

IEEE 802.3at PoE Plus Operating Efficiency:

IEEE 802.3at PoE Plus 运行效率:

如何保持热态应用凉态运行

正在制定中的 PoE Plus 标准的发展给通过结构化综合布线系统进行电源传输带来一个新的重大挑战。PoE Plus 设备传输的更高功率导致布线系统内部的温度升高，这将给系统的性能带来消极的影响。本文中的信息将有助于读者选择最合适的 PoE Plus 布线，以减少直流电引起的温度升高并且将由高温引起的物理和电气性能退化的风险降低到最小。

重点和结论:

- 尽管对人类来说是安全的，但是与PoE Plus应用相关的600mA 电流还是会在安装的布线设备中生成热量。
- 布线设备里温度的过量上升不能在现场进行测试或者得到减轻。
- 布线设备里温度的过量上升能够导致插入损耗的上升以及护套材料的过早老化。
- 选择热逸散性能较好的媒质能够减少温度的过量上升所带来的相关风险。

- 6A类 F/UTP布线系统所消散的热量要比5e类布线多至少百分之五十。
- 7A 类S/FTP布线系统所消散的热量要比5e类布线多至少百分之六十。
- 我们有理由预见，6A 型或者更高级别的布线将成为支持将来更高性能电信功率应用的最佳媒介。

市场展望：

在通信布线系统上同时传送电源与数据的吸引力是不可抗拒的。通过以太网供电(PoE) 设备的 IEEE 802.3af¹ 的好处包括基础设施管理简单化、电力消耗下降、由某些应用例如 VoIP 的应用带来的业务成本降低，甚至包括从建筑的主交流电源分离而使得安全性提高。市场研究表明 PoE 市场正面临着巨大成长的顶峰，而且其数字是惊人的！根据市场研究公司 Venture Development Corporation² 预测，2007 年大约运送了 4700 万个 PoE 激活的交换终端。展望未来，该公司预测 PoE 激活的交换终端的运输的增长速度将比整个以太网终端运输几乎翻一倍，并在 2012 年达到 1.3 亿多的终端。

IEEE 802.3af PoE系统（以下简称“类型1”）可以在一个安全的标称的48伏特直流电（VDC）下通过TIA 3类/ISO C级和更高级别的结构化布线传输高达12.95瓦特（W）的容量给带电设备（PD），从而可以轻松的支持如下装置：

- 基于IP的语音和图象传输设备；
- 基于IP的网络安全监控相机；
- 无线访问接入点（WAPs）；
- 无线射频识别系统（RFID）标签阅读器；
- 建筑物自动控制系统（即温度调节装置、烟雾探测器、报警系统、安全访问、工业用表/计时器，以及标记阅读器）；
- 打印服务器和条形码扫描器。

PoE PLUS 介绍：

2005 年，IEEE 抓住时机提高供电设备（PSEs）的性能以传输更多的电力来潜在地支持如下装置：

- 笔记本电脑
- 瘦客户机（特别是运行网页浏览器或远程桌面软件应用）
- 具有摇动/倾斜/变焦（PTZ）性能的安全监控相机

- 互联网协议电视 (IPTV)
- 生物统计传感器
- WiMAX³ 收发器, 可以通过远距离 (即点对点链路和移动多孔访问) 提供无线数据, 并为要求额外电力的其他装置提供大容量

为了支持这种需要, IEEE 802.3at⁴ 特别小组开发了一个PoE Plus或“类型2”系统的规格, 从而可以在一个安全的标称53 VDC下通过过去的TIA 5类/ISO D级: 1995和更高级别的结构化布线系统 (注意: 新安装的布线系统应该符合或超越TIA 5e类/ISO D级: 2002 的要求) 提供高达29.5瓦特给带电设备 (PD)。类型2的分级要求预计在2009年中以IEEE 802.3 at出版发行。有关类型1 (PoE) 和类型2 (PoE Plus) 系统性能的详细比较请参考表1。

表1: PoE和PoE Plus系统规范概要

	类型 1 - PoE	类型 2 - PoE Plus
布线最小类型	3类/ C级	直流电环路阻抗<25Ω的5类/D级: 1995
带电设备 (PD) 可用最大功率	12.95 W	29.5 W
供电设备 (PSE) 输出的最大功率	15.4 W	30 W
允许的PSE输出电压	44 – 57 VDC	50 – 57 V
标称PSE输出电压	48 VDC	53 VDC
最大的电缆直流 (DC) 电流	每对350 mA	每对600 mA
最大运行环境温度	60° C	50° C
安装限制	无	每个电缆束最高5kW的传输功率

