



数据中心的铜缆和光纤的选择

在数据中心比较铜缆和光纤的选择

在大多数数据中心的设计中通常会同时使用铜缆和光纤基础设施。本文建议应该基于数据中心期望达到的应用对每一种都进行慎重考虑，而不是说一个要取代另一个。因为网络设备和布线方案具有不同的性能，应该做个透彻的分析，以最符合成本效益的数据中心的基础设施，来最大限度地提高您的投资回报率。

电源和冷却效率

有若干因素促使数据中心决策者决定对目前的数据中心进行修改，补充，迁移或合并。电源和冷却系统是两个较重要的因素。在许多传统的数据中心，老式的空气处理装置以每吨冷却所用的电力（千瓦/吨）来衡量，运作最佳时效率大约 80 %。较新的装置根据制造商和型号不同运作在 95-98 % 的效率之间。在某些情况下，为了获得新装置的高效能，公司注销旧的设备更具成本效益。

但对于任何冷却设备，除冷却装置本身之外的条件也可以对效率有重大影响。比如将废弃的电缆从线槽中移除，以减少空气阻尼和将气流最大化，安装护栅或气动枕座以维持地板下的静态压力，修正机柜内部的布线以减少从前到后气流的阻抗，这些简单的步骤，都是有益的，并且迫使公司看重这些以及其他相对简单的升级，来改善电源和冷却效率。当今绿色/生态和降低功耗使决策摇摆不定，功率消耗和冷却间的循环关系将选择网络设备重新纳入讨论（例如：服务器，开关，SANs）。

增长的存贮和带宽趋势

除了要求更快的处理和低功耗，最近在数据保留方面立法和指令的变化（例如：萨班斯奥克斯利法案）使驱动存储成本增高。而这些不同的行业，治理和公司的政策，毫无疑问，对存储和数据恢复的要求正呈上升趋势。据 IDC¹，“2007 年共有 281 exabytes 的信息，或者说地球上的每个人约有 45 GB”。对于数据中心的任何其他设备，拥有和传递的数据越多，就需要更多的带宽。为了支持更快的通讯，有越来越多的超高速数据传输协议和布线基础设施，每个都对电源和物理接口有不同的要求。

为满足这些不断增加的对数据中心带宽的需求，基于平衡双绞线布线，双芯同轴布线和光纤布线的 10 Gb/s 应用越来越多。市场研究公司 Dell'Oro 集团预测，到 2010 年，基于铜缆的

10 GbE 将占到 8.8M 10GbE 设置的 42 %。一项 Linley Group 的研究表示：“……到 2009 年，我们预测 10 GbE 出货量将远远超过一百万个端口。快速增长的刀片服务器市场将带动 10 GbE 交换机的需求。在物理层，10 GbE 市场会经过几个过渡。。。。包括向 10GBASE-T 铜缆的转变”。

10Gb/s 的基础设施选项

有几个布线方案可以选择，这些方案都可以完成 10Gb/s。InfiniBand 是其中一种选择。InfiniBand 单一的最大优势是，它有远远低于 TCP / IP 和基于以太网应用的响应时间（约 1 微秒），这归功于在传输协议这方面的开销少得多。InfiniBand 不仅在存储领域的集群和网络运算环境中日益普及，并且是一个低延迟，高性能的局域网互连，每端口的平均功率消耗大约为五瓦特。

一个单一的 InfiniBand 通道是 2.5Gb /秒，4 通道可以在 SDR（单数据率）模式下达到 10Gb /s 和在 DDR（双数据速率）模式下达到 20Gb/s。InfiniBand 的接口包括双芯同轴（CX4）型连接器和光纤连接器：现在即使是平衡的双绞线布线也由 Annex A5⁴ 支持。当今最主要的 InfiniBand 连接器还是采用一个 4×（4 通道）或 12×（12 通道）串行通信的双芯同轴。这些应用视制造商不同限制在 3--15 米间，这对某些数据中心而言可能是一个限制因素。光纤 InfiniBand 的消耗大约每端口 1 瓦特，但每端口的成本却是平衡的双绞线端口的大约 2 倍。有源电缆组件可以将铜缆 CX4 转换为光纤接口并且将距离从 3-15 米增加至 300 米，但这是这是一项昂贵的选项，并增加了一个额外的故障点，同时每个电缆末端引入了响应滞后。CX4 InfiniBand 电缆的一个缺点就是直径太小，其 30AWG 电缆的直径是 0.549 厘米（内径 0.216），而一般 24AWG 电缆的直径是 0.909 厘米（内径 0.358）。

