

GSM功率控制的几种场景运用

李群 周亮 李武龙 蒋国荣

中国移动通信集团江西有限公司南昌分公司

【摘要】功率控制技术是GSM系统中的关键技术之一，可以有效地控制系统内干扰，以获得更好的通信质量。文章以诺基亚GSM系统为例，介绍了功率控制的触发机制，重点阐述了在不同场景下的实施运用案例，得到在不同场景下功率控制设计的原则及优选的参数设置。实践表明，功率控制效果理想。

【关键词】GSM 功率控制 干扰 无线场景 参数设置 步长

1 GSM功率控制原理

功率控制是GSM蜂窝通信系统中一项提高频谱利用率和减少功率损耗的关键技术，在保持链路通话质量的前提下尽可能地控制MS和BSS的发射功率，从而达到减少链路间相互干扰的目的。

1.1 功率控制的分类

GSM系统中，根据链路区分可以将功率控制分为上行功率控制和下行功率控制两种：

(1) 上行功率控制是针对MS的发射功率进行控制，MS发射功率可以在规定的最大发射功率和最小发射功率之间调节，变化步长为2dB；

(2) 下行功率控制是针对BSS的发射功率进行控制，BSS的发射功率可以在其最大发射功率到降低30dB

功率之间调节。

根据功率控制的判决依据进一步细分，又可以将功率控制分为电平功率控制和质量功率控制。

1.2 功率控制的判决机制

功率控制的实现是通过在系统中设定上下接收判决门限，通过系统接收电平（质量）与上下接收门限LowerLEV、UpperLEV（LowerQUAL、UpperQUAL）进行比较，当接收电平（质量）低于下门限时，系统发出指令提升发射功率；当接收电平（质量）高于上门限时，系统发出指令降低发射功率，最终达到将功率控制在预期范围内的目的。

2 诺基亚系统功率控制设计

2.1 诺基亚系统功率控制参数分类

根据测量平均→门限比较→功率控制的功率控制步骤，

收稿日期：2010-01-12

可以将诺基亚功控参数大致分为三类：

表1 诺基亚功控参数

类型	名称	是否影响功控速度	默认值
测量平均	快速平均功能	是	N
	采样平均窗口大小	是	4
门限比较	判决门限	是	-
	平均数	是	3
	满足判决门限的平均数	是	2
功控	功控功能	否	Y
	可变步长功控功能	是	N
	功控间隔	是	2
	固定功控步长	是	2/4/6

2.2 诺基亚系统功控机制

当用固定功率改变步长需要用多个功控命令或需要较长时间时，BSC用可变功率改变步长来增减MS和增加BTS的发射功率，可以快速地达到期望的功率等级。

诺基亚系统功控算法中，上下行功控的差别集中表现在可变步长功控方面。默认情况下，上/下行功控均是按照固定步长调整功控等级，但是，如果上行接收电平（或质量）距离判决门限过大，则使用可变步长一步功控到位；而下行功控（下行质量升电平除外）只有在下行可变步长功控功能（VDLS）开启时，才能使用可变步长来快速提高/降低功率等级，否则只能用固定步长逐步功控到位。由于系统默认设置未开启VDLS功能，所以很多情况下，上行功控比下行功控更快。以下几点是关于上/下行功控的比较说明：

（1）上/下行电平升功率，默认情况是固定步长进行。但对上行而言，如果接收电平距离判决门限过大，则使用可变步长一步功控到位，下行则受到VDLS参数限制。

（2）上/下行电平降功率与上/下行电平升功率机制一致。

（3）上/下行质量升功率根据无线链路条件选择2种算法中调整步长最大的算法，只能用可变步长进行（不受VDLS参数限制）。

（4）上/下行质量降功率情况最复杂。除了参数

VDLS，其算法还需根据参数OptimumRxLevUL/DL（载频最优接收电平，该参数显示了合适的FR信号电平，即既能保证良好的话音/数据质量，又不引起上行干扰）来确定。如果该参数未定义，算法与上/下行电平降功率相同，否则调整步长将依据参数值进行计算。上/下行质量降功率如果可能触发电平升功率的门限，则功率不会减小。

