

# 面向总部-分支机构的5G固移备份 技术研究

## Research on 5G Fixed-Mobile Backup Technology for Headquarters-Branch Offices

李雯雯<sup>1</sup>, 吴博<sup>2</sup>, 高鹏飞<sup>3</sup>, 赵烁<sup>4</sup>, 金明星<sup>4</sup>[1. 联通数字科技有限公司, 北京 100031; 2. 中国移动通信研究院, 北京 100045; 3. 联通(黑龙江)产业互联网有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150010; 4. 中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033]

Li Wenwen<sup>1</sup>, Wu Bo<sup>2</sup>, Gao Pengfei<sup>3</sup>, Zhao Shuo<sup>4</sup>, Jin Mingxing<sup>4</sup>[1. China Unicom Digital Technology Company Limited, Beijing 100031, China; 2. China Mobile Research Institute, Beijing 100045, China; 3. Unicom (Heilongjiang) Industrial Internet Co., Ltd., Harbin 150010, China; 4. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China]

### 摘要:

面向具备总部-分支架构的政务部门、企业园区、金融机构、连锁商超等大中型行业客户,现有的固网专线互联方式在极端情况下可能会出现全部断路的情况,进而对客户业务造成严重影响。基于5G网络扁平、健壮、灵活等特点,提出了备线应急、业务逃生、扁平互访等3种固移备份组网方案。这些方案可替代固网专线或作为固网专线的补充,在灾备情况下临时承载企业内网业务。

### 关键词:

5G; 专网; 灾备; 扁平; 互访

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2026.01.003

文章编号:1007-3043(2026)01-0009-05

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:

For headquarters-branch architecture customers such as governments, enterprises, financial institutions and chain supermarkets, the existing fixed lines may be completely disconnected in extreme situations, which will have a serious impact on customer business. It proposes three fixed-mobile backup networking solutions based on the flat, robust and flexible characteristics of 5G networks: emergency backup line, business escape and flat mutual visit. These solutions can replace or supplement fixed lines, and temporarily carry customer intranet business in disaster recovery situations.

### Keywords:

5G; Private network; Disaster recovery; Flat; Mutual visit

引用格式:李雯雯,吴博,高鹏飞,等.面向总部-分支机构的5G固移备份技术研究[J].邮电设计技术,2026(1):9-13.

## 0 引言

随着5G在各行各业逐步进入“深水区”,行业客户对5G的诉求从“新鲜”到“实用”,从“可用”升级为“好用”。对于具备总部-分支机构的政务部门、企业园区、金融机构、连锁商超等大中型行业客户,其关键业务关乎国计民生、生产安全、企业运营,一分一秒的中断都无法容忍。以银行客户为例,一般总部在北上广深等一线城市,分行设在省会城市,支行、网点分布于地(市)及县区。各支行、网点与省分行之间的固网专

线,通过多运营商、多路由等方法提升了线路的稳定性与可靠性<sup>[1]</sup>,但当遇到重大自然灾害等极端情况时,传输网络仍有全部中断的可能。

除了备线应急方面可能存在的问题,大中型企业通常具有多级树状结构,末端节点必须通过中间节点中转才能访问总部数据中心。如果中间节点出现故障,则所有末端节点将无法访问总部<sup>[2]</sup>。仍以银行为例,省分行二级数据中心一般会部署分行办公系统、分行生产系统(主用DC)等,总部一级数据中心一般会部署总行办公系统、交易系统、分行生产系统(备份DC)等<sup>[3]</sup>。这种支行/网点→省分行→总部的层级式架构存在一损皆损的弊端,如果省分行二级数据中心宕

收稿日期:2025-11-21

机,则全省支行、网点不但无法访问分行办公系统和生产系统,也无法越过分行直接访问总行备份生产系统和交易系统,即无法实现“业务逃生”,这将会严重影响银行业务的正常运行。

随着金融行业新型业务的不断涌现,除了支行、网点终端到一二级数据中心之间的南北向数据流动,还有支行、网点终端之间东西向互访的需求<sup>[4]</sup>,如某支行的笔记本电脑调取另一个网点的监控摄像头视频,某支行工作PAD向另一个网点的打印机下发远程打印指令,自营+合作模式的网点与第三方合作机构进行临时安全通信等。平级单位终端之间东西向互访的需求,也称为“终端互访”,需要打破传统C/S架构,直接实现更为扁平的D2D通信。但传统的固网专线一般都是C/S南北向架构,若采用D2D东西向架构则需要建立 $n \times (n-1) / 2$ 根专线,不仅成本高,而且管理复杂,难以满足金融行业新型业务对终端互访的需求。

