

# 一种LTE异频切换的优化方法

## A Method of LTE Inter-frequency Handover Optimization

覃道满<sup>1</sup>,陈雄飞<sup>2</sup>(1. 中国联通广州分公司,广东 广州 510630; 2. 上海华为技术有限公司,上海 200136)

Qin Daoman<sup>1</sup>, Chen Xiongfei<sup>2</sup>(1. China Unicom Guangzhou Branch, Guangzhou 510630, China; 2. Shanghai Huawei Technologies Co., Ltd., Shanghai 200136, China)

### 摘要:

随着4G移动业务的迅猛增长,异频组网的不断扩大,切换区的吞吐率优化成为网络优化的重点内容,而对A2、A3/A4的参数配置优化是网络优化的核心。传统方法通过路测获取不同频点的RSRP及对应的吞吐率曲线来配置A2,较为耗时、耗力且结果并不理想。提出了一个新的方法,通过控制Gap时长来指导A2、A3/A4参数配置,尽可能减小Gap对边缘吞吐率的影响来提升频谱效率。

### 关键词:

LTE;异频切换;Gap测量;A2、A3/A4参数配置;边缘吞吐率

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.10.016

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

文章编号:1007-3043(2019)10-0071-05

### Abstract:

With the rapid growth of 4G mobile service and the expansion of differ-frequency network, the optimization of the throughput of the handover area has become the key content of the network optimization, and the optimization of the configuration of the A2 and A3/A4 is the core of the network optimization. A traditional way is through drive-test to get the RSRP of different frequency corresponding throughput rate curve to configure A2 parameters, which is time-consuming, labor-intensive and the result is not ideal. It puts forward a new method to guide the A2, A3 / A4 configuration by controlling the Gap duration, and minimize Gap measuring impact on throughput as much as possible to improve the frequency efficiency.

### Keywords:

LTE; Inter-frequency handover; Gap measuring; A2, A3 / A4 parameters configuration; Edge throughput

**引用格式:**覃道满,陈雄飞. 一种LTE异频切换的优化方法[J]. 邮电设计技术, 2019(10): 71-75.

## 0 引言

随着4G移动通信网络流量的迅猛增长,增加频点进行多频组网是各运营商的常用手段,异频切换则是多频组网情况下的一个重要移动性管理内容,切换区的吞吐率优化是网络优化的重点内容。协议中为切换定义了多个测量事件,例如A1事件表示当前服务频点的质量高于一个绝对门限;A2事件表示当前服务频点的质量低于一个绝对门限;A3事件表示同频或异频邻区比当前服务小区相对质量高于一个门限;A4事件

表示异频邻区质量高于一个绝对门限等。

当前异频切换通常采用A2+A3/A4来触发异频切换流程,对A2、A3/A4的参数配置即是网络优化的核心。有很多方法来确定A2的参数配置,其中包括切换成功率最大化、吞吐率最大化等。但切换成功率最大化并不一定能提升用户感知吞吐率,所以通常通过路测获取不同频点对应的RSRP对应的吞吐率曲线来配置A2。但路测的方法耗时、耗力,并且由于切换时间较短,对吞吐率影响大小评估存在偏差,导致A2的配置并不理想。

