700 MHz频段5G共建共享策略及方案研究

Research on 5G Co-construction and Sharing Strategy and Scheme of 700 MHz Band

胡小兵，刘　腾（中通服咨询设计研究院有限公司，江苏 南京 210009）
Hu Xiaobing，Liu Teng（China Information Consulting & Designing Institute Co.，Ltd.，Nanjing 210009）

摘　要：
中国移动与中国广电鉴于各自的现状和资源签订了700 MHz频段5G共建共享合作协议，共同推进700 MHz频段产业的发展。从频率、建设策略、网络架构、发展方向等方面进行分析，提出针对性的指导意见，促进双方的建设实施，实现合作共赢、优势互补，共同推动双方5G业务共同发展。

关键词：
5G；700 MHz；异网漫游；核心网；大区制
doi：10.12045/j.issn.1007-3043.2021.04.014
文章编号：1007-3043（2021）04-0066-07
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：
In view of their respective status and resources, China Mobile and China Radio and television signs a 700 MHz band 5G co-construction and sharing cooperation agreement to jointly promote the development of 700 MHz band industry. Through the analysis of frequency, construction strategy, network architecture, development direction, etc., it proposes targeted guidance to promote the construction and implementation of both parties, achieve win-win cooperation, complement each other's advantages, and jointly promote the common development of both parties' 5G services.

Keywords：
5G；700 MHz；Roaming on different networks；Core network；Regional system

引用格式：胡小兵，刘腾. 700 MHz频段5G共建共享策略及方案研究[J]. 邮电设计技术，2021（4）：66-72.

1 概述

中国移动和中国广电之间有很强的互补性，移动的优势在于网络，广电的优势在于内容生产，2家合作会推出大量的增值服务，将“语音+流量+宽带+电视”套餐相融合，在宽带的基础上，能够使用户更好地享受到内容服务。两者将业务和服务不断地创新，彼此发挥优势，寻找新的“价值”增长动能，服务于广大用户。本文重点基于700 MHz频段，从双方网络现状、业务类型、覆盖策略、频率资源、组网方案、核心网、承载网等方面进行研究，探索适合双方发展的5G发展道路。

收稿日期：2021-02-24

2 700 MHz频谱分析

2.1 使用分析

700 MHz被称作是无线网络覆盖的黄金频段，具有传播损耗低、覆盖广、组网成本低等优势，相比中国移动2.6/3.5 GHz可以节省6倍以上的基站，广电具备702~798 MHz频谱资源，对应标准N28频谱，具备2×30/40 MHz的组网频率资源，工信部于2020年4月1日发布关于调整700 MHz频段频率使用规划的通知，将703~743/758~798 MHz频段规划用于频分双工（FDD）工作方式（见图1）。

