

## 6 上行功率控制

## 6.1 介绍

• UL中的SC-FDMA > 无小区内干扰> 小区间干扰主要引起LTE的性能降低

• LTE中功率控制的目标是：

- 控制由小区边缘UE对相邻小区造成的干扰
- 在eNodeB的不同UE中获得相同的SINR

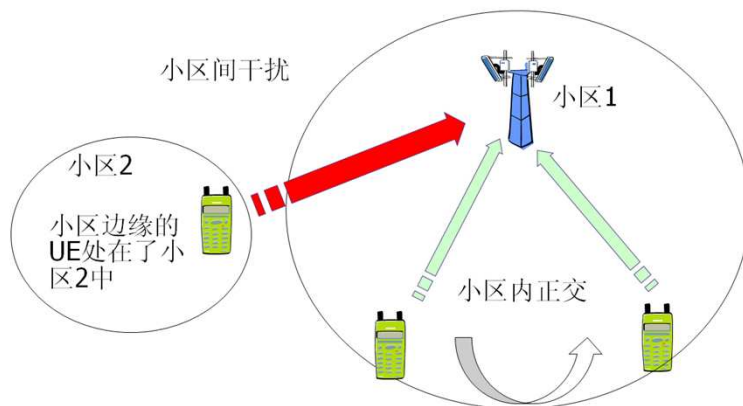
• UL功率控制应用于PUSCH、PUCCH信道和SRS信号

• 用于外环的新的LTE专用分数功率控制（FCP）

UL 功率控制 = 开环 PC + 闭环 PC

- 用于每个UE发射
- 小区专有参数

- 非周期：仅在需要时被eNodeB（TPC）补偿UE PC估算
- UE专有参数



上行功率控制应用在PUSCH上、PUCCH信道和SRS信令上。

LTE上行链路中，多个UE的小区内发射是正交的，从而避免了小区内干扰。这就使得小区间干扰成为性能降低的最大原因。在LTE中，上行功率控制的目的控制UE对相邻小区的干扰，这在维护服务小区的SINR时用到。UL中的常规功率控制目的是获得不同UE在基站的相同SINR，也称为全补偿。但这使得频谱效率较低，因为公共的SINR是小区边缘UE限制的。LTE中的UL功率控制采用了开环和闭环控制的组合。这在理论上比纯闭环机制需要的反馈较少，因为闭环反馈仅仅在UE自己对所需功率设置不满意的情况下才需要进行补偿。

可以将LTE的上行功率控制看做是一个工具包，可以根据部署场景、系统负载和操作员偏好来选择不同的功率控制策略。

## 6.1.1 UL开环功率控制

- 与开环分数功率控制（FPC）相关的UE发射功率公式如下：

$$\text{开环功率} = 10\log M + P_0(j) + \alpha(j) * PL [\text{dBm}]$$

- **M**是待发送的PRB数量（不管PRB数量是多少，都要确保相同的功率谱密度）
- **$P_0(j)$** 是小区专用参数（从-126到23 dBm），用于评价接收的SINR。对于PUSCH， $P_0$ 有赖于传输类型，分别表示为 $j=0、1、2$ ：
  - $j=0$ : 用于如VoIP的半永久调度UE的PUSCH（高功率、避免重复）
  - $j=1$ : 用于动态调度UE的PUSCH
  - $j=2$ : 用于RACH响应（Msg3）的PUSCH
- **$\alpha(j)$** 是用于PUSCH的小区专用路径损耗补偿因子（LTE专用）
  - 如果 $\alpha(j)=1$  全路径损耗补偿
  - 如果 $\alpha(j)=0$  无路径损耗补偿
  - 如果 $0 < \alpha(j) < 1$ ，表示FPC：降低 $\alpha$ 会降低小区边缘UE（高PL）的发射功率，从而降低小区间干扰。 $P_0$ 和 $\alpha$ 间需要平衡。
- **PL**是UE计算的DL路径损耗估算
  - $PL = DL\text{-}RS\text{-}Tx \text{ power} - RSRP$ （DL-RS-Tx功率由eNodeB在SIB2中进行广播）
  - 然后，通过在一个短时间内丢弃DL快衰落来过滤进行DL路径损耗的方法，来推导UL中的路径损耗（典型的是100ms到500ms）
- **PUCCH上的外环功率控制与PUSCH不同的： $P_0$ 和 $\alpha=1$** （因为PUCCH是码复用，所以是全补偿）

该公式是一个可应用于PUSCH、PUCCH和SRS的通用公式。

LTE规定分数功率控制（FPC）是开环功率控制。FPC（ $\alpha(j) * PL$ ）允许UE具有较高的路径损耗。如在小区边缘，可以满足低SINR的需求，而对其他相邻小区造成较少的干扰。

