



请注意杀手级应用！

IEEE 802.11ac 5 GHz 无线网络更新及其对结构化布线的影响

请注意杀手级应用！新发布的 IEEE 802.11ac 超高吞吐量无线局域网标准¹为布线基础设施设计带来了深远的影响。通过切换为具有 1.3 Gb/s 数据速率的 802.11ac 设备，用户现有的无线网络速度能得到大幅提高。此外，采用 256-QAM 正交幅度调制、160 MHz 信道带宽和最多八个空间串流，理论上未来可达到 6.93 Gb/s 的传输速度。支持接入层交换机和上行链路连接的高性能布线规格首次对实现千兆位级吞吐量发挥至关重要的作用，并且完全支持下一代无线接入点。

通过下列关键布线设计策略，能够确保有线网络支持本文讨论的 802.11ac 无线局域网：

- 采用 6A 或更高性能的水平布线并结合链路聚合技术，通过目前已推出的 802.11ac 三个空间串流的无线接入点（WAP）和路由器，理论上能直接达到 1.3 Gb/s 数据速率。
- 安装至少支持 10 Gb/s 的平衡双绞线或多模光纤作为主干线缆，支持升级后的 802.11ac 上行链路容量。
- 采用基于网格的区域布线架构以适应新增的 WAP 部署，并且考虑覆盖区域的快速重构和提供冗余及面向未来的连接方式。
- 当设备连接位于可能出现较高温度的天花板或静压空间内时，相较于多股软跳线，使用实芯导体的硬跳线具有热稳定性高、插入损耗低的优点。
- 采用第 2 类 PoE 方式为 802.11ac 无线接入点远程供电会造成线缆束温度升高。
 - 美国西蒙公司屏蔽 E_A 级/6A 类和 F_A 级/7A 类布线系统本身具有优异的散热能力，在高达 75°C 的温度下，仍能保障机械稳定性。因此，在 -20°C—60°C 的工作温度范围内，该布线系统支持第 2 类 PoE 的应用。
 - 在高温环境下，屏蔽布线系统具有更高的热稳定性，同时支持更长的信道长度（即在高温下，信道长度的补偿性缩短更少，同时仍能达到 TIA 和 ISO/IEC 标准对插入损耗的要求）。
 - 可将更多的屏蔽线缆捆扎成束，而不需要担心线缆束温度过高。
- 根据 IEC 60512-99-001 规定，在 802.11ac 设备远程供电的情况下，要确保插头被拔离插座时不损坏连接硬件的接触面。



802.11ac

名词解释

最新的 802.11ac 无线局域网技术采用了很多专业名词，包括：

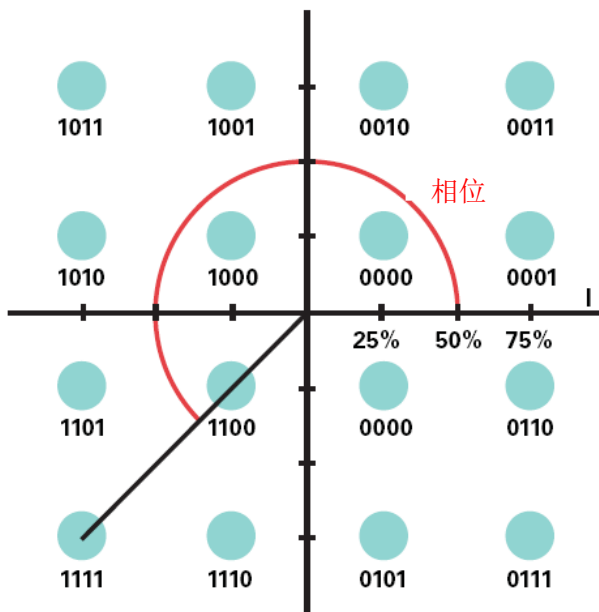
- 5 MHz Wi-Fi — 发射频率
- 千兆 Wi-Fi — 三个空间串流的短距离数据传输速率
- 5G Wi-Fi — 第 5 代（即 802.11a、802.11b、802.11g、802.11n 和 802.11ac）
- 超高吞吐量 Wi-Fi — 源自应用标准的标题

