

3rd Generation Partnership Project;

无线接入网技术规范组;

NR;

物理层复用和信道编码 (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 5

1	范围.....	6
2	参考.....	6
3	定义, 符号和缩写.....	6
3.1	定义.....	6
3.2	符号.....	6
3.3	缩略语.....	6
4	映射到物理信道.....	7
4.1	上行.....	7
4.2	下行.....	8
5	一般流程.....	8
5.1	CRC 计算.....	8
5.2	代码块分段和代码块 CRC 附件.....	9
5.2.1	极化码 (Polar)	9
5.2.2	低密度奇偶校验编码.....	9
5.3	信道编码.....	11
5.3.1	极化码 (Polar)	12
5.3.1.1	交织.....	12
5.3.1.2	极化码 (Polar)	13
5.3.2	低密度奇偶校验编码.....	17
5.3.3	短码的信道编码.....	24
5.3.3.1	编码 1 位信息.....	24
5.3.3.2	编码 2 位信息.....	24
5.3.3.3	编码其他短码.....	24
5.4	速率匹配.....	25
5.4.1	Polar 代码的速率匹配.....	25
5.4.1.1	子块交织.....	25
5.4.1.2	位选择.....	26
5.4.1.3	交织编码比特.....	27
5.4.2	LDPC 码的速率匹配.....	28
5.4.2.1	位选择.....	28
5.4.2.2	比特交织.....	30
5.4.3	用于短码的信道编码的速率匹配.....	30
5.5	代码块连接.....	31
6	上行链路传输信道和控制信息.....	31
6.1	随机接入信道.....	31
6.2	上行链路共享信道.....	31
6.2.1	传输块 CRC 附件.....	31
6.2.2	LDPC 因子图选择.....	32
6.2.3	代码块分段和代码块 CRC 附件.....	32
6.2.4	UL-SCH 的信道编码.....	32
6.2.5	速率匹配.....	32
6.2.6	代码块连接.....	32
6.2.7	数据和控制多路复用.....	32
6.3	上行链路控制信息.....	42

6.3.1	PUCCH 上的上行链路控制信息.....	42
6.3.1.1	UCI 比特序列生成.....	42
6.3.1.1.1	仅限 HARQ-ACK / SR.....	42
6.3.1.1.2	仅限 CSI.....	43
6.3.1.1.3	HARQ-ACK / SR 和 CSI.....	49
6.3.1.2	代码块分割和 CRC 附件.....	50
6.3.1.2.1	UCI 由 Polar 代码编码.....	50
6.3.1.2.2	UCI 由短码的信道编码来完成编码.....	50
6.3.1.3	UCI 的信道编码.....	51
6.3.1.3.1	UCI 由 Polar 代码编码.....	51
6.3.1.3.2	UCI 由短码的信道编码来完成编码.....	51
6.3.1.4	速率匹配.....	51
6.3.1.4.1	UCI 由 Polar 代码编码.....	51
6.3.1.4.2	UCI 由短码的信道编码来完成编码.....	52
6.3.1.5	代码块连接.....	53
6.3.1.6	将编码的 UCI 比特多路复用到 PUCCH.....	53
6.3.2	PUSCH 上的上行链路控制信息.....	55
6.3.2.1	UCI 比特序列生成.....	55
6.3.2.1.1	HARQ-ACK.....	55
6.3.2.1.2	CSI.....	56
6.3.2.2	代码块分割和 CRC 附件.....	58
6.3.2.2.1	UCI 由 Polar 代码编码.....	58
6.3.2.2.2	UCI 由短码的信道编码来完成编码.....	58
6.3.2.3	UCI 的信道编码.....	59
6.3.2.3.1	UCI 由 Polar 代码编码.....	59
6.3.2.3.2	UCI 由短码的信道编码来完成编码.....	59
6.3.2.4	速率匹配.....	59
6.3.2.4.1	UCI 由 Polar 代码编码.....	59
6.3.2.4.1.1	HARQ 的 ACK.....	59
6.3.2.4.1.2	CSI 第 1 部分.....	61
6.3.2.4.1.3	CSI 第 2 部分.....	63
6.3.2.4.2	UCI 由短码的信道编码来完成编码.....	65
6.3.2.4.2.1	HARQ-ACK.....	65
6.3.2.4.2.2	CSI 第 1 部分.....	65
6.3.2.4.2.3	CSI 第 2 部分.....	65
6.3.2.5	代码块连接.....	66
6.3.2.6	将编码的 UCI 比特多路复用到 PUSCH.....	66
7	下行链路传输信道和控制信息.....	66
7.1	广播信道.....	66
7.1.1	PBCH 有效负载生成.....	66
7.1.2	扰码.....	67
7.1.3	传输块 CRC 附件.....	68
7.1.4	信道编码.....	68
7.1.5	速率匹配.....	68
7.2	下行链路共享信道和寻呼信道.....	68
7.2.1	传输块 CRC 附件.....	68
7.2.2	LDPC 因子图选择.....	69
7.2.3	代码块分段和代码块 CRC 附件.....	69
7.2.4	信道编码.....	69
7.2.5	速率匹配.....	69
7.2.6	代码块连接.....	69
7.3	下行链路控制信息.....	70
7.3.1	DCI 格式.....	70
7.3.1.1	用于调度 PUSCH 的 DCI 格式.....	70

7.3.1.1.1 格式 0_0..... 70

7.3.1.1.2 格式 0_1..... 73

7.3.1.2 用于调度 PDSCH 的 DCI 格式..... 85

7.3.1.2.1 格式 1_0..... 85

7.3.1.2.2 格式 1_1..... 88

7.3.1.3 DCI 格式用于其他目的..... 95

7.3.1.3.1 格式 2_0..... 95

7.3.1.3.2 格式 2_1..... 95

7.3.1.3.3 格式 2_2..... 95

7.3.1.3.4 格式 2_3..... 95

7.3.2 CRC 附件..... 96

7.3.3 信道编码..... 96

7.3.4 速率匹配..... 97

附件<A> (资料性) : 更新记录..... 98

中文翻译: 5G通信 (公众号: tongxin5g)

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

本文件规定了 5G NR 的物理信道的编码, 复用和映射。

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 38.201: “NR; 物理层 - 一般描述”
- [3] 3GPP TS 38.202: “NR; 物理层提供的服务”
- [4] 3GPP TS 38.211: “NR; 物理信道和调制”
- [5] 3GPP TS 38.213: “NR; 物理层的控制流程”
- [6] 3GPP TS 38.214: “NR; 物理层的数据流程”
- [7] 3GPP TS 38.215: “NR; 物理层测量”
- [8] 3GPP TS 38.321: “NR; 媒体接入控制 (MAC) 协议规范”
- [9] 3GPP TS 38.331: “NR; 无线资源控制 (RRC) 协议规范”

3 定义, 符号和缩写

3.1 定义

出于解释本文的目的, 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)。

3.2 符号

就本文件而言, 以下符号适用:

3.3 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, 本文件中定义的缩写优先于相同缩写的定义 (如果有的话)。

BCH	广播信道
CBG	代码块组
CBGTI	代码块组传输信息
CORESET	控制资源集
CQI	信道质量指标

CRC	循环冗余校验
CRI	CSI-RS 资源指标
CSI	信道状态信息
CSI-RS	CSI 参考信号
DAI	下行链路分配索引
DCI	下行链路控制信息
DL	下行
DL-SCH	下行链路共享信道
DMRS	专用解调参考信号
HARQ	混合自动重复请求
HARQ-ACK	混合自动重复请求确认
LDPC	低密度奇偶校验
LI	图层指示器
MCS	调制和编码方案
OFDM	正交频分复用
PBCH	物理广播信道
PCH	寻呼信道
PDCCH	物理下行控制信道
PDSCH	物理下行共享信道
PMI	预编码矩阵指示器
PRB	物理资源块
PRACH	物理随机接入信道
PTRS	相位跟踪参考信号
PUCCH	物理上行控制信道
PUSCH	物理上行共享信道
RACH	随机接入信道
RI	排名指标
RSRP	参考信号接收功率
SFN	系统帧号
SR	调度请求
SRS	探测参考信号
SS	同步信号
SUL	补充上行链路
TPC	发射功率控制
TrCH	传输信道
UCI	上行链路控制信息
UE	用户设备
UL	上行
UL-SCH	上行链路共享信道
VRB	虚拟资源块
ZP CSI-RS	零功率 CSI-RS

中文翻译: 5G通信 (公众号: tongxin5g)

4 映射到物理信道

4.1 上行

表 4.1-1 规定了上行链路传输信道到其相应物理信道的映射。表 4.1-2 规定了上行链路控制信道信息到其相应物理信道的映射。

表4.1-1

传输信道	物理信道
UL-SCH	PUSCH
RACH	PRACH

表4.1-2

控制信息	物理信道
UCI	PUCCH, PUSCH

4.2 下行

表 4.2-1 规定了下行链路传输信道到其相应物理信道的映射。表 4.2-2 规定了下行链路控制信道信息到其相应物理信道的映射。

表4.2-1

传输信道	物理信道
DL-SCH	PDSCH
BCH	PBCH
PCH	PDSCH

表4.2-2

控制信息	物理信道
DCI	PDCCH

5 一般流程

来自/到 MAC 层的数据和控制流被编码/解码, 以通过无线传输链路提供传输和控制服务。信道编码方案是错误检测, 纠错, 速率匹配, 交织和传输信道或控制信息映射到/从物理信道分离的组合。

5.1 CRC 计算

将输入位表示为 CRC 计算 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 和奇偶校验位 $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$, where A 是输入序列的大小和 L 是奇偶校验位的数量。奇偶校验位由以下循环生成多项式之一生成:

- $g_{\text{CRC24A}}(D) = [D^{24} + D^{23} + D^{18} + D^{17} + D^{14} + D^{11} + D^{10} + D^7 + D^6 + D^5 + D^4 + D^3 + D + 1]$ for CRC 长度 $L = 24$;
- $g_{\text{CRC24B}}(D) = [D^{24} + D^{23} + D^6 + D^5 + D + 1]$ for CRC 长度 $L = 24$;
- $g_{\text{CRC24C}}(D) = [D^{24} + D^{23} + D^{21} + D^{20} + D^{17} + D^{15} + D^{13} + D^{12} + D^8 + D^4 + D^2 + D + 1]$ for CRC 长度 $L = 24$;
- $g_{\text{CRC16}}(D) = [D^{16} + D^{12} + D^5 + 1]$ for CRC 长度 $L = 16$;
- $g_{\text{CRC11}}(D) = [D^{11} + D^{10} + D^9 + D^5 + 1]$ for CRC 长度 $L = 11$;
- $g_{\text{CRC6}}(D) = [D^6 + D^5 + 1]$ for CRC 长度 $L = 6$.

编码以系统形式执行, 这意味着在 GF(2) 中, 多项式:

$$a_0 D^{A+L-1} + a_1 D^{A+L-2} + \dots + a_{A-1} D^L + p_0 D^{L-1} + p_1 D^{L-2} + \dots + p_{L-2} D^1 + p_{L-1}$$

当除以相应的 CRC 生成多项式时, 产生等于 0 的余数。

CRC 附着后的位用表示 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$, where $B = A + L$ 。 之间的关系 a_k and b_k is:

$$b_k = a_k \quad \text{for } k = 0, 1, 2, \dots, A-1$$

$$b_k = p_{k-A} \quad \text{for } k = A, A+1, A+2, \dots, A+L-1.$$

5.2 代码块分段和代码块 CRC 附件

5.2.1 极化码 (Polar)

代码块分割的输入比特序列由表示 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$, where $A > 0$.

if $I_{seg} = 1$

代码块数量: $C = 2$;

else

代码块数量: $C = 1$

End if

$$A' = \lceil A/C \rceil \cdot C;$$

for $i = 0$ to $A'-A-1$

$$a'_i = 0;$$

End for

for $i = A'-A$ to $A'-1$

$$a'_i = a_{i-(A'-A)};$$

End for

$$s = 0;$$

for $r = 0$ to $C-1$

for $k = 0$ to $A'/C-1$

$$c_{rk} = a'_s;$$

$$s = s + 1;$$

End for

序列 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(A'/C-1)}$ 用于计算 CRC 奇偶校验位 $p_{r0}, p_{r1}, p_{r2}, \dots, p_{r(L-1)}$ 根据子条款 5.1, 生成多项式的长度 L .

for $k = A'/C$ to $A'/C + L - 1$

$$c_{rk} = p_{r(k-A'/C)};$$

End for

End for

A 的值 不大于 1706。

5.2.2 低密度奇偶校验编码

代码块分割的输入比特序列由表示 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$, where $B > 0$. If B 大于最大代码块大小 K_{cb} , 执行输入比特序列的分段和附加的 CRC 序列 $L=24$ 位附加到每个代码块。

对于 LDPC 因子图 1, 最大代码块大小为:

$$- K_{cb} = 8448.$$

对于 LDPC 因子图 2, 最大代码块大小为:

$$- K_{cb} = 3840.$$

代码块 C 的总数由下式确定:

if $B \leq K_{cb}$

$$L = 0$$

代码块数量: $C = 1$

$$B' = B$$

else

$$L = 24$$

代码块数量: $C = \lceil B / (K_{cb} - L) \rceil$.

$$B' = B + C \cdot L$$

End if

从代码块分段输出的比特表示为 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$, where $0 \leq r < C$ 是代码块编号, 和 $K_r = K$ 是代码块编号的位数 r .

位数 K 在每个代码块中计算如下:

$$K' = B' / C;$$

对于 LDPC 因子图 1,

$$K_b = 22.$$

对于 LDPC 因子图 2,

if $B > 640$

$$K_b = 10;$$

elseif $B > 560$

$$K_b = 9;$$

elseif $B > 192$

$$K_b = 8;$$

else

$$K_b = 6;$$

end if

找到最小值 Z 在表 5.3.2-1 中的所有起重量组中, 表示为 Z_c 这样的 $K_b \cdot Z_c \geq K'$, 并设置 $K = 22Z_c$ for LDPC 因子图 1 和 $K = 10Z_c$ for LDPC 因子图 2;

比特序列 c_{rk} 计算如下:

$s = 0$;

for $r = 0$ to $C - 1$

for $k = 0$ to $K' - L - 1$

$c_{rk} = b_s$;

$s = s + 1$;

end for

if $C > 1$

序列 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K'-L-1)}$ 用于计算 CRC 奇偶校验位 $p_{r0}, p_{r1}, p_{r2}, \dots, p_{r(L-1)}$ 根据子条款 5.1 和生成多项式 $g_{\text{CRC24B}}(D)$.

for $k = K' - L$ to $K' - 1$

$c_{rk} = p_{r(k+L-K')}$;

end for

end if

for $k = K'$ to $K - 1$ - 插入填充位

$c_{rk} = \text{< NULL >}$;

end for

end for

5.3 信道编码

表 5.3-1 给出了不同类型 TrCH 的编码方案的使用。表 5.3-2 给出了不同控制信息类型的编码方案的使用。

表5.3-1: TrCH的信道编码方案的使用

传输信道	编码方案
UL-SCH	LDPC
DL-SCH	
PCH	
BCH	Polar 码

表5.3-2: 控制信息的信道编码方案的使用

控制信息	编码方案
DCI	Polar 码
UCI	分组码
	Polar 码

5.3.1 极化码 (Polar)

用于给定代码块到信道编码的比特序列输入表示为 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$, where K 是要编码的位数。在编码之后, 比特用表示 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$, where $N = 2^n$ 和价值 n 由以下因素决定:

表示 E 5.4.1 中给出的速率匹配输出序列长度;

If $E \leq (9/8) \cdot 2^{\lceil \log_2 E \rceil - 1}$ and $K/E < 9/16$

$$n_1 = \lceil \log_2 E \rceil - 1;$$

else

$$n_1 = \lceil \log_2 E \rceil;$$

end if

$$R_{\min} = 1/8;$$

$$n_2 = \lceil \log_2 (K / R_{\min}) \rceil;$$

$$n = \max\{\min\{n_1, n_2, n_{\max}\}, n_{\min}\}$$

where $n_{\min} = 5$.

预计不会配置 UE $K + n_{PC} > E$, where n_{PC} 是 5.3.1.2 中定义的奇偶校验位数。

5.3.1.1 交织

比特序列 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$ 被交织成比特序列 $c'_0, c'_1, c'_2, c'_3, \dots, c'_{K-1}$ 如下:

$$c'_k = c_{\Pi(k)}, k = 0, 1, \dots, K-1$$

其中交织模式 $\Pi(k)$ 由以下给出:

if $I_{LL} = 0$

$$\Pi(k) = k, k = 0, 1, \dots, K-1$$

else

$$k = 0;$$

for $m = 0$ to $K_{LL}^{\max} - 1$

if $\Pi_{LL}^{\max}(m) \geq K_{LL}^{\max} - K$

$$\Pi(k) = \Pi_{LL}^{\max}(m) - (K_{LL}^{\max} - K);$$

$$k = k + 1;$$

end if

end for

end if

where $\Pi_{LL}^{\max}(m)$ 由表 5.3.1.1-1 给出 $K_{LL}^{\max}=164$.

表5.3.1.1-1: 交织模式 $\Pi_{LL}^{\max}(m)$

m	$\Pi_{LL}^{\max}(m)$	m	$\Pi_{LL}^{\max}(m)$	m	$\Pi_{LL}^{\max}(m)$	m	$\Pi_{LL}^{\max}(m)$	m	$\Pi_{LL}^{\max}(m)$	m	$\Pi_{LL}^{\max}(m)$
0	0	28	67	56	122	84	68	112	33	140	38
1	2	29	69	57	123	85	73	113	36	141	144
2	4	30	70	58	126	86	78	114	44	142	39
3	7	31	71	59	127	87	84	115	47	143	145
4	9	32	72	60	129	88	90	116	64	144	40
5	14	33	76	61	132	89	92	117	74	145	146
6	19	34	77	62	134	90	94	118	79	146	41
7	20	35	81	63	138	91	96	119	85	147	147
8	24	36	82	64	139	92	99	120	97	148	148
9	25	37	83	65	140	93	102	121	100	149	149
10	26	38	87	66	1	94	105	122	103	150	150
11	28	39	88	67	3	95	107	123	117	151	151
12	31	40	89	68	5	96	109	124	125	152	152
13	34	41	91	69	8	97	112	125	131	153	153
14	42	42	93	70	10	98	114	126	136	154	154
15	45	43	95	71	15	99	116	127	142	155	155
16	49	44	98	72	21	100	121	128	12	156	156
17	50	45	101	73	27	101	124	129	17	157	157
18	51	46	104	74	29	102	128	130	23	158	158
19	53	47	106	75	32	103	130	131	37	159	159
20	54	48	108	76	35	104	133	132	48	160	160
21	56	49	110	77	43	105	135	133	75	161	161
22	58	50	111	78	46	106	141	134	80	162	162
23	59	51	113	79	52	107	6	135	86	163	163
24	61	52	115	80	55	108	11	136	137		
25	62	53	118	81	57	109	16	137	143		
26	65	54	119	82	60	110	22	138	13		
27	66	55	120	83	63	111	30	139	18		

5.3.1.2 极化码 (Polar)

极地序列 $\mathbf{Q}_0^{N_{\max}-1} = \{Q_0^{N_{\max}}, Q_1^{N_{\max}}, \dots, Q_{N_{\max}-1}^{N_{\max}}\}$ 由表 5.3.1.2-1 给出, 其中 $0 \leq Q_i^{N_{\max}} \leq N_{\max}-1$ 表示 Polar 编码之前的索引 $i=0,1,\dots,N_{\max}-1$ and $N_{\max}=1024$ 。极地序列 $\mathbf{Q}_0^{N_{\max}-1}$ 是可靠性的升序 $w(Q_0^{N_{\max}}) < w(Q_1^{N_{\max}}) < \dots < w(Q_{N_{\max}-1}^{N_{\max}})$, where $w(Q_i^{N_{\max}})$ 表示比特索引的可靠性 $Q_i^{N_{\max}}$ 。

对于 编码为的任何代码块 N 位, 相同的极性序列 $\mathbf{Q}_0^{N-1} = \{Q_0^N, Q_1^N, Q_2^N, \dots, Q_{N-1}^N\}$ 用来。极地序列 \mathbf{Q}_0^{N-1} 是 Polar 序列的子集 $\mathbf{Q}_0^{N_{\max}-1}$ 所有单元 $Q_i^{N_{\max}}$ 值小于 N , 按可靠性的升序排序 $w(Q_0^N) < w(Q_1^N) < w(Q_2^N) < \dots < w(Q_{N-1}^N)$ 。

表示 $\bar{\mathbf{Q}}_I^N$ 作为 Polar 序列中的一组索引 \mathbf{Q}_0^{N-1} , 和 $\bar{\mathbf{Q}}_F^N$ 作为 Polar 序列中其他索引的集合 \mathbf{Q}_0^{N-1} , where $\bar{\mathbf{Q}}_I^N$ and $\bar{\mathbf{Q}}_F^N$ 在 5.4.1.1 的子条款中给出, $|\bar{\mathbf{Q}}_I^N| = K + n_{PC}$, $|\bar{\mathbf{Q}}_F^N| = N - |\bar{\mathbf{Q}}_I^N|$, 和 n_{PC} 是奇偶校验位的数量。

表示 $\mathbf{G}_N = (\mathbf{G}_2)^{\otimes n}$ 作为 n - 矩阵的克罗内克力量 \mathbf{G}_2 , where $\mathbf{G}_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ 。

对于 一点索引 j 同 $j=0,1,\dots,N-1$, 表示 \mathbf{g}_j 作为 j - 排 \mathbf{G}_N and $w(\mathbf{g}_j)$ 作为行的重量 \mathbf{g}_j , where $w(\mathbf{g}_j)$ 是的数量 \mathbf{g}_j 。将奇偶校验位的索引集表示为 \mathbf{Q}_{PC}^N , where $|\mathbf{Q}_{PC}^N| = n_{PC}$ 。一些 $(n_{PC} - n_{PC}^{wm})$ 奇偶校验位置于 $(n_{PC} - n_{PC}^{wm})$ 最不可靠的比特指数 $\bar{\mathbf{Q}}_I^N$ 。一些 n_{PC}^{wm} 其他奇偶校验位位于最小行权重的索引中 $\tilde{\mathbf{Q}}_I^N$, where $\tilde{\mathbf{Q}}_I^N$ 表示 $(|\bar{\mathbf{Q}}_I^N| - n_{PC})$ 最可靠的比特指数 $\bar{\mathbf{Q}}_I^N$; 如果有更多 n_{PC}^{wm} 最小行权重相同的比特索引 $\tilde{\mathbf{Q}}_I^N$, n_{PC}^{wm} 其他奇偶校验位置于 n_{PC}^{wm} 最高可靠性和最小行权重的索引 $\tilde{\mathbf{Q}}_I^N$ 。

生成 $\mathbf{u} = [u_0 \ u_1 \ u_2 \ \dots \ u_{N-1}]$ 根据以下内容:

$k = 0$;

if $n_{PC} > 0$

$y_0 = 0$; $y_1 = 0$; $y_2 = 0$; $y_3 = 0$; $y_4 = 0$;

for $n = 0$ to $N - 1$

$y_t = y_0$; $y_0 = y_1$; $y_1 = y_2$; $y_2 = y_3$; $y_3 = y_4$; $y_4 = y_t$;

if $n \in \overline{\mathbf{Q}}_I^N$

if $n \in \mathbf{Q}_{PC}^N$

$u_n = y_0$;

else

$u_n = c'_k$;

$k = k + 1$;

$y_0 = y_0 \oplus u_n$;

end if

else

$u_n = 0$;

end if

end for

else

for $n = 0$ to $N - 1$

if $n \in \overline{\mathbf{Q}}_I^N$

$u_n = c'_k$;

$k = k + 1$;

else

$u_n = 0$;

end if

end for

end if

编码后的输出 $\mathbf{d} = [d_0 \ d_1 \ d_2 \ \dots \ d_{N-1}]$ 是通过。获得的 $\mathbf{d} = \mathbf{u}\mathbf{G}_N$ 。编码在 GF (2) 中执行。

表5.3.1.2-1: 极性序列 $Q_0^{N_{\max}-1}$ 及其相应的可靠性 $w(Q_i^{N_{\max}})$

$w(Q_i^{N_{\max}})$	$Q_i^{N_{\max}}$	$w(Q_i^{N_{\max}})$	$Q_i^{N_{\max}}$	$w(Q_i^{N_{\max}})$	$Q_i^{N_{\max}}$	$w(Q_i^{N_{\max}})$	$Q_i^{N_{\max}}$	$w(Q_i^{N_{\max}})$	$Q_i^{N_{\max}}$	$w(Q_i^{N_{\max}})$	$Q_i^{N_{\max}}$	$w(Q_i^{N_{\max}})$	$Q_i^{N_{\max}}$	$w(Q_i^{N_{\max}})$	$Q_i^{N_{\max}}$
0	0	128	518	256	94	384	214	512	364	640	414	768	819	896	966
1	1	129	54	257	204	385	309	513	654	641	223	769	814	897	755
2	2	130	83	258	298	386	188	514	659	642	663	770	439	898	859
3	4	131	57	259	400	387	449	515	335	643	692	771	929	899	940
4	8	132	521	260	608	388	217	516	480	644	835	772	490	900	830
5	16	133	112	261	352	389	408	517	315	645	619	773	623	901	911
6	32	134	135	262	325	390	609	518	221	646	472	774	671	902	871
7	3	135	78	263	533	391	596	519	370	647	455	775	739	903	639
8	5	136	289	264	155	392	551	520	613	648	796	776	916	904	888
9	64	137	194	265	210	393	650	521	422	649	809	777	463	905	479
10	9	138	85	266	305	394	229	522	425	650	714	778	843	906	946
11	6	139	276	267	547	395	159	523	451	651	721	779	381	907	750
12	17	140	522	268	300	396	420	524	614	652	837	780	497	908	969
13	10	141	58	269	109	397	310	525	543	653	716	781	930	909	508
14	18	142	168	270	184	398	541	526	235	654	864	782	821	910	861
15	128	143	139	271	534	399	773	527	412	655	810	783	726	911	757
16	12	144	99	272	537	400	610	528	343	656	606	784	961	912	970
17	33	145	86	273	115	401	657	529	372	657	912	785	872	913	919
18	65	146	60	274	167	402	333	530	775	658	722	786	492	914	875
19	20	147	280	275	225	403	119	531	317	659	696	787	631	915	862
20	256	148	89	276	326	404	600	532	222	660	377	788	729	916	758
21	34	149	290	277	306	405	339	533	426	661	435	789	700	917	948
22	24	150	529	278	772	406	218	534	453	662	817	790	443	918	977
23	36	151	524	279	157	407	368	535	237	663	319	791	741	919	923
24	7	152	196	280	656	408	652	536	559	664	621	792	845	920	972
25	129	153	141	281	329	409	230	537	833	665	812	793	920	921	761
26	66	154	101	282	110	410	391	538	804	666	484	794	382	922	877
27	512	155	147	283	117	411	313	539	712	667	430	795	822	923	952
28	11	156	176	284	212	412	450	540	834	668	838	796	851	924	495
29	40	157	142	285	171	413	542	541	661	669	667	797	730	925	703
30	68	158	530	286	776	414	334	542	808	670	488	798	498	926	935
31	130	159	321	287	330	415	233	543	779	671	239	799	880	927	978
32	19	160	31	288	226	416	555	544	617	672	378	800	742	928	883
33	13	161	200	289	549	417	774	545	604	673	459	801	445	929	762
34	48	162	90	290	538	418	175	546	433	674	622	802	471	930	503
35	14	163	545	291	387	419	123	547	720	675	627	803	635	931	925
36	72	164	292	292	308	420	658	548	816	676	437	804	932	932	878
37	257	165	322	293	216	421	612	549	836	677	380	805	687	933	735
38	21	166	532	294	416	422	341	550	347	678	818	806	903	934	993
39	132	167	263	295	271	423	777	551	897	679	461	807	825	935	885
40	35	168	149	296	279	424	220	552	243	680	496	808	500	936	939
41	258	169	102	297	158	425	314	553	662	681	669	809	846	937	994
42	26	170	105	298	337	426	424	554	454	682	679	810	745	938	980
43	513	171	304	299	550	427	395	555	318	683	724	811	826	939	926
44	80	172	296	300	672	428	673	556	675	684	841	812	732	940	764
45	37	173	163	301	118	429	583	557	618	685	629	813	446	941	941
46	25	174	92	302	332	430	355	558	898	686	351	814	962	942	967
47	22	175	47	303	579	431	287	559	781	687	467	815	936	943	886
48	136	176	267	304	540	432	183	560	376	688	438	816	475	944	831
49	260	177	385	305	389	433	234	561	428	689	737	817	853	945	947
50	264	178	546	306	173	434	125	562	665	690	251	818	867	946	507
51	38	179	324	307	121	435	557	563	736	691	462	819	637	947	889
52	514	180	208	308	553	436	660	564	567	692	442	820	907	948	984
53	96	181	386	309	199	437	616	565	840	693	441	821	487	949	751
54	67	182	150	310	784	438	342	566	625	694	469	822	695	950	942
55	41	183	153	311	179	439	316	567	238	695	247	823	746	951	996
56	144	184	165	312	228	440	241	568	359	696	683	824	828	952	971
57	28	185	106	313	338	441	778	569	457	697	842	825	753	953	890
58	69	186	55	314	312	442	563	570	399	698	738	826	854	954	509
59	42	187	328	315	704	443	345	571	787	699	899	827	857	955	949
60	516	188	536	316	390	444	452	572	591	700	670	828	504	956	973
61	49	189	577	317	174	445	397	573	678	701	783	829	799	957	1000
62	74	190	548	318	554	446	403	574	434	702	849	830	255	958	892
63	272	191	113	319	581	447	207	575	677	703	820	831	964	959	950
64	160	192	154	320	393	448	674	576	349	704	728	832	909	960	863
65	520	193	79	321	283	449	558	577	245	705	928	833	719	961	759
66	288	194	269	322	122	450	785	578	458	706	791	834	477	962	1008
67	528	195	108	323	448	451	432	579	666	707	367	835	915	963	510
68	192	196	578	324	353	452	357	580	620	708	901	836	638	964	979
69	544	197	224	325	561	453	187	581	363	709	630	837	748	965	953
70	70	198	166	326	203	454	236	582	127	710	685	838	944	966	763
71	44	199	519	327	63	455	664	583	191	711	844	839	869	967	974
72	131	200	552	328	340	456	624	584	782	712	633	840	491	968	954
73	81	201	195	329	394	457	587	585	407	713	711	841	699	969	879
74	50	202	270	330	527	458	780	586	436	714	253	842	754	970	981
75	73	203	641	331	582	459	705	587	626	715	691	843	858	971	982
76	15	204	523	332	556	460	126	588	571	716	824	844	478	972	927
77	320	205	275	333	181	461	242	589	465	717	902	845	968	973	995
78	133	206	580	334	295	462	565	590	681	718	686	846	383	974	765
79	52	207	291	335	285	463	398	591	246	719	740	847	910	975	956
80	23	208	59	336	232	464	346	592	707	720	850	848	815	976	887
81	134	209	169	337	124	465	456	593	350	721	375	849	976	977	985
82	384	210	560	338	205	466	358	594	599	722	444	850	870	978	997

83	76	211	114	339	182	467	405	595	668	723	470	851	917	979	986
84	137	212	277	340	643	468	303	596	790	724	483	852	727	980	943
85	82	213	156	341	562	469	569	597	460	725	415	853	493	981	891
86	56	214	87	342	286	470	244	598	249	726	485	854	873	982	998
87	27	215	197	343	585	471	595	599	682	727	905	855	701	983	766
88	97	216	116	344	299	472	189	600	573	728	795	856	931	984	511
89	39	217	170	345	354	473	566	601	411	729	473	857	756	985	988
90	259	218	61	346	211	474	676	602	803	730	634	858	860	986	1001
91	84	219	531	347	401	475	361	603	789	731	744	859	499	987	951
92	138	220	525	348	185	476	706	604	709	732	852	860	731	988	1002
93	145	221	642	349	396	477	589	605	365	733	960	861	823	989	893
94	261	222	281	350	344	478	215	606	440	734	865	862	922	990	975
95	29	223	278	351	586	479	786	607	628	735	693	863	874	991	894
96	43	224	526	352	645	480	647	608	689	736	797	864	918	992	1009
97	98	225	177	353	593	481	348	609	374	737	906	865	502	993	955
98	515	226	293	354	535	482	419	610	423	738	715	866	933	994	1004
99	88	227	388	355	240	483	406	611	466	739	807	867	743	995	1010
100	140	228	91	356	206	484	464	612	793	740	474	868	760	996	957
101	30	229	584	357	95	485	680	613	250	741	636	869	881	997	983
102	146	230	769	358	327	486	801	614	371	742	694	870	494	998	958
103	71	231	198	359	564	487	362	615	481	743	254	871	702	999	987
104	262	232	172	360	800	488	590	616	574	744	717	872	921	1000	1012
105	265	233	120	361	402	489	409	617	413	745	575	873	501	1001	999
106	161	234	201	362	356	490	570	618	603	746	913	874	876	1002	1016
107	576	235	336	363	307	491	788	619	366	747	798	875	847	1003	767
108	45	236	62	364	301	492	597	620	468	748	811	876	992	1004	989
109	100	237	282	365	417	493	572	621	655	749	379	877	447	1005	1003
110	640	238	143	366	213	494	219	622	900	750	697	878	733	1006	990
111	51	239	103	367	568	495	311	623	805	751	431	879	827	1007	1005
112	148	240	178	368	832	496	708	624	615	752	607	880	934	1008	959
113	46	241	294	369	588	497	598	625	684	753	489	881	882	1009	1011
114	75	242	93	370	186	498	601	626	710	754	866	882	937	1010	1013
115	266	243	644	371	646	499	651	627	429	755	723	883	963	1011	895
116	273	244	202	372	404	500	421	628	794	756	486	884	747	1012	1006
117	517	245	592	373	227	501	792	629	252	757	908	885	505	1013	1014
118	104	246	323	374	896	502	802	630	373	758	718	886	855	1014	1017
119	162	247	392	375	594	503	611	631	605	759	813	887	924	1015	1018
120	53	248	297	376	418	504	602	632	848	760	476	888	734	1016	991
121	193	249	770	377	302	505	410	633	690	761	856	889	829	1017	1020
122	152	250	107	378	649	506	231	634	713	762	839	890	965	1018	1007
123	77	251	180	379	771	507	688	635	632	763	725	891	938	1019	1015
124	164	252	151	380	360	508	653	636	482	764	698	892	884	1020	1019
125	768	253	209	381	539	509	248	637	806	765	914	893	506	1021	1021
126	268	254	284	382	111	510	369	638	427	766	752	894	749	1022	1022
127	274	255	648	383	331	511	190	639	904	767	868	895	945	1023	1023

5.3.2 低密度奇偶校验编码

用于给定代码块到信道编码的比特序列输入表示为 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$, where K 是 5.2.2 中定义的编码位数。在编码之后, 比特用表示 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$, where $N = 66Z_c$ for LDPC 因子图 1 和 $N = 50Z_c$ for LDPC 因子图 2, 以及的值 Z_c 在 5.2.2 中给出。

对于 由 LDPC 编码的代码块, 以下编码过程适用:

1) 找到带索引的集合 i_{L_s} 在表 5.3.2-1 中包含 Z_c .

