ICS 33.060.99/35.110

CCS M36/L78

世界无线局域网应用发展联盟标准

T/WAA 006-2024

家庭场景WLAN单设备网络性能及体验

测试方法

Test method for home scenario wireless local area network (WLAN)

single device performance and experience

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

2023-XX-XX发布 2023-XX-XX实施

世界无线局域网应用发展联盟（WAA）发布

目  次

[前  言 IV](#_Toc171343599)

[1 范围 1](#_Toc171343600)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc171343601)

[3 术语和定义 1](#_Toc171343602)

[3.1 性能要求和测试方法术语 1](#_Toc171343603)

[3.2 性能要求和测试方法术语 2](#_Toc171343604)

[4 缩略语 3](#_Toc171343605)

[5 被测设备定义 4](#_Toc171343606)

[6 测试设置及待测设备要求 4](#_Toc171343607)

[6.1 测试环境要求 4](#_Toc171343614)

[6.2 待测设备特征描述 4](#_Toc171343615)

[6.3 测试环境组网要求 5](#_Toc171343616)

[7 测试环境及测试相关网元要求 5](#_Toc171343617)

[7.1 数据包发生器/分析仪 5](#_Toc171343622)

[7.2 测试终端要求 6](#_Toc171343623)

[7.3 测试信道要求 6](#_Toc171343624)

[7.4 测试场地电磁环境要求 7](#_Toc171343625)

[7.5 测试自动化工具 7](#_Toc171343626)

[8 家庭场景单设备测试用例 7](#_Toc171343627)

[8.1 带宽测试 7](#_Toc171343631)

[8.2 时延测试 17](#_Toc171343632)

[8.3 覆盖测试 23](#_Toc171343634)

[8.4 连接能力测试 25](#_Toc171343636)

[8.5 稳定性测试 28](#_Toc171343637)

[9 家庭场景单设备体验测试用例 30](#_Toc171343639)

[9.1 小户型家庭环境业务体验测试 30](#_Toc171343644)

[9.2 中户型家庭环境业务体验测试 32](#_Toc171343645)

[9.3 多协议类型混合接入业务并发场景体验测试 34](#_Toc171343646)

图目次

[图 1 单设备测试设置示意图 5](#_Toc153544358)

[图 2 单设备极限吞吐测试示意图 8](#_Toc153544359)

[图 3 双频并发极限吞吐测试示意图 9](#_Toc153544360)

[图 4 时变干扰下吞吐量测试示意图 11](#_Toc153544361)

[图 5 单用户均匀流量时延测试示意图 13](#_Toc153544362)

[图 6 干扰场景下多用户并发时延测试示意图 16](#_Toc153544363)

[图 7 水平覆盖测试示意图 17](#_Toc153544364)

[图 8 多用户接入能力测试示意图 19](#_Toc153544365)

[图 9 多用户并发吞吐测试示意图 20](#_Toc153544366)

[图 10 稳定性测试组网图 22](#_Toc153544367)

[表 1 被测设备（APUT）初始化配置要求 4](#_Toc153544387)

[表 2 时变干扰源定义 11](#_Toc153544388)

[表 3 2.4GHz干扰模型 15](#_Toc153544389)

[表 4 5GHz干扰模型 15](#_Toc153544390)

[表 5 2.4GHz用户接入模型 22](#_Toc153544391)

[表 6 5GHz用户接入模型 22](#_Toc153544392)

[表 7 2.4GHz 干扰模型 23](#_Toc153544393)

[表 8 5GHz干扰模型 24](#_Toc153544394)

[表 9 2.4GHz 干扰模型 25](#_Toc153544395)

[表 10 5GHz干扰模型 25](#_Toc153544396)

前  言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替T/WAA 006-2023《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验测试方法》，与T/WAA 006-2023相比，主要技术变化如下：

1. 修改了术语，将“测试床”修改为“测试平台”（见3.1.6）
2. 增加MLO、MRU缩略语（见第4章）
3. 增对11be设备，扩展被测设备（APUT）初始化配置要求（见6.2）
4. 针对11be设备，测试单频性能时增加关闭辅助测试WLAN终端(STA)的MLO功能要求（见8.1.1.3、8.1.2.3、8.2.1.2、8.2.2.3）
5. 时变干扰场景下单用户吞吐量测试方案中，对于支持11be的终端，干扰类型1调整为200Mbps吞吐量，且增加MLO连接场景时变干扰测试要求（见8.1.3.3）
6. 增加MLO模式下并发吞吐量测试方法（见8.1.4）
7. 增加20MHz/40MHz信道干扰场景下单用户吞吐量测试方法（见8.1.5）
8. 增加多用户并发时延测试场景UDP报文长度要求（见8.2.2.3）
9. 增加干扰场景下MLO模式多用户并发时延测试场景（见8.2.4）
10. 优化最大连接数测试场景测试方案（见8.4.1.4）
11. 多用户长时间业务稳定性测试方法中，对支持11be终端扩展6个MLO连接（见8.5.1.4）
12. 增加多协议类型混合接入业务并发场景体验测试方案及测试要求（见9.3）

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任，不涉足评估专利对标准的相关性或必要性，不参与解决有关标准中所涉及专利的使用许可纠纷。

本文件由世界无线局域网应用发展联盟标准委员会提出并归口。

本文件由世界无线局域网应用发展联盟拥有版权，未经允许，严禁转载。

本文件起草单位：XXXXXX

本文件主要起草人：XXXX

家庭场景WLAN单设备网络性能及体验测试方法

# 范围

本文件规定了世界无线局域网应用发展联盟中家庭场景WLAN单设备性能及体验的测试方法，包括WAA家庭场景中单设备基础性能认证测试用例和典型业务体验场景性能认证测试用例。

本文件适用于家庭网关或者无线路由器的设计、开发、生产及测试，主要应用于WAA对家庭网关或者无线路由器的WLAN性能和体验进行测试认证。开展联盟性能及体验测试认证的设备应满足相关国家的监管要求，包括频谱范围、发射功率/发射功率控制、干扰规避/动态频率选择等要求。

# 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

T/WAA 005-2024 家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求

# 术语和定义

* 1. **性能要求和测试方法术语**

### 

场景 scene

本文中使用“场景”泛指系统和系统运行。系统包括终端、网络、无线传播环境、服务器、使用人等。系统运行包括子系统和部件在具体使用中的交互条件，包括各种影响网络性能和业务性能的要素，比如手机与无线路由器距离3m、用户参加视频会议等。

家庭场景 home scene

本文中使用“家庭场景”范指用户在家里使用网络进行学习、娱乐、社会生产等活动中涉及的网络元素（上网设备、互联网业务、终端等）组成的业务场景。

场景模型 scene model

为了模拟用户使用的网络环境，提出的终端、网络、无线传播环境等用户使用环境要素和设备要求的集合，用以配置测试床，构建性能测试的综合系统。不同的网络基础性能要求和业务性能要求可能使用不同的场景模型，以反应被测设备不同的实际使用环境。

### 

基础性能要求 basic performance requirements

网络使用者使用网络过程中，对网络性能的基础评估要求，例如带宽、接入终端连接能力、覆盖、时延等指标，大部分指标是对设备的要求，也有部分指标是组网要求，例如漫游能力。网络基础性能要求可以支撑业务性能要求的评估。

### 

业务性能要求 application service performance requirements

从使用网络的应用出发，评估网络对多业务使用网络的性能要求。多业务明确使用网络的业务类型、业务数量以及各业务类型的占比，与典型组网模型，模拟贴近用户实际使用环境，评估网络对应用体验的支撑能力。性能要求包括人对交互式系统的体验（包括不限于视频卡顿、语音延迟、操作延迟等），也包括机器与机器交互要求（比如工业领域机器人控制要求的处理延时）。

### 

测试平台 test platform

由终端、网络和无线传播环境等要素构成，用于模拟用户使用的网络环境，可以修改环境参数、网络参数和终端参数完成设备、网络、业务的性能测试的综合系统。

* 1. **性能要求和测试方法术语**

### 

时延 latency

针对不同业务网络需要保障的端到端时延。

### 

丢包率 packet loss ratio

未发送成功报文个数占总报文个数的比例。

### 

业务并发 concurrency

同一时间段内实际接入网络的用户同时使用网络或者业务。

### 

2.4GHz

泛指设备使用国家允许无线局域网使用的2.4GHz频段频谱，每个国家规定可以使用的频谱不尽相同，设备需遵从使用国家对应射频技术要求以及干扰规避技术要求（例如：中华人民共和国允许无线局域网使用的2.4GHz频段频率范围：2400MHz-2483.5MHz）。

### 

5GHz

泛指设备使用国家允许无线局域网使用的5GHz频段频谱，每个国家规定可以使用的频谱不尽相同，设备需遵从使用国家对应射频技术要求以及干扰规避技术要求（例如：中华人民共和国允许无线局域网使用5GHz频段频率范围：5150MHz-5350MHz、5725MHz-5850MHz）。

### 

带宽 channel bandwidth

不同频段20MHz、40MHz、80MHz、160MHz，应遵从使用国家频谱划分要求。

### 

干扰 interference

由于一种或多种发射、辐射、感应或其组合所产生的无用能量对无线电通信系统的接收产生的影响，其表现为性能下降、误解、或信息丢失，若不存在这种无用能量，则此后果可以避免。

空间流数 number of spatial streams

无线电在同一时间发送多个信号，每一份信号都是一个空间流。空间流使用自己的发射机和天线进行发送，每个空间流通过不同的路径到达接收机，空间流数是指空间流的数量。

TP99时延 top 99% percent latency

将所有请求按照耗时从小到大排序，第（99%×总请求数）个请求的耗时即为TP99时延。

# 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AC：接入控制器（Access Controller）

AP：接入点（Access Point）

APUT：待测AP（AP Under Test）

BE：尽力而传（Best Effort）

FTTR：光纤到房间（Fiber to The Room）

IP：互联网协议（Internet Protocol）

LAN: 局域网（Local Area Network）

MAC：媒质接入控制（Media Access Control）

MLO:多链路聚合(Multi Link Operation)

