

3rd Generation Partnership Project;

无线接入网技术规范组;

NR;

物理层的数据流程 (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 | 功率控制..... | 7 |
| 4.1 | 下行链路的功率分配..... | 7 |
| 5 | 物理下行链路共享信道相关流程..... | 8 |
| 5.1 | UE 用于接收物理下行链路共享信道的过程..... | 8 |
| 5.1.1 | 传输方案..... | 10 |
| 5.1.1.1 | 传输方案 1..... | 10 |
| 5.1.2 | 资源分配..... | 10 |
| 5.1.2.1 | 时域资源分配..... | 10 |
| 5.1.2.1.1 | 确定要用于 PDSCH 的资源分配表..... | 11 |
| 5.1.2.2 | 频域资源分配..... | 14 |
| 5.1.2.2.1 | 下行链路资源分配类型 0..... | 14 |
| 5.1.2.2.2 | 下行链路资源分配类型 1..... | 15 |
| 5.1.2.3 | 物理资源块 (PRB) 捆绑..... | 16 |
| 5.1.3 | 调制顺序, 目标码率, 冗余率和传输块大小确定..... | 16 |
| 5.1.3.1 | 调制顺序和目标码率确定..... | 17 |
| 5.1.3.2 | 传输块大小确定..... | 20 |
| 5.1.4 | PDSCH 资源映射..... | 23 |
| 5.1.4.1 | 具有 RB 符号级粒度的 PDSCH 资源映射..... | 23 |
| 5.1.4.2 | 具有 RE 级粒度的 PDSCH 资源映射..... | 24 |
| 5.1.5 | 天线端口准共址..... | 25 |
| 5.1.6 | UE 用于接收下行链路参考信号的过程..... | 26 |
| 5.1.6.1 | CSI-RS 接收流程..... | 26 |
| 5.1.6.1.1 | 用于跟踪的 CSI-RS..... | 27 |
| 5.1.6.1.2 | 用于 L1-RSRP 计算的 CSI-RS..... | 28 |
| 5.1.6.1.3 | CSI-RS 用于移动性..... | 28 |
| 5.1.6.2 | DM-RS 接收流程..... | 28 |
| 5.1.6.3 | PT-RS 接收流程..... | 30 |
| 5.1.7 | 基于代码块组的 PDSCH 传输..... | 32 |
| 5.1.7.1 | 用于将代码块分组到代码块组的 UE 过程..... | 32 |
| 5.1.7.2 | 用于接收基于代码块组的传输的 UE 过程..... | 32 |
| 5.2 | 用于报告信道状态信息 (CSI) 的 UE 过程..... | 32 |
| 5.2.1 | 信道状态信息框架..... | 32 |
| 5.2.1.1 | 报告设置..... | 33 |
| 5.2.1.2 | 资源设置..... | 33 |
| 5.2.1.3 | (时隙)..... | 33 |
| 5.2.1.4 | 报告配置..... | 33 |
| 5.2.1.4.1 | 资源设置配置..... | 35 |
| 5.2.1.4.2 | 报告数量配置..... | 36 |
| 5.2.1.4.3 | L1-RSRP 报告..... | 37 |
| 5.2.1.5 | 触发/激活 CSI 报告和 CSI-RS..... | 38 |

| | | |
|----------------|---------------------------|----|
| 5.2.1.5.1 | 非周期 CSI 报告/非周期 CSI-RS | 38 |
| 5.2.1.5.2 | 半持久 CSI /半持久 CSI-RS | 38 |
| 5.2.1.6 | CSI 处理标准 | 40 |
| 5.2.2 | 信道状态信息 | 40 |
| 5.2.2.1 | 信道质量指标 (CQI) | 40 |
| 5.2.2.1.1 | CSI 参考资源定义 | 43 |
| 5.2.2.2 | 预编码矩阵指示器 (PMI) | 44 |
| 5.2.2.2.1 | I 型单面板码本 | 44 |
| 5.2.2.2.2 | I 型多面板码本 | 51 |
| 5.2.2.2.3 | Type II Codebook | 55 |
| 5.2.2.2.4 | II 型端口选择码本 | 61 |
| 5.2.2.3 | 参考信号 (CSI-RS) | 64 |
| 5.2.2.3.1 | NZP CSI-RS | 64 |
| 5.2.2.4 | 信道状态信息 - 干扰测量 (CSI-IM) | 65 |
| 5.2.3 | 使用 PUSCH 进行 CSI 报告 | 65 |
| 5.2.4 | 使用 PUCCH 进行 CSI 报告 | 67 |
| 5.2.5 | CSI 报告的优先权规则 | 68 |
| 5.3 | UE PDSCH 处理过程时间 | 68 |
| 5.4 | UE CSI 计算时间 | 69 |
| 6 | 物理上行链路共享信道相关过程 | 71 |
| 6.1 | 用于发送物理上行链路共享信道的 UE 过程 | 71 |
| 6.1.1 | 传输方案 | 71 |
| 6.1.1.1 | 基于码本的 UL 传输 | 71 |
| 6.1.1.2 | 基于非码本的 UL 传输 | 72 |
| 6.1.2 | 资源分配 | 72 |
| 6.1.2.1 | 时域资源分配 | 72 |
| 6.1.2.1.1 | 确定要用于 PUSCH 的资源分配 | 73 |
| 6.1.2.2 | 频域资源分配 | 75 |
| 6.1.2.2.1 | 上行链路资源分配类型 0 | 76 |
| 6.1.2.2.2 | 上行链路资源分配类型 1 | 76 |
| 6.1.2.3 | 具有配置授权的上行链路传输的资源分配 | 77 |
| 6.1.3 | 用于在 PUSCH 上应用变换预编码的 UE 过程 | 78 |
| 6.1.4 | 调制顺序, 冗余率和传输块大小确定 | 78 |
| 6.1.4.1 | 调制顺序和目标码率确定 | 79 |
| 6.1.4.2 | 传输块大小确定 | 82 |
| 6.1.5 | 基于代码块组的 PUSCH 传输 | 83 |
| 6.1.5.1 | 用于将代码块分组到代码块组的 UE 过程 | 83 |
| 6.1.5.2 | 用于发送基于代码块组的传输的 UE 过程 | 83 |
| 6.2 | UE 参考信号 (RS) 过程 | 84 |
| 6.2.1 | UE 语音流程 | 84 |
| 6.2.1.1 | UE SRS 跳频过程 | 86 |
| 6.2.1.2 | 用于 DL CSI 获取的 UE 探测过程 | 87 |
| 6.2.1.3 | UE 在分量载波之间的探测过程 | 88 |
| 6.2.2 | UE DM-RS 传输过程 | 89 |
| 6.2.3 | UE PT-RS 传输过程 | 90 |
| 6.2.3.1 | 当未启用变换预编码时的 UE PT-RS 传输过程 | 90 |
| 6.2.3.2 | 启用变换预编码时的 UE PT-RS 传输过程 | 92 |
| 6.3 | UE PUSCH 跳频过程 | 93 |
| 6.4 | UE PUSCH 准备流程时间 | 94 |
| 附件 A (资料性附录) : | 更新记录 | 95 |

