

VoLTE 依赖电路域业务在 IMS 域内

Research and Practice on VoLTE Dependent CS Domain Services 继承方案研究与实践

Carrying in IMS Domain

王文剑¹,尹永鑫²,关 威²,王 宇²(1. 中国联通山东分公司,山东 济南 250101;2. 中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033)

Wang Wenjian¹,Yin Yongxin²,Guan Wei²,Wang Yu²(1. China Unicom Shandong Branch,Jinan 250101,China;2. China United Network Communications Group Co.,Ltd.,Beijing 100033,China)

摘 要:

目前,VoLTE 用户在部分业务呼叫场景(如呼叫 400、短号码、省际固话等)中,依然高度依赖电路域进行疏通。这些业务呼叫疏通场景在 3G 网络(电路域)退网后将面临着无法疏通的问题,这也是一个急需解决的、全国性的难题。通过对 VoLTE 依赖电路域业务在 IMS 域内继承及割接方案的研究和应用,创新性地提出了针对这些业务呼叫场景在 IMS 域内的继承方案,快速、彻底地解决了这一难题。

关键词:

VoLTE;电路域;呼叫 400;1/9 短号码;ENUM;域内疏通

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2025.05.010

文章编号:1007-3043(2025)05-0055-07

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Some business call scenarios for VoLTE users, such as calling 400, short numbers, inter provincial fixed telephones, etc., still heavily rely on circuit domain communication. These business call unblocking scenarios face the problem of being unable to clear after 3G network (circuit domain) dropout, which is also an urgent and nationwide problem that needs to be solved. Through the research and application of VoLTE dependent circuit domain services inheritance and cutover schemes in the IMS domain, an innovative inheritance scheme for these service call scenarios in the IMS domain is proposed, which quickly and thoroughly solves this problem.

Keywords:

VoLTE; Circuit domain; Calling 400; 1/9 short number; ENUM; Carrying within domain

引用格式:王文剑,尹永鑫,关威,等. VoLTE 依赖电路域业务在 IMS 域内继承方案研究与实践[J]. 邮电设计技术,2025(5):55-61.

1 背景

当前 VoLTE 用户的部分呼叫场景(如 VoLTE 用户呼叫网内网间 400 号码、VoLTE 用户呼叫 1/9 开头的短号码、VoLTE 用户呼叫省际固话等)仍然需要通过电路域进行疏通。随着 3G 网络逐步退网,这些呼叫场景需要摆脱对电路域的依赖。

另外,随着固移 IMS 网络的域内互通,越来越多使用 400 号码、1/9 开头短号码的呼叫中心、客服热线客户要求开通视频呼叫功能。但是目前 VoLTE 用户呼

400、1/9 开头短号码时需绕行电路域,存在部分呼叫场景不支持视频的问题,导致视频客服功能无法全场景覆盖。高效解决当前移动网络 IMS 系统中存在的典型问题,在全国范围内尚无先例。为此,需要考虑如何在 IMS 网络中继承原有 VoLTE 依赖电路域的业务。

2 方案详述

2.1 总体原则

目前已有部分省公司开始电路域设备的退网工作,但各省之间退网的进度不同,建议采取“尽可能由 IMS 域直接疏通”的原则。

2.2 VoLTE 呼叫省际固话

收稿日期:2025-04-07

2.2.1 现状

目前,VoLTE 呼叫本省固话已基本上全通过 IMS 域内进行疏通,但对于 VoLTE 呼叫外省固话的情况,仍保持经主叫省 MGCF、CMN 到被叫省进行疏通^[1]。

开放 VoLTE 通过 IMS 域内呼叫省际固话的功能,可以避免 VoLTE 在该场景下对电路域的依赖。开放域内呼叫,只需要在 VoLTE S-CSCF、I-CSCF 等网元中,针对“+86”开头号码开放 ENUM 查询即可,如果要精准控制 VoLTE 呼叫部分外省号码,可以在 VoLTE S-CSCF、I-CSCF 等网元中,针对“+86'+外省区号+1~9”配置详细的查询策略。

需注意的是,前期固网 IMS 启用了 Transit 省际长途功能:在主叫省 ENUM 中配置了全国区号(不含主叫省区号)通配数据,Transit SIP URI 格式为“sip:' +86'+区号+1~9+通配字符串@transit.<province>.ims.chinaunicom.cn;user=phone”;在被叫省 ENUM 中配置了被叫省联通号段的通配数据,Transit SIP URI 格式为“sip:' +86'+区号+联通手机 H 码+通配字符串@transit.<province>.ims.chinaunicom.cn;user=phone”;在被叫省 ENUM 中配置了被叫省携入联通号码(未开通 VoLTE)详细开户数据,Transit SIP URI 格式为“sip:' +86'+区号+联通手机号码@transit.<province>.ims.chinaunicom.cn;user=phone”。即上述 3 种 Transit SIP URI 的开户格式都使用了相同的 Transit 域名。

