

光纤和智能电网

作者：Stephen Hardy，《Lightwave》总编

全球电网正向用光纤实现智能化传输转型。

光通信向智能网络的演进使得它在电网中扮演越来越重要的角色。有了政府基金的加入，智能电网市场的机会之大，足以吸引光系统厂家的注意。

智能电网应用的需求看似和设备厂家已有的平台相吻合，然而分析表明，智能电网的需求和传统电信市场有着显著的区别。

光纤和智能电网——时机恰到好处

对许多人来说，“智能电网”只意味着自动读取电表，这一层面的自动化是智能电网最表面的东西。正如一份提供给美国能源部的演讲表明：

作为一个自动化的、广泛分布的能源传送网络，智能电网可以被看作一个电能和信息的双重网络，可以监控从电厂到不同客户偏好的任何东西，并将分布计算和实时信息传送的功能集成到电网中，能够近乎瞬间在设备层面平衡供需关系。

“智能电网涉及到整个传输和分配基础设施，”在 Windsor Oaks Group 的 smartgridtrends.com 项目中研究智能电网的 Teresa Mastrangelo 解释到，“智能电网的关键在于：一旦这些元素到位，你会得到一个无处不在的自愈型网络，可以从根本上预测基础设施可能发生的问题，使得整个智能电网更高效地工作。”

供智能电网使用的可靠的通信网络的重要性已经吸引全球标准化组织、联盟以及监管机构的注意。例如，ITU-T 关于智能电网的专门小组在 10 年 6 月举行了就任大会；欧盟委员会于 2009 年下半年建立了智能电网任务规范。在美国，能源部 (DoE) 在 10 年 5 月发布了电力事业的信息化需求。

但如果真得想获得实质性的进展，则需要一定投入——这就是美国复苏和再投资法案 (ARRA) 的切入点。ARRA 不仅成立了宽带促进项目，还为智能电网预留了资金，至少有一个是一系列的智能电网示范项目，其中包括了通信技术。

全球的政府和电力事业公司也都在投资智能电网项目。全球智能电网的机遇还处于成长期——尚未定性——

无法准确估计到底有多大的市场。但 Lightwave 得到的一些信息表明有机构认为有百亿美元的市场。没有人可以估计这个市场又有多大一部分会分给通信行业，但可以相信，它将会非常巨大。

光纤进驻智能电网

毫不意外，不少的光系统厂商已经决定竞争智能电网应用的市场。而且这些厂家已经很幸运的和电网有了一定联系。

例如，Alcatel-Lucent 的能源市场副总裁 Peter Johnson 表示，他们公司已经开始为多家电网的 WAN 部署 SONET/SDH 多业务传输平台和 DWDM 系统。他认为这种光能源网络是向智能电网演进的改革，最终可以覆盖电厂层面。

光通信企业进入智能电网门槛较低的另外一个原因在于电信网络发展的不少趋势与电网应用相一致。例如，电网的通信网络也在从 TDM 向 IP 以及其它基于包的基础设施演进。低时延也是保证监测和保护尽可能实时化的重要因素。另外，由于电网停运的影响巨大，网络可靠性也是非常重要的因素。

虽然发展趋势类似，电网的发展图景和发展速度还是和电信市场有巨大差别。“电网市场是非常保守的市场，”Johnson 解释到，“一般情况下，除非已经有人用过，他们不会采用新技术。因此一定要依赖于前期市场来铺路。”

以从 TDM 到 IP 的演进为例。“去年，IP 还有点令人怀疑；今年，它的发生已经毋庸置疑，问题只在于什么时候发生，”Johnson 根据他在过去两届 UTC 电信会议上的经验表明，“但在多家电网机构眼里，特别是对于传输层而不是分配层，他们的主要需求还是传统的光通信解决方案。”

Ciena 公司高级产品经理 Chris Janson 表示，这种顾虑还会影响采购周期，电网客户采购周期较一般传统电信运营商要长。但他还表示，计划花 ARRA 钱的电网需要将他们的进度汇报给 DoE，这将在某些应用中加快决策速度。

带宽需求虽然在增加，但不如传统电信网络那么显著。“目前看来，他们不需要很大的带宽，”Alcatel-Lucent 的 Johnson 表示，“以 SDH 系统为例，一个 STM-1 就足够用。”

