

2011 年技术预测

作者：Stephen Hardy，《Lightwave》总编

光通信涉及很多种技术。然而，有一项技术在 2010 年获得了最多的关注：这就是 100Gbps 技术。系统设备设计者在开发它，测试设备制造商为它提供新的评估方法，运营商网络和企业网络的经理们开始评估应用这项技术的经济性。

展望 2011 年，100Gbps 技术仍将是热门话题，因为有关这项技术的几个问题仍然没有答案。但是，以尽可能快的速度传输信息并不是满足某些业务需求的唯一方法，特别是要考虑成本的时候。因此，我们可以预期 2011 年将有其它几项技术或者成为光通信发展的新动力，或者进一步扩大其影响力。

如何判断一项技术是否具有影响力？用户觉得它能满足（或者潜在满足）他们的通信要求就是最明显的依据。有多少个厂商在开发它也是其影响力的一个显著信号。被广泛地议论当然也是一个证据。

本文将评述 Lightwave 预期的在光通信领域的几个方面具有重要影响的技术。整体经济的不景气显然会影响我们将要讨论的技术，会促进某些能节约成本的技术的发展，同时也会因为研发经费的削减而延缓某些技术的发展。

测试测量向高速发展

就像前面提到的，2010 年测试测量领域的很多技术进步都源于 100Gbps 技术的发展，例如，光调制分析仪的出现就是为了测量相干信号。

2011 年，我们将看到这些分析仪的更进一步改善。一个很明显的改进路径就是优化他们的性能以支持 400Gbps 和 1Tbps 技术的发展。大多数分析仪制造商宣称他们已为这项任务做好了准备。我们不久将会看到这是不是真的。

但是这些分析仪不能满足 100Gbps 测试的所有要求。示波器、误码率测试仪和其它仪器也有重要作用，它们也将向 400Gbps 和 1Tbps 测量发展。加强这些仪器的功能的研发工作也在进行当中。例如，实时示波器现在已经能支持 45GHz 的带宽了。我们预计 2011 年这些示波器将能在多信道上支持这样的带宽。

当然，随着 100Gbps 技术从研发走向商用，高速测

量技术也将从实验室走向车间。我们已经看到 2010 年下半年出现的一些仪器的应用范围跨越了研发、制造和认证。通过模块化平台架构实现仪器的多用途的这种趋势将在 2011 年延续。

上面这些仅仅涉及线路侧的相干测量。40G 和 100G 以太网标准的批准又指明了测试技术发展的新方向，主要是基于 WDM 或并行传送系统。幸运的是，这些测试技术发展的障碍不是速度或特殊的调制格式。事实上，这些技术已经能高效地测量多重 10G 信道。测试仪器设计师面临的挑战不是让仪器满足 40G 和 100G 以太网速率方面的要求，而是如何降低仪器的成本。市场上已经有了功能达到要求的仪器，但是价格太高了。

一旦这些高速技术以相当规模进入现场应用，运营商与企业网络经理们也要进行测试升级了。40G SONET/SDH 和 OTN OTU3/OTU4 高速信号分析仪器已经能够用于运营商的网络了。当运营商要评估一条链路能否支持 40Gbps 和 100Gbps，特别是还不需要相干检测的 40Gbps 传输时，他们需要色散分析仪器，这种仪器也已经很成熟了。

解决高速测量问题时可能错过的一种仪器是用于现场测试的光调制分析仪。当运营商部署和维护承载相干信号的网络时，究竟需要对多少种调制格式进行分析还是一个未解决的问题。运营商愿意为此花费多少资金也同样是不确定的。

数据速率不是速度提高带来的唯一问题。运营商和企业网络的经理们都要求加快测试过程和提高技术人员的能力，因为他们的技术人员不是数量不够，就是缺乏光测试的经验。2011 年，测试仪器将继续加强远程监控功能或者现场技术人员与维护中心的专家交流测试结果的能力。简单易用仍将对测试仪器的标准要求。

FTTX 技术寻求更多方式

FTTX 技术，特别是 FTTH，仍然是光通信领域的一个亮点。然而通向全光宽带网络的道路上仍然有不少障碍。Verizon 已经暂停了网络扩张。AT&T 似乎对其在多数区域市场采取的 FTTN 方式十分满意。在欧洲，由于担心光

纤接入会重新导致通信业的垄断，法规管制在增强。澳大利亚雄心勃勃的国家宽带网络（NBN）计划在最近的选举中成为争论的话题。支持 NBN 的政党在新国会中只取得了一席的优势。

提高铜线带宽的新技术似乎也使得 FTTH 技术并不一定是最后一公里是唯一选择。

支持 FTTH 技术发展的好消息是，随着澳大利亚国家宽带网络计划、美国宽带刺激计划和国家宽带计划以及其它国家的类似计划的提出，各国政府已经向尽可能多的居民提供宽带接入作为国家政策了。在宽带接入完成后要保持竞争也获得了同样的重视，这经常意味着开放接入。