本文提出一个新的方法来指导A2、A3/A4参数配置,以尽可能使Gap测量对吞吐率的影响最小化。先

收稿日期:2019-08-01

从异频切换流程来分析Gap测量在切换过程中所处的位置,再分析如何减小其影响。

## 1 异频切换流程

根据组网的不同,异频切换的流程也不同,如图1所示的共站高低频组网场景,内圈为高频覆盖区域,外圈为低频覆盖区域。

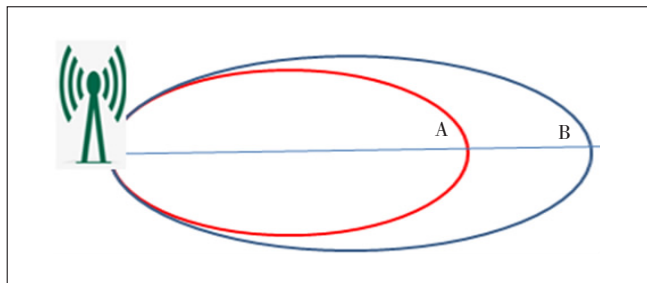


图1 共站高、低频组网场景覆盖区域示意图

通常情况下高频驻留优先级高,中心用户驻留在高频区域,用户由中心向边缘移动时,高频覆盖电平越来越低,当低于某一门限时,UE将上报A2事件,在共站同覆盖情况下,由于低频覆盖范围通常都大于高频,所以网络可根据此事件触发到低频的盲切换;同样地,驻留在低频小区的用户从边缘往中心移动时,低频信号会越来越好,当电平高于某一门限时,UE将上报A1事件,在共站同覆盖情况下网络可根据此事件触发高频的盲切换。这种组网场景不需要UE启动Gap测量,所以不受Gap测量影响,A1、A2门限可通过高、低频的带宽及频率电平差异对吞吐率的影响来配置,与站间距关系不大。

跨站的异频切换则相对复杂些,从信令流程看,要经过2次测量来触发切换:第1次测量是当前频率空口质量差于一门限,第2次测量是目标异频空口质量好于一门限。其切换流程如图2所示。

在协议中,针对LTE的移动性控制定义了多个事件,例如A1、A2、A3、A4等。对不同组网及切换可利用协议定义的这些事件来完成不同的切换控制。通常用A2事件来监测当前服务小区的空口质量是否低于一绝对门限,如图3所示。

按协议定义A2事件的3个主要参数是门限(Threshold)、迟滞(hysteresis)、延迟触发时间(Time-to-trigger)。类似地,A4事件则是用来监测目标异频小区的空口质量是否高于一绝对门限。通常跨站的异频切换如图4所示。

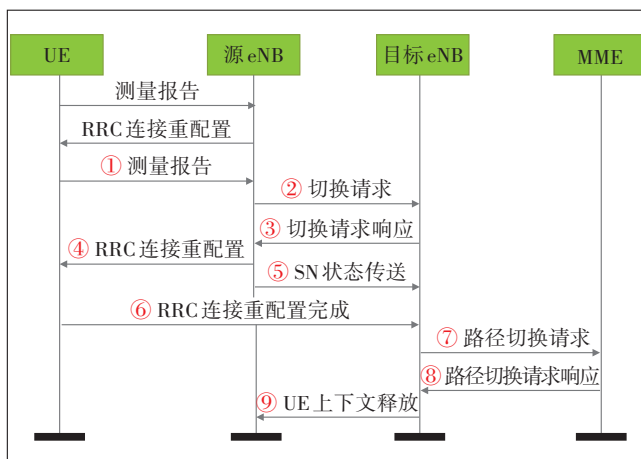


图2 跨站的异频切换信令流程

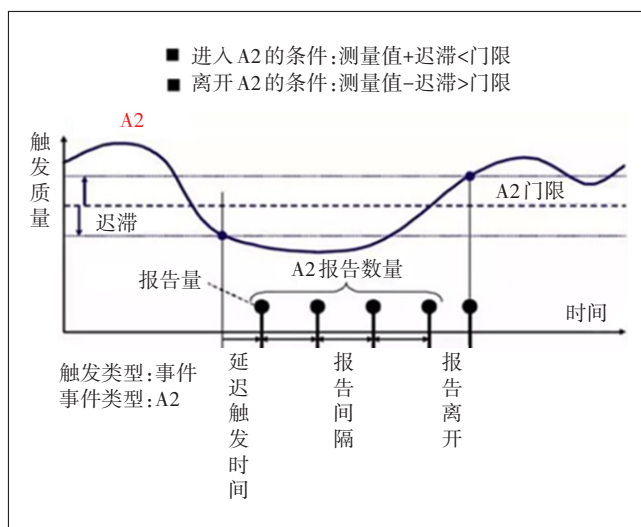


图3 进入、离开A2的条件示意图

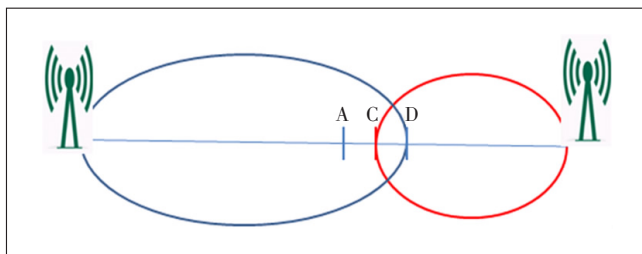


图4 跨站的异频切换示意图

在用户从左往右移动的过程中,服务小区的信号逐渐变差,同时目标异频邻区的信号逐渐增强。当服务小区测量信号加迟滞小于门限后,并保持一定时间(不满足退出事件:服务小区测量信号减迟滞大于门限),则触发A2事件上报。由于A2测量需要时间,并且为了后续对异频的测量控制下发及切换信令的下

