

基于套餐驱动型负荷增长的 扩容规划

Network Capacity Expansion Planning Based on Traffic Package Driven Load Growth

徐鑫校¹,王凌风²(1. 浙江省通信产业服务有限公司,浙江 杭州 300051;2. 华信咨询设计研究院有限公司,浙江 杭州 300014)
Xu Xinxiao¹, Wang Lingfeng²(1. Zhejiang Communication Industry Service Co.,Ltd., Hangzhou 300051, China; 2. Huaxin Consulting Design and Research Institute Co.,Ltd., Hangzhou 300014, China)

摘要:

针对目前运营商不限流量套餐业务带来的流量快速增长,探讨在不限流套餐驱动下的流量增长预测思路和方法。通过市场常态型的流量增长预测和套餐驱动型的流量增长预测的分析,以及RRC有效用户数、上下行PRB利用率的预测分析,结合相应扩容门限,选择适用套餐驱动环境下的扩容方法,指导LTE网络扩容规划。

关键词:

不限流;市场常态型;套餐驱动型;PRB利用率;扩容
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.06.011
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
文章编号:1007-3043(2019)06-0047-05

Abstract:

Aiming at the rapid increase of traffic caused by unlimited traffic package, it discusses ideas and methods to predict traffic growth driven by unlimited traffic package. Through the analysis of normal market traffic growth forecast and package driven growth forecast of traffic volume, and the analysis of prediction of the RRC effective user number, the PRB utilization rate of uplink and downlink, combined with the corresponding expansion threshold, the expansion method under the applicable package driving environment is selected, which could guide the expansion planning of the LTE network.

Keywords:

No restriction on network traffic; Conventional market types; Types of tariff packages that promote business development; PRB utilization; Network capacity expansion

引用格式: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.

0 引言

随着LTE网络的不断完善发展,一方面4G用户保持快速增长态势,另一方面移动数据业务流量需求也越来越大。移动支付、视频广播等各种移动互联网应用的普及,带动数据流量呈爆炸式增长。据工信部最新统计数据,2017年移动互联网接入流量消费达246亿GB,比上年增长162.7%,增速较上年提高38.7%。全年月户均移动互联网接入流量达到1 775 MB,是2016年的2.3倍,2017年12月当月户均接入流量高达2 752 MB。其中,手机上网流量达到235亿GB,比2016年增长179%,在移动互联网总流量中占95.6%,

成为推动移动互联网流量高速增长的主要因素。

移动数据流量的迅猛增长正改变通信信息业发展格局,电信产业链呈现变革的趋势^[1]。数据流量业务是4G时代运营商业务的主要增长点,“流量经营”日益成为中国运营商们新的转型焦点^[2]。随着“冰激凌套餐”“任我看”“天翼不限流”等套餐活动的推出,3家基础网络运营商的流量经营竞争也趋于白热化,在不限流量类套餐的驱动下,用户月均流量迅猛增长。快速增长的数据流量业务给移动网络带来了海啸般的冲击^[3],数据流量所带来的网络负荷问题,正成为运营商关注的焦点。

网络发展是渐进的,在时间序列上的变化呈现出一定的规律性,容量规划既能够避免载波资源的空闲,又可以匹配实际需求,有利于提升用户感知^[4]。应

收稿日期:2019-05-05

对套餐驱动带来的网络负荷增长,需根据流量及用户增长趋势,合理配置网络资源进行容量扩容规划,避免资源空闲,提升用户感知。

根据3家基础运营商普遍采用的网络负荷评估指标,通过不限流量套餐前后用户应用行为的对比分析,对不限流量套餐所带来的流量增长预测方法进行相应研究,并结合RRC有效用户数增长、PRB利用率增长的预测研究,探讨在不限流套餐驱动环境下网络负荷的增长及采取的扩容思路和方法。

1 基于套餐驱动型的流量预测

一般而言,网络流量具有高度自相关、随机性和非线性等时间序列特征,因此,可以根据网络流量时间序列特征对网络流量进行预测^[5]。在不限流业务推出之前,移动网络流量增长可以根据历史流量的时间序列特征进行预测,但在此之后,流量增长来源于套餐的驱动效应明显,按历史流量数据的时间序列特征进行流量预测,明显不适用于因套餐因素刺激的流量预测和相应容量扩容规划。