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

本文件规定并建立了 5G-NR 的数据信道的物理层过程的特征。

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。

- [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 38.212: “NR;复用和信道编码”
- [6] 3GPP TS 38.213: “NR;物理层的控制流程”
- [7] 3GPP TS 38.215: “NR;物理层测量”
- [8] 3GPP TS 38.101: “NR;用户设备 (UE) 无线传输和接收”
- [9] 3GPP TS 38.104: “NR;基站 (BS) 无线传输和接收”
- [10] 3GPP TS 38.321: “NR;媒体接入控制 (MAC) 协议规范”
- [11] 3GPP TS 38.133: “NR;支持无线资源管理的要求”
- [12] 3GPP TS 38.331: “NR;无线资源控制 (RRC) ;协议规范”
- [13] 3GPP TS 38.306: “NR;用户设备 (UE) 无线接入能力”
- [14] 3GPP TS 38.423: “NG-RAN; Xn 信令传输”

3 定义, 符号和缩写

3.1 定义

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

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

| | |
|----------|--------------|
| BWP | 带宽部分 |
| CBG | 代码块组 |
| CP | 循环前缀 |
| CQI | 信道质量指标 |
| CPU | CSI 处理单元 |
| CRC | 循环冗余校验 |
| CRI | CSI-RS 资源指标 |
| CSI | 信道状态信息 |
| CSI-RS | 信道状态信息参考信号 |
| CSI-RSRP | CSI 参考信号接收功率 |
| CSI-RSRQ | CSI 参考信号接收质量 |
| CSI-SINR | CSI 信噪比和干扰比 |
| CW | 码字 |
| DCI | 下行链路控制信息 |
| DL | 下行 |
| DM-RS | 专用解调参考信号 |
| EPRE | 每个资源单元的能量 |
| L1-RSRP | L1 参考信号接收功率 |
| LI | 层指示器 |
| MCS | 调制和编码方案 |
| PDCCH | 物理下行控制信道 |
| PDSCH | 物理下行共享信道 |
| PSS | 主同步信号 |
| PUCCH | 物理上行控制信道 |
| QCL | 准共址 |
| PMI | 预编码矩阵指示器 |
| PRB | 物理资源块 |
| PRG | 物理资源块组 |
| PT-RS | 相位跟踪参考信号 |
| RB | 资源块 |
| RBG | 资源块组 |
| RI | 排名指标 |
| RIV | 资源指标值 |
| SLIV | 开始和长度指示器值 |
| SR | 调度请求 |
| SRS | 探测参考信号 |

| | |
|---------|-------------|
| SS | 同步信号 |
| SSS | 辅助同步信号 |
| SS-RSRP | SS 参考信号接收功率 |
| SS-RSRQ | SS 参考信号接收质量 |
| SS-SINR | SS 信噪比和干扰比 |
| TCI | 传输配置指示灯 |
| TDM | 时分复用 |
| UE | 用户设备 |
| UL | 上行 |

4 功率控制

4.1 下行链路的功率分配

gNodeB 确定下行链路发送 EPRE。

出于 SS-RSRP, SS-RSRQ 和 SS-SINR 测量的目的, UE 可以假设下行链路 EPRE 在带宽上是恒定的。出于 SS-RSRP, SS-RSRQ 和 SS-SINR 测量的目的, UE 可以假设下行链路 EPRE 在不同 SS / PBCH 块中承载的 SSS 上是恒定的。出于 SS-RSRP, SS-RSRQ 和 SS-SINR 测量的目的, UE 可以假设 SSS EPRE 与 PBCH DM-RS EPRE 的比率是 0 dB。

出于 CSI-RSRP, CSI-RSRQ 和 CSI-SINR 测量的目的, UE 可以假设 CSI-RS 资源配置的端口的下行链路 EPRE 在配置的下行链路带宽上是恒定的并且在所有配置的 OFDM 符号上是恒定的。

下行链路 SS / PBCH SSS EPRE 可以从由较高层提供的参数 SS-PBCH-BlockPower 给出的 SS / PBCH 下行链路发射功率导出。下行链路 SSS 发射功率被定义为在操作系统带宽内承载 SSS 的所有资源单元的功率贡献 (以 [W] 为单位) 的线性平均值。

下行链路 CSI-RS EPRE 可以从参数 SS-PBCH-BlockPower 给出的 SS / PBCH 块下行链路发射功率和由更高层提供的参数 powerControlOffsetSS 给出的 CSI-RS 功率偏移导出。下行链路参考信号发射功率被定义为在操作系统带宽内承载配置的 CSI-RS 的资源单元的功率贡献 (以 [W] 为单位) 的线性平均值。

对于与 PDSCH 相关联的下行链路 DM-RS, UE 可以采用 PDSCH EPRE 与 DM-RS EPRE 的比率 ($1 / \beta_{\text{DMRS}}$ 表 4.1-1 给出了根据没有数据的 DM-RS CDM 组的数量, 如 5.1.6.2 所述, [dB])。DM-RS 比例因子 $\beta_{\text{PDSCH}}^{\text{DMRS}}$ [4, TS 38.211] 第 7.4.1.1.2 条规定的内容由下式给出 $\beta_{\text{PDSCH}}^{\text{DMRS}} = 10^{\frac{\beta_{\text{DMRS}}}{20}}$ 。

表 4.1-1: PDSCH EPRE 与 DM-RS EPRE 的比率

| 没有数据的 DM-RS CDM 组的数量 | DM-RS 配置类型 1 | DM-RS 配置类型 2 |
|----------------------|--------------|--------------|
| 1 | 0 dB | 0 dB |
| 2 | -3 dB | -3 dB |
| 3 | - | -4.77 dB |

当使用与 PDSCH 相关联的 PT-RS 端口以及与 PT-RS 端口相关联来调度 UE 时 $n_{\text{DMRS}}^{\text{PTRS}}$ DM-RS 端口,

- 如果 UE 配置有更高层参数 epre-Ratio, 则 PT-RS 端口每层 RE 的 PT-RS EPRE 与 PDSCH EPRE 的比率 (ρ_{PTRS} 表 4.1-2 根据 epre-Ratio, PT-RS 比例因子给出了) β_{PTRS} [4, TS 38.211] 第 7.4.1.2.2 条规定的内容由下式给出 $\beta_{\text{PTRS}} = 10^{\frac{\rho_{\text{PTRS}}}{20}}$ 。
- 否则, 如果没有配置, UE 应假设 epre-Ratio 在表 4.1-2 中设置为状态 '0'。

