

导读:为践行“创新、协调、绿色、开放、共享”新发展理念,加快建成覆盖广泛、技术先进、品质优良、高效运行的5G网络,移动网络共建共享成为提质降本的关键举措。不同运营商无线接入网共享,上联接入各自不同运营商核心网,实现网络共用和业务自主为特征的资源共享技术方案成为当前的主流模式。

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4期和第5期推出“5G共建共享技术”主题专栏,论文内容涵盖基于5G共建共享技术方案、无线网络共建共享关键技术、共建共享中的语音承载技术以及4G/5G多频段互操作技术等内容,期待为5G时代的共建共享技术研究和应用部署提供有益的借鉴,本期将刊出下半部分。



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80篇,发明专利100余篇,个人专著3本。

5G NSA 接入网共享技术演进方案研究^{*}

高 谦,贺 琳,李福昌,朱雪田,冯 毅

(中国联合网络通信有限公司网络技术研究院,北京 100048)

摘要:随着5G商用,越来越多的国家都商用了5G网络,但受限于5G SA标准、设备和终端的成熟度,初期的5G网络建设均采用NSA组网方案,后续必然需要考虑向SA网络演进的问题,故对于5G NSA接入网共享方案,也需要考虑NSA接入网共享向SA接入网共享的演进问题。针对NSA向SA演进过程中不同接入网共享演进方案在组网复杂度、运维优化复杂度、用户业务体验等方面进行系统分析,以期为运营商NSA接入网共享的演进方案选择提供参考。

关键词:5G网络;接入网共享;SA;演进方案

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

DOI:10.16157/j.issn.0258-7998.200307

中文引用格式:高谦,贺琳,李福昌,等.5G NSA接入网共享技术演进方案研究[J].电子技术应用,2020,46(5):9-13.

英文引用格式:Gao Qian,He Lin,Li Fuchang,et al. Research on the evolution of 5G NSA radio access network sharing[J]. Application of Electronic Technique,2020,46(5):9-13.

Research on the evolution of 5G NSA radio access network sharing

Gao Qian, He Lin, Li Fuchang, Zhu Xuetian, Feng Yi

(China Unicom Network Technology Research Institute, Beijing 100048, China)

Abstract: There are more and more mobile operators had launched 5G services in 2019, 5G is entering a critical period of commercial deployment globally. Considering the maturity of SA standards, equipment and terminals, 5G shared network is based on the NSA architecture in the initial stage of 5G deployment, so the operators need to consider evolution towards SA phase in order to ensure that the network sharing would last throughout the 5G life cycle. This paper systematically analyzes different evolutions from network complexity, operation and maintenance optimization complexity, user experience and so on, in order to provide an effective guideline for operators to choose the evolution for RAN sharing.

Key words: 5G network; RAN sharing; SA; evolution

* 基金项目:国家科技重大专项(2018ZX03001023)

0 引言

接入网共享是指运营商在采用共享方式建设网络的过程中,仅共享接入网部分,双方核心网仍独立建设的一种网络共享方案。全球许多个国家,包括英国、西班牙、瑞典等国家的运营商在其3G/4G网络建设中都曾采用过该方案进行网络建设,从而达到实现其3G/4G网络的快速商用,并降低运营网络建设成本的目的^[1]。而随着5G时代的到来,运营商电信业务收入又进一步下滑,而5G网络的投资却更加巨大,即“增量不增收”的问题进一步加剧,故5G网络共享技术越来越受到各个运营商的关注。

5G网络相比于以往的2G/3G/4G网络一个最大的不同是,5G组网分为非独立(Non-Stand Alone, NSA)组网和独立(Stand Alone, SA)组网两种方案,其中NSA组网主要依托于现有4G网络,使用双连接的方式实现4G和5G的联合组网,其应用场景有限,主要适用于增强移动宽带(enhanced Mobile Broadband, eMBB)业务,故被看作5G初期的过渡方案;而SA网络是一张独立于4G的全新网络,能够支持所有的5G新特性及新业务,是业界公认的5G目标方案^[2-5]。

从当前全球运营商的5G网络部署也不难看出,2019年考虑到5G SA网络的标准、设备以及终端产业链均尚不完善,且5G网络部署初期主要应用于eMBB场景,故为了满足2C用户发展的需要,各国运营商5G商用网络建设均采用NSA组网方案,后续再向SA组网演进升级。因此,若运营商想在整个5G生命周期内都进行5G网络共享,在5G共享方案的设计中,除了考虑初期的5G NSA接入网共享方案外,NSA接入网共享向SA接入网共享的演进方案也是运营商不得不考虑的问题。

