

# 2G/3G 网络精简及演进研究

## Research on 2G/3G Network Simplification and Evolution

相光辉,吴文东,桂瑾琛(中国联通河北分公司,河北 石家庄 050011)

Xiang Guanghui, Wu Wendong, Gui Jinchen(China Unicom Hebei Branch, Shijiazhuang 050011, China)

### 摘要:

深入洞察2G/3G网络现状,综合考虑用户感知、网络投资、成本收益、新技术引入、演进方向等因素,提出了2G/3G混合简网方案。该方案充分利用了LTE 900及5G部署的契机,在不增加新的设备投资情况下,通过开通软件功能完善精简现有2G/3G网络,顺应移动语音向VoLTE演进的趋势,方案具备可操作性、创新性及前瞻性。

### 关键词:

2G退网;3G简网;SDR化;TCO最优;VoLTE演进

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.05.013

文章编号:1007-3043(2021)05-0055-06

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):



### Abstract:

Based on the deep insight into the current situation of 2G/3G network, considering the factors such as user perception, network investment, cost-benefit, new technology and network evolution, it proposes the 2G/3G hybrid simplified solution. The solution makes full use of the opportunity of L900 and 5G deployment. Without increasing the investment of new equipment, it can improve and simplify the existing 2G/3G network through the software function, which complies with the evolution trend of mobile voice to VoLTE. The solution is operable, innovative and forward-looking.

### Keywords:

2G withdraw; 3G simplification; SDR; TCO optimum; VoLTE evolution

**引用格式:**相光辉,吴文东,桂瑾琛. 2G/3G网络精简及演进研究[J]. 邮电设计技术, 2021(5): 55-60.

## 1 概述

2G/3G网络规模大,结构复杂,组网特色鲜明,区域间差异较大,当前2G/3G网络主要面临如下问题。

a) 2G退网迫在眉睫,应如何精简直至平稳退网,退网节奏如何把控。

b) 3G网络仍有较长生命期,在2G退网背景下应如何实现低成本完善。

c) VoLTE业务将逐步替代2G/3G语音<sup>[1]</sup>,在此形势下2G/3G语音网应如何演进到一张高效低成本的轻

薄网络。

d) 不同本地网2G/3G结构差异较大,应如何因地制宜进行网络精简,实现TCO全生命周期最优。

本文统筹考虑以上问题,结合不同地域特点,提出了最佳的网络精简策略,对方案的可行性及经济效益进行了全面分析,以最小投入实现简网绿网的目标。

## 2 2G/3G网络精简的意义

### 2.1 成本效益分析

以某省联通为例,2016年完成了2G网络的SDR化改造,2019年,全省移动网运营成本约14.55亿元,

收稿日期:2021-03-02

其中2G网络约0.57亿元, 仅从效益角度考虑2G退网并不划算。

3G网络年运营成本保守测算约1.92亿元(3G/4G共址站塔租按4G计算), 考虑到传统语音业务逐步萎缩, 3G运营成本已成为运营商沉重负担, 后续需考虑利用新技术替换3G硬件设备以节省电费支出。

表1给出了某省联通2019年度各网络运营成本测算。

表1 2019年度各网络运营成本测算(单位:万元)

网络	电费	租费	维保	代维	优化费	BSC/RNC电费	合计
2G	5 540	0	0	0	18	96	5 654
3G	14 914	1 285	802	800	1 235	184	19 220
4G	18 465	95 622	1 200	1 000	4 310	0	120 597
总计	38 919	96 907	2 002	1 800	5 563	280	145 470

## 2.2 战略意义分析

2G/3G网络精简是中国联通落实国家供给侧改革要求, 由粗放型发展向绿色发展转型的重要举措, 是调结构实现公司高质量发展的重要保障, 从战略眼光来看, 2G/3G网络精简近期的主要方向是实现2G退网, 一段时间内还需保留3G这张打底网。推进2G退网战略需考虑如下几方面的问题。

