

NSA组网模式下的5G终端耗电


Research and Application of 5G Terminal Power Consumption in NSA Network Mode 问题研究与应用

刘宏嘉,王鑫炎,赵 伟,施 虹(中国联通浙江省分公司,浙江 杭州 310051)
Liu Hongjia, Wang Xinyan, Zhao Wei, Shi Hong(China Unicom Zhejiang Branch, Hangzhou 310051, China)

摘 要:

三大运行商在重点城市已经实现5G网络的区域性连续覆盖,部分友好用户已试用5G网络,用户使用过程中普遍出现终端异常耗电的情况,用户感知相对较差,因此网络侧对手机电池节电势在必行。研究了通过优化的手段,来降低终端耗电。

关键词:

NSA;接入流程;双链接;节电;分流策略
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2020.11.010
文章编号:1007-3043(2020)11-0053-05
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

Three major operators have achieved regional continuous coverage of 5G network in key cities. Some friendly users have tried 5G network. In the process of users' use, abnormal terminal power consumption is common and users' perception is relatively poor. Therefore, it is imperative to save power for mobile phone batteries on the network side. The optimization method is studied to reduce the terminal power consumption.

Keywords:

Non-Standalone; Access process; Double links; Save electricity; Diversion strategy

引用格式:刘宏嘉,王鑫炎,赵伟,等. NSA组网模式下的5G终端耗电问题研究与应用[J]. 邮电设计技术,2020(11):53-57.

0 引言

“4G改变生活,5G改变社会。”中国政府高度重视5G发展,把5G作为网络强国建设重点突破的领域。“十三五规划”里明确指出,要积极推进5G发展,5G建网初期,由于产品不完善、策略问题、参数设置等问题影响用户体验,本文从5G终端耗电问题入手,全面分析终端、网络之间的协同配合机制,针对性提出解决方案,降低用户终端耗电,有效地提升用户5G业务使用体验。

2019年6月,中国联通启动了5G友好用户体验,体验过程中用户反馈5G某品牌终端待机时间明显少于4G终端,耗电较大,而终端锁定4G网络后,耗电量正常。

为排除个别终端、个别品牌的本身硬件问题导致终端耗电的情况,采取多个同款终端和多个品牌终端进行验证。所有终端均在凌晨0:00电量充满,在息屏待机的情况下,每小时观察一次记录终端耗电情况(后台业务保持一致)。

a) 相同品牌多款终端耗电对比验证。选取3个相同品牌终端进行验证,3款终端均在06:00剩余电量为0%,说明不是由个别终端问题引起的异常耗电。

收稿日期:2020-09-16

b) 不同品牌多款终端耗电对比验证。选取不同品牌型号的终端进行验证,发现不同品牌终端耗电情况趋势一致,经过6 h待机,剩余电量均小于5%。说明不是由个别品牌终端问题导致耗电异常。

综上所述,5G终端普遍性耗电较大的问题,对后期5G业务商用带来巨大的障碍。

1 终端耗电影响因素分析

1.1 耗电原因分析

NSA组网方式情况下,与终端耗电相关的问题原因主要包括终端原因、技术体制原因、组网方案原因3个方面。

1.1.1 终端原因

5G芯片外挂:NSA组网的情况下,各大芯片厂商目前暂未推出内置5G调制解调器的服务运营中心(SoC——Service Operation Center)解决方案。主流的骁龙855、Exynos 9820、麒麟980均没有内置对5G网络的支持功能,均需单独外挂自家的骁龙X50、Exynos 5100、巴龙5000来实现5G功能,大大的增加了手机的功耗。

为支持5G网络的关键技术Massive MIMO,部分终端内置8根天线,每根天线都有自己的功率放大器,这就产生比较大的功耗,同样加大了终端的耗电量。

1.1.2 技术体制原因

5G带宽大:5G支持在Sub 6 GHz频段下最大支持100 MHz带宽,由于目前R15版本还不支持BWP(部分带宽)功能,终端UE则需要对5G NR全带宽进行测量,大大的增加终端耗电。

