

一种IMS业务跨地(市)

A Method for Disaster Recovery Protection of
IMS Services Across Prefecture-Level Cities

容灾保护方法

康琳, 王家政(中国移动通信集团河南有限公司, 河南 郑州 450000)

Kang Lin, Wang Jiazheng(China Mobile Group Henan Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China)

摘要:

在现有的网络架构下,地(市)固网会话边界控制器及相关配套网络故障易引发地(市)固网IMS业务全阻。提出一种IMS业务跨地(市)容灾保护方法。该方法在不增加网络投资的前提下,通过分析IMS业务组网及特性,部署跨地(市)第2路由通道,利用路由协议收敛特性,实现业务传送路径跨地(市)的平滑切换,从而提升网络的可靠性与业务的可用性。

关键词:

IMS业务;会话边界控制器SBC;城域网;IP承载网;容灾保护

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2026.04.012

文章编号:1007-3043(2026)04-0069-07

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:

In the existing network architecture, failures of the fixed-network session border controller(SBC) in prefecture-level cities and related supporting networks are prone to cause a total outage of the fixed-network IMS services in these cities. It proposes a method for disaster recovery protection of IMS services across prefecture-level cities. Without increasing network investment, through analyzing the networking and characteristics of IMS services, it deploys a second cross-prefecture routing channel, and utilizes the convergence characteristics of routing protocols to achieve a smooth switching of service transmission paths across prefecture-level cities, thus enhancing network reliability and service availability.

Keywords:

IMS service; Session border controller(SBC); Metropolitan area network; IP bearer network; Disaster recovery protection

引用格式:康琳,王家政.一种IMS业务跨地(市)容灾保护方法[J].邮电设计技术,2026(4):69-75.

0 引言

IMS是下一代网络的核心技术,能够满足终端客户多样化的多媒体业务需求,也是实现移动与固网融合及语音、数据、视频三重融合业务的关键^[1]。中国移动IMS接入终端大多位于用户家中,需经家庭宽带二层业务通道连接BRAS设备,再通过CMNET网络汇聚后对接SBC配套设备,最终与IP承载网相连,实现与省中心核心网络的交互。

在当前网络架构中,SBC设备一方面通过IMS专

用CE对接IP承载网,经地(市)异局址的一对IP承载网AR设备接入省中心核心网;另一方面通过CMNET-CE对接CMNET网络,接收地(市)固网IMS业务向SBC发送的注册信息。其中,IP承载网CE及上层设备成对对接,以保障网络冗余^[2]。

然而,在现有冗余技术下,当本地SBC网络(涵盖SBC、CMNET-CE、IMS-CE设备)或周边地(市)承载网络(城域网BRAS设备、IP承载网AR设备)中主备成对设备单台出现故障或单平面互联链路出现故障时,IP承载网虽可维持业务承载,但在极端场景下,例如地(市)城域网故障、SBC故障、IP承载网故障或者传输路径故障等,将会导致地(市)SBC与IMS家庭终端或者

收稿日期:2026-03-26

网络云大区核心网的路由中断,从而使得固网IMS终端的报文无法送达目的地或者无法进行交互,最终引发地(市)IMS业务全阻^[3-4]。

如图1所示,在极端场景下,由于软硬件故障、传输路径问题等导致地(市)城域网失效、地(市)会话边界控制器故障、地(市)IP承载网故障,以及地(市)会话边界控制器与本地城域网及承载网之间的传输路径故障,这些故障将直接造成地(市)会话边界控制器与IMS家庭终端或网络云大区核心网之间的路由连接中断。这一中断将导致固网IMS终端的报文无法顺利送达本地会话边界控制器;即便报文能够发送,也会因会话边界控制器与省中心核心网之间的通信链路中断,而无法实现正常交互。这一系列连锁反应最终会引发地(市)范围内IMS业务的全面阻断。因此,提升网络可靠性、保障IMS业务数据正常传输成为亟待解决的关键问题^[5-7]。

1 改进后的IMS业务容灾保护方案

为有效解决上述问题,本文设计了一种IMS业务跨地(市)容灾保护方法。其核心在于不追加网络投资,深入分析IMS业务组网架构与特性,合理规划跨地(市)的第2路由通道,并巧妙运用相关路由协议的收

