

偏远山地区域FDD 900MHz精准选址方法研究

刘凯凯

中国移动通信集团设计院有限公司重庆分公司

摘要 随着国家层面网络扶贫工程的进一步推进,在西部偏远农村山地区域进行无线网络覆盖建设时,如何落实精准选址,确保零星散落的覆盖目标的有效覆盖是当前面临的挑战。结合实际工作经验,利用工具软件,并参考合理的覆盖模型,探索出一种快速的选址方法,在达到覆盖效果的同时还能节省建设投资成本。

关键词 精准选址 丘陵地 覆盖预测 第一菲涅尔区 投资效益

1 引言

当前,电信运营商正积极响应国家网络强国建设战略,进行网络扶贫工作,加大对贫困地区网络建设的力度,深入实施电信普遍服务,推进贫困地区网络覆盖,加快弥合“数字鸿沟”。

在西部区域,贵州省农村区域丘陵山地居多,92.5%的面积为山地和丘陵,是全国唯一没有平原的省份。其无线环境复杂,在前期采用TDD-LTE F频段进行贵州农村区域的覆盖时,由于F频段高,覆盖能力有限,因此仅实现了行政村人口聚集地、高流量热点区域的有效覆盖,覆盖广度较GSM900网络仍有一定差距,但TDD-LTE网络在农村的建设站点量几乎达到GSM900站点量的两倍,若继续采用F频段进行农村区域广度扩展,其效益将明显下降。在偏远山地、贫困地区进行网络覆盖时,采用低频段进行覆盖可以明显提升覆盖效果,但同时又面临着这类区域无线环境复杂的难题:通过实地考察得知,这类区域基本属于山地、丘陵区域,阻挡严重,无线信号衰落明显,而覆盖目标又极其分散,一般将方圆1km内超过30户村民的区域作为一个覆盖目标。因此要尽量多地为贫困地区居民提供电信普遍服务,达到网络扶贫的目的,仅靠直觉、不准确的信息进行预估是不严谨的,必须精确规划,利用好工具,准确分析,科学规划,充分发挥900MHz低频段的覆盖优势,精准选址,尽可能地增大单个基站的覆盖范围,确保覆盖目标的效果,并节省投资。

2 当前选址的局限性

在以往方案规划制定过程中,一般会利用仿真软件,结合三维数字地图和校正的传播模型,按初步设定的站点位置

进行模拟仿真,考察覆盖效果是否达标,如不达标,再进行站址或工程参数的调整。这类方法主要适用于对成片区域进行覆盖规划,而在偏远贫困区域进行方案制定时,由于覆盖目标分散,根据现网900MHz覆盖能力,用更少的站点尽量多地实现目标覆盖,通过传统仿真的方式进行就较为困难。原因主要为:一是农村区域所需的仿真地图基本为50MHz精度的,进行小面积区域仿真时,各仿真区域无线环境差异较大,因此仿真效果因精度、传播模型的原因与实际情况相差较大;二是每个点都进行一次仿真,即使是熟练的规划人员,效率也非常低。

其他地图软件,如mapinfo可以用于平原地区的方案制定,根据覆盖目标的分布,选定合适的站点位置,不考虑无线信号阻挡方面的因素,适用于平原地区,但在山地区域运用效果较差。Google Earth软件可以进行三维剖面图的分析,将选点的站址和覆盖目标区域进行路径连线,然后再分析这条路径上站点和覆盖目标间是否有山体阻挡。虽然可以达到效果,但操作繁琐,因为覆盖目标多而分散,拉线路径就较多,且一旦某条路径上有严重阻挡,站点必须换址,然后又需重头拉线考察是否有阻挡,选址效率低下。

3 FDD 900MHz选址规划

相比常规采用的Okumura-Hata模型,在西部偏远贫困山区进行覆盖预测时,不能忽略地形方面的影响因素。分析贵州网络扶贫区域普遍的地形地貌,如图1所示,基本都为丘陵起伏、山体沟壑较多的区域。Okumura-Hata模型见公式(1)。提供了一些经验修正因子,其中就包括 K_n -丘陵地校正因子。

$$K_h = \begin{cases} 0 & \Delta h < 15 \\ -(-5.7 + 0.024\Delta h + 6.96 \lg \Delta h) - (9.5 \lg h_1 - 7.2) & \Delta h \geq 15, h_1 > 1 \\ -(-5.7 + 0.024\Delta h + 6.96 \lg \Delta h) + 7.2 & \Delta h \geq 15, h_1 \leq 1 \end{cases} \quad (1)$$

其中, Δh 为地形起伏高度,定义由接收点算起,向基站方向延伸10km,在此范围内计算地形起伏高度10%~90%的差值,与贵州多次起伏的山地、丘陵地形较吻合。进一步对贵州丘陵典型的丘陵起伏地形进行分析,如图2所示。

Δh 基本为60~95m; $h_1 = h_{mg} - \Delta h / 8 - h_{min}$, h_{min} 为计算坡面上 Δh 的最小地形高度, h_{mg} 为内接收点的地形高度。经分析, h_1 参数和覆盖目标的位置有关。在实地勘察后得到,村落绝大部分都分布在丘陵地区的山脚或半山腰上。经计算得出, $h_1 \leq 1m$,因此选择 $\Delta h > 15m$, $h_1 \leq 1m$ 的 K_h 公式计算,得出 $K_h = -3.15 \sim -0.91$,建议取均值 $\Delta h = 75m$ 对应的 $K_h = -1.95dB$,然后再带入常规的Okumura-Hata模型主公式中进行计算,见公式(2)。

$$L_p = 69.55 + 26.16 \times \log(f) - 13.82 \times \log(Hb) - a(Hm) + [44.9 - 6.55 \times \log(Hb)] \times \log(d) + K_h \quad (2)$$

其中, L_p 为路径损耗; f 为工作频率(MHz),本次取900MHz; Hb 为基站高度(m),本次取40m; Hm 为手机高度(m),本次取2m; d 为手机到基站的距离(km),本次取1km; $a(Hm)$ 为移动台高度修正因子,与地形环境相关:本处取 $a(Hm) = [1.1 \times \log(f) - 0.7] \times Hm - [1.56 \times \log(f) - 0.8]$ 。

经最终计算,900MHz频段在1km的路损为113.83dB,而农村场景一般允许最大路损为133.6dB,最终可以算出在

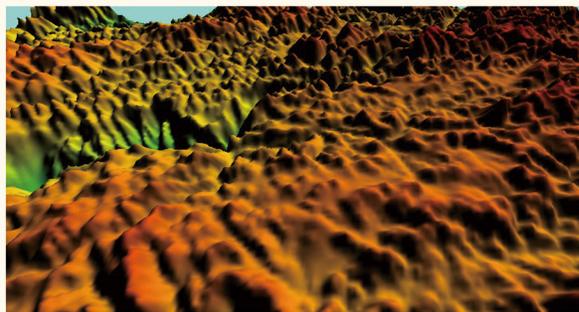


图1 贵州网络扶贫区域普遍的地形地貌

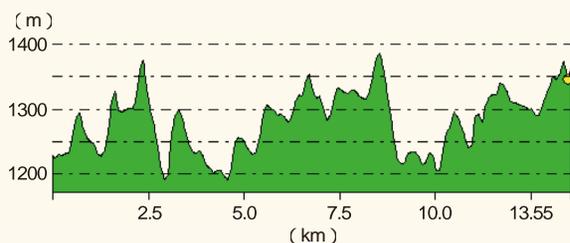


图2 贵州典型的丘陵起伏地形

山地丘陵区域900MHz的理论覆盖半径为3.74km,与一般农村区域4.22km覆盖半径相比,减少约500m。

因此要提升投资效益,保证覆盖目标的覆盖效果,并结合理论计算出丘陵地形覆盖范围,理想的站址就需实现覆盖3.5km范围内所有分散的覆盖目标。很容易想到的就是在该区域选择一个最高点进行建站,但需要注意的是最高点与覆盖目标之间若有太多的阻挡,根据无线点播的传播特性,电磁能量的传播主要通过第一菲涅尔区传播,只要第一菲涅尔区不被阻挡,就可以获得近似自有空间的传播条件。为了更好的覆盖效果,要满足基站与覆盖目标之间的阻挡障碍物尽可能不超过20%,否则电磁波多径传播就会产生不良影响,达不到覆盖效果。

4 精准选址方法案例

为高效地达到上述选址要求,可选择利用工具软件Global Mapper进行。Global Mapper能够通过加载tif、hgt等格式的高程数据文件,进行直观、定量的三维分析,并能查看整个覆盖环境3D图形,得知覆盖目标周围的制高点,又能分析电磁波传播方向的剖面图,并进行简单的基站模拟覆盖分析,从而得知基站的大致覆盖范围、与覆盖目标之间是否有阴影阻挡等。精准选址方法举例如下。

步骤一: 考察覆盖目标区域的3D地形

在网络扶贫工程中,首先需要到偏远山区的村民住户聚集地情况进行覆盖普查,找到主要的覆盖目标区域,采集其经纬度,并在地图上进行标识,一般可以是点或一个封闭区域,导入对应区域的SRTM高程数据文件,如图3所示。

其中红色房屋点就是需要覆盖的贫困村组,可以看出在网络扶贫工程中,需要进行覆盖的贫困村组目标都较为分散,如何精准选址,以尽量少的站点覆盖更多的贫困村组就非常关键。

利用软件对村组相对集中的一个区域进行3D视图观察,该区域有12个村组,面积在18km²左右,如图4所示。

从3D视角图中可以发现,村组和村组之间多有丘陵山

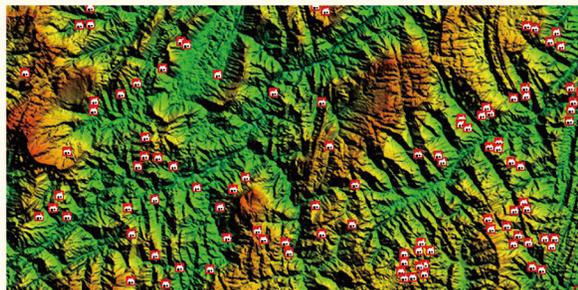


图3 导入对应区域的SRTM高程数据文件

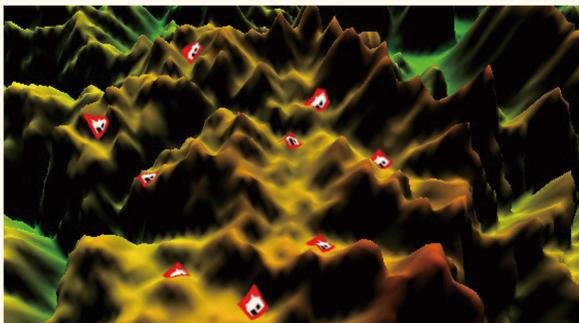


图4 对村组相对集中的一个区域进行3D视图观察

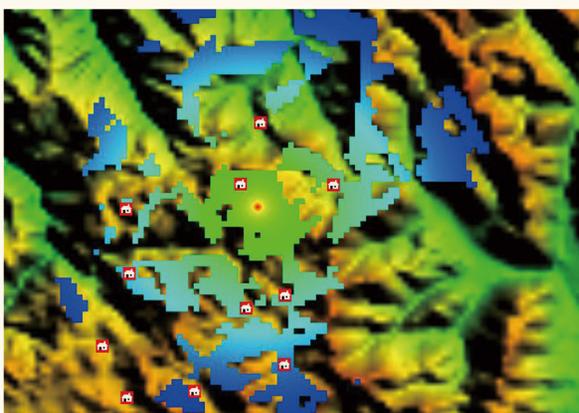


图5 某一选点位置覆盖效果

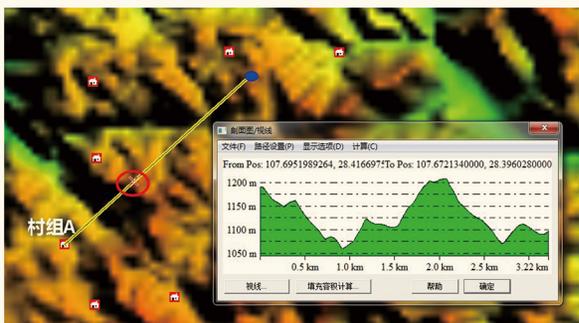


图6 未覆盖到的边缘村组A剖面图

体阻挡，如按以往选址方式，一般会选择中间位置较高的山头，然后再进行现场初勘，根据现场勘察反馈情况，如是否有阻挡、覆盖目标是否都在视距范围内来调整确定，但最终覆盖效果受勘察人员主观因素和专业水平影响较大。

步骤二：初选站址，进行简单的覆盖模拟

在经过该区域地形的整体观察后，可以初步选出多个站点位置，利用软件模拟发射功能，可以设置发射机高度、收集机高度、覆盖半径、第一菲尼尔区域地带空隙的衰减，将上述计算的覆盖预测值代入后，就可以进行单点简单的仿真，对其中覆盖效果最好的站址进行保留，其某一选点位置覆盖效果如图5所示。

可以看出如选择图5中红点位置，该站址基本可以完成9个村组的覆盖，边缘村落的电平值预测在-111dBm左右，未覆盖的少数区域可以再利用拉远或者周边其他站点进行覆盖。

因此利用软件可以高效的在地图上选点，当站点位置不合理时，可以快速变换位置得到预测结果，实现精准选址、降低投资的目的。

步骤三：剖面图分析

对于未覆盖到的边缘村组A，经剖面图分析，在距离基站2km处因有一处稍高于基站位置的丘陵山体阻挡，且村组A距离基站位置3.4km，也处于覆盖边缘，因此该村组无法有效覆盖，后续可以通过RRU拉远方式或周边其他站点解决，具体如图6所示。

5 结束语

在进行网络扶贫的过程中，对偏远山地丘陵区域的覆盖，利用更少的站点达到覆盖更多村组、提升投资效益的目的。因此高效的选址方法就显得非常重要，通过奥村模型-丘陵地形进行覆盖预测，进一步提升在山地丘陵地形的覆盖预测准确度，再结合工具软件，应用3D视图的地形分析，快速地仿真验证。相比以前缺乏的地形地貌信息，通过个人经验判断，更进一步提升了选址的精准度。但需要注意的是基站选址除根据地形外，还需考虑是否有过覆盖、与周边站点是否存在干扰，建设方面还要考虑偏远山区的建设难易度和后期优化维护的便捷性。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

刘凯凯

硕士，毕业于重庆邮电大学，高级工程师，现就职于中国移动通信集团设计院有限公司重庆分公司，长期致力于无线网络规划设计技术的研究和跟踪。

CMNET多核心省网流量控制与优化研究

郑仁富

中国移动通信集团福建有限公司

摘要 介绍CMNET多核心省网的常见组网结构,并研究利用BGP特性和层次化虚拟下一跳技术进行省网流量控制与优化的方法,有效解决多核心多链路的负载均衡,保障传输链路资源的高效率。

关键词 流量优化 BGP 多核心省网 虚拟下一跳

1 引言

随着“宽带中国”战略的深入推进,高覆盖下用户数的增长和提速降费下接入带宽的提升,以及4K高清视频、虚拟现实(VR)、5G网络等大流量内容资源的不断丰富,CMNET的流量呈现出爆发式的增长。流量的增长与带宽紧张、成本昂贵的网络资源之间的矛盾愈加突出。因此,研究如何通过有效的流量控制与优化,提升在一定带宽资源和多业务环境下传输资源的使用效率,具有重要意义。

2 CMNET多核心省网的组网

2.1 常见组网架构

根据各省的业务量情况,CMNET省网一般有双核心、四核心、八核心3种组网架构,经典拓扑结构如图1所示,省网核心PB(Province Backbone)设备基本上是成对互相备份部署的,以口字型上联CMNET骨干网。为了提高业务的可靠性和传输资源的利用率,四核心架构以口字型组网为主,八核心架构以长方体组网为主。

协议部署上,CMNET省网选用边界网关协议(BGP)+中间系统到中间系统的路由选择协议(ISIS)的路由结构。其中使用ISIS路由协议作为内部网关协议(IGP),主要承载loopback和链路地址路由,确保网络的连通性;使用BGP承载业务路由。

2.2 存在的问题

第一,国干下行到省网和省网下行到地市城域网的流量在多链路上的负载分担调整,基本上只能按IP地址段凭经验利用BGP的属性做手工调整,没有可靠的依据,导致各链路

的流量不均衡,并且易受业务使用影响。IP地址段产生的流量变化很大,需要频繁地人工调整流量。

第二,省网各核心PB设备之间的互联链路上的流量居高不下,需要不断扩容;并且存在次优路由,宝贵的传输资源没有得到合理的利用。

3 省网流量的控制与优化

3.1 BGP和虚拟下一跳技术

边界网关协议(BGP)是一种运行于TCP上的自治系统路由协议。BGP用于在不同的自治系统(AS)之间交换路由信息。BGP属于外部网关路由协议,可以实现自治系统间无环路的域间路由。BGP是沟通Internet广域网的主要路由协议,例如不同省份、不同国家之间的路由大多要依靠BGP。由于可能与多个不同的AS相连,在一个AS内部可能存在多个运行BGP的边界路由器。在同一个AS中的两个或多个对等实体之间运行的BGP被称为IBGP(Internal/Interior BGP);归属不同AS的对等实体之间运行的BGP被称为EBGP(External/Exterior BGP)。

虚拟下一跳技术(VNH)是为了解决BGP中只选择最优路由给自己使用的问题,采用现网中没有使用的任意虚拟IP地址,以引导实现多条链路场景中的负载均衡技术。

3.2 省际流量的控制与优化

3.2.1 常见的流量调整方案

省际路由器之间采用EBGP邻居传递业务路由,但是存在多条路径时,BGP路由器只选取最优路由使用,并且只把自己使用的路由通告给相邻体,这一特点将导致多条链路之

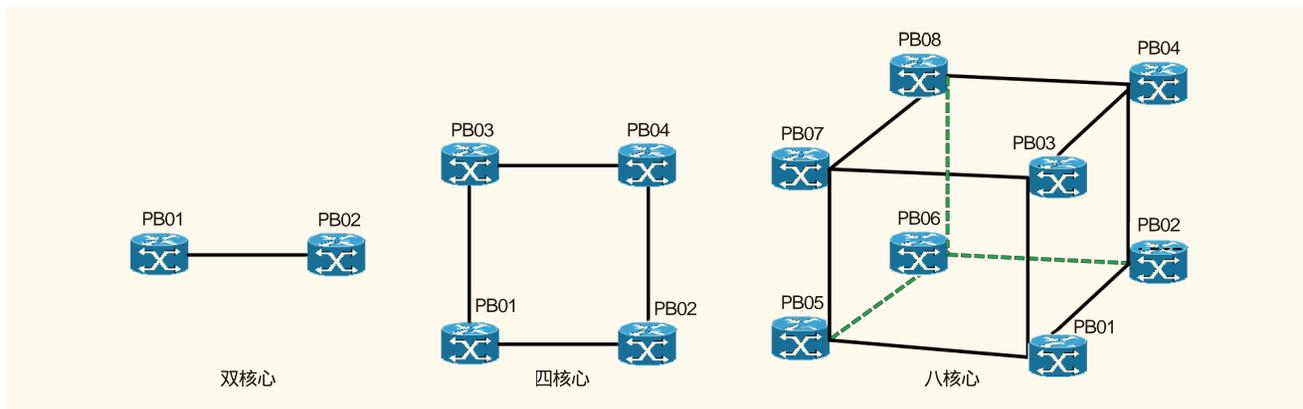


图1 CMNET省网经典拓扑结构

间负载不均衡。因此，经常使用BGP的路由属性进行流量的调整和优化。

对于省网出口，主要是回省流量较大，容易出现带宽利用率的瓶颈，所以本节以四核心出口为例，讨论回省流量模型。

回省流量也叫入省流量，为了保证回省流量在多条链路上的负载均衡，以及尽可能减少迂回横穿的流量，最常用的调整方案就是PB在给BB/BC（以下以BC为代表）发布BGP路由时配置不同的MED属性值。例如，PB1在发布业务网段192.168.100.0/24的路由时，MED值设为50；在发布业务网段192.168.200.0/24的路由时，MED值设为100。PB3则相反，在发布业务网段192.168.100.0/24的路由时，MED值设为100，在发布业务网段192.168.200.0/24的路由时，MED值设为50。当然，技术上也可以通过BGP的AS-PATH、Local-preference等属性来调整。但每个网段的流量是不等的，会随时间产生波动，所以该方案的缺点是：需要人工频繁调整，维护非常繁琐。

另外，如果A市下挂192.168.100.0/24业务路由，省网内BGP优选的为PC1，则骨干网流量进入省网后，将通过PB之间或PC之间的链路横穿，无形中浪费了传输链路的带宽资源。

3.2.2 层式化的VNH技术方案

文中采用两级的虚拟下一跳技术（VNH），实现骨干网流量到地市的灵活负载均衡，并走最优路径。第一级是骨干网到省网的流量，也就是BC到PB的流量；第二级是省网到各地市的流量，也就是PB到PC的流量。下面以第一级为例，介绍具体的实现方法。

第一步，首先根据省网多核心路由器下挂业务的情况，确认需要的虚拟IP地址个数（这里的虚拟IP地址为现网中没有使用，也就是没有路由的任何地址）。以图2为例，一般需要3个IP地址：用于引导同时下挂在省网的4台核心路由器的业务回省流量，类似A市的组网，这里假设IP地址为10.10.10.1；用于引导只下挂在省网的一对核心路由器的回省

流量，类似B市的组网，这里假设PB1和PB2下挂业务对应的虚拟IP地址为10.10.10.2，假设PB3和PB4下挂业务对应的虚拟IP地址为10.10.10.3。

然后在所有与本省PB连接的BC设备上，配置静态路由（文中的配置脚本均以华为厂商的命令为例）。

```
ip route-static 10.10.10.1 255.255.255.255 ×.×.×.×
preference 10
ip route-static 10.10.10.2 255.255.255.255 ×.×.×.×
preference 10
ip route-static 10.10.10.3 255.255.255.255 ×.×.×.×
preference 10
```

其中，×.×.×.×为BC与PB互联链路的具体接口地址。由于骨干网IGP使用ISIS（引入静态路由的默认优先级为15），为了避免路由学习异常，静态路由的优先级配置应低于15，文中选用10。

第二步，在BC网元上的IGP中引入静态路由（一般需要通过路由策略引入），配置如下。

```
route-policy vnh permit node 10
if-match ip-prefix vnh
ip ip-prefix vnh index 10 permit 10.10.10.1 32
ip ip-prefix vnh index 10 permit 10.10.10.2 32
ip ip-prefix vnh index 10 permit 10.10.10.3 32
isis 10
import-route static route-policy vnh
```

第三步，在PB网元上根据实际需求，通过路由策略把发给骨干网的BGP路由由下一跳改为虚拟IP地址。如，针对A市组网的业务路由，将下一跳改为10.10.10.1；针对B市，将下一跳改为10.10.10.3。针对A市的实现配置如下，其中×.×.×.×为骨干网路由器的loopback地址。

```
route-policy vnh-bgp permit node 10
apply ip-address next-hop 10.10.10.1
```

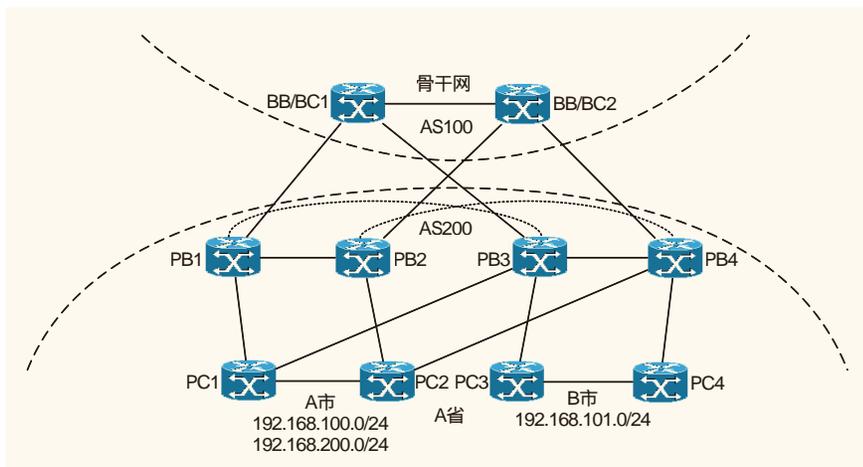


图2 省网多核心路由器下挂业务示意

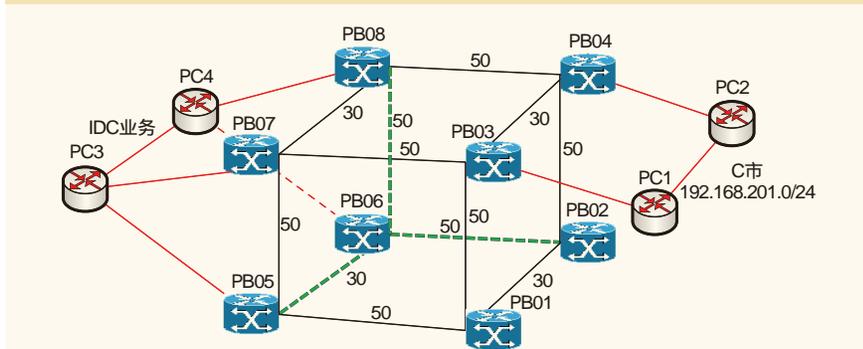


图3 多出口链路的流量负载均衡

```

bgp 200
peer x.x.x.x as-number 100
peer x.x.x.x connect-interface LoopBack0
ipv4-family unicast
peer x.x.x.x enable
peer x.x.x.x route-policy vnh-bgp export
    
```

配置完成后，在骨干网的所有网元（除了直连的BC设备）做数据转发时，先查路由，虽然优先查询其中一条，但是下一跳地址是虚拟IP地址，然后通过路由迭代查询虚拟IP地址的路由，下一跳将由IGP中多个下一跳进行负载分担。

第二级虚拟下一跳技术同第一级一样，只不过是PB与PC设备之间。通过现网的测试，在完成两级的虚拟下一跳技术部署后，可以实现流量在多链路的负责均衡和走最优路径。部署后A市的业务流量路径为：BC1→PB1→PC1；BC1→PB3→PC1；BC2→PB2→PC2；BC2→PB4→PC2。B市的业务流量路径为：BC1→PB3→PC3；BC2→PB4→PC4。

3.3 省内流量的控制与优化

据统计，各省的省内流量已经超过省际的流量，而且按

照发展趋势，省内流量的占比将会快速增加，所以省内流量的调优是当前的重要工作之一。

本节介绍的省内流量主要是指本省的互联网数据中心（IDC）业务（包括IDC引入资源、内容分发网络（CDN）、Cache和各种业务平台等）与省内各地市客户业务之间需要经过省网核心网元转发的流量。

IDC业务的流量瓶颈主要在于出流量，所以最常见的做法是调整多条出口链路的流量负载均衡，如图3所示。一般是控制成PC3、PC4到PB的4条链路的流量负载均衡，然后根据省网内BGP路由和IGP路由的迭代，进行数据流量的转发。最后，通过BGP的MED值和IGP的cost值来调整省网内部8条链路的（正方形的8条边）流量。如果利用率依然超过阈值，则进行链路扩容。这样的方案看似合理，其实流量的路径存在冗余，传输资源使用效率低下。

以IDC业务到C市的流量为例，如果C市未部署虚拟下一跳技术，对于C市的192.168.201.0/24业务路由，在省网内假设BGP优选的是PB3到PC1的互联接口地址为下一跳，则可能出现的流量路径有11条。

- IDC业务流量到达PB7后存在1条等值路径（IGP的cost值为50）：①PB7→PB3→PC1。
- IDC业务流量到达PB8后存在2条等值路径（IGP的cost值为80）：②PB8→PB4→PB3→PC1；③PB8→PB7→PB3→PC1。
- IDC业务流量到达PB5后存在2条等值路径（IGP的cost值为100）：④PB5→PB1→PB3→PC1；⑤PB5→PB7→PB3→PC1。
- IDC业务流量到达PB6后存在6条等值路径（IGP的cost值为130）：⑥PB6→PB5→PB1→PB3→PC1；⑦PB6→PB5→PB7→PB3→PC1；⑧PB6→PB8→PB4→PB3→PC1；⑨PB6→PB8→PB7→PB3→PC1；⑩PB6→PB2→PB1→PB3→PC1；⑪PB6→PB5→PB7→PB3→PC1。

其中只有路径①为最优路径，其他10条路径均为次优路径。

基于以上分析，可以看出为了保证IDC出口流量的负载均衡，到达C市的流量将会出现11条路径。根据IGP cost值的不同，主要分成4种情况。因此，提出在PB给IDC出口的PC

（下转14页）

光缆网优化解决方案研究

欧洁云 孟永亮 徐艺滨

中国移动通信集团广东有限公司中山分公司

摘要 随着业务的不断发展,一张光缆网在建设、使用过程中,暴露出业务接入归属混乱等问题,通过对业务归属区域进行优化,提出接入层及接入主干光缆相关优化解决方案,对现有网络资源进行整理、再利用,提高网络资源利用效率。

关键词 光缆网 业务归属 接入层优化

1 前言

随着全业务的发展,各大运营商在传输网建设中逐步进行一张光缆网的规划和建设,但一张光缆网的建设是一个逐步推进的过程,业务汇聚区域的划分经历了从综合接入区到微网格的细化过程,而接入主干光缆和分纤点的覆盖同样经历了从低密度、大范围覆盖到高密度、小区域覆盖的过程。在一张光缆网的建设过程中,业务的发展是持续进行的,由于一张光缆网建设初期资源未覆盖,或原来综合业务区进行裂变以及微网格的逐步建成,部分业务变成跨综合接入业务区或微网格进行汇聚,不符合一张光缆网的业务按区域汇聚的原则,导致部分接入主干光缆、分纤点和OLT设备的资源利用率偏高、资源集中化,间接带来部分汇聚机房的空间、电源问题,不仅光缆路由长、跳纤点多,同时造成基站接入光缆纤芯资源紧张。

通过对各个综合接入区及微网格业务归属进行整理,一方面有利于释放网络资源;另一方面可以梳理网络架构,方便运行维护。对于业务归属的整理优化,提出两种解决方案:接入层优化方式和接入主干光缆优化方式。

2 接入层优化解决方案

以“综合业务接入区”为依托,根据OLT设备及主干光缆环的分布情况,“网格化”划分综合业务接入区,在每一个综合业务接入区内开展宽带接入网、接入层优化,明确业务归属区域,实现网络与业务的精准匹配。

(1)对于原有通过基站跳纤接入的业务点,在主干光缆环完成新建覆盖后,业务点直接新建较短距离光缆至光缆交接箱,不再通过基站进行长距离多级跳纤。

(2)对于原有通过布放光缆跨区域接入的业务点,在主

干光缆环完成新建覆盖后,业务点接入就近光缆交接箱,原有长距离接入光缆拆除或作为基站接入光缆使用。

(3)对于原有配线环改主干环接入的业务点,原有配线光缆环优化为主干光缆环后,进行业务点上联光路优化,调整上联至新建OLT。

2.1 优化模型

模型一:通过基站跳纤接入的业务点优化

原有业务开通时,新放接入光缆接入就近基站,同时敷设沟通光缆对基站接入光缆和主干光缆环进行沟通,再通过设置在基站内设置分光器逐站跳纤至较远的OLT。这导致接入光缆路由长、跳纤点多、光衰较大,造成光缆故障点较多、维护困难等问题。原有接入方式示意如图1所示。

在完成新建主干光缆环覆盖后,业务点直接新建较短光缆至光缆交接箱,不再通过基站进行长距离多级跳纤。明确业务归属,同时可腾出较多的管孔和纤芯资源,接入光缆的长度短、跳纤点少、光缆衰耗小、故障节点少,从而更利于光缆的维护,提升安全性。优化后接入方式示意如图2所示。

模型二:通过布放长距离光缆跨区域接入的业务点优化

早期部分业务点开通时,附近无主干/配线光缆环资源,只能通过布放较长距离直达光缆至主干环光缆交接箱接入PON。普遍存在占用管孔资源多、接入光缆路由长、光衰大等问题。原有接入方式示意如图3所示。

在完成就近主干光缆环覆盖后,业务点接入就近光缆交接箱,原有长距离接入光缆拆除或作为基站接入光缆使用,从而使业务归属明确,并可腾出较多的管孔和纤芯资源,接

入光缆的长度较短，光缆衰耗较小，占用管孔资源较少。优化后接入方式示意如图4所示。

模型三：原有配线环改为主干环接入的业务点优化

部分早期建设的OLT覆盖范围较大，配套主干光缆环还下带一个或若干个配线光缆环。存在一些业务点通过新建接入光缆到配线光缆交接箱，再通过配线光缆交接箱内设置分光器跳纤至较远的OLT，导致光路长、光衰大、OLT负

荷重等问题。原有接入方式示意如图5所示。

后期将原有配线光缆环优化为主干光缆环后，需进行业务点上联光路优化，优化跳纤上联至新建OLT，明确业务归属，达到OLT负荷均衡，同时上联光路长度较短，光缆衰耗较小。优化后接入方式示意如图6所示。

2.2 优化实施流程

接入层优化方式的整个优化流程如下。

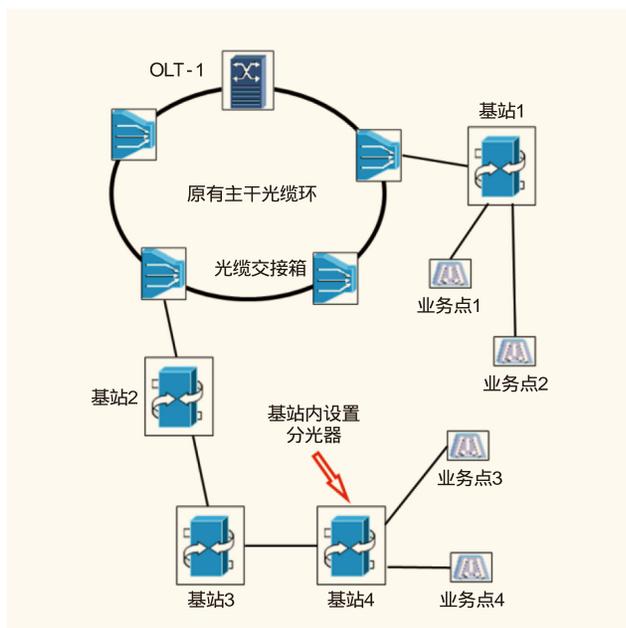


图1 模型一原有接入方式示意

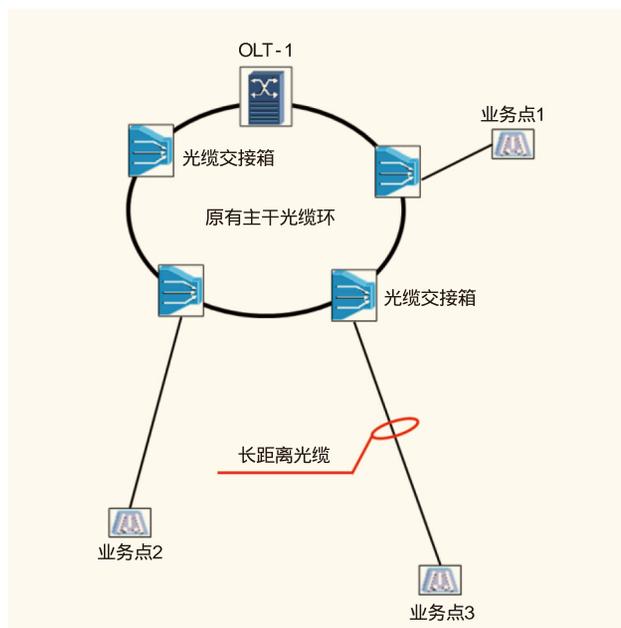


图3 模型二原有接入方式示意

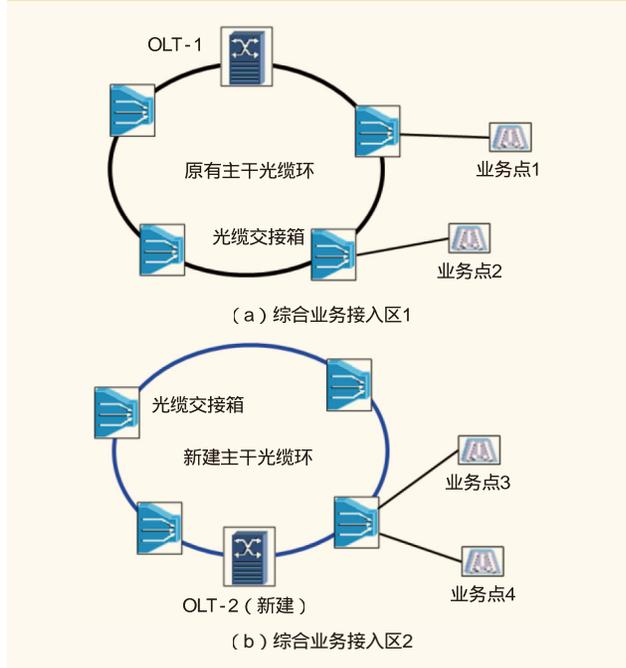


图2 模型一优化后接入方式示意

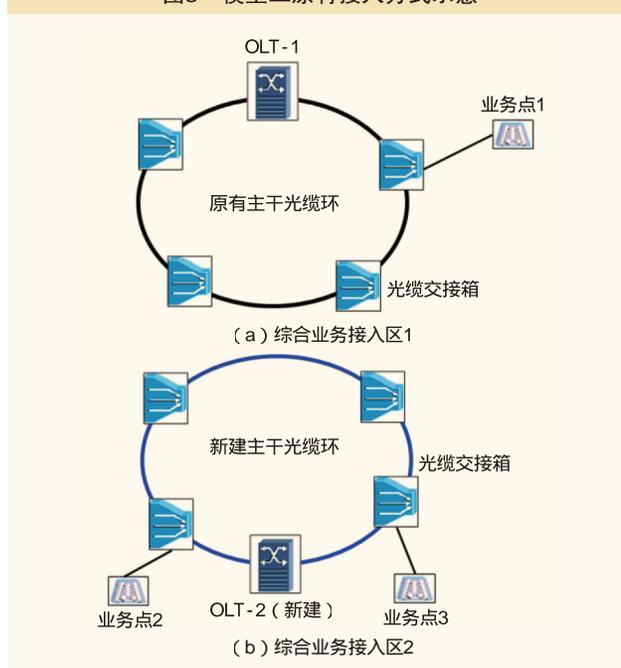


图4 模型二优化后接入方式示意

(1)对于业务中断影响比较大的业务点，重新布放接入光缆到归属区域内的分纤点；对于业务中断影响小、原有接入光缆长度可以满足重新布放要求的业务点，将原有接入光

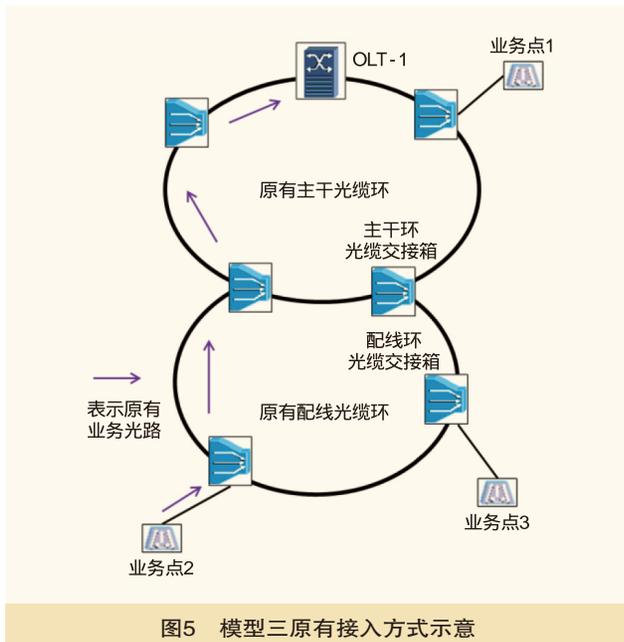


图5 模型三原有接入方式示意

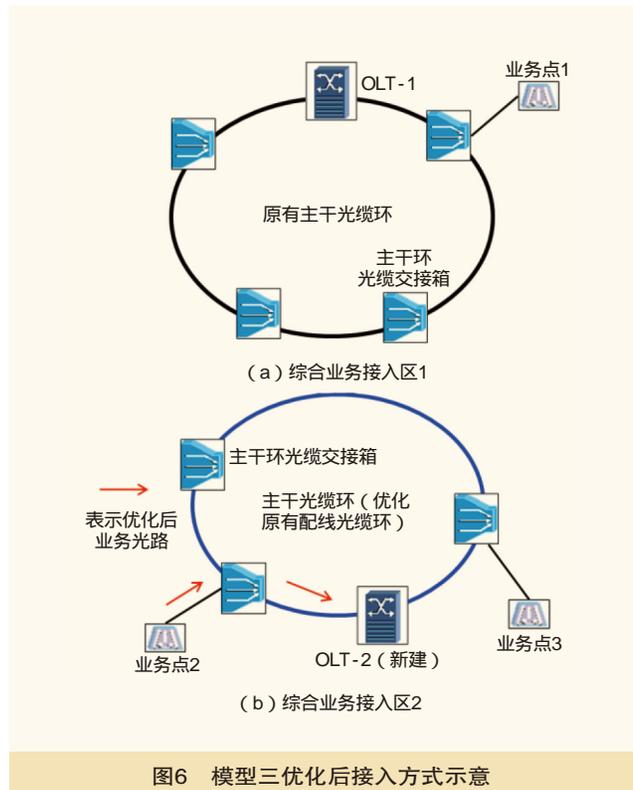


图6 模型三优化后接入方式示意

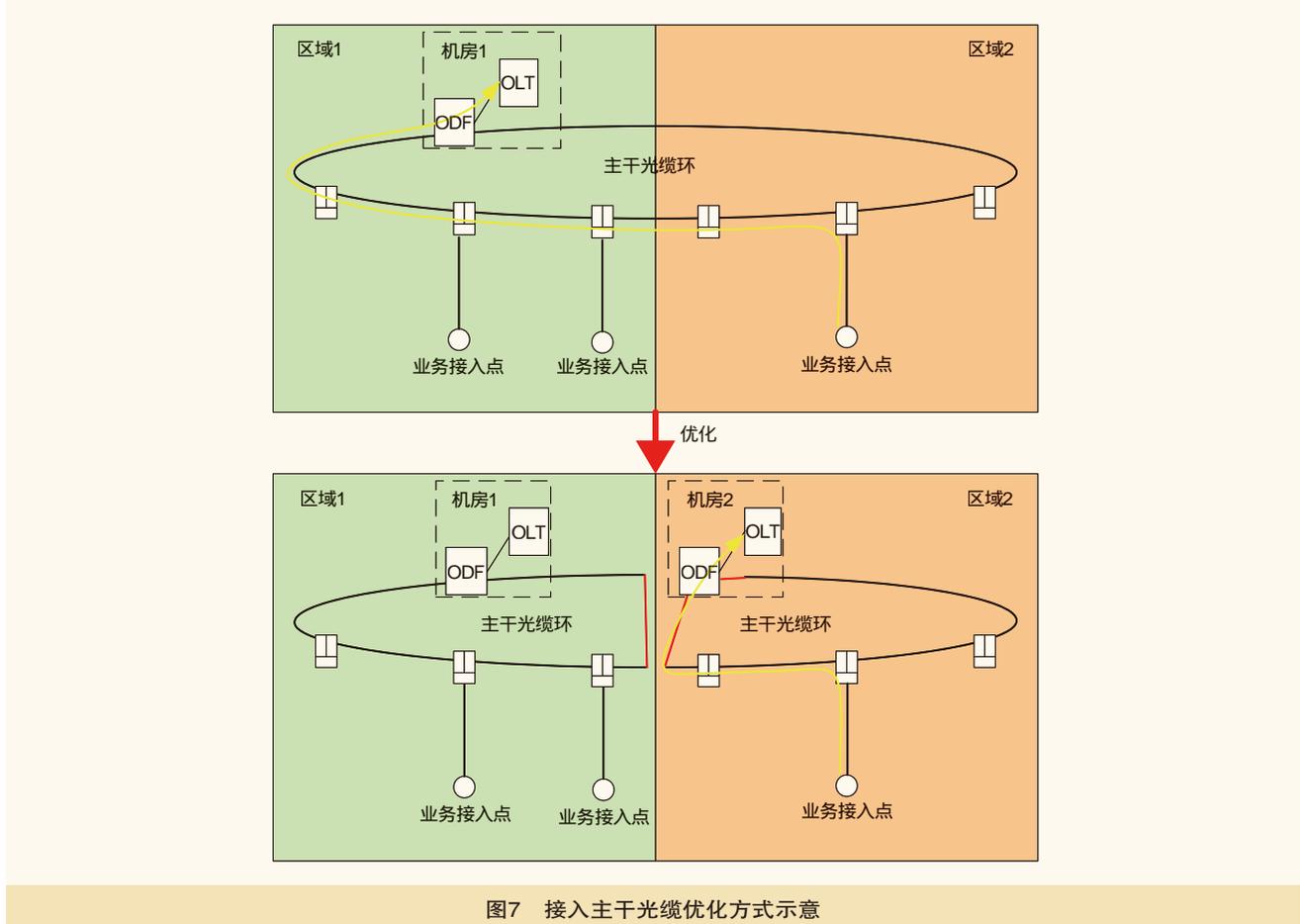


图7 接入主干光缆优化方式示意

缆割接到归属区域内的分纤点。

(2)将业务从原上连的OLT设备割接到归属区域内的OLT设备,并做好相关信息资料的更新工作。

整个优化流程实施比较简单,对业务的影响比较小,但需要做好业务点属性核实、原有接入光缆核实、归属区域内OLT设备资源准备等工作,保证整个优化流程顺利实施。由于接入层优化方式的实施工程量比较小,可以采用分区域集中实施或者结合新建业务点的工程建设同步实施的方式。