发预留时间,通常A2事件的门限设置不能太低,否则可能会导致过晚切换,即原服务小区的信号太差而不能完成后续异频测量报告的上报及切换信令的下发。因此如图4所示,在用户从左往右移动的过程中,服务小区的信号逐渐变差,在A点时,需要触发A2事件上报,网络侧收到A2事件报告后,立即启动对目标异频的测量(可以是A3也可以是A4测量)控制下发,控制UE立即启动Gap测量,对异频信号进行测量,在C点测量异频信号满足切换条件,则UE上报相应的事件(A3或A4测量报告),网络侧必须在原服务小区覆盖边缘D(掉话点)以前成功下发切换命令给UE。同样,如果用户从右往左移动时,其过程也类似。但要避免出现某一频点的A2门限比异频配置本频点的A4门限大而出现乒乓切换或过多无效的Gap测量,如图5所示。

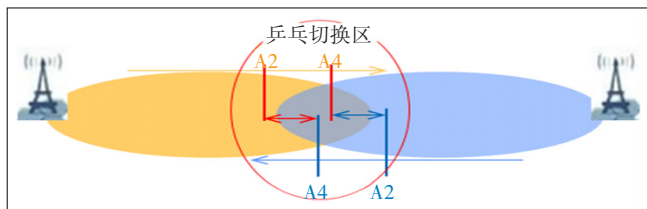


图5 乒乓切换示意图

## 2 Gap测量的影响

从异频切换过程看,从A2事件上报到A3/A4事件上报,这期间有一段时间是让UE启动Gap测量,来完成对异频信号的监测的。而UE启动Gap测量则会导致吞吐量下降,根据协议,Gap测量有2种周期:40和80ms,每个周期有6ms不能做数传,加上两边几个TTI也不能做上、下行数传(因为不能做ACK反馈)导

致对吞吐量影响很大,如图6所示。

## 3 A2门限的优化方法

减小Gap测量对吞吐率的影响关键在于A2及A3/A4测量参数的配置。如果A2门限偏高触发得太早,在目标异频边界不变的情况下,意味着Gap测量时间越长,对吞吐量影响也就越大,相反,如果A2触发得太迟,原小区的空口质量太差,吞吐量也受到影响,甚至可能导致来不及下发A3/A4的测量控制或来不及下发切换命令来完成切换。为此配置合理的A2门限是十分重要的,配置过低,会导致切换过晚而损失吞吐量;配置过高则导致过早启动Gap测量而产生吞吐量损失(见图7)。

所以可以通过控制A2到A3/A4测量报告之间的时延,配合过早切换、过晚切换、掉话率等指标来达到一个平衡,并使Gap测量最小化,吞吐量最大化。

以广州联通白云区“广州-H-棠溪祥岗-395065-3-1-OF”小区为测试对象,测试A2门限修改(保持A4门限不变)对切换时延及吞吐率的影响。

小区为1800MHz小区,配置A2+A4进行异频2100MHz切换控制,A2初始值配置为-91dBm,第2天修改为-97dBm,第3天修改为-101dBm,统计小区每次切换出的相关数据,比较9月20日—9月22日3天(16:00—22:00的数据)从A2事件到A4事件Gap测量时延数据变化如图8~图10所示(由于时延跨度较大,把大于5s的进行了过滤,时间单位:100ms)。

可以看出,随着A2的降低,Gap测量时延变小,A2从-91dBm降低到-97dBm时,平均Gap测量时延减小105ms,从-97dBm降低到-101dBm,平均Gap时延减小102ms,同时也影响切换次数、过早过晚切换、乒乓