敛机制,实现业务传送路径在跨地(市)间的无缝平滑切换,全面提升网络可靠性与业务可用性。当IMS业务出现异常状况时,系统能够依据不同故障类型精准发送相应的故障消息,进而触发对应的目标路由切换流程。一旦当地(市)局点链路或设备发生故障导致业务中断,系统会按照既定的目标路由切换流程迅速自动执行保护切换操作,确保业务持续稳定运行。

1.1 IMS业务跨地(市)容灾保护方法

本方法主要包含以下3个关键点。

a) 监测与第2路由设置。全面监测地(市)的城域网、会话边界控制器及其配套设备、承载网的运行状态。同时,在省中心局点为地(市)局点会话边界控制器配置第2路由。借助省中心部署的第2路由,可自动优化地(市)相关路由,在1 min内实现业务快速恢复。与以往至少120 min的故障处理时长相比,故障处理效率与业务恢复速度都大幅提高,实现秒级响应的业务恢复,有效改善了用户体验,提升了用户满意度。

b) 故障类型确定。实时响应监测到的故障消息,通过精准分析判断,确定故障的类型,为后续制定针对性的路由切换策略提供关键依据。

c) 路由切换与路径变更。基于确定的故障类型,

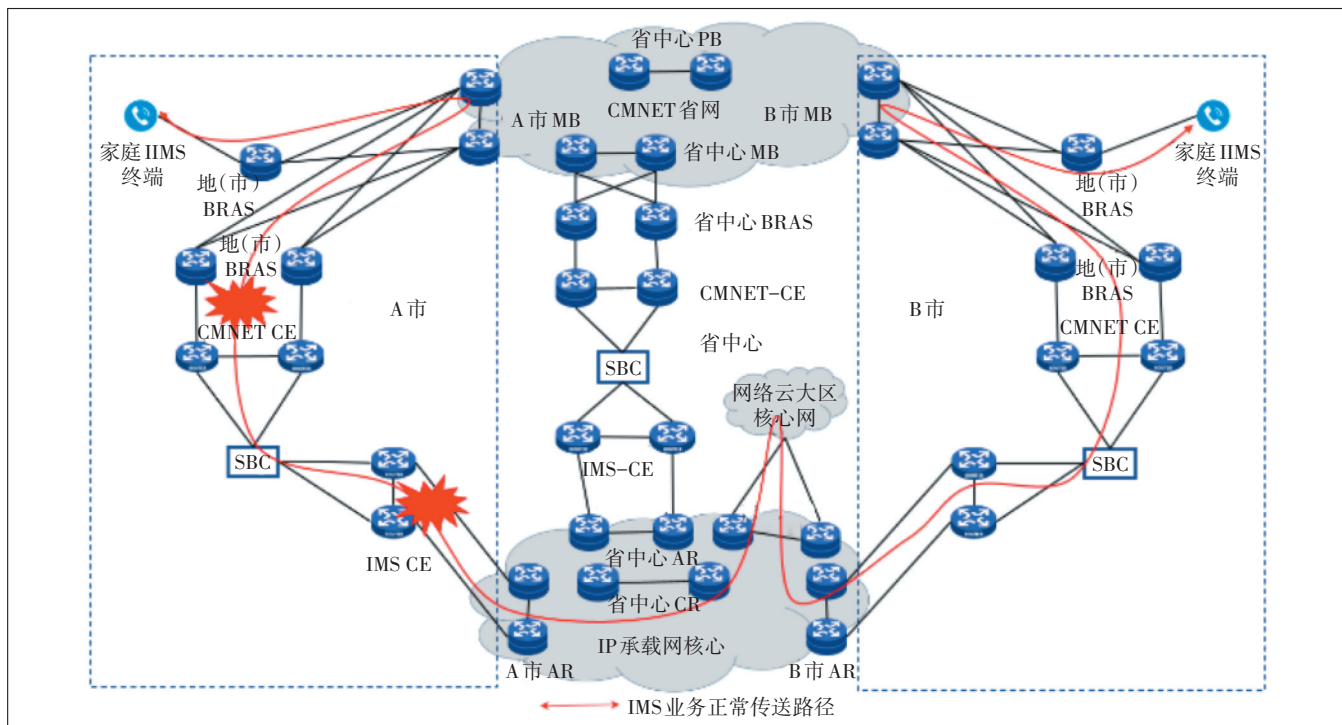


图1 极端情况下IMS业务端到端故障示意

制定合适的目标路由切换策略,并结合第2路由和该策略灵活调整业务传输路径,实现业务在地(市)局点和省中心局点之间的高效切换,确保业务连续性不受影响。

该方法的操作流程如图2所示。首先,本地城域网设备对本地会话边界控制器路径状态进行判别。若路径正常,则数据沿第1路由由传送路径顺畅传输,直至成功送达省中心核心网并完成交互;若路径异常,系统即刻自动激活IMS业务异地(市)容灾保护机制。随后,系统启动保护机制,依据检测到的故障消息进行深入剖析,精准判定本地故障类型。