3 接入主干光缆优化解决方案

当接入主干光缆跨区域敷设、接入主干光缆环内有管道路由满足接入主干光缆环分拆的情况时,采用接入主干光缆优化方式。该优化方式如图7所示。

接入主干光缆优化方式的整个优化流程如下。

(1)将需要分拆的接入主干光缆全进全出接入主干光缆到需要割接业务点所归属区域的机房。

(2)将业务割接到归属区域的OLT设备,为接入主干光缆环的分拆做好准备。

(3)在接入主干光缆环分拆的位置,布放接入主干光缆,为了满足分拆后接入光缆成环,新布放的接入主干光缆芯数为原接入主干光缆芯数的两倍,或者布放两条同芯数的接入主干光缆。

(4)完成接入主干光缆环的割接,将接入主干光缆环拆分为两个,分别汇聚区域内的业务。

整个优化流程的实施比较复杂,涉及较多业务的割接调整工作,并且存在比较大的局限性,当接入光缆主干环不

(上接10页)

发布路由时,通过策略把IGP的cost值作为业务路由的MED值,并在各地市出口部署虚拟下一跳技术。调优后的流量路径为:①PB7→PB3→PC1;②PB8→PB4→PC2,保证了最优路径,传输链路资源得到最优利用,并经过现网的部署测试,省网流量将下降至少30%。

4 结束语

在网络流量爆发式增长的时代,流量的控制和优化是一项长期性的工作。文中总结多核心省网流量控制中存在的问题,提出采用层次化的虚拟下一跳技术和灵活调整BGP路由属性的方法,实现多链路的负载均衡和流量路由的最优路径,使省网流

具备布放分拆光缆的管道路由时,优化方案无法实施。从实施效果来看,一个接入主干光缆环拆分为两个接入主干光缆环后,纤芯容量提升一倍,对于接入主干光缆环纤芯资源紧张、所经路由的管道资源紧张且无法新建接入主干光缆的情况,分拆接入主干光缆环的优化方式是一个比较好的提升纤芯容量的方案,不但提升了接入主干光缆环的纤芯容量,同时调整了业务点的归属,达到相得益彰的效果。

4 结束语

通过业务归属区域优化,一方面理顺了网络资源的归属关系,有利于网络维护,均衡网络负载,避免出现超大汇聚点而带来的其他网络、安全问题;另一方面,通过业务归属区域优化,对现有网络资源进行整理、再利用,提高了网络资源的利用效率。

参考文献

[1] 刘佳兴,王月定,储浩然.关于中国移动“一张光缆网”融合策略的研究[J].中国新通信,2014(12)

[2] 何培鹏,程东洋.一张光缆网规划建设策略[J].中国新通信,2015(10)

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

欧洁云

硕士,电子工程师、高级技师(通信网络管理员),主要研究方向为本地传输网、宽带接入网、IP城域网。

量至少下降30%,有效提高传输资源的使用效率。

参考文献

[1] Wikipedia.Border Gateway Protocol [EB/OL].https://en.wikipedia.org/wiki/Border_Gateway_Protocol,2018

[2] 邓炜,赵武,范春湘.利用BGP虚拟下一跳技术实现IP骨干网流量负载均衡[J].电信工程技术与标准化,2009(8)

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

郑仁富

硕士,工程师,主要研究方向为IP网络技术。

基于华为SDH承载的银行专线与传统专线传输接入组网的比较分析研究

朱家胡 廖楚林 詹鹏飞 潘广津 杨彬

中国移动通信集团广东有限公司中山分公司

摘要 随着专线业务的大规模发展，客户对业务的保障越来越高，仍然使用原有SDH组网方式去支撑专线业务的发展遇到了难以解决的困难。针对大规模发展的银行类专线组网提出多种新型组网方式，解决用户的需求问题，同时保障业务的强健运行。对提出的新型组网方案与传统的专线组网模型进行比较分析，指导后期各类市场各个领域的专线网络结构，促进SDH网络承载专线业务的发展。

关键词 专线 组网 SDH

1 前言

集团专线按其业务类型可以分为语音专线、互联网专线、数据专线和电路租用4种类型；按照专线组网类别可以分为点到点的专线以及点到多点的专线或专网形式；在网络实际开通过程中会将专线按其等级重要性划分为AAA级专线、AA级专线、A级专线和普通专线4种类型，每种类型具有不同的服务响应时长，用以区分重要程度。

随着业务需求大规模的增加，现今集团客户对传输网络接入的稳定性及安全性追求越来越高，传统SDH承载业务的组网方案已经不能满足市场的需求，而PTN技术的发展并不能获得一些金融企业的青睐。因集团专线的客户规模逐渐增大，特别是金融企业，具有一定的社会影响力及市场，因而在一定程度上成为通信市场的一部分收入来源。一些企业坚持使用原有的SDH网络技术进行传输的接入，传统的SDH组网方式在一定程度上会影响客户的故障率，阻碍客户市场的发展。因此，亟待研究一种可行的组网方案，满足客户的需求。下面从组网角度提出几种金融专线的传输接入组网模型，保障金融专线传输接入的网络安全。

2 SDH承载专线传输接入组网现状

常见的SDH承载专线传输接入组网方案如图1所示。

方案一，在客户侧部署一台华为SDH OSN500设备，直接通过光纤上联至链状的基站METRO1000设备，由基站传输设备链路上传到汇接局的2500+设备后，再利用原有的SDH传送网回到局端机房，实现专线业务的开通。

方案二，在客户侧部署一台华为SDH OSN500设备，直接通过光纤上联到基站环中的一台METRO1000设备，由基站传输设备链路上传到汇接局的2500+设备后，再利用原有的SDH传送网回到局端机房，实现专线业务的开通。

方案三，在客户侧部署一台华为SDH OSN500设备，直接通过光纤上联到汇接局的2500+设备后，再利用原有的SDH传送网回到局端机房，实现专线业务的开通。

这三种传输接入组网方案都方便监控及维护，占用设备及光缆资源少，建设成本低，但安全稳定性差。安全稳定性差主要体现在如下几个方面。

方案一在网络运行过程中会经常因为上联的基站METRO1000设备停电而导致客户侧业务中断，以及因为METRO1000设备上联的光路中心或METRO1000设备与客户OSN500设备之间的光路中断而导致客户侧业务中断，因此，此方案安全性最差。

方案二在网络运行过程中会经常因为上联的基站METRO1000设备停电而导致客户侧业务中断，以及因为客户OSN500设备之间的光路中断而导致客户侧业务中断。

方案三在网络运行过程中会因为汇接局设备与客户设备之间的光路中断而影响客户业务。

3 提出的新型SDH传输接入组网模型

传统的几种专线传输接入模型安全稳定性差，只适合一些低成本投入的低价值客户。银行专线因其对安全性、保密性等要求更高，传统接入模型的安全性不能满足其日常生产。因

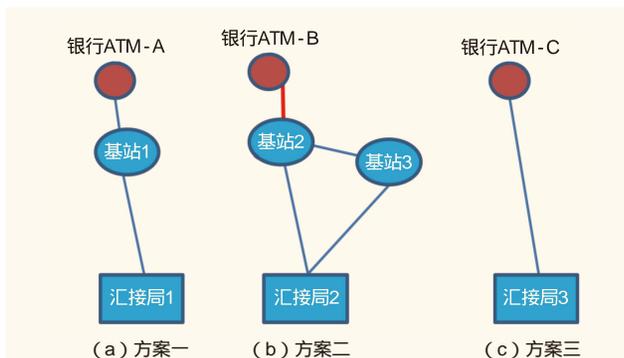


图1 传统的SDH承载专线传输接入组网方案

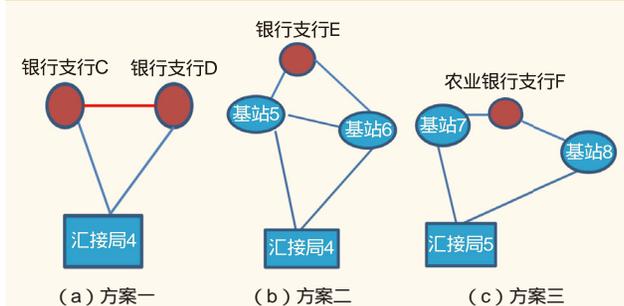


图2 三种新型银行专线传输接入模型

此提出三种新型银行专线传输接入模型,具体如图2所示。

方案一,在客户C侧部署一台华为SDH OSN500设备,在客户D侧部署另外一台华为OSN500的设备,两者之间进行光路的互通以及数据的成环保护,单独与运营商的汇接局2500+设备组网,再利用原有的SDH传送网回到局端机房,实现专线业务的开通。

方案二,在客户侧部署一台华为SDH OSN500设备,直接通过光纤上联到原基站环中的两台METRO1000设备,由基站传输设备链路上传到汇接局的2500+设备后,再利用原有的SDH传送网回到局端机房,实现专线业务的开通。

方案三,在客户侧部署一台华为SDH OSN500设备,直接通过光纤破开原来的基站环,重新组环到汇接局的2500+设备后,再利用原有的SDH传送网回到局端机房,实现专线业务的开通。

较传统的专线接入模型而言,提出的三种专线接入组网模型有效解决了上联基站停电导致业务中断的问题,同时有效解决了因上联光路中断而影响客户业务的问题,满足金融专线的安全保护功能特性,大大降低金融专线日常生产的网络故障次数。

提出的三种新型专线传输接入模型在应用场景上具有如下区别,可以针对不同场景进行不同的应用,充分发挥其最大的组网优势。

方案一需要客户设备有后备电源,保证客户设备可以进行不间断的电源保障,有效保障设备的运行,保证设备所在环网保护的完整性。

方案二的应用会占用更多传输原有的设备端口以及光缆资源,需要在基站传输设备端口及光缆资源丰富的情况下才能大规模的接入,此方案接入成环高,但可以独立专线业务的运行。

方案三需要客户侧机房具备方便进出的场景,也需要客户设备具有后备不间断电源,保证环网的完整性,以及支持进机房配合故障处理。该方案的成本低,但故障抢修时进出客户机房具有不便因素,对原有的基站业务影响较大,建议在基站业务较少的基站环进行。

4 结束语

随着互联网技术的发展,客户对安全性、稳定性、多样性以及未来易拓展性等方面越来越关注,对传输接入组网要求越来越高,形式也越来越丰富。从金融专线的网络保护高要求入手,提出并分析了三种新型传输接入组网方案,保证了金融专线网络的安全,对现网的专线或专网建设具有较好的指导意义。

参考文献

- [1] 王景平,赵海强.集团客户专线传输接入组网方案探讨[J].电脑知识和技术,2012(27)
- [2] 兰世战,马丽芳,黄明晖.集团客户专线接入组网安全性分析[J].科技传播,2012(12)
- [3] 刘光兵.MSTP以太网技术在集团客户专线组网中的应用[J].电信网络技术,2012(6)
- [4] 刘海峰.集团客户专线传输接入组网方案探讨[J].信息通信,2014(11)
- [5] 李伟强.移动运营商大客户专线接入传输分析[J].广东通信技术,2007(10)

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

朱家胡

硕士,现就职于中国移动通信集团广东有限公司中山分公司。

融合核心网关局改造方案研究

朱玉峰 王静雅 黄耀军

中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司

摘要

通过对IMS域与2G/3G互通网络结构的研究分析,发现随着VoLTE话务量的迅速增长,该网络结构中存在隐患和不足,提出进行关口局融合改造的必要性,并针对融合改造的难点关口局替换提出三种实施方案,分析方案的优劣,并在改造实施过程中验证选择方案的可行性。

关键词

关口局 MGCF 融合 VoLTE

1 引言

VoLTE是基于LTE网络为用户提供高质量语音业务的技术,对运营商的战略转型有着不同寻常的意义。随着各大运营商对VoLTE的快速部署商用,VoLTE话务量迅猛增长,VoLTE和2G/3G互通话务激增,关口局设备作为其中的连接点,瓶颈问题愈发明显,严重影响VoLTE业务的普及和发展。VoLTE语音业务流程优化、关口局容量扩容成为迫切需要解决的问题。

2 网络现状

2.1 网络互通现网架构

市场部门预测,“十三五”期间中国移动用户数及话务量情况如图1所示。从图1中可以看出,中国移动总用户数基本达到饱和,但4G用户数快速增长,VoLTE用户占比逐步增大。期间2G/3G话务量下降明显,电路域总话务量呈现缓慢下降的趋势,这主要是由于随着VoLTE规模商用,语音业务将逐步由IMS域承载。在中国移动用户逐渐从2G/3G向4G网络迁移的过程中,IMS域与2G/3G网络互通网元利用率将快速上升,逐渐成为阻碍VoLTE业务发展的瓶颈点。

现有网络结构如图2所示,IMS域与他网互通全部经过中国移动关口局GMSC/GMGW汇聚转接,同时域内还部署了边界网关MGCF,IMS和2G/3G用户之间的话务互通需经过MGCF、GMSC两个节点的处理和转发才能完成。

2.2 业务需求分析

IMS承载VoLTE语音业务之前,主要承载语音专线等固网类业务,与2G/3G用户的互通话务需求较小,MGCF网关与关口局网元分设,对现网业务影响小,有利于网络的

快速部署;IMS作为VoLTE核心网后,随着VoLTE话务量增加,现有的网络结构存在如下三方面的隐患。

(1)被叫锚定功能使关口局资源占用问题更加突出

为了使用户更加便捷、快速地使用VoLTE高清语音业务,快速提升用户规模,省内采用VoLTE无感知自动开通放号策略,但驻留在IMS域的比例较低(不足20%)。为了保证用户业务一致性,VoLTE用户的业务需要锚定到IMS域处理。由于主叫补充业务相对较少,中国移动采用“主叫不锚定,被叫锚定”的方案,即VoLTE用户作为被叫一定要经过IMS域处理,特别是主叫从CS网络发起呼叫时,会触发被叫锚定路由至IMS域处理。经核实,该类呼叫会导致对关口局容量的4倍占用和对MGCF容量的2倍占用。目前放号策略将导致该类VoLTE呼叫快速增多,这将对关口局和MGCF容量造成更大的冲击,具体流程如图3所示。

(2)网元功能重叠,存在重复扩容的问题

IMS和2G/3G互通话务激增,MGCF网元和关口局之间的连接存在瓶颈,需同时扩容MGCF和关口局两个网元容量。据测算,VoLTE发展迅速,某运营商内MGCF与关口局之间的话务量逐渐增大为约60万Erl;按照70%利用率测算,MGCF和关口局容量均需扩容至86万Erl,存在重复扩容问题。

(3)网元设备老化,容量受限

某运营商2G/3G网络关口局设备在网运行已超过10年,设备类型老旧,故障率较高,容量有限。该地区VoLTE业务发展较快,关口局设备利用率上升较快,已多次出现单板CPU过载告警。MGCF设备在网运行已超过7年。

综上,目前VoLTE与2G/3G网络的互通网络架构存在网元设备老旧、容量受限、重复扩容等隐患。根据2016年中

中国移动集团公司大力推进GMSC和MGCF融合，优化网络结构，提升用户体验的指导意见，结合某运营商网络实际情况，开展GMSC和MGCF融合改造成为VoLTE业务发展的迫切需求。现网关口局由于设备老旧，不具备MGCF的功能，融合改造前需先行开展关口局替换工作。

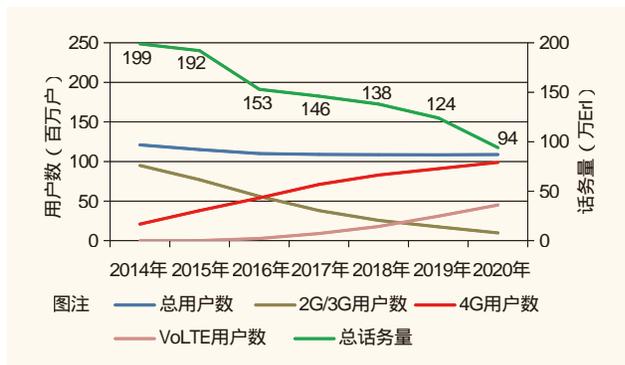


图1 中国移动用户数及话务量情况

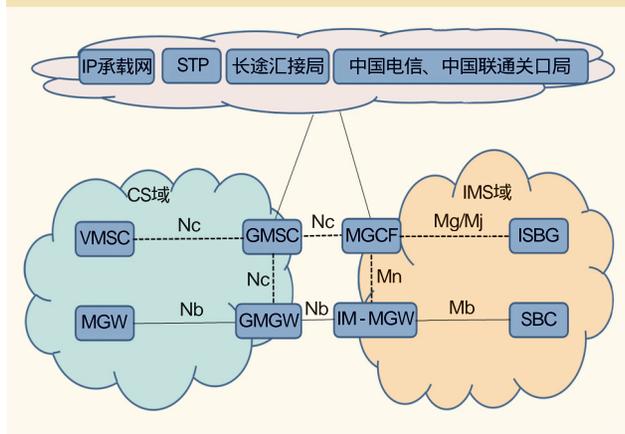


图2 现有网络架构

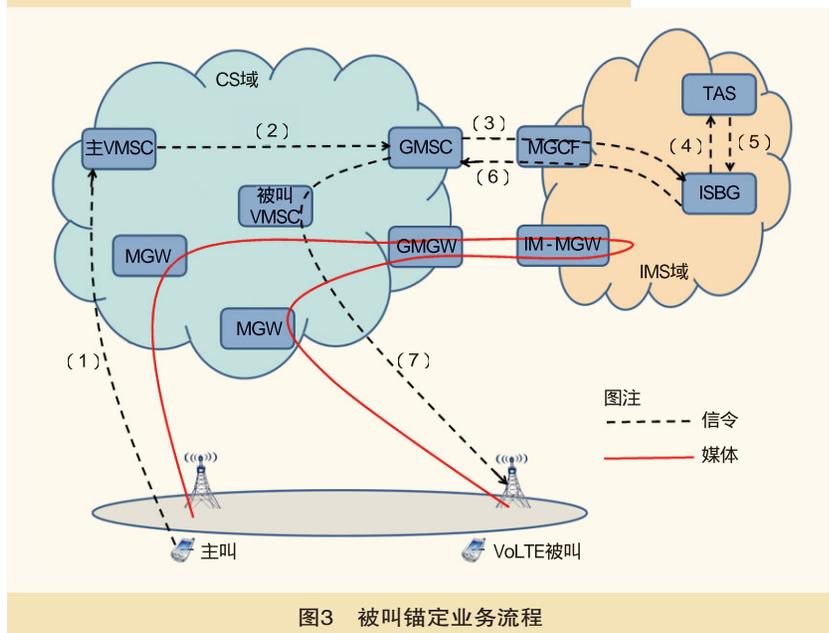


图3 被叫锚定业务流程

3 关口局替换方案

3.1 融合改造步骤

开展GMSC和MGCF融合步骤如下。

(1)GMSC改造升级或替换，支持MGCF功能。

(2)业务路由调整，业务通过GMSC转发，实现MGCF网元替换。

现网GMSC设备在网运行超过10年，设备老旧，不支持升级MGCF功能，性能无法满足融合后的业务需求，需进行新建替换。关口局设备在网络中起到现网与他网对接互通的作用，进行替换存在如下困难：

(1)关口局与STP、SCP、HLR、长途局、MGCF、他网运营商关口局、所有现网端局均有连接，涉及网元众多，互联关系复杂，替换操作影响范围巨大；

(2)与他网运营商互联以传统TDM电路为主，未做IP化改造，需逐条进行传输硬割接，替换工作量大。

因此，关口局替换为本项目实施的重点和难点，替换方案的选择至关重要，需谨慎考虑和科学论证。

3.2 方案分析

关口局话务信令网络结构如图4所示，运营商网内各个MGW与软交换关口局间话务通过IP承载网直接疏通，软交换关口局进行TDM-IP话务转换，并通过TDM电路转接至其他运营商关口局。

根据网络结构，提出三种可选方案。

方案一：同信令点替换。新建关口局与原设备采用相同信令点，数据配置简单，网内局数据无需做修改。但是需在割接当晚完成数据配置、链路调测、与他网关口局电路传输

硬割接，工作量大，业务影响范围广，割接难度高。

方案二：异信令点替换。新建关口局采用新的信令点建设，建设进度较为灵活，可以分批完成不同局向的对接调测。但是局数据修改工作量大，可能存在新旧网元同时承载业务的情况，对网络结构影响大，割接难度低。

方案三：网内异信令点，网间同信令点。网内采用异信令点，在新建局点模拟被搬迁局点，使新建局点在割接实施前完成与网内网元的链接调测，具备模拟待搬迁局点的能力；网间采用同信令点，割接当晚逐条完成与他网关口局的传输对通，对现网影响较小，业务影响范围小，割接难度适中。

经过以上比较，方案三搬迁过程平

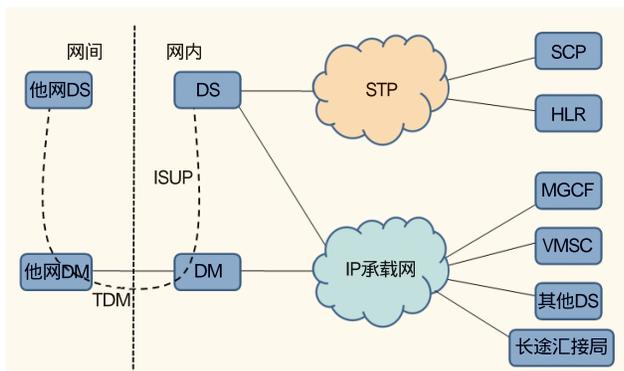


图4 关口局信令话务网络结构

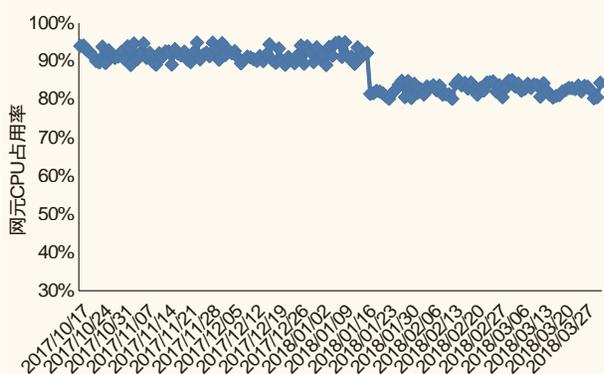


图5 割接前后负荷情况对比

滑，数据或操作出现差错时业务影响范围小，倒回快捷简便，风险可控，割接难度适中，可作为关口局替换的最终方案。

3.3 方案实施

2018年1月，在完成前期关口局的建设和对接调测后，进行第一批次关口局的割接替换操作，在省内首次采用网内异信令点+网间同信令点替换的技术方案。割接完成后，MGCF部分业务功能由关口局进行转发处理，负荷明显下降，割接前后负荷情况对比如图5所示。

4 结束语

VoLTE业务涉及众多专业，流程复杂。在目前2G/3G/4G用户长期并存的情况下，VoLTE业务的快速发展会对2G/3G传统网络带来巨大的冲击。VoLTE业务的协同发展需要现有网络配合进行大量的升级、改造、替换操作，避免传统网络的性能、容量限制成为VoLTE业务发展的瓶颈。

参考文献

- [1] 3GPP TS 23.228 V12.4.0. IP Multimedia Subsystem(IMS)[S].2014
- [2] 姜怡华,许慕鸿,习建德.3GPP系统架构演进原理与设计[M].北京:人民邮电出版社,2010

人民邮电出版社,2010

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

山东联通携手爱立信在青岛开通首个5G试点基站

2018年4月18日，山东联通携手爱立信在青岛开通了首个5G试点基站。这是中国联通在发改委组织实施的“5G规模组网建设及应用示范工程”中开通的首个5G基站，实测速率达到1.6 Gbit/s。本次试验有力促进了中国联通5G业务示范应用，是中国联通5G建设道路上的重要里程碑。

为加快推进“宽带中国”战略实施，有效支撑网络强国、数字中国建设和数字经济发展，山东联通进一步加大5G投入，积极推动5G网络试点项目的建设。在示范工程中，爱立信将配合山东联通重点围绕5G领域的eMBB（增强移动宽带）、URLLC（超可靠超低时延）等核心业务展开多维度试验，未来会向网络云化、网络切片、控制/用户面分离、Massive MIMO、可扩展的子载波间隔等革新技术演进，并开发多样化的业务应用。爱立信作为全

球领先的通信设备商，一直致力于成为运营商最可靠的合作伙伴，携手践行创新精神的中国联通集团，为中国的5G建设提供全力支持。

该站点采用爱立信最新的5G NR预商用设备，使用3.5GHz的标准5G高宽频谱，能够为用户提供高速率的网络体验，下载一部高清电影1s之内即可完成，下载一部30GB的蓝光电影也仅需18.75s。不仅如此，无线数据时延大幅度下降至1ms，这意味着无人驾驶、自动控制等高新技术离走进人们的现实生活更近了一步。1ms的时间，即便高铁以350km/h的时速飞驰，行驶距离也仅为0.097m，这个网络反应速度足以支持自动驾驶的安全需求和更多对时延敏感的工业级应用。

全球5G商用进程在加速，下一代无线移动通信技术已从青岛扬帆起航，将为各行各业带来全新的数字化、智能化体验。

“一带一路”战略下我国工业信息安全产业“走出去”路径研究

王涛 李强

国家工业信息安全发展研究中心

摘要

随着“一带一路”战略逐步深入推进,我国“走出去”的重大装备设施、智能化工厂成为网络攻击的新目标,面临巨大的工业信息安全威胁;同时,在沿线国家工业化进程中,存在着巨大的工业信息安全市场需求,并与我国产业发展现状和实力相匹配。因此,应积极通过合作、援助、服务等途径,加速推动工业信息安全产业向“一带一路”沿线国家“走出去”,补齐工业产能合作的“短板”,实现工业信息安全领域的“共商、共建、共享”。

关键词

“一带一路” 工业信息安全产业 “走出去”

1 前言

近年来,互联网、物联网、云计算等信息技术对工业生产活动不断渗透,网络攻击已经从虚拟空间走向实体空间。针对国家关键基础设施、工业控制设备、智能产品的网络攻击,成为世界各国网络安全攻防的新对象。

十九大报告呼吁各国人民同心协力,构建人类命运共同体,建设普遍安全的世界。要“树立共同、综合、合作、可持续的新安全观”,“统筹应对传统和非传统安全威胁”。从全球范围来看,工业信息安全发展仍处于起步阶段,具有广阔的合作发展空间。可以通过建立工业信息安全技术、产品、平台、服务方面的国际合作机制,推动“引进来”和“走出去”,构建多边、民主、透明的工业信息安全国际治理体系,在工业信息安全领域开放合作取得更大进展。其中,与“一带一路”沿线国家合作将成为重要突破口。

十九大报告要求“积极促进‘一带一路’国际合作,努力实现政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通”。随着“一带一路”战略的深入推进,我国重大装备、智能化工厂“走出去”成效显著,成为网络攻击的新目标,面临着巨大的安全隐患;同时,“一带一路”沿线国家工业化程度较低,在工业发展的同时,将产生巨大的安全需求,为我国工业信息安全企业、产品、技术、标准“走出去”带来重大机遇。

为此,我国要在大力发展工业信息安全产业的基础上,积极通过合作、援助、服务等形式,加速推动“一带一路”工业信息安全产业“走出去”。

2 “一带一路”战略下我国工业信息安全产业“走出去”的必要性

(1) 工业信息安全已成为全球网络安全竞争新的高点

在“美国先进制造业国家战略计划”、“德国工业4.0”、“中国制造2025”等战略带动下,全球各地纷纷推进制造业与互联网深度融合,网络空间与工业物理空间逐渐融为一体。据国家工业信息安全发展研究中心不完全统计,截至2017年上半年,全球超9万个工业控制系统暴露在互联网上,广泛应用于工业制造、能源、市政等重要领域。网络攻击借此从虚拟空间逐渐转向实体空间。2015年12月23日,乌克兰电力系统遭受黑客攻击导致伊万诺-弗兰科夫斯克地区大面积停电数小时;2015年12月27日,世界上首个无需借助PC等传统计算机终端便可实现在PLC之间传播的PLC蠕虫病毒(PLC-Blaster)问世;2016年2月26日,针对日本关键基础设施的网络攻击活动“沙尘暴”遭曝光;2016年10月21日,DDoS攻击事件使美国半个网络瘫痪;2017年5月13日,全球比特币勒索病毒(WCry2.0)爆发,造成北京、上海、杭州、重庆、成都和南京等多地中石油旗下加油站突然断网。这些事件给全球经济社会带来严重影响。

对此,世界各国高度重视,美国、欧盟、日本、澳大利亚等国家和地区纷纷出台相关政策加强关键基础设施网络安全防护以及工业信息安全产业布局,并加大工业信息安全领域投资力度。2016年4月,澳大利亚政府计划拿出2.3亿澳元

用于国家重要基础设施的网络安全防护；2016年7月，欧盟正式通过首部网络安全法《网络和信息系统安全指令》，以应对电力供应、空中交通管制等关键基础设施的网络攻击；2017年4月，美国国防部计划投资7700万美元建立新的网络安全计划，专门打击针对电网设施的黑客攻击；2017年，日本新机构工业网络安全促进机构（ICPA）正式投入运营。

(2) “一带一路”沿线国家拥有巨大的工业信息安全市场空间

截至2016年年底，“一带一路”沿线仅9个国家工业产值破千亿美元；工业产值占GDP比重超40%，即达到半工业化的国家仅6个，绝大部分国家处于工业化初期，半数国家工业产值不足百亿美元，拥有巨大的工业发展动力和空间。

在当前全球工业化与信息化融合发展已经成为主流，工业控制系统逐步互联化、开放化、智能化的时代，“一带一路”沿线国家和地区工业化历程必不可少地要加入信息化要素，如印度在“印度制造”战略中提出“数字印度”的概念；哈萨克斯坦在工业创新政策中提出在城市中建立能够让工业企业互联的网络系统。工业系统信息化、网络化发展过程中，将为工业信息安全带来巨大的市场空间。市场调查公司Research and Markets的数据显示，2014—2019年，亚太地区工业信息安全市场的年复合增长率将达到15.5%；调查公司Micro Market Monitor的数据显示，亚太地区工业信息安全市场占全球市场份额的17.21%，到2019年这一比例将增长至21.16%；而ApacMarket.com发布的《2014—2020年亚太地区移动安全研究报告》显示，预计到2020年，亚太地区移动安全市场将累计超过75亿美元，2015—2020年的年复合增长率将高达42.9%。

因此，“一带一路”沿线国家和地区对工业信息安全产品的巨大需求空间，将成为我国相关产品、技术、标准“走出去”的重大机遇。

(3)我国“走出去”的重大装备、智能化工业设施亟需强化安全防护，配套工业信息安全产品和服务

“一带一路”建设为我国产能输出带来新的机遇，高铁、核电等重大装备，以及智能工厂、自动化生产车间“走出去”成效显著，成为我国制造业的重要品牌，但随着“走出去”越来越多，安全隐患随之加大。

高铁是我国高端制造业“走出去”的重要标签，在“一带一路”沿线国家中签订实施俄罗斯莫斯科—喀山高铁、印尼雅万高铁、中国—泰国高铁、中国—马来西亚“超级铁路”等诸多项目。高铁相对于传统基建项目，科技含量更高，控制要求更精确，大大增加工业信息安全隐患。核电也是我国工业“走出去”的重要领域，与巴基斯坦、土耳其、罗马尼亚等“一带一路”沿线国家都有合作。目前，核电站

已成为网络攻击的重要目标。2010年，伊朗纳坦兹铀浓缩厂遭受“震网病毒”攻击，为工业信息安全保障敲响警钟。同时，在“一带一路”战略指引下，我国企业已在“一带一路”沿线20个国家建有中白产业园等56个经贸合作产业园区，其中不乏智能化生产基地，如海尔在俄罗斯建设的冰箱工厂等，同样面临着工业信息安全风险。

如果我国在“一带一路”沿线国家输出的关键基础设施、智能工业设施出现信息安全问题，造成的影响不仅仅是经济社会的直接损失，包括双边关系、国际形象都会受到影响，甚至会影响到“一带一路”战略的整体推进，因此，海外“中国造”的工业信息安全保护力度亟待加强，急需配套相关产品和服务。

(4)我国工业信息安全产业实力与“一带一路”市场更加匹配

目前，我国工业信息安全市场主要集中在工业隔离网关/电力专用隔离装置和工业防火墙/电力防火墙等领域，硬件、服务业务占比较低，特别是在芯片、核心软件等关键领域，我国仍处于“跟跑”阶段，与欧美市场正面对抗难度较大。“一带一路”沿线国家自身工业信息安全产业实力相对较弱，企业实力不强。据美国发布的《网络安全创新500强》企业榜单中，“一带一路”沿线国家中的上榜企业仅有32家（其中以色列占比达75%），约占全部比例的6%，涉及工业信息安全领域的更少。我国工业信息安全产品可以很好地满足“一带一路”沿线国家需求，并且随着逐步“走出去”，将进一步促进行业企业提升自身创新能力，强化产业核心实力。

3 我国工业信息安全产业“走出去”的难点分析

(1)我国工业信息安全企业以中小企业为主，“走出去”能力和竞争力相对较弱

目前，我国工业信息安全产业处于刚刚起步阶段。2017年，我国工业信息安全市场规模为5.6亿元，产业规模小，与国外工业控制领域大企业转型发展工业信息安全不同，我国工业信息安全企业大多由传统网络安全企业向工业领域延伸，而且中小企业占比超过95%，单凭企业自身实力和市场拓展能力，“走出去”难度较大。

(2)沿线部分国家对安全类技术、产品的引进存在一定壁垒

工业信息安全涉及到国家安全，“一带一路”沿线部分国家对相关技术、产品、标准的引进审查较为严苛，如印度出台《国家网络安全策略（草案）》，强调发展本土信息技术产品，减少进口高科技产品对国家安全可能带来的威胁。

同时，我国工业信息安全企业“走出去”与其他产能输出同样面临着目的国政治、经济、文化等诸多风险。如俄罗斯、新加坡、以色列等国家自身信息安全产业实力较高，相关政策会对国内企业倾斜；中东欧部分国家与欧盟地缘相近，习惯性采用欧盟相关产品和服务，对其他国家的技术、产品接受度不高等。

(3) 欧美等发达国家加紧海外布局，抢占发展先机

欧美等发达国家在工业信息安全领域起步较早，充分利用其在安全技术上的主导地位，积极加强标准、指南与行业规范等文件的国际影响力，用以影响全球工业信息安全防护体系架构，抢占行业发展先机。目前，“一带一路”沿线国家（地区）多采用国际标准化组织及欧美权威标准化机构

发布的具有极大影响力的国际标准，并结合国内实际开展相关标准制定与推进工作。由美国国家标准与技术研究院（NIST）发布的NIST SP800-82已成为“一带一路”沿线国家和地区采用最多、影响最广、推进力度最大的工业信息安全标准。国际标准化组织发布的重要工业控制信息安全相关标准见表1，各国发布的具有国际影响力的重要工业控制信息安全相关标准、指南及法规见表2。

我国在工业信息安全标准方面处于起步期。2016年，工业和信息化部发布《工业控制系统信息安全防护指南》，并表示正在研究制定部分工业信息安全相关标准，拟逐步形成涵盖安全管理、系统安全防护、产品安全评估等全面的工业信息安全标准体系，但目前绝大多数标准正处于草案或征求

表1 国际标准化组织发布的重要工业控制信息安全相关标准

组织名称	文件名称	适用行业	发布年度
国际电工委员会（IEC）	电力系统控制和相关通信：数据和通信安全（IEC62210）	电力	2003年
	电力系统管理及信息交换：数据和通信安全性（IEC 62351）	电力	2005年
国际电工委员会（IEC）& 国际自动化协会（ISA）	工业过程测量、控制和自动化网络与系统信息安全（IEC62443）	通用	进行中，仅部分发布
电气和电子工程师协会（IEEE）	变电站IED网络安全功能标准（IEEE 1686-2007）	电力	2007年
	变电站串行链路网络安全的加密协议试行标准（IEEE P1711）	电力	2011年

表2 各国发布的具有国际影响力的重要工业控制信息安全相关标准、指南及法规

组织名称	文件名称	适用行业	发布年度
美国国家标准技术研究院（NIST）	工业控制系统安全指南（NIST SP800-82）	通用	2010年
	联邦信息系统和组织建议的安全控制（NIST SP800-53）	通用	2007年
	系统保护轮廓——工业控制系统（NIST IR 7176）	通用	2004年
	中等健壮环境下的SCADA系统现场设备保护轮廓（NIST/PCSRF）	石油、天然气	2006年
	智能电网安全指南（NIST IR7628）	电力	2010年
	改善关键基础设施网络安全框架	通用	2014年
美国国土安全部（DHS）	控制系统安全一览表：标准推荐	通用	2009年
	加强SCADA系统及工业控制系统的安全	石油、天然气	2005年
美国国土安全部（DHS）&英国国家基础设施保护中心（CPNI）	工业控制系统安全评估指南	通用	2010年
	工业控制系统远程访问配置管理指南	通用	2010年
北美电力可靠性委员会（NERC）	北美大电力系统可靠性规范（NERCCIP002-009）	电力	2011年
美国天然气协会（AGA）	SCADA通信加密保护规范（AGA Report No.12）	石油、天然气	2006年
美国石油协会（API）	管道SCADA安全（API1164）	石油、天然气	2009年
美国能源部（DoE）	管道SCADA系统网络安全21步	石油、天然气	2002年
美国核管理委员会	核设施网络安全措施（RG5.71）	核电	2010年
英国国家基础设施保护中心（CPNI）	过程控制和SCADA安全指南	石油、天然气	2010年
	SCADA和过程控制网络的防火墙部署	石油、天然气	2010年
荷兰国际仪器用户协会（WIB）	过程控制域（PCD）- 供应商安全需求	通用	2006年
法国国际大型电力系统委员会（CIGRE）	电气设施信息安全管理	电力	-
德国国际工业流程自动化用户协会（NAMUR）	工业自动化系统的信息技术安全：制造业中采取的约束措施	制造业	2006年
瑞典民防应急局（MSB）	工业控制系统安全加强指南	通用	2010年
挪威石油工业协会（OLF）	过程控制、安全和支撑ICT系统的信息安全基线要求（OLF Guideline No.104）	通用	2009年
	工程、采购及试用阶段中过程控制、安全和支撑ICT系统的信息安全的实施（OLF Guideline No.110）	通用	2009年

表3 我国工业控制系统行业标准体系

标准化组织	标准名称
全国信息安全标准化技术委员会	GB/T 32919-2016《信息安全技术 工业控制系统安全控制应用指南》
全国工业过程测量和控制标准化技术委员会	GB/T 30976.1-2014《工业控制系统信息安全 第1部分：评估规范》
	GB/T 30976.1-2014《工业控制系统信息安全 第2部分：验收规范》
全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会	GB/Z 25320.1-2010《电力系统管理及其信息交换数据和通信安全 第1部分：通信网络和系统安全 安全问题介绍》
	GB/Z 25320.2-2013《电力系统管理及其信息交换数据和通信安全 第2部分：术语》
	GB/Z 25320.3-2010《电力系统管理及其信息交换数据和通信安全 第3部分：通信网络和系统安全 包括TCP/IP的协议集》
	GB/Z 25320.4-2010《电力系统管理及其信息交换数据和通信安全 第4部分：包含MMS的协议集》
	GB/Z 25320.5-2013《电力系统管理及其信息交换数据和通信安全 第5部分：GB/T 18657及其衍生标准的安全》
全国核能行业管理及其信息交换标准化技术委员会	GB/T 13284.1-2008《核电厂安全系统 第1部分 设计准则》
	GB/T 13629-2008《核电厂安全系统中数字计算机的适用准则》
全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会	GB/T33007-2016《工业通信网络 网络和系统安全 建立工业化和控制系统安全程序》
	GB/T33008.1-2016《工业化和控制系统网络安全 可编程控制器（PLC）》
	GB/T33009.1-2016《工业化和控制系统网络安全 集散控制系统（DCS）第1部分：防护要求》
	GB/T33009.2-2016《工业化和控制系统网络安全 集散控制系统（DCS）第2部分：管理要求》
	GB/T33009.3-2016《工业化和控制系统网络安全 集散控制系统（DCS）第3部分：评估指南》
GB/T33009.4-2016《工业化和控制系统网络安全 集散控制系统（DCS）第4部分：风险与脆弱性检测要求》	
行业标准和导则	JB/T 11960-2014《工业过程测量和控制安全网络和系统安全》（IEC/TR 62443-3：2008）
	JB/T 11961-2014《工业通信网络 网络和系统安全术语、概念和模型》（IEC/TS 62443-1-1：2009）
	JB/T 11962-2014《工业通信网络 网络和信息系统的工业化和控制系统信息安全技术》（IEC/TR 62443-3-1：2009）
	HAD102-16《核电厂基于计算机的安全重要系统软件》

意见阶段，具体见表3、表4。

同时，欧、美、俄等发达国家的工业信息安全领域企业规模较大，国际化相对成熟，如SIEMENS（西门子）、FireEye（火眼）、Kaspersky（卡巴斯基）等，占据产业发展优势，对我国企业“走出去”形成一定的阻力。

另外，欧美等先进发达国家为降低我国在世界经济社会的影响力，通过各种途径阻挠我国技术、产品输出。如欧盟迟迟未承认我国市场经济地位；美国频频以安全为由对中兴、华为等企业进行制裁、调查，美国国会下属的美中经济与安全评估委员会于2017年3月、5月连续召开专题听证会，讨论我国信息技术与产业发展对美国的影响，并酝酿向美国国会提出“防御”我国信息技术与产业发展的议案。

4 “一带一路”战略下我国工业信息安全产业“走出去”的路径建议

当下是我国与“一带一路”沿线国家携手“共商、共建、共享”工业信息安全产业的大好时机，可以以此为切入点，打造区域安全命运共同体，重塑全球工业信息安全产业格局。因此，从国际合作和国内产业发展两个维度，提出以下建议。

(1)与沿线国家合作方面

一是要加快“援助式”输出。“一带一路”沿线国家

经济实力相对较弱，除了少数几个国家在工业信息安全领域有技术合作空间外，大部分国家都需要我国援助，才可能建立起本国的工业信息安全防护体系。因此，建议将工业信息安全产品、技术纳入国家“一带一路”战略援助产品范围，向沿线国家、地区进行输出；在重大工程、项目、工业产品“走出去”的同时，捆绑工业信息安全产品、企业，提供相关服务；对赴“一带一路”沿线国家投资建厂、合作生产的工业信息安全企业给予资金、政策支持。

二是要加强“服务式”延伸。目前，IT产业服务化的趋势凸显，在输出产品、技术、标准的同时，要做好服务延伸和保障。建议对工业信息安全企业利用互联网、云计算等技术为“一带一路”沿线国家提供远程安全服务的模式予以鼓励支持；推动工业信息安全检测、认证、评估、知识产权保护等服务“走出去”；打造工业信息安全公共服务平台，全面汇聚国内工业控制系统安全服务能力和人才资源，面向“一带一路”沿线国家工业企业提供风险预警、检测认证、能力评估、安全防护、应急处置、技术咨询等一站式服务。

三是要做好“合作式”发展。合作共赢是“一带一路”战略实施的主题。建议充分利用现有双多边机制和平台基础，签订双边、多边工业信息安全领域备忘录、规划等合作文件，搭建新的合作平台；与沿线国家合作共建研究机构，实施“一带一路”工业控制安全测试靶场、测试床等工程，

表4 我国工业控制系统信息安全标准体系工作开展情况(国标)

标准体系分类	标准状态	标准名称
安全等级	在研	《信息安全技术 工业控制系统信息安全分级规范》
安全要求	在研	《信息安全技术 工业控制系统安全管理基本要求》
		《信息安全技术 工业控制系统终端安全要求》
		《信息安全技术 工业控制系统漏洞检测技术要求》
		《信息安全技术 工业控制系统网络监测安全技术要求和测试评价方法》
		《信息安全技术 工业控制系统隔离与信息交换系统安全技术要求》
		《信息安全技术 工业控制系统网络审计产品安全技术要求》
	待制定	《信息安全技术 工业控制系统产品信息安全技术要求》
		《信息安全技术 工业控制系统安全技术基本要求》
安全实施	已发布	《信息安全技术 工业控制系统安全控制应用指南》
	在研	《信息安全技术 工业控制系统风险评估实施指南》
安全测试	已发布	《工业控制系统信息安全 第1部分 评估规范》
		《工业控制系统信息安全 第2部分 验收规范》
	在研	《信息安全技术 工业控制系统安全检查指南》
		《信息安全技术 工业控制系统信息安全防护要求与测评方法》
	待制定	《工业控制系统安全控制成熟度模型》

开展工业信息安全测试、验证、评估等共性技术研发共享,提升风险发现、分析、防范等工业控制安全保障能力;通过制定法律政策、健全组织机构、完善运行机制,推动工业信息安全风险漏洞、安全事件、解决方案的通报和共享;联合开展工业信息安全应急演练等,提升网络攻击应急响应能力;共同制定工业信息安全区域标准体系,提升国际话语权和影响力。

(2)国内产业提升方面

一是要借助“一带一路”突破口,紧抓“双创”机遇,快速提升产业技术、产品、标准实力,做大做强。建议充分利用各类中小企业扶持资金、“双创”企业扶持政策、中小企业公共服务平台等资源条件,对工业信息安全产业技术、产品、标准建设进行倾斜;依托国家工业信息安全产业发展联盟,培育产业生态圈,搭建资源共享、优势互补的工业信息安全产业双创合作平台;建设网络安全产业园区,设立工业信息安全“双创”基地,加大基地建设支持力度;加强与国际标准组织的沟通,推动建立工业信息安全领域的国际标准。

二是要快速提升综合检测、评估、认证等服务能力。建议设立国家工业控制系统与产品安全质量监督检验中心、工业信息安全技术产品安全审查中心、重点实验室,对“走出去”工业信息安全企业、产品、技术提供检测认证服务,保障质量;提升工业信息安全战略研究、教育培训等服务能力;搭建工业信息安全领域知识产权公共服务平台,提供行业知识产权相关法律、咨询、信息、申请代理、商业化、司法鉴定、培训等服务,加速知识产权授权、确权、维权。

