



国家电网公司
电力科技著作出版项目

智能电网关键技术丛书

智能电网 用电技术

中国电力科学研究院 组编

田世明 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网公司
电力科技著作出版项目

智能电网关键技术丛书

智能电网 用电技术

中国电力科学研究院 组编

田世明 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

加强智能电网关键技术的研发,共同推进智能电网建设与技术发展,对推动我国产业结构调整,加快经济发展方式转变和培养战略新兴产业具有重要意义。在当前各企业日益关注智能电网的时期,《智能电网关键技术丛书》的出版恰逢其时,可给各方研究提供有益的借鉴,避免设备创新风险,促进社会进步。

本分册为《智能电网用电技术》,包括高级量测技术、需求响应技术、能效管理技术、分布式电源技术、双向互动服务技术及信息通信技术。

本丛书可供从事智能电网研究、运行、开发、管理人员与设备制造、研制技术人员,以及相关专业人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能电网用电技术/田世明主编;中国电力科学研究院组编. —北京:中国电力出版社,2014.12

(智能电网关键技术丛书)

ISBN 978-7-5123-7155-2

I. ①智… II. ①田… ②中… III. ①智能控制—电网 IV. ①TM76

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第017510号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014年12月第一版 2014年12月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 19.25印张 337千字

印数0001—3000册 定价70.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 编 田世明

副 主 编 林弘宇 栾文鹏

编写人员 王蓓蓓 孙耀杰 苗 新 钟 鸣

王相伟 孟珺遐 余向前 卜凡鹏

朱伟义 于建成 张 惟 袁伟玉

潘明明 梁 波 曹鑫晖 宋 扬

序

进入 21 世纪后,大规模开发利用化石能源带来的能源危机、环境危机凸显,建立在化石能源基础上的电力工业面临重大挑战,新一轮能源变革正在世界范围内蓬勃兴起。世界范围内电力系统面临如下问题:一是应对大型风能、太阳能等可再生能源发电快速增长对电网的挑战;二是适应小容量分布式电源、电动汽车等对用电结构产生变化的影响;三是适应政府节能减排管制和低碳经济发展的需要;四是网络技术向以能源体系为代表的实体经济渗透和新产业革命的推动。欧美发达国家从应对气候变化、保障能源供应安全、促进经济增长的需要出发,相继提出和建设智能电网。实际上,智能电网正是应对这些重大需求而产生的,是世界电力工业发展的新趋势。

我国高度重视智能电网研究和建设,国务院总理李克强 2014 年主持召开节能减排及应对气候变化工作会议时指出“控制能源消费总量,提高使用效率,调整优化能源结构,积极发展风电、核电、水电、光伏发电等清洁能源和节能环保产业,开工一批新项目,大力推广分布式能源,发展智能电网”。国家科学技术部 2012 年适时启动智能电网重大专题研究,大力推动智能电网关键技术研究 and 应用示范。国家电网公司 2009 年根据电网建设的整体需要和智能电网顶层设计,率先启动了智能电网的研究、应用示范与工程建设;开展了智能变电站的持续实践,研制完成了智能电网调度控制系统、输电线路状态监测系统并得到广泛应用;构建了规模大、数据处理能力强的用电信息采集系统及电动汽车充换电服务网络;建成了中新天津生态城、张北风光储输等一批智能电网综合示范工程。

实施智能电网发展战略不仅能使用户获得高安全性、高可靠性、高质量、高效率 and 价格合理的电力供应,还能提高国家的能源安全、改善环境、推动可持

续发展，同时能够激励市场不断创新，从而提高国家的经济竞争力。智能电网是新一轮能源革命的基础平台，对能源革命具有全局性和根本性的推动作用。未来的智能电网，适应大型风电、光伏发电及分布式电源大规模接入，形成广泛覆盖、清洁高效的电力资源配置体系，具有强大的电力资源配置能力；电力网、互联网、物联网等相互融合，构成功能灵活互动的社会公共服务平台，广泛支持配置社会公共服务资源；汇集和分析电力系统广域数据和知识，自动预判、识别电网典型故障和风险，保障电网安全可靠运行；促进用户与各类用电设备广泛交互、与电网双向互动，支撑智能家庭、智能楼宇、智能小区、智慧城市建设，推动生产、生活智慧化。

