

Wi-Fi 6 时代的校园无线网络建网标准

技术白皮书



摘要

传统校园是基于 KPI (Key Performance Indicator, 关键性能指标) 来建设自己的 Wi-Fi 网络, 可以满足覆盖范围和接入容量的要求。但是随着 VR/AR、4K 等高带宽需求和时延敏感的业务增多, 面向用户的网络指标 KQI (Key Quality Indicator, 关键质量指标) 更能反映真实的用户体验, 更好地评估和管理网络质量。

作为业界首个基于 KQI 和 KPI 的校园全场景 Wi-Fi 6 建网指导, 华为在本白皮书中结合实验验证结果, 对不同场景下的业务模型、Wi-Fi 6 建网标准 (包括 KQI 级别) 、网络规划和 AP 选型都进行了具体定义和详细阐述。



目 录

摘 要	ii
1 学校 Wi-Fi 网络的发展历程	1
2 学校 Wi-Fi 网络面临的挑战	3
2.1 如何衡量 Wi-Fi 网络的好与坏.....	3
2.2 学校 Wi-Fi 网络面临的问题	5
2.3 学校 Wi-Fi 建网标准：KPI 和 KQI 一个都不能少	5
3 学校精品 Wi-Fi 网络建网标准	7
3.1 教室场景.....	7
3.1.1 业务模型.....	7
3.1.2 建网标准.....	8
3.1.3 网络规划.....	8
3.1.4 AP 选型.....	9
3.2 VR 教室场景（新增）	10
3.2.1 业务模型.....	10
3.2.2 建网标准.....	10
3.2.3 网络规划.....	11
3.2.4 AP 选型.....	11
3.3 办公室场景.....	12
3.3.1 业务模型.....	12
3.3.2 建网标准.....	12
3.3.3 网络规划.....	13
3.3.4 AP 选型.....	14
3.3.4.1 小型办公室.....	14
3.3.4.2 大型办公室.....	15

除《企业家第一课》、《企业家功成堂》外，其他公众号分享本期资料的，均属于抄袭！

邀请各位读者朋友尊重劳动成果，关注搜索正版号：[《企业家第一课》](#)、[《企业家功成堂》](#)

谢谢观看！

企业家第一课，专注做最纯粹的知识共享平台



关注官方微信
获取更多干货



加入知识共享平台
一次付费 一年干货

3.4 会议室/报告厅场景	15
3.4.1 业务模型	15
3.4.2 建网标准	16
3.4.3 网络规划	16
3.4.4 AP 选型	17
3.4.4.1 会议室	17
3.4.4.2 大型报告厅	18
3.5 图书馆场景	18
3.5.1 业务模型	19
3.5.2 建网标准	19
3.5.3 网络规划	19
3.5.4 AP 选型	20
3.6 实验室场景	20
3.6.1 业务模型	21
3.6.2 建网标准	21
3.6.3 网络规划	22
3.6.4 AP 选型	22
3.7 食堂场景	23
3.7.1 业务模型	23
3.7.2 建网标准	23
3.7.3 网络规划	24
3.7.4 AP 选型	24
3.8 操场场景	25
3.8.1 业务模型	25
3.8.2 建网标准	25
3.8.3 网络规划	26
3.8.4 AP 选型	26
3.9 宿舍场景	27
3.9.1 业务模型	27
3.9.2 建网标准	27
3.9.3 网络规划	28
3.9.4 AP 选型	28

4 总结	29
A 缩略语	30

1

学校 Wi-Fi 网络的发展历程

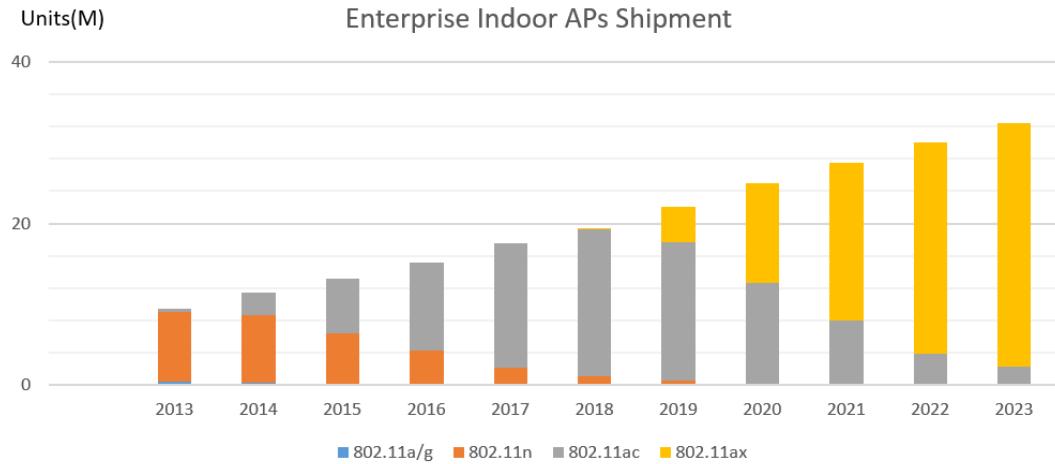
校园网是为学校师生提供教学、科研、生活、社交一体化的综合信息服务的最基础载体。校园网既需要承载科研信息共享、多媒体教学、电子阅览、教学资料存储等教学相关的网络业务，也要承载行政和总务管理、教师办公、学校论坛、师生生活及社交等其他网络业务。无线网络最初作为有线网络的辅助进入校园网，随着移动互联网时代的到来，无线网络给大家的工作、学习和生活带来了极大的便利，随时随地的上网成了人们的基本诉求，目前无线已经从补充作用逐渐转变为校园网的重要组成部分，校园网无线化成为学校的一种普通需求。

随着数字化转型深入，智能的网络终端和越来越多的创新应用正在改变教育行业，智能移动设备保有数量迅猛增涨，如平板、PC、智能手机的占比越来越高，学生与教师期望在不断的提高，他们希望可以得到更好的无线网络服务，获得更丰富的多媒体体验，包括在线学习、社交娱乐、教学办公、科研、授课。并且希望在学校公共场所、教室、图书馆、礼堂、会议室、宿舍等任何地点，任何时间，实现一致的网络体验。

