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：故障排除
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 6.0.188.0 版 - RRM 增强
医疗设备的RRM修复
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欺诈检测/遏制（以及其他Cisco入侵检测系统[IDS]/Cisco IOS®入侵防御系统[IPS]功能）不属于RRM的功能，不在本文档的范围内。

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，则默认窗口现在为5。这是关联时进行负载均衡之前需要关联到无线电的客户端数量。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

技巧:

- 确保在共用 RF 组名的所有控制器上都将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。

原因：

RF组名称是按无线LAN控制器(WLC)配置的ASCII字符串。 分组算法选举RF组领导，RF组领导依次计算整个RF组的发射功率控制(TPC)和动态信道分配(DCA)。例外是覆盖盲区算法(CHA)，它按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：**使用版本 4.1.185.0，增强功能（如发射机加电控制和用户可配置的SNR配置文件阈值违反客户端数），802.11b/g和802.11a的默认值12dB和16dB在大多数环境中应能正常工作。

原因：

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，并且即使一个客户端超过此值，则CHA由接入点(AP)检测SNR较差的客户端的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）

技巧:

- 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：**对于版本 4.1.185.0，现在扩展了邻居列表修剪间隔，以使从其中收到邻居数据包的邻居保持60分钟。

原因：

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：**使用版本 4.1.185.0，可通过使用DCA的锚点时间、间隔和敏感度配置实现可预测性。

原因：

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：

- 负载平衡的默认设置为ON，而负载平衡窗口设置为0。此窗口应更改为更高的数字，如10或12。**注：在**版本4.1.185.0及更高版本中，负载平衡的默认设置为OFF，如果启用，则窗口大小默认为5。

原因：

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实际的值，例如10或12。当然，每个部署都有不同的需求，因此应适当设置窗口。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“丢弃”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。
- 接收信号强度指示器(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。
- 噪音：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，因此以分贝(dB)表示。
- 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 分组的基本工作流，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）是控制器间移动（和移动分组）的独立功能。 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组是正常的。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。