参考文献

- [1] 尹丽波.世界网络安全发展报告(2016~2017)[M].北京:社会科学文献出版社,2017
- [2] 工业和信息化部.工业控制系统信息安全防护指南[Z].2016
- [3] Paulo Shakarian, Jana Shakaria, Andrew Ruef. INTRODUCTION TO CYBER-WARFARE: A Multidisciplinary[M].吴奕俊等译.北京:金城出版社,2006

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

基于MVQ平台的终端性能判定方法研究

周慧珺¹ 龙涛² 陈景航²

1.中山市火炬职业技术学院

2.中国移动通信集团广东有限公司中山分公司

摘要 依托MVQ平台,通过其通话质量评分机制判定手机通话效果,通过这个方法可以深入了解哪个品牌、型号的手机通话性能较好。此外,通过此方案结合投诉号码,得出中山移动现网中“万终端投诉比”,使网优部门能与市场部门紧密合作,并在终端置换、营销等方面为市场部门提供强有力的支撑。

关键词 MVQ系统 智能手机 终端性能判定

1 前言

智能手机具有优秀的操作系统、可自由安装各类软件、全触屏式操作感这三大特性,终结了键盘式手机的时代。随着智能手机的普及,无数的手机生产厂商通过各种途径生产自己品牌的手机,造成手机品质参差不齐。对于如何判定品质问题,品质不只代表手机材料好坏、操作系统是否流畅等话题,说到底它还是一部手机,判定其是否合格的第一标准就是通话性能。造成手机通话质量参差不齐的原因主要有如下几个方面。

(1)软件方面

Google免费为手机厂商提供Android系统源代码。

(2)芯片方面

MTK为手机厂商提供芯片方案,更重要的一点,还提供近乎不需要再次修改的Android源代码和部分核心库。

(3)硬件方面

中国有大量的模具厂,包括公模与私模,公模一般是模具厂商设计的模具,价格低廉,只要有一条生产线的工厂便可高速生产手机。

针对上述问题,研究分析现网各种终端性能差异,得出对应评分,给出可实施的解决方案,得到以下结果。

- (1)提供终端推广与置换支撑。
- (2)提高用户满意度,增加用户的忠诚度。
- (3)通过为用户提供优质的移动语音业务,提升企业形象。

2 研究内容

MVQ系统针对主叫CDR进行用户综合感知评分,包括接入性评分(电话是否接通、接通时延),保持性评分(接通后是否掉话),完整性评分(是否存在质差二次重拨)。

在CDR记录评分的基础上通过对区域维度、VIP用户维度的智能挖掘分析,评估定位问题。

3 系统设计方案

3.1 系统总体设计框架

语音感知指标体系定义了23项关键指标,支撑从语音业务过程到网络路径指标矩阵进行指标的关联分析,进一步进行语音相关网络问题的定界定位。语音感知评分体系结构如图1所示。

3.1.1 模型结构

MVQ的综合感知评分:在三类语音KQI业务指标基础上,选取通话是否接通、接通时长、是否掉话、语音质量作为关键指标。对关键指标进行组合运算,形成语音业务的感知打分。

评分算法创新点:KQI权重划分,切实反映各种事件对用户感知的影响程度。

引入线性评分方法,更准确反映时延大小对用户感知的影响程度。

二次拨号评分代替Abis数据的质差评分。

以单用户视角的网络性能指标评估数据集合为基础,进行语音感知评分,把低感知问题聚合到用户/小区维度,实现对用户或某类用户(如VIP用户)的语音业务感知监控。模型结构示意图如图2所示。

3.1.2 模型规则

语音感知得分= $\lambda_1 \times MO$ 是否网络接通+ $\lambda_2 \times MO$ 接通时延点数 $\times MO$ 是否网络接通+ MO 应答 $\times (\lambda_3 \times$ 是否感知掉话无线 \times 是否感知掉话非无线 $) + \lambda_4 \times MO$ 应答挂断后是否小于15s内重呼(OR) MO 不应答 $\times (\lambda_5 \times$ 是否振铃掉话无

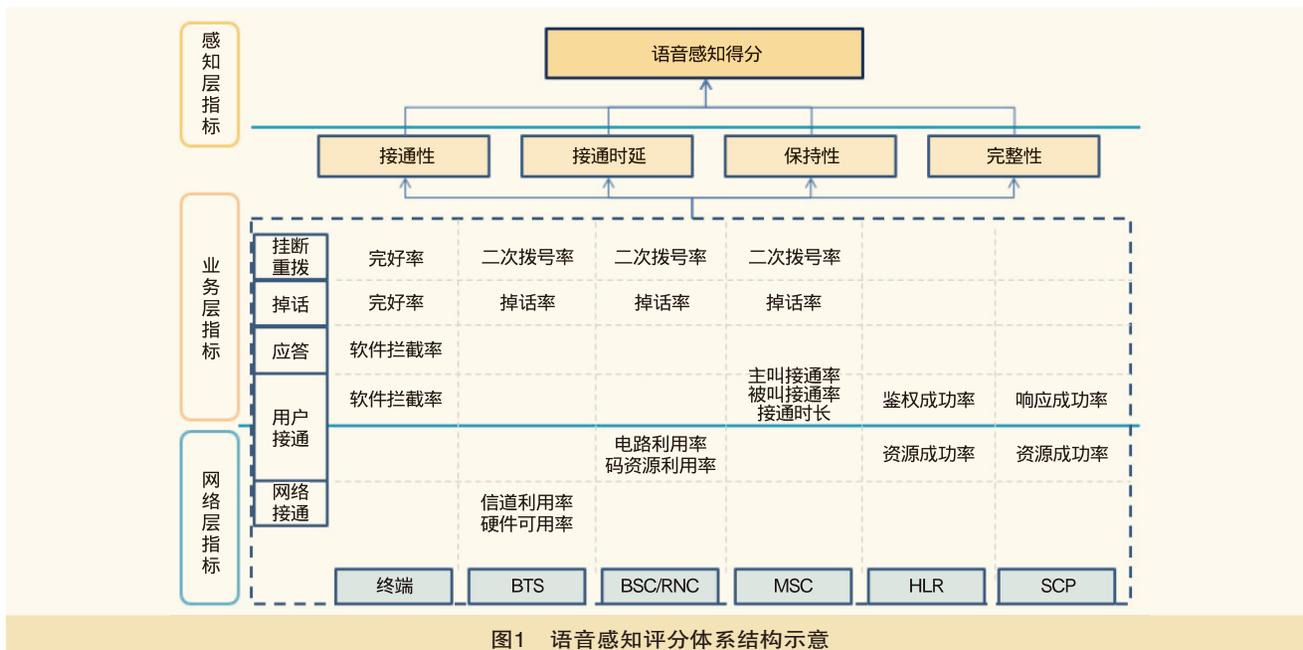


图1 语音感知评分体系结构示意图

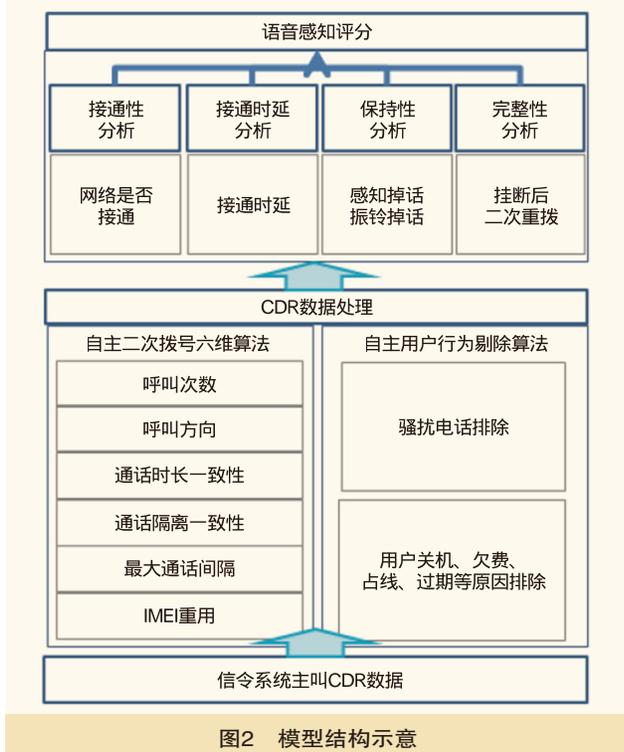


图2 模型结构示意图

线 × 是否振铃掉话非无线)。

(1)网络接通权值λ1为20分，接通为20分，不接通取0分。

(2)接通时延权值λ2为10分，时延为阈值之间时线性得分。

$$f(x) = \begin{cases} 100, & x < \min \\ \frac{x - \max}{\max - \min} \times 70 + 30, & \min \leq x < \max \\ 30, & x \geq \max \end{cases} \begin{matrix} \min=8s \\ \max=15s \end{matrix}$$

(3)感知掉话权值λ3为20分，不掉话为20分，掉话取-50分。

(4)挂断后二次重拨权值λ4参照线性公式计算：

$$\lambda 4(t, T1, T2) = \begin{cases} 1, & t \leq T1 \\ \frac{T2-t}{T2-T1}, & T1 < t \leq T2 \\ 0, & t > T2 \end{cases}$$

其中T1=20，该时段内都判为二次拨号；T2=60，该时段外都判为非二次拨号，T1和T2之间则线性分摊。

(5)λ5：无振铃掉话为20分，有振铃掉话为0分。

3.2 语音感知评分标准

主叫接入性得分=接通记录的接通得分之和/(呼叫次数-用户原因未接通次数)。

主叫接通率=接通次数/(呼叫次数-用户原因未接通次数)。

主叫保持性得分=(应答记录的感知掉话得分+振铃掉话记录的感知掉话得分)/(应答次数+振铃掉话次数)。

主叫感知掉话率=感知掉话次数/应答次数。

主叫完整性得分=应答记录的重拨得分之和/应答次数。

主叫二次重拨率=二次重拨次数/应答次数。

主叫总分=接入性得分+保持性得分+完整性得分。

被叫保持性得分=(应答记录的感知掉话得分+振铃掉话记录的感知掉话得分)/(应答次数+振铃掉话次数)。

被叫感知掉话率=感知掉话次数/应答次数。

被叫完整性得分=应答记录的重拨得分之和/应答次数。

被叫二次重拨率=二次重拨次数/应答次数。

被叫总分=保持性得分+完整性得分。

总分（主被叫合并）=主叫接入性得分+（主叫保持性得分+被叫保持性得分）/2+主叫完整性得分。

通话性能判定标准如下。

优秀：大于90分。

一般：80~90分。

较差：小于80分。

3.3 终端识别案例

提取部分VIP用户号码导入MVQ系统，得出VIP用户语音感知性能，并使用营销表对用户IMSI进行终端品牌型号匹配，得到最终的终端语音性能评分表，具体见表1。

结合营销表、IMSI库、MVQ平台语音感知体系的4大感知层指标及语音综合感知评分等数据，对VIP用户终端性能进行分析，输出中山移动VIP用户终端性能的相关材料。

4 终端识别分析成果

4.1 终端性能评估

语音感知评分成果如图3所示。

(1)语音接入性较好的TOP3品牌分别为：小米、步步高、优思；TOP3型号分别为：中兴_信息机-U110、小米_小米Note、小米_小米4。

语音接入性较差的TOP3品牌分别为：诺基亚、酷派、港利通；TOP3型号分别为：诺基亚_1202、诺基亚_1110、诺基亚_5300。

(2)语音接入时延较好的TOP3品牌分别为：港利通、诺基亚、酷派；TOP3型号分别为：诺基亚_1110、诺基亚_5300、诺基亚_1202。

语音接入时延较差的TOP3品牌分别为：金铂、天语、华硕；TOP3型号分别为：联想_K30-T、三星_GT-I9100、联想_A360T。

(3)语音保持性较好的TOP3品牌分别为：小米、苹果、魅族；TOP3型号分别为：OPPO_R821T、联想_S890、三星_SCH-I879。

语音保持性较差的TOP3品牌分别为：金立、天语、宏达；TOP3型号分别为：金立_V188S、联想_A320T、华为_ALE-TL00。

表1 终端语音性能评分

IMSI	品牌	型号	接入性 (30分)	接入时延	保持性 (20分)	完整性 (50分)	语音感知评分
460001171372582	小米	小米4	15.37	10288.00	6.67	33.33	100.00
460020160613207	苹果	iPhone 4S	16.08	5023.50	6.25	28.13	100.00
460009900498800	金立	F103	16.11	3576.08	1.54	26.92	100.00
460020153868097	山寨机	山寨机	15.88	2939.59	8.24	26.47	100.00
460008260250933	TCL	J320T	15.00	1276.00	10.00	25.00	100.00
460003830457231	苹果	iPhone 4	15.00	1804.50	10.00	25.00	100.00
460009850472483	小米	小米3	15.00	2224.17	10.00	25.00	100.00
460001171361389	小米	红米Note	15.00	2274.50	10.00	25.00	100.00
460020270754510	小米	红米1S	15.00	2392.00	10.00	25.00	100.00
460023145329808	联想	A360T	15.00	2516.50	10.00	25.00	100.00
460029000221605	小米	小米4	15.00	2571.50	10.00	25.00	100.00
460029134580846	苹果	iPhone 5	14.96	2713.38	10.00	25.00	100.00
460000151248889	华为	H60-L01	15.00	2853.00	10.00	25.00	100.00
460003983241405	苹果	iPhone 4S	15.00	2860.00	10.00	25.00	100.00
460025126445991	诺基亚	N97	15.00	3241.00	10.00	25.00	100.00
460007170230377	苹果	iPhone 4S	15.00	3519.50	10.00	25.00	100.00
460020245584627	金立	GN9006	15.00	3936.50	10.00	25.00	100.00
460023145027275	步步高	vivo X5 PRO	14.63	4368.00	10.00	25.00	100.00
460020200447161	苹果	iPhone 5S	13.35	5647.00	10.00	25.00	100.00
460003973298387	苹果	iPhone 5S	11.50	7551.50	10.00	25.00	100.00
460028193964420	凯利通	T5	14.15	4093.00	7.50	25.00	100.00
460001161323197	三星	SM-N9005	14.47	4531.67	6.67	25.00	100.00
460028001322994	山寨机	山寨机	13.71	4754.67	6.67	25.00	100.00
460003513280691	摩托罗拉	XT800	14.86	3530.10	4.00	25.00	100.00
460000960927836	山寨机	山寨机	15.00	2007.50	0	25.00	100.00
460020200460578	小米	红米2A	15.00	3790.50	0	25.00	100.00
460008190291854	小米	小米4	14.79	3774.63	-1.25	25.00	100.00
460000336498668	山寨机	山寨机	15.00	2635.50	-1.67	25.00	100.00
460001161343098	苹果	iPhone 6 Plus	13.25	5610.50	-7.50	25.00	100.00

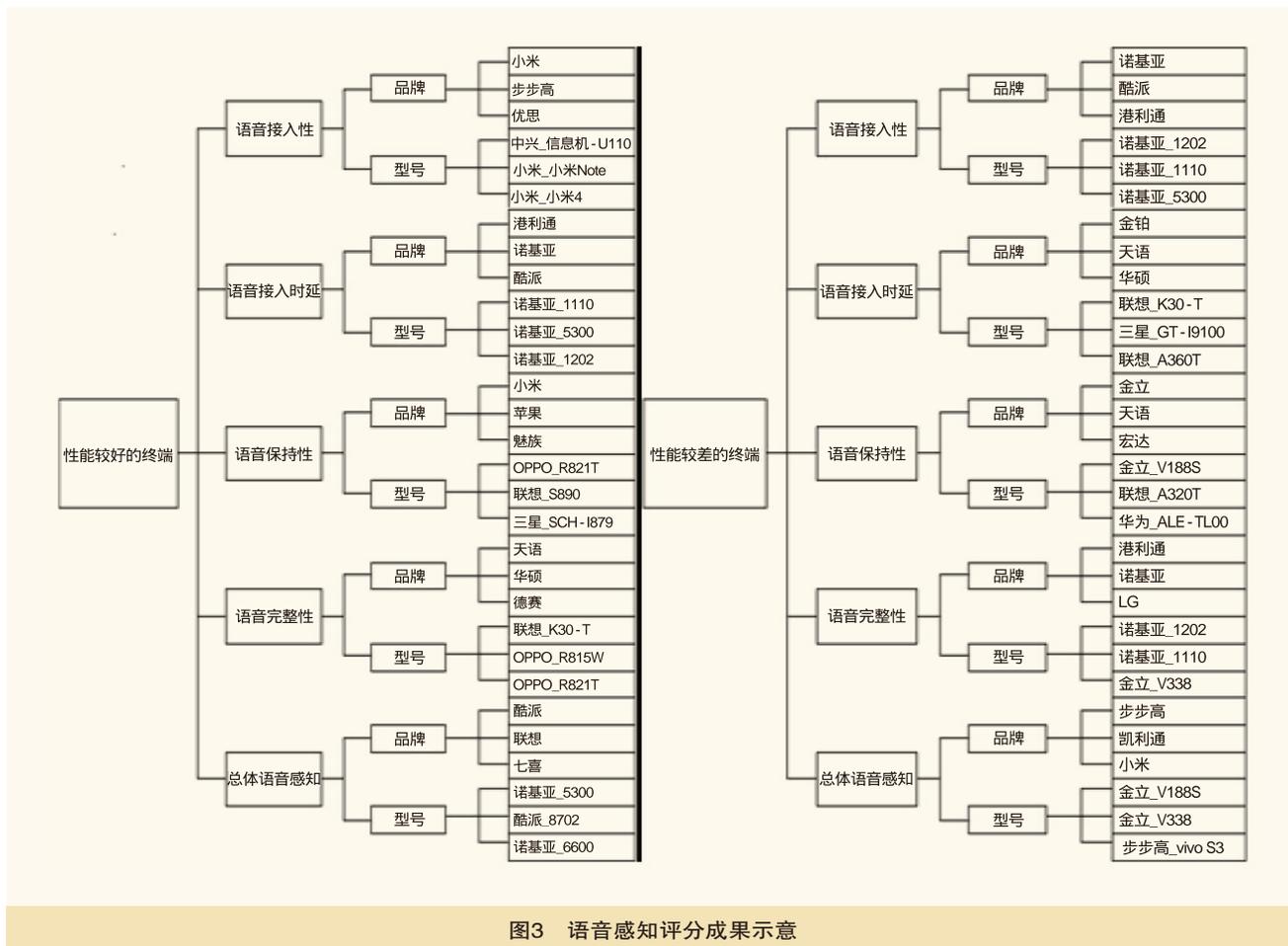


图3 语音感知评分成果示意

(4)语音完整性较好的TOP3品牌分别为：天语、华硕、德赛；TOP3型号分别为：联想_K30-T、OPPO_R815W、OPPO_R821T。

语音完整性较差的TOP3品牌分别为：港利通、诺基亚、LG；TOP3型号分别为：诺基亚_1202、诺基亚_1110、金立_V338。

(5)总体语音感知较好的TOP3品牌分别为：酷派、联想、七喜；TOP3型号分别为：诺基亚_5300、酷派_8702、诺基亚_6600。

总体语音感知较差的TOP3品牌分别为：步步高、凯利通、小米；TOP3型号分别为：金立_V188S、金立_V338、步步高_vivo S3。

建议市场部门针对以上性能较好的终端型号进行市场推广，或向用户推送终端置换建议。

4.2 万终端投诉比分析

终端性能是影响用户语音以及数据业务感知的重要因素，性能较差的终端将导致用户对网络使用的感知下降，连续两周

中山广义语音终端万投比TOP10的品牌、型号如图4、图5所示。

从品牌来看，终端万投比TOP3依次为：苹果、海信、米歌，万投比分别为：2.73、2.67、2.44，其语音感知评分分别为：75.21、89.75、90.39。

从型号来看，终端万投比TOP3依次为苹果iPhone 6 Plus、酷派_8720L、酷派_8702，万投比分别为：4.53、3.99、3.96，其语音感知评分分别为：72.68、74.71、77.13。

5 效果分析

从案例中得到终端判定结果如下。总体语音感知较好的TOP3品牌分别为：酷派、联想、七喜；TOP3型号分别为：诺基亚_5300、酷派_8702、诺基亚_6600。总体语音感知较差的TOP3品牌分别为：步步高、凯利通、小米；TOP3型号分别为：金立_V188S、金立_V338、步步高_vivo S3。

通过对终端性能的判断，得出分析结果，以此判断性能较好与较差的终端。为网优部门进一步研究和查找终端问题提供方向，并为市场部门提供终端推广与置换支撑。提高用户满意度，增加用户的忠诚度，并通过为用户提供优质的移



图4 终端品牌万投比示意



图5 终端型号万投比示意

动语音业务，提升企业形象。同时对移动终端的不断改善，让更多的用户使用性能较好的终端，提高语音质量是中国移动作为责任型企业的真实体现。

本文作者声明：本文仅基于MVQ平台对终端性能进行判定及研究，由于终端性能有多个维度的判定标准，故本文判定结果仅供参考，具体请以终端公司权威发布的《中国移动终端质量报告》为准。

参考文献

[1] 基于智能管道的移动互联网流量经营开放平台建设[J]. 电信工程技术与标准化, 2013(4)

[2] 关于挖掘用户信令业务支撑市场精准营销的研究[J]. 移动通信, 2014(17)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

广西移动客户流量质疑研究

李景文¹ 雷 雷¹ 苏良良¹ 林强智¹ 黄政师¹ 梁凯威¹ 黄海宁¹ 亢雪峰² 刘 洁³

1.中国移动通信集团广西有限公司

2.浪潮天元通信信息系统有限公司

3.桂林理工大学

摘要

提出一种基于大数据的“流量质疑”数据挖掘汇总分析的算法体系,在原有流量监控系统支持月度流量数据明细查询的基础上,研究实现能给出用户APP粒度、小时粒度流量明细的统计分析算法。由大数据平台和经营分析系统结合信令模型、计费模型和功能使用模型,通过跨域、跨系统来实现海量的用户上网流量明细记录的挖掘分析,真实反馈客户终端维度、区域维度、网络类型维度、业务维度和时间维度的流量使用详情及趋势图。通过本套分析算法模型解剖用户行为习惯,为业务拓展及网络运维提供有针对性的建议,提升客户感知体验。

关键词

流量质疑 大数据 算法模型

1 引言

随着移动通信用户、业务种类的不断增多,移动通信网络规模不断扩大,网络资源种类、数量不断增加,终端用户对网络质量要求不断提高,网络运维面临前所未有的挑战和压力。为适应日趋激烈的市场竞争环境,全面增强网管运维支撑水平和网络服务能力,全面提高客户满意度,进而提升企业核心竞争力,在“质量领先、运行高效、支撑有力”的战略指导下,中国移动集团提出网管架构逐渐向“4+1”演进的目标,包括面向业务和网络管理的“资源管理系统”“故障管理系统”“性能管理系统”“无线网优系统”,以及面向流程管理的“运维管理系统”。

传统“烟囱式”的网管系统架构,以专业网管为主,实现对通信网络和业务平台的管理,支撑配置管理、故障监控、指标分析、网络优化、例行维护、指挥调度等工作。然而,面向网元和网络的分专业网管,难以支撑以客户感知为核心、面向端到端业务实现的运维管理新要求。

越来越多的跨系统应用需要同时来自多个生产系统的数据进行支撑,实际生产分析场景需要将多类型、多专业的性能、质量等数据进行集中性能管理,并建立模型关联,数据分析。

因此,集中化是最佳配置全网资源、最大发挥规模效应和协同效应的运营模式。为适应中国移动全业务运营支撑要求,进一步提升集中化管理效率,满足运维支撑“三个转变”的需要,围绕“质量领先、运行高效、支撑有力”目标,实现“集中化、标准化、信息化、精英化”运维。

2 客户流量使用情况查询现状

2.1 当前流量管理

目前用户流量详情数据来源于话务网管,流量清单查询只能精确到月粒度,以及流量套餐剩余量、流量使用总量等,无法再获取到更进一步的流量数据明细,在日常运维中受到信息的制约。

2.2 当前算法存在的不足

(1)当前流量管理无法更精确地查询流量明细情况,当客户对所使用的流量产生质疑时,无法给客户一个明确的流量使用详情。

(2)当客户对自身使用流量存在怀疑而产生投诉时,无法给客户提供一个强有力的凭据,证明客户何时、何地、在何种网络应用程序上产生对应的流量。

2.3 基于大数据的流量明细算法模型可行性分析

以大数据平台和经营分析系统为基础数据来源,能准确采集到用户的IMEI、IMSI信息,终端的硬件信息,终端个人APP等信息,结合信令数据,深度挖掘定位到海量客户的个人全方位的网络使用情况,通过多系统跨域对接,对数据信息进行提取、关联、汇总、分析和展现,技术理论上完全可行。随着大数据处理能力的逐渐成熟和数据处理效率的大幅度提升,分析时效性越来越高,流量管理系统对更小粒度的详单查询展示,在理论上完全可行。该算法的实现无论是对于用户层面还是管理层面都具有更高的便利性,用户可以实

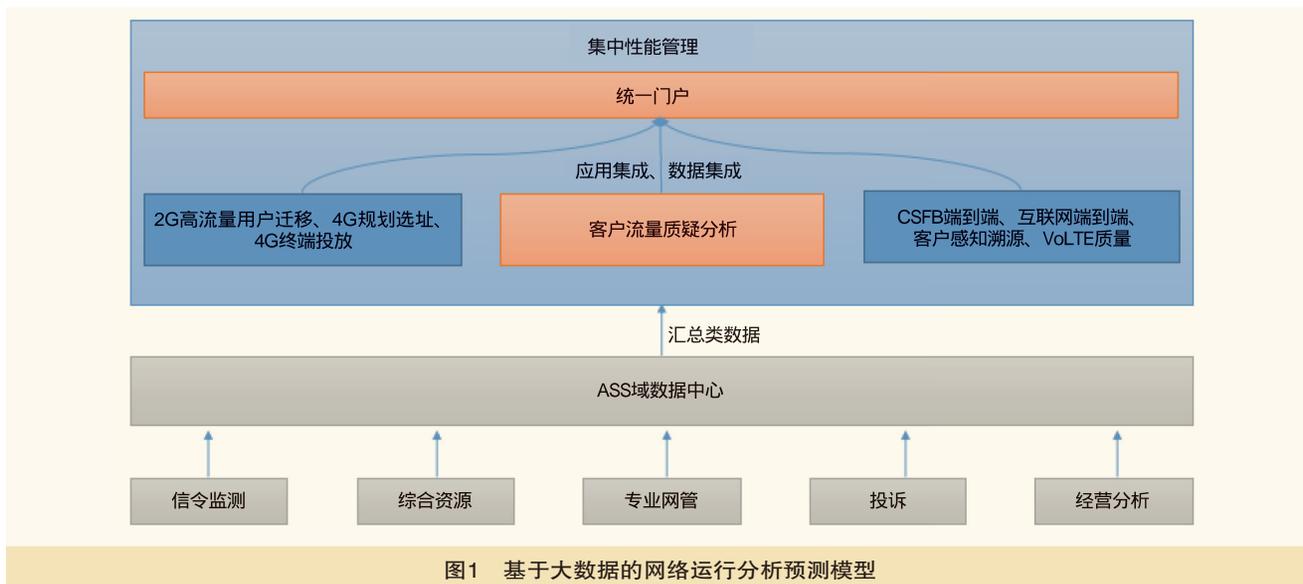


图1 基于大数据的网络运行分析预测模型

时了解自身流量去向、网络使用习惯等详情，能更好地控制和规划流量的使用，管理层面能挖掘海量客户的习惯行为大趋势，为网络营销提供指导，面对用户的流量质疑可提供强有力的详单证据，解决与流量相关的用户投诉。

3 基于大数据的流量明细算法模型实现

将大数据平台和经营分析系统作为数据来源，引入信令模型、计费模型和功能使用统计模型，并给出一套分析方法，对多类型、多专业的性能、质量等数据进行集中性能管理，并建立模型关联，数据分析。

3.1 预测模型体系框架

基于ASS域数据中心构建集中性能管理系统，实现面向不同角色的统一门户及对应用专题的统一管理，支撑面向客服的客户流量质疑分析。基于大数据的网络运行分析预测模型如图1所示。

3.2 实现框架

实现框架如图2所示。

3.3 系统交互说明

系统交互说明如图3所示。

3.4 引入信令数据

信令数据是实现用户体验量化以及用户行为分析的重要数据源，可以从中获知用户所处位置、信号环境、业务使用时间、用户浏览过哪些网页、使用何种移动互联网应用、使



图2 实现框架

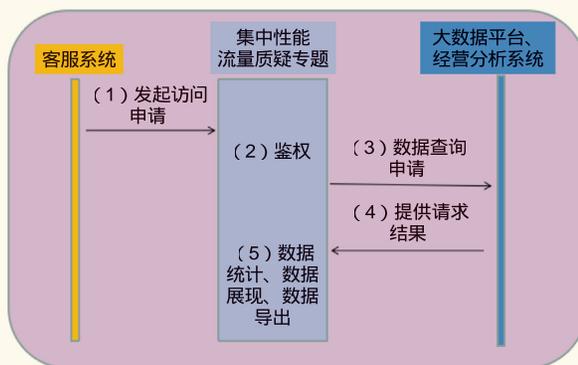


图3 系统交互说明

用这些业务应用的频率如何、性能如何等诸多用户级运行数据。将信令数据结合网络设备数据，可以进一步通过深度数据挖掘，对现网状况做出更精确的分析与评价。

3.5 流量分析模型大数据处理算法与技术实现

客户流量质疑主要从以下几点实现：

- (1)区分不同网络分析用户流量使用情况；

- (2)区分不同业务分析用户流量使用情况;
- (3)单用户质疑分析与群体用户统计分析结合;
- (4)确保用户流量分析的完整性。

3.5.1 流量的完整性

用户流量质疑分析：基于用户2G/3G上网信令数据和4G上网信令数据，对用户2G/3G/4G网络的使用情况同时做了分析，确保上网数据在网络层面的完整性。

流量质疑分析：分析用户上网的信令记录，同时包括TCP相关流量和UDP相关流量，完整地包含了用户业务使用情况。数据基于2G/3G的信令监测及4G的统一DPI系统，依据集团统一DPI规范，统计用户所有业务的记录。详细情况如下：通用业务表单；HTTP业务表单；DNS业务表单；MMS业务表单；FTP业务表单；E-mail业务表单；VoIP业务表单；RTSP业务表单；P2P业务表单；视频业务表单；即时通信表单。

这些表单既包括主流分析涉及的基于TCP的相关流量，也包含当前视频等业务大量使用的UDP相关流量，保证了流量的完整性。

3.5.2 区分不同网络分析

基于2G/3G网络和4G网络的流量使用情况，明确用户在高速网络（4G）和中低速网络（2G/3G）下的流量使用情况。从2G/3G信令分析系统接入2G/3G网络信令数据，从4G DPI系统接入4G信令数据，综合2G/3G/4G信令数据，分析挖掘用户流量使用情况。特别是针对4G高速网络下的流量使用情况与2G/3G低速网络的流量使用情况对比，明确高速网络下流量使用的特点，为客户流量质疑提供解释口径及详细数据支撑。

从2G/3G信令分析系统接入2G/3G的通用业务表单、HTTP业务表单、DNS业务表单、MMS业务表单、FTP业务表单、E-mail业务表单、VoIP业务表单、RTSP业务表单、P2P业务表单、视频业务表单、即时通信表单等数据。从4G DPI系统接入4G的通用业务表单、HTTP业务表单、DNS业务表单、MMS业务表单、FTP业务表单、E-mail业务表单、VoIP业务表单、RTSP业务表单、P2P业务表单、视频业务表单、即时通信表单等数据，实现2G/3G网络和4G网络使用情况的对比分析。

3.5.3 区分不同业务分析

基于DPI解析出的业务类型，明确用户使用的详细业务类型及流量使用情况。基于信令数据中的APP TYPE、APP SUBTYPE、ULDATA、DLDATA等字段，汇总出每个用户区分业务的流量使用情况，同时提供详细的上网记录单原始数据，包括具体上网时间（秒级）和流量大小、访问网站等。

业务使用情况基于集团DPI规范的21种业务大类进行分析，涉及业务小类2000余种，包括Web版及APP，具体见表1。

3.5.4 单用户质疑分析与群体用户统计分析结合

流量质疑分析：同时分析单个用户的流量使用情况和群体用户的业务使用特征，从微观和宏观两方面分析用户流量使用情况，同时满足单个用户的流量质疑查询分析需求，也满足对用户流量使用变化的整体分析。

单用户分析：主要通过对单个用户的信令记录，进行统计分析和详单分析，分析用户的业务、时间、地点、网站上的流量使用情况及详细记录。

群体用户业务使用特征分析：分析群体用户的整体使用情况，分析用户流量使用在各类业务上的分布，获取当前的热门业务及流量耗费情况，针对特定业务进行流量分析。用户使用的终端情况分析：分析不同类型终端的流量使用特征，对于部分后台程序流量使用较高的终端型号进行重点关注，区分浏览的去向问题，分析流量使用在网内网外的分布，从流量流向上分析用户的流量去向。

3.5.5 引入大数据处理技术

引入大数据处理技术实现用户级流量及使用明细的统计。对于海量信令数据，针对不同的分析功能，采用不同的

表1 中国移动集团DPI规范的21种业务大类

业务类型	业务说明
即时通信	互联网消息即时收发业务，如QQ、微信等
阅读	向用户提供在线阅读或离线阅读服务的业务，如移动手机阅读、熊猫阅读等
微博	微博业务，如移动微博、新浪微博等
导航	提供浏览、查询、导航等功能的电子地图类业务，如谷歌地图、高德导航等
视频	向用户提供音视频内容的直播、分享和下载服务的网站和应用（不包括传统意义上基于P2P技术的视频业务），如优酷、手机电视等
音乐	提供音乐在线欣赏和下载服务的网站和应用，如咪咕音乐、QQ音乐等
应用商店	提供应用程序、音乐、图书等内容浏览、下载及购买服务的业务，如Mobile Market、APP Store等
游戏	基于客户端或者网页的游戏业务，如QQ游戏、开心农场等
支付	电子商务类业务，如手机支付、支付宝、网银等
动漫	提供动漫在线欣赏和下载服务的网站和应用，如手机动漫、爱看动漫等
邮箱	电子邮箱业务，如139邮箱、QQ邮箱等
P2P业务	基于P2P技术的资源共享业务，包括下载和视频两部分，前者如迅雷、eMule等，后者如迅雷看看、PPLive等
VoIP业务	互联网语音通信业务，如Skype、Uucall等
彩信	彩信业务
浏览下载	基于HTTP、WAP、FTP等的普通浏览和下载业务
财经	金融资讯、股票证券类业务，如手机商界、大智慧等
安全杀毒	提供网络安全服务的应用，如360安全卫士、麦咖啡等；网络恶意流量，如病毒、攻击等
购物	互联网购物应用，如淘宝、京东等
出行旅游	提供出行旅游相关的机票、车票、酒店预订等的应用，如携程旅行、去哪儿旅行等
网盘云服务	提供文件的网络备份、同步和分享服务的应用，如百度云盘等
其他业务	-

技术满足各类需求的实现。

针对用户业务使用详单查询需求，使用Hbase来满足大量明细数据的查询需要。

针对流量统计分析，使用Hive进行统计汇总，满足海量数据的汇总处理需求。

3.6 专题最终实现成果

3.6.1 指定用户流量质疑查询

客户流量质疑查询结果展示如图4所示，2G/3G/4G流量业务分析如图5所示。

针对流量质疑的客户投诉，查询客户流量使用情况，最小粒度为天，展示用户的终端品牌、终端型号及客户使用流量大小。

呈现客户全制式流量业务分析模块、客户日粒度流量变化趋势图，及客户业务小类流量使用分布图。客户日粒度流量变化趋势图支持下钻呈现客户该业务小时粒度流量详情表；客户业务小类流量使用分布图支持下钻呈现客户该业务

日粒度流量详情表。

3.6.2 指定用户上网详单查询

上网详单查询结果展示如图6所示。

3.6.3 用户质疑分析

质疑分析结果展示如图7所示。

(1) 质疑客户终端维度规律分析

呈现质疑客户群体终端维度的分布情况，呈现终端品牌分布图及终端型号分布图。终端型号分布图支持切换不同终端品牌。质疑用户终端品牌分布如图8所示。

(2) 质疑客户区域维度规律分析

呈现质疑客户群体区域维度的分布情况，呈现客户归属的地市分布图及区县分布图。质疑用户区域覆盖场景分布如图9所示。

(3) 质疑客户网络类型维度规律分析

呈现质疑客户群体网络类型维度的分布情况，呈现客户网络类型的用户数分布图及流量分布图。质疑用户网络类型



图4 客户流量质疑查询结果展示

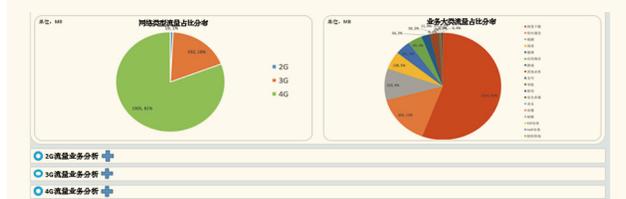


图5 2G/3G/4G流量业务分析

中国移动 客户流量质疑分析 质疑查询 上网详单查询 质疑分析 系统功能

上网详单查询

开始时间: 2015年11月01日 结束时间: 2015年11月16日 用户号码: 13512345678 查询 导出

用户号码	上网开始时间	上网结束时间	网址(应用)名称	上网流量(M)	url地址
13512345678	2015-11-1 00:15:34	2015-11-1 00:16:34	淘宝	2.30	http://www.taobao.com
13512345678	2015-11-2 00:15:34	2015-11-2 00:16:34	微信	3.45	
13512345678	2015-11-3 00:15:34	2015-11-3 00:16:34	QQ	1.08	
13512345678	2015-11-4 00:15:34	2015-11-4 00:16:34	爱奇艺	5.51	
13512345678	2015-11-5 00:15:34	2015-11-5 00:16:34	腾讯视频	102.55	
13512345678	2015-11-6 00:15:34	2015-11-6 00:16:34	爱奇艺中文	2.35	

图6 上网详单查询结果展示



图7 质疑分析结果展示



图8 质疑用户终端品牌分布



图9 质疑用户区域覆盖场景分布



图10 质疑用户网络类型分布



图11 质疑用户业务应用分布

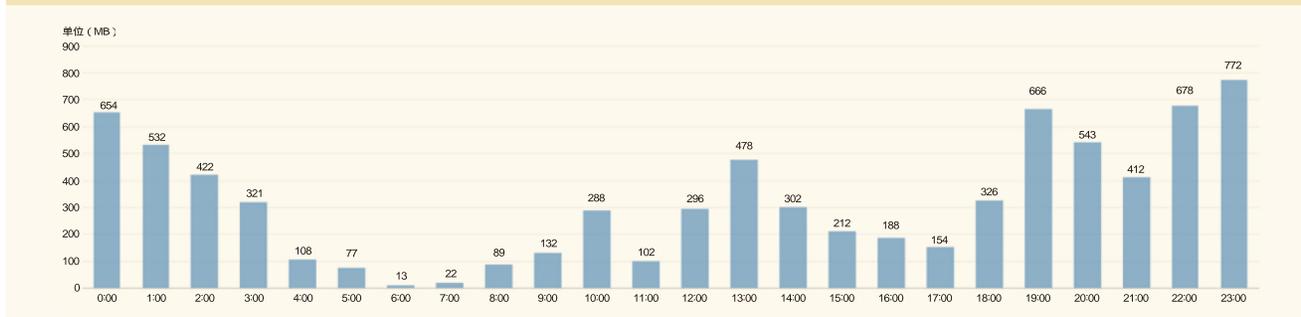


图12 质疑用户时间流量分布

分布如图10所示。

(4) 质疑客户业务维度规律分析

呈现质疑客户群体业务维度的分布情况，呈现客户业务小类的流量分布图。质疑用户业务应用分布如图11所示。

(5) 质疑客户时间维度规律分析

呈现质疑客户群体时间维度的分布情况，呈现客户小时粒度（天小时、周小时、月小时）的流量分布图。质疑用户时间流量分布如图12所示。

4 结束语

本次用户流量明细分析算法模型最大的特色是在大数据和经营分析系统的基础上，引入海量的用户行为习惯分析和网络发展趋势分析，从而解决了流量管理系统无法解决的一系列问题，如未能应答客户流量质疑相关问题，无法以强有力的数据事实来处理客户投诉，无法以更小的粒度给客户供精细的流量查询，无法精确地分析客户习惯和网络发展趋势等问题，为移动运维管理和业务拓展提供一种全面高效的数据分析模型。后续可从完善数据收集等方面入手，实现流量流向可视、业务热点洞察、用户特征挖掘等功能，进一步对模型进行完善。

参考文献

- [1] 《中国移动统一DPI设备规范20160419》[Z]
- [2] 《中国移动数据流量DPI识别能力规范20160418》[Z]
- [3] 《中国移动统一DPI设备技术规范-LTE信令采集解析服务器接口

规范v2.2.0-20160419》[Z]

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

李景文

本科，现就职于广西移动信息技术管理部，从事项目管理工作，主要研究方向为大数据规划、网管支撑系统、IT架构。

雷蕾

本科，工程师，现任职于广西移动信息技术管理部，主要研究方向为云计算、大数据。

苏良良

本科，现任广西移动信息技术管理部业务支撑初级专家，主要研究方向为大数据应用、大数据规划和IT架构。

林强智

本科，现任职于广西移动信息技术管理部，从事项目管理工作，主要研究方向为大数据网管系统支撑方案设计。

基于ARM的时间同步数据采集和远程管理系统设计

欧燕京

中国电子系统技术有限公司

摘要 为解决AC/DC码同步对时体制下, 测量数据时间信息的错误原因分析缺乏数据作为依据和对时同步过程复杂、终端缺乏监测手段等问题, 基于ARM平台设计两型终端采集和数据存储转发设备, 进行时间同步数据采集、显示和远程数据管理系统设计, 实现时统上级站和时统终端站的监控信息存储、转发和终端站接收时码信息解调、测量、显示、存储、转发, 作为终端修正和事后进行故障原因分析的依据。

关键词 时间统一系统 全波精密整流 DC码解调 ARM FPGA

1 引言

目前, 某实验场所采用基于北斗的时统中心站、时统分站和测控时统终端三级授时体系, 或时统中心站和测控时统终端两级授时体系, 采用DDN 4线信道传输AC码的方式进行授时同步。在信道设备开关机时强制上下级配合进行同步误差测量, 计算修正量, 进行终端修正, 上级站监控修正后的时延变化结果, 并验证修正是否正确, 以减少同步误差。但试验中仍存在测量数据时间信息错误的情况, 造成部分测量数据失效, 对于这一现象究竟是时统分站单路时统数据传输错误, 还是测控终端时码解调错误的原因分析, 始终缺少必要的数据作为分析依据, 且对时程序复杂不直观, 时码终端使用无监测手段。

2 设计需求分析

随着该实验场所通信传输体制转型, 采用DDN 4线音频信道传输AC码的时统同步对时方式将逐步取消。但在一定时期内, 该方式仍将存在, 之前存在的测量数据时间信息错误问题仍未得到有效解决。另外在转型过程中, 现有装备在接口不进行改造使之具备网络授时接口之前的较长时期内, DC码的同步对时方式仍将在相当多的设备上使用, 一旦出现问题, 仍缺乏问题分析的数据依据。针对这一现象, 以问题为牵引, 兼顾长远使用考虑, 提出时间同步数据采集、显示和远程数据管理系统的设计思路及实现方式, 以期能够为时统应用过程中可能出现的问题分析, 提供数据支持, 并直接给出测量时延值, 简化上下级对时同步程序。

3 设计思路

该系统通过研制两型数据终端、数据存储服务器及配套

软件的方式实现。两型数据终端分别布设在时统分站(或时统中心站)和测控时统终端站, 数据存储服务器及配套软件系统布设在时统数据管理机房。布设在时统分站的终端根据功能定义为时统监控数据存储转发终端, 采集、存储、显示时统设备自身监控的对时同步信息, 并将数据通过IP网络转发至数据存储服务器。布设在测控时统终端站的设备根据功能定义为时码解调显示存储转发终端。该终端接收转发并解调上级站传输过来的AC码、DC码时间信息, 以北斗秒头为基准测量传输时延并显示, 作为终端修正的依据; 同时提供接口解调回码, 同样以北斗秒头为基准进行测量, 作为修正结果验证数据, 并实现上级站解调时间信息、传输时延(修正量)、修正结果验证数据的本地存储, 串口输出和通过IP网络转发至数据存储服务器。数据存储服务器实现远程转发数据的存储、事后数据的查询下载等。系统结构如图1所示。

3.1 时统监控数据存储转发终端的功能及组成

时统监控数据存储转发终端具备本地网管计算机的数据监视记录功能及数据转发功能。该终端通过串口接收时统分站(或时统中心站)设备串口输出的本机同步数据信息, 完成数据分析存储, 并通过网络接口实现向连接在同一网络上的远程数据存储服务器的数据转发。