这就要求技术的发展也能支持开放接入，要提供在同一个 FTTH 网络上传输不同业务提供商的业务的能力。因为许多刺激资金的使用者（特别是地方市政当局）是 FTTH 建设的新手，所以简易的网络部署方式也是技术发展的动力之一。

对于政府资金的很多使用者来说，这两个要求就意味着这采用点对点以太网（有时称为有源以太网）。点对点以太网能轻松支持开放接入，因为直接连接到家庭简化了向不同用户传送不同业务的过程。对于 FTTH 建设的新手来说，以太网也比 PON 更易理解，多数情况下，其部署也更简易。

最近的北美 FTTH 大会也体现了这一技术趋势，因为有越来越多的公司提供支持点对点以太网的产品。事实上，一些行业分析师认为，Calix 和 Occam Networks 的合并也是部分因为 Calix 想加强其以太网产品线。

然而，英国电信的 Openreach 显示，PON 也能支持开放接入。我们预计 PON 系统的这种开放接入能力将进一步发展，最终能为开放接入系统的部署提供交钥匙解决方案。

与此同时，下一代 PON 标准工作已经完成了对 10Gbps 的支持。IEEE 10GEPON 规范已经完成，ITU/FSAN 的 XG-PON 标准也即将完成。运营商已经现场测试了 XG-PON1（10Gbps 下行、2.5Gbps 上行）原型系统，不久将测试 XG-PON2（对称 10Gbps 上下行）。然而，这些下一代 GPON 系统的更多开发工作还在进行中。例如，尽管华为的技术已被 Verizon 首先采用进行试点，但华为的一位人士在 2010 年 10 月举办的 SCTE Cable-Tec 上说，他预计 XG-PON1 技术在 2012 年底之前还不会商用。

另一项下一代 PON 技术是 WDM-PON。它现在要依靠 IEEE 和 ITU 以外的支持来获得持续的技术创新。WDM PON 论坛 2010 年 9 月在北美 FTTH 大会上举行了

首次会议，讨论了如何将 WDM PON 纳入标准组织的视野。

对于 WDM-PON 的支持者来说，幸运的是，欧洲委员会和欧洲的一些国家已经开始资助一些研究项目了。最近的项目包括 SARDANA（致力于将 WDM-PON 扩展到城域网）和 ADVantage-PON。

用于有线电视网络接入的新标准也在制定中。SCTE 的 RFoG（光纤传射频）标准已接近完成。同时，由有线电视运营商制定的标准 DPoE（DOCSIS Provisioning of EPON）已经逐渐成熟，将于今年推出 DPoE 2.0 标准。

设备设计：速度高、体积小

2011 年，单波 100G 技术将从宣传阶段转入务实阶段。尽管 2010 年有了 100Gbps 相干系统的首次部署，但是总数还是很少。这是因为任何新技术的第一代产品总是很昂贵的，且只有少数的供应商。2011 年 100Gbps 系统供应商的数量将会增加，但是 10Gbps 系统价格的快速下降使 100Gbps 系统的价格障碍很难克服。

符合 OIF 实施协议的 100G 模块的出现将有助于解决前述问题。然而，这些模块在 2011 年底前可能还无法大量供应。

不管怎样，许多研究者们已经开始将目光投向 100G 之后了。根据业界最近的一些讨论，400G 已经成为开发者们认为能够达到的下一个目标。诺基亚西门子网络公司已经宣布了 200Gbps 技术试验，实现 400G 的一个方法就是用一对 200G 载波。该公司北美销售主管告诉《Lightwave》，他预计未来 12 到 24 个月可能会进行 400G 现场试验。

对 400Gbps 和 1Tbps 将会是个什么样的思考已经影响了其它技术的发展。例如，高于 100Gbps 的信号似乎不能准确地匹配 ITU 标准波长。因为 100G 信道的波长间隔、数量和对相邻波长的影响等还不确定，运营商开始要求波长无关的 ROADMs，以免未来数据速率升级时不得不重组网络。至少有两家公司 Finisar 和 Oclaro 已经接受了这个挑战，他们开始开发波长无关的波长选择开关（WSS）技术。但是即使这两个先驱也似乎不能完全确定他们的客户的理想与将要面对的现实之间是否存在差异。

与此同时，WSS 开发者将继续提高 WSS 的多维能力。支持 1:23 的 WSS 已经在 OFC 2010 上亮相了。然而，什么人何时才需要大量的这种器件还是未知数。

