

SDAP&PDCCP – 办议介绍

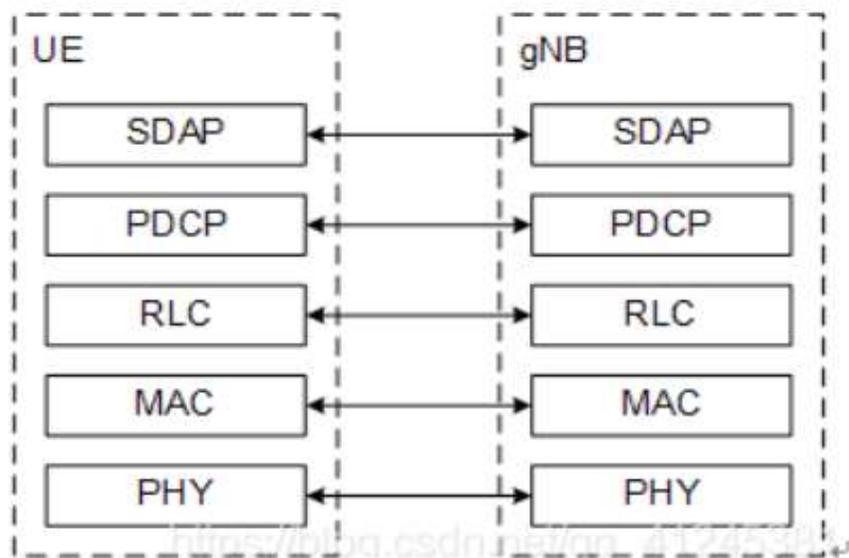


议程

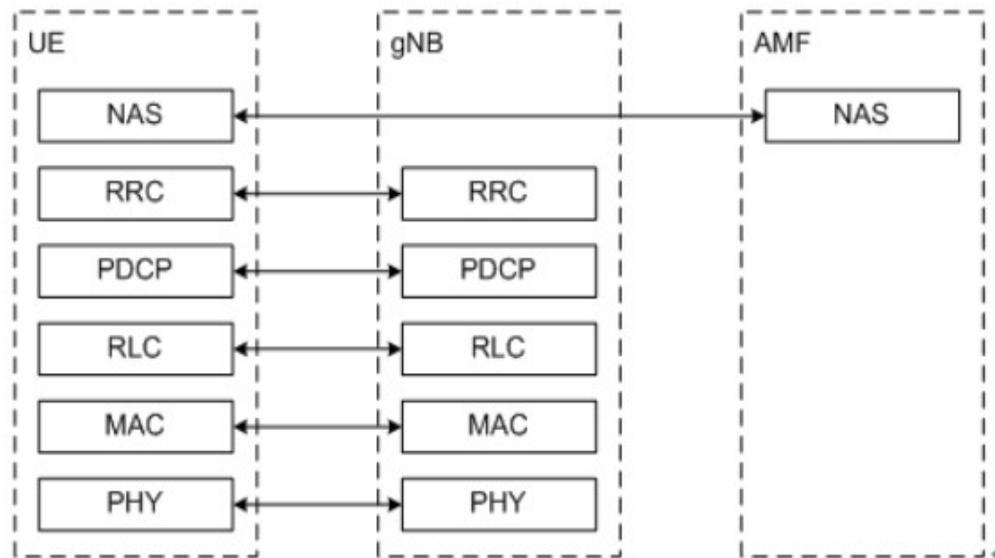
- 协议栈概述
- 基本功能
- 协议内部实现

协议栈概述

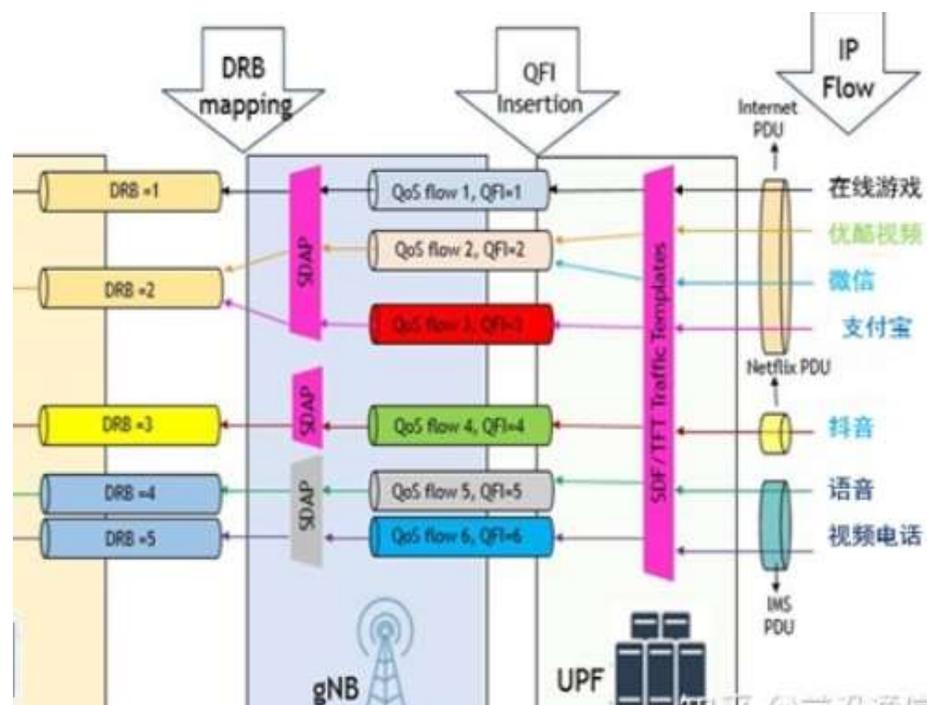
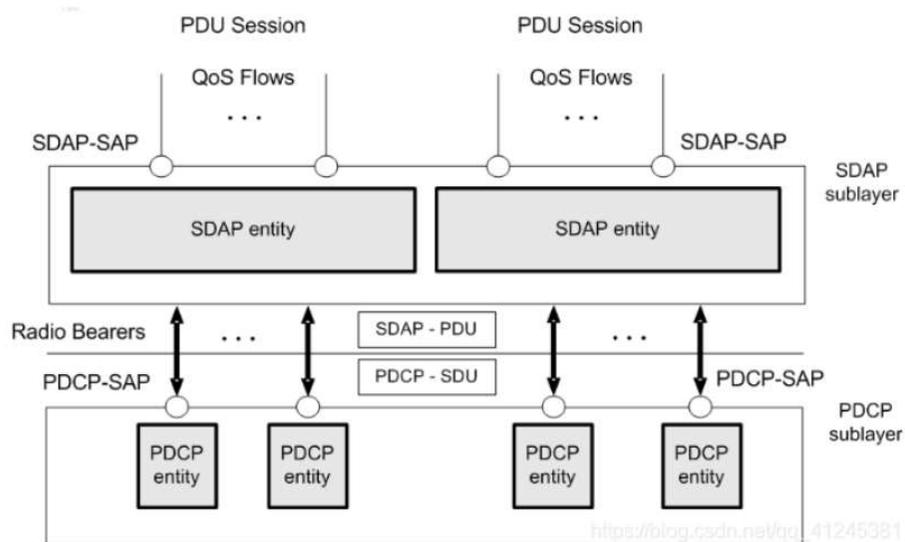
用户平面，向上



