



中国电信全网计费资料数据实时同步方案研究

刘 嘉¹, 夏路京²

(1. 中国电信股份有限公司企业信息化事业部 北京 100033;

2. 中国电信股份有限公司北京研究院 北京 100035)

摘 要: 中国电信两级运营机制和属地化运维体制,使得集团层面缺乏全网的用户信息、价格计划、销售品管理等资料类数据,亟需以数据同步的方式将分散在各省的数据实时同步上传到全国中心,为此中国电信企业信息化的计费域采用数据文件与增量消息相结合的方法,从实施方案设计、业务技术难点、关键性能优化等角度进行了工程实践,较好地实现了“基础数据两级系统同步变化,核心主数据集中管理”的初期目标。

关键词: 电信运营;计费处理;实时数据同步;实时消息处理;数据质量管控

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.05.021

Study on China Telecom Billing-Side Real-Time Information and Data Synchronization

Liu Jia¹, Xia Lujing²

(1. Corporate Informatization Department, China Telecom Co., Ltd., Beijing 100033, China;

2. Beijing Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Beijing 100035, China)

Abstract: The two-tier operation mechanism, and local operation and maintenance convention of China Telecom made the headquarter lack of customer information, price plans, sales management, product data etc. The way was discussed that uploading the data scattered in each province to the headquarter IT center in real time and synchronously. Therefore a method was proposed which combined data files with message increment. Through the implementation of program design, key technology and performance optimization, the initial goal that “basic data can be changed simultaneously in the two-tier, management of the core meta data can be centralized” was achieved.

Key words: telecom operation, billing process, real-time data synchronization, real-time information processing, data quality control

1 引言

2003-2008 年中国电信集团公司(以下简称中国电信)的业务运营体制用约 5 年时间完成了从“本地网—省公司—总部”的 3 级模式到“省公司—总部”的两级模式集中,同期 IT 支撑系统也做了适应性的两级平台与系统集中,能够适应当时以固网语音及互联网宽带接入的属地化运营需要。随着 2008 年收购中国联合网络通信集团有限

公司(以下简称中国联通)CDMA 移动网络后,中国电信开始真正意义上的全业务经营,到 2009 年底各省公司全面具备融合业务受理开通能力,计费领域面对海量的国内国际漫游清结算业务量激增,依托两级 BON(业务运营网络)体系给予良好应对。

近两年,传统电信运营的前向经营与互联网模式的后向经营的商业模式竞争越发激烈,传统模式中电信网络的使用者和付费者是同一实体,提供通信网络服务和简单信



息服务的运营商向使用方收取网络和信息使用费,简单直接的双方交易模式能够满足“按需使用、按量计费”的传统模式,承载增值业务的信息平台和受理开通计费的 IT 支撑系统分属不同部门管辖;随着互联网公司的介入,平台化、开放化、多元化日渐成为主流,信息提供、分发、呈现等各环节都有专业化分工,多方参与的复杂利益链蓬勃发展,其产品承载和业务流程本身就是一体化的集中系统。传统模式“就近接入、分省经营、网内分摊”的计费特点与互联网“多点汇聚、集中运营、产品核算”的特点区别越来越大。电信运营商分省建设运维的 IT 支撑系统两级运营的传统模式导致各种资料类数据的不一致和流程类状态的滞后性愈发成为制约运营商转型信息化综合服务提供商的短板,亟需改变。

从电信企业和互联网企业的各自发展历史来看,前者历经多次横向分拆与纵向重组,系统设计侧重业务处理时序逻辑,功能与流程都是高内聚、高耦合,业务规则复杂且数据准确性要求高,虽说从分散到集中是发展趋势,但需要逐步收敛和分类整合;后者从诞生之日起就是小步快跑,边推广边并购,以产品为单位围绕使用者需求进行功能的快速迭代,业务横向融合度低,业务逻辑简单直接,注重小范围快速试错,版本迭代累积改进。面对使用者服务选择多元化、需求满足即时化、信息沟通互动化的消费观念转变,传统模式的“系统分散建维、数据约束较弱、全网协同度低”IT 系统已不能适应“集约运营、集中管控、一体感知”的企业去电信化要求,需要“规范业务规则、加强集中力度、加快响应速度”来应对互联网模式的挑战。

