

# PDSCH 功率- $P_a P_b$ (精)

## 一、 $P_A$ 、 $P_B$

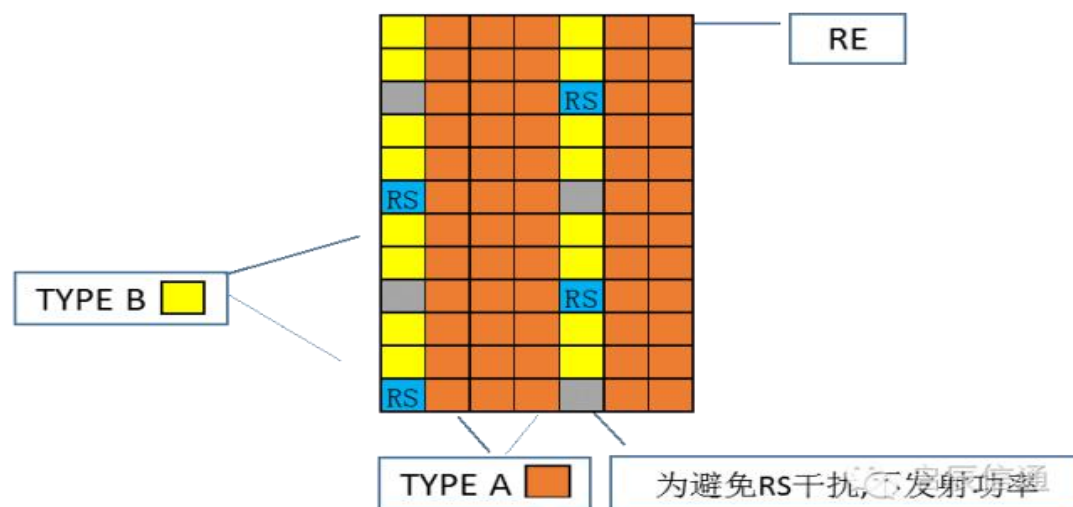
LTE 下行信道或符号的功率控制基于两种方式：**静态方式和动态方式**。所谓静态方式即为信道配置一个固定值，例如 RS、PBCH、PCFICH、PSS+SSS 信道采用静态值方式设置功率，并且 PBCH、PCFICH、PSS+SSS 信道功率值是相对于 RS 功率进行设置的一个偏置值。

而动态方式即所谓的功率分配，就是把基站总功率在某个时刻按照一定规则分配到各个信道上，例如 PHICH、PDCCH、PDSCH 信道。（注：PHICH、PDCCH、PDSCH 信道既可以采用静态值方式也可以采用动态功率分配方式，采用哪种方式取决于 PDCCH 或 PDSCH 信道传输的内容。

那么什么是功率分配呢？首先，要明确一个概念，EPRE（即每 RE 上的能量）：Energy Per Resource Element，功率分配是基于 EPRE 的。

在时域上，由于 OFDM 符号是时分复用的，每个 OFDM 符号时刻（时域上  $=66.7\mu s$ ）都以基站的最大功率发射。但在系统带宽内，每个 OFDM 符号时刻包含多个 OFDM 符号（例如 20MHz 带宽，每个 OFDM 时刻包含 1200 个 OFDM 符号），那么每个 OFDM 符号可获取的发射功率为多少呢？于是就有了所谓的功率分配。