不管使用什么名称，事实上越来越多的高性能移动设备和手持设备不断涌现，信息内容从文本向流媒体和多媒体发展，加上蜂窝数据网络的套餐限制迫使用户将“负载”转移到 Wi-Fi，这些都需要更快的 Wi-Fi 网络。随着 Wi-Fi 成为首选接入媒介，更快速度的无线局域网设备将在最大程度减少瓶颈和拥塞、提高容量和减少延迟方面发挥重要作用，但前提条件是布线系统和设备能够支持所需的高带宽。据 Wi-Fi 联盟证实，2013 年 6 月第一波生产的 802.11ac 硬件产品已面世，与原先的 802.11 相比，802.11ac 的设备有望更快投入使用。目前，采用 802.11ac 技术的路由器、网关和适配器可以广泛支持各种 802.11ac 的笔记本电脑、平板电脑和智能手机。事实上，到 2015 年年底，802.11ac 设备销售量预计将超过 10 亿（总计将达到整个支持 Wi-Fi 功能设备市场的 40%）！²

技术发展

802.11ac 设备吞吐量的提高得益于对现有成熟的 802.11n³ Wi-Fi 通信算法的进化。与 802.11n 一样，802.11ac 无线传输采用了波束成型集中信号和多重收发天线的传输技术，来改善通信和尽量减少干扰（通常称为多输入多输出或 MIMO）。经由一个单发单收天线的信号称为一个空间串流，802.11ac 和 802.11n 都具有支持多个空间串流的特性。增强的调制能力、更宽的信道频谱和一倍的空间串流数量，这三大关键技术促成了更快传输速率的 802.11ac 标准，同时确保向下兼容之前的 Wi-Fi 技术。

正交幅度调制（QAM）是广泛用于数字通信系统的模拟和数字调制方式。利用这种方式，一个四象限布局或“星座图”，由每个代表短字节串（如 0’s 或 1’s）的象限点组成。正弦载波是利用幅移键控（ASK）调制方式或调幅（AM）模拟调制方式，进行 90°的相位偏移，并发送星座图的象限点。图 1 示范了一个基本的 16-QAM 星座图。注意：16-QAM 星座图各象限具有四个象限点，每个象限点相当于四个比特，范围为 0000—1111。802.11n 设备使用的 64-QAM 调制方式，其每个象限点具有 6 位比特信息，而 802.11ac 设备使用的 256-QAM 调制方式每个象限点具有的信息达到惊人的 8 位！



幅度	相位	数据
25%	45°	0000
75%	22°	0001
75%	45°	0011
75%	68°	0010
25%	135°	1000
75%	112°	1001
75%	135°	1001
75%	158°	1010
25%	225°	1100
75%	202°	1101
75%	225°	1111
75%	248°	1110
25%	315°	0100
75%	292°	0101
75%	315°	0111
75%	337°	0110

图 1: 16-QAM 星座图和象限点

802.11ac 设备将使用专有的且更加通畅的 5 GHz 频谱范围进行传输。这种频谱范围能够提供更多的非重叠无线信道，所以可以支持更快传输速率。而且，由于频谱内工作设备更少，干扰可能性较低，因此也被认为更“干净”。这种频谱的一个缺点是，与 2.4 GHz 信号相比，5 GHz 信号的传输距离更短，也更难穿透建筑材料。为了减少以后可能碰到的麻烦，布线基础设施的设计必须具备灵活性，且能够适应未来增加的 WAP 和实现快速重构覆盖区域的特性。图 2 展示了一种推荐的区域布线方法，该方法通过安装在区域盒内的具备冗余端口的集合点（CP），连接按照网格形式布置的设备插座（EO）。此外，由于大多数 WAP 位于温度可能较高的天花板或静压空间内，建议所有设备连接均使用实芯硬跳线，因为它比多股软跳线⁴更能提高热稳定性和降低插入损耗。参考 ISO/IEC 24704⁵和 TIA TSB-162-A⁶中关于网格布线方式的附加设计和

安装指南，该方式在最大程度上提高了 WAP 设置和重构的灵活性。

速度的影响

在 802.11n 和 802.11ac 中，20 MHz 的信道带宽聚合在一起，形成了无线传输的“管道”或“高速公路”。利用 802.11ac 技术，无线信号能够通过四个或八个绑定的 20 MHz 信道进行传输，分别支持最大吞吐量为 433 Mb/s 和 866 Mb/s。此外，802.11ac 能够容纳多达八根天线及其相关的空间串流，最高可实现前所未有的理论数据传输速率 6.93 Gb/s！不过需要注意，与在全双工平衡双绞线上运行的 BASE-T 型以太网的收发方向速率固定的传输方式不同，无线应用所定义的速率为上行和下行流量的总和。图 3 总结了 802.11n 和 802.11ac 技术的主要性能差异。