目前现网 VoLTE I/S-CSCF 针对 Transit 域名采用了域名分析经主叫省 BGCF(如有)、主 MGCF 送出 IMS 域后由电路域疏通。如果启用 VoLTE 经域内呼叫省

际固话,则需要同步取消对 Transit 域名的域名分析。

2.2.2 保持现网 Transit 域名不变,被叫 3G 用户经被叫省关口局疏通(方案 1)

如图 1 所示,在实施该方案时,ENUM 将保持 Transit SIP URI 的格式不变,取消 VoLTE I/S-CSCF 对 Transit 域名的分析,全部根据 DNS 查询结果进行路由。

被叫是 2G/3G 的呼叫在从固网汇接局送至关口局时,需要将手机号码前面的区号删掉。

方案 1 的优点如下。

- a) 操作简单,只需删掉相关域名分析数据即可。
- b) 路由机制清晰。

方案 1 的缺点如下。

- a) 被叫是 3G 用户的呼叫需要穿过被叫省固网 IMS 后经关口局送移动网电路域疏通,路由相对复杂。
- b) 由于南方省分固网 IMS 网络规模普遍较小,因此需要评估被叫省固网 IMS 能否承担穿网的话务量。
- c) 需要计费侧评估穿网导致的在固网 IMS 省际入口记录的移打移结算话单能否正常剔单(被叫手机号码有区号)。

2.2.3 保持现网 Transit 域名不变,被叫 3G 用户经被叫省固网 IMS 省际入口直送移网 BGCF/MGCF 疏通(方案 2)

如图 2 所示,在实施该方案时,ENUM 将保持 Transit SIP URI 的格式不变,取消 VoLTE I/S-CSCF 对 Transit 域名的分析,全部根据 DNS 查询结果进行路由。

主叫省 VoLTE I/S-CSCF 将呼叫送至被叫省固网 IMS 省际入口 BCF/I-CSCF,BCF/I-CSCF 启动号码分

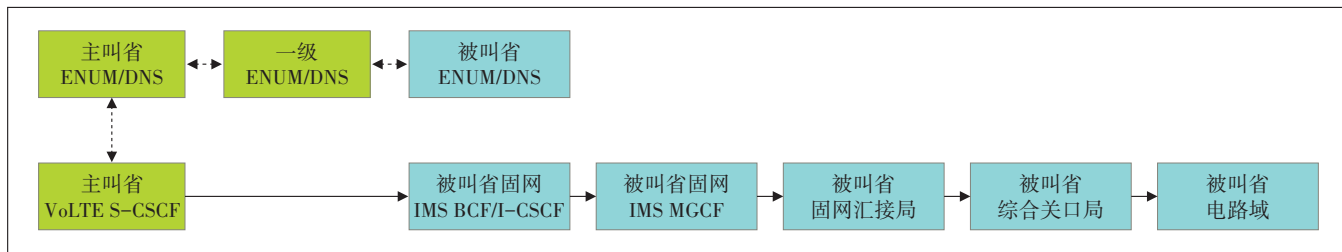


图 1 VoLTE 呼叫省际 3G 经被叫省固网 IMS 疏通

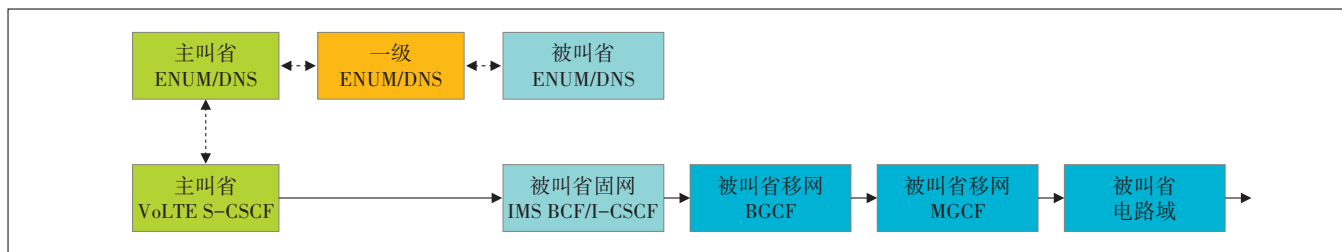


图 2 VoLTE 呼叫省际 3G 经被叫省 BCF 到移网 MGCF 疏通

析,将被叫经移网 BGCF(如有)、MGCF 送出移网 IMS 域。被叫手机号码前的区号由移网 BGCF 或移网 MGCF 删除。

方案 2 的优点如下。

a) 避免了方案 1 中 VoLTE 呼叫省际 3G 用户穿过被叫省固网 IMS 全网的问题,仅经过了省际入口 BCF/I-CSCF。

b) 路由机制相对清晰。

方案 2 的缺点如下。

a) 当被叫是 3G 用户时,其呼叫需要穿过被叫省固网 IMS 省际入口后直接发送到移网的 BGCF/MGCF。这需要固网 BCF/I-CSCF 开通到移网 BGCF/MGCF 的中继,路由相对复杂。

