

# 山东通信技术

Shandong Tongxin Jishu

(1979年创刊 总第130期)

第31卷第1期

2011年3月

(季刊)

(公开发行)

## 目次

### 技术研究与应用

基于立体分层的呼叫中心服务资源精益配置模型

..... 马勇 卜素华 李晖 李静 李同(1)

一种基于用户感知的 TD-SCDMA 扰码优化方法研究

..... 张振刚 王治国 顾 涛(4)

全业务运营下的本地光缆网规划探讨 ..... 李壮志 赵升旗(8)

核心网电路域与 IMS 域的业务融合研究 ..... 刘军山 刘松森 张敬峰(11)

基于 IMS 的 IPTV QoS 研究 ..... 张洪珮 陈 福 迟晓玲(15)

移动通信中的中继技术研究 ..... 徐伟尧(19)

认知无线电系统中频谱分配技术的研究及应用 ..... 刘 娟 杨铁军 司春丽(23)

固网智能化改造物理号码编号方案探讨 ..... 毕传欣 董士宝(27)

### 技术交流

威海联通固网智能化改造专网用户数据管理 ..... 夏俊蓉(29)

烟台联通关口局融合方案探讨 ..... 吕海燕(32)

信令监测采集设备以太网分路器 TAP 设备之使用探讨 ..... 刘 宁(36)

缩短传输设备月平均阻断时长方案及实施 ..... 贾 霄 吴冬芬 孙承丽(38)

移动业务呼叫 IMEI 获取比例优化分析 ..... 师丽峰(41)

节能型机房加湿系统研究 ..... 车 勇(44)

主管单位:山东省通信管理局

主办单位:山东通信学会

编委:孔建坤 王剑峰 吕雪峰

刘梦溪 张学辉 赵 珑

高兆法 郭 彬 董士宝

傅玉林 谢绍富

(按姓氏笔画为序)

主 编:张 渲

编 辑:刘 伟

地 址:济南市经十一路 40 号

邮 编:250002

电 话:0531-82092813,86612813

Q Q:1207011839

Email:txjs@sdca.gov.cn

国内统一刊号:CN37-1161/TN

广告经营许可证号:3700004000133

国内定价:5.00 元

# 基于立体分层的呼叫中心服务资源精益配置模型

马勇 卜素华 李晖 李静 李同

(中国移动山东公司客户服务二中心, 济南 250021)

**摘要:**业务更新速度不断加快,客服人员培训压力激增。一线客服人员学习任务繁重、业务掌握程度差等问题,已成为制约热线服务质量提升的关键要素。本文在分析移动呼叫中心服务资源配置情况的基础上,提出了基于立体分层的呼叫中心服务资源配置新模型,应用后取得了显著效果。

**关键词:**呼叫中心 服务资源 配置 专家座席

## 1 引言

随着信息化建设的深入,数据业务、增值业务、集团业务等新业务已成为公司经营发展的新着力点。近年来新业务收入和客户规模持续扩大,客户对新业务的咨询需求与日俱增。业务更新速度不断加快,新业务开发周期不断缩短的状况,致使客服人员培训压力激增;由此带来的一线客服人员学习任务繁重、业务掌握程度差、答复不准确等问题,已成为制约热线服务质量提升的关键要素,并削弱了客服对市场发展的服务支撑作用。

鉴于此,客服热线仅仅实施区域和品牌分层服务模式显然过于粗放,不能满足不同层次客户的服务需求,“全台席全业务”的热线服务方式急需进行调整,探索建立一种适应客户咨询新特点的新型服务模式。

2009年,山东移动客户服务二中心创造性地建立了基于立体分层的呼叫中心服务资源精益配置模型,在二中心服务的9个地市范围内推广应用,取得了显著效果。

## 2 基于立体分层的呼叫中心服务资源精益配置模型设计

### 2.1 模型设计思路

秉承精益服务思想,以实现呼叫中心对客户服务的效率、有效果、有效益。以系统结构、人员组织、运行方式等方面的变革为手段,以使服务系统能很快适应客户需求的不断变化为导向,以使服务过程中一切无用、多余的东西被精简为重点,以达到服务各方面的最好结果为目标,以便让服务更加完美,即:服务效率更高,服务质量更好,服务效益更佳。

### 2.2 模型内涵

模型建立旨在实现三大目标:提高服务有效性,提高客户满意度和提高公司盈利能力。模型的核心内容是在原有按照地域和品牌划分的基础上,创造性地引入业务分层服务模式,形成三维立体分层模型;通过打造各类业务的专业化客服人才队伍,实施各类业务的专业化服务,使有限的服务资源得到最有效的利用,提升热线服务能力,为公司业务发展提供更加有力的服务支撑。

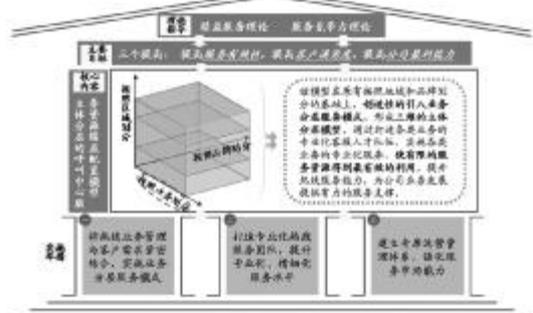


图1 基于立体分层的呼叫中心服务资源精益配置模型的内涵

该模型打破了传统的“全台席全业务”服务模式,以三维立体分层为核心,搭建起了服务资源的精益配置模型。

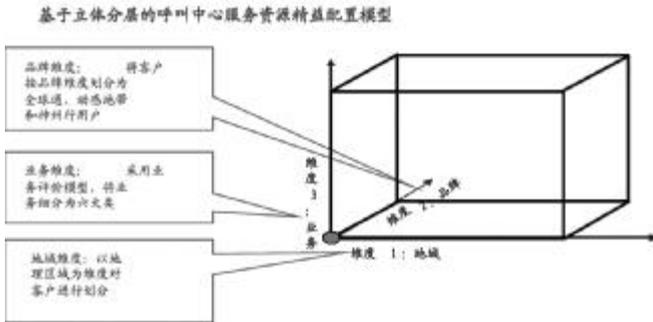


图 2 服务模型

### 3 模型落地实施

#### 3.1 实施业务分层服务模式

业务分层服务模式是指在原有区域和品牌分层服务的基础上,从“移动业务”维度再次实施分层服务,对各类业务进行分层管理,设置各类业务专席,为不同业务需求客户提供各类业务专业化服务的新型服务模式。专席即专家座席,是热线针对某一类移动业务设置的专业化服务座席。通过热线前台人工导航,可将客户的深度专业咨询需求提交专席,由专席进行集中受理。

(1)建立业务程度评价模型,实现业务分层管理。

业务程度评价模型是进行热线业务分层的重要工具,是在实施业务分层服务模式时总结出的一套对各类业务的战略意义、近期市场定位、业务学习掌握难度、客户咨询量、投诉情况等五个维度进行评价的模型。通过业务程度评价,可以较为全面、客观地对各类业务进行定位、分层。

#### “五维”业务评价工具

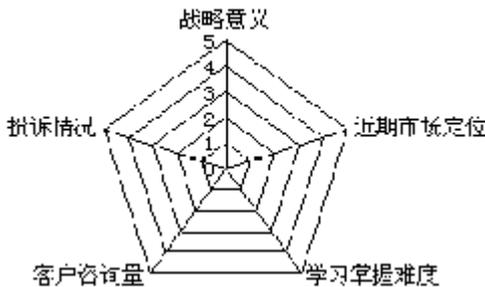


图 3 “五维”业务评价工具

(2) 全面调研业务咨询需求及一线业务短板,确定专席类别。

将全业务按照业务分类标准进行全面梳理,实施一线调研,了解客服人员解释存在困难的业务情况,统计、分析业务咨询量、咨询占比、通话均长等数据,结合业务程度模型评价情况,得出所需设置的专席类别。初期需设立专席的业务包括:数据业务、G3 业务、终端业务、集团业务、客户投诉受理、敏感客户重复拨叫等。目前,移动客服二中心共上线 8 类专席,专席代表 208 名,每月提供近 45 万次专业服务。

#### 3.2 打造专业化热线服务团队

(1)选拔优秀人才,组建专席团队。

专席承接的是业务难度大、客户咨询细致的高端业务,要求专席代表具备较强的业务素质和学习能力,因此专席代表遴选严格,要求工作绩效排名在原单位列前 30%、工作 1 年以上、对专席业务有兴趣,通过业务笔试、实际操作能力测试、面试等环节方能入选,根据个人不同的业务兴趣及优势分配至不同专席。

(2)加强业务专业培训,打造热线业务精英。

客户咨询更多的是实际使用过程中遇到的各类问题,涉及范围广泛,因此专席代表要拥有丰富的业务实际操作经验和相关知识积累。鉴于此,除常规的理论培训外,中心定期邀请省公司相关部门、地市分公司进行专项业务的深度培训;配备笔记本电脑、G3 手机终端、无线上网本、TD 网卡等设备,便于进行实际操作培训和问题测试。

#### 3.3 建立专席运营管理体系,强化服务市场能力

(1)建立专家支援中心,规范专席管理。

随着业务分层服务的实施,各类专席规模不断扩大,建立专家支援中心就显得十分必要。同时,进一步加强各管理岗位工作,规范专席运营管理、业务管理、质量管理、信息分析等工作。

(2)建立专席人才库,设置科学的专席职级薪酬体系。

专席运营发展模式符合集团公司发展“H”型人

才职业发展通道的要求,专席代表成为优秀一线客服代表的晋升途径之一,也是资深客服人员的重要力量储备。将专席纳入客服中心人力资源管理体系中,拓宽员工职业发展途径。在薪酬管理方面,根据专席工作难度、技能要求设定薪酬系数,科学设置专席职级薪酬体系。

(3)加强服务信息分析能力,提升服务市场能力。

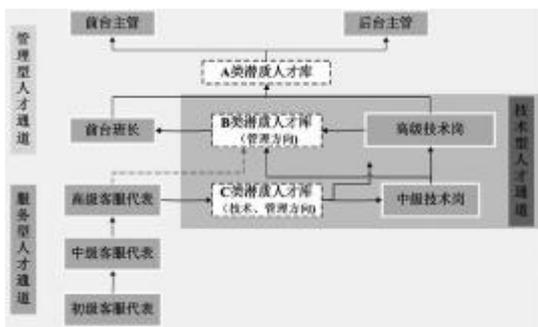


图4 专席人员职业发展通道

专席业务集中受理模式在服务和产品信息收集方面优势明显,尤其是在数据、G3业务等方面已具备提供业务产品和客服信息的能力。目前,通过专家支援中心定期分析整理业务数据,专席提供的数据和业务分析已成为省公司各部门获取客服信息的重要渠道,专席的业务信息集中收集分析为省公司决策及地市市场营销提供了有价值资料。

## 4 模型实施效果

2008年12月,模型在二中心服务的9个地市范围内推广应用,收到了明显成效。模型对热线的立体分层服务模式进行了系统、全面的设计和规划,在服务立体分层管理、专席类别标准设定、专席团队组建、人才队伍建设、工作流程梳理、相关管理制度等工作中均取得较成熟的应用经验,实施简便易行,具可复制性,因而有较强的推广价值。

### 4.1 成果效益经济指标测算

(1)提升了热线服务效率,节约了人工成本。

热线整体接通率由实施前的92.43%提升到95.13%,每月多接通来电27万次,有效减少了热线岗位设置。2009年12月热线一次解决率达86.45%,较

1月提升1.61个百分点;全年减少客户二次拨叫1356300次,节约客服代表19人。

(2)缓解了客服人员的培训压力,节约了培训成本。

改变了传统的“全台席全业务”培训模式,实现了业务的分类培训;缩短了新业务培训平均时长,由2.5小时/月下降到0.5小时/月,全年总计减少业务类培训4万小时。

(3)增强了热线的问题处理能力,降低了因客户流失而带来的损失。

客户抱怨明显减少,每百通客户抱怨电话提单量从模型实施前的40.95%下降到29.03%,有效化解了客户抱怨、挽留了客户,从而减少了公司因客户流失而带来的损失。

### 4.2 成果效益非经济指标测算

(1)全面提升了客户服务能力。

“地域+品牌+业务”三维立体分层模型的搭建,有效实现了专业化的培训管理和服务资源的最优配置,全面提升了服务队伍的整体服务能力。各项服务指标在集团公司名列前茅,服务标杆的引领、示范作用日益突出。

全面达到集团公司3个85%的目标,即接通率、满意度、一次解决率均超过85%;各项综合指标2009年全集团排名第三。

(2)全面支撑领导决策,为员工提供职业发展通道。

为省公司决策提供支撑:专席数据、信息的收集、分析成为省公司各部门获得客服信息的固定方式,并为公司领导决策提供了数据支撑。

拓展了员工职业发展途径:热线自有专家人才队伍的建立,打通了技术型人才通道,建立了“管理”、“技术”并行的“H”型人才职业发展路径,为一线客服人员提供了持续学习、持续提升、持续超越的成长路径。

(上接第3页)

(下转第7页)

# 一种基于用户感知的 TD-SCDMA 扰码优化方法研究

张振刚<sup>1</sup> 王治国<sup>1</sup> 顾涛<sup>2</sup>

(1 中国移动山东公司, 济南 250001)

2 中国移动山东公司济宁分公司, 济宁 272000)

**摘要:**通过构建分业务的扰码相关性矩阵和扰码性能评估模型,利用业务类型以及业务量、切换次数、网络时延分布等因素对扰码的相关性进行加权分析,在此基础上,进一步考虑扰码出现重码的时延特性以及下行同步码的相关性,实现基于话务统计数据 TD-SCDMA 系统扰码、频率的自动规划、评估分析和优化。与现有的手工规划扰码的方法相比,该算法提升了扰码规划和优化的效率及准确性,最大限度地保障了主业务的使用质量,有效降低了高业务小区的干扰水平,社会效益和经济效益显著。

**关键词:**TD-SCDMA 扰码 相关性

## 1 引言

与 CDMA2000 和 WCDMA 系统类似,在 TD-SCDMA 系统中,扰码也是用来区分不同的终端或基站的,然而,扰码的相关性和码长与其他系统又有所不同,不同扰码间相关性的大小、相同扰码的复用等因素,对于系统的性能有着很大的影响。因此,综合考虑这些因素,合理规划系统的扰码,就显得十分必要。

TD-SCDMA 系统采用了较短的下行同步码,这有利于简化接收机处理,加快小区搜索过程,但同时也带来了负面影响。虽然在选取下行同步码时已经进行了优化选择,但 32 个下行同步码中的两两相关性仍会存在差异。当 UE 位于两个基站覆盖边缘的信号交叠处,UE 与两基站之间的距离接近相等且阴影衰落相关性较强时,基站下行导频电平功率相当,此时,如果两基站下行同步码有较强的相关值,将会给 UE 的小区搜索增加难度。这是因为导频码越相关,则互干扰就越大,导频信号的信噪比就越低,将影响 DwPTS 匹配滤波器的输出和判决。为尽量解决这个问题,应当考虑不同的下行同步码之间的相关性,使有覆盖交叠的相邻小区的下行同步码的相关性尽可能地弱。目前,各厂家的扰码优化方法仅仅考虑了扰码的相关性、扩频码相关性、扰码组相关性和下行导频码相关性,而没有考虑上行同步码相关性、业务类型、

业务量统计和干扰情况(用归一化切换次数表征),因此不能全面衡量 TD-SCDMA 的扰码使用情况,不能最大程度地提升用户感知和保障主业务的使用质量。

鉴于此,山东移动自主提出了一种新的频率和扰码规划与优化的算法。该算法是一种基于业务和用户感知的扰码规划与优化算法,在 TD-SCDMA 扰码规划与优化算法中引入了上行导频码相关性、切换次数统计等方法,同时引入了业务类型与业务量统计,并将业务类型与扩频因子相关联,对扰码相关性、下行同步码相关性、业务类型和业务量统计、干扰情况(用归一化切换次数表征)等赋予不同的权重,得到扰码综合相关性,利用扰码综合相关性表进行全网或局部的扰码规划与优化,从而降低全网干扰,提升网络质量。

测试验证,PCCPCH C/I ( $C/I \geq -3\text{dB}$ ,该值可表征干扰程度)可提升 3%,掉话率可降低 1.6%,接通率提升 3.2%,具有较高的实际应用价值。

## 2 扰码算法分析

各厂家的频率和扰码规划仅考虑了同频复用比、扰码复合相关性、扰码组相关性,而山东移动提出的扰码算法,在扰码规划与优化时,对扰码相关性、扩频码相关性、复合码相关性、下行导频码相关性、上行导频码相关性、该小区所承载的业务情况、切换统计情

况(用归一化切换次数表征)等赋予不同的权重,得到扰码综合相关性。由于不同的业务所使用的扩频因子不同,不同的扩频因子将使复合扩频扰码之间的相关性不同;在考察复合扩频码之间的相关性时,要充分考虑 SF 的使用情况。此外,上行和下行使用的扩频因子也是有差异的,所以,上行和下行的复合扩频码的相关性也是不同的。而服务小区和相邻小区之间的切换次数可以从一定意义上表征小区之间的相关程度,现网中服务小区和相邻小区之间的复合扩频扰码的相关性还需考虑切换次数:切换次数越多,复合扩频扰码之间的相关性越强。因此,在扰码规划与优化时通过引入 SF 使用情况、切换统计情况,可以最大程度地提升用户感知,最大限度地保障主业务的使用质量。

## 2.1 扰码优化考虑的因素

在考察复合扩频扰码的相关性时,要考虑以下因素:

- (1)如果邻区主载频同频,则绝对不能同码组。
- (2)如果邻区的邻区主载频同频,则绝对不能同码组。
- (3)如果邻区频点集中有交集,则绝对不能同码字。
- (4)如果邻区的邻区频点集中有交集,则绝对不能同码字。
- (5)优先分配邻小区个数多的小区,优先分配互相关值低的扰码。
- (6)相邻小区的码字相关值低于一个门限。当小区数目很多的时候,有可能个别扰码不能满足小于门限的要求,那么就会选择次优的码字。
- (7)同扰码的复用距离和码组的复用距离,应确保远端同频同扰码小区到达当前小区边缘的功率低于一个门限, DwPTS 的复用距离也是同样的思想;或者要求同扰码/同扰码组的小区复用层数为 4 层,达到足够的隔离度,码字就可以被复用。
- (8)扰码规划需要为今后的应急通信和新增站预留码字。

## 2.2 扰码优化流程图

TD-SCDMA 扰码优化算法主要思路如下:

- (1)计算不同扰码和扩频码组合而成的各种复合扩频扰码组合情况下的相关性。
- (2)计算 TD-SCDMA 系统的小区的业务类型和业务量统计,以及各种业务所采用的 SF 情况,获得小区不同扩频码使用的比例。
- (3)根据扩频码使用比例,对不同的复合扩频扰码相关性进行加权。
- (4)使用切换次数或者信号预测强度,对同一扰码下的复合扩频扰码进行加权。
- (5)根据加权后获得的扰码的相关性,选取相关性较小的扰码。

具体流程如图 1 所示。

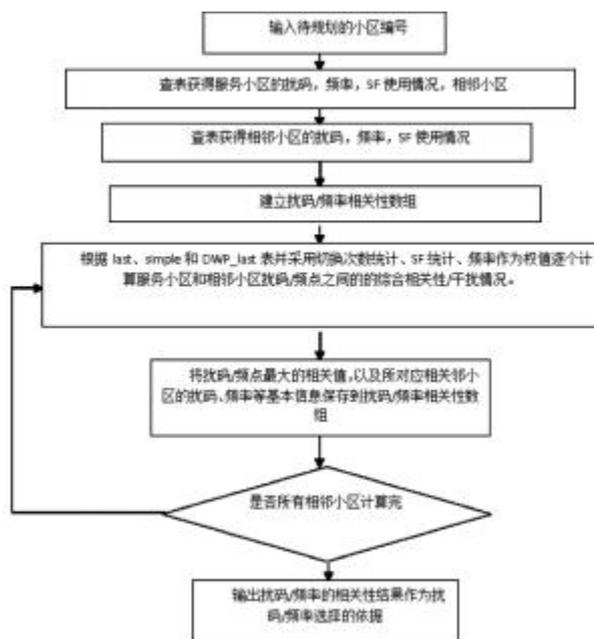


图 1 扰码优化流程图

## 2.3 扰码算法详述

对所有扰码对的复合扩频码的相关性进行分析研究,得到扰码对的相关值评价矩阵。在这个矩阵中,相关性强的扰码对数值大,相关性小的码字数值小。依据矩阵内的数值来判断两个扰码是否可以配为邻小区,即下面提到的码字相关值。扰码相关性分配的数学描述如下:

对于一个扰码对而言,一个小区分配一个扰码。

小区中根据不同的业务,可以有不同扩频因子的码道,不同小区不同码道间的干扰,与扰码和扩频码的乘积有关。故做如下研究。

所有的扩频因子(SF=1、2、4、8、16)共有 31 个乘以复数权值后的扩频码,其中不重复的扩频码共有 24 个,用  $C_k$  表示, $k=1 \cdots 24$ ;

扰码  $i$  和 24 个扩频码相乘后,会有 24 个复合扩频扰码  $SC_{i,k}$ 。同样,扰码  $j$  和 24 个扩频码相乘后,会有 24 个复合扩频扰码  $SC_{j,k}$ ;

组网中决定系统性能的,是复合扩频扰码的相关性而不是简单的扰码间的相关性。因此,需考察复合扩频扰码  $SC_{i,k}$  和复合扩频扰码  $SC_{j,k}$  的循环相关特性  $corr\_value(i,j,k \times m, 16)$ 。一个扰码对  $(i,j)$  共有  $24 \times 24 = 576$  个  $corr\_value$ , 每个  $corr\_value$  都是小区  $i$  的一个复合扩频扰码和小区  $j$  的一个复合扩频扰码的循环相关序列,长度是 16。

每一个扰码对  $(i,j)$  分别和 24 个扩频码相乘得到的复合扩频扰码,共有 576 个组合。每个组合的循环相关为 16 值序列,如下式:

$$SC_{i,k} = S_r \times C_k, k=1 \cdots 24, i=1 \cdots 128 \quad (1)$$

$$SC_{j,k} = S_r \times C_k, k=1 \cdots 24, j=1 \cdots 128 \quad (2)$$

$$corr\_value(i,j,k,m) = SC_{i,k} \otimes SC_{j,m}, k=1 \cdots 24, m=1 \cdots 24 \text{ 符号} \otimes \text{表示循环相关。} \quad (3)$$

