

项目三 中型企业无线网络组建

一般而言，企业网是基于有线的交换网络，它从核心层下连到通过电缆连接的接入层的最终用户。通过使用无线网络，在企业覆盖网络的整个区域内设计和安装无线网络设备，最终用户可以移动，而不会失去网络连接。

在任何无线网络中，传播信号的能力是关键因素，许多因素可以对无线传输产生影响，如有些可能导致信号无法传播，有些会缩短信号的传输距离。在组建一个企业的无线网络时，可能会有多种技术和部署选择，如合理选用天线、无线网桥、无线交换机等。终端用户也越来越希望，在一个位置开始一个传输后，随后又可以无缝地改变位置继续传输，这就需要漫游功能来发挥作用。

情境描述

某大型国有集团企业因为信息化建设和公司业务发展的需要，需要在全国各城市分公司及总部组建无线网络，小李作为企业的 IT 技术工程师，需要对全公司的无线网络进行组建、维护和管理，网络拓扑如图 3-1 所示。

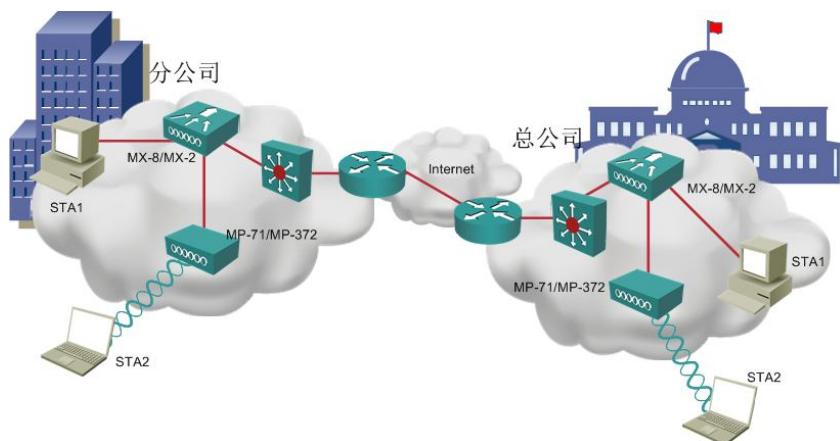


图 3-1 中型企业网络实施拓扑图

学习目标

通过本项目的学习，读者应能达到如下目标：

知识目标

- 了解两种类型的 AP 工作原理
- 掌握无线局域网信号覆盖的概念
- 掌握无线局域网漫游的作用及分类
- 掌握无线 AP 的组网模式

- 掌握无线交换机+FIT AP 的组网模式
- 掌握无线局域网的规划与设计

技能目标

- 能根据用户的需求进行网络状况的需求分析
- 清楚所需的无线网桥、无线交换机、天线和 PoE 供电的性价比，合理选择所需的无线网络组件
- 能进行中型企业无线网络的实际应用，对天线、无线网桥、无线交换机进行正确的安装和配置，确保无线网络的通畅
- 掌握中型企业无线网络性能测试、流量测试、覆盖测试的方法

素质目标

- 形成良好的合作观念，会进行业务洽谈
- 形成严格按操作规范进行操作的习惯
- 形成严谨细致的工作态度和追求完美的工作精神
- 学会自我展示的能力和查阅资料的能力

专业知识

3.1 无线局域网射频（RF）

射频（Radio Frequency, RF），其实就是射频电流，它是一种高频交流变化电磁波的简称。它采用的是一种扩展窄带信号频谱的数字编码技术，通过编码运算增加了发送比特的数量，扩大使用的带宽，使得带宽上信号的功率谱密度降低，从而大大提高了系统抗电磁干扰、抗串话干扰的能力，使得无线数据传输更加可靠，所以 RF 射频技术在无线通信领域具有广泛而不可替代的作用。

3.1.1 RF 的工作原理

在射频（RF）通信中，一台设备发送振动信号，并由一台或多台设备接收。这种振动信号基于一个常数，被称为频率。发送方使用固定的频率，接收方可以调整到相同的频率，以便接收该信号。

下面以简单的例子进行说明，假设无线工作站使用的天线非常小，且在所有方向均匀地发送或接收 RF 信号，如图 3-2 上半部分所示，其中的每个弧表示发射器生成的无线电波的一部分。每个弧实际上是一个球，因为无线电波是在三维空间移动的。这也可以显示为表示 RF 信号的振动波，如图 3-2 下半部分所示。虽然该示意图从技术上说不正确，但这里旨在说明 RF 信号是如何在两台设备之间传输的。

用于类似功能的频率范围称为波段，例如，调幅无线波频率范围为 550~170MHz。通常情况下的无线局域网通信使用的是 2.4GHz 的波段，而其他无线局域网使用的波段为 5GHz。在这里，波段是使用大概的频率表示的，2.4GHz 实际上表示的是频率范围 2.412~2.484GHz，而 5GHz 实际上指的是频率范围 5.150~5.825GHz。

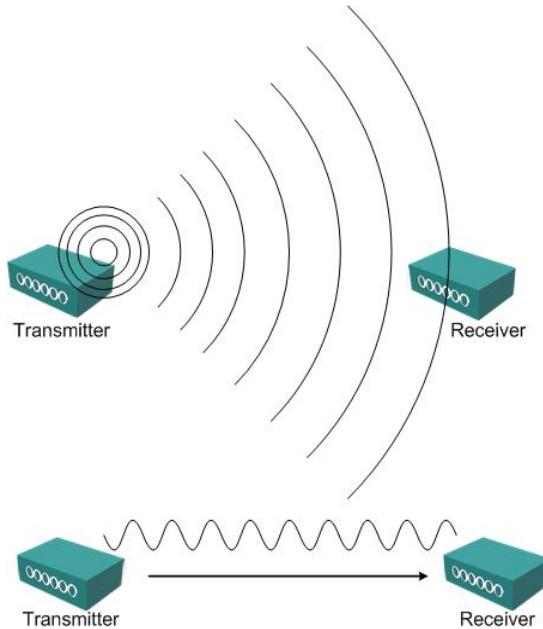


图 3-2 无线信号

无线工作站发送的信号被称为载波信号。载波信号只是一种频率固定的稳定信号。载波信号本身不包含任何音频、视频或数据，因为它是用于承载其他东西的。

要发送其他信息，发射器必须对载波信号进行调制，以独特的方式插入信息（对其进行编码），接收站必须进行相反的处理，对信号进行解调以恢复原始信息。

有些调制技术很简单，比如调幅（AM）广播采用调幅技术，即根据音频信息改变载波信号的强度。FM 广播采用调频技术（FM），即音频的高低导致载波信号的频率发生变化，WLAN 使用的调制技术要复杂得多，因为它们的数据速率比音频信号高得多。

WLAN 调制的理念是在无线信号中封装尽可能多的数据，并尽可能减少由于干扰或噪声而丢失的数据量。这是由于数据丢失后必须重传，从而占用更多的无线资源。

发送方和接收方载波的频率是固定的，并在特殊规定的范围内变化。这种范围称为信道（Channel），虽然信道通常用数字或索引（而不是频率）表示。WLAN 信道是由当前使用的 80.11 标准决定的。如图 3-3 说明了载波频率（中间频率）、调制、信道和波段之间的关系。

无线信道是无线通信的传输媒质，是以无线信号作为传输媒体的数据信号传送通道。

3.1.2 RF 的特征

RF 信号以电磁波的方式通过空气传播。在理论上信号到达接收方时与发送方发送的相同，而实际上并非总是如此。

RF 信号从发送方传输到接收方时，将受其遇到的物体和材质的影响。

无线信号最基本的四种传播机制为直射、反射、绕射和散射。

- 直射：即无线信号在自由空间中的传播。
- 反射：当电磁波遇到比波长大得多的物体时，发生反射，反射一般在地球表面、建筑物、墙壁表面发生。

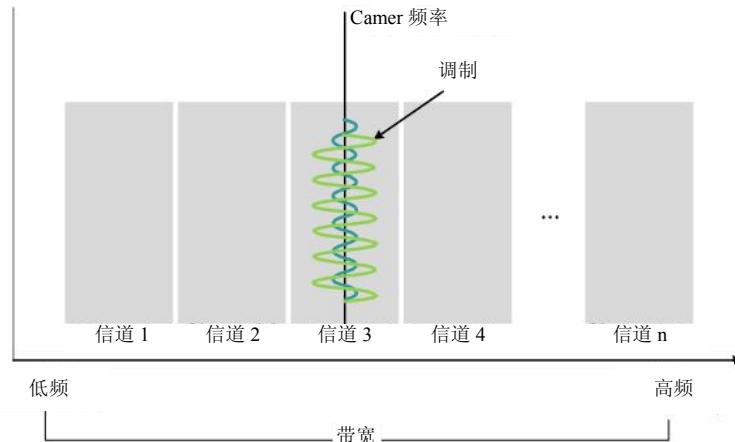


图 3-3 RF 信号

- 绕射：当接收机和发射机之间的无线路径被尖锐的物体边缘阻挡时发生绕射。
- 散射：当无线路径中存在小于波长的物体并且单位体积内这种障碍物体的数量较多时发生散射。散射发生在粗糙表面、小物体或其他不规则物体上，一般树叶、灯柱等会引起散射。

1. 反射

无线信号以电波的方式在空气中传播时，如果遇到密集的反射材质，将发生反射。如图 3-4 说明了 RF 信号的反射，室内的物体，如金属家具、文件柜和金属门等可能导致反射，室外的无线信号可能在遇到水面或大气层时发生反射。

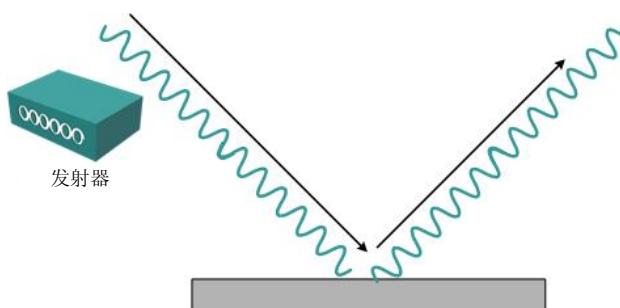


图 3-4 RF 信号的反射

2. 折射

在两种密度不同的介质之间的边界上，RF 信号也可能发生折射。反射是遇到表面后弹回来，而折射是在穿过表面时发生弯曲。

折射信号的角度与原始信号不同，传播速度也可能降低，如图 3-5 说明了这种概念，例如，信号穿过密度不同的大气层或密度不同的建筑物墙面时，将发生折射。

3. 吸收

RF 信号进入能够吸收其能量的物质时，信号将衰减。材质的密度越高，信号的衰减越严重，如图 3-6 说明了吸收对信号的影响，过低的信号强度将影响接收方。

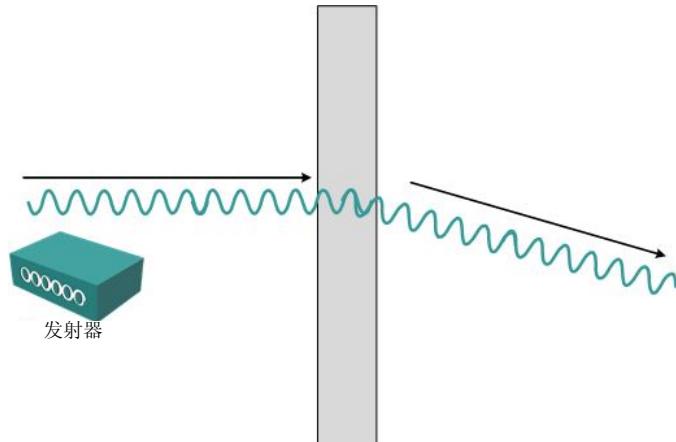


图 3-5 RF 信号的折射

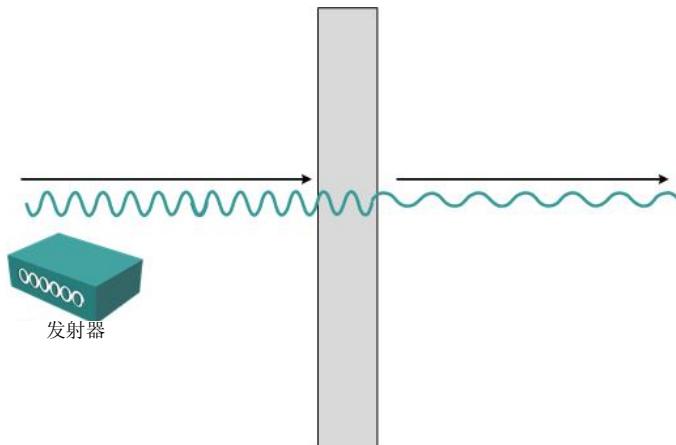


图 3-6 RF 信号的吸收

最常见的吸收情形是无线信号穿过水分，水分可能包含在无线传输路径中的树叶或无线设备附近的人体中。

4. 散射

RF 信号遇到粗糙、不均匀的材质或由非常小的颗粒组成的材质时，可能向很多不同的方向散射，这是因为材质中不规则的细微表面将反射信号，如图 3-7 所示，无线信号穿过充满灰尘或砂粒的环境时将发生散射。

5. 衍射

RF 信号如果遇到其不能穿过的物体或能够吸收其能量的物体，可能将出现一个阴影（其中没有信号），如果形成这样的阴影，将导致 RF 信号没有覆盖的静区。然而，在 RF 传播中，信号通常会通过弯曲绕过物体，最终组合成完全的电波。

如图 3-8 说明了无线电不透明物体（阻断或吸收 RF 信号的物体）将导致 RF 信号发生衍射，衍射生成的是同心波而不是振动信号，因此将影响实际电波。在该图中，衍射导致信号能够绕过吸收它的物体，并完成自我修复。这种特殊性使得在发送方和接收方之间有建筑物时仍能够接收到信号，然而，信号不再与原来的相同，它因为衍射而失真。

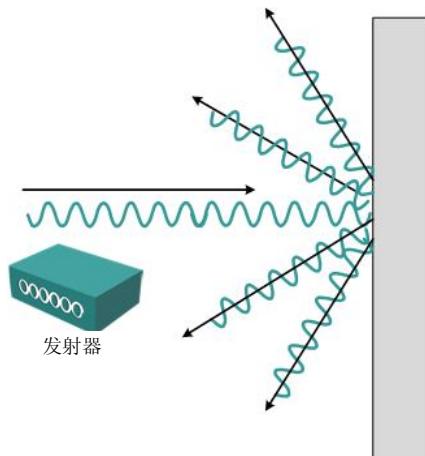


图 3-7 RF 信号的散射

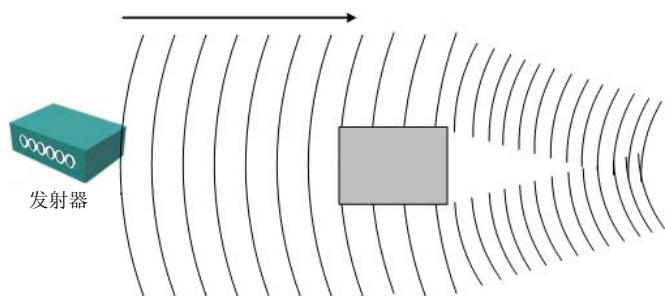


图 3-8 RF 信号的衍射

6. 菲涅耳区

如果物体是悬空的，平行于地面传播的 RF 信号将绕物体的上、下两端发生衍射，因此信号通常能够覆盖物体的“阴影”。然而，如果非悬空物体（如建筑物或山脉）阻断了信号，在垂直方向信号将受到负面影响。

如图 3-9 中，一座大楼阻断了信号的部分传输路径。由于沿大楼前端和顶端发生了衍射，信号发生了弯曲或衰减，导致信号无法覆盖大楼后面的大部分区域。

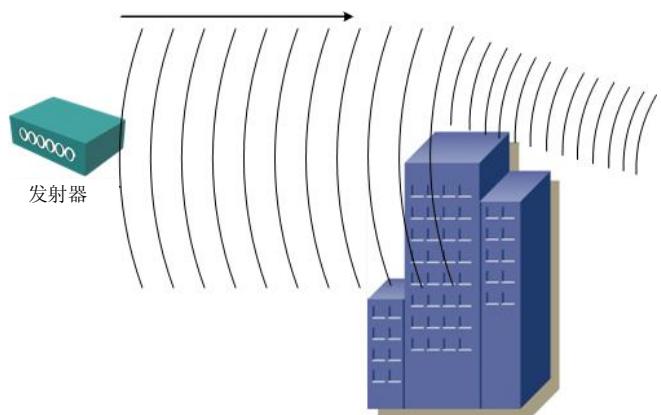


图 3-9 障碍物导致的信号衍射

在狭窄的视线 (line-of-sight) 无线传输中, 必须考虑到这种衍射, 这种信号不沿所有方向传输, 而是聚焦成束, 如图 3-10 所示, 要形成视线路径, 在发送方和接收方的天线之间信号不能受任何障碍物的影响, 在大楼或城市之间的路径中, 通常有其他大楼、树木或其他可能阻断信号的物体。在这种情况下, 必须升高天线, 使其高于障碍物, 以获得没有障碍的路径。

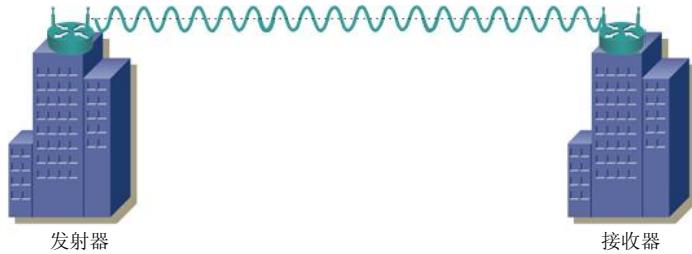


图 3-10 沿视线传输的信号

远距离传输时, 弯曲的地球表面也将成为影响信号的障碍物, 距离超过两公里时, 将无法看到远端, 因为它稍低于地平线, 尽管如此, 无线信号通常沿环绕地球的大气层以相同的曲度传播。

即使物体没有直接阻断信号, 狹窄的视线信号也可能受衍射的影响。在环绕视频的椭球内也不能有障碍, 这个区域被称为菲涅耳区, 如图 3-11 所示。如果菲涅耳区内有物体, 部分 RF 信号可能发生衍射, 这部分信号将弯曲, 导致延迟或改变, 进而影响接收方收到的信号。

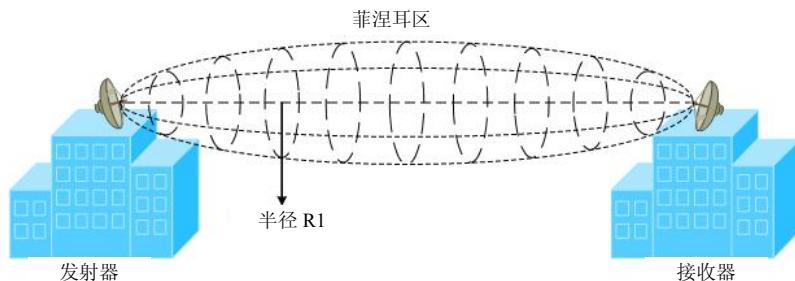


图 3-11 菲涅耳区

在传输路径的任何位置, 都可以计算出菲涅耳区半径 $R1$ 。在实践中, 物体必须离菲涅耳区的下边缘有一定的距离, 有些资料建议为半径的 60%, 其他资料则建议为 50%。

在图 3-12 中, 在信号的传输路径中有一座大楼, 但没有阻断信号束, 然而, 它却位于菲涅耳区内, 因此信号将受到负面影响。

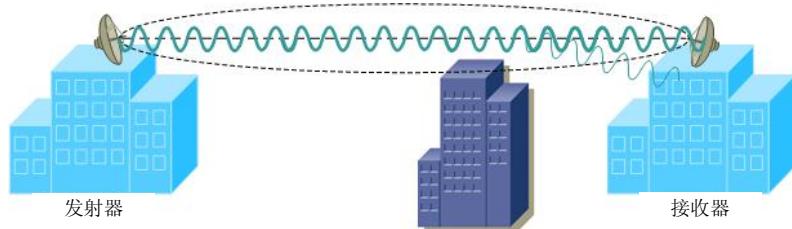


图 3-12 菲涅耳区的障碍物导致信号降低

通常，应该增加视线系统的高度，使菲涅耳区的下边缘也比所有障碍物高。注意传输路径非常长，弯曲的地球表面也将进入菲涅耳区并导致信号的延迟或改变问题。

可以使用一个复杂的公式来计算菲涅耳区的半径，但我们只需要知道存在菲涅耳区，且其中不能有任何障碍物，如表 3-1 列出了使用频段 2.4GHz 时无线传输路径中点处的菲涅耳区半径值。

表 3-1 菲涅耳区半径值

| 传输距离（英里） | 路径中点处的菲涅耳区的半径 |
|----------|---------------|
| 0.5 | 16 |
| 1.0 | 23 |
| 2.0 | 33 |
| 5.0 | 52 |
| 10.0 | 72 |

First mile wireless 网站提供了一个计算菲涅耳区半径的计算器，可以登录到 http://www.firstmilewireless.com/calc_fresnel.html 网址进行菲涅耳区半径值计算，如果视线距离为 1 英里，传输距离也为 1 英里，在网页中输入，单击 Submit 按钮进行计算，如图 3-13 所示。



图 3-13 菲涅耳区半径计算器

计算出来的菲涅耳区半径为 13.9621049630777 英尺，如图 3-14 所示。

3.1.3 RF 信号强度

可以使用单位瓦 (W) 或毫瓦 (mW) 的功能或能量来度量 RF 信号的强度，为让大家对信号功能有深入的认识，表 3-2 列出了各种信号源的典型输出功率。



图 3-14 菲涅耳区半径计算

表 3-2 典型 RF 的输出功率

| 信号源 | 输出功率 |
|-------------------|-----------|
| 短波广播站 | 500000W |
| AM 广播站 | 50000W |
| 微波炉 (2.4GHz) | 600~1000W |
| 手机 | 200mW |
| 无线局域网 AP (2.4GHz) | 1~200mW |

功率的范围非常大，这使得计算起来非常困难，分贝 (dB) 是一种灵活的表示功能的方式，因为 dB 度量的是实际功率和参考功率的比例，又因为 dB 是对数，能够以线性方式表示更大范围的值。

在计算以 dB 为单位的功率比例时，可以使用图 3-15 所示的公式。

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{sig}}}{P_{\text{ref}}} \right)$$

图 3-15 dB 计算公式

1. 信号的衰减

RF 信号离开发射器后，都将受到外部因素的影响而降低强度，这被称为信号衰减。导致信号衰减的因素如下：

- 发射器和天线之间的电缆衰减
- 信号在空气中传输时的自由空间衰减
- 外界的障碍物
- 外部的噪音或干扰
- 接收器和天线之间的电缆衰减

信号从发射器传送到接收器的过程中遇到各种各样的情况，衰减将不断累积，导致信号

质量下降。端到端的总衰减称为路径衰减。

在任何环境中，自由衰减都很大，RF信号的功率与传输距离的平方成反比，这意味着随着接收器远离发射器，接收的信号强度将急剧降低。

接收器可能离发射器太远，无法接收到能够识别的信号，也可能它们之间有很多吸收或扭曲信号的物体，例如，即使是普通的建筑材料，如干饰面内墙、砖墙或水泥墙、木质或金属门、门框和窗户，都会导致信号衰减。因此，必须在实际环境中使用 WLAN 信号进行现场勘察。

2. 信号增益

在传输路径中，RF信号也可能受增加其强度的因素的影响，信号增益是由下列因素导致的：

- 发送方的天线增益
- 接收方的天线增益

天线本身并不能提高信号的功率，其增益指的是天线接收 RF 信号以及将沿特殊性定方向发射出去的能力。

天线增益通常使用单位 dBi，其计算方法与 dBm 相同，唯一的差别是，参考功率为各项同性天线发射的信号功率。

3. 无线路径的性能

经常会在 AP 看到其发射功率标称，这通常指的是发射器的输出功率，没有考虑天线和电缆的影响，实际发射的信号的功率取决于使用的天线类型和天线电缆的长度。

在设计完整的无线系统时，不能仅仅考虑发射器或 AP 的功率，还需要考虑整个无线链路中将导致增益或衰减的每个组件。

为确定路径性能或总体增益，最简单的方法是将所有的增益或衰减 dB 值相加。可以参考下面的公式：

$$\text{系统增益} = \text{发射功率 (dBm)} + \text{发射天线的增益 (dBi)} + \text{接收天线的增益 (dBi)} - \text{发射端的电缆衰减 (dB)} - \text{接收端的电缆衰减 (dB)} - \text{接收器的灵敏度 (dB)}$$

注意，这里将接收器的灵敏度视为衰减，因此将其减去，接收器的灵敏度指的是可用信号的最低功率，因此必须减去它，以得到最终的增益。

无线链路的最大长度取决于整体路径性能。当总路径衰减等于或大于总路径增益时，接收器将无法收到信号。

3.1.4 无线信道的特点

(1) 频谱资源有限。虽然可供通信用的无线频谱从数十 MHz 到数十 GHz，但由于无线频谱在各个国家都是一种被严格管制使用的资源，因此对于某个特定的通信系统来说，频谱资源是非常有限的。而且目前移动用户处于快速增长中，因此必须精心设计移动通信技术，以使用有限的频谱资源。

(2) 传播环境复杂。前面已经说明了电磁波在无线信道中传播会存在多种传播机制，这会使得接收端的信号处于极不稳定的状态，接收信号的幅度、频率、相位等均可能处于不断变化之中。

(3) 存在多种干扰。电磁波在空气中的传播处于一个开放环境之中，而很多的工业设

备和民用设备都会产生电磁波，这就对相同频率的有用信号的传播造成了干扰。此外，由于射频器件的非线性还会引入互调干扰，同一通信系统内不同信道间的隔离度不够还会引入邻道干扰。

(4) 网络拓扑处于不断的变化之中。无线通信产生的一个重要原因是可以使用用户自由地移动。同一系统中处于不同位置的用户以及同一用户的移动行为，都会使得在同一移动通信系统中存在着不同的传播路径，并会进一步产生信号在不同传播路径之间的干扰。此外，近年来兴起的自组织 (ad-hoc) 网络，更是具有接收器和发射器同时移动的特点，也会对无线信道的研究产生新的影响。

3.2 WLAN 天线

3.2.1 天线的分类及作用

无线电发射机输出的射频信号功率通过馈线 (电缆) 输送到天线，由天线以电磁波形式辐射出去。电磁波到达接收地点后，由天线接收下来 (仅仅接收很小很小一部分功率)，并通过馈线送到无线电接收机。可见，天线是发射和接收电磁波的一个重要的无线电设备，没有天线也就没有无线电通信。

天线品种繁多，以供不同频率、不同用途、不同场合、不同要求等不同情况下使用。

对于众多品种的天线，进行适当的分类是必要的。

- 按用途分类，可分为通信天线、电视天线、雷达天线等。
- 按工作频段分类，可分为短波天线、超短波天线、微波天线等。
- 按方向性分类，可分为全向天线、定向天线等。
- 按外形分类，可分为线状天线、面状天线等。

当发送或接收信号时，导线上有交变电流流动，就可以发生电磁波的辐射，辐射的能力与导线的长度和形状有关。如图 3-16 (a) 所示，若两导线的距离很近，电场被束缚在两导线之间，则辐射很微弱；将两导线张开，如图 3-16 (b) 所示，电场就散播在周围空间，因而辐射增强。

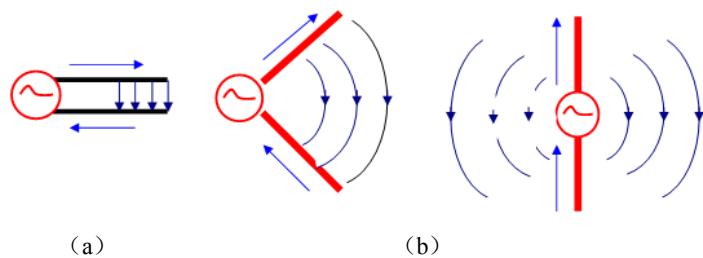


图 3-16 电磁波的辐射

需要注意的是，当导线的长度 L 远小于波长 λ 时，辐射很微弱；导线的长度 L 增大到可与波长相比拟时，导线上的电流将大大增加，因而就能形成较强的辐射。

对称振子是一种经典的、迄今为止使用最广泛的天线，单个半波对称振子可简单地独立

地使用或用作抛物面天线的馈源，也可采用多个半波对称振子组成天线阵。两臂长度相等的振子叫做对称振子。每臂长度为四分之一波长、全长为二分之一波长的振子，称半波对称振子，如图 3-17 所示。另外，还有一种异型半波对称振子，可看成是将全波对称振子折合成一个窄长的矩形框，并把全波对称振子的两个端点相叠，这个窄长的矩形框称为折合振子，注意，折合振子的长度也是二分之一波长，故称为半波折合振子。

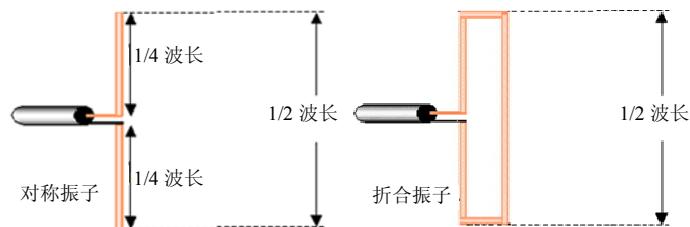


图 3-17 对称振子

3.2.2 天线的方向性

发射天线的基本功能是把从馈线取得的电子信号向周围空间辐射出去，并把大部分电子信号朝所需的方向辐射。天线方向通常分为立体方向、垂直方向和水平方向，天线方向示意图如图 3-18 所示，从图中可以看出，在振子的轴线方向上辐射为零，最大辐射方向在水平面上；在水平面上各个方向上的辐射一样大。

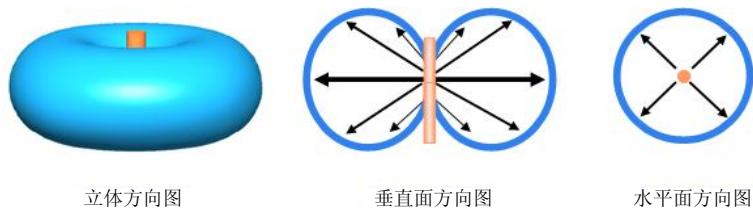


图 3-18 天线方向图

若干个对称振子组阵，能够控制辐射，产生“扁平的面包圈”，把信号进一步集中到水平面方向上。图 3-19 所示是 4 个半波对称振子沿垂线上下排列成一个垂直四元阵时的立体方向图和垂直面方向图。

