



## 为Wi-Fi 6E做准备 高效无线接入点连接的布线考虑

新一波的Wi-Fi 登场了！IEEE 802.11ax的增强高效无线网络(HEW)修订案<sup>1</sup>对布线基础设施设计具有深远的影响。通过切换为具有超过5 Gb/s数据速率的Wi-Fi 6E设备，用户现有的无线网络速度将大幅提高。此外，通过采用1024-QAM正交幅度调制、160 MHz信道带宽和最大8个空间串流，理论上未来可达到9.61 Gb/s的传输速度。跟以往相比，支持接入层交换机和上行链路连接的高性能布线系统的规格对实现多千兆位级吞吐量非常重要，并能充分支持第六代无线网络接入点。



## 名词解释

在过去，Wi-Fi接入点、路由器和其他设备都是通过字母和数字来进行标识的，比如“802.11ac”或“a/b/g/n”，他们与IEEE 802.11无线以太网修订案协议相对应。现在由Wi-Fi联盟推广的简化参考名称如下：

- Wi-Fi 1: 802.11b(1999)
- Wi-Fi 2: 802.11a(1999)
- Wi-Fi 3: 802.11g(2003)
- Wi-Fi 4: 802.11n(2009)
- Wi-Fi 5: 802.11ac(2014)
- Wi-Fi 6: 802.11ax(2020)
- Wi-Fi 6E: 802.11ax(2020)支持6 GHz传输的

Wi-Fi 6E是Wi-Fi联盟对IEEE 802.11ax设备命名的术语，除了已被Wi-Fi 6设备采用的2.4 GHz和5 GHz传输频段，该设备还能够在6 GHz频段下运行。这其中的关键点在于Wi-Fi 6E并不是一个新的无线网络协议，而是Wi-Fi 6技术的拓展或者说是第二波实践，以将其应用到新的、更宽的无线频段上。由于在新开频谱上，没有任何现有的Wi-Fi设备来抢夺带宽，因此其增强的能力将使延迟减少。同样，即使存在障碍阻挡，传输速度也会显著提升。

随着用于关键业务应用的移动设备不断增加，以及信息内容从文本向超高清(Ultra HD)视频流媒体和多媒体转变，再加上蜂窝数据网络的流量套餐限制，迫使用户将“负载”转移到Wi-Fi，而这些都是需要速度更快的Wi-Fi解决方案。随着Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E设备成为接入媒体的首要选择，更快速度的有线路由器和服务器上行链路将在最大程度上减少瓶颈和拥塞以及降低延迟等方面发挥重要作用，但前提是布线系统和设备连接能够支持所需的额外带宽。

## 对布线的影响

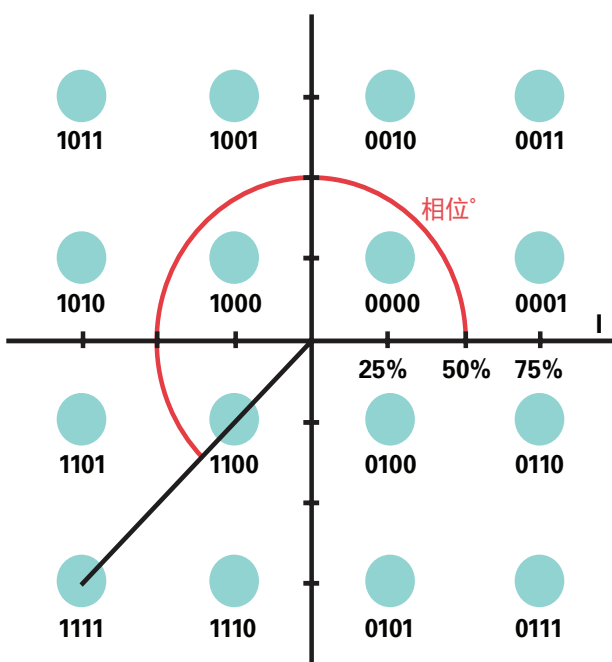
为了确保结构化布线系统上行链路能够支持Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E无线设备，需要遵守以下关键布线策略：

