

去中心化的5G国际漫游清结算探讨

Discussion of Decentralized 5G International Roaming Settlement

任杰,薛淼,刘千仞,任梦璇,王光全(中国联通研究院,北京100176)

Ren Jie, Xue Miao, Liu Qianren, Ren Mengxuan, Wang Guangquan (China Unicom Research Institute, Beijing 100176, China)

摘要:

总结了当前运营商国际漫游清结算解决方案中的痛点与难点,并对其进行分析与研究。通过引入区块链技术,分析去中心化架构在运营商国际漫游清结算场景中的结合点与优势。介绍了较为成熟的去中心化运营商国际漫游清结算解决方案来进一步分析与验证其优势,引出二者结合的发展前景与建议。

关键词:

区块链;跨运营商结算;国际漫游;运营商
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2020.11.006
文章编号:1007-3043(2020)11-0030-06
中图分类号:TP391
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

Firstly, it summarizes the pain points and difficulties in the current international roaming settlement solutions of operators, and followed by the analysis and research on them. Then, through the introduction of blockchain technology, it analyzes the combination points and advantages of decentralized architecture in the international roaming clearing and settlement scenario of operators. Next, it introduces the mature solution of international roaming clearing and settlement for decentralized operators to further analyze and verify its advantages, and the development prospects and suggestions of the combination of the two are put forward.

Keywords:

Blockchain; Inter-carrier settlement; International roaming; Carrier

引用格式:任杰,薛淼,刘千仞,等. 去中心化的5G国际漫游清结算探讨[J]. 邮电设计技术, 2020(11):30-35.

0 引言

近年来,随着对于区块链的讨论与研究不断发展与深入,基于区块链的数据、政务、结算、票务、溯源等场景的应用研究落地更是加速推进。全球各大运营商对区块链赋能运营商场景的研究也一直处于摸索之中。目前,随着运营商KT、Colt与PCCW分别针对基于区块链的国际漫游业务完成了PoC测试,PCCW Global、Vodafone等运营商共同完成了基于区块链的国际漫游产品的最小可用原型的测试,基于区块链的

国际漫游清结算服务已经成为当下热门研究方向,且正在加速推进之中。本文主要分析与研究了传统跨运营商国际漫游清结算服务技术及其痛点与难点,介绍并分析了一些较为成熟的去中心化清结算解决方案及其可能面临的诸多挑战。

1 现有技术及其痛点、难点

1.1 传统的运营商国际漫游清结算技术

漫游通信作为一种跨地域、跨运营商的通信方式,在当前的国际化背景下变得极为普遍。利用漫游通信技术,使得用户在本地运营商的服务地域范围之外进行网络通信之时,通过不同运营商间信令网、话

收稿日期:2020-09-14

路网、分组数据网互连互通的方式^[13],可以继续通过所在地运营商提供的网络进行通信。传统的国际漫游清结算技术有以下基本概念。

呼叫数据记录(CDR——Calling Data Record):现有的通信技术将用户每次通话的通话详细信息记录在了呼叫数据记录中。该记录包含此次通信双方的用户号码、通话活动时间戳(包含开始、应答、通话等所有活动)、通话设备ID、编码类型、链路号、CDR ID以及CDR类型等信息在内的记录。

数据清算所(DCH——Data Clearing House):中心化的数据清算机制,用于移动运营商验证漫游费用,并用于与FCH递送的信息相互参考^[1]。

金融清算所(FCH——Financial Clearing House):中心化的金融清算机制,用于费率计算并证明清算的准确性^[1]。

传统的国际漫游清算流程,主要有基于GSMA组织TD57协议定义的TAP漫游清算标准与流程^[7-8]及基于CTIA组织在1998年提出的CIBER漫游清算标准与流程^[8]。当用户在本地运营商网络之外地域进行通信时,用户首先向本地运营商支付相应的通信费用,同时所在地运营商会产生此次通信的CDR话单。CDR话单生成后,所在地运营商会将该CDR话单使用TAP协议或CIBER协议通过计费系统生成TAP或CIBER漫游文件。生成漫游文件后,所在地运营商需要将此漫游文件共享至所在地运营商进行漫游文件信息的梳理、解析、比对与验证。若在此过程中存在纠纷,双方运营商需要据此进行协商。上述步骤完成后,再进行款项结算。