1.1 套餐驱动型流量现状分析

4G网络承载的数据流量受多种因素影响,包括终端因素、网络因素和市场因素等^[6]。LTE用户使用数据业务产生移动数据流量主要受制于3个方面的因素:终端、网络带宽和资费水平^[7],其中资费水平对流量影响更为明显。自不限流套餐业务开展以来,用户

行为习惯也发生着明显的变化,从某省运营商用户监控平台的用户行为,在套餐前后节点的对比分析可以看出,爱奇艺、QQ、PPS等视频类应用由原37%提升至66%,由此带来的就是全网日均流量增长迅猛,部分热点地区负荷超重(见图1)。

1.2 流量预测方法概述

近年来国内各研究者针对流量预测的模型构建研究,主要有傅里叶模型^[8]、粗粒度网络流量的灰色模型^[9]、基于灰色小波的网络流量组合预测模型^[10]、FARIMA网络流量预测模型^[11]等。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^[12],此外业务预测TRMPAS 6步法^[13]在现网中也得到了相关应用,基于人工神经元的流量预测则非常适合用于大规模的信息处理和预测^[14],以上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,但对于不限流套餐因市场因素突变而带来的流量增长预测,则缺乏一定的准确性和适用性。

1.3 基于套餐驱动型流量预测思路

因流量快速增长带来的网络负荷增长,一方面来源于市场常态的业务增长,也即不限流等特殊套餐之外的流量增长,也可以看做流量的自然增长;另一方面则来源于不限流等基础、特殊叠加套餐的刺激增长,也即套餐驱动型的流量增长。预测因套餐驱动型的流量增长,一方面需考虑市场常规流量增长,另一方

