

5G ToB PCC策略方案设计与应用

Scheme Design and Application of 5G ToB PCC Strategies

尹美¹,任雨樵¹,谢洪涛¹,尤梦¹,何宇¹,冯国玉²,张翀³(1. 中国移动通信集团有限公司,北京 100033;2. 中移物联网有限公司,重庆 401120;3. 中国移动研究院,北京 100053)

Yin Mei¹,Ren Yuyao¹,Xie Hongtao¹,You Meng¹,He Yu¹,Feng Guoyu²,Zhang Chong³(1. China Mobile Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China; 2. China Mobile Internet of Things Co., Ltd., Chongqing 401120, China; 3. China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China)

摘要:

5G ToB技术既需满足不同垂直行业用户多样化的需求,又需确保垂直行业业务健康有序发展。这些需求将造成5G ToB PCC策略数量急剧增加,导致设备策略条数严重不足,同时带来现网配置量大、人力成本高、开通效率低等多方面的挑战。通过设计和优化不同的PCC策略方案满足垂直行业用户差异化需求和安全管控要求,通过设计策略收敛方案解决设备策略资源瓶颈问题,减少现网配置量,支撑业务长远发展,符合业界自智网络低成本高效运营需求,为5G ToB业务量增质稳发展奠定基础。

关键词:

5G ToB; PCC策略; 差异化需求; 安全管控; 策略收敛

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2026.06.013

文章编号: 1007-3043(2026)06-0069-07

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:

5G ToB technology is obliged to accommodate the diversified requirements of various vertical industries while ensuring the healthy and orderly development of their services. These demands not only lead to a dramatic increase in the number of policy and charging control (PCC) strategies, resulting in severe insufficiency of device policy entries, but also pose significant challenges including excessive network configuration demands, high labor costs, and low operational efficiency. Differentiated PCC strategies are designed and optimized to meet the vertical industries' heterogeneous service requirements and security governance constraints, and policy convergence mechanisms are developed to alleviate resource limitations in policy storage and reduce the configuration quantity, thereby supporting long-term business scalability, aligning with the low-cost and high-efficiency operation requirements of autonomous networks in the communication industry, and laying a foundation for the sustainable growth of 5G ToB services in both scale and quality.

Keywords:

5G ToB; PCC strategies; Differentiated requirements; Security control; Policy convergence

引用格式:尹美,任雨樵,谢洪涛,等. 5G ToB PCC策略方案设计与应用[J]. 邮电设计技术, 2026(6): 69-75.

0 引言

目前5G ToB技术已融入千行百业,如智慧电力、车联网、智慧工业等^[1-7],2025年政府工作报告提出扩大5G规模化应用,5G ToB应用场景将不断拓深,加速推动整个社会从万物互联转变为万物智联。为促进

5G物联网业务健康有序发展,用户需加强物联网卡功能限制管理,提高监测要求^[8],且5G物联网用户个性化需求多,如带宽保障、灵活降速提速等需求,这些需求经分析可通过制定策略和计费控制(PCC)策略实现。PCC策略通过在设备上部署不同的配置,实现对业务使用范围、速率、位置等不同需求的差异化管理。目前,3GPP国际标准组织已制定关于5G网络PCC策略基础的网络框架和接口^[9-12],在此基础上,需结合垂

收稿日期: 2026-05-18

直行业实际使用需求场景,制定详细的技术方案,推动各种差异化需求在现网中的应用和落地。同时,设备可支持的策略数量存在瓶颈,大量管控以及业务需求会迅速消耗设备上可配置的策略数目,使策略数目快速达到饱和态,难以支撑后续业务可持续发展,且大量配置带来维护工作量大、开通时间长等问题,不利于运营商降本增效和高效运营,影响行业用户业务高效开通。

本文简要阐述了5G物联网用户安全管控需求和业务侧发展需求带来的问题,分析垂直行业业务需求特点,制定现网可执行、定制化的PCC策略设计和优化方案并介绍其在现网的实施效果,丰富该研究领域的现网实践方案;设计PCC策略收敛方案,解决设备功能瓶颈,有效减少现网配置量,符合业界自智网络提出网络运营体系的数智化转型,赋能低成本高效运营目标^[13-15],助力垂直行业规模拓展和企业数智化转型。