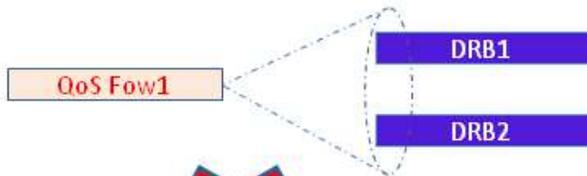
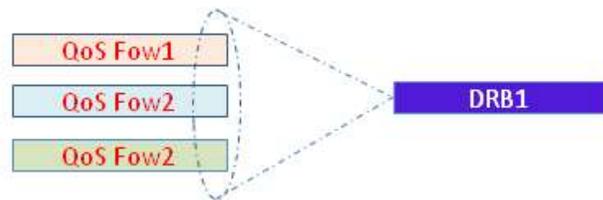
控制平面，CP



为什么 NR 需要 SDAP (服务数据适配协议) 层?



SDAP层 功能



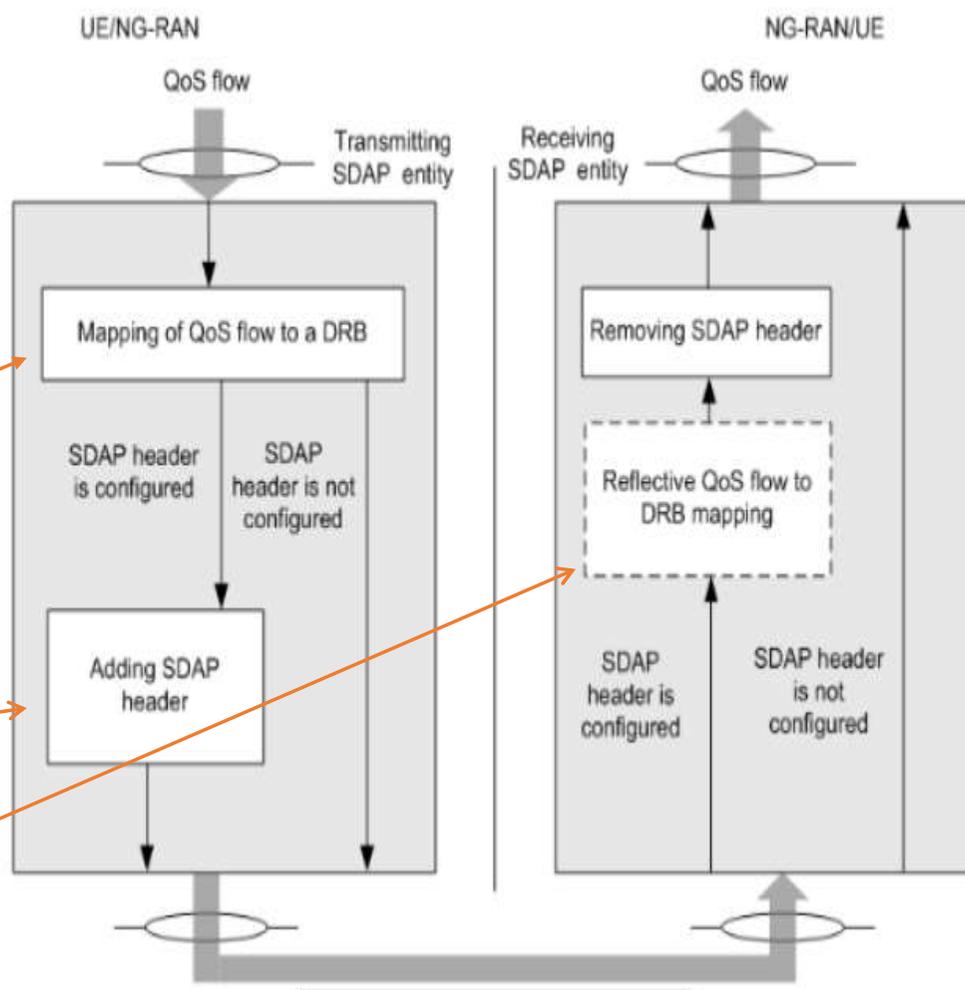
<https://blog.csdn.net/u010178611>

```
DRB-ToAddModList ::= SEQUENCE (SIZE (1..maxDRB)) OF DRB-ToAddMod+
DRB-ToAddMod ::= SEQUENCE {+
  cnAssociation CHOICE {+
    eps-BearerIdentity INTEGER (0..15),
    sdap-Config SDAP-Config
  }
  OPTIONAL, -- Cond DRBSetup+
  drb-Identity DRB-Identity,+
  reestablishPDCP ENUMERATED (true)
  recoverPDCP ENUMERATED (true)
  pdcp-Config PDCP-Config
  ...+
}
```

```
SDAP-Config ::= SEQUENCE {+
  pdu-Session PDU-SessionID,+
  sdap-HeaderDL ENUMERATED (present, absent),+
  sdap-HeaderUL ENUMERATED (present, absent),+
  defaultDRB BOOLEAN,+
  mappedQoS-FlowsToAdd SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofQFIs)) OF QFI
  mappedQoS-FlowsToRelease SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofQFIs)) OF QFI
  ...+
}+
+
QFI ::= INTEGER (0..maxQFI)+
+
PDU-SessionID ::= INTEGER (0..255)+
+
https://
```