2) for $k = 2Z_c$ to $K - 1$

if $c_k \neq \text{NULL}$

$d_{k-2Z_c} = c_k$;

else

$c_k = 0$;

$d_{k-2Z_c} = \text{NULL}$;

end if

end for

- 3) 生成 $N + 2Z_c - K$ 奇偶校验位 $\mathbf{w} = [w_0, w_1, w_2, \dots, w_{N+2Z_c-K-1}]^T$ 这样的 $\mathbf{H} \times \begin{bmatrix} \mathbf{c} \\ \mathbf{w} \end{bmatrix} = \mathbf{0}$, where $\mathbf{c} = [c_0, c_1, c_2, \dots, c_{K-1}]^T$; $\mathbf{0}$ 是所有单元的列向量等于 0。编码在 GF (2) 中执行。

对于 LDPC 因子图 1, 矩阵为 \mathbf{H}_{BG} 有 46 行索引 $i = 0, 1, 2, \dots, 45$ 和列索引的 68 列 $j = 0, 1, 2, \dots, 67$ 。

for LDPC 因子图 2, 矩阵为 \mathbf{H}_{BG} 有 42 行索引 $i = 0, 1, 2, \dots, 41$ 52 列, 列索引 $j = 0, 1, 2, \dots, 51$ 。中的单元 \mathbf{H}_{BG} 表 5.3.2-2 (对于 LDPC 因子图 1) 和表 5.3.2-3 (对于 LDPC 因子图 2) 给出的行和列索引值为 1, 所有其他单元在 \mathbf{H}_{BG} 值为 0。

矩阵 \mathbf{H} 是通过替换每个单元获得的 \mathbf{H}_{BG} 用一个 $Z_c \times Z_c$ 矩阵, 根据以下内容:

- 值为 0 的每个单元 \mathbf{H}_{BG} 由全零矩阵代替 $\mathbf{0}$ 大小 $Z_c \times Z_c$;
- 值 1 的每个单元 \mathbf{H}_{BG} 由圆形置换矩阵代替 $\mathbf{I}(P_{i,j})$ 大小 $Z_c \times Z_c$, where i and j 是单元的行和列索引, 和 $\mathbf{I}(P_{i,j})$ 通过循环移位单位矩阵获得 \mathbf{I} 大小 $Z_c \times Z_c$ 在右边 $P_{i,j}$ 倍。的值 $P_{i,j}$ 是 (谁) 给的 $P_{i,j} = \text{mod}(V_{i,j}, Z_c)$ 。的值 $V_{i,j}$ 表 5.3.2-2 和 5.3.2-3 根据设定的指数给出 i_{LS} 和 LDPC 因子图。

- 4) for $k = K$ to $N + 2Z_c - 1$

$$d_{k-2Z_c} = w_{k-K};$$

end for

表5.3.2-1: LDPC提升尺寸的集合 Z

设定指数 (i_{LS})	一套起重尺寸 (Z)
0	{2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256}
1	{3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384}
2	{5, 10, 20, 40, 80, 160, 320}
3	{7, 14, 28, 56, 112, 224}
4	{9, 18, 36, 72, 144, 288}
5	{11, 22, 44, 88, 176, 352}
6	{13, 26, 52, 104, 208}
7	{15, 30, 60, 120, 240}

表5.3.2-2: LDPC因子图1 (H_{BG}) 及其奇偶校验矩阵 ($V_{i,j}$)

H _{BG}		V _{i,j}								H _{BG}		V _{i,j}								
行 指数 i	柱 指数 j	设置索引 i _{LS}								行 指数 i	柱 指数 j	设置索引 i _{LS}								
		0	1	2	3	4	5	6	7			0	1	2	3	4	5	6	7	
0	0	250	307	73	223	211	294	0	135	15	1	96	2	290	120	0	348	6	138	
	1	69	19	15	16	198	118	0	227		10	65	210	60	131	183	15	81	220	
	2	226	50	103	94	188	167	0	126		13	63	318	130	209	108	81	182	173	
	3	159	369	49	91	186	330	0	134		18	75	55	184	209	68	176	53	142	
	5	100	181	240	74	219	207	0	84		25	179	269	51	81	64	113	46	49	
	6	10	216	39	10	4	165	0	83		37	0	0	0	0	0	0	0	0	
	9	59	317	15	0	29	243	0	53	16	1	64	13	69	154	270	190	88	78	
	10	229	288	162	205	144	250	0	225		3	49	338	140	164	13	293	198	152	
	11	110	109	215	216	116	1	0	205		11	49	57	45	43	99	332	160	84	
	12	191	17	164	21	216	339	0	128		20	51	289	115	189	54	331	122	5	
	13	9	357	133	215	115	201	0	75		22	154	57	300	101	0	114	182	205	
	15	195	215	298	14	233	53	0	135		38	0	0	0	0	0	0	0	0	
	16	23	106	110	70	144	347	0	217	17	0	7	260	257	56	153	110	91	183	
	18	190	242	113	141	95	304	0	220		14	164	303	147	110	137	228	184	112	
	19	35	180	16	198	216	167	0	90		16	59	81	128	200	0	247	30	106	
	20	239	330	189	104	73	47	0	105		17	1	358	51	63	0	116	3	219	
	21	31	346	32	81	261	188	0	137		21	144	375	228	4	162	190	155	129	
	22	1	1	1	1	1	1	0	1		39	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1	42	130	260	199	161	47	1	183		
0	2	76	303	141	179	77	22	96		12	233	163	294	110	151	286	41	215		
2	239	76	294	45	162	225	11	236		13	8	280	291	200	0	246	167	180		
3	117	73	27	151	223	96	124	136		18	155	132	141	143	241	181	68	143		
4	124	288	261	46	256	338	0	221		19	147	4	295	186	144	73	148	14		
5	71	144	161	119	160	268	10	128		40	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	7	222	331	133	157	76	112	0	92	19	0	60	145	64	8	0	87	12	179	
	8	104	331	4	133	202	302	0	172		1	73	213	181	6	0	110	6	108	
	9	173	178	80	87	117	50	2	56		7	72	344	101	103	118	147	166	159	
	11	220	295	129	206	109	167	16	11		8	127	242	270	198	144	258	184	138	
	12	102	342	300	93	15	253	60	189		10	224	197	41	8	0	204	191	196	
	14	109	217	76	79	72	334	0	95		41	0	0	0	0	0	0	0	0	
	15	132	99	266	9	152	242	6	85	20	0	151	187	301	105	265	89	6	77	
	16	142	354	72	118	158	257	30	153		3	186	206	162	210	81	65	12	187	
	17	155	114	83	194	147	133	0	87		9	217	264	40	121	90	155	15	203	
	19	255	331	260	31	156	9	168	163		11	47	341	130	214	144	244	5	167	
	21	28	112	301	187	119	302	31	216		22	160	59	10	183	228	30	30	130	
	22	0	0	0	0	0	0	105	0		42	0	0	0	0	0	0	0	0	
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	21	1	249	205	79	192	64	162	6	197	
	24	0	0	0	0	0	0	0	0		5	121	102	175	131	46	264	86	122	
	0	106	205	68	207	258	226	132	189		16	109	328	132	220	266	346	96	215	
	1	111	250	7	203	167	35	37	4		20	131	213	283	50	9	143	42	65	
	2	185	328	80	31	220	213	21	225		21	171	97	103	106	18	109	199	216	
	4	63	332	280	176	133	302	180	151		43	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	5	117	256	38	180	243	111	4	236	22	0	64	30	177	53	72	280	44	25	
	6	93	161	227	186	202	265	149	117		12	142	11	20	0	189	157	58	47	
	7	229	267	202	95	218	128	48	179		13	188	233	55	3	72	236	130	126	
	8	177	160	200	153	63	237	38	92		17	158	22	316	148	257	113	131	178	
	9	95	63	71	177	0	294	122	24		44	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	39	129	106	70	3	127	195	68		1	156	24	249	88	180	18	45	185	
	13	142	200	295	77	74	110	155	6	23	2	147	89	50	203	0	6	18	127	
	14	225	88	283	214	229	286	28	101		10	170	61	133	168	0	181	132	117	
	15	225	53	301	77	0	125	85	33		18	152	27	105	122	165	304	100	199	
	17	245	131	184	198	216	131	47	96		45	0	0	0	0	0	0	0	0	
	18	205	240	246	117	269	163	179	125		0	112	298	289	49	236	38	9	32	
	19	251	205	230	223	200	210	42	67		24	3	86	158	280	157	199	170	125	178
	20	117	13	276	90	234	7	66	230	4		236	235	110	64	0	249	191	2	
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	11		116	339	187	193	266	288	28	156	
	25	0	0	0	0	0	0	0	0	22		222	234	281	124	0	194	6	58	
	0	121	276	220	201	187	97	4	128	46		0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	89	87	208	18	145	94	6	23	25		1	23	72	172	1	205	279	4	27
	3	84	0	30	165	166	49	33	162		6	136	17	295	166	0	255	74	141	
4	20	275	197	5	108	279	113	220	7		116	383	96	65	0	111	16	11		
6	150	199	61	45	82	139	49	43	14		182	312	46	81	183	54	28	181		
7	131	153	175	142	132	166	21	186	47		0	0	0	0	0	0	0	0		
8	243	56	79	16	197	91	6	96	0		195	71	270	107	0	325	21	163		
3	10	136	132	281	34	41	106	151	1	26	2	243	81	110	176	0	326	142	131	
	11	86	305	303	155	162	246	83	216		4	215	76	318	212	0	226	192	169	
	12	246	231	253	213	57	345	154	22		15	61	136	67	127	277	99	197	98	
	13	219	341	164	147	36	269	87	24		48	0	0	0	0	0	0	0	0	
	14	211	212	53	69	115	185	5	167		1	25	194	210	208	45	91	98	165	
	16	240	304	44	96	242	249	92	200		6	104	194	29	141	36	326	140	232	
	17	76	300	28	74	165	215	173	32	27	8	194	101	304	174	72	268	22	9	
	18	244	271	77	99	0	143	120	235		49	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	144	39	319	30	113	121	2	172		0	128	222	11	146	275	102	4	32	
	21	12	357	68	158	108	121	142	219		4	165	19	293	153	0	1	1	43	
	22	1	1	1	1	1	1	0	1		19	181	244	50	217	155	40	40	200	
	25	0	0	0	0	0	0	0	0		21	63	274	234	114	62	167	93	205	
	4	0	157	332	233	170	246	42	24	64	28	50	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	102	181	205	10	235	256	204	211		1	86	252	27	150	0	273	92	232
		26	0	0	0	0	0	0	0	0		14	236	5	308	11	180	104	136	32
	5	0	205	195	83	164	261	219	185	2	29	18	84	147	117	53	0	243	106	118

	1	236	14	292	59	181	130	100	171	30	25	6	78	29	68	42	107	6	103	
	3	194	115	50	86	72	251	24	47		51	0	0	0	0	0	0	0	0	
	12	231	166	318	80	283	322	65	143		0	216	159	91	34	0	171	2	170	
	16	28	241	201	182	254	295	207	210		10	73	229	23	130	90	16	88	199	
	21	123	51	267	130	79	258	161	180		13	120	260	105	210	252	95	112	26	
	22	115	157	279	153	144	283	72	180		24	9	90	135	123	173	212	20	105	
6	27	0	0	0	0	0	0	0	0	31	52	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	183	278	289	158	80	294	6	199		1	95	100	222	175	144	101	4	73	
	6	22	257	21	119	144	73	27	22		7	177	215	308	49	144	297	49	149	
	10	28	1	293	113	169	330	163	23		22	172	258	66	177	166	279	125	175	
	11	67	351	13	21	90	99	50	100		25	61	256	162	128	19	222	194	108	
	13	244	92	232	63	59	172	48	92	53	0	0	0	0	0	0	0	0		
	17	11	253	302	51	177	150	24	207	32	0	221	102	210	192	0	351	6	103	
	18	157	18	138	136	151	284	38	52		12	112	201	22	209	211	265	126	110	
	20	211	225	235	116	108	305	91	13		14	199	175	271	58	36	338	63	151	
	28	0	0	0	0	0	0	0	0		24	121	287	217	30	162	83	20	211	
0	220	9	12	17	169	3	145	77	54		0	0	0	0	0	0	0	0		
7	1	44	62	88	76	189	103	88	146	33	1	2	323	170	114	0	56	10	199	
	4	159	316	207	104	154	224	112	209		2	187	8	20	49	0	304	30	132	
	7	31	333	50	100	184	297	153	32		11	41	361	140	161	76	141	6	172	
	8	167	290	25	150	104	215	159	166		21	211	105	33	137	18	101	92	65	
	14	104	114	76	158	164	39	76	18		55	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	29	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	127	230	187	82	197	60	4	161	
	0	112	307	295	33	54	348	172	181		7	167	148	296	186	0	320	153	237	
	1	4	179	133	95	0	75	2	105		15	164	202	5	68	108	112	197	142	
	3	7	165	130	4	252	22	131	141		17	159	312	44	150	0	54	155	180	
	12	211	18	231	217	41	312	141	223		56	0	0	0	0	0	0	0	0	
	16	102	39	296	204	98	224	96	177	35	1	161	320	207	192	199	100	4	231	
	19	164	224	110	39	46	17	99	145		6	197	335	158	173	278	210	45	174	
	21	109	368	269	58	15	59	101	199		12	207	2	55	26	0	195	168	145	
	22	241	67	245	44	230	314	35	153		22	103	266	285	187	205	268	185	100	
	24	90	170	154	201	54	244	116	38		57	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	30	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	37	210	259	222	216	135	6	11	
	0	103	366	189	9	162	156	6	169		14	105	313	179	157	16	15	200	207	
	1	182	232	244	37	159	88	10	12		15	51	297	178	0	0	35	177	42	
	10	109	321	36	213	93	293	145	206		18	120	21	160	6	0	188	43	100	
	11	21	133	286	105	134	111	53	221		58	0	0	0	0	0	0	0	0	
	13	142	57	151	89	45	92	201	17	1	198	269	298	81	72	319	82	59		
	17	14	303	267	185	132	152	4	212	13	220	82	15	195	144	236	2	204		
	18	61	63	135	109	76	23	164	92	23	122	115	115	138	0	85	135	161		
10	20	216	82	209	218	209	337	173	205	37	59	0	0	0	0	0	0	0	0	
	31	0	0	0	0	0	0	0	0		0	167	185	151	123	190	164	91	121	
	1	98	101	14	82	178	175	126	116		9	151	177	179	90	0	196	64	90	
	2	149	339	80	165	1	253	77	151		10	157	289	64	73	0	209	198	26	
	4	167	274	211	174	28	27	156	70		12	163	214	181	10	0	246	100	140	
	7	160	111	75	19	267	231	16	230	60	0	0	0	0	0	0	0	0		
	8	49	383	161	194	234	49	12	115	1	173	258	102	12	153	236	4	115		
	14	58	354	311	103	201	267	70	84	3	139	93	77	77	0	264	28	188		
11	32	0	0	0	0	0	0	0	0	38	7	149	346	192	49	165	37	109	168	
	0	77	48	16	52	55	25	184	45		19	0	297	208	114	117	272	188	52	
	1	41	102	147	11	23	322	194	115		61	0	0	0	0	0	0	0	0	
	12	83	8	290	2	274	200	123	134		0	157	175	32	67	216	304	10	4	
	16	182	47	289	35	181	351	16	1		8	137	37	80	45	144	237	84	103	
	21	78	188	177	32	273	166	104	152	17	149	312	197	96	2	135	12	30		
	22	252	334	43	84	39	338	109	165	62	0	0	0	0	0	0	0	0		
	23	22	115	280	201	26	192	124	107	1	167	52	154	23	0	123	2	53		
12	33	0	0	0	0	0	0	0	0	39	3	173	314	47	215	0	77	75	189	
	0	160	77	229	142	225	123	6	186		9	139	139	124	60	0	25	142	215	
	1	42	186	235	175	162	217	20	215		18	151	288	207	167	183	272	128	24	
	10	21	174	169	136	244	142	203	124		63	0	0	0	0	0	0	0	0	
	11	32	232	48	3	151	110	153	180		0	149	113	226	114	27	288	163	222	
	13	234	50	105	28	238	176	104	98	40	4	157	14	65	91	0	83	10	170	
	18	7	74	52	182	243	76	207	80		24	137	218	126	78	35	17	162	71	
	34	0	0	0	0	0	0	0	0		64	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	177	313	39	81	231	311	52	220	1		151	113	228	206	52	210	1	22		
3	248	177	302	56	0	251	147	185	16		163	132	69	22	243	3	163	127		
13	7	151	266	303	72	216	265	1	154	41	18	173	114	176	134	0	53	99	49	
	20	185	115	160	217	47	94	16	178		25	139	168	102	161	270	167	98	125	
	23	62	370	37	78	36	81	46	150		65	0	0	0	0	0	0	0	0	
	35	0	0	0	0	0	0	0	0		0	139	80	234	84	18	79	4	191	
	0	206	142	78	14	0	22	1	124		7	157	78	227	4	0	244	6	211	
	14	12	55	248	299	175	186	322	202	144	42	9	163	163	259	9	0	293	142	187
		15	206	137	54	211	253	277	118	182		22	173	274	260	12	57	272	3	148
		16	127	89	61	191	16	156	130	95		66	0	0	0	0	0	0	0	0
17		16	347	179	51	0	66	1	72	1		149	135	101	184	168	82	181	177	
21		229	12	258	43	79	78	2	76	6		151	149	228	121	0	67	45	114	
36		0	0	0	0	0	0	0	0	10	167	15	126	29	144	235	153	93		
0		40	241	229	90	170	176	173	39	43	67	0	0	0	0	0	0	0	0	
3		248	177	302	56	0	251	147	185		1	151	113	228	206	52	210	1	22	
7	151	266	303	72	216	265	1	154	16		163	132	69	22	243	3	163	127		
20	185	115	160	217	47	94	16	178	18		173	114	176	134	0	53	99	49		
23	62	370	37	78	36	81	46	150	25		139	168	102	161	270	167	98	125		
15	35	0	0	0	0	0	0	0	0	44	65	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	206	142	78	14	0	22	1	124		0	139	80	234	84	18	79	4	191	
	12	55	248	299																

表5.3.2-3: LDPC因子图2 (H_{BG}) 及其奇偶校验矩阵 ($V_{i,j}$)

H _{BG}		V _{i,j}								H _{BG}		V _{i,j}							
行 指数 i	柱 指数 j	设置索引 i _{LS}								行 指数 i	柱 指数 j	设置索引 i _{LS}							
		0	1	2	3	4	5	6	7			0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	9	174	0	72	3	156	143	145	16	26	0	0	0	0	0	0	0	
	1	117	97	0	110	26	143	19	131	17	1	254	158	0	48	120	134	57	
	2	204	166	0	23	53	14	176	71	5	124	23	24	132	43	23	201	173	
	3	26	66	0	181	35	3	165	21	11	114	9	109	206	65	62	142	195	
	6	189	71	0	95	115	40	196	23	12	64	6	18	2	42	163	35	218	
	9	205	172	0	8	127	123	13	112	27	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	0	0	0	1	0	0	0	1	0	220	186	0	68	17	173	129	128	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	194	6	18	16	106	31	203	211	
	3	166	36	124	156	94	65	27	174	7	50	46	86	156	142	22	140	210	
	4	253	48	0	115	104	63	3	183	28	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	125	92	0	156	66	1	102	27	0	87	58	0	35	79	13	110	39	
	6	226	31	88	115	84	55	185	96	1	20	42	158	138	28	135	124	84	
	7	156	187	0	200	98	37	17	23	10	185	156	154	86	41	145	52	88	
	8	224	185	0	29	69	171	14	9	29	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	81	25	20	152	95	98	126	74	1	26	76	0	6	2	128	196	117	
	1	114	114	94	131	106	168	163	31	4	105	61	148	20	103	52	35	227	
	3	44	117	99	46	92	107	47	3	11	29	153	104	141	78	173	114	6	
	4	52	110	9	191	110	82	183	53	30	0	0	0	0	0	0	0	0	
	8	240	114	108	91	111	142	132	155	31	0	76	157	0	80	91	156	10	
	10	1	1	1	0	1	1	1	0	8	42	175	17	43	75	166	122	13	
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	13	210	67	33	81	81	40	23	11	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	8	136	38	185	120	53	36	239	1	222	20	0	49	54	18	202	195	
	2	58	175	15	6	121	174	48	171	2	63	52	4	1	132	163	126	44	
	4	158	113	102	36	22	174	18	95	32	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	104	72	146	124	4	127	111	110	0	23	106	0	156	68	110	52	5	
	6	209	123	12	124	73	17	203	159	3	235	86	75	54	115	132	170	94	
	7	54	118	57	110	49	89	3	199	5	238	95	158	134	56	150	13	111	
4	0	179	72	0	200	42	86	43	29	33	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	214	74	136	16	24	67	27	140	1	46	182	0	153	30	113	113	81	
	11	71	29	157	101	51	83	117	180	2	139	153	69	88	42	108	161	19	
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	64	87	63	101	61	88	130	
	0	231	40	0	185	40	79	136	121	34	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	41	44	131	138	140	84	49	41	5	228	45	0	211	128	72	197	66	
	5	194	121	142	170	84	35	36	169	5	156	21	65	94	63	136	194	95	
5	0	155	129	0	123	109	47	7	137	35	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	228	92	124	55	87	154	34	72	2	29	67	0	90	142	36	164	146	
	7	45	100	99	31	107	10	198	172	7	143	137	100	6	28	38	172	66	
	9	28	49	45	222	133	155	168	124	12	160	55	13	221	100	53	49	190	
	11	158	184	148	209	139	29	12	56	13	122	85	7	6	133	145	161	86	
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	8	103	0	27	13	42	168	64	0	8	103	0	27	13	42	168	64	
6	0	155	129	0	123	109	47	7	137	6	151	50	32	118	10	104	193	181	
	5	228	92	124	55	87	154	34	72	37	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7	45	100	99	31	107	10	198	172	1	98	70	0	216	106	64	14	7	
	9	28	49	45	222	133	155	168	124	2	101	111	126	212	77	24	186	144	
	11	158	184	148	209	139	29	12	56	5	135	168	110	193	43	149	46	16	
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	18	110	0	108	133	139	50	25	0	18	110	0	108	133	139	50	25	
7	0	129	80	0	103	97	48	163	86	4	28	17	154	61	25	161	27	57	
	5	147	186	45	13	135	125	78	186	39	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7	140	16	148	105	35	24	143	87	0	71	120	0	106	87	84	70	37	
	11	3	102	96	150	108	47	107	172	5	240	154	35	44	56	173	17	139	
	13	116	143	78	181	65	55	58	154	7	9	52	51	185	104	93	50	221	
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	9	84	56	134	176	70	29	6	17	
	0	142	118	0	147	70	53	101	176	40	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	142	118	0	147	70	53	101	176	1	106	3	0	147	80	117	115	201	
	1	94	70	65	43	69	31	177	169	13	1	170	20	182	139	148	189	46	
	12	230	152	87	152	88	161	22	225	41	0	0	0	0	0	0	0	0	
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	84	0	108	32	116	110	179	
	1	203	28	0	2	97	104	186	167	5	44	8	20	21	89	73	0	14	
	8	205	132	97	30	40	142	27	238	12	166	17	122	110	71	142	163	116	
	10	61	185	51	184	24	99	205	48	42	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	11	59	0	174	46	111	125	38	2	132	165	0	71	135	105	163	46	
	1	185	104	17	150	41	25	60	217	7	164	179	88	12	6	137	173	2	
	6	0	22	156	8	101	174	177	208	10	235	124	13	109	2	29	179	106	
	11	247	178	85	83	49	64	81	68	43	0	0	0	0	0	0	0	0	
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	173	0	29	37	11	197	184	
	0	11	59	0	174	46	111	125	38	12	85	177	19	201	25	41	191	135	
	1	185	104	17	150	41	25	60	217	13	36	12	78	69	114	162	193	141	
10	0	11	59	0	174	46	111	125	38	44	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	185	104	17	150	41	25	60	217	0	57	77	0	91	60	126	157	85	
	6	0	22	156	8	101	174	177	208	5	40	184	157	165	137	152	167	225	
	7	117	52	20	56	96	23	51	232	11	63	18	6	55	93	172	181	175	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	11	32	0	99	28	91	39	178	0	140	25	0	1	121	73	197	178	
	7	236	92	7	138	30	175	29	214	2	38	151	63	175	129	154	167	112	
11	0	142	118	0	147	70	53	101	176	0	140	25	0	1	121	73	197	178	
	1	94	70	65	43	69	31	177	169	2	38	151	63	175	129	154	167	112	
	12	230	152	87	152	88	161	22	225	7	154	170	82	83	26	129	179	106	
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	203	28	0	2	97	104	186	167	10	219	37	0	40	97	167	181	154	
	8	205	132	97	30	40	142	27	238										

13	22	0	0	0	0	0	0	0	0	38	13	151	31	144	12	56	38	193	114
	0	83	49	0	37	76	29	32	48		47	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	2	125	112	113	37	91	53	57		1	31	84	0	37	1	112	157	42
	8	38	35	102	143	62	27	95	167		5	66	151	93	97	70	7	173	41
	13	222	166	26	140	47	127	186	219		11	38	190	19	46	1	19	191	105
14	23	0	0	0	0	0	0	0	0	39	48	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	115	19	0	36	143	11	91	82		0	239	93	0	106	119	109	181	167
	6	145	118	138	95	51	145	20	232		7	172	132	24	181	32	6	157	45
	11	3	21	57	40	130	8	52	204		12	34	57	138	154	142	105	173	189
	13	232	163	27	116	97	166	109	162		49	0	0	0	0	0	0	0	0
15	24	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2	0	103	0	98	6	160	193	78
	0	51	68	0	116	139	137	174	38		10	75	107	36	35	73	156	163	67
	10	175	63	73	200	96	103	108	217		13	120	163	143	36	102	82	179	180
	11	213	81	99	110	128	40	102	157		50	0	0	0	0	0	0	0	0
	25	0	0	0	0	0	0	0	0		1	129	147	0	120	48	132	191	53
16	1	203	87	0	75	48	78	125	170	41	5	229	7	2	101	47	6	197	215
	9	142	177	79	158	9	158	31	23		11	118	60	55	81	19	8	167	230
	11	8	135	111	134	28	17	54	175		51	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	242	64	143	97	8	165	176	202										

5.3.3 短码的信道编码

用于给定代码块到信道编码的比特序列输入表示为 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$, where K 是要编码的位数。在编码之后, 比特用表示 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$.

