# 基于上述参数的上行调度算法设计思路

6月最终代码中的算法



详细公式说明



5月10号的上行调度算法讨论结果



## 1.1上行调度主要步骤（以下是5月之前讨论的算法结果）

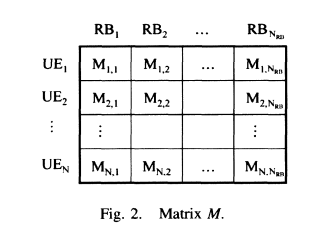


上图为上行调度算法的主要步骤，分为两个大的步骤：第一步资源块预分配，为各UE分配连续的RB块；第二步为资源块的最终分配，为各个用户的各个业务确定最终的RB分配。

## 1.2 资源块预分配

资源块预分配的主要功能是为各UE分配连续的RB块。通过UE发送过来的SRS，基站判断在当前调度时刻各个用户在各个RB上的信道质量指示情况，并结合上行调度必须遵守的限制性原则（分配给同一个用户的资源块必须在编号上保持连续），再结合每个用户的上报BSR计算每个用户总共待发送的数据量为各个用户分配RB连续的资源块。主要用RME（递归极大值扩张算法）。RME算法思想如下：

如下图UE-RB矩阵，图中行表示所有的UE，列表示所有的RB，矩阵中各个值表示各个UE在各个RB上的通过SRS中SNR(信噪比)得出的信道质量指示M值，反映各个UE在各个RB上的信道质量指示情况，值越大，表示信道质量越好，即UE在该RB上传输有较好的通信质量。



下图为一实际例子，将上述矩阵用图表的形式直观反映出来。下图中横坐标表示所有的RB,纵坐标表示信道指示值，曲线代表4个UE在各个RB上的信道质量指示情况。红色的细曲线代表UE1，蓝色的细曲线代表UE2，绿色的细曲线代表UE3，黄色的细曲线代表UE4。

图、各用户在各个RB上信道质量指示情况

RME算法（递归最大值扩张算法）步骤如下：

1. 在UE-RB矩阵中找到最大的值对应的RB和UE，如上图，整个矩阵中在处最得最大；
2. 把分配给；
3. 以在UE-RB矩阵中，以列为基础，在列左右两边扩大对的RB的分配，直到发现某个上另一个UE有更大的值(如下图(a));
4. 把置为空闲模式；
5. 对于非空闲的UE，找最大的值，并为各个非空闲UE重复1～4步的RB分配（如下图(b)-(c)），直到所有的UE都处于空闲状态或是所有的RB都已被分配；
6. 若有未被分配的RBs（如下图(d)），找在剩余的RBs上有最大的值的UE;
7. 检查在第6步中找到的UE与相邻已经被分配RB的UE是否为同一个UE;
8. 若两者的UE不相同，则在保证不破坏连续性的情况下，把剩余的RB分配给有最大值的UE,否则分配给相邻RB的UE;
9. 重复第6～8步，直到所有的RB都被分配完成。

上述按照RME算法对4个UE的RB分配情况如下所示：

图、按RME算法为各个用户分配的连续资源块

通过以上RME算法已经大致确定每个用户在保证选择信道质量好且RB连续的资源分配区域。再结合具体每个用户的BSR中数据量重新分配资源块，保证资源的最大利用率。分配方式如下：

1. 如上图将所有RBs按连续块已经分配给相应信道质量好的UE；
2. 根据各用户的BSR中数据量计算各用户所需要的RBs数目（根据SNR->TBS\_index->N\_PRB）;
3. 对于分配了RBs的用户，

若所需要的RBs数目少于已分配的资源块域，则在已分配的资源域中选择最好的一段RBs（所需要的RBs数目）作为最后确定给该用户的资源分配域；多余的RBs（若超过3个）空出来留给有需要的用户；