下转第25页

和其他行或列的 site 没有直接连接。与之前提到的点对点网络的主要区别在于 site 内部使用电路路由，故为了解决处于不同行与列的 site 之间的通信问题，需要给每个 site 增加两个电路路由器，一个负责把数据分组从同列转发到同行方向上，另一个负责把同行的数据分组转发到同列方向。不同行但同列的 site 间通信时，首先要把分组数据发送到与目的 site 同行或同列的 site，然后在中间 site 进行转发，先将光信号转化为电信号，后将其发送到正确的输出端口，再转化为光信号，图 4 所示的是 site 0 与 site 8 通信的过程。

4、基于令牌环的交叉开关网络。Corona 是一个基于令牌环仲裁的光交叉开关网络，其环形拓扑不会引起波导交叉。Corona 结构中的各 site 或是 cluster 都有一个专用波导束，由向其发送数据的所有 site 或是 cluster 所共享，故进入共享波导束的信号需要通过使用令牌环进行仲裁。如果一个 site 要发送数据到目的 site，需将其在目的 site 令牌通道的接收机调节到合适的波长来吸取令牌。一旦数据传输结束，发送数据的 site 向令牌总线再次注入一个光脉冲，从而释放令牌。

5、电路交换网络。电路交换网络中传输信号时，首先需要建立传输路径，即设置源 site 到达目的 site 沿途的光交叉开关，路径建立完毕就可传输数据，传输结束再拆链。这种网络一般是在电 torus 网络附加光 torus 网络，其中，电网络通常为低带宽的分组交换网络，负责建立从源到目的的光传输路径，而光网络用于实现无阻塞的数据传输。电网络中的每个交换节点都控制着一个与其自身连接的 4

×4 的光交叉开关。建立光路径时，源节点发送一个建链分组，该分组经由源 site 到达目的 site，在每个中间交换点，路由器设置对应的光交叉开关，并为数据分组预留到达目的 site 的路由。通信结束后，拆除先前建立的路径。电网络中 site 之间的互连需要很多长的电连线，这会增加设计难度，因而，macrochip 在设计中用一个低带宽的光网络代替相应的电网络，以完成路径建立的功能。

总结

随着集成电路技术和光器件的飞速发展，光互连技术以其高带宽、低能耗、低电磁干扰的突出优势，必然会取代传统电连接成为 NoC 的主流互连方式。Macrochip 的点对点网络比其他网络有着十倍以上的功耗有效性，而且网络复杂性最低，这是 macrochip 未来的主要方向。[LWC]

注：本文得到基金项目的资助：国家自然科学基金 (No.60803038、No.60725415)，国家重点实验室专项基金 (No.ISN090306)

参考文献：

1. Pranay Koka, Michael O. McCracken, Herb Schwetman, et al. Silicon-photonic network architectures for scalable, power-efficient multi-chip systems. Computer Architecture News, v 38, n 3, p 117-28, June 2010.
2. Zheng Xuezhe, P. Koka, H. Schwetman, et al. Silicon photonic WDM point-to-point network for multi-chip processor interconnects. Group IV Photonics, 2008 5th IEEE International Conference on. 2008.

上接第17页

尽管如此，智能电网技术的不断发展将会在未来打破这个平衡。Janson 说：“仅仅坐在这里读电表显然需要的码率较低。”随着电网机构需要汇聚数以千计的自动电表，加上整个网络的电力状态单元和监控单元，以及有合适的冗余备份这些链路，他说：“很快地，我们将会看到和传统电信类似的情形。”

电网所需的“合适的冗余”也和传统电信网有所不同。“在电信环境下只需要双重保护，”Johnson 解释到，“但在电网环境中，必须设计三重甚至四重保护以应对同时失效。”

电网市场还有特殊的标准和认证流程。在美国，这些标准或者来自联邦能源监管委员会 (FERC)，或者来

自北美电力可靠性公司 (NERC)，以及州或本地公共设施监管委员会。国际上，国际电工委员会 (IEC) 和 IEEE 扮演着重要角色。

然而对于大部分公司来说，给电信运营商开发的设备都能很好地为电网应用服务——只要它有足够的环境容忍度，可根据相关认证做出一些调整。Alcate-Lucent 和 Ciena 都沿用了这个模式。当然，FTTH 系统商可以给那些想将宽带业务当作不动产摊销的电网提供更广泛的平台。

JDSU 测试设备市场战略总监 Jon Bechman 总结，即使没有 FTTH 的参与，“光通信和光纤在电网的通信架构和基础设施的整体现代化进程中也扮演重要角色”，很多公司都等待着帮助。[LWC]