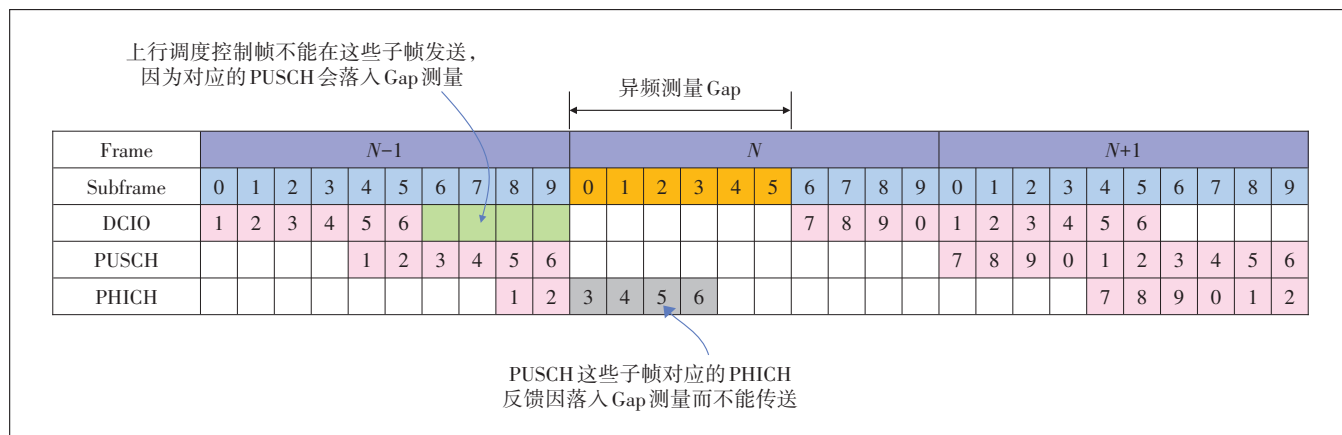


图6 Gap测量对数传的影响

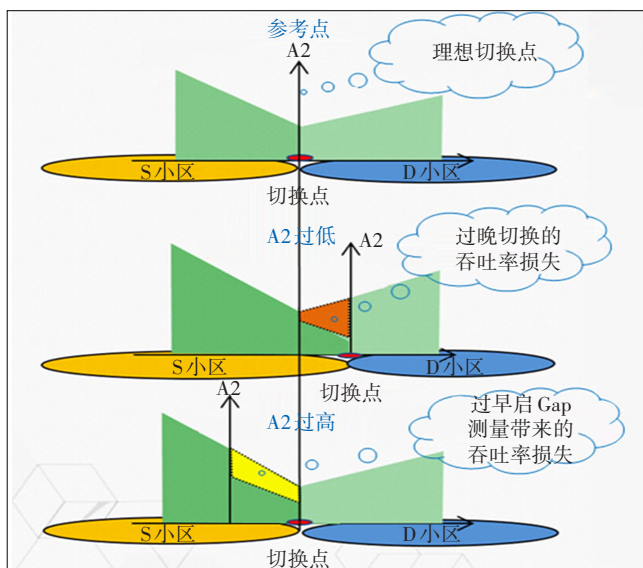


图7 A2门限设置对Gap测量时延及吞吐率的影响

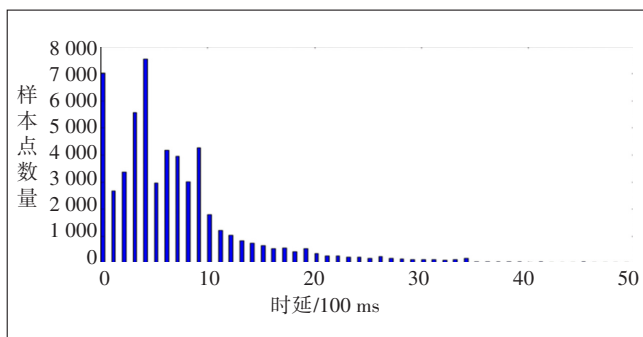


图8 9月20号Gap测量时延,平均值:7.23(即723ms)