现阶段700 MHz被广泛用于模拟及数字电视业

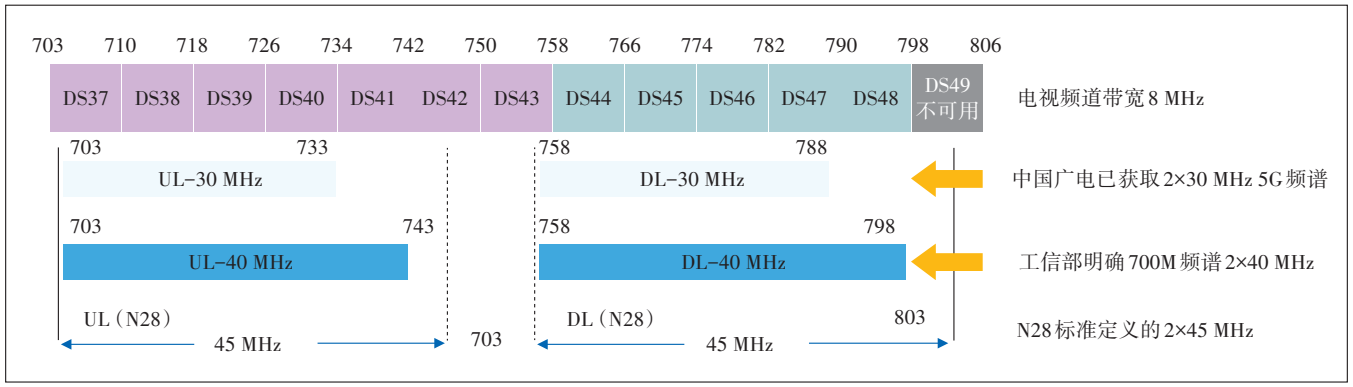

图1　700 MHz国内频谱使用和分配情况

务，全面开展700 MHz 5G建设前需要进行清频工作，关闭对应频率的电视业务。工信部调整700 MHz频段频率使用规划，需要将用于数字电视地面广播（DTMB）的700 MHz清理出来以供5G使用，需要清频的部分涵盖了DS-37~DS-48，一共12个广播频道。同时考虑到700 MHz网络的隔离度要求，为消除700 MHz网络的带外干扰，需要对DS-36、DS-49进行清频（见图2）。

全国广电各地频率占用情况不一，但均对700 MHz频段造成强干扰，干扰信号主要为8 MHz带宽的广播。700 MHz的清频工作是一个工作量巨大，环节复杂，耗费投资较大的工作，需要做好统筹规划，因地制宜，有序推进，此项工作是开展700 MHz 5G工作建设的前提。

2.2　700 MHz产业链分析

对于4G而言，700 MHz是全球4G商用网络数第5的4G频段，但对于5G而言，现全球仅有3张700 MHz频段5G网络投入商用。700 MHz产业链还不够成熟，在网络设备、用户终端、芯片、行业应用等方面目前还处于培育和发展阶段，加之中国广电在移动通信市场领域处于一片空白，单独依靠中国广电带动700 MHz产业链发展难度巨大，与中国移动达成共建共享协议后，依靠中国移动巨大的用户群体规模和运营手段，能够快速带动整个产业链的发展，在个人用户和行业应用上实现突破。

此次700 MHz的合作将为后续4.9 GHz的合作打下基础，中国广电4.9 GHz（4 900~4 960 MHz）与中国移动4.9 GHz（4 800~4 900 MHz）在4.9 GHz频段上是紧邻的，利于双方展开进一步的合作，类似于中国电信和中国联通的3.5 GHz的合作共享，将带宽从各自的100 MHz扩大成共享的200 MHz，让用户获得更快的网速和更好的体验。

2.3　700 MHz频谱4G/5G速率对比

5G高速率主要依靠大带宽、MIMO天线、高速率调制等方式实现，而对于700 MHz低频来说，因为本身频率低，波长长，难以使用Massive MIMO技术提升频谱利用效率，700 MHz 5G相对于4G速率上并无较大优势（见表1）。

从上述分析可以看出，在700 MHz低频上采用低成本、低功耗组网模式，40 MHz带宽的理论下行网速为220~440 Mbit/s。现主流终端芯片均支持700 MHz频段20 MHz带宽，支持700 MHz频段2×30 MHz带宽