中国电力科学研究院在智能电网关键技术研究、国际国内标准制定、试验检测能力建设等方面开展了卓有成效的科研工作，为了总结相关技术成果和实践经验，推动我国智能电网技术进步，为我国智能电网建设提供有益参考，特组织专家编写了本套丛书。

本套丛书的编撰出版，凝聚了电网一线科研工作者的汗水和心血。通过本套丛书的出版，希望更多的人士关注、关心智能电网并投身于智能电网的研究和建设中来，共同打造一个安全高效、清洁环保、友好互动的智能电网，并推动构建智能便捷的生产生活新模式。



2014年11月

前言

我国自 2009 年正式启动智能电网技术研究和试点示范工作以来,在智能电网关键技术研究、国际国内标准制定、应用示范工程及检验检测能力建设等方面取得了一系列重大成果。为总结智能电网技术研究与应用成果,分析我国智能电网技术发展趋势,与电力科技教育、电力企业及产业公司分享研究成果,中国电力科学研究院组织专家编写了本套丛书。

本套丛书在编写原则上,突出以智能电网诸环节关键技术为核心,优选丛书选题;在内容定位上,突出技术先进性、前瞻性和实用性,并涵盖了智能电网相关技术领域的新知识、新方法、新技术、新设备(系统);在写作方式上,做到深入浅出,既有深入的理论分析和技术解剖,也有典型案例介绍和效果分析。

本套丛书涵盖输变电、配用电及储能等智能电网技术,按照专业技术领域分成 7 个分册,即《输电线路建设技术》《智能高压设备》《智能配电与用电技术基础》《智能电网用电技术》《智能电网与电动汽车》《智能电网广域监测分析与控制技术》《大规模储能技术及其在电力系统中的应用》。本套丛书既可作为电力企业运行管理专业员工系统学习智能电网技术的专业书籍,也可作为高等院校电气自动化专业师生的教学、学习用书,同时还可供智能电网产品研发工程师参考,实现一书多用。

本分册是《智能电网用电技术》,主要内容如下:第一章对智能电网发展背景、驱动力及用电技术现状和技术体系进行了介绍。第二章首先对高级量测系统等基础概念进行了诠释,在此基础上对高级量测系统架构、智能电表、高级量测终端及主站软件技术、安全防护技术等进行了详细阐述;也对用电大数据处理及分析技术、基于 IPv6 的高级量测技术进行了扼要介绍。最

后对国内外典型案例进行了剖析。第三章首先对能效与节能等基础概念进行了分析，简要介绍了蓄冰蓄冷、变频调节等用户侧能效提升技术，详细分析了省级大型电能服务平台设计及应用，最后介绍了典型应用案例。第四章首先介绍了需求响应的概念和分类，在此基础上对开放式需求响应技术、电力用户需求响应特性等进行了阐述，最后对欧美发达国家工商用户、居民用户需求响应案例进行了剖析。第五章首先分析了国内外分布式电源的定义和发展，详细介绍了分布式电源系统结构、拓扑、分布式电源同步与锁相技术、低电压穿越技术、孤岛检测技术及微电网技术等。第六章首先介绍了电网与用户的双向互动概念和实现方式，然后对电网与居民用户互动技术、电网与工商业用户互动技术、用户能源管理技术等进行了介绍。第七章首先对用电服务领域的信息通信技术进行了简明扼要的回顾，同时介绍了 LTE 230MHz、TD-LTE 等先进通信技术及其应用，也对大数据、移动互联网技术等前沿技术及其在用电服务领域的应用做了阐述。

由于编写时间仓促，书中难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。

编者

2014年11月

目 录

序
前言

第一章 智能电网用电技术概述	1
第一节 智能电网技术发展	1
第二节 用电技术发展与实践	4
第三节 智能电网用电技术体系	7
第二章 高级量测技术	10
第一节 高级量测技术概述	10
第二节 系统架构	11
第三节 终端技术	24
第四节 主站软件技术	29
第五节 典型案例分析	37
参考文献	52
第三章 能效管理技术	54
第一节 能效基本概念	54
第二节 企业用能管理	57
第三节 市场化节能新机制与典型节能技术	62
第四节 电能服务管理平台	69
第五节 典型案例	87
参考文献	97
第四章 需求响应技术	98
第一节 电力需求响应基本概念	98
第二节 电力用户需求响应特性分析	103
第三节 开放式自动需求响应	114
第四节 国外典型案例和启示	122

