

华为园区网络 WLAN 分布式架构

技术白皮书



摘 要

敏捷分布式 Wi-Fi 对传统 AC+AP 的架构进行了创新。在原有的 AC+AP 的架构的基础上，引入了中心 AP，将原来 AC 和 AP 的功能在 AC+中心 AP+RU 上进行了重新分配。本文将介绍什么是敏捷分布式 Wi-Fi，以及敏捷分布式 Wi-Fi 是如何实现的。

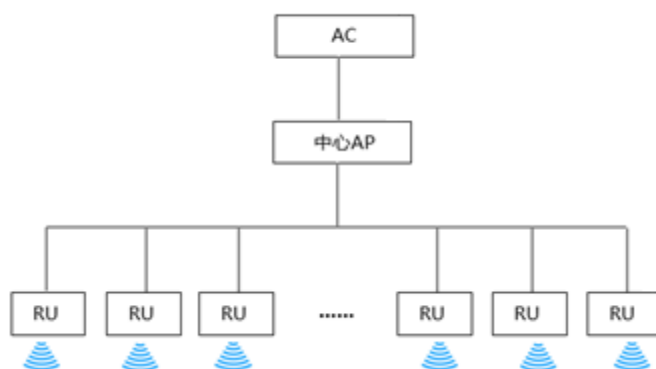
目 录

摘 要	ii
1 产生背景	1
2 技术实现	3
2.1 敏捷分布式 Wi-Fi 的业务部署	4
2.2 敏捷分布式 Wi-Fi 的 AP 上线流程	6
2.3 敏捷分布式 Wi-Fi 的业务的处理优化	8
2.4 同频网漫游方案	10
3 客户价值	12
4 典型应用	14
4.1 密集房间覆盖场景	14
4.2 SMB 场景	15
4.3 无线医疗	16
4.4 园区场景	17
A 缩略语	18

1 产生背景

随着各种智能终端以及 PAD 的普及，Wi-Fi 进入爆发性的增长阶段。据相关机构预测：到 2019 年，Wi-Fi 数据流量预计将超过有线数据流量。Wi-Fi 爆发性的增长带来了海量用户的接入与漫游，同时各类应用场景对 Wi-Fi 也提出了各种功能和性能的需求。在这些场景面前，现有 AC+AP 架构显得有些无法适应。比如，在 AC+AP 架构中，用户关联请求/重关联请求报文都需要上送 AC 处理，当海量用户接入或者漫游时，这些报文上送 AC 处理对 AC 的冲击是巨大的，造成 AC 出现性能瓶颈；如果把这些报文都放在每个 AP 本地作处理，AP 的负担也会越来越重。再比如，在教育（宿舍）、酒店（房间）以及医疗（病房）等密集房间场景中，为了解决每个独立的房间的覆盖，通常采用将 AP 上天线拉远的方式把信号引入各个房间。但这种方案存在拉远距离受限（距离拉得越远，信号衰减越大），同时多个房间共享一个 AP，性能存在瓶颈等问题。

图1-1 敏捷分布式 Wi-Fi 架构



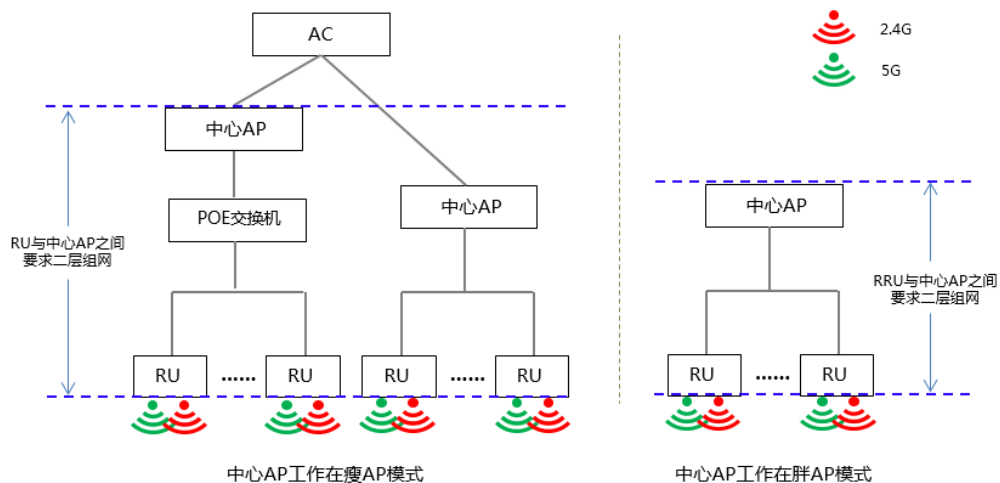
为了应对网络规模和应用不断升级带来的挑战，华为推出了敏捷分布式 Wi-Fi，如上图所示，其包括 AC、中心 AP 和 RU 三部分。敏捷分布式 Wi-Fi 将传统的 AP 创新性地分解为中心 AP 和 RU（Radio Remote Unit）两个独立的设备，并将业务模型进行了在 AC、中心 AP 和 RU 上做了重新分配和部署。这种革新的架构卸载了传统 AC 和 AP 的负荷，提升了性能和规模组网能力；解决了教育（宿舍）、酒店（房间）以及医疗（病房）等密集房间场景中信号衰减导致的拉远距离受限和多个房间共享一个射频带来的

