

# 高速铁路共享小区切换优化研究

高科<sup>1</sup>, 周金桥<sup>2</sup>, 刘建峰<sup>3</sup>

(1. 湖南省邮电规划设计院有限公司, 湖南长沙 410126; 2. 中国电信湖南网络运行维护分公司, 湖南长沙 410016; 3. 中国电信股份有限公司娄底分公司, 湖南娄底 417000)

**【摘要】**近几年, 电信运营商之间本着互惠互利、合作共赢的原则开展了网络建设方面的共建共享, 在部分区域成功开展共建共享的基础上, 还进一步深入在不同场景、不同频段上的共建共享。文章主要对在高速铁路场景下共享小区切换异常的原因进行研究, 旨在提升高速铁路共享小区的切换成功率, 快速改善高速铁路用户网络感知。

**【关键词】**高速铁路; 共享小区; 切换优化

**【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2021.01.002】**

**【中图分类号】**TN929.5

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**2095-7661(2021)01-0005-04

## Research on Switching Optimization of High-speed Railway Shared Cell

GAO Ke<sup>1</sup>, ZHOU Jin-qiao<sup>2</sup>, LIU Jian-feng<sup>3</sup>

(1. Hunan Planning & Designing Institute of Post & Telecommunication Co., Ltd., Changsha, Hunan, China 410126; 2. Hunan Network O&M Branch of China Telecom, Changsha, Hunan, China 410016; 3. China Telecom Co. Ltd., Loudi Branch, Loudi, Hunan, China 417000)

**Abstract:** In recent years, based on the principle of mutual benefit and win-win cooperation, communication operators have carried out the co-construction and sharing of network construction. On the basis of the successful co-construction and sharing in some regions, they also further deepen the co-construction and sharing in different scenarios and different frequency bands. This paper mainly studies the reasons for the abnormal handoff in the high-speed railway scenario, aiming to improve the handoff success rate of the high-speed railway shared community, and quickly improve the network perception of high-speed railway users.

**Keywords:** high-speed railway; shared cell; switching optimization

### 1 研究背景

随着业务竞争加剧以及日益增长的成本压力, 加上站点及频谱资源获取困难、业务扩展对连续覆盖要求的驱动, 网络共享逐步成为运营商降低运营成本、加快业务市场及增强品牌竞争力的重要手段。

D 公司和 L 公司同为电信运营商, 双方在 5G 共建共享的基础上, 继续研究 4G 共享, 在天面、基站、频率等多维度密切合作, 按照互惠互利、合作共赢的总体原则, 提升网络效益。并进一步推进在高铁、高速公路、景区等重要场景的深度共享, 提升网络质量和服务能力。

在双方共建共享的大背景下, 如何更好地提升高

铁场景下 4G 用户的网络感知, 成为目前高铁网络优化的重难点。文章通过对一个实际网优案例的分析, 旨在研究通过提升共享小区的切换成功率, 来提升高铁 4G 用户的用户感知。为高铁共享小区(指一方单独建设, 通过 MOCN 组网后多运营商共同使用的基站小区)优化提供一个新的思路, 提高网络竞争力。

### 2 共享小区切换策略分析

#### 2.1 电联共享组网分析

D 公司和 L 公司双方采用 MOCN(Multi-Operator Core Network) 方式进行组网, 即两运营商仅共享基站, 核心网独立。共享基站同时虚拟为 D 公司和 L 公司的基站, 同时为双方用户服务<sup>[1-3]</sup>, 如图 1 所示。

**【收稿日期】** 2021-01-20

**【作者简介】** 高科(1984-), 男, 湖南岳阳人, 湖南省邮电规划设计院有限公司工程师, 研究方向: 无线网络优化。

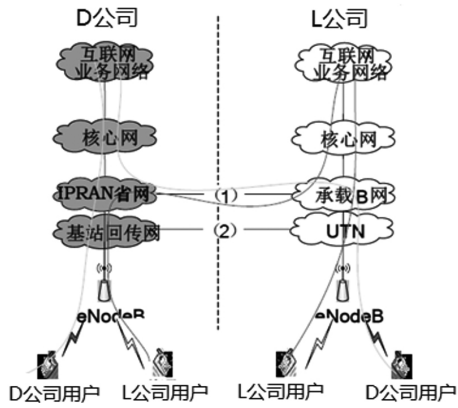


图 1 4G 网络共享架构图

### 2.2 共享小区切换策略分析

当正在使用网络服务的用户从一个小区移动到另一个小区,或由于无线传输业务负荷量调整、激活操作维护、设备故障等原因,为了保证通信的连续性和服务的质量,系统要将该用户与原小区的通信链路