a) 2G退网是中国联通既定战略, 应按全国一盘棋的思路坚决推进2G退网。

b) 移动网最大特点是移动性, 具有全程全网的特点, 仅某个区域保留2G网络对漫入用户的感知将造成重大负面影响<sup>[2]</sup>。

c) 多张语音网并存使网络维护、优化无法做到全部兼顾, 反而导致语音感知下降。

d) 2G退网后可以腾退频率、功率资源增强4G网络<sup>[3]</sup>, 提升数据业务感知。

e) 2G用户签转后ARPU值有小幅提升, 一定程度上弥补了2G退网对收入的影响, 甚至实现收入增长。

从战略角度考虑, 应坚定推进2G退网, 而非腾退3G, 保持战略定力, 把控好实施节奏, 依据地域特点精准推进。

## 2.3 用户感知分析

3G网络相比2G网络有着明显的技术和感知优势, 主要体现在如下几方面。

a) 从语音质量来看, WCDMA网络语音MOS值较GSM网络高0.4~0.5<sup>[4]</sup>, 语音通话更清晰。

b) 从数据质量来看, WCDMA网络下行速率可达21.6 Mbit/s<sup>[5]</sup>, 而GSM网络最高数据速率仅384 kbit/s,

速率优势明显。

c) 从网络容量来看, WCDMA采用码分多址技术, 相比GSM时分多址技术容量提升5倍以上<sup>[6]</sup>。

d) 从漫游情况来看, WCDMA为国际上部署最广的3G通信制式, 具有良好的漫游特性, 国外众多运营商已关闭2G网络, 2G难以支撑国际漫游用户。

e) 从技术角度来看, WCDMA网络在功率控制、切换及移动性、网络自适应等方面均具备技术优势<sup>[7]</sup>。

f) 从4G语音感知来看, 4G网络CSFB重定向至WCDMA网络的时延较2G网络缩短4s左右<sup>[8]</sup>。

从用户感知角度考虑, 2G/3G精简的思路应该是坚定推进2G退网。

## 2.4 小结

从成本效益分析3G退网相比2G退网收益更显著, 但从战略意义及用户感知分析, 应该坚定推进2G退网保留3G网络, 综合以上多方因素, 中国联通应该进行2G/3G混合简网, 即2G退网+3G SDR化精简, 既可满足战略发展需要, 又能提升用户感知, 同时还能降低网络运营成本。

## 3 2G/3G精简方案可行性研究

2G/3G混合简网包含2层含义, 一是2G逐步退网, 二是3G SDR化改造, 以下分别对2G退网及3G SDR化改造的方案可行性进行论述。

### 3.1 2G退网可行性分析

2G网络除为2G用户服务外, 在3G覆盖不完善区域还承担着3G/4G用户语音业务<sup>[9]</sup>, 2G退网受2G用户结构、2G业务占比、3G网络完善程度等因素制约。

#### 3.1.1 用户结构分析

以某省联通2019年底数据为例, 2G登网用户占比14.9%, 终端用户占比11.7%, 业务量占比22%, 终端用户收入占比4.1%, 从整网情况来看, 2G业务体量仍然较大, 还不具备整体退网条件, 需分区域、分场景推进。

图1给出了某省联通2G用户、终端、话务、收入情况。

#### 3.1.2 分场景业务量分析

以某省联通为例, 城区场景2G话务量占比15.7%, 2G话务主要分布在室分场景, 具备2G退网条件; 农村场景2G话务占比31.7%, 除少数地区外2G话务占比仍较高, 近期2G退网难度较大(见图2)。