SDAP层 功能

- 传输用户平面数据。
- 将上行和下行数据的 QoS 流映射到 DRB。
- 在下游数据包中标记 QoS Flow ID
- 上行链路 SDAP 数据的反射 QoS 流到 DRB 映射

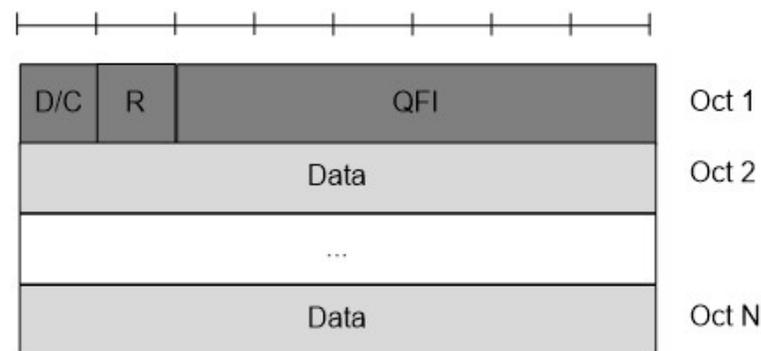


SDAP层 功能

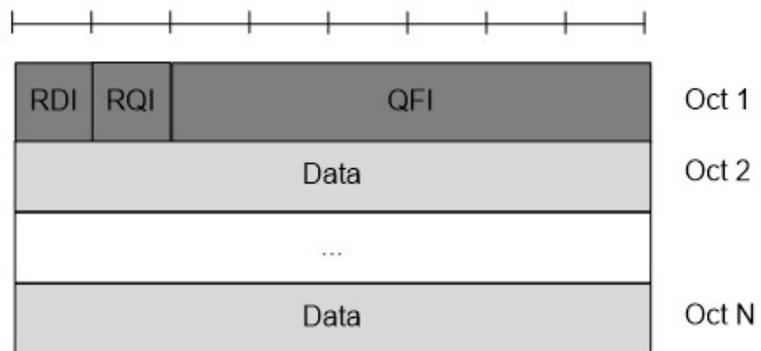
- SDAP 数据 PDU PDU
- SDAP 控制 PDU PDU

End-Marker控制PDU由SDAP实体用来指示它停止QoS流的SDAP SDU的映射

DL



UL



结束标记控制 PDU



SDAP层 功能

反射 QoS 流到 DRB 映射

对于每个接收到的 RDI 设置为 1 的 SDAP 数据 PDU，SDAP 实体应：

——处理SDAP头中的QFI字段，确定QoS流；

——如果没有存储该QoS流的QoS流到DRB的映射规则，并且配置了默认的DRB：

——构建结束标记控制PDU；

将结束标记控制 PDU 映射到默认 DRB；

如果存储的 QoS 流到 DRB 映射规则与 QoS 流到 DRB 映射不同

DL SDAP数据PDU和DRB根据存储的QoS流到DRB映射规则由RRC配置