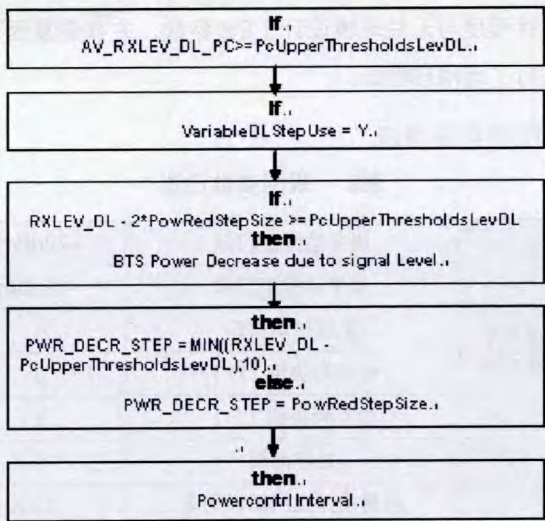


图1 下行电平降功率算法

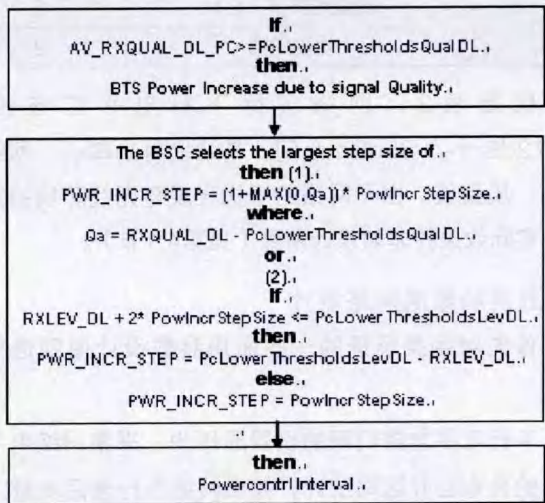


图2 下行质量升功率算法

下行功率基本上是通过固定步长来减小的，为保证信号质量，BSC用可变功率改变步长来增大下行功率。BSC根据当前无线链路条件选择最合适的算法，即考虑

到质量差的因素，质量差的原因可能是干扰（图1算法）或低电平（图2算法）。BSC通过算法得出可变功率改变步长的最大步长。

3 功率控制设计与运用场景

按照无线网络的实际环境，设置统一功率控制参数明显是不适合的。经过对网络的仔细分析，本文按网络的干扰程度与无线环境设计了5套参数，并在诺基亚系统中进行了运用与验证。

3.1 现网实际情况

表2 现网参数设置

下行电平功率控制	电平功控上门限	-72dBm
	电平功控下门限	-85dBm
	采样平均窗口	4
	电平判决值（N）	3
	电平判决值（P）	2
	功控间隔	2
上/下行质量功率控制	质量功控上门限误码率	<0.2%
	质量功控下门限误码率	0.8% ~ 1.6%
	采样平均窗口	4
	质量判决值（N）	4
	质量判决值（P）	3
	功控间隔	2

根据表2，网络实际下行电平应该控制在-72dBm ~ -85dBm之间，基站发射功率小，网络干扰小，质量佳。由于网络的干扰程度与无线环境的复杂性，实际效果并非如设计所愿（见第4.1节）。

3.2 五类场景的网络设计

首先对各类场景的一些通用参数设计原则进行说明：

下行电平功控门限的设置原则为：采集网络电平与质量的分布合并区间统计，找出网络下行通话质量0 ~ 4级中电平分布比例最大的区间，将此范围设置为下行电平功率控制的上、下门限。