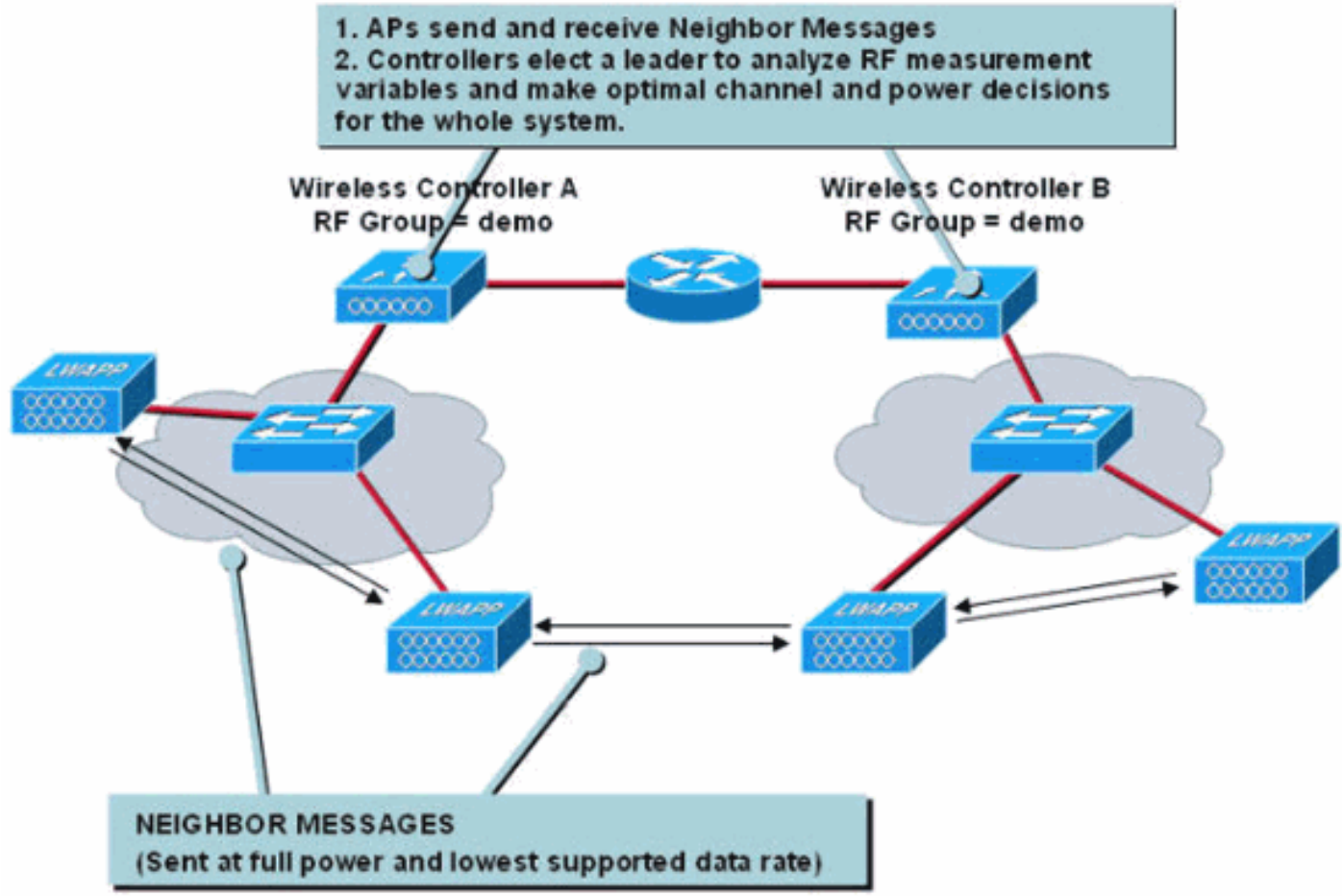


表 1：功能细分参考

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。

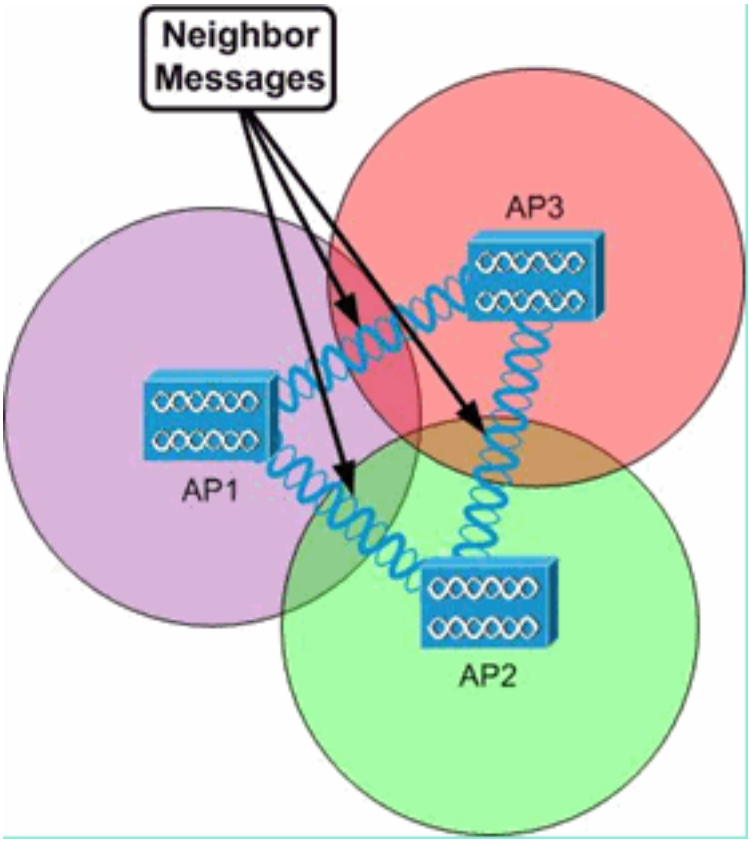
字段名称	描述
Radio Identifier	拥有多种无线的 AP 使用此字段识别正在使用哪种无线发送邻居消息
Group ID	WLC 的计数器和 MAC 地址
WLC IP 地址	RF 组领导的管理 IP 地址
AP's Channel	AP 从中对客户端提供服务的本地信道
Neighbor Message Channel	从中发送邻居数据包的信道
电源	当前未使用
Antenna Pattern	当前未使用

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：邻居消息每60秒发送到组播地址01:0B:85:00:00:00。

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，然后将其转发到控制器以形成RF组。



接收AP及其WLC时，使用邻居消息来确定如何创建WLC间RF组，以及如何创建仅由能够相互侦听消息的AP组成的逻辑RF子组。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。