平均SINR  $P_0$ 的使用的目的是在噪声环境下解码小区信号。

对于PUCCH和SRS， $P_0$ 是固定的（这里仅有一种发送类型）

RACH Msg3是‘调度发射’消息（PUSCH RRC连接需求）

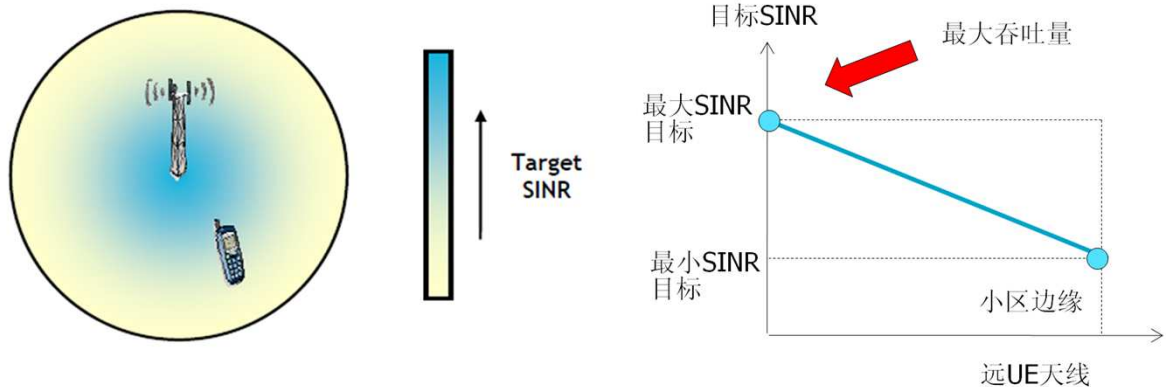
RSRP=参考信号接收功率（由UE测量）

## 6.1.2 UL分数功率控制

- 分数功率控制是开环功率控制的一部分

$$\alpha(j) * PL [dBm]$$

- 当UE接近于小区中心时，路径损耗（PL）低（忽略 $\alpha(j) * PL$ ），目标SINR最大（最高吞吐量）
- 当UE在小区边缘，造成小区间的干扰时，路径损耗高，目标SINR最低（最低吞吐量）
- 协同系数 $\alpha$ 允许在蜂窝边缘有一个可降低干扰的目标SINR的范围。



FPC是LA3.0中引入的一个可选的得到许可的特征。

FPC目标是在eNodeB中获得一个SINR目标范围（而不是一个唯一的值），目的是为了能够有与天线（与相邻小区太远从而引起小区间干扰）接近的高吞吐量（或高SINR），和小区边缘（小区间干扰）较低的吞吐量（或低SINR）

## 6.1.3 UL 闭环功率控制

- 用于闭环功率控制的UE发射功率公式

$$\text{闭环功率} = \Delta\text{MCS} + f(\Delta i) [\text{dBm}]$$

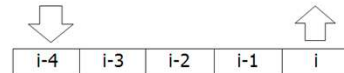
- $\Delta\text{MCS}$ 是MCS（0到31）的UE专用参数：在较好的无线环境中，可以分配更多的功率来最大化吞吐量。
- $\Delta i$ 是位于PDCCH（在DCI0中的TPC命令）中用于子帧*i*的UE专用闭环校正值：目的是补偿路径损耗或者小区间的干扰变化。
- 函数 $f()$ 基于 $\Delta i$ 进行闭环功率控制， $f()$ 是信道专用的（PUCCH、PUSCH、SRS）。LTE中有两种类型的闭环功率控制：
  - 累积的：UE根据参考值使用最新的发射功率，以 $\Delta i$ 来调整功率

$$f(\Delta i) = f(\Delta(i-1)) + \Delta(i-k), \text{ 其中 } \Delta i = \{-1, 0, 1, 3\} [\text{dB}]$$

对于FDD,  $k=4$ ；对于TDD,  $k$ 有赖于UL/DL的配置；PDSCH接收和PUSCH发射间的UE处理时间假定为3xTTI（如：3子帧）

- 绝对的：UE根据 $\Delta i$ 使用一个绝对值来调整功率

$$f(\Delta i) = \Delta(i-k), \text{ 其中 } \Delta i = \{-4, -1, 1, 4\} [\text{dB}]$$



对于FDD和TDD,  $k$ 值来自H-ARQ过程，后续将进一步阐释。

FDD的情况:  $k=4$

TDD的情况:

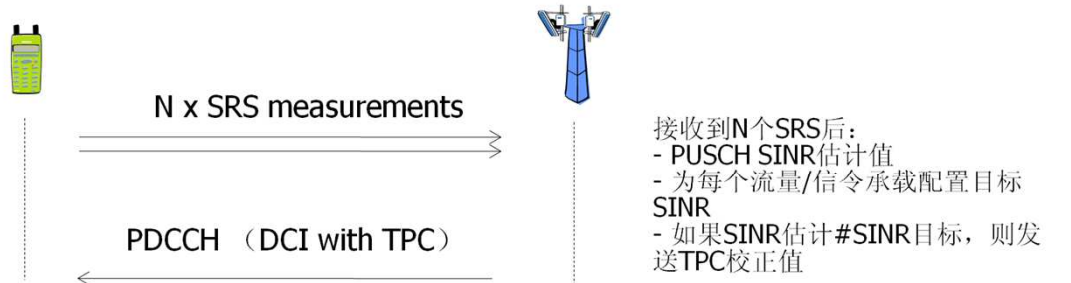
UL/DL配置1, UL子帧2和6:  $f(\Delta i) = f(\Delta(i-1)) + \text{SUM } \Delta(i-k)$ , 其中 $k=7, 6$