576 个  $corr\_value$  共同决定着扰码对  $(i,j)$  的相关特性。如何通过这 576 个长度是 16 的相关序列反映出扰码对  $(i,j)$  的相关性,是我们最关心的。对于不同的 SF,对应的 16 长的相关序列的数量不同,所有的 SF 情况下的 16 值相关序列共有 576 个。

每个  $(i,j,SF_i,SF_j)$  对应的 16 值相关序列的均值、最大值、最大值出现的位置,都是需要考虑的。根据多项测试与分析,最终采用下面的方案:

由于 16 个相关值的可能取值是  $\{0, 4, 8, 12, 16\}$ , 将 576 个 16 值序列的前 5 个元素和后 4 个元素的最大值大于 8 (也就是认为相关性超过一半时,无法忍受其恶化的质量),即 12、16 的个数统计出来,分别是  $n12, n16$ :

$$\max\_value4(i,j,k \times m, SF_i, SF_j) = \max\{corr\_value(i,j,k,m,l, SF_i, SF_j), l=0 \cdots 4, 12 \cdots 15\} \quad (4)$$

$$n12 = \{\max\_value4(i,j,g, SF_i, SF_j) = 12, g=1 \cdots$$

576\} 中元素的个数,即 576 个最大值中等于 12 的个数;  $(5)$

$n16 = \{\max\_value4(i,j,g, SF_i, SF_j) = 16, g=1 \cdots 576\}$  中元素的个数,即 576 个最大值中等于 16 的个数。  $(6)$

根据参考文献 2,这里采取这种算法:

$$\max\_mean\_max\_value4(i,j, SF_i, SF_j) = \frac{7}{576} \times n12 \quad (7)$$

在  $(i,j)$  所有的 16 值序列中,  $(SF_i, SF_j)$  范围的前 5 个元素和后 4 个元素均值的均值;

$$\begin{aligned} &Average\_value4(i,j, SF_i, SF_j) \\ &= \frac{1}{ct(SF_i) \times ct(SF_j)} \\ &\times \sum_{SF_i=1,2,4,8,16} \sum_{SF_j=1,2,4,8,16} \left( \frac{1}{9} \times \left( \sum_{l=0}^4 corr\_value(i,j,l, SF_i, SF_j) \right. \right. \\ &\left. \left. + \sum_{l=12}^{15} corr\_value(i,j,l, SF_i, SF_j) \right) \right) \quad (8) \end{aligned}$$

$ct(SF_i)$  为扰码  $i$  的对应扩频因子为  $SF_i$  的复合扩频扰码的个数。

再将前两者相加的值作为衡量扰码对  $(i,j)$  在  $(SF_i, SF_j)$  范围内的相关性的相关值;

$$R(i,j, SF_i, SF_j) = \max\_mean\_max\_value4(i,j, SF_i, SF_j) + average\_value4(i,j, SF_i, SF_j) \quad (9)$$

如果  $n16(i,j, SF_i, SF_j) > 0$ , 那么

标记  $R(i,j, SF_i, SF_j)$  为重码,并在  $(i,j, SF_i, SF_j)$  范围内找到出现重码(相关性为 16)时所在的最小时延 chip 数,在相关性表中记录为“重  $X$ ”。 $X$  为重码的时延数。

如果  $(i,j)$  扰码对在同一组中,那么  $R(i,j, SF_i, SF_j)$  在相关性矩阵中记录为“同”。系统架构如图 2 所示。

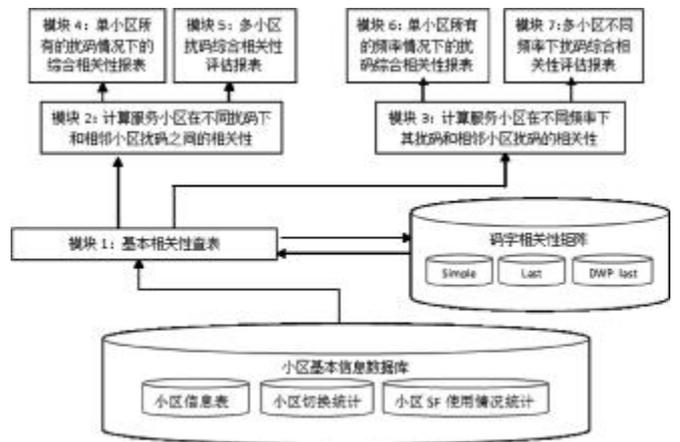


图 2 扰码优化系统架构图

### 3 TD-SCDMA 扰码优化实际应用效果

采用 TD-SCDMA 扰码优化功能,对烟台市 TD-SCDMA 扰码进行规划和评估。实际应用效果对比如表 1 所示。

表 1 不同扰码优化软件效果对比

	规划与评估基站数	规划需时长	评估所需时长	共发现 0 时延重码小区数(个)	评估结果呈现方式
山东移动扰码算法	428	6 小时	2 小时	324	网络优化平台
华为厂家扰码算法	428	72 小时	30 小时	35	

扰码优化前、后路测指标对比情况如表 2 所示。

表 2 扰码优化前后指标对比

项目	烟台实际测试指标	
	扰码规划前	扰码规划后
PCCPCH RSCP( $\geq -95\text{dBm}$ )	98.43%	99.18%
PCCPCH C/I(干扰)( $C/I \geq -3\text{dB}$ )	96.67%	99.72%
AMR12.2K 呼叫接通率	95.03%	98.23%
AMR12.2K 掉话率	2.60%	1.01%
切换成功率	95.56%	98.75%

测试验证, PCCPCH C/I ( $C/I \geq -3\text{dB}$ , 该值可表征干扰程度)比例提升了 3%, 掉话率降低了 1.6%, 接通率提升 3.2%, 具有较高的实际应用价值。

### 4 结束语

本文通过构建分业务的扰码相关性矩阵和扰码性能评估模型, 利用业务类型以及业务量、切换次数、网络时延分布等因素, 对扰码的相关性进行加权分析, 在此基础上, 进一步考虑了扰码出现重码的时延特性以及下行同步码的相关性, 实现了基于话务统计数据

TD-SCDMA 系统扰码、频率的自动规划、评估分析和优化。与现有的手工规划扰码方法相比, 提升了扰码规划和优化的效率及准确性, 为研究 TD-SCDMA 扰码优化提供了有益的帮助。

### 参考文献

- 1 朱东照等. 无线网络规划设计与优化[M]. 人民邮电出版社, 2007 年
- 2 聂昌. TD-SCDMA 下行同步码分析及扰码规划探讨[J]. 邮电设计技术, 2007(3)
- 3 刘洋. TD-SCDMA 同频组网中扰码性能分析及同频干扰的解决方法[J]. 电信科学, 2007(12)
- 4 罗建迪. TD-SCDMA 独立组网频率配置策略. 移动通信, 2007 年 7 月
- 5 李世鹤. TD-SCDMA 第三代移动通信系统标准[M]. 人民邮电出版社, 2004 年



(3)全面提升了集团、客户、员工三方满意度。

集团满意度:达到了集团“优化资源配置、实现高效运营”的要求,实现了“3 个 85%”(接通率、满意度、一次解决率)的目标。

客户满意度:客户等待时长的降低、热线接通率的提高,很好地改善了客户感知,热线客户满意度高达 99.45%。

员工满意度:立体分层带来的专业化服务,有效缓解了客服人员压力;“H”型人才职业发展通道的形成,为员工提供了职业发展晋升通道,从而提高了员工满意度。

### 5 结束语

本文对当前 10086 热线服务资源配置情况及热线服务模式所面临的问题进行了分析,以精益服务论为指导,建立了基于立体分层的呼叫中心服务资源精益配置模型,突破了热线“品牌 + 地市”的业务维度,创造性地引入业务分层服务模式,形成了三维立体分层模型,有效优化了热线服务资源配置,提升了热线服务效率与质量。

# 全业务运营下的本地光缆网规划探讨

李壮志 赵升旗

(中国联通山东省分公司, 济南 250001)

**摘要:** 本文探讨了全业务运营条件下的本地光缆网规划策略。随着移固融合和光纤接入规模推进, 本地光缆网的独立规划重要性日益突出, 必须强化分层分区和最优成本规划策略, 逐步规范和统一本地网的建网模式, 实现移固统筹, 兼顾安全性和扩展性。

**关键词:** 全业务 运营 本地光缆网 规划

## 1 引言

当前, 随着国家“三网融合”政策及加快推进光纤宽带网络建设意见的出台, 全业务环境下的市场竞争日益加剧。在各电信运营商的综合业务发展策略中, 本地光缆网成为了关键性的基础网络。

目前, 运营商的中继层光缆存在接入混纤、掏纤等主要问题。由于接入层光缆基本按照早期电缆网的局点和覆盖模式建设, 独立规划的不足使得管道资源消耗快、纤芯使用率失衡、基站接入成环率低、用户接入响应速度慢等问题较为突出。

## 2 本地光缆网规划的总体原则

(1) 本地光缆网是所有业务(包括传输节点、2G基站、3G基站、数据节点、集团客户等)的统一传输物理平台, 应该移固统筹, 加强独立规划, 统一实施。

(2) 本地光缆网的规划思路应适当超前, 网络拓扑结构光缆容量满足3—5年需求, 并随业务的发展逐步扩容和完善, 支持网络向全光网络发展。

(3) 本地光缆网的规划应做好业务区域归属的划分, 以业务区域覆盖为中心, 以业务接入为目标进行规划, 在有潜力的区域做好预覆盖, 降低节点接入对上层网络的影响, 提高网络的稳定性。

(4) 光缆网规划应重点考虑安全性, 侧重网络的

结构、路由、敷设方式、光缆选型等方面。

## 3 规划内容

强化垂直分层、水平分区的架构。垂直面总体分为中继核心层光缆、中继汇聚层光缆和接入层光缆三个层面。接入光缆根据网络复杂度分为3层结构, 分别为接入主干光缆、接入配线光缆和接入引入光缆。水平面总体分为城区、县城、农村3个区域。

各层光缆规划主要包含拓扑结构、光缆容量、纤芯分配、物理路由、敷设方式等内容, 之间的联系如图1所示。

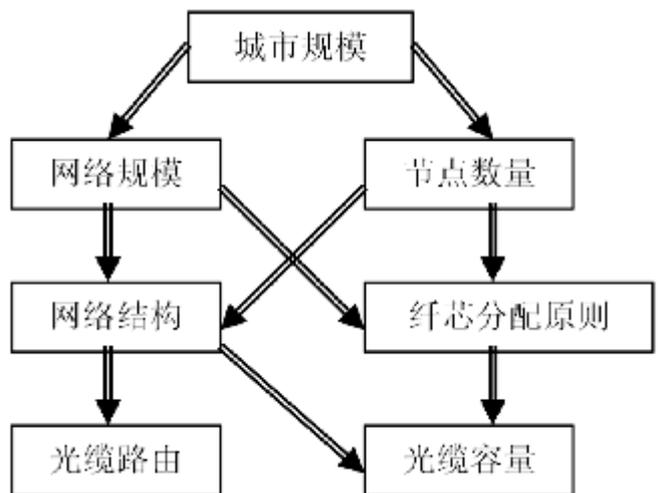


图1 本地光缆网规划的内容

## 4 中继层规划

### 4.1 核心层规划

核心层光缆网主要负责各核心节点机房间的光缆连接,传输责任最重,同时负担汇聚层的带宽压力。核心层光缆的网络功能用于开设大容量核心设备环,因此只具有节点连接作用,不要求进行区域覆盖。建议策略如表 1 所示。

表 1 核心层规划策略

网络规模	大型本地光缆网	中小型本地光缆网
目标网络结构	网状网	双(多)平面环
新建光缆容量	≥216	≥144
纤芯使用	全进全出;前 50%纤芯用于环路组网;后 50%的纤芯预留。	
路由选择	采用物理多路由方式,每个机房有至少不同的三个出局方向。	
敷设方式	严格采用管道方式。	

### 4.2 汇聚层规划

汇聚层光缆连接的是核心节点和汇聚节点,一般用于区域间的连接。不同类别的城市和不同区域可根据实际情况,采用不同的汇聚网络结构。建议策略如表 2 所示。

表 2 接入层规划策略

汇聚区域	城区汇聚光缆			市/县-县汇聚光缆			县-乡光缆		
目标网络结构	双平面双节点环 双平面单节点环			双平面单节点环 单平面双节点环			单平面双节点环 单平面单节点环		
网络规模	大型本地光缆网			中小型本地光缆网					
汇聚区域	城区	市县	县乡	城区	市县	县乡			
新建光缆容量	144-288	≥96	≥48	96-216	≥72	≥36			
纤芯使用	全进全出;前 33%纤芯用于环路组网;中 33%的纤芯用于光纤跳接(考虑跨区域大客户专线);后 33%的纤芯预留。								
路由选择	采用物理双路由方式;								
敷设方式	城区采用管道方式; 市-县和县城光缆可采用架空方式,但应逐步向管道方式过渡。								

## 5 接入层光缆规划

接入层光缆是位于本地光缆网的末梢,用于连接各类业务节点,为节点的业务接入提供传输通道。其

中,主干光缆连接汇聚节点和接入层主干节点,用于完成区域和道路的覆盖,是接入层网络中最重要的环节,是提高网络稳定性和扩展性的关键因素。

### 5.1 规划方法

光纤接入网的核心内容是 FTTX 系统网元设置、ODN 网络规划和接入光缆网规划。光纤接入网规划主要体现在“三区一网”的规划上,即目标用户密度区、OLT 覆盖区、分光区及接入光缆网的规划。

可采用“先结构后容量”方法。首先,确定长期稳定的“从上至下”(局端—用户端)的网格化分层光缆结构;其次,根据规划期业务区域内的业务需求,采用“从下至上”(用户端—局端)的预算方法估算光缆纤芯容量,并做到容量上的灵活扩容。

### 5.2 用户密度区规划

用户密度区调查是指将规划期内接入网中的目标用户分布状况映射到对应的地理环境上所形成的区域,一定程度上决定了网络组织结构和资源配给。在参考当前城市建设规划的前提下,社区经理、规划人员需现场访谈和调研,根据目标用户数量及地理分布,计算各接入区的目标用户密度。

### 5.3 OLT 覆盖区规划

OLT 覆盖区规划包含两部分内容,即确定 OLT 覆盖距离和 OLT 局址。OLT 覆盖距离是指实际以街区和道路划分的正方形接入区域内,OLT 到最远用户的直线距离。需要统筹经济成本和设备指标两方面,以二者中的小值为首要参考值。

(1)PON 设备指标(EPON,1000BASE-PX20):通过光通道损耗计算,OLT 传输物理距离在 10-20 公里;光纤衰耗为 2dB,活接头个数不超过 7 个,传输距离为 5km;光纤衰耗为 4dB,活接头个数不超过 3 个,传输距离为 10km。

(2)OLT 最佳成本下的接入半径(d)

经测算,OLT 覆盖半径与机房建设投资呈正比关系;与每用户线路成本呈反比关系;与用户密度呈反

比关系,且满足公式(1)。

$$d = \sqrt[3]{\frac{k_0 \cdot \bar{C}_2}{k_1 \cdot p \cdot \bar{C}_1}} \quad (1)$$

式(1)中: $p$  用户分布密度; $C_1$  管线建设成本; $C_2$  机房建设成本;

$k_0$  是直折比系数,与用户分布模型有关( $K_0 = \text{两点间折线总长} \div \text{直线距离}$ );

$k_1$  为覆盖效率系数,与用户分布模型有关( $K_1 = \text{区域内所有用户的平均接入距离} \div \text{区域内最远用户的接入距离}$ )。

### (3)选择 OLT 局址

OLT 的部署应充分利用现有机房,尽可能集中设置,不宜因新增 OLT 而新建机房。对于 FTTH 用户密集、用户数大的区域,可考虑将 OLT 放置在位于接入主干光缆上的、大的接入点机房,不宜设置在住宅小区和商务楼宇内。对于 FTTH 与 FTTB/FTTN 共存于同一 OLT 设备、且 FTTH 用户较少的情况,应优先考虑通过扩容接入主干光缆来解决 FTTH 方式占用光纤相对较多的问题,尽可能避免由于 FTTH 建设而下移 OLT 的位置。

## 5.4 分光区规划

对于 PON 系统而言,可以考虑采用城区一级分光、农村二级分光,一般不建议三级以上分光。城区光纤网络上,建议统一采用分光点集中设置的一级分光模式。

采用一级分光,分光点设备位置的选择需综合考虑两方面因素:光分路器越靠近用户,越能有效减少对主干、配线光缆的占用,每用户线路成本越低;光分路器越靠近局端,单个分光点的覆盖范围就越大,更加有利于提高建网初期的资源利用率,并实现集中维护。

ODN 分光半径建议如表 3 所示。

表 3 ODN 分光半径建议

区域	具体场景	目标接入方式	ODN 分光半径建议(M)
城区	新建区域	FTTH/O(优先)	≤200
		FTTB/N	200~500
	改造区域	FTTB(优先)	200~500
		FTTH/O	≤200
备注:综合各层光缆价格、工程价格、ODN 分光比、ONU 端口比的计算,各层光缆长度保持相对的比例关系,ONU 尽量靠近用户可有效降低每用户分摊的单位纤芯造价,建议保持 OLT-ODN:ODN-ONU>10:1。			

## 5.5 网络拓扑选择

随着光纤接入的大规模发展,综合考虑多业务共享的不同需求,并兼顾管道、光交接箱、光纤纤芯资源紧张的矛盾,主干光缆网结构将向以树型、环型共同发展的模式过渡。(采用树型结构时,客户专线与基站的成环需求可通过闭环的中小容量公共纤芯予以满足。)配线光缆结构以星树型为主。用户光节点到配线光节点之间的引入光缆应以星树型结构为主。规划建设时,可根据实际需求选择。

经测算,适应 PON 模式,扩大树形拓扑应用,有利于 FTTH 快速建网。相对环网可降低建网成本 20%,又能提高接入光纤利用率 20%以上。

## 5.6 光纤容量规划

OLT 覆盖半径、分光区半径、网络结构确定后,就可计算各层光缆的容量。容量计算应自下而上,“先末梢后主干”。接入网光缆容量的计算,应以光路的需求分析为基础,结合相关的发展规划,并考虑光缆的服务年限以及路由迂回和维护等因素,预留一定的光纤余量。

(1)根据用户需求的调查和预测,统计引入光缆容量(实施时按需灵活布放),分为 PON 引入光纤和非 PON 光纤。

PON 接入光纤测算,需根据楼宇用户分布(楼群数量、楼层、门栋、每层户数、目标带宽等),考虑并发比例、流量占空比、系统内带宽冗余系数、运营商可能占比等,确定单 PON 口下所带用户数;

非 PON 客户光纤测算,需根据市场部门、社区经理的走访和调查进行合理分析,按需配置,并适当预留一定的冗余芯数。普通基站作为用户光节点规划(2-4 芯即可满足成环需求),以统筹移固需求来降低管孔资源消耗。

(2)合理规划用户光节点,配线节点和主干节点,确定上下层节点的数量配比关系。一般来说,单主干环路管理的主干节点为 4-6 个,单主干节点管理的配线节点为 4-10 个,单配线节点管理的用户节点为 4-10 个。

(下转第 14 页)

# 核心网电路域与 IMS 域的业务融合研究

刘军山<sup>1</sup> 刘松森<sup>2</sup> 张敬峰<sup>1</sup>

(1 中国移动山东公司济南分公司, 济南 250001

2 中国移动山东公司, 济南 250001)

**摘要:**在 IMS 域与 CS 域互通过程中,DTMF 二次拨号信号明文传送,极易造成用户信息的严重泄露,存在安全性缺失的隐患。本文针对上述情况,提出了一种基于现网结构的 DTMF 信号安全加密算法,在不对现网结构及信令流程进行改造的情况下,确保了 DTMF 信号在网络中传送的安全性。

**关键词:**带外传送 DTMF 信号 加密算法 安全性传送 IMS 域与 CS 域业务融合

## 1 引言

IMS是伴随着 NGN 的发展而出现的一种网络核心控制技术,从网络层面为实现固网与移动网络融合提供了基础,是未来网络的发展方向。但由于固定接入与移动接入具有不同的特征,所以,将 IMS 技术应用到固网与移动网络中还需进行大量改进。目前,各核心设备制造商及终端接入产品尚不成熟,IMS 网络投入商业部署将滞后于网络建设。同时,由于运营商当前的主流业务仍以传统语音业务为主,所以在相当长的时间内,必然会出现以语音业务为主的 CS 域与以多媒体业务为主的 IMS 域共存的局面。

本文结合 IMS 网络建设与测试工作的具体情况,针对 CS 域与 IMS 域业务融合技术进行了研究,内容包括:(1)IMS 域、CS 域间 DTMF 二次拨号业务安全性的研究。针对现网 DTMF 信号带外传送过程中,DTMF 按键信息明文方式传送所引发的用户个人信息安全性风险,基于现网结构,提出了一种安全加密算法,确保了 DTMF 信号传送的安全性;(2)IMS 域域内以及 IMS 域与 CS 域间呼叫问题研究。

## 2 IMS 与 CS 域间 DTMF 二次拨号业务安全性机制的研究

DTMF 信号带内传送时,由于没有重传机制,容易造成信号丢失(丢包或者误码),并且可能产生混音现象(即把信号当成语音)。而 DTMF 信号带外传送时,信号有重传机制,同时在 IP 传输中,信令承载通道的优先级高于语音通道,具有更高的可靠性,可以有效保证 DTMF 信号的传送质量。基于以上优点,软交换 CS 域网络完成了 DTMF 信号由带内传送到带外传送的改造。

在 IMS 网络中,当用户代理拨打 CS 域电话时,用户代理通过用户面向 IMMGW 发送 DTMF 信号,而 IMMGW 通过 Mn 接口将 DTMF 信号上报给 MGCF, MGCF 通过 BICC 协议中的 APM 消息,将 DTMF 信号发送到 CS 域核心网络中。DTMF 在 IMS 域中的用户面传送,信息无法被正常解读;但在 CS 域中带外传送后,如果采用明文传送,就会导致信息在传送过程中的安全性非常差。

