

毕 业 论 文 (设 计)

中文题目： 高楼大厦 GSM 网络信号的优化实现

英文题目： Tall buildings GSM network signal optimized realization

姓 名 ke wg

学 号 xx

专业班级 xx

指导教师 - **huangjx guor**

提交日期 2006-05-20

摘要

移动通信的网络覆盖、容量、质量是运营商获取竞争优势的关键因素。网络覆盖、网络容量、网络质量从根本上体现了移动网络的服务水平，是所有移动网络优化的主题。本文通过分析高楼大厦 GSM 网络出现的问题，提出解决问题的方案，实现对高楼大厦 GSM 网络的优化。

关键词

GSM 网络优化 干扰

Abstact

The Mobile communication network coverage、capacitance and quality which are key factors of an advantage in competitions for businessmen of mobile communication. The network coverage、capacitance and quality exemplify communication`s level of service which are theme to all communication network optimizations. In this case, This artical introduces Tall buildings GSM network signal and analysing the interior network coverage problem to propose solutions to programs caused by wireless signals decline and interference etc. interior and outside.

KEY WORDS

Global System for Mobile communication network optimization interfere

目录

1 前言 1

2 GSM 网络优化的概述 2

2.1 网络优化的概念	2
2.2 网络优化工作的主要内容	2
2.3 GSM 网络优化流程	3
2.4 网络优化方法	3

3 中区大厦室内信号的特点 4

3.1 “盲区”区域	5
3.2 “乒乓效应”区域	5
3.3 “孤岛效应”区域	6

4 解决中区大厦室内覆盖的方法 7

4.1 覆盖方案	7
4.2 基站的小区参数设置	9

5 中区大厦覆盖系统的优化过程 11

5.1 掉话分析	11
5.1.1 问题描述	11
5.1.2 解决措施	12
5.2 相邻小区	14

6 结束语 15

致谢 15

参考文献 16

英文摘要 17

1 前言

GSM 数字移动通信系统是由欧洲主要电信运营者和制造厂家组成的标准化委员会设计出来的，它是在蜂窝系统的基础上发展而来的。随着移动通信的普及，GSM 系统已经成为最成熟的第二代移动通信系统，全球绝大多数移动运营商都采用了这种系统。到 2005 年 3 月 GSM 网络已经覆盖 200 多个国家，总用户已超过 10 亿，占全球移动通信总用户的 80%以上。

在 GSM 蜂窝制式网络中，高层建筑物室内 GSM 网络信号杂乱，干扰严重，通话质量差是其普遍现象。在建网初期，由于用户话务密度低，频率复用次数少，频率受干扰程度较小，因此，该现象被最大程度弱化。随着话务密度的提高，无线网络的不断扩大、用户期望值的上升及网络竞争形势日趋严峻，该现象将导致日益增多的网络投诉。在一些高层建筑物的低层，基站信号通常较弱，存在部分盲区；在大多数的地下建筑，如地下停车场、地下商场、地铁、隧道等场所，通常都是盲区。在大中城市的中心区，基站密度都比较大，平均站距小于 1 km，所以通常进入室内的信号通常比较杂乱、不稳定。特别是在一些没有完全封闭的高层建筑的中、高层，进入室内的信号非常杂乱，近处基站的信号、远处基站的信号通过直射、折射、反射、绕射等方式进入室内，信号忽强忽弱不稳定，同频、邻频干扰严重。手机在这种环境下使用，未通话时，小区重选频繁，通话过程中频繁切换，话音质量差，掉话现象严重。移动通信用户在室内的通信也受到了很大的影响和限制。

在本文中，先对 GSM 网络优化进行总体概述，然后对中区大厦 GSM 室内网络覆盖系统做大致的介绍，在通过中区大厦 GSM 室内网络覆盖系统出现的问题提出实现 GSM 网络优化的方法。

2 GSM 网络优化的概述

2.1 网络优化的概念

移动通信是至少有一方处于移动状态下进行通信的方式，所以移动通信网络的维护与优化和固定电话网络的维护与优化之间的差别是很大的。最大的区别是移动通信网的条件会不断发生变化，如周围环境、话务量分布等。

网络优化，就是对整个网络的资源根据需求和发展的情况进行调配，达到合理的运用。GSM 网络优化是指对正式投入运行的网络进行数据采集、数据分析，找出影响网络运行质量的原因，并且通过对系统参数的调整和对系统设备配置的调整等技术手段，使网络达到最佳运行状态，使现有的网络资源获得最佳效益，提高网络的平均服务质量，即最佳的覆盖；满意的信号强度以及最佳的通话音质和最低的掉话率等，同时也对网络今后的维护及规划建设提出合理建议。

网络优化的基本目标是提高或保持网络的质量，而网络质量是各种因素相互作用的结果，随着优化工作的深入开展和优化技术的提高，优化的范围也在不断扩大。从不同的角度来看，优化的目的则有所不同。从网络角度来看，主要是提高网络的服务质量和尽可能减少运营成本；从企业角度来看，主要是创造竞争优势和降低成本。归根结底，网络优化是为市场服务的，因此网络优化的最终目的是提高用户的满意度，使企业利益最大化。

2.2 网络优化工作的主要内容

网络优化工作的主要内容包括以下方面：

- 设备排障：发现并排除一些影响网络性能的设备故障。
- 提高网络运行指标：无线接通率、阻塞率、掉话率、切换成功率、话音接通率等。
- 提高话音服务质量。
- 话务均衡：G 网和 D 网之间、G 网内各小区之间、D 网内各小区之间的话务均衡。
- 网络负荷均衡：信令负荷均衡、设备负荷均衡、链路负荷均衡等。
- 合理调整网络资源，疏通网络中的一些瓶颈，增加网络容量（包括对突发性大话务量的支持）。

- 提高设备利用率：提高频谱利用率、每信道话务量等。
- 减少线路投资：合理安排有线链路，路由调整等。
- 建立和维护长期的网络优化工作平台，建立和维护网络优化档案。

2.3 GSM 网络优化流程

GSM 无线网络优化是一个闭环的处理流程（如图 1），循环往复，不断提高。随着近两年优化工作的不断深入，各分公司的优化工作实际上已进入一个较深层次的分析优化阶段。即在保证充分利用现有网络资源的基础上，采取种种措施，解决网络存在的局部缺陷，最终达到无线覆盖全面无缝隙、接通率高、通话持续、话音清晰且不失真，保证网络容量满足用户高速发展 GSM 无线网络优化策略

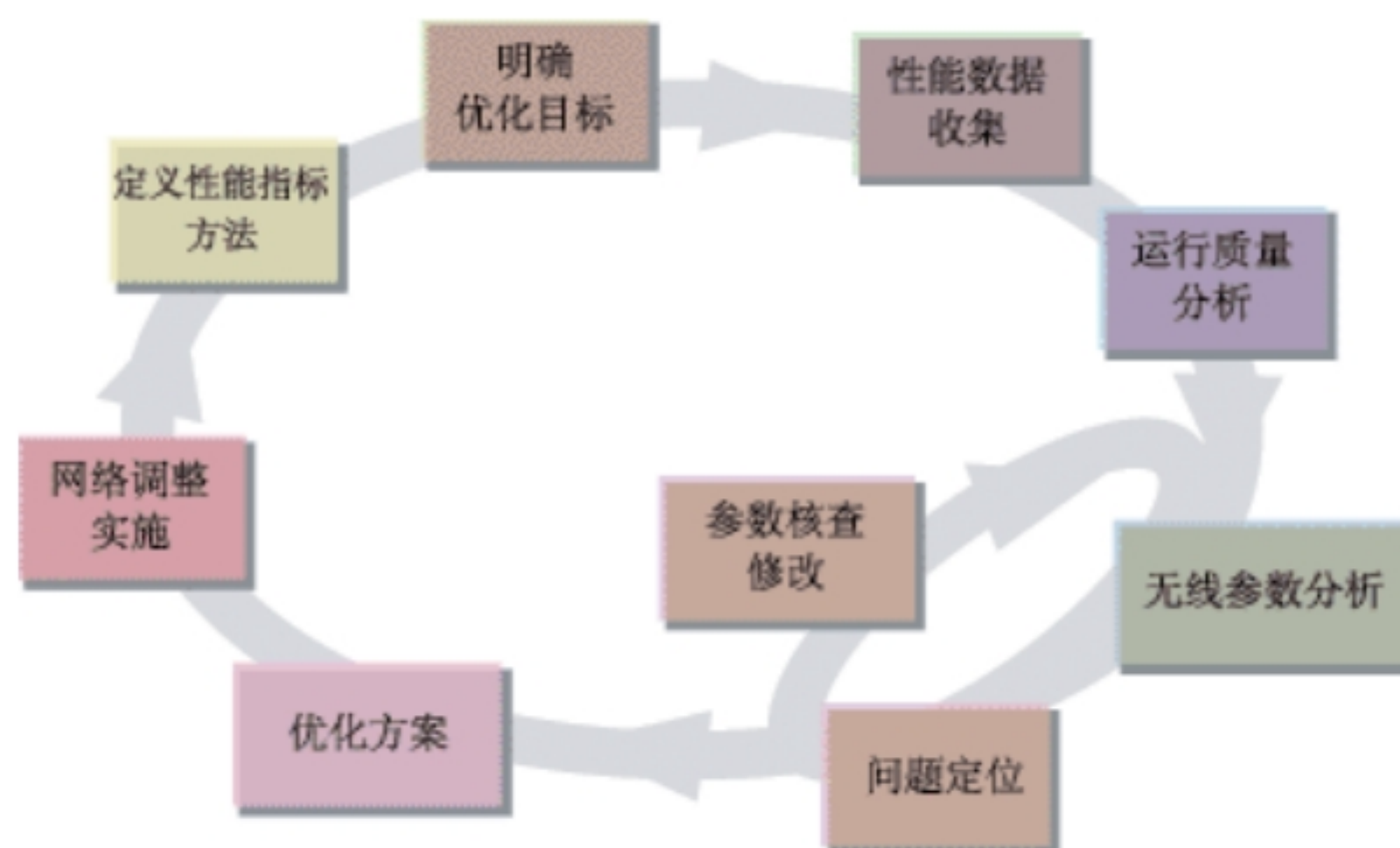


图 1

2.4 网络优化方法

网络优化常用方法如下：

1. CQT 测试（CQT, Call Quality Test）

CQT 测试是在城市中选择多个测试点，在每个点进行一定数量的呼叫，通过呼叫接通情况及测试者对通话质量的评估，分析网络运行的质量和存在的问题。

2. 路测（DT, Drive Test）

DT 测试是指借助测试软件、测试手机、电子地图、GPRS 及测试车辆等工具，沿特定路线进行无线网络参数和话音质量测定的测试形式，然后通过分析处理软件对测试数据进行分析，对网络进行评估和问题查找分析。

DT 测试包括使用无线测试仪表对无线信号强度、越区切换位置、越区切换电平等参数进行测量以及在移动环境中使用测试手机沿线进行全程拨打测试,通过所得无线参数以及呼叫接通情况和测试者对通话质量的评估,为网络规划、网络工程建设以及网络运行部门提供较为完备的网络覆盖情况参考,同时也为网络运行情况分析提供较为充分的数据基础。

