

5G 行业终端的 Wi-Fi 接入多用户 管控方案设计与应用

Design and Application of Multi-User Wi-Fi Access Control Scheme for 5G Industry Terminal


杜宝林¹, 杜长坤², 李少晖³, 杨立伟⁴ (1. 中国联通山东分公司, 山东 济南 250014; 2. 苏州腾芯微电子有限公司, 江苏 苏州 215004; 3. 中国信息通信研究院技术与标准研究所, 北京 100191; 4. 中国农业大学, 北京 100083)

Du Baolin¹, Du Changkun², Li Shaohui³, Yang Liwei⁴ (1. China Unicom Shandong Branch, Jinan 250014, China; 2. Suzhou IPSOAR Microelectronics Co., Ltd., Suzhou 215004, China; 3. Institute of Technology and Standards, China Academy of Information and Communications Technology, Beijing 100191, China; 4. China Agricultural University, Beijing 100083, China)

摘要:

在电信运营商管控 5G SIM 卡的基础上, 针对 5G 行业终端的 Wi-Fi 接入多用户实名管控需求, 提出了对接入 5G 终端的多用户管控方案, 验证了对 5G CPE 的 Wi-Fi 接入用户管控的可行性, 能够满足 5G 终端的 Wi-Fi 接入用户管控需求。

关键词:

5G 终端 CPE; 用户管控; 公用 Wi-Fi
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2026.01.016
文章编号: 1007-3043(2026)01-0077-05
中图分类号: TN929.5
文献标识码: A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

Building on the foundation of telecommunications operators controlling 5G SIM cards, this paper presents a real-name multi-user control scheme for Wi-Fi access to 5G industry terminals. A control scheme for multiple users accessing 5G terminals is introduced, and the feasibility of the user control scheme for Wi-Fi access through a general perception 5G CPE is verified. This meets the needs for Wi-Fi access control among users of 5G terminals.

Keywords:

5G terminal CPE; User control scheme; General Wi-Fi

引用格式: 杜宝林, 杜长坤, 李少晖, 等. 5G 行业终端的 Wi-Fi 接入多用户管控方案设计与应用[J]. 邮电设计技术, 2026(1): 77-81.

1 概述

近年来, 许多企事业单位利用 5G 行业终端(比如 CPE)的 Wi-Fi 接入能力, 提供公共场所的无线接入服务。按照国家对 5G SIM 卡的实名制管理制度, 能够溯源 5G SIM 卡的使用人, 但是电信运营商只能对 5G SIM 卡认证鉴权, 无法实名区分通过 5G 终端的 Wi-Fi 接入的众多用户, 存在网络信息安全接入管控隐患。

根据相关法律法规, 公共无线上网场所应当落实网络安全保护技术措施, 避免公共场所 Wi-Fi 上网服

务存在网络信息安全隐患。比如学校公共场所的 Wi-Fi 网络(包括 5G 终端 Wi-Fi 接入多用户服务)应对接入的用户进行区分, 通过接入前的认证、鉴权方式, 落实管控措施。

2 公共无线通信服务的多用户接入技术现状

随着移动互联网的高速发展, 各类应用丰富多彩, 带动了智能手机和移动终端的普及, 推动了公共场所 Wi-Fi 上网服务的迅速发展, 给用户带来极大便利。

2.1 传统公用 Wi-Fi 组网能力分析

作为 IEEE 定义的一个无线网络通信的工业标准

收稿日期: 2025-11-21

(IEEE802.11), Wi-Fi是一种允许电子设备连接到一个无线局域网(WLAN)的技术,通常使用2.4G UHF或5G SHF ISM 射频频段^[1-2]。连接到无线局域网通常是有密码保护的,这个密码是多用户共用,但也可能是开放的,这样就允许任何在WLAN范围内的设备随意连接上。典型的Wi-Fi组网如图1所示。以高校应用场景为例,该场景需要对Wi-Fi接入的师生实名管理,需要部署AP、AC、以太交换机(POE),以及认证鉴权功能平台AAA^[3-4]。

