



Wi-Fi CERTIFIED EasyMesh™

技术概述

2020 年 2 月

本文及本文所含有关 Wi-Fi Alliance 各项计划及预计发布日期的信息，可能随时修改或取消，恕不另行通知。本文是以“现况”、“可提供性”和“连同本身具有一切瑕疵”为基础提供的。关于本文及本文所含信息之有用性、质量、适用性、真实性、准确性或完整性，Wi-Fi Alliance 不提供任何陈述、担保、条件或保证。

住宅 Wi-Fi® 在演变

由于互连设备海量增加，所以家中到处都扩大了对 Wi-Fi® 连接的需求。消费者现在拥有多个移动设备，包括 IoT 和智能家居互连产品，这表明，需要以最简便易用的方式为室内和室外提供一致的 Wi-Fi 覆盖。传统上，家中的 Wi-Fi 网络只有一个 Wi-Fi 接入点 (AP) 或路由器，这样的网络也许能、也许不能完全覆盖希望覆盖的所有区域 (图 1)。住宅结构，例如墙体、地面和导线的类型，可能影响 Wi-Fi 覆盖。此外，日益增加的互连设备以及用户使用的各种服务也给 Wi-Fi 网络额外增加了流量。对 Wi-Fi 网络而言，提高吞吐量、提高效率、降低干扰以及使 AP 更容易放置、使网络更容易配置，都是受欢迎的举措。

视住宅大小和建筑材料的不同而不同，单个 AP 的解决方案常常不能为全部空间提供良好的 Wi-Fi 覆盖。为了避免覆盖不佳，有些网络使用了范围扩展器，但是这种方法可能导致吞吐量下降，使住宅网络成了由很多单独的部分组成的拼凑物，而不是一个统一的实体，这可能给网络管理带来挑战。

显然，市场需要全面覆盖、高效率、自配置的 Wi-Fi 网络，要求 Wi-Fi 网络仅需要最低限度的设置工作，并基本上靠自己保持运行。业界已经做出回应，主要面向住宅和小型办公室开发了专有解决方案，运用多个互连的 AP 建立单一网络，如图 2 所示。这些产品意欲让用户享有 Wi-Fi 覆盖范围扩大的优势，但是未提供多厂商互操作性。



图 1: 仅用一个接入点 (AP) 的大型住宅 Wi-Fi 覆盖

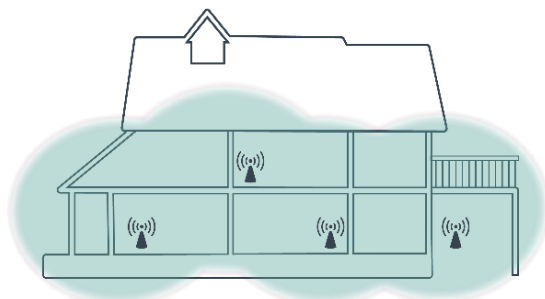


图 2: 采用多个接入点的大型住宅 Wi-Fi 覆盖

智能 Wi-Fi 网络已提供互操作性

[Wi-Fi CERTIFIED EasyMesh™](#) 是 Wi-Fi Alliance® 的一项认证计划，为实现多个 AP 的 Wi-Fi 网络提供了一种基于标准的方法。Wi-Fi EasyMesh™ 以 [Wi-Fi CERTIFIED™ 认证计划的质量和互操作性承诺](#) 为基础，扩大了整个住宅或办公室的 Wi-Fi 覆盖范围，并提高了网络性能，同时允许增加来自不同厂商的其他 Wi-Fi EasyMesh AP。

在 Wi-Fi EasyMesh 网络中，多个 AP 一起运行，以确保家中所有区域都获得完整的 Wi-Fi 覆盖，并适应不断变化的网络条件，提供一致、高质量的用户体验。Wi-Fi EasyMesh 计划基于 [Wi-Fi Alliance 多 AP 技术规范](#)，采用 Wi-Fi 标准和协议，以使安装 Wi-Fi EasyMesh 网络、增加新的 Wi-Fi EasyMesh 设备以及构成统一的自适应网络更容易，统一的自适应网络可调节其拓扑并平衡其 AP 的负载。结果将得到更加智能的 Wi-Fi 网络，这样的网络提供更大的网络覆盖范围、更高的性能、更大的容量和更高效的数据传送。