1 5G ToB PCC 策略需求方案设计

1.1 需求背景

为促进物联网业务健康有序发展,5G用户需加强物联网卡功能限制和监测管理,安全管理和风险监控可归类为7种场景^[8],分别为卡片限制、限额管控、个人实名、区域限制、人联网限制、机卡绑定以及定向流量。前3种场景可通过非网络侧方式实现:卡片限制通过物理嵌入、焊接等方式实现;限额管控通过业务运营支撑侧系统(Business Operation Support System, BOSS)方案实现对物联网卡使用流量额度的区分和限制;个人实名需要组织客户实现。其余4类场景需通过PCC策略方案实现。

除此之外,不同的垂直行业用户还存在多样化需求,如带宽保障需求,不同档位的加速或是降速需求,对客户的系统、平台或服务进行细粒度管理和配置以满足性能或安全的特定要求,这些需求均需通过制定不同的PCC策略方案实现。

1.2 区域位置限制策略

根据管理需求,需要实现单省、多省的区域位置限制,可通过在BOSS和PCF之间的SOAP接口增加代表多省省级行政单位新字段,制定并配置“省级行政单位与新字段以及所属区域对应关系表”方案来实现。新字段位数按照业务覆盖的全部省份数量进行设置,设为 N 位,每一位代表1个省份,制定“省级行政

单位与新字段位数对应表”(见图1[a]),并在PCF预配置此表。如果物联网卡需要在一或是几个省做限制,即签约该字段对应省份的“位”为1,未签约省份的“位”为0,如物联网卡需要限制在广东、广西使用,则新字段各位数的值如图1(b)所示。此外,还需制定区分省份的配置方案,5G网络可使用AMF网元ID的特定位数区分不同的省份,在PCF上预先配置全国各省AMF网元ID的相关信息,即存储“省级行政单位与所属区域地址对应关系表”。在真正使用时,BOSS侧根据业务侧需求和限制省份签约新字段,将相关信息通过SOAP接口传递给PCF,PCF根据BOSS侧签约的策略生成用户与受限省份所有设备地址对应绑定的虚拟对应关系表。当用户附着和位置更新时,SMF通过N7口传递给PCF的消息会携带具体的地址,PCF将上报的地址与对应表的地址进行比对,若不在表内,则限制用户使用(见图1[c])。此方案能有效减少PCF配置的地址列表,提升后续维护更新的便利性。若采

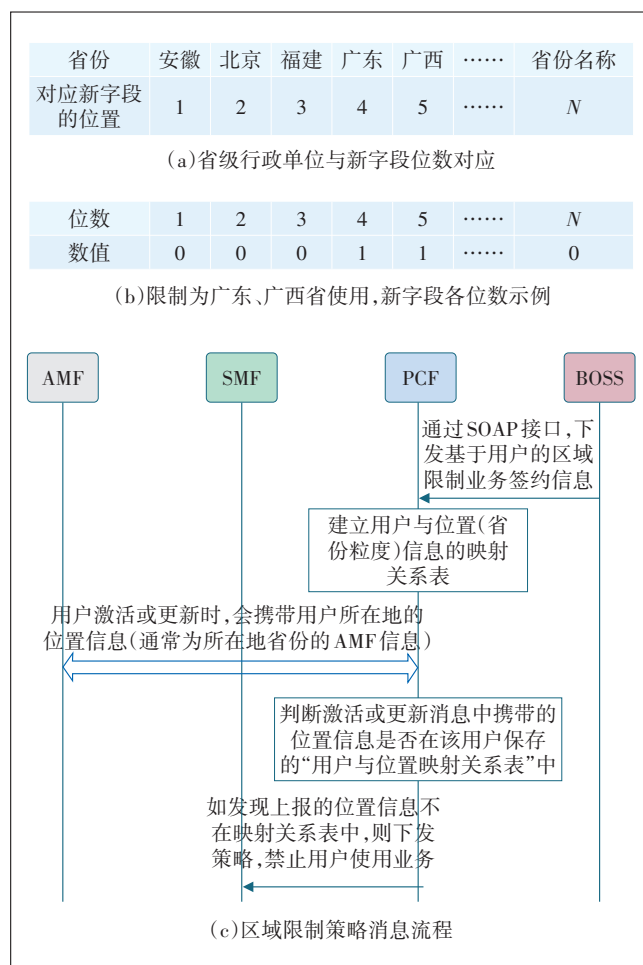


图1 区域位置限制策略示意

用直接在 PCF 中配置需要限制省份与地址对应列表的方案,因物联网卡需要在单省、多省进行限制,限制的省份地址组合数量预计是 $N!$ 个,而采用此方案后,在 PCF 上仅需要配置 N 个地址列表。