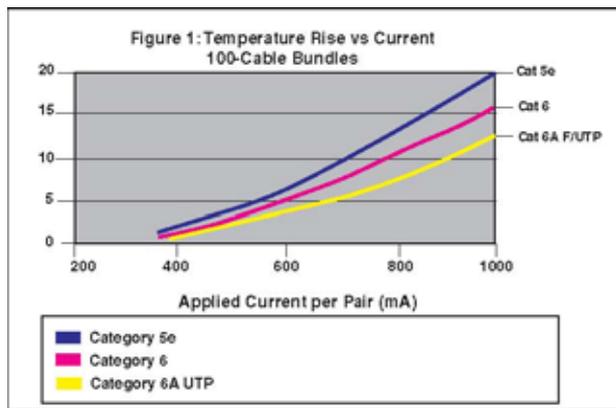
POE PLUS 面临的挑战:

正在制定中的 PoE Plus 标准的发展给通过结构化综合布线系统进行电力传输的规范带来一个新的重大挑战。首先, 由于2型PSE设备传输的电力更高, IEEE需要了解由于电流传导引起的布线系统内部温度升高, 然后详细说明 PoE Plus 应用的运行环境从而保证维护正确的布线系统传输性能。为了取得进一步成果, IEEE争取到了TIA和ISO布线标准发展组织来规定各种型号双绞线电缆的最大允许电流。

通过广泛深入的研究并搜集大量数据, TIA有能力开发出与配置在100根线缆为一束的5e类、6类和6A类电缆中的每个线对应用的电流相对应的温度升高的剖面图, 如图1所示。有趣的是, 这些剖面图主要是以非屏蔽的双绞线 (UTP)

电缆的性能分析为基础创建的。这些剖面图的数据后来被提交到ISO委员会并得到确认。正如所料，由于5e类电缆的导电直径最小，其散热性能也最差，并且由于电流通过而产生的温升也最大。需要注意的是，5类电缆并不包括在研究范围之内，因为5类布线已不再被TIA推荐用于新的设施安装项目。IEEE采用了5e类电缆基线剖面图作为支持PoE Plus应用的电缆的最坏情况最大允许电流的代表。

图 1：100 根线缆一捆配置下的电缆电流与温度升高对应图



另外，TIA指导手册推荐的能支持PoE Plus所应用的电流水平的布线系统可接受的运行环境为：最高温度增量为10°C，绝对最高温度为60°C。考虑到这个信息，IEEE选择将类型2运行的最高温度降低到50°C，从而消除高温情况下复杂的功率减额。其次，IEEE必须确定一个不会产生超出10°C温升的最大的布线直流（DC）电流。一项基于5e类最坏情况最大允许电流剖面图的分析使IEEE PoE Plus系统专家将600mA指定为类型2设备的目标最大布线直流（DC）电流，根据TIA剖面图，这会使布线温度升高7.2°C。虽然这个温度低于推荐的最大值10°C，但它提供了极有用的系统裕量，有助于弥补由高温引起的插入损耗的额外增长（[参见工具条1](#)），并将护套过早老化的风险降到最低。关注过度温升引起的运行误差是非常关键的，因为这种情况在现场还无法探测。

工具条1

UTP对F/UTP和S/FTP布线系统的温度减额：

众所周知，当布线环境周围温度升高的时候，插入损耗增加（信号大量削弱）。为了解决此问题，TIA和ISO指定了一个基于温度的减额因素用来确定当温度高

于20°C时，为了满足信号插入损耗限制，最大水平电缆距离应该减掉的长度。

而不为人知的是，为UTP布线专设的减额调整允许更大的插入损耗的增量（从20°C到40°C每°C增长0.4%，从40°C到60°C每°C增长0.6%），而F/UTP和S/FTP系统指定的减额调整则较小（从20°C到60°C每°C增长0.2%）。这就意味着F/UTP和S/FTP布线系统比UTP布线系统在高温情况下的性能更加稳定并且更适合于支持例如PoE Plus应用。