转移到新的小区上,这个过程就是切换。

eNodeB 间切换一般都要通过 X2 接口进行,但当如下条件中的任何一个成立时则会触发 S1 接口的 eNodeB 间切换:源 eNodeB 和目标 eNodeB 之间不存在 X2 接口;源 eNodeB 尝试通过 X2 接口切换,但被目标 eNodeB 拒绝。

从 D 公司、L 公司 4G 网络共享架构图来看,D 公司共享 L 公司小区 eNodeB 与 D 公司自有小区(运营商单独建设,不共享)eNodeB 间传输链路未打通,之间不存在 X2 接口。满足触发 S1 切换的条件 1。

S1 切换:从 LTE 网络结构来看,可以把两个 eNodeB 与 MME 之间的 S1 接口连同 MME 实体看做是一个逻辑 X2 接口。相比较于通过 X2 接口的切换,通过 S1 接口切换的在切换准备过程和切换完成过程有所不同,需要到核心网进行转发,时延比 X2 口略大,如图 2 所示。

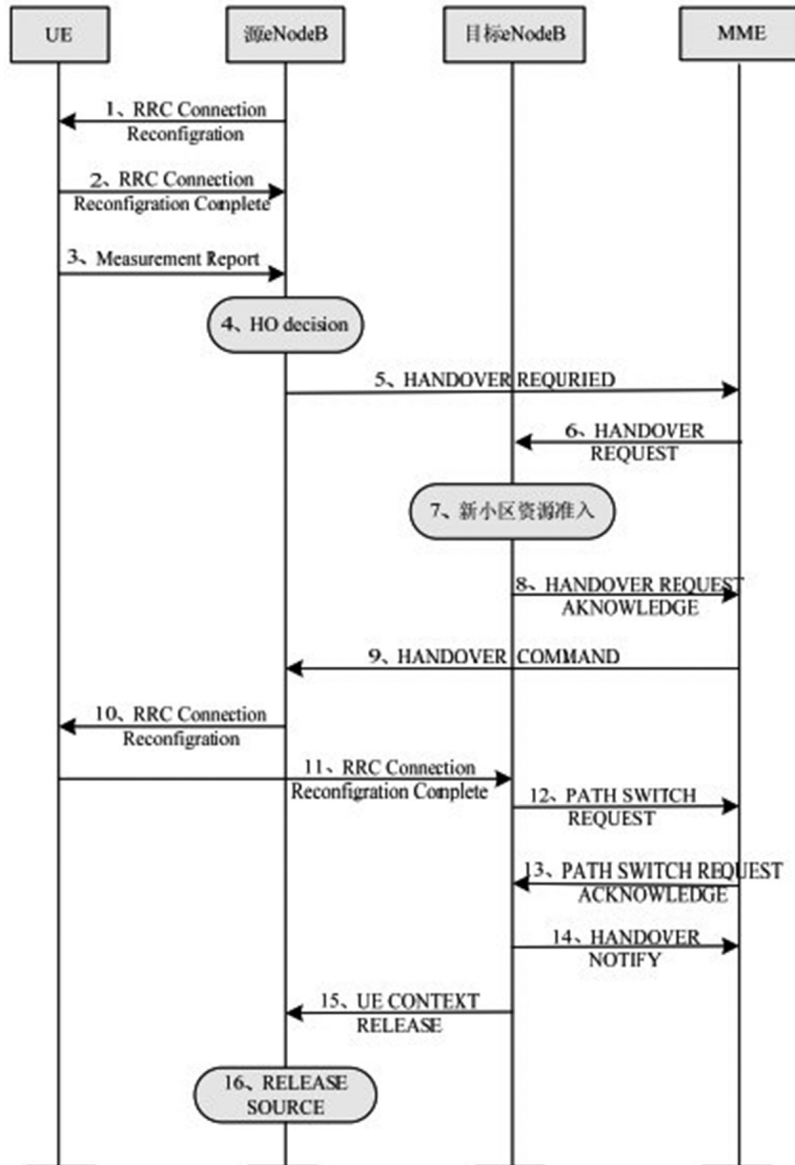


图 2 S1 切换信令流程图

其中步骤 1 到 9 为切换准备过程,步骤 10、11 为切换执行过程,步骤 12 到 16 为切换完成过程<sup>[4]</sup>。

### 3 共享小区切换问题优化分析

共享小区与自有小区无法互相进行切换,主要表现为可以正常检测到共享站小区的信号,并且终端持续上报测量报告,但一直无 RRC 重配消息,直到电平太低脱网,重选到共享小区上。由于共享小区的特殊性,根据高速铁路共享小区切换优化经验,有以下原因会导致共享小区与自有小区无法互相进行切换<sup>[5-6]</sup>。