DTMF 信号的带外传送,虽然保证了 DTMF 信号在整个传送过程中的可靠性,但随之带来了安全性问题。现有软交换网络中,DTMF 信号是通过 APM 消息传送的,DTMF 在 APM 消息中以明文形式传送,在核心网络传送过程中的任何一个节点,均可以解读该消息,从而有可能造成信息泄露。而 DTMF 二次按键拨号在现网业务中的应用越来越广泛,其所携带的用户个人信息非常丰富。当 IMS 域用户拨打 CS 域

10086等客服电话、电话银行、电话证券、IVR 语音平台等公共平台业务时,均需要通过 MGCF 将 DTMF 按键信号传送到 CS 域中。当通过信令跟踪或者信令监测系统对用户进行跟踪时,即可捕获该信息,因此严重威胁了用户信息安全。

现网条件下,通常是采用加强管理手段的方式以避免 DTMF 按键用户信息的泄露。而如果能找到一种简便可行的技术方案,实现 DTMF 信号的加密传送,将会使用户信息的安全性得到更为有效的保护。鉴于此,本文提出了一种基于现网结构的 DTMF 用户按键信息加密方法。

现代密码技术主要有对称密码和公钥密码两大类。对称密码的优点是加密处理简单,加、解密速度快,密钥较短。公钥加密体制的安全性很高,但其安全性依赖于密钥的长度,计算量大;同时对于公钥来说,需要认证中心(CA)的认证,这就要对现有网络设备以及标准信令流程进行较大的改造,其技术难度及改造成本均较高。所以,这里考虑采取对称的加密算法。由于待加密的 DTMF 信号是逐位按顺序产生和输入到网络中的,因此,采用对称密码中的序列密码技术。

混沌系统以其优越性而在保密通信领域中得到了广泛应用。我们选取一维 Logistic 映射对 DTMF 信号进行加密,该映射的数学表达式如公式(1)。

$$X_{n+1} = \mu X_n(1 - X_n), 0 < \mu \leq 4, 0 \leq X_n \leq 1 \quad (1)$$

其中,  $\mu$  值可以采取安全的方式使得发方和收方共享,并作为私密密钥,而将归一化为 0 到 1 区间内的  $X_0$  作为初始值,经过 Logistic 映射系统迭代一定次数之后,取一定长度的序列值,即可作为混沌序列。将待加密 DTMF 信号与所得的混沌序列按位逐比特地进行某种数学运算,即可实现对明文的加密。数据以密文的形式传送到收方,收方利用共享的私密密钥  $\mu$  值和初始值  $X_0$ , 以与发方同样的方式生成混沌序列,该混沌序列再与密文进行相应的数学逆运算,即可恢复原始的 DTMF 信号。由于混沌序列的混乱度非常高,使得所产生密文具有很高的随机性和不可预测性,因此可实现数据的安全传输。

现网软交换前向延迟方式下的呼叫建立流程如图 1 所示。在该信令流程中,始发局的 IAM 消息出局

时携带本局支持的编解码列表,落地局向始发局回送 APM 消息,完成编解码协商过程。接下来,主叫侧和被叫侧分别将 MGW 上报的隧道消息通过 APM 信令传送到对端的 MGW,从而完成呼叫承载的建立。

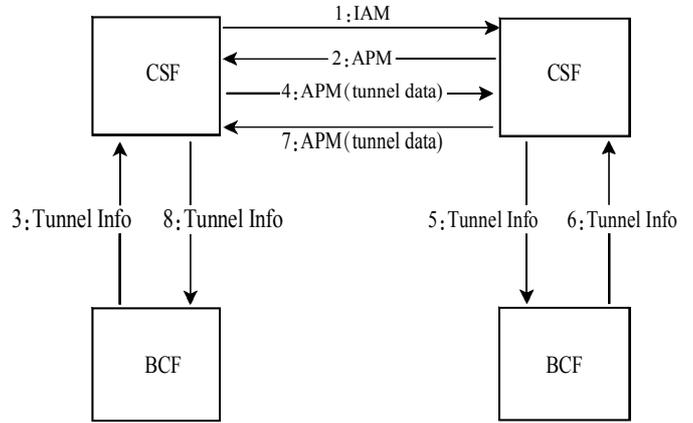


图 1 软交换 CS 域呼叫流

其中,在主、被叫互相通告隧道消息的 APM 信令中,携带了本次呼叫在主、被叫侧分配的媒体地址以及端口号,而媒体地址以及端口号信息对于每次呼叫都是随机的。因此在算法实现中,我们利用从媒体地址和端口号中提取的随机性信息作为初始值  $X_0$  并利用这些初始值生成  $\mu$  值,从而对主叫方发送的 DTMF 信号完成加密。收端局收到加密的 DTMF 信号后,利用 APM 消息中的媒体地址以及端口号信息中提取的随机性信息作为初始值,进行相应的数学逆运算,即可还原 DTMF 信号。

这样,在 DTMF 传送过程中的核心网中间节点,在 APM 信令中提取的 DTMF 消息均为密文形式、无法解读,从而完成了 DTMF 信号的安全性保护。同时,由于隧道信息中媒体地址以及端口号的随机性,不同用户拨打的相同的 DTMF 按键消息,在 APM 消息中都不相同、没有规律性可循,从而使得消息被截取后解读的复杂性大大增加,有效提高了信息的安全性。

如果要实现更高层次的信息安全性保障,需要有鉴权服务器的参与,但这将带来现网结构的调整以及 BICC 呼叫标准流程的改变,其技术复杂性和现网改造成本是非常高的。在现阶段,采用本文提出的加密方法,在实现 DTMF 加密传送的同时,不需要对现网

结构进行改造、对标准信令流程进行改变,仅在发端局和终端局利用加密、解密算法进行相应处理,即可完成DTMF信息的安全性保障。

### 3 IMS域域内以及IMS域与CS域间呼叫问题研究

#### 3.1 IMS与CS域之间呼叫分析

CS域中的呼叫采用7号信令,对于呼叫流程中的各种信令,维护人员较为熟悉。但是,由于IMS核心网络采用SIP信令,SIP信令的引入对于维护人员的维护技能而言是一新的挑战,原有的处理经验已经不再适用。因为在原有CS域中,维护人员利用REL失败原因值,即可定位出呼叫异常的原因,进而利用呼叫释放原因值进行针对性故障排查,并解决问题。

在IMS域中,呼叫释放时,同样发送REL信号,携带原因值参数。但由于IMS域的失败原因值与CS域的失败原因值不存在一一对应关系,而是多对多的关系,所以使得CS域与IMS域在互通过程中进行原因定位时出现困难。

MGCF处于IMS核心网与CS核心网的边界,负责SIP信令与传统7号信令的转换。当MGCF收到CS域的释放原因值时,MGCF根据REL消息中释放原因值到SIP不同状态值的映射规则,进行状态值之间的映射,MGCF发送状态码为4XX(客户端错误)或5XX(服务器端错误)的响应。当MGCF收到IMS域的释放原因值时,MGCF根据映射规则,完成IMS域的释放原因值到CS域的释放原因值的映射,从而将释放原因值传递到CS域。

由于MGCF在IMS域中的特殊位置,可以在MGCF侧进行IMS域和CS域间的呼叫异常信令联合定位,继而在IMS核心网络上的汇聚路由器侧,引入信令监测采集系统,进行信令业务的呈现,从而在信令分析上可以对IMS域与CS域进行统一分析,以便快速定位问题。

#### 3.2 IMS域与CS域互通过程中的相关问题研究

国际标准化组织针对IMS核心网络定义了各种协议;各厂商基于自身对IMS核心网协议的理解,进行了相关产品的开发。但由于目前IMS核心网采用了不同厂家的设备,各厂商对协议的理解不同,因此造成不同厂商设备之间的对接出现了问题。

在IMS域业务调测以及与CS域互通过程中,各厂家由于对标准协议以及现网业务流程理解的不同,导致呼叫流程出现异常。

例如,在UE通过阿朗公司PCSCF设备向中兴核心网进行注册时,中兴核心网ICSCF直接回送403拒绝信号,而没有通过DIAMETER链路发起向HSS查询的过程。但是,相同的用户在中兴PCSCF设备下注册时,是可以正常完成注册过程的。跟踪信令发现,UE通过阿朗公司PCSCF设备注册时,由阿朗PCSCF发往中兴ICSCF设备的REGISTER消息的TO字段中,携带有“user=phone”字段。由于阿朗公司与中兴公司对于3GPP 23.003 13.4节的协议理解存在差异,中兴公司认为用户的PUI中是不允许携带任何URI参数的,所以发送403信号拒绝用户接入。经过阿朗、中兴协商,中兴ICSCF通过修改参数,打开“user=phone”开关,用户可以正常注册。

又如,中兴核心网与华为统一CENTREX平台的对接问题。IMS群(VPMN)内呼叫,SIP用户(软终端)拨打SIP用户(软终端)场景下,中兴SCSCF与华为Centrex互通,被叫触发异常。被叫侧SCSCF触发Centrex AS的invite消息中的request-uri为sip:+8653158672006@ims.sd.chinamobile.com,而CENTREX发送给SCSCF的invite消息中的request-uri内容为sip:+8653158672006@ims.sd.chinamobile.com:5060,这导致CSCF认为request-uri发生改变。而根据3GPP协议RFC 3261,SCSCF被叫侧需要比较request-uri,如果request-uri发生改变,则需要采用新号码重新触发签约。从而被叫SCSCF根据被叫用户签约的IFC消息,将请求重新发送至CENTREX平台,导致呼叫陷入重复循环,定时器超

时后呼叫释放。在华为 AS 修改参数后,对于 CEN-TREX 下发的 invite 消息中的 request-uri 字段不再携带 5060 端口信息,从而呼叫能够正常接续。

由于 IMS 核心网网元设备由多个厂家提供,而各厂家对于 3GPP IMS 协议标准的理解不同,这将导致核心网设备对接过程中出现异常。因此,为保证 IMS 网络业务的正常开展,各厂商应严格遵照标准协议进行产品的开发以及信令流程中相关参数的定义,从而使网络更加规范。

### 4 结束语

本文重点对 IMS 域与 CS 域融合过程中的 DTMF 信号的传送安全性进行了研究。由于 DTMF 二次拨号业务的使用在当前经济、社会生活中越来越多,由此带来的信息泄露的风险也大大增加。IMS 域 DTMF 信号传送到 CS 域,传送方式由带内转变为带

外后,DTMF 信号变为明文传送,安全性极低。为解决 DTMF 明文传送所引发的安全性问题,本文结合当前网络结构,在不进行网络大规模改造以及修改呼叫信令流程的情况下,提出了一种 DTMF 安全加密方法。该方法利用呼叫信令中的随机信息来产生和传送加密信息,同时加密后的 DTMF 按键的取值也具有不确定性,从而使得密文的安全性大大增强,消除了 DTMF 信息带外明码传送的安全性缺陷。

同时,本文也对 IMS 域内呼叫以及 IMS 域与 CS 域互通过程中的其它问题进行了积极有益的探索。

### 参考文献

- 1 黄润生,黄浩编著.混沌及其应用[M](第二版).武汉大学出版社,2000 年 1 月
- 2 强磊等编著. IMS 核心原理与应用[M].人民邮电出版社,2008 年 11 月



(上接第 10 页)

(3)依次计算引入、配线、主干层光缆的最佳容量。

通过此方法推算出的各层光缆容量相对统一合理。在实际建网时,主干光缆建议一次性到位,配线和引入光缆按需布放,同时将目前“光交接箱为中心”的配线方式逐步过渡为“充分利用现有接入机房和基站机房 ODF”方式,既避免了经常性的应急扩容,又增强了光纤网络的稳定性和扩展性。

### 5.7 光缆类型选择

(1)主干光缆:根据使用环境不同,可选择管道、架空、直埋敷设方式,常用光缆型号 GY-TA/GYTS/GYTY53/GYTA53/ADSS;对于光缆路由紧缺的地方,可选用排水道光缆、路面微槽光缆、微型 8 字形自承式架空光缆。

(2)配线光缆:根据环境布局、建筑结构、用户分

布等选择,可选用骨架式光纤带状光缆、室内子单元配线光缆、微束管室内外光缆。

(3)入户光缆:由于楼层间或者楼道中环境复杂,应具备完成施工现场端接光纤插头或者光纤终端插座的能力,小弯曲半径。可选用蝶形皮线光缆、室内外通用性皮线光缆。

### 6 结束语

本地光缆网在运营商的优化网络结构、提高经济效益、发展电信业务和增强市场竞争力方面起着至关重要的作用,应逐步改变光缆网重核心轻接入、重技术轻服务的建设理念,改变其各种业务网络孤立、纵向组网现象,通过合理规划,使光缆网的资源潜力得到充分发挥,整合现有各方面优势并解决所存在问题,实现网络结构更清晰、支持业务更丰富、运营维护更方便、设备环境更合理、扩容升级更平滑的本地光缆网络发展目标。

# 基于IMS的IPTV QoS研究

张洪珮 陈福 迟晓玲

(中国联通山东省分公司研发中心青岛项目部, 青岛 266071)

**摘要:**文章首先介绍了基于IMS的IPTV体系架构,然后分析了IPTV QoS对IMS网络的要求,最后探讨了基于IMS的IPTV QoS的管理机制。针对直播和点播两种业务,重点研究了承载层QoS的管理策略,可为今后的具体实现提供参考。

**关键词:**IMS IPTV QoS DiffServ

## 1 引言

目前,全球已有数百万用户从传统的广播电视业务转到了基于宽带网络的IPTV业务,预计未来这一数量还将迅速增加。在国内,随着宽带的普及与三网融合的推进,光纤入户的进程进一步加快,用户的接入带宽逐步可以同时支持高速上网业务和多媒体业务,宽带费用也进一步降低,加上新的终端设备和新的消费模式的出现,这些都为IPTV的普及奠定了基础。由于IPTV是一种多媒体业务,所以和其它多媒体业务一样,它可以构架于IMS(IP Multimedia Subsystem, IP多媒体子系统)之上,将IMS作为其业务引擎。OIPF(Open IPTV Forum, 开放IPTV论坛)已经决定将网络解决方案基于IMS,通过IMS来提供鉴权、会话管理、资源和准入控制,以及公共的用户数据库。为了支持实时的IPTV业务,端到端QoS(quality of service, 服务质量)问题是基于IMS的IPTV体系架构中非常重要的关键问题之一。

## 2 基于IMS的IPTV体系架构

IMS(IP Multimedia Subsystem, IP多媒体子系统)是支持IP多媒体业务的体系架构,是基于PS域上的多媒体控制平台。作为一个国际标准,最初由

3GPP/3GPP2制定,并得到ETSI/TISPAN、ITU-T FGNGN等多家标准实体,以及国际范围内电信运营商、设备制造商的广泛支持,代表了电信未来目标网络的发展方向。其可控、开放、融合的特点为各种多媒体应用的引入、集成和定制提供了一个通用的业务平台,引入IMS成为业界公认的向移动固网融合与全业务网络演进的重要一步。基于IMS的IPTV解决方案,不仅可以让消费者享受超越其期望的、创新的电视业务,还能融合各种通信与娱乐业务,提供全新的互动通信服务。

### 2.1 基于IMS的IPTV分层体系

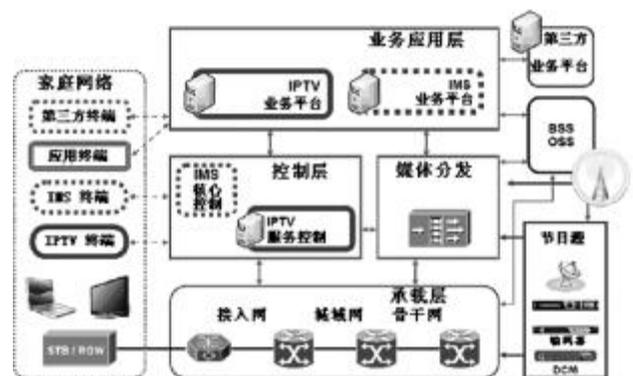


图1 IMS-IPTV体系架构

如图1所示,基于IMS的IPTV业务体系架构延续了IMS的分层结构,通过增加新的功能模块实现

基于 IMS 的 IPTV 业务。分层依次为业务应用层、控制层和承载层。

(1)业务应用层负责处理 IPTV 业务逻辑。同时,还能与 IMS 网络中的其他应用服务器(如呈现、即时消息等业务)交互,具有向用户提供混合业务的能力。

(2)控制层的主要功能是利用 IMS 核心网的会话控制能力,来完成 IPTV 业务系统用户的鉴权认证、业务的触发等工作,以及控制媒体分发功能(MDF)对媒体流进行存储分发。MDF 是在原有 IMS 网络架构上新增加的功能模块,负责多媒体处理、多媒体内容存储分发以及单组播分发功能的实现。根据具体的内容分发实现方式(如采用 CDN 或 P2P 的方式),MDF 可以不是一个具体的功能实体,而是一个叠加网,具体网络实体也根据相应的实现技术来确定。

(3)承载层以 IP 为基础的协议,包括接入网、城域网和骨干网以及相关的控制管理功能。承载层负责对 IPTV 单组播资源的分配和传输,并保障 IPTV 业务的 QoS。基于 IMS 的 IPTV 系统要求承载层对网络资源具有一定的可知性和可控性。该层可支持多种接入方式,包括 xDSL、WLAN、FTTx、3G 等。

## 2.2 IMS 与 IPTV 的互通

由于 SIP 信令具有继承性、简单性、可扩展性,IMS 选择 SIP 信令作为控制协议。而在 IPTV 中使用 IGMP 和 RTSP,用于控制各自不同的业务。例如,IGMP 用于单播和组播,RTSP 用于建立并控制一个或几个时间同步的连续流媒体,如音频和视频。IMS 和 IPTV 互通的基本方法是侦听视频控制信息,然后用 SIP 通报方法把用户当前视频会话的信息通知 IMS 网络。在使用机顶盒(STB)的互通网络中,需要使用一个 SIP 客户机去和 IMS 网络直接通信,HTTP 仍然用于和 IPTV 服务器的通信中。在视频业务中,它使电视成为 IMS 网络的一个 SIP 信令终端。STB 使用 HTTP 去和代理程序通信,由代理程序负责把 HTTP 信息转换成 SIP。这种基于浏览器的结构使解决方案变得简单,并且易于实现。

## 3 IPTV QoS 对 IMS 网络要求

QoS 并不是专门针对 IPTV 业务的,在很多电信业务中都提出 QoS 要求及相关的 QoS 保障技术。在 ITU-TE.800 标准中,QoS 被定义为“反映用户对业务使用满意程度的服务性能的综合效果”。对传统电信业务而言,QoS 通常指网络通信过程中,允许用户业务在丢包率、延迟、抖动和带宽等方面获得可预期的服务水平。而由于 IPTV 是一种上层应用的业务,传统的 QoS 无法满足对最终用户感受的评估,因此目前业界往往采用体验质量 (quality of experience, QoE)一词来描述面向最终用户应用的业务质量。QoE 在 ITU-T P.10/G.100 中被定义为“最终用户对使用的应用或业务的总体主观可接受程度”,可见 QoE 关注于可靠性、安全性、互动响应等更加难以量化的主观业务体验。本文主要研究基于 IMS 的 IPTV 体系架构中承载层 QoS 的实现。

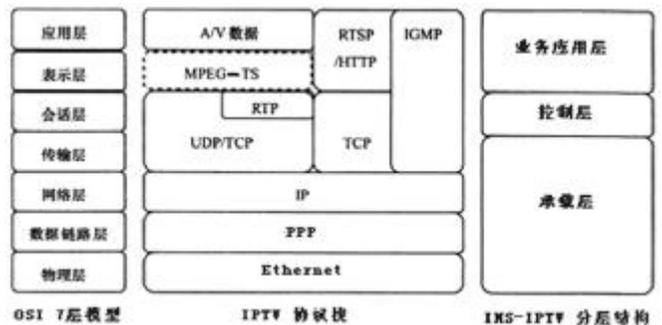


图 2 IMS-IPTV 业务与 OSI 7 层模型对应关系

图 2 参考 OSI 的 7 层模型,展示了基于 IMS 的 IPTV 体系架构与 IPTV 协议栈之间的对应关系。承载层 IPTV QoS 的实现由各层不同的性能指标来保障。

(1)网络传输层:包括 TCP/UDP 的重传次数,在采用 RTP 的情况下,需要监测 RTP 丢包率、RTP 抖动等;

(2)网络层:根据 ITU-TY.1540 建议,主要为 IP 丢包率、IP 包时延、IP 包抖动及其相关参数;

(3)链路层:根据不同的链路层类型,需要采集不同的性能指标。由于这个层次的质量保障是面向全业务而不仅仅是 IPTV 业务,本文不做详述。

IPTV QoS 主要关注频道时延和视频质量。由于

IPTV是承载在IP网络上的一种业务,对于IP网络的丢包率、时延和抖动等QoS指标都比数据业务有更严格的要求。下面以直播和点播业务为例,给出IPTV业务QoS的主要参数和业界较为认同的参考值,如表1所示。

表1 IPTV业务QoS参数比较

QoS指标	频道开始时延	频道切换时延	抖动	丢包率
直播业务	≤ 3s	≤ 1s	≤ 50ms	≤ 0.1%
点播业务	≤ 5s	≤ 1s	≤ 50ms	≤ 0.1%

IPTV QoS对IMS网络的要求,主要是避免并管理IP网络拥塞,减少IP报文的丢失率,调控IP网络的流量,为特定用户或特定业务提供专用带宽等。在基于IMS的IPTV分层结构中,是由承载层负责对IPTV单/组播资源的分配和传输,并保障IPTV业务的QoS。功能上要求承载层具有资源预留和接纳控制功能;允许在网络不同段(接入、城域和骨干网)上请求并分配单组播承载资源,并且能为IPTV及非IPTV会话灵活分配资源;快速适应组播和单播的切换。此外,承载层必须保证IPTV业务的QoS。

另外,由于IMS的QoS问题主要是集中在接入网和城域网,并且IP网络本身是“尽力而为”地将数据包从某个源端点高效传送到某个目的端点,不提供端到端的可靠性、低时延和时延抖动、低丢包率等QoS保证。因此,开放的IMS接入网面临满足电信级网络和IPTV业务要求的挑战。例如,要达到IPTV单路很高的可靠性、可用性目标和网络的50ms业务恢复时间的要求,接入网和为现有IP数据业务设计的城域网都很难满足,需要采用必要的策略加以解决;同时,解决IPTV QoS问题也对宽带设备提出了要求。