性能瓶颈问题；同时，这种层次化和模块化的架构也为各种特性的创新和性能持续提升带来了各种的可能。

2 技术实现

为了保证足够的灵活性，适配不同的应用场景，敏捷分布式 Wi-Fi 的中心 AP 提供了两种不同的工作模式：胖 AP 模式和瘦 AP 模式。当中心 AP 工作在胖 AP 模式时，不需要 AC，自己完成组网。中心 AP 可以对 RU 进行管理和配置，多应用于 SMB 这种部署少量 AP 的场景（中心胖 AP 可管理的最大 RU 数取决于所选用的中心 AP 形态）。中心 AP 工作在瘦 AP 模式时，需要 AC 一起完成组网，多应用于园区这种规模部署 AP 的场景。

图2-1 敏捷分布式 Wi-Fi 典型组网



无论是瘦中心 AP 还是胖中心 AP，本身都不直接提供射频，都需要通过 RU 收发无线信号。RU 本质就是一个从传统 AP 上剥离出来拉远的射频模块，通过网线直接连接到中心 AP 或者通过 PoE 交换机再连接到中心 AP。这里需要说明的是，不管是直接连接中心 AP 还是通过 PoE 交换机中转再连接中心 AP，都要求 RU 和中心 AP 之间必须满足二层组网，这是由 RU 需要通过广播发现中心 AP 的方式决定的。

在这种全新的架构下，AP 上线的流程发生了一些变化（多了一层设备：RU），也让传统的 WLAN 的功能在 AC、中心 AP 和 RU 之间进行了重新的分配和部署。基于这种新的业务部署，部分 WLAN 业务的处理也发生了变化。同时这种层次化和模块化的架构也为各种特性的创新提供了条件。基于这种全新的架构，华为推出了同频网（SFN）漫游的方案。

2.1 敏捷分布式 Wi-Fi 的业务部署

当中心 AP 是瘦 AP 时，敏捷分布式架构是一种三层架构；当中心 AP 是胖 AP 时，敏捷分布式架构是一种二层架构。WLAN 的业务模型在这两种架构下的部署模型也是不一样的。

1、中心 AP 为瘦 AP（三层架构）

与传统的 AC+AP 的 Wi-Fi 架构相比，三层敏捷分布式 Wi-Fi 改变了网络的架构层次，业务模型也在不同层次的网元上进行了重新部署和分配。当中心 AP 为瘦 AP 时，各自网元的业务部署模型如下图所示。

图2-2 中心瘦 AP 时的业务部署模型



- RU

RU 本质就是一个从传统 AP 上剥离出来拉远的射频模块。只负责与 802.11 相关的空口报文的处理，其通过 CAPWAP 隧道与中心 AP 进行通信。不同 RU 之间是独立的射频，不存在共享射频的问题。RU 将从空口收到的 802.11 报文直接转换成 802.3 的报文上送到中心 AP 进行处理或者将来自中心 AP 的 802.3 的报文转换成 802.11 的报文从空口发送出去。

- 中心 AP

中心 AP 保留了原来 AC+AP 架构中 AP 的功能（除了射频部分），并增加了部分 AC 的功能，比如终端关联控制，中心 AP 内切换等功能。同时增加了对 RU 的管理功能。其他传统 AP 中部署的 QoS，ACL 等宽带业务相关的功能和业务转发相关的功能仍然存在。其与 AC 之间的通信仍然通过 CAPWAP 隧道进行，与 RU 之间的通信也是通过 CAPWAP 隧道进行。

- AC

AC 部署了 AP 管理，用户管理等 WLAN 组件相关的业务。同时部署了作为业务网关时的功能如 NAC，DHCP 等。另外还部署了业务转发相关的功能。

三层架构下引入的中心 AP 是一个关键的角色。向上，中心 AP 帮助 AC 处理了部分业务，分流了对 AC 业务处理需求，分担了 AC 的负载。向下，传统 AP 的转发、频谱分析和统计数据采集等功能上移到了中心 AP，RU 仅承担射频的处理，释放了 RU 的处理能力。同时，中心 AP 还负责对 RU 的管理，在网络层次变成三层的情况下，仍然保持配置管理上为两层的扁平架构。中心 AP 也为 RU 间的协同提供了天然的平台，为一些先进特性功能的创新创造了条件。总的来说，中心 AP 的引入提升了整体的网络能力（包括组网能力和创新能力），但配置管理并没有变得更复杂。

2、中心 AP 为胖 AP（二层架构）

当中心 AP 为胖 AP 时，敏捷分布式架构是一种二层架构，仅包括中心 AP 和 RU 两部分，业务部署模型如下图所示。

图2-3 中心胖 AP 时的业务部署模型



各个网元的功能如下：

- RU

RU 与中心 AP 是瘦 AP 时的功能是一样的，请参考中心为瘦 AP 的描述。

- 中心 AP

中心 AP 是胖 AP 时，在原来中心瘦 AP 功能的基础上增加了原来 AC 的功能。相当于中心胖 AP 等于中心瘦 AP 加上 AC。

二层架构的敏捷分布式 Wi-Fi，组网不再依赖于独立的 AC，中心胖 AP 充当了 AC 的角色，可实现自组网、自管理。中心胖 AP 集成了业务网关，可以为用户提供网关等相关功能。中心胖 AP 还集成了交换端口，提供交换端口和 PoE 供电等能力。另外，中心胖 AP 还保留了丰富的综合业务演进能力。