一般学校的师生数量从几千到几万不等，接入终端的类型有智能手机、PAD、笔记本等，师生通过无线终端登录学校网站、校内公共平台和 Internet 浏览网络内容，VDI(虚拟化桌面)在线学习，不同专业对于网络带宽需求也不一致如医学和生命科学需要上传和下载高清视频和图片，无线网络提供稳定、流畅、的网络体验；无线终端的接入的时间也具有规律性，如上课时间段接入数量少，而在晚自习后、下课后，接入数量多，观看在线视频并发访问高要求无线网络能承受高并发高带宽网络体验；同时学校作为园区，其移动用户区域包括教室、报告厅、办公楼、操场、宿舍等场所，不同场所的建筑结构不同、用户访问特点不同，如报告厅的吊顶高、用户密度高；又如学生宿舍，墙体隔断多，每宿舍 4~8 人，在线视频流量大、并发高，一般 Wi-Fi 易导致信号衰减大带宽不能满足要求等。需要通过定制化的 Wi-Fi 产品深度满足高教园区内教室、会议室、学生宿舍、体育场馆等不同场景的 Wi-Fi 网络覆盖需求。

另外校园科研及创新的教学应用对 WI-FI 的并发、带宽、延时需求更苛刻，目前主力发货的是 11ac wave2 的无线接入设备，根据 Dell'Oro 公司预测，随着搭载创新技术的 Wi-Fi 6 标准的正式发布，2019 年支持 11ax (Wi-Fi 6) 的企业级室内 AP 的出货量将

超过 400 万，并从 2020 年开始 11ax 的市场占有率将飞速增长，随着支持 Wi-Fi 6 终端的日益普及，Wi-Fi 6 将成为市场的主流。Wi-Fi 6 必将是未来几年校园无线覆盖的首选。



2 学校 Wi-Fi 网络面临的挑战

随着校园网络信息化的普及，越来越多的师生拥有个人笔记本、平板电脑、智能手机等智能终端。师生在教室、实验室、图书馆、学术报告厅、会议室以及室外广场等场所需要访问学校的教学资源和 Internet 接入，其中包含许多有线网络无法延伸的场合，所以建设校园 Wi-Fi 网络可以最大程度延伸网络半径，让网络渗透到学校的每个角落。

企业级 Wi-Fi 经过了近 20 年的发展，取得了巨大的成功，Wi-Fi 的最大贡献是将人们从传统的有线网络里解放出来，为个人用户、社会机构提供了便捷的网络服务。在全球范围内，Wi-Fi 承载了超过一半的数据流量。同时随着移动终端数量的极速增长和新业务对网络性能要求的不断提升，如沉浸式教学，需要通过高清 VR 眼镜为学生展示教学内容，对承载的 Wi-Fi 网络要求延时小于 10ms，带宽大于 100M，并发大于 50 人，当前 11ac 的网络无法满足要求，因此高校 Wi-Fi 网络对新业务诉求面临着巨大的挑战。

2.1 如何衡量 Wi-Fi 网络的好与坏

我们认为：用户体验是判断 Wi-Fi 网络好坏的唯一标准。

通常网络运维人员会根据网络的 KPI 来判断网络质量，基于网络设备提取关键指标，判断整网的健康程度。如下图所示，接入成功率作为衡量 Wi-Fi 网络质量的一项重要 KPI，伴随着整网用户数的提升，接入成功率开始下降，当下降到 95% 以下时，可以得知网络处于体验较差的状态。

图2-1 KPI 与网络质量的关系



网络设备或者网管服务器反馈的 KPI 信息可以从一定程度呈现网络用户体验的好坏，但是不能实现精确的反馈。如下图所示，伴随着接入 Wi-Fi 网络的用户数增加，如果只从 KPI 视角（接入成功率）来看，因为用户数还没有超过一定范围，接入成功率依然保持在 95% 以上，我们会认为这是一个好的体验，但是实际上用户的上网速率已经低于 1Mbps，这其实是一个差的体验；所以站在用户视角来看的网络指标 KQI 才能反映真实的用户体验。

图2-2 KQI 与网络质量的关系



2.2 学校 Wi-Fi 网络面临的问题

学校无线终端数量的不断增加，师生对随时随地接入网络的需求提升，使得无线校园网的建设必不可少。

学校各物理区域分散并多样化，包含教室、办公室、会议室/报告厅、图书馆、实验室、食堂、操场等学习工作区域和生活区域。传统规划的方案不能满足全校园的无线覆盖，做不到随地的网络接入。

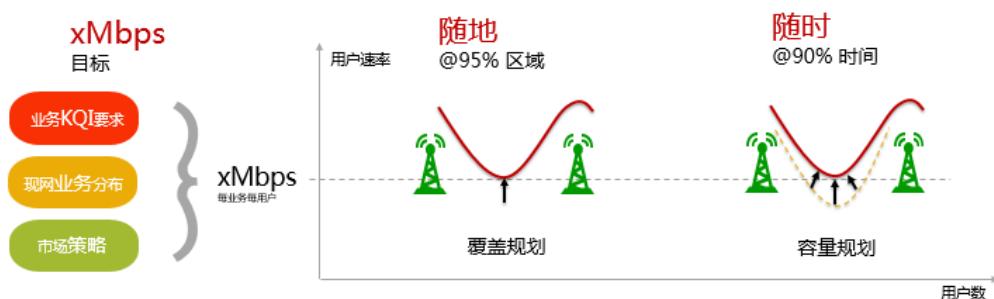
另外部分学校的 Wi-Fi 网络建设时间较早，使用较早的 802.11n 标准的无线 AP，随着现在网络应用对带宽需求的成倍增长及无线终端数量的大幅度提升，部分区域，例如会议室，报告厅等高密场景下，用户接入困难或者接入后网速很差，之前规划的容量已经远远不能满足学校师生的要求，做不到随时接入获得好体验的要求。

传统学校都是基于 KPI 标准来建设自己的 Wi-Fi 网络，从上一节的分析我们可以看出，通过 KPI 建网标准会带来的弊端：美好的 KPI 结果不代表美好的用户体验。

2.3 学校 Wi-Fi 建网标准：KPI 和 KQI 一个都不能少

要解决上面的问题，我们就需要建设一个学校精品 Wi-Fi 网络，最终的目标：让接入 Wi-Fi 网络的师生获得好的体验。将这个目标转化为网络建设的要求，最直接的就是让师生“随时随地”的接入 Wi-Fi 网络，都有满意的带宽。如下图所示，针对学校区域，接入用户，业务类型的差异对应带宽需求的差异，需要建设一张基于业务体验的 Wi-Fi 网络。

图2-3 建设精品网络的标准



目标已经明确，那按照什么样的标准去建设网络呢，通过上面的分析可以看出，面向网络的 KPI 指标和面向用户的 KQI 指标缺一不可。如下图所示，基于 KPI 建设的网络可以满足覆盖范围和接入容量的要求。再加上 KQI 指标来建设网络，可以满足用户的使用体验。我们期望建设一个随时随地接入都体验完美的网络，但是基于 Wi-Fi 网络本身易受影响和开放的特质，需要极高的成本，所以在实际建设时，我们会考虑投入和收益的

