基于网络承载的城域网设备管理高可用性方案

High Availability Scheme for Metropolitan Area Network Equipment Management Based on Bearer Network

王家政，康 琳（中国移动通信集团河南有限公司，河南 郑州 450000）
Wang Jiazheng，Kang Lin（China Mobile Group Henan Co.，Ltd.，Zhengzhou 450000，China）

摘 要：
针对城域网BRAS设备带内管理存在的业务与管理通道共用、链路中断后管理与业务同时阻断等问题，提出一种基于IP承载网的城域网设备管理高可用性方案。通过复用现网PTN端口、交换机汇聚技术，依托IP承载网，构建带外管理应急通道。该方案解决了传统带外网管设备老旧、端口不足等问题，无需大规模扩容改造，实现了业务与管理通道分离，降低故障影响范围，缩短故障处理时长，保障极端情况下设备可管可控，提升用户服务质量。

关键词：
承载网；城域网；创新组网；网络维护；网络安全
doi：10.12045/j.issn.1007-3043.2026.03.013
文章编号：1007-3043（2026）03-0069-05
中图分类号：TN913
文献标识码：A
开放科学（资源服务）标识码（OSID）：

Abstract：
It proposes a high availability scheme for MAN equipment management based on IP bearer network，aiming at problems such as the sharing of services and management channels in MAN BRAS equipment in band management，and the simultaneous blocking of management and services after link interruption. By reusing the existing network PTN ports，switch convergence technology，and relying on the IP bearer network，an out of band management emergency channel is built. The solution solves the problems of aging and insufficient ports of traditional out of band network management equipment，eliminates the need for large-scale expansion and reconstruction，realizes the separation of business and management channels，reduces the scope of fault impact，shortens the duration of fault handling，ensures that the equipment can be managed and controlled in extreme cases，and improves user service quality.

Keywords：
Bearer network；Metropolitan area network；Innovative networking；Network maintenance；Network security

引用格式：王家政，康琳. 基于网络承载的城域网设备管理高可用性方案[J]. 邮电设计技术，2026（3）：69-73.

0 引言

现网一般采用带内管理方式实现设备管理。1台宽带接入服务器（Broadband Remote Access Server，BRAS）设备通过传输链路双跨接入2台城域骨干路由器（Metro Backbone，MB）设备，BRAS与上联MB之间部署内部网关协议（Interior Gateway Protocol，IGP）、中间系统到中间系统（Intermediate system to intermediate system，IS-IS）协议进行互联路由传递，BRAS设备规划Loopback0作为设备带内管理IP，在IS-IS Level2内发布路由，打通设备Loopback0与网管系统4A管控平台的公网路由。同时，BRAS设备还与上联MB设备之间部署外部网关协议（Exterior Gateway Protocol，EGP）、边界网关协议（Border Gateway Protocol，BGP）进行业务路由传递，在此过程中BRAS设备建立BGP邻居依然使用Loopback0端口地址，通过BGP协议承载家宽、IPTV、互联网专线等业务[1-5]。在此组网方式下，当BRAS设备至单台MB设备的链路中断时，该BRAS承载的业务尚能启动聚合组协议完成自动保护，一旦至2台MB的链路同时中断，由于管理和业务共通道传

收稿日期：2026-01-27

送，BRAS将直接脱离管理并阻断全部业务。此时工作人员将无法登录设备判断故障原因，需赶赴现场进行故障处理，无法在短期内恢复业务。这增加了故障处理时间，严重影响用户感知[6-9]。

此外，随着互联网业务的爆炸式增长，运营商网络规模日益壮大，BRAS设备的网络地位逐步提升，亟需部署第二管理通道；加之大量重要网络设备新增入网，对带外网管设备的端口需求日益增加，现有的传统带外网管设备存在设备老旧及端口不足等问题，已无法满足网络发展的需求。如果仍采用传统带外网管系统，需投入大量资金进行扩建替换及维护，不仅耗时较长，且工程量巨大。因此，如何低投资提高网络设备管理高可用性，保证极端情况下可用、及时登录设备，成为急需解决的问题。