本文首先简要介绍NSA接入网共享方案,然后在此基础之上着重从方案演进能力、未来网络业务需求以及竞争力等方面对NSA接入网共享向SA接入网共享的演进方案进行分析与阐述。

1 NSA接入网共享方案

NSA接入网共享的基本思路是双方运营商仅接入网共享(包括基站及部分传输等),核心网仍然各自独立建设^[6],但考虑到NSA组网的特点,NSA接入网共享方案下,在5G网络共享的同时需要一并考虑4G网络的共享问题。考虑到目前异厂家基站设备X2接口的互联互通尚不完善,NSA组网下,4G和5G基站设备需要同厂家的问题,故NSA接入网共享方案依据双方运营商4G基站厂家的不同,又进一步分为双锚点方案和单锚点方案两种。

双锚点方案是指双方运营商只共享5G基站,4G基站不共享,共享的5G基站分别与双方运营商的4G锚点基站建立X2接口,其架构如图1所示。从架构图可以看出,该方案的最大优势是简单、对现网改造小,但由于共享基站要与双方运营商的4G基站同时建立连接,故

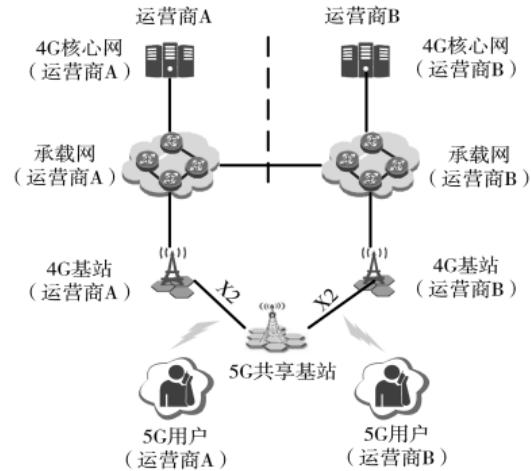


图1 双锚点共享方案架构图

该方案仅适用于双方运营商4G采用相同设备厂家基站覆盖的区域。

单锚点方案是指5G基站覆盖范围内,4G和5G基站一起共享,分别接入各自4G核心网,其架构如图2所示。相较于双锚点方案,该方案实现较复杂,但对适用场景无限制。

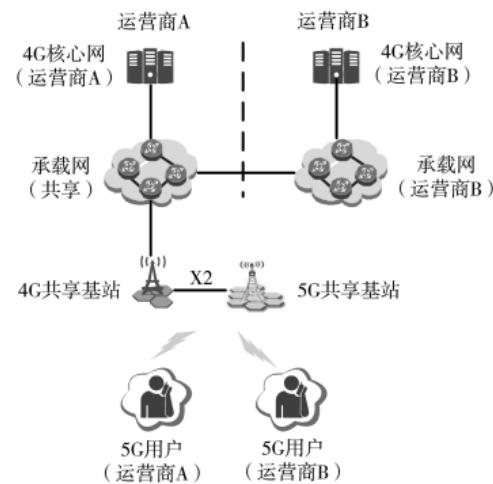


图2 单锚点共享方案架构图

从网络演进的角度来看,上述两种NSA接入网共享方案均需具备向SA接入网共享演进的能力。

2 NSA接入网共享向SA接入网共享演进方案

从国内运营商的5G网络建设来看,当前各运营商所建设的5G网络均采用NSA架构,但NSA网络仅为过渡期部署方案,2020年国内各运营商均计划向SA网络演进。但考虑到目前运营商现网中仍存在一定量的NSA单模终端(仅能在NSA的网络下才能使用5G服务),且目前SA的国际漫游尚不完善等问题,故是否需要考虑NSA/SA双模阶段也就成为了运营商在网络演进中不得不面对的问题。具体来看,NSA向SA演进的方案大体可分为4种,如图3所示。