关系，我们建议学校 Wi-Fi 网络需要能满足在 95%区域范围内，90%时间范围内能获得好的带宽体验。

图2-4 建设精品 Wi-Fi 标准



基于 iLab 实验分析，提供 WLAN 网络下 Excellent/Good 体验下 XMbps 速率基线。

业务类型	单业务基线速率 (kbps)	
	Excellent	Good
WEB	2500	1200
Streaming(480P)	4000	3200
Streaming(720P)	8000	6400
Streaming(1080P)	16000	12000
Streaming(4K)	50000	22500
VoIP(Voice)	128	64
VoIP(Video)	300	256
Email	16000	8000
File Transfer	16000	8000
SNS	2500	1200
IM	256	128
Gaming	2000	1000
Other	300	128

3 学校精品 Wi-Fi 网络建网标准

根据校园中不同的场景和不同的业务需求，对于无线网络的要求也有差异，需要根据差异性确定不同场景的无线网络建设标准，选择不同的 WLAN 设备进行部署，以达到最佳的使用效果和最优的建设成本。校园无线覆盖主要可分为以下 8 类场景：教室、办公室、会议室/报告厅，图书馆，实验室、食堂、操场、宿舍。以下将分别阐述各场景的业务区别、无线网络建设标准和推荐方案。

3.1 教室场景

教室是学校中最重要的教学区域之一，其特点是用户密度大，对网络质量要求高。在平时上课、自习等高峰时间段，教室中的无线网络接入用户密度大约为 2 用户/平米。承载上网查阅资料、观看教学视频、即时学术交流等重要的教学业务。建设一张高质量的无线网络，是提升教学效率的有效手段。

3.1.1 业务模型

教室场景无线网络承载的主要业务分为 Web、视频、语音、email、IM 等类型。且教室场景对 WEB、视频业务的 KQI 级别要求较高。

项目	WEB	视频 720P	视频 1080P	语音	Email	桌面 共享	IM	游戏
各业务用户数占比	45%	10%	10%	5%	5%	5%	10%	10%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Excellent	Good	Good	Good	Good	Good
各业务带宽需求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	2000

3.1.2 建网标准

根据教室场景的业务模型以及 KQI 级别，建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

16Mbps@everywhere, 即在 95% 的无线覆盖区域，基于上述教室场景业务负载模型，用户接入带宽最高可达 16Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准：STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5，AP 工作在 HT40 模式下，在并发率 50% 下单 AP 支持业务数：32 个终端

Wi-Fi 6*标准：STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6，AP 工作在 HE40 模式下，在并发率 50% 下单 AP 支持业务数：48 个终端

覆盖设计

95% 区域信号强度不低于 -67dBm

3.1.3 网络规划

学校教室可以大致分为普通教室和阶梯教室两种类型。普通教室面积一般在 100 平米以下，建议部署一台 AP，安装在横梁或天花板下方。阶梯教室面积较大，人数较多，一般需要部署多个 AP，建议按照如图所示的 W 型方式进行部署，AP 间距 15 米。

图3-1 普通教室 AP 点位规划

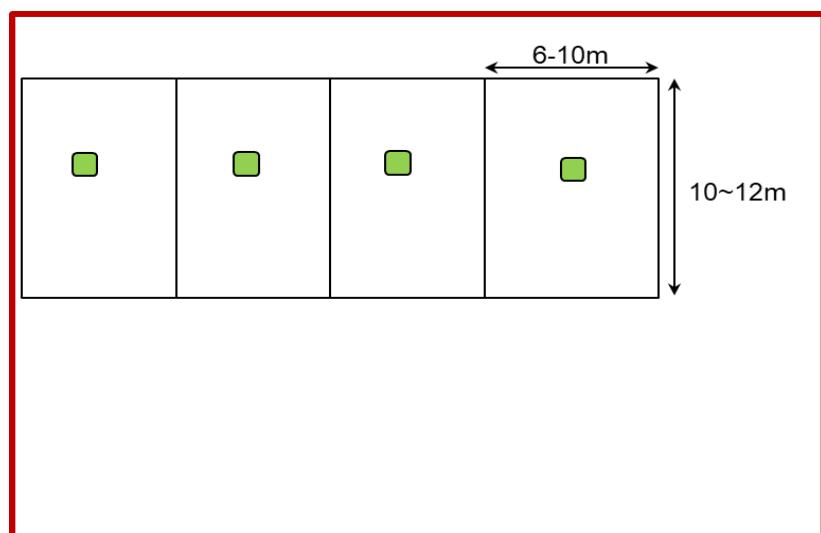
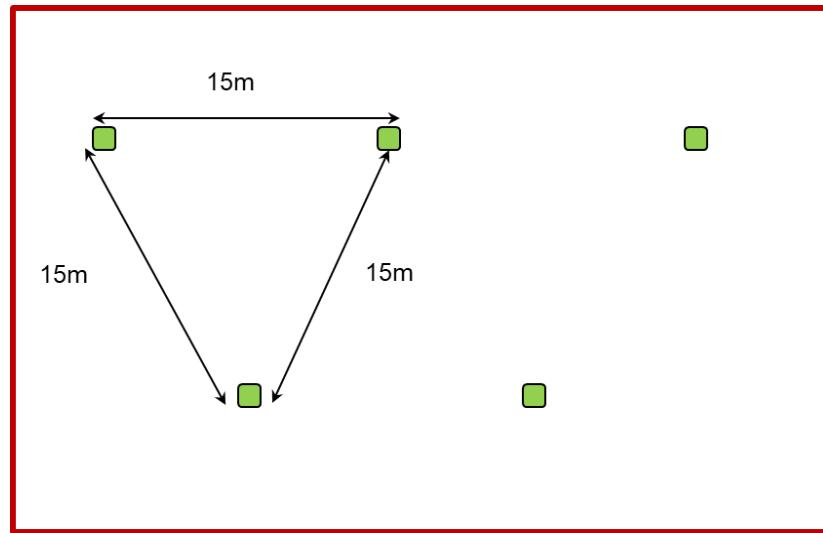


图3-2 阶梯教室 AP 点位规划



3.1.4 AP 选型

AP 选型既要考虑业务性能，又要考虑经济性，对教室场景，我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点：

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	放装型 AP
	802.11ac wave2/ax
	4 空间流以上
	2 射频/3 射频（推荐）
	智能天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	冲突优化技术
	频段动态调整技术
	应用识别与加速
	智能漫游

