

# 基于高校用户业务模型的

Research on Capacity Requirement Based on  
University User Service Model

# 容量需求研究

陈茂林<sup>1</sup>, 陈宝生<sup>2</sup>, 陈 蛮<sup>3</sup>, 舒培炼<sup>1</sup> (1. 湖南省邮电规划设计院有限公司, 湖南 长沙 410126; 2. 中国电信股份有限公司湖南分公司, 湖南 长沙 410126; 3. 湖南电信网络运行维护分公司, 湖南 长沙 410126)

Chen Maolin<sup>1</sup>, Chen Baosheng<sup>2</sup>, Chen Man<sup>3</sup>, Shu Peilian<sup>1</sup> (1. Hunan Post and Telecommunications Planning and Design Institute Co., Ltd., Changsha 410126, China; 2. China Telecom Hunan Branch, Changsha 410126, China; 3. Hunan Telecom Network Operation and Maintenance Branch, Changsha 410126, China)

## 摘 要:

随着运营商不限流量套餐推出, 高校流量周期性集中, 潮汐效应明显, LTE 超忙小区明显增加。基于高校不同场景用户业务模型及并发率, 根据不同业务的需求速率计算满足所有用户业务需求的吞吐率, 最后根据需求吞吐率及单载波吞吐率计算出服务载波数目需求, 验证并且评估效果, 对高校规划建设具有指导意义。

## 关键词:

潮汐效应; 业务模型; 并发率; 吞吐量; 双流改造  
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.07.011  
中图分类号: TN929.5  
文献标识码: A  
文章编号: 1007-3043(2019)07-0050-04

## Abstract:

With the launch of the operator's unlimited flow package, the flow of colleges and universities is periodically concentrated, the tidal effect is obvious, and LTE overbusy cells are significantly increased. Based on the user service model and concurrency rate of different scenarios in universities, the throughput rate to meet all user service requirements is calculated according to the demand rate of different services. Finally, the number of service carriers is calculated according to the demand throughput and single carrier throughput, and the results are verified and evaluated, which has practical significance to the planning and construction of universities.

## Keywords:

Tidal effect; Service model; Concurrent rate; Throughput; Dual flow transformation

**引用格式:** 陈茂林, 陈宝生, 陈蛮, 等. 基于高校用户业务模型的容量需求研究[J]. 邮电设计技术, 2019(7): 50-53.

## 0 引言

随着运营商不限流量套餐在高校的大范围推广, 用户更关注获取资源的便利性。移动视频类 APP 的迅猛发展, 也使得用户需求从低流量通信业务向着高流量视频业务发展<sup>[1]</sup>。

高校流量周期性集中, 潮汐效应明显<sup>[2]</sup>。如何最大化利用网络资源, 提供满足用户行为的业务感知是摆在运营商面前的一大难题。根据高校不同场景业务类型、忙时最大用户激活数、用户渗透率及保障业

务需求的速率等计算高校不同场景的吞吐率需求, 结合单载波基本满足各类业务需求的吞吐率计算得到高校不同场景扩容的载波需求, 指导高校的规划建设。

## 1 高校业务模型评估

### 1.1 高校用户行为分析

分析某省高校 4G 网络 DPI 数据<sup>[3]</sup>发现, 资讯浏览类 APP 和即时通信类 APP 业务访问次数占比较大, 但除微信外的资讯类 APP 和即时通信 APP 产生的流量均处于较低水平。对应的 QQ 视频业务访问次数占比仅 4%, 产生流量占比却高达 17.2%, 高校的热门 APP