终端多收多发:NSA组网的情况下,目前支持4×4MIMO,使用过程中,影响终端耗电。

1.1.3 组网方案原因

双连接:5G网络重要特点为控制面与用户面分离,在目前NSA组网方式下,控制面由eNB提供,用户面由eNB和gNB提供,因此终端需要双连接,即同时连接4G/5G网络,增加终端耗电。

NR空测:4G/5G网络覆盖不一致,4G锚点站覆盖区域大于5G NR覆盖区域,UE在有锚点站覆盖且无NR覆盖区域,会频繁发起5G NR的建立,影响终端耗电。

锚点站频繁切换:锚点站切换过程中,5G NR会断开重新建立,在4G重叠覆盖区域,终端耗电量相对较

大。

实时在线:为在5G NR覆盖区域显示5G网标,通过UE实时连接5G NR网络的方式,大大的增加了终端耗电。

1.2 5G终端节电关键点

根据以上终端耗电的3个方面的原因,从业务流程、建立策略、特性功能等方面提出整改建议。

a) 网络结构:NSA组网条件下,4G站点作为锚点站用于控制面数据传输,对锚点站进行合理的优化,包括锚点站的精准规划、锚点站重叠覆盖优化、双连接策略优化。

b) 业务建立策略:终端在4G/5G双链接的情况下,比较耗电。合理释放NR连接和设定建立NR连接的条件,可以有效的提高终端待机能力。

c) 特性功能:DRX、BWP功能对终端耗电有明显改善效果。

2 5G终端节电方案及验证效果

2.1 业务流程优化

LTE小区配置为锚点小区后,终端接入网络后,eNB下发RRC Connection Reconfiguration,将NR相关信息发送给UE,终端对5G NR网络进行搜索。如果搜索不到5G NR网络信号,UE会间隔一定周期重新搜索,该间隔由载波配置间隔定时器控制。搜索NR信号过程中,终端耗电略有增加。该定时器时间过长,NR载波添加慢,影响用户体验;定时器时间过短,终端耗电和网络负荷增加。建议设置为10 s,终端自身耗电问题解决后,可缩短该定时器。

NSA终端占用锚点小区,在满足NR载波添加条件时,会主动测量SSB信号强度,满足门限则添加NR载波,提升感知。若无满足条件的NR载波,NSA终端会周期性测量,耗电增加。而NSA终端占用非锚点小区,不会发起NR载波测量,将终端置于锚点站和非锚点站,后台应用程序一样的情况下,锚点站下的终端耗电量大于非锚点站下终端的耗电量(见表1)。

表1 锚点站与非锚点站下的终端耗电量对比

时间/min	非锚点站/%	锚点站/%
0	100	100
15	100	99
30	97	97
45	94	93
60	91	90

所以,从耗电角度看,锚点小区配置不宜过多。但是无线信号没有规律性,锚点小区配置过少,NSA终端占用NR载波概率降低,造成感知下降。

为提升用户5G NR使用感知,需保证5G的覆盖。而接入5G网络需4G站作为锚点用于控制面的接入,如果锚点信号过少,导致部分区域有5G信号,无锚点信号,造成5G用户无法享用5G网络,造成网络资源的浪费。同时影响用户感知。

综上所述,4G锚点的规划不宜过多,也不易过少,需要根据5G NR覆盖范围精细规划4G锚点,保障5G NR覆盖的同时兼顾改善终端耗电。

锚点小区规划建议:根据NR站点覆盖仿真图规划锚点小区,有NR信号的区域均规划锚点小区,确保NR终端均能使用5G网络,减少不必要的测量。

2.2 锚点站重叠覆盖优化

NSA网络,eNB-gNB双连接情况下,连接态UE移动过程中会出现3种切换情况。

- a) eNB和gNB服务小区均发生变更。
- b) eNB服务小区不变,gNB服务小区发生变更。
- c) eNB服务小区发生变更,gNB服务小区不变。

eNB服务小区变更后,控制面重新建立,因此提供用户面数据的5G NR网络需“先释放、后再建立”。锚点频繁切换的重叠覆盖区域,终端相对其他区域更耗电。

非频繁切换区域主要分为2种情况。

a) 主服务小区电平强,路损低,终端发送功率低,耗电少。

b) 主服务小区电平弱,但是无线信号较为纯净,干扰少,重传少。传输相同的数量时间段,耗电少。

频繁切换区域也分为2种情况。

a) 主服务小区电平强,频繁切换,覆盖不合理。SINR弱,造成重传高,传输时间变长,耗电增多。

b) 主服务小区电平弱,频繁切换,证明无主控小区,需要新增站点。此情况下SINR更差,重传更高,可能造成数据长时间无法发送成功,手机长时间处于连接态,耗电异常快。这种情况是需要避免的。

