

集中式/基础架构  
频谱保证：  
评估总拥有成本

*Farpoint Group 白皮书*

文档 FPG 2010-166.1  
2010 年 4 月



在过去的十多年间，无线局域网和 Wi-Fi 的发展过程中出现了许多形式的无线局域网保证和验证工具，而检查物理层 (PHY) 上活动的能力是受到忽视而亟需要解决的问题之一——换言之，就是查看在空中传输的过程中发生了什么状况，这就是所谓的**频谱保证 (SA)**。SA 之所以特别重要不只是因为无线局域网所使用的频率无需授权，因而会受到任意无线电信号和干扰的制约，更多是因为无线局域网如今在众多应用中尤显关键，其经常作为主接入方式甚至是默认接入方式，而检测和补救频谱相关挑战的需求也变得同样重要。用于应对上述挑战的设备称为**频谱分析仪**。思科于 2005 年首次推出基于手提个人电脑的**智能频谱分析仪**，这是一个成本低、效率高的工具，终于可供各地的网络运营人员使用。但是新的挑战随之而来：随着无线局域网重要性的增加以及覆盖范围的扩大，**临时性**的频谱分析方法虽然很有价值，但却不够优化。我们称这种方法为“走动式”（“WAM”）操作模型，移动频谱分析仪支持这种模型。鉴于当代无线局域网的部署需要支撑关键任务，因此很显然需要专职且**全面的**频谱分析，这就对将该功能**移入无线局域网基础架构**提出了明确的要求，我们也由此创建出所谓的“集中式/基础架构”（“CIM”）频谱保证模型。我们最近引入了思科的 CleanAir 产品系列，CIM 策略如今已经实现，但也由此引起了有关此方法总拥有成本的一些非常有趣的问题——这即是该白皮书的主题。

## 频谱保证：优点

频谱保证为何如此重要？让我们看一下一些关键优点：

- **干扰检测**——无需授权波段可能充斥着各种设备的干扰信号，从无绳电话到蓝牙产品、无线视频摄像头、微波炉等。大多数干扰都非蓄意而为，且信号微弱，对 Wi-Fi 信号的危害体现在信号时断时续。但是，我们的实验显示，来自常见商用无线设备的干扰会严重危害 Wi-Fi 传输，并且如果没有频谱分析，则没有办法验证具体问题的性质。
- **优化操作**——大多数企业级无线局域网系统如今会自动分配无线电信道，并设置发射功率级别，了解无线电环境可避免使用受到严重干扰（Wi-Fi 或其他）的信道，从而优化（潜在且动态地）特定安装，实现吞吐量、可靠性和整体能力。
- **安全性和系统完整性**——虽然物理层拒绝服务 (DoS) 攻击所幸极少全面爆发，但这种可能性仍然存在。如今，能够检测并锁定公司建筑内任何形式的非法发射器是一项必不可少的无线局域网安全保证功能。
- **执行规定**——公司在办公地点应对无线设备（包括无绳电话、无线视频摄像头、非 Wi-Fi 标准的无线局域网设备等）的使用制定规定。能够检测禁止的设备这些规定的目的。
- **分析故障**——频谱保证的一项关键功能是可以快速、有效且以最少的成本找出中断（间断或非间断）的根本原因。最后，整体生产效率取决于局域网和网络服务，因此它还取决于优化的无线服务。

如上所述, Wi-Fi 应用的频谱分析一向都是由工程师或类似的技术专业人员拿着基于手提电脑分析仪四处走动, 来查找无线电干扰源或其他禁止的发射器。这种方法确实有效, 但不够优化。最大的问题是往往在怀疑存在问题时才应用这种技术。当然, 届时问题可能会消失, 或者如果问题是间歇性或突发性的, 则难以察觉。此外, 依其定义, WAM 策略仅涵盖任意时间点指定基础架构的一部分, 且费时耗力, 需要受过培训且富有经验的工程师或具有射频资格的技术人员参与, 而且常需要长途出差且在现场花费大量时间。如果一个人想要找到干扰源, 使用一个传感器通常很难办到。最后一点, WA 技术完全独立于无线局域网管理和其他保证工具, 就是说必须加以人工判断, 才能根据频谱保证作业的结果作出判断, 而在此过程中, 通常会增加复杂性和不确定性。

虽说在具体操作中, 我们仍建议保留 PC 型 频谱分析工具 (例如, 用于临时性分析和预安装射频调查), 但是将 SA 功能引入企业级无线局域网安装的基础架构中却能带来更广泛的优点。其中最重要的是与无线局域网的管理控制台和管理系统集成, 将所有关键功能合并到单个界面中, 既改进了员工生产效率, 又提高了整体运营绩效。通过相似的方式, 可以优化无线电资源管理, 同时信道分配和发射功率逻辑现在能够利用其他关键可变因素, 并实现自动化。根据需要, 可以快速自动重新配置。事件记录和趋势分析变得简单一致。可以自动、准确且迅速地定位干扰源或非授权设备。最重要的是, 可以从一个位置对大面积区域 (甚至多个建筑物、园区和广泛分散的设施) 进行全天候 (24/7/365) 持续监控和管理。这种设想与应用到入侵检测和防御 (IDS/IPS) 服务以及无线局域网保证解决方案其他元素的做法非常类似, 也是从走动式模型开始, 逐步发展到企业级基于基础架构的解决方案。

