

3rd Generation Partnership Project;

无线接入网技术规范组;

NR;

## 分组数据汇聚协议（PDCP）规范（Release 15）

关键字：3GPP，新空口，NG-RAN



---

### 版权声明

本文档英文原版出自3GPP官方，由5G哥 原创翻译。  
只能在公众号 5G通信 发布，除非5G哥 授权，否则不得在任何公开媒体传播，分享到朋友圈不需要授权。

©2018, 翻译：5G哥（微信私号：iam5gge 获取授权请联系），版权所有。



扫码关注“5G通信”

随时跟进5G产业和  
技术，不落伍！

我是5G哥

私人微信：iam5gge

# 内容目录

前言	5
1 范围	6
2 参考	6
3 定义和缩写	6
3.1 定义	6
3.2 缩略语	7
4 一般性描述	7
4.1 介绍	7
4.2 构架	7
4.2.1 PDCP结构	7
4.2.2 PDCP实体	8
4.3 服务	9
4.3.1 向上层提供的服务	9
4.3.2 来自较低层的服务	9
4.4 功能	10
5 流程	10
5.1 PDCP实体处理	10
5.1.1 PDCP实体建立	10
5.1.2 PDCP实体重建	10
5.1.3 PDCP实体发布	11
5.2 数据传输	12
5.2.1 传输操作	12
5.2.2 接收操作	13
5.2.2.1 从较低层接收PDCP数据PDU时的操作	13
5.2.2.2 t-Reordering到期时的操作	14
5.2.2.3 重新配置t-Reordering的值时的操作	14
5.3 SDU丢弃	14
5.4 状态报告	15
5.4.1 传输操作	15
5.4.2 接收操作	15
5.5 数据恢复	15
5.6 数据量计算	15
5.7 标头压缩和解压缩	16
5.7.1 支持的头压缩协议和配置文件	16
5.7.2 头压缩的配置	17
5.7.3 协议参数	17
5.7.4 标头压缩	17
5.7.5 标头解压	18
5.7.6 PDCP控制PDU用于散布ROHC反馈	18
5.7.6.1 传输操作	18
5.7.6.2 接收操作	18
5.8 加密和解密	18
5.9 完整性保护和验证	18
5.10 处理未知，无法预料和错误的协议数据	19
5.11 PDCP重复	19
5.11.1 激活/停用PDCP重复	19
5.11.2 重复PDU丢弃	19

6	协议数据单元，格式和参数.....	20
6.1	协议数据单元.....	20
6.1.1	数据PDU.....	20
6.1.2	控制PDU.....	20
6.2	格式.....	20
6.2.1	一般性描述.....	20
6.2.2	数据PDU.....	20
6.2.2.1	SRB的数据PDU.....	20
6.2.2.2	具有12位PDCP SN的DRB的数据PDU.....	21
6.2.2.3	具有18位PDCP SN的DRB的数据PDU.....	21
6.2.3	控制PDU.....	22
6.2.3.1	用于PDCP状态报告的控制PDU.....	22
6.2.3.2	用于散布ROHC反馈的控制PDU.....	22
6.3	参数.....	23
6.3.1	一般性描述.....	23
6.3.2	PDCP SN.....	23
6.3.3	DATA.....	23
6.3.4	MAC-I.....	23
6.3.5	COUNT.....	23
6.3.6	R.....	24
6.3.7	D/C.....	24
6.3.8	PDU type.....	24
6.3.9	FMC.....	24
6.3.10	Bit map.....	24
6.3.11	Interspersed ROHC feedback.....	25
7	状态变量，常量和定时器.....	25
7.1	状态变量.....	25
7.2	常量.....	25
7.3	计时器.....	25
附件A（资料性附录）：	更新记录.....	26

## 前言

该技术规范由 3rd Generation Partnership Project (3GPP) 制作。

本文的内容需要在TSG范围内开展工作，并且可能在TSG正式批准后发生变化。如果TSG修改了本文的内容，TSG将重新发布新的版本，其中发布日期的标识和版本号的增加规则如下：

版本号 x.y.z

代表意义：

x 第一个是数字：

- 1 提交给 TSG 的讨论内容；
- 2 提交给 TSG 批准的内容；
- 3 或更大的数字，代表 TSG 已批准的内容，但保留修改权限。

y 它如果改变，表示有实质性的技术改进、更正或更新，例如有重要更新时，本数字会增加。

z 如果只是文档编辑性、描述性内容的更新，则只有这个数字会更新。

中文翻译：5G通信（公众号：tongxin5g）

---

# 1 范围

本文档提供了分组数据汇聚协议（PDCP）的描述。

---

# 2 参考

以下文件载有通过本文中的参考构成本文件条款的规定。

- 参考文献是特定的（由出版日期，版本号，版本号等标识）或非参考文献-具体。
- 具体参考，后续修订不适用。
- 对于非特定参考，最新版本适用。在参考3GPP文档（包括GSM文档）的情况下，非特定参考隐含地指代与本文档相同的版本中的该文档的最新版本。

- [1] 3GPP TR 21.905: “3GPP规范的词汇表”。
- [2] 3GPP TS 38.300: “NG 无线 接入网络;总体描述”。
- [3] 3GPP TS 38.331: “NR 无线资源控制 (RRC) ;协议规范”。
- [4] 3GPP TS 38.321: “NR Medium 接入 Control (MAC) protocol specification”。
- [5] 3GPP TS 38.322: “NR 无线 链路控制 (RLC) 协议规范”。
- [6] 3GPP TS 33.501: “5G系统的安全架构和流程”。
- [7] IETF RFC 5795: “RObust Header Compression (ROHC) 框架”。
- [8] IETF RFC 3095: “RObust Header Compression (ROHC) : 框架和四个配置文件: RTP, UDP, ESP和未压缩”。
- [9] IETF RFC 4815: “RObust Header Compression (ROHC) : 对RFC 3095的更正和澄清”。
- [10] IETF RFC 6846: “RObust Header Compression (ROHC) : TCP / IP配置文件 (ROHC-TCP) ”。
- [11] IETF RFC 5225: “RObust Header Compression (ROHC) 版本2: RTP, UDP, IP, ESP和UDP Lite的配置文件”。
- [12] 3GPP TS 36.321: “Evolved Universal Terrestrial 无线 接入 (E-UTRA) Medium 接入 Control (MAC) protocol protocol”。

---

# 3 定义和缩写

## 3.1 定义

出于本文件的目的，3GPP TR 21.905 [1]中给出的术语和定义适用。在3GPP TR 21.905 [1]中，本文件中定义的术语优先于相同术语的定义（如果有的话）。

**AM DRB:** 利用RLC AM的数据无线承载。

**非分支承载:** 无线协议位于MgNB或SgNB中的承载，分别使用MgNB或SgNB资源。

**PDCP数据量：**PDCP实体中可用于传输的数据量。

**分离承载：**在双连接中，承载，其无线协议位于MgNB和SgNB中，以使用MgNB和SgNB资源。

**UM DRB：**利用RLC UM的数据无线承载。

### 3.2      缩略语

出于本文件的目的，3GPP TR 21.905 [1]中给出的缩写适用以下内容。 在3GPP TR 21.905 [1]中，本文档中定义的缩写优先于相同缩写的定义（如果有的话）。