(1)对接入网的要求:支持通过VLAN/PVC隔离,VLAN支持802.1p,支持根据业务进行访问速率限制,保证IPTV业务的QoS。

(2)对城域网的要求:具备QoS能力,提供IPTV业务的QoS保障,支持DiffServ、流量工程,满足IPTV业务对带宽、时延、抖动等参数的要求。

## 4 基于IMS的IPTV QoS管理机制

在IMS的框架下,核心网络的信令和数据都基于IP网承载。IMS的QoS不同于传统的IP QoS,传统IP QoS研究的是通用流量的QoS,IMS关注的是业务的QoS保证。IMS网络为了提供电信级的业务,要求电信级的端到端QoS保证。因此,IMS系统用户层面的QoS问题是IP QoS问题在IMS网络中的延伸。

典型的IP QoS模型主要包括:综合业务模型(IntServ)、区分业务模型(DiffServ)等。IntServ采用资源预留协议(RSVP)针对每个流进行QoS控制,适用于网络规模较小和业务质量要求较高的边缘网络,如IMS中接入网部分。而DiffServ模型是一个相对简单、粗粒度的QoS控制模型,其针对的是流聚合后的每一类QoS控制。DiffServ具有良好的可扩展性,适合于在大型网络上提供QoS服务,故对IMS承载网而言,较适合应用DiffServ模型。

### 4.1 IMS-IPTV QoS保证机制

基于IMS的IPTV业务的QoS质量保证,需要从业务应用层、控制层与承载层面全面考虑,才能实现IPTV业务端到端的QoS保证。

在业务应用层,由于对承载网络QoS参数的敏感程度随编码格式、编码速率、承载协议的不同而有所差异,所以在业务设计上应尽可能适应承载网络现状,可以采取的典型QoS机制有流媒体速率适应/调节机制、媒体编码冗余性、媒体缓存等。

在控制层,IMS中的QoS体系架构是一种基于策略的QoS架构,策略是运营商定义的一种基于应用层业务类型和服务方式,用来管理网络资源、提供高质量的管理方法。在IMS会话建立过程中,如果业务对QoS要求高于“尽力而为”,IMS就支持端到端的QoS指示、协商和资源分配。该端到端的QoS机制包含使用SIP和SDP进行的端到端消息交换。

在承载层,采用Diff-Serv机制,将IPTV业务标记为较高优先级,并且可以为该业务保留一定的带

宽,从带宽、时延等方面满足 IPTV 业务开展的 QoS 需要。IMS 中的承载网与 IMS 一起提供端到端 QoS,其提供给终端用户的业务质量取决于承载网的服务质量和承载能力。下面仍以直播和点播业务为例,给出承载层 IPTV 业务 QoS 的管理策略。

## 4.2 直播业务 QoS 管理策略

直播业务通过 IP 组播转发,承载于 UDP 之上,无丢包重传/确认机制,属单向数据流量模型。

(1)在接入网内,通过 802.1p QoS 机制保证接入网内组播业务 QoS。

1)在 IGMP 路由器下行端口的出方向上,将组播报文的 DSCP 映射到 802.1p,从而在接入网所有设备上通过 802.1p 对组播流以及 IGMP 协议报文进行带宽保证。

2)在末端交换机或 DSLAM 上,对用户上行的流量进行流分类,将 IGMP 成员报告的 802.1p 标记为较高优先级。

3)对于接入网设备要求较高,且配置工作量较大。

(2)在城域网内实施 DiffServ 策略。

1)在接入组播源的边界路由器上进行复杂流分类,并将组播流进行 Remark 操作,标记 DSCP 域。在组播域内的所有路由器(包括 BAS)启动 DiffServ 功能,进行流识别、带宽保证和流量整形。

2)触发建立组播转发树的组播协议报文(包括 PIM、IGMP)的转发在路由器上都处于最高优先级队列,保证城域网流量负载较大甚至出现拥塞的情况下,协议报文仍然能够得到优先处理转发。

## 4.3 点播业务 QoS 管理策略

通过单播方式转发,承载于 UDP 或 TCP 上,且以 TCP 承载方式居多。TCP 具有可靠的传输机制,如确认、丢包重传、滑动窗口流控机制等,属于交互式流量模型。

(1)在接入网内,通过 802.1p QoS 机制保证接入网内点播业务 QoS。

1)在 SR 或 BAS 的下行端口的出方向上,将点播

视频流的 DSCP 映射到 802.1p。

2)在末端交换机或 DSLAM 上,对用户的上行数据流进行复杂流分类,将用户发送给点播服务器的 TCPACK 报文的 802.1p 标记为较高优先级。

3)在接入网所有设备上,通过 802.1p 实现带宽保证和队列调度。

4)对于接入网设备要求较高,且配置工作量较大。

(2)在城域网内,仍然通过实施 DiffServ 策略。

1)在接入点播服务器的边界路由器上进行复杂流分类,将点播流进行 Remark 操作,标记 DSCP 域。

2)在 SR 或 BAS 上对于用户上行的数据流进行复杂流分类,并将用户发往点播服务器的 TCP ACK 报文 DSCP 标记,在所有路由器(包括 BAS)启动 DiffServ 功能,进行流识别、带宽保证和流量整形。

## 5 结束语

基于 IMS 的下一代融合网络的发展,将给 IPTV 业务的发展带来新的契机。同时,IPTV 业务本身也对 IMS 网络提出了更高的要求,对 IMS 网络产生一定影响。基于 IMS 的 IPTV 端到端 QoS 是一项非常复杂的课题,也是急需解决的关键问题,这方面的研究有助于 IMS 及 IPTV 技术的应用与推广。相信在不久的将来,随着运营商对 IMS 的商用和对 IPTV 的推广,将推动整个 IPTV 产业的发展,并带动 IMS-IPTV 融合业务的长足发展。

## 参考文献

- 1 3GPP TS 24.229 V9.0.0:IP multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP). 2009
- 2 Dr. Khalid Ahmad. IMS - Based IPTV:Today and Tomorrow. Technology Conference at SUPERCOMM 2009
- 3 赵生岗,鲍慧. IMS 网络端到端 QoS 管理机制研究.通信学报,2007年8月
- 4 罗斯青,段保通.IPTV 端到端业务质量监测技术研究.电信科学,2008年6月
- 5 张茜,王亚晨,赵耀.基于 IMS 的 IPTV 架构及其对 IMS、网络架构的影响分析.电信科学,2009年9月

# 移动通信中的中继技术研究

徐伟尧

(南京邮电大学通信与信息工程学院, 南京 210003)

**摘要:** GSM网络中使用的中继技术主要是直放站的形式,这种中继方式对接收信号做的处理是直接放大然后发射,也就是Amplify-Forward即AF方式。还有一种中继方式叫做Decode-Forward即DF方式,这种方式将在下一代移动通信系统中广泛使用。在AF策略中,中继仅仅将收到的信号放大然后发送到接收端;在DF策略中,中继对收到的信号进行解码并重新编码,然后将其发送到接收端。研究这两种基本的中继技术具有重要的科研意义。与以往分析不同,本文通过matlab仿真,分析了在不同信道和编码情况下AF、DF两种中继方式的性能,研究了二者的实际性能和所面临的问题。

**关键词:** 中继 AF DF 通信

## 1 引言

下一代移动通信网络的显著特点之一,是支持更高的系统容量和用户接入速率。LTE-Advanced(LTE-A)系统提出下行峰值速率超过1Gbit/s和上行峰值速率超过500Mbit/s的性能要求,为达到此要求,LTE-A拟引入频谱聚合、多用户MIMO、多点协同传输(COMP)、中继等新技术,以获得更高的频谱效率和小区的吞吐率。4G系统的高数据速率对带宽提出了更高的要求,适合于移动通信工作的较低频率基本上已分配殆尽,迫使系统工作在更高的载频上。高工作频段将使信号的空间传输有更大的路径损耗,在发射功率不变的情况下,无论基站还是移动终端都会降低其覆盖距离,这样就需要部署更多的基站来满足覆盖的需求。3GPP已经确定在未来的移动通信中引入中继技术来降低网络建设成本,因此,中继技术又成为了研究热点。

点对点中继技术实质是利用无线小区中多个用户的移动设备来作为中继器,这种技术能够提高小区系统的性能,再结合诸如分集接收、功率控制等无线技术,系统的性能还能得到进一步的提高,但这种技术本身有许多缺陷,也为固定中继技术的出现和发展

提供了可能。点对点中继的缺点主要是:

(1)点对点小区中,用户的设备都需要充当中继器的角色。较之传统设备,必须具有一些附加的硬件和软件装置,这就导致了设备成本的提高。

(2)当小区中的用户密度很低的时候,整个系统的性能增量也就受到了限制;最坏的情况下,整个系统将退化为传统的无中继系统。

(3)当中继处于移动状态时,需要不断地产生频率迁移和信道转换,这会增加系统的复杂度和不稳定性。另外,当用户设备转发其他用户的信号时,会消耗额外的功率,移动设备能量的限制也是其发展的一个瓶颈。

通过在无线小区中添加若干数量的固定中继器,就能在很大程度上解决上述问题,这也是固定中继相对于点对点中继技术的优势所在,其最基本的功能就是接收和转发在基站和用户设备之间的信号。和基站比起来,中继器是比较简单的设备,建设成本较低,建设周期也很短。本文首先讨论固定中继站形式的AF、DF两种协议的工作原理和通信过程,分析其理论误码率,然后对仿真结果进行分析,最后给出结论,总结全文。

## 2 中继的分类以及在移动通信中的作用

### 2.1 中继的分类

中继技术在通信中的应用可分为固定中继和自适应中继两种。固定中继中,信道资源是以固定的方式在源节点和中继之间进行分配。固定中继策略包括放大转发(AF)和解码转发(DF)两种基本协议;AF方式是将接收到的信号只做简单的放大处理再发送出去,而DF方式是将接收的信号进行解码然后编码,再发送出去。

自适应中继中,主要包括自适应选择中继(Selection-Relaying, SR)和增强中继(Incremental Relay, IR)。对于选择中继模式,当信源节点与中继节点间的信道条件较好时,中继节点便转发其从信源节点所接收到的信息至接收端;否则,中继节点不转发其从信源节点所接收到的信息,这时系统是非协作方式。对于增强中继模式,中继节点对源信号解码,并反馈解码判决信息给源节点,告知源节点译码是否正确,形成自适应中继方式。

随着对中继技术研究的深入,各种不同的中继方式被提出,但是许多中继协议的提出都是基于AF和DF这两种中继方式的。本文主要讨论固定中继下这两种中继方式的性能。

### 2.2 中继技术在移动通信中的作用

在蜂窝移动通信中,引入中继站主要有两个作用:一是提高小区的覆盖面积,保证用户的信号强度,提供热点的覆盖以及室内的覆盖;二是提高小区的通信吞吐量。中继站的价格远低于基站,因此,用中继站提高小区覆盖面积的费用很低。另外,中继站可以实现和普通基站相同的信号覆盖功能,引入中继站以后,将大大增强原小区的信号覆盖。

## 3 AF 与 DF 原理及性能

### 3.1 AF 模式基本原理及性能

前向放大模式即AF模式是非再生中继,采用模拟方式,直接对接收到的信号进行放大处理,然后发送给接收端。图1是中继模拟图。

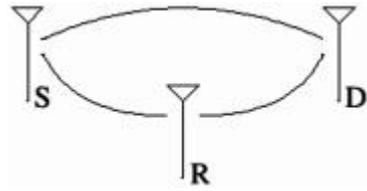


图 1 中继模拟图

假设基站发送的信号为  $S$ , 中继接收的信号为  $Y$ , 基站到中继站的信道响应为  $h_{s,r}$ , 中继接收端的噪声为  $n$ , 中继节点信号为  $x_r$ ,  $\beta$  为放大倍数, 因此:

$$Y = h_{s,r}S + n \quad (1)$$

$$x_r = \beta Y \quad (2)$$

中继站发送的信号是:

$$y_{r,d} = h_{r,d}x_r + z_{r,d} = h_{r,d}\beta (h_{s,r}x_s + z_{s,r}) \quad (3)$$

接收端接收到的信号功率是:

$$E[|y_{r,d}|^2] = \beta^2 |h_{r,d}|^2 (|h_{s,r}|^2 \xi + 2\delta_{s,r}^2) + 2\delta_{r,d}^2 \quad (4)$$

所以对于单中继的多跳链路来说,信噪比的估计是:

$$SNR = \frac{\beta^2 |h_{s,r}|^2 |h_{r,d}|^2 \xi}{\beta^2 |h_{r,d}|^2 2\delta_{s,r}^2 + 2\delta_{r,d}^2} \quad (5)$$

在进行前向放大中继的过程中,噪声也被放大并转发,但由于基站接收到两个独立衰落的信号,因此可以做出更好的判决和检测。另外,基站端也要完成最优检测,还需知道用户间信道的状态信息。如何采样、存储、放大并重传模拟信号的技术,也是值得研究的问题。

### 3.2 DF 模式基本原理及性能

原理和AF模式大体类似,DF模式就是解码转发模式,中继站把信号解调并解码为原始信息,然后

重新编码调制发送,这种方法可以减少信号传输过程中的噪声干扰,中继器需要将原始信号完全解码,这会产生一定的信号延迟,但也可获得较大的性能增益,信号在源节点发射之前先进行循环冗余校验(CRC)码处理。这样,中继节点接收到源节点的信息后先进行译码处理,之后通过CRC来判别接收到的信息比特里是否存在错误。如果检测出错误,则不进行信息转发;反之则转发信号。但是,CRC的引入将降低信息的传输速率。

接收端的处理和AF方式类似,采用MRC(最大比合并),得到合并信号。

$$y_d[n] = h_{s,d}^* [n] y_{s,d} [n] + h_{r,d}^* [n] y_{r,d} [n] \quad (6)$$

采用最大比合并方式时,可以大大提高系统性能,但仍然有个问题,就是当中继站发送不正确的检验信号时,这种方式将会大大影响系统的性能。所以,当使用错误检测码时,才建议使用这种方式。

### 3.3 AF和DF的比较

AF和DF方式的主要区别,在于中继端对源端信号的处理方式。对于AF方式而言,中继端仅需要将源端信息放大后转发出去即可,这能看作是一种模拟信号处理方式;对于DF方式,中继端需对接收的信号进行检测估值,然后转发,可看作是一种数字信号处理方式。因此,AF方式的复杂度要低于DF方式,但AF方式在传播信号的同时也传播了噪声,它的中继信道是前后相关的,不再服从正态分布;DF方式虽然不传播噪声,且前后信道不相关,但中继端会造成解调解码误差,有时该误差的影响非常大,危害可能大于AF方式产生的噪声传播。下一部分将给出两者的性能仿真图。

## 4 性能仿真

仿真以MATLAB实现。系统采用BPSK调制,无信道编码, Monte Carlo仿真方法,信道的状态信息对接收节点是未知的,接收端对接收到的信号进行相关

检测,源节点与中继节点之间以及二者和目的节点之间的信道是相互独立的,服从瑞利慢衰落。

图2是非中继系统和AF、DF中继系统实际误码率曲线比较仿真图,从图中可以直接看出经过中继后的系统的性能有较大提升。图3是非中继系统和AF、DF中继系统的理论误码率曲线比较仿真图。图4是此时AF、DF实际的和理论误码率比较图。

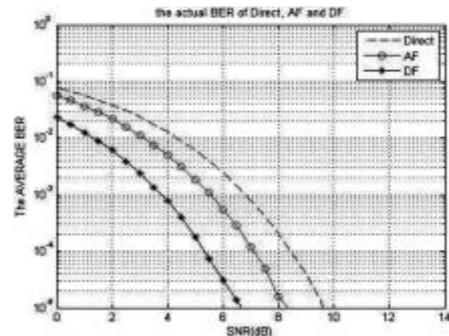


图2 非中继系统和AF、DF中继系统实际误码率曲线比较仿真图

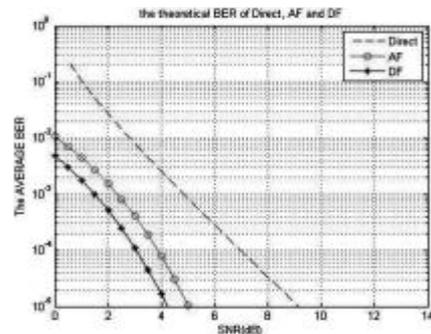


图3 非中继系统和AF、DF中继系统的理论误码率曲线比较仿真图

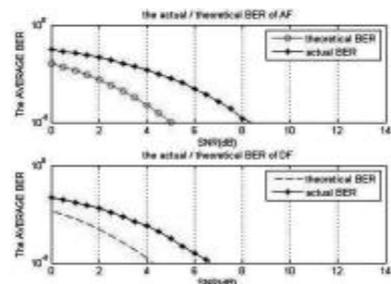


图4 AF、DF实际的和理论的误码率比较图

由以上仿真结果可以看出,采用AF中继和DF中继的协作通信系统,其误码率明显低于非中继的系统,并且,在一定范围内,随着信噪比的提升,协作中继对系统性能的提升越明显。同时可以看出,DF中继能要优于AF中继。这是由于AF将噪声也同样放大

转发,而 DF 中继通过译码、校验等数字处理,避免了噪声对下一链路的影响。并且若源节点与中继节点之间的信道条件较差,转发的信号的大部分为噪声,就会降低系统性能。然而,这并非意味着在系统中采用 DF 中继一定会比 AF 中继更佳。主要由于:一方面,DF 是数字处理,设备复杂度较高,不适用于低成本设备;另一方面,若要获得良好的性能,DF 需要相应的校验信息,这在一定程度上降低了数据的传输速率。所以,当 DF 解码完全正确时,可以获得较大的增益;但是当解码错误需要再处理时,性能就会受到很大影响,如图 5 所示,它是 DF 解码错误时的仿真图。

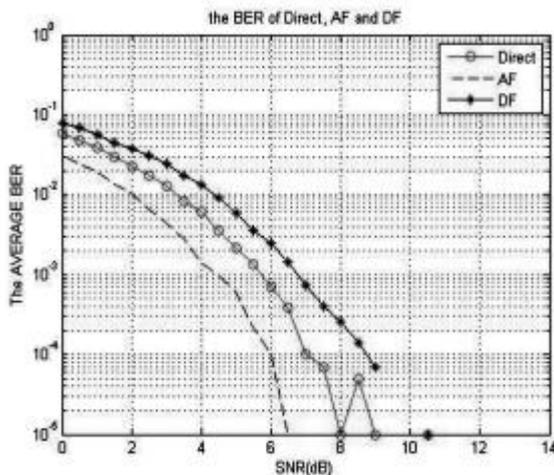


图 5 DF 解码错误时的仿真图

## 5 结束语

本文通过分析 AF 和 DF 两种基本的中继模式,仿真了其主要的误码率性能,验证了中继系统的优越性。中继技术可以扩展覆盖和增加容量,由于其简单灵活、能快速部署和成本有效性等特性,已经应用在许多场合,成为 WiMAX、WiNNER 计划及 3GPP 的 LTE 演进计划中的关键技术。另外,基于中继技术的多跳传输系统已得到广泛关注。在现有蜂窝网结构中引入中继的中继辅助通信系统,被认为是下一代移动通信主流的网络拓扑结构之一。

尽管传统的 AF、DF 协作通信能改善通信性能,但实际应用并不理想。提出更加科学有效的中继协

议,是推进协作通信应用发展的关键。

## 参考文献

- 1 John G.Proakis 著,张力军等译.数字通信.电子工业出版社,2003
- 2 李宗豪,朱金明.信号处理电路.北京:电子工业出版社,1994
- 3 T E Hunter,A Nosratinia."Cooperative Diversity Through Coding".Proc.IEEE ISIT,Laussane,Switzerland,Jul 2002
- 4 J. N. Laneman and G. W. Wornell."Distributed space-time-coedprotocols for exploiting cooperative diversityin wireless networks". IEEE Trans. Inf. Theory . , vol.49,no.10,pp.2415 - 2425,Oct.2003
- 5 K.JRayLiu,AhmedK.Sadek,WeifengSuandAndresKwainiski."Copperative Communications and Networking". Cambridge University Press,New York,2009,Page(s): 45-58,135-174
- 6 Aria Nosratinia , Todd E. Hunter , Ahmedreza Hedayat , "Cooperative Communication in Wireless Networks",IEEE Communications Magazine,October 2004,Page(s): 74-80
- 7 SCHULTZ D,COLETT LI,NAVAIE K,etal."Relaying cocepts and supporting actions in the context of CGs [R]". IST- 4- 027756 WINNER I, D3.5.1. v.1.0.2006
- 8 NIW,SHENG,JINS."Cooperative Relay Approaches in IEEE 802.16j".IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group[R].C802.16j- 07/258r1,2007
- 9 BENEDETTOS,MONTORSIG,DIVSALARD,etal."Soft-inputSoft-output Modules for the Construction and DistributedDecoding of Code Networks [J]". European Transactions onTelecommunications,1998,9(2):155-172
- 10 WEI Hung-yu,GANGULY S,"IZMAILOV R.Ad Hoc Relay Network Planning for Improving Cellular Data Coverage[J]". Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2004,2(9):769-773
- 11 SRENG V,YANIKOMEROGLU H,FALCONER D D."Relayer Selection Strategies in Cellular Networks with Peer-to-peer Relaying [J]".IEEE Vehicular Technology Conference , 2003 , 3 ( 10 ) : 1949-1953

# 认知无线电系统中频谱分配技术的研究及应用

刘娟 杨铁军 司春丽

(河南工业大学信息科学与工程学院, 郑州 450001)

**摘要:**随着无线通信技术的快速发展,无线用户的数量急剧增加,频谱资源越来越紧张,如何提高频谱的利用率成为亟待解决的问题。认知无线电系统中的频谱分配技术,使这一问题得到了有效解决。文章简要介绍了认知无线电频谱分配的背景、研究现状,对认知无线电频谱分配的模型进行了分析,介绍了频谱分配发展过程中存在的问题,最后简要论述了频谱分配技术的一些应用。

**关键词:**认知无线电 频谱分配 图论着色 博弈论

## 1 引言

随着无线通信技术的飞速发展,人们对无线通信资源的需要也越来越大,频谱资源的缺乏成为无线应用过程中面临的一个关键问题。但是大量检测结果表明,频谱资源并非缺乏,而是由于大部分频谱资源被不合理利用了,即一些非授权频段占用拥挤,而一些授权频段则经常闲置<sup>[1]</sup>。美国联邦通信委员会(FCC)提供的一份数据显示,已分配频谱的利用率仅为15%—85%。在美国进行的30—3000MHz频谱使用调查发现,美国各地区频谱资源的利用率平均仅为5.2%,利用率最高的纽约也不过13.1%。在这种情况下,能够提高频谱资源利用率的频谱分配技术得到了越来越广泛的应用。

