

# 用 SmartMesh 重新定义 WLAN 经济学

技术综述

白皮书 | 2008 年 6 月

**智能射频，802.11n 以及自动优化的 SmartMesh，为我们打开了通往全新世界的大门；在那个世界里，无线局域网将随处可见，即插即用。**

随着内置无线系统的笔记本以及手持设备的不断增多，无线局域网正日益成为企业网络中不可分割的一个有机组成部分。不过，实现无线局域网覆盖全企业的，毕竟还只有少数几家而已。目前的现实就是，绝大多数的企业，还在为安装和管理大型无线局域网的复杂度以及昂贵成本而头痛不已。

通常，一个无线局域网的部署，往往意味着一个极其冗长的过程，其中不仅需要进行复杂的射频设计，还需要进行高强度的网络电缆布线。更糟的是，网络部署完毕，并不意味着整个工作就此结束了。当用户越来越多，有新的设备加入网络，需要进行多媒体应用，或者是对这三者进行了任何的移动/添加/改变，再或者是射频环境有了任何动态变化的话，都会要求你对整个无线局域网进行重新考量，并不时根据需要做出相应的调整，以获得较为满意的网络性能以及覆盖范围。

在这个过程之中，如果需要添加或者重新定位无线 AP 的话，那么与该 AP 相关的区域中网络将受到影响，而不得不暂停使用。通常，购买新网线的费用会极大的影响购买无线局域网设备的预算，尤其是当它会和日常业务相冲突的时候。

对这个问题而言，无线 Mesh 技术可能正好是一个解决方案。一个企业的 mesh 无线局域网由一组相互协作的 AP 组成，其中仅有部分 AP 是直接连到有线局域网的线缆之上的。而在无线拓扑结构中的 AP，将在任何 mesh 成员之间，以及 mesh 和有线网络之间，对客户端的通信进行路由。Mesh 技术极大地缩减了无线局域网的布线成本，以及固定 AP 位置所需的成本。只不过，虽然这些优势的确很有说服力，但绝大多数的企业还是对 Mesh 无线局域网的性能、可靠性，以及复杂度等问题心存疑虑，而不敢放手大干。

## **企业级 Mesh 无线局域网——不用它的原因**

理想状态下，一个 Mesh 无线网是可以做到自我组织，自我优化，以及自我修复的，这一点上很像一个路由器网络；但是和路由网不同，mesh 无线网必须处理两个非常独特的变数——一个是干扰，一个是媒介共享——而这两点凑在一起，就组成了企业之中最无法预测的巨大变数。

## **共享的媒介 Mesh——没有足够的容量**

沿着 Mesh 路径，每经过一个节点，数据包都会消耗一定的带宽。因为无线网络是一种共享介质，它会为同一频率频道的其他带宽请求建立一个延时。当一个数据包必须穿越某个冲突域时，其延时就将因所需经过的多重跃点数影响而成倍的增长；这对带宽的消耗将产生指数级的增长，极大的限制了 mesh 无线网的规模。

因此，mesh 无线网的规模受到了极大的限制；因为在冲突域内，带宽的消耗是根据数据包所需经过的跃点数目而呈几何级数增长的。在冲突域内，一个数据包经过的每一个节点，都会以几何级数的增长来消耗带宽，因而极大的限制了 mesh 无线网的规模。

很显然，首先会被想到的解决办法，是通过部署多台无线 AP 来增加带宽。举例来说，一个 2.4Ghz 的无线 AP 可以被用于向客户端发送数据，而第二台 5Ghz 的无线 AP 则被用于返回数据。在这种方案之中，所有的 Mesh 回程路线都将受到冲突竞争的影响。当然，使用超过 2 路以上无线通讯的 AP，可以通过使用不同的 5GHz 频道进行部署，以便对回程连接

进行不同区域的划分，但是这种设备一般很少见，而且也昂贵得多。此外，交叉频道的干扰可能性，数据噪声以及因为天线接近而产生的无意干扰，都会因为双无线通信、双波段 AP 的部署而明显的增加。

### 当 Mesh 遇到干扰——四分五裂

即便没有 Mesh 的出现，企业们也已经为了大受限制的覆盖范围以及差强人意的无线网络性能而困扰很久了。而 Mesh 只是让问题变得更加恶化了而已——为了完成客户端的通信传输，更多的 AP 参与其中，于是有了更多的竞争者在争夺无线带宽，自然出现干扰的可能性也就大大的增加了。此外，Mesh 出现的任何问题，都可能会造成更大范围的潜在冲击，从而导致整个网络的可靠性变得异常糟糕。