参考文献	136
第五章 分布式电源技术	139
第一节 分布式电源概述	139
第二节 分布式电源能量变换技术	150
第三节 分布式电源并网技术	166
第四节 微电网技术	184
第五节 典型案例分析	193
参考文献	196
第六章 电网与用户互动服务技术	199
第一节 高级量测系统支持下的互动用电服务技术	199
第二节 柔性负荷控制技术	204
第三节 用户能源管理技术	219
参考文献	228
第七章 智能电网用电信息通信技术	231
第一节 通信技术	231
第二节 信息技术	245
第三节 典型应用	267
参考文献	280
索引	284

智能电网用电技术概述

以安全高效、清洁环保、友好互动为目标的智能电网技术在世界范围内得到各国政府、产业界、学术界的高度关注和认同，用电技术领域是其热点研究领域之一。本章简要阐述智能电网技术发展背景、特征、驱动力，介绍用电技术发展和实践，最后提出智能电网用电技术内涵和技术体系。

第一节 智能电网技术发展

一、智能电网技术发展背景

（一）欧美智能电网技术发展背景

美国电科院推动的 IntelliGrid 研究计划致力于开发智能电网架构，目标是为未来的电网建立一个全面、开放的技术体系，支持电网及其设备间的通信与信息交换。2004 年，完成了综合能源及通信系统体系结构研究；2005 年发布的成果中包含了美国电科院称为“分布式自治实时架构”的自动化系统架构。

欧洲于 2005 年成立了欧洲智能电网论坛，该论坛已发表 3 份报告，《欧洲未来电网的远景和策略》重点研究了未来欧洲电网的远景和需求；《战略性研究议程》主要关注优先研究的内容；2008 年 9 月发布的《欧洲未来电网发展策略》，提出了欧洲智能电网发展重点和路线图。其优先关注的重点领域包括：① 优化电网的运行和使用；② 优化电网基础设施；③ 大规模间歇性电源并网；④ 信息和通信技术；⑤ 主动配电网；⑥ 新电力市场的地区、用户和能效。

2009 年，在全球金融危机背景下，美国等许多国家都把建设智能电网作为扩大国内投资、拉动经济增长的重要手段。2009 年美国奥巴马在《美国的新能源》报告中将投资智能电网作为一项国策提出，之后美国能源部宣布政府

投资 34 亿美元用于资助智能电网技术开发；欧盟在 2009 年 10 月公布的《战略能源技术计划》草案中提出，挑选 30 座城市，率先建设智能电网，将其建设成为新型“智慧城市”。智能电网迅速成为全世界广泛关注的热点话题，并被各国视为推动经济发展和产业革命、建立可持续发展的生态文明社会的新基础和新动力。

然而，目前世界各国对于智能电网的发展思路、核心内容、发展趋势等问题尚未形成共识。基于各自的国情，欧洲、美国和日本等对于智能电网的理解和发展的侧重点也有较明显的区别。从技术发展和应用的角度看，世界各国、各领域的专家、学者普遍认同以下观点：智能电网是将先进的传感量测技术、信息通信技术、分析决策技术、自动控制技术和能源电力技术相结合，并与电网基础设施高度集成而形成的新型现代化电网。综合来看，国际上智能电网提出的背景和发展的驱动力主要来自四个方面：① 应对风能、太阳能等可再生能源发电规模快速增长对电网的挑战；② 适应电动汽车、小容量分布式电源等对用电结构产生的影响；③ 发达国家电网设备老化和更新换代的需要；④ 网络经济向以能源体系为代表的实体经济渗透和新产业革命的推动。

按照《欧洲未来电网愿景和策略》文件的定义，智能电网被定义为能够高效地应对未来欧洲电网出现的新挑战和机遇、给所有用户和利益相关者带来利益的电网。它应该能充分开发和利用欧洲范围内的大型集中式发电和小型分布式电源，为所有用户提供高效可靠、灵活、易接入和经济的电能；通过全网范围内的互操作保证电网运行的安全和经济；同时实现终端用户与电力市场和电网的互动。

（二）中国智能电网发展背景

近年来，中国在智能电网发展模式、理念和基础理论、技术体系以及智能设备等方面开展了大量卓有成效的研究和探索。2009 年 5 月，在北京召开的“2009 特高压输电技术国际会议”上，国家电网公司正式发布了“坚强智能电网”发展战略。2009 年 8 月，国家电网公司启动了智能化规划编制、标准体系研究与制定、研究检测中心建设、重大专项研究和试点示范等一系列工作。在 2010 年 3 月召开的全国“两会”上，温家宝总理在《政府工作报告》中强调：“大力发展低碳经济，推广高效节能技术，积极发展新能源和可再生能源，加强智能电网建设”。这标志着智能电网建设已成为国家的基本发展战略。