二层架构的敏捷分布式 Wi-Fi 特别适用于 SOHO，SMB 和多分支组网的场景。

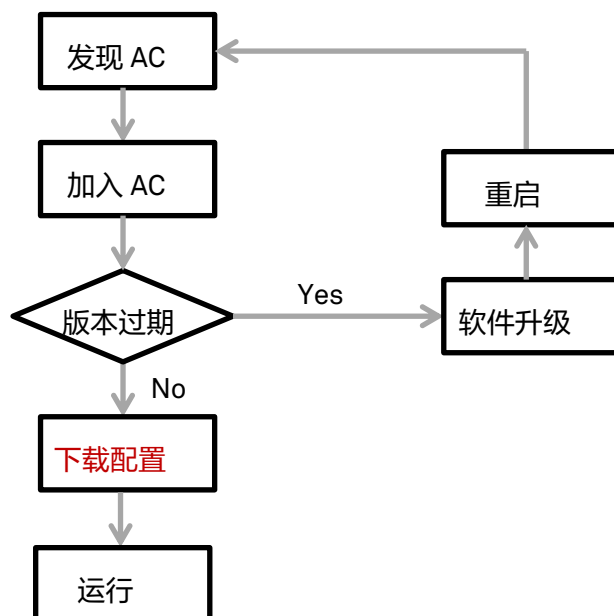
2.2 敏捷分布式 Wi-Fi 的 AP 上线流程

中心 AP 是瘦 AP 场景下，AP 上线涉及到中心 AP 和 RU 的上线。这两个网元的上线存在先后顺序，即先中心 AP 上线再 RU 上线，并且 RU 的配置是从中心 AP 上获取的。中心 AP 是胖 AP 场景下，只涉及到 RU 上线。

1、中心 AP 上线

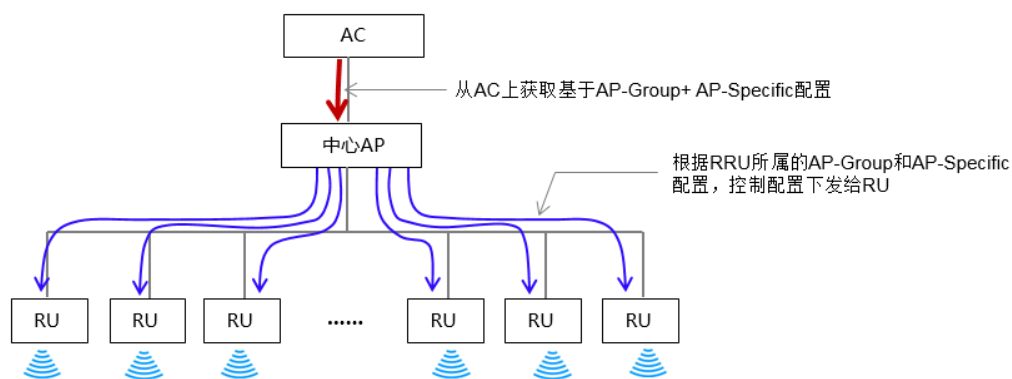
中心 AP 上线与普通的瘦 AP 上线过程并没有什区别。AP 上线是 CAPWAP 协议里定义的一个标准流程，下图中给出了 AP 上线整个过程（DTLS 加密是可选的，在 AP 上线的流程中没有体现）。在上线过程中的每个阶段 AP 和 AC 之间具体需要做哪些交互，在本文中不一一做具体介绍，详细可参考 CAPWAP 协议。

图2-4 AP 上线流程图



这里需要关注的是下载配置这个环节。RU 的配置是从中心 AP 上获取的，所以中心 AP 从 AC 上获取的配置既包括中心 AP 自己的配置也包括自己所辖的 RU 的配置。RU 获取配置的过程如下图所示：