Farpoint Group 因此认为, 集中式/基础架构模型在网络优化和生产效率方面的改进, 足以支持实施 CIM 频谱保证解决方案。为纳入对总拥有成本的影响, 可以认为 CIM 策略是将昂贵的、人员集中的运营支出转换为较大但更有效的资本支出。而且, 还有一点也非常重要, 频谱保证有些类似于保单, 是为了避免产生费用而投入的机会成本。因此, 我们假设 SA 功能不可或缺, 我们只要分析 WAM 和 CIM 方法的基础成本即可, 而不用去考虑 SA 是否有价值。它不但有价值, 而且价值非常高。

### 组建集中式频谱智能的总拥有成本 (TCO) 模型

任何模型的总拥有成本都有两个组成部分: 资本支出 (CapEx) 和运营支出 (OpEx)。资本支出包括所有必需的设备、规划、安装、功能验证以及相关的非重复性工程费用, 这通常仅是所需设备成本的一小部分。运营支出包括与持续运营 (网络管理、故障排除、补救、用户支持、维护以及许多其他功能) 相关的所有费用。

随着时间的推移, OpEx 通常比 CapEx 更大, 原因很简单。CapEx 很大程度上取决于制造产品的成本, 该成本随着时间的推移逐步下降, 并会从提高的性价比中获益 (通常在报刊中指明为 “更快/更好/更便宜” 的典型高科技产品), OpEx 基本上是 *劳动密集型*, 此处的成本显示了相反的属性, 随着时间的推移始终在 *增加*。当然, 解决不断上升的劳动力成本的最好办法是提高生产效率。频谱保证的集中式模型无疑可以实现这一点, 这是因为它将面向员工的走动式方法转换为集中式、连续、基于基础架构的监控和分析, 并能针对检测到的问题进行适当自动化操作。当然, 对直接劳动力走动运作的需求显著下降, 在许多情况下甚至完全不需要。

在集中式频谱保证解决方案中，假设装在设备中的所需传感器也可以充当接入点，那么新建（全面）部署中所涉及的大量 CapEx 在启用频谱的无线接入点与未启用频谱的无线接入点之间的成本是不同的。根据该模型，每个无线接入点可能需要几百美元。在增加现有部署时，Farpoint Group 通常假设启用频谱的无线接入点与其他无线接入点之间的关系为 1:4 到 1:6。尽管在部分部署中，功能会略有下降，但是成本相当低。此外，在部分情况中，可能需要针对两个不同无线接入点以客户端类型为基础来执行功能验证，但是这些成本应该非常低，而且与本地策略和程序运作无关。唯一产生的其他费用是需要一个设备来实现位置功能，同样，这对整个安装成本来说微乎其微。因此，添加集中式频谱保证所增加的成本是任意给定安装的总资产成本中很小的一部分，而这部分成本会随着整体成本的下降而下降。而 CIM 的 CapEx 通常高于 WAM 案例中所需的 CapEx，WAM 仅包括一台手提电脑和价格便宜的频谱分析仪工具。

在运营支出方面，我们可以回想走动式模型基本上依靠大量的劳动力，往往具有不确定的范围，因而具有不确定的成本。有时，从开始直到捕获间歇性干扰源会令人沮丧（我们对此深有体会），从来都无法保证在适当时间和适当的位置发现问题。CIM 策略几乎不需要上述所有费用，因此我们期望看到从集中化中获得总体 TCO 利益。

如前所述，同样重要但是难以量化的是网络中由故障带来的广泛的潜在机会成本。其中包括在发生用户可见问题或大规模当机时导致停工以及其他潜在间接费用，包括违法和其他违规及其潜在的巨大影响，安全漏洞和相关故障所带来的后果，以及失去信誉、客户信心和因网络故障而引起的客户服务问题的业务。如果影响了企业的应对能力，则吞吐量下降也会是一个重要因素。如今，大多数企业在很大程度上依赖企业局域网（无线和有线）进行关键运营，因此对可靠性实施改进非常必要（如集中式频谱保证），它可提供避免这些潜在间接机会成本所需的可靠性和性能。网络毕竟是一个优化组织生产效率的工具。不管遇到什么挑战都保证其有效运作至关重要，这就再次提到为什么我们相信 SA 功能在**所有**企业级无线局域网安装中必不可少。任意形式的频谱保证与无频谱保证功能之间的 TCO 差异在于与上述支出相关的巨大机会或保险成本。量化这些成本将取决于指定安装和行业的具体情况，但成本确实非常大。因此，以下我们分析将重点比较基于基础架构的频谱保证与走动式模型的成本差异。