1)时延过大,切换不及时:共享小区走 S1 切换,和 X2 切换差别主要体现在切换准备上,通过测试统计出比 X2 切换时延多出 20 ms 左右。在高铁场景下由于切换带不够导致切换不及时,可通过 RF 调整扩大切换带或优化切换门限来解决。

2)参数配置、告警问题:常见的参数配置问题有邻区漏配、外部小区配置错误、移动网络码配置错误、频点和自有小区 PCI(Physical Cell Identifier)冲突等。需共享双方落实双方交互坐班或例会机制,进行问题清单管理,定期通报,保障无线数据质量和参数规范。提升共享站故障闭环率。

3)TAC 插花问题:共享小区方式中共享双方使用同一个载波,大部分参数无法独立设置,其中就包括跟踪区编码(Tracking Area Code,TAC)。当 UE 从一个

跟踪区进入另一个跟踪区时,必须新的跟踪区上重新进行位置登记,以通知网络更改它所存储的 UE 位置信息,这个过程就是跟踪区更新(Tracking Area Update,TAU)。共享小区方式下一个小区只能设置一个 TAC,如果共享区域双方的 TAC 不同,共享方将出现 TAC 插花问题,造成频繁 TAU 导致切换失败。为从根本上解决共享小区 TAC 插花问题,需共享双方对现有 TA 区域调整,实现双方全省范围内“同区域同 TAC”的目标,涉及 TAC 号段重新分配、地市级 TAC 迁移等。

### 4 共享小区切换优化案例分析

#### 4.1 案例描述

2020 年 1 月 D 公司在进行高铁 VoLTE 业务专项优化时,发现终端在自有小区往 L 公司共享高铁隧道小区切换时均出现 VoLTE 掉话现象,掉话原因为终端无法被网络所获取,如图 3 所示。