AM	已确认模式
CID	上下文标识符
DRB	承载用户平面数据的数据无线承载
gNB	NR nodeB.
HFN	超帧号
IETF	国际互联网工程任务组
IP	互联网协议
MAC	媒体接入控制
MAC-I	完整性的消息验证代码
PDCP	分组数据汇聚协议
PDU	协议数据单位
RB	无线承载
RFC	请求反馈
RLC	无线 链路控制
ROHC	RObust标头压缩
RRC	无线资源控制
RTP	实时协议
SAP	服务接入点
SDU	服务数据单位
SN	序列号
SRB	信令无线承载携带控制平面数据
TCP	传输控制协议
UDP	用户数据报协议
UE	用户设备
UM	未确认模式
X-MAC	计算过的MAC-I

5G通信（公众号：tongxin5g）

## 4      一般性描述

### 4.1      介绍

本文档描述了PDCP的功能。

### 4.2      构架

#### 4.2.1      PDCP结构

图4. 2. 1. 1表示PDCP子层的一种可能结构；它不应该限制实施。 该图基于TS 38. 300 [2]中定义的无线接口协议架构。

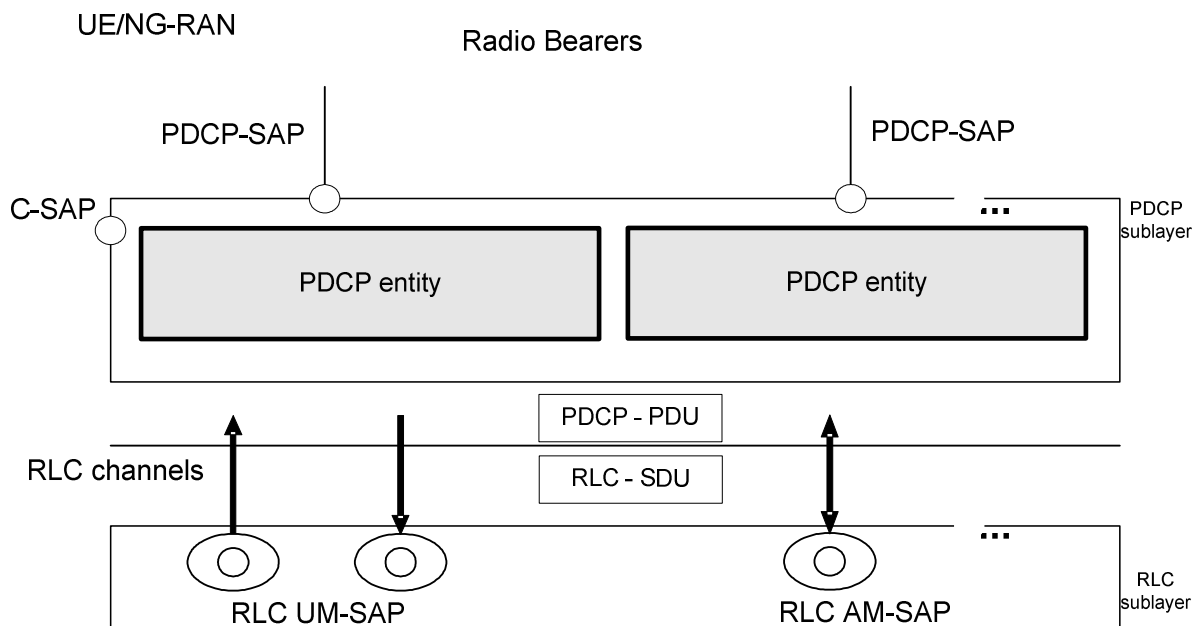


图4.2.1-1：PDCP层，结构视图

PDCP子层由上层TS 38.331 [3]配置。PDCP子层用于映射在DCCH和DTCH类型的逻辑信道上的RB。PDCP子层不用于任何其他类型的逻辑信道。

每个RB（SRB0除外）与一个PDCP实体相关联。每个PDCP实体根据RB特性（例如，单向/双向或分离/非分离）或RLC模式与一个，两个或四个RLC实体相关联。对于非拆分承载，每个PDCP实体与一个UM RLC实体，两个UM RLC实体（每个方向一个）或一个AM RLC实体相关联。对于分离承载，每个PDCP实体与两个UM RLC实体（针对相同方向），四个UM RLC实体（针对每个方向两个）或两个AM RLC实体（针对相同方向）相关联。