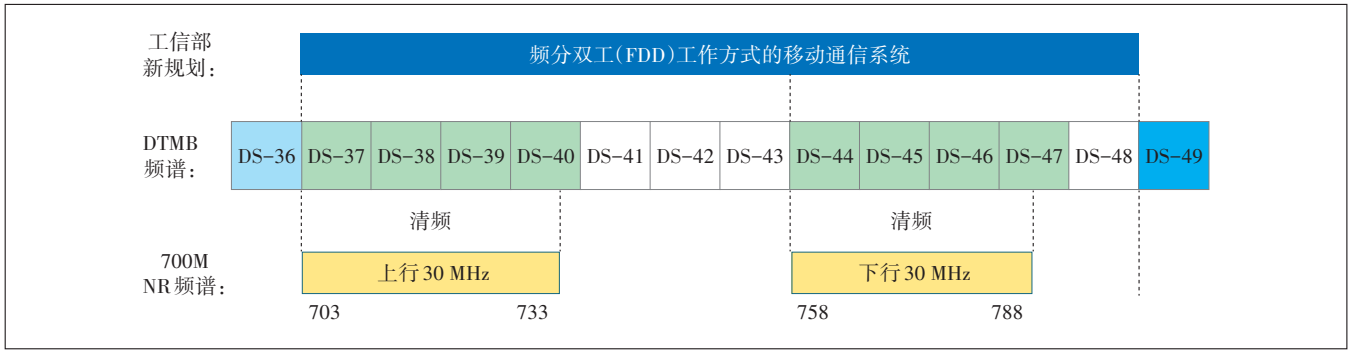

图2　700 MHz国内频谱清频情况

表1　700 MHz、2.6 GHz频谱4G/5G速率对比

制式	700 MHz 4G	700 MHz 5G	700 MHz 5G	2.6 GHz 5G
	FDD	FDD	FDD	TDD
基站配置	20 MHz/2T4R	20 MHz/4T4R	40 MHz/4T4R	40 MHz/64T64R
终端配置	20 MHz/1T2R	20 MHz/2T4R	40 MHz/2T4R	40 MHz/2T4R
RB数量	100	51	106	273
小区峰值速率	158.4 Mbit/s	215.424 Mbit/s	447.744 Mbit/s	5.93 Gbit/s
手机单用户峰值下行速率	158.4 Mbit/s	215.424 Mbit/s	447.744 Mbit/s	1.48 Gbit/s
手机单用户峰值上行速率	79.2 Mbit/s	80.784 Mbit/s	167.904 Mbit/s	0.28 Gbit/s

的芯片预计2021年初量产，在20 MHz带宽2T4R情况下，5G小区峰值速率为215 Mbit/s，与4G速率相差并不大，与中国移动的1.8 GHz和2.1 GHz 4G网络相比，下载速率没有太大优势。

就中国广电而言，部署低频5G意义巨大，因为中国广电没有4G的历史负担，在中国广电财力有限，且基建水平和三大运营商有较大差距的情况下，用低频5G能以相对小一些的基建成本和维护成本实现一定范围的覆盖。

就中国移动而言，鉴于700 MHz覆盖能力强、容量小的特点，决定700 MHz网络仅能作为底层边缘中低速业务承载网，如城区VoNR业务、农村广覆盖、城区深度浅覆盖、低话务区域5G低成本覆盖等。

3 中国广电700 MHz频段5G建设策略

对于中国广电而言，目前发展5G网络最大的短板是现阶段没有连续覆盖的无线网络和巨大的投资成本，无法满足用户的语音及连续覆盖的体验需求，通过与中国移动达成的700 MHz 5G网络共建共享框架协议，在700 MHz频段5G网络具备商用条件前，中国广电有偿共享中国移动2G/4G/5G网络为其客户提供服务，中国移动为中国广电有偿提供国际业务转接服务。中国广电在网络建设、运营、维护、用户服务等方面都会得到补充。5G各种业务对速率和时延的要求如表2所示。

中国广电拥有有线电视用户总量2.12亿户，宽带用户总量达到4 163万户，智能终端用户规模达到2 429.4万户；视频点播用户6 980.9万户，其中4K视频点播用户为1 762.8万户。在视频内容的制作和采集上，中国广电具有先天优势，同时中国广电具有良好的政企市场地位及关系。中国广电拥有巨大的用户群体和5G业务发展基础，发展5G必能补齐业务发展短板，促进业务较快较好发展。

表2　5G典型业务通信需求参考

5G场景	分类	通信需求			
		带宽/（Mbit/s）	时延/ms	可靠性/%	连接数（个/km^2）
uRLLC	无人机	>200	毫秒级	99.99	2~100
	车联网（自动驾驶）	>100	<10	99.999	2~50
	智慧医疗	>12	<10	99.999	局部10~1000
	工业互联网	>10	<3	99.999	局部百~万级
mMTC	智慧城市	>50	<20	99.99	百万~千万级
	智慧农业	>12	<10	99.99	千~百万级
eMBB	VR/AR（CLOUD VR/MR）	100~9 400	<5	99.99	局部2~100
	家庭娱乐	>100	<10	99.9	局部2~50
	全景直播	>100	<10	99.9	2~100

全网实现700 MHz 5G网络的连续覆盖需要一个长期的过程，在这段时间里建议中国广电从以下几个方面入手进行5G方面的建设。

3.1 业务拓展方向和建设区域

目前在个人业务方面，市场趋于饱和，中国移动、中国联通、中国电信市场及网络已经运营多年，具有稳定的客户群体和市场关系，对于中国广电来说，突破个人业务基本无优势可言，中国广电需结合自身业务及政企市场关系，发挥自身在ToB服务领域的独特优势，重点发力2B业务，ToC业务根据双方及约定或者根据业务发展方向和需求确定，划定建设区域。具体的思路如下。