#### 3.1.3 3G网络完善程度分析

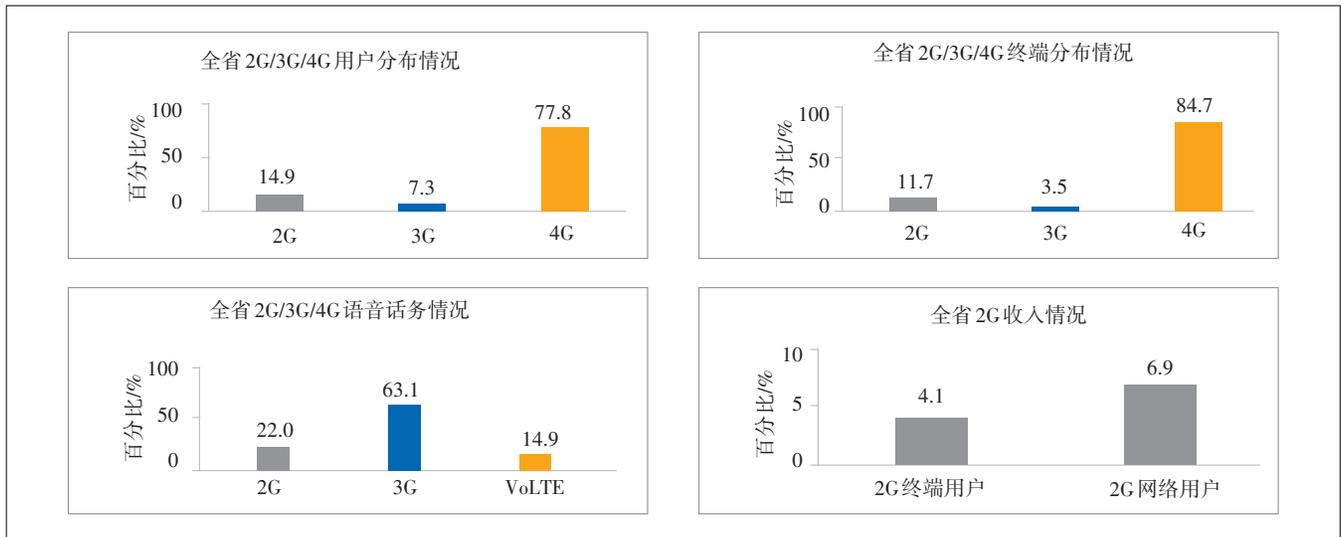


图1 2G用户、终端、话务、收入情况

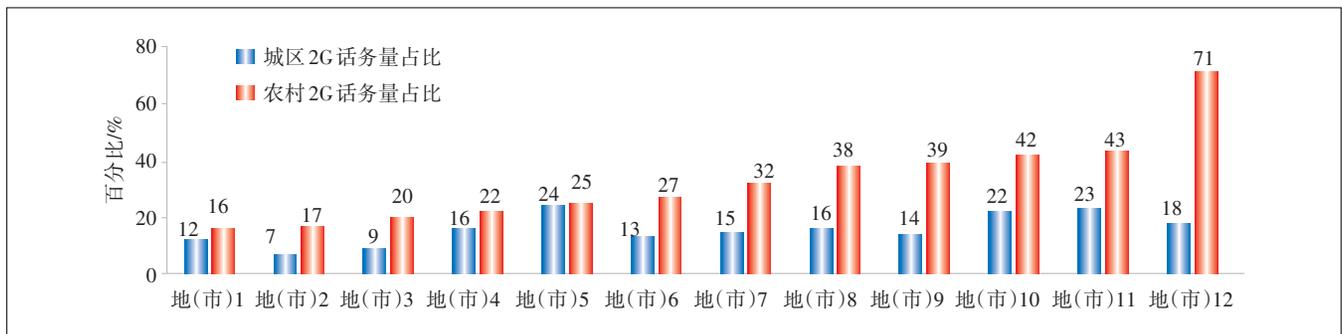


图2 不同区域/场景2G业务量占比

以某省联通为例,其3G网络在城区室分场景及部分农村区域还未实现连续覆盖,全省城区3G宏站数量是2G的1.1倍,3G覆盖优于2G;全省城区室分场景语音仅由2G承载的楼宇占比41.7%,3G基站缺口6 567个;全省农村区域语音由单2G承载的基站占比33.4%,3G基站缺口9 009个。少数地(市)3G基站缺口较少,近期网络侧具备2G退网条件,其余地(市)2G退网需进行较大规模网络调整(见图3)。

### 3.1.4 小结

从以上2G用户结构、2G业务情况、3G网络完善程度分析可知,目前尚不具备2G整体退网的条件,2G退网的最佳路线是以时间换空间,根据各本地网实际情况分批次分步骤逐步实现2G退网。