- 为每个无线接入点提供两个EA级/6A类或更高性能的水平布线链路。
- 安装至少支持25 Gb/s的多模光纤主干，以支持日益增长的Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E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，并且支持覆盖区域的快速重构和提供冗余及面向未来的连接。
- 当设备连接位于可能出现较高温度的吊顶空间时，相较于多股软跳线，实芯硬跳线具有更强的热稳定性和更低的插入损耗。
- 安装6A类现场端接插头，比如使用美国西蒙公司的Z-PLUG®以消除在信道的设备末端安装预制跳线时可能会遇到的常见问题。
- 采用Type 2的PoE为无线接入点远程供电可能造成线束内的温度升高。
  - 美国西蒙公司的屏蔽6A类和7A类线缆可在高达75°C的温度下保持机械稳定性，因此，在-20°C到60°C的工作温度范围内，该布线系统可支持Type 2的PoE应用。
  - 在高温环境下，屏蔽系统的热稳定性更强，可支持更长的信道长度，并且可将更多的屏蔽线缆捆扎成束而无需担心线束内温度过高。
- 根据IEC 60512-99-001<sup>2</sup>规定，在Wi-Fi设备远程供电情况下，要确保插头脱离插座时不损坏连接硬件的接触面。

## 技术发展

在密集部署环境下，Wi-Fi 6E的平均吞吐量比上一代的Wi-Fi系统至少快4倍。吞吐量的提升得益于现有成熟的Wi-Fi通信算法的进化。比如，Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E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，来改善通信和减少干扰(通常称为多输入多输出或者MIMO)。一个单发单收天线的信号称为一个空间串流，Wi-Fi 4、Wi-Fi 5、Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E都具有支持多个空间串流的特性。增强的调制性、可根据客户需求划分带宽的正交频分多址(OFDMA)信号方案和同步上行链路传输，这三大关键技术促成了更快传输速率的Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E，同时可确保向下兼容之前的Wi-Fi技术。

正交振幅调制(QAM)是普遍用于数字电信系统的模拟和数字调制方式。利用该方式，可以建立一个四象限布局或“星座图”，其中每个象限点代表一个短字节串(如0或1)。相位 $90^\circ$ 偏移的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，被用以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信息比特，范围为0000—1111。Wi-Fi 4采用的64-QAM调制方式的每个象限点具有6位比特信息，Wi-Fi 5采用的256-QAM调制方式的每个象限点具有8位比特信息，而Wi-Fi 6/Wi-Fi 6E采用的1024-QAM调制方式的每个象限点上具有惊人的10位比特信息。



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

图1: 16-QAM星座图和象限点信息示例

与Wi-Fi 5设备只能在5 GHz频段下运行不同，Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E设备均可在2.4 GHz和5 GHz频段下运行。此外，Wi-Fi 6E设备还能在6 GHz频段运行。由于6 GHz频段范围可以提供更多的非重叠无线信道，且频段内的工作设备更少，干扰可能性较低，因此可以实现更快的传输速率。此外，Wi-Fi 6E设备在2.4 GHz频段下运行时显示出的优异传播特性(即穿透建筑材料的距离和能力)，可能更适用于IoT(物联网)应用。为了避免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WAP的增加和实现快速重构覆盖区域。

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服务集合点(SCP)，连接按照网格形式布置的服务插座(SO)。此外，由于大多数WAP位于温度可能较高的吊顶空间，建议所有的设备连接均使用实芯硬跳线，因为与多股软跳线相比，实芯硬跳线具有更强的热稳定性和更低的插入损耗。参考ANSI/BICSI 007<sup>4</sup>和TIA TSB-162-B<sup>5</sup>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

20 MHz或40 MHz的传输信道通常被聚合在一起，组成无线传输的“管道”或“高速公路”。例如，采用Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E技术，无线信号可以在四个或八个绑定的20 MHz信道上进行传输，分别支持最大吞吐量为600.5 Mb/s和1201 Mb/s的数据速率。由于2.4 GHz和5 GHz频段上的非重叠20 MHz和40 MHz信道的数量受限，使得在这些传输频率上实现最大吞吐量具有挑战性。尽管80 MHz和160 MHz传输信道过去曾被用于在更快数据速率下进行传输，但由于其实用性非常有限，所以在实际操作上极少会用于部署更宽的信道。具体来说，在5 GHz传输频率下只有六个80 MHz和两个160 MHz信道可用，在密集和大型企业环境下，很难在该频段下找到更宽且不受干扰的信道。

