

T/WAA

世界无线局域网应用发展联盟团体标准

T/WAA 003—2025

代替T/WAA 003-2023

园区办公场景 WLAN 性能及体验技术要求

Technical specification for campus office scenario wireless local area network
(WLAN) performance and experience

2025-02-05 发布

2025-02-05 实施

世界无线局域网应用发展联盟（WAA）发布

目 次

前 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 园区办公网络性能要求概述 4

 5.1 园区办公网络承载的业务 KQI 概述 4

 5.2 园区办公网络设备基础性能要求概述 4

 5.3 园区办公网络典型业务性能要求概述 4

6 园区办公网络设备基础性能要求 5

 6.1 带宽 5

 6.2 连接 8

 6.3 覆盖 10

 6.4 漫游 12

 6.5 时延 14

 6.6 安全 17

7 园区办公网络典型业务性能要求 18

 7.1 多用户并发办公业务性能要求 18

 7.2 移动办公业务性能要求 20

 7.3 重载视频业务并发接入业务性能要求 21

附 录 A （资料性） 常见障碍物信号衰减参考值 22

附 录 B （资料性） 园区办公场景常见业务及业务占比 23

参 考 文 献 24

图 1 园区办公网络承载的业务 KQI 4

图 2 园区办公网络基础性能参数 4

图 3 单频段单用户性场景模型 5

图 4 多频段两用户并发性能场景模型 6

图 5 单频段多用户多输入多输出性能场景模型 6

图 6 单频段多用户并发吞吐场景模型 9

图 7 单用户 10/20m 无遮挡性能场景模型	10
图 8 单用户 10m 视距穿墙性能场景模型	11
图 9 漫游性能场景模型	13
图 10 单用户单向时延场景模型	14
图 11 多用户并发时延场景模型	15
图 12 干扰条件下多用户并发时延场景模型	16
图 13 多用户并发办公环境示意图	18
图 14 移动办公环境示意图	20
图 15 重载视频业务并发接入环境模型	21
表 1 单频段单用户极限性能要求	6
表 2 多频段量用户并发极限性能要求	7
表 3 单频段多用户多输入多输出极限性能要求	7
表 4 单频段多用户并发吞吐性能要求	9
表 5 覆盖性能要求	11
表 6 漫游性能要求	13
表 7 无干扰单用户时延要求	16
表 8 无干扰多用户时延要求	16
表 9 有干扰时多用户时延要求	17
表 10 安全接入要求	17
表 11 多用户并发办公业务性能要求	18
表 12 移动办公性能要求	20
表 13 重载视频业务并发接入业务性能要求	21

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 003-2023《园区办公用无线局域网性能技术要求》，与 T/WAA 003-2023 相比，主要技术变化如下：

- a) 更改了待测设备连接要求内容，4 流条件下 30 用户总吞吐要求涉及修改（见 6.2.2）；
- b) 更改了业务测试中多用户并发轻载业务 3 用户 FTP 下载测试通过指标要求（见 7.1.2）；
- c) 更改了业务测试中多用户并发轻载业务 15 用户视频会议+3 用户 FTP 下载测试通过指标要求（见 7.1.2）；
- d) 更改了业务测试中多用户并发重载业务 10 用户 FTP 下载测试通过指标要求（见 7.1.2）；
- e) 更改了业务测试中多用户并发重载业务 30 用户视频会议+3 用户 FTP 下载测试通过指标要求（见 7.1.2）；
- f) 更改了业务测试中多用户并发同频业务 7 用户视频直播+3 用户 FTP 下载测试通过指标要求（见 7.1.2）；
- g) 更改了业务测试中多移动办公移动业务 15 用户视频会议+1 用户 FTP 下载+漫游的测试通过指标要求（见 7.1.2）；

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。

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。

本文件起草单位：华为技术有限公司、中国信息通信研究院、中兴通讯股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、思博伦通信科技（北京）有限公司、烽火通信科技股份有限公司、灿芯技术（深圳）有限公司、中国质量认证中心、新华三技术有限公司、深圳市极致汇仪科技有限公司、中国联合网络通信有限公司研究院。

本文件主要起草人：季晨荷、施文、范大卫、吕茂盛、陈洁、袁立权、李培、雷根、马頔、江韦、曲雅江、徐子超、李中正、樊智超、王雅斌、孙莉、张培钰、余芳。

园区办公用无线局域网性能技术要求

1 范围

本文件规定了园区办公设备无线局域网性能及体验的技术要求，本文件园区办公设备仅包括园区办公使用环境下的无线路由器。

本文件适用于园区无线路由器的设计、开发、生产及测试。

2 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。

IEEE Std. 802.11-2020 IEEE Standard for Information Technology Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications

3 术语和定义

3.1

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元素，比如手机与无线路由器距离3m、用户参加视频会议等。

3.2

园区 campus

本文中使用“园区”泛指企业或者机构，包括企业、校园、政务机构、商业区域等具有管理边界的区域。园区具有内部网络，使企业或者机构的各项业务运作更有效率。

3.3

基础性能 basic performance

网络使用者使用网络过程中，对网络性能的基础评估参数，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。

3.4

业务性能 service performance

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参数。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）。

3.5

测试床 testbed

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。

3.6

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。

3.7

时延 latency

针对不同业务网络需要保障的端到端时延

3.8

丢包率 packet loss ratio

未发送成功报文个数占总报文个数的比例

3.9

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

3.10

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

注1：2.4GHz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）

注2：5GHz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）

3.11

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。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AC：接入控制器（Access Controller）

AES：高级加密标准（Advanced Encryption Standard）

AP：接入点（Access Point）

CSMA/CA：带冲突避免的载波感应多路访问（Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance）

CCMP：区块链密码锁链-信息真实性检查码协议（Counter Mode with CBC-MAC Protocol）

DoS：拒绝服务（Denial of Service）

EAP：可扩展认证协议（Extensible Authentication Protocol）

ESSID: 服务区域认证 (Extended Service Set Identifier)

FTP: 文件传输协议 (File Transfer Protocol)

GI: 保护间隔 (Guard Interval)

IFFT: 快速傅立叶反变换 (Inverse Fast Fourier Transformation)

IP: 互联网协议 (Internet Protocol)

KPI: 关键性能指标 (Key Performance Indicator), 用于描述网络性能要求

KQI: 关键质量指标 (Key Quality Indicator), 用于描述业务体验的要求

MAC: 媒体接入控制 (Media Access Control)

MU-MIMO: 多用户多输入多输出 (Multi-user Multiple-input Multiple-output)