认知无线电<sup>[2]</sup>是可以感知外界通信环境的智能通信系统,能从环境中学习并实时地调整自身参数,使其自身状态能够适应信号的变化,从而在不影响授权用户通信的前提下,达到提高频谱利用率、实现认知用户随时随地可靠通信的目的。认知无线电的核心思想,是使无线通信设备具有发现“频谱空洞”并合理利用的能力。其中的频谱分配技术就在于能够解决频谱利用率低的问题,通过频谱分配实现频谱的合理利用,在实现信道最大化利用率的同时兼顾干扰的最小化和接入的公平性。

## 2 国内外研究现状及成果

在认知无线电频谱分配技术的发展过程中,世界各国的频谱管理部门、组织及行业联盟等纷纷展开了相关研究。2003年,FCC正式成立了认知无线电工作组。

微软亚洲研究院和美国加州大学 Santa Barbara 分校郑海涛教授的研究组合作开展的 Nautilus 项目的研究目标,是不依靠中心控制的方式实现分布式的频谱共享。它采用一种 ad hoc 网络架构,可较为简便地处理频谱的异构性。在这种架构下,郑海涛等提出采用图论着色和基于本地交易的分布式频谱分配策略。Northwestern University 的 J.Huang 和 M.Honig 等从拍卖、博弈和优化的角度出发,研究了无线通信资源的分配问题。他们构建了一个统一的基于效用的无线资源分配框架,借用经济学中的拍卖、博弈及优化理论,研究了集中式和分布式两种模型下的频谱资源分配问题。

2005年,我国把认知无线电技术研究纳入“863计划课题”,多所大学相继对认知无线电频谱分配技术开展了研究,并取得了一定进展。2008年初,“国家973计划”在信息领域专项研究中启动了认知无线电网络频谱分配技术的研究。同时,华为与电子科技大学等国家级重点实验室合作,参与了利用空闲电视频

段提供宽带无线接入的 IEEE 802.22 标准的制定,并向 IEEE 802.22 提交了多项提案,以使频谱资源能更好地得到分配。

### 3 频谱分配的几种主要模型

#### 3.1 基于图论着色的频谱分配模型

基于图论着色的频谱分配模型是由 Zheng 等人提出的<sup>[3]</sup>。该模型以图论为基础,在频谱分配的研究中,将认知用户构成的网络拓扑结构抽象成图,如图 1 所示。图中用方框代表认知用户,I-IV 表示授权用户(主用户),用边表示一对顶点间的干扰或冲突。若两个顶点由一条边连接,就说明这两个节点不能同时使用相同的频谱。此外,每一个顶点与一个集合相关联,这个集合代表该顶点所在区域内可以使用的频谱资源。认知无线电使用主用户当前不用的频段进行接入,即图论使用的是一种“0、1”方式。所以,如果主用户已经使用了当前的信道,为避免对主用户的干扰,主用户覆盖范围内的认知用户就不能再使用此信道;反之则可。同时,认知用户间也有干扰约束。若两个认知用户距离过近,它们同时使用同一频段就会相互干扰,这是必须避免的。

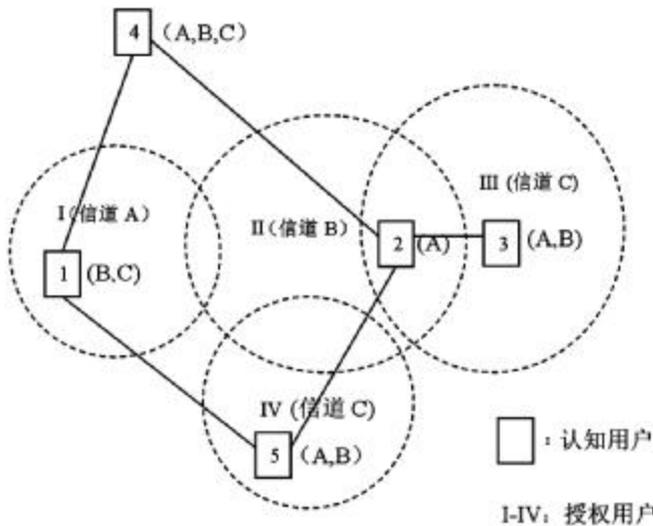


图 1 认知无线电系统的图论着色模型

#### 3.2 基于干扰温度的频谱分配模型

2003 年,FCC 引入干扰温度概念量化和管理干扰<sup>[4]</sup>。采用这个模型,工作在授权频段的认知设备可以测量干扰环境,相应地调整发射机的功率、频谱等,避免对授权用户的干扰超过规定的温度限。干扰温度定义为:

$$T_I(f_c, B) = \frac{P_I(f_c, B)}{kB} \tag{1}$$

式中,  $P_I(f_c, B)$  表示中心频率为  $f_c$ , 带宽为  $B$  范围内的平均干扰功率,单位为瓦特(W),  $k$  为波尔兹曼常数,值为  $1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$ 。

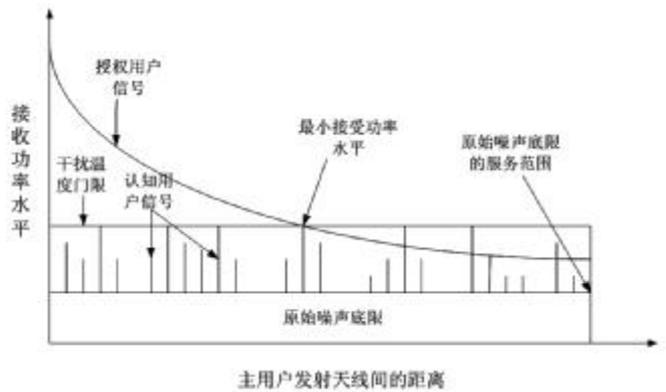


图 2 认知无线电系统的干扰温度模型

干扰温度模型使用干扰温度作为判决门限,即授权用户接收端能够容忍的认知用户干扰信号来判决。只要在工作频段内认知用户的累计射频功率不超过门限,就可以使用该频段。门限值是指在指定区域内某频段所能容忍的最大干扰值。使用这一频段的任何认知用户,必须保证对授权用户接收端的干扰不超过此门限。

#### 3.3 基于博弈论的频谱分配模型

博弈论<sup>[5]</sup>是现代数学的一个新分支,又是运筹学的重要部分。博弈论的应用领域十分广泛。在频谱分配中,博弈论一般用于分布式网络,用来分析认知无线电中的各用户竞争频谱,并根据自己所获信息单独进行决策。

认知无线电系统中的频谱分配问题可建模为博弈的输出,博弈者是认知用户,他们的策略是对信道的选择。同时,他们的效益和信道的质量相关。频谱分配问题的博弈论数学描述一般形式为:

$$T = \{N, \{S_i\}_{i \in N}, \{U_i\}_{i \in N}\} \quad (2)$$

其中,  $N$  是博弈者的有限集合,  $S_i$  是博弈者的策略集,  $i \in N$  为策略空间, 定义  $S = \times S_i$ , 则  $U_i: S \rightarrow R$  为效益函数集。博弈  $T$  中每一个博弈者  $i$ , 效益函数  $U_i$  是博弈者选择策略  $S_i$  和对手策略  $S_{-i}$  的函数。

### 3.4 基于拍卖竞价的频谱分配模型

认知无线电频谱分配与经济学中的拍卖竞价有着很大的相似之处。例如,标的物都有一定的价值,会给占有者带来性能上的提高;都存在很多的竞争者。基于此,可以将此理论应用于认知无线电的频谱分配中。

在拍卖竞价的频谱分配模型中<sup>[6]</sup>,网络结构一般采用集中式结构,中心控制器在拍卖中充当拍卖人,认知用户为投标者。每一次拍卖中,每个投标者为满足自己需要给频谱资源投多个价,由拍卖人根据确定规则来判定胜利者。拍卖竞价机制的优势是:它被自然分散,而且需要较少的信令交换和计算开销。

因此,基于拍卖竞价的频谱分配有如下特点:

- (1) 频谱分配算法需要合理地计算开销和执行时间;
- (2) 具有集中控制和分布式行为的性质;
- (3) 信令开销小。各竞标者自主出价,相互间不需要太多的信息交互。

## 4 频谱分配模型中面临的问题

认知无线电的频谱分配能够解决频谱利用率低的问题,在一定程度上满足了许多认知用户的需要,解决了频谱闲置的问题。但在实际应用中,频谱分配的模型仍然面临着一些有待解决的问题。

(1) 现在基于图着色理论的频谱分配算法基本上都是信道权值归一化的条件下提出的,而在实际网络中这并不实用,且这些算法是以网络整体吞吐量和公平性为目标,并没有考虑到单独认知用户的需求差

异。在为认知用户分配授权用户未使用的频谱时,将所有的认知用户都看成了发送端,而没有考虑接收端。但是,基于无线通信的特殊性,干扰不仅会在发送端产生,同样会在接收端产生。另外,在这里我们把网络抽象成固定的拓扑图,但实际上网络瞬息万变,该模型中一些算法并没考虑到这些因素。如何在可变拓扑下进行频谱分配,仍有待研究。

(2) 干扰温度模型中干扰温度的界定非常严格,但是难以选取。认知用户通过定位系统知道自己的准确位置和发射功率。发射很有可能对邻近的同频段的接收机造成干扰。目前,对于认知无线电还没有可行的方法在主接收机端对干扰温度进行估计和测量,主接收机通常是被动的,所以认知用户无法知道它的准确定位。如果认知用户不能检测出它们的发射对所有可能的接收机的影响,那么这种干扰温度测量方法是不可行的。

(3) 博弈论的方法在无线通信研究领域属于起步阶段。运用博弈论模型解决问题时,大部分情况下未考虑授权用户的存在,使频谱分配算法的适用性受到限制。

(4) 基于拍卖竞价的频谱分配虽与经济学有千丝万缕的联系,但也有不同之处。拍卖竞价中,相邻节点(认知用户)间是有边连接的,这两个用户在竞标中就不能使用同一频谱资源,否则将会造成干扰。拍卖竞价中要充分考虑到节点自私、理性的特性。虽然在竞价中节点间信令交互开销减小,但如何使系统效益最大化并体现公平性将是频谱拍卖面临的挑战性问题。

## 5 认知无线电频谱分配的应用

由于认知无线电频谱分配技术能够有效地提高频谱的利用率,在保证系统容量最大的同时使得干扰最小化且保证公平性,因此在现代通信、科技等方面得到了越来越广泛的应用。

### 5.1 在军事通信中的应用

(1) 通信指挥和电磁环境的感知一体化。在军事

通信中认知无线电实现的前提,就是对周边电磁环境进行感知、判断后,调整内部状态,分配可用频谱。

(2)增强系统抗干扰能力。在军事通信中,抗干扰能力是战争胜利的一个关键。频谱分配技术不仅能够降低发射功率,提高抗干扰能力,还能根据周围环境及自身状态进行学习、分析,从而选择合适的抗干扰策略。

(3)军用认知频谱分配。现代军事通信中对情报侦察、气象、敌军情况识别等的要求越来越高,原有的静态、固定、集中式的频谱分配策略已远远不能满足要求。军用认知频谱分配以认知无线电技术为基础,将频谱感知与分配结合起来,大大提高了检测范围及频谱分配的应用。

## 5.2 在雷达中的应用

雷达的信息载体是无线电波,实质是电磁波。其原理是雷达设备的发射机通过天线把电磁波能量射向空间某一方向,处在此方向上的物体反射碰到的电磁波;雷达天线接收此反射波,送至接收设备进行处理,提取有关该物体的某些信息。认知无线电的频谱分配技术在雷达中应用时,相当于雷达是一个授权用户。在认知无线电检测出可用信道进行频谱分配时,能充分考虑到对雷达中无线电波的干扰影响,在不影响雷达信号传输的基础上,还能很好地进行对认知用户的频谱分配。

## 5.3 在其他方面的应用

频谱分配还能与 OFDM、UWB 等结合起来应用,应用于工业、医学、大型突发性事件等。如突发性事件(大地震)等发生时,需要占用许多频谱资源,而频谱资源比较紧张且利用不合理。这时,利用频谱分配技术就能动态地给突发事件分配频谱,提高事件的解决效率,而且有效地利用闲置的频谱资源。

## 6 结束语

本文首先介绍了认知无线电频谱分配的国内外研究现状及成果,然后重点介绍了频谱分配的几种模型及其在频谱分配中面临的一些问题,最后列举了频谱分配技术在实际中的一些应用。认知无线电系统中的频谱分配技术能够在避免干扰的同时兼顾公平性和信道利用率的最大化,因此得到了越来越广泛的应用。

## 参考文献

- 1 P. Kolodzy. Spectrum Policy Task Force: Findings and Recommendations, International Symposium on Advanced Radio Technologies (ISART), March 2003
- 2 Mitola III. Cognitive Radio for Flexible Mobile Multimedia Communications, in Proc. 6th IEEE International Workshop on Mobile Multimedia Communications, San Diego, CA, 15-17, Nov. 1999, pp. 3-10
- 3 Wei Wang, Xin Liu. List-coloring based Channel Allocation for Open-Spectrum wireless Networks. Vehicular Technology Conference, 2005. VTC, IEEE, Sep. 2005, 1(1): 690-694
- 4 Federal Communications Commission. Establishment of interference temperature metric to quantify and manage interference and to expand available unlicensed operation in certain fixed mobile and satellite frequency bands, ET Docket 03-289, Notice of Inquiry and Proposed Rulemaking
- 5 Niyato Dusit, Hossain Ekram. A Game-Theoretic Approach to Competitive Spectrum Sharing in Cognitive Radio Networks[C]//IEEE WCNC 2007. 2007; 1-5:16-20
- 6 L. Cao, H. Zheng. Distributed spectrum allocation via local bargaining, IEEE sensor and Ad Hoc Communication and Network (SECON) 2005, Sep. 2005; 475-486
- 7 周小飞,张宏纲. 认知无线电原理及应用[M].北京:北京邮电大学出版社,2007

# 固网智能化改造物理号码编号方案探讨

毕传欣 董士宝

(中国电信山东分公司, 济南 250101)

**摘要:**随着网络演进和市场发展,固网用户移机不改号的需求越来越多,而固网智能化改造是实现移机不改号的途径之一。本文介绍了山东电信在固网智能化改造背景下物理号码的编号方案、选择策略以及对支撑系统改造的要求。

**关键词:**固网智能化 业务号码 物理号码 SHLR 编号方案 移机不改号

## 1 引言

山东电信固网全网智能化改造工作启动较晚,主要原因是网络结构单一,大部分地市分公司为单端局设置,移机不改号在端局内部便能轻松实现。但是,随着 PSTN 网络停止建设扩容、NGN 网络投入运营以及光进铜退的大力推进,NGN 新增用户逐步增长,PSTN 存量用户也逐步向 NGN 网络迁移,跨局移机不改号的需求越来越强烈。

固网智能化通过引入 SHLR 设备,使跨局移机不改号成为可能。用户号码分离成业务号码和物理号码,业务号码保持不变,但物理号码的编码方案要结合现网号码资源、网络现状、业务安全、支撑系统来综合考虑可行、有效的方案。本文探讨了在实施固网智能化改造背景下,物理号码编号方案的选择策略以及对相应支撑系统的改造要求。

## 2 山东电信固网现状和智能化改造目标

目前,山东电信大部分固网存量用户是采用 PSTN 网络接入,而 NGN 网络用户较少,但新增用户主要为 NGN 用户。由于用户移机、光进铜退等原因,用户号码需要在 PSTN 网络和 NGN 网络之间迁移,客户存在跨局移机不改号的需求。在固网智能化改造

之前,用户号码是根据交换局所管理的号码范围进行分配的,用户号码和地理位置、所属局所等完全绑定,因此无法满足跨局移机不改号的需求。

固网智能化改造将引入 SHLR 设备,交换机的用户号码由一个号码变为两个号码也就是业务号码(用户号码 DN 或逻辑号码)和物理号码(路由号码 LRN),而 SHLR 将存储业务号码与物理号码对应关系的信息。业务号码是运营商分配给用户的唯一号码,也是用户对外公布的号码、被叫话机来电显示的主叫号码、主叫方所拨打的被叫号码以及计费号码。物理号码是运营商内部分配的路由号码,用于网络内部寻址,实现最终的呼叫接续,并不对外公布。当用户在交换机上发起呼叫时,主叫为物理号码,被叫为业务号码;与 SHLR 进行交互查询后,主叫变为业务号码,被叫变为物理号码,业务号码与物理号码的分离实现了用户号码的可携带能力。

## 3 物理号码编号方案选择策略

固网智能化改造后,将引入业务号码和物理号码两套用户号码。由于物理号码主要用于网络内部的路由寻址,所以可采用灵活的编号方案。目前编号方案可归纳为两种:

(1)业务号码编号方式不变,物理号码采用“前

缀+交换机内部号码”编码。

该方案根据物理号码前缀很容易判断出用户所归属的交换机,可以做到物理号码在本地网内的唯一性,日常维护效率高,查障排障更加方便,易于维护和管理。但由于改造后交换机的用户数据为物理号码,所以需要在全省端局的用户数据进行调整,风险和工作量较大。另外,在 SHLR 全阻断的情况下,被叫业务号码无法翻译成物理号码,基本呼叫接续无法保证。

#### (2)混合编号

混合编号是指业务号码与物理号码混合,两者的号码没有区别、可以重叠;所不同的是,物理号码的字冠指示交换机的位置信息或者归属网络信息。笔者将混合编号分为完全混合编号和部分混合编号。

##### 1)完全混合编号

完全混合编号就是所有的号码资源既做业务号码又做物理号码,业务号码与物理号码没有任何关系。南方电信由于本地网规模非常庞大,每个端局接入机房在投入运营前,将分配专门的整号段并按照号码顺序提前进行端口放号,也就是物理号码和交换机端口号是预先绑定的,一个用户在移机不改号的情况下,其业务号码将保持不变,而物理号码会根据装机位置选择就近接入机房的空闲端口以及对应的物理号码。完全混合编号维护管理较部分混合编号更为简单一些,但山东电信作为新运营公司,有其特殊性,采用完全混合编号并不适合。

##### 2)部分混合编号

部分混合放号方案就是将少量的号码资源只作为物理号码使用,与业务号码是不一致的;而大部分号码资源其业务号码和物理号码是一致的。山东电信各本地网 PSTN 用户规模很小,小局所、多模块、用户分散,同一接入机房内的用户号码并不在同一号段内选取、且不按照顺序编号,号码与端口也不是预先绑定的,而是根据用户喜好选择本端局号范围内的任一空闲号码,所以无法采用南方电信端口与号码预先绑定的方式,更适合采用部分混合编号方案。部分混合编号方案不需要对全省交换机用户数据进行大规模调整,避免了大量的网络割接调整工作。另外,在 SHLR 全阻情况下,被叫号码会直接作为物理号码接

续,由于大部分的业务号码和物理号码是一致的,所以能确保大部分用户的基本呼叫畅通;而对于业务号码和物理号码不一致的情况,被叫号码将无法接通,避免了完全混合编号方案下接通到错误被叫的情况。当然,部分混合编号方案也存在支撑系统实现难度较大且有一定管理难度的问题。

## 4 部分混合编号具体方案

部分混合编号方案要求每个端局仍保留本局所属局号,每个端局(包括 PSTN 和 NGN)建立一个一定容量的物理号码池,该号码池内的物理号码在本局所属局号范围内选择,一般为用户不喜欢的闲置号码(如带 4 的号码)。对号码池的物理号码需要做如下规定:

(1) 号码池中物理号码的管理(如号码分配、补充、更新等)由各本地网前端号码管理部门负责,分配的物理号码由信息化部门在 CRM 上设置策略,使之不能作为业务号码对外放号;同时,该物理号码由网运部门在资源管理系统中进行维护。

(2) 号码池中物理号码的日常维护,由各本地网网运资源管理部门负责,主要是根据号码池中物理号码资源使用情况,向前端号码管理部门申请新的物理号码;在资源管理系统中维护该部分号码,实现自动配线配号。

(3) 信息化部门负责维护 CRM 中该号码池中的物理号码,确保营业受理时该部分号码不能被用户选号,也就是该号码池的号码仅仅作为物理号码使用,不能作为业务号码对外放号。

## 5 对支撑系统的改造需求

固网智能化改造由于采用了业务号码和物理号码两套号码体系,所以必须对支撑系统进行相应的改造。涉及到的支撑系统包括:CRM、计费账务系统、服务开通系统、资源管理系统、自动激活系统、112 测试系统等。对支撑系统的改造要求主要包括:

(下转第 35 页)

# 威海联通固网智能化改造专网用户数据管理

夏俊蓉

(中国联通威海市分公司,威海 264200)

**摘要:**实现固网智能化的技术方案主要有两种,一是基于传统电路交换技术的固网智能化方案,一是基于 NGN 技术的固网智能化方案。针对威海联通本地固网网结构,我们采用基于 NGN 技术的固网智能化方案,将全市所有在软交换 NGN 网络中的 HLR(SDC)进行统一管理,真正做到了用户数据集中管理。

**关键字:**固网软交换 智能化 专网用户 数据管理

## 1 引言

随着通信市场的发展,固网运营商面临的挑战日益严峻。PSTN 在网络与业务方面都存在局限性,已无法满足业务创新和提供综合信息服务的要求,必须向基于 IP 的下一代网络(NGN)转型。鉴于这种形势,威海联通对目前的固话网络进行了智能化改造,以实现固网的移动化、智能化和个性化,创造更多的增值业务。网络智能化改造基于两方面:一方面保护现有投资,提高现有资源利用率,尽量延长 PSTN 使用期限,挖掘现网潜力,通过网络优化和智能化改造提升 PSTN 价值并降低运营成本;另一方面,为适应网络技术发展的趋势,根据市场竞争形势和业务需求,积极推动 PSTN 向 NGN 的演进。

## 2 威海固网改造后用户数据的管理

软交换 SDC 用户数据集中存储的引入,使威海率先实现了所有端局固网用户数据的集中化管理。全市共 14 个 EWSD 交换局端局的用户数据和所有专网用户数据全部上收到软交换 HLR(SDC),各种传统业务和智能业务都实现了全网用户数据集中化,以前无法管理的专网用户数据也实现了统一管理。所谓专网用户,就是指根据用户需求,将某段固话号段分给

