

# 5G网络边缘UPF 自动化部署问题研究

## Research on Automatic Deployment of 5G Network Edge UPF

宋阿芳<sup>1</sup>,周 辉<sup>1</sup>,于培华<sup>1</sup>,姜 松<sup>2</sup>,王 晴<sup>2</sup>,宋茂倩<sup>2</sup>,陈 强<sup>1</sup>(1. 中国电信股份有限公司上海研究院,上海 200122;2. 中国电信集团公司云网运营部,北京 100027)

Song Afang<sup>1</sup>,Zhou Hui<sup>1</sup>,Yu Peihua<sup>1</sup>,Jiang Song<sup>2</sup>,Wang Qing<sup>2</sup>,Song Maoqian<sup>2</sup>,Chen Qiang<sup>1</sup>(1.Shanghai Research Institute of China Telecom Corporation Ltd., Shanghai 200122, China; 2. Cloud Network Operation Department of China Telecom Corporation, Beijing 100027, China)

### 摘 要:

目前,5G网络边缘UPF设备部署和验收,需要由设备厂家技术人员多次到园区现场进行设备的人工配置、纳管、调测。这种方式效率低、出错率高、周期长、有一定技术门槛。针对这些问题,提出了UPF二次地址分配、UPF开局自动化配置脚本生成及验收等一系列方案,实现了UPF上电即插即用。整个过程不需专业人员现场操作,减少了人力投入,缩短了UPF上线时间,上线时间由原来的月级下降到1~3天。

### Abstract:

At present, the deployment and acceptance of 5G network edge UPF devices require multiple visits by technical personnel of the equipment manufacturer to the park site for manual configuration, management, and testing of the equipment, which is low efficiency, high error rate, long cycle and certain technical threshold. Aiming at these problems, a series of schemes are proposed, such as the secondary address allocation of UPF, the generation and acceptance of automatic configuration scripts for UPF opening, etc., to realize UPF plug and play as soon as power on. The whole process does not require professional personnel to operate on site, which reduces the manpower input, shortens the UPF online time, and reduces the online time from the original monthly level to 1~3 days.

### Keywords:

5G; UPF; Automation; 2B; Deployment; Plug and play

**引用格式:**宋阿芳,周辉,于培华,等. 5G网络边缘UPF自动化部署问题研究[J]. 邮电设计技术,2023(10):65-69.

## 0 引言

5G和云的到来使得行业客户需求变得多样。越来越多的行业客户希望借助可定制、高隔离性、低时延的5G专用网络,达到数字化转型增强竞争力的目的。UPF作为5G核心网的重要网元,担负着数据处理、路由等核心功能。为了更好地满足5G行业客户的2B需求,UPF已经逐渐从运营商的核心层向行业客户的接入层进行迁移,成为连接运营商和行业客户的重

### 关键词:

5G; UPF; 自动化; 2B; 部署; 即插即用

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.10.013

文章编号:1007-3043(2023)10-0065-05

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



要枢纽。随着5G垂直行业的迅速部署及应用,边缘UPF的部署数量呈指数级增加。按传统部署方式,边缘UPF需要厂家技术人员到地(市)或园区现场实施,将设备上电后先进行手工纳管至运营商管理系统,再进行开局数据配置、激活预装内容、调测,此方式存在技术要求高、人员消耗大、频繁出入园区机房导致效率低、管理及安全成本高等问题。因此边缘UPF亟需实现上电即插即用、自动化部署,以满足5G业务的快速增长需求,同时为客户、运营商、设备商三方降本增效。

为解决上述问题,本文提出了一种DHCP-Relay

收稿日期:2023-08-10

二次地址分配方案,第1次为UPF分配的管理地址为临时地址,第2次才分配后期UPF在现网中使用的真实管理地址,采取这样二次地址方式使得发货前UPF并不需要知道安装地点以及当地IP地址可用情况,提高了便捷性。此外还提出一种边缘UPF网元开局自动化配置方案,将原有手工配置方式全部进行自动化,同厂商同硬件型号的UPF设备在全网范围内统一配置同一脚本,实现了5G定制专网业务快速自动化开通的目标,提升了用户的业务感知度。

