

# A Prospect of a New Communication Network for Smart Power Grid

Weizhong Mao<sup>1</sup>, Xuan Fang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zhong Shan Power Supply Bureau of Guangdong Power Grid, Zhongshan

<sup>2</sup>Electrical Engineering and Renewable Energy School, Three Gorges University, Yichang

Email: maoweizhong@tom.com

Received: Aug. 12th, 2011; revised: Aug. 26th, 2011; accepted: Aug. 27th, 2011.

**Abstract:** With the proposed and development of Smart grid, puts forward the higher levels of requirements for electric power communication field. Therefore, establishing a high speed, two-way, real-time, integration of electric power communication network becomes the basic guarantee of Smart grid. In recent years, the dimensions of the electric power communication network are developing rapidly, and appear many new technologies. This paper systematically expounds the key new technology and the latest development in the dynamic of the power system communication which based on the next generation of network, and constructs an electric power communication network model under the smart grid environment. The economic situation analysis is applied to analyze the feasibility of the new technology, its strengths, weaknesses, opportunities and challenges analysis are list in the corresponding SWOT matrix in power system. At last, the challenges and the countermeasures of the communication network for smart power grid are pointed out.

**Keywords:** Smart Grid; Communication Network; NGN

## 智能电网的新型电力通信系统展望

毛伟中<sup>1</sup>, 方璇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>广东电网中山供电局, 中山

<sup>2</sup>三峡大学电气与新能源学院, 宜昌

Email: maoweizhong@tom.com

收稿日期: 2011年8月12日; 修回日期: 2011年8月26日; 录用日期: 2011年8月27日

**摘要:** 随着智能电网的提出和发展, 对电力通信领域提出了更高层次的要求。因此, 建立一个高速、双向、实时、集成的电力通信网络成为了发展智能电网的基本保障之一。近年来, 电力通信网络的各个层面都发展迅速, 出现了很多新技术。本文对基于下一代网络 NGN 的电力系统通信关键新技术的最新发展动态以及其应用状况进行了系统全面地阐述, 并构建了在智能电网环境下的电力通信网络模型。通过使用经济学上的态势分析法对各项新技术的应用进行可行性分析, 分别对其优势、劣势、机会和挑战分析, 并列出了相应的 SWOT 矩阵, 得出了在电力系统通信中引入 NGN 通信新技术的发展战略。

**关键词:** 智能电网; 下一代网络; 通信新技术

### 1. 引言

随着智能电网概念的提出, 如何建设“统一坚强的智能电网”成为目前电力系统学术界和电力行业高度关注的新课题。为使电力交换系统能够依据早期征兆进行预测的能力和对扰动做出实时响应的能力, 就

必须把大量监视传感器连接到安全的通讯网中, 而现有的 SCADA 系统已满足不了要求。

因此, 建立一个高速、双向、实时、集成的新型电力通信系统, 是保证智能电网中各种数据的获取、传输、保护和高效控制的基础, 并使智能电网成为一

个动态的、实时信息和电力交换互动的大型的基础设施的保障。近年来,基于下一代网络 NGN 的很多新型电力系统通信技术不断地涌现出来并快速地朝着这个目标发展。

## 2. 下一代通信网络的新技术

下一代通信网络(NGN, next generation network)融合了因特网和电信网的特点,它主要有以下几个新技术支撑<sup>[1,2]</sup>:

1) Internet 2: 它是下一代高速互联网的骨干网,以 IPv6 协议为核心,其地址资源及其丰富,并借助于多协议标签交换(MPLS)服务质量(QoS),可直接支持集成 QoS 敏感的应用。这简化了核心网络的结构和配置管理,同时也提供了对客户的多业务支持能力。

2) 软交换技术<sup>[3]</sup>: 软交换是下一代网络 NGN 的核心技术,它具有传送、承载、业务三种分离的层次结构,将传统交换机的功能模块分离成独立的网络部件,通过标准开放接口互联,并用各种接口协议将业务传送与控制相结合,实现了业务的融合与转移。

3) ASON 智能光网络技术<sup>[4]</sup>: 智能光网络在传送层则以光交叉代替电路交叉,将网络灵活的控制功能和丰富的光网络资源相结合,为光层提供信令和 control 功能,实现资源的动态连接和分配,同时它减少了“光-电-光”的转换环节,提高了速率,直接为最终用户下 G 级别以上的光口电路。

