

3rd Generation Partnership Project;

无线接入网技术规范组;

NR;

物理层概述 (Release 15)

关键字: 3GPP, 新空口, 物理层



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	4
1 范围	5
2 参考	5
3 定义、符号和缩写	5
3.1 定义	5
3.2 符号	5
3.3 缩略语	5
4 物理层的一般描述	6
4.1 与其他图层的关系	6
4.1.1 通用协议架构	6
4.1.2 服务提供给更高层	7
4.2 物理层的一般描述	7
4.2.1 混合接入方式	7
4.2.2 物理信道和调制	7
4.2.3 信道编码	7
4.2.4 物理层流程	7
4.2.5 物理层测量	8
5 物理层规范的文档结构	8
5.1 概览	8
5.2 TS 38.201：物理层：一般说明	8
5.3 TS 38.202：物理层提供的物理层服务	9
5.3 TS 38.211：物理信道和调制	9
5.4 TS 38.212：多路复用和信道编码	9
5.5 TS 38.213：用于控制的物理层流程	9
5.6 TS 38.214：数据的物理层流程	10
5.7 TS 38.215：物理层测量	10
附件 A（资料性附录）： 优选的数学符号	11
附件 B（资料性附录）： 更新记录	12

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长规则如下:

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 NR 无线空口的物理层的一般描述。本文档还描述了 3GPP 物理层规范的文档结构，即 TS 38.200 系列。

2 参考

以下技术规范，会参考本文中的内容构成而制定。

- [1] 3GPP TR 21.905: “3GPP 规范的词汇表”
- [2] 3GPP TS 38.202: “NR;物理层提供的服务”
- [3] 3GPP TS 38.211: “NR;物理信道与调制”
- [4] 3GPP TS 38.212: “NR;复用和信道编码”
- [5] 3GPP TS 38.213: “NR;物理层过程的控制流程”
- [6] 3GPP TS 38.214: “NR;物理层过程的数据业务流程”
- [7] 3GPP TS 38.215: “NR;物理层测量”

3 定义、符号和缩写

3.1 定义

为了定义本文，TR 21.905 [1]中给出的术语和定义适用。本文件中定义的术语优先于 TR 21.905 [1]中相同术语的定义（如果有的话）。

定义格式

〈定义的术语〉: 〈定义〉。

示例：用于通过字面应用它们来解释抽象规则的文本。

3.2 符号

就本文件而言，以下符号适用：

符号格式

〈符号〉 〈说明〉

3.3 缩略语

出于解释本文件的目的，TR 21.905 [1]中给出的缩写适用以下内容。本文件中定义的缩写优先于 TR 21.905 [1]中相同缩写的定义（如果有的话）。

UE	用户设备
MAC	媒体接入控制
RRC	无线资源控制
SAP	服务接入点
RLC	无线链路控制
FEC	前向纠错
HARQ	混合自动重复请求
MIMO	多输入多输出
OFDM	正交频分复用
CP	循环前缀
DFT-s-OFDM	离散傅里叶变换扩展正交频分复用
FDD	频分双工
TDD	时分双工
PDSCH	物理下行链路共享信道
PDCCH	物理下行链路控制信道
PBCH	物理广播信道
PRACH	物理随机接入信道
PUCCH	物理上行链路控制信道
PUSCH	物理上行链路共享信道
BPSK	二进制相移键控
QPSK	正交相移键控
QAM	正交幅度调制
LDPC	低密度奇偶校验
E-UTRA	演进的通用地面无线接入
SRS	探测参考信号

4 物理层的一般描述

4.1 与其他层的关系

4.1.1 通用协议架构

本文中描述的无线接口用户设备（UE）和网络之间的接口。无线接口由物理层，数据链路层（L2）和应用层（L3）组成。TS 38.200 系列描述了物理层（物理层）规范。数据链路层（L2）和应用层（L3）在 38.300 系列中描述。

