

# 统一无线网络中的无线电资源管理

## 目录

[简介](#)

[先决条件](#)

[要求](#)

[使用的组件](#)

[规则](#)

[升级到 4.1.185.0 或更高版本：更改或验证什么？](#)

[无线资源管理：提示和最佳实践](#)

[RF 分组和发射功率阈值](#)

[覆盖范围和客户端 SNR 截止](#)

[邻居消息频率 \(RF 组形成\)](#)

[使用按需选项](#)

[负载均衡生效数量](#)

[无线资源管理：简介](#)

[无线资源管理：概念](#)

[关键术语](#)

[RRM 概况](#)

[RF 分组算法](#)

[动态信道分配算法](#)

[发射功率控制算法](#)

[覆盖空洞检测与消除算法](#)

[无线资源管理：配置参数](#)

[通过 WLC GUI 进行 RF 分组设置](#)

[通过 WLC GUI 进行 RF 信道分配设置](#)

[通过 WLC GUI 进行发射功率水平分配设置](#)

[范围阈值：WLC GUI](#)

[无线资源管理：排除故障](#)

[验证动态信道分配](#)

[验证发射功率控制变化](#)

[发射功率控制算法工作流示例](#)

[覆盖空洞检测与消除算法工作流示例](#)

[debug 和 show 命令](#)

[附录 A：WLC 4.1.185.0 版 - RRM 增强](#)

[RF 分组算法](#)

[动态信道分配算法](#)

[发射功率控制算法](#)

[覆盖空洞算法](#)

[SNMP 陷阱增强](#)

[装饰性/其他增强](#)

[负载均衡更改](#)

[附录 B : WLC版本6.0.188.0 – RRM增强](#)

[医疗设备的RRM修正](#)

[相关信息](#)

## 简介

本文档详细介绍了 Radio Resource Management (RRM) 的功能和操作，并深入讨论了此功能背后的算法。

## 先决条件

### 要求

Cisco 建议您了解以下主题：

- 轻量接入点协议 (LWAPP)
- 常见的无线 LAN (WLAN)/射频 (RF) 设计思想 (了解程度与 Planet 3 Wireless CWNA 认证相当)

**注意：** 客户端主动负载均衡和恶意检测/遏制 (以及 Cisco 入侵检测系统 [IDS]/Cisco IOS® 入侵防御系统 [IPS] 的其他功能) 不是 RRM 的功能，并且超出本文的讨论范围。

### 使用的组件

本文档不限于特定的软件和硬件版本。

### 规则

有关文档规则的详细信息，请参阅 [Cisco 技术提示规则](#)。

## 升级到 4.1.185.0 或更高版本：更改或验证什么？

1. 从 CLI 检查：`show advanced [802.11b|802.11a] txpower`新的默认值为 -70dbm。如果已修改了此值，请将其恢复为默认值，因为已表明这个新默认值在一系列情况下均为最佳。此值在 RF 组中所有控制器上都需要相同。做出更改之后记得保存配置。要更改此值，请发出此命令：  
`config advanced [802.11b|802.11a] tx-power-control-thresh 70`
2. 从 CLI 检查：`show advanced [802.11a|802.11b] profile global`结果应为：`802.11b Global coverage threshold..... 12 dB for 802.11b`  
`802.11a Global coverage threshold..... 16 dB for 802.11a`如果结果不同，则请使用以下这些命令：`config advanced 802.11b profile coverage global 12`  
`config advanced 802.11a profile coverage global 16`应将确定客户端是否存在冲突以及覆盖空洞算法的缓解是否生效的客户端 SNR 截止参数 (称为 Coverage) 恢复为最佳结果的默认值。
3. 从 CLI 检查：`show load-balancing`当前负载均衡的默认状态为 *Disabled*。如果启用，则当前默认的生效数量为 5。这是与无线关联的客户端数量，达到此数量之后即对这组关联的客户端进

行负载均衡。负载均衡对于高密度的客户端环境可能非常有用，并且必须由管理员决定使用此功能，以便了解客户端关联和分布行为。

## 无线资源管理：提示和最佳实践

### RF 分组和发射功率阈值

TIP：

- 确保在共用 RF 组名的所有控制器上都配置相同的发射功率阈值。
- 在 4.1.185.0 之前的版本中，默认发射功率阈值为 -65dBm，但这个 -65dBm 的阈值对于大部分部署而言都显得过高。将此阈值设为 -68dBm 与 -75dBm 之间时观察到了更好的结果。在 4.1.185.0 版中，当前默认的发射功率阈值为 -70dBm。在 4.1.185.0 或更高版本中，强烈建议用户将发射功率阈值更改为 -70，并验证结果是否令人满意。我们强烈建议您这样做，因为各种 RRM 增强可能会使当前设置变为并非最优的设置。

为什么：

RF组名是每个无线局域网控制器配置的ASCII字符串(WLC)。分组的算法选择，反过来，计算传输功率电能控制的RF组领导(TPC)和动态信道分配(DCA)整个RF组的。例外是覆盖孔算法(CHA)，每WLC运行。由于 RF 分组是动态进行的，并且默认情况下间隔 600 秒运行一次算法，因此可能会出现侦听到新邻居（或不再侦听到现有邻居）的情况。这样会使 RF 组中产生变化，因此可能会导致选举（一个或多个逻辑 RF 组的）新组领导。在这种情况下，在 TPC 算法中使用新组领导的发射功率阈值。如果此阈值的值在共用相同 RF 组名的多个控制器中不一致，则这样可能会导致运行 TPC 后得到的发射功率水平有差异。

### 覆盖范围和客户端 SNR 截止

提示：

- 对于大多数部署，将 Coverage measurement（默认为 12dB）设置为 3dB。**注意：**在 4.1.185.0 版中，发射功率提高控制和用户可配置的超出 SNR 范围阈值的客户端数，802.11b/g 默认值 12dB 和 802.11a 默认值 16dB 在大多数环境中都应运行良好。

为什么：

Coverage measurement（默认情况下为 12dB）用于按客户端达到可接受的最大 SNR。如果客户端 SNR 超过此值，并且，如果一个客户端超过此值，CHA 由接入点(AP)检测有恶劣的 SNR 的客户端的 WLC 触发。在有传统客户端（其漫游逻辑通常较差）的情况下，将可接受的噪声水平调低为 3dB 的结果可在短期内做出修正（在 4.1.185.0 或更高版本中不需要此修正）。

[覆盖空洞检测与消除算法](#)部分中的“粘性客户端开机注意事项”下进一步介绍了这种情况。

### 邻居消息频率（RF 组形成）

TIP：

- 发送邻居消息之间所配置的间隔越长，整个系统中的收敛/稳定时间就越长。
- 如果有 20 分钟未侦听到现有的邻居，则从邻居列表中修剪掉该 AP。**注意：**在 4.1.185.0 版中，现已延长邻居列表修剪的间隔，可保留最长已有 60 分钟未从其侦听到邻居数据包的邻居。

为什么：

默认情况下，每 60 秒发送一次邻居消息。此频率由 Auto RF 页上 Monitor Intervals 部分下的 Signal Measurement (在 4.1.185.0 和更高版本中称为 Neighbor Packet Frequency) 控制 (参考请见图 15)。邻居消息传播 AP 侦听到的邻居的列表，然后该列表传播到邻居各自的 WLC，后者依次形成 RF 组 (其中假设将 RF 组名配置得相同)，了解这一点很重要。RF 收敛时间完全地取决于邻居消息的频率，因此必须适当地设置此参数。

## 使用按需选项

提示：

- 使用 On-Demand 按钮以更精细地控制并了解确定性的 RRM 行为。**注意：**在 4.1.185.0 版中，通过使用 DCA 的启动时间、间隔和敏感度配置，可以实现预测。

为什么：

对于希望预测整个系统中算法更改的用户，RRM 可以在按需模式下运行。当使用 RRM 算法时，它计算下个 600 秒间隔时要应用的最佳信道和功率设置。随后该算法即暂停，直到下次使用按需选项时为止；系统处于冻结状态。有关详细信息，请参阅图 11 和图 12 以及各自的说明。

## 负载均衡生效数量

提示：

- 负载均衡的默认设置为 ON，并将负载均衡生效数量设置为 0。应将此生效数量更改为较高的值，如 10 或 12。**注意：**在 4.1.185.0 版和更高版本中，负载均衡的默认设置为 OFF，而如果启用，则生效数量大小默认为 5。

为什么：

虽然主动负载均衡与 RRM 无关，但可能对漫游逻辑较差的传统客户端产生并非最佳的客户端漫游结果，这样会使其成为粘性客户端。这样可能对 CHA 有不利的影响。WLC 上的默认负载均衡生效数量设置被设为 0，这样并不妥当。这解释为在负载均衡机制生效之前 AP 上应具有的最少客户端数量。内部研究和观察表明，应将此默认值更改为更加切合实际的值，如 10 或 12。自然，每种部署都有不同的需要，因此应相应地设置生效数量。以下是命令行语法：

```
(WLC) >config load-balancing window ?  
<client count> Number of clients (0 to 20)
```

在密集的生产型网络中，控制器已通过检验，工作在最佳状态，并且负载平衡设置为 ON，生效数量大小设置为 10，从实际的角度看，这表示只有在例如一大群人集中在一个会议室或开放区域 (开会或上课) 时才会启用负载均衡行为。负载均衡对于在这种情况下将这些用户分散到不同的可用 AP 之间非常有用。

**注意：**用户从不会“被抛弃”无线网络。仅对关联进行负载均衡，并且系统将尝试支持客户端转向负载较轻的 AP。如果客户端执意要加入，则将允许它加入，而不会使其陷入困境。

## 无线资源管理：简介

随着采用 WLAN 技术的情况显著增多，部署问题类似地也开始增多。802.11 规范在最初设计时主要考虑的是家庭、单基站的使用情况。规划单个 AP 的信道和功率设置曾是一种没多大意义的练习，但随着用户希望 WLAN 覆盖无处不在，确定每个 AP 的设置需要彻底地调查现场。由于 802.11

的带宽是共享式的，因此当前在无线网段上运行的应用程序正促使客户的部署变得更加注重容量。向 WLAN 增加容量是一个与有线网络不同问题，后者常见的做法是提高带宽解决问题。增加容量需要额外的 AP，但如果配置有误，实际上会因干扰和其他因素而降低系统容量。由于大规模、高密度的 WLAN 日益普遍，因此管理员不断遇到这些可能会增加运营成本的 RF 配置问题。如果处理不当，这可能会导致 WLAN 不稳定和不良的最终用户体验。

由于能用到的频谱有限（非重叠的信道数量有限），并且考虑到 RF 就应穿透墙壁和楼层，因此一直以来设计任何规模的 WLAN 都被证明是一项艰巨的任务。即使现场调查无懈可击，但 RF 是不断变化的，因此某个时刻的最佳 AP 信道和功率方案在下一个时刻可能证明为根本无法使用。

进入 Cisco 的 RRM。通过 RRM，Cisco 的统一 WLAN 体系结构可以连续不断地分析现有的 RF 环境，自动调整 AP 的功率水平和信道配置，以帮助缓解同信道干扰和信号覆盖问题等情况。RRM 可降低对现场执行彻底调查的需要，增加系统容量，并可提供自动自愈功能以弥补 RF 死角和 AP 故障。

## 无线资源管理：概念

### 关键术语

读者应完全理解本文档中使用的以下这些术语：

- 信号：在空中传输的任何 RF 能量。
- dbm：RF 信号强度的绝对对数的数学表示形式。dBm 与毫瓦直接相关，但通常用于简便地表示无线网络中值非常小的输出功率。例如，-60 dBm 的值等于 0.000001 毫瓦。
- 收到信号强度指示器(RSSI)：信号强度的绝对数字测量值。并非所有 802.11 无线都以相同方式报告 RSSI，但就本文而言，假设 RSSI 与收到的信号（以 dBm 为单位）直接相关。
- 噪声：任何无法解码为 802.11 信号的信号。这可能来自非 802.11 来源（例如微波或 Bluetooth 设备）或因信号冲突或任何其他阻碍而使其信号无效的 802.11 来源。
- 本底噪声：现有的信号水平（以 dBm 表示），收到的信号小于此水平即无法理解。
- SNR：信号强度与本地噪声之比。此值是相对值，并且，因为这样用分贝(dB)被测量。
- 干扰：相同频段中多余的 RF 信号，它可能导致服务降级或丢失服务。这些信号可能来自 802.11 或非 802.11 来源。

### RRM 概况

在涉及 RRM 算法工作原理的详细信息之前，首先应了解 RRM 系统如何协作以形成 RF 分组的基本 workflows，以及了解在何处进行什么 RF 计算。以下是 Cisco 的统一解决方案学习、分组然后计算所有 RRM 功能所经过的各个步骤的概述：