该平台主要由ARM开发平台及配套显示屏、接口电路、存储器和配套电源等组成, 具体如图2所示。

3.2 时码解调显示存储转发终端的功能及组成

时码解调显示存储转发终端具有接收、转发、解调AC/DC码, 时码传输时延测量、显示, 串口输出时间信息及修正量

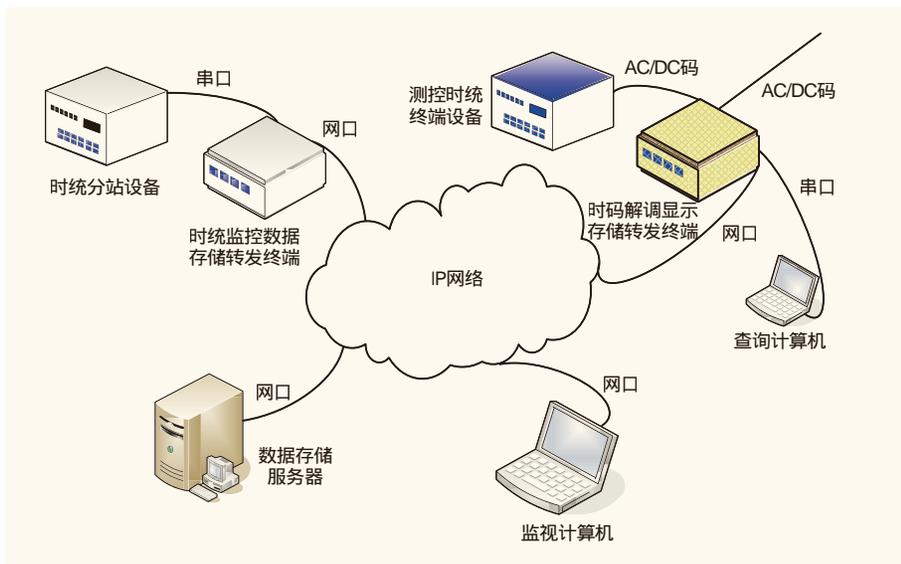


图1 时统远程管理系统设计示意

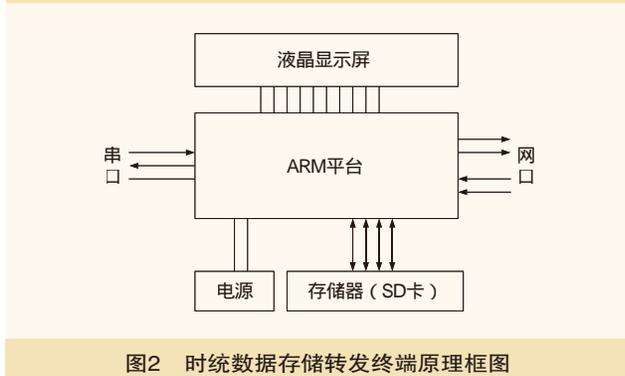


图2 时统数据存储转发终端原理框图

和修正结果验证数据，以及通过网络接口将该信息（同串口输出）发送至连接在同一网络上的远程数据存储服务器的功能。

该终端主要由2路AC码转DC码模块、基于FPGA的2路DC码信息解调模块、北斗模块、基于ARM的数据存储转发模块、液晶显示模块及电源模块等组成，具体如图3所示。

4 硬件设计

时统监控数据存储转发终端和服务器采用结构成熟的ARM开发平台和服务器，开发应用软件接收远程发送的同步信息数据方式实现，在此不做详细描述。在硬件设计上，仅就涉及硬件电路设计的时码解调显示存储转发终端进行详细介绍。

4.1 时码解调显示存储转发终端硬件设计

时码解调显示存储转发终端硬件主要由北斗模块、FPGA平台模块、AC码/DC码转换模块、ARM平台模块、电源模块、存储模块和显示模块7部分组成。其中北斗、FPGA和ARM平台、电源、存储和显示模块均采用成熟模块，在

ARM平台上进行软件程序开发，对AC码/DC码转换模块进行纯硬件电路设计，在FPGA平台上进行硬件程序开发。

AC码/DC码转换模块设计上可以考虑两种解决方式，一是采用基于FPGA的全数字解调技术，直接对采样后简单的正弦波形进行数字化处理；二是采用模拟电路进行处理，将AC码处理成DC码，再用FPGA对DC码进行解调处理。

文中采用第二种方式进行处理，好处是采用模块化处理，在采用AC码或DC码不同体制的变换使用中，仅需增减相应模块，不需要对硬件电路进行设计上的变更，减

少硬件设计的复杂性。该设计过程中，采用取绝对值电路，将AC码波形进行全波精密整流处理，解决接入过程中应急性差异带来的 $500\mu s$ 误差，该电路对输入的条幅正弦波进行整流后的仿真波形如图4所示，取绝对值电路如图5所示。在实现精密的线性整流设计上，采用运放和普通二极管组成的有源整流电路，以改善二极管的非线性特性，减少二极管阈值电压的影响，实现良好的线性转换关系，使其能对尽可能小的输入信号进行转换。同时精密整流电路的工作频率在大信号时会受到运放压摆率（SR）的限制，在小信号时，又会受到运放-3dB带宽（fc）的限制。根据实际工作频率选择合适的集成运算放大器和匹配电阻，才能保证整流器的整流精度。对整流后的单极性波形进行包络检波和电压比较，和AC码通过过零比较电路得到的与原AC码同频和2倍频的频率方波共同处理，得到准确的DC码波形。

4.2 DC码解调电路和时间误差测量硬件程序设计

DC码解调电路和时间误差测量部分采用FPGA平台实现。DC码解调部分对上级输入的DC码直接进行处理，得到秒信息和秒头1；对下级DC码回码进行处理，得到秒头2。

在时间误差测量设计上，对北斗秒信号秒头与秒头1进行测量，作为传输时延（修正量）输出给ARM平台进行传输和显示；对北斗秒信号秒头与秒头2进行测量，作为修正结果验证数据输出给ARM平台进行传输和显示。同时向外输出北斗秒、上级DC码解调秒、下级DC码解调秒，作为测试使用，具体如图3所示。在具体测量时钟使用上，采用FPGA平台上的50MHz时钟上升沿和下降沿进行综合判断，以提高测量精度。

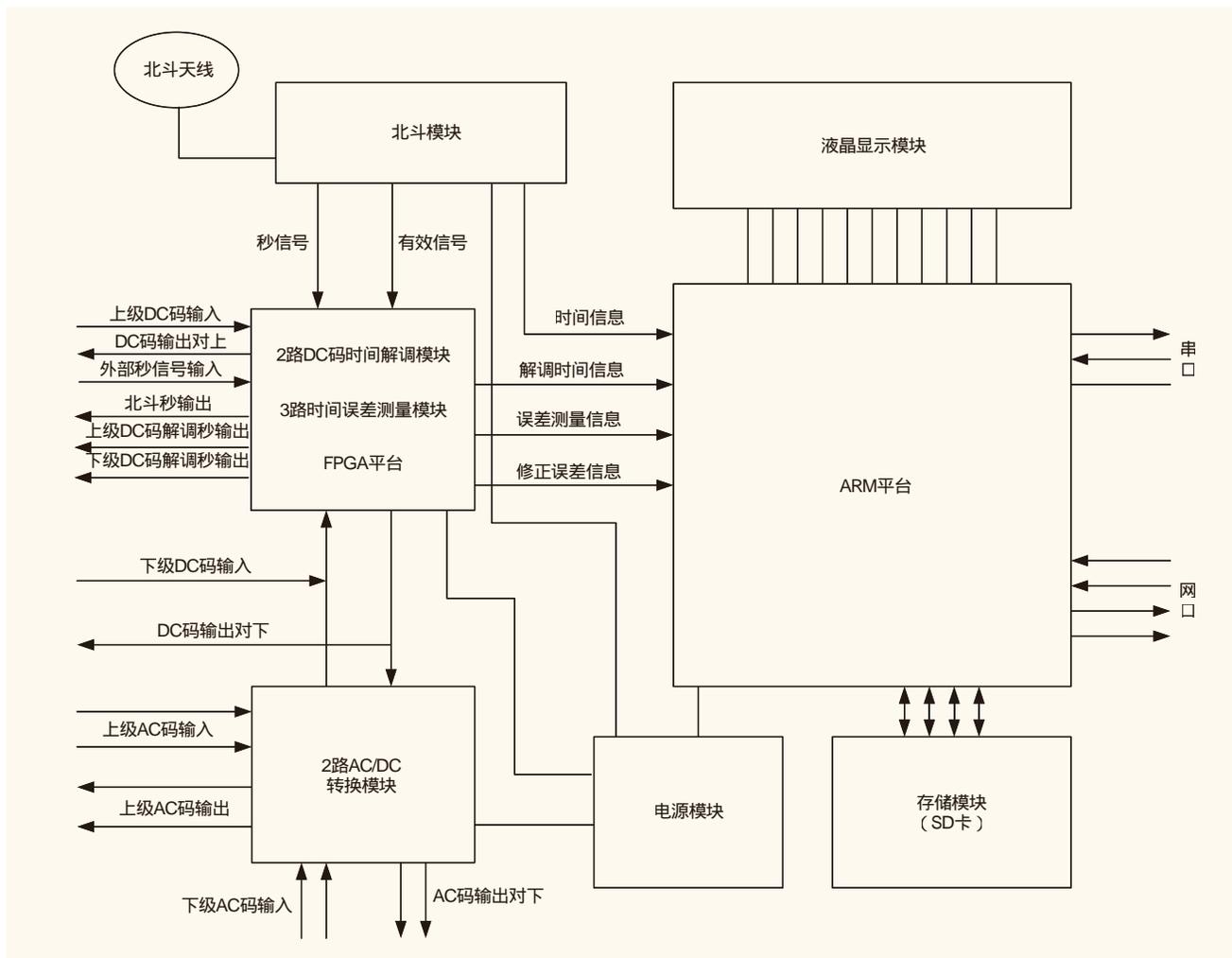


图3 时码解调显示存储转发终端原理框图

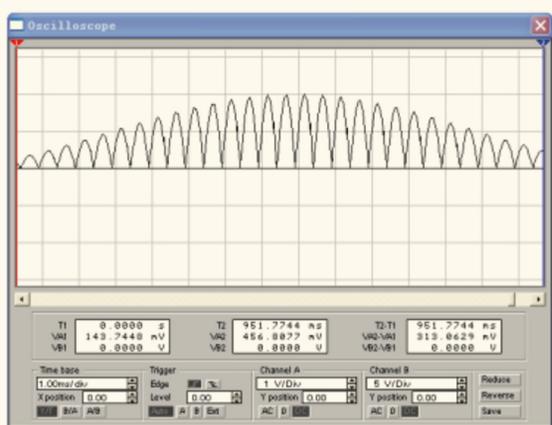


图4 输入调幅波整流仿真波形

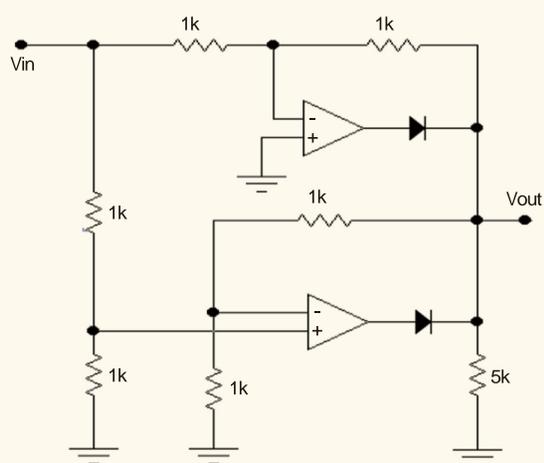


图5 取绝对值电路

5 软件设计

时统远程管理系统软件编写根据时统数据存储转发终端和时码解调修正存储转发终端的不同，分别按照规范《监控

计算机与时统通信协议》和自定义数据格式进行软件开发。为了提高软件可移植性，使用Python作为软件编程语言。

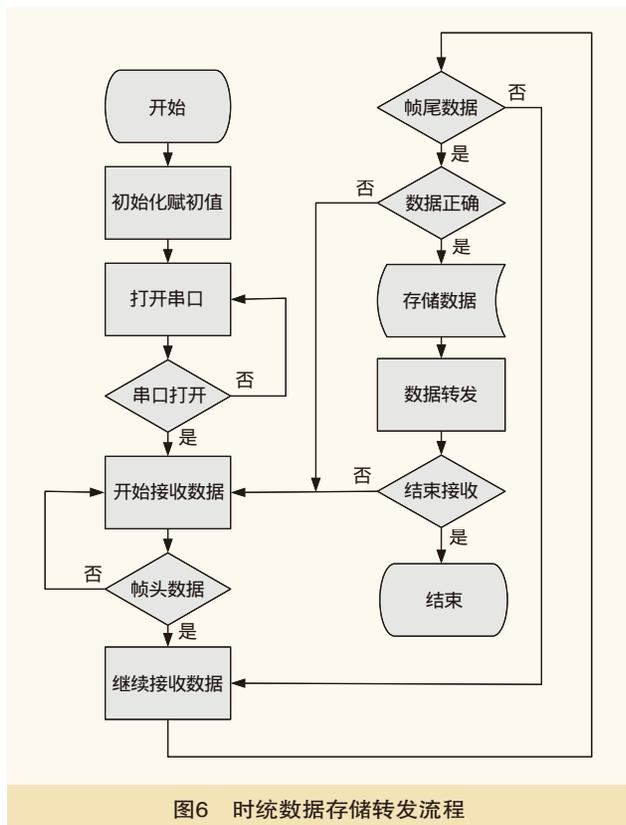


图6 时统数据存储转发流程

5.1 时统数据存储转发终端软件设计

时统数据存储转发终端按照异步串口，数据率9600bit/s，帧结构：0XFC+源地址+目的地址+命令字+数据包+校验和+0XFD等相关规范编写。软件流程如图6所示。

部分代码如下。

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-
from serial import *
ser = Serial(0,9600) #SERIAL 初始化
ser.isOpen() #打开串口
.....
```

ser.Close() #关闭串口

网络数据转发代码如下。

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-
from time import *
from socket import *
def NetSend(): #网络发送函数
host='A.B.C.D0'
port=54015
```

```
bufsiz=1024
addr=(host,port)
udpclisock=socket(AF_INET,SOCK_DGRAM)
.....
savedata(data2,STdatafile)
udpclisock.sendto(data2,('A.B.C.D1',54015))#向目标地址
D1发送数据
udpclisock.sendto(data2,('A.B.C.D2',54015))
.....
udpclisock.close()
```

5.2 时码解调显示存储转发终端软件设计

时码解调修正存储转发终端按照自定义协议进行软件编写。帧结构为：0XFC+源地址+数据包+校验和+0XFD；数据包格式为：北斗时间信息+解调时间信息+误差测量信息1（外部DC码输入测量误差，即传输时延）+误差测量信息2（外部秒信号输入测量误差）+修正误差测量信息（下级DC码输入测量误差，即修正结果验证数据）。具体实现过程类似于时统数据存储转发程序。

5.3 数据存储服务器软件设计

数据存储服务器的部分软件通过既定的网络接口和端口号，接收来自不同方向时统分站（或中心站）的监控数据和时码解调显示存储转发终端传输来的测量数据，根据时间进行原始数据存储，并提供原始数据下载和专用分析软件下载。用户可以通过联网计算机进行数据下载，通过专用分析软件进行原始数据处理和分析显示。

6 结束语

该系统既可用于该实验场现有基于AC码体制时间统一系统的传输时延测量、显示，测控时码修正后的同步精度测量和AC码/DC码转换模块的拆除，又可用于DC码体制下时间统一系统的传输时延测量和修正后的同步精度测量。同时，外部秒信号输入连接测控时码钟秒信号输出，可用于包括IP等各种同步体制下终端对时同步结果的测量记录。本地和远程存储的数据可作为事后测量数据时间信息错误情况下的故障分析依据，具有较高的应用价值。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

欧燕京
工程师，现就职于中国电子系统技术有限公司。

基于接收功率里程面积特征建模的高铁定位技术

沈朱戎¹ 周胜强¹ 王国治¹ 黄剑锋²

1.中国移动通信集团浙江有限公司

2.北京神州泰岳软件股份有限公司

摘要 提出基于高铁接收信号功率里程面积的新型高铁定位方法, 高效提升高铁无线定位精度。结合浙江高铁优化工程应用实践, 验证高铁定位创新方法的重要工程应用价值。

关键词 高铁定位 主服务带 功率里程面积

1 引言

近年来, 随着中国高铁技术的全面发展, 我国高铁建设出现了井喷式增长。国家统计局公布的数据显示, 到2016年年底, 全国高铁里程达到2.3万千米。按照《铁路“十三五”发展规划》, 到2020年, 全国高铁营业里程将达到3万千米。高铁乘坐旅客大都是移动互联的高端用户, 对移动数据网络业务感知要求很高, 这对作为配套通信设施的高铁移动通信专网的大规模建设、运维、优化提出更高的要求。

2 高铁无线定位技术现状

2.1 高铁无线定位技术的必要性

针对高铁运行速度极快, 平稳运行状态下的列车速度通常在200~350km/h, 很多地方通常为高铁专网和公网信号的多重覆盖网络结构, 邻区关系复杂, 导致重选和切换关系也比较复杂, 这些问题都大大增加高铁优化的难度。当前, 通过高铁专网的业务测试评估高铁专网综合性能的用户感知, 分析网络存在的问题, 进而提出针对性优化方案, 仍然是高铁专网运维优化的重要工作内容之一。

高铁车厢由于进行了更多乘坐环境的舒适性设计, 其结构和材料对无线信号的损耗比常规火车客车车厢都大, 在高铁车厢对高铁移动通信专网信号以及卫星定位无线信号的衰减通常都在20dB以上。高铁专网无线信号损耗, 可以通过专网基站天线靠近高铁线路架设、定向高增益天线、增加基站RRU发射功率等措施进行有效补偿。但由于在高铁线路进行路测时, 卫星定位信号(如GPS、北斗等)接收天线无法伸出车厢外部进行卫星定位信号接收, 高铁卫星定位信号穿

透全封闭高铁车厢测试时产生的损耗在路测测试设备内部无法进行补偿, 导致很多高铁线路移动通信业务测试时无法进行卫星定位数据采集, 造成测试记录数据无法进行网络问题的位置定位。在高铁列车穿过城市高架桥底、山区密林、山地峡谷、隧道等场景, 或卫星信号接收天线或模块异常时, 通常无法进行卫星定位数据的采集, 给基于高铁测试数据进行网络问题分析定位带来很大的不便。

因此, 当前业内迫切需要高效精准的高铁无线定位技术, 对由于各种原因导致的测试过程中卫星定位数据缺失的高铁移动网络测试数据, 进行测试位置的定位和补充, 以充分利用测试数据进行高铁移动网络的分析评估、问题分析定位和优化。

2.2 高铁无线定位技术面临的问题

由于高铁列车的高速行进, 一般要求单个服务小区的覆盖里程在2km以上, 以避免大量的小区切换降低网络性能。所以当前中国移动的LTE高铁专网组网采用多频RRU的小区合并级联拉远方案: 如一个RRU点配置两个以上LTE小区以满足高铁用户容量, 一个LTE小区配置三个以上连续拉远RRU点以满足连续覆盖里程等。

杭甬高铁小区152715393在一次高铁测试过程中记录的作为服务小区的接收电平上报数据如图1所示。从图1可知, 由于单个服务小区多RRU拉远级联重叠覆盖合并的网络结构, 导致相同或相近电平在整个覆盖里程中会重复出现多次, 不具备普通宏站小区慢衰落特性带来的覆盖电平随覆盖距离变化产生的差异性特征; 在此基础上再叠加无线传播衰落带来的随机接收电平测量误差, 采用电平特征作为定位

关键特征的传统定位算法会产生很大的定位误差。

由上面的测试数据分析可以看出，如果采用小区的电平差异进行高铁测试点经纬度位置的定位，基于小区合并多RRU级联组网方案，带来的最大定位误差为多RRU连续覆盖小区的总体覆盖里程，这种定位误差通常在2km以上。高铁优化工程实践表明，这样大的定位误差对于高铁测试数据网络问题的分析与定位是不可接受的。因此，当前业内迫切需要提出一套新的针对高铁网络结构特点以及高铁列车行进特点的高效精准定位技术方法，以有力支撑针对高铁专网的网络测试、评估分析与优化。

3 基于功率里程面积的高铁定位技术

3.1 高铁线路里程建模

文中提出的高铁里程建模方法基于高铁路线地图图层的折线点序列，将高铁线路表示为一系列相邻端点连接的折线段集合，如图2所示。

$$S^{A \leftrightarrow B} = \sum_{i=1}^{N^{A \leftrightarrow B}} S_i^{A \rightarrow B} = \sum_{j=1}^{N^{A \leftrightarrow B}} S_j^{B \rightarrow A} \quad (1)$$

其中， $S_i^{A \rightarrow B}$ 表示从高铁线路折线点A到高铁线路折线点B方向第*i*段折线集合的里程长度，单位为m； $S_j^{B \rightarrow A}$ 表示从高铁线路B到高铁线路A方向第*j*段折线的里程长度； $N^{A \leftrightarrow B}$ 表示

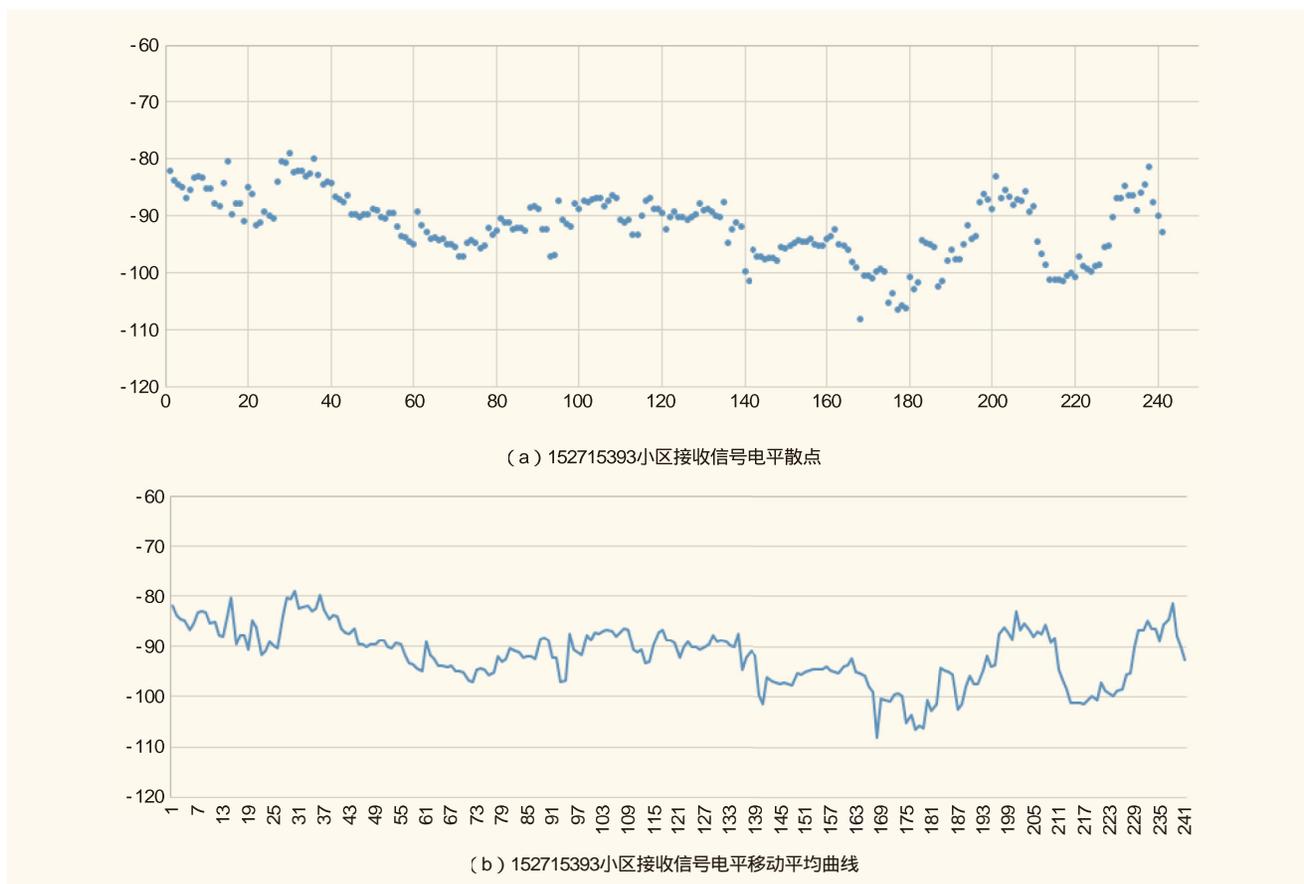


图1 152715393小区服务带接收信号电平数据

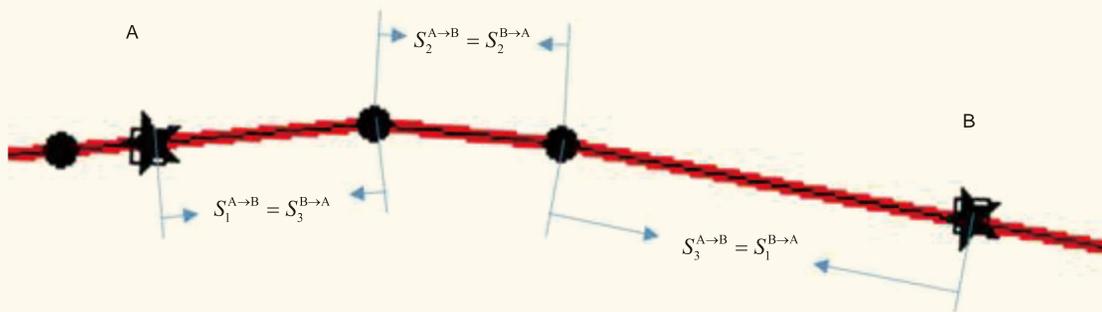


图2 高铁线路里程建模

相邻高铁站之间的折线段总条数； $S^{A \leftrightarrow B}$ 表示从地铁A与地铁站B间的线路总里程。

在此基础上，可给任一条高铁线路 K 的线路总里程 L^K 建模，见公式（2）。

$$L^K = \sum_{(X,Y) \in \Phi_{L^K}} S^{X \leftrightarrow Y} \quad (2)$$

其中， $S^{X \leftrightarrow Y}$ 表示相邻高铁路线图层折线点对 (X,Y) 之间的线路里程， Φ_{L^K} 表示高铁第 K 号线相邻高铁线路图层折线点对的全集， L^K 则表示高铁第 K 条线路的运营总里程。

3.2 高铁接收功率里程面积

在高铁线路里程建模的基础上，将路测数据中有位置的采样点经纬度位置投影到高铁折线段上的投影点，作为当前采样点在高铁中的行进位置点。路测采样点与高铁投影点进一步结合采样点电平的平均值，下面提出高铁测试终端基于接收信号功率里程面积建模的新型高铁无线定位方法，如图3所示。

图3中的曲线为在152715393小区服务带内进行业务测试上报的相邻5个采样点电平移动平均线，称之为小区服务带接收功率函数曲线。并且，通过对小区服务带所有采样点上报电平的统计平均，可以得到本小区服务点的电平均值线。一个小区服务带的电平均值线将本小区服务带接收功率函数曲线切分为若干均值线以上部分和均值线以下部分。接收功率函数的均值线以上部分产生接收信号局部波峰，接收功率函数的均值线以下部分可能产生接收信号局部波谷。

文中定义小区服务带内接收功率函数第 i 段连续波峰段 $P(i)$ 和与测试采样点在高铁线路投影点里程的积分为本段局部波峰 $P(i)$ 的功率里程面积 $A^{P(i)}$ ，即波峰功率里程面积。

$$A^{P(i)} = \int_{P(i)} [R(s) - \bar{R}] ds \quad (3)$$

进一步将 ds 表示为接收信号功率 $P(i)$ 段连续波峰的速度函数 $v^{P(i)}(t)$ 与行进时间 t 的微分，则 $P(i)$ 段连续波峰的功率里程面积可表示为公式（4）。

$$A^{P(i)} = \int_{P(i)} [R(s) - \bar{R}] \times v^{P(i)}(t) dt \quad (4)$$

同理，定义小区服务带内接收功率函数第 j 段连续波谷与测试采样点在高铁线路投影点里程的积分为本段局部波谷 $T(j)$ 的功率里程面积 $A^{T(j)}$ ，即波谷功率里程面积，见公式（5）。

$$A^{T(j)} = \int_{T(j)} |R(s) - \bar{R}| ds \quad (5)$$

进一步将 ds 表示为接收信号功率 $T(j)$ 段连续波谷的速度函数 $v^{T(j)}(t)$ 与行进时间 t 的微分，则 $T(j)$ 段连续波谷的功率里程面积可表示为公式（6）。

$$A^{T(j)} = \int_{T(j)} |R(s) - \bar{R}| \times v^{T(j)}(t) dt \quad (6)$$

小区服务带之所以进行相邻5个采样点的电平移动平均处理，是为了很好地利用小区服务带电平均值线，避免个别采样点电平值的跳跃导致功率曲线建模的不平稳性。

通过大量高铁路测数据统计分析发现，在高铁专网的网络覆盖结构参数相对稳定的条件下，接收信号功率的移动平均线相对于高铁线路里程的波形形态保持很好的平稳性和相似性。尤其是一个小区主服务带中TOP1、TOP2的波峰接收功率里程面积以及波谷接收功率里程面积稳定的位置特征尤其明显，是高效提升高铁定位精度的优良稳定特征模型。如图3所示的TOP1第一大波峰功率里程面积以及TOP1第一大波谷功率里程面积，都具备很稳定的位置特征，所以TOP1

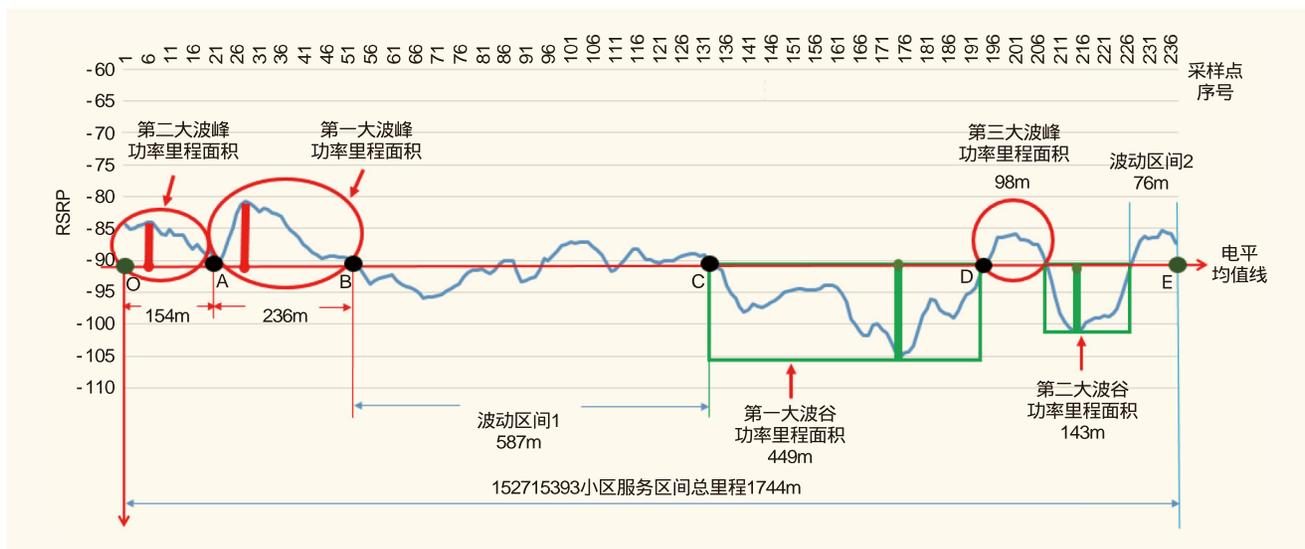


图3 高铁功率里程面积特征建模

功率里程面积与接收电平均值线的交点是非常理想的高铁测试定位位置锚点。图3中，TOP1第一大波峰功率里程面积与电平均值线的交点A和B，TOP1第一大波谷功率里程面积与电平均值线的交点C和D，都是小区服务带内的高价值定位锚点。

3.3 基于功率里程面积的高铁定位算法

通过文中定义的波峰功率面积和波谷功率面积特征建模，可以基于一个高铁小区主服务带终端接收信号的最大波峰相对功率里程和最大波谷相对功率里程的高铁新型定位算法。基于功率里程面积的高铁定位算法由小区主服务带接收信号功率模板TOPN波峰波谷功率面积计算及其端点记录算法、基于功率里程面积模板进行高铁无线定位算法两大部分组成。

(1) 小区主服务带接收信号功率模板TOPN波峰波谷功率面积计算

高铁小区主服务带接收信号功率模板TOPN波峰波谷功率面积计算关键算法步骤如下。

①对于任何一条指定的高铁线路 H_k ，选取一套完整的高铁线路测试数据，这套数据中卫星定位数据尽可能完整；并将其所有测量上报采样点的经纬度数据通过位置插值补齐或者综合多次 H_k 高铁线路测试数据补齐，作为高铁线路 H_k 的接收信号功率模板；同时综合多次 H_k 高铁线路测试数据，记录本条高铁线路的切换特征和邻区特征。

②对接收信号功率模板进行分析，提取每个高铁服务小区Cell中单次服务里程最长服务带中的关键邻区测量电平特征系列，对本服务小区Cell的最长服务带进行准确标识定位。

③计算服务小区Cell的主服务点电平均值，得到本服务小区的接收电平均直线。

④计算本服务小区主服务带的接收电平均移动平均线，得到本服务小区主服务带的接收电平均功率函数。

⑤按文中提出的高铁接收信号里程建模方法对服务小区Cell进行功率里程计算。

⑥对每个小区最长服务点的TOPN波峰波谷功率面积进行排序记录，并将各个波峰波谷里程面积与本小区最长服务带电平均值线交点位置作为关键位置定位锚点，形成完整的小区主服务带接收信号功率波峰波谷定位模板。

(2) 基于功率里程面积模板的高铁无线定位算法

对于卫星定位信号缺失或不完整的高铁测试数据，采用基于功率里程面积模板的高铁无线定位关键算法进行位置定位，步骤如下：

①对待定位测试数据进行各服务带邻区测量电平特征系列分析，与功率面积模板进行匹配，定位各个服务小区最长里程主服务带的起始和结束位置；

②对服务小区主服务带的波峰波谷里程面积进行计算，对比本小区主服务带的功率里程面积模板数据，确定待定位测试数据相应TOPN波峰波谷接收功率里程面积的排列顺序；

③对于每个TOPN波峰波谷功率里程面积，从本小区主服务带功率里程面积模板查找该功率里程面积与接收电平均值线的两个交点的定位位置；

④对于每个TOPN波峰波谷功率里程面积内部的所有采样点，按照指定的高铁运动规则进行位置定位填补；

⑤对于本小区主服务带内的其他被TOPN波峰波谷功率里程面积分割的波动区间，按照指定的高铁列车运动规则结合邻区电平特征系列进行位置定位填补；

⑥对于本小区非主服务带内的其他本小区服务带，按照高铁小区切换带模板进行本服务带切入切出点位置定位，进而按照指定的高铁列车运动规则结合邻区电平特征系列，进行服务带内的其他采样点位置的定位填补。

4 基于功率里程的高铁定位技术应用

基于功率里程面积的高铁定位技术在全国多个省市的高铁测试数据分析应用中的实践表明，上述高铁定位方法对于提升高铁数据的定位精度起到关键性的作用。对于200~300km/s运行速度的新型高铁列车的无线定位精度在100m以内，有力支撑高铁测试数据的工程分析应用。

4.1 高铁隧道内的测试定位案例

浙江高铁台州段隧道占比较高，应用基于功率里程的高铁定位技术对2017年5月隧道内的测试数据进行定位分析，定位出部分隧道内逻辑小区间存在切换带掉坑现象的准确位置：如太坤山隧道，通过基于问题定位点的现场测试数据分析，发现太坤山隧道北和胡岙切换带、太坤山隧道北及胡岙站点内小区间切换带均存在切换掉坑现象。

高铁隧道内覆盖问题点的定位如图4所示。

针对以上问题的位置定位，进行隧道内定点测试，根据定点测试数据进行分析，发现太坤山隧道内弱覆盖并不严重（车外测试最低RSRP为-85dBm，而高铁车厢的衰减在20dB以上），所以该隧道内主要问题是切换导致接收信号电平时掉坑，且掉坑可能使商用终端脱网至G网。通过后台配置调整服务小区传输模式由TM3调整为TM1，切换后信号掉坑问题得到解决。

4.2 杭甬高铁萧山东段频繁切换问题定位

通过上述高铁定位技术，定位频繁切换区域采样点位置信息发现，2017年6月杭甬线萧山东段线路在动车实测过程中，该区域存在覆盖问题，即高铁小区在铁路上的覆盖并

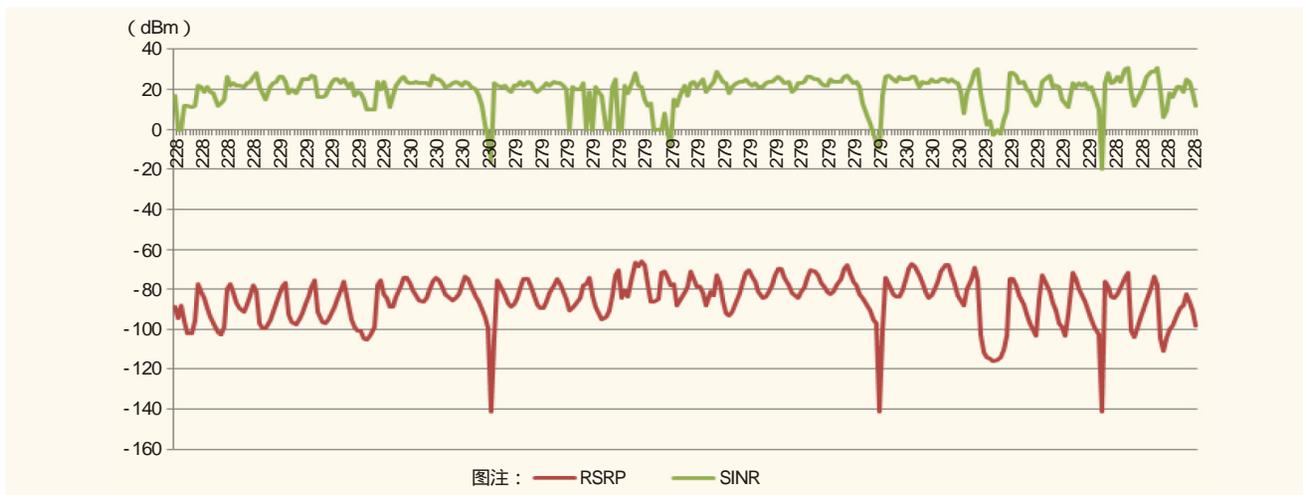


图4 高铁隧道内覆盖问题点的定位

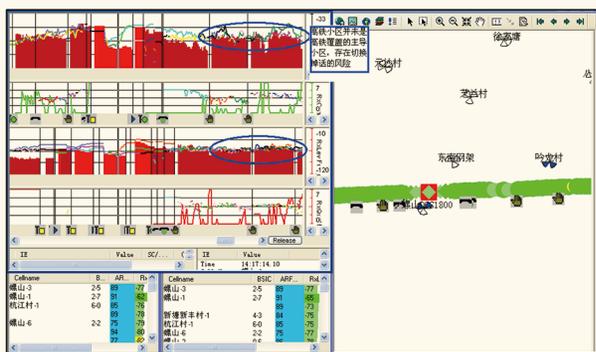


图5 高铁频繁切换问题点的定位

未占到主导，从而导致这一区域切换频繁，高铁用户经常切入到大网小区，这种情况下高铁用户对大网小区形成话务冲击的同时也容易产生掉话。动车行驶过程中该路段车速已达200km/h，切入到大网的用户很难及时切回到下一高铁专网小区，导致该路段经常有掉话产生。

高铁频繁切换问题点的定位如图5所示。

针对此发现问题点的指定优化方案为：将高铁沿线吟龙村站、草洋站、中方站、毛家上站4个基站覆盖铁路的小区分别合并为一个小区，每个小区通过功分器功分两路信号输入到原有的天馈系统中，这样每个高铁小区就分别接两面21dB_i的天线沿铁路方向覆盖。同时将小区配置为专网小区，删除与周围大网基站的邻区关系。通过实施上述优化方案，很好地解决该高铁区域的频繁切换问题。

5 结束语

工程实践表明，基于高铁接收信号功率里程面积的高铁

定位方法能够高效提升高铁测试定位精度，解决传统基于工程参数或无线信号电平特征定位方法定位精度不足的问题，为高铁专网优化工程提供创新的关键技术支撑。文中主要注重高铁小区主服务带功率里程面积的定位技术方法，未来的研究中，将基于功率里程面积的定位技术方法进一步改进，使其适用于非主服务带测试采样点的定位精度提升，同样具有积极的工程应用价值。

参考文献

- [1] 黄剑锋.一种新型高铁无线定位方法及装置:中国专利,201801876322.9[P].2018
 - [2] 庄少军.铁路移动网络测试经纬度获取方法及装置:中国专利,CN105657819 A[P].2016
 - [3] M Ibrahim,M Youssef.An Accurate Energy-Efficient GSM Positioning System[J].IEEE Transactions on Vehicular Technology,2012,61(1)
- 如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

作者简介

沈朱戎

本科，工程师，主要从事移动通信网络规划和优化工作。

周胜强

硕士，高级工程师，主要从事移动通信网络规划和优化工作。

周红刚

本科，工程师，主要从事移动通信网络规划和优化工作。

黄剑锋

博士，高级工程师，主要从事移动通信网络规划和优化、人工智能与大数据研究工作。

基于SOA的嵌入式动环监控系统分析与设计

李洪 赵浙业 刘化召

中国铁塔股份有限公司

摘要 提出一种智能动环监控单元系统架构,采用模块设计,封装与平台交互及应用相关的功能,包括平台(中心)交互应用模块、应用处理模块、网络通信应用模块、数据管理模块,实现对监控内容及数据的全面管理维护,统一软件管理升级。系统普遍兼容现有FSU设备,方便业务扩展。

关键词 嵌入式 FSU SOA

1 引言

在运营商传统的动环监控系统中,通常采用“有线、专网、小平台”的建设方式,而中国铁塔动环监控平台采用的是“无线、互联网+、大平台”的建设模式。目前已建设世界上第一个基于无线、互联网、监控体量超过200万基站的动环监控系统。

中国铁塔动环监控系统构建在底层监控智能和非智能设备之上,实现全网动环监控、集中告警、实时性能监控、视频监控等功能,并与电子运维模块对接,实现对故障运维管理的统一派单,是生产运维管理的自动化工具。动环监控系统管理范围涉及机房环境量(温湿度、水浸、烟雾、门禁等传感器)、网管动力设备(开关电源、空调、配电柜、UPS、油机等)、视频监控设备(重点机房)等。业务定位是对机房、基站通信电源、空调等设备以及综合环境的运行情况进行远程监控的平台,同时也是维护人员通信电源系统、空调系统、环境监控系统进行远程维护与操作强有力的支撑工具。

智能动环监控单元(Field Supervision Unit, FSU)是连接监控端局和监控中心的桥梁,是整个监控系统数据处理的核心。其主要功能是对端局采集器的原始数据进行采集,并将处理结果发送给监控业务台和数据服务器,同时接收业务台的控制命令对端局设备进行控制。传统的智能动环监控单元设计是用一个监控单元实现多个功能,每个监控单元是由固定的嵌入式系统软件和硬件一体化设计,通过底端数据的采集,由FSU完成数据处理、告警产生、数据存储,同时FSU与监控平台交互,完成FSU系统设置与功能。

由于FSU的监控对象不同,被监控对象的采集方式分为

智能和非智能两大类。智能设备本身具有数据采集和处理能力,并附带有智能接口,可以与上位机通信;非智能设备本身不具备数据采集和处理能力,需要增加传感器、变送器和采集器来完成数据的采集和上报。

2 问题的提出

由于FSU连接各式各样的设备,担负着不同的监控功能,把众多设备管理起来是个复杂而具体的任务。这些设备功能接口不一,随着物联网的发展,设备不断演进扩展,设备数量不断增多,想要把这些设备统一管理,对FSU系统的兼容性提出很高要求。中国铁塔综合监控系统的建设面临以下主要问题:

(1)现有FSU设备品牌型号不同,当需要进行系统升级时,系统软件需要定制开发,开发周期、实施时间长;

(2)由于设备厂商不同,系统实现方式、数据管理流程不同,使得监控平台获取的数据与实际情况存在差异,造成信息获取失准;

(3)软件的可靠性、稳定性存在差异,使得管理成本上升、管理任务加重;

(4)FSU设备均采用软硬件一体化设计,软件系统采用一体化编程实现,与硬件设备及外设接口结合紧密,虽然执行效率高,但是当有新业务开发与新接口扩展时,软件升级管理繁琐,可扩展性较差;

(5)FSU软件架构模块定义仅是按业务功能简单划分,界定模糊,随着业务的增加、新接口的扩展,不断在其上进行增减补丁,使得软件维护成本递增,对系统扩容和升级都造成相当大的困难。

3 设计与实现

SOA（面向服务架构）采用分布式对象技术，解决传统CORBA在分布式上的缺陷。基于SOA分布式对象技术的嵌入式FSU监控系统比传统的封闭式、紧耦合FSU软件有着诸多优越性，可以使服务提供者提供的各项设备性能数据、告警信息数据及相关配置数据等服务在监控平台上统一呈现，具有很强的跨平台性和可集成性。

3.1 传统FSU结构

FSU作为整个监控网络中最基本的元素，通过在底端智能单元设备安装嵌入式操作系统，运行应用程序，实现对监控数据的处理和管理。FSU软件系统架构如图1所示。

FSU主要业务功能为，对监控对象各种信息的采集和上级监控平台的交互。FSU软件系统主要功能模块如图2所示。

FSU的特点是结合特定硬件结构，设计安装嵌入式系统及应用软件，系统软件与硬件一体化设计。目前对于大规模站点的动环监控，由于FSU设备型号不同，系统软件也大不相同，虽然有统一的规范，但是由于对数据处理流程不同，造成监控中心对获取的数据，尤其是告警数据的分析定位失准，维护困难；随着业务的扩展，需要对FSU系统软件进行升级，不同设备需要开发不同的应用软件，扩容灵活性低，升级成本高。