NSS: 空间流数 (Number of Spatial Streams)

OWD: 单向时延 (One-Way Delay)

OWE: 机会无线加密 (Opportunistic Wireless Encryption)

OPEN-SYS: 开放系统 (Open System)

PEAP: 防护扩展验证协议 (Protected Extensible Authentication Protocol)

PSK: 预共享密钥 (Pre-shared Key)

RTT: 往返路程时间 (Round Trip Time)

RSSI: 接受信号强度指示 (Received Signal Strength Indication)

STA: 终端 (Station)

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

SN: 安全公告 (Security Notice)

SSID: 服务集标识符 (Service Set Identifier)

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

TP99: 百分之 99 (Top 99 percentile)

TKIP: 临时密钥完整性协议 (Temporary Key Integrity Protocol)

UDP: 用户数据报协议 (User Datagram Protocol)

WAPI: 无线局域网鉴别和保密基础结构 (WLAN Authentication and Privacy Infrastructure)

WEP: 有限等效加密 (Wired Equivalent Privacy)

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

WPA: Wi-Fi 保护访问 (Wi-Fi Protect Access)

5 园区办公网络性能要求概述

5.1 园区办公网络承载的业务 KQI 概述

园区办公网络需要承载的通用业务包括语音、互联网视频、网页浏览、上传/下载、视频会议、手游、无线投屏等，多种业务在实际使用比例可以参考附录B。针对如上业务，影响用户的业务体验感知的网络相关的KQI见图1：

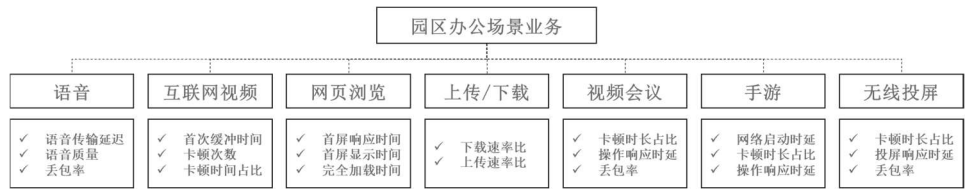


图 1 园区办公网络承载的业务 KQI

园区办公使用环境下，业务KQI是指影响用户体验的用户可感知到的指标，如操作时长、卡顿占比等，网络性能角度看，影响某个业务的KQI的网络KPI主要包括如下几个参数：

- a. 满足业务需要的最小带宽
- b. 满足业务需要的最大时延和时延抖动
- c. 满足业务需要的最大丢包率

5.2 园区办公网络设备基础性能要求概述

园区办公网络中，网络设备性能是构成网络服务的基础。对有经验的网络专家，可以根据网络设备性能判断某个网络是否具备承载单个业务或多个业务组合的能力。本文件采用带宽、时延、覆盖、连接、漫游及安全作为保障WLAN业务体验的六项通用网络性能参数，作为设备的基础要求，同时也作为专家评定设备业务承载能力的参考，具体见图2。

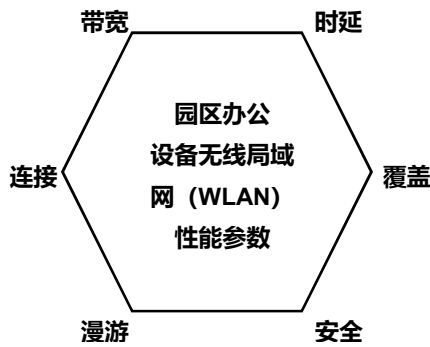


图 2 园区办公网络基础性能参数

5.3 园区办公网络典型业务性能要求概述

网络用户可能不了解网络通过那些技术提供网络服务，对网络如何提供服务本文件明确了业务典型使用场景，通过构造园区办公典型业务场景模型，评估某个无线路由器在多业务综合使用中网络的带宽、时延、时延抖动和丢包率参数。

6 园区办公网络设备基础性能要求

6.1 带宽

6.1.1 带宽参数和场景模型

6.1.1.1 带宽参数

带宽参数是指用户使用WLAN时能获取的最大性能参数。在园区办公使用场景下，带宽参数直接影响了测速、数据下载、互联网视频、视频会议等带宽要求高的业务的体验。

WLAN设备接口的带宽参数主要是测量WLAN设备接口的最大吞吐量，场景模型定义如下。

6.1.1.2 带宽场景模型 1：无干扰单频段单用户

无干扰条件下，单用户近距离接入到AP的单一频段（2.4GHz/5GHz），获取单一频段的最大吞吐量。场景模型见图3。该模型主要测量AP工作在无干扰空口条件下的TCP业务承载能力，为测试出极限TCP业务承载能力，空口条件有如下约束：

- 环境中无其它同频段的干扰源，包含 WLAN 无线保真干扰源（如其他网关或者路由器设备）和非 WLAN 无线保真干扰源（如蓝牙、无绳电话、微波炉设备等）；
- 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，终端在 AP 正下方；
- 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- 接入用户数为 1 个；
- TCP 业务流的报文长度使用 1500Byte。

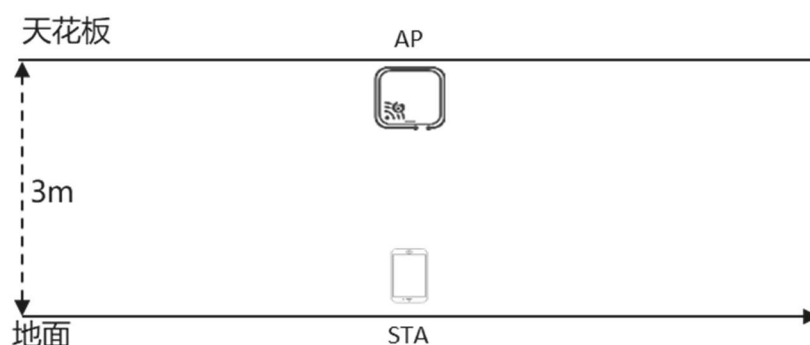


图3 单频段单用户性场景模型

6.1.1.3 带宽场景模型 2：无干扰多频段两用户并发

无干扰条件下，两用户并发接入AP的多个频段时，获取多频段并发最大吞吐量。场景模型见图4，AP支持2.4GHz/5GHz并发，主要测量在多频段并发时TCP业务的承载能力，为测试出多频并发模型下的极限TCP业务承载能力，空口条件有如下约束：