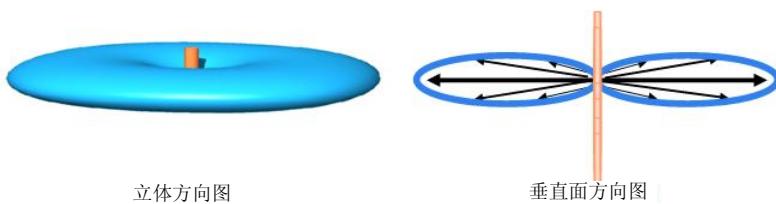


图 3-19 天线方向性增强

也可以利用反射板把辐射能控制到单侧方向，平面反射板放在阵列的一边构成扇形区覆盖天线。水平面方向图说明了反射面的作用——反射面把功率反射到单侧方向，提高了增益，如图 3-20 所示。

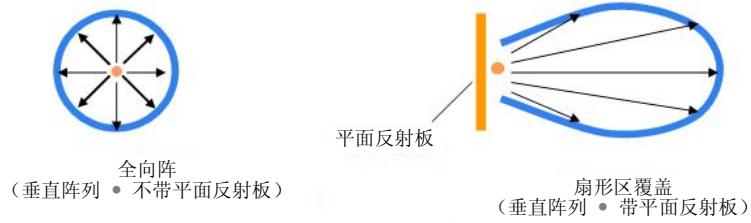


图 3-20 平面反射

抛物反射面的使用更能使天线的辐射像光学中的探照灯那样，把能量集中到一个小立体角内，从而获得很高的增益。不言而喻，抛物面天线的构成包括两个基本要素：抛物反射面和放置在抛物面焦点上的辐射源。

增益是指在输入功率相等的条件下，实际天线与理想的辐射单元在空间同一点处所产生的信号的功率密度之比。它定量地描述一个天线把输入功率集中辐射的程度。增益显然与天线方向图有密切的关系，方向图主瓣越窄，副瓣越小，增益越高。

方向图通常都有两个或多个瓣，其中辐射强度最大的瓣称为为主瓣，其余的瓣称为副瓣或旁瓣。参见图 3-21，波瓣宽度越窄，方向性越好，作用距离越远，抗干扰能力越强。

还有一种波瓣宽度，即 10dB 波瓣宽度，顾名思义它是方向图中辐射强度降低 10dB（功率密度降至十分之一）的两个点间的夹角，如图 3-21 所示。

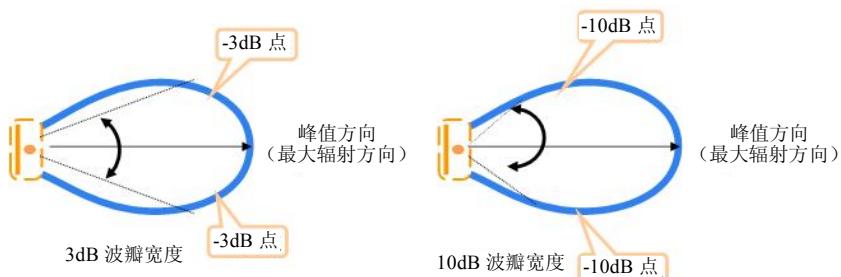


图 3-21 天线波瓣

3.2.3 天线的极化

对于基站天线，人们常常要求它的垂直面（即俯仰面）方向图中，主瓣上方第一旁瓣尽可能弱一些。这就是所谓的上旁瓣抑制。基站的服务对象是地面上的移动电话用户，指向天空的辐射是毫无意义的，如图 3-22 所示。

天线向周围空间辐射电磁波，电磁波由电场和磁场构成。人们规定：电场的方向就是天线极化方向。一般使用的天线为单极化的。图 3-23 示出了两种基本的单极化的情况：垂直极化（是最常用的）和水平极化（也是要被用到的）。

图 3-24 示出了另两种单极化的情况： $+45^\circ$ 极化和 -45° 极化，它们仅仅在特殊场合下使用。这样共有四种单极化。把垂直极化和水平极化两种极化的天线组合在一起，或者把 $+45^\circ$ 极化和 -45° 极化两种极化的天线组合在一起，就构成了一种新的天线——双极化天线。

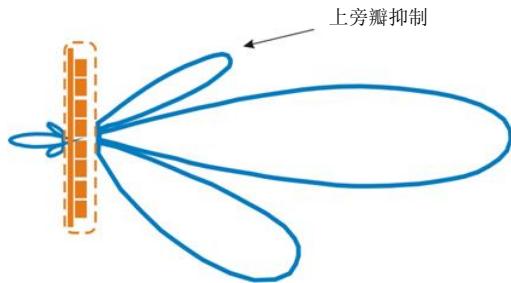


图 3-22 上旁瓣抑制

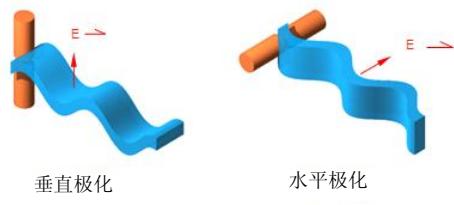


图 3-23 天线极化

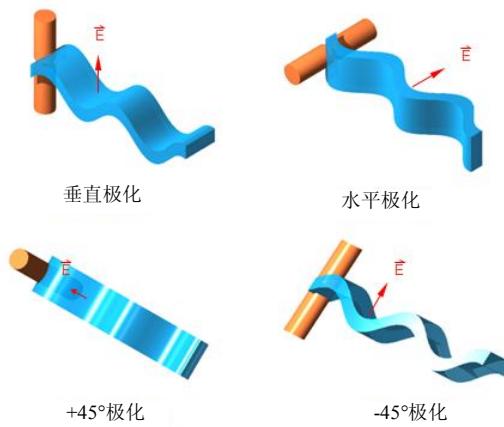


图 3-24 双极化天线

图 3-25 示出了两个单极化天线安装在一起组成一副双极化天线，注意双极化天线有两个接头。双极化天线辐射（或接收）两个极化在空间相互正交（垂直）的波。

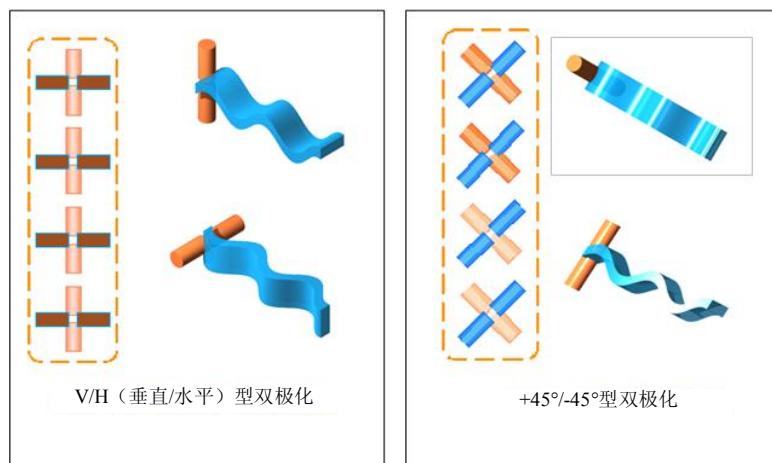


图 3-25 天线双极化

3.2.4 天线的输入阻抗

天线输入端信号电压与信号电流之比，称为天线的输入阻抗。输入阻抗具有电阻分量 R_{in}

和电抗分量 X_{in} , 即 $Z_{in}=R_{in}+jX_{in}$ 。电抗分量的存在会减少天线从馈线对信号功率的提取, 因此, 必须使电抗分量尽可能为零, 也就是应尽可能使天线的输入阻抗为纯电阻。事实上, 即使是设计、调试得很好的天线, 其输入阻抗中总还含有一个小的电抗分量值。

输入阻抗与天线的结构、尺寸以及工作波长有关, 半波对称振子是最重要的基本天线, 其输入阻抗为 $Z_{in}=73.1+j42.5$ (Ω)。当把其长度缩短 3%~5%时, 就可以消除其中的电抗分量, 使天线的输入阻抗为纯电阻, 此时的输入阻抗为 $Z_{in}=73.1$ (Ω) (标称 75 Ω)。注意, 严格地说, 纯电阻性的天线输入阻抗只是对点频而言的。

顺便指出, 半波折合振子的输入阻抗为半波对称振子的四倍, 即 $Z_{in}=280$ (Ω) (标称 300 Ω)。

3.2.5 天线的工作频率范围

无论是发射天线还是接收天线, 它们总是在一定的频率范围 (频带宽度) 内工作, 天线的频带宽度有两种不同的定义:

- 在驻波比 $SWR \leq 1.5$ 条件下, 天线的工作频带宽度。
- 天线增益下降 3dB 范围内的频带宽度。

在移动通信系统中, 通常是按前一种定义的, 具体地说, 天线的频带宽度就是天线的驻波比 SWR 不超过 1.5 时天线的工作频率范围。

一般来说, 在工作频带宽度内的各个频率点上, 天线性能是有差异的, 但这种差异造成的性能下降是可以接受的。

连接天线和发射机输出端 (或接收机输入端) 的电缆称为传输线或馈线。传输线的主要任务是有效地传输信号能量, 因此, 它应能将发射机发出的信号功率以最小的损耗传送到发射天线的输入端, 或将天线接收到的信号以最小的损耗传送到接收机的输入端, 同时它本身不应拾取或产生杂散干扰信号, 这样, 就要求传输线必须屏蔽。

顺便指出, 当传输线的物理长度等于或大于所传送信号的波长时, 传输线又叫做长线。

3.2.6 传输线的种类

超短波段的传输线一般有两种: 平行双线传输线和同轴电缆传输线; 微波波段的传输线有同轴电缆传输线、波导和微带。平行双线传输线由两根平行的导线组成, 它是对称式或平衡式的传输线, 这种馈线损耗大, 不能用于 UHF 频段。同轴电缆传输线的两根导线分别为芯线和屏蔽铜网, 因铜网接地, 两根导体对地不对称, 因此叫做不对称式或不平衡式传输线。同轴电缆工作频率范围宽, 损耗小, 对静电耦合有一定的屏蔽作用, 但对磁场的干扰却无能为力。使用时切忌与有强电流的线路并行走向, 也不能靠近低频信号线路。

3.2.7 反射损耗

馈线终端所接负载阻抗 Z_L 等于馈线特性阻抗 Z_0 时, 称为馈线终端是匹配连接的。匹配时, 馈线上只存在传向终端负载的入射波, 而没有由终端负载产生的反射波, 因此, 当天线作为终端负载时, 匹配能保证天线取得全部信号功率。如图 3-26 所示, 当天线阻抗为 50 Ω 时, 与 50 Ω 的电缆是匹配的, 而当天线阻抗为 80 Ω 时, 与 50 Ω 的电缆是不匹配的。

如果天线振子直径较粗, 天线输入阻抗随频率的变化较小, 容易和馈线保持匹配, 这时

天线的工作频率范围就较宽；反之，则较窄。

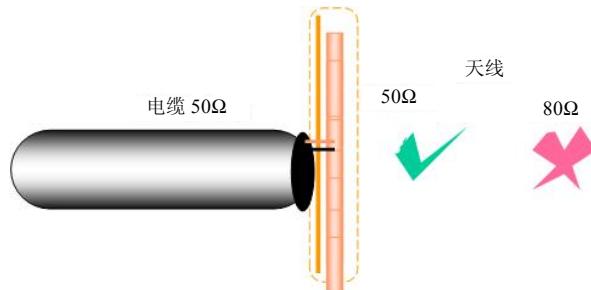


图 3-26 天线与馈线的匹配

在实际工作中，天线的输入阻抗还会受到周围物体的影响。为了使馈线与天线良好匹配，在架设天线时还需要通过测量，适当地调整天线的局部结构或加装匹配装置。

当馈线和天线匹配时，馈线上没有反射波，只有入射波，即馈线上传输的只是向天线方向行进的波。这时，馈线上各处的电压幅度与电流幅度都相等，馈线上任意一点的阻抗都等于它的特性阻抗。

而当天线和馈线不匹配时，也就是天线阻抗不等于馈线特性阻抗时，负载就只能吸收馈线上传输的部分高频能量，而不能全部吸收，未被吸收的那部分能量将反射回去形成反射波。

例如，在图 3-27 中，由于天线与馈线的阻抗不同，一个为 75Ω ，一个为 50Ω ，阻抗不匹配。

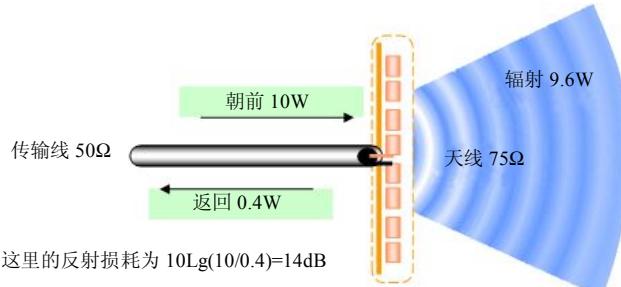


图 3-27 天线与馈线不匹配

3.2.8 WLAN 常用天线

1. 高增益栅状抛物面天线

从性能价格比出发，人们常常选用栅状抛物面天线作为 WLAN Inter-building 天线。由于抛物面具有良好的聚焦作用，所以抛物面天线集射能力强，直径为 1.5m 的栅状抛物面天线，在 2.4GHz 频段，其增益即可达 $G=24\text{dBi}$ 。它特别适用于点对点的通信。

抛物面采用栅状结构，一是为了减轻天线的重量，二是为了减少风的阻力。

抛物面天线一般都能给出不低于 30dB 的前后比，这也正是直放站系统防自激而对接收天线所提出的技术指标，如图 3-28 所示。



图 3-28 高增益栅状抛物面天线

2. 板状天线

在 WLAN Inter-Building 中，板状天线是用得最为普遍的一类极为重要的天线。这种天线的优点是：增益高、扇形区方向图好、后瓣小、垂直面方向图俯角控制方便、密封性能可靠、使用寿命长。

板状天线也常常被用作直放站的用户天线，根据作用扇形区的范围大小，应选择相应的天线型号，如图 3-29 所示。

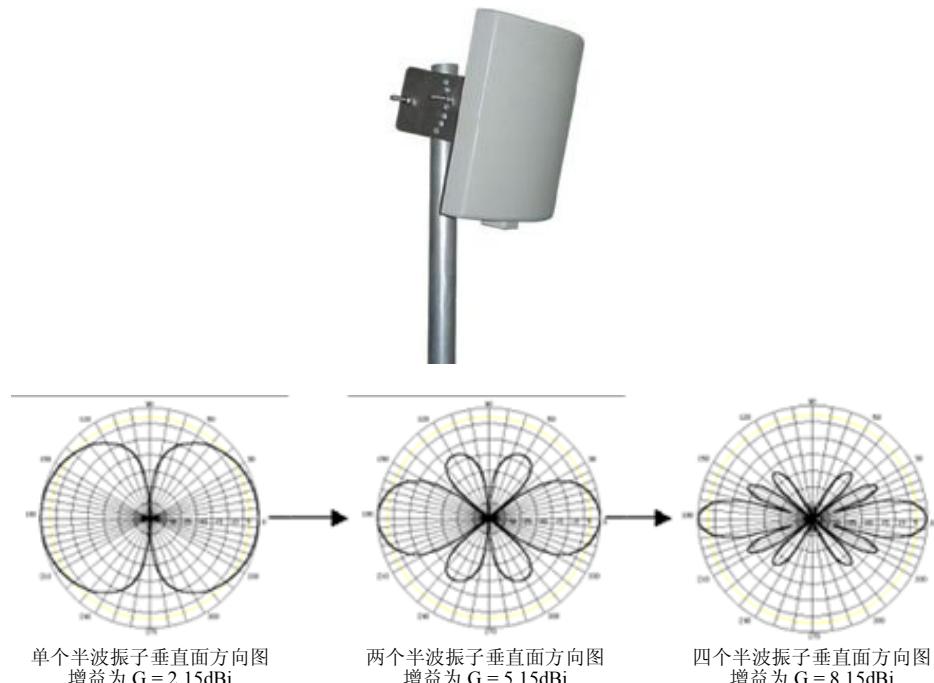


图 3-29 板状天线及指标

3. 八木定向天线

八木定向天线，具有增益较高、结构轻巧、架设方便、价格便宜等优点。因此，它特别

适用于点对点的通信。

八木定向天线的单元数越多，其增益越高，通常采用 6~12 单元的八木定向天线，其增益可达 10~15dB，如图 3-30 所示。



图 3-30 八木定向天线

4. 室内吸顶天线

室内吸顶天线必须具有结构轻巧、外形美观、安装方便等优点。

现今市场上见到的室内吸顶天线，外形花色很多，但其内芯的构造几乎都是一样的。这种吸顶天线的内部结构，虽然尺寸很小，但由于是在天线宽带理论的基础上，借助计算机的辅助设计，以及使用网络分析仪进行调试，所以能很好地满足在非常宽的工作频带内的驻波比要求，按照国家标准，在很宽的频带内工作的天线其驻波比指标为 $VSWR \leq 2$ 。当然，能达到 $VSWR \leq 1.5$ 更好。顺便指出，室内吸顶天线属于低增益天线，一般为 $G = 2 \text{ dB}$ ，如图 3-31 所示。



图 3-31 室内吸顶天线

5. 室内壁挂天线

室内壁挂天线同样必须具有结构轻巧、外形美观、安装方便等优点。

现今市场上见到的室内吸顶天线，外形花色很多，但其内芯的构造几乎也都是一样的。这种壁挂天线的内部结构，属于空气介质型微带天线。由于采用了展宽天线频宽的辅助结构，

借助计算机的辅助设计,以及使用网络分析仪进行调试,所以能较好地满足工作宽频带的要求。顺便指出,室内壁挂天线具有一定的增益,约为 $G=7\text{dB}$,如图 3-32 所示。



图 3-32 室内壁挂天线

3.2.9 移动通信系统天线安装规范

由于移动通信的迅猛发展,目前全国许多地区存在多网并存的局面,即 A、B、G 三网并存,其中有些地区的 G 网还包括 GSM9000 和 GSM1800。为充分利用资源,实现资源共享,我们一般采用天线共塔的形式。这就涉及了天线的正确安装问题,即如何安装才能尽可能地减少天线之间的相互影响。在工程中我们一般用隔离度指标来衡量,通常要求隔离度应至少大于 30dB ,为满足该要求,常采用使天线在垂直方向隔开或在水平方向隔开的方法,实践证明,在天线间距相同时,垂直安装比水平安装能获得更大的隔离度。

总的来说,天线的安装应注意以下几个问题:

- 定向天线的塔侧安装:为减少天线铁塔对天线方向性图的影响,在安装时应注意:定向天线的中心至铁塔的距离为 $\lambda/4$ 或 $3\lambda/4$ 时,可获得塔外的最大方向性。
- 全向天线的塔侧安装:为减少天线铁塔对天线方向性图的影响,原则上天线铁塔不能成为天线的反射器。因此在安装中,天线总应安装于棱角上,且使天线与铁塔任一部位的最近距离大于 λ 。
- 多天线共塔:要尽量减少不同网收发信号天线之间的耦合作用和相互影响,设法增大天线相互之间的隔离度,最好的办法是增大相互之间的距离。天线共塔时,应优先采用垂直安装。
- 对于传统的单极化天线(垂直极化),由于天线之间(RX-TX, TX-TX)的隔离度($\geq 30\text{dB}$)和空间分集技术的要求,要求天线之间有一定的水平和垂直间隔距离,一般垂直距离约为 50cm,水平距离约为 4.5m,这时必须增加基建投资,以扩大安装天线的平台,而对于双极化天线($\pm 45^\circ$ 极化),由于 $\pm 45^\circ$ 的极化正交性可以保证 $+45^\circ$ 和 -45° 两副天线之间的隔离度满足互调对天线间隔距离的要求($\geq 30\text{dB}$),因此双极化天线之间的空间间隔仅需 20~30cm,移动基站可以不必兴建铁塔,只需要架一根直径 20cm 的铁柱,将双极化天线按相应覆盖方向固定在铁柱上即可。

3.3 无线局域网漫游

3.3.1 漫游简介

IEEE 802.11 无线局域网的每个站点都与一个特定的接入点相关。如果站点从一个小区切换到另一个小区，这就是处在漫游（Roaming）过程中。漫游指无线工作站一组无线访问点之间移动，并提供对于用户透明的无缝连接，包括基本漫游和扩展漫游。基本漫游是指无线 STA 的移动仅局限在一个扩展服务区内部，扩展漫游指无线 STA 从一个扩展服务区中的一个 BSS 移动到另一个扩展服务区的一个 BSS，802.11 并不保证这种漫游的上层连接。近年来，无线局域网技术发展迅速，但无线局域网的性能与传统以太网相比还有一定距离，因此如何提高和优化网络性能显得十分重要。

要达到无线漫游，无线网络必须具备一定的功能，所有的节点与 AP（Access Point）必须为每一个收到的封包进行回答，所有节点必须保持与 AP 的定期联系，所以就必须同时具备动态 RF 连接技术。

每个节点会自动搜寻最佳的 AP，分析与各个 AP 之间的信号强度及负载量，然后选择最佳连接点。当用户移动时，节点（笔记本电脑）也会不断检测，是因为要与原来的 AP 保持联系，如果不能再从原来 IP 获得任何信息时，它会开始新的搜索，寻找可用 AP，使通讯能够继续维持。

在设计 WLAN 时，客户端能够在 AP 之间进行无缝漫游是非常重要的，如图 3-33 所示。

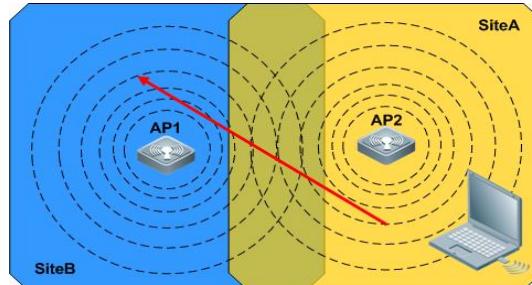


图 3-33 WLAN 漫游

当出现以下现象时会发生漫游：

- 无线工作站离开了当前 AP 的覆盖区
- 当前使用的无线频段受到严重的干扰
- 当前连接的 AP 停止了工作
- 正在使用的频段非常繁忙，此时还有可选的负载较轻的频段

在设计无缝漫游的 WLAN 时，需要考虑以下两个因素：

- 必须为整个路径提供充分的覆盖范围
- 整个漫游路径中必须能够分配一个可用的 IP 地址

无线工作站是基于 CCQL (Combined Communications-Quality & Load) 条件决定是否发起漫游的改变，CCQL 数值基于以下参数计算：

- SNR (Signal to Noise Ratio, 信噪比)：根据接收到的 Beacon 帧显示的平均信号等级，

与当前信道接收到的数据的平均噪音等级。

- 负载。
- 扫描的结果: Searching 时产生的结果, Probe Responses 的信噪比。

漫游协议并没有归入 802.11 协议中, 而是采用 IAPP (Inter-Access Point Protocol, 接入点间协议)。IAPP 将要成为一个校规的漫游协议。

IAPP 协议元素:

- WMP (WaveLAN Management Protocol): 单向协议是工作站发出的重新建立新的联合关系的信号协议。
- Announce Protocol: 在同一区域内, AP 间相互确认和交换信息的通告协议。
- Hand-over Protocol: 一个无线工作站和 AP 重新建立连接时, 在 AP 间交换信息的双向协议。

3.3.2 WLAN 漫游常用术语

- HA: 一个无线终端首次向漫游组内的某个无线控制器进行关联, 该无线控制器即为它的 HA。
- FA: 与无线终端正在连接, 且不是 HA 的无线控制器, 该无线控制器即为它的 FA。
- 可快速漫游终端: 一个关联到漫游组的, 可支持快速漫游服务的无线终端。
- 漫出终端: 在漫游组中, 一个漫游无线终端正连接到 HA 之外的无线控制器, 该无线终端相对 HA 来说被称为漫出终端。
- 漫入终端: 在漫游组中, 一个漫游无线终端正连接到 HA 之外的某个无线控制器 FA 上, 该无线终端相对当前 FA 来说被称为漫入终端。
- AC 内漫游: 一个无线终端从无线控制器的一个 AP 漫游到同一个无线控制器内的另一个 AP 中, 即称为 AC 内漫游。
- AC 间漫游: 一个无线终端从无线控制器的 AP 漫游到另一个无线控制器内的 AP 中, 即称为 AC 间漫游。
- AC 间快速漫游: 如果一个终端可以采用 802.1x 认证方式, 则该终端具有 AC 间快速漫游能力。

3.3.3 WLAN 漫游类型

基于无线控制器架构的漫游, 分为控制器内漫游和控制器间漫游。也有分子网内漫游 (二层漫游)、子网间漫游 (三层漫游)、二层漫游, 就是在相同子网内漫游, 实现比较容易, 切换速度较快; 三层漫游需要跨子网, 切换速度较慢, 比较不同厂商产品性能好坏通常使用切换延迟作为一个重要指标。

二层漫游比较简单, 通过由无线控制器缓存认证信息, 使客户在不同 AP 切换时无需重新认证, 不出现中断及重新关联的现象。

三层漫游实现起来比较麻烦, 除了跟二层一样利用了 LWAPP 等 AP 和控制器间的隧道协议以外, 还要进行 IPinIP 的协议, 类似于 GRE 协议。WLAN 漫游的拓扑类型分类如下:

- AC 内漫游
- AC 间漫游

- FA 内漫游
 - FA 间漫游
 - 往返漫游
1. AC 内漫游

AC 内漫游的拓扑如图 3-34 所示。

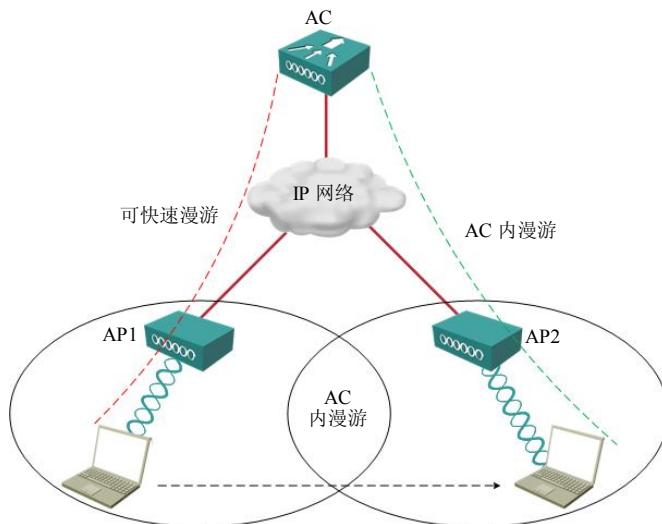


图 3-34 AC 内漫游

- 一个终端通过可快速漫游方式关联到 AP1，后者连接 AC。
- 该终端断开与 AP1 的关联，漫游到与同一无线控制器 AC 相连的 AP2 上。
- 该终端关联到 AP2 的过程即为 AC 内漫游。

2. AC 间漫游

AC 间漫游的拓扑如图 3-35 所示。

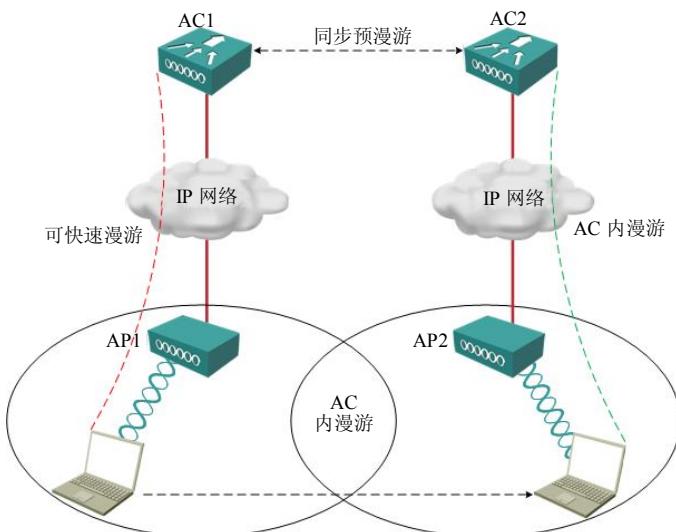


图 3-35 AC 间漫游

- 一个终端通过可快速漫游方式关联到 AP1，后者连接 AC1。
- 终端断开与 AP1 的关联，漫游到 AP2，后者连接到另一个无线控制器成员 AC2。
- 该终端关联到 AP2 的过程即为 AC 间漫游。在 AC 间漫游之前，AC1 需要和 AC2 通过 IACTP 隧道同步预漫游终端的信息。

3. FA 内漫游

FA 内漫游如图 3-36 所示。

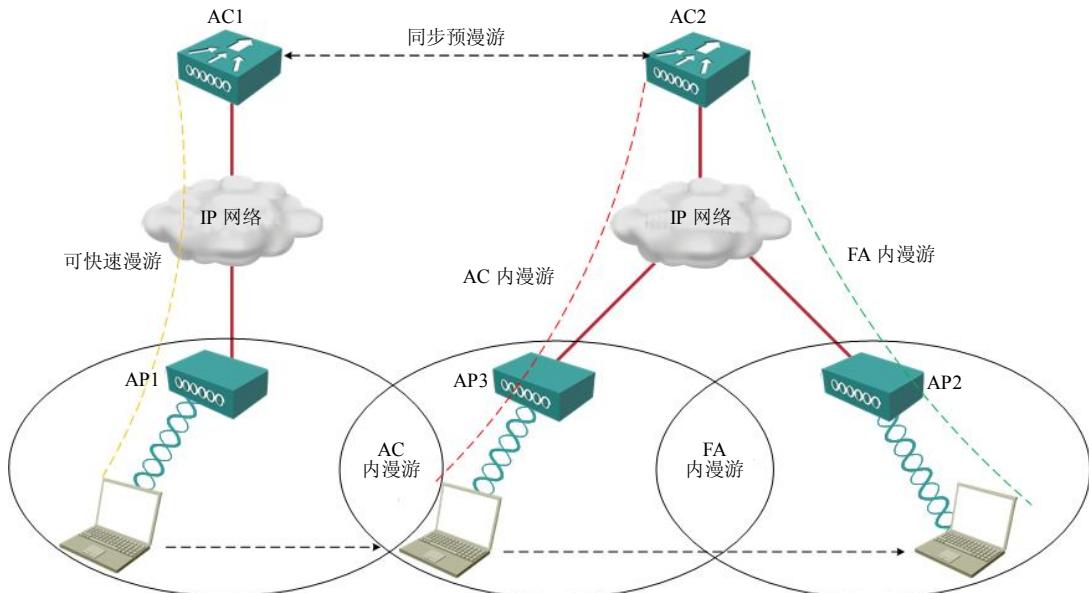


图 3-36 FA 内漫游

- 一个终端通过可快速漫游方式关联到 AP1，后者连接 AC1。
- 该终端断开与 AP1 的关联，漫游到 AP2，后者连接到另一个无线控制器成员 AC2。这时 AC2 就是终端的 FA。
- 该终端通过 AC 间漫游关联到 AP2。在 AC 间漫游之前，AC1 需要和 AC2 通过 IACTP 隧道同步预漫游终端的信息。
- 该终端断开与 AP2 的关联，漫游到 AP3，它和 AP2 连接到同一个无线控制器 AC2 下。终端关联到 AP3 的过程即为 FA 内漫游。