本文将逐一分析上述NSA向SA演进方案的实现方

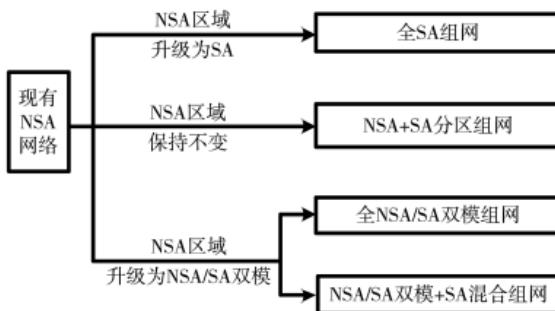


图 3 NSA 向 SA 演进方案

式、优劣势等进行阐述和分析。

2.1 全 SA 组网方案

业界公认 SA 组网是运营商 5G 的目标网络,故全 SA 组网是 NSA 接入网共享演进方案中最理想的方案,即在 NSA 向 SA 演进时,一方面对原有 NSA 区域进行改造,包括新建 5G 核心网,同时 5G 基站断开和 4G 的连接,并双上联至双方 5G 核心网,升级为 SA 网络;另一方面对于新建的 5G 区域直接采用 SA 组网架构进行建设,以最终实现全网 SA 组网的目的。SA 接入网共享的组网架构如图 4 所示。

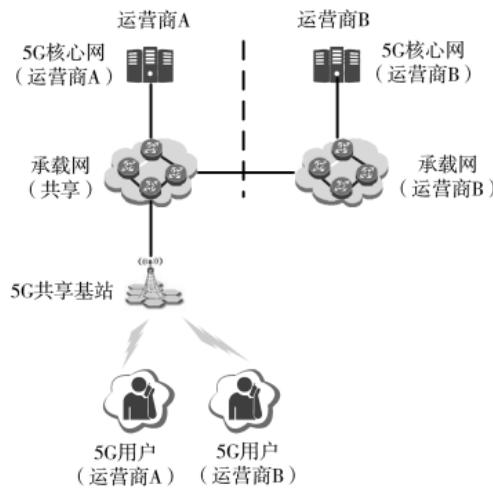


图 4 SA 接入网共享方案架构

该演进方案一步到位,运营商的网络直接演进到 5G SA 组网,组网方式最为简单,全网采用 5G SA 组网方式,除了能够支撑原有的 eMBB 业务外,还可以更好地支撑超高可靠与低延迟通信(Ultra-reliable and Low Latency Communications,uRLLC)、海量机器类通信(Massive Machine-Type Communications,mMTC)等多种业务。但同时也需要注意的是,2019 年国内上市很多 5G 终端均仅支持 NSA 单模,故如果运营商直接演进到 SA 网络,后续现有 NSA 单模终端将无法再使用 5G 服务,且目前 SA 漫游协议尚不完善,只要国外运营商采用 NSA 网络架构,按照现有协议标准,国际漫入用户将无法使用 SA 网络,仅能在 4G 网络下为国际漫入用户提供服务,这将对漫游用户的业务体验产生一定影响。

2.2 NSA 和 SA 分区域组网方案

第二种演进方案是 NSA 和 SA 分区域组网方案,即在 NSA 向 SA 演进时,原有 NSA 部署区域无需任何改造,保持不变,而仅后续新建 5G 区域采用 SA 组网架构进行网络建设。

NSA 和 SA 分区组网示意图如图 5 所示,从该图可以看出,NSA 和 SA 分区组网方案的核心是需要 NSA/SA 双模终端根据网络能力自适应选择网络,故本演进方案下需要重点关注终端的选网问题,以及 NSA 与 SA 间的互操作问题。