Wi-Fi EasyMesh

Wi-Fi EasyMesh 计划定义：AP 之间的控制协议；在网络内路由流量的机制；在 Wi-Fi EasyMesh 网络中支持 AP 简便地入网、配置、控制以及自动管理所必需的数据对象。

Wi-Fi EasyMesh 网络用一个控制器管理网络，多个代理 AP 连至该控制器。Wi-Fi EasyMesh 控制器常常位于主网关内，该主网关将住宅网络连至服务提供商的基础设施。主网关常常包括控制器和一个集成的代理 AP，这个集成的代理 AP 也由该控制器管理，如下图 3 所示。控制器可以位于网络中的任何地方，而不只限于在网关设备中。

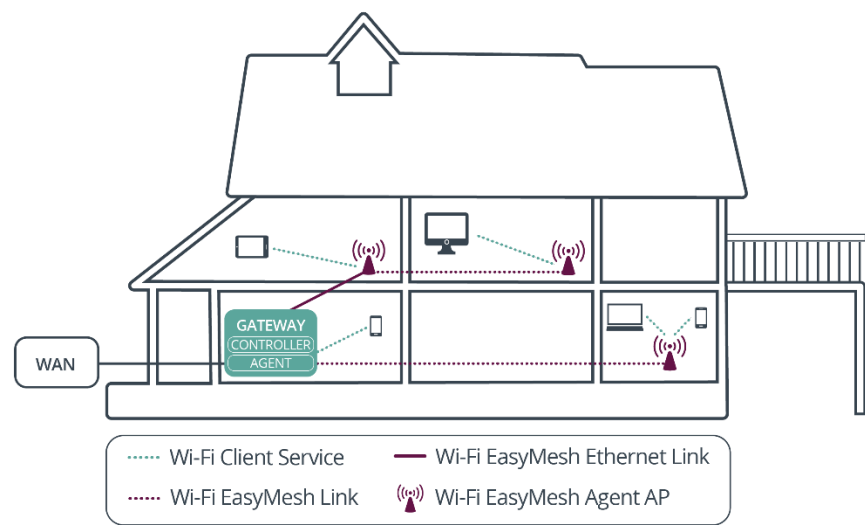


图 3: 包括有线和 Wi-Fi 链路在内的 Wi-Fi EasyMesh 网络举例

Wi-Fi EasyMesh 网络中的设备数量取决于网络所在场所的需要：有些场所用一个控制器和两个代理就能很好满足需求，而另一些场所则可能需要一个控制器和若干个代理。这些网络的可扩展性极高，只要有一个管理所有代理的控制器就行。

简易的 AP 放置

很多住宅在各个房间中没有有线以太网连接。因此，为了方便在住宅中以最佳方式放置 AP，Wi-Fi EasyMesh 设备可以用几种网络技术相互连接，包括 Wi-Fi、以太网和 IEEE 1905.1 协议支持的其他技术。这就允许部署者结合使用不同的技术、Wi-Fi 射频单元或频段来互连代理，以在成本和容量之间取得平衡。采用 Wi-Fi 链路是有吸引力的，因为这种链路几乎允许在任何地方安装代理而无需布设电缆。

图 4 显示了 Wi-Fi EasyMesh 链路的一些选择，包括：

- Wi-Fi 2.4GHz。
- Wi-Fi 5GHz 低频段：频道 36~65，U-NII-1，U-NII-2A。
- Wi-Fi 5GHz 高频段：频道 100~165，U-NII-2C，U-NII-3。
- 以太网。