用户,用户在自己的交换机对内部用户自行放号;局方将公网呼叫该号段的所有话务通过 2M、30B+D 等方式送到专网用户交换机,用户方交换机进行二次分析后接续到专网用户;而专网用户呼叫公网的所有呼叫也通过用户交换机的 2M、30B+D 等送到局方交换机进行分析接续。

### 2.1 传统专网用户管理的弊端

- (1)传送的主叫用户号码不规范。
- (2)用户权限无法管理,呼叫话单同 97 受理权限不统一,容易出现话费纠纷等问题。
- (3)实现增值业务难。如专网用户与公网用户组建虚拟网,实现方式比较困难,数据制作量大,而且复杂,容易出错。专网用户申请集团悦铃业务也要在汇接局做很多用户数据才能实现。
- (4)用户自行放号后不到联通进行 97 受理,出现无档话单。

### 2.2 固网智能化改造后专网用户数据管理的优势

现在通过固话软交换智能网络改造,所有专网用户数据与普通用户数据一样全部上收到软交换 HLR 上进行统一管理,所有的用户主被叫权限、来显、悦铃、虚拟网等业务,只要在 HLR 上控制就可以。如签

约用户的智能业务就能实现专网用户的集团或个性悦铃业务;专网用户与公网用户组建虚拟网业务也更加方便,统一在 HLR 中增加虚拟网数据即可,而不必单独为网内和网外电话分群。如果专网用户在自己的交换机进行放号但不到联通营业受理,那么该用户将无法通过联通网络实现同公网间的主被叫业务,这就有效地管理了专网用户的业务权限和增值业务使用。

### 2.3 威海联通固话现网网络结构图和具体实现方式

(1)图 1 为威海联通固网智能化改造的结构图。

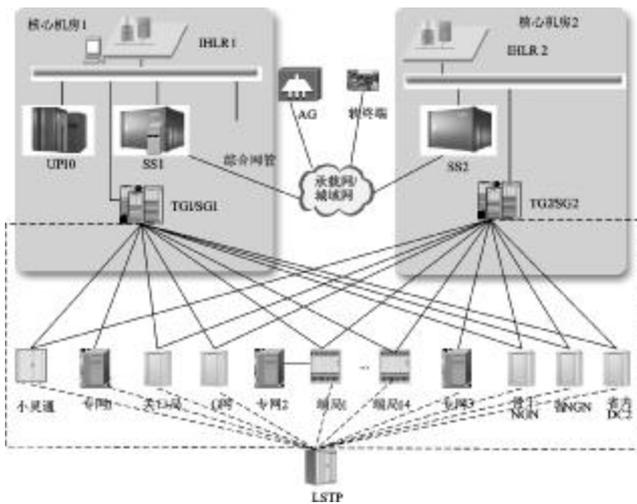


图 1 固网智能化改造结构图

#### (2)专网用户数据管理实现方式

威海联通对专网用户数据的管理采用同公网用户相同的放号方式,物理号和逻辑号一一对应,但用户属性选择智能业务上移用户,而不是全业务上移,这一点与公网放号不同,用户权限的配置采用两种方式:威海检察院采用的是在用户专网交换机上配置用户权限,在软交换侧 HLR 配置国际权限;其他专网用户数据采用在软交换侧 HLR 配置用户 97 权限,对用户权限全权管理。

图 2 为荣成广电专网用户同软交换 HLR 连接图。

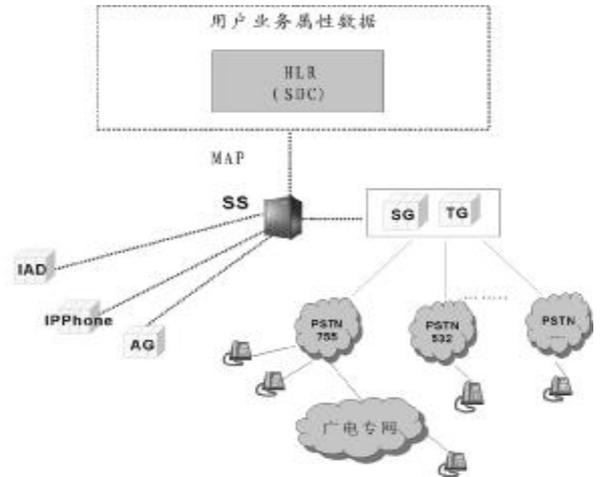


图 2 荣成广电专网用户同软交换 HLR 连接图

PSTN 市话端局的用户和专网用户数据均在 HLR 上进行用户数据管理,市话端局和专网交换机也放有用户数据,但号码为物理号码,其真正的逻辑号(对用户显示的号码)是在 HLR 上配置管理的。HLR 上配置的所有用户数据会下插到 SS 数据库中,任何专网用户的起呼都需要从专网交换机送到连接的端局后发送到软交换,然后在软交换 SS 上匹配用户数据认证。只有物理号码和逻辑号码的权限认证通过才能进行相应的业务使用。如果在 SS 上匹配不到相应的用户数据,那么 SS 会去 HLR 查找有没有相关数据,如果没有,那么拒绝;如果有,则进一步认证。SS 与 HLR 间采用 MAP+ 协议,具体业务流程如下。

普通呼叫的信令流程如图 3 所示。



图 3 上收用户普通呼叫认证流程

1)SS 的用户 A 呼叫 B,SS 向 HLR 发起 SRI 请求。其中,主叫号码为 A 的物理号码,被叫为 B 的逻辑号码。

2)SHLR 进行主、被叫号码的分析。首先查询主

叫逻辑号码,进而判断主、被叫智能业务签约属性。在主、被叫都没有智能业务的情况下,进行被叫号码的变换,在 SRI ack 中向 SS 返回主叫逻辑号码及被叫物理号码;如果 HLR 找不到主叫逻辑号码或被叫物理号码,则返回相应的操作类型。

3)SS 向端局发送 IAM 消息,IAM 中主叫号码为逻辑号码,被叫号码为物理号码。

4)端局收到 IAM 消息后回送 ACM 地址全消息。

所有专网中继通过 TUP、ISUP、随路、30B+D 四种方式上联到端局或者直接上联至软交换。荣成广电专网至 755 市话局间中继采用 TUP 信令,755 市话局至软交换中继采用 ISUP 信令,端局至软交换局中继开在 TG,信令开到 SG。威海是 TG 和 SG 合一机型 MSG9000,TG 至 SS 间采用 H.248 协议,SG 至 SS 间采用 SIGTRAN 协议,SS 至 HLR 间采用 MAP 协议。通过测试,发现随路中继无法实现对用户智能业务的管理,所以目前将专网中的随路 2M 全部改为七号或 ISUP,以便有效地管理专网用户的各种语音业务、智能业务和停开机业务,杜绝了专网用户不到营业厅进行 97 受理的历史问题。

(3)专网用户故障案例。

1)故障现象

荣成广电专网新装电话 78582\*\*,该用户为虚拟网用户,拨打内部小号正常,拨打大号不通,做被叫时提示空号

2)处理过程

该用户拨打小号正常,说明内部专网数据正常。跟踪拨打大号的信令,所拨打的码号能发送到 SS 侧,而且被叫正确。查看 HLR 用户数据,逻辑号和物理号相同,都是 78582\*\*,虚拟网数据、呼叫权限和其他补充业务数据均正常。跟踪拨打该用户的信令,也送到了专网直达中继,但仍提示空号。联系广电专网工程师跟踪其交换机,发现通过中继发过去的被叫同广电交换机用户数据不一致,连接该用户的号码专网交换机做的是 78587\*\*,所以该用户到了软交换侧无法同 HLR 的用户进行认证,导致不能正常呼叫和做被叫。将 HLR 上用户数据的物理号更改为 78587\*\*,逻辑号不变、仍为 78582\*\*,网外和网内呼叫均正常,被叫也正常。

图 4 为被叫不通时的信令跟踪结果流程。

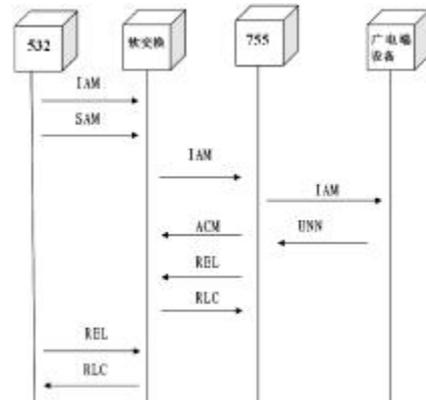


图 4 呼叫信令跟踪流程

3)问题总结

该用户进行受理时,客户资料和专网方面的资料不一致,造成用户数据和专网用户数据不一致。当 78587\*\* 用户到软交换 SS 进行认证时找不到该用户信息,所以呼叫被拒收。物理号改为 78587\*\* 时,HLR 将新的用户数据下插到 SS 上,SS 上就有了物理号为 78587\*\* 的用户信息,对应的逻辑号码为 78582\*\*,此时用户就能正常呼叫,而且对外显示逻辑号码 78582\*\*。正常情况下,专网用户数据的物理号和逻辑号基本保持一致,但因为已经受理为 78582\*\*,用户侧交换机也已做了号码为 78587\*\*,所以在软交换 HLR 上将物理号改为 78587\*\* 就能正常解决问题,而无需重新进行受理和更改专网交换机数据,用户小号也保持不变。

### 3 结束语

智能化改造后,网络将形成两级结构,即汇接局层面与端局层面。汇接局成为业务交换中心,端局用户的数据管理和业务提供可以统一由软交换支持。汇接局的功能由 TG 和软交换一起完成。端局业务汇聚到 TG 上,TG 同时完成本局用户与非本局用户媒体流的转换。网络智能化建设大大提高了现网的智能性,建起了一个智能业务支持平台,使现网不需依靠端局就可以比较彻底地解决业务触发的问题,从而提升固网对新业务的支持能力,过去一些难以实现的个性化业务现在都得以方便、灵活地开放给用户,极大地扩展了新业务用户群,包括不在端局的专网用户。

# 烟台联通关口局融合方案探讨

吕海燕

(中国联通烟台市分公司,烟台 264000)

**摘要:**本文针对烟台联通目前的关口局状况,从不同角度提出了三个改进方案,旨在解决多关口局转接、浪费网络资源的问题,以实现合理优化,提高网络运行效率。

**关键词:**关口局 融合 软交换 GT 寻址

## 1 引言

在联通融合的过渡时期,网络中存在多个关口局,导致与其他运营商的网络互联出口过多,电路利用率低,网络维护难度加大,增加了运营成本。通过移动网络、固定网络综合关口局的融合建设,可以合理优化网络,提高网络运行效率和服务质量,节约后期网络扩容投资,利于网络管理和维护,所以,关口局融合建设工作迫在眉睫。

## 2 网络现状与融合的必要性及存在的问题

重组后,固话、移动交换网在长途层面、关口层面网络结构出现重叠情况。以烟台联通为例,公司现有固网关口局2套、移动关口局2套,均为华为128模交换机,与烟台移动、电信及铁通公司开有直达电路。烟台固定网络至移动网络话务已割至汇接局疏通,并且目前固网关口局疏通话务呈下降趋势,而移动关口局话务有较大增长。但2个移动关口局由于机房环境原因,急需搬迁。因此,从网络安全、降低运营成本及合理调配人力资源等方面出发,应综合考虑移动关口局与固网关口局进行融合的问题。

另一方面,移动关口局目前不具备GT寻址、智能业务触发功能,网络结构不清晰;同时,关口局资源利用率不高,低于50%。而固网关口局具备智能业务

触发功能,并肩负着本地SSP及省网SSP的功能,开放了手机伴侣卡、异地手机加“0”等业务。因此,关口局融合时,固网业务需要进行大幅调整。

## 3 融合方案的探讨

关口局的融合建设要密切结合业务需求,注重考虑提升网络安全性和资源运行效率,统一语音网络结构并适应未来网络发展需要。现网组织架构如图1所示。

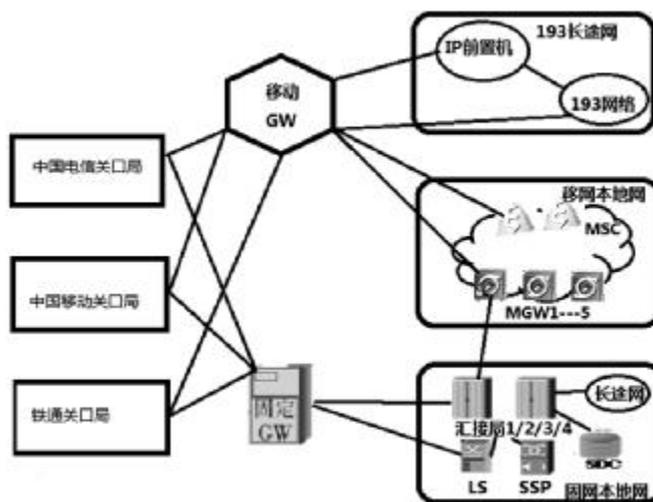


图1 关口局现网组织架构图

### 3.1 方案一:利用目前固定网络关口局替代移动关口局

由于移动关口局必须搬迁,因此可以暂时利用固定网络关口局承载移动关口局业务。而移动关口局未启用 GT 寻址功能,所以关口局只是起到一个话务转接计费的功能。鉴于此,可将各运营商的互通话务转接至固网关口局,由其承担所有互联互通工作。组网图如图 2 所示。

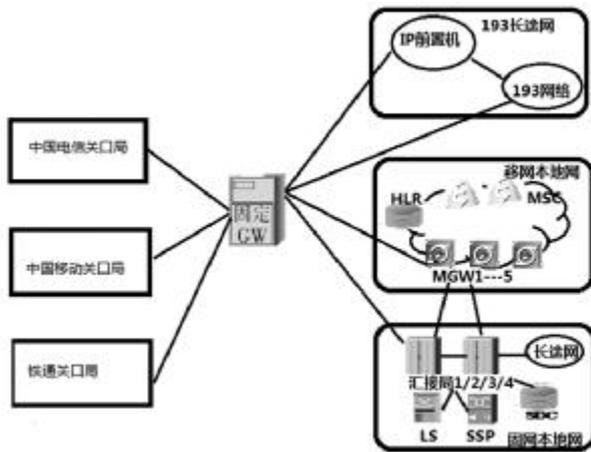


图 2 方案一组网图

首先,此方案对目前网上的各种业务影响最小,符合平稳过渡的原则;其次,网络改造规模小,可充分利用现有的网络资源。但存在以下缺点:

(1) 从技术发展方向考虑,移动关口局的 GT 寻址功能必须开放。但由于固网关口局已经开放了固网智能业务触发,同时接入了固网的 SHLR,所以无法开放移动业务的寻址功能,这样就对移动业务的发展有较多制约。

(2) 目前固网关口局是窄带交换机,不符合网络发展趋势,同时实装容量已经达到 73%,承接移动业务接入也需要进行大规模扩容,从投资科学性的角度考虑,方案一是不科学的。

(3) 由于目前在网间结算方面,固网与移动网仍有结算要求;移动、固网关口局合一,中继群也要分开设置,这就带来了中继线利用率低的问题。

以烟台固网关口局和移动关口局割接后的话务需求为例,计算出关口局扩容情况如表 1 所示,可以

看出需扩容数量达到了目前关口局容量的 76%,投资规模明显较大。

表 1 方案一关口局扩容需求计算表

局向	移动侧忙时话务量	预测话务量	固网侧忙时话务量	预测话务量	2M需求 (E1)
长途 1	216.23	482.46			26
长途 2	215.24	480.48			26
YTMGW1	758.22	1566.44			85
YTMGW2	1201.21	2452.42			132
YTMGW3	1340.08	2730.16			147
YTMGW4	1296.62	2643.24			142
YTMGW5	888.36	1826.72			98
YTTM1	420.63	891.26	1122.49	1239.73	118
YTTM2	483.27	1016.54	1275.02	1407.52	134
YTTM3	388.8	827.6	802.72	887.99	96
YTTM4	329.94	709.88	607.84	673.62	78
电信 GW1	315.14	680.28	664.11	735.52	79
铁通 GW1	30.07	10.14	76.28	88.91	9
移动 MGW1	2001.29	4052.58	1535.56	1694.12	312
移动 MGW2	1928.46	3906.92	1517.07	1673.78	303
小计	11813.56	24277.12	8072.31	8884.54	1785
备用					
需扩容数量					762

注:移动侧话务量增长率为 2,固网侧话务量增长率 0.1;每线话务量按照 0.6 计算。

### 3.2 方案二:建设新的软交换关口局替代目前关口局

从技术发展方向考虑,可以采取新建软交换关口局的方式,完成关口局的搬迁及替换工作,并为下一步固网与移动网络的融合奠定基础,优点如下:

(1) 新建统一的关口局,可以实现移动网络的 GT 寻址功能,互联互通呼叫能直接查询到临时漫游号码及转移号码,不需要再至端局触发查询,这就减少了路由迂回次数,提高了网络接通率,消除了 3G 业务发展瓶颈;同时,统一管理、统一话单结算也有利于网络维护成本的降低。

(2) 由于目前软交换网络为全 IP 网,所以,网络结构统一,适应了后续网络的发展趋势,实施后可满足较长时间内的网络发展需要;同时可以平滑过渡至 IMS 网络(软交换设备选型时,要考虑能够平滑向 IMS 网络演进),实现固定、移动网络的融合。这样能够最大限度地保护设备投资,对于移动、固网融合业务的开展也提供了保证。

缺点如下:

(1)对现网改动较大。因烟台已经完成了本地网络智能化改造,目前固网关口局承载了多种业务,如果进行融合,则需将所有业务下放至汇接局开放,这势必需要进行大规模的数据调整,从而对现网不可避免地产生影响。同时,融合后因业务等的需要,存在多次升级可能。

(2)需增加相应的投资,尤其是网管、计费中心都需要实现融合。

针对烟台联通的网络现状,软交换关口局建设可以考虑两种方案:一种为本地不新建软交换的 server,下挂于其他大区 server 下;另一种为烟台新建软交换 server。两种方案的优缺点比较见表 2。

表 2 两种建设方案的优缺点比较

	方案一	方案二
建设情况	新建两个 MGW, 替换移动综合关口局和固网关口局。	新建两个 MGW 和一套 server, 替换移动综合关口局和固网关口局。
优点	1、采用大区制建设, 核心局点维护力量较强。 2、符合全业务运营的网络发展趋势。 3、工程周期短, 建网速度快。	1、建设独立的融合软交换综合关口局, 保证网间互通点单一, 网络架构清晰。 2、符合全业务运营的网络发展趋势。 3、网络建设一步到位, 省掉了先集中再分散下沉的麻烦。 4、不依赖 IP 承载网, 安全性较高。 5、地市特色业务实现比较方便。 6、投资较第一方案不增加。
缺点	1、如果网络发展较快, 容量增长迅速, 存在新建 SERVER 可能, 后续需要 GMGW 的归属调整。 2、几个地市共用 server, 会对关口局作为 SSP 触发的本地智能业务有影响。	1、对于地市人员维护能力提出较高要求。 2、建设周期略长。

所以,在投资没有增加的情况下,烟台本地网倾向于建设软交换的 server, 这样可以降低网络运行风险,方便实现本地特色业务的开放,而且符合全业务运营的网络发展趋势。

根据业务发展需求及现网设备组网情况,新建关口局至各局向直连优先考虑 155M 光口直连,2M 电口辅助保护,光口采用 1+1 主备用模式,信令链路采用 64K CCS7 与 2M 高速信令链路;新建关口局开通

寻址功能,需与 HLR、HSTP 等信令网元开通直连信令。考虑建成后 2 至 3 年不需扩容,并预留部分中继及信令资源。

此方案可以根据工程的进展情况分阶段实施。

第一阶段:建设软交换关口局,开放移动网络的 GT 寻址功能,同时完成移动网络关口局的话务割接,如图 3 所示。

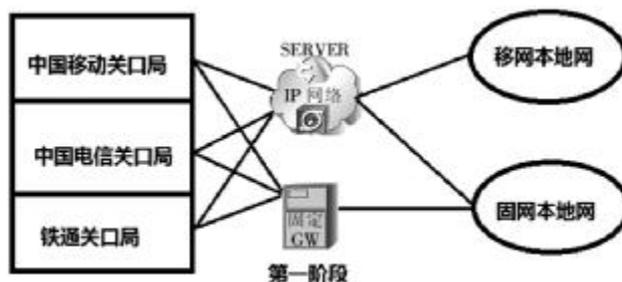


图 3 方案二第一阶段组网图

第二阶段:调查固网关口局的业务开放情况及网络组织情况,根据业务发展情况进行分步割接,将关口局所有业务下放至汇接局实现,关口局只完成基本话务转接功能。目前固网汇接局能够承担的业务情况如表 3 所示。

表 3 固网汇接局能够承担的业务情况

目前固网关口局开放的业务	固网汇接局是否具备功能
一号通业务	已具备
17909 手机伴侣卡业务	不具备,可通过省 SSP 解决
智能业务触发点	已具备
回拨通业务	已具备
异地手机加"0" 的录音通知及拦截	已具备
本地手机不需要加"0" 的录音通知及拦截	已具备
监听业务	已具备
大话务量应急限呼业务	已具备
SHLR 业务签约功能	已具备
端局话务疏通功能	可将全部话务指向汇接局疏通

第三阶段:完成固网关口局的割接,将互联互通话务割接至软交换关口局疏通,原固网关口局退网,如图 4 所示。

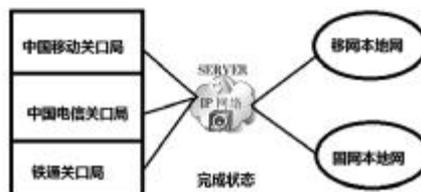


图 4 方案二第二阶段组网图

### 3.3 方案三:利用 IMS 设备实现固网、移动网络整合

鉴于目前 IMS 网络已有商用案例,在网络改造时可以采用一套核心网设备(IMS 设备)同时接入固定 NGN 及移动 3G 用户,这样能同时满足两个领域的建网需求,减少投资,在一个平台上实现包括呼叫服务器、媒体网关、智能网系统、语音系统和无线网元管理系统等,真正完成固定网络与移动网络的业务资源融合。

方案三的优点是技术先进,符合网络演进方向。缺点是 IMS 标准尚不成熟,日后网络升级成本高。

## 4 结束语

方案二提出的利用软交换设备、新建对外统一的网间关口局,是目前烟台关口局实现融合的理想方式。同时,替换下来的关口局设备可以作为汇接局等华为 128 模交换机扩容使用,或者替换目前本地网内运行年限较长的华为 32 模交换机。考虑到网络调整的复杂程度,方案可以根据工程的进展情况分阶段实施。

