

Cat 6A

为什么是当下铜缆布线的必然选择？

George A. Zimmerman, CME Consulting, Inc.

2021年2月



简介

Cat 6A 系统首先于 2004 年推出，是专为 10GBASE-T 应用而设计的布线系统。从技术角度而言，任何新建项目如需支持以太网供电 (PoE) 以及数据速率达到或超过 1Gbps，Cat6A 布线系统已成为明智的选择。

虽然 Cat 5e 和 Cat 6 布线系统支持 PoE 和 2.5G/5GBASE-T 技术，但其性能还取决于实际案例中成束线缆的规划和网络应用部署密度的差异。布线设备是网络中使用寿命最长的资产之一。如果在初始部署多千兆以太网技术时，就计划能够利用已安装的布线设备，那么在规划任何长期使用的新项目时都应考虑使用 Cat 6A 布线，保障未来的扩展能力，从而避免布线设备限制网络应用性能。

本白皮书探讨了数据通信和以太网供电技术的发展历史和未来趋势，主要介绍：Cat 6A 与 Cat 5e 和 Cat 6 的本质区别以及为什么这一点在今天这么重要。综合考虑这些因素，无论新安装是服务于目前新兴的应用，还是预计未来五年仍有良好发展前景的应用，Cat 6A 都是明智的选择。

Cat 6A 的起源

要了解 Cat 6A 的特别之处，需要追溯到创造这一标准的应用——10GBASE-T。2002 年 11 月，Solarflare Communications 和康普工程师迈出了促成 IEEE 802.3an-2006 10GBASE-T 标准的第一步：一个指导手册和意向征集。10GBASE-T 的初衷是使用信号处理技术来减轻布线内部的所有干扰，如平衡插入损耗、消除回波损耗、消除近端和远端串扰，以及使用高性能模拟电路，这样一来，影响性能的唯一因素只有线缆本身的外部噪声（见图 1）。

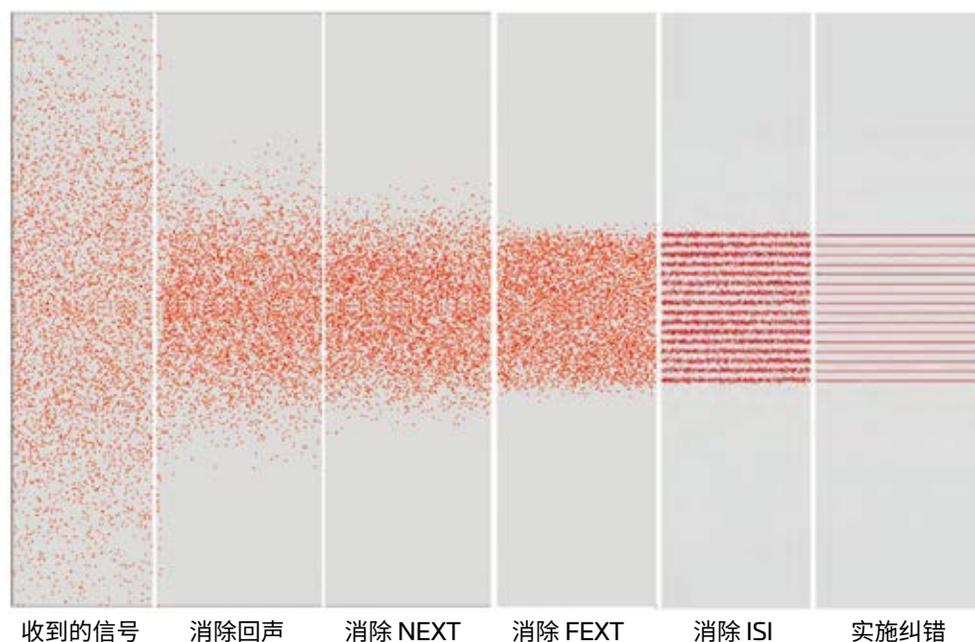


图 1: 10GBASE-T 中的噪声消除

早期测量表明，在许多情况下，已安装的 Cat 6 甚至部分 Cat 5e 布线表现出足够支持 10GBASE-T 的低噪声水平。然而，多家布线公司进一步分析发现，线缆之间的串扰（称为“外来串扰”）具有高变异性，再加上最坏情况的插入损耗，将成为 10GBASE-T 性能的限制因素。在 2002 年 11 月的会议上，与会者就控制外来串扰和减少插入损耗的必要性达成了共识。康普工程师团队勾画了需要哪些额外的规范来支持 10GBASE-T。正是这些要求奠定了 Cat 6A 的基础，并且距离最终规范只有几分贝的差异。Cat 6A 是第一个规定可重复外来串扰性能的布线规范。在指定 500 Mhz 频率的同时，改进了 Cat 6 布线的插入损耗，以尽可能优化网络电子设备的性能。