3.1.1 ToB建设

5G建设初始阶段主要以满足政企客户ToB业务为主，是扩大政企市场，拉动5G+行业应用的绝佳窗口期，可以按照“谁的客户，谁的需求，谁负责建设”的原则开展，发挥中国广电在宣传口的绝对优势地位和客户资源，发展高清视频、5G广播电视、物联网、政企专网等业务，未来重点发展超高清视频、智慧广电、智慧城市，并逐步推动公众移动用户业务发展。

在具体操作流程上，由相应政企客户部门梳理政企清单，推动客户快速签约，直管名单制客户包括在网大客户、异网大客户，包括5G+智慧园区、5G+智能制造、5G+智慧物流、5G+智慧医疗、5G+应急通信专网等政企和智慧城市业务，部署SA和MEC承载政务、商务、教育、医疗、交通、能源、旅游、金融、工业等领域业务应用。同时对于700 MHz 5G可重点聚焦5G+港口、5G+海域等超远覆盖区域。

对于在网大客户要优先签约、做好网络覆盖和5G+应用拓展，巩固发展存量业务；对于暂时没有业务或业务量较少的大型客户，要以5G为新型进攻手段，实现5G网络+应用的导入，抢占5G市场。

3.1.2　ToC建设

ToC业务可按照双方约定进行建设，或者可以从利于网络建设、维护的角度出发，参照中国电信和中国联通的5G合作模式进行，按照全国统筹划分；或者以本地网为单位按照城区、农村区域划分；再或者以省为单位进行地（市）划分，承担对应区域内的700 MHz 5G建设。

聚焦的ToC业务包括5G+广覆盖、5G+无线宽带、5G+4K/8K超高清视频、5G+VR/AR、5G+游戏娱乐等视频类业务，同时可作为有线电视业务的重要补充，如大型场馆的赛事直播、光纤无法接入的楼宇和商务区借助5G eMBB业务满足用户需求等。

3.2　网络架构

中国广电和中国移动5G的共建共享将是一个长期的过程，核心网、传输网、无线网都需从整体架构上做一个明确的规划和长远的打算。

3.2.1　无线网

从接入网的共享技术方案上考虑，无线网组网有2种模式（见图3）。

a）在700 MHz 5G规模建成前采用异网漫游方式，中国移动共享2G/4G/5G网络给中国广电，承载所有广电用户，中国广电租用中国移动网络，独立开展各项电信业务，快速竖立品牌形象。

b）700 MHz 5G规模建成后采用MOCN共享载波方式，中国移动用户优先接入2.6 GHz，中国广电用户优先接入700 MHz，语音采用VoNR承载，中国广电用户从NR覆盖区移动至覆盖盲区时，通过异网漫游、PLMN reserved等方式保障业务连续性。

2种方式的区别如下。

a）异网漫游：完全借用别的运营商的整个网络通路，运营商双方的HLR互相开放鉴权，从对方的基站接入网到对方的核心网，按照漫游结算协议进行费用的结算。

b）MOCN：5G的一个RAN可以连接到多个运营商的核心网，对共享的NR小区，物理上是同一套设备，但对于不同的运营商来说，是2个不同的逻辑站点，分别连到各自的核心网上。不同运营商的用户各自通过所属的逻辑站点回传到各自的运营商核心网