- 环境中无其他同频段的干扰源，包含 WLAN 无线保真干扰源（如其他网关或者路由器设备）和 WLAN 无线保真干扰源（如蓝牙、无绳电话、微波炉设备等）；
- 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，终端在 AP 下方 1m 范围内；
- 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- 接入用户数与 AP 支持的频段数相同，如双频 AP 每射频各接入 1 个用户；

e. TCP 业务流的报文长度使用 1500Byte。

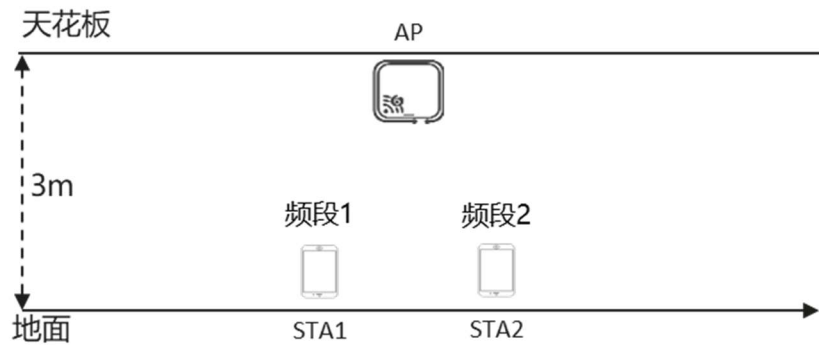


图 4 多频段两用户并发性能场景模型

6.1.1.4 带宽场景模型 3：无干扰单频段 MU-MIMO

无干扰条件下，3用户近距离接入到AP的单一频段（2.4GHz/5GHz），获取单一频段的最大MU-MIMO吞吐量。场景模型见图5，AP支持MU-MIMO并发能力，主要测量AP工作在无干扰空口条件下的3用户MU-MIMO并发时TCP业务承载能力，为测试出极限TCP业务承载能力，空口条件有如下约束：

- a. 环境中无其他同频段的干扰源，包含 WLAN 无线保真干扰源（如其他网关或者路由器设备）和非 WLAN 无线保真干扰源（如蓝牙、无绳电话、微波炉设备等）
- b. 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，终端在 AP 下方 1m 范围内；
- c. 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax，支持 MU-MIMO；
- d. 单射频接入用户数为 3 个；
- e. TCP 业务流的报文长度使用 1500Byte。

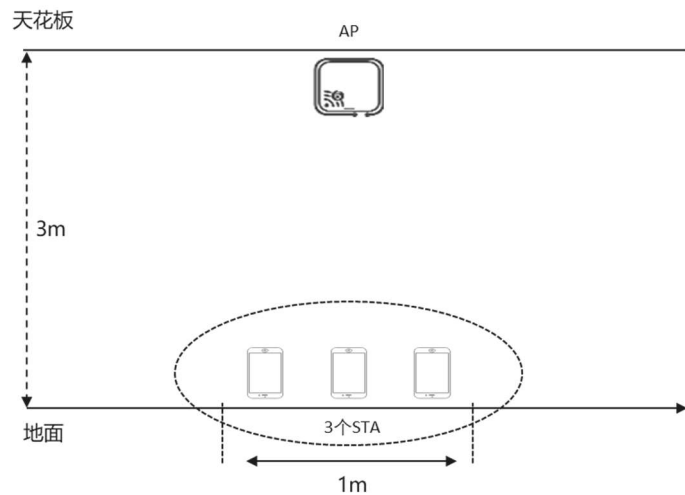


图 5 单频段多用户多输入多输出性能场景模型

6.1.2 带宽要求

无干扰单频段单用户场景模型（见6.1.1.2）下带宽要求见表1：

表 1 单频段单用户极限性能要求

协议模式	终端流数 (NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	下行吞吐量 要求 (Mbps)	上行吞吐量 要求 (Mbps)	是否必选
IEEE802.11ax	2	2.4	20	≥ 180	≥ 180	是
IEEE802.11ax	2	2.4	40	≥ 360	≥ 360	否
IEEE802.11ax	2	5	40	≥ 360	≥ 360	是
IEEE802.11ax	2	5	80	≥ 720	≥ 720	否
IEEE802.11ax	2	5	160	≥ 1400	≥ 1400	否

无干扰多频段两用户并发场景模型（对应6.2.1.3）下带宽要求见表2：

表 2 多频段量用户并发极限性能要求

协议模式	终端流数 (NSS)	频段 1 (GHz)	带宽 1 (MHz)	频段 2 (GHz)	带宽 2 (MHz)	下行吞吐量 要求 (Mbps)	上行吞吐量 要求 (Mbps)	是否 必选
IEEE802.11ax	2	2.4	20	5	20	≥ 290	≥ 290	是
IEEE802.11ax	2	2.4	20	5	40	≥ 430	≥ 430	是
IEEE802.11ax	2	2.4	40	5	80	≥ 860	≥ 860	否
IEEE802.11ax	2	2.4	40	5	160	≥ 1400	≥ 1400	否

无干扰单频段 MU-MIMO 场景模型（见 6.1.1.4）带宽要求见表 3：

表 3 单频段多用户多输入多输出极限性能要求

协议模式	接入点 (AP) 流 数(NSS)	终端流数 (NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	下行吞吐量 要求(Mbps)	是否必选
IEEE802.11ax	4	2	5	40	≥ 360	是
IEEE802.11ax	4	2	5	80	≥ 750	否
IEEE802.11ax	8	2	5	40	≥ 430	是
IEEE802.11ax	8	2	5	80	≥ 900	否

6.2 连接

6.2.1 连接参数和场景模型

6.2.1.1 连接参数

业务并发是园区办公网络的特点，连接体现了网络与物理世界的结合程度，其参数为连接用户数（同时接入的用户数）和并发用户数（同时有业务的用户数）。

WLAN 占空比理论模型如公式（1）：

$$\text{Duty Cycle (占空比)} = \frac{\sum_{n=1}^n T_{\text{rate}}}{N_{\text{SS}} * (N_{\text{CBPS}} * R) * (1 / (T_S + T_{\text{GI}}))} \quad (1)$$

式中：

N_{SS} ——空间流数；

N_{CBPS} ——每个 OFDM symbol 中的总编码；

R ——码率；

T_{GI} ——GI 长度；

T_S ——symbol（快速傅立叶反变换（IFFT））长度；

T_{rate} ——终端实际速率。

并发用户数越多，空口占用率越高，竞争冲突加剧，业务体验变差，基于业务并发用户的数量来定义连接参数的设备场景模型。

6.2.1.2 连接场景模型 1：单频段多用户并发吞吐

无干扰条件下，10/20/30个用户接入到AP的单一频段（5GHz），获取的单一频段的并发总吞吐和最小吞吐量。

不同终端承载不同流量的业务，基于公式（1）（见6.2.1.1），当终端的业务流量增大时，空口的利用率随之增大，竞争冲突加剧，业务体验变差，此处使用多用户并发的最大吞吐量来衡量AP在多用户并发业务时的业务调度能力。场景模型如图6所示。

