



MOTOROLA

Intelligence everywhere™

**控制干扰： 摩托罗拉
Canopy™ 独辟蹊径**

2002 年 8 月

白皮书

导言

市场对宽带的需求促进宽带无线接入（BWA）的发展

如果住在纽约、芝加哥、旧金山或伦敦，商务以互联网速度运转，用宽带连接外面的广大世界不仅是必要的，也被认为是理所当然的。有线电视调制解调器和多种 DSL 供应商有能力而且非常希望为企业 provide 高速接入服务。但是，世界上的绝大部分人口和公司企业并不在大都市里。这绝不意味着大都市以外的地区对宽带的需求不高。相反，在二级和三级城市生活和工作，宽带接入则更为重要。

不幸的是，许多美国公司和国际公司，尤其是后者，无法获得价格合理的宽带接入服务，有些地方甚至完全没有这类服务，且不论价格高低。拓建新的 DSL 网络，改善现有线路，或将现有电缆线路设备转型为双向通信业务都是十分昂贵的。也就是说，必须有绝对可靠的商机才能去考虑开拓宽带服务。

宽带无线接入一直被视为可能解决这一难题的途径，可帮助渴望宽带接入的人跨越数字鸿沟。过去几年中一直听到这种说法，但并未在整个业界取得大规模的成功。究其原因，不外乎设想与现实想去甚远。直至今日，无论是设备性能还是价位均无法支持切实可行的商业模式。

尽管目前有 3 千万宽带用户（资料来源：2002 年 7 月 Stat/MDR），世界大多数的人仍然无法获得可靠的高速率数据和/或语音连接。最有希望的接入媒介—宽带无线接入，占宽带接入连接总数的 5% 以下（资料来源：2002 年 7 月 Stat/MDR）。这不足为奇，因为占主导地位的宽带接入技术（即 xDSL 和有线电视）起步比宽带无线接入早得多。但是，由于有了新的解决方法，可排除一直妨碍潜在发展的障碍，宽带无线接入市场看到了新的生机。例如，服务供应商遇到的隐性威胁一直是无法处理射频干扰。克服射频干扰需要添加设备，因而增加了成本，而且由于射频干扰的存在，无法履行与客户签订的服务水平协议。

随着时间推移和技术进步，今日已出现可解决这个关键问题的产品。宽带无线接入再次成为升起的新星，可为解决宽带困境提供潜在的有力答案。

我们将在本文中分析宽带无线接入作为宽带接入的第三条腿所遇到的关键性挑战：干扰。客户必须获得保证，选用的技术没有任何麻烦，而且总是可以利用。而宽带无线接入遇到的最大威胁是干扰。具体而言，本文的讨论内容有：

- 何为干扰，干扰普遍存在之处
- 处理射频层干扰的方法
 - 有效调制
 - 载波与干扰比率 (C/I) 及其意义
 - 天线性能
 - 同步化
- 处理媒体存取层干扰的方法
 - 为何帧面尺寸的选择会产生影响
 - 自动重传请求 (ARQ)
 - 中心传输控制

最后，我们将分析这些技术问题在实际部署中的意义。

宽带无线接入可通过许可证频段和免许可证频段

大家对宽带无线接入的消亡感到担忧，主要集中于部署高频率38 GHz点对点 (PTP) 网络的公司。高频率点对多点系统 (PMP) 一直可以利用，但是价位太高，范围和覆盖面有限，限制了它的有效使用。

所有上述网络均部署在许可证频段，也就是说，部署设备的公司必须首先从政府购买频段。虽然宽带无线接入经营公司的绝境是由若干原因造成的，但高额许可证费用的额外负担使经营难以盈利，甚至不可能盈利。

此外，在指定许可频段中，各区域仅颁发两到三个许可证。从表面看，这意味着宽带无线接入仅可部署在许可费可以获得补偿的地区，而且只存在少数几个经营者。这种情况有效地减少了潜在竞争者的数目，也减少了最终用户的选择余地，封冻了宽带无线接入领域各种选择之间的竞争。

现在来看看免许可证频段的宽带无线接入。在美国和全世界，有些频谱可供任何人部署并操作网络，只要其设备符合这些频段的规则。这些规则在设计上允许多个网络并存，相互之间的干扰极小，可使多个经营者为特定的地理区域提供服务。这些频段通常可在世界各地接入，允许供应商为大片市场开发单一产品。以下图 1 显示两种类型的频段。

宽带无线频段

许可证频段



免许可证频段



图 1. 全球频段

必须解决干扰问题

但是总是会有副作用。虽然在许可证频段经营会增加启动成本，减少利润，但有了许可证便意味着他人不得在该频段经营。就干扰而言，网络在设计上只需要考虑避免自我干扰。在免许可证频段部署点对多点网络时，来自自己网络的干扰仅仅是问题之一，还必须考虑来自其他网络的干扰。这些干扰源在网络初期部署时便可能存在，也可能在一年或多年以后出现。