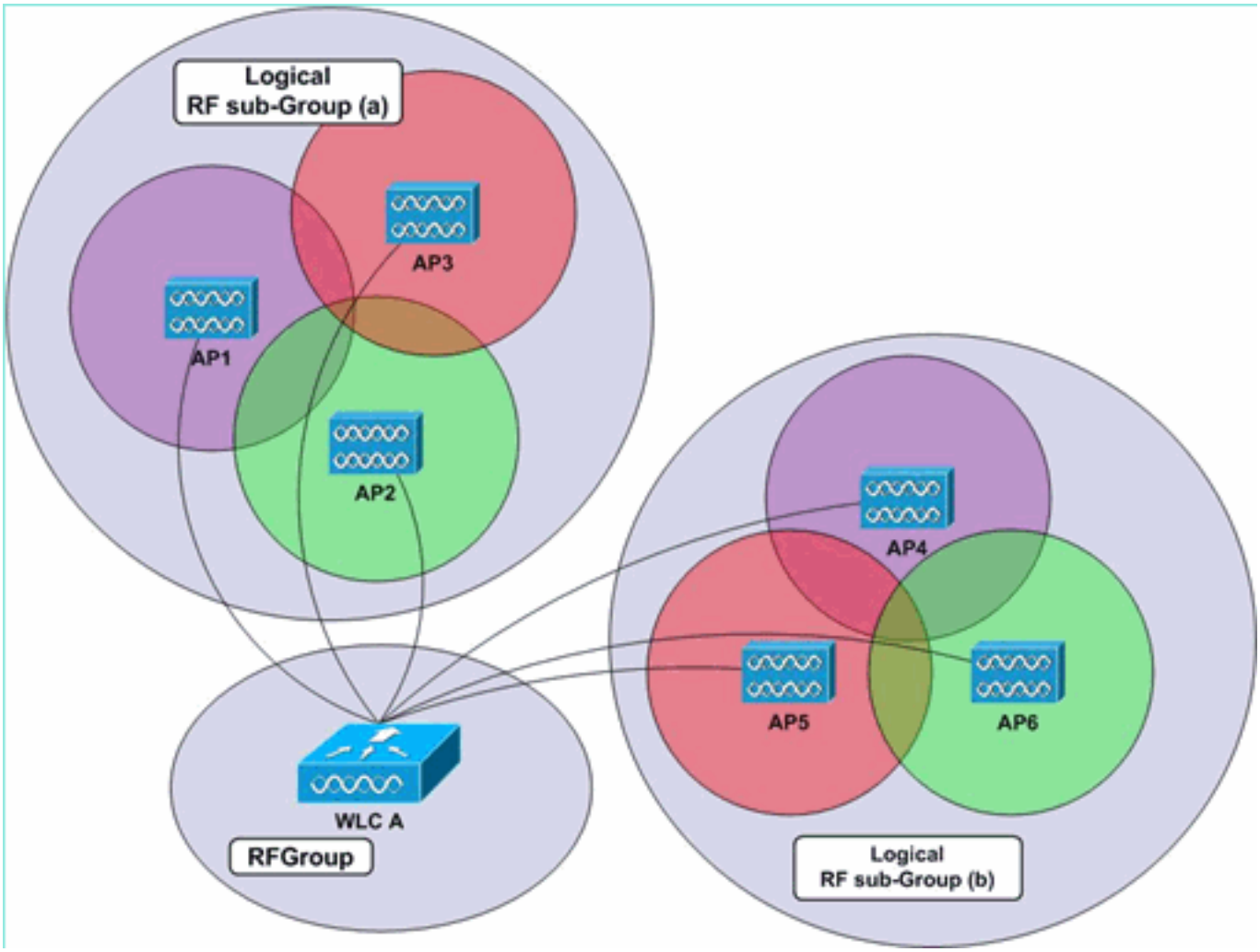
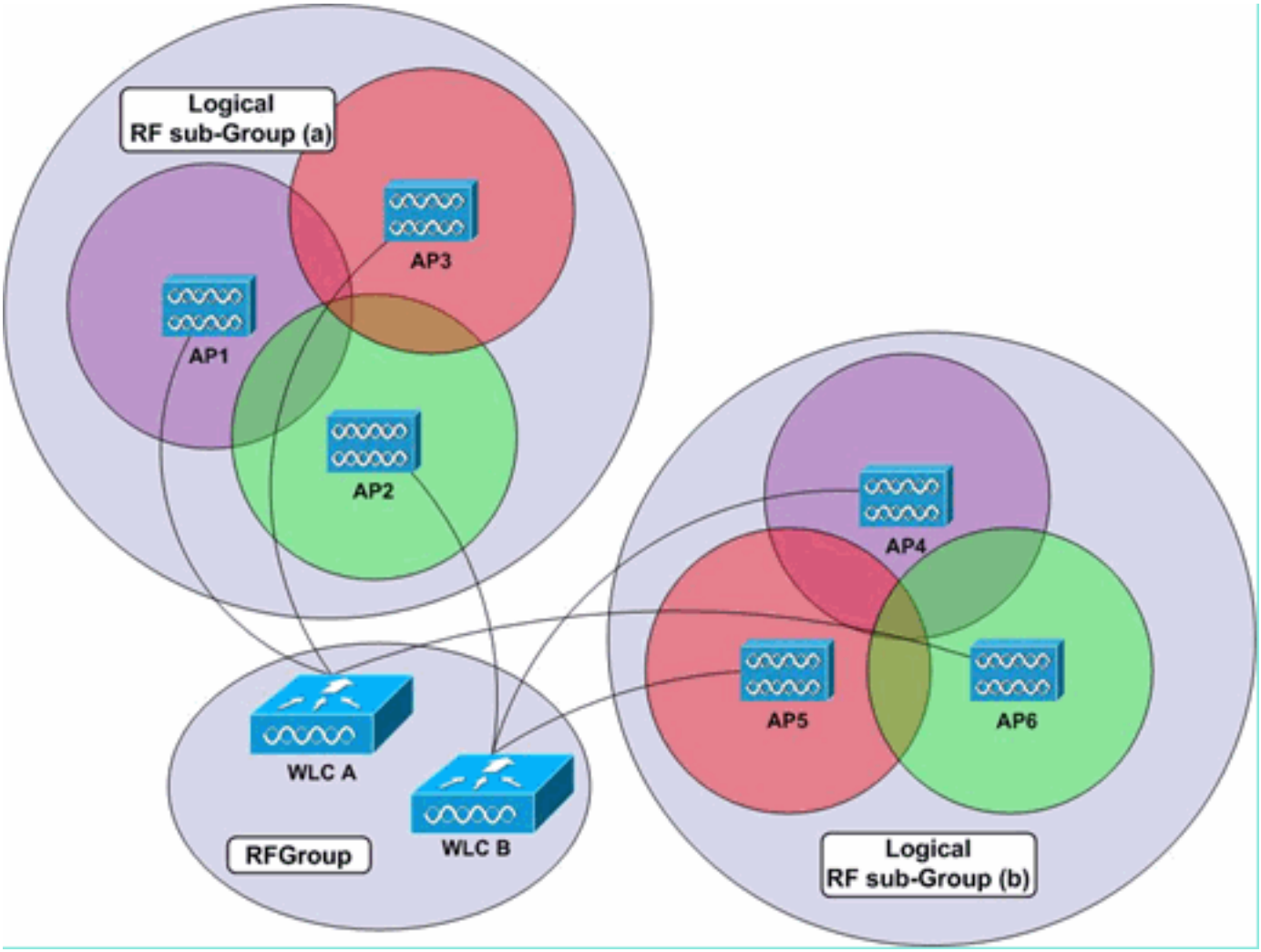
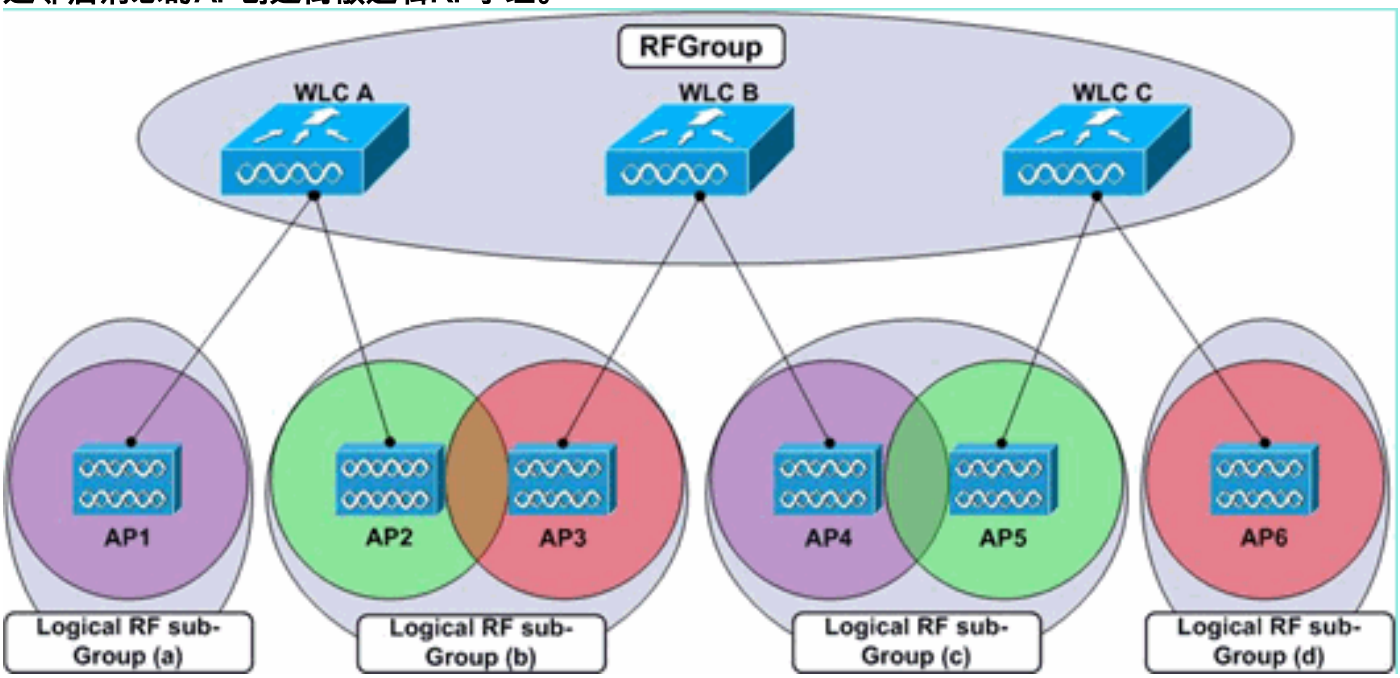