1 改进后的城域网设备管理方案

为克服上述现有技术的不足，本文提出一种基于网络承载的城域网设备管理高可用性方法及系统，通过深度挖掘现网分组传送网(Packet Transport Network，PTN)端口资源[10]，利用交换机汇聚技术、结合IP承载网(以IP技术构建的一张专网，用以承载对传输质量要求较高的业务，采用双平面、双星双归属的高可靠性设计，具备较高的冗余保护特性)组网优势，创新搭建带外管理应急新通道，实现业务、设备双管控，降低业务影响范围、缩短故障处理时长，打造品质一流的新型处置维护能力。

1.1 基于网络承载的城域网设备管理高可用性方法

建设带外安全管理通道，作为城域网BRAS设备部署与业务通道隔离的第二管理通道。

当前城域网 BRAS 设备均为高端路由器，配置双主控/双引擎，各带1个带外管理口，设备侧呈现为单端口，主备模式下仅主用端口工作。依托 MPLS VPN (Multi-Protocol Label Switching Virtual Private Network)技术，为BRAS带外管理划分专用VPN通道；主备主控带外管理口分别用网线接入本机房PTN设备GE/FE电口，经PTN上联至地(市)核心IP承载网网管CE，再通过BGP路由发布至地(市)AR，经省中心IP承载网直达网管4A平台，构建BRAS到4A管控的第二带外管理通道[11-15]。BRAS至网管4A平台互通组网示意如图1所示。

a) 正常情况下，在网管4A平台上进行BRAS设备的登录管理操作，网管4A平台将指令动作下发至网管

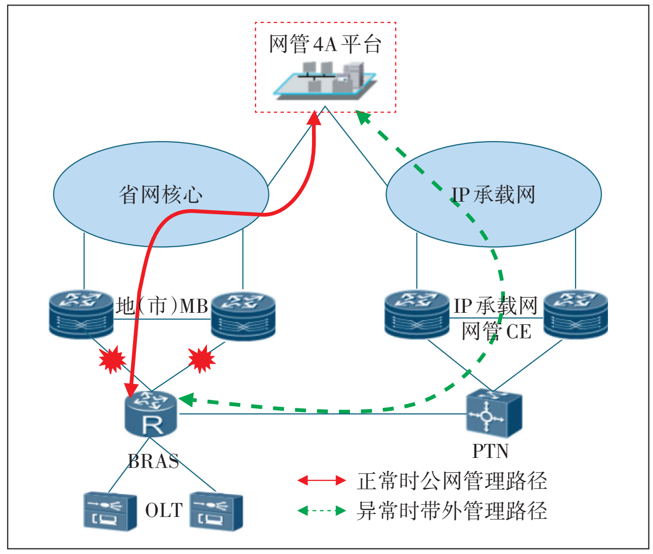

图1　BRAS至网管4A平台互通组网示意

数通设备，网管数通设备提取指令动作中包含的路由信息，通过内部网关协议IGP及外部网关协议EGP查询路由表项。

b) 网管数通设备按照查询到的路由表项将数据信息发送至省网核心，省网核心经过路由信息迭代查询发送至地(市)MB设备，MB设备通过与BRAS设备之间部署的IS-IS路由协议传递至BRAS设备。

c) 对应的BRAS设备收到网管4A平台层层传递的数据信息后，剥离路由信息、解析数据信息中的指令后执行相应动作，从而完成通过网管4A平台对地(市)BRAS设备的登录管理。值得注意的是，BRAS设备下联业务同样依靠该路径进行传递。在该路径下，BRAS设备的管理业务及其承载的用户业务的传送路径是合一的，当BRAS设备至1台MB链路中断时，管理业务及用户业务均切换至另一台MB承载；当BRAS设备至2台MB链路同时中断时，管理业务及用户业务将同时全阻，此时将无法登录设备判断故障具体原因，如设备硬件故障或传输链路故障等。

d) 采用该城域网设备管理高可用性方法后，当BRAS设备至2台MB链路同时异常中断时，网管4A平台下发的指令动作中包含的路由信息经过网管数通设备查询表项后将迭代至IP承载网。

e) IP承载网接收到网管的请求数据信息，经过路由协议层计算将数据信息传递至地(市)IP承载网网管CE设备，CE设备再根据回程路由将数据经过本地PTN透传给BRAS设备。