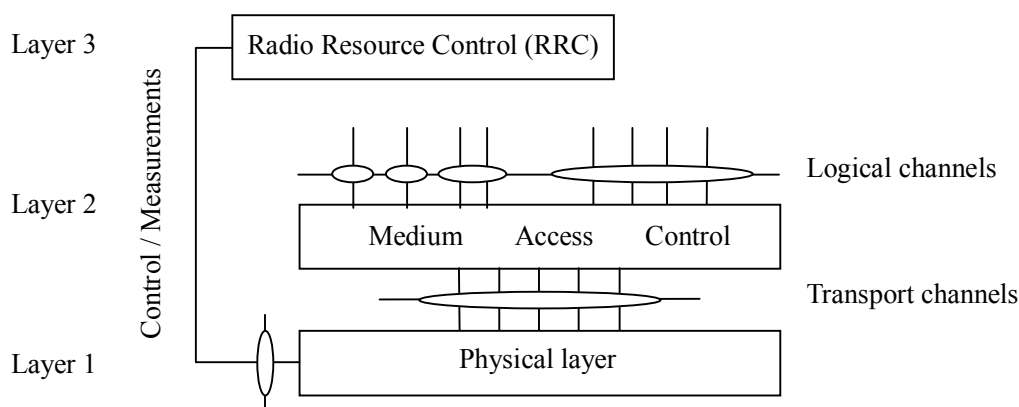


图 1：物理层相关的无线接口协议架构

图 1 显示了物理层（物理层）周围的 NR 无线接口协议架构。物理层连接数据链路层 (L2) 的媒体接入控制 (MAC) 子层和应用层 (L3) 的无线资源控制 (RRC) 层。不同层/子层之间的圆圈表示服务接入点 (SAP)。

物理层为 MAC 提供传输通道。传输信道的特征在于如何通过无线接口传输信息。MAC 向数据链路层 (L2) 的无线链路控制 (RLC) 子层提供不同的逻辑信道。逻辑信道的特征在于传输的信息类型。

4.1.2 物理层给更高层提供服务

物理层为更高层提供数据传输服务。对这些服务的接入是通过 MAC 子层使用传输信道。细节在[2]中指定。

4.2 物理层的一般描述

4.2.1 混合接入方式

用于 NR 物理层的多址方案基于具有循环前缀 (CP) 的正交频分复用 (OFDM)。对于上行链路，还支持具有 CP 的离散傅立叶变换扩展 OFDM (DFT-s-OFDM)。为了支持成对和不成对频谱中的传输，启用了频分双工 (FDD) 和时分双工 (TDD)。

层 1 以基于资源块的带宽可变方式定义，允许 NR 层 1 适应各种频谱分配。资源块跨越具有给定子载波间隔的 12 个子载波。

无线帧的时长为 10ms，由 10 个子帧组成，子帧时长为 1ms。子帧由一个或多个相邻的时隙形成，每个时隙具有 14 个相邻的符号。关于帧结构的更多细节在[2]中规定。

4.2.2 物理信道和调制

下行链路中定义的物理信道是：

- 物理下行链路共享信道 (PDSCH)，
- 物理下行链路控制信道 (PDCCH)，
- 物理广播信道 (PBCH)，

上行链路中定义的物理信道是：

- 物理随机接入信道 (PRACH)，
- 物理上行链路共享信道 (PUSCH)，

- 物理上行链路控制信道（PUCCH）。

另外，信号被定义为参考信号，主要和次要同步信号。

支持的调制方案是：

- 在下行链路中，QPSK，16QAM，64QAM 和 256QAM，
- 在上行链路中，QPSK，16QAM，64QAM 和 256QAM 用于带有 CP 和 $\pi/2$ -BPSK，QPSK，16QAM，64QAM 和 256QAM 的 OFDM 用于带有 CP 的 DFT-s-OFDM

4.2.3 信道编码

用于传输数据块的信道编码方案是：准循环 LDPC 码，其分别具有用于 2 个基本 graphs 和 8 组奇偶校验矩阵。一个基本 graphs 用于大于特定大小或初始传输码率高于阈值的码块；否则，使用另一个基本 graphs。

在 LDPC 编码之前，对于大传输块，传输块被分段为具有相同大小的多个代码块。PBCH 和控制信息的信道编码方案是基于嵌套序列的极化编码（Polar）。删余（puncturing 技术从这两个校验序列中周期的删除一些校验位——译者注），压缩和速率复用匹配。信道编码方案的更多细节在[4]中规定。