Cat 6A 的优势

在 Cat 6A 出现的几年后形成的规范，与目前市场中存在的规范并没有太大区别。简而言之，Cat 6A 有两大优势：在捆扎情况下具有可预测性能和更低的线缆损耗。

在 Cat 5e 和 Cat 6 中测量的外来串扰取决于线束的紧密度，以及干扰信号在线束中的位置（见图 2）。

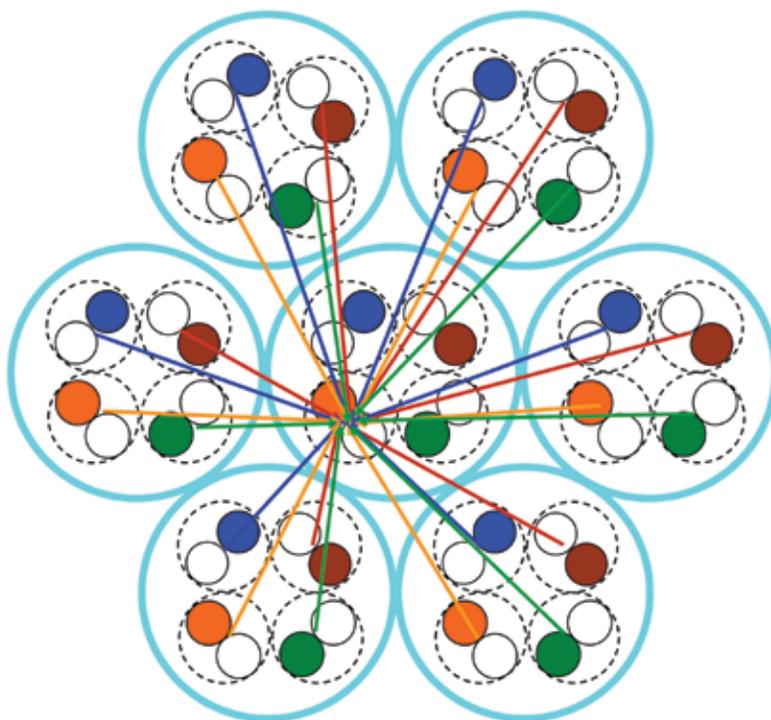


图 2：来自于线束中其他线缆的外来串扰

外来串扰产生的噪声范围相当大（见图 3 和图 4），而 Cat 6A 可在指定的低级别提供可预测的外来串扰性能。

测试配置控制...

- 每个信道进行四次“6包1”PSANEXT和PSAACR-F测试
 - 测试 1：端到端完全捆扎
 - 测试 2：从机柜段起的 50 米捆扎（50 米的工作区域未捆扎）
 - 测试 3：从机柜段起的 10 米捆扎（90 米的工作区域未捆扎）
 - 测试 4：整条信道未捆扎
- 同时测量插入损耗
- 以下幻灯片包含扫频图中的测试结果
- 最差情况的外来串扰余量与 Cat 6A 限值进行比较

图像由康普提供

图 3：外来串扰测试案例（来源：mei_ngeabt_01b_0115.pdf，IEEE 802.3 Next Generation Enterprise Access BASE-T 研究组，2015 年 1 月）