3. 跟踪法

对网络 A、Abis、Um 等各个接口的信令进行跟踪收集,可以了解整个通信流程,发现其中存在的问题,然后有针对性地进行分析和解决。

4. TOP10 分析法

采用 TOP10 法对统计数据进行分析,可以较为容易地把各项数据关联起来,发现规律,找出问题。在日常优化工作中,每阶段对 10 个性能最差的小区进行优化处理可有效地提高网络整体性能目标。

5. 网络模拟法

实际运行中网络的质量(反映各小区 RF、BSC 等参数的配置水平),可通过多种手段进行评估,如路测、OMC 性能统计等。但规划中的网络质量则难以评估,因为规划报告(如覆盖干扰报告)给出的是宏观的统计数据。另外,网络优化过程中的优化效果,只能通过上网实际运行来验证,这就存在较大的风险。因此,有必要提供一种手段。在网络规划阶段(未建网)或网络优化阶段(网络已运行)对网络各个小区的 RF、BSC 等参数的配置水平进行评估,这就是网络模拟。

在网络规划或优化阶段,根据小区参数及 BSC 参数构造出设计参数对应的虚拟网络,模拟手机在网络中行走(即路测),考察其切换、重选等情况,给出设计分析报告,据此规划工程师给出 RF 参数、BSC 参数调整的建议。应用于网络规划中,可使规划结果更令人满意;应用于网络优化中,则可大幅度地降低网络优化的风险及费用(因为在实际调整前可在计算机上进行模拟以确定优化方案)。

3 中区大厦室内信号的特点

中区大厦是一座 32 层高的住宅楼(图 2)。-1 层为停车场,1 层为大堂,2-3 层为群楼,4 层以上为住宅。由于其所处地理环境的因素,基站密度都比较大,平均站距小于 1 km,受到干扰严重。经过测试和分析,可将其问题如下:



图 2

3.1 “盲区”区域

在中区大厦电梯以及部分区域由于建筑结构屏蔽的原因，网络信号无法穿透墙壁而形成盲区。通话质量测试图如图 3 所示



图 3 弱信号质量测试

3.2 “乒乓效应”区域

中区大厦高层内大部分区域，尤其是靠窗户近室外的区域。这种地方能接收到附近各种室外基站的信号，信号强度都差不多，且带来不同程度的同、邻频干扰，手机在这

种情况下通话时，不停地在几个小区间来回切换，且通话质量相当差。通话质量测试图如图 4 所示

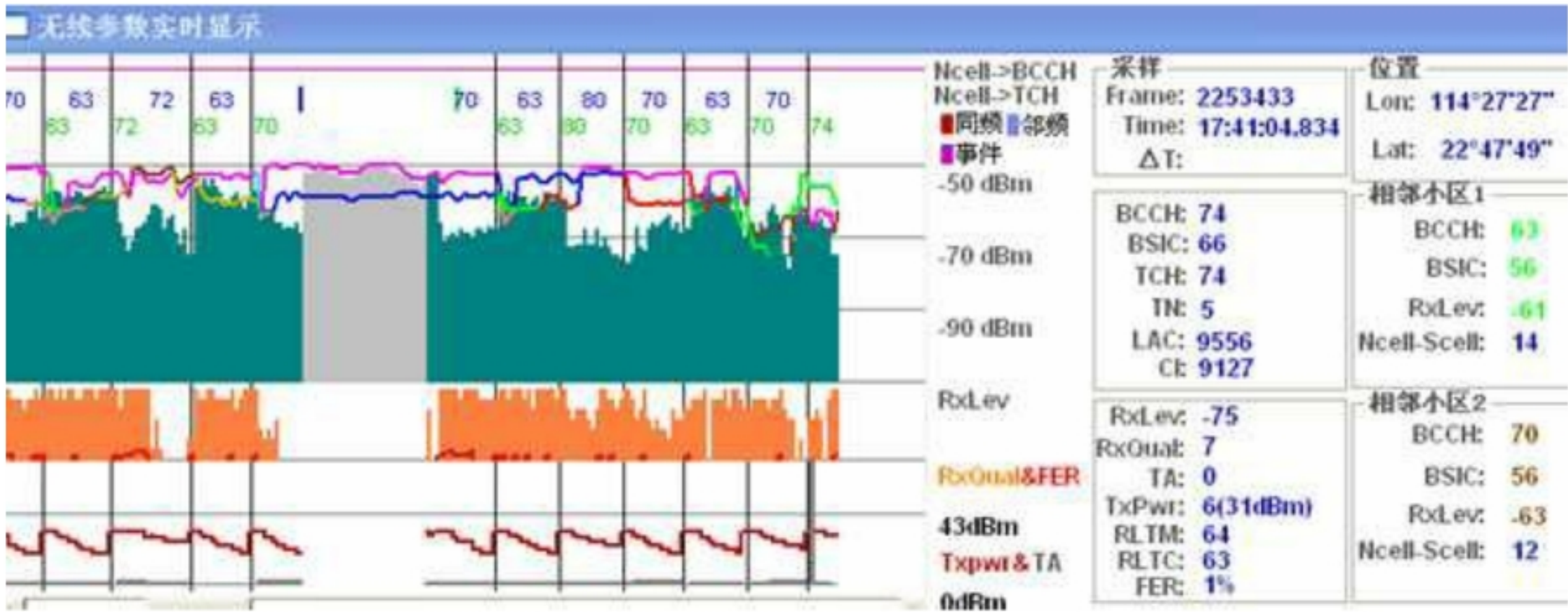


图 4

3.3 “孤岛效应”区域

这些区域在中区大厦的高层，这里由外界很强的信号覆盖，但由于各种干扰的因素造成手机根本无法解出任何一个小区的码，无法登陆上任何小区, 话质量测试图如图 5 所示

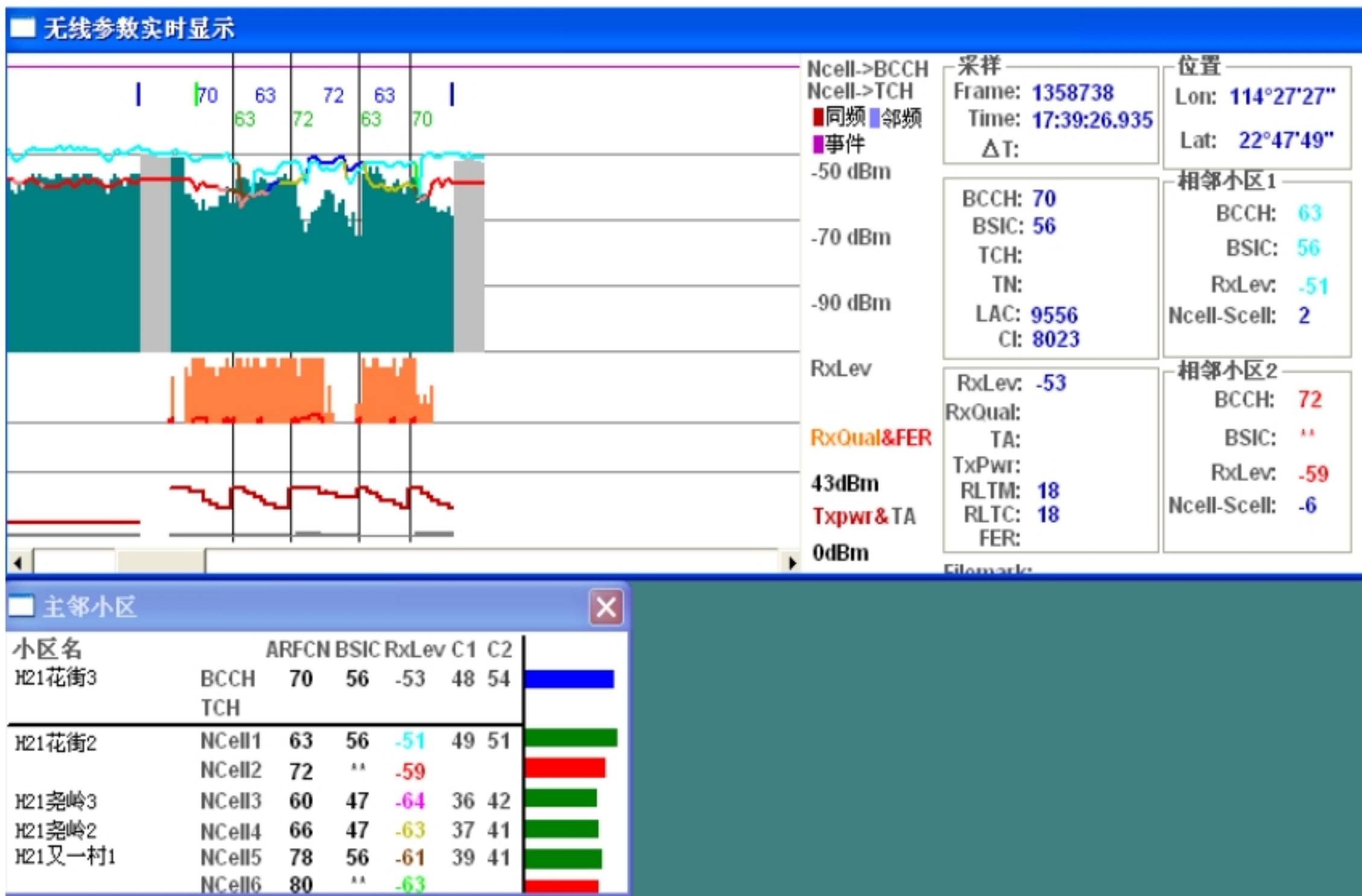


图 5

4 解决中区大厦室内覆盖的方法

4.1 覆盖方案

由于中区大厦所处地理环境比较复杂，基站密度都比较大，平均站距小于 1 k m，干扰严重. 考虑到中区大厦客流量大, 特别是高端用户多, 移动公司决定在中区大厦加一个微蜂窝, 现将室内覆盖常见的两种解决方案分述如下:

(1) 室内射频分布方案:

利用基站（微蜂窝）输出能量。该方案是选取不同耦合比的耦合器、功分器、经由馈线将基站（微蜂窝）信号送达建筑物内的各个区域。增加干线放大器，以补偿信号的传输损耗，延伸覆盖面积。系统如图 6:

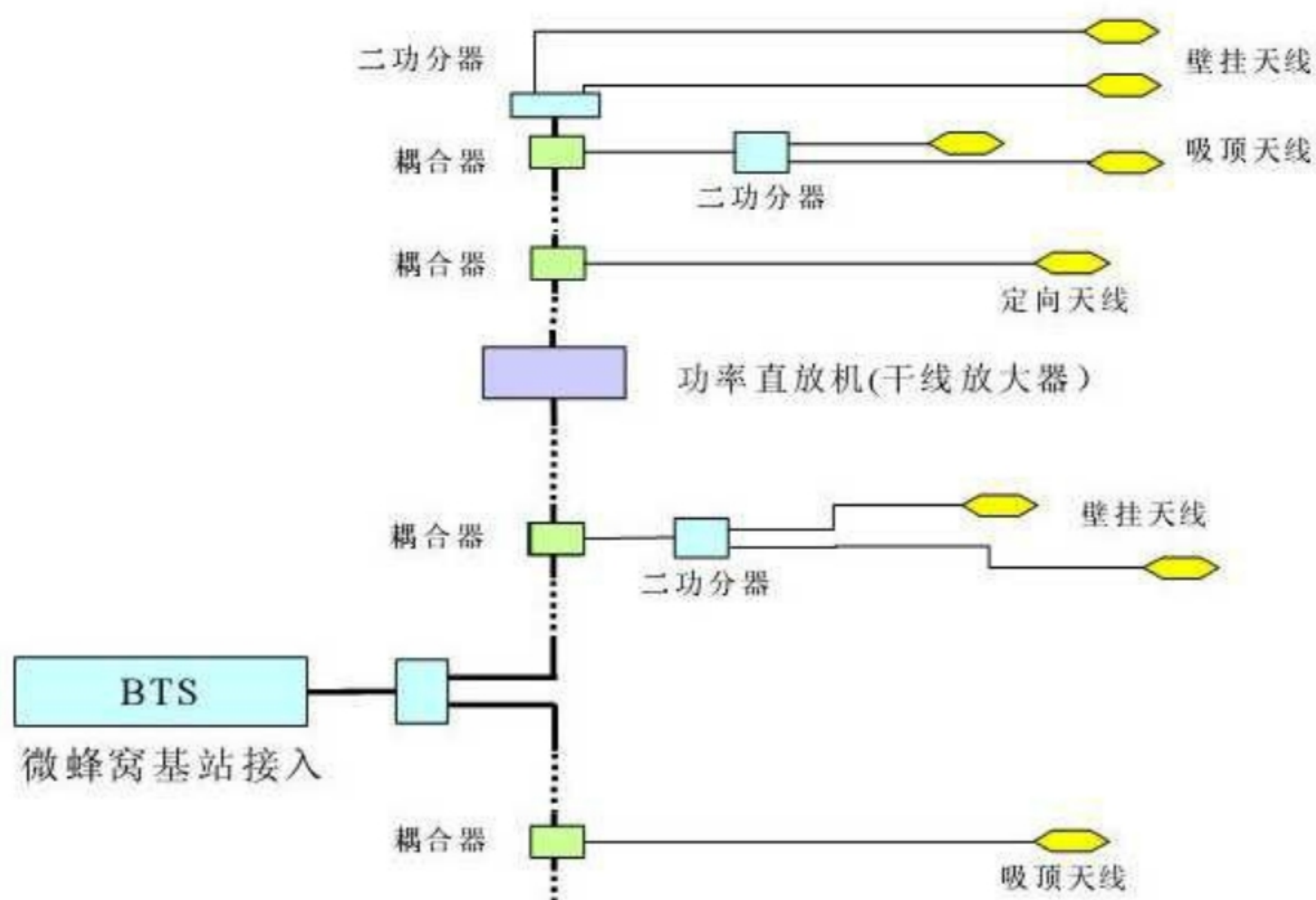


图 6: 室内射频分布方案

(2) 室内光纤分布系统方案

室内光纤分布方案，利用光纤传输损耗小、布线方便，适合远距离信号传输的特点，配合基站（微蜂窝），可解决高层及超大型建筑物内的信号覆盖，适用于要求较高的大型高层区域建筑物（群）、小区等场合。光纤室内信号分布系统由主机和远端机组成，

如图 7 所示

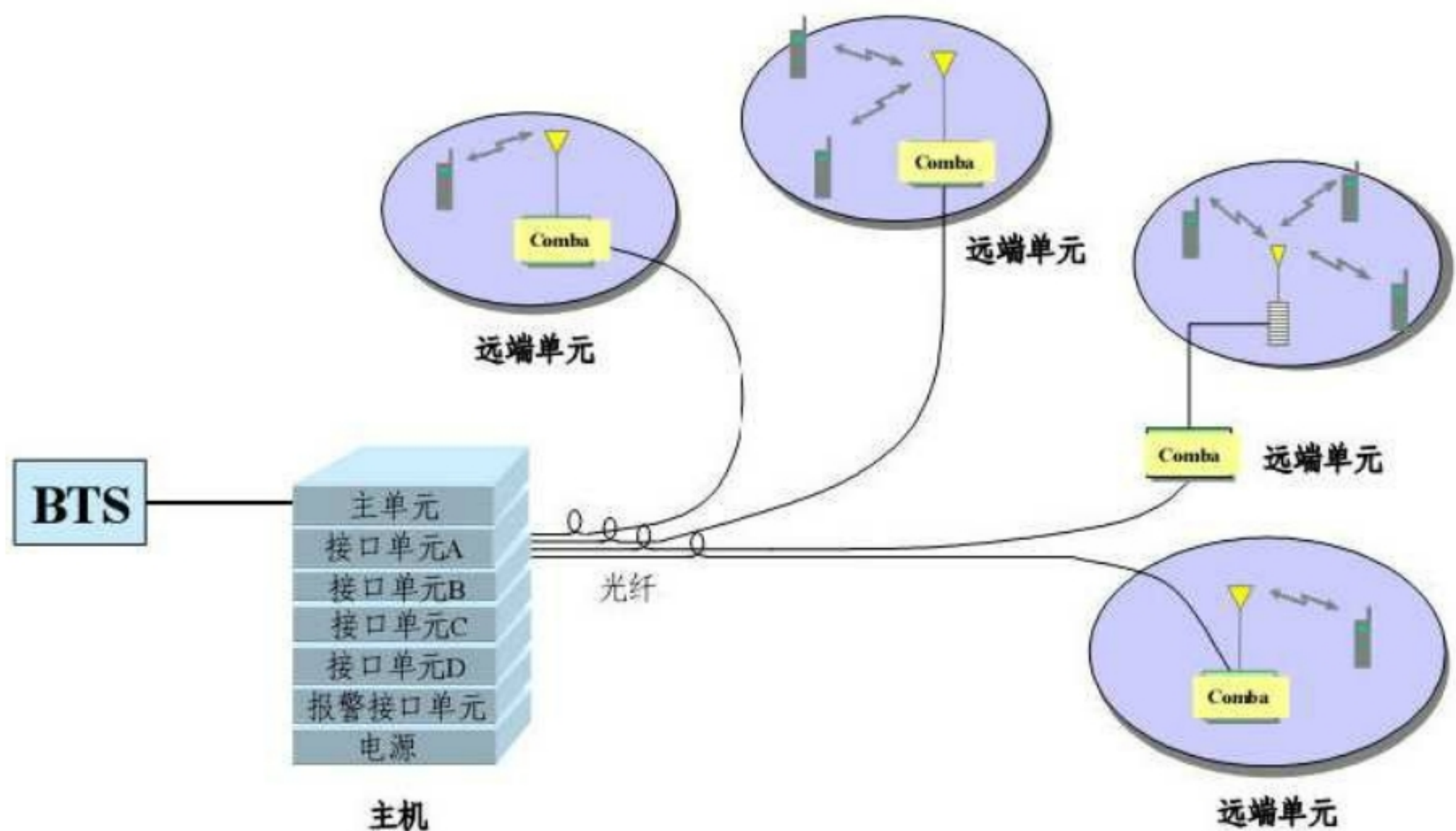


图 7

一般选取微蜂窝基站为信源。基于两个方面的考虑，其一是室外信号在室内干扰比较严重，必须采用新的干净的频点来覆盖室内，以保证良好的网络质量；其二是基于网络容量方面的考虑，大型建筑内往往话务量较大。改善高话务量地区的室内信号覆盖，基站或微蜂窝基站为信源的室内信号分布系统是最佳解决方案。构成室内分布系统的主要设备是：馈线、室内天线、功率直放机（干线放大器）以及耦合器、功分器等无源器件。在系统设计上主要考虑的是能量分配的问题，就是选取不同耦合比的耦合器、功分器、经由馈线将基站（微蜂窝）信号送达建筑物内的各个区域，

室内光纤分布系统的主要优点在于光纤线路损耗小，可以克服长距离馈线电缆的大损耗问题。多应用于基站发射端与天线之间距离很长的情况下，但目前，室内光纤分布系统建设成本还较高。经过分析，采用射频分布方案来解决中区大厦的室内覆盖，采用一个 3 载波的爱立信 RBS2202 基站作为信号源，再利用干线上的放大设备把信号均匀分布到大楼的每一个角落，尤其是高层采用密集分布天线的方式以获得足够强且均匀的信号，保证在通过对基站的参数进行调整后，室内用户都能登陆到室内小区的频点上。如图 8 所示：

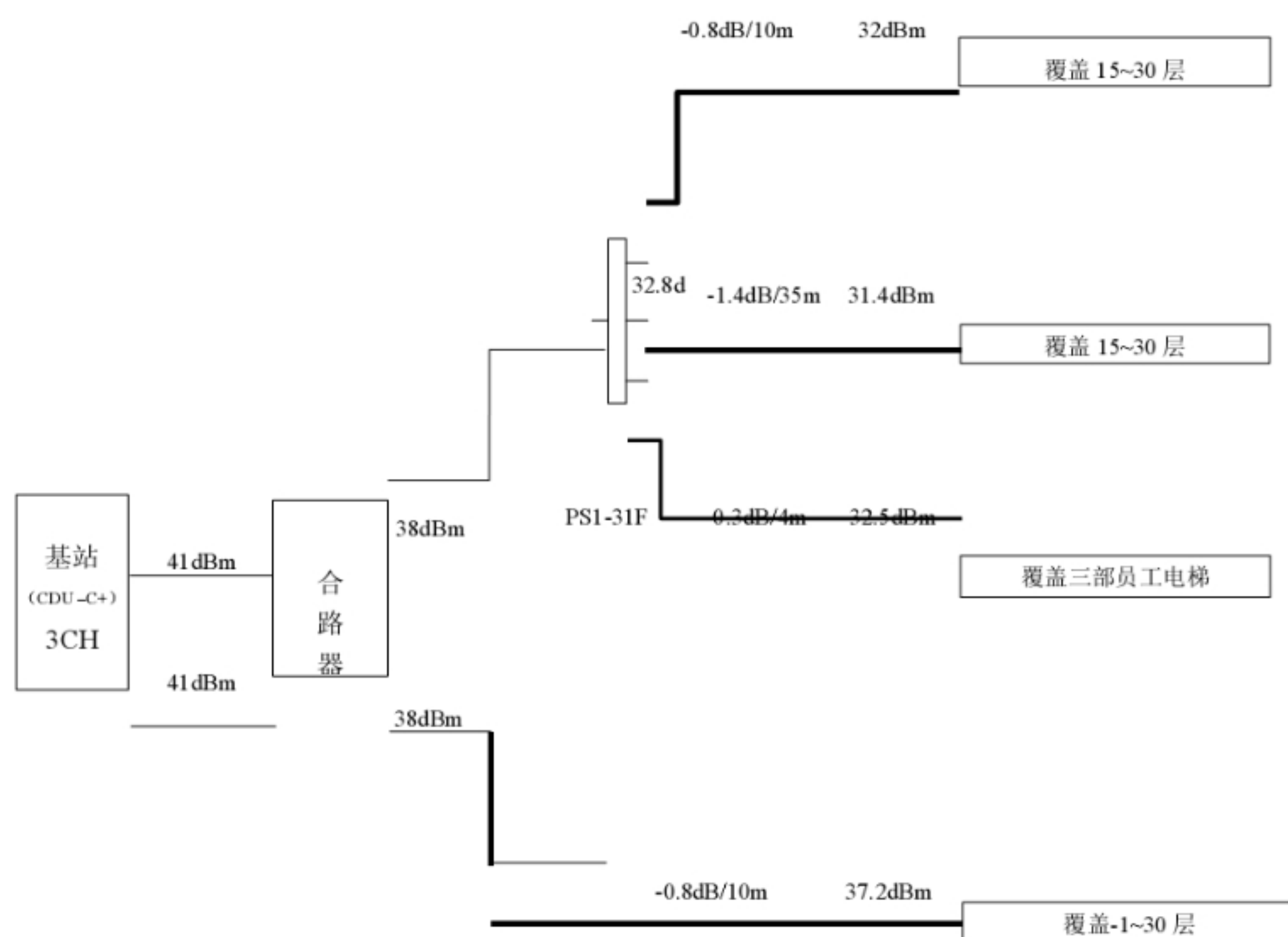


图 8: 覆盖系统原理

4.2 基站的小区参数设置

室内覆盖的主要目的是使室内的手机尽可能地使用室内覆盖站的信号，避免在高层使用信号不稳定的室外基站。因此在室内分布系统开通时，要对室内基站（或微蜂窝）进行参数调整设置，使的室内覆盖基站在空闲及通话状态时优先级别设置得比室外基站高。