若所需要的RBs数目大于或等于已分配的资源块域，则把已分配的资源域全部分配给该用户；

1. 对于已重新分配了RBs但RBs不够的用户，

若在其相邻的用户有空出来的多余的RBs,则按其需求保证连续的情况下把有空出来的多余的RBs分配给该用户；若还是不够，则下次调度再分配；

1. 对于未分配RBs的用户，

在对已分配RBs用户重新分配之后，若还有剩余的RBs，按当前用户的RBs需求量，选择最适宜的连续空余RBs块。

举例说明如下：



图1、RME确定的资源预分配结果图



图2.按用户数据量为用户分配资源块



图3.在多余的RBs上为缺少或未分配RBs的用户分配资源块



图4.最终的各个用户资源预分配结果

## 1.3 资源块最终分配

图、资源块最终分配

上图为资源块最终分配的主要步骤图，资源块最终分配的主要功能是为各用户的各个业务分配最终的连续的RB块。分为四大步：

* 第一步根据QCI等级确定各个业务的优先级，上图中业务1具有最高的优先级，即最先对业务1进行调度分配资源；
* 第二步根据PF算法对要传输各业务的UE进行排序，形成用户队列；
* 第三步根据GBR业务的要求的保证的最小速率GBR和NonGBR业务的要求的速率上限计算各个UE传输各个业务所需要的资源块数目；
* 第四步结合资源块预分配模块为各个用户预先分配的资源块决策各个用户的各个业务的资源块的最终分配。

### 1.3.1 对业务排序

Table 6.1.7: Standardized QCI characteristics

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| QCI | Resource Type | Priority | Packet Delay Budget (NOTE 1) | Packet Error Loss  Rate (NOTE 2) | Example Services |
| 1 (NOTE 3) |  | 2 | 100 ms | 10-2 | Conversational Voice |
| 2 (NOTE 3) | GBR | 4 | 150 ms | 10-3 | Conversational Video (Live Streaming) |
| 3 (NOTE 3) |  | 3 | 50 ms | 10-3 | Real Time Gaming |
| 4 (NOTE 3) |  | 5 | 300 ms | 10-6 | Non-Conversational Video (Buffered Streaming) |
| 5 (NOTE 3) |  | 1 | 100 ms | 10-6 | IMS Signalling |
| 6 (NOTE 4) |  | 6 | 300 ms | 10-6 | Video (Buffered Streaming) TCP-based (e.g., www, e-mail, chat, ftp, p2p file sharing, progressive video, etc.) |
| 7 (NOTE 3) | Non-GBR | 7 | 100 ms | 10-3 | Voice, Video (Live Streaming) Interactive Gaming |
| 8 (NOTE 5) |  | 8 | 300 ms | 10-6 | Video (Buffered Streaming) TCP-based (e.g., www, e-mail, chat, ftp, p2p file |
| 9 (NOTE 6) |  | 9 |  |  | sharing, progressive video, etc.) |

按照上图为各个业务优先级排序如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 业务名称 | 优先级 | 业务类型 |
| IMS信令 | 1 | NON-GBR |
| 会话类语音 | 2 | GBR |
| 实时游戏 | 3 | GBR |
| 会话类视频（流媒体直播） | 4 | GBR |
| 非会话类视频（缓冲流） | 5 | GBR |
| 视频（缓冲流） | 6 | NON-GBR |
| 语音、视频（流媒体直播）、交互游戏 | 7 | NON-GBR |
| 基于TCP（例如WWW、电子邮件等）的聊天，FTP，P2P文件共享，视频等 | 8 | NON-GBR |

### 1.3.2 业务中各用户排序

对业务中各个用户的排序主要采用PF算法，PF算法思路如下：

图、在一段时间内用户i传输业务k的瞬时速率曲线图

上图为时间窗内用户i的业务k的瞬时速率曲线图，图中表示用户i业务k在t时刻的瞬时速率，用户i业务k在时刻t之前的时间窗内的平均速率，表示用户i业务k在t-1时刻之前的时间窗内的平均速率。由上图可得等式：

