

5G 网络 NSA 与 SA 模式

Research on Interoperability Strategies for
NSA Mode and SA Mode in 5G Network

互操作策略研究

李 一¹,刘光海¹,许国平²,龙青良²(1. 中国联通网络技术研究院,北京 100048;2. 中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033)

Li Yi¹,Liu Guanghai¹,Xu Guoping²,Long Qingliang²(1. China Unicom Network Technology Research Institute, Beijing 100048, China; 2. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China)

摘 要:

基于5G网络NSA与SA模式互操作策略开展深入研究,首先介绍5G网络下终端的不同RRC状态,根据不同的RRC状态引出互操作策略下的不同场景:空闲态重选和连接态互操作。详细介绍了上述2种互操作场景的信令流程,给出了运营商面临的建设与优化挑战,并从网络建设、网络优化以及互操作策略层面分别给出了相关建议。开展的互操作策略研究,一方面可以为5G网络NSA与SA模式互操作优化提供基本理论依据,另一方面指明了互操作策略发展的方向,可以有效指导网络的精准建设。

Abstract:

It conducts in-depth research on the NSA and SA mode interoperability strategies. Firstly, the different RRC states of the terminals in 5G network are introduced. According to the different RRC states, different scenarios under the interoperability strategy are presented: reselection for idle state and interoperation for connected state. It introduces the signaling flow in two interoperability scenarios in detail, gives the construction and optimization challenges that operators face, and gives relevant recommendations from the aspects of network construction, network optimization, and interoperability strategies. The research on interoperability strategies can provide basic theoretical basis for the interoperability optimization of 5G networks NSA and SA models on the one hand, on the other hand, it indicates the development direction of interoperability strategies, and can effectively guide the precise construction of the network.

Keywords:

NSA; SA; RRC state; Interoperation; Strategies research

引用格式:李一,刘光海,许国平,等. 5G网络NSA与SA模式互操作策略研究[J]. 邮电设计技术,2020(6):55-60.

关键词:

NSA; SA; RRC状态; 互操作; 策略研究

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2020.06.011

文章编号:1007-3043(2020)06-0055-06

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):



1 概述

2019年6月6日,工业和信息化部发放5G牌照,中国正式进入5G元年。5G制式与已有2G/3G/4G制式有一个重要的区别:5G制式包含NSA与SA 2种网络模式。NSA模式复用4G核心网,以4G基站为信令锚点,通过与5G基站双连接方式传递用户数据。SA模式下,5G基站直接接入5G核心网。2种模式的主要优缺点如表1所示。

当前,4G网络技术已非常成熟,且现有规模庞大。

表1 NSA模式与SA模式优缺点

	NSA模式	SA模式
优点	核心网改造难度小,易实现	组网简单,网络部署、优化相对容易;可实现mMTC、URLLC业务;终端上行速率显著提升
缺点	无线组网复杂,网络优化难度大;无法实现mMTC、uRLLC业务;终端上行受限	新建5G,工程周期长

NSA模式以4G网络为基础,可以快速发展和普及5G网络。这样不但极大地降低了5G技术不成熟带来的各种风险,还能够有效控制运营商付出的时间和资金成本。因此5G网络建设初期,三大运营商为加快网络建设步伐、节约网络运营成本,纷纷采用NSA模式组

收稿日期:2020-04-02

网。

NSA是现在,SA却是未来。如工业和信息化部长苗圩所述:SA由于可运用场景更多,所以有着更大的商用想象空间。NSA仅能支持eMBB业务场景,SA未来还可用于支持mMTC和uRLLC业务,从而改变工业和商业的生产管理方式。也就是说,SA会是5G发展的最终形态。

由上可见,NSA和SA模式都会是5G网络的实际形态,而这2种模式也会在一段时间内共存。那么NSA和SA模式之间如何互操作,是我们应该重点关注的问题。

2 整体介绍

当前NSA采用Option3x方式组网,以4G网络为信令锚点,只有进入连接态才会触发与NR网络的双连接。因此,NSA与SA模式无法直接进行互操作,需要4G网络进行中转。