4. FA 间漫游

FA 间漫游如图 3-37 所示。

- 一个终端通过可快速漫游方式关联到 AP1，后者连接 AC1。
- 该终端断开与 AP1 的关联，漫游到另一个无线控制器成员 AC2 所连接的 AP2 上。这时 AC2 就是终端的 FA。
- 该终端关联到 AP2 的过程即为 AC 间漫游。
- 该终端断开与 AP2 的关联，漫游到另一个无线控制器成员 AC3 所连接的 AP3 上。这时 AC3 是该终端的 FA。该终端关联到 AP3 的过程即为 FA 间漫游。在 AC 间漫游前，AC1 需要和 AC2、AC3 通过 IACTP 隧道同步预漫游终端的信息。

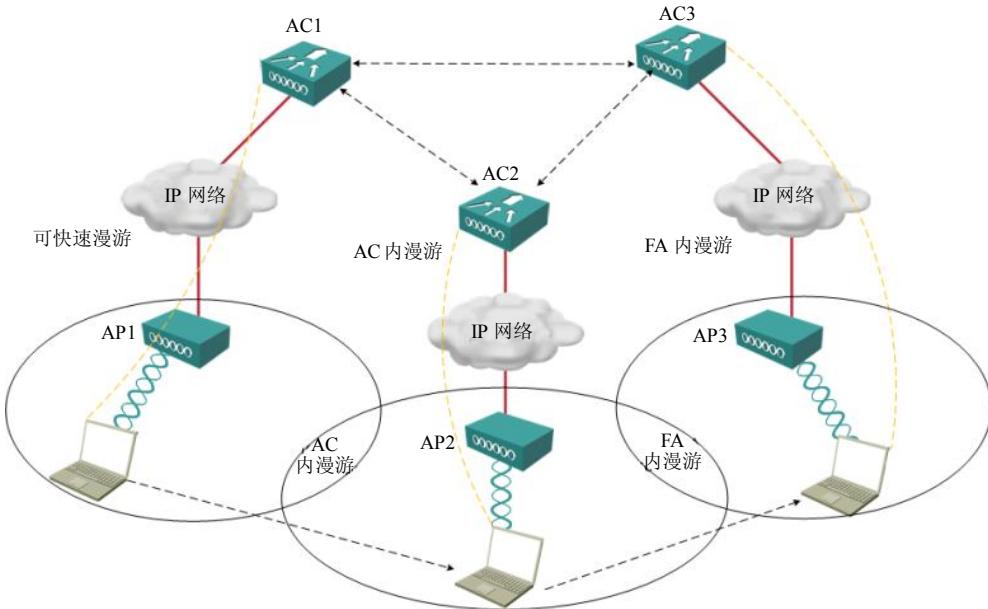


图 3-37 FA 间漫游

5. 往返漫游

往返漫游的拓扑如图 3-38 所示。

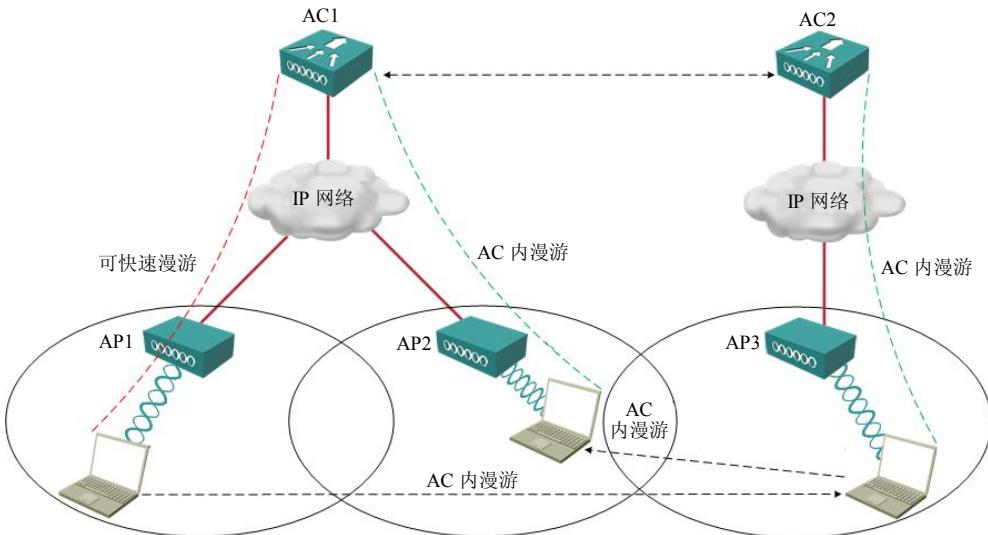


图 3-38 往返漫游

- 一个终端通过可快速漫游方式关联到 AP1，后者连接 AC1。AC1 是这个终端的 HA。
- 该终端断开与 AP1 的关联，漫游到另一个无线控制器成员 AC2 所连接的 AP3 上。这时 AC2 就是这个终端的 FA。
- 该终端关联到 AP3 的过程就是 AC 间漫游。在 AC 间漫游前，AC1 需要同无线控制器 AC2 通过 IACTP 隧道同步预漫游终端的信息。
- 该终端断开与 AP3 的关联，漫游回 AP2，AP2 和 AP1 都连接在 AC1 上，即该终端

的 HA。该过程即为返回 HA。

3.4 无线局域网部署

3.4.1 无线接入点

1. FAT AP

AP 是网络中的一个可以寻址的节点，在其接口上具有自己的 IP 地址。它能在有线接口和无线接口之间转发流量。它还可以拥有多个有线接口，在不同的有线接口之间转发流量——类似于一台第二层或第三层交换机。与企业有线网络的连接能通过一个第二层或第三层网络实现。

值得注意的一点是，FAT AP 不会通过隧道向其他设备“返回”流量。这个特点非常重要，另外，FAT AP 能提供“类似于路由器”的功能，例如动态主机配置协议（DHCP）服务器功能。

AP 的管理是通过一种协议和一个命令行接口进行的。为了管理多个 AP，网络管理员必须通过这些管理机制之一连接每个 AP，每个 AP 在网络拓扑图上都显示为一个单独的节点。任何用于管理、控制的节点汇聚都必须在网络管理系统（NMS）级别完成，这包括开发一个 NMS 应用。

FAT AP 还增强了多种功能，例如准许对特定 WLAN 客户端的流量进行过滤的访问控制列表（ACL）。这些设备的另外一个重要的功能是对与服务质量（QoS）有关的功能的配置和实施。例如，来自特定移动基站的流量可能需要高于其他流量的优先级，或者可能需要为来自于移动基站的流量插入和实施 IEEE 802.1p 优先级或者差分服务代码点（DSCP）。总而言之，因为这些 AP 能够提供交换机或路由器的很多功能，它们可以在一定程度上充当交换机或路由器。

这种 AP 的不足在于复杂性。FAT AP 通常建立在功能强大的硬件的基础上，需要复杂的软件。因为比较复杂，这些设备的安装和维护成本很高。尽管如此，这些设备在小型网络中也能发挥一定的作用。

有些 FAT AP 在后端针对控制和管理功能采用了一个控制器。这些控制器会形成 FAT AP 的一个略微简化的版本，即所谓的“适中 AP”，下面将详细加以介绍。

2. FIT AP

顾名思义，FIT AP 的目的是降低 AP 的复杂性。对其进行简化的一个重要原因是 AP 的位置。很多企业都对 AP 采用了高密度安装的方式（因为分布在一些很难进入的区域），以便为每个基站提供最佳的射频连接。在仓库等特殊环境中，这种现象表现得更加明显。由于这些原因，网络管理人员希望只安装一次 AP，而不需要对其进行复杂的维护。

FIT AP 通常又被称为“智能天线”，它们的主要功能是接收和发送无线流量。它们会将无线数据帧发回到一个控制器，然后对这些数据帧进行处理，再交换到有线 WLAN。

这种 AP 使用了一个（通常是加密的）隧道来将无线流量发回到控制器。最基本的 FIT AP 甚至不进行 WLAN 加密，例如有线等效加密（WEP）或 WiFi 受保护接入（WPA/WPA2）。这种加密由控制器完成——AP 只负责发送或接收经过加密的无线数据帧，从而保持 AP 的简便性，避免升级其硬件或软件的必要性。

WPA2 的面世使得在控制器上进行加密变成了一项非常迫切的任务。虽然 WPA 在硬件上与 WEP 兼容，只需要进行固件升级，但是 WPA2 并不向后兼容。网络管理人员不需要更换整个企业的 AP，而只需要将无线流量发送到能够进行 WPA2 解密的控制器，之后数据帧将会被发送到有线局域网。

在 AP 和控制器之间传输控制和数据流量的协议是专用的。而且，无法在第二/三层将 AP 作为一个统一的实体加以管理——它可能通过控制器进行管理，而 NMS 能通过 HTTP、SNMP 或 CLI/Telnet 与控制器进行通信。一个控制器可以管理和控制多个 AP，这意味着控制器应当基于功能强大的硬件，并且通常能够执行交换和路由功能。另外一个重要的要求是，AP 与 AC 之间的连接和隧道应当确保这两个实体之间的分组延时保持在很低的水平。

对于 FIT AP 而言，QoS 的执行和基于 ACL 的过滤都是由控制器处理的，这并不会导致问题，因为所有来自 AP 的数据帧在任何情况下都必须经由控制器传输。ACL 和 QoS 的集中控制功能也并不罕见，使用 FATAP 的网络也采用了这种方式。这种安装方式将控制器作为管理从 AP 到有线网络的流量的网关。但是，FITAP 的控制器功能采用了一种新的方式，尤其是在数据层面和转发功能方面。控制器功能被集成到连接无线和有线局域网的以太网交换机之中，这催生了称为“WLAN 交换机”的设备系列。

在这种情况下，无线 MAC 架构被称为远程 MAC 架构。整套 802.11 MAC 功能都被转移到 WLAN 控制器上，包括对延时敏感的 MAC 功能。

3. 适中 AP

适中 AP 也在受到越来越广泛的欢迎，因为它们结合了 FAT AP 和 FIT AP 的优点。适中 AP 能够在提供无线加密功能的同时，利用 AC 进行实际的密钥交换。这种方式被用于使用最新的、支持 WPA2 的无线芯片组的新型 AP，管理和策略功能由通过隧道连接到多个 AP 的控制器执行。

而且，适中 AP 还提供了一些额外的功能，例如让基站能通过 DHCP 获得 IP 地址的 DHCP 中继功能。另外，适中 AP 能够执行基于服务集标识符（SSID）的 VLAN 标记功能，让客户端可以与 AP 建立关联（在 AP 支持多个 SSID 的情况下）。

适中 AP 支持两种类型的 MAC 部署，即本地 MAC 和分离 MAC 架构。本地 MAC 指的是所有无线 MAC 功能都在 AP 执行。完整 802.11 MAC 功能（包括管理和控制帧的处理）都由 AP 执行。这些功能包括一些对时间敏感的功能（也被称为实时 MAC 功能）。

分离 MAC 架构会在 AP 和控制器之间分配 MAC 功能。实时 MAC 功能包括信标生成、检测信号传输和响应、控制帧处理（例如 Request to Send 和 Clear to Send，即 RTS 和 CTS）、重新传输等。非实时功能包括身份验证和解除验证、关联和重新关联、以太网和无线局域网之间的桥接、分段等。

不同供应商的产品在 AP 和控制器之间分配功能的方式有所不同。在某些情况下，甚至它们对实时的定义也有所不同。一种常见的适中 AP 实施包括 AP 的本地 MAC 以及 AP 的管理和控制功能。

4. FIT AP 的工作原理

（1）无线 AP 与无线交换机通信过程。

AP 要能正常工作，首先要与 MX 进行一个建立连接的过程，这个过程是 AP 去寻找 MX。默认情况下，AP 使用 TCP/IP 协议进行通信，因此 AP 首先要获得一个 IP 地址和 MX 的 IP

地址。在如图 3-39 所示的这种情况下，在 DHCP 服务器的 option 43 字段中添加 MX（无线交换机）的地址，或者在 DNS 中增加一条 A 记录，将域名 trpz.example.com 指向 MX 的地址。AP 通过 DHCP 服务器获得 IP 地址。

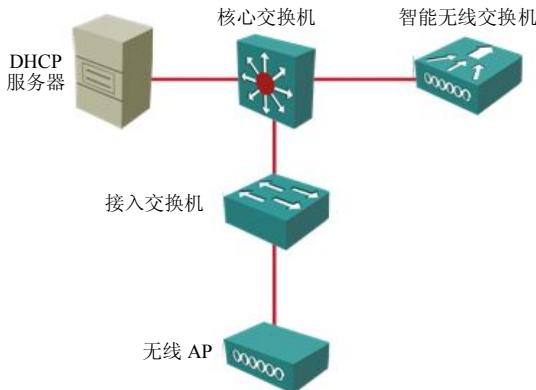


图 3-39 无线 AP 与无线交换机通信过程

- 瘦 AP 首先会发出一个 DHCP Discover 的请求。通过在核心交换机相应的接口上启用 DHCP-RELAY，使报文到达了 DHCP 服务器。
- DHCP 服务器回送一个包含 IP 地址、掩码、网关、DNS 和域名的 DHCP Offer 消息给 AP。
- AP 会发送一个 DHCP Request 信息给服务器并且收到服务器发回的 ACK 消息。
- AP 发送一个寻找 MX 的广播包。
- 如果 AP 发送的寻找 MX 请求收到应答，那么同一广播域内的 MX 会响应 AP 的请求。
- 如果 AP 没有收到应答请求，那么此时 AP 有两种选择。

AP 会查看 DHCP offer 报文中的 option 43 字段，如果 option 43 字段存在，那么 AP 会以字段中的地址为目的地址发送一个“寻找 MX”单播请求，如果地址正确，MX 会响应 AP 的请求。

如果没有 option 43 字段内容，AP 会通过 DNS 查找的方式寻找 MX。AP 发送请求解析域名为 trpz.example.com 的请求给 DNS 服务器，如果 DNS 中有对应于 A 的记录，那么 AP 同样会得到 MX 的地址。随后，通过单播“寻找 MX”请求来与 MX 建立连接。

如果 AP 向正确的 MX 发送了“寻找 MX”的请求后，MX 将回送一个 response 应答给 AP，此时，AP 与 MX 之间就建立了 TAPA 隧道。

AP 与 MX 建立连接后，AP 会向 MX 请求是使用本地存储的操作系统还是从 MX 上下载新的操作系统。一旦操作系统导入完毕，AP 就会请求 MX 下发配置文件。

(2) 无线用户与无线交换机通信过程

在 MX 上建立一个用户名为 uservlan 的 VLAN，并且与名为 user 的 SSID 相绑定。当无线用户搜寻到 user 并且开始建立连接时，如果也采用 DHCP 方式获取 IP 地址，那么步骤如图 3-40 所示。

1) 用户发送一个 DHCP Discover 报文，数据到达 AP 后，经过 AP 封装，在报头增加了源地址（AP 的地址）和目的地址（MX 的地址）后，进入隧道传送到 MX。

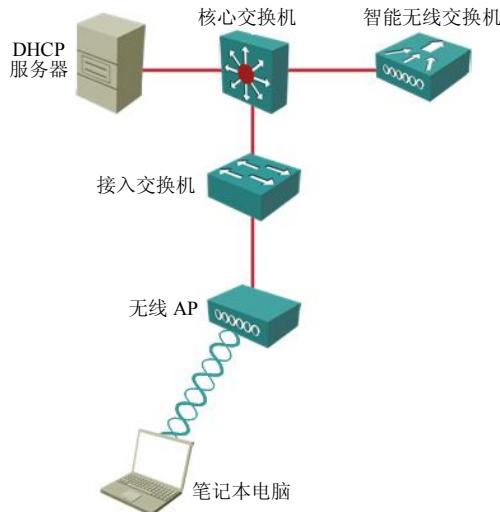


图 3-40 无线用户与无线交换机通信过程

- 2) MX 收到报文后, 解包后将 DHCP Discover 请求广播出去。
- 3) 如果 DHCP 服务器所连接的三层交换机的接口配置了 DHCP-RELAY, 那么 DHCP 服务器将回应一个 DHCP Offer 给 MX。
- 4) MX 将 DHCP Offer 消息封装好后, 通过隧道回送到 AP, 这样, 用户就获得了相应的 IP 地址、掩码、DNS 等信息。
- 5) 用户开始正常通信过程。

3.4.2 无线交换机

随着无线网络的快速发展, 无线应用也随之增多, 在商用领域, 为了使运作更方便快捷, 企业中导入个人移动设备 (如 Notebook、PDA、WiFi Phone 等具备无线上网功能的移动装置) 也日益渐多, 当无线技术在企业中广泛应用, 面临大量设置、集中管理的问题时, 企业用户呼唤着新技术新产品的出现, 于是以无线网络控制器作为集中管理机制的无线交换机便在万众期待中诞生了。

无线交换机系统摒除了 AP 为基础传输平台的传统方法, 转而采用了 back end-front end 方式, 所谓 back end-front end 方式是指一种非常“聪明”的方法, 它将一台无线交换机置于用户的机房内, 称为 back-end, 而将若干类似于天线功能的 Access Port 置于前端, 称为 front-end, 这样一来, 所有的管理和数据处理都集中到功能更加强大的无线交换机上来, 这为我们提供了什么? 或许打个比方可以使我们理解得更为透彻。我们可以把早期的 Access Point 看成是有线网中的 Hub, 它仅仅是网络的第二层设备, 仅通过一个 MAC 地址进行通讯; 而将无线交换机看成是有线网中的 Switch, 它可以有四个不同的 MAC 地址进行通讯, 很显然, 我们可以看出无线交换机的改进。下面以锐捷厂商的系列无线设备来阐述无线交换机的工作原理及应用环境。

无线交换机 (MX) 提供无线网络和有线网络的无缝连接, 所有无线用户数据都经由 MP (Mobility Point) 送至 MX 然后进入有线网络, 还用于提供对分布式 MP 的管理, 并可以给 MP 供电, 主要用于管理 MP, 给 MP 下发 MMS 程序和配置文件。

MP 无线接入点 (Mobility Point) 用于接收和转换无线用户的无线信号并和 MX 相连 (并不需要物理的直接相连) 接入有线网络, 并能接收 MX 的配置, 其本身没有控制, 不能直接配置只能通过 MX 配置, 本地不保存配置信息和用户账号信息, 其类似于 FIT AP。

在 FIT AP 无线解决方案中, MX 和 MP 之间是通过 UDP 5000 端口通信的。MP 在 MX 中的连接方式有两种: 直接连接和分布式连接 (Distributed AP, DAP)。

- 直接连接: 是 AP 直接和 MX 的 PoE 端口相连。
- 分布式连接 DAP: 是 MP 没有和 MX 直接相连而是和普通以太网交换机相连 (DAP 模式是最常用的)。

当 AP 配置为 DAP 模式时 MX 通过私用协议 TAPA (Trapze Access Point Access) 和 MP 直接建立加密的 TAPA tunnel 来控制、管理无线 MP。该隧道也用于在 MP 和 MX 之间用户数据的传输。用户的数据在 MP 处被加密后通过 TAPA 隧道传至 MX, 并在 MX 处解密后送到相应 VLAN 处理。

如果 DAP 配置为分布式转发时, 那么同一个 VLAN 内的数据可以不经过 MX 而直接在 DAP (MP) 进行交换。

TAPA 协议主要用于 MX-MX 和 MX-MP 之间的管理、控制信息和用户数据的加密传输。TAPA 协议有 6 种类型的数据包, 其中 5 种用于管理, 1 种用于数据。

- Handshake packets: 用于 MP 和 MX 之间协商安全参数和建立连接关系。
- File transfer packets: 用于在 MP 和 MX 之间传输大的数据包, 如软件镜像。
- Configuration packets: MX 用于给 MP 动态发送配置文件。
- Event packets: 用于发送 MP 和 MX 直接的事件报文, 包括客户端口的连接、认证, 也包括 MX 传送给 MP 的命令。
- Statistics packets: 用于 MP 发给 MX 关于 MP 的工作情况的数据。
- Data packets: 在 MP 和 MX 之间传送加密的用户以太网数据帧。

MP 的启动方式会随着它和 MX 的部署连接方式不同而有所不同, MP 和 MX 的连接工作方式有以下两种:

- 直接方式 (Direct Connect): 是 AP 直接和 MX 的 PoE 端口相连。
- 分布式连接方式 (Distributed): 是 MP 没有和 MX 直接相连而是和普通以太网交换机相连 (DAP 模式是最常用的)。它又分为二层分布部署模式和三层分布部署模式。

直接连接 (Direct Connect) 启动过程如图 3-41 所示。

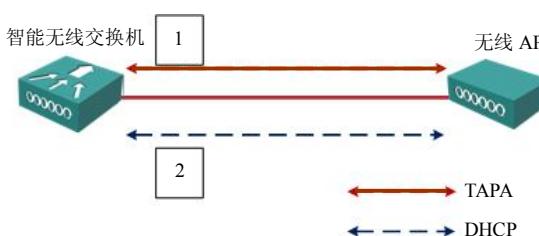


图 3-41 直接连接 (Direct Connect)

如图 3-41 所示, 一台 MP-300 和一个 MX-8 通过直接连接的方式进行部署, 这种部署方式 MP 和 MX 直接协商通讯, 无需 DHCP 和 DNS 服务。其 MP 启动工作过程分为以下两个阶段:

(1) MX 作为 DHCP 服务器为 MP 分配 IP 地址, 它们之间进行一个完整的 DHCP 分配地址的过程。

(2) 当 MP 获得地址以后, MP 将使用 TAPA 协议通过 UDP 5000 端口以广播的形式发送查找 MX 的消息。如果 MX 的某个端口配置为直接连接模式, 则该端口将响应该消息和 MP 建立 TAPA 连接。TAPA 连接建立后, MX 将向 MP 发送 FW 镜像、配置文件, 之后该 MP 接入网络可以正常使用。

二层分布式 (L2 Distributed) 连接启动过程如图 3-42 所示。

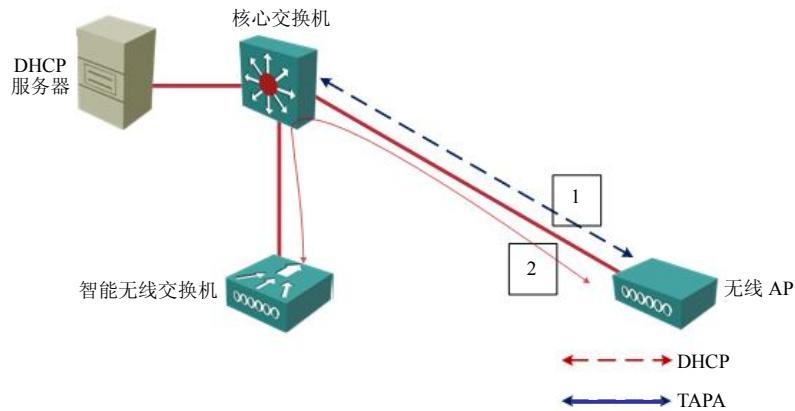


图 3-42 二层分布式 (L2 Distributed)

如图 3-42 所示, 一台 MP300 通过 PoE 交换机与 DHCP 服务器和 MX 相连, DHCP 服务器的主要工作是为 MP 分配 IP 地址, 在二层分布式部署中 DHCP 服务器为 MP 分配的地址与 MX 在一个网段, 则 MP 的启动过程分为以下几个阶段:

(1) MP 加电启动它会发送 DHCP discover 消息请求 IP 地址, 通过 DHCP 的交互过程, DHCP 服务器为 MP 分配了和 MX 在一个网段的地址。

(2) 当 MP 获得 IP 地址后, 它将开始通过 TAPA 协议来发现 MX, 这时它会首先查看 DHCP server offer 报文中的 option 43 字段是否有 MX 的地址, 该字段可用即该字段中包含 MX 的地址, 则 MP 将发送 TAPA find 消息去 option 43 字段中 MX 的 IP 地址 (或主机名, 如果是主机名则需要部署 DNS 服务器) 和 MX 建立 TAPA 连接, 再有 MP 下发软件镜像和配置文件到 MP。

(3) 如果在 DHCP server offer 的 option 43 字段中没有 MX 地址或地址不可用, 则 MP 将使用 TAPA 协议通过 UDP 5000 端口以广播的形式发送查找 MX 的消息。这时由于 MP 和 MX 在同一网段, 所以 MX 能收到 MP 的广播消息, 则收到该消息的端口将响应该消息和 MP 建立 TAPA 连接。TAPA 连接建立后, MX 将向 MP 发送 FW 镜像、配置文件, 之后该 MP 接入网络可以正常使用。

三层分布式 (L3 Distributed) 连接启动过程如图 3-43 所示。

如图 3-43 所示, 一台 MP300 通过 PoE 交换机与 DHCP 服务器和 MX 相连, DHCP 服务器主要工作是为 MP 分配 IP 地址, 在三层分布式部署中 DHCP 服务器为 MP 分配的地址与 MX 在不在同一网段, 则 MP 的启动过程分为以下几个阶段:

(1) MP 加电启动它会发送 DHCP discover 消息请求 IP 地址, 通过 DHCP 的交互过程,

DHCP 服务器为 MP 分配了和 MX 在一个网段的地址。

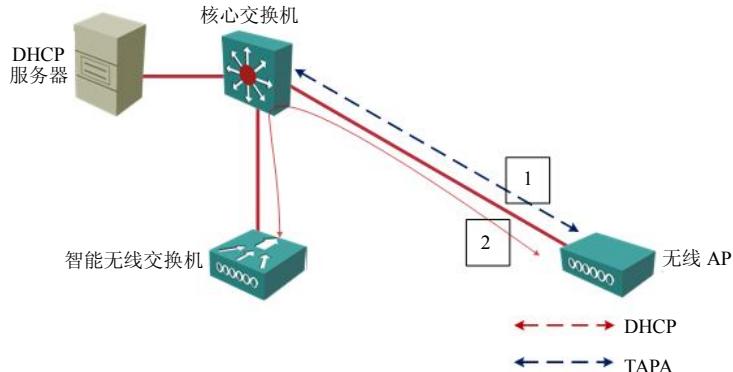


图 3-43 三层分布式 (L3 Distributed)

(2) 当 MP 获得 IP 地址后, 它将开始通过 TAPA 协议来发现 MX, 这时它会首先查看 DHCP server offer 报文中的 option 43 字段是否有 MX 的地址, 该字段可用即该字段中包含 MX 的地址, 则 MP 将发送 TAPA find 消息去 option 43 字段中 MX 的 IP 地址 (或主机名, 如果是主机名则需要部署 DNS 服务器) 和 MX 建立 TAPA 连接, 再有 MP 下发软件镜像和配置文件到 MP。

所以在三层分布式 MP 部署中 DHCP 服务器必须能够使用 option 43 字段为 MP 指定 MX 的地址或主机名, 否则无线网络无法正常运行。即这种情况下必须部署 Linux 的 DHCP 服务器来使用 option 43 字段。

3.4.3 PoE 技术

结构化布线是当今所有数据通信网络的基础, 随着许多新技术的发展, 现在的数据网络正在提供越来越多的新应用及新服务, 如在不便于布线或者布线成本比较高的地方采用无线局域网技术 (WLAN) 可以有效地将现有网络进行扩展, 如基于 IP 的电话应用 (IP Telephony) 也为用户提供了更多新的及加强的企业级应用。

所有这些支持新应用的设备由于需要另外安装供电装置, 特别是如无线局域网 AP 及 IP 网络摄像机等都是安置在距中心机房比较远的地方更是加大了整个网络组建的成本。为了尽可能方便及最大限度地降低成本, IEEE 于 2003 年 6 月批准了一项新的以太网供电标准 (PoE, Power Over Ethernet) IEEE 802.3af, 确保用户能够利用现有的结构化布线为这类新的应用设备提供供电的能力。

PoE 指的是, 现有的以太网 CAT-5 布线基础架构在不用作任何改动的情况下, 就能保证在为如 IP 电话机、无线局域网接入点 AP、安全网络摄像机以及其他一些基于 IP 的终端传输数据信号的同时, 还能为此类设备提供直流供电的能力。

PoE 技术用一条通用以太网电缆同时传输以太网信号和直流电源, 将电源和数据集成在同一有线系统当中, 在确保现有结构化布线安全的同时保证了现有网络的正常运作。

大部分情况下, PoE 的供电端输出端口在非屏蔽的双绞线上输出 44~57V 的直流电压、350~400mA 的直流电流, 为一般功耗在 15.4W 以下的设备提供以太网供电。典型情况下, 一

一个 IP 电话机的功耗约为 3~5W, 一个无线局域网访问接入点 AP 的功耗约为 6~12W, 一个网络安全摄像机设备的功耗约为 10~12W。

一个典型的 PoE 以太网供电的连接示意图如图 3-44 所示。



图 3-44 以太网供电连接图

PoE 以太网供电的好处是显而易见的:

- 节约成本。因为它只需要安装和支持一条而不是两条电缆。一个交流电源接口的价格大约为 100~300 美元, 许多带电设备, 例如视频监视摄像机等, 都需要安装在难以部署交流电源的地方。随着与以太网相连的设备的增加, 如果无需为数百或数千台设备提供本地电源, 将大大降低部署成本, 并简化其可管理性。
- 易于安装和管理。客户能够自动、安全地在网络上混用原有设备和 PoE 设备, 能够与现有以太网电缆共存。
- 安全。因为 PoE 供电端设备只会为需要供电的设备供电。只有连接了需要供电的设备, 以太网电缆才会有电压存在, 因而消除了线路上漏电的风险。
- 便于网络设备的管理。因为当远端设备与网络相连后, 将能够远程控制、重配或重设。
- 可支持更多增强的应用。随着 IEEE 802.3af 标准的确立, 其他大量的应用也将快速涌现出来, 包括蓝牙接入点、灯光工作、网络打印机、IP 电话机、Web 摄像机、无线网桥、门禁读卡机与监测系统等。用户在当前的以太网设备上融合新的供电装置, 就可以在现有的网线上提供 48V 直流电源, 降低了网络建设的总成本, 并且保护了投资。

一个完整的 PoE 系统包括供电端设备 (Power Source Equipment, PSE) 和受电端设备 (Powered Device, PD) 两部分, 两者基于 IEEE 802.3af 标准建立有关受电端设备 PD 的连接情况、设备类型、功耗级别等方面的信息联系, 并以此为根据控制供电端设备 PSE 通过以太网向受电端设备 PD 供电。

供电端设备 PSE 可以是一个 End-span (已经内置了 PoE 功能的以太网供电交换机) 和 Mid-span(用于传统以太网交换机和受电端设备 PD 之间的具有 PoE 功能的设备, 如 PoE 适配器) 两种类型, 而受电端设备 PD 是具备 PoE 功能的无线局域网 AP、IP 电话机等终端设备。