图 5：同一逻辑 RF 子组中的各个 AP 可以共享一个 WLC，每个都在一个单独的 WLC 上，或混合在几个 WLC 上。RRM 功能在系统范围级别上执行，因此只要 AP 可以互相侦听到对方，就会将其控制器自动分组。在本例中，WLC A 和 B 在同一个 RF 组中，而其 AP 在两个不同的逻辑 RF 子组中。



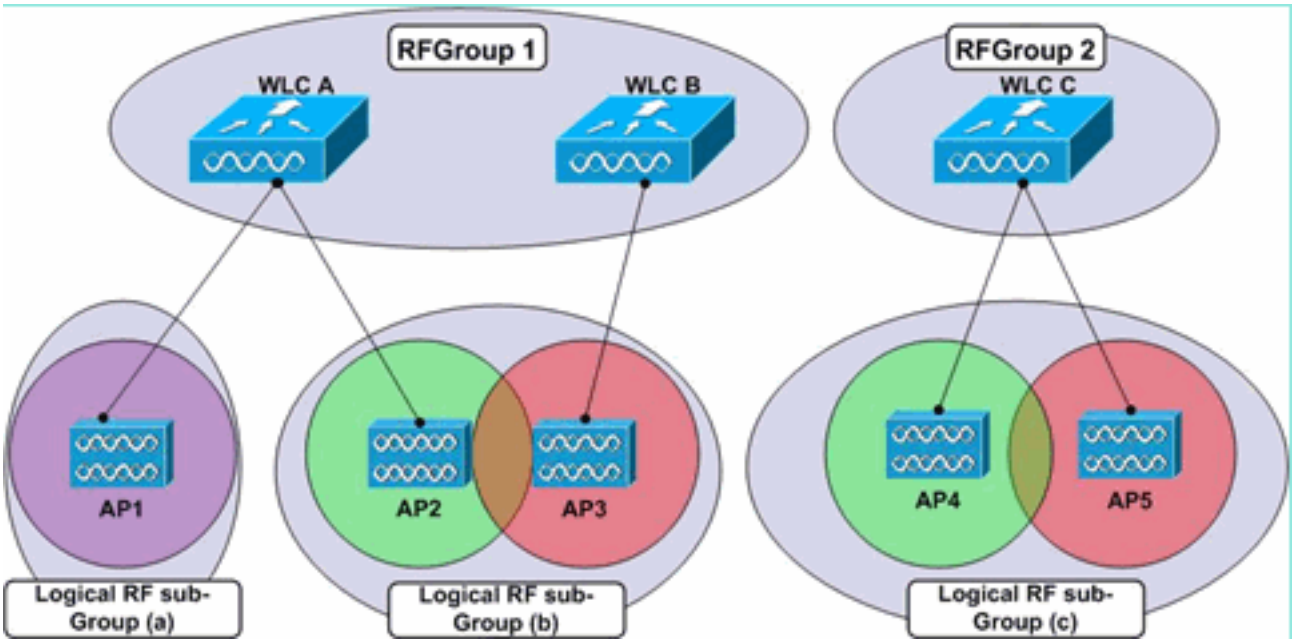
在一个有许多 WLC 和许多 AP 的环境中，不需要所有 AP 都互相侦听到对方，整个系统即可形成一个 RF 组。每个控制器都必须至少有一个 AP 从任意其他 WLC 侦听到另一个 AP。同样地，RF 分组可以在许多控制器间进行，无论每个控制器在本地能否看到相邻的 AP 和 WLC（请参阅图 6）。

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。为每组可以相互发送邻居消息的AP创建离散逻辑RF子组。



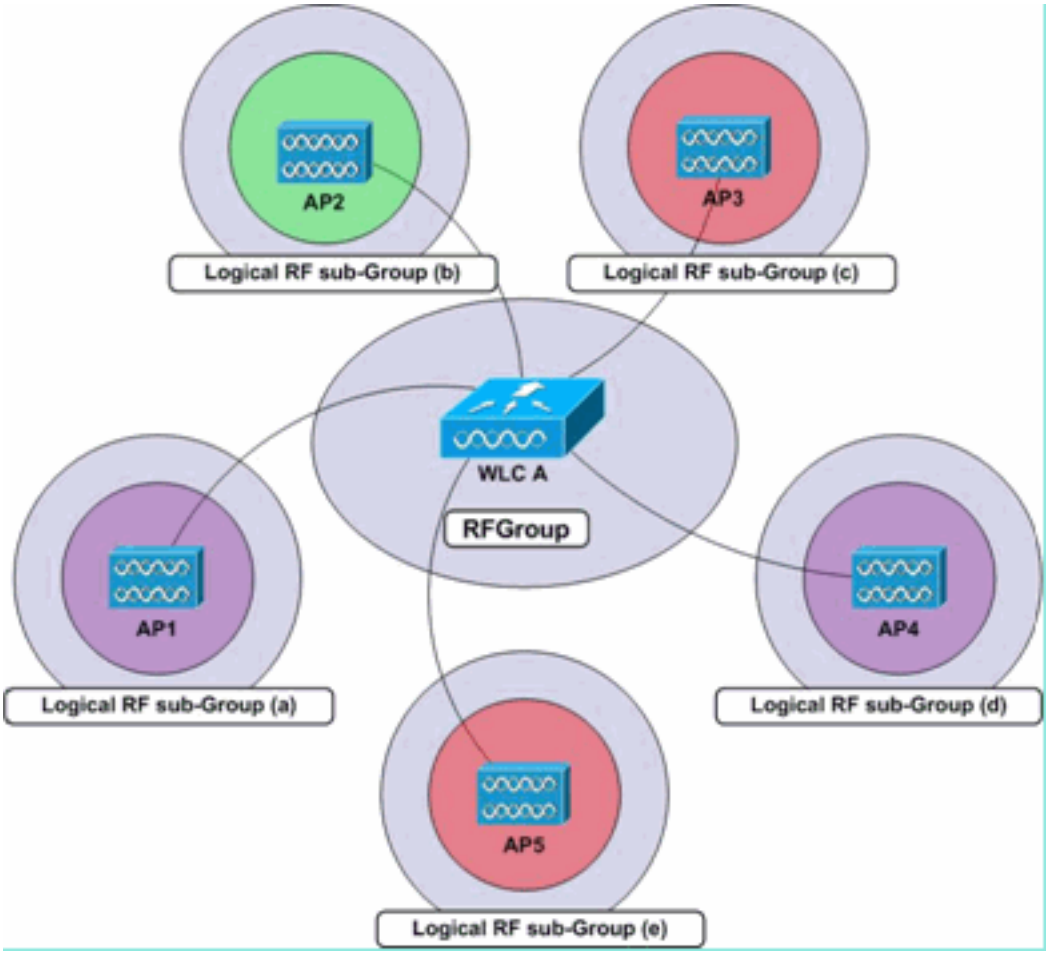
在多个控制器配置了相同的RF组名称，但它们各自的AP无法侦听彼此的邻居消息的场景中，会形成两个单独（顶级）的RF组，如图7所示。