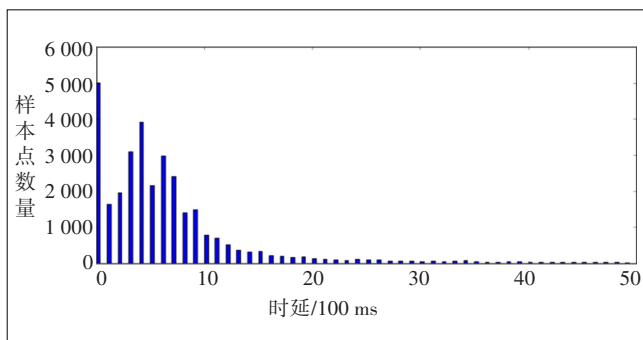


图9 9月21号Gap测量时延,平均值:6.18(即618ms)

切换、边缘吞吐率等指标,如表1所示。

表1 A2不同门限配置下的主要无线指标对比

日期	A2门限配置/dBm	平均用户数	Gap测量时延/ms	异频切换出次数	下行吞吐率小于1 Mbit/s比例/%	系统内切换过早次数	系统内切换过晚次数	乒乓切换次数	掉话率变化
2017/9/20	-91	64.62	723	57 173	13.16	3 147	1 814	39	A
2017/9/21	-97	70.24	618	32 648	11.59	630	1 305	6	0.82A
2017/9/22	-101	70.22	516	17 991	10.78	745	1 521	20	1.05A

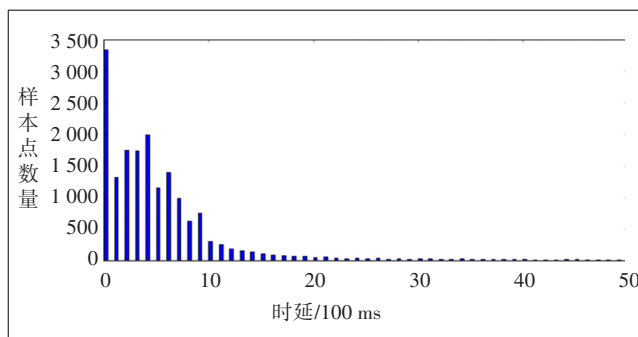


图10 9月22号Gap测量时延,平均值:5.16(即516ms)

可以看出9月20号的切换次数较多,由于总切换次数基数大,导致过早、过晚切换都比较多。9月21号修改到-97 dBm后,切换次数大幅减少43%,过早、过晚切换也大幅减少,由于避免了不必要的切换以及减小无效Gap测量,边缘吞吐率明显提升(小于1 Mbit/s速率比重下降1.57%),乒乓次数大幅度减小;9月22号把A2门限修改为-101 dBm后,Gap测量时延继续减小,异频切换出次数也继续减小,但过晚切换迅速增多,乒乓切换也相应增多,带来负面效果增加,但边缘吞吐率仍有增益,是因为Gap测量的负增益较大,说明由Gap测量的减少带来的正增益比延后切换带来的负增益更多,综合体现出正增益。从结果看,A2门限应该选择在-97~-101 dBm,在-101 dBm配置时掉话率出现上升,为了不影响掉话率,A2门限可配置在-100 dBm左右。如果以吞吐率为主,允许掉话率稍有恶化则可以配置小于-101 dBm。

#### 4 优化总结

在日常网络优化中,移动性优化是一块较大内容,其中异频切换的问题在网络增频扩容的过程中更为重要。特别是对于移动性比较高的道路覆盖,要根据不同移动场景分别优化。对于高速移动场景,需要配置较容易触发切换的参数,对于慢速移动的场景需要配置慢切换参数。从本次优化可看到,针对一个小区的异频切换,如果A2门限配置太高,则容易导致用户过早启动异频测量从而影响吞吐率;如果配置太



低,则可能导致异频测量过晚而引起重建甚至掉话。为此,在实际网络中可以采用下面这些方法来判断是否需要调低异频切换A2门限参数来降低异频Gap测量时延。

a) 出现较大比例的过早异频切换或乒乓切换。

b) 小区平均吞吐率或边缘吞吐率明显低于相同网络条件下别的小区的平均值。

c) 网络信令跟踪数据中,统计的A2及A4事件的比例明显高于相同网络条件下正常小区。

d) 网络信令跟踪统计从A2事件到A4事件的时延明显大于相同网络条件下正常小区。

在降低异频Gap测量时延的同时,也需要注意A2门限的过调整,因为过低的A2门限虽然最低限度降低了异频Gap测量时延,但容易导致过晚切换从而影响吞吐率,甚至导致重建、掉话的增多。所以在调低A2门限的同时,需要监测下面这些变化。