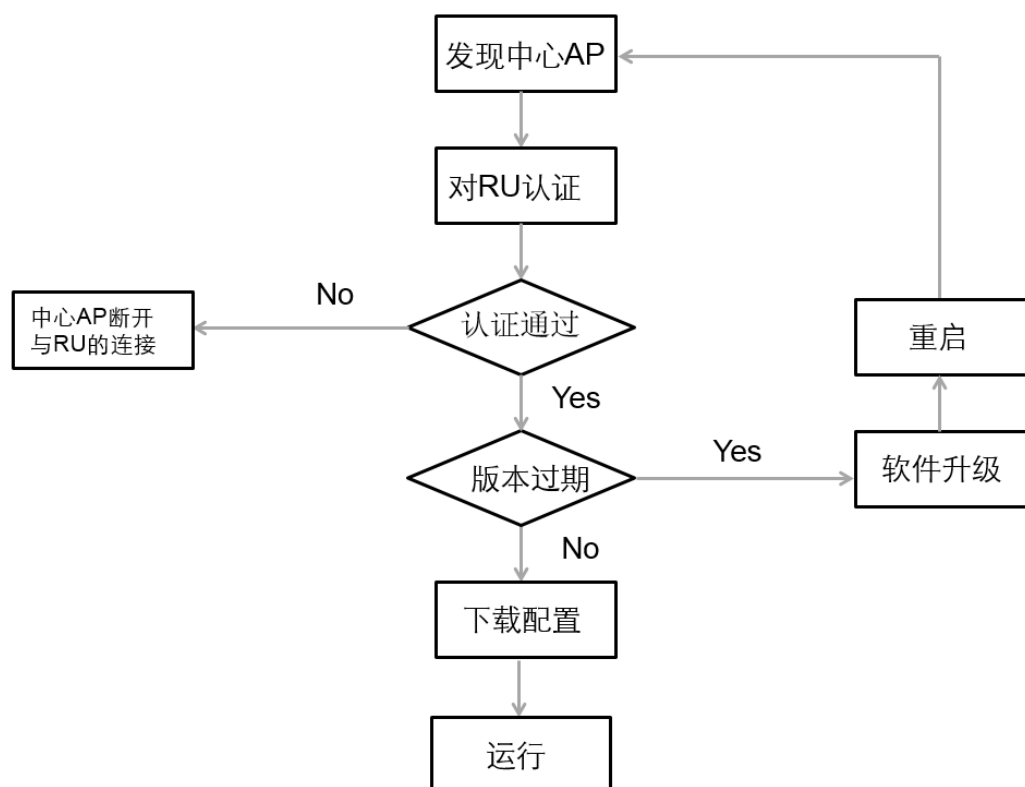
图2-5 RU 获取配置过程



- 1) 在 AC 上基于每个 AP-Group 维护一张使用该 AP-Group 的中心 AP 列表。中心 AP 上线，AC 把中心 AP 使用的所有 AP-Group 的配置下发；RU 上线时，下发 RU 的个性配置。
- 2) 中心 AP 接收到 AC 下发的 AP-Group 和 RU 个性配置，先保存；根据分 RU 所属的 AP-Group 和个性配置，控制配置下发给 RU。

2、RU 上线

图2-6 RU 上线流程图



RU 通过 CAPWAP 隧道与中心 AP 建立通信，在中心 AP 上完成注册，再由中心 AP 上报给 AC。RU 上线流程如上图所示，简单的过程描述如下：

- 1) RU 通过广播 Discovery Request 报文的方式发现中心 AP，所以要求 RU 和中心 AP 之间必须满足二层组网，中心 AP 和 RU 申请同一网段的地址。
- 2) 中心 AP 先和 RU 完成 CAPWAP 建链，向 AC 上报 RU 的信息，由 AC 对 RU 进行认证。具体方式是 MAC 或 SN 认证。同时 AC 将这个 RU 对应的个性配置下发给中心 AP。
- 3) AC 将认证的结果反馈给中心 AP。如果认证不通过，中心 AP 断开与 RU 之间连接。如果认证通过，则进一步检查 RU 携带的版本是否过期。
- 4) 中心 AP 检查 RU 的版本是否过期，如果过期则启动软件升级的过程。升级完成后，RU 重启，并重新进入发现中心 AP 的流程。如果没有过期则从中心 AP 上获取 RU 的配置。

RU 与中心 AP 之间的 CAPWAP 隧道也分为控制隧道和数据隧道。控制隧道主要承载配置等相关的控制信息。数据隧道主要承载数据相关的信息。中心 AP 与 RU 之间的 CAPWAP 控制隧道支持加密，加密方式为 DTLS PSK 方式。PSK 可以由 AC 或 RU 本地命令行配置。AC 上修改 DTLS PSK 密钥，下发中心 AP，中心 AP 分发到各个 RU。

上面描述的 RU 上线是中心 AP 是瘦 AP 场景下的上线过程。实际当中中心 AP 是胖 AP 时，RU 的上线过程几乎是一样的，只不过 AC 不是独立的设备，而是在中心 AP 上的一个模块。

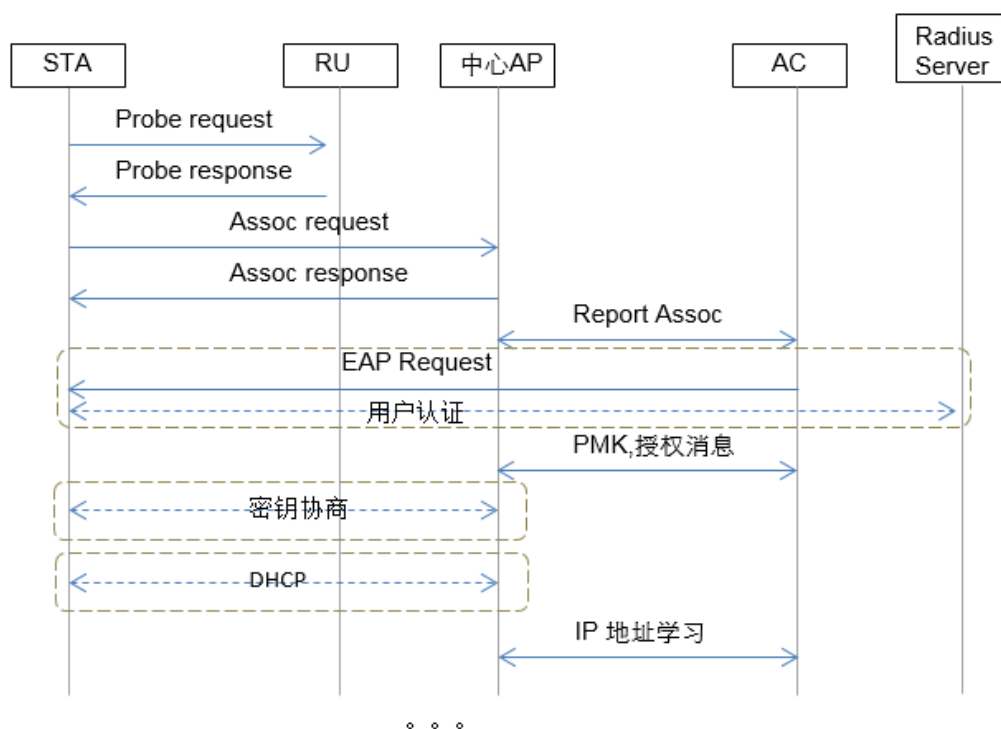
2.3 敏捷分布式 Wi-Fi 的业务的处理优化

敏捷分布式 Wi-Fi 引入的中心 AP，可以承担部分原本在 AC 上处理的工作。这种架构分流了对 AC 业务的处理需求，卸载了 AC 的负担。同时，这些业务分布在不同的中心 AP 上工作，也提升了整网的处理能力，加快了业务的响应速度。