1 手机空闲状态的控制参数

小区选择参数 C1 的算法： $C1 = (RXLEV - ACCMIN) - MAX(CCHPWR, 0)$

小区参数 C2 的算法： $C2 = C1 + CRO$

根据上面的公式算法，通过降低 ACCMIN 值和加大 CRO 值（设置时需根据实际情况），使得手机登陆在室内基站信号上，即使这时室内基站的信号覆盖相对室外基站信号弱一些。

2 覆盖边缘场强设定

边缘强度主要取决于接收灵敏度、衰落储备及干扰储备。在室内覆盖系统中，多径传播现象比室外系统更突出，特别是近场区，因此，在考虑快衰落储备时应有比较大的余量，一般取 10—15dB 左右，而慢衰储备在室内系统中一般不去做太多的考虑，这是

由于室内移动用户移动速度缓慢，覆盖半径只有几十米左右，周围环境变化不大，在作覆盖预测时已作为阻挡损耗计算体现在设计中。干扰储备的取定与周围环境及宏蜂窝的频率复用模式有关，在干扰特别情况下，C/N 决定小区的覆盖，如：偏远的农村及大型建筑物的中间部分；因此，我们将室内干扰分为三种情况考虑：

(1) 低干扰情况：宏蜂窝采用 4/12 的频率复用模式，复用次数不多，所处位置室外覆盖较差，室内覆盖部分比周围建筑物高度低，只有靠窗等地方能收到微弱的信号，且都在-90dBm 以下；或室内系统采用专用频率及多层小区优先接入结构，干扰储备可取较小，一般取 5dB 以下。

(2) 一般干扰情况：所处位置室外覆盖较好，但室内覆盖部分较差，和周围建筑高度相差不多，有小部分地方能收到信号，但信号都较弱，在-85dBm 以下；干扰储备可取 5—10dB。

(3) 高干扰情况：宏蜂窝采用 3/9 或 MRP 的频率复用模式，复用次数较多，所处位置室外覆盖较好，室内覆盖为解决高话务或建筑物的高层部分受到来自宏蜂窝多方向的杂乱不稳定信号的干扰，或比周围建筑物高，能收到外面信号但质量较差；干扰储备可取 10dB 以上。这时室内系统建议采用宏蜂窝没有用的频率及多层小区结构（HCS），在小区等级、接入电平及切换参数上设计时应加以注意。另外，覆盖边缘场强的取定也与宏蜂窝的切换有关系，当我们要求室内话务完全在室内吸收时，室内系统应不与宏蜂窝切换或限制切换；当室内覆盖只是作为一种补充手段时，应与宏蜂窝有正常切换；采用直放站做信号源时，更与外部信号强度相关。当系统存在有源器件（即存在线路放大器或有源、光纤分布系统）时，系统应考虑噪声储备 1.5-10dB，特别是光纤分布系统。综上所述，以手机的接收灵敏度为-102dBm 计算，各种情况下的覆盖边缘强度取定如下表：

干扰情况	高质量覆盖要求 (DBM)		正常的覆盖要求 (DBM)		系统应增加的噪声储备 (DB)		
	专用频率及 HCS	正常的频率复用	专用频率及 HCS	正常的频率复用	存在线路放大器时	有源分布系统	光纤分布系统
低(A)	-85	-80	-90	-85	5-8	5-10	10-15
中(B)	-80	-75	-85	-80	5-8	5-10	10-15
高(C)	-75	-70	-80	-85	5-8	5-10	10-15
参考取值	-80		-85		6	8	12

表 1 :边缘强度界定表

中区大厦在低层和电梯，外界信号少而且比较弱，主要解决的问题是盲区覆盖，设定覆盖边缘场强为-85dBm；而它在高层，外界信号强而且杂乱，解决的问题是“乒乓效应”，根据外界信号强度，设定覆盖边缘场强为-65dBm。

5 中区大厦覆盖系统的优化过程

5.1 掉话分析

5.1.1 问题描述

掉话可分为两种形式，一类是在 SDCCH 信道上的话，一类是在 TCH 信道上的掉话。SDCCH 的掉话是指在 BSC 给移动台分配了 SDCCH 信道而 TCH 信道还未分配成功期间发生的掉话。TCH 的掉话是指在 BSC 移动台成功分配了 TCH 信道后，发生的不正常掉话。

掉话产生的具体原因，观察方法及解决措施，参看下图 9。

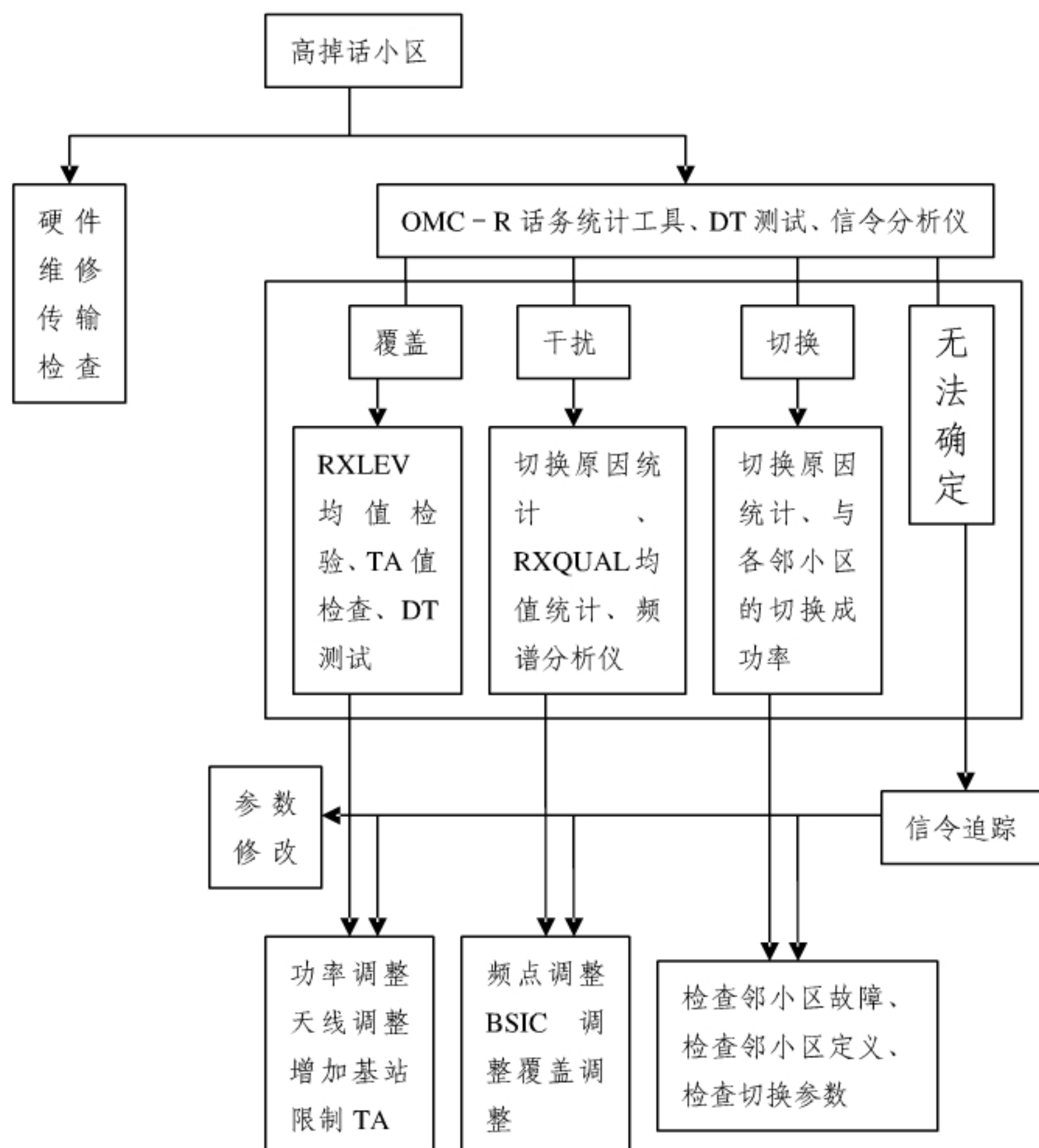


图 9

系统在 12 月 12 日开通后，信号源中区大厦出现了大数量的掉话，最高时每小时掉话数达到了 102 次。经过分析，掉话与系统的特点有关。中区大厦系统实际是一个高层室外分布系统，天线安放于 34 楼天台，属于高层站+分布系统型，容易产生上行方面的掉话。下图 10 为我们根据对中区大厦作了一个 CTR 所反映出来的一个典型上行弱信号和质差掉话图：