存在 UL SDAP 标头时：

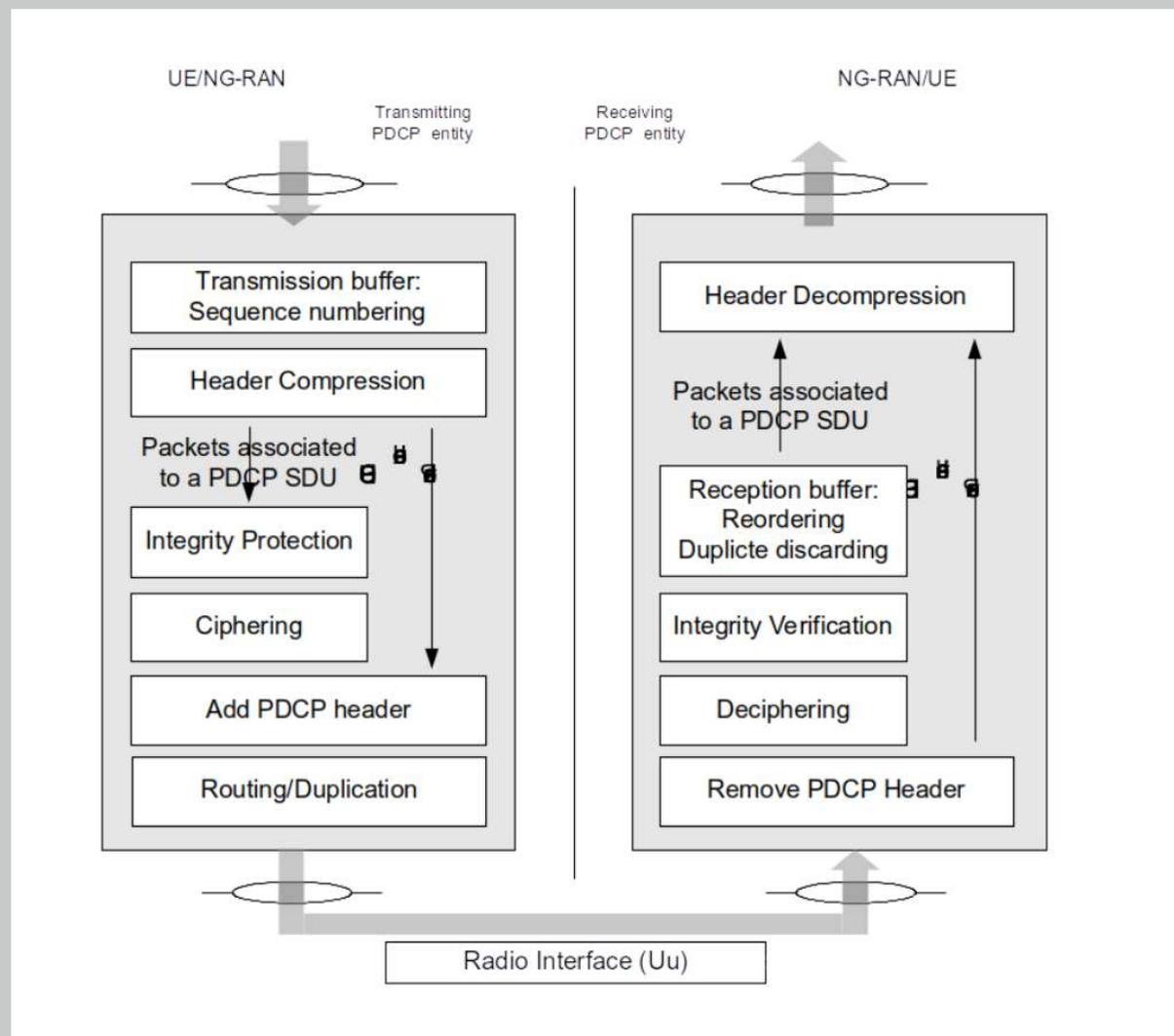
——构建结束标记控制PDU

——根据存储的QoS流到DRB映射规则，将结束标记控制PDU映射到DRB；

——向下层提交结束标记控制PDU；

PDCP层 功能

- 数据传输（用户平面和控制平面）。
- PDCP SN 的维护。
- 标头压缩和解压缩。
- 完整性保护和加密。
- 基于定时器的SDU的维护
- 重新订购和按顺序交付；
- 磷酸二钙复制。

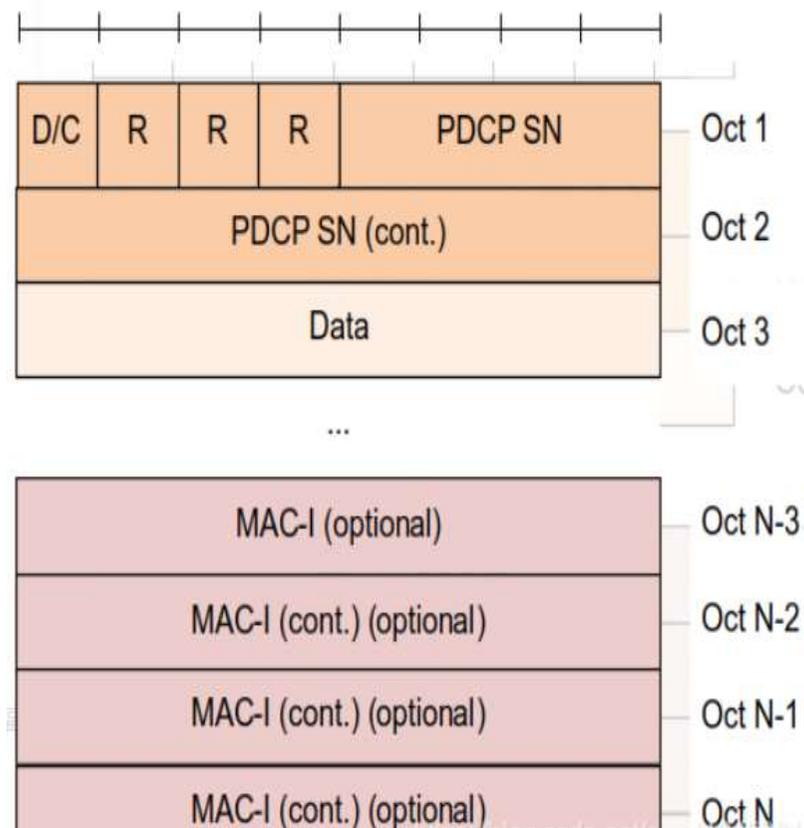


PDCP层 功能

- PDCP DRB配电单元
(12 位锡)

- › D/C: data/control
- › R: Reserved
- › SN: sequence number
- › Data: payload
- › MAC: Message Authentication Code (control plane only)

对于 DRB, 仅当 DRB 配置了完整性保护时, MAC-I 字段才会出现。



PDCP层 功能

- PDCP DRB配电单元
(18 位锡)