随着 IEEE 802.3an 标准的发行，平衡双绞线布线（10GBASE-T）的 10 Gb / s 是增长速度最快的，并且有望成为 10 GbE 最广泛采用的选择。标准中对 6a 类/class E_A 和 7 类/class F 或 7a 类/class F_A 这些布线系统指定了短距离模式，因为它们比现有的 6 类布线有更好的衰减性和串扰性能。高性能布线使得短距离模式下（30 米以下）PHY 设备的降低功耗得到简化。相比较 6 类或者更长的 E_A 级，F 级或 F_A 级，电力补偿（低功率模式）是降低电力消耗的一种选择。依制造商而定，数据中心中连接距离小于或等于 30 米的可以节省预计约 50 % 的电源。

IEEE 802.3 10GBASE-T 标准指定了一个目标，“10GBASE-T PHY 设备将计划满足适用于以前先进的以太网标准的 3 倍成本 10 倍性能的指导方针”。这意味着，当平衡双绞线兼容的电子产品不仅仅是在商业上可用，而是在商业上可以负担得起的，相对光纤兼容的电子产品的成本，它将在一个非常有吸引力的价格点上提供多种速度。由于维修费用是基于原始设备购买价的，不仅首次安装成本较低，后期维修的成本也将更低。第一代平衡双绞线兼容的电子芯片的响应时间已经比书面标准规定的将近 2.5 微秒更快了。

在 1Gb/s 的速度下，平衡双绞线兼容的电子产品比光纤提供更好的响应速度；但是若考虑 10Gb/s 的响应速度，目前光纤组件比平衡双绞线兼容的 10GBASE-T 电子产品有更好的表现，但是也达不到 10Gb/s infiniband/CX4 的效果。不过，未来一代的铜缆交换机的 10GBASE-T 的芯片可能会改变这个现状。在光传输中有一点很重要的是，为了有助于响应速度，设备需要执行从电到光的转换。

平衡双绞线仍然在大多数数据中心的布线连接中占主导地位。根据最近一项 BSRIA 新闻发布：“...调查结果突出了在数据中心更高速度的激增；10G 铜缆布线类别的广泛的选择，特别是屏蔽；数量上铜缆/光纤的比例是 58:42。75 % 的受访者在计划选择铜缆布线作为他们 10G 链接时选用屏蔽布线，采用 6 类，6a 类和 7 类的比例基本相同。目前 OM3 在美国的数据中心有一个相对较低的比例。光纤选择仍然是和成本紧密有关，但看起来受到一

些高端应用的牵引，比如希望未来可支持 100G 的和那些不愿意等待 10Gb/s 或 40Gb/s 铜缆接口设备出现的。”

以光纤为基础的 10Gb/s 应用虽然在设计之初是为了提供主干的应用,并且作为多个千兆链接的聚合，目前仍是 10GbE 最成熟的选择。当所服务的主干链路超过 90 米长时,光纤更长的延伸范围造成了光纤电子设备的额外费用。但利用光纤对较短的数据中心布线时会导致成本过高。

平衡双绞线电缆和光纤布线混合在数据中心是常见的做法。在数据中心使用的最常见的 10 千兆以太网光纤传输是 10GBASE-SR。它将根据所安装的不同类型光纤布线支持不同的距离。对于 OM1 光纤（例如，FDDI 级 62.5/125 μm 的多模光纤），距离被限制到 28 米。对于激光优化 OM3 级 50/125 μm (500/2000) 多模光纤，距离跃变到 300 米，并即将证明支持目前正在发展的 IEEE 下的 40G 和 100 Gb/s 应用。

为了增加 OM1 光纤的距离发布了另外两个光纤标准。10GBASE-LX4 和 10GBASE-LRM 将允许的距离增加到 300 米和 220 米。但必须注意的是，LX4 和 LRM 电子设备相对于它们的 SR 类似设备来说比较昂贵，并在大多数情况下，将您的光纤电缆升级为激光优化多模光纤（OM3）是更便宜的选择，并且不会由于费用较高的 LX4 和 LRM 电子设备而导致维修费用的抬高。