3.2 多平台嵌入式智能系统设计

针对以上问题，结合中国铁塔海量基站监控的应用需求，设计一种新的基于智能监控单元的嵌入式系统架构。目的是实现统一管理、自动部署、方便扩展、批量安装和自动

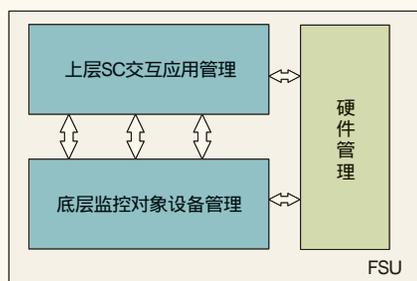


图1 FSU软件系统架构

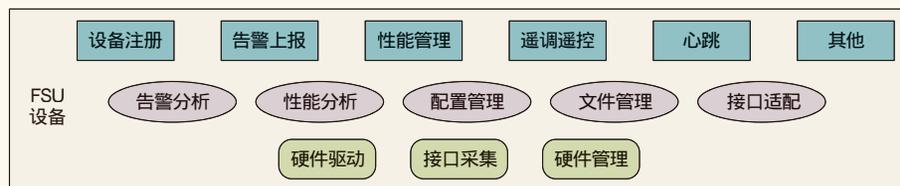


图2 FSU软件系统主要功能模块

更新软件系统，系统按照应用进行模块化设计，将与硬件及接口设备关联较多的软件单独划分；与监控中心交互应用及数据管理等应用进行模块化设计，实现对监控内容数据交互流程的统一，保证数据完整可靠。

本系统采用嵌入式架构，在FSU现有的系统架构基础上，将与监控中心平台交互相关及部分应用整合为一个新的系统应用，作为一个单独模块直接被FSU系统调用，模块由监控平台统一管理。智能FSU系统架构如图3所示。

嵌入式系统分为系统与监控平台（中心）交互应用模块、应用处理模块、网络通信服务模块、数据管理模块。

(1)系统与监控平台（中心）交互应用模块，用于与监控平台交互功能的实现，包括：注册模块，FSU设备与信息采集单元的注册；平台认证，对嵌入式应用软件进行认证；信息主动交互、信息被动交互。

(2)应用处理模块包括监控点告警管理、配置管理、性能管理、日志管理、远程控制、安全管理、智能分析（逻辑运算）、扩展接口。

(3)网络通信服务模块用于智能监控单元与监控平台远程连接，实现VPN拨号、Web服务与FTP服务等功能。

(4)数据管理模块包括数据处理、数据存储、数据显示、数据备份、数据恢复。FSU嵌入式智能系统功能架构如图4所示。

本系统软件采用模块化设计，与监控平台交互及应用处理作为一个模块，模块与FSU嵌入式系统交互调用。

由于将与监控平台交互及处理等应用整合，加强了与监控平台的联系，隔离与底层硬件交互，这样可以普遍应用于不同厂商的FSU设备，有很高的兼容性。

不同的FSU设备不需要单独开发相关应用程序，不仅缩短开发应用周期，同时统一业务实现方式和数据管理方式，全面实现平台对监控内容的管理维护，方便平台进行数据分析和故障处理，提高监控管理效率，保证监控系统的准确性与可靠性；应用软件的统一管理、升级，简化了升级流程，提高了系统稳定性。

由于动环监控是一些行业业务正常稳定运行的重要组成部分，已经出台一些标准及技术要求。本系统设计的嵌入式应用采用模块设计，模块划分结合现有规范及业务进行归类，方便业务扩展、系统升级及维护。

3.3 嵌入式应用模块在中国铁塔动环监控系统中的应用

在中国铁塔拉远站监控的

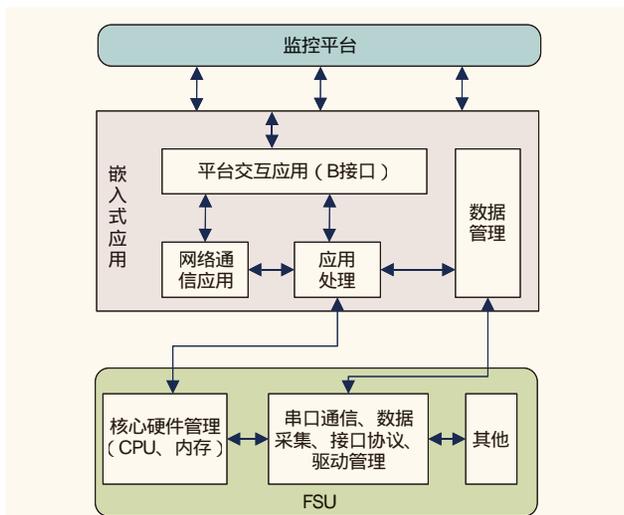


图3 智能FSU系统架构

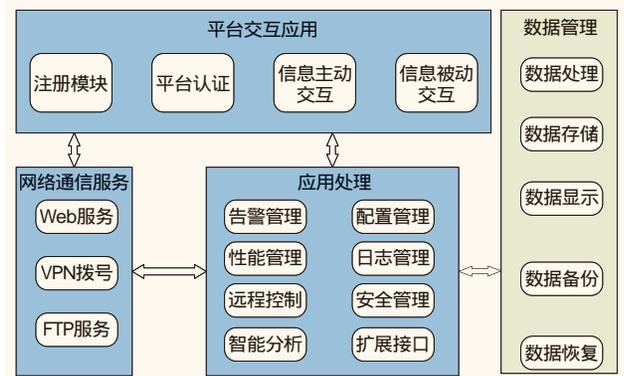


图4 FSU嵌入式智能系统功能架构

智能动环监控单元（FSU）中，中国铁塔首次引入嵌入式应用模块，安装了30万站左右。

在安装过程中，由于上行接口完全一致，安装进度大大加快；由于软件版本统一，快速升级，快速支持拉远站新功能（如基站电量的自动计算，基站电源的自动开关机等）；由于上报信号量格式完全一致，运行维护和管理完全标准化，提高了系统稳定性。

4 结束语

提出一种新型的应用于智能监控单元的系统架构，FSU嵌入式系统模块化设计，将平台交互与业务处理作为一个模块单独设计封装，供FSU调用来实现与平台的交互，剥离了与硬件交互相关的应用模块，提升系统兼容性；新的系统应用内部使用模块化设计，模块划分标准化，有利于动环监控物联网标准的发展规划。

参考文献

- [1] 赵鹏,刘继荣.一种基于嵌入式平台的报警系统的设计[J].电子世界,2017(12)
- [2] 邓达豪.TD-LTE基站动环智能监控系统设计方案[J].电信技术,2014(9)
- [3] 姚旭影.新形势下嵌入式操作系统及其移植技术研究[J].数字通信世界,2017(11)
- [4] 万学军.基于嵌入式Web的发射机远程监控系统[J].电子技术与软件工程,2015(3)
- [5] 段炳玺,夏天,刘涛,等.基于蓄电池合路器的FSU监控技术方案及产品实现[J].电信技术,2017(1)
- [6] 刘化召.面向IDC互联网行为分析的大数据平台设计与应用[J].电信技术,2016(1)
- [7] 中国电信集团.CTGMBOSS OSS 2.8_自动激活系统_总体分册[Z]
- [8] 江峰.嵌入式监控系统的抗干扰设计[J].信息通信,2015(4)
- [9] 李兴华,周德茂,黄兴琦,等.一种应用于Hawk FSU的太阳能充电电路设计[J].物探装备,2014(12)
- [10] 陈雪龙.浅析室内环境无线智能监控系统技术[J].中国标准化,2016(12)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

李洪

博士，教授级高级工程师，现任中国铁塔股份有限公司高级总监，主要研究方向为计算机通信、运维自动化软件的研发与应用。

TD-LTE大规模MIMO应用策略及方案

罗新军

江苏省邮电规划设计院有限责任公司

摘要 随着TD-LTE网络的迅速发展和用户规模的壮大,人们对移动数据业务的爆炸式需求同现有网络容量及带宽支撑能力不足之间的矛盾日趋显现。分析TD-LTE现网覆盖和容量存在的问题与挑战,结合大规模MIMO频谱效率高、抗干扰能力强等特点,研究大规模MIMO在TD-LTE网络中的应用方案及策略,针对不同应用场景,采用相应的大规模MIMO覆盖及容量解决方案,通过在典型场景下的应用验证其方案的有效性和实用性。

关键词 覆盖与容量 空分复用 波束赋形 权值

1 概述

万物互联催生了5G技术及其移动通信网络的发展,大规模MIMO、超密集网络、新型扁平化网络架构、新型信号处理及调制编码等技术使5G网络具备大容量、高峰值速率、高密度连接、低时延、低功耗等特点。TD-LTE网络已完成大规模建设,用户规模日趋庞大,随着国家对移动通信网络提速降费战略的提出,人们对移动数据业务的需求呈指数增长。当前TD-LTE网络建设及扩容面临诸多困难,频谱资源受限,现有的4G相关技术无法从根本上提升系统容量及带宽,难以满足当前网络需求,制约着网络的发展。大规模MIMO作为5G的一项关键技术,使用数量庞大的天线组成天线阵列来进行信号的发送和接收,成倍提升系统频谱效率,降低小区间干扰,动态调整覆盖范围,提升系统性能及容量,是解决当前TD-LTE网络容量和带宽瓶颈的新型解决方案。对大规模MIMO建设方案进行规划研究,以更好地与TD-LTE现有网络融合,提升TD-LTE网络性能。

2 TD-LTE网络发展趋势及挑战

TD-LTE移动网络的快速发展,带动了移动数据业务的高速增长,移动视频、高清语音、网页浏览、数据/文件传输、游戏等已成为人们日常生活中不可或缺的一部分,特别是移动视频需求逐年爆炸式增长,占据移动数据业务很大比例,由此引领TD-LTE网络向大容量、大带宽需求发展。同时,移动数据业务存在严重的分布不均匀现象,大部分数据业务集中分布在小范围价值区域,给现有网络容量及带宽支撑能力带来严重挑战。

TD-LTE网络建设及扩容受限,使用频段较高,穿透能

力弱,需要的基站数量多,站址选择困难,通过新增站点方式增加网络容量及带宽已越来越困难;多运营商、多系统网络建设,天面资源受限;城市快速发展及城镇化快速推进,无线环境复杂;TD-LTE无线网络站点分布密集,小区间信号重叠覆盖多,整体网络干扰较大。

TD-LTE网络频段资源受限,新增频点是当前技术下主要的容量及带宽扩容手段,有限的频率资源已越来越无法满足当前网络容量及带宽的快速增长需求。

小区边缘用户体验差,传统LTE宏站从小区中心到边缘,同频干扰逐步增大,SINR值呈下降趋势,小区边缘用户的物理资源块(PRB)受限,业务速率大幅下降。

垂直覆盖受限,居民小区、写字楼、大型购物中心、宾馆酒店等不断涌现,建筑结构呈现高大化、复杂化特点,在室内分布入户困难的情况下,传统LTE宏站由于天线波束带宽受限,高层楼宇垂直覆盖面临挑战。

当前TD-LTE网络发展趋势及其在容量与带宽方面面临的诸多挑战,使得传统的技术解决方案已难以取得理想效果。大规模MIMO技术的产生,可提升网络频谱效率,增强边缘覆盖和垂直覆盖能力,成为解决当前网络容量和带宽瓶颈的有效手段。

3 大规模MIMO解决方案

大规模MIMO采用基于大规模二维天线阵列的3D MIMO、广播权值自适应调整、高阶空分复用、动态BF等多项创新技术,有效解决密集建筑物区域基站选址难、高楼覆盖难、容量不足、带宽不足、频率资源受限等问题,是无线传输技术发展的又一里程碑,是应对数据业务爆炸性增长的

表1 基于现网站点大规模MIMO扩容改造方案

改造项目	改造方案	改造内容
BBU	新增BBU机框	新增大规模MIMO基带板、直流电源板、大带宽光模块、控制板、交换板等
	利旧现网BBU机框	将原有的基带板、直流电源板、大带宽光模块、控制板、交换板替换为支持大规模MIMO的相关配件
RRU	替换现网传统宏站RRU	将现网传统宏站RRU及天线替换为大规模MIMO的AAU
传输	BBU与RRU侧更换光模块	将原有光模块替换为大带宽高速高性能光模块
	BBU与分组传送网（PTN）侧	提供10GE以上的传输带宽
电源	替换原有DCPD	替换为满足大规模MIMO功耗要求的DCPD
	升级前级空开	根据大规模MIMO功耗要求，选择相应容量的空开，核算电源线直径

表2 大规模MIMO部署策略

场景	典型场景	部署策略	部署方式
现网未建设D频段站点的覆盖盲区	高层楼宇、密集楼宇群等室内覆盖盲区	在D频段上直接部署大规模MIMO基站，与现网F频段宏站形成异频组网	插花或连片
现网已建有D频段站点的覆盖盲区	校园、大型居民区、大型商业购物中心等高热区域	优先在单D频段上引入大规模MIMO基站作为热点覆盖；在此基础上，根据流量瓶颈，逐步开通多个频点补充	插花

表3 大规模MIMO部署量化指标

典型场景	量化指标	建议值	备注
热点区域覆盖	忙时小区吞吐量	下行 3GB；上行 0.3GB	按照1h粒度统计，满足其中条件之一即可部署大规模MIMO
	PRB平均利用率	50%（上下行）	
	RRC最大连接数	300个	
高楼覆盖	忙时小区吞吐量	下行 3GB；上行 0.3GB	
	PRB平均利用率	30%（上下行）	
	RRC最大连接数	200	

有效手段。大规模MIMO天线端口数量较多，采用基带处理单元（BBU）+有源天线单元（AAU）分离式架构，将射频拉远模块（RRU）与天线集成为AAU，解决了馈线损耗及施工复杂等问题，可以灵活适配各种场景部署，是对原有架构的革命性改进。大规模MIMO深度覆盖解决方案根据建设场景的不同分为基于现网站点扩容改造和独立新建两种方案。

基于现网站点扩容改造方案主要针对局部高容量热点区域，采用大规模MIMO对现网站点进行扩容改造，包括BBU、RRU、电源、传输等改造，其实现方案见表1。

大规模MIMO尺寸相对较大、功耗较高、传输带宽要求高，受物业条件、天面布局、电源系统、传输资源等限制，其在扩容改造时的效率可能受到一定影响。

独立新建方案主要针对规划现场高容量热点区域，采用独立新建大规模MIMO基站的方式进行全面覆盖。基于大规模MIMO的BBU+AAU覆盖方案，BBU采用大规模MIMO基带板、直流电源板、大带宽光模块、控制板、交换板等，设计时需要确保传输保障带宽及峰值带宽。

大规模MIMO的特点使得其在TD-LTE网络覆盖应用中具有得天独厚的优势，通过插花或连片部署大规模MIMO

基站，可大幅提升整网深度覆盖、容量及带宽。对于大面积高容量热点区域，从便于站点运维和建设、选址/配套/租金成本、利于未来演进等方面考虑，可以采用基于集中式（C-RAN）架构的连片部署方式；对于局部小范围的高容量热点区域，可以采用基于分布式（D-RAN）架构的独立部署方式。

4 大规模MIMO部署策略

大规模MIMO需根据不同的场景采用不同的部署策略。考虑到现阶段大规模MIMO基站对D频段的良好支持性，充分利用大规模MIMO基站的增强覆盖、大容量、大带宽等优势，提升用户体验。其采用的部署策略见表2。

在典型场景下，主要基于当前TD-LTE网络的性能开展大规模MIMO基站的部署，其量化指标见表3。

通过采用3D-MIMO技术，大规模MIMO基站可提供比传统宏站更高更深的覆盖，一个大规模MIMO即可覆盖整栋高楼；其动态BF增益带来良好的室内深度覆盖性能，小区边缘性能增益显著提升。大规模MIMO天线通过广播权值自适应调整技术动态调整覆盖范围，不同的场景采用不同的权

表4 大规模MIMO广播权值配置信息

权值序号	水平波宽	垂直波宽	应用场景
0	10°	60°	高楼覆盖
1	20°	60°	
2	30°	60°	
3	40°	60°	
4	65°	10°	热点覆盖
5	65°	20°	
6	65°	30°	

表5 用户数及小区吞吐量测试指标数据

站点类型	忙时干扰强度	下行忙时平均每小时流量 (GB)	PDSCH PRB 利用率	上行忙时平均每小时流量 (GB)	PUSCH PRB 利用率
大规模MIMO	-114dBm	6.5	32.17%	0.9	21.63%
8T8R宏站	-113dBm	3.99	27.7%	0.53	19.66%
性能提升	1dB	63.1%	16%	60.2%	10%

值，垂直空分适用于高楼覆盖，水平空分适用于居民小区、城中村、高校等热点覆盖。其广播权值配置见表4。

5 大规模MIMO应用分析

在广东省，TD-LTE网络已完成大规模建设，构建了基于F频段、D频段的双层网建设，实现连续覆盖，基本实现补盲、补热等深度覆盖。随着运营商推出4G不限流量等包月套餐，因用户人均流量成10倍以上的迅猛增加，TD-LTE无线网络容量及带宽仅仅通过新增频段扩容，已难以满足需求，容易造成频段枯竭，不利于后续扩展，为迎接突发性4G数据业务增长的挑战，运营商着力推广大规模MIMO方案。

5.1 基于大规模MIMO的扩容应用

广东省中山市某TD-LTE基站采用S111三小区配置、8T8R天线覆盖，其中第一、第二小区覆盖区域为城中村和密集居民小区场景，第三小区为工厂，网优大数据分析第一、第二小区为高流量小区，需要扩容，经现场勘察及未来发展演进需要，采用大规模MIMO对现网D频段进行扩容改造，将原第一、第二小区均扩容为D频段1载波大规模MIMO小区，新增1台中兴BBU机框，包括2块大规模MIMO基带板BPQ3、1块CCE1控制板、1块PM10B电源板、8个25Gbit/s光模块等；利旧原有开关电源及其配置的整流模块，新增1台中兴DCDP7直流电源分配单元，将原有第一、第二小区的8T8R天线直接更换为中兴MM6212（D频段）AAU单元，施工简单，改造速度快。

站点开通后，对大规模MIMO空分效果进行测试，两

部终端均工作在RSSRP为-57dBm、SINR为25dB的信号稳定点，同时进行上传和下载数据业务测试，测得同一时间段内两部终端上传速率及下载速率均远高于原8T8R宏站的上传速率和下载速率。大规模MIMO基站具备更窄的波束，可更精确地跟踪用户，即使在强干扰的场景下，吞吐量下降也不明显。

对大规模MIMO、常规宏站用户数及小区吞吐量量化指标进行对比测试，测得的各项数据指标见表5。

经大规模MIMO改造后的站点下行频谱效率比8T8R提升43%，上行频谱效率比8T8R提升47%，其他指标也得到大规模提升，体现了大规模MIMO的优越性能。

5.2 基于大规模MIMO高楼覆盖应用

中山市沙溪镇某花园是一个典型的大型高档居民小区，由4栋32层高住宅楼构成，人口比较密集，中高端用户较多。该小区地下停车场、楼内电梯已布放GSM 900MHz室内分布系统，楼层室内分布无法入户，无覆盖。针对该小区建筑结构特点和楼层室内分布无法入户等建设困难的情况，通过需求分析和方案比选，采用基于D频段室外分布外引+大规模MIMO室内外协同深度覆盖整体解决方案。对于电梯、停车场采用E频段利旧原有室外分布系统覆盖，楼层部分采用基于D频段室外分布外引+大规模MIMO覆盖。D频段室外分布外引+大规模MIMO方案只需一台AAU即可解决住宅楼32层的全覆盖，穿透力强，实现室内深度覆盖，较传统宏站需要分别对楼宇高、中、低层实现信号覆盖具有无可比拟的优势。每栋楼宇配置为O1，新增1台中兴BBU机框，包括2块大规模MIMO基带板BPQ3、1块CCE1控制板、1块PM10B电源板、4个25Gbit/s光模块。施工简单，建站速度快。

大规模MIMO广播权值配置的垂直波宽为60°，水平波宽为20°。站点开通后，分别在住宅楼内1层、11层、21层和30层选择近点、中点和远点3个位置，进行单UE定点覆盖验证，楼内无线连接成功率达到99.54%，无线资源控制（RRC）连接成功率达到99.85%；覆盖性能上，大规模MIMO比传统宏站天线提升0~6dB，下行业务速率提升最大接近19倍，上行业务速率提升最大接近18倍。大规模MIMO水平、垂直波束可调，有效提升了高层居民楼内的深度覆盖和业务感知。

6 结束语

后TD-LTE时代网络建设主要基于深度覆盖、大容量、大带宽开展，基于大规模MIMO技术的网络深度覆盖将成为TD-LTE网络建设的重点部分。大规模MIMO采用天线阵

（下转52页）

基于业务监测的TD-LTE网络端到端PTN速率测试解决方案

饶亮

中国移动通信集团湖北有限公司

摘要

根据业务部门需求,通过对移动业务监测系统扩容,新增TD-LTE现网基于eNodeB仿真的TD-LTE业务监测功能,实现对TD-LTE网络的LTE附着、上下文建立、WAP业务、HTTP浏览等业务质量的测试,以及通过Ping对TD-LTE网元的连通性进行测试,具有一定的社会价值和经济效益。

关键词

业务监测 TD-LTE PTN 速率测试

1 引言

随着TD-LTE网络的全面覆盖以及用户量的不断增加,相关部门明确提出对TD-LTE网络地市数据业务速率指标测试的要求,当前的系统测试模式已无法满足业务部门的现实需求。同时,相关部门提出通过对PTN(Package Transport Network)进行速率监测,实现对PTN传输层故障的预警和快速排查。根据业务部门需求,本方案主要是为TD-LTE端到端的全程测试提供完整的优化解决方案,能够对数据业务故障进行快速定界,有效缩短故障处理时长,具有兼顾自动化、准确性和效率高等优势。

2 项目需求

针对目前网络数据业务监测和维护工作的现状以及需求部门的要求,实现以下需求目标。

(1)实现对各地市PTN传输层的速率监测,当速率下降时进行提前预警,并可通过分段测试实现故障诊断。

(2)在目前TD-LTE数据业务测试功能的基础上,通过本次方案将拨测范围扩展至省内地市,增强对TD-LTE现网的实时监测能力,通过不同接入点发起业务测试,实现对PTN及TD-LTE核心网的全面监测。

3 接入组网方案

根据PTN测速要求,需要在地市PTN的L2、L2转L3、L3节点处部署eNodeB仿真模块,由于现网L2、L2转L3、L3设备部署在各地市不同机房,其中L2转L3和L3设备在同一机房,因此总体上需要部署28个测试点以满足本期需求。

eNodeB仿真以IP方式接入各地市PTN的L2、L2转L3、L3节点,测试结果通过MDCN(Mobile Digital Communication Network)回传至业务监测系统平台,如图1所示。

本方案在每个地市部署两套eNodeB仿真控制模块,以光纤方式接入,通过交换机分别接入当地的L2、L2转L3、L3的测试点,可实现对当地PTN传输层的实时监测功能,也可以进行各类基于用户感知的LTE数据业务测试。测试结果可通过MDCN送回省中心平台。

以一个地市为例说明本方案的接入组网及故障排查原理,如图2所示。部署在各地市的仿真测试控制点可通过本地传输分别接入当地PTN三层的测试节点,配置建立测试链路,即可进行FTP下载业务测试,实现对PTN各段的FTP速率进行基于用户感知的仿真监测。具体的故障排查机制见表1。

4 测试内容

系统通过仿真eNodeB进行各类4G数据业务测试,包括:eNodeB Attach测试、FTP下载测试、Ping测试等。

系统可通过Ping测试,实时监测各地市PTN核心节点网元的连通性,可根据系统告警策略进行业务告警,显示出问题网元的区域。

系统可通过FTP下载测试,eNodeB仿真模拟4G用户完成附着及上下文建立后,对FTP服务器进行下载速率测试。设定下载文件包为500MB,下载速率保持为100kbit/s,测试该路径下的FTP下载速率,系统采用阈值告警与趋势告警相结合的方式,一旦FTP下载的速率低于阈值或测试成功率低于阈值即产生告警。系统管理员可通过对测试结果的分析,

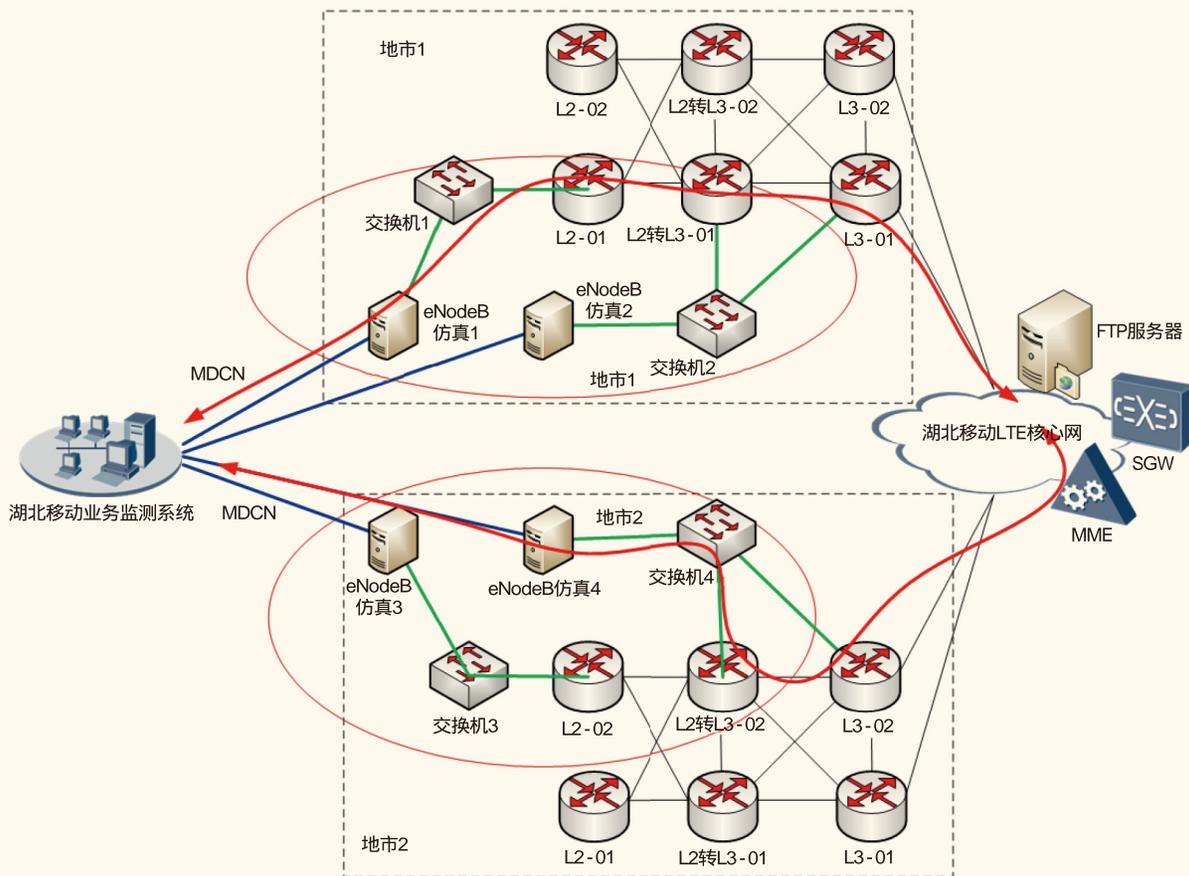


图1 测试系统结构

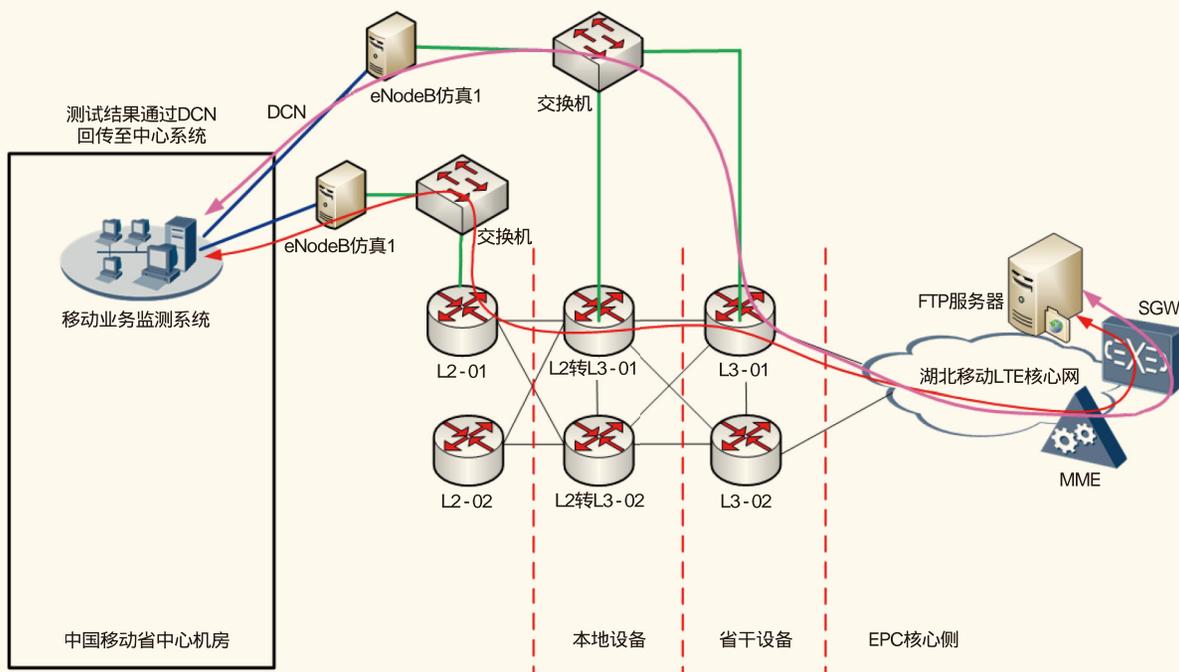


图2 接入组网及故障排查原理

表1 测试结果

测试出发点	测试结果1	测试结果2	测试结果3	测试结果4
L2层	成功	失败	失败	失败
L2转L3	成功	成功	失败	失败
L3层	成功	成功	成功	失败
故障区域判断	无故障	L2问题	L2、L2转L3 出现问题	需逐段排查区分是 PTN的问题还是核 心网的问题

确定导致业务失败或FTP下载速率过低的问题区域。

5 本方案主要技术创新点

(1)采用集中式的部署方式，便于系统的维护管理，节省后期维护费用，同时避免系统规模庞大、节点终端过多造成的系统不稳定因素。

(2)采用eNodeB仿真的方式，通过基于用户感知的方式进行各类4G数据业务测试，测试范围包括：PTN、TD-LTE核心网的业务层和传输层，而不是单一地进行传输层测试，能够更好地反映用户使用该业务时，PTN各段的速率情况。

(3)本方案不仅可以进行FTP速率、网元连通性的测试，还可以从地市各个测试点发起TD-LTE基础信令流程、承载主要业务质量的测试，可以更加全面地评估TD-LTE核心网的业务质量，更有利于核心网支撑部门快速排障。

(4)基于原有系统，通过分段测试可以更好地进行快速的PTN故障诊断排查，以及图形化的KPI分析功能。

(5)本方案利用本地的光纤传输代替远程传输，可大大节省施工费用。

(上接49页)

列、波束赋形、空分复用等技术，具有频谱效率高、覆盖范围可动态调整、抗干扰能力强等特点，适用于各种应用场景，可有效解决TD-LTE网络建设普遍存在的选址难、施工难、频率资源受限、干扰协调难等难题。在满足区域深度补盲、补热等覆盖需求的同时，实现快速提升TD-LTE网络容量及带宽的目的，为解决当前TD-LTE网络容量及带宽受限问题提供了新的思路；大规模MIMO整体解决方案，可根据场景的需要，灵活选用插花组网、连片组网或两者交叉结合的部署策略；基于分离式架构的大规模MIMO方案，易于部署和安装，为更好地向未来5G网络演进奠定了基础。

参考文献

[1] 戴源,朱晨鸣.TD-LTE无线网络规划与设计[M].北京:人民邮电出版社,2012

[2] 王映民,孙韶辉.TD-LTE技术原理与系统设计[M].北京:人民邮电出

(6)由于是在各地市部署，因此系统灵活性更高，有利于测试范围的进一步扩大，实现全网监测。

6 结束语

基于业务监测的TD-LTE网络端到端速率测试解决方案，结合湖北移动的业务需求，开展相应的优化部署工作。本方案对TD-LTE现网基于eNodeB仿真的LTE业务监测功能，实现对TD-LTE的LTE附着、上下文建立、WAP业务、HTTP浏览等业务质量的测试，以及通过Ping对TD-LTE网元的连通性进行测试。本系统有较高的社会价值和经济效益，主要包括为TD-LTE端到端的全程测试提供完整的优化解决方案，能够对数据业务故障进行快速定界，有效缩短故障处理时长10%以上，为TD-LTE网络端到端性能指标的实时监测与优化提供一种极为有效的支撑手段。

参考文献

[1] 孙达,韩毅.PTN承载LTE解决方案研究及验证[J].电信科学,2011(7)

[2] 陈晓明,高军诗,李勇.TD-LTE RAN承载网技术方案研究[J].电信工程技术与标准化,2010

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

饶亮

硕士，中级通信工程师，PMP（项目管理专业人士），现为中国移动通信集团湖北有限公司网管中心通信维护工程师，研究方向为移动网络运维、项目管理等。

出版社,2010

[3] 李云杰.基于AAS的MIMO技术研究[D].北京:北京邮电大学,2014

[4] 朱晨鸣,王强,李新.5G 2020后的移动通信[M].北京:人民邮电出版社,2016

[5] 罗新军,刘丰.TD-LTE链路预算探讨[J].中国新通信,2015(2)

[6] 罗新军.城中村场景TD-LTE深度覆盖技术方案[J].移动通信,2016(13)

[7] 谢俊涛,罗新军.居民小区TD-LTE深度覆盖解决方案[J].电信快报,2016(3)

[8] 张长青.面向5G的有源大规模MIMO天线研究[J].电信网技术,2016(9)

[9] 张辰.5G移动通信中二维天线阵的互耦自校正及MIMO系统容量研究[D].杭州:浙江大学,2016

[10] 雷秋燕,张治中.基于C-RAN的5G无线接入网架构[J].电信科学,2015,31(1)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法研究与应用

王晓峰 王一大 姬长波 王新东 刘光华

中国联合网络通信有限公司济南软件研究院

摘要 为解决电信行业进行集中系统建设同时保证各省分公司对数据、业务进行个性化挖掘的需求,提出一种基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法。解决集中系统建设与省分个性化系统搭建的耦合性问题,十分高效地实现业务数据的实时同步及相关信息的处理与分析。

关键词 binlog日志订阅 实时数据卸载 数据同步 消息订阅 数据下沉

1 引言

数据卸载,即通过数据传输工具将一部分数据从某一存储介质传输至另一存储介质。文中研究多种数据卸载方法,借鉴了中西方多种数据卸载及数据同步方案。目前国内外所提出的方法仅支持单一存储介质之间进行数据同步,无法实现多存储介质间的数据同步。

为保障数据能够实时、无误地完成同步变更,提出一种基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法。使用该方法能够解决数据间读写分离问题,从而减轻平台系统的访问压力,保障数据间实时同步。

2 背景

依据Moore于2011年提出的定义,传统业务系统被称为交易记录系统(System of Record),如传统ERP系统、电信运营商IT系统等;互联网业务系统被称为互动体验系统(System of Engagement),如百度搜索系统、腾讯微信系统等。

随着国内电信运营企业经过多年的网络和应用系统建设,IT系统已初具规模,在企业的运营与管理过程中发挥着巨大作用。相对于其他行业,信息化程度较高,但在建设和使用过程中却暴露出诸如系统分散、数据无法共享、系统整合难度大、接口未实现自动化、网络承载平台隔离、系统之间功能界定不清晰等问题。随着互联网4.0时代的到来,电信IT系统也在不断更新,为解决传统电信IT系统分散、数据无法共享等问题,逐步对IT系统进行集中系统建设。通过完成集中系统搭建,运营体制突破行政地域限制,各省分公司集中运维、跨地市业务一体化成为现实。然而,构建集中系统势必会带来平台系统的访问压力,容易导致“雪崩”问题。因此需要对平台系统构建集中存储备份系统。

为满足电信行业进行集中系统建设的同时保障各省分公司对数据、业务进行个性化挖掘的需求,利用文中提出的实时数据卸载方案,将数据读取压力下放至各省分系统,从而减缓平台访问压力。这样既能够减轻用户对集中系统的访问压力,又便于对数据的统一管理,同时方便各省分系统对数据、业务等方面进行个性化挖掘。

3 基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法

3.1 数据传输服务

上游通过实时读取平台MySQL集群的binlog日志生成相应record数据包,以广播方式推送至订阅该MySQL的中间消费者,该消费者将拉取record数据包,通过解析该record数据包中的信息完成对上游数据的变更,在下游各数据存储介质中进行同步更新,从而保证数据的实时更新与同步。

总体流程如图1所示。

3.2 技术方案

通过研究国内外学者的多种实践方案,如借助开源工具Canal将MySQL的数据实时同步至Elastic Search与HBase的方案、Hive之间的数据迁移方案,结合各文献方案及文中提出的数据传输算法,提出以下三种实时数据卸载方案。

3.2.1 方案一

通过将源端MySQL集群中的数据根据不同业务数据维度实时传输至目标端MySQL集群,根据不同纬度为每个应用建立一个离线MySQL数据库,通过数据传输服务将源端MySQL集群的相关业务数据同步到离线MySQL数据库,下游客户端便可访问与离线数据中心对应的纬度库。其中纬度库中数据量较少的应用可共用一台x86服务器,这样方便资源充分利

用；另外，当资源不足时，可通过将不同纬度库迁移到其他服务器以实现平台横向扩容。其技术方案如图2所示。

3.2.2 方案二

将源端MySQL集群中的数据根据不同业务数据维度实时传输至目标端Oracle集群。根据不同应用创建相应的Oracle数据库，通过数据传输服务将源端MySQL集群的相关业务数据同步到离线Oracle数据库，下游客户端通过在不同域的Oracle数据库中为不同用户创建不同账户，各用户使用已分配的账户通过视图可访问各自开放的数据信息。针对后续性能瓶颈问题可通过对存储进行扩容以实现平台横向扩容。其技术方案如图3所示。

3.2.3 方案三

将源端MySQL集群中的数据根据不同业务数据维度实

时传输至中间消息队列，下游消费者通过订阅该消息队列，拉取指定Topic中的最新数据，根据获取数据中的变更信息生成相应的SQL语句，在各自创建的数据存储介质中完成数据同步变更。下游客户可独立在本地建设离线数据存储介质，其中数据存储介质类型由下游客户自由选择。

具体流程为：通过数据传输服务将源端MySQL集群的相关业务数据按不同维度同步至中间消息队列，其中，上游MySQL变更数据根据不同下游客户需求传输至不同消息Topic中，下游客户通过在订阅的中间消息队列中指定Topic，获取最新数据变更记录。下游客户通过消费者集群消费指定Topic中的最新数据，将数据同步到下游各存储介质中。其技术方案如图4所示。

3.3 方案对比

针对上述三种数据卸载方案，进行全面对比。其中，方案一实施相对简单，但后续维护性工作量较大；方案二性能较好，但对机器性能要求较高，价格昂贵；方案三对于下游存储介质的选取较为灵活，但对下游技术人员要求较高。上述三种技术方案的具体优缺点见表1。

4 省分数据下沉-只读库的实现

为解决电信行业进行集中系统建设同时保障各省分公司对数据、业务进行个性化挖掘的需求，往往通过平台的省分数据下沉为只读库的技术方案来实现，通过将访问数据的压力下放到各个省分系统以缓解集中系统平台侧的访问压力，同时各省分系统可利用获取到的省分数据进行个性化挖掘。这样既能够保证集中系统的数据归集与共享，又能够保证各省分系统对数据的个性化挖掘。

为保障集中系统将数据实时下沉至各省分系统中，利用提出的一种基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法以保障数据在集中系统侧下沉至省分系统过程中的实时性、准确性及稳定性。

4.1 系统架构

通过分析上述三种技术方案，针对电信行业的数据下沉需求，文中使用第二种技术方案，即将源端MySQL集群中的数据根据不同业务数据维度实时传输至目标

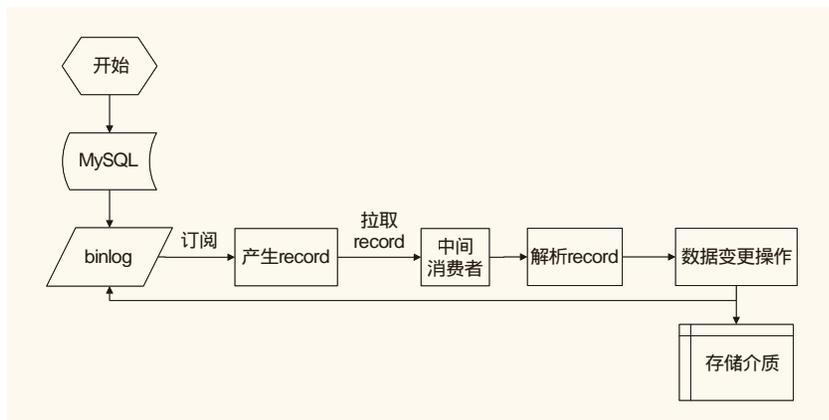


图1 数据传输服务总体处理流程

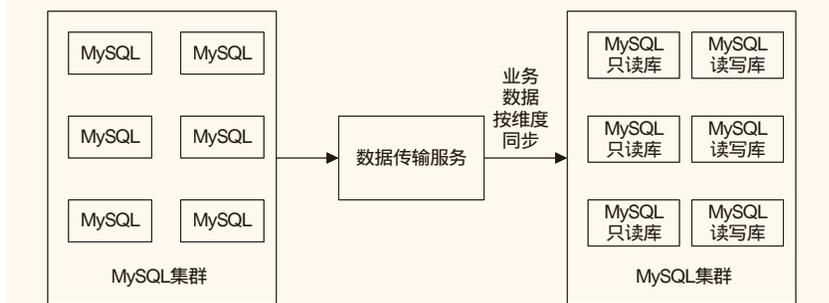


图2 方案一

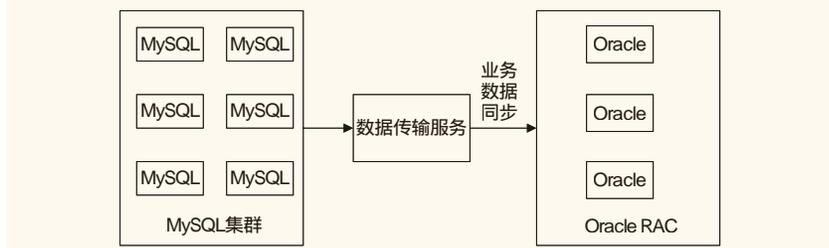


图3 方案二

端Oracle集群。由于Oracle集群比MySQL集群更加稳定，各方面性能相对MySQL更好，同时使用Oracle集群更加方便管理，因此选用第二种技术方案。其系统架构如图5所示。

通过图4可以看出，当集中系统侧发生数据变更时，首先会在集中系统的MySQL集群中进行数据变更，同时产生相应binlog日志变更记录，然后数据传输服务通过读取集中系统MySQL集群生成的binlog数据变更，获取并解析record数据包，将变更记录实时同步至已搭建好的Oracle集群中。当数据同步至Oracle RAC后，通过为各省分系统创建视图，令省分系统只能读取所开发、授权视图中的数据，从而使各省分系统之间读取的数据相互隔离，以防止读取脏数据。

4.2 资源估算

由于省分数据下沉所迁移的数据量往往是庞大的，同

时会伴随大量的并发量及访问量，势必会带来巨大的资源竞争，因此在系统实施前需对相应资源进行估算。其中各组件所需资源的计算公式如下。

数据传输服务端所需资源见公式（1）。

$$m \times n \tag{1}$$

其中 m 为上游MySQL实例数量， n 为单核4G内存虚拟机数量。

数据传输客户端所需资源见公式（2）。

$$n \times p \times 2/4 \tag{2}$$

其中 n 为8核32GB内存虚拟机数量， p 为数据传输服务通道数量。

Oracle集群所需资源：两台高配置x86服务器用于搭建Oracle RAC，其中磁盘阵列容量依赖于应用服务数据规模。

4.3 系统实施

结合文中提出的实时数据卸载方法及数据下沉方案，按照上述架构规划对资源评估完毕后，便可对系统实施部署。其具体实施方案如下。

(1)搭建Oracle RAC，根据应用项目，为每个应用服务创建一个Oracle数据库。

(2)订阅集中系统MySQL集群的binlog日志，通过数据传输服务实时获取集中系统MySQL集群的变更数据，并生成相应record数据包。

(3)广播数据，通过数据传输服务端将生成的record数据包以广播方式推送至下游消费者。

(4)数据同步，通过数据传输客户端拉取最新record数据包并解析，生成相应的数据变更SQL语句，在订阅的Oracle数据库中执行重构的SQL语句。

(5)省分系统访问数据，下游客户端在不同域的Oracle数据库中为不同用户创建不同账户及相应视图，各用户使用已分配账号通过视图访问各自开放的数据。

使用Oracle RAC既保证了服务的稳定性又保证了数据的安全性，同时依赖电信行业搭建的数据中心具备一定的技术基础，因此令数据下沉至Oracle RAC具有一定的可行性；另外为保障各省分系统间读取的数据互不干涉，可以为各省分系

表1 数据卸载方案对比

方案	优点	缺点
方案一	(1) 软件开源； (2) 安装配置简单	(1) 需要较多的普通x86服务器； (2) 维护工作量较大； (3) 单机磁盘容量有限
方案二	(1) 数据集中，易于维护； (2) 性能较好； (3) 数据扩容方便，不影响应用	(1) 需要高配置x86服务器； (2) 需要购买数据库软件； (3) 需要购买磁盘阵列存储
方案三	(1) 平台系统维护简单； (2) 下游客户自主选择性大	(1) 下游客户需要开发相应消息队列的消费者程序以读取数据； (2) 下游数据存储介质由各下游客户自行搭建，对下游技术人员要求较高