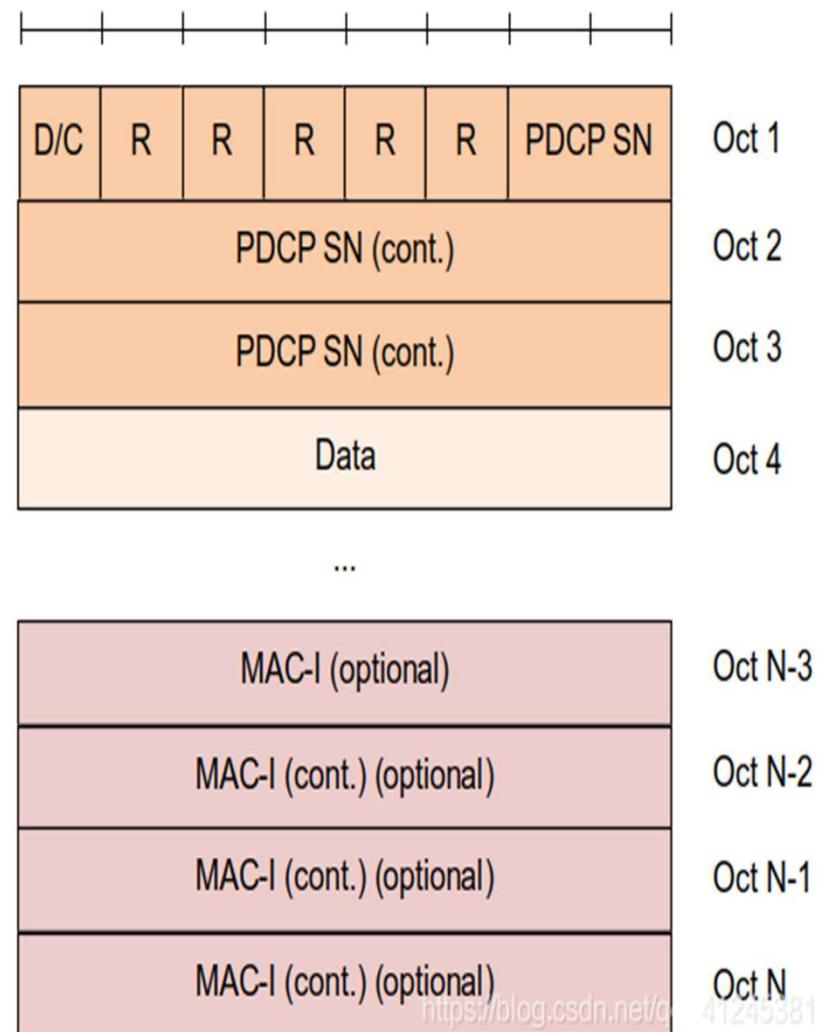
磷酸二钙-SN-尺寸UL枚举
{len12bits, len18bits}

磷酸二钙-SN-尺码DL枚举
{len12bits, len18bits}

Bit	Description
0	Control PDU
1	Data PDU

直流/直流
长度：1位

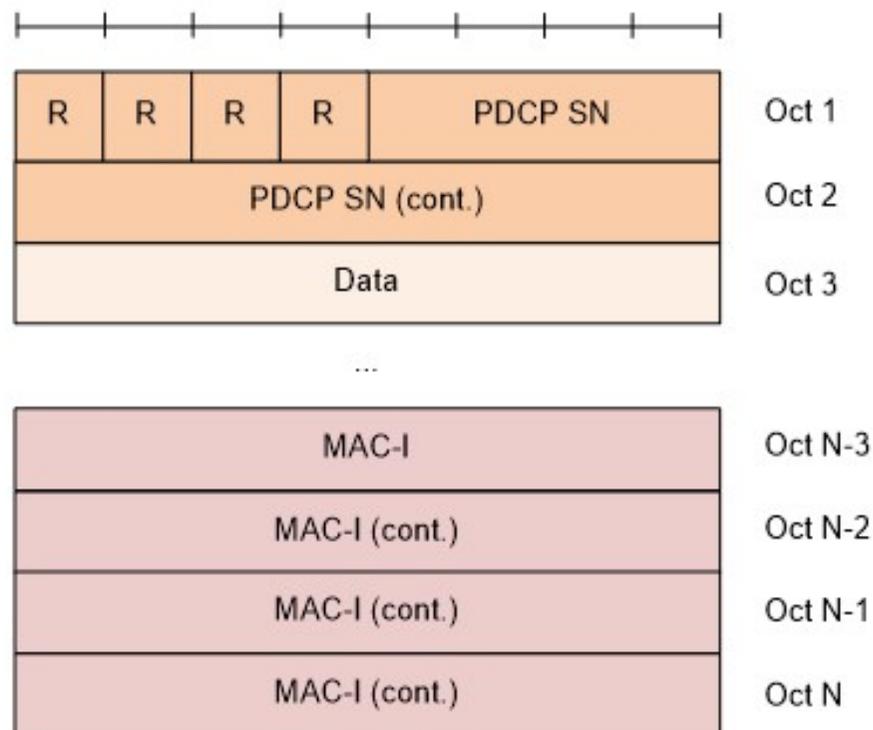
该字段指示相应的PDCP PDU是PDCP数据PDU还是PDCP控制PDU。



PDCP层 功能

- PDCPSRB配电单元
(12 位锡仅有的)

- R: Reserved
- SN: sequence number
- Data: payload (RRC message)
- MAC-I: Message Authentication Code

