://www.netl.doe.gov/moderngrid> [EB/OL]. 2007.
- [13] 国网电科院.城市配电网自愈控制方法.中国,CN101436780A [P]. 2009.
- [14] 赵宏伟.基于分布式电源的微网技术[J].电力系统及其自动化学报,2008,20(1):121-128.
- [15] 李振杰,袁越.智能微网——未来智能配电网新的组织形式[J].电力系统自动化,2009,33(17):42-48.
- [16] U. S. Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, National Energy Technology Laboratory. Advanced Metering Infrastructure. <http://www.netl.doe.gov/moderngrid> [EB/OL]. 2008.
- [17] 张伟,白雪峰,郭志忠,等.基于高级量测系统的智能配电网研究综述[A].中国高等学校电力系统及其自动化专业第25届学术年会论文集[C].中国高等学校电力系统及其自动化专业第25届学术年会,中国长沙,2009.
- [18] Distribution Fast Simulation and Modeling; Situation Awareness Requirements Based on a Distribution State Estimator. EPRI, Palo Alto, CA and électricité de France; 2007. 1013840.
- [19] IntelligridSM-Distribution Fast Simulation & Modeling Engineering Requirements; Documents Guide-line. EPRI, Palo Alto, CA; 2005. 1012927.

收稿日期:2009-09-14

作者简介:

马其燕(1985—),男,硕士研究生,研究方向为电力系统自动化技术、智能配电网等;

秦立军(1962—),男,教授,硕士生导师,研究方向为电力系统自动化技术、继电保护、变电站综合自动化技术。

(责任编辑:陈佳)

作者: 马其燕, 秦立军
作者单位: 华北电力大学现代电力研究院, 北京, 102206
刊名: 现代电力 
英文刊名: MODERN ELECTRIC POWER
年, 卷(期): 2010, 27(2)
被引用次数: 0次

参考文献(19条)

1. U.S.Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. [National Energy Technology Laboratory A Compendium of Smart Grid Technologies](#) 2009
2. U.S.Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. [National Energy Technology Laboratory A Vision for the Smart Grid](#) 2009
3. U.S.Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. [National Energy Technology Laboratory A Systems View of the Modern Grid](#) 2009
4. 何光宇, 孙英云, 梅生伟 [多指标自趋优的智能电网](#) 2009(17)
5. 常康, 薛峰, 杨卫东 [中国智能电网基本特征及其技术进展评述](#) 2009(17)
6. 徐丙垠, 李天友, 薛永端 [智能配电网与配电自动化](#) 2009(17)
7. 马其燕, 秦立军 [智能配电网的实用化研究与探讨](#) 2009
8. 余贻鑫 [智能电网的技术组成和实现顺序\[期刊论文\]-南方电网技术](#) 2009(2)
9. 陈树勇, 宋书芳, 李兰欣 [智能电网技术综述](#) 2009(8)
10. 林宇锋, 钟金, 吴复立 [智能电网技术体系探讨](#) 2009(12)
11. 郭志忠 [电网自愈控制方案](#) 2005(10)
12. U.S.Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. [National Energy Technology Laboratory Appendix A1:A Systems View of the Modern Grid, Self-Heals v2.0](#) 2007
13. 国网电科院 [城市配电网自愈控制方法](#) 2009
14. 赵宏伟 [基于分布式电源的微网技术](#) 2008(1)
15. 李振杰, 袁越 [智能微网--未来智能配电网新的组织形式](#) 2009(17)
16. U.S.Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. [National Energy Technology Laboratory Advanced Metering Infrastructure](#) 2008
17. 张伟, 白雪峰, 郭志忠 [基于高级量测系统的智能配电网研究综述](#) 2009
18. [Distribution Fast Simulation and Modeling:Situation Awareness Requirements Based on a Distribution State Estimator](#) 2007
19. [IntelligridMSM-Distribution Fast Simulation & Modeling Engineering Requirements:Documents Guideline](#) 2005

相似文献(10条)

1. 期刊论文 王明俊, WANG Mingjun [智能配电网研发路线探讨 -供用电](#) 2010, 27(2)
充分体现智能电网特征的智能配电网, 已成为当前是否优先研发的一个关注话题. 在阐述智能配电网研发特点的基础上, 将智能配电网的研发分为支撑系统、各种应用和智能设备三个层次展开分析讨论, 试图寻求一条既充分发挥当代电网作用又跟踪技术创新实现跨越式发展的研发路线. 最后, 就我国搭建智能配电网提出了建议.
2. 期刊论文 黄盛, HUANG Sheng [智能配电网通信业务需求分析及技术方案 -电力系统通信](#) 2010, 31(6)
配电网是发展智能配电网的基础条件, 随着智能配电网、分布式新能源和智能用户的接入, 配电网通信网的业务需求发生了很大变化. 文章分析了智