为了确保宽带接入系统持续相当长的时期，以便获得充分的投资回报，在这些频段经营就必须考虑到所有类型的干扰。同样重要的是，必须使客户和最终用户保持很大的信心，使之确信提供对其业务至关重要的宽带接入的技术是稳定可靠的。

在免许可证频段设置点对点网络时，仍然存在干扰问题。正如以后要讨论到的，这些问题没有点对多点网络遇到的问题那么严重。可是，这种连接通常在同一时间传送许多客户的通信，如果中断，可能会产生更严重的影响。

部署在免许可证频段的网络的干扰承受能力，无论是对自我干扰还是外部干扰，在很大程度上取决于使用的设备的功效。至关重要的是，核心产品本身在设计上由始至终的核心目标就是稳定性和强有力的抗射频能力。

摩托罗拉 Canopy 解决方案

宽带无线接入领域的新秀是摩托罗拉公司。该公司致力于在免许可证频段用 Canopy 产品系列解决提供低成本宽带无线系统的问题。摩托罗拉在无线行业家喻户晓，向蜂窝行业提供同类最佳产品。摩托罗拉把在这些充满挑战的大规模部署模式中获得的专长应用于宽带无线接入市场。

从一开始，摩托罗拉 Canopy 团队最重要的目标就是设计目前市场上最强健也是最易于使用的宽带无线接入系统。Canopy 系统达到了这一目的。

在下列章节中，我们将介绍现有的抗干扰方法和 Canopy 的做法，使读者更深入地了解问题的复杂性以及 Canopy 点对点 and 点对多点网络产品系列解决方案的优点。

何为干扰？

在无线领域，干扰的定义是：无用射频信号存在于相同的频道或频段的情形，即互相之间产生“干扰”，打断有用通信传输或在其传输中增加整体噪音量。

根据是否来自于自身网络还是来自外部源，干扰可被分成两种形式。如果干扰性射频信号是从自己控制的网络发出的，无论是来自同一蜂窝基站还是来自于数公里之外，均被称为“自我干扰”。如果对立信号来自于不属于自己控制范围的网络、设备或其他源，则被称为“外部干扰”。因此，有关抗干扰类型的定义不是以技术为根据，而是以拥有权为根据。

在许可证频段，需要考虑的只是自我干扰本身；但是在多少有些知名度的操作环境下（射频频谱中仅传输由单一实体控制的信号），适当的产品设计和网络部署可以将这些干扰降低到不影响网络性能的程度。

自我干扰不仅仅存在于许可证频段中的操作，免许可证频段也必须解决同样的问题。某一产品中用于降低和控制许可频段操作中的自我干扰的技术和设计成分可以直接应用于免许可证的系统。摩托罗拉的 Canopy 宽带无线接入系统充分利用蜂窝网络产品设计中获得的经验，实际运用了许多同类功能和网络部署指南，以便提供可靠、无自我干扰的操作。

免许可证频段面临的挑战

在免许可证频段，不仅要考虑自我干扰，而且由于此类频段的监管性质，还必须在设计中考考虑外部干扰。这可以是一种巨大的挑战，因为无法事先知道外部干扰的方位或来自何处，甚至不知道干扰性信号与正常信号传输之间的强度比率。免许可证频段的这一特点代表了可能给免许可证的网络操作带来的不利因素。

然而，虽然外部干扰在免许可证网络可能具有破坏性，而且难以预测，经过适当设计的宽带无线接入产品可以大大改善受无用外部信号传输干扰的网络性能。

在设计 Canopy 系统产品时，设计人员理解这些问题，精心加以设计，使之成为今日市场上最强健的宽带无线接入系统。做到这一点不仅依赖于扎实的射频设计，更依赖于媒体存取控制层（MAC Layer）结构和错误校正技术等敏感领域的设计。

免许可证频段

在美国，有若干频段被划归免许可证频段。在国际上，这些频段通常属于同样的频谱，但是在允许功率限制、频道大小等方面有所不同。深究起来，有两套适用于免许可证频段的规则：

- 工业、科学和医学界频段（简称 ISM）是三种按照这种规则操作的频段范围：902 MHz 至 928 MHz、2.40 GHz 至 2.4835 GHz 及 5.725 GHz 至 5.85 GHz
- 免许可证全美信息基础（简称 UNII）：5.15 GHz 至 5.25 GHz、5.25 GHz 至 5.35 GHz 及 5.725 GHz 至 5.825 GHz

