

支撑智能电网的电力通信网

张志东¹ 陈培丽² 杨挺³

1 天津市电力公司 电力通信分公司, 天津 300010; 2 天津市电力公司调度通信中心, 天津 300010; 3 天津大学 电气与自动化学院, 天津 300072;

Novel Electric Power Communication networks applying in Smart Grid

Zhang Zhiding¹ Chen Peili² Yang Ting³

1. Electric Power Communication Subsidiary Company, Tianjin Electric Power Corporation, Tianjin 300010, China

2. Dispatching and Communication Center, Tianjin Electric Power Corporation, Tianjin 300010

3. School of Electrical Engineering and Automation, Tianjin University, Tianjin, 300072

ABSTRACT: Smart Grid is one of the necessary paths to improve the operation and management efficiency in Chinese Power Grid. With many new communication technologies, novel electric power communication networks will provide the strong support to the smart grid. This paper researched the most important new communication technologies and the characteristics of digitized substation, and then gave the detailed analysis about the necessary power communication technologies to establish the smart grid. As the basic equipments, establishing digitized substation and new power electric power communication networks have the great technical and economic significance for Chinese Robust Smart Grid.

KEY WORD: Smart Grid, Communication, Digitized Substation, Power System

摘要: 智能电网的建立是提高我国电网运行、管理效率的有效手段和必然途径。运用通信新技术的电力通信网络将为智能电网的建设提供支撑和必要保证。本文通过对通信新技术应用和数字化变电站研究,对实现我国智能电网所需要的电力通信技术进行分析。作为电力系统建设的基础设置,实现数字化变电站对于我国建立坚强智能电网具有非常重大的技术和经济

意义。

关键词: 智能电网 通信 数字化变电站 电力系统

1 智能电网概述

近年来,电力企业的发展日新月异,在国民经济中的重要性也突显出来。同时,电力系统也承担着越来越大的压力,高峰负荷的增长带来电力系统容量的日趋紧张;电气设备的老化同时也严重威胁着网络的安全和可靠性。如何改变传统的电网运营模式,提升电力系统的适用性和利用率成为电力企业发展建设的重点研究问题。

伴随信息化建设的推进,利用信息化提高电力企业核心竞争力,成为电力企业所追求的建设目标。在这一探索过程中,“智能电网”(Smart Grid)新概念逐渐受到国内外相关专家的青睐。“智能电网”是运用先进的网络分析技术及新的智能化技术手段,将电力企业的各种设备、控制系统、生产任务及工作人员有机地联系在一起,在一种

“公共信息模型”（Common Information Model, CIM）的基础上自动收集和存储数据，对供电系统的运行及电力企业的经营管理进行全面、深入的分析，客观正确地优化其资产管理和供电服务。具体地讲，就是使电力企业能够延长设备的使用寿命，优化电力设备的更换次序，延缓高成本的电网升级改造；同时，防止网络故障，在不大幅度增加电价的前提下提供更高质量的电力服务。可以说“智能电网”能够有效缓解电力资源的严重匮乏，尤其是在高峰期缓解电力供应极其紧张的矛盾，甚至有望让停电变为历史。

随着智能电网概念的提出，如何建设坚强的智能电网成为目前电力系统学术界和电力企业专家一致高度关注的新兴课题。国网公司、各网省公司，各大电力生产制造厂商均对智能电网给与了相当的支持和投入研究。建设坚强智能电网，就是以坚强电网网架为基础，以通信信息平台为支撑，以智能控制为手段，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，是坚强可靠、经济高效、清洁环保、透明开放、友好互动的现代电网。

因此智能电网是融合了“信息化、数字化、自动化、互动化”的内涵，在开放和互联的信息模式基础上，通过加载系统数字设备（如智能传感器等）和升级电网网络管理系统，把各种设备、资产连接到一起，形成一个统一的客户服务集成系统，从而对信息进行挖掘、整合、分析。实现发电、输电、供电、用电、客户售电、电网分级调度、综合服务电力产业全流程的智能化、信息化、

分级化互动管理，智能电网的最终目标是通过降低成本，提高效率，提高整个电网的可靠性，使运行和管理达到最优化，从而让管理者非常清楚地了解网络运行状况，智能而优化地管理电力网络。

智能电网需要三部分技术支撑：一是提高全网的数字化，即依靠更多更精确的高级量测/传感器设备对电网运行参数进行按需采集；二是提供可靠双向的电力通信网络，其保障数据的可靠安全传输和共享；三是在共同的信息模式的基础上建立数据的整合体系、数据的收集体系和数据管理体系，目标是整合各系统中的数据，分析并优化管理。