将终端分别置于2个场景,后台应用程序运行不变,观察3h终端耗电情况,发现置于频繁切换区域的终端耗电多于非频繁切换区域(见表2)。

2.3 业务态双连接策略优化

NSA组网模式下,空闲态只连接锚点站eNB,空闲态释放5G NR载波后,手机显示4G网标,5G建网初

表2 频繁切换区域与非频繁切换的终端耗电情况对比

时间/min	非频繁切换/%	频繁切换/%
0	100	100
30	98	98
60	94	93
90	90	89
120	87	86
150	84	83
180	80	78

期,为使用户终端侧能够一直显示5G网络,启用终端一直连接5G NR网络(即终端一直处于连接态)的策略。实现方式主要通过将UE不活动定时器设置为0,使其不释放NR载波,达到终端一直显示5G网标,而负面作用是终端耗电较快。

同款终端在参数修改前后。同位置,通过3h终端耗电数据统计,发现UE不活动定时器修改为10s后,终端耗电情况改善明显(见表3)。

表3 连接参数修改前后终端耗电情况对比

时间/min	修改前/%	修改后/%
0	100	100
30	98	100
60	94	100
90	90	100
120	87	100
150	84	100
180	80	99

优化建议:通过SIB消息携带上层指示开关,终端驻留锚点小区即可显示5G网标,推荐UE不活动定时器修改为10。

2.4 业务建立策略优化

NSA组网下,NR终端信令面承载在LTE,业务面同时承载在LTE和5G NR网络。减少终端eNB和gNB双连接,可以有效的降低终端耗电。NR网络建立流程如图1所示。

为减少eNB和gNB双连接时长,可从2个方面进行优化。

a) 覆盖优化控制:即弱覆盖区域不建立NR,通过4G侧下发测量控制中的B1门限来控制。建议设置为-105 dBm。

b) 流量优化控制:根据目前4G网络能力,完全可以承载部分数据业务能力,NR建立过程中合理设定流量门限,减少eNB和gNB双连接带来的终端耗电影

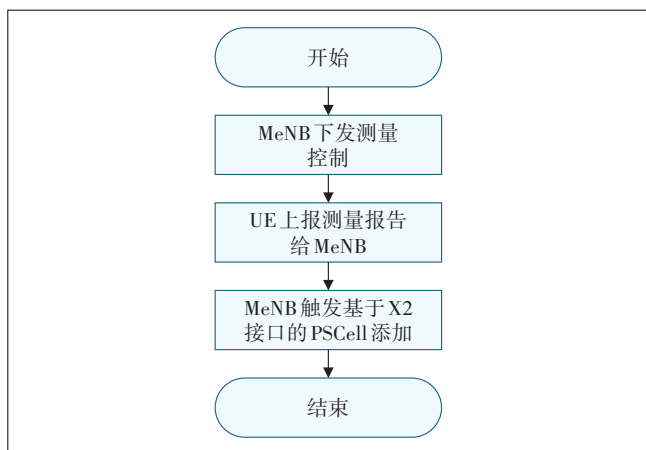


图1 NR网络建立流程

响,建议设置流量门限为50 kbit。

通过对现网的参数设置,通过30 min粒度观察终端耗电情况,后台开启相同的应用,3 h的数据统计显示,终端节电4%(见表4)。

表4 业务建立参数修改前后终端耗电情况对比

时间/min	修改前/%	修改后/%
0	100	100
30	98	99
60	94	96
90	90	93
120	87	90
150	84	87
180	80	84