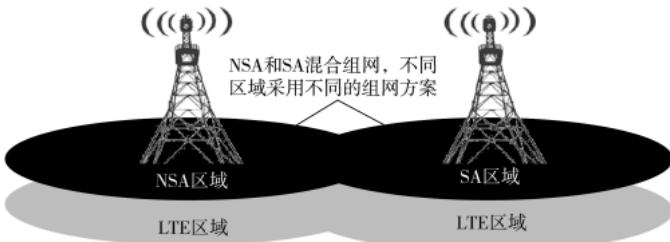


图 5 NSA 和 SA 分区组网示意图

首先是终端的选网过程,按照 3GPP 的定义^[7-8],终端选网流程如图 6 所示。

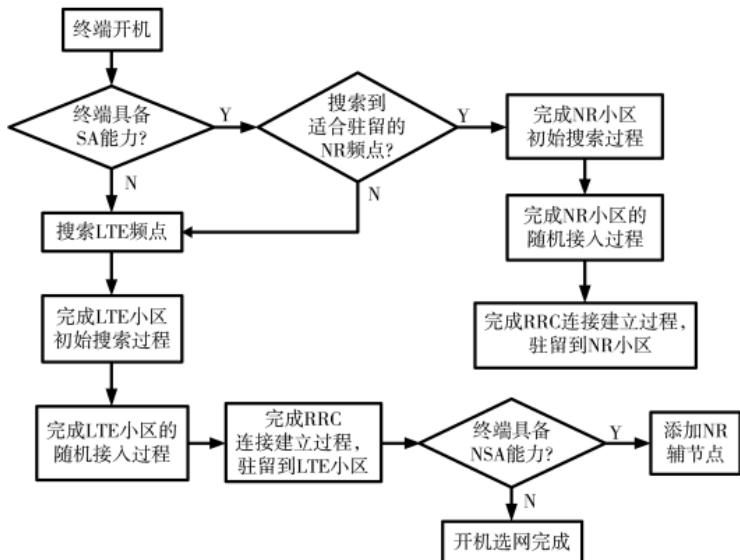


图 6 终端选网流程图

依据上述终端选网流程,NSA/SA 分区组网下,不同终端的驻留方式如表 1 所示。

可见,该方案下,不同能力的 5G 终端业务体验会存在差异。此外,影响本演进方案网络性能的一个关键点是端到端对于 SA 与 NSA 间互操作的支持情况。从目前产业链看,SA 与 NSA 间基本的移动性可保证,但 NSA 到 SA 的互操作功能支持尚不完全,还需运营商后续进一步推进。此外,当用户在 NSA 区域与 SA 区域间移动时,若切换不及时,很可能面临同频干扰问题,如 NSA 单模终端从 NSA 区域移动到 SA 区域时,如果 NSA 单模终端

表 1 不同终端在不同网络下的选网情况(NSA/SA 分区组网下)

终端	NSA 区域	SA 区域	4G 区域
NSA 单模终端	4G 选网, 可使用 NSA 网络	4G 网络	4G 网络
NSA/SA 双模终端	4G 选网, 可使用 NSA 网络	5G 优先, 使用 SA 网络	4G 网络

依据 4G 信号一直未切换, 则可能面临着 NR 的同频干扰问题。因此, 若采用该演进方案, 在后续网络的运维优化中, 运营商应着重关注互操作的设置策略, 同时, 应尽可能避免 NSA 和 SA 大量插花部署。

总体来看, 该方案组网相对简单, 但 NSA 单模终端仅能在现有 NSA 区域使用 5G, 用户体验与 NSA/SA 双模终端差异较大, 且只要国外运营商采用 NSA 网络架构, 按照现有协议, 国际漫入用户将无法使用 SA 网络。

2.3 全网 NSA/SA 双模组网方案

第三种演进方案是全网均采用 NSA/SA 双模组网方案, 具体来说, 就是原有 NSA 区域升级支持 NSA/SA 双模, 而新建的 5G 区域直接按照 NSA/SA 双模架构进行网络建设。

该方案实现的关键是需要 5G 终端根据自身能力自适应地选择网络, 同时若终端具备 SA 能力, 则应优先接入 SA 网络。从前面的描述不难发现, 由于全网所有 5G 区域都同时具备 NSA 和 SA 能力, 故 NSA 单模终端在所有 5G 区域都能够享受到 5G 服务, 用户体验好; 同时只要终端具备 SA 能力, 全网均可支撑 eMBB、uRLLC、mMTC 等 5G 新业务。但与此同时, 正因为所有 5G 区域都同时具备 NSA、SA 能力, 因而其组网复杂度较高, NSA/SA 双模组网架构如图 7 所示。

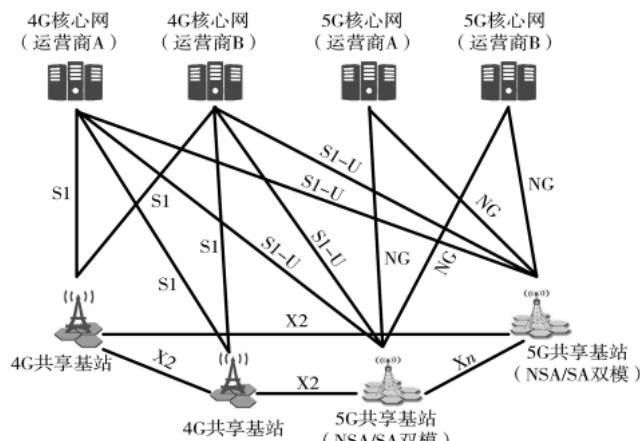


图 7 NSA/SA 双模组网架构示意图

从图 7 不难发现, NSA/SA 双模组网下与 LTE 强耦合, 接口、参数配置、告警、KPI 指标、故障/投诉处理、版本升级等都需要 4G/5G 同步或配合, 具体