由智能电网定义和组成可知，可靠通信网络新技术是智能电网的支撑技术之一。大量的高级传感器，电力电子装置和分布式计算机等先进技术的应用使得信息承载平台——电力通信网络新技术的应用日益受到重视。如何提供一个可靠、稳定的通信保障，作为量测系统的物理支持，也突显出其重要性。

2 电力通信新技术

电力通信作为电力产业不可分割的组成部分，正在扮演着越来越重要的作用，电力系统通信网络建设主要体现在网络基础的扩充和网络应用的拓展两方面。目前电力通信网络传输系统容量已经逐渐从早期的 155M，622M 扩展到现在的 2.5G 的传输系统，并逐步建设大规模的 10G 甚至波分网络，而网络覆盖也扩展到各个变电站，营业所。容量和覆盖的扩展为实现多业务的应用提供了可能。不断融合多项通信技术，电力通信网络已经从早期的仅支持语音业务的程控电话网络拓展

到可提供语音、数据、图像业务等多业务的综合通信网络系统，具备了为电力生产、经营提供多种数据业务传输的能力，成为电力生产、经营和管理的必要保障。随着智能电网的发展，符合电力系统的通信新技术，如ASON、软交换技术、统一通信、数字化变电站等，必将给与智能电网强有力的支持。本文仅就电力统一通信和数字化变电站对智能电网的支持进行分析。

2.1 智能光网络

未来的传输网应该是为 IP（包括 Ipv6）提供可靠和高带宽的二层连接，使得承载面向分组交换的基于 IP OSI 7 层应用，既有标准统一开放，接口标准，互联互通的优势，又有传输可靠，网络自愈收敛时间达到电信级的 50ms 的特性。光网络在控制层面加入路由计算和选择，体现出较 SDH 的“智能化”特点；在传输层则以光交叉代替电路交叉，实现更高容量更快速率，减少了“光-电-光”的转换环节，直接为最终用户下 G 级别以上的光口电路。SDH 提供的 2M 电路将急剧减少，在电力系统为继电保护复用 2M 通道是一个重要并不可替代的应用，而 155M 622M 的端口主要为路由器 POS 提供时隙连接端口由于智能全光网络的应用而逐步减少，由此可能出现 SDH 只为继电保护和调度交换机等电力系统对可靠性和传输时延等要求极为严格的应用提供电路，而其他高带宽的 IP 电路提供都交给智能全光网络来实现。而将来电力系统的继电保护通道和调度交换机中继的 IP 化也不是不敢想象的；或者新型的智能光设备在提供高带宽，接口丰富的用户界面的同时，提供标准的 2M 电路，满足电力系统可靠通信的需求。

2.2 电力通信接入网

智能电网要延伸到最终用户，为用户提供丰富多样的用电选项，并依靠通信技术做到互动。接入网的通信手段有以下三种：一是租借电信运营商的 3G 或后 3G 的无线数据高速链路。二是部署电力专用的无线或有线数据网络。三是利用电力线路，用 PLC 技术作为接入网。第一种方式主要涉及到运营资费问题，第二种方式需要工程建设投入。在无线通信方式上采用公共频率还是专用频率涉及到频率资源申请，可采用先进的无线传感器技术；有线则可以考虑采用 PON 技术接入。第三种方式是电力特有的通信手段，应该具有应用基础和条件。将来与家电设备制造商互相合作，为家电设备提供能源+信息的不可替代的通道。

2.3 电力统一通信技术

智能电网需要智能的信息网络，融合了统一通信的信息网络才是智能的信息网络。

统一通信作为下一代网络（Next Generation Networks, NGN）应用服务的核心技术正是将多种业务融合在一个基于 IP 的基础网络平台上，使得用户可以在任何时间、任何地点都可以快捷的应用多种通信模式和其他用户保持联系的一种解决方案。它是 IP 通信概念的扩展，通过使用 SIP 协议（Session Initiation Protocol）和包括移动解决方案，真正地实现了各类通信的统一和简化——不受位置、时间或设备的影响。通过统一通信解决方案，用户可按照喜好随时进行彼此通信，并可使用任意设备通过任何媒体进行通信。统一通信将我们常用的多个电话和设备，以及多个网络（固定、互联网、有线、卫星、移动）结合在一起，以实现独立于地理位置的通信，促进通信与业务流程的