4) 统一通信<sup>[5]</sup>: 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。通过统一通信解决方案,用户可随时进行通信,并可使用任意设备通过任何媒体进行通信。

## 3. 基于 NGN 的电力通信构架

随着下一代网络 NGN 的演进,智能电网发展过程中必然会引入了一些新的通信技术。目前,大多数信息系统的应用都是建立在网路平台上开发的,智能电网也不例外,而具有高容量、高传输效率、高服务质量的 Internet2 无疑会对智能电网的发展过程中产生巨大影响。

现有的核心光网络是以 SDH 环形网为基础,在多

数情况下 IT 和 ATM 业务还要经过路由器或者 ATM 交换机才能接入 SDH,然后经 DWDM 设备传送出去,其传输速度和容量越来越不能满足现有的要求。未来的网络中,SDH 可能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。

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,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。它能便捷地将电力通信网中面向电力生产的调度数据网和电力宽带信息网在 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。值得一提的是光纤复合低压电缆 OPLC 集电缆和光缆于一体,“一线四用”解决终端供电、信号传输、宽带接入等问题,实现电力网、电信网、电视网、互联网“多网融合”。

软交换技术能够统一不同介质的网络,实现新业务及各种业务统计功能。软交换除了提供呼叫控制、媒体网关接入、业务提供和交换、协议及互通功能外,还有资源管理、地址解析、计费等功能,非常适用于不同网络并存互通的需要,也适用于从话音网向多业务多媒体网的转化,实现网络互通。因此,在智能电网中可以利用软交换为核心方便地来实现电力生产信息、管理信息、设备信息和用户信息的高度集成,完成 AMI、ATO、ADO、AAM、自动化系统(AGC、AVC、EMS、DMS、SCADA 等)和管理系统(设备信息管理系统、生产管理信息系统、GIS、计量系统等)。

智能电网下的网络通信构架如图 1 所示<sup>[6]</sup>。在业务层面采用集语音、数据与多媒体业务于一身的智能化多业务平台,引入软交换与智能网、光网络服务、统一业务开发平台和业务层 API 技术;在基础传送层面引入 ASON 智能光网络技术;交换层面引入以 MPLS 和 IPv6 为核心的具有 QoS 的分组路由交换网;接入层面引入统一通信技术;用户层引入 ZigBee 协议。

## 4. 电力通信新技术的 SWOT 分析

SWOT 分析法又称为态势分析法,就是将与研究对象密切相关的各种主要内部优势、劣势和外部的机

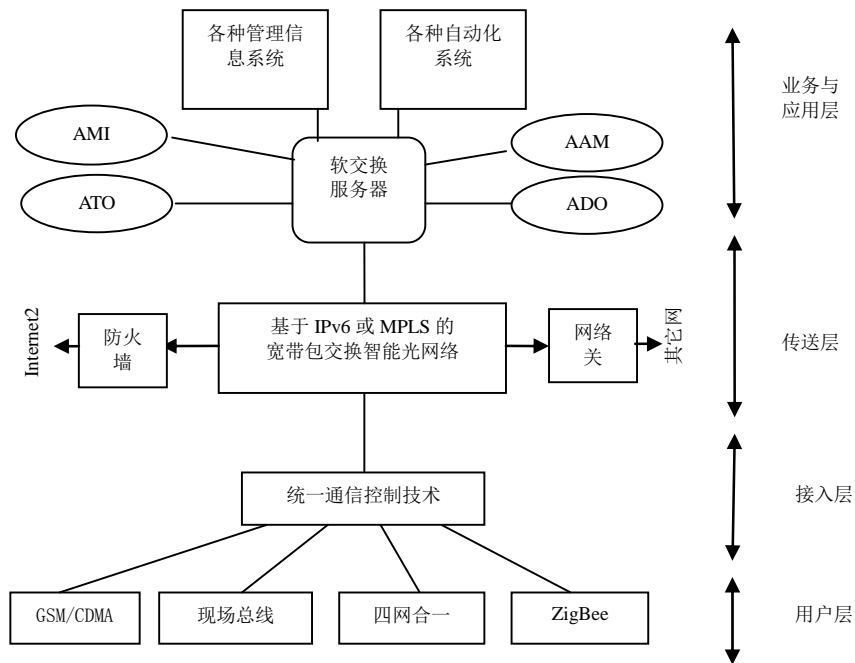


Figure 1. Network communication architecture under smart grid  
图 1. 智能电网下的网络通信构架