 （1）

从而可以推导出用户i业务k在时刻t之前的时间窗内的平均速率的更新公式为：

 （2）

用户i的优先级为：

 （3）

该优先级公式能保证用户间的公平性及吞吐量的平衡。

### 1.3.3 计算各用中某业务的目标数据发送量

业务分为GBR业务和NonGBR业务，GBR业务要保证最低速率（GBR）要求，NonGBR业务要保证不超过最大速率（AMBR）要求，因此可通过各个GBR业务的保证速率（GBR）和NonGBR业务的最大速率（AMBR）计算出业务所需要的PRB数，并运用到实际为UE分配过程中。

#### 1.3.3.1 GBR业务最小速率保证

下图为一用户的GBR业务速率曲线图，黄色的为业务要求保证的最低速率要求。



如上图可推出业务要求保证的公式如下：

 (4)

通过（6）式推导GBR业务K在当前子帧需要保证的最小速率为：

  (5)

#### 1.3.3.2 NonGBR业务最大速率上限

与GBR业务计算速率方法相同，只是Non-GBR业务所要计算的是最大速率，而不是GBR业务的最小速率，相应推算出的数据量也是最大的数据量而不是GBR业务的最少数据量。

推导Non-GBR业务K在当前子帧速率上限为：



如上图可推出业务上限要求的公式如下：

 (6)

推导Non-GBR业务K在当前子帧最大速率为：

 (7)

#### 1.3.3.3 业务数据量需求

通过以上的GBR业务的最小速率（5）式和NonGBR业务的速率上限（7）式可以知道在当前子帧业务K所需要发送的数据量，在实际调度中每一次调度是在一个子帧的时间内，即1ms，因此选择=1ms，则在当前子帧中用户i的业务k所需要的发送的数据量（比特数）为：

 （8）

用（6）式同样的方式可计算出用户i所有业务总共需要的数据量为：

 （9）

### **1.3.4 业务在各用户中所需RB计算**

通过以上（9）式计算出用户的业务在当前子帧所需要发送的数据量（bits）后，只要知道每个用户的TBS index值，即可查表得出该用户在当前子帧中所需占用的RB数目。

每个用户的TBS index值通过以下图递推关系表可得，在前面介绍的SNR与MCS对应关系表中可查得。因此通过计算每个用户发送的SRS平均值即可得出每个用户的TBS index值。



如下表所示，行为TBS index,列为RB个数，表中的值代表在不同的TBS index下，相应个数RB上所能承载的数据量（bits）。

**Table 2 Universal TBS Table**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TBS Index | Transport Block Size | | | | | |
| 1RB | 2RB | 3RB | 4RB | 5RB | … |
| 0 | 16 | 32 | 56 | 88 | 120 | … |
| 1 | 24 | 48 | 88 | 120 | 160 | … |
| 2 | 32 | 72 | 120 | 160 | 200 | … |
| 3 | 40 | 104 | 152 | 208 | 272 | … |
| 4 | 48 | 120 | 200 | 264 | 320 | … |
| 5 | 72 | 152 | 232 | 320 | 424 | … |
| 6 | 320 | 176 | 288 | 392 | 504 | … |
| 7 | 104 | 232 | 320 | 472 | 584 | … |
| 8 | 120 | 248 | 392 | 536 | 680 | … |
| 9 | 136 | 296 | 456 | 616 | 776 | … |
| 10 | 152 | 320 | 504 | 680 | 872 | … |
| 11 | 176 | 376 | 584 | 776 | 1000 | … |
| 12 | 208 | 440 | 680 | 904 | 1128 | … |
| 13 | 232 | 488 | 744 | 1000 | 1256 | … |
| 14 | 264 | 552 | 840 | 1128 | 1416 | … |
| 15 | 280 | 600 | 904 | 1224 | 1544 | … |
| 16 | 320 | 632 | 968 | 1288 | 1608 | … |
| 17 | 336 | 696 | 1064 | 1416 | 1800 | … |
| 18 | 376 | 776 | 1160 | 1544 | 1992 | … |
| 19 | 408 | 840 | 1288 | 1736 | 2152 | … |
| 20 | 440 | 904 | 1384 | 1864 | 2344 | … |
| 21 | 488 | 1000 | 1480 | 1992 | 2472 | … |
| 22 | 520 | 1064 | 1608 | 2152 | 2664 | … |
| 23 | 552 | 1128 | 1736 | 2280 | 2856 | … |
| 24 | 584 | 1192 | 1800 | 2408 | 2984 | … |
| 25 | 616 | 1256 | 1864 | 2536 | 3112 | … |
| 26 | 648 | 1320 | 1992 | 2664 | 3368 | … |