在系统中，利用敏捷分布式 Wi-Fi，已经将原来 AC 上处理的业务下沉到中心 AP 上处理的业务包括关联控制和用户漫游。

1、关联控制

图2-7 802.1x 认证时的用户上线流程



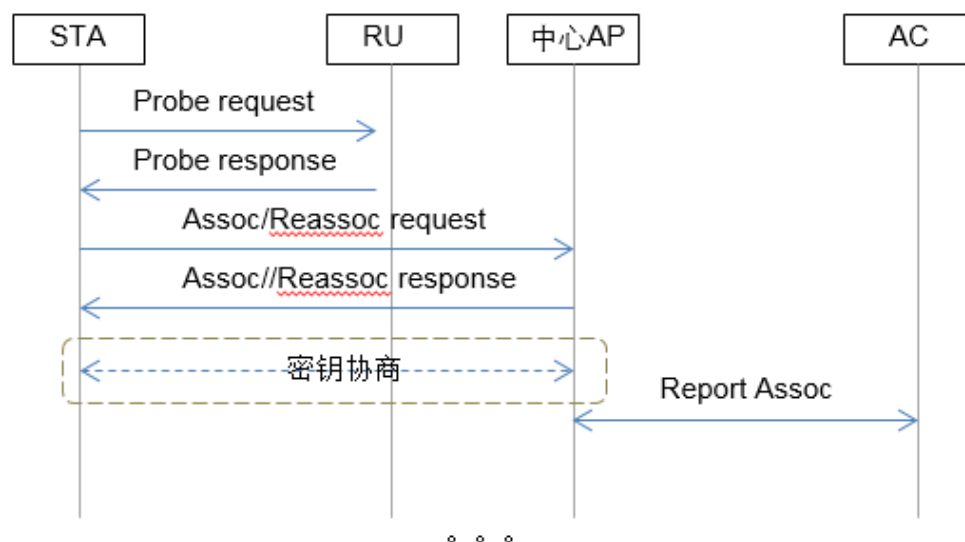
这里所说的关联控制包括关联（上线）、去关联（下线）和重关联（漫游）。关联是用户上线的一部分，上图给出了一个 802.1x 认证场景下，简单的用户上线流程，从图中可以看出关联请求已经可以不再上送到 AC 处理，而是在中心 AP 本地处理完后报告给 AC。当前在中心 AP 本地直接回复关联请求也是需要满足一定条件的，下面结合用户上线流程说明敏捷分布式 Wi-Fi 下对关联（上线）的控制处理。

- 1）终端发送关联请求 Assoc request，RU 收到后上送中心 AP
- 2）中心 AP 查询本地用户表项，如果用户表项已存在，则走漫游流程。否则继续向下走上线流程。
- 3）中心 AP 检查是否可以直接本地回关联响应：未配置负载均衡，未配置终端黑名单。如果上述条件都满足，中心 AP 本地回关联响应。否则向 AC 上报关联请求。
- 4）中心 AP 向 AC 上报关联请求，请求消息中除携带终端基本信息外，还携带当前是否已回关联响应，是否已完成密钥协商，是否已开通业务，关联时间点距当前时间的时长等信息。
- 5）中心 AP 本地回关联响应后，AC 对终端进行认证，向中心 AP 下发 PMK 和授权信息。中心 AP 收到后与终端进行密钥协商，开通用户业务。
- 6）AC 定时与中心 AP 同步用户数据，中心 AP 可一次上报多个 RU 下的终端信息。上报用户信息中包括终端当前所关联的 RU。

2、用户漫游

当用户在中心 AP 下的 RU 之间漫游时（不论二层还是三层），漫游消息不再需要上送 AC 进行处理，可以在中心 AP 上直接处理，中心 AP 只需上报漫游事件即可。

图2-8 同一个中心 AP 用户漫游流程



1）终端发起关联/重关联请求，RU 收到后上送中心 AP。

2）中心 AP 查询本地用户表项，如果用户表项不存在，走用户上线流程。否则继续走用户漫游流程，进一步校验 SSID。当配置为 802.1x 认证时，还需要校验 PMK 信息，校验通过认为用户为中心 AP 内漫游，直接在本地回复关联响应，并基于 PMK 协商单播和组播密钥信息。

3）中心 AP 向 AC 上报用户漫游事件，上报消息中除携带用户最新关联 RU、Radio 和 VAP 等基本信息外，还携带用户漫游时间点距离当前时间的时长。

这里的漫游是指传统的漫游方式，基于敏捷分布式架构，华为还推出了同频网漫游方案，这是一种区别与传统漫游方式的特性。详见下一节。

2.4 同频网漫游方案

基于敏捷分布式架构，华为推出了同频网（SFN，Same Frequency network）漫游方案：在敏捷分布式架构下，不同的 RU 使用相同的信道组网，中心 AP 可以实现不同 RU 之间协同，统一控制协调由哪个 RU 来接收和发送。相对于传统的由终端触发的主动漫游技术而言，这种方案具有漫游终端无感知，切换丢包少等显著优点，非常适合于医疗这种对移动漫游的平滑性有较高要求的场景。