会和威胁等列举出来，并依照矩阵形式排列，然后用系统分析的思想，把各种因素相互匹配起来加以分析，从中得出一系列相应的结论，而结论通常带有一定的决策性。

运用这种方法，可以对研究对象所处的情景进行全面、系统、准确的研究，从而根据研究结果制定相应的发展战略、计划以及对策等。本文应用 SWOT 分析法，对智能电网下电力通信引入各种新技术进行可行性分析。依次分析其优势 S、劣势 W、机会 O 与威胁 T 四方面因素，然后列出 SWOT 矩阵，分析各个因素之间的可行性。

#### 4.1. 引入电力通信网络新技术的优势 S

1) 基于二层 MPLSVPN 和 IPv6 组网技术，接口标准统一开放，互联互通；传输可靠，网络自愈收敛时间快，二层 MPLSVPN 技术在 MPLS 网络上提供虚拟 LAN 的服务，它可以使同一 VPN 内的用户从多个地理位置分散的点同时接入网络，相互访问，降低了业务的开通复杂度，减小了业务提供的周期，简化了配置过程。

2) 软交换技术，实现网络互通，统一不同介质的网络，实现新业务及各种业务统计功能，非常适用于不

同网络并存互通的需要，这点在智能电网中最为关键。

3) ASON<sup>[7]</sup>实现了动态连接和资源的动态分配，它可以通过实时业务指派，最大合理使用网络资源，提供多种质量类型服务。

4) 统一通信<sup>[8,9]</sup>，将多种业务融合在一个基于 IP 的基础网络平台上，实现各类通信的统一和简化，使得客户可以在任何时间、任何地点都可以快捷的应用多种通信模式和其他客户保持联系。

5) 电力通信接入网，使智能电网延伸到最终用户，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。

#### 4.2. 引入电力通信网新技术的劣势 W

1) 智能电网的发展，新业务、新模式对通信的新需求还不太明确。

2) 各种通信新技术是否能够适应智能电网复杂的通信网络结构，目前尚不明确。

3) 电力通信技术协议的兼容性问题。在系统分散的电力通信专网中，设备的兼容性是非常敏感的。

4) 各种技术安全性问题。采用 IP 网络作为承载网络，各种技术就必然摆脱不了 IP 网络固有的网络安全上的缺陷。

### 4.3. 引入电力通信网新技术的机会 O

历史上任何一次经济的飞速发展都离不开创新技术；以智能电网为代表的能源产业将是下一代技术创新与经济发展的主体。

1) 电网的发展机遇：通信网的规模和覆盖范围不断扩大：电力系统通信网络将涵盖发电、输电(线路)、变电、调度、配电、用电 6 大环节；同时还要考虑电力用户的通信接入服务，即 AMI，通信业务、电网业务、增值服务将大大拓展；

2) 电力通信产业的发展机遇：满足电网，特别是智能电网业务需求的通信设备制造产业及相关服务产业；

3) 提升电力系统通信专业地位绝佳时机：两网的融合，一次网和通信网密不可分，信息通信地位及其支撑作用更加重要；

4) 电力通信技术水平(科研及研制)将大大提升；

5) 电力通信科研创新与成果：依托中国智能电网工程，形成一批具有国际领先水平的科研成果。

### 4.4. 引入电力通信网新技术的威胁及挑战 T

1) 近五年来通信资源及设备数量急剧增加，而通信专业人员数量增加得很少，智能电网的通信接入网建设无人可用。

2) 智能电网 6 大环节的信息通信保障，尤其是配电和用电网的通信方式及通信网建设急需解决。

3) 对现有公网通信技术的行业化改进。智能电

网对通信技术提出了区别于公众通信网的特殊要求：以数据通信为主，不同的业务有不同的特点和需求，从而不同业务应该走不同的信道。而根据实时性与组播则需求，宽带数据在分布式电源与储能设备的接入控制与管理、负荷管理与控制、配电网自动化与智能调度则应该集群通信。要实现传统光传输网络向 ASON 平滑演进，智能网元和传统设备必将在很长一段时间内并存，两者之间的互操作不可避免。