3.2 VR 教室场景（新增）

VR 教室是学校中新兴的教学区域，其特点是用户对网络质量要求高。承载观看教学视频、即时学术交流等重要的教学业务。建设一张高质量的无线网络，是提升教学效率的有效手段。

3.2.1 业务模型

VR 教室场景无线网络承载的主要业务 VR 教学业务。

项目	Web	视频 720P	视频 1080P	语音	email	桌面共享	IM	VR
各业务用户数占比	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Excellent	Good	Good	Good	Good	Excellent
各业务带宽需求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	60000

3.2.2 建网标准

根据 VR 场景的业务模型以及 KQI 级别，建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

60Mbps@everywhere, 即在 95% 的无线覆盖区域，基于上述教室场景业务负载模型，用户接入带宽最高可达 60Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准：STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5，AP 工作在 HT80 模式下，在并发率 100% 下单 AP 支持业务数：16 个终端

Wi-Fi 6*标准：STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6，AP 工作在 HE80 模式下，在并发率 100% 下单 AP 支持业务数：39 个终端

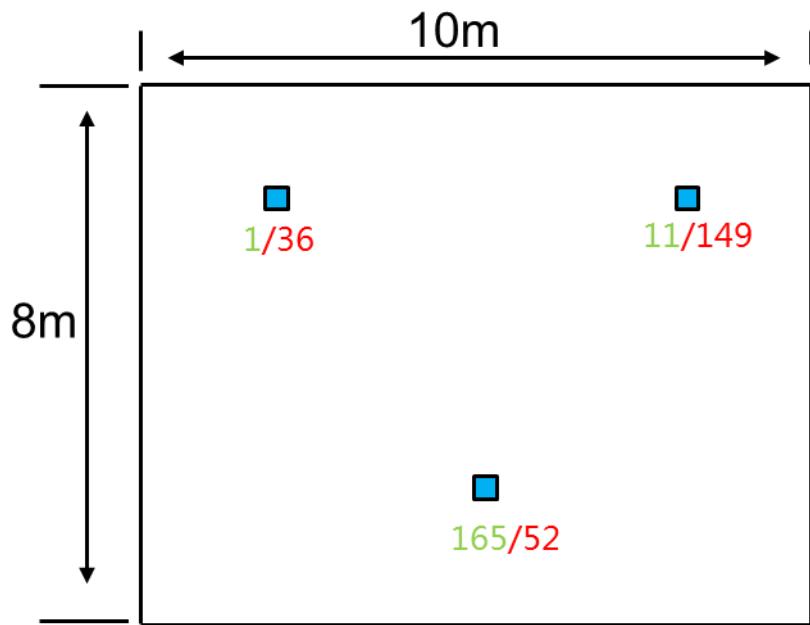
覆盖设计

95% 区域信号强度不低于 -55dBm

3.2.3 网络规划

学校教室假定长 10m 宽 8m，建议部署 3 台 AP，安装在横梁或天花板下方，建议按照如图所示的 W 型方式进行部署，AP 间距 4~5 米。

图3-3 VR 教室 AP 点位规划



3.2.4 AP 选型

AP 选型既要考虑业务性能，又要考虑经济性，对教室场景，我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点：

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	放装型 AP
	802.11ac wave2/ax
	4 空间流以上
	2 射频/3 射频（推荐）
	智能天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	冲突优化技术

选型标准	详细描述
	频段动态调整技术
	应用识别与加速
	智能漫游

3.3 办公室场景

学校教职工的办公室场景，也是无线网络使用率比较高的区域。目前大部分学校教师都配备笔记本电脑，通过无线网络进行办公、备课、学习交流等。一个高质量的无线网络，对于办公效率的提升会有很大帮助。

3.3.1 业务模型

办公室场景无线网络承载的主要业务分类占比如下。办公业务一般对 WEB、视频、语音、email、桌面共享、IM 等业务的 KQI 要求均比较高。

项目	WEB	视频 720P	视频 1080P	语音	Email	桌面共享	IM	游戏
各业务用 户数占比	40%	10%	10%	5%	10%	5%	10%	10%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Good
各业务带 宽需求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	2000

3.3.2 建网标准

根据办公室场景的业务模型以及 KQI 级别，建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

16Mbps@everywhere，即在 95%的无线覆盖区域，基于上述办公室场景业务负载模型，用户接入带宽最高可达 16Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准：STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5，AP 工作在 HT40 模式下，在并发率 40% 下单 AP 支持业务数：40 个终端

Wi-Fi 6*标准：STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6，AP 工作在 HE40 模式下，在并发率 40%下单 AP 支持业务数：60 个终端

覆盖设计

95%区域信号强度不低于-67dBm

3.3.3 网络规划

办公室可以大致分为小型办公室和中大型办公室两种类型。小型办公室一般面积在 15~40 平米左右，人数在 10 人以内，建议部署面板型 AP，也可以采用吸顶、挂墙或者面板安装，每个办公室安装 1 台 AP，避开金属物品遮挡。中大型办公室面积较大，人数较多，一般需要部署多个 AP，建议按照如图所示的 W 型方式进行部署，AP 间距 15 米，按照每台 AP 覆盖 30~40 人设计。