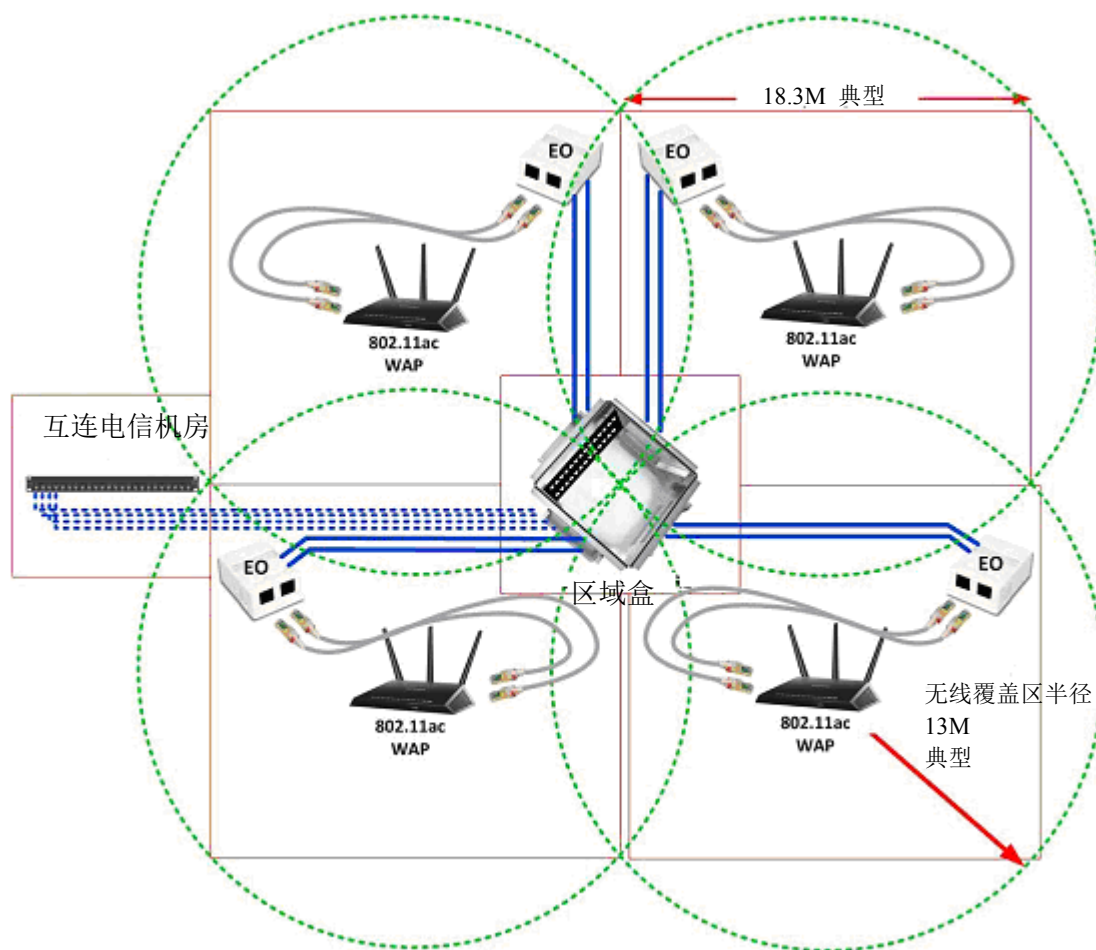


图 2：基于网络的 WAP 区域布线部署设计

	802.11n	802.11ac
传输频率	2.4 或 5 GHz	仅有 5 GHz
信道带宽	20 或 40 MHz	80 或 160 MHz
调制	64-QAM	256-QAM
最大空间串流数	4	8
每流的最大理论数据速率	144 Mb/s	866 Mb/s
最大理论数据速率	576 Mb/s	6.93 Gb/s