1. 为控制器（其 AP 需要以一个组的形式计算 RF 配置）设置相同的 RF 组名。RF 组名是一个 ASCII 字符串，每个 AP 都将使用它确定其侦听到的其他 AP 是否为相同系统的一部分。
2. AP 定期发出邻居消息，其中传播有关自身、其控制器及其 RF 组名的信息。随后采用相同 RF 组名的其他 AP 可以对这些邻居消息进行身份验证。
3. 可以侦听到这些邻居消息并根据共用的 RF 组名对其进行身份验证的 AP 将这些信息（主要包括控制器 IP 地址以及有关发送邻居消息的 AP 的信息）向上传递给其所连接的控制器。
4. 控制器现在了解哪些其他控制器将成为 RF 组的一部分，然后形成一个逻辑组以共享此 RF 信息并接下来选举组领导。
5. 具备详细介绍 RF 组中每个 AP 的 RF 环境的信息后，在 RF 组领导中运行一系列旨在优化与以下内容相关的 AP 配置的 RRM 算法（覆盖空洞检测与消除算法除外，它在 AP 本地的控制



器上运行) : DCATPC

**注意：** RRM ( 和 RF 分组 ) 是一项与控制器间移动 ( 移动组 ) 不同的功能。二者唯一相似的地方是在初始控制器配置向导期间使用同时分配给两个组名的相同 ASCII 字符串。这样做是为了简化安装过程，以后可以更改。

**注意：** 存在多个逻辑 RF 组是正常情况。只有在 AP 能从另一个控制器侦听到另一个 AP 时，给定控制器上的 AP 才会帮助将其控制器与该控制器连接在一起。在大型环境和校园中，经常存在多个 RF 组，它们跨越小型建筑群，但不跨越覆盖整个区域。

以下是这些步骤的图形表示形式：

图 1：来自 AP 的邻居消息使 WLC 可以了解整个系统的 RF 情况，从而做出信道和功率调整。

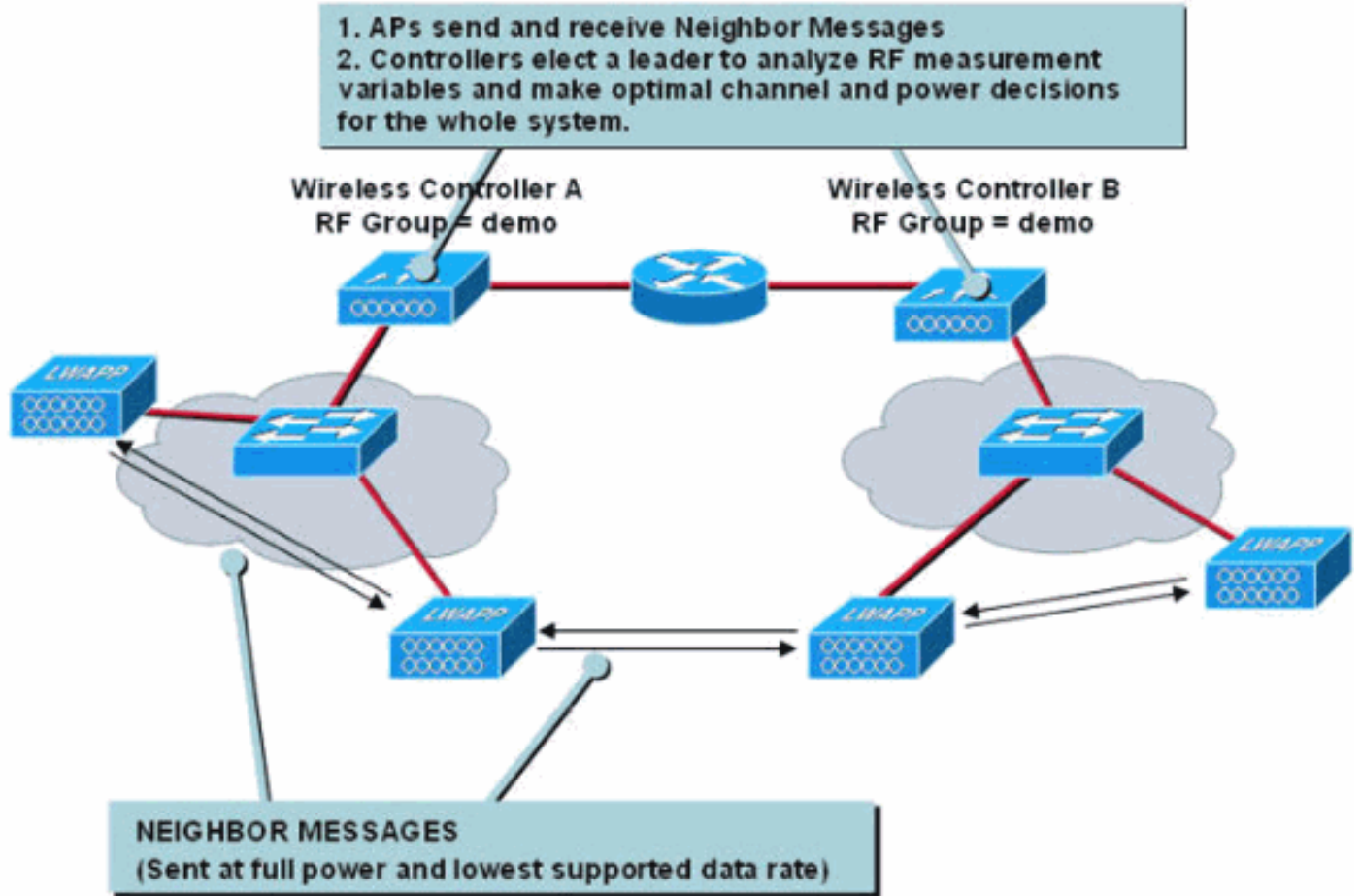


表 1：功能细分参考

功能	执行位置/执行者：
RF 分组	WLC 选举组领导
动态信道分配	组领导
传输功率控制	组领导
覆盖空洞检测与消除	WLC

## RF 分组算法

RF 组是不仅采用相同 RF 组名，并且其 AP 可互相侦听到对方的控制器形成的群。

AP 逻辑搭配以及作为结果的控制器 RF 分组由接收其他 AP 的邻居消息的 AP 确定。这些消息包括有关发送方 AP 及其 WLC 的信息 ( 以及在表 1 中详细叙述的其他信息 )，并由哈希值进行身份验

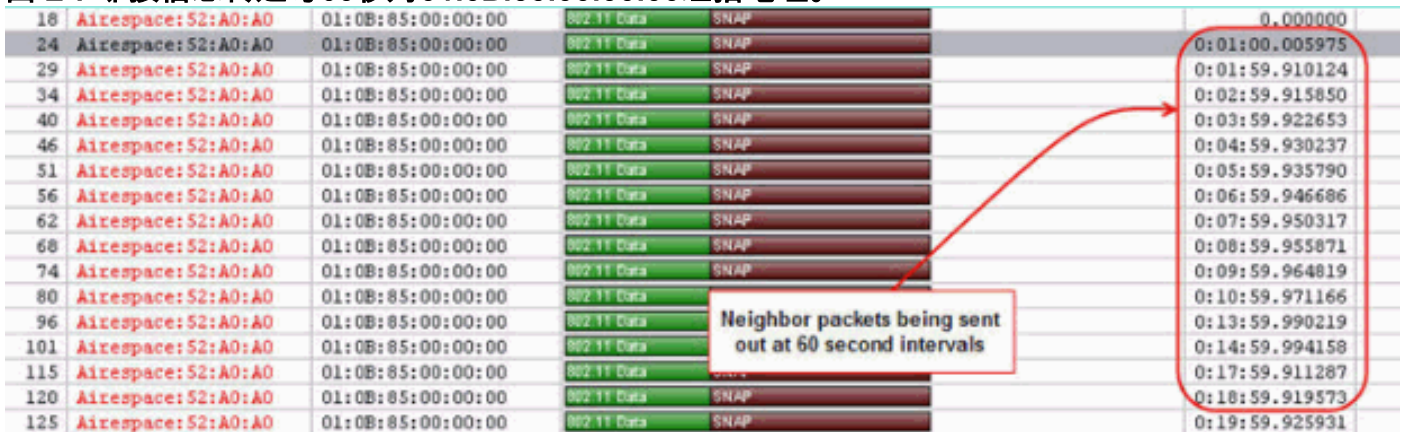
证。

**表 2：邻居消息包含少量信息元素，让接收方控制器了解发送方 AP 及其所连接的控制器。**

字段名称	说明
Radio Identifier	拥有多种无线的 AP 使用此字段识别正在使用哪种无线发送邻居消息
Group ID	WLC 的计数器和 MAC 地址
WLC IP 地址	RF 组领导的管理 IP 地址
AP's Channel	AP 从中对客户端提供服务的本地信道
Neighbor Message Channel	从中发送邻居数据包的信道
电源	当前未使用
Antenna Pattern	当前未使用

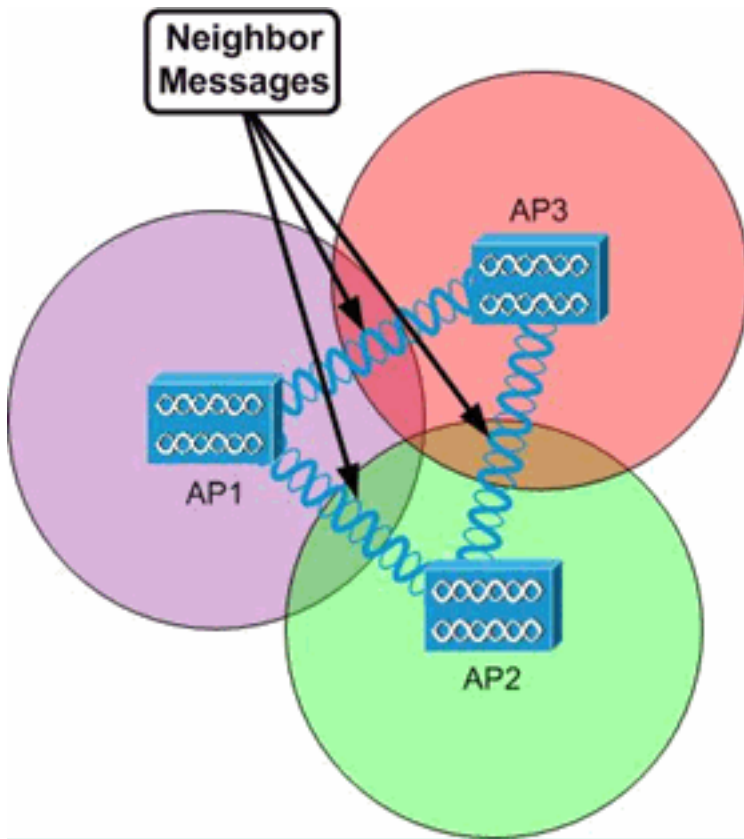
当 AP 收到邻居消息（每 60 秒在所有接收服务的信道上以最大功率和所支持的最低数据速率发送一次）时，它将该帧向上发送给其 WLC，以通过验证内嵌的哈希值确定 AP 是否为相同 RF 组的一部分。发送无法解密的邻居消息（指示正在使用陌生的 RF 组名）或根本不发送邻居消息的 AP 被确定为非法 AP。

**图 2：邻接信息传送每60秒对01:0B:85:00:00:00组播地址。**



假设所有控制器共用同一个 RF 组名，则为了形成 RF 组，WLC 只需要让一个 AP 从另一个 WLC 侦听到一个 AP（有关进一步的详细信息，请参阅图 3 至 8）。

**图 3：AP 发送和接收邻居消息，随后将这些消息转发到其控制器以形成 RF 组。**



接收AP和他们的WLCs使用邻接消息确定如何创建WLC之间RF组，以及创建只包括那些AP能听到彼此的消息的逻辑RF小群。这些逻辑 RF 子组在 RF 组领导上但互相独立地完成其 RRM 配置，因为在这些 RF 子组间没有无线连接（请参阅图 4 和 5）。

