

导读:5G 网络在技术和产业成熟上尚需一个逐步发展的长期过程,5G 网络规划不仅要满足不同场景下的不同客户需求,同时还要具备后续 5G 新技术的平滑演进等能力,这必然给 5G 网络规划提出了更高的要求,带来更大的挑战。

为了促进 5G 通信技术交流,推动我国 5G 通信技术发展,《电子技术应用》杂志 2020 年第 8 期推出“5G 网络规划技术”主题专栏,论文内容涵盖 5G 网络规划中亟待解决的方法论和关键技术,涉及 5G 流量预测、5G 基站辐射评测以及站址、边缘计算机房、地铁场景的规划方法等内容,期待为 5G 时代的网络规划与建设提供有益的借鉴。



特约主编:朱雪田,北京邮电大学工学博士,教授级高级工程师,中关村国家自主创新示范区高端领军人才,现就职于中国联通网络技术研究院。长期从事 4G/5G 移动通信技术与业务创新研发工作,作为项目组长先后负责多个 4G/5G 领域的移动通信国家重大项目,发表学术论文超过 90 篇,发明专利 100 余篇,个人专著 3 本。

5G 商用初期高校场景 4G 流量预测及建设方案研究

王永森¹,金超²,韩雷²

(1. 中国电信股份有限公司浙江分公司,浙江 杭州 310000;2. 华信咨询设计研究院有限公司,浙江 杭州 310026)

摘要:由于 5G 部署初期的套餐资费降低,大量的数据回落将对 4G 网络的流量带来冲击。目前常用的网络流量预测模型很少关注套餐资费因素,更没有考虑网络制式升级带来的数据回落影响。提出基于套餐及制式驱动型的流量预测模型,并根据流量预测,选择相应的优化和扩容建设方案。基于高校场景的 4G 流量预测及建设方案分析对确保运营商网络优势十分重要。

关键词:高校;无线通信;套餐及制式驱动型;建设方案

中图分类号:TN929.53

文献标识码:A

DOI:10.16157/j.issn.0258-7998.200582

中文引用格式:王永森,金超,韩雷. 5G 商用初期高校场景 4G 流量预测及建设方案研究[J]. 电子技术应用,2020,46(8):21-25,32.

英文引用格式:Wang Yongsen, Jin Chao, Han Lei. Research of 4G traffic prediction and construction plan based on college scenarios in the early 5G commercial deployment[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(8): 21-25, 32.

Research of 4G traffic prediction and construction plan based on college scenarios in the early 5G commercial deployment

Wang Yongsen¹, Jin Chao², Han Lei²

(1. China Telecom Corporation Limited Zhejiang Branch, Hangzhou 310000, China;

2. Huaxin Consulting Design & Research Institute Co., Ltd., Hangzhou 310026, China)

Abstract: As the package price of 5G deployment is reduced in the early stage, a large number of data drops will impact the 4G network traffic. At present, the commonly used network traffic forecasting model pays little attention to the package price factor, let alone the data fallback effect brought by network standard upgrade. In this paper, a traffic prediction model based on package and standard driving model is proposed, and corresponding optimization and capacity expansion schemes are selected according to the traffic prediction. 4G traffic prediction and construction scheme analysis based on college scenes are very important to ensure the network advantages of operators.

Key words: college; wireless communication; traffic package and network type driven; construction plan

0 引言

高校校园作为潜在用户的主战场,基础网络运营商的流量经营竞争尤其激烈,特别是随着不限流量套餐的推出,校园4G流量及用户直线上升。校园用户作为典型的套餐驱动型用户,随着5G网络规模部署,5G优惠套餐逐步推广,4G LTE作为5G流量的回落承载网络,在5G部署初期如何应对套餐及制式驱动下带来的网络负荷增长^[1],需根据流量及用户增长趋势,合理进行网络规划、建设和优化。本文提出基于套餐及制式驱动型的流量预测模型,并根据流量预测,对校园场景的4G LTE网络扩容建设和优化方案进行分析。

