

# Aruba Wi-Fi 6 网络部署指南

翻译: Machine Translation  
校对: hao.liu2@hpe.com

The Aruba logo consists of the word "aruba" in a lowercase, rounded, orange sans-serif font.

a Hewlett Packard  
Enterprise company

## 版权信息

©版权所有 Hewlett Packard Enterprise Development LP.

## 开放源码

该产品包括在GNU通用公共许可证、GNU宽通用公共许可证和/或某些其他开源许可证下许可的代码。可根据要求提供对应于此类代码的源代码的完整机器可读副本。此报价对收到此信息的任何人有效，并应在惠普企业公司最终分销本产品版本之日起三年后失效。要获取这样的源代码，请将金额为10.00美元的支票或汇兑汇单发送到：

Hewlett Packard Enterprise Co  
mpany 6280 America Center Dri  
ve San Jose, CA 95002 USA

目录 .....	3
修订历史 .....	5
第1章 关于本文档 .....	6
预期受众 .....	6
相关文件 .....	6
第2章 引言 .....	7
需要Wi-Fi 6 .....	7
第3章 Wi-Fi 6 功能和好处 .....	8
调制速率 .....	8
OFDMA .....	9
MU-MIMO在Wi-Fi 6 中的改进 .....	11
省电功能增强 .....	12
向后兼容性 .....	14
保护、动态带宽和信道化 .....	14
第4章 Wi-Fi 6 规划和部署指导 .....	15
AP PoE要求 .....	15
以太网供电 .....	15
PoE 冗余 .....	17
AP上行有线链路考虑因素 .....	18
射频规划 .....	19
支持的应用程序 .....	19
推荐的Wi-Fi设备 .....	20
推荐的有线交换机 .....	20

预计支持的设备数量 .....	20
WLAN控制器型号 .....	21
WLAN规模 .....	21
射频设计 .....	21
AP安装建议 .....	21
现场勘察 .....	23
AP部署建议 .....	24
衰减无线信号的因素 .....	25
转发模式建议 .....	26
频宽选择 .....	28
容量规划 .....	29
<b>第5章 功能和配置指导 .....</b>	<b>29</b>
传输波束成形 TxBF .....	29
高效率 High Efficiency .....	29
HE OFDMA .....	30
下行MU-MIMO .....	30
802.11ax ClientMatch .....	30
目标唤醒时间 Target Wake Time .....	31
<b>第6章 附录 .....</b>	<b>32</b>
有线网络注意事项 .....	32
射频规划 .....	32
WLAN 优化 .....	33
快速漫游建议 .....	35
特殊部署漫游建议 .....	36

下表列出了本文档的修订。

**表1: 修订历史**

修改	变更描述
修订版01	初始发行。

# 第1章 关于本文档

本文档是Wi-Fi 6标准中开发的增强功能的快速参考指南，并提供了迁移到Wi-Fi 6在设计、部署和配置方面的指导。Aruba部署指南是最佳实践推荐文档，旨在概述Aruba技术的工作原理，并使部署Aruba解决方案的客户能够获得最佳效果。

本文档不仅用作部署指南，还提供了Aruba技术、网络设计决策、配置程序和最佳实践的说明。这是办公环境、大学校园和宿舍环境等园区环境的简要部署指南。

## 预期受众

本指南适用于那些想要了解Wi-Fi 6标准并了解使用Aruba无线局域网控制器和接入点（AP）部署高效WLAN网络的最佳实践的人。

## 相关文件

以下文档可能有助于作为本指南的补充参考资料：

[ArubaOS 8基本原理指南](#)

[Aruba Instant VRD](#)

[Aruba AP比较](#)

802.11ax，也就是现在被人们熟知的“Wi-Fi 6”是来自802.11标准族的新IEEE标准。该标准也被称为“高效无线（High Efficiency Wireless）”，因为它保证每个用户的平均吞吐量增加四倍。不同于它前辈的技术都是关于更高的峰值吞吐量，Wi-Fi 6专注于更高的效率和解决高密度环境的问题。

Wi-Fi 6提供更高的吞吐量、更大的容量、更高的可靠性以及更多的功能。这种最新一代的802.11 WLAN同时适用于2.4GHz和5GHz，并且与前几代完全向后兼容。

### 需要Wi-Fi 6

Wi-Fi 6通过专注于**网络效率超越更高的数据速率**。该标准建立在802.11ac的优势之上，增加了效率、灵活性和可扩展性，从而确保了现有网络不断增长的需求，从而提高了速度和容量。IEEE提出了802.11ax标准，以便它可以将高速千兆以太网和灵活的无线网相结合。

尽管802.11ac能够打破Wi-Fi流量的千兆位/秒瓶颈，但许多组织仍然发现当前标准支持的信道数量、设备数量和当前标准支持的容量方面存在限制。这主要是因为这些吞吐量的增加不足以跟上不断增长的需求。

Wi-Fi 6旨在通过重新设计Wi-Fi的工作方式并采用正交频分多址（OFDMA）技术来解决拥塞问题。使用OFDMA，多个客户端可以同时共享一个Wi-Fi信道，而不必轮流。它使一个20 MHz的信道可以同时传输到多达九个客户端，而802.11ac则为四个。因此，支持的客户端设备可以更好地使用网络内的可用带宽。

Wi-Fi 6还为2.4GHz频段引入了一些增强功能。这些都是期待已久的增强，有利于满足指数级设备增长的需求。此外，这些改进将有助于物联网市场，在那里可以利用该波段的优越传播特性。

Wi-Fi 6还采用了TWT，仅支持20 MHz等省电功能，这将有助于延长电池寿命，使其进入新兴物联网市场。

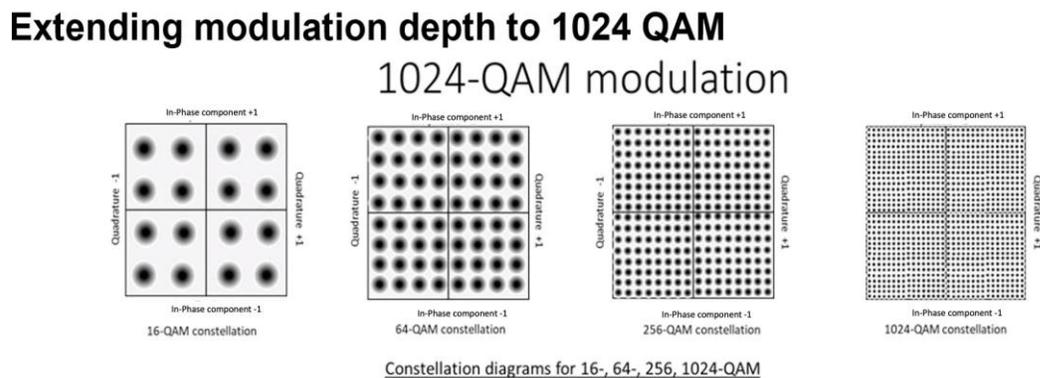
总体而言，802.11ax提供了增加的网络吞吐量，减少了开销，降低了延迟，在密集网络中提高了效率，增加了室外网络的健壮性，并提高了功率效率，这将在进一步的章节中进行说明。

以下章节讨论部署Aruba Wi-Fi 6网络的功能和好处。

## 调制速率

802.11ax修正案继续扩展其调制技术的复杂性。基于802.11ac 的256个正交振幅调制 (QAM) 速率, 现在扩展到1024-QAM。这意味着每个RF Symbol代表1024个可能的幅度和相位组合中的一个, 如图所示图1。从256-QAM到1024-QAM的变化, 将每个OFDM Symbol携带的比特数从8增加到10。这使得PHY (Port Physical Layer端口物理层) 数据速率增加25%, 并在具有高信噪比 (SNR) 的环境中发挥作用。

图1 104-QAM调制



PHY数据速率的关键决定因素有:

- **信道宽度 (Channel width)**: 可用的信道宽度为20 MHz、40 MHz、80 MHz和160 MHz。更宽的带宽允许使用更多的子载波, 例如, 在20 MHz信道中有242个子载波和在80 MHz信道中有996个子载波 (因此有OFDMA术语RU242和RU996)。
- **调制和编码 (Modulation and coding)**: 802.11ax扩展了调制和编码方案, 增加了编码速率为3/4和5/6的1024-QAM选项。所有早期选项仍然可用, 并且在SNR太低而无法维持最高可实现速率时使用。
- 对于20 MHz, **FFT大小** (fast Fourier transform快速傅立叶变化) 从802.11ac中的64个增加到802.11ax中的256个。这导致子载波间隔的减小和数据子载波数量的增加。这些因素使得效率提高10%。
- Symbol持续时间增加到13.6、14.4和16微秒。与旧标准相比, 由于更多data tones的可用性, 延长的Symbol持续时间使得效率提高。
- **保护间隔 (Guard interval)**: 保护间隔是必要的, 以避免一个Symbol的多径反射延迟, 并干扰下一个Symbol。除了802.11ac的800纳秒外, 还引入了1600和3200纳秒的延长保护间隔持续时间。**较长的保护间隔**可以更好地保

护信号延迟。这也可能潜在地增加户外无线的有效覆盖范围。

所有上述因素都有助于提高PHY数据速率和效率。下表提供了单个空间流全带宽用户的802.11ax数据速率。

表2: 用于全带宽用户的单个空间流的调制和编码方案 (即不是OFDMA)

MCS index	Modulation type	Coding rate	Data rate (in Mb/s) <sup>[a]</sup>							
			20 MHz channels		40 MHz channels		80 MHz channels		160 MHz channels	
			1600 ns GI <sup>[b]</sup>	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI
0	BPSK	1/2	8	8.6	16	17.2	34	36.0	68	72
1	QPSK	1/2	16	17.2	33	34.4	68	72.1	136	144
2	QPSK	3/4	24	25.8	49	51.6	102	108.1	204	216
3	16-QAM	1/2	33	34.4	65	68.8	136	144.1	272	282
4	16-QAM	3/4	49	51.6	98	103.2	204	216.2	408	432
5	64-QAM	2/3	65	68.8	130	137.6	272	288.2	544	576
6	64-QAM	3/4	73	77.4	146	154.9	306	324.4	613	649
7	64-QAM	5/6	81	86.0	163	172.1	340	360.3	681	721
8	256-QAM	3/4	98	103.2	195	206.5	408	432.4	817	865
9	256-QAM	5/6	108	114.7	217	229.4	453	480.4	907	961
10	1024-QAM	3/4	122	129.0	244	258.1	510	540.4	1021	1081
11	1024-QAM	5/6	135	143.4	271	286.8	567	600.5	1134	1201

