

文章编号:1671-5896(2010)04-0359-06

# GSM 无线网络参数对拥塞的影响

张铁君<sup>1</sup>, 张慧博<sup>1</sup>, 史春雨<sup>2</sup>, 徐 维<sup>1</sup>

(1. 吉林大学 通信工程学院, 长春 130012; 2. 中国电信 四平市分公司, 吉林 四平 136000)

**摘要:** 针对扩容、增加微蜂窝、站型调整和天线调整等硬件的方法解决网络拥塞问题成本高等困难, 分析了全球移动通讯系统 (GSM: Global System for Mobile Communications) 无线网络参数对拥塞影响, 利用网络参数调整等网络优化手段缓解网络中无线信道拥塞的问题, 并通过模拟方法验证了网络参数调整对无线信道拥塞的改善程度。仿真结果表明, 合理地调整无线网络参数既可以降低网络拥塞、均衡话务量, 还能较好地改善话务拥塞问题。

**关键词:** 全球移动通讯系统 (GSM); 扩容; 网路优化; 网络拥塞; 网络参数

**中图分类号:** TN916.9

**文献标识码:** A

## Influence of GSM Wireless Network Parameters Congestion

ZHANG Tie-jun<sup>1</sup>, ZHANG Hui-bo<sup>1</sup>, SHI Chun-yu<sup>2</sup>, XU Wei<sup>1</sup>

(1. College of Communication Engineering, Jilin University, Changchun 130012, China;

2. Siping Branch, China Telecom Company Limited, Siping 136000, China)

**Abstract:** To address various difficulties faced in solving network congestions by hardware methods such as capacity expansion, addition of microcells, adjustment of base station shapes, adjustment of antennas, and so on, the influence of GSM (Global System for Mobile Communications) wireless network parameters on congestions analysed, and the network optimization methods such as network parameter adjustment are employed to ease wireless channel congestion. The computer based simulation result shows that proper adjustment of network parameters will lower network congestion, balance traffic, and ease comparatively long, not so serious traffic congestion.

**Key words:** global system for mobile communications (GSM); capacity expansion; network path optimization; network congestion; network parameters

## 引 言

迄今为止, 在国内的大中型城市全球移动通讯系统 (GSM: Global System for Mobile Communications) 无线网络优化中, 都面临着如何继续解决无线网络拥塞的问题。一方面, 移动通信处于急速发展阶段, 用户数量高速增长; 另一方面, 城区热点区域信道严重不足, 用户忙时根本无法拨通电话, 而在该区域增设新基站相当困难。因此, 解决无线网络拥塞问题是移动通信运营商网优部门重点工作之一。

拥塞大致分为两类: 话音信道的拥塞, 即业务信道 (TCH: Traffic Channel) 的拥塞; 信令信道的拥塞, 即独立专用控制信道 (SDCCH: Stand-Alone Dedicated Control Channel) 的拥塞。TCH 拥塞会造成话音信道的难以占用, 同时用户切换时也会因为切入小区的信道堵塞而导致通话中断; SDCCH 拥塞会

收稿日期: 2010-01-08

作者简介: 张铁君 (1953—), 男, 吉林伊通人, 吉林大学副教授, 主要从事宽带通信研究, (Tel) 86-13019201688 (E-mail) tongxinxi@126.com; 史春雨 (1967—), 男, 吉林梨树人, 中国电信四平分公司工程师, 主要从事移动通信网络优化研究, (Tel) 86-18904340099 (E-mail) shichunyu@jltel.com。

造成本业务区用户接收信号时断时续,一些切换请求也会因为目标小区无空闲 SDCCH 分配而无法进行位置登记<sup>[1]</sup>。同时,在话务模型的分布上,也继续呈现原有的特征:1) 城市不同区域内话务分布不均日趋明显;2) 话务分布的时段性更加突出,而在偏重发展 3G (3rd-Generation) 业务的情况下,各地对 GSM 网络建设的投入日益减少,而更多的用户仍然是 GSM 网络的使用者,这将推动运营商继续做好网络优化工作,并通过合理配置资源,适当调整参数,达到覆盖、容量和质量三者之间的平衡,使设备发挥最大效益<sup>[2]</sup>。

## 1 解决 GSM 无线网络拥塞的流程

出现 TCH 拥塞的小区首先确定设备是否完好,其次应检查拥塞小区的每线话务量是否属于高话务小区,对这种小区如果无线覆盖正常,应考虑扩容,或检查相邻小区的话务情况。采用话务分担的方式是解决 TCH 拥塞、均衡小区话务的一种极为有效的手段,同时也可采用常规的方法,如扩容、增加微蜂窝、站型调整和天线调整等方法达到话务均衡的目的。