5.3.3.1 编码 1 位信息

对于 $K=1$, 代码块按表 5.3.3.1-1 编码, 其中 $N=Q_m$ and Q_m 是代码块的调制顺序。

表 5.3.3.1-1: 1位信息的编码

Q_m	编码位 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$
1	$[c_0]$
2	$[c_0 \ y]$
4	$[c_0 \ y \ x \ x]$
6	$[c_0 \ y \ x \ x \ x \ x]$
8	$[c_0 \ y \ x \ x \ x \ x \ x \ x]$

表 5.3.3.1-1 中的 “x” 和 “y” 是 [4, TS 38.211] 的 6.3.1.1 的占位符, 用于以最大化携带信息位的调制符号的欧几里德距离的方式对信息位进行加扰。

5.3.3.2 编码 2 位信息

对于 $K=2$, 代码块按表 5.3.3-2 编码, 其中 $c_2=(c_0+c_1)\bmod 2$, $N=3Q_m$, 和 Q_m 是代码块的调制顺序。

表 5.3.3.2-1: 2位信息的编码

Q_m	编码位 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$
1	$[c_0 \ c_1 \ c_2]$
2	$[c_0 \ c_1 \ c_2 \ c_0 \ c_1 \ c_2]$
4	$[c_0 \ c_1 \ x \ x \ c_2 \ c_0 \ x \ x \ c_1 \ c_2 \ x \ x]$
6	$[c_0 \ c_1 \ x \ x \ x \ x \ c_2 \ c_0 \ x \ x \ x \ x \ c_1 \ c_2 \ x \ x \ x \ x]$
8	$[c_0 \ c_1 \ x \ x \ x \ x \ x \ x \ c_2 \ c_0 \ x \ x \ x \ x \ x \ x \ c_1 \ c_2 \ x \ x \ x \ x \ x \ x]$

表 5.3.3.2-1 中的 “x” 是 [4, TS 38.211] 的 6.3.1.1 的占位符, 用于以最大化携带信息比特的调制符号的欧几里德距离的方式对信息比特进行加扰。

5.3.3.3 编码其他短码

对于 $3 \leq K \leq 11$, 代码块由. 编码 $d_i = \left(\sum_{k=0}^{K-1} c_k \cdot M_{i,k} \right) \bmod 2$, where $i=0,1,\dots,N-1$, $N=32$, 和 $M_{i,k}$ 表示表

5.3.3.3-1 中定义的基本序列。

表5.3.3.3-1: $(32, K)$ 代码

i	$M_{i,0}$	$M_{i,1}$	$M_{i,2}$	$M_{i,3}$	$M_{i,4}$	$M_{i,5}$	$M_{i,6}$	$M_{i,7}$	$M_{i,8}$	$M_{i,9}$	$M_{i,10}$
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
3	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
9	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
12	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
15	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
21	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
22	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
23	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
24	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
25	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
26	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
27	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
28	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
29	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.4 速率匹配

5.4.1 Polar 代码的速率匹配

极化码的速率匹配是按编码块定义的, 由子块交织, 比特收集和比特交织组成。速率匹配的输入比特序列是 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$ 。速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$ 。

5.4.1.1 子块交织

输入到子块交织器的比特是编码比特 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$ 。编码位 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$ 分为 32 个子块。从子块交织器输出的比特表示为 $y_0, y_1, y_2, \dots, y_{N-1}$, 生成如下:

for $n=0$ to $N-1$

$i = \lfloor 32n / N \rfloor$;

$$J(n) = P(i) \times (N/32) + \text{mod}(n, N/32);$$

$$y_n = d_{J(n)};$$

end for

其中子块交织器模式 $P(i)$ 由表 5.4.1.1-1 给出。

表5.4.1.1-1: 子块交织器模式 $P(i)$

i	$P(i)$	i	$P(i)$	i	$P(i)$	i	$P(i)$	i	$P(i)$	i	$P(i)$	i	$P(i)$	i	$P(i)$
0	0	4	3	8	8	12	10	16	12	20	14	24	24	28	27
1	1	5	5	9	16	13	18	17	20	21	22	25	25	29	29
2	2	6	6	10	9	14	11	18	13	22	15	26	26	30	30
3	4	7	7	11	17	15	19	19	21	23	23	27	28	31	31

位索引的集合 $\overline{\mathbf{Q}}_I^N$ and $\overline{\mathbf{Q}}_F^N$ 确定如下, 其中 K, n_{PC} , 和 \mathbf{Q}_0^{N-1} 在 5.3.1 中定义

$$\overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N = \emptyset$$

if $E < N$

if $K/E \leq 7/16$ - 删余

for $n = 0$ to $N - E - 1$

$$\overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N = \overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N \cup \{J(n)\};$$

end for

if $E \geq 3N/4$

$$\overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N = \overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N \cup \{0, 1, \dots, \lceil 3N/4 - E/2 \rceil - 1\};$$

else

$$\overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N = \overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N \cup \{0, 1, \dots, \lceil 9N/16 - E/4 \rceil - 1\};$$

end if

其他 - 缩短

for $n = E$ to $N - 1$

$$\overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N = \overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N \cup \{J(n)\};$$

end for

end if

end if

$$\overline{\mathbf{Q}}_{I,tmp}^N = \mathbf{Q}_0^{N-1} \setminus \overline{\mathbf{Q}}_{F,tmp}^N;$$

$\overline{\mathbf{Q}}_I^N$ 包含 $(K + n_{PC})$ 最可靠的比特指数 $\overline{\mathbf{Q}}_{I,tmp}^N$;

$$\overline{\mathbf{Q}}_F^N = \mathbf{Q}_0^{N-1} \setminus \overline{\mathbf{Q}}_I^N;$$

5.4.1.2 位选择

子块交织器之后的比特序列 $y_0, y_1, y_2, \dots, y_{N-1}$ 从子条款 5.4.1.1 写入长度为循环的缓冲区 N .

用来表示 E 速率匹配输出序列长度, 位选择输出位序列 $e_k, k = 0, 1, 2, \dots, E-1$, 生成如下:

if $E \geq N$ - 重复

for $k = 0$ to $E-1$

$$e_k = y_{\text{mod}(k, N)};$$

end for

else

if $K/E \leq 7/16$ - 删余

for $k = 0$ to $E-1$

$$e_k = y_{k+N-E};$$

end for

其他 - 缩短

for $k = 0$ to $E-1$

$$e_k = y_k;$$

end for

end if

end if

5.4.1.3 交织编码比特

比特序列 $e_0, e_1, e_2, \dots, e_{E-1}$ 被交织成比特序列 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$, 如下:

If $I_{BL} = 1$

表示 T 作为这样的最小整数 $T(T+1)/2 \geq E$;

$k = 0$;

for $i = 0$ to $T-1$

for $j = 0$ to $T-1-i$

if $k < E$

$$v_{i,j} = e_k;$$

else

$$v_{i,j} = \langle \text{NULL} \rangle;$$

end if

$k = k + 1$;

end for

end for


```

 $k = 0;$ 
for  $j = 0$  to  $T - 1$ 
  for  $i = 0$  to  $T - 1 - j$ 
    if  $v_{i,j} \neq \text{NULL}$ 
       $f_k = v_{i,j};$ 
       $k = k + 1$ 
    end if
  end for
end for
else
  for  $i = 0$  to  $E - 1$ 
     $f_i = e_i;$ 
  end for
end if

```

E 的值不大于 8192。

5.4.2 LDPC 码的速率匹配

LDPC 码的速率匹配是按编码块定义的, 由比特选择和比特交织组成。速率匹配的输入比特序列是 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$ 。速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$ 。

5.4.2.1 位选择

编码后的比特序列 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$ 从子条款 5.3.2 写入长度为循环的缓冲区 N_{cb} 为了 r - 编码块, 其中 N 在 5.3.2 中定义。

为了 r - 代码块, 让 $N_{cb} = N$ if $I_{LBRM} = 0$ and $N_{cb} = \min(N, N_{ref})$ 否则, 在 where $N_{ref} = \left\lfloor \frac{TBS_{LBRM}}{C \cdot R_{LBRM}} \right\rfloor$,

$R_{LBRM} = 2/3$, TBS_{LBRM} 根据[6, TS 38.214]中的 UL-SCH 的子条款 6.1.4.2 和[6, TS 38.214]的 DL-SCH / PCH 的子条款 5.1.3.2 确定, 假设如下:

- UE 为服务小区支持的一个 TB 的最大层数, 如果参数配置, 则 UL-SCH 根据更高层参数 ULmaxRank;
- 如果由更高层配置, 则为服务小区配置的最大调制顺序; 否则是最大调制顺序 $Q_m = 6$ 假设为 DL-SCH;
- 最大编码率为 948/1024;
- $n_{PRB} = n_{PRB,LBRM}$ 由表 5.4.2.1-1 给出, 其值为 $n_{PRB,LBRM}$ 如果没有为 UE 配置其他带宽部分, 则根据初始带宽部分确定 DL-SCH;
- $N_{RE} = 156 \cdot n_{PRB}$;
- C 是根据子条款 5.2.2 确定的传输块的代码块数。

表5. 4. 2. 1-1: 的值 $n_{PRB,LBRM}$

跨载波的所有已配置 BWP 的最大 PRB 数	$n_{PRB,LBRM}$
不到 33	32
33 至 66	66
67 到 107	107
108 到 135	135
136 至 162	162
163 到 217	217
大于 217	273

用来表示 E_r 速率匹配输出序列长度 r - 编码块, 其值为 E_r 确定如下:

set $j = 0$

for $r = 0$ to $C - 1$

如果 r 第一编码块未按照 CBGTI 的规定进行传输, 根据 DL-SCH 的子条款 5. 1. 7. 2 和[6, TS 38.214]的 UL-SCH 的 6. 1. 5. 2

$E_r = 0$;

else

if $j \leq C' - \text{mod}(G / (N_L \cdot Q_m), C') - 1$

$$E_r = N_L \cdot Q_m \cdot \left\lfloor \frac{G}{N_L \cdot Q_m \cdot C'} \right\rfloor;$$

else

$$E_r = N_L \cdot Q_m \cdot \left\lceil \frac{G}{N_L \cdot Q_m \cdot C'} \right\rceil;$$

end if

$j = j + 1$;

end if

end for

where

- N_L 是传输块映射到的传输层数;
- Q_m 是调制顺序;
- G 是可用于传输块传输的编码比特的总数;
- $C' = C$ 如果在调度传输块和 DCI 的 DCI 中不存在 CBGTI C' 如果在调度传输块的 DCI 中存在 CBGTI, 则是传输块的调度代码块的数量。

表示 rv_{id} 此传输的冗余版本号 ($rv_{id} = 0, 1, 2$ 或 3), 速率匹配输出比特序列 $e_k, k = 0, 1, 2, \dots, E - 1$, 生成如下, 其中 k_0 表 5. 4. 2. 1-2 给出了根据其值 rv_{id} 和 LDPC 因子图:

$k = 0$;

$j=0$;

and $k < E$

if $d_{(k_0+j) \bmod N_{cb}} \neq \text{NULL}$

$e_k = d_{(k_0+j) \bmod N_{cb}}$;

$k = k + 1$;

end if

$j = j + 1$;

end

表5.4.2.1-2: 不同冗余版本的起始位置, k_0

rv_{id}	k_0	
	LDPC 因子图 1	LDPC 因子图 2
0	0	0
1	$\left\lfloor \frac{17N_{cb}}{66Z_c} \right\rfloor Z_c$	$\left\lfloor \frac{13N_{cb}}{50Z_c} \right\rfloor Z_c$
2	$\left\lfloor \frac{33N_{cb}}{66Z_c} \right\rfloor Z_c$	$\left\lfloor \frac{25N_{cb}}{50Z_c} \right\rfloor Z_c$
3	$\left\lfloor \frac{56N_{cb}}{66Z_c} \right\rfloor Z_c$	$\left\lfloor \frac{43N_{cb}}{50Z_c} \right\rfloor Z_c$

5.4.2.2 比特交织

比特序列 $e_0, e_1, e_2, \dots, e_{E-1}$ 被交织到比特序列 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$, 根据以下, 其中的值 Q_m 是调制顺序。

for $j=0$ to $E/Q_m - 1$

for $i=0$ to $Q_m - 1$

$f_{i+jQ_m} = e_{iE/Q_m + j}$;

end for

end for

5.4.3 用于短码的信道编码的速率匹配

速率匹配的输入比特序列是 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$ 。速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$, where E 是速率匹配输出序列长度。比特序列 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$ 通过以下方式获得:

for $k=0$ to $E-1$

$f_k = d_{k \bmod N}$;

end for

5.5 代码块连接

码块级联块的输入比特序列是序列 f_{rk} , 为 $r=0,\dots,C-1$ and $k=0,\dots,E_r-1$, where E_r 是速率匹配位的数量 r - 代码块。来自代码块级联块的输出位序列是序列 g_k for $k=0,\dots,G-1$.

代码块级联包括顺序连接不同代码块的速率匹配输出。因此,

set $k=0$ and $r=0$

while $r < C$

set $j=0$

while $j < E_r$

$g_k = f_{rj}$

$k = k+1$

$j = j+1$

end while

$r = r+1$

end while

6 上行链路传输信道和控制信息

6.1 随机接入信道

从高层接收随机接入信道的序列索引, 并根据[4, TS 38.211]进行处理。

6.2 上行链路共享信道

6.2.1 传输块 CRC 附件

通过循环冗余校验 (CRC) 在每个 UL-SCH 传输块上提供错误检测。

整个传输块用于计算 CRC 奇偶校验位。表示传送到第 1 层的传输块中的位 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 和奇偶校验位 $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$, where A 是有效载荷大小和 L 是奇偶校验位的数量。最低位信息位 a_0 被映射到传输块的最高有效位, 如[TS38.321]的子条款 6.1.1 中所定义。

根据子条款 5.1, 通过设置来计算奇偶校验比特并将其附加到 UL-SCH 传输块 L 到 24 位并使用生成多项式 $g_{\text{CRC24A}}(D)$ if $A > 3824$; 并通过设置 L 到 16 位并使用生成多项式 $g_{\text{CRC16}}(D)$ 除此以外。

CRC 附着后的位用表示 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$, where $B = A + L$.

6.2.2 LDPC 因子图选择

用于具有编码率的传输块的初始传输 R 根据[6, TS 38.214]中的子条款 6.1.4.1 的 MCS 索引表示以及随后的相同传输块的重传, 传输块的每个代码块根据以下内容用 LDPC 因子图 1 或 2 编码:

- if $A \leq 292$, elseif $A \leq 3824$ and $R \leq 0.67$, elseif $R \leq 0.25$, 使用 LDPC 因子图 2;

- 否则, 使用 LDPC 因子图 1,

where A 是 6.2.1 中描述的有效载荷大小。

6.2.3 代码块分段和代码块 CRC 附件

输入到代码块分段的比特表示为 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ where B 是传输块中的位数 (包括 CRC)。

根据子条款 5.2.2 执行代码块分段和代码块 CRC 附加。

代码块分割后的位用表示 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$, where r 是代码块编号和 K_r 是代码块编号的位数 r 根据 5.2.2 的规定。

6.2.4 UL-SCH 的信道编码

代码块被传送到信道编码块。代码块中的位用表示 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$, where r 是代码块编号, 和 K_r 是代码块编号中的位数 r 。代码块的总数用表示 C 每个代码块根据 5.3.2 的规定单独进行 LDPC 编码。

在编码之后, 比特用表示 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$, 其中的价值 N_r 在 5.3.2 中给出。

6.2.5 速率匹配

每个代码块的编码位, 表示为 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$, 被送到速率匹配区, 在 where r 是代码块编号, 和 N_r 是代码块编号中的编码位数 r 。代码块的总数用表示 C 每个代码块按照 5.4.2 的设置单独进行速率匹配 $I_{LBRM} = 1$ 如果更高层参数 rateMatching 设置为 limitedBufferRM 并通过设置 $I_{LBRM} = 0$ 除此以外。

在速率匹配之后, 比特用表示 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, f_{r3}, \dots, f_{r(E_r-1)}$, where E_r 是代码块编号的速率匹配位数 r 。

6.2.6 代码块连接

码块级联块的输入比特序列是序列 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, f_{r3}, \dots, f_{r(E_r-1)}$, 为 $r = 0, \dots, C-1$ 在 where E_r 是速率匹配位的数量 r - 代码块。

根据子条款 5.5 执行代码块级联。

代码块级联后的位用表示 $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{G-1}$, where G 是传输的编码比特总数。

6.2.7 数据和控制多路复用

将 UL-SCH 的编码比特表示为 $g_0^{\text{UL-SCH}}, g_1^{\text{UL-SCH}}, g_2^{\text{UL-SCH}}, g_3^{\text{UL-SCH}}, \dots, g_{G^{\text{UL-SCH}}-1}^{\text{UL-SCH}}$ 。

将 HARQ-ACK 的编码比特 (如果有的话) 表示为 $g_0^{\text{ACK}}, g_1^{\text{ACK}}, g_2^{\text{ACK}}, g_3^{\text{ACK}}, \dots, g_{G^{\text{ACK}}-1}^{\text{ACK}}$ 。

将 CSI 部分 1 的编码比特 (如果有的话) 表示为 $g_0^{\text{CSI-part1}}, g_1^{\text{CSI-part1}}, g_2^{\text{CSI-part1}}, g_3^{\text{CSI-part1}}, \dots, g_{G^{\text{CSI-part1}}-1}^{\text{CSI-part1}}$ 。

将 CSI 部分 2 的编码比特 (如果有的话) 表示为 $g_0^{\text{CSI-part2}}, g_1^{\text{CSI-part2}}, g_2^{\text{CSI-part2}}, g_3^{\text{CSI-part2}}, \dots, g_{G^{\text{CSI-part2}}-1}^{\text{CSI-part2}}$ 。

表示多路复用数据并将编码比特序列控制为 $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{G-1}$ 。

表示 l 作为调度 PUSCH 的 OFDM 符号索引, 从 0 开始到 $N_{\text{symbol}}^{\text{PUSCH}} - 1$, where $N_{\text{symbol}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 的 OFDM 符号的总数, 包括用于 DMRS 的所有 OFDM 符号。

表示 k 作为调度 PUSCH 的子载波索引, 从 0 开始到 $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - 1$, where $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ 表示为多个子载波。

表示 $\Phi_l^{\text{UL-SCH}}$ 作为资源单元集, 按索引的升序排列 k , 可用于 OFDM 符号中的数据传输 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$.

表示 $M_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l) = |\Phi_l^{\text{UL-SCH}}|$ 作为集合中的单元数量 $\Phi_l^{\text{UL-SCH}}$ 。表示 $\Phi_l^{\text{UL-SCH}}(j)$ 作为 j -th 单元 $\Phi_l^{\text{UL-SCH}}$ 。

表示 Φ_l^{UCI} 作为资源单元集, 按索引的升序排列 k , 可用于在 OFDM 符号中传输 UCI l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$ 。表示 $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = |\Phi_l^{\text{UCI}}|$ 作为集合中的单元数量 Φ_l^{UCI} 。表示 $\Phi_l^{\text{UCI}}(j)$ 作为 j -th 单元 Φ_l^{UCI} 。对于承载 PUSCH 的 DMRS 的任何 OFDM 符号, $\Phi_l^{\text{UCI}} = \emptyset$ 。对于任何不携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $\Phi_l^{\text{UCI}} = \Phi_l^{\text{UL-SCH}}$ 。

如果为 PUSCH 配置了跳频,

- 表示 $l^{(1)}$ 作为在第一跳中携带 DMRS 的第一组连续 OFDM 符号之后的第一 OFDM 符号的 OFDM 符号索引;
- 表示 $l^{(2)}$ 作为在第二跳中携带 DMRS 的第一组连续 OFDM 符号之后的第一 OFDM 符号的 OFDM 符号索引。
- 表示 $l_{\text{CSI}}^{(1)}$ 作为在第一跳中不携带 DMRS 的第一 OFDM 符号的 OFDM 符号索引;
- 表示 $l_{\text{CSI}}^{(2)}$ 作为在第二跳中不携带 DMRS 的第一 OFDM 符号的 OFDM 符号索引;
- 如果存在 HARQ-ACK 用于在具有 UL-SCH 的 PUSCH 上进行传输, 则
 - $G^{\text{ACK}}(1) = N_L \cdot Q_m \cdot \lfloor G^{\text{ACK}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rfloor$ and $G^{\text{ACK}}(2) = N_L \cdot Q_m \cdot \lceil G^{\text{ACK}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rceil$;
- 如果 CSI 存在用于在具有 UL-SCH 的 PUSCH 上传输, 则让
 - $G^{\text{CSI-part1}}(1) = N_L \cdot Q_m \cdot \lfloor G^{\text{CSI-part1}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rfloor$;
 - $G^{\text{CSI-part1}}(2) = N_L \cdot Q_m \cdot \lceil G^{\text{CSI-part1}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rceil$;
 - $G^{\text{CSI-part2}}(1) = N_L \cdot Q_m \cdot \lfloor G^{\text{CSI-part2}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rfloor$; and
 - $G^{\text{CSI-part2}}(2) = N_L \cdot Q_m \cdot \lceil G^{\text{CSI-part2}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rceil$;
- 如果仅存在 HARQ-ACK 和 CSI 部分 1 用于在没有 UL-SCH 的情况下在 PUSCH 上进行传输, 则
 - $G^{\text{ACK}}(1) = \min(N_L \cdot Q_m \cdot \lfloor G^{\text{ACK}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rfloor, M_3 \cdot N_L \cdot Q_m)$;
 - $G^{\text{ACK}}(2) = G^{\text{ACK}} - G^{\text{ACK}}(1)$;
 - $G^{\text{CSI-part1}}(1) = M_1 \cdot N_L \cdot Q_m - G^{\text{ACK}}(1)$; and
 - $G^{\text{CSI-part1}}(2) = G^{\text{CSI-part1}} - G^{\text{CSI-part1}}(1)$;
- 如果 HARQ-ACK, CSI 部分 1 和 CSI 部分 2 存在用于在没有 UL-SCH 的情况下在 PUSCH 上传输, 则
 - $G^{\text{ACK}}(1) = \min(N_L \cdot Q_m \cdot \lfloor G^{\text{ACK}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rfloor, M_3 \cdot N_L \cdot Q_m)$;
 - $G^{\text{ACK}}(2) = G^{\text{ACK}} - G^{\text{ACK}}(1)$;
 - $G^{\text{CSI-part1}}(1) = \min(N_L \cdot Q_m \cdot \lfloor G^{\text{CSI-part1}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rfloor, M_1 \cdot N_L \cdot Q_m - G^{\text{ACK}}(1))$;
 - $G^{\text{CSI-part1}}(2) = G^{\text{CSI-part1}} - G^{\text{CSI-part1}}(1)$;

- $G^{\text{CSI-part2}}(1) = M_1 \cdot N_L \cdot Q_m - G^{\text{CSI-part1}}(1)$ 如果 HARQ-ACK 信息比特的数量不大于 2, 则
 $G^{\text{CSI-part2}}(1) = M_1 \cdot N_L \cdot Q_m - G^{\text{ACK}}(1) - G^{\text{CSI-part1}}(1)$ 除此以外; 和
- $G^{\text{CSI-part2}}(2) = M_2 \cdot N_L \cdot Q_m - G^{\text{CSI-part1}}(2)$ 如果 HARQ-ACK 信息比特的数量不大于 2, 则
 $G^{\text{CSI-part2}}(2) = M_2 \cdot N_L \cdot Q_m - G^{\text{ACK}}(2) - G^{\text{CSI-part1}}(2)$ 除此以外;
- 让 $N_{\text{hop}}^{\text{PUSCH}} = 2$, 并表示 $N_{\text{symb,hop}}^{\text{PUSCH}}(1)$, $N_{\text{symb,hop}}^{\text{PUSCH}}(2)$ 作为第一跳和第二跳中的 PUSCH 的 OFDM 符号的数量;
- N_L 是 PUSCH 的传输层数;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序;
- $M_1 = \sum_{l=0}^{N_{\text{symb,hop}}^{\text{PUSCH}}(1)-1} M_{\text{SC}}^{\text{UCI}}(l)$,
- $M_2 = \sum_{l=N_{\text{symb,hop}}^{\text{PUSCH}}(1)}^{N_{\text{symb,hop}}^{\text{PUSCH}}(1)+N_{\text{symb,hop}}^{\text{PUSCH}}(2)-1} M_{\text{SC}}^{\text{UCI}}(l)$
- $M_3 = \sum_{l=l^{(1)}}^{N_{\text{symb,hop}}^{\text{PUSCH}}(1)-1} M_{\text{SC}}^{\text{UCI}}(l)$.

如果没有为 PUSCH 配置跳频,

- 表示 $l^{(1)}$ 作为携带 DMRS 的第一组连续 OFDM 符号之后的第一个 OFDM 符号的 OFDM 符号索引;
- 表示 $l_{\text{CSI}}^{(1)}$ 作为不携带 DMRS 的第一个 OFDM 符号的 OFDM 符号索引;
- 如果在 PUSCH 上存在 HARQ-ACK 用于传输, 则让 $G^{\text{ACK}}(1) = G^{\text{ACK}}$;
- 如果 CSI 存在于 PUSCH 上传输, 则让 $G^{\text{CSI-part1}}(1) = G^{\text{CSI-part1}}$ and $G^{\text{CSI-part2}}(1) = G^{\text{CSI-part2}}$;
- 让 $N_{\text{hop}}^{\text{PUSCH}} = 1$ and $N_{\text{symb,hop}}^{\text{PUSCH}}(1) = N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}}$.

多路复用数据和控制编码比特序列 $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{G-1}$ 根据以下内容获得:

步骤 1:

set $\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}} = \Phi_l^{\text{UL-SCH}}$ for $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$;

set $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}}|$ for $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$;

set $\bar{\Phi}_l^{\text{UCI}} = \Phi_l^{\text{UCI}}$ for $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$;

set $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{UCI}}|$ for $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$;

如果要在 PUSCH 上发送的 HARQ-ACK 信息比特的数量是 0, 1 或 2 比特

根据 6.3.2.4.1.1 的子集, 通过设置计算用于潜在 HARQ-ACK 传输的预留资源单元的数量 $O_{\text{ACK}} = 2$;

表示 $G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}$ 作为使用预留资源单元进行潜在 HARQ-ACK 传输的编码比特数;

如果为 PUSCH 配置了跳频, 那么 $G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}(1) = N_L \cdot Q_m \cdot \lfloor G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rfloor$ and

$$G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}(2) = N_L \cdot Q_m \cdot \lceil G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}} / (2 \cdot N_L \cdot Q_m) \rceil;$$

如果没有为 PUSCH 配置跳频, 请让 $G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}(1) = G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}$;

表示 $\bar{\Phi}_l^{\text{rvd}}$ 作为用于潜在 HARQ-ACK 传输的预留资源单元集合, 在 OFDM 符号中 l , 为

$$l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1;$$

set $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(1) = 0$;

set $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(2) = 0$;

$\bar{\Phi}_l^{\text{rvd}} = \emptyset$ for $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$;

for $i = 1$ to $N_{\text{hop}}^{\text{PUSCH}}$

$l = l^{(i)}$;

while $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) < G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}(i)$

if $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) > 0$

if $G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) \geq \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m$

$d = 1$;

$m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l)$;

end if

if $G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) < \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m$

$d = \left\lfloor \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m / (G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i)) \right\rfloor$;

$m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \left\lceil (G_{\text{rvd}}^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i)) / (N_L \cdot Q_m) \right\rceil$;

end if

for $j = 0$ to $m_{\text{count}}^{\text{RE}} - 1$

$\bar{\Phi}_l^{\text{rvd}} = \bar{\Phi}_l^{\text{rvd}} \cup \{\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}}(j \cdot d)\}$

$m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) = m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) + N_L \cdot Q_m$;

end for

end if

$l = l + 1$;

end while

end for

else

$\bar{\Phi}_l^{\text{rvd}} = \emptyset$ for $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$;

end if

表示 $\bar{M}_{\text{sc}, \text{rvd}}^{\Phi}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{rvd}}|$ 作为单元的数量 $\bar{\Phi}_l^{\text{rvd}}$.