f) BRAS设备剥离路由信息解析数据信息中的指

令后执行相应动作，从而完成通过网管4A平台经带外管理通道对地（市）BRAS设备的登录管理。

经过上述BRAS设备管理业务走向切换，可实现地（市）BRAS设备的不间断登录管理，从而提升设备故障处置效率，提高客户满意度。

1.2 城域网BRAS设备带外管理搭建流程

1.2.1 业务安全策略部署

本方法基于现网基础网络组网结构和资源条件，在不增加额外投资的情况下，通过BRAS设备主控或引擎单板带外管理端口构建第二管理通道等手段来实现城域网设备管理高可用性方法。当BRAS设备至2台MB设备链路同时故障时，使用常规手段进行应急处理，将造成BRAS管理业务及用户业务受阻。通过构建城域网BRAS设备第二管理通道的应急管理办法，可实现设备管理业务不中断，从而提升设备故障处置效率，大大提高客户满意度。城域网BRAS设备带外管理搭建步骤流程如图2所示。

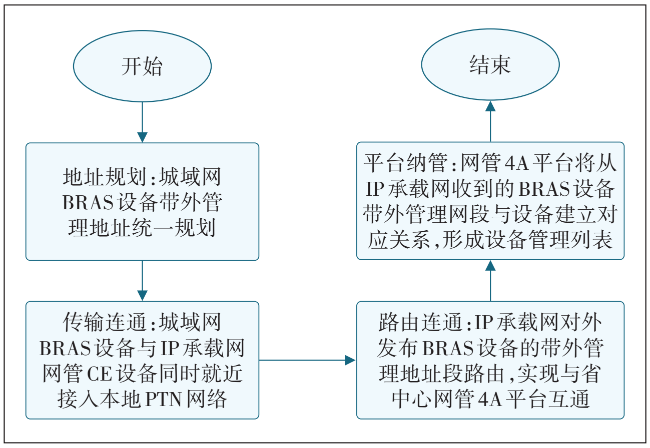

图2　城域网BRAS设备带外管理搭建流程

第1步：地址规划。在地（市）BRAS设备上创建带外管理VPN通道，在主控或引擎单板带外管理端口配置规划分配的带外管理IP地址，确保地址全网唯一。

第2步：传输连通。BRAS设备主备主控或引擎单板上带外管理端口分别通过一根网线连接至本机房PTN设备GE/FE电口，同时，IP承载网网管CE设备也与同机房本地PTN设备互联，通过PTN环网透传与地（市）BRAS设备实现物理互通。

第3步：路由接通。将BRAS设备上的带外管理端口划入带外管理VLAN，本地PTN设备通过透传BRAS设备的带外管理VLAN，打通地（市）BRAS的带外管理端口与IP承载网网管CE之间的二层网络；网管CE配置与BRAS设备带外管理业务相同的VLAN号，CE通过BGP在虚拟专用网络VPN中向地（市）AR发布与BRAS设备互联的直连网段路由信息，地（市）AR收到对应带外管理网段路由信息后，通过BGP多协议标签交换VPN方式将BRAS带外管理地址传送至网管4A平台，从而实现BRAS设备带外管理地址与网管4A平台的路由接通。

第4步：平台纳管。网管系统收到从IP承载网传递的BRAS设备带外管理网段信息后，将网段内的单个地址与地（市）BRAS设备建立一一对应关系，形成设备管理列表。至此，城域网BRAS设备第二管理通道建立完成。

1.2.2 故障处理流程

当BRAS上行链路发生异常时，分2步进行故障判定，不同判定结果将按照不同的管理方式进行设备登录，从而进行故障快速处置，直至故障恢复。城域网BRAS设备上行链路故障处置流程如图3所示。

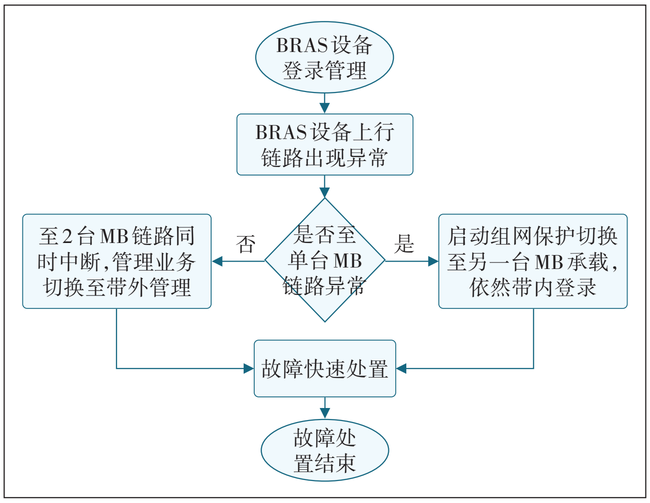

图3　城域网BRAS设备上行链路故障处置流程

第1步：如果判断BRAS设备至单台MB链路异常，基于BRAS设备与2台MB同时互联的组网保护，如果上联MB的2条通道中的1条发生中断，该BRAS承载的管理业务及用户业务将启动组网保护，并依据IGP协议自动完成路径切换。此时依然通过带内管理通道登录BRAS设备进行故障快速处置，直至故障处置结束。