SFN 的技术实现原理和主要应用场景，请参考《华为 WLAN 同频网（SFN）技术白皮书》。

3 客户价值

1、提升了规模组网能力和无线性能

敏捷分布式 Wi-Fi 引入的中心 AP 是一个关键的角色。向上，中心 AP 帮助 AC 处理了部分业务，分流了对 AC 业务处理需求，分担了 AC 的负载。向下，将传统 AP 的转发、频谱分析和统计数据采集等功能上移到了中心 AP，RU 仅承担射频的处理，释放了 RU 的处理能力。敏捷分布式 Wi-Fi 提升了规模组网能力和无线性能。比如，以 WLAN 网络并发漫游处理能力为例，在传统 AC+瘦 AP 架构下可以处理 120 个/秒，而在 AC+ 中心 AP+RU 架构下，可以处理 400 个/秒（假设 80% 的漫游发生在中心 AP 内），提升了 3 倍以上。

2、减少了管理节点规模，简化了管理

中心 AP 负责对 RU 的管理，在网络层次变成三层的情况下，仍然保持配置管理上为两层的扁平架构。这种架构下 AC 只需要完成对中心 AP 的管理，而中心 AP 默认管理 24 个 RU，最多可以扩展管理 48 个 RU。也就是说与传统架构（管理每个 AP）相比，管理节点数只有原来的 5% 不到（ $1/24=4.17\%$ ），大大简化了管理。

3、带来了各类创新的解决方案

敏捷分布式这种模块化和层次化的架构为各类功能特性创造了条件，基于这些功能特性也带来了各种创新的解决方案。

在教育（宿舍）、酒店（房间）以及医疗（病房）等密集房间场景下，使用敏捷分布式 Wi-Fi，RU 可以通过面板、挂墙、吸顶等不同的安装方式直接在每个房间安装，保证了信号无损耗的覆盖到每个房间。同时每个房间的 RU 是独立的射频，不会出现共享射频和隐藏终端导致的空口性能下降问题。这种方案与放装方案、室分方案以及“智分”方案相比有覆盖或者容量上的优势，与面板覆盖方式相比也有管理节点少，License 需求少和组网规模更有保障的优势。

在无线医疗场景下，使用敏捷分布式 Wi-Fi，不同的 RU 使用相同的信道组网，中心 AP 可以实现不同 RU 之间协同，统一控制协调由哪个 RU 来接收和发送，实现同频网漫游方案。相对于传统的由终端触发的主动漫游技术而言，这种方案具有漫游速度

快，终端无感知，切换无丢包的显著优点，非常适合于各种对移动漫游的平滑性有较高要求的场景。

5、具备了丰富的业务演进能力

敏捷分布式架构，具有明显的模块化和层次化的特点。在中心 AP 这个层级，无需外界的帮助天然可以实现不同 RU 之间协同，这为需要 RU 间协同类的特性创新提供了条件。同时中心 AP 对 AC 和 RU 处理负荷的卸载，也为其他功能特性的创新或者演进在设备上腾出了处理能力，创造了演进条件。