2 现状及目标

以 IT 建设规律和外在要求而论,系统整合的前提和基础是规则的集约化和数据的规范化。对业务发展而言,不先同步与集中关键基础数据就无法快速全面掌握用户基础通信消费情况变化,无法衡量服务收益与成本、及时动态配置通信与信息资源,进而无法充分保障服务时限与质量承诺;对企业发展转型而言,无法与产业链其他企业和行业安全有序可控地交换数据,实现前向模式与后向模式并存的企业战略需要。就 IT 部门自身能力提升和队伍建设而言,通过移动计费数据集中的改造实施,能够锻炼与提高全网计费队伍的“大数据量实时处理技术成熟、全网消息级实时自动运维、数据模型一致性改进、产品套餐编码一点查新注册”4 项核心能力,为后续的移动业务全

网集中运营做能力储备与实战练兵。

初期以“全国中心与各省分公司的两级系统基础资料与数据同步变化,实现对全国移动用户的资料、产品、套餐、定价等主数据的集中管理”为目标,基于当前的 IT 架构和业务管理先期集中的数据包括各省已有的客户、用户、产品选购、产品目录等资料类情况(如客户类型、定价计划、销售品目录等规格类数据和产品、销售品等实例类数据),目的是为后续套餐集中、转售、能力开发等全网集约运营做摸底准备。

3 实施方案

3.1 基础全量数据文件上传

各省分公司首次启动文件级全量数据(包括客户、用户、产品选购、产品目录等资料类关系型数据库导出文件)上传时,首先将全量数据以文件方式导出,然后通过业务路由(service router, SR)转发到全国中心归属签约用户服务器(home subscriber server, HSS),接着对约定格式文件进行有效性校验,如果因错误数据导入全国中心入库失败,则藉由全国中心 SR 返回省分公司相应的错误码和拒收错误文件,省内再按错误提示做异常处理。业务流程如图 1 所示。

3.2 实时业务状态、订购关系、产品销售品资料类消息同步

当首次全量数据上传完成后进入周期性数据同步阶段,省分公司 HSS 收到省内非计费域网元(如 CRM/ISMP/其他业务平台等)同步的实时业务状态、订购关系类、产品、销售品资料后,按业务约定以实时/准时的频度经省公司和全国中心的 SR 两级消息路由将数据同步消息转发到全国中心 HSS,全国中心则对数据同步消息进行业务规则及技术可靠性(如超时等)校验,如数据同步成功则返回省公司成功响应标记;如失败则返回带有相应错误码的错误响应标记。业务流程如图 2 所示。

3.3 省分公司的原始数据离线提取和上传

对各省分公司首次上传而言,因数据量巨大,第一步需要各省分公司以中国电信计费模型 2.8 要求,按全国中心 HSS 的相关规定编制全量数据导出脚本,以定时任务方式在非交易时间启动数据导出的批处理任务。首先对规格类须在导出文件中标识时间戳,用以标示该数据的含义、定义、解释的适用时间范围;对应的实例类数据中需要引用的外部的逻辑依赖关系须符合规格类数据的参照完整性要求。其次在数据导出过程中应增加相应数据完整性