供电端设备 PSE 与受电端设备 PD 设备的连接参数按照 IEEE 802.3af 的规范, 如图 3-45 所示。

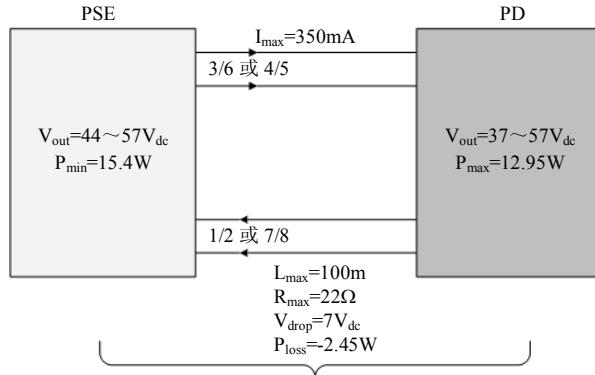


图 3-45 PSE 和 PD 的互连

IEEE 802.3af 以太网供电标准定义了一些在设计 PoE 网络时必须遵循的参数:

- 操作电压: 一般情况下为 48V, 但其也允许在 44~57V 之间, 但无论如何是不能超过 60V 的。
- 由 PSE 产生的最大电流: 一般情况下在 350~400mA 之间变化, 这将确保以太网电缆不会由于其本身的阻抗而导致过热。

上述两个值使得 PSE 在其端口输出会产生最小 15.4W 的功率输出, 考虑到经过以太网电缆后的损耗, 受电端设备 PD 所能接收到的最大功率为 12.95W。

1. PoE 以太网供电的线对选择

根据 IEEE 802.3af 的规范, 有两种方式选择以太网双绞线的线对来供电, 分别称为选择方案 A 和选择方案 B, 如图 3-46 所示。

| Pin | Alternative A | Alternative B |
|-----|----------------|----------------|
| 1 | Vport Negative | |
| 2 | Vport Negative | |
| 3 | Vport Positive | |
| 4 | | Vport Positive |
| 5 | | Vport Positive |
| 6 | Vport Positive | |
| 7 | | Vport Negative |
| 8 | | Vport Negative |

图 3-46 RJ-45 PoE 线对选择

如图 3-46 所示, 方案 A 是在传输数据所用的电缆对 ((1/2 & 3/6) 之上同时传输直流电, 其信号频率与以太网数据信号频率不同以确保在同对电缆上能够同时传输直流电和数据。方案 B 使用局域网电缆中没有被使用的线对 (4/5 & 7/8) 来传输直流电, 因为在以太网中, 只使用了电缆中四对线中的两对来传输数据, 因此可以用另外两对来传输直流电。

现在 End-span (已经内置了 PoE 功能的以太网供电交换机) 解决方案产品如一些公司的产品采用方案 A 也就是采用在传输数据所用的电缆对 ((1/2 & 3/6) 之上同时传输直流

电,这样就确保交换机端口同时允许千兆以太网(Gigabit Ethernet)和以太网供电(PoE)共存,可提供10/100/1000Mb/s三种速度的连接,并且End-span在信号传输上对质量更有保证。

2. PoE系统以太网供电工作过程

供电端设备PSE是整个PoE以太网供电过程的管理者。当在一个网络当中布置PSE供电端设备时,PoE以太网供电工作过程如下:

(1)检测过程。刚开始的时候,PSE设备在端口只是输出很小的电压,直到其检测到其线缆的终端连接为一个支持IEEE 802.3af标准的受电端设备。

(2)PD端设备分类。当检测到受电端设备PD之后,供电端设备PSE可能会为PD设备进行分类,并且评估此PD设备所需的功率损耗。

(3)开始供电。在一个可配置的时间(一般小于15μs)的启动期内,PSE设备开始从低电压向PD设备供电,直至提供到48V_{dc}级的直流电源。

(4)供电。为PD设备提供稳定可靠的48V_{dc}级直流电,满足PD设备不超过15.4W的功率消耗。

(5)断电。如果PD设备被物理或者电子上从网络上去掉,PSE就会快速地(一般在300~400ms的时间之内)停止为PD设备供电,并且又开始检测过程检测线缆的终端是否连接PD设备。

在整个过程当中,一些事情如PD设备功率消耗过载、短路、超过PSE的供电负荷等会造成整个过程在中间中断,又会从第一步检测过程开始。

(6)PoE供电端设备电源管理。如果一个24端口的End-span交换机在每个端口都提供15.4W的电源输出,那么整个交换机要求提供高达370W的功率输出。这会导致整个交换机要处理过热的问题。而在一个企业的典型应用当中,可能需要连接20个IP电话(一般每个为4~5W),连接2个无线局域网接入点AP(一般每个约为8~10W),连接2个网络摄像机(一般每个约为10~13W),总计需要约146W。考虑到成本因素及其他,因此一般的End-span以太网供电交换机的输出功率都设计在150~200W之间,如一些公司三层以太网供电交换机就能提供170W的直流电输出。另外,也可以根据各种情况对各个不同端口的输出直流电进行各种各样的管理以满足用户的不同需要。

3.5 无线局域网设计与实施

3.5.1 无线局域网的规划与设计

规划接入点是规划WLAN的关键,需要有足够的蜂窝重叠覆盖以供漫游,并需要足够的带宽以供应用。如果无线接入点不足,最后可能导致吞吐量出现问题,同时也会使覆盖区域零星散落,对用户的漫游和工作地点造成一定的限制。

1. 考虑移动性需求

在进行接入点规划时需要考虑用户的移动性需求。一种用户在整个覆盖区域内移动时需要一直与WLAN相连接,就像医生外出时需要查看病人记录。另一种用户只需要不时接入WLAN,比如高级管理人员在不同大楼会议间歇时需要不时查看电子邮件。第一种需求需要跨

越 WLAN 的无缝漫游，此 WLAN 需要大接入点密度。而第二种需求属于间断性的无线连接，接入点密度可以相对小一些。

2. 计算吞吐量

在布署 WLAN 之前需要考虑 WLAN 最常使用的是哪种通信，是电子邮件和 Web 通信，还是对速度要求很高的 ERP（企业资源规划），还是 CAD（计算机辅助设计）应用程序。是需要速度为 54Mb/s 的 802.11a 和 802.11g，还是只需要速度为 11Mb/s 的 802.11b 就足够。不管使用哪一种通信，当用户与接入点的距离过远时，网络速度都会显著下降，所以安装足够的接入点不仅仅是为了支持所有的用户，也是达到用户需要的连接速度所要求的。

WLAN 宣称的速度并不一定准确对应于它的实际速度。与交换式以太网不同，WLAN 是一种共享介质，它更像是老式以太网的集线器模型，将可用的吞吐量分割为若干份而不是为每个接入设备提供专线速度。这一限制（通过电波传输数据时还会有 50% 的损耗）对无线网络的吞吐量规划而言是一个很大的问题，计算接入点数目时最好多预留一些空间。仅仅根据用户数目及其最小带宽需求来计算接入点数目是极其冒险的，尽管它可以在一段时间内满足对容量的需求。还要记住的是，即使 802.11b 现在已经吸引了所有人的注意，但 802.11a 将很快成为高性能 WLAN 标准的选择，所以基础设施应从现在开始支持它，或者至少在不久的将来可以升级至 802.11a。

3. 防止干扰

干扰对于某些机构可能会是个问题。尽管追踪入侵微电波、无绳电话和蓝牙设备并非难事，但更常遇到的是来自网络内部其他接入点甚至是网络外部的干扰。例如，802.11b 和 802.11g 在 2.4GHz 频带内提供三个相同的非重叠信道，这使得规划密集部署或在相邻 WLAN 的干扰下工作变得十分困难。

理想的情况是，2.4GHz 环境中的信道 1、6 和 11 永远不会与同一信道相邻，这样它们就不会相互干扰，但这是不现实的。实际上需要一定量的良性蜂窝覆盖重叠以允许用户漫游（20%~30% 最佳），但如果站点处的建筑物超过一层，即便是使用高增益天线，建筑物的层与层之间也会有一些渗漏。802.11a 的 12 个非重叠信道可以在很大程度上缓解信道分配带来的问题。802.11a 使用的 5GHz 频带几乎不会造成任何非 WLAN 干扰，而且用户也不太可能遇到相邻 802.11a 接入点，原因是这一标准还未像 802.11b 或最近急速增长的 802.11g 那样普及。

4. 关注覆盖区域

知道 WLAN 的射频信号是怎样传播的吗？信号频率越低，无线网络传输速度越慢，有效范围就越远。由于大量射频信号以较低频率传播，同时信噪比的灵敏度因为高速调制方式而增加，所以速度为 1Mb/s 的 2.4GHz 802.11b 信号的传播距离远远超过速度为 54Mb/s 的 5GHz 802.11a 信号。

WLAN 的覆盖范围除了受不同射频带和吞吐量变化而造成的波传播特征影响之外，还会因为自由空间路径损耗和衰减而受到限制。自由空间路径损耗更大程度上是开放或户外环境方面的问题，实际上是无线电信号因为波前扩展引起的扩散导致接收天线接收不到这些信号。衰减则在 WLAN 的室内安装中比较常见，它是振幅下降，或者射频信号在穿过墙壁、门或其他障碍物时减弱造成的。这就是 WLAN 在密集建筑物周围性能不好的原因。当面对这种物理上的干扰时，即使是弹性比 5GHz 信号好得多的 2.4GHz 信号，仍然会遇到某些射频问题。

多路径效应也是影响覆盖范围的重要因素之一。所谓多路径效应，就是信号被反射并回送的现象。在大多数情况下，多路径效应使接收到的信号被削弱或是被完全抵消。于是有一些本来应该充分传播信号的区域几乎或根本没有射频信号覆盖。防止多路径效应的办法是拆除或重新安置机柜和网络设备机架之类的干扰对象，同时增加接入点密度或功率输出。

5. 使用自动化工具

以上提到的所有这一切，都要从无线站点勘察着手，站点勘察将评估和规划无线基础设施的射频环境和接入点的设置，以确保 WLAN 正常工作。从便携式 WLAN 硬件工具箱到提供站点覆盖区域详细视图的软件包，有许多很方便的工具可以帮助完成站点勘察。

站点勘察工具使得布署 WLAN 的工作能够非常顺利地进行。射频建模软件，如 *Trapeze Networks* 的 *RingMaster*，可根据进入楼层计划自动确定接入点位置来帮助自动决定接入点的初始布局。其他工具，如 *Network Instruments* 的 *Observer*，可通过运行软件的便携式或手持式设备来提供有关射频环境的信息。综合工具，如 *Ekahau* 的 *Site Survey*，会从 WLAN 的系统范围角度记录同样的射频数据和用户的位置。不管使用什么工具，仍然需要手工进行站点勘察，这是勘察工具所不能代替的。

像 *RingMaster* 之类的规划工具可以确定接入点位置、信道分配、功率输出设置以及其他配置属性。它们使用用户密度和吞吐量这类参数作为标准。问题在于仍然必须在基于 CAD 的楼层规划中对诸如混凝土外墙和金属门之类的建筑物指定预设衰减级别，除非规划中已经包含此信息。这些工具的缺点是，它们一般都是针对厂商自己的无线交换机和接入点而建立的，从而缺少通用性。

接入点勘察工作完成后，需要验证和描述这些接入点的覆盖区域。为此，可使用随客户机 WLAN 卡提供的站点勘察实用程序（假定供应商捆绑了该实用程序）或者使用随高级监视工具提供的实用程序，如 *Observer* 或者是一些便携式 WLAN 分析仪。

6. 实际设计操作

（1）定义 WLAN 需求。

主要内容：结合楼层结构设计及建筑类型确定可能的接入点位置。

要点：

- 画楼层草图，步行检验其准确性，楼层为复杂结构则需要拍照，作为 RF 站房。
- 分析用户应用：上网浏览、E-mail、文件传输。
- 定义信息类型（Data、Voice、Video），计算吞吐量及数据速率。
- 估算用户数并确定用户是固定的还是移动的，是否包括漫游。作为移动用户跨 IP 域移动，需要考虑用动态 IP。
- 确定有效覆盖范围。
- 确定有效连网区域。
- 根据用户应用建立用户安全等级，对传输各级敏感数据，如信用卡号，需要设计通过个人防火墙。
- 了解终端用户设备：硬件及操作系统。
- 作为移动用户需要考虑电池供电时长：802.11 网络接口卡（NIC）功耗为 200mA 左右，用户在移动时，需要确定是否加备用电池或激活电源管理，或及时充电。
- 系统接口：确定用户特别的终端接口，如 IBM AS/400 需要加中间件及 5250 终端仿真。

- 根据项目规模估计投资成本。

进度：明确用户所需实现的完工日期以便与计划同步。

(2) WLAN 的损耗。

基本损耗换算： $dB=10\log(\text{输入信号功率}/\text{输出信号功率})$

估算公式：一般 100dB 损耗/200 英尺

障碍物损耗参照表如表 3-3 所示。

表 3-3 障碍物损耗参照表

| 物体 | 损耗 |
|--------|--------|
| 石膏板墙 | 3dB |
| 金属框玻璃墙 | 6dB |
| 煤渣砖墙 | 4dB |
| 办公室窗户 | 3dB |
| 金属门 | 6dB |
| 砖墙 | 12.4dB |

相关参数：可接收值 (Equivalent Isotropically Radiated Power, EIRP)，接收灵敏度。

例如， $EIRP=200mW$ (23dBm)，接收灵敏度-76dbm，允许损耗 99dB。

利用测站软件来测试最小范围，或用 WLAN 分析仪如 airmagnet/airopeek 测量信号功率。

(3) 规划网络大小。

数据速率：仅当一帧发送时的速率，如 11Mb/s，多帧时由于路由协议开销及共享媒体接入延时，每个用户不能连续发送数据。

吞吐量：不计协议、管理帧的发送信息速率，对 802.11b 约为 6Mb/s。

应用所需带宽：用户浏览为 100Mb/s，高质量视频流为 2Mb/s，所以，一个 AP 接入点支持浏览用户 60 个 (6Mb/s/100Mb/s) 或视频用户 3 个。

可利用仿真工具：Opnet，对用户网络进行仿真计算。

(4) FCC 对 EIRP 的限制。

对移动用户：用户无线 NIC 采用全向天线，增益为：小于 6dB，1W。AP 点最高 100mW，3dB 全向天线。最后达 200mW EIRP。

对固定用户：点对点高增益定向天线，天线增益至少 6dB，EIRP 允许最高达到 4W。

(5) 最小化 802.11 干扰问题。

常见干扰源：微波炉、无绳电话、蓝牙设备及其他无线 LAN 设备。

对 WLAN 干扰最为严重的设备是 2.4G 无绳电话，其次为 10 英尺内的微波炉，再次是蓝牙设备如笔记本和 PDA。

有效措施：分析潜在的 RF 干扰；阻止干扰，关掉相应设备；提供足够的 WLAN 覆盖，增强 WLAN 信号；正确选择配置参数。对跳频系统，改变跳频模式或改变信道频率。802.11e MAC 层提供内置 RF 抗干扰算法；应用新的 802.11a WLAN，现在常见干扰为 2.4G，可采用 5G 的 802.11a。

(6) WLAN 布署步骤。

- 1) 分析用户需求。
- 2) 设计 (技术细节: 系统结构、定义标准 802.11b/802.11a、选择 AP 供应商、定义天线类型、定义 MAC 层设置等) 可行性。
- 3) 研发: 为特别应用定制用户软件。
- 4) 安装测试: AP 安装要高一点, 用 PoE (电力搭载以太网线) 来对接入点提供电源, 可灵活布置 AP。

(7) 接入控制。

功能: 为接入用户进行授权、认证。

认证机制: 大多数接入控制器有内置用户数据库, 一些接入控制器提供额外接口到认证服务器如 RADIUS 和 LDAP (根据用户数及网络规模选择)。

链路加密: 从用户到服务器提供数据加密如 IPSEC 及 PPTP 来加密 VPN 通道。此项提供除 802.11 WEP 之外的保护。一定要确保传输的用户姓名及密码。

子网漫游: 采用 Span Multiple Subnets 技术用户不必重新认证和不必中断。

带宽管理: 通过设定用户级别 (如浏览、视频等) 及吞吐量限制。

(8) RF 站址勘测步骤。

获得建筑蓝图或画楼层草图, 以表示墙及通道等的位置。

亲自目测发现潜在的可能影响 RF 信号的障碍物, 如金属架及部件。

标识用户区域, 在图上标识固定及移动用户的区域, 另外标识用户可能漫游到的地方。

标识估计接入点初步位置以及天线、数据线及电源线的位置。

检验接入点位置, Cisco Symbol 及 Proxim 提供免费的测站工具, 以便确定相关的接入点、数据速率、信号强度、信号质量。可以下载这些软件到笔记本电脑上来测试每一个预测位置的覆盖范围, 并确认交流插座的位置。当有频率干扰时, 需要用频谱分析仪来分辨干扰。

文件建立, 对测站所读的信号记录日志以及每一个接入点传输边缘的信号日志, 作为基本的设计辅助。

(9) Ad Hoc Mode 的应用。

802.11 的 ad Hoc 标准允许网络接口卡作为一个独立的基本服务设备 (IBSS) 使用, 而无需 AP。用户采用对等方式彼此直接通信。

优缺点如下:

- 节省成本: 不必购买安装 AP。
- 快速建立时间: 只需启用 NIC 的时间。
- 有限的网络接入: ad Hoc 无线网络没有分布式系统结构, 用户不能有效接入 Internet 或其他有线服务, 虽然可以用一台加装无线 NIC 的 PC 经过配置后作为共享连接接入 Internet, 但是这不能满足更大规模的用户。
- 难于网络管理: 由于网络拓扑结构的流动性及缺乏中心设备, 网管员不易监测网络性能, 进行安全审查。

(10) 公共 WLAN 应用常见问题。

公共 WLAN 主要集中于机场、会议中心、酒店、码头。

良好的开端: 开始前好好思考是否人们会利用你的 WLAN, 他们会付多少钱, 而不要想当然地认为“我们应该建好, 人们就会来”。作为一个简单的开头, 你可以只放一个 AP 在咖

啡屋里并给 ISP 缴纳一定费用，随着用户的增加而扩大规模。

与其在线服务一样，WLAN 也可以向用户推送广告。实际上，你可以以向免费用户推广的方式，希望他们能从广告中购买足够量的产品以抵消系统的开销费用。当用户付费时应将广告投放到最低限度。

系统设计：对公共 WLAN 要最大限度地满足开放用户的连接特性，尽可能少地改变用户设备，换句话说，确保用户不用升级操作系统，安装特定的连接软件及其他项目。

对于认证而言，有许多公司可以提供此类接入控制器，如 bluesocket、Reefedge、Nomadix、Cisco、Proxim。

建立公共 WLAN 的特别要点：

- **关掉 WEP：**虽然 WEP 可以提供一些安全保障，但因为关键的分布问题在公共 WLAN 中 WEP 没有任何实际意义。取而代之，对典型用户终端可以选择动态方式的安全措施，如 EAP-TLS。
- **广播 SSID (服务设置标识)：**SSID 对公共 WLAN 用户而言是一个障碍，因为许多时候用户必须根据本地公共 WLAN 提供商的 SSID 而配置 SSID。如果接入点 AP 广播 SSID 的话，Windows XP 可以自动探测到 SSID 并且不用用户干预就可以配置到用户系统中；否则你需要教给用户如何配置到你的 WLAN 中。
- **开放 DHCP 服务：**当用户从另外一个热点区域漫游进入你的区域时，他们的用户设备需要一个本地网的 IP 地址。为使漫游过程中用户尽可能少地配置行为，建立 DHCP 服务来自动为访问客户分配 IP 是极为必要的。大多数版本的 Windows 操作系统可以自动激活操作系统。用户不用做任何事情。

(11) 客户支持。

对许多公司客户支持常是一个大问题，而对公共 WLAN 问题就更加突出。公共 WLAN 提供商必须面对不同种类的用户、用户硬件、操作系统及 NIC。

适用于：临时小团队大信息量数据通信，如医疗队临时会议等。

3.5.2 无线局域网的实施

第一步：收集客户信息与客户需求。

项目实施前需要向集成商或用户了解或提供项目实施所需的必要条件，收集客户环境应尽可能的详细，环境收集可根据不同产品型号进行适当调整。

当实施条件不具备时，需要等待实施条件准备充分时再进行现场实施。另外，还要了解客户的详细需求：

- 了解有线网络架构，确认无线交换机的安装位置（一般与核心相连）。
- 用户使用的地址网段及路由情况（都是 L2，用户默认网关指向核心 L3 交换机）。
- 是否有语音应用（尽量采用 L2 漫游）。
- 确认 AP 接入无线交换机的方式（静态、DHCP、DNS）。
- 确认用户认证方式（Web、MAC、802.1x）。
- 确认用户使用的认证、计费系统（Eyou、城市热点、SAM）。
- 确认用户的访问控制策略（ACL）。
- 确认其他的应用功能（带宽限制、用户间隔离等）。

- 无线覆盖区域的具体需求。

第二步：现场勘测。

(1) 进行现场勘测。

- 由于场地环境复杂，通过现场勘测可以确定 AP 安装位置。
- 通过现场勘测，可以更精确地获得 AP 的实际数量。
- 确定是否需要使用外挂天线以及安装方式。
- 确定具体的 AP 型号。
- 与客户协商布线、施工细则。
- 确定 AP 安装的进度。

(2) 准备工作。

- 一台无线交换机（带 PoE 供电），一般建议是 MX-8，如果使用 MXR-2，则建议多带外置 PoE 供电模块。
- 一个或两个 AP。
- 一台笔记本电脑（内置无线网卡），支持 802.11b/g。
- 一个天线（可选）。
- 一条 20~30m 长的网线。
- 勘测场地的平面图（打印出来）。
- Network Stumbler 软件。
- 至少需要两名人员。

(3) 测试的方法。

- 到达现场。
- 两名人员，其中一名负责 AP 的摆位及固定，另一名负责拿着笔记本电脑，读取信号强度值，测量最大的覆盖范围。
- 将控制器放置在易于取电的位置。
- 将 AP 摆放的位置需要结合之前在平面图上规划的 AP 预设位置，从而验证实际信号覆盖效果。

(4) AP 的摆位。

- 与用户协商 AP 的安装位置，一般有几种：放在天花板内、天花板外、垂直挂墙。
- 放在天花板内，天线尽量伸出来。一般情况下，MP-71 挂墙或者放天花板内将天线伸出，MP-372 吸顶安装。
- AP 应尽量摆放于将来安装的位置。
- 当 AP 实在不能摆放在天花板内或高处时，可用手举高或摆放在同一垂直位置的其他高度。
- 如果使用 AP 内置天线，则天线的角度需要与地面垂直。

测试示意如图 3-47 所示。

AP 通过固定件安装在天花板上，如图 3-48 所示。

若 AP 外接天线，则 AP 放在天花板内，将吸顶天线安装在天花板，如图 3-49 所示。

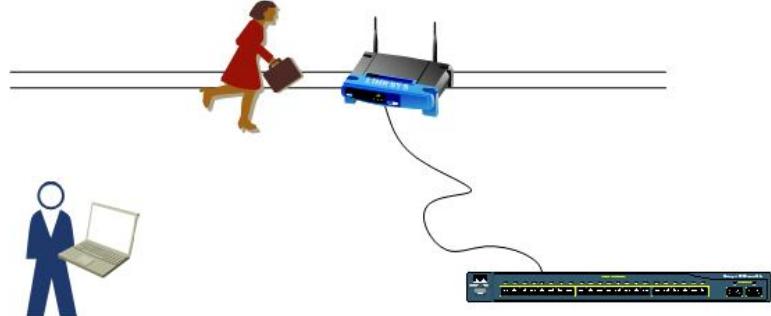


图 3-47 测试示意



图 3-48 AP 安装在天花板上



图 3-49 吸顶天线安装

AP 壁挂式安装, 如图 3-50 所示。

(5) 信号查看方法。

- 使用 Network Stumbler 软件查看具体的 S/R 值, 如图 3-51 所示。建议信号以达到 -75dBm 以上为标准边界, $\pm 5\text{dBm}$ 。



图 3-50 AP 壁挂式安装

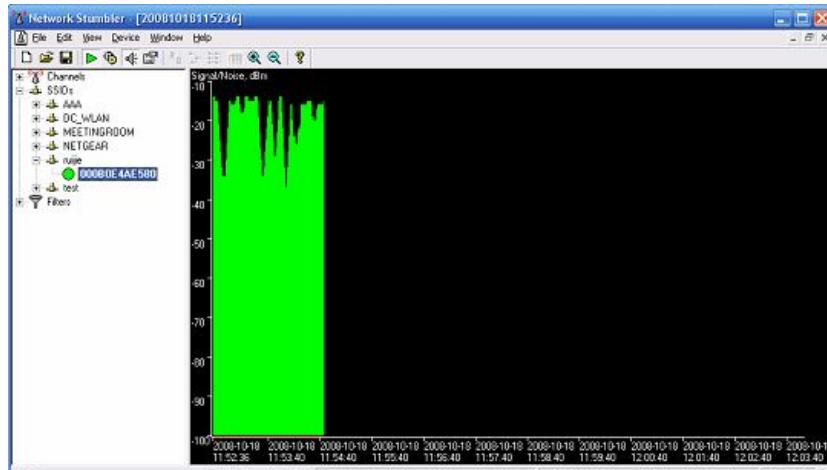


图 3-51 Network Stumbler 软件

- 使用 Windows XP 系统自带的无线小图标，如图 3-52 所示。建议信号以达到 2 格或以上为标准边界。

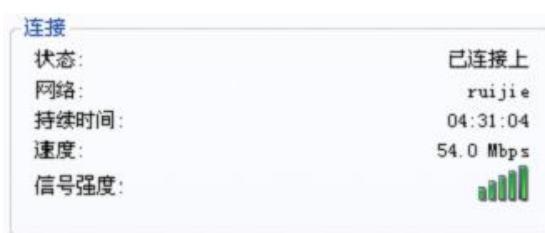


图 3-52 连接信号

注意：由于无线终端各有差异，由于笔记本电脑的无线网卡性能或者网卡驱动会造成此信号格显示不准确，所以此方法只能作为参考。

(6) 确定 AP 的具体位置和安装方法。

根据现场对信号的测试效果确认以下事情：

- AP 的数量是否足够。
- 原先设计的 AP 安装位置是否合理。
- 是否需要增加外挂天线。

另外，对于信号覆盖，可遵循以下原则：

- 不必对所有地方都要求较高的信号强度，这样费用会很高（分级）。
- 重点考虑常用的或可能会用无线连接的地方。
- 对无法施工的位置，考虑增加 AP 数量去覆盖。

第三步：无线设备加电检查。

为了确保设备在正式上电运行时没有问题，建议在设备刚运到集成商或用户处就对设备进行加电检查，以确保设备的软件版本是最新的或者确保没有 Bug，并且在配置前将原有的配置都清除掉，保证自己所做的一切配置自己最清楚，以免由于有以前的错误配置而导致出现其他故障时不好排查。

(1) AP 对应的位置图示例。

项目实施时，还要出一个 AP 与对应安装位置的图，便于在 AP 发生故障时可以很快地找到 AP，如图 3-53 所示。

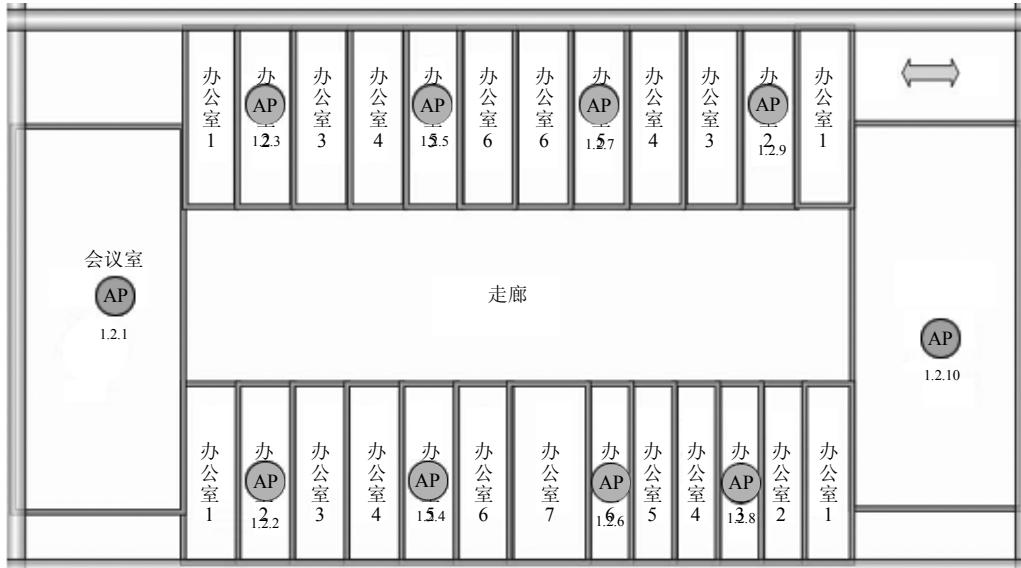


图 3-53 安装位置图

第四步：网络规划。

根据客户需求，在实施前需要对以下几点进行规划：

- 网络拓扑规划。
- 设备 IP 地址规划。

- 无线用户 IP 地址规划。
- SSID 规划。

根据以上规划，制作并纳入到项目实施方案中。确认实施方案你需要详细了解和确认方案的真实需求，以及应用的背景和环境。制定完善可靠可行的规划，同时引导用户规避一些可能产生的风险。最终以书面方式确定出实施方案以及规划细则。

(1) 组网规划。一般情况下，都是将无线交换机与核心交换机相连，无线交换机为二层网络设备，不支持路由功能，所以无线用户的网关都落在核心交换机上。

(2) VLAN 规划。

- 用户 VLAN。划分多个 VLAN 划开广播域。无线用户的 DHCP 最好使用原有 DHCP 或者是新的一台 DHCP 服务器，不建议使用无线交换机上的 DHCP。
- AP 所用 VLAN。AP 所用 VLAN 依附在接入交换机，AP 的地址的 DHCP 使用原有的 DHCP。

(3) SSID 规划。

- 不同的应用原则上使用不同的 SSID，为了安全考虑而将 SSID 进行隐藏时，该 SSID 的命名尽量让人不容易猜出实际的应用。
- 原则上不同的 SSID 都对应不同的 VLAN。
- 对外广播的 SSID 尽量简单明了，让人一看就知道意思。
- SSID 加密。

(4) Radio 规划。信道、功率默认为自动调整。特殊区域发现某信道有严重干扰时，推荐使用手动信道。

(5) 认证规划。

- Web portal。通常，在热点区域，都使用 Web 认证，Web 认证的好处是大大减少了网管人员的工作量，对于无线用户来说，打开 IE 浏览器，输入网址便会弹出认证页面，输入相应的用户名、密码即可通过认证。
- MAC。对于没有 IE 浏览器或者不支持 802.1x 的无线客户端，只能使用此认证方式，例如 WiFi 手机。并且，MAC 地址认证对于无线用户来讲是完全没有感知的，只需要将设备的 MAC 地址输入到认证数据库中，无线交换机会对无线设备的 MAC 地址进行判别。
- 802.1x。