- a. 第二流使理论数据速率加倍，第三个流使其三倍，依此类推。
- b. GI代表保护间隔。

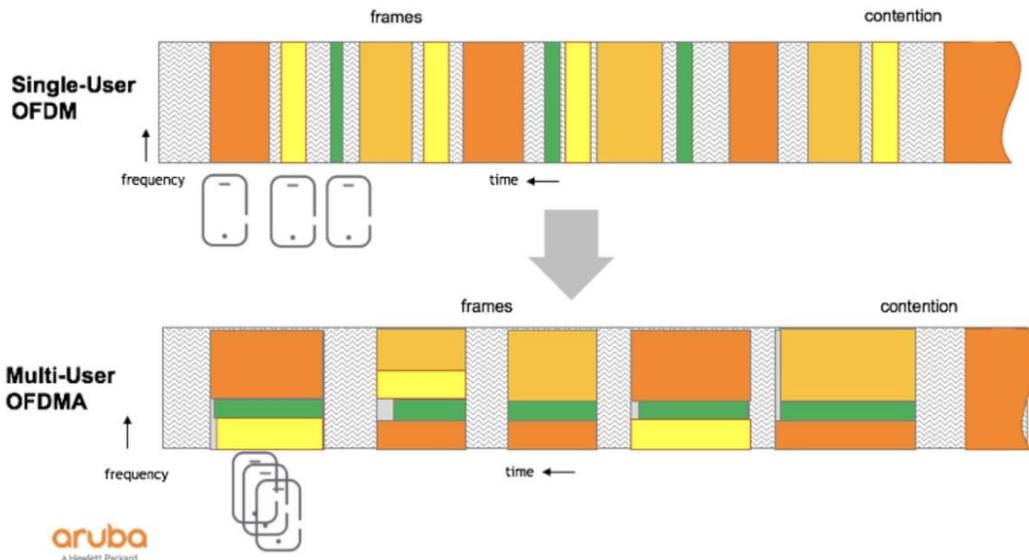
## 正交频分多址-OFDMA

OFDMA是一种传输技术，它使多个设备能够同时共享相同的Wi-Fi信道。Wi-Fi是20多年前第一个采用OFDMA的主要消费技术，随后被3GPP社区在设计LTE和现在的5G New Radio时使用。反过来，Wi-Fi 6采用了诸如WiMAX和LTE等其他无线技术的OFDMA技术。

使用OFDMA，多个客户端可以同时共享一个Wi-Fi信道，而不必轮流。它使一个20 MHz的信道可以同时传输到多达九个客户端，而802.11ac则为四个。这随着信道宽度的增加而线性缩放，即40 MHz的18个客户端和80 MHz频道的37个客户端。在需要时，单个客户端还可以使用整个信道，以确保更好的客户端密度不会以峰值性能为代价。重要的是，OFDMA是双向的，首次为Wi-Fi带来上行链路多用户(uplink multi-user)能力。

设想AP必须向3个客户端发送数据的场景。在802.11ac单用户操作(SU)中，AP将争夺介质，然后连续发送三个数据包，如下图所示。而在具有OFDMA的802.11ax中，为这三个客户端设备的传输分配部分信道，然后同时发送给3个客户端。

图2 OFDMA操作



概括地说，OFDMA允许接入点在单个发送机会中的不同子信道中将若干帧与单个前置码（preamble）捆绑在一起。然后，客户端可以将其无线电调谐到相应的子信道以接收其传输。

## OFDMA的好处

- 它有助于减少Wi-Fi客户端和AP之间的延迟。
- 它有助于减少争夺开销，这意味着随着客户端数量的增加，容量的恶化非常小。这在高密环境中非常有帮助，因为它提高了网络容量。
- 它有助于提高整体网络效率。
- 802.11ax还提高了传统无线的性能。随着越来越多的Wi-Fi 6设备进入市场并使用OFDMA来减少空口时间消耗，对于早期的Wi-Fi还有更多可用的空口时间剩余。

## 应用程序

以下部分讨论了重要的OFDMA应用：

### Wi-Fi语音 Voice over Wi-Fi

OFDMA最重要的应用之一是Wi-Fi语音（VoWi-Fi）。在高密度环境中，很多用户都在争夺介质；可能会导致延迟和抖动增加。这些因素可能导致语音信号的重新创建和播放出现间隙，从而导致不良的用户体验。OFDMA还通过启用强大的QoS机制来使AP控制对DL和UL的介质访问。这消除了对介质争用的需求，并允许AP调度传输。这就是OFDMA允许接入点控制延迟和抖动的方式。使用802.11ax，接入点可以分配频繁、短的传输机会，因而它可以发送和接收数据包无需对其进行缓冲。通过减少延迟和抖动从而改善呼叫质量，这对于VoWi-Fi的低带宽流非常有用。

除此之外，Aruba还提供Air Slice，这是Aruba Wi-Fi 6的关键优势，旨在优化用户和应用程序体验。现有的

无线多媒体 (WMM QoS) 标准根据四种接入类别对流量进行优先级划分:

- 语音 Voice (AC\_VO)
- 视频 Video (AC\_VI)
- 尽力而为 Best-effort (AC\_BE)
- 背景 Background (AC\_BK)

因此, 它缺乏对同一接入类别中的应用程序进行优先级排序的粒度。越来越多的企业正在使用延迟敏感、带宽要求高的应用程序, 如AR/VR, 或其他协作应用程序, 如Zoom, Skype for Business, Slack等。这些新应用在延迟、带宽和吞吐量方面具有严格的服务质量要求, 因此需要提高这些较新的应用和IoT设备的服务质量。

通过结合Aruba的策略执行防火墙 (PEF) 和7层深度包检查 (DPI) 来识别用户角色和应用程序, AP将动态分配带宽和其他RF资源, 以满足关键业务应用程序的性能指标, 以确保更好的用户体验。使用Air Slice, IT 可以进一步编排无线电资源, 与 ClientMatch 合作, 以超越 Airtime Fairness 的传统功能。

这种超越传统无线多媒体服务质量要求, 在空口实现应用性能 SLA (Service Level Agreement 服务级别协议) 的能力, 使HPE-Aruba产品区别于使用相同芯片组和基础无线电软件的竞争对手。

## 物联网

物联网设备的重要指标是数据速率、设备密度、范围、功耗、安全性和配置简便性。OFDMA解决了这些需求中的前三个。首先, OFDMA在频域上划分传输, 分配带宽的最小单位可以小至2 MHz。这进而允许在AP上可靠地支持更多设备, 从而满足第二个关键的IoT要求, 扩展以支持更高的设备密度。与大多数主流的Wi-Fi应用不同, 物联网设备通常使用较低速度的连接, 通常在亚兆位 (sub-megabit) 范围内。最后, OFDMA使用的较窄的子信道本质上有助于改善IoT设备的上行链路范围, 因为允许它们对AP使用更高的功率谱密度 (PSD)。

除此之外, Wi-Fi 6还提供各种省电功能, 如行波管、接收操作模式指示、传输操作模式指示等, 以及 “仅20 MHz终端” (20 MHz-only clients), 以解决物联网市场的大部分基本要求。

## 视频和工厂自动化应用

OFDMA是视频和工厂自动化应用等延迟敏感应用的理想选择。它使许多低带宽流可以并行传输, 这有助于减少延迟和抖动, 因此在视频流和工厂自动化应用中非常有用。

## MU-MIMO在Wi-Fi 6中的改进

多用户多进多出 (MUMIMO) 是一种多用户能力, 最初在802.11ac中引入用于下行链路流量。MU-MIMO技术通过允许多个设备同时使用多径空间信道 (multipath spatial channels) 进行传输来提高网络容量。今天的Wi-Fi设备中使用MU-MIMO已经增加了很多倍, 它是Wi-Fi领域中普遍采用的技术。

第一阶段Wi-Fi 6为现有的802.11ac DL MU-MIMO引入了一些新的增强功能。一组用户数扩大到8个用户进行MU-MIMO操作。由于这种进步, 现在即使使用单流模式的设备, MU-MIMO吞吐量也可以比单用户模式增加一倍或三倍。

除此之外，Wi-Fi 6使用UL OFDMA作为探测协议（sounding protocol）的一部分，这比在802.11ac中使用单用户发送用于探测协议的反馈效率更高。

所有这些因素提高了容量和效率，在关键型语音通话和视频流等高带宽应用中特别有用。

第二阶段Wi-Fi 6将在上行链路方向（UL-MU-MIMO）中引入MU-MIMO，使得这两种多用户技术能够完全双向。

## 省电增强功能

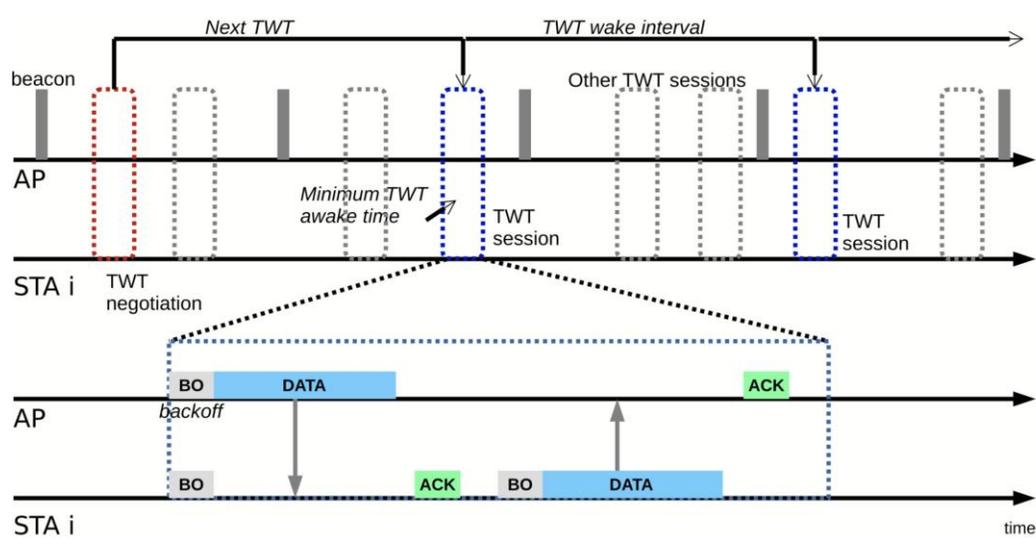
Wi-Fi 6对已经存在的省电模式引入了各种增强功能。这些新的和改进的省电机制为客户端设备提供了更长的睡眠间隔和预定的唤醒时间。采用这些增强功能主要用于解决手持设备和电池供电设备的功耗问题，并针对新兴物联网市场。