MRU:多资源单元(Multi Resource Unit)

MTU：最大发送单元 （Maximum Transmission Unit）

NLOS：非视距（Non Line of Sight）

OLT：光线路终端(Optical Line Terminal)

OTA：空口（Over The Air）

QoS：服务质量（Quality of Service）

SAE：对等同步认证（Simultaneous Authentication of Equals）

SSID：服务集标识符（Service Set Identifier）

STA：工作站（Station）

TCP：传输控制协议（Transmission Control Protocol）

TID：流标记（Traffic Identifier）

UDP：用户数据报协议（User Datagram Protocol）

WAN：广域网（Wide Area Network）

WLAN：无线局域网（Wireless Local Area Network）

WPA：WLAN安全接入协议（WLAN Protected Access）

WPA3：WLAN安全接入协议3（WLAN Protected Access3）

# 被测设备定义

家庭场景下产品形态主要包括家庭网关、无线路由器、无线路由器组网套装、光纤到房间（FTTR）组网套装等设备。

基于给用户提供上网设备的个数，将家庭场景下的被测对象分为单网关或单路由产品、组网产品。

1. 单设备：家庭网关或者无线路由器。
2. 家庭组网：FTTR、无线路由器组网、家用AC+AP。

本文件仅定义单设备的测试方法。

# 测试设置及待测设备要求

12. 1. **测试环境要求**

本标准所涉及的检验和测量均按如下试验条件进行：

1. 环境温度：+15℃～+35℃；
2. 相对湿度：5%～75%；
3. 正常电压：设备制造商声明的设备额定供电电压；
4. 正常气压：86kPa～106kPa。
   1. **待测设备特征描述**

待测设备（APUT）应该满足表1初始要求：

表 1 被测设备（APUT）初始化配置要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 配置项 | 配置值 | 备注1 | 备注2 |
| SSID | WAA-test-*N*G  或WAA-test | N = 2或5  支持11be且开启MLO功能时 | 必选 |
| 加密 | 支持802.11n/802.11ac设备：WPA2/AES  支持802.11ax设备：WPA2 /AES  支持802.11be设备：WPA2/WPA3混合模式 /AES | 密码默认：  12345678 | 必选 |
| 频宽 | 默认支持的最大频宽 | 频宽可配置 | 必选 |
| 协议模式 | 默认支持的最高协议模式 | 协议模式可配置 | 必选 |
| 信道 | 自动信道1 | 信道可配置  同一个测试需使用相同的信道 | 必选 |
| 功率配置 | 默认100%功率 | 功率档可配置 | 可选 |
| 注1：默认自动信道，如具体测试用例有固定信道的说明，则使用设定的信道 | | | |

待测设备（APUT）应该满足支持北向管理协议，可通过例如WEB GUI进行WLAN参数的配置，测试STA应支持南向的配置接口，可对业务质量进行监控和分析。

测试用例的测试配置中，如无特别说明，2.4GHz WLAN和5GHz WLAN的协议模式使用最高协议模式，不遍历低的协议模式，如待测设备支持IEEE 802.11ax，则不再测试IEEE 802.11ac相关测试步骤。

* 1. **测试环境组网要求**

本文件只针对家庭场景下单设备WLAN性能及体验进行测试，为统一测试组网，可选择待测设备线速速率最高的端口作为与业务流服务器或者测试仪表的连接端口，如可选择光猫对应的局端设备OLT的上联口、LAN上行无线路由器的2.5GE WAN口等端口作为测试流量构造服务器的连接端口。

数据包生成、接收和分析应使用测试软件或能够生成具有固定数据包大小的有状态TCP和UDP流量的流量生成器完成。如果测试用例要求构造的测试流量大于1Gbps，则应使用多个千兆以太网端口或者其他更大线速端口来满足测试中的测试流量需求。在这种情况下，具有相同服务质量（QoS）设置的相同业务流应分别注入千兆以太网端口。图1显示了通过待测设备（APUT）和单个终端（STA）传递以太网的基本设置。

注意，图1所示的无线信道设置包含待测设备和辅助测试WLAN终端的链路中可能需要的任何特定测试设置或设备，如信道模拟器、衰减器等。

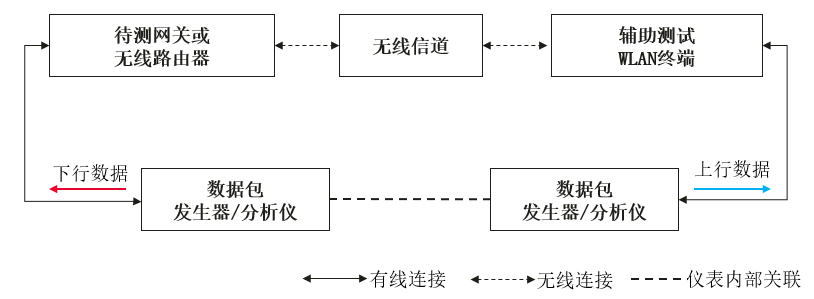


图 1 单设备测试设置示意图

# 测试环境及测试相关网元要求



1. 1. **数据包发生器/分析仪**

数据包发生器/分析仪主要是用于构造TCP或者UDP类型的业务流；对于具体业务体验场景来讲，主要是用于构造真实业务仿真流，如游戏场景的流量模型，VR场景的流量模型、办公视频会议场景的流量模型，数据包发生器/分析仪需要支持对业务流的带宽、丢包、时延等进行分析统计的功能。

数据包发生器/分析仪可使用专业的测试仪表或者Linux系统服务器，测试仪表或服务器要求有线网卡至少支持千兆以上速率，服务器CPU无性能瓶颈。

1. 采用单台服务器架构的数据包发生器/分析仪具体要求如下：

CPU： 2.7GHz主频以上；

内存：256G以上；

存储设备：SSD(1T)+SAS（10T以上）

1. 采用多台服务器架构的数据包发生器/分析仪，每台服务器具体要求不低于:

CPU: 2.5GHz主频，6颗物理核心

内存: 16GB

存储设备: SSD(512GB)

* 1. **测试终端要求**

辅助测试的WLAN终端是用来充当发送和接收来自待测网关或无线路由器的WLAN接口数据流量的对等设备，辅助测试的WLAN终端设备应符合本节的要求。除非测试用例明确定义了终端的规格，辅助测试WLAN终端应至少具有与待测网关或无线路由器相同的物理层能力（即支持的最大空间流数和天线数量、最高模式）。

辅助测试WLAN终端设备可以是真实的产品（如便携式计算机或手机），也可以是专用的测试仪表，可模拟标准WLAN终端行为。

对于需要多个辅助测试WLAN终端设备的测试用例，辅助测试WLAN终端设备可以是多个分立设备，也可以使用测试仪表模拟真实多终端设备；当使用仪表模拟多用户时，部分WLAN终端设备可以使用合路天线，以降低由于过多的天线导致测试环境构建的复杂性，此时多个辅助测试WLAN终端设备的天线应该均匀分布在待测设备（APUT）周围。

辅助测试WLAN终端应支持执行此测试计划所需的南向管理协议，如配置终端和WLAN接口之间传递以太网通信所需的协议。如果WLAN终端使用了数据包生成器/分析仪，则WLAN终端和数据包生成器/分析仪之间的接口应满足流量要求，不会影响性能测试。

待测网关或无线路由器WLAN接口性能测试结果可能会受到辅助测试WLAN终端能力的影响，可以通过使用多种终端（采用不同供应商的芯片组）进行测试并取平均值的方法来降低辅助测试WLAN终端对测试结果的影响。

* 1. **测试信道要求**

待测网关或者无线路由器和辅助测试的WLAN终端通过信道分离。这种分离可以被定义为特定的距离，或者是特定的路径损耗，具体分离方法在每个测试用例中单独定义，以下规定了测试信道的通用要求：

1. 如果使用距离方式进行分离，则辅助测试WLAN终端应放置在与待测网关或者无线路由器相同的高度，距离地面不小于80cm；
2. 待测网关或无线路由器和辅助测试WLAN终端都应放置为其制造商所定义的“直立”状态；
3. 如果测试仅使用一个辅助测试WLAN终端，则待测网关和辅助测试WLAN终端应放置为其制造商所定义的互相 “正对”状态；
4. 如果测试使用了一组辅助测试WLAN终端，则辅助测试WLAN终端应以待测网关为中心，测试距离为半径均匀分布；待测网关或者无线路由器相对辅助测试WLAN终端的初始角度定义为待测网关或无线路由器的正面正对辅助测试WLAN终端天线的角度，“正面”由设备制造商定义；
5. 如果实际测试无法按照以上方式执行，应在测试报告中备注实际摆放位置与旋转角度；
6. 如果设备使用了外置天线，则应调整其天线角度使之垂直于水平面；
7. 如果使用路径损耗方式进行分离，则辅助测试WLAN终端应通过工作频率上的等效自由空间路径损耗与待测网关或无线路由器分离。全向天线之间的自由空间路径损耗表示为公式（1）的形式：

………………（1）

公式中：

——路径损耗（单位dB）。

——工作的中心频率（单位GHz）。

——待测网关或无线路由器的天线和终端天线之间的距离（单位m）。

本标准使用上述公式实现物理距离和自由空间衰减之间的转化。例如，在2.4GHz时，2m距离的路径损耗为46dB；在5.2GHz时，2m距离的路径损耗为52.8dB；在5.8GHz时，2m距离的路径损耗为53.7dB；