目前有些学校或者企业的高级用户都使用此种加密方式，高级的动态密钥具有最高的安全性。

(6) ACL 规划。无线交换机支持基于 MAC、源目的 IP 协议、端口号等的 ACL 策略。可以根据客户的需求调研来灵活配置。

(7) 带宽限制、用户间隔离等规划。限制每个用户的带宽，限制整个 SSID 的带宽。

第五步：工程实施。

一般的安装顺序是首先安装 AP，然后安装天馈线系统，最后安装无线交换机。

(1) AP 的安装。

- AP 的天线接口类型
- AP 位置的确定

AP 的安装位置设计时根据实际情况装在墙上或天花板上。AP 必须设定相应的编号以便以后很直观地找到, 例如根据楼名或办公室名来命名 AP。AP 放置位置必须与前期设计位置相符, 按照设计图中相对应的位置安装, 将相应编号的 AP 安装于设计时图中的对应位置。

注意: 在安装前要将 AP 的序列号和对应位置记录下来。

- AP 与网线的连接。将 AP 的以太网口与网线正确连接, 并达到 Power 灯亮为准, 从网线安放到 Power 灯亮需要 10s 左右, 如果无灯亮时, 可能是网线、PoE、AP 其中的问题, 必须记录相对的 AP 编号再进行排查。
- AP 的安装固定。与用户协商 AP 的安装位置, 一般有几种: 放在天花板内、天花板外、垂直挂墙。放在天花板内, 信号会有所损失, 所以如果是 MP-71 则建议天花板挖个洞将天线伸出来。
- 天线指向。具有内置天线的 AP, 即 MP-71 和 MP-372, 其天线必须垂直于地面。
- AP 安装方式汇总, 如图 3-54 所示。

| 区域 | 安装方式 | 设备型号 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 具有天花板的区域覆盖 | 在天花板上可以固定的位置上安放好相应的 AP 固定件, 将 AP 安放于固定件中, 使 AP 固定, 具有内置天线的 AP, 天花板穿洞使其天线伸出垂直于地面 | MP-71 |
| 具有天花板的区域覆盖 | 将 AP 固定件安装在 AP 后端, 再使用卡件卡到天花板的龙骨上 | MP-422 |
| 室内大开阔区域定向覆盖 | 定向天线: 定向天线为板状。通过安装在墙面上的天线的安装件固定在天线固定件上, 固定件需要垂直安装。并使用室内软跳线将 AP 和天线连通。室内软跳线(超柔 0.5m 连接线 N-A) N 连接天线一端, A 端连接 AP 指定天线连接端口 | MP-422 加定向天线(室) |
| 室外全向覆盖 | 全向天线: 室外天线为柱状全向天线, 通过天线的安装件固定在固定件上, 固定件需要安装方定制, 垂直安装。 安装室外天线需要连接避雷器, 馈线一端连接室外天线, 一端连接避雷器。避雷器再通过室内软跳线和 AP 连通, 避雷器的接地端子应和避雷系统连接, 室内软跳线(超柔 0.5m 连接线 N-A) N 端连接避雷器, A 端连接 AP 指定天线连接端。 室外天线的安装还需要做防水处理, 连接端的接口需要用防水胶带缠裹。天线下、底端有一个排水孔, 做室外防水处理时应将此孔留出, 不能封住, 否则长期使用后会引起积水造成天线故障 | MP-422 加全向天线(室外) |

图 3-54 AP 安装方式汇总

(2) AP 位置的确定。AP 的安装位置设计时根据实际情况装在墙上或天花板上。AP 必须设定相应的编号以便以后很直观地找到, 例如根据楼名或办公室名来命名 AP。AP 放置位置必须与前期设计位置相符, 按照设计图中相对应的位置安装, 将相应编号的 AP 安装于设计图中的对应位置。

(3) 天馈线的安装。室外天线为棍状全向天线, 通过天线的安装件固定在固定件上, 固定件需要安装方定制, 垂直安装。

室外天线需要连接避雷装置, 馈线一端连接室外天线, 一端连接避雷器。避雷器再通过

天馈线和 AP 连通，避雷器的接地端子应和避雷系统连接。室内软跳线(超柔 0.5m 连接线 N-A) N 端连接避雷器，A 端连接 AP 指定天线连接端。室外天线的安装在接口处需要做防水处理，天线下端有一个排水孔，做室外防水安装时应将此孔留出，不能封住，否则长期使用后会引起积水造成天线故障。

(4) 无线交换机的安装。

- 无线交换机的安放位置
- 无线交换机与有线交换机的连接
- 无线交换的上电

第六步：检验。

方案实施完毕，对设备工作状态及各项功能进行检验，检验重点如下：

- 设备指示灯状态
- AP 信号质量
- SSID 是否可以连接
- 是否可以正常认证

第五步：用户培训。

方案实施完毕需要对用户进行现场培训，培训应包括：

- 设计方案介绍
- 基础知识
- 操作指南

第六步：提交实施报告。

实施报告应包括方案设计拓扑、方案中规划的 IP 地址、用户 SSID 相关规划、设备密码配置等。



工作任务

任务 1：构建中小型园区无线网络。

【任务名称】 构建中小型园区无线网络

【任务分析】 小李在某国有企业担任网络管理员，需要对分公司进行无线网络的配置，需要配置一个开放式无线网络，并为客户端动态分配地址。

【项目设备】 2 台安装了 Windows XP 系统的计算机、1 块 RG-WG54U 无线网卡、1 台 MP-71/MP-372 无线 AP、1 台 MX-8/MXR-2 无线交换机、1 台 RingMaster 服务器。

【项目拓扑】 拓扑如图 3-55 所示。

【项目实施】

(1) 配置无线交换机的基本参数。

无线交换机的默认 IP 地址是 192.168.100.1/24，因此将 STA-1 的 IP 地址配置为 192.168.100.2/24，并打开浏览器登录到 <https://192.168.100.1>，弹出如图 3-56 所示的对话框，单击“是”按钮。