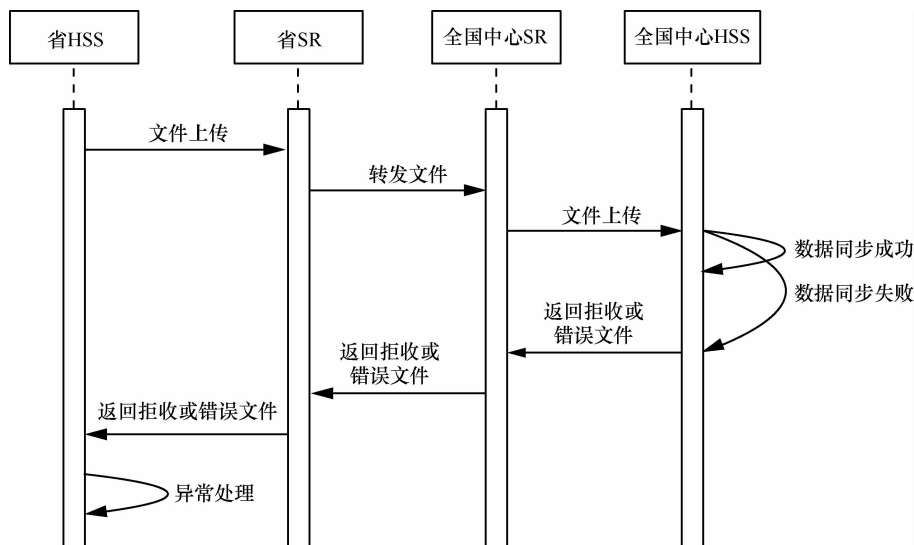


图1 全量数据文件上传

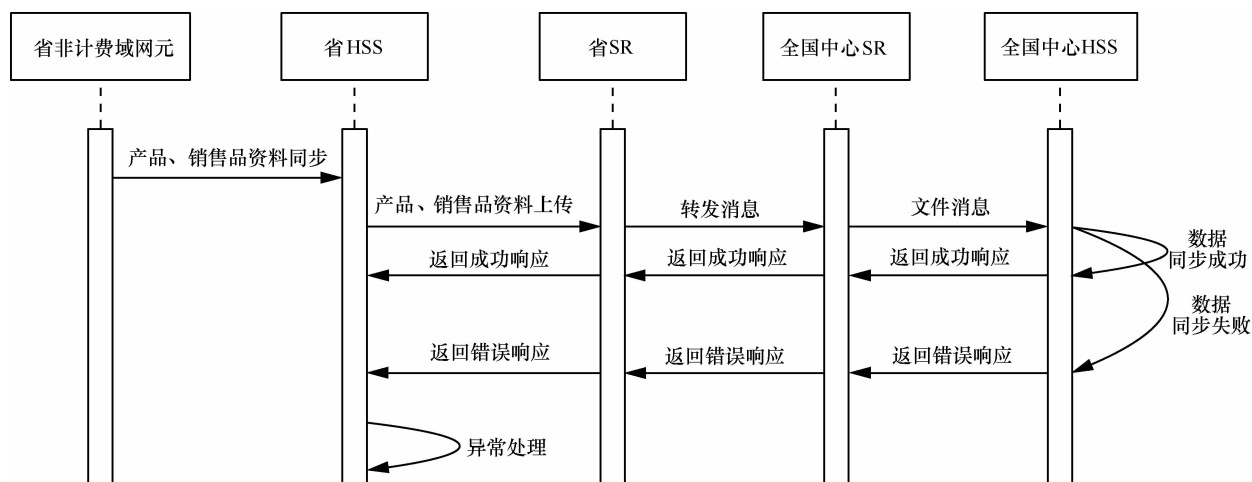


图2 产品销售品资料类消息同步

检查规则,在本省测试环境中创建数据结构,以本地导入模式验证数据合规及参照完整性,在源头上把好数据一致性的第一道关。第二步需要各省分公司准备增量数据导出脚本,以应对全国中心未完成之前,各省提交的全量文件导入期间各省内发生的数据变动同步。增量数据覆盖的时间段要与全量数据预留的时间戳有效衔接。第三步各省将数据文件加密压缩后通过 DCN 内部专网以 FTP/BFTP 形式上传到全国中心服务器相应目录内,待全国中心自动检测程序扫描通过后才算完成原始数据离线提取和上传任务。对于增量文件之外的各省数据微量变化,将在全国中心批量文件入库后采用消息机制完成最后的数据基准同步。

3.4 全国中心收到后分省入库并建立索引

全国中心分两种方式接收各省上传的批量数据,并以

省为单位并行批量入库,以节省各省数据上传动作的窗口时间。对于分省的首次全量数据导入,全国中心遵循“先导入规格类数据,再导入实例类数据,最后重建约束索引”的顺序,最后一步重建索引是对前两步分省数据内部一致性的有效核查;对于增量数据需注意时间戳的严格匹配,避免出现实例数据找不到规格数据而导致的约束失败发生。数据加载期间为避免出现单条数据违约导致全表唯一性约束失败的问题,在第二步导入实例类数据时可采用规格表内存矩阵化加载同步检查机制,尽可能精确定位分省数据的错误,将异常记录文件(含错点及原因)及原数据文件编号通过计费指挥调度平台反馈省分公司,加快其更正错误的速度及质量。全国中心完成该批文件处理后应及时自动反馈省分公司本次上传情况,含对错占比及错单文件和