4G网络包含2种RRC连接状态:RRC Idle和RRC Connected。5G网络为了减少信令和功耗,引入了一种新的RRC状态:RRC Inactive。即5G网络包含3种RRC连接状态:RRC Idle、RRC Inactive和RRC Connected。4G与5G网络之间的状态迁移如图1所示。

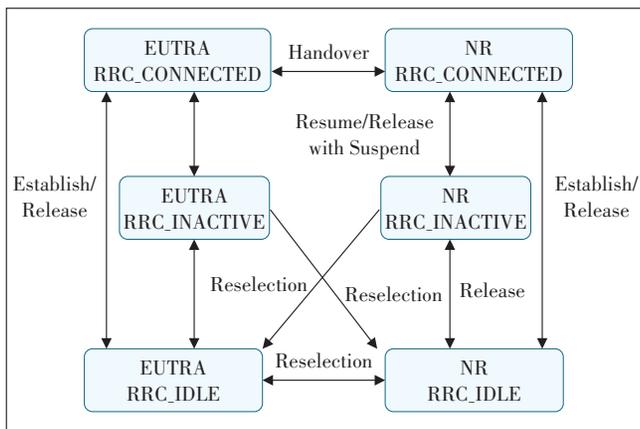


图1 4G与5G网络之间的状态迁移

考虑RRC Inactive主要应用于mMTC业务场景,本文主要基于空闲态和连接态开展NSA与SA模式互操作策略研究。只有SA终端才会存在NSA与SA模式之间的互操作,本文所述终端均为SA终端。

3 互操作场景与流程

互操作场景主要包括空闲态NSA↔SA重选、连接态NSA↔SA互操作。

3.1 空闲态NSA↔SA重选

当终端在NSA模式下处于空闲态时,会删除NR双连接。因此,空闲态的NSA模式实际为终端在4G网络的空闲态。空闲态NSA↔SA重选即为4G↔SA重选。

3.1.1 NSA→SA重选

当终端处于NSA模式下的空闲态,也就是4G网络的空闲态时,会接收4G网络的系统消息。4G系统消息除MIB、SIB1、SIB2等一些常见的广播消息外,还包含SIB24消息。SIB24消息为5G RAT重选消息,默认配置5G频点为最高优先级。关于SIB24的详细描述可参见3GPP TS 36.331协议6.3小节。

- SystemInformationBlockType24

The IE SystemInformationBlockType24 contains information relevant only for inter-RAT cell re-selection i. e. information about NR frequencies and NR neighbouring cells relevant for cell re-selection. The IE includes cell re-selection parameters common for a frequency.

当处于NSA模式空闲态的终端进入SA网络覆盖区域并满足SA NR信号质量大于某一门限时,会基于优先级的小区重选准则驻留到SA网络。

3.1.2 SA→NSA重选

SA网络默认配置5G频点为最高优先级,因此当终端处于SA模式空闲态时,只有当离开SA覆盖区域并进入4G网络覆盖区域,才会通过基于低优先级的小区重选准则,驻留到4G网络。即当终端满足SA网络NR小区小于某一门限且4G小区高于某一门限,会离开SA网络而驻留4G网络。

若4G网络覆盖区域存在NSA单模式基站,终端在4G网络发起业务后会执行5G小区添加流程,与NR小区建立双连接,从而进入NSA模式。

3.2 连接态NSA↔SA互操作

连接态的互操作包含重定向和切换2种。当4G核心网与5G核心网配置N26接口时,可通过切换和重定向2种方式进行互操作。当4G核心网与5G核心网未配置N26接口时,只能通过重定向方式进行互操作。其中,N26接口为连接4G MME与5G AMF之间的接口。