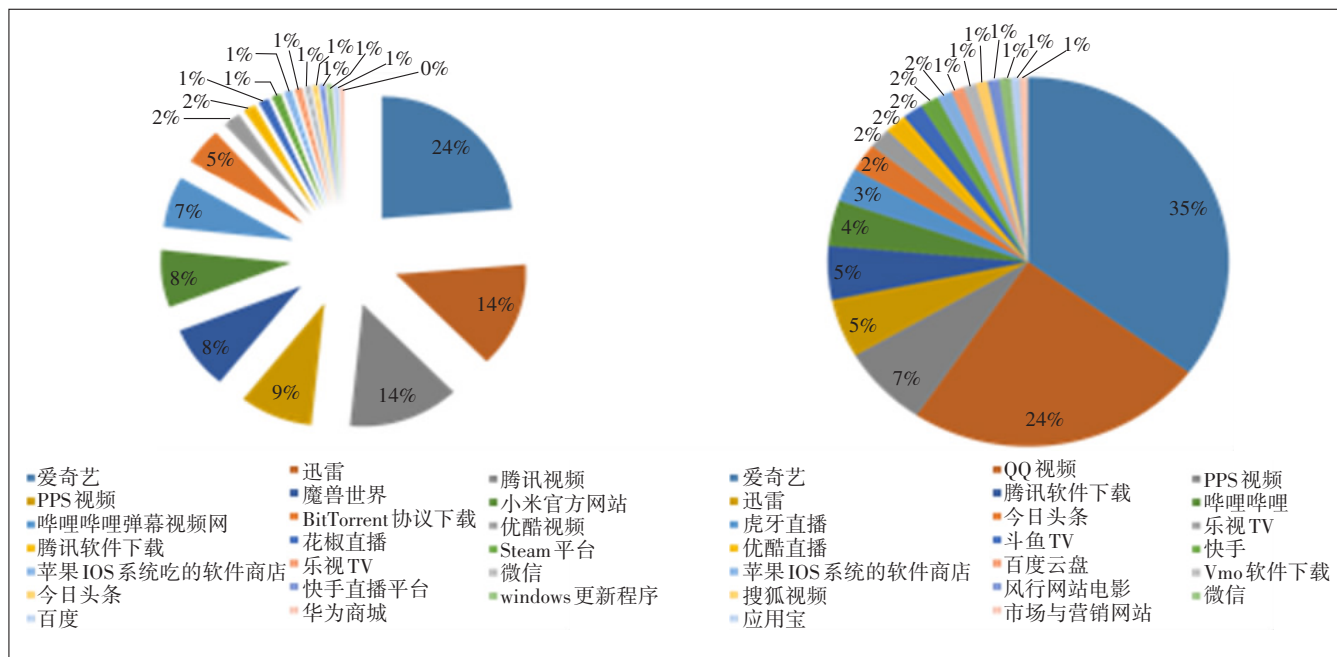


图1 不限流套餐节点前后周流量TOP 20业务应用对比图

面则更需关注市场因素下的套餐驱动型增长,根据自然增长、基础套餐增长、叠加套餐增长三者的增长叠加,构建流量负荷增长预测模型,如图2所示。

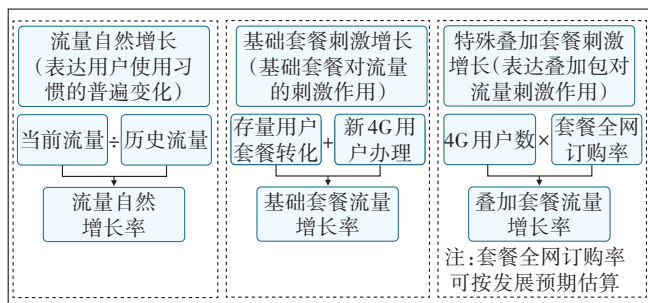


图2 网络流量负荷增长预测总体思路

1.3.1 市场常态业务增长预测

通过历史流量数据,采用相应的常规预测模型及预测方法,估算流量自然增长趋势。首先从PRS/网管中获取网络历史流量数据,通常基于3~6个月的数据对未来1~3个月的数据进行预测是比较准确的,超过这个时间长度由于市场、社会等因素的变化将导致预测出现偏差^[15],因此获取历史流量数据的时间跨度建议在半年以上;其次按时间序列绘制网络单日或月均流量随时间变化的趋势图,以此估算网络在无套餐等特殊市场因素影响下的流量自然月增长情况。考虑到数据业务常规变化特征,数据获取的起止时间点建议避开受春节影响的1、2月份,校园场景则建议避开寒暑假月份。

1.3.2 套餐驱动型业务增长预测

套餐驱动型业务增长,主要来源于2个方面,一方面是基础套餐类的业务增长,以电信不限流套餐为例,目前有49元、99元、129元、169元、199元、299元等套餐。不限流套餐用户有新增的订购用户,此部分用户发展增长趋势,可以参照市场部门用户发展计划及周用户增长速率进行预测;也有存量转化部分,以现在中国电信主流套餐乐享4G套餐向“天翼不限量”套餐转化为统计对象,考察各档位套餐超套情况,估算不限流套餐用户存量转化用户数的发展趋势。

套餐驱动型业务增长另一方面,来源于叠加套餐的业务增长。叠加套餐作为基础套餐的补充,与基础套餐不存在替代关系,可自由叠加。因其灵活性,促销往往针对特殊业务、特殊时段、特殊场景,缺乏预测历史参考。因此建议与市场部门沟通叠加套餐订购预期进行预测。

根据基础套餐订购数及不同档位,以及基础套餐

和叠加套餐用户周耗流量占比、用户使用应用场景情况,并以此估算对流量的带动效应,得出相应套餐驱动环境下的流量增长趋势,结合之前的市场常态流量自然增长趋势,以现网小区当前流量为基准,预测规划期内的流量增长。

2 用户增长预测

4G用户增长关联因素众多,一般来说和网络资费、终端能力、网络服务水平、市场营销等相关联。真实出账用户数,也即市场前端发展的4G用户数,在网络中表现为MME附着用户数^[16],这类用户数主要反映了核心网侧网络负荷,与无线侧(eNodeB)的负荷关联不大。无线侧网络负荷更关注有效RRC用户数,而有效RRC用户与MME附着用户(真实出账用户)的增长有所不同,更多取决于用户行为的变化,两者增长幅度偏差较大。根据现网统计表明,小区RRC有效用户和小区流量增长基本呈线性关系,如图3所示,因此,RRC有效用户数与流量可以采用相同的增长率进行预测。