1) 扩容。扩容是一种最有效的方法,在话务繁忙地区新建基站或是对话务繁忙小区进行扩容,都可以很快达到降低 TCH 拥塞的目的,同时增加话务量的吸收,提高业务收入。但需要增设新基站,站址协调难度很大。

2) 站型调整。由于用户分布不均,往往会造成小区话务分布不平衡,繁忙的小区资源紧张,拥塞严重,而空闲的小区 TCH 空闲,资源过剩。为缓解这种矛盾,可对现有基站进行站型调整,将空闲区的信道调到繁忙区,以减轻繁忙区的压力,使资源得到更为合理的利用,达到降低拥塞的目的。效果类似于扩容,但不需要额外增加载频,只进行小区之间设备调整即可。

3) 改变天线高度。改变天线高度是控制覆盖很有效的一种方法。降低天线高度,可使小区范围减小,从而减少高话务小区的话务,同时还可减少同频、邻频干扰。

4) 调整天线俯仰角。改变天线高度的做法往往较难实现,而且还要中断基站工作,改变俯仰角可以克服上述缺点。对于电调天线,可通过调相实现倾角的改变,它具有精度高、效果好,且不需要中断基站便能实现天线倾角的调节。

5) 增加微蜂窝。微蜂窝一般作为宏蜂窝的补充,主要用来吸收宏蜂窝的话务,可以看成小区中的小区。由于微蜂窝的发射频率小,覆盖范围也较小,一般用于酒店、商场、车站和机场等话务相对集中的地方,也可以用于主要街道的话务分担。

硬件调整的方法一般用于长期稳定、较大量的话务拥塞,是较彻底解决拥塞的方法,但应用时还要考虑可行性、成本和无线信道利用率等问题。高 TCH 拥塞率小区的处理流程如图 1 所示<sup>[3]</sup>。

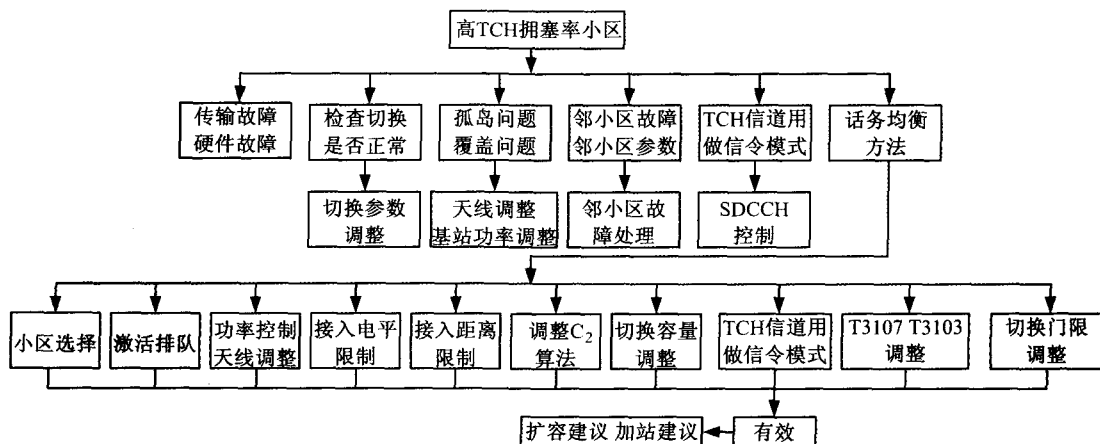


图1 TCH 拥塞的处理流程

Fig. 1 Handling Process for TCH Congestion

## 2 参数调整对无线网络拥塞的影响

### 2.1 参数调整的目的

移动通信网络是一个动态的网络。由于话务密度分布不均匀、频率资源紧张、网络配置未达最佳并且长期处于不断变化中等因素,使现有网络的服务质量不尽人意,这不仅影响了用户对网络的信心,更导致运营商巨额的投资不能获得预期的收益。为此,运营商应经常对网络进行调整,以便优化资源配置,使网络达到最佳的运行状态。

无线参数调整是指对正在运行的系统,根据实际无线信道的特性、话务量特性和信令流量承载情况,通过调整网络中局部或全局的无线参数来提高通信质量,改善网络平均服务性能和提高设备利用率的过程。