### 3.2 3G SDR化改造可行性分析

目前3G网络仍然为独立的硬件平台,每年电费支出巨大,当前可通过L900开通UL900双模进行U2100

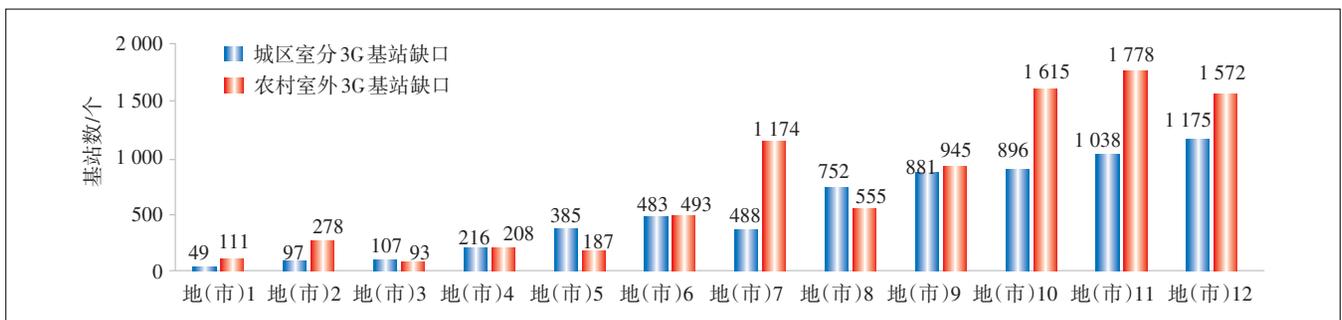


图3 不同区域/场景3G基站缺口情况

设备替换<sup>[10]</sup>, 未来5G NR2100部署后也可通过SDR方式替换U2100设备。本文仅对UL900替换U2100方案进行研究。

### 3.2.1 UL900替换U2100技术可行性分析

UL900替换U2100主要考虑终端支持度、网络质量、网络容量、网络干扰4个方面的因素, 以下以某省联通为例进行具体分析。

a) 终端支持度。某省联通出账用户中, U900终端支持率高于U2100及L900, 终端支持度不是决定网络制式的限制因素(见图4)。

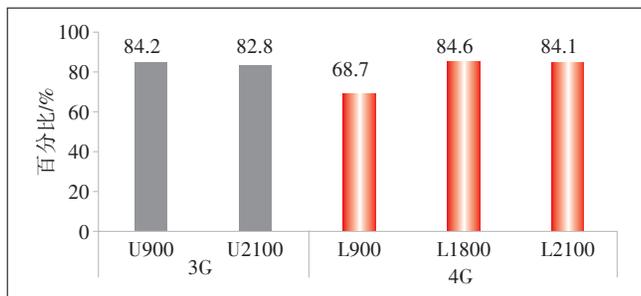


图4 某省联通终端制式分布

b) 语音质量。不同区域UL900替换U2100验证表明, 替换前后语音质量有一定提升, 用户感知良好(见图5)。

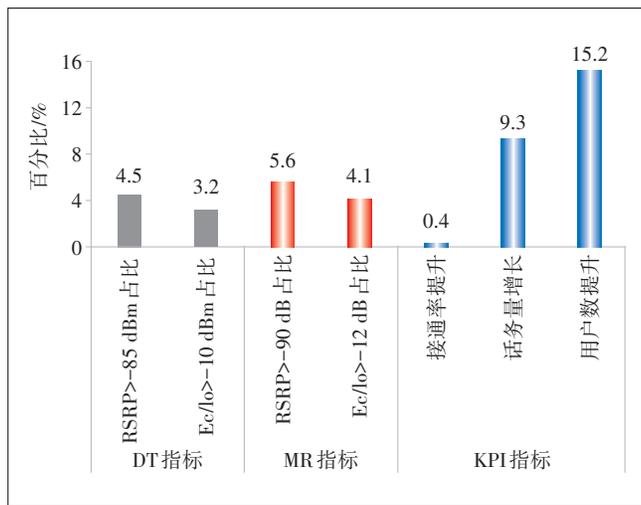


图5 U900替换U2100语音质量对比

c) 语音容量。U900单载波小区在满足质量要求前提下可承载约45个语音用户<sup>[11]</sup>, 按话务模型测算, 市区UL900语音容量满足度157%, 县城190%, UL900满足高业务量场景的容量需求, 考虑到VoLTE逐步成熟, UL900容量余量越来越大(见图6)。

d) 干扰问题。L900干扰问题是制约其效能发挥

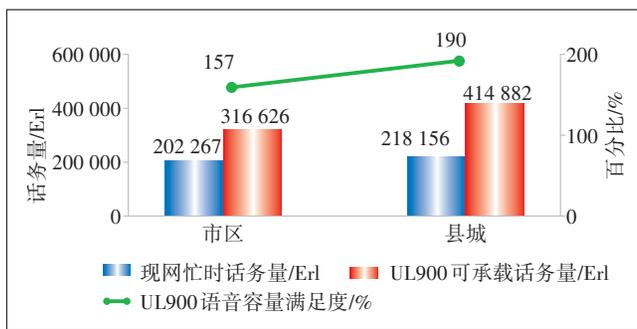


图6 U900替换U2100语音容量测算

的重要因素, L900市区底噪较L1800高3.7 dB, 县城高1.8 dB, 农村高0.6 dB(见图7), U900主要承载语音业务, 对干扰的容忍程度低于数据业务, 市区是否部署UL900应结合本地干扰情况而定, 县城和农村场景高干扰小区较少, 且分布分散, 对UL900部署影响有限。