1 校园场景业务特点

(1) 行为概览

高校学生在教育、生活、文娱方面愈发呈在线化、数字化,涵盖外语学习、长视频、短视频、直播、购物、社交等多种手机业务,活跃率和使用深度均比较高。

①教育类:各类学习APP,其中外语学习类APP是大学生使用深度最深的应用;

②文娱类:大学生课余时间较多,对娱乐休闲时间充足,课业压力相对较小,其对娱乐的需求明显高于全网平均水平,包括漫画类、拍照类、视频类、音频类、游戏类等;

③生活类:大学生追求时尚和跟随时代的生活特点,网上社交和购物成为大学生主要活动,包括社交类、外卖类、购物类、出行类、大众点评类等。

(2)用户套餐及月流量:对于普遍推广的40GB达量套餐,月流量使用较多的用户群都集中在40GB~60GB之间。

(3) 日活跃情况

大学生对于套内流量使用情况比较敏感,月初及月尾活跃率明显更高。其中,新生在每月的活跃天数呈两头翘走势,月初及月尾活跃率高,老生已养成每天上网习惯,两头翘趋势较新生相对低,但日活跃率更高。

2 高校LTE网络流量预测方法

通信业务预测的常用方法主要包括瑞利分布预测、逻辑曲线预测、普及率法以及回归法预测等,预测模型有傅里叶模型、粗粒度网络流量的灰色模型、基于灰色小波的网络流量组合预测模型、FARIMA网络流量预测模型、基于神经网络的预测模型等,预测模型及方法在常规流量业务的预测中得到很好的应用,但对于不限流量套餐因市场因素突变而带来的流量增长预测,以及5G升级对4G带来的流量冲击,则缺乏一定的准确性和适用性^[2-3]。

网络负荷增长主要来源包括:

(1)市场常态的业务增长,即不限流等特殊套餐之外的负荷增长,也可以看作负荷自然增长;

(2)来源于不限流等基础、特殊叠加套餐的刺激增长,即套餐驱动型负荷增长;

(3)5G网络制式升级、终端换代带来的新应用新业务,同时形成的新用户行为习惯,导致4G用户流量增长,同时5G用户回落也会带来4G网络负荷增长。

综合网络覆盖及容量现状、前端5G套餐发布、校园等级及市场预测等因素,通过基于套餐及制式驱动的流量预测模型可更精准地预测场景容量需求,进而选择相应的扩容手段^[4]。

具体模型为:

$$\text{LTE复合流量增长率} = (1 + \text{流量自然增长率}) \times (1 + \text{基础套餐刺激增长率}) \times (1 + \text{用户增长率}) \times (1 - 5\text{G用户渗透率}) + (1 + \text{流量自然增长率}) \times (1 + \text{基础套餐刺激增长率}) \times (1 + \text{用户增长率}) \times 5\text{G用户渗透率} \times 5\text{G用户流量回落率}$$

(1)

其中,流量自然增长率主要表示用户使用习惯的普遍变化,可基于套餐不变情况下,利用常规的回归预测、拟合预测等方法取定;基础套餐刺激增长率主要表示基础套餐升级对流量的刺激作用;用户增长率即手机用户数增长比例,可根据市场发展计划取定;5G用户渗透率是5G手机用户在全部手机用户中的占比;5G用户流量回落率是由于5G商用初期网络覆盖不完善,会存在回落4G的情况,本参数主要表示5G用户数据流量中,利用4G网络传输的流量占总流量的比值。

基于套餐及制式驱动的流量预测模型,对某高校网络流量进行预测,具体参数选取如下:

(1)流量自然增长率:可参考2019年校园4G套餐无重大升级情况下,将用户规模归一化处理后,较2018年同期的累积流量增长比例,本案例取为40%。

(2)基础套餐刺激增长率:根据目前5G套餐与4G套餐资费对比,假设5G套内流量较4G套内流量按增加50%预估。预计2019年5G校园套餐套内流量值也至少上浮50%估计,由于校园用户属于比较典型的流量敏感型用户,叠加套餐流量增长率可直接取50%。