对于本地运营商与所在地运营商而言,由于当前多采用单边管理模式,存在漫游文件不一致而导致分歧与纠纷的风险,且难以溯源^[9]。因此,二者也可以选择借助国际FCH/DCH机构辅助进行上述的清算步骤以简化运营商自身的流程。在生成用户的CDR话单后,所在地运营商可以选择将CDR话单以及计费机制传递给清算机构以生成并转发相应的漫游文件,而双方运营商亦可委托该清算机构进行相应漫游文件的梳理、解析、比对与验证,并完成纠纷的协商。同时,FCH/DCH也可充当验证者的角色,即作为第三方机构协助双方运营商验证漫游文件内容的准确性。

1.2 传统技术的痛点与难点

上述运营商使用的传统的国际漫游清结算机制,虽然理论上流程单一,但是在实际应用中却是冗杂、

耗时且成本较高。传统国际漫游技术的主要痛点与难点如下。

a) 操作难度大:用于结算参考的CDR文件在不同运营商间的格式、内容、数据存储格式均不同^[1],同时计费系统和所需信息不同导致不同运营商之间的漫游文件可能存在差异。因此,需要大量工作就其内容进行比对、处理、协商以达成共识。同时,生成的大量漫游文件需要手动传输,并需处理纠纷,这导致跨运营商结算的实际操作难度远高于理论值。

b) 人工成本高:由于漫游文件潜在的不一致性,需要人工投入进行统一工作^[8]。当产生分歧与争议时,需要大量的人工投入进行分析、协商以达成结算双方利益的一致。同时,目前的技术对漫游文件的处理与传输都需要人工参与完成^[9],运营商与清算机构之间也需要人工进行沟通与协作。

c) 时间成本高:运营商间的漫游文件一致性共识、清结算文件传输延迟、问题发现、协商与解决、清算机构的数据与金融清算等都需要大量的时间成本。据文献[1]统计,CDR协商一致的周期需要90~180天,而解决分歧则需要数月甚至数年不等。

d) 业务成本高:由于需要大量的人工成本、时间成本,同时需要支付数据、金融清算机构的服务费,导致跨运营商结算的业务成本较高。用于运营商间互联的支出高昂,甚至占运营商总体业务成本的30%~50%^[1]。

e) 自动化程度低:传统的清结算步骤中的漫游文件处理、验证与错误协商纠正等步骤都依托于大量人工干预,而文件的传输则仍使用传统的邮件方式进行。这些工作由于复杂程度较高、无一致性解法,难以被自动化设备取代。

f) 错误风险高:用于生成漫游文件的CDR存在跳号不连续、无法解码、信息不一致与丢失的风险,可能导致坏账的产生^{[1][8]}。同时较低的自动化程度与大量人工节点的工作与干预,导致较高的错误风险。

对于运营商而言,传统技术的痛点与难点使得漫游结算在实际应用中大幅增加了业务的成本与难度。因此,如何建立可以大幅简化冗杂的结算流程,使得结算的时间成本、操作成本与人工成本降至最低,是新型国际漫游结算方案亟需解决的问题。

2 去中心化的国际漫游清结算

2.1 区块链技术

2.1.1 区块链原理

区块链作为一种新型的底层IT技术,拥有去中心化的特点和分布式的结构。其采用块-链的结构,即按照时间戳的顺序将各个区块连接成为完整的链式结构。对于每一个区块而言,其格式如图1所示。其中,区块头(Header)信息中包含前一个区块的哈希信息、区块创建的时间戳信息,使得对链上任意区块信息的篡改都会导致链的不连续,导致分叉的产生。同时,通过对每个区块中的数据块进行哈希计算,对计算的相邻哈希值配对并进行哈希运算逐层生成Markle树,保障区块自身存储内容的不可篡改。