两套频段规则之间的主要不同之处在于是否要求信号扩展。 U-NII 频段不需要扩展，与 ISM 频段的设备相比，可允许更大的数据速率通过。

美国联邦通讯委员会 (FCC) 保护 — 免许可证频段

虽然这些是免许可证频段，但 FCC 仍然有某些规定，保护其免于遭受恶性干扰。主要有三方面的规定：许可、展频（仅限于 ISM）和功率限制。

- 许可 — 目的是在允许自由部署新技术和先进技术的同时防止杂乱的射频操作者广泛部署不规范的设备。ISM 设备必须符合 15.247 节的规定，而 U-NII 设备必须符合 15.407 的规定。根据这些规定，在 FCC 颁发许可证之前，不得以营收为目的出售这些设备。这项规定还要求列出已经过测试的天线列表，以保证符合功率限制。
- 展频 — 根据 ISM FCC 规定操作的设备 (900MHz、2.4GHz 和 5.7GHz)，FCC 要求信号必须用直接序列展频（码展频）或跳频技术展频。通过扩展信号，可使若干个不同的网络在同一地区工作，而不会受到不适当的干扰。在 U-NII 频段不需要展频。
- 功率限制 — 此类规定对输出功率（来自于射频模拟端口）和有效辐射功率 (EIRP) 均有限制，后者是从天线发出的合成功率。这包括来自于射频端口的功率和天线增益减去电缆和接头的损耗。对于使用点对多点的 ISM 设备而言，功率限制为 1 瓦，EIRP 为 4 瓦。U-NII 功率大小不同，取决于具体频段，并与使用的带宽有关。只有使用 20MHz 带宽的装置才能使用规定的最大功率。如果设备仅在 10MHz 的频谱范围操作，则按比率相应计算允许的功率，或为一半。

U-NII 频谱最近几年（过去 4 年中）才在美国划拨使用（国际上则稍晚一些），而 ISM 已被采用多年。由于这一原因，世界各地的许多国家，包括美国，2.4 GHz 频段的操作可能十分困难，原因是已经部署了大量的设备，充斥了无线电波。此外，无穷无尽的用户设备，如无线电话、无线局域网、车库门遥控开关，甚至新型的荧光灯泡，均在这一频段操作，增加了外部干扰量。

由于以上及其它原因，大部分准备用于宽带无线市场的开发中新系统均在设计上用于 U-NII 频段操作。Canopy 产品就是这种系统，其最初型号用于 U-NII 中频段和上频段

干扰的影响范围和后果

点对多点宽带无线接入网络中的干扰，无论是自我干扰还是外部干扰，对基站的影响超过对用户站设备

(CPE) 或用户模块 (SM) 的影响。

在 BTS 中、通常使用角度宽得多的天线，以便在特定地理范围与许多用户模块通讯，这些设备的射束宽度可在 45 至 360 度之间。角度越宽，自我干扰或外部干扰的潜在可能性就越大。

由于单一 BTS 支持数十个（如果不是数百个）最终用户和客户，网络部署中该层次干扰所产生的影响可能很大。在设计上用于支持数据或 IP 通信的宽带无线接入网络中隐蔽的问题可能更严重。在这种网络中，微量射频干扰可对整个网络的性能产生巨大的影响：在某些情况下，百分之三到四的射频干扰可使端对端实际数据速率降低40%。

在免许可证频段上操作的点对点网络中，干扰问题虽然没有点对多点网络那么严重（因为两端均使用了定向天线），但也必须予以解决。

因此，在免许可证频段的宽带无线接入系统中，关键是要用最好的设计来克服可使整个网络陷于瘫痪的因素。在以下章节中，将通过与 Canopy 解决方案的比较，分析若干种受到干扰时可能影响宽带无线接入系统性能的设计因素。

物理层抗干扰方法

调制和 C/I 比率

干扰性射频源可使接收站难于“解读”信号，因此在最基础的层面中断数字传输。数字射频传输可容许的杂波或干扰取决于所使用的调制。

从根本上来说，所谓调制，是指改变射频信号三个部分中的一个来发送 0 和 1 的方法。一个射频信号中可改变或调制的三个部分分别为相位、频率和幅度。更改这些参数中的任何一项的性质可用于传输不同的“状态”。而这些状态又被翻译成 0 和 1，用于二进制通讯。

例如，在频率调制中，如果正弦波位于频率一，被解读为 0。如果正弦波略微移至频率二，则被解读为 1。这种类型的调制被称为二级 FSK (2-FSK)，或频移键控。在这个例子中，一个系统必须只能辨别两

种状态或相位之间的区别。更复杂的调制，如16QAM（正交幅度调制），则试图辨别输入信号中可能存在的 16 种状态。

16QAM 的好处是，可在每一个带宽中传输更多的信息，或 bits/Hz 值更大。坏处是，为了辨别 16 种不同的状态，相对于背景杂波而言（更重要的是相对于干扰而言），信号必须非常清晰，非常强。

接收站在最基本的物理层面解读输入信号的能力取决于称为“载波与干扰比率”或 C/I 的因素。这个听上去很新奇的术语的含义就是其字面意义：有用信号（载波）相对于无用信号（干扰）的强度。C/I 比率的大小主要取决于调制方法。在更为复杂的调制中，要求 C/I 值高于 2-FSK 等更强健的调制方法。