**图 4：**所有 AP 在逻辑上都连接到一个 WLC，但形成了两个单独的逻辑 RF 子组，这是因为 AP 1、2 和 3 无法从 AP 4、5 和 6 侦听到邻居消息，反之亦然。



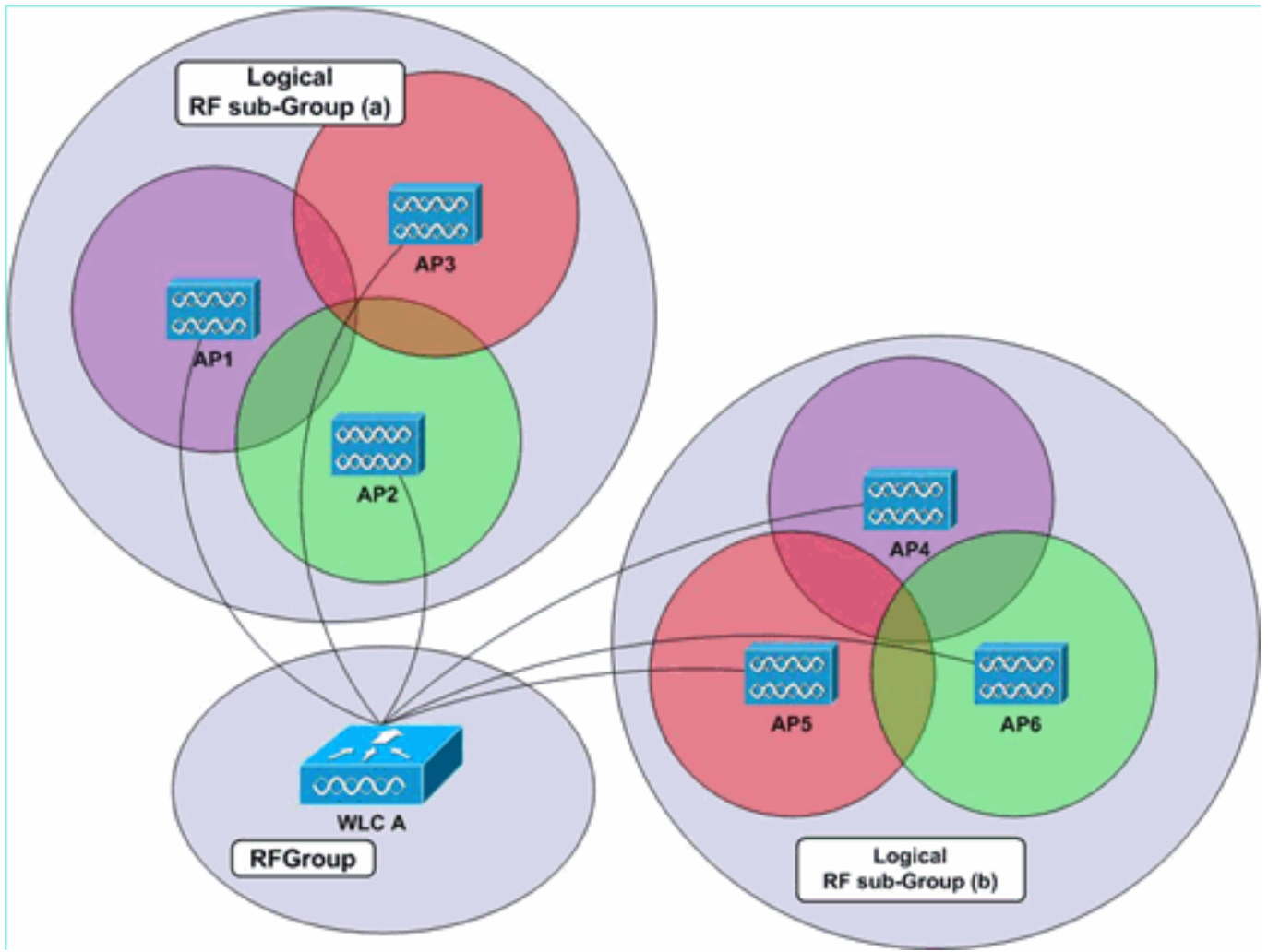
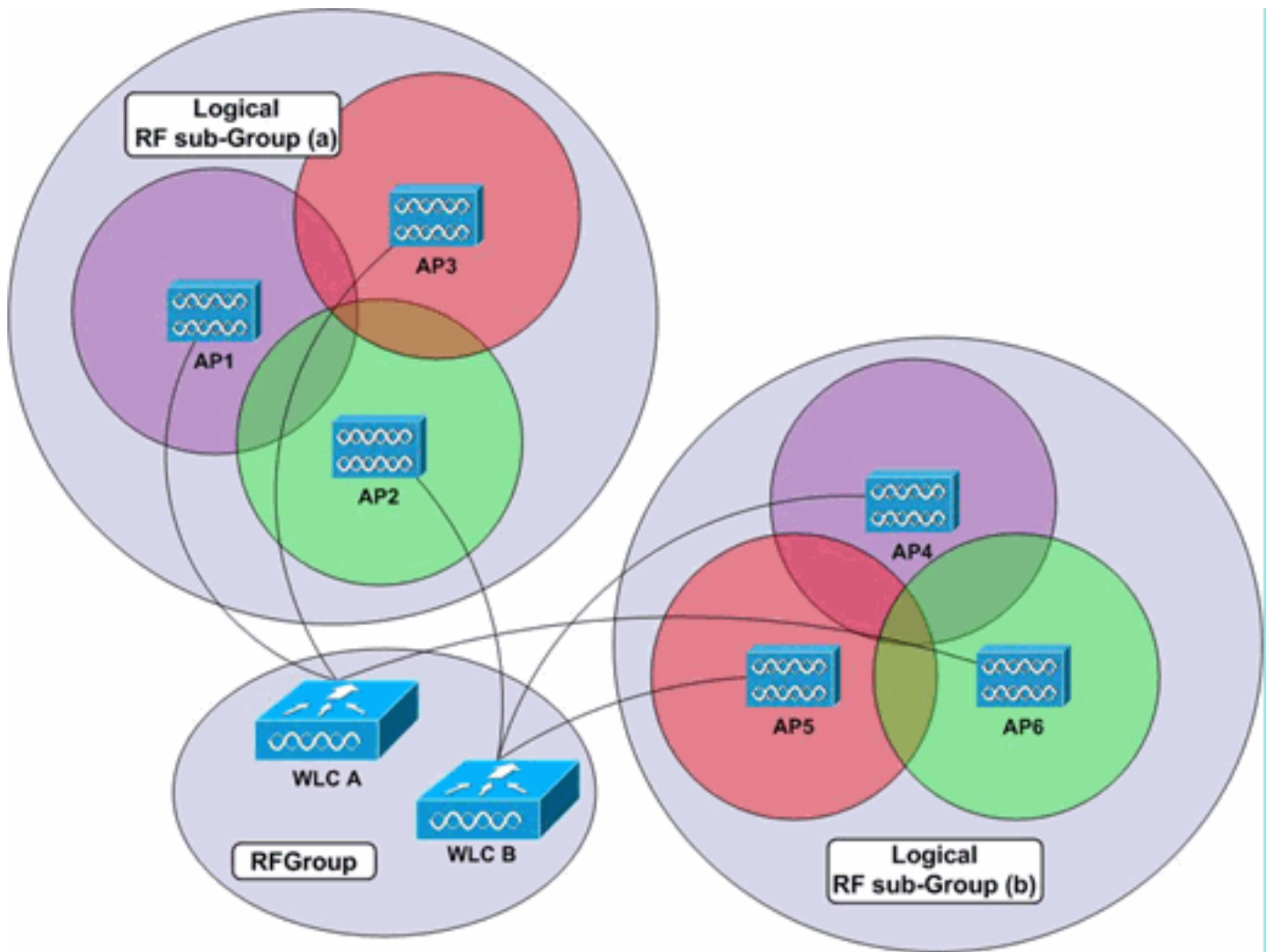
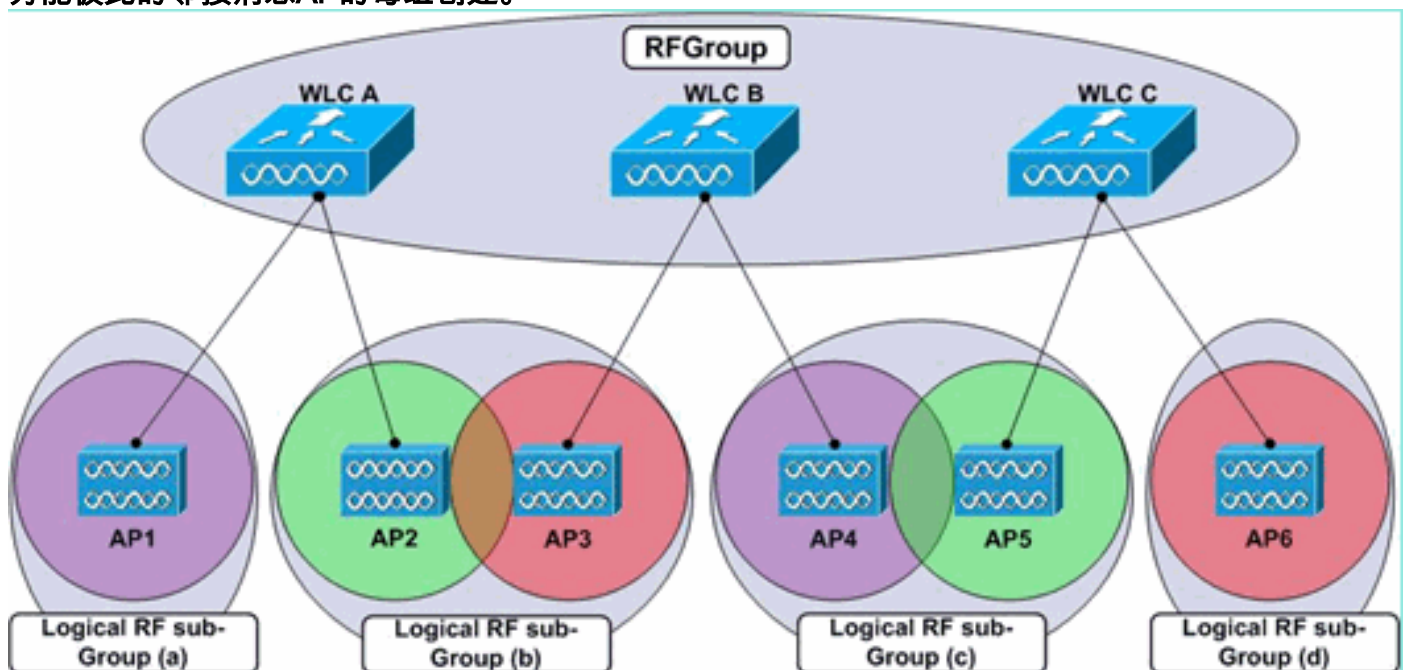


图 5：同一逻辑 RF 子组中的各个 AP 可以共享一个 WLC，每个都在一个单独的 WLC 上，或混合在几个 WLC 上。RRM 功能在系统范围级别上执行，因此只要 AP 可以互相侦听到对方，就会将其控制器自动分组。在本例中，WLC A 和 B 在同一个 RF 组中，而其 AP 在两个不同的逻辑 RF 子组中。



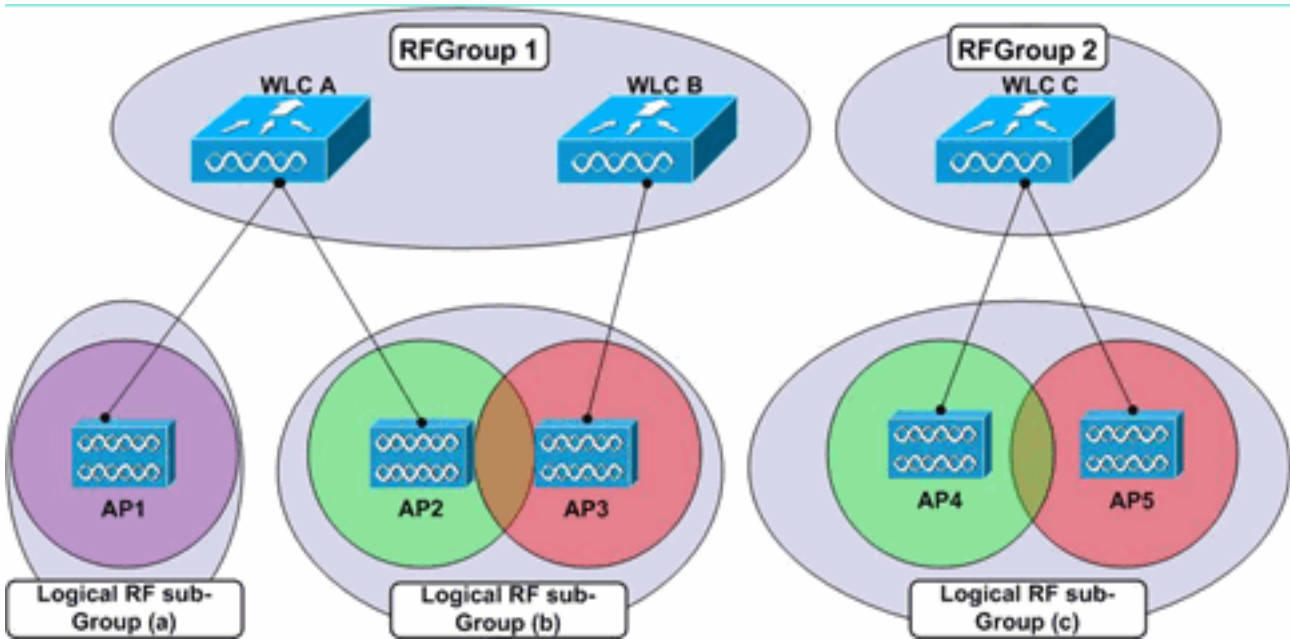
在一个有许多 WLC 和许多 AP 的环境中，不需要所有 AP 都互相侦听到对方，整个系统即可形成一个 RF 组。每个控制器都必须至少有一个 AP 从任意其他 WLC 侦听到另一个 AP。同样地，RF 分组可以在许多控制器间进行，无论每个控制器在本地能否看到相邻的 AP 和 WLC ( 请参阅图 6 )。