图2示出的是4G/5G融合互操作系统架构。

3.2.1 NSA→SA互操作

终端在连接态触发NSA→SA的互操作场景包括:

a) 覆盖触发:当前4G小区覆盖变差或NSA模式

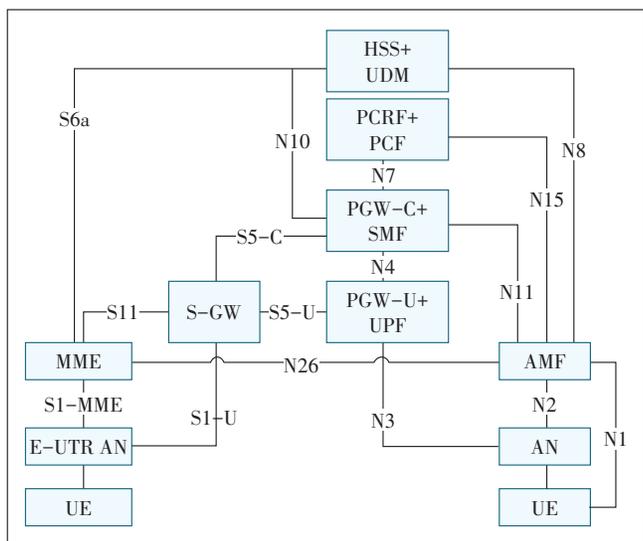


图2 4G/5G融合互操作系统架构

的NR小区覆盖弱于SA模式的NR小区,可以触发NSA→SA的连接态互操作。

b) UE能力触发:只要UE支持SA,即可触发NSA→SA的连接态互操作。

c) 业务触发:SA建网初期,语音业务仍将由4G网络VoLTE承载,当VoLTE业务结束后,可通过Fast Return回到SA网络。

当前NSA模式为Option3x组网,4G基站接入4G

核心网。因此终端在连接态从NSA模式到SA模式时,须先删除NR小区进入4G网络,再在4G网络下发起向SA网络的互操作请求。当未来NSA模式转换为Option7x组网时,4G基站接入5G核心网,那么终端在连接态从NSA模式到SA模式时,可以直接向SA网络发起互操作请求,再删除NR小区。

本文仍以Option3x组网方式进行互操作策略说明,并基于切换和重定向2种方式开展研究。

3.2.1.1 基于切换的NSA→SA互操作

当4G核心网与5G核心网配置N26接口时,终端可在连接态从NSA模式切换到SA模式:网络先删除NSA模式下的NR小区,使终端进入4G网络,之后终端从4G网络切换到SA模式。具体流程包括:

- a) 切换触发。
- b) 删除NR小区:终端从NSA模式转入4G网络。
- c) 切换准备:源eNB向目标gNB发送切换请求,通知目标gNB做好资源预留工作。
- d) 切换执行:终端删除与源eNB的RRC连接,执行与目标gNB的随机接入过程。
- e) 切换完成:核心网完成相关资源转移,并释放4G网络MME的UE上下文。