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参数由于无法侦听彼此的邻居消息而单独设置。



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：使用无线局域网控制器软件版本4.2.99.0或更高版本，RRM支持一个RF组中多达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。此1000 AP限制不是与控制器关联的实际AP数，而是根据特定控制器型号可支持的最大AP数计算。例如，如果有8个WiSM控制器（4个WiSM），每个控制器有70个AP，则实际AP数为560。但是，算法将其计算为8*150= 1200（150是每个Wi支持的最大AP数）SM控制器)。 因此，控制器分为两组。一个组有6个控制器，另一个组有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

由RF组领导运行的DCA算法基于每个RF组应用，以确定所有RF组AP的最佳AP信道设置（本文档中称为逻辑RF子组的每组AP可以相互侦听到彼此的邻居消息，其信道配置是独立完成的逻辑RF子组，因为信号不重叠）。 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AP信道更改时，客户端将短暂断开。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：当AP首次启动（开箱即用）时，它们在其支持的带内的第一个非重叠信道（11b/g信道1和11a信道36）上传输。 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算法仅负责降低功率水平。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 for given AP + (Tx power control thresh – RSSI 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示例部分中找到。

注意：当所有AP首次启动（开箱即用）时，它们以最大功率水平传输。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：TPC算法可触发两种主要的Tx功率增加方案：

- 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) — 覆盖配置文件(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 算法在后续的算法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）。

在漫游逻辑本身得到改进之前，可以通过增加客户端最小值来缓解这种情况。异常级别设置为更高的数字（默认值为3），同时增加可容忍的客户端SNR值（默认值为12 dB，当更改为3 dB时，会看到改进）。 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，并且可能因个别部署而有所不同，但修改这些建议的逻辑仍然适用。

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。

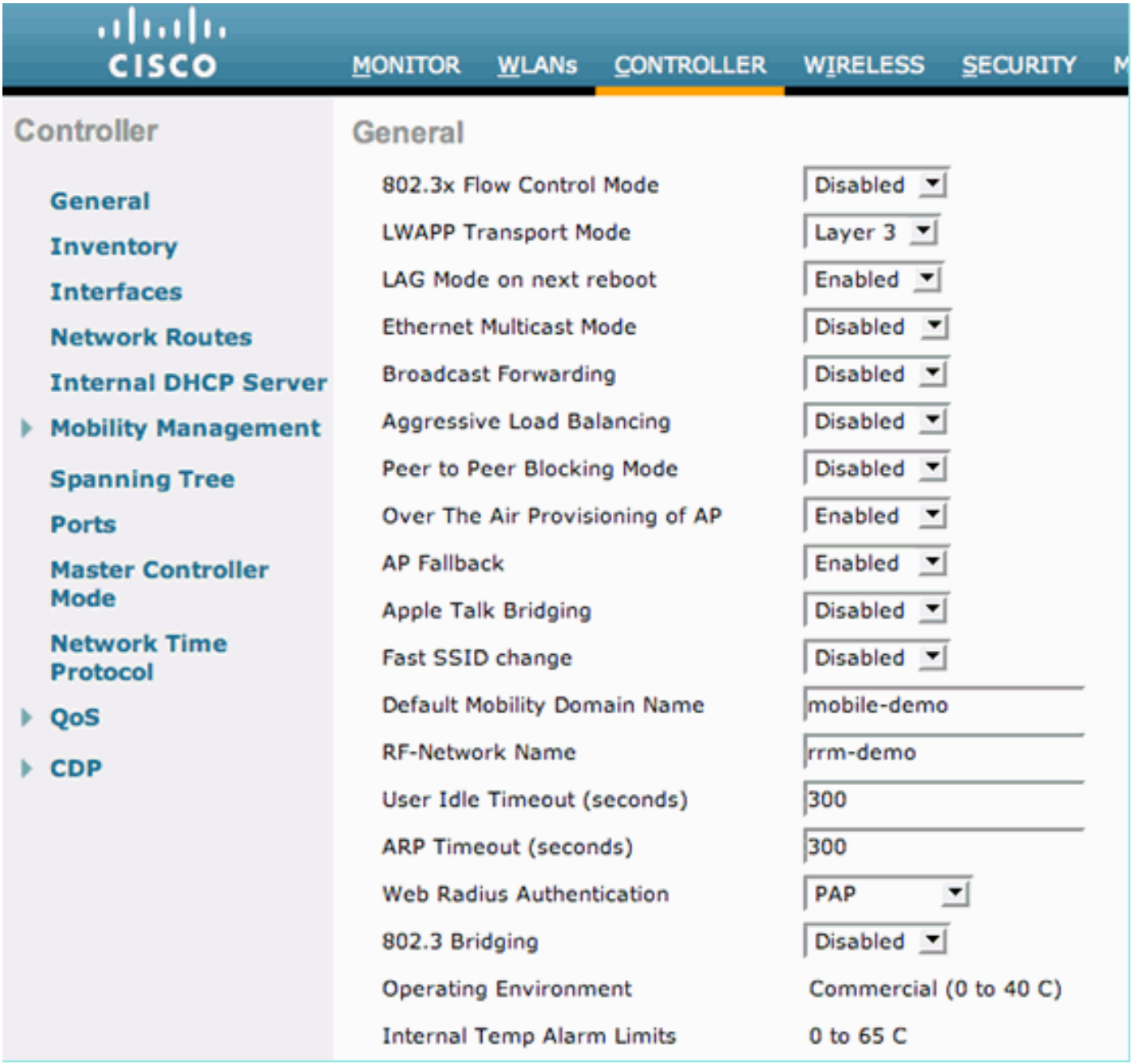
注意：覆盖盲区检测和纠正算法还负责检测由于AP故障导致的覆盖盲区，并根据需要为附近的AP供电。这样使网络可以从服务中断的情况下复原。

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 |常规**，然后输入公用组名值。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。