(3)5G用户渗透率:由于高校场景主要是年轻用户群体,使用的时候多为时下最流行的机型,同时考虑到目前市面上5G终端数量种类逐渐丰富,以及春节换机潮、新生入学换机潮等,预计明年秋季,高校学生终端支持5G的比例可参考目前高校学生4G高端手机的比例,取为40%。

(4)5G用户流量回落率:2020年下半年5G网络覆盖,可参考2015年下半年LTE部署情况,并参考当年下半年数据流量中3G占比情况,预测2019年下半年数据流量中4G占比情况,取平均数估计为40%。

假设2019年入学季高校日均数据流量取为310TB,则预计2020年同期LTE日均数据流量估算为495TB左右。

3 校园LTE建设与优化方案

3.1 无线网建设总体思路

校园场景运营商口碑效应明显,新生选择运营商往

往受营销力度及老生口碑影响,竞争激烈。新生入学后一段时间后,普遍升级为40 GB 达量套餐,同时学生上网活跃率高,超不限速门限的比例大,对网络容量造成极大压力。同时各主要覆盖场景受学生作息、学习时间相对固定,潮汐效应明显,同时还存在迎新等大型活动时的突发容量需求。

针对性以上特点,网络需综合考虑市占率等因素划分网络建设等级,进行针对性规划。对于覆盖型校园,通常采用宏基站广域覆盖,室外基站覆盖室内,同时无源室内分布系统实现深度覆盖;对于容量型校园,宏基站进行增加载波和小区分裂进行扩容,同时增加微基站进行流量吸收,使用有源室内分布系统实现深度覆盖。

为了保证投资的精准性,需充分评估网络现状,做到建设、优化、维护相结合,合理安排校园高流量小区扩容,努力提升校园容量和用户感知。具体举措包括:

(1)扩容、新建结合,多方面提升校园4G 容量;

(2)根据容量预测、场景特点,综合新建数字化有源室内分布系统、无源室内分布系统、微站等手段,针对性建设,精确投资;

(3)开展高校校园专项优化;

(4)校园高容量场景使用 D-MIMO 特性;

(5)使用下行 256QAM 提升校园用户感知。

3.2 校园 LTE 网络建设优化思路

3.2.1 校园高容量场景部署 D-MIMO

D-MIMO 特性在不改变网络规划和硬件配置的前提下,任意 2 个相邻的 2T2R pRRU (pico Remote Radio Unit) 均能联合实现虚拟 4T4R 功能,大幅提升用户体验和网络系统容量。场景如图 1 所示。

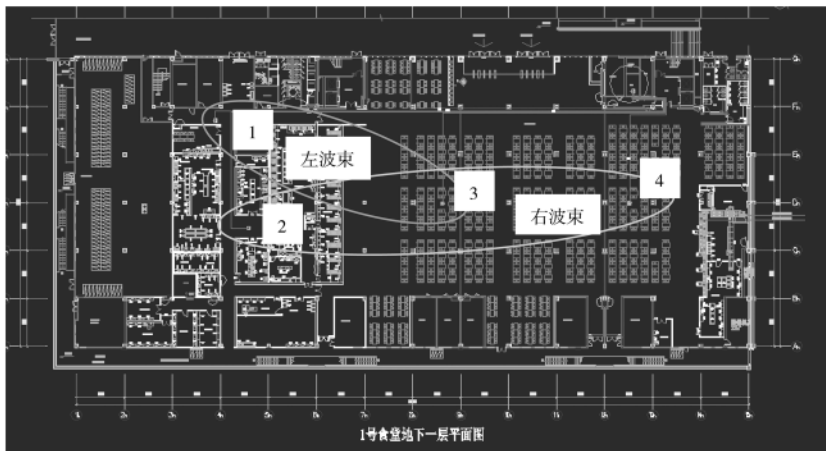
以某大学食堂对比数据可以看出:D-MIMO 特性开启后小区最大感知速率由 114 Mb/s 提升到 165 Mb/s,提升了 45%,RANK3+RANK4 占比提升了 11.5%,如图 2 所示。