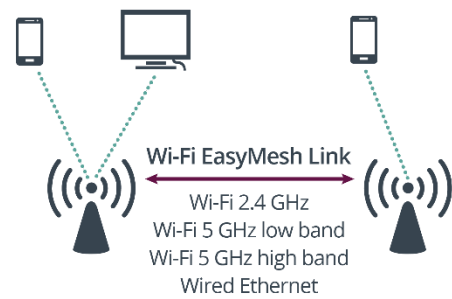


图 4: Wi-Fi EasyMesh 链路选择举例

Wi-Fi EasyMesh 控制器

在 Wi-Fi EasyMesh 网络中，控制器是一个逻辑实体，可以位于一个放在网络任何地方的独立设备内，或位于一个执行多种网络功能的设备内，例如网关设备。控制器提供让其他 Wi-Fi EasyMesh 网络设备入网并得到配置的功能。控制器还管理所有 Wi-Fi EasyMesh 代理。控制器接收来自网络中所有设备的指标和功能数据，并控制网络中代理 AP 的运行参数，例如运行频道、数据流拓扑、客户端在代理之间的漫游等。控制器还向代理发送控制命令，以改善负载均衡和其他管理功能。

Wi-Fi EasyMesh 代理

Wi-Fi EasyMesh 网络中的所有 AP 都是代理。Wi-Fi EasyMesh 代理也是一种逻辑实体。代理执行来自控制器的命令，向控制器和网络中的其他代理报告测量结果和功能。代理还充当连接客户端设备的 Wi-Fi 接口。

灵活的数据通路连接

诸如移动设备、电视机、笔记本电脑等客户端设备通过标准 Wi-Fi 连接连至代理，这在“多 AP 技术规范”中被称为“去程（fronthaul）”连接。然后代理通过回程链路向其目的地提供数据，例如另一个 AP 或互联网。视每个设备提供的功能不同而不同，去程和回程链路可以使用不同的射频单元以提高性能。

Wi-Fi EasyMesh 认证计划支持多种回程和去程链路，例如图 4 所示的那些链路。除了支持各种网络连接，Wi-Fi EasyMesh 网络还可以改变去程和回程通路，以适应网络条件。这使控制器能够有效管理信息流路由，并通过扩展，提高性能。Wi-Fi EasyMesh 代理可以使用多个射频单元以及特定频段和频道来管理网络上的信息流。该技术允许射频单元同时支持去程和回程传送，或者一次仅支持一个方向的传送，以提高性能。

网络设置和运行

设置和运行住宅无线网络令很多消费者望而却步。无论有无专业技术知识，Wi-Fi EasyMesh 网络都可在几分钟时间内部署完毕。尽管安装 Wi-Fi EasyMesh 网络的细节视厂商实现方案的不同而不同，但是安装和设置均很简便，需要很少的用户干预。这使 Wi-Fi EasyMesh 网络成为消费者以及向客户提供设备的服务提供商的绝佳选择。控制器一旦设置完毕，就会承担起配置网络中每个代理的责任。Wi-Fi EasyMesh 网络还易于通过增加新的代理来加以扩展，即使代理设备来自多个厂商也没有关系。控制器会自动发现和配置新的代理。

入网、发现和配置

入网是一个过程，在这个过程中，Wi-Fi EasyMesh 代理建立与 Wi-Fi EasyMesh 网络的数据链路连接。这种连接可以是 Wi-Fi 连接或有线连接。Wi-Fi EasyMesh 支持非常方便的入网过程，并为代理之间的回程连接提供 Wi-Fi CERTIFIED WPA2 和 Wi-Fi CERTIFIED WPA3™ 安全保护。

一旦 Wi-Fi EasyMesh 代理在 Wi-Fi 网络上安装完毕，网络就启动支持控制和代理相互发现的协议。这个协议允许控制器向网络查询有关连接了哪些代理以及这些代理提供哪些功能的信息，包括每个代理有多少个射频单元、它们支持的 Wi-Fi 版本等。然后，控制器决定，如何基于功能并以最佳方式配置这些代理设备（参见以下“功能报告”一节）。

Wi-Fi EasyMesh 扩展了 IEEE 1905.1 程序，以使控制器能够配置代理设备中的每个射频单元。该技术还包括在代理设备上配置与控制相关的政策的机制，例如与指标和引导方式有关的政策。此外，控制器决定代理网络的拓扑，以适应不断变化的网络条件。

Wi-Fi EasyMesh 为多个网络的流量提供逻辑隔离，例如家庭网络和来客网络。每个网络都与其他网络相隔离，都有自己的虚拟局域网（VLAN）。这种隔离对有线和 Wi-Fi 回程链路都适用。