第2步:

如果在 PUSCH 上存在 HARQ-ACK 用于传输并且 HARQ-ACK 信息比特的数量大于 2,

set $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(1) = 0$;

set $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(2) = 0$;

set $m_{\text{count}, \text{all}}^{\text{ACK}} = 0$;

for $i = 1$ to $N_{\text{hop}}^{\text{PUSCH}}$

$l = l^{(i)}$;

while $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) < G^{\text{ACK}}(i)$

if $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) > 0$

if $G^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) \geq \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m$

$d = 1$;

$m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)$;

end if

if $G^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) < \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m$

$d = \lfloor \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m / (G^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i)) \rfloor$;

$m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \lceil (G^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i)) / (N_L \cdot Q_m) \rceil$;

end if

for $j = 0$ to $m_{\text{count}}^{\text{RE}} - 1$

$k = \bar{\Phi}_l^{\text{UCI}}(j \cdot d)$;

for $v = 0$ to $N_L \cdot Q_m - 1$

$\bar{g}_{l, k, v} = g_{m_{\text{count}, \text{all}}^{\text{ACK}}}^{\text{ACK}}$;

$m_{\text{count}, \text{all}}^{\text{ACK}} = m_{\text{count}, \text{all}}^{\text{ACK}} + 1$;

$m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) = m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) + 1$;

end for

end for

$\bar{\Phi}_{l, \text{imp}}^{\text{UCI}} = \emptyset$;

```

for  $j=0$  to  $m_{\text{count}}^{\text{RE}} - 1$ 
     $\bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}} = \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}} \cup \bar{\Phi}_l^{\text{UCI}}(j \cdot d);$ 
end for
 $\bar{\Phi}_l^{\text{UCI}} = \bar{\Phi}_l^{\text{UCI}} \setminus \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}};$ 
 $\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}} = \bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}} \setminus \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}};$ 
 $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{UCI}}|;$ 
 $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}}|;$ 
end if
 $l = l + 1;$ 
end while
end for
end if

```

第3步:

如果 CSI 存在于 PUSCH 上传输,

```

set  $m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(1) = 0;$ 
set  $m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(2) = 0;$ 
set  $m_{\text{count,all}}^{\text{CSI-part1}} = 0;$ 
for  $i=1$  to  $N_{\text{hop}}^{\text{PUSCH}}$ 
     $l = l_{\text{CSI}}^{(i)};$ 
    while  $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\bar{\Phi}}(l) \leq 0$ 
         $l = l + 1;$ 
    end while
    while  $m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(i) < G^{\text{CSI-part1}}(i)$ 
        if  $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\bar{\Phi}}(l) > 0$ 
            if  $G^{\text{CSI-part1}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(i) \geq (\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\bar{\Phi}}(l)) \cdot N_L \cdot Q_m$ 
                 $d = 1;$ 
                 $m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\bar{\Phi}}(l);$ 
            end if

```

if $G^{\text{CSI-part1}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(i) < (\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - \bar{M}_{\text{sc, rvd}}^{\Phi}(l)) \cdot N_L \cdot Q_m$

$$d = \left\lfloor (\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - \bar{M}_{\text{sc, rvd}}^{\Phi}(l)) \cdot N_L \cdot Q_m / (G^{\text{CSI-part1}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(i)) \right\rfloor;$$

$$m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \left\lceil (G^{\text{CSI-part1}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(i)) / (N_L \cdot Q_m) \right\rceil;$$

end if

$$\bar{\Phi}_l^{\text{temp}} = \bar{\Phi}_l^{\text{UCI}} \setminus \bar{\Phi}_l^{\text{rvd}};$$

for $j = 0$ to $m_{\text{count}}^{\text{RE}} - 1$

$$k = \bar{\Phi}_l^{\text{temp}}(j \cdot d);$$

for $v = 0$ to $N_L \cdot Q_m - 1$

$$\bar{g}_{l,k,v} = g_{m_{\text{count,all}}^{\text{CSI-part1}}}^{\text{CSI-part1}};$$

$$m_{\text{count,all}}^{\text{CSI-part1}} = m_{\text{count,all}}^{\text{CSI-part1}} + 1;$$

$$m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(i) = m_{\text{count}}^{\text{CSI-part1}}(i) + 1;$$

end for

end for

$$\bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}} = \emptyset;$$

for $j = 0$ to $m_{\text{count}}^{\text{RE}} - 1$

$$\bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}} = \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}} \cup \bar{\Phi}_l^{\text{temp}}(j \cdot d);$$

end for

$$\bar{\Phi}_l^{\text{UCI}} = \bar{\Phi}_l^{\text{UCI}} \setminus \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}};$$

$$\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}} = \bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}} \setminus \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}};$$

$$\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{UCI}}|;$$

$$\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}}|;$$

end if

$$l = l + 1;$$

end while

end for

$$\text{set } m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(1) = 0;$$

$$\text{set } m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(2) = 0;$$

```

set  $m_{\text{count,all}}^{\text{CSI-part2}} = 0$ ;

for  $i=1$  to  $N_{\text{hop}}^{\text{PUSCH}}$ 

     $l = l_{\text{CSI}}^{(i)}$ ;

    while  $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \leq 0$ 

         $l = l + 1$ ;

    end while

    while  $m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(i) < G^{\text{CSI-part2}}(i)$ 

        if  $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) > 0$ 

            if  $G^{\text{CSI-part2}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(i) \geq \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m$ 

                 $d = 1$ ;

                 $m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)$ ;

            end if

            if  $G^{\text{CSI-part2}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(i) < \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m$ 

                 $d = \left\lfloor \bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \cdot N_L \cdot Q_m / (G^{\text{CSI-part2}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(i)) \right\rfloor$ ;

                 $m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \left\lceil (G^{\text{CSI-part2}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(i)) / (N_L \cdot Q_m) \right\rceil$ ;

            end if

            for  $j=0$  to  $m_{\text{count}}^{\text{RE}} - 1$ 

                 $k = \bar{\Phi}_l^{\text{UCI}}(j \cdot d)$ ;

                for  $v=0$  to  $N_L \cdot Q_m - 1$ 

                     $\bar{g}_{l,k,v} = g_{m_{\text{count,all}}^{\text{CSI-part2}}}^{\text{CSI-part2}}$ ;

                     $m_{\text{count,all}}^{\text{CSI-part2}} = m_{\text{count,all}}^{\text{CSI-part2}} + 1$ ;

                     $m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(i) = m_{\text{count}}^{\text{CSI-part2}}(i) + 1$ ;

                end for

            end for

             $\bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}} = \emptyset$ ;

            for  $j=0$  to  $m_{\text{count}}^{\text{RE}} - 1$ 

                 $\bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}} = \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}} \cup \bar{\Phi}_l^{\text{UCI}}(j \cdot d)$ ;

            end for

```

$$\bar{\Phi}_l^{\text{UCI}} = \bar{\Phi}_l^{\text{UCI}} \setminus \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}};$$

$$\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}} = \bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}} \setminus \bar{\Phi}_{l,\text{tmp}}^{\text{UCI}};$$

$$\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{UCI}}|;$$

$$\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l) = |\bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}}|;$$

end if

$l = l + 1$;

end while

end for

end if

步骤 4:

如果在 PUSCH 上存在 UL-SCH 用于传输,

set $m_{\text{count}}^{\text{UL-SCH}} = 0$;

for $l = 0$ to $N_{\text{ymb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$

if $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l) > 0$

for $j = 0$ to $\bar{M}_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l) - 1$

$k = \bar{\Phi}_l^{\text{UL-SCH}}(j)$;

for $v = 0$ to $N_L \cdot Q_m - 1$

$\bar{g}_{l,k,v} = g_{m_{\text{count}}^{\text{UL-SCH}}}^{\text{UL-SCH}}$;

$m_{\text{count}}^{\text{UL-SCH}} = m_{\text{count}}^{\text{UL-SCH}} + 1$;

end for

end for

end if

end for

end if

第 5 步:

如果存在用于在 PUSCH 上传输的 HARQ-ACK 并且 HARQ-ACK 信息比特的数量不超过 2,

set $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(1) = 0$;

```

set  $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(2) = 0$ ;

set  $m_{\text{count,all}}^{\text{ACK}} = 0$ ;

for  $i = 1$  to  $N_{\text{hop}}^{\text{PUSCH}}$ 

     $l = l^{(i)}$ ;

    while  $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) < G^{\text{ACK}}(i)$ 

        if  $\bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\Phi}(l) > 0$ 

            if  $G^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) \geq \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\Phi}(l) \cdot N_L \cdot Q_m$ 

                 $d = 1$ ;

                 $m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\Phi}(l)$ ;

            end if

            if  $G^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) < \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\Phi}(l) \cdot N_L \cdot Q_m$ 

                 $d = \left\lfloor \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\Phi}(l) \cdot N_L \cdot Q_m / (G^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i)) \right\rfloor$ ;

                 $m_{\text{count}}^{\text{RE}} = \left\lceil (G^{\text{ACK}}(i) - m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i)) / (N_L \cdot Q_m) \right\rceil$ ;

            end if

            for  $j = 0$  to  $m_{\text{count}}^{\text{RE}} - 1$ 
                 $k = \Phi_l^{\text{rvd}}(j \cdot d)$ ;

                for  $v = 0$  to  $N_L \cdot Q_m - 1$ 

                     $\bar{g}_{l,k,v} = g_{m_{\text{count,all}}^{\text{ACK}}}$ ;

                     $m_{\text{count,all}}^{\text{ACK}} = m_{\text{count,all}}^{\text{ACK}} + 1$ ;

                     $m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) = m_{\text{count}}^{\text{ACK}}(i) + 1$ ;

                end for

            end for

        end while

    end for

end if

 $l = l + 1$ ;

end while

end for

end if

```

第6步:

```

set  $t=0$ ;
for  $l=0$  to  $N_{\text{symbol}}^{\text{PUSCH}}-1$ 
    for  $j=0$  to  $M_{\text{sc}}^{\text{UL-SCH}}(l)-1$ 
         $k=\Phi_l^{\text{UL-SCH}}(j)$ ;
        for  $v=0$  to  $N_L \cdot Q_m-1$ 
             $g_t=\bar{g}_{l,k,v}$ ;
             $t=t+1$ ;
        end for
    end for
end for

```

6.3 上行链路控制信息

6.3.1 PUCCH 上的上行链路控制信息

本子条款中的流程适用于 PUCCH 格式 2/3/4。

6.3.1.1 UCI 比特序列生成

6.3.1.1.1 仅限 HARQ-ACK / SR

如果仅在 PUCCH 上发送 HARQ-ACK 比特, 则 UCI 比特序列 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 由设定决定 $a_i = \tilde{o}_i^{\text{ACK}}$ for $i = 0, 1, \dots, O^{\text{ACK}}-1$ and $A = O^{\text{ACK}}$, 其中 HARQ-ACK 比特序列 $\tilde{o}_0^{\text{ACK}}, \tilde{o}_1^{\text{ACK}}, \dots, \tilde{o}_{O^{\text{ACK}}-1}^{\text{ACK}}$ 由[5, TS38.213]的第 9.1 条给出。

如果仅在 PUCCH 上发送 HARQ-ACK 和 SR 比特, 则 UCI 比特序列 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 由设定决定 $a_i = \tilde{o}_i^{\text{ACK}}$ for $i = 0, 1, \dots, O^{\text{ACK}}-1$, $a_i = \tilde{o}_i^{\text{SR}}$ for $i = O^{\text{ACK}}, O^{\text{ACK}}+1, \dots, O^{\text{ACK}}+O^{\text{SR}}-1$, 和 $A = O^{\text{ACK}}+O^{\text{SR}}$, 其中 HARQ-ACK 比特序列 $\tilde{o}_0^{\text{ACK}}, \tilde{o}_1^{\text{ACK}}, \dots, \tilde{o}_{O^{\text{ACK}}-1}^{\text{ACK}}$ 由[5, TS 38.213]的子条款 9.1 和 SR 比特序列给出 $\tilde{o}_0^{\text{SR}}, \tilde{o}_1^{\text{SR}}, \dots, \tilde{o}_{O^{\text{SR}}-1}^{\text{SR}}$ 由[5, TS 38.213]的第 9.2.5.1 节给出。

6.3.1.1.2 仅限 CSI

根据[6, TS 38.214]中的子条款 5.2.2.2.1, 具有 2 个 CSI-RS 端口的 codebookType = typeI-SinglePanel 的 PMI 的位宽为 $2 = \text{Rank} = 1$, 1 为 Rank = 2。

表 6.3.1.1.2-1 中提供了具有 2 个以上 CSI-RS 端口的 codebookType = typeI-SinglePanel 的 PMI 的位宽, 其中值为 (N_1, N_2) 和 (O_1, O_2) 由[6, TS 38.214]的第 5.2.2.2.1 节给出。

表 6.3.1.1.2-1: codebookType 的 PMI = typeI-SinglePanel

	信息领域 X_1 用于宽带 PMI		信息领域 X_2 用于宽带 PMI 或每个子带 PMI
	$(i_{1,1}, i_{1,2})$	$i_{1,3}$	i_2

	$codebookMode=1$	$codebookMode=2$		$codebookMode=1$	$codebookMode=2$
rank= 1, 具有 2 个 CSI-RS 端 □, $N_2 > 1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	$\left\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 O_1}{2} \cdot \frac{N_2 O_2}{2} \right) \right\rceil$	N/A	2	4
rank= 1, 具有 2 个 CSI-RS 端 □, $N_2 = 1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	$\left\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 O_1}{2} \right) \right\rceil$	N/A	2	4
rank= 2, 带有 4 个 CSI-RS 端 □, $N_2 = 1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	$\left\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 O_1}{2} \right) \right\rceil$	1	1	3
rank= 2, 具有 4 个 CSI-RS 端 □, $N_2 > 1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	$\left\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 O_1}{2} \cdot \frac{N_2 O_2}{2} \right) \right\rceil$	2	1	3
rank= 2, 具有 4 个 CSI-RS 端 □, $N_2 = 1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	$\left\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 O_1}{2} \right) \right\rceil$	2	1	3
rank= 3 或 4, 具有 4 个 CSI- RS 端□	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$		0	1	
rank= 3 或 4, 具有 8 或 12 个 CSIRS 端□	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$		2	1	
rank= 3 或 4, > = 16 个 CSIRS 端□	$\left\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 O_1}{2} \cdot N_2 O_2 \right) \right\rceil$		2	1	
rank= 5 或 6	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$		N/A	1	
rank= 7 或 8, $N_1 = 4, N_2 = 1$	$\left\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 O_1}{2} \cdot N_2 O_2 \right) \right\rceil$		N/A	1	
rank= 7 或 8, $N_1 > 2, N_2 = 2$	$\left\lceil \log_2 \left(N_1 O_1 \cdot \frac{N_2 O_2}{2} \right) \right\rceil$		N/A	1	
rank= 7 或 8, 有 $N_1 > 4, N_2 = 1$ 或 $N_1 = 2, N_2 = 2$ 或 $N_1 > 2, N_2 > 2$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$		N/A	1	

表 6.3.1.1.2-2 中提供了 $codebookType = typeI-MultiPanel$ 的 PMI 的位宽, 其中值为 (N_g, N_1, N_2) 和 (O_1, O_2) 由 [6, TS 38.214] 中的子条款 5.2.2.2.2 给出。

表6.3.1.1.2-2: codebookType 的PMI = typeI-MultiPanel

	信息领域 X_1 用于宽带					信息领域 X_2 用于宽带 或每个子带			
	$(i_{1,1}, i_{1,2})$	$i_{1,3}$	$i_{1,4,1}$	$i_{1,4,2}$	$i_{1,4,3}$	i_2	$i_{2,0}$	$i_{2,1}$	$i_{2,2}$
rank= 1 $N_g = 2$ $\text{codebookMode}=1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	N/A	2	N/A	N/A	2	N/A	N/A	N/A
rank= 1 $N_g = 4$ $\text{codebookMode}=1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	N/A	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A
rank= 2 $N_g = 2, N_1 N_2 = 2$ $\text{codebookMode}=1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	1	2	N/A	N/A	1	N/A	N/A	N/A
rank= 3 或 4 $N_g = 2,$ $N_1 N_2 = 2$ $\text{codebookMode}=1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	0	2	N/A	N/A	1	N/A	N/A	N/A
rank= 2 或 3 或 4 $N_g = 2,$ $N_1 N_2 > 2$ $\text{codebookMode}=1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	2	2	N/A	N/A	1	N/A	N/A	N/A
rank= 2 $N_g = 4, N_1 N_2 = 2$ $\text{codebookMode}=1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	1	2	2	2	1	N/A	N/A	N/A
rank= 3 或 4 $N_g = 4,$ $N_1 N_2 = 2$ $\text{codebookMode}=1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	0	2	2	2	1	N/A	N/A	N/A
rank= 2 或 3 或 4 $N_g = 4,$ $N_1 N_2 > 2$ $\text{codebookMode}=1$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	2	2	2	2	1	N/A	N/A	N/A
rank= 1 $N_g = 2$ $\text{codebookMode}=2$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	N/A	2	2	N/A	N/A	2	1	1
rank= 2 $N_g = 2, N_1 N_2 = 2$ $\text{codebookMode}=2$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	1	2	2	N/A	N/A	1	1	1
rank= 3 或 4 $N_g = 2,$ $N_1 N_2 = 2$ $\text{codebookMode}=2$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	0	2	2	N/A	N/A	1	1	1
rank= 2 或 3 或 4 $N_g = 2,$ $N_1 N_2 > 2$ $\text{codebookMode}=2$	$\lceil \log_2(N_1 O_1 \cdot N_2 O_2) \rceil$	2	2	2	N/A	N/A	1	1	1

具有 1 个 CSI-RS 端口的 PMI 的位宽为 0。

表 6.3.1.1.2-3 中提供了 $\text{codebookType} = \text{typeI-SinglePanel}$ 的 RI / LI / CQI / CRI 的位宽。

表 6.3.1.1.2-3: $\text{codebookType} = \text{typeI-SinglePanel}$ 的 RI, LI, CQI 和 CRI

领域	位宽				
	1 个天线端口	2 个天线端口	4 个天线端口	> 4 个天线端口	
排名指标	0	$\min(1, \lceil \log_2 n_{\text{RI}} \rceil)$	$\min(2, \lceil \log_2 n_{\text{RI}} \rceil)$	$\lceil \log_2 n_{\text{RI}} \rceil$	$\lceil \log_2 n_{\text{RI}} \rceil$
层指示器	0	$\min(2, \lceil \log_2 \text{RI} \rceil)$	$\min(2, \lceil \log_2 \text{RI} \rceil)$	$\min(2, \lceil \log_2 \text{RI} \rceil)$	$\min(2, \lceil \log_2 \text{RI} \rceil)$
宽带 CQI	4	4	4	4	8
子带差分 CQI	2	2	2	2	4
CRI	$\lceil \log_2 (K_s^{\text{CSI-RS}}) \rceil$	$\lceil \log_2 (K_s^{\text{CSI-RS}}) \rceil$	$\lceil \log_2 (K_s^{\text{CSI-RS}}) \rceil$	$\lceil \log_2 (K_s^{\text{CSI-RS}}) \rceil$	$\lceil \log_2 (K_s^{\text{CSI-RS}}) \rceil$

如果更高层参数 $\text{nrofCQIsPerReport} = 1$, n_{RI} 在表 6.3.1.1.2-3 中, 根据 5.2.2.2.1 [6, TS 38.214] 的规定, 高层参数类型 I-SinglePanel-ri-Restriction 的 4 个 LSB 中允许的秩指标值的数量; 除此以外 n_{RI} 表 6.3.1.1.2-3 中的允许等级指标值的数量根据 5.2.2.2.1 [6, TS 38.214]。 的值 $K_s^{\text{CSI-RS}}$ 是相应资源集中的 CSI-RS 资源的数量。

表 6.3.1.1.2-4 中提供了 $\text{codebookType} = \text{typeI-MultiPanel}$ 的 RI / LI / CQI / CRI 的位宽。

表 6.3.1.1.2-4: $\text{codebookType} = \text{typeI-MultiPanel}$ 的 RI, LI, CQI 和 CRI

领域	位宽
排名指标	$\min(2, \lceil \log_2 n_{\text{RI}} \rceil)$
层指示器	$\min(2, \lceil \log_2 \text{RI} \rceil)$
宽带 CQI	4
子带差分 CQI	2
CRI	$\lceil \log_2 (K_s^{\text{CSI-RS}}) \rceil$

n_{RI} 是根据第 5.2.2.2.2 节 [6, TS 38.214] 和第 6 节所允许的等级指标值的数量 $K_s^{\text{CSI-RS}}$ 是相应资源集中的 CSI-RS 资源的数量。

表 6.3.1.1.2-5 中提供了 $\text{codebookType} = \text{typeII}$ 或 $\text{codebookType} = \text{typeII-PortSelection}$ 的 RI / LI / CQI 的位宽。

表 6.3.1.1.2-5: $\text{codebookType} = \text{typeII}$ 或 $\text{typeII-PortSelection}$ 的 RI, LI 和 CQI

领域	位宽
排名指标	$\min(1, \lceil \log_2 n_{\text{RI}} \rceil)$
层指示器	$\min(2, \lceil \log_2 \text{RI} \rceil)$
宽带 CQI	4
子带差分 CQI	2
指标的数量非零 宽带幅度系数 M_l for 图层 l	$\lceil \log_2 (2L-1) \rceil$

n_{RI} 是根据 5.2.2.2.3 和 5.2.2.2.4 [6, TS 38.214] 的允许等级指标值的数量。

表 6.3.1.1.2-6 中提供了 CRI, SSBRI, RSRP 和差分 RSRP 的位宽。

表6.3.1.1.2-6: CRI, SSBRI和RSRP

领域	位宽
CRI	$\lceil \log_2(K_s^{\text{CSI-RS}}) \rceil$
SSBRI	$\lceil \log_2(K_s^{\text{SSB}}) \rceil$
RSRP	7
差分 RSRP	4

where $K_s^{\text{CSI-RS}}$ 是相应资源集中的 CSI-RS 资源的数量, 和 K_s^{SSB} 是用于报告'ssb-Index-RSRP'的相应资源集中配置的 SS / PBCH 块数。

表 6.3.1.1.2-7: 一个CSI报告的CSI字段的映射顺序, *pmi-FormatIndicator = widebandPMI*和*cqi-FormatIndicator = widebandCQI*

CSI 报告编号	CSI 领域
CSI 报告#n	CRI 如表 6.3.1.1.2-3 / 4 所示, 如果报告的话
	如果报告, 排名指标如表 6.3.1.1.2-3 / 4 所示
	层数指标如表 6.3.1.1.2-3 / 4 所示, 如果报告的话
	零填充位 O_p , 如果需要的话
	PMI 宽带信息字段 X_1 , 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 所示, 从左到右, 如果报告的话
	PMI 宽带信息字段 X_2 , 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 所示, 从左到右, 如果报告的话
	如果报告, 宽带 CQI 如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示

零填充位的数量 O_p 在表 6.3.1.1.2-7 中, 1 个 CSI-RS 端口为 0 $O_p = N_{\max} - N_{\text{reported}}$ for 超过 1 个 CSI-RS 端口, 其中

- $N_{\max} = \max_{r \in S_{\text{Rank}}} B(r)$ and S_{Rank} 是排名值的集合 r 允许报告;
- $N_{\text{reported}} = B(R)$, where R 是报告的排名;
- for 2 个 CSI-RS 端口, $B(r) = N_{\text{PMI}}(r) + N_{\text{CQI}}(r) + N_{\text{LI}}(r)$;
- for 2 个以上的 CSI-RS 端口, $B(r) = N_{\text{PMI},i1}(r) + N_{\text{PMI},i2}(r) + N_{\text{CQI}}(r) + N_{\text{LI}}(r)$;
- 如果报告 PMI, $N_{\text{PMI}}(1) = 2$ and $N_{\text{PMI}}(2) = 1$; 除此以外, $N_{\text{PMI}}(r) = 0$;
- 如果是 PMI $i1$ 据报道, $N_{\text{PMI},i1}(r)$ 根据表 6.3.1.1.2-1 / 2 获得; 除此以外, $N_{\text{PMI},i1}(r) = 0$;
- 如果是 PMI $i2$ 据报道, $N_{\text{PMI},i2}(r)$ 根据表 6.3.1.1.2-1 / 2 获得; 除此以外, $N_{\text{PMI},i2}(r) = 0$;
- 如果报告了 CQI, $N_{\text{CQI}}(r)$ 根据表 6.3.1.1.2-3 / 4 获得; 除此以外, $N_{\text{CQI}}(r) = 0$;
- 如果 LI 被报道, $N_{\text{LI}}(r)$ 根据表 6.3.1.1.2-3 / 4 获得; 除此以外, $N_{\text{LI}}(r) = 0$.

表6.3.1.1.2-8: 一份报告的CSI字段的映射顺序, 用于CRI / RSRP或SSBRI / RSRP报告

CSI 报告编号	CSI 领域
CSI 报告#n	如果报告, CRI 或 SSBRI #1 如表 6.3.1.1.2-6 所示
	如果报告, CRI 或 SSBRI #2 如表 6.3.1.1.2-6 所示
	如果报告, CRI 或 SSBRI #3 如表 6.3.1.1.2-6 所示
	如果报告, CRI 或 SSBRI #4 如表 6.3.1.1.2-6 所示
	如果报告, RSRP #1 如表 6.3.1.1.2-6 所示
	如果报告, 差分 RSRP #2 如表 6.3.1.1.2-6 所示
	如果报告, 差分 RSRP #3 如表 6.3.1.1.2-6 所示
	如果报告, 差分 RSRP #4 如表 6.3.1.1.2-6 所示

表6.3.1.1.2-9: 一个CSI报告的CSI字段的映射顺序, CSI第1部分, pmi-FormatIndicator = subbandPMI或cqi-FormatIndicator = subbandCQI

CSI 报告编号	CSI 领域
CSI 报告#n CSI 第 1 部分	CRI 如表 6.3.1.1.2-3 / 4 所示, 如果报告的话
	如果报告, 排名指标如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示
	如果报告, 表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 中的第一个 TB 的宽带 CQI
	如果报告, 表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 中的第一个 TB 的子带差分 CQI
	非零宽带幅度系数的指示符 M_l for 图层 l 如表 6.3.1.1.2-5 所示, 如果报告的话

表6.3.1.1.2-10: 一个CSI报告的CSI字段的映射顺序, CSI第2部分宽带, pmi-FormatIndicator = subbandPMI或cqi-FormatIndicator = subbandCQI

CSI 报告编号	CSI 领域
CSI 报告#n CSI 第 2 部分宽带	表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 中第二个 TB 的宽带 CQI, 如果存在和报告的话
	层数指标如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示, 如果报告的话
	PMI 宽带信息字段 X_1 , 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 所示, 从左到右, 如果报告的话
	PMI 宽带信息字段 X_2 , 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 中的从左到右, 如果 pmi-FormatIndicator = widebandPMI 并且如果报告

表6.3.1.1.2-11: 一个CSI报告的CSI字段的映射顺序, CSI第2部分子带, pmi-FormatIndicator = subbandPMI或cqi-FormatIndicator = subbandCQI

CSI 报告#n 第 2 部分子带	子带差分 CQI, 用于所有偶数子带的第二 TB, 子带数量级递增, 如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示, 如果 cqi-FormatIndicator = subbandCQI, 则报告
	PMI 子带信息字段 X_2 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 所示, 如果 pmi-FormatIndicator = subbandPMI, 则报告子带数量增加的子带数从左到右
	子带差分 CQI, 用于所有奇数子带的第二 TB, 子带数量级递增, 如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示, 如果 cqi-FormatIndicator = subbandCQI, 则报告
	PMI 子带信息字段 X_2 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 所示, 如果 pmi-FormatIndicator = subbandPMI, 则报告子带数量增加的所有奇数子带从左到右

如果在 PUCCH 上传输的 CSI 报告都不是两部分, 则所有 CSI 报告的 CSI 字段 (按表 6.3.1.1.2-12 中从上到下部的顺序) 被映射到 UCI 比特序列 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 从...开始 a_0 .

表6.3.1.1.2-12: CSI报告到UCI比特序列的映射顺序 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$, 没有twopart CSI报告

UCI 位序列	CSI 报告编号
a_0	CSI 报告#1 见表 6.3.1.1.2-7 / 8
a_1	CSI 报告#2 见表 6.3.1.1.2-7 / 8
a_2	...
a_3	...
\vdots	...
a_{A-1}	CSI 报告#n 见表 6.3.1.1.2-7 / 8

如果用于在 PUCCH 上传输的 CSI 报告中的至少一个是两部分, 则生成两个 UCI 比特序列,

$a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$ and $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$ 。所有 CSI 报告的 CSI 字段, 按表 6.3.1.1.2-13 中从上部到下部的顺序, 映射到 UCI 比特序列 $a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$ 从...开始 $a_0^{(1)}$ 。所有 CSI 报告的 CSI 字段, 按表 6.3.1.1.2-14 中从上部到下部的顺序, 映射到 UCI 比特序列 $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$ 从...开始 $a_0^{(2)}$ 。如果 UCI 位序列的长度 $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$ 如果小于 3 位, 则应将 0 附加到 UCI 位序列, 直到其长度等于 3。

表6.3.1.1.2-13: CSI报告到UCI比特序列的映射顺序 $a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$, 两部分CSI报告

UCI 位序列	CSI 报告编号
$a_0^{(1)}$	CSI 报告#1 如果 CSI 报告#1 不是两部分, 或者 CSI 报告#1, CSI 第 1 部分, 如果 CSI 报告#1 分为两部分, 见表 6.3.1.1.2-7 / 8/9
$a_1^{(1)}$	CSI 报告#2 如果 CSI 报告#2 不是两部分, 或者 CSI 报告#2, CSI 第 1 部分, 如果 CSI 报告#2 分为两部分, 见表 6.3.1.1.2-7 / 8/9
$a_2^{(1)}$...
$a_3^{(1)}$...
\vdots	...
$a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$	CSI 报告#n 如果 CSI 报告#n 不是两部分, 或者 CSI 报告#n, CSI 第 1 部分, 如果 CSI 报告#n 是两部分, 见表 6.3.1.1.2-7 / 8/9

其中 CSI 报告#1, CSI 报告#2, ..., 表 6.3.1.1.2-13 中的 CSI 报告#n 对应于根据[6, TS38]的子条款 5.2.5 按 CSI 报告优先级值递增顺序的 CSI 报告 0.214。

表6.3.1.1.2-14: CSI报告到UCI比特序列的映射顺序 $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$,
两部分CSI报告

UCI 位序列	CSI 报告编号
$a_0^{(2)}$ $a_1^{(2)}$ $a_2^{(2)}$ $a_3^{(2)}$ \vdots $a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$	CSI 报告#1, CSI 第2部分宽带, 如表 6.3.1.1.2-10 所示 如果 CSI 报告#1 存在 CSI 第2部分
	CSI 报告#2, CSI 第2部分宽带, 如表 6.3.1.1.2-10 所示 如果 CSI 报告#2 存在 CSI 第2部分
	...
	CSI 报告#n, CSI 第2部分宽带, 如表 6.3.1.1.2-10 所示 如果 CSI 报告#n 存在 CSI 第2部分
	CSI 报告#1, CSI 第2部分子带, 如表 6.3.1.1.2-11 所示 如果 CSI 报告#1 存在 CSI 第2部分
	CSI 报告#2, CSI 第2部分子带, 如表 6.3.1.1.2-11 所示 如果 CSI 报告#2 存在 CSI 第2部分
	...
	CSI 报告#n, CSI 第2部分子带, 如表 6.3.1.1.2-11 所示 如果 CSI 报告#n 存在 CSI 第2部分

其中 CSI 报告#1, CSI 报告#2, ..., 表 6.3.1.1.2-14 中的 CSI 报告#n 对应于根据[6, TS38]的子条款 5.2.5 按 CSI 报告优先级值递增顺序的 CSI 报告 0.214。

6.3.1.1.3 HARQ-ACK / SR 和 CSI

如果在 PUCCH 上传输的 CSI 报告都不是两部分, 则 UCI 比特序列 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 根据以下内容生成 $A = O^{\text{ACK}} + O^{\text{SR}} + O^{\text{CSI}}$:

- 如果在 PUCCH 上存在用于传输的 HARQ-ACK, 则 HARQ-ACK 比特被映射到 UCI 比特序列 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{O^{\text{ACK}}-1}$, where $a_i = \tilde{o}_i^{\text{ACK}}$ for $i = 0, 1, \dots, O^{\text{ACK}} - 1$, HARQ-ACK 比特序列 $\tilde{o}_0^{\text{ACK}}, \tilde{o}_1^{\text{ACK}}, \dots, \tilde{o}_{O^{\text{ACK}}-1}^{\text{ACK}}$ 由[5, TS38.213]的第 9.1 条给出, 和 O^{ACK} 是 HARQ-ACK 比特的数量; 如果在 PUCCH 上没有用于传输的 HARQ-ACK, 则进行设置 $O^{\text{ACK}} = 0$;
- 如果在 PUCCH 上有 SR 用于传输, 则设置 $a_i = \tilde{o}_i^{\text{SR}}$ for $i = O^{\text{ACK}}, O^{\text{ACK}} + 1, \dots, O^{\text{ACK}} + O^{\text{SR}} - 1$, SR 位序列 $\tilde{o}_0^{\text{SR}}, \tilde{o}_1^{\text{SR}}, \dots, \tilde{o}_{O^{\text{SR}}-1}^{\text{SR}}$ 由[5, TS 38.213]的第 9.2.5.1 款给出; 如果在 PUCCH 上没有用于传输的 SR, 则设置 $O^{\text{SR}} = 0$;
- 所有 CSI 报告的 CSI 字段, 按表 6.3.1.1.2-12 中从上部到下部的顺序, 映射到 UCI 比特序列 $a_{O^{\text{ACK}}+O^{\text{SR}}}, a_{O^{\text{ACK}}+O^{\text{SR}}+1}, \dots, a_{O^{\text{ACK}}+O^{\text{SR}}+O^{\text{CSI}}-1}$ 从...开始 $a_{O^{\text{ACK}}+O^{\text{SR}}}$, where O^{CSI} 是 CSI 位的数量。

如果用于在 PUCCH 上传输的 CSI 报告中的至少一个是两部分, 则生成两个 UCI 比特序列,

$a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$ and $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$, 根据以下, 在 where $A^{(1)} = O^{\text{ACK}} + O^{\text{SR}} + O^{\text{CSI-part1}}$ and $A^{(2)} = O^{\text{CSI-part2}}$:

- 如果在 PUCCH 上存在用于传输的 HARQ-ACK, 则 HARQ-ACK 比特被映射到 UCI 比特序列 $a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{O^{\text{ACK}}-1}^{(1)}$, where $a_i^{(1)} = \tilde{o}_i^{\text{ACK}}$ for $i = 0, 1, \dots, O^{\text{ACK}} - 1$, HARQ-ACK 比特序列 $\tilde{o}_0^{\text{ACK}}, \tilde{o}_1^{\text{ACK}}, \dots, \tilde{o}_{O^{\text{ACK}}-1}^{\text{ACK}}$ 由[5, TS38.213]的第 9.1 条给出, 和 O^{ACK} 是 HARQ-ACK 比特的数量; 如果在 PUCCH 上没有用于传输的 HARQ-ACK, 则进行设置 $O^{\text{ACK}} = 0$;