结合中国的国情和需求，智能电网这一概念的内涵主要包含着对未来电网发展的四个核心要求：① 对大规模可再生电源和分布式电源（包括储能设备）的开放接入；② 电网与用户的双向互动，并以市场化的电价引导用户的用电需

求，减小电力消耗的日峰谷差，提高电源和电网设施的利用效率；③ 利用信息化和自动化手段，提高供电可靠性，使电能质量能满足数字经济的要求，并实现电网资产的高效利用；④ 基于广域范围内开放和透明的量测数据，应用智能决策支持技术，实现有效的能量管理、智能化的故障预测、电网运行对扰动的自适应响应和调整，提高电网的自愈能力和对灾害、攻击的适应能力。

综上所述，智能电网的概念是源自于信息技术对电网工业的渗透，而在新能源革命背景下增加了一层新内涵：对新能源与可再生能源开发所引起的能源系统变革和相关电网技术发展的支持。智能电网首先突出了智能化的特征，同时包含了支持可再生能源大规模开发的特征，强调了基于信息技术的能源技术智能化对提升电网性能、电网技术水平的关键支撑作用。

二、智能电网主要特征及发展驱动力

（一）智能电网的主要特征

智能电网的主要特征如下：

（1）消费者能够积极参与。消费者是电力系统不可分割的一部分，智能电网应考虑如何激励消费者积极参与。

（2）支持各种发电和存储类型。智能电网支持各种发电和存储类型。它既支持大的、集中发电厂，又支持分布式能源发电。

（3）支持新的产品、服务和市场。智能电网将实现电力系统的市场化，智能电网通过给消费者提供创新的竞争服务实现消费者的成本效益权衡。

（4）提供用户所需的电能质量。智能电网能够提供可靠的电能。

（5）优化资产利用率和运行效率。智能电网将优化资产和运行效率。它应用目前的技术，以确保有效地利用资产。

（6）预测与响应系统的干扰（自愈性）。智能电网能够自动识别和反应系统的扰动并执行校正措施努力缓解危机。智能电网结合工程设计使得系统在故障发生时，对故障进行隔离、分析，并在少人或无人参与的情况下恢复系统的正常运行状态。

（7）智能电网既能抵御对有形的基础设施（变电站、杆塔、变压器等）的攻击，又能抵御对无形的网络结构（市场、系统、软件、通信）的攻击。智能电网系统架构灵活，它结合自愈技术抵制并对自然灾害做出响应；同时可以对系统进行不断的监测和自我测试以减轻恶意软件和黑客的攻击。

（二）智能电网发展的驱动力

综合来说，我国智能电网的主要驱动力有三个，他们相互之间有区别也有联系，共同推动智能电网的发展。

化石能源危机引发的新能源革命无疑是智能电网发展的外部驱动力。充分开发利用新能源与可再生能源发电（包括分布式可再生能源），克服传统电网严重依赖化石能源的缺点，实现电源结构清洁化以保证电网发展可持续化。

降低互联大电网的安全风险是智能电网发展的内在动力。当前电网中传统的大电源、大电网模式无法克服本身的大电网复杂特性，连锁故障、低频振荡等问题严重威胁电网安全运行，小概率大损失的大停电风险难以消除。风能、太阳能等可再生能源、分布式电源和用户侧储能为电力用户提供了大电网以外的电源备用，这对提高供电可靠性具有重要意义，可以降低大电网安全事故的风险。

信息和通信技术在电网中的广泛应用和深度融合，是智能电网发展的重要推力。信息通信技术的支持通过对电网运行状态的全面掌握，提高电网的智能化水平，从而对大规模可再生能源电力的接纳能力、电网与用户之间双向互动的服务能力、电网安全稳定运行的控制能力、电网设备的优化利用能力等都起到积极的作用。