UL/DL配置1, UL子帧3和7:  $f(\Delta i) = f(\Delta(i-1)) + \text{SUM } \Delta(i-k)$ , 其中 $k=4$

UL/DL配置1, UL子帧2和6:  $f(\Delta i) = f(\Delta(i-1)) + \text{SUM } \Delta(i-k)$ , 其中 $k=8, 7, 4, 6$

## 6.1.4 在eNodeB处的UL闭环功率控制协议

- eNodeB计算NxSRS信号的SINR估计值（测量的）
- 根据SINR估计值和SIR目标值间的差异，eNodeB向UE将发送TPC（发射功率控制）命令来提高或降低下一个PUSCH消息的功率。



TPC Command Field in DCI format 0/3	Accumulated $\delta_{PUSCH}$ [dB]	Absolute $\delta_{PUSCH}$ [dB] only DCI format 0
0	-1	-4
1	0	-1
2	1	1
3	3	4

TPC Command Field in DCI format 3A	Accumulated $\delta_{PUSCH}$ [dB]
0	-1
1	1

ALU的，N是一个固定为50的参数。

PUSCH功率控制过程如下：

- eNB估算来自SRS测量报告的PUSCH SINR和L1的噪声功率
- 每当测量数到达一个参数的值时（ALU中）：

*numberOfULmeasurementsNeededForSendingValidTPCCommandForPUSCHdynamicMode=50*

- SINR目标由每个业务和信令承载进行配置
- 校正因子 $\delta_{PUSCH}$ 通过一个特殊的内部算法进行计算
- 发送TPC命令（包括校正因子）

如果上述ALU参数=50（默认固定），PUSCH SINR从每5ms发送一次的UE SRS测量报告中计算得到：每50\*5=250ms最多发送一个TPC命令>LTE中的闭环功率控制是一个较低的机制。

DL分配的动态认证可用时，功率控制命令采用DCI格式0、1或2发送给UE。否则，命令以DCI格式3/3a（向TPC-RNTI声明与UE的关联）。DCI格式 3/3a仅仅承载TCP命令，格式3a更紧凑。

TPC命令域在DCI格式0/1A/1/2A/2/3和 $\delta_{PUSCH}$ [dB]上的映射：

0: -1; 1: 0; 2: 1; 3: 3

对DCI格式3a: 0: -1和1: 1



## 6.2 PUCCH上的UL功率控制

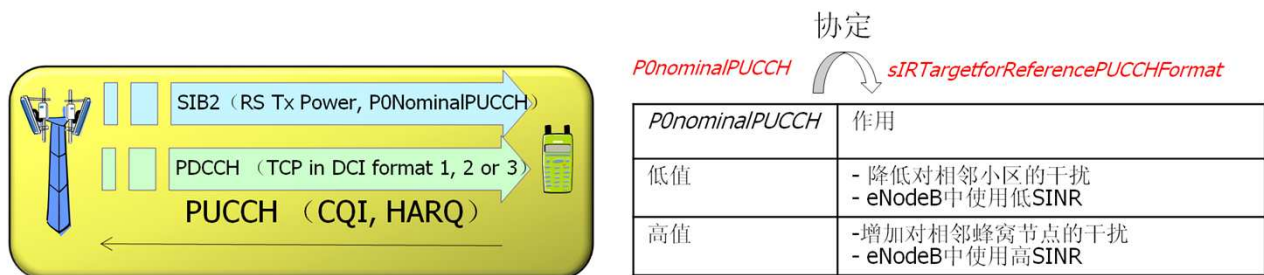
PUCCH子帧i上的Alcatel-Lucent功率控制:

$$P_{\text{PUCCH}} = \min\{P_{\text{max}}, h(\text{CQI, HARQ}) + P_{0\_ \text{PUCCH}} + \alpha \text{PL} + \Delta_{\text{F\_PUCCH}} + g(i)\} [\text{dBm}]$$

$\uparrow$   $10\log M$        $\uparrow$   $\alpha = 1$        $\uparrow$   $\Delta_{\text{MCS}}$

ALU参数（小区专用）:

- $P_{\text{max}}$  是UE发送功率（f.i. 23dBm）的最大值， $h(\text{CQI, HARQ})$  是一个关联于CQI和HARQ使用比特数量的对数函数（ $h=0$  in）
- $P_{0\_ \text{PUCCH}} = P_{0\text{nominalPUCCH}} + P_{0\text{UePUCCH}}$  (LteCell/ULPowerControlConf) 控制平均SINR
- $\Delta_{\text{F\_PUCCH}}$  是一个与PUCCH格式1a相关的以dB为单位的功率补偿: *deltaFPUCCHFormat1b*, *deltaFPUCCHFormat2* 和 *deltaFPUCCHFormat2b*
- 累积的闭环功率控制规则使用  $g(i) = \Delta P_{\text{rampup}} + \delta_{\text{Msg2}}$
- DCI格式1a中，PUCCH SIR目标= *sIRTargetforReferencePUCCHFormat* (default=-3dB)，DCI格式1b中，PUCCH SIR目标= *sIRTargetforReferencePUCCHFormat* + *deltaFPUCCHFormat1b*



7

COPYRIGHT © ALCATEL-LUCENT 2012. ALL RIGHTS RESERVED.

Alcatel-Lucent  
UNIVERSITY

PUCCH用于承载周期CQI报告（CQI/PMI/RI/HARQ），PUCCH格式大小从1到2比特。

函数 $h(\text{CQI, HARQ})$ 是一个有赖于PUCCH中在CQI和HARQ比特数的对数函数。中，H为null；中H公式有赖于DCI格式和循环前缀:

- DCI格式1、1a、1b和扩展前缀:  $h=0$
- DCI格式2、2b和常规前缀: 如果 $\text{nbCQIbits} \geq 4$ ，则为 $10\log(\text{nbCQIbits}/4)$ ，否则为0。
- DCI格式2和扩展前缀: 如果 $\text{nbCQIbits} + \text{nbHARQbits} \geq 4$ ，否则为0。

-DCI由PDCCH物理链路承载。DCI格式0用于UL调度认证。格式1/1a/1b/1c/1d用于无空间复用时DL调度信息，格式2/2a/2b用于有空间复用时DL调度信息，格式3/3a用于承载TPC命令。

$P_{0\text{nominalPUCCH}}$  (ENBEquipment/Enb/LteCell/ULPowerControlConf) 是一个优化参数（FDD和TDD UL/DL配置1，该值默认为-114dBm，UL/DL配置2则默认为-100dBm）， $P_{0\text{UePUCCH}}$ 参数固定（默认为0dBm）。

$P_{0\text{nominalPUCCH}}$ 参数是一个关键RF优化参数。较高参数值可以改善PUCCH的接收，可能会引起较高的UE功率，导致对相邻小区在干扰。

PUCCH功率控制过程用于认证差错率。为了达到该目的，需要目标SIR获得相应的值。在PUCCH格式A中，SIR目标设置为*sIRTargetforReferencePUCCHFormat*，在PUCCH格式1B中，设置为*IRTargetforReferencePUCCHFormat* + *deltaFPUCCHFormat1b*。参数*sIRTargetforReferencePUCCHFormat*是一个关键RF优化参数。较高参数值会改善PUCCH的接收，但也会引起较高的UE Tx功率，导致对相邻小区的干扰。该参数当前默认值为-3.0 dB。ALU建议操作员不要修改参数的该设置。

$g(i)$ 的初始值定义为:  $g(0) = \Delta P_{\text{rampup}} + \delta_{\text{Msg2}}$

其中， $\delta_{\text{Msg2}}$ 是随机接入响应（RACH消息2）中的TPC命令。

$\Delta P_{\text{rampup}}$ 是第一个到最后前导码的总功率，由参数*preambleTransmitPowerStepSize*设置。

TPC命令域在DCI格式1A/1/2A/2/3下 $\delta_{\text{PUCCH}}[\text{dB}]$ 中的映射为:

0: -1; 1: 0; 2: 1; 3: 3

对于DCI格式3a: 0: -1 and 1: 1

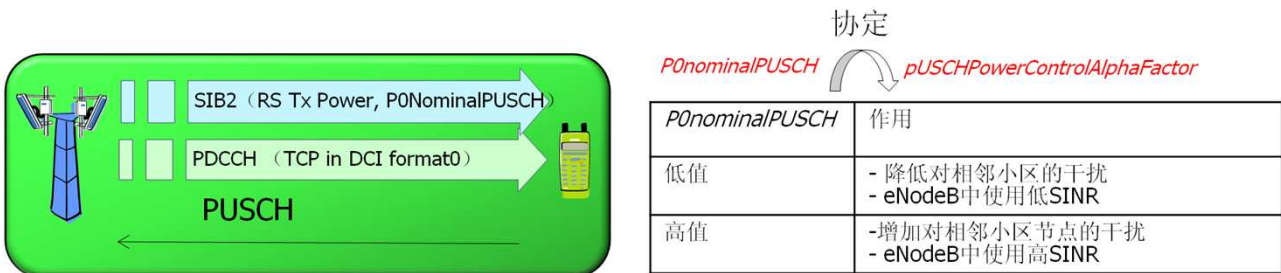
## 6.3 PUSCH上的UL功率控制

PUSCH上的Alcatel-Lucent功率控制:

$$P_{\text{PUSCH}}(i) = \min\{P_{\text{max}}, 10\log M_{\text{PUSCH}}(i) + P_{0\_ \text{PUSCH}}(j) + p\text{USCHPowerControlAlphaFactor} * PL + \Delta_{\text{TF}}(\text{TF}(i)) + f(i)\} [\text{dBm}]$$