### 频谱保证解决方案的 TCO：示例

虽然任何指定安装的具体情况可能有所不同，Farpoint Group 经与 Cisco Systems 协商，开发了一个通用 TCO 模型（参见表 1），用于在企业中部署频谱保证功能。在此模型中，我们考虑三个具体方案：如上所述的走动式模型 (WAM) 和集中式/基础架构模型 (CIM) 的两种形式。三者中，第一个是**部分**（有时称为“叠加”）策略，可能用于现有部署中，实施方法是**增加**一些启用了频谱智能的无线接入点，在本案例中为思科 3500 系列无线接入点。这类部署可以提供干扰源的连续监控和位置，之后通过思科的移动服务引擎 (MSE) 设备启用。第二个案例是 3500 系列无线接入点的**全面**部署，其包括部分部署的所有优点，再加上干扰相关问题的自动化补救（也称为“自行恢复”）。



CapEx	WAM	CIM – 部分	CIM – 全面
笔记本电脑 PC 的成本	\$1,000		
频谱分析仪的成本	\$5,000		
附加支持频谱分析功能的无线接入点的成本		\$1,300	
无线接入点的差值成本			\$300
部署的无线接入点总数		1000	1000
传感器无线接入点的比率 (1:n)		5	1
支持频谱分析功能的无线接入点数量		200	1000
支持频谱分析功能的无线接入点成本		\$260,000	\$300,000
用于环境感知位置应用的移动服务引擎成本		\$7,000	\$7,000
<b>CapEx 总计</b>	<b>\$6,000</b>	<b>\$267,000</b>	<b>\$307,000</b>
OpEx			
每小时工程师成本	\$80	\$80	\$80
每月事故数	10	10	10
每事故小时数	24	1	0.25
<b>OpEx 总计 (年度)</b>	<b>\$230,400</b>	<b>\$9,600</b>	<b>\$2,400</b>
<b>三年 TCO</b>	<b>\$697,200</b>	<b>\$295,800</b>	<b>\$314,200</b>

表 1 ——三种不同部署方案的总拥有成本 (TCO) 模型示例。黄色区域为可变项目。来源: Farpoint Group。

如表 1 所示, WAM 资本支出组成部分比较低, 但是运营支出很高, 原因在于它本质上属于劳动力密集型。根据与数个目前部署频谱保证解决方案的大型组织中的关键人员进行交谈以及我们自己的经验, 我们认为从事件发生到解决所需时间预计为 24 小时是合适的。请注意, 特殊事件中可能包括额外的人员延迟和差旅费用。因此, 三年 TCO (CapEx 加上三年 OpEx) 非常高, 应该再次指出的是持续的监控在这种情况下是行不通的。

“CIM – 部分” 案例假设现有部署和增加新的 3500 系列无线接入点的比率是 1:5 (一个 3500 对五个现有无线接入点)。如上所述, Farpoint Group 发现该比率通常介于 1: 4 到 1:6 之间。但是请注意, 现已支持全天候监控, 因此所需的人员操作时间大大减少。

“CIM – 全面” 示例仅需考虑 3500 无线接入点的差异成本, 即 300 美元, 这是因为在本案例中没有部署无线接入点。但是请注意, 由于启用了自行恢复功能, 本案例中所需的人员操作时间大大减少。因此, “全面” 策略的三年 TCO 仅比 “部分” 案例高一点, 可以选择并轻松进行全新部署。

两个 CIM 示例均假设部署了总计 1000 个无线接入点, 每月每 100 个无线接入点发生一个频谱相关事件。所有价格都基于思科的价目表。

请注意, 此模型没有量化任何维护成本, 也没有考虑本档中其他地方所述的机会成本。我们认为, 前者产生的后果很小, 而后者则非常需要安装频谱保证解决方案。

## 结论

毫无疑问，根据多年规划、安装和排除无线局域网安装故障的经验，频谱保证是任何企业级安装中的必要元素。由于缺乏物理层的可视性而引发的故障，其相关潜在成本可能非常巨大。同样毫无疑问，根据我们上述的成本分析以及所说明的其他好处（特别是全面、持续的监控），集中式/基础架构模型是首选策略。OpEx 转换为 CapEx 以及改进的可靠性和性能会在相对很短的时间内轻松获得投资收益。再次说明，最好将频谱保证视为涵盖生产效率和可靠性的保险策略。无线局域网优化、安全、策略实施和故障排除方面的优点不可否认。无线局域网基础架构中提供的这一功能对行业及其客户来说是一个巨大飞跃，我们相信，在未来几年内，它必将成为标准而得以普及。



Ashland MA USA  
508-881-6467

[www.farpointgroup.com](http://www.farpointgroup.com)

[info@farpointgroup.com](mailto:info@farpointgroup.com)

本文件中包含的信息和分析基于实际测试和公开发表的信息源，这些信息在公布之日被认为是正确的。对于此处可能存在不准确之处，Farpoint Group 不承担任何法律责任。本文件的修订版可能随时发布，恕不另行通知。

**Copyright 2010 — 版权所有。**

本文件可复制和分发，但必须包括本版权声明，且不得对原文件进行任何修改。