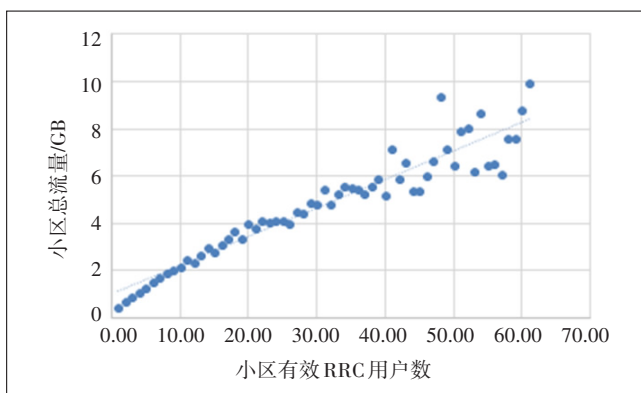


图3 小区有效RRC用户数与小区总流量关系图

3 PRB利用率增长预测

PRB利用率的增长与流量的增长息息相关,流量的增长必然也会导致PRB利用率的增长,随着PRB利用率增长,在同频组网场景下的干扰也随之上升,频谱利用率则相应下降。

3.1 下行PRB利用率增长预测

图4给出了平均CQI与PRB利用率关系,从图4可以看出,PRB利用率由12.5%至25%增长1倍时,平均CQI从10.7降至10.4,约下降0.3。

UE用户上报的CQI指标既反映了LTE网络全网无线信号覆盖质量,又反映了下行信道编码的效率,

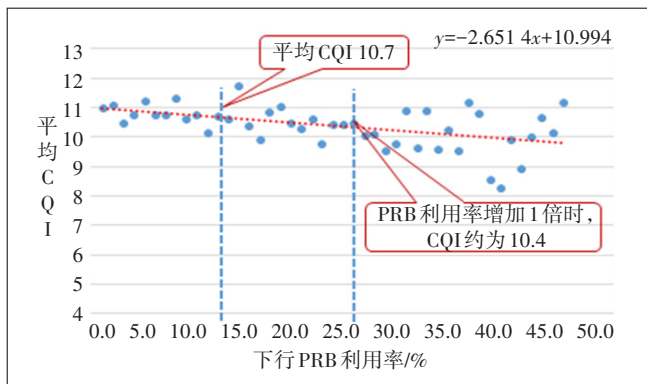


图4 平均CQI与PRB利用率关系图

如表1所示。在每个调制阶数内,随着CQI的提升,MCS也将提升,即编码效率随之提升,反之,CQI降低,为了确保传输的可靠性,采用稳妥的MCS,降低编码速率和效率。根据3GPP协议中CQI与编码效率的关系,如图4所示的CQI下降0.3时,频谱效率大约下降至原来的92%。

表1 CQI与调制编码方式及编码效率映射表

CQI index	modulation	code rate×1 024	SINR@BLER10%	RE efficiency
0	out of range			
1	QPSK	78		0.152 3
2	QPSK	120	-5.65	0.234 4
3	QPSK	193	-3.55	0.377 0
4	QPSK	308	-1.50	0.601 6
5	QPSK	449	0.50	0.877 0
6	QPSK	602	2.45	1.175 8
7	16QAM	378	4.40	1.476 6
8	16QAM	490	6.30	1.914 1
9	16QAM	616	8.30	2.406 3
10	64QAM	466	10.15	2.730 5
11	64QAM	567	12.10	3.322 3
12	64QAM	666	18.00	3.902 3
13	64QAM	772	16.00	4.523 4
14	64QAM	873	18.10	5.115 2
15	64QAM	948	20.10	5.554 7