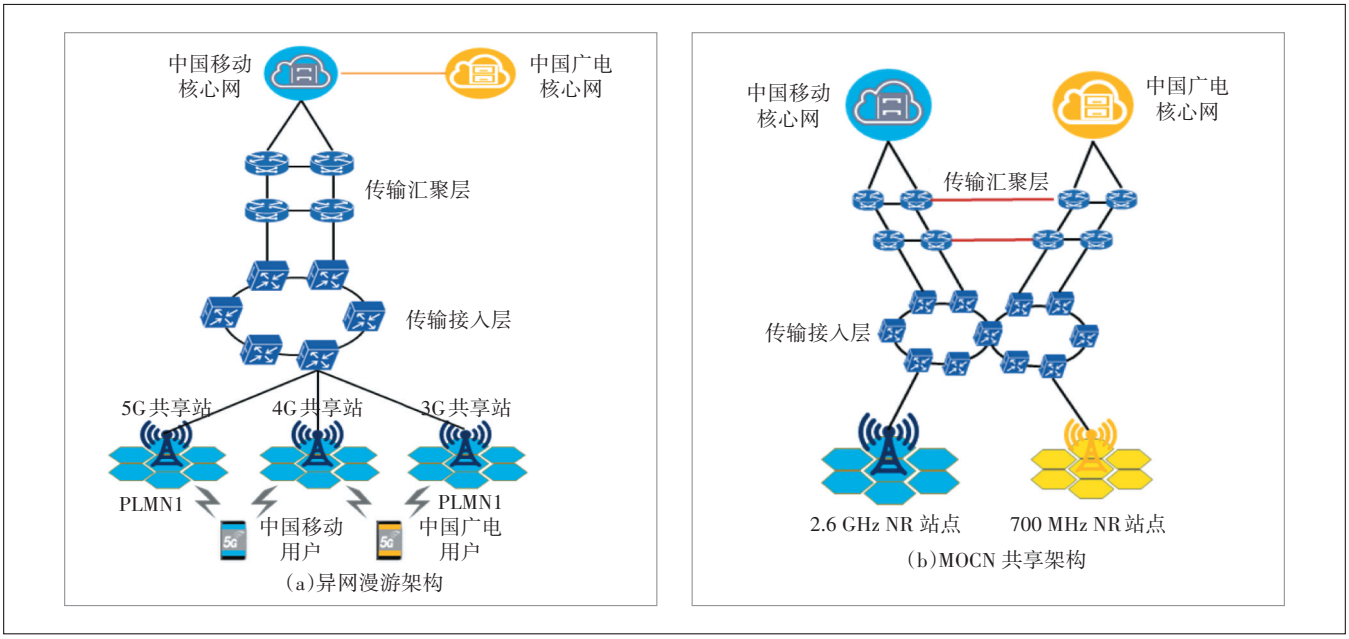

图3　无线网络组网架构

上，相互来说是各自独立的，基站广播双方独立的PLMN号，终端基于PLMN选网。

鉴于中国广电没有独立的无线网络，在自建网络没有成熟之前，所有用户移动业务都需要使用中国移动的2G/4G/5G网络，相比共享载波方式，异网漫游网络参数设置简单，网络改造成本低，建议中国广电使用中国移动网络开启异网漫游方式。