虽然我们可以减少跃点数量，减轻容量方面的限制，但哪怕是极小的一点干扰，就能最大程度的降低网络性能，破坏整个 Mesh 的平衡——而干扰却偏偏更加难以发现，也更加难以解决。干扰不是一个二元现象。而主要依赖于 SNR（信噪比）统计报告的检测算法其实是有缺陷的（SNR 由 wi-fi 芯片负责报告）。

举例来说，绝大多数的芯片组都无法将某个强信号及其附近的干扰信号区分开来（干扰是由近距离内另一个客户端的并发传输所引发的）。

即便 AP 可以识别出干扰，通常的行动反应也就是降低数据传输率，其最终结果还是导致了吞吐量的降低，或者是网络连接的丢失。而其他干扰减轻技术，例如对 Mesh 的再路由，或者改变 AP 的功率以及频道设定等，则都需要在多个节点之间，执行破坏性的动作。

此外，传统的 AP 还有一种倾向，那就是制造“自我干扰”——临近的 AP 会彼此间相互制造噪音，因为它们都使用全方位天线，持续不断的朝所有方向发射同等的信号。当某个 mesh 无线网中，临近 AP 都被放置的非常近，以试图获取最大的回程（Backhaul）数据传输率时，自我干扰的风险性就会显著升高。

### Mesh 与 WLAN——太过复杂

要想人工设计一个 mesh WLAN，以同时获取最佳跃点数、最佳回程（Backhaul）速度，干扰保护及弹性、负载平衡等，基本上就是毫无可能的事情。而适用于 mesh 的射频工具则非常少见，如果它们的确有的话。无论如何，面对实时的射频改变，静态工具基本上都是无能为力的。

除了设计与安装两个阶段之外，对 mesh 无线网来说，维护工作也是只多不少。网络拓扑需要时时进行监控和调整；覆盖范围中的漏洞需要补上；网络访问容量与回程（Backhaul）容量之间要进行相应的平衡；而对网站的调查则必须定时执行，以确保最理想的网络性能。

### Smart wi-fi 简介

近来 wi-fi 世界中的技术发展，已经引人注目的提升了在企业中建立无线 mesh 的可行性。将 IEEE 802.11n 同 Ruckus 无线智能 wi-fi 技术整合在一起后，我们第一次获得了这样的机会——能在建立一个高性能可靠 mesh 无线网的同时，还让其易于部署、易于操作。

### Smart wi-fi 是什么？

Smart Wi-Fi 是一种专利的技术创新，让一台 AP 可以更远、更快，以及更可靠的控制无线信号。它主要有 3 个特色部件：智能天线阵列，智能射频路由软件，以及智能 QoS 服务质量控制（具体请参看单独的白皮书，名为：“实现 802.11n 承诺——Delivering the 802.11n Promise”。）

一个智能天线阵列是一种天线架构，由许多方向性天线部件组成，可以单独选用或者组合起来，以保证每个数据包的传输过程都达到最优化。比方说，可以选中某个特定方向的部件，从而将传输能量聚焦到接受者的方向，或者抵制相反方向的干扰。一个小型天线包装虽只有 12 个妥善放置的部件，却可以正确组合成上千种独一无二的天线形式，从而提供空前的网络密度。

智能射频路由软件通过持续的学习环境情况，来对智能天线阵列进行控制，并不断的重新配置天线阵列以获取最佳的天线组合形式。通过针对每个客户端以及每个数据包（如果需要的话）的天线适应化配置，一个智能 wi-fi AP 有能力实时消除干扰，并持续以最大的性能参数（比如最高的数据传输率，以及最有效的射频频道，同时最小化出错重传）进行运作。这意味着可以进入更具挑战性的场所，更高、更可靠的性能，更具可靠性的网络连接，更好的覆盖范围，更少的盲点，以及更高的网络可靠性。

智能服务质量控制（Smart QoS）软件专门设计用于共享媒体无线网的性能优化。它在不同速度运作的客户端之间公平分配传播时间，基于不同的传输类型以及（或者）不同客户优先级来安排网络访问，并能根据每一个用户的基础情况实时限定所使用的带宽，以防止任何传输行为独占共享带宽。