Canopy 产品使用 2-FSK 调制方法。用这种调制方法，以每秒 1×10^4 位误码率正常操作只需要 3 分贝的 C/I 率；也就是说，有用信号在功率上只需要高于无用干扰 3 分贝。16 QAM 的系统以同一误码率操作则需要约 12 到 14 分贝的 C/I 率。

以此推算，每增加 3 分贝信号强度，信号的功率就增加一倍。这意味着，C/I 率为 3 分贝的 Canopy 系统可容许的干扰信号强度数倍于 16QAM 系统，而仍然可以在规定的误码率范围操作。无论干扰是来自网络的另一个蜂窝站点，或来自完全不同的网络，使用 2-FSK 调制的 Canopy 系统可以容许相当大的干扰而不使通信流受到影响。所有其它物理层技术的设计目的都是为了通过维持必要的 C/I 水平来改进这一最基本的网络抗干扰功能和操作效能。

天线

宽带无线接入信号从端到端传输时，首先离开射频，穿过传输天线，从空中到达接收天线，最后进入射频。天线是射频各环节中的重要组成部分，也可影响网络对内部或外部干扰的容许程度。

天线的性能有各种不同的规格，但在我们的讨论中，最重要的指标是前后比。BTS 天线的前后比表明从天线前面吸收的输入信号量与从天线后面吸收的信号量之间的比率。

如果网络以蜂窝拓扑结构布线，天线从后面排斥无用信号的性能是一项重要功能。Canopy 系统具有 BTS 集成天线，前后比为 20 分贝。再加上杰出的 C/I 比，这意味着接收极限值信号（可侦测到的最微弱的信号）的 Canopy BTS 天线可从后面遇到内部或外部干扰信号，接受电平为 -60dBm，但仍然能够以可接受到误码率保持接入连接。

时分双工（TDD）同步

用时分双工区分上行和下行通信的宽带无线接入网络最适于对称传输，如数据。不需要更换硬件就能够调整用于上行和下行通信的带宽容量是一种强大的功能。

TDD 系统的工作方式是在一段时间内传输下行（从 BTS 到 SM），例如 1ms。经过短暂的保护时间以后，SM 接着以同样的频率在上行中传输。对于有一个以上射频以 TDD 模式工作的蜂窝站点而言，重要的是要让蜂窝的所有扇区准确地在同一时间传输和接收。否则，如果扇区一正在传输，而扇区二正在接收，即使它们不处于同一频道，扇区二的输入传输可能受到干扰，因为扇区一的信号离得很近，其强度足以“淹没”和淹没扇区二的电子。

在蜂窝拓扑结构中部署 TDD 系统时，最好能在各蜂窝站点使用同样的频率，即使这些站点之间可能相距数公里之遥。这意味着，A 号 BTS 的扇区一可能与 B 号 BTS 的扇区一互相干扰。用于 Canopy 产品的频率规划如图 2 所示，该图显示这些信号是如何产生干扰的。在这种情况下，必须做到蜂窝间同步，这样可以保证所有蜂窝站点的所有扇区在上行和下行通信时计时妥当，产生同步效应。

在可能会是数百公里的方圆内取得严格的同步可能是一个挑战。Canopy 系统在设计上用于大规模、密集型网络部署，因此 TDD 同步功能是至关重要的。通过使用 GPS 信号，这个问题得到解决。这些精确的卫星信号被用于定时，并最终用于收发同步控制，因此可将所有扇区都锁定在同一个“时钟”上。

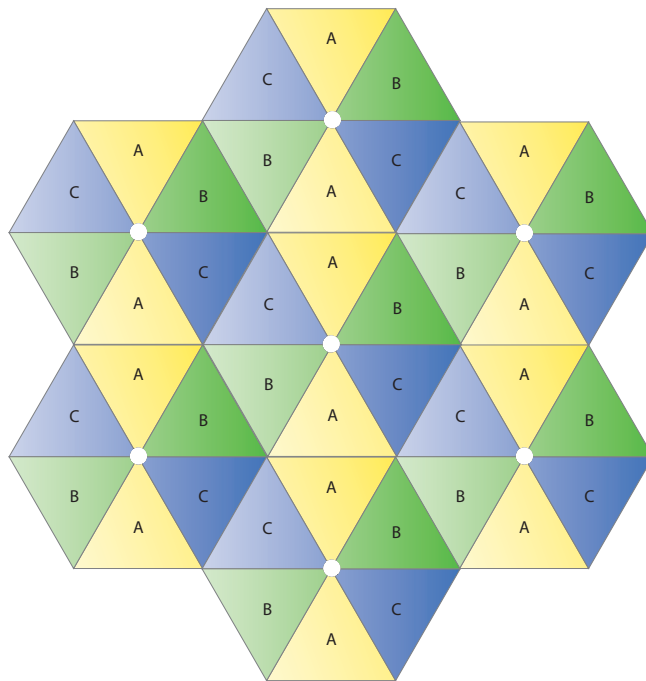


图 2. 蜂窝部署中的频率规划。

媒体存取控制层抗干扰方法

到目前为止，我们讨论的中心是各种物理层抗干扰技术。媒体存取层 (MAC) 抗干扰设计经常为人们忽视，但却在抗无用信号中起到重要作用。

帧/槽大小

Canopy 之类的 TDD 系统的典型 MAC 帧如图 3. 所示。从图中可以看到，帧的上层和下层部分分成槽，各个槽传输“射频数据包”，或 RDP。原始数据，如 IP 小包数据包，被分割成适合 RDP 大小的小包。