表 4.1-2: 每层 RE 每层 PDSCH EPRE 的 PT-RS EPRE (α_{PTRS})

| EPRE-比 | PDSCH 层的数量 | | | | | |
|--------|------------|---|------|---|---|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0 | 3 | 4.77 | 6 | 7 | 7.78 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 保留的 | | | | | |
| 3 | 保留的 | | | | | |

下行链路 PDCCH EPRE 被假设为 PDCCH EPRE 与 NZP CSI-RS EPRE 的比率并且取 0dB 的值。

5 物理下行链路共享信道相关流程

5.1 UE 用于接收物理下行链路共享信道的过程

对于下行链路, UE 支持每个小区最多 16 个 HARQ 进程。UE 可以假设的进程的数量最多将用于下行链路, 通过更高层参数 `nrofHARQ-processesForPDSCH` 分别为每个小区配置给 UE, 并且当没有提供配置时, UE 可以采用默认数量的 8 个进程。

UE 应当在检测到具有配置的 DCI 格式 1_0 或 1_1 的 PDCCH 时, 对该对应的 PDSCH 进行解码, 如该 DCI 所示。在用于该 HARQ 过程的 HARQ-ACK 的预期传输结束之后, 不期望 UE 接收针对给定 HARQ 过程的另一 PDSCH, 其中该定时由 [6] 的子条款 9.2.3 给出。不期望 UE 在时隙 i 中接收 PDSCH, 其中相应的 HARQ-ACK 被分配以在时隙 j 中发送, 并且在时隙 i 之后的时隙中的另一 PDSCH 具有其对应的 HARQ-ACK 被指派以在时隙 j 之前的时隙中发送。对于给定小区中的任何两个 HARQ 进程 ID, 如果 UE 被调度为通过从符号 i 开始的 PDCCH 开始在符号 j 中接收 PDSCH, 则不期望 UE 被调度为接收比符号 j 更早开始的 PDSCH。从符号 i 开始的 PDCCH。

如果 UE 未通过关于服务小区中的 SS / PBCH 块传输的高层信令未接收到 SSB 发送, 则 UE 假设根据 SSB-transmitted-SIB1 进行 SS / PBCH 块传输, 并且如果 PDSCH 资源分配与包含 PRB 的 PRB 重叠 SS / PBCH 块传输资源 UE 将假设包含 SS / PBCH 块的 PRB 不可用于发送 SS / PBCH 块的 OFDM 符号中的 PDSCH。UE 基于 SSB 周期性服务小区假设 SS / PBCH 块传输资源的周期性。

如果 UE 已经通过关于服务小区中的 SS / PBCH 块传输的更高层信令接收到 SSB 发送, 则 UE 假设根据 SSB 发送的 SS / PBCH 块传输, 并且如果 PDSCH 资源分配与包含 SS 的 PRB 重叠。在 SS / PBCH 块传输资源中, UE 应假设包含 SS / PBCH 块的 PRB 不可用于发送 SS / PBCH 块的 OFDM 符号中的 PDSCH。UE 基于 SSB 周期性服务小区假设 SS / PBCH 块传输资源的周期性。

当在 PDCCH Type0 公共搜索空间中接收利用 SI-RNTI 调度的 PDSCH 时, UE 将假设在 UE 用于接收 PDSCH 的 RE 中不发送 SS / PBCH 块。

当在 PDCCH Type0a 公共搜索空间, RA-RNTI, P-RNTI 或 TC-RNTI 中接收到以 SI-RNTI 调度的 PDSCH 时, UE 根据 `ssb-PositionsInBurst` 假设 SS / PBCH 块传输, 并且如果 PDSCH 资源分配与在包含 SS / PBCH 块传输资源的 PRB 中, UE 应假设包含 SS / PBCH 块的 PRB 不可用于发送 SS / PBCH 块的 OFDM 符号中的 PDSCH。

当接收利用 SI-RNTI 或 P-RNTI 调度的 PDSCH 时, UE 可以假设 PDSCH 的 DM-RS 端口与关联的 SS / PBCH 块在多普勒频移, 多普勒扩展, 平均延迟, 延迟方面准共址。传播, 空间 RX 参数适用时。

当接收到利用 RA-RNTI 调度的 PDSCH 时, UE 可以假设 PDSCH 的 DM-RS 端口与 SS / PBCH 块或 UE 用于 RACH 关联和传输的 CSI-RS 资源准共同关于多普勒频移, 多普勒扩展, 平均延迟, 延迟扩展, 适用时的空间 RX 参数。当响应于由触发基于非竞争的随机接入过程的 PDCCH 命令触发的随机接入过程接收利用 RA-RNTI 调度的 PDSCH 时, UE 可以假设所接收的 PDCCH 命令的 DM-RS 端口和 DM-RS 利用 RA-RNTI 调度的相应 PDSCH 的 DM-RS 端口在适用时关于多普勒频移, 多普勒扩展, 平均延迟, 延迟扩展, 空间 RX 参数与相同的 SS / PBCH 块或 CSI-RS 准共同定位。

当接收利用 TC-RNTI 调度的 PDSCH 时, UE 可以假设 PDSCH 的 DM-RS 端口与 UE 针对多普勒频移, 多普勒扩展, 平均延迟, 延迟选择用于 RACH 关联和传输的 SS / PBCH 块准共同定位。传播, 空间 RX 参数适用时。

如果 UE 未针对配置有由 DL 和 UL 符号组成的时隙格式的至少一个服务小区配置用于 PUSCH / PUCCH 传输, 并且如果 UE 不能在服务小区 c_l 和服务小区 c_s 上同时接收和传输 c_s , 如果 PDSCH 在服务小区 c 上与 SRS 传输 (包括由于上行链路或下行链路 RF 重新调谐时间 [10] 导致的任何中断) 在时间上重叠, 则不期望 UE 在服务小区 c_l 上接收 PDSCH₂ 未配置用于 PUSCH / PUCCH 传输。

如果 PDSCH 在时间上部分地或完全地重叠, 则不期望 UE 解码在具有 C-RNTI 的主小区中调度的 PDSCH 和在具有 CS-RNTI 的主小区中调度的另一 PDSCH。

如果在调度 RA-RNTI 的相同小区中的另一个 PDSCH 在时间上部分地或完全地重叠, 则不期望 UE 解码用 C-RNTI 或 CS-RNTI 调度的 PDSCH。