TIA 调查的另外一项成果是发现温升会随着电缆束尺寸的增大而增强。基于5e类最坏情况剖面图的分析促使 TIA 提供全面的指导手册来说明注入任何电缆束的最大功率不应超过 5kW，最高 45°C。这项限制将有可能进一步收紧以适应 IEEE 的最高温度 50 °C。有趣的是，当 IEEE 承认电缆最大允许电流是电缆类型和安装规范（即捆扎方式）的一种功能时，却是在提议的 802.3at 标准的范围之外提出这些事项的。据预测 TIA 将在下一期的电信系统公告（TSB）中探讨这些问题。预计 TSB 将描述安装布线（包括捆扎式布线和管道布线）的环境条件、不同级别和类型电缆的散热剖面图、以及这些条件和剖面图如何影响电信布线的性能以支持 PoE Plus 应用。

保持冷却：

首先，在新的或者改造升级的安装中，必须考虑到对结构化布线系统内热量增高的处理。设计为 PoE Plus 作好准备的布线系统所面临的主要挑战是：

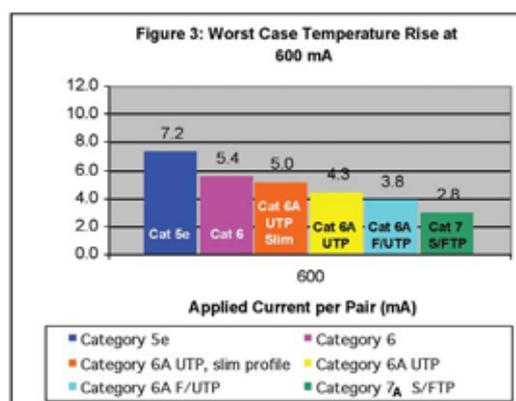
- 确保操作温度不超过 50 °C，并且
- 详细指定布线类型和安装规范，例如捆扎方式可以尽可能减少由于电流通过而产生的温度升高

因为没有简易的方法来冷却热态路径（想象一下在亚利桑那州、印度、阿根廷、西班牙、以色列，或者达尔文、澳大利亚的天花板空间）或监控由PoE Plus应用引起的安装好的布线系统内的温度升高，所以减少由于过度的温度升高而引起的风险的推荐方法是选择具有非常好的散热性能的电纜。TIA最大允许电流剖面图确实非常有帮助，它可以在选择不同媒介类型时清晰的展现其相对优势（例如6A类UTP电纜比5e类UTP电纜和6类UTP电纜具有更好的散热性能），但是还并不完善。确切地说，这些剖面图还不能展现6A类屏蔽电纜（F/UTP）和7A类全屏蔽电纜（S/FTP）的性能。

除了正在进入市场的新型的更细的 6A 类 UTP 电缆，西蒙实验室也研究了 6A 类 F/UTP 电缆和 7A 类 S/FTP 电缆 CMR 和 CMP 的最大允许电流。实验电缆根据 TIA 的 100 根线缆一捆配置的要求（参见工具条 2）布置并对每一种媒体类型最坏情况温度升高进行模拟。西蒙公司将 6A 类 UTP 的测量结果以及 6A 类 F/UTP 和 7A 类 S/FTP 的测试结果一起递交给 TIA 作为参考的数据。散热性能的对照结果参考图 2。因为 7 类电缆和 7A 类电缆的物理结构非常接近，所以这两种电缆的最大允许电流估计应该是相等的。对每一种媒体类型在 600mA 电流下的最坏情况温度升高可参考图 3。

图 2：100 根线缆一捆配置下的电缆电流与温度升高对应图

图 3：600mA 电流下的最坏情况下的温度升高



工具条 2

西蒙 100 根线缆一捆的电缆束作带电温升测试配置情况：

1. 以一段长度为 1.2 米的电缆为中心，将 1.2 米长度的多根电缆的敷层仔细地绕在中心周围，形成一个对称的 6 包 1 的电缆束。
2. 将电缆束用电工胶带固定并在电缆护套表面嵌入一个温度感应热电偶。
3. 将另外的长度为 1.2 米的电缆缠绕、固定并装上热电偶，将捆束逐渐从 18 包 1 的电缆束增加到 36 包 1，到 60 包 1，到 90 包 1，直到最终形成一个 100 包 1 的电缆束。典型的捆束配置参见照片 1。嵌入的温度感应热电偶的样本参见照片 2。
4. 将完成的 100 包 1 的电缆束悬挂在任何方向与任意物体的最小距离都为 0.3 米的空中，如照片 3 所示。捆束的末端以绝缘泡沫塑料覆盖以消除捆束末端的热量扩散，从而确保最坏情况热量的准确测量。测试从一个连续的电流供