### 目标唤醒时间

目标唤醒时间（Target Wake Time, TWT）是一种在802.11ah中引入的省电机制。每个节点（station）/客户端和它的AP之间都有协商时间表，这使节点可以休眠极长的时间段（可能几天甚至几周），并且在预先计划（目标）时间内醒来以与其AP交换信息。TWT 还显著地减少了低效的控制帧流量，这些控制帧流量需要节点定期轮询使用以使AP以获得缓冲帧。

除了减少节点之间的争用之外，TWT 的使用还可能有助于充分利用IEEE802.11领域中的其他新颖机制，例如多用户传输、多AP协同运行、空间复用以及高密度WLAN场景中的共存。这种运行非常适合不频繁通信的IoT设备，它可以提高客户端的节能效果，并减少与其他客户端的空口时间竞争。

图3 TWT协议示例



### 仅20 MHz运行（20 MHz-only Operation）

“仅20 MHz运行”功能是专门针对物联网市场推出的。该特性降低了复杂性，可以使用低功耗、低成本的芯

片。这些设备能够在2.4和5 GHz频谱中工作，并且还支持几乎所有的Wi-Fi 6强制性功能。

---

译者注：

与5G一样，802.11ax也关注IoT领域，纵使Wi-Fi6之前的历代Wi-Fi芯片的出货量很大，使得Wi-Fi产品非常亲民，但是相对于蓝牙，lor或者Zigbee芯片，Wi-Fi芯片还是过于复杂，复杂的芯片带来了更高的功耗，并且在IoT应用中缺乏成本优势所以在这个领域中没有打开市场。

虽然如之前所说引入了TWT等节能降耗技术使得802.11ax在功耗方面与传统IoT技术达到了同一级别，但是其相对复杂的功能在成本上还是不占优势，所以协议中定义了“20 MHz-only non-AP HE STA”这种特殊的终端，这种终端可以工作在2.4G或5G频段，但只能在主20Mhz频段工作，而其他的强制特性如OFDMA等均有保留，这样此类型终端就可以利用OFDMA在更窄的RU中通信，确保稳定性和兼容性。

---

## 接收操作模式指示（Receive Operating Mode Indication）

通过使用数据帧的MAC报头中的字段，这使得AP及其关联的节点（stations）都能够适应活动接收链的数量和信道宽度，以接收后续的PPDU。与802.11ac相比，该机制减少了开销，因为没有像802.11ac那样额外的“操作模式通知（Operating Mode Notification）”管理帧交互。

## 传输操作模式指示（Transmit Operating Mode Indication）

这允许AP及其相关联的客户端设备两者都能够动态地调整它们的传输能力，例如信道宽度和空间流的最大数量。

## 上行/下行（UL/DL）标志（Uplink/Downlink（UL/DL）flag）

每个前导（preamble）中的UL/DL标志允许识别由AP或客户端设备传输的帧。这有助于客户端设备在前导中看到“上行（uplink）”位时立即关闭其无线电电路。

---

译者注：

Uplink/downlink字段（即UL/DL）：终端可以通过物理层头部的UL/DL字段知道这个帧是由AP发送给STA的，还是由别的STA发送给AP的。由于当前的无线网络基本都是工作在基础架构模式，或者扩展服务集模式，总之该模式都是有中心STA AP的，任何的流量转发都需要经过AP，STA和STA直接无法直接交换数据。这种情况下，STA要不是向AP发送，要不是接收AP的数据帧。所以当有一个STA通过HE-SIG-A中的UL/DL字段判断该数据帧是其他STA发送的话（即UL状态），那么其就不需要接收，反之如果是DL状态的话，那么就表示是AP发送的下行帧，所以需要接收。

由于下行数据帧有可能是广播或者组播，也有可能是单播，所以无论下行数据帧是不是自己的，STA都需要接收。STA只有在识别到其他上行流量时，才会停止接收。

---

## 向后兼容性

Wi-Fi一如既往，802.11ax无线电向后兼容，完全支持传统802.11a/b/g/n/ac客户端无线电。虽然这个新标准

包括新的、更高效的技术和只能由其他802.11ax设备解码的帧格式，但继续支持VHT、HT和较旧的802.11设备是该标准的一个组成部分。802.11ax无线电将使用HE OFDMA Symbol和物理协议数据单元（PPDU）格式与其他802.11ax无线电进行通信。就与客户端的兼容性而言，它们可以使用802.11a/g/n/ac格式化的PPDU与802.11ac（VHT）客户端进行通信。当发生802.11ax-only OFDMA会话时，RTS/CTS机制可用于在HE传输进行期间保护传统接收器。

这确保802.11ax AP是与较旧的AP相邻的好邻居，同时完全包含环境中存在的所有代客户端设备。802.11ax有许多共存的功能，但主要的是对802.11n/ac技术的扩展。802.11ax前导preamble的前20微秒使用802.11a前导。Non-802.11ax设备可以读取前20微秒并识别出该信道将在给定时间内被占用，因此可以避免与高效率帧同时传输。总之，802.11ax与传统802.11标准向后兼容，并且可以部署在与传统AP的混合环境中。

## 保护、动态带宽和信道化 Channelization

802.11ax继承了来自802.11ac标准的动态带宽操作和保护机制。在这个新标准中，没有对这些机制进行任何新的修改。此外，自802.11ac推出以来，大多数国家的可用射频信道并没有太大变化。请参阅[Aruba 802.11ac网络参考设计](#)。

以下部分提供了规划和部署Wi-Fi 6的指导建议。

## AP PoE要求

在选择为802.11ax AP供电的有线接入交换机时，一个重要的考虑因素是PoE能力。建议在接入层使用802.3bt的交换机为AP供电。尽管Aruba AP通过802.3at (PoE+) 电源支持完整的802.11ax功能，但高端11ax AP的运行能力有所降低。如果802.3bt不可用，那么通过启用[智能电源监控 \(IPM\)](#) 减少AP功能或使用双以太网使AP能够结合功率并利用必要的功率来实现全部功能。

下表简要概述了AP功率要求和完整功能的配置选项：

**表3: AP全功能的电源要求**

802.11ax 有能力的AP模型	802.3bt	2x802.3at (PoE+) (共享)	802.3at (PoE+)	2 x 802.3af	802.3af
AP-550系列	没有限制	没有限制	没有限制*(启用IPM)	不支持	不支持
AP-530系列	没有限制	没有限制	没有限制*(启用IPM)	不支持	不支持
AP-510系列	没有限制	不支持	没有限制	-	没有限制 (启用IPM)
AP-500系列	没有限制	不支持	没有限制	-	没有限制 (启用IPM)

\*IPM可以根据需要施加额外的限制，这取决于PSE输送的功率。IPM是管理员可配置的。有关在没有IPM的情况下应用限制的更多详细信息，请参阅[智能电源监控 第10页](#)。

## 以太网供电 (PoE)

随着Aruba的Wi-Fi 6室内接入点的发布，引入了新的POE要求 802.11bt (最高60W的5/6 Class)。由于有线交换和POE基础设施通常有比WLAN基础设施更长的更新周期，Aruba努力确保我们提供了一个尽可能灵活和适应的平台。除了常规的802.11af/at/bt选项外，我们还支持通过双以太网电缆给AP聚合供电，以适应可能无法升级到这些更高功率AP所需的最新POE选项的部署。

Aruba也有在软件中提供了配置选项，以帮助节省功率，这将允许Wi-Fi 6 AP在以下情况下运行，使Wi-Fi 6 AP

能够在具有完整功能的情况下运行。

以下部分将作为当前可用的POE选项的入门说明，Wi-Fi 6 AP需要什么，以及在硬件连接和软件方面将起作用，以帮助确保可操作性。

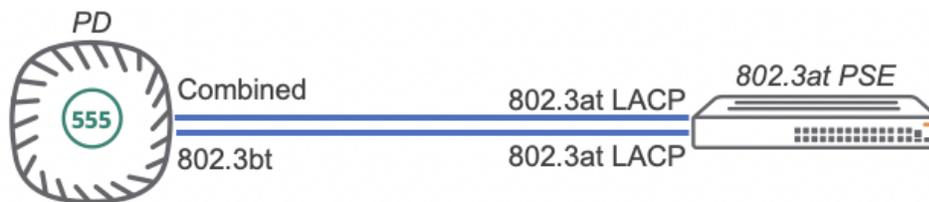
## 双以太网选项

意识到并非每个客户都将在其企业中拥有802.3bt的交换机，Aruba设计了性能更高的AP，以便能够使用双以太网连接，该连接可以从两根电缆供电，并将它们组合在一起为AP供电。这样，如果客户已经将双以太网电缆运行到他们的802.11ax接入点，或者如果它们出于冗余目的运行了两根电缆，则可以将两根电缆插入AP，确保每根电缆的末端都有一个PSE，并且AP将智能地组合来自两条电缆的电源。支持此功能的Aruba Wi-Fi 6 AP是Aruba AP-530系列和AP-555接入点。注意，虽然AP在两个链路上共享功率，但实际功率汲取可能并不总是50/50。两个以太网接口之间可能存在功耗差异。