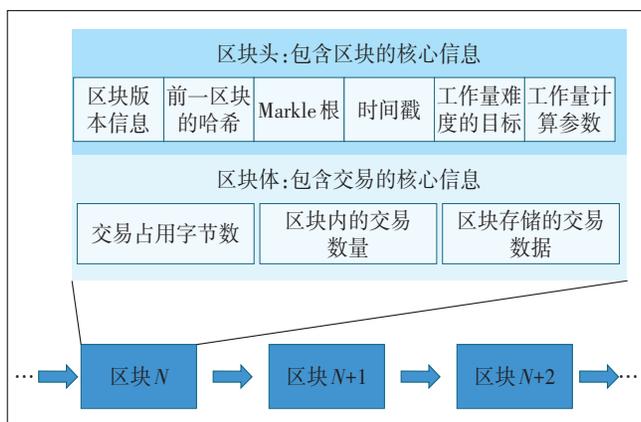


图1 区块链结构

共识算法与智能合约是区块链中2个重要概念。共识算法用于账本的更新与保证节点间账本的一致性。当产生新的区块时,需要链上各个节点通过共识算法达成共识。达成共识后,新区块被写入账本中。智能合约用于打通链上数据与区块链的应用层,可以自动化地执行程序指令,严格遵守预定义的约束^[5],为应用的执行提供了可信环境。

2.1.2 区块链分类

按照可参与程度划分,区块链可分为公有链、私有链、联盟链3种,具体如表1所示。

2.2 区块链在运营商国际漫游清结算中的应用

2.2.1 应用分析

区块链作为一种新型的分布式数据架构,在工作原理上需要多方共同参与和维护,同时摒弃了中心化的认证与服务机构,使得其拥有包含防止篡改、可以溯源、公开透明等在内的诸多特性,可以作为一种新型的底层基础设施服务诸多场景。在实际应用中,若要使用区块链作为底层技术,应当从以下几个场景进行优先考虑。

表1 按照可参与程度划分的区块链种类

类型	定义	可参与程度	相关项目
公有链	对任何人、组织与机构完全公开,链上用户都可读取链上数据、参与交易并完成共识。公有链一般都有激励机制以提升链上的参与度	完全公开,任何人均可参与	比特币、以太坊
私有链	强调私密性,访问、交易、控制权限限制在组织、机构内部。私有链往往偏向于中心化	组织内部参与	CenterPrime
联盟链	联盟链的节点对应的组织机构,多个组织机构组成联盟并构成联盟链。组织机构加入或退出联盟链均需要授权。链上参与的组织机构可以访问、交易并达成共识。联盟链由链上参与的组织机构共同维护	联盟内成员参与	Hyperledger Fabric、Corda、蚂蚁联盟链

a) 存在需要多方共同参与的场景:区块链在原理上需要链上参与的各方作为节点进行账本的维护,以达到分布式的结构。对于多方参与的场景而言,可以使用区块链作为底层技术。

b) 参与多方之间互不信任的场景:区块链可以为链上多方建立不基于信任的业务体系与流程。参与链上业务的多方若没有建立信任,可以使用区块链技术规范并限制参与多方的行为,保障业务的整体可信。

c) 去除中心化的服务机构场景:区块链作为分布式账本,从结构上去除了中心化机构的参与。因此当业务场景需要去除中心化结构时,可使用区块链技术。

d) 对数据准确性需求较高的场景:区块链将链上存储的数据限制为只能新增与查询,而无法修改或删除。故链上数据具有良好的防篡改性,使用区块链技术可以很好地保障链上存储数据的安全性与可靠性。

e) 需对数据历史进行追溯的场景:区块链在链上文件不可篡改的基础上为流程中每一个上链存储的数据加上了时间戳,保障了区块内数据的连续性与完整性,使得其可以根据数据上链的时间顺序形成完整的业务流程历史。对于有时间戳要求或是进行溯源的场景而言,应使用区块链技术。

f) 需简化人为操作与干预的场景:区块链作为一种“高度自治”的技术,可以大量运用智能合约技术实现业务的自动化,保障输出的准确性与高效性,且大幅减少人工成本。因此,使用区块链作为底层技术,可以大幅地减少人为操作。