b) 由于南方省分固网 IMS 网络规模普遍较小,需要评估被叫省固网 IMS 省际入口 BCF/I-CSCF 能否承担该方案带来的话务量。

c) 需要计费侧评估穿网导致的在固网 IMS 省际入口记录的移打移结算话单能否正常剔单(被叫手机号码有区号)。

2.2.4 修改固网 Transit 域名,被叫 3G 用户经主叫省关口局疏通(方案 3,推荐方案)

如图 3 所示,如果被叫是 3G 用户,仍然保持通过主叫侧 VoLTE MGCF 到电路域疏通,这种情况下需要将区分目前固移网共用的 Transit 域名,以确保可以通过对 SIP URI 中不同的域名区分不同的呼叫路由。

携入联通的 3G 用户在 ENUM 中开户为 Transit SIP URI,因此修改固网省际 Transit SIP URI 的域名更为简单快捷。由于仅对固网区号通配数据的域名进行了修改,不会对 ENUM 等网元产生额外的开销。

具体的路由方案如下。

a) 各省保持本省所有联通号段及携入联通的 3G

用户的 Transit SIP URI 开户数据不变。

b) 当被叫省固网支持主叫省 VoLTE 用户呼叫省际固话经 IMS 直接疏通时,主叫省修改本省 ENUM 中的被叫省区号通配数据,建议将域名修改为 transitfix.<province>.ims.chinaunicom.cn,修改后的替换表达式格式为“sip:’+86’+被叫省区号+1~9(可选)+通配符@transitfix.<province>.ims.chinaunicom.cn;user=phone”(下简称为“Transitfix SIP URI”)。

VoLTE I/S-CSCF 根据 ENUM 查询的不同结果进行路由。

a) 当查询结果是 Transit SIP URI 时,通过域名分析经 BGCF(如有)、主叫省移网 MGCF 送出 IMS 域,由电路域完成后续接续。

b) 当查询结果是 Transitfix SIP URI 时,I/S-CSCF 针对域名查询 DNS 并进行路由。

c) 其他场景保持不变。

2.3 400 业务(含网间)

2.3.1 现状

目前,VoLTE AS 将被叫是“tel:400xx”的号码格式配置为“不规整”,S-CSCF 收到 VoLTE AS 送回的被叫是“tel:400xx”的 INVITE 请求后送 BGCF 或者直接启动号码分析,经主叫省移网 MGCF 将呼叫送出 IMS 域。出 IMS 域后,MGCF 所在地(市)关口局将呼叫送至固网汇接局,主叫省固网完成后续接续。在固网,400 业务是由固网 IMS 直接触发骨干智能网来实现的。

因关口局退网,需要由固移网 IMS 域内直接疏通。主被叫分摊付费智能业务号码归属情况如表 1 所示。

表 1 主被叫分摊付费智能业务号码归属情况

中国联通	中国电信	中国移动
4000	4008	4001
4006	4009	4007

2.3.2 方案讨论

根据《不同运营商 IMS 网间互通技术要求》(YD/T 3369-2023)要求,被叫为 400 业务号码的呼叫过网时,被叫号码包含主叫所在地(市)的区号,即“tel:’+86’+主叫漫游地区号+400x”,如 tel:+86104001234567^[2]。

除了 VoLTE AS 外,其他 IMS 网元暂时无法根据主叫用户位置将被叫 400 号码规整为“tel:’+86’+主叫漫游地区号+400x”格式,因此必须调整 VoLTE AS 中对被叫 400 号码的规整格式,由“不规整”调整为“tel:’+86’+主叫漫游地区号+400x”格式。

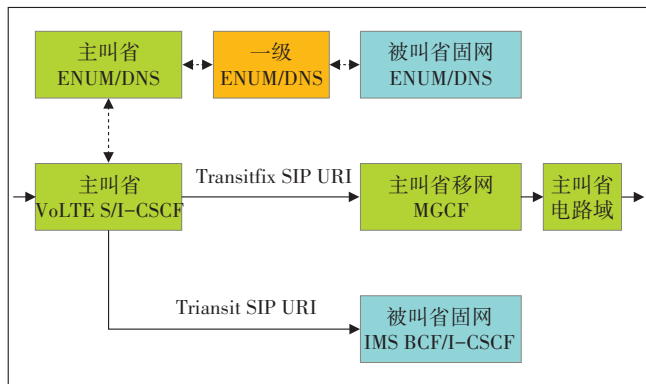


图 3 修改固网 Transit 域名,被叫 3G 经主叫省关口局疏通

目前固、移网 IMS 共用二级 ENUM/DNS, VoLTE S-CSCF 针对“tel: '+86'+主叫漫游地区号+400x”的号码格式,打开 ENUM/DNS 查询后,按照现网固网 S-CSCF 方式完成后续呼叫路由,即可实现在 IMS 域内继承 VoLTE 用户呼 400x 业务的功能。