图 3: 802.11n 与 802.11ac 技术对比

信道带宽	空间串流数	最大速度	目标设备或应用
第一波 — 目前已推出的产品			
80 MHz	1	433 Mb/s	双频智能手机、VoIP 座机 或平板电脑
80 MHz	3	1.3 Gb/s	高端笔记本电脑
第二波 — 将于 2015 年中推出的产品			
80 MHz	2	867 Mb/s	上网本/低端笔记本电脑
160 MHz	3	2.6 Gb/s	高端笔记本电脑
将来可能实现			
160 MHz	4	3.5 Gb/s	室外或低覆盖区域
160 MHz	8	6.9 Gb/s	专业领域

图 4: 802.11ac 实施配置示例

由于信道带宽和空间串流数的多变性，致使 802.11ac 部署的可调整性很高。一般情况下，吞吐量范围的低段适用于电池容量有限的小型手持设备，如智能手机，吞吐量范围的中段适用于笔记本电脑，而吞吐量的高段适用于专业化和室外的应用，与室内应用相比，这种室外应用的设备密度较低。图 4 举例说明了目前已面世的第一波和第二波（将于 2015 年中推出）802.11ac 的实施配置，并标出了目标设备。同时还列出了将来可能实现的

802.11ac 应用，但可能还需要经过很多年来实现。这似乎有点令人出乎意料，但好比 802.11n 的技术已经标准化多年了，却仍未实现 4 个空间串流实际应用。无线局域网供应商 Aruba Networks 建议，制造商应跳过 4 个空间串流的 802.11n 产品，直接支持 802.11ac。总之，终端用户有理由期待，通过升级成已推出的 802.11ac 设备，他们目前的无线网络速度至少能翻倍，而当第二波产品面世时，甚至能够达到四倍多。