虽然 Canopy 系统性能非常好，但即使其部署设计和使用达到最佳水平，出现的干扰有时仍然会打乱这种数据组合，破坏 MAC 帧或其一部分。出现这种情况时，被破坏的数据必须重新送出。如果 MAC 帧是为大量 RDP 设计的，大约含有数百个字节，那么即使数据包只有一小部分被损坏，也必须重新传输整个槽。

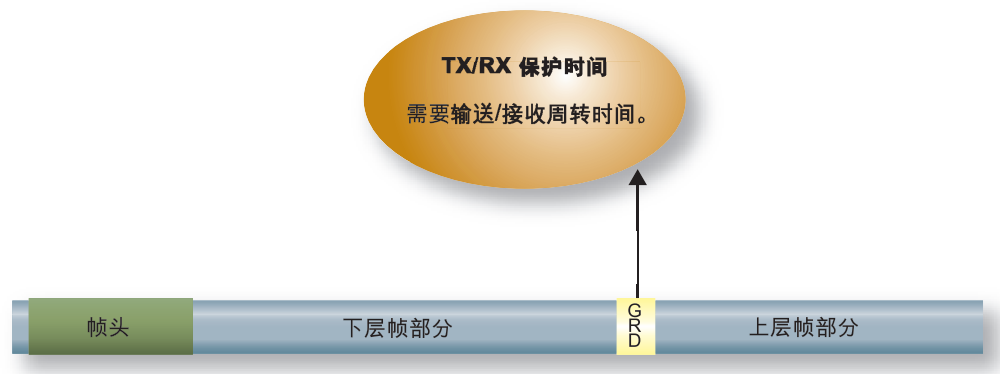


图 3. TDD MAC 帧。

结果可能对网络的通过量产生很大的影响，少数几个错误字节导致数百个字节重送。Canopy 通过 64 字节 RDP 解决了这个问题。这种 RDP 比较小，可将重新传输仅限制于被破坏的字节，因此可避免重新输送大量有效数据。

64 字节的槽甚至可以做得更小，但是由于 RDP 变小，固定槽头成为整包数据的一大组成部分，因此增加 MAC 层的运转工本。此外，64 字节的槽对于送至大多数 IP 数据包的 TCP 确认来说是理想的大小。

自动重传请求

上文中讨论过，少量干扰可对端对端网络性能产生很大影响。这与 TCP/IP 网络在有线网络中的设计方式有关。

这种协议是为在有线网络上操作而设计的，而有线网络假定可以忽略干扰。协议在设计上要求送出每个 IP 包时，由接收站向输出站发出明确的确认。如果输出站在某一段时间内没有收到 TCP ACK，便假定原因是网络堵塞，而不是传输上的障碍。遇到堵塞情况时，TCP 的反应是迅速减缓输送速度，然后再逐渐增加输送速度。

在宽带无线网络中，数据包的丢失或破坏不是由堵塞造成的，而是由干扰引起的。但是 TCP 协议不认识或无法将较高的错误率考虑在内，其反应是降低端对端数据数率。这种现象可将少量射频干扰扩大成整个网络功能的严重下降。

Canopy 网络不存在这个问题。Canopy 系统注意到 TCP/IP 用于无线网络产生的难题及随之而来的错误率，用一种称为自动重传请求 (Automatic Retransmission reQuest) 或称为 ARQ 的功能来解决这一问题。ARQ 实际上检查用户模块接收到的 RDP 并寻找错误。如果检测到错误，用户模块（或 BTS）将向送出数据的系统发出重送 RDP 的请求。所有这一切均在协议栈低于 TCP 的层面完成。其明显效果是，TCP 绝对不会收到来自于网络无线部分的含有错误的数据包。

这样可防止 TCP 调用慢启动运算机制，同时保持端对端峰值数据数率，或仅略低于峰值工作数率。

中心传输控制

有些宽带无线接入 MAC 协议，如在 IEEE 802.11 标准中使用的协议，以一种称为集散控制的方式工作。这意味着，各用户模块有能力根据自己的判断送出数据包。在这种模式中，用户模块通常会“听”，如果听不到任何传输，它便假设该频段畅通无阻，并送出其数据。

如果输出数据的用户模块听不到其他用户模块，就会产生问题。在这种情况下，两个或更多的用户模块将同时送出数据包，使两者均受到破坏，引起重传。干扰也会使用户模块互相听不见，产生同样的结果。