对所有厂商的设备,都有大量的参数用来控制小区的信道配置及手机的寻呼、接入、位置更新等行为。这些参数对小区的覆盖范围、小区间切换、话务负荷的分布等网络的各项性能具有重要的影响。参数调整的基本原则是为了充分利用已有的无线网络资源,通过业务量分担的方式使全网的业务量和信令流量尽可能均匀,以达到提高网络平均服务水平的目标<sup>[4]</sup>。

### 2.2 与 GSM 系统信道拥塞相关的参数

1) 小区接入禁止 CELL\_BAR\_ACCESS。在每个小区广播的系统消息中有一比特信息指示该小区是否允许移动台(MS: Mobile Station)接入,即小区接入禁止。参数  $C_B$  (Cell\_Bar) 用于表示小区是否设置小区接入禁止。

此参数以字符串表示,取值范围为: Yes 为设置小区接入禁止, No 为不设置小区接入禁止。

小区接入禁止比特是网络优化人员可设置的参数。通常所有的小区均允许 MS 接入,因此该比特置为 No<sup>[2]</sup>。

2) 小区选择参数。在 GSM 无线网络中,手机在空闲时,通常要完成小区选择和小区重选。MS 根据  $C_1$  或  $C_2$  判断自己归属于哪一个小区服务,可通过提高或降低小区的最小接入电平及减小或增大本小区的  $C_1$  值,达到减小或增加该小区所服务用户数目,从而在不同小区间均衡话务量,降低 TCH 和 SD-CCH 的拥塞率<sup>[2]</sup>。

小区选择的目的是为了让手机在网络中选择一个最合适的小区,并把该小区作为自己的主服务小区,通过该小区进行通信。 $C_1$  为小区选择的路径损耗准则,服务小区的  $C_1$  必须大于 0,其理论公式如下

$$C_1 = V_R - V_{R\_MIN} - P_{T\_MAX}((P_{T\_MAX} - P), 0) \quad (1)$$

其中  $V_R$  为移动台接收的平均电平,单位为 dBm;  $V_{R\_MIN}$  为允许移动台接入的最小接收电平,单位为 dBm,用来衡量手机下行质量;  $P_{T\_MAX}$  为移动台接入系统时可使用的最大发射功率,单位为 dBm;  $P$  为移动台的最大输出功率,单位为 dBm;  $MAX((P_{T\_MAX} - P), 0)$  用来确保手机的上行质量,通过参数的设置此项通常为零,因此在网络的实际应用中可忽略此部分。

爱立信设备中的参数  $V_{R\_MIN}$  (RXLEV\_ACCESS\_MIN) 由参数 ACCMIN 表示。在日常应用中,适当地调整 ACCMIN 可以调整小区的覆盖范围,减少忙小区的拥塞,但改动过大会影响覆盖,同时对话务量造成影响,甚至会影响邻小区,导致相邻小区话务负荷不均衡<sup>[5]</sup>。

3) 小区重选参数。小区重选是 MS 在空闲模式下因位置变动、信号变化等因素引起的重新选择服务小区的过程。小区重选时采用的信道质量标准为参数  $C_2$ ,其计算公式如下

$$\begin{cases} C_2 = C_1 + O_{CRO} - T_0 \times H(T_p - T) & T_p \neq 31 \\ C_2 = C_1 - O_{CRO} & T_p = 31 \end{cases} \quad (2)$$

其中  $T_0$  为临时偏置,取值为 0~6,对应 0~60 dBm, 7 对应于无穷大;  $T_p$  为惩罚时间,取值为 0~31,对应 20~620 s; 当移动台测量到该小区为电平值最大的邻区时,  $T$  从 0 开始计算;  $O_{CRO}$  (CELL\_RESELECT\_OFFSET) 为小区重选偏置,取值为 0~63,对应 0~126 dBm; 设  $T_p - T = x$ , 则当  $x < 0$  时,  $H(x) = 0$ ,  $x \geq 0$  时,  $H(x) = 1$ 。

$C_2$  算法引入  $O_{\text{CRO}}, T_0, T_p$  等控制参数, 通过对不同小区进行不同参数值的设置达到控制手机小区重选行为的目的。 $O_{\text{CRO}}$  为控制参数, 即在  $C_1$  的基础上再拉高该小区的服务水准(信号强度)。