Cat 5e 通道最差情况余量

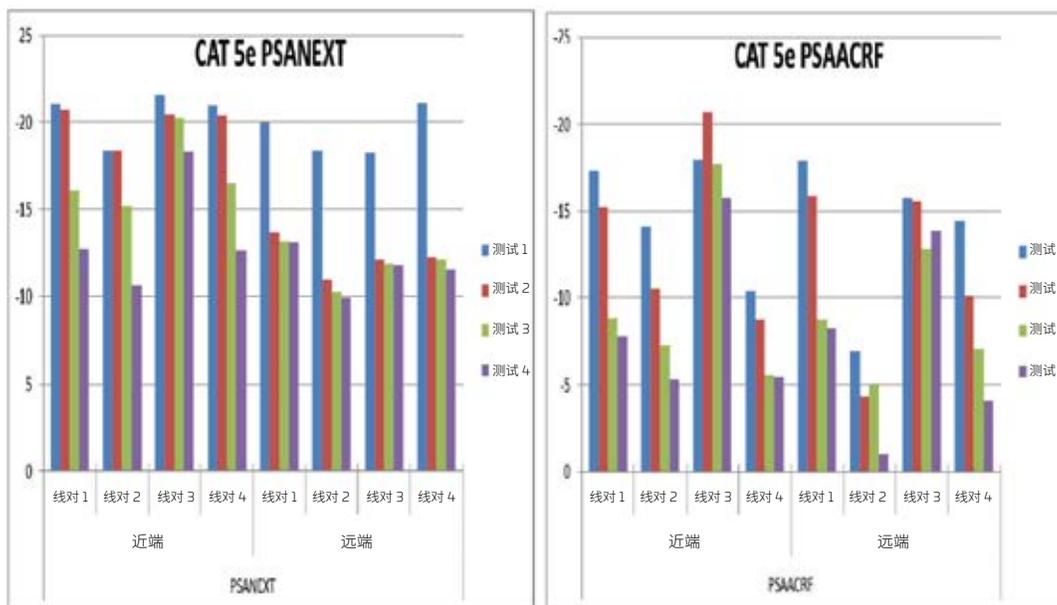


图 4：外来串扰变化对比测试案例（来源：mei_ngeabt_01b_0115.pdf，IEEE 802.3 Next Generation Enterprise Access BASE-T 研究组，2015 年 1 月）

此外，Cat 6A 插入损耗由 ANSI/TIA-568-C.2 和 ISO/IEC 11801 标准规定，优于表 1 所示的 Cat 5e 和 Cat 6。

表 1: Cat 5e、Cat 6 和 Cat 6A 信道的插入损耗 (来源: ANSI/TIA-568-C.2)

	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A
100 MHz	24.0 dB	21.3 dB	20.9 dB
250 MHz	-	35.9 dB	33.9 dB
500 MHz	-	-	49.3 dB

通常通过使用更粗的导体来降低直流电阻，从而减少插入损耗。尽管在 TIA-568 中对于 Cat 5e、Cat 6 和 Cat 6A 规定的最大直流环路电阻规格是相同的，但事实上通常是不同的，Cat 6 和 Cat 6A 的电阻更低。这在 TIA TSB-184-A 中进行了说明，如表 2 所示。

表 2: 60°C 的标称直流环路电阻 (来源: TIA-TSB-184-A, 表 2)

Cat 5e	Cat 6	Cat 6A
24.38 Ω	20.09 Ω	20.09 Ω

以太网供电和 Cat 6A

10GBASE-T 规范与 IEEE 802.3at (也称为 PoE+) 几乎是同步制定的。随着技术的发展，问题也很快浮现，即以以太网供电需要注意多根线缆捆扎在一起输送电能时产生的热量。像 10GBASE-T 一样，PoE+ 也需要考虑捆扎线缆和布线损耗 (时间敏感型直流损耗) 的影响。为了抑制外来串扰耦合效应，在开发 Cat 6A 时对线缆间距进行了良好控制，因此，不仅可以解决 PoE 中线缆变热的问题，还将提供出色的可重复性能。另外，Cat 6A 为了改善插入损耗通常会使用较大的导体尺寸，这有助于降低直流电阻，进而减少发热。虽然 802.3at 标准将电流和功率级别保持在现有布线可支持的级别，但是从 PoE 到四对供电和 802.3bt 的变革将能利用 Cat 6A 的性能。

从 2013 年开始制定四对以太网供电标准时，目标就是在所有四对线上支持供电，达到或超过 802.3at 在两对线上提供的电流水平，并在保持有限电源安全规范的前提下，输送尽可能多的电能。这就为新标准设定了两个目标：

- “Type 3”，电源可以在线缆的所有八根导线上，为每根导线提供高达 60 瓦 /0.3 安培的电流，类似于在同一个四对线缆中拥有两个 802.3at 系统，以及
- “Type 4”，电源可以在线缆的所有八根导线上，为每根导线提供高达 90 瓦 /0.48 安培的电流，将规格扩展到有限电源允许的限值。