10 Gb/s 基础设施选项从 1GB/s 到 10Gb/s 的进展

在许多情况下，将光纤和平衡双绞线电缆从 1GB/s 升级到 10Gb/s 都需要改变以太网交换机，因为老式的交换机结构不支持多重的 10Gb/s 端口。在选择平衡双绞线或光纤来升级到 10GbE 之前，应先确保电力，冷却系统以及布线可用空间是足够的。这项分析还应该包括初期安装费用和后期的运作及维修费用。

目前 10Gb/s 交换机的功率消耗是平衡双绞线与光纤布线在数据中心成本分析对比中的一个主要因素。第一代 10GBASE-T 芯片运行时每端口 10--17 瓦特，对 10GBASE-T PHY 的制造商来说，低功耗是一个目标，也是一个挑战。无疑下一代芯片像 InfiniBand 端口一样可望有更低的功耗需求，或大约有第一代的一半。同样我们今天所看到的，对于千兆以太网，从第一代芯片到目前的技术，功率从六瓦特每端口到 0.4 瓦特每端口，下降了 94%。最近公布的 Aquantia 的 5.5 瓦特每端口的 10GBASE-T 的芯片可支持这个。

需要进一步指出的是，IEEE 正工作在能源效率的以太网（802.3az）技术下，这将使链路在闲置期间自动下降到较低的速度水平——这种能力使从 10Gb/s 到 1 Gb/s，甚至以后更低的速度时功耗降低估计 85%。当能源效率以太网应用到下一代 10GBASE-T 的芯片，每 24 小时的平均输出功率将会更小。由于光纤不能自动转变，这个潜在的节省电源模式不适用于光纤。

由于光纤电子不能自动转变,从 1000BASE-xx 到 10GBASE-xx 的转变需要硬件的变化。对比之下,1GbE 和 10GbE 都可以由 10GBASE-T 平衡双绞线兼容的设备支持。硬件的变化,造成停机时间并缩短了网路硬件投资的生命周期。10GbE 光纤通信有几个选项。每一个都有不同的范围,波长和光纤媒体的类型。下表显示了各种平衡双绞线和光纤数据中心应用的端到端的成本比较,包括三年维修合约费用。

应用	范围	渠道成本	模块 建议零售价	三年维持率 15 %的成本	端到端总的 成本
光纤					
1000BASE-SR	220m-550m	\$ 381.64	\$ 995.00	\$ 447.75	\$ 1,824.39
1000BASE-LR	550m	\$ 381.64	\$500.00	\$225.00	\$1,106.64

铜缆和光纤的选择

10GBASE-SR	28m-300m	\$ 381.64	\$3,700.00	\$1,665.00	\$5,746.64
10GBASE-LRM	220m-550m	\$ 381.64	\$1,495.00	\$672.75	\$2,549.39
10GBASE-LX4	300m	\$ 381.64	\$4,000.00	\$1,800.00	\$6,181.64
平衡双绞线					
1000BASE-T / 10GBASE-T	100m	\$376.09	\$1,185.00	\$533.25	\$2,094.34
10GBASE-CX4	3m-15m	\$495.00	\$600.00	\$270.00	\$1,365.00
Infiniband	3m-15m	\$495.00	\$1,295.00	\$582.75	\$2,372.75

*在此模型中，除 Infiniband 之外，激光优化（OM3）多模光纤和 6A F/UTP 平衡双绞线布线的成本计算包括了安装。Infiniband 使用了预组装 10GBASE-CX4 电缆组件。细节请参考总成本白皮书，

http://www.siemon.com/us/white_papers/06-05-18-tco.asp 模块的建议零售价是基于思科®系统的。

虚拟化的好处

有了虚拟化，无论界面是否使用，效率都会进一步提高。今天一个刀片连接 8-10 个虚拟服务器成为可能。这也就是说，8-10 个服务器将用 8-10 个千兆位端口于一级网络，8-10 个于二级网络，8-10 个键盘-视频-鼠标（KVM）连接，8-10 个管理或远程监控连接，8-10 套电力供应，8-10 套存储连接等等。使这个总额下降到一台服务器，一组电源供应器，一组网络连接和一组存储，这同时吸引了地产和资本支出。然而，为了做到这一点，网络需要有足够的吞吐量。在电力上的整体成本减少是驱动虚拟化的一个重要因素。