收稿日期: 2019-05-05

的业务请求次数、业务流量情况如图1和图2所示。

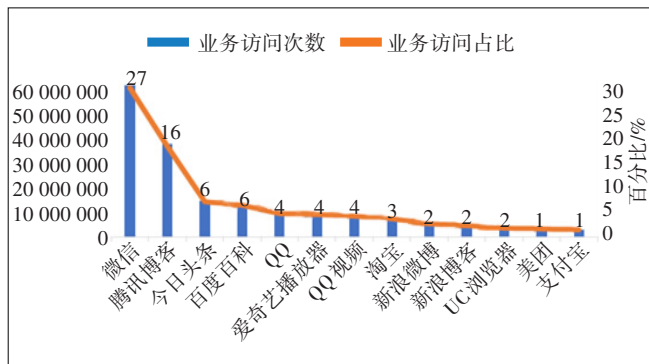


图1 高校热门APP访问次数占比

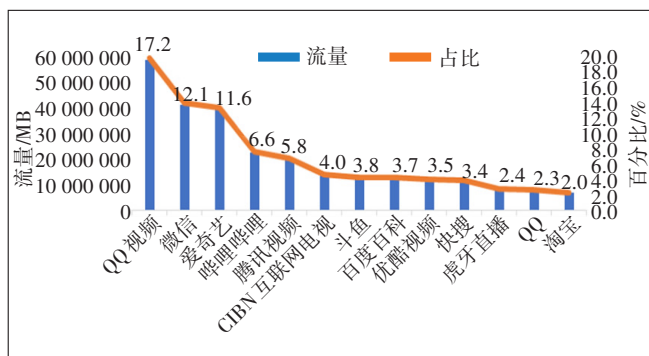


图2 高校热门APP流量占比

将所有APP业务大致分为浏览类、视频类和即时通信类3类业务,如表1所示,其中浏览类业务请求占比57.44%,而流量占比30.02%;视频类业务请求占比12.27%,流量却占比55.41%。

表1 高校3类业务的请求次数、流量占比情况

高校	即时通信/%	浏览/%	视频/%	总计/%
业务请求次数占比	30.29	57.44	12.27	100.00
业务流量占比	14.57	30.02	55.41	100.00

## 1.2 细分场景的高校用户行为分析

考虑到学生用户群体的行为习惯在不同位置存在一定的差异。为此,将高校场景分为办公楼、教学楼、食堂、体育馆等场馆、图书馆及宿舍等6个小场景。

统计出在高校不同场景(办公楼、教学楼、食堂、体育馆等场馆、图书馆、宿舍)下即时通信、浏览、视频的请求次数占比及流量占比如表2和表3所示。

## 2 校园流量预估模型

### 2.1 高校室分单载波MAC层吞吐率评估

当室分无线信道质量足够好时,一般默认采用

表2 高校各场景业务请求次数占比

场景	即时通信/%	浏览/%	视频/%	总计/%
办公楼	31.58	55.88	12.55	100.00
教学楼	30.59	57.54	11.87	100.00
食堂	36.06	55.38	8.57	100.00
体育馆等场馆	29.88	57.84	12.28	100.00
图书馆	31.99	56.08	11.92	100.00
宿舍	29.49	57.96	12.55	100.00

表3 高校分场景业务流量占比

场景	即时通信/%	浏览/%	视频/%	总计/%
办公楼	13.31	32.14	54.54	100.00
教学楼	12.61	31.58	55.81	100.00
食堂	17.21	30.12	52.68	100.00
体育馆等场馆	12.56	31.19	56.26	100.00
图书馆	15.81	28.62	55.57	100.00
宿舍	12.15	28.53	59.32	100.00

TM3模式。通过网管提取某省高校室分性能指标,自忙时CQI $\geq 7$ 的占比为92.3%,此时高校室分平均MCS<sup>[4]</sup>为14,能够满足用户的容量及感知需求。根据3GPP TS 36.213中“Modulation and TBS index table for PDSCH”表,MCS 14对应的TBS index 18<sup>[5-6]</sup>。