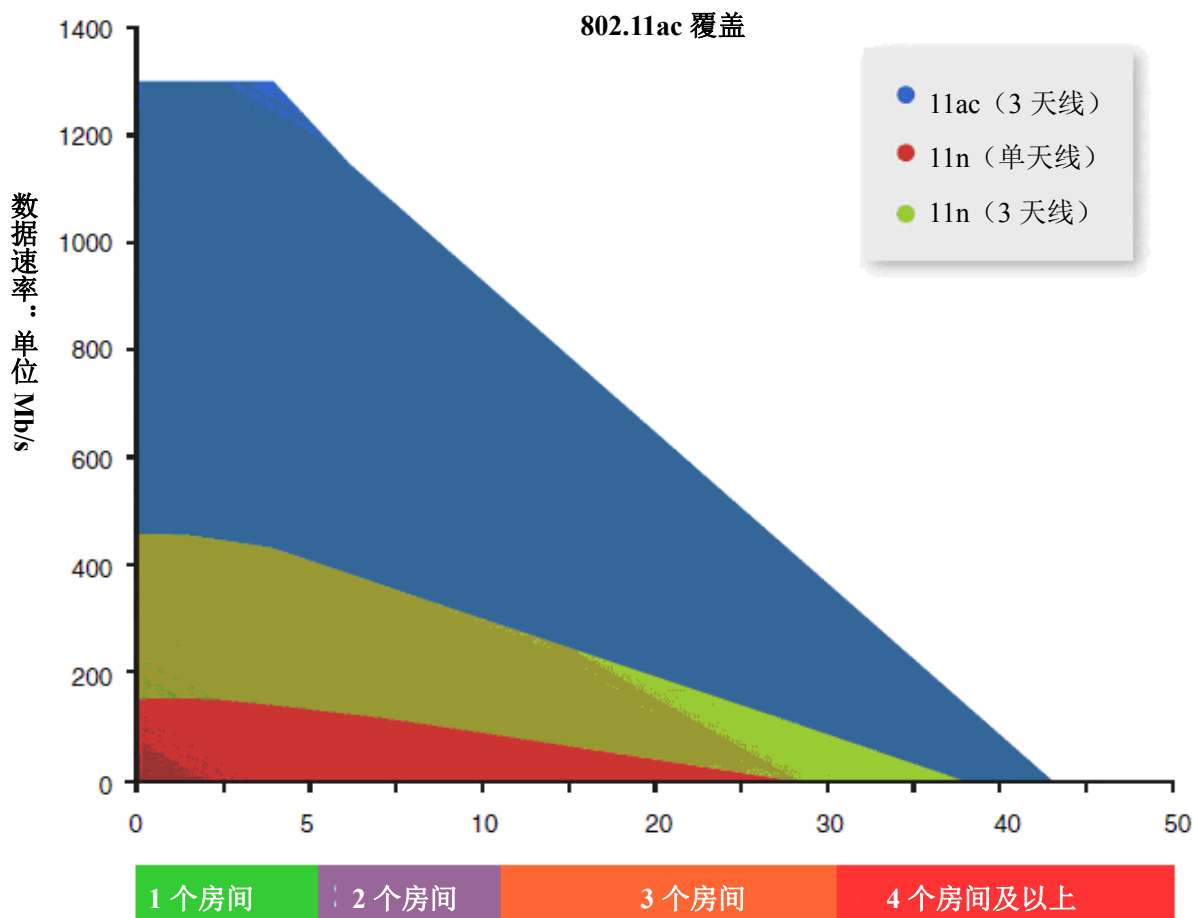


图 5：数据速率 VS 覆盖半径（来源：Broadcom）

比较无线网络性能时，必须记住，最大可实现的数据速率受到无线用户的数量、协议开销和终端设备空间分布的影响。图 5 形象地说明了在 3 个空间串流的 802.11ac 80MHz 发射器和 1 个以及 3 个空间串流的 802.11n 发射器上，数据速率如何随着离 WAP 发射器的距离增加而降低。从图表可以看出，在离 3 个空间串流 802.11ac WAP 5 米的覆盖半径内，理论上可实现 1.3 Gb/s 的数据速率。由第一代无线网络产品的传输数据证实，802.11ac 3 个空间串流的数据速度接近于千兆以太网（1000BASE-T）有线链路的数据速率。在一些情况下，802.11ac 无线数据传输速度快到能够使路由器和服务器之间的 1000BASE-T 平衡双绞线链路达到饱和！⁷

超过 1 Gb/s 的无线数据速率，对路由器至服务器及其他上行链路设备的选择具有重要影响。例如，如果现有设备无法支持 10GBASE-T 上行链路容量，可能需要两个 1000BASE-T 连接（请参看图 2，该图显示了到各个设备插座的双水平链路）来

支持单台 802.11ac WAP，这也通常被称为链路聚合。随着 802.11ac 设备的日趋成熟，为了能够支持 2.6 Gb/s 甚至更快的数据速率，上行链路容量是否达到 10 Gb/s 将变得格外重要。此外，为了充分配合多 WAP 的应用，支持 802.11ac 的接入层交换机至网络核心的上行链路容量也必须至少为 10 Gb/s。

功耗

虽然 802.11ac 的无线网络芯片比前几代的更高效，但与任何之前的 802.11 应用情况相比，信号处理的复杂性更高，且 802.11ac 设备的耗电量更大。事实上，以第 1 类以太网供电（PoE）13 瓦的功率，是无法让 802.11ac WAP 设备工作的，必须增加直流电源适配器或采用 30 瓦功率的第 2 类 PoE 远程供电。（注意：有些 802.11ac 产品也许能够通过两个第 1 类 PoE 连接获得电源，但这种实现方式不切合实际，也很少见。）在每线对通过 600mA 电流的情况下，第 2 类 PoE 远程供电虽然对人体无害，但

会导致线缆束温度上升高达 10°C ⁸，并产生电弧，从而会损害连接器触点。由于插入损耗和温度成正比，线缆束可能会因为温度升高而造成误码。在极端环境下，温度升高和接触电弧会对线缆和连接器造成不可逆的损害。幸运的是，如下文所述，选择正确的网络布线，可以避免这些风险。

有线基础设施

为了充分支持 802.11ac 和第 2 类远程供电，可能需要对现有的无线接入设备、客户端设备和后端网络及布线基础设施进行升级。同时，802.11ac 的 5 GHz 传输频率要求相对密集的 WAP 覆盖区域，而现有 802.11n 网络布局可能无法满足需求。无论是新的还是现有的无线网络的部署，都必须认真考虑上行链路的布线系统基础设施。

在任何情况下，信道中的设备插座、配线架和其他连接硬件都必须符合 IEC 60512-99-001⁹ 的规定，避免在 802.11ac 远程供电情况下，当插头和插座脱离时，损坏连接器的关键接触面。此外，美国西蒙公司 E_A 级/6A 类和 F_A 级/7A 类的屏蔽布线系统支持更长的信道（即在高温条件下，信道长度的缩短更少，同时仍能达到 TIA 和 ISO/IEC 标准对插入损耗的要求），并且在高达 75°C 的温度下，仍能保障机械稳定性。因此，在环境温度超过 20°C 的地方，建议使用美国西蒙公司的 E_A 级/6A 类及以上屏蔽布线系统作为支持第 2 类 PoE 远程供电应用的布线系统。同时，可以成束地捆扎更多的屏蔽线缆，而不需要担心线缆束温度过高。

