

# 60GHz Wi-Fi 互操作测试方案

## 60GHz Wi-Fi Interoperability Test Scheme

张晖峰 刘振宇

Huifeng Zhang Zhenyu Liu

国家无线电监测中心检测中心 中国·北京 100041

The State Radio-monitoring-center Testing Center, Beijing, 100041, China

**摘要:** 随着高价值消费类应用（如室内视频流）的千兆级（Gbps）Wi-Fi 吞吐量需求不断增长，目前采用的兆级（Mbps，比如，蓝牙）无线传输技术已经无法满足。为突破此技术瓶颈，60GHz Wi-Fi 技术应运而生。论文主要介绍了如何对一款支持 60GHz 技术的 Wi-Fi 产品进行互操作方面的性能测试。

**Abstract:** With the increasing demand for gigabit (Gbps) Wi-Fi throughput of high value consumer applications (such as indoor video streams), the current megabit (Mbps, for example, bluetooth) wireless transmission technology can no longer be satisfied. For breaking through this technology bottleneck, 60 GHz Wi-Fi technology came into being. This paper mainly introduces how to test the interoperability of a Wi-Fi product that supports 60 GHz technology.

**关键词:** 60GHz; Wi-Fi; 互操作; 测试

**Keywords:** 60 GHz; Wi-Fi; interoperability; test

**DOI:** 10.12346/etr.v3i2.3488

## 1 实验室测试方案

- ①环境要求;
- ②环境温度 23~27°C 之间（包括 23°C 和 27°C）;
- ③将系统设备开启后等待 2 分钟，使得设备完全启动;
- ④涉及吞吐量测试的，均使用 iperf 命令进行;
- ⑤测试置于屏蔽室内进行。

## 2 60GHz 安全加密说明

60GHz Wi-Fi 技术使用 WPA2 GCMP 安全加密。其中，GCMP 是一种基于 AES 的加密协议。WPA2 GCMP 互操作性测试仅限于 60GHz 频段的 PBSS 模式。安全密钥在此测试方案中使用十六进制格式。WPA2 GCMP PCP/AP 应在探测响应帧或信息响应帧包含的 RSN IE（强健加密网络、信息元素）中广播其能力。WPA2 GCMP PCP/AP 可以在 DMG（定向千兆）信标帧包含的 RSN IE 中广播其能力。其中，包含的 RSN IE 应指定 STA 策略启用的所有身份验证和密码套件。STA 不得公布任何未启用的验证或密码套件。PCP、AP 和 STA 应能配置为 WPA2 GCMP。PCP 和 AP 应将 GCMP 广播为 60GHz 频段唯一支持的成对密码套件。STA

应选择 GCMP 作为 60GHz 频段的成对密码套件。PCP、AP 和 STA 应忽略包含无效或无法识别的 OUI 值的码套件选择器。此外，在 WPA2 GCMP 模式下，PCP、AP 和 STA 应可配置为使用预共享密钥（PSK）密码短语实用程序提供的 WPA2 成对密钥。在 RSN 中，在 STA 和 PCP 或 AP 之间的常规 IEEE 802.11 关联过程中选择 WPA2-GCMP 安全性。WPA2-GCMP 策略选择通过 STA 在关联期间发出包含 RSN IE 的（重）关联请求来执行。在 RSN 中，PCP/AP 应拒绝没有包含有效 RSN IE 的 STA 的（重）关联请求。无论何时目标 PCP/AP 指示支持 RSNA（强健加密网络关联），已配置成 WPA2 GCMP 的 STA 发起关联时应在其（重）关联请求中插入 RSN IE。其中的 RSN IE 应包括目标 PCP/AP 在探针响应、信息响应和 DMG 信标帧中公布的验证和成对密码套件。PCP/AP 广播的 RSN IE 对没有指定的字段可以采用默认值，然而，关联到该 PCP/AP 的 STA 应在（重）关联请求帧中指定 RSN IE 的所有字段。配置为 WPA2 GCMP 的 STA 还应在发送到 PCP/AP 的关联请求帧中指定组密钥密码套件。如果 PCP/AP 的 RSN IE 中有一个及以上的 RSN IE 字段是 STA 不支持的，那么 STA 不得与该 PCP/AP 关联。

对于 60GHz 终端类设备,有直接连接 AP 信号的,也有基于 Wi-Fi 直连和其他 60GHz 终端设备进行连接的。对于后者,发出信号让设备进行连接的 60GHz 终端设备,可以称之为个人基站控制点(PCP)。