能配电网各部分(高级配电运行、高级量测体系、高级输电运行、高级资产管理)通信业务的需求,初步给出了采用配网光纤、宽带无线接入方式实现智能配电网的通信技术方案,为制定智能配电网通信规划提供参考。

3. 期刊论文 [王兴刚, Wang Xinggang 从智能微网到智能配电网的分析 -云南电力技术](#)2009, 37(4)

介绍了智能电网研究的目标,分析了智能微网向智能电网发展的可行性。

4. 期刊论文 [王勇, 苏波 新一代智能配电网管理平台 -供用电](#)2009, 26(5)

智能电网已是全球电力行业中的一个备受关注的课题,了解国际上建设智能电网的解决方案,可以从中得到启示。介绍了GE(General Electric)能源集团为美国电力公司、奥斯汀能源公司和澳大利亚国家能源公司等提供并成功应用的新一代智能配电网管理平台(ENMAC),并具体介绍了ENMAC的构成、技术特点和核心技术。

5. 期刊论文 [都健刚, Du Jiangan 典型接线方式下智能配电网自愈功能实施的探讨 -四川电力技术](#)2009, 32(z1)

探讨了目前城市配电网几种常见接线模式,并提出了如何实现智能配电网模式下的自愈功能。

6. 期刊论文 [王仁祥, 王小曼, Wang Renxiang, Wang Xiaoman 终端用户分布式新能源接入智能配电网技术研究 -电气技术](#)2010, ""(8)

智能电网的核心内容之一是解决各种新能源发电的接入问题。风能和光伏等新能源发电存在不稳定、可调度性低、接入电网技术性能差和对电网谐波管理的影响等一系列问题有待解决;以分散方式接入配电网就地平衡,可推进新能源利用,促进智能住宅的发展,加速智能电网和互动服务体系的建设。文中重点简要概述了分布式风能和光伏发电的应用现状及对电网的影响,重点介绍终端用户的风能和光伏的特点及关键技术应用状况,介绍了这些分布式电源的影响及接入智能配电网技术研究和未来发展方向,为分布式新能源发电技术的应用提供了一些参考。

7. 期刊论文 [王健, 王玮, 屈志坚, 曹琪, 刘斌, WANG Jian, WANG Wei, QU Zhi-jian, CAO Qi, LIU Bin 基于多代理技术的含分布式电源的智能配电网 -电力系统保护与控制](#)2010, 38(11)

提出了一种利用多代理系统技术实现智能配电网的设计方案。系统由控制代理、分布式电源代理、用户代理和应用代理组成。对含分布式电源的配电网的智能化进行了阐述,对多代理智能配电网系统进行了建模和设计,给出了系统的结构图、每个代理的功能、系统模型图和协作图,并说明了智能配电网的工作原理。

8. 期刊论文 [徐丙垠, 李天友, 薛永端, 金龙龙 智能配电网讲座第二讲 分布式电源并网技术 -供用电](#)2009, 26(4)

智能电网区别于传统电网的一个根本特征是支持分布式电源(Distributed Energy Resources, DER)的大量接入。满足DER并网的需要,是智能电网提出并获得快速发展的根本原因。本讲介绍分布式电源的基本概念及其并网技术,作为读者学习、了解智能电网技术的基础知识。

9. 期刊论文 [张津伟, 周文俊, 艾少贵 智能配电网下的地理信息系统改造 -水利水电快报](#)2010, 31(6)

电力系统的图表或线形图模型为潮流分析提供了一个精确的数学模型,但它没有考虑网络的实际地理状况。将电力系统扩展到地理上,使电力网络具有了三维空间特性,从而可以改进配电网系统的运行和决策过程。现代地理信息系统(GIS)通过以地图的形式提供网络拓扑和可视化的实际地理状况,在电力系统分析和规划中扮演着重要的角色。实时测量数据和空间数据是智能电网在现代配电网系统中应用的基础。现有空间数据库可以通过加入时空特性和时间序列测量数据而得到加强,并可转化成成一个设备数据管理系统(DDMS)。集成DDMS的可用公共信息模型(CIM),可用于可视化电力系统实时和历史事件,以改进配电网系统的运行、资产管理和规划过程。

10. 期刊论文 [徐丙垠, 李天友, 薛永端, 金龙龙 智能配电网讲座 -供用电](#)2009, 26(3)

近年来近年来,智能电网已成为电力界的热门话题,被认为是改变未来电力系统面貌的电网发展模式。特别是在《纽约时报》报导了美国政府将建设智能电网列为其经济振兴计划的主要内容后,更是在全世界范围内掀起了研究智能电网的热潮。

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_xddl201002010.aspx

授权使用: 华北电力大学(huabeidianli), 授权号: 027407cf-9eb6-4217-80e0-9e1e014e5d70

下载时间: 2010年10月29日