1. 信道仿真仪（及其它可行的测试仪器）可以用来实现测试信道。如果测试信道是使用衰减器或信道仿真仪创建的，则测试仪器应至少支持与正在测试的空间流数相同数量的独立通道。对于穿墙场景，则需要使用信道仿真仪模拟NLOS信道模型；
2. 如果使用衰减器来模拟信道的衰减，衰减器在WLAN工作频率的衰减应为平坦衰减，平坦度要求低于1.5dB；
3. 如果使用测试仪器进行测试，则应在测试过程中补偿仪器所带来的固有衰减；
4. 测试不同待测网关或无线路由器时，应保证辅助测试WLAN终端摆放方式和测试仪器配置的一致性。在屏蔽室内，射频信号将从室壁反射，并且可能产生对室内装置的干扰。所以测试中所使用的屏蔽室应该将反射衰减至少20dB，以最大限度地减少这些反射的影响。
   1. **测试场地电磁环境要求**

测试用例中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试用例在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的AP设备。

* 1. **测试自动化工具**

WAA提供了性能及体验测试全套的自动化工具，包括网络配置、流量生成、测试结果分析等。如无特殊说明，将用自动化工具套件完成所有测试。

# 家庭场景单设备测试用例

4. 1. **带宽测试**

### **极限带宽测试**

* + - 1. 测试目的

测试用户通过WLAN无线接口接入到家庭网关或无线路由器时能获取的最大带宽性能。

* + - 1. 测试方法

使用真实的无线终端设备，如手机或者便携式计算机，或者模拟真实用户接入的测试仪表进行TCP类型业务吞吐量测试，如图2所示。

1. 当使用真实终端设备进行测试时，真实终端初始位于待测设备的正前方间隔1m的距离，且与待测设备同一水平高度。辅助测试所使用的WLAN终端应至少具有与待测设备相同的WLAN物理层能力（即支持的最大空间流数和天线数量、频宽能力、模式均保持一致）；
2. 当使用测试仪表模拟真实终端时，测试仪表与家庭网关或无线路由器间进行OTA连接，模拟空口1m的视距；
3. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备；
4. 数据包发生仪与待测网关或路由器通过网线连接，该连接提供的理论性能需高于WLAN接口提供的性能，如不满足，需要连接数据包发生仪的多个端口。

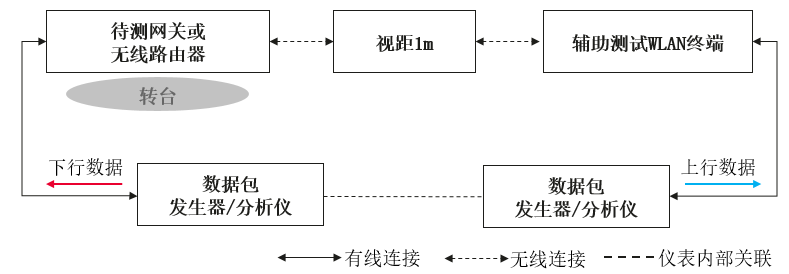


图 2 单设备极限吞吐测试示意图

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试极限带宽的测试配置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID配置为默认配置，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. TCP业务流的报文长度取决于服务器和客户端间网络路径的MTU值，默认MTU为1500Byte，TCP Window size 默认2Mbyte；
4. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），需关闭辅助测试WLAN终端（STA）的MLO功能；
5. 测试环境中无任何干扰。
   * + 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试极限带宽的测试步骤如下：

1. APUT 2.4GHz频宽配置为20MHz，辅助测试WLAN终端（STA）与APUT的2.4GHz SSID关联；
2. 在APUT初始角度为0时（参考第6章定义），设置APUT与辅助测试WLAN终端视距1m；
3. 如果使用衰减器模拟APUT与辅助测试WLAN终端设备的距离，应配置合适的衰减值（此值在APUT转动过程中保持不变），使APUT到STA总衰减为40dB，模拟空口1m距离）；
4. 通过数据包发生器构造下行TCP 20条流，测试时长为60秒，记录下行平均吞吐；
5. 调整转台，每30度角度测试一次下行吞吐量，取下行12个角度中最大值为极限性能值，记录12个角度的平均值和最小值；
6. APUT 2.4GHz频宽配置为40MHz，辅助测试WLAN终端（STA）与APUT的2.4GHz SSID关联；重复步骤a)-e)；
7. 调整转台恢复到0角度；
8. APUT 5GHz频宽配置为80MHz，辅助测试WLAN终端（STA）与APUT的5GHz SSID关联；
9. 如果使用衰减器模拟APUT与辅助测试WLAN终端间的距离时，配置衰减器合适的衰减值（此值在APUT转动过程中保持不变），使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离；
10. 通过数据包发生器构造下行TCP 20条流，测试时长60秒，分别记录下行平均吞吐；
11. 调整转台，每30度角度测试一次下行吞吐量，取下行12个角度吞吐量中最大值为极限性能值，记录12个角度的平均值和最小值；
12. APUT 5GHz频宽配置为160MHz（如支持），辅助测试WLAN终端（STA）与APUT的5GHz SSID关联；重复步骤j)-l)。
    * + 1. 预期结果

步骤e)、f)及步骤k)、l)中极限值的APUT测试结果小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

步骤e)、f)及步骤k)、l)中的最小值若低于平均值的50%，则测试用例失败。

### **多频并发极限带宽测试**

* + - 1. 测试目的

测试用户通过WLAN无线接口双频接入到家庭网关或无线路由器时能获取的最大带宽性能。

* + - 1. 测试方法

使用真实的无线终端设备，如手机或者便携式计算机，或者模拟真实用户接入的测试仪表进行TCP类型业务的吞吐量测试，如图3所示。

1. 当使用真实终端设备进行测试时，真实终端在待测设备的正前方间隔1m的距离，且与待测设备同一水平高度。辅助测试所使用的WLAN终端应至少具有与待测设备相同的WLAN物理层能力（即支持的最大空间流数和天线数量、频宽能力相同）；
2. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，WLAN测试仪表与网关间进行OTA连接，模拟空口1m的视距；
3. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备；
4. 数据包发生仪与待测网关或路由器通过网线连接，该连接提供的理论性能需高于WLAN接口提供的性能，如不满足，需要连接数据包发生仪的多个端口。

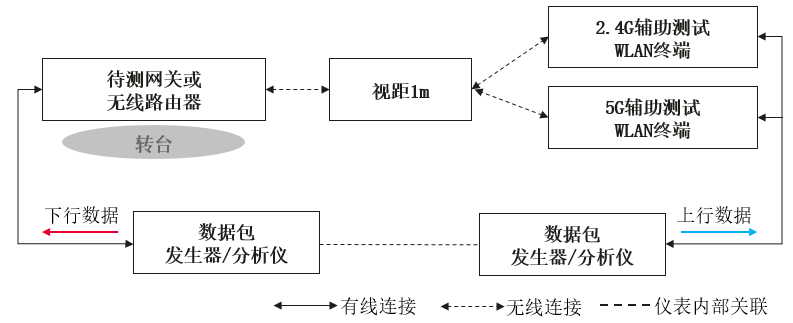


图 3 双频并发极限吞吐测试示意图

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试并发带宽的测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. TCP业务流的报文长度取决于服务器和客户端间网络路径的MTU值，默认MTU为1500Byte，TCP Window Size 默认2Mbyte；
4. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），需关闭辅助测试WLAN终端（STA）的MLO功能；
5. 测试环境中无任何干扰。
   * + 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试并发带宽的测试步骤如下：

1. 待测网关或路由器（APUT）放置在转台上，设置APUT的初始角度为0（参考第6章定义）；
2. 2.4GHz辅助测试WLAN终端（STA1）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为40dB，模拟空口1m距离）；
3. 5GHz辅助测试WLAN终端（STA2）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离）；
4. 2.4GHz STA1与APUT的2.4GHz SSID关联；
5. 5GHz STA2与APUT的5GHz SSID关联；
6. 通过数据包发生器构造下行2.4GHz SSID的20条TCP业务流及下行的5GHz SSID的20条TCP业务流，40条流并发测试60秒，记录下行并发吞吐量。
7. 调整转台，每30度角度测试一次下行并发吞吐量，取下行12个角度中双频并发下行总吞吐量的最大值为并发极限性能值，同时记录12个角度的平均值和最小值；
8. 待测网关或路由器（APUT）支持三频时，还需构建5.8GHz辅助测试WLAN终端（STA3）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为48dB，模拟空口1m距离）；
9. 2.4GHz STA1与APUT的2.4GHz SSID关联；
10. 5.1GHz STA2与APUT的5.1GHz SSID关联；
11. 5.8GHz STA3与APUT的5.8GHz SSID关联；
12. 通过数据包发生器构造下行2.4GHz SSID的20条TCP业务流，下行的5.1GHz SSID的20条TCP业务流以及下行的5.8GHz SSID的20条TCP业务流，共60条流并发测试60秒，记录下行并发吞吐量。
13. 调整转台，每30度角度测试一次下行并发吞吐量，取下行12个角度中双频并发下行总吞吐量的最大值为并发极限性能值，同时记录12个角度的平均值和最小值；
    * + 1. 预期结果

步骤g)及步骤m)中，APUT测试结果小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

### **时变干扰场景下极限带宽测试**

* + - 1. 测试目的

测试用户通过WLAN 5GHz频段或MLO接入到家庭网关或无线路由器时，在时变干扰下能获取的最大带宽性能。

* + - 1. 测试方法

使用真实的无线终端设备，如手机或者便携式计算机，或者模拟真实用户接入的WLAN测试仪表进行时变干扰情况下的TCP类型业务吞吐量测试，如图4所示：

1. 当使用真实终端设备进行测试时，真实终端在待测设备的正前方间隔1m的距离，且与待测设备同一水平高度。配合测试所使用的WLAN终端应至少具有2根天线，协议模式和带宽和测试设备保持一致；
2. 当使用测试仪表模拟真实终端时，测试仪表与网关间进行OTA连接，模拟空口1m的视距；
3. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备；
4. 数据包发生仪与待测网关或路由器通过网线连接，该连接提供的理论性能需高于WLAN接口提供的性能，如不满足，需要连接数据包发生仪的多个端口。