$T_0 \times H(T_p - T)$ , 该表达式目的是在惩罚时间  $T_p$  内让该小区的服务水准降低  $T_0$ , 就是阻止快速移动的手机选择该小区。 $T$  为手机将该小区放入 6 个最强的 BCCH 载波信号强度中开始的计时。

类似于小区选择  $C_1$  算法, 小区重选在实际的应用中, 也主要是针对话务不均衡的小区, 在参数上进行了调整, 其结果是在话务负荷高的小区, 经常通过设置  $T_p = 31, O_{\text{CRO}} = X(0 \sim 5)$ , 使移动台以该小区作为重选的可能性降低, 相当于在  $C_1$  的基础上把覆盖圈向内缩小, 同时将其话务量由相邻小区分担, 从而降低拥塞<sup>[2]</sup>。

4) 最小接入电平 RXLEV\_ACCESS\_MIN (ACCMIN)。如果手机在低接受电平建立话路, 呼叫可能会因为服务小区的弱电平波动而迅速掉话。适当的调整 ACCMIN 可以解决部分小区由于上下行链路功率不平衡造成的上行弱信号掉话或双向弱信号掉话现象<sup>[6]</sup>。

5) 参数  $O_{\text{CRO}}, T_0$  和  $T_p$ 。MS 选择小区后, 在各种条件不发生重大变化的情况下, MS 将停留在所选的小区中, 同时 MS 开始测量邻近小区的 BCCH 载频的信号电平, 记录其中信号电平最大的 6 个相邻小区, 并从中提取出每个相邻小区的各类系统消息和控制信息。在满足一定的条件时, MS 将从当前停留的小区转移到另一个小区, 这个过程称为小区重选。

由无线信道质量引起的小区重选以参数  $C_2$  作为标准。 $C_2$  是基于参数  $C_1$  并加入一些人为的偏置参数而形成的。加入人为影响是为了鼓励 MS 优先进入某些小区或阻碍 MS 进入某些小区, 通常这些手段都用来平衡网络中的业务量<sup>[7]</sup>。

$O_{\text{CRO}}$  以十进制数表示, 单位为 dB, 取值范围为 0 ~ 63, 表示 0 ~ 126 dB (以 2 dB 为步长)。默认值为 0。

$T_0$  以十进制数表示, 单位为 dB, 取值范围为 0 ~ 7, 默认值为 0。

$T_p$  以十进制数表示, 单位为秒, 取值范围为 0 ~ 31, 对应 20 ~ 620 s (以 20 s 为步长), 默认值为 0。

参数  $O_{\text{CRO}}, T_0$  和  $T_p$  在每个小区广播的系统消息中传送。

上述 3 个参数的调整可以分为 3 种情况。

1) 对于业务量很大或由于某种原因使小区中的通信质量较低时, 一般希望 MS 尽可能不要工作于该小区 (即对该小区具有一定的排斥性)。这种情况下, 可以设置  $T_p$  为 31, 因此参数  $T_0$  失效。 $C_2 = C_1 - O_{\text{CRO}}$ , 因此, 对应于该小区的  $C_2$  值被人为地降低, 从而使 MS 以该小区作为重选的可能性降低。此外, 网络优化人员根据对该小区的排斥程度, 可适当地设置  $O_{\text{CRO}}$ 。排斥越大,  $O_{\text{CRO}}$  越大; 反之,  $O_{\text{CRO}}$  越小。

2) 对于业务量很小, 设备利用率较低的小区一般鼓励 MS 尽可能工作于该小区 (即对该小区具有一定的倾向性)。这种情况下, 建议设置  $O_{\text{CRO}}$  在 0 ~ 20 dB 之间, 根据对该小区的倾向程度, 设置  $O_{\text{CRO}}$ 。倾向越大,  $O_{\text{CRO}}$  越大; 反之,  $O_{\text{CRO}}$  越小。 $T_0$  一般建议设置与  $O_{\text{CRO}}$  相同或略高于  $O_{\text{CRO}}$ 。 $T_p$  主要作用是避免 MS 的小区重选过程过于频繁, 一般建议的设置 20 s 或 40 s<sup>[2]</sup>。

3) 对于业务量一般的小区, 一般建议设置  $O_{\text{CRO}}$  为 0,  $T_p$  为 620 s, 从而使  $C_2 = C_1$ , 即不对小区施加人为影响<sup>[8]</sup>。

上述参数的调整必须注意下列问题:

1) 无论在何种情况下建议设置  $O_{\text{CRO}}$  的数值不超过 25 dB, 因为较大的  $O_{\text{CRO}}$  会使网络发生一些不稳定的现象;