5G网络相对于固网专线,具备无线化、移动性、灵活易扩展等特点。特别是5G核心网网元UPF具备无感分流、灵活路由的能力,可以根据专用DNN所标识的地理位置信息、N4口IP地址信息、TAC信息等,将数据流量灵活分流至省分行UPF或总部UPF,从而实现备线应急和业务逃生。更进一步,还可以根据UPF三层互通、VxLAN二层互通、5G LAN二层互通等创新技术,无需在数据中心侧施工拉专线,直接实现分支机构与总部、分支机构之间的扁平互访。

## 1 固移备份组网方案

5G专网需具备更加扁平、更加健壮、全域可用、灵活组网、安全智能等典型特征,以满足不断出现的金融新业务形态需求。越来越多的企业选择用5G专网来替代固网专线,承载企业内网业务;或将其作为固网专线的备网,应对生产作业可能引发的专线故障、物业不允许专线进楼等各种突发事件。

本文提出的固移备份组网方案主要包括3类应用

场景:备线应急、业务逃生、扁平互访。

### 1.1 备线应急

备线应急方案是固移备份组网方案的基础,通过构建5G与专线混合链路上联模式,5G可作为现有MPLS VPN专线、互联网专线的补充。当遇到专线被挖断或重大灾害时,系统自动将业务切换到5G备份链路承载,从而提供更灵活、更稳健、高SLA的应急保障<sup>[5]</sup>。

如图1所示,在支行、网点等分支机构机房出口部署1台5G CPE,该设备与固网OTN设备(光猫)串接或并接,形成5G与专线的混合链路上联模式,以保障固移双链路可靠传输。5G CPE的WAN口内置ping测软探针,可周期性地向目标服务器或网络设备发送ping命令,并接收返回的ping响应。通过分析ping测结果,可以实时监测专线链路是否发生断路故障,以及时延、丢包率、抖动等链路指标是否满足业务传输需求。根据预设链路优先级及固移切换策略,在5G与专线之间实现“0~1”自动切换或负载均衡。

### 1.2 业务逃生

业务逃生是备线应急方案的升级版。当中间节点(如省分行)发生故障时,末端节点(如分支、网点)可通过专用DNN配置、UPF灵活路由等能力,旁路中间节点直达总部节点(如总行),从而保障业务系统、交易系统等关键业务不中断。

如图2所示,在支行、网点等分支机构机房出口部署1台5G CPE,在该设备中插入2张SIM卡,分别签约省分行专用DNN1、总行专用DNN2,同时在UDM中将专用DNN1的优先级设置为最高。正常情况下,5G CPE的WAN1口处于激活状态,支行、网点的设备通过专用DNN1指向省分行二级数据中心的的路由,以访问分行办公系统、分行生产系统为主。当省分行二级数据中心宕机时,5G CPE的WAN2口被激活,支行、网点的设备通过专用DNN2指向总行一级数据中心的的路由,从而旁路省分行直达总行,实现业务逃生<sup>[6]</sup>。

