

Open Gateway 在运营商行业的应用前景与商业分析

Research on 5G Open Gateway Applications and Business Analysis for Network Operator

柳雨晨, 李 涛, 王东升, 王志佳, 潘思宇(中国联通研究院, 北京 100048)

Liu Yuchen, Li Tao, Wang Dongsheng, Wang Zhijia, Pan Siyu (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘要:

网络能力开放是5G时代重要的商业模式之一。开放式网关(Open Gateway)是一种新型的通用网络应用程序可编程接口框架,5G引入Open Gateway可实现通信网络平台化,为开发者和云服务提供商提供对运营商网络的通用访问接口。通过分析Open Gateway技术原理、架构特点和试用案例,研究开源网关计划在无线网中的应用潜力与商业前景,并介绍了运营商典型的Open Gateway方案,为组建可互操作的、直观的和可编程的高度开放式5G网络提供借鉴。

关键词:

开放网关;应用程序可编程接口;互操作性;商业分析;运营商

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2024.09.013

文章编号:1007-3043(2024)09-0074-06

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:

Open network capability is one of the important business models in the 5G era. Open Gateway is a new type of universal network application programmable interface framework. 5G introduces the Open Gateway to implement the communication network platform, and provides developers and cloud service providers with universal access interfaces to operator networks. By analyzing the technical principle, architecture characteristics and trial cases of the Open Gateway, it studies the application potential and business prospects of the Open Gateway program in wireless networks, and introduces the typical Open Gateway solutions of operator, providing a reference for the establishment of interoperable, intuitive and programmable highly open 5G networks.

Keywords:

Open gateway; Application programming interface; Interoperability; Business analysis; Operator

引用格式:柳雨晨,李涛,王东升,等. Open Gateway在运营商行业的应用前景与商业分析[J]. 邮电设计技术,2024(9):74-79.

0 前言

全球移动通信系统协会(Global System for Mobile Communication Association, GSMA)于2023年巴塞罗那世界移动通信大会(Mobile World Congress, MWC)上宣布了一项名为Open Gateway的开放式网关协议全行业倡议计划^[1]。Open Gateway是一个开放式的网关,它提供了一种统一的接口,让不同的系统和应用

程序能够相互通信。这种接口可以是标准化的应用程序编程接口(Application Programming Interface, API),旨在将通信网络转变为平台,并为开发者和云服务提供商提供对运营商网络的通用访问接口^[2-3]。随着5G网络在全球范围内的推广和普及,如何通过已经倾入了大量投资的网络基础设施变现获益,是全球电信运营商都在苦恼和思考的问题。而通过使用Open Gateway API开放先进的5G功能,能够实现5G网络的开放能力,运营商有望利用新的途径将5G变现并在全球范围内快速提供新的服务。构建Open Gateway API全球联

收稿日期:2024-08-05

盟,进行电信网络能力开放并实现货币化,以完成云基础设施服务与物理电信网络之间的互联互通^[4-5]。

Open Gateway 的提出是为了解决不同应用程序之间数据交换和通信的问题。在传统的网络架构中,不同应用程序之间的通信和数据共享通常需要通过编写特定的接口和协议来实现,这种方式往往不够灵活和高效,而且增加了系统的复杂度和维护成本^[6-7]。Open Gateway 的目标是提供一种简单、灵活、高效的网络架构,可以实现多种应用程序之间的通信和数据共享。GSMA Open Gateway 获得了 21 个移动网络运营商的支持,代表了电信行业在 API 经济的世界中设计和提供服务方式的重大转折^[8]。本文将介绍 Open Gateway 技术的基本原理和架构,讨论目前开展的业务和商业模式,分析其存在的主要问题和未来发展趋势,以期 Open Gateway 业务的大规模落地提供参考。