下行PRB利用率增长=流量增长倍数/频谱效率下降倍数=2/0.92 ≈2.17

则:预测下行PRB利用率增长率=下行流量增长率×1.17

3.2 上行PRB利用率增长预测

基于现网数据,上行网络负荷的抬升导致上行干扰也随之抬升,上行干扰抬升,则导致上行频谱效率下降,根据现网数据统计,上行PRB利用率由20%上

升至40%,MCS阶数约下降2阶,如图5所示。

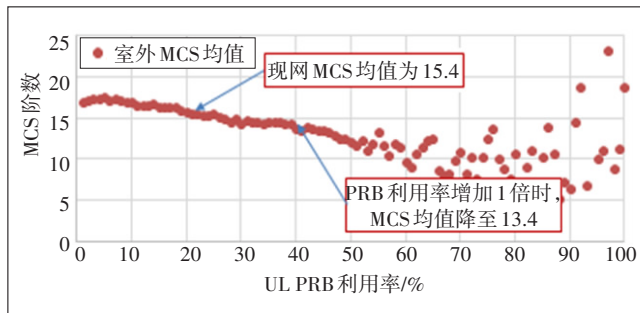


图5 上行MCS与PRB利用率关系图

上行MCS阶数下降2阶时,对应的频谱效率约下降至原来的89.7%。

上行利用率增长 = 流量增长倍数 / 频谱效率下降倍数=2/0.897 ≈2.23

则:预测上行PRB利用率增长率=上行流量增长率×1.23

上行CCE资源的抬升与业务增长及用户数相关,建议考虑与流量增长因子相同。

4 基于套餐驱动型的扩容规划

4.1 扩容流程概述

结合各基础运营商相应的扩容门限,通过上述流量、用户数、上下行PRB利用率的相关预测,进行相应的扩容规划。以中国电信4G网络扩容标准为例,如表2所示。

表2 中国电信4G小区扩容门限暂行标准

地区	频段	价值小区	小区流量/GB	PRB利用率/%	RRC连接用户数
数据来源		IT数据	网络数据		
城市 (20 MHz带宽)	LTE 1.8 GHz叠加 2.1 GHz	高价区/中价区/低价区	≥8(下行), ≥3(上行)	≥50	≥200
农村 (5 MHz带宽)	LTE 800 MHz叠加 1.8 GHz		≥2(下行), ≥0.75(上行)	≥50	≥50