得到TBS index数值后,根据TBS index数值和PRB数量,在协议3GPP TS 36.213中查找“Transport block size table (dimension 27 $\times$ 110)”表,得到没有考虑双流情况的MAC层吞吐率<sup>[7-8]</sup>。根据LTE大容量压力测试和业务感知拐点分析,用户业务体验在PRB占用率达到70%时为业务感知拐点,故计算时PRB数目按理论PRB利用率为70%考虑。

例如,可以计算当MCS值为14时,在20 MHz带宽下,即70个PRB时的单流TBS为18 336 kbit/s。继续在3GPP TS 36.213查找“One-layer to two-layer TBS translation table”表查得对应的双流TBS为36 696 kbit/s。

### 2.2 不同带宽下FDD理论速率的确定

单小区PRB利用率超过70%时用户的各类业务体验均下降。根据70% PRB资源标准分别查表计算5、15及20 MHz等带宽下MAC层单双流理论速率<sup>[7]</sup>如表4所示。

### 2.3 容量需求模型评估

#### 2.3.1 不同场景吞吐率需求

计算有效用户数:

有效用户数 = 用户规模 $\times$ 渗透率 $\times$ 忙时用户并发率

表4 不同带宽下70% PRB利用率时能产生的单小区吞吐率

小区带宽/MHz	70% PRB数	MIMO配置	MAC层吞吐率/(Mbit/s)
5	17	单流	4.29
15	52	单流	13.22
20	70	单流	17.91
5	17	双流	8.55
15	52	双流	26.73
20	70	双流	35.84

$$\text{忙时用户并发率} = \frac{\text{最大激活用户数}}{\text{小区覆盖区域用户数}}$$

计算吞吐率需求:

根据LTE大容量压力测试和业务感知拐点分析,得到不同业务不同感知体验下的基本速率需求如表5所示。

表5 不同业务的速率需求

业务类型	基本速率需求/(kbit/s)
流媒体视频	1 400
网页浏览	256
即时通信	256

吞吐率需求=有效用户数×视频业务占比×视频业务速率需求+有效用户数×浏览业务占比×浏览业务速率需求+有效用户数×即时通信业务占比×即时通信业务速率需求

### 2.3.2 单载波吞吐率

FDD-LTE单站吞吐量与系统带宽、MIMO配置、自适应调制和编码算法(AMC)、终端能力、调度算法、功率、小区间干扰协调(ICIC)和负载均衡等因素相关<sup>[9-10]</sup>。而MAC层的吞吐量由可用的PRB数目及TBS index 2个方面决定,参照表4给出的建议值。

### 2.3.3 载波需求计算

载波需求=吞吐率需求/单载波吞吐率(分单双流)

## 3 某学院扩容方案

### 3.1 某学院扩容背景

某学院在校学生8 000余人,电信用户人数2 881人,渗透率为36%。由于校园不限流量套餐的推广,以及短视频类APP的迅猛增长,某学院内流量增长迅猛,学校内部产生了大量投诉行为。预测未来学生的流量需求,制定可行的扩容方案迫在眉睫。

### 3.2 校园内分场景需求计算

某学院共有在用宿舍12栋,食堂2个,教学楼4栋,办公楼及图书馆各1栋,本次扩容主要针对宿舍及

教学楼。经过前期摸查每栋建筑可容纳人数,根据各个场景业务占比参数,可得到每栋楼保障用户最低业务需求时的所需吞吐量,通过单载波可提供的吞吐量可以得到对应载波数。

根据某学院宿舍、食堂、教学楼的已有站点覆盖情况,提取宿舍、食堂、教学楼覆盖小区的一个星期的自忙时最大激活用户数,加权平均计算得到宿舍、食堂和教学楼的自忙时业务并发率分别为47%、7%和10%。