D-MIMO 适用区域包括:(1)室内流量热点区域;(2)场景内各 pRRU 间隔度较低,较易形成交叠区的区域;(3)周边干扰较小,场景内整体信号 SINR 较好(>20 dB 占比高)的区域。

3.2.2 下行 256QAM 提升校园用户感知

256QAM 中每个符号能够承载 8 bit 信息,相对于 64QAM,支持更大的 TBS(Transport Block Size)传输。通过提供更高阶的调制方式,使得单位频域资源上承载更多的 bit 数,进而达到提升下行流量的目的。试点方案如图 3 所示。

256QAM 适用区域:适用于现网话务密集区域。256QAM



(a)D-MIMO 部署方案示意图



(b)D-MIMO 波束示意图

图 1 某大学食堂高校食堂部署 D-MIMO 建设方案

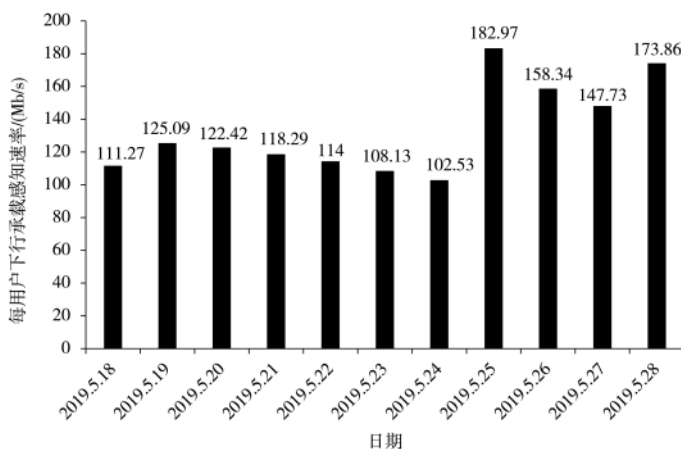


图 2 网管统计小区最大感知速率情况

功能要求 UE 支持 3GPP R12 协议,终端能力为 CAT 11~CAT 14,且支持下行 256QAM 调制技术。高校场景主要是年轻用户群体,使用多为较流行的新机型,终端支持 256QAM 特性的比例高达 42%,建议优先在高校区域推广。

以某大学食堂在有源室内覆盖场景为例,开启下行 256QAM 功能后,CQT 测试下行平均速率提升 17.2%,峰值速率达到 187 Mb/s,RSRP 和 SINR 也有一定提升,指标统计见表 1。