1.3 人联网限制需求

物联卡禁止访问人联网应用,即社交类、视频类、游戏类网址等,用户实名制后可解除限制,受限列表按需实时更新。针对此需求,共提出 4 种方案:全量开启 PCC 方案、UPF 本地+人联网 PCC 策略方案、人联网 DNN 方案以及特征库识别方案(见图 2)。各个方案的详细介绍如下。

方案 1:全量开启 PCC 方案。针对所有需要管控的 DNN 用户,在 PCF 配置人联网 PCC 策略,该策略有“禁止”和“放通”2 个状态,并在 UPF 配置人联网限制列表。当用户签约人联网 PCC 策略为禁止状态时,限制其访问“人联网”;当在系统上退订人联网策略或修改为放通状态时,允许用户访问“人联网”。

方案 2:UPF 本地+PCC 人联网策略方案。在方案

1 的基础上,UPF 本地配置黑名单策略,以减少占用的 PCF 容量,用户按照是否为 PCC 用户进行分类管理,通过调整策略之间的优先级实现管控。对于未签约 PCC 业务的用户,在 UPF 配置本地“人联网”限制策略,禁止访问“人联网”;对于签约人联网 PCC 策略放通状态的用户,PCC 策略优先级高于 UPF 本地策略,允许访问“人联网”。对于已经签约 PCC 业务的用户,禁止和放通过程同方案 1。

方案 3:人联网 DNN 方案。通过 UDM 签约方案解决人联网需求带来的 PCF 容量增加的问题,在 UDM 配置允许访问“人联网”DNN。根据 UPF 配置的本地“人联网”黑名单,禁止访问“人联网”;用户可改签约至新的允许访问人联网的 DNN 实现放通。

方案 4:UPF 识别和解析方案。为减少 UPF 设备策略配置的工作量和避免不规范终端的影响,提出 UPF 特征库识别和解析库解析方案,即由特征库识别人联网相关的 APP 或是网址相关的报文特征,经解析库解析后,再通过 PCF 配置的策略规则进行限制访



图 2 4 种人联网限制方案示意

问。

从方案准确性、现网配置量、列表更新难度系数、系统及设备改造与版本升级难度、容量投资成本和客户影响这6个维度来比较4种方案的优劣,对比情况如表1所示,其中方案2维护工作量大,方案3不规范终端会影响客户体验,方案4不能100%实现管控需求,优选方案1。

表1 4种方案对比

方案	优点	缺点
方案1	a) 准确率为100% b) BOSS侧不需要改造 c) 业务体验好,避免不规范终端改签约DNN可能无法激活的情况 d) 满足受限列表按需实时更新的需求	需投资建设PCF容量
方案2	优点a)~d)同方案1 e) 减少对PCF的容量占用	a) 配置量比方案1复杂度高 b) 全网访问的互联网DNN均需配置,人联网黑名单列表近百条,UPF需版本升级支持全局配置
方案3	a) 对应PCF资源不需要扩容 b) 准确率为100% c) 满足受限列表按需实时更新的需求	a) DNN更换会有断网情况,实名制用户若使用不规范终端,可能存在反复附着网络情况 b) BOSS系统需要改造
方案4	a) 减少UPF设备策略配置工作量 b)~c)同方案1的b)~c)	a) 未能识别全部人联网应用,准确率不能达到100% b) 设备一年2次版本更新,无法满足人联网应用名单更新后需要及时被限制的需求