根据 OFDM 符号中是否存在 RS 信号，把 PDSCH OFDM 符号分为两类，即 A 类（TYPE A）和 B 类（TYPE B）。



**A 类符号：**不存在 RS 的 PDSCH OFDM 符号

**B 类符号：**存在 RS 的 PDSCH OFDM 符号 TYPEA

$\rho_A$ ：将 A 类符号的 PDSCH RE 功率（单位 mw）与 RS 功率(单位 mW)比值记作

$$\rho_A = \frac{\text{TYPE A}}{\text{RS}}$$

$\rho_B$ ：将 B 类符号的 PDSCH RE 功率（单位 mw）与 RS 功率（单位 mw）比值记作

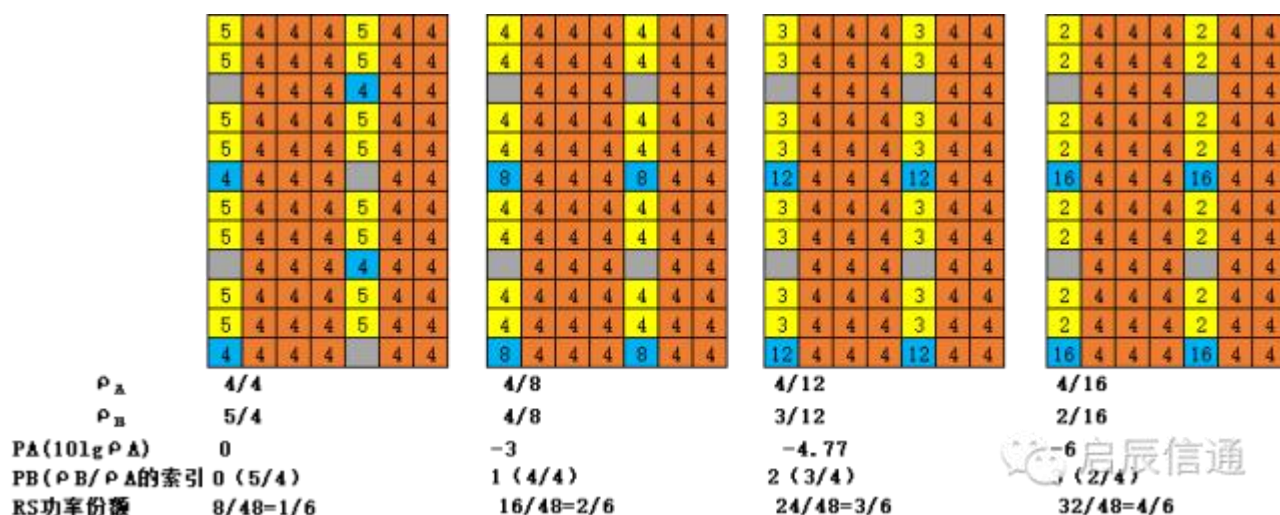
$$\rho_B = \frac{\text{TYPE B}}{\text{RS}}$$

LTE 设备中，为了控制分配给 UE 的 PDSCH RE 功率，引入了 PA 参数，PB 参数。PA 是一个 UE 级参数，通过 RRC 信令发送给 UE，可随时改变，PA 越小则 A 类符号功率相对于 RS 符号功率比值越小；PB 是一个小区级参数，由 SIB2 广播。

**PA 定义为：**该参数表示 PDSCH 功率控制 PA 调整开关关闭且下行 ICIC 开关关闭时，PDSCH 采用均匀功率分配时的 PA 值，数值上  $PA=10\log \rho_A$ 。

**PB 定义为：**表示 PDSCH 上 EPRE（Energy Per Resource Element）的功率因子比率指示，它和天线端口共同决定了功率因子比率的值，数值上 PB 表示  $\rho_B/\rho_A$  的索引。

假定把基站分配给每个 RB 的功率均分为 48 份，则针对 RS RE 及 PDSCH RE 有如下分配情况：（2/4 天线端口）



第一图:  $[PA, PB]=[0,0]$

每一列的功率总和算 48 个单位，因为  $PA=0$ ，所以第二列数据 RE 和第一列的 RS 功率是一样的，图中都以 4 来表示，而第一列中有 2 个 RE 是不发的，因此多出来 8 个单位的功率，而这 8 个功率被均匀的分配到了 8 个数据 RE 上，因此第一列的 8 个数据 RE 都是 5 个单位的功率，因此  $\rho_B/\rho_A$  也就是 5/4，这种情况比较少用。

第二图:  $[PA, PB]=[-3,1]$

就是把那 2 个 RE 空出来的 8 个功率分给了 2 个 RS 的 RE，因此每个 RS 是 8。相当于 RS 功率增加了 1dB。这种配置是最常用的，保证 RS 的正确接收。

### 第三图: $[PA, PB]=[-4.77,2]$

除了把那 2 个 RE 空出来的 8 个功率分给了 2 个 RS 的 RE, 还把 B 类符号的每个 PDSCH RE 功率的让出来 2 个单位给 RS, 相当于 RS 功率增加了 2dB.

### 第四图: $[PA, PB]=[-6,3]$

除了把那 2 个 RE 空出来的 8 个功率分给了 2 个 RS 的 RE, 还把 B 类符号的每个 PDSCH RE 功率的让出来 3 个单位给 RS, 相当于 RS 功率增加了 3dB.