第二节 用电技术发展与实践

一、国外用电技术发展与实践

目前，世界发达国家基于发展新能源、节能减排、提高电网运营效率、改善供电服务质量等需要，陆续开展了互动用电服务的研究和实践，并取得了阶段性成效。

（一）明确了互动用电服务发展目标

2006年，欧盟理事会发布了能源绿皮书《欧洲可持续的、竞争的和安全的电能策略》，提出了智能用电服务目标：① 以用户为中心，提供高附加值的电力服务，满足灵活的能源需求；② 将分布式发电和可再生能源集成到电网中，进行本地能源管理，减少浪费和排放；③ 通过电能表自动管理系统，实现当地用电需求调整和负荷控制；④ 通过开发和使用新产品、新服务，实现需求响应。

2009年，美国发布了智能电网建设发展评价指标体系，提出智能电网的6个特性：① 基于充分信息的用户参与；② 能够接纳所有的发电和储能；③ 允许新产品、新服务等引入；④ 根据用户需求提供不同的电能质量；⑤ 优化资产利用效率和电网运行效率；⑥ 电网运行更具柔性，能够应对各类扰动袭击和自然灾害。

（二）广泛开展了高级量测系统研发和工程实践

近年来，欧美发达国家广泛开展了高级量测系统的研发和工程实践，大力推广智能电能表，并取得了良好的效果。2011年2月，欧洲能源管理委员会发布《电和天然气的智能表管理经验指导》，提出实施智能计量系统和推广智能电能表的建议，其总体目标是强调或协调欧洲标准，实现智能仪表互操作性，从而提高客户的节能意识。欧盟多数国家广泛采纳了其建议，截至2013年9月，瑞典和意大利率先完成了智能电能表的推广，芬兰在年底智能电能表普及率达到80%，英国、西班牙、德国等18个欧盟国家也已经处于智能电能表的推广或者计划推广阶段。美国通过政府补贴快速普及智能电能表，实现减少停电次数和提升服务效率等目标，截至2013年上半年，美国安装智能电能表约4000万只。截至2013年初，日本和韩国智能电能表总体规模分别约为300万只和100万只，计划于2018年之前推动80%的家庭用户安装智能电能表，并完成全部企业用户的安装。伴随着各国智能电能表的大力推广和无线通信、互联网、电力载波等多种通信技术的迅速发展，欧美国家的高级量测系统实现了用电信息自动采集、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和管理等基本功能。美国的高级量测系统还支持家庭用能可视化、家庭负荷控制等功能，以使充分挖掘高级量测系统价值。

（三）开展了系列智能用电实践

截至2008年，法国超过1000万用户可以通过网站、邮件、电话、专门的电子接收装置，获得最大峰荷电价信息，实时调整用电方式。丹麦正在博恩霍尔姆岛试验用汽车电池解决间歇风电问题，通过汽车与电网（Vehicle-to-Grid，V2G）技术，允许建设更多的风力发电系统，而且不影响电网安全运行。法国电力公司（EDF）高度重视并承担了电动汽车充电技术研究、标准制定及基础设施建设工作，为电动汽车提供便利的能源供应服务。美国、澳大利亚、加拿大、日本、英国、德国等近20个发达国家已经开展绿色电力机制项目。

综上所述，欧美等发达国家近几年开展的互动用电服务的研究和实践，主要是以自动抄表和用电信息采集、用电设备自动控制（需求响应）和电动汽车充放电为主，并开始分布式能源接入研究实践，通过建立节能服务子公司开展节能服务。而根据各国对智能电网的功能描述，已经得到国际认同的涉及智能用电服务主要有：① 广泛的用户参与；② 提高能源利用效率、减少浪费；③ 分布式能源接入；④ 资产优化配置，提高资产利用效率；⑤ 提高电力供应质量，提供高附加值的服务；⑥ 电动汽车充放电。

二、国内用电技术发展与实践

国内在用电服务相关技术领域已开展了大量的研究和实践，一些研究应用

已达到国际先进水平。

（一）建成了系列营销自动化、信息化系统

自 2009 年国家电网公司全面启动用电信息采集系统建设与智能电能表推广应用工作以来，国家电网公司明确了用电信息采集系统和智能电能表的功能定位，发布了 24 项用电信息采集系统技术标准和 12 项智能电能表技术标准，全力推进用电信息采集系统建设和智能电能表应用，已在公司经营管理中取得了显著成效。截至 2013 年底，国家电网公司系统内 27 个省级电力公司已经完成了省级用电信息采集系统主站的构建。国家电网用电信息采集系统实现了计量装置在线监测和用户负荷、电量、电压等重要信息的实时采集，及时、完整、准确地为营销业务应用提供电力用户实时用电信息数据，从技术上支持了提升企业集约化、精益化和标准化管理水平的管理要求。南方电网公司开展了高可靠性智能电能表、计量自动化及高级应用、高级量测体系关键技术等研究与用电信息采集系统的规模应用工作。