另外，在中心 AP 上也保留了丰富的综合业务演进能力，这种能力包括云管理、DPI、防火墙、VPN、IOT 模块管理等。

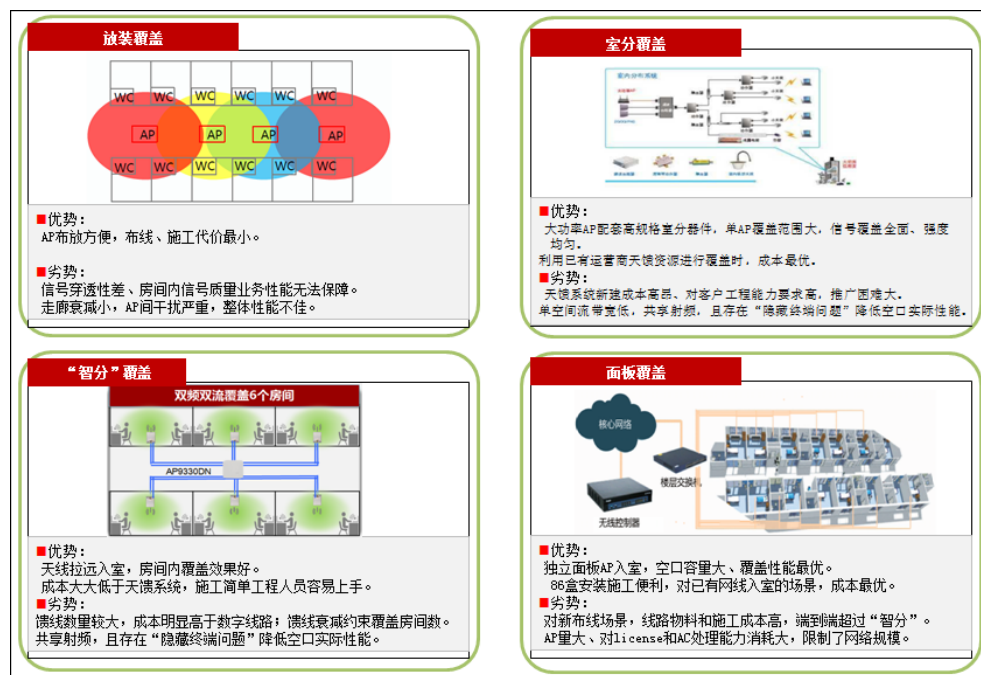
4 典型应用

敏捷分布式 Wi-Fi 是华为新推出的一种架构。这种架构具有组网能力强，覆盖性能好和演进性佳等优势，可以应用于高密房间覆盖、SMB、无线医疗以及园区等各种场景。

4.1 密集房间覆盖场景

在教育（宿舍）、酒店（房间）以及医疗（病房）等密集房间场景中，为了解决每个独立的房间的覆盖，曾经出现发展出几种不同的方案，从放装覆盖到室分覆盖，再到“智分”覆盖和面板覆盖，每种都有一些自身的问题。

图4-1 几种密集房间解决方案对比

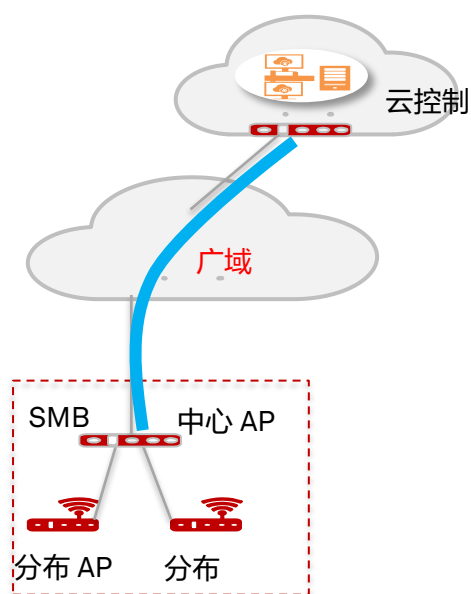


使用敏捷分布式 Wi-Fi，RU 可以直接入室。RU 通过面板、挂墙、吸顶等不同的安装方式直接在每个房间安装，保证了信号无损耗的覆盖到每个房间。同时每个房间的 RU 是独立的射频，不会出现共享射频和隐藏终端导致的空口性能下降问题。这种方案与放装方案、室分方案以及“智分”方案相比有覆盖或者容量上的优势，与面板覆盖方式相比也有管理节点少，License 需求少和组网规模更有保障的优势。

4.2 SMB 场景

SMB（Small and Medium-sized Business）是指经营规模不大，人员、资金有限的中小规模企业。在 SMB 场景下，通常有组网规模小，没有专业的运维人员，对设备有“all in one”的需求（低成本）等特点。

图4-2 敏捷分布式 Wi-Fi 在 SMB 场景中的应用

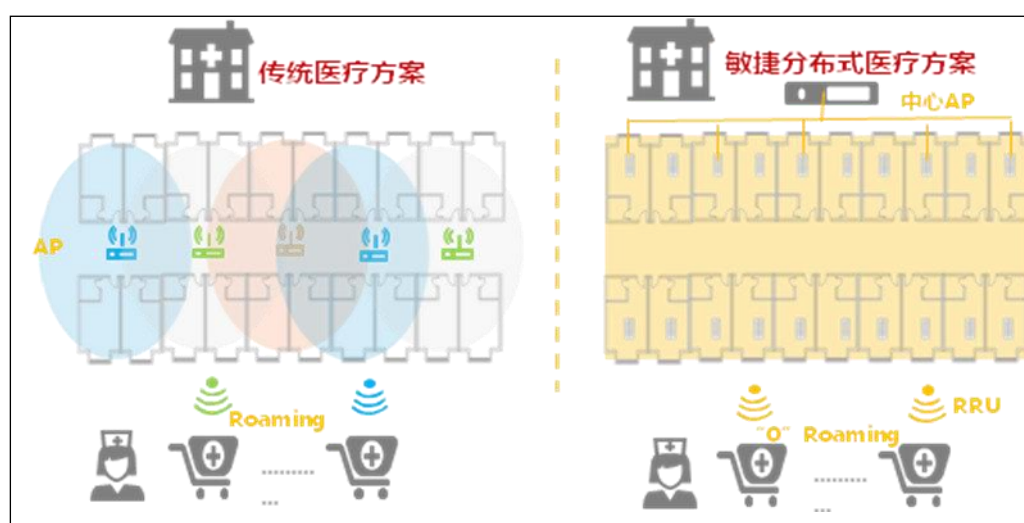


华为敏捷分布式 Wi-Fi 中，当中心 AP 工作在胖 AP 模式正好迎合了这种需求。组网不再依赖于独立的 AC，中心胖 AP 充当了 AC 的角色，可实现自组网、自管理。中心胖 AP 集成了业务网关，可以为用户提供网关等相关功能。中心胖 AP 还集成了交换端口，提供交换端口和 PoE 供电等能力。另外，中心胖 AP 还保留了丰富的综合业务演进能力，包括云管理、DPI、SVN 和防火墙等面向 SMB 场景的能力。