3.2.2 核心网

核心网可以采用省集中部署和大区集中部署2种方案，2种方式架构图如图4所示。2种方式的比较如表3所示。

考虑中国广电没有3G/4G核心网，无需对现网架构进行调整，采用大区制集中管控程度及资源利用率高，有利于全国业务统一发放，建议中国广电核心网采用大区制部署方案。

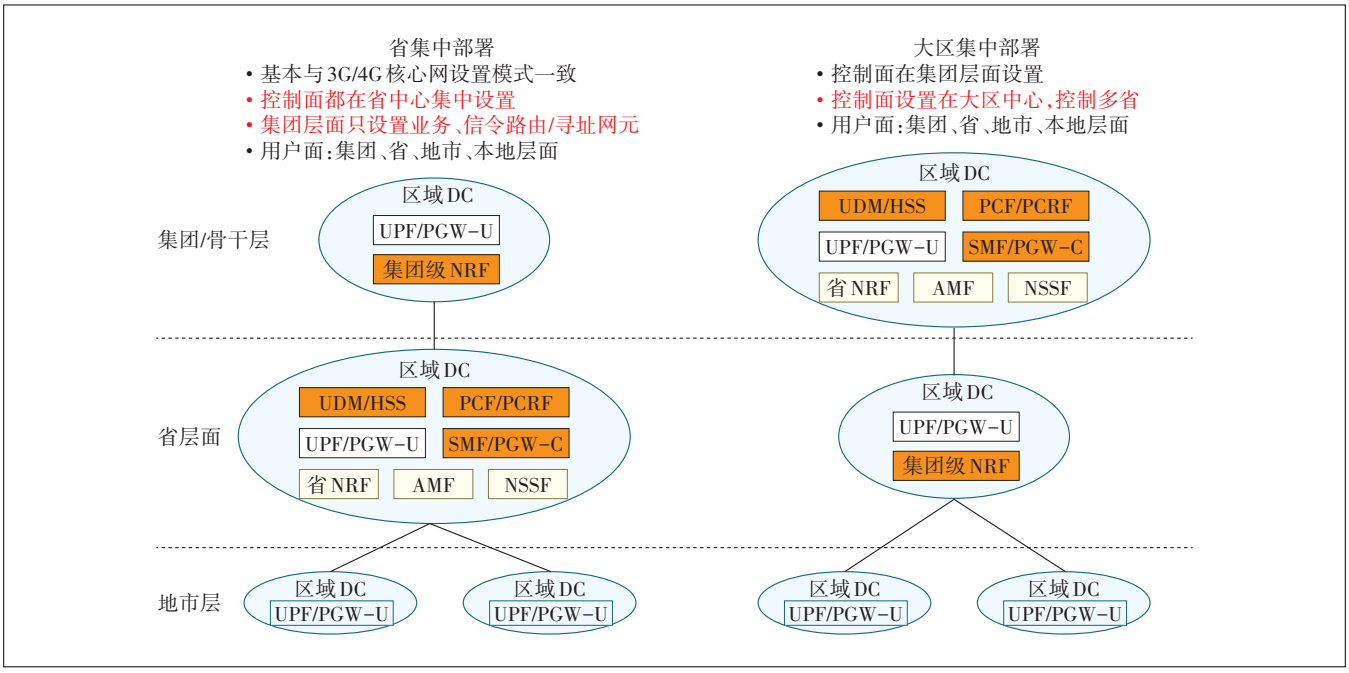

图4　核心网部署架构

表3　2种核心网部署架构对比

对比指标	省集中部署	大区集中部署
数据库迁移	在省内进行迁移，相对简单	在省和大区间进行迁移，工程量大，复杂
控制面时延	相对较小	相对较大
基站和AMF的连接	AMF能够连接的基站数量有限，基站和5GC间信令交互多，适合省集中部署	AMF需要根据省份划分不同的Pool
承载问题	和4G承载相同，可以延续4G的承载方案	引入跨省承载
运营模式	和3G/4G相同，可以延续之前的运营模式	需要对运营加固进行调整
容灾	容灾方案简单，压力较小	容灾方案复杂，压力较大
集中管控程度	较低，各省可以灵活开展业务	较高，资源利用率较高，集约化，统一管理，有利于全国性业务统一发放

3.2.3 传输网

按照双方约定，中国移动向中国广电有偿提供700 MHz频段5G基站至中国广电在地（市）或者省中心对接点的传输承载网络，在700 MHz规模部署之前中国广电采用异网漫游方式，规模部署后采用共享载波方式，因此首先需要对核心汇聚层进行升级改造扩容，与中国移动核心网进行对接。

目前中国广电实现5G的数据传输，设备间需要严格的时钟同步，并且需要同时采用北斗卫星同步和网内时钟同步对时间进行校准。现有中国广电网络传输电视业务采用的是广播、组播的模式，区县级播控中心的时间和中央电视台保持严格时钟同步，而5G网络需要将接入端小基站纳入时钟同步范围，因此骨干网的核心设备需要进行5G升级。

5G对于中国广电而言并不是纯粹的增加基站那么简单，需要建设与之匹配的承载网，广电现有的承载网大部分已不能满足需求，必须尽快构建与之匹配的承载网络。

图5给出了承载网组网示意。

3.3 明确双方的责任和权力

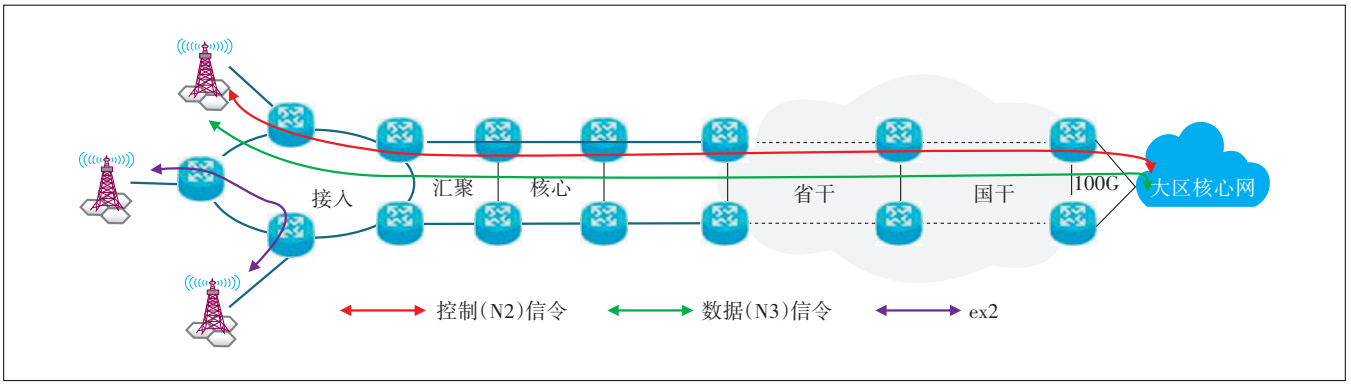

图5　承载网组网示意

中国广电在700 MHz 5G网络规模建成之前，需共享中国移动网络，与中国移动用户使用优先级上存在竞争关系，在中国广电网络不可用时自动漫游到中国移动网络，中国广电网络可用时能自动切换回来，优先使用自有网络。