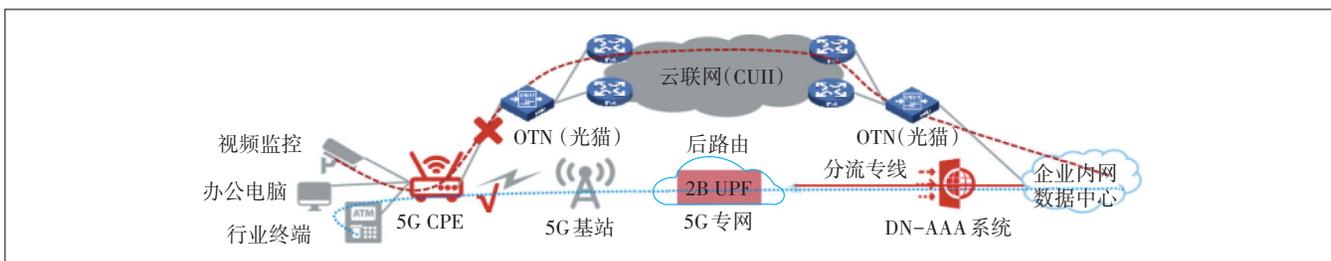


图1 备线应急组网架构

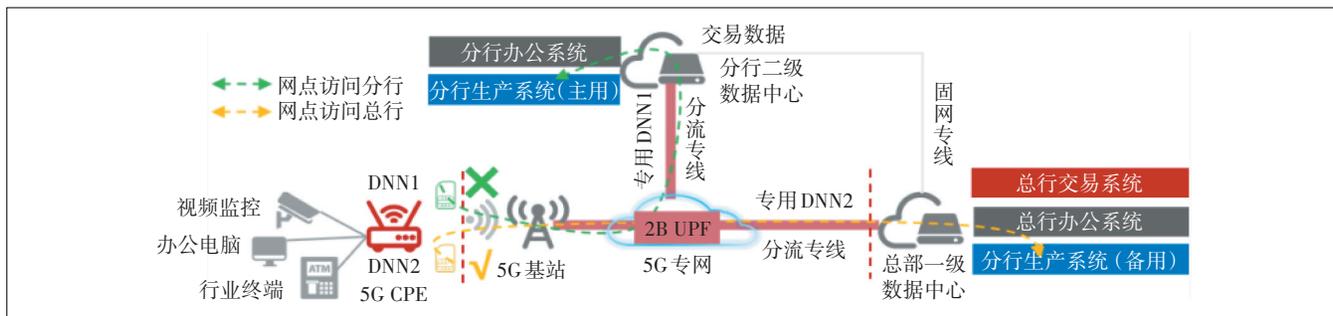


图2 业务逃生组网架构

### 1.3 扁平互访

扁平互访方案主要满足分支机构与总部、分支机构之间的东西向扁平通信的需求。该方案通过双端5G CPE无线空口接入基站,建立一张广域的、点对点的、低成本的三层/二层网络,无需物理布线,5G CPE即插即用,像拉了根网线一样透传分支机构的真实IP,便于分支机构进行平滑扩容。

如图3所示,在支行、网点等分支机构机房出口部署1台5G接入CPE,同时在省分行或总行机房出口部署1台5G汇聚CPE。2台CPE中的SIM卡签约同一个专用DNN,并配置固定IP地址。基于以下3类技术,可实现接入CPE、汇聚CPE之间的D2D通信<sup>[7]</sup>(见图4)。

a) UPF三层互通:UPF N3口开通终端互访功能,实现local switch本地交换。

b) VxLAN二层互通:通过与UPF N6口连接的VPDN平台实现三层转发通信<sup>[8-9]</sup>,并在双端5G CPE上建立VxLAN隧道,屏蔽5G网络IP细节,实现二层MAC互通,透传分支真实IP<sup>[10]</sup>。

c) 5G LAN二层互通:5G网络升级支持5G LA,通过UPF N19接口转发用户面流量。5G LAN无需给5G CPE分配IP,只要双侧5G CPE属于同一个VN组,即可实现组内点对点以太网会话<sup>[11-12]</sup>。

## 2 典型案例分析

### 2.1 某银行备线应急

某银行的某省分行共有100多个网点,遍布全省。省分行与网点之间已拉通MPLS VPN专线,但在极端情况下,传输网络仍存在中断的可能。在2021年7月特大暴雨期间,省分行机房遭受水灾,3根专线断了2