在运营商国际漫游清结算场景中,传统技术架构需要参与国际漫游结算的多方运营商的共同参与。

而这些运营商在很大程度上不相互信任^[14],因此还需要引入中心化的DCH/FCH清结算机构进行处理或验证,同时由于CDR与计费系统的差异性需要大量的人工进行漫游文件统一、问题协商等工作,又存在漫游文件丢失、不一致而导致坏账的风险。由此可见,若对传统漫游清结算架构进行优化,上述流程中的需求点恰与上述a)~f)契合。因此,区块链技术可以与运营商国际漫游清结算场景良好结合。

2.2.2 应用场景

第2.2.1条分析了区块链与运营商国际漫游结算场景契合的具体原因。在实际中,区块链可以应用到漫游文件的生成与统一、自动清结算、纠纷处理等多个场景。二者结合的主要优势如下。

a) 实现漫游文件的安全化存储。在国际漫游清结算流程中,需要将CDR文件借助TAP协议或CIBER协议生成相应的漫游文件供本地运营商与所在地运营商进行结算。实际应用中,可将用户的CDR话单上链存储,同时借助区块链的智能合约技术,实现TAP或CIBER漫游文件在链上的自动生成与存储。文件上链后会被存储在区块中并被同步至链上的所有节点。拥有权限的运营商节点可以实现链上文件的访问并进行比对与验证,但无法对其内容进行修改。因此,漫游文件的安全性与可靠性得以保证,利于后期产生分歧时问题的查找与解决。

b) 实现国际漫游业务的自动化。当漫游文件生成并分发后,运营商之间需要根据计费系统生成漫游文件并就其中内容进行处理与验证以达成共识。而在此过程中,按照之前的分析,需要耗费大量的时间与人工成本。借助区块链技术,参与漫游业务的双方或多方运营商达成漫游协议后,可根据该协议内容将相关方法步骤写入区块链的智能合约之中。因此,所在地运营商漫游文件的生成、传输与本地运营商的处理验证均可由区块链的智能合约与共识机制自动化完成。由于链上文件不可篡改,文件自身有良好的可信度。同时,智能合约的自动化执行使得人工参与度降到了最低,提升了漫游结算的整体效率与稳定性。

c) 实现清结算业务透明可信。根据文献[9]的观点,运营商之间往往没有建立足够的信任机制。同时,文献[11]的数据表明,76%已经使用区块链开展业务的运营商表示使用区块链是出于“安全”考虑。因此对于参与业务的多方之间,由于彼此的不信任,需要大量的协商、共识工作,以建立漫游关系、达成漫游

协议、共识漫游文件并进行清结算。而区块链技术恰好解决了这些问题。参与链上业务的每一个节点都可以同步链上的所有账本,使得链上的记录公开透明。文件生成与处理的自动化与不可篡改,保障了文件的准确性并规避了漫游文件人工处理与传输带来的风险,使得链上的全流程可信。当发生纠纷时,根据每一步的溯源内容即可定追责相关责任方或责任人。因此,参与漫游的运营商多方之间无需建立信任机制,区块链技术的使用为漫游业务整体流程带来了“强制”信任。

d) 无需第三方清结算机构参与。根据定义,区块链是有多方参与的分布式架构,即链上多方拥有相同的账本,去除了中心化的结构。对于漫游结算场景,链上参与的多方即为参与漫游业务的多个运营商,运营商之间借助区块链中的智能合约与共识算法实现漫游文件自动生成、处理、传输、共识等步骤。同时,可以根据相应的计费机制和漫游文件自动生成相应的账单并进行清结算,该过程准确且可溯源。因此,传统技术引入的用于漫游文件共识、账单生成与清结算的中心化第三方清结算机构可以被去中心化架构的区块链取代,在保障可信程度的同时拥有更好的时效性与公开透明度。