图3-4 小型办公室 AP 点位规划

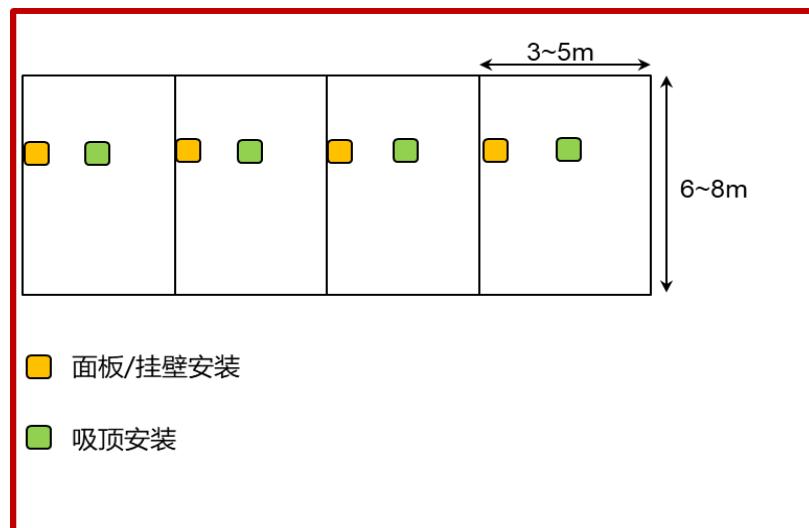
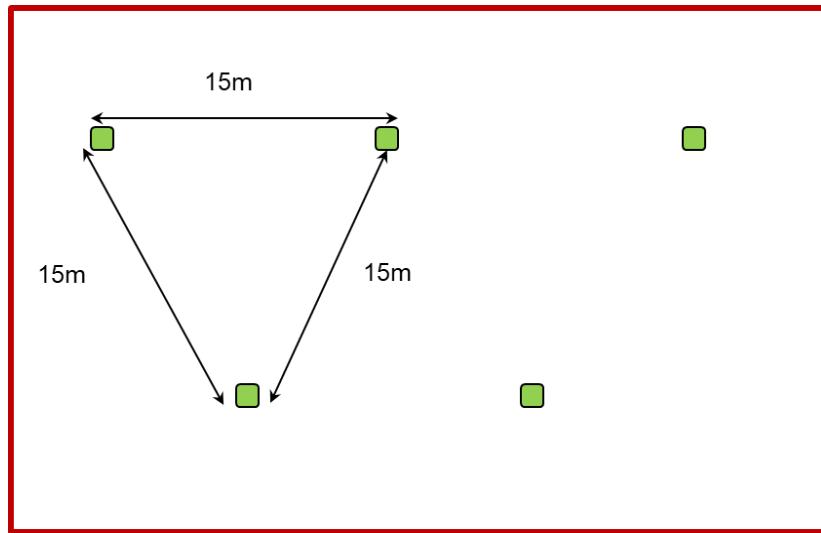


图3-5 中大型办公室 AP 点位规划



3.3.4 AP 选型

AP 选型既要考虑业务性能，又要考虑经济性，对办公室场景，我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点。

3.3.4.1 小型办公室

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	面板型 AP
	802.11ac wave2
	双频 2 空间流以上
	智能天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	冲突优化技术
	频段动态调整技术
	应用识别与加速
	智能漫游

3.3.4.2 大型办公室

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	放装型 AP
	802.11ac wave2
	双频 2 空间流以上
	智能天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	应用识别与加速
	智能漫游

3.4 会议室/报告厅场景

会议室和报告厅都属于流量突发型场景，当遇到大型会议及学术报告等活动，用户数会达到高峰，平均 2 用户/平米甚至更高。在做此类场景无线网络建设时，需要考虑 AP 容量，信道规划，干扰抑制等方面，使无线网络能在高密情况下依然能提供良好的接入体验。

3.4.1 业务模型

会议室和报告厅场景无线网络承载的主要业务分类占比如下。对 WEB、视频、语音、email、桌面共享、IM 等业务的 KQI 要求均比较高。

项目	WEB	视频 720P	视频 1080P	语音	Email	桌面共享	IM	游戏
各业务 用户数 占比	45%	10%	5%	5%	5%	5%	15%	10%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Good
各业务 带宽需求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	2000

3.4.2 建网标准

根据会议室和报告厅场景的业务模型以及 KQI 级别, 建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

16Mbps@everywhere, 即在 95%的无线覆盖区域, 基于上述会议室和报告厅场景业务负载模型, 用户接入带宽最高可达 16Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准: STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5, AP 工作在 HT40 模式下, 在并发率 35% 下单 AP 支持业务数: 45 个终端

Wi-Fi 6*标准: STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6, AP 工作在 HE40 模式下, 在并发率 35% 下单 AP 支持业务数: 68 个终端

覆盖设计

95%区域信号强度不低于-67dBm

3.4.3 网络规划

对于会议室场景, 面积在 30~60 平米左右, 人数在 50 人以内, 建议部署 1 台放装型 AP, 可以采用吸顶安装方式, 避开金属物品遮挡。对于大型报告厅这种高密场景, 建议采用定向天线设计的高密型 AP 进行部署, 按照如图所示的 W 型方式进行规划, AP 间距 10 米, 按照每台 AP 覆盖 30~40 人设计。

图3-6 会议室 AP 点位规划

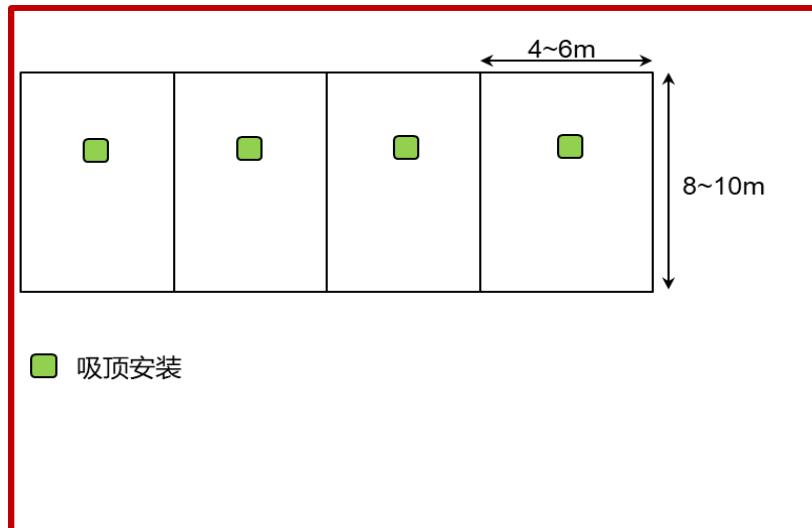
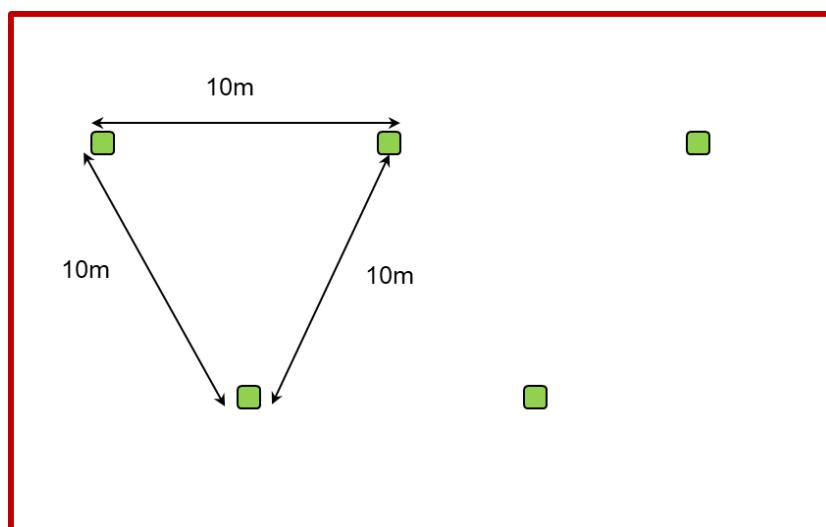