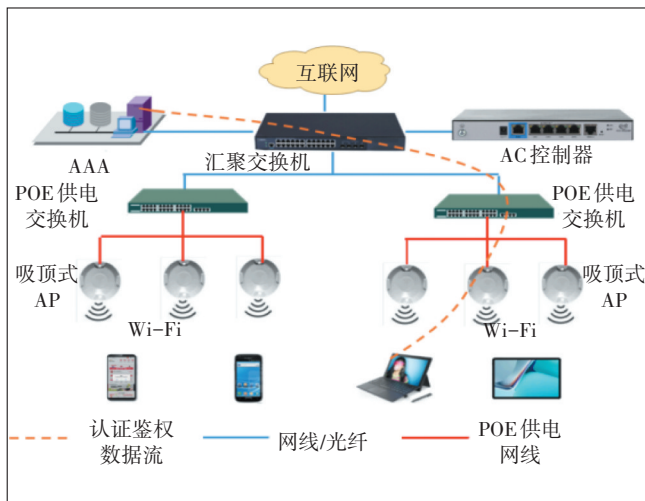


图1 传统公用Wi-Fi组网及AAA架构

与有线网络相比,Wi-Fi具有如下优势。

a) Wi-Fi网络接入方便,使用灵活。用户通过热点技术连接,无需任何配置。

b) 提高工作效率。任何有Wi-Fi覆盖的地方都能使用,多个用户访问不会出现有线网络的IP冲突问题。

c) Wi-Fi的成本效益优势。与有线方式相比,Wi-Fi网络部署成本低,部署快。

同样,Wi-Fi也存在如下缺点。

a) 安全问题。开放Wi-Fi网络都不安全,公共Wi-Fi网络最容易受到攻击。

b) 覆盖范围有限。通常Wi-Fi覆盖范围为100 m左右。

c) 信号干扰。因是公共频段,可能会受到干扰,影响数据可靠传输。

d) 带宽受限。AP接入能力和上联链路存在带宽瓶颈。

在用户管控方面,如图1所示的Wi-Fi组网方案中,通过认证、鉴权管控用户接入。

2.2 5G移动通信网络优势与CPE的Wi-Fi接入现状

与Wi-Fi网络相比,5G网络的优势更明显,通过5G CPE的Wi-Fi接入的通信能力更强,技术优势更多。5G的频谱是国家授权频段,比Wi-Fi等非授权频段的无线网络技术有保障。5G网络作为国家通信基础设施,网络信息安全保障、可靠性和网络服务都是电信级,远超普通无线网络。因此,在一些场所用5G网络+5G CPE方式取代传统的Wi-Fi组网提供Wi-Fi热点接入服务,成为新的趋势。以高校为例,师生的任何带有Wi-Fi功能的设备(包括任意电信运营商的手机)都能通过5G CPE的Wi-Fi接入5G网络,再访问互联网,或结合5G专网访问校园内网,都是成熟的应用案例。另外,对学校等单位而言,使用5G网络,减少了部署传统Wi-Fi网络的维护工作,5G的日常维护由电信运营商专业化队伍负责。

虽然5G CPE的Wi-Fi能够接入很多用户设备,但是这些用户设备都是以插入5G CPE的唯一SIM卡为“根”接入5G网络,都是基于5G SIM卡接入5G网络。从5G网络的角度来看,这些用户设备的数据通信都归集到5G SIM卡的通信,所有上网行为都记录到这张卡上。电信运营商的5G网络AAA系统不对Wi-Fi接入的用户设备进行进一步的认证、鉴权,因而就无法区分每个用户的上网权限和行为,无法对这些用户进行精准、精细管理。5G CPE虽然有设定的Wi-Fi密码,但密码是共用的,也无法区分这种Wi-Fi方式接入的众多用户。因此,需要专门对Wi-Fi接入用户设计管控技术方案,实现对这类用户的二次认证^[5]。

3 5G行业终端CPE多用户接入的管控方案

自5G移动通信网络开通以来,功能强大的5G行业应用终端能够满足各类业务接入需求。5G行业终端比如CPE、工业网关等,在接入5G网络时,5G终端的Wi-Fi、RJ45网口支持接入很多用户,有能力接入数十个用户设备。为加强对这些采用CPE的Wi-Fi热点接入用户的识别和管控,在电信运营商管控5G SIM卡的基础上,针对CPE的Wi-Fi、RJ45方式接入的众多用户,设计一套专门的认证、鉴权方案,这需要升级5G CPE的功能,结合专门的AAA,许可实名用户接入,限制非法用户接入,细分、管控这类接入用户设备的通信,保障用户接入的实名管理。

3.1 行业终端CPE接入多用户的安全管控技术

当用户采用Wi-Fi方式请求接入5G CPE时,5G

CPE 应该具备发起认证鉴权的功能, 并通过专门的 AAA 系统, 实现对通过 Wi-Fi 方式接入 5G CPE 的用户进行实名制管控。

3.1.1 基于新型 CPE 的多用户接入安全管控技术

部署专门的 AAA 和新型的 CPE 或工业网关。新型 CPE 具备对 Wi-Fi 或 RJ45 方式接入的用户发起认证、鉴权功能^[6], 以启动用户接入的认证、鉴权流程。