异常原因等内容;对于错单占比超预定值的文件直接拒收并触发异常处理流程。省间数据因无逻辑依赖关系可并行加载处理,但需注意合理配置数据库连接池资源,按数据量的大小等比例分配主机处理时间窗,以期实现各省数据基本同步处理完成,减小后续追平时间差的困难。

3.5 两级系统处理数据时间差及风险取舍

实施方案中最困难的是逻辑上单点的全国中心如何及时响应 31 省的大批量数据而不超时(导致各省增量文件过大或积压过久)?在传统集中存储和处理的技术选择中,首先在工程计划中按数据量的多寡将大小省搭配好,确保每 6~8 h 的导入暨检查处理时间窗口内全国中心的主机、网络、存储的处理负荷相对均匀;其次对首次批量加载后的增量数据,按时间戳切分更小时间窗以消息文件形式增量导入;对导入中发现的少量约束依赖错误尽量不作处理照单全收,错误超量的整个文件拒收并轮空时间片,以提高全国中心广义的吞吐能力,已入库的约束依赖错误数据待批量导入高峰后以消息同步机制的两级改正(update)方式予以改正。

短期看全国中心数据质量会受轻微影响,任何分散的海量数据集成的初期都要面临这样的取舍,在“集中效率 VS 数据准确”的天平中,首选缩短数据同步时间,同时保持尽可能高的数据完整性,但要付出数据一致性的代价。因为处理时间越短,因工程启动初期的异步处理导致的数据不一致就越小,后续以消息模式追平的难度就越低,貌似“丢西瓜捡芝麻”的做法实则才是更现实的道路,后续通过不断的人工业务管理与自动抽查比对相迭代的方式逐步提升数据准确性。

4 业务难点

4.1 计费模型偏差问题

个别省分公司对核心数据模型增补或调整过多,导致规格表和实例表的结构与计费模型的刚性要求差异较大,引发同步程序运行时异常。

整改策略:严格“模型刚性落地、入网版本检测、升版报批审核”的管理要求,要求省分公司加强计费侧系统升版基线管理,涉及核心数据模型调整的尤其是改动表结构和增减约束条件等必须提前告知全国中心并说明调整理由,未经事前审批同意的擅自改动自行升版将在飞行检查或集中组巡时给予考核扣分;对应的全国中心侧在满足功能性能要求的同时,持续提升省分公司核心模型版本变化的自动

识别能力建设,做到自动扫描与升版报批相结合的防控态势。

4.2 核心数据编码问题

个别省对数据同步涉及的规格类数据全网统一要求的枚举值在生产系统中存在参照引用不统一,导致不同系统平台中实例类数据枚举值含义混乱,引发全国数据集中后的自相矛盾。

整改策略:在全国中心数据文件同步时发现约束完整性超限拒收的基础上,按数据的种类和地域分布比例,加强人工随机抽检频度,结合客服部门发转的由于资料错误导致的计费差错或纠纷,加强质检考核力度,加大各省运维质量自动计分中此项扣分比重,贯彻“发现—退回—通报—扣分—批改—重传”体制。

4.3 数据口径缺失问题

个别省对规格类数据中涉及全网运营的枚举值未经报批自定义使用,导致全国数据集中后大量的不理解,进而无法在分析挖掘等方面深化应用。

整改策略:全国中心侧增加入库时的自动比对环节,重申“识别—拒收—告知—改正—重传”闭环的管理要求。如是全网普遍的历史遗留问题,全国中心将会同相关业务管理及数据使用部门统一协商,全网定期发布新启用枚举值口径解释;如是各省业务发展或生产必需,须严格履行报批报备手续,并同步调整自动比对规则。

5 技术难点

5.1 高峰数据处理

每月初各省数据同步高峰期存在消息积压的可能,全国中心无法同时处理大数据量或 DCN 阻塞恢复后自动接口触发大量数据集中上传。

应对策略:首先全国中心与省分公司接口程序中设置超时消息的重发机制,以目前 DCN 吞吐能力路由转发时延为基准,初期暂定单次会话阈限值为 60 s,最多重发 3 次。其次,若省分公司上传接口程序检测到端口拥塞时,则会停止消息上传进程并自动间隔 15 min 按消息重传机制将已错误消息重新上传。