在现网试点过程中,存在部分支付类终端无法使用的问题,影响客户生产,因此优化方案增加支付类白名单PCC策略。同时,为避免与客户本身的白名单、关停等业务存在冲突,根据优先级设计全网首个“白加黑加白”放通方案,即PCC支付白名单>PCC人联网黑名单>客户自有白名单。经现网测试,此方案既完全满足管控要求又实现了部分企业业务放通需求,且业务侧订购时仅需设置“允许”或“禁止”属性,极大提升前端一线业务订购便捷性和效率。

1.4 机卡绑定策略

机卡绑定需求为:针对可插拔的SIM卡,实现终端IMEI与物联网卡号MSISDN,终端IMEI池与物联网卡号池的绑定。在前期“终端与物联网卡号”一对一匹配绑定的基础上,为解决终端批量投放、无法提前获知终端IMEI和号码精准匹配关系的问题,在BOSS与PCF的策略数据开通接口(SOAP)引入用户的IMEI列表(usrIMEIList)信息,用于承载每个码号对应的全部

IMEI信息;更新PCF设备功能,即实现内部存储usrIMEIList,建立MSISDN和usrIMEIList的完整映射关系表,并进行逻辑判断,支持“终端IMEI池与物联网卡号池”模糊匹配判断方式。具体实现方式为用户前台签订机卡分离对应业务,确定SIM卡(MSISDN)对应的IMEI列表信息。在用户签约成功后,BOSS通过策略数据开通接口实时下发usrIMEIList信息,PCF将收到的usrIMEIList存储在本地,并在内部建立MSISDN和usrIMEIList的完整映射关系表。当用户激活时,会携带自身的码号信息与IMEI信息到PCF网元,PCF则会判断激活请求中携带的MSISDN和usrIMEIList的关系,如果消息中携带的IMEI信息不在该MSISDN对应的IMEI映射关系表中,判断为“机卡分离”,并限制此卡使用。

1.5 白名单策略

定向流量指的是限定物联网卡访问固定的IP或URL。前期通过2种方案(全国通用DNN加白名单配置方式和企业DNN加白名单配置方式)实现管控需求,但是这2种方案均存在不足。全国DNN部署在全国各省网元,若绝大部分企业均通过DNN配置实现限制,每个企业每次白名单的新增或是修改均需要在各省的PCF、SMF、UPF等网元进行配置,这将造成设备资源的巨大浪费和各省管理、维护工作量的增加。企业DNN承载一个企业的一个白名单的方案,因部分集团企业分管多个子企业,业务侧需多次申请多个DNN进行白名单配置,增加了客户和业务侧的管理和维护成本。为配合管理需求以及后续各省业务的开展,在此基础上,新增省内DNN,负责本省/地(市)业务,1个DNN负责多个企业,可配置相关企业的白名单策略;并修改企业DNN的权限,1个DNN可申请多个白名单策略,在本省PCF/SMF/UPF按企业需求灵活配置相关的数据。优化后的策略既满足定向流量管理需求,又增强了各省、各企业业务自治的灵活性,同时降低了客户、业务侧和网络侧三方管理和维护的成本,确保网络资源的利用更加合理化。

1.6 GBR保障策略

为满足客户的5G带宽保障需求,设计速率保障(Guaranteed Bit Rate, GBR)方案。根据业务需求,不同企业访问的IP&URL地址可能不同,因此该策略在100 Mbit/s范围内精准规划了十几个不同的档位,并区分上下行保障。在BOSS与PCF交互时,GBR保障策略可通过用户订购业务唯一代码(ServiceCode)或业务

由于同一现网客户存在不同隧道方式的通信及业务隔离,需建立不同的DNN,且同一用户不同的DNN也可能同时存在白名单、关停等PCC策略需求,根据现网垂直行业用户实际使用需求,梳理制定不同场景DNN(新建隧道访问内网和NAT方式访问公网)叠加不同PCC策略的逻辑实现方案(见图3),为现网GBR策略需求落地提供可行性方案。

5G 不同行业有不同的速率需求,如智慧工厂需要上行大带宽,车联网行业既需要提速能力,又需要限速能力,且要求兼并关停需求。为满足此需求,设计达量调速 PCC 策略,制定多档提速档位,并使用 ServiceUsageState 区分不同档位,逐次提高每个档位的最大上行和下行速率,满足大带宽的需求。同时,制定几十个限速档位,对降速档位实现精细化管理。