若检测到城域网故障消息,则判定为本地城域网故障;若检测到会话边界控制器故障消息,则判定为本地会话边界控制器故障;若检测到承载网故障消息,则判定为本地承载网故障。紧接着,系统根据判定的故障类型,有条不紊地执行相应的目标路由切换流程,最终成功发送第1路由路径失效指令。最后,本地城域网设备在接收到路径失效指令后,迅速将用户请求指令切换至第2路由进行传送,确保业务稳定传输至省中心核心网并完成交互。

1.2 IMS业务异地(市)容灾切换流程

1.2.1 整体架构与容灾原理

如图3所示,省中心CMNET省网与所有地(市)城域网相连通,省中心IP承载网与所有地(市)IP承载网相连接。地(市)终端用户借助城域网与会话边界控

制器及其配套设备实现信息交互,会话边界控制器及其配套设备则通过IP承载网与省中心核心网进行数据互通。

基于此网络架构,构建了IMS核心网业务异地(市)容灾保护体系。具体方案为:在保障原有IMS业务正常传送的前提下,将省中心会话边界控制器所在局点设定为其他地(市)的容灾局点。省中心局点同时发布其他地(市)会话边界控制器业务的第2路由(该路由由优先级相对较低),成功搭建起地(市)局点会话边界控制器业务路由的备用通道,确保地(市)IMS终端与省中心会话边界控制器之间的稳定通信。正常情况下,地(市)IMS终端通过本地城域网顺利在本地(市)会话边界控制器完成注册,再经由本地IP承载网接入省中心IP承载网,最终实现与网络云大区核心网的互通;在极端情况下,地(市)IMS终端可借助第2路由通道迅速连接省中心会话边界控制器完成注册,从而维持业务传送的连续性。

1.2.2 故障判定原则

在本方案中,可依据具体故障点精准确定故障类型,具体判定规则如下。

- a) 若故障是由本地城域网设备至会话边界控制器互联端口故障、传输路径故障或出口设备故障引发的,系统将发送城域网故障消息,将故障类型判定为本地城域网故障。
- b) 若故障是由地(市)局点会话边界控制器自身