### 802.11n 上的 Smart Wi-Fi

802.11n 是一个全新的 IEEE 标准（虽然目前还在草稿 2 阶段，但已经成为了事实上的标准），可以在老的 802.11 标准上，引人注目的提升网络性能以及覆盖范围。

802.11n 开发了诸如空间复用、频道复合、帧集成，块应答等新技术，以提供理论上最高可达以前最高 54Mbps 的 11 倍容量。不过，要想获得 802.11n 标准所承诺的那些性能，其关键就在如今的 802.11n 系统中利用这些新技术的能力如何。特别是，空间复用仅能工作于互不联系的多条路径上，而频道复合更是需要两个干净的并发频道才可以完成。对这两者而言，它们都会受益于一个能够在环境中找到适当条件的轻便天线系统，这种天线能够根据相应情况实时的对传输过程进行调节，从而更好的利用上述这两种技术（具体可以参看白皮书，其标题为：“实现 802.11n 承诺——Delivering the 802.11n Promise”）

如今绝大多数 802.11n 系统部署的都是静态全方位天线，对于信号如何传播没有任何的控制手段。而另一方面，Smart wi-fi 却通过对信号路径的调节，实现了空间复用以及频道复合，从而彻底解放了 802.11n 的巨大能量。通过对每一个客户端的通讯进行排队和调度，Smart Wi-Fi 也最大化了帧集成以及块应答技术的运用。

图 1 显示了两个 802.11n AP 之间的不同性能，其差异之处就在于，一个使用的是 Smart wi-fi，而另一个则不是。

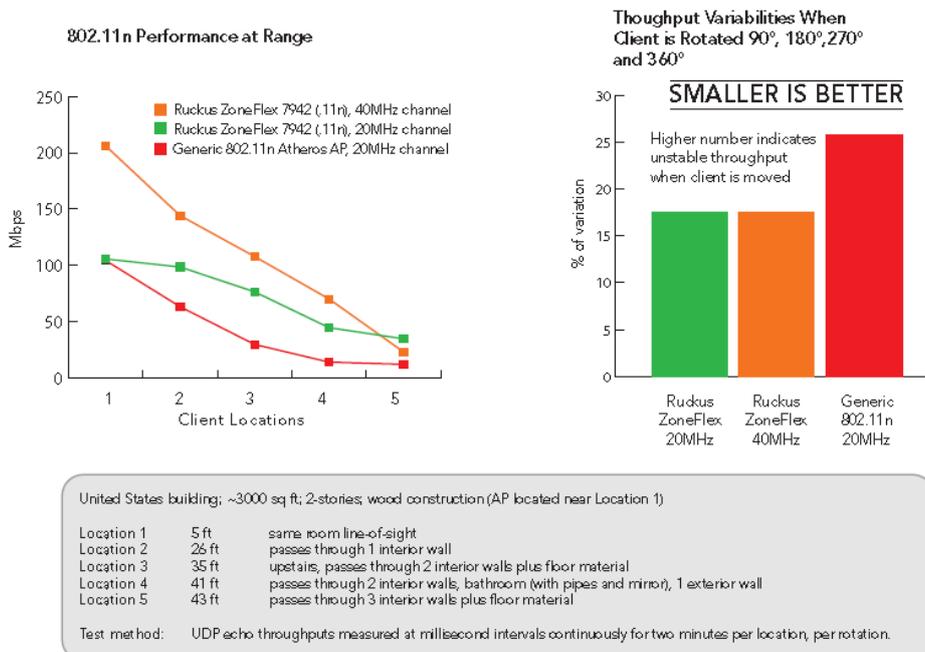


图 1 使用 Smart wi-fi 的 Ruckus 802.11n

## 进入 SmartMesh

Ruckus SmartMesh 技术，将 Smart Wi-Fi 的优势扩展到了一个高性能，自组织，自我优化，自我修复的 802.11n 骨干 mesh 网上。