Canopy 通过实施要求满足接入结构来解决这一问题。在这种结构里，BTS 控制扇区的所有传输，不论是上层传输还是下层传输。用户模块仅在获得允许时送出其数据。如果一个请求输出数据的用户模块受到干扰，将会等待一段时间后再送，但在得到 BTS 允许之前决不会将数据传输到该频段中。

明显的效果

决定为某一地区和区域提供宽带无线接入服务时，操作公司必须首先决定如何部署网络。根据潜在客户的预计数目，可在蜂窝式部署和点式部署之间选择一种。

PMP 应用 — 蜂窝式部署

如果服务商决定向很大的地区提供遍布式宽带无线接入服务，可选择蜂窝式部署。蜂窝式部署的优点是整个地区可以用统一的方式覆盖。缺点是会增加事先规划和设计工作量。

如图 2 所示，为了避免自我干扰，用于各扇区的频率及其蜂窝至蜂窝的方向必须遵循严格的部署规划。使用的频率越少，越容易部署。理想的状况是，象 Canopy 这样功能良好的单一传输系统可以重复使用蜂窝之间的频段。注意：图 2 显示的是 Canopy 的典型部署，每个 BTS 单元有六个扇区，实际上，整个网络仅使用三个频段。

对于调制功能较弱的系统来说，频率复杂的规划常常取决于对 C/I 率的要求。因为，特定频道重复用于第二个蜂窝站点时，必须相距较远，才能达到 C/I 率方面的要求。[可从下面的表格中看到，距离增加一倍，

在无障碍距离中操作的系统，其功率范围可按以下方式计算。首先确定现有的“通信链功率估算值”，然后与下表比较。表 1 用于 2.4GHz 频段的操作，表 2 用于 5.8GHz 频段。注意，返回路径通常为限制因素，建议用于确定范围。

通信链功率估算值 (dB) =

输出功率 (dBm)

+输出天线增益 (dBi) + 接受天线增益 (dBi)

- 接受灵敏度 (-xxdBm @BER of 10-6)

- 天线电缆损耗

- 射频衰落储备 (建议为 15dB)

表 1 - 2.4GHz

通信链功率估算值	101	104	107	110	113	116	119	122	125	128	131
距离 (千米)	1	1.5	2	3	4	6	8	11	16	23	32

表 2 -5.8GHz

通信链功率估算值	101	104	107	110	113	116	119	122	125	128	131	134	137	139
距离 (千米)	0.4	0.6	0.8	1	1.7	2.5	3.5	5	7	10	14	20	27	32

信号就降低 6 分贝。] 因此，为保证下一次使用该频段时，蜂窝站点 A 的“干扰信号”不产生影响，必须降低其信号强度。要做到这一点，必须保证该蜂窝站点与其他使用该频段的站点相距若干蜂窝半径（实际距离也取决于天线和其他因素，如无障碍距离）。

在使用较高调制的系统中进行蜂窝式部署，明显的影响是，通常需要更多的频段来达到所需的 C/I 率。

因此，蜂窝部署的效率取决于许多因素，如 C/I 率、天线性能、TDD 设计和同步等。摩托罗拉和 Canopy 设计团队清楚地了解上述因素以及简化网络设计的重要性，并在 Canopy 产品中加以解决。

点对多点应用 — 点式部署

许多宽带无线接入系统最早按照一种称为“点式部署”的模式安装。这种拓扑部署指单蜂窝站点，但也可能指地理上并不互相毗邻但用来为特定地区服务的若干个站点。这与蜂窝式部署不同，后者的目的是为整个区域提供宽带无线接入服务，因此蜂窝站点或 BTS 站点在部署时必须避免覆盖时出现任何 LOS 间隙。