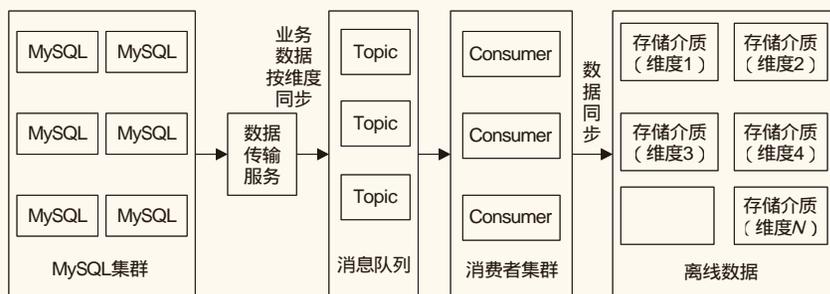


图4 方案三

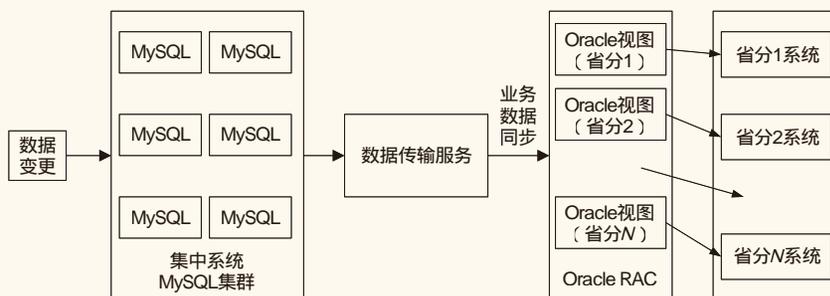


图5 系统架构

统创建视图的方式令省分系统进行访问,以防止各省分间的数据相互干扰导致读取脏数据的现象。针对后续性能瓶颈问题可对存储进行扩容,以实现平台横向扩容。

之所以选用基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法而不是选择固定时间通过定时任务方式卸载数据,有如下原因。

(1)增量迁移保证迁移的源数据与目标数据一致,迁移过程中保障业务不会中断。

(2)通过实时同步数据能够避免遗漏任何一条数据变更,而若选择固定时间通过定时任务进行大批量数据卸载会导致数据遗漏现象,同时往往在该时间段内会带来巨大的数据访问量,容易导致“雪崩”现象。

因此,通过使用基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法并结合Oracle RAC方案,实现了省分数据下沉功能,解决了电信行业进行集中系统建设的同时保证各省分公司对数据进行个性化挖掘的需求。

5 结束语

在数据卸载方法研究中,通过提出一种基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法,解决了如何保障数据准确无误地完成同步变更问题,并通过引入Oracle RAC实现省分数据下沉,解决了电信行业进行集中系统建设的同时保证各省分公司对数据进行个性化挖掘的需求。

基于binlog日志订阅的实时数据卸载方法还有很多方面需要改进,由于该方法需要读取MySQL集群的binlog日志,因此上游存储介质必须依赖MySQL,而下游消费者可实现自定义选择存储介质。下一步将研究如何通过一种通用数据变更记录文件来读取数据变更信息,令上游数据存储介质可实现自定义选择。

参考文献

- [1] 倪明云,蔡英,夏红科,等.一种高效的移动数据卸载方案[J].北京信息科技大学学报(自然科学版),2015(4)
- [2] 王建国.MySQL database and SQL log-based transnational data synchronization method,CN 106250514 A[P].2016
- [3] 温宗臣,张翼,何良均,等.一种基于binlog的数据实时处理方法及系统:CN 106446239 A[P].2017
- [4] 邹文轩,胡晓勤.一种基于MySQL Innodb数据引擎的增备方法[J].计算机安全,2013(5)
- [5] 姚俊峰,阙锦龙,文燕,等.MySQL与MongoDB数据同步的方法及其系统:CN 105447111 A[P].2016

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

王晓峰

本科,高级架构师,现任中国联通软件研究院项目经理,主要研究领域为分布式架构设计、分布式架构平台+应用的智能运维、项目管理等。

王一大

硕士,工程师,主要研究方向为机器学习。

姬长波

硕士,工程师,主要研究方向为云计算技术与应用。

王新东

本科,工程师,主要研究方向为分布式计算。

刘光华

本科,工程师,主要从事数据库应用开发性能优化及数据库管理工作。

基于NPS调查的电信业务短板分析及改进策略

张宏锦

福建省邮电规划设计院有限公司

摘要 近年来,国内三大运营商开始借助NPS对其重点业务进行客户忠诚度调查,但如何结合NPS调查改进业务短板仍是一个难题。以运营商移动业务为研究对象,通过构建一套移动业务NPS调查计算模型,聚焦NPS调查背后的业务短板,力求通过短板的精确定位分析,提出更具有针对性和实操性的改进建议,从而更好地促进业务的发展。

关键词 NPS 业务短板 客户忠诚度

1 NPS概况

1.1 NPS基本概念

NPS (Net Promoter Score, 净推荐值) 是计量某个客户将会向其他人推荐某个企业或服务可能性的指数,是目前最流行的顾客忠诚度分析指标,专注于顾客口碑如何影响企业成长。NPS可以有效地量化客户忠诚度,反映出用户将公司及其产品推荐给他人的意愿。国内外各行业众多知名企业借助NPS调查进行客户忠诚度分析,从而提升企业经营绩效。运用NPS的企业包括苹果、微软、AT&T、西南航空、阿里巴巴、中国平安以及中国移动、中国电信、中国联通等。

1.2 调查方法

NPS调查分为4个步骤进行。

(1) 询问客户的“推荐意愿”

根据愿意推荐的程度让客户在0~10之间打分。NPS典型问题:“您将我们的公司、产品、服务推荐给您的亲友或同事的可能性有多大?”其中,10分的推荐意愿最强,0分的推荐意愿最低。

(2) 确定得分

根据得分情况来建立客户忠诚度的三个范畴:推荐者、被动者、贬损者。其中,9~10分为推荐者,即具有狂热忠诚度的人,他们会继续购买并引荐给其他人;7~8分为被动者,总体满意但并不狂热,将会考虑其他竞争对手的产品;0~6分为贬损者,使用并不满意或者对你的公司没有忠诚度。

(3) NPS计算

$$NPS = (\text{推荐者数} / \text{总样本数}) \times 100\% - (\text{贬损者数} / \text{总样本数}) \times 100\%$$
NPS的得分值在50%以上被认为是不错的。如果NPS的得分值为70%~80%则证明你们公司拥有一

批高忠诚度的好客户。调查显示大部分公司的NPS值在5%~10%徘徊。推荐者会继续购买并且推荐给其他人来加速你的成长,而批评者则能破坏你的名声,并让你在负面的口碑中停止成长。

(4) 推荐/不推荐原因分析

采用追问方式,对客户推荐/不推荐原因进行分析,将问题原因层层分解,并以此提出改进策略。

1.3 NPS与满意度的区别

NPS测评是对用户口碑的测评,是满意度测评的延伸,具有测评问题简单、易操作、测评结果聚焦性强等优点。同时,由于会受当前市场营销、舆论环境、测评执行等短期因素影响,也存在每次测评结果波动性较大的不足。但从长期结果看,NPS测评仍然是聚焦短板、提升用户口碑的有效工具。

NPS与满意度的主要区别见表1。

1.4 目前国内三大运营商对NPS的使用

三大运营商中,中国移动是最早开始对客户使用NPS测量的运营商。随着NPS指标越来越受到国内企业的认同,NPS已成为三大运营商评估用户忠诚度的重要指标。

(1) 中国移动

2012年年底,中国移动集团公司满意度问卷中加入NPS测量。

2015年,中国移动集团公司构建NPS指标体系,推动各省NPS指标监测。

2015年至今,中国移动集团公司对省分公司暂停满意度KPI考核,仅按季度通报各省满意度和NPS得分情况。各省公司对所属市级公司实行NPS和标准满意度的季度监测,

表1 NPS与满意度的区别

对比项	模型	问卷	测量对象	特点
NPS	推荐用户占比-不推荐用户占比(相对简单)	题目相对较少、简单	针对客户行为,在一定程度上揭示客户未来行为	(1)前瞻性指标,反映未来(口碑); (2)与企业经营直接联系,可帮助企业理解客户行为,是客户忠诚度的重要体现
满意度	采用TCSI模型(8个因素,相对复杂)	题目相对较多、复杂	针对总体感知,是客户对过去一段时间企业表现的感知结果	(1)历史性指标,反映历史; (2)不能有效、敏感地反映产业政策发展、企业管理运营、用户需求 and 感知等因素变化以及企业间的差异

注:用户满意度指数(TCSI)由品牌形象、消费者预期、感知质量、感知价值、感知公平、满意度、抱怨率和忠诚度等8个因素构成

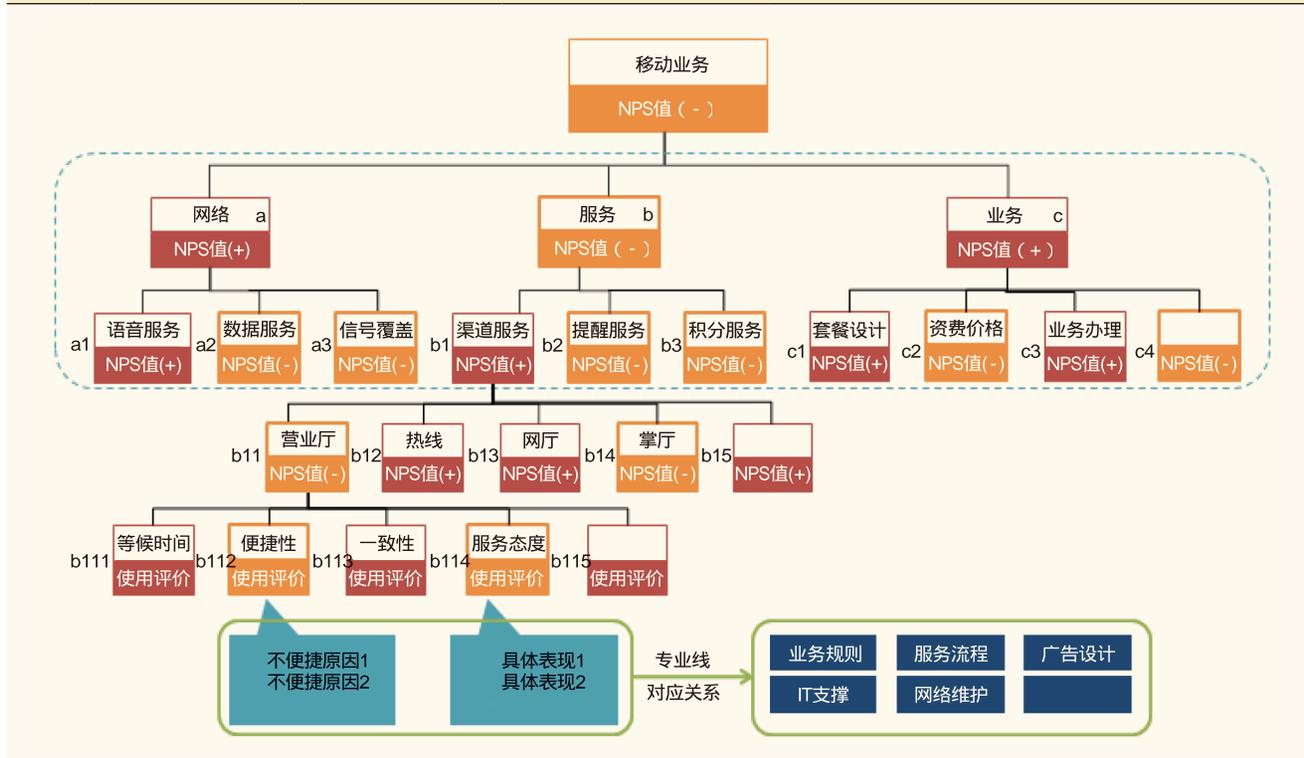


图1 移动业务NPS模型

NPS列入年度KPI考核。

(2)中国电信

2016年9月,中国电信集团公司试行NPS测量,范围包括网络要素、资费和宣传要素、渠道和服务要素等三个大项15个子项。

2017年,中国电信集团公司鼓励各省开展NPS调查试点,但未将NPS纳入到对省分公司的KPI考核体系中。

2018年,中国电信集团公司拟将NPS纳入对省分公司的KPI考核。

(3)中国联通

2015年7月起,中国联通集团公司开展移动业务和宽带业务的NPS测评。

2016年,NPS被纳入中国联通集团公司对省公司的KPI考核体系。

2015年至今,无线NPS列入省公司对市级公司KPI考

核,宽带NPS不考核,列入季度通报指标。

2 NPS调查在执行过程中的主要难点

(1)对NPS的理解不够系统

部分企业使用NPS调查只是将其作为KPI考核的一种手段,或是作为其监测用户忠诚度的一项参考,过分重视NPS的综合分值,忽视了低分值的原因分析。

(2)NPS模型构建及问题设置缺乏针对性,短板分析后具体措施难落实

在NPS模型搭建阶段,如何结合企业在业务发展过程中面临的关键问题进行NPS评价的拆解和细分,尽可能详实地反映用户对业务的推荐程度;并由此设置具有针对性的问题,便于短板定位和责任分解,为最终提出具备针对性和可操作性的改进策略打下基础,是NPS调查在执行过程中的另一个难点。

3 NPS调查模型构建及问题设置

针对上述主要难点，将电信运营商的移动业务作为研究对象，构建NPS模型，并根据模型设置相关的调查问卷。

移动业务NPS模型的关键影响指标分为网络质量、业务质量、服务质量三个类别，每个类别又包含若干影响因素。其中，网络包括信号覆盖、语音通话质量、上网速度等；业务包括套餐设计、资费价格、计费账单、业务办理、宣传促销等；服务包括渠道服务、积分、提醒等。如图1所示，网络NPS=语音服务NPS×a1+数据服务×a2+信号覆盖×a3；服务NPS=渠道服务NPS×b1+提醒服务NPS×b2+积分服务NPS×b3，其中，渠道服务NPS=营业厅NPS×b11+热线NPS×b12+网厅NPS×b13+掌厅NPS×b14，营业厅NPS=等候时间评价×b111+便捷性评价×b112+一致性评价×b113+服务态度评价×b114+……。

计算出NPS分值后，对推荐、中立和贬损用户应进行询问，得到推荐或不推荐的原因，为接下来的短板分析提供数据基础。对于部分需要进一步明确短板，可通过继续追问的方式进行定位。表2是对不推荐用户进行进一步询问的问题选项。

部分短板需进一步定位。

(1)网络质量

网络质量定位具体如图2所示。

类别	关键因素	对应问题	选项
网络	语音服务	打电话通话质量差	通话听不清 经常掉线
	数据服务	上网质量差	上网速度慢 网速忽快忽慢 经常断网
	信号覆盖	手机显示信号差	手机经常没信号 手机经常只有一两格信号
业务	套餐设计	套餐设计不合理	套餐内有完全不需要的内容
			套餐可选级别少
			套餐可选级别多
			套餐内容复杂难懂难理解
			套餐资费不清晰
	资费价格	资费贵	套餐性价比低
			语音和流量等不能互相转化
			本地通话费贵
			长途通话费贵
			漫游费贵
	业务办理	业务办理不规范	流量费贵
			流量包贵
			短信费贵
			莫名其妙被扣费
			强行开通业务
			业务无法退订
			不允许改低套餐
			企业单方面改用户套餐
			只给电子发票不给打印发票
			承诺的优惠不落实
			不给销户
			垃圾信息多

(2)业务质量

业务质量定位具体如图3所示。

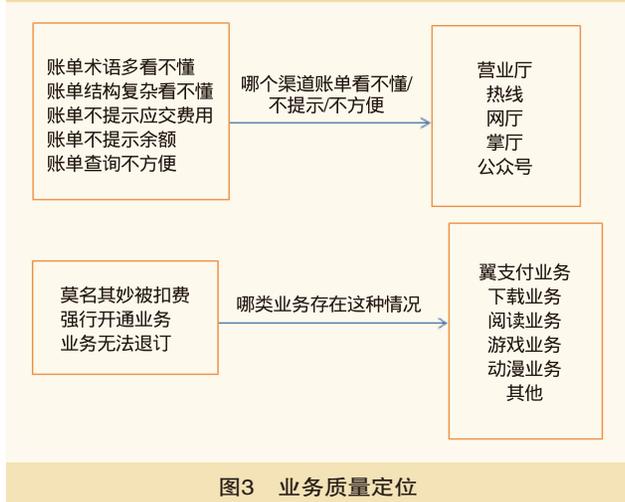
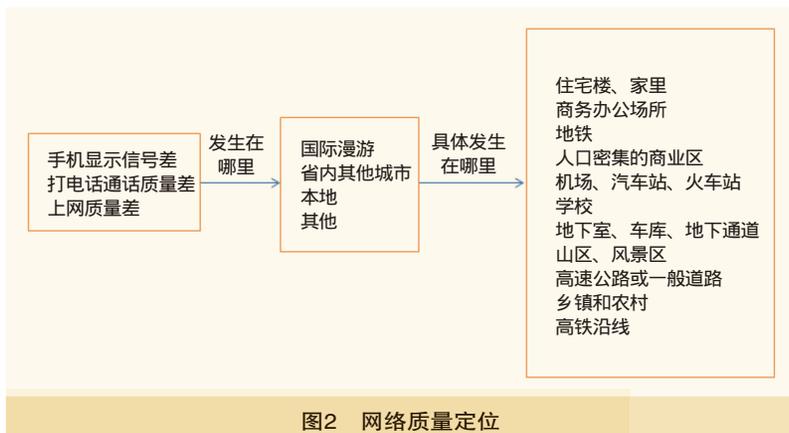
4 问卷统计及主要短板分析

根据上述对移动业务NPS模型的构建和问题的设置，以某省中国电信手机用户作为调查对象，调查时间为2017年下半年。选取全省各地市200名用户通过电话访问方式进行NPS调查，对受访用户中不推荐中国电信的用户所关注的主要问题进行分析，聚焦该省中国电信在网络、业务、服务等方面存在的短板，从而提出有针对性的改进策略。

(1)网络NPS主要短板分析

受访用户中，网络NPS的主要短板在于手机显示信号差和上网质量差，提及率分别达到70%和25%，另有5%的用户

类别	关键因素	对应问题	选项	
服务	营业厅服务质量差		人员态度差	
			人员答复有错误	
			业务办理错误	
			没有解决问题	
			办理需要多次去营业厅	
			排队时间长	
			办理时间长	
			厅所环境差	
	渠道服务	客服热线质量差		热线接不通
				热线人工接不通
				人员态度差
				人员答复有错误
	网上营业厅质量差			业务办理错误
				没有解决问题
				办理时间长
				页面打开速度慢
				功能容易找到
				功能齐全
				需要多次点击
				结果响应速度慢
提醒服务	提醒服务不合理		办理不成功	
			欠费停机提醒不及时	
			余额提醒不及时	
			余额提醒不准确	
			余额提醒不能自主设定	
			流量提醒不及时	
			流量提醒不准确	
			流量提醒不能自主设定	
积分服务	积分和星级服务差		话费返还提醒不及时	
			话费返还提醒不准确	
			话费返还提醒不能自主设定	
			积分查询不方便	
			积分兑换用途少	
			积分兑换不方便	
星级服务	星级服务可用范围少		星级服务内容不明确	
			星级服务使用麻烦	



认为通话质量差，说明手机信号差是某省中国电信用户认为网络质量低的主要原因。通过进一步询问用户感知信号差是在本地还是外地并具体在某个区域，以利于网络建设部门对该区域进行网络建设优化。

(2)业务NPS主要短板分析

业务NPS的主要短板在于业务办理不规范和套餐设计不合理，不满意提及率分别达到32.5%和27.5%。通过统计分析，用户认为业务办理不规范主要在于莫名其妙被扣费、强行开通业务和不允许改套餐等几个方面，占比分别为38.5%、15.4%、15.4%；用户认为套餐设计不合理的主要原因在于套餐可选级别少、套餐性价比低和套餐资费不清晰，占比分别为45.5%、18.2%、18.2%。对于莫名其妙被扣费、强行开通业务等，进一步询问用户是哪些业务被扣费和强开，下一步对这些业务的办理流程进行整改。套餐设计方面，针对用户认为不合理的主要原因，例如套餐可选级别少、性价比低等问题，进行套餐的优化和改进。

(3)服务NPS主要短板分析

移动服务NPS的主要短板在于客服热线质量差和营业厅服务质量差，不满意提及率分别达到45%和35%。通过分

析可以发现，用户认为客服热线和营业厅两大渠道的主要短板均为人员态度差和没有解决问题，应针对这两方面短板重点进行流程梳理和人员培训。

5 改进策略

(1)优化移动网络质量

提升4G网络覆盖的深度和广度，尽快实现高速、高铁、主干道、地铁以及热点区域的全面覆盖。多渠道收集客户上网体验，优化并提升移动互联网感知，开展4G“高铁不掉线”等体验活动。

(2)规范计收费管理

提高流量消费提醒的准确性和及时性，推广流量轨迹查询系统，降低流量争议。

优化资费套餐营销脚本，规范一线销售人员特别是代理渠道的业务宣传促销行为。

增强套餐宣传的针对性，提高存量客户的套餐匹配性，体现差异化优势。

规范增值业务订购行为。省内增值业务外呼全面落实二次确认；加大对基地业务和全网SP违规行为的取证和上报力度。实现增值业务消费短信通知、订购信息自主查询和观看记录信息查询等功能，推广客户自助服务。加强集团级增值产品拨测，及时关停违规行为产品，督促合作伙伴自查整改。

(3)优化套餐设计

增强套餐宣传的针对性，提高性价比，体现差异化优势。

优化资费套餐营销脚本，规范一线销售人员特别是代理渠道的业务宣传促销行为。

(4)提升一线窗口服务质量

①营业厅

加强营业员服务礼仪培训；提升短信客户满意度测评参评率。加快营业受理无纸化，推广O2O一体化排队系统，缩短用户等候时长；降低渠道业务受理差错；优化并完善客户强感知的业务流程。落实首问责任制，提高营业员责任感。

②客服热线

推进客服热线智能化。尽快实现接通率全面（分地市、按天）达标；加强业务培训，提升客服代表一次解决问题能力。

(5)加强服务质量监督

建立全渠道全触点的端到端服务智能监控体系，形成省市县三级指标监控体系。落实服务前置要求，加大服务稽查力度。加强投诉处理工单质量管控，提升投诉一次解决率。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

通信机房设计中的承重及加固计算

李耀东

安徽电信规划设计有限责任公司

摘要 通信机房中由于经常安装蓄电池、开关电源柜等较重的设备，需要对机房承重进行校验，以确保机房安全。文中以工程实例介绍机房承重的核算，供设计中参考。

关键词 通信机房 承重 加固 载荷

1 前言

在通信机房及IDC机房设计中，很多设计人员认为只要通信机房的楼板承重满足GB2887-2011《计算机场地通用规范》、YD 5003-2014《通信建筑工程设计规范》等标准的要求，通信机房承重达到 6kN/m^2 ，电力室及蓄电池室机房承重达到 10kN/m^2 或 16kN/m^2 就可以了，在其后的设计中一般不再去考虑设备对机房楼板承重的影响。这种设计思路存在一定的安全隐患，特别是对电力室及蓄电池室，由于新增设备自重较大，设备安装位置及安装方式对机房楼板承重都具有一定的要求，需要在设计中加以特别注意。

2 工程设计实例

某金融公司新建计算机机房，机房总面积约 170m^2 ，并设置值班室、仓库、UPS室等区域，其中规划UPS及电池室约 35m^2 ，机房设计楼板承重为 10kN/m^2 。

根据机房设备规划，UPS及电池室配置 120kVA UPS两套，UPS系统蓄电池组选用 480V 、 400Ah 阀控式铅酸蓄电池两组。

建设方实际采购蓄电池组单只 2V 、 400Ah 蓄电池重量为 24kg ， 480 只蓄电池总重量为 11.52 吨，加上安装钢架，蓄电池组总重量接近 12 吨。由于机房空间限制，只能采用 3 层 4 列方式安装。建设方实际采购UPS主机及输入输出配电柜总重量约 1.5 吨。

UPS及电池室长为 8.6m ，宽为 3.9m ，机房布局如图1所示。

由于UPS及电池室设备总重量约 13 吨，机房负荷较大，需要对UPS及电池室承重进行核算。

该机房所在大楼为框架结构，可将楼板看成一个简支梁，

按集中荷载放在最不利位置（板中间），其受力如图2所示，楼板或梁在开关电源、蓄电池组等较重设备的作用下发生弯曲。

楼板承重核算主要考虑反作用力 F 、弯矩 M 、挠度 ω 和静压强 σ 的计算分析。

反作用力：在某一点上合力和力矩均为零，均布荷载下 $F=QgL/2$ 。

弯矩：指楼板受力构件与横截面垂直的分布内力系的合力偶矩，简支梁跨中距的最大弯矩 $M=QgL^2/8$ 。

挠度：楼板垂直方向上的变形量， $\omega=5QgL^4/384EI$ 。

静压强：实际重量与实际占地面积之比。

承重核算公式见表1。

当同时满足 $F_1>F_2$ 、 $M_1>M_2$ 、 $\omega_1>\omega_2$ 、 $\sigma_1>\sigma_2$ 时，楼板承载是安全的，否则需要采取补救措施。

其中 Q 为机房楼板荷载， L 为房间较大方向上的长度， EI 为弹性模量和载向惯性矩之积， g 为重力系数， m 为设备重量， A 为设备与地面实际接触面积。

本例中，各参数计算结果见表2。

可以看到，本例中除静压强外，其余三个参数均不满足要求，需要对机房进行加固处理。

通信机房内常用的楼板补救加固方法多为增加承重散力架法、碳纤维加固法和植筋法。本例中，机房承重标准荷载为 10kN/m^2 ， 35m^2 理论荷载约 35 吨，承重受力荷载核算不满足要求主要是蓄电池组较重且受力面积较小导致。通常简便易行的做法是制作承重散力架，散力承重架能增大设备对楼板的接触面积，将对楼板的集中受力转换为分散受力，满足楼板承重要求。

考虑到蓄电池组重量占机房承重的 85% ，同时考虑到机房的工艺设计，本次机房承重加固采用 10 号槽钢对蓄电池组

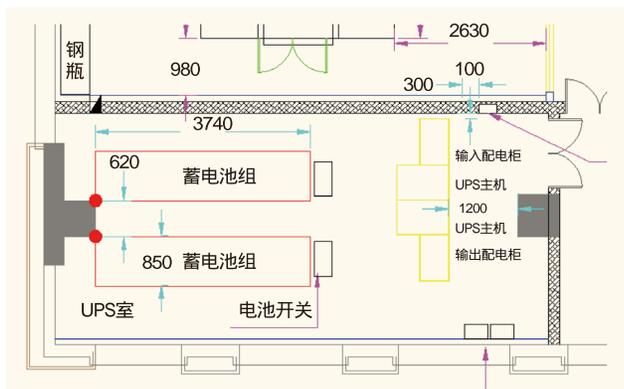


图1 机房布局 (单位为mm)

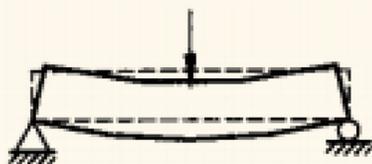


图2 楼板受力示意

表1 承重核算公式

对比项	标准受力模型F1	设备作用下受力F2
反作用力F	$F1=QgL/2$	$F2=mg/2$
弯矩M	$M1=QgL^2/8$	$M2=mgL/4$
挠度	$1=5QgL^4/384EI$	$2=mgL^3/48EI$
静压强	$1=10^7$	$2=mg/A$

表2 承重核算结果

对比项	标准受力模型	设备作用下受力
反作用力F	$F1=43000$	$F2=65000$
弯矩M	$M1=92450$	$M2=279500$
挠度	$1=712250EI$	$2=1722652EI$
静压强	$1=100000000$	$2=15780$

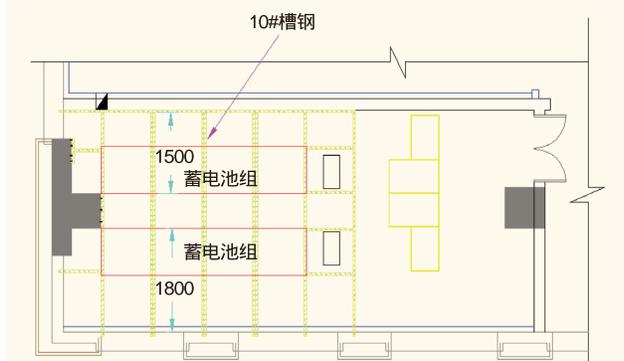


图3 机房加固示意 (单位为mm)

进行受力分散,槽钢采用Φ12膨胀螺丝对墙地进行加固。加固方案如图3所示。

加固方案需要考虑加固后的参数验算,两柱之间为次梁,因此加固散力架可以看成是9根1.8m的10号槽钢和9根为1.5m的10号槽钢,自重约480kg,以最长的槽钢(1.8m)计算可以承重的最大荷载,查10号槽钢的基本参数并计算。

(1)查10号槽钢单位长度重量 $g=10\text{kg/m}=0.1\text{kg/cm}$,截面模量 $W=39.4\text{cm}^3$

(2)查普通槽钢的容许应力 b ,普通槽钢是Q235型号的碳素钢,结构容许应力 $b=1400\text{kg/cm}^2$

(3)1.8m的10号槽钢可承受最大弯矩的计算公式为:

$M=1/8 \times G \times L^2 - 1/8 \times g \times L^2$ (其中 $L=180\text{cm}$, G 为最大均布荷载)。

(4)因为 $M=W \times b=1/8 \times L^2(G-g)$,得到 $G-g=39.4 \times 1400 \times 8/180^2=13.62\text{kg/cm}$ 。

即: $G=13.62+0.1=13.72\text{kg/cm}=1372\text{kg/m}$ 。

这是允许10号槽钢在1.8m范围内均匀放置1372kg/m的重量,即在每根1.8m的10号槽钢上可以放置 $1.8 \times 1.372=2.47$ 吨重设备,18根槽钢共可承重 $2.47 \times 18=44.46$ 吨。

(5)求集中荷载 P 。

$M=1/4 \times P \times L + 1/8 \times g \times L^2=1/4 \times 180P + 1/8 \times 0.1 \times 180^2 = W \times b=39.4 \times 1400=55160\text{kg.cm}$ 。

得到: $P=(55160-1/8 \times 0.1 \times 180^2) \times 4/180=1217\text{kg}$,即10号槽钢跨中可承受1217kg的力。

每1.8m跨度槽钢可承受的集中力为1.2吨,即18根槽钢可承重集中荷载为 $18 \times 1.2=21.6$ 吨。

通过以上验算,可以看出本次加固散力架满足机房建设要求。

在安装散力承重支架时,槽钢应采用M12化学锚栓固定在承重柱或墙上,并将槽钢紧贴楼板且膨胀螺丝对地进行固定。

3 结束语

机房承重核算是机房设计中易被忽视的因素,该因素关系重大,需要设计人员特别关注。在新增较重的设备时,注意机房楼板承重设计,并与设备厂商充分沟通设备安装方式,确保机房安全。

参考文献

[1] 王磊,王志刚,等.建筑工程管理与实务,2014年第4版[M].北京:中国建筑工业出版社,2014

[2] YD 5003-2014通信建筑工程设计规范[S].2014

[3] GB/T 706-2008热轧型钢[Z].2008

[4] GB 2887-2011计算机场地通用规范[Z].2011

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

自主设计相似度算法的套餐推荐系统

张永涛

中国移动通信集团辽宁有限公司沈阳分公司

摘要 为提高客户服务质量,提出一套为客户推荐套餐的方法。把用户数据和套餐数据意义相同的字段做匹配,对两个相匹配的字段做相似度计算,得分为0~1;然后对各字段加权求和,把得分高的套餐推荐给用户。

关键词 推荐套餐 相似度 用户数据 套餐数据

1 前言

沈阳移动的业务套餐数量有1000多种,牵扯通话、数据、短信、漫游等多个内容。有些套餐算法相当复杂,客户很难在众多套餐中挑选出适合自己的套餐。

为解决上述问题,提高服务质量,亟需开发一套操作简单、算法精准的套餐推荐系统。本系统按在网客户、想入网客户采取不同的推荐方法。对于老客户,把历史通信数据同套餐内容相比较,把意义相同的字段做相似度计算,然后加权、求和,把相似度得分最高的套餐推荐给客户。对于想入网的客户,采用答题的方式获取一些预判的信息,然后同套餐相比较,把相似度得分高的套餐推荐给客户。

2 推荐套餐方案的确立

确定推荐方案的思路是回避复杂的套餐规则和用户数据,用简单通用的方法解决所有套餐推荐问题。经过深入研究发现无法实现,最终还是选择相似度计算这一较通用的方法。研究的过程大致经过如下三个阶段。

(1) 遵从多数用户的选择进行推荐

由于中国移动的套餐数量达上千种,且有的套餐规则非常复杂。如果针对每个套餐去逐个解析,会使系统异常复杂。一旦有新的套餐上线,就需编写一段新的程序进行推荐,导致系统的维护量非常大。为回避复杂的算法,设计的思路是遵从多数用户的选择,把大家都喜欢的套餐推荐给客户。

具体的方法是对用户进行分类。根据用户的基础信息、业务信息、账单信息、通信信息做聚类运算并进行分群。采用“Microsoft 聚类分析”技术,把680万用户拆分成100~150个簇群,然后从每簇群中选出订购数量最多的三个套餐作为推荐之用。当用户选择套餐时,系统根据号码先查询其所在的簇群,然后把这个簇群中使用量最大的三个套餐推荐

给此用户。

此方案的优点是不用分析具体的套餐,一个方法解决所有问题,也不用随着套餐的增加而修改程序;缺点是“强者恒强”,对于新上线的套餐,订购量少的套餐得不到推荐机会。此方案存在瑕疵,最终被否定。

(2) 新老用户、新老套餐分别设计推荐方案

在对用户数据和套餐数据分析的过程中,应把这两个对象区分成新老两类,分别设计方法。关于新老的定义,老用户:在网1个月以上,新用户:未入网或在网1个月以内。老套餐:上线1个月以上,新套餐:即将上线或上线1个月以内。其特点是老用户、老套餐有历史数据,新用户、新套餐没有历史数据。

由此推演出4种推荐方法:“老用户老套餐”“老用户新套餐”“新用户老套餐”“新用户新套餐”。

“老用户老套餐”仍然用上述遵从多数用户选择方法进行推荐。

“老用户新套餐”推荐方法是利用“老用户老套餐”的方法,选出适用此老用户的老套餐A、B、C。然后用选出的老套餐A、B、C同新套餐做相似度计算,在新套餐中选出相似的套餐X、Y、Z推荐给老用户。

“新用户老套餐”推荐方法是采用“Microsoft 决策树”对用户数据进行分析,找出影响选择套餐的主要因素,据此编写问答题,让新客户回答问题来获取客户特征。根据答题情况确定与其同类的“老用户”簇群,在此簇群中选出订购量最多的三个套餐推荐给新用户。

“新用户新套餐”的特点是:无论是用户还是套餐均没有历史数据。处理方法是利用“新用户老套餐”的方法,选出适用此用户的老套餐A、B、C。然后用选出的老套餐A、B、C同新套餐做相似度计算,在新套餐中选出相似的套餐

X、Y、Z推荐给此新用户。

此方案的优点是针对不同的情况分别采用不同的推荐方法，推荐的准确度会高一些；缺点是算法太过复杂，采用了“聚类”、“决策树”、相似度等多种技术，日后维护量大。

(3)新老用户分别设计推荐方案

以上两种办法有简有繁，简单的有瑕疵，复杂的不容易开发、维护。另外，以上两种方案的根本都是以相似用户、相似套餐为依据，把使用率高的套餐推荐给用户。这种常用的推荐算法似乎完全依赖多数用户的选择。其中缺少拿用户数据同套餐数据做直观比对的过程，拿用户数据同套餐数据直接比较更直观。

本方法是把用户分为新老两类，制定不同的推荐方案。

老用户的推荐方法是把用户数据直接同所有的套餐数据做相似度比较，把相似度分值最高的三个套餐推荐给用户。

新用户推荐方法仍然是先采用回答问题的方式来获取新客户的特征，然后把这些预判的特征数据同套餐数据做比较，把相似度分值高的三个套餐推荐给客户。

此方案只采用新老两种算法，技术上只有“相似度”算法；并且这种两套数据直接比对的方式比较直观，易于把握结果，推荐也会相对精准。无论是技术上，还是开发难度上，可以说是对前两种方案的折中。为此决定摒弃“遵从多数选择”的路线，采用“相似度”计算的方案。

3 相似度算法设计

相似度的算法一般分为距离算法和相关系数算法两类，每类中都有多种算法。两类中比较有代表性的算法是“欧几里得距离”和“余弦相似度”。“余弦相似度”用向量空间中两个向量夹角的余弦值衡量两个个体间的差异大小。“余弦相似度”更加注重两个向量在方向上的差异，而非距离上的差异。“欧几里得距离”是最常用的距离计算公式，衡量的是多维空间中各个点之间的绝对距离，当数据很稠密并且连续时，是一种很好的计算方式。

就套餐数据而言，各个套餐的属性特征不尽相同，如“4G飞享套餐8元套”没有套内免费流量，而“4G飞享套餐18元套”包含国内数据流量100MB，也就是说各个套餐数据的空间维度不相同。还有套餐的属性值不都是数值型的，如：是否“赠送来电显示”是一个逻辑型的，可表示为1或0；而“套内数据流量”的数值从几百MB到几个GB，数据的连续性很差。上述的“距离算法”和“相关系数算法”都不太适合套餐推荐运算。以上问题促使设计一个更适合推荐套餐的算法。

本算法的根本是拿用户数据同套餐数据做直接比较。也就是说拿用户特征同产品特征直接比较，把特征相似的套餐推荐给用户，而不是根据用户使用的产品来推荐相近的产品。

用户数据字段举例：[月总费用]，[来电显示]，[国内主叫时长]，[国内流量]，[国内短信条数]。

套餐数据字段举例：[套餐费]，[赠送来电]，[套内赠送主叫时长]，[套内赠送流量]，[套内赠送短信条数]。

需要说明的是，并不是所有套餐都包含上述字段。如：

“4G飞享套餐8元套”就不包含[套内赠送主叫时长]。

本算法分为匹配字段、计算分值、加权、求和4个步骤。

(1)匹配字段

把意义相同的用户字段和套餐字段做对应。如：[月总费用]对应[套餐费]、[国内流量]对应[套内赠送流量]。不同的套餐能对应上的字段数量是不同的。这种对应数量上的差异体现的是相似度的不同。此对应关系可以用“Jaccard相似系数”算法直接计算出相似度。但在本方案中没有进行这一步计算，其原因是在下一步的计算中，有对应关系的字段会得到0~1的不等分值，没有对应关系的字段不得分。这样就间接体现了这一相似关系的差异，虽然忽略了这一计算，但没有忽略这一相似因素。

(2)计算分值

把对应的数据做相似计算，得分为0~1。字段比较分为两种类型：逻辑型、数值型。

对于“来电显示”类的逻辑字段，如果套餐有赠送则得1分，否则得0分。

数值型的算法是： T 为套餐数值， Y 为用户数值。 $r=f(T,Y)$ 。当 $T=Y$ 时 $r=1$ ；其他情况， $0<r<1$ 。

具体算法是对 $Y-T$ 的绝对值（ $|Y-T|$ ）做对数运算，底数 <1 。在选择底数时做了如下考虑：当 $|Y-T|$ 的值较大时，由于计算精度原因，计算的结果 r 会等于0，这样就无法区分一些字段的相似程度。为提高运算精度，要使曲线不能太陡，把底数尽量选的趋近于1，在此选0.97作为底数。在SQL语句的写法上，写为：0.970000，这样可以提高4个等级的精度。SQL语句的写法为：SET $r=POWER(0.970000,ABS(Y-T))$ 。经过此处理，计算误差不会对结果造成影响。

(3)加权

对各字段的相似值做加权处理。做加权处理的原因有三个。一是，逻辑型的相似度得分非0即1，而数值型的相似度得分基本都在0、1之间，导致的结果是逻辑型字段对相似度分值的影响过大；二是，一些数值字段的值不在一个数量级上，话费额一般在几百元，而流量一般在几千兆，由此计算出的相似度分值也会有较大的差别，引入权重会平衡这种不合理的差异；三是出于主观的营销政策需要，在不同的营销时期，会侧重于推荐不同的套餐。如当下主推4G类套餐，为让用户使用更多的流量，可以调高流量分值的权重，降低如短信类的分值权重，从而扩大流量因素在套餐推荐中的影响力。

表1 相似度计算过程

用户 字段	用户 数据	套餐 字段	比较 类型	权重	A套 数据	A套 得分	B套 数据	B套 得分
月总 费用	113	套餐费	数值	1	28	0.075093	88	0.466975
来电 显示	是	赠送 来电	逻辑	0.5	否	0	是	0.5
国内 主叫	150	套内 主叫	数值	0.5	50	0.023776	220	0.059291
国内 流量	500	套内 流量	数值	1	100	0.000005	700	0.002261

(4)求和

对每个套餐的相似分值加权求和，分值越高，用户数据同套餐数据的相似度越高。

下面用表1描述上面的计算过程。

套餐A的得分之和为0.098874，套餐B的得分之和为1.028527。在A、B两套餐之间，B套餐更符合用户的使用习惯，应该把B套餐推荐给用户。

此算法的优点是简单明了，用SQL语句就能完成计算，稳定高效。权重参数的加入，能够很好地迎合销售政策。有新套餐上线也不用修改程序，只做字段匹配即可纳入推荐。

4 新老用户推荐过程

4.1 老用户推荐过程

(1)采集用户数据

用户数据分为基础信息、业务信息、账单信息、通信信息4个类别。

基础信息包含户名、身份证号、开户地址等。业务信息包含各种业务的办理订购情况。账单信息包含月总费用、各子项费用等。通信信息包括通话时长、短信条数、数据流量等。基础信息、业务信息仅采集当月最新数据并参与计算。账单信息、通信信息采集最近三个月的数据，然后取三个月的平均值再参与计算。

此过程运用SQL Server 2014中的SSIS技术开发，运用数据库作业，调用DTSX文件包到省公司抓取数据，每月3日导入数据一次。

(2)相似度计算

此计算过程分如下几步：首先生成本次计算的唯一ID (NEWID())；然后根据输入的手机号码，检索出用户数据，建立用户数据与套餐数据的对应关系；依次计算“逻辑型”“数值型”相似度分值，加权计算，按套餐对加权后的相似度分值求和。

(3)套餐筛选与推荐

推荐的原则是将得分最多的三个套餐作为推荐对象，但有时会出现最大分值同第二、第三有较大差距的情况，这说明第二、第三待推荐套餐不太符合用户的通信行为，这样的

套餐不宜推荐给用户。为避免此类问题的发生，在此设计一个规则：当第二个分值低于第一个分值的20%时，不给用户推荐；当第三个分值低于第一个分值的40%时，不给用户推荐。

4.2 新用户推荐过程

新老用户的差别就是有没有历史数据。为了解新用户的特征，采用回答问题的方式预判新用户的特征。

(1)出题过程

通过对用户数据的分析，找出左右套餐选择的主要因素。以此为问题让新用户回答，以获得明显的用户特征，进而提供精准的推荐。

采用“Microsoft 决策树”技术对用户数据进行分析。把基础信息、业务信息、账单信息、通信信息的相关字段作为“输入”项，手机号作为“键”，套餐类型作为“可预测”项。通过运算获得“决策树”，把节点的字段名作为题目，分支条件作为回答问题的选项，对“决策树”的数据进行整理筛选编写出问答题。从“决策树”可以看出，“所属区县”是第一要素，其次是“月话费”“月流量”。由根到梢选出5层节点作为题目让用户回答。

(2)推荐过程

把获取的5个用户特征同套餐做相似度运算，找出相似度高的套餐推荐给用户。此过程除“数据采集”步骤外，同“老用户推荐过程”相同。

5 系统架构

本系统后台数据库使用SQL Server 2014，分别编写两个存储过程供前台页面调用。数据准备、相似度计算等过程全部用SQL语句编写。用ASP.NET、HTML5开发前端页面，页面调用存储过程为用户展现推荐结果。此系统已链接到“中国移动沈阳公司”微信公众号上，为用户提供了一个方便的访问入口。

6 结束语

本系统于2017年11月投入运行，截止到2018年2月末，共为3.1万用户推荐了套餐，其中有1800个用户根据推荐结果对原套餐进行了调整。此系统自上线以来，运行稳定可靠，为客户提供了一种新的服务手段，为公司提高服务质量做出了一定的贡献。ttm

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

张永涛

本科，高级工程师，现就职于沈阳移动，主要从事软件开发工作。

基于公共电子架的城域网业务承载方案

湛广志 胡志涛 王立军 宁武

中国移动通信集团设计院有限公司广东分公司

摘要 家庭宽带业务和交互式网络电视（IPTV）业务的快速发展，对网络带宽和时延提出更高的要求。当前城域网业务繁多，各业务间局向复杂，跨机楼调度越来越频繁。采用公共电子架的建设模式在机楼间建立大带宽链路，用于收敛各汇聚环中需转接的小颗粒业务，从而最大化地利用设备资源并减少建设投资。