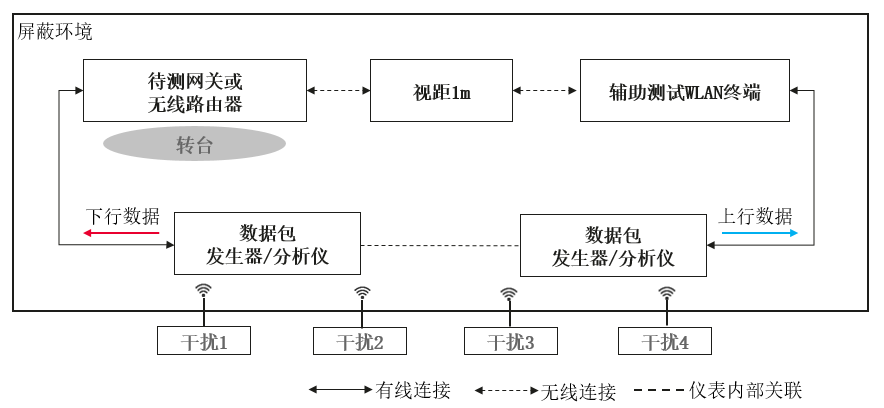


图 4 时变干扰下吞吐量测试示意图

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试在时变干扰场景下的吞吐量的测试设置如下：

* 1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
  2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；

1. TCP业务流的报文长度取决于服务器和客户端间网络路径的MTU值，默认MTU为1500Byte，TCP Window size 默认2MB；
2. 对于5GHz频段时变干扰场景下吞吐量测试要求，测试环境中干扰源定义见表2

表 2 时变干扰源定义

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 干扰类型 | 干扰源1 | 干扰源2 | 干扰源3 | 干扰源4 |
| 频段 | 同频同信道 | 同频异信道 | 次80MHz叠频(邻频) | 次80MHz叠频(邻频) |
| 信道 | 36 | 48 | 52 | 52 |
| 协议 | 与待测网关或路由器协议一致 | | | |
| 带宽 | 160MHz | 160MHz | 80MHz | 80MHz |
| 干扰强度 | -65dbm至-70dbm | -65dbm至-70dbm | -65dbm至-70dbm | -65dbm至-70dbm |
| 时间 | 干扰源1 | 干扰源2 | 干扰源3 | 干扰源4 |
| 0-10s | 100Mbps TCP业务（11ax终端）  200Mbps TCP业务（11be终端） | 30Mbps UDP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 | 5Mbps TCP业务 |
| 10-20s | 30Mbps UDP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 | 100Mbps TCP业务（11ax终端）  200Mbps TCP业务（11be终端） | 5Mbps TCP业务 |
| 20-30s | 5Mbps TCP业务 | 30Mbps UDP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 | 100Mbps TCP业务（11ax终端）  200Mbps TCP业务（11be终端） |

1. 对于支持11be的家庭网关或无线路由器，MLO场景下时变干扰场景下吞吐量测试要求，测试环境中的干扰场景定义见表3。

表 3 MLO连接周期内时变干扰变化规律

| **干扰类型** | **干扰源1** | **干扰源2** | **干扰源3** | **干扰源4** | **干扰源5** | **干扰源6** | **干扰源7** | **干扰源8** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 频段 | 同频同信道 | 同频异信道 | 次40MHz叠频 | 次40MHz叠频 | 同频干扰 | 叠频15MHz | 叠频10MHz | 邻频干扰 |
| 信道 | 36 | 48 | 44 | 44 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| 协议 | 与待测网关或路由器协议一致 | | | | | | | |
| 带宽 | 160MHz | 160MHz | 80MHz | 80MHz | 20MHz | 20MHz | 20MHz | 20MHz |
| 干扰强度 | -65dBm至-70dBm | | | | -60dBm至-65dBm | | | |
| 时间 | 干扰类型 | | | | | | | |
| 0-10s | 200Mbps TCP业务 | 30Mbps UDP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 | 5Mbps TCP业务 | 40Mbps TCP业务 | 6Mbps UDP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 | 1Mbps TCP业务 |
| 10-20s | 30Mbps UDP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 | 200Mbps TCP业务 | 5Mbps TCP业务 | 6Mbps UDP业务 | 1Mbps TCP业务 | 40Mbps TCP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 |
| 20-30s | 5Mbps TCP业务 | 30Mbps UDP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 | 200Mbps TCP业务 | 1Mbps TCP业务 | 突发流量，每秒5个burst，每个burst内10个报文，包长256字节，TID为5，UDP业务。 | 6Mbps UDP业务 | 40Mbps TCP业务 |

* + - 1. 测试步骤

家庭网络或者无线路由器测试在时变干扰场景下的吞吐量的测试步骤如下：

1. 待测网关或无线路由器（APUT）放置在转台上，设置APUT的初始角度为0（参考第6章定义）；
2. 2.4GHz辅助测试WLAN终端（STA1）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为40dB，模拟空口1m距离）；
3. 5GHz辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或无线路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离）；
4. 5GHz STA与APUT的5GHz SSID关联；
5. 通过数据包发生器构造下行5GHz SSID的20条TCP业务流，20条流并发测试120秒，覆盖4个干扰变化周期，记录下行吞吐量。
6. 调整转台，每90度角度测试一次时变干扰下的下行吞吐量，每个角度覆盖4个干扰变化周期，并且记录120秒内下行平均吞吐量。
7. 计算4个角度下行吞吐量的平均值。
8. 对于支持11be的家庭网关或无线路由器，通过MLO技术将辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或无线路由器的2.4GHz频段和5GHz频段同时关联；
9. 通过数据包发生器构造下行MLO的20条TCP业务流，20条流并发测试120秒，覆盖6个干扰变化周期，记录下行吞吐量。
10. 调整转台，每90度角度测试一次时变干扰下的下行吞吐量，每个角度覆盖6个干扰变化周期，并且记录120秒内下行平均吞吐量。
11. 计算4个角度下行吞吐量的平均值。
    * + 1. 预期结果

步骤g)和k)中，APUT测试结果小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

### **MLO模式下并发极限带宽测试**

* + - 1. 测试目的

测试用户通过MLO模式接入到家庭网关或无线路由器时的最大带宽性能。

* + - 1. 测试方法

使用真实的无线终端设备，如手机或者便携式计算机，或者模拟真实用户接入的测试仪表进行TCP类型业务吞吐量测试，如图2所示。

1. 当使用真实终端设备进行测试时，真实终端在待测设备的正前方间隔1m的距离，且与待测设备同一水平高度。配合测试所使用的WLAN终端应至少具有2根天线，协议模式和带宽和测试设备保持一致；
2. 当使用测试仪表模拟真实终端时，测试仪表与网关间进行OTA连接，模拟空口1m的视距；
3. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备；
4. 数据包发生仪与待测网关或路由器通过网线连接，该连接提供的理论性能需高于WLAN接口提供的性能，如不满足，需要连接数据包发生仪的多个端口。
5. 待测设备和配合测试所使用的WLAN终端应支持MLO功能，且处于开启状态。
   * + 1. 测试配置

家庭网络或者无线路由器测试极限带宽的测试配置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID配置为默认配置，设置工作在802.11be模式，开启MLO功能，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. TCP业务流的报文长度取决于服务器和客户端间网络路径的MTU值，默认MTU为1500Byte，TCP Window size 默认2Mbyte；
4. 测试环境中无任何干扰。
   * + 1. 测试步骤

家庭网络或者无线路由器测试MLO极限带宽的测试步骤如下：

1. APUT 2.4GHz频宽配置为20MHz，802.11be模式，信道为6，WPA2/WPA3混合模式，5GHz 频段使用160MHz频宽，802.11be模式，44信道，WPA2/WPA3混合模式。
2. APUT 开启MLO功能，辅助测试WLAN终端以MLO模式与APUT进行关联。
3. 在APUT初始角度为0时（参考第6章定义），设置APUT与辅助测试WLAN终端视距1m；
4. 如果使用衰减器模拟APUT与辅助测试WLAN终端间的距离时，配置衰减器合适的衰减值（此值在APUT转动过程中保持不变），使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为40dB，5GHz频段的总衰减为47dB，模拟空口1m距离；
5. 通过数据包发生器构造下行TCP 20条流，测试时长为60秒，记录下行平均吞吐；
6. 调整转台，每30度角度测试一次下行吞吐量，取下行12个角度中最大值为极限性能值，记录12个角度的平均值和最小值；
   * + 1. 预期结果

步骤e)、f)及步骤k)、l)中极限值的APUT测试结果小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

步骤e)、f)及步骤k)、l)中的最小值若低于平均值的50%，则测试用例失败。

### **20MHz/40MHz信道干扰下的单用户吞吐量测试**

* + - 1. 测试目的

测试支持802.11be的家庭网关或无线路由器在20MHz/40MHz邻居干扰场景下的最大带宽性能。

* + - 1. 测试方法

使用真实的无线终端设备，如手机或者便携式计算机，或者模拟真实用户接入的测试仪表进行TCP类型业务吞吐量测试，如图2所示。

1. 当使用真实终端设备进行测试时，真实终端在待测设备的正前方间隔1m的距离，且与待测设备同一水平高度。配合测试所使用的WLAN终端应至少具有2根天线，协议模式和带宽和测试设备保持一致；
2. 当使用测试仪表模拟真实终端时，测试仪表与网关间进行OTA连接，模拟空口1m的视距；
3. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备；
4. 数据包发生仪与待测网关或路由器通过网线连接，该连接提供的理论性能需高于WLAN接口提供的性能，如不满足，需要连接数据包发生仪的多个端口。
   * + 1. 测试配置