处于 RRC 空闲模式的 UE 应该能够解码两个 PDSCH, 每个 PDSCH 用 SI-RNTI, P-RNTI, RA-RNTI 或 TC-RNTI 调度, 其中两个 PDSCH 在非重叠 PRB 中在时间上部分或完全重叠。

在频率范围 1 小区上, UE 应能够解码用 C-RNTI 或 CS-RNTI 调度的 PDSCH, 并且在 P-RNTI 触发的 SI 获取过程中, 使用部分或完全重叠的 SI-RNTI 调度的另一 PDSCH 及时在非重叠的 PRB 中。

在频率范围 2 小区上, 如果在同一小区中, 在 P-RNTI 触发的 SI 获取的过程期间, UE 不被期望解码用 C-RNTI 或 CS-RNTI 调度的 PDSCH, 则部分地用 SI-RNTI 调度的另一 PDSCH 或在非重叠 PRB 中完全重叠。

期望 UE 在自主 SI 获取的过程期间解码用 C-RNTI 或 CS-RNTI 调度的 PDSCH。

如果 UE 由更高层配置以解码具有由 CS-RNTI 加扰的 CRC 的 PDCCH, 则 UE 将使用针对那些 PDSCH 的更高层提供的 PDSCH 配置来接收没有对应的 PDCCH 传输的 PDSCH 传输。

5.1.1 传输方案

仅为 PDSCH 定义了一种传输方案, 并且用于所有 PDSCH 传输。

5.1.1.1 传输方案 1

对于 PDSCH 的传输方案 1, UE 可以假设将在天线端口 1000-1011 上利用多达 8 个传输层执行 PDSCH 上的 gNB 传输, 如 [4, TS 38.211] 的子条款 7.3.1.4 中所定义的, 主题第 5.1.6.2 节中的 DM-RS 接收流程。

5.1.2 资源分配

5.1.2.1 时域资源分配

当 UE 被调度为通过 DCI 接收 PDSCH 时, DCI 的时域资源分配字段值 m 向分配表提供行索引 $m + 1$ 。使用的资源分配表的确定在 5.1.2.1.1 子条款中定义。索引行定义时隙偏移量 K_0 , 开始和长度指示符 SLIV, 或直接开始符号 S 和分配长度 L , 以及 PDSCH 接收中要采用的 PDSCH 映射类型。

给定索引行的参数值:

- 为 PDSCH 分配的时隙是 $\left\lfloor n \cdot \frac{2^{\mu_{\text{PDSCH}}}}{2^{\mu_{\text{PDCCH}}}} \right\rfloor + K_0$ 其中 n 是具有调度 DCI 的时隙, K_0 基于 PDSCH 的数字学, 并且 μ_{PDSCH} 和 μ_{PDCCH} 分别是 PDSCH 和 PDCCH 的子载波间隔配置
- 根据开始和长度指示符 SLIV 确定相对于时隙开始的起始符号 S , 以及从为 PDSCH 分配的符号 S 计数的连续符号 L 的数量:

if $(L-1) \leq 7$ then

$$SLIV = 14 \cdot (L-1) + S$$

else

$$SLIV = 14 \cdot (14-L+1) + (14-1-S)$$

where $0 < L \leq 14 - S$, and

- PDSCH 映射类型设置为类型 A 或类型 B, 如[4, TS 38.211]的子条款 7.4.1.1.2 中所定义。

UE 应将表 5.1.2.1-1 中定义的 S 和 L 组合视为有效的 PDSCH 分配:

表 5.1.2.1-1: 有效的 S 和 L 组合

| PDSCH 映射类型 | 正常循环前缀 | | | 扩展循环前缀 | | |
|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|
| | S | L | S+L | S | L | S+L |
| A 型 | {0,1,2,3} (注 1) | {3,...,14} | {3,...,14} | {0,1,2,3} (注 1) | {3,...,12} | {3,...,12} |
| B 型 | {0,...,12} | {2,4,7} | {2,...,14} | {0,...,10} | {2,4,6} | {2,...,12} |

注 1: 仅当 dmrs-TypeA-Position = 3 时, S = 3 才适用

当 UE 配置为 aggregationFactorDL > 1 时, 在 aggregationFactorDL 连续时隙上应用相同的符号分配。 UE 可以预期在每个 aggregationFactorDL 连续时隙中的每个符号分配内重复 TB, 并且 PDSCH 限于单个传输层。根据表 5.1.2.1-2 确定要应用于 TB 的 n^{th} 传输时机的冗余率。

表 5.1.2.1-2: aggregationFactorDL > 1 时应用的冗余率

| 由调度 PDSCH 的 DCI 指示的 rv_{id} | rv_{id} 应用于 n^{th} 传输场合 | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | $n \bmod 4 = 0$ | $n \bmod 4 = 1$ | $n \bmod 4 = 2$ | $n \bmod 4 = 3$ |
| 0 | 0 | 2 | 3 | 1 |
| 2 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 3 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| 1 | 1 | 0 | 2 | 3 |

如果用于确定如[6, TS 38.213]的子条款 11.1 中定义的时隙配置的 UE 过程确定为 PDSCH 分配的时隙的符号作为上行链路符号, 则对于多时隙 PDSCH 传输省略该时隙上的传输。

如果调度 PDSCH 的 PDCCH 在同一时隙中被接收并且未包含在时隙的前三个符号内, 则不期望 UE 在时隙中接收具有映射类型 A 的 PDSCH。

如果在比 PDSCH 时域资源分配中指示的第一符号更晚的符号中接收到调度 PDSCH 的 PDCCH 的第一符号, 则不期望 UE 在时隙中接收具有映射类型 B 的 PDSCH。

5.1.2.1.1 确定要用于 PDSCH 的资源分配表

表 5.1.2.1.1-1 定义了要应用的 PDSCH 时域资源分配配置。应用根据表 5.1.2.1.1-2, 5.1.2.1.1-3, 5.1.2.1.1-4 和 5.1.2.1.1-5 的默认 PDSCH 时域分配 A, B 或 C, 或者应用 pdsch-ConfigCommon 或 pdsch-Config 中的高层配置的 pdsch-AllocationList。