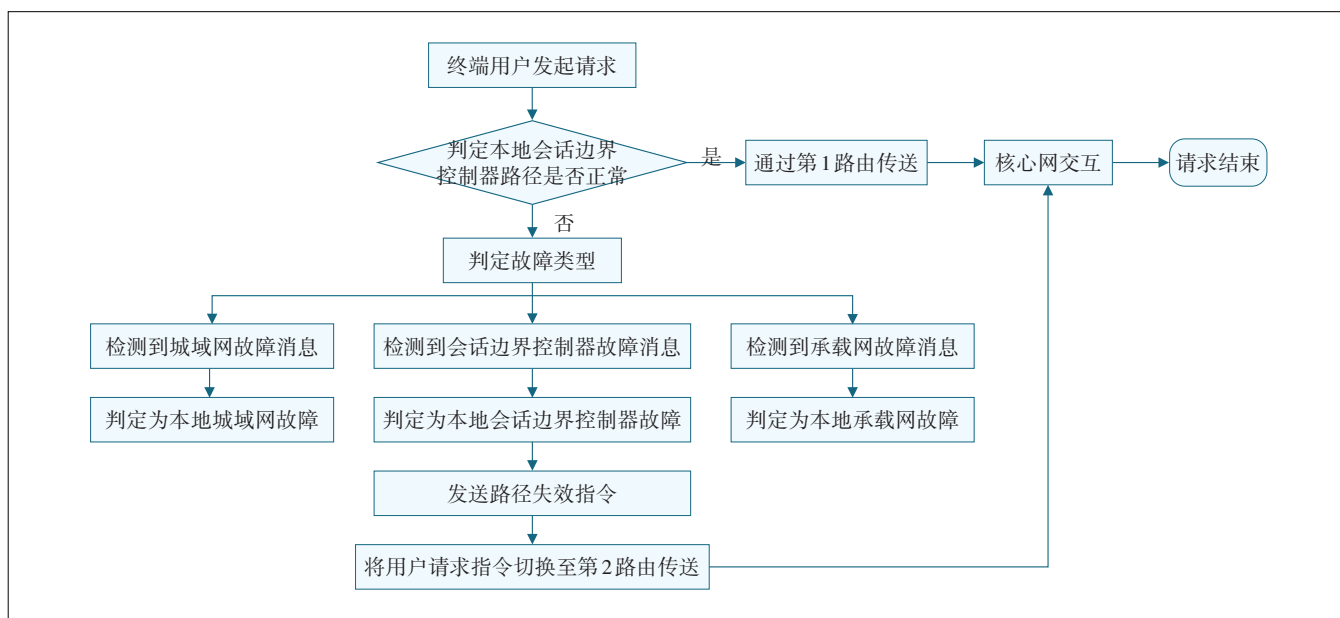


图2 本方案IMS业务跨地(市)容灾保护方法整体流程

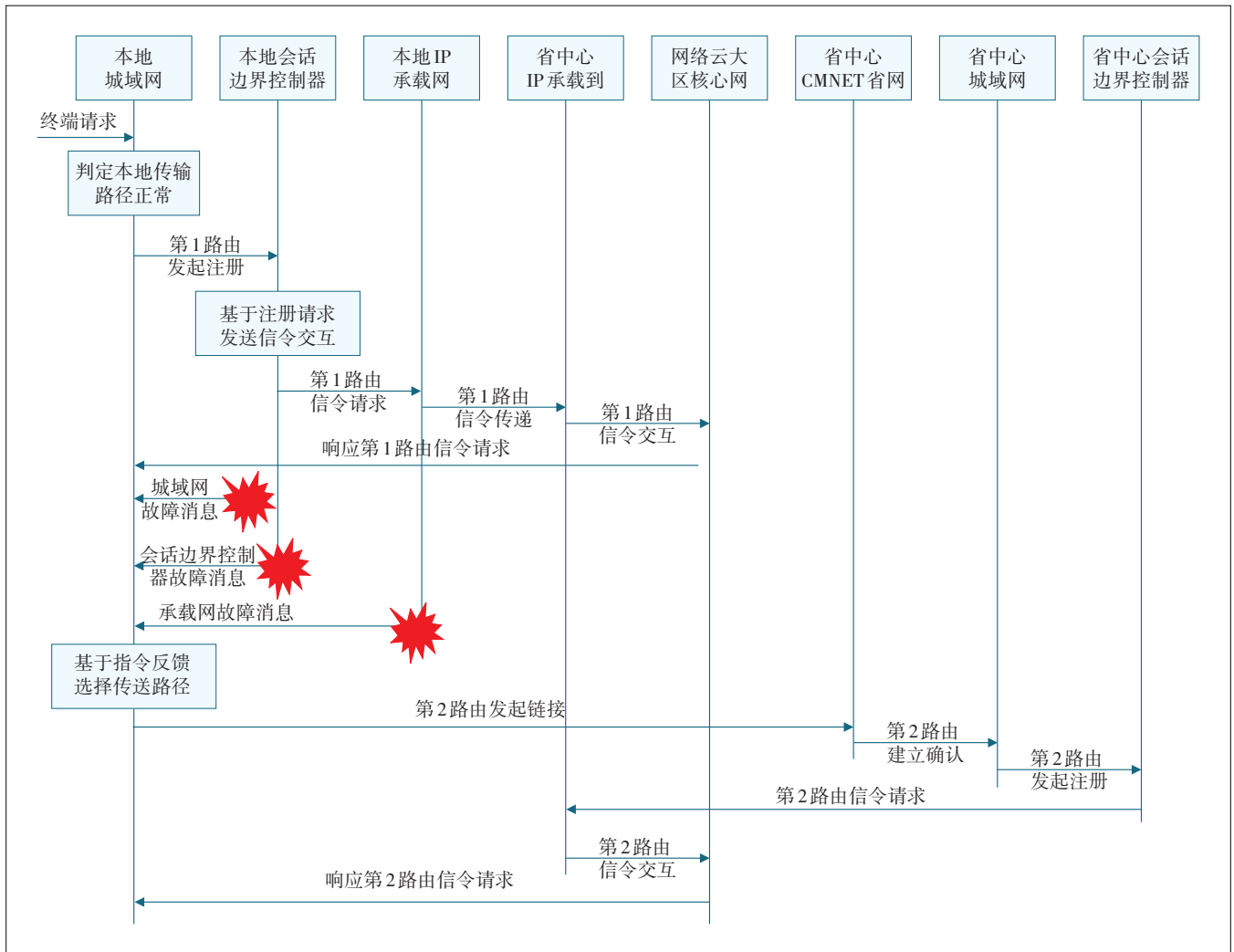


图3 IMS业务异地(市)容灾保护流程

设备故障、至本地IP承载网的传输路径故障或端口故障引发的,系统将发送会话边界控制器故障消息,确定故障类型为本地会话边界控制器故障。

c) 若故障是由本地IP承载网设备故障、本地IP承载网设备至省中心IP承载网互联端口故障、传输路径故障或出口设备故障引发的,系统将发送IP承载网故障消息,确定故障类型为本地IP承载网故障。

为实现快速故障检测,本方案采用双向转发检测机制(Bidirectional Forwarding Detection, BFD^[8])对本地目标网络设备(包括本地城域网设备、本地会话边界控制器及其配套设备、本地IP承载网设备)的链路状态进行实时监测。BFD作为一种高效的网络层协议,能够在网络设备间实现亚秒级的故障检测,其检测速度远超传统协议(如OSPF^[9]、IS-IS^[10]或BGP^[11]),为及时发现并处理故障提供有力支持。