像 100G 这样的技术当然很有吸引力，但是 10G 是现

在网络大量使用的技术。因为技术发展通常跟随市场动向,我们预期 2011 年仍会有持续的 10G 技术创新。例如,因为 Oclaro 和 JDSU 都加入了供应商行列,可调 XFP 将会有显著的增长。我们预计其它 10G 模块厂商也会跟进。其它会继续发展的技术包括 SFP 和 SFP+ 等小封装模块,它们将进一步延长传输距离和改进性能。

随着可插拔 10G 收发器的普及和其组件尺寸的缩小,我们也能预期更多的功能将融入这些小封装器件中。Menara Networks 已经推出了 10G⁺ 收发器中的 OTN(OTN in a transceiver)。Finisar 收购 Broadway Networks 的一个原因就是后者的“SFP 中的 ONU(ONU in an SFP)”产品。

不管什么应用,更低的功耗、更小的体积和更低的成本都是设计的动力。这些因素也是实现“绿色”通信所需要的。

网络经理们追求高带宽、低成本

满足不断增长的带宽需求,同时不断降低资本支出和运维支出将继续是 2011 年推动技术发展的两个主要动力。今后每年也会是一样的。

在运营商方面,我们已经讨论了 100G。很多分析师(以及《Lightwave》)认为 40Gbps 技术至少作为一种过渡方案仍然有一定的未来。不少系统厂商(包括富士通、爱立信和诺基亚西门子网络)已经将 40G 相干技术作为通向 100G 的垫脚石。现在只有思科宣布它正在提供 40G 相干模块和线卡(这是因为收购了 CoreOptics)。然而,Oclaro(通过收购 Mintera)、JDSU 和 Opnext 已经将 40G 相干器件列入了它们的发展路线图,尽管 Opnext 似乎更专注于 100G 相干模块。

分组传输

不管业务流以什么速度传输,它可能都是基于 IP 或以太网的,也就是分组传输。光传输层和 IP/路由层的关系仍然存在着争论。每一家主要的光传输设备和路由器厂商都宣布了“IP/光层融合”策略,主要是为了理顺在长途核心网中哪个层控制哪些功能。当这些策略由类似思科(尽管它的产品中有光传输设备)的公司提出来时,它们看起来就是以路由为中心的,而由类似阿尔卡特朗讯(它的产品中也有路由器)的公司提出来时,就是以光层为中心的。

不论选择哪条道路,这些策略都要求光层和 IP 层紧密合作,形成一个统一的控制平面。每个厂商都在向这个目标迈进的过程中,所以我们能够预期技术的发展,特别是 GMPLS 和 MPLS-TP,将继续下去。

然而,分组和光传输的冲突在分组光传输平台中特别明显。Verizon 较早地在其区域网中采用了这种平台(现在已经清楚他们也愿意在核心网中采用)。现在这种平台在系统厂商的产品线中已经很常见了。估计也将普遍用于运营商的网络,特别是二、三线运营商。

企业数据中心

在企业市场,布线厂商预计随着企业网经理们要应对正在出现的 10Gbps 需求,以及潜在的 40G 和 100G 以太网的落地,OM3 和 OM4 光纤的部署量将会增长。一些光缆厂商已经推出了耐弯多模光纤。但是他们报告说,企业对此的兴趣还不是很强烈。

光纤到桌面产品的销售仍然艰难。但是,摩托罗拉和泰乐等公司已经重新组合了他们的 FTTH GPON 产品,使得园区范围的光纤部署更经济。政府、军队和大学率先采用了这些产品。

最后,区域网络业务提供商为了支持金融客户的算法交易引爆了对低时延技术的需求。光网络设备商迅速推出产品来满足这个需求。但是,很多厂商私下里说,他们将这个机会当作一个泡沫,当运营商在主要交易中心之间都建立了直通过路由后,它就将破灭。[LWC]

上接第16页

与单信道转发器相比,其备件成本大为降低。

该运营商于是得出结论:复用转发器具有战略性的应用优势,一则是业务需求似乎无所不在,二是在订货、设备部署甚至最坏的情况下需要重新布放光纤或租赁光纤所造成的时间损失同样会降低收入。

结论

本文案例中的电信运营商发现采用 8xGbE 复用转发器建设多节点 DWDM 网络具有许多优点,能够为商业客户需求的增长提供高性价比的 GbE 链路开通服务。在已有链路两侧的复用转发器上插入新的 SFP 模块能够很快地提供 GbE 业务,使得服务更快地推向市场,提高收入。具有多个路由的网络能够通过软件升级方便地实现 2 层以太网功能,例如类似 E-LAN 的业务。该运营商将来还可以考虑升级到 OTN 网络,借助 FEC 提高传输距离,同时增加光路的操作、管理和维护(OA&M)功能。这将是一个灵活性很高的平台,能够便捷地在现网实现。[LWC]