关键词 城域网 电子架 链路投资

1 引言

随着CMNET向扁平化方向演进，当前大量的宽带网络网关控制设备（BNG）下沉至骨干汇聚机房，以V字形分别上联两个骨干机楼的CR。传统的建设方案中，BNG通过传送网汇聚层波分系统承载回到骨干机楼落地，再通过尾纤跳接转到骨干层波分复用系统，进而承载传送到目的骨干机楼。因此需要大量的骨干层波分资源进行业务调度。当前业务繁多，各业务间局向复杂，跨机楼调度越来越频繁，因此有必要在机楼间建立大带宽链路，用于收敛各汇聚波分环中需转接的小颗粒业务。

2 公共电子架建设模式

根据城域网的业务需求，传统的建设方案具体如图1所示。

首先城域网业务从所在汇聚机房的汇聚层波分，通过汇聚波分环在骨干机楼A落地，然后通过尾纤跳接到骨干机楼A的骨干波分环中，通过骨干波分环传送到目的CR所在骨干机楼B进行最终的业务落地。

为了解决业务中转的问题，改变业务落地后再跳转的方式，充分利用现有光传送网（OTN）平台电层交叉调度功能，需要启用波分设备的电交叉功能，建立汇聚层与骨干层层级连接。启用电交叉功能后的建设方案如图2所示。

与传统的建设模式相比，骨干机楼A中减少了落地再跳接的步骤，通过共享电子架的电交叉功能实现跨环传输。通过优化和扩容光转换单元（OTU）板件配置，打通汇聚机房和骨干机房的OTN调度瓶颈，实现全网OTN资源的端到端资源调度。

通过在骨干机楼共享同一电子架的方式，将不同汇聚

层波分环中的10GE颗粒带宽进行资源整合，形成100GE颗粒链路需求进行传送，在落地机楼再将100Gbit/s链路拆分成10GE颗粒的链路，分别与对应的业务进行对接。两个及以上的城域网业务在骨干机楼进行电交叉调度时的建设方案如图3所示。

对于在骨干机楼A中汇聚环与骨干环的公共电子架，有三种部署方式：第一种利旧原有汇聚波分环的电子架作为公共电子架；第二种利旧原有骨干波分环的电子架作为公共电子架；第三种新增电层子架作为专用的公共电子架。在机楼空间及动力满足的情况下，从维护管理的角度出发，建议采用第三种建设方式作为当前及未来业务需求的储备。

3 公共电子架建设模式经济性分析

与传统的建设模式相比，公共电子架的建设模式减少了跨环转接的落地过程，因此当每条链路为 $1 \times 10GE$ 时，可以减少两个支路口、两个波分系统中间成端的光纤配线架（ODF）、成端和跳接的尾纤。其中支路口、ODF和尾纤的工程造价见表1。

因为每端BNG采用V字形上联CR，每边需要的链路带宽主要以 $2 \times 10GE$ 、 $3 \times 10GE$ 以及 $4 \times 10GE$ 为主。当以每条链路需要的带宽为 $2 \times 10GE$ 来测算时，这种新的建设方式每链路可以减少的投资为汇聚环/骨干环的支路口投资、ODF的投资、尾纤成端及跳接的投资。具体的减少金额见公式（1）。

$$\text{节约的投资} = 2 \times 2 \times 1.5 + 8 / 576 \times 0.72 + 4 \times 0.005 = 6.03 \quad (\text{万元}) \quad (1)$$

根据规划指导原则，单BNG规划不大于4万的区域常住人口数接入，根据一类城市的人口基数，需完成约130端BNG

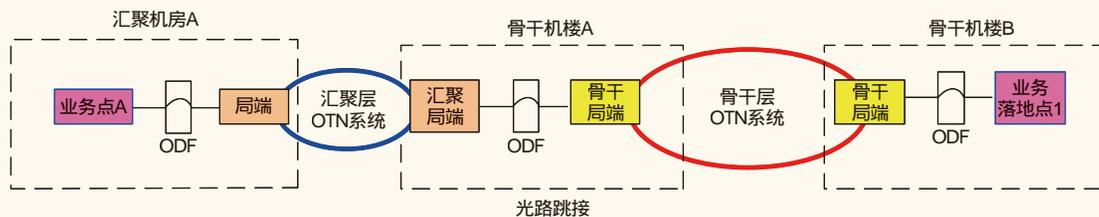


图1 传统城域网建设方案

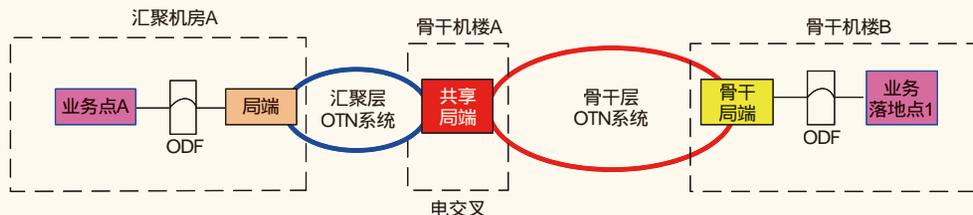


图2 启用电交叉功能后的建设方案

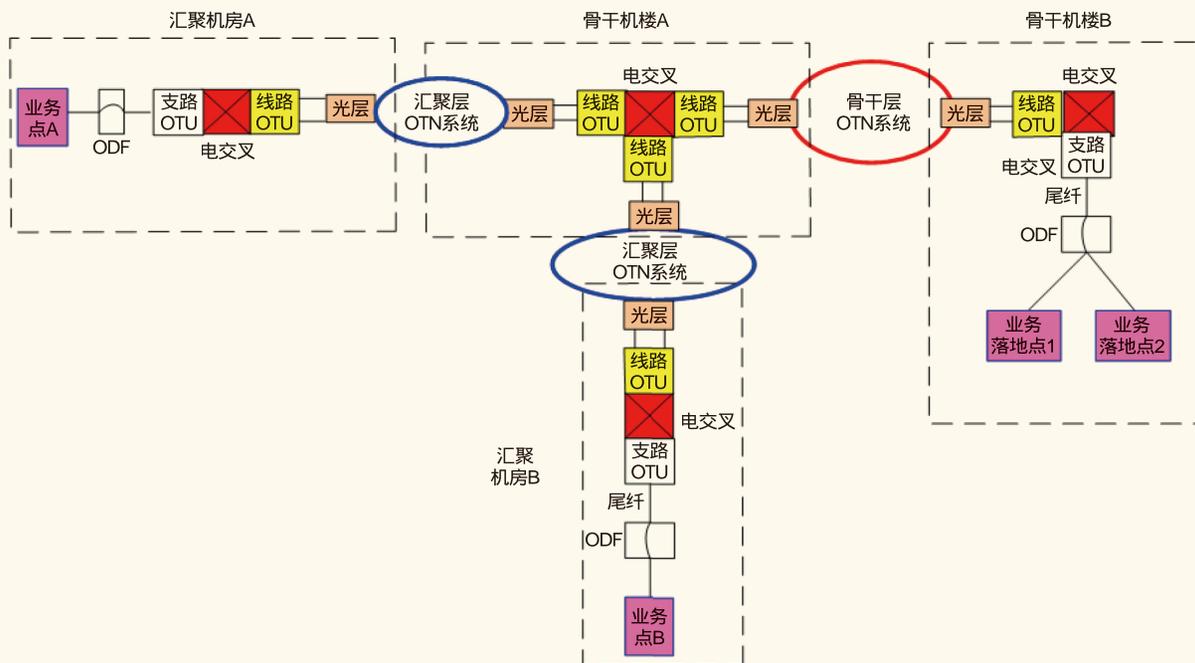


图3 进行电交叉调度时的建设方案

表1 工程造价

对比项	100GE支路口 (个)	10GE支路口 (个)	ODF (576芯) (架)	尾纤 (条)
造价(万元)	7.5	1.5	0.72	0.005

的部署才能满足覆盖要求。根据工程建设经验，只有约30%的链路不需要跨环转接，直接通过汇聚波分环回到目的CR所在的骨干机楼，因此可以得出，一个一类城市若采用公共电子架的建设模式完成城域网业务的传输，可以节约的总投资

见公式(2)。

$$\text{节约的总投资} = 130 \times 2 \times (1 - 30\%) \times (2 \times 2 \times 1.5 + 8/576 \times 0.72 + 4 \times 0.005) = 1097.46 \text{ (万元)} \quad (2)$$

目前家庭宽带业务正向多样化、大带宽化发展，用户的接入带宽普遍要求提供100~200Mbit/s带宽业务，中远期更是向500Mbit/s以上带宽业务以及千兆带宽业务演进；而IPTV业务方面，随着IPTV业务逐渐进入用户视野，未来4K、8K和虚拟现实(VR)等业务对网络带宽和时延要求逐渐苛刻，所以单链路100GE及100GE以上的带宽需求将成为

未来的演进方向。此时若还采用传统的方式传输业务，所需要的总投资见公式(3)。

$$\text{总投资} = 130 \times 2 \times (1 - 30\%) \times (2 \times 1 \times 7.5 + 4 / 576 \times 0.72 + 2 \times 0.005) = 2732.73 \text{ (万元)} \quad (3)$$

4 公共电子架建设模式优劣性分析

公共电子架的建设模式能够有效提高空间和动力资源的利用率，对于空间和动力紧张的机房尤其有效。通过共享公共电子架上的线路板，能够减少扩容板件的数量，达到节能减排的目的。同时，因为减少中间落地跨环跳接的过程，施工效率得到了提升。

公共电子架的建设模式有减少投资、节省空间及动力资源和提高施工效率的优点，同时也存在一些缺点。例如骨干层波分系统传输100GE颗粒的链路需要与汇聚层波分系统10GE颗粒的链路做到精确匹配，这就对整体方案设计提出较高的要求。必须提前做好电交叉调度的规划方案，特别是当链路较多的时候，电交叉调度的难度将会成倍增加。其次，公共电子架的建设模式存在区域跨度大的特点，建设单位若按区域分配建设任务给施工队伍，有可能存在汇聚环部分扩容与骨干环部分扩容的施工单位不一致，给最后整条链路端到端的通道调测带来不便。至于维护方面，会给维护部门带来一定的难度，因为公共电子架的建设模式改变了原有环与环之间独立建设的模式，维护模式会与传统的波分环维护方式不一样。

5 结束语

从满足城域网业务传输的角度来看，公共电子架的建设模式与传统建设模式相比，能够有效减少投资与提高建设效率。特别是对于一类地市，因为业务需求的量比较大，从而导致链路的需求增多，启用电交叉功能可以减少大量的支路口。此外，基站在进行回传业务时有可能涉及跨机楼调度，

此时也可以采用此种方式承载回传业务。当规划中发现需要多台共享电子架才能完成业务调度需求时，共享电子架的方式可以进一步演进为OTN集群的建设模式，以提高网络资源的利用率。

针对此种建设模式区域跨度大的问题，建设单位需要合理分配建设任务，从链路的角度出发，制定整套管理的体系就能有效解决施工过程中的管理问题。关于后期的设备维护，维护部门应该在设备交维环节做好把关，确保现场标签与录入系统的准确性，以便后期的维护工作。希望本方案对网络规划及建设管理人员有所启发，最终构建出“合理、稳定、安全、具前瞻性”的传送承载网络。

参考文献

- [1] 马培勇.城域波分系统应用探讨[J].广东通信技术,2002(22)
- [2] 张成良.城域传送网的组网策略[J].通信世界,2002(16)
- [3] 杨爱霞.OTN在移动传送网建设演进中的应用探讨[J].电信技术,2010(6)
- [4] 李兵.通过光层实现IP over DWDM的业务保护[J].电信技术,2002(4)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

湛广志

硕士，助理咨询设计师，主要研究方向为有线通信设备工程及管线工程。

胡志涛

本科，高级咨询设计师，主要研究方向为IP城域网、有线传送网、有线通信设备工程。

王立军

硕士，高级咨询设计师，主要研究方向为传送网咨询规划、传送网网络演进、干线网络规划。

宁武

本科，咨询设计师，主要研究方向为有线通信设备工程及管线工程。

诈骗等非法呼叫及拦截

秦保根¹ 万红萍²

1.中国联合网络通信集团有限公司江西省分公司

2.江西北斗云卫星导航投资发展有限公司

摘要

通过大数据分析非法主叫，对主要来源的省际来话非法主叫进行分类，并提出对白名单、黑名单、有条件黑名单的设置建议，以创新的模式提出建立非法主叫拦截的建议方案。非法主叫拦截系统下达拦截指令，应通过专用互联网络与各电信运营商的多厂商交换网管端口互联实施，少数传统PSTN交换机暂时使用Telnet端口过渡。

关键词

电信网 非法呼叫 拦截

1 引言

不法分子大肆进行电话信息诈骗和传播违法电话信息等活动，影响面不断扩大，受害群众越来越多，严重影响到和谐社会的建设和精神文明的发展。因此，依法拦截违法电话信息，是促进社会精神文明建设，努力构建和谐社会的必然要求；是净化社会环境，打击违法犯罪的必然需要；是保障人民群众合法权益，维护人民群众根本利益的重要举措。

1.1 非法主叫的成因

非法主叫的成因主要有以下几点。

- 一些不法分子受经济利益驱动，大肆进行电话信息诈骗活动，如：以“电话欠费”、涉嫌“犯罪”、“廉价走私车辆”、“中奖”、“退税”、“亲友车祸”、“熟人”、“刷单”、“包裹涉毒”、“医保”等理由，骗被害人转账，严重影响和谐社会的建设和精神文明的发展。
- 部分不法分子通过编造并传播带有诽谤、煽动性内容的违法电话信息，企图破坏社会稳定。
- 部分经营单位发送非法主叫，以规避运营资质（如：Skype），同时造成电信运营商网内长途及国际结算混乱。
- 省际来话中的大量非法主叫造成落地端电信运营单位高额网间结算支出，约占省际长途网间落地结算支出的2%~3%，个别市分公司最高日抽样统计超过4.1%。

1.2 南方某省电信运营商话务数据情况分析

从2017年统计的数据看，长途落地的数据占比最大，达到56%（其中移动网占67.4%，固话网占32.6%），如图1所示。省外长途落地占所有长途落地话务高达93.3%。该省（市）省

（市）外长途落地占比的前4位是：广东省（29%）、浙江省（23%）、福建省（12%）、上海市（5%）（4省（市）共计占69%，主要为南南落地，如图2所示）。

2 省际非法主叫分类及黑白名单的设置建议

2.1 省际非法主叫大致分类

通过大数据分析，目前省际非法主叫可大致分类如下。

(1) 业务台类

- 400+目前非开放的数字开头（如：2、3、4、5等），或其号长不等于10位。
- 800+非6或8开头，或号长不等于10位。
- 0+国内长途区号+95、96开头，且95、96后面的号长小于或等于两位的。
- 省际来话，1开头的业务台号码，没有带区号。
- 省际来话，0+国内长途区号+异网业务台号码。
- 0+国内长途区号+9，其后接第一位号码非5、6开头的号码。

(2) 国内长途类

- 非法的国内长途区号，如011、0702、0903等。
- 省际来话的主叫开头是本省长途区号，若本省省际长途交换机与国际局相连，则判断为中国的国际区号（0086）后非手机号码的。
- 手机主叫为非法的移动电话H码或没有启用的H码。
- 手机号码前有国内长途区号。
- 国内长途区号后，号码为0（如双长途区号）或200、300、400、600、700、800开头（包括只有一个0的）的号码。
- 除400、800外，非0、13、14、15、16、17、18开头的

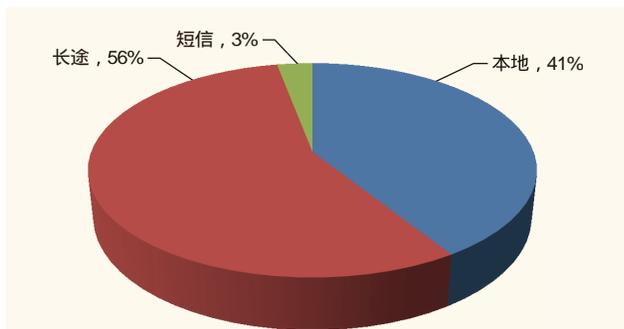


图1 长途落地占比56%

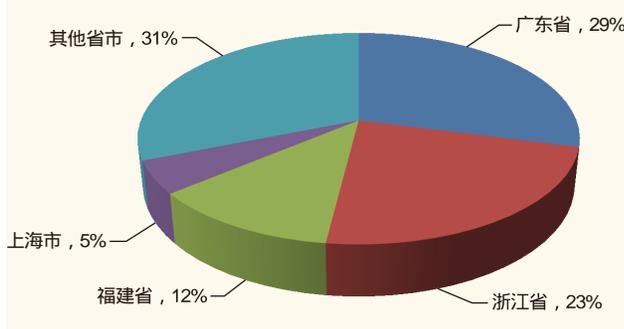


图2 各省(市)省(市)级长途落地占该省全部省(市)级长途落地比例

号码。

(3)国际长途类

- 以0000开头，但不是8个0。
- 非法的国际长途区号，如以00888、00999等开头。
- 00+196或193。
- 0086+2~9开头号码（即非1开头）。
- 00+国际区号+0开头的号码。
- 国际无主叫来话时，中国各电信运营商国际局应将主叫格式变换为：00019+X（3或6）+国际区号+YY（10或20或21）+Z（1或2），如：000196852211、000193852211。

(4)变异类

- 没有号码的空主叫。
- 主叫不为0~9阿拉伯数字，如：*、#、?等特殊的符号或字母。
- 经拨测为空号的号码号段。
- 手机号码的号长不等于11位，以0086开头的手机号码号长不等于15位。
- 国内长途区号符合规范，但其后所接的国内各本地电话网的固定电话局号还没有开放使用的号码。

- 省际来话的主叫是0+国内长途区号+普通固话号码，号长不等于7位或8位。

(5)超频类（包括振铃但未接通或接通小于3s）

- 主叫号码超频呼叫：根据来话数据统计情况，设定超频阈值。

- 主叫固话号段或手机H码超频呼叫：根据来话数据统计情况（可分析千位、百位、十位号段），设定超频阈值。根据回拨情况，确定是否加入黑名单。

2.2 黑白名单的设置建议

(1)白名单

白名单设置建议如下。

- 国家规定的特殊通信号码：00000000（号长为8位）、033500000000（号长为12位）。
- 国际IP来话无主叫时各电信运营商的填充号码：0017911（原中国联合网络通信集团有限公司）、0017961（原中国网络通信集团公司）、0017901（中国电信集团公司）、0017951（中国移动通信集团有限公司）、0017991（中国铁通集团有限公司），号长为7位。

- 客户服务中心号码为0+国内长途区号+95或96开头，且95、96后面号长大于或等于3位，以及运营商在增值业务号段中开放的号码。

- 政府公众服务号码：0+国内长途区号+123××（5位号长）。

- 400+0或1或6或7或8开头，号长均为10位。
- 800+6或8开头，号长均为10位。
- 根据需要开通的600或700号码，号长均为10位。

(2)黑名单

黑名单设置建议如下。

- 国内长途类：a、b、c。
- 国际长途类：a、b、c、d。
- 变异类：a。

(3)有条件黑名单

有条件黑名单设置建议如下。

- 业务台类：a、b、c、d、e、f。
- 国内长途类：d、e、f。
- 国际长途类：e、f。
- 变异类：b、c、d、e、f。
- 超频类：a、b。

各种名单的维护，可根据实际情况进行增加、删减、编辑、查询。

3 非法主叫拦截的建议方案

3.1 现有的电话交换机网管人工处理方式

现有的电话交换机网管人工处理方式如下。

- 现网交换设备种类多、制式杂，如传统的公共交换电

话网络（PSTN）电话交换机、下一代网络（NGN）以及IP多媒体子系统（IMS）；网络有移动网、固定网。

- 由于非法呼叫的多样性、频发性，现有交换设备网管不能有效地发现并及时处理。
- 全省每个分公司的网运人员均需进行操作，耗时耗力。
- 由于技术水平不一，设置不全，容易出错。
- 只能对少数数据进行处理，数据较多时，容易溢出，影响网络运行。

3.2 建立非法主叫拦截系统

建立非法主叫拦截系统，对非法呼叫进行有效拦截，要求定义广泛、组网简单、安全可靠、操作方便。因此，建议根据工业与信息化部最新要求，以及原信息产业部颁发的YD/T 1157-2001《网间主叫号码的传送》、YD/T 1157.1-2002《网间主叫号码的传送补充件1》、YD/T 1157.2-2003《网间主叫号码的传送补充件2》、YD/T 1157.3-2005《网间主叫号码的传送补充件3》、《全国电话号码编码制度》，以及各电信运营商集团公司制定的相关号码传送规范，建设非法呼叫的省际来话拦截系统。

(1) 系统建设的特点

系统建设特点如下。

- 各省通信管理局与各省电信运营商建立专用的信令汇聚网，各电信运营商可利用分光或镜像（推荐使用镜像模式，可大量节省投资），使固定网与移动网NGN软交换及IMS的会话初始协议（SIP）信令，以及少量传统PSTN的No.7信令（通过现有光传输设备时隙交叉并接汇聚，该模式可节省新增分光设备以及使用2M高阻头在时隙交叉复接方式的大量投资），经由专用互联网络汇聚到省通信管理局非法主叫拦截系统进行分析处理。

- 各省通信管理局的非法主叫拦截系统，通过统计分析下达拦截指令。该拦截指令可通过专用互联网与省内各电信运营商的多厂商交换网管端口互联实施，少数传统PSTN交换机可以暂时使用Telnet端口过渡。此种模式安全可靠，优于目前在网的串接式（含服务器故障心跳识别旁路）非法主叫拦截系统，因此特别推荐该模式。

- 由于提取了全部三个运营商的话单数据，主叫黑白名单定义更科学、更完整，可以对大量非法主叫的呼叫进行实时拦截。

- 对超频、空号类、超长呼叫的主叫进行实时监控、分析、统计等，从而有效地防止非法主叫“变种”（如营销类）的频繁出现。

(2) 建议的实施方案

省际非法呼叫拦截组网结构如图3所示，其处理流程如图4所示。

非法呼叫处理系统对省际来话的主叫进行甄别鉴权，对于发生前转的呼叫（即主叫A呼叫B，B登记前转到号码C），则应对B号码进行主叫黑白名单的甄别。参照图4，判断省际非法主叫来话并实施拦截的流程，省际长途交换机将省际呼入到本省及本省呼出到省外的呼叫，通过对SIP信令（NGN软交换或IMS交换机）或No.7信令（传统的电路交换机），对确认的省际非法主叫来话实施拦截，主要步骤如下。

步骤1：本省用户呼叫外省用户时，省际长途电话交换机将话务接续的信令，通过镜像传输到非法主叫拦截系统，若为空号，则将此外省空号号码列入黑名单。

步骤2：外省用户呼叫本省用户（含外省手机漫游用户）时，省际长途电话交换机通过话务接续信令，将获取省际来话的主叫号码进行主叫黑白名单的核查，同时将该主叫镜像交给省通信管理局的非法主叫拦截系统进行分析，根据

拦截策略，实时下达新的黑白名单给省内各电信运营商。

步骤3：各电信运营商的电话交换机，对获取的省际来话主叫号码，判断其是否在白名单中，若在白名单中，则放通呼叫，否则判断其是否在黑名单中；若在黑名单中，则拦截，否则再判断其是否在有条件黑名单中；若在有条件黑名单中，则拦截，否则放通呼叫。

步骤4：省通信管理局的非法主叫拦截系统，填写呼叫日志，对呼叫的主被叫号码情况，做日、周、月的统计。

步骤5：在规定时间内，将所统计的外省超频主叫号码或号段作为被叫，发起拨测，

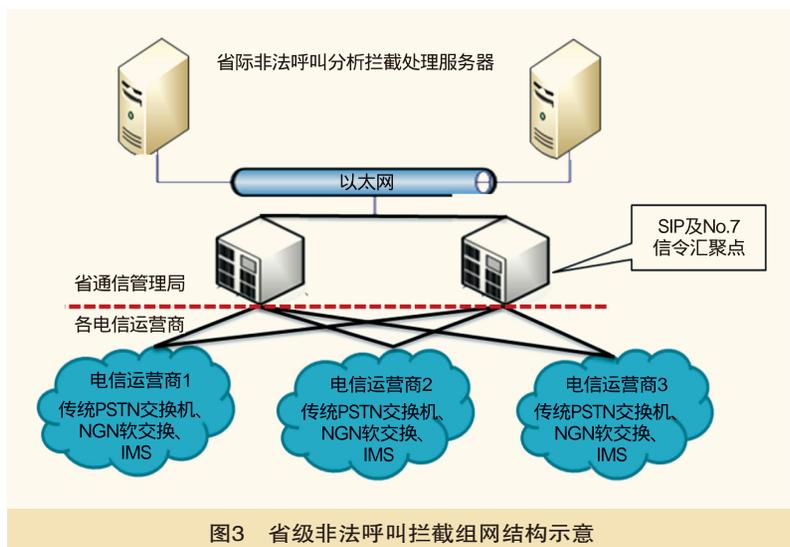


图3 省级非法呼叫拦截组网结构示意图

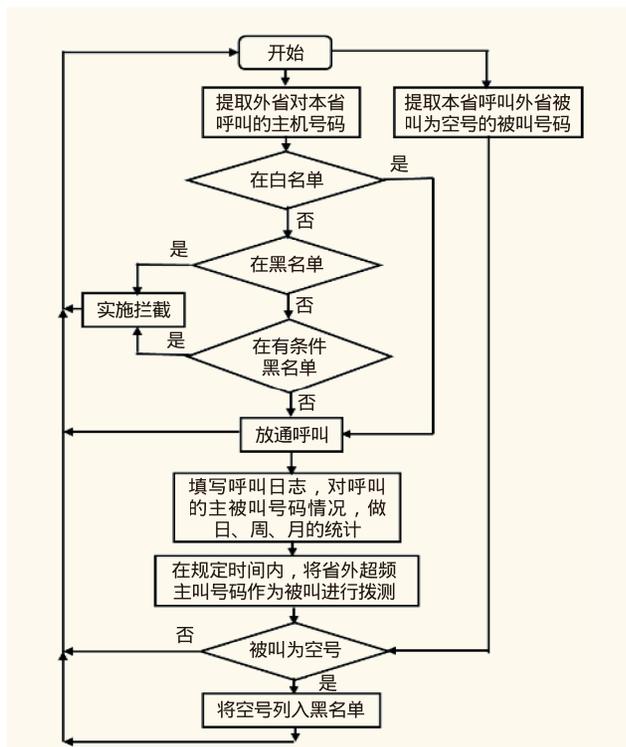


图4 省际非法呼叫拦截处理流程示意

表1 统计报表参考格式

话单种类	话单数	话单数占比	非法主叫来话的中继方向				
			Top1	Top2	Top3	Top4	Top5
非法业务台							
非法国内长途							
非法国际长途							
非法变异							
非法超频							
小计							
总的省际来话							

若被叫不为空号，则返回步骤1；若被叫为空号，则将空号列入黑名单，再返回步骤1。

主叫号码或号段超频的推荐定义如下。单个号码：每小时超过50次呼叫或24h呼叫超过300次；号段：识别千号段或百号段的呼叫超频（如：千号段每小时超过1000次呼叫或

24h呼叫超过5000次）。所有的超频频次应均可作为参数设定，并可调。

此外，应进行实时的统计分析，各电信运营商镜像传来的话单数据，可根据需要形成话单详单及统计报表。系统管理人员可有针对性地分析运行数据，更好地设定拦截策略。按电信运营商，分时间段、日、月、年报表，统计各种非法主叫类型的次数，非法主叫来话中继方向的统计便于溯源。统计报表参考格式见表1。

4 结束语

通过分析非法主叫的成因以及大数据筛选，得知省际来话是非法主叫的主要来源，将省际非法主叫分为业务台类、国内长途类、国际长途类、变异类、超频类等，并对白名单、黑名单、有条件黑名单进行初步的推荐定义，提出创新建立非法主叫拦截的建议方案：推荐固定网与移动网的NGN软交换或IMS的SIP信令使用镜像话务接续信令模式，而少量传统PSTN的No.7信令通过现有光传输设备时隙交叉并接汇聚成155Mbit/s或622Mbit/s模式，经由专用互联网络汇聚到省通信管理局的非法主叫拦截系统进行分析处理；非法主叫拦截系统下达拦截指令，应通过专用互联网络与省内各电信运营商的多厂商交换网管端口互联实施，少数传统PSTN交换机暂时使用Telnet端口过渡，此种模式安全可靠，优于目前在网的串接式（含服务器故障心跳识别旁路）非法主叫拦截系统，并扼要阐述非法呼叫处理系统统计分析拦截的流程。非法主叫拦截系统的建立，在网络技术层面可有力遏制电话诈骗等非法呼叫。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

秦保根

毕业于南京邮电学院，高级工程师，享受国务院特殊津贴，中国联合网络通信集团有限公司科技成果评审专家、结算专家、评标专家，现任中国联合网络通信有限公司江西省分公司高级经理。

万红萍

毕业于北京邮电大学，MBA硕士研究生，英国考文垂大学硕士，现任江西北斗云卫星导航投资发展有限公司总规划师。

人工智能赋能运营商“大连接”战略

汤人杰 杨巧节

中国移动通信集团浙江有限公司

摘要 分析人工智能给运营商带来的机遇和挑战,以及人工智能技术的发展和趋势;探讨在人工智能时代,电信运营商应该如何借鉴和利用人工智能技术为实现运营商“大连接”战略赋能,以促进运营商信息化建设,打造人工智能产品服务。

关键词 人工智能 电信行业 深度学习 图像识别

1 人工智能给运营商带来的挑战和机遇

2016年7月,在国务院印发的《“十三五”国家科技创新规划》中,人工智能作为新一代信息技术中的一项被列入规划。2017年,中国移动提出“大连接”发展战略,明确以连接驱动增长的发展路径,并提出“成为全球数字化创新的领军企业”的战略愿景,而实现这一愿景的业务布局方向就是“拓展连接深度”。由此可见,运营商在智能融贯万物的时代背景下,拥有不可复制的大连接、大数据、大生态行业壁垒,适合走“行业+AI”的路线。人工智能赋能运营商大连接,电信行业将迎来新的增长契机。

2 业界人工智能技术的发展和趋势

早在20世纪50年代,人工智能(AI)概念作为计算机科学的一个分支学科,就被提出和确立了。发展初期,随着计算机自动化所取得的成功,人工智能的主要方法和思路集中在以知识为基础的专家系统上,系统通过将人类专家的经验表示成规则,再依照规则推理模拟专家的思维方式。但有限的“演绎法”规则推理无法处理现实环境中无限的可能,因此“归纳法”便成为唯一出路。于是在20世纪70年代,基于概率统计的机器学习应运而生。然而,在实际应用中取得很好效果的朴素贝叶斯和逻辑回归算法,却极大地依赖于特征工程。该工程不仅费时费力,而且需要人类提供大量先验经验以弥补数据挖掘的不足。为挣脱出特征工程对机器学习的束缚,机器学习方法中诞生了一种基于神经网络发展而来的表示学习方法——深度学习。近年来,对各种深度神经网络模型算法的研究和应用,已成为人工智能领域发展最迅猛、最受学术界追捧的方向。人工智能发展趋势如图1所示。

2.1 人工智能的特征和价值

(1) 人工智能的特征

业界认为人工智能具备以下三种能力:数据学习能力、知识运用能力、未知探索能力。

数据学习能力:人工智能算法在少量人为先验经验的情况下,能够自动从数据中抽取合适的特征,获得事物内在隐含本质规律的能力。

知识运用能力:人工智能算法通过将学习到的规律知识,与真实的业务数据融合,获得对真实世界感知、推理和决策等能力。

未知探索能力:人工智能算法通过对规律知识和业务数据的深度智能学习,衍生出匹敌甚至超越人类智慧的创造力、语言和规划计划的能力。

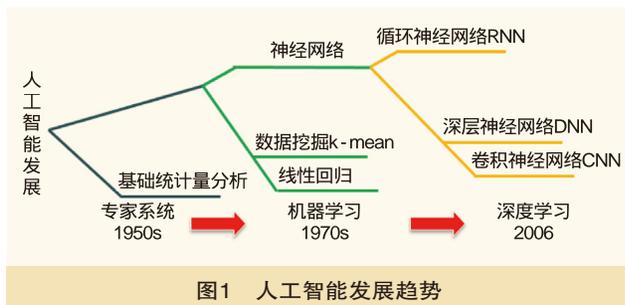
(2) 人工智能的价值带来社会变革

在目前这个从互联转向智能的时代,人工智能将充分诠释“智能”的实质,并生产出一种全新的、能与人类智慧相比拟的方式做出反应的智能机器。人工智能自诞生以来,理论和技术日益成熟,应用领域不断扩大,人工智能带来的科技产品将是人类智慧的升华。

下面是社会各行业通过人工智能产生巨大价值的案例。

医疗行业:由IBM公司开发的人工智能系统Watson医生,主要应用于医疗领域,能理解非结构化数据和识别医嘱、图像等信息,通过存储的海量医疗数据,进行管理、分析、决策模拟医生问诊流程,辅助基层医生完成问诊。目前Watson可以在3min内完成人工基因测序分析以及其他癌症治疗诊断,是人工效率的30倍以上。

制造行业:在英国网上超市Ocado的仓库中,配备摄像头的



物流机器人可以快速识别空货架空间，正确识别商品及其位置。并将成千上万个装满产品的桶置于迷宫般的传送带上，在交付给消费者前，自行完成购物袋包装。通过完全自动化的采购和订单处理，传统制造行业的生产管理模式发生了革命性变化，创新与服务能力得到显著提高，日益多样化的市场需求得到满足。据统计，较传统方式，基于人工智能的销量预测误差可减少30%~50%，产品损耗可减少65%。与运输有关的仓储和供应链管理费用将分别减少10%和25%~40%，整体库存量将减少20%~50%。

2.2 人工智能时代IT技术的趋势和发展

可以看出人工智能对社会各行业的价值，而传统机器学习算法适合从少量数据中学习特定的规律，然后泛化到更一般的场景中，并需防止各种欠拟合以及过拟合。但随着大数据时代的到来，数据集本身就已经包含各种可能出现的情况，从数据集中学习的规则可以直接应用在现实场景中。当收集数据不再是难题，如何更有效地利用数据就成为新的挑战。

深度学习通过构建一个多层的表示学习结构，使用一系列非线性变换操作把从原始数据中提取的简单特征进行组合，从而得到更高层、更抽象的表示。深度学习模型的结构设计遵循人类神经元传递信息的思路，将一系列相对简单的非线性映射操作构建成一个多层网络，每一层都完成一次特征变换。因此，有了“深度”的学习相比传统机器学习模型，多了分级特征提取的结构，从而更容易地学习和表示各种特征，有效提高模型识别的准确率，让计算机拥有超越人类的自然语言处理、视觉、运动规划和语音识别能力。下面将主要讨论深度学习技术的发展和运用。

2.2.1 深度学习算法之崛起

(1) 感知机算法

1958年，Rosenblatt发明第一个能根据输入样本来学习权重的感知机模型，用以解决线性分割问题，掀起了第一次人工智能研究的浪潮。这些简单的学习算法大大影响了机器学习的现代景象，用于调节权重的随机梯度下降算法仍然是当今深度学习的主要训练算法。然而，单个神经元无法解决非线性分类问题，比如无法学习异或函数，该缺陷导致神经网络热潮的第一次大衰退。

(2) 反向传播算法

1986年，Hinton发明了适用于训练一两个隐藏层神经网络的反向传播（BP）算法，并采用Sigmoid函数进行非线性映射，有效解决非线性分类和学习的问题。BP算法引起了神经网络的第二次热潮。虽然随着网络层数的增加，训练出现了梯度消失的问题，但直至今今，BP算法仍是训练深度模型的主导方法。

(3) 深度信念网络

一直以来，人们普遍认为深度网络是难以训练的，不仅因为当时的硬件性能问题，而且随着网络层数的增加，梯度消失的问题也困扰着研究者。直到Hinton先后在2006年提出“深度信念网络”的神经网络，2011年提出ReLU激活函数的使用，才出现质的突破。不仅解决了梯度消失问题，而且使得网络层数大大增加，有效提高在测试样例上的泛化能力，由此掀起神经网络第三次热潮。目前正处在第三次浪潮中，各种神经网络模型争妍斗艳，在感知认知等应用场景中大放异彩。

2.2.2 人工智能平台技术之探索

20世纪80年代就存在的算法能工作得非常好，但限于当时算力不足，训练数据达一定规模就不能完成整个过程，因此在那个时候，神经网络只能解决单一问题，对复杂问题则显得力不从心。直到2006年，随着硬件的进步，以及神经网络模型与参数训练技巧的进步，深度学习神经网络才真正大显神威。因此，深度学习作为第三次人工智能潮流的引擎，其成功的两大因素毋庸置疑当属大数据和云计算的发展。

因此，搭建一套拥有强大算力、支持多种深度学习框架、易学易用、高效灵活的分布式训练平台，将是推动人工智能技术的强力支撑和必备基础。目前，业界比较成熟的深度学习平台，如百度的PaddlePaddle、阿里云的PAI、腾讯云的DI-X、IBM的BlueMind等，其基本设计原理可参考图2中深度学习平台逻辑架构。

以中国移动南方某省为例，目前建设的基于CPU和GPU融合调度的深度学习平台（简称DLSP），其底层采用分布式文件系统，一方面无缝连接大数据HDFS集群上的海量数据，另一方面用于训练数据和模型的保存和使用；依托资源调度器，实现CPU和GPU资源的融合调度，以及多租户管理；支持Tensorflow、Caffe、Torch、MXNet等多种深度学习框架；深度学习平台能效工具通过提供热门模型预置、数据标注、自助训练、超参自动调优等用户界面，极大降低了普通租户深度学习开发及分布式训练的门槛。

3 电信行业中人工智能技术的运用

在电信行业中，无论是安全管控、运维管理还是精准营销都有很多业务场景适合运用人工智能技术来支撑，以实现高效低耗的IT建设。因此，如何正确掌握和运用人工智能技

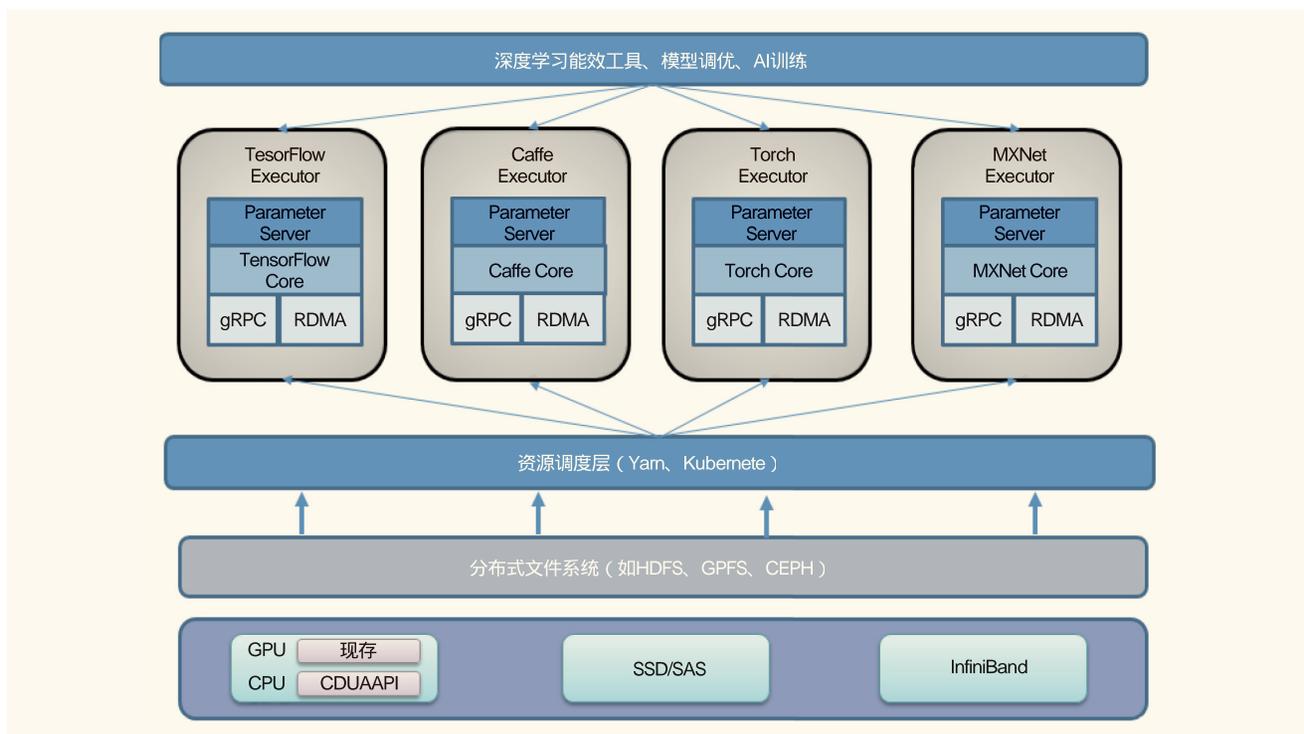


图2 深度学习平台逻辑架构

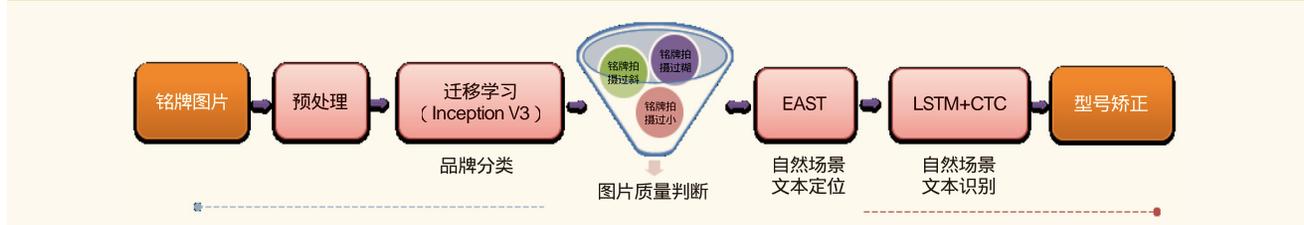


图3 基站资产稽核流程

术已成为迫在眉睫的工作。

3.1 人工智能在安全管控业务场景的实际运用

(1) 基站资产稽核

运营商基站资产管理需要将不同设备铭牌入库存档。实现设备铭牌信息的自动识别，不仅可以实现基站资产管理核查，还可以减少大量的人力成本。技术上可先通过直方图均衡化、去噪、去模糊等方法进行图像预处理，再使用EAST (Efficient and Accuracy Scene Text) 网络对图像中的有效文本区域进行检索和定位，接着用LSTM+CTC对文本进行端到端的识别，最后通过编辑算法对型号进行矫正后输出。某省移动目前已经实现覆盖60多种天线品牌超过2500余种型号类别，准确率超过60%。基站资产稽核流程如图3所示。

(2) 业务稽核

运营商实行开户实名制以来，市场部与地市公司每天都需要投入近百人力，用于无纸化工单稽核，人力成本非常

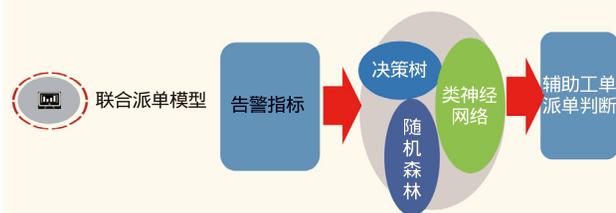


图4 联合派单系统模型

高。以中国移动南方某省为例，目前通过引入深度学习框架中的人证比对模型和签名识别模型，在控制差错率低于0.5%的条件下，分别节省90%的人证比对人力和75%的签名稽核人力。其中人证比对模型使用多层类Resnet卷积网络，实现人脸的检测、校正、识别与比对功能；签名识别模型则通过改进后的SSD算法，辅助稽核人员实现身份照片与签名的自动化校验，大幅提升稽核效率。

(3) 智能抄表

运营商为了更好地管理网络设备等资产的运营，一直以

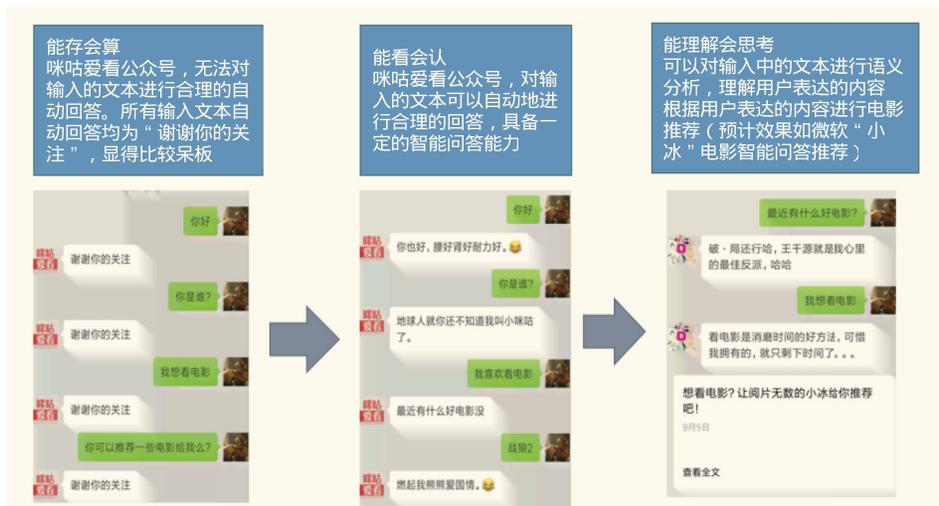


图5 聊天机器人功能

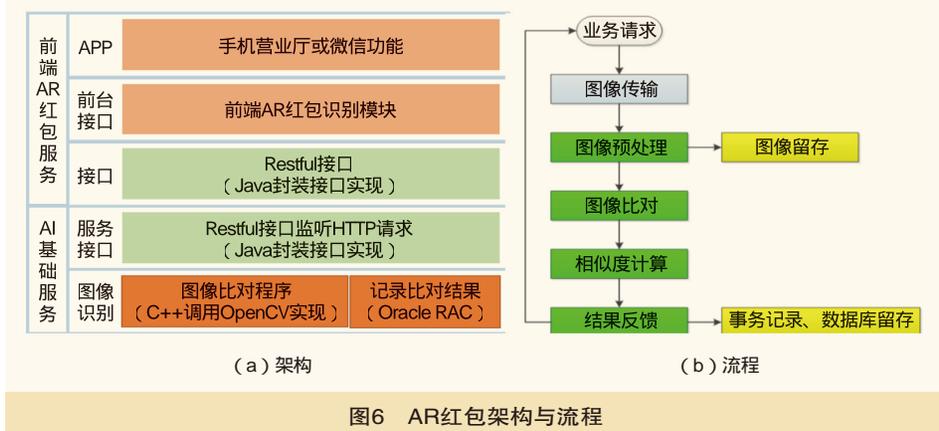


图6 AR红包架构与流程

来基站的机房用电情况需要代维人员定期去现场抄表统计，为防止数据作假造成资产的流失，往往需要事后进行人为核查。据统计，目前南方某省有3万块以上专供电的自保留电表，传统统计电方式耗时耗力且难以管控。技术上适合灵活运用传统机器学习方法和深度学习方法，开发适配电表场景下的OCR识别模型，预计准确率可超过95%。其核心思路为通过将Faster R-CNN算法作为云端识别的主要算法，完成电表度数的定位和识别功能；同时通过LBP+AdaBoost方法进行图片质量预判，保证无网络信号下留存电表照片符合采集标准。