图 6：在本例中，连接到 WLC A 和 C 的 AP 无法侦听到彼此的邻居消息。WLC B 可以同时侦听到 WLC A 和 C，并因此可以与二者共享另一方的信息，以便随后形成一个 RF 组。分离逻辑 RF 小群为能彼此的邻接消息 AP 的每组创建。



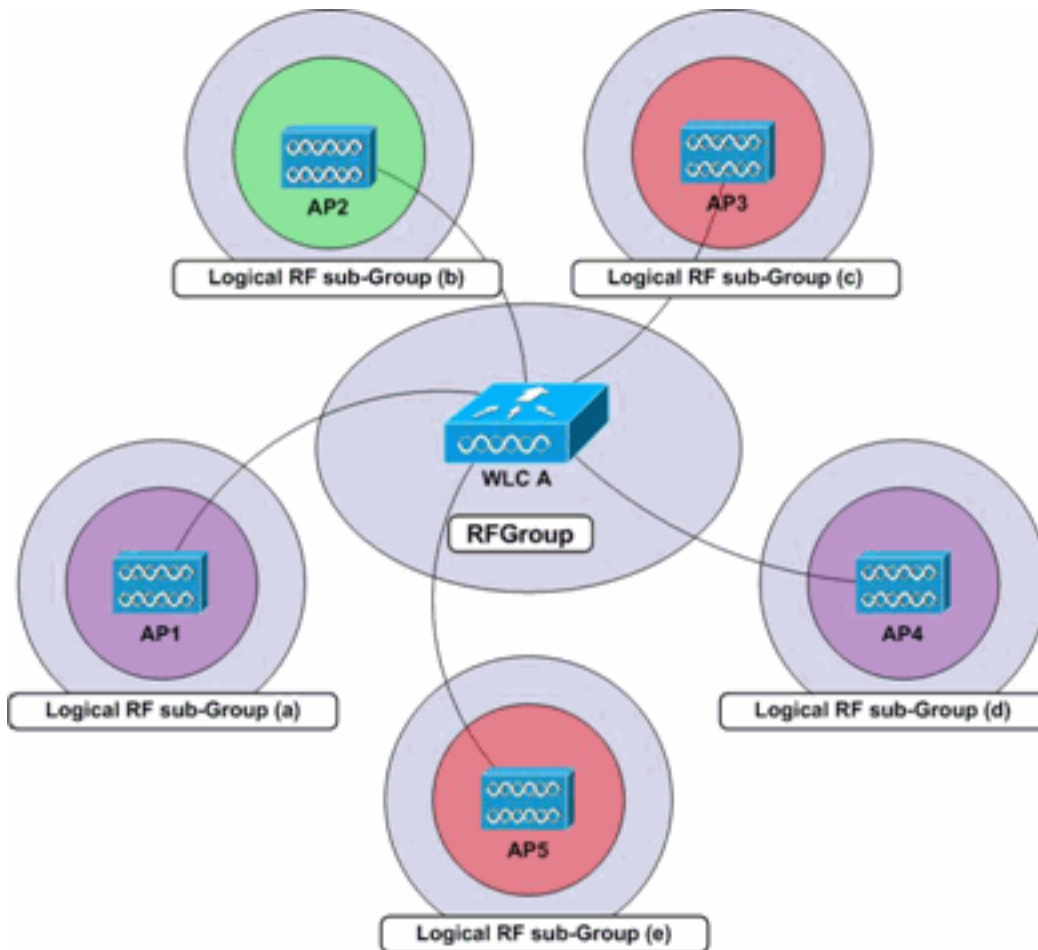
在多个控制器配置与同一个RF组名的一个方案中，但是他们的各自AP不能听到彼此的邻接消息，两独立的(顶层) RF组形成，显示在Figure7。

图 7：虽然这些 WLC 采用同一个 RF 组名，但其 AP 无法互相侦听到对方，因此形成了两个单独的 RF 组。



RF 分组在控制器级别进行，这表示 AP 向其控制器报告有关其侦听到的其他 AP ( 以及这些 AP 所连接的控制器 ) 的信息后，各个 WLC 随后即直接与其他 WLC 直接通信，从而形成系统范围的分组。在一个系统范围的组 ( 即 RF 组 ) 中，AP 的许多子集都会互相单独地设置其 RF 参数：考虑一个中心 WLC，远方有各个单独的 AP。每个 AP 因此都会让对方单独地设置其 RF 参数，因此在每个 AP 都属于相同控制器分组的同时，每个单独的 AP ( 本例中 ) 也都在其自己的逻辑 RF 子组中 ( 请参阅图 8 )。

图 8：每个AP的RF参数分开设置其他由于他们的无法听到彼此的邻接消息。



每个 AP 收集并维护一个最多由 34 个相邻 AP 组成的列表（对每个无线），然后将该列表上报至其各自的控制器。每个 WLC 根据由每个 AP 发送的邻居消息，对每个 AP 无线维护一个由 24 个邻居组成的列表。到控制器级别后，接着就会修剪这个最多由 34 个 AP 组成的按 AP、按无线编制的邻居列表，其中丢弃信号最弱的 10 个 AP。随后 WLC 将每个 AP 邻居列表向上转发至 RF 组领导（即 RF 组选举出的 WLC），以执行所有 RRM 配置决策。

此处请注意，RF 分组是按无线类型进行的，这一点非常重要。单独为 802.11a 和 802.11b/g 无线运行分组算法，这表示将按 AP、按无线运行此算法，以使每个 AP 无线都负责填充邻居列表。为了限制摆动（其中可能会频繁地向此列表添加和从中修剪 AP），WLC 将在侦听到邻居的信号强度大于或等于 -80dBm 时将这些邻居添加到其列表中，并且只会在邻居的信号强度下降到低于 -85dBm 时将其删除。

**注意：**在无线 LAN 控制器软件 4.2.99.0 版或更高版本中，RRM 在一个 RF 组中最多支持 20 个控制器和 1000 个接入点。例如，一个 Cisco WiSM 控制器最多支持 150 个接入点，因此在一个 RF 组中最多可以有 6 个 WiSM 控制器（150 个接入点乘以 6 个 WiSM 控制器 = 900 个接入点，小于 1000）。同样地，一个 4404 控制器最多支持 100 个接入点，因此在一个 RF 组中最多可以有 10 个 4404 控制器（100 乘以 10 = 1000）。从 2100 系列开始的控制器最多支持 25 个接入点，因此一个 RF 组中最多可以有 20 个此类控制器。AP 此 1000 限制不是实际 AP 数关联对控制器，然而根据可以由该特定控制器型号支持 AP 的最大计算。例如，如果有 8 个 WiSM 控制器（4 WiSMs），中的每一与 70 AP，实际 AP 数是 560。然而，算法计算它作为  $8 * 150 = 1200$ （150 是每个 WiSM 控制器支持的 AP 最大）。所以，控制器让已分解进入两组。一组用 6 个控制器和其他用 2 个控制器。

由于充当 RF 组领导的控制器对整个系统同时执行 DCA 算法和 TPC 算法，因此必须在以下情况下用 RF 组名配置这些控制器：预计另一个控制器上的 AP 将侦听到它们的邻居消息。如果 AP（不同的控制器上）位于不同的地点，至少达到无法在 -80dBm 或更好条件下侦听到来自这些 AP 的邻居消息的程度，则将其控制器配置到 RF 组中是不切实际的做法。



如果达到 RF 分组算法的上限，则组领导控制器将不允许任何新的控制器或 AP 加入现有的组或对信道和功率计算造成影响。系统将这种情况视为将向用同一个组名配置的这个新逻辑组添加新的逻辑 RF 子组和新成员。如果环境刚好是动态的，其中实际上 RF 波动将更改定期查看邻居的方式，则会增加组成员变更和随之而来的选举组领导的可能性。

## 组领导

RF 组领导是 RF 组中选举出的控制器，它按逻辑 RF 组分析 AP 的 RF 数据，并负责配置 AP 的功率水平和信道设置。覆盖空洞检测与消除基于客户端的 SNR，因此是唯一一个在每个本地控制器上都执行的 RRM 功能。

每个控制器都根据每个邻居消息中的组标识信息元素确定哪个 WLC 的组领导优先级最高。在每个邻居消息中通告的组标识信息元素由计数器值（每个控制器都保留一个以 0 开始的 16 位计数器，它对于从 RF 组退出或 WLC 重新引导等事件累加）和控制器 MAC 地址组成。每个 WLC 将首先根据此计数器值，然后在计数器值持平时根据 MAC 地址确定来自其邻居的组标识符值的优先级。每个 WLC 将选择一个组标识符值最高的控制器（相邻的 WLC 或其本身），然后每个控制器将与其他控制器协商以确定哪一个控制器的 Group ID 最高。随后将选举该 WLC 作为 RF 组领导。

如果 RF 组领导脱机，则解散整个组，而现有的 RF 组成员将重新运行组领导的选举过程，然后选举一位新的领导。

RF 组领导每 10 分钟轮询一次组中的每个 WLC，以获得 AP 的统计数据及其收到的邻居消息信息。组领导从这些信息中可观察到整个系统范围的 RF 环境，并且随后可以使用 DCA 和 TPC 算法不断调整 AP 的信道和功率配置。组领导每 10 分钟运行一次这些算法，但是，如同覆盖空洞检测与消除算法一样，只有确定有必要时才进行更改。

## 动态信道分配算法

DCA 算法，由 RF 组领导负责，应用根据 per-RF-Group 基本类型确定所有 RF 组的 AP 的最佳的 AP 信道设置（能听到彼此的邻接消息的每套 AP，指在本文逻辑 RF 小群，有独立其他逻辑 RF 小群被执行的其信道配置由于这样的事实信号不重叠）。在 DCA 过程中，领导会考虑 AP 特有的几个指标，在确定必要的信道更改时将考虑这些指标。这些指标是：

- **负载测量** — AP 测量发送或接收 802.11 帧占用总时间的百分比。
- **噪声** — AP 计算在每条接受服务的信道的噪声值。
- **干扰** — AP 报告造成干扰的 802.11 传输（这可能来自陌生 AP 的重叠信号，也可以来自非邻居）所占据介质的百分比。
- **信号强度** — 每个 AP 侦听所有接受服务的信道的邻居消息，并记录侦听这些消息时的 RSSI 值。AP 信号强度信息是用 DCA 算法计算信道能量时所考虑的最重要的指标。

随后组领导使用这些值确定另一种信道方案能否获得比性能最差的 AP 高至少 5dB (SNR) 或更多的结果。对于 AP 在其工作信道上进行了加权，以使信道调整在本地进行，这样可减少更改，以防出现单一更改触发系统范围信道变更的多米诺效应。还根据利用率（从每个 AP 的负载测量报告得出）向 AP 赋予优先权，以使用量较小的 AP 在需要进行更改时更有可能更改其信道（而非用量很大的邻居）。

**注意：** 每当更改 AP 信道时，就会短暂地从客户端断开。客户端可以重新连接到相同 AP（在其新的信道上），也可以漫游到附近的 AP（取决于客户端的漫游行为）。只要有兼容的客户端，快速安全的漫游（由 CCKM 和 PKC 共同提供）即可帮助缩短这一短暂的中断过程。

**注意：** 当 AP 第一次引导（全新开箱）时，它们在其支持的频段中的第一个非重叠信道（11b/g 为信道 1，11a 为信道 36）上进行发射。当 AP 重新供电时，它们使用其原先的信道设置（存储在



AP 的内存中)。随后将根据需要进行 DCA 调整。

## 发射功率控制算法

默认情况下，TPC 算法以固定的十分钟间隔运行，RF 组领导使用该算法确定 AP 的 RF 接近程度，并调低每个频段的发射功率水平以限制额外的蜂窝重叠和同信道干扰。

**注意：**TPC 算法只负责调低功率水平。发射功率的提高是覆盖空洞检测与消除算法的一部分功能，这一点在后续部分中有述。

每个 AP 都报告一个所有相邻 AP 的列表，其中按 RSSI 排序，并且如果 AP 有三个或更多相邻的 AP ( 要使 TPC 正常工作，至少必须有 4 个 AP )，则 RF 组领导将按频段、按 AP 应用 TPC 算法来调低 AP 发射功率水平，以便此后将在 -70dbm ( 默认值或所配置的值 ) 或更低的信号水平侦听到噪声第三大的相邻 AP，并满足 TPC 迟滞条件。因此，TCP 通过以下这些阶段判断是否有必要更改发射功率：

1. 确定是否有第三个邻居，以及该第三个邻居是否在发射功率控制阈值以上。
2. 使用此公式确定发射功率： $Tx\_Max \text{ for given AP} + (Tx \text{ power control thresh} - RSSI \text{ of 3rd highest neighbor above the threshold})$ 。
3. 比较第二步的计算结果与当前的发射功率水平，验证它是否超出了 TPC 迟滞。如果需要降低发射功率：必须满足 TPC 迟滞至少为 6dBm 的条件。或者如果需要增加发射功率：必须满足 TPC 迟滞为 3dBm 的条件。