家庭网络或者无线路由器测试极限带宽的测试配置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID配置为默认配置，设置工作在802.11be模式；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. TCP业务流的报文长度取决于服务器和客户端间网络路径的MTU值，默认MTU为1500Byte，TCP Window size 默认2Mbyte；
4. 测试环境中的干扰源定义如下：

干扰源AP工作在20MHz频宽，干扰源信道按照测试步骤要求设置，干扰源距离待测设备的信号强度为-70±2dBm，干扰流量为持续的100Mbps下行UDP流（数据流量Payload为1472Byte）；

干扰源AP工作在40MHz频宽，干扰源信道按照测试步骤要求设置，干扰源距离待测设备的信号强度为-70±2dBm，干扰流量为持续的200Mbps下行UDP流（数据流量Payload为1472Byte）

* + - 1. 测试步骤

家庭网络或者无线路由器测试20MHz/40MHz 邻居干扰场景下极限带宽的测试步骤如下：

1. APUT 设置工作在802.11be模式，5GHz 频段使用160MHz频宽，802.11be模式，36信道，WPA2/WPA3混合模式。
2. 在APUT初始角度为0时（参考第6章定义），设置APUT与辅助测试WLAN终端视距1m；
3. 如果使用衰减器模拟APUT与辅助测试WLAN终端间的距离时，配置衰减器合适的衰减值（此值在APUT转动过程中保持不变），使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离；
4. 打开干扰源，配置干扰源工作在44信道，工作在802.11ax模式下，带宽为20MHz。
5. 通过数据包发生器给APUT构造下行TCP 20条流，测试时长为60秒，记录下行平均吞吐，同时记录干扰源流量的平均吞吐；
6. 配置干扰源工作在44信道，工作在802.11ax模式下，带宽为40MHz。
7. 通过数据包发生器给APUT构造下行TCP 20条流，测试时长为60秒，记录下行平均吞吐，同时记录干扰源流量的平均吞吐；
   * + 1. 预期结果

步骤e)、g)中极限值的APUT测试结果小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

* 1. **时延测试**

### **单用户均匀流量时延**

* + - 1. 测试目的

测试终端用户进行均匀流量时的业务时延。

* + - 1. 测试方法

使用测试仪表模拟真实用户接入到待测家庭网关或者无线路由器进行时延测试。如图5所示。

1. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，WLAN测试仪表与网关间进行OTA连接，模拟空口1m的视距；
2. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备；
3. 数据包发生仪产生均匀流量的业务流进行时延测量；
4. 数据包发生仪具备精准时间同步功能，能测量时延指标。

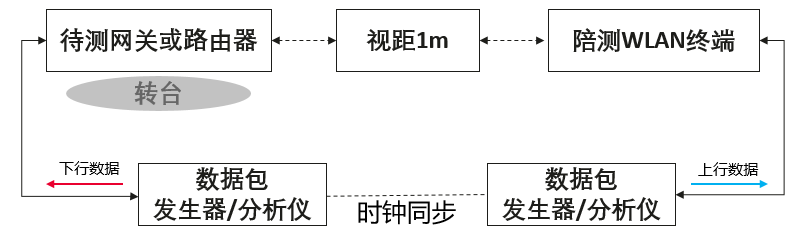


图 5 单用户均匀流量时延测试示意图

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试单用户均匀流量时延时测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），需关闭辅助测试WLAN终端（STA）的MLO功能；
4. 使用UDP报文进行时延测量，报文长度在测试步骤中定义；
5. 测试环境中无任何干扰。
   * + 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试单用户均匀流量时延时测试步骤如下：

1. 辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为40dB，模拟空口1m距离）；
2. STA与APUT的2.4GHz SSID关联；
3. 调整转台，使APUT到STA信道条件最佳，通过数据包发生器构造不同字节长度的均匀流量（字节长度和流量参考T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》），测试时长60秒，记录平均时延；
4. STA与APUT的2.4GHz SSID去关联；
5. STA与APUT的5GHz SSID关联（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离）；
6. 调整转台，使APUT到STA信道条件最佳，通过数据包发生器构造不同字节长度的均匀流量（字节长度和流量参考T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》），测试时长60秒，记录平均时延。
   * + 1. 预期结果

APUT测试结果大于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为ms。

### **多用户并发时延**

* + - 1. 测试目的

测试多个WLAN终端用户通过WLAN无线接入到家庭网关或者无线路由器时，承载时延敏感型业务时的平均时延和时延分布情况。

* + - 1. 测试方法

本测试方法是通过一体化系统测试仪表构造多用户的空口竞争情况，以典型的时延敏感型业务流量模型为业务输入，测试多用户并发场景下平均时延和大时延占比，此处借用TP99时延来定义时延的分布要求，即：将所有请求按照耗时从小到大排序，第（99%×总请求数）个请求的耗时即为TP99时延。

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试多用户并发时延时测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），需关闭辅助测试WLAN终端（STA）的MLO功能；
4. 使用UDP报文进行时延测量，报文Payload为1472Byte；
5. 测试环境中无干扰。
   * + 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试多用户并发时延时测试步骤如下：

1. 16个STA与APUT的2.4GHz SSID关联；
2. 设置16个辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为40dB，模拟空口1m距离）；
3. 通过数据包发生器构造每个用户一定流量下行UDP业务流，UDP流的定义参考T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》中定义：协商速率\*0.6\*0.4/16(Mbps)，持续时间60秒，数据包发生器分析每个用户的平均时延和TP99时延。
4. 16个STA与APUT的2.4GHz SSID去关联；
5. 16个STA与APUT的5GHz SSID关联（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离）；
6. 通过数据包发生器构造每个用户一定流量下行UDP业务流，UDP流的定义参考T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》中定义：协商速率\*0.6\*0.4/16(Mbps)，持续时间60秒，数据包发生器分析每个用户的平均时延和TP99时延。
   * + 1. 预期结果

步骤c)和f)中，APUT的多用户平均时延大于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为ms；

### **干扰场景下多用户并发时延**

* + - 1. 测试目的

测试多个WLAN终端用户通过WLAN无线接入到家庭网关或者无线路由器时，在一定干扰场景下承载时延敏感型业务时的平均时延和分布情况。

* + - 1. 测试方法

本测试方法是通过一体化系统测试仪表构造WLAN空口干扰场景，以典型的时延敏感型业务流量模型为业务输入，测试多用户并发场景下平均时延和大时延占比，此处借用TP99时延来定义时延的分布要求，即：将所有请求按照耗时从小到大排序，第（99%\*总请求数）个请求的耗时即为TP99时延。2.4GHz和5GHz下的干扰模型配置如表4、表5所示。

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试干扰场景下多用户并发时延时测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），需关闭辅助测试WLAN终端（STA）的MLO功能；
4. 测试环境中具备2个干扰设备（两路干扰源不相互干扰），如表4和表5为2.4GHz的干扰模型及5GHz 的干扰模型；
5. 干扰需要支持竞争避让。

表 4 2.4GHz干扰模型

| **背景干扰AP** | **协议**  **版本** | **信道**  **编号** | **频宽** | **干扰在线用户数** | **干扰AP**  **信号**  **强度1(dBm)** | **数据包**  **类型** | **数据包**  **大小(Bytes)** | **下行/上行**  **速率（Mbps）** | **优先级** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |

表 5 5GHz干扰模型

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 背景干扰AP | 协议  版本 | 信道  编号 | 频宽 | 干扰在线用户数 | 信号水平(RSSI) | 数据包  类型 | 数据包  大小(Bytes) | 上下行速率（Mbps） | 优先级 |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |
| 注：干扰AP以不低于MCS9的速率发送干扰信号，干扰场景构造时避免出现待测STA和干扰STA间存在的隐藏节点的情况。 | | | | | | | | | |

多用户并发时延的测试示意图如图6所示。

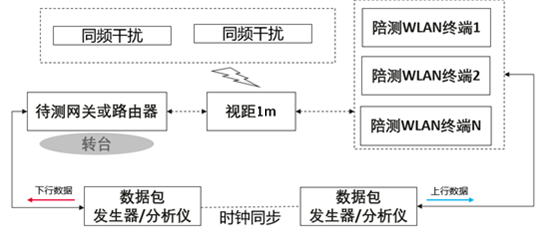


图 6 干扰场景下多用户并发时延测试示意图

* + - 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试干扰场景下多用户并发时延时测试步骤如下：

1. 设置16个2.4GHz辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为40dB，模拟空口1m距离）；
2. 开启2.4GHz干扰模型；
3. 通过数据包发生器构造每个用户一定流量下行UDP业务流，UDP流的定义参考T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》中定义：协商速率\*0.6\*0.4/16(Mbps), 持续时间60秒，数据包发生器分析每个用户的平均时延和TP99时延；
4. 16个STA与APUT的2.4GHz SSID去关联；
5. 16个STA与APUT的5GHz SSID关联（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离）；
6. 开启5GHz干扰模型；
7. 通过数据包发生器构造每个用户一定流量下行UDP业务流，UDP流的定义参考T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》中定义：协商速率\*0.6\*0.4/16(Mbps), 持续时间60秒，数据包发生器分析每个用户的平均时延和TP99时延。
   * + 1. 预期结果