网络运行机制

除了方便以最佳方式在网络中放置多个 AP，Wi-Fi EasyMesh 还提供建立和运行一个自我优化的网络所需的多种机制，以最大限度提高性能、改善客户端设备的漫游。

功能报告

Wi-Fi EasyMesh 代理向控制器说明和报告功能，例如：

- 代理设备中的 Wi-Fi 射频单元数量；
- 所支持的 Wi-Fi 技术；
- 所支持的频段和运行类别（频道和频道宽度）。

控制器利用每个代理发来的信息保持最佳的网络性能。基于网络中所有代理报告的网络条件，控制器可以向一个或多个代理发送控制命令，要求其转移到不同的频道、降低发送功率或报告正在使用多少带宽。

频道选择

Wi-Fi EasyMesh 控制器可以向代理查询首选运行频道。此外，Wi-Fi EasyMesh 控制器可请求代理执行频道扫描，以了解无线频率环境以及每个代理看到的相邻基本服务集（BSS）。然后，控制器为代理设备中的每个射频单元设定运行配置，包括优先选择的运行类别、频道和发送功率及其限制。在默认情况下，代理中的射频单元按照适用的监管规则，以最大标称发送功率运行。不过，控制器可以限制标称发送功率，以改善系统信号条件。Wi-Fi EasyMesh 控制器可以选择由代理做出某些本地行动决策，以提高网络的响应速度。

为有助于高效满足不同地域的监管要求，控制器可以请求代理执行频道可用性检查（CAC），或提供自己的 CAC 状态。代理按照请求执行 CAC 操作，然后向控制器报告 CAC 信息。

链路指标收集

面向 Wi-Fi EasyMesh 的“多 AP 技术规范”定义了网络设备传递与网络相关的链路指标信息的协议。这些指标与网络整体有关，不包括特定于某个具体客户端设备的指标。Wi-Fi EasyMesh 代理还利用 IEEE 802.11“信标（Beacon）”报告中的测量结果、[Wi-Fi CERTIFIED Agile Multiband™](#)中的“信标”报告技术以及 [Wi-Fi CERTIFIED Data Elements™](#)规定的关键性能指标来报告有关网络健康状态的指标，其中包括代理与相关客户端设备之间链路的质量指标。

Wi-Fi EasyMesh 对 Wi-Fi Data Elements™起到了补充作用，这有助于运营商收集网络信息，以更加主动地发现和解决 Wi-Fi 网络问题。这些链路指标收集方法相互配合，使 Wi-Fi EasyMesh 网络能够适应网络的动态变化，而这种适应性又可以为用户提供更加一致的 Wi-Fi 体验。

客户端设备引导

控制器可以选择发送控制信息来“引导”或建议客户端设备将连接从一个代理转移到另一代理。这可以平衡代理之间的网络负载，并优化客户端漫游。这种决策是基于控制器积累的对 Wi-Fi EasyMesh 网络及其客户端的了解做出的。控制信息支持对任何客户端的引导。支持 Wi-Fi Agile Multiband™所用技术（例如 IEEE 802.11v BSS 切换管理（BSS Transition Management，简称 BTM））的设备有可能体验到更快的切换。

优化连接

能够更好地管理 AP 之间的连接是使 Wi-Fi EasyMesh 网络更加智能的一个重要因素。控制器可以在 AP 之间为回程连接选择最佳通路、频段和频道，以优化网络资源的利用（图 5）。

Wi-Fi EasyMesh 利用 Wi-Fi Agile Multiband 收集有关 Wi-Fi 环境的关键信息，以高效管理网络资源，并在 AP 上优化负载均衡。高效管理和负载均衡优化是通过将客户端设备引导到最适合的频段、频道或 AP 上实现的。