在上述保护方法中,首先对相关网络设备及传输路径进行全方位监测,鉴于地(市)局点传输优先级高于省中心局点,当监测到故障消息后,迅速确定故障类型,进而根据故障类型确定目标路由切换策略,并据此对业务传输路径进行智能切换。通过设置容灾局点和省中心第2路由,有效缩短了故障处理时间,显著提高了故障处理效率,确保业务能够快速恢复,极大地提升了用户感知和满意度。

1.2.3 路由切换机制

不同故障类型对应不同的故障消息和目标路由切换过程。

a) 当故障类型为本地城域网故障时,目标路由切换过程为本地城域网设备直接进行判定并切换,将数据传输路径切换至第2路由进行传送。

b) 当故障类型为本地会话边界控制器故障时,本

地城域网设备先进行判定,然后将数据传送至本地会话边界控制器设备进行再次判定,本地会话边界控制器设备返回消息至本地城域网设备后,本地城域网设备执行切换操作,启用第2路由传送数据。

c) 当故障类型为本地IP承载网故障时,在数据传送过程中,故障信息由本地城域网、本地会话边界控制器、本地IP承载网设备逐步进行判定。最终,本地IP承载网设备返回消息至本地城域网设备,本地城域网设备据此切换至第2路由传送业务数据。

本地城域网设备通过感知自身端口及协议状态,对本地传输路径状态进行判断。若判定结果为正常,则采用第1路由传送路径;若判定为异常,则立即切换至第2路由传送路径,以确保业务持续稳定运行。