步骤c)和g)中，APUT的多用户平均时延大于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为ms；

### **干扰场景下MLO模式多用户并发时延**

* + - 1. 测试目的

测试多个WLAN终端用户通过WLAN无线接入到家庭网关或者无线路由器（开启MLO）时，在一定干扰场景下承载时延敏感型业务时的平均时延和分布情况。

* + - 1. 测试方法

本测试方法是通过一体化系统测试仪表构造WLAN空口干扰场景，以典型的时延敏感型业务流量模型为业务输入，测试多用户并发场景下平均时延和大时延占比，此处借用TP99时延来定义时延的分布要求，即：将所有请求按照耗时从小到大排序，第（99%\*总请求数）个请求的耗时即为TP99时延。2.4GHz和5GHz下的干扰模型配置如表6、表7所示。

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试干扰场景下MLO多用户并发时延时测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 测试环境中具备2个干扰设备（两路干扰源不相互干扰），如表6和表7为2.4GHz的干扰模型及5GHz 的干扰模型；
4. 干扰需要支持竞争避让。

表 6 2.4GHz干扰模型

| **背景干扰AP** | **协议**  **版本** | **信道**  **编号** | **频宽** | **干扰在线用户数** | **干扰AP**  **信号**  **强度1(dBm)** | **数据包**  **类型** | **数据包**  **大小(Bytes)** | **下行/上行**  **速率（Mbps）** | **优先级** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |

表 7 5GHz干扰模型

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 背景干扰AP | 协议  版本 | 信道  编号 | 频宽 | 干扰在线用户数 | 信号水平(RSSI) | 数据包  类型 | 数据包  大小(Bytes) | 上下行速率（Mbps） | 优先级 |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |
| 注：干扰AP以不低于MCS9的速率发送干扰信号，干扰场景构造时避免出现待测STA和干扰STA间存在的隐藏节点的情况。 | | | | | | | | | |

多用户并发时延的测试示意图如图7所示。

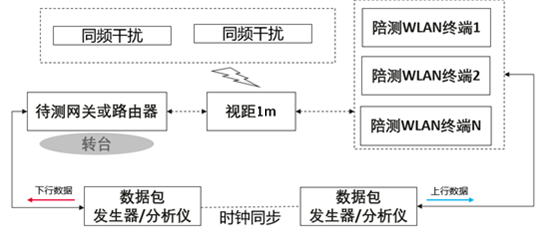


图 7 干扰场景下多用户并发时延测试示意图

* + - 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试干扰场景下MLO多用户并发时延时测试步骤如下：

1. 设置APUT开启MLO功能；
2. 设置16个支持MLO功能的辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m连接（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为40dB，5GHz频段的总衰减为47dB，模拟空口1m距离）；
3. 开启2.4GHz干扰模型；
4. 通过数据包发生器构造每个用户一定流量下行UDP业务流，UDP流的定义参考T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》中定义：协商速率（MLO协商速率）\*0.6\*0.4/16(Mbps), 持续时间60秒，数据包发生器分析每个用户的平均时延和TP99时延；
5. 16个STA与APUT去关联；
6. 开启5GHz干扰模型、关闭2.4GHz干扰模型；
7. 重复步骤d）、e);
8. 同时开启2.4GHz和5GHz干扰模型；
9. 重复步骤d）、e);
   * + 1. 预期结果

步骤d)、g)和i)中，APUT的多用户平均时延大于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为ms；

* 1. **覆盖测试**

### **水平覆盖测试**

* + - 1. 测试目的

测试单用户接入时典型覆盖场景下的性能。

* + - 1. 测试方法

使用真实的无线终端设备，如手机或者便携式计算机，或者模拟真实用户接入的WLAN测试仪表进行覆盖性能测试。测试距离的设定在实际场景下，可通过实际的空间距离构造测试条件，在实验室内，可通过可调衰减器模拟对应的距离。

1. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，WLAN测试仪表与网关间进行OTA连接，模拟空口1m的初始视距；
2. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备；
3. 数据包发生仪与待测网关或路由器通过网线连接，该连接提供的理论性能需高于WLAN接口提供的性能，如不满足，需要连接数据包发生仪的多个端口。

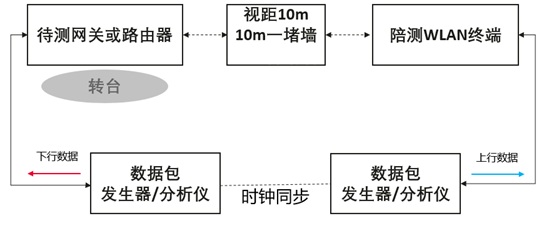


图 8 水平覆盖测试示意图

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试水平覆盖性能是的测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 测试环境中无任何干扰；
4. 测试中定义墙体为普通砖墙，厚度240mm，设定240mm墙体衰减值约为20dB。
   * + 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试水平覆盖性能是的测试步骤如下：

1. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），关闭MLO功能，并与APUT的2.4GHz SSID关联；
2. 设置待测网关或路由器（APUT）与辅助测试WLAN终端距离视距10m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为60dB，模拟视距10m距离）；
3. 调整转台，使APUT与STA处于初始0角度；
4. 通过数据包发生器构造下行TCP 20条流，测试时长为60秒，记录下行平均吞吐；
5. 调整测试距离为10m加一堵墙（如使用信道仿真器模拟，则设置信道仿真仪为NLOS信道，并设置合适衰减，使APUT到STA总衰减为75dB），重复步骤c)和d)；
6. 辅助测试WLAN终端（STA）与APUT的2.4GHz SSID去关联；
7. 设置APUT的5GHz WLAN工作在36信道，频宽为其支持的最大频宽；
8. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），关闭MLO功能，与APUT的5GHz SSID关联，设置待测网关或路由器（APUT）与辅助测试WLAN终端距离视距10m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为67dB，模拟视距10m距离）；
9. 调整转台，使APUT与STA处于初始0角度；
10. 通过数据包发生器构造下行TCP 20条流，测试时长为60秒，记录下行平均吞吐；
11. 调整测试距离为10m加一堵墙（如使用信道仿真器模拟，则设置信道仿真仪为NLOS信道，并设置合适衰减，使APUT到STA总衰减为87dB），重复步骤i)-j)；
12. 设置APUT的5GHz WLAN工作在149信道，频宽为其支持的最大频宽；
13. 重复步骤i)-k)。
14. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），开启MLO功能，并与APUT的2.4GHz SSID和5GHz SSID关联；
15. 设置待测网关或路由器（APUT）与辅助测试WLAN终端距离视距10m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为60dB，5GHz频段的总衰减为67dB，模拟空口10m距离）
16. 调整转台，使APUT与STA处于初始0角度；
17. 通过数据包发生器构造下行TCP 20条流，测试时长为60秒，记录下行平均吞吐；
18. 调整测试距离为10m加一堵墙（如使用信道仿真器模拟，则设置信道仿真仪为NLOS信道，并设置合适衰减，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为75dB，5GHz频段的总衰减为87dB，模拟空口10m加一堵墙环境），重复步骤p)和q)；
    * + 1. 预期结果

家庭网关或者无线路由器测试水平覆盖性能需满足如下要求：

1. 步骤c)-e)中，APUT的2.4GHz覆盖性能低于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为Mbps；
2. 步骤j)-k)中，APUT的5GHz 36信道覆盖性能低于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为Mbps；
3. 步骤m)中，APUT的5GHz 149信道覆盖性能低于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为Mbps。
4. 步骤p)-r)中，APUT的MLO覆盖性能低于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为Mbps；
   1. **连接能力测试**

### **最大接入用户数**

* + - 1. 测试目的

测试家庭网关或无线路由器支持的最大接入数量。

* + - 1. 测试方法

使用测试仪表模拟真实用户接入的最大能力，如图9所示。

1. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，WLAN测试仪表与家庭网关或无线路由器间进行OTA连接，模拟空口1m的视距；
2. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，需要测试仪表模拟的用户具备独立的芯片和射频；
3. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备；
4. 测试真实用户接入能力时，通过低流量的业务承载和一定的丢包率门限来判断用户是否已稳定接入，丢包率门限为0.1%。

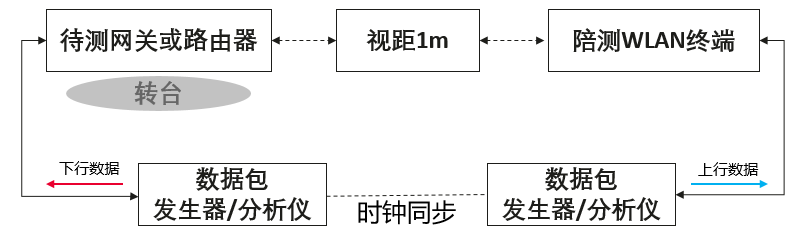


图 9 多用户接入能力测试示意图

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试接入性能时的测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 测试环境中无任何干扰。
   * + 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试接入性能时的测试步骤如下：

1. 辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为40dB，模拟空口1m距离）；
2. 使用8个STA与APUT的2.4GHz SSID关联；
3. 通过数据包发生仪构造下行100PPS、Payload为1472字节的UDP报文，持续60秒，观察用户侧丢包率情况；
4. 若丢包率满足门限，增加接入用户数（STA数量少于32个时，每次增加8个用户；STA数量超过32个时，每次增加4个用户，超过终端连接能力后，每次减少1个STA，直至测出最终连接STA数量），构造每个用户100PPS，Payload为1472字节的下行UDP报文，观察每个用户丢包率情况；
5. 若所有用户的丢包率满足门限，则继续增加用户，当存在一个用户及以上的用户无法接入或者丢包率不满足门限值，则上一次迭代测试的用户数即为最大接入用户数；
6. 所有STA与APUT的2.4GHz SSID去关联；
7. 辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离）；
8. 8个STA与APUT的5GHz SSID关联；
9. 重复步骤c)- e)；
10. 所有STA与APUT的5GHz SSID去关联。
    * + 1. 预期结果