1)分析 DT 数据信令,终端从自有小区已切换到共享高铁隧道小区,在切换后出现掉话,出现掉话时终端 RSRP 和 SINR 良好。

2)核查指标发现 D 公司自有小区往 L 公司共享小区切换时出现大量失败现象,切换成功率低。双方核查基站告警、邻区参数未发现问题。

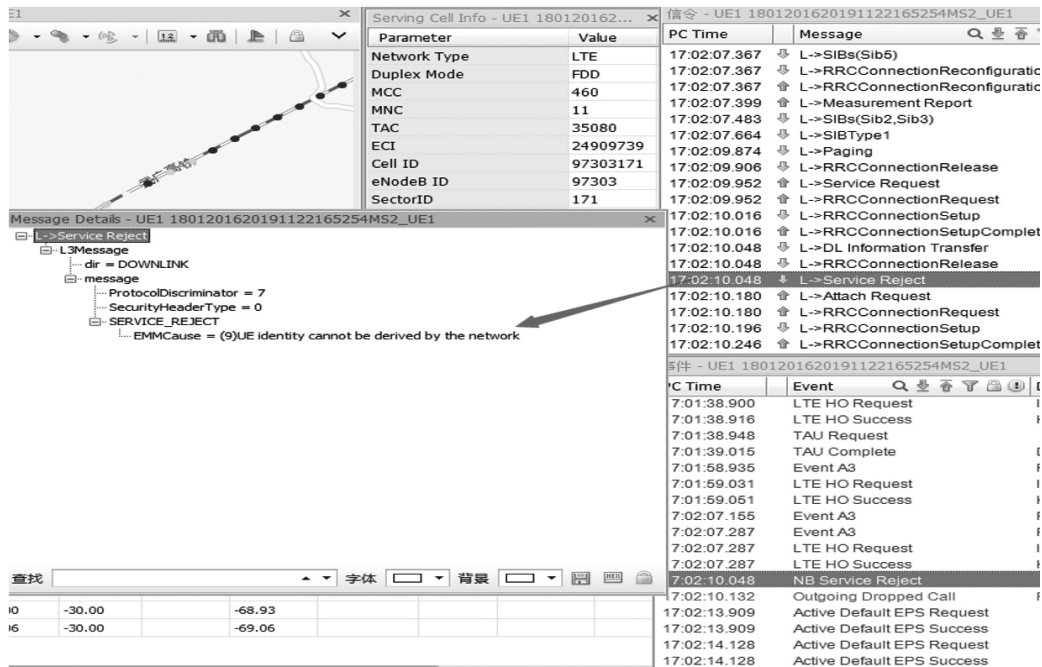


图 3 路测数据异常事件示意图

#### 4.2 案例分析

##### 4.2.1 无线侧分析

2020 年 1 月中旬在高铁隧道口现场测试,发现覆盖情况良好,但终端由 D 公司自有小区往 L 公司共享高铁隧道小区切换 VoLTE 掉话时有发生。同时

在无线侧与核心网侧对终端信令进行跟踪分析。

无线侧信令显示终端在 D 公司自有小区下多次向共享高铁隧道小区发起切换请求,前几次由于 S1 接口切换准备超时,导致基站 Cancel 请求,最后一次切换成功,如图 4 所示。

