

电信行业的绿色革命：挑战和机遇

作者：Scott Wilkinson, Hitachi Communication Technologies America Inc.

电信行业绿色革命的根本在于降低成本，这已不是新的概念。新颖之处在于产业界对于这个目标的一致认可。

“绿色”已经从环境保护主义者和政客口中的流行词汇，逐渐成为电信行业强有力的技术推动力。电信企业及相关人士已经认识到能源效率的经济意义和社会意义。

电信行业的绿色革命增加和放大了绿色标准和需求，也提出了新挑战。挑战从运营商那里转移到设备制造商，再转移到器件制造商，最终需要基础研究者来研究对付复杂问题的新颖、绿色解决方案。

运营商需求

在运营商层面，绿色革命的首要推动力在于降低成本。公共关系方面的诉求只是虚张声势，绿色革命的根本原因在于触手可及的经济效益。运营商绿色革命的主要目标在于降低能耗，但可以通过多种形式实现。

降低能耗的方法首当其冲是减少网元的功耗。例如 Verizon 的 TPR9205《电信设备能源效率要求》对（不同组合中的）单位带宽所需能耗提出了苛刻的节省要求，以及在 2008 年水平上总能耗减少 20% 的目标。例如，对于

40Gbps 传输网元的电信设备能效等级（TEEER）可以按如下方法计算：

- 传输容量 Throughput：40Gbps
- 峰值能耗 Pmax：2kW
- 半负荷能耗 P50% load：1150W
- 休眠能耗 Psleep：900W
- $P_t = 0.35 * P_{max} + 0.4 * P_{50\%load} + 0.25 * P_{sleep} = 1385W$
- $TEEER = -\log(P_t / \text{Throughput}) = 7.46$

该数字越大越好，越小越差。根据 Verizon 的标准，可接受的传输设备的最小 TEEER 为 7.54，能耗比上述实例减少 17%。

除此之外，在运营商中，还有不太显而易见的一些节能减排的方案，包括：

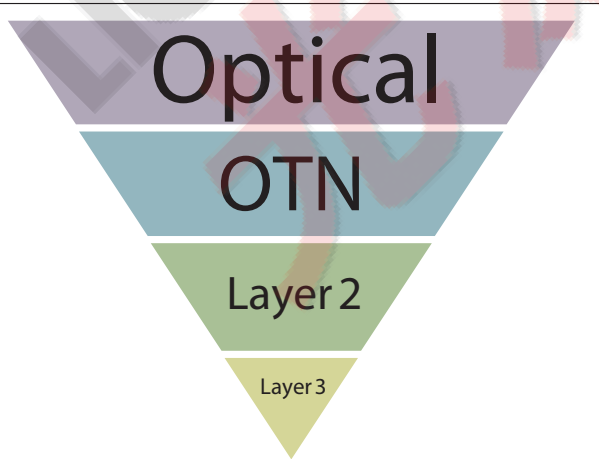
- 减少维修成本（更少的人员和设备运输量意味着燃烧更少的能量）
- 减少土地使用成本（更少的空调数量意味着更低的能耗）
- 减少运行成本（更高的网络自动化程度意味着所需的管理资源越少）
- 减少材料成本（更少的材料意味着更少的资源消耗）

上述任何一项需求都增加了额外的挑战，尤其是需求之间还可能互相冲突。例如，减少材料成本、土地使用成本意味着更密集的网络结构，然而，密集的网络结构则导致在更小区域内需要更多的能量，这不仅仅和 TEEER 要求冲突，也与行业标准，例如网络设备制造系统（NEBS）冲突。

运营商将网络绿色革命的压力转移到相应的设备制造商身上，让它们提供更密集、能耗更小的网元。尽管如此，运营商也在尝试将它们整体网络架构绿色化，包括扁平化网络、无源光网络（PON）和自动配给业务。

在扁平化网络中，单独的网络承载所有业务（如图 1 所示）。传统意义上，运营商将基于帧结构的网络、ATM

图 1



在网络的扁平化概念中，大多数业务可以在光层交换，只有在必要的时候才通过 OTN 交换实现；大多数 OTN 业务都通过 OTN 层交换，只有在必要的时候才通过通用 2 层交换（例如 MPLS-TP），2 层交换中，也只有少数的业务通过更昂贵的 3 层路由器交换。

网络、以太网和 TDM 网络并行处理。它们之间的重合很少。新网络方案则是基于 MPLS-TP 和 OTN 技术的单核网络结构，构建一个更高效的整体网络架构。在网络的核心中，业务在 OSI 堆栈的低层实现交换，以减少对于昂贵、高能耗的路由器端口的需求。