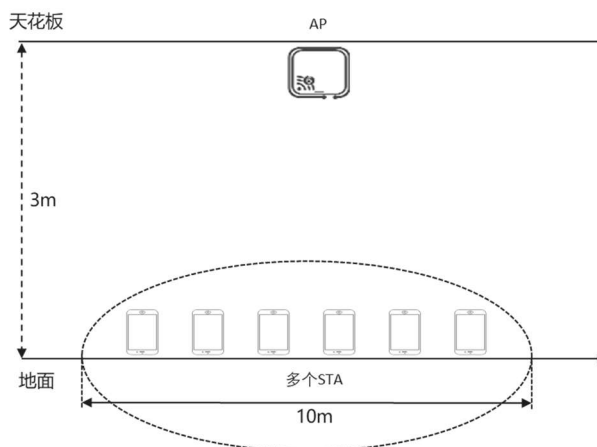


图 6 单频段多用户并发吞吐场景模型

该场景模型多个终端并发接入到AP上，通过不限速的TCP流测量在满足一定的性能要求的情况下摸高系统能支持的最大用户数，评估AP的并发性能和多用户并发调度的公平性。场景模型下关键约束和条件定义如下：

- a. 每个终端与 AP 间的空口条件一致，AP 吸顶安装，高 3m，终端在 AP 下方直径 10m 范围内。
- b. 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- c. TCP 业务流的报文长度使用 1500Byte。

6.2.2 连接要求

按照连接场景模型（见 6.2.1.2），对被测设备连接性能的要求见表 4：

表 4 单频段多用户并发吞吐性能要求

协议模式	接入点 (AP) 流 数(NSS)	终端流 数(NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	10 用户并发 总吞吐/最小 吞吐	20 用户并发 总吞吐/最小 吞吐	30 用户并发 总吞吐/最小 吞吐	是否 必选
IEEE802.11ax	2	2	5	40	≥250/13	≥230/6	≥200/3	是
IEEE802.11ax	2	2	5	80	≥500/25	≥450/11	≥400/7	否
IEEE802.11ax	2	2	5	160	≥1000/50	≥900/23	≥800/14	否
IEEE802.11ax	4	2	5	40	≥280/14	≥250/6	≥230/3	是
IEEE802.11ax	4	2	5	80	≥550/28	≥500/13	≥450/8	否
IEEE802.11ax	4	2	5	160	≥1100/55	≥1000/25	≥900/16	否
IEEE802.11ax	8	2	5	40	≥300/15	≥280/7	≥250/4	是
IEEE802.11ax	8	2	5	80	≥600/30	≥550/15	≥500/8	否
IEEE802.11ax	8	2	5	160	≥1200/60	≥1100/30	≥1000/16	否

6.3 覆盖

6.3.1 覆盖参数和场景模型

6.3.1.1 覆盖参数

在园区办公WLAN部署中，每个AP覆盖一定的空间，WLAN信号随着距离的拉远或墙体的遮挡而衰减，用户获取到的吞吐量随之降低，不同的空间距离体验不同。

6.3.1.2 覆盖场景模型 1：单用户无遮挡

无干扰条件下，单用户无遮挡接入视距10m的AP，获取的最大下行吞吐量。场景模型见图7，用来评估AP在视距下远距离的业务性能，有如下约束：

- 环境中无其他同频段的干扰源，包含 WLAN 无线保真干扰源（如其他网关或者路由器设备）和非 WLAN 无线保真干扰源（如蓝牙、无绳电话、微波炉设备等）；
- 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，视距距离 10/20m；
- 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- TCP 业务流的报文长度使用 1500Byte。

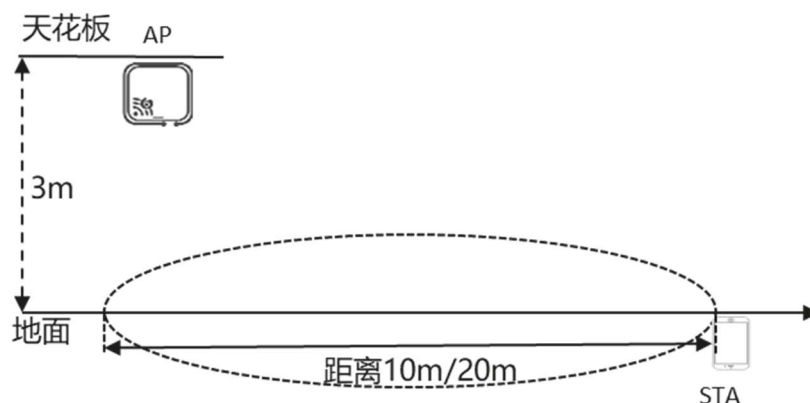


图 7 单用户 10/20m 无遮挡性能场景模型

6.3.1.3 覆盖场景模型 2：单用户穿墙

无干扰条件下，单用户穿墙接入视距10m的AP，获取的最大下行吞吐量。场景模型见图7，用来评估AP的穿墙能力，有如下约束：

- 环境中无其他同频段的干扰源，包含 WLAN 无线保真干扰源（如其他网关或者路由器设备）和非 WLAN 无线保真干扰源（如蓝牙、无绳电话、微波炉设备等）；
- 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，视距距离 10m，间隔一堵砖墙，厚度 120mm（厚度 120mm 的墙体 2.4GHz 频段衰减值为 10dB，5GHz 频段衰减值为 20dB，障碍物衰减应按附录 A 设定）；
- 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- TCP 业务流的报文长度使用 1500Byte。