ALU参数:

- $P_{\text{max}}$  是UE发送功率的最大值
- $M_{\text{PUSCH}}(i)$  是UL子帧i的PRB数量 (在  $i - K_{\text{pusch}}$  接收)
- $P_{0\_ \text{PUSCH}}(j) = P0\text{NominalPUSCH} + P0\text{UePUSCH}$  (LteCell/ULPowerControlConf) 控制平均SINR
  - $P0\text{NominalPUSCH}$  和  $P0\text{EePUSCH}$  用于SPS激活情况下
- $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}$  (ULPowerControlConf) 是PL补偿因子
- $\Delta_{\text{TF}}(\text{TF}(i))$  是子帧i有效的PUSCH传输格式的对数函数
- 累积的UE专用闭环校正, 用于  $f(i)$
- UL功率控制可以是基于eNodeB的SRS或DMRS



8

COPYRIGHT © ALCATEL-LUCENT 2012. ALL RIGHTS RESERVED.

Alcatel-Lucent  
UNIVERSITY

FDD的 $K_{\text{push}}=4$ , 这关联于TDD在UL/DL配置。

参数 $p0\text{NominalPUSCH}$ 和 $p0\text{UePUSCH}$ 是一个关键RF优化参数。该值较高会改善PUCCH的接收, 但也会引起较高的UE Tx功率, 导致对相邻小区的干扰。

, 该参数默认值为0,  $p0\text{UePUSCH}$  为0。

参数 $p0\text{NominalPUSCH}$  默认值是: TDD:  $\text{cfg1} -108$ ;  $\text{cfg2} -100$ ; FDD中有赖于 $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}$  (用于 $\alpha=0.7$ ,  $P0\text{NominalPUSCH}=-80\text{dBm}$ ; 参见LPUG)

公式 $p0\text{NominalPUSCH} = \text{UL\_Interference} + \text{SIR\_Target}$

-PL是UE计算的下行路径损耗估算,  $PL = \text{RS Tx power} - \text{filtered RSRP}$ , 其中滤波的RSRPR是可配置滤波器系数 $\text{filterCoefficient}$ 对RSRP平均的结果。

TLA3.0中, 参数 $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}$ 是小区专用的, 关联于传输类型 $j=0,1,2$ 。

参数 $P0\text{UePUSCH}$ 是逻辑信道专用的。

参数 $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}$ 是一个关键RF参数, 将其设置为1.0会去活分数功率控制 (如全路径损耗补偿)。当该参数降低时, 近小区吞吐量及全小区吞吐量增加, 但分数功率控制会导致较低的小区边缘吞吐量 (部分路径损耗补偿)。该参数应当由操作员进行设置或关联于他们的策略。ALU中默认为1.0。同时, 我们默认参数设置分别为 $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}=0.8$ 和 $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}=0.7$ 。将参数 $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}$ 设置为0.9, 则其性能与 $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}$ 设置为1.0的情况非常接近。另一方面, 将参数 $p\text{USCHPowerControlAlphaFactor}$ 设置低于0.7将引起小区边缘吞吐量的显著降低。

$\Delta_{\text{TF}}(\text{TF}(i)) = 10\log_{10}(2^{\text{MPR} \cdot K_s} - 1)$ , 其中:

-  $K_s$ 是一个RRC给定的小区专用参数, 如果 $K_s=0$ , 则不执行MCS的补偿。

-  $\text{TF}(i)$ 是子帧i有效的PUSCH传输格式。

-  $\text{MPR} = \text{Modulation} \times \text{CodingRate} = N_{\text{INFO}} / N_{\text{RE}}$ , 其中,  $N_{\text{INFO}}$ 是信息比特数,  $N_{\text{RE}}$ 由子帧i的 $\text{TF}(i)$ 和 $M_{\text{PUSCH}}(i)$ 确定的资源元数。注意:  $p0\text{NominalPUSCH}$ 可近似计算如下:

$= -121\text{dBm} + 3\text{dB IoT} + \text{SIR\_Target} (PL = \text{Rstxpower} - q\text{RxLevMin}) + (1 - \alpha_{\text{PL}}) \cdot (\text{Rstxpower} - q\text{RxLevMin})$

对于20MHz,  $\text{Rstxpower} = \text{referenceSignalPower} = 14\text{dBm}$ ,  $q\text{RxLevMin} = -120\text{dBm}$ ,  $\alpha_{\text{PL}} = 0.7$ ,