1 Open Gateway 技术原理

Open Gateway 本质上是一种网络功能开放的网络架构,代表着现代世界电信行业提供服务方式的“范式转变”。Open Gateway 是用于连接不同网络的开放式网关技术,它允许数据在不同网络之间进行传输,为第三方开发者接入、使用和扩展网络服务提供了一种标准化接口,使他们能够通过该接口访问和使用特定的网络资源,如数据、功能和服务,以进行应用程序的开发和集成。Open Gateway 提供了一种透明的方式来转发数据包和协议转换,其基本原理是基于开放协议和标准化接口的。网络服务提供商会定义一套标准的 API,通过这套 API,第三方开发者可以与网络服务进行交互。API 通常采用 RESTful 规范,使用 HTTP 协议进行通信。第三方开发者需要通过 API 注册并获取授权,以获得访问和使用网络服务的权限。当第三方开发者需要访问某个网络资源或使用某个功能时,可以通过 API 发送请求给 Open Gateway。Open Gateway 接收到请求后,会验证请求的合法性和权限,并将请求转发给相应的网络服务。网络服务处理完请求后,将结果返回给 Open Gateway,再将结果返回给第三方开发者。通过这种方式,Open Gateway 实现了网络服务的开放能力,使第三方开发者能够方便地接入、使用和扩展网络服务,从而实现更加丰富和个性化的应用程序。Open Gateway 的主要特点如下^[9]。

a) 接口开放性。Open gateway 通过提供一套标准化的接口,允许第三方开发者使用和扩展网络服务。

这些接口包括管理接口、数据接口和控制接口等,通常以 API 的形式提供,使第三方开发者能够访问和使用网络资源,如数据库、云计算、人工智能等。

b) 数据共享。Open gateway 允许第三方开发者访问和使用网络上的数据资源。这些数据资源可以通过 API 以结构化或非结构化的形式提供,第三方开发者可以通过 API 调用获取数据,并根据需求进行处理和分析。Open Gateway 可以实现不同的系统和应用程序之间的相互通信,使它们能够更加高效地协同工作,提高系统的互操作性。

c) 功能扩展。Open Gateway 允许第三方开发者访问和使用网络服务的功能。通过 API,第三方开发者可以调用网络服务提供的功能,如支付、地图、社交分享等,以满足自己应用程序的需求。开放网关基于网络功能虚拟化技术,将网络功能从物理设备中解耦出来,以虚拟化的形式提供,第三方开发者可以通过开放网关访问和管理这些虚拟化的网络功能。

d) 服务集成。Open Gateway 可以将不同网络服务集成到一起,形成更加完整和功能丰富的应用程序。第三方开发者可以通过 API 调用多个网络服务,将它们整合到自己的应用程序中,提供更多样化的功能和服务。

2 Open Gateway 架构与案例

通过 Open Gateway,运营商可以向客户开放 5G 网络架构中的应用功能(AF)。该功能主要负责内外部信息的传递和协议转换,根据 AF 的请求,调用并利用运营商的网络资源^[10]。3GPP 标准定义 Open Gateway 需通过标准接口连接 NF 获取网络基础能力并安全地提供给 AF,其主要的功能为身份验证和授权、API 消费者的身份识别、档案管理、接入控制、策略增强、基础设施策略、业务策略、安全、路由和流量控制、协议转换及 API 到网络接口的映射等,Open Gateway 逻辑架构如图 1 所示。Open Gateway 的网络架构采用了分布式的设计思想,可以实现高可用性和容错性。同时,Open Gateway 的开源特性也为用户提供了更大的自由度和可定制性,可以根据应用需求进行定制和扩展。Open Gateway 的网络架构主要包括以下几个部分^[11]。