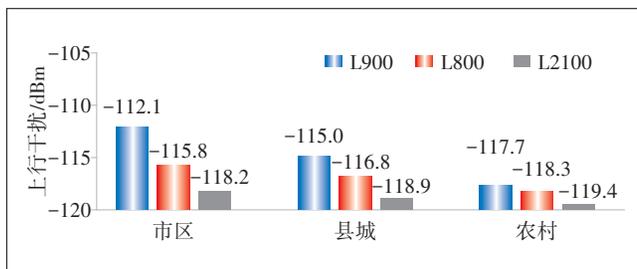


图7 L900不同场景上行干扰情况

e) UL900替换U2100技术可行性总结。U900终端支持率高, 语音质量较U2100有提升, 语音容量能满足业务需求, 因此开通UL900双模在技术上可行。个别地(市)市区场景因900 MHz低频干扰较大, 当前暂不建议开通UL900双模。

### 3.2.2 UL900替换U2100经济可行性分析

L900加载U900功能, 替换同区域内U2100基站, 可降低设备能耗、维护成本及铁塔租金, 同时节约纤芯资源, 为后续5G开通创造条件。

a) UL900替换U2100效益分析。依据现网情况对UL900替换U2100综合效益进行测算, 测算结果表明不同条件下普遍在2年内收回投资。现网UL900替换U2100通常按1:1.2的比例进行, 保守测算2年内即可产生明显的经济效益(见表2)。

b) UL900替换U2100经济可行性总结。L900加载UL900双模功能替换U2100硬件设备, 在2年内即可产生经济效益, 考虑到当前VoLTE成熟度<sup>[12]</sup>, 3G网络仍有较长生命期, 从经济效益来看可行。除经济效益外, UL900部署还有以下3个方面的收益。

表2 UL900替换U2100单站效益测算(单位:万元)

场景	U900:U2100 替换比例	KPEX	OPEX	KPEX	OPEX节省		TCO结余		
		支出	新增	节省	U2100 下电每 年节省 电费	U2100 下电节 省维 网优费	1年期 结余	2年 期结 余	3年 期结 余
城区	1:1	6 765	800	1 008	3 237	0	-3 320	-883	1 554
	1:1.2	6 765	800	1 210	3 884	108	-2 363	829	4 021
农村	1:1	6 765	800	2 079	3 237	0	-2 249	188	2 625
	1:1.2	6 765	800	2 495	3 884	108	-1078	2 114	5 306