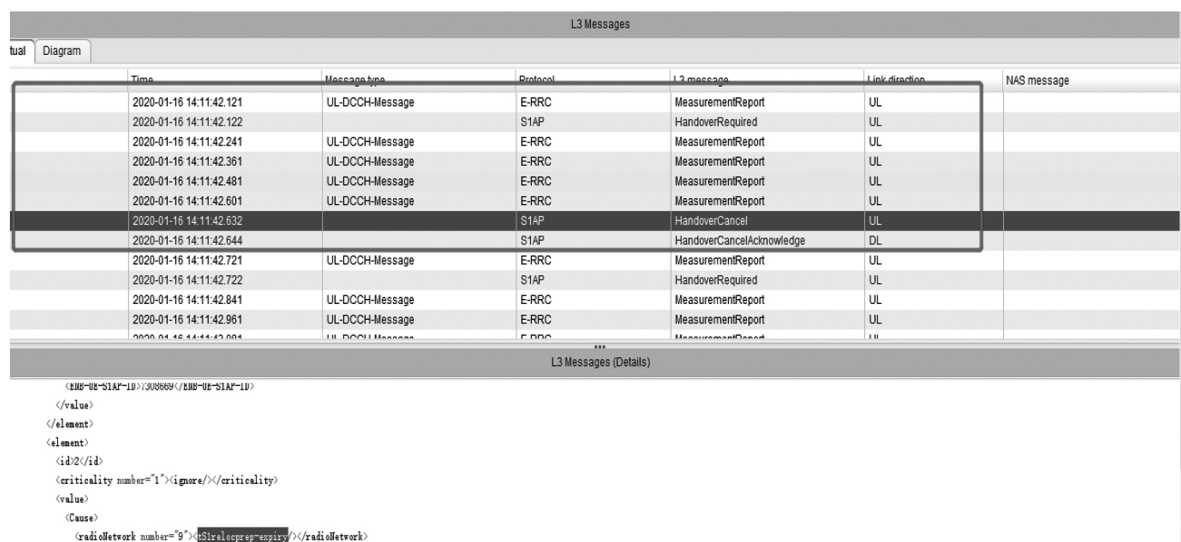


图 4 无线侧信令跟踪图

#### 4.2.2 核心网侧分析

信令跟踪时，核心网侧发现收到 D 公司自有小区下终端切换请求后，转发给目标基站时出现同一

eNB ID 对应两个 IP 地址的情况，当转发至错误 IP 时，对端无响应，当转发至正确 IP 时，切换成功，如图 5 所示。

时间	协议	事件	方向	源地址	目的地址	
2020-01-16 14:11:32.190	S1AP	eNB STATUS TRANSFER	接收	11.35.33.58	8.99.0.2	S1AP-MMEID=7
2020-01-16 14:11:32.190	S1AP	MME STATUS TRANSFER	发送	8.99.0.2	8.107.6.101	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:32.240	S1AP	HANDOVER NOTIFY	接收	8.107.6.101	8.99.0.2	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:32.220	GTPv2	Modify Bearer Request	发送	115.169.114.221	115.169.114.211	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:32.220	GTPv2	Modify Bearer Request	发送	115.169.114.221	115.169.114.211	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:32.000	GTP	GTP Modify Bearer Request	接收	115.169.114.212	115.169.114.214	UserID=460110
2020-01-16 14:11:32.000	GTP	GTP Modify Bearer Response	发送	115.169.114.214	115.169.114.212	UserID=460110
2020-01-16 14:11:32.000	GTP	GTP Modify Bearer Request	接收	115.169.114.212	115.169.114.214	UserID=460110
2020-01-16 14:11:32.000	GTP	GTP Modify Bearer Response	发送	115.169.114.214	115.169.114.212	UserID=460110
2020-01-16 14:11:32.230	GTPv2	Modify Bearer Response	接收	115.169.114.211	115.169.114.221	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:32.230	GTPv2	Modify Bearer Response	接收	115.169.114.211	115.169.114.221	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:33.230	S1AP	UE CONTEXT RELEASE COM.	发送	8.99.0.2	11.35.33.58	S1AP-MMEID=7
2020-01-16 14:11:33.220	GTPv2	Delete Indirect Data Forwardin.	发送	115.169.114.221	115.169.114.211	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:33.250	S1AP	UE CONTEXT RELEASE COM.	接收	11.35.33.58	8.99.0.2	S1AP-MMEID=7
2020-01-16 14:11:42.400	S1AP	HANDOVER REQUIRED	接收	8.107.6.101	8.99.0.2	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:42.400	S1AP	HANDOVER REQUEST	发送	8.99.0.2	8.100.22.1	S1AP-MMEID=5
2020-01-16 14:11:42.910	S1AP	HANDOVER CANCEL	发送	8.107.6.101	8.99.0.2	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:42.910	S1AP	UE CONTEXT RELEASE COM.	接收	8.99.0.2	8.107.6.101	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:42.910	S1AP	HANDOVER CANCEL ACKNO.	发送	8.99.0.2	8.107.6.101	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:42.990	S1AP	HANDOVER REQUIRED	接收	8.107.6.101	8.99.0.2	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:43.000	S1AP	HANDOVER REQUEST	发送	8.99.0.2	11.35.33.46	S1AP-MMEID=8
2020-01-16 14:11:43.020	S1AP	HANDOVER REQUEST ACKNO.	接收	11.35.33.46	8.99.0.2	S1AP-MMEID=8
2020-01-16 14:11:43.020	GTPv2	Create Indirect Data Forwardin.	发送	115.169.114.221	115.169.114.211	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:43.020	GTPv2	Create Indirect Data Forwardin.	接收	115.169.114.211	115.169.114.221	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:43.030	S1AP	HANDOVER COMMAND	发送	8.99.0.2	8.107.6.101	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:43.030	S1AP	eNB STATUS TRANSFER	接收	8.107.6.101	8.99.0.2	S1AP-MMEID=3
2020-01-16 14:11:43.050	S1AP	MME STATUS TRANSFER	发送	8.99.0.2	11.35.33.46	S1AP-MMEID=8
2020-01-16 14:11:43.220	S1AP	eNB STATUS TRANSFER	接收	11.35.33.46	8.99.0.2	S1AP-MMEID=8
2020-01-16 14:11:43.000	GTPv2	Modify Bearer Request	发送	115.169.114.221	115.169.114.211	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:43.000	GTPv2	Modify Bearer Request	发送	115.169.114.221	115.169.114.211	IMSI=46011038
2020-01-16 14:11:43.000	GTP	GTP Modify Bearer Request	接收	115.169.114.212	115.169.114.214	UserID=460110
2020-01-16 14:11:43.000	GTP	GTP Modify Bearer Response	发送	115.169.114.214	115.169.114.212	UserID=460110
2020-01-16 14:11:43.000	GTP	GTP Modify Bearer Request	接收	115.169.114.212	115.169.114.214	UserID=460110
2020-01-16 14:11:43.000	GTP	GTP Modify Bearer Response	发送	115.169.114.214	115.169.114.212	UserID=460110

图 5 核心网侧信令跟踪示意图

核查发现错误 IP 对应基站是 D 公司为解决投诉在客户家里新开通的皮基站，进一步核对配置规范，发现 L 公司共享基站 eNB ID(17C17)未按双方 2017 年协商的共建共享基站 eNB ID 规范(16520-165BF)配置，而新开皮基站 eNB ID (17C17)符合规范(17980-17FFF),属于参数配置错误导致共享小区切换失败。

#### 4.3 优化方案

与 L 公司沟通双方关于共建共享基站 eNB ID 配置规范后,L 公司修改共享高铁隧道基站 eNB ID,D 公司同步修改邻区信息。修改后确认 D 公司小区 S1 切换指标恢复正常,DT 复测终端切换正常,未出现