## 4.2.2 PDCP实体

PDCP实体位于PDCP子层中。可以为UE定义几个PDCP实体。每个PDCP实体携带一个无线承载的数据。

PDCP实体与控制平面或用户平面相关联，这取决于它携带数据的无线承载。

图4.2.2.1表示PDCP子层的PDCP实体的功能视图；它不应该限制实施。该图基于TS 38.300 [2]中定义的无线接口协议架构。

对于分离承载，在发送PDCP实体中执行路由。

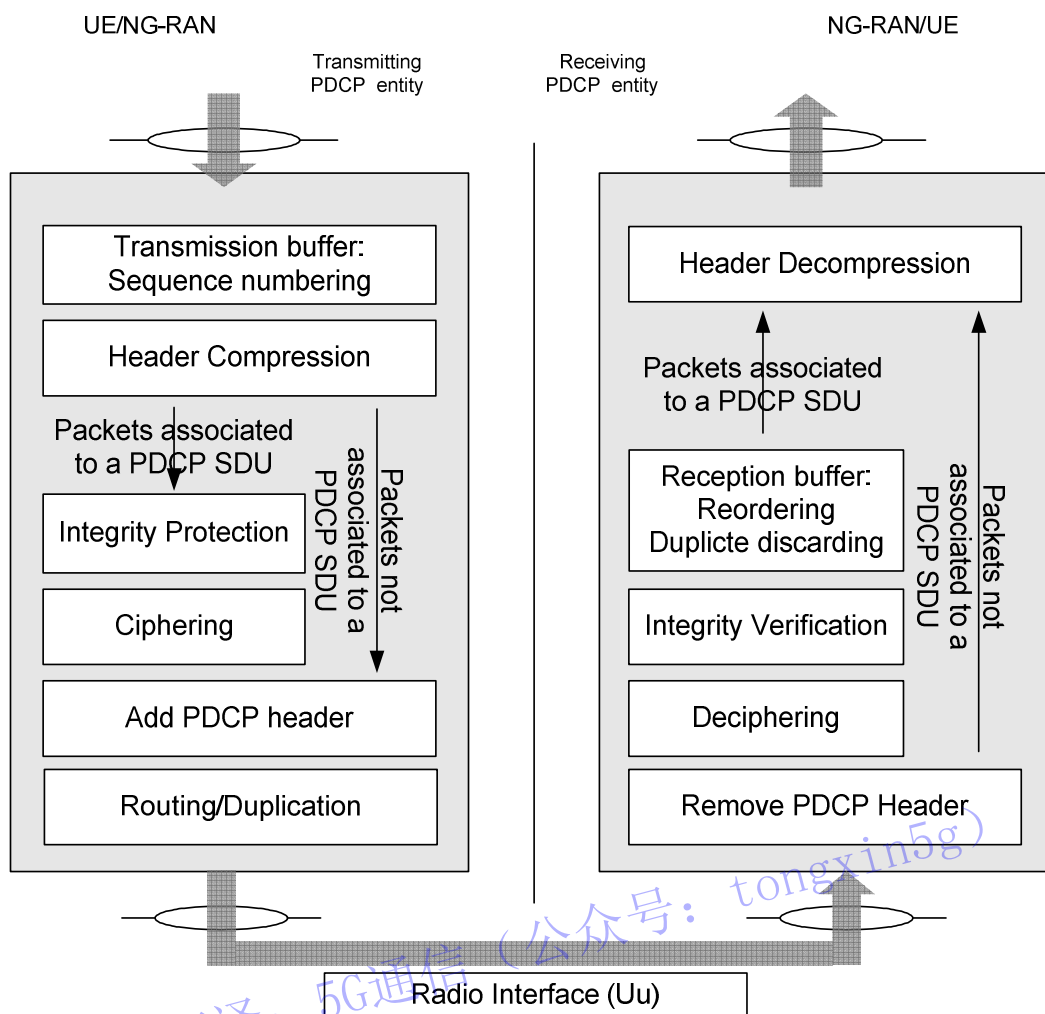


图4.2.2-1：PDCP层，功能视图

## 4.3 服务

### 4.3.1 向上层提供的服务

PDCP层向RRC或SDAP层提供其服务。 PDCP向上层提供以下服务：

- 用户平面数据的传输；
- 控制平面数据的传输；
- 标头压缩；
- 加密；
- 完整性保护。

支持的最大PDCP SDU大小为9000字节。 支持的最大PDCP控制PDU大小为9000字节。

### 4.3.2 预期来自较低层的服务

PDCP实体期望来自每个RLC实体的较低层的以下服务（详细描述见[5]）：

- 公认的数据传输服务，包括成功交付PDCP PDU的指示；



- 未经确认的数据传输服务。

## 4.4 功能

PDPCP层支持以下功能：

- 数据传输（用户平面或控制平面）；
- 维护PDPCP SN；
- 使用ROHC协议进行报头压缩和解压缩；
- 加密和解密；
- 完整性保护和完整性验证；
- 基于定时器的SDU丢弃；
- 分裂承载，路由；
- 复制；
- Reordering和有序交付；
- 无序传递；
- 重复丢弃。

---

## 5 流程

### 5.1 PDPCP实体处理

#### 5.1.1 PDPCP实体建立

当上层请求为无线承载建立PDPCP实体时，UE应：

- 为无线承载建立PDPCP实体；
- 将PDPCP实体的状态变量设置为初始值；
- 按照5.2中的流程进行操作。

#### 5.1.2 PDPCP实体重建

当上层请求重新建立PDPCP实体时，UE应另外执行本节中描述的过程。执行本节中的步骤后，UE应遵循5.2中的流程。

当上层请求重建PDPCP实体时，发送PDPCP实体应：

- 对于UM DRB和AM DRB，重置上行链路的报头压缩协议，如果未在TS 38.331 [3]中配置drb-ContinueROHC，则以Umode中的IR状态（如RFC 3095 [8]和RFC 4815 [9]中所定义）启动） 。
- 对于UM DRB和SRB，将TX\_NEXT设置为初始值；
- 对于SRB，丢弃所有存储的PDPCP SDU和PDPCP PDU；

- 在PDCP实体重建过程中应用上层提供的加密算法和密钥;
- 在PDCP实体重建过程中应用上层提供的完整性保护算法和密钥;
- 对于UM DRB, 对于已经与PDCP SN关联但相应PDU先前未提交给较低层的每个PDCP SDU:
  - 考虑从上层接收的PDCP SDU;
  - 在子条款5.2.1中的数据提交过程之后, 在PDCP重建之前按照与PDCP SDU相关联的COUNT值的升序执行PDCP SDU的传输, 而不重新启动discardTimer;
- 对于AM DRB, 来自第一PDCP SDU的相应PDCP数据PDU的成功传送尚未被较低层确认, 按照COUNT值的升序执行已经与PDCP SN相关联的所有PDCP SDU的重传或传输在PDCP实体重建之前到PDCP SDU, 如下所述:
  - 按照子条款5.7.4的规定执行PDCP SDU的报头压缩;
  - 根据子条款5.9和5.8中规定的与该PDCP SDU相关的COUNT值执行PDCP SDU的完整性保护和加密;
  - 按照子条款5.2.1中的数据提交流程, 将生成的PDCP数据PDU提交给下层。

当上层请求重建PDCP实体时, 接收PDCP实体应:

- 根据子条款5.2.2.1的规定, 处理由于重建较低层而从较低层接收的PDCP数据PDU;
- 对于SRB, 丢弃所有存储的PDCP SDU和PDCP PDU;
- 对于SRB和UM DRB, 如果正在运行t-Reordering:
  - 停止并重置t-Reordering;
  - 对于UM DRB, 在执行报头解压缩后, 按照相关COUNT值的升序将所有存储的PDCP SDU传送到上层;
- 对于AM DRB, 如果未在TS 38.331 [3]中配置drb-ContinueROHC, 则对所有存储的PDCP SDU执行报头解压缩;
- 对于UM DRB和AM DRB, 如果未在TS 38.331 [3]中配置drb-ContinueROHC, 则重置下行链路的报头压缩协议并以Umode中的NC状态(如RFC 3095 [8]和RFC 4815 [9]中的定义)开始);
- 对于UM DRB和SRB, 将RX\_NEXT和RX\_DELIV设置为初始值;
- 在PDCP实体重建过程中应用上层提供的加密算法和密钥;
- 在PDCP实体重建过程中应用上层提供的完整性保护算法和密钥。

### 5.1.3 PDCP实体发布

当上层请求为无线承载发布PDCP实体时, UE应:

- 丢弃发送PDCP实体中所有存储的PDCP SDU和PDCP PDU;
- 对于UM DRB和AM DRB, 如果之前没有解压缩, 则在执行报头解压缩之后, 以相关COUNT值的升序将存储在接收PDCP实体中的PDCP SDU递送到上层;
- 释放无线承载的PDCP实体。

## 5.2 数据传输

### 5.2.1 传输操作

在从上层接收PDCP SDU时, 发送PDCP实体应:

- 启动与此PDCP SDU关联的discardTimer（如果已配置）。

对于从上层接收的PDCP SDU，发送PDCP实体应：

- 将对应于TX\_NEXT的COUNT值与该PDCP SDU相关联；

注1： 将超过一半的连续PDCP SDU的PDCP SN空间与PDCP SN相关联，例如，在没有确认的情况下丢弃或发送PDCP SDU，可能导致HFN去同步问题。 如何防止HFN失步问题由UE实现。

- 按照子条款5.7.4的规定执行PDCP SDU的报头压缩；
- 执行完整性保护，并分别使用子条款5.9和5.8中规定的TX\_NEXT进行加密；
- 将PDCP数据PDU的PDCP SN设置为TX\_NEXT模 $2^{[PDCP-SN-R\text{尺寸}]}$ ；
- 将TX\_NEXT递增1；
- 将生成的PDCP数据PDU提交到下层，如下所示。