与此同时，PON 是全球大多数主要运营商对于接入网络的选择方案。随着光纤到户 (FTTH)，光纤到路边 (FTTC) 和其它 FTTx 的应用的推广，所有的运营商都意识到 PON 带来的绿色节能优势。PON 在终端没有电子设备，这不仅减少了能耗，而且减少了占地面积、散热和运维成本——这些都对满足绿色标准有所贡献。

自动配给业务，例如说通过典型的 GMPLS，让智能网络根据需求动态分配网络资源，需要的操作者也最小。减少操作者也意味着减少土地使用和运输成本以及所需设备，达到整体绿色化。

行业标准

Verizon 表示，要在标准化组织或政府的规范出台之前，实现它们自己要求的规范。AT&T 也因同样的原因开始了类似的尝试。从 2008 年 7 月起，这些运营商的努力在电信行业标准 (ATIS) 联盟开始其绿色革命时得到认可，而且成为全球（至少是美国范围内）的运营商行业标准。

ATIS 于 2009 年 3 月通过发布标准来定义电信能效比 (TEER)。除了一个 E 的区别，ATIS 的 TEER 和 Verizon 的 TEEER 很类似。ATIS 不断在绿色技术的行业标准上努力，于 2009 年 5 月提交了绿色考察组原始报告和 ATIS 环境可持续发展报告。（更多关于 ATIS 绿色革命的信息，请参考 <http://www.atis.org/Green/index.shtml>）

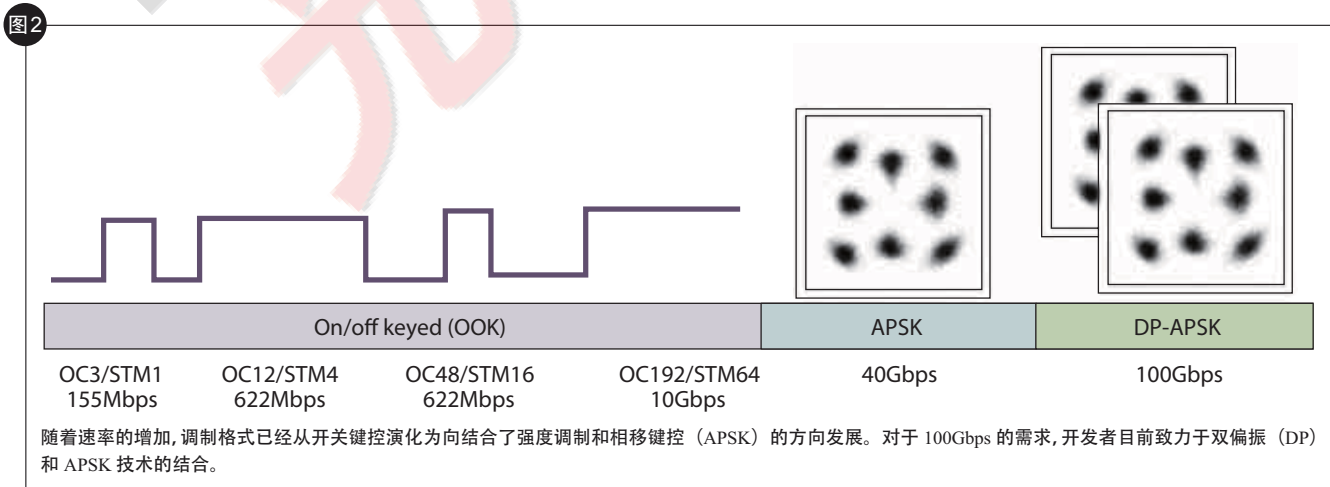
设备制造商的挑战

运营商规范和电信设备产业绿色标准给网络设备制造商提出了巨大的挑战。不仅仅在于它们需要设计耗能更少的设备，而且这些设备必须比以前的设备速率更高，占地更小。为了满足这些需求，设备制造商不仅要尝试采用新技术来设计更小更快的设备，而且需要在网元设计和网络概念上有所创新。

多业务提供平台 (MSPP) 是上个 10 年电信业繁荣发展时期在创业公司中非常流行的概念。尽管如此，大多数 MSPP——常被称为“上帝盒子”——由于各种各样的原因，从来没有在主流运营商中取得成功。近期，MSPP 东山再起，被认为是绿色网络的候选平台，并被冠以类似于分组光网络传输平台 (POTP) 之类的新名字。

MSPP 允许网元供应商及其客户通过将不少功能集合在单一网元中，以减少实现特定功能的整体设备的体积。比如 POTP，将 DWDM、传输、TDM 交换和分组交换在单一平台中实现，减少了交换机、路由器、可重配置光分插复用器和传输单元。设备供应商演示了与传统操作方法的节能对比，结果显示运营商网络中单位比特单位时间的能耗有所减少。