1.2.4 故障处理过程

a) 本地城域网故障影响与处理。当本地城域网设备发生故障时,系统会发送城域网故障消息,宣告本地城域网至本地会话边界控制器的传送路径异常。这将导致本地城域网设备上相应端口或内部网关协议(Interior Gateway Protocol, IGP)中断,IGP检测到该城域网设备接收到的本地会话边界控制器业务IP地址段的路由下一跳不可达,进而撤销城域网设备上相关路由。

b) 本地会话边界控制器故障影响与处理。当本地会话边界控制器发生故障时,系统会发送会话边界控制器故障消息,宣告本地会话边界控制器至本地IP承载网的传送路径异常。这会引发该会话边界控制器上相应端口或双向转发检测协议(BFD)中断,BFD会联动使本地会话边界控制器至本地城域网的互联端口关闭,从而触发城域网相应端口或IGP中断,最终实现路由收敛。

c) 本地IP承载网故障影响与处理。当本地IP承载网设备发生故障时,系统会发送IP承载网故障消息,宣告本地IP承载网至省中心IP承载网的传送路径异常。这将引发本地IP承载网设备上相应端口或BFD中断,BFD会联动使本地IP承载网设备至本地会话边界控制器互联端口关闭,进而触发会话边界控制器上相应端口或BFD中断,最终导致城域网相应端口或IGP中断,实现路由收敛。

在本方案的实现过程中,系统会依次判断故障类型是否为本地城域网故障类型、本地会话边界控制器故障类型、本地IP承载网故障类型,以便精准执行相应的处理流程。当故障处理完毕后,业务恢复由传输

等级较高的本地局点第1路由传送路径进行数据传输,同时省中心的第2路由也恢复至备用状态,确保网络架构的稳定性与可靠性。

1.3 链路检测与维护机制

本方案还建立了地(市)局点家庭IMS终端设备与省中心局点的会话边界控制器设备的链路检测机制,具体步骤如下。

a) 运用双向转发检测协议对地(市)会话边界控制器及其配套设备、与本地城域网及承载网方向的传输路径进行实时监测,并根据监测结果联动下发对设备端口状态指令,确保设备端口状态与网络传输路径的稳定性。

b) 借助边界网关协议对第2路由进行触发更新,并通过网络边界路由器优选生效更新至全网,成功构建起家庭IMS终端设备与省中心会话边界控制器的可靠链路,保障业务数据在不同网络环境下的稳定传输。

若地(市)局点本地城域网故障,或本地会话边界控制器故障,或本地IP承载网故障,会引起城域网设备上相应端口或IGP中断。IGP检测到该城域网设备接收到的本地会话边界控制器业务IP地址段的路由下一跳不可达后,会撤销城域网设备上相关路由^[12]。省中心局点的会话边界控制器设备发布的地(市)局点会话边界控制器的第2路由通过IGP触发更新,经省中心城域网设备发布至CMNET省网,CMNET省网再通过外部网关协议(Exterior Gateway Protocol, EGP)触发更新传送到全网,最终被地(市)局点城域网设备优选生效,实现地(市)局点的家庭IMS终端设备与省中心核心网交互路径从第1路由至第2路由的快速切换,确保业务在故障情况下的持续稳定运行。当链路中断时,系统会自动触发更新路由表,优先选择下一跳为省中心局点CMNET省网的第2路由表项,保障业务传输的连续性。

2 方案实施后的效果验证

本方案在现网项目《河南移动IMS系统改造工程》中得到了实际应用与验证,取得了显著成效。在项目实施过程中,通过MPLS OAM(Operation, Administration and Maintenance^[13])对A市IMS终端到会话边界控制器业务地址的走向进行监测,清晰呈现出明显的路径变化。

本方案操作实施前,A市IMS终端至A市会话边

界控制器的业务传送路径为:A市IMS终端→A市城域网设备1→A市城域网设备2→A市会话边界控制器配套CMNET-CE设备→A市会话边界控制器设备。

本方案实施后,在正常情况下,A市IMS业务的传

送路径保持稳定不变。以A市家庭IMS终端设备与B市家庭IMS终端设备互通为例,云网可视化系统可清晰呈现数据传送路径,正常情况下A市与B市互通路径如图4所示。



图4 本方案实施后正常情况下A市与B市互通路

然而,在对A市会话边界控制器到其配套的CMNET-CE和IMS-CE进行成对链路故障模拟时,系统检测到故障后,会话边界控制器对接的CE端口被DOWN掉,此时CMNET-CE和IMS-CE对应的A市会话边界控制器业务地址路由失效。进一步观察发现,当A市IMS终端设备重新发起注册时,其去往会话边界控制器设备的注册路径变为:A市IMS终端→A市城域网设备→CMNET省网设备→Z市城域网设备→Z市会话边界控制器配套CMNET-CE设备→Z市会话边界控制器设备。故障时通过云网可视化系统呈现的A市至B市数据传送路径如图5所示。