对于AP-53x和AP-55x接入点，当使用双以太网链路时，AP能够将来自功率较低的两个上行链路到电源设备（PSE）的功率进行组合，以等于合计的较高功率。对于ArubaOS，可以在ap系统配置文件 *Ap system-profile <profile name>*下将AP配置为共享电源或更改电源优先级。在AP设置为“共享POE功率”（这是默认设置）的情况下，AP将从每个接口请求相等的功率并在AP将它们组合在一起。使用共享模式时，每个接口将消耗大约65%的所需功率，导致处于“共享POE”模式的AP消耗的功率比单个上行链路消耗的功率稍多（大约多30%）。在这种情况下，总功耗不会增加，但是由于我们无法确保50/50的分配比例，因此我们必须为每个电源保留一半以上的电量。

使用两个以太网上行链路的最直接和有效的方法是在交换机（如果支持）上使用链路聚合控制协议（LACP），并允许AP协商LACP并同时使用两个链路。LACP链路被配置为交换机和AP上的单个接口，这不仅允许在两个链路之间进行功率组合，而且还使AP可用的有线带宽加倍。不需要特殊配置即可在AP-530系列或AP-555上启用LACP支持。在下图示中，PSE被配置用于提供双802.3at功率的LACP，AP将其组合用于AP-555或AP-530上的802.3bt功率。

图4配置LACP时使用双以太网的AP实现全部功能



## 智能电源监控Intelligent Power Monitoring (IPM)

除了AP平台内的硬件因素之外，AP也有几种内置软件技术，可以利用这些技术为电源解决方案提供更多灵活性。在接入点工作时，AP消耗功率涉及很多因素（CPU利用率、温度、用户数、AP功率等），因此AP必须确保它已经从PSE获得足够的功率，如果这些因素中的任何一个突然上升，则有足够的开销来允许AP继续运行。因此，在大多数情况下当AP从PSE获得其理想的功率分配时，可以修改软件参数以允许AP更动态地管理其功耗，以帮助节省一些功率。

应该启用的最关键功能是IPM，它允许AP启用或禁用功能，并动态管理无线电设置和限制，以最大化和优化功

耗。这可以帮助最大程度地减少总功耗，最大限度地节省电力成本。它也可以让AP完全正常运行，即使它连接到提供低于理想功率等级的PSE。IPM实时工作，可以根据需要进行动态调整。可以在**ap system-profile <profile name>**下启用IPM。

启用IPM后，有两种行为可用。其一，AP将禁用AP的部件以节省功率。这通常涉及禁用USB端口（因为它不经常使用）和第二以太网接口（当存在单个上行链路时，不需要花费太多电力来保持第二以太网链路可用）。其二，AP将根据需要在AP上动态禁用功能，例如无线电功率，链的数量等。另外，IPM包括用户定义的禁用能力列表，按照优先级顺序作为省电算法的一部分。这可能是首先禁用整个无线电，或者可以将链的数量下降到2x2，甚至降低CPU资源利用率。它们的关键是，IPM允许管理员定义AP如何节省功率，而不是AP自己做，给管理员最大的灵活性和控制权。

除了IPM，ArubaOS还有一个选项**ap-poe-power-optimization**可为AP配置。在**ap provisation-profile <profile name>**下配置该选项。启用后使AP的POE功耗最小化。启用该设置将强制AP禁用USB端口并禁用AP（如果存在）内的任何PSE功能。请注意，如果意图使用AP的USB端口或PSE功能为下行链路上的Powered Device (PD) 供电，则不应使用。

下表提供了AP在不同功率状态下如何工作：

**表4: 具有5类POE设备和双千兆POE接口或直流电源的AP-500系列IPM模式下**

	802.3bt	2 x 802.3at (共享)	802.3at	2 x 802.3af	802.3af
最大PoE功耗 (没有/带一个USB连接)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP55X-38.2瓦/43.2W</li> <li>■ AP-53X-26.4瓦/33.1 W</li> <li>■ AP-51X-20.8瓦/26.5W</li> <li>■ AP-50X-11瓦/16.5W</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP55X-38.2瓦/43.2W</li> <li>■ AP-53X-26.4瓦/33.1 W</li> <li>■ AP-51X/50X-不支持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP55X-25.1W/3.1 W</li> <li>■ AP-53X-22.3 W/ 29W</li> <li>■ AP-51X-20.8W/ 26.5W</li> <li>■ AP-50X-11W/ 16.5W</li> </ul>	不支持	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP55X/53X-不支持</li> <li>■ AP-51X-13.5瓦/19.2W</li> <li>■ AP-50X-11W/ 13.5W</li> </ul>
IPM启用	没有限制	没有限制	没有限制 *	不支持	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP-55X/53X-不支持</li> <li>■ AP-51X/50X-无限制 *</li> </ul>
IPM已禁用	没有限制	没有限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP-555禁用拆分5Ghz模式，仅4x4 @5GHz</li> <li>■ AP-55x/53X:禁用USB,禁用第二个Eth</li> <li>■ AP-51X/50X-无限制 **</li> </ul>	不支持	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP-55X/53X-不支持</li> <li>■ AP-51X-没有限制</li> <li>■ AP-50X-USB端口禁用</li> </ul>

\* IPM可能会根据需要增加额外的限制，具体取决于PSE提供的功率，IPM是管理员可配置的

\*\* 在极端和最糟糕的情况下，当超过25.5W PoE预算限制达到4w时。将无法为附带的USB设备提供完整的5W供电。

## PoE冗余

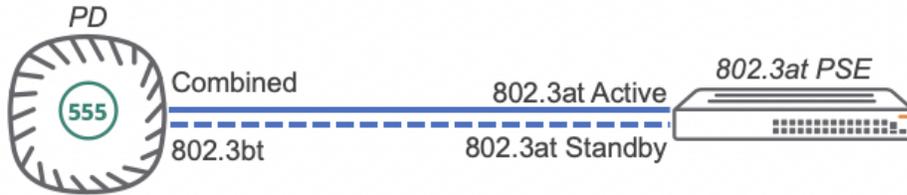
对于AP-53x和AP-55x，可以使用双以太网链路来提供PoE冗余。对于ArubaOS，可以将AP配置为共享功率或使用优先级别的功率。“POE电源故障转移failover POE power”在**ap system-profile <profile name>**下配置，AP将从一个接口优先考虑其全功率，如果该接口出现故障，则AP将无缝地从另一个接口请求并汲取功率。虽然“共享POE功率”是最灵活的，但当配置为“failover”时，它将获得比“POE电源故障转移”更高的总功率。因此，在POE预

算紧张的具有大量AP的交换机上，使用“failover”模式可能有助于减少相对于交换机的POE预算的总POE功率。

对于Aruba InstantOS，AP只能支持“共享POE电源shared POE power”。

如果未配置LACP，则可以将双接口AP连接到交换机的两个端口，AP将使用“Active/Standby”配置（这在AP或控制器上没有任何配置的情况下启用）。AP将选择Eth0为“Active”接口，Eth1接口为“Standby”，如下图所示。所有流量都将通过Active链路，并从两者中汲取电力。如果Eth0断开，AP将其上行链路连接到Eth1，并将从Eth1完全受电。当重新与Eth0建立连接时，AP将在大约15秒后切回Eth0。注意，随着AP上行链路的变化，将有1-3个ping丢失。与LACP相比，这允许较低级别的冗余，且是单个接口的吞吐量（而不是组合两个链路的总吞吐量）。

图5 未配置LACP时“Active/Standby”的AP

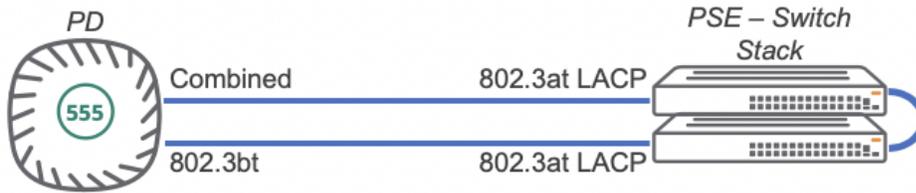


此外，为了在AP和交换机之间建立冗余，如果需要电缆和交换机冗余，可以使用交换机堆叠，在堆叠中的两个端口之间构建LACP，以便如果其中一个交换机在一个链路上发生故障，AP仍然可以从其他链路获取数据和电源，如下图所示。



AP-555，堆叠中的交换机必须启用802.3bt，以便AP-555仍然在单个上行链路上运行。

图6 在配置LACP时，通过使用双以太网在AP和交换机之间建立冗余



## AP有线上行链路考虑因素

第一代802.11ax无线电支持1024-QAM调制，这意味着802.11ax AP能够以更高的MCS值实现非常高的数据速率。每个无线电可以并发地传输，从而增加总瞬时带宽。为了确保这些AP能够在客户需求较高的期间根据其环境实现最佳性能，尤其是对于530和550系列的高端AP，为它们提供智能速率的上行链路至关重要。

## 射频规划

Wi-Fi已经成为一种必需品，它处于移动性mobility的中心。随着互联网连接设备的爆炸式增长，Wi-Fi不仅是必须具备的，而且有望维持越来越多的Wi-Fi设备。

每个人，无论是在企业环境、学校或医院，平均都携带两台具有Wi-Fi功能的设备。这就需要对WLAN部署进行精心的规划和设计。本部署指南提供了高密度园区的部署指南。

在以下各节中，我们将更详细地研究我们每个决策的要点。

## 支持的应用程序

语音和视频应用程序（如Facetime、Skype for Business和Wi-Fi呼叫）在园区部署（如教育、企业或医院）中非常常见。这要求WLAN针对实时应用进行优化（AP放置的距离有多远，确保良好的AP密度、良好的Wi-Fi客户端SNR和无缝漫游）。

作为实现这一目标的第一步，AP必须放置在大约40-60英尺（12-18米）之间的蜂窝结构中。良好的Wi-Fi部署应确保Wi-Fi客户端信噪比（SNR）为35dB或更高。这确保了良好的AP密度，供客户端漫游，而不会影响实时应用程序性能。

园区内可能存在例外，例如室内大型会议区或会议中心。在这种情况下，园区的那些部分必须被视为VHD场所，并且必须参考VHD部署指南。

除了AP放置之外，还有其他功能和/或参数，我们需要启用或调整，以便通过使用各种优化配置来确保良好的空口质量并降低RF信道利用率。

应使用Airmatch、Client Match和WLAN速率优化等各种功能对RF性能进行优化。

## 射频优化

RF优化基于用户定义的客户端数量或在AP上的利用率来启用或禁用负载均衡。该配置文件可用于检测覆盖漏洞、无线电干扰和STA关联故障，并配置RSSI指标。

- Airmatch将帮助AP到达最佳信道和功率。
- Client match有助于将带双频功能的客户端引导到5 GHz。此外，它可以让粘性客户端转移到更好的AP。