当向下层提交PDCP PDU时，发送PDCP实体应：

- 如果发送PDCP实体与一个RLC实体相关联：
  - 将PDCP PDU提交给关联的RLC实体；
- 否则，如果发送的PDCP实体与两个RLC实体相关联：
  - 如果PDCP重复被激活：
    - 如果PDCP PDU是PDCP数据PDU：
      - 复制PDCP数据PDU并将PDCP数据PDU提交给两个相关的RLC实体；
    - 其他：
      - 将PDCP控制PDU提交给主RLC实体；
  - 其他：
    - 如果两个相关的RLC实体属于不同的小区组；和
    - 如果两个相关RLC实体中初始传输的待处理PDCP数据量和RLC数据量的总量（如TS 38.322 [5]中所述）等于或大于ul-DataSplitThreshold：
      - 将PDCP PDU提交给主RLC实体或辅助 RLC实体；
    - 其他：
      - 将PDCP PDU提交给主RLC实体。

注2： 如果发送PDCP实体与两个RLC实体相关联，则UE应当在接收来自较低层的请求之前最小化提交给较低层的PDCP PDU的量，并最小化提交给两个相关RLC实体的PDCP PDU之间的PDCP SN间隙以最小化PDCPReordering。延迟接收PDCP实体。

## 5.2.2 接收操作

### 5.2.2.1 从较低层接收PDCP数据PDU时的操作

在本节中，使用以下定义：

- HFN（状态变量）：状态变量的HFN部分（即，最高有效位的数量等于HFN长度）；

- SN (状态变量)：状态变量的SN部分 (即，等于PDCP SN长度的最低有效位数)；
- RCVD\_SN：接收的PDCP数据PDU的PDCP SN，包括在PDU头中；
- RCVD\_HFN：接收到的PDCP数据PDU的HFN，由接收PDCP实体计算；
- RCVD\_COUNT：接收到的PDCP数据PDU的COUNT = [RCVD\_HFN, RCVD\_SN]。

在从较低层接收PDCP数据PDU时，接收PDCP实体应确定所接收的PDCP数据PDU的COUNT值，即RCVD\_COUNT，如下：

- 如果 $RCVD\_SN < SN(RX\_DELIV) - Window\_Size$ ：
  - $RCVD\_HFN = HFN(RX\_DELIV) + 1$ 。
- 否则，如果 $RCVD\_SN \geq SN(RX\_DELIV) + Window\_Size$ ：
  - $RCVD\_HFN = HFN(RX\_DELIV) - 1$ 。
- 其他：
  - $RCVD\_HFN = HFN(RX\_DELIV)$ ；
- $RCVD\_COUNT = [RCVD\_HFN, RCVD\_SN]$ 。

在确定所接收的PDCP数据PDU = RCVD\_COUNT的COUNT值之后，接收PDCP实体应：

- 使用COUNT = RCVD\_COUNT执行PDCP数据PDU的解密和完整性验证；
- 如果完整性验证失败：
  - 表示上层的完整性验证失败；
  - 丢弃PDCP数据PDU；
- 如果 $RCVD\_COUNT < RX\_DELIV$ ；或者
- 如果之前收到COUNT = RCVD\_COUNT的PDCP数据PDU：
  - 丢弃PDCP数据PDU；

如果上面没有丢弃接收到的COUNT值= RCVD\_COUNT的PDCP数据PDU，则接收PDCP实体应：

- 将生成的PDCP SDU存储在接收缓冲区中；
- 如果 $RCVD\_COUNT \geq RX\_NEXT$ ：
  - 将RX\_NEXT更新为RCVD\_COUNT + 1。
- 如果配置了outOfOrderDelivery：
  - 将生成的PDCP SDU传递给上层。
- 如果 $RCVD\_COUNT = RX\_DELIV$ ：
  - 如果之前没有解压缩，则在执行报头解压缩之后以相关COUNT值的升序递送到上层；
    - 所有存储的PDCP SDU具有从COUNT = RX\_DELIV开始的连续关联的COUNT值；
  - 将RX\_DELIV更新为尚未传送到上层的第一个PDCP SDU的COUNT值，COUNT值 > RX\_DELIV；
- 如果t-Reordering正在运行，并且如果 $RX\_DELIV \geq RX\_REORD$ ：
  - 停止并重置tReordering。

- 如果t-Reordering没有运行（包括因上述动作而停止t-Reordering的情况），以及RX\_DELIV < RX\_NEXT：
  - 将RX\_REORD更新为RX\_NEXT；
  - 开始Reordering。

### 5.2.2.2 t-Reordering到期时的操作

当t-Reordering到期时，接收PDCP实体应：

- 在执行标头解压缩后，如果在以下情况下未解压缩，则按相关COUNT值的升序递送到上层：
  - 所有存储的PDCP SDU具有相关的COUNT值 < RX\_REORD；
  - 所有存储的PDCP SDU具有从RX\_REORD开始的连续关联的COUNT值；
- 将RX\_DELIV更新为尚未传送到上层的第一个PDCP SDU的COUNT值，COUNT值 ≥ RX\_REORD；
- 如果RX\_DELIV < RX\_NEXT：
  - 将RX\_REORD更新为RX\_NEXT；
  - 开始Reordering。

### 5.2.2.3 重新配置t-Reordering的值时的操作

当t-Reordering正在运行时，上层重新配置t-Reordering的值时，接收PDCP实体应：

- 将RX\_REORD更新为RX\_NEXT；
- 停止并重新启动t-Reordering。

## 5.3 SDU丢弃

当discardTimer到期为PDCP SDU，或者PDCP状态报告确认PDCP SDU的成功传送时，发送PDCP实体应丢弃PDCP SDU以及相应的PDCP数据PDU。如果相应的PDCP数据PDU已经提交给较低层，则丢弃被指示给较低层。

对于SRB，当上层请求丢弃PDCP SDU时，PDCP实体应丢弃所有存储的PDCP SDU和PDCP PDU。

注意：丢弃已经与PDCP SN相关联的PDCP SDU导致所发送的PDCP数据PDU中的SN间隙，这增加了接收PDCP实体中的PDCP Reordering延迟。UE实现如何在SDU丢弃后最小化SN间隙。

## 5.4 状态报告

### 5.4.1 传输操作

对于上层配置的AM DRB在上行链路中发送PDCP状态报告（TS 38.331 [3]中的statusReportRequired），接收PDCP实体应在以下情况下触发PDCP状态报告：

- 上层请求重建PDCP实体；
- 上层请求PDCP数据恢复。

如果触发了PDCP状态报告，则接收PDCP实体应：

- 编制PDCP状态报告，如下所示：

- 将FMC字段设置为RX\_DELIV;
- 如果RX\_DELIV < RX\_NEXT:
  - 分配长度的比特字段，其位数等于来自并且不包括第一个丢失的PDCP SDU的COUNT的数量，直到并包括最后的无序PDCP SDU，向上舍入到8的下一个倍数，或者直到和包括一个PDCP SDU，其结果PDCP控制PDU大小等于9000字节，以先到者为准;
  - 对于尚未接收的所有PDCP SDU，Bitmap字段中的设置为“0”，以及可选地，解压缩失败的PDCP SDU;
  - 对于已接收的所有PDCP SDU，将Bitmap字段中的设置为“1”;
- 将PDCP状态报告作为第一个用于传输的PDCP PDU提交给较低层。