为了更好地支持 802.11ac 部署而设计布线系统时，还需要考虑到目前常用的交换机、服务器和设备连接速度，以及应对冗余配置、设备升级和未来无线技术的应用策略。在区域箱内布置集合点，并采用基于网格布局的 6A 类区域布线是一种理想的方式。它能够为每个使用 1000BASE-T 链路聚合技术的 802.11ac WAP 设备，提供足够的备用端口；并且在有机会连接 10GBASE-T 设备时，能够提高端口利用效率。区域布线非常灵活，能够快速的重构覆盖区域，方便地提供冗余容量来适应下一代可能用到 10GBASE-T 链路聚合的技术。当区域布线系统内有空置的连接端口可用时，可轻松地将新增的 WAP 并入无线网络，以提高覆盖范围并尽量减少中断。因为给所有 WAP 设备提供的冗余 10GBASE-T 数据和备用电源连接，成为应对停电事故的保护措施，这种架构特别适合金融、医疗和其他重要的数据密集应用环境。

美国西蒙公司建议，每个区域箱放置具有 24 个端口的预端接线缆集合点，它能够支持 13m 的覆盖半径，以便于即插即用设备的连接。规划时，建议初始备用端口数为总量的 50%（即预留 12 个未分配的端口）。如果区域箱还向楼宇自动化系统（BAS）设备和电信插座（TO）提供端口，那么可能还需要增加备用端口和/或缩短覆盖半径。为了支持 802.11ac 的上行链路容量，主干线缆的设计应采用不低于支持 10 Gb/s 的平衡双绞线或多模光纤。

结论：

杀手级应用迫使用户停下来，并对运行平台或系统普遍采用的传统方式提出质疑。IEEE 802.11ac 标准是一把双刃剑，因为它同时需要 10GBASE-T 和第 2 类远程供电这两个条件，来实现最佳性能——迅速使以前对 10GBASE-T 保持观望态度的人，转而支持该局域网的应用。正确的区域布线设计和部署，是采用热稳定的 6A 类或以上等级的屏蔽布线产品，能耐受 TIA 和 ISO/IEC 标准要求的最高环境温度 60°C ，并能够抵御第 2 类 PoE 应用达到 600mA 电流荷载所产生的温度升高，这些才能保证您的布线系统成为杀手级应用的基石。

脚注:

¹ IEEE 标准 802.11ac™—2013 年, “IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 4: Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6 GHz”, 2013 年 12 月 11 日

² Strategy Analytics' Connected Home Devices (CHD)服务报告, “Embedded WLAN (Wi-Fi) CE Devices: Global Market Forecast”

³ IEEE 标准 802.11n™—2009 年, “IEEE Standard for Information technology – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput”, 2009 年 10 月 29 日

⁴ 西蒙公司白皮书, “使用西蒙屏蔽布线系统为远程网络设备供电的优势”, 2013 年

⁵ ISO/IEC TR 24704, “Information technology – Customer premises cabling for wireless access points”, 2004 年 7 月

⁶ TIA TSB-194-A, “Telecommunications Cabling Guidelines for Wireless Access Points”, 2013 年 11 月

⁷ APC, “Five Things to Know about 802.11ac”, 2013 年 5 月

⁸ 西蒙公司白皮书, “IEEE 802.3at PoE Plus 运行效率”, 2010 年

⁹ IEC 60512-99-001, “Connectors for Electronic Equipment – Tests and Measurements – Part 99-001: Test Schedule for Engaging and Separating Connectors Under Electrical Load – Test 99A: Connectors Used in Twisted Pair Communication Cabling with Remote Power”, 2012 年

Worldwide Headquarters
North America
 Watertown, CT USA
 Phone (1) 860 945 4200 US
 Phone (1) 888 425 6165

Regional Headquarters
EMEA
 Europe/Middle East/Africa
 Surrey, England
 Phone (44) 0 1932 571771

Regional Headquarters
Asia/Pacific
 Shanghai, P.R. China
 Phone (86) 21 5385 0303

Regional Headquarters
Latin America
 Bogota, Colombia
 Phone (571) 657 1950