

5G 知识点

1.理论知识

1.1 基站、核心网

5G 核心网: 5GC, 5G 基站: gNB

4G 核心网: EPC, 4G 基站: eNB

若是把 5G 的基站接入到 4G 的核心网中, 则构成核心网: EPC, 基站: en-gNB

若是把 4G 的基站接入到 5G 的核心网中, 则构成核心网: 5GC, 基站: ng-eNB

上行速率:是指移动终端给基站发送信息时的数据传输速率, 好比手机、笔记本等无线终端给基站传输数据速率;

下行速率:是指基站向移动终端发送信息时的传输速率, 好比手机或笔记本等无线终端从基站或者网络下载数据的速率。

1.2 5G 三大场景: eMBB、uRLLC、mMTC

1.超可靠低延迟通讯(缩写 URLLC) , 是 3GPP 定义的一种 5G 特性标准。该特性将被用于对时延和可靠性具备极高指标要求的工业、物联网应用场景。例如自动驾驶、智能电网、VR、工厂自动化等领域。5G 技术中的 URLLC 特性还未实现商用。

2. eMBB,加强移动宽带, 是指在现有 移动宽带业务场景的基础上, 对于用户体验等性能的进一步提高。在 3GPP RAN187 次会议的 5G 短码方案讨论中, 中国华为公司主推的 Polar Code (极化码)方案, 成为 5G 控制信道 eMBB 场景编码最终方案。

3. mMTC,海量机器类通讯(大规模物联网)

主要用于人和物之间的信息交互。

4.5G 八大关键能力:

●流量密度、链接数密度、时延、移动性、能效、用户体验速率、频谱效率、峰值效率

1.3 速率

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

●C:信道容量

●B:带宽

信噪比

●C 是数据速率的极限值, 单位 bit/s; B 为信道带宽, 单位 Hz; S 是信号功率(瓦), N 是噪声功率(瓦)

●当讨论信噪比时, 常以分贝(dB)为单位。公式以下: SNR (信噪比, 单位为 dB)=10 lg (S/N)。

1.4 时延

1.网站/应用的所在机房的网络质量;

2.本地宽带的网络质量;

3.从本地访问至网站所通过的节点数量;

2.5G 关键技术

2.1 5G 信道编码 LDPC 码和 Polar 码

●空间调制: SM

- 频率正交幅度调制: FQAM
 - 5G 信道编码 LDPC 码和 Polar 码
 - LDPC 码:应用于大数据方面,相比于 turbo 码更优。一种具备稀疏校验矩阵的分组纠错码。几乎适用于全部的信道。
 - Polar 码: 控制消息与广播信道。
 - 新型编码技术: LDPC 编码和 polar 码, 纠错性能高
- 2.2 5G 调制

| | LTE | 5G |
|----|------------------------|---|
| 上行 | QPSK 16QAM 64QAM | $\pi/2$ -BPSK QPSK 16QAM 64QAM 256QAM |
| 下行 | QPSK 16QAM 64QAM | QPSK 16QAM 64QAM 256QAM 1024QAM |

- 上行调制: $\pi/2$ -BPSK, QPSK (正交相移键控)
16QAM, 64QAM, 256QAM (正交振幅调制)
载波的相位变化, 幅度不变化: $\pi/2$ -BPSK, QPSK。这就是前面说的 PSK (Phase- Shift keying 相移键控)
载波的相位和幅度都变化: 16QAM, 64QAM, 256QAM。 这-类专业名词叫作 QAM (Quadrature Amplitude Modulation, 正交振幅调制), 调制方式一般有二进制 QAM (4QAM)、四进制 QAM (16QAM)、八进制 QAM (64QAM) 对应的空间信号矢量端点分布图称为星座图, 分别有四、16、64 个矢量端点。
 - 下行调制: QPSK (正交相移键控)
16QAM, 64QAM, 256QAM (正交振幅调制), 1024QAM。
高阶调制技术: 1024QAM 调制, 提高频谱效率。
新型调制技术: 滤波器组正交频分复用, 支持灵活的参数配置, 根据须要配置不一样的载波间隔, 适应不一样传输场景;
高阶调制技术: 1024QAM 调制, 提高频谱效率。
新型调制技术: 滤波器组正交频分复用, 支持灵活的参数配置, 根据须要配置不一样的载波间隔, 适应不一样传输场景;
- 2.2 5G-Massive MIMO: 多输入多输出