## 1 UPF自动化部署中存在的问题

### 1.1 UPF部署现状

UPF目前主要由人工部署。首先运营商需事先根据UPF安装地点分配IP资源。配置人员到园区现场进入机房,手工配置UPF网管IP地址及UPF所归属的网管系统IP地址。地址配置完毕后,UPF根据IP地址连接到网管系统。然后配置人员再通过直联方式或通过网管系统逐项下发配置命令,配置UPF的各类开局数据。整个过程需要1个月以上,需反反复复进出园区机房,过程繁琐,容易出错,而且后续验收需要人工分步骤、逐项地进行各项重要数据的采集、系统比对、系统拨测等。

为实现UPF自动化部署,现将以上流程自动化并分解为2个重要环节:UPF自发现及自纳管环节和UPF自配置及自验收环节。2个环节中存在以下关键技术点。

### 1.2 UPF自发现及自纳管环节中的关键技术点

UPF自发现及自纳管环节的主要目的是:新入网的UPF一上电即能自动纳入网管系统中,无需任何手工配置,并自动转入下一环节。由于不同厂家UPF归属于各自厂家的网元管理系统纳管,且安装地点各不相同,因此需要解决如下问题。

a) UPF如何上电后自动获取自身IP管理地址,找到网管系统。

b) 如何在不同厂家及版本的UPF上自动建立命令通道,通过这些通道,将不同的UPF路由、账号密码等差异化的配置信息下发到UPF。

这两个问题解决后,UPF才能自动被对应的网管系统纳管。

### 1.3 UPF自配置及验收环节中的关键技术点

自配置及验收环节要求网管系统能根据已规划的资源信息自动生成配置脚本,并通过UPF北向接口

下发至UPF设备。完成配置后,立即进行配置信息、资源、各类运行数据的检查,并采用仿真拨测方式验收,使UPF正式进入使用状态。这个环节需要解决以下2个问题。

a) 在边缘UPF部署过程中,各个UPF和DC-GW的互联地址均采用商用规划IP地址,存在地址需求量巨大、资源利用率低的问题;自配置命令因为不同IP地址需匹配不同参数值。

b) 如何将原有人工命令切割并重组为高度统一的模板并自动化下发至UPF。

## 2 UPF自动化部署解决方案

### 2.1 DHCP-Relay二次管理地址分配方案

该方案为UPF分配2次IP地址,第1次为临时地址,第2次才分配后期UPF实际在现网中使用的地址。采取这样二次地址方式使得发货前UPF并不需要知道被安装地点以及当地IP地址可用情况。

在一次临时地址分配时,要实现UPF自动获取自身IP地址,而不是开局时手工配置。起初设想采用常用的DHCP自动分配IP地址方式,即UPF/DC-GW作为DHCP Client端,由网管系统充当DHCP Server负责UPF/DC-GW的IP地址发放。但由于现网中边缘UPF/DC-GW处于二层网络,网管系统处在三层网络,而DHCP协议要求Server端和Client端均处在同一网络,该方法不能解决。因此提出引入DHCP-Relay协议解决跨二、三层网络的地址自动分配,由跨二、三层网络的IP城域网路由器B设备实现DHCP-Relay功能,如图1所示,这样就解决了UPF自动配置第1次临时IP地址的问题。利用临时地址,UPF实现和网管系统的对接,并建立两者间命令行通道,该通道恰好为第2次真实地址分配所用。

在二次真实地址分配时,利用一次地址建立的命令行通道,网管对不同厂家不同版本的UPF通过其各自的命令行,下发安装地点可分配的真实IP地址以及路由指向、网络维护管理接口、账号密码、PIM/VIM管理接口等各类配置信息。二次地址具体方案如图2所示。