## 5.4.2 接收操作

对于AM DRB，当在下行链路中接收到PDCP状态报告时，发送PDCP实体应：

- 考虑每个PDCP SDU（如果有的话），Bitmap中的位设置为“1”，或者相关的COUNT值小于成功传送的FMC字段的值，并丢弃子条款5.3中规定的PDCP SDU。

## 5.5 数据恢复

对于AM DRB，当上层请求无线承载的PDCP数据恢复时，发送PDCP实体应：

- 根据子条款5.2.1中的数据提交流程，按照相关COUNT值的升序执行先前提交给重新建立或释放的AM RLC实体的所有PDCP数据PDU的重传，其中成功传送尚未由较低层确认。

执行上述流程后，发送PDCP实体应遵循5.2.1中的流程。

## 5.6 数据量计算

出于MAC缓冲状态报告的目的，发送PDCP实体应将以下内容视为PDCP数据量：

- 没有构建PDCP数据PDU的PDCP SDU;
- 尚未提交给较低层的PDCP数据PDU;
- PDCP控制PDU;
- 对于AM DRB，根据子条款5.1.2重传的PDCP SDU;
- 对于AM DRB，根据子条款5.5重传的PDCP数据PDU。

如果发送PDCP实体与两个RLC实体相关联，则当向MAC实体指示PDCP数据量以进行BSR触发和缓冲区大小计算时（如TS 38.321 [4]和TS 36.321 [12]中所规定的），发送PDCP实体应该：

- 如果PDCP重复被激活：
  - 指示与主RLC实体相关联的MAC实体的PDCP数据量;
  - 指示PDCP数据量，不包括PDCP控制PDU到与辅助RLC实体相关联的MAC实体;
- 其他：
  - 如果两个相关的RLC实体属于不同的小区组；和

- 如果两个相关RLC实体中初始传输的待处理PDCP数据量和RLC数据量的总量（如TS 38.322 [5]中所述）等于或大于ul-DataSplitThreshold:
- 指示与主RLC实体相关联的MAC实体和与辅助 RLC实体相关联的MAC实体的PDCP数据量;
- 其他:
- 指示与主RLC实体相关联的MAC实体的PDCP数据量;
- 将PDCP数据量指示为与辅助 RLC实体相关联的MAC实体的0。

## 5.7 标头压缩和解压缩

### 5.7.1 支持的头压缩协议和配置文件

报头压缩协议基于RFC 5795 [7]中定义的鲁棒报头压缩（ROHC）框架。有多种标头压缩算法，称为配置文件，为ROHC框架定义。每个配置文件特定于特定网络层，传输层或上层协议组合，例如TCP / IP和RTP / UDP / IP。

ROHC通道的详细定义被指定为RFC 5795 [7]中定义的ROHC框架的一部分。这包括如何在ROHC信道上复用不同的流（压缩或不压缩报头），以及如何在初始化该流的压缩算法期间将特定IP流与特定上下文状态相关联。

本规范未涉及ROHC框架功能的实现和支持的头压缩配置文件的功能。

在此版本的规范中，描述了以下配置文件的支持：

表5.7.1-1：支持的标头压缩协议和配置文件

配置文件标识符	用法	参考
0x0000	No compression	RFC 5795
0x0001	RTP/UDP/IP	RFC 3095, RFC 4815
0x0002	UDP/IP	RFC 3095, RFC 4815
0x0003	ESP/IP	RFC 3095, RFC 4815
0x0004	IP	RFC 3843, RFC 4815
0x0006	TCP/IP	RFC 6846
0x0101	RTP/UDP/IP	RFC 5225
0x0102	UDP/IP	RFC 5225
0x0103	ESP/IP	RFC 5225
0x0104	IP	RFC 5225

### 5.7.2 头压缩的配置

与DRB相关联的PDCP实体可以由上层TS 38.331 [3]配置以使用报头压缩。承载用户平面数据的每个PDCP实体可以被配置为使用报头压缩。在此版本的规范中，仅支持健壮的头压缩协议（ROHC）。每个PDCP实体最多使用一个ROHC压缩器实例和最多一个ROHC解压缩器实例。

### 5.7.3 协议参数

RFC 5795 [7]具有必需的配置参数，必须由压缩器和解压缩器对等体之间的上层配置；这些参数定义了ROHC通道。ROHC信道是单向信道，即如果配置了rohc，则下行链路有一个信道，上行链路有一个信道，如果配置了uplinkOnlyROHC，则上行链路只有一个信道。因此，每个信道有一组参数，如果配置了rohc，则属于同一PDCP实体的两个信道应使用相同的值。

这些参数分为两个不同的组，定义如下：

- M: 强制并由上层配置；

- N / A: 未在本规范中使用。

参数的用法和定义应如下所述。

- MAX\_CID (M) : 这是可以使用的最大CID值。 应始终为未压缩流保留一个CID值。 参数MAX\_CID由上层配置 (TS 38.331 [3]中的maxCID) ;
- LARGE\_CIDS: 此值不是由上层配置的, 而是根据以下规则从配置的MAX\_CID值推断出来的:
  - 如果MAX\_CID > 15则LARGE\_CIDS = TRUE, 否则LARGE\_CIDS = FALSE;
- PROFILES (M) : 配置文件用于定义UE允许使用的配置文件。 支持的配置文件列表在5.7.1节中描述。 参数PROFILES由上层配置 (TS 38.331 [3]中的上行链路和下行链路的配置文件) ;
- FEEDBACK\_FOR (N / A) : 这是对两个压缩端点之间相反方向的信道的引用, 并指示发送的任何反馈所引用的信道。 在该PDCP实体的一个ROHC信道上收到的反馈应始终指向该相同PDCP实体的相反方向的ROHC信道;
- MRRU (N / A) : 不使用ROHC分割。

## 5.7.4 标头压缩

如果配置了头压缩, 则头压缩协议会生成两种类型的输出包:

- 压缩包, 每个包与一个PDCP SDU相关联;
- 与PDCP SDU无关的独立分组, 即散布的ROHC反馈。

压缩分组与相关PDCP SDU相同的PDCP SN和COUNT值相关联。 如果包括在PDCP SDU中, 则报头压缩不适用于SDAP报头和SDAP控制PDU。

散布的ROHC反馈与PDCP SDU无关。 它们与PDCP SN无关, 也未加密。

注意: 如果已经为压缩流建立了MAX\_CID个ROHC上下文, 并且新的IP流与任何已建立的ROHC上下文不匹配, 则压缩器应该将新的IP流与为现有压缩流分配的ROHC CID之一相关联或发送PDCP。属于IP的SDU作为未压缩分组流动。

## 5.7.5 标头解压

如果上层为与用户平面数据相关联的PDCP实体配置报头压缩, 则在执行解密之后, 通过报头压缩协议对PDCP数据PDU进行解压缩, 如子条款5.8中所述。 如果包括在PDCP数据PDU中, 则报头解压缩不适用于SDAP报头和SDAP控制PDU。