TPC 算法中所用逻辑的示例可以在[发射功率控制算法工作流程示例](#)部分中找到。

**注意：**当所有 AP 第一次引导 ( 全新开箱 )，它们以其最大功率水平进行发射。当 AP 重新供电后，它们使用其原先的功率设置。随后将根据需要进行 TPC 调整。有关支持的 AP 发射功率水平的信息，请参阅[表 4](#)。

**注意：**有两种主要的提高发射功率的场景可以用 TPC 算法触发：

- 没有第三个邻居。在这种情况下，AP 恢复默认的  $Tx\_max$ ，并且立即实施。
- 有第三个邻居。TPC 公式实际上将建议的  $Tx$  计算为  $Tx\_max$  与  $Tx\_current$  之间的某处 ( 而非低于  $Tx\_current$  )，例如，当第三个邻居“离开”时，可以有新的第三个邻居。这样导致发射功率提高。TPC 引发的  $Tx$  减小是缓慢进行的，而  $Tx$  提高则可能立即发生。但是，在用覆盖空洞算法提高发射功率时采取了额外的预防措施，每次提高一个水平。

## 覆盖空洞检测与消除算法

覆盖空洞检测与消除算法旨在首先根据客户端信号水平的质量确定覆盖空洞，然后提高这些客户端所连接的 AP 的发射功率。由于此算法涉及客户端的统计数据，因此在每个控制器上独立运行此算法，而非在 RF 组领导上整个系统范围地运行。

该算法确定当客户端的 SNR 水平降低到给定的 SNR 阈值之下时是否存在覆盖空洞。SNR 阈值要逐个 AP 地进行考虑，并且主要基于每个 AP 的发射功率水平。AP 的功率水平越高，相对于客户端的信号强度所忍受的噪声越多，这意味着所忍受的 SNR 值越低。

此 SNR 阈值根据两个值变化：AP 发射功率和控制器覆盖范围值。具体而言，此阈值的定义为每个 AP 发射功率 ( 以 dBm 表示 ) 减 17dBm 的恒定值，减用户可配置的覆盖范围值 ( 此值默认为 12 dB，在第 20 页上有详细叙述)。客户端 SNR 阈值是此公式结果的绝对值 ( 正数 )。

**覆盖空洞 SNR 阈值公式：**

**客户端 SNR 截止值 (dB) = [AP 发射功率 (dBm) - 常数 (17 dBm) - 覆盖范围 (dB)]**

所配置数量的客户端的平均 SNR 下降到此 SNR 阈值之下至少 60 秒后，这些客户端的 AP 发射功率就会提高以缓解 SNR 不足的情况，并因此消除覆盖空洞。每个控制器每三分钟（可以更改 180 秒的默认值）在其每个 AP 上为每个无线运行一次覆盖空洞检测与消除算法。需要注意的是，多变的环境可能导致 TPC 算法在后续的计算运行过程中调低功率。

#### **“粘性客户端”开机注意事项：**

传统客户端驱动程序中对漫游的实现可能会导致客户端“粘”在现有的 AP 上，即使有另一个 AP 在 RSSI、吞吐量和整体客户端体验方面更好也是如此。反过来，此类行为对无线网络可能会产生系统的影响，因此会观察到客户端的 SNR 很差（因为这些客户端未能漫游），最终导致检测到覆盖空洞。在这种情况下，算法加大 AP 的发射传输功率（以便为运行状况不良的客户端提供覆盖），而这样将导致发射功率不合乎要求（并高于正常）。

直到从内部改进漫游逻辑之前，可以通过将 Client Min. Exception Level 提高为一个较高的值（默认值为 3）并提高可接受的客户端 SNR 值（默认值为 12dB，当改为 3dB 后发现情况有所改善）缓解此类情况。如果使用 4.1.185.0 版或更高版本的代码，则默认值对于大多数环境都能提供最佳结果。

**注意：**虽然这些建议基于内部测试，并且对于各种部署可能有所变化，但修改这些参数背后的逻辑仍适用。

有关触发中涉及的逻辑的示例，请参阅[覆盖空洞检测与消除算法示例](#)部分。

**注意：**覆盖空洞检测与消除算法还负责检测因 AP 故障而产生的覆盖衰减，并根据需要将附近的 AP 开机。这样使网络可以从服务中断的情况下复原。

## **无线资源管理：配置参数**

理解 RRM 和算法后，下一步就是学习如何解释和修改必要的参数。此部分详细介绍 RRM 的配置操作，并概述基本的报告设置。

配置 RRM 的第一步就是确保为每个 WLC 都配置相同的 RF 组名。如果选择 **Controller | General**，然后输入一个共用的 Group Name 值，即可通过控制器的 Web 接口完成此操作。同一个 RF 组中的 WLC 之间还必须有 IP 连接。

**图 9：**根据用户指定的“RF-Network Name”（本文中也称为 RF Group Name）值形成 RF 组。参加整个系统范围的 RRM 操作所需的所有 WLC 应共同采用此相同的字符串。

The screenshot displays the Cisco WLC GUI configuration page for a Controller. The left sidebar contains a navigation menu with the following items: Controller, General, Inventory, Interfaces, Network Routes, Internal DHCP Server, Mobility Management, Spanning Tree, Ports, Master Controller Mode, Network Time Protocol, QoS, and CDP. The main content area is titled 'General' and lists various configuration parameters with their current values:

Parameter	Value
802.3x Flow Control Mode	Disabled
LWAPP Transport Mode	Layer 3
LAG Mode on next reboot	Enabled
Ethernet Multicast Mode	Disabled
Broadcast Forwarding	Disabled
Aggressive Load Balancing	Disabled
Peer to Peer Blocking Mode	Disabled
Over The Air Provisioning of AP	Enabled
AP Fallback	Enabled
Apple Talk Bridging	Disabled
Fast SSID change	Disabled
Default Mobility Domain Name	mobile-demo
RF-Network Name	rrm-demo
User Idle Timeout (seconds)	300
ARP Timeout (seconds)	300
Web Radius Authentication	PAP
802.3 Bridging	Disabled
Operating Environment	Commercial (0 to 40 C)
Internal Temp Alarm Limits	0 to 65 C

以下各部分的所有配置解释和示例都是通过 WLC 图形界面执行的。在 WLC GUI 中，转到 Wireless 的大标题，并为左侧的 WLAN standard of choice 选择 **RRM** 选项。接下来，在树中选择 **Auto RF**。随后的各部分引用得到的页 [Wireless |802.11a 或 802.11b/g RRM |Auto RF...]

## 通过 WLC GUI 进行 RF 分组设置

- **Group Mode** — 通过 Group Mode 设置可禁用 RF 分组。禁用此功能可阻止 WLC 与其他控制器一起执行整个系统范围的 RRM 功能。禁用后，所有 RRM 决策都将位于控制器本地。默认情况下启用 RF 分组，并在 Group Mode 复选框右侧列出相同 RF 组中其他 WLC 的 MAC 地址。
- **Group Update Interval** — 此组更新间隔值指示运行 RF 分组算法的频率。这是一个仅供显示的字段，不能修改。
- **Group Leader** — 此字段显示当前作为 RF 组领导的 WLC 的 MAC 地址。由于 RF 分组是按 AP、按无线执行的，因此对于 802.11a 和 802.11b/g 网络，此值可能不同。
- **Is this controller a Group Leader** — 当控制器为 RF 组领导时，此字段值将为“**Yes**”。如果 WLC 不是领导，则前一个字段将指示组中的哪个 WLC 是领导。
- **Last Group Update** — RF 分组算法每 600 秒 ( 10 分钟 ) 运行一次。此字段仅指示从算法上次

运行以来的时间（以秒为单位），而上次并不一定选举出新的 RF 组领导。

图 10：Auto RF 页顶部突出显示 RF 组的状态、更新和全体成员等详细资料。

RF Grouping Algorithm		RF Group Members
Group Mode	<input checked="" type="checkbox"/> Enabled	MAC Address
Group Update Interval	600 secs	00:16:46:4b:33:40
Group Leader	00:16:46:4b:33:40	
Is this Controller a Group Leader?	Yes	
Last Group Update	103 secs ago	

## 通过 WLC GUI 进行 RF 信道分配设置

- **Channel Assignment Method** — 可以将 DCA 算法配置为以下三种方式之一：**Automatic** — 这是默认配置。启用 RRM 后，DCA 算法每 600 秒（10 分钟）运行一次，并且如有必要，将以此间隔更改信道。这是一个仅供显示的字段，不能修改。请注意附录 A 中的各个 4.1.185.0 选项。**On Demand** — 这样将阻止 DCA 算法运行。通过单击“Invoke Channel Update now”按钮可以手动触发该算法。**注意**：如果选择 **On Demand**，然后单击“Invoke Channel Update Now”，假设必须更改信道，则将在下一个 600 秒间隔时运行 DCA 算法并应用新的信道规划。此选项禁用所有 DCA 功能和没有推荐。在执行手动现场调查并随后分别配置每个 AP 信道设置时，通常都禁用此选项。虽然无关，但在修正 TPC 算法时经常会这样做。
- **Avoid Foreign AP Interference** — 通过此字段可在 DCA 算法计算中加入同信道干扰指标。默认情况下启用此字段。
- **Avoid Cisco AP Load** — 通过此字段，可以在确定哪个 AP 的信道需要更改时考虑 AP 的利用率。AP 负载是一个频繁变化的指标，因此并不总是希望其加入 RRM 计算中。同样地，默认情况下禁用此字段。
- **Avoid non-802.11b Noise** — 通过此字段，可以让每个 AP 的非 802.11 噪声水平作为对 DCA 算法的一个影响因素。默认情况下启用此字段。
- **Signal Strength Contribution** — DCA 计算中总是加入相邻 AP 的信号强度。这是一个仅供显示的字段，不能修改。
- **Channel Assignment Leader** — 此字段显示当前作为 RF 组领导的 WLC 的 MAC 地址。由于 RF 分组是按 AP、按无线执行的，因此对于 802.11a 和 802.11b/g 网络，此值可能不同。
- **Last Channel Assignment** — DCA 算法每 600 秒（10 分钟）运行一次。此字段仅指示从算法上次运行以来的时间（以秒为单位），而上次并不一定做出新的信道分配。

图 11：动态信道分配算法配置

Dynamic Channel Assignment Algorithm	
Channel Assignment Method	<input checked="" type="radio"/> Automatic Interval: 600 secs AnchorTime: 0 (Hour of the day) <input type="radio"/> On Demand <b>Invoke Channel Update now</b> <input type="radio"/> OFF
Avoid Foreign AP interference	<input checked="" type="checkbox"/> Enabled
Avoid Cisco AP load	<input type="checkbox"/> Enabled
Avoid non-802.11b noise	<input checked="" type="checkbox"/> Enabled
Signal Strength Contribution	Enabled
Channel Assignment Leader	00:16:46:4b:33:40
Last Channel Assignment	467 secs ago
DCA Sensitivity Level	MEDIUM (15 dB)



## 通过 WLC GUI 进行发射功率水平分配设置

- **Power Level Assignment Method** — 可以将 TPC 算法配置为以下三种方式之一：**Automatic** — 这是默认配置。启用 RRM 后，TPC 算法每 10 分钟（600 秒）运行一次，并且如有必要，将以此间隔更改功率设置。这是一个仅供显示的字段，不能修改。**On Demand** — 这样将阻止 TPC 算法运行。如果单击 **Invoke Channel Update Now** 按钮，则可以手动触发该算法。**注意**：如果选择 **On Demand**，然后单击“Invoke Power Update Now”，假设必须更改功率，则将在下一个 600 秒间隔时运行 TPC 算法并应用新的功率设置。**Fixed** — 此选项禁用所有 TPC 功能，不推荐使用此选项。在执行手动现场调查并随后分别配置每个 AP 功率设置时，通常都禁用此选项。虽然无关，但在禁用 DCA 算法时经常会这样做。
- **Power Threshold** — 此值（以 dBm 为单位）是 TPC 算法将下调功率水平时的截止信号水平，这样此值即成为侦听到 AP 的第三强邻居时的强度。在已认为 RF 环境太“热”的某些罕见场合（即在密度可能太高的场景中的 AP 以高于期望的发射功率水平进行发射）中，可使用 **config advanced 802.11b tx-power-control-thresh** 命令允许下调功率。这样使 AP 可以在 RF 相隔更远的情况下侦听到他们的第三个相邻 RF，从而使相邻的 AP 可以在更低的功率电平进行发射。直到软件 3.2 版，这才变为一个可修改的参数。可配置的新值范围从 -50dBm 到 -80dBm，并且只能从控制器的 CLI 中更改此值。
- **Power Neighbor Count** — 要运行 TPC 算法，AP 必须拥有的最少邻居数。这是一个仅供显示的字段，不能修改。
- **Power Update Contribution** — 当前不使用此字段。
- **Power Assignment Leader** — 此字段显示当前作为 RF 组领导的 WLC 的 MAC 地址。由于 RF 分组是按 AP、按无线执行的，因此对于 802.11a 和 802.11b/g 网络，此值可能不同。
- **Last Power Level Assignment** — TPC 算法每 600 秒（10 分钟）运行一次。此字段仅指示从算法上次运行以来的时间（以秒为单位），而上次并不一定做出新的功率分配。