当用户设备发起通过 Wi-Fi 方式接入 5G 终端 CPE 的请求时, 新型 CPE 具备的新功能将认证鉴权的 portal 页面插入请求接入 CPE 的流程之中, 认证通过之后, CPE 再分配 IP 地址给请求接入的设备, 从而完成接入 CPE 的请求流程。

具体流程如图 2 所示。

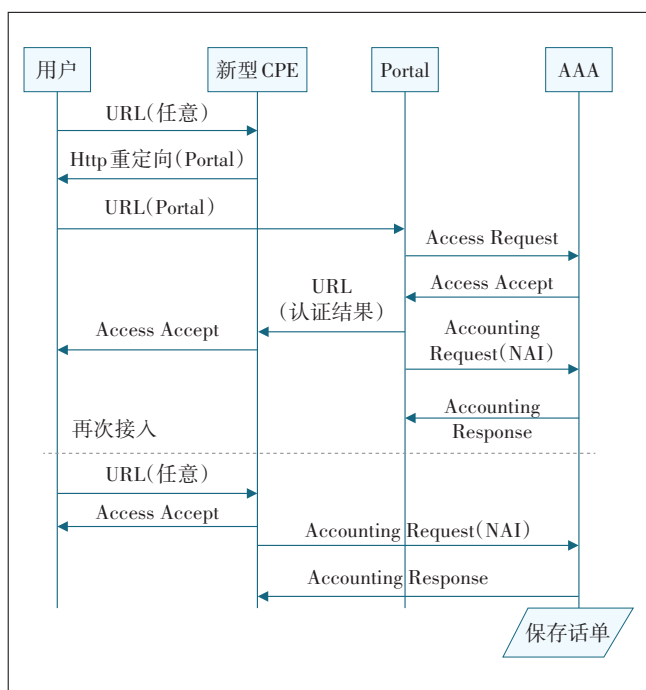


图 2 认证流程

从图 2 可以看出, 当用户第一次通过某个 5G 行业终端的 Wi-Fi 接入时, CPE 识别后发起认证、鉴权重定向, 向用户端推送 portal 页面^[7-8], 以便于用户输入用户名、密码。AAA 服务器收到用户名、密码进行认证鉴权, 判断用户的合法性。对于认证通过的用户, 允许其接入网络, 为其提供通信服务。对于认证不通过的用户, 拒绝其接入。后续用户设备再发起 Wi-Fi 接入请求时, 因为新型 CPE 在首次认证成功后存储了用户终端设备的信息^[6], 经识别判定, 不再推送 portal 页面, 直接判定用户设备为合法接入用户, 分配 IP 地址, 允

许其连接 CPE, 接入 5G 通信网络。如用户的有效期到期, 比如前面提到的校园场景下, 用户名被从认证鉴权数据库删除, CPE 的存储单元通过定期与数据库的信息核验, 及时清除过期用户信息, 此类过期用户的认证必然失败。另外, 允许用户进行更改密码和找回密码操作, 该功能不再详述。

如有多个 CPE, 每个 CPE 第一次推送 portal 页面认证成功, 后续因新型 CPE 存储了用户终端设备的合法信息, 就可自动许可接入。

经测试验证, CPE 的 Wi-Fi 接入认证功能和 AAA 能够作为实际应用组网方案, 满足对用户的管控需求。

当用户有接入 5G 终端组网应用的需求时, 需要先申请用户名和密码, 以便于实名管理。AAA 服务器具备对用户名和密码进行新建、删除等功能, 以便终止用户使用权限。后续逐步发展, 将实现根据用户的签约带宽, 会同 CPE 进行带宽限速。

3.1.2 基于 5G CPE 和 Wi-Fi 的 AP 融合的多用户接入安全管控技术设计

5G CPE 与公用 Wi-Fi 网络的 AP 技术融合, 将 CPE 与传统 Wi-Fi 网络中 AP 进行功能融合^[9], 设计异构融合 5G 行业终端设备。异构融合 CPE 兼具公用 Wi-Fi 的 AP 功能和 5G 通信模组功能。AP 与 5G 移动终端的异构融合, 能够满足公用 Wi-Fi 的 AP 与 AC 之间因不方便部署网线、光纤的组网场景的需求。因 AP 与 AC 之间采用 5G 无线通信方式, 有移动性, 可以灵活组网, 极大拓展原来公用 Wi-Fi 的覆盖范围, 可以快速部署 AP。具体见 3.2.3 组网方案。