e) 减少国际漫游清结算的成本。使用区块链技术,可以从时间、人工以及业务3个方面降低成本。

(a) 时间成本:实现国际漫游业务清结算的实时性,减少漫游文件处理、协商与共识时间、降低文件传输产生的延迟、显著降低由于纠纷引起的跨国协商、处理时间。

(b) 人工成本:实现国际漫游业务清结算的去人工化,减少了在漫游文件生成、处理、传输、共识、验证等步骤的人工参与度,实现业务的自动化。同时,链上流程的可溯源与公开透明还可帮助降低纠纷处理时人员的工作量。

(c) 业务成本:在整体降低了时间与人工成本的同时,还可以去除第三方清结算机构参与、降低业务所支付的服务费,从而降低业务成本。

f) 可规避业务欺诈与错误风险。根据文献[1]、[6]、[7]的描述,传统技术存在由于漫游文件错误或丢失、账单信息错误以及欺诈等行为导致坏账,并最终造成收入损失的问题。利用区块链技术,可以让业务流程的错误风险降至最低。由于漫游文件与账单的清结算均由区块链自动化生成与传输,且不经中

心化的机构进行处理,因此由于文件或流程自身导致的错误风险被降低。对于欺诈行为,由于区块链共识机制的存在,至少需要50%以上节点认可才可让该行为达成共识且被写入账本中,且由于区块链上信息文件公开透明可以溯源,欺诈行为可以被快速识别并定位,因此造假的成本显著提高。

2.3 相关组织与解决方案

当前,全球各大运营商、标准组织、开源组织对区块链应用于运营商国际漫游清结算场景的探索一直在进行中,并且已经提出了一些较为成熟的解决方案及产品原型。其中较为知名且活跃的组织及项目有全球移动通信系统协会(GSMA)、由Hyperledger组织的ICS项目和由ITW GLF主导的CBAN项目。

2.3.1 全球移动通信系统协会(GSMA)

GSMA一直致力于区块链技术的研究并推动区块链技术赋能传统电信行业的应用。在2018年发布的区块链白皮书中,GSMA便提出使用区块链作为底层技术可以良好赋能国际漫游业务^[14],并在后续网络研讨会上表示要与运营商合作,创建基于区块链的国际漫游产品^[16]。

2020年2月,DT、Telefónica、Orange、T-Mobile US与GSMA共同完成了跨运营商区块链网络的搭建与相应PoC测试。其基于Hyperledger Fabric框架,用于实现漫游合同与文件的自动化与数字化生成^[16],以降低传统漫游结算方式的人工与时间成本。

根据GSMA的规划,当前PoC只实现了其整体规划的第1步。目前GSMA已经完成了开发费用规划,并正在进行第2、第3阶段的讨论与研究,以分别完成溯源与结算功能,并最终产生可商用的端到端国际漫游清结算产品^[16]。

2.3.2 Inter-Carrier Settlement(ICS)项目

跨运营商清结算(ICS——Inter-Carrier Settlement)是Hyperledger TelecomSIG工作组的项目之一。其采用Hyperledger Fabric作为底层区块链设施,旨在提供更加安全、透明、可信的交易与业务架构,同时通过去中心化架构增强对服务的直接掌控,削弱对中心化机构的依赖^[1]。

ICS架构如图2所示。架构底层通过调用Fabric提供的接口,实现与中间层(Middle Layer)原有各种接口、管理、应用服务的通信。同时,中间层还提供了与其他分布式账本互操作的接口,便于业务的转换与接入。使用Fabric底层并通过中间层的处理,可支撑包