质量提升功率等级一般设为3级。

（1）按网络干扰程度分类

在通信网络中，干扰信号可使通话质量下降，或产

生掉话、接通率低，会影响整个网络质量，在功率控制中如何减小干扰也是需要考虑的重要问题。

◆场景一：电平高，干扰大

干扰电平高一般体现为电平高、质量差、C/I差，统计中可根据空闲干扰等级（比例）来判定。

设计思路：干扰电平高，服务小区电平变化对质量影响很大。也就是说，主服务小区电平要高于干扰电平，才有可能保证较好的通话质量。适当提升电平和质量功控的上门限，适当加快上/下行质量升电平的速度，以保证主服务小区有一定的电平。

减小干扰的思路：降低电平，提升质量。

实施方法：先设置下行电平功控的上、下门限，将质量提升功率等级控制在3级，在保证一定的电平功控的前提下，适当增加质量功控（质量升功率）比例，以满足正常的通话质量。

设计参数（表3）：

表3 干扰场景一功控参数

下行电平功率控制	电平功控上门限	-64dBm
	电平功控下门限	-77dBm
	采样平均窗口	2
	电平判决值（N）	2
	电平判决值（P）	1
	功控间隔	1
上/下行质量功率控制	质量功控上门限误码率	<0.2%
	质量功控下门限误码率	0.8% ~ 1.6%
	采样平均窗口	1
	质量判决值（N）	3
	质量判决值（P）	2
	功控间隔	1

◆场景二：电平高、干扰小

设计思路：电平高、干扰电平小，是较为普遍的情况，大部分在市区基站不是非常密集的区域。可以适当上抬电平/质量功率控制的窗口，以电平功率控制作为主导，使通话时电平很快降至功率控制窗口中。质量功率控制可以作为一个辅助，适当地减慢其触发条件。

实施方法：下行功率控制电平的上、下门限设置原则、质量提升功率等级同场景一，同时加快电平功率控制的平均速度和判决速度，适当减慢质量功率控制的速度。

设计参数 (表4) :

表4 干扰场景二功控参数

下行电平功率控制	电平功控上门限	-70dBm
	电平功控下门限	-83dBm
	采样平均窗口	2
	电平判决值 (N)	1
	电平判决值 (P)	1
	功控间隔	1
上/下行质量功率控制	质量功控上门限误码率	<0.2%
	质量功控下门限误码率	0.8% ~ 1.6%
	采样平均窗口	1
	质量判决值 (N)	3
	质量判决值 (P)	2
	功控间隔	1

(2) 按无线环境分类

◆场景一：建筑密集、基站密集

典型区域是城市的密集住宅区。以南昌城区密集住宅区为例，宏基站站间距在300米内。

设计思路：建筑物密集，信号起伏大，电平的变化决定了网络的通话质量。将网络下行电平控制在合理的高电平上，加快下行电平提升功率的速度，降低多径效应的信号衰减对网络通话质量的影响。网络功率控制以电平为主，质量为辅。

实施方法：采用通用设计原则设置下行功率控制电平的上、下门限，同时将电平功率控制的速度调整到快于质量功率控制的速度。

设计参数 (表5) :

表5 无线环境场景一功控参数

下行电平功率控制	电平功控上门限	-67dBm
	电平功控下门限	-80dBm
	采样平均窗口	2
	电平判决值 (N)	2
	电平判决值 (P)	1
	功控间隔	1
上/下行质量功率控制	质量功控上门限误码率	<0.2%
	质量功控下门限误码率	0.8% ~ 1.6%
	采样平均窗口	1
	质量判决值 (N)	3
	质量判决值 (P)	2
	功控间隔	1