| | |
|-------------------|---------------------------------------|
| 3G: WCDMA HSPA标准 | 只能使用SISO, 下行峰值速率7.2Mb/s |
| 3G: WCDMA HSPA+标准 | 支持2x2MIMO, 下行峰值速率42Mb/s |
| 4G: 3GPP LTE标准 | 支持SISO、2x2MIMO、4x4MIMO, 下行峰值速率100Mb/s |
| 4G: 3GPP LTE-A标准 | 最多支持8x8MIMO, 下行峰值速率1Gb/s |
| 5G | 大规模天线: 基站使用大规模天线阵列 |

<http://blog.csdn.net/fanqisi123456>

Massive MIMO:大规模天线, 被公认的 5G 关键技术之一。

大规模 MIMO 技术:基站使用几十上百根天线, 波束窄, 指向性传输, 高增益, 抗干扰, 提升频谱效率;

多进多出(MIMO) 是为极大地提升信道容量, 在发送端和接收端都使用多根天线, 在收发之间构成多个信道的天线系统。MIMO 系统的一个明显特色就是具备极高的频谱利用效率, 在对现有频谱资源充分利用的基础上经过利用空间资源来获取可靠性与有效性两方面增益, 其代价是增长了发送端与接收端的处理复杂度。

优点:

- 系统容量和能量效率大幅度提高。
- 上行和下行发射能量将减小。
- 用户间信道正交, 干扰和噪声将会被消除。

- 信道统计特性将会趋于稳定。

挑战:

- 信道状态信息获取
- 信道测量与建模
- 发射机与接收机设计
- 天线单元及阵列设计

2.4 5G-多址方式

非正交多址技术: NOMA、MUSA、

PDMA、SCMA 等非正交多址技术, 进一步提高系统容量。支持上行非调度传输, 减小空口时延。

适应低时延要求;在无线接入网覆盖范围内, 创建多个用户无线信道链接时所使用的方方法, 就是多址技术。

目前的多址接入技术主要包括: PNMA (功率域非正交多址接入)、华为的 SCMA (稀疏码本多址接入技术)、高通的 RSMA (资源扩展多址接入)、中兴的 MUSA (多用户共享接入技术)等。

- 基于多位调制和稀疏码扩频的稀疏码分多址(SCMA) 技术; (华为)
- 基于复数多元码及加强叠加编码的多用户共享接入(MUSA)技术(中兴)

- 基于非正交特征图样的图样分隔多址 (PDMA)技术 (大唐)

- 基于功率叠加的非正交多址(NOMA) 技术 (日本 NTT)

- FDMA (频分多址)、 TDMA (时分多址)、CDMA (码分多址)、OFDMA (正交多址)

- 优点:

1.能够避免用户干扰。

2.系统容易实现。

(1)新型多址

●

非正交多址(NOMA)

优点: NOMA 技术接收端和发送端处理过程简单可观、易于实现、是其最大优势。

缺点:功率域的用户层不宜过多,不然系统复杂性将徒然增长,系统性能降低比较快。

●

PDMA (大唐提出):寻址能力比较强,信道容量大,频谱利用率高。系统比较复杂。

功率域、空间域、码域。

MUSA (中兴提出)

非线性 SIC 接收机。

(2)新型多载波

OFDM 传输波形技术: OFDM 是当前 WiFi 和 LTE 标准中高速无线通讯的主要传信模式。

5G 候选新波形: F-OFDM、FBMC (滤波器组多载波)、UFMC

2.5 5G-灵活双工技术

●经过多重干扰消除实现信息同时同频双向传输的物理层技术,有望成倍提高无线网络容量;

●CCFD:同频同时全双工。CCFD 无线通讯设备使用相同的时间、相同的频率,同时发射和接收无线信号,使得无线通讯链路的频谱效率提升了一倍。

2.6 UDN 技术

(1)UDN (超密集组网部署)