### 1.3.5 确定业务在各用户中最终资源块分配

以资源预分配模块为各用户预先分配的资源块分布为基础，结合上面得出的各个用户各个业务所需要的RB个数，实际为各个用户的各个业务分配资源，若预先给某此用户RB个数不够，在不破坏连续性的情况下，且其相邻的用户有剩余的RB，则将多余的RB分配给相邻RB不够的用户。

## 1.4 实例说明以上算法流程（图）

1. 资源块预分配

下图中横坐标为一个子帧内所有的RB，纵坐标为各个UE在各个RB上的信道质量指示值。图中的曲线为用RME算法为为各个UE分配的连续的RB块。

（下面假设有4个用户，共计有4种业务）。



图一、RME算法为各个UE预分配的资源块

1. 资源块具体分配

**业务1**

* 先考虑具有最高优先级的业务1（如IMS信令-- NonGBR业务）；
* 对要发送业务1的用户（图中为UE1、UE2、UE4）用PF算法排列优先级，形成用户队列（假设排列结果为：UE2->UE4->UE1）；
* 计算业务1在以上3个用户（UE1、UE2、UE4）中的速率上限及最大数据量需求；
* 根据用户队列（UE2->UE4->UE1）所在预分配RB域内平均SNR值推出MCS->TBS\_index，结合业务1在用户队列（UE2->UE4->UE1）内的最大数据量需求按优先级顺序计算出业务1在各个用户中所需要的RB数（如下UE2需要3个RBs🡪 UE4需要2个RBs🡪 UE1需要2个RBs）
* 在用户队列（UE2->UE4->UE1）的预分配RB域内找具有最好信道质量的RB分配给业务1，如下图所示。



图二、业务1在用户队列中RB块分配结果

**业务2**

* 再考虑具有第二优先级的业务2（如会话类语音--GBR业务）；
* 对要发送业务2的用户（图中为UE2、UE3）用PF算法排列优先级，形成用户队列（假设排列结果为：UE2->UE3）；
* 计算业务2在以上2个用户（UE2、UE3）中的保证速率及最小数据量需求；
* 根据用户队列（UE2->UE3）所在预分配RB域内平均SNR值推出MCS->TBS\_index，结合业务2在用户队列（UE2->UE3）内的最小数据量需求按优先级顺序计算出业务2在各个用户中所需要的RB数（如下UE2需要3个RBs🡪 UE3需要2个RBs）；
* 在用户队列（UE2->UE3）的预分配RB域中剩余未分配的RBs内找具有最好信道质量的RB分配给业务2，如下图所示。



图三、业务2在用户队列中RB块分配结果

**业务3**

资源分配方法同上（业务1或业务2的分配方式）



图四、业务3在用户队列中RB块分配结果

**业务4**

资源分配方法同上（业务1或业务2的分配方式）



图五、业务4在用户队列中RB块分配结果

# 附录：上行调度过程中涉及的参数调研总结

## 1、 RB分配连续性限制

在LTE系统中上行采用集中式（localized）资源分配方式，分配给UE的资源块是连续的。如下图所示：



## 2、 SRS---决定上行信道质量及MCS

在LTE系统中，SRS是基站用来评估每个频域子载波的上行信息质量的。某个时刻基站分配给UE的频带只是全频带宽的一部分，因此基站要知道在全频带宽中哪块频域资源的信道质量比较好，这样基站才能把最好的频域资源分配给各UE，因此SRS是非常重要的。