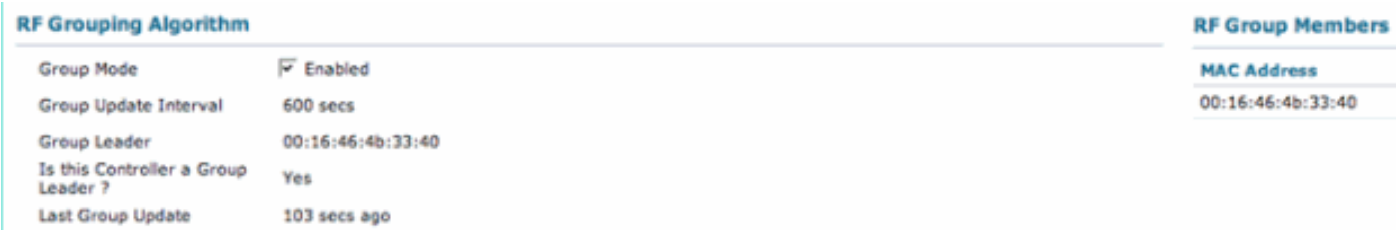
以下各部分的所有配置解释和示例都是通过 WLC 图形界面执行的。在 WLC GUI 中，转到 Wireless 的大标题，并为左侧的 WLAN standard of choice 选择 **RRM 选项。**接下来，在树中选择 **Auto RF。**随后的各部分引用得到的页 [Wireless | 802.11a或802.11b/g RRM |自动RF...]。

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。

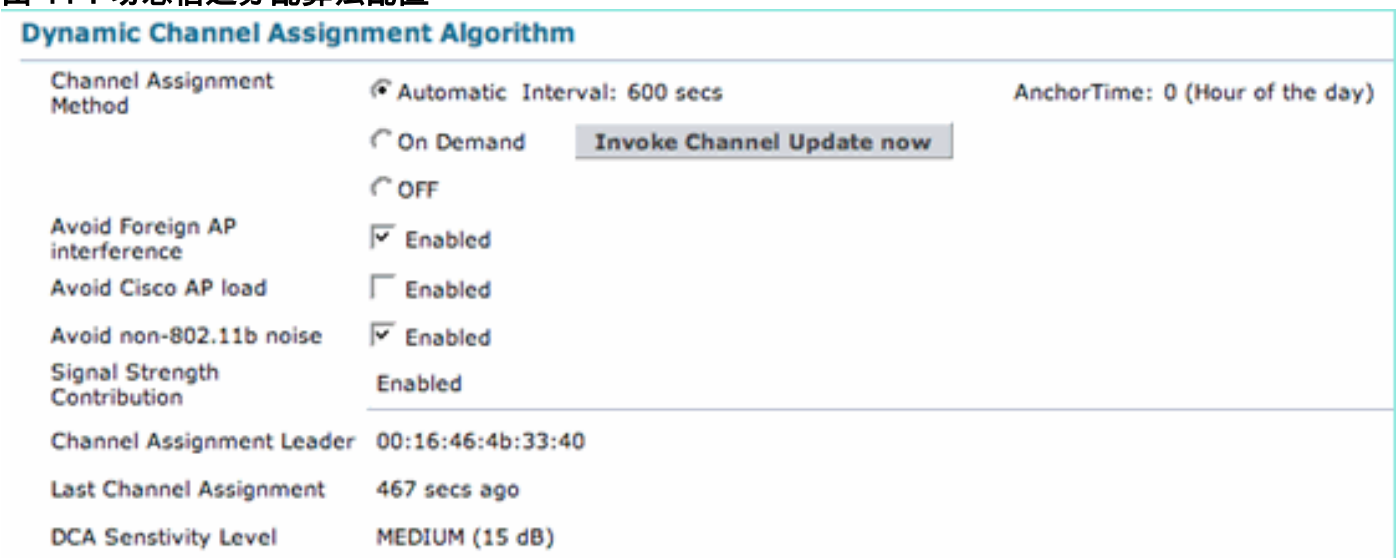
图 10：Auto RF 页顶部突出显示 RF 组的状态、更新和全体成员等详细资料。



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：如**果选择**按需**，然后单击**立即调用信道更新**，假设需要更改信道，则将运行DCA算法，并在下一个600秒间隔应用新信道计划。**Off — 此选项禁用所有 DCA 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 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。

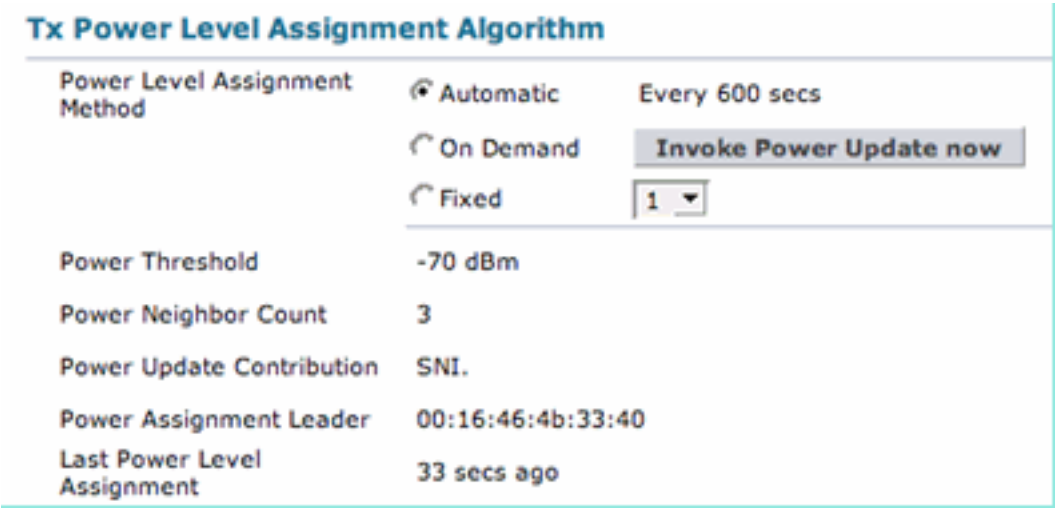
图 11：动态信道分配算法配置



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：如**果选择On Demand(**按需**)，然后单击Invoke Power Update Now（**立即调用功率更新**），则假定必须进行功率更改，则会运行TPC算法，并在下一个600秒间隔应用新的功率设置。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。在软件版本3.2之前，此参数是不可修改的。新的可配置值范围从–50dBm到–80dBm，只能从控制器的CLI更改。
- 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。