●技术原理

增长单位面积小基站的密度,经过在异构网络中引入超大规模低功率节点实现热点加强、消除盲点、加强网络覆盖、提升系统容量。

●功能优点

知足热点地区 500-1000 的流量增加的需求。

●技术方案

干扰管理、5G 高密度小区的网络架构、移动性管理、链接管理、节能、SON。

(2)下降干扰措施

●有选择关闭无用户小小簇

●D-MIMO (分布式 MIMO)多天线联合发送

●集中控制和 C-RAN 技术

●多小区帧资源协调

2.7 全频谱接入技术

全频谱接入涉及 6GHz 如下低频段和 6GHz 以上高频段,其中低频段是 5G 的核心频段,用于无缝覆盖;高频段做为辅助频段,用于热点区域的速率提高。

(1)毫米波通讯

mmWave,30-300GHZ, 1-10mm, 毫米波可用于室内短距离通讯。

(2)高频主要技术

●高频信道测量与建模

●高频新空口

●组网技术

●器件

2.8 终端直通技术

技术原理:知足移动互联网和物联网应用场景扩大对于时延、高可靠的要求。

D2D 技术:引入副链路，数据传输通过宏基站。

优点:

- 拓展网络范围。
- 无线 P2P 功能。
- 终端近距离通讯，高速率低时延低功耗。在该技术的应用下，用户经过 D2D 进行通讯链接，避开了使用蜂窝无线通讯，所以不使用频带资源并且 D2D 所链接的用户设备能够共享蜂窝网络的资源，提升资源利用率。

2.9 网络技术

- 网络切片技术:基于 NFV 和 SDN 技术，网络资源虚拟化，对不一样用户不一样业务打包提供资源，优化端到端服务体验，具有更好的安全隔离特性。
- 边缘计算技术:在网络边缘提供电信级的运算和存储资源，业务处理本地化，下降回传链路符合，减少业务传输时延。
- 面向服务的网络体系架构: 5G 的核心网采用面向服务的架构构建，资源粒度更小，更适合虚拟化。同时，基于服务的接口定义，更加开放，易于融合更多的业务。

3.5G 帧结构

- 层结构:无线帧(1024) 10ms 一子帧(1ms) -时隙(nu, n 值不肯定) -OFDM 符号(14 个)