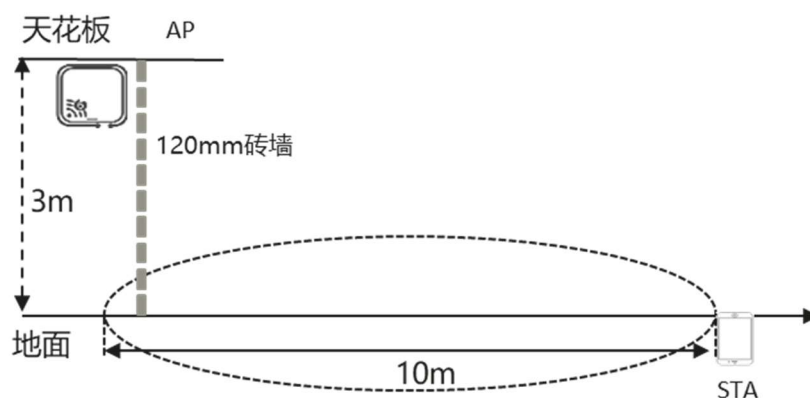


图 8 单用户 10m 视距穿墙性能场景模型

6.3.2 覆盖要求

按照覆盖的距离和覆盖方向，对覆盖性能的要求见表 5：

表 5 覆盖性能要求

协议模式	接入点 (AP) 流数 (NSS)	终端流 数 (NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	10m 视距 覆盖下行 吞吐	20m 视距 覆盖下行 吞吐	10m 视距+一堵 墙覆盖下行吞 吐	是否必 选
IEEE802.1 1ax	2	2	2.4	20	≥90	≥80	≥30	是
IEEE802.1 1ax	2	2	2.4	40	≥180	≥150	≥50	否
IEEE802.1 1ax	2	2	5	40	≥180	≥150	≥50	是
IEEE802.1 1ax	2	2	5	80	≥350	≥300	≥100	否
IEEE802.1 1ax	2	2	5	160	≥700	≥600	≥200	否
IEEE802.1 1ax	4	2	2.4	20	≥120	≥100	≥40	是
IEEE802.1 1ax	4	2	2.4	40	≥230	≥200	≥80	否
IEEE802.1 1ax	4	2	5	40	≥230	≥200	≥80	是
IEEE802.1 1ax	4	2	5	80	≥450	≥400	≥150	否
IEEE802.1 1ax	4	2	5	160	≥900	≥800	≥300	否

协议模式	接入点 (AP) 流数 (NSS)	终端流 数 (NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	10m 视距 覆盖下行 吞吐	20m 视距 覆盖下行 吞吐	10m 视距+一堵 墙覆盖下行吞 吐	是否必 选
IEEE802.11ax	8	2	5	20	≥ 130	≥ 120	≥ 50	是
IEEE802.11ax	8	2	5	40	≥ 250	≥ 230	≥ 100	是
IEEE802.11ax	8	2	5	80	≥ 500	≥ 450	≥ 200	否
IEEE802.11ax	8	2	5	160	≥ 1000	≥ 900	≥ 400	否

6.4 漫游

6.4.1 漫游参数和场景模型

6.4.1.1 漫游参数

用户需要在园区内部不同区域间移动办公的同时保持网络业务不中断，例如参加视频会议的同时在不同位置移动。WLAN的漫游参数主要是测量漫游过程中WLAN接口的最小吞吐量和平均吞吐量。

6.4.1.2 漫游场景模型 1：单用户双 AP 漫游

无干扰条件下，单用户在两个 AP 之间来回漫游过程中，获取的最低吞吐量和平均吞吐量。场景模型见图 9。终端在两个 AP 之间来回移动，通过不限速的 TCP 业务流量测量在终端漫游过程中的最低吞吐量和平均吞吐量，评估 AP 牵引终端漫游的时机和终端漫游的时长的合理性，此场景模型下约束和条件定义如下：

- 环境中无其他同频段的干扰源，包含 WLAN 无线保真干扰源（如其他网关或者路由器设备）和非 WLAN 无线保真干扰源（如蓝牙、无绳电话、微波炉设备等）；
- 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，AP 的发射功率配置成 15dBm，终端以 0.5m/s 的速度在两个 AP 之间反复移动漫游；
- 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- TCP 业务流的报文长度使用 1500Byte。

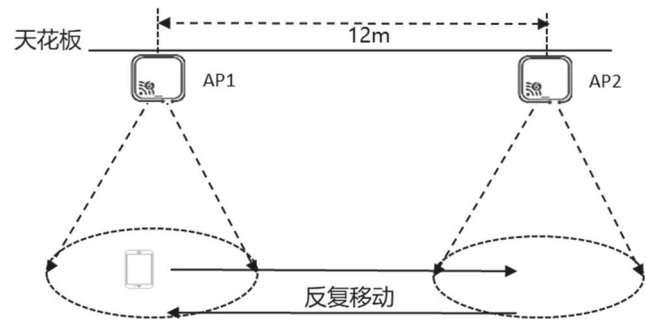


图 9 漫游性能场景模型

6.4.2 漫游要求

设备在园区办公使用中，对漫游性能要求见表 6：

表 6 漫游性能要求

协议模式	接入点 (AP) 流 数(NSS)	终端流 数 (NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	漫游最低吞吐	漫游平均吞吐	是否 必选
IEEE802.11ax	2	2	2.4	20	≥20	≥110	是
IEEE802.11ax	2	2	2.4	40	≥35	≥190	否
IEEE802.11ax	2	2	5	40	≥35	≥190	是
IEEE802.11ax	2	2	5	80	≥60	≥320	否
IEEE802.11ax	2	2	5	160	≥100	≥550	否
IEEE802.11ax	4	2	2.4	20	≥25	≥130	是
IEEE802.11ax	4	2	2.4	40	≥40	≥220	否
IEEE802.11ax	4	2	5	40	≥40	≥220	是
IEEE802.11ax	4	2	5	80	≥70	≥360	否
IEEE802.11ax	4	2	5	160	≥120	≥600	否
IEEE802.11ax	8	2	5	40	≥50	≥230	是
IEEE802.11ax	8	2	5	80	≥80	≥400	否
IEEE802.11ax	8	2	5	160	≥140	≥700	否

6.5 时延

6.5.1 时延参数和场景模型

6.5.1.1 时延参数

时延参数是指分布式应用之间通过网络传输数据所需要的时间，主要包括发送时延、传播时延、排队时延和处理时延。WLAN的时延参数，主要应用是用户在使用视频会议、在线实时流媒体、游戏等实时性要求较强的业务时，对WLAN网络时延要求较高。

传统时延测量中，主要包含两种时延参数，一种是往返路程时间（RTT），另外一种是单向时延（OWD），不同时延参数应用于不同业务类型，对于TCP业务交互的时延，一般使用往RTT来评估，对于UDP业务交互的时延，一般使用OWD评估。