## WLAN速率优化

广播或多播速率（BC/MC）优化动态地选择在任何BSS上发送广播或多播帧的速率。该特征基于跨所有关联客户端的最低单播速率来确定用于发送广播和组播帧的最佳速率。

- Mcast速率优化。
- 丢弃未知的BC/MC，从而节省宝贵的通信时间。
- 选择使用动态组播优化来提高组播视频质量和组播流量的性能。

## 推荐的Wi-Fi设备（1SS、2SS、3SS、4SS和/或MU-MIMO）

AP53x/AP55x 802.11ax AP是HD部署的基本建议。因为这些AP可以支持到4x4:4。

我们建议访问以下链接进行AP对比。AP对比工具是一种有效的方式来并排对比多达3个AP：

## 推荐的有线交换机

在选择合适的有线接入交换机时，POE能力、智能速率（Smart Rate）支持和巨型帧（Jumbo Frame）支持与否是几个关键考虑因素。对于Wi-Fi 6部署，请考虑以下建议：

- 支持802.3bt或802.3at（POE+）的交换机。
- 像AP53x/AP55x这样的高性能AP，具有802.3bt电源，可以使AP不受任何限制地运行。
- 802.3at电源下工作，功能会减少，如本文前面所述。
- 在使用AP53x/AP55x时，建议使用有智能速率的HPE交换机，AP上行链路端口可以在2.5/5Gbps速率下运行。
- 从这些接入交换机到HPE Aruba控制器的有线上行链路应该是10G链路。
- 巨型帧应该是端到端的支持。没有端到端的巨型帧支持将迫使中间设备进行数据帧重组。
- 要么启用端到端的巨型帧支持，要么将其完全关闭。

HPE-Aruba 6xxx AOS-CX交换机推荐用于全新环境部署。此外，任何有交换机换新周期的客户都应该考虑购买802.3bt交换机，因为在不升级PoE能力的情况下换新交换机将是错误的。

## 预计支持的设备数量

本节讨论确定WLAN规模，并确定合适的控制器/IAP/UAP选型。

AP/终端数帮助我们得出一个控制器型号来使用；然而，控制器冗余要决定一个环境中需要多少控制器。在HD环境中，理想的是每个AP具有40到60个同时活动（传输）客户端。关联但不活动（沉默）的客户端可能是这个的几倍。

在服务生命周期（service life-cycle）结束时，根据您的环境将拥有多少终端来计算AP数量，这是关键。

- 一个用户今天通常携带至少3个Wi-Fi设备，其中1个在任何时间可能被认为是活动的，2个是不活动的。有关更多信息，请参阅非常高密度（VHD）802.11ac网络VRD

<https://community.arubanetworks.com/browse/articles/blogviewer?blogkey=7bc8710b-bc01-4229-a170-41f8f5a5e6f8>

例如，如果您不期望在三年前更新您的网络，则计划以一种可以在下次更新之前吸收增加的客户端设备数量的方式添加AP。

预计大多数客户端将加入5 GHz无线电（Aruba WLAN功能确保）。因此，根据每个无线电使用情况计划AP计数。

$$\text{AP数量} = \frac{\text{5 GHz无线电数量} \times \text{关联设备容量 (5 GHz)}}{\text{每个无线电的最大关联}}$$

关联设备容量是预期支持的访客终端 + 员工终端的最佳估计。



---

这一估计数应能容纳未来多年设备数的增加，例如，收购和增加更多员工。

---

## WLAN控制器型号

一旦有AP和用户数，这有助于选择合适的控制器型号。在HD园区部署中，最常见的控制器推荐是72xx系列（7280/7240XM是最高容量适用于超大园区，7205是小型园区控制器）。有关更多信息，请参阅：

<https://www.arubanetworks.com/zh-hans/controllers/7200-series/>

会话和有效的防火墙吞吐量。

“平台大小 ≥ 关联设备容量”，如果预期用户容量小于32,000。

## WLAN规模-所需控制器数量

按照下面的链接参考控制器性能对比：

<https://www.arubanetworks.com/zh-hans/controllers/7200-series/>

有关如何部署基于控制器的体系结构的详细最佳实践建议，请参阅ArubaOS 8基础指南：

[https://www.arubanetworks.com/assets/tg/TD\\_ArubaOS-8-Fundamental-Guide.pdf](https://www.arubanetworks.com/assets/tg/TD_ArubaOS-8-Fundamental-Guide.pdf)

## 射频设计

当您计划部署WLAN网络时，重要的是要了解您的AP将如何以及在哪儿安装，以获得无缝的Wi-Fi体验。你应该了解衰减和干扰

您环境中的源，可能会降低您的网络性能。以下部分提供了部署802.11ax WLAN网络的射频规划指南。

## AP安装建议

室内AP通常采用以下方法之一进行部署：

- 天花板安装部署
- 墙面安装部署

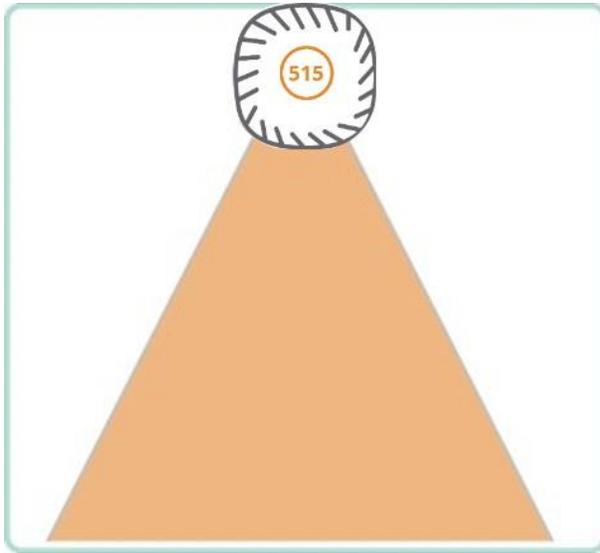
Aruba不建议桌面或隔间安装。这些位置通常在整个覆盖区域内没有清晰的视线（line-of-sight），进而会降低WLAN性能。

### 天花板安装部署

现代大多数WLAN部署都位于高处。天花板部署可以在天花板材料的水平或以下进行。通常，不建议将AP安装在任何类型的天花板材料上方，尤其是吊顶或“假”天花板上。有两个原因：

- 大多数天花板包含的材料或金属背衬会大大降低信号质量。
- 天花板上方的空间充满了固定装置、空调管道、导管和其他普通机械物品。这些物品直接阻碍信号，会损害用户体验。

图7天花板安装的接入点

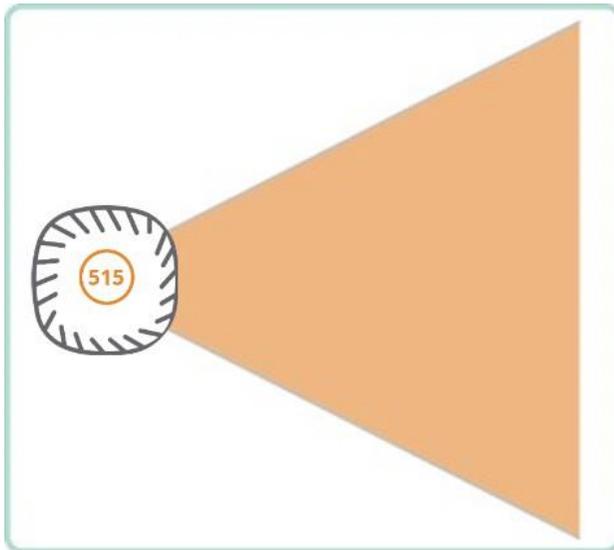


## 墙面安装

墙壁部署不像天花板部署那样常见，但经常出现在酒店和宿舍房间里。墙壁大型空间（如演讲厅）的常见部署位置，因为很难到达天花板。在无法布线的坚硬天花板区域，最好采用墙壁部署。

如果您没有使用壁挂式设计的AP-503H，请在部署壁挂式AP之前考虑天线方向图。

图8壁挂式接入点



## 现场勘察

射频规划的重要步骤之一是现场勘察分析，这有助于确定AP的位置，给整个环境提供高质量的无线体验。有不同类型的现场勘察方法，如虚拟现场勘察virtual site survey、被动现场勘察passive site survey、主动现场

勘察active site survey、频谱清除现场勘察spectrum clearing site survey。

尽管虚拟现场勘察是模拟AP放置和了解覆盖模式的快速方法，但建议进行物理现场勘察，以验证虚拟现场勘察的估计值，并验证您网络的覆盖范围和容量。

有关无线现场勘察的更多详细信息，请参阅室内现场勘察和规划VRD。<https://community.arubanetworks.com/browse/articles/blogviewer?blogkey=6a60790b-8744-407c-9c58-a8afc3a51698>

在进行现场勘察规划AP布局以实现无处不在的Wi-Fi覆盖时，重要的是要记住，与低频信号相比，更高频率的射频信号覆盖距离较短。您应该以这样的方式规划您的网络，让5 GHz频段信号覆盖您需要为用户提供Wi-Fi的区域。如果您基于2.4GHz频段覆盖范围规划网络，则可能会出现覆盖漏洞，如下所示。

图9.4 2.4 GHz和5 GHz覆盖模式的比较



## AP部署建议

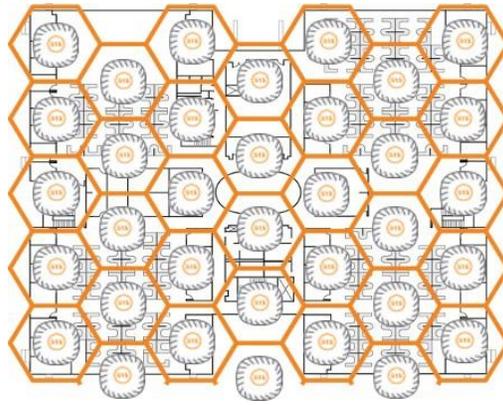
企业网络的AP放置建议如下:企业网络需要支持高性能的802.11ax网络以及实时语音和视频应用。