## 5.7.6 PDCP控制PDU用于散布ROHC反馈

### 5.7.6.1 传输操作

当报头压缩协议产生散布的ROHC反馈时, 发送PDCP实体应:

- 向子层提交子条款6.2.3.2中规定的相应PDCP控制PDU, 即不关联PDCP SN, 也不执行加密。

### 5.7.6.2 接收操作

在接收到来自较低层的散布ROHC反馈的PDCP控制PDU时, 接收PDCP实体应:

- 将相应的散布ROHC反馈传递给头压缩协议而不执行解密。



## 5.8 加密和解密

加密功能包括加密和解密，并且如果配置，则在PDCP中执行。加密的数据单元是PDCP数据PDU的数据部分（参见子条款6.3.3），除了SDAP报头和SDAP控制PDU（如果包含在PDCP SDU中）和MAC-I（参见子条款6.3.4）。加密不适用于PDCP控制PDU。

PDCP实体使用的加密算法和密钥由上层TS 38.331 [3]配置，加密方法应按TS 33.501 [6]的规定应用。

加密功能由上层TS 38.331 [3]激活。当安全性被激活时，加密功能应分别应用于上层TS 38.331 [3]为下行链路和上行链路指示的所有PDCP数据PDU。

对于下行链路和上行链路加密和解密，PDCP用于加密所需的参数在TS 33.501 [6]中定义并输入到加密算法。加密功能所需的输入包括COUNT值和DIRECTION（传输方向：根据TS 33.501 [6]的规定设置）。上层TS 38.331 [3]提供的PDCP所需的参数如下所示：

- BEARER（定义为TS 33.501 [6]中的无线承载标识符。它将使用RB身份-1，如TS 38.331 [3]中所述）；
- KEY（控制平面和用户平面的加密密钥分别为 $K_{rrcenc}$ 和 $K_{upenc}$ ）。

## 5.9 完整性保护和验证

完整性保护功能包括完整性保护和完整性验证，并在PDCP中执行（如果已配置）。完整性保护的数据单元是加密前的PDU报头和PDU的数据部分。完整性保护始终应用于SRB的PDCP数据PDU。完整性保护应用于配置了完整性保护的DRB的PDCP数据PDU。完整性保护不适用于PDCP控制PDU。

PDCP实体使用的完整性保护算法和密钥由上层TS 38.331 [3]配置，完整性保护方法应按TS 33.501 [6]的规定应用。

完整性保护功能由上层TS 38.331 [3]激活。当安全性被激活时，完整性保护功能应分别应用于包括上层TS 38.331 [3]指示的PDU的所有PDU以及下行链路和上行链路之后的所有PDU。

注意：由于激活完整性保护功能的RRC消息本身是用该RRC消息中包括的配置进行完整性保护的，因此在对接收到消息的PDU执行完整性保护验证之前，首先需要由RRC对该消息进行解码。

对于下行链路和上行链路完整性保护和验证，PDCP用于完整性保护所需的参数在TS 33.501 [6]中定义，并输入到完整性保护算法。完整性保护功能所需的输入包括COUNT值和DIRECTION（传输方向：根据TS 33.501 [6]中的规定设置）。PDCP所需的参数由上层TS 38.331 [3]提供，如下所示：

- BEARER（定义为TS 33.501 [6]中的无线承载标识符。它将使用RB身份-1，如TS 38.331 [3]中所述）；
- KEY（控制平面和用户平面的完整性保护关键字分别为 $K_{rrcint}$ 和 $K_{upint}$ ）。

在传输时，UE计算MAC-I字段的值，并且在接收时，它通过基于如上所述的输入参数计算X-MAC来验证PDCP数据PDU的完整性。如果计算出的X-MAC对应于收到的MAC-I，则成功验证完整性保护。

## 5.10 处理未知，无法预料和错误的协议数据

当接收到包含保留值或无效值的PDCP PDU时，接收PDCP实体应：

- 丢弃收到的PDU。

## 5.11 PDCP重复

### 5.11.1 激活/停用PDCP重复

对于配置了pdcp-Duplication的PDCP实体，发送PDCP实体应：

- 对于SRB：
  - 激活PDCP复制；
- 对于DRB：
  - 如果指示激活PDCP重复：
    - 激活PDCP复制；
  - 如果指示停用PDCP重复：
    - 停用PDCP重复。

### 5.11.2 重复PDU丢弃

对于配置了pdcp-Duplication的PDCP实体，发送PDCP实体应：

- 如果两个相关的AM RLC实体之一确认成功传送PDCP数据PDU：
  - 指示另一个AM RLC实体丢弃重复的PDCP数据PDU；
- 如果指示停用PDCP重复：
  - 指示辅助 RLC实体丢弃所有重复的PDCP数据PDU。

---

## 6 协议数据单元，格式和参数

### 6.1 协议数据单元

#### 6.1.1 数据PDU

除PDU头之外，PDCP数据PDU还用于传达以下一个或多个：

- 用户平面数据；
- 控制平面数据；
- 一个MAC-I。

#### 6.1.2 控制PDU

除PDU标头外，PDCP控制PDU还用于传达以下之一：

- PDCP状态报告；
- 穿插的ROHC反馈。

### 6.2 格式

#### 6.2.1 一般性描述

PDCP PDU是长度为字节对齐（即8位的倍数）的位串。在子条款6.2的图中，位串由表表示，其中最高有效位是表的第一行的最左位，最低有效位是表的最后一行的最右位，更一般性描述地说要从左到右读取位串，然后