3.2 组网方案设计与应用

按照前述 2 种管控技术实现对 5G 行业终端 Wi-Fi 接入的多用户管控。前述第 1 种管控技术需要部署专门的 AAA 系统和新型 5G 行业终端。新型 5G CPE 具备发起认证、鉴权流程的功能。这套 AAA 系统独立于 5G 网络的 AAA 系统, 专门用于 5G 终端 Wi-Fi 下接入用户的认证和鉴权。前述第 2 种管控技术需要 5G CPE 融合 AP 功能模块(或者将 AP 与 5G CPE 通过 RJ45 口互联), 所需要的 AAA 系统为传统 Wi-Fi 组网的 AAA 系统。

根据前述 2 种管控技术和 5G 行业终端的应用场景, 设计以下组网方案。

3.2.1 基于 5G 互联网专线的新型 CPE 下联多用户接入安全管控方案应用

电信运营商已经推出了5G专线服务,即通过办理运营商的5G卡,由电信运营商提供5G专线服务。目前电信运营商已经推出按照带宽收费的5G专线服务产品,高等院校等行业客户受理多个5G卡,并部署AAA认证系统和5G新型CPE,采用前述第1种管控技术方案,即可实现对这种新型的5G行业终端下联的多用户接入识别与管控,实现对用户通过Wi-Fi接入CPE的安全管理。具体如图3所示。

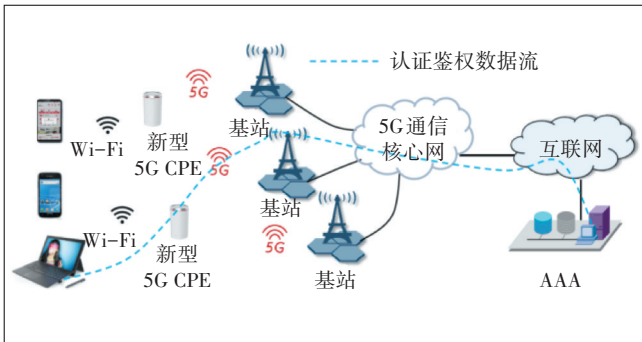


图3 手机/笔记本采用Wi-Fi方式接入5G专线CPE管控示意

从图3可以看出,因是Wi-Fi热点方式接入CPE,任何电信运营商的手机用户都能采用Wi-Fi方式接入某家运营商的5G互联网专线。

3.2.2 基于5G专网的新型CPE下联多用户接入安全管理方案应用

为推动5G移动通信技术与行业应用的融合,电信运营商提供5G通信专网服务^[10]。高校等行业客户部署5G通信专网,并与校园网互通,构建一张固移融合的通信专网^[11-12]。大量的CPE/工业网关等5G行业终端经5G卡接入5G专网和校园网。对通过新型5G行

业终端的Wi-Fi方式接入的手机、笔记本等进行认证和鉴权后,即采用前述第1种管控技术方案,才能允许访问校园网,以确保学校对其各种用户终端进行有效管控。

具体组网应用如图4所示。

从图4可以看出,因采用Wi-Fi热点方式接入CPE,任何电信运营商的手机用户都能采用Wi-Fi方式接入某家运营商的5G专网。

3.2.3 与公用Wi-Fi混合组网(异构融合组网)CPE的多用户终端接入安全管理方案应用

集成AP功能的CPE,通过5G卡与传统Wi-Fi组网技术的AC对接,节省AP与AC之间的有线互联。或者将没有集成AP模块的5G CPE与AP的RJ45口互连组网,也能节省AP与AC之间的线缆。

为便于AC对AP的直接管理和信息交互,以5G专网组网为例,具体组网应用如图5所示。

从图5可以看出,因采用Wi-Fi热点方式接入CPE,任何电信运营商的手机用户都能采用Wi-Fi方式接入某家运营商的融合CPE。

3.3 跨CPE的Wi-Fi接入切换功能

为了提升用户感知,满足用户在不同CPE之间漫游切换需求。通过扩展AAA系统功能或者部署专门软件平台,对CPE调度和集中管理^[13],实现用户终端在多个CPE之间的Wi-Fi接入切换功能。即通过Wi-Fi接入CPE的用户在漫游到另一个CPE的Wi-Fi覆盖范围时,自动切换,接入到这个CPE。