对于困扰那些企业级 Mesh 无线网络很久的“部署性能问题”、“可靠性问题”以及“难于管理”等问题，SmartMesh 早已克服。

### SmartMesh 性能

一个 802.11n SmartMesh 提供 300Mbps 访问及回程（Backhaul）的容量，并降低了数据包通过每个 Mesh 跃点的延迟，差不多相当于 5 倍同等 802.11g/a mesh 网络的容量。在对现有 wi-fi 设备保持向下兼容性的同时，一个 4 跃点 11n SmartMesh 骨干网能够提供比 11g 无线局域网更好的（最起码也是相当的）吞吐量，即便对现有的客户端也是如此。此外，802.11n 客户端将获得原来 2 倍以上，乃至 8 倍之多的吞吐量提升（见图 2）现在，企业们可以在不降低用户性能的同时，充分享受 AP 无线化的好处了。

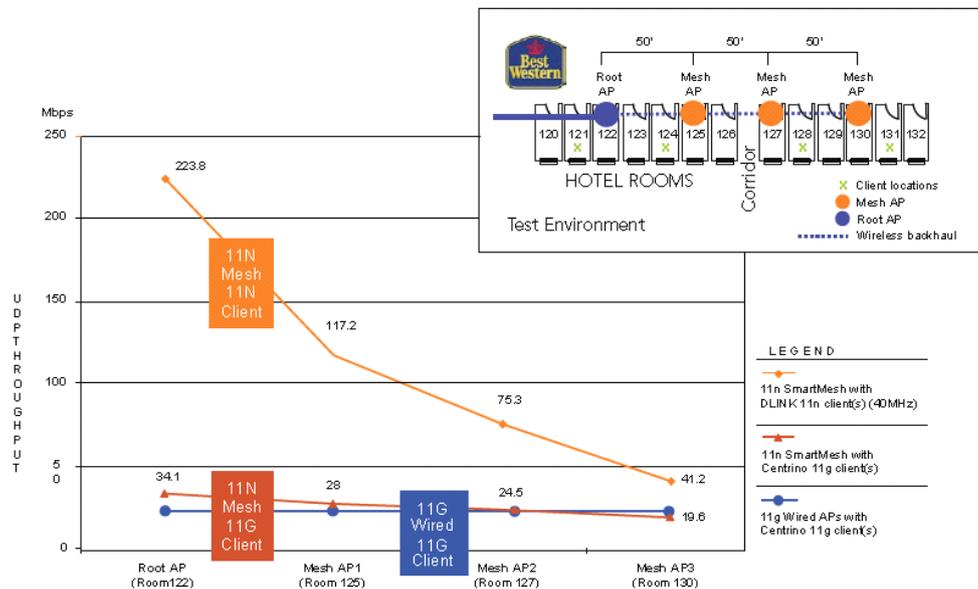


图 2 802.11n SmartMesh 和 802.11g AP 在吞吐量方面的比较

不考虑 11n 本身在容量方面的增加，仅就 Smart wi-fi 的灵活性以及坚固性而言，其在 Mesh 中的重要性早已经远超过去。集成智能天线阵列的方向性能力给予了 SmartMesh AP 超过传统 802.11n AP 大约 50% 以上的范围提升（在一个指定的吞吐量上），所以对于要覆盖的指定区域而言，需要的 AP 数量显然更少。这样就削减了跃点数目，于是也就削减了回程（Backhaul）流量负载，自然也就增强了系统的性能。

在对抗干扰方面，传统的 AP 或者只能是丢失数据包，或者是通过降低传输速率来进行应对，但是这样做显然会降低系统的吞吐量。

Smart wi-fi 有着自己独特的功能，可以为信号找到一个避免干扰的路径，这样可以在防止丢失数据包的同时，保持更高的传输速率。如果在寻找优秀信号路径时失败了（如图 4），下行 SmartMesh AP 发现一个上行 AP 有了明显的性能下降，那么下行 SmartMesh AP 中的自动拓扑软件会对回程（Backhaul）进行自动路由。

### SmartMesh 的可靠性

实现一个高峰值的吞吐量的确很重要，但是对一个 Mesh WLAN 来说，更紧要的事情在于如何维持一个可靠的吞吐量，并持续一直的贯穿整个覆盖区域。干扰常常是造成不稳定的罪魁祸首，会导致网路连接丢失，并导致 mesh WLAN 的性能上下波动。

Smart wi-fi 技术天生就具有防干扰的功能。对一个无线 mesh 网来说，更重要的一点是，

Smart wi-fi AP 相比于传统 AP，其相邻 AP 之间相处更加良好。智能天线阵列会将发射能量聚焦到接收者的朝向，但只持续一次传输所需的时间，这个时间通常是发射一个数据包的时间。在 mesh 中，这样做最小化了造成自我干扰的可能，并可以让邻近的 AP 可以被摆放在一个更理想的距离上，从而获取最高的回程（Backhaul）性能。