BOSS发送对应档位的ServiceUsageState值至PCF,PCF动态下发相应的QoS给SMF执行,以实现客户自主达量限速、按需提速能力。若套餐余量达到0,BOSS发送限速关停指令给PCF,PCF通过策略更新消息下发0 kbit/s给SMF,SMF将0 kbit/s透传给UPF,由UPF对上下行数据包全部拦截,达到关停的效果。

车联网行业需要对不同的应用请求单独进行计费、开关控制、用量监控等,以满足流量运营的需求。制定分应用控制策略,提供多类应用业务单独的控制开关接口和计费能力。BOSS 和 PCF 通过 ServiceCode 来区分不同应用,每个 ServiceCode 映射一类 IP&URL,对其进行开关控制,同时每个 ServiceCode 对应一个业务编码(Service ID),业务编码用于该应用的话单统计和预定义规则组区分。终端接入网络后,SMF 从 PCF 获取策略并将获取的规则组下发给 UPF 执行,UPF 对用户报文进行解析,获得报文携带的应用、使用协议等信息,并根据这些信息匹配对应的应用,对用户报文进行分流处理并统计每类应用的使用情况。

2.1 需求背景

在实际现网中,当用户提交 PCC 策略业务需求时,需业务侧派发工单,并给每一种场景分配一个全网唯一策略 ID 即 ServiceCode,网络侧和 BOSS 侧分别根据 DNN、ServiceCode 等关键参数进行数据配置。在



用户进行策略签约时,BOSS传递用户号码和Service-Code给PCF,PCF根据工单配置将该ServiceCode匹配到相应的具体策略,实现策略生效。

此方案中每一家企业、每种业务需求都需要新增一条以上的策略,即相同DNN、相同PCC策略、不同企业用户;相同DNN、不同PCC策略;不同DNN、相同PCC策略;不同DNN、不同PCC策略等,以上情况均需要采用不同的ServiceCode进行区分。例如,2个企业分别申请DNN1和DNN2承载业务,这2个DNN均需配置白名单策略,则需在设备上占用2个策略数。当 N 个DNN用户有 M 种业务场景需求时,需要配置的PCC策略数量和占用的ServiceCode数量将超过 $N \times M$ 。管控需求以及垂直行业的多样化需求会使PCF上配置的策略数快速达到饱和态,但策略数与网元整体性能强相关,上限仅为万量级,后续策略类业务将无法再进行配置,业务也将无法部署,且大量业务开通工单也会造成大量配置工作,降低开通效率、增加开通时间,难以满足业务高效交付和客户快速部署的需求。为解决此问题,深入分析策略制定和配置本质后,本文提出PCC策略收敛方案。

2.2 原理和实施方案

本文深入分析了多种业务需求场景,认为同一种业务场景策略的本质是一致的,在目前的技术方案中,工单中与用户强相关的参数需分配和配置不同的值,这导致一种业务场景占用多条策略。因此,本文提出对相同业务场景下的PCC策略进行收敛的方案,即将与用户强相关的、与具体策略行为无关的参数通过BOSS与PCF之间的SOAP接口进行动态传递,代替之前在PCF设备静态配置策略数据的方式,将相同业

务场景下的多条策略收敛成一条策略。当 N 个DNN用户有 M 种业务场景需求时,根据现有方案需要配置的PCC策略数量是 $N \times M$,采用本方案后可以将策略数量减少到 $1 \times M$ 。

该方案的具体实现方式是将原来签约信息中的关键参数由“MSISDN”+“ServiceCode”扩展为“MSISDN”+“ServiceCode”+“辅助字段”。经分析,对于不同的PCC策略工单,其辅助字段的类型不同,如对于白名单需求,其辅助信息为“DNN”+设计的新字段“Service Attribute”,DNN为用户签约的接入点名称,Service Attribute为相同业务场景下不同企业/子企业标识。策略收敛前后的对比如图4所示,其中策略X代表“通用策略”,即策略中不变的“常量”部分;A、B、N代表的是策略中可变的“变量”部分。