2.5 特性功能优化

2.5.1 DRX功能优化

CDRX特性可以使处于连接态的终端周期性地暂停侦听PDCCH(见图2),从而降低终端能耗,尤其是当终端处于以下业务时:周期性连续小包、业务对时延不敏感业务、稀疏小包业务、有数据缓存业务效果更为明显。如针对目前主流的1080P高清视频业务,所需速率为10 Mbit/s,相对5G用户体验速率1 Gbit/s差距较大,下载缓存区数据所需时间短,因此5G网络下

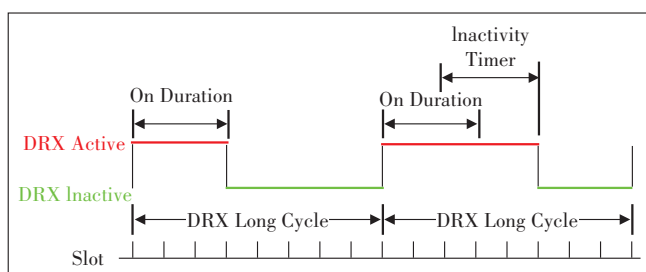


图2 CDRX示意图

DRX对终端耗电效果好于其他制式网络。

On Duration: 激活期,UE正常工作。

Inactive: 休眠期,UE不监听PDCCH,下行数据不调度,不发送周期SRS,CSI测量。

优化建议:各定时器参数建议设置如表5所示。

表5 各定时器参数设置建议

参数	OnDurationTimer	DrxInactivityTimer	LongDrxCycle
LTE	8	100	320
NR	10	100	320

通过对现网4G/5G DRX参数进行设置,选取相同终端进行业务态的耗电测试验证。DRX特性打开/关闭各测试一次。观看腾讯视频(720P),每15 min记录一次电量,共1 h。屏幕亮度50%。4G/5G DRX开关打开/关闭对比,打开观看腾讯视频1 h节电11%,有效地减少了终端耗电,具体验证情况如表6所示。

表6 4G/5G DRX开关打开/关闭终端耗电对比

时间	4G/5G网络DRX均打开		4G/5G网络DRX均关闭	
	NR/%	锁LTE/%	NR/%	锁LTE/%
0	100	100	100	100
15	99	100	96	100
30	96	97	92	97
45	93	94	87	94
60	91	91	82	91

2.5.2 上行预调度功能优化

连接态用户进行数据传送时,需要网络侧进行调度。而传统调度为终端上发请求后,基站开始调度。这种方式造成的结果是E2E的时延较长(约20 s)。为了有效节省业务时延,基站对终端进行上行预调度的策略,时延为10 s,即无论终端是否需要传输上行数据,基站侧一直对终端进行调度。如果终端无数据需要发送,为了防止失步,所以终端会回复空包,造成终端耗电。

优化建议:通过智能预调度和DRX参数来保证用户时延QoS的前提下,达到终端节电的目的(智能预调度:基站收到终端要求发送下行数据包后,启动上行调度。时延为11 s,这种方式既可以省电,也可以降低时延)。

通过上行智能预调度功能的开启与DRX功能配合使用,观看腾讯视频(720P),屏幕亮度50%,对主流APP应用进行耗电验证,主要包括今日头条,每秒刷一次网页;抖音、短视频播放完成播放下一个视频。每

10 min 记录一次电量,统计 1 h 终端剩余电量的情况。综合考虑,1 h 终端可节电 27.8%(见表 7)。

表 7 上行智能预调度功能开启/关闭终端耗电对比(单位:%)

时间/ min	今日头条		腾讯视频		抖音	
	上行智能 预调度 (关)	上行智能 预调度 (开)	上行智能 预调度 (关)	上行智能 预调度 (开)	上行智能 预调度 (关)	上行智能 预调度 (开)
	DRX(关)	DRX(开)	DRX(关)	DRX(开)	DRX(关)	DRX(开)
0	100	100	100	100	100	100
15	97	99	97	99	95	97
30	92	95	92	95	89	93
45	87	91	88	92	84	89
60	82	87	83	88	79	85

2.5.3 BWP 功能优化

BWP 即 Bandwidth part, NR 标准中提出的新的概念,是网络侧配置给 UE 的一段连续的带宽资源,可实现网络侧和 UE 侧灵活传输带宽配置。终端在小包低速业务时,可切换到小带宽,以达到终端省电的目的。