a) 前端应用层。前端应用层主要为用户提供网站或移动应用程序,用户可以通过这些应用程序与 Open Gateway 交互。这些应用程序可以是基于 Web 的

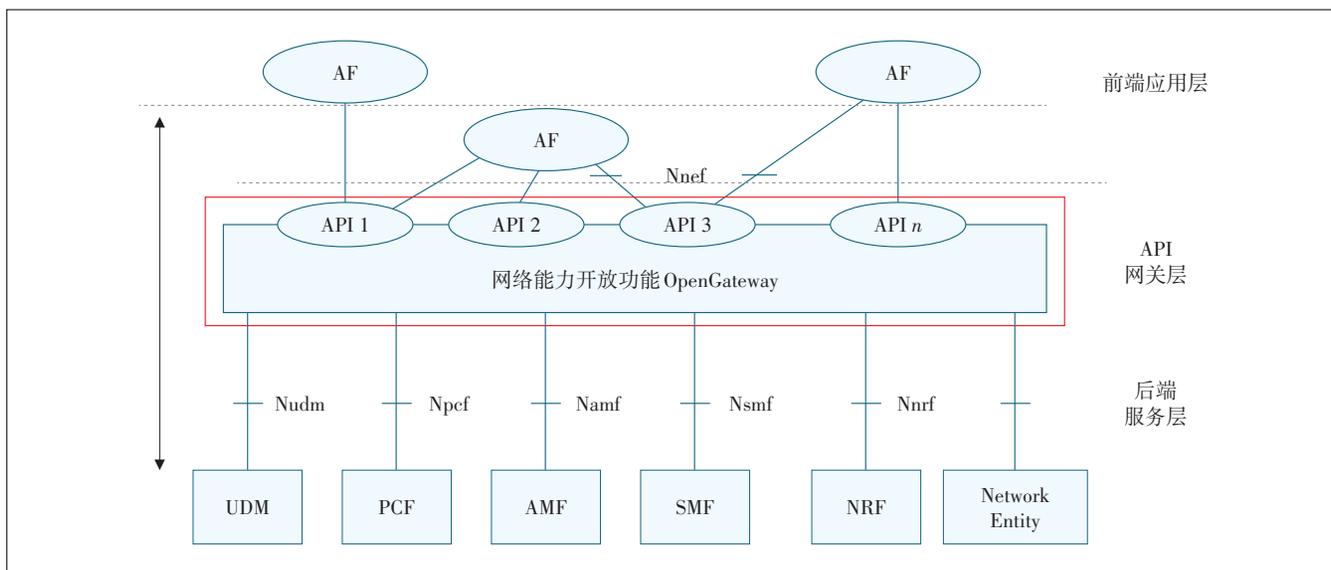


图1 Open Gateway 逻辑架构

应用程序,也可以是基于移动设备的应用程序。应用程序通过API接口与Open Gateway进行通信,可以向Open Gateway发送请求和接收响应,以实现数据共享和传输等功能。

b) API网关层。API网关层是Open Gateway网络架构中的核心部分,它连接了前端应用层和后端服务层。API网关层可以根据不同的请求类型将请求分发给不同的后端服务实例,同时还可以根据需要进行负载均衡和缓存。网关层主要负责对请求进行中转和处理,并向目标应用程序转发请求。网关层可以实现多种通信协议,如HTTP、TCP/IP、MQTT等,以适应不同的应用场景。

c) 后端服务层。后端服务层提供了Open Gateway的核心服务,包括支付处理、数据分析、API管理等。后端服务层通常由多个服务实例组成,每个服务实例负责处理特定的请求,这种分布式架构可以提高系统的可靠性和性能。服务层提供了一系列的核心服务,如身份认证、授权、消息传递、存储管理等,以实现应用程序之间的安全和高效的通信。

d) 数据存储层。数据存储层是后端服务层的基础,提供数据存储和访问的功能。Open Gateway可以使用多种数据存储技术,包括关系型数据库、NoSQL数据库等,以满足不同的业务需求。

e) 安全性和监控层。安全性和监控层主要负责保护系统的安全和完整性,以及监视系统的运行状况,主要包括身份验证、访问控制、日志记录、性能监

控等。

目前,多国运营商已经展示出Open Gateway的多个应用案例,例如通过应用Open API,新加坡Singtel和AIS/ Summit Tech/Bridge Alliance等实现了在多个国家进行360°的8K交互式直播;通过应用短信验证(SMS 2FA)、定位服务、移动支付等API,马来西亚运营商Axiata实现了举办一场元宇宙音乐会的应用展示;通过应用边缘站点、服务质量按需提供(QoS)等API,美国运营商Verizon、加拿大Rogers、沃达丰、5GFF等实现了跨美、加、英三国的音乐家无缝协同创作演奏。在2023年巴展期间,GSMA Open Gateway首批发布8类Open API,经验证,达到了预期效果(见表1)^[12]。从目前的效果来看,运营商具备不同于互联网流量公司(OTT)的差异化能力,能提供比OTT更好的用户体验,为运营商打造独特服务提供机会。