2.3.3 移网 vIMS 域内疏通方案

vIMS 网络内继承 400 业务的方案如图 4 所示。

a) 本省 VoLTE AS 将被叫“tel: 400x”号码规整为“tel: '+86'+主叫漫游地区号+400x”后送回 S-CSCF, S-CSCF 查询 ENUM, 并根据查询结果进行路由处理。

b) 在本省二级 ENUM/DNS、三级 ENUM/DNS(如有)中,配置各自覆盖范围区号+400x 通配数据。其中,联通号段的域名部分为“upas. 本省 IMS 省份标签.ims.chinaunicom.cn”,他网号段的域名部分为“cb/cm/ct. 主叫归属省省份标签.ims.chinaunicom.cn”。

c) 主叫省二/三级 ENUM/DNS 中配置了全国区号(不含主叫省)的通配 Transit SIP URI。为了规避各省割接进度不同的问题,需要在二/三级 ENUM/DNS 中配置兜底数据,即省内根据区号+400 的 ENUM 查询结果进行路由,省际仍然保持现网路由不变。后续当外省具备直接疏通条件时,删掉 ENUM 中的保底数据即可。

S-CSCF 查询 ENUM/DNS 后的路由规则如下。

a) 当查询结果是“sip: '+86'+主叫漫游地区号+400x@upas. 主叫归属省省份标签.ims.chinaunicom.cn”

时, S-CSCF 根据“upas. 本省 IMS 省份标签.ims.chinaunicom.cn”域名查询 DNS 查询结果进行路由,将请求发送至本省固网 IMS I-CSCF, 由固网 I-CSCF 完成后续路由。

b) 当查询结果是“sip: '+86'+主叫漫游地区号+400x@cb/cm/ct. 主叫归属省省份标签.ims.chinaunicom.cn”时, S-CSCF 根据“cb/cm/ct. 主叫归属省省份标签.ims.chinaunicom.cn”域名查询 DNS 结果进行路由,经本省 IBCF 送至其他运营商。

c) 当查询结果是“sip: '+86'+主叫漫游地区号+400x@transit. 主叫漫游省省份标签.ims.chinaunicom.cn; user=phone”时, S-CSCF 根据“transit. 主叫漫游省省份标签.ims.chinaunicom.cn”域名查询 DNS 结果进行路由,将请求发送至被叫区号省固网 IMS 省际入口 BCF/ I-CSCF, 由固网 IMS 完成后续路由。

d) 当查询结果是“tel: 400x”时, S-CSCF 根据现网的号码分析规则,经 BGCF 或直接启动号码分析,并将请求发送至主叫省移网 MGCF, 后续路由与现网一致。

2.3.4 方案实施建议

对于 400 业务, 方案实施意见如下。

a) 建议根据先满足省内场景(即移网 vIMS 用户位于号码归属省内),再满足省际场景的路线实施。如果某个非号码归属省满足域内疏通条件,删除 ENUM/DNS 中该省的保底数据即可(需确保原有的固