4.2.4 物理层流程

涉及几个物理层流程。物理层涵盖的此类流程是：

- 小区搜索
- 功率控制
- 上行链路同步和上行链路定时控制
- 随机接入相关流程
- HARQ 相关流程
- 波束管理和 CSI 相关流程

通过控制频域以及时域和电源域中的物理层资源，在 NR 中提供了对干扰协调的隐含支持。

4.2.5 物理层测量

无线特性由 UE 和网络测量并报告给更高层。这些包括例如用于频率内和频率间切换的测量，RAT 间切换，定时测量和 RRM 的测量。

定义用于 RAT 间切换的测量以支持切换到 E-UTRA。

5 物理层规范的文档结构

5.1 概览

物理层规范包括一般文件（TS 38.201）和六份文件（TS 38.202 和 38.211 至 38.215）。更高层的上下文中的物理层规范之间的关系如图 2 所示。

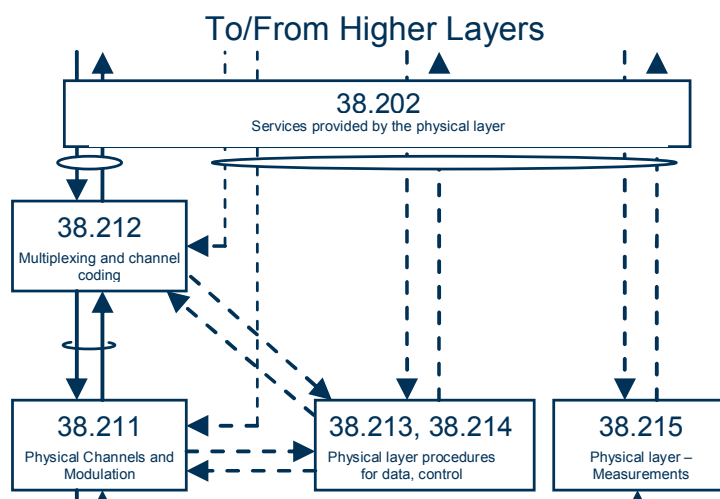


图 2：物理层规范之间的关系

5.2 TS 38.201：物理层；一般说明

范围是描述：

- 物理层文件的内容（TS 38.200 系列）；
- 告知在哪里可以找到信息；

5.3 TS 38.202：物理层提供的 L1 服务

范围是描述物理层提供的服务，并指定：

- 物理层的服务和功能；
- UE 的物理层模型；
- 并行传输同时物理信道和 SRS；
- 物理层提供的测量。

5.4 TS 38.211：物理信道和调制

范围是建立物理层物理信道的特性，生成物理层信号和调制，并指定：

- 上行链路和下行链路物理信道的定义；
- 框架结构和物理资源；
- 调制映射（BPSK，QPSK 等）；
- OFDM 信号生成；
- 加扰，调制和上转换；
- 层映射和预编码；
- 上行和下行的物理共享信道；