通过验证数据可知,方案实施前后,地(市)IMS终端至会话边界控制器的路由始终保持可达状态。从业务流向路径的变化可以明显看出,在极端情况下,地(市)IMS业务能够从原来的地(市)第1路由传送路

径自动、快速且稳定地切换至省中心第2路由传送路径进行传递,成功实现了跨地(市)容灾保护,有力地证明了本方案的有效性和可靠性,为保障网络业务的稳定运行提供了切实可行的解决方案。

3 结语

本方案在不增加网络投资的前提下,通过深入分析IMS业务组网及特性,合理部署跨地(市)第2路由通道,并充分利用路由协议收敛特性,实现了业务传送路径的跨地(市)平滑切换,有效提升了网络可靠性和业务可用性。当IMS业务出现异常时,系统能根据不同故障类型发送相应故障消息,并对应不同的目标路由切换过程。当地(市)局点链路或设备发生异常导致业务中断时,系统可按照既定流程进行自动保护切换,确保业务的持续稳定运行,为IMS业务的稳定发



图5 本方案实施后A市异常时与B市互连路径

展提供了有力保障。

参考文献:

[1] LI Y J, WANG Z. Intelligent multimedia communications platform based on IMS [C]//2016 IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). Xi'an: IEEE, 2016: 185-188.

[2] LI Y, WANG J, et al. Optimization strategies for provincial-level IP networks of telecom operators [J]. Journal of Network Technology, 2023, 45(3): 23-38.

[3] WANG Y, ZHANG H, et al. Research on key technologies of dual-live disaster tolerance in remote locations [J]. Journal of Computer Applications, 2023, 43(5): 1234-1245.

[4] 郭胜楠, 刘雅承, 庞冉, 等. IP承载网络技术演进方向研究[J]. 邮电设计技术, 2024(4): 8-11.

[5] 黄云淞. 基于IMS和IP数据通信承载网的可视化指挥调度通信系统设计[J]. 信息技术与信息化, 2020(6): 140-142.

[6] ZHANG X, WANG Y, et al. Research on IMS network disaster recovery and backup technology [J]. Journal of Communications and Information Technology, 2020, 25(3): 45-52.

[7] LIU C, LI H, ZHAO L. An efficient SBC disaster recovery scheme for IMS Networks [J]. IEEE Communications Letters, 2021, 25(8): 2654-2657.

[8] 王坦, 全磊, 郭学义, 等. 基于BFD检测的静态路由切换研究[J]. 自动化技术与应用, 2015, 34(8): 42-46.

[9] SMITH J, JANE D. Analysis of OSPF routing protocol optimization in large-scale networks [J]. Networking Research Journal, 2024, 50(3): 256-270.

[10] SMITH J, JOHNSON A, BROWN L, et al. Research on the application and optimization of IS-IS protocol in large-scale networks [J]. Journal of Network Research, 2023, 35(2): 40-55.

[11] ZHANG W, LI Q. Optimization strategies for OSPF in large-scale enterprise networks [J]. Network Engineering Journal, 2023, 30(4): 356-370.

[12] 刘少君, 邹昊东, 夏飞. 双向转发检测(BFD)在电力信息网第2汇聚点中的应用[J]. 中国电力教育, 2014(9): 250-251, 260.

[13] 焦立彬, 王明, 马文学, 等. 基于IMS的智能多媒体通信技术研究[J]. 无线电通信技术, 2025, 51(4): 815-822.

作者简介:

康琳, 毕业于山东大学, 高级工程师, 硕士, 主要从事移动互联网维护工作; 王家政, 毕业于郑州大学, 工程师, 硕士, 主要从事移动互联网维护工作。