### 4.5. 电力通信网引入新技术的 SWOT 战略矩阵分析

表 1 所示<sup>[10,11]</sup>，为电力通信网引入新技术的 SWOT 战略矩阵分析。

## 5. 总结

综上所述，我们在加快引入各种电力通信新技术前要做好调研工作，从电力用户的需求到电网自身的需求，从设备的制造到商用网络的进展等，充分考虑安全性和兼容性问题，并密切跟踪智能电网的发展趋势，把握好时机，慎重地分步引入通信新技术。其次，要不断增加通信专业人才的引进和培训，寻求设备供应商的支持，加大投入力度，加快相关人员掌握电力通信网络新技术的管理操作能力和运营维护能力。最后，以配电和用电通信网的建设为契机，率先引入通信新技术，实施过程中，注意保护好现有投资，实现平滑过渡。当安全融合了各种网络通信新技术的

Table 1. The SWOT matrix used for feasibility analysis of the new technology in electric power system  
表 1. 电力通信网引入新技术的 SWOT 战略矩阵分析

	内部条件	
	优势S	劣势W
外部条件	S1: Internet2, 降低业务的复杂度, 减小业务周期, 简化配置过程; S2: 软交换实现网络互通, 新业务及各种业务统计功能; S3: ASON实现动态连接和资源的动态分配; S4: 统一通信将多种业务融合, 实现各类通信的统一, 并, 实现用户互动。	W1: 对新需求不明确; W2: 各新技术适应能力问题; W3: 各种技术通信协议兼容性问题; W4: 技术安全性问题。
机会O	SO战略	WO战略
O1: 电力通信专业的发展机遇; O2: 满足智能电网业务需求的通信设备制造产业及相关服务产业的发展机遇; O3: 提升电力系统通信专业地位绝佳时机。	加快引入IPv6、软交换、ASON、统一通信、电力接入网及网管服务技术的步伐, 明确演进实施计划, 充分做好准备。	增加通信专业人才, 加大投入力度, 寻求设备供应商的支持, 加快掌握电力通信网络各种技术的管理操作能力以及运营维护能力。
挑战及威胁T <sup>[9]</sup>	ST战略	WT战略
T1: 通信技术人员不足; T2: 通信保障问题; T3: 需要实现传统网络向 ASON平滑过渡	对各种通信技术的引入要做好充分的调研工作: 从用户的需求到自身的系统需求, 从设备的制造到商用网络的进展等。	抓住根本, 自主创新; 慎重对待各种通信技术的引入, 充分考虑安全性问题。把握成熟的时机。密切跟踪智能电网的发展趋势。

高速、双向、实时、集成的通信系统建成后，可以有效地提高电网的供电可靠性和资产的利用率，最终为实现智能电网的价值提供可靠的保障。

### 参考文献 (References)

- [1] 胡先志. 构建高速通信光网络关键技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 268-375.
- [2] 申芳. T-MPLS 技术在贵州电力通信网中的应用探讨[J]. 通信技术, 2009, 42(10): 2-5.
- [3] 宋垚. 软交换在电力通信中的应用展望[J]. 电脑知识与技术(学术交流), 2007, 9(17): 1-6.
- [4] 方璇, 李松青. 基于 NGN 的智能电网通信构架[J]. 电气开关, 2011, 49(2): 47-50.
- [5] 王斌, 黄湧. ASON 生存性技术在电力通信中的应用[J]. 电力系统通信, 2008, 32(04): 22-25.
- [6] 梅锋, 郭庆平. “三网合一”的原理与实现[J]. 现代电视技术, 2006, 2: 2-6.
- [7] 焦晓波, 周雅. 智能光网络在电力通信系统中的应用[J]. 机电工程技术, 2009, 39(9): 113-114.
- [8] 张志东, 陈培丽, 杨挺. 支撑智能电网的电力通信网[A]. 2009 年中国电机工程学会年会, 天津, 2009: 2-3.
- [9] 范俊成. 电力系统卫星应急通信网接入技术的研究与方案设计[J]. 中国新通信, 2009, 11(17): 23-25.
- [10] 张蕾, 刘辰, 杨正球. 网格技术与下一代网络融合研究[A]. 2006 北京地区高校研究生学术交流会, 北京, 2006: 4-5.
- [11] 杨海霞. 电力企业信息网络安全问题及解决对策[J]. 中国电力教育, 2009, 25(2): 240-241.