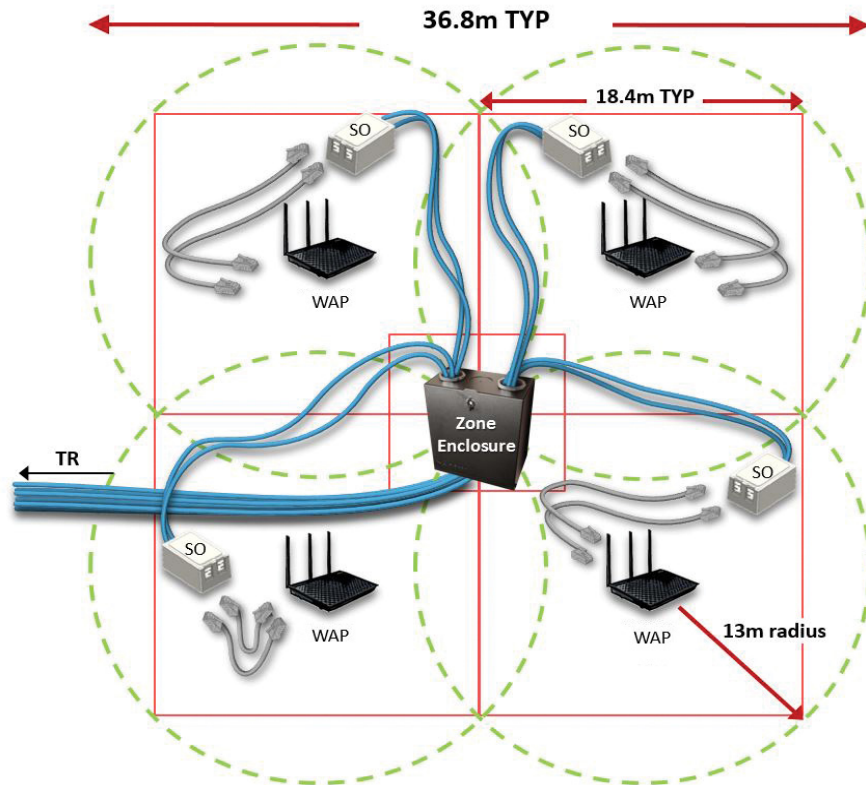


图2: 基于网格的WAP区域布线系统部署设计

随着各国立法开放6 GHz频段的1200 MHz频谱的免许可使用，宽信道可用性受限的问题已不复存在。开放这部分频谱可以使Wi-Fi 6E设备的可用频谱增加大约5倍。该频谱可以提供七个额外的完全非重叠160 MHz宽的信道或十四个非重叠80 MHz宽的信道。此外，Wi-Fi 6E最多能容纳八根天线以及与之相关的空间串流，其最大理论数据速率达到惊人的9.61 Gb/s！需要注意的是，与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的总和。图3总结了Wi-Fi 4、Wi-Fi 5和Wi-Fi 6/6E技术之间的主要性能差异。

	Wi-Fi 4	Wi-Fi 5	Wi-Fi 6/6E
传输频率	2.4 或 5 GHz	仅有 5 GHz	2.4 或 5 GHz 或 6 GHz
信道带宽	20 或 40 MHz	20、40、80 或 160 MHz	20、40、80 或 160 MHz
调制方式	64-QAM	256-QAM	1024-QAM
最大空间流数量	4	8	8
单流的最大理论数据速率	144 Mb/s	866 Mb/s	1.201 Gb/s
最大理论数据速率	576 Mb/s	6.93 Gb/s	9.61 Gb/s

图3: Wi-Fi 4、Wi-Fi 5和Wi-Fi 6/6E的技术对比

信道带宽	空间串流数	最大速度		目标设备或应用
		Wi-Fi 5	Wi-Fi 6/6E	
第一波产品				
80MHz	1	433 Mb/s	540 Mb/s	双频智能手机、VoIP 座机或平板电脑
80MHz	3	1.3 Gb/s	1.6 Gb/s	高端笔记本电脑/数字电影
第二波产品				
80MHz	2	867 Mb/s	1.1 Gb/s	上网本/低端笔记本电脑
160MHz	3	2.6 Gb/s	3.6 Gb/s	高端笔记本电脑/数字电影
未来可能实现				
160MHz	4	3.5 Gb/s	4.8 Gb/s	室外或低覆盖区域
160MHz	8	不适用	9.61 Gb/s	专业领域

图4: Wi-Fi 5和Wi-Fi 6/6E的实施配置示例

由于信道带宽、空间串流数量以及多用户信号机制的多变性，Wi-Fi 5、Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E部署的可调整性很高。一般情况下，吞吐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，吞吐范围的中段适用于笔记本电脑，而吞吐的高段适用于专业领域以及与室内应用相比设备密度较低的室外应用。图4示例了第一/第二波Wi-Fi 5、Wi-Fi 6和第二波Wi-Fi 6E应用的最大理论速度和它们的目标设备。