图3-7 大型报告厅 AP 点位规划



3.4.4 AP 选型

对于会议室和报告厅场景的 AP 选择，需要考虑流量突发情况下的用户体验，可以选择高性能 AP 或者高密型 AP。我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点。

3.4.4.1 会议室

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	放装型 AP
	802.11ac wave2/ax
	双频 4 空间流以上

选型标准	详细描述
	智能天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	冲突优化技术
	频段动态调整技术
	应用识别与加速
	智能漫游

3.4.4.2 大型报告厅

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	放装型 AP
	802.11ac wave2/ax
	三射频 2 空间流以上
	定向天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	冲突优化技术
	频段动态调整技术
	应用识别与加速
	智能漫游

3.5 图书馆场景

图书馆是学生自主学习的重要区域，随着互联网普及，在图书馆中通过移动终端进行在线学习已经非常普通。同时，在下课间及晚自习高峰期，图书馆的人流密度和无线网络用户并发率也相对较高。针对图书馆的无线网络，也需要按照相应的标准进行规划设计。

3.5.1 业务模型

图书馆场景无线网络承载的主要业务分类占比如下。对 WEB、视频、IM 等业务的 KQI 要求比较高。

项目	WEB	视频 720P	视频 1080P	语音	Email	桌面共享	IM	游戏
各业务用户数占比	45%	10%	5%	5%	5%	5%	15%	10%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Excellent	Good	Good	Good	Excellent	Good
各业务带宽需求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	2000

3.5.2 建网标准

根据图书馆场景的业务模型以及 KQI 级别，建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

8Mbps@everywhere，即在 95% 的无线覆盖区域，基于上述图书馆场景业务负载模型，用户接入带宽最高可达 8Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准：STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5，AP 工作在 HT40 模式下，在并发率 25% 下单 AP 支持业务数：64 个终端

Wi-Fi 6*标准：STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6，AP 工作在 HE40 模式下，在并发率 25% 下单 AP 支持业务数：96 个终端

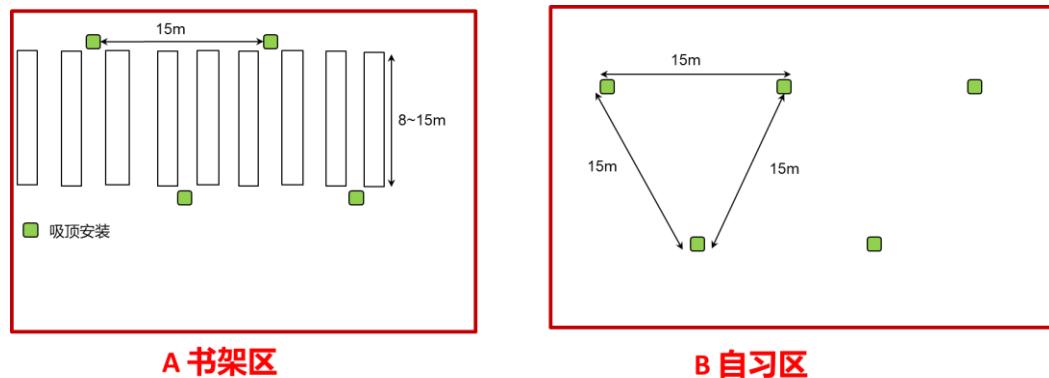
覆盖设计

95% 区域信号强度不低于 -67dBm

3.5.3 网络规划

图书馆面积在 100 平米以下的，建议部署 1 台放装型 AP，可以采用吸顶安装方式，避开金属物品遮挡。面积在 100 平米以上的，按照如图所示的 W 型方式进行部署，AP 覆盖半径 8 米，AP 间距 15 米。

图3-8 图书馆 AP 点位规划



3.5.4 AP 选型

对于图书馆场景的 AP 选择，需要考虑大量用户并发情况下的用户体验，可以选择高性能 AP。我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点：

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	放装型 AP
	802.11ac wave2/ax
	双频 4 空间流以上
	智能天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	冲突优化技术
	频段动态调整技术
	应用识别与加速
	智能漫游

3.6 实验室场景

实验室是学校中最重要的实验教学区域之一，其特点是用户密度中等，对网络覆盖质量要求高。在平时上课高峰时间段，实验室中的无线网络接入用户密度大约为 1 用户/4 平

米。承载 web、Email、游戏、高清视频，即时通信为主等重要的教学业务。建设一张高质量的无线网络，是提升教学效率的有效手段。

3.6.1 业务模型

经过对实验室场景的网络流量进行采样分析，实验室场景无线网络承载的主要业务分为 web、Email、游戏、高清视频，即时通信等类型。且实验室场景对 WEB、视频业务的 KQI 级别要求较高。

项目	WEB	视频 720P	视频 1080P	语音	Email	桌面共 享	IM	游戏
各业务用户数 占比	45%	10%	5%	5%	5%	5%	15%	10%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Good	Good	Good	Good	Good	Good
各业务带宽需 求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	2000

3.6.2 建网标准

根据实验室场景的业务模型以及 KQI 级别，建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

8Mbps@everywhere，即在 95%的无线覆盖区域，基于上述实验室场景业务负载模型，用户接入带宽最高可达 8Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准：STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5，AP 工作在 HT80 模式下，在并发率 50% 下单 AP 支持业务数：70 个终端

Wi-Fi 6*标准：STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6，AP 工作在 HE80 模式下，在并发率 50%下单 AP 支持业务数：91 个终端

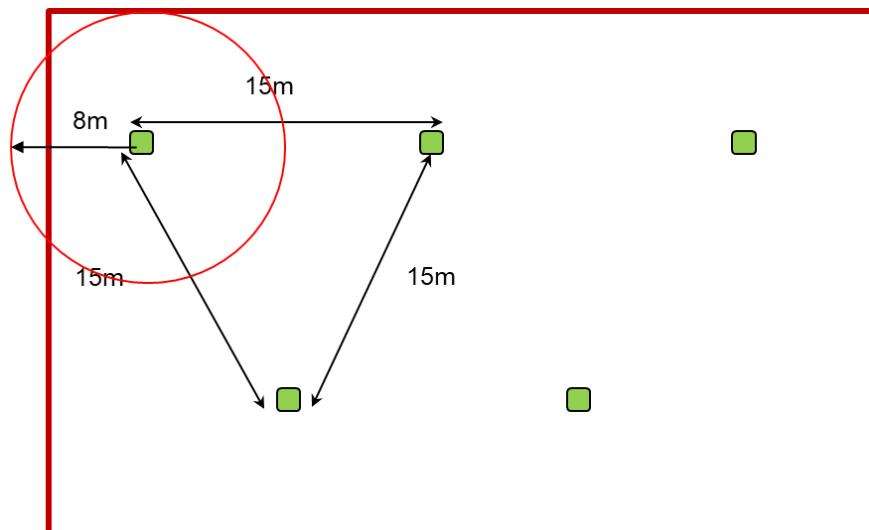
覆盖设计

95%区域信号强度不低于-70dBm

3.6.3 网络规划

实验室面积一般在 100 平米以下，容量人数不超过 100 人，建议部署一台 AP，吸顶安装；如果超过，建议按照如图所示的 W 型方式进行部署，AP 间距 20 米，需要避开金属遮挡物安装。