3 商业模式与盈利分析

3.1 Open Gateway 商业模式

Open Gateway技术是典型的企业到企业(B2B)商业模式,主要目标是移动运营商和IoT设备制造商。它的商业模式可以从以下几个方面展开^[13]。

a) 开放平台收费模式。Open Gateway作为一个开放平台,可以向合作伙伴和开发者收取费用,以使用平台提供的开放能力和服务,可以根据访问量、交易量或订阅费用等不同方式进行收费。向设备制造商收取许可证费用和向移动运营商收取访问SIM卡的

表 1 Open Gateway 应用案例

序号	Open Gateway 应用案例	需求场景	价值
1	SIM 卡交换	使用运营商提供的 API 检查用户最近是否执行了 SIM 卡交换,用于银行、密码重置等欺诈防范	应用安全性
2	QoD	允许 APP 请求有保障的质量(如时延、抖动、吞吐量),用于远程控制车辆、实时视频或游戏等增强体验	改进应用性能,增强体验
3	设备状态	检查设备是否连接到网络或正在漫游,用于监控物联网设备连接状态、预防诈骗等	IoT 可管理,安全性
4	号码验证	请求移动网络对移动设备号码的身份信息进行验证,用于应用登录、应用密码重置等	提升体验,降低安全风险
5	边缘站点	通过边缘站点选择和路由 API,发现能连接的最近的边缘云节点,并请求特定级别的网络流量质量,用于远程控制车辆、实时视频或游戏、远程生产维护、远程诊疗、远程教育等增强体验	提升应用灵活性
6	SMS 2FA	向移动设备发短信验证码,用于银行业务、账户管理、线上交易等数字验证服务	提升交互便利性/安全性
7	移动支付	商家向用户所在的运营商请求付款,用于多媒体、移动服务、票务等数字服务移动支付	安全在线支付、转化率提升
8	定位服务	检查设备是否在给定位置附近,用于预防诈骗、无人机管控、广告营销、资产保护等	安全性、营销手段

费用,给移动运营商和设备制造商提供了新的收入来源。同时,Open Gateway 技术也可以帮助移动运营商扩大其移动业务,增加用户数量和收入。

b) 广告和推广收入。Open Gateway 可以通过提供广告展示和推广合作伙伴的服务来获得收入,可通过广告横幅、推荐位或合作伙伴专属页面等形式进行。通过开放能力,吸引更多的合作伙伴和开发者加入,从而扩大用户群体,带来更多的用户数量和使用量,进而增加收益。此外,通过开放能力,可以为用户提供更多的服务和功能,增强用户体验,从而提高用户的黏性,使用户更倾向于长期使用和消费,进一步增加收益。

c) 数据销售和分析服务。Open Gateway 可以提供数据分析和洞察服务,帮助合作伙伴和开发者利用平台的开放能力进行数据挖掘和分析,可以基于数据销售、数据订阅或数据洞察报告等方式获取收入。Open Gateway 可以对支付数据进行分析,为商家提供数据报告和风险控制服务,而商家可以利用 Open Gateway 的数据分析和风险控制功能来优化支付流程