2) 参数的设置是基于每个小区的, 但由于参数  $C_2$  的性质与邻区有密切的关系, 因此在设置这些参数时必须注意相邻小区之间的关系。

一些小区 SDCCH 拥塞或掉话, 通过调整小区重选参数可以促使这些小区不易被选择。

在设置小区重选参数时 ( $O_{\text{CRO}}, T_0, T_p$ ), 要根据各小区的情况进行不同的配置, 一般情况建议设置  $O_{\text{CRO}} = 0, T_p = 31$ , 即  $C_2 = C_1$ , 也就是不对小区重选施加人为影响。如果需要设置, 则一般  $T_0 \geq O_{\text{CRO}}$ , 并且  $O_{\text{CRO}} \leq 25 \text{ dB}$ <sup>[9]</sup>。

2.3 仿真结果

根据上述参数设置的基本要求,通过计算机模拟  $O_{CRO}$  调整和切换关系调整证明参数调整对拥塞的改善程度。

2.3.1  $O_{CRO}$  的调整

这里,主要针对  $O_{CRO}$  典型值的调整说明对其话务拥塞的影响:

- 1) 先将所有小区的  $O_{CRO}$  取默认值 0;
- 2) 当  $T_p = 0$  时,根据各小区忙时拥塞次数调整  $O_{CRO}$ ,针对忙时拥塞次数大于 2 000 的小区,将  $O_{CRO}$  由 0 调整为 10。按照以上原则调整后,通过窗口观察调整前后对忙时拥塞次数的影响(见表 1)。

表 1 调整  $O_{CRO}$  忙时对拥塞次数的影响

Tab. 1 Influence of adjusting  $O_{CRO}$  busy time to times of congestion

小区名称	$O_{CRO}$	$K_{koffsetp}$ /dB	$M_{msrxsuff}$ /dBm	Layer	$C_B$	拥塞次数
cell2 调整前	0	0	10	2	false	3 123
cell2 调整后	10	0	10	2	false	2 753

其中  $K_{koffsetp}$  为信号强度正偏置参数,  $M_{msrxsuff}$  为下行链路的最小信号强度。

通过仿真可见,调整  $O_{CRO}$  前后,拥塞小区的忙时拥塞次数由 3 123 降为 2 753。通过  $O_{CRO}$  的调整,可以一定程度上缓解小区的拥塞现状。

2.3.2 切换关系的调整

爱立信设备采用  $K$  算法,小区间切换的信号强度偏置参数  $K_{koffset}$  是日常进行话务调节主要的且非常有效的手段。 $K_{koffset}$  有正偏置  $K_{koffsetp}$  和负偏置  $K_{koffsetn}$  两个参数。

如果定义两个相邻小区  $A \rightarrow B$  间有正偏置  $K_{koffsetp} = 3$ ,而  $B \rightarrow A$  有负偏置  $K_{koffsetn} = 3$ ,意味着手机从  $A$  小区切换到  $B$  小区需要手机接收的  $B$  小区的信号强度高于手机接收的  $A$  小区的信号强度 3 dBm,而手机从  $B$  小区切换到  $A$  小区,只要手机接收的  $A$  小区的信号强度大于手机接收的  $B$  小区的信号强度 -3 dBm 即可。即  $A$  小区中的手机更难于切换到  $B$  小区时, $B$  小区中的手机易于切换到  $A$  小区,所以能有效地进行话务均衡,减小忙小区的拥塞<sup>[10]</sup>。

2.3.3 参数  $K_{koffsetp}$  调整在解决拥塞问题中的实现

- 1) 先将小区的  $K_{koffsetp}$  取默认值为 0;
- 2) 根据忙时拥塞次数调整参数  $K_{koffsetp}$ ,当  $T_p = 0$ ,  $O_{CRO} = 10$  时,针对忙时拥塞次数大于 2 000 的小区,将  $K_{koffsetp}$  由 0 调整为 10 dB。按照以上原则进行仿真调整,通过窗口观察调整前后对其拥塞次数的影响(见表 2)。

表 2  $K_{koffsetp}$  分别为 0 和 10 dB 时的性能指标

Tab. 2 Performance indicators when  $K_{koffsetp}$  equals to 0 and 10 dB respectively

小区名称	$O_{CRO}$	$K_{koffsetp}$ /dB	$M_{msrxsuff}$ /dBm	Layer	$C_B$	拥塞次数
cell8 调整前	10	0	10	2	yes	2 067
cell8 调整后	10	10	10	2	yes	1 283