Wi-Fi 6E设备利用多天线波束成型技术、更大的空间利用率，以及其他策略，以提高吞吐量并实现长距离运行。总之，终端用户有理由期待，升级后的Wi-Fi 6E设备在密集环境下的无线网络速度能提高四倍，并且升级后的设备功率持平或仅小幅度增加。

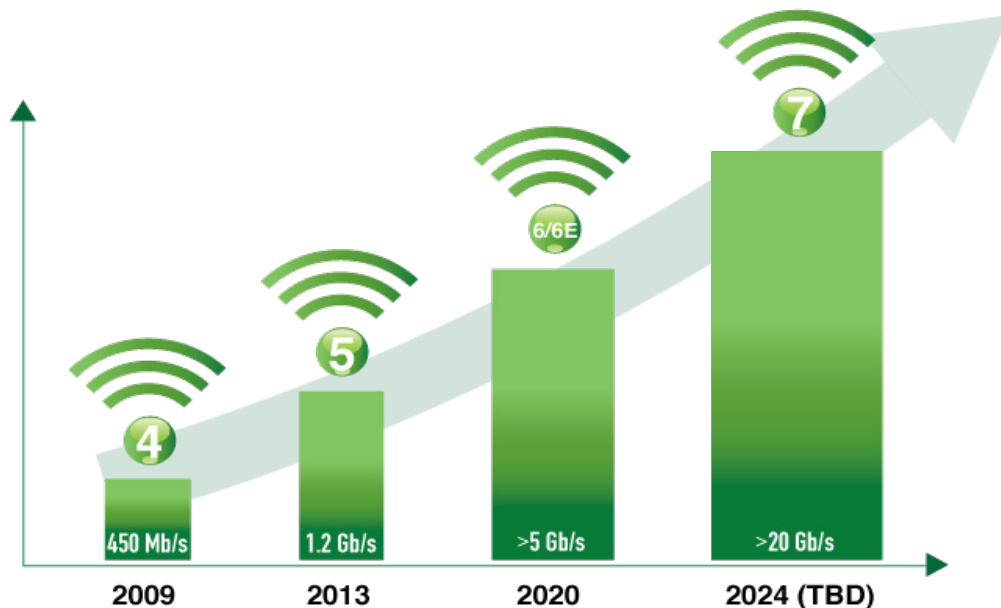


图5: 企业Wi-Fi的进化

### 有线基础设施

比较无线网络性能时, 必须记住, 最大的实际数据速率受用户人数、协议开销, 以及终端设备与接入点之间空间分布的影响。在一些情况下, Wi-Fi 5无线网络数据速率能快到使路由器和服务器之间的1000BASE-T平衡双绞线布线链路达到饱和。Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E客户的增长必定会使得常规数据速率超过1 Gb/s。2.5GBASE-T和5GBASE-T交换机可以减少或者消除对1000BASE-T以太网有线上行链路端口成为数据传输瓶颈的担忧。然而, 需要记住的是, 只有EA级/6A类和更高级别的布线系统才能保证支持2.5/5GBASE-T在任何环境下的安装以及最长可达100米的信道拓扑结构。

此外, 实现大于5 Gb/s的无线网络数据速率的能力对路由器和服务器以及其他上行链路连接的有线媒质的选择有着重要影响。随着Wi-Fi技术的日趋成熟, 当足以支持大于5 Gb/s的数据速率时, 需要两个2.5/5GBASE-T有线连接来支持每个Wi-Fi 6E WAP(参考图2, 该图展示了每个WAP的水平信道), 通常也被称为链路聚合。鉴于发展中的Wi-Fi 7技术预计将在现实世界中实现高达20 Gb/s的数据速率(见图5), 两个10GBASE-T有线连接的链路聚合在未来是可预见的。如今, 包括ANSI/TIA-568.1-E1在内的多个通信标准, 强烈推荐为每个WAP部署两个6A类或更高级别的布线线路。

### 功耗

尽管Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E无线芯片的效率与上一代无线芯片相当, 或者更高, 但与任何之前的应用相比, 它们进行信号处理的复杂性更高, 且为这些设备供电的耗电量更大。事实上, 由于复杂性很高, Type 1的以太网供电(PoE)13瓦的功率是无法让Wi-Fi 5、Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E 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Type 2 PoE远程供电。在线对电流达到600mA的情况下, Type 2 PoE远程供电虽然对人体无害, 但会导致线缆温度上升高达10°C, 并产生电弧, 进而损伤连接器触点。由于插入损耗与温度成正比, 线缆内升高的温度可能会造成误码。在极端环境下, 温度升高和触点电弧可能会对线缆和连接器产生不可逆的损害。幸运的是, 选择正确的网络布线系统可以消除这些风险。