4.5G 频谱划分

(1) 5G 支持的频段

5G NR 中，3GPP 主要指定了两个频率范围，一个 6GHz 如下，另外一个为毫米波，分别称为 FR1 和 FR2。

FR1: 450MHz- 600MHz

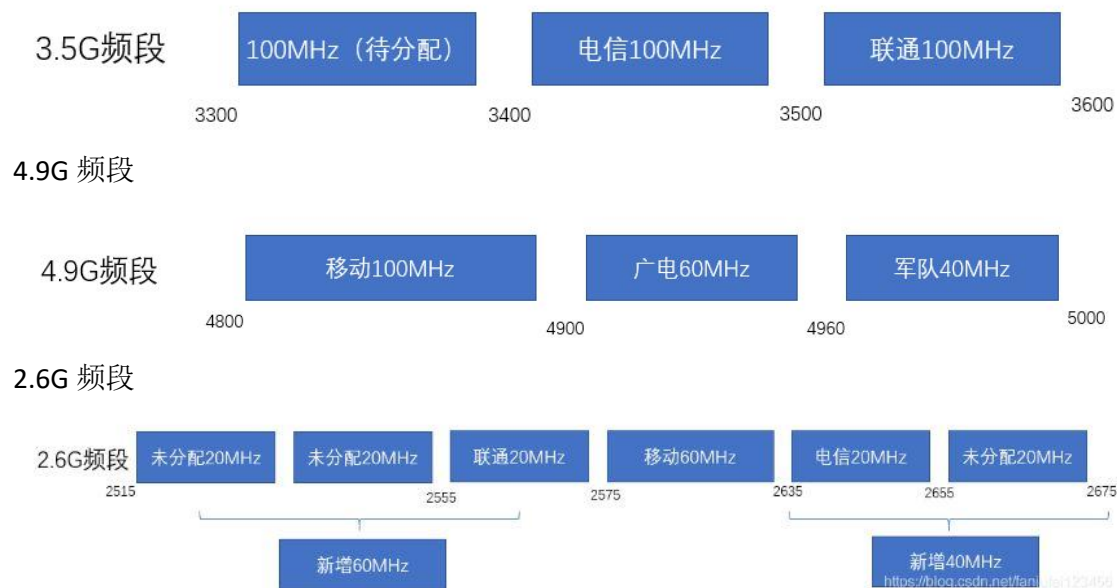
FR2: 24250MHz- 52600MHz|

(2) 5G 支持带宽

| Sub6G | 毫米波 |
|-------|------|
| 5M | 50M |
| 10M | 100M |
| 15M | 150M |
| 20M | 200M |
| 40M | 400M |
| 50M | |
| 60M | |
| 80M | |
| 100M | |

(3) 运营商 5G 频率分配状况

3.5G 频段



覆盖能力优于 3.5G。

5.5G NR 时频资源

(1) 5G 基本时频资源

物理资源:无线帧、子帧、时隙-slot、基本时间单位、RE,RB,REG,CCE、OFDM 符号。

CP:循环前缀，用于多径干扰。

RE:资源单元，对于每一个天线端口 p，一个 OFDM 符号上的一个子载波对应资源单元。

RB:资源块，一个时隙中，频域上连续的 12 个 RE 为一个资源块。

RG:物理资源组。

6.5G 系统物理信道与信号

| 简称 | 下行物理信道与信号名称 | 功能简介 |
|--------|-------------|----------------------------------|
| SS | 同步信号 | 用于时频同步和小区搜索 |
| PBCH | 广播信道 | 用于承载系统广播消息 |
| PDCCH | 下行控制信道 | 用于上下行调度，功控等控制信令的传输 |
| PDSCH | 下行共享数据信道 | 用于承载下行用户数据 |
| DMRS | 解调参考信号 | 用于下行数据解调、时频同步等 |
| PT-RS | 相噪跟踪参考信号 | 用于下行相位噪声跟踪和补偿 |
| CSI-RS | 信道状态信息参考信号 | 用于下行信道测量，波束管理，RRM/RLM测量和精细化时频跟踪等 |

PBCH:物理广播信道，调制方式: QPSK
PDCCH:物理下行控制信道，调制方式:QPSK
PDSCH:物理下行共享数据信道，调制方式: QPSK、 16QAM、 64QAM、 256QAM、 1024QAM

| 名称 | 上行物理信道与信号名称 | 功能简介 |
|-------|-------------|---------------------------------|
| PRACH | 随机接入信道 | 用于用户随机接入请求消息 |
| PUCCH | 上行公共控制信道 | 用于HARQ反馈，CQI反馈，调度请求指示等L1/L2控制信令 |
| PUSCH | 上行共享数据信道 | 用于承载上行用户数据 |
| DMRS | 解调参考信号 | 用于上行数据解调，时频同步等 |
| PT-RS | 相噪跟踪参考信号 | 用于上行相位噪声跟踪和补偿 |
| SRS | 测量参考信号 | 用于上行信道测量，时频同步，波束管理 |

PRACH:随机接入信道，调制方式: QPSK
PUCCH:上行公共控制信道，调制方式:QPSK
PUSCH:上行共享数据信道，调制方式:QPSK、 16QAM、 64QAM、 256QAM、 1024QAM