- 如果在 PUCCH 上有 SR 用于传输, 则设置 $a_i = \tilde{o}_i^{SR}$ for $i = O^{ACK}, O^{ACK} + 1, \dots, O^{ACK} + O^{SR} - 1$, SR 位序列 $\tilde{o}_0^{SR}, \tilde{o}_1^{SR}, \dots, \tilde{o}_{O^{SR}-1}^{SR}$ 由 [5, TS 38.213] 的第 9.2.5.1 款给出; 如果在 PUCCH 上没有用于传输的 SR, 则设置 $O^{SR} = 0$;
- 所有 CSI 报告的 CSI 字段, 按表 6.3.1.1.2-13 中从上部到下部的顺序, 映射到 UCI 比特序列 $a_{O^{ACK}+O^{SR}}^{(1)}, a_{O^{ACK}+O^{SR}+1}^{(1)}, \dots, a_{O^{ACK}+O^{SR}+O^{CSI-part1}-1}^{(1)}$ 从...开始 $a_{O^{ACK}+O^{SR}}^{(1)}$, where $O^{CSI-part1}$ 是所有 CSI 报告的 CSI 部分 1 中的 CSI 比特数;
- 所有 CSI 报告的 CSI 字段, 按表 6.3.1.1.2-14 中从上部到下部的顺序, 映射到 UCI 比特序列 $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$ 从...开始 $a_0^{(2)}$, where $O^{CSI-part2}$ 是所有 CSI 报告的 CSI 部分 2 中的 CSI 比特的数量。如果 UCI 位序列的长度 $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$ 如果小于 3 位, 则应将 0 附加到 UCI 位序列, 直到其长度等于 3。

6.3.1.2 代码块分割和 CRC 附件

子条款 6.3.1.1 的 UCI 比特序列表示为 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$, where A 是有效载荷大小。6.3.1.2.1 中的流程适用 $A \geq 12$ 以及 6.3.1.2.2 的流程适用于 $A \leq 11$ 。

6.3.1.2.1 UCI 由 Polar 代码编码

如果有效载荷大小 $A \geq 12$, 代码块分割和 CRC 附加根据子条款 5.2.1 执行。如果 ($A \geq 360$ and $E \geq 1088$) elseif $A \geq 1013$, $I_{seg} = 1$; 除此以外 $I_{seg} = 0$, where E 是 6.3.1.4.1 中给出的速率匹配输出序列长度。

If $12 \leq A \leq 19$, 奇偶校验位 $p_{r0}, p_{r1}, p_{r2}, \dots, p_{r(L-1)}$ 在子条款 5.2.1 中通过设置计算 L 到 6 位并使用生成多项式 $g_{CRC6}(D)$ 在第 5.1 节中, 产生了序列 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$ where r 是代码块编号和 K_r 是代码块编号的位数 r 。

If $A \geq 20$, 奇偶校验位 $p_{r0}, p_{r1}, p_{r2}, \dots, p_{r(L-1)}$ 在子条款 5.2.1 中通过设置计算 L 到 11 位并使用生成多项式 $g_{CRC11}(D)$ 在第 5.1 节中, 产生了序列 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$ where r 是代码块编号和 K_r 是代码块编号的位数 r 。

6.3.1.2.2 UCI 由短码的信道编码来完成编码

如果有效载荷大小 $A \leq 11$, CRC 位未附加。

输出比特序列用表示 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$, where $c_i = a_i$ for $i = 0, 1, \dots, A-1$ and $K = A$ 。

6.3.1.3 UCI 的信道编码

6.3.1.3.1 UCI 由 Polar 代码编码

信息比特被传送到信道编码块。他们用表示 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$, where r 是代码块编号, 和 K_r 是代码块编号中的位数 r 。代码块的总数用表示 C 每个代码块由以下单独编码:

If $18 \leq K_r \leq 25$, 根据子条款 5.3.1, 通过设置, 通过 Polar 编码对信息比特进行编码 $n_{max} = 10$, $I_{LL} = 0$, $n_{PC} = 3$, $n_{PC}^{wm} = 1$ if $E_r - K_r + 3 > 192$ and $n_{PC}^{wm} = 0$ if $E_r - K_r + 3 \leq 192$, where E_r 是 6.3.1.4.1 中给出的速率匹配输出序列长度。

If $K_r > 30$, 根据子条款 5.3.1, 通过设置, 通过 Polar 编码对信息比特进行编码 $n_{max} = 10$, $I_{LL} = 0$, $n_{PC} = 0$, 和 $n_{PC}^{wm} = 0$ 。

在编码之后, 比特用表示 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$, where N_r 是代码块编号中的编码位数 r 。

6.3.1.3.2 UCI 由短码的信道编码来完成编码

信息比特被传送到信道编码块。他们用表示 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$, where K 是位数。

信息比特根据 5.3.3 条款进行编码。

在编码之后, 比特用表示 $d_0, d_1, d_2, d_3, \dots, d_{N-1}$, where N 是编码位的数量。

6.3.1.4 速率匹配

for PUCCH 格式 2/3/4, 总速率匹配输出序列长度 E_{tot} 由表 6.3.1.4-1 给出, 其中 $N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH,2}}$, $N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH,3}}$ 和 $N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH,4}}$ 是分别为 PUCCH 格式 2/3/4 承载 UCI 的符号数; $N_{\text{PRB}}^{\text{PUCCH,2}}$ and $N_{\text{PRB}}^{\text{PUCCH,3}}$ 是根据 [5, TS38.213] 的子条款 9.2 分别由 UE 确定用于 PUCCH 格式 2/3 传输的 PRB 的数量; and $N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH,4}}$ 是 PUCCH 格式 4 的扩频因子。

表 6.3.1.4-1: 总速率匹配输出序列长度 E_{tot}

PUCCH 格式	调制顺序	
	QPSK	$\pi/2$ -BPSK
PUCCH 格式 2	$16 \cdot N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH,2}} \cdot N_{\text{PRB}}^{\text{PUCCH,2}}$	N/A
PUCCH 格式 3	$24 \cdot N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH,3}} \cdot N_{\text{PRB}}^{\text{PUCCH,3}}$	$12 \cdot N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH,3}} \cdot N_{\text{PRB}}^{\text{PUCCH,3}}$
PUCCH 格式 4	$24 \cdot N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH,4}} / N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH,4}}$	$12 \cdot N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH,4}} / N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH,4}}$

6.3.1.4.1 UCI 由 Polar 代码编码

速率匹配的输入比特序列是 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$ where r 是代码块编号, 和 N_r 是代码块编号中的编码位数 r 。

表 6.3.1.4.1-1: 速率匹配输出序列长度 E_{UCI}

用于在 PUCCH 上传输的 UCI	UCI 用于编码	的值 E_{UCI}
HARQ-ACK	HARQ-ACK	$E_{\text{UCI}} = E_{\text{tot}}$
HARQ-ACK, SR	HARQ-ACK, SR	$E_{\text{UCI}} = E_{\text{tot}}$
CSI (CSI 不是两部分)	CSI	$E_{\text{UCI}} = E_{\text{tot}}$
HARQ-ACK, CSI (CSI 不是两部分)	HARQ-ACK, CSI	$E_{\text{UCI}} = E_{\text{tot}}$
HARQ-ACK, SR, CSI (CSI 不是两部分)	HARQ-ACK, SR, CSI	$E_{\text{UCI}} = E_{\text{tot}}$
CSI (CSI 两部分)	CSI 第 1 部分	$E_{\text{UCI}} = \min(E_{\text{tot}}, \lceil (O^{\text{CSI-part1}} + L) / R_{\text{UCI}}^{\text{max}} / Q_m \rceil \cdot Q_m)$
	CSI 第 2 部分	$E_{\text{UCI}} = E_{\text{tot}} - \min(E_{\text{tot}}, \lceil (O^{\text{CSI-part1}} + L) / R_{\text{UCI}}^{\text{max}} / Q_m \rceil \cdot Q_m)$
HARQ-ACK, CSI (CSI 两部分)	HARQ-ACK, CSI 第 1 部分	$E_{\text{UCI}} = \min(E_{\text{tot}}, \lceil (O^{\text{ACK}} + O^{\text{CSI-part1}} + L) / R_{\text{UCI}}^{\text{max}} / Q_m \rceil \cdot Q_m)$
	CSI 第 2 部分	$E_{\text{UCI}} = E_{\text{tot}} - \min(E_{\text{tot}}, \lceil (O^{\text{ACK}} + O^{\text{CSI-part1}} + L) / R_{\text{UCI}}^{\text{max}} / Q_m \rceil \cdot Q_m)$
HARQ-ACK, SR, CSI (CSI 两部分)	HARQ-ACK, SR, CSI 第 1 部分	$E_{\text{UCI}} = \min(E_{\text{tot}}, \lceil (O^{\text{ACK}} + O^{\text{SR}} + O^{\text{CSI-part1}} + L) / R_{\text{UCI}}^{\text{max}} / Q_m \rceil \cdot Q_m)$
	CSI 第 2 部分	$E_{\text{UCI}} = E_{\text{tot}} - \min(E_{\text{tot}}, \lceil (O^{\text{ACK}} + O^{\text{SR}} + O^{\text{CSI-part1}} + L) / R_{\text{UCI}}^{\text{max}} / Q_m \rceil \cdot Q_m)$

通过设置根据子条款 5.4.1 执行速率匹配 $I_{\text{BIL}} = 1$ 和速率匹配输出序列长度 $E_r = \lfloor E_{\text{UCI}} / C_{\text{UCI}} \rfloor$, where C_{UCI} 是根据第 6.3.1.2.1 节确定的 UCI 的代码块数和 E_{UCI} 由表 6.3.1.4.1-1 给出:

- O^{ACK} 是用于在当前 PUCCH 上传输的 HARQ-ACK 的比特数;
- O^{SR} SR 是当前 PUCCH 上传输的 SR 的比特数;
- $O^{\text{CSI-part1}}$ 是用于在当前 PUCCH 上传输的 CSI 部分 1 的比特数;
- $O^{\text{CSI-part2}}$ 是用于在当前 PUCCH 上传输的 CSI 部分 2 的比特数;
- if $A \geq 360$, $L=11$; 除此以外, L 是根据子条款 6.3.1.2.1 确定的 CRC 比特数, 其中 A 等于 $O^{\text{CSI-part1}}$ for “CSI (两部分的 CSI)”, 等于 $O^{\text{ACK}} + O^{\text{CSI-part1}}$ for “HARQ-ACK, CSI (两部分的 CSI)”, 并且等于 $O^{\text{ACK}} + O^{\text{SR}} + O^{\text{CSI-part1}}$ 表 6.3.1.4.1-1 中分别为 “HARQ-ACK, SR, CSI (两部分的 CSI)”;
- $R_{\text{UCI}}^{\text{max}}$ 是配置的最大 PUCCH 编码率;
- E_{tot} 由表 6.3.1.4-1 给出。

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, \dots, f_{r(E_r-1)}$ where E_r 是代码块编号中速率匹配输出序列的长度 r .

6.3.1.4.2 UCI 由短码的信道编码来完成编码

速率匹配的输入比特序列是 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$.

的值 E_{UCI} 根据表 6.3.1.4.1-1 通过设定确定 $L=0$.

通过设置速率匹配输出序列长度, 根据子条款 5.4.3 执行速率匹配 $E = E_{\text{UCI}}$

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$.

6.3.1.5 代码块连接

码块级联块的输入比特序列是序列 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, \dots, f_{r(E_r-1)}$, 为 $r=0, \dots, C-1$ 在 where E_r 是速率匹配位的数量 r - 代码块。

根据子条款 5.5 执行代码块级联。

代码块级联后的位用表示 $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{G'-1}$, where $G' = \lfloor E_{\text{UCI}} / C_{\text{UCI}} \rfloor \cdot C_{\text{UCI}}$ 用的值 E_{UCI} and C_{UCI} 在 6.3.1.4.1 中给出。让 G 是传输和编码的总编码比特数 $G = G' + \text{mod}(E_{\text{UCI}}, C_{\text{UCI}})$ 。 set $g_i = 0$ for $i = G', G'+1, \dots, G-1$.

6.3.1.6 将编码的 UCI 比特多路复用到 PUCCH

如果在 PUCCH 上发送两部分的 CSI, 则编码比特对应于 UCI 比特序列 $a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$ 表示为

$g_0^{(1)}, g_1^{(1)}, g_2^{(1)}, g_3^{(1)}, \dots, g_{G^{(1)}-1}^{(1)}$ 以及与 UCI 比特序列对应的编码比特 $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$ 表示为

$g_0^{(2)}, g_1^{(2)}, g_2^{(2)}, g_3^{(2)}, \dots, g_{G^{(2)}-1}^{(2)}$ 。 编码的比特序列 $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{G-1}$, where $G = G^{(1)} + G^{(2)}$, 根据以下内容生成。

表6.3.1.6-1: PUCCH DMRS和UCI符号

PUCCH 持续时间 (符号)	PUCCH DMRS 符号索引	UCI 符号索引集的数量 $N_{\text{UCI}}^{\text{set}}$	1 st UCI 符号索引设置 $S_{\text{UCI}}^{(1)}$	2 nd UCI 符号索引设置 $S_{\text{UCI}}^{(2)}$	3 rd UCI 符号索引设置 $S_{\text{UCI}}^{(3)}$
4	{1}	2	{0,2}	{3}	-
4	{0,2}	1	{1,3}	-	-
5	{0,3}	1	{1,2,4}	-	-
6	{1,4}	1	{0,2,3,5}	-	-
7	{1,4}	2	{0,2,3,5}	{6}	-
8	{1,5}	2	{0,2,4,6}	{3,7}	-
9	{1,6}	2	{0,2,5,7}	{3,4,8}	-
10	{2,7}	2	{1,3,6,8}	{0,4,5,9}	-
10	{1,3,6,8}	1	{0,2,4,5,7,9}	-	-
11	{2,7}	3	{1,3,6,8}	{0,4,5,9}	{10}
11	{1,3,6,9}	1	{0,2,4,5,7,8,10}	-	-
12	{2,8}	3	{1,3,7,9}	{0,4,6,10}	{5,11}
12	{1,4,7,10}	1	{0,2,3,5,6,8,9,11}	-	-
13	{2,9}	3	{1,3,8,10}	{0,4,7,11}	{5,6,12}
13	{1,4,7,11}	2	{0,2,3,5,6,8,10,12}	{9}	-
14	{3,10}	3	{2,4,9,11}	{1,5,8,12}	{0,6,7,13}
14	{1,5,8,12}	2	{0,2,4,6,7,9,11,13}	{3,10}	-

表示 s_i 作为 UCI OFDM 符号索引。表示 $N_{\text{UCI}}^{(i)}$ 作为 UCI 符号索引中的单元数量设置 $S_{\text{UCI}}^{(i)}$ for $i=1, \dots, N_{\text{UCI}}^{\text{set}}$, where $S_{\text{UCI}}^{(i)}$ and $N_{\text{UCI}}^{\text{set}}$ 根据 PUCCH 持续时间和 PUCCH DMRS 配置, 由表 6.3.1.6-1 给出。表示

$N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{UCI}}^{\text{set}}} N_{\text{UCI}}^{(i)}$ 作为在 PUCCH 中携带 UCI 的 OFDM 符号的数量。表示 Q_m 作为 PUCCH 的调制顺序。

for PUCCH 格式 3, 设置 $N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} = 12 \cdot N_{\text{PRB}}^{\text{PUCCH,3}}$, where $N_{\text{PRB}}^{\text{PUCCH,3}}$ 是根据 [5, TS 38.213] 的子条款 9.2 由 UE 确定的用于 PUCCH 格式 3 传输的 PRB 的数量。

for PUCCH 格式 4, 设置 $N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} = 12 / N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH,4}}$, where $N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH,4}}$ 是 PUCCH 格式 4 的扩频因子。

找到最小的 $j > 0$ 这样的 $\left(\sum_{i=1}^j N_{\text{UCI}}^{(i)} \right) \cdot N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} \cdot Q_m \geq G^{(1)}$.

set $n_1 = 0$;

set $n_2 = 0$;

set $\bar{N}_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} = \left\lceil \left(G^{(1)} - \left(\sum_{i=1}^{j-1} N_{\text{UCI}}^{(i)} \right) \cdot N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} \cdot Q_m \right) / (N_{\text{UCI}}^{(j)} \cdot Q_m) \right\rceil$;

set $M = \text{mod} \left(\left(G^{(1)} - \left(\sum_{i=1}^{j-1} N_{\text{UCI}}^{(i)} \right) \cdot N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} \cdot Q_m \right) / Q_m, N_{\text{UCI}}^{(j)} \right)$;

for $l = 0$ to $N_{\text{symb,UCI}}^{\text{PUCCH}} - 1$

if $s_l \in \bigcup_{i=1}^{j-1} S_{\text{UCI}}^{(i)}$

for $k = 0$ to $N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} - 1$

for $v = 0$ to $Q_m - 1$

$$\bar{g}_{l,k,v} = g_{n_1}^{(1)};$$

$$n_1 = n_1 + 1;$$

end for

end for

elseif $s_l \in S_{\text{UCI}}^{(j)}$

if $M > 0$

$$\gamma = 1;$$

else

$$\gamma = 0;$$

end if

$$M = M - 1;$$

for $k = 0$ to $\bar{N}_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} + \gamma - 1$

for $v = 0$ to $Q_m - 1$

$$\bar{g}_{l,k,v} = g_{n_1}^{(1)};$$

$$n_1 = n_1 + 1;$$

end for

end for

for $k = \bar{N}_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} + \gamma$ to $N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} - 1$

for $v = 0$ to $Q_m - 1$

$$\bar{g}_{l,k,v} = g_{n_2}^{(2)};$$

$$n_2 = n_2 + 1;$$

end for

end for

else

for $k = 0$ to $N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}} - 1$

for $v = 0$ to $Q_m - 1$

$$\bar{g}_{l,k,v} = g_{n_2}^{(2)};$$

$$n_2 = n_2 + 1;$$

end for

end for

```

end if
end for
set  $n=0$ 
for  $l=0$  to  $N_{\text{symbol,UCI}}^{\text{PUCCH}}-1$ 
    for  $k=0$  to  $N_{\text{UCI}}^{\text{symbol}}-1$ 
        for  $v=0$  to  $Q_m-1$ 
             $g_n = \bar{g}_{l,k,v}$ ;
             $n = n+1$ ;
        end for
    end for
end for

```

6.3.2 PUSCH 上的上行链路控制信息

6.3.2.1 UCI 比特序列生成

6.3.2.1.1 HARQ-ACK

如果在 PUSCH 上发送 HARQ-ACK 比特, 则 UCI 比特序列 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 确定如下:

- 如果在没有 UL-SCH 的情况下在 PUSCH 上发送 UCI 并且 UCI 包括没有 CSI 部分 2 的 CSI 部分 1,
- 如果没有 [5, TS 38.213] 的子条款 9.1 给出的 HARQ-ACK 比特, 则设置 $a_0 = 0$, $a_1 = 0$, 和 $A = 2$;
- 如果只有一个 HARQ-ACK 位 \tilde{o}_0^{ACK} 由 [5, TS 38.213] 的第 9.1 条给出 $a_0 = \tilde{o}_0^{\text{ACK}}$, $a_1 = 0$, 和 $A = 2$;
- 否则, set $a_i = \tilde{o}_i^{\text{ACK}}$ for $i = 0, 1, \dots, O^{\text{ACK}} - 1$ and $A = O^{\text{ACK}}$, 其中 HARQ-ACK 比特序列 $\tilde{o}_0^{\text{ACK}}, \tilde{o}_1^{\text{ACK}}, \dots, \tilde{o}_{O^{\text{ACK}}-1}^{\text{ACK}}$ 由 [5, TS 38.213] 的第 9.1 条给出。

6.3.2.1.2 CSI

表 6.3.2.1.2-1 中提供了 codebookType = typeII 的 PMI 的位宽, 其中值为 (N_1, N_2) , (O_1, O_2) , L , N_{PSK} , M_1 , M_2 , 和 $K^{(2)}$ 由 [6, TS 38.214] 中的第 5.2.2.2.3 节给出。

表6.3.2.1.2-1: codebookType = typeII的PMI

	宽带 PMI 的信息字段						每个子带 PMI 的信息字段			
	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_{1,3,1}$	$i_{1,4,1}$	$i_{1,3,2}$	$i_{1,4,2}$	$i_{2,1,1}$	$i_{2,1,2}$	$i_{2,2,1}$	$i_{2,2,2}$
rank=1 SBAmp 关闭	$\lceil \log_2(O_1 O_2) \rceil$	$\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 N_2}{L} \right) \rceil$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	N/A	N/A	$(M_1-1) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}}$	N/A	N/A	N/A

评级= 2 SBamp 关闭	$\lceil \log_2(O_1 O_2) \rceil$	$\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 N_2}{L} \right) \rceil$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	$(M_1-1) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}}$	$(M_2-1) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}}$	N/A	N/A
rank= 1 SBamp	$\lceil \log_2(O_1 O_2) \rceil$	$\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 N_2}{L} \right) \rceil$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	N/A	N/A	$\min(M_1, K^{(2)}) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}} - \log_2 N_{\text{PSK}} + 2 \cdot (M_1 - \min(M_1, K^{(2)}))$	N/A	$\min(M_1, K^{(2)}) - 1$	N/A
评级= 2 SBamp	$\lceil \log_2(O_1 O_2) \rceil$	$\lceil \log_2 \left(\frac{N_1 N_2}{L} \right) \rceil$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	$\min(M_1, K^{(2)}) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}} - \log_2 N_{\text{PSK}} + 2 \cdot (M_1 - \min(M_1, K^{(2)}))$	$\min(M_2, K^{(2)}) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}} - \log_2 N_{\text{PSK}} + 2 \cdot (M_2 - \min(M_2, K^{(2)}))$	$\min(M_1, K^{(2)}) - 1$	$\min(M_2, K^{(2)}) - 1$

表 6.3.2.1.2-2 中提供了 codebookType = typeII-PortSelection 的 PMI 的位宽, 其中值为 $P_{\text{CSI-RS}}$, d , L , N_{PSK} , M_1 , M_2 , 和 $K^{(2)}$ 由 [6, TS 38.214] 中的子条款 5.2.2.2.4 给出。

表 6.3.2.1.2-2: codebookType 的 PMI = typeII-PortSelection

	宽带 PMI 的信息字段					每个子带 PMI 的信息字段			
	$i_{1,1}$	$i_{1,3,1}$	$i_{1,4,1}$	$i_{1,3,2}$	$i_{1,4,2}$	$i_{2,1,1}$	$i_{2,1,2}$	$i_{2,2,1}$	$i_{2,2,2}$
rank= 1 SBamp 关闭	$\lceil \log_2 \left\lceil \frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2d} \right\rceil \rceil$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	N/A	N/A	$(M_1-1) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}}$	N/A	N/A	N/A
评级= 2 SBamp 关闭	$\lceil \log_2 \left\lceil \frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2d} \right\rceil \rceil$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	$(M_1-1) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}}$	$(M_2-1) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}}$	N/A	N/A
rank= 1 SBamp	$\lceil \log_2 \left\lceil \frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2d} \right\rceil \rceil$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	N/A	N/A	$\min(M_1, K^{(2)}) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}} - \log_2 N_{\text{PSK}} + 2 \cdot (M_1 - \min(M_1, K^{(2)}))$	N/A	$\min(M_1, K^{(2)}) - 1$	N/A
评级= 2 SBamp	$\lceil \log_2 \left\lceil \frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2d} \right\rceil \rceil$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	$\lceil \log_2(2L) \rceil$	$3(2L-1)$	$\min(M_1, K^{(2)}) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}} - \log_2 N_{\text{PSK}} + 2 \cdot (M_1 - \min(M_1, K^{(2)}))$	$\min(M_2, K^{(2)}) \cdot \log_2 N_{\text{PSK}} - \log_2 N_{\text{PSK}} + 2 \cdot (M_2 - \min(M_2, K^{(2)}))$	$\min(M_1, K^{(2)}) - 1$	$\min(M_2, K^{(2)}) - 1$

for PUSCH 上的 CSI, 生成两个 UCI 比特序列, $a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$ and $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$ 。所有 CSI 报告的 CSI 字段, 按表 6.3.2.1.2-6 中从上部到下部的顺序, 映射到 UCI 比特序列 $a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$ 从...开始 $a_0^{(1)}$ 。所有 CSI 报告的 CSI 字段, 按表 6.3.2.1.2-7 中从上部到下部的顺序, 映射到 UCI 比特序列 $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$ 从...开始 $a_0^{(2)}$ 。

表6.3.2.1.2-3: CSI报告的CSI字段的映射顺序, CSI第1部分

CSI 报告编号	CSI 领域
CSI 报告#n CSI 第 1 部分	如果报告, 表 6.3.1.1.2-3 / 4/6 中的 CRI 或 SSBRI
	如果报告, 排名指标如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示
	如果报告, 表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 中的第一个 TB 的宽带 CQI
	如果报告, 表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 中的第一个 TB 的子带差分 CQI
	非零宽带幅度系数的指示符 M_l for 图层 l 如表 6.3.1.1.2-5 所示, 如果报告的话
	如果报告, RSRP 如表 6.3.1.1.2-6 所示
	如果报告, 差分 RSRP 如表 6.3.1.1.2-6 所示

表6.3.2.1.2-4: 一个CSI报告的CSI字段的映射顺序, CSI第2部分宽带

CSI 报告编号	CSI 领域
CSI 报告#n CSI 第 2 部分宽带	表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 中第二个 TB 的宽带 CQI, 如果存在和报告的话
	层数指标如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示, 如果报告的话
	PMI 宽带信息字段 X_1 , 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 或 6.3.2.1.2-1 / 2 所示, 从左到右, 如果报告的话
	PMI 宽带信息字段 X_2 , 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 或 6.3.2.1.2-1 / 2 中的从左到右, 如果 pmi-FormatIndicator = widebandPMI 并且如果报告

表6.3.2.1.2-5: 一个CSI报告的CSI字段的映射顺序, CSI第2部分子带

CSI 报告#n 第 2 部分子带	子带差分 CQI, 用于所有偶数子带的第二TB, 子带数量级递增, 如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示, 如果 cqi-FormatIndicator = subbandCQI, 则报告
	PMI 子带信息字段 X_2 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 或 6.3.2.1.2-1 / 2 所示, 如果 pmi-FormatIndicator = subbandPMI, 则报告子带数量增加的所有偶数子带从左到右
	子带差分 CQI, 用于所有奇数子带的第二 TB, 子带数量级递增, 如表 6.3.1.1.2-3 / 4/5 所示, 如果 cqi-FormatIndicator = subbandCQI, 则报告
	PMI 子带信息字段 X_2 如表 6.3.1.1.2-1 / 2 或 6.3.2.1.2-1 / 2 所示, 如果 pmi-FormatIndicator = subbandPMI, 则报告子带数量增加的所有奇数子带从左到右

表6.3.2.1.2-6: CSI报告到UCI比特序列的映射顺序 $a_0^{(1)}, a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}, \dots, a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$, 两部分CSI报告

UCI 位序列	CSI 报告编号
$a_0^{(1)}$	CSI 报告#1 的 CSI 第 1 部分, 如表 6.3.2.1.2-3 所示
$a_1^{(1)}$	CSI 报告#2 的 CSI 第 1 部分, 如表 6.3.2.1.2-3 所示
$a_2^{(1)}$	
$a_3^{(1)}$	
\vdots	...
$a_{A^{(1)}-1}^{(1)}$	CSI 报告的第 1 部分#n 如表 6.3.2.1.2-3 所示

其中 CSI 报告#1, CSI 报告#2, ..., 表 6.3.2.1.2-6 中的 CSI 报告#n 对应于根据[6, TS38]的子条款 5.2.5 按 CSI 报告优先级值递增顺序的 CSI 报告 0.214。

表6.3.2.1.2-7: CSI报告到UCI比特序列的映射顺序 $a_0^{(2)}, a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, a_3^{(2)}, \dots, a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$,
两部分CSI报告

UCI 位序列	CSI 报告编号
$a_0^{(2)}$ $a_1^{(2)}$ $a_2^{(2)}$ $a_3^{(2)}$ \vdots $a_{A^{(2)}-1}^{(2)}$	CSI 报告#1, CSI 第2部分宽带, 如表 6.3.2.1.2-4 所示 如果 CSI 报告#1 存在 CSI 第2部分
	CSI 报告#2, CSI 第2部分宽带, 如表 6.3.2.1.2-4 所示 如果 CSI 报告#2 存在 CSI 第2部分
	...
	CSI 报告#n, CSI 第2部分宽带, 如表 6.3.2.1.2-4 所示 如果 CSI 报告#n 存在 CSI 第2部分
	CSI 报告#1, CSI 第2部分子带, 如表 6.3.2.1.2-5 所示 如果 CSI 报告#1 存在 CSI 第2部分
	CSI 报告#2, CSI 第2部分子带, 如表 6.3.2.1.2-5 所示 如果 CSI 报告#2 存在 CSI 第2部分
	...
	CSI 报告#n, CSI 第2部分子带, 如表 6.3.2.1.2-5 所示 如果 CSI 报告#n 存在 CSI 第2部分

其中 CSI 报告#1, CSI 报告#2, ..., 表 6.3.2.1.2-7 中的 CSI 报告#n 对应于根据[6, TS38]的子条款 5.2.5 按 CSI 报告优先级值递增顺序的 CSI 报告 0.214。

6.3.2.2 代码块分割和 CRC 附件

用, 表示有效载荷的位数 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$, where A 是有效载荷大小。 6.3.2.2.1 中的流程适用 $A \geq 12$ 以及 6.3.2.2.2 的流程适用于 $A \leq 11$ 。

6.3.2.2.1 UCI 由 Polar 代码编码

根据 6.3.1.2.1 的规定执行代码块分割和 CRC 附着。

6.3.2.2.2 UCI 由短码的信道编码来完成编码

适用 6.3.1.2.2 的流程。

6.3.2.3 UCI 的信道编码

6.3.2.3.1 UCI 由 Polar 代码编码

除了速率匹配输出序列长度之外, 根据子条款 6.3.1.3.1 执行信道编码 E_r 在 6.3.2.4.1 中给出。

6.3.2.3.2 UCI 由短码的信道编码来完成编码

信息比特被传送到信道编码块。 他们用表示 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$, where K 是位数。

信息比特根据 5.3.3 条款进行编码。

在编码之后, 比特用表示 $d_0, d_1, d_2, d_3, \dots, d_{N-1}$, where N 是编码位的数量。

6.3.2.4 速率匹配

6.3.2.4.1 UCI 由 Polar 代码编码

6.3.2.4.1.1 HARQ-ACK

for 具有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 HARQ-ACK 传输, 用于 HARQ-ACK 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 Q'_{ACK} , 确定如下:

$$Q'_{\text{ACK}} = \min \left\{ \left\lceil \frac{(O_{\text{ACK}} + L_{\text{ACK}}) \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} \cdot \sum_{l=0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)}{\sum_{r=0}^{C_{\text{UL-SCH}}-1} K_r} \right\rceil, \left\lceil \alpha \cdot \sum_{l=l_0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \right\rceil \right\}$$

where

- O_{ACK} 是 HARQ-ACK 比特的数量;
- if $O_{\text{ACK}} \geq 360$, $L_{\text{ACK}} = 11$; 除此以外 L_{ACK} 是根据 6.3.1.2.1 规定的 HARQ-ACK 的 CRC 比特数;
- $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{HARQ-ACK}}$;
- $C_{\text{UL-SCH}}$ 是 PUSCH 传输的 UL-SCH 的码块数;
- 如果调度 PUSCH 传输的 DCI 格式包括指示 UE 不发送的 CBGTI 字段 r 第代码块, $K_r = 0$; 除此以外, K_r 是个 r -PUSCH 传输的 UL-SCH 的码块大小;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 传输的预定带宽, 表示为多个子载波;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$ 是 OFDM 符号中的子载波的数量 l 在 PUSCH 传输中携带 PTRS;
- $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)$ 是可用于在 OFDM 符号中传输 UCI 的资源单元的数量 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$, 在 PUSCH 传输和 $N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 的 OFDM 符号的总数, 包括用于 DMRS 的所有 OFDM 符号;
 - for 任何携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = 0$;
 - for 任何不携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$;
- α 由更高层参数缩放配置;
- l_0 是在 PUSCH 传输中在第一 DMRS 符号之后不携带 PUSCH 的 DMRS 的第一 OFDM 符号的符号索引。

for 没有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 HARQ-ACK 传输, 用于 HARQ-ACK 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 Q'_{ACK} , 确定如下:

$$Q'_{\text{ACK}} = \min \left\{ \left\lceil \frac{(O_{\text{ACK}} + L_{\text{ACK}}) \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{R \cdot Q_m} \right\rceil, \left\lceil \alpha \cdot \sum_{l=l_0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \right\rceil \right\}$$

where

- O_{ACK} 是 HARQ-ACK 比特的数量;
- if $O_{ACK} \geq 360$, $L_{ACK} = 11$; 除此以外 L_{ACK} 是根据 6.3.1.2.1 规定的 HARQ-ACK 的 CRC 比特数;
- $\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{HARQ-ACK}$;
- M_{sc}^{PUSCH} 是 PUSCH 传输的预定带宽, 表示为多个子载波;
- $M_{sc}^{PT-RS}(l)$ 是 OFDM 符号中的子载波的数量 l 在 PUSCH 传输中携带 PTRS;
- $M_{sc}^{UCI}(l)$ 是可用于在 OFDM 符号中传输 UCI 的资源单元的数量 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{symbol}^{PUSCH} - 1$, 在 PUSCH 传输和 N_{symbol}^{PUSCH} 是 PUSCH 的 OFDM 符号的总数, 包括用于 DMRS 的所有 OFDM 符号;
- for 任何携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{sc}^{UCI}(l) = 0$;
- for 任何不携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{sc}^{UCI}(l) = M_{sc}^{PUSCH} - M_{sc}^{PT-RS}(l)$;
- l_0 在 PUSCH 传输中, 在第一 DMRS 符号之后, 不携带 PUSCH 的 DMRS 的第一 OFDM 符号的符号索引;
- R 是 PUSCH 的编码率, 根据[6, TS38.214]的 6.1.4.1 的规定确定;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序;
- α 由更高层参数缩放配置。

速率匹配的输入比特序列是 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$ where r 是代码块编号, 和 N_r 是代码块编号中的编码位数 r .