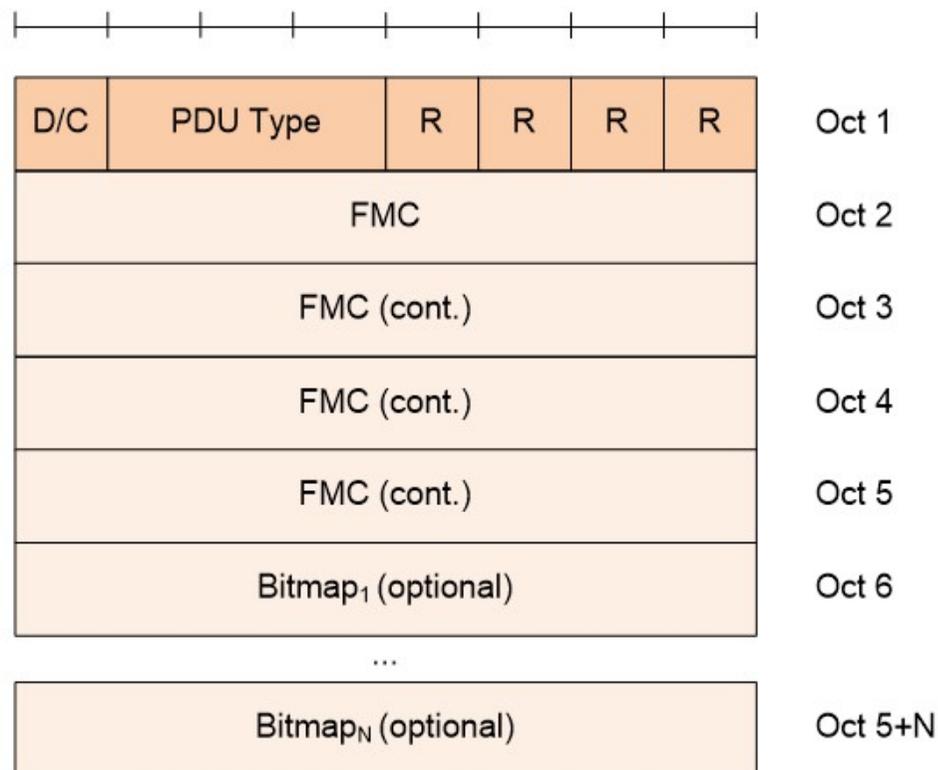


PDCP层 功能

- PDCP控制配电单元

Bit	Description
000	PDCP status report
001	Interspersed ROHC feedback

第一个失踪数数： 这字段指示重新排序窗口内第一个丢失的 PDCP SDU 的 COUNT 值



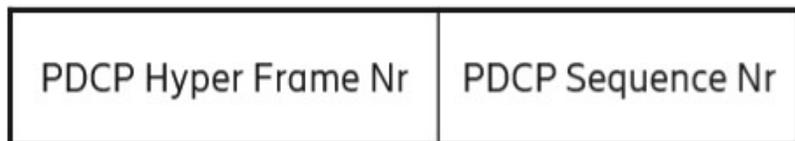
PDCP层 功能

COUNT值由HFN(超帧号)和PDCP SN组成。

数数

高频网络 位长度 = 32 - PDCP

SN



Count starts at 0 and is reset in case of HO for UM only. For AM, the COUNT value is sent out from the source eNodeB to the target eNodeB

PDCP层 功能

安全：诚信和加密

Integrity protection

- To ensure that the data has not been corrupted between the UE and the gNB.

Ciphering

- To ensure that the data cannot be eavesdropped on the air.
- Ciphering is used by the CP and User Plane (UP).

PDCP层 功能

完整性保护

- 在DL中，MAC-I（消息认证代码为诚信）被添加到数据包中
- 在UL中，计算MAC-I并与从UE接收到的MAC-I进行比较。
- MAC-I的计算公式为：

- Integrity key
- PDCP header
- PDCP payload
- length of message
- COUNT
- direction UL/DL
- bearer identity

上链:0 下链:1

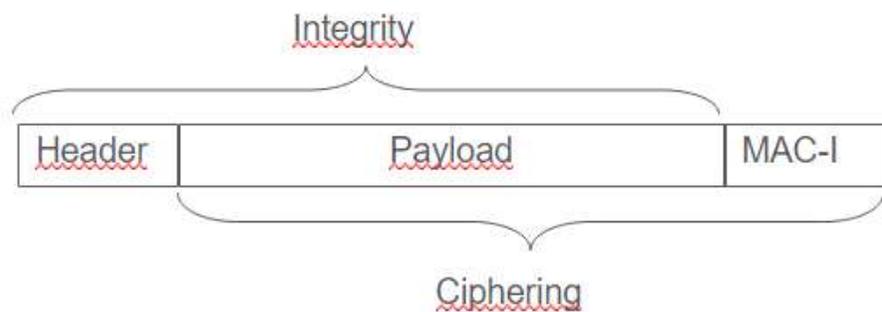
支持的完整性保护算法：

- NIA0（无效的），NIA1（AES），NIA2（雪3G），NIA3(ZUC)

PDCP层 功能

加密

- 加密在 SRB 和 DRB 上完成
- 加密的数据单元是 MAC-I 和 PDCP 数据 PDU 的数据部分除了 SDAP 标头和 SDAP 控制 PDU（如果包含在 PDCP SDU 中）。