7.5G 网络架构

7.1 独立子网概念

●5G 网络基本架构-SA

SA 即独立组网，是一套全新的 5G 网络，包括全新的基站和核心网

4G 核心网-4G 基站

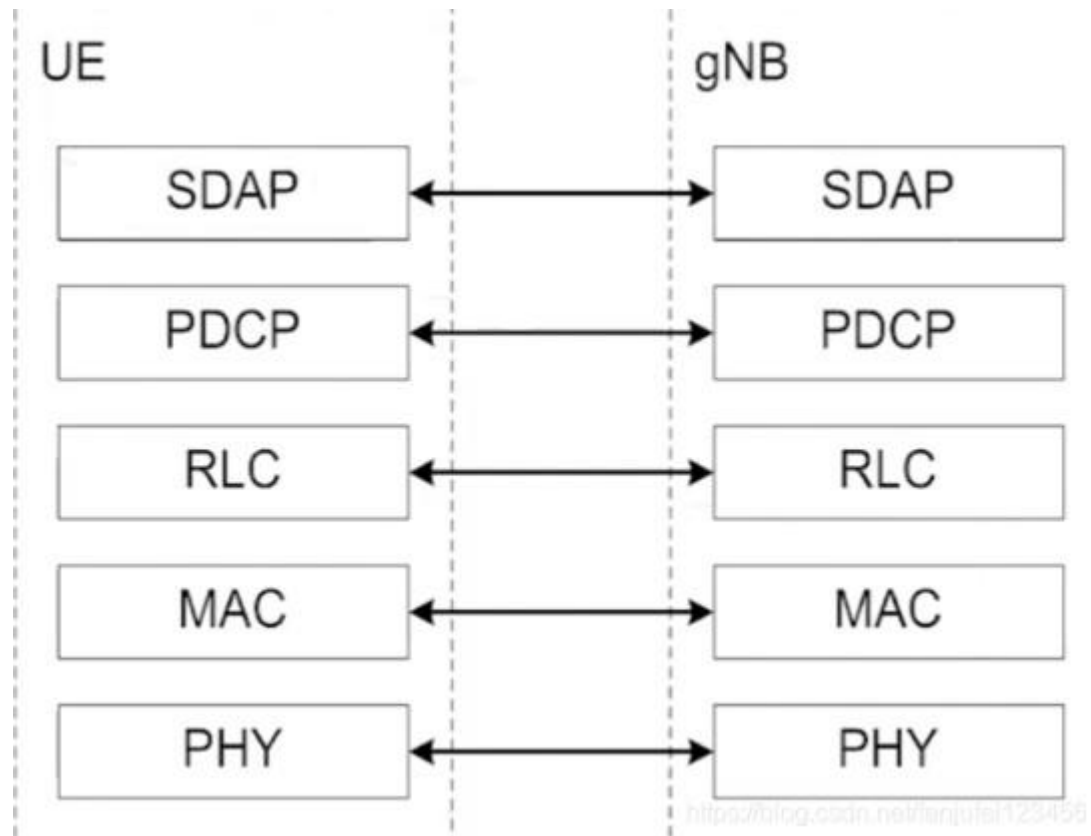
5G 核心网-5G 基站

独立子网简单的来讲就是 4G 核心网对应与 4G 基站

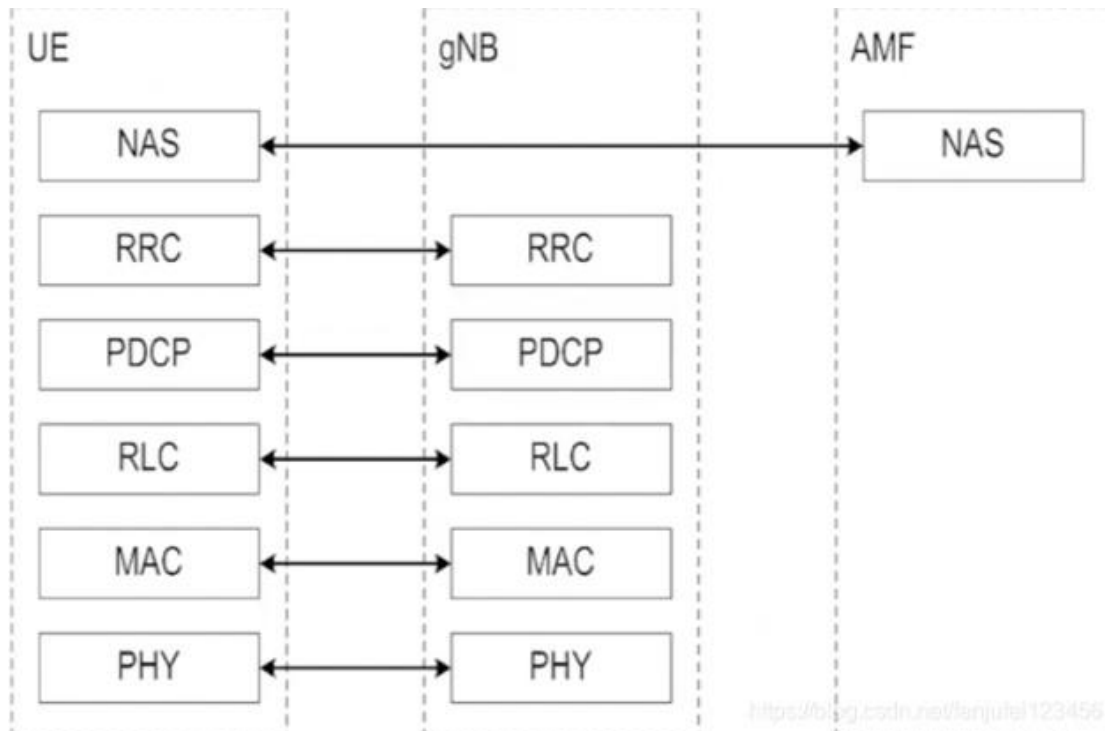
5G 核心网对应与 5G 基站这样须要大量的资金费用，因此会推出非独立子网的概念。