和降低支付风险,并向 Open Gateway 支付相应的费用。

d) 附加增值服务。除了基本的开放能力,Open Gateway 还可以提供一些附加的增值服务,如技术支持、培训、咨询等,以帮助合作伙伴和开发者更好地使用平台的开放能力,这些增值服务可以以收费的形式提供。Open Gateway 技术提供了一种标准化的解决方案,避免了每个设备都需要独立开发的情况,可以帮助 IoT 设备制造商降低开发和运营成本。此外,Open Gateway 技术提供了安全且可靠的连接方式,使得设备更容易被用户接受,有助于 IoT 设备制造商提高其产品竞争力。对运营商来说,Open Gateway 技术可以优化移动网络资源的使用,帮助移动运营商降低运营成本,提高服务质量和用户体验,从而提升其移动业务的竞争力。

e) 合作伙伴分成模式。Open Gateway 可与合作伙伴建立合作关系,共同开发和推广产品和服务,平台可以通过与合作伙伴共享收益的方式实现盈利。开放能力可以为合作伙伴提供更多的曝光机会和发展空间,增加合作伙伴的曝光量和用户数量,从而增加合作伙伴的收益。同时,合作伙伴的收益增加也会推动平台的收益增长。

因此,需要根据实际情况和市场需求选择和调整具体的商业模式,同时也要考虑合作伙伴和开发者的利益,建立长期可持续的合作关系。从运营商的商务角度来看,Open Gateway 反映了运营商对新商业模式及 OTT 挑战的应对思路,从目前进展看,运营商存在利用特有力量打造独特服务的机会。

a) 对于设备商,Open Gateway 发布的标准化 API 将进一步推动网络设备可替代,让运营商在设备采购时摆脱被设备商掣肘的局面,拥有更多自主权,由当前的“大设备商,小运营商”向未来的“大运营商,小设备商”局面演进。

b) 对于 OTT,Open Gateway 计划将推动运营商网络能力直接服务客户,加速实现 NaaS,有助于打破 OTT 巨头企业对客户的服务垄断局面,形成产业生态大中小企业“百花齐放”的发展格局,有助于激发业态创新,助力运营商网络服务创新和能力变现。

c) 对于运营商,Open Gateway 计划是运营商以开放网络能力应对 OTT 挑战的最新思路和尝试。运营商拥有不同于 OTT 的差异化能力,存在打造独特服务的机会,同时该计划也可能吸引更多 OTT 参与,激发新的业态,使竞争更趋激烈。

综上所述,Open Gateway 的商业前景较好,主要有以下几个原因。

a) 快速增长的电子支付市场。随着电子商务和移动支付的快速发展,电子支付市场呈现快速增长的趋势。Open Gateway 作为支付网关平台,可以为商家提供多种支付方式和支付服务,满足市场需求,并有机会在这个快速增长的市场中获得更多的用户和业务。

b) 开放性的商业模式。Open Gateway 采用开放性的商业模式,可以与其他支付服务提供商、电商平台等进行合作,扩大合作伙伴网络,并为商家提供更多的支付选择。这种开放性的商业模式有助于吸引更多的商家和用户使用 Open Gateway 的支付服务。

c) 技术优势和创新力。Open Gateway 拥有强大的技术团队和丰富的支付经验,可以不断进行技术创新和产品优化,提升支付服务的质量和用户体验。这种技术优势和创新力有助于 Open Gateway 在竞争激烈的支付市场中保持竞争优势,并获得更多的商家和用户认可。

3.2 Open Gateway 盈利分析

根据上述商业模式分析,使用 Open Gateway 实现网络开放能力可以带来以下盈利效益。

a) 接入费用。Open Gateway 作为一个统一的网络接入平台,可以向接入的用户和服务收取接入费用。这些费用可以根据接入的规模 and 使用的资源量来定价,为 Open Gateway 带来稳定的收入。

b) 平台服务费用。Open Gateway 还可以提供一系列的增值服务,例如安全性验证、数据分析和监控服务等,为用户和服务提供额外的价值。这些增值服务可以按照使用量来收费,提供持续的收入来源。

c) 广告与推广费用。Open Gateway 可以通过与广告商合作,在其平台上展示广告,为广告商提供推广渠道。同时,Open Gateway 还可以利用其丰富的网络资源,向用户和服务提供相关的推广信息,从中获取广告费用。

d) 数据销售与分析费用。Open Gateway 作为一个网络接入平台,可以收集到大量的用户和服务数据。这些数据可以进行分析和挖掘,用于提供个性化的服务和推荐,或者进行市场研究和预测。Open Gateway 可以通过出售这些数据或者提供数据分析服务,获得额外的收入。

e) 与服务提供商合作费用。Open Gateway 可以

与各种服务提供商进行合作,为其提供网络接入和开放能力,从而与其建立合作关系并分享其盈利。这样可以吸引更多的服务提供商接入 Open Gateway 平台,增加其用户和服务的规模,从而带来更多的收入。