图3示出的是基于切换的NSA→SA互操作流程。

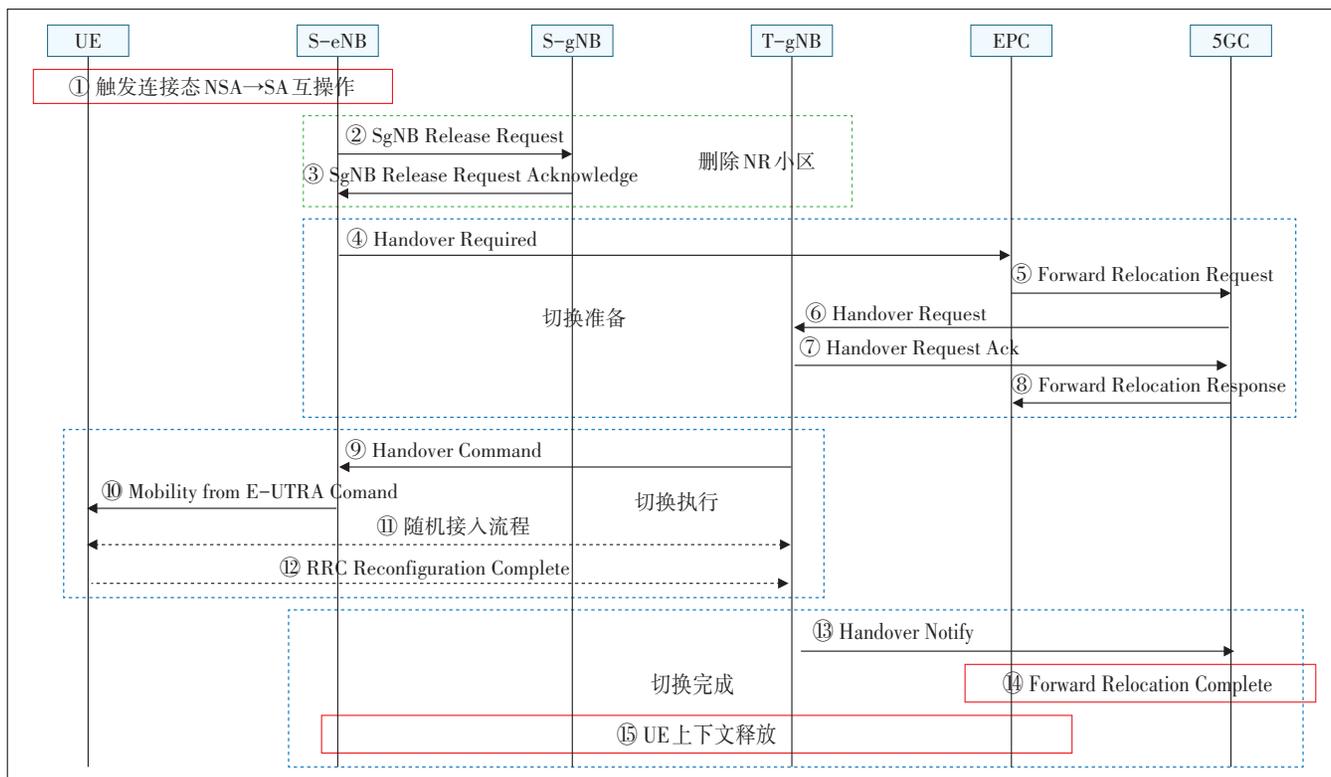


图3 基于切换的NSA→SA互操作流程

3.2.1.2 基于重定向的NSA→SA互操作

图4示出的是基于重定向的NSA→SA互操作流程。当4G核心网与5G核心网未配置N26接口时,终端在连接态只能通过重定向从NSA模式转换到SA模式:网络先删除NSA模式下的NR小区,使终端进入4G网络,之后终端从4G网络重定向到SA模式。具体流程包括:

- a) 触发互操作。
- b) 删除NR小区:终端从NSA模式转入4G网络。
- c) 重定向:源eNB下发RRC connection release,同时携带SA网络NR小区频点。
- d) 5G小区接入:终端收到RRC connection release消息后与4G网络断开连接,并进行NR小区搜索,读取NR广播消息,并接入SA网络。

3.2.2 SA→NSA互操作

终端在连接态触发SA→NSA的互操作场景包括:

- a) 覆盖触发:当前SA网络NR小区覆盖变差,可以触发SA→NSA的连接态互操作。
- b) 业务触发:SA建网初期,语音业务仍将由4G网络VoLTE承载。当发起语音呼叫请求时,终端执行EPS Fallback VoLTE从SA网络进入4G网络。若此时4G网络有NSA基站,则终端进入NSA模式。

3GPP协议不支持SA直接互操作至NSA,终端在连接态从SA模式到NSA模式时,须先回落4G网络,再在4G网络发起NR双连接进入NSA模式。

3.2.2.1 基于切换的SA→NSA互操作

基于切换的SA→NSA互操作流程包括:

- a) 切换触发。
- b) 切换准备:源gNB向目标eNB发送切换请求,通知目标eNB做好资源预留工作。
- c) 切换执行:终端删除与源gNB的RRC连接,执行与目标eNB的随机接入过程。
- d) 切换完成:核心网完成相关资源转移,并释放SA网络AMF的UE上下文。
- e) 添加NR小区:目标eNB下发测控消息,终端执行NR小区添加流程进行双连接状态。

图5示出的是基于切换的SA→NSA互操作流程。

3.2.2.2 基于重定向的SA→NSA互操作

图6示出的是基于重定向的SA→NSA互操作流程。基于重定向的SA→NSA互操作流程包括:

- a) 触发互操作。
- b) 重定向:源gNB下发RRC release,同时携带4G网络频点。
- c) 4G小区接入:终端收到RRC release消息后与SA网络断开连接,并进行4G小区搜索,读取4G广播消息,并接入4G网络。
- d) 添加NR小区:目标eNB下发测控消息,终端执行NR小区添加流程进行双连接状态。

4 互操作策略研究

5G网络NSA模式与SA模式共存是运营商在建设工程周期、网络运营成本与整体业务感知三者权衡后

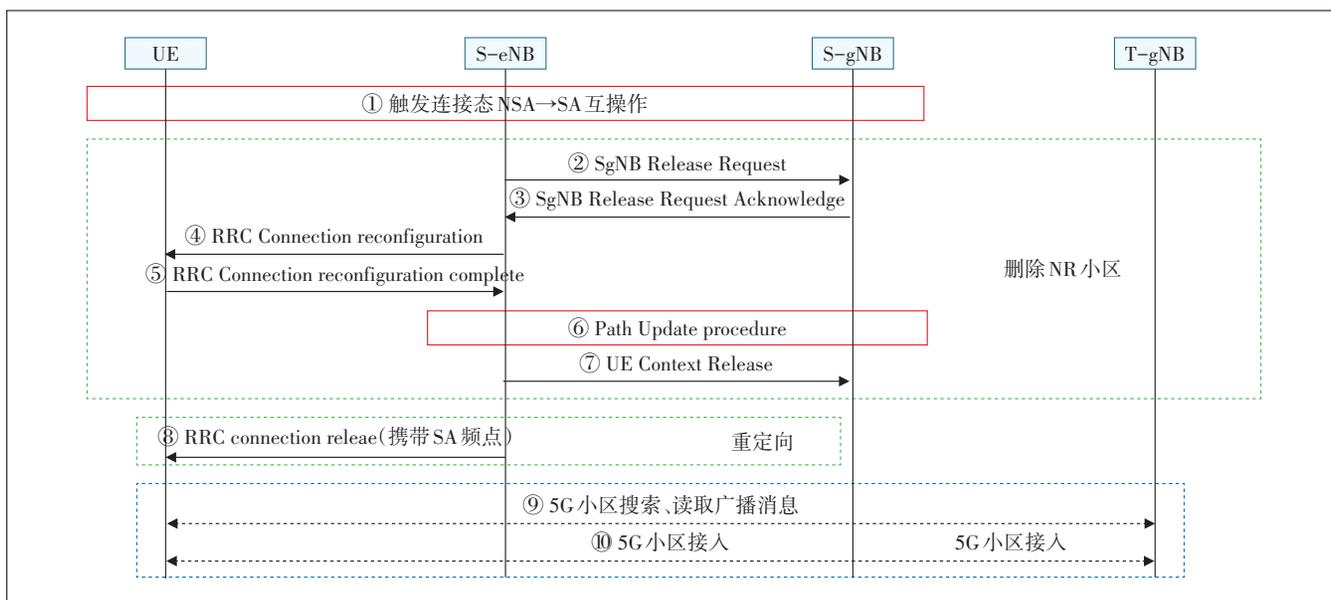


图4 基于重定向的NSA→SA互操作流程

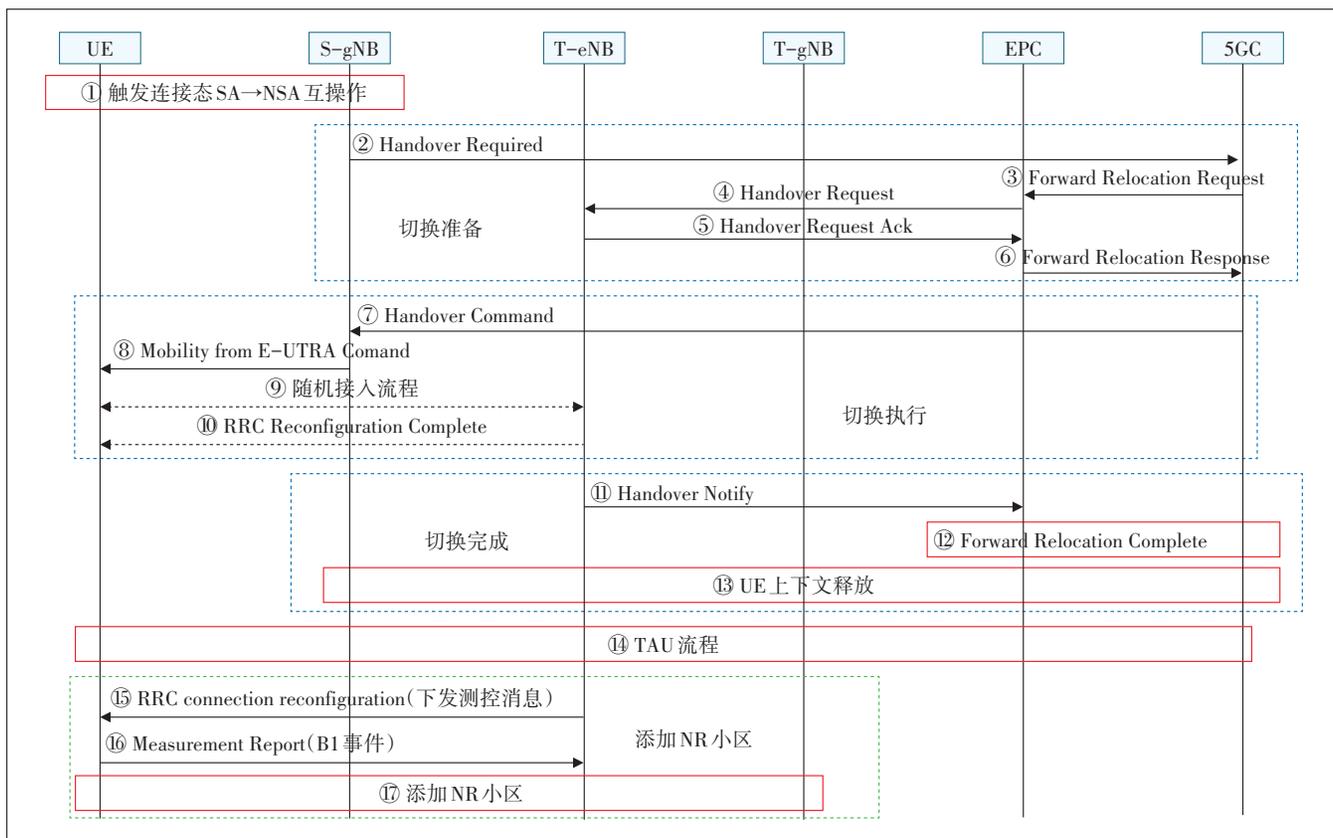


图5 基于切换的SA→NSA互操作流程

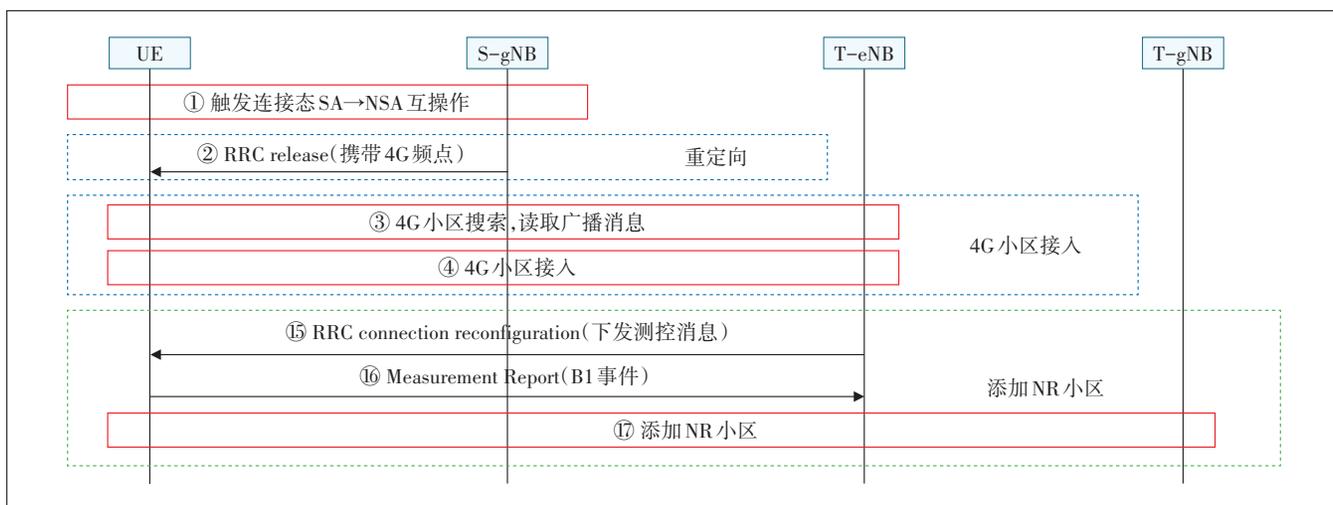


图6 基于重定向的SA→NSA互操作流程

的必然选择。运营商在NSA与SA模式互操作场景将面临如下挑战。

a) 中国联通与中国电信5G网络采用共建共享方式组网, 共建共享场景下的NSA与SA模式互操作场景过于繁多, 流程过于复杂, 网络感知难以保障。

b) 终端在NSA模式与SA模式之间容易发生乒乓互操作。

c) 5G网络初期5GC与EPC之间的接口打通难度大, 若直接在连接态下采用切换方式互操作, 复杂度高, 实现难度大。

基于上述考量, 本文从网络建设、网络优化和网络策略选择3个方面给出相关建议。

4.1 网络建设建议

5G网络初期, 三大运营商为加快网络建设步伐、

节约网络运营成本,纷纷采用NSA模式组网。随着网络建设的铺开以及工业和商业对于网络的更高需求,SA模式将会是一种必然。

考虑当前现网业务主要为eMBB业务,而该业务场景NSA模式与SA模式速率相当,因此在后续SA网络建设进程中,除重要口碑影响区域需NSA网络与SA网络共存,其他区域若已有NSA网络,建议新建5G基站向NSA未覆盖区域倾斜,从而在广度上保证5G用户的整体感知。当5G网络步入发展成熟期,NSA终端占用比例较少甚至没有,全网可以统一升级到SA网络。