按行的读取顺序读取。 PDCP PDU内的每个参数字段的比特顺序用最左边的比特中的第一个和最高有效比特以及最右边比特中的最后和最低有效比特表示。

PDCP SDU是长度为字节对齐（即8位的倍数）的位串。 从第一位开始，压缩或未压缩的SDU被包括在PDCP数据PDU中。

6.2.2      数据PDU

6.2.2.1      SRB的数据PDU

图6.2.2.1-1显示了具有12位PDCP SN的PDCP数据PDU的格式。 此格式适用于SRB。

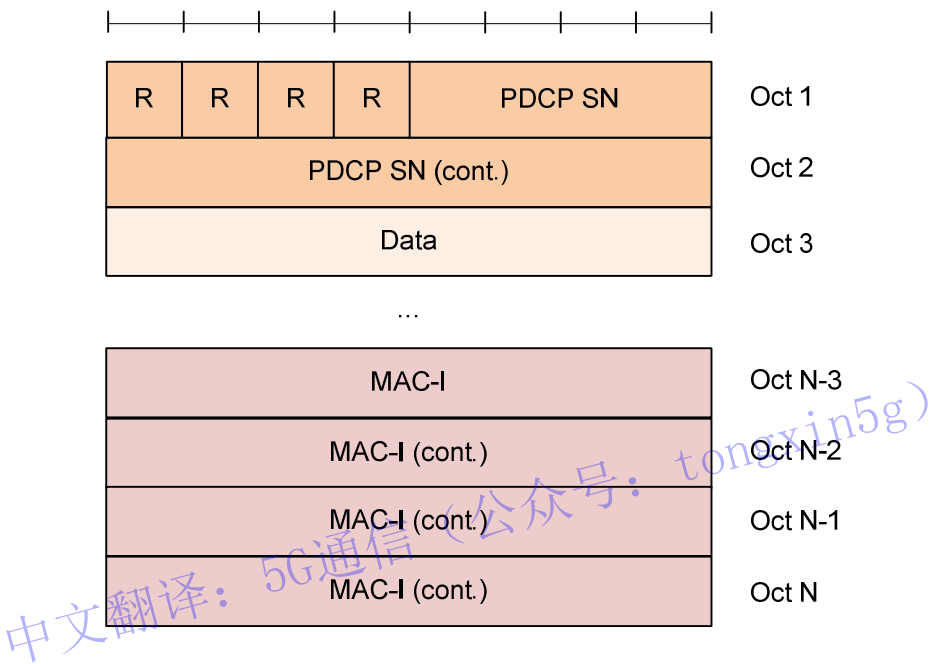


图6.2.2.1-1：SRB的PDCP数据PDU格式

6.2.2.2      具有12位PDCP SN的DRB的数据PDU

图6.2.2.2-1显示了具有12位PDCP SN的PDCP数据PDU的格式。 此格式适用于UM DRB和AM DRB。

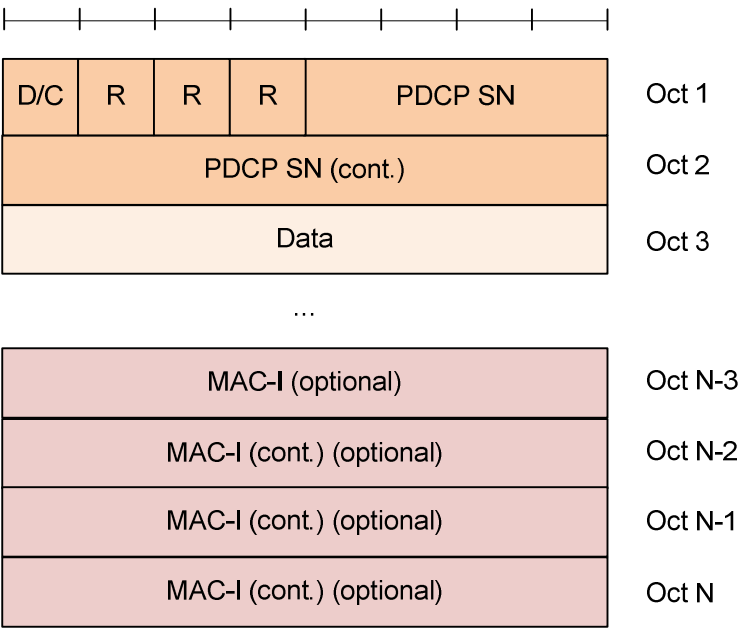


图6.2.2.2-1：具有12位PDCP SN的PDCP数据PDU格式

6.2.2.3 具有18位PDCP SN的DRB的数据PDU

图6.2.2.3-1显示了具有18位PDCP SN的PDCP数据PDU的格式。此格式适用于UM DRB和AM DRB。

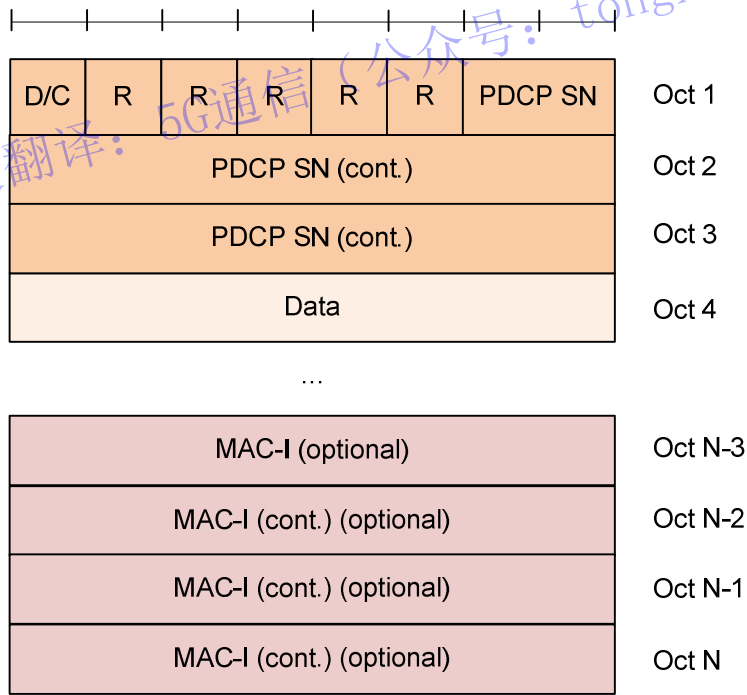


图6.2.2.3-1：具有18位PDCP SN的DRB的PDCP数据PDU格式

6.2.3 控制PDU

6.2.3.1 用于PDCP状态报告的控制PDU

图6.2.3.1-1显示了携带一个PDCP状态报告的PDCP控制PDU的格式。此格式适用于AM DRB。

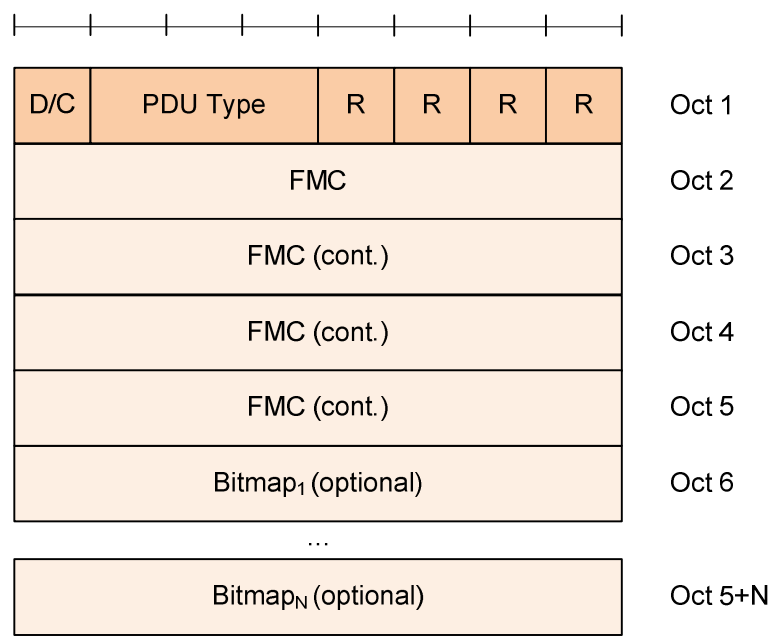


图6.2.3.1-1：PDCP状态报告的PDCP控制PDU格式

6.2.3.2      用于散布ROHC反馈的控制PDU

图6.2.3.2-1显示了携带一个散布的ROHC反馈的PDCP控制PDU的格式。 此格式适用于UM DRB和AM DRB。

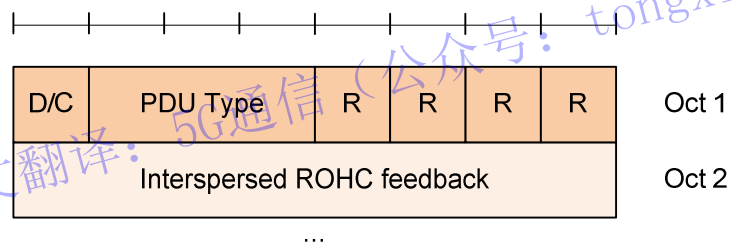


图6.2.3.2-1：PDCP控制PDU用于散布ROHC反馈格式

6.3      参数

6.3.1      一般性描述

如果在每个字段的定义中没有另外提及，则参数中的位应解释如下：最左边的位串是第一个和最重要的，最右边的位是最后和最低有效位。

除非另有说明，否则整数用无符号整数的标准二进制编码进行编码。 在所有情况下，当在PDU中读取时，位从MSB到LSB排序。

6.3.2      PDCP SN

长度：12或18位，如表6.3.2.1所示。 PDCP SN的长度由上层配置（TS 38.331 [3]中的pdcp-SN-Size）。

表6. 3. 2-1：PDCP SN长度

长度	描述
12	UM DRB, AM DRB和SRB
18	UM DRB和AM DRB

6.3.3 DATA

长度：可变

该字段包括以下之一：

- 未压缩的PDCP SDU（用户平面数据或控制平面数据）；
- 压缩的PDCP SDU（仅限用户平面数据）。

6.3.4 MAC-I

长度：32位

该字段携带按照子条款5. 9中的规定计算的消息认证码。

对于SRB，MAC-I字段始终存在。 如果未配置完整性保护，则MAC-I字段仍然存在，但应填充填充位设置为0。

对于DRB，仅当DRB配置了完整性保护时，才会出现MAC-I字段。

6.3.5 COUNT

长度：32位

COUNT值由HFN和PDCP SN组成。HFN部分的比特大小等于32减去PDCP SN的长度。



图6. 3. 5-1：COUNT的格式

注意：COUNT没有环绕。

6.3.6 R

长度：1位

保留。 在该规范版本中，保留位应设置为0. 接收器应忽略保留位。

6.3.7 D/C

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。

表6. 3. 7-1: D / C字段

位	描述
0	控制PDU
1	数据PDU

6.3.8 PDU type

长度：3位

该字段指示相应PDCP控制PDU中包括的控制信息的类型。

表6. 3. 8-1: PDU type

位	描述
000	PDCP状态报告
001	Interspersed ROHC feedback
010-111	保留的

6.3.9 FMC

长度：32位

首次缺少COUNT。 该字段指示重排序窗口内第一个丢失的PDCP SDU的COUNT值，即RX\_DELIV。

6.3.10 Bitmap