针对常见的业务，存在上下行交互的，建议使用RTT进行度量，评估用户感知到的业务体验快慢。

基于不同业务类型、数据包大小、空口并发条件，为时延参数定义场景模型。

6.5.1.2 时延场景模型 1：无干扰单用户双向时延

无干扰条件下，单用户承载不同流量、字节大小业务的双向时延。场景模型见图10，需要满足如下设定：

- 针对园区 WLAN，时延参数是指 AP 的 LAN 侧到终端侧的时延（AP 屏蔽上行接口，使用用户侧的以太网口进行参数测试）；
- 环境中无其他同频段的干扰源，包含 WLAN 无线保真干扰源（如其他网关或者路由器设备）和非 WLAN 无线保真干扰源（如蓝牙、无绳电话、微波炉设备等）；
- 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，终端在 AP 下方直径 1m 范围内；
- 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- 测量时延的流量模型：1500Byte 字节报文大小 + 80%负载。

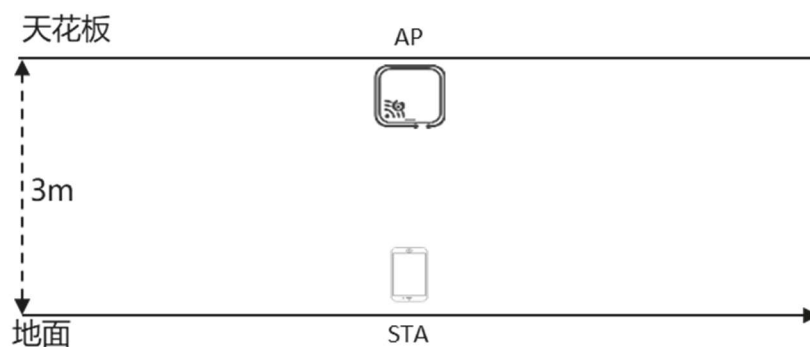


图 10 单用户单向时延场景模型

6.5.1.3 时延场景模型 2：无干扰多用户并发双向时延

WLAN的媒体接入控制（MAC）层调度机制是带冲突避免的载波感应多路访问（CSMA/CA）机制，随着用户数的增加，时延参数将急剧劣化，因此多用户并发场景下的性能评估尤为重要。无干扰多用户并发双向时延场景模型见图11，设定要求如下：

- a. 基于当前园区办公使用环境的用户数规模的调查统计，用户数并发数平均为 12 个，多用户并发时延参数的用户数建议为 15 个用户。
- b. 针对园区 WLAN，时延参数是指 AP 的局域网侧到终端侧的时延（AP 屏蔽上行接口，使用用户侧的以太网口进行参数测试）；
- c. 环境中无其他同频段的干扰源，包含 WLAN 无线保真干扰源（如其他网关或者路由器设备）和非 WLAN 无线保真干扰源（如蓝牙、无绳电话、微波炉设备等）；
- d. 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，终端在 AP 下方直径 10m 范围内；
- e. 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- f. 测量时延的业务流量模型：1500Byte 字节 + 15 用户并发 + 80%负载；

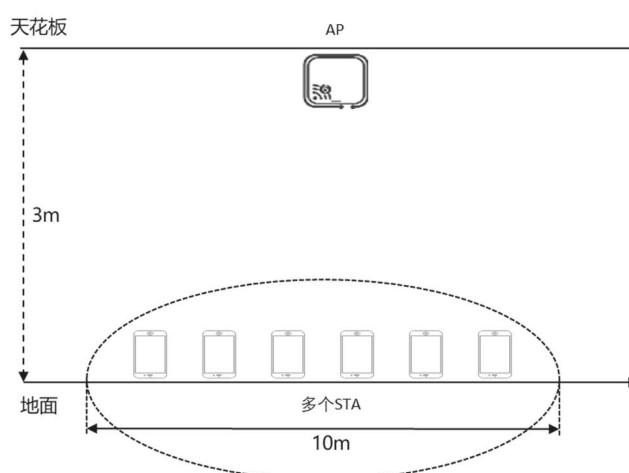


图 11 多用户并发时延场景模型

6.5.1.4 时延场景模型 3：干扰多用户并发双向时延

由于WLAN空口被其他干扰信号占用，数据传输过程中存在一定的丢包和重传，而重传会使业务时延增加。干扰条件下多用户并发双向时延场景模型见图12，设定要求如下：

- a. 基于当前园区办公通用使用环境的用户数规模的调查统计，当前园区办公使用环境下用户数并发数平均为 12 个，多用户并发时延参数模型的用户数建议为 15 个用户。
- b. 针对园区 WLAN，时延参数是指 AP 的局域网侧到终端侧的时延（AP 屏蔽上行接口，使用用户侧的以太网口进行参数测试）；
- c. 终端与 AP 间无其他障碍物，AP 吸顶安装，高 3m，终端在 AP 下方直径 10m 范围内；
- d. 测试终端支持收发天线数 2，支持 IEEE802.11ax；
- e. 干扰源的定义：
 1. 5GHz 频段：12Mbps@1500Byte 同频干扰业务流，干扰信号强度范围为-65dbm ~ -70dbm
 2. 2.4GHz 频段：6Mbps@1500Byte 同频干扰业务流，干扰信号强度范围为-65dbm ~ -70dbm
- f. 测量时延的业务流量模型：1500Byte 字节 + 15 用户并发 + 80%负载模型。

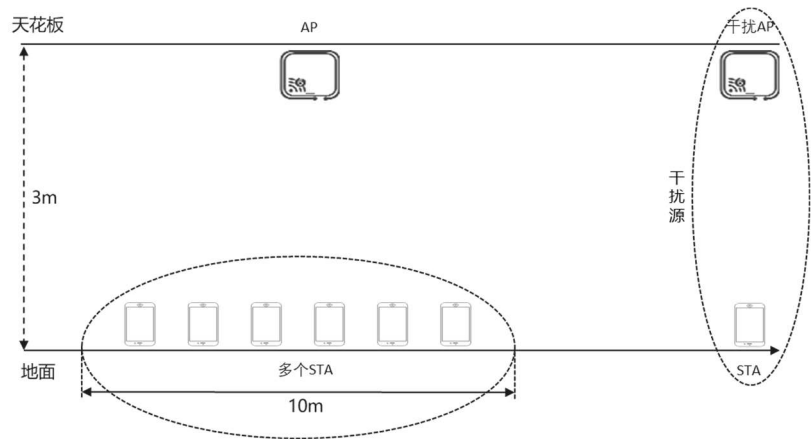


图 12 干扰条件下多用户并发时延场景模型

6.5.2 时延要求

在无干扰环境下，单用户不同业务流量大小的时延要求见表 7：

表 7 无干扰单用户时延要求

协议模式	终端流数 (NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	字节长度 (Byte)	流量大小 (Mbps)	下行平均时延 (ms)	是否必选
IEEE802.11ax	2	2.4	20	1500	145	≤6	是
IEEE802.11ax	2	2.4	40	1500	290	≤6	否
IEEE802.11ax	2	5	40	1500	290	≤6	是
IEEE802.11ax	2	5	80	1500	600	≤6	否
IEEE802.11ax	2	5	160	1500	1200	≤6	否