在流量、PRB利用率、RRC连接用户数3个扩容门限基础上,增加对应价值小区的判断准则,可以确保扩容具有针对性,避免扩容的盲目性。具体流程如图6所示。

4.2 扩容方式选择

目前各运营商4G网络组网普遍采用多频组网的方式,多频段可以提供更多容量支撑。因此,扩容应优先选择载波扩容进行多载波的负荷均衡,当多频载

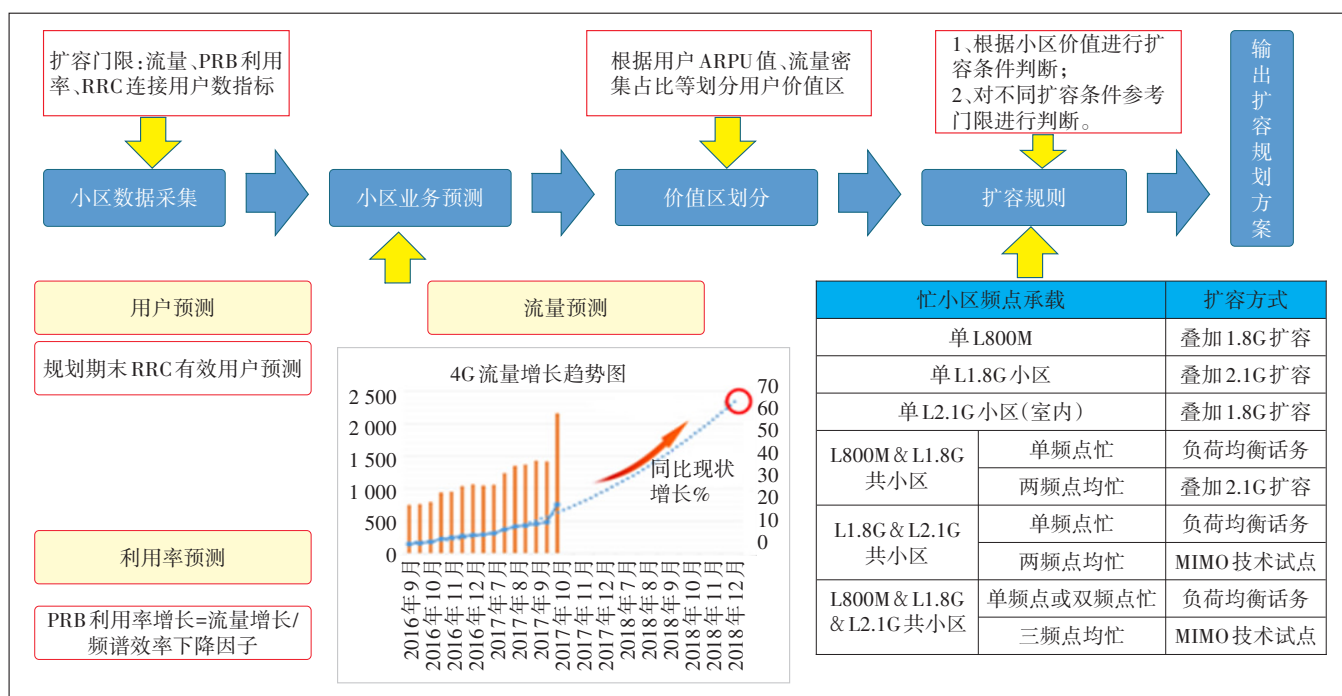


图6 基于套餐驱动型负荷增长的扩容规划流程图

波满配时,可以按场景选择载波裂化或容量下沉,以及3D MIMO^[16]、Massive MIMO等5G技术4G化的手段,提升网络容量配置。

5 结束语

随着各运营商不限流量套餐的持续推广,4G网络容量不足的问题正成为各运营商的网络优化的重点,LTE网络的扩容规划,需结合各自扩容门限,合理预测市场常态下的负荷增长以及套餐驱动型情况下的负荷增长,有针对性地进行扩容规划,可以在一定程度上避免扩容规划的盲目性。

参考文献:

[1] 楼旭明,孙中原,赵合. 4G时代流量爆发性增长的实证分析[J]. 价值工程,2016(13):49-51.

[2] 韦荣辉. 电信运营商流量经营策略研究[J]. 电子世界,2012(4):61-63.

[3] 全波,姚素丹. 移动互联网时代电信运营商流量经营探索[J]. 电信科学,2012(7):18-22.

[4] 程晓轩,王强. 基于容量目标的TD-LTE室内覆盖规划方法[J]. 电信网技术,2016(11):68-72.

[5] 伍锦群,王望闲. 基于PSO-SVM模型的网络流量预测研究[J]. 湖南人文科技学院学报,2013(2):68-71.

[6] 焦燕鸿,程锋,邓安达,程日涛. 4G网络扩容需求分析方法研究[C]//中国移动通信集团设计院第20届新技术论坛论文集. 北京:中国移动通信集团设计院,2014:341-344.

[7] 吴毅,肖秀琴,周慧峰. LTE终端流量预测方法及影响因素研究[J]. 移动通信,2013(8):172-174.

[8] 董燕,孙恩昌,孙艳华,等. 基于傅里叶模型的最佳网络流量预测[J]. 计算机应用研究,2010(4):1419-1421.

[9] 孙韩林,金跃辉,崔毅东,等. 粗粒度网络流量的灰色模型预测[J]. 北京邮电大学学报,2010(1):7-11.

[10] 巩林明,张振国. 基于灰色小波的网络流量组合预测模型[J]. 计算机工程与设计,2010(8):1660-1662.

[11] 陈子文,王攀. FARIMA网络流量预测模型的研究与改进[J]. 计算机技术与发展,2010(12):54-56.

[12] 肖增辉. 基于Excel/VBA实现的常用通信业务预测方法研究[J]. 移动通信,2015(14):40-44.

[13] 曹桓. 移动通信运营企业的规划环境分析与业务预测方法研究[J]. 通信管理与技术,2013,4(2):37-40.

[14] 高隽. 人工神经网络原理及仿真实例[M]. 北京:机械工业出版社,2007:8-17.

[15] 李一喆,肖卫东. LTE数据预测方法研究[J]. 邮电设计技术,2016(9):11-14.

[16] 张彬,温正阳. 3D-MIMO技术在后LTE时代中的应用[J]. 移动通信,2015(10):28-31.

作者简介:

徐鑫校,毕业于南京邮电大学,工程师,学士,主要从事移动通信网络建设和维护工作;王凌风,高级工程师,学士,主要从事移动通信无线网络规划与设计工作。