这种二次地址分配方式,避免了不同版本的UPF需要各厂家对DHCP进行私自扩展、无法满足统一部署及后期个性化配置等问题。

二次地址分配流程如下:

a) 位于二次网络的边缘UPF/DC-GW的DHCP地

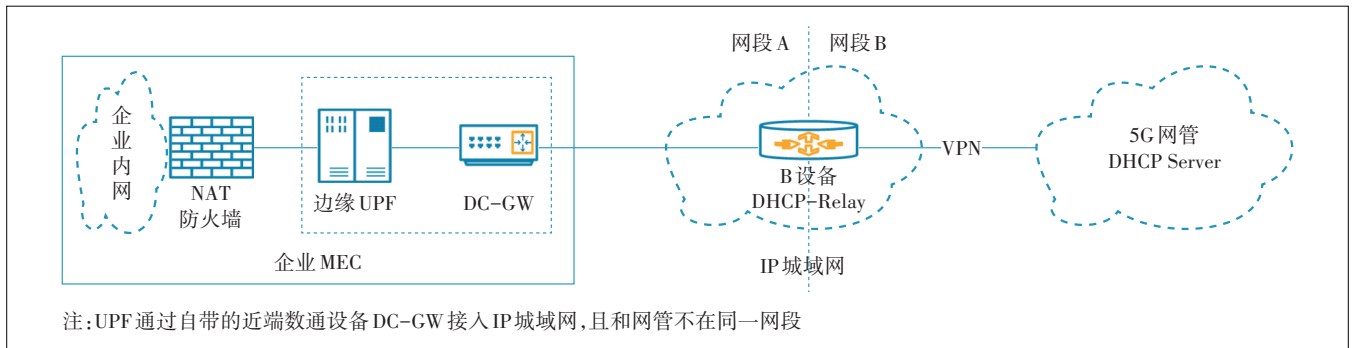


图1 UPF接入承载网方式

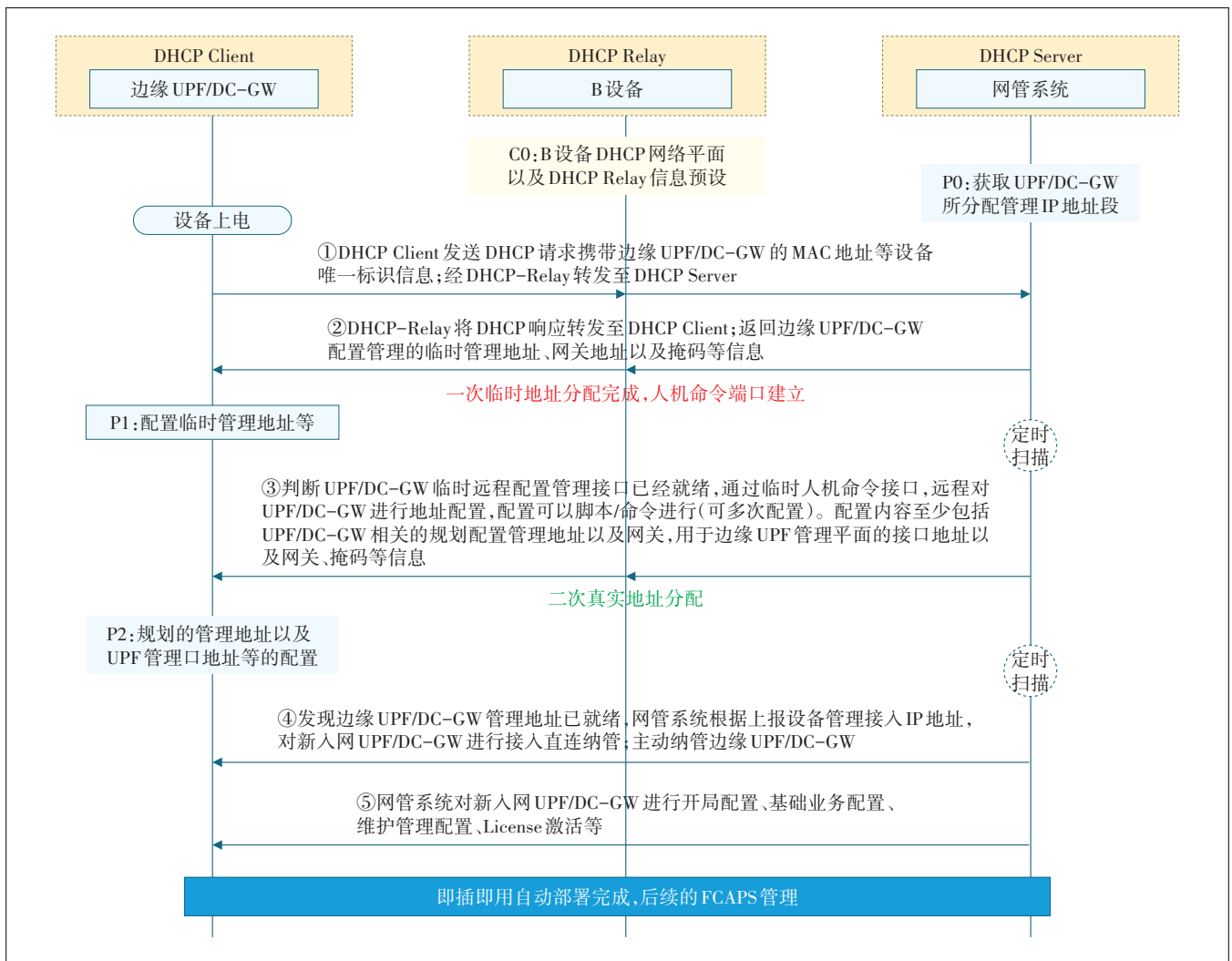


图2 DHCP二次地址分配流程

址请求至B设备,B设备兼DHCP-Relay(解决跨二三层网络问题)功能。

b) B设备接收并转发至位于三层网络的DHCP-Server(Server由网管系统充当)。

c) DHCP-Server根据其设备唯一标识号分配一次临时管理地址、网关、掩码等消息,下发给边缘UPF/DC-GW。

d) DHCP-Server定时扫描边缘判断UPF/DC-GW

是否配置成功,如成功则通过临时地址自动纳管,建立人机命令通道。

e) 通过自动建立的人机命令通道,5G网管自动下发各厂家边缘UPF/DC-GW二次真实管理地址以及各厂家完全差异化的开局配置信息。