在 AP 损伤的情况下，或者是有一个持续的剧烈电波干扰情况下，SmartMesh 会自动进行重新路由并自我修复（可以看看 SmartMesh 自动拓扑的补充说明）。

此外，SmartQos 在整个 mesh 之中维护了通讯的优先级，比方说，保证客户端的 VoIP 下行通信不会受到一个上行 AP 的数据通信影响。它也允许系统管理员给予回程（backhaul）连接以超过客户端访问的优先级，同时对客户端实施速率限定，以确保不会有人有意或者无意的损坏网络平衡。

### SmartMesh 的简易性

专为缺乏射频专家以及 IT 资源有限的企业设计，SmartMesh 通过自动化的设计，简化了部署以及操作，可以在任何合理的时候执行配置，优化和维护任务。

Smart wi-fi 最小化了对全面站点调查、射频设计，以及专业安装人员的需求。因为 Smart wi-fi 是自我优化的，所以 AP 的物理朝向对网络性能所造成的影响被降低到了最小，这一点和传统的 AP 明显不同。内置的智能天线阵列，不再需要人工调整天线朝向，同时也防止了因人工调节而无意中造成的干扰。

在一个 SmartMesh 中，无需再为了最大化回程（Backhaul）速度和最小化彼此间的干扰，而严格指定 AP 的放置位置了。智能天线系统被部署在回程（Backhaul）链接的两端，其提升的覆盖范围意味着更频繁的连接，在一个建筑物中，SmartMesh AP 们可以直接和 root AP 之间（或是仅通过少数几个跃点）建立一个高速的回程（Backhaul）。

自动拓扑软件能够形成最佳的可用拓扑，并根据实时穿越所有可能 Mesh 路径的潜在吞吐量波动，对其进行不断的优化。人工干预不再是必须的。

而 SmartMesh 的配置和供应，毫不夸张的说法就是“即插即用”。根本无需再为每台 AP 进行单独的配置。

对于持续进行的运营操作，SmartMesh 在一个楼层规划地图的视图上，提供了可见网络拓扑结构，让系统管理员可以了解到何处可能会是覆盖的空白点，何处是出现故障的单个 AP 点，以及整体网络性能的瓶颈到底出现在何处。详细的统计资料以及 log 记录，提供了有关拓扑结构、网络使用等方面的信息，以及其他被用于在线支持、维护，以及容量规划的相关信息。

### SmartMesh 经济学

Smart wi-fi，802.11n 以及 SmartMesh 的强力组合，让企业第一次可以清除一直以来阻止它们实施全面无线局域网的三大障碍：物理障碍、技术障碍，以及经济障碍。

SmartMesh 让企业可以直接安装、维护，以及拓展无线网，而再也无需进行啰嗦冗长，需要大量专家的射频规划，也无需安装新的网络线缆（起码也是最小化了需要安装的网线数量）；对于任何指定的覆盖区域，所需部署的 AP 数量更少；而运营整个网络几乎不需要专业人员，且用户的抱怨几乎为零。

而所有这些好处的总体表现，就是堪称典范的整体拥有成本，让无线局网系统从此能无可非议的进入企业之中。

### 补充说明 SmartMesh 自动拓扑

所有完善的企业 WLAN mesh 系统，都提供某些种类的自动拓扑构造、自动优化，以及自动冗余的功能。拓扑规则一般都是基于跃点数目，连接容量，以及/或者根据 SNR 的情况（SNR，信噪比），如果你的目标是建立一个可用性能最佳的 mesh WLAN，那么上述所有这些因素都是有缺陷的。

类似 SNR（信噪比）这样由 wi-fi 芯片组所报告的信号强度统计，并不总是可靠的。更多的情况下，wi-fi 芯片组将无法分辨到底哪个是强信号，哪个是由附近的另一发射者所造成的干扰。

而在一个无线 mesh 中，连接容量是时刻根据实时射频条件（比如干扰，以及 AP 的处理负载等）而不断改变的。

至于跃点数量的多少，其实并不能反映出某个路径的性能到底如何。比方说，一个单一跃点的 mesh 路径，以 5Mbps 的数据传输率（提供 50 路下行客户端服务），并不一定就比两个跃点的路径，每个跃点 10Mbps（仅提供 5 路下行客户端）来的更好。