注:节省的人、车维护成本,BBU集中腾退机房后节省的铁塔租金不计入。

(a) UL900在偏远山区可以腾退低业务量的L1800基站,用于其他区域补强。

(b) UL900替换后可增强语音覆盖,解决共享中国电信基站后语音托底网问题,促进中国电信和中国联通共建共享。

(c) 开通UL900功能可以实现语音数据同厂商部署,简化网络结构,对后期网络运营非常有利。

## 4 2G/3G精简方案及效益测算

### 4.1 2G/3G语音网精简方案

#### 4.1.1 2G退网策略

2G退网按“由点及面”原则执行,先点状退网,条件成熟再连片退网。综合考虑市场影响及3G完善程度,分步推进。

#### 4.1.2 3G简网策略

3G网络精简分2个维度进行:3G网络进行SDR化改造,部分区域临时关停U2100设备,节省电。

3G网络SDR化:近期可开通UL900双模替换U2100硬件,远期NR2100部署后,可通过5G反开3G替换U2100硬件。

U2100设备关停:3G覆盖严重不足的农村区域U2100暂时下电,但设备不拆除,短期内语音由2G进行承载,重点场景3G网络应予以保留。

#### 4.1.3 2020年度语音网精简结果

以某省联通为例,结合2020年度L900工程部署,按以上策略进行2G/3G网络精简,将大幅降低网络重叠覆盖度,分区域形成清晰的语音组网结构(见图8)。

a) 2G语音打底区域。语音由2G打底,U2100仅在重点场景保留。

b) 3G语音打底区域。语音由3G打底,强力推进2G退网。

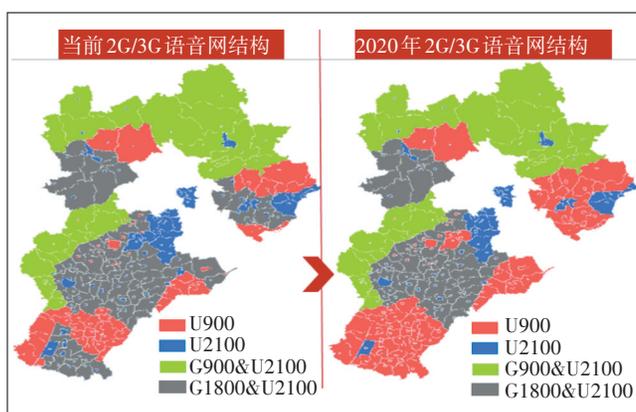


图8 某省联通2020年度语音网精简方案

c) 2G/3G混合组网区域。2G网络保持连续覆盖,3G网络作为补充,视业务量可酌情腾退部分U2100设备,仅保留重点场景的3G网络。

### 4.2 2G/3G语音网后期演进建议

从中远期来看,2G会逐步实现退网,3G需通过UL900或3G/5G SDR进行整合,完成打造一张轻量级语音网的目标(见图9)。

a) 语音网向UL900方向演进。

b) 语音网由3G/5G SDR进行整合。考虑到NR2100部署区域主要在农村及部分室分站点<sup>[13]</sup>,仅这些区域适宜通过3G/5G SDR的方式进行整合,但目前仍有诸多不确定性<sup>[14-15]</sup>。

(a) 自2021年开始,在部分室分场点进行NR2100部署,可同步替换同址U2100设备。

(b) 2022年,农村将开始大规模部署NR2100,前期未通过UL900整合的区域适合进行U2100替换。

### 4.3 2020年度2G/3G精简效益测算

以某省联通为例,依据以上2G/3G精简策略及实施步骤,2020年度全省可退网2G小区2.2万余个,退网3G载扇3.4万余个,按可节约6个月电费计算,全省2020年度仅电费可节省2 236.3万元,2G/3G简网效果明显(见表3)。