3.2 人工智能在运维管理业务场景的实际运用

联合派单系统模型如图4所示。

运营商故障流程处理复杂，需要投入大量人力处理工单合并派发和故障分析。为了保证运维人员的主要精力集中在疑难故障处理，而非单一重复的故障处理流程上，技术上可通过决策树、支持向量机、类神经网络和随机森林等建模技术，对告警指标进行多维分析，并根据多个模型投票决策建

立辅助工单派单模型。该智能派发系统将能准确覆盖73%的工单类型判断。

3.3 人工智能在精准营销业务场景的实际运用

(1) 聊天机器人

随着4G技术的成熟与5G时代的即将到来，物联网成为与实体门店、电子渠道并重的营销新渠道。运营商可通过引进智能聊天机器人，将图像识别、语音识别与合成、自然语言处理等技术应用至视频网站的日常运营和营销业务中。技术上适合使用基于NLP技术的关键词识别模型、基于AIML的智能匹配模型及基于命名实体抽取的网络爬虫模型，来提供交互式的视频推荐、闲聊、查询等功能，提升用户沉浸感，增加交互过程中的体验维度，实现用户引流，增强用户体验与粘性。聊天机器人功能如图5所示。

(2) AR红包

运营商通过引入AR红包智能应用为前端业务带来崭新的推销模式。技术上可采用基于ORB特征提取的图像匹配算法，再利用GPS定位库进行自动定位，使得流量红包发放更具趣味性。据中国移动南方某省统计，在参与相同营销活动的前提下，AR红包试点店铺与普通门店相比，客流提高25.4%；放量增加12.64%，终端业务增加12.93%，宽带业务增加15.4%。AR红包架构与流程如图6所示。

参考文献

[1] 张博宇. 网络背景下人工智能技术的应用[J]. 科技资讯, 2016, 14(36)

作者简介

汤人杰
硕士，架构师，高级工程师，现就职于中国移动浙江公司。

杨巧节
本科，架构师，高级工程师，现就职于中国移动浙江公司。

运营商IT系统通用能力平台设计探讨

林宗明

中国移动通信集团福建有限公司

摘要 电信运营商面临着移动互联网转型和商业模式创新，通过云化改造旧IT支撑架构，构建基于通用能力平台+应用的目标支撑架构是关键。通过构建由通用数据层、通用组件层、通用应用层组成的通用能力平台，实现业务敏捷，适应市场竞争与变化。

关键词 通用能力平台 云化改造 架构转型

1 引言

随着云计算及相关技术的多年建设和发展，国内电信运营商IT系统大多已建成以集团（含省一级）为中心集中部署的IT支撑系统，由BSS域（业务支撑系统）、OSS域（网管支撑系统）、MSS域（管理支撑系统）三域支撑系统共同支撑运营商的业务运营和企业管理。由于历史原因，目前三域IT系统的云化改造进展仅基本实现基础硬件资源层的云化部署，即只实现了三域IT系统在IaaS层的共建共享，三域IT系统应用层面间的PaaS层和SaaS层融合改造还处于起步阶段。未来随着整个产业升级及SDN、NFV等技术发展，三域内的IT系统势必向一体化方向演进，以便快速灵活地应对不同领域的市场竞争。参照互联网企业分布式系统架构设计，构建通用能力平台+应用的新型目标架构是解决IT一体化的关键。

2 存在的问题和差距

2.1 传统IT支撑架构存在的问题

在运营商多年的IT建设过程中，三域IT系统形成了相对独立的“竖井式”系统架构。三域及各域内的应用系统多采用“烟囱式”建设模式，与目前互联网企业主流的分布式架构对比，主要存在以下问题。

(1) 重复开发，资源浪费

大量功能在不同应用系统间重复开发和运维，对企业是一种成本和资源浪费，同时加大系统的复杂性。

(2) 系统间集成和协作成本高

运营商大量复杂业务势必要求不同系统间频繁的数据及流程交互，存在大量的协同、开发和运维成本。

(3) 无法快速响应市场竞争

大量烟囱式的系统不利于业务沉淀、创新需要及持续发展，无法快速灵活地应对互联网企业的跨界竞争。

2.2 差距分析

分析对比传统IT支撑架构与互联网企业分布式系统架构，主要差距如下。

(1) 生产销售不分离

传统电信业务的生产销售操作通常建立在庞大复杂的单个系统之上，但新形势下互联网企业的生产销售操作却是灵活多变（动态）的，这就导致整体应对慢且频繁，无法做到快速灵活，错失大量市场机会。

(2) 系统封闭耦合

传统三域的业务应用内部多是紧耦合，组件化、服务化、中心化程度不高，通用能力、灵活扩展能力不足。

(3) 无法敏捷开发

运营商应用系统上线遵循瀑布式的开发流程，与敏捷式的开发相比，无法灵活地进行灰度发布、在线试用、故障回滚等，无法快速迭代和试错。

3 通用能力平台设计

为解决以上问题并适应未来市场竞争，运营商必须进行IT支撑架构转型，最好的途径是全面云化，通过构建通用能力平台+应用的目标架构，建设灵活、弹性、敏捷的高性能高可用业务应用，适应市场竞争与变化。该目标架构采用分层设计理念，建立高弹性、高可靠的三层云化架构（应用层/通用能力层/基础资源层），支撑资源弹性、能力开放、敏捷

开发。由于目前电信运营商已基本实现三域IaaS层（即基础资源层）的共建共享，因此，构建能力开放的通用能力平台成为架构转型成功的关键。

3.1 总体架构

通用能力平台采用分层和解耦设计，分为通用数据层、通用组件层和通用应用层。总体架构如图1所示。

通用数据层：提供数据资产管理、三域统一数据服务、智能数据研发工具，为上层组件、应用提供全域、全过程的数据资产使用服务。

通用组件层：支撑敏捷开发、测试、运维的技术组件集合，利用通用组件层可以搭建通用应用及业务应用。

通用应用层：利用通用数据、通用组件构建相对标准的

应用中心，通用应用层既可作为独立应用，也可以为上层应用所调用。

3.2 通用数据层

全面推进业务数据化，持续进行通用数据层建设，是优化、拓展、灵活搭建场景应用的基础。通用数据层设计如图2所示。

3.3 通用组件层

通用组件层是支撑分布式系统架构敏捷开发的基础，提供任务调度和配置推送等分布式应用服务，支持应用和服务管理中的监控、诊断和高可用运维。通用组件层设计如图3所示。

3.4 通用应用层

中心化作为通用应用层的建设目标，中心是面向企业业务运营及支撑，可对外提供标准化服务且相对独立的一组服务的载体。通过各中心的协同工作形成一个完整的业务流程，中心可根据企业运营的需要动态调整及演进。通用应用层设计如图4所示。

4 架构演进路径

构建通用能力平台的关键是从“系统集中”转向“能力集中”，通过能力集中、高效协同，构建全新的IT支撑体系。基于目前运营商IT发展现状，建议按以下三个步骤向具有通用能力平台的目标架构演进。

寻找业务创新点，建议先将传统架构中周期长、支撑困难的业务优先剥离，引导到新架构进行支撑，如宽带长流程支撑、ICT新业务开通等，进行架构设计，初步搭建通用能力平台架构，形成通用组件层、通用数据层。

(1) 创新业务试点

寻找业务创新点，建议先将传统架构中周期长、支撑困难的业务优先剥离，引导到新架构进行支撑，如宽带长流程支撑、ICT新业务开通等，进行架构设计，初步搭建通用能力平台架构，形成通用组件层、通用数据层。

(2) 平台能力沉淀

利用通用能力平台



图1 总体架构



图2 通用数据层设计

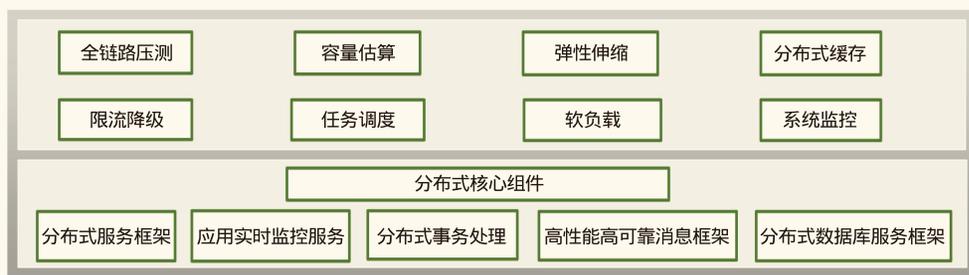


图3 通用组件层设计

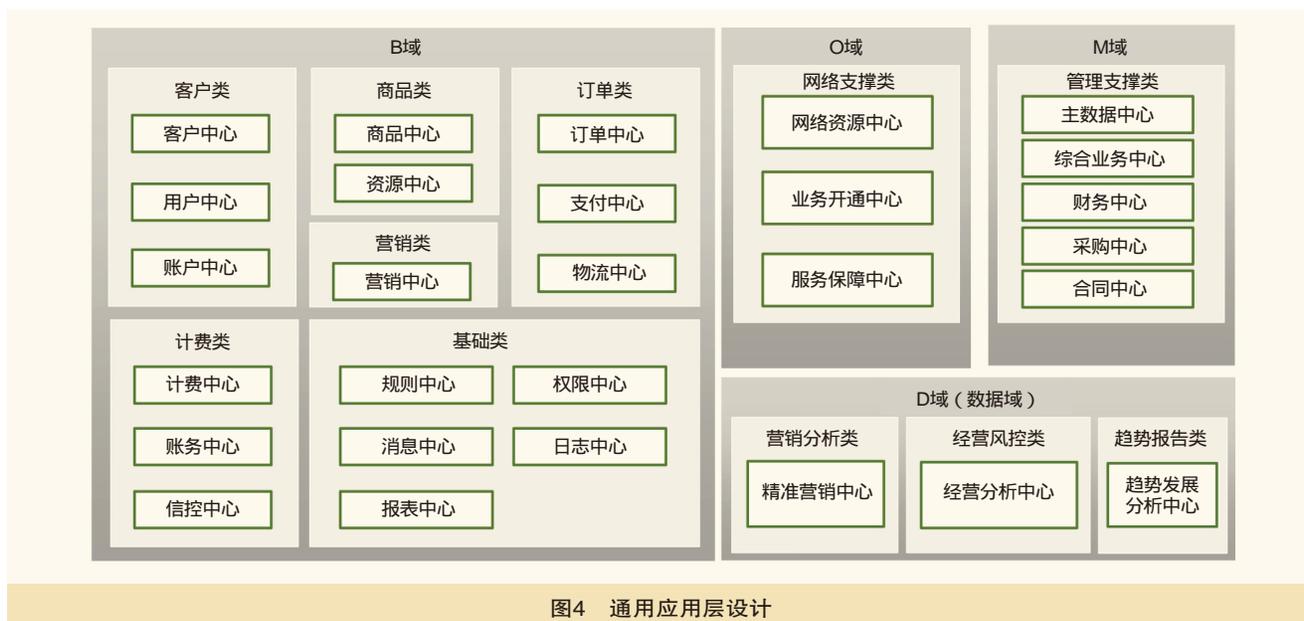


图4 通用应用层设计

技术架构，进行能力中心的建设，采用高内聚、低耦合的设计理念进行业务中心化设计，将前端标准化的能力下沉到通用能力平台能力中心，形成通用应用层，初步形成平台+应用的模式。

(3)形成完整的平台架构及能力

将传统核心业务及系统（如BOSS/CRM等）逐步剥离迁移到新架构，在现有能力中心基础上逐步丰富，最终形成完善的基于通用能力平台+应用的目标架构体系。

5 结束语

新架构能够有效提升响应能力，快速灵活地应对不同领域市场竞争，降低企业成本，提高企业竞争力。

参考文献

- [1] 钟华. 企业IT架构转型之道: 阿里巴巴中台战略思想与架构实战[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017
 - [2] 黄益晓, 徐闰华, 曹勇, 等. 福建移动企业级IT治理咨询项目[Z]. 2017
 - [3] 中国移动通信集团公司. 中国移动通信企业标准: 中国移动PAAS平台试点方案[S]. 2017
 - [4] 黄逸珺. 基于云计算模式的电信运营商IT运营管理转型研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2013
- 如对本文内容有任何观点或评论, 请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

作者简介

林宗明

硕士, 高级工程师, 现就职于中国移动通信集团福建有限公司信息技术部, 主要研究方向为计算机应用技术。

基于资源管理建立一体化“正装机”自动激活流程的研究与应用

彭旦洲 孙代庆

中国移动通信集团湖南有限公司

摘要 家客资源网络拓扑关系经过网络割接调整后大多通过人工维护，资源调整的及时性和准确性难以保证，如何通过有效的支撑手段，由系统自动生成家客网络拓扑，减少人工干预，是各省公司亟需解决的问题。通过在BRAS和PON设备上启用PPPoE+协议，在用户拨号时，将用户账号所属的设备、端口和VLAN信息报送至RADIUS。在将此信息传送到网络综合资源管理系统后，能够进行家客资源的自动更新以及关联信息的稽核，提升资源的准确性。

关键词 5级模型 PPPoE+ CID 稽核

1 引言

通信运营商利用家庭宽带的优势，与客户进行强制捆绑、长期捆绑和一对多捆绑，成为对手持续高质量快速发展的核心利器。各通信运营商面临量收与份额等指标压力，均在大力发展家庭宽带，家庭宽带网络规模和用户规模在持续增长。

在庞大的网络规模与资源数据下，家客资源的准确性问题对装维效率产生越来越大的影响，但是目前传统的家客资源核查方式是通过在现场模拟用户上网（告警）来获取设备端口信息，存在效率低下的问题，迫切需要使用自动化的方法进行资源的核查和修正。

2 当前存在的问题分析

家庭宽带资源是日常生产维护和装机工作的基础，前期人工录入到网络综合资源管理系统的资源信息和现场实际状况难免存在偏差，资源更新不及时问题日趋严重，缺少资源信息或资源信息不准确将直接导致业务开通效率低、用户投诉故障定位难、支撑手段使用感知差及业务运行质量分析和运维分析难开展等问题，资源质量提升难度大。传统资源核查方式存在效率低下问题，主要体现在以下几个方面。

(1) 业务开通效率低

前台资源确认效率低：前台业务受理人员无法准确判断是否具备装机资源，需协调装维人员解决；影响自动激活成功率，大量装机工单自动激活失败，需要人工干预，及时率不高。

(2) 投诉故障定位难

投诉和故障无法准确关联，远程快速定位能力弱，需要装维人员上门获取终端信息，处理效率低，人工成本高，管理难度大，严重影响宽带的运维成效。

(3) 支撑手段使用感知差

支撑功能使用不佳，投诉预处理、故障诊断与告警、资讯自动关联等功能准确率不高，由于数据质量问题派错工单、无效工单仍未根治，严重影响运维支撑效率。

(4) 运维分析开展难

业务质量聚类分析准确度不高，难以依托资源树，对质差用户、卡顿用户进行聚类分析，分析结果与实际不符，指导生产能力有限。

3 技术实现方案

3.1 家庭宽带资源数据基础

家庭宽带需录入的资源内容较多，主要分为5级，称为家庭宽带5级资源模型，具体如图1所示。每一级都相对独立，但存在关联关系，最终形成完整的信息。要保障每一级资源与实际一致且实时更新，确实存在较大的难度。

在实际网络维护中，主要利用拓扑关联进行新装和故障处理。如何得到准确的拓扑资源信息，且可根据实际连接情况，实现资源自动更新是需要面临的技术问题。

3.2 技术实现原理

PPPoE+技术部署后，在用户拨号认证时，将账号、设

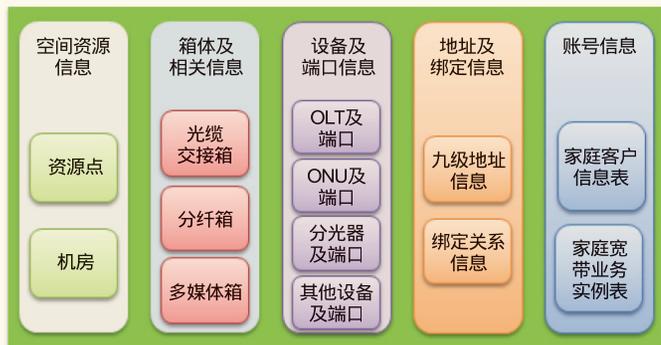
备名称、设备端口、VLAN等关键信息进行关联采集，结合其他基础采集信息，实现资源的自动校验与更新，也可以对无源资源进行稽核，对资源树进行扩展应用。PPPoE+技术部署原理如图2所示。

基础信息采集：设备基础信息采集，包括全量BRAS、OLT、ONU设备信息。

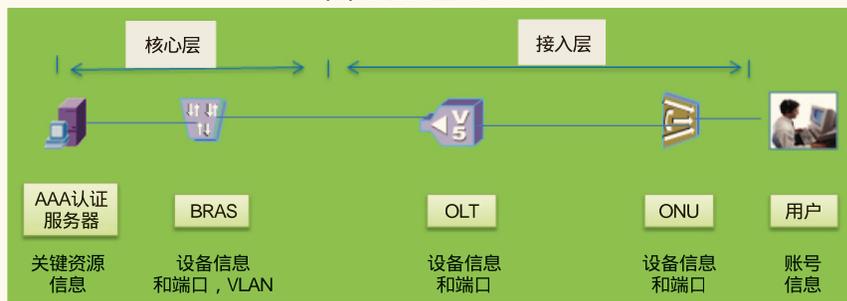
PPPoE+信息采集：包括用户账号、设备及端口、VLAN等。

资源更新与稽核：对采集到的信息进行自动关联和更新，稽核无源资源的准确性。

资源信息的扩展应用：包括自动激活、网络拓扑树更新等。



(a) 家庭宽带五级资源模型



(b) 家庭宽带网络拓扑

图1 家庭宽带5级资源模型和网络拓扑

3.3 技术架构

采集系统调用RADIUS北向接口、网管系统北向接口和网络设备SNMP (Simple Network Management Protocol) 实现资源数据的采集。在综合资源管理系统中对采集数据进行分类入库，并对资源树数据进行比对清洗，生成客户业务资源树、网络设备资源树、端口级联资源树，通过能力开放的方式，提供给不同的业务支撑系统，为各职能人员提供应用。PPPoE+技术架构如图3所示。

3.4 技术流程

根据不同组网场景和设备，在RADIUS以及地市核心层、地市接

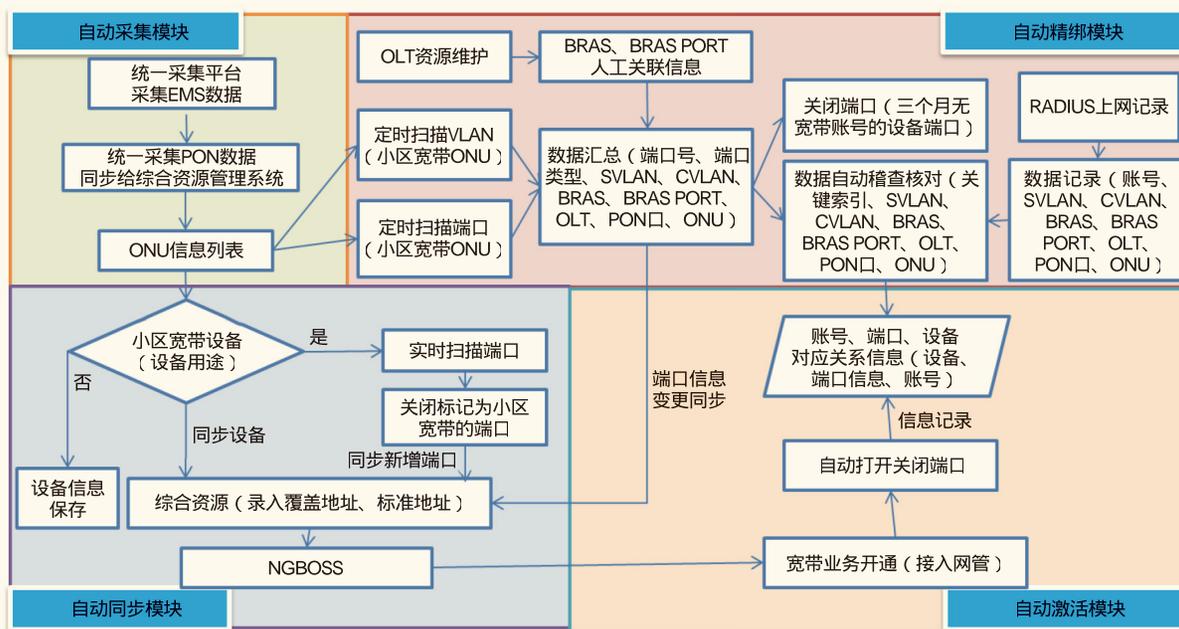


图2 PPPoE+技术部署原理

入层逐一做出相应的PPPoE+配置策略，再逐级核查上报信息的完整性与准确性，即可实时完整地采集到用户的资源信息。湖南移动涉及配置的厂商及设备如图4所示。

3.5 具体配置方案

根据不同的FTTx组网类型，在BRAS和PON设备上做相应的PPPoE+配置，配置方案如下（不同厂商的PON配置不同）。

(1) 华为OLT上配置

```
MA5680T(config)# pitp enable pmode
```

```
MA5680T(config)# vlan attrib xxxx stacking/common
```

xxxx为vlan tag，如果vlan是qinq的，属性需要改成stacking，如果vlan是单层，属性需要改成common

```
MA5680T(config)# raio-mode cntel-xpon pitp-pmode
```

```
MA5680T(config)# raio-mode common ancip
```

```
MA5680T(config)# raio-anid x.x.x.x *x.x.x.x为OLT的管理IP地址，以便于网络综合资源管理系统进行比对*
```

华为FTTB模式的ONU需要登录ONU进行配置，以华为MA5620为例：

```
MA5620(config)# pitp enable pmode
```

开启pitp功能

```
MA5620(config)# raio-mode cntel-xpon pitp-pmode
```

设置上报格式

华为FTTH模式的ONU不需要再做其他配置。

(2) 中兴OLT上配置

```
OLT(config)#pppoe-plus enable
```

```
OLT(config)#port-location access-node-identifier
```



图3 PPPoE+技术架构

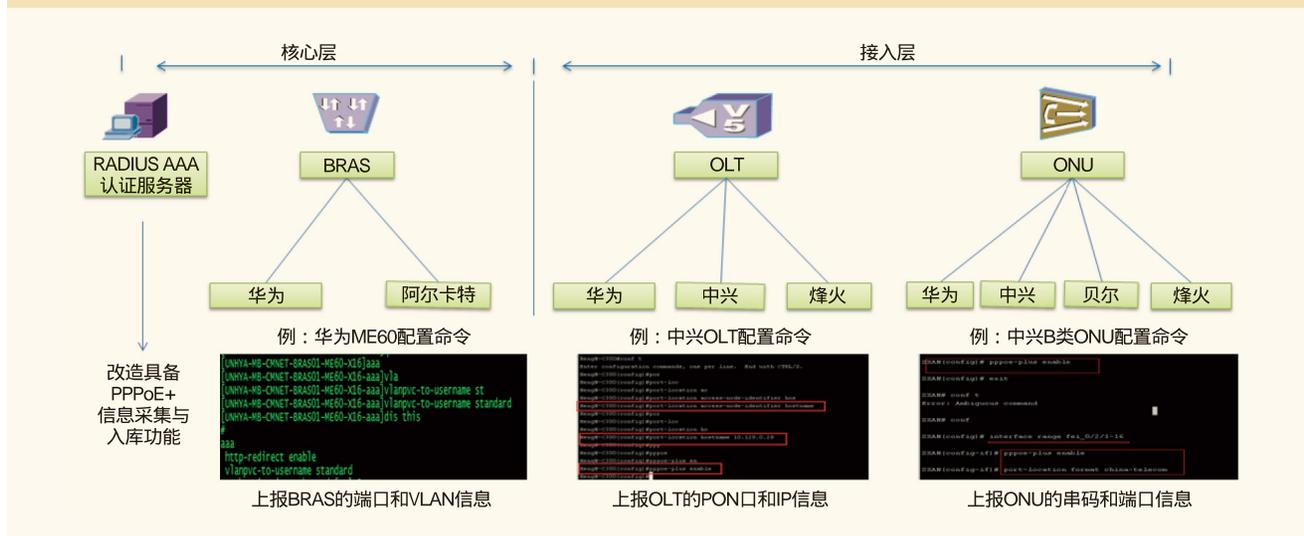


图4 湖南移动PPPoE+配置拓扑架构



图7 资源自动更新

字段解析规则如下。

灰色字段：BRAS的IP地址。

蓝色字段：BRAS的端口信息。

橙色字段：用户的VLAN信息，分别是外层VLAN和内层VLAN（1024为外层VLAN，2005为内层VLAN）。

绿色字段：OLT的IP地址。

紫色字段：取1、3、5字段，0/2/4表示OLT的PON口。

褐色字段：从非0开始取值，ZTEGB002D586表示ONU的SN码。

红色字段：表示GPON或EPON。

注：对于FTTB模式，在红色字段后面还会带有ONU的端口号。

(7)资源入库和校验

每天将RADIUS中的用户关联信息同步至网络综合资源管理系统，在网络综合资源管理系统中按上报的标准格式，将各字段分解到相应的列表中，并对各列数据的准确性进行校验。CID信息呈现如图5所示。

4 推广应用

将解析后的用户关联信息与网络综合资源管理系统中存量客户的业务信息，如上联OLT设备、关联OLT PON端口、客户侧ONU/ONT的SN、SVLAN、CVLAN等信息，进行比对，如果存在不一致的情况，经资源信息维护人员进行现场确认，通过网络综合资源管理系统内的功能项进行单条或批量反向同步，可实现用户关联信息反向覆盖存量客户业务信息功能。

(1)在网络综合资源管理系统中增加一个模块：客户业务信息表CID稽核

客户业务信息表CID稽核如图6所示。在图6中输入用户宽带账号，点击查询后，能够输出图7所示的数据。其中old_xxx表示存量客户业务信息，new_xxx表示CID解析后的用户真实信息，能够用来对存量客户业务信息进行反向稽核和修正。

(2)稽核VLAN使用的合规性

通过上报的用户VLAN信息来核查在地市城域网和宽带接入网中是否存在不符合家客配置规范的VLAN段，如果存在则通知地市进行修改。中国铁通OLT和BRAS使用的VLAN段和中国移动规范不一致，湖南移动正在开展VLAN改造，通过CID信息稽核能够及时发现和修正未改造的VLAN。

(3)自动更新网络拓扑树

通过用户所属的ONU、OLT与BRAS信息，呈现城域网和宽带接入网网络拓扑，确定ONU、OLT和上联BRAS的归属关系，为其他支撑系统，如投诉预处理，提供数据支撑。能够通过账号的准确溯源，提升故障定位准确性和装维人员的故障处理效率。

5 效果分析

通过对采集数据的应用，有效支撑一线生产维护，为家客资源稽核提供坚实的数据基础。项目实施后，家客关联资源准确率由部署前的82%提升到98%，投诉预处理成功率从之前的76%提升至84%，故障工单关联准确率从75%提升至93%。

如对本文章内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。



LTE高流量场景的解决方案

杨宗林 戚文敏 王 科

中国联合网络通信集团有限公司济南市分公司

摘要 介绍LTE高流量场景LampSite的应用，提出室内分布pRRU的布局要求、容量的合理评估、室内外参数协同优化等措施，有效分担宏站业务量，减少拥塞的产生，提升LTE用户上网速率。

关键词 LTE LampSite pRRU 容量

1 引言

随着不限流量套餐的推出，4G用户对流量的需求越来越大，导致学校、交通枢纽、旅游景点等容易出现高流量情况。如果规划基站、载波扩容达到极限，则过密规划基站容易导致小区间干扰。

同时，传统的室内分布系统由于易出现故障、扩容安装施工困难、多种制式合路等问题，容易造成互调干扰。LampSite可提供综合的室内覆盖解决方案，解决不同场景下的室内网络覆盖和容量问题。

2 LampSite应用

LampSite是近几年推出的室内热点扩容和盲点补充、无线室内覆盖较好的解决方案，兼顾覆盖和容量。在校园、医院、商场、酒店、写字楼、营业厅等高业务场景都有较好的应用。

LampSite由pRRU (pico Remote Radio Unit)、RHUB (RRU HUB) 和基带单元 (BBU) 组成，其主要组网结构如图1所示。pRRU和RHUB之间用Cat5e/6网线连接，pRRU通过有源以太网 (POE) 供电，BBU和RHUB之间用光纤连接。和传统室内分布相比，LampSite具有部署简单、单网线可支持MIMO、用户体验好、设备可监控、系统维护快、小区合并分裂灵活控制容量和切换等特点，用pRRU替换无源天线可提供天线级的同频小区分裂。

3 某职业技术学校高流量业务分析

3.1 宏站覆盖优化情况

某职业技术学校在全网都是高流量的区域之一。该学

校日均流量从2017年3月的1400GB (相当于全网的3.5%) 增长至2017年8月的2500GB，业务量增长78.5%。随着业务量的不断增长，周围基站逐步扩容开通至4载波，扩容后各小区负荷仍较高，忙时物理资源块 (PRB) 利用率接近100%，宏基站扩容已达到极限。由于基站饱和，小区重叠覆盖干扰很大，严重影响信道质量指示 (CQI) 及小区吞吐率，用户感知很差，必须通过新的技术手段加以解决。

3.2 LampSite室内分布建设思路

(1) 合理布局pRRU

天线覆盖半径的确定可以参考典型场景的覆盖半径，而室内传播损耗与传播环境、频段相关，具体见表1。

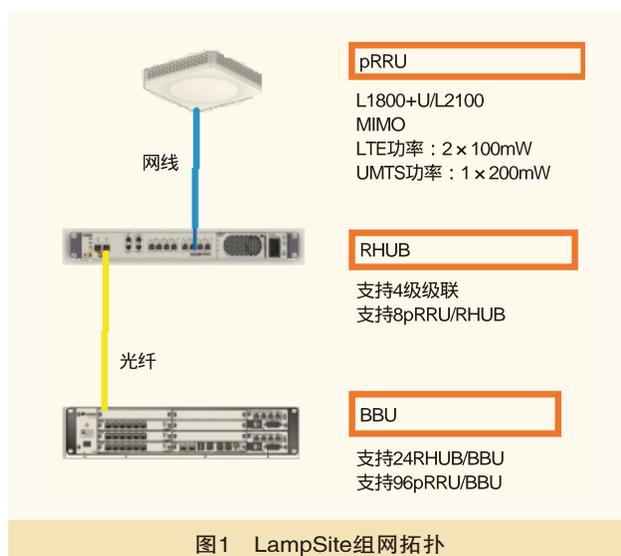


图1 LampSite组网拓扑

学校宿舍和酒店布局类似，根据具体情况，每4~6个房间有1个pRRU覆盖较为合理，每层宿舍楼pRRU布局如图2所示。每层8个pRRU设备，1台RHUB设备，每栋楼有6层，共7栋楼，合计安装336个pRRU。

(2)容量评估

容量估算要根据忙时学生数、用户渗透率及用户业务需求等情况综合考虑。根据校园学生规模及渗透率，测算LTE用户共计4300人左右，和实际网络统计规模相当。按单用户3Mbit/s的业务需求，小区平均吞吐量为65Mbit/s，推算出室内分布共需38个小区，计算所得见表2。

小区规划时，要考虑小区重叠覆盖、同频干扰、减少切

换等要素。该校园宿舍楼共7栋，每栋6层，按每层1个小区设计，共计42个小区和预规划相当，后期随着用户数提高可进行小区分裂，实现比较简单。

(3)参数合理设置

室内分布参数设置遵循的原则主要是室内分布频段尽量纯净，减少同频干扰，同时小区重选、切换参数合理设置，使用户更容易占上室内分布信号。该职业技术学校实际网络测试的参数设置情况见表3。其他类似场景需要结合当地实际测试情况进行合理调整。

3.3 室内分布开通效果对比

(1)覆盖前后对比测试

通过对1~7号宿舍的测试分析，参考信号接收功率（RSRP）均值由-93dBm提升至-70dBm，信号与干扰加噪声比（SINR）由6.7提升至20.7，平均下载速率由6.3Mbit/s提升至57.7Mbit/s，上传速率由14.7Mbit/s提升至46.6Mbit/s。图3（a）~3（d）是室内分布开通前后RSRP和SINR的对比测试情况。

(2)业务流量对比情况

室内分布开通前校园日均流量是2500GB左右，室内分布开通后校园日均流量提升至3600GB，提升了44%。室内分

表1 典型场景覆盖半径参考

场景	娱乐场所 (个)	写字楼 (个)	超市 (个)	酒店 (个)	会展/候机厅 (个)	停车场 (个)
1800MHz	12	15	15	13	60	20
2100MHz	10	14	14	12	50	20
2300MHz	10	13	13	12	50	20
2600MHz	9	12	12	11	50	18

表2 容量计算参考

参数代码	参数名称	蓝翔职业技术学校容量评估
A	学生规模	10752
B	用户渗透率	40%
C	用户数 (人)	4300 (A×B)
D	忙时用户在线率	95%
E	忙时在线用户数 (人)	4086 (C×D)
F	下行链路业务占空比	20%
G	下行链路忙时激活用户数 (人)	818 (E×F)
H	下行链路单用户平均速率 (Mbit/s)	3
I	下行链路容量需求 (Mbit/s)	2454 (G×H)
J	下行链路小区平均吞吐率 (Mbit/s)	65
K	预估下行链路小区数 (单载波)	38 (I÷J)
L	实际规划小区数 (个)	根据楼宇及层数规划 > K
M	PRB资源利用率预估	45%

表3 参数调整设置

参数项	参数名称	室内分布设置	宏站设置
小区信息	小区下行频点	100	1380、500
	小区带宽 (Mbit/s)	20	2×20
小区重选	异频/异系统测量启动门限 (dBm)	-104	-120
	小区重选优先级	7	6
E - UTRAN 异频相邻频点	异频频点小区重选优先级	6	7 (室内分布频点7)
	异频切换触发事件类型	A4	A4
异频切换参数组	基于A4A5异频A1 RSRP触发门限 (dBm)	-106	-86
	基于A4A5异频A2 RSRP触发门限 (dBm)	-110	-90
	基于覆盖的异频RSRP触发门限 (dBm)	-101	-105

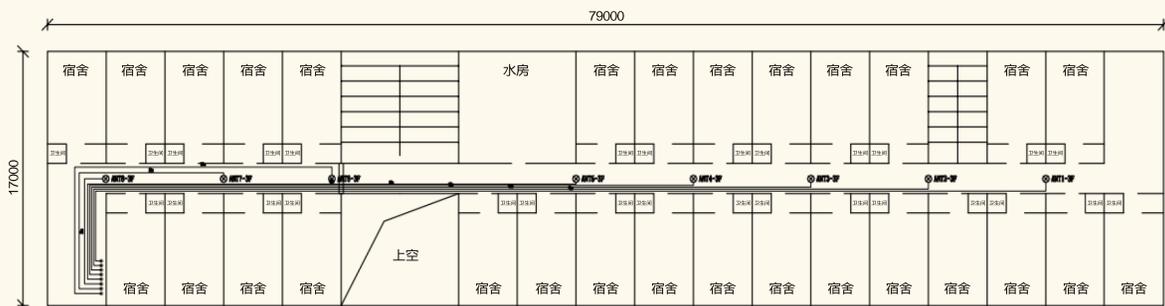
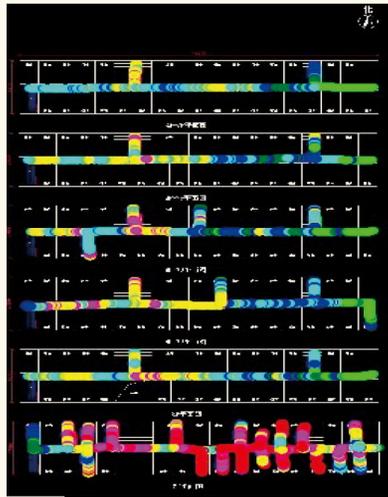
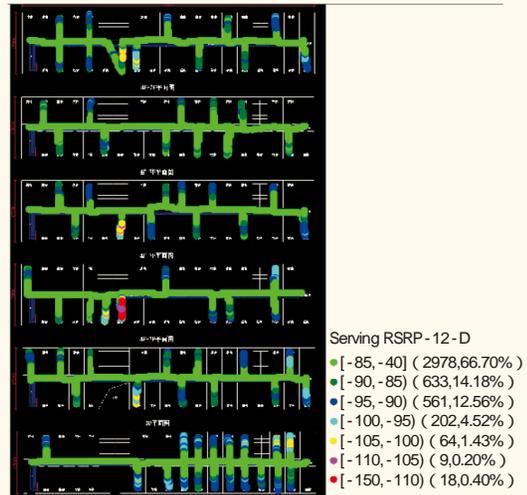


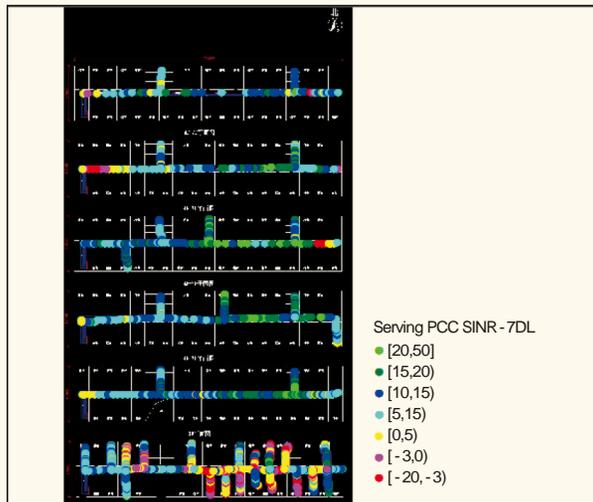
图2 某职业技术学校宿舍楼pRRU布局 (单位为mm)



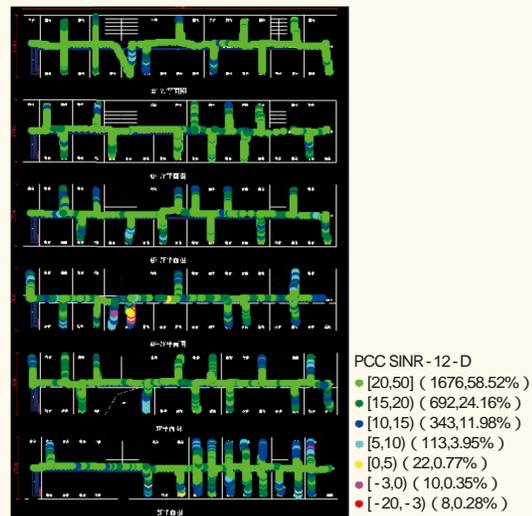
(a) 室内分布开通前RSRP



(b) 室内分布开通后RSRP



(c) 室内分布开通前SINR



(d) 室内分布开通后SINR

图3 室内分布开通前后RSRP和SINR的对比测试情况

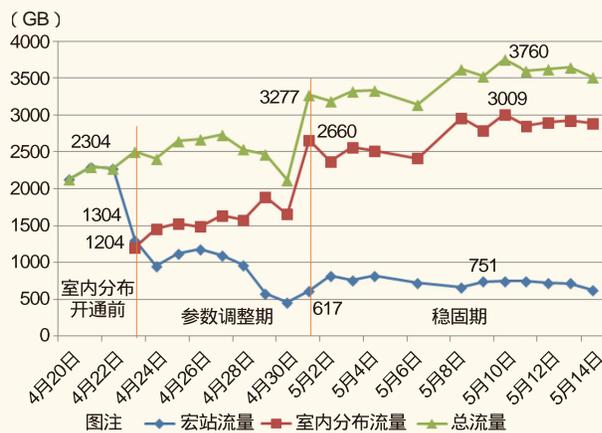


图4 室内分布开通前后流量对比

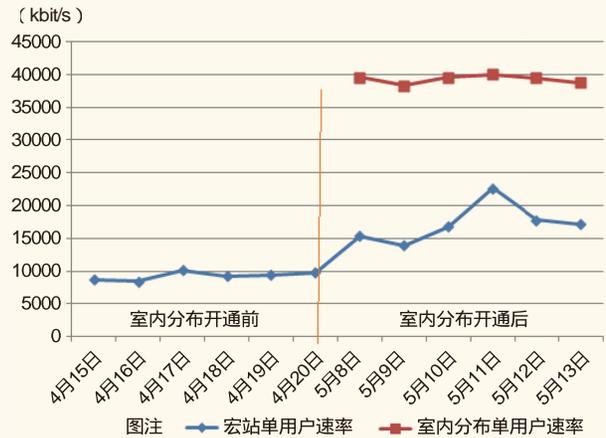


图5 室内分布开通前后业务对比

布开通后经过参数调整优化,室内分布分担流量由48%提升至80%,参数优化效果明显,如图4所示。

(3)忙时单用户速率对比

宿舍室内分布开通前,忙时下行PRB利用率为95%左右,宏站单用户平均速率是9317kbit/s。开通室内分布后,忙时下行PRB利用率为45%左右,宏站用户平均速率是17292kbit/s,速率提升85.6%。室内分布用户平均速率为39276kbit/s,是开通前速率的4.2倍,如图5所示。

4 结束语

传统宏站扩容已无法满足高业务量场景的业务需求,通过LampSite的应用,合理布局pRRU位置及数量,合理分配频段和小区数量,合理调整室内分布和宏站参数,使得室内分布和宏站业务量得到较合理的分担,用户体验速率明显提升,这对高话务场景的优化有一定的借鉴作用。

参考文献

- [1] 马富樱,王喆,张日芳.LTE系统的小区间干扰协调分析量估算[J].数据通信,2010(5)
- [2] 丁秀锋,顾丁烽.TD-LTE网络覆盖及容量估算[J].山东通信技术,2012(4)
- [3] 董江波,李楠,高鹏.从系统设计分析LTE系统覆盖与容量规划[J].电信科学,2010(8)
- [4] 吴文波.LTE网络容量优化方法研究[J].中国新通信,2014(23)
- [5] 叶仁召.LTE混合网络异频空闲重选参数优化研究[J].通信技术,2015(6)

如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

杨宗林

硕士,毕业于重庆邮电大学,现就职于中国联合网络通信集团济南市分公司网络优化中心。

迪普科技助力中央音乐学院安全网络建设

中央音乐学院组建于1949年,是一所培养高级音乐专门人才的高等学府,全国艺术院校中唯一一所国家重点大学和“211工程”建设院校,2017年更是入选国家首批“双一流”学科建设高校。随着新网络安全法规对教育行业信息系统安全等级保护提出了新的规范,教育部办公厅印发了《教育行业信息系统安全等级保护定级工作指南》以及《网络安全法》要求。

迪普科技参考《信息系统安全等级保护实施指南》、《关键信息基础设施安全保护条例》,对中央音乐学院出口进行了等级保护合规性建设,在学院网络出口位置部署迪普科技UAG3000-X系列上网行为管理及流控设备,同时对门户网站、一卡通、学籍管理等核心业务系统进行了安全评估、优化加固与整改规划,为中央音乐学院完善了安全防护体系。

不同于一般网络场景,高校校园网信息系统同时服务上万终端,校方、老师和学生账号权限各不相同,并发业务复杂多样,且来自内部的安全威胁特别突出,为保障学校、学生各类信息的安全,对在网用户的上网行为审计,对信息系统管理人员的权限管控显得尤为重要。

其中根据《网络安全法》第3章第21条3款,采取监

测、记录网络运行状态、网络安全事件的技术措施,并按照规定留存相关的网络日志不少于6个月。迪普科技UAG3000-X设备上线后,针对各类网络行为进行主动阻断,同时自带大容量硬盘,能满足日志留存的需求,保证了事后溯源的手段。

同时,在系统管理方面,迪普UAG3000-X设备支持系统管理员、安全保密管理员和安全审计管理员的三权分立,在达标法律规定的等级保护要求之余,为内网安全再添守护。

除此之外,为满足《网络安全法》第3章第25条网络运营者应当制定网络安全事件应急预案,及时处置系统漏洞、计算机病毒、网络攻击、网络侵入等安全风险。

迪普科技通过专业的安全服务人员在院方的协同工作下,为中央音乐学院制定了全面的网络安全事件应急预案,帮助中央音乐学院完善校园网安全建设,保证其顺利达标了信息系统安全等级保护二级要求。

如今,迪普科技的教育行业等级保护解决方案已应用于超过50所双一流高校、近百所大学的校园网信息系统,在中央音乐学院的又一次拓展会激励迪普继续前进,持续为各行各业的客户提供更加安全的网络环境和更加优质的产品解决方案。