第2步：如果BRAS设备不是至单台MB链路异常，则判断为BRAS设备至2台MB链路同时发生中断。此时，基于上联MB链路传送的BRAS设备管理业务及用户业务将同时阻断，BRAS设备管理业务依靠

部署的城域网设备管理高可用性方法及系统可切换至第二管理通道进行带外管理，从而进行设备的登录及故障紧急处置，直至故障处置结束。

2 方案实施后的效果验证

本方案已在现网项目中得到应用和验证，效果显著。在项目操作实施过程中，城域网设备管理通过MPLS VPN实现带外保护，并在中国移动某省公司云网全程可视化平台上进行验证。

方案操作实施前，从城域网设备到4A管控平台的地址路径如图4所示，以A市BRAS 53为例，首先通过MB双上联接入CMNET省网，后经公网防火墙接入网管核心，经过4A交换机最终接入网管4A平台，一旦至MB的双上联链路中断，BRAS将处于脱管状态，威胁网络运维安全。

方案实施后，当BRAS至MB的双上联链路阻断时，城域网设备管理可通过IP承载网打通到网管4A管控平台的带外管理路径（见图5）。BRAS设备带外管理端口连接至本机房PTN设备，PTN设备上联到地（市）核心机房的IP承载网网管CE。承载网网管CE通过BGP路由协议将带外管理路由传递至地（市）AR，再由省中心IP承载网传递至网管4A平台，建立起BRAS至4A管控的第二管理通道。

第二管理通道建立后，对城域网设备管理通过网管4A管控平台进行登录测试，进一步验证城域网设备管理高可用性方法。方案操作实施后城域网设备对网管4A管控平台进行ping测试，测试结果和网管4A管控平台管理设备图形化列表如图6和图7所示。城域网设备可以ping通网管4A平台IP，且从网管4A平台上也可查询到该城域网设备并进行带外登录管理。

通过验证数据可知，方案实施前后城域网设备管理到网管4A管控平台路由均为可达状态。通过分析业务流向路径，极端情况下BRAS双上行链路故障后管理业务可以通过IP承载网承载，实现了城域网设备管理业务高可用性保护。

3 结语

为解决BRAS设备在城域网中带内管理导致的业务与管理流量共用及链路中断时全阻断的问题，本提案利用现有PTN端口和交换机技术，结合高可靠IP承载网，构建独立带外管理通道。此方案避免了传统方案下设备老化和端口不足的问题，减少了升级成本，实现业务与管理分离，降低故障影响，提升网络管理和维护效率，确保极端情况下可及时进行故障排查，保障用户服务质量。

参考文献：

［1］ 赵毅. 基于SDN/NFV的宁夏电信城域网网络重构技术研究［D］.