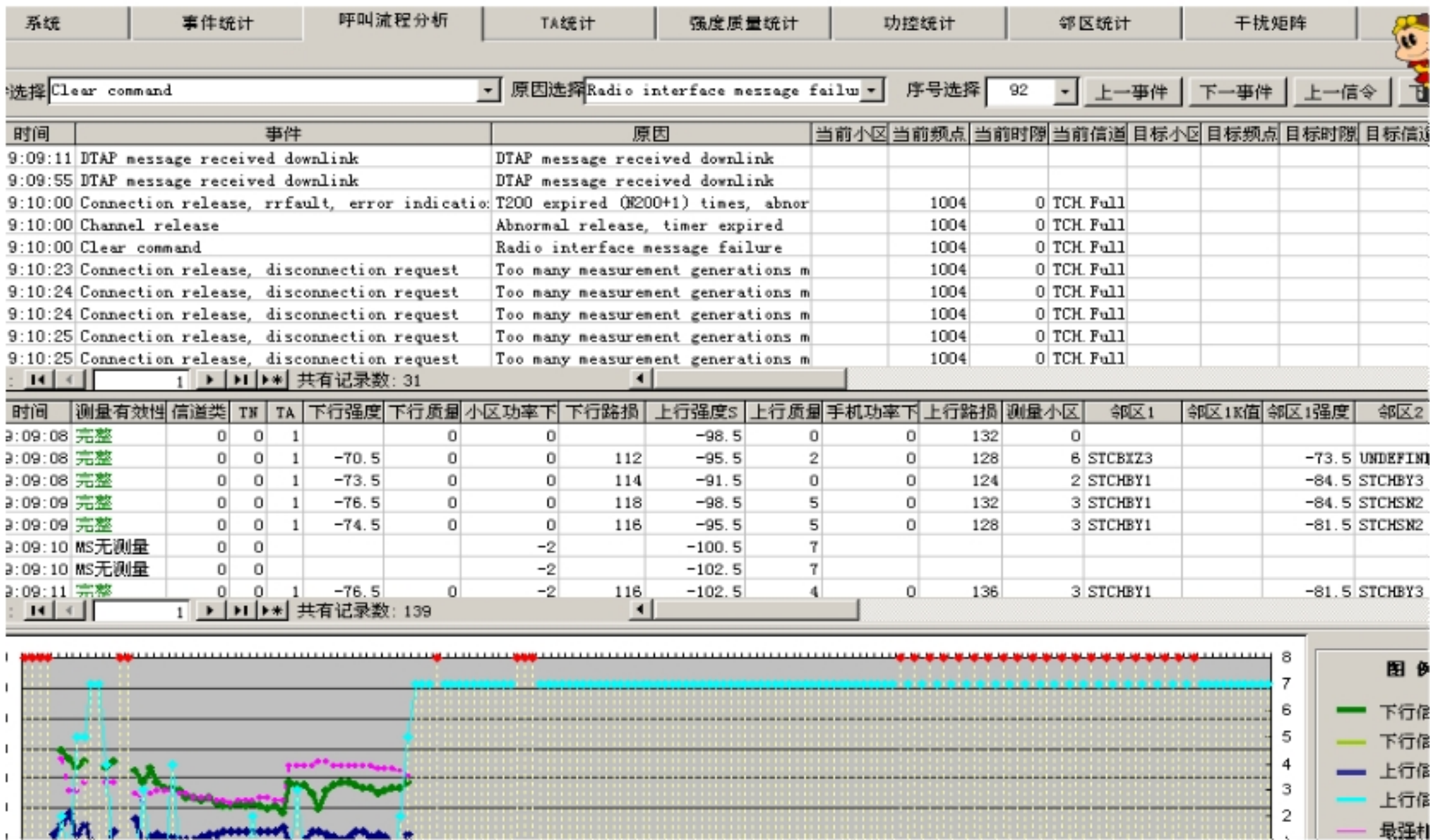


图 10

5.1.2 解决措施

中区大厦实际是一个高层室外分布系统,由于其上行弱信号和质差产生掉话,我们利用 MRR 对中区大厦统计显示,如下图 11 所示

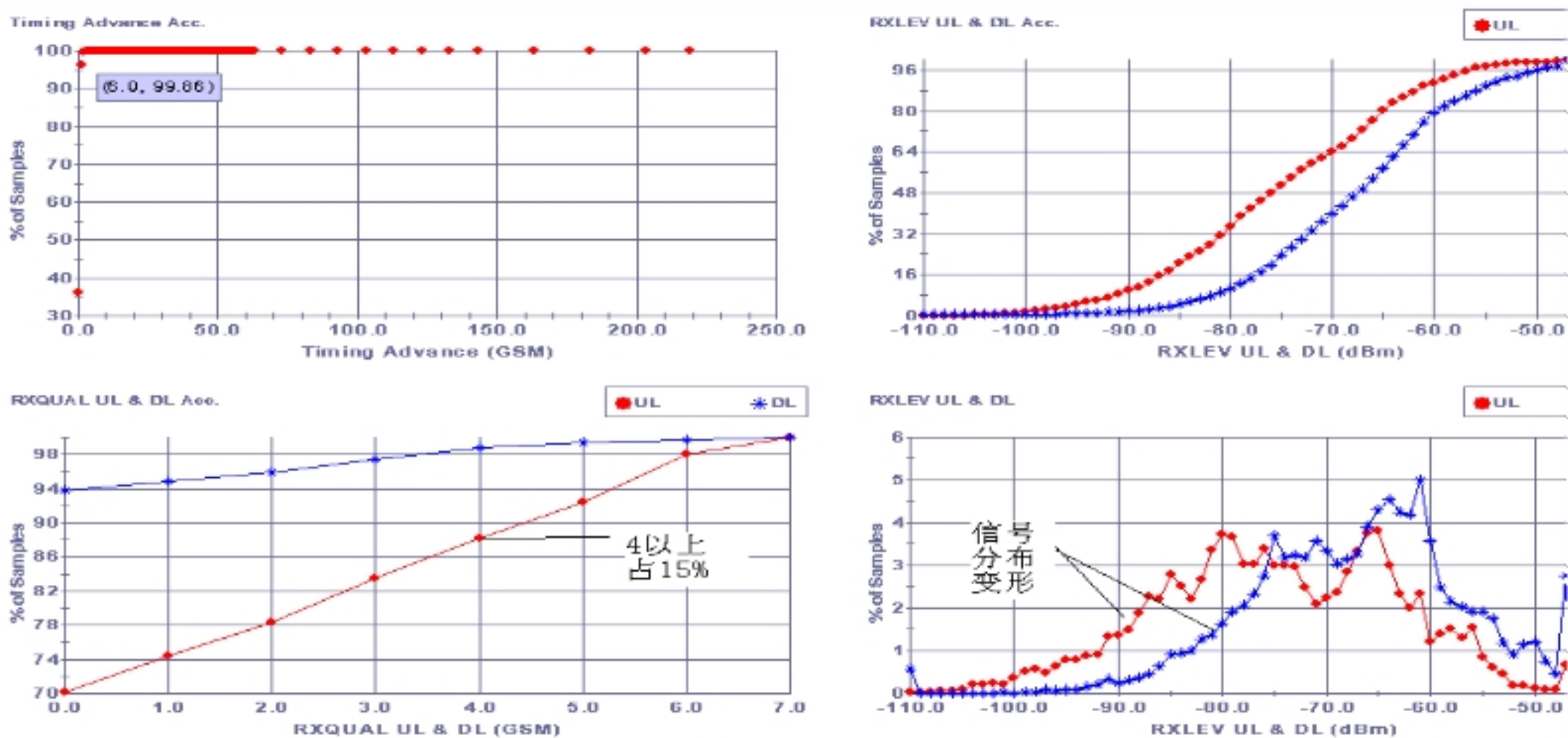


图 11

由上图可得上行质量小于 4 的占了 15%，TA 在超过 6 后仍有使用，信号分布明显变形。统计结果表明，上行问题和信号分布变形是引起掉话的主要原因。检查一下中区大厦切换参数，我们发现中区大厦的层参数设置为门限值为 85，缓冲值为 3，LAYER 为 1，其他小区设置为 2，这意味着信息大厦 2 的信号强度要低于到-88dBm 以下才达到切出强度条件，这也就是导致了中区大厦不向其他邻小区而导致掉话数高的一个原因。在经过大量的尝试后，最后确定把中区大厦的层参数设置为门限值为 75，缓冲值为 3，从而使得中区大厦更快向其邻小区切换，从而改善系统的上下行增益来改善掉话数。优化后，中区大厦信号分布改善明显，下图 12 为优化后的 MRR 统计：