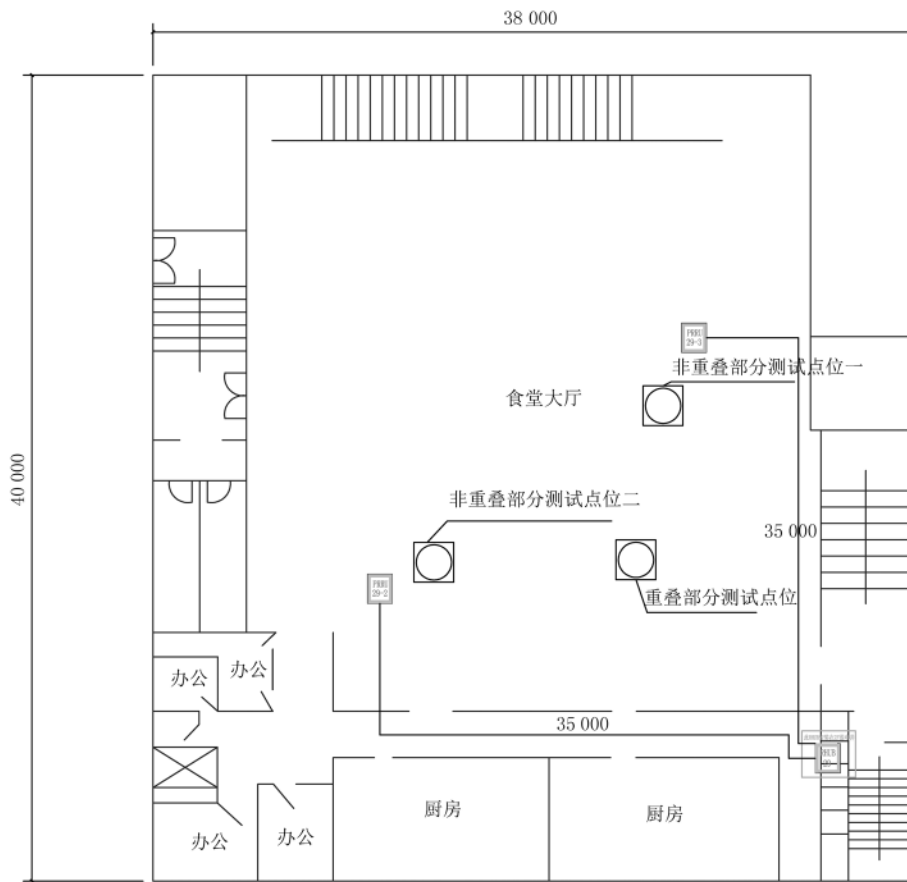


图3 某大学食堂高校食堂部署 256QAM 建设方案

表1 网管统计指标变化情况

日期	特性开通前	特性开通后
RRC 建立成功率/%	99.996 5	99.995 86
E-RAB 掉线率/%	0.12	0.05
切换成功率/%	99.97	99.99
下行感知速率/(Mb/s)	42.56	50.59
LTE 总流量/GB	51.47	65.26
下行 PRB 利用率/%	5.94	6.65
CQI 优良比/%	99.36	99.41
256QAM 占比/%	0	45.67

可以保证容量的提升和业务速率的提升。部署情况如图4所示。

对某高校宏基站劈裂天线改造后,从测试结果和性能指标上看,容量指标及降低资源利用率都有增益,容量增益40%左右,资源利用率下降20%左右。改造6扇区后,同频干扰有所增加,CQI优良比下降20%,相关DT测试数据见表2。其中,RSRP表示参考信号接收功率,SINR表示信噪比。

劈裂天线适用于天面空间有限的区域,在相同频点数量时,进行快速扩容。

3.2.4 新建无源室内分布系统吸收话务,提升覆盖

针对无室内分布系统的校园,可以考虑新建室内分布系统,并结合小区分裂的方式,实现校园区域室外宏站的负荷分担。

以某高校为例,新建室内分布系统开通后,部分小区全天流量最高超过50 GB,平均全天流量超过10 GB。而对比宿舍附近原宏站,RRC连接用户数和小区下行流量使用下降较为明显,新建室内分布

系统明显起到了分担室外宏站负荷的效果,室内分布系统新建后极大缓解原宏站负荷,用户满意度得到提升,开通后未接到学生反馈网络卡顿、无法上网的问题。

3.2.5 新建有源数字化室内分布系统提升容量

针对无室内分布系统且话务量高的校园楼宇,新建数字化室内分布系统吸收话务。

针对某两所校园话务量高的区域(主要是体育馆)前

3.2.3 劈裂天线提升校园基站容量

劈裂天线也叫双波束电调天线,有两个波束,支持两个独立的扇区。采用“劈裂天线”替换原有天线,将基站原先1个普通扇区替换分裂成为2个33°窄波瓣的扇区,实现一面天线发射两个波束,扇区数目加倍。该方案可以解决传统6扇区带来的小区间干扰、切换等问题,还