5.2 消息重传窗口设置机制与消息冲突处理

各省数据增量变化和主机处理及网络吞吐能力不同,导致消息到达全国中心的时间处于随机状态及拥塞处理时间也不确定,重新传送时间窗口也无法合理设计。

应对策略:首先各省与全国中心应校准时钟同步,指向同一 NTP 服务器(精度到秒级)。其次各省数据变化消

息须经由两级 SR 转发至 HSS 集中处理, 两级 SR 超时窗口为 45 s, 对于超时的消息省 HSS 会收到全国中心 HSS 的特定错误码, 并根据消息时序和 session_ID 按顺序补发; 对于已超时消息和补发消息可能存在的冲突情况, 全国中心 HSS 会根据并发处理机制, 按两类消息上传时间戳 eventtime_stamp 和业务处理时间 update_time 的时序比对情况, 自动处理业务上正常的消息, 并对冲突消息返回错误码。各省重发时间应借鉴 CSMA/CD(载波监听多路访问/冲突检测)思路以小时量级为基准设置避让基数。

5.3 数据一致性问题

首次数据文件批量加载完成后系统进入增量消息运行期, 因网络原因、系统异常、消息重传、消息并发等不同消息间产生与到达的时序性问题, 导致全国中心已有数据与省分公司入库失败偏差增大或同步机制失稳。

应对策略: 以目前全国中心硬件能力为基准设计处理时限为 30 s, 即 30 s 内全国中心必须对省分公司的消息级 CCR (credit-control-request, 信用控制请求)(借用 CCA (credit-control-answer, 信用控制答复)通道做实时消息交互控制)返回处理结果 CCA, 综合消息报文负荷上限和全国中心处理能力, 要求每个 CCR 中的净数据最多不超过 10 行。其次省分公司应按业务场景生成 CCR, 不建议定时扫描原数据表并按表生成 CCR (因这样生成的多个 CCR 之间有外键依赖关系, 如果并行发送, 若后传的消息先到达全国中心, 将导致后传和先传的 CCR 都被拒收退回), 推荐按业务场景将高内聚的数据进行分组(一条 CCR 中某一业务变更涉及所有新增和修改的数据表)提交全国中心, 分组内数据按业务逻辑严格时序要求。再次省分公司接口程序应收到全国中心 CCA 确认后再发送下一个 CCR 请求, 避免省分公司未接收到上一条 CCA 就上传第二条 CCR 导致的第二条 CCA 提示外键不存在的错误, 徒增人工稽核等运维工作量。

5.4 自动化消息处理结果查询机制

当业务时序性要求较高的消息出现异常错误时, 省分公司无法确认上一条 CCR 全国中心是否正常处理, 后序消息发送时很可能出现主外键约束错误。

应对策略: 省分公司可根据全国中心提供的查询接口按 session_ID 处理结果和按业务主键查询全国中心数据库, 以缩短异常错误消息定位的时间提高系统吞吐量。全国中心同时会按各省的消息错误比例约定省分公司能够访问查询接口的次数, 以避免查询接口的过度使用影响系

统整体性能。

5.5 数据质量稽核检查

随着运行时间的增长, 各种数据不一致的累积性偏差会越来越大, 如何管控以预防全国中心的数据可信度和可用性出现下滑, 值得关注。

应对策略: 在强调计费模型刚性落地管控要求的同时, 全国中心通过 IDEP 平台(计费域两级系统的综合数据交换平台)每日下发各省日核对文件, 包括当天全国中心已正常处理的消息 session_ID, 按时序已正常入库的数据库记录、时间戳、全国中心已拒回的消息完整性等关键数据; 各省分公司根据每日下发的日核对文件完成本省的消息数据核对, 通过消息查询接口确认并通过消息补发机制关联错误消息 session_ID, 完成消息补发及错误消息的历史追溯。如遇全国中心或省分公司发生重大业务升级或系统故障, 在恢复初期(1~2 周)以日为单位在省分公司加强前一日全量 CCR 文件与全国中心收返的 CCR 文件比对机制。

6 性能优化

随着数据集中的试运行, 据对各省数据量的初步测算, 千万级用户的省分公司在非高峰期每天有 40 万条左右的消息量, 其中停复机类消息占消息总量的半数左右。而且每天的消息产生时段分布也不相同。抽测发现省分公司通用配置的消息处理效率仅为每秒数条, 故提升消息处理的性能是各省分公司必须要持续完善的关键点。