根据各场景业务模型及各场景的用户数得到吞吐量需求,单载波下行应用层峰值吞吐量,从而得到载波需求。

示例:宿舍1栋吞吐量需求=720×36%×47%×(59%×1.4+12%×0.256+29%×0.256)=113.41 Mbit/s

按照20 MHz双流计算载波需求,得到如表6所示的某学院此次需要扩容的载波需求。

表6 某学院各场景载波需求

区域	楼栋	渗透率/%	忙时并发率/%	视频业务占比/%	即时通信业务占比/%	浏览业务占比/%	总吞吐率/(Mbit/s)	室分MAC层吞吐率/(Mbit/s)	需求载波
宿舍1~7栋	720	36	47	59	12	29	113.41	35.84	3
宿舍8~12栋	1 260	36	47	59	12	29	198.47	35.84	5
新食堂	700	36	7	53	17	30	15.21	35.84	1
旧食堂	500	36	7	53	17	30	10.87	35.84	1
炎培楼	625	36	10	56	12	32	20.17	35.84	1
行知楼	400	36	10	56	12	32	12.91	35.84	1
特力楼	550	36	10	56	12	32	17.75	35.84	1
星海楼	352	36	10	56	12	32	11.36	35.84	1

### 3.3 扩容方案

a) 宿舍扩容方案,利用奇偶双层交叠实现双流改造。

b) 教学楼扩容方案,新建室分系统。

c) 食堂扩容方案扩容方案,在食堂一角新建mRRU小站覆盖食堂内部,小站设备具有隐蔽特性,能够在施工难度最低的情况下满足这类封闭的无遮挡场景内部覆盖需求。

### 3.4 扩容效果评估

#### 3.4.1 流量提升情况

2018年5月中旬完成扩容小区入网。跟踪对比扩容前后一周数据,日均流量由2.1 TB增加到3.4 TB,增长62%;最大单天4G数据流量从2.6 TB提升到3.9 TB,最大单天流量增长50%,如图3所示。

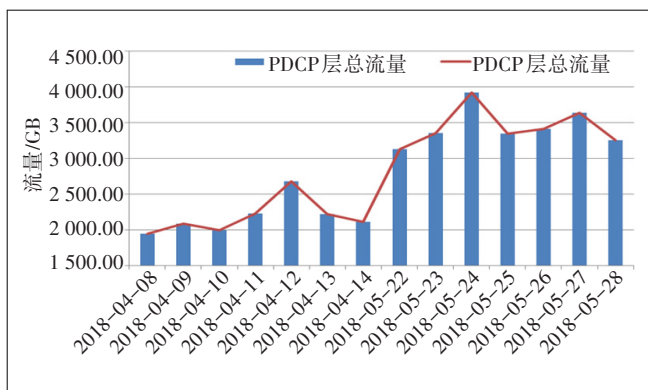


图3 扩容前后流量增长对比

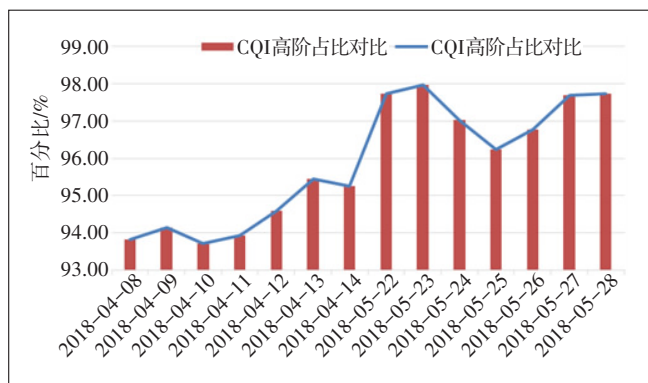


图5 扩容前后CQI高阶占比对比

### 3.4.2 KPI 指标提升

2018年5月中旬完成扩容小区入网,跟踪完成扩容的宿舍及食堂区域4G小区一个星期的数据,日均自忙时下行PRB利用率由扩容前(2018-04-08—2018-04-14)的91.58%下降到扩容后(2018-05-22—2018-05-28)的63.74%,下降了30.40%(见图4)。