图3-9 实验室 AP 点位规划



3.6.4 AP 选型

AP 选型既要考虑业务性能，又要考虑经济性，对实验室场景，我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点：

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	802.11ac wave2/ax
	双频 4 空间流以上
	智能天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	应用识别与加速
	智能漫游

3.7 食堂场景

食堂是学校中密度高区域之一，对网络质量要求高。在平时学生就餐高峰时间段，食堂中的无线网络接入用户密度大约为 2 用户/平米。承载 web、Email、游戏、高清视频，即时通信为主等重要的业务。

3.7.1 业务模型

经过对食堂场景的网络流量进行采样分析，实验室场景无线网络承载的主要业务分为 web、Email、游戏、高清视频，即时通信等类型。且实验室场景对 WEB、视频业务的 KQI 级别要求较高。

项目	WEB	视频 720P	视频 1080P	语音	Email	桌面共 享	IM	游戏
各业务用户数 占比	45%	10%	5%	5%	10%	5%	10%	10%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Good	Good	Good	Good	Good	Good
各业务带宽需 求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	2000

3.7.2 建网标准

根据食堂场景的业务模型以及 KQI 级别，建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

8Mbps@everywhere，即在 95%的无线覆盖区域，基于上述食堂场景业务负载模型，用户接入带宽最高可达 8Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准：STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5，AP 工作在 HT20 模式下，在并发率 35% 下单 AP 支持业务数：60 个终端

Wi-Fi 6*标准：STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6，AP 工作在 HE20 模式下，在并发率 35% 下单 AP 支持业务数：84 个终端

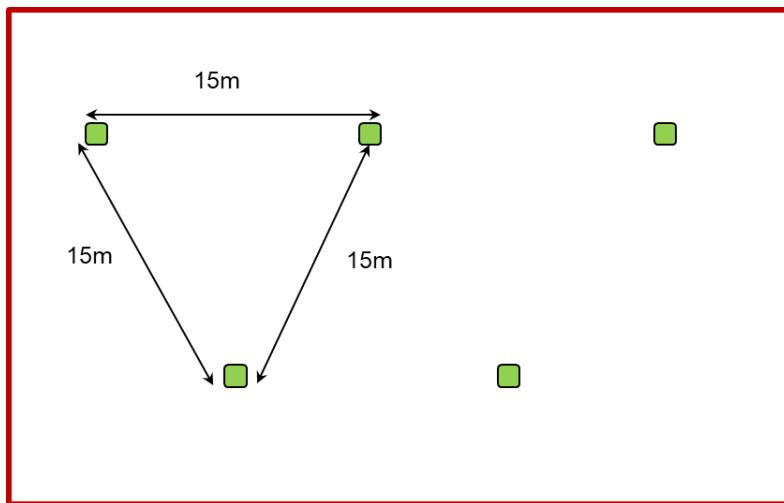
覆盖设计

95%区域信号强度不低于-70dBm

3.7.3 网络规划

食堂建议吸顶安装，按照 AP 间距 12~15 米，W 型部署，避开承重柱 2 米以上安装。

图3-10 食堂 AP 点位规划



3.7.4 AP 选型

AP 选型既要考虑业务性能，又要考虑经济性，对食堂场景，我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点：

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	802.11ac wave2/ax
	双频 4 空间流以上
	全向天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	应用识别与加速
	智能漫游

3.8 操场场景

操场是学校中户外区域，其特点是用户密度一般，对网络质量要求一般，看台座位区覆盖要求高。在平时无线网络接入用户密度大约为 1 用户/10 平米~1 用户/20 平米。承载 web、Email、游戏、高清视频，即时通信为主等重要的业务。

3.8.1 业务模型

经过对操场场景的网络流量进行采样分析，操场场景无线网络承载的主要业务分为 web、游戏、高清视频，即时通信等类型。且操场场景对 WEB、视频业务的 KQI 级别要求较高。

项目	WEB	视频 720P	视频 1080P	语音	Email	桌面共 享	IM	游戏
各业务用户数占比	50%	10%	5%	10%	0%	0%	10%	15%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Good	Good	Good	Good	Good	Good
各业务带宽需求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	2000

3.8.2 建网标准

根据操场场景的业务模型以及 KQI 级别，建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

4Mbps@everywhere，即在 95%的无线覆盖区域，基于上述操场场景业务负载模型，用户接入带宽最高可达 4Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准：STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5，AP 工作在 HT20 模式下，在并发率 40% 下单 AP 支持业务数：80 个终端

Wi-Fi 6*标准：STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6，AP 工作在 HE20 模式下，在并发率 40% 下单 AP 支持业务数：112 个终端

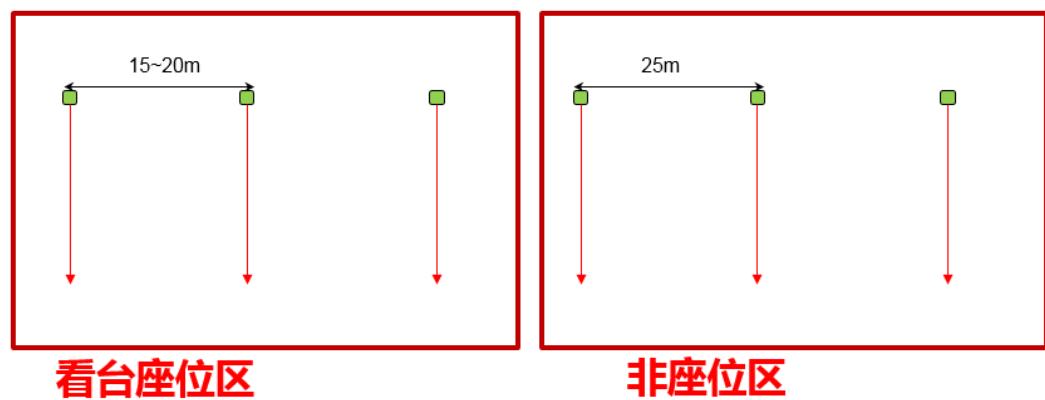
覆盖设计

95%区域信号强度不低于-75dBm

3.8.3 网络规划

操场场景一般分为看台座位区和非座位区，都采用挂壁或者抱杆的安装方式，采用内置定向天线 AP，看台座位区 AP 间距分别按照 15 米~20 米左右，直线型部署；非座位区安装，AP 间距 25 米左右，直线型部署。室外 AP 覆盖方向，应背向教学楼等建筑，以减少对室内覆盖区域的干扰影响。如明确操场只做薄覆盖，不考虑并发要求，可考虑室外 AP 外置全向天线覆盖。