## 5 结束语

本文针对2G/3G网络混合简网的意义、可行性、举措步骤及成本收益进行了详细分析,得出如下结论。

a) 2G退网应以终为始坚决推进,合理把控实施节奏,用3年左右时间完成2G退网。

b) L900加载UL双模替换U2100硬件平台投资收益明显,在900 MHz已基本连续覆盖区域,适宜通过少

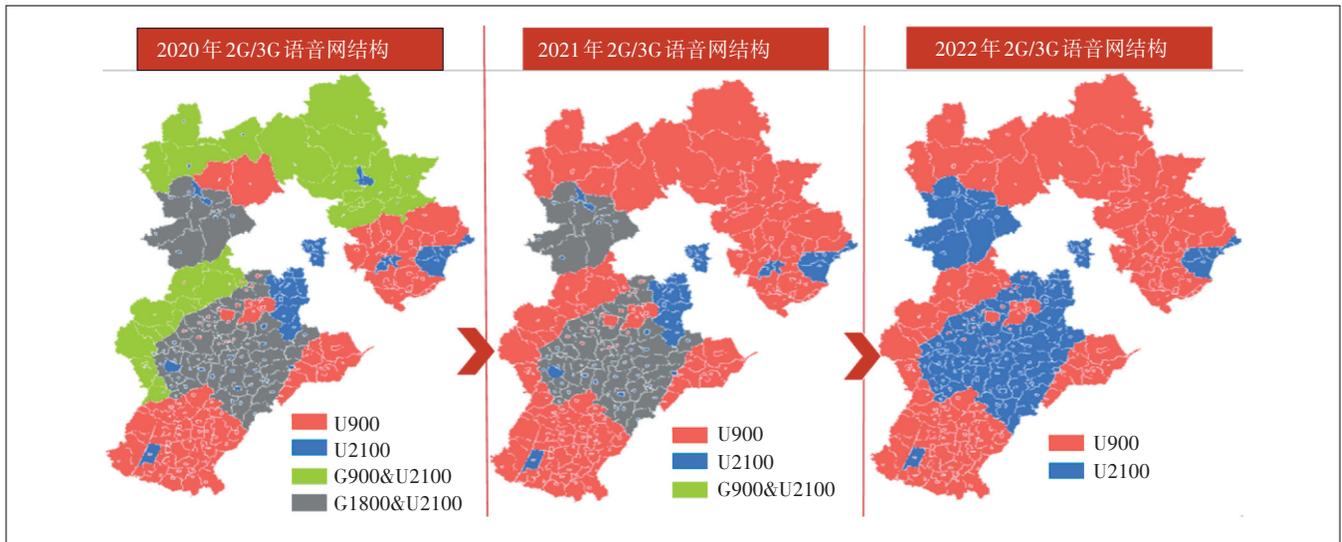


图9 语音网中远期演进策略

表3 2020年度2G/3G语音网精简效益测算(单位:万元)

地(市)	2G退网测算		3G退网测算		2020年成本效益(按6个月计算)
	2G退网小区数	预期结余成本	3G退网小区数	预计节约成本	
地(市)1	694	13.9	7 547	396.2	410.1
地(市)2	1 102	22.0	4 066	213.5	235.5
地(市)3	499	10.0	128	6.7	16.7
地(市)4	1 670	33.4	5 973	313.6	347.0
地(市)5	501	10.0	1 485	78.0	88.0
地(市)6	7 356	147.1	0	0.0	147.1
地(市)7	4 448	89.0	0	0.0	89.0
地(市)8	1 940	38.8	4 186	219.8	258.6
地(市)9	1 094	21.9	4 610	242.0	263.9
地(市)10	939	18.8	3 616	189.8	208.6
地(市)11	1 487	29.7	1 049	55.1	84.8
地(市)12	527	10.5	1 458	76.5	87.0
合计	22 257	445.1	34 118	1791.2	2 236.3

注:2G按单RRU节约成本400元/年计算,3G按单RRU节约成本1 050元/年计算。

量投入撬动存量U2100设备整合,逐步实现3G网络SDR化。

c) VoLTE业务将逐步替代现有2G/3G语音业务,2G/3G语音网应按规划的演进路线,分步骤实现2G退网及3G SDR化改造,最终演进为一张纯软件化的低成本打底网。

参考文献:

[1] 叶心诗,张艳,成彬,等. VoLTE原理与网络规划[M]. 北京:人民邮电出版社,2017:188-205.

[2] 韩斌杰,杜新颜,张建斌. GSM原理及其网络优化[M]. 北京:机械工业出版社,2009:230-284.

[3] 程岚. 4G网络发展关键技术特点和前景分析[J]. 网络安全技术与应用,2014(5):12-23.

[4] 张平,王卫东,陶小峰,等. WCDMA移动通信系统[M]. 北京:人民邮电出版社,2004:86-106.

[5] 窦中兆,雷湘. WCDMA系统原理与无线网络优化[M]. 北京:清华大学出版社,2009:75-110.

[6] 王晓龙. WCDMA网络专题优化[M]. 北京:人民邮电出版社,2011:98-116.

[7] 张传福,彭灿,苑闻京,等. WCDMA通信网络规划与设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2007:199-218.

[8] SESIA S,TOUFIK I,BAKER M. LTE—The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice[M]. 北京:人民邮电出版社,2009:195-216.

[9] 刘业辉. WCDMA网络测试与优化教程[M]. 北京:人民邮电出版社,2012:4-29.

[10] 元泉. LTE轻松进阶[M]. 北京:电子工业出版社,2013:243-278.

[11] CHEVALLIER C. WCDMA设计与优化手册[M]. 北京:人民邮电出版社,2008:121-169.

[12] 姜先贵,李勇辉,朱斌,等. VoLTE语音质量研究[J]. 邮电设计技术,2015(10):2-5.

[13] 小火车,好多鱼. 大话5G[M]. 北京:电子工业出版社,2016:15-24.

[14] 王映民,孙韶辉. 5G移动通信系统设计与标准详解[M]. 北京:人民邮电出版社,2020:123-174.

[15] 张建国,杨东来,徐恩,等. 5G NR物理层规划与设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2020:214-269.

作者简介:

相光辉,高级工程师,硕士,主要从事网络运营管理工作;吴文东,高级工程师,硕士,主要从事通信网络规划、建设工作;桂瑾琛,高级工程师,硕士,主要从事移动网优化工作。