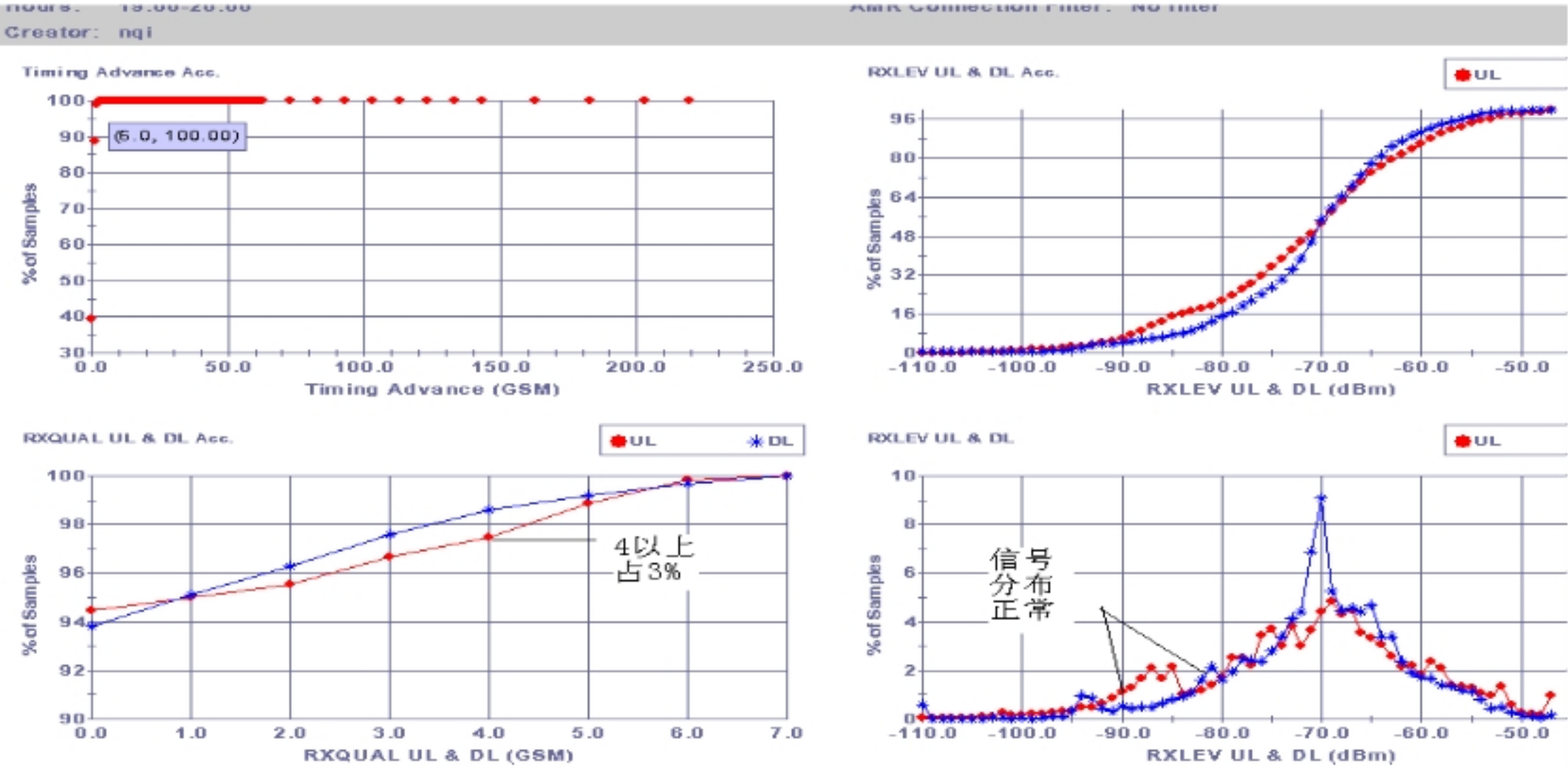


图 12

从小区主要指标看，优化效果同样明显，下图 13 为优化前后的中区大厦一个小时内的指标统计：

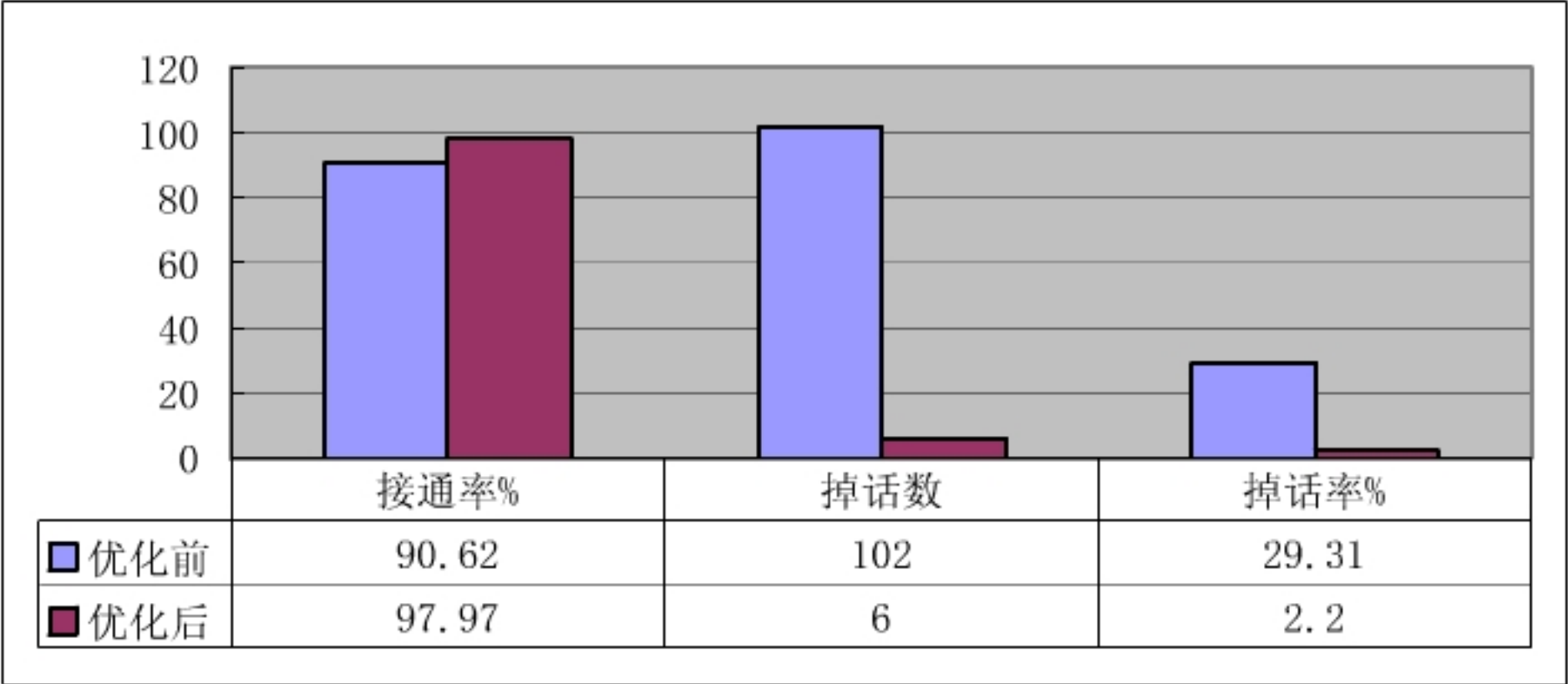


图 13

5.2 相邻小区

系统在 12 月 12 日开通,我们在中区大厦进行 CQT 测试时,在一些高层的地方,特别是靠近窗口的一些地方,发现 H21 侨联 2(H21QLN2)信号比中区大厦基站(H21ZCS)的信号强 10~15dB, 高于 LEVTHR 的门限,引起频繁切换的情况(如下图 14 所示),

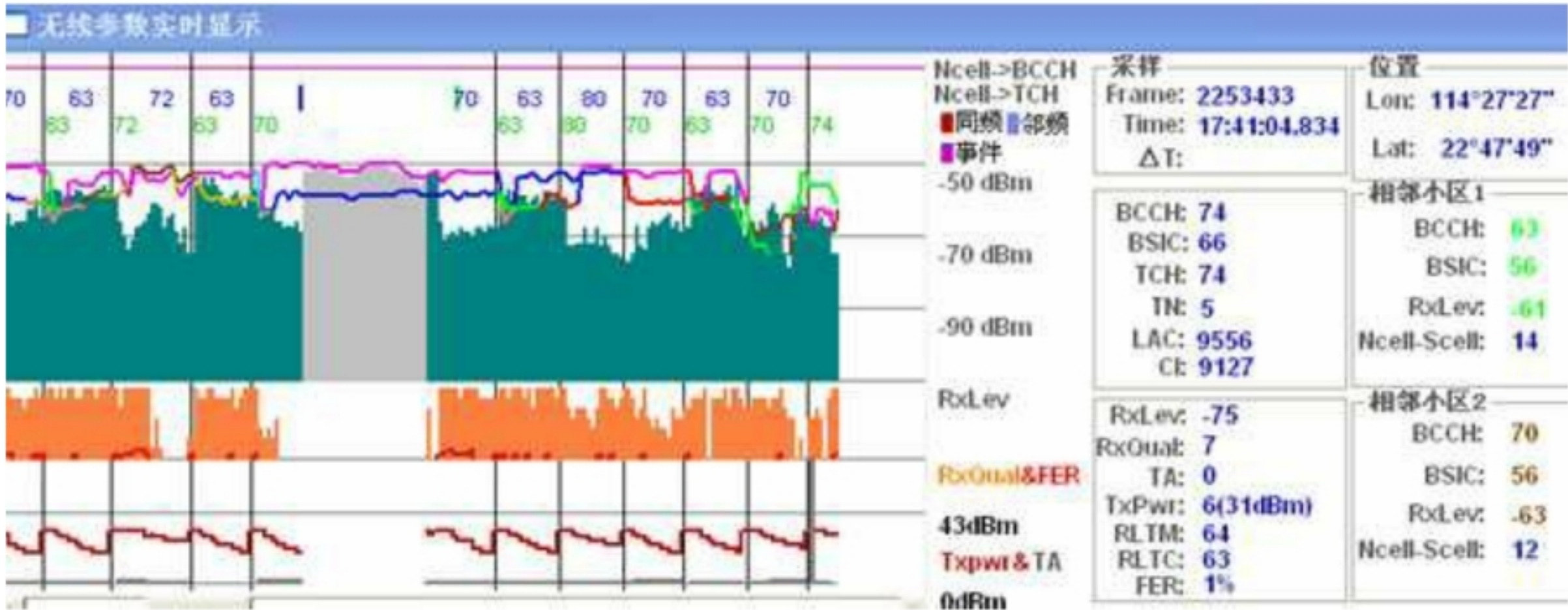


图 14

检查 H21 侨联 2 离中区大厦基站的距离,发现有 5 个 TA(即 5*500=2500M 左右),为避免这种信号不稳定的现象,决定删除在中区大厦的相邻关系。删除后的信号质量如下图 15 所示.

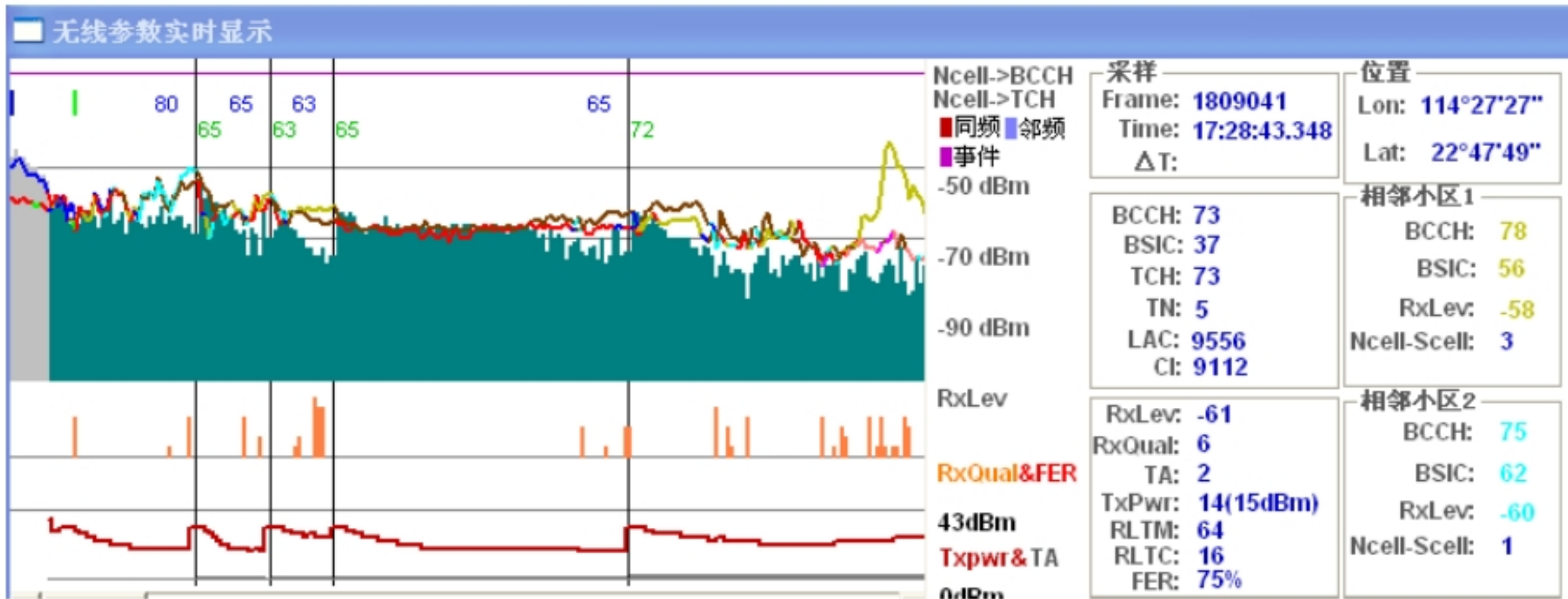


图 15

6 结束语

通过对中区大厦 GSM 网络的优化,使我明白了网络优化技术人员对每一个无线参数都要进行仔细的研究,弄清楚它的效果和副作用,采用各种手段改善网络性能,解决网络存在的阻塞,从而达到话务均衡,明白了网络的优化要求优化人员对全网有所了解,优化的对象是整个网络,而不是某个单点。因此在优化实施前应对系统现有状况作一个全面的了解。切切不可在不了解全网的情况下,就开始优化。

通过这次毕业论文的写作,我深深的体会到只有经过不断的实战才能真正、牢固、系统的掌握其理论,在这个学习中探索,探索中进步的过程里,理论是实践的基础,实践是理论的升华。

致谢

经过二个月的努力,毕业论文的写作终于圆满完成.我的论文是与实际工作中结合的,由于缺乏这方面的经验,在写作过程中遇到了很多困难,幸好有公司领导,同事们,老师,同学们的帮助下,我才能够顺利地完成这次毕业论文的写作.