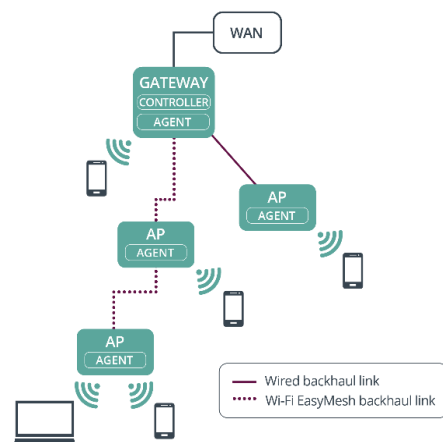


图 5: Wi-Fi EasyMesh 拓扑举例

总结

人们日益希望在家中获得全面、一致的 Wi-Fi 覆盖，这迫使市场提供多 AP Wi-Fi 系统以扩大覆盖范围。这类系统大多基于专有技术。为了满足这种市场需求，Wi-Fi Alliance 推出了一种基于标准的解决方案，为服务提供商和 Wi-Fi 用户提供了一种一致的、简化多 AP 网络安装的方法。Wi-Fi EasyMesh 网络是一种统一的多 AP 网络，扩大了覆盖范围并简化了网络管理，可提高整个住宅或办公室的端到端服务质量（QoS）。Wi-Fi EasyMesh 实现了一个由可互操作 Wi-Fi CERTIFIED 设备组成的、强大的生态系统，为选择设备以构成智能化、自适应住宅 Wi-Fi 网络提供了更大的灵活性和更多选择。

如需了解更多有关 Wi-Fi EasyMesh 的信息，请访问：<https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-easymesh>。

关于 Wi-Fi Alliance®

www.wi-fi.org

Wi-Fi Alliance®是全球联网的企业共同为您提供 Wi-Fi®服务。我们的合作论坛成员来自整个 Wi-Fi 生态系统，秉承共同的“随时随地、连通一切、连接所有人”的企业愿景，同时提供最佳的用户体验。自 2000 年以来，Wi-Fi Alliance 已经完成了超过 50,000 项 Wi-Fi 认证，带有 Wi-Fi CERTIFIED™批准印章的产品均符合互操作性、兼容性和最高的行业标准安全保护措施。如今，在不断扩张的各种应用程序中，Wi-Fi 承载着一半以上的互联网流量。数十亿人每天都依赖于 Wi-Fi，Wi-Fi Alliance 将继续推动它的普及和发展。

Wi-Fi®、Wi-Fi 标识、Wi-Fi CERTIFIED 标识、Wi-Fi Protected Access® (WPA)、Wi-Fi Protected Setup 标识、Wi-Fi Direct®、Wi-Fi Alliance®、WMM®、Miracast®、Wi-Fi CERTIFIED Passpoint®和 Passpoint®均为 Wi-Fi Alliance 的注册商标。Wi-Fi CERTIFIED™、Wi-Fi Protected Setup™、Wi-Fi Multimedia™、WPA2™、Wi-Fi CERTIFIED WPA3™、WPA3™、Wi-Fi CERTIFIED Miracast™、Wi-Fi ZONE™、Wi-Fi ZONE 标识、Wi-Fi Aware™、Wi-Fi CERTIFIED HaLow™、Wi-Fi HaLow™、Wi-Fi CERTIFIED WiGig™、WiGig™、Wi-Fi CERTIFIED Vantage™、Wi-Fi Vantage™、Wi-Fi CERTIFIED TimeSync™、Wi-Fi TimeSync™、Wi-Fi CERTIFIED Location™、Wi-Fi Location™、Wi-Fi CERTIFIED Home Design™、Wi-Fi Home Design™、Wi-Fi CERTIFIED Agile Multiband™、Wi-Fi Agile Multiband™、Wi-Fi CERTIFIED Optimized Connectivity™、Wi-Fi Optimized Connectivity™、Wi-Fi CERTIFIED EasyMesh™、Wi-Fi EasyMesh™、Wi-Fi CERTIFIED Enhanced Open™、Wi-Fi Enhanced Open™、Wi-Fi CERTIFIED Easy Connect™、Wi-Fi Easy Connect™、Wi-Fi CERTIFIED 6™、Wi-Fi CERTIFIED 6 标识、Wi-Fi CERTIFIED Data Elements™、Wi-Fi Data Elements™以及 Wi-Fi Alliance 标识均为 Wi-Fi Alliance 的注册商标。