7.2 5G 网络逻辑架构

- 接入平面:统一多无线接入技术的融合,无限资源调度与共享
- 控制平面:控制集中化、简单化、服务差别化、开放化
- 转发平面:用户面下沉分布式网关,移动边缘内容与计算
- 用户面协议



- NR 控制面协议



7.3 网元与接口

●5G 核心网(5GC)

三个主要功能模块: AMF、UPF、SMF。

●无线接入网

gNB 或者 ng-eNB

●接口

1. Xn 接口: gNB 和 ng-eNB 经过 Xn 接口相互链接。

●提供双链接性支持

●节能功能, Xn 接口管理

●传输 gNB 之间的数据包

2. NG 接口: gNB 和 ng-eNB 经过 NG 接口链接到 5GC。

●创建维护发布 NG-RAN 部分回话

●提供数据包数据流资源保留机制

●传输 UE 和 AMF 之间的 NAS 消息

3. NG-C 接口: gNB 和 ng-eNB 经过 NG-C 接口链接到 AMF。

4. NG-U 接口: gNB 和 ng-eNB 经过 NG-U 接口链接到 UPF。

5. F1-C 接口: gNB-DU 和 gNB-CU 之间的信令。

6. F1-U 接口: gNB-DU 和 gNB-CU 之间的数据流。

CU:中心单元

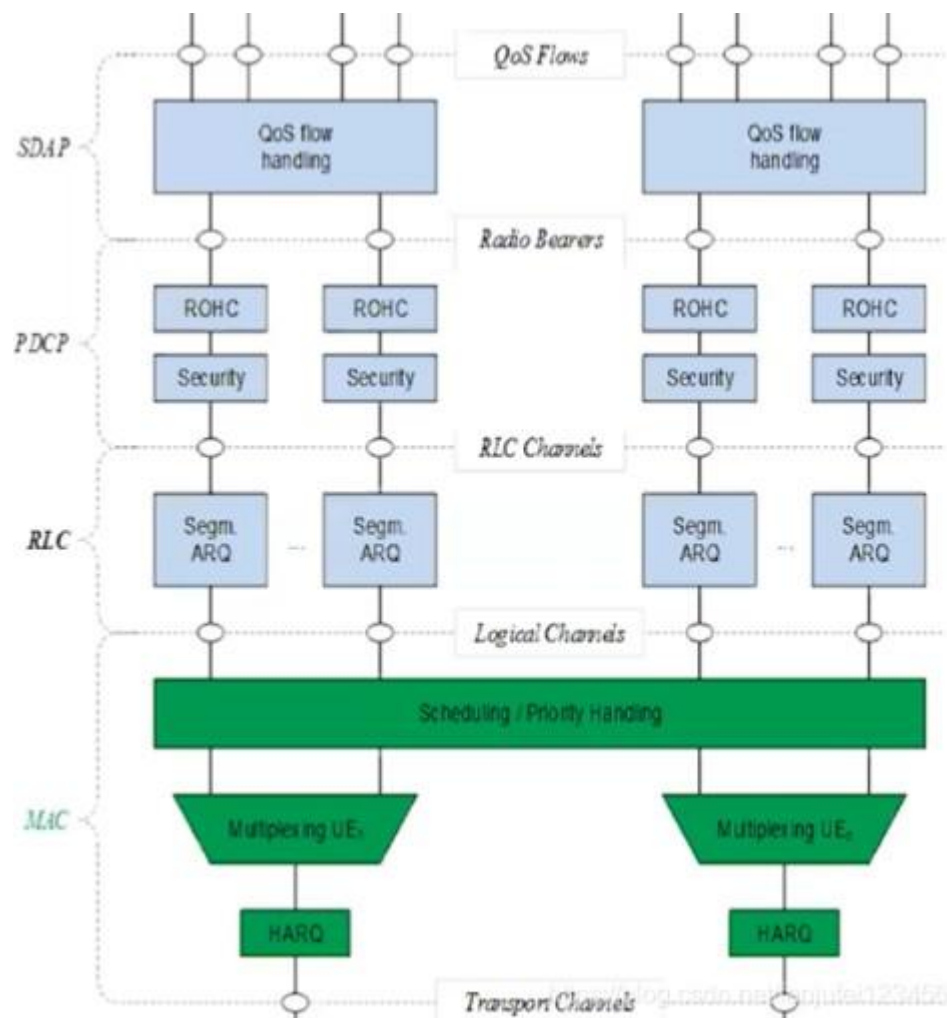
DU:分布单元

5G 基站部署方案

●传统 BBU+RRU 方案

●一体化基站方案

- CU-DU 分离
- 7.45G 协议栈架构
- (1)层次结构



(2) SDAP 层

- SDAP 子层由 RRC 配置

(3) PDCH 层

- 数据传输
- PDCH SN 的维护
- 加密与解密
- 完整性保密和验证
- 重复丢弃

(4) RLC 层

- 传输上层 PDU
- 重复监测
- RLC 重建
- 协议错误监测

NR RLC 三种模式: TM (透明模式)、UM (非确认模式)、AM (确认模式)

(5) MAC 层

- 调度信息报告

- 逻辑通道优先级

7.5 5G 网络状态与转换

(1) RRC 重建的缘由

- 检测到 RLF
- 重配置失败
- 完保检测失败
- 切换失败

(2)注册与链接管理

RM (注册管理)

- 描述在网络中注册或者注销 1 个 UE 并在网络中创建该用户的上下文。

CM (链接管理)

- 描述 UE 与 AMF 之间的创建和释放信令的链接。

(3) 5G 无线承载控制

- 5G Qos 参数分为 A-Type 和 B-Type 两种
- 5G Qos 管理最小粒度为 Qos flow

7.6 5G 测量与移动性管理

●NR 测量

1. LTE 网络中，按照扇区进行覆盖。
- 2.在 NR/5G 中，广播信号能够在波束中传播，SSB 可使用四、八、64 个波速。