4 结论

在高等院校、大型企事业单位的公共场所部署5G

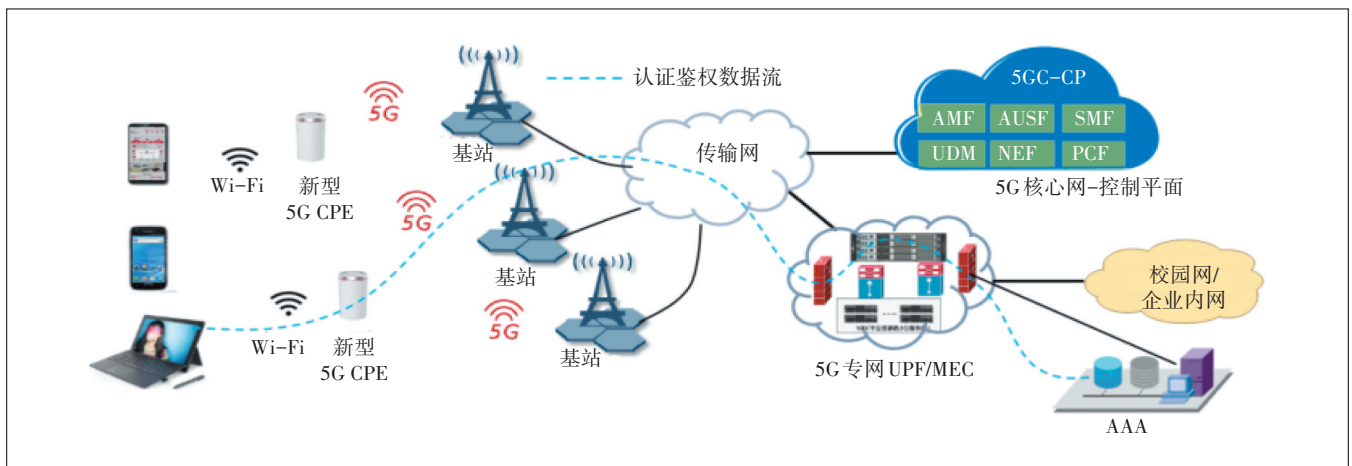


图4 手机/笔记本Wi-Fi方式接入5G专网CPE管控示意

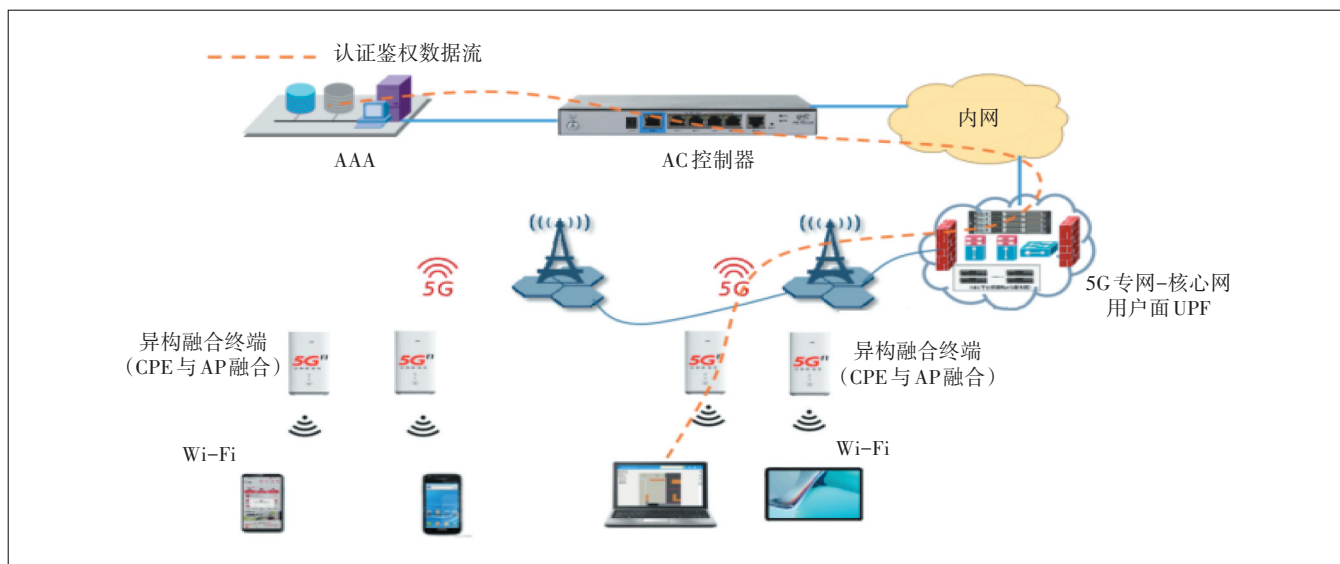


图5 手机/笔记本 Wi-Fi 方式接入异构融合 CPE 示意

行业终端 CPE 后,手机、电脑连接 CPE 的 Wi-Fi 时,在输入用户名和密码进行认证、鉴权通过后,即可灵活接入 CPE,访问网络。CPE 可以移动灵活摆放,通信全程无线化、移动化。把 CPE 摆放在空旷的运动场、校园广场,CPE 的移动性大大延展了 Wi-Fi 覆盖范围,是行走的“传统 Wi-Fi 网络的 AP”,而且实现了实名管控。

随着国家对 5G 移动通信网络部署和服务的大力推动^[14],5G 组网应用会越来越普遍,5G 卡的带宽资费 and CPE 的采购成本将逐渐走低^[15],有利于降低行业终端组网和使用的整体成本。因此,市场应用前景广阔。

参考文献:

[1] NAIK G, PARK J M, ASHDOWN J, et al. Next generation Wi-Fi and 5G NR-U in the 6 GHz bands: opportunities and challenges [J]. IEEE Access, 2020(8): 153027-153056.

[2] LIN Y W. Genetic algorithm for LTE and Wi-Fi networks in 5G heterogeneous environment [C]//2021 7th International Conference on Computer and Communications (ICCC). Chengdu: IEEE, 2021: 2254-2258.

[3] 韩燕. 一种 Wi-Fi 接入认证方法及系统与终端: CN201310739536.0[P]. 2013-12-18.

[4] 物联网技术. 无线网络设备知识大汇总! [EB/OL]. [2025-07-22]. <https://mp.weixin.qq.com/s/k8152m6E23t0PL7nBpJoHA>.

[5] 李尼格, 邵志鹏, 周鹏, 等. 一种终端二次认证方法、设备及系统: CN202210555508.2[P]. 2022-05-20.

[6] 杜宝林. 一种通信方法、装置, 电子设备及存储介质[发明]: CN202310679150.9[P]. 2023-06-08.