异网漫游一般设置程序：本网用户优先级高于漫游用户，本网语音、上网这类低速数据业务优先级最高，其次是漫游用户的这类业务，最后是本网用户的视频、大文件下载这类中高速数据业务（网络繁忙时，优先满足本网和漫游用户基本业务需求，可能会被限速），优先级最低的是漫游用户的这类业务（网络繁忙时，优先满足本网用户需求，漫游用户网速可能限制得比较低，网络空闲时也能获得不错的网速）。在这种异网漫游的方式下如何保障中国广电用户的服务质量，可以考虑如下配置策略。

a）共同制定业务策略，确保双方体验平等。

b）中国移动与中国广电用户共享并分别优先接入2.6 GHz与700 MHz NR，2网之间配置合理的驻留切换等互操作配置。

c）区分运营商用户，2网采取不同的驻留策略，通过专用频点优先级引导中国广电用户优先驻留700 MHz，接入网络后基站识别运营商用户，通过RRC RELEASE下发专用频点优先级；中国移动5G用户的2.6 GHz NR频点优先级高，中国广电5G用户的700 MHz NR频点优先级高。

d）OMC配置：承建方负责以专线方式将OMC反拉至共享方，共享方操作权限仅限于对共享基站的查询统计类指令，无“写”操作权限；承建方可开放的网管能力包括：查询能力（告警、性能、配置等）、导出能力（告警、性能、配置、用户级TRACE等）；后期共享OMC按要求输出双北向数据，包括告警、性能、配置、TRACE、MR/CDR等，双方按本方需求进行数据分析。

4　中国移动700 MHz频段5G建设策略

从组网策略角度而言，随着5G网络部署的展开，中、高频段虽然具备大带宽优势，但建设成本高、深度覆盖弱的短板也开始显现，基于传统FDD频段实现5G深广覆盖，并和中、高频5G进行载波聚合协同组网已在全球得到共识。

从网络应用角度而言，全球运营商应充分发挥700 MHz上下行整体资源的优势，提供全业务的能力，特别是在5G语音方面。同时，将来还可以通过载波聚合的方式，充分发挥低、中、高不同频段的优势，满足更多业务的需求。

中国移动拥有完善的无线、传输、核心网络架构，站址及传输等配套资源充分，对于建设700 MHz 5G基站来说，可以利旧站址资源，对传输、核心网进行升级，建网及投入使用速度快。

4.1　中国移动目标网架构

中国移动和中国广电结合后，就正式集齐了700 MHz+2.6 GHz+4.9 GHz频段，采用700 MHz频段做广域覆盖，2.6 GHz频段做热点覆盖，4.9 GHz频段做室内覆盖，既能满足当前ToC的需求，也能满足未来ToB的应用。同时可以有效减少中国移动的5G建设投资成本，快速形成媲美4G的网络覆盖能力。使得5G建设速度更快，覆盖效果高效（见图6）。

借助700 MHz，中国移动可以建成一张低频5G网络打底覆盖，同时利用其低频穿透能力补充室内覆盖。700 MHz VoNR相对于900 MHz VoLTE有3.3 dB的优势，映射为700 MHz覆盖半径为900 MHz的1.2倍，面积为1.44倍；700 MHz站点数量达到900 MHz宏站数量（约74万）的1/1.44就可以达到GSM 900 MHz