- 3.在 5G 中不只有小区切换，并且也存在小区内的波束切换。

●NR 测量配置

测量标识的删除：测量配置中携带measIdToRemoveList通知UE需要删除的测量标识；

测量标识的添加/修改：测量配置中携带measIdToAddModList通知UE需要添加/修改的测量标识；

测量对象的删除：测量配置中携带measObjectToRemoveList通知UE需要删除的测量对象；

测量对象的添加/修改：测量配置中携带measObjectToAddModList通知UE需要添加/修改的测量对象；

上报配置的删除：测量配置中携带reportConfigToRemoveList通知UE需要删除的上报配置；

上报配置的添加/修改：测量配置中携带reportConfigToAddModList通知UE需要添加/修改的上报配置；

●NR 测量报告触发类型

| Event Type | Description |
|-------------|--|
| Event A1 | Serving becomes better than threshold |
| Event A2 | Serving becomes worse than threshold |
| Event A3 | Neighbour becomes offset better than serving |
| Event A4 | Neighbour becomes better than threshold |
| Event A5 | Serving becomes worse than threshold1 and neighbour becomes better than threshold2 |
| Event A6 | Neighbour become offset better than S Cell (This event is introduced in Release 10 for CA) |
| Event B1 | Inter RAT neighbour becomes better than threshold |
| Event B1-NR | NR neighbour becomes better than threshold |
| Event B2 | Serving becomes worse than threshold1 and inter RAT neighbour becomes better than threshold2 |
| Event B2-NR | Serving becomes worse than threshold1 and NR neighbour becomes better than threshold2 |