（二）电能服务平台推广应用

2004 年起，依托电力负荷管理系统，开展各级有序用电预案科学编制和可靠实施。部分省市出台尖峰电价、可中断负荷电费补偿等激励措施，通过经济手段引导用户错峰。有的省市试行了绿色电力认购机制，支持新能源产业的发展。积极推广电动汽车、热泵和蓄能技术等电能替代技术，提高了电能在终端能源消费的比重。2013 年起国家电网公司在 25 个省市电力公司推广电能服务管理平台，在天津等地开展自动需求响应试点研究工作。南方电网公司开展第三方节能量审核技术、工业大用户能效监测、用电数据实时远程监测等技术研究，开发用电能效监测评估平台。

（三）推出了若干互动式服务新举措

近年来，在客户互动服务方面开展了大量研究和实践工作，2009 年开始，开展 95598 智能互动网站、互动化营业厅、智能小区、智能楼宇、智能园区等试点建设，客户互动服务水平显著提升，互动服务技术支撑手段日趋多样；通过智能用电服务体系架构研究和营销各专业的标准制度体系梳理，客户服务管理体制不断创新。

（四）积极支持分布式电源并网

2013 年初，国家电网公司发布了《国家电网公司分布式电源项目并网服务管理规范》，初步确定了分布式电源的并网管理流程，厘清了分布式电源并网及管理环节中所涉及的各种问题。南方电网公司也开展了分布式能源及微网接入关键技术、大容量与分布式先进储能关键技术研究及示范应用工作。

综上所述，国内用电服务研究与实践以高级量测系统、分布式电源并网、电动汽车充放电等为主线，成立节能服务公司专业开展节能服务。根据目前技术现状还将继续深化的主题有：① 用户广泛自主参与的电网调峰及需求响应，实现电力负荷的柔性可控；② 分布式电源、电动汽车的广泛接入及双向互动，减少其随机波动性；③ 高效节能型用电设备大量使用，提高能源利用效率；④ 高可用性电能质量控制设备规模应用，提高供电质量并降低供电损耗。

三、用电技术推动用电方式的变革

传统电网的电力流从供应侧向需求侧单向传输，难以适应这些新的需求。只有基于信息技术和智能控制技术的智能电网，才能适应能源消费的新变化，推动能源消费从单向接收、模式单一的用电方式，向互动灵活、高效便捷的智能化用电方式转变。基于智能电网的清洁能源大规模开发利用，将推动生产生活的低碳化；智能电网与物联网、互联网等深度融合后，将构成价值无法估量的社会公共服务平台，能源供应、信息通信、家政医疗、物流交通、远程教育、电子商务等各方面的服务都可以基于这个平台，实现公共服务集成化；智能电网将支撑智能家庭、智能楼宇、智能小区、智慧城市建设，推动生产生活智能化。智能家电广泛普及后，用户的智能用电和互动服务需求越来越高。智能电网让普通家庭能够通过智能电网实现用户能源管理、移动终端购电、水电气多表集抄、综合信息服务、远程家电控制等，大大提高百姓生活的智能化水平。

随着分布式电源加快发展，越来越多的用户拥有能源供应商与消费者的双重身份，发用电关系灵活转换。在智能电网中，千家万户都可以开发利用风能、太阳能，能源生产模式从以集中生产为主，向集中生产与分布式生产并重转变。

第三节 智能电网用电技术体系

一、智能电网用电技术的含义

智能电网用电技术涵盖高级量测技术、需求响应技术、分布式电源技术、能效管理技术、双向互动服务技术，是现代信息通信、控制理论等学科的技术应用集群。

基于智能电网用电技术的供电服务，是兼顾电网运营、用户需求和社会效益，实现市场参与者实时互动和能源供需平衡，最优分配的安全、经济、环保的电力营销模式。它能够实时满足电量需求，通过供需双方信息的双向透明和互动，鼓励消费者参与优化电量资源的分配，逐步实现需求参与，体现供需一体化的联动，形成更为紧密与高效的市场行为，提升二次能源使用效率，达到