## 2.2 UPF开局自动化配置脚本生成及验收方案

为了实现UPF开局数据的自动配置,将原有手工下发的命令全部模块化、自动化,并利用地址复用,使同厂商同硬件型号的UPF设备在全网范围内统一配置完全相同的开局配置模板及规则(见图3)。

a) DC-GW与UPF互联地址复用方案。DC-GW与UPF间的端口进行一对一固化,DC-GW与UPF的互联采用6对商用规划IP地址分别对应不同的VPN,

这6对地址同时作为全网所有UPF/DC-GW组的互联地址,进行地址复用。这个方案避免了原方案中随UPF部署数量增加而同比增加IP地址的问题,即部署全网的UPF与DC-GW的互接口地址从数千个商用规划地址变为约12个地址,大大节省了商用IP地址资源。并且由于地址的复用,同厂家同型号UPF均采用了同一IP地址,无需因安装地点的IP地址规划不同而更改参数,为配置脚本的统一奠定了基础。

b) 自动化配置脚本生成及下发方案。5G网管系统根据分类规则(根据指令头及功能模块所包含的指令全集进行分类)对获取的边缘UPF配置文件进行模块化处理,并根据功能模块将其与开局配置模板进行对比,将差异部分形成“差异化配置脚本”。若脚本为