在无干扰环境下，多用户不同业务流量大小的时延要求见表 8：

表 8 无干扰多用户时延要求

协议模式	终端流数 (NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	字节长度 (Byte)	流量大小 (Mbps/终端)	下行平均时延 (ms)	TP99 时延 (ms)	是否必选
IEEE802.11ax	2	2.4	20	1500	7	≤15	≤20	是
IEEE802.11ax	2	5	40	1500	14	≤15	≤20	是
IEEE802.	2	5	80	1500	30	≤15	≤20	否

11ax								
IEEE802.11ax	2	5	160	1500	60	≤15	≤20	否

在有干扰环境下，多用户并发不同业务流量大小的时延要求见表 9：

表 9 有干扰时多用户时延要求

协议模式	终端流数 (NSS)	频段 (GHz)	带宽 (MHz)	字节长度 (Byte)	流量大小 (Mbps/终端)	下行平均 时延 (ms)	TP99 时 延 (ms)	是否 必选
IEEE802.11ax	2	2.4	20	1500	6	≤40	≤80	是
IEEE802.11ax	2	5	40	1500	12	≤40	≤80	是
IEEE802.11ax	2	5	80	1500	25	≤40	≤80	否
IEEE802.11ax	2	5	160	1500	50	≤40	≤80	否

6.6 安全

6.6.1 安全特性和网络安全防护

WLAN网络中的终端设备时刻面临来自网络的攻击威胁。为抵御网络攻击，网络设备构建的安全机制分为接入安全与系统安全。本规范仅对园区办公网络设备接入安全提出要求，分类如下：

a) 接入安全

当前园区办公网络支持的用户接入身份认证及数据加密有如下几种：

- 1. 支持有线等效保密（WEP）认证/加密
- 2. 支持终端配置混合加密，例如：Wi-Fi 保护访问（WPA）系列+802.1X 认证/加密方式。
注，WPA 见参考文件[1]
- 3. 支持无线局域网鉴别和保密基础结构（WAPI）认证/加密方式
注，WAPI 见参考文献[2]
- 4. 支持门户（PORTAL）认证（即 WEB 认证）

6.6.2 安全要求

AP 支持安全技术要求如下表所示：

表 10 安全接入要求

认证方式	是否必选
WPA	是
WPA2	是
WPA3	是
WAPI	否
Portal	是

7 园区办公网络典型业务性能要求

7.1 多用户并发办公业务性能要求

7.1.1 多用户并发办公业务场景模型

多用户并发办公是园区办公的最典型的使用场景，选取用户业务并发最大的业务模型为测试评估模型。多用户并发办公场景模型参考图13，AP吸顶安装，挂高3m，AP间距10~12m，95%的区域接收信号强度指示（RSSI） $\geq -65\text{dBm}$ ，5GHz频段+40MHz带宽组网下，同频AP间距27m，主要业务类型：

- a. 无线办公：视频语音会议、网页浏览、电子邮件等；
- b. 个人非办公业务：视频、游戏、即时通讯等。

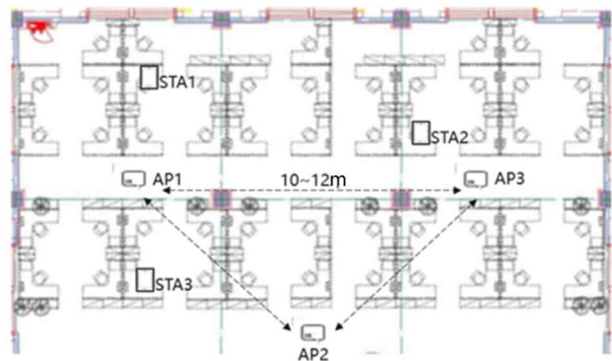


图 13 多用户并发办公环境示意图

根据单设备覆盖范围内的终端数量，可以分为轻载和重载两种情况：

- A. 轻载：单设备接入 40 终端，并发率 30%，典型业务包括 3 终端同时上传/下载、15 终端同时视频会议等；
- B. 重载：单设备接入 80 终端，并发率 30%，典型业务包括 10 终端同时上传/下载、30 终端同时视频会议等。

7.1.2 多用户并发办公业务性能要求

在多用户并发办公业务是园区办公的最常见模型，该场景模型并发业务的 KPI 体验要求见表 11：

表 11 多用户并发办公业务性能要求

网络要求	业务要求	参数项	接入点 (AP) 流数 (NSS)	参数
协议： IEEE802.11ax 频段：5GHz 带宽：40MHz 终端流数：2	轻载：单射频下 3 终端同时文件传输协议（FTP）下载	文件传输协议（FTP）下载总速率 (Mbps)	2	≥300
			4	≥350
			8	≥400
	轻载：单射频下 15 终端视频会议，3 终端同时文件传输协议（FTP）下载	往返路程时间（RTT）时延平均值 (ms)	-	≤200
		大时延占比（往返路程时间（RTT）时延超 1000ms 比例）	-	≤3%
		丢包率	-	≤3%
		文件传输协议（FTP）下载总速率 (Mbps)	-	≥150
	重载：单射频下 10 终端同时文件传输协议（FTP）下载	文件传输协议（FTP）下载总速率 (Mbps)	2	≥250
			4	≥300
			8	≥350
	重载：单射频下 30 终端视频会议，3 终端同时文件传输协议（FTP）下载	往返路程时间（RTT）时延平均值 (ms)	-	≤200
		大时延占比（往返路程时间（RTT）时延超 1000ms 比例）	-	≤3%
		丢包率	-	≤3%
		文件传输协议（FTP）下载总速率 (Mbps)	-	≥100
	同频 AP 间距 24m, 每个 AP 单射频 7 终端视频会议，3 终端同时文件传输协议（FTP）下载	往返路程时间（RTT）时延平均值 (ms)	-	≤200
		大时延占比（往返路程时间（RTT）时延超 1000ms 比例）	-	≤3%
		丢包率	-	≤3%
		文件传输协议（FTP）下载总速率	2	≥330
			4	≥400