- 两个AP之间的距离应该大约为40到60英尺（12-18米）。
- 在整个覆盖区域内，最小RSSI应为-55 dBm。

选择RSSI为-55背后的原因是它可以可靠地为大多数高密度部署提供40 MHz上的MCS11。HE MCS11速率的最小接收灵敏度为:

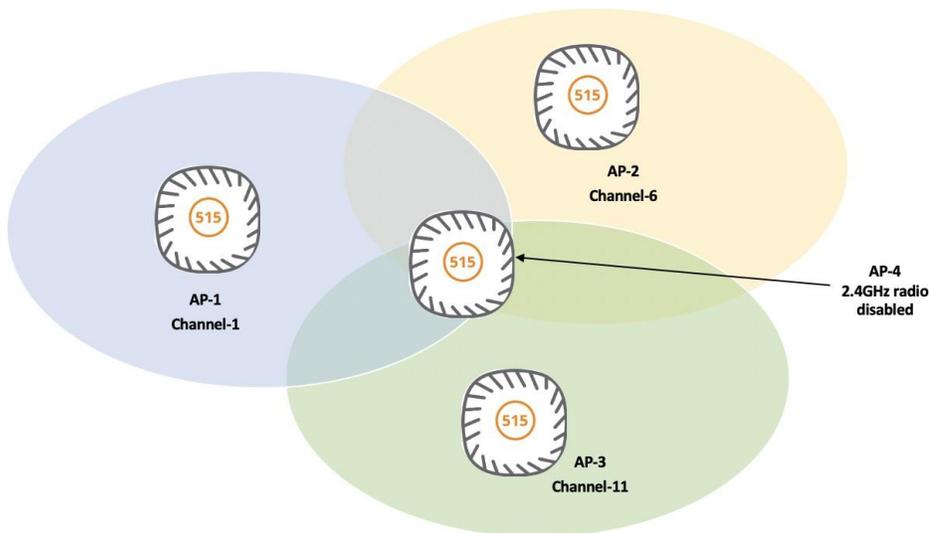
- HE20: -60 dBm
  - HE40: -57 dBm
  - HE80: -54 dBm
  - HE160: -51 dBm
- SNR应至少为35dB，以实现最高的1024-QAM速率（MCS10 - 11）。
  - AP应以蜂窝模式部署，如下图所示。此模式可确保沿所有方向对距离进行标准化，以具有最佳覆盖范围。

图10 蜂窝模式AP部署



当您设计使用双频的802.11ax网络，以5 GHz频段信号覆盖整个环境时，可能会在2.4GHz频段产生同频干扰。这是因为与5 GHz信号相比，2.4GHz信号具有更大的覆盖范围。为了避免这种情况，您可以在网络上的某些AP上禁用2.4 GHz无线电，如下图所示。

图11 在2.4 GHz频段缓解CCI



在此示例中，由于3个AP足以具有2.4 GHz的覆盖范围，因此可以禁用第4个AP上的2.4 GHz无线电，以避免同信道干扰。您可以使用4号AP上的2.4 GHz无线电作为专用频谱监视器来收集频谱分析数据，也可以作为专用空口侦听器来执行无线入侵检测和无线入侵保护。

## 衰减无线信号的因素

了解我们计划部署802.11ax WLAN的物理环境非常重要，因为不同的材料具有不同的衰减特性，这会影响无线性能。下表比较了在2.4 GHz和5 GHz频率中由于墙壁，玻璃窗或其他此类东西而引起的衰减。

表5: 2.4GHz和5 GHz的衰减

室内环境	2.4 GHz衰减	5 GHz衰减
织物、百叶窗、天花板瓷砖	约1dB	约1.5dB
室内石膏板	3-4dB	3-5dB
隔墙	2-5dB	4-9dB
木门（空心-实心）	3-4dB	6-7dB
砖/混凝土墙	6-18dB	10-30dB
玻璃/窗户（未着色）	2-3dB	6-8dB
双层/涂层玻璃	13dB	20dB
钢/防火门	13-19dB	25-32dB

## 转发模式建议

对于园区AP部署，Aruba支持三种不同的转发模式

- 隧道(Tunnel)模式
- 解密-隧道(Decrypt-Tunnel)模式（隧道解密模式）
- 桥接(Bridge)模式。



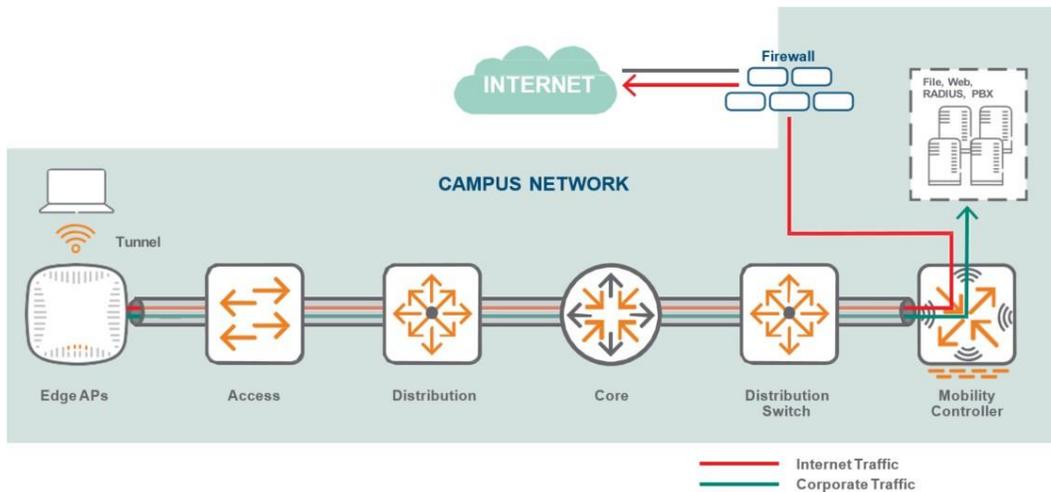
一般来说，在园区环境中不建议使用桥接模式。

本节提供有关最常见的AP转发模式和802.11a部署的推荐模式。

### 隧道模式 Tunnel Mode

目前大部分部署都使用隧道模式作为AP转发模式，此模式下AP将802.11流量发送回控制器，而不首先对其进行解密。隧道模式的优点之一是集中加密控制和数据流量。也就是说，在这种模式下，AP和移动性控制器之间的控制和数据流量在有线上保持加密，这增强了网络安全性，并且由于控制器中的高速加解密系统，可以减少AP高负载下的延迟。

图12 隧道模式



隧道模式是我们首选的工作模式，已满足Aruba客户近二十年的要求。并且由于转发决定通常在控制器（在具有默认网关的L3模式下）或上游路由器（在L2模式下）上进行，因此在AP处对原始无线帧的本地解密没有任何好处。

如前所述，利用帧聚合技术，802.11ax帧现在是巨型帧（jumbo frame）。如果不支持巨型帧，隧道模式下的Aruba控制器和具有服务集标识符（SSID）的AP将不参与 A-MSDU 协商，因此将对性能产生影响。为了实现高性能，始终建议开启端到端巨型帧，也就是您的交换机和路由器要支持巨型帧。在隧道模式下不启用巨型帧会导致大约20%到30%的损失。

译者注：

A-MSDU技术是指把多个MSDU通过一定的方式聚合成一个较大的载荷。

这里的MSDU可以认为是Ethernet报文。通常，当AP或无线客户端从协议栈收到报文（MSDU）时，会打上Ethernet报文头，这里我们称之为A-MSDU Subframe；而在通过射频口发送出去前，需要逐一将其转换成802.11报文格式。而A-MSDU技术旨在将若干个A-MSDU Subframe聚合到一起，并封装为一个802.11报文进行发送。从而减少了发送每一个802.11报文所需的PLCP Preamble、PLCP Header和802.11MAC头的开销，同时减少了应答帧的数量，提高了报文发送的效率。

MSDU(MAC Service Data Unit)媒介访问控制服务数据单元



转发模式不影响控制器的最大AP限制和性能，例如7240控制器可以处理2048个在隧道模式下运行的园区AP，而无任何性能问题。

## 解密-隧道模式 Decrypt-Tunnel Mode

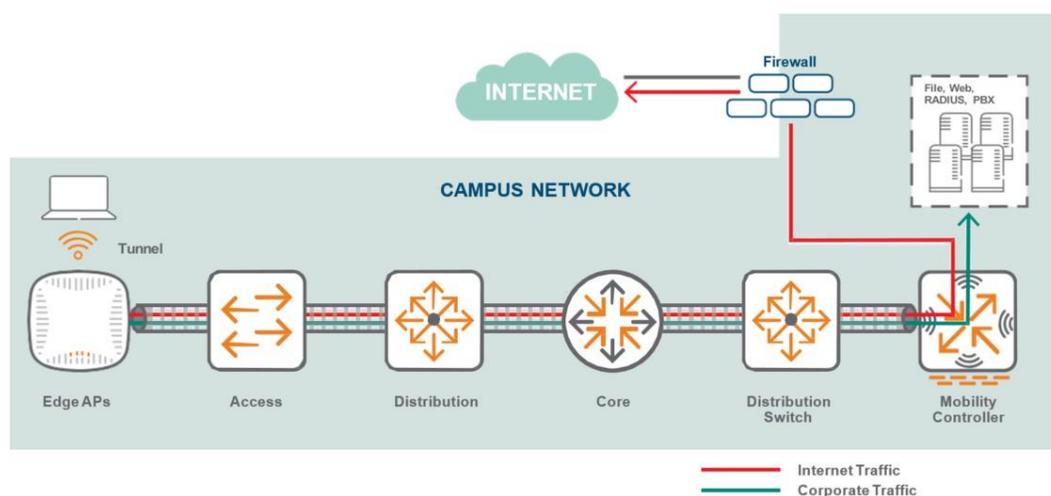
隧道解密模式允许AP-客户端对充分利用聚合媒介访问控制（Aggregated-Media Access Control MAC）服务数据单元（A-MSDU）和聚合MAC分组数据单元（A-MPDU），而无需有线网络传输巨型帧。AP在本地对自身执行解密和解聚合。在使用隧道解密模式时，必须启用AP和控制器之间的控制层安全（Control plane security CPsec）。