图 12：发射功率控制算法配置

Tx Power Level Assignment Algorithm	
Power Level Assignment Method	<input checked="" type="radio"/> Automatic Every 600 secs <input type="radio"/> On Demand <b>Invoke Power Update now</b> <input type="radio"/> Fixed <input type="text" value="1"/>
Power Threshold	-70 dBm
Power Neighbor Count	3
Power Update Contribution	SNI.
Power Assignment Leader	00:16:46:4b:33:40
Last Power Level Assignment	33 secs ago

## 范围阈值：WLC GUI

配置文件阈值，呼叫在无线控制系统(WCS)的RRM阈值，主要使用警报。当超出这些值后，会将陷阱向上发往 WCS（或任何其他基于 SNMP 的管理系统）以方便地诊断出网络问题。这些值仅用于发出警报，对于 RRM 算法的功能完全没有任何意义。

图 13：默认警报范围阈值。



## Profile Threshold For Traps

Interference (0 to 100%)	10
Clients (1 to 75)	12
Noise (-127 to 0 dBm)	-70
Utilization (0 to 100%)	80
Coverage Exception Level (0 to 100 %)	25

- **Interference (0 to 100%)** — 触发警报之前造成干涉的 802.11 信号所占据无线介质的百分比。
- **Clients (1 to 75)** — 每个频段、每个 AP 的客户端数量，超过此数量后控制器将生成 SNMP 陷阱。
- **Noise (-127 to 0 dBm)** — 当本底噪声升高超过所设置的水平时用于生成 SNMP 陷阱。
- **Coverage (3 to 50 dB)** — 每个客户端的最大可接受 SNR 水平。此值用于生成 Coverage Exception Level 和 Client Minimum Exception Level 阈值的陷阱。（4.1.185.0 和更高版本中 Coverage Hole Algorithm 小节的一部分）
- **Utilization (0 to 100%)** — 指示 AP 的无线用于发送和接收的时间所占最大预期百分比的警报值。这对于跟踪一段时间内的网络利用率可能很有帮助。
- **Coverage Exception Level (0 to 100%)** — AP 的无线中运行于所需 Coverage 阈值（上方已定义）之下的客户端的最大预期百分比。
- **Client Min Exception Level** — 每个 AP 所接受的其 SNR 在 Coverage 阈值（上方已定义）之下的客户端的最小预期数量（4.1.185.0 和更高版本中 Coverage Hole Algorithm 小节的一部分）。

## 噪声/干扰/非法监控信道

Cisco AP 向客户端提供数据服务，并定期扫描 RRM（和 IDS/IPS）功能。允许 AP 扫描的信道是可配置的。

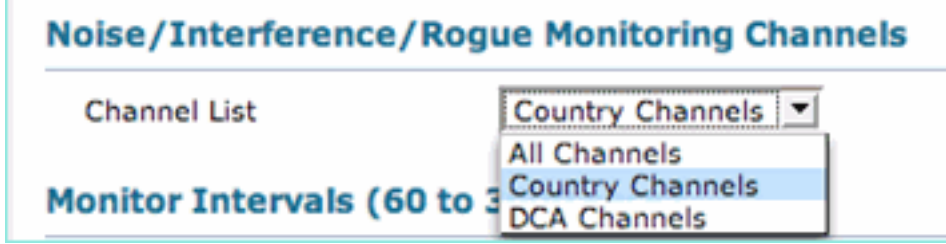
**Channel List**：用户可以指定 AP 将定期监控哪些信道范围。

- **All Channels** — 此设置将让 AP 在扫描周期中包括每个信道。此选项主要对 IDS/IPS 功能有帮助（在本文范围之外），与 Country Channels 设置相比在 RRM 过程中并不具有其他价值。
- **Country Channels** — AP 将仅扫描每个 WLC 的监管区域配置中明确支持的那些信道。这意味着 AP 将定期花时间侦听当地监管机构所允许的每个信道（这可能包括重叠的信道以及公用的非重叠信道）。这是默认配置。
- **DCA Channels** — 此选项将 AP 的扫描限制在将根据 DCA 算法向其分配 AP 的那些信道中。这意味着在美国默认情况下只会扫描 802.11b/g 无线的信道 1、6 和 11。该选项基于这样一种思潮：扫描仅侧重于其中提供服务的信道，不考虑非法 AP。**注意**：WLC 代码 4.0 版或更高版本中可以更改 DCA 算法所使用（用于信道监控和分配）的信道列表。例如在美国，DCA 算法默认情况下仅使用 11b/g 的 1、6 和 11 信道。要添加信道 4 和 8 以及从此 DCA 列表中删除信道 6（此配置仅为示例，不推荐使用），需要在控制器 CLI 中输入以下这些命令：  
(Cisco Controller) >config advanced 802.11b channel add 4 (Cisco Controller) >config advanced 802.11b channel add 8 (Cisco Controller) >config advanced 802.11b channel delete 6

通过扫描更多信道（如 All Channels 选项），用于为数据客户端提供服务的总时间略有减少（与扫描过程中包括较少信道时相比）。但是，可能会生成有关更多信道的信息（与 DCA Channels 设置相比）。应使用 Country Channels 的默认设置，除非 IDS/IPS 要求必须选择 All Channels，或对于

阈值范围警报和 RRM 算法检测与纠正不需要有关其他信道的详细信息。在这种情况下，DCA Channels 是适当的选择。

图 14：当“Country Channels”为默认选项时，可以将 RRM 监视信道设置为“All”或“DCA”信道。



### 监控间隔 ( 60 到 3600秒 )

所有基于 Cisco LWAPP 的 AP 向用户传递数据，同时定期离开信道进行 RRM 测量（以及执行其他功能，如 IDS/IPS 和位置任务）。这种脱离信道扫描对于用户是完全透明的，最多只会降低性能的 1.5%，此外内置的智能会将扫描推迟到语音队列中过去 100ms 有流量的下一个间隔。

调整 Monitor Intervals 将更改 AP 进行 RRM 测量的频率。控制 RF 组形成的最重要计时器是 Signal Measurement 字段（在 4.1.185.0 和更高版本中称为 Neighbor Packet Frequency）。所指定的值与发送邻居消息的频率直接相关，欧盟和其他 802.11h 地区除外，其中还要考虑 Noise Measurement 间隔。

无论是什么监管区域，整个扫描过程大约需要 50 毫秒（每个无线、每个信道），并以默认的 180 秒间隔运行。通过更改 Coverage Measurement（4.1.185.0 和更高版本中称为 Channel Scan Duration）值可以更改此间隔。侦听每个信道所需的时间是不可配置的 50 毫秒扫描时间（加上切换信道的 10ms）与要扫描的信道数的函数。例如，在美国，将在 180 秒的间隔中对全部 11 个 802.11b/g 信道（其中包括一个向客户端传递数据的信道）中的每个信道都扫描 50 毫秒。这意味着（在美国，802.11b/g的）每16秒，50毫秒将是度过的侦听在每个被扫描的信道(180/11 = ~16秒)。

图 15：RRM 监控间隔及其默认值

Monitor Intervals (60 to 3600 secs)	
Noise Measurement	180
Load Measurement	60
Neighbor Packet Frequency	60
Channel Scan Duration	180

可以调整 Noise、Load、Signal 和 Coverage Measurement 间隔，向 RRM 算法提供或粗略或细致的信息。应保留这些默认值，除非 Cisco TAC 另有指示。

**注意：**如果这些扫描值中的任意一个变得超过运行 RRM 算法的间隔（DCA 和 TPC 为 600 秒，覆盖空洞检测与消除为 180 秒），RRM 算法仍将运行，但可能使用的是“过时的”信息。

**注意：**使用林克聚合(滞后)，当WLCs配置结合多千兆以太网接口，覆盖测量间隔用于触发用户空闲超时功能。同样地，启用 LAG 后，只会以 Coverage Measurement 间隔所指示的频率执行 User Idle Timeout。这仅适用于运行 4.1 以下固件版本的 WLC，因为在 4.1 版中空闲超时处理已从控制器移至接入点。

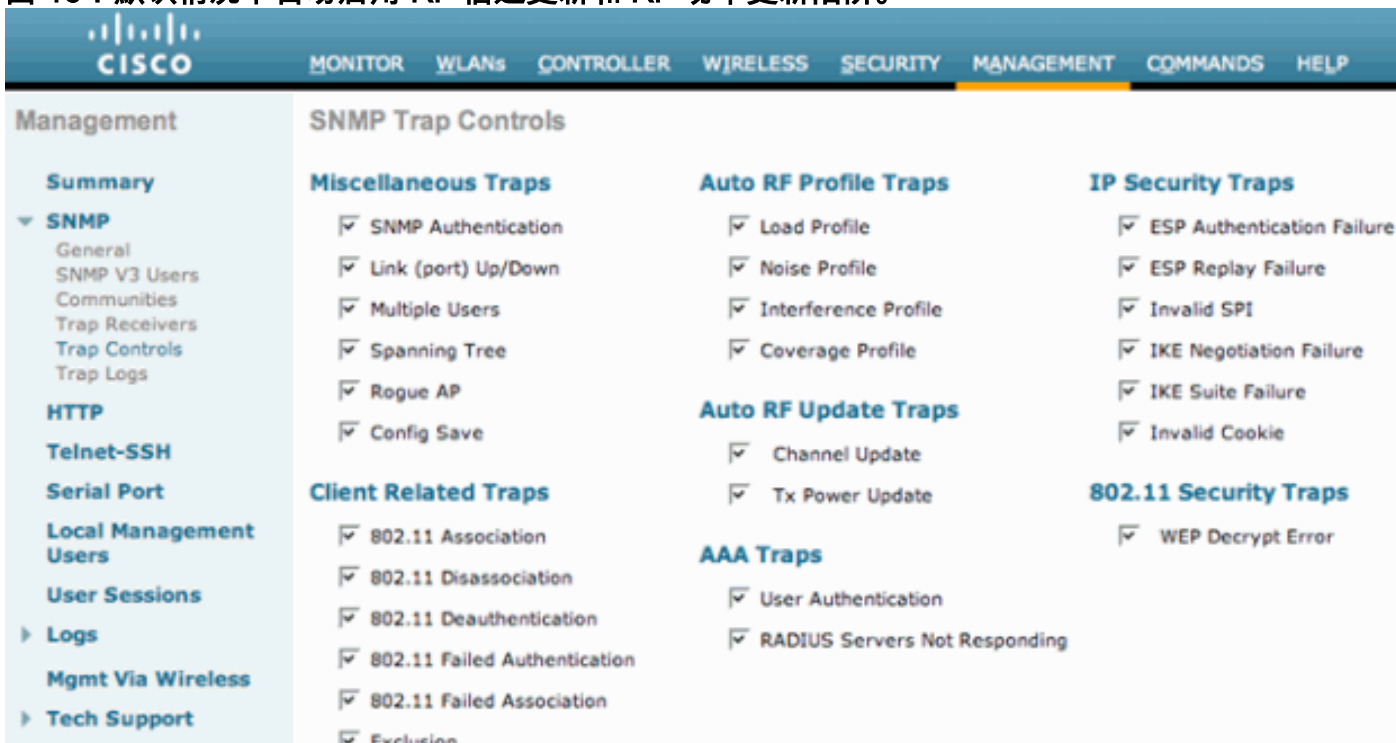
## 出厂默认设置

要将 RRM 值重置为默认设置，请单击页面底部的 **Set to Factory Default** 按钮。

## 无线资源管理：排除故障

通过启用必要的 SNMP 陷阱，可以轻松地监控 RRM 所作出的更改。可以通过 WLC GUI 中的 Management --> SNMP--> Trap Controls 标题访问这些设置。本部分中详细介绍的所有其他与 SNMP 相关的陷阱设置都位于 Management |SNMP 标题下，其中可以找到 Trap Receivers、Trap Controls 和 Trap Logs 的链接。