长度：可变。 Bitmap字段的长度可以是0。

该字段指示哪些SDU丢失以及哪些SDU在接收PDCP实体中被正确接收。 Bitmap中N<sup>th</sup>位的位位置为N，即Bitmap中第一位的位位置为1。

表6. 3. 10-1Bitmap

位	描述
0	缺少具有COUNT = (FMC +位位置) 模2 <sup>32</sup> 的PDCP SDU。
1	正确接收到COUNT = (FMC +位位置) 模2 <sup>32</sup> 的PDCP SDU。

6.3.11 Interspersed ROHC feedback

长度：可变

该字段包含一个仅具有反馈的ROHC分组，即与子条款5. 7. 4中定义的PDCP SDU无关的ROHC分组。

7 状态变量，常量和定时器

7.1 状态变量

该子句描述了PDCP实体中用于指定PDCP协议的状态变量。 本子条款中定义的状态变量是规范性的。

所有状态变量都是非负整数，取值从0到[2<sup>32</sup> - 1]。

PDCP数据PDU是在字段中循环的编号整数序列号 (SN)：0到 $[2^{\text{[PDCP-SN-Size]}-1}]$ 。

发送PDCP实体应保持以下状态变量：

a) TX\_NEXT

该状态变量指示要发送的下一个PDCP SDU的COUNT值。 初始值为0。

接收PDCP实体应保持以下状态变量：

a) RX\_NEXT

该状态变量指示预期接收的下一个PDCP SDU的COUNT值。 初始值为0。

b) RX\_DELIV

此状态变量指示未传送到上层的第一个PDCP SDU的COUNT值，但仍等待。 初始值为0。

c) RX\_REORD

该状态变量指示与触发tReordering的PDCP数据PDU相关联的COUNT值之后的COUNT值。

## 7.2 常量

a) Window\_Size

此常量表示Reordering窗口的大小。 该值等于 $2^{\text{[PDCP-SN-Size]}-1}$ 。

## 7.3 计时器

发送PDCP实体应保持以下定时器：

a) *discardTimer*

此计时器仅配置为DRB。 定时器的持续时间由上层TS 38.331 [3]配置。 在发送器中，在从上层接收SDU时启动新的定时器。

接收PDCP实体应保留以下定时器：

b) *t-Reordering*

定时器的持续时间由上层TS 38.331 [3]配置。 该定时器用于检测子条款5.2.2中规定的PDCP数据PDU的丢失。 如果正在运行t-Reordering，则不应另外启动t-Reordering，即在给定时间每个接收PDCP实体仅运行一次t-Reordering。



## 附件A（资料性附录）： 更新记录

更新记录							
日期	会议	TDoc	CR	Rev	Cat	主题/备注	新版本
2017.03	RAN2#97bis	R2-1703512	-	-	-	第一个版本。	XYZ
2017.04	RAN2#97bis	R2-1703916	-	-	-	将部分名称“重新传输”更改为“数据恢复”	0.0.1
2017.05	RAN2#98	R2-1704076	-	-	-	TS初步草案获取电子邮件讨论的结果[97bis#24]	0.0.5
2017.06	RAN2 NR AH	R2-1706868	-	-	-	获取RAN2#98中的协议	0.1.0
2017.08	RAN2 NR AH	R2-1707507	-	-	-	获取RAN2 NR AH#2中的协议	0.2.0
2017.08	RAN2#99	R2-1709097	-	-	-	在5.1.2节中添加完整性保护	0.2.1
2017.08	RAN2#99	R2-1709753	-	-	-	获取RAN2#99中的协议	0.3.0
2017.09	RANP#77	RP-171993	-	-	-	向RAN提供信息	1.0.0
2017.10	RAN2#99bis	R2-1713660	-	-	-	获取RAN2#99bis中的协议	1.0.1
2017.11	RAN2#100	R2-1714273	-	-	-	获取RAN2#100中的协议	1.1.0
2017.12	RP-78	RP-172335	-	-	-	提供给RAN批准	2.0.0
2017/12	RP-78					升级至Rel-15 (MCC)	15.0.0
2018/03	RP-79	RP-180440	0002	1	F	对PDCP规范的更正	15.1.0
2018/06	RP-80	RP-181215	0006	3	F	对PDCP规范的更正	15.2.0
	RP-80	RP-181215	0009	1	B	引入PDCP重复	15.2.0

中文翻译：5G通信（公众号：tongxin5g）