以白名单为例,现网配置且策略生效的实现步骤如下(见图5)。

a) 接口规范。在PCF和BOSS之间的SOAP接口规范中新增“DNN”和“Service Attribute”字段,其中Service Attribute采用白名单流量的计费标识Service ID进行拼接。

b) 配置方式。PCF侧针对某一种业务场景仅配置一条策略,即一条ServiceCode,用来判断条件中的DNN信息由静态配置改为引用签约字段中的“DNN”,输出条件中的预定义规则组名称由静态配置改为变量动态引用加常量静态配置的方式,例如,在白名单场景中,根据BOSS签约信息的“Service Attribute”输出预定义规则为“Service ID”+enable/disable。

c) BOSS签约。BOSS签约时传递{ServiceCode, MSISDN,DNN,Service Attribute...}等信息。

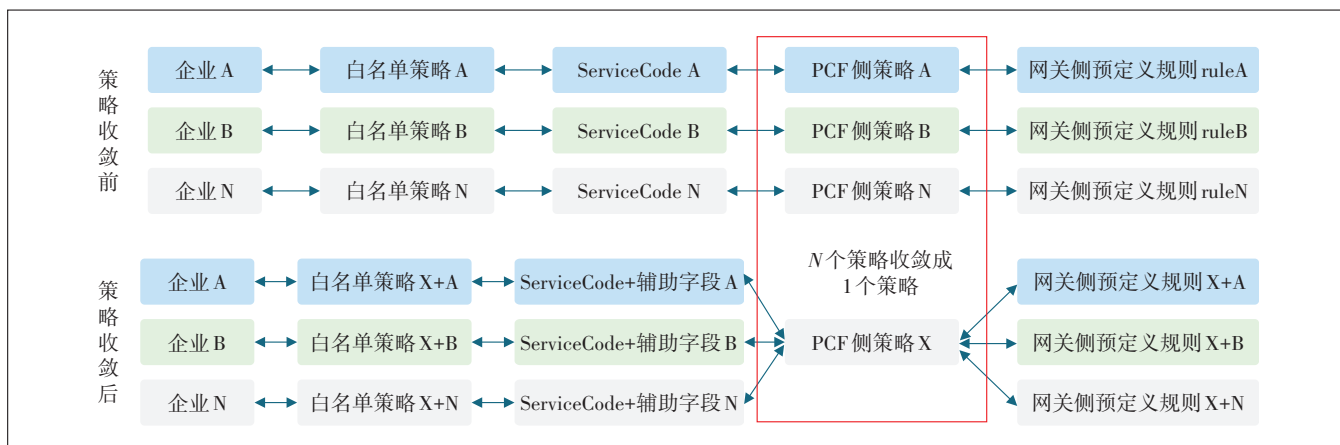


图4 策略收敛样例

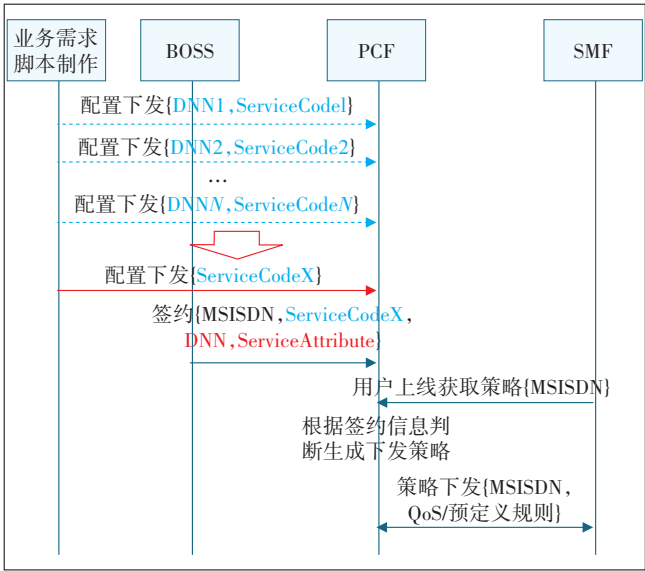


图5 策略收敛执行方案

d) 执行逻辑。PCF将签约信息储存到后端储存设备,当用户上线时,PCF根据用户MSISDN去后端查询签约信息,通过ServiceCode映射到具体策略配置,并对输入条件“DNN”信息进行判断。当判断为真时,输出预定义规则组,将签约信息中的“Service Attribute”拆分为“Service ID”连接enable/disable下发给SMF,由SMF具体执行。