- 支持的加密算法：
Snow3g/AES/ZUC

PDCP层 功能

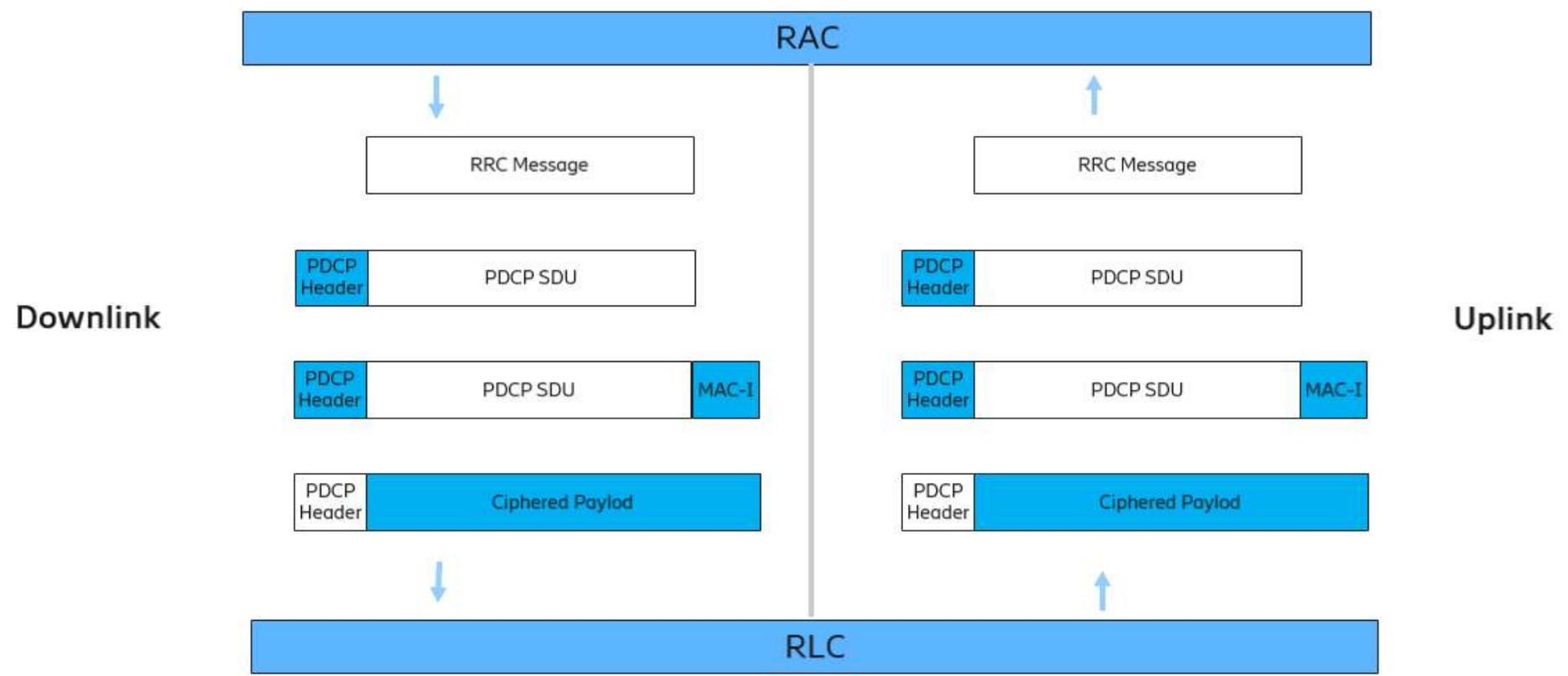
加密

- › The input parameter to the security algorithms are the following:
 - MESSAGE
 - LENGTH of MESSAGE
 - COUNT-I
 - DIRECTION (UL,DL)
 - BEARER IDENTITY
- › COUNT definition:

PDCP COUNT = 32 bits

PDCP Hyper <u>Frame</u> Nr	PDCP <u>Sequence</u> Nr
-------------------------------	-------------------------

内部实施



PDCP层 功能

数据传输

发件人

- **TX_下一个**: 发送端的状态变量
- **丢弃定时器**: DRB丢弃定时器，只有DRB有。用于防止发送缓冲区拥塞。

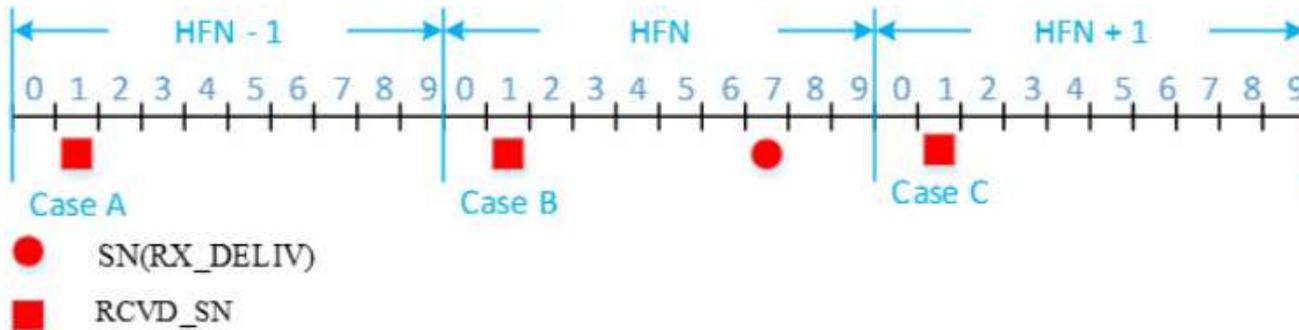
接收器

- **RX_下一个**: 接收端状态变量，预计接收下一个COUNT值
- **RX_DELIV**: 第一个 SDU 计数尚未在接收窗口中传递。
- **RX_REORD**: 接收窗口启动的T-ordering定时器的PDCP Data PDU对应的计数值
- **窗口大小**: 常数，接收窗口大小 = $2^{[(\text{PDCP-SN-SIZE}) - 1]}$

内部实施

38.323 5.2.2.1 从较低层接收到 PDCP 数据 PDU 时的操作

```
1  if RCVD_SN < SN(RX_DELIV) - Window_Size :  
2      RCVD_HFN = HFN(RX_DELIV) + 1;  
3  else if RCVD_SN >= SN(RX_DELIV) + Window_Size :  
4      RCVD_HFN = HFN(RX_DELIV) - 1;  
5  else :  
6      RCVD_HFN = HFN(RX_DELIV);  
7  RCVD_COUNT = [RCVD_HFN, RCVD_SN]
```



SN(R_DELIV) = 7, RCVD_SN = 1

内部实施

发送操作

DL 数据传输状态 (PDU 类型 1)

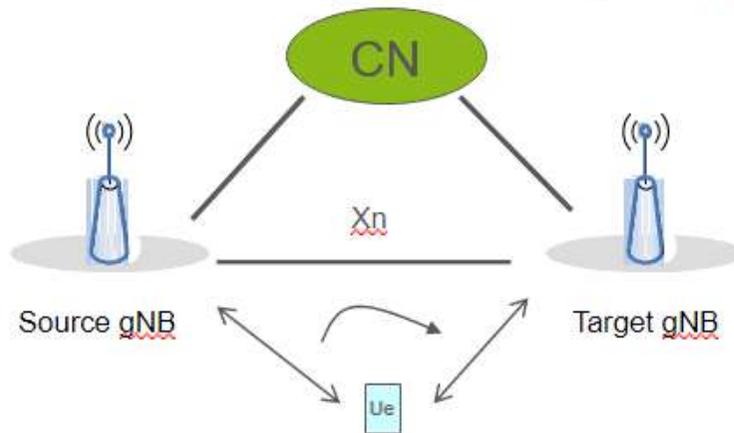
该帧格式定义为传输反馈，以允许接收节点（托管 NR PDCP 实体）通过发送节点控制下行链路用户数据流。