设备制造商的绿色革命包括先进的能耗管理机制，例如在不使用的时候让终端用户设备进入睡眠模式。主要运营商目前购买的 FTTH 设备，都需要支持睡眠模式，在语音、视频、数据不需要发送给客户时启动睡眠模式。睡眠模式的需求包括快速重启动，让用户在拿起电话或是打开电视的时候，不会感觉到明显的延迟。这个睡眠模式不仅减少了终端设备的能耗（业务提供者很少为这些能耗买单），而且增加了电池寿命，从而增加了器件寿命。





器件厂商的机遇和挑战

绿色需求最后集中在器件厂商身上，它们需要制造更低能耗的器件，功能却更复杂，例如高速率、高灵活性、高可靠性、小体积——却要与之前的器件价格一样。这些问题都要通过基础研究来解决，还需要引入新的概念。

一个现在已经从研究阶段进入大规模实施阶段的“绿色”方案是光传输的新型调制技术。在过去，高速光传输意味着高速开关控设备，导致了不断提升的设备需求、更复杂的网络结构、更多的网络附加器件（例如色散补偿器件、增益斜率补偿器件、偏振模色散补偿器件等）。然而在 40Gbps 中，产业界接受了强度和相位调制的概念（一般来说采用 APSK 或者强度相移键控，如图 2 所示），通过减少波特率来减少网络复杂度。100Gbps 的下一步创新，如双偏振技术，将会使得网络设计者以更低的速率来支持巨大的网络容量提升，而不需要昂贵和非绿色的升级方案。

电信行业的基础研究不断进行。从芯片级到板卡级，随着硅基光子学的研究，如 IBM 的 Terawave 项目和 INSiAVA 和 Kotura 等创业公司在能耗和信号处理速度方面的创新，芯片到芯片、板卡到板卡之间光信号的传输即将有新的突破。

Infinera 和 Luxtera 等公司在光子集成电路 (PIC) 方面有所创新，制造了传输系统有史以来最小的发送机、

调制器和接收机，使得高速器件的能耗大幅降低。

单芯片系统创新不断将更多的功能集成到更小、更低功耗的封装中。在高速电路的低能耗设计方面进一步的研究成果即将从实验室诞生，而且在接下来的三到五年内将对产业界产生影响。

对于器件厂商和研究人员来说，挑战很艰巨，机会也很多。这是多少年来首次为了满足客户需求而进行研究，意味着产业界即将经过新一轮的产品、技术创新，也有可能产生一到两个新兴公司。

整个产业链的机遇

绿色革命给产业链的任何一环都带来了机遇。系统层面，绿色网络的新需求使得运营商开始讨论新设备、新结构、以及传统供应商外的新设备制造商。能耗减少以及其它的绿色革命都成为大大小小的运营商正式的 RFP（招标书）中的需求。那些能够开发低能耗、低维护成本和低网络复杂度的设备制造商将有全新的机会。

电信行业绿色革命的根本在于减少成本，这不是什么新概念。全新的概念在于产业界一致认为节省能量的重要性和容量扩充和性能创新一样重要。当产业界达成了共识，则一定会有创新型厂商、研究人员和企业的机遇。[LWC]

上接第18页

相对长度。光纤束长度不同是产生偏移的主要原因。但是如前所述，在 DCCC 的测试中，使用松管时 40/100GbE 的偏移特性比最坏情况好很多。而且，松管结构保证光纤受到的应力最小——而光纤应力是导致动态偏移的主要原因。

松管光缆比带状光缆更加紧凑。更小的直径和更高的可靠性使得其更加适合用于机柜和配线架的布线。

举例来讲，表 2 比较了带状光缆和称为“MDP”的松管光缆。如表所示，减少的松管光缆尺寸进一步降低了整个光缆的尺寸。由于尺寸和重量的降低，线路的成本也得到了极大节约。这样的设计同时具备了类似带状光缆的长度控制能力和松管光缆的低应力能力。在集线器和跳线板上，光缆可以很容易地连接。

MDP 光缆非常适合于预先端接结构。预先端接结构不仅保证了端面连接的质量，而且节约了安装时的

人力。

选择最佳线缆

随着数据速率的不断提高，每链路所需的光纤数量也在不断增加。光纤的数量正在成指数增长。当我们审视数据中心的需求时，可以发现，松管光缆，尤其是小尺寸的光缆具备以下多种优点，是多模光纤部署的最佳选择：

标准兼容：这种光缆目前可以应用于 1 或 10GbE 系统，未来也支持 40/100GbE 系统。

机械优势：这种光缆安装容易，可与不同光缆管理系统连接，将安装时的准备工作和劳动力降到最低。

费用降低：尺寸降低、劳动力和材料的节约，都促使总费用大大降低，最终为用户提供了更好的投资回报。[LWC]