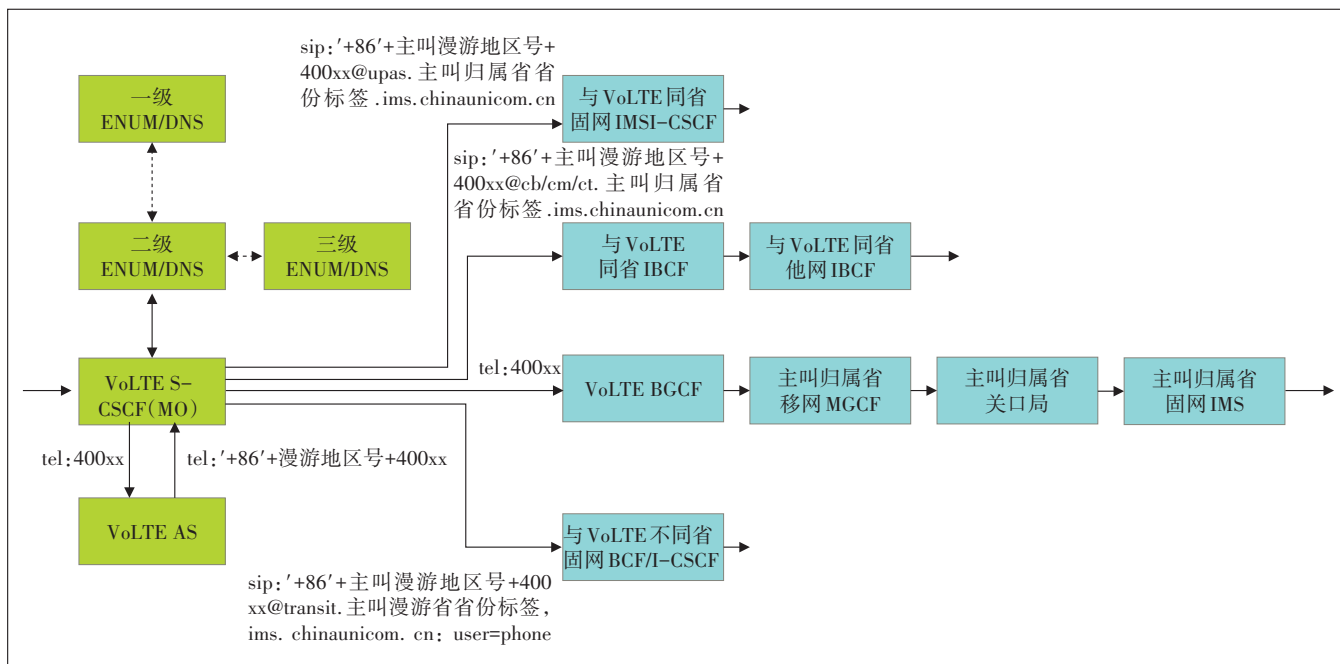


图4 VoLTE继承400业务后的路由方案

话区号 Transit SIP URI 数据能够成功匹配)。

b) 需特别注意的是,如果先做了移网 vIMS 用户呼叫外省固话号码由 IMS 域内疏通的割接,但是被叫省暂不支持区号+400 号段域内落地,则需要在 VoLTE S-CSCF、I-CSCF 中针对该省区号+400 字冠配置为不查 ENUM。如果可以正常落地,该数据可以忽略。

2.4 10/11/12/168/95/96 短号码业务

2.4.1 现状

VoLTE 用户拨打的 10/11/12/168/95/96 开头短号码(下简称为“短号码”)业务,需要根据用户所处位置及是否加拨区号进行规整和路由,具体步骤如图 5 所示。部分短号码为分区特服号码,需要识别出用户所处的行政区域。因此,VoLTE AS 会根据用户拨打的号码(不带区号的短号码)及由 VoLTE SBC 在呼叫请求 INVITE 消息中添加的 P-Access-Network-Info 头域中携带的位置信息规整为“tel:’+86’+漫游地区号+AC+3 位区域码+短号码”^[3],其中“AC”即接入码,用于根据规整后的号码进行后续呼叫路由,如 1014454、12540 等。移网 S-CSCF 将规整后的被叫号码经主叫省 BGCF(如有)、MGCF、关口局送入电路域进行疏通。

2.4.2 方案讨论

因关口局退网,需要由固、移网 IMS 域内直接疏通。从图 5 可以看出,现网组网中,由于主叫号码归属省 IMS 不知道用户所拨打的短号码是否是分区特服号码,因此会将号码统一规整成了“tel:’+86’+主叫漫游地区号+路由码+区域识别码+短号码”的格式,并通过 CMN 发送至被叫号码归属省。由被叫号码归属省的综合关口局判断用户所拨打的短号码是否是分区特

服号码。

a) 如果该短号码是分区特服号码,关口局根据区域识别码的不同将“tel:’+86’+主叫漫游地区号+路由码+区域识别码+短号码”变换为分区特服目的号码。

b) 如果该短号码不是分区特服号码,关口局则删掉“路由码+区域识别码”后继续进行号码分析和路由。

如果此呼叫场景改由 IMS 域内疏通,上述分区特服识别及处理机制可根据完成网元不同分为以下 3 种方案。

a) 方案 1:仍由被叫省关口局完成。此时的呼叫路由为:主叫归属省 VoLTE→被叫省固网 IMS→汇接局→关口局……。由于被叫短号码可能属于本网也可能属于他网,因此此方案有可能需要从关口局再将呼叫送回固网 IMS,这可能产生话务循环,并且关口局退网时还需要再进行改造。

b) 方案 2:由被叫省固网汇接局(AGCF/MGCF)完成。与方案 1 类似,仍然存在经过固网汇接局进行号码变换后,再将呼叫送回固网 IMS 的可能性,进而可能产生话务循环。此外,部分省份的固、移网由不同的维护班组负责,可能存在交流不畅的问题。

c) 方案 3:由被叫省 ENUM 完成。对于分区特服号码,在 ENUM 中增加所有“tel:’+86’+主叫漫游地区号+路由码+区域识别码+短号码”的 NAPTR 记录,即可实现将其变换为分区特服目的号码的功能;对于非分区特服号码,在 ENUM 中对每个被叫省区号配置一条“tel:’+86’+主叫漫游地区号+路由码+’*’”通配数据,即可将被叫非分区特服号码统一规整。目前,各