[7] 紫禁玄科. Portal 认证协议 [EB/OL]. [2025-08-02]. <https://blog.csdn.net/chaotop/article/details/138501225>.

[8] 中国移动通信有限公司. 中国移动 WLAN 业务 PORTAL 协议规范 V2.0.0: QB-D-026-2008 [S/OL]. [2025-03-25]. <https://www.doc88.com/p-6075983617257.html>.

[9] 艾睿电子. 5G 和 Wi-Fi6 融合无线通信解决方案 [EB/OL]. [2025-08-09]. http://design.eccn.com/design_2024020210511588.htm.

[10] 中国联通. 中国联通 5G 行业专网白皮书 [R/OL]. [2025-03-25]. <https://www.digitalelite.cn/h-nd-2808.html>.

[11] 中华人民共和国工业和信息化部. 5G 移动通信网 核心网总体技术要求: YD/T 3615-2019[S]. 北京: 人民邮电出版社, 2019.

[12] 中华人民共和国工业和信息化部. 5G 移动通信网 核心网网络功能技术要求: YD/T 3616-2019[S]. 北京: 人民邮电出版社, 2019.

[13] 国知局. 5G 网络下实现 CPE 协同工作的方法、装置、设备及存储介质与流程 [EB/OL]. [2025-08-06]. <https://www.xjshu.com/zhuanli/62/202310053468.html>.

[14] 国务院. 国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知(国发〔2021〕29 号) [EB/OL]. [2025-03-25]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content_5667817.htm.

[15] 人民邮电报. 2025 年 5G CPE 价格将与 4G 持平 [EB/OL]. [2025-08-12]. https://www.cnii.com.cn/rmydb/202309/t20230919_505073.html.

作者简介:

杜宝林, 高级工程师, 主要研究方向为网络技术和算网应用, 5G 行业应用与行业数字化转型等; 杜长坤, 技术员, 主要研究方向为微电子技术应用; 李少晖, 高级工程师, 博士, 主要从事新型信息基础设施、网络技术标准, 光通信与宽带接入网等方面的研究工作; 杨立伟, 博士研究生导师, 副教授, 主要研究方向为光/无线网络, 包括接入网、光/无线融合网络、可见光通信等。