在这里,我首先感谢我公司领导为我的论文写作提供了大量的参考资料和数据.感谢我的指导老师陈毅森,黄金兴,郭荣在我写作过程对我的悉心指导,感谢学校领导对我的论文的认真批改,给我提供了许多宝贵的意见.还有感谢我身边的同学在我写作期间能够对我论文不足之处提供许多宝贵意见.

参考文献

- [1] 吴志忠. 移动通信无线电波传播. 北京:人民邮电出版社, 2002
- [2] 韩斌杰. GSM 原理及其网络优化. 北京:机械工业出版社, 2001
- [3] 张威. GSM 网络优化---原理与工程. 北京:人民邮电出版社, 2003
- [4] 孙儒石 GSM 数字移动通信工程. 北京:人民邮电出版社, 1998

英文摘要

The Global System for Mobile Communication

1. Introduction: The Evolution of Mobile Telephone Systems

Cellular is one of the fastest growing and most demanding telecommunications applications. Today, it represents a continuously increasing percentage of all new telephone subscriptions around the world. Currently there are more than 45 million cellular subscribers worldwide, and nearly 50 percent of those subscribers are located in the United States. It is forecasted that cellular systems using a digital technology will become the universal method of telecommunications. By the year 2005, forecasters predict that there will be more than 100 million cellular subscribers worldwide. It has even been estimated that some countries may have more mobile phones than fixed phones

The concept of cellular service is the use of low-power transmitters where frequencies can be reused within a geographic area. The idea of cell-based mobile radio service was formulated in the United States at Bell Labs in the early 1970s. However, the Nordic countries were the first to introduce cellular services for commercial use with the introduction of the Nordic Mobile Telephone (NMT) in 1981.

Cellular systems began in the United States with the release of the advanced mobile phone service (AMPS) system in 1983. The AMPS standard was adopted by Asia, Latin America, and Oceanic countries, creating the largest potential market in the world for cellular.

In the early 1980s, most mobile telephone systems were analog rather than digital, like today's newer systems. One challenge facing analog systems was the inability to handle the growing capacity needs in a cost-efficient manner. As a result, digital technology was welcomed. The advantages of digital systems over analog systems include ease of signaling, lower levels of interference, integration of transmission and switching, and increased ability to meet capacity demands. Table 1 charts the worldwide development of mobile telephone systems.

2. GSM

GSM stands for Global System for Mobiles. This is a world-wide standard for digital cellular telephony, or as most people know them Digital Mobile Telephones. GSM was

created by the Europeans, and originally meant "Groupe Special Mobile", but this didn't translate well, so the now common more globally appealing name was adopted. GSM is a published standard by ETSI, and has now enjoys widespread implementation in Europe, Asia, and increasingly America.

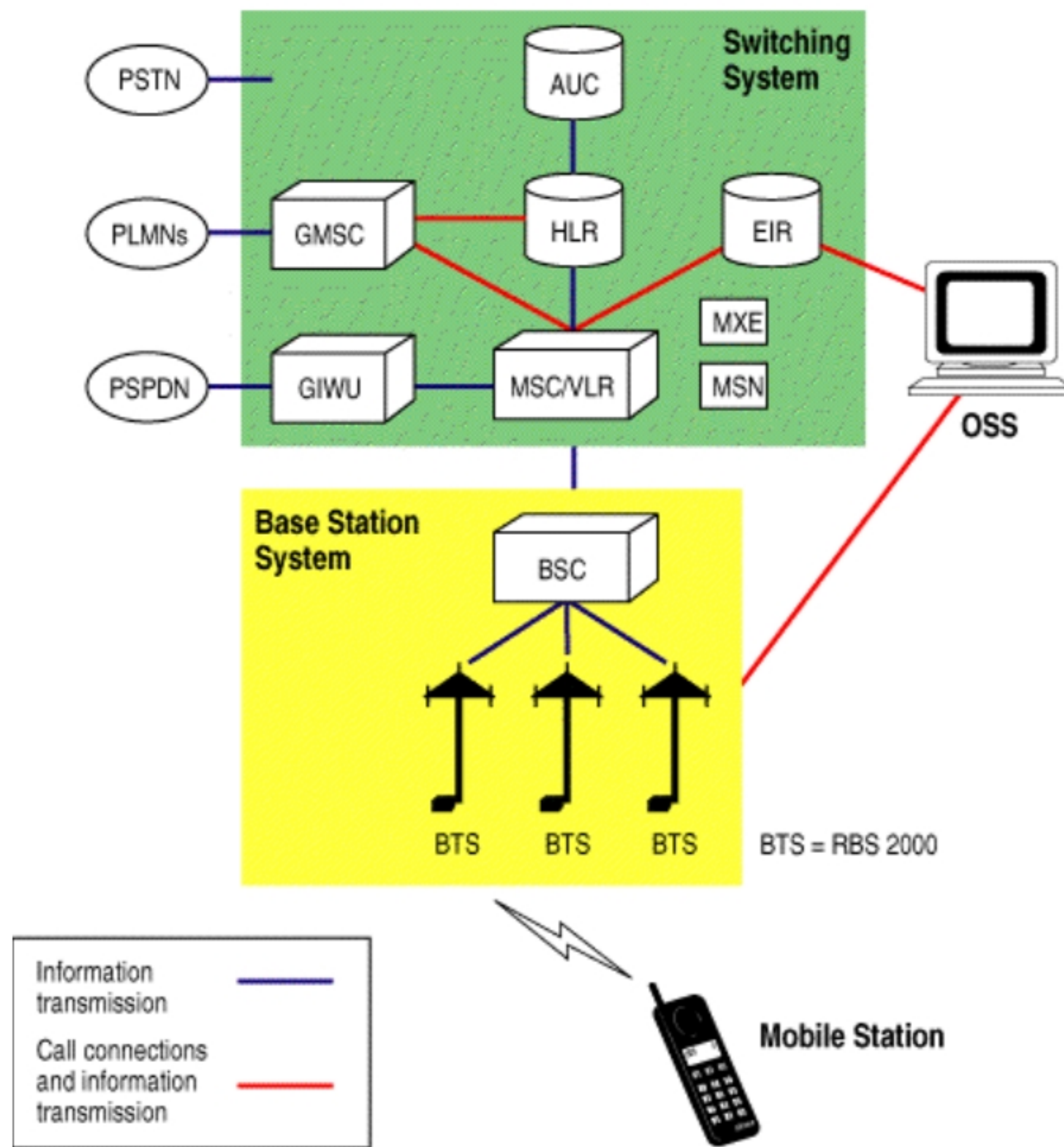
There are many arguments about the relative merits of analogue versus digital, but for my mind it comes down to this: Analogue sounds better and goes further, Digital doesn't sound as good, but does a whole lot more. Check out the links page for sites that have some good discussion on the Digital v Analogue debate.

Examples of what digital can do that analogue doesn't (or doesn't do very well) are, Fax send & receive, Data calls, and Messaging. Throughout the evolution of cellular telecommunications, various systems have been developed without the benefit of standardized specifications. This presented many problems directly related to compatibility, especially with the development of digital radio technology. The GSM standard is intended to address these problems.

From 1982 to 1985 discussions were held to decide between building an analog or digital system. After multiple field tests, a digital system was adopted for GSM. The next task was to decide between a narrow or broadband solution. In May 1987, the narrowband time division multiple access (TDMA) solution was chosen.

3. The GSM Network

GSM provides recommendations, not requirements. The GSM specifications define the functions and interface requirements in detail but do not address the hardware. The reason for this is to limit the designers as little as possible but still to make it possible for the operators to buy equipment from different suppliers. The GSM network is divided into three major systems: the switching system (SS), the base station system (BSS), and the operation and support system (OSS).



3.1 The Switching System

The switching system (SS) is responsible for performing call processing and subscriber-related functions. The switching system includes the following functional units.

home location register (HLR)—The HLR is a database used for storage and management of subscriptions. The HLR is considered the most important database, as it stores permanent data about subscribers, including a subscriber's service profile, location information, and activity status. When an individual buys a subscription from one of the PCS operators, he or she is registered in the HLR of that operator.

mobile services switching center (MSC)—The MSC performs the telephony switching functions of the system. It controls calls to and from other telephone and data systems. It also performs such functions as toll ticketing, network interfacing, common channel signaling, and others.

visitor location register (VLR)—The VLR is a database that contains temporary information

about subscribers that is needed by the MSC in order to service visiting subscribers. The VLR is always integrated with the MSC. When a mobile station roams into a new MSC area, the VLR connected to that MSC will request data about the mobile station from the HLR. Later, if the mobile station makes a call, the VLR will have the information needed for call setup without having to interrogate the HLR each time.

authentication center (AUC)—A unit called the AUC provides authentication and encryption parameters that verify the user's identity and ensure the confidentiality of each call. The AUC protects network operators from different types of fraud found in today's cellular world.

equipment identity register (EIR)—The EIR is a database that contains information about the identity of mobile equipment that prevents calls from stolen, unauthorized, or defective mobile stations. The AUC and EIR are implemented as stand-alone nodes or as a combined AUC/EIR node.

3.2 The Base Station System (BSS)

All radio-related functions are performed in the BSS, which consists of base station controllers (BSCs) and the base transceiver stations (BTSs).

BSC—The BSC provides all the control functions and physical links between the MSC and BTS. It is a high-capacity switch that provides functions such as handover, cell configuration data, and control of radio frequency (RF) power levels in base transceiver stations. A number of BSCs are served by an MSC.

BTS—The BTS handles the radio interface to the mobile station. The BTS is the radio equipment (transceivers and antennas) needed to service each cell in the network. A group of BTSs are controlled by a BSC.

3.3 The Operation and Support System

The operations and maintenance center (OMC) is connected to all equipment in the switching system and to the BSC. The implementation of OMC is called the operation and support system (OSS). The OSS is the functional entity from which the network operator monitors and controls the system. The purpose of OSS is to offer the customer cost-effective support for centralized, regional, and local operational and maintenance activities that are required for a GSM network. An important function of OSS is to provide a network overview

and support the maintenance activities of different operation and maintenance organizations.

3.4 Additional Functional Elements

Other functional elements shown in Figure 2 are as follows:

message center (MXE)—The MXE is a node that provides integrated voice, fax, and data messaging. Specifically, the MXE handles short message service, cell broadcast, voice mail, fax mail, e-mail, and notification.