通过设置根据子条款 5.4.1 执行速率匹配 $I_{BL} = 1$ 和速率匹配输出序列长度 $E_r = \lfloor E_{UCI} / C_{UCI} \rfloor$, where

- C_{UCI} 是根据 5.2.1 确定的 UCI 代码块的数量;
- N_L 是 PUSCH 的传输层数;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序;
- $E_{UCI} = N_L \cdot Q'_{ACK} \cdot Q_m$.

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, \dots, f_{r(E_r-1)}$ where E_r 是代码块编号中速率匹配输出序列的长度 r .

6.3.2.4.1.2 CSI 第 1 部分

for 具有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 CSI 第 1 部分传输, CSI 部分 1 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 $Q'_{CSI-part1}$, 确定如下:

$$Q'_{CSI-1} = \min \left\{ \left\lceil \frac{(O_{CSI-1} + L_{CSI-1}) \cdot \beta_{offset}^{PUSCH} \cdot \sum_{l=0}^{N_{symbol}^{PUSCH}-1} M_{sc}^{UCI}(l)}{\sum_{r=0}^{C_{UL-SCH}-1} K_r} \right\rceil, \left\lceil \alpha \cdot \sum_{l=0}^{N_{symbol}^{PUSCH}-1} M_{sc}^{UCI}(l) \right\rceil - Q'_{ACK} \right\}$$

where

- $O_{\text{CSI-1}}$ 是 CSI 第 1 部分的位数;
- if $O_{\text{CSI-1}} \geq 360$, $L_{\text{CSI-1}} = 11$; 除此以外 $L_{\text{CSI-1}}$ 是根据 6.3.1.2.1 确定的 CSI 部分 1 的 CRC 比特数;
- $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-part1}}$;
- $C_{\text{UL-SCH}}$ 是 PUSCH 传输的 UL-SCH 的码块数;
- 如果调度 PUSCH 传输的 DCI 格式包括指示 UE 不发送的 CBGTI 字段 r 第代码块, $K_r = 0$; 除此以外, K_r 是个 r -PUSCH 传输的 UL-SCH 的码块大小;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 传输的预定带宽, 表示为多个子载波;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$ 是 OFDM 符号中的子载波的数量 l 在 PUSCH 传输中携带 PTRS;
- Q'_{ACK} 是如果 HARQ-ACK 信息比特的数量大于 2, 则在 PUSCH 上发送的 HARQ-ACK 的每层的编码调制符号的数量, 并且 $Q'_{\text{ACK}} = \sum_{l=0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\text{ACK}}(l)$ 如果 HARQ-ACK 信息比特的数量不超过 2 比特, 则其中 $\bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\text{ACK}}(l)$ 是用于 OFDM 符号中的潜在 HARQ-ACK 传输的预留资源单元的数量 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$, 在 PUSCH 传输中, 在 6.2.7 中定义;
- $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)$ 是可用于在 OFDM 符号中传输 UCI 的资源单元的数量 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$, 在 PUSCH 传输和 $N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 的 OFDM 符号的总数, 包括用于 DMRS 的所有 OFDM 符号;
- for 任何携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = 0$;
- for 任何不携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$;
- α 由更高层参数缩放配置。

for 没有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 CSI 第 1 部分传输, CSI 部分 1 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 $Q'_{\text{CSI-part1}}$, 确定如下:

如果在 PUSCH 上发送 CSI 第 2 部分,

$$Q'_{\text{CSI-1}} = \min \left\{ \left\lceil \frac{(O_{\text{CSI-1}} + L_{\text{CSI-1}}) \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{R \cdot Q_m} \right\rceil, \sum_{l=0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - Q'_{\text{ACK}} \right\}$$

else

$$Q'_{\text{CSI-1}} = \sum_{l=0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - Q'_{\text{ACK}}$$

end if

where

- $O_{\text{CSI-1}}$ 是 CSI 第 1 部分的位数;

- if $O_{\text{CSI-1}} \geq 360$, $L_{\text{CSI-1}} = 11$; 除此以外 $L_{\text{CSI-1}}$ 是根据 6.3.1.2.1 确定的 CSI 部分 1 的 CRC 比特数;
- $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-part1}}$;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 传输的预定带宽, 表示为多个子载波;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$ 是 OFDM 符号中的子载波的数量 l 在 PUSCH 传输中携带 PTRS;
- Q'_{ACK} 是如果 HARQ-ACK 信息比特的数量大于 2, 则在 PUSCH 上发送的 HARQ-ACK 的每层的编码调制符号的数量, 并且 $Q'_{\text{ACK}} = \sum_{l=0}^{N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}}-1} \bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\text{ACK}}(l)$ 如果 HARQ-ACK 信息比特的数量不超过 2 比特, 则其中 $\bar{M}_{\text{sc,rvd}}^{\text{ACK}}(l)$ 是用于 OFDM 符号中的潜在 HARQ-ACK 传输的预留资源单元的数量 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$, 在 PUSCH 传输中, 在 6.2.7 中定义;
- $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)$ 是可用于在 OFDM 符号中传输 UCI 的资源单元的数量 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$, 在 PUSCH 传输和 $N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 的 OFDM 符号的总数, 包括用于 DMRS 的所有 OFDM 符号;
 - for 任何携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = 0$;
 - for 任何不携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$;
- R 是 PUSCH 的编码率, 根据[6, TS38.214]的 6.1.4.1 的规定确定;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序。

速率匹配的输入比特序列是 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$ where r 是代码块编号, 和 N_r 是代码块编号中的编码位数 r .

通过设置根据子条款 5.4.1 执行速率匹配 $I_{\text{BL}} = 1$ 和速率匹配输出序列长度 $E_r = \lfloor E_{\text{UCI}} / C_{\text{UCI}} \rfloor$, where

- C_{UCI} 是根据 5.2.1 确定的 UCI 代码块的数量;
- N_L 是 PUSCH 的传输层数;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序;
- $E_{\text{UCI}} = N_L \cdot Q'_{\text{CSI-1}} \cdot Q_m$.

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, \dots, f_{r(E_r-1)}$ where E_r 是代码块编号中速率匹配输出序列的长度 r .

6.3.2.4.1.3 CSI 第 2 部分

for 具有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 CSI 第 2 部分传输, CSI 部分 2 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 $Q'_{\text{CSI-part2}}$, 确定如下:

$$Q'_{\text{CSI-2}} = \min \left\{ \left\lceil \frac{(O_{\text{CSI-2}} + L_{\text{CSI-2}}) \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} \cdot \sum_{l=0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)}{\sum_{r=0}^{C_{\text{UL-SCH}}-1} K_r} \right\rceil, \left\lceil \alpha \cdot \sum_{l=0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) \right\rceil - Q'_{\text{ACK}} - Q'_{\text{CSI-1}} \right\}$$

where

- $O_{\text{CSI-2}}$ 是 CSI 第 2 部分的位数;
- if $O_{\text{CSI-2}} \geq 360$, $L_{\text{CSI-2}} = 11$; 除此以外 $L_{\text{CSI-2}}$ 是根据 6.3.1.2.1 确定的 CSI 部分 2 的 CRC 比特数;
- $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-part2}}$;
- $C_{\text{UL-SCH}}$ 是 PUSCH 传输的 UL-SCH 的码块数;
- 如果调度 PUSCH 传输的 DCI 格式包括指示 UE 不发送的 CBGTI 字段 r 第代码块, $K_r = 0$; 除此以外, K_r 是个 r - PUSCH 传输的 UL-SCH 的码块大小;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 传输的预定带宽, 表示为多个子载波;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$ 是 OFDM 符号中的子载波的数量 l 在 PUSCH 传输中携带 PTRS;
- Q'_{ACK} 是如果 HARQ-ACK 信息比特的数量大于 2, 则在 PUSCH 上发送的 HARQ-ACK 的每层的编码调制符号的数量, 并且 $Q'_{\text{ACK}} = 0$ 若 HARQ-ACK 信息比特数为 1 或 2 比特;
- $Q'_{\text{CSI-1}}$ 是在 PUSCH 上发送的 CSI 部分 1 的每层编码调制符号的数量;
- $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)$ 是可用于在 OFDM 符号中传输 UCI 的资源单元的数量 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$, 在 PUSCH 传输和 $N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 的 OFDM 符号的总数, 包括用于 DMRS 的所有 OFDM 符号;
 - for 任何携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = 0$;
 - for 任何不携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$.
- α 由更高层参数缩放配置。

for 没有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 CSI 第 2 部分传输, CSI 部分 2 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 $Q'_{\text{CSI-part2}}$, 确定如下:

$$Q'_{\text{CSI-2}} = \sum_{l=0}^{N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) - Q'_{\text{ACK}} - Q'_{\text{CSI-1}}$$

where

- $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 传输的预定带宽, 表示为多个子载波;
- $M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$ 是 OFDM 符号中的子载波的数量 l 在 PUSCH 传输中携带 PTRS;

- Q'_{ACK} 是如果 HARQ-ACK 信息比特的数量大于 2, 则在 PUSCH 上发送的 HARQ-ACK 的每层的编码调制符号的数量, 并且 $Q'_{\text{ACK}} = 0$ 若 HARQ-ACK 信息比特数为 1 或 2 比特;
- $Q'_{\text{CSI-1}}$ 是在 PUSCH 上发送的 CSI 部分 1 的每层编码调制符号的数量;
- $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l)$ 是可用于在 OFDM 符号中传输 UCI 的资源单元的数量 l , 为 $l = 0, 1, 2, \dots, N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}} - 1$, 在 PUSCH 传输和 $N_{\text{sym,all}}^{\text{PUSCH}}$ 是 PUSCH 的 OFDM 符号的总数, 包括用于 DMRS 的所有 OFDM 符号;
- for 任何携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = 0$;
- for 任何不携带 PUSCH 的 DMRS 的 OFDM 符号, $M_{\text{sc}}^{\text{UCI}}(l) = M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - M_{\text{sc}}^{\text{PT-RS}}(l)$.

速率匹配的输入比特序列是 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$ where r 是代码块编号, 和 N_r 是代码块编号中的编码位数 r .

通过设置根据子条款 5.4.1 执行速率匹配 $I_{\text{BLL}} = 1$ 和速率匹配输出序列长度 $E_r = \lfloor E_{\text{UCI}} / C_{\text{UCI}} \rfloor$, where

- C_{UCI} 是根据 5.2.1 确定的 UCI 代码块的数量;
- N_L 是 PUSCH 的传输层数;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序;
- $E_{\text{UCI}} = N_L \cdot Q'_{\text{CSI-2}} \cdot Q_m$.

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, \dots, f_{r(E_r-1)}$ where E_r 是代码块编号中速率匹配输出序列的长度 r .

6.3.2.4.2 UCI 由短码的信道编码来完成编码

6.3.2.4.2.1 HARQ-ACK

for 具有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 HARQ-ACK 传输, 用于 HARQ-ACK 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 Q'_{ACK} , 根据 6.3.2.4.1.1 的规定, 通过设置 CRC 位的数量来确定 $L = 0$.

速率匹配的输入比特序列是 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$.

通过设置速率匹配输出序列长度, 根据子条款 5.4.3 执行速率匹配 $E = N_L \cdot Q'_{\text{ACK}} \cdot Q_m$, where

- N_L 是 PUSCH 的传输层数;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序。

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$.

6.3.2.4.2.2 CSI 第 1 部分

for 具有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 CSI 第 1 部分传输, CSI 部分 1 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 $Q'_{\text{CSI-1}}$, 根据 6.3.2.4.1.2 的规定, 通过设置 CRC 位的数量来确定 $L = 0$.

通过设置速率匹配输出序列长度, 根据子条款 5.4.3 执行速率匹配 $E = N_L \cdot Q'_{\text{CSI-1}} \cdot Q_m$, where

- N_L 是 PUSCH 的传输层数;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序。

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$ 。

6.3.2.4.2.3 CSI 第 2 部分

具有 UL-SCH 的 PUSCH 上的 CSI 第 2 部分传输, CSI 部分 2 传输的每层的编码调制符号的数量, 表示为 $Q'_{\text{CSI},2}$, 根据 6.3.2.4.1.3 的规定, 通过设置 CRC 位的数量来确定 $L = 0$ 。

通过设置速率匹配输出序列长度, 根据子条款 5.4.3 执行速率匹配 $E = N_L \cdot Q'_{\text{CSI},2} \cdot Q_m$, where

- N_L 是 PUSCH 的传输层数;
- Q_m 是 PUSCH 的调制顺序。

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$ 。

6.3.2.5 代码块连接

代码块级联根据子条款 6.3.1.5 执行, 但值的除外 E_{UCI} and C_{UCI} 在 6.3.2.4.1 中给出。

6.3.2.6 将编码的 UCI 比特多路复用到 PUSCH

根据子条款 6.2.7 中的过程将编码的 UCI 比特多路复用到 PUSCH 上。

7 下行链路传输信道和控制信息

7.1 广播信道

数据以每 80ms 最多一个传输块的形式到达编码单元。可以识别以下编码步骤:

- 有效负载生成
- 扰码
- 传输块 CRC 附件
- 信道编码
- 速率匹配

7.1.1 PBCH 有效负载生成

表示传送到第 1 层的传输块中的位 $\bar{a}_0, \bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3, \dots, \bar{a}_{\bar{A}-1}$, where \bar{A} 是更高层生成的有效负载大小。最低位信息位 \bar{a}_0 被映射到传输块的最高有效位, 如[8, TS 38.321]的子条款[6.1.4]中所定义。

生成以下附加定时相关的 PBCH 有效载荷比特 $\bar{a}_{\bar{A}}, \bar{a}_{\bar{A}+1}, \bar{a}_{\bar{A}+2}, \bar{a}_{\bar{A}+3}, \dots, \bar{a}_{\bar{A}+7}$, 其中:

- $\bar{a}_{\bar{A}}, \bar{a}_{\bar{A}+1}, \bar{a}_{\bar{A}+2}, \bar{a}_{\bar{A}+3}$ 分别是 SFN 的 4^{th} , 3^{rd} , 2^{nd} 和 1^{st} LSB;
- $\bar{a}_{\bar{A}+4}$ 是半帧位 \bar{a}_{HFR} ;
- if $L_{\text{SSB}} = 64$

$\bar{a}_{\bar{A}+5}, \bar{a}_{\bar{A}+6}, \bar{a}_{\bar{A}+7}$ 分别是 SS / PBCH 块索引的 6^{th} , 5^{th} 和 4^{th} 比特。

else

$\bar{a}_{\bar{A}+5}$ 是 MSB k_{SSB} 如[4, TS 38.211]第 7.4.3.1 节所定义。

$\bar{a}_{\bar{A}+6}, \bar{a}_{\bar{A}+7}$ 保留。

end if

让 $A = \bar{A} + 8$; $j_{\text{SFN}} = 0$; $j_{\text{HRF}} = 10$; $j_{\text{SSB}} = 11$; $j_{\text{other}} = 14$;

for $i = 0$ to $A - 1$

if \bar{a}_i 是一个 SFN 位

$a_{G(j_{\text{SFN}})} = \bar{a}_i$;

$j_{\text{SFN}} = j_{\text{SFN}} + 1$;

elseif \bar{a}_i 是半无线帧位

$a_{G(j_{\text{HRF}})} = \bar{a}_i$

elseif $\bar{A} + 5 \leq i \leq \bar{A} + 7$

$a_{G(j_{\text{SSB}})} = \bar{a}_i$;

$j_{\text{SSB}} = j_{\text{SSB}} + 1$;

else

$a_{G(j_{\text{Other}})} = \bar{a}_i$;

$j_{\text{Other}} = j_{\text{Other}} + 1$;

end if

end for

where L_{SSB} 是根据[5, TS38.213]的子条款 4.1 的半帧中候选 SS / PBCH 块的数量, 以及 $G(j)$ 由表 7.1.1-1 给出。

表7.1.1-1: PBCH有效载荷交织器模式的值 $G(j)$

j	$G(j)$	j	$G(j)$	j	$G(j)$	j	$G(j)$	j	$G(j)$	j	$G(j)$	j	$G(j)$	j	$G(j)$
0	16	4	8	8	24	12	3	16	9	20	14	24	21	28	27
1	23	5	30	9	7	13	2	17	11	21	15	25	22	29	28
2	18	6	10	10	0	14	1	18	12	22	19	26	25	30	29
3	17	7	6	11	5	15	4	19	13	23	20	27	26	31	31

7.1.2 扰码

帧中的 PBCH 传输, 比特序列 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 被扰乱成一个序列 $a'_0, a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_{A-1}$, where $a'_i = (a_i + s_i) \bmod 2$ for $i = 0, 1, \dots, A-1$ and $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s_{A-1}$ 根据以下内容生成:

$i = 0$;

$j = 0$;

while $i < A$

if a_i 对应于属于 SS / PBCH 块索引, 半帧索引以及系统帧号的 2^{nd} 和 3^{rd} 最低有效位的任何一个比特

$s_i = 0$;

else

$s_i = c(j + vM)$;

$j = j + 1$;

end if

$i = i + 1$;

end while

加扰序列 $c(i)$ 由[4, TS38.211]的子条款 5.2.1 给出, 并用 $c_{\text{init}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ 在每个 SFN 开始时满足 $\text{mod}(\text{SFN}, 8) = 0$; $M = A - 3$ for $L = 4$ 或 $L = 8$, 和 $M = A - 6$ for $L = 64$, where L 是根据[5, TS38.213]的子条款 4.1 的半帧中候选 SS / PBCH 块的数量; and v 根据表 7.1.2-1 确定使用其中发送 PBCH 的 SFN 的 3^{rd} 和 2^{nd} LSB。

表7.1.2-1: 的值 v 用于PBCH加扰

$(3^{\text{rd}} \text{ SFN 的 LSB, SFN 的 } 2^{\text{nd}} \text{ LSB})$	的值 v
(0, 0)	0
(0, 1)	1
(1, 0)	2
(1, 1)	3

7.1.3 传输块 CRC 附件

通过循环冗余校验 (CRC) 在 BCH 传输块上提供错误检测。

整个传输块用于计算 CRC 奇偶校验位。 输入比特序列用表示 $a'_0, a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_{A-1}$ 和奇偶校验位 $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$, where A 是有效载荷大小和 L 是奇偶校验位的数量。

根据子条款 5.1 通过设置计算奇偶校验位并将其附加到 BCH 传输块 L 到 24 位并使用生成多项式 $g_{\text{CRC24C}}(D)$, 导致序列 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$, where $B = A + L$ 。

比特序列 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ 是输入比特序列 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$ 到信道编码器, 在 where $c_i = b_i$ for $i = 0, 1, \dots, B-1$ and $K = B$ 。

7.1.4 信道编码

信息比特被传送到信道编码块。他们用表示 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$, where K 是比特数, 它们通过设置根据子条款 5.3.1 通过极化编码进行编码 $n_{\max} = 9$, $I_{LL} = 1$, $n_{PC} = 0$, 和 $n_{PC}^{wm} = 0$.

在编码之后, 比特用表示 $d_0, d_1, d_2, d_3, \dots, d_{N-1}$, where N 是编码位的数量。

7.1.5 速率匹配

速率匹配的输入比特序列是 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$.

速率匹配输出序列长度 $E = 864$.

通过设置根据子条款 5.4.1 执行速率匹配 $I_{BL} = 0$.

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$.

7.2 下行链路共享信道和寻呼信道

7.2.1 传输块 CRC 附件

通过循环冗余校验 (CRC) 在每个传输块上提供错误检测。

整个传输块用于计算 CRC 奇偶校验位。表示传送到第 1 层的传输块中的位 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 和奇偶校验位 $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$, where A 是有效载荷大小和 L 是奇偶校验位的数量。最低位信息位 a_0 被映射到传输块的最高有效位, 如[TS38.321]的子条款 6.1.1 中所定义。

根据子条款 5.1, 通过设置来计算奇偶校验比特并将其附加到 DL-SCH 传输块 L 到 24 位并使用生成多项式 $g_{CRC24A}(D)$ if $A > 3824$; 并通过设置 L 到 16 位并使用生成多项式 $g_{CRC16}(D)$ 除此以外。

CRC 附着后的位用表示 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$, where $B = A + L$.

7.2.2 LDPC 因子图选择

用于具有编码率的传输块的初始传输 R 由 MCS 索引根据[6, TS 38.214]中的子条款 5.1.3.1 指示并随后重新传输相同的传输块, 传输块的每个代码块根据以下内容用 LDPC 因子图 1 或 2 编码:

- if $A \leq 292$, elseif $A \leq 3824$ and $R \leq 0.67$, elseif $R \leq 0.25$, 使用 LDPC 因子图 2;
- 否则, 使用 LDPC 因子图 1,

where A 是 7.2.1 中的有效载荷大小。

7.2.3 代码块分段和代码块 CRC 附件

输入到代码块分段的比特表示为 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ where B 是传输块中的位数 (包括 CRC)。

根据子条款 5.2.2 执行代码块分段和代码块 CRC 附加。

代码块分割后的位用表示 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$, where r 是代码块编号和 K_r 是代码块编号的位数 r 根据 5.2.2 的规定。

7.2.4 信道编码

代码块被传送到信道编码块。代码块中的位用表示 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$, where r 是代码块编号, 和 K_r 是代码块编号中的位数 r 。代码块的总数用表示 C 每个代码块根据 5.3.2 的规定单独进行 LDPC 编码。

在编码之后, 比特用表示 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$, 其中的价值 N_r 在 5.3.2 中给出。

7.2.5 速率匹配

每个代码块的编码位, 表示为 $d_{r0}, d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{r(N_r-1)}$, 被送到费率匹配区, 在 where r 是代码块编号, 和 N_r 是代码块编号中的编码位数 r 。代码块的总数用表示 C 每个代码块按照 5.4.2 的设置单独进行速率匹配 $I_{LBRM} = 1$ 。

在速率匹配之后, 比特用表示 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, f_{r3}, \dots, f_{r(E_r-1)}$, where E_r 是代码块编号的速率匹配位数 r 。

7.2.6 代码块连接

码块级联块的输入比特序列是序列 $f_{r0}, f_{r1}, f_{r2}, f_{r3}, \dots, f_{r(E_r-1)}$, 为 $r = 0, \dots, C-1$ 在 where E_r 是速率匹配位的数量 r - 代码块。

根据子条款 5.5 执行代码块级联。

代码块级联后的位用表示 $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{G-1}$, where G 是传输的编码比特总数。

7.3 下行链路控制信息

DCI 利用一个 RNTI 传输一个或多个小区的下行链路控制信息。

可以识别以下编码步骤:

- 信息单元复用
- CRC 附件
- 信道编码
- 速率匹配

7.3.1 DCI 格式

支持表 7.3.1-1 中定义的 DCI 格式。

表 7.3.1-1: DCI 格式

DCI 格式	用法
0_0	在一个小区中调度 PUSCH
0_1	在一个小区中调度 PUSCH
1_0	在一个小区中调度 PDSCH
1_1	在一个小区中调度 PDSCH
2_0	通知一组 UE 的时隙格式
2_1	向 UE 群组通知 UE 可以假设没有传输的 PRB 和 OFDM 符号旨在用于 UE
2_2	用于 PUCCH 和 PUSCH 的 TPC 命令的传输
2_3	由一个或多个 UE 传输用于 SRS 传输的一组 TPC 命令

以下 DCI 格式中定义的字段映射到信息位 a_0 to a_{A-1} 如下。

每个字段按照它在描述中出现的顺序进行映射, 包括零填充位 (如果有), 第一个字段映射到最低位信息位 a_0 每个连续的字段映射到更高阶的信息比特。每个字段的最高有效位映射到该字段的最低位信息位, 例如, 第一个字段的最高有效位映射到 a_0 。

如果 DCI 格式中的信息比特数小于 12 比特, 则应将零附加到 DCI 格式, 直到有效载荷大小等于 12。

7.3.1.1 用于调度 PUSCH 的 DCI 格式

7.3.1.1.1 格式 0_0

DCI 格式 0_0 用于在一个小区中调度 PUSCH。

通过 DCI 格式 0_0 发送以下信息, 其中 CRC 由 C-RNTI 或 CS-RNTI 或 new-RNTI 加扰:

- DCI 格式的标识符 - 1 位
 - 该位字段的值始终设置为 0, 表示 UL DCI 格式
- 频域资源分配 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{UL,BWP}(N_{RB}^{UL,BWP}+1)/2) \rceil$ 位在 where
 - $N_{RB}^{UL,BWP}$ 在 UE 特定搜索空间中监视 DCI 格式 0_0 并且满足的情况下, 是活动 UL 带宽部分的大小
 - for 小区, 每个时隙监视的不同 DCI 大小的总数不超过 4 个
 - for 小区, 每个时隙监视的 C-RNTI 的不同 DCI 大小的总数不超过 3
- 除此以外, $N_{RB}^{UL,BWP}$ 是初始 UL 带宽部分的大小。
- for 资源分配类型为 1 的 PUSCH 跳跃:
 - N_{UL_hop} MSB 比特用于根据[6, TS 38.214]的子条款 6.3 来指示频率偏移, 其中 $N_{UL_hop}=1$ 如果较高层参数 frequencyHoppingOffsetLists 包含两个偏移值和 $N_{UL_hop}=2$ 如果较高层参数 frequencyHoppingOffsetLists 包含四个偏移值
 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{UL,BWP}(N_{RB}^{UL,BWP}+1)/2) \rceil - N_{UL_hop}$ 比特根据[6, TS 38.214]的 6.1.2.2.2 的子条款提供频域资源分配
- for 资源分配类型为 1 的非 PUSCH 跳跃:
 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{UL,BWP}(N_{RB}^{UL,BWP}+1)/2) \rceil$ 比特根据[6, TS 38.214]的 6.1.2.2.2 的子条款提供频域资源分配
- 时域资源分配 - [6, TS 38.214]第 6.1.2.1 节中定义的 4 比特
- 跳频标志 - 1 位。
- 调制和编码方案 - [6, TS 38.214]的 6.1.3 中定义的 5 比特
- 新数据指标 - 1 位
- 冗余版本 - 表 7.3.1.1.1-2 中定义的 2 位
- HARQ 进程号 - 4 位
- 用于调度的 PUSCH 的 2 个 TPC 命令 - 在[5, TS 38.213]的子条款 7.1.1 中定义的 2 比特
- 填充位, 如果需要。
- UL / SUL 指示符 - for 在表 7.3.1.1.1-1 中定义的小区中配置有 SUL 的 UE, 1 比特, 填充前 DCI 格式 1_0 的比特数大于填充前 DCI 格式 0_0 的比特数; 否则为 0 位。 UL / SUL 指示符 (如果存在) 位于填充比特之后的 DCI 格式 0_0 的最后比特位置。
- 如果 UL / SUL 指示符以 DCI 格式 0_0 存在并且在 UL 和 SUL 上未配置更高层参数 pusch-Config, 则 UE 忽略 DCI 格式 0_0 中的 UL / SUL 指示符字段, 以及由 DCI 调度的相应 PUSCH。格式 0_0 用于配置高层参数 pucch-Config 的 UL 或 SUL;

- 如果 UL / SUL 指示符不存在于 DCI 格式 0_0 中, 则由 DCI 格式 0_0 调度的对应 PUSCH 用于配置了高层参数 pucch-Config 的 UL 或 SUL。

以下信息通过 DCI 格式 0_0 传输, CRC 由 TC-RNTI 加扰:

- DCI 格式的标识符 - 1 位
- 该位字段的值始终设置为 0, 表示 UL DCI 格式
- 频域资源分配 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{UL,BWP}(N_{RB}^{UL,BWP} + 1)/2) \rceil$ 位在 where
 - $N_{RB}^{UL,BWP}$ 是初始 UL 带宽部分的大小。
 - for 资源分配类型为 1 的 PUSCH 跳跃:
 - N_{UL_hop} MSB 比特用于根据[6, TS 38.214]的子条款 6.3 来指示频率偏移, 其中 $N_{UL_hop} = 1$ if $N_{RB}^{UL,BWP} < 50$ and $N_{UL_hop} = 2$ 除此以外
 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{UL,BWP}(N_{RB}^{UL,BWP} + 1)/2) \rceil - N_{UL_hop}$ 比特根据[6, TS 38.214]的 6.1.2.2.2 的子条款提供频域资源分配
 - for 资源分配类型为 1 的非 PUSCH 跳跃:
 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{UL,BWP}(N_{RB}^{UL,BWP} + 1)/2) \rceil$ 比特根据[6, TS 38.214]的 6.1.2.2.2 的子条款提供频域资源分配
- 时域资源分配 - [6, TS 38.214]第 6.1.2.1 节中定义的 4 比特
- 跳频标志 - 1 位。
- 调制和编码方案 - [6, TS 38.214]的 6.1.3 中定义的 5 比特, 使用表 5.1.3.1-1
- 新数据指示器 - 1 位, 保留
- 冗余版本 - 表 7.3.1.1.1-2 中定义的 2 位
- HARQ 进程号 - 4 位, 保留
- 用于调度的 PUSCH 的 2 个 TPC 命令 - 在[5, TS 38.213]的子条款 7.1.1 中定义的 2 比特
- 填充位, 如果需要。
- UL / SUL 指示符 - 如果小区具有两个 UL, 则 1 比特, 并且填充之前 DCI 格式 1_0 的比特数大于填充之前 DCI 格式 0_0 的比特数; 否则为 0 位。 UL / SUL 指示符 (如果存在) 位于填充比特之后的 DCI 格式 0_0 的最后比特位置。
 - 如果 1 比特, 保留, 并且相应的 PUSCH 总是在与先前相同 TB 的传输相同的 UL 载波上

如果在公共搜索空间中监视 DCI 格式 0_0 并且如果在填充之前 DCI 格式 0_0 中的信息比特数小于在公共搜索空间中监视用于调度相同服务小区的 DCI 格式 1_0 的有效载荷大小, 则零被附加到 DCI 格式 0_0, 直到有效载荷大小等于 DCI 格式 1_0 的大小。

如果在公共搜索空间中监视 DCI 格式 0_0 并且如果在填充之前 DCI 格式 0_0 中的信息比特的数量大于在公共搜索空间中监视的用于调度相同服务小区的 DCI 格式 1_0 的有效载荷大小, 则比特宽度通过截断前几个最高有效位使 DCI 格式 0_0 的大小等于 DCI 格式 1_0 的大小来减少 DCI 格式 0_0 中的频域资源分配字段。

如果在 UE 特定搜索空间中监视 DCI 格式 0_0 但是不满足以下中的至少一个

- 对于 小区, 每个时隙监视的不同 DCI 大小的总数不超过 4 个

- 对于 小区, 每个时隙监视的 C-RNTI 的不同 DCI 大小的总数不超过 3

如果在填充之前 DCI 格式 0_0 中的信息比特数小于在公共搜索空间中监视用于调度相同服务小区的 DCI 格式 1_0 的有效载荷大小, 则应将零附加到 DCI 格式 0_0 直到有效载荷大小等于 DCI 格式 1_0 的大小。

如果在 UE 特定搜索空间中监视 DCI 格式 0_0 但是不满足以下中的至少一个

- 对于 小区, 每个时隙监视的不同 DCI 大小的总数不超过 4 个
- 对于 小区, 每个时隙监视的 C-RNTI 的不同 DCI 大小的总数不超过 3

如果在填充之前 DCI 格式 0_0 中的信息比特数大于在公共搜索空间中监视用于调度相同服务小区的 DCI 格式 1_0 的有效载荷大小, 则 DCI 中频域资源分配字段的比特宽度通过截断前几个最高有效位来减少格式 0_0, 使得 DCI 格式 0_0 的大小等于 DCI 格式 1_0 的大小。

如果在 UE 特定搜索空间中监视 DCI 格式 0_0 并且满足以下两者

- 对于 小区, 每个时隙监视的不同 DCI 大小的总数不超过 4 个
- 对于 小区, 每个时隙监视的 C-RNTI 的不同 DCI 大小的总数不超过 3

如果在填充之前 DCI 格式 0_0 中的信息比特数小于在 UE 特定搜索空间中监视用于调度相同服务小区的 DCI 格式 1_0 的有效载荷大小, 则应将零附加到 DCI 格式 0_0, 直到有效载荷大小等于 DCI 格式 1_0 的大小。

表7.3.1.1.1-1: UL / SUL指标

UL / SUL 指标的价值	上行
0	非补充上行链路
1	补充上行链路

表7.3.1.1.1-2: 冗余版本

冗余版本字段的值	的值 rv_{id} 要施加
00	0
01	1
10	2
11	3

7.3.1.1.2 格式 0_1

DCI 格式 0_1 用于在一个小区中调度 PUSCH。

通过 DCI 格式 0_1 发送以下信息, 其中 CRC 由 C-RNTI 或 CS-RNTI 或 SP-CSI-RNTI 或 new-RNTI 加扰:

- DCI 格式的标识符 - 1 位
 - 该位字段的值始终设置为 0, 表示 UL DCI 格式
- 载波指示符 - 0 或 3 比特, 如[5, TS38.213]的子条款 10.1 中所定义。
- UL / SUL 指示符 - 对于 未在小区中配置有 SUL 的 UE 或者在小区中配置有 SUL 但在小区中仅配置 PUCCH 载波的 UE 配置用于 PUSCH 传输的 0 比特; 对于 在小区中配置了 SUL 的 UE, 1 比特, 如表 7.3.1.1.1-1 中所定义。
- 带宽部分指示符 - 由 UL BWP 的数量确定的 0, 1 或 2 比特 $n_{\text{BWP,RRC}}$ 由更高层配置, 不包括初始 UL 带宽部分。该字段的位宽确定为 $\lceil \log_2(n_{\text{BWP}}) \rceil$ 位, 在 where

- $n_{\text{BWP}} = n_{\text{BWP,RRC}} + 1$ if $n_{\text{BWP,RRC}} \leq 3$ 在这种情况下, 带宽部分指示符等于更高层参数 BWP-Id;
- 除此以外 $n_{\text{BWP}} = n_{\text{BWP,RRC}}$ 在这种情况下, 带宽部分指示符在表 7.3.1.1.2-1 中定义;

如果 UE 不支持经由 DCI 的活动 BWP 改变, 则 UE 忽略该比特字段。

- 频域资源分配 - 由以下各项确定的比特数, 其中 $N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}}$ 是有效 UL 带宽部分的大小:
 - N_{RBG} 如果仅配置资源分配类型 0, 则为位 N_{RBG} 在[6, TS 38.214]的 6.1.2.2.1 中定义,
 - $\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}} + 1)/2) \rceil$ 如果仅配置资源分配类型 1, 则为位, 或 $\max(\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}} + 1)/2) \rceil, N_{\text{RBG}}) + 1$ 如果配置了资源分配类型 0 和 1, 则为位。
 - 如果配置了资源分配类型 0 和 1, 则 MSB 比特用于指示资源分配类型 0 或资源分配类型 1, 其中比特值 0 表示资源分配类型 0, 比特值 1 表示资源分配类型 1。
 - 对于 资源分配类型 0, N_{RBG} LSB 提供[6, TS 38.214]的 6.1.2.2.1 中定义的资源分配。
 - 对于 资源分配类型 1, $\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}} + 1)/2) \rceil$ LSB 提供如下资源分配:
 - 对于 资源分配类型为 1 的 PUSCH 跳跃:
 - $N_{\text{UL_hop}}$ MSB 比特用于根据[6, TS 38.214]的子条款 6.3 来指示频率偏移, 其中 $N_{\text{UL_hop}} = 1$ 如果较高层参数 frequencyHoppingOffsetLists 包含两个偏移值和 $N_{\text{UL_hop}} = 2$ 如果较高层参数 frequencyHoppingOffsetLists 包含四个偏移值
 - $\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}} + 1)/2) \rceil - N_{\text{UL_hop}}$ 比特根据[6, TS 38.214]的 6.1.2.2.2 的子条款提供频域资源分配
 - 对于 资源分配类型为 1 的非 PUSCH 跳跃:
 - $\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL,BWP}} + 1)/2) \rceil$ 比特根据[6, TS 38.214]的 6.1.2.2.2 的子条款提供频域资源分配

如果“带宽部分指示符”字段指示除活动带宽部分之外的带宽部分并且如果资源分配类型 0 和 1 都被配置用于所指示的带宽部分, 则 UE 假定用于所指示的带宽部分的资源分配类型 0 (如果位宽) 有效带宽部分的“频域资源分配”字段小于所指示带宽部分的“频域资源分配”字段的位宽。

- 时域资源分配 - [6, TS38.214]的子条款 6.1.2.1 中定义的 0, 1, 2, 3 或 4 位。该字段的位宽确定为 $\lceil \log_2(I) \rceil$ bits, 其中 I 是更高层参数 pusch-AllocationList 中的条目数。
- 跳频标志 - 0 或 1 位:
 - 如果仅配置资源分配类型 0 或未配置更高层参数 frequencyHopping, 则为 0 位;
 - 根据表 7.3.1.1.2-34 的 1 比特, 否则, 仅适用于资源分配类型 1, 如[6, TS 38.214]的 6.3 中所定义。
- 调制和编码方案 - [6, TS 38.214]第 6.1.4.1 节中定义的 5 位
- 新数据指标 - 1 位
- 冗余版本 - 表 7.3.1.1.1-2 中定义的 2 位
- HARQ 进程号 - 4 位
- 1st下行链路指配索引 - 1 或 2 位:

- 1 位用于半静态 HARQ-ACK 码本;
- 2 比特用于动态 HARQ-ACK 码本。
- 2^{ND} 下行链路指配索引 - 0 或 2 位:
 - 2 个比特用于具有两个 HARQ-ACK 子码本的动态 HARQ-ACK 码本;
 - 否则为 0 位。
- 用于调度 PUSCH 的 TPC 命令 - 在[5, TS38.213]的子条款 7.1.1 中定义的 2 比特
- SRS 资源指标 - $\left\lceil \log_2 \left(\sum_{k=1}^{\min\{L_{\max}^{\text{PUSCH}}, N_{\text{SRS}}\}} \binom{N_{\text{SRS}}}{k} \right) \right\rceil$ 或 $\lceil \log_2(N_{\text{SRS}}) \rceil$ 位, 在 where N_{SRS} 是与值 'codeBook' 或 'nonCodeBook' 的更高层参数使用关联的 SRS 资源集中已配置的 SRS 资源的数量, 以及 L_{\max}^{PUSCH} 是 PUSCH 支持的最大层数。
 - $\left\lceil \log_2 \left(\sum_{k=1}^{\min\{L_{\max}^{\text{PUSCH}}, N_{\text{SRS}}\}} \binom{N_{\text{SRS}}}{k} \right) \right\rceil$ 根据表 7.3.1.1.2-28 / 29/30/31 的比特, 如果更高层参数 txConfig = nonCodebook, 其中 N_{SRS} SRS 资源集中配置的 SRS 资源数与值 “nonCodeBook” 的更高层参数使用率相关联;
 - $\lceil \log_2(N_{\text{SRS}}) \rceil$ 根据表 7.3.1.1.2-32 的比特, 如果更高层参数 txConfig = codebook, 其中 N_{SRS} 是与值 'codeBook' 的更高层参数使用关联的 SRS 资源集中已配置的 SRS 资源的数量。
- 预编码信息和层数 - 由以下因素确定的位数:
 - 如果更高层参数 txConfig = nonCodeBook, 则为 0 位;
 - 1 个天线端口为 0 比特; 高层参数为 txConfig = codebook;
 - 4, 5 或 6 位根据表 7.3.1.1.2-2 为 4 个天线端口, 如果 txConfig = codebook, 则根据更高层参数的值 transformPrecoder, maxRank 和 codebookSubset;
 - 根据表 7.3.1.1.2-3 中的 2, 4 或 5 位用于 4 个天线端口, 如果 txConfig = codebook, 则根据更高层参数的值 transformPrecoder, maxRank 和 codebookSubset;
 - 2 或 4 比特根据表 7.3.1.1.2-4 为 2 个天线端口, 如果 txConfig = codebook, 则根据高层参数 maxRank 和 codebookSubset 的值;
 - 根据表 7.3.1.1.2-5 为 2 个天线端口的 1 或 3 比特, 如果 txConfig = codebook, 则根据更高层参数 maxRank 和 codebookSubset 的值。
- 天线端口 - 由以下各项确定的位数
 - 表 7.3.1.1.2-6 定义的 2 比特, 如果 transformPrecoder = enabled, 则 dmrs-Type = 1, maxLength = 1;
 - 表 7.3.1.1.2-7 定义的 4 比特, 如果 transformPrecoder = enabled, 则 dmrs-Type = 1, maxLength = 2;
 - 表 7.3.1.1.2-8 / 9/10/11 定义的 3 比特, 如果 transformPrecoder = disabled, dmrs-Type = 1, maxLength = 1, 则 rank 的值根据 SRS 资源指示符字段确定如果较高层参数 txConfig = nonCodebook 并且根据预编码信息和层数字段, 如果较高层参数 txConfig = codebook;
 - 表 7.3.1.1.2-12 / 13/14/15 定义的 4 比特, 如果 transformPrecoder = 禁用, dmrs-Type = 1, maxLength = 2, 则根据 SRS 资源指示符字段确定秩的值如果较高层参数 txConfig = nonCodebook 并且根据预编码信息和层数字段, 如果较高层参数 txConfig = codebook;

- 表 7.3.1.1.2-16 / 17/18/19 定义的 4 比特, 如果 transformPrecoder = 禁用, dmrs-Type = 2, 并且 maxLength = 1, 则根据 SRS 资源指示符字段确定秩的值如果较高层参数 txConfig = nonCodebook 并且根据预编码信息和层数字段, 如果较高层参数 txConfig = codebook;
- 表 7.3.1.1.2-20 / 21/22/23 定义的 5 比特, 如果 transformPrecoder = 禁用, dmrs-Type = 2, 并且 maxLength = 2, 则根据 SRS 资源指示符字段确定秩的值如果较高层参数 txConfig = nonCodebook 并且根据预编码信息和层数字段, 如果较高层参数 txConfig = codebook。

表 7.3.1.1.2-6 至 7.3.1.1.2-23 中没有值 1, 2 和 3 的 CDM 组的数量是指 CDM 组 {0}, {0, 1} 和 {0, 1, 2} 分别。

如果 UE 配置有 dmrs-UplinkForPUSCH-MappingTypeA 和 dmrs-UplinkForPUSCH-MappingTypeB, 则该字段的位宽等于 $\max\{x_A, x_B\}$, where x_A 是根据 dmrs-UplinkForPUSCH-MappingTypeA 和派生的“天线端口”位宽 x_B 是根据 dmrs-UplinkForPUSCH-MappingTypeB 派生的“天线端口”位宽。一些 $|x_A - x_B|$ 如果 PUSCH 的映射类型对应于较小的值, 则在该字段的 MSB 中填充零 x_A and x_B 。

- SRS 请求 - 表 7.3.1.1.2-24 定义的 2 比特, 用于未在小区中配置 SUL 的 UE; 用于 UE 的 3 比特在单元中配置 SUL, 其中第一比特是表 7.3.1.1.1-1 中定义的非 SUL / SUL 指示符, 第二和第三比特由表 7.3.1.1.2-24 定义。该位字段还可以根据 [6, TS 38.214] 的子条款 6.1.1.2 指示相关联的 CSIRS。
- CSI 请求 - 由更高层参数 reportTriggerSize 确定的 0, 1, 2, 3, 4, 5 或 6 位。
- CBG 传输信息 (CBGTI) - 由 PUSCH 的更高层参数 maxCodeBlockGroupsPerTransportBlock 确定的 0, 2, 4, 6 或 8 位。
- PTRS-DMRS 关联 - 比特数确定如下
 - 如果未配置 PTRS-UplinkConfig 并且 transformPrecoder = 禁用, elseif transformPrecoder = 启用, 或者 maxRank = 1, 则为 0 位;
 - 否则为 2 比特, 其中表 7.3.1.1.2-25 和 7.3.1.1.2-26 用于指示 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联, 用于传输一个 PT-RS 端口和两个 PT-RS 端口和 DMRS 端口由天线端口字段指示。

如果“带宽部分指示符”字段指示除活动带宽部分之外的带宽部分并且针对所指示的带宽部分存在“PTRS-DMRS 关联”字段但是 for 活动带宽部分不存在, 则 UE 采用“PTRS-DMRS”对于指示的带宽部分, 不存在关联“字段”。

- beta_offset 指标 - 如果较高层参数 betaOffsets = semiStatic, 则为 0; 否则如 [9.3, TS 38.213] 中表 9.3-3 所定义的 2 位。
- DMRS 序列初始化 - 如果更高层参数 transformPrecoder = enabled, 则为 0; 如果更高层参数 transformPrecoder = disabled 并且在 DMRS-UplinkConfig 中配置了 scramblingID0 和 scramblingID1, 则为 1 位 n_{SCID} [4, TS 38.211] 第 6.4.1.1.1 节中定义的选择。
- UL-SCH 指示符 - 1 位。值“1”表示 UL-SCH 必须在 PUSCH 上发送, 值“0”表示 UL-SCH 不在 PUSCH 上发送。

对于在小区中配置有 SUL 的 UE, 如果 PUSCH 被配置为在小区的 SUL 和非 SUL 上发送, 并且如果 SUL 的格式 0_1 中的信息比特的数量不等于信息的数量对于非 SUL, 格式为 0_1 的位, 零应附加到较小格式 0_1, 直到有效载荷大小等于较大格式 0_1 的大小。

表7.3.1.1.2-1: 带宽部分指示器

BWP 指标字段的值	带宽部分
2 位	
00	第一带宽部分由更高层配置
01	第二带宽部分由更高层配置
10	第三带宽部分由更高层配置
11	第四带宽部分由更高层配置

表7.3.1.1.2-2: 4个天线端口的预编码信息和层数, 如果transformPrecoder = disabled且maxRank = 2或3或4

位字段映射到索引	<i>codebookSubset = fullyAndPartialAndNonCoherent</i>	位字段映射到索引	<i>codebookSubset = partialAndNonCoherent</i>	位字段映射到索引	<i>codebookSubset = 非相干</i>
0	1 层: TPMI = 0	0	1 层: TPMI = 0	0	1 层: TPMI = 0
1	1 层: TPMI = 1	1	1 层: TPMI = 1	1	1 层: TPMI = 1
...
3	1 层: TPMI = 3	3	1 层: TPMI = 3	3	1 层: TPMI = 3
4	2 层: TPMI = 0	4	2 层: TPMI = 0	4	2 层: TPMI = 0
...
9	2 层: TPMI = 5	9	2 层: TPMI = 5	9	2 层: TPMI = 5
10	3 层: TPMI = 0	10	3 层: TPMI = 0	10	3 层: TPMI = 0
11	4 层: TPMI = 0	11	4 层: TPMI = 0	11	4 层: TPMI = 0
12	1 层: TPMI = 4	12	1 层: TPMI = 4	12-15	保留的
...
19	1 层: TPMI = 11	19	1 层: TPMI = 11		
20	2 层: TPMI = 6	20	2 层: TPMI = 6		
...		
27	2 层: TPMI = 13	27	2 层: TPMI = 13		
28	3 层: TPMI = 1	28	3 层: TPMI = 1		
29	3 层: TPMI = 2	29	3 层: TPMI = 2		
30	4 层: TPMI = 1	30	4 层: TPMI = 1		
31	4 层: TPMI = 2	31	4 层: TPMI = 2		
32	1 层: TPMI = 12				
...	...				
47	1 层: TPMI = 27				
48	2 层: TPMI = 14				
...	...				
55	2 层: TPMI = 21				
56	3 层: TPMI = 3				
...	...				
59	3 层: TPMI = 6				
60	4 层: TPMI = 3				
61	4 层: TPMI = 4				
62-63	保留的				

表7.3.1.1.2-3: 4个天线端口的预编码信息和层数, 如果transformPrecoder = enabled, 或者
transformPrecoder = disabled且maxRank = 1

位字段 映射到 索引	<i>codebookSubset = fullyAndPartialAndNonCoherent</i>	位字段 映射到 索引	<i>codebookSubset = partialAndNonCoherent</i>	位字段 映射到 索引	<i>codebookSubset = 非相干</i>
0	1 层: TPMI = 0	0	1 层: TPMI = 0	0	1 层: TPMI = 0
1	1 层: TPMI = 1	1	1 层: TPMI = 1	1	1 层: TPMI = 1
...
3	1 层: TPMI = 3	3	1 层: TPMI = 3	3	1 层: TPMI = 3
4	1 层: TPMI = 4	4	1 层: TPMI = 4		
...		
11	1 层: TPMI = 11	11	1 层: TPMI = 11		
12	1 层: TPMI = 12	12-15	保留的		
...	...				
27	1 层: TPMI = 27				
28-31	保留的				

表7.3.1.1.2-4: 2个天线端口的预编码信息和层数, 如果transformPrecoder = disabled且maxRank = 2

位字段 映射到 索引	<i>codebookSubset = fullyAndPartialAndNonCoherent</i>	位字段 映射到 索引	<i>codebookSubset = 非相干</i>
0	1 层: TPMI = 0	0	1 层: TPMI = 0
1	1 层: TPMI = 1	1	1 层: TPMI = 1
2	2 层: TPMI = 0	2	2 层: TPMI = 0
3	1 层: TPMI = 2	3	保留的
4	1 层: TPMI = 3		
5	1 层: TPMI = 4		
6	1 层: TPMI = 5		
7	2 层: TPMI = 1		
8	2 层: TPMI = 2		
9-15	保留的		

表7.3.1.1.2-5: 2个天线端口的预编码信息和层数, 如果transformPrecoder = enabled, 或者
transformPrecoder = disabled且maxRank = 1

位字段 映射到 索引	<i>codebookSubset = fullyAndPartialAndNonCoherent</i>	位字段 映射到 索引	<i>codebookSubset = 非相干</i>
0	1 层: TPMI = 0	0	1 层: TPMI = 0
1	1 层: TPMI = 1	1	1 层: TPMI = 1
2	1 层: TPMI = 2		
3	1 层: TPMI = 3		
4	1 层: TPMI = 4		
5	1 层: TPMI = 5		
6-7	保留的		

表7.3.1.1.2-6: 天线端口, transformPrecoder = enabled, dmrs-Type = 1, maxLength = 1

值	没有数据的DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3

表 7.3.1.1.2-7: 天线端口, transformPrecoder = enabled, dmrs-Type = 1, maxLength = 2

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	2	0	1
1	2	1	1
2	2	2	1
3	2	3	1
4	2	0	2
5	2	1	2
6	2	2	2
7	2	3	2
8	2	4	2
9	2	5	2
10	2	6	2
11	2	7	2
12-15	保留的	保留的	保留的

表 7.3.1.1.2-8: 天线端口, transformPrecoder = 禁用, dmrs-Type = 1, maxLength = 1, rank = 1

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	1	0
1	1	1
2	2	0
3	2	1
4	2	2
5	2	3
6-7	保留的	保留的

表 7.3.1.1.2-9: 天线端口, transformPrecoder = 禁用, dmrs-Type = 1, maxLength = 1, rank = 2

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	1	0,1
1	2	0,1
2	2	2,3
3	2	0,2
4-7	保留的	保留的

表 7.3.1.1.2-10: 天线端口, transformPrecoder = 禁用, dmrs-Type = 1, maxLength = 1, rank = 3

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	2	0-2
2-7	保留的	保留的

表 7.3.1.1.2-11: 天线端口, transformPrecoder = disabled, dmrs-Type = 1, maxLength = 1, rank = 4

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	2	0-3
2-7	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-12: 天线端口, transformPrecoder =禁用, dmrs-Type = 1, maxLength = 2, rank = 1

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	1	0	1
1	1	1	1
2	2	0	1
3	2	1	1
4	2	2	1
5	2	3	1
6	2	0	2
7	2	1	2
8	2	2	2
9	2	3	2
10	2	4	2
11	2	5	2
12	2	6	2
13	2	7	2
14-15	保留的	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-13: 天线端口, transformPrecoder =禁用, dmrs-Type = 1, maxLength = 2, rank = 2

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	1	0,1	1
1	2	0,1	1
2	2	2,3	1
3	2	0,2	1
4	2	0,1	2
5	2	2,3	2
6	2	4,5	2
7	2	6,7	2
8	2	0,4	2
9	2	2,6	2
10-15	保留的	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-14: 天线端口, transformPrecoder =禁用, dmrs-Type = 1, maxLength = 2, rank = 3

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	2	0-2	1
1	2	0,1,4	2
2	2	2,3,6	2
3-15	保留的	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-15: 天线端口, transformPrecoder = disabled, dmrs-Type = 1, maxLength = 2, rank = 4

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	2	0-3	1
1	2	0,1,4,5	2
2	2	2,3,6,7	2
3	2	0,2,4,6	2
4-15	保留的	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-16: 天线端口, transformPrecoder =禁用, dmrs-Type = 2, maxLength = 1, rank = 1

值	没有数据的DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	1	0
1	1	1
2	2	0
3	2	1
4	2	2
5	2	3
6	3	0
7	3	1
8	3	2
9	3	3
10	3	4
11	3	5
12-15	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-17: 天线端口, transformPrecoder = disabled, dmrs-Type = 2, maxLength = 1, rank = 2

值	没有数据的DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	1	0,1
1	2	0,1
2	2	2,3
3	3	0,1
4	3	2,3
5	3	4,5
6	2	0,2
7-15	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-18: 天线端口, transformPrecoder = disabled, dmrs-Type = 2, maxLength = 1, rank = 3

值	没有数据的DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	2	0-2
1	3	0-2
2	3	3-5
3-15	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-19: 天线端口, transformPrecoder =禁用, dmrs-Type = 2, maxLength = 1, rank = 4

值	没有数据的DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	2	0-3
1	3	0-3
2-15	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-20: 天线端口, transformPrecoder = disabled, dmrs-Type = 2, maxLength = 2, rank = 1

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	1	0	1
1	1	1	1
2	2	0	1
3	2	1	1
4	2	2	1
5	2	3	1
6	3	0	1
7	3	1	1
8	3	2	1
9	3	3	1
10	3	4	1
11	3	5	1
12	3	0	2
13	3	1	2
14	3	2	2
15	3	3	2
16	3	4	2
17	3	5	2
18	3	6	2
19	3	7	2
20	3	8	2
21	3	9	2
22	3	10	2
23	3	11	2
24	1	0	2
25	1	1	2
26	1	6	2
27	1	7	2
28-31	保留的	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-21: 天线端口, transformPrecoder = 禁用, dmrs-Type = 2, maxLength = 2, rank = 2

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	1	0,1	1
1	2	0,1	1
2	2	2,3	1
3	3	0,1	1
4	3	2,3	1
5	3	4,5	1
6	2	0,2	1
7	3	0,1	2
8	3	2,3	2
9	3	4,5	2
10	3	6,7	2
11	3	8,9	2
12	3	10,11	2
13	1	0,1	2
14	1	6,7	2
15	2	0,1	2
16	2	2,3	2
17	2	6,7	2
18	2	8,9	2
19-31	保留的	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-22: 天线端口, transformPrecoder = disabled, dmrs-Type = 2, maxLength = 2, rank = 3

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	2	0-2	1
1	3	0-2	1
2	3	3-5	1
3	3	0,1,6	2
4	3	2,3,8	2
5	3	4,5,10	2
6-31	保留的	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-23: 天线端口, transformPrecoder = disabled, dmrs-Type = 2, maxLength = 2, rank = 4

值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	2	0-3	1
1	3	0-3	1
2	3	0,1,6,7	2
3	3	2,3,8,9	2
4	3	4,5,10,11	2
5-31	保留的	保留的	保留的

表7.3.1.1.2-24: SRS请求

SRS 请求字段的值	触发的非周期性 SRS 资源集
00	没有触发非周期性 SRS 资源集
01	配置了更高层参数 aperiodicSRS-ResourceTrigger 的 SRS 资源集设置为 1
10	配置了更高层参数 aperiodicSRS-ResourceTrigger 的 SRS 资源集设置为 2
11	配置了更高层参数 aperiodicSRS-ResourceTrigger 的 SRS 资源集设置为 3

表7.3.1.1.2-25: UL PTRS端口0的PTRS-DMRS关联

值	DMRS 端口
0	0
1	1
2	2
3	3

表7.3.1.1.2-26: UL PTRS端口0和1的PTRS-DMRS关联

MSB 的价值	DMRS 端口		LSB 的价值	DMRS 端口
0	1 st 共享 PTRS 端口 0 的 DMRS 端口		0	1 st 共享 PTRS 端口 1 的 DMRS 端口
1	2 nd 共享 PTRS 端口 0 的 DMRS 端口		1	2 nd 共享 PTRS 端口 1 的 DMRS 端口

表7.3.1.1.2-27: 无效

表7.3.1.1.2-28: 基于非码本的PUSCH传输的SRI指示, $L_{\max} = 1$

位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 2$	位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 3$	位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 4$
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
		2	2	2	2
		3	保留的	3	3

表7.3.1.1.2-29: 基于非码本的PUSCH传输的SRI指示, $L_{\max} = 2$

位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 2$	位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 3$	位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 4$
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	0,1	2	2	2	2
3	保留的	3	0,1	3	3
		4	0,2	4	0,1
		5	1,2	5	0,2
		6-7	保留的	6	0,3
				7	1,2
				8	1,3
				9	2,3
				10-15	保留的

表7.3.1.1.2-30: 基于非码本的PUSCH传输的SRI指示, $L_{\max} = 3$

位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 2$	位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 3$	位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 4$
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	0,1	2	2	2	2
3	保留的	3	0,1	3	3
		4	0,2	4	0,1
		5	1,2	5	0,2
		6	0,1,2	6	0,3
		7	保留的	7	1,2
				8	1,3
				9	2,3
				10	0,1,2
				11	0,1,3
				12	0,2,3
				13	1,2,3
				14-15	保留的

表7.3.1.1.2-31: 基于非码本的PUSCH传输的SRI指示, $L_{\max} = 4$

位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 2$	位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 3$	位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 4$
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	0,1	2	2	2	2
3	保留的	3	0,1	3	3
		4	0,2	4	0,1
		5	1,2	5	0,2
		6	0,1,2	6	0,3
		7	保留的	7	1,2
				8	1,3
				9	2,3
				10	0,1,2
				11	0,1,3
				12	0,2,3
				13	1,2,3
				14	0,1,2,3
				15	保留的

表7.3.1.1.2-32: 基于码本的PUSCH传输的SRI指示

位字段映射到索引	SRI (S), $N_{\text{SRS}} = 2$
0	0
1	1

表7.3.1.1.2-33: VRB到PRB映射

位字段映射到索引	VRB 到 PRB 映射
0	非交织
1	交织

表7.3.1.1.2-34: 跳频指示

位字段映射到索引	PUSCH 跳频
0	残
1	启用

7.3.1.2 用于调度 PDSCH 的 DCI 格式

7.3.1.2.1 格式 1_0

DCI 格式 1_0 用于在一个 DL 小区中调度 PDSCH。

通过 DCI 格式 1_0 发送以下信息，其中 CRC 由 C-RNTI 或 CS-RNTI 或 new-RNTI 加扰：

- DCI 格式的标识符 - 1 位
- 该位字段的值始终设置为 1，表示 DL DCI 格式
- 频域资源分配 - $\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{DL,BWP}}(N_{\text{RB}}^{\text{DL,BWP}} + 1)/2) \rceil$ 位
- $N_{\text{RB}}^{\text{DL,BWP}}$ 在 UE 特定搜索空间中监视 DCI 格式 1_0 并且满足的情况下，是活动 DL 带宽部分的大小