系统的默认管理用户名是 admin，密码为空，如图 3-57 所示。

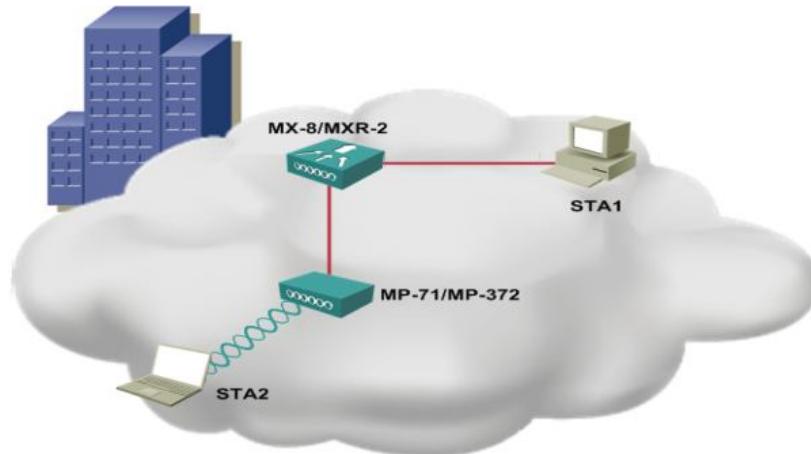


图 3-55 任务 1 实施拓扑图

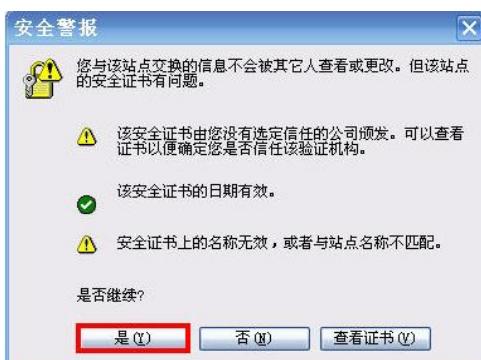


图 3-56 安全警告



图 3-57 登录口令

输入用户名和密码后就进入了无线交换机的 Web 配置页面，单击 Start 按钮，进入快速配置指南，如图 3-58 所示。



图 3-58 Quick Start

选择管理无线交换机的工具——RingMaster 网管软件，如图 3-59 所示。

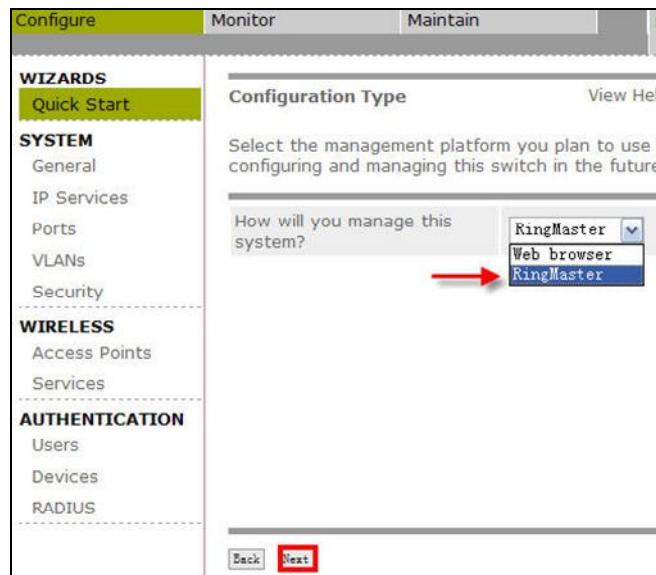


图 3-59 Quick Start Configure

配置无线交换机的 IP 地址、子网掩码以及默认网关，如图 3-60 所示。

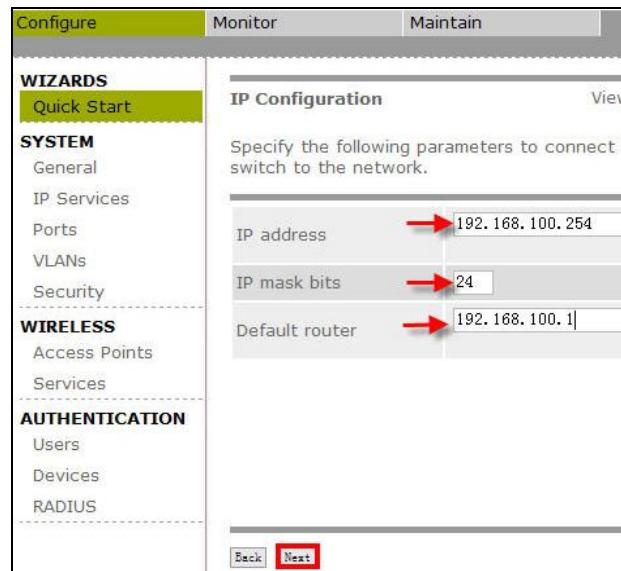


图 3-60 Quick Start IP Configuration

设置系统的管理密码，如图 3-61 所示。

设置系统的时间和时区，如图 3-62 所示。

确认无线交换机的基本配置，如图 3-63 所示。

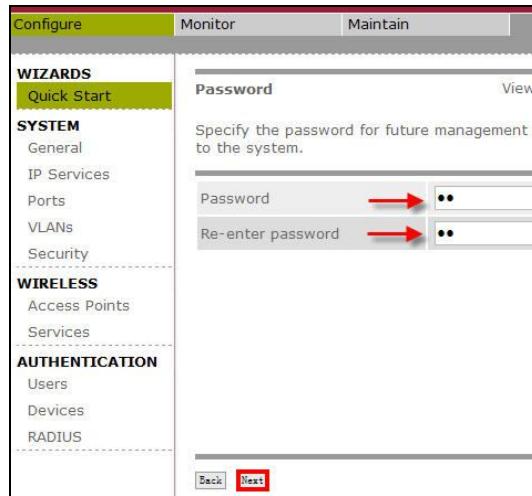


图 3-61 Quick Start Password

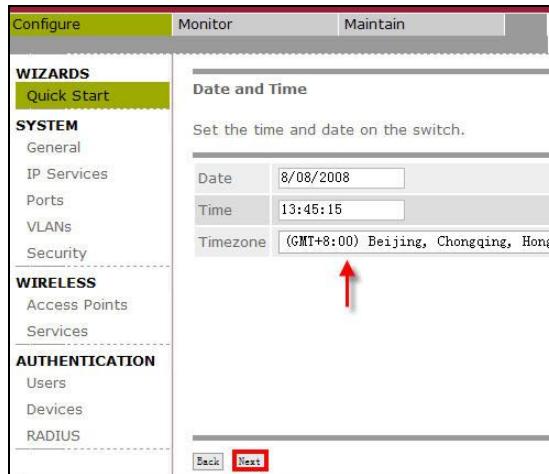


图 3-62 Quick Start Date and Time

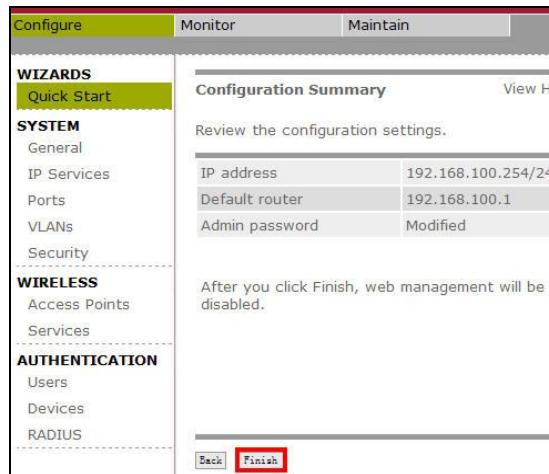


图 3-63 Quick Start Configuration Summary

完成无线交换机的基本配置，如图 3-64 所示。

(2) 通过 RingMaster 网管软件来进行无线交换机的高级配置。

运行 RingMaster 软件，地址为 127.0.0.1，端口为 443，用户名和密码默认为空，如图 3-64 所示。



图 3-64 RingMaster 登录

单击 Next 按钮，选择 Configuration，进入配置界面，并添加被管理的无线交换机，如图 3-65 所示。

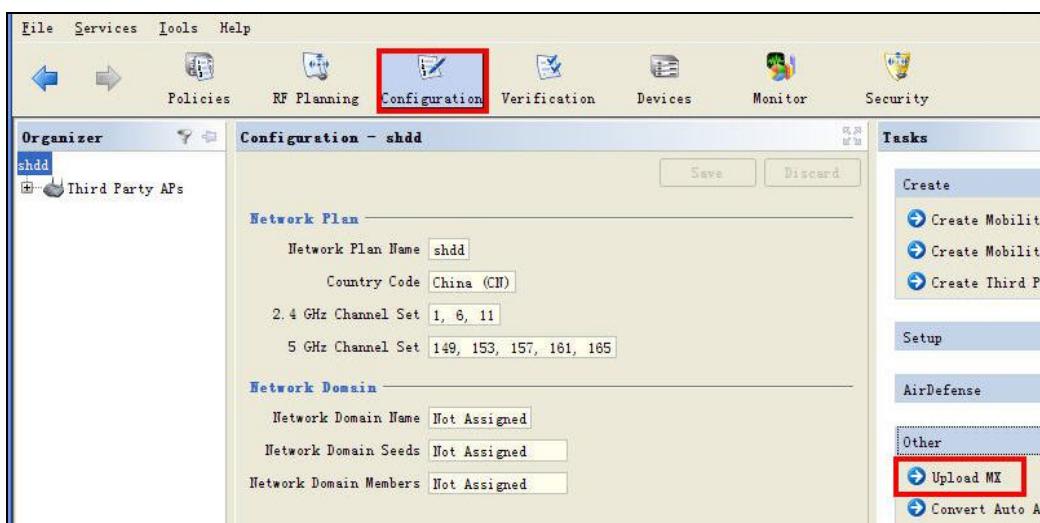


图 3-65 Configuration

输入被管理的无线交换机的 IP 地址、Enable 密码，无线交换机会自动完成配置的更新，

如图 3-66 至图 3-68 所示。

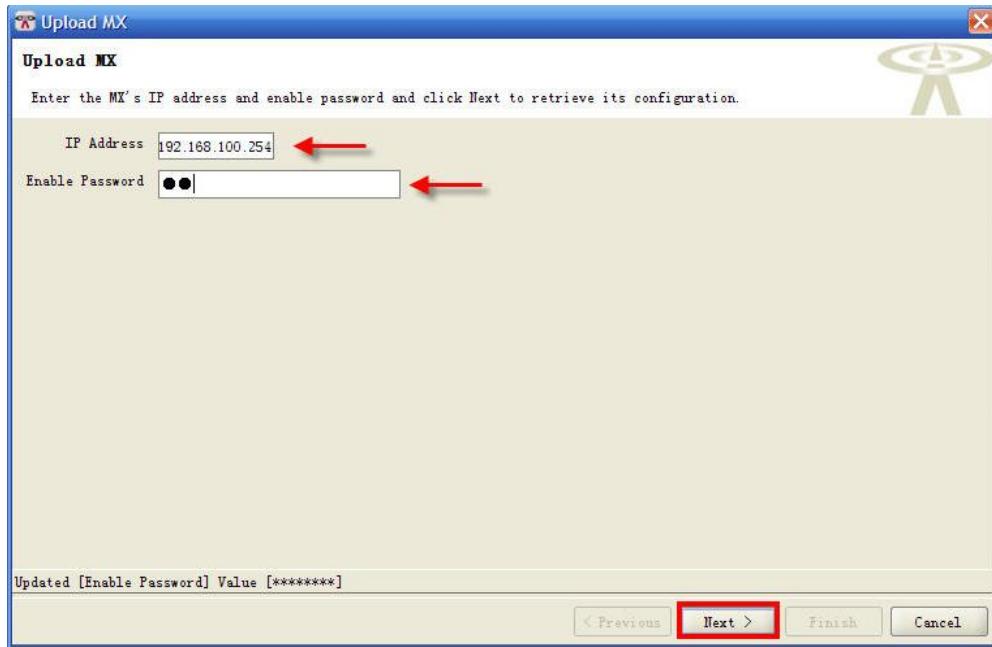


图 3-66 Enable 密码

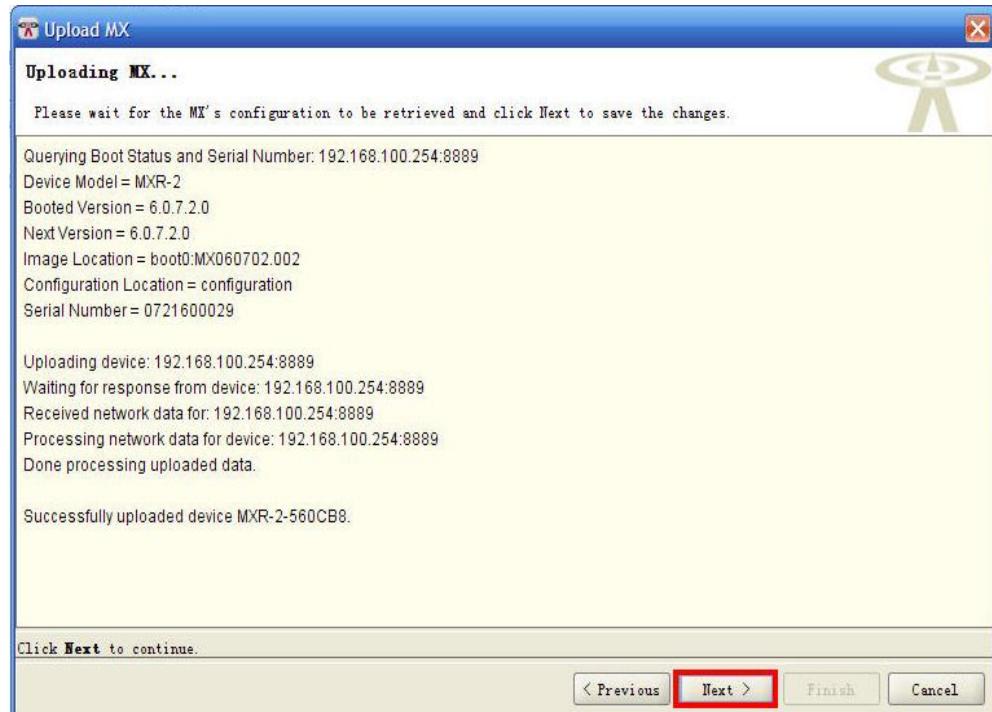


图 3-67 Uploading MX

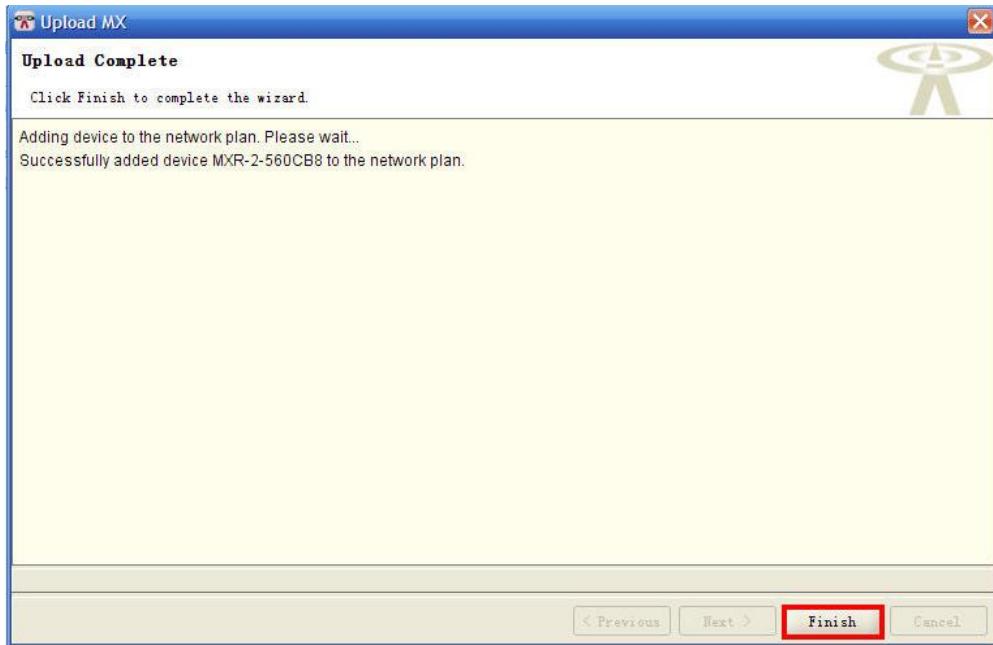


图 3-68 Upload Complete

完成添加后，进入无线交换机的操作界面，如图 3-69 所示。

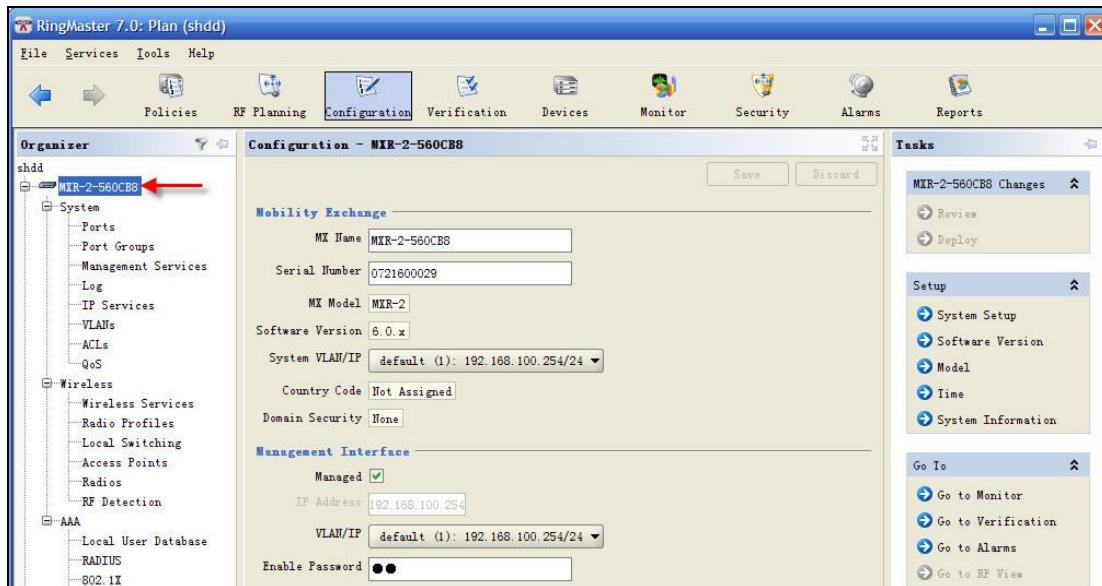


图 3-69 Configuration

(3) 配置无线 AP。

依次选择 Wireless→Access Point 选项，添加 AP，如图 3-70 所示。

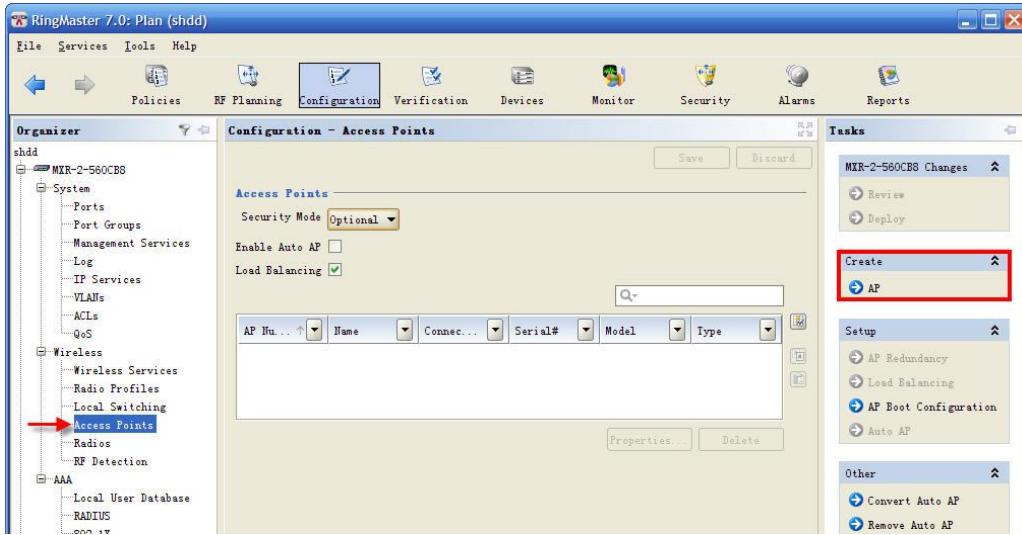


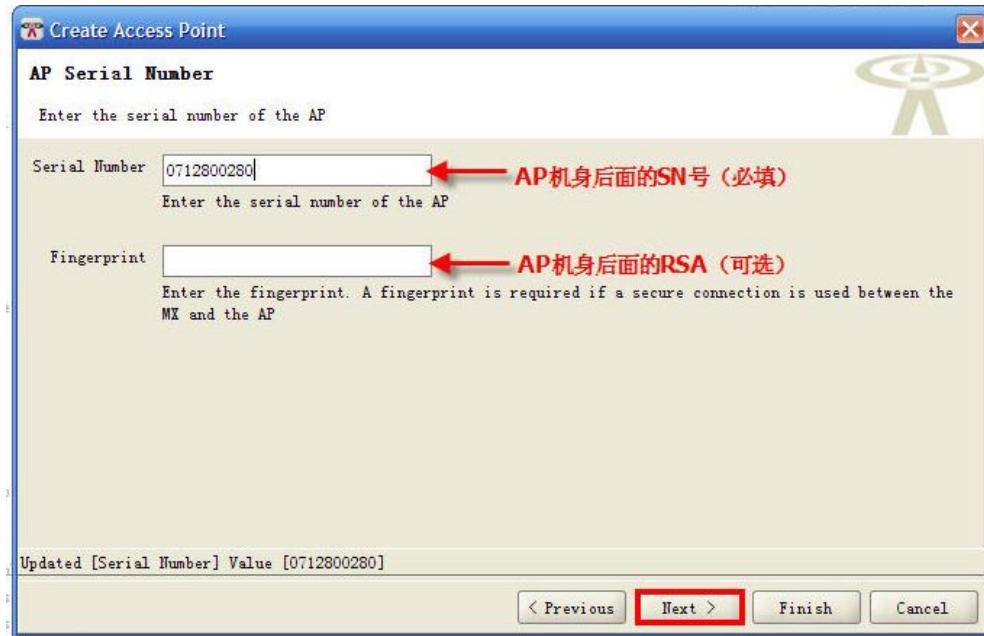
图 3-70 Access Point

为添加的 AP 命名，并选择连接方式，默认使用 Distributed 模式，如图 3-71 所示。

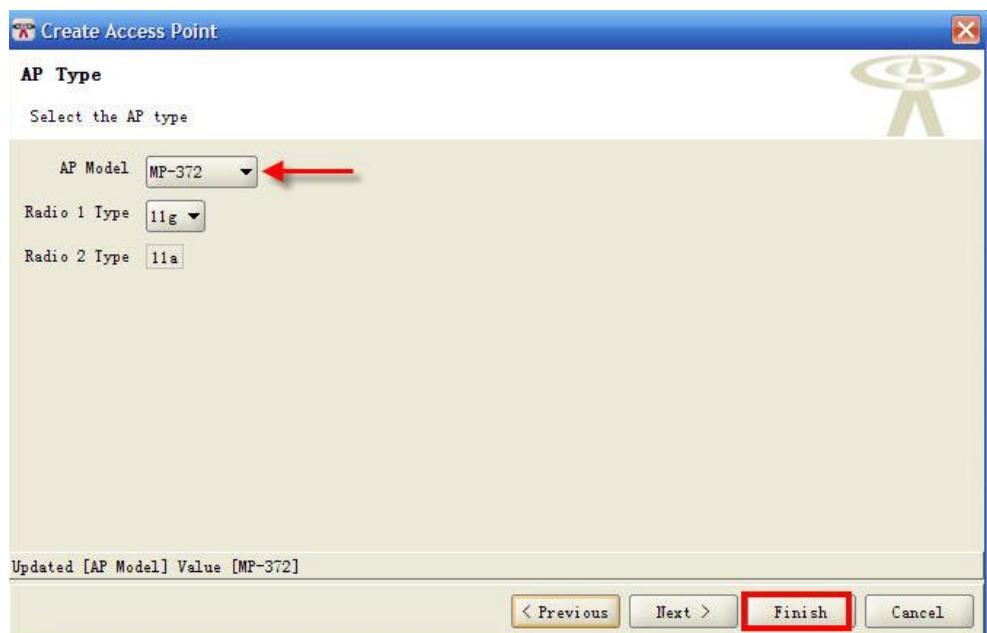


图 3-71 Distributed

将需要添加的 AP 机身后面的 SN 号输入对话框，用于 AP 与无线交换机的注册过程，如图 3-72 所示。



选择添加 AP 的具体型号和传输协议，完成 AP 添加，如图 3-73 所示。



(4) 配置无线交换机的 DHCP 服务器。

依次选择 System→VLANS 选项，选择 default VLAN，进入属性配置，如图 3-74 所示。

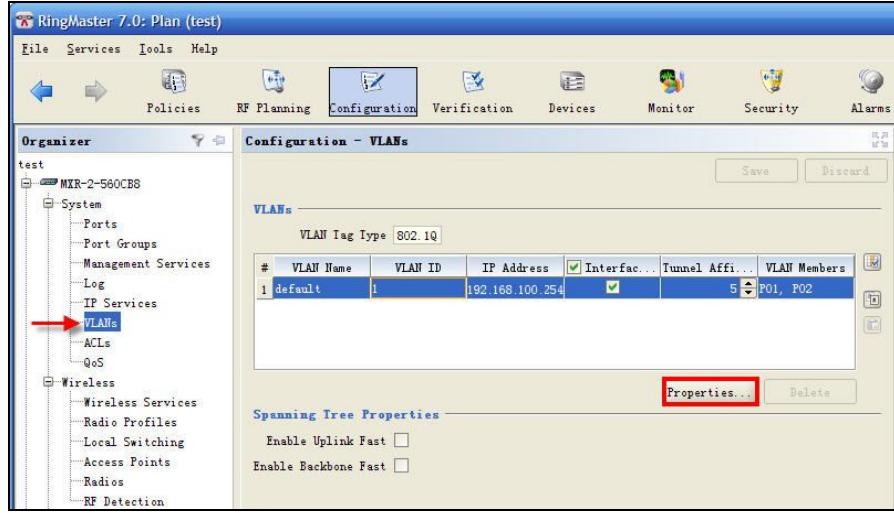


图 3-74 VLANs

进入 Properties→DHCP Server 选项，激活 DHCP 服务器，设置地址池和 DNS 并保存，如图 3-75 所示。

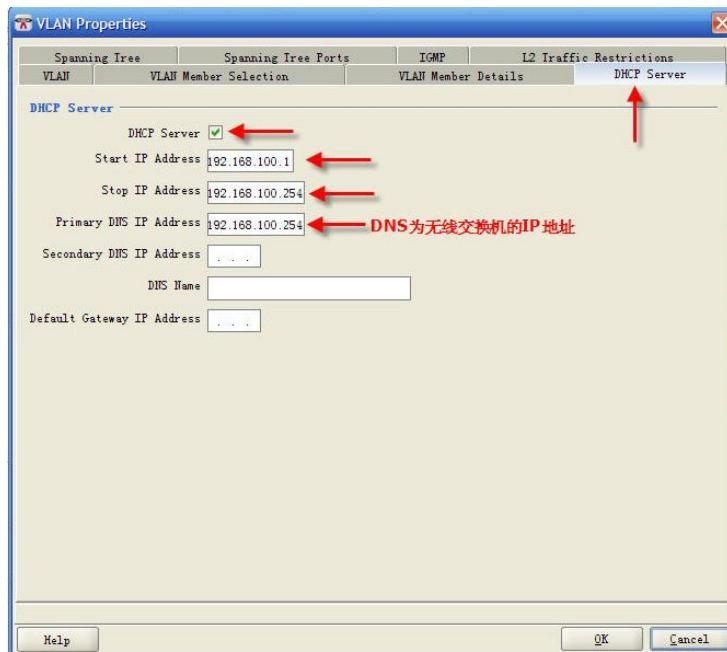


图 3-75 DHCP Server

进入 System→Port 选项，将无线交换机的端口 PoE 打开并保存，如图 3-76 所示。

(5) 创建开放接入服务。

建立一个 Open Access Service Profile，如图 3-77 所示。

输入 SSID 名，由于是开放式的服务，因此 SSID Type 为 clear，即不加密，如图 3-78 所示。

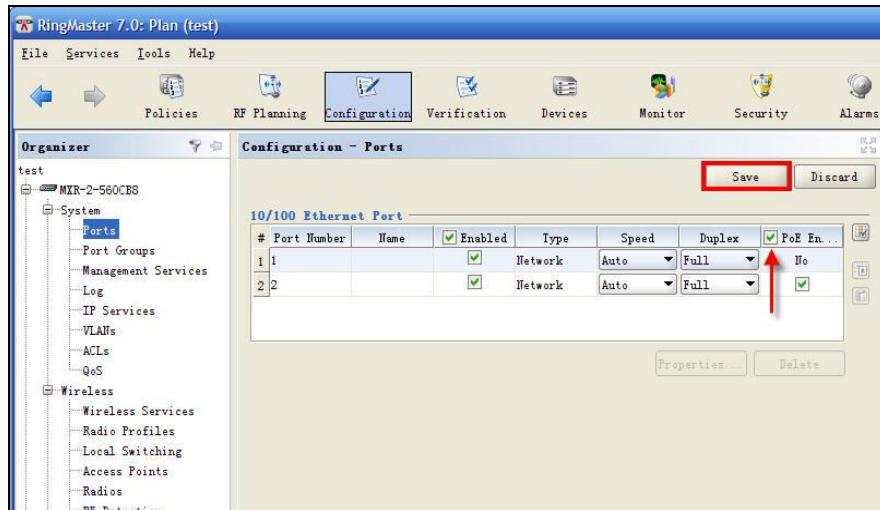


图 3-76 PoE 打开

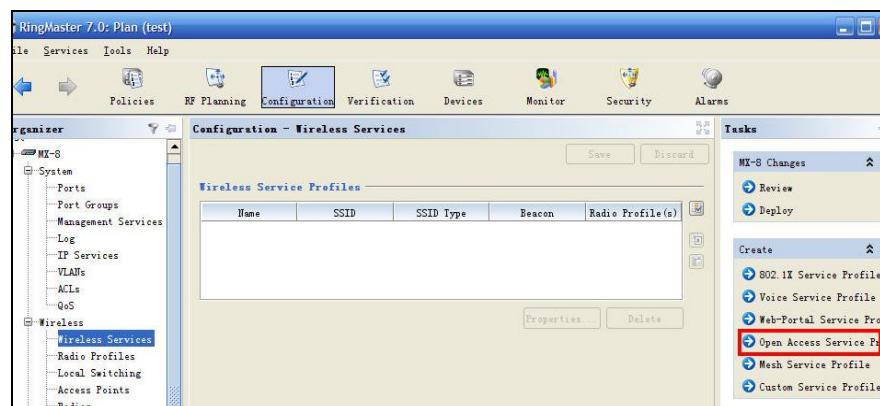


图 3-77 Open Access Service Profile

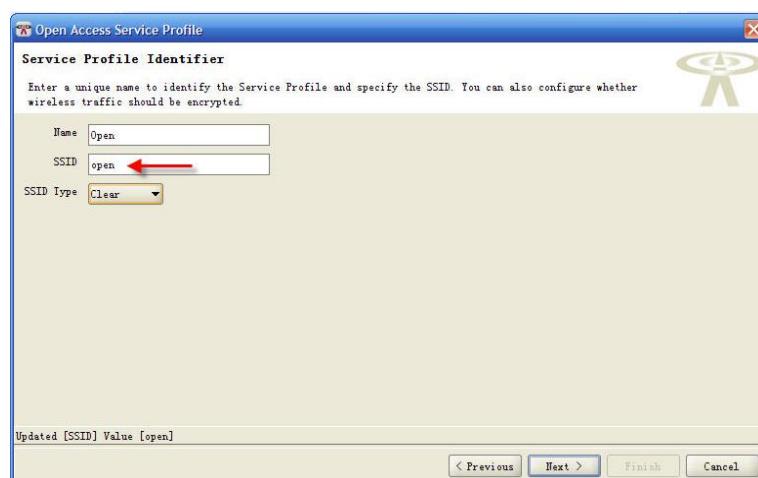


图 3-78 SSID

默认将用户的 VLAN 定义为 default VLAN，即用户联入这个 SSID 即会获得默认 VLAN 的 IP 地址，如图 3-79 所示。

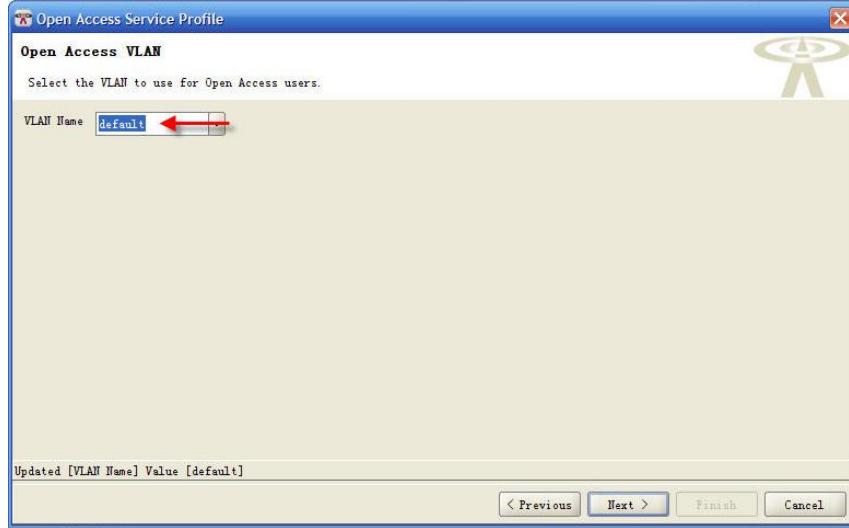


图 3-79 default VLAN

选择默认的 Radio Profile (Radio Profile 定义了 AP 的射频规则)，即该无线配置作用下的 AP 采用默认的射频规则，如图 3-80 所示。



图 3-80 Radio Profile

完成“开放式无线接入服务”的配置，选择 Deploy，下发配置到无线交换机，如图 3-81 所示。

配置完成，开放式无线接入网络建立完成。

(6) 测试该无线接入服务。

STA2 打开无线网卡，扫描 Open 这个 SSID，并获取 IP 地址，如图 3-82 所示。

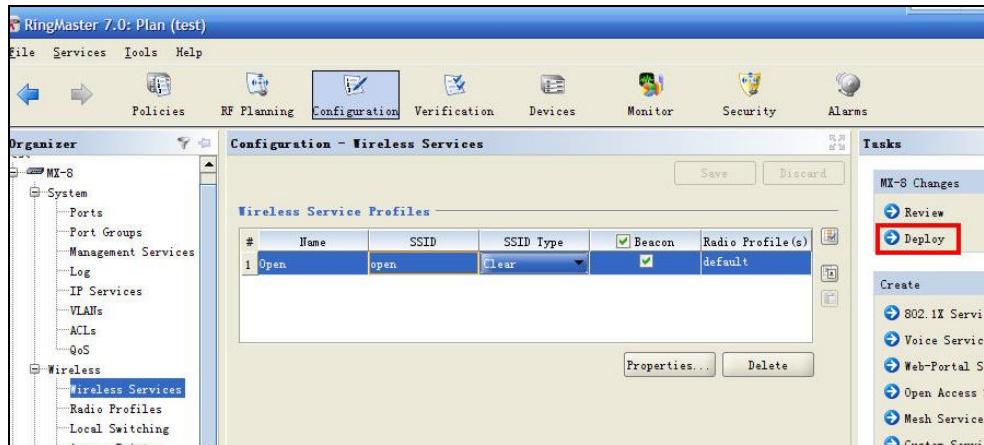


图 3-81 Deploy



图 3-82 连接状态

任务 2：构建中型企业无线网络。

【任务名称】构建中型企业无线网络

【任务分析】小李所在国有企业构建的无线企业网，由于企业人数众多，笔记本电脑用户数达到全公司的 50%。据调查其中有不少笔记本电脑是迅驰一代的芯片，只能支持 802.11b 协议。企业考虑到兼容性的问题，需要建设一个既能支持 802.11b，又能支持 802.11g 的无线网络，并且不能因为 802.11b 的用户存在而影响到 802.11g 用户的速率。

需要建设支持 802.11b 和 802.11g 的无线网络，并且不能因为 802.11b 的用户存在而影响到 802.11g 的 54Mb/s 速率。

要保证 802.11b/g 的无线客户端共存，需要采用支持 802.11g 保护模式的无线 AP。所以需要小李配置一个配置单频多模的无线网络。

【项目设备】1 台安装了 Windows XP 系统的计算机、1 块 RG-WG54U 无线网卡、1 台

MP-71/MP-372 无线 AP、1 台 MX-8/MXR-2 无线交换机、1 台 RingMaster 服务器。

【项目拓扑】拓扑如图 3-83 所示。

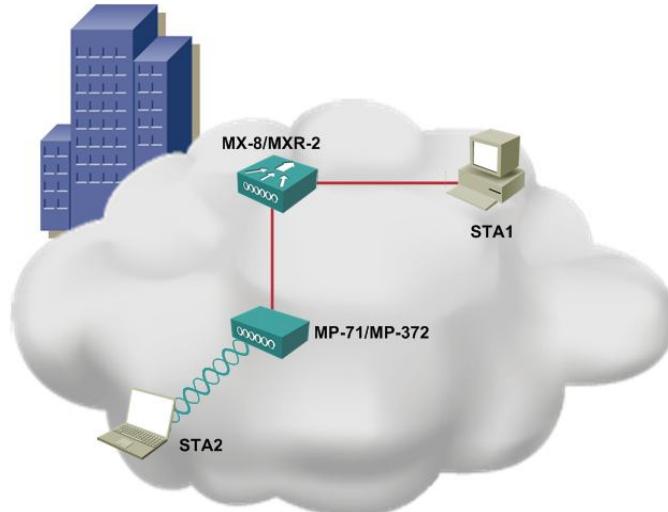


图 3-83 任务 2 实施拓扑

【项目实施】

(1) 配置无线交换机的基本参数。

无线交换机的默认 IP 地址是 192.168.100.1/24，因此将 STA-1 的 IP 地址配置为 192.168.100.2/24，并打开浏览器登录到 <https://192.168.100.1>，弹出如图 3-84 所示的对话框，单击“是”按钮。