图3-11 操场 AP 点位规划



3.8.4 AP 选型

AP 选型既要考虑业务性能，又要考虑经济性美观，对操场场景，我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点：

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	802.11ac wave2/ax
	双频 4 空间流以上
	内置定向天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	应用识别与加速
	智能漫游

3.9 宿舍场景

宿舍区是学校中生活区域，其特点是用户密度中等，对网络质量要求较高。在平时晚上高峰时间段，宿舍中的无线网络接入用户密度大约为 1 用户/2 平米。承载 web、Email、游戏、高清视频，即时通信为主等重要的教学业务。

3.9.1 业务模型

经过对宿舍区场景的网络流量进行采样分析，宿舍区场景无线网络承载的主要业务分为 web、Email、游戏、高清视频，即时通信等类型。且宿舍区场景对 WEB、视频业务的 KQI 级别要求较高。

项目	WEB	视频 720P	视频 1080P	语音	Email	桌面共 享	IM	游戏
各业务用户数占比	40%	10%	5%	5%	5%	5%	10%	20%
KQI 级别	Excellent	Excellent	Good	Good	Good	Good	Good	excellent
各业务带宽需求 (kbps)	2500	8000	16000	128	16000	2500	256	2000

3.9.2 建网标准

根据宿舍场景的业务模型以及 KQI 级别，建议按照以下标准进行无线网络规划设计。

带宽设计

16Mbps@everywhere, 即在 95% 的无线覆盖区域，基于上述宿舍场景业务负载模型，用户接入带宽最高可达 16Mbps。

容量设计

Wi-Fi 5 标准：STA 为双空间流支持 Wi-Fi 5，AP 工作在 HT40 模式下，在并发率 75% 下单 AP 支持业务数：21 个终端

Wi-Fi 6*标准：STA 为双空间流以上并支持 Wi-Fi 6，AP 工作在 HE40 模式下，在并发率 75% 下单 AP 支持业务数：34 个终端

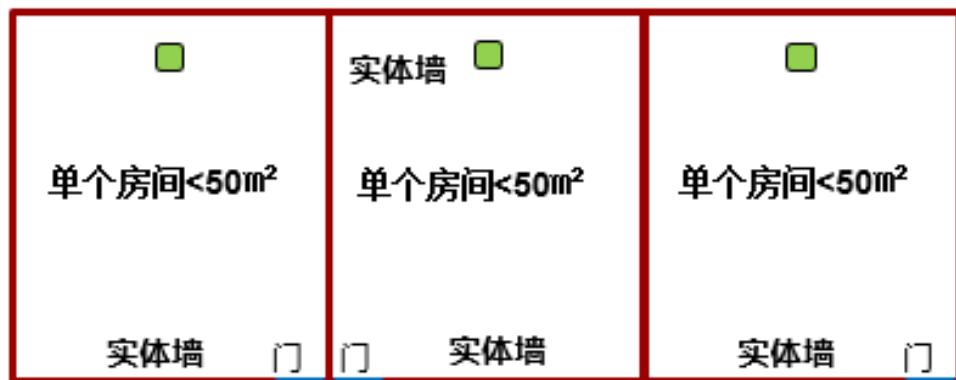
覆盖设计

95% 区域信号强度不低于 -65dBm

3.9.3 网络规划

在学校宿舍这种房间密集的场景中，由于墙体等室内建筑物的阻隔，无线信号的衰减现象较为严重，普通的室内放装型 AP 和室内分布式 AP 无法同时完全满足低成本、高性能的无线覆盖需求。针对这类诉求时，可采用敏捷分布式 WLAN 组网部署。宿舍区一般采用敏分单元模块或者面板入室覆盖的部署方式，无覆盖盲区。

图3-12 宿舍 AP 点位规划



3.9.4 AP 选型

AP 选型既要考虑业务性能，又要考虑经济性，对宿舍场景，我们建议选择 AP 时需要考虑以下几点：

选型标准	详细描述
AP 硬件标准	802.11ac wave2/ax
	双频 4 空间流以上
	智能天线
AP 软件标准	智能射频调优
	动态负载均衡
	应用识别与加速
	智能漫游

4 总结

学校 Wi-Fi 网络发展至今，在标准快速迭代和需求场景爆炸式增长的双重推动下，已经由最初的“固定网络延伸”，发展为一个包含无线接入点、AC 控制器、网管和认证系统的完整网络解决方案。承载在网络上的业务，也不再是简单的“访问移动互联网”这样的消费需求，企业级 WLAN 已经成为支撑各行各业实现数字化转型，提升生产和工作效率的基础设施。一个好的 Wi-Fi 网络，可以大大提升学校的运作效率，提升师生的满意度，并且支撑学校部署更为丰富的数字化、智能化业务。因此，如果贵校还没有部署 Wi-Fi 网络，或者贵校的 Wi-Fi 网络已经无法满足学校数字化业务发展的需求，我们建议您尽快依据上述子场景建网标准部署或升级最新的 Wi-Fi 网络，为学校师生打造一个精品 Wi-Fi 网络。

A 缩略语

A

AC	Access Point	无线接入点
AP	Access Controller	无线控制器

I

IM	Instant Message	即时消息
-----------	-----------------	------

K

KPI	Key Performance Indicator	关键性能指标
KQI	Key Quality Indicator	关键质量指标

V

VDI	Virtual Desktop Infrastructure	虚拟桌面设备
------------	--------------------------------	--------

W

WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网
-------------	-----------------------------	-------

华为技术有限公司
深圳龙岗区坂田华为基地
电话: +86 755 28780808
邮编: 518129
www.huawei.com

商标声明

 HUAWEI, HUAWEI,  是华为技术有限公司商标或者注册商标，在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其它商标，产品名称，服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有©华为技术有限公司 2019。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。