### 3 STAUT 测试评估方案

#### 3.1 STAUT 关联测试——基于 Wi-Fi 直连

测试环境包含 60GHz 终端设备 PCP1 和 STAUT,及空口包抓取工具 Omnipeek。相距 10cm,并排摆放即可,无须有线连接。

测试步骤如下:

①将 PCP1 配置 WPA2 GCMP 加密,使用个人级安全加密,并设置成 Group Owner 模式,使用 60GHz 的信道 2。开始抓包。检查是否发出 DMG 信标帧,是则继续,否则 FAIL。

②STAUT 开启搜索,检查是否搜索到 PCP1 发出的信号,是则继续,否则 FAIL。

③在 STAUT 搜索的界面上点击 PCP1 信号,使用 PBC 或者 PIN 进行连接。如果使用 PBC,则点击 PCP1 和 STAUT 的 Push button;如果使用 PIN,则读取 STAUT 的 PIN 码并输入到 PCP1 中,反之亦可。检查是否存在配置发现请求(Provision Discovery Request),其中是否包含 WCS(Wi-Fi Configuration Setup)IE,检查是否存在关联请求帧,其中是否包含 60GHz IE,是则继续,否则 FAIL。

④连接成功后,PCP1 持续 ping STAUT 20 秒,若丢包率不超过 10%,则 PASS,否则 FAIL。

#### 3.2 STAUT 关联测试——基于 Infrastructure 连接

测试环境包含 AP1, AP1 console 电脑, STAUT, 及空口包抓取工具 Omnipeek。其中, AP1、STAUT 和抓包工具相距 10cm,并排摆放。AP1 用网线连到 AP1 console 电脑。

测试步骤如下:

①在 AP1 console 电脑上进入 AP1 配置页面,配置 WPA2 GCMP 加密,使用个人级安全加密,密码设置为 9876543210 或其他 STAUT 支持的更为复杂的密码。使用 60GHz 的信道 2。开始抓包。检查是否发出 DMG 信标帧,是则继续,否则 FAIL。

②STAUT 开启搜索,检查是否搜索到 AP1 发出的信号,是则继续,否则 FAIL。

③ STAUT 连接 AP1。检查是否存在关联请求帧,其中是否包含 60GHz IE,是则继续,否则 FAIL。

④连接成功后, STAUT 持续 ping AP1 20 秒,若丢包率

不超过 10%,则 PASS,否则 FAIL。

⑤在 STAUT 支持的所有 60GHz 信道内,重复上述 a~d 步骤。

#### 3.3 STAUT A-MPDU (MAC 协议数据单元聚合) 接收 / 发射测试

测试环境包含 AP1, AP1 console 电脑, STAUT, 及空口包抓取工具 Omnipeek。其中, AP1, STAUT 和抓包工具相距 10cm,并排摆放。AP1 用网线连到 AP1 console 电脑。如果 STAUT 自身可以实现收发数据,那么 STAUT 不用连到 AP1 console 电脑;如果 STAUT 需要使用诸如 adb、串口等方式来实现收发数据,那么将 STAUT 连到 AP1 console 电脑上,并使用合适的方法配置 STAUT。

测试步骤如下:

①在 AP1 console 电脑上进入 AP1 配置页面,配置 OPEN 加密,开启 A-MPDU,设置 Block ACK Receive Buffer(块确认接收缓存)为 4MPDUs。使用 60GHz 的信道 2。开始抓包。检查是否发出 DMG 信标帧,是则继续,否则 FAIL。

② STAUT 开启 A-MPDU,连接 AP1。检查是否存在关联请求帧,其中是否包含 60GHz IE,是则继续,否则 FAIL。

③连接成功后, STAUT 持续 ping AP1 20 秒,若丢包率不超过 10%,是则继续,否则 FAIL。

④ STAUT 使用 BE(Best Effort)的接入策略给 AP1 发 30 秒的 UDP 包(大小为 4096 字节),若吞吐量不小于 580Mbps,则继续,否则 FAIL;检查是否存在至少一个 AP1 发出的 Block ACK 作为响应,是则继续,否则 FAIL。

⑤ AP1 使用 BE 的接入策略给 STAUT 发 30 秒的 UDP 包(大小为 4096 字节),若吞吐量不小于 580Mbps,是则继续,否则 FAIL;检查是否存在至少一个 STAUT 发出的 Block ACK 作为响应,是则继续,否则 FAIL。

#### 参考文献

- [1] IEEE Std 802.11ad-2012: Enhancements for Very High Throughput in the 60 GHz Band[Z].
- [2] IEEE Std 802.11-2016: IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Specific requirements, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications[Z].
- [3] Wi-Fi Alliance 60 GHz Technical Specification[DB/OL].<https://www.wi-fi.org/members/certification-programs>.