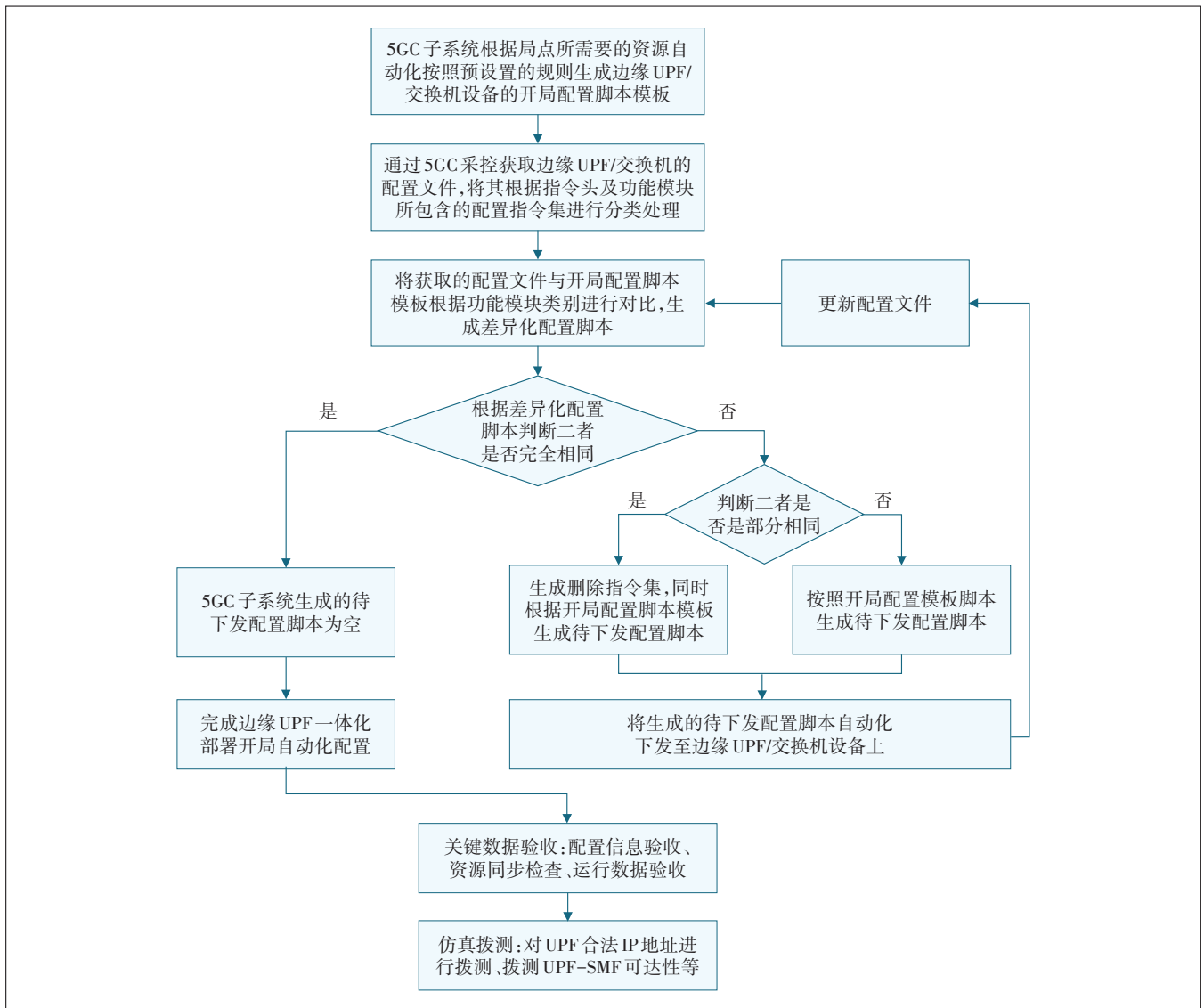


图3 边缘UPF网元开局自动化配置及验收方案流程

空,则无差异,表明已成功完成UPF开局自动化配置;若有差异,则按开局配置模板生成“差异化配置脚本”,并且如UPF上还有不同参数,“差异化配置脚本”需含删除不同参数的指令。脚本下达后更新UPF配置文件,并重复比较差异,直至生成的“差异化配置脚本”为空。