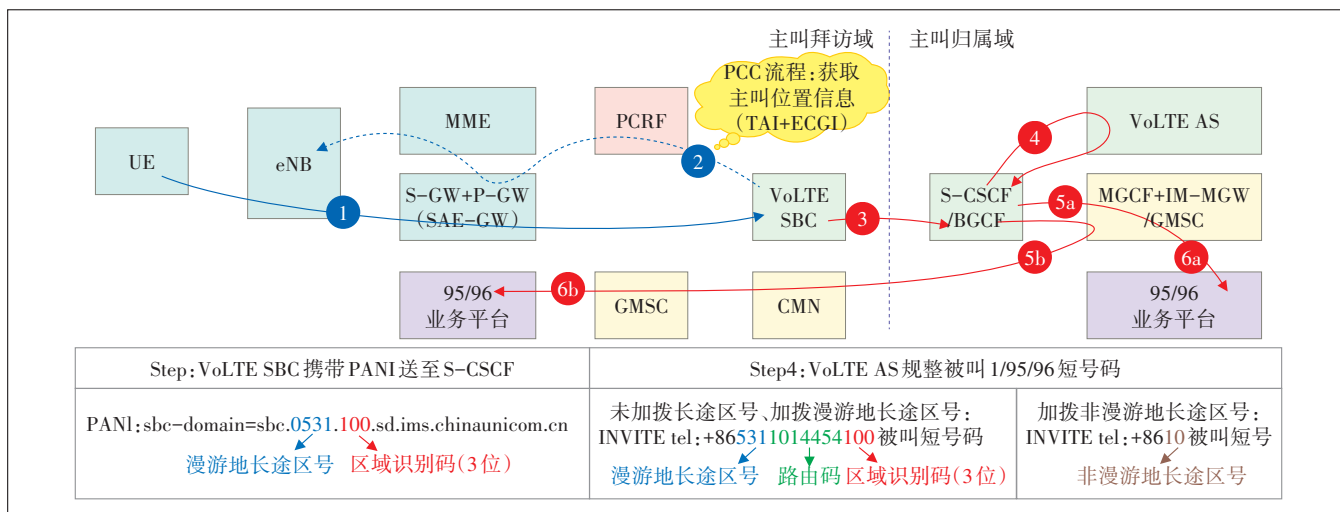


图 5 现网 VoLTE 用户拨打短号时号码规整及路由示意

省的分区特服号码比较少,采用此方案虽然增加了部分 ENUM 数据,但避免了可能存在的话务迂回问题,是 3 种方案中的最优解。

2.4.3 移网 vIMS 域内疏通方案

vIMS 内该业务继承方案可概括如下。

a) 保持 VoLTE AS 中对短号码的规整规则不变。

b) 当主叫省 VoLTE 用户呼叫外省短号码时,VoLTE S-CSCF 会根据外省是否支持 IMS 域内疏通,决定是否打开对于“被叫省区号+1014454”查询 ENUM 的开关。当打开 ENUM 查询开关时,VoLTE S-CSCF 查询到主叫省 ENUM 中配置的 TransitFix SIP URI 通配数据后,会根据域名查询 DNS 的结果进行路由。

c) 在被叫省二级 ENUM、三级 ENUM(如有)中配置覆盖地(市)全部区号的保底通配开户数据,通过被叫省 ENUM 将被叫省未分区的短号码变换为统一的国际号码格式(Transitfix SIP URI),即查询被叫省 ENUM 时,查询输入为“tel:’+86’+漫游地区号+1014454+3 位区域码+未分区短号码”,查询输出结果为“sip:’+86’+漫游地区号+未分区短号码@(<主大区>/<次大区>).transitfix.<province>.ims.chinaunicom.cn;user=phone”。需要注意的是,由于厂商 A 的 IMS 设备对于 ENUM 返回的替换表达式是 TEL URI 的数据处理有问题,因此对于被叫省配置的“区号+1014454”的 ENUM 数据必须配置为 TransitFix SIP URI,而不能配置为 TEL URI。

d) 在被叫省二级 ENUM、三级 ENUM(如有)中配置被叫省全省分区特服数据的详细 ENUM 开户数据,即查询被叫省 ENUM 时,查询输入为“tel:’+86’+漫游地区号+1014454+3 位区域码+分区特服号码”,查询输出结果为分区特服短号码的最终落地号码。当最终落地号码为 IMS 用户时,替换表达式配置为 VoBB SIP URI;当最终落地号码为非 IMS 用户时,替换表达式配置为 TransitFix SIP URI。