表 5.1.2.1.1-1: 适用的 PDSCH 时域资源分配

| RNTI | PDCCH 搜索空间 | SS / PBCH 块和 CORESET 复用模式 | <i>pdsch-ConfigCommon</i> 包含 <i>pdsch-AllocationList</i> | <i>pdsch-Config</i> 包含 <i>pdsch-AllocationList</i> | 应用 PDSCH 时域资源分配 |
|-------------------|---|---------------------------|--|--|---|
| SI-RNTI | Type0 common | 1 | - | - | Default A for normal CP |
| | | 2 | - | - | Default B |
| | | 3 | - | - | Default C |
| | Type0A common | | | | |
| RA-RNTI, TC-RNTI, | Type1 common | 1, 2, 3 | No | - | Default A |
| | | 1, 2, 3 | Yes | - | <i>pdsch-AllocationList</i> provided in <i>pdschConfigCommon</i> |
| P-RNTI | Type2 common | | | | |
| | | | | | |
| C-RNTI, CS-RNTI | Any common search space associated with CORESET#0 | 1, 2, 3 | No | - | Default A |
| | | 1, 2, 3 | Yes | - | <i>pdsch-AllocationList</i> provided in <i>pdschConfigCommon</i> |
| | | | | | |
| C-RNTI, CS-RNTI | Any common search space not associated with CORESET#0 | 1,2,3 | No | No | Default A |
| | | 1,2,3 | Yes | No | <i>pdsch-AllocationList</i> provided in <i>pdsch-ConfigCommon</i> |
| | | | | | |
| | UE specific search space | 1,2,3 | No/Yes | Yes | <i>pdsch-AllocationList</i> provided in <i>pdsch-Config</i> |

表 5.1.2.1.1-2: 正常 CP 的默认 PDSCH 时域资源分配 A.

| 行索引 | DMRS 的类型 A-位置 | PDSCH 映射类型 | K_0 | S | L |
|-----|---------------|------------|-------|-----|-----|
| 1 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 12 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 11 |
| 2 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 10 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 9 |
| 3 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 9 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 8 |
| 4 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 7 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 6 |
| 5 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 5 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 4 |
| 6 | 2 | B 型 | 0 | 9 | 4 |
| | 3 | B 型 | 0 | 10 | 4 |
| 7 | 2 | B 型 | 0 | 4 | 4 |
| | 3 | B 型 | 0 | 6 | 4 |
| 8 | 2,3 | B 型 | 0 | 5 | 7 |
| 9 | 2,3 | B 型 | 0 | 5 | 2 |
| 10 | 2,3 | B 型 | 0 | 9 | 2 |
| 11 | 2,3 | B 型 | 0 | 12 | 2 |
| 12 | 2,3 | A 型 | 0 | 1 | 13 |
| 13 | 2,3 | A 型 | 0 | 1 | 6 |
| 14 | 2,3 | A 型 | 0 | 2 | 4 |
| 15 | 2,3 | B 型 | 0 | 4 | 7 |
| 16 | 2,3 | B 型 | 0 | 8 | 4 |

表 5.1.2.1.1-3: 扩展 CP 的默认 PDSCH 时域资源分配 A.

| 行索引 | DMRS 的类型 A-位置 | PDSCH 映射类型 | K_0 | S | L |
|-----|---------------|------------|-------|----|----|
| 1 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 6 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 5 |
| 2 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 10 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 9 |
| 3 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 9 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 8 |
| 4 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 7 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 6 |
| 5 | 2 | A 型 | 0 | 2 | 5 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 4 |
| 6 | 2 | B 型 | 0 | 6 | 4 |
| | 3 | B 型 | 0 | 8 | 2 |
| 7 | 2 | B 型 | 0 | 4 | 4 |
| | 3 | B 型 | 0 | 6 | 4 |
| 8 | 2,3 | B 型 | 0 | 5 | 6 |
| 9 | 2,3 | B 型 | 0 | 5 | 2 |
| 10 | 2,3 | B 型 | 0 | 9 | 2 |
| 11 | 2,3 | B 型 | 0 | 10 | 2 |
| 12 | 2,3 | A 型 | 0 | 1 | 11 |
| 13 | 2,3 | A 型 | 0 | 1 | 6 |
| 14 | 2,3 | A 型 | 0 | 2 | 4 |
| 15 | 2,3 | B 型 | 0 | 4 | 6 |
| 16 | 2,3 | B 型 | 0 | 8 | 4 |

表 5.1.2.1.1-4: 默认 PDSCH 时域资源分配 B.

| 行索引 | DMRS 的类型 A-位置 | PDSCH 映射类型 | K_0 | S | L |
|----------|---------------|------------|-------|----|----|
| 1 | 2,3 | B 型 | 0 | 2 | 2 |
| 2 | 2,3 | B 型 | 0 | 4 | 2 |
| 3 | 2,3 | B 型 | 0 | 6 | 2 |
| 4 | 2,3 | B 型 | 0 | 8 | 2 |
| 5 | 2,3 | B 型 | 0 | 10 | 2 |
| 6 | 2,3 | B 型 | 1 | 2 | 2 |
| 7 | 2,3 | B 型 | 1 | 4 | 2 |
| 8 | 2,3 | B 型 | 0 | 2 | 4 |
| 9 | 2,3 | B 型 | 0 | 4 | 4 |
| 10 | 2,3 | B 型 | 0 | 6 | 4 |
| 11 | 2,3 | B 型 | 0 | 8 | 4 |
| 12 (注 1) | 2,3 | B 型 | 0 | 10 | 4 |
| 13 (注 1) | 2,3 | B 型 | 0 | 2 | 7 |
| 14 (注 1) | 2 | A 型 | 0 | 2 | 12 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 11 |
| 15 | 2,3 | B 型 | 1 | 2 | 4 |
| 16 | 保留的 | | | | |

注 1: 如果在 PDCCH Type0 公共搜索空间中使用 SI-RNTI 调度 PDSCH, 则 UE 可以假设未应用该 PDSCH 资源分配

表 5.1.2.1.1-5: 默认 PDSCH 时域资源分配 C.

| 行索引 | DMRS 的类型 A-位置 | PDSCH 映射类型 | K_0 | S | L |
|----------|---------------|------------|-------|-----|-----|
| 1 (注 1) | 2,3 | B 型 | 0 | 2 | 2 |
| 2 | 2,3 | B 型 | 0 | 4 | 2 |
| 3 | 2,3 | B 型 | 0 | 6 | 2 |
| 4 | 2,3 | B 型 | 0 | 8 | 2 |
| 5 | 2,3 | B 型 | 0 | 10 | 2 |
| 6 | 保留的 | | | | |
| 7 | 保留的 | | | | |
| 8 | 2,3 | B 型 | 0 | 2 | 4 |
| 9 | 2,3 | B 型 | 0 | 4 | 4 |
| 10 | 2,3 | B 型 | 0 | 6 | 4 |
| 11 | 2,3 | B 型 | 0 | 8 | 4 |
| 12 | 2,3 | B 型 | 0 | 10 | 4 |
| 13 (注 1) | 2,3 | B 型 | 0 | 2 | 7 |
| 14 (注 1) | 2 | A 型 | 0 | 2 | 12 |
| | 3 | A 型 | 0 | 3 | 11 |
| 15 (注 1) | 2,3 | A 型 | 0 | 0 | 6 |
| 16 (注 1) | 2,3 | A 型 | 0 | 2 | 6 |