解密-隧道模式不提供端到端加密。只有AP和移动控制器之间的控制层流量在隧道解密模式下被加密。

在隧道解密模式中，AP除了执行加密和解密之外，还充当客户端和控制器之间的桥梁。控制器仍然充当终止数据流量的聚集点。这允许AP-客户端对利用WLAN无线电侧上的A-MSDS和A-MPDU而不需要有线网络传输巨型帧，因为AP在本地执行所有的组装聚合和解聚合。然后将有效载荷发送到控制器，用于防火墙处理和L2/L3转发。解密-隧道节点在功能上等同于启用巨型帧的隧道模式，通常用于技术演示。但是，没有集中加密，因为用户数据流量由AP解密并通过GRE隧道发送到控制器。

图13解密-隧道模式



解密隧道模式的性能等同于启用巨型帧的隧道模式。但是，没有集中加密，因为用户数据流量由AP解密并通过GRE隧道发送到控制器。

## 信道宽度（频宽）选择

802.11ax产品可部署在5 GHz频段的20 MHz、40 MHz、80 MHz、160 MHz不同信道宽度进行传输。为了获得最大的性能结果，建议尽可能允许“AirMatch”自动确定信道宽度。

通常，可以基于可用信道的数量（20、40或80宽）和将共享同一空域的AP的数量来选择最大信道宽度。只要AP的数量少于可用信道的数量，就应尽可能宽。通过使用更宽的信道宽度，客户端可以以更快的数据速率连接并占用更少的空口时间，由于AirMatch考虑了这些所有因素，因此Aruba建议让AirMatch做出所有信道宽度的决定。

从逻辑上讲，802.11ax AP应该部署为使用80 MHz或160 MHz的信道宽度。然而，如前所述，在美国，只有6个可用的80 MHz信道（中国只有3个），其中4个信道需要支持DFS以保护雷达工作。我们可以使用包含DFS信道的5 GHz频段（6个80 MHz信道）设计网络；但是，如果环境附近有雷达干扰，可能是一个问题，因为当运行在DFS信道中

的AP检测到雷达信号时，它将断开客户端的连接，并转移到非DFS信道。这将影响在该AP上连接的用户，并且还可能产生与相邻AP的同信道干扰，从而降低网络性能。

信道宽度的选择取决于站点环境和网络要求。Aruba建议，具有高活动因子的超高密度网络应部署40 MHz甚至200 MHz信道宽度，以增加整个网络的射频空间复用，而不会引起Wi-Fi干扰。

今天，几乎所有使用Wi-Fi的主要消费级设备都能够进行DFS操作。然而，Aruba也看到某些不支持DFS的旧设备或特殊用途设备，如条形码扫描枪或传统语音设备。在规划部署具有DFS信道的AP时，还应考虑客户的功能，以验证是否所有客户都支持DFS信道。即使某些客户端支持DFS信道，他们也可能不会主动探测这些信道，并且仅通过被动扫描来了解这些信道，这可能会导致漫游问题。建议使用不同的客户端进行漫游测试，以使用DFS通道分析其漫游模式。

## 容量规划 Capacity planning

在进行容量规划时，需要考虑的最重要的事情是有多少设备将访问网络，以及客户端组合的类型是什么。通常，人们携带至少三个设备，如笔记本电脑、平板电脑和智能手机。每个用户的设备数量也对VLAN和子网的设计产生影响。尝试访问网络的活动设备的预期数量将是计算所需AP密度的指标之一。

在计算容量设计的AP密度时，550和530系列的高端AP，每个无线电（per radio）大约可以关联150个设备，对于500和510系列的AP，每个无线电可以关联75个设备。假设峰值占空比为25-40%，每个无线电将同时产生40-60个设备的并发活跃用户数。尽管AP每个无线电可以支持更多数量的关联设备，但是拥有更多的无线用户接入将增加高峰期间的拥塞，从而降低高质量的用户体验。选择正确的设备以支持您的网络需求也很重要。Aruba拥有广泛的控制器和AP组合，允许您选择最佳的设备组合，以满足您的网络要求。

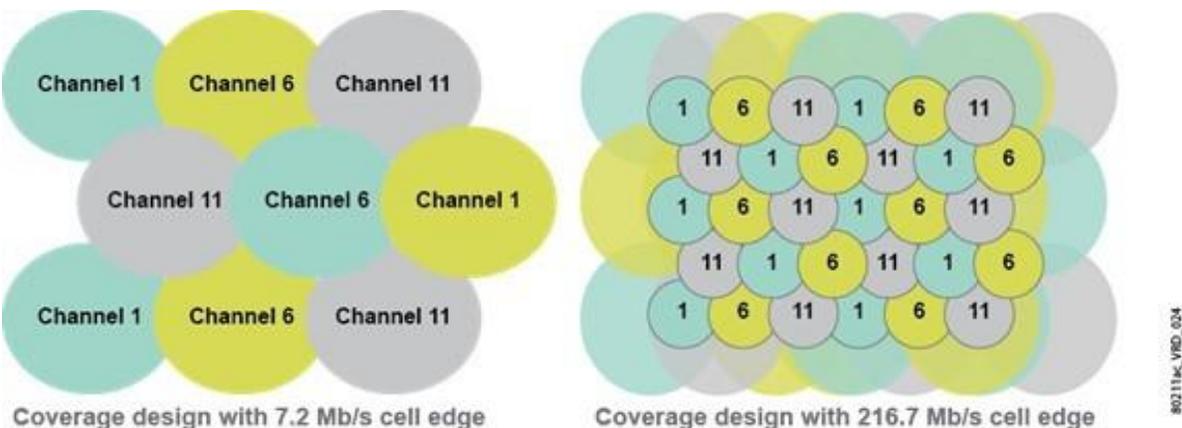
有关WLAN产品的详细信息，请参阅<http://www.arubanetworks.com/products/>。



活跃设备 Active devices是与AP相关联并在无线网络上主动发送和接收数据的客户端。关联设备 Associated devices是仅与AP关联的客户端并且可能不参与数据传输活动。

从下图可以看出，通常在基于容量的设计中，与基于覆盖的设计相比，您将不得不部署更多的AP。在容量设计中，用户通常与高数据速率相关联，并获得更好的无线体验。

图14 容量规划



### 传输波束成形 (TxBF)

802.11ax采用与802.11ac类似的显式波束成形 (beamforming) 过程。在该过程下，波束形成器 (AP) 使用空数据包启动信道探测过程。波束形成者 (客户端) 测量信道并以包含压缩反馈矩阵的波束形成反馈帧进行响应。波束形成器使用此信息来计算天线权重，以便将RF能量聚焦于每个用户。建议保持启用状态以获得最佳性能。

可以使用高效SSID配置文件配置TxBF。要访问此配置文件，请转到managed network节点层次：

1. 导航到Configuration > System > Profiles选项卡。
2. 展开Wireless LAN。
3. 选择High-Efficiency SSID，然后转到Advanced。

### 高效率 High Efficiency

所有802.11ax特定功能都包含在High Efficiency profile中。启用此参数可激活无线电上的所有802.11ax功能，用户可以利用Wi-Fi 6功能，如TxBF、HE支持的更高MCS速率 (10和11)、HE OFDMA、MU-MIMO、TWT等。

默认情况下已启用高效率，建议保持启用以获得802.11ax的好处。可以在RF管理配置文件下找到高效率启用 (无线电) 配置。

要访问此配置文件，请访问相关节点：

1. 导航到Configuration > System > Profiles选项卡。
2. 展开RF Management profile菜单。
3. 选择2.4 GHz或5 GHz无线电配置菜单，然后选择要修改的无线电配置。

确保启用高效率。

---

启用“HE”可能会导致某些老旧客户端的连接问题，并且这些客户端可能需要更新驱动程序以实现最佳性能。

---



请查看intel相关通告。以下是出现该问题的英特尔适配器列表以及更正该问题所需的固件版本<https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000054799/network-and-io/wireless-networking.html>

---

### HE OFDMA

默认情况下已启用此功能，建议将其保持启用，因为它可以提高效率并减少延迟。它最适合需要较小数据包的应用程序（IoT，语音应用程序等），并且非常适合低带宽应用程序。HE OFDMA可以通过High-efficiency SSID profile进行配置。

要访问此配置文件，请转到相关节点层次结构：

1. 导航到Configuration > System > Profiles选项卡。
2. 展开Wireless LAN选项。
3. 选择High-Efficiency SSID，然后转到Advanced。

## 下行MU-MIMO

默认情况下已启用此功能，建议在配置中保持启用此功能，因为这会增加容量并提高每个用户的速度。最适合于较大数据包（视频，流式传输等）的应用程序，非常适合高带宽应用程序。可以通过High-efficiency SSID profile配置HE MU-MIMO。

要访问此配置文件，请转到托管网络节点层次结构：

1. 导航到Configuration > System > Profiles选项卡。
2. 展开Wireless LAN选项。
3. 选择High-Efficiency SSID，然后转到Advanced。

## 802.11ax感知客户端匹配 Aware ClientMatch

ClientMatch持续监测每个客户端的RF邻居，以提供持续的客户端频段引导（bandsteering）和负载平衡，并增强AP重新分配为漫游的移动客户端。客户端匹配支持802.11ax，并且此功能没有特殊按钮。它将尝试在混合AP部署环境中将802.11ax客户端与802.11ax无线电匹配。通过引导客户使用最佳AP来优化用户体验。



---

旧版802.11a/b/g设备不支持ClientMatch。当您在支持802.11n的设备上启用ClientMatch时，ClientMatch会覆盖为传统的频段引导或负载平衡功能配置的任何设置。具有802.11ac功能的设备不支持旧版的频段引导bandsteering、节点切换station hand off或负载平衡设置，因此必须使用ClientMatch来管理这些AP。

---

## 目标唤醒时间 Target Wake Time

802.11ax提供的主要省电功能之一是目标唤醒时间（Target Wake Time, TWT），这对于IoT设备非常有用。TWT首

次在802.11h下提出。TWT使用基于802.11ax客户端和802.11ax AP之间的预期流量活动的协商策略为每个客户端指定计划的唤醒时间。802.11ax物联网客户端可能会休眠数小时/天，从而节省电池寿命。