另外,考虑共建共享网络下互操作场景的复杂度,建议NSA模式的共建共享区域与SA模式的共建共享区域尽量避免重叠。

4.2 网络优化建议

考虑NSA模式与SA模式互操作时容易存在乒乓现象,在网络优化过程中应开展以下工作。

a) NSA→SA与SA→NSA的触发电平设置须存在不小于3 dB的偏置,以防止终端刚从模式A进入模式B便触发模式B向模式A的互操作。

b) NSA↔SA模式转换的触发时间需满足不小于640 ms。

c) NSA模式下的NR小区和SA模式下的NR小区须严格控制其覆盖区域,避免重叠覆盖度过高导致干扰严重。

4.3 互操作策略选择建议

连接态下的互操作包含切换和重定向方式。

切换流程包含切换判决、切换准备和切换执行3个流程。在终端执行切换前目标小区已完成资源预留、数据转发等工作,可以减少终端切换失败概率同时缩短业务中断时延。但切换流程涉及源无线网、源核心网以及目标无线网、目标核心网等大量网元设备,并要求终端支持切换方式,复杂度高,影响范围广,实现难度大。

重定向流程没有切换准备过程,通过release消息携带目标网络频点,终端发起小区搜索接入目标网络。该方案由于需要终端自行完成小区搜索且不确定目标小区资源情况,因此存在一定的失败风险,可靠性低。另外,release消息下发同时源小区会删除用户所有资源,即使流程失败也不可再返回源小区。

综上所述,重定向通常为网络终端不支持切换或网络建设初期的一种过渡手段。当网络逐渐成熟,建

议使用基于切换的异系统互操作,既能提高成功率又可以缩短时延,有效保障用户感知。

5 结束语

在5G网络建设与发展的过程中,NSA模式和SA模式将会在一段时间内共存。本文基于5G网络NSA与SA模式互操作策略开展深入研究,首先介绍5G网络下终端的不同RRC状态,根据不同的RRC状态,引出互操作策略下的不同场景:空闲态重选和连接态互操作。本文详细介绍了2种互操作场景的信令流程,给出了运营商面临的建设与优化挑战,并从网络建设、网络优化以及互操作策略层面分别给出了相关建议。本文开展的互操作策略研究,一方面可以为5G网络NSA与SA模式互操作优化提供基本理论依据,另一方面指明了互操作策略发展的方向,有效指导网络的精准建设。

参考文献:

- [1] 沈嘉,索士强. 3GPP长期演进(LTE)技术原理与系统涉及[M]. 北京:人民邮电出版社,2008:77-82.
- [2] 黄昭文. 5G网络的端到端客户感知评估方法[J]. 移动通信,2017,41(1):88-92.
- [3] 王海军,王光全,郑波,等. 5G网络架构及其对承载网的影响[J]. 移动通信,2018,42(1):40-45.
- [4] 印顺. 5G网络发展趋势与关键技术[J]. 中国新通信,2017(11):43.
- [5] Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and NR. Multi-connectivity: 3GPP TS 37.340[S/OL]. [2020-02-11]. <https://www.3gpp.org/DynaReport/37-series.htm>.
- [6] NR. Radio Link Control (RLC) protocol specification: 3GPP TS 38.322[S/OL]. [2020-02-11]. <https://www.3gpp.org/DynaReport/38-series.htm>.
- [7] NR. Packet Data Convergence Protocol (PDCP) specification: 3GPP TS 38.323[S/OL]. [2020-02-11]. <https://www.3gpp.org/DynaReport/38-series.htm>.
- [8] 李一,杨雨苍,李菲,等. 基于用户感知的FDD LTE网络扩容方法研究[J]. 邮电设计技术,2018(3):54-58.
- [9] 范星宇,杨雨苍,李一,等. 基于覆盖效能分析的LTE无线规划0侧支撑方法[J]. 邮电设计技术,2017(11):65-71.

作者简介:

李一,毕业于北京邮电大学,工程师,硕士,主要从事无线网络研究工作;刘光海,毕业于西安电子科技大学,高级工程师,硕士,主要从事无线网络优化、规划工作;许国平,毕业于北京邮电大学,高级工程师,博士,主要从事网络优化工作;龙青良,毕业于西安电子科技大学,高级工程师,硕士,主要从事网络优化、规划工作。