$\text{SIR\_Target}_{\text{initial}} = 10\text{dB}$ ,  $PL_{\text{Nominal}} = 100\text{dB}$ , 则

$p0\text{NominalPUSCH} = -121 + 3 + 0 + 40 = -78\text{dBm}$



## 6.4 SINR目标估算

当使用FPC时，PUSCH上的目标SINR公式：

$$SIR_{New\_Target\_PUSCH} = \min[ \max\{ SIR_{Target\_PUSCH\_Initial} - (1 - pUSCHPowerControlAlphaFactor) \times (PL_{av} - pathLossNominal) , minSIRtargetForFractionalPowerCtrl \} , maxSIRtargetForFractionalPowerCtrl ]$$

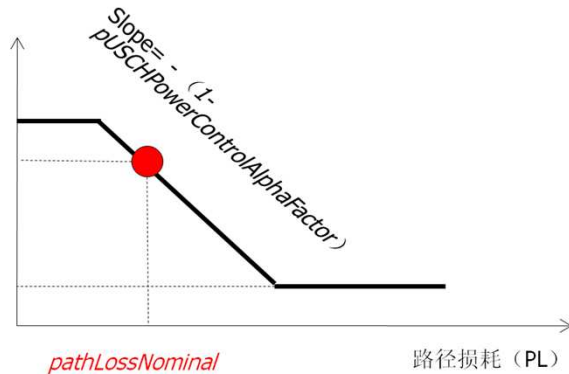
$$\text{简化: } SIR\_Target_{Current} = SIR\_Target_{Initial} - (1 - \alpha_{PL}) \times (PL - PL_{Nominal})$$

LteCell/ULPowerControlConf parameters:

*maxSIRtargetForFractionalPowerCtrl*

*uplinkSIRtargetValueForDynamicPUSCHscheduling*

*minSIRtargetForFractionalPowerCtrl*



SINR是当前和初始时间的开环功率控制公式的差值（假定两种情况下闭环补偿相同或其差异可以忽略）：

NodeB接收的功率补偿  $P(j) = P(UE) - PL = [10\log M + P_0(j) + \alpha(j) \cdot PL] - PL = 10\log M + P_0(j) + (1 - \alpha(j)) \cdot PL$

其中  $P_0(j) = SINR_{target\_initial} + UI\_noise$ ,  $P(j) = SINR_{target\_current} + UI\_noise$

- 目标  $Target\_PUSCH\_initial$  SINR由参数 *uplinkSIRtargetValueForDynamicPUSCHscheduling*（Enb/EnbRadioConf）设置。这是一个关键的优化参数。在商业模式中以及网络级别上，SINR目标越高，近小区吞吐量就越高，但网络不同的小区产生的干扰也越高（从而减低小区边缘和整个小区的吞吐量）。该情况下的参数默认的设置如下：当  $\alpha=0.8$  时：11.0dB；当  $\alpha=0.7$  时：15.0dB。注意要获得正确的干扰等级需要好的调节。理想情况下，调节可以一个小区接着一个小区的进行（因为拓扑结构及其导致的无线传播环境在每个小区都不同的）。
- 参数 *pathLossNominal*（ENBEquipment/Enb/LteCell/ULPowerControlConf）配置了常规路径损耗，相对应我们期望的SINR目标为 *uplinkSIRtargetValueForDynamicPUSCHscheduling* 的情况。默认是60dBm
- 参数 *maxSIRtargetForFractionalPowerCtrl*（ENBEquipment/Enb/LteCell/ULPowerControlConf）配置了最大SINR目标，默认是10dB
- 参数 *minSIRtargetForFractionalPowerCtrl* 配置了端用户可以接受的最小SINR目标。默认是-1dB
- $PL_{av}$  是一个平均路径损耗值，这基于UE的功率余量报告和平均SRS功率（表示为一个正值）。