因此上面 2, 3, 4 中分配方式可以看到 RS 被明显增强, 因此对覆盖会有正增益, 常用来做 (超) 远覆盖。这种方式也叫 RS 功率 Boosting 技术。但同时业务数据 (TYPE B) 是有负增益的, 牺牲了部分容量。

根据上图, 可以得到几个参数的组合情况:

| PA    | $\rho_A$ | EPRE/RS | PB | $\rho_B / \rho_A$ |          |
|-------|----------|---------|----|-------------------|----------|
|       |          |         |    | 单天线端口             | 2/4 天线端口 |
| 0     | 1        | 1       | 0  | 5/5               | 5/4      |
| -3    | 1/2      | 4/8     | 1  | 4/5               | 4/4      |
| -4.77 | 1/3      | 4/12    | 2  | 3/5               | 3/4      |
| -6    | 1/4      | 4/16    | 3  | 2/5               | 2/4      |

PA 和 PB 的单位都是 db, PA 等于 0, 说明  $\rho_A$  和 RS 的功率比是 1:1, -3 说明比 RS 小一倍, -4.77 就是 1/3, -6 就是 1/4。  $\rho_A$  和  $\rho_B$  可以看成单位是 dbm, 它反映的是实际功率的比值。

下表为 PA 和 PB 参数设置对于业务信道数据传输功率利用率! 换句话说的意思: 保障基站输出功率最大化且同类符号平均利用的效率模型。其中有 4 组参数可以是功率利用率最大化。分别是 (PA, PB): (0, 0)、(-3, 1)、(-4.77, 2)、(-6, 3)。

|    |   | PA (dB) |       |      |       |      |     |     |     |
|----|---|---------|-------|------|-------|------|-----|-----|-----|
|    |   | -6      | -4.77 | -3   | -1.77 | 0    | 1   | 2   | 3   |
| PB | 0 | 67%     | 75%   | 86%  | 92%   | 100% | 97% | 94% | 92% |
|    | 1 | 75%     | 86%   | 100% | 92%   | 83%  | 80% | 77% | 75% |
|    | 2 | 86%     | 100%  | 83%  | 75%   | 67%  | 63% | 61% | 58% |
|    | 3 | 100%    | 83%   | 67%  | 58%   | 50%  | 47% | 41% | 42% |

从上面分析可以得出以下几个规律：

1、每个 OFDM 符号总体功率之和应该相同。即所有 B 类符号子载波功率+所有 RS 符号子载波功率=所有 A 类符号子载波功率，同一种符号的功率都应该相同，而最大化地分担基站功率。

2、PB 设置不同的值，实质对应了 B 类符号与 A 类符号的功率比。PB 值越大（注意，PB 值其实是一个索引值），则 B 类符号的功率比 A 类符号的功率的比值越小，由于 OFDM 符号子载波功率之和相同，因此相当于抬升了 RS 符号功率。

3、PA 值与 A 类符号的功率和 RS 符号功率的比值有对应关系，根据 2 的推导，RS 功率抬升，B 类符号功率减小，若 A 类符号功率不变，则 PA 值将会减少。

## 二、RS 功率

RS 功率是一个小区级参数，由网管配置，一旦确定就不受其他参数影响而改变，通过 SIB2 广播。

**覆盖：**RS 设置过大会造成越区覆盖，对其他小区造成干扰；RS 设置过小，会造成覆盖不足，出现盲区；

**干扰：**由于受周围小区干扰影响，RS 功率设置也不同，干扰大的地方需要留出更大的干扰余量；

**信道估计：**RS 功率设置会影响信道估计。RS 功率越大，信道估计精度越高，解调门限越低，接收机灵敏度越高，但是对邻区干扰也越大。

**容量：**RS 功率越高，覆盖越好，但用于数据传输的功率越小，会造成系统容量的下降； RS 功率设置需要综合各方面因素，既要保证覆盖与容量的平衡，又要保证信道估计的有效性，还要保证干扰的合理控制。

### 三、参数设置

#### **PB 参数的含义及设置参考：**

PB 取值越大，RS 功率在原来的基础上抬升越高，能获得更好的信道估计，增强 PDSCH 的解调性能，但同时减少了 PDSCH（TYPE B）的发射功率，合适的 PB 取值可以改善边缘用户速率，提高小区覆盖性能。