部署在省会的固网 IMS 主大区,虽然设备厂家不同,但基本的逻辑是一致的:厂商 B 的 IMS 由 BCF 完成了第 1 次 ENUM 查询,厂商 A 的 IMS 则由 I-CSCF 完成了第 1 次 ENUM 查询。本文以固网 IMS 主大区采用厂商 B 的 IMS 设备为例进行说明,具体步骤如图 6 所示。

场景 A: A 省 VoLTE 用户漫游在 B 省且直拨短号码。

a1) 在 B 省漫游的 VoLTE 用户,其归属省的 VoLTE AS 按照现网方案将用户直拨的短号码规整为

“tel:’+86’+B 省区号+1014454+3 位区域码+短号码”(下文简称“1014454 TEL URI”)。

a2) A 省 VoLTE S-CSCF 查询本省 ENUM,得到在 A 省 ENUM 中配置的 B 省的 TransitFix SIP URI(sip:’+86’+B 省区号+1014454+3 位区域码+短号码@transitfix.<B 省>.ims.chinaunicom.cn;user=phone)。

a3) A 省 VoLTE S-CSCF 针对 TransitFix 域名查询 DNS,根据查询结果将呼叫送至 B 省固网 IMS 厂商 B 的主大区省际入口 BCF。

a4) B 省固网主大区 BCF 将 TransitFix SIP URI 转换为 1014454 TEL URI 后,查询 B 省 ENUM,并根据 ENUM 返回结果完成后续路由。

a5) 当 B 省 ENUM 查询结果为“sip:’+86’+B 省主大区区号+号码@<主大区>.transitfix.<B 省>.ims.chinaunicom.cn;user=phone”(下文简称“主大区 TransitFix SIP URI”)时,固网主大区 BCF 将其识别为 TEL URI,并启动号码分析将呼叫送至固网主大区 I-CSCF。

a6) 当 B 省 ENUM 查询结果为“sip:’+86’+B 省次大区区号+号码@<次大区>.transitfix.<B 省>.ims.chinaunicom.cn;user=phone”(下文简称“次大区 TransitFix SIP URI”)时,固网主大区 BCF 将其识别为 TEL URI,并启动号码分析将呼叫送至固网次大区 I-CSCF。

a7) B 省固网主大区 I-CSCF 或次大区 I-CSCF 再次查询 ENUM/HSS,按照现网配置的数据完成后续路由。

场景 B: B 省 VoLTE 用户在 B 省内且直拨短号码。

b1) 当主叫用户位于 B 省内时,用户归属省的 VoLTE AS 按照现网方案将用户直拨的短号码规整为带有 B 省区号的 1014454 TEL URI。

b2) B 省 VoLTE S-CSCF 查询本省 ENUM,得到在 ENUM 中配置的 B 省的通配开户主/次大区 TransitFix SIP URI 通配开户数据,或者是对分区特服号码精确开户的主/次大区 TransitFix SIP URI 数据。

b3) B 省 VoLTE S-CSCF 针对主/次大区 TransitFix 域名查询 DNS,根据查询结果将呼叫送至 B 省固网 IMS 主/次大区的 I-CSCF。