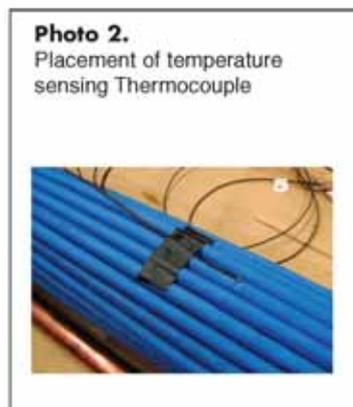
应给电缆束中所有的 4 线对。

5. 每对的电源供给电流设定为 720mA，应用的电流总量为 2.88A。每个捆层的初始样品温度都被测量并且记录。每间隔一小时读取每个热电偶的温度刻度。最终温度刻度在捆束稳定 4 个小时之后读取。不出所料，最高温升恰好记录在离心线最近的热电偶上。电缆束的热阻取决于测量结果，散热剖面图，包括 600mA 时的性能也是来源于测量结果。
6. 测量精确度约为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

图片 1：电缆测试样本捆束准备

图片 2：温度感应热电偶的放置

图片 3：电源供给悬挂捆束测试



推翻有关散热的错误观点：

因为金属比其他的热塑性的护套材料具有更高的传导性，热量模拟可以用来预测屏蔽电缆和全屏蔽电缆比 UTP 电缆有更好的散热性能。西蒙的数据证实了这个模拟并且清楚地证明了屏蔽电缆比 UTP 电缆表现出更好的散热性能，而且

全屏蔽电缆在所有的铜双绞线媒介类型中具有最好的散热性能。*不幸的是，关于屏蔽和全屏蔽系统因PoE和PoE Plus应用而‘掉入热量陷阱’的误解至今在业内存在着。这个观点是完全错误的而且很容易就被模拟和实验室数据推翻。*

媒介类型的选择：

有趣的是，PoE Plus 应用的目的是与 10BASE-T、100BASE-T 和 1000BASE-T 兼容，但与 10GBASE-T 的兼容性却被注明没有被新的标准排除。因此，为了试图使安装的电缆最大百分比地运转成为可能，即将颁布的 802.3at 标准详细说明了直流环路阻抗少于或等于 25 欧姆的符合 ISO ‘11801 D级：1995’⁵ 和 TIA ‘568-B.2 5类’⁶ 布线系统是支持 PoE Plus 的最低等级。需要注意的是，这些是针对过去已存在的 100MHZ 级别的布线。对于新的安装，TIA 认可 568-B.2 5e⁶ 类布线，ISO 认可 D 级：2002 布线。虽然这些目标对已安装 5 类/5e 类或者 D 级：1995/D 级：2002⁷ 电缆的最终用户是个好消息，但是这些布线系统的散热性能非常差，对于那些专注于新型或更新升级的用户和厂家来说还存在更好的选择。

需要强调的是，具有优良散热性能的电缆布线意味着：

- 运行温度很少可能超过 50°C，
- 可靠的通用安装规范，例如捆扎方式，几乎不可能影响整体的温度升高，
- 减少由于温度升高而引起的令人不快的插入损耗增加的可能性，
- 减少布线护套过早老化的风险。

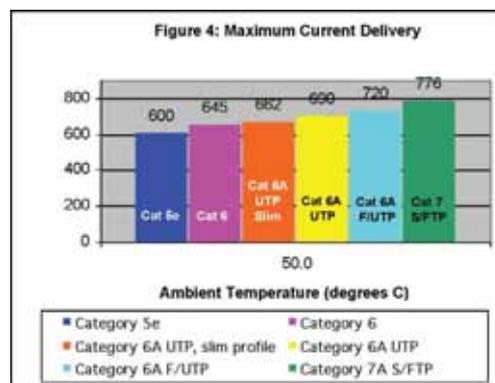
电缆生产厂家提供优良的散热性能是尤其关键的，因为目前还没有方法在已有的安装中检测温度升高或者减轻高温环境。从历史观点上来说，合适的性能裕量水平是标准规定界限的 50%（对于传输性能参数来说是等同于 6 dB 的裕量）。根据这些原则，*能够提供最好的散热性能且支持PoE Plus应用的解决方案的是 6A 类 F/UTP 和 7A 类 S/FTP 布线系统。*事实上，7A 类 S/FTP 型布线系统比 5e 类电缆的散热性能高出 60%！