APUT测试结果小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

### **最大并发吞吐及空口公平性测试**

* + - 1. 测试目的

测试家庭网关或无线路由器接入多用户时并发吞吐性能和空口公平性。

* + - 1. 测试方法

使用测试仪表模拟真实用户接入时的并发不限速传输控制协议类型（TCP）流，图测试示意图10所示：

1. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，WLAN测试仪表与网关间进行OTA连接，模拟空口2m的视距；
2. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，需要测试仪表模拟的用户具备独立的芯片和射频；
3. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备。

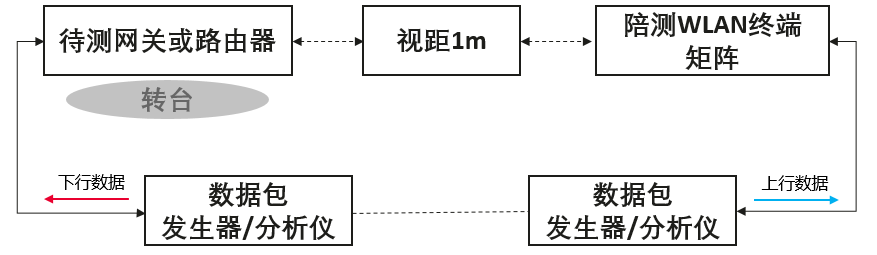


图 10 多用户并发吞吐测试示意图

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试多用户并发接入性能时的测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 测试环境中无任何干扰。
   * + 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试多用户并发接入性能时的测试步骤如下：

1. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为40dB，模拟空口1m距离），关闭MLO功能；
2. 16个STA与APUT的2.4GHz SSID关联；
3. 通过数据包发生仪构造与每个STA建立TCP连接，并测试不限流下行TCP吞吐并发性能，持续时间120s，记录吞吐量总和以及每个STA的吞吐性能；
4. 增加STA用户数到32，重复步骤c)；
5. 所有STA与APUT的2.4GHz SSID去关联；
6. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为47dB，模拟空口1m距离），关闭MLO功能；
7. 16个STA与APUT的5GHz SSID关联；
8. 通过数据包发生仪构造与每个STA建立TCP连接，并测试不限流下行TCP吞吐并发性能，持续时间120s，记录吞吐量总和以及每个STA的吞吐性能；
9. 增加STA用户数到32，重复步骤h)；
10. 所有STA与APUT的5GHz SSID去关联。
11. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA）与待测网关或路由器（APUT）距离视距1m（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为40dB，5GHz频段的总衰减为47dB，模拟空口1m距离），关闭MLO功能；
12. 16个STA与APUT的2.4GHz SSID和5GHz SSID通过MLO实现关联；
13. 通过数据包发生仪构造与每个STA建立TCP连接，并测试不限流下行TCP吞吐并发性能，持续时间120s，记录吞吐量总和以及每个STA的吞吐性能；
14. 增加STA用户数到32，重复步骤c)；
15. 所有STA与APUT的2.4GHz SSID和5GHz SSID去关联；
    * + 1. 预期结果

APUT测试结果小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败，门限值单位为Mbps。

* 1. **稳定性测试**

### **多用户长时间业务稳定性**

* + - 1. 测试目的

测试家庭网关或无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID各接入8个用户时长时间业务稳定性。

* + - 1. 测试方法

使用测试仪表模拟真实用户在中距离接入，2.4GHz 用户中4个用户频繁上下线，4个用户持续上下行业务流；5GHz 用户中4个用户频繁上下线，另外4个用户持续上下行业务流；对于支持11be的终端，有6个用户通过MLO连接，用户中2个用户频繁上下线，4个用户持续上下行业务；流频繁上下线的用户统计上下线是否成功，持续业务流的用户每min统计1次1min内的平均性能和时延抖动。

1. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，WLAN测试仪表与网关间进行OTA连接，初始模拟空口1m的视距；
2. 当使用WLAN测试仪表模拟真实终端时，需要测试仪表模拟的用户具备独立的芯片和射频；
3. 测试中除了专门指定的干扰源外，不能存在其他未知干扰，建议测试在屏蔽环境下执行，屏蔽环境可以使用屏蔽箱或者屏蔽房构造。屏蔽环境要求环境底噪低于-105dBm，且使用频谱仪扫描不到其他同信道或者邻居信道的WLAN设备。
   * + 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器测试稳定性时的测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求。
3. 对于支持11be的家庭网关或者无线路由器默认开启MLO功能；

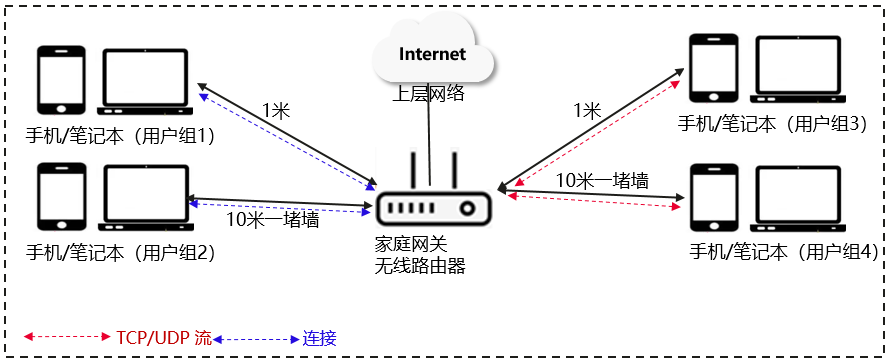


图 10 稳定性测试组网图

* + - 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器测试稳定性时的测试步骤如下：

1. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），其中8个WLAN终端（STA）工作在2.4GHz频段，关闭MLO功能，按照表8所示规则与待测网关或路由器（APUT）进行关联，并进行相关业务；

表 8 2.4GHz用户接入模型

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **2.4GHz STA位置** | **反复关联用户**  **（个）** | **持续TCP业务用户**  **（个）** | **持续UDP业务用户**  **（个）** |
| 近距视距10m | 2 | 1 | 1 |
| 10m一堵墙 | 2 | 1 | 1 |

1. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），其中8个WLAN终端（STA）工作在5GHz频段，关闭MLO功能，按照表9所示规则与待测网关或路由器（APUT）进行关联，并进行相关业务；

表 9 5GHz用户接入模型

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **5GHz STA位置** | **反复关联用户**  **（个）** | **持续TCP业务用户**  **（个）** | **持续UDP业务用户**  **（个）** |
| 近距视距10m | 2 | 1 | 1 |
| 10m一堵墙 | 2 | 1 | 1 |

1. 对于支持11be的辅助测试WLAN终端（STA），额外有6个WLAN终端（STA）工作在MLO连接，开启MLO功能，按照表10所示规则与待测网关或路由器（APUT）进行关联，并进行相关业务；

表 10 稳定性MLO STA分布及行为

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **MLO STA位置** | **反复关联用户**  **（个）** | **持续TCP业务用户**  **（个）** | **持续UDP业务用户**  **（个）** |
| 近距视距10m | 1 | 1 | 1 |
| 10m＋一堵墙 | 1 | 1 | 1 |

1. 上述关联用户每隔5min进行一次并发关联，10秒时间内，所有用户关联成功且所有关联用户持续5min无掉线则统计本次关联成功，否则认为是关联失败；
2. 如此重复12h；
3. 2.4GHz 终端中进行长时间业务并发的4个用户，进行长时间并发业务12h，其中2个用户下行4Mbps TCP流量（1500Byte），每隔1min统计1min区间内的总体性能；另外两个用户并发下行4Mbps UDP流量（Payload为1472Byte），每隔1min统计1min区间内的平均时延和最大时延；
4. 5GHz 终端中进行长时间业务并发的4个用户，进行长时间并发业务12h，其中2个用户下行40Mbps TCP流量（1500Byte），每隔1min统计1min区间内的总体性能；另外两个用户并发下行40Mbps UDP流量（Payload为1472Byte），每隔1min统计1min区间内的平均时延和最大时延；
5. MLO连接的终端长时间业务并发的4个用户，进行长时间并发业务12h，其中2个用户下行40Mbps TCP流量（1500Byte），每隔1min统计1min区间内的总体性能；另外两个用户并发下行40Mbps UDP流量（Payload为1472Byte），每隔1min统计1min区间内的平均时延和最大时延；
6. 记录是否存在关联不成功的情况和业务并发性能情况。
   * + 1. 预期结果

APUT测试结果有一项指标小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

# 家庭场景单设备体验测试用例

4. 1. **小户型家庭环境业务体验测试**

### **小户型家庭环境业务体验测试**

* + - 1. 测试目的

测试单设备在家庭小户型场景下承载并发业务的能力

* + - 1. 测试方法

按照T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的小户型场景，使用一体化的测试平台模拟关键STA的分布情况，并且使用一体化测试平台中的数据业务仿真器模拟典型的业务。

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器在家庭小户型场景下承载业务测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 测试环境中具备2个干扰设备，如表11、表12为2.4GHz的干扰模型及5GHz的干扰模型。

表 11 2.4GHz 干扰模型

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **背景干扰AP** | **协议**  **版本** | **信道**  **编号** | **频宽** | **干扰在线用户数** | **信号水平(dBm)** | **干扰用户离干扰AP信号水平**  **（dBm）** | **数据包**  **类型** | **数据包**  **大小(Bytes)** | **下行/上行**  **速率（Mbps）** | **优先级** |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |

表 12 5GHz干扰模型

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **背景干扰AP** | **协议**  **版本** | **信道**  **编号** | **频宽** | **干扰在线用户数** | **信号水平(RSSI)** | **干扰用户离干扰AP信号水平**  **（dBm）** | **数据包**  **类型** | **数据包**  **大小(Bytes)** | **上下行速率（Mbps）** | **优先级** |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |

* + - 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器在家庭小户型场景下承载业务测试步骤如下：

1. 开启干扰源，4个辅助测试STA（STA1-STA4）与APUT的5GHz SSID关联；
2. 设置STA1距离APUT 3m的距离（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为57dB，模拟空口3m距离），并运行4K高清视频直播业务5min；
3. 设置STA2距离APUT 10m一堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA总衰减为75dB，模拟空口10m一堵墙的距离），并运行4K高清视频直播业务5min；
4. 设置STA3距离APUT 10m一堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA总衰减为75dB，模拟空口10m一堵墙的距离），运行在线手游业务5min；
5. 设置STA4距离APUT 3m的距离（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为57dB，模拟空口3m距离），运行FTP下载业务5min；
6. 对于支持11be的家庭网关或无线路由器，开启干扰源，4个辅助测试STA（STA1-STA4）与通过MLO与APUT的2.4GHz SSID和5GHz SSID关联；
7. 设置STA1距离APUT 3m的距离（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为47dB，5GHz频段的总衰减为57dB，模拟空口3m距离），并运行4K高清视频直播业务5min；
8. 设置STA2距离APUT 10m一堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为56dB，5GHz频段的总衰减为75dB，模拟空口10m一堵墙的距离），并运行4K高清视频直播业务5min；
9. 设置STA3距离APUT 10m一堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为56dB，5GHz频段的总衰减为75dB，，模拟空口10m一堵墙的距离），运行在线手游业务5min；
10. 设置STA4距离APUT 3m的距离（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为47dB，5GHz频段的总衰减为57dB，模拟空口3m距离），运行FTP下载业务5min；
11. 如上四种业务并发运行5min，使用测试工具统计4K视频卡顿次数、4K视频直播业务的平均时延、大时延占比（时延超100ms比例）、丢包率和FTP下载业务平均吞吐及吞吐量波动情况（按5秒采样）、使用测试软件统计在线手游的平均时延及高于100ms的时延占比。
    * + 1. 预期结果

APUT测试结果小于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

* 1. **中户型家庭环境业务体验测试**

### **中户型家庭环境业务体验测试**

* + - 1. 测试目的

测试单设备在家庭中户型场景下承载并发业务的能力

* + - 1. 测试方法

按照T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的中户型场景，使用一体化的测试平台模拟关键STA的分布情况，并且使用一体化测试平台中的数据业务仿真器模拟典型的业务。

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器在家庭中户型场景下承载业务测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 测试环境中具备2个干扰设备，表13、表14为2.4GHz的干扰模型及5GHz的干扰模型。

表 13 2.4GHz 干扰模型

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 背景干扰AP | 协议  版本 | 信道  编号 | 频宽 | 干扰在线用户数 | 信号水平(dBm) | 干扰用户离干扰AP信号水平  （dBm） | 数据包  类型 | 数据包  大小(Bytes) | 下行/上行  速率（Mbps） | 优先级 |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |

表 14 5GHz干扰模型

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 背景干扰AP | 协议  版本 | 信道  编号 | 频宽 | 干扰在线用户数 | 信号水平(RSSI) | 干扰用户离干扰AP信号水平  （dBm） | 数据包  类型 | 数据包  大小(Bytes) | 上下行速率（Mbps） | 优先级 |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |

* + - 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器在家庭中户型场景下承载业务测试步骤如下：

1. 开启干扰源，4个辅助测试STA（STA1-STA4）与APUT的5GHz SSID关联，另外2个辅助测试STA（STA5-STA6）与APUT的2.4GHz SSID关联；
2. 设置STA1距离APUT 3m的距离（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA总衰减为57dB，模拟空口3m距离），并运行4K高清视频直播业务5min；
3. 设置STA2距离APUT 10m一堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA总衰减为75dB，模拟空口10m一堵墙的距离），并运行4K高清视频直播业务5min；
4. 设置STA3距离APUT 3m距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、使APUT到STA总衰减为57dB，模拟空口3m距离），运行FTP下载业务5min；
5. 设置STA4距离 APUT 10m一堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA总衰减为75dB，模拟空口10m一堵墙的距离），运行视频会议业务；
6. 设置STA5-STA6距离 APUT 10m两堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA总衰减为90dB，模拟空口10m两堵墙的距离），运行在线手机游戏（可用回放报文进行模拟）和下行视频直播业务（可使用拉流工具进行环境构建）；
7. 对于支持11be的家庭网关或无线路由器，开启干扰源，4个辅助测试STA（STA1-STA4）与APUT通过MLO与2.4GHz SSID和5GHz SSID同时关联，另外2个辅助测试STA（STA5-STA6）与APUT的2.4GHz SSID关联；
8. 设置STA1距离APUT 3m的距离（如使用衰减器模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为47dB，5GHz频段的总衰减为57dB，模拟空口3m距离），并运行4K高清视频直播业务5min；
9. 设置STA2距离APUT 10m一堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为56dB，5GHz频段的总衰减为75dB，模拟空口10m一堵墙的距离），并运行4K高清视频直播业务5min；
10. 设置STA3距离APUT 3m距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为47dB，5GHz频段的总衰减为57dB，模拟空口3m距离），运行FTP下载业务5min；
11. 设置STA4距离 APUT 10m一堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA在2.4GHz的总衰减为56dB，5GHz频段的总衰减为75dB，模拟空口10m一堵墙的距离），运行视频会议业务；
12. 设置STA5-STA6距离 APUT 10m两堵墙的距离（如使用衰减器和信道仪表模拟，则衰减器配置合适衰减、并配置NLOS信道，使APUT到STA总衰减为90dB，模拟空口10m两堵墙的距离），运行在线手机游戏（可用回放报文进行模拟）和下行视频直播业务（可使用拉流工具进行环境构建）；
13. 上述6个STA并发运行5min，使用测试工具统计4K视频卡顿次数、4K视频直播业务的平均时延、大时延占比（时延超100ms比例）、丢包率和FTP下载业务平均吞吐及吞吐量波动情况（按5秒采样）、使用测试软件统计在线手游的平均时延及高于100ms的时延占比、使用测试软件统计远程会议业务卡顿次数、平均时延、大时延占比（时延超100ms比例）、平均丢包率。
    * + 1. 预期结果

APUT测试结果大于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

* 1. **多协议类型混合接入业务并发场景体验测试**

### **多协议类型混合接入业务并发场景体验测试**

* + - 1. 测试目的

测试单设备在家庭中等户型（120m²）的五口之家，存在多种协议共存的使用场景

* + - 1. 测试方法

按照T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的多协议混合场景，使用一体化的测试平台模拟关键STA的分布情况，并且使用一体化测试平台中的数据业务仿真器模拟典型的业务。

* + - 1. 测试配置

家庭网关或者无线路由器在家庭混合业务场景下承载业务测试设置如下：

1. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID频宽配置为20MHz，5GHz SSID配置为支持的最大频宽，信道为默认自动信道；开启MLO功能；
2. 家庭网关或者无线路由器2.4GHz SSID和5GHz SSID名称和认证加密方式满足第6章中定义的设备特征要求；
3. 测试环境中具备4个干扰设备，表15、表16为2.4GHz的干扰模型及5GHz的干扰模型。

表 15 2.4GHz 干扰模型

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 背景干扰AP | 协议  版本 | 信道  编号 | 频宽 | 干扰在线用户数 | 信号水平(dBm) | 干扰用户离干扰AP信号水平  （dBm） | 数据包  类型 | 数据包  大小(Bytes) | 下行/上行  速率（Mbps） | 优先级 |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -65±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 5/1 | BE |

表 16 5GHz干扰模型

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 背景干扰AP | 协议  版本 | 信道  编号 | 频宽 | 干扰在线用户数 | 信号水平(RSSI) | 干扰用户离干扰AP信号水平  （dBm） | 数据包  类型 | 数据包  大小(Bytes) | 上下行速率（Mbps） | 优先级 |
| AP1 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |
| AP2 | 802.11ax | 与APUT相同 | 与APUT相同 | 1 | -70±2 | -30+±2 | TCP | 1460 | 20/2 | BE |

* + - 1. 测试步骤

家庭网关或者无线路由器在家庭大户型场景下承载业务测试步骤如下：

1. 开启干扰源，APUT按照如下方式同时接入16个用户：用户包含IoT类、手游、4K视频、云游戏/VR和下载等五类业务终端。其中4个STA采用IEEE 802.11n协议，模拟3个IoT设备和1个摄像头设备。4个STA采用IEEE 802.11ac终端，分别模拟1个手游、1个4K视频、1个云游戏/VR和1个下载业务；4个STA采用IEEE 802.11ax终端，分别模拟1个手游、1个4K视频、1个云游戏/VR和1个下载业务；另外4个STA采用IEEE 802.11be终端，分别模拟1个手游、1个4K视频、1个云游戏/VR和1个下载业务，开启MLO功能；
2. 按照T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的STA模型在不同距离接入APUT；
   * + 1. 预期结果

APUT测试结果大于T/WAA 005-2024《家庭场景WLAN单设备网络性能及体验技术要求》定义的门限值，则测试用例失败。

**修订记录**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 日期 | 修订版本 | 修改描述 | 作者 |
| 2023-06-15 | V2.0.0 | initial 初稿完成，联盟全员公示版本 | 程习学 |
| 2023-08-18 | V2.0.1 | 根据会员单位意见完成修改：调整测试组网图描述、调整格式、补充预留编号 | 程习学 |
| 2023-10-14 | V2.0.5 | 根据国标委专家建议修改 | 程习学 |
| 2023-10-20 | V2.0.9 | 根据GB1.1-2020修改文档封面、排版 | 程习学 |
| 2023-12-11 | V2.0.10 | 根据国标委专家反馈建议修改格式及描述 | 程习学 |
| 2023-12-27 | V2.0.11 | 根据仪器仪表专家反馈建议测试服务器的配置要求 | 程习学 |
| 2024-08-26 | V2.1.0 | 扩展11be能力，增加相关测试项 | 赵航斌 |