这提高了智能手机和其他移动设备上的唤醒和睡眠效率。

建议保持此功能的启用，因为它允许客户端向AP请求特定的唤醒时间，以便客户端可以更长的时间进入睡眠状态并节省电量。

可以使用e High-efficiency SSID profile配置此功能。

要访问此配置文件，请转到托管网络节点层次结构：

1. 导航到Configuration > System > Profiles选项卡。
2. 展开Wireless LAN选项。
3. 选择High-Efficiency SSID，然后转到Advanced。

## 有线网络注意事项

下表总结了Aruba对有线网络支持802.11ax WLAN部署的建议。

表6: 有线网络推荐建议

功能	推荐
PoE要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 优选使用802.3bt交换机（Aruba2930M交换机系列、CX6200、CX6300、CX6400等）为AP-510、AP-530和AP-555系列接入点供电。</li> <li>■ 优选使用802.3at交换机为AP-500系列接入点供电。</li> <li>■ 如果不支持802.3bt的交换机，则使用双以太网连接，并将它们组合在一起为AP供电。注：该功能仅适用于ArubaAP-530和AP-555系列。有关Wi-Fi 6和PoE选项的详细信息，请参阅以下部分。</li> </ul>
PoE冗余	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 在新的部署中，建议规划每个AP两根以太网电缆，以提供PoE冗余。</li> </ul>
AP上行	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 建议所有11ax AP（5xx系列）都使用多千兆级（Multi-Gigabit）上行链路。</li> </ul>
以太网线缆	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 推荐使用Cat 6a以太网线缆。</li> </ul>
接入网上行链路	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP接入交换机应具有10 Gbps上行链路。</li> </ul>
控制器上行	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 建议控制器至少有10 Gbps冗余上行链路。</li> </ul>
巨型帧Jumbo Frame	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 建议在您的网络上开启具有端到端的Jumbo Frame支持，以获得帧聚合的好处，从而提高802.11ax性能。</li> </ul>
VLAN设计	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 将您的网络设计成具有单独的有线和无线VLAN，以避免不必要的广播和组播流量。</li> <li>■ 为所有无线客户端配置单个平面VLAN。在部署时要考虑每个VLAN的客户端数量。有关架构方面的考虑，请参阅<a href="#">AOS 8 Fundamentals Guide</a></li> <li>■ 配置广播组播优化。</li> </ul>

## 射频规划

下表汇总了Aruba在计划部署802.11ax WLAN时对AP放置、AP安装和信道宽度选择的建议。

表7: 射频规划的建议

功能	推荐
AP安装建议	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 普通园区天花板吸顶安装</li> <li>■ 酒店面板式安装</li> </ul>
AP放置	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AP的间距大约40到60英尺（13 - 20米）。</li> <li>■ 在整个覆盖区域内最小接收信号强度（RSSI）应为-55 dB。</li> <li>■ SNR应始终大于35dB，以实现最高1024-QAM调制和数据速率。</li> <li>■ AP应以蜂窝模式部署。</li> </ul>
AP转发模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 首选隧道Tunnel模式。</li> <li>■ 解密-隧道Decrypt-Tunnel模式也可以根据具体情况使用。</li> </ul>
信道宽度选择	<p>只有当设备附近未检测到雷达信号干扰时，再使用80 MHz信道和DFS信道。还要确保您的老旧客户端没有80 MHz信道的无线问题，如果有，请部署40 MHz信道。考虑40 MHz或20 MHz的信道宽度，以获得更好的信道分离。</p>
每个AP的客户端密度	<p>较高端的550系列AP和530系列AP每个无线电最多可支持1024个关联客户端。而500和510系列的AP支持每个无线电最多512个关联客户端。</p>

## WLAN优化



Wi-Fi 6网络的性能在很大程度上依赖于客户端、客户端驱动程序和操作系统版本。以下是针对Wi-Fi 6设计和部署的推荐WLAN优化的摘要，在市场早期可用的客户中进行了测试。基线/需求可能因情况而异。

表8: WLAN优化建议

功能	默认值	推荐值	描述
发射功率	5 GHz: 最小15/最大21 2.4GHz: 最小6/最大12	将其保留为默认值，并让Airmatch处理这些值。	注： 同一无线电上的最小和最大Tx功率之间的差异不应超过6 dBm。 5 GHz无线电的Tx功率应该比2.4GHz无线电的Tx功率高6 dBm。

功能	默认值	推荐价值	描述
传输波束形成 (TxBF)	启用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>使AP实现高吞吐量。</li> </ul>
OFDMA	启用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>使多个设备能够同时发送和接收。</li> <li>给物联网、语音等小包应用程序在高密度环境中提供帮助。</li> </ul>
MU-MIMO	启用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>使多个设备同时发送和接收。</li> <li>有助于实现更高的吞吐量。</li> </ul>
11ax感知客户端匹配 11ax aware Client Match	启用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过将客户端切换至最佳AP来优化用户体验。</li> </ul>
高效率 (HE)	启用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>保持此功能以获取802.11ax优势。有关更多详细信息，请参阅其他章节。</li> </ul>
IPM (灵活性功能)	禁用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>建议一直启用此功能。</li> <li>IPM有助于总功率消耗最小化，节省电力成本。</li> <li>它还可以让AP完全正常运行，即使它连接到提供低于理想功率等级的PSE。</li> </ul>
将广播ARP请求转换为单播 Convert Broadcast ARP Requests to Unicast	启用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>有助于将广播ARP和DHCP数据包转换为单播。</li> </ul>
丢弃广播和组播 Drop Broadcast and Multicast	禁用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>限制所有的广播和组播流量涌入AP隧道。</li> <li>将广播ARP请求转换为单播必须启用。</li> </ul>
AirGroup	禁用	<ul style="list-style-type: none"> <li>如果需要MDNS, DLNA或其他零配置服务，则启用它。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>允许使用Airplay和ChromeCast类型的应用程序，即使启用了“Drop Broadcast and Multicast”功能</li> </ul>
动态组播优化 (DMO) Dynamic Multicast Optimization	禁用 <b>警告:在未查看特定要求的情况下，请勿启用。</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>如果需要组播流，则启用它。</li> <li>将DMO客户端阈值设置为80。</li> <li>使用控制器上行链路ACL对组播流进行优先级排序。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>将组播帧转换为单播帧，以更高的速率传输</li> <li>注:需要启用IGMP侦听 (IGMP Snooping) 或代理功能才能使DMO工作。</li> </ul>
组播速率优化 Multicast Rate Optimization	禁用	启用	<ul style="list-style-type: none"> <li>以尽可能高的通用速率发送组播帧。</li> <li>即使启用了DMO，也可以启用它。</li> </ul>

## 快速漫游推荐

表9: 快速漫游推荐

功能	默认值	推荐值	描述
Opportunistic Key Caching (OKC)	启用	启用	通过缓存opportunistic key来避免漫游期间的dot1x密钥完整交换过程。 注:MacOS和iOS设备不支持OKC。苹果设备支持802.11k、v和r。
Validate PMKID	启用	启用	在使用OKC之前,将客户端发送的PMKID与Aruba控制器中存储的PMKID进行匹配。
EAPOL速率优化 EAPOL Rate Optimization	启用	启用	以配置的最低传输速率发送EAP数据包。
802.11r 快速BSS过渡 Fast BSS Transition	禁用	启用	802.11r使支持的客户端能够更快地漫游。MacOS、iOS、大多数Android和Win10设备支持802.11r。有关测试互操作性的设备列表,请访问 <a href="https://www.arubanetworks.com/zh-hans/support-services/interoperability/">https://www.arubanetworks.com/zh-hans/support-services/interoperability/</a> 注:一些较旧的802.11n设备、手持式扫描仪和打印机可能在启用802.11r时存在连接问题。
802.11k	禁用	启用11k并增加以下配置: ■ 信标报告设置为活动信道报告。Beacon report set to Active Channel Report. ■ 从无线电资源管理配置文件(Radio Resource Management profile)中禁用Quiet Information Element参数。	帮助客户更快地做出漫游的决定。
802.11v BSS过渡管理 BSS Transition Management	禁用	启用	帮助客户端更快地漫游。

## 特殊部署漫游优化建议—一般企业和K-12/高等教育

表10: 高密度企业和教育部署的漫游优化建议

功能	默认值	推荐值	描述
Data rates (Mbps)	<b>802.11a</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Basic rates:6、12、24</li> <li>■ Transmit Rates:6,9, 12, 18, 24, 36,48, 54</li> </ul> <b>802.11g</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Basic rates:1,2</li> <li>■ Transmit Rates:1、2、5、6、9、11、12、18、24、36、48、54</li> </ul>	<b>802.11a/g</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Basic rates:12,24</li> <li>■ Transmit Rates:12、24、36、48、54</li> </ul>	<p>如果您有以2.4GHz频率运行的IoT设备和游戏机连接到网络，将802.11g的5、6、9和11 Mbps的数据速率添加回Basic rates、Transmit Rates</p> <p>注：较旧的游戏机（即Xbox）禁用较低的Basic rates时（已知Xbox360）连接到WLAN会出现问题。</p>
Beacon Rate (Mbps)	默认情况下，配置最低的basic rate	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 对于802.11a和802.11g无线电都使用12或18。</li> <li>■ 对于高密部署使用24Mbps</li> </ul>	以配置的速率而不是最低的basic rate发送Beacon。
Local Prob Req Threshold (dB)	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 0-15dB</li> </ul>	<p>如果SNR小于15 dB，则AP停止响应客户端探测请求。</p> <p><b>注：不要超过15dB。</b></p>

表11: 仓库、零售和医院部署的漫游优化建议

特征	默认值	推荐值
数据速率 (Mbps)	<b>802.11a</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Basic rates: 6、12、24</li> <li>■ Transmit Rates: 6,9, 12,18, 24, 36,48, 54</li> </ul> <b>802.11g</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Basic rates: 1,2</li> <li>■ Transmit Rates: 1、2、5、6、9、11、12、18、24、36、48、54</li> </ul>	使用默认值
Beacon Rate (Mbps)	默认情况下，配置最低的basic rate	使用默认值
Local Prob Req Threshold (dB)	0	使用默认值