对 SmartMesh，自动拓扑是被设计用于在每个节点之间选择路径的，而 root AP 绝大多数情况下会在某个给定的时间里尽可能实现最高的性能。自动拓扑功能是分布式的，允许每一个 SmartMesh AP 独立选择自己的上行路径。

对每一个信标，SmartMesh AP 会广告自己的实时潜在吞吐量 (PT, Potential Throughput)。PT 会考虑到到达上行 AP 的潜在吞吐量，以及上行 AP 自身的潜在吞吐量（如图 3）当一台 SmartMesh AP 进入一个网络后，它会基于全部的 PT 广告，和最佳性能的上行 AP 建立一个安全的回程（Backhaul）连接，然后计算自己的 PT 波动，并开始对自己的情况进行广而告之。

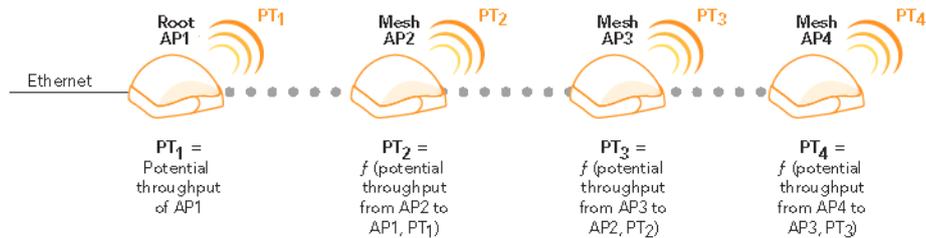


图 3 SmartMesh 的潜在吞吐量波动

每一个 AP 都会持续监控所有来自潜在上行 AP 的广告情况。在回程（Backhaul）失败或者出现了特别的性能损伤的情况下，AP 会自动重新路由它的回程（Backhaul）到当前最佳性能的上行 AP 上（如图 4a，4b，4c）。