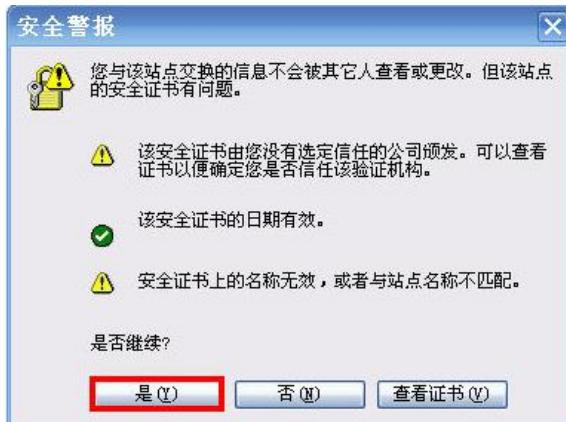


图 3-84 登录

系统的默认管理用户名是 admin，密码为空，如图 3-85 所示。

输入用户名和密码后就进入了无线交换机的 Web 配置页面，单击 Start 按钮，进入快速配置指南，如图 3-86 所示。



图 3-85 输入登录口令

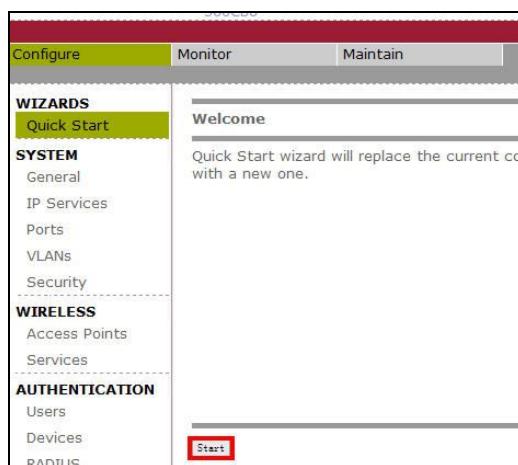


图 3-86 Quick Start Configure

选择管理无线交换机的工具 RingMaster，如图 3-87 所示。

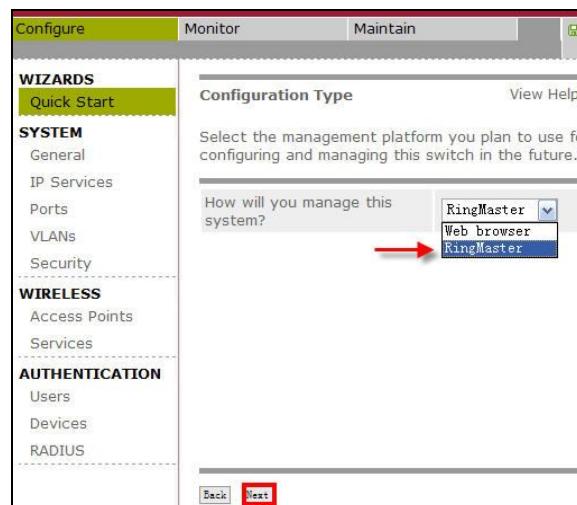


图 3-87 Quick Start Configuration Type

配置无线交换机的 IP 地址、子网掩码以及默认网关，如图 3-88 所示。

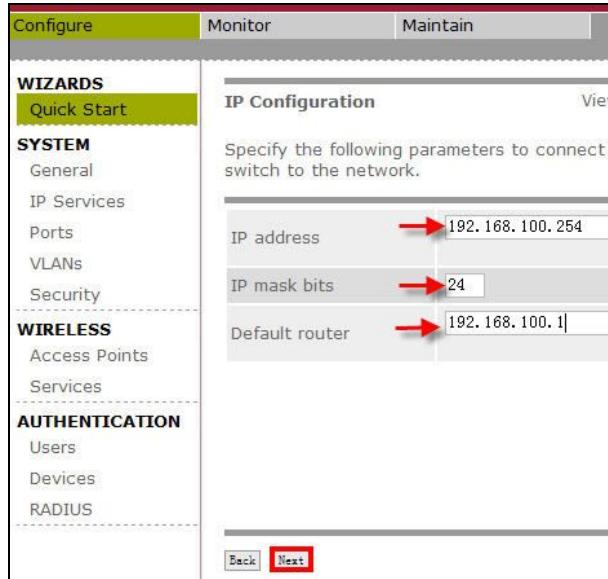


图 3-88 Quick Start IP Configuration

设置系统的管理密码，如图 3-89 所示。

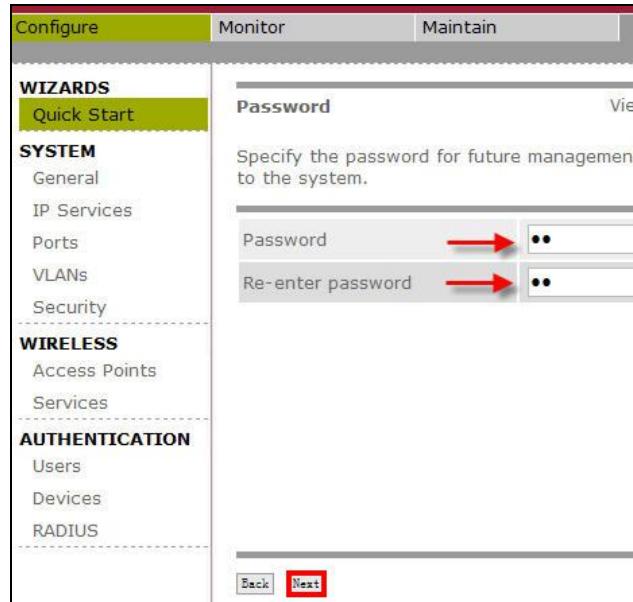


图 3-89 Quick Start Password

设置系统的时间和时区，如图 3-90 所示。

确认无线交换机的基本配置，如图 3-91 所示。

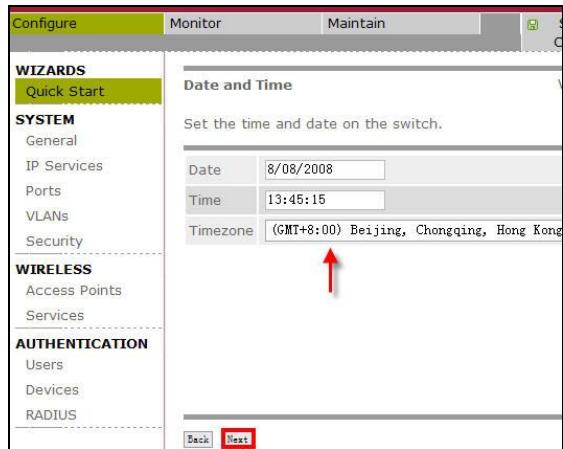


图 3-90 Quick Start Date and Time

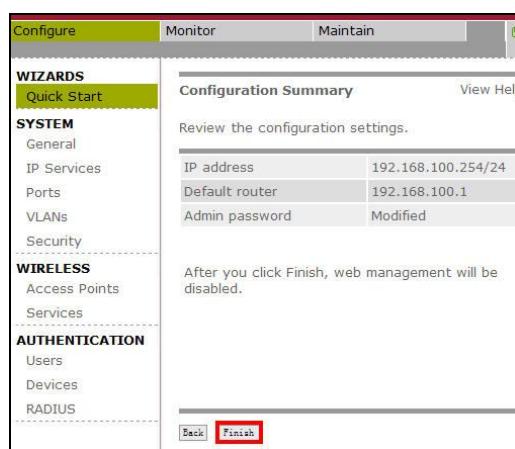


图 3-91 Quick Start Configuration Summary

完成无线交换机的基本配置。

(2) 通过 RingMaster 网管软件进行无线交换机的高级配置。

运行 RingMaster 软件，地址为 127.0.0.1，端口为 443，用户名和密码默认为空，如图 3-92 所示。



图 3-92 RingMater 登录

选择 Configuration，进入配置界面，并添加被管理的无线交换机，如图 3-93 所示。

输入被管理的无线交换机的 IP 地址、Enable 密码，如图 3-94 至图 3-96 所示。

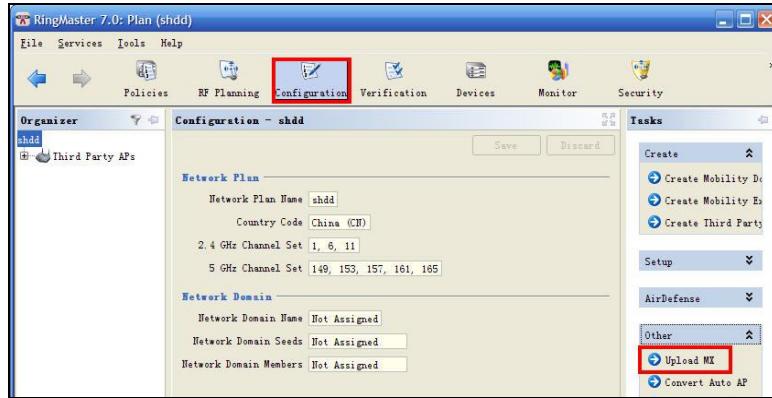


图 3-93 Configuration

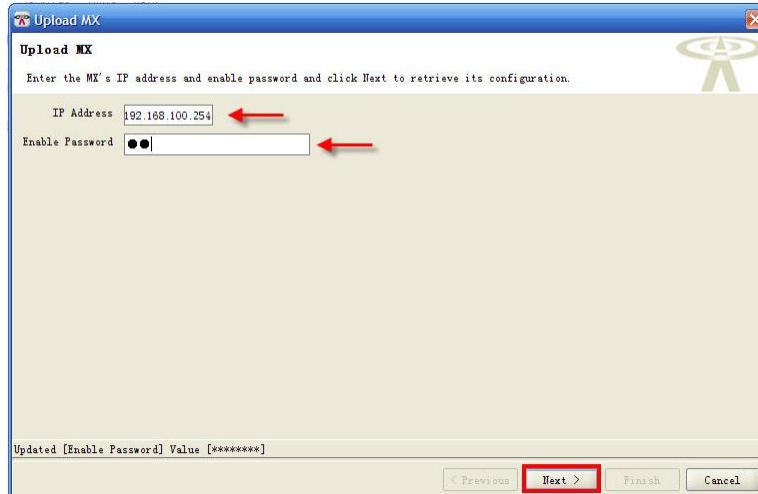


图 3-94 Enable 密码

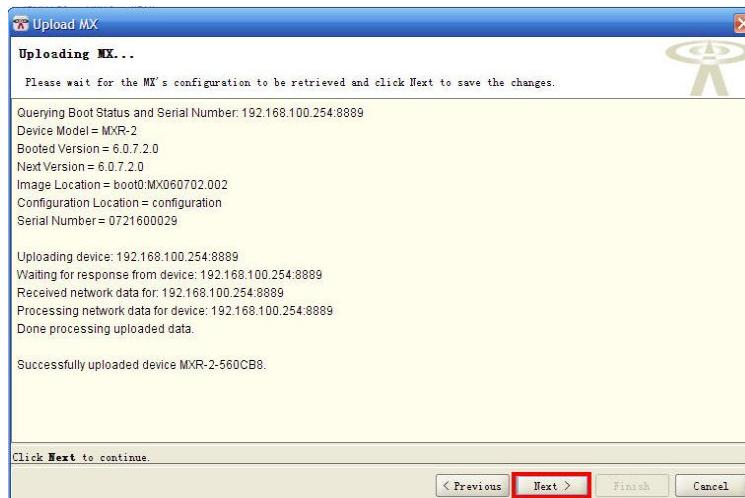


图 3-95 Uploading MX

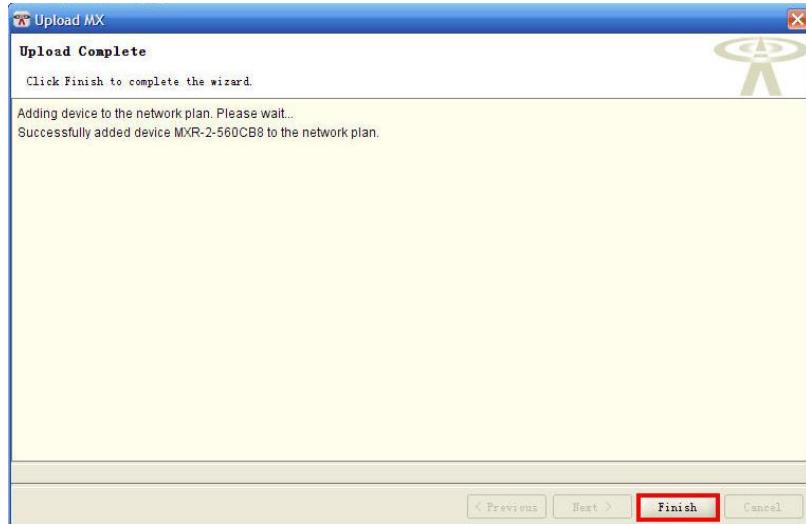


图 3-96 Upload Complete

完成添加后，进入无线交换机的操作界面，如图 3-97 所示。

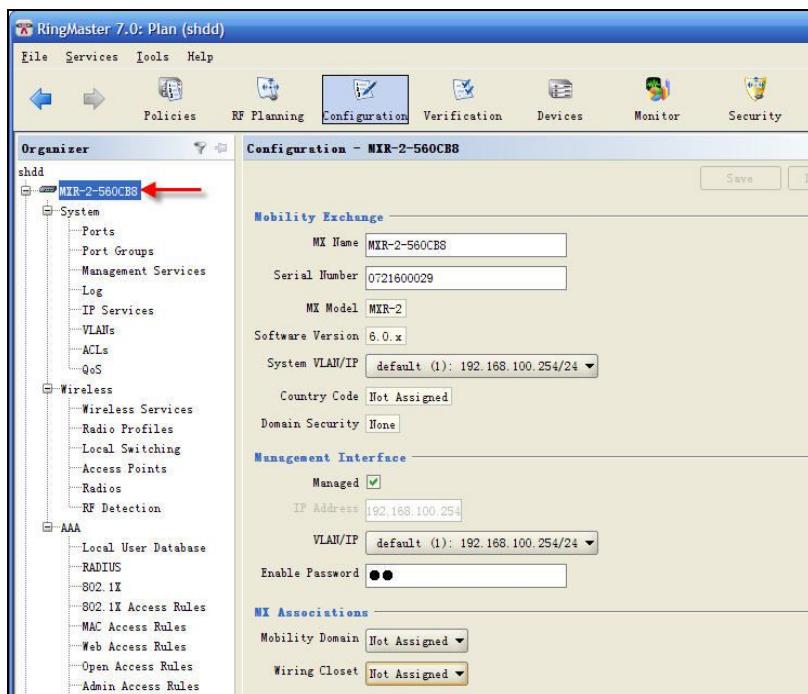


图 3-97 Configuration

(3) 配置无线 AP。

进入 Wireless→Access Point 选项，添加 AP，如图 3-98 所示。

为添加的 AP 命名，并选择连接方式，默认使用 Distributed 模式，如图 3-99 所示。

将需要添加的 AP 机身后面的 SN 号输入对话框，用于 AP 与无线交换机的注册过程，如图 3-100 所示。

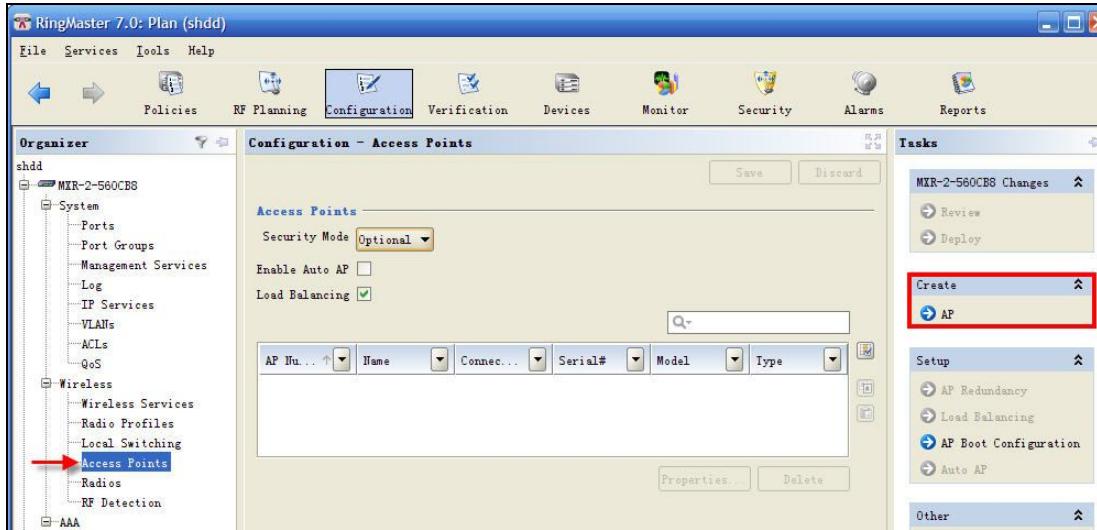


图 3-98 Access Point



图 3-99 Distributed

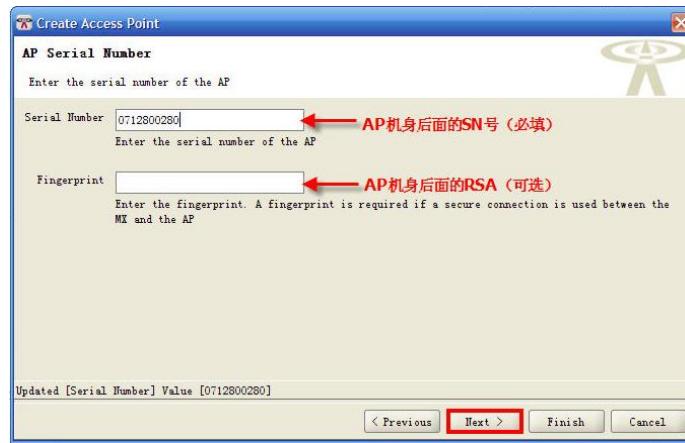


图 3-100 SN 号

选择添加 AP 的具体型号和传输协议，完成 AP 添加，如图 3-101 所示。

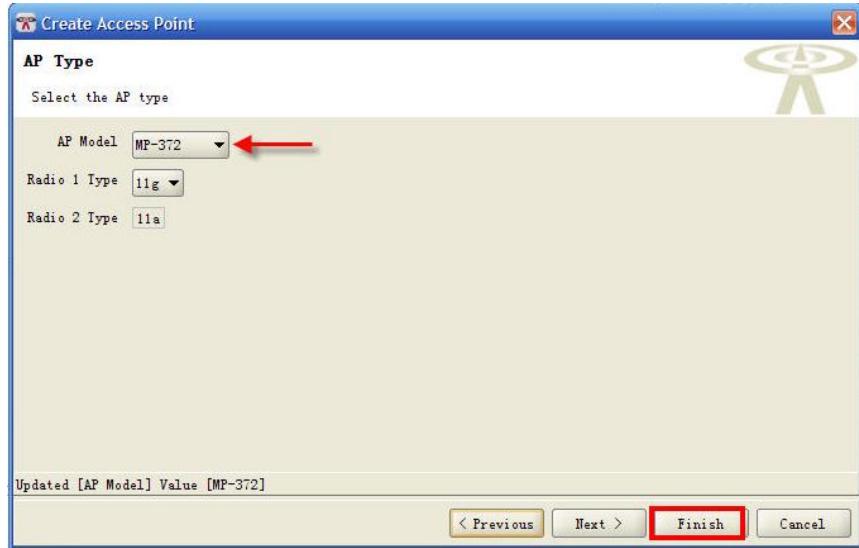


图 3-101 完成 AP 添加

(4) 配置无线交换机的 DHCP 服务器。

进入 System→VLANS 选项，选择 default VLAN，进行属性配置，如图 3-102 所示。

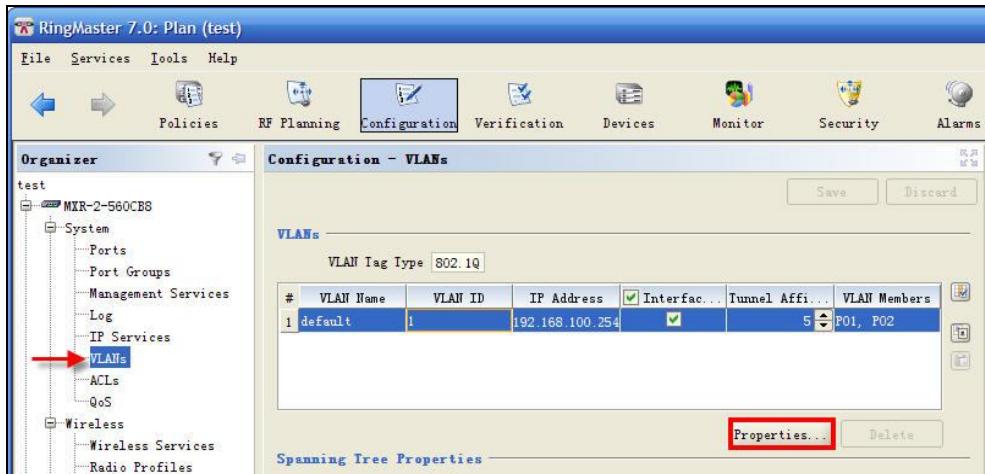


图 3-102 VLANS

进入 Properties→DHCP Server 选项，激活 DHCP 服务器，设置地址池和 DNS 并保存，如图 3-103 所示。

进入 System→Port 选项，将无线交换机的端口 PoE 打开并保存，如图 3-104 所示。

(5) 建立开放式的无线接入系统。

建立一个 Open Access Service Profile，如图 3-105 所示。

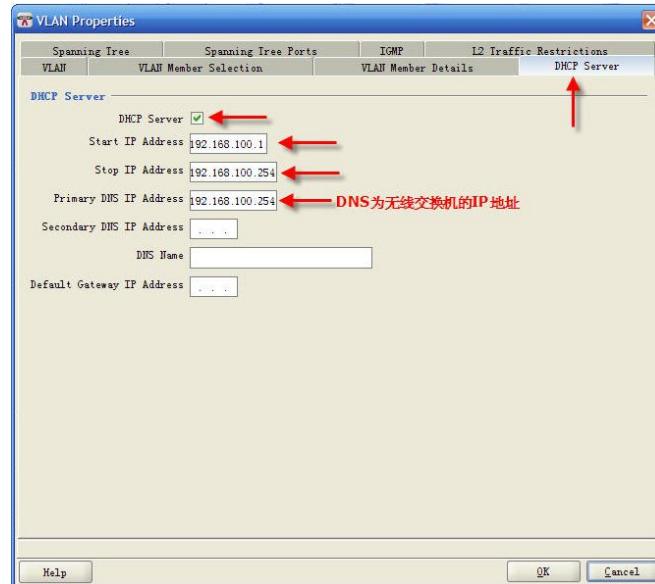


图 3-103 DHCP Server

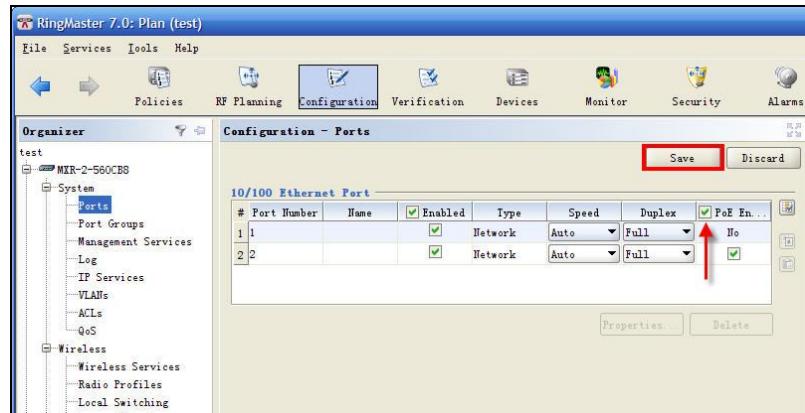


图 3-104 PoE 选项

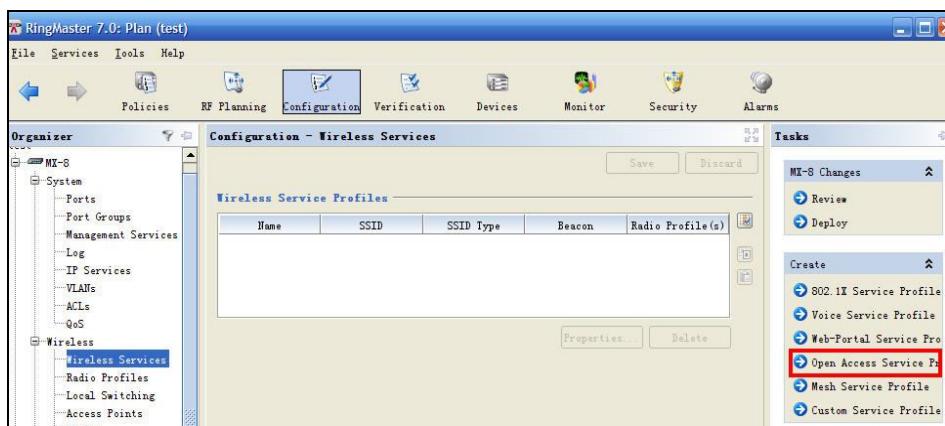


图 3-105 Open Access Service Profile

输入 SSID 名，由于是开放式的服务，因此 SSID Type 为 clear，即不加密，如图 3-106 所示。



图 3-106 SSID

默认将用户的 VLAN 定义为 default VLAN，即用户联入这个 SSID 即会获得默认 VLAN 的 IP 地址，如图 3-107 所示。

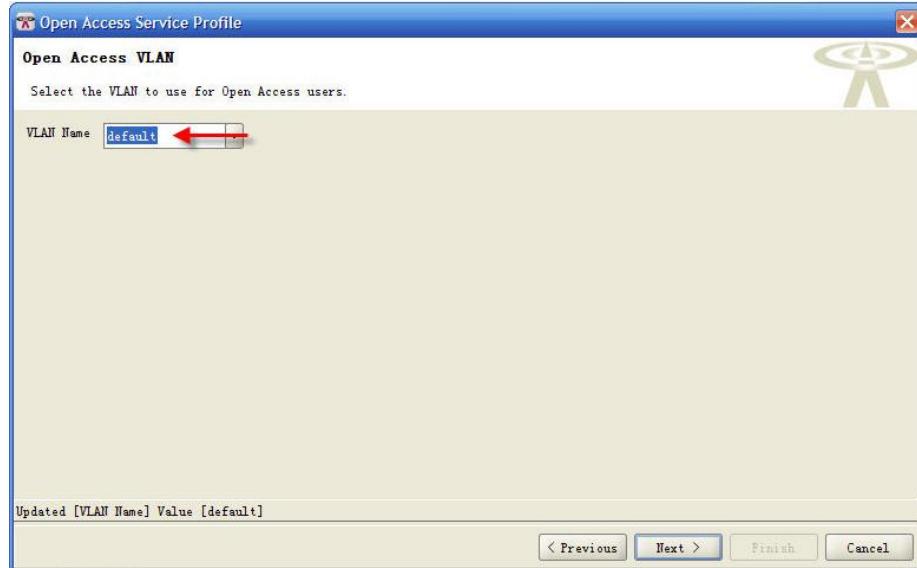


图 3-107 default VLAN

选择默认的 Radio Profile (Radio Profile 定义了 AP 的射频规则)，即该无线配置作用下的 AP 采用默认的射频规则，如图 3-108 所示。

完成“开放式无线接入服务”的配置，选择 Deploy，下发配置到无线交换机，如图 3-109 所示。

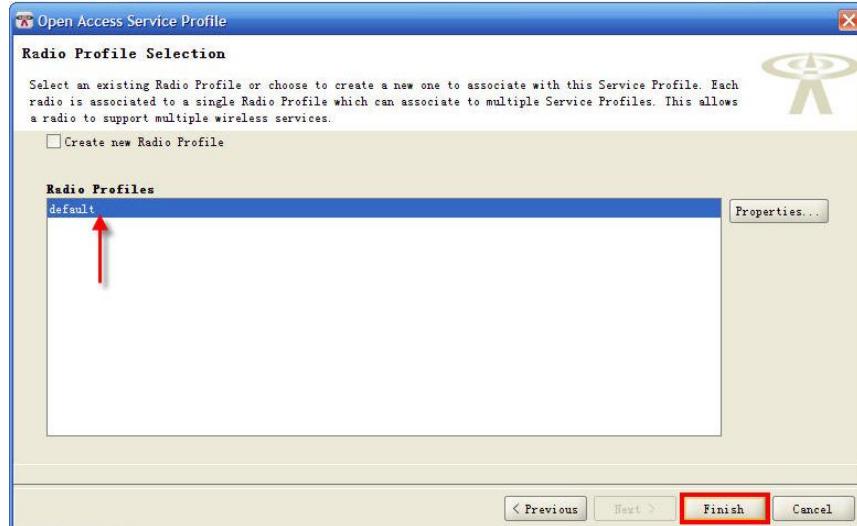


图 3-108 Radio Profile

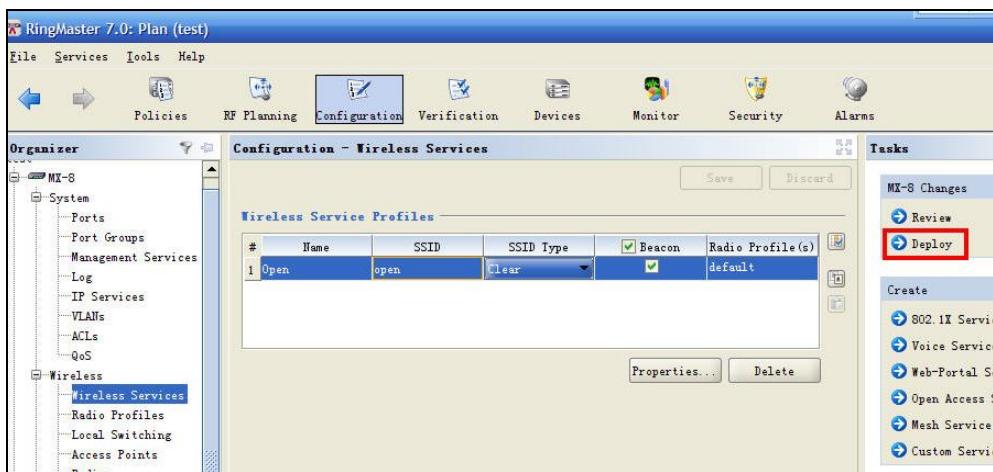


图 3-109 Deploy

配置完成，开放式无线接入网络建立完成。

(6) 测试 802.11b 和 802.11g 无线网卡的实际吞吐量。

将 STA2 的无线网卡配置成 802.11b 模式，关联上 Open SSID，并获取 IP 地址。

测试 STA2 到 STA1 的 FTP 下载速率。

将 STA2 的无线网卡配置成 802.11b 模式，关联上 Open SSID，并获取 IP 地址。

测试 STA2 到 STA1 的 FTP 下载速率。

任务 3：中型企业无线网升级无线交换机的软件版本。

【任务名称】中型企业网升级无线交换机的软件版本

【任务分析】小李所在的国企网络的无线交换机的软件版本 6.0 只支持 128 个 AP 的管理权，企业目前正在对无线网络进行扩容工作，需要无线交换机管理更多的 AP。目前只有 7.x 的版本可以支持 192 个 AP 的管理权限，因此需要将无线交换机的软件版本升级到 7.x。所以

需要小李对无线交换机进行版本的升级。

【项目设备】2台安装了Windows XP系统的计算机、1块RG-WG54U无线网卡、1台MP-71/MP-372无线AP、1台MX-8/MXR-2无线交换机、DB9（公头）-DB9的Console线缆。

【项目拓扑】拓扑如图3-110所示。

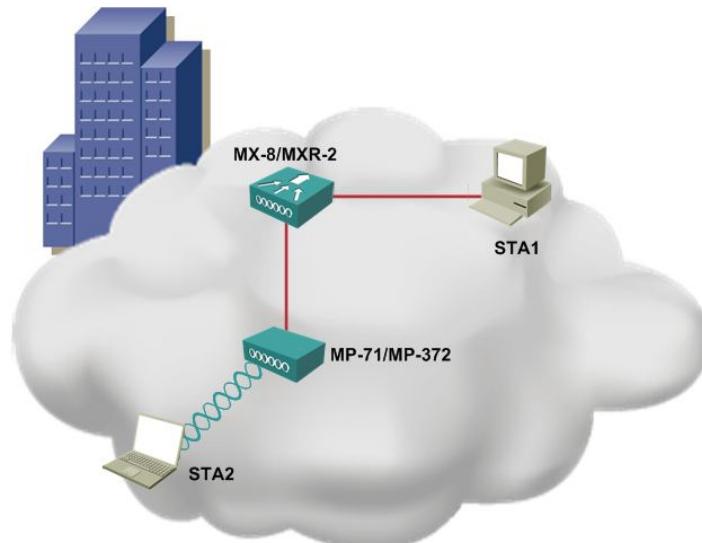


图3-110 任务3实施拓扑

【项目实施】

(1) 进入命令行配置模式，查看系统的软件版本情况。

输入dir，可以看到有两个boot镜像：boot0和boot1，有*号的表示正在运行的版本，没有*号的表示可以用来覆盖的镜像版本，如图3-111所示。

```
*MX-8# dir
=====
file: <-
Filename          Size      Created
file:MX062001.008 9872 KB   Dec 07 2007, 03:04:18
file:command_audit.cur 224 bytes Dec 18 2007, 11:28:02
file:config_001    19 KB    Dec 20 2007, 08:58:30
file:config_002    27 KB    Nov 03 2007, 09:44:50
file:config_6_0.bak 27 KB    Dec 07 2007, 03:17:22
file:configuration 22 KB    Jan 22 2008, 03:16:00
file:configuration.bak.5.0 28 KB    Nov 03 2007, 06:47:30
file:configuration.bak.6.0 27 KB    Dec 07 2007, 03:17:22
file:old_configuration 19 KB    Dec 17 2007, 04:58:56
ruijie-webaaa/      2048 bytes Dec 07 2007, 04:48:44
=====
Boot:
Filename          Size      Created
*boot0:MX062001.008 9872 KB   Dec 07 2007, 03:15:42
boot1:MX060402.008 8853 KB   Nov 03 2007, 09:32:34
=====
System Total:      28 Meg used, 76934 Kbytes free
=====
temporary files:
Filename          Size      Created
core:build_details 389 bytes Jan 22 2008, 02:50:41
core:command_audit.cur 6553 bytes Jan 22 2008, 04:16:13
Total:      6942 bytes used, 16298 Kbytes free
*MX-8# copy tftp://172.16.1.158/MX060501.200 boot1:MX060501.200
.....success: received 8074656 bytes in 88.674 seconds [ 91060 bytes/sec]
success: copy complete.
*MX-8# dir
```

图3-111 升级软件

(2) 配置 TFTP 服务器软件, 选择待升级的软件版本, 如图 3-112 所示。



图 3-112 配置 TFTP 服务器

(3) 导入新的软件版本到 boot1, 使用如下升级命令:

Copy tftp://ip-address/file.name boot{0/1}:file.name

例如 copy tftp://172.16.1.158/MX060501.200 boot1:MX060501.200。

(4) 升级完成后, 检查软件版本是否正确。

输入 dir, 检查 boot1 是否为要升级的版本, 如图 3-113 所示。

```
*MX-8# dir
=====
file:
Filename          Size      Created
file:MX062001.008  9872 KB   Dec 07 2007, 03:04:18
file:command_audit.cur  224 bytes Dec 18 2007, 11:28:02
file:config.001    19 KB    Dec 20 2007, 08:58:30
file:config.002    27 KB    Nov 03 2007, 09:44:50
file:config_6_0.bak 27 KB    Dec 07 2007, 03:17:22
file:configuration  22 KB    Jan 22 2008, 03:16:00
file:configuration.bak.5.0  28 KB    Nov 03 2007, 06:47:30
file:configuration.bak.6.0  27 KB    Dec 07 2007, 03:17:22
file:old_configuration  19 KB    Dec 17 2007, 04:58:56
ruijie-webaaa/
                           2048 bytes Dec 07 2007, 04:48:44
=====
Boot:
Filename          Size      Created
*boot0:MX062001.008  9872 KB   Dec 07 2007, 03:15:42
boot1:MX060501.200  7885 KB   Jan 22 2008, 04:25:06
=====
System Total:      27 Meg used, 77902 Kbytes free
=====
temporary files:
Filename          Size      Created
core:build_details  389 bytes Jan 22 2008, 02:50:41
core:command_audit.cur  6858 bytes Jan 22 2008, 04:25:06
Total: _           7247 bytes used, 16298 Kbytes free
```

图 3-113 升级完成

(5) 设置无线交换机下次启动时的版本。

输入 set boot partition boot1, 选择下一次启动的软件为 boot1。

输入 reset system force, 重新启动无线交换机, 升级完成。

任务 4: 中型企业无线网络消除 AP 间射频干扰。

【任务名称】中型企业无线网络消除 AP 间射频干扰

【任务分析】国企网管员小李发现用户无线上网总是出现频繁掉线、速率低的情况。通过 Network Stumbler 软件发现部分区域信道干扰非常严重, 亟需解决信道干扰问题。这样需要小李消除 AP 间射频干扰问题, 解决无线上网用户掉线问题。

【项目设备】 2 台安装了 Windows XP 系统的计算机、1 块 RG-WG54U 无线网卡、1 台 MP-71/MP-372 无线 AP、1 台 MX-8/MXR-2 无线交换机、1 台安装有无线网管 RingMaster 的服务器。

【项目拓扑】 拓扑如图 3-114 所示。

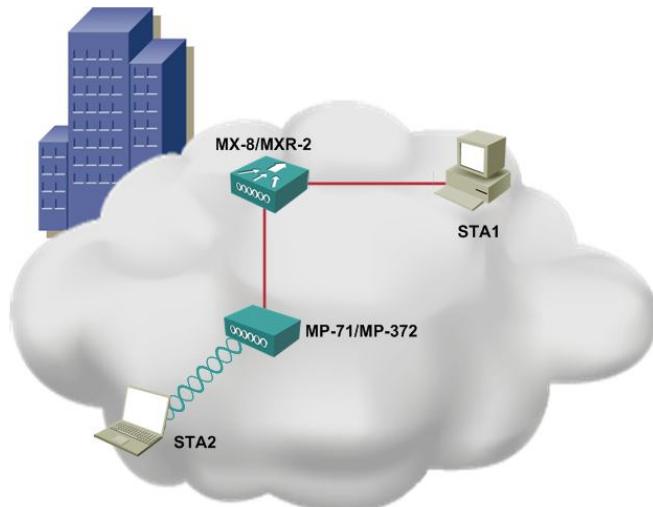


图 3-114 任务 4 实施拓扑

【项目实施】

(1) 配置无线交换机的基本参数。

无线交换机的默认 IP 地址是 192.168.100.1/24，因此将 STA-1 的 IP 地址配置为 192.168.100.2/24，并打开浏览器登录到 <https://192.168.100.1>，弹出如图 3-115 所示的对话框，单击“是”按钮。