该信号是由UE发送给基站。当基站在进行上行调度给UE分配资源时，首先需要知道上行信道的质量，此时基站会通过RRC消息指示UE发送SRS的格式、带宽配置及时域子帧位置等配置信息。让UE发送带有上行信道质量评估的SRS。UE在测量上行信道质量后，会给基站回馈一个SRS。基站收到SRS后会根据其中的信息进行解调和信道状况评估，将信道状况较好的资源块分配给UE，由此确定UE发送上行数据应该分配的资源块的频率位置，然后进行上行调度。

在LTE中，采用自适应调制编码（AMC）。即通过速率控制链路的自适应技术。无线链路数据速率是通过调节调制方式或信道编码速率来实现的。当无线信道质量好时，接收接具有较高的信噪比，此时数据速率的主要限制为无线链路的带宽。因此这类情况下，适合采用高阶调制方式（如16QAM和64QAM）与较高的速率编码。类似地，在无线信道质量较差时，适合采用QPSK与较低的速率编码。

对于下行链路，在进行下行调度时，基站通过UE反馈的CQI查表即可得到相应的MCS，故基站可以方便为UE选择合适的MCS。而对于上行链路，基站在为UE决策MCS时就没有这么轻松了，而是相对麻烦些。

上行信道估计

UE向基站上报探测参考信号SRS，基站收到该SRS.indication信息后，在SRS.indication结构体中有一个参数SNR，通过该参数基站能判断当前上行信道质量。该参数反映UE在当前子帧上每个RB上的信噪比，SNR值大说明在当前RB上的信道质量比较好，SNR值小说明当前RB上的信道质量差。

* SRS.indication消息如下所示：

 通过调研提案中得出的链路级仿真结果，确定不同MCS下的SNR-BLER（信噪比-误块率）曲线，由于高阶的调制方式在低SNR下误码率高，因此选用10%的BLER点作为MCS切换点。如：当此时信道的SNR小于一个10%BLER的临界值时，切换到低阶的MCS。即此时信道质量不好，故选择一个低阶的调制编码方式，如QPSK。高于一个10%BLER临界值时，切换到高阶的MCS。即此时信道质量较好，故选择一个高阶的调制编码方式，如16QAM或64QAM。

在实际仿真中，当SNR小于-10dB时，信道质量已经很差，大多数UE与基站的连接已经断开。而当SNR大于20dB时，信道质量已经非常理想了。故大多提案以及参考文献中仿真时选取的SNR的范围大致在（0～15）范围内，因为三种调制编码方式（QPSK、16QAM、64QAM）的切换点就在这个区域。