众所周知 (参见 TSB-184-A 或 NEC 2017 的 725.144)，如果将线缆中载电流导线翻倍，发热将增加 1.4 倍 (即 2 的平方根)，所以这些新的 PoE 类型将会增加线缆发热。经过广泛研究后，最终发布了 TIA TSB-184-A、ISO/IEC TS 29125，并在 2017 年版的“美国国家电气规范” (2017 NEC[®]) 中新增章节 725.144，均旨在对线缆捆扎作出规定。Cat 5e 水平布线线缆通常使用 24AWG 的导线尺寸，在 3 类 (和 802.3af/at，或 Types 1 和 Types 2) PoE 系统中使用时，每根导线的电流为 0.3 安培，符合线缆的发热假设。因此，当线缆用于传输功率更高的 4 类 PoE 系统中时，每根导线的电流将达到近 0.5 安培，需要在更大的线束尺寸中使用至少 23AWG 的导线尺寸，才能使线缆保持低温。

在 TIA-TSB-184-A 中发表的研究显示，Cat 6A 布线（通常为 23 AWG 或更粗）的发热量低于 Cat 5e 或 Cat 6。另外，在 Cat 6A 布线中使用的物理布置方法和线缆结构都能降低线束发热。例如，TSB-184-A-1 附录 A 中的表格显示，与 Cat 6 相比，Cat 6A 能够在线束中输送更多电流，并减少线缆的发热量。

未来的数据传输

虽然 10GBASE-T 是第一个直接指定外来串扰的技术，但是在二十一世纪，外来串扰一直是每一种新型双绞线以太网 PHY 的限制因素。对于更新的中间速率技术和不对称技术，如 2.5GBASE-T、5GBASE-T 和 HDBASE-T，由于设计在已安装的线缆上运行，因此都将受到外来串扰的限制。即使 1000BASE-T 将外来串扰称为限制源，但 IEEE Std 802.3 中的附录 40A 对千兆以太网的混合或捆扎线缆中的外来串扰仅仅是提供了建议限制。2.5GBASE-T 和 5GBASE-T 指定在 Cat 5e（具有 5 Gbps 运行所需的扩展频率条件）和 Cat 6 布线上运行，但是如果针对实际使用情况（ALSNR，外来串扰信噪比），则可能会无法满足标准。已安装的 Cat 5e 或 Cat 6 配置未必能够满足 ALSNR 标准；虽然可以通过实施抑制程序、控制捆扎长度和使用 Cat 6 布线来降低相对风险，但 Cat 6A 总是能够达到所需的外来串扰性能标准。以下表格由 NBASE-T Alliance 提供，显示了 Cat 5e 和 Cat 6 配置的相对风险水平，以及 Cat 6A 可保证达到的性能。

表 3：支持 2.5G 和 5G 应用的内部布线参数

	2.5G BASE-T	5G BASE-T
已安装的 Cat 5e	✓	需要扩展频率
已安装的 Cat 6	✓	✓
已安装的 Cat 6A	✓	✓

资料来源：NBASE-T Performance and Cabling Guidelines, NBASE-T Alliance, 2016 年 8 月

表 4：2.5G 和 5G 应用的 ALSNR 支持风险

捆扎线缆长度：0-50 米	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A
2.5G BASE-T			可保证
5G BASE-T			可保证
捆扎线缆长度：50-75 米	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A
2.5G BASE-T			可保证
5G BASE-T			可保证
捆扎线缆长度：75-100 米	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A
2.5G BASE-T			可保证
5G BASE-T			可保证
ALSNR 风险	高	中	低

资料来源：NBASE-T Performance and Cabling Guidelines, NBASE-T Alliance, 2016 年 8 月

趋势显而易见，新的数据访问技术会继续将外来串扰视为部署的主要障碍。这种影响目前正逐渐浮现，但在未来将会迅速发展。随着未来 Wi-Fi 接入速率和计算需求的增长，大多数分析师认为，IEEE 802.3bz/NBASE-T 2.5G/5GBASE-T 技术将会非常成功，得到业内广泛的支持，并获得越来越多的企业交换机端口市场份额。有关更多信息，请参阅 [650 Group](#) 和 [Delloro](#) 的这篇文章。