NR 支持更大带宽的数据速率(单载波最大 400 MHz),这要求射频侧和基带侧的数据处理速率都要高得多。支持更高的采样率、更小的时隙长度、更高的编码器/解码器性能、更高的电压(漏电)、更大的内存、LTE-NR 双连接等,需要更大的功耗,特别是对 mmWave 的支持,需要额外的功率用于波束形成操作和波束管理。

BWP 引入的其中一个目的是克服终端功耗的增加,网络可以通过 BWP 来适应数据的传输/接收需求,网络可以配置窄的 BWP 来监控 PDCCH,或者更宽的 BWP 来接收大数据,BWP 信道带宽的自适应是一种有效的节能技术。但是,UE 的 BWP 大小选择是一个很大的挑战,使用大带宽还是小带宽来支持一定量的数据,可以考虑 2 种策略。

- a) 使用大 BWP 和长深睡眠。
- b) 使用窄 BWP 和短浅的睡眠。

如果选择的 BWP 太大,那么射频器件可能会消耗太多的功率(超过要求),不必要的采样/滤波/ADC。但是,如果选择的 BWP 比需要的业务量小,那么网络就必须将更多的 PDSCH 调度到 UE 上,使 UE 的业务时间更长,这就要求 UE 的唤醒/处理时间更长,从而可能增加 UE 的功耗。

优化建议:业务量需求少时,UE 侧灵活配置下行带宽,缩小至 20 MHz,降低终端采样率,达到节电目的。由于 R15 还不支持 BWP 功能,后续可作为终端节

电优化手段之一。

3 效果验证

通过业务流程、NR 建立策略的优化,减少 NSA 组网下终端不必要的测量和在不影响用户感知的情况下减少终端 eNB 和 gNB 双连接时终端基带芯片、网络制式原因带来的耗电。同时,针对节电功能 DRX、上行预调度功能对耗电带来的影响进行功能开启和优化,整体终端耗电得到很好的优化效果,由原来的 6 h 耗电 68% 下降到 8%,大大地提升了用户使用感知。

用户习惯不同,节电效果可能略有差别。后续可对 BWP 进行优化,效果有待验证和评估。

4 总结及建议

5G 建网初期由于终端芯片不完善,同时 5G 网络带宽、关键技术均要求终端需要更大的功耗进行业务,优化过程中,在保障网络覆盖的同时,可考虑用户从业务建立到上下行数据传输各个流程中是否有冗余,网络制式是否可进行策略上的优化,同时配合现有功能进行全面分析,达到最优效果。

参考文献:

- [1] 张传福. 5G 移动通信系统及关键技术[M]. 北京:电子工业出版社,2018
- [2] 埃里克·达尔曼. 5G NR 标准:下一代无线通信技术[M]. 北京:机械工业出版社,2019.
- [3] 文森特·黄. 5G 系统关键技术详解[M]. 北京:人民邮电出版社,2018.
- [4] 万蕾,郭志恒. LTE/NR 频谱共享[M]. 北京:电子工业出版社,2019.
- [5] 曾召华. LTE 基础原理与关键技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2010.
- [6] 易睿得. LTE 系统原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2012.
- [7] 杨丰瑞,文凯,吴翠先. LTE/LTE-Advanced 系统架构和关键技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2015.
- [8] 许珺,李佳俊,李轶群,等. 5G NSA 场景下终端自干扰问题对网络性能的影响分析[J]. 移动通信,2018,42(9):21-26.
- [9] 周代卫,王正也,周宇,等. 5G 终端业务发展趋势及技术挑战[J]. 电信网技术,2015(3):64-68.

作者简介:

刘宏嘉,高级工程师,学士,主要从事移动网络管理、创新,新技术探索与研究应用等工作;王鑫炎,工程师,学士,主要从事移动网络优化分析、网络资源挖潜,新技术探索等工作;赵伟,高级工程师,硕士,主要从事大数据网络分析、挖掘及应用的工作;施虹,工程师,学士,主要从事网络优化分析、网络大数据应用研究。