◆场景二：地域空旷、基站密集

典型区域是城市的公共广场。以南昌八一广场为例，广场周边宏基站站间距在300 ~ 400米间，红色标注是宏基站。



图3 八一广场无线环境示意图

设计思路：地形开阔、基站密集，导致信号交叉覆盖且电平强，主服务小区的信号必须要高于邻区才能保障网络的通话质量。将网络下行电平控制在合理的高电平上，加快上/下行质量提升功率的速度，降低由于网内交叉信号强且杂乱对网络通话质量降低的影响。网络功率控制以质量为主，电平为辅。

实施方法：下行功率控制电平的上、下门限设置原则同场景一，将质量提升功率等级控制在3级，同时使质量功率控制的速度与电平功率控制的速度保持一致。

设计参数 (表6) :

表6 无线环境场景二功控参数

下行电平功率控制	电平功控上门限	-65dBm
	电平功控下门限	-78dBm
	采样平均窗口	4
	电平判决值 (N)	3
	电平判决值 (P)	2
	功控间隔	1
上/下行质量功率控制	质量功控上门限误码率	<0.2%
	质量功控下门限误码率	0.8% ~ 1.6%
	采样平均窗口	1
	质量判决值 (N)	3
	质量判决值 (P)	2
	功控间隔	1

◆场景三：建筑相对稀疏、基站相对稀疏

典型区域是工业区、开发区。以南昌昌东工业区为例，宏基站站间距在500~1000米间。

设计思路：地形相对开阔、基站稀疏，频率间干扰较小，通过功率控制将低电平的覆盖区域尽量提高到较高的电平区间。网络功率控制以电平为主，质量为辅。

实施方法：下行功率控制电平的上、下门限设置原则同场景一，将质量提升功率的质量下门限控制在3级。

设计参数（表7）：

表7 无线环境场景三功控参数

下行电平功率控制	电平功控上门限	-69dBm
	电平功控下门限	-82dBm
	采样平均窗口	2
	电平判决值（N）	2
	电平判决值（P）	2
	功控间隔	1
上/下行质量功率控制	质量功控上门限误码率	<0.2%
	质量功控下门限误码率	0.8%~1.6%
	采样平均窗口	1
	质量判决值（N）	3
	质量判决值（P）	2
	功控间隔	1