关口局目前已经成为网络中不可替代的重要组成部分。随着联通内部重组的完成,关口局融合的重要性和紧迫性已日益显现出来。建立融合的统一关口局,是联通实现全业务运营发展的必然趋势。



(上接第 28 页)

#### (1)CRM

CRM(客户关系管理系统)只管理业务号码,但根据部分混合编号方案,物理号码池中的物理号码不能作为业务号码对外放号。CRM 系统应针对这部分号码设置相应的策略,限制客户选择。

#### (2)服务开通系统

服务开通系统通过与资源管理系统的接口传递业务号码、装机地址等信息,由资源管理系统返回业务号码所对应的物理号码及端口、外线等信息。

#### (3)资源管理系统

资源管理系统需要维护物理池的号码,根据装机地址等信息分配物理端口等资源,判断服务开通系统传递过来的业务号码是否在本局所属局号范围内:如果在范围之内,则物理号码与业务号码相同;如果不在,则从该局物理号码池中随机选择一个物理号码作为该业务号码对应的物理号码。

#### (4)自动激活系统

自动激活系统中需要支持物理号码,接收来自服务开通系统提供的物理号码,生成含有物理号码参数的网元激活命令。

#### (5)计费账务系统

在 SHLR 阻断的情况下,由于交换机仍然要确保基本的呼叫畅通,所以故障时间段内话单的主叫为物理号码,计费账务系统需要做如下处理:若为物理号码池中的号码,则需根据资源管理系统中的相关信息转换为业务号码;若非物理号码池中的号码,则该物理号码即为业务号码。

#### (6)112 系统

根据用户提供的投诉信息,先将业务号码转变为物理号码,后续对物理号码进行测试。

## 6 结束语

通过固网智能化改造实现号码携带类业务如移机不改号时,对物理号码编码方案的选择要从网络实际出发综合考虑,采取更加高效、安全、易于维护的方案,并对信息化支撑系统的改造需求进行分析,使之清晰化、明确化,以便于信息化部门进行后续的系统改造与开发。

# 信令监测采集设备以太网分路器 TAP 设备之使用探讨

刘 宁

(中国电信山东分公司, 济南 250101)

**摘 要:**随着业务量的日益增大,信令监测系统数据采集链路的数据流量日益增加,数据采集接入设备单口千兆自适应以太网分路器 TAP 得到了越来越广泛的应用。本文着重探讨了信令采集过程中以太网分路器 TAP 设备特别是单口千兆自适应以太网分路器 TAP 设备的接入、使用情况。

**关键词:**信令监测 单口千兆自适应以太网分路器 快速连接脉冲

## 1 引言

在进行信令链路信息采集时,对数据流量不超过 30Mbps/s 的数据链路,一般通过在交换机上做镜像方式实现;而对数据流量超过 30Mbps/s 的数据链路,则使用串接入以太网分路器 TAP 设备方式来实现。目前使用的以太网分路器 TAP 设备主要有:单口 10M/100M 全双工以太网分路器(单口百兆 TAP),多口 6\*10M/100M 输入端口和 4\*100M/1000M 监测输出端口的全双工以太网分路器(多口百兆 TAP),单口 10M/100M/1000M 自适应全双工以太网分路器(单口千兆 TAP)和单口 10M/100M/1000M 自适应汇聚以太网分路器(单口千兆 TAP)等 4 种类型。

本文主要探讨单口千兆自适应以太网分路器在实际使用过程中的处置方案。

## 2 存在的问题

山东电信信令监测系统进行阿朗 A 接口数据的信令采集过程中,采集链路范围在阿朗 MSCE 至 7750 这一段链路,采集方法是将原 MSCE 至 7750 路由器这一段链路断开,接入单口千兆自适应以太网分路器。然后,单口千兆以太网分路器 TAP 的输出端口再接入相应采集设备,达到进行信令链路数据采集的目的,如图 1 所示。

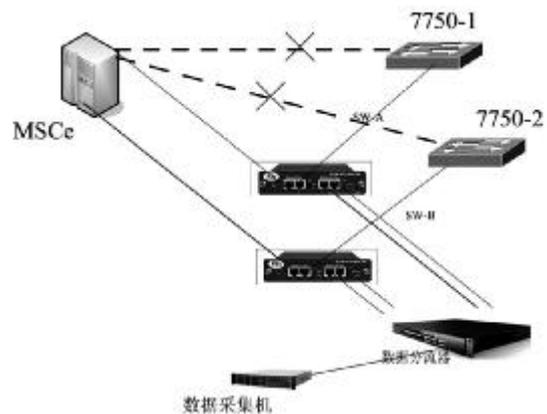


图 1 阿朗信令采集示意图

但在实际操作过程中,发现该方式存在如下问题:

(1) 单口千兆以太网分路器 TAP 接入 MSCE 至 7750 路由器之间的现网链路后,在进行单口千兆以太网分路器 TAP 设备下电过程中,通过 ping 数据包发现会丢失 11—12 个数据包,也就相当于现网业务会有瞬断(大约 11—12 秒);

(2) 同样,单口千兆以太网分路器 TAP 设备在上电过程中,通过 ping 数据包,也发现会丢失 11—12 个数据包。

## 3 解决思路

常见的两个千兆以太网的网络设备,一般是通过

标准的自适应过程来建立链路连接的。每个终端设备用发线对(1 号线和 2 号线)向对方发送“快速连接脉冲(Fast Link Pulses, 以下简称 FLP)””。对端设备的收线对(3 号线和 6 号线)收到这些脉冲后,开始在两个设备间建立会话。FLP 用于设备间发送分别支持的性能参数,如速率(10M/100M/1000M)、双工方式(全双工/半双工)、设备类型(Hub 或交换机/终端设备,即 DTE/DCE)、中断类型(平衡/非平衡)。一旦每个设备收到了对端设备的性能参数,即尝试适应成彼此都能够识别的最优设置。另外,具有千兆性能的设备还要确认从哪边的设备取时钟源。因为千兆链路的两端必须同步,所以,只有一边的设备(主设备)可以用它的内时钟作为发送数据的基准,另外一端的设备必须从主设备传送来的数据中提取时钟作为基准。主、从设备的选择是在自适应的过程中完成的。

千兆 TAP 在两个网络设备间使用时,TAP 必须在两个设备间建立链路。如果 TAP 没有加电,两个网络设备的端口即直接连接,此时 TAP 的作用仅相当于是两个设备间的一段网线。这意味着对于两边的设备而言,TAP 加电与否是完全不同的两种连接方式。



图 2 TAP 不加电时的连接示意图

TAP 不加电时,A 设备与 B 设备自适应并同步。



图 3 TAP 加电时的连接示意图

TAP 加电情况下,链路的连接是这样的:TAP 加电时,网络设备 A 和 B 之间已有的链路断开,A 和 B 分别与 TAP 相连。根据 TAP 设置的不同,将有两种可能性发生:

(1) 如果 TAP 设置为自适应,TAP 会主动发送 FLP,等待所连接设备的回应。这时,TAP 所连接的设备会显示链路中断,数据流会中断,显示为链路

DOWN。随后,TAP 所连接的设备会重新进入自适应状态,重新发送 FLP,然后和 TAP 进行自适应协商,新的连接也会随之建立。

(2)如果 TAP 设置为非自适应,TAP 加电后会立刻发送空闲帧。两边设备的现有连接很快切换到 TAP 上,所以,两边的设备只会因为发送和接收空闲帧而产生一个 3 毫秒级的瞬断。大部分的设备都会把这么短时间的瞬断当作正常的噪声来处理,不会重新自适应。因此,TAP 此时成功替代 B 设备,而 A 设备丝毫没有察觉。

根据上面的分析,千兆 Tap 在设置为自适应的环境下,加电、断电后需要一个自适应的过程。根据两端设备端口设置情况的不同,时间在 300ms—3s 范围内。如果设置在强制千兆的环境下,可以把链路中断时间缩减到 150ms 以下的级别。

## 4 实施方案

(1)MSCE 侧阿朗厂家工程师将其设备参数调整为自适应模式(阿朗设备只支持自适应模式),7750 侧阿朗厂家工程师将其设备参数设置为强制模式,单口千兆自适应以太网分路器 TAP 设备信令监测系统厂家工程师将其设备拨码开关设置为强制模式;

(2)设置后,单口千兆自适应以太网分路器 TAP 设备接入 MSCE 至 7750 这一段链路,经过 TAP 设备下电及上电过程中会有 7—8 个数据丢包。

经分析,原因是阿朗 MSCE 设备参数设置为自适应模式所导致,与单口千兆自适应以太网分路器 TAP 设备无关,所以,单口千兆自适应以太网分路器 TAP 设备的接入数据采集工作完成。

## 5 结束语

本文方案主要是解决了单口千兆自适应以太网分路器 TAP 设备在信令监测系统数据采集时 TAP 设备上、下电过程中对现网业务造成影响的问题,通过分析,定位出造成现网业务中断时究竟是何种设备导致现网业务瞬断,从而为后续单口千兆自适应以太网分路器 TAP 设备在信令监测系统及电信网络中的安全使用提供有力支撑。

# 缩短传输设备月平均阻断时长方案及实施

贾 霄 吴冬芬 孙承丽

(中国联通烟台市分公司,烟台 264000)

**摘 要:**由于传输设备月平均阻断时长超出公司要求,烟台联通 QC 小组经过认真分析、查找,确定了要因,采取针对性措施,缩短了月平均阻断时长,提高了客户感知度。

**关键词:**传输网 缩短 传输设备月平均阻断时长

## 1 引言

通信行业竞争的不断加剧,对各项业务的实时性、有效性提出了越来越高的要求,因此必须建设一个安全、稳定的传输网络服务平台。但是,作为衡量传输网络安全、稳定运行重要指标之一的“传输设备月平均阻断时长”一度却超出了公司要求,为此,烟台联通成立了“设备维护中心传输优化 QC 小组”,开展技术攻关。

传输设备月平均阻断时长,就是当月传输故障阻断时长(分钟)除以传输网在用设备总数(折算成 1 百端的数值)的值。

网络配置不合理,就是传输设备硬件不符合技术指标要求或传输网管数据配置不规范,影响了传输设备的正常运行。

## 2 现状分析

### 2.1 对传输故障阻断时长现状进行深入分析

为获得第一手资料,QC 小组提取了 2009 年 1—5 月传输设备月平均阻断时长数据,进行了分类整理,如表 1 所示。

表 1 2009 年 1—5 月传输设备月平均阻断时长

	1月	2月	3月	4月	5月	合计	每月均值
网络配置不合理	33	36	42	44	48	203	41
光缆中断	8	7	6	9	8	38	8
拉闸限电	5	8	8	9	8	38	8
光端机硬件故障	3	2	2	2	2	11	2
其他	1	2	2	1	2	8	1
合计	50	55	60	65	68	298	60

从表 1 可以看出,月平均阻断时长呈逐月递增趋势,最少为 50 分钟/百端,平均为 60 分钟/百端,均超过公司要求的 40 分钟/百端。对导致传输设备月平均阻断时长的主要症结进行统计,结果如表 2 所示。

表 2 2009 年 1—5 月传输设备月平均阻断时长汇总表

原 因	月平均阻断时长	占比
网络配置不合理	41	68%
光缆中断	8	13.5%
拉闸限电	8	13.5%
光端机硬件故障	2	3%
其他	1	2%
合计	60	100%

显然,网络配置不合理是造成传输设备月平均阻断时长的主要原因。

## 2.2 目标分析

### (1)历史水平分析对比

QC 小组对 2005 年—2009 年每月因网络配置不合理导致的传输设备月平均阻断时长进行统计分析,如图 1 所示。

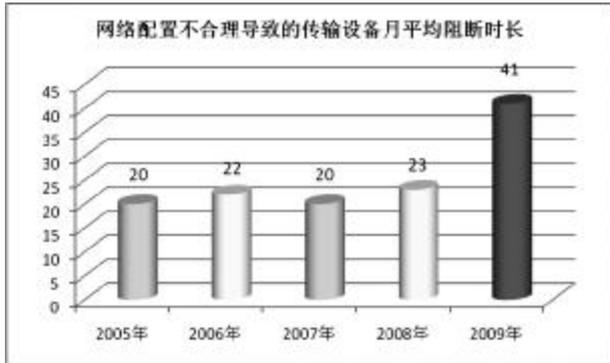


图 1 网络配置不合理导致的传输设备月平均阻断时长

可以看出,最少的为 2005、2007 年的每月 20 分钟/百端,最多的 2008 年每月也仅有 23 分钟/百端。如能找到影响网络配置的主要原因,由此引发的故障次数无疑将大幅度降低。

### (2)同行水平分析对比

小组对省内其他地市因网络配置不合理导致的传输设备月平均阻断时长进行统计分析,如图 2 所示。

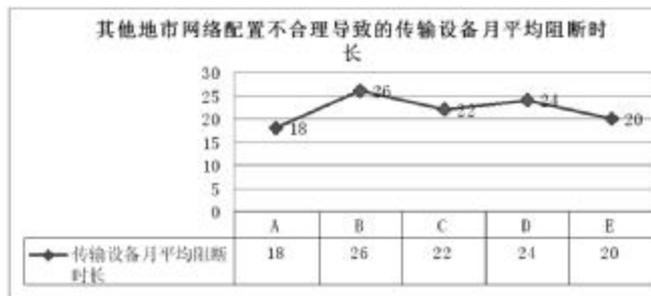


图 2 其他地市网络配置不合理导致的传输设备月平均阻断时长

可以看出,A 市的月平均阻断时长为 18 分钟/百端,这为小组提供了参照。

### (3)测算分析

经过测算,小组有信心将网络配置不合理所导致的传输设备月平均阻断时长降到 20 分钟/百端。如果实现,传输设备月平均阻断时长为  $60 \times (1 - 68\%) + 20 = 39$  分钟/百端,小于公司要求的 40 分钟/百端。

综上,公司要求的月平均阻断时长 40 分钟/百端是可以实现的。

## 3 具体实施

QC 小组开展了大量的网络调查,最终确定了导致网络配置不合理的三个要因:网关网元少,部分节点没有设置保护时钟,设备保护接地接到了工作地排。于是,分别采取了针对性措施。

### 3.1 增加网关数量,提高网管与网关通信速率

增加网关数量,首先要对全网设备的 IP 地址进行重新分段、规划,将网络分割为三个不同的 IP 地址段,将原来由一个网关网元管理的设备数量分为三个独立的网关网元进行管理。规划简图如图 3 所示。

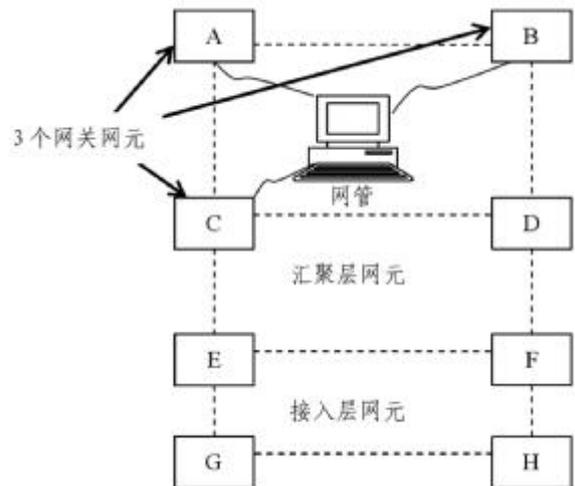


图 3 三个独立的网关网元管理网络简图

将网络分为三个不同的 IP 地址段后,减少了网关网元的管理设备的数量。同时,三个不同的网关网元与网管之间独立连接,将网管与网关网元之间的通信带宽扩大为原来的三倍。

在传输网管随机抽取 8 个传输网元进行 Ping 操作,具体情况如表 3 所示。

表 3 随机抽取 8 个传输网元操作结果统计表

网元序号	1	2	3	4	5	6	7	8	平均值
丢包率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
通信时间(ms)	39	41	63	57	66	48	56	30	50

由表3可知,8个网元与网管通信数据的平均丢包率为0%,且平均互相通信时长50ms,符合“丢包率为0,通信时长小于100ms”的标准要求。

### 3.2 增设部分设备保护时钟

通过网络调查,发现10端XDM-1000设备没有设置保护时钟。设备的线路第一路时钟劣化时,部分业务无法实现同步传输,导致业务中断。QC小组为这些设备增设了保护时钟。

保护时钟增设完成后,在传输网管随机抽取已增设保护时钟的6端设备,进行第一路时钟劣化的设备线路端口指针调整值测试,具体情况如表4所示。

表4 6个传输网元指针调整测试结果统计表

网元序号	1	2	3	4	5	6	平均值
指针调整值	0	0	0	0	0	0	0
测试时长(小时)	5	5	5	5	5	5	5

由表4可知,当第一路时钟突然劣化时,已设置保护时钟的这些网元符合“设备线路端口5小时指针调整值为0”的标准要求。

继而检查全网设备的时钟倒换功能,发现:所有设备都设置了保护时钟,始终保护倒换都可以正常进行,再没出现因时钟保护倒换所引发的设备阻断情况。

### 3.3 将设备接地改接到保护地排

将前期调查中发现的80端保护接地接到工作地排的传输设备的所在机房按照地理区域进行划分,实施集中整改,将所有传输设备的接地全部改接到保护地排。

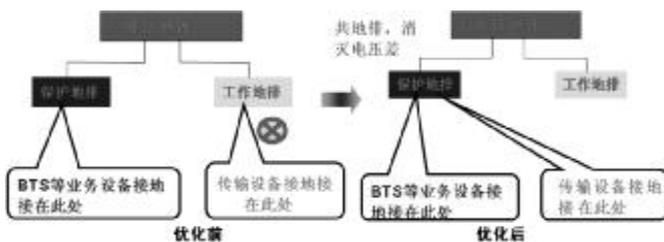


图4 传输设备接地改接到保护地排示意图

从整改完毕的机房中随机抽取7个机房进行设备接地和保护地排之间的电压差的测试,具体情况如表5所示。

表5 7个机房的设备接地和保护地排之间的电压差统计表

网元序号	1	2	3	4	5	6	7	平均值
设备接地和保护地排之间电压差	0	0	0	0	0	0	0	0

由表5可知,电压差全部为0,符合“传输设备接地与保护地排压差为0伏”的标准要求。

## 4 效果检验

QC小组对2009年7—11月的传输设备月平均阻断时长进行分析,具体情况如表6所示。

表6 2009年7—11月传输设备月平均阻断时长

	7月	8月	9月	10月	11月	平均
传输设备月平均阻断时长	39	38	37	36	35	37

由表6可知,传输设备月平均阻断时长大为缩短,由原来的60减少到37,达到并超过了预期目标。如图5所示。

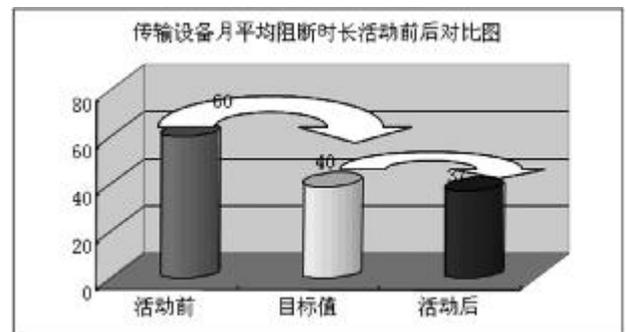


图5 传输设备月平均阻断时长活动前后对比图

为检查主要问题是否解决,小组提取了2009年7—11月传输设备月平均阻断时长数据,如表7所示。

表7 2009年7—11月传输设备月平均阻断时长分类表

	7月	8月	9月	10月	11月	合计	每月均值	占比
光缆中断	14	14	15	14	14	71	14	38%
网络配置不合理	12	11	12	13	12	60	12	32%
拉闸限电	6	6	5	5	5	27	6	15%
光端机硬件故障	4	4	3	2	2	15	3	8%
其他	3	3	2	2	2	12	2	7%
合计	39	38	37	36	35	185	37	100%

(下转第43页)

# 移动业务呼叫 IMEI 获取比例优化分析

师丽峰

(中国联通山东省分公司, 济南 250001)

**摘要:** 国际移动设备身份标识(IMEI, International Mobile Equipment Identity)信息在移动网络的传送涉及到接入时延、话单分析等诸多因素,网络索要 IMEI 号码的设置会增加用户接入时延。如何平衡这一矛盾,本文在分析基础上提出了解决方案并在现网中实施,取得了较好效果。

**关键词:** IMEI 接入时延 计费

## 1 引言

现网中存在大量的山寨机用户,虽然移动网络并未打开 IMEI 鉴权功能,但考虑到业务部门的话单分析等需求,网络索要 IMEI 号码的设置较为普遍,而此过程会增加用户呼叫接入时延。如何平衡两者之间的关系,本文在分析各方面因素的基础上提出了解决方案,以期达到改善用户感知、满足市场分析需求的目的,方案实施后取得了较好的效果。

## 2 问题的提出

在网络优化中,选取片区 A 的一部交换机(SERVER A)和片区 B 的一部交换机(SERVER B)进行对比。

通过日常路测数据对比分析,某时 SERVER A 与 SERVER B 覆盖下用户的接续时延存在较大差异,主要集中在呼叫接入阶段(CM\_SERVICE\_REQUEST 至 CALL PROCEEDING),SERVER A 较 SERVER B 多出约 0.5 秒。信令交互对比情况如表 1 所示(均选取其中较为典型的信令流程)。

经分析,增加的时延主要来自 SERVER A 用户标识请求和响应流程(Identity Request 和 Identity Response),流程包括网络向用户索要 IMEI、用户反馈终端 IMEI 两个环节;而 SERVER B 在主叫接入阶段,

表 1 信令交互对比情况

SERVER A	SERVER B
CM Service Request	CM Service Request
Identity Request	CM Service Accept
Classmark Update	Common ID
Identity Response	Classmark Update
Common ID	Setup
CM Service Accept	Call Proceeding
Setup	
MAP OPEN REQUEST	
Call Proceeding	

网络并不发起类似请求,因此不包含这个流程。

很显然,通过参数调整的方式将上述 IMEI 标识请求和响应流程去掉,是最直接的解决方案。但为满足市场部门的经营分析要求,话单中不含 IMEI 标识的比例不能下降。据此,就话单所含 IMEI 信息是否受到影响做了进一步分析。