下图为提案中根据实际信道仿真得到的保证10%的误块率（10%BLER）情况下从-5dB～

20 dB 的SNR 对应选择的28个MCS表格。



通过以下表格及相关提案总结SNR与MCS对应关系如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SNR（dB） | MCS Index | Modultaion Order | TBS Index | Efficiency |
| <(-5) | 0 | 2 (QPSK) | 0 | 0.20 |
| -5 | 1 | 2 (QPSK) | 1 | 0.25 |
| -4 | 2 | 2 (QPSK) | 2 | 0.31 |
| -3 | 3 | 2 (QPSK) | 3 | 0.41 |
| -2 | 4 | 2 (QPSK) | 4 | 0.50 |
| -1 | 5 | 2 (QPSK) | 5 | 0.62 |
| 0 | 6 | 2 (QPSK) | 6 | 0.73 |
| 1 | 7 | 2 (QPSK) | 7 | 0.86 |
| 2 | 8 | 2 (QPSK) | 8 | 0.98 |
| 3 | 9 | 2 (QPSK) | 9 | 1.11 |
| 4 | 10 | 2 (QPSK) | 10 | 1.23 |
| 5 | 11 | 2 (QPSK) | 10 | 1.23 |
| 6 | 12 | 4 (16QAM) | 11 | 1.41 |
| 7 | 13 | 4 (16QAM) | 12 | 1.60 |
| 8 | 14 | 4 (16QAM) | 13 | 1.80 |
| 9 | 15 | 4 (16QAM) | 14 | 2.01 |
| 10 | 16 | 4 (16QAM) | 15 | 2.14 |
| 11 | 17 | 4 (16QAM) | 16 | 2.28 |
| 12 | 18 | 4 (16QAM) | 17 | 2.52 |
| 13 | 19 | 4 (16QAM) | 18 | 2.77 |
| 14 | 20 | 4 (16QAM) | 19 | 3.01 |
| 15 | 21 | 6 (64QAM) | 19 | 3.01 |
| 16 | 22 | 6 (64QAM) | 20 | 3.25 |
| 17 | 23 | 6 (64QAM) | 21 | 3.51 |
| 18 | 24 | 6 (64QAM) | 22 | 3.77 |
| 19 | 25 | 6 (64QAM) | 23 | 4.02 |
| 20 | 26 | 6 (64QAM) | 24 | 4.26 |
| 21 | 27 | 6 (64QAM) | 25 | 4.45 |
| 22 | 28 | 6 (64QAM) | 26 | 4.63 |
| >22 | 28 | 6 (64QAM) | 26 | 4.63 |

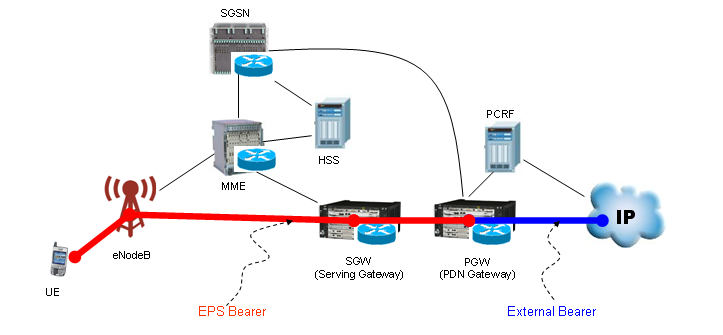
## 3、QCI----各种业务QoS的要求

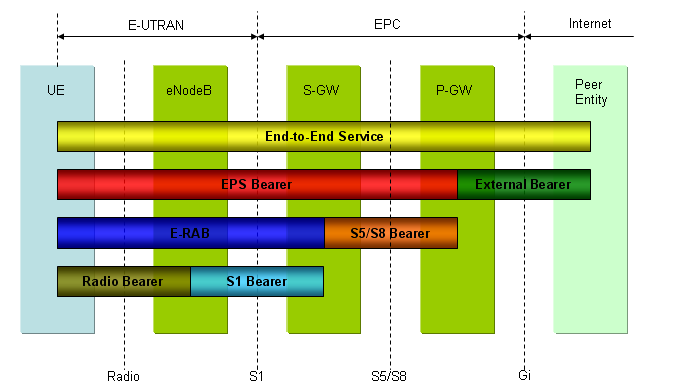
EPS承载介绍

在EPS系统中，QoS控制的基本粒度是EPS承载(Bearer)，在接入网中，空口上承载的QoS是由eNodeB来控制的，每个承载都有相应的QoS参数QCI（QoS Class Identifier /QoS等级标识）和ARP（Allocation And Retention Priority/分配和保留优先权标识）。

QCI可同时应用于GBR和Non-GBR承载。一个QCI是一个值, 用于指定访问节点内定义的控制承载级分组转发方式(如调度权重、接纳门限、队列管理门限、链路层协议配置等) , 这些都可以有运营商预先设置到接入网节点(比如eNode B)中。在接口上使用QCI而不是传输一组QoS参数主要是为了减少接口上的控制信令数据传输量, 并且在多厂商互联和漫游环境下使用不同设备或系统间的互连互通更加容易。