b4) 固网主/次大区 I-CSCF 将 TransitFix SIP URI 识别为 TEL URI,并再次查询 ENUM/HSS,后续根据查询结果进行路由。

3 分析总结

通过分析、研究、制定该 VoLTE 依赖电路域业务

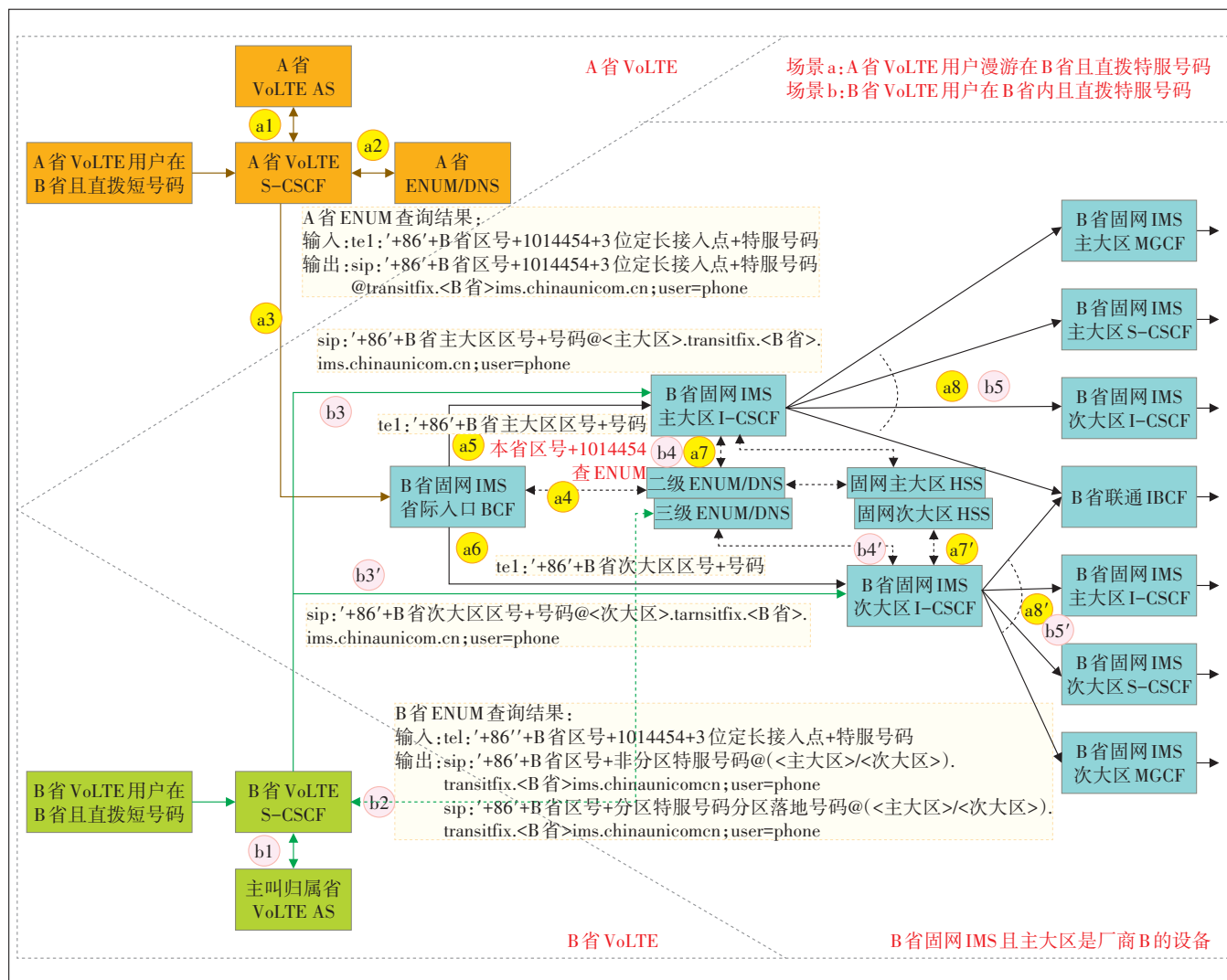


图6 A省用户漫游在B省及B省用户在B省内且直拨短号码(被叫B省网主大区是厂商B的IMS)

在IMS域内继承方案,并在某省联通网内验证和实施,切实解决了该省乃至全国急需解决的难题。

在方案制定和实施的过程中,某省联通针对网元间号码传递格式、ENUM中号码/号段开户方法、ENUM资源占用量、vIMS域内信令传送流程、vIMS域内号码分析方法等相关的各种可选方案进行了详细分析,并选择了最优方案。同时,通过对VoLTE依赖电路域业务在IMS域内继承方案的研究和应用,某省联通创新性地提出了呼叫路由改造方案,并率先对该路由方案进行研究和应用,成功解决了上述难题。

此外,在加快电路域退网、IMS域内疏通VoLTE用户呼叫400和1/9开头短号码、IMS域内疏通VoLTE用户呼叫省际固话等方面,某省联通为各省提供了可借鉴的经验。

参考文献:

- [1] 王文剑,曲延庆,王宇. 固移IMS域内直接互通实践与探索[J]. 中国新通信, 2021, 23(1): 59-60.
- [2] 中华人民共和国工业和信息化部. 不同运营商IMS网间互通技术要求: YD/T 3369-2023[S]. 北京: 人民邮电出版社, 2023.
- [3] 陆广海. VoLTE网络短号码呼叫方案研究[J]. 山东通信技术, 2018, 38(3): 10-13.

作者简介:

王文剑,毕业于南京邮电大学,高级工程师,硕士,主要从事核心网维护运营管理、网络优化以及固定、移动语音网技术研究工作;尹永鑫,毕业于北京邮电大学,工程师,硕士,主要从事移动核心网维护管理、网络优化以及语音网技术研究工作;关威,毕业于北京工业大学,高级工程师,硕士,主要从事核心网运营管理、质量优化、安全管理、技术研究等工作;王宇,高级工程师,主要从事通信及核心网网络运行管理、安全优化工作。