(a) 基站位置卫星图



(b) 劈裂天线安装实图

图4 劈裂天线安装情况

表 2 DT 测试统计

建设内容	RSRP/dBm	SINR/dB	下行速率/(Mb/s)
劈裂天线安装前	-95.4	5.61	7.82
劈裂天线安装后	-80.3	1.3	17.8
超级小区合并	-78.1	9.1	28.6
超级小区+SDMA	-79.6	8.8	29.8

期进行了一轮摸底测试,测试发现学校 A 和学校 B 的体育馆覆盖较差,严重影响用户感知,新建有源数字化室内分布系统完成体育场馆内的 LTE 信号覆盖,并利用有源数字化室内分布系统设备支持多模及多频段工作,通过载波聚合,在增加覆盖能力的同时提升用户业务体验。相关效数据见表 3。其中,PCI 为物理小区标识。

有源数字化室内分布系统适用于需要深度覆盖和高容量需求的区域。

3.2.6 新建微站提升容量和覆盖

微站部署安装相对便捷,天面环境友好,安装图如图 5 所示。

以某大学宿舍楼为例,原先由传统室内分布系统覆盖,但覆盖效果不理想,宿舍内 RSRP 都在-100 dBm 以下,影响用户使用感知。因此,考虑进行瓦级微基站试点,在 9 号楼上布置瓦级微基站,安装在楼顶外墙,朝南面的 6 号楼宿舍覆盖。经测试,6 号楼北侧房间 RSRP 保持在-70 dBm 左右,从覆盖和速率来看各楼层均得到了改善,相关数据详见表 4。

微站适用于对覆盖以及容量有较高需求的中低层建筑物,需要深度覆盖以及有高精度需求的区域。

4 结论

为应对未来校园 5G 规模商用后,校园套餐中套内流量的增长,4G 用户的业务习惯的改变,同时 5G 手机数据回落,均会对 4G 网络造成巨大影响。本文提出基于套餐及制式驱动型的流量预测模型,并根据流量预测,选择相应的优化和扩容建设方案,将进一步提升高校场景的 4G 网络性能,应对未来的流量挑战。

参考文献

- [1] 徐鑫校,王凌风.基于套餐驱动型负荷增长的扩容规划[J].邮电设计技术,2019(6):47-51.



(a)BOOK RRU 覆盖方向示意图



(b)BOOK RRU 安装位置示意图

图 5 微站安装情况

表 4 宿舍房间室内覆盖情况

楼层	PCI	RSRP/dBm	下载速率/(Mb/s)
2 楼	120	-74.88	81.9
3 楼	120	-76.88	84.27
4 楼	120	-74	84.13
5 楼	120	-68.13	88.2
6 楼	120	-69.25	81.95
7 楼	120	-75.13	86.15
8 楼	120	-71.25	80.35
9 楼	120	-67.5	74.39
10 楼	120	-69.03	64.07
11 楼	120	-75.13	97.38

表 3 新建数字化室内分布系统效果对比

学校	设备	区域	频段/GHz	PCI	RSRP/dBm	SINR/dB	速率/(Mb/s)
学校 A	有源室内分布系统开通前	1 楼休息区	1.8	175	-115.56	2.13	14.22
		2 楼篮球场	1.8	175	-109.79	2.19	17.2
	有源室内分布系统开通后	1 楼休息区	2.1	362	-78.21	21.05	78.27
		2 楼篮球场	1.8	362	-78.53	21.33	65.45
			2.1	362	-87.34	17.13	55.2
			1.8	362	-86.16	15.09	33.78
学校 B	有源室内分布系统开通前	体育馆	1.8	73	-101.45	6.54	11.72
		羽毛球馆	1.8	33	-97.6	7.19	18.23
	有源室内分布系统开通后	体育馆	2.1	342	-77.44	18.27	65.89
		羽毛球馆	2.1	343	-81.93	18.32	78.8

(下转第 32 页)



《电子技术应用》 <http://www.chinaaet.com>

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所