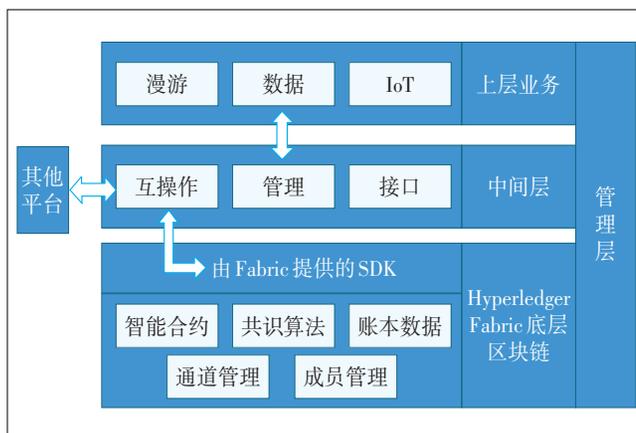


图2 ICS项目架构

含国际漫游、IoT等在内的多种上层应用。

目前ICS项目已经完成了白皮书的编写,且TelecomSIG工作组正在更加深入地研究与探索,准备进行POC跨运营商应用场景的测试。

2.3.3 CBAN项目

通信业务自动化网络(CBAN——Communications Business Automation Network)是ITW GLF组织公布的供全球运营商使用的基于区块链的自动化结算平台,用于解决跨运营商交易、信息互通、协议自动化及商业化等跨运营商场景下的种种问题,帮助在增加效率的同时增加收益。

CBAN的架构如图3所示。其底层包含底层区块链部分(DLT Chains)、核心服务部分(Core Services)、最小可用版本架构与业务服务(MVP Architectural& Business Services)。这3个部分构成了CBAN底层服务,提供了对多种区块链技术的支持,同时提供了底层统一的身份、治理、存储等的方法与服务,用以支撑上层供运营商使用的国际漫游清结算、隐私保护、按

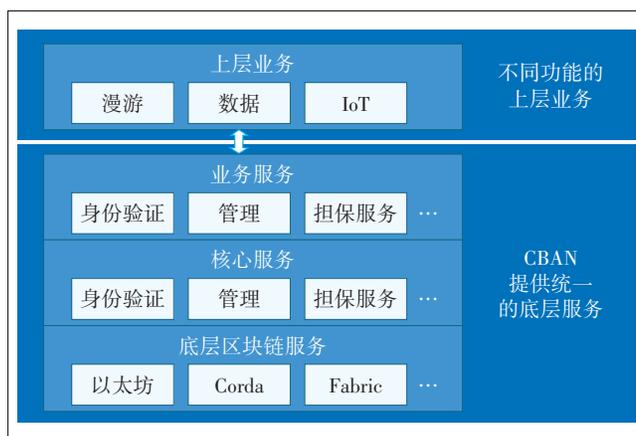


图3 CBAN项目架构

需提供数据等服务。

CBAN正在致力于国际漫游批发结算MVP框架的讨论与研发^[2],利用该框架,运营商可以更准确且高效地开展跨运营商业务,同时可以更便捷地解决纠纷。后续该服务会实现自动结算等功能,基本实现业务去人工化。

3 面临的挑战

虽然去中心化架构在5G国际漫游清结算场景中拥有诸多优势,但在实际落地时,运营商仍面临着很大挑战。

a) 缺乏运维与开发经验。对区块链理论及技术的探索与研究已经较为广泛与成熟,但是目前完全基于区块链作为底层技术搭建业务的商业落地应用仍屈指可数。因此,开发、部署技术经验的缺乏会增加业务搭建的复杂度与运维管理的难度。同时,投入大量人工与时间进行技术研发也导致成本增加。

b) 区块链自身性能不足。性能不足是当前各种区块链平台普遍存在的问题之一。当前环境下运营商间每天拥有数百万级别的交易数量,且随着5G与IoT的发展而不断增加^[1]。而较为成熟的Hyperledger Fabric技术在实际测试情况下的性能为十几至数十TPS(Transactions Per Second)不等,在生产情况下的值可能会更低。因此,需进一步研究提升区块链自身的性能。

c) 缺少相应标准与监管。虽然区块链的研究已经进展多年,但是相关的标准以及法律法规仍然处于起步及制定阶段。标准的缺失以及监管的不足导致相关落地应用开发的差异化问题明显,同时功能与性能也良莠不齐。因此,需要制定更加全面的监管策略与标准供各大运营商参考,以实现跨运营商的功能。