Bits [⌚]								Number of Octets [⌚]
7 [⌚]	6 [⌚]	5 [⌚]	4 [⌚]	3 [⌚]	2 [⌚]	1 [⌚]	0 [⌚]	
PDU Type (=1) [⌚]				Highest Transmitted NR PDCP SN Ind [⌚]	Highest Delivered NR PDCP SN Ind [⌚]	Final Frame Ind. [⌚]	Lost Packet Report [⌚]	1 [⌚]
Spare [⌚]			Delivered NR PDCP SN Range Ind [⌚]	Data rate Ind. [⌚]	Retransmitted NR PDCP SN Ind [⌚]	Delivered Retransmitted NR PDCP SN Ind [⌚]	Cause Report [⌚]	1 [⌚]
Desired buffer size for the data radio bearer [⌚]								4 [⌚]
Desired Data Rate [⌚]								0 or 4 [⌚]
Number of lost NR-U Sequence Number ranges reported [⌚]								0 or 1 [⌚]
Start of lost NR-U Sequence Number range [⌚]								0 or (6* Number of reported lost NR-U SN ranges) [⌚]
End of lost NR-U Sequence Number range [⌚]								
Highest successfully delivered NR PDCP Sequence Number [⌚]								0 or 3 [⌚]
Highest transmitted NR PDCP Sequence Number [⌚]								0 or 3 [⌚]

内部实施

PDCP 的切换

- › Only forward DL DRB data (SRB are new on the target side).
- › On the source side (on handoverReq):
 - PDCP must freeze the PDCP COUNT (used for ciphering)
 - If enabled, PDCP must forward the packets in order to the target eNodeB.
- › On the target side:
 - PDCP must wait for the PDCP COUNT info
 - PDCP must send in order the packet coming from Xn and NG to UE

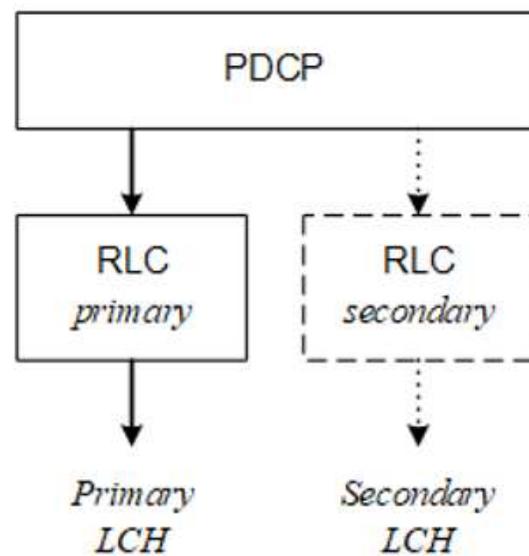


PDCP层 功能

PDCP重复

UE接收到该数据后，可以将两个RLC实体中接收到的数据进行合并，这大大增加了接收到的数据的准确性。

适用于无人驾驶等5G新应用场景的超可靠低时延通信（URLLC）。



附录

数据传输流程

- 20) 计算出COUNT值，用该值计算数字签名和解密，如果失败，则丢弃本PDU，转100
- 30) 如果该PDU以前收到过，或者RCVD_COUNT < RX_DELIV，则丢弃本PDU，转100
- 40) 进入接收缓存(接收窗口)，如果RCVD_COUNT是接收窗口中的最高值，则更新RX_NEXT=RCVD_COUNT+1
- 50) 如果配置了非按序递交，则直接把SDU递交到上层，转100
- 60) 如果RCVD_COUNT==RX_DELIV，则递交本SDU到上层，然后从COUNT = RX_DELIV开始，按升序递交接收窗口中缓存的全部序号连续的SDU到上层，完成后更新RX_DELIV为第一个还未递交的且大于RX_DELIV的PDCP SDU的COUNT值
- 70) 向上递交过程结束后，如果t-Reordering正在运行，并且最后递交的COUNT值(RX_DELIV)大于等于排序定时器绑定的COUNT值(RX_REORD)，则停止定时器
- 80) 如果t-Reordering没有运行，并且RX_DELIV和RX_NEXT之间有COUNT空洞，则对RX_NEXT启动排序定时器，设置RX_REORD = RX_NEXT
- 100) 流程结束。

附录

38.425恩鲁普

NR 用户平面协议层使用传输网络层的服务，以便对从托管 NR PDCP 的节点传输到相应节点的用户数据包进行流量控制。

附录

PDCP重复，在标准中也叫数据包重复，顾名思义即把一个数据重包靠送一次。

这样做有两个目的：

- 1.重复传输，提高数据包传输性的可靠性；
- 2.降低重靠送的时延，满足URLLC（高可靠低时延）要求。

我们可以理解为PDCP重复是协议高层架构为URLLC提供的一个提高降低可靠性时延的技术。

对于配置了信令参数磷酸二钙-复制的PDCP实体，传输侧PDCP实体诉讼：

如果有两个相关联的调幅RLC实体中的一个已经确认成功接收到一个PDCP数据配电单元，

指示另外一个调幅RLC实体丢弃的重复的PDCP数据配电单元；

如果指示了对PDCP重复功能的去激活：指示第二个RLC实体丢弃所有重复的PDCP数据PDU

附录

PDCP 配置 IE(38.331, 6.3.2)

```
PDCP 配置 ::= 序列 {
  德布顺序 {
    丢弃定时器枚举 {ms10、ms20、ms30、ms40、ms50、ms60、ms75、ms100、ms150、无穷大} 可选, -- 条件设置
  }
  //PDCP序列号长度12或18位, 对于SRB只支持12位
  磷酸二钙-SN-尺寸UL枚举 {len12bits, len18bits} 可选, -- 条件设置 2
  磷酸二钙-SN-尺码DL枚举 {len12bits, len18bits} 可选, -- 条件设置 2
},
  完整性保护ENUMERATED { 启用 } 可选, --Cond ConnectedTo5GC1
  //指示是否进行乱序提交, RB设置之后, 此字段不可更改
  无序交货ENUMERATED { true } 可选 - 需要 R
} 可选, -- 条件 DRB
磷酸二钙-重复 BOOLEANOPTIONAL-- 需要 R
}}
```