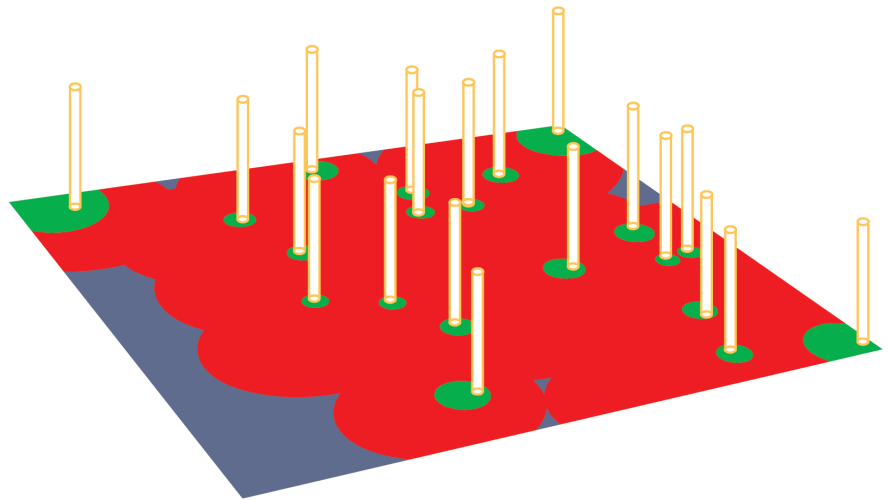


图 4a. 密集型部署中的覆盖缺陷。

如果宽带无线接入系统用点式方法部署，频率协调和规划通常不是问题，按照部署指南，各个蜂窝站点分别以最适用于该地区的方式安装。

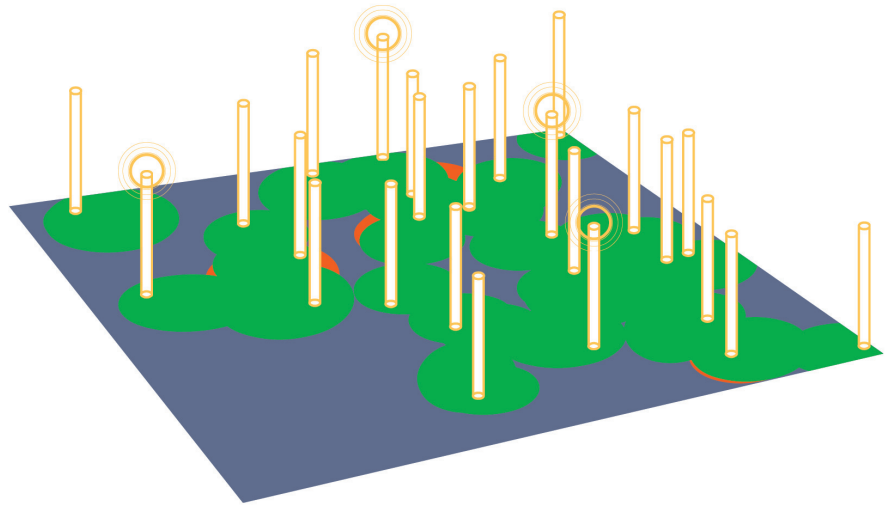


图 4b. Canopy 密集型部署的覆盖情况。

当操作公司开始在某一区域添加许多 BTS 中心点时，点式部署会有问题。正如上文讨论蜂窝式部署模式时指出的，同一频段相邻 BTS 或用户模块之间的自我干扰很快成为一个问题。由于一批又一批站点设立时几乎不进行任何频率规划，因此自我干扰很快就发展成严重的问题。

结果，决定在何处并以多大的间隔安装 BTS 站点时，操作公司会受到严重的牵制。如图 4a 所示，这会产生大面积覆盖间隙。绿色阴影区可获得所示 BTS 站点的服务。由于 BTS 站点之间的干扰，红色区域得不到服务。大面积覆盖间隙不仅妨碍服务供应商为潜在盈利丰厚的区域提供服务，而且使公众普遍认为服务质量低劣。只要几个潜在客户听到：“对不起，我们无法为您的业务提供接入服务”，接入服务供应商服务“不牢靠”的消息就会传开。

Canopy 系统在设计上可最大限度地降低不良影响，可使服务供应商迅速扩大网络，这是效能不高的宽带无线接入系统做不到的。有了 Canopy，操作公司可利用点式部署方法大大增加 BTS 站点数目，而不会出现其他宽带无线接入网络的那种覆盖间隙。从根本来说，BTS 站点越多，覆盖面积越大，各站点的客户就越多。效果很明显，也很简单—每平方公里的营收增加。图 4b 显示 Canopy 系统的密集部署状况。请注意观察覆盖面积的大量增加（绿色区域）。

PTP/回传应用

虽然有关宽带无线接入的讨论大部分集中于点对多点网络及其产品，但这些系统很大一部分将用于基础设施发展不完善的地区。是否有潜在客户，是否有高塔或高层建筑可供利用，是选择 BTS 站点位置的根据。作决定时没有考虑到的因素是何处可以与互联网或私营网络建立有效的连接。

许多情况下，BTS 设在没有大量铜线或光纤连接到 WAN 的地区。听起来很可笑，敷线设施不足居然会妨碍宽带无线接入网络，使 BTS 聚集的数据无法与 WAN 连接。

但是，实际情况是，宽带无线接入系统如果要有效运行，必须备有 PTP 解决方案，以便在缺乏敷线的情况下将 BTS 连接到 WAN。图 5 显示 Canopy 解决方案。宽带无线接入 PTP 连接的问题在于，实际上这些连接用于传输一个 BTS 站点的所有信号往来，或者说可能用于传输数百家客户的资料。明显的结果是，这个连接关系到整个任务的成败，而且会导致一处出错，全军尽墨的局面，这是一种很危险的双重威胁。