因此,Open Gateway 可以通过收取接入费用、提供增值服务、广告与推广、数据销售与分析以及与服务提供商合作等方式,实现其商业模式并获取盈利。总体来看,Open Gateway 作为一个开放式的支付网关平台,具有良好的商业模式和广阔的商业前途。随着电子支付市场的快速增长和技术的不断创新,Open Gateway 有望在支付领域获得更多的商机和市场份额。

4 Open Gateway 的不足与运营商的挑战

Open Gateway 具有提高系统互操作性、可扩展性和降低成本等诸多优点,然而运营商在进行 Open Gateway 落地实现时面临艰巨的任务与挑战。Open Gateway 的不足如下。

a) 开放性导致的安全问题。开放网关的实施可能会增加网络的安全风险。由于允许不同移动通信网络之间的连接,Open Gateway 可能存在更多的安全漏洞和攻击面,如恶意攻击、黑客入侵、数据泄露等。运营商需要采取一系列措施来确保网络的安全性,包括加密通信、身份验证和访问控制等^[14]。

b) 互通性问题。不同移动通信网络之间存在着许多标准和协议的差异,这可能导致互操作性问题。如果不同网络无法有效地交换数据和协同工作,开放网关的效益可能会大打折扣。运营商需要解决这些问题,并确保网络的互通性和互操作性。开放网关需要与不同的网络设备和系统进行兼容,可能存在技术兼容性问题,如不同协议、接口不匹配等,需要运营商投入一定的技术和资源来解决兼容性问题^[15]。

c) 数据隐私问题。开放网关可能会收集用户的个人隐私数据,例如用户的上网行为、位置信息等。运营商需要严格管理和保护用户数据,遵守相关的数据隐私法规和规定。

d) 网络管理问题。开放网关将涉及多个移动通信网络的管理和维护。运营商需要投入更多的人力、物力和财力资源来管理和监控这些网络,确保其正常运行。此外,因为涉及多个网络,问题的排查和故障的修复可能变得更加复杂和耗时。开放网关使得运营商需要管理多个不同的网络接入点和服务提供商,增加了网络管理的复杂性。运营商需要建立有效的

网络管理机制,以确保网络的稳定性和服务质量。

e) 服务质量问题。开放网关可能会影响网络的稳定性和服务质量,例如网络拥堵、延迟增加、带宽不足等问题,导致网络拥堵和用户体验服务质量下降。运营商需要有效管理网络流量和资源,以保证用户的网络体验和服务质量。

f) 合作伙伴关系问题。开放网关需要与多个第三方服务提供商进行合作,并建立良好的合作伙伴关系。运营商需要管理和维护与这些合作伙伴的关系,以确保双方的利益和合作的顺利进行。此外,需要谨慎选择合作伙伴,不良的合作伙伴关系可能会影响到服务质量和运营商的声誉,需要建立有效的合作伙伴关系管理和开发者支持体系,以确保顺畅的合作和开发过程。

g) 法律和监管问题。开放网关的使用可能涉及到法律和监管方面的要求,如数据隐私保护、网络安全法规等。运营商需要遵守相关的法律法规,承担相应的责任和义务,与政府和监管机构进行有效的沟通和合作。

h) 成本问题。实施开放网关需要一定的投资和成本。运营商需要购买和配置相应的设备和软件,并进行培训和更新。此外,由于开放网关可能会增加数据交换和传输量,运营商还需要增加带宽和存储等基础设施来满足需求,从而增加了运营成本。开放能力需要不断地进行更新和维护,以适应新的合作伙伴和开发者需求,将增加平台的维护成本和资源投入。