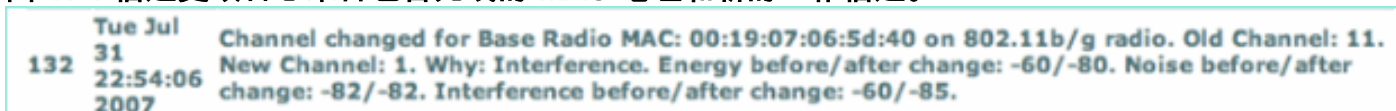
图 16：默认情况下自动启用 RF 信道更新和 RF 功率更新陷阱。



## 验证动态信道分配

在 RF 组领导 ( 和 DCA 算法 ) 建议、应用和优化信道模式之后，通过 Trap Logs 子菜单可以轻松地监控各种更改。下面显示了一个此类陷阱的示例：

图 17：信道更改日志条目包含无线的 MAC 地址和新的工作信道。



为了查看详细介绍 AP 将其信道设置在 DCA 更改之间保留多久的统计数据，这个仅 CLI 下存在的命令按控制器提供信道停留时间的最小值、平均值和最大值。

```
(Cisco Controller) >show advanced 802.11b channel Automatic Channel Assignment Channel Assignment Mode..... AUTO Channel Update Interval..... 600 seconds Anchor time (Hour of the day)..... 0 Channel Update Contribution..... SNI. Channel Assignment Leader..... 00:16:46:4b:33:40 Last Run..... 114 seconds ago DCA Sensitivity Level: ..... MEDIUM (15 dB) Channel Energy Levels Minimum..... unknown
```

```

Average..... unknown
Maximum..... unknown Channel Dwell Times
Minimum..... 0 days, 09 h 25 m 19 s
Average..... 0 days, 10 h 51 m 58 s
Maximum..... 0 days, 12 h 18 m 37 s Auto-RF Allowed Channel
List..... 1,6,11 Auto-RF Unused Channel List..... 2,3,4,5,7,8,9,10

```

## 验证发射功率控制变化

当前的 TPC 算法设置包括前面所述的 tx-power-control-thresh，可以在控制器 CLI 中使用下面这个命令（本例中显示 802.11b）验证这些设置：

```

(Cisco Controller) >show advanced 802.11b txpower Automatic Transmit Power Assignment Transmit
Power Assignment Mode..... AUTO Transmit Power Update Interval..... 600
seconds Transmit Power Threshold..... -70 dBm Transmit Power Neighbor
Count..... 3 APs Transmit Power Update Contribution..... SNI. Transmit
Power Assignment Leader..... 00:16:46:4b:33:40 Last
Run..... 494 seconds ago

```

如本文前面所述，密集部署的地区导致蜂窝重叠的情况增加，这又会因大量的同信道干扰而导致大量冲突和很高的帧重传率，实际上会降低客户端的吞吐量水平，这些情况说明有必要使用新引入的 tx-power-control-thresh 命令。在此类非典型或异常的场景中，AP 互相侦听对方比客户端侦听它们更容易（假设信号传播特性保持不变）。

缩小覆盖区域，并因此降低同信道干扰和本底噪声可以有效地改善客户端体验。但是，必须仔细分析以下各种症状后才能执行此命令：系统中 AP（DCA 中考虑了非法 AP）上的高重传率、高冲突数、客户端低吞吐量水平和同信道干扰整体呈上升趋势。内部测试显示，在对此类事件进行故障排除的过程中，将第三个邻居的察觉到的 RSSI 修改为 -70dbm 已成为用于开始故障排除的一个可接受的值。

与信道发生更改时生成的陷阱类似，TPC 更改也会生成陷阱，其中清楚地指示与新的更改关联的所有必要信息。下面显示一个示例陷阱：

图 18：发射功率陷阱日志指示指定无线工作时采用的新功率水平。

```

Thu Jul 12 138 07:03:24 2007 RF Manager updated TxPower for Base Radio MAC: 00:15:c7:a8:e1:70 and slotNo: 0. New Tx
Power is: 3

```

## 发射功率控制算法工作流示例

基于 TPC 算法中定义的三个步骤/条件，此部分中的示例解释了如何进行计算以确定是否需要更改 AP 的发射功率。为了介绍此示例，假设以下这些值：

- Tx\_Max 为 20
- 当前的发射功率为 20 dBm
- 所配置的 TPC 阈值为 -65 dBm
- 第三个邻居的 RSSI 为 -55 dBm

把此插入 TPC 算法的三个阶段将导致：

- 情况一：受到验证，因为有第三个邻居，并且它超过了发射功率控制阈值。
- 情况二： $20 + (-65 - (-55)) = 10$
- 情况三：由于功率必须降低一级，而情况二中 10 这个值满足 TPC 迟滞，因此将发射功率降低 3dB，这样新的发射功率就降低为 17dBm。
- TPC 算法再进行一次迭代，AP 的发射功率将进一步降低到 14dBm。这假设其他条件保持不变。但是，请注意，发射功率不会进一步降低（所有条件保持不变）到 11dBm，因为 14dBm 处



没有 6dB 或更高的余地。

## 覆盖空洞检测与消除算法工作流示例

为了说明用于覆盖空洞检测与消除算法的决策过程，下面的示例首先概述一个客户端较差的接收 SNR 水平，然后介绍系统将如何确定是否需要更改，以及该功率更改可能是什么情况。

请回忆覆盖空洞 SNR 阈值的公式：

**客户端 SNR 截止值 (dB) = [AP 发射功率 (dBm) - 常数 (17 dBm) - 覆盖范围 (dB)]**

考虑客户端可能在楼层中覆盖较差的区域遇到信号问题的情况。在这种场景下，以下情况可能属实：

- 客户端的 SNR 为 13dB。
- 其所连接的 AP 被配置为以 11 dBm (功率水平 4) 发射信号。
- 该 AP 的 WLC 的覆盖范围阈值被设置为默认值 12 dB。

为了确定是否需要将客户端的 AP 加电，将这些数字插入覆盖空洞阈值公式，得到以下结果：

- 客户端 SNR 截止 = 11dBm (AP 发射功率) - 17dBm (恒定值) - 12dB (覆盖阈值) = |-18dB|。
- 由于客户端 13dB 的 SNR 不满足当前 18dB 的 SNR 截止，因此覆盖空洞检测与消除算法将把 AP 的发射功率提高到 17dBm。
- 通过使用覆盖空洞 SNR 阈值公式，显然新的发射功率 17dBm 将产生 12dB 的客户端 SNR 截止值，这样即满足 13dBm 的客户端 SNR 水平。
- 以下是上一步的计算过程：客户端 SNR 截止 = 17dBm (AP 发射功率) - 17dBm (恒定值) - 12dB (覆盖阈值) = |-12dB|。

表 4. 中概述了 802.11b/g 频段中支持的功率输出水平。要确定 802.11a 的功率水平输出，可以运行此 CLI 命令：

`show ap config 802.11a <ap name>` 表 4：在 802.11b/g 频段中，1000 系列 AP 支持的最高功率水平为 5，而 1100 和 1200 系列 AP 支持的最高功率水平为 8。

支持的功率水平	发射功率 (dBm)	发射功率 (毫瓦)
1	20	100
2	17	50
3	14	25
4	11	12.5
5	8	6.5
6	5	3.2
7	2	1.6
8	-1	0.8

## debug 和 show 命令

airewave-director 调试指令可用于进一步对 RRM 行为进行故障排除和验证。以下显示 debug airewave-director 命令的顶级命令行层次结构：



```
(Cisco Controller) >debug airewave-director ? all Configures debug of all Airewave Director logs
channel Configures debug of Airewave Director channel assignment protocol error Configures debug
of Airewave Director error logs detail Configures debug of Airewave Director detail logs group
Configures debug of Airewave Director grouping protocol manager Configures debug of Airewave
Director manager message Configures debug of Airewave Director messages packet Configures debug
of Airewave Director packets power Configures debug of Airewave Director power assignment
protocol radar Configures debug of Airewave Director radar detection/avoidance protocol rf-
change Configures logging of Airewave Director rf changes profile Configures logging of Airewave
Director profile events
```

下一小节介绍几个重要的命令。

## [debug airewave-director all](#)

使用 **debug airewave-director all** 命令将调用所有可以帮助标识何时运行 RRM 算法、这些算法使用什么数据以及做出了什么更改 ( 如果有 ) 的 RRM 调试。

在本例中，( **debug airewave-director all** 命令中的输出已经过修剪，仅显示动态信道分配进程 )，该命令在 RF 领导组中运行，可深入了解 DCA 算法的内部工作，并可分为以下四个步骤：

1. 收集并且记录通过算法将运行的当前统计数据。Airewave Director: Checking quality of current assignment for 802.11a  
Airewave Director: 802.11a AP 00:15:C7:A9:3D:F0(1) ch 161 (before -86.91, after -128.00)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)( 36, -76.00)( 40, -81.75)( 44, -81.87) ( 48, -81.87)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)( 52, -81.87)( 56, -81.85)( 60, -79.90) ( 64, -81.69)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)(149, -81.91)(153, -81.87)(157, -81.87) (161, -86.91)
2. 建议新的信道模式并且存储推荐的值。Airewave Director: Searching for better assignment for 802.11a  
Airewave Director: 802.11a AP 00:15:C7:A9:3D:F0(1) ch 161 (before -86.91, after -128.00)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)( 36, -76.00)( 40, -81.75)( 44, -81.87) ( 48, -81.87)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)( 52, -81.87)( 56, -81.85)( 60, -79.90) ( 64, -81.69)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)(149, -81.91)(153, -81.87)(157, -81.87) (161, -86.91)
3. 将当前值与建议的值进行比较。Airewave Director: Comparing old and new assignment for 802.11a  
Airewave Director: 802.11a AP 00:15:C7:A9:3D:F0(1) ch 161 (before -86.91, after -86.91)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)( 36, -76.00)( 40, -81.75)( 44, -81.87) ( 48, -81.87)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)( 52, -81.87)( 56, -81.85)( 60, -79.90) ( 64, -81.69)  
Airewave Director: 00:15:C7:A9:3D:F0(1)(149, -81.91)(153, -81.87)(157, -81.87) (161, -86.91)
4. 如果需要，请应用对新信道方案的更改以使更改生效。Airewave Director: Before -- 802.11a energy worst -86.91, average -86.91, best -86.91  
Airewave Director: After -- 802.11a energy worst -86.91, average -86.91, best -86.91

## [debug airewave-director detail – Explained](#)

此命令可用于获得 RRM 运行的控制器上详细的实时视图。以下是相关消息的解释：

- 发送到组成员的 keep-alive 消息维护组层次结构。Airewave Director: Sending keep alive packet to 802.11a group members
- 在报告的邻居上计算负载统计数据。Airewave Director: Processing Load data on 802.11bg AP 00:13:5F:FA:2E:00(0)  
Airewave Director: Processing Load data on 802.11bg AP 00:0B:85:54:D8:10(1)  
Airewave Director: Processing Load data on 802.11bg AP 00:0B:85:23:7C:30(1)
- 显示侦听的邻居消息的强度以及通过哪些 AP 侦听。Airewave Director: Neighbor packet from 00:0B:85:54:D8:10(1)  
received by 00:13:5F:FA:2E:00(0)rssi -36  
Airewave Director: Neighbor packet from 00:0B:85:23:7C:30(1)  
received by 00:13:5F:FA:2E:00(0)rssi -43
- 在报告的无线处计算噪声和干扰统计数据。Airewave Director: Sending keep alive packet to 802.11bg group members  
Airewave Director: Processing Interference data on 802.11bg AP 00:0B:85:54:D8:10(1)  
Airewave Director: Processing noise data on 802.11bg AP 00:0B:85:54:D8:10(1)  
Airewave Director: Processing Interference data on 802.11bg AP 00:0B:85:54:D8:10(1)  
Airewave Director: Processing Interference data on 802.11bg AP 00:0B:85:23:7C:30(1)  
Airewave Director: Processing noise data on 802.11bg AP 00:0B:85:23:7C:30(1)  
Airewave Director: Processing Interference data on 802.11bg AP 00:0B:85:23:7C:30(1)

## [debug airewave-director power](#)

**debug airewave-director power** 命令必须运行在为覆盖空洞修复监视的 AP 的本地 WLC。为了此示例，命令的输出已经过修剪。

### 为 802.11a 运行的覆盖空洞算法

```
Airewave Director: Coverage Hole Check on
802.11a AP 00:0B:85:54:D8:10(0)
Airewave Director: Found 0 failed clients on
802.11a AP 00:0B:85:54:D8:10(0)
Airewave Director: Found 0 clients close to coverage edge on
802.11a AP 00:0B:85:54:D8:10(0)
Airewave Director: Last power increase 549 seconds ago on
802.11a AP 00:0B:85:54:D8:10(0)
Airewave Director: Set raw transmit power on
802.11a AP 00:0B:85:54:D8:10(0)
to ( 20 dBm, level 1)
```

### 为 802.11b/g 运行的覆盖空洞算法

```
Airewave Director: Coverage Hole Check on 802.11bg AP 00:13:5F:FA:2E:00(0)
Airewave Director: Found 0 failed clients on 802.11bg AP 00:13:5F:FA:2E:00(0)
Airewave Director: Found 0 clients close to coverage edge on 802.11bg
AP 00:13:5F:FA:2E:00(0)
Airewave Director: Last power increase 183 seconds ago on 802.11bg
AP 00:13:5F:FA:2E:00(0)
Airewave Director: Set raw transmit power on 802.11bg AP 00:13:5F:FA:2E:00(0)
to ( 20 dBm, level 1)
Airewave Director: Set adjusted transmit power on
802.11bg AP 00:13:5F:FA:2E:00(0) to ( 20 dBm, level 1)
```