#### **参数 PA 的含义及设置参考：**

含义：PDSCH 功控算法关闭，且静态 ICIC 算法关闭时，采用均匀功率分配，小区所有用户的 PA 值。 PA 取值越小，表示 A 类 PDSCH 符号发射功率相对于 RS 功率越小。

界面取值范围：[-6, -4.77, -3, -1.77, 0, 1, 2, 3]

参数调整对网络性能的影响：均匀分配功率时，为了保证当下行带宽全部分配时，eNB 功率正好用完，则每个 RB 上的功率应该等于 eNB 最大发射功率平摊到每个 RB 上的功率，而每个 RB 上的功率的绝对值是由 PA 和 RS 功率共同决定的，所以在 eNB 总功率不变的情况下，对于不同的 RS 功率（或者对于不同的 RS 功率抬升），为了尽量保证当下行带宽全部分配时，eNB 功率尽可能用完，对所有 UE 设置的 PA 应不同。

RS 功率一定时，增大该参数，增加了小区所有用户的功率，提高小区所有用户的 MCS，

但可能造成功率受限，影响吞吐率；反之，降低小区所有用户的功率和 MCS，降低小区吞吐率。

|         | 传输方式            | 设置性质          | 作用 1                              | 作用 2                   | 作用 3   |
|---------|-----------------|---------------|-----------------------------------|------------------------|--|
| RS 发射功率 | 小区级参数，SIB2 广播   | 一旦设置，则不变      | 作为下行功率分配的基准值                      | RS 越大，A 类符号和 B 类符号功率越小 | $RSPWR = \text{每通道发射功率} + 10\lg(1 + PB) - 10\lg(12 \cdot N_{rb})$                            |
| PA      | UE 级参数，RRC 信令通知 | 随时可变，由 eNB 确定 | PA 变化导致 A 类符号发射功率变化               | PA 越大，A 类符号发射功率越大      | A 类符号功率 = RS PWR + PA  |
| PB      | 小区级参数，SIB2 广播   | 一旦设置，则不变      | 为维持 PB 不变，当 PA 变化时，B 类符号发射功率要随之变化 | PB 越大，B 类符号发射功率越小      | B 类符号功率 = A 类符号功率 + $10\lg(\rho_B / \rho_A)$ ，<br>$\rho_B / \rho_A$ 根据 PB 索引<br>RS 抬升功率 = PB |

## 四、计算例子

1、系统带宽 20Mhz， $(PA, PB) = (-3, 1)$ ，总功率 40w，每个天线口的可用功率是  $40/8=5w$  时：

每个 TypeA 的 RE 的符号功率是  $5w/1200=6.2dBm$ ， $Rs=9.2dBm$ ，

每个 TypeB 的 RE 的符号功率是和 TypeA 一样的，是 6.2dBm，

$RS\_Power = \text{每通道发射功率} + 10\lg(1+PB) - 10\lg(12*Nrb) = 9.2 \text{ dBm}$

当  $(PA, PB) = (0, 0)$  时,

每个 TypeA 的 RE 的符号功率是  $=5w/1200 = 6.2\text{dBm}$ ,  $RS = 6.2\text{dBm}$ ,

每个 TypeB 的 RE 的符号功率是 TypeA 的 1.25 倍, 是  $7.2\text{dBm}$

$RS\_Power = \text{每通道发射功率} + 10\lg(1+PB) - 10\lg(12*Nrb) = 6.2 \text{ dBm}$

2、以 20M 带宽,  $2*10W$  为例, 推荐配置是  $Prs=12.2$ ,  $PA=-3$ ,  $PB=1$ , 则单根天线上的发射功率计算如下:

TypeA 的 RE 的符号功率 =  $RS\_PWR + PA = 9.2 \text{ dBm}$

TypeB 的 RE 的符号功率 = TypeA 的 RE 的符号功率 +  $10\lg(\rho B / \rho A)$

因为  $PB=1$ , 单天线, 所以  $\rho B / \rho A = 4/5$

TypeB 的 RE 的符号功率 = TypeA 的 RE 的符号功率 +  $10\lg(\rho B / \rho A) = 9.2 + 10\lg(4/5) = 9.2 - 1 = 8.2 \text{ dBm}$



微信扫描以下二维码，免费加入【5G 俱乐部】，还赠送整套：5G 前沿、NB-IoT、4G+ (VoLTE) 资料。