由模拟结果可见,对一些突发话务较高的小区,通过调整与其邻区的  $K_{koffsetp}$ ,可将话务部分调整到相邻小区,缓解话务较高小区的拥塞,还可以提高相邻小区的话务吸收和无线信道的利用率。

3 结 语

针对扩容、增加微蜂窝、站型调整和天线调整等硬件的方法解决网络拥塞问题面临的各种困难,笔者希望利用网络参数调整的网络优化手段改善比较长期的、不是非常严重的话务拥塞问题,并根据参数设置的基本要求,选取了小区重选偏置调整和切换关系调整两个参数证明参数调整对拥塞的改善程度。计算机仿真的结果证明,合理地调整无线网络参数既可降低网络拥塞、均衡话务量,又可增加用户对网络的信心。需要注意的是参数的修改要适度,太小不起作用,太大则会带来负面影响。因此在作参数调

整时必须考虑到局部的参数调整对其它地区尤其是相邻区域的影响,否则参数的调整会带来负面影响。

### 参考文献:

- [1] 华为技术有限公司. GSM 无线网络规划与优化 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.  
Huawei Technologies, Co, Ltd. GSM Wireless Network Planning and Optimization [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2004.
- [2] 张威. GSM 网络优化-原理与工程 [M]. 第二版. 北京: 人民邮电出版社, 2010.  
ZHANG Wei. GSM Network Optimization-Principle and Engineering [M]. 2nd ed. Beijing: Posts & Telecom Press, 2010.
- [3] 魏迎春, 孙晓颖. CDMA 数字蜂窝移动通信系统优化流程 [J]. 吉林大学学报: 信息科学版, 2002, 20 (2): 37-40.  
WEI Ying-chun, SUN Xiao-ying. Optimization Process for CDMA Digital Cellular Mobile Communication Network [J]. Journal of Jilin University: Information Science Edition, 2002, 20 (2): 37-40.
- [4] 魏迎春, 曹金玉. 蜂窝移动通信无线网络优化的探讨 [J]. 吉林大学学报: 信息科学版, 2001, 19 (S1): 67-73.  
WEI Ying-chun, CAO Jin-yu. An Exploration on Cellular Mobile Communication Network Optimization [J]. Journal of Jilin University: Information Science Edition, 2001, 19 (S1): 67-73.
- [5] 韩斌杰, 杜新颜, 张建斌. GSM 原理及其网络优化 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.  
HAN Bin-jie, DU Xin-yan, ZHANG Jian-bin. GSM Principle and Its Network Optimization [M]. Beijing: China Machine Press, 2009.
- [6] 吴建军, 赵月旺. 移动通信网络优化技术的现状及其发展方向 [EB/OL]. (2004-03-16). <http://www.ctiforum.com>.  
WU Jian-jun, ZHAO Yue-wang. Status Quo and Development Orientation of Mobile Communication Network Optimization Technology [EB/OL]. (2004-03-16). <http://www.ctiforum.com>.
- [7] 徐新涛. GSM 小区话务均衡及解决网络阻塞策略 [EB/OL]. (2003-08-08). <http://www.c114.net>.  
XU Xin-tao. GSM Cell Traffic Balance and Strategy to Solve Network Congestion [EB/OL]. (2003-08-08). <http://www.c114.net>.
- [8] 中国联通. 基于参数调整的 GSM 无线网络优化 [EB/OL]. [2009-11-02]. <http://www.ccidnet.com>.  
China Unicom. Parameter Adjustment Based GSM Wireless Network Optimization [EB/OL]. [2009-11-02]. <http://www.ccidnet.com>.
- [9] 刘欣, 岳军. TD-SCDMA 网络初期的无线网络优化 [J]. 电信工程技术与标准化, 2008, 21 (1): 11-14.  
LIU Xin, YUE Jun. TD-SCDMA Wireless Network Optimization in Early Phase [J]. Telecommunication Engineering Technology and Standardization, 2008, 21 (1): 11-14.
- [10] 舒英, 谭中华, 童贞理. TD-SCDMA 无线网络规划关键技术探讨 [J]. 信息技术与标准化, 2008 (3): 27-29.  
SHU Ying, TAN Zhong-hua, TONG Zhen-li. A Discussion on Critical Technologies for TD-SCDMA Wireless Network Planning [J]. Information Technology and Standardization, 2008 (3): 27-29.

(责任编辑: 何桂华)