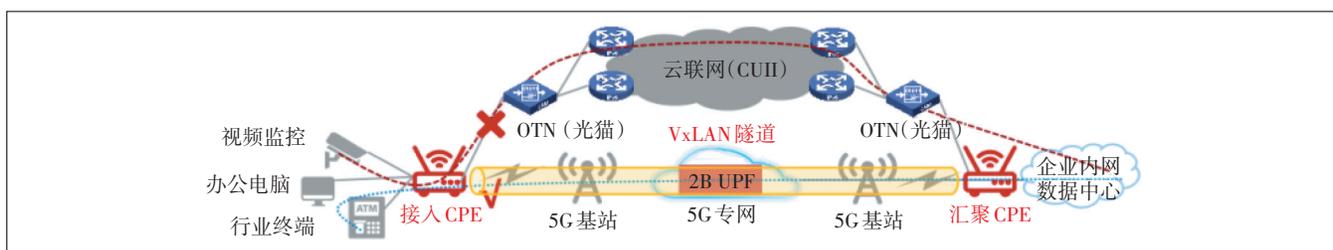


图3 扁平互访组网架构

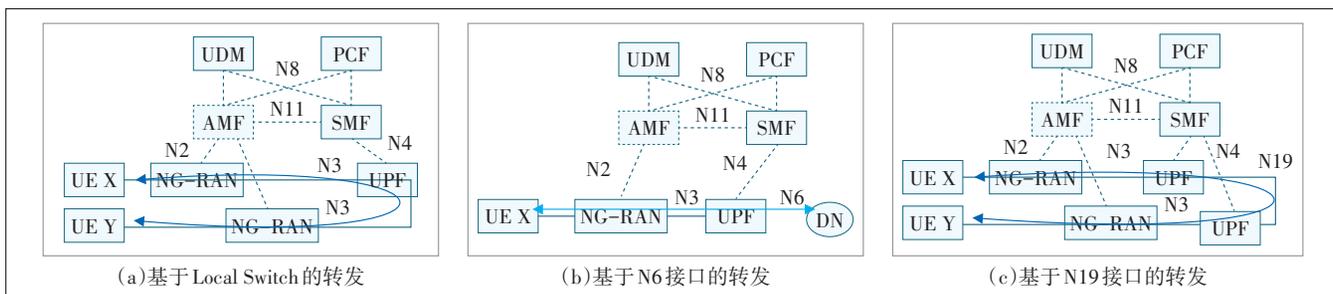


图4 UPF流量转发方式

条,险些导致该省的全部业务中断。由于银行交易系统无法容忍片刻中断,客户对网络可靠性、稳健性非常看重,提出基于现有 MPLS VPN 专线再开通1条5G备线,定期做应急演练,遇到极端情况时能够自动切换到5G备线临时承载业务。同时,客户提出对接入5G专网的设备做严格的身份认证,打通银行内网与5G专网之间的路由映射关系,保障网络安全。

如图5所示,在支行路由器2上插入5G物联网卡,签约银行专用DNN。打通共享类UPF到省分行数据中心的GRE隧道,终结于省分行对端GRE路由器。同时,在省分行数据中心办公区部署DN-AAA服务器,通过二次认证校验访问银行内网的5G终端身份,以保障网络安全<sup>[13]</sup>。为客户开放DN-AAA自服务功能,企业IT管理人员可自行配置鉴权信息、5G终端IP、下挂设备后路由、业务策略等<sup>[14]</sup>。

正常情况下,支行访问省分行的固网专线路径为:支行笔记本电脑→支行路由器1或2→省分行联网路由器1或2→省分行办公区核心交换机→省分行核心网络 Server 业务系统。

异常情况下,2条固网专线均已断路,此时支行路由器2的5G物联网卡自动被激活,支行访问省分行的5G信令面路径为:支行笔记本电脑→支行路由器2→5G基站→联通共享类UPF→省分行GRE路由器→省分行办公区DN-AAA服务器。而支行访问省分行的5G用户面路径为:支行笔记本电脑→支行路由器2→5G基站→联通共享类UPF→省分行GRE路由器→省分行办公区核心交换机→省分行核心网络 Server 业务

系统。

## 2.2 某企业扁平互访

某企业在全国有40多个分支点,这些分支点通过负载均衡方式同时访问北京、嘉兴主备数据中心。分支点与数据中心之间原本建设了MPLS VPN专线,客户要求建设5G备用链路,作为现有MPLS VPN专线的备网,当主用网络发生故障时,能够切换到5G专网承载数据。同时,客户要求各分支点与北京、嘉兴2个数据中心之间需采用二层互通、透明传输方式,且节点接入侧的5G CPE与下挂企业侧路由器之间采用纯二层接口方式、不配置互联IP,这样企业发生内网地址及路由调整时,无需对5G CPE进行路由数据更新。

如图6所示,在每个分支点机房出口部署1台5G接入CPE,40多个分支点共需部署40多台5G接入CPE(图6示例为2台)。在北京数据中心机房出口部署1台5G汇聚CPE,在接入CPE、汇聚CPE中插入5G物联网卡,签约北京专用DNN,这样便可访问北京VPDN平台。VPDN平台为各分支点及北京数据中心的5G物联网卡分配固定IP地址,并通过VPDN平台实现三层互通<sup>[15]</sup>。

在北京数据中心部署5G CPE组网管理平台,为各分支点接入CPE与北京数据中心汇聚CPE之间建立40多条VxLAN二层隧道,每条隧道之间通过二层VID进行逻辑隔离,实现二层隧道流量的互通。各分支点接入CPE旁挂到企业侧路由器上,不分配互联IP。主备路径选择由企业侧配置固网专线和5G专网优先级策略来进行。当5G CPE组网管理平台监测到CPE