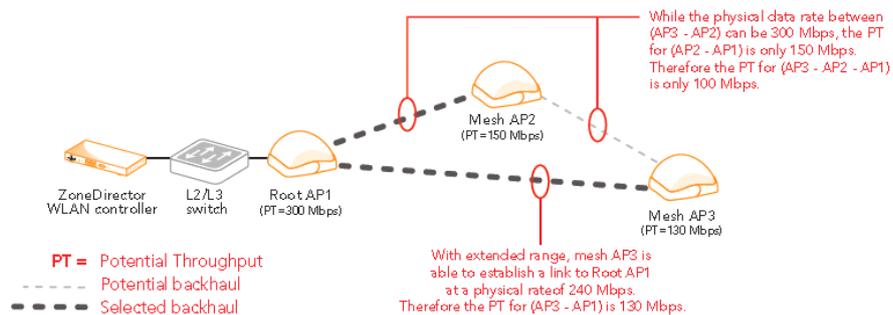


图 4a SmartMesh 的自我组织

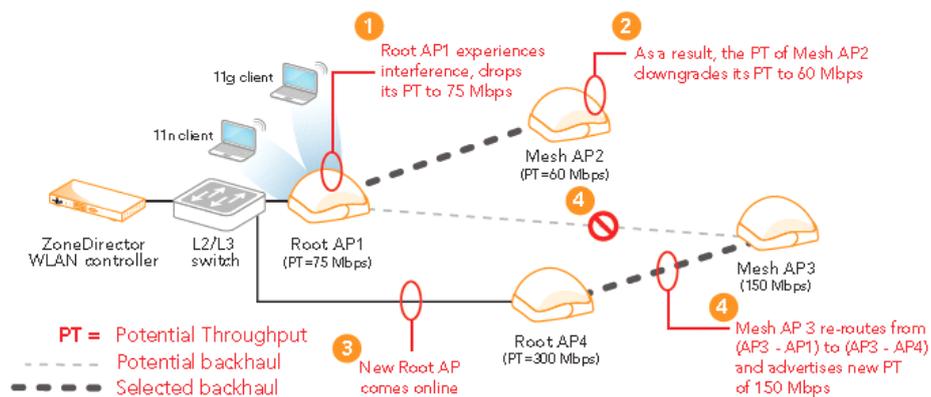


图 4b SmartMesh 的自我优化

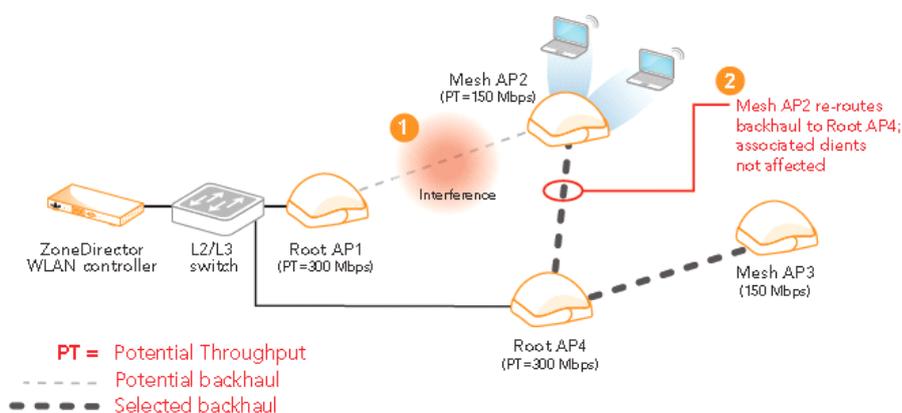


图 4c SmartMesh 的自我修复

### 一个 ROI（投资回报率）案例

#### 802.11g WLAN 对 802.11n SmartMesh

在过去，要从顶尖企业网络供应商那里获取设备，安装一个覆盖 500 名用户，5 万平方英尺办公室的 802.11g 无线网，需要起码一周的时间，以及超过 4 万美金的资本和劳动开支。使用 802.11n SmartMesh，同样的部署不超过 1 天时间，费用大概只有 1.5 万美金左右。

表格 1: 802.11g 对 SmartMesh 802.11n

Table 1: Legacy 802.11g vs. SmartMesh 802.11n		
	Legacy 802.11a/g Wired WLAN	Ruckus 802.11n SmartMesh
RF planning and design	\$5,000, 1 day	\$500, 1 hour
Configuration and installation	2.5 business days	5 hours
WLAN Controller	\$14,395	\$3,500
Wired access points	\$17,475 (25 802.11a/g APs x \$699)	\$3,495 (5 802.11n APs x \$699)
Mesh access points	0	\$6,990 (10 802.11n APs x \$699)
Ethernet drops	\$5,000 (25 drops x \$200)	\$1,000 (5 drops x \$200)
Maintenance and post-installation	1.5 Days	0 Days
Total Cost of Ownership	\$41,870 5 Business Days	\$15,485 0.5 Business Days

此外，使用 SmartMesh 所获得的令人瞩目的经济性，是在没有牺牲任何性能的情况下达到的。图 2 示范了部署一个 802.11n SmartMesh 基础结构，在 Mesh WLAN 中的 802.11g 客户端，其性能等于或者好于在 802.11g 无线网中的同等 802.11g 客户端，即便是穿越 2-3 个无线跃点后也是如此。

而当客户端设备最终迁移到 802.11n 上后，同一个 SmartMesh 基础结构，即便是离开 root AP 3 个跃点之后，依旧可以提供超过 40Mbps 的客户端吞吐量。

### 摘要

先进的信号路径控制技术，射频信号路由技术，结合更高速度的 802.11 技术，正在创造一个全新的机会，可以重新定义无线局域网部署的经济性。

对企业 IT 管理人员来说，无线 mesh 网虽然一直令他们向往，但是最终却因为贫瘠的网络性能，不稳定的网络信号，以及复杂的部署过程而不得不放弃。

Smart wi-fi 的出现，让坚固可靠、性能卓越的无线 Mesh 网变为可能，它能够适应 wi-fi 环境中的变化，确保 mesh 节点之间高可靠性、远到达性的骨干连接。

和 802.11n 相整合后，SmartMeshing 现在可为企业提供这样的能力，用以前一半的花费，一半的时间，就可以部署一个网络性能 3 倍于传统 802.11g 的无线局域网。

SmartMesh 建立了一个高弹性的无线基础结构，再也无需为每一台 AP 连接网络线缆。每一台 SmartMesh AP 都集成了专利的 Smart wi-fi beam steering 技术。它最小化了 mesh 节点之间的无线跃点数，实现了高性能，在无线回程 (Backhaul) 连接上保证了空前的弹性。