## 额外的基础设施设计考量

为了充分支持现有的需要Type 2 PoE供电的Wi-Fi设备，需要升级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。在任何情况下，信道内的服务插座、配线架和其他连接硬件必须要符合IEC 60512-99-001规定，以确保在Type 2远程供电电流负载下，当插头脱离插座时，不损坏连接器的关键接触面。此外，美国西蒙公司6A类和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，被推荐用于环境温度超过20°C的Type 2 PoE远程供电应用场景。并且，更多数量的屏蔽线缆可以被成束地捆扎在一起，而不需要担心线缆束内产生过高温度的问题。

为了支持Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E设备而设计布线基础设施时，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。在区域配线箱内设置服务集合点，并采用基于网格的EA级/6A类区域布线是一种理想的方式，它能为每个使用2.5/5GBASE-T链路聚合的WAP提供足够的备用端口，并且在有机会连接10GBASE-T设备时，提高端口的利用效率。区域布线非常灵活，可以快速重构覆盖区域，方便地提供冗余来适应下一代使用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可能地减少中断。

美国西蒙公司建议每个区域箱包含24端口预布线缆的集合点，能够支持13m的覆盖半径，以便于即插即用设备的连接。在规划时，建议初始备用端口比例为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/或减小覆盖半径。为了支持Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E上行链路容量，主干线缆的设计应采用至少支持25 Gb/s的多模光纤。通过在安装信道的设备端部署6A类现场可端接插头，如美国西蒙公司的Z-PLUG®，可以进一步简化WAP的部署。

使用该方法无需估计所需跳线的精确长度，也不需要准备定制长度跳线的库存，还可以解决WAP处的跳线张力过大或冗余线长管理的问题。虽然现场可端接插头可用于模块化插头端接链路(MPTL)配置，美国西蒙公司仍建议至少使用2连接点信道的拓扑结构，以方便添加、移动、更改，以及现场测试和标记。

## 结论

技术的进步促使用户停下脚步，并对普遍采用的操作平台或系统的传统观点提出质疑。Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E从两方面带来了颠覆性变化，因为它们都需要超过5 Gb/s的数据速率和Type 2远程供电来实现最佳性能-迅速使对采用10GBASE-T来支持局域网应用的观望立场成为过去。正确的区域布线设计和部署，是采用热稳定性好的EA级/6A类或更高等级的屏蔽布线产品，能耐受TIA和ISO/IEC标准要求的最高60°C环境温度加上Type 2 PoE应用的600mA电流荷载所产生的温度升高，这样才能保证布线基础设施支持Wi-Fi 6E设备和未来的无线网络应用。

**注释:**

- 1 IEEE Std 802.11ax™, “ IEEE信息技术标准-电信和系统之间的信息交换-局域网和城域网-特殊要求-第11部分: 无线局域网媒体访问控制(MAC)和物理层(PHY)规范- 修订案: 高效无线局域网的增强”, 2020年
- 2 IEC 60512-99-001, “ 电气设备连接- 试验和测量- 第99-001部分: 电力负荷下的接通和断开连接器试验大纲- 试验99A: 用于远程供电的双绞线通信布线中的连接器”, 2012年
- 3 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
- 4 ANSI/BICSI 007, “ 智能建筑和楼宇的信息通信技术设计和安装实践”, 2017年
- 5 TIA TSB-162-B, “ 无线网络接入点电信布线指南”, 2020年
- 6 APC, “ 五件802.11ac需要了解的事情”, 2013年
- 7 ANSI/TIA-568.1-E, “ 商业建筑通信基础设施标准”, 2020年
- 8 西蒙公司白皮书, “ IEEE 802.3at PoE Plus运行效率”, 2010年
- 9 西蒙公司白皮书, “ 区域布线和覆盖区域规划指南” 2015年

## 西蒙中国

### 上海代表处

地址: 上海市遵义路100号  
虹桥南丰城A座1910室  
电话: 86-21-5385 0303

### 北京办事处

地址: 北京市建国门外大街22号赛特大厦1108室  
电话: 86-10-6559 8860

### 广州办事处

地址: 广州市天河北路28号时代广场中1104室  
电话: 86-20-3882 0055

### 成都办事处

地址: 四川省成都市高新区交子大道333号中海国际中心E座2111室  
电话: 86-28-6275 0018

### 香港办事处

地址: Unit 907, 9/F  
Silvercord Tower 2, 30  
Canton Road, Tsim Sha Tsui  
电话: +852 2959 2808