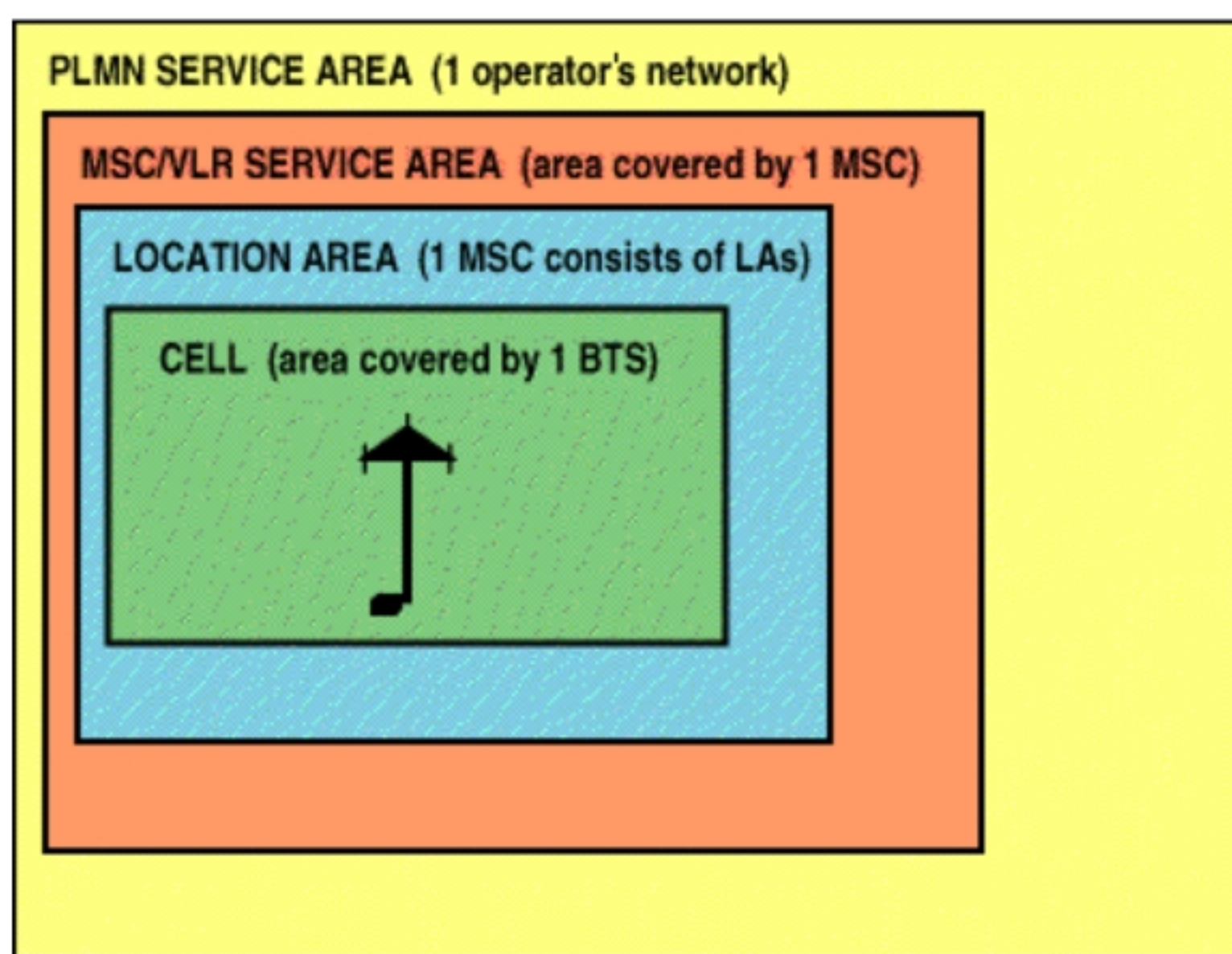
mobile service node (MSN)—The MSN is the node that handles the mobile intelligent network (IN) services.

gateway mobile services switching center (GMSC)—A gateway is a node used to interconnect two networks. The gateway is often implemented in an MSC. The MSC is then referred to as the GMSC.

GSM interworking unit (GIWU)—The GIWU consists of both hardware and software that provides an interface to various networks for data communications. Through the GIWU, users can alternate between speech and data during the same call. The GIWU hardware equipment is physically located at the MSC/VLR.

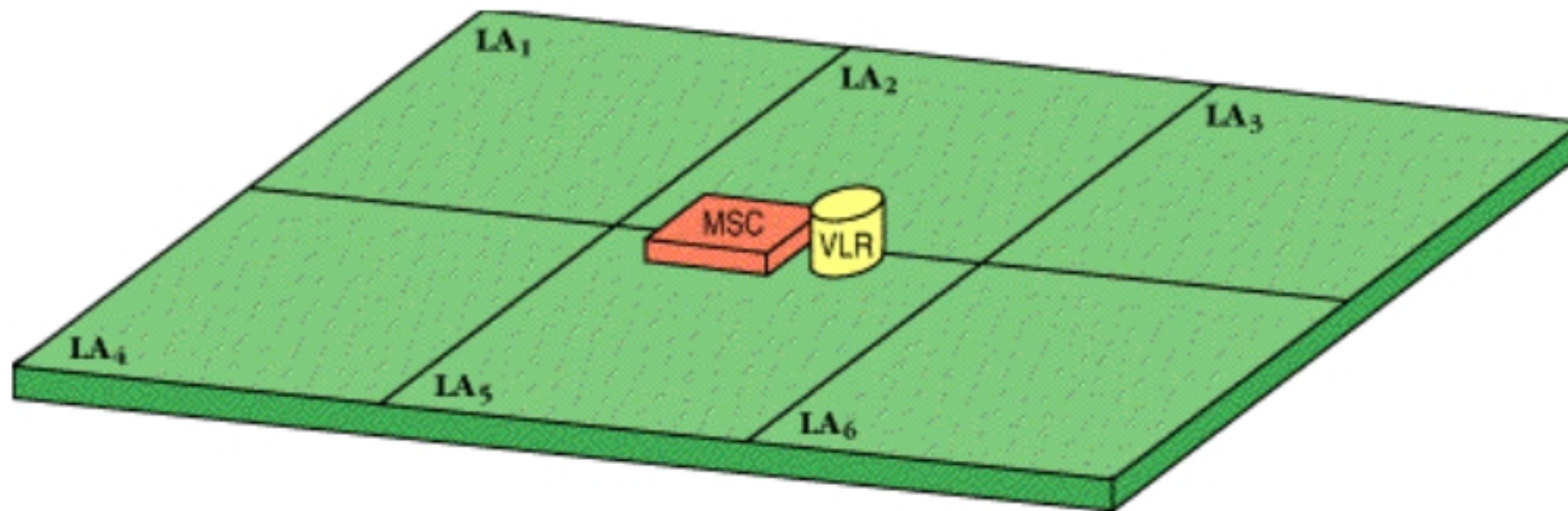
4. GSM Network Areas

The GSM network is made up of geographic areas. These areas include cells, location areas (LAs), MSC/VLR service areas, and public land mobile network (PLMN) areas.

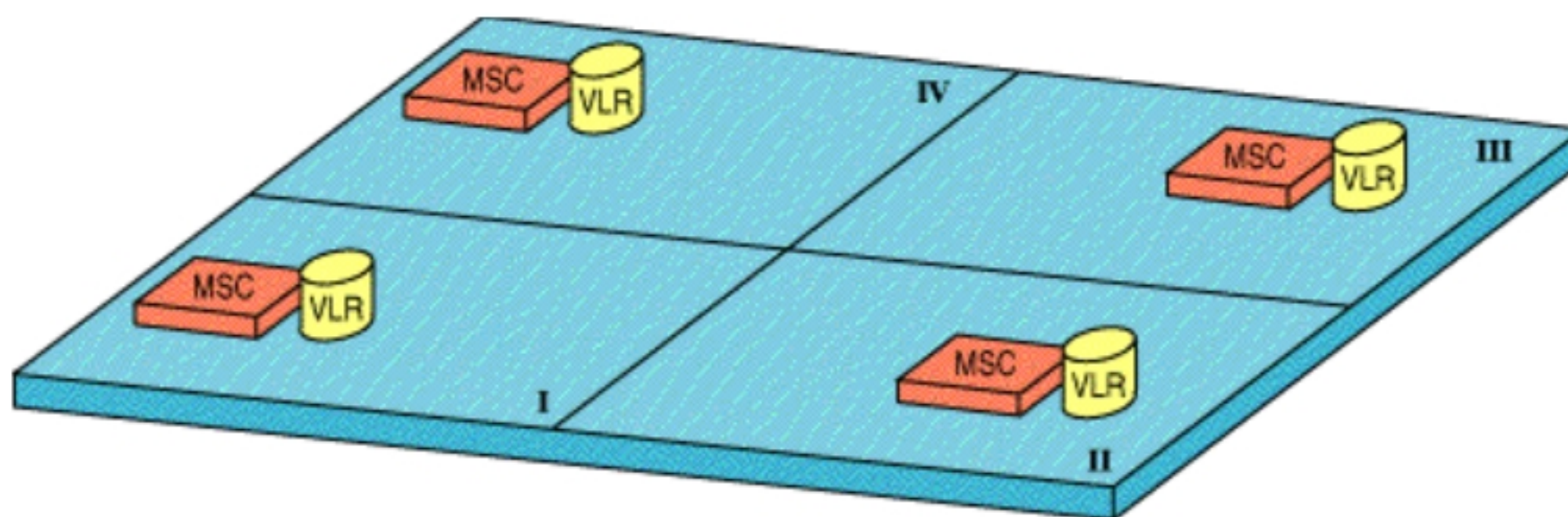


The cell is the area given radio coverage by one base transceiver station. The GSM

network identifies each cell via the cell global identity (CGI) number assigned to each cell. The location area is a group of cells. It is the area in which the subscriber is paged. Each LA is served by one or more base station controllers, yet only by a single MSC (see Figure 4). Each LA is assigned a location area identity (LAI) number.



An MSC/VLR service area represents the part of the GSM network that is covered by one MSC and which is reachable, as it is registered in the VLR of the MSC.



The PLMN service area is an area served by one network operator.



5. GSM Specifications

Before looking at the GSM specifications, it is important to understand the following basic terms:

bandwidth—the range of a channel's limits; the broader the bandwidth, the faster data can be

sent

bits per second (bps)—a single on-off pulse of data; eight bits are equivalent to one byte

frequency—the number of cycles per unit of time; frequency is measured in hertz (Hz)

kilo (k)—kilo is the designation for 1,000; the abbreviation kbps represents 1,000 bits per second

megahertz (MHz)—1,000,000 hertz (cycles per second)

milliseconds (ms)—one-thousandth of a second

watt (W)—a measure of power of a transmitter

Specifications for different personal communication services (PCS) systems vary among the different PCS networks. Listed below is a description of the specifications and characteristics for GSM.

frequency band—The frequency range specified for GSM is 1,850 to 1,990 MHz (mobile station to base station).

channel separation—The separation between adjacent carrier frequencies. In GSM, this is 200 kHz.

modulation—Modulation is the process of sending a signal by changing the characteristics of a carrier frequency. This is done in GSM via Gaussian minimum shift keying (GMSK).

transmission rate—GSM is a digital system with an over-the-air bit rate of 270 kbps.

access method—GSM utilizes the time division multiple access (TDMA) concept. TDMA is a technique in which several different calls may share the same carrier.

speech coder—GSM uses linear predictive coding (LPC). The purpose of LPC is to reduce the bit rate.. Speech is encoded at 13 kbps.