影响如下:

(1) 接口方面

在 NSA 组网向 NSA/SA 双模组网演进的过程中, 除原有 NSA 网络的接口和连接

保持不变外, 5G 共享基站还需同时与双方的 5G 核心网均建立 NG 接口。此外, 5G NR 基站间也需要建立 Xn 接口, 接口数量明显增多。

(2) 维护/优化方面

NSA/SA 双模组网下, 运营商需要同时维护 NSA 和 SA 两个系统, 故系统参数、邻区及数据配置都将更加复杂。此外, 5G 共享基站也需同时支持 4G QoS 架构和 5G QoS 架构; 并且, 移动性管理方面也将面临着 5G 系统内切换、NSA 与 SA 间互操作、5G 与不同运营商 4G 系统间的互操作等更多的移动性场景、更高的互操作概率, 以及更复杂的邻区关系配置。

(3) 网络监控方面

考虑到 NSA 与 SA 关键告警、KPI 指标不完全相同, 故 NSA/SA 双模组网下需要同时监控 NSA 和 SA, 监控内容增加。

(4) 故障、投诉处理方面

NSA/SA 双模组网下, 网络的故障和投诉需要 NSA/SA 网络与双方的 4G 网络联合定位, 定界定位将更为复杂。

(5) 版本升级

由于 NSA 组网与 4G/5G 版本强耦合, 因此 NSA/SA 双模组网下, 也需要 4G 和 5G 同步版本升级。

总体来看, NSA/SA 双模组网下, 由于网络同时支持 NSA 和 SA 两种模式, 故无论是本网用户、共享用户, 亦或是国际漫入用户, 用户体验最佳, 但与此同时也将不可避免地带来组网以及后续运维优化方面的复杂度。

2.4 NSA/SA 双模与 SA 混合组网

最后一种演进方案是 NSA/SA 双模和 SA 的混合组网方案, 该方案主要是考虑将原有 NSA 区域升级为 NSA/SA 双模, 而新建的 5G 区域直接采用 SA 架构进行网络建设。该方案下, 仍然需要 5G 终端依据自身终端能力以及网络能力自适应地选择网络接入, 具体如表 2 所示。

总体来看, 该方案下所有 5G 区域均支持 SA 模式, 均可支撑 5G 的新业务以及新特性(如切片等), 但 NSA/SA 双模组网区域同样面临着组网复杂以及后续的运维/优化复杂等问题; 此外, 需要注意的是, NSA 单模终端仅能在 NSA/SA 区域使用 5G, 用户体验与 NSA/SA 双模终端差异较大。

3 NSA 向 SA 演进方案对比

上文已经对 NSA 接入网共享向 SA 接入网共享的演进方案进行了逐一分析, 本节将重点针对不同演进方案在组网复杂度、运维优化复杂度、用户业务体验等方面进行对比, 具体如表 3 所示。

表 2 不同终端在不同网络下的选网情况(混合组网下)

终端	NSA/SA 区域	SA 区域	4G 区域
NSA 单模终端	4G 选网, 可使用 NSA 网络	4G 网络	4G 网络
NSA/SA 双模终端	5G 优先, 使用 SA 网络	5G 优先, 使用 SA 网络	4G 网络

表 3 NSA 接入网共享演进方案对比

项目	全 SA 组网	NSA 和 SA 分区组网	全网 NSA/SA 双模组网方案	NSA/SA 双模+SA 混合组网
组网复杂度	低	较低	高	中
运维/优化复杂度	低	较低	高	中
用户体验	NSA 单模终端不能使用 5G, 且国际漫游受影响	NSA 单模终端较 NSA/SA 双模终端业务体验差, 且部分区域 (SA 区域) 国际漫游受影响	各类 5G 终端在全网均能体验 5G 业务, 用户体验最佳	NSA 单模终端较 NSA/SA 双模终端业务体验差, 且部分区域 (SA 区域) 国际漫游受影响