网络要求	业务要求	参数项	接入点 (AP) 流数 (NSS)	参数
		(Mbps)	8	≥450

7.2 移动办公业务性能要求

7.2.1 移动办公业务场景模型

移动办公是办公的常见场景，比如接入视频或语音会议时从会议室1走到会议室2。本文件选取用户业务并发最大的业务模型为测试评估环境，场景模型示意图见图14，AP吸顶安装，间距10~12m，95%的区域接收信号强度指示（RSSI）≥-65dBm，4~5m²/人，单设备接入40终端，并发率30%，终端在办公区不同AP无盖范围内移动办公，主要业务类型：

- a. 无线办公：视频语音会议、网页浏览、电子邮件等；
- b. 个人非办公业务：视频、游戏、即时通讯等。

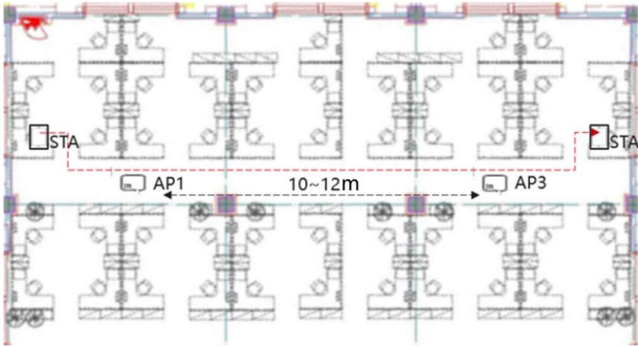


图 14 移动办公环境示意图

7.2.2 移动办公业务性能要求

移动办公过程中，业务性能要求见表 12：

表 12 移动办公性能要求

网络要求	业务要求	参数项	接入点 (AP) 流数 (NSS)	参数
模式： IEEE802.11ax 频段：5GHz 带宽：40MHz 终端流数：2	两个 AP 间距 12m,每个 AP 单射频 15 终端视频会议，1 终端文件传输协议（FTP）下载且以 0.5m/s 的速度在两个 AP 之间反复移动漫	往返路程时间（RTT）时延平均值(ms)	-	≤200
		大时延占比（往返路程时间（RTT）时延超 1000ms 比例）	-	≤3%
		丢包率	-	≤3%
		文件传输协议（FTP）下载速率(Mbps)	-	≥100

7.3 重载视频业务并发接入业务性能要求

7.3.1 重载视频业务并发接入业务场景模型

重载视频业务并发接入的典型使用环境（比如食堂）用户数量大，同时使用同一种业务（比如观看视频），需要网络提供大量带宽和低丢包率。本文件选取用户业务最大并发为业务模型，环境模型示意图见图15，AP吸顶安装，间距15~18m，95%的区域接收信号强度指示（RSSI） ≥ -65 dBm，4~5m²/人，单设备接入60个终端，并发率50%，主要业务类型：

- a. 网页浏览、直播、高清视频与即时通信为主。

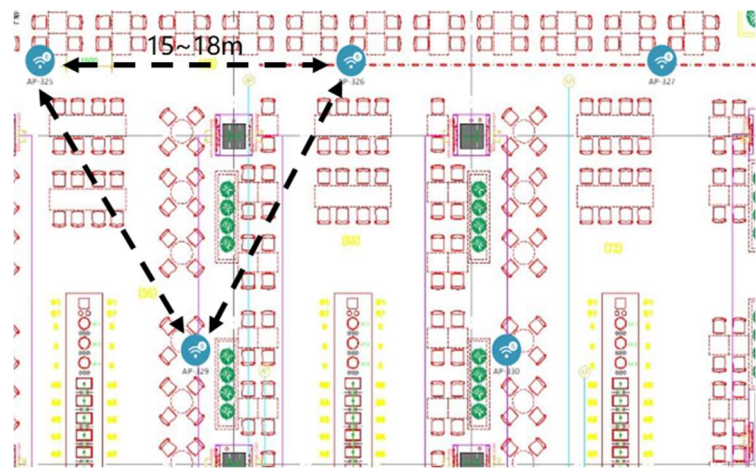


图 15 重载视频业务并发接入环境模型

7.3.2 重载视频业务并发接入业务性能要求

重载视频业务并发接入业务性能要求见表 13：

表 13 重载视频业务并发接入业务性能要求

网络要求	业务要求	参数项	接入点（AP）流数（NSS）	参数
模式： IEEE802.11ax 频段：5GHz 带宽：40MHz 终端流数：2	单射频下视频最大接入数	往返路程时间（RTT）时延平均值(ms)	-	≤ 200
		大时延占比（往返路程时间（RTT）时延超1000ms 比例）	-	$\leq 0.5\%$
		丢包率	-	$\leq 3\%$
		接入终端数	-	≥ 30

附 录 A
(资料性)
常见障碍物信号衰减参考值

常见障碍物信号衰减参考值见表A. 1

表 A. 1 常见障碍物信号衰减参考值

典型障碍物	厚度 (mm)	2.4GHz 信号衰减 (dB)	5GHz 信号衰减 (dB)
普通砖墙	120	10	20
加厚砖墙	240	15	25
混凝土	240	25	30
石棉	8	3	4
泡沫板	8	3	4
空心木	20	2	3
普通木门	40	3	4
实木门	40	10	15
普通玻璃	8	4	7
加厚玻璃	12	8	10
防弹玻璃	30	25	35
承重柱	500	25	30
卷帘门	10	15	20
钢板	80	30	35
电梯	80	30	35

附 录 B
(资料性)
园区办公场景常见业务及业务占比

园区办公场景常见业务描述，业务速率要求和业务占比见表B. 1

表 B. 1 园区办公场景常见业务描述及业务占比

业务类型	单业务基线 速率 (Mbps)	办公室各业务占比						
		高密办 公区	普通办 公区	会议室	休闲区	展厅	餐厅	其他公 共区域
高清视频	16	10%	10%	0%	40%	0%	50%	20%
视频会议	4	30%	30%	0%	0%	0%	0%	0%
电子白板无线投屏	8	10%	10%	30%	0%	10%	0%	0%
电子邮件	16	10%	10%	30%	0%	30%	0%	10%
网页浏览	4	10%	10%	20%	20%	30%	20%	20%
游戏	1	0%	0%	0%	10%	0%	0%	20%
即时通讯	0.5	20%	20%	20%	20%	30%	20%	20%
VoIP	0.5	10%	10%	0%	10%	0%	10%	10%

参 考 文 献

- [1] Wi-Fi Alliance WPA3™ Specification Version 3.1
- [2] GB 15629.11-2003 信息技术 系统间远程通信和信息交换局域网和城域网 特定要求 第11部分：
无线局域网媒体访问控制和物理层规范