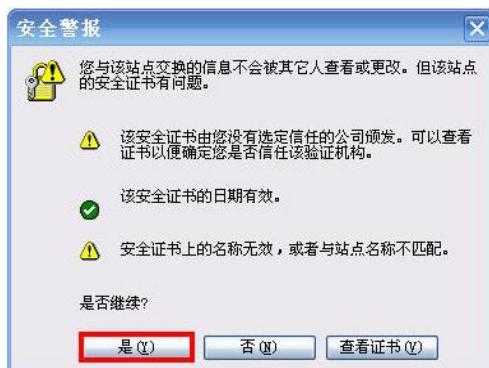


图 3-115 安全登录

系统的默认管理用户名是 admin，密码为空，如图 3-116 所示。

输入用户名和密码后就进入了无线交换机的 Web 配置页面，单击 Start 按钮，进入快速配置指南，如图 3-117 所示。



图 3-116 输入用户名和口令

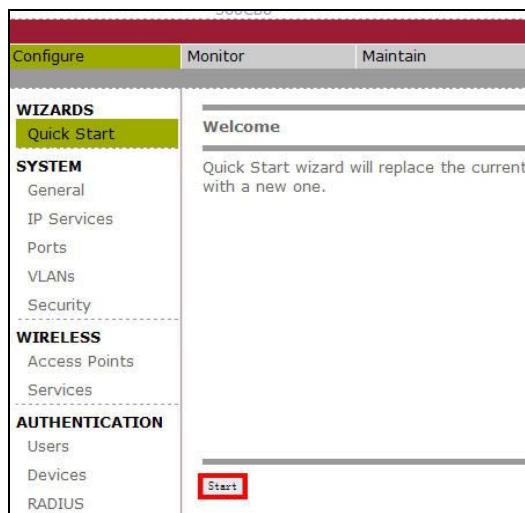


图 3-117 Quick Start Configure

选择管理无线交换机的工具 RingMaster，如图 3-118 所示。

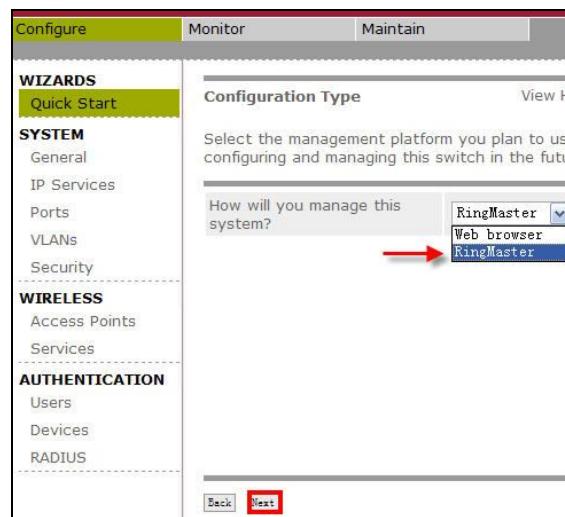


图 3-118 Quick Start Configuration Type

配置无线交换机的 IP 地址、子网掩码以及默认网关，如图 3-119 所示。

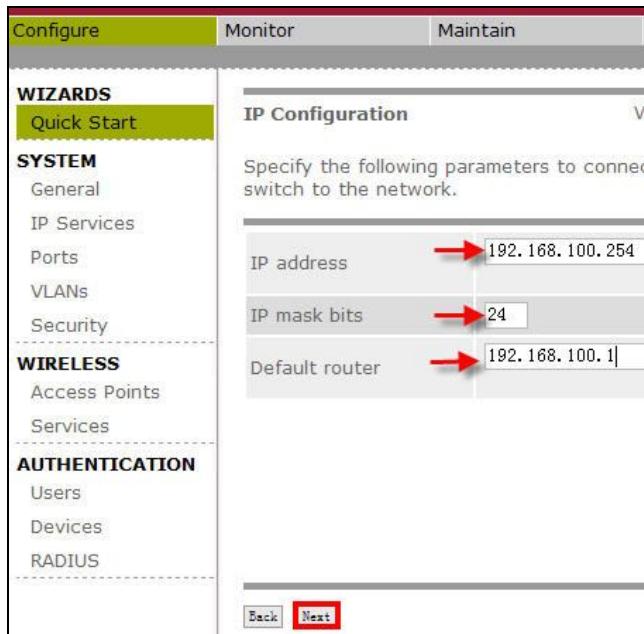


图 3-119 Quick Start IP Configuration

设置系统的管理密码，如图 3-120 所示。

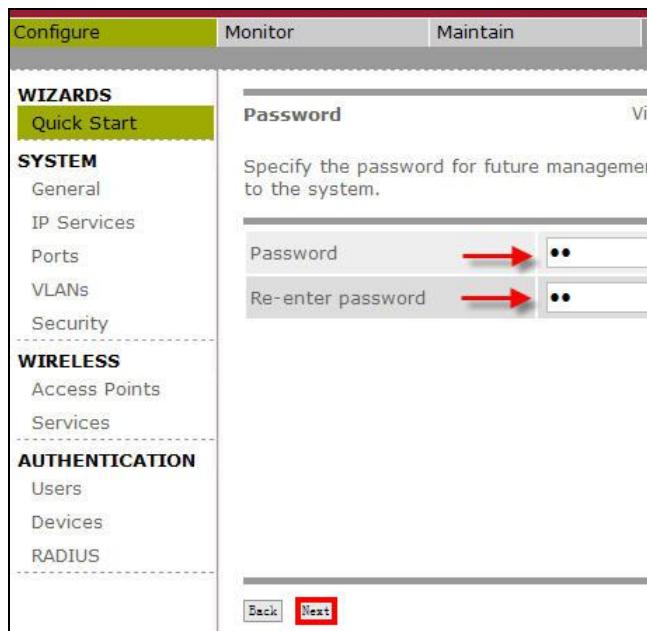


图 3-120 Quick Start Password

设置系统的时间和时区，如图 3-121 所示。

确认无线交换机的基本配置，如图 3-122 所示。

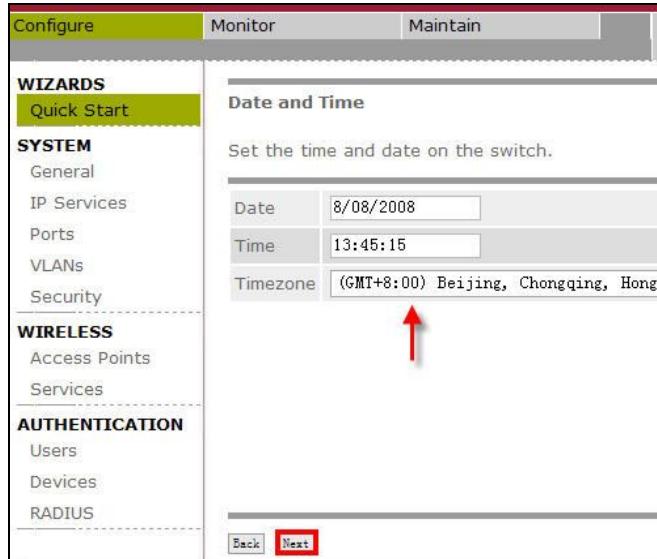


图 3-121 Quick Start Date And Time

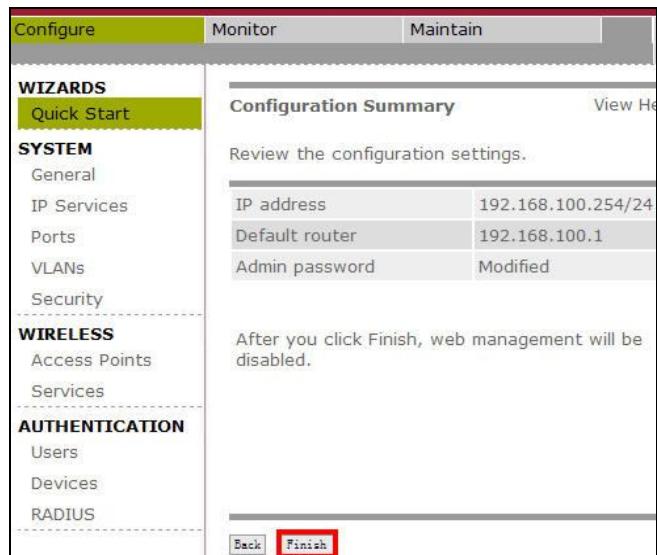


图 3-122 Quick Start Configuration Summary

完成无线交换机的基本配置。

(2) 通过 RingMaster 网管软件进行无线交换机的高级配置。

运行 RingMaster 软件, 地址为 127.0.0.1, 端口为 443, 用户名和密码默认为空, 如图 3-123 所示。

选择 Configuration 进入配置界面, 并添加被管理的无线交换机, 如图 3-124 所示。

输入被管理的无线交换机的 IP 地址、Enable 密码, 无线交换机会自动完成配置的更新, 如图 3-125 至图 3-127 所示。



图 3-123 RingMaster

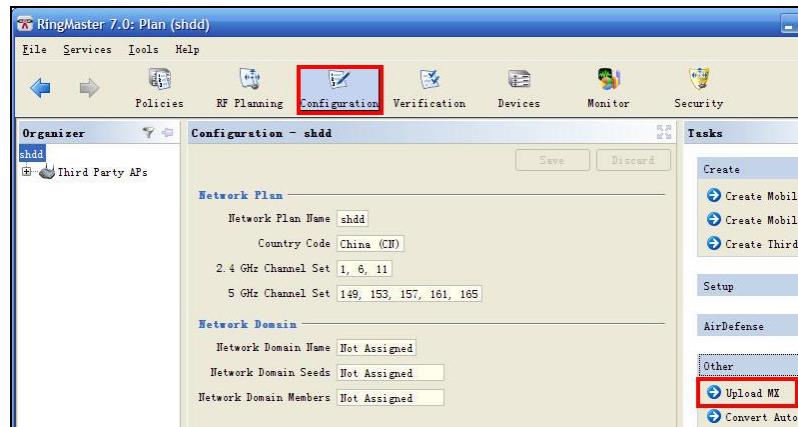


图 3-124 Configuration

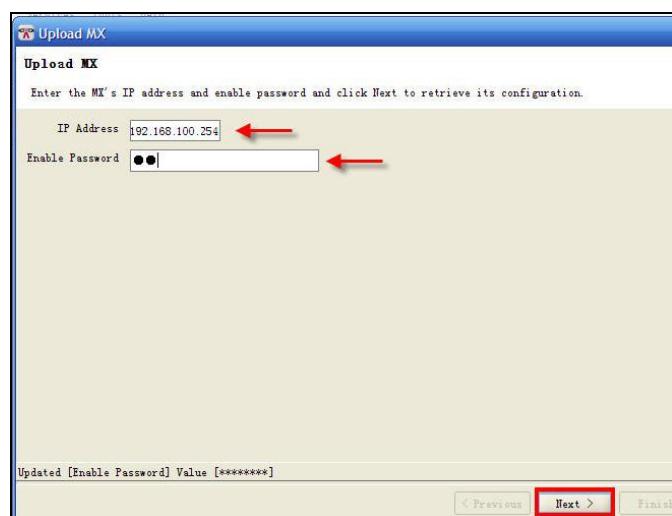


图 3-125 Enable 密码

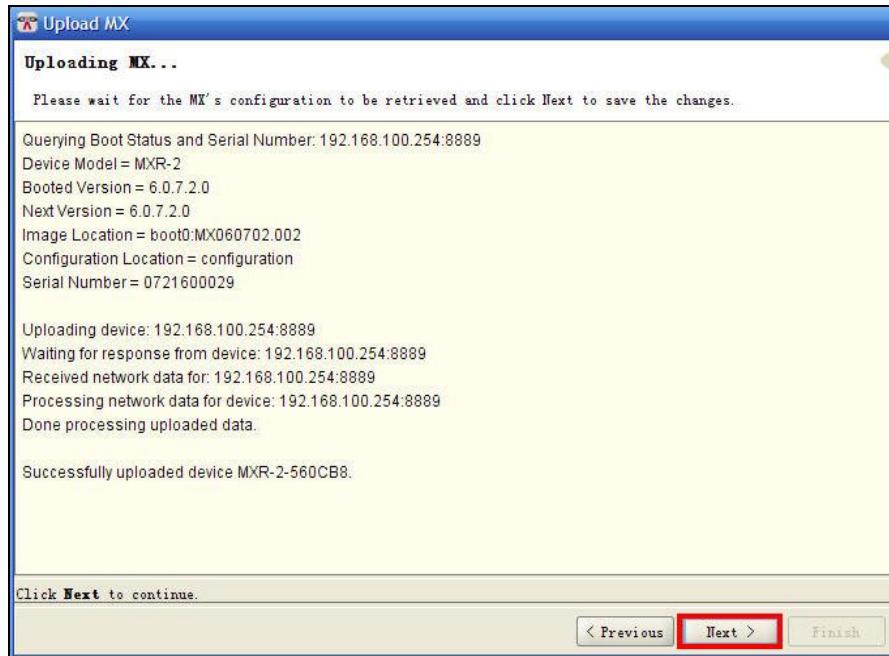


图 3-126 Uploading MX

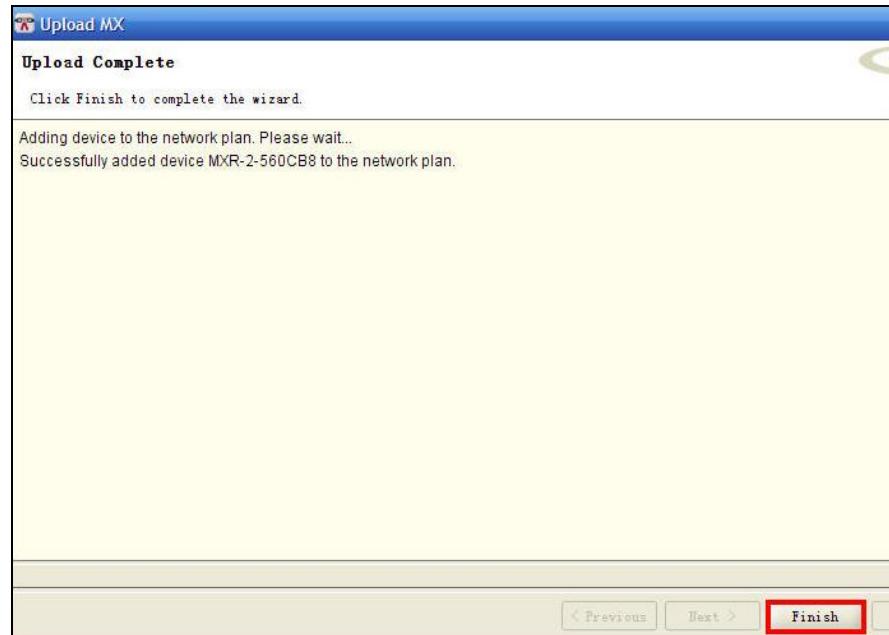


图 3-127 Uploading MX

完成添加后，进入无线交换机的操作界面，如图 3-128 所示。

第三步：配置无线 AP。

进入 Wireless→Access Point 选项，添加 AP，如图 3-129 所示。

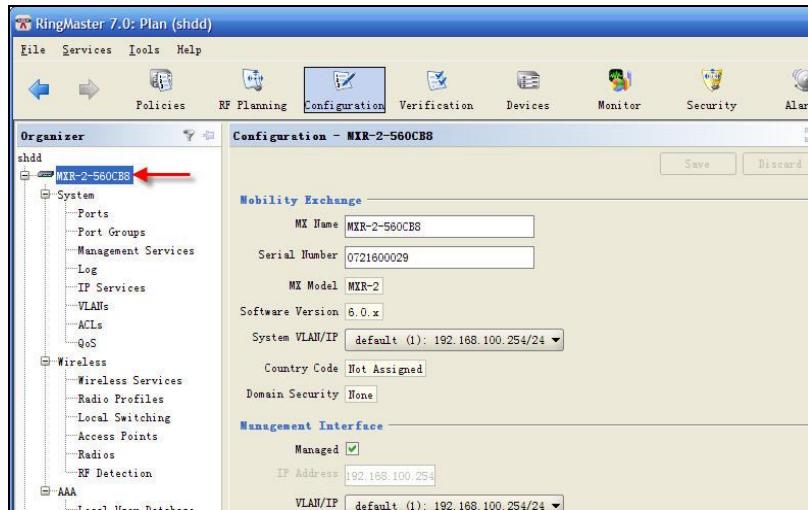


图 3-128 Configuration



图 3-129 Access Point

为添加的 AP 命名，并选择连接方式，默认使用 Distributed 模式，如图 3-130 所示。



图 3-130 Distributed

将需要添加的 AP 机身后面的 SN 号输入对话框，用于 AP 与无线交换机的注册过程，如图 3-131 所示。

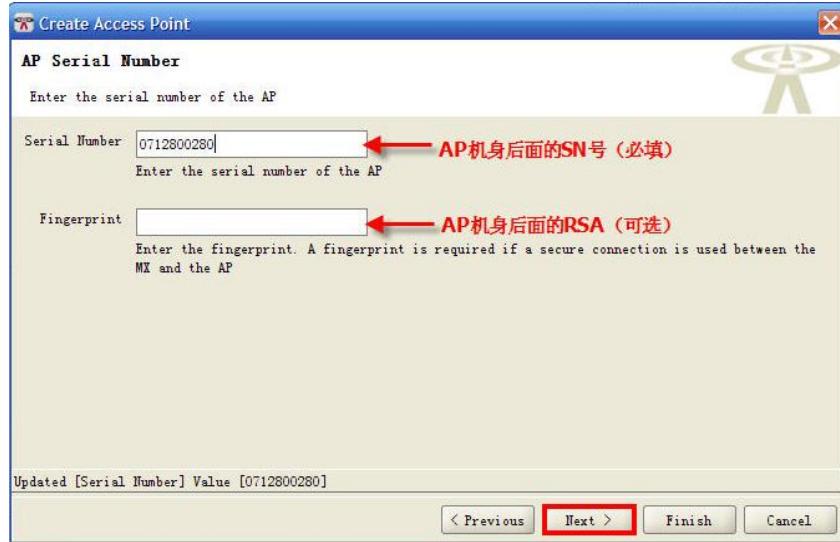


图 3-131 SN 号

选择添加 AP 的具体型号（本例中采用 2 台 MP-71），如图 3-132 所示。

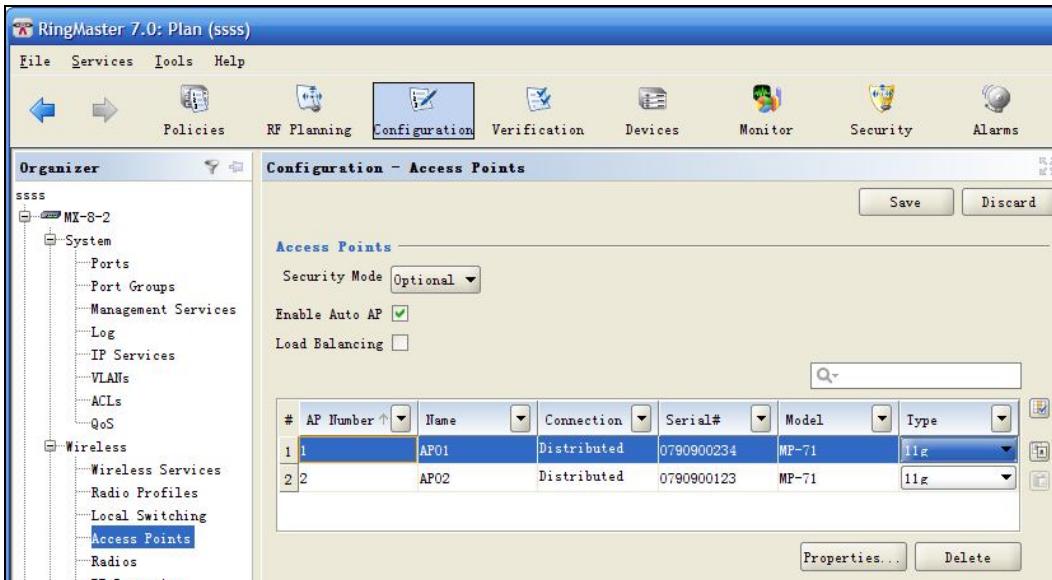


图 3-132 添加 AP

（4）配置无线交换机的 DHCP 服务器。

进入 System→VLANs 选项，选择 default VLAN，进行属性配置，如图 3-133 所示。

进入 Properties→DHCP Server 选项，激活 DHCP 服务器，设置地址池和 DNS 并保存，如图 3-134 所示。

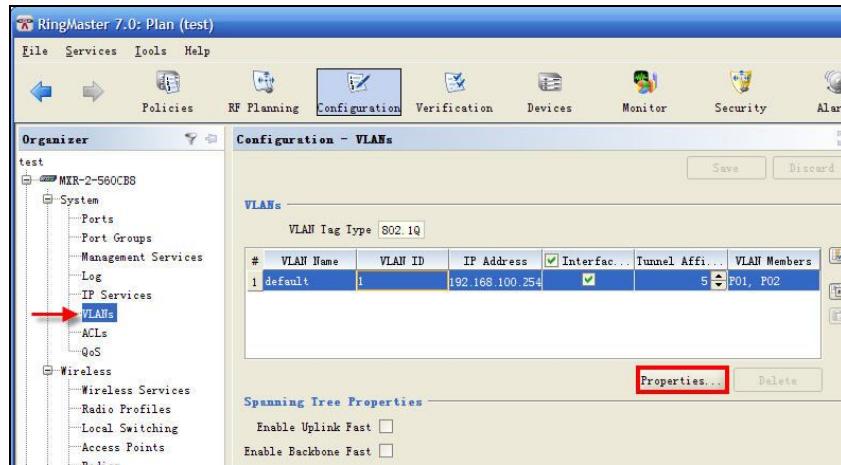


图 3-133 VLANs

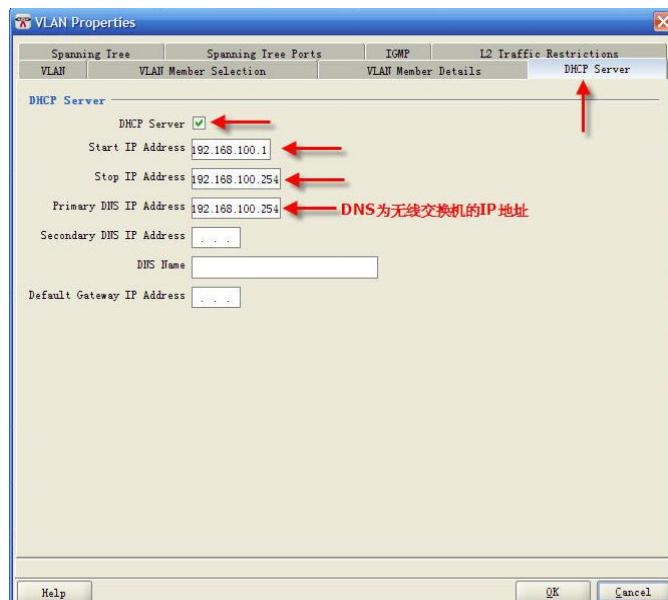


图 3-134 DHCP Server

进入 System→Port 选项，将无线交换机的端口 PoE 打开并保存，如图 3-135 所示。

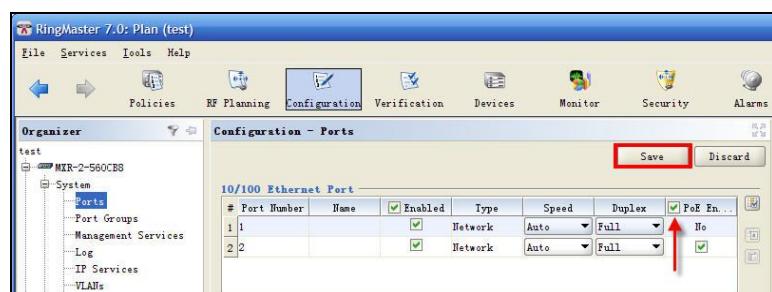


图 3-135 PoE 配置

(5) 建立一个开放式的无线服务。

(6) 进入 Radio Profiles 界面, 选择 Properties 栏, 如图 3-136 所示。

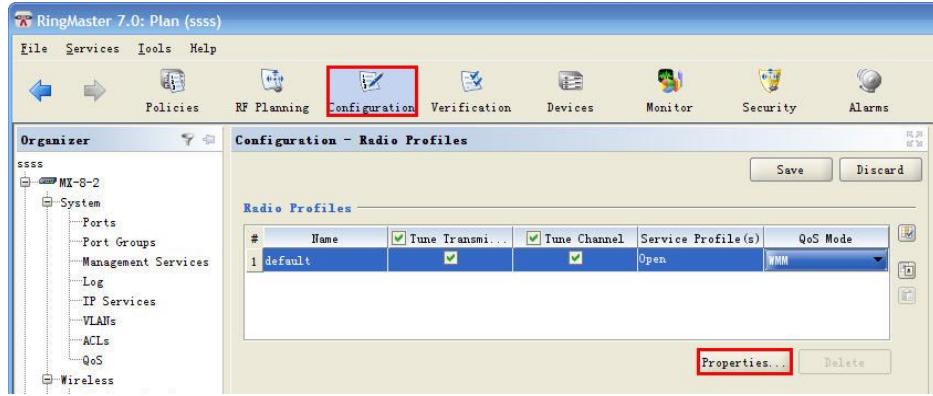


图 3-136 Radio Profiles

进入 Auto Tune 选项, 取消 Tune Channel 和 Tune Tranmit Power 的选中, 即关闭信道自动调整和功率自动调整功能 (默认配置下, 该选项是选中的), 如图 3-137 所示。

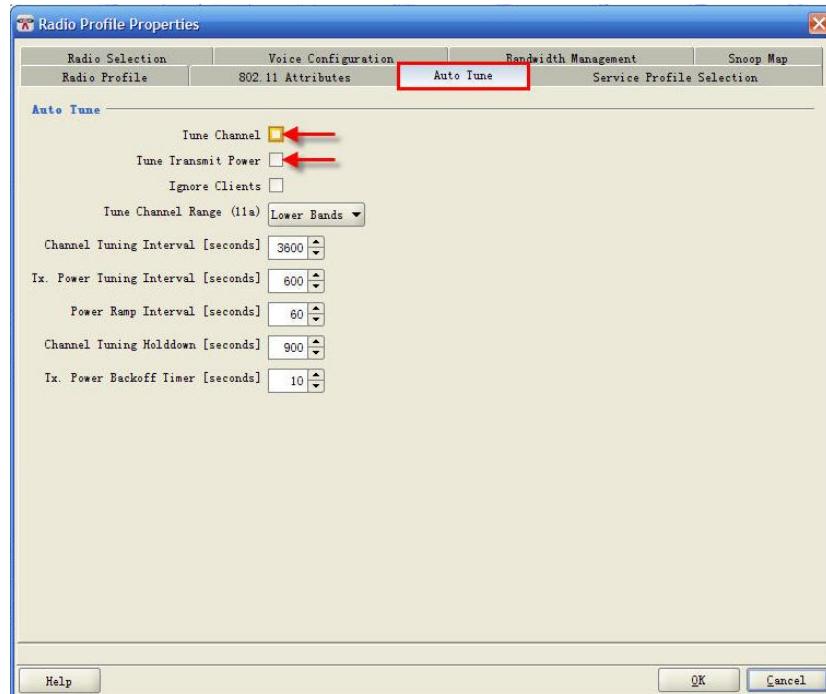


图 3-137 Auto Tune

选择 Deploy, 下发配置到无线交换机, 配置完成, 如图 3-138 所示。

打开 Network Stumbler, 查看两个 AP 的信号状态, 如图 3-139 和图 3-140 所示。

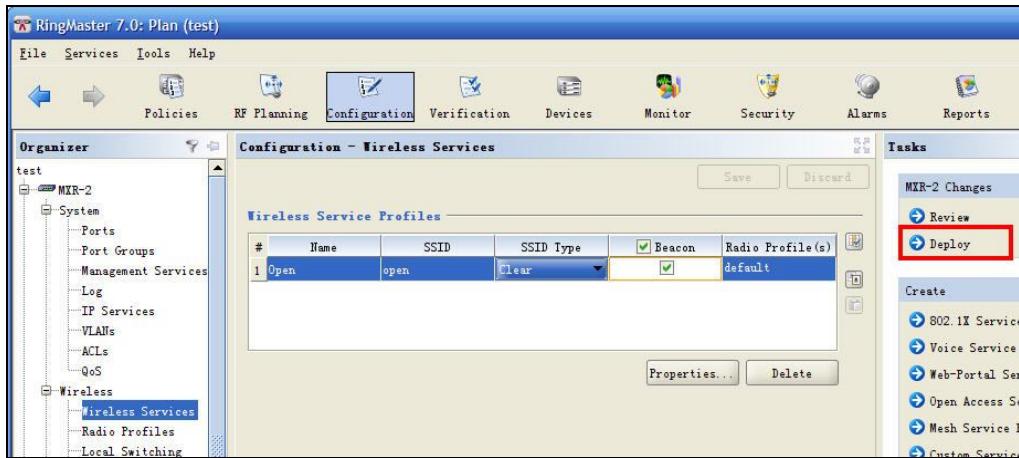


图 3-138 Deploy

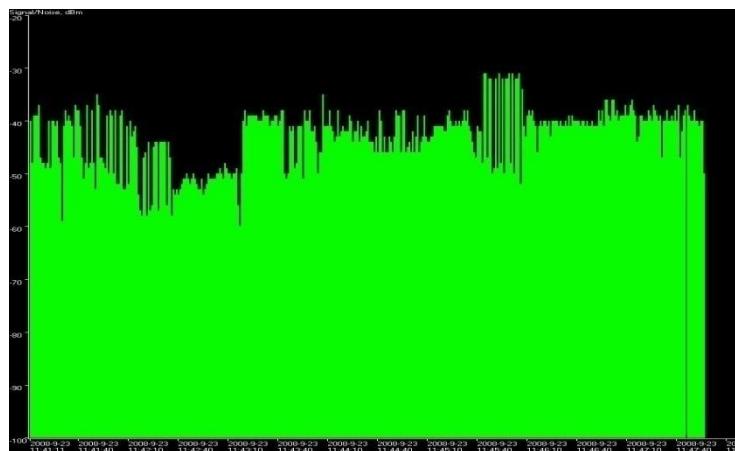


图 3-139 查看 AP1 的信号状态

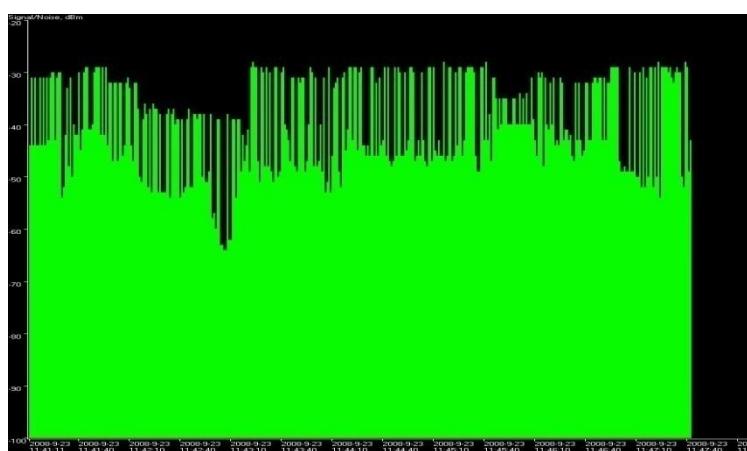


图 3-140 查看 AP2 的信号状态

根据曲线可以看出：两个 AP 的信号曲线非常不稳定，正是由于信道干扰和功率过大而造

成的。

(7) 开启自动信道和功率调整。

回到 Radio Profiles 界面, 将 Tune Channel 和 Tune Tranmit Power 选中, 即开启信道自动调整和功率自动调整功能, 重新测试两个 AP 的信号曲线, 如图 3-141 和图 3-142 所示。

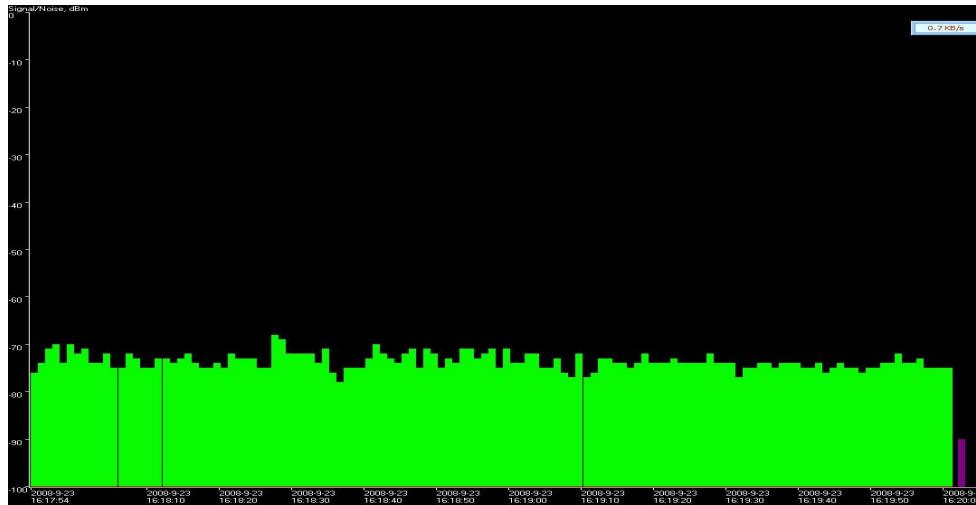


图 3-141 测试 AP1 的信号曲线

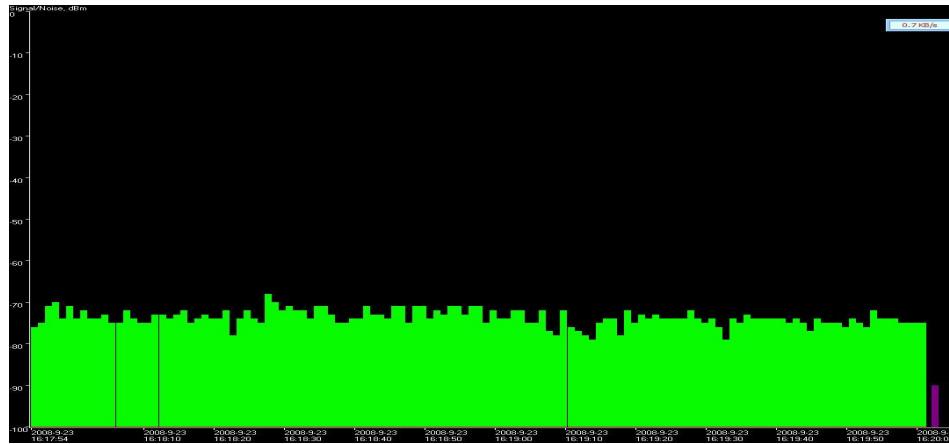


图 3-142 测试 AP2 的信号曲线

根据曲线可以看出: 两个 AP 的信号曲线比较平整, 功率较调整前有所下调。

思考与操作

一、填空题

1. _____ 使用机械式电子交换方式在一个会话的源端和目的端之间建立一条电路。
2. _____ 调制信号的振动速率, 这个速率是用信号在一秒内传输的波长数表示的。

3. 频率的单位是_____。
4. AM 通过改变一个发射的无线电波的_____来传输它。
5. _____ 使用每个分组可以使用的最佳路径在节点之间路由分组。
6. _____ 通过大气传播并且由天线接收的电磁波。
7. _____ 将多个会话的消息分段插入到单个介质中传播。
8. 振荡无线电波在特定时期内出现的波长数量是它的_____。
9. _____ 是一种使用宽频谱进行调制的技术。
10. _____ 使用调幅合并数据和载波信号的波形。
11. 几乎所有实际天线的辐射方向图和其他特性都基于_____天线的特性。
12. 天线增加到信号中的功率称为_____。
13. 可以使用_____帮助连接到天线的电缆线路和电气设备免遭强大电流的破坏。
14. 天线其他的信号广播到的区域称为_____。
15. 内置到大多数标准 WLAN 设备中的天线类型是_____天线。
16. _____天线在一个方向上广播它的信号。
17. 天线产生的信号总功率称为_____。
18. 天线最常用到的电缆类型称为_____电缆。
19. 天线系统的电缆线路经常用到的连接器类型有_____和_____。
20. 为了保证信号能正确接收，发送机和接收机都应该使用相同的_____。

二、选择题

1. () 交换方法使用机械式电子交换方式在一个会话的源端和目的端之间建立一条电路。
 - A. AM
 - B. 电路交换
 - C. FM
 - D. 分组交换
2. 两种扩频调制方式是()。
 - A. AMSS
 - B. DSSS
 - C. FHSS
 - D. FMSS
3. 使用()联网设备在分组交换网中转发分组。
 - A. 集线器
 - B. 局域网交换机
 - C. 网络接入点 (NAP)
 - D. 路由器
4. () 电磁波通过大气传播并且由发送数据信号的天线接收。
 - A. 伽马射线
 - B. 红外光波
 - C. 无线电波
 - D. 紫外光波
5. () 信号传输方法将多个会话的消息分段放到单个介质上传送。
 - A. DSSS
 - B. FHSS
 - C. 调制
 - D. 多路复用
6. 以下()术语用于描述无线电波的高度。
 - A. 振幅
 - B. 频率
 - C. 调制
 - D. 波长
7. AM 通过改变发射的无线电波的()参数来传输它。
 - A. 振幅
 - B. 频率
 - C. 调制
 - D. 信号强度
8. FM 通过改变发射的无线电波的()参数来传输它。
 - A. 振幅
 - B. 频率
 - C. 调制
 - D. 信号强度
9. 兆赫兹用于描述无线电波的()参数。

- A. 振幅 B. 频率 C. 调制 D. 波长
10. 以下（ ）射频多路复用技术使用时隙在单个介质上传输多个数据流。
 A. AM B. FDM C. FM D. TDM
11. 使用（ ）计算结果来度量天线产生的总功率。
 A. EIRP B. 功率 C. 辐射 D. EARP
12. 使用（ ）概念上的天线作为所有真实天线的基础。
 A. 全向天线 B. 定向天线 C. 各向同性天线 D. 微波天线
13. 可以在天线和接入点之间添加（ ）设备，来帮助减少暴风雨可能对设备造成的破坏。
 A. 接地杆 B. 避雷器 C. 避雷杆 D. SMA
14. 用（ ）来度量天线所产生的总功率。
 A. EIRP B. TFO C. 辐射 D. Pout
15. 天线和 WLAN 接入点之间最常使用（ ）类型的电缆线路。
 A. UTP B. STP C. 同轴电缆 D. 光纤
16. 对于同轴电缆和天线应用来说，以下（ ）不是常用的连接器标准。
 A. N-类 B. RJ-45 C. SMA D. TNC
17. 以下（ ）不是 WLAN 系统中使用的天线类型。
 A. 地面站 B. 平板天线
 C. 安装在天花板上天线 D. 抛物面天线
18. 使用（ ）类型的天线要把辐射方向图对准某一特定区域。
 A. 定向天线 B. 全向天线 C. 各向同性天线、 D. 智能天线
19. 用于描述天线在信号中所增加的功率放大器的术语是（ ）。
 A. 衰减 B. 增益 C. 损耗 D. 电压
20. 必须在发射机和接收机上配置传输信号的（ ）特性，以保证信号的正确接收。
 A. 功率 B. 增益 C. EIRP D. 极化方向

三、项目实施

请自己设计的一个无线网络，撰写一个无线网络设计方案，需要涉及设备选型、AP 的安装位置、无线的设备配置等方面。