上述数字不包括机架成本，电力供应，管理模块等。以上所列价格只是基于公开发布可得到的价格基础上的。个人配置的交换机底板和类型会有所不同。基于 InfiniBand 的 10GBASE – CX4 应用的双芯同轴并不适用结构化布线系统。这些电缆组件通常购买自设备制造商，并且距离限制在 15 米。10GBASE-CX4 和 Infiniband 的费用包括 CX4 电缆组件的平均成本。

如前所述，光纤从 1 Gb/s 到 10 Gb/s 的转变需要硬件的变化。假设 SR 模块被用于两个应用程序，如今的 1000BASE-SR 安装启用升级为将来的 10GBASE-SR 的费用将包括这两个系统，总共 $\$1,824.39 + \$5,746.64 - \$381.64 = \$7,189.39$ ，假设已安装了一个可用的光纤通道（\$381.64），并且它将重复使用。对于 10GBASE-T，因为它能够支持 1Gb/s 和 10Gb/s，并假设基于标准的 3 倍成本 10 倍性能，一个单一的支持两种速度的端到端的渠道价值 \$2,094.34。比起光纤的 \$7,189.39，这将节省 71% 的费用，相当于节省 \$5,095.05。

现阶段，一个有 500 个 10Gb/s 可用端口，使用 1000BASE-SR 并计划升级到 10GBASE-SR 的数据中心，总成本包括设备的升级（不包括机架，停机时间或人工费）大约在 350 万美元。同样使用自动电源的 10GBASE – T 基于铜缆的装备大约为 100 万美元。这就表示如果换为使用平衡双绞线布线的 10GBASE-T，将节约大约 250 万美元。

毫无疑问，许多专家一致认为，相当长的时间内，平衡双绞线布线仍将是一个主导的解决方案。现实中大多数数据中心，以太网通信将混合使用平衡双绞线和光纤。光纤将继续保持其在数据中心存储中的应用，还有距离超过百米的，或为那些通过较高的预算来保证将来支持 100 Gb/s 应用的用户中的使用。

在决策过程中需要设计援助和其他工具支持的，请联系您所在区域的西蒙销售代表，并访问 www.siemon.com。西蒙在数据中心的设计和实施援助方面有很丰富的经验，并有全球团队支持你的数据中心决策。

注：

1. “多元化和数字宇宙爆炸：2011 年全球信息增长最新预测”，国际数据公司，3/2008
2. “数据中心短期 10GBaseT 功率消耗削减”：电子设计, 9/2007
3. “以太网交换机指南和 PHY 芯片，第四版” -Linley 集团,8/2007
4. InfiniBand™架构规格的补充，第2卷-附件第5条
5. “美国数据中心的结构化布线和网络选择” - BSRIA (3. 2008)
6. Press Release: “Aquantia Demonstrates Robust Performance of Industry’s First Low-Power 10GBASE-T PHY at Interop Las Vegas” – Aquantia, 4/2008 link:
www.aquantia.com/pdf/Aquantia_Interop_08_release_Final.pdf

思科技术开发商计划

西蒙是思科技术开发商合作伙伴计划的一个参与者，有全系列的布线产品以支持其技术。获取这些产品的清单请访问

http://www.cisco.com/pcgibin/ctdp/displayProfile.pl?PARTNER_ID=54708

关于作者

Carrie Higbie 在计算机和网络领域有着超过 25 年的担任主管和顾问的丰富经验。她是美国西蒙公司的全球网络应用经理，为最终用户和有源设备制造商提供技术支持。她在全球范围内的业界活动发表讲话和发布专栏文章。Carrie 是 TechTarget 的 SearchNetworking, SearchVoIP, SearchDataCenters 的专家并为这些栏目和 SearchCIO, SearchMobile 论坛发表专栏，并且是该委员会的顾问。她是 BladeSystems 联盟的前任主席，现在是董事会成员。她参加 IEEE, 以太网联盟和 IDC 企业专家小组。她有一个电信专利，还有一个正在等候结果。