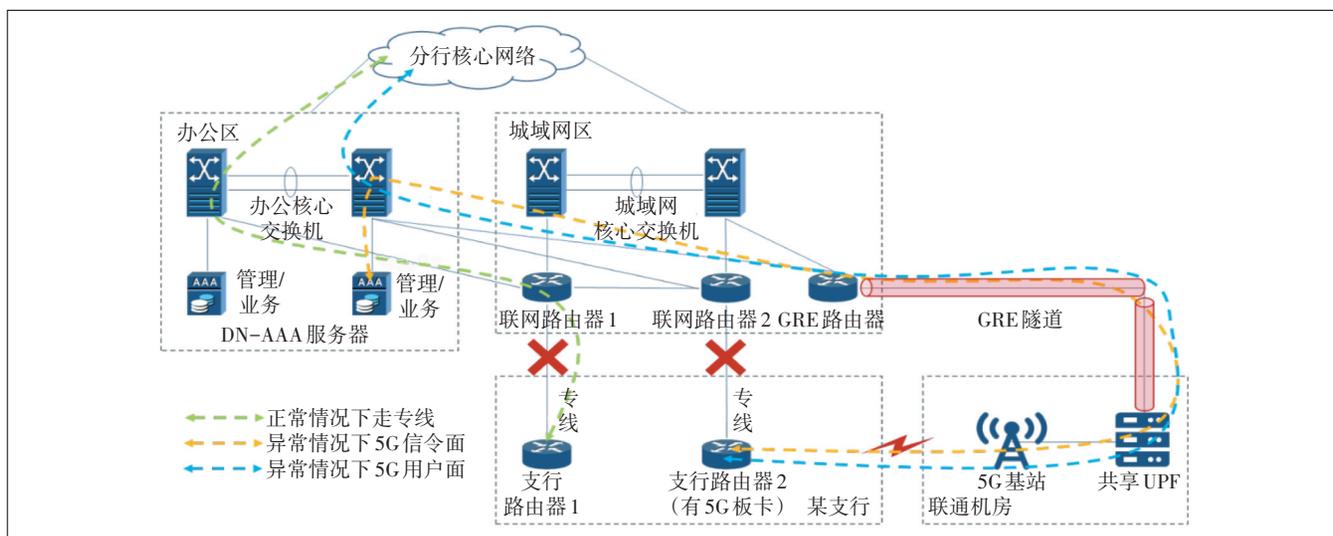


图5 某银行支行-分行5G备线组网架构

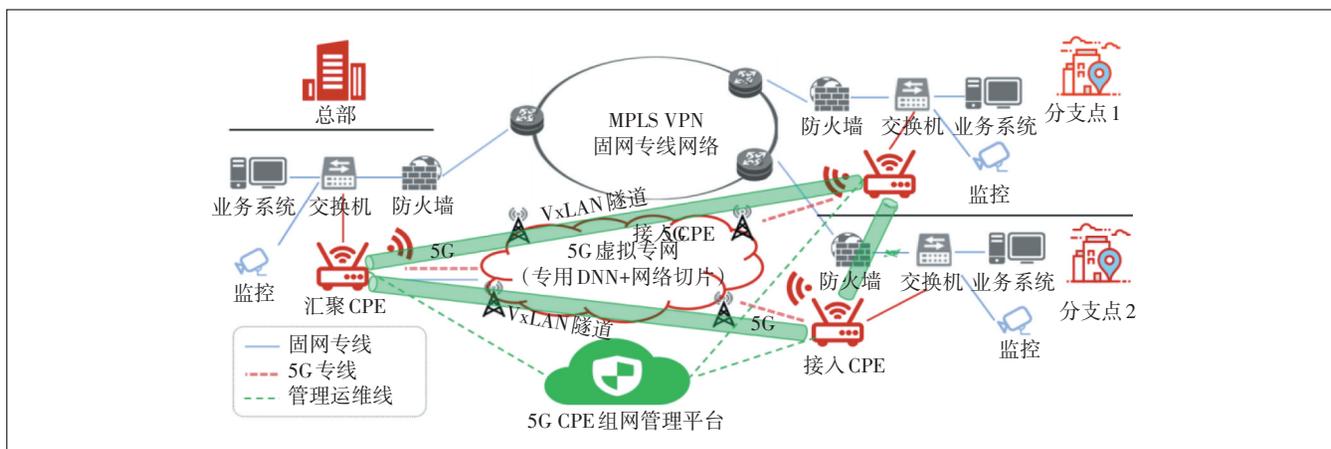


图6 某企业VxLAN二层互通组网架构

WAN口出现大流量时,会下发告警短信。

基于VxLAN实现分支点与数据中心大二层扁平组网,屏蔽5G CPE互联IP,透传企业内网IP,不影响企业现有三层网络架构。5G CPE设备即插即用,无需逐条配置路由,开通速度快,能节省维护及扩容成本,后续节点扩容及网络调整均不会影响企业现有业务。

### 3 结束语

固网专线作为总部-分支机构互联方式已发展多年,然而,专线建设和维护成本高,开通周期长,带宽难以灵活调整,无法应对突发流量。更重要的是,对于总部-分支机构这种层级式、多级树状结构,固网专线难以抵御极端情况下专线全部中断的风险,也无法灵活选择不同层级的数据中心实现业务逃生。东西向的数据流动受限于专线点对点拉通成本也很难实现。相较于固网专线,5G网络具备无线化、移动性、灵活易扩展等特点,通过5G与专线的融合组网,能够打破层级结构,打造更加扁平、更加健壮、更加灵活的直连式组网架构。遭遇重大灾难时,该组网架构具备快速恢复业务的能力,能够提升整体网络的鲁棒性和业务SLA等级。

#### 参考文献:

[1] 李雯雯,蔡庆宇,赵元,等.基于5G专网的跨境漫游分流技术研究[J].邮电设计技术,2023(3):27-34.  
[2] LI W, YAN M, CHAN C A, et al. An Efficient Fixed and Mobile Cooperative Backup Strategy Based on 5G Private Network[J]. 2023 IEEE 11th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT), 2023:90-94.  
[3] 孙起宏,童俊威.5G+SD-WAN金融专网,引领数字化转型新实践

[EB/OL]. [2025-10-14]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1771085225846666217&wfr=spider&for=pc>.  