注 1: 如果在 PDCCH Type0 公共搜索空间中使用 SI-RNTI 调度 PDSCH, 则 UE 可以假设不使用该 PDSCH 资源分配

5.1.2.2 频域资源分配

支持两种下行链路资源分配方案, 类型 0 和类型 1。UE 应当假设当接收到具有 DCI 格式 1_0 的调度许可时, 则使用下行链路资源分配类型 1。

如果调度 DCI 被配置为通过将 pdsch-Config 中的更高层参数 resourceAllocation 设置为 'dynamicswitch' 来指示下行链路资源分配类型作为频域资源分配字段的一部分, 则 UE 将使用下行链路资源分配类型 0 或类型 1 由此 DCI 字段定义。否则, UE 将使用由更高层参数 resourceAllocation 定义的下行链路频率资源分配类型。

对于在任何类型的 PDCCH 公共搜索空间中以 DCI 格式 1_0 调度的 PDSCH, 无论哪个带宽部分是活动带宽部分, RB 编号从其中接收 DCI 的 CORESET 的最低 RB 开始。

对于另外调度的 PDSCH, 如果在调度 DCI 中未配置带宽部分指示符字段, 则在 UE 的有效带宽部分内确定用于下行链路类型 0 和类型 1 资源分配的 RB 索引。如果在调度 DCI 中配置带宽部分指示符字段, 则在 DCI 中由带宽部分指示符字段值指示的 UE 的带宽部分内确定用于下行链路类型 0 和类型 1 资源分配的 RB 索引。UE 在检测到预期用于 UE 的 PDCCH 时将首先确定下行链路载波带宽部分, 然后确定带宽部分内的资源分配。

5.1.2.2.1 下行链路资源分配类型 0

在类型 0 的下行链路资源分配中, 资源块指派信息包括指示分配给调度的 UE 的资源块组 (RBG) 的位图, 其中 RBG 是由更高层参数 rbg-Size 定义的一组连续虚拟资源块。由 PDSCH-Config 配置, 载波带宽部分的大小如表 5.1.2.2.1-1 所定义。

表 5.1.2.2.1-1: 标称 RBG 大小 P.

| 带宽部分范围 | 配置 1 | 配置 2 |
|-----------|------|------|
| 1 – 36 | 2 | 4 |
| 37 – 72 | 4 | 8 |
| 73 – 144 | 8 | 16 |
| 145 – 275 | 16 | 16 |

RBG 总数 (N_{RBG}) 对于大小的下行链路带宽部分 i $N_{\text{BWP},i}^{\text{size}}$ PRB 由。给出

$$N_{\text{RBG}} = \left\lceil \left(N_{\text{BWP},i}^{\text{size}} + (N_{\text{BWP},i}^{\text{start}} \bmod P) \right) / P \right\rceil, \text{ where}$$

- 第一个 RBG 的大小是 $\text{RBG}_0^{\text{size}} = P - N_{\text{BWP},i}^{\text{start}} \bmod P$,
- 最后一个 RBG 的大小是 $\text{RBG}_{\text{last}}^{\text{size}} = (N_{\text{BWP},i}^{\text{start}} + N_{\text{BWP},i}^{\text{size}}) \bmod P$ if $(N_{\text{BWP},i}^{\text{start}} + N_{\text{BWP},i}^{\text{size}}) \bmod P > 0$ 和 P 否则,
- 所有其他 RBG 的大小是 P .

位图的大小 N_{RBG} 每个 RBG 具有一个位图位的位, 使得每个 RBG 是可寻址的。 RBG 应按频率增加的顺序编制索引, 并从载波带宽部分的最低频率开始。 RBG 位图的顺序是 RBG 0 到 RBG $N_{\text{RBG}} - 1$ 从 MSB 映射到 LSB。 如果位图中的对应比特值是 1, 则 RBG 被分配给 UE, 否则 RBG 不被分配给 UE。

5.1.2.2.2 下行链路资源分配类型 1

在类型 1 的下行链路资源分配中, 资源块指派信息向调度的 UE 指示在有效带宽部分大小内的一组连续分配的非交织或交织的虚拟资源块。 $N_{\text{BWP}}^{\text{size}}$ 除了在 CORESET 0 中的任何公共搜索空间中解码 DCI 格式 1_0 的情况之外的 PRB, 在这种情况下初始带宽部分的大小 $N_{\text{BWP},0}^{\text{size}}$ 应该使用。

下行链路类型 1 资源分配字段包括与起始虚拟资源块相对应的资源指示值 (RIV) (RB_{start}) 和连续分配的资源块的长度 L_{RBs} 。 资源指示值由。定义

if $(L_{\text{RBs}} - 1) \leq \lfloor N_{\text{BWP}}^{\text{size}} / 2 \rfloor$ then

$$\text{RIV} = N_{\text{BWP}}^{\text{size}} (L_{\text{RBs}} - 1) + \text{RB}_{\text{start}}$$

else

$$\text{RIV} = N_{\text{BWP}}^{\text{size}} (N_{\text{BWP}}^{\text{size}} - L_{\text{RBs}} + 1) + (N_{\text{BWP}}^{\text{size}} - 1 - \text{RB}_{\text{start}})$$

where L_{RBs} (1, 不得超过 $N_{\text{BWP}}^{\text{size}} - \text{RB}_{\text{start}}$).

当 USS 中 DCI 格式 1_0 的 DCI 大小是从具有大小的初始 BWP 导出时 $N_{\text{BWP}}^{\text{initial}}$ 但适用于另一个大小为的活跃 BWP $N_{\text{BWP}}^{\text{active}}$ 下行链路类型 1 资源块分配字段包括与起始资源块对应的资源指示值 (RIV)

$$\text{RB}_{\text{start}} = 0, K, 2 \cdot K, \dots, (N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} - 1) \cdot K \text{ 以及几乎连续分配的资源块的长度 } L_{\text{RBs}} = K, 2 \cdot K, \dots, N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} \cdot K.$$

资源指示值由以下定义:

if $(L'_{\text{RBs}} - 1) \leq \lfloor N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} / 2 \rfloor$ then

$$\text{RIV} = N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} (L'_{\text{RBs}} - 1) + \text{RB}'_{\text{start}}$$

else

$$\text{RIV} = N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} (N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} - L'_{\text{RBs}} + 1) + (N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} - 1 - \text{RB}'_{\text{start}})$$

where $L'_{\text{RBs}} = L_{\text{RBs}} / K$, $\text{RB}'_{\text{start}} = \text{RB}_{\text{start}} / K$ 在 where L'_{RBs} 不得超过 $N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} - \text{RB}'_{\text{start}}$.