综上所述,尽管开放网关具有一些优势,但其实质也面临一些不足和挑战,包括安全性问题、互通性问题、管理复杂性、法律与隐私保护和成本问题等。运营商需要认真评估这些问题,制定有效的措施和策略来应对和管理这些风险。

5 结论

本文讨论了5G网络中使用Open Gateway实现网络能力开放的技术原理、网络架构、实际场景和需求,分析了Open Gateway的商务模式与风险挑战,综合考虑了Open Gateway现有应用案例及存在的问题,为电信运营商网络规划Open Gateway技术落地提供了参考分析依据。Open Gateway可通过构建开放的、全球性的、可访问的通用API来服务客户和第三方,实现网络能力的标准化开放。通过统一网络能力API,支持用户或开发者跨网络、跨运营商、跨国家实现简单无缝

访问,反映了运营商对新商业模式及OTT挑战的应对思路。

参考文献:

- [1] Xura, Inc. Comverse achieves world's first GSMA Joyn blackbird RCS API gateway accreditation [EB/OL]. [2024-01-19]. <https://www.globenewswire.com/news-release/2014/8/21/660566/19181/en/Comverse-Achieves-World-s-First-GSMA-Joyn-Blackbird-RCS-API-Gateway-Accreditation.html>.
- [2] 佚名. 爱立信业务能力开放网关——让运营商拥有能力、拥抱开放[J]. 通信世界, 2010(18):25-26.
- [3] 徐良红, 皋宇. 运营商网络能力开放研究[J]. 电信技术, 2014(12):19-21.
- [4] 张卓筠, 贺晓博, 高功应, 等. 5G网络能力开放需求和解决方案研究[J]. 邮电设计技术, 2016(7):9-11.
- [5] 朱斌, 符刚. 5G网络能力开放发展策略研究[J]. 邮电设计技术, 2018(9):1-5.
- [6] 张敏, 李昆仑. 5G网络能力开放及平台部署研究[J]. 电信技术, 2018(12):30-35.
- [7] 朱斌, 林琳, 胡悦, 等. 面向行业的5G网络能力开放发展策略研究[J]. 邮电设计技术, 2020(7):1-6.
- [8] 杨红梅, 林美玉. 5G网络及安全能力开放技术研究[J]. 移动通信, 2020, 44(4):65-68.
- [9] 刘启斌. 网络开放正在加速到来[J]. 通信世界, 2020(26):1.
- [10] 林奕琳, 何宇锋, 刘玉芹, 等. 5G网络能力开放部署及关键技术方案[J]. 移动通信, 2021, 45(6):81-87.
- [11] 刘成章. 基于5G网络的智能网关设计[J]. 中国新通信, 2021, 23(15):18-19.
- [12] 林琳, 朱斌, 王光全. 5G网络能力开放功能和应用研究[J]. 信息通信技术, 2022, 16(2):60-64.
- [13] 陶伟宜, 陈云. 基于5G SA网络的能力开放平台网络能力验证研究[J]. 邮电设计技术, 2022(6):65-70.
- [14] 林琳, 朱斌. 5G网络能力开放功能的标准化演进[J]. 电信工程技术与标准化, 2022, 35(7):1-5.
- [15] 彭健, 李文彬, 陈丰. 5G网络能力开放安全架构和流程研究[J]. 邮电设计技术, 2023(4):10-16.

作者简介:

柳雨晨,高级工程师,硕士,注册信息安全专业人员,主要从事电信运营商数字化规划、智能化体系及相关技术标准等方面的研究工作;李涛,教授级高级工程师,硕士,中国通信学会人工智能技术与应用委员会委员,中国人工智能学会高级会员,主要从事电信运营商数字化规划、智能化体系、网络AI及相关技术标准等方面的研究工作;王东升,高级工程师,博士,主要从事电信运营商数字化规划、网络与信息安全规划及相关技术标准等方面的研究工作;王志佳,工程师,硕士,主要从事电信运营商数字化规划、企业数字化转型、数据治理、数据安全及相关技术标准等方面的研究工作;潘思宇,工程师,硕士,主要从事电信运营商数字化规划、大数据分析、人工智能应用及相关技术标准的研究工作。