## 3 问题分析

### 3.1 调整前分析

选取某日部分地市话单进行分析。其中,片区 B 选取 SERVER B 和 SERVER C, 片区 A 选取

SERVER A 和 SERVER D。调取各 SERVER 的主叫话单,发现不含 IMEI 的话单比例基本没有差异,以每日数十万张话单总量计算,比例约为 0.03%—0.05%。分析此类极少量不含 IMEI 的话单,判断其原因为终端因素。

此时,片区 B 核心网设备设置为“支持短消息话单获取 IMEI”为“是”;片区 A 核心网设备设置为位置更新、主叫接入、短消息过程获取 IMEI 比例均为 1。

### 3.2 数据调整过程

某日话务闲时,选取片区 A 交换机 SERVER A 为试点局,将主叫接入阶段 IMEI 获取比例由 1 调整为 0,即主叫接入阶段不要求 IMEI。当晚测试业务正常,且测试话单中均含 IMEI,主叫流程中已无用户标识请求消息,如表 2 所示。

表 2 测试信令流程

时间	跟踪实体类型	事件	方向	局向 ID	IMSI
23:11:18.25	RANAP	CM Service Request	Receive	461	460*****
23:11:18.25	RANAP	Security Mode Command	Send	461	460*****
23:11:18.38	RANAP	Security Mode Complete	Receive	461	460*****
23:11:18.39	RANAP	Common ID	Send	461	460*****
23:11:18.42	RANAP	Setup	Receive	461	460*****
23:11:18.42	MSCMAP	MAP OPEN REQUEST	Send		
23:11:18.42	MSCMAP	Send Routing Info Request	Send		
23:11:18.42	MSCMAP	MAP DELIMITER REQUEST	Send		
23:11:18.42	RANAP	Call Proceeding	Send	461	460*****

但调取三日后全天 SERVER A 话单,发现:主叫不含 IMEI 的话单数量较此前大幅增加,上升至 10.8%。

随后,交换机数据重新恢复。

### 3.3 话单 IMEI 比例分析

对比分析调整前、后的信令消息和主叫话单。就

表 3 调整后测试手机某日话单

IMEI	START_DATE	START_TIME	IMSI_NUMBER	MSISDN	OTHER_PARTY	MSC
	*****	170115	460*****	156*****	860*****	86*****
004400152020000	*****	170716	460*****	156*****	860*****	86*****
	*****	172257	460*****	156*****	155*****	86*****

信令消息而言,去掉主叫流程获取 IMEI 信息的部分,接续时延即可减少 0.5 秒左右,而主叫话单不含 IMEI 比例则大幅增加 10%左右。因此,了解两者之间的关联即成为解决问题的关键。

### 3.4 信令流程分析

自计费账务中心调取调整后某日 SERVER A 不含 IMEI 信息的所有测试手机话单,选取其中一部手机(156\*\*\*\*\*,山寨机),在 SERVER 上启动实时信令跟踪,并调取该手机近期所有的主叫话单。

#### 3.4.1 用户话单情况分析

查看调整前后该用户的话单,发现有一个奇怪现象:不含 IMEI 的话单在调整前、后均有,只是调整后的比例大幅增加。

以调整后话单为例,17:01 不含 IMEI,17:07 含

IMEI,17:22 又不

含。随后结合信令

跟踪进行验证,如

表 3 所示。

#### 3.4.2 信令跟

踪测试过程分析

参数调整后,

利用该手机进行测

试。最初查看 VLR

数据,IMEI 标识为

“NONE”,话单中不

含 IMEI;随后开、

关机,VLR 数据中

该用户 IMEI 标识为“004400152020000”;其后的 2 次

测试话单中也均含 IMEI,只是第三次拨测时发现话

单无 IMEI,而此时 VLR 数据中该用户 IMEI 标识又

被置为“NONE”。当时做信令跟踪,发现有另外一个

用户的 IMEI 与测试用户的 IMEI 相同,期间还进行

了一次位置更新,所以怀疑是片区 A 核心网设备处

理机制问题,即:IMEI 相同的用户接入时,系统可能

存在替换的处理过程。

经与片区 A 设备商沟通确认,该类型设备处理机制如下:

(1) 用户的 IMEI 信息在 R\_MS 表中会保存,IMEI 信息会进行唯一性检索。相同 IMEI 用户接入会冲掉之前用户的 IMEI 记录信息,这样就造成部分山寨用户在 R\_MS 表中没有 IMEI 信息;

(2)IMEI 唯一性检索以单个模块为单位;

(3)话单填写以数据区中的 IMEI 信息为准。

1)接入过程不获取 IMEI:数据区的 IMEI 信息从 R\_MS 表中读取,造成部分山寨手机话单中没有 IMEI。

2)接入过程获取 IMEI:数据区的 IMEI 信息由接入过程获取,然后同步更新 R\_MS 表中的 IMEI 信息,话单记录中有 IMEI 信息。

随后,模拟场景进行验证测试,同一模块的确是采用 IMEI 唯一性检索机制。

就此疑问向片区 B 设备商求证,该类型设备处理机制如下:

片区 B 交换机设置中,“支持短消息话单获取 IMEI”为“是”。该局在开机、第一次位置更新过程中,都会发起获取 IMEI 的流程(IDENTITY REQ 流程),并将 IMEI 信息填入 VLR 中。

因此可以得出结论,在位置更新或业务接入时,如 VLR 中没有记录 IMEI,网络会取 IMEI;如果 VLR 中已经记录 IMEI,则不会取 IMEI,而是直接采用 VLR 中的 IMEI 信息填入话单中。

### 4 解决方案及实施

根据前面分析,提出解决方案如下:

(1)片区 A 核心网设备更改 IMEI 唯一性验证机制。



(上接第 40 页)

从表 7 可以看出,网络配置不合理已不是造成传输设备月平均阻断时长的主要原因。

### 5 结束语

制。

建议片区 A 核心网设备更改其模块内 IMEI 唯一性验证机制。在目前山寨机较为普遍的情况下,该验证机制其实并无效果。调整方式有两种:

1)直接取消模块内 IMEI 唯一性验证机制。

与该设备商沟通,后者反馈:这样有可能影响现有程序对“IMEI 发起的紧急呼叫”等业务的实现,不建议采用。

2)调整 IMEI 获取机制,即:业务接入时,VLR 中如没有记录 IMEI,网络主动获取 IMEI;如果 VLR 中已经记录 IMEI,则不会获取 IMEI,而是直接采用 VLR 中的 IMEI 信息填入话单中。

(2)密切联系市场部门,调取话单信息,确保用户行为分析时不出现疏漏情况。

根据现场测试情况,正版手机是支持在位置更新时正确上报 IMEI 的;而位置更新时存在问题的,都是山寨机或不支持手机上报 IMEI 的终端所导致。

所以,也可直接调整 SERVER 数据,将接入阶段 IMEI 的获取比例调整为 0。但这是基于山寨机的 IMEI 号均为非法号码、不会与正常手机重复的推论;如果山寨机与正常手机的 IMEI 相同,则可能导致正常手机的部分话单中缺少 IMEI 标识,从而影响市场部门的分析工作。

经多方论证,确定片区 A 设备调整其 IMEI 获取机制,即如上文(1)-2)所述。现网实施后,取得良好效果。

### 参考文献

- 1 姜波.WCDMA 关键技术详解.人民邮电出版社,2008 年 5 月
- 2 胡捍英,杨峰义.第三代移动通信系统.人民邮电出版社,2009 年 8 月

烟台联通“缩短传输设备月平均阻断时长”措施的成功实施,直接导致传输网络中的业务中断率大大降低,网络质量得到提升,不但稳定了现有客户群体,也吸引了新的集团客户。活动改善了客户的服务质量感知度,有效减少了客户投诉量,提高了客户满意度,提升了公司在客户心中的形象和地位,产生了良好的社会效益。

# 节能型机房加湿系统研究

车 勇

(中国移动山东公司济南分公司, 济南 250022)

**摘 要:**通信机房的主设备常年发热,对环境要求较高。为保持机房恒湿,一般是由机房专用精密空调通过电极加热方式来完成,而该方式存在受水质影响大、维护量重、能耗高等缺点。节能型加湿系统采用湿膜加湿装置,直接利用机房空调的下送风口,将湿润空气送入机房,在满足环境要求的同时,极大地降低了能耗。试验期间,节能率达到98.7%。

**关键词:**电极加湿 湿膜加湿 节能降耗

## 1 引言

通信机房的环境要求较高,主设备常年发热,所以空调一年四季都要制冷运行。机房湿度的控制,一般由机房专用精密空调通过电极加热方式完成。它是将金属电极插入盛水的容器(空调加湿罐)中,水作电阻,水被加热后产生水蒸汽进行加湿。电极加湿器的控制稳定可靠,利用电流传感器实时检测加湿电流的工作情况和电流值,相关数据输入微电脑控制器(空调控制器)进行数据比较,数值不合理时将实时报警。这样可以准确地检测数值,精确地控制加湿量,以实现机房环境湿度的精密控制。

电极蒸汽加湿方式优点是工作迅速、均匀、稳定,水蒸汽无水滴、无白粉、无细菌、无杂质,是公认的洁净加湿方式。缺点是功耗大(功率一般在5至7千瓦左右),受水质影响大,维护费力耗时成本高,需经常检查维护、更换加湿罐或清除罐内水垢。在目前节能减排的大背景下,电极加湿方式势必需要改换。

## 2 湿膜加湿原理

湿膜加湿的主要部分由湿膜组成,是特殊成分的树脂材料经过粘结处理后,形成的波纹板状交联重叠的亲水性高分子复合材料。

加湿原理是将过滤后的洁净水通过供水管路送

至加湿器顶部淋水器,在重力作用下,水沿湿膜表面向下渗透、被吸水性极佳的湿膜材料充分吸收,形成均匀的水膜;当干燥的空气通过湿膜材料时,水分子充分吸收空气中的热量而汽化、蒸发,从而使空气的湿度增加,形成湿润的空气。在加湿过程中,空气的湿度增加、温度下降,但空气的焓值保持不变。

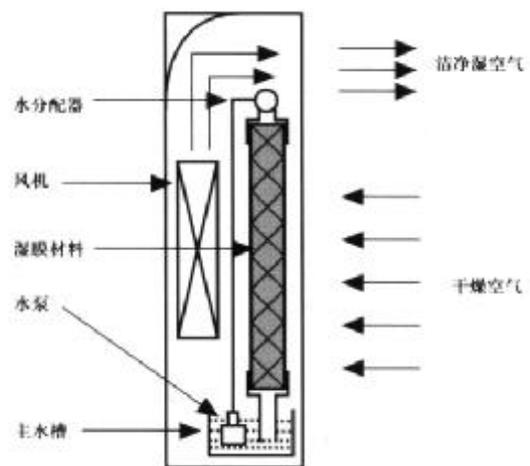


图1 加湿工作原理

目前湿膜加湿器主要有四种材料:有机湿膜、无机玻璃纤维湿膜、金属铝合金湿膜和金属不锈钢湿膜。

(1)有机湿膜加湿器一般为纸质,吸水性好,饱和效率高,材质轻,造价低;但容易腐烂,易滋生细菌,每隔几年需要更换湿膜。

(2)无机玻璃纤维湿膜加湿器吸水性好,饱和效

率高;但是易碎品,不便安装搬运。

(3)铝合金湿膜加湿器不腐烂,可反复清洗,适合作为循环水加湿系统;但吸水性差,饱和效率低,造价高。

(4)不锈钢湿膜加湿器,与铝合金湿膜加湿器的特点基本相同。

### 3 电极加湿与湿膜加湿的比较

#### 3.1 电极式加湿的缺点

(1)受水质影响较大。一般达不到设计参数,机房湿度偏低。

(2)维护量较大。经常要清除水垢、更换电极罐,维护费用很高。

(3)功耗大。每加湿 1 公斤水,至少需要 1000W 电能。标称 9 公斤 / 小时加湿量的空调,用于加湿的电耗为每天 200 多度。北方地区的加湿时间一般不少于半年,耗电 4 万度左右;按每度 0.8 元计算,年电耗支出为 3.2 万元。

#### 3.2 湿膜加湿的优点

(1)属于汽化蒸发式加湿,对机房无污染。

(2)对水质无特殊要求,一般自来水即可。因为是利用空气中显热使水蒸发,水温不增加,故结垢现象轻;配合机器自动检测排水,可大大减少维护量,无易损件。

(3)费用低。加湿 1 公斤水需要电能小于 100W,电费只是电热加湿器的 1/10、约 0.3 万元;一个加湿量要求 9 公斤 / 小时的机房,每年可节省电费近 3 万元,且加湿器对空气有降温效果、对空调有减轻负荷作用。

(4)除尘。干燥空气在通过湿膜时,大部分的悬浮颗粒被湿膜吸附,被水冲回水槽,且被自动检测排走,所以使空气得到净化。

### 4 试验实施情况

根据现实情况,考虑到阻燃、饱和效率问题,试验

选用 7 个无机玻璃纤维湿膜加湿器和 1 个不锈钢湿膜加湿器。整个装置安装在下送风机房空调静压箱的出风口,不使用风机,利用机房空调内的风机将湿润空气送入机房,进行空气循环。每台加湿器唯一消耗能源的装置就是一台额定功率 15 瓦的循环水泵。

#### 4.1 机房选取:济南移动某机房

该机房是公司核心机房之一,安装的主设备都是一些发热量很大的计费小型机,对温湿度的控制要求很高,具有代表性。机房面积 378 平方米,各种 BOSS 设备机柜 86 台。

机房装有 10 台海洛斯 Q22UA 型下送风机房专用空调,全部安装在 0.6 米高的空调静压箱上,便于利用风口处安装湿膜加湿装置。

#### 4.2 试验实施情况

(1)整个机房装有 8 套湿膜加湿装置。

(2)水处理

使用两台纯水机,机房两侧各装一台。通过三级过滤(滤除自来水中的铁锈、沙石、水中余氯、腐殖质、悬浮物、胶体等会污染湿膜的杂物)和一级反渗透膜(消除水中的细菌等有害物质)对自来水进行处理;再通过 PVC 管道,为加湿装置供应纯净水。

(3)湿膜加湿装置

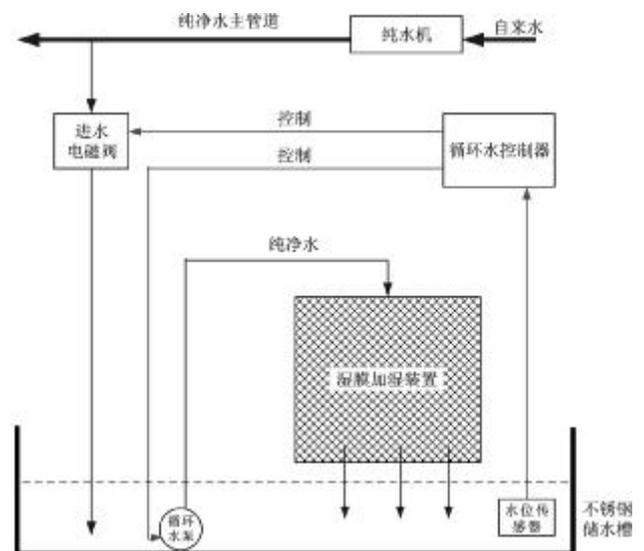


图 2 湿膜加湿装置示意图

#### (4)机房布置

分别在 8 台空调静压箱出风口处安装湿膜装置。机房装有 3 块湿度表,记录环境湿度。

## 5 电极式加湿与湿膜加湿效果对比

每年 10 月中旬到次年 6 月中旬, 机房空调就要开启加湿功能。为检验湿膜加湿装置的节能效果, 分别在 2 号、4 号、6 号、8 号空调的加湿电路中安装电能表各一只, 以记录四台空调开启电极式加湿功能(其余 6 台空调关闭电极式加湿功能)后在一段时间内消耗的电能; 然后在相同时间内, 关闭全部空调的电极式加湿功能, 只使用湿膜加湿装置, 以测试:

(1)仅使用湿膜加湿装置, 能否达到空调电极加湿的同等效果, 即湿膜加湿能否取代电极加湿而独立完成保持机房湿度恒定的任务;

(2)湿膜加湿替代电极加湿的节能效果。

### 5.1 空调电极式加湿的效果与耗能

2010 年 1 月 15 日 11 时至 22 日 11 时, 开启 4 台空调的电极式加湿功能, 表 1 所示。

表 1 环境湿度记录

(单位:%)

采样点 日期时间	1号空调	2号空调	3号空调	4号空调	5号空调	6号空调	7号空调	8号空调	9号空调	10号空调	东湿度计	中湿度计	西湿度计	平均湿度
1月15日 11:00	55.5	48.5	45	52	41	40.5	47	46	40	43.5	58	49	43	46.8
1月15日 15:00	56.5	50	49.5	52.5	41	38.5	45.5	46	39	45	56	48	46	47.19
1月18日 09:00	54	44.5	44	50.5	40.5	38.5	45.5	45.5	39.5	42	59	47	38	45.2
1月18日 15:00	50	46.5	42	51	43	36.5	42.5	41.5	40	40.5	56	45	37	43.9
1月19日 10:00	56	46	45	52	41.5	39	46	45	38.5	46	60	48.5	40	46.4
1月19日 14:36	55.5	46	44.5	50.5	40	39	47.5	48	41.5	44	59	48	38	46.2
1月20日 09:00	53.5	46.5	46	55.5	43.5	40	45	42.5	38	46	59	47	41	46.4
1月22日 09:45	53.5	48	46	53	39	37.5	45	45.5	39.5	45	61	49	42	46.4

注:空调记录的是回风湿度。

表 2 电能消耗记录

机房空调	电能表起码	电能表止码	消耗电能(KWH)	电费(元)
4号空调	0	4.5	4.5	3.375
2号空调	0	565.1	565.1	420.825
8号空调	0	802.2	802.2	601.65
6号空调	0	795.4	795.4	596.55
合计			2167.2	1625.4

根据空调运行记录, 四台空调一共开启电极式加湿功能 408 小时。济南工业用电电价为 0.75 元/千瓦时, 故电费支出 1625.4 元。

### 5.2 湿膜式加湿效果与耗能

2010 年 1 月 22 日 11 时至 29 日 11 时, 开启 8 台空调的湿膜加湿功能, 表 3 所示。

据估算, 结合机房现场条件, 采用静压箱出口送风从而省掉一般商用湿膜加湿器的主要能耗装置——风机, 大幅降低了装置能耗。自制湿膜加湿装置的主要部件是循环水泵, 能耗极低。按每台 20 瓦计算, 开启 8 台加湿装置, 运行 7 天:  $(0.02 \times 8) \times (7 \times 24) = 26.88$  (千瓦时)。电费估算:  $26.88 \times 0.75 = 20.16$  (元)。

表3 环境湿度记录

(单位:%)

采样点 日期时间	1号空调	2号空调	3号空调	4号空调	5号空调	6号空调	7号空调	8号空调	9号空调	10号空调	东湿度计	中湿度计	西湿度计	平均湿度
1月22日 14:00	53.5	46	44.5	47	39	51	47	42.5	40.5	40.5	59	47	48	46.5
1月22日 17:00	59	45.5	44.5	48.5	41.5	38.5	46	42	38	43.5	60	50	47	46.4
1月25日 09:00	53.5	43.5	44	51	40.5	38	43.5	40.5	36	44.5	59	47	44	45
1月25日 15:00	55.5	44.5	43.5	51.5	42	40	46	43	38	44	60	48	45	46.2
1月26日 09:00	54	47	45	50.5	42.5	41	48	43.5	37.5	48	58	47	45	46.6
1月26日 14:00	52.5	45	42.5	50	40	38.5	44	36	42	46	57	46	45	44.9
1月27日 09:00	52	45	43.5	51.5	41.5	39	44	40	36	46.5	58	46.5	44.5	45.2
1月27日 14:00	54	46.5	43	52	41.5	39.5	44.5	42	37	47.5	59.5	47.5	45	46.1
1月28日 09:00	55	48	49.5	54.5	42.5	41	48	44.5	38.5	49.5	59	49	45	48
1月28日 14:00	59.5	51.5	49.5	52.5	41	40.5	48	47	40.5	43	61	49.5	44	48.2
1月29日 09:00	51.5	43	43.5	51.5	40	37.5	43.5	40	36	45.5	58	46	43	44.5
1月29日 14:00	53	45	44.5	55	40.5	39.5	45	40.5	36.5	42	58	44.5	42	45

仅为19760元,投入产出比为1:2.6。

### 5.3 加湿效果与耗能对比

(1)加湿效果:通过实际测算,机房开启4台电极式加湿装置的平均湿度为46.06%,采用8台湿膜加湿装置的平均湿度为46.05%。实验证明:二者加湿功能等效。

(2)节能效果:如表4所示,同样时间段内,电极加湿方式电费为1625.4元,湿膜加湿方式电费为20.16元。使用湿膜加湿装置代替空调电极式加湿能够大幅节省空调耗能,节能率和节支率均达到98.7%。

表4 能耗对比表

加湿方式	机房湿度	电能消耗(KWH)	电费(元)	备注
电极式	46.06%	2167.2	1625.4	七天
湿膜式	46.05%	26.88	20.16	七天
对比	效果相同	节能98.7%	节支98.7%	

### 5.4 成本、投资回报及改进设想

每年10月中旬到次年6月中旬,试验机房的空调加湿需要开启8个月(32周)左右的时间。采用节能型机房加湿系统,一个加湿季预计可节省电费51367.68元。如表5所示,8套湿膜加湿装置的成本

仅为19760元,投入产出比为1:2.6。济南移动现有大小机房百余个,推广湿膜加湿方式,每年可节省大量机房加湿能源费用。

表5 机房湿膜加湿装置的改造成本

序号	名称	规格	单价	数量	合计
1	湿膜块	500×500×100	1000	8	8000
2	不锈钢水箱	510×350×100	400	8	3200
3	控制器	DY-3	400	8	3200
4	纯水机	400G	2680	2	5360
5	总计				19760

本次改造效果明显,但也存在着一些不足,包括:

(1)机房湿度现在无法控制,将来可以通过空调的湿度检测控制系统进行开关控制;

(2)循环水箱可以增加箱盖,以更加有利于机房安全;

(3)增加废水管道;

(4)进一步改进,达到实用定型机水平。

## 6 结束语

济南移动机房数量、空调数量众多,且机房密封性较好,每年开启机房空调加湿功能的时间较长,节能降耗潜力巨大。节能型机房加湿系统能耗极低,发展前景广阔,可以大幅节约运行成本,推动“绿色行动”计划的顺利实施。