6.1 合理划分各省交易数据提升并发能力

省分公司业务变更交易中需要实时同步的资料类数据, 全国中心与省中心约定不同业务能力的规则和实例类数据按对应能力名上传数据, 这样可以以不同业务能力的进程队列模式配置不同数量的分进程线程并行处理, 尽量降低对同一用户的同步操作或乱序操作; 每个进程线程内又可按表分区技术提高数据提取的 I/O 效率, 按业务关联顺序组合 CCR 消息体, 以提高数据分组生成消息的效率。

6.2 增强消息分组的异步处理能力

采用发送、接收、重发分进程处理机制, 无论是省分公司还是全国中心, 在数据传输发起方发出 CCR 后不必等待 CCA 回应, 可大幅提升消息处理吞吐量。但该方法须区分消息的会话状态, 对有状态的消息会话原则上不能进行异步处理, 否则乱序分组会对数据一致性有重大影响(如对同一用户的停开机状态更新, 同步情况下应先停机后开机消息有先后顺序和逻辑依赖, 异步模式下后一条消息可能先于



前一条消息到达,导致用户状态出错),必须采取串行处理方式;无状态消息则可采用加大 I/O 通道吞吐率方式提升性能。

6.3 合并高内聚场景降低消息数量

在时间窗口许可的范围内,合并相邻无状态场景的两级数据同步交互,减少总消息同步数量。如新装对客户和用户表的操作合并在一个 CCR 中提交,批量停开机只更新用户状态数据,可在一个 CCR 中提交多个用户的状态变化;因目前性能压力主要集中在全国中心 SR 和 HSS 平台,解析报文报头的处理能力消耗远高于后续识别入库,故应适度增加消息内容负荷,降低消息交互频度。

7 结束语

随着中国电信的 IT 架构由分散到集约、由封闭到开放逐渐转变,各类数据应用将成为企业信息化的优先发展方向,全网数据同步与集中是实现上述目标的基础要素。计费域数据体量巨大、质量优异,是企业信息资产中非常重要的组成部分,数据同步只是拉开中国电信集约运营体制转变的序幕,如何快速、高效、准确地集团在集团层面形成统一客户视图无疑是重中之重。总体来看,数据同步不仅在事中、事后采用技术手段自动识别传输汇聚数据,更需要事前谋划、事中监管、奖罚分明的配套管理手段,管控与技术是相辅相成的互动关系;微观来看,质量要求与运维实际也要相适应,不能急功近利、心浮气躁地设定标准,提升数据质量不是一朝一夕的事情,要靠长期的职业素养、自律规范并辅以

必要的技术手段。后续,将加快数据集中的范围和深度,为实现“One Company, One IT”的目标持续努力。

参考文献

- 1 董旭,何明强,陈畅. BSS 数据集中的相关重要环节分析. 邮电设计技术,2012(10)
- 2 刘静涛,吴伊萌,张明安. 基于 Oracle 物化视图日志的数据同步技术研究. 软件,2012(1)
- 3 龚建华. 基于快照的 Oracle 数据同步研究. 办公自动化,2011(4)
- 4 夏盛明,尹宝林. 一种可靠的消息传输机制. 计算机技术与发展,2009(10)
- 5 卜小明. Petri 机制控制理论在计费系统应用级容灾中的应用. 电信科学,2011,27(7)

[作者简介]



刘嘉,男,中国电信股份有限公司企业信息化事业部高级业务经理,主要研究方向为企业信息化规划编制、系统架构设计、大数据研究、数据专题分析。

夏路京,男,中国电信股份有限公司北京研究院工程师,主要研究方向为全网计费运维、关系型数据库设计、集中存储管理。

(收稿日期:2013-11-15)

(上接第 137 页)

[作者简介]



鲁蔚锋,男,博士,南京邮电大学副教授,主要研究方向为异构 HetNet 网络的干扰管理技术。



何利文,男,博士,南京邮电大学教授,主要研究方向为移动互联网、云计算与信息安全。



祁彦川,男,南京邮电大学硕士生,主要研究方向为 femtocell 网络的干扰抑制。



陈思光,男,博士,南京邮电大学副教授,主要研究方向为无线通信网络安全。

(收稿日期:2014-04-04)