ARP可同时应用于GBR和Non-GBR承载。ARP的主要目的是能够决定是否接受请求的承载建立/修改(尤其对于GBR承载的无线容量是否有效) ,或者在资源受限时拒绝上述请求。另外, eNode B可以使用ARP决定资源受限时,哪个承载可以丢弃。一个承载的ARP仅在承载建立成功之前对承载的建立产生影响。承载建立之后再需要对承载的特性进行改变时, 应该由QCI、GBR、MBR和AMBR等参数决定。





通常情况下，同一个UE可在任何时候运行多个应用，且每个应用具有不同的QoS需求。一个用户终端可能在进行VoIP业务的同时浏览网页和下载FTP文件。与网页浏览和FTP文件下载相比，VoIP业务有更严格的延时和延时抖动等QoS要求，而后者则要求更低的丢包率。为了支持多种QoS需求，在EPS内建立不同的承载，且与特定的QoS需求相关。一般来说，基于所提供的QoS特性，承载可以分为以下两类。

(1)最小保证比特率承载（GBR）：可以用来提供VoIP业务。这些承载具有特定的GBR值，在承载的建立/更改中给它们分配固定的专用传输资源（如通过基站中的接纳控制功能）。如果资源充足。GBR承载的业务包括语音、流媒体、实时游戏等。

最大比特速率( MBR)：仅应用于GBR承载, 它为业务设置数据传输速率的限制。如果发现业务的数据传输速率超过MBR时, 网络将通过业务量整形算法来限制速率。MBR的值一般大于或等于GBR的值。

(2)非保证比特率承载（Non-GBR）: 与GBR承载相反, 网络资源不能永久分配给某个承载, 即不能保证该承载的比特速率不变, 就是Non- GBR承载。专用承载可以是GBR承载或Non- GBR承载, 而默认承载应该是Non- GBR承载。Non-GBR不能保证任何特定的比特率。这些承载可用于网页浏览和FTP传输等。

聚合最大比特速率( AMBR)：仅应用于Non- GBR承载, 同一个UE的多个SAE承载可以共享同一个AMBR, 即一组SAE承载中的每个承载可以使用全部的AMBR资源, 例如当其他SAE 承载没有任何业务流时, 有业务流的那个承载可以使用全部的AMBR定义的全部带宽。如果超出了AMBR限制, 网络可能在上行链路和下行链路使用业务流量调节算法,就像MBR的调节算法一样。

EPS承载消息中包含的参数结构图（MME->HENB）：

 每个QCI由优先级、分组延时预算和可接受的丢包率等标识。一个承载的QCI标签决定了其在基站中的处理流程。下图是QCI表规定的QCI值处理优先级、可接受的延迟预算和丢包率等。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| QCI | 承载类型 | 优先级 | 分组时延预算（ms） | 丢包率 | 业务举例 |
| 1 | GBR | 2 | 100 | 10-2 | 会话类语音 |
| 2 | GBR | 4 | 150 | 10-3 | 会话类视频（流媒体直播） |
| 3 | GBR | 5 | 300 | 10-3 | 非会话类视频（缓冲流） |
| 4 | GBR | 3 | 50 | 10-6 | 实时游戏 |
| 5 | NON-GBR | 1 | 100 | 10-6 | IMS信令 |
| 6 | NON-GBR | 7 | 100 | 10-6 | 语音、视频（流媒体直播）、交互游戏 |
| 7 | NON-GBR | 6 | 300 | 10-3 | 视频（缓冲流） |
| 8 | NON-GBR | 8 | 300 | 10-6 | 基于TCP（例如WWW、电子邮件等）的聊天，FTP，P2P文件共享，视频等 |
| 9 | NON-GBR | 9 | 300 |