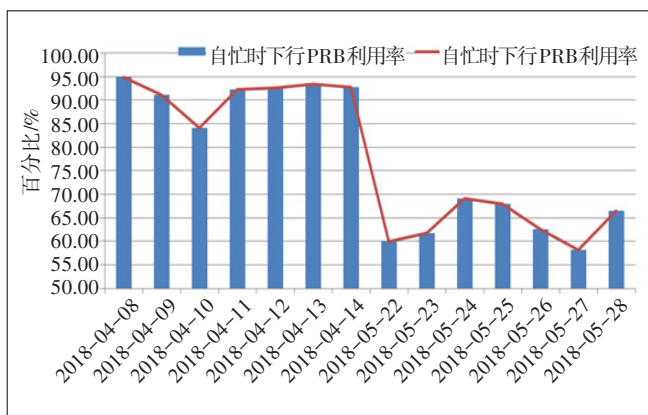


图4 扩容前后PRB利用率对比

对比扩容前后自忙时CQI≥7的高阶占比,跟踪完成扩容前宿舍及食堂区域忙时CQI≥7的高阶占比为94.41%(2018-04-08—2018-04-14),扩容后(2018-05-22—2018-05-28)的数据,自忙时CQI≥7的高阶占比为97.31%,详细情况如图5所示。

## 4 总结

通过DPI数据分析得出全省高校学生用户的业务请求次数及流量,得到各场景业务模型,依据渗透率、各类业务保障速率需求计算吞吐量的需求,根据单载扇满足基本需求的吞吐量,得到高校各个场景扩容的载扇需求,并在某学院试点实施,后续将在不同校园

进行进一步地验证和评估。

### 参考文献:

- [1] 刘毅,郭宝,张阳. 不限流量套餐下高校业务模型分析及应对策略研究[J]. 信息通信技术与政策,2018(6):90-94.
- [2] 周莉莉. LTE皮基站容量测试分析[J]. 中国新通信,2018,20(3):166.
- [3] 张文俊,吴刚. LTE下行吞吐率的影响因素及优化方法[J]. 电信快报,2015(10):36-39.
- [4] 张磊,龙青良,史文祥,等. 影响LTE系统吞吐量的关键问题研究[C]//2014年全国无线及移动通信学术大会论文集. 2014.
- [5] DING M, ZHANG M, LOPEZ-PEREZ D, et al. Correlated shadow fading for cellular network system-level simulations with wrap-around [C]//IEEE International Conference on Communications. IEEE, 2015:2245-2250.
- [6] E-UTRA Physical Channels and Modulation:3GPP TS 36.213[S/OL].[2019-03-22]. <http://3gpp.org/specs>.
- [7] DU J, ZHAO L, FENG J, et al. Enhanced PSO Based Energy-Efficient Resource Allocation and CQI Based MCS Selection in LTE-A Heterogeneous System[J]. 中国通信(英文版),2016,13(11):197-204.
- [8] 王海飞. FDD-LTE通信系统SINR-BLER-MCS基础参数关联研究[C]//第十届中国通信学会学术年会论文集. 2014.
- [9] 王建,张治中,骆云龙. 基于DPI的LTE网络用户行为感知系统的设计与实现[J]. 电信科学,2014,30(7):77-83+120.
- [10] 金会彬,陈新,薛云山. 话务潮汐效应程度的判定方法研究[J]. 电信技术,2013(1):54-56.
- [11] 王远鸿,黄伊,石晶林. LTE系统MAC协议标准研究及软件系统设计[J]. 移动通信,2009,33(24):23-27.

### 作者简介:

陈茂林,毕业于湖南科技大学,工程师,硕士,主要从事移动通信研究、无线网络的规划与优化工作;陈宝生,高级工程师,主要从事移动通信研究、无线网络规划与优化工作;陈蛮,工程师,主要从事移动通信研究、无线网络的规划与优化工作;舒培炼,毕业于湘潭大学,工程师,主要从事移动通信研究、无线网络的规划与优化工作。