- 上行链路和下行链路中的参考信
- 物理随机接入信道；
- 主要和辅助同步信号。

5.5 TS 38.212: 多路复用和信道编码

范围是描述传输信道和控制信道数据处理，包括复用，信道编码和交织，并指定：

- 信道编码方案；
- 速率匹配；
- 上行传输信道和控制信息；
- 下行链路传输信道和控制信息。

5.6 TS 38.213: 用于控制的物理层流程

范围是建立控制的物理层流程的特征，并指定：

- 同步流程；
- 上行电源控制；
- 随机接入流程；
- 用于报告控制信息的 UE 过程；
- UE 用于接收控制信息的过程。

5.7 TS 38.214: 数据的物理层流程

范围是为数据建立物理层过程的特征，并指定：

- 功率控制；
- 物理下行共享信道相关流程；
- 物理上行链路共享信道相关过程

5.8 TS 38.215: 物理层测量

范围是建立物理层测量的特征，并指定：

- 控制 UE / NG-RAN 测量；
- NR 的测量功能。

附件 A（资料性附录）： 优选的数学符号

下表包含 L1 文档中使用的首选数学符号。

项目	符号
乘以产品	十字标志, e.g. $a \times b$
矩阵产品	点符号, e.g. $a \cdot b$
标量积（标量的矩阵乘积）	点标记, 标量应位于矩阵之前, 例如 $(1+j) \cdot \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$
矩阵尺寸	行数（列数, 例如: $R \times C$
Kronecker 产品	$a \otimes b$
集合包围（所有相同类型的单元, 不是有序单元）	大括号 {}, 例如 $\{a_1, a_2, \dots, a_p\}$, 或 $\{a_i\}_{i \in \{1,2,\dots,p\}}$
列表的包围（所有不需要相同类型的单元, 有序单元）	圆括号 (), 例如 (A, u, x)
序列包围（所有相同类型的单元, 有序单元）	尖括号, 例如 $\langle a_1, a_2, \dots, a_p \rangle$ 或 $\langle a_i \rangle_{i \in \{1,2,\dots,p\}}$
包含函数参数	圆括号, 例如 $f(x)$
包围数组索引	方括号, 例如 $a[x]$
矩阵或矢量的包围	方括号 [], 例如 $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$, $[x \ y]$, 或 $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
分离索引	使用逗号: 例如 $N_{i,j}$
使用斜体作为符号	符号应采用斜体或普通字体, 但应避免混淆。
算术表达式的包围以强制操作的优先级	圆括号: 例如 $(a+b) \times c$
包围算术表达式的必要性	当只有+和（包围不是必需的。当使用 mod 运算符时, 应明确包围 mod 操作数并可能产生结果。
数字类型	在非负整数的上下文中, 某些注释应该在数字被签名时强调, 或者可能是分数。
二进制 xor 和	分别使用+或 \times 。如果表达式中没有显式“mod 2”, 则某些文本应强调该操作是模 2。
矩阵或向量转置	v^T
1（1 个矩阵）	隐含地转换为其独特的单元。
矢量点积	u^T (v 用于列向量, u (v^T 用于行向量)
复共轭	v^*
矩阵或向量 Hermitian 转置	v^H
复数的实部和虚部。	$\text{Re}(x)$ 和 $\text{Im}(x)$
模数运算（包括负值） $r \equiv a \bmod N$	让 q 是整数商 a 和 N , Z 是整数, r 是剩下的 $\begin{cases} q \in Z \\ a = N \times q + r, \text{ 哪里 } q = \lfloor a/N \rfloor \text{ 对全部 } a \text{ 和 } N \\ 0 \leq r < N \end{cases}$ (注意 $\lfloor \cdot \rfloor$ 是围绕单元的地板操作 • 最接近负无穷大的整数)

附件 B（资料性附录）： 更新记录

更新记录							
日期	会议	TDoc	CR	启	猫	主题/评论	新版本
2017-05	RAN1#89	R1-1708435				草案框架	0.0.0
2017-07	AH_1706	R1-1712012				纳入包括 RAN1 NR Ad-Hoc #2 在内的协议	0.0.1
2017-08	RAN1#90	R1-1713894				根据电子邮件讨论更新 “[NRAH2-03-201] TS 38.201”	0.0.2
2017-08	RAN1#90	R1-1715069				纯净版	0.1.0
2017-08	RAN1#90	R1-1715319				纳入包括 RAN1#90 在内的协议	0.1.1
2017-09	RAN#77	RP-171998				有关 RAN 的信息	1.0.0
2017-11	RAN1#90B	R1-1719242				纳入包括 RAN1#90bis 在内的协议	1.0.1
2017-11	RAN1#91	R1-1721046				RAN1 认可的版本#90bis（电子邮件主题）	1.1.0
2017-12	RAN1#91	R1-1721339				编辑更新 - RAN1#91（电子邮件主题）的认可版本	1.2.0
2017-12	RAN#78	RP-172530				认可的版本供全体会议批准。	2.0.0
2017-12	RAN#78					全体会议批准 - 在变更控制下的 Rel-15 规范	15.0.0

中文翻译：5G通信（公众号：tongxin5g）