此策略收敛方案需同时改造BOSS系统和PCF设备,以满足PCC策略输入输出编辑模式和判断逻辑的变动,从根源上解决网络PCF设备的资源瓶颈,节约有限的网络资源,有效减少设备侧投资。且5G业务开通为自智网络高价值场景,采用此方案后,每年数千张业务开通工单均无需在PCF进行流转和配置,有效减少了业务开通环节流转和网络侧的配置工作量,降低人力开销,进而提高业务部署的灵活性和时效性,助力智能化、高效化的运维模式。

3 结束语

通过设计区域位置限制、人联网限制、机卡绑定、白名单PCC策略满足5G物联网管控需求在现网的落地;通过设计并优化GBR保障、达量调速需求、分应用控制PCC策略满足不同垂直行业用户的现网差异性需求。本文提出策略解耦方案,彻底解决设备瓶颈,为支撑垂直行业业务可持续发展提供解决方案,助力企业降本增效和数智化转型,且提出的方案可广泛应用于国内外运营商。随着通感一体、无源物联网应用

场景的不断扩展以及6G技术的发展,后续将持续探索PCC策略与AI技术的深度融合,从传统的“静态规则执行”转向“动态智能优化”,进一步助力产业升级、精准差异化保障,为万物互联蓝海奠定坚实的基础。

参考文献:

[1] 钟章队,官科,丁建文,等. 从2B到4B- 电信行业与垂直行业的供需协同倍增发展[J]. 中兴通讯技术,2024,30(z1):67-75.
[2] SONG L, CHEN M S, XU Z B. 5G toB from theory to practice [M]. Singapore: Springer, 2025.
[3] 中移(上海)信息通信科技有限公司. 车路协同算力网络白皮书(2023)[R]. 上海:中移(上海)信息通信科技有限公司,2023.
[4] 中兴通讯. 2025年ToB场景化专网设计白皮书[R]. 深圳:中兴通讯,2025.
[5] 蒋振伟,姚赛彬,潘婷. 5G-A时代物联网应用及策略研究[J]. 邮电设计技术,2024(7):30-35.
[6] 于长松,史文祥. 5G新质生产力研究与应用探讨[J]. 邮电设计技术,2025(2):1-5.
[7] 陈楠,段明静. 5G赋能“互联网+”智慧工厂应用[J]. 长江信息通信,2024,37(9):219-222.
[8] 中华人民共和国工业和信息化部办公厅. 工业和信息化部办公厅关于推进移动物联网“万物智联”发展的通知:工信厅通信〔2024〕52号[EB/OL]. (2024-08-29)[2026-01-20]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202409/content_6974025.htm.
[9] 3GPP. System Architecture for the 5G system: 3GPP TS 23.501 [S/OL]. [2026-01-15]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
[10] 3GPP. Procedures for the 5G system: 3GPP TS 23.502 [S/OL]. [2026-01-15]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
[11] 3GPP. Policy and charging control framework for the 5G system: 3GPP TS 23.503 [S/OL]. [2026-01-15]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
[12] 3GPP. Session management policy control service: 3GPP TS 29.512 [S/OL]. [2026-01-15]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
[13] TM Forum. Autonomous networks: empowering digital transformation [R]. New Jersey: TM Forum, 2022.
[14] 孙方平,钱铮铁. 高阶自智网络关键技术及应用[J]. 中兴通讯技术,2024,30(4):77-82.
[15] 阎江. 打造自智网络新质生产力加速产业数字化转型[J]. 通信世界,2024(2):6-8.

作者简介:

尹美,高级工程师,博士,主要从事4G/5G物联网、自智网络领域的研究工作;任雨樵,高级工程师,硕士,主要从事4G/5G物联网领域的研究工作;谢洪涛,清华大学创新领军工程博士在读,主要从事网络数智化工作;尤梦,高级工程师,硕士,主要从事核心网数智化工作;何宇,高级工程师,硕士,主要从事核心网数智化工作;冯国玉,高级工程师,硕士,主要从事物联网网络运营、新网络能力研究工作;张翀,高级工程师,学士,主要从事PCC策略相关研究工作。