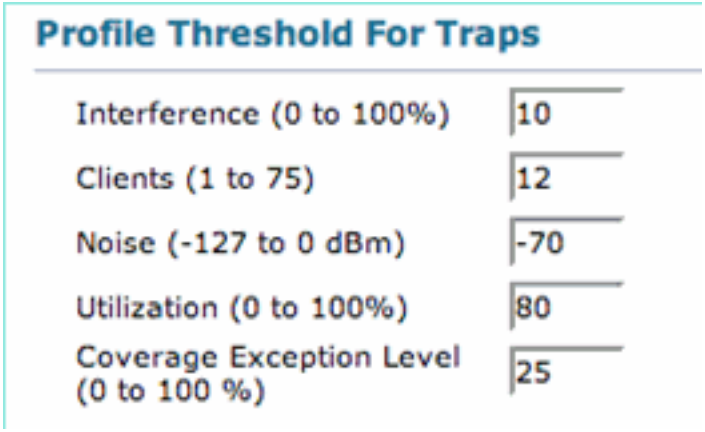
图 12：发射功率控制算法配置



范围阈值：WLC GUI

配置文件阈值(在无线控制系统(WCS)中称为RRM阈值)主要用于报警。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。



- **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。

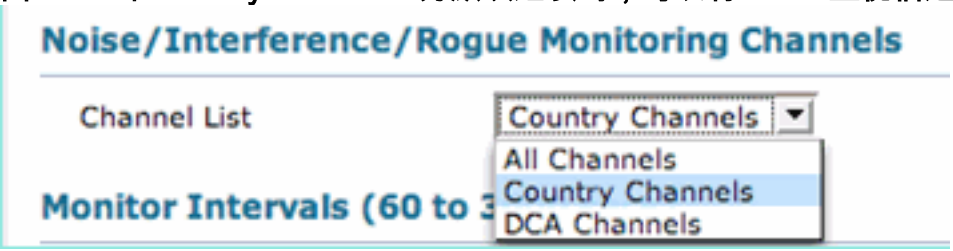
Channel List：用户可以指定 AP 将定期监控哪些信道范围。

- **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：**DCA算法（用于信道监控和分配）使用的信道列表可在WLC代码版本4.0或更高版本中更改。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。



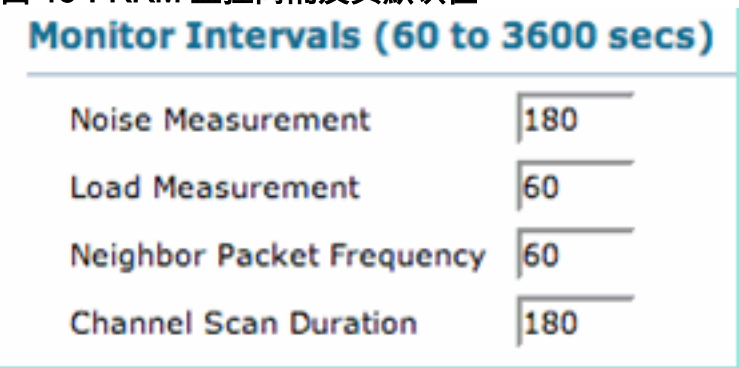
监控间隔（60 到 3600秒）

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，对于 802.11b/g）每 16 秒就会用 50 毫秒侦听所扫描的每个信道（180 除以 11 约等于 16 秒）。

图 15：RRM 监控间隔及其默认值



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何一个更改为超过RRM算法运行的间隔（DCA和TPC为600秒，覆盖盲区检测和更正为180秒），则RRM算法仍将运行，但可能包含“过时”信息。

注意：当WLC配置为使用链路聚合(LAG)绑定多个千兆以太网接口时，覆盖度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。

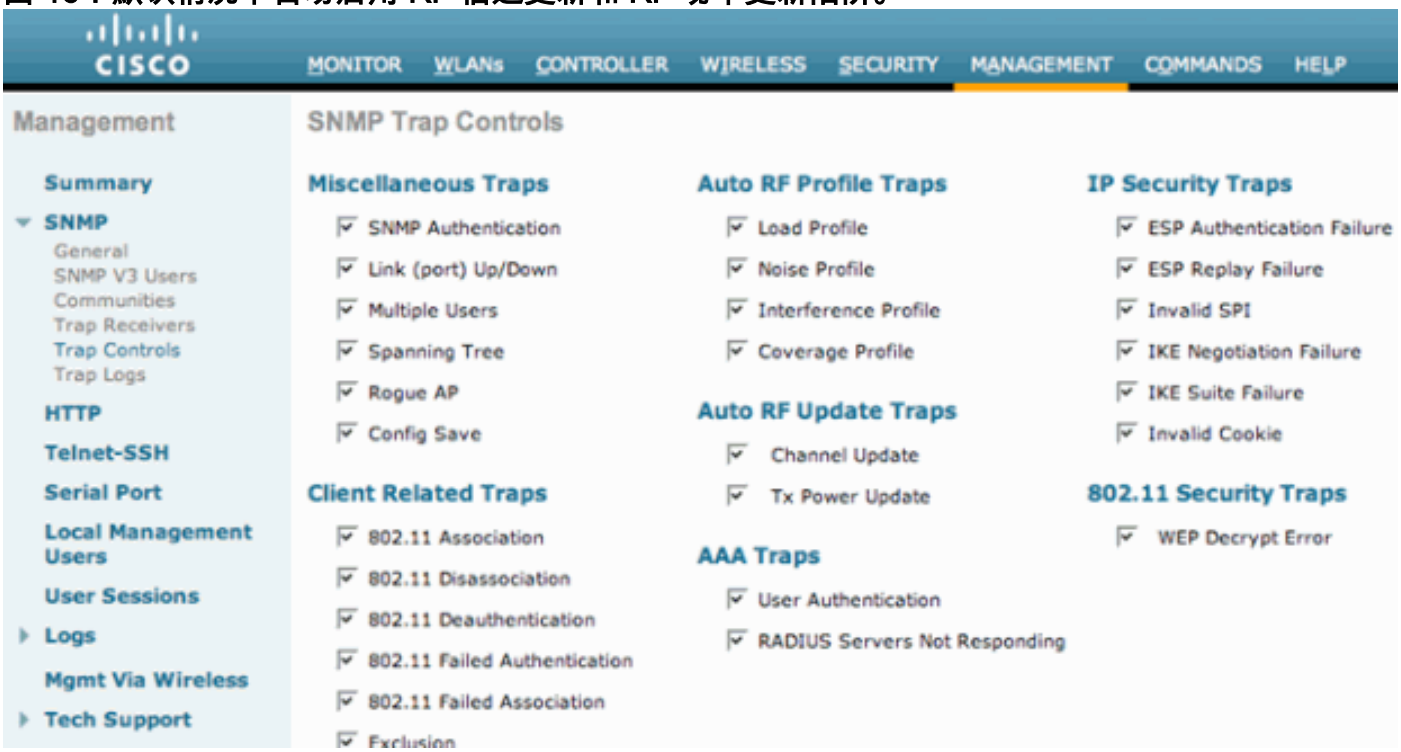
出厂默认设置

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：故障排除

通过启用必要的 SNMP 陷阱，可以轻松地监控 RRM 所作出的更改。这些设置可从WLC GUI中的 Management —> SNMP —> Trap Controls标题访问。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，其中可以找到陷阱接收器、控制和日志的链接。