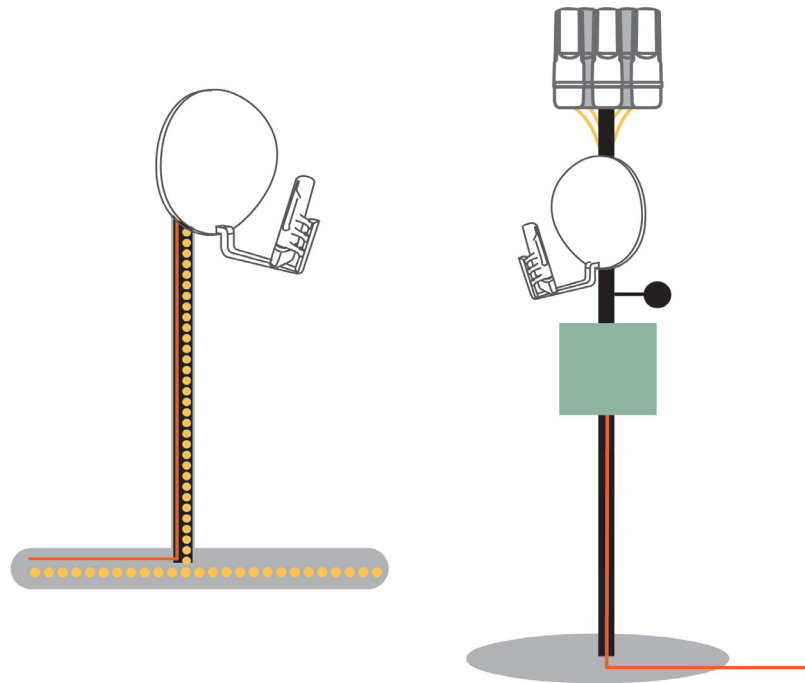


图 5. 具有回传功能的 Canopy BTS 站点。

如果服务供应商可能已经选择免许可证设备作为宽带无线接入部署设备，由于同样的原因，也很可能需要将免许可证解决方案用于回传或 PTP 连接。这样一来，PTP 连接必须十分可靠、强健耐用。

上文讨论过的 Canopy 所有加强型点对多点应用方面的抗干扰功能也适用于点对点应用。虽然点对点连接中的干扰要小得多（由于两个天线的重点覆盖区很窄，如上文所述），但其影响却大得多。如果在点对点应用中使用 Canopy 解决方案，该系统使用略微不同的 MAC，可减少冗余，向连接点提供更多有用的商用信号。

Canopy 点对点解决方案不限于从 Canopy 蜂窝站点回传信号，尽管这些站点在设计上可共同运行而不会产生干扰。由于这种强健的无线通信方式，Canopy 点对点系统也具有接入蜂窝电话所必须的稳定性。实际上，只要需要对稳定性要求很高的高容量专用连接，Canopy 点对点解决方案就总是能够满足需要。被一条路分割成两半的学校、政府、企业所在地等，都可以使用这种解决方案。不再需要租用线路来连接两个点，以便支持对业务极为重要的应用程序。点对点无线连接不仅能够节省资金，也具有更大的伸缩性，可允许用户部署所需要的带宽容量。

总结

到目前为止，世界各地的宽带接入在更大的程度上仍然是一种理想，而不是现实。虽然有线接入网络正在迅速发展，但由于多种原因，仅靠有线网络还无法使每个人受益于宽带接入。由于成本、技术等原因，及从根本上来说，出于商业盈利方面的原因，如果仅依靠有线接入作为宽带解决方案，大量的用户将在很多年内得不到宽带服务。

由于能够迅速部署宽带接入，而且成本很低，宽带无线接入具有固有的发展潜力，是切实可行的。但是，宽带无线接入系统有自身的问题

需要解决，稳定性或人们对稳定性看法是最重要的问题。提高稳定性面临的关键挑战是干扰，而免许可证频段的干扰因素比许可证频段系统要大得多。

事实上，免许可证解决方案有机会为人们所接受，成为宽带接入选择之一，这种机会同时也是挑战。为了赢得信任，也为了解决实际问题，这种网络必须能够保证长期有效地运行，保障操作公司的营收，确保最终用户得到稳定的服务。

因此，为免许可证频段设计的宽带无线接入解决方案必须立即直接解决这个问题，这是极为重要的。也很明显，为了达到这一目的，这种产品的核心部分必须经过极其细致的合理设计。扎实可靠的宽带无线接入网络并不是靠运气就能碰到的，需要全力以赴解决关键问题，提供正确的解决方案。在这个方面，Canopy 产品居业内领先地位。无论是需要传输大量对业务至关重要的信息（Canopy 点对点网络），还是在某一地理区域为大量客户提供服务（Canopy 点对多点网路），均能保证操作公司多年使用这种网络。



Motorola（摩托罗拉）和 Stylized M 徽标已在美国
专利与商标办公室注册。所有其他产品或服务名称
是各拥有者的财产。

© Motorola, Inc. 2002年版权所有。

白皮书

2002 年 8 月