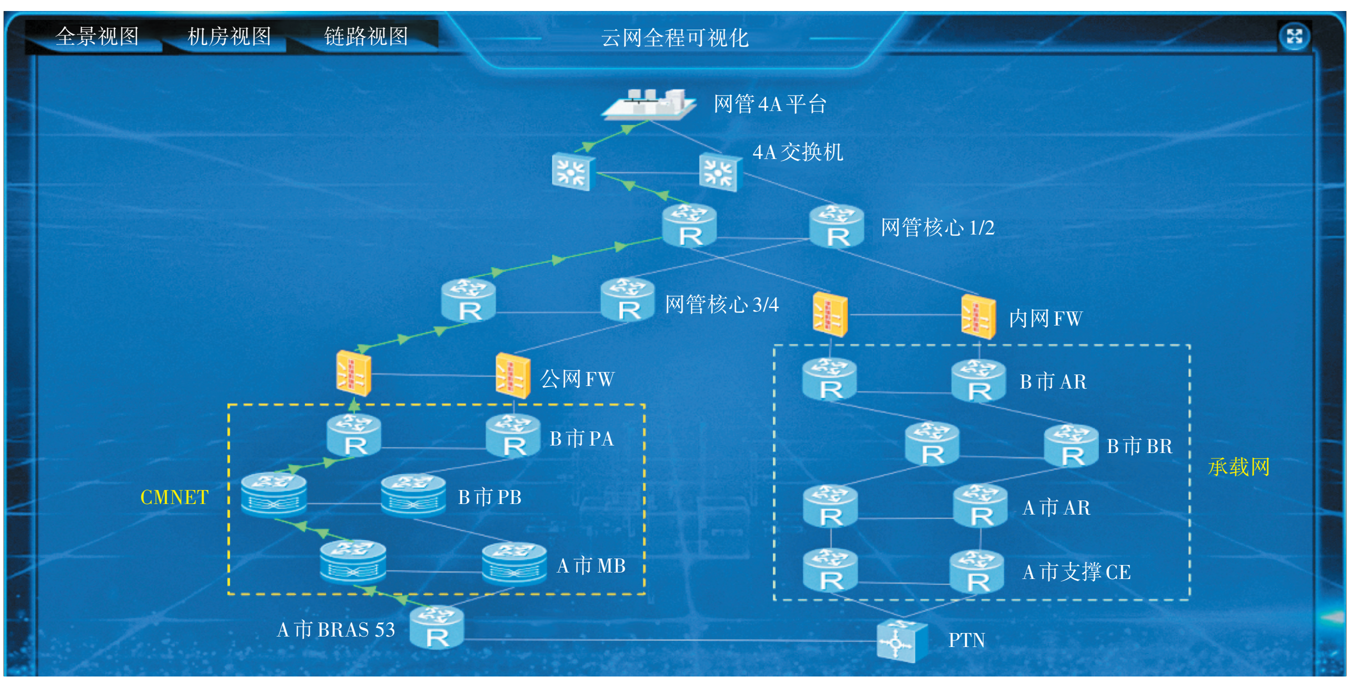

图4　方案操作实施前城域网设备到4A管控平台地址路径

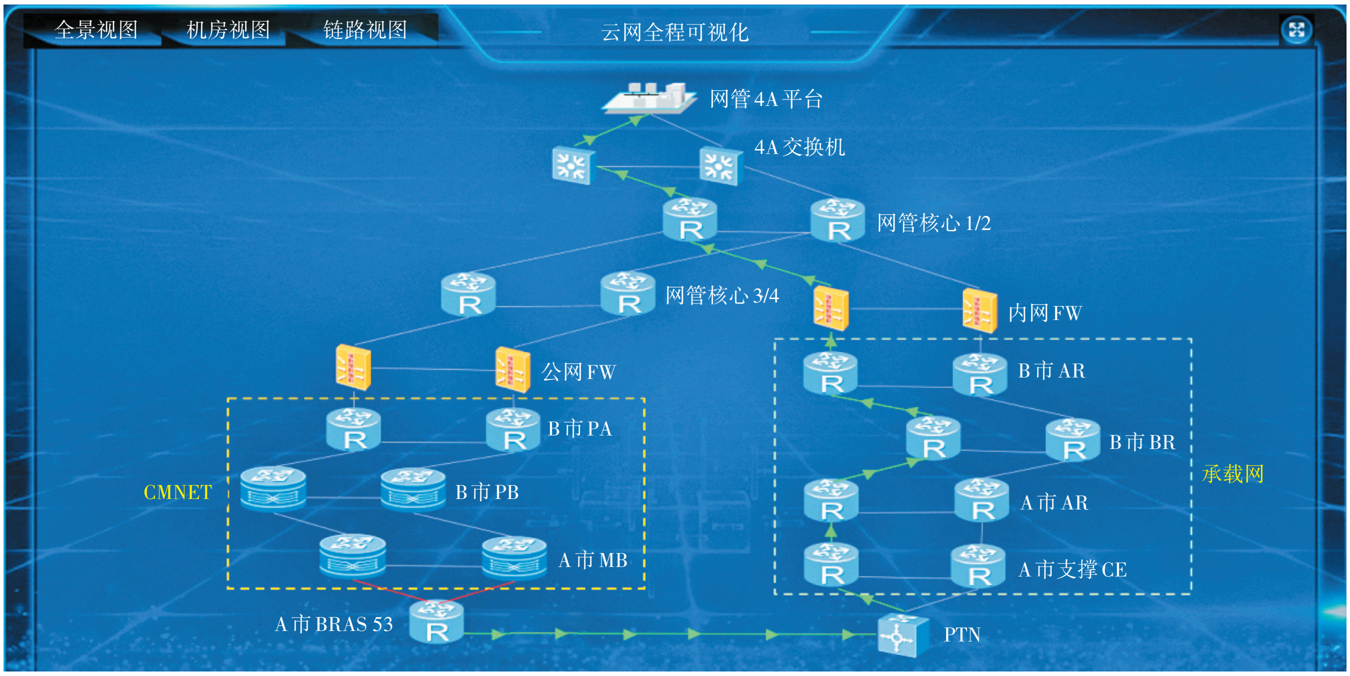

图5　方案操作实施后城域网设备到网管4A管控平台路径

```
<HAK[redacted]gjia>ping -vpn-instance VPN-LocALDwGL10.2[redacted]3.133
  PING 10.[redacted]3.133: 56 data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.2[redacted].133:bytes=56 sequence=1 ttl=50 time=13 ms
    Reply from 10.2[redacted].133:bytes=56 sequence=2 ttl=50 time=12 ms
    Reply from 10.2[redacted].133:bytes=56 sequence=3 ttl=50 time=11 ms
    Reply from 10.2[redacted].133:bytes=56 sequence=4 ttl=50 time=11 ms
    Reply from 10.2[redacted].133:bytes=56 sequence=5 ttl=50 time=11 ms

  ---10.2[redacted]3.133 ping statistics---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s)received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 11/11/13 ms
```

图6　方案实施后城域网设备对网管4A管控平台ping测试

	所属资源组	资源名称	资源IP
	带外管理->城域网	HA[redacted]shengjia-Dw	10[redacted]17

图7　网管4A管控平台管理设备图形化列表