市场上已经有了可互操作的 802.11ac Wi-Fi 接入点、网络附加存储、机器视觉、游戏和服务器接口卡以及采用 2.5GBASE-T 和 5GBASE-T 技术的以太网交换机，并得到各类企业的广泛使用。未来五年，802.11ac Wave 2 无线技术等速度超过 1 Gbps 的技术将不足为奇，甚至会受到住宅市场的青睐。规模经济已经将 2.5G 和 5GBASE-T 技术推向了高端消费市场，包括像 [Apple](#) 这样的家喻户晓的品牌，带动了这些技术的高速部署和发展。TIA、ISO/IEC、NBASE-T Alliance 和 IEEE 802.3bz 明确提出了以下建议：新安装可使用 Cat 6A 布线获得性能保障，从而支持这些应用。

楼宇和数据中心正在越来越多地采用 Cat 6A 系统，持续削弱 Cat 6 的价格优势。另外，在进行布线决策时，安装的人工成本不容忽视。由于对于劳动力需求的差异很小，因此在包括人工成本（并且根据人工费率）的情况下，首期成本的整体溢价将会明显降低。另外，随着越来越多的应用受到外来串扰影响，需要更换 Cat 5e 和 Cat 6 布线的可能会来得更早。这将进一步降低新 Cat 6A 安装的总体拥有成本，使 Cat 6A 成为明智之选。

结论

任何新的线缆安装需要在支持原有应用的同时，还应支持未来 10 到 15 年内可能出现的应用。由于 Cat 6A 是使用熟悉的向后兼容 RJ45 接口并指定外来串扰性能的第一种布线类别，因此已经迅速成为支持大于 1 Gbps 速率的新安装的首选，为越来越多的应用提供支持。此外，Cat 6A 在高功率以太网供电应用中，能够降低线缆的发热。访问速度更快与 PoE 传输更普遍、更高功率的趋势，使得 Cat 6A 案例在任何着眼未来的安装中，都已成为不可阻挡的商业趋势。

康普通过创意构想和突破性发现，推动通信技术的发展。这些构想和发现均足以激发伟大的人类成就。我们与客户和合作伙伴合作设计、创造并构建世界先进网络。发现新的机遇并实现更美好的明天是我们的激情和承诺。了解更多信息，请访问 zh.commscope.com。

康普公司（全球总部）

地址：1100 CommScope Place,
SE Hickory NC 28602, 美国
电话：+1 828 324 2200

业务联系方式

康普电讯（上海）有限公司

北京办公室

地址：北京市东城区建国门南大街7号
璞邸酒店C座6层605室
邮编：100005
电话：010-8593 7300

上海办公室

地址：上海市闵行区吴中路1799号
万象城B座2楼
邮编：201103
电话：021-8022 1011

广州办公室

地址：广州市天河区珠江新城华夏路30号
富力盈通大厦701室
邮编：510623
电话：020-8560 8128

成都办公室

地址：成都市锦江区一环路东5段8号
天府国际大厦第15层01A单元
邮编：610065
电话：028-6132 0508

武汉办公室

地址：武汉市洪山区珞狮南路（文荟街交叉口）
星光时代大厦10楼1003号
邮编：430079
电话：027-8768 8258, 8768 8558

深圳办公室

地址：深圳市南山区科苑路科技园
金融基地2栋5楼F单元
邮编：518057
电话：0755-2639 6610

CommScope Solutions International Inc.

地址：香港九龙观塘观塘道388号创纪之城
1座8楼811-18室
电话：+852-2515 7500

CommScope Technologies LLC Taiwan Branch

地址：新北市板桥区新站路16号38楼
邮编：22041
电话：+886-02-7753-1599

工厂联系方式

康普科技（苏州）有限公司

地址：江苏省苏州工业园区
出口加工区B区
启明路77号
邮编：215121
电话：0512-8818 1000

康普通讯技术（中国）有限公司

地址：江苏省苏州工业园区
苏虹西路68号
邮编：215021
电话：0512-6761 0069

请关注



@康普公司

COMMSCOPE®

zh.commscope.com

如需了解更多信息，请访问我司网站或联系您的康普销售代表。

© 2022 CommScope, Inc. 保留所有权利。带有™或®标识的所有商标均为在美国的商标或注册商标，并且可能已在其他国家/地区注册。所有产品名称、商标和注册商标均为其各自所有者的财产。本文件仅供规划设计之用，不涉及对任何康普产品或服务相关规格要求或保证的修改或补充。

WP-1120531-ZH-CN (10/22)