c) 验收方案。配置完成后,网管系统将对设备进行自动验收流程,以便设备正式投入使用。根据验收内容生成开局验收模版,逐项自动完成以下步骤。

(a) 检查配置是否正确。网管系统采集UPF网元的配置文件,将开局验收模板与获取的配置文件进行对比验收。

(b) 资源同步检查。对UPF设备端口、IP地址等资源信息与运营商网络资源系统里的数据进行比对。

(c) 对运行数据进行稽核。自动根据标准脚本对告警、日志、性能等数据进行采集并对照,包括文件名、内容、格式等。

(d) 仿真拨测。对UPF合法IP地址进行拨测,如验证UPF-SMF可达性等。

综上所述,UPF上电后,设备的二次地址分配、自行纳管、地址复用、开局数据配置、拨测验收等一系列后续动作将自动完成,实现UPF即插即用部署。

### 3 结束语

UPF是5G网络中面向边缘业务的重要网元,随着5G网络建设及大带宽低时延业务的发展,海量边缘UPF将在园区、运营商局端迅速铺开。二次地址分配方案在5G网络中实现了边缘UPF的即插即用,可跨网段、流程标准、不需人工干预;利用标准DHCP、DHCP-Relay叠加命令通道,实现了不同UPF的即插即用部署。边缘UPF网元开局自动化配置及验收方案将交付时长由月级减少到1~3天,提高了部署效率,提升了2B用户的业务感知度。边缘UPF和DC-GW组的互联地址复用方案,提高了边缘UPF的IP地址资源利用率,有利于系统对边缘UPF及近端数通设备的资产进行数字化管理与管控,从而为网络优化或故障定位提供有效的依据。边缘UPF自动化部署关键技术的实现和推广,满足了行业客户个性化、增强竞争实力的需求,提升了运营商及厂商的效率,有着重要的实践意义与经济价值。下一步将继续挖掘UPF自动化部署深度,在自动化开局的基础上探索实现UPF排障自动化,从人工排障向AI排障转变,持续为5G用户提升

服务。

### 参考文献:

- [1] 杨广铭,毛东峰,姜松,等. 5G承载网2B业务部署方案探讨[J]. 广东通信技术,2021,41(11):7-12,22.
- [2] 文旭桦,鄢欢,肖荣奋,等. 基于边缘UPF下沉的5G定制网在电子制造业的应用[J]. 广东通信技术,2022,42(6):2-5,15.
- [3] 周欣,谷群,赵际洲,等. 面向垂直行业的N4接口解耦技术[J]. 移动通信,2021,45(1):71-75.
- [4] 陈沁茗,潘桂新,陈丰. 5G园区2B2C专网解决方案[J]. 邮电设计技术,2022(6):45-50.
- [5] Grand View Research. GVR report cover private 5G network market size, share & trends analysis report by frequency, by spectrum, by component, by vertical by region, and segment forecasts, 2023 - 2030 [R/OL]. [2023-03-05]. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/private-5g-network-market>.
- [6] 3GPP. System architecture for the 5G System (5GS); 3GPP TS 23.501 [S/OL]. [2023-03-24]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [7] 中国电信. 中国电信5G定制网产品手册(2020年)[EB/OL]. [2023-03-16]. <https://m.waitang.com/report/47432.html>.
- [8] 杨炼,王悦,蒲浩杰,等. 5G核心网关键技术与网络云化部署[M]. 北京:人民邮电出版社,2022:101-104.
- [9] 方琰斌,李立平,陈亚权. 5G 2B专网解决方案和关键技术[J]. 移动通信,2020,44(8):1-6.
- [10] 李昊,吴文昌. 2B2C场景下5G专网方案应用研究[J]. 通信电源技术,2021,38(16):119-121.
- [11] 3GPP. Service requirements for the 5G system; 3GPP TS 22.261 [S/OL]. [2023-03-24]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [12] 马洪源,宋旭光,徐远思,等. 5G专网及部署策略探讨[C]//5G网络创新研讨会(2022)论文集. 北京:中国电子科技集团公司第7研究所,2022:182-189.
- [13] 张世华,胡伟,张奎,等. 面向5G通信云的网络自动化编排及解耦部署研究[J]. 邮电设计技术,2021(9):46-50.
- [14] 赫罡,苗杰,童俊杰. 5G核心网技术演进及挑战[J]. 中兴通讯技术,2020,26(3):23-26.
- [15] 赵慧玲. 5G核心网技术与挑战专题导读[J]. 中兴通讯技术,2020,26(3):1-2.

#### 作者简介:

宋阿芳,高级工程师,硕士,主要研究方向为核心网智能运维、网络能力开放等;周辉,工程师,学士,主要研究方向为核心网智能运维、网络能力开放等;于培华,工程师,硕士,主要研究方向为5G核心网智能运维、网络能力开放等;姜松,高级工程师,学士,主要研究方向为移动通信、云网融合、数据通信等;王晴,高级工程师,硕士,主要研究方向为移动通信、云网融合、数据通信等;宋茂倩,工程师,硕士,主要研究方向为移动通信、云网融合、数据通信等;陈强,工程师,学士,主要研究方向为5G核心网智能运维、网络能力开放等。