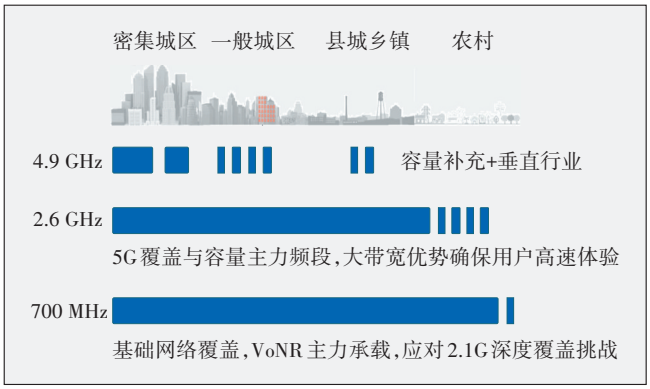

图6　中国移动5G网络频段规划

的语音覆盖水平，约50万站。

4.2 700 MHz SUL上行增强技术

SUL利用LTE空闲上行频谱补充NR上行，FDD+TDD NR载波上行轮发，增强终端上行容量和覆盖，下行无增强。

700 MHz和2.6 GHz频段协同，在2.6 GHz下行大带宽的基础上，最大化发挥700 MHz上行和深度覆盖优势，支撑5G精品网络建设。在上行方面，终端数据发送在2.6 GHz和700 MHz上灵活切换，实现了上行的全时隙调度，每个时隙都可以发送上行数据，有效提升了终端上行吞吐率和用户上行体验。在下行方面，700 MHz深度覆盖好，穿透损耗低，可作为2.6 GHz深度覆盖的有效补充，提升运营商的站点投资效益。

4.3 700 MHz垂直行业应用

TDD DL/UL子载波时域上相互间隔，使得TDD难以满足1 ms时延要求，FDD DL/UL Subframe 频域上互相隔离，同时上传与下载数据，因此可以满足1 ms时延要求，Sub 1G FDD更适用于uRLLC。700 MHz采用FDD组网方式，相比TDD组网在5G uRLLC更具有优势，对于智慧医疗、工业制造、自动驾驶等对时延要求较高但速率要求不高的政企业务场景有比较大的优势。

4.4 700 MHz、2.6 GHz、4.9 GHz CA载波聚合

通过CA可以实现700 MHz+2.6 GHz 、700 MHz+2.6 GHz +4.9 GHz NR载波上下行聚合，增强终端上下行容量，对于发展eMBB、视频、AR/VR等业务，提升用户的体验效果具有重要意义。

4.5 700 MHz室内深度覆盖

700 MHz无论在穿损还是自由空间传播损耗上，相对其他频段均有较大优势，可作为5G NR打底频段，对于居民小区电梯、地下停车场等低话务区域，因其建筑结构特点，室外宏站信号穿透困难，网络覆盖较差，网络建设投资与收益不成正比，使用700 MHz可以实现低成本组网覆盖。

对于高密度居民区，使用2.6 GHz、4.9 GHz高频覆盖需要较多站址，站址协调难度较大，通过宏微结合的方式实现整体良好覆盖，利用700 MHz广覆盖的优势，可以对高密度住宅等进深较小的楼宇进行较好地覆盖。

5 结束语

中国广电和中国移动通过700 MHz频段5G的共建共享，可以低成本快速实现5G网络全覆盖，实现双方优势互补，在5G方面双方将基于“真诚合作、互利共赢”的原则进行合作，同时可以开展内容、平台、渠道、客户服务的深入合作。通过合作，双方可发挥5G技术、频率资源、内容等方面的优势，集约高效地实现5G网络覆盖，丰富5G业务，为推动5G融入百业、服务大众奠定良好基础。同时在国家新基建的整体政策建设推动下，快速实现企业转型，融入数字城市，加入智慧生活的快车道。

参考文献：

[1] 商玉兵. 广电5G发展的竞争战略和关键战术研究[J]. 科技资讯，2020(13)：18-19.
[2] 徐杰，丁明杰，岑曙炜. 5G网络快速设经验[J]. 通信世界，2019(17)：19-20.
[3] 张峥华. 5G承载网关键技术与建设方案[J]. 信息通信，2019(4)：208-211.
[4] 顾浩，方雅雯. 中国广电5G发展研究与预测. 电脑知识与技术[J]. 2019(31)：274-280.
[5] 王博. 广电5G时代发展前景. 科学传播理论探索[J]. 2016(21)：18-19.
[6] 陈伟东. 5G承载网需求及建设策略研究. 智能城市应用[J]. 2019，2(6)：124-126.
[7] 赵春华. 5G承载网的架构演进及带宽分析[J]. 电信科学，2019(2)：79-83.

作者简介：
胡小兵，毕业于吉林大学，工程师，学士，主要从事移动通信网络规划研究工作；刘腾，毕业于西安邮电学院，工程师，学士，主要从事移动通信咨询规划设计工作。