4 结束语

本文介绍并分析了去中心化架构在运营商国际漫游清结算中的应用场景与发展趋势,通过分析传统国际漫游清结算的技术痛点,进一步引出了使用区块链技术的优势。同时,本文还分析了技术落地所面临的诸多挑战。

当前基于区块链技术的运营商国际漫游清结算技术在理论上已经较为成熟,但实际应用仍处于起步阶段,需要进一步研究与探索,使其与5G场景融合,加速应用落地。

参考文献:

- [1] Hyperledger. Hyperledger-based Solution for Reducing the Cost of Settling Inter-carrier Charges [EB/OL]. [2020-08-26]. <https://wiki.hyperledger.org/pages/viewpage.action?pageId=6429510#>.
- [2] ITW GLF. COMMUNICATIONS BUSINESS AUTOMATION NETWORK (CBAN) WHITEPAPER VERSION 1.0 [R/OL]. [2018-08-26]. <https://www.cban.net/>.
- [4] 张云勇,程刚,安岗,等. 区块链在电信运营商的应用[J]. 电信科学,2020,36(5):1-7.
- [5] 薛淼,刘千仞,符刚,等. 区块链在电信运营商应用场景的探讨[J]. 邮电设计技术,2019(4):76-80.
- [6] 吕颖.TAP3协议在电信省际语音漫游中的应用[J]. 电脑知识与技术,2010,6(1):42-44+61.
- [7] 于玲,文静. 计费清算国际漫游清算门户TAP3标准的介绍[J]. 电信工程技术与标准化,2003(12):16-21.
- [8] 樊秀菊,郑明忠,王薇,等. 国际漫游清算技术[J]. 电信工程技术与标准化,2008(6):69-74.
- [9] 中国信息通信研究院. 区块链电信行业应用白皮书[R/OL]. [2020-08-26]. <http://www.199it.com/archives/874570.html>.
- [10] KEIL C. The Blockchain-enabled Future of Telecommunications [EB/OL]. [2020-08-26]. https://s3.us-east-2.amazonaws.com/brightline-Website/downloads/reports/Brightline_Keil_Distributed-Connectivity_Blockchain-Research-Institute.pdf?utm_source=Website&utm_medium=skip-link.
- [11] IBM. Reimagining telecommunications with blockchains [EB/OL]. [2020-08-26]. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/blockchaintelco#>.
- [12] 中国联通. 中国联通国际及港澳台漫游网络总体技术规范(v2019.02)[S]. 北京:中国联通,2019.
- [13] 于化龙. 移动国际漫游市场定价及结算模式研究[D]. 北京:北京邮电大学,2010.
- [14] GSMA. Blockchain-Operator Opportunities [EB/OL]. [2020-08-26]. <https://www.gsma.com/newsroom/resources/ig-03-blockchain-operator-opportunities-v1-0/>.
- [15] 夏俊杰,李岩,郭中梅,等. 区块链产业发展趋势、重点企业布局及运营商参与建议[J]. 邮电设计技术,2020(2):22-27.
- [16] WIELAND K. Blockchain expert warns of huge telco workload [EB/OL]. [2020-08-26]. <https://www.telcotitans.com/deutsche-telekom-watch/blockchain-expert-warns-of-huge-telco-workload/1584.article>.

作者简介:

任杰,助理工程师,硕士,主要从事区块链技术及应用研究工作;薛淼,高级工程师,博士,主要从事区块链标准及应用研究工作;刘千仞,工程师,硕士,主要从事区块链技术及应用研究工作;任梦璇,工程师,硕士,主要从事区块链技术及应用研究工作;王光全,教授级高级工程师,学士,主要从事高速光纤通信技术及应用研究工作。