集成，简化运行并提高生产率和利润。

在电力企业应用统一通信已经成为电力通信领域的大势所趋，利用电力通信的良好网络基础，采用最新的 IP 语音技术，将全部的语音呼叫和交换全部移植到统一的数据网络之上，从根本上解决了重复投资建设已经被证明为过时的传统 TDM 交换网络，真正实现了数据、语言两网合一，统一建设、管理、运行。本文结合某电力公司的 IP 局域网部署策略，在其电力数据网络中增加 IP 统一通信数据管理服务器，实现包括语音、数据、视频、即时通讯等应用服务，通过智能的 IP 网络架构为公司提供一个功能丰富、操作简单的通信环境。其各电力分公司和下属变电站通过局域网接入，实现方案如图 1 所示。对于带宽和延时有高要求的语音和视频业务，可在已有的 IP 城域网上专门开通一个 MPLS VPN 网络用于承载，并扩展到各区分公司，变电站、营业网点等其他下属单位，实现端到端的数据、语音及视频的 IP 统一通信。

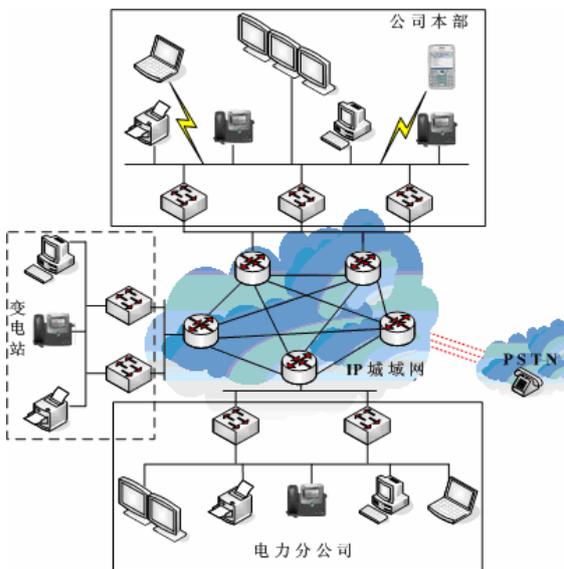


图 1 统一通信在电力的实现方案

因此，作为网络面向用户接入的统一通信技术对于构建未来电力通信网络具有显著的优势。它可便捷的将电力通信网中面向电

力生产的调度数据网（SPDnet）和电力宽带信息网（SPIInet）在 IP 层面上融合，为用户提供统一的应用接口。将大幅提高电力生产、运营、管理效率。

2.4 数字化变电站

计算机和现代数据通信技术的应用，使电力系统智能电子装置(IED)的集成度越来越高，构建无缝的电力系统通信体系和电力系统综合自动化系统已成为可能。其关键技术是基于 LAN / WAN 的微机保护装置和控制设备通用平台的发展。微机保护装置功能强大、配置灵活、集成度高，可集成多种类型保护和辅助功能，因此，它是变电站自动化系统中主要的 IED。但由于各生产厂家制造的微机保护设备都采用自己的通信协议，不同厂家的设备不能兼容，需要进行协议转换，增加了工程和培训费用，影响了电力系统综合自动化的发展。故而，必须建立电力系统的通用协议以取代各生产厂家的通信协议。数字化变电站被认为是智能电网的关键技术，该技术的采用，真正实现了“数据采集数字化、信息传递网络化、操作控制智能化”，数字化技术已经成为变电站技术的重要组成部分。

数字化变电站中一次电气设备和二次电子装置均实现数字化通信，并具有全站统一的数据建模及数据通信平台，在此平台的基础上实现智能装置之间的互操作性。因此，为坚强智能电网而构建的数字化变电站必须具备三个关键性特征——数字化的一次电气设备、网络化的二次装置和全站统一的标准平台。一次电气设备和二次电子装置之间的数字化通信是指利用计算机网络通信技术（如交换式以太网），实现数据和信息的就地

采集和数字化传输。从而不仅简化了现有变电站自动化系统中错综复杂的电缆接线，而且通过一次设备信息的共享，将对监视、控制、保护和计量等功能进行优化组合和系统集成。

3 总结

智能电网的建立是提高我国电网运行、管理效率的有效手段和必然途径，并为用户提供交互功能的电力消费选项。运用通信新技术的电力通信网络将为智能电网的建设提

供支撑和必要保证。骨干传输网，接入网，智能语音交换等新技术把多种业务融合在基于 IP 的基础网络平台上，将真正地实现了各类通信的统一和简化。而变电站是电力系统建设的基础设置，实现数字化变电站对于我国建立坚强智能电网具有非常重大的技术和经济意义。

收稿日期：2009年8月10日

作者简介：张志东（1970—），男，吉林省怀德县，博士，总工程师 高级工程师，从事电力系统通信专业工作。