南京：南京邮电大学，2018.
[2]　骆永洪，曹洪信. 面向IP的分组传送网发展思路[J]. 电子世界，2021(21)：59-60.
[3]　王金堂，柳晓瑶，宋美芳. 浅析承载网的发展及解决方案研究[J]. 中国新通信，2024，26(19)：34-36.
[4]　王郁，崔潇，朱剑，等. 5G承载网数字孪生典型场景与应用方案探索[J]. 电信科学，2024，40(7)：154-163.
[5]　郑晓园，叶紫冰，李昕泽. 基于5G、云网融合的新型城域网重构分析[J]. 电子元器件与信息技术，2024，8(7)：131-133.
[6]　张纬卿. 面向新型城域网的传送网技术选型及演进策略[J]. 电信快报，2022(8)：13-19.
[7]　罗新军，郭富毓，龚戈勇，等. 面向融合的新型城域网组网技术及方案[J]. 通信与信息技术，2024(3)：11-13.
[8]　宋凯，李美玲，张毅，等. 基于网络环境下的数据备份与容灾技术研究[J]. 中国军转民，2023(3)：59-60.
[9]　严俊. 运营商PON网络对接城域网保护方案研究[J]. 长江信息通信，2022，35(10)：220-223.
[10]　唐敏. 数字化转型背景下的新型城域网规划与部署方案研究[J]. 通信与信息技术，2024(3)：46-48.
[11]　王英峰. 5G技术条件下太原有线城域网建设思路[J]. 通讯世界，2024，31(1)：16-18.
[12]　李小燕. OTN在移动城域网组网中的应用[J]. 中国新通信，2023，25(6)：47-49，56.
[13]　张豫婷，周鹏，解倩倩，等. IP城域网家宽业务高效容灾保护方案的研究与应用[J]. 中国新通信，2021，23(20)：28-29.
[14]　王明蓉，王斌，王林. 面向5G业务承载的新型智能城域网重构与思考[J]. 通信与信息技术，2019(6)：44-47.
[15]　杨清. 移动本地城域网的优化及应用研究[D]. 太原：太原理工大学，2020.

作者简介：
王家政，毕业于郑州大学，工程师，硕士，主要从事移动互联网维护工作；康琳，毕业于山东大学，高级工程师，硕士，主要从事移动互联网维护工作。