4 结论

受限于国际漫游、NSA 单模终端等因素, NSA 接入网共享向 SA 接入网共享演进的过程中必然存在着 NSA 和 SA 共存的过渡阶段。本文对几种潜在的接入网共享演进方案进行了详细的阐述和分析, 总体来看, 不同接入网共享演进方案在组网复杂度、运维/优化复杂度、用户业务体验等方面各有优劣, 运营商在网络演进过程中可结合网络的实际需求按需选择。

参考文献

- [1] 周瑶, 李福昌.FDD 基站共享技术应用解析[EB/OL].(2016-04-08)[2020-04-13].http://zhuanti.cww.net.cn/article/article_weixin.asp?id=289860.
- [2] 曹亘, 吕婷, 李轶群, 等.3GPP 5G 无线网络架构标准化进展[J]. 移动通信, 2018, 42(1): 7-14.
- [3] 刘毅, 郭宝, 张阳, 等.5G 独立组网与非独立组网浅析[J]. 电信技术, 2018(9): 88-90.
- [4] 吕婷, 曹亘, 李轶群, 等.基站架构及面向 5G 的演进研究[J]. 邮电设计技术, 2017(8): 46-50.
- [5] 黄蓉, 王友祥, 刘珊.5G RAN 组网架构及演进分析[J]. 邮电设计技术, 2018(11): 1-6.

(上接第 8 页)

测试, 支持 5G 终端 MIMO OTA 吞吐量测试, 满足快速、低成本测试需求。

4 结束语

我国测试仪器厂家从 3G、4G 和 5G 一路走来, 孜孜不倦地追求了十几年, 研发能力不断增强, 产品性能不断提升, 产品种类不断扩大, 呈现出可喜的局面。在 5G 测试标准方面, 积极参加国际 5G 技术发展的研讨会, 参与“第五代移动通信空口技术测试白皮书”和“5G 测试规范”的编制工作, 在测试源头上处于行业第一阵营。特别是在国家 03 专项的大力支持下, 国内厂家通过多年的技术研究和产品研发, 实现了上百个测试仪器关键技术的突破, 已经形成了门类相对齐全、性能与国外最高水平相当的产品体系, 为全面保障 5G 测试打下了坚实的基础。

参考文献

- [1] IMT-2020(5G) promotion group white paper on 5G concept[R]. 2015.
- [2] 张煜.4G/5G 移动通信系统测试关键技术与应用[J]. 中国科技成果, 2017, 12(23): 22-24.

- [6] 3GPP TS 23.501.3rd generation partnership project; technical specification group services and system aspects; system architecture for the 5G system[S/OL].(2020-03-27)[2020-04-13].<ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [7] 3GPP TS 38.211.3rd generation partnership project; technical specification group radio access network; NR; physical channels and modulation[S/OL].(2020-04-03)[2020-04-13].<ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [8] 3GPP TS 38.331.3rd generation partnership project; technical specification group radio access network; NR; radio resource control(RRC) protocol specification[S/OL].(2020-03-31)[2020-04-13].<ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.

(收稿日期: 2020-04-13)

作者简介:

高谦(1989-), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 5G 无线新技术。

贺琳(1983-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 5G 无线标准及新技术等。

李福昌(1977-), 男, 博士, 教授级高级工程师, 主要研究方向: 移动通信技术等。

- [3] 刘祖深, 张煜.LTE-Advanced 空口监测与分析关键技术研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2017, 31(12): 1881-1889.
- [4] 张煜, 刘祖深, 凌云志, 等.一种基于双检波 LTE 信号电平闭环控制装置和方法: 中国, 201610616396.1[P]. 2016-12-07.
- [5] 刘祖深.高性能小数分频频率合成技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2017.
- [6] 刘祖深, 凌云志.一种 5G 移动通数字调制信号发生装置及其发生方法: 中国, 201510888709.4[P]. 2018-11-20.
- [7] 徐兰天, 凌云志.一种无线通信测试系统的符号同步方法及装置: 中国, 201410835505.X[P]. 2015-05-13.
- [8] 刘祖深.微波毫米波测试仪器技术的新进展[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(3): 1-8.
- [9] 任宇鑫, 张翔, 魏贵明, 等.适用于 5G OTA 射频测试的动态赋形紧缩场研究及其应用[J]. 信息通信技术与政策, 2019(8): 17-21.

(收稿日期: 2020-03-17)

作者简介:

刘祖深(1961-), 男, 博士, 研究员, 主要研究方向: 微波毫米波通信测试技术研究与仪器产品研发。

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