4.3 无线医疗

“无线医疗”成为近两年医疗行业最关注的信息化技术和手段。目前大部分三甲医院已经建立了比较完备的医疗信息系统（如 HIS、PACS 等），医护人员可以通过有线网络来访问、修改、输入患者信息、诊断报告和治疗方案。但有线网络存在信息点固定的局限性，也制约了系统发挥更大的作用，因此使用 Wi-Fi 承载的无线医疗正在快速发展。由于医疗应用的特殊性，对于 Wi-Fi 终端在移动漫游时的业务连续性具有很高要求，需要达到快速切换、零丢包的完全平滑漫游效果，这也是 Wi-Fi 在无线医疗应用中面临的一个挑战。

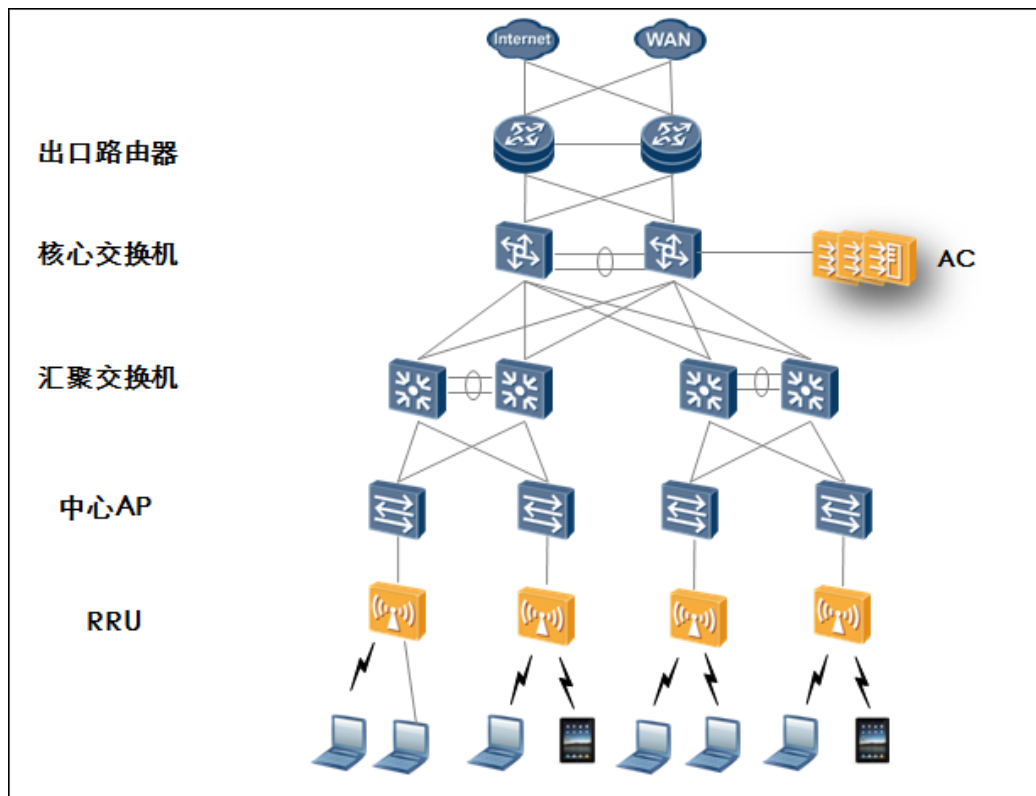
图4-3 敏捷分布式 Wi-Fi 在无线医疗中的应用



基于敏捷分布式架构，华为推出了同频网漫游方案，不同的 RU 使用相同的信道组网，中心 AP 可以实现不同 RU 之间协同，统一控制协调由哪个 RU 来接收和发送，实现同频网漫游方案。相对于传统的由终端触发的主动漫游技术而言，这种方案具有漫游速度快，终端无感知，切换无丢包的显著优点，非常适合于各种对移动漫游的平滑性有较高要求的场景。

4.4 园区场景

图4-4 敏捷分布式 Wi-Fi 在园区场景中的应用



敏捷分布式 Wi-Fi 可以同样用在普通园区场景中。在园区中利用敏捷分布式架构，可以提升规模组网能力和无线性能。向上，中心 AP 帮助 AC 处理了部分业务，分流了对 AC 业务处理需求，分担了 AC 的负载。向下，将传统 AP 的转发、频谱分析和统计数据采集等功能上移到了中心 AP，RU 仅承担射频的处理，释放了 RU 的处理能力。同时中心 AP 也可以替代接入交换机，为中心 AP 提供 PoE 供电和业务转发能力。

A 缩略语

A

AP	Access Point	接入点
AC	Access Control	接入控制器
AAA	Authentication, Authorization and Accounting	认证、授权和计费

C

CAPWAP	Control and Provisioning of Wireless Access Points	无线接入点控制协议
---------------	--	-----------

D

DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	动态主机配置协议
-------------	-------------------------------------	----------

N

NAC	Network Access Control	网络接入控制
------------	------------------------	--------

R

RU	Remote Radio Unit	远端接入单元
-----------	-------------------	--------

S

SFN	Same Frequency network	同频网
SMB	Small and Medium-sized Business	中小型企业

V



VAP	Virtual Access Point	虚拟接入点
------------	----------------------	-------

W

WIPS	Wireless Intrusion Prevention System	无线干扰防御系统
-------------	--------------------------------------	----------

华为技术有限公司
深圳龙岗区坂田华为基地
电话：+86 755 28780808
邮编：518129
www.huawei.com

商标声明

 HUAWEI, HUAWEI,  是华为技术有限公司商标或者注册商标，在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其它商标，产品名称，服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有©华为技术有限公司 2019。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。