a) 过晚异频切换的比例增大。

b) 小区平均吞吐率或边缘吞吐率在增大的过程中出现拐点而出现负增益。

c) 网络信令跟踪数据中,统计的A2及A4事件的比例明显低于相同网络条件下正常小区。

d) 到邻区的RRC重建次数增加。

实际网络优化过程中,会发现小区中会同时存在过早、过晚切换,很难找到一个A2门限配置同时消除过早和过晚切换。其主要原因是因为一个小区只能配置一个A2门限,这个小区的所有用户都按这个配置的A2门限来触发Gap测量,但小区中的用户分布不同、移动速度不同,不同用户的切换紧急度也不同,有些用户表现过早切换,有些用户表现过晚切换,网络优化只不过是调整A2门限,使它在过早、过晚切换之间做个折中。

## 5 结束语

本文通过分析影响异频切换的吞吐率的各种因素,引出一种通过优化Gap时长来提升切换区吞吐率的方法,并通过现网数据分析得到Gap时长与异频切换A2门限配置的关系,来优化异频切换门限,达到提升用户吞吐率和提升频谱效率的目的。实际操作过程中,还需要根据不同小区及周边异频邻区的实际情况,同时兼顾负载、带宽、用户分布、过晚切换、掉话率等指标,配合设置A3/A4的门限,以尽可能最大化切换区吞吐率及频谱效率。

## 参考文献:

- [1] Overall description: 3GPP TS 36.300[S/OL]. [2019-04-25]. ftp://3gpp.org/.
- [2] Medium Access Control (MAC) protocol specification: 3GPP TS 36.321[S/OL]. [2019-04-25]. ftp://3gpp.org/.
- [3] Radio Resource Control (RRC): 3GPP TS 36.331[S/OL]. [2019-04-25]. ftp://3gpp.org/.
- [4] Requirements for support of radio resource management: 3GPP TS 36.133[S/OL]. [2019-04-25]. ftp://3gpp.org/.
- [5] 张敏. LTE无线网络优化[M]. 北京:人民邮电出版社,2015.
- [6] 堵久辉. 4G移动通信技术权威指南[M]. 北京:人民邮电出版社,2012.
- [7] 孙宇彤. LTE教程:原理与实现[M]. 北京:电子工业出版社,2017.
- [8] 陈宇恒. LTE协议栈与信令分析[M]. 北京:人民邮电出版社2013.
- [9] 张守国. LTE无线网络优化实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2014.
- [10] 张晟. 4G小基站系统原理、组网及应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2015.
- [11] 高峰. 基于采样点聚类 and 切换象限划分核查小区方位角[J]. 电信科学,2017,33(5):106-112.
- [12] 文少杰,黄传河. FANET中时延感知的跨层优化方法[J]. 通信学报,2018(4):1-12.
- [13] 李蓓. 降低LTE异频切换时延优化分析[J]. 数字技术与应用,2015(7):38-38.
- [14] 李丽琴. 一种基于VoLTE语音质量的异频切换方法研究[J]. 电信工程技术与标准化,2018(2):14-17.
- [15] 田艳中,黎建波,孙朝晖,等. LTE异频切换协同优化探讨[J]. 物联网技术,2017,7(12):47-49.
- [16] 杨子晨. LTE移动性管理的研究及在网优中的应用[D]. 南京:南京邮电大学,2013.
- [17] 刘静. LTE系统中的切换与切换自优化方法研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2014.
- [18] 何长圣,冯昌杰. LTE异频组网在特殊场景的应用[J]. 电信技术,2018, No.532(07):77-80.
- [19] 曹东旭,王黎,饶东. 基于切换策略的LTE系统下载速率方法提升[J]. 信息通信,2015(3):204-205.
- [20] 王煜辉,彭东升,张元生. LTE室内外异频互操作策略研究[J]. 传感器世界,2017,23(8):42-46.
- [21] 张玲. LTE网络切换问题分析[J]. 通讯世界,2016(10):8-9.

### 作者简介:

覃道满,工程师,学士,主要研究方向为移动通信网络优化及新技术推广应用;陈雄飞,高级工程师,硕士,主要研究方向为移动通信网络优化及基于机器学习的新技术推广应用。