## [show ap auto-rf](#)

要了解哪些 AP 与其他 AP 相邻，请从控制器 CLI 中使用命令 **show ap auto-rf**。在此命令的输出中，有称为 **Nearby RADs** 的字段。此字段在 dBm 中的 AP 之间附近的 AP MAC 地址和信号强度 (RSSI) 上提供信息。

以下是该命令的语法：

```
show ap auto-rf {802.11a | 802.11b} Cisco_AP
```

示例如下：

```
> show ap auto-rf 802.11a AP1 Number Of Slots..... 2 Rad
Name..... AP03 MAC
Address..... 00:0b:85:01:18:b7 Radio
Type..... RADIO_TYPE_80211a Noise Information Noise
Profile..... PASSED Channel 36..... -88
dBm Channel 40..... -86 dBm Channel
44..... -87 dBm Channel 48..... -85
dBm Channel 52..... -84 dBm Channel
56..... -83 dBm Channel 60..... -84
dBm Channel 64..... -85 dBm Interference Information Interference
Profile..... PASSED Channel 36..... -66 dBm @
1% busy Channel 40..... -128 dBm @ 0% busy Channel
44..... -128 dBm @ 0% busy Channel
48..... -128 dBm @ 0% busy Channel
52..... -128 dBm @ 0% busy Channel
56..... -73 dBm @ 1% busy Channel
60..... -55 dBm @ 1% busy Channel
64..... -69 dBm @ 1% busy Load Information Load
Profile..... PASSED Receive Utilization..... 0%
Transmit Utilization..... 0% Channel Utilization.....
1% Attached Clients..... 1 clients Coverage Information Coverage
Profile..... PASSED Failed Clients..... 0
clients Client Signal Strengths RSSI -100 dBm..... 0 clients RSSI -92
dBm..... 0 clients RSSI -84 dBm..... 0
clients RSSI -76 dBm..... 0 clients RSSI -68
dBm..... 0 clients RSSI -60 dBm..... 0
clients RSSI -52 dBm..... 0 clients Client Signal To Noise Ratios SNR
0 dBm..... 0 clients SNR 5 dBm..... 0
clients SNR 10 dBm..... 0 clients SNR 15
dBm..... 0 clients SNR 20 dBm..... 0
clients SNR 25 dBm..... 0 clients SNR 30
dBm..... 0 clients SNR 35 dBm..... 0
clients SNR 40 dBm..... 0 clients SNR 45
dBm..... 0 clients Nearby RADs RAD 00:0b:85:01:05:08 slot
0..... -46 dBm on 10.1.30.170 RAD 00:0b:85:01:12:65 slot 0..... -24 dBm
on 10.1.30.170 Channel Assignment Information Current Channel Average Energy..... -86
dBm Previous Channel Average Energy..... -75 dBm Channel Change
Count..... 109 Last Channel Change Time..... Wed Sep 29
12:53e:34 2004 Recommended Best Channel..... 44 RF Parameter Recommendations
Power Level..... 1 RTS/CTS Threshold.....
2347 Fragmentation Threshold..... 2346 Antenna
Pattern..... 0
```

## [附录 A : WLC 4.1.185.0 版 - RRM 增强](#)

### [RF 分组算法](#)

#### 邻居列表“修剪的计时器”

在第一个维护 WLC 软件 4.1 版之前，AP 将在其邻居列表中保留其他 AP，从他们上次侦听到的时

间开始最多 20 分钟。在 RF 环境上的临时变化更改情况下，可能有有效的邻居会修剪给定 AP 的邻居列表。为了提供对 RF 环境的此类临时更改，请将 AP 的邻居列表的修建计时器（自上次侦听邻居消息的时间）增加到 60 分钟。

## 动态信道分配算法

### 信道分配方法

当在自动模式下时，4.1.185.0 之前的 DCA 默认行为是每 10 分钟计算和应用（如果需要）一次信道计划。可变的环境也许会在某个时间看到大量信道更改。因此，为了进行提高，可更好地控制 DCA 的频率。在 4.1.185.0 及更高版本中，用户希望更好地控制对一些这些配置的频率：

- 当组领导在启动模式，将实行希望锚点定期的用户更改10分钟的默认将有选择的选项锚点时候。启动模式被定义为 DCA 每十分钟在前十个迭代（100 分钟）运行一次，与 5dB 的 DCA 进行区分。在 4.1 版中添加 RRM 计时器之前，这是正常操作模式。这允许网络迅速稳定。启动模式结束后，DCA 以用户定义的间隔运行。启动模式操作在WLC CLI清楚指示通过显示提前的 **802.11[a]命令**：(Cisco Controller) >`show advanced 802.11a channel`

```
Automatic Channel Assignment Channel Assignment Mode..... AUTO Channel Update Interval..... 600 seconds [startup] Anchor time (Hour of the day)..... 0 Channel Update Contribution..... SNI. Channel Assignment Leader..... 00:16:46:4b:33:40 Last Run..... 203 seconds ago DCA Sensitivity Level: ..... MEDIUM (5 dB) Channel Energy Levels Minimum..... unknown Average..... unknown Maximum..... unknown Channel Dwell Times Minimum..... unknown Average..... unknown Maximum..... unknown Auto-RF Allowed Channel List..... 36,40,44,48,52,56,60,64,100, ..... 104,108,112,116,132,136,140, ..... 149,153,157,161 Auto-RF Unused Channel List..... 165,20,26
```
- **间隔** - 间隔值，以小时定义单元，允许用户可预测网络，并且信道计划评估仅在配置的间隔下进行计算。例如，如果配置的间隔为 3 小时，则 DCA 每 3 小时计算和评估一个新的信道计划。
- **区分** - 如 [DCA 算法](#) 部分中所述，算法中计算的 5dB 滞后评估是否通过运行算法改进信道计划。允许的配置的灵敏度为低、中火高，设置为低指示算法很不灵敏，设置为高指示算法相当灵敏。默认灵敏度级别为中。对于 802.11a，灵敏度值等同于：低 (35dB)、中 (20dB) 和高 (5dB)。对于 802.11b/g，灵敏度值等同于：低 (30dB)，中 (15dB) 和高 (5dB)

## 发射功率控制算法

### 默认传输功率控制阈值

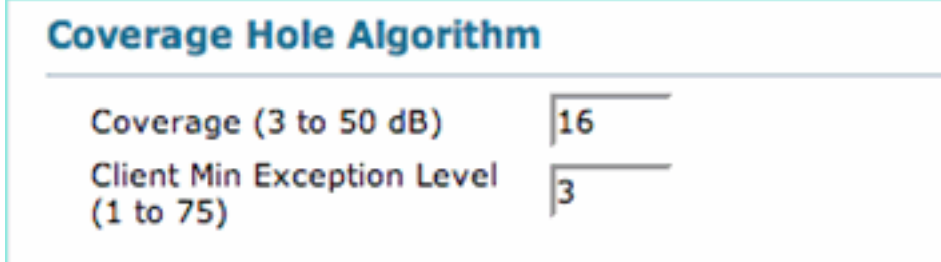
传输功率控制阈值始终负责 AP 如何侦听其邻居，在适当的时候用于决定 AP 的传输功率。由于在 WLC 软件的 4.1 维护版中对 RRM 算法做出了整体改进，因此也考虑默认值 -65dBm。因此，对于大多数部署将其默认值视为过热，接受的值为 -70dbm。这会导致大多数室内部署重叠。但是，此默认值只影响新的安装，因为如果从 4.1.171.0 或更低版本进行升级，则控制器维护以前配置的值。

## 覆盖空洞算法

## 最少客户端

直到 4.1.185.0 版，对于覆盖空洞仅一个客户端需要满足情况（比配置的值或者默认值 802.11a 为 16dB 或 802.11b/g 为 12dB 的默认值）和缓解方案的启动。Client Minimum Exception Level 字段直接与 CHA 关联（和相应的定位在 CHA 的新建节），其中配置的值将定义多少客户端必须满足覆盖空洞缓解方案的（增长的 AP 传输功率）SNR 阈值启动。必须注意大多数部署应以默认值（802.11b/g 为 16dB 和 802.11a 为 16dB，并且客户端最小例外级别为 3）开始，并且仅用于调整（如有必要）。

图 19：覆盖空洞部分，与配置文件阈值分离，提供大多数安装的默认值的最佳结果



## Tx-Power-Up 控制

除了覆盖空洞缓解的侵害启动所需的允许客户端数量之外，还以智能方式改进算法以考虑 AP 传输功率增量。将传输功率增加到最大数量可确保满足缓解和重叠，这不会对客户端实现较差的情况带来负面影响。并非更改其与不同 AP 的关联，尤其是提供最强信号的客户端，客户端始终与远离它的相同旧 AP 关联。因此，此客户端不再从相关的 AP 接收好信号。漫游效果较差的失败客户端是覆盖空洞方案的示例。较差的漫游不是存在真正覆盖空洞的指示。潜在的覆盖空洞是真实的，如果：

- 它位于希望的覆盖区域内，并且
- 即使此覆盖空洞中的客户端为更改了其关联到所有其他可用的 AP，客户端也将收到下行信号，并且客户端中此类备选 AP 的上行链路信号仍在覆盖阈值范围内。

为了避免和缓和此类方案，AP 传输功率每次只被上升一个级别（每迭代），这允许真正覆盖功率从功率增量中受益，而无需运行网络（避免同信道干扰）。

## SNMP 陷阱增强

已增强信道更改情形下生成的 SNMP 陷阱以提供解释实现新渠道计划的原因的详细信息。在此映像的情况下，增强的陷阱包括用于 DCA 算法前后的权值，并且哪些权值用于给定 AP 的信道更改。

图 20：改进的 DCA 陷阱显示信道更改后的原因

```
Tue Jul 31 22:54:06 2007 Channel changed for Base Radio MAC: 00:19:07:06:5d:40 on 802.11b/g radio. Old Channel: 11. New Channel: 1. Why: Interference. Energy before/after change: -60/-80. Noise before/after change: -82/-82. Interference before/after change: -60/-85.
```

## 装饰性/其他增强

- 为简化配置和改进可用性，为 CHA 创建新部分，从配置文件阈值分离该部分（直接控制 SNMP 陷阱生成的触发器）。
- 监控间隔部分下的术语信号和覆盖评估还修改为反映其相应的含义：各自的邻居数据包频率和信道扫描持续时间。



## 负载均衡更改

4.1.185.0 及更高版本的负载均衡的默认设置为 OFF。启用后，负载均衡窗口将默认为 5 个客户端。

```
(Cisco Controller) >show load-balancing Aggressive Load Balancing.....  
Disabled Aggressive Load Balancing Window..... 5 clients
```

## 附录 B : WLC版本6.0.188.0 – RRM增强

### 医疗设备的RRM修正

此功能改进QoS与RRM扫描响应延迟功能的方法。在与某些节能客户端的部署，您有时需要延迟RRM正常脱离信道扫描为了避免未命中从低音量客户端的重要信息，例如使用节电模式和周期地发送远测术信息的医疗设备。

如果收到被标记的数据包，您能使用WMM客户端的标记为了告诉接入点延迟脱离信道扫描可配置周期时间。请使用CLI命令此的控制器为了配置一specific WLAN的此功能：

```
config wlan channel-scan defer-priority priority [enable | disable] WLAN-id  
那里优先级= 0至7用户优先级的。必须设置此值到6在客户端和在WLAN。
```

请使用此命令为了配置时间扫描在队列的一上数据包以后延迟：

```
config wlan channel-scan defer-time msec WLAN-id  
输入在milliseconds (毫秒)的时间值。有效范围是100 (默认)到60000 (60秒)。此设置必须匹配设备的需求在您的无线局域网的。
```

您能也配置在控制器GUI的此功能。选择WLAN，并且请编辑一现有WLAN或创建新的。在WLAN > Edit页，请点击**高级选项卡**。在信道扫描下请以毫秒延迟，选择扫描延迟优先级，并且进入延迟时间。

**注意：** 香奈儿扫描对RRM的操作是重要的，收集关于备用信道选择的信息，例如噪声和干扰。另外，脱离信道扫描对恶意检测负责。需要延迟脱离信道扫描的设备必须越经常越好使用同样WLAN。如果有许多这些设备，并且可能性存在脱离信道扫描可能完全禁用使用此功能，您必须实现替代方案到本地AP脱离信道扫描，例如监视器接入点或没有分配的此WLAN的其他接入点在同一个位置。

QoS策略(铜牌服务、银、金牌服务和白金)的分配对WLAN影响数据包如何在从接入点的下行连接被标记，不管他们如何在从客户端的上行链路接收。UP=1,2是最低优先级的，并且UP=0,3是下高优先级的。这些是每QoS策略标记结果：

- 铜牌服务标记所有下行流量对UP= 1
- 西尔弗标记所有下行流量对UP= 0
- 金牌服务标记所有下行流量对UP=4
- 白金服务标记所有下行流量对UP=6

## 相关信息

- [无线 LAN 控制器和 IPS 集成指南](#)
- [无线 LAN 控制器和轻量接入点基本配置示例](#)
- [技术支持和文档 - Cisco Systems](#)