## 6.4.1 UL路径损耗仿真（归一化路径损耗）

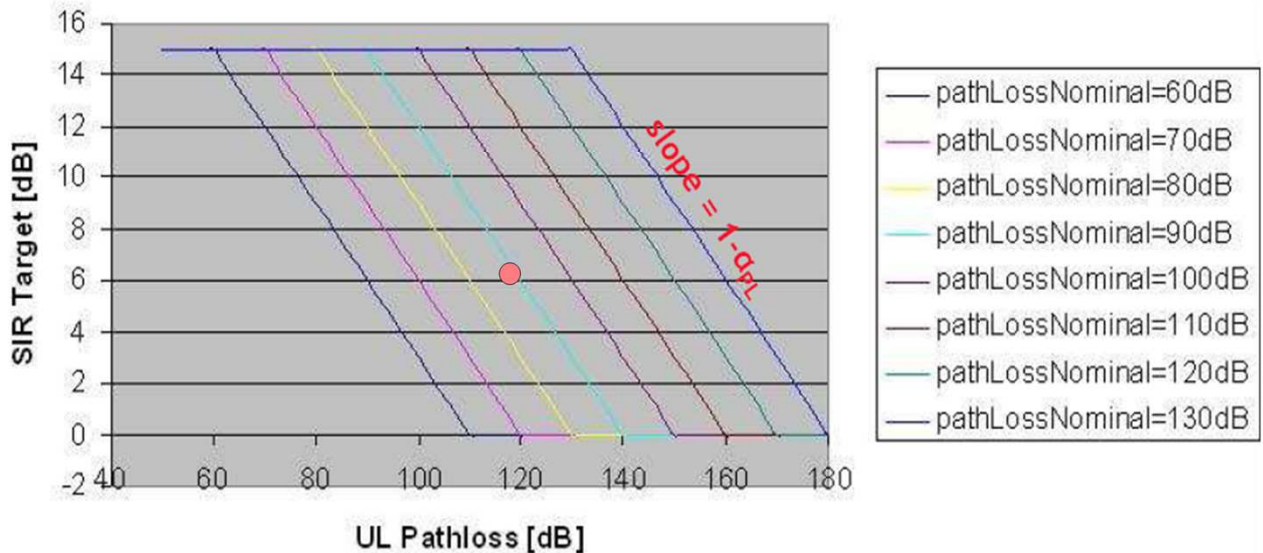
$$\rightarrow \text{SIR\_Target}_{\text{Current}} = \text{SIR\_Target}_{\text{Initial}} - (1 - \alpha_{\text{PL}}) \times (\text{UL\_PL} - \text{PL}_{\text{Nominal}})$$

→ InitialSIR=15 dB（UE在近天线处启动）

→ MaxSIR= 15 dB

→ MinSIR= 0dB

→ Alpha  $\alpha = 0.7$



该方法给出的pathLossNominal必须根据小区边缘的UL PL估量值和SIR目标进行选择。例如，对于小区中某给定的UE，如果在小区边缘UL路径损耗是120dB，最小SIR目标是6dB，则可以选择pathLossNominal=90dB。

## 6.4.2 UL路径损耗仿真（Alpha因子）

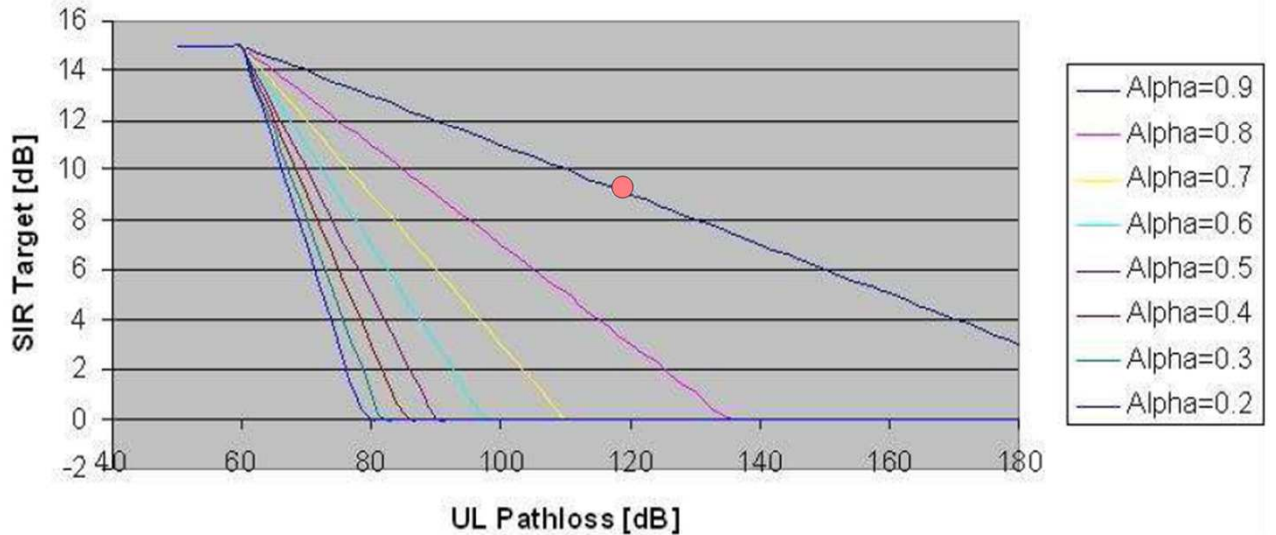
$$\rightarrow \text{SIR\_Target}_{\text{Current}} = \text{SIR\_Target}_{\text{Initial}} - (1 - \alpha_{\text{PL}}) \times (\text{UL\_PL} - \text{PL}_{\text{Nominal}})$$

→ InitialSIR=15 dB

→ MaxSIR= 15 dB

→ MinSIR= 0dB

→ Pathloss Nominal= 60dB



该方法指出当UL PL较高时，可以选择Alpha=0.7或0.8，可以得到较好的SIR目标，即使是在小区边缘。参数值为0.9时可以大幅度降低小区间干扰。参数值低于0.6时则限制了小区边缘可能的UL路径损耗。例如，对于小区中某给定的UE，如果在小区边缘UL路径损耗是120dB，最小SIR目标是9dB，则可以选择alpha=0.9。