VoLTE 掉话现象。

### 5 结束语

在共享小区覆盖的高铁场景下，文章提出了 D 公司与 L 公司共享小区间切换排查的一种方法,在 5G 共建共享的大背景下，确保共享小区配置符合双方协商的规范要求,对配置错误的小区快速发现问题并解决,提升与共享小区的切换成功率。

皮基站作为解决客户投诉问题的主要手段,目前大部分是非主流厂家设备,其专业网管中配置、性能、告警等信息未接入,给网络优化工作带来了困难。核心网专业网管中有 eNB ID 冲突检测机制,在出现 eNB ID 冲突时会产生告警,对此类告警需及时解决。

(下转第 11 页)

了坚实基础。据统计,该基站 4G 基站小区日均流量由 48 GB 提升到 92 GB,PRB 利用率由原来的 11% 提升至 30%,提升了电信网络运营效能。

### 3.3.2 造价分析

通过政府政策支持和建设方案优化,方案二对比方案一至少节省了 1 套 4G 和 1 套 5G 基站设备,至少

节省设备费 28.5 万元,节省铁塔租费 1.95 万元/年,节省场租费 1.5 万元/年。由于方案二采用现在站址搬迁,因此产生一次性赔偿费用为 0.21 万元和现网 4G 设备搬迁费 0.7 万元。方案二对比方案一整体至少节约费用 31.04 万元,经济效益明显优于方案一,具体见表 1。

表 1 方案投资对比分析表

方案类型	基站名称	系统	主设备费用(万元)	主设备搬迁费用(万元)	场地租用费(万元)	铁塔租金(万元)	原站搬迁赔偿费(万元)	合计(万元)
方案一	原站址+新建基站	4G (2 套) +5G (2 套)	57	0	1.5	3.3	0	61.8
方案二	企事业单位新站址	4G (1 套) +5G (套)	28.5	0.7	0	1.35	0.21	30.76
方案二对比方案一节约投资金额			28.5	-0.7	1.5	1.95	-0.21	31.04

## 4 结束语

移动通信网络建设基于问题导向,重点围绕前端发展成本、网络运行成本、强化投入产出、业务发展质量、降低运营成本等要素,加快 5G 移动通信网络业务建设,4G 移动通信网络业务仍保持市场优势,不断提升用户感知,共同树立移动通信网络建设与营运服务发展的良好口碑和社会品牌。

### 【参考文献】

[1]钱权智.面向 5G 与 LTE 混合组网的无线网络规划研究[D].重庆邮电大学,2020.

[2]邓闻韬,何棱,司徒仲坚,陈金华.4G/5G 共建共享场景下的 4G 网络优化策略研究[A].TD 产业联盟、中国电子科技集团公司第七研究所《移动通信》杂志社.5G 网络创新研讨会(2020)论文集[C].广州:《移动通信》杂志社,2020.198-208.

[3]李远卓.LTE 无线网络优化方案的设计与实现[D].大连理工大学,2019.

[4]侯春雨.5G 超密集网络面临的挑战与解决方案研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2019(1):1-4.

[5]周普成,孟延晖.各类居民区 LTE 无线网络优化场景分析及规划[J].通信电源技术,2019(7):146-149,158.

[6]肖华辉.5G 与 Wi-Fi 融合组网需求分析及关键技术[J].通信电源技术,2017(5):120-121.

(上接第 8 页)

### 【参考文献】

[1]陈忠胜,熊远明.关于电联共建共享实施方案的探讨[J].电子世界,2019(23):19-21.

[2]沈超,朱志强,黄剑,刘同贵.电联共建共享合作方案研究[J].数字通信世界,2020(5):86-87.

[3]郭超,张建博.电信联通 4G 站点共建共享经验介绍及总结[J].电子世界,2020(17):65-66.

[4]赵伦.LTE 系统中的 S1 切换技术研究与设计[D].武汉邮电

科学研究院,2012.

[5]张雁鸣,刘思宁,郭洋,宋超.LTE 共享站切换失败问题及目标小区确认原理分析[J].通信世界,2019(9):40-41.

[6]邓闻韬,何棱,司徒仲坚,陈金华.4G/5G 共建共享场景下的 4G 网络优化策略研究[A].TD 产业联盟、中国电子科技集团公司第七研究所《移动通信》杂志社.5G 网络创新研讨会(2020)论文集[C].广州:《移动通信》杂志社,2020.198-208.