3.3 小结

功率控制的运用根据不同场景采取不同的策略：

（1）依据干扰分类

◆场景一：网内干扰大的区域，对应南昌BSC29

策略：提高功率控制的窗口，功率控制以质量为主。

◆场景二：网内干扰小的区域，对应南昌BSC36

策略：降低功率控制的窗口，功率控制以电平为主。

（2）依据无线环境分类

◆场景一：建筑与基站密集区，对应南昌BSC31

策略：提高功率控制的窗口，功率控制电平与质量基本相近。

◆场景二：地域空旷、基站密集区域，对应南昌BSC33

策略：提高功率控制的窗口，功率控制以质量为主。

◆场景三：建筑与基站均稀疏区域，对应南昌BSC32

策略：降低功率控制的窗口，功率控制以电平为主。

4 功率控制运用场景效果对比

4.1 现网实际情况

（1）功率控制比例

南昌现网下行功率控制指令中电平功率控制占70%，质量功率控制占15%，基本是电平功率控制为主，与设计思想一致。

（2）下行电平分布

现网下行平均电平在-70dB左右，偏离于功率控制窗口（南昌功率控制窗口设置为-85dB~-72dB），且高于功率控制窗口上限，与设计思想不一致。

（3）上/下行质量情况

下行质量0级占比（误码率<0.2%）不够理想，只有76%，远低于上行质量0级的占比，这与下行链路功率控制不到位存在密切的联系。

4.2 分场景参数设置的实施效果

5类场景分别对应南昌网络的5个BSC区域，按3.2节设置参数，评估实施效果。

（1）下行功率控制分布

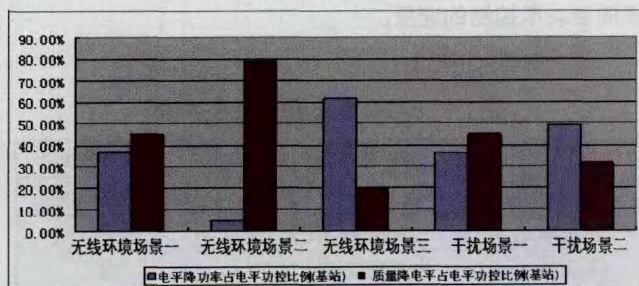


图4 下行电平质量功率控制比例

各场景的功率控制比例与设计思路一致。

（2）上/下行0级质量比例

上/下行0级质量比例比较理想，上行0级质量从现网86%提高到87.6%，提高1.6%；下行0级质量从76%提高

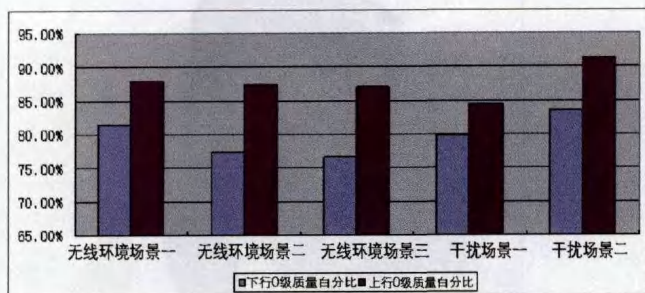


图5 上下行质量比例

到79.7%，提高3.7%。

(3) 下行平均电平分布情况

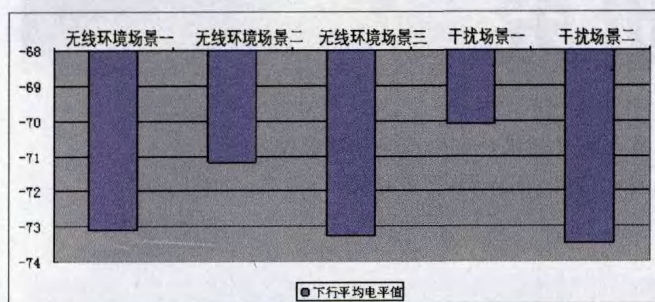


图6 下行平均电平值

各类场景下行电平均较参数设置前有不同程度的下降，平均功率分布于功率控制窗口内且接近功率控制的中间值，控制效果理想。

5 结束语

功率控制中究竟是质量功控占优还是电平功控占优并不是本文着力探讨的问题，不过我们仍然可以得出如下结论：

(1) 现网中各个区域的功率控制的效果不尽相同，所以实施时不可能用一套参数解决所有问题；

(2) 通过路测、统计分析等手段了解区域特点，细分调整对象，通过质量功控与电平功控比例的适当调整，使网络获得较佳的质量，为网络容量的提升腾出空间。

研究过程中，本文的对象均为BSC，如果条件允许，应该尽量将功控优化工作细化到簇、站甚至小区，相信能够取得更好的效果。

参考文献

- [1] 韩彬杰. GSM原理及其网络优化[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [2] 张翼. GPRS与GSM功率控制的对比分析[J]. 中国无线电管理, 2003(5).
- [3] 吕波. BTS动态功率控制[J]. 黑龙江电力, 2007(3). ★

【作者简介】



李 群：硕士毕业于北京邮电大学电信工程学院电路与系统专业，现就职于中国移动通信集团江西有限公司南昌分公司网络部，主要从事移动无线网络技术及运维管理研究。



周 亮：硕士毕业于中山大学电子与通信工程系无线电物理专业，现就职于中国移动通信集团江西有限公司南昌分公司网络优化中心，主要从事无线移动通信技术研究。



李武龙：本科毕业于南京邮电大学通信工程专业，现就职于中国移动通信集团江西有限公司南昌分公司网络优化中心，主要从事GSM/（E）GPRS/TD-SCDMA无线技术研究。