- 对于 小区, 每个时隙监视的不同 DCI 大小的总数不超过 4 个
- 对于 小区, 每个时隙监视的 C-RNTI 的不同 DCI 大小的总数不超过 3

除此以外, $N_{RB}^{DL,BWP}$ 是初始 DL 带宽部分的大小。

如果 DCI 格式 1_0 的 CRC 被 C-RNTI 加扰并且“频域资源分配”字段都是 1, 则 DCI 格式 1_0 用于由 PDCCH 命令发起的随机接入过程, 其中所有剩余字段设置如下:

- 随机接入前导索引 - 根据[8, TS38.321]的子条款 5.1.2 中的 ra-PreambleIndex 的 6 比特
- UL / SUL 指示灯 - 1 位。 如果“随机接入前导索引”的值不是全零并且如果 UE 在小区中配置有 SUL, 则该字段指示小区中的哪个 UL 载波根据表 7.3.1.1.1-1 发送 PRACH。 ; 否则, 此字段为保留
- SS / PBCH 索引 - 6 位。 如果“随机接入前导索引”的值不是全零, 则该字段指示将用于确定 PRACH 传输的 RACH 时机的 SS / PBCH; 否则, 此字段为保留。
- PRACH 掩码索引 - 4 位。 如果“随机接入前导索引”的值不是全零, 则该字段指示与用于 PRACH 传输的“SS / PBCH 索引”指示的 SS / PBCH 相关联的 RACH 时机, 根据[8]的子条款 5.1.1。 , TS38.321]; 否则, 此字段为保留
- 保留位 - 10 位

否则, 所有剩余字段设置如下:

- 时域资源分配 - [6, TS 38.214]的子条款 5.1.2.1 中定义的 4 比特
- VRB 到 PRB 映射 - 根据表 7.3.1.1.2-33 的 1 位
- 调制和编码方案 - [6, TS 38.214]的子条款 5.1.3 中定义的 5 比特
- 新数据指标 - 1 位
- 冗余版本 - 表 7.3.1.1.1-2 中定义的 2 位
- HARQ 进程号 - 4 位
- 下行链路指配索引 - [5, TS 38.213]的子条款 9.1.3 中定义的 2 比特, 作为计数器 DAI
- 用于调度的 PUCCH 的 TPC 命令 - 在[5, TS 38.213]的子条款 7.2.1 中定义的 2 比特
- PUCCH 资源指示符 - [5, TS 38.213]的子条款 9.2.3 中定义的 3 比特
- PDSCH 到 HARQ_feedback 定时指示符 - [5, TS38.213]的子条款 9.2.3 中定义的 3 比特

通过 DCI 格式 1_0 发送以下信息, 其中 CRC 由 P-RNTI 加扰:

- 短消息指示符 - 根据表 7.3.1.2.1-1 的 2 位。
- 短消息 - [8]位, 根据[9, TS38.331]的子条款 xx。 如果仅携带用于寻呼的调度信息, 则保留该位字段。
- 频域资源分配 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{DL,BWP}(N_{RB}^{DL,BWP} + 1)/2) \rceil$ 位。 如果仅携带短消息, 则保留该位字段。
- $N_{RB}^{DL,BWP}$ 是初始 DL 带宽部分的大小
- 时域资源分配 - [6, TS38.214]的子条款 5.1.2.1 中定义的 4 比特。 如果仅携带短消息, 则保留该位字段。
- VRB 到 PRB 映射 - 根据表 7.3.1.1.2-33 的 1 位。 如果仅携带短消息, 则保留该位字段。

- 调制和编码方案 - 使用表 5.1.3.1-1 在 [6, TS38.214] 的子条款 5.1.3 中定义的 5 比特。如果仅携带短消息, 则保留该位字段。
- TB 缩放 - [6, TS38.214] 的子条款 5.1.3.2 中定义的 2 比特。如果仅携带短消息, 则保留该位字段。
- 保留位 - 6 位

以下信息通过 DCI 格式 1_0 传输, CRC 由 SI-RNTI 加扰:

- 频域资源分配 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{DL,BWP}(N_{RB}^{DL,BWP} + 1)/2) \rceil$ 位
 - $N_{RB}^{DL,BWP}$ 是初始 DL 带宽部分的大小
- 时域资源分配 - [6, TS38.214] 的子条款 5.1.2.1 中定义的 4 比特
- VRB 到 PRB 映射 - 根据表 7.3.1.1.2-33 的 1 位
- 调制和编码方案 - 使用表 5.1.3.1-1, 在 [6, TS38.214] 的子条款 5.1.3 中定义的 5 比特
- 冗余版本 - 表 7.3.1.1.1-2 中定义的 2 位
- 保留位 - [16] 位

通过 DCI 格式 1_0 发送以下信息, 其中 CRC 由 RA-RNTI 加扰:

- 频域资源分配 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{DL,BWP}(N_{RB}^{DL,BWP} + 1)/2) \rceil$ 位
 - $N_{RB}^{DL,BWP}$ 是初始 DL 带宽部分的大小
- 时域资源分配 - [6, TS38.214] 的子条款 5.1.2.1 中定义的 4 比特
- VRB 到 PRB 映射 - 根据表 7.3.1.1.2-33 的 1 位
- 调制和编码方案 - 使用表 5.1.3.1-1, 在 [6, TS38.214] 的子条款 5.1.3 中定义的 5 比特
- TB 缩放 - [6, TS38.214] 的子条款 5.1.3.2 中定义的 2 位
- 保留位 - 16 位

以下信息通过 DCI 格式 1_0 传输, CRC 由 TC-RNTI 加扰:

- DCI 格式的标识符 - 1 位
 - 该位字段的值始终设置为 1, 表示 DL DCI 格式
- 频域资源分配 - $\lceil \log_2(N_{RB}^{DL,BWP}(N_{RB}^{DL,BWP} + 1)/2) \rceil$ 位
 - $N_{RB}^{DL,BWP}$ 是初始 DL 带宽部分的大小
- 时域资源分配 - [6, TS38.214] 的子条款 5.1.2.1 中定义的 4 比特
- VRB 到 PRB 映射 - 根据表 7.3.1.1.2-33 的 1 位
- 调制和编码方案 - 使用表 5.1.3.1-1, 在 [6, TS38.214] 的子条款 5.1.3 中定义的 5 比特
- 新数据指标 - 1 位

- 冗余版本 - 表 7.3.1.1.1-2 中定义的 2 位
- HARQ 进程号 - 4 位
- 下行链路指配索引 - 2 位, 保留
- 用于调度的 PUCCH 的 TPC 命令 - 在 [5, TS38.213] 的子条款 7.2.1 中定义的 2 比特
- PUCCH 资源指示符 - [5, TS38.213] 的子条款 9.2.3 中定义的 3 比特
- PDSCH 到 HARQ_feedback 定时指示符 - [5, TS38.213] 的子条款 9.2.3 中定义的 3 比特

如果在 UE 特定搜索空间中监视 DCI 格式 1_0 并且满足以下两者

- 对于 小区, 每个时隙监视的不同 DCI 大小的总数不超过 4 个
- 对于 小区, 每个时隙监视的 C-RNTI 的不同 DCI 大小的总数不超过 3

如果在填充之前 DCI 格式 1_0 中的信息比特数小于在 UE 特定搜索空间中监视用于调度相同服务小区的 DCI 格式 0_0 的有效载荷大小, 则应将零附加到 DCI 格式 1_0, 直到有效载荷大小等于 DCI 格式 0_0 的大小。

表 7.3.1.2.1-1: 短消息指示符

位字段	PUSCH 跳频
00	保留的
01	DCI 中仅存在用于寻呼的调度信息
10	DCI 中仅存在短消息
11	用于寻呼和短消息的调度信息都存在于 DCI 中

7.3.1.2.2 格式 1_1

DCI 格式 1_1 用于在一个小区中调度 PDSCH。

通过 DCI 格式 1_1 发送以下信息, 其中 CRC 由 C-RNTI 或 CS-RNTI 或 new-RNTI 加扰:

- DCI 格式的标识符 - 1 位
- 该位字段的值始终设置为 1, 表示 DL DCI 格式
- 载波指示符 - [5, TS 38.213] 的子条款 10.1 中定义的 0 或 3 比特。
- 带宽部分指示符 - 由 DL BWP 的数量确定的 0, 1 或 2 位 $n_{\text{BWP,RRC}}$ 由更高层配置, 不包括初始 DL 带宽部分。该字段的位宽确定为 $\lceil \log_2(n_{\text{BWP}}) \rceil$ 位, 在 where
 - $n_{\text{BWP}} = n_{\text{BWP,RRC}} + 1$ if $n_{\text{BWP,RRC}} \leq 3$ 在这种情况下, 带宽部分指示符等于更高层参数 BWP-Id;
 - 除此以外 $n_{\text{BWP}} = n_{\text{BWP,RRC}}$ 在这种情况下, 带宽部分指示符在表 7.3.1.1.2-1 中定义;

如果 UE 不支持经由 DCI 的活动 BWP 改变, 则 UE 忽略该比特字段。

- 频域资源分配 - 由以下各项确定的比特数, 其中 $N_{\text{RB}}^{\text{DL,BWP}}$ 是有效 DL 带宽部分的大小:
 - N_{RBG} 如果仅配置资源分配类型 0, 则为位 N_{RBG} 在 [6, TS38.214] 的第 5.1.2.2.1 节中定义,
 - $\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{DL,BWP}}(N_{\text{RB}}^{\text{DL,BWP}} + 1)/2) \rceil$ 如果仅配置资源分配类型 1, 则为位, 或
 - $\max(\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{DL,BWP}}(N_{\text{RB}}^{\text{DL,BWP}} + 1)/2) \rceil, N_{\text{RBG}}) + 1$ 如果配置了资源分配类型 0 和 1, 则为位。

- 如果配置了资源分配类型 0 和 1, 则 MSB 比特用于指示资源分配类型 0 或资源分配类型 1, 其中比特值 0 表示资源分配类型 0, 比特值 1 表示资源分配类型 1。
- 对于 资源分配类型 0, N_{RBG} LSB 提供[6, TS 38.214]的子条款 5.1.2.2.1 中定义的资源分配。
- 对于 资源分配类型 1, $\lceil \log_2(N_{RB}^{DL,BWP}(N_{RB}^{DL,BWP} + 1)/2) \rceil$ LSB 提供[6, TS 38.214]的子条款 5.1.2.2.2 中定义的资源分配

如果“带宽部分指示符”字段指示除活动带宽部分之外的带宽部分并且如果资源分配类型 0 和 1 都被配置用于所指示的带宽部分, 则 UE 假定用于所指示的带宽部分的资源分配类型 0 (如果位宽) 有效带宽部分的“频域资源分配”字段小于所指示带宽部分的“频域资源分配”字段的位宽。

- 时域资源分配 - [1, TS 38.214]的子条款 5.1.2.1 中定义的 0, 1, 2, 3 或 4 位。该字段的位宽确定为 $\lceil \log_2(I) \rceil$ bits, 其中 I 是更高层参数 pdsch-AllocationList 中的条目数。
- VRB 到 PRB 映射 - 0 或 1 位:
 - 如果仅配置资源分配类型 0, 则为 0 位;
 - 根据表 7.3.1.1.2-33 的 1 位, 仅适用于资源分配类型 1, 如[4, TS 38.211]的 7.3.1.6 中所定义。
- PRB 捆绑大小指示符 - 如果未配置更高层参数 prb-BundlingType 或设置为“静态”, 则为 0 位;如果根据子条款 5.1.2.3 将更高层参数 prb-BundlingType 设置为“动态”, 则为 1 位[6, TS 38.214]。
- 速率匹配指示符 - 根据更高层参数 rateMatchPattern 的 0, 1 或 2 位。
- ZP CSI-RS 触发器 - [1, TS 38.214]的子条款 5.1.4.2 中定义的 0, 1 或 2 位。该字段的位宽确定为 $\lceil \log_2(n_{zp} + 1) \rceil$ 位, 在 where n_{zp} 是更高层参数 zp-CSI-RS-Resource 中的 ZP CSI-RS 资源集的数量。

对于 运输区块 1:

- 调制和编码方案 - [6, TS 38.214]的子条款 5.1.3.1 中定义的 5 比特
- 新数据指标 - 1 位
- 冗余版本 - 表 7.3.1.1.1-2 中定义的 2 位

对于 传输块 2 (仅当 maxNrofCodeWordsScheduledByDCI 等于 2 时才存在):

- 调制和编码方案 - [6, TS 38.214]的子条款 5.1.3.1 中定义的 5 比特
- 新数据指标 - 1 位
- 冗余版本 - 表 7.3.1.1.1-2 中定义的 2 位

如果“带宽部分指示符”字段指示除活动带宽部分之外的带宽部分并且指示带宽部分的 maxNrofCodeWordsScheduledByDCI 的值等于 2 并且活动带宽部分的 maxNrofCodeWordsScheduledByDCI 的值等于 1, 则 UE 在解释时假设填充零。根据[5, TS38.213]的子条款 12 的传输块 2 的“调制和编码方案”, “新数据指示符”和“冗余版本”字段, 并且 UE 忽略“调制和编码方案”, “用于指示带宽部分的传输块 2 的新数据指示符”和“冗余版本”字段。

- HARQ 进程号 - 4 位
- 下行链路分配索引 - 以下定义的比特数
 - 如果在 DL 和高层参数 pdsch-HARQ-ACK-Codebook = dynamic 中配置多于一个服务小区, 则为 4 比特, 其中 2 个 MSB 比特是计数器 DAI, 2 个 LSB 比特是总 DAI;
 - 如果在 DL 中配置仅一个服务小区, 则为 2 比特, 并且更高层参数 pdsch-HARQ-ACK-Codebook = dynamic, 其中 2 比特是计数器 DAI;

- 否则为 0 位。
- 用于调度的 PUCCH 的 TPC 命令 - 在[5, TS 38.213]的子条款 7.2.1 中定义的 2 比特
- PUCCH 资源指示符 - [5, TS 38.213]的子条款 9.2.3 中定义的 3 比特
- PDSCH 到 HARQ_feedback 定时指示符 - [5, TS 38.213]的子条款 9.2.3 中定义的 0, 1, 2 或 3 位。该字段的位宽确定为 $\lceil \log_2(I) \rceil$ 位, 其中 I 是较高层参数 dl-DataToUL-ACK 中的条目数。
- 天线端口 - 表 7.3.1.2.2-1 / 2/3/4 定义的 4, 5 或 6 位, 其中没有值为 1, 2 和 3 的数据的 CDM 组的数量是指 CDM 分别为 {0}, {0, 1} 和 {0, 1, 2} 组。天线端口 $\{p_0, \dots, p_{v-1}\}$ 应根据表 7.3.1.2.2-1 / 2/3/4 给出的 DMRS 端口的顺序确定。

如果 UE 配置有 dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeA 和 dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeB, 则该字段的位宽等于 $\max\{x_A, x_B\}$, where x_A 是根据 dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeA 和派生的“天线端口”位宽 x_B 是根据 dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeB 导出的“天线端口”位宽。一些 $|x_A - x_B|$ 如果 PDSCH 的映射类型对应于较小的值, 则在该字段的 MSB 中填充零 x_A and x_B 。

- 传输配置指示 - 如果未启用更高层参数 tci-PresentInDCI, 则为 0 位; 否则为 3 比特, 如[6, TS38.214]的第 5.1.5 节所定义。

如果“带宽部分指示符”字段指示除活动带宽部分之外的带宽部分并且在 DCI 格式 1_1 中不存在“传输配置指示”字段, 则 UE 假定 tci-PresentInDCI 未针对所指示的带宽部分启用。

- SRS 请求 - 表 7.3.1.1.2-24 定义的 2 比特, 用于未在小区中配置 SUL 的 UE; 用于 UE 的 3 比特在单元中配置 SUL, 其中第一比特是表 7.3.1.1.1-1 中定义的非 SUL / SUL 指示符, 第二和第三比特由表 7.3.1.1.2-24 定义。该位字段还可以根据[6, TS 38.214]的子条款 6.1.1.2 指示相关联的 CSIRS。
- CBG 传输信息 (CBGTI) - [6, TS38.214]的子条款 5.1.7 中定义的 0, 2, 4, 6 或 8 比特, 由更高层参数 maxCodeBlockGroupsPerTransportBlock 和 Number-MCS-HARQ-DL 确定 PDSCH 的 DCI。
- CBG 清除信息 (CBGFI) - 由[6, TS38.214]的子条款 5.1.7 中定义的 0 或 1 位, 由更高层参数 codeBlockGroupFlushIndicator 确定。
- DMRS 序列初始化 - 如果在 DMRS-DownlinkConfig 中配置了 scramblingID0 和 scramblingID1, 则为 1 比特 n_{SCID} [4, TS 38.211]第 7.4.1.1.1 节中定义的选择; 否则为 0 位。

如果在 BWP 中与多个 CORESET 相关联的多个搜索空间中监视 DCI 格式 1_1, 则应附加零, 直到在多个搜索空间中监视的 DCI 格式 1_1 的有效载荷大小等于在其中监视的 DCI 格式 1_1 的最大有效载荷大小。多个搜索空间。

表 7.3.1.2.2-1: 天线端口 (1000 + DMRS 端口), dmrs-Type = 1, maxLength = 1

一个代码字: 代码字 0 已启用, 代码字 1 已禁用		
值	没有数据的 DMRS CDM 组的数量	DMRS 端口
0	1	0
1	1	1
2	1	0,1
3	2	0
4	2	1
5	2	2
6	2	3
7	2	0,1
8	2	2,3
9	2	0-2
10	2	0-3
11	2	0,2
12-15	保留的	保留的

表7.3.1.2.2-2: 天线端口 (1000 + DMRS端口), dmrs-Type = 1, maxLength = 2

一个代码字: 代码字0已启用, 代码字1已禁用				两个代码字: 代码字0已启用, 代码字1已启用			
值	没有数据的 DMRS CDM 组的 数量	DMRS 端口	前载符号的 数量	值	没有数据的 DMRS CDM 组 的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	1	0	1	0	2	0-4	2
1	1	1	1	1	2	0,1,2,3,4,6	2
2	1	0,1	1	2	2	0,1,2,3,4,5,6	2
3	2	0	1	3	2	0,1,2,3,4,5,6,7	2
4	2	1	1	4-31	保留的	保留的	保留的
5	2	2	1				
6	2	3	1				
7	2	0,1	1				
8	2	2,3	1				
9	2	0-2	1				
10	2	0-3	1				
11	2	0,2	1				
12	2	0	2				
13	2	1	2				
14	2	2	2				
15	2	3	2				
16	2	4	2				
17	2	5	2				
18	2	6	2				
19	2	7	2				
20	2	0,1	2				
21	2	2,3	2				
22	2	4,5	2				
23	2	6,7	2				
24	2	0,4	2				
25	2	2,6	2				
26	2	0,1,4	2				
27	2	2,3,6	2				
28	2	0,1,4,5	2				
29	2	2,3,6,7	2				
30	2	0,2,4,6	2				
31	保留的	保留的	保留的				

表7.3.1.2.2-3: 天线端口 (1000 + DMRS端口), dmrs-Type = 2, maxLength = 1

一个代码字: 代码字0已启用, 代码字1已禁用			两个代码字: 代码字0已启用, 码字1已启用		
值	没有数据的 DMRS CDM 组的 数量	DMRS 端口	值	没有数据的 DMRS CDM 组的 数量	DMRS 端口
0	1	0	0	3	0-4
1	1	1	1	3	0-5
2	1	0,1	2-31	保留的	保留的
3	2	0			
4	2	1			
5	2	2			
6	2	3			
7	2	0,1			
8	2	2,3			
9	2	0-2			
10	2	0-3			
11	3	0			
12	3	1			
13	3	2			
14	3	3			
15	3	4			
16	3	5			
17	3	0,1			
18	3	2,3			
19	3	4,5			
20	3	0-2			
21	3	3-5			
22	3	0-3			
23	2	0,2			
24-31	保留的	保留的			

表7.3.1.2.2-4: 天线端口 (1000 + DMRS端口), dmrs-Type = 2, maxLength = 2

一个代码字: 代码字0已启用, 代码字1已禁用				两个代码字: 代码字0已启用, 代码字1已启用			
值	没有数据的 DMRS CDM 组的 数量	DMRS 端口	前载符号的 数量	值	没有数据的 DMRS CDM 组 的数量	DMRS 端口	前载符号的数量
0	1	0	1	0	3	0-4	1
1	1	1	1	1	3	0-5	1
2	1	0,1	1	2	2	0,1,2,3,6	2
3	2	0	1	3	2	0,1,2,3,6,8	2
4	2	1	1	4	2	0,1,2,3,6,7,8	2
5	2	2	1	5	2	0,1,2,3,6,7,8,9	2
6	2	3	1	6-63	保留的	保留的	保留的
7	2	0,1	1				
8	2	2,3	1				
9	2	0-2	1				
10	2	0-3	1				
11	3	0	1				
12	3	1	1				
13	3	2	1				
14	3	3	1				
15	3	4	1				
16	3	5	1				
17	3	0,1	1				
18	3	2,3	1				
19	3	4,5	1				
20	3	0-2	1				
21	3	3-5	1				
22	3	0-3	1				
23	2	0,2	1				
24	3	0	2				
25	3	1	2				
26	3	2	2				
27	3	3	2				
28	3	4	2				
29	3	5	2				
30	3	6	2				
31	3	7	2				
32	3	8	2				
33	3	9	2				
34	3	10	2				
35	3	11	2				
36	3	0,1	2				
37	3	2,3	2				
38	3	4,5	2				
39	3	6,7	2				
40	3	8,9	2				
41	3	10,11	2				
42	3	0,1,6	2				
43	3	2,3,8	2				
44	3	4,5,10	2				
45	3	0,1,6,7	2				
46	3	2,3,8,9	2				
47	3	4,5,10,11	2				
48	1	0	2				
49	1	1	2				
50	1	6	2				
51	1	7	2				
52	1	0,1	2				
53	1	6,7	2				
54	2	0,1	2				
55	2	2,3	2				

56	2	6,7	2				
57	2	8,9	2				
58-63	保留的	保留的	保留的				

7.3.1.3 DCI 格式用于其他目的

7.3.1.3.1 格式 2_0

DCI 格式 2_0 用于通知时隙格式。

通过 SFI-RN TI 对 CRC 进行加扰的 DCI 格式 2_0 发送以下信息：

- 插槽格式指示符 1, 插槽格式指示符 2, ..., 插槽格式指示符 N.

根据[5, TS 38.213]的第 11.1.1 节, DCI 格式 2_0 的大小可由高达 128 位的更高层配置。

7.3.1.3.2 格式 2_1

DCI 格式 2_1 用于通知 PRB 和 OFDM 符号, 其中 UE 可以假设没有用于 UE 的传输。

以下信息通过 DCI 格式 2_1 传输, 其中 CRC 由 INT-RNTI 加扰:

- 抢占指示 1, 抢占指示 2, ..., 抢占指示 N.

根据[5, TS 38.213]的第 11.2 节, DCI 格式 2_1 的大小可由高达 126 位的更高层配置。每个抢占指示是 14 位。

7.3.1.3.3 格式 2_2

DCI 格式 2_2 用于 PUCCH 和 PUSCH 的 TPC 命令的传输。

通过 DCI 格式 2_2 发送以下信息, 其中 CRC 由 TPC-PUSCH-RNTI 或 TPC-PUCCH-RNTI 加扰:

- 块号 1, 块号 2, ..., 块号 N.

由较高层提供的参数 tpc-PUSCH 或 tpc-PUCCH 确定针对小区的 UL 的块编号的索引, 并且为每个块定义以下字段:

- 闭环指示器 - 0 或 1 位。
- 对于 具有 TPC-PUSCH-RNTI 的 DCI 格式 2_2, 如果 UE 未配置有高层参数 twoPUSCH-PC-AdjustmentStates, 则为 0 比特, 在这种情况下, UE 假设 DCI 格式 2_2 中的每个块具有 2 比特; 否则, 1 比特, 在这种情况下 UE 假设 DCI 格式 2_2 中的每个块是 3 比特;
- 对于 具有 TPC-PUCCH-RNTI 的 DCI 格式 2_2, 如果 UE 未配置有高层参数 twoPUCCH-PC-AdjustmentStates, 则为 0 比特, 在这种情况下, UE 假设 DCI 格式 2_2 中的每个块具有 2 比特; 否则, 1 比特, 在这种情况下 UE 假设 DCI 格式 2_2 中的每个块是 3 比特;
- TPC 命令-2 位

如果格式 2_2 中的信息比特数小于同一服务小区中的初始 DL 带宽部分中定义的格式 0_0 的有效载荷大小, 则应将零附加到格式 2_2, 直到有效载荷大小等于格式 0_0 的有效载荷大小。在同一服务小区的初始 DL 带宽部分中。

7.3.1.3.4 格式 2_3

DCI 格式 2_3 用于由一个或多个 UE 传输用于 SRS 传输的一组 TPC 命令。与 TPC 命令一起, 还可以发送 SRS 请求。

通过 TC1-SRS-RNTI 对 CRC 进行加扰的 DCI 格式 2_3 发送以下信息:

- 块号 1, 块号 2, ..., 块号 B

其中块的起始位置由参数 `startingBitOffsetFormat2-3` 确定, 该参数由更高层为配置有该块的 UE 提供。

如果 UE 配置有用于没有 PUCCH 和 PUSCH 的 UL 的更高层参数 `srs-TPC-PDCCH-Group = typeA` 或者 SRS 功率控制不与 PUSCH 功率控制相关联的 UL, 则通过 UE 配置一个块用于 UE 更高层, 为块定义了以下字段:

- SRS 请求 - 0 或 2 位。该字段的存在是根据[5, TS38.213]的第 11.4 节中的定义。如果存在, 则该字段按表 7.3.1.1.2-24 的定义进行解释。
- TPC 命令编号 1, TPC 命令编号 2, ..., TPC 命令编号 N , 其中每个 TPC 命令应用于由更高层参数 `cc-IndexInOneCC-Set` 提供的相应 UL 载波

如果 UE 配置有用于没有 PUCCH 和 PUSCH 的 UL 的更高层参数 `srs-TPC-PDCCH-Group = typeB` 或者 SRS 功率控制不与 PUSCH 功率控制相关联的 UL, 则配置一个或多个块用于 UE 通过更高层, 其中每个块应用于 UL 载波, 并为每个块定义以下字段:

- SRS 请求 - 0 或 2 位。该字段的存在是根据[5, TS38.213]的第 11.4 节中的定义。如果存在, 则该字段按表 7.3.1.1.2-24 的定义进行解释。
- TPC 命令-2 位

如果格式 2_3 中的信息比特数小于同一服务小区中的初始 DL 带宽部分中定义的格式 0_0 的有效载荷大小, 则应将零附加到格式 2_3, 直到有效载荷大小等于格式 0_0 的格式为 0_0。在同一服务小区的初始 DL 带宽部分中。

7.3.2 CRC 附件

通过循环冗余校验 (CRC) 在 DCI 传输上提供错误检测。

整个有效载荷用于计算 CRC 奇偶校验位。用 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 表示有效载荷的位数 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 和奇偶校验位 $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$, where A 是有效载荷大小和 L 是奇偶校验位的数量。让 $a'_0, a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_{A+L-1}$ 有点像这样的序列 $a'_i = 1$ 对于 $i = 0, 1, \dots, L-1$ and $a'_i = a_{i-L}$ 对于 $i = L, L+1, \dots, A+L-1$ 。使用输入比特序列计算奇偶校验比特 $a'_0, a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_{A+L-1}$ 并根据第 5.1 条通过设置附加 L 到 24 位并使用生成多项式 $g_{\text{CRC24C}}(D)$ 。输出位 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{K-1}$ is

$$b_k = a_k \quad \text{for } k = 0, 1, 2, \dots, A-1$$

$$b_k = p_{k-A} \quad \text{for } k = A, A+1, A+2, \dots, A+L-1,$$

where $K = A + L$.

在附着之后, CRC 奇偶校验位用相应的 RNTI 加扰 $x_{\text{rnti},0}, x_{\text{rnti},1}, \dots, x_{\text{rnti},15}$, where $x_{\text{rnti},0}$ 对应于 RNTI 的 MSB, 以形成比特序列 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$ 。 c_k 和 b_k 之间的关系是:

$$c_k = b_k \quad \text{for } k = 0, 1, 2, \dots, A+7$$

$$c_k = (b_k + x_{\text{rnti},k-A-8}) \bmod 2 \quad \text{for } k = A+8, A+9, A+10, \dots, A+23.$$

7.3.3 信道编码

信息比特被传送到信道编码块。他们用表示 $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{K-1}$, where K 是比特数, 它们通过设置根据子条款 5.3.1 通过极化编码进行编码 $n_{\text{max}} = 9$, $I_{\text{LL}} = 1$, $n_{\text{PC}} = 0$, 和 $n_{\text{PC}}^{\text{wm}} = 0$ 。

在编码之后, 比特用表示 $d_0, d_1, d_2, d_3, \dots, d_{N-1}$, 而 N 是编码位的数量。

7.3.4 速率匹配

速率匹配的输入比特序列是 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$ 。

通过设置根据子条款 5.4.1 执行速率匹配 $I_{BL} = 0$ 。

速率匹配后的输出比特序列表示为 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_{E-1}$ 。

附件<A>（资料性）： 更新记录

更新记录							
日期	会议	TDoc	CR	Rev	Cat	主题/备注	新版本
2017-05	RAN1#89	R1-1707082				草案骨架	0.0.0
2017-07	AH_NR2	R1-1712014				纳入 LDPC 相关协议	0.0.1
2017-08	RAN1#90	R1-1714564				包含 Polar 编码相关协议	0.0.2
2017-08	RAN1#90	R1-1714659				RAN1#90 认可的版本作为进一步更新的基础	0.1.0
2017-09	RAN1#90	R1-1715322				从 RAN1#90 获取有关 LDPC 和 Polar 代码的其他协议	0.1.1
2017-09	RAN#77	RP-171991				有关全体会议的信息	1.0.0
2017-09	RAN1#90B	R1-1716928				从 RAN1 NR AH#3 获取有关 LDPC 和 Polar 代码的其他协议	1.0.1
2017-10	RAN1#90B	R1-1719106				赞同为 v1.1.0	1.1.0
2017-11	RAN1#91	R1-1719225				捕获有关信道编码等的其他协议	1.1.1
2017-11	RAN1#91	R1-1719245				获取有关 DCI 格式，信道编码等的其他协议	1.1.2
2017-11	RAN1#91	R1-1721049				赞同为 v1.2.0	1.2.0
2017-12	RAN1#91	R1-1721342				获取有关 UCI，DCI，信道编码等的其他协议	1.2.1
2017-12	RAN#78	RP-172668				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
2018-03	RAN#79	RP-180200	0001		F	CR 捕获 Jan18 ad-hoc 和 RAN1#92 会议协议	15.1.0
2018-04	RAN#79					MCC：校正 DCI 格式 0_1 中的拼写错误（时域资源分配） - 更高层参数应该是 pusch-AllocationList	15.1.1
2018-06	RAN#80	RP-181172	0002	1	F	CR 至 38.212 捕获 RAN1#92bis 和 RAN1#93 会议协议	15.2.0
2018-06	RAN#80	RP-181257	0003	-	B	CR 到 38.212 捕获与 URLLC 相关的 RAN1#92bis 和 RAN1#93 会议协议	15.2.0