## 6.5 SRS的功率控制

SRS上的Alcatel-Lucent UL功率控制

$$P_{\text{SRS}} = \min\{P_{\text{max}}, 10\log M_{\text{SRS}} + P_{0\_PUSCH} + P_{\text{SRS\_OFFSET}} + p_{\text{USCHPowerControlAlphaFactor}} * PL + f(i)\} [\text{dBm}]$$

ALU参数:

- $P_{\text{max}}$  是UE发射功率最大值
- $M_{\text{SRS}}$  是RSR的PRB数量
- $P_{\text{SRS\_OFFSET}}$  是由参数 *pSRSoffset* (ulPowerControlConf, default=7dB) 配置的功率补偿
- $f(i)$  是当前用于PUSCH的闭环调整函数

探测参考信号（SRS）是一个发送给eNodeB的宽频带信号，用来测量UL资源分配的信道质量。SRS与PUSCH或PUCCH信道不相关联（如DMRS）。

， *pSRSoffset* 固定为7dB

## 6.6 RACH msg1上的UL功率控制

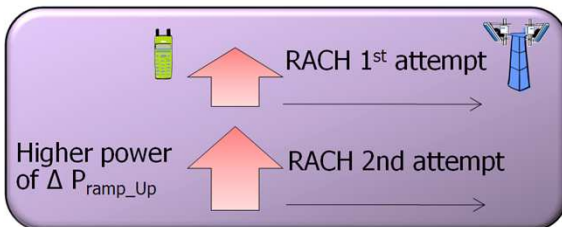
### RACH上的Alcatel-Lucent UL功率控制

$$P_{\text{RACH\_Msg1}} = \min \{ P_{\text{max}}, P_{0\_Preamble} + \Delta_{\text{Preamble}} + (N_{\text{preamble}} - 1) \times \Delta P_{\text{ramp\_Up}} \}$$

#### ALU参数:

- $P_{\text{max}}$  是UE发射功率最大值
- $P_{0\_Preamble}$  是参数 *preambleInitialReceivedTargetPower* (lteCell/cellRachConf; default=-104dBm) 配置的起始前导发射功率补偿  

$$P_{0\_Preamble} = \text{SINRtarget} + \text{IN} + \text{Margin}$$
- $\Delta_{\text{Preamble}}$  是关联PRACH前导格式的功率补偿值, 在, 其硬编码为0。
- $\Delta P_{\text{ramp\_Up}}$  是功率提升步长大小, 由参数 *preambleTransmitPowerStepSize* (lteCell/cellRachConf; default=6dB) 配置
- $N_{\text{preamble}}$  是前导码发射序号 (1表示第一次发射, 2表示第二次发射, 直到前导码发射的最大数)



<i>preambleInitialReceivedTargetPower</i>	作用
低值	- 增大了RACH连接时延 - 降低对其他小区的干扰
高值	- 最小化RACH的发射次数 - 引起对其他小区的干扰加大

开环功率控制用于RACH的初始发射 (实际上, 因为RACH是一个短过程, 所以闭环是不相关的)。发射功率需要考虑全部上行链路干扰等级和所需的SINR操作点。

随机接入前导码包括一个序列和一个CP。因为UL同步不是在随机接入过程前建立的, 所以添加了一个防卫周期GT来应对eNodeB的往返传播时延。在TDD中有五种不同长度的前导码格式。前导码由Zadoff-Chu序列生成。

*preambleInitialReceivedTargetPower*参数是一个关键的RF优化参数, 会影响连接建立的性能和UL对相邻小区的干扰。较高的值可以最小化重发/RACH的次数, 但会引起对其他小区较高的干扰。较低的值会增加RACH重发/连接建立的时延。理想情况下, 初始功率应该设置的足够高以保证在合理的IoT负载级别下第一次发射时就可以成功。

该参数当前默认值为dBm-94 (TDD) 和 -104 (FDD)

*preambleTransmitPowerStepSize*参数是一个关键的RF优化参数, 会影响连接建立性能和UL对相邻小区的干扰。较高的值可以最小化重发/RACH的次数, 从而加快连接的建立, 但会引起对其他小区较高的干扰。较低的值会增加RACH重发/连接建立时延。

该参数当前默认值为6dB



## 练习11



1- 在开环功率控制中，LTE引入了哪些新特性（和W-CDMA相比较）？

分数PC	闭环PC	RACH上PC
------	------	---------

2- alpha因子对于PUCCH是可配置的么？

是	否
---	---

3-  $P_{0nominalPUCCH}$  参数值较低的优点是什么？

降低干扰	提供较高的SINR
------	-----------

4- 但在定时期满时，发送第二个RachMsg1（前导码）时，其功率比第一次发射的前导码高还是低？

低	高
---	---



时间限制：3分钟