PoE PLUS 的前景：

鉴于 PoE Plus 应用在功能和成本节约上的众多优势，可以预测向带电设备提供更多电力的需求只是在几年之后。幸运的是，提高散热性能也是一个能够在 IEEE 最大 10°C 温升的限制范围内支持更多电流传输的能力。图 4 显示的是在不

超过最大温升限制范围的情况下，在 50 °C 时可以应用在不同媒介类型的最大电流。鉴于其出众的电流传输能力，毫无疑问，6A 类或者更高级别的布线将成为支持将来更高性能电信供电应用的最佳媒介。

图 4：最大传输电流



定义：

正在制定中的 PoE Plus 标准的发展给通过结构化综合布线系统进行功率传输的规范带来一个新的重大挑战。首先，由于 2 型 PSE 设备传输的电力更高，IEEE 需要了解由于电流传导引起的布线系统内部温度升高，然后详细说明 PoE Plus 应用的运行环境从而保证维护正确的布线系统传输性能。为了取得进一步成果，IEEE 争取到了 TIA 和 ISO 布线标准发展组织来规定各种型号双绞线电缆的最大允许电流。

插入损耗： 一个信号在振幅和强度的减少量（通常指衰减）。

类型 1： PoE 传输系统和装置

类型 2： PoE Plus 传输系统和装置

缩写词：

°C：摄氏度

A：安培，电流单位

AC：交流电

DC：直流电

dB：分贝

IP：网络协议

IPTV：网络协议电视

kW:	.....千瓦
MHz:	.....兆赫
PD:	.....动力装置
PoE:	.....以太网供电, 发表IEEE 802.3af
PoE Plus:	.....以太网供电Plus, IEEE 802.3at, 待确认
PSE:	.....供电设备
F/UTP:	.....非屏蔽双绞线周围的箔 (可应用于6A型和低级别布线系统)
IEEE:	.....电气和电子工程师协会
ISO:	.....国际标准化组织
M:	.....公尺
mA:	.....毫安培, 电流单位
RFID:	.....无线射频识别系统
S/FTP:	.....箔双绞线的屏蔽 (可应用于7型和7A型布线系统)
TIA:	.....电信工业协会
UTP:	.....非屏蔽双绞线
VDC:	.....伏特, 直流电
VoIP:	.....通过 IP 协议的语音
W:	.....瓦特, 功率单位
WAP:	.....无线接入点

参考书目:

1. IEEE 802.3-2005, 《信息技术 IEEE 标准:

乡村和城镇区域网络系统间的通信和信息交换的具体要求第三部分: 具有碰撞检测功能的载波监听多路访问 (CSMA/CD) 的存取方法和物理层规范, 第二章第 33 条 (结合 IEEE Std 802.3af-2003 的内容), 2005 年 12 月

2. Venture Deployment Corporation (www.vdc-corp.com), 《以太网供电 (PoE):

全球市场需求分析, 第三版, 2008 年 3 月

3. 微波存取全球互通有限公司

4. IEEE 802.3at, “信息技术 IEEE 标准:

乡村和城镇区域网络系统间的通信和信息交换的具体要求第三部分: 具有碰撞检测功能的载波监听多路访问 (CSMA/CD) 的存取方法和物理层规范修订本: 通过介质相关接口 (MDI)

增强数据终端设备（DTE）动力》，待出版

5. ISO/IEC 11801, 第一版, 《信息技术: 用户驻地普通类布线》, 1995 年

**6. ANSI/TIA/EIA-568-B.2, “商业建筑电信布线标准第二部分:
对称双绞线电缆布线构成》, 2001 年 5 月**

7. ISO/IEC 11801, 第二版, 《信息技术: 用户驻地普通类布线》, 2002 年

西豪白皮书