[4] 中国信息通信研究院.中国金融科技生态白皮书(2023年)[EB/OL]. [2025-08-17]. <https://www.hbbill.com/uploadFiles/-13/395/070/09/2c9081e489c0507d018cde6cf8ea01f3.pdf>.  
[5] 谭哲,帅濛,高军诗,等.固定网络与移动网络融合组网方法研究[J].电信工程技术与标准化.2023,36(5):8-14.  
[6] 王晨鹤,李哈,吴星培,等.5G专网UPF组网架构[J].通信电源技术.2021(18):86-89.  
[7] 成超,陈岗.D2D技术在5G系统中的应用及面临的问题[J].信息记录材料.2019,20(11):2.  
[8] 冯亚军.基于4G/5G网络应用VPDN业务专网的设计与实现[J].中小企业管理与科技.2020(6):166-167.  
[9] 王彤.基于VPDN技术的企业专线快速抢通方案[J].数字通信世界.2021(1):118-119,134.  
[10] 姚威.VxLAN隧道组网在5G CPE中的应用研究与实现[D].西安:西安电子科技大学,2022.  
[11] 陈婉娟,穆佳.5G LAN应用场景与关键技术分析[J].邮电设计技术.2021(9):82-86.  
[12] 王飞飞,孙颖,曹亚平.面向5G 2B业务的5G LAN解决方案分析[J].电子技术应用.2023(12):56-59.  
[13] 董芸,何余锋,王菲,等.基于DN-AAA的5G专网接入安全管控方案研究及应用[J].信息安全研究.2023(8):784-791.  
[14] 郑圣,姚勇,贺龙飞.5G金融专网中终端后路由应用部署研究[J].江苏通信.2023(6):18-21.  
[15] 王亚峰,苏坚,曾振林,等.智慧园区5G专网解决方案[J].电信工程技术与标准化.2023(1):78-83.

#### 作者简介:

李雯雯,高级工程师,硕士,主要从事5G核心网安全技术研究工作;吴博,高级工程师,硕士,主要从事Android系统开发及大数据研究工作;高鹏飞,高级工程师,硕士,主要从事5G UPF及网关研发工作;赵烁,工程师,硕士,主要从事5G金融行业专网研究工作;金明星,工程师,硕士,主要从事5G企业园区专网研究工作。