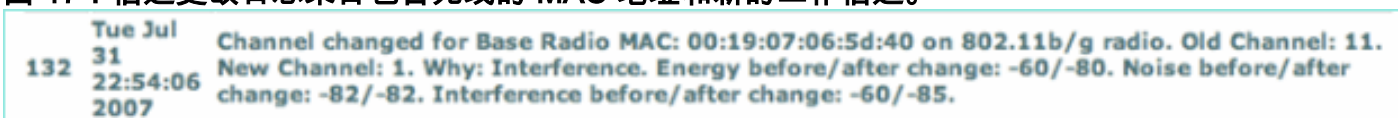
图 16：默认情况下自动启用 RF 信道更新和 RF 功率更新陷阱。



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 Senstivity 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试率，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）上的高重试率、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井：

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。

138	Thu Jul 12 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) — 覆盖配置文件(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
```

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：

- **锚点的时间 - 用户希望更改默认的 10 分钟，可在领导组将在启动模式下执行时选择锚点时间。**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。这是在版本4.1中添加RRM计时器之前的正常操作模式。这允许网络在初始和快速稳定。启动模式结束后，DCA 以用户定义的间隔运行。WLC CLI中通过show advanced 802.11[a|b]**命令明确指示启动模式操**作：

```
(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 Senstivity 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

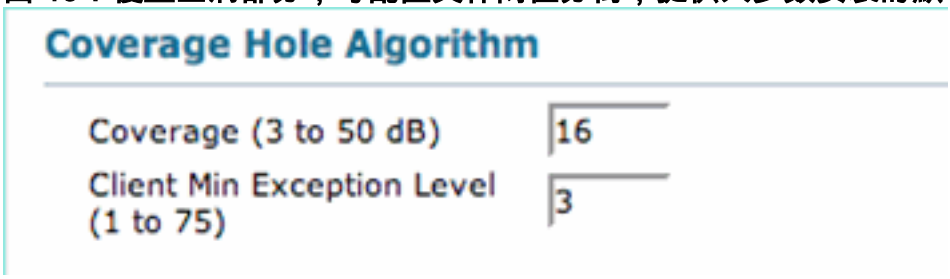
传输功率控制阈值始终负责 AP 如何侦听其邻居，在适当的时候用于决定 AP 的传输功率。由于在 WLC 软件的 4.1 维护版中对 RRM 算法做出了整体改进，因此也考虑默认值 -65dBm。因此，对于大多数部署将其默认值视为过热，接受的值为 -70dbm。这会导致大多数室内部署重叠。但是，此默认值只影响新的安装，因为如果从 4.1.171.0 或更低版本进行升级，则控制器维护以前配置的值。

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）和缓解方案的起动。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 阈值起动。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起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：

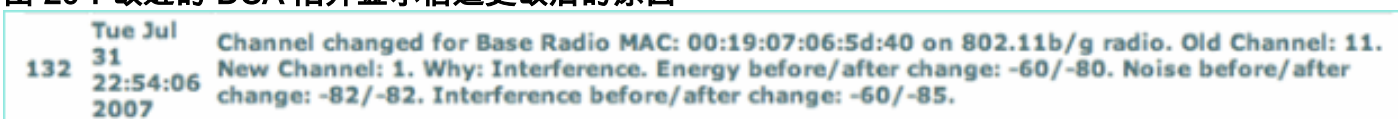
- 它位于希望的覆盖区域内，并且
- 即使此覆盖空洞中的客户端为更改了其关联到所有其他可用的 AP，客户端也将收到下行信号，并且客户端中此类备选 AP 的上行链路信号仍在覆盖阈值范围内。

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，增强的陷井包括用于 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 陷井显示信道更改后的原因



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 6.0.188.0 版 - RRM 增强

医疗设备的RRM修复

此功能改进了QoS与RRM扫描延迟功能交互的方式。在使用某些节电客户端的部署中，有时需要延迟RRM正常的离信道扫描，以避免丢失来自低容量客户端的关键信息，例如使用节电模式并定期发送遥测信息的医疗设备。

您可以使用客户端的WMM UP标记，以便在接收标记为UP的数据包时告知接入点将信道外扫描推迟一段可配置的时间。使用以下控制器CLI命令为特定WLAN配置此功能：

```
config wlan channel-scan defer-priority priority [enable | disable] WLAN-id
```

其中，优先级= 0到7表示用户优先级。此值必须在客户端和WLAN上设置为6。

使用以下命令可配置在队列中的UP数据包之后延迟扫描的时间：

```
config wlan channel-scan defer-time msec WLAN-id
```

输入时间值（毫秒）。 有效范围为100（默认）到60000（60秒）。 此设置必须符合无线LAN上设备的要求。

您还可以在控制器GUI上配置此功能。选择WLAN，编辑现有WLAN或创建新WLAN。在WLANs > Edit页面上，单击Advanced**选项**卡。在Off Channel Scanning Defer下，选择扫描延迟优先级，并输入延迟时间（以毫秒为单位）。

注意：信道外扫描对RRM的运行至关重要，RRM收集有关噪声和干扰等备用信道选择的信息。此外，信道外扫描还负责欺诈检测。需要延迟信道外扫描的设备必须尽可能频繁地使用相同的WLAN。如果这些设备有许多，并且使用此功能可能完全禁用信道外扫描，则必须实施本地AP信道外扫描的替代方案，例如监控接入点或同一位置中未分配此WLAN的其他接入点。

向WLAN分配QoS策略（铜级、银级、金级和白金级）会影响从接入点到客户端的下行链路连接上标记数据包的方式，而无论这些数据包在上行链路上是如何接收的。UP=1,2是最低优先级，UP=0,3是下一个较高优先级。以下是每个QoS策略的标记结果：

- 铜级标记所有下行链路流量为UP= 1
- 银牌标记所有下行链路流量为UP= 0
- Gold将所有下行链路流量标记为UP=4
- 白金标记所有下行链路流量为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