If $N_{\text{BWP}}^{\text{active}} > N_{\text{BWP}}^{\text{initial}}$, K 是满足 $\{1, 2, 4, 4\}$ 的集合的最大值 $K \leq \lfloor N_{\text{BWP}}^{\text{active}} / N_{\text{BWP}}^{\text{initial}} \rfloor$; 否则 $K = 1$.

5.1.2.3 物理资源块 (PRB) 捆绑

UE 可以假设预编码粒度是 $P'_{BWP,i}$ 频域中的连续资源块。 $P'_{BWP,i}$ 可以等于 {2, 4, 宽带} 中的一个值。

If $P'_{BWP,i}$ 如果确定为“宽带”，则不期望 UE 被调度具有非连续资源分配，并且 UE 可以假设将相同的预编码应用于所分配的资源。

If $P'_{BWP,i}$ 被确定为 {2, 4} 中的值之一，预编码资源块组 (PRG) 将带宽部分 i 划分为具有 $\sqrt{\cdot}$ 个连续 PRB。每个 PRG 中的实际连续 PRB 数可以是一个或多个。

第一个 PRG 大小由。给出 $P'_{BWP,i} - N_{BWP,i}^{start} \bmod P'_{BWP,i}$ 和最后给出的 PRG 大小 $(N_{BWP,i}^{start} + N_{BWP,i}^{size}) \bmod P'_{BWP,i}$ if $(N_{BWP,i}^{start} + N_{BWP,i}^{size}) \bmod P'_{BWP,i} \neq 0$ ，最后的 PRG 大小是 $P'_{BWP,i}$ if $(N_{BWP,i}^{start} + N_{BWP,i}^{size}) \bmod P'_{BWP,i} = 0$ 。

UE 可以假设对 PRG 中的 PRB 的任何下行链路连续分配应用相同的预编码。

对于承载由 PDCCH 调度的具有由 SI-RNTI 加扰的 CRC 的 SIB1 的 PDSCH，PRG 从在 PBCH 中用信号通知的 CORESET 的最低编号资源块划分。

如果 UE 被调度为具有 DCI 格式 1_0 的 PDSCH，则 UE 将假设该情况 $P'_{BWP,i}$ 相当于 2 个 PRB。

当接收到由具有通过 C-RNTI 或 CS-RNTI 加扰的 CRC 的 DCI 格式 1_1 的 PDCCH 调度的 PDSCH 时，用于带宽部分的 $\sqrt{\cdot}$ 等于 2 个 PRB，除非由 PDSCH-Config 给出的更高层参数 prb-BundlingType 配置。

当通过具有由 C-RNTI 或 CS-RNTI 加扰的 CRC 的 DCI 格式 1_1 的 PDCCH 接收的 PDSCH 接收时，如果较高层参数 prb-BundlingType 被设置为 'dynamicBundling'，则较高层参数 bundleSizeSet1 和 bundleSizeSet2 配置两组 $P'_{BWP,i}$ 值，第一组可以取一两个 $P'_{BWP,i}$ {2, 4, 宽带} 和第二组中的值可以取一个 $P'_{BWP,i}$ 值 {2, 4, 宽带}。

如果 PRB 捆绑大小指示符以 [2, TS 38.212] 的子条款 7.3.1.2.2 中定义的 DCI 格式 1_1 发信号通知

- 设置为 '0'，UE 应使用 $P'_{BWP,i}$ 来自第二组参数值 $P'_{BWP,i}$ 当接收由相同 DCI 调度的 PDSCH 时的值。
- 设置为 "1"，并为第一组配置一个值 $P'_{BWP,i}$ 值，UE 应使用此值 $P'_{BWP,i}$ 当接收由相同 DCI 调度的 PDSCH 时的值
- 设置为 '1'，并为第一组配置两个值 $P'_{BWP,i}$ 值为 n2 宽带' (对应于两个 $P'_{BWP,i}$ 值 2 和宽带) 或 n4 宽带' (对应于两个 $P'_{BWP,i}$ 值 4 和宽带)，UE 在接收由相同 DCI 调度的 PDSCH 时应使用该值，如下所示：
 - 如果调度的 PRB 是连续的并且调度的 PRB 的大小大于 $N_{BWP,i}^{size} / 2$ ， $P'_{BWP,i}$ 否则，与预定带宽相同 $P'_{BWP,i}$ 被设置为剩余配置值 2 或 4。

当接收到具有 DCI 格式 1_1 的 PDCCH 调度的 PDSCH，其中 CRC 通过 C-RNTI 或 CS-RNTI 加扰时，如果更高层参数 prb-BundlingType 被设置为 'staticBundling'，则 $P'_{BWP,i}$ value 由高层参数 bundleSize 指示的单个值配置。

当根据子条款 5.1.2.2.1 为 UE 配置 RBG = 2 用于带宽部分 i 时，或者当 UE 被配置为具有 2 的交织单元用于由更高层参数 vrb-ToPRB-Interleaver 提供的 VRB 到 PRB 映射时通过用于带宽部分 i 的 PDSCH-Config，预期不配置 UE $P'_{BWP,i} = 4$ 。

5.1.3 调制顺序，目标码率，冗余率和传输块大小确定

为了确定物理下行链路共享信道中的调制阶数，目标码率和传输块大小，UE 应该首先

- 读取 DCI 中的 5 比特调制和编码方案字段 (I_{MCS})，以根据 5.1.3.1 中定义的过程确定调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)，以及

- 读取 DCI 中的冗余率字段 (rv) 以确定冗余率。

第二个

- UE 应使用层数 (v)，速率匹配之前分配的 PRB 总数 (n_{PRB})，以根据 5.1.3.2 中定义的过程确定传输块大小。

如果有效信道码率高于 0.95，则 UE 可以在初始传输中跳过解码传输块，其中有效信道码率被定义为下行链路信息比特（包括 CRC 比特）的数量除以物理信道的数量。PDSCH 上的比特。如果 UE 跳过解码，则物理层向更高层指示传输块未被成功解码。

5.1.3.1 调制顺序和目标码率确定

对于由具有 DCI 格式 1_0 的 PDCCH 或具有通过 C-RNTI 加扰的 CRC 的格式 1_1 调度的 PDSCH，新 RNTI，TC-RNTI，CS-RNTI，SI-RNTI，RA-RNTI 或 P-RNTI，

如果 PDSCH-Config 给出的高层参数 $mcs\text{-}Table$ 设置为 'qam256'，则 PDSCH 由具有 DCI 格式 1_1 的 PDCCH 调度，并且 CRC 由 C-RNTI 或 CS-RNTI 加扰

- UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-2 来确定物理下行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

否则，如果 UE 未配置 $new\text{-}RNTI$ ，则 PDSCH-Config 给出的高层参数 $mcs\text{-}Table$ 设置为 'qam64LowSE'，PDSCH 用 C-RNTI 调度，PDSCH 由 PDCCH 分配。特定于 UE 的搜索空间

- UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-3 来确定物理下行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

否则，UE 配置有新 RNTI，并且用新 RNTI 调度 PDSCH

- UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-3 来确定物理下行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

否则，如果 UE 没有配置 SPS-config 给出的更高层参数 $mcs\text{-}Table$ ，则 PDSCH-Config 给出的高层参数 $mcs\text{-}Table$ 设置为 'qam256'，PDSCH 用 CS-RNTI 调度，并且 PDSCH 由具有 DCI 格式 1_1 的 PDCCH 分配

- UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-2 来确定物理下行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

否则 UE 配置有由 SPS-config 设置为 'qam64LowSE' 的更高层参数 $mcs\text{-}Table$ ，并且使用 CS-RNTI 调度 PDSCH

- UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-3 来确定物理下行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

else

- UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-1 来确定物理下行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

Endif

不期望 UE 解码用 P-RNTI，RA-RNTI，SI-RNTI 和 $Q_m > 2$ 调度的 PDSCH。

表 5.1.3.1-1: PDSCH 的 MCS 索引表 1

| MCS 指数 I_{MCS} | 调制顺序 Q_m | 目标码率 $R \times [1024]$ | 频谱 效率 |
|---------------------|---------------|------------------------|----------|
| 0 | 2 | 120 | 0.2344 |
| 1 | 2 | 157 | 0.3066 |
| 2 | 2 | 193 | 0.3770 |
| 3 | 2 | 251 | 0.4902 |
| 4 | 2 | 308 | 0.6016 |
| 5 | 2 | 379 | 0.7402 |
| 6 | 2 | 449 | 0.8770 |
| 7 | 2 | 526 | 1.0273 |
| 8 | 2 | 602 | 1.1758 |
| 9 | 2 | 679 | 1.3262 |
| 10 | 4 | 340 | 1.3281 |
| 11 | 4 | 378 | 1.4766 |
| 12 | 4 | 434 | 1.6953 |
| 13 | 4 | 490 | 1.9141 |
| 14 | 4 | 553 | 2.1602 |
| 15 | 4 | 616 | 2.4063 |
| 16 | 4 | 658 | 2.5703 |
| 17 | 6 | 438 | 2.5664 |
| 18 | 6 | 466 | 2.7305 |
| 19 | 6 | 517 | 3.0293 |
| 20 | 6 | 567 | 3.3223 |
| 21 | 6 | 616 | 3.6094 |
| 22 | 6 | 666 | 3.9023 |
| 23 | 6 | 719 | 4.2129 |
| 24 | 6 | 772 | 4.5234 |
| 25 | 6 | 822 | 4.8164 |
| 26 | 6 | 873 | 5.1152 |
| 27 | 6 | 910 | 5.3320 |
| 28 | 6 | 948 | 5.5547 |
| 29 | 2 | 保留的 | |
| 30 | 4 | 保留的 | |
| 31 | 6 | 保留的 | |

表 5.1.3.1-2: PDSCH 的 MCS 索引表 2

| MCS 指数 I_{MCS} | 调制顺序 Q_m | 目标码率 $R \times [1024]$ | 频谱效率 |
|---------------------|---------------|------------------------|--------|
| 0 | 2 | 120 | 0.2344 |
| 1 | 2 | 193 | 0.3770 |
| 2 | 2 | 308 | 0.6016 |
| 3 | 2 | 449 | 0.8770 |
| 4 | 2 | 602 | 1.1758 |
| 5 | 4 | 378 | 1.4766 |
| 6 | 4 | 434 | 1.6953 |
| 7 | 4 | 490 | 1.9141 |
| 8 | 4 | 553 | 2.1602 |
| 9 | 4 | 616 | 2.4063 |
| 10 | 4 | 658 | 2.5703 |
| 11 | 6 | 466 | 2.7305 |
| 12 | 6 | 517 | 3.0293 |
| 13 | 6 | 567 | 3.3223 |
| 14 | 6 | 616 | 3.6094 |
| 15 | 6 | 666 | 3.9023 |
| 16 | 6 | 719 | 4.2129 |
| 17 | 6 | 772 | 4.5234 |
| 18 | 6 | 822 | 4.8164 |
| 19 | 6 | 873 | 5.1152 |
| 20 | 8 | 682.5 | 5.3320 |
| 21 | 8 | 711 | 5.5547 |
| 22 | 8 | 754 | 5.8906 |
| 23 | 8 | 797 | 6.2266 |
| 24 | 8 | 841 | 6.5703 |
| 25 | 8 | 885 | 6.9141 |
| 26 | 8 | 916.5 | 7.1602 |
| 27 | 8 | 948 | 7.4063 |
| 28 | 2 | 保留的 | |
| 29 | 4 | 保留的 | |
| 30 | 6 | 保留的 | |
| 31 | 8 | 保留的 | |

表 5.1.3.1-3: PDSCH 的 MCS 索引表 3

| MCS 指数 I_{MCS} | 调制顺序 Q_m | 目标码率 $R \times [1024]$ | 频谱效率 |
|---------------------|---------------|------------------------|--------|
| 0 | 2 | 30 | 0.0586 |
| 1 | 2 | 40 | 0.0781 |
| 2 | 2 | 50 | 0.0977 |
| 3 | 2 | 64 | 0.1250 |
| 4 | 2 | 78 | 0.1523 |
| 5 | 2 | 99 | 0.1934 |
| 6 | 2 | 120 | 0.2344 |
| 7 | 2 | 157 | 0.3066 |
| 8 | 2 | 193 | 0.3770 |
| 9 | 2 | 251 | 0.4902 |
| 10 | 2 | 308 | 0.6016 |
| 11 | 2 | 379 | 0.7402 |
| 12 | 2 | 449 | 0.8770 |
| 13 | 2 | 526 | 1.0273 |
| 14 | 2 | 602 | 1.1758 |
| 15 | 4 | 340 | 1.3281 |
| 16 | 4 | 378 | 1.4766 |
| 17 | 4 | 434 | 1.6953 |
| 18 | 4 | 490 | 1.9141 |
| 19 | 4 | 553 | 2.1602 |
| 20 | 4 | 616 | 2.4063 |
| 21 | 6 | 438 | 2.5664 |
| 22 | 6 | 466 | 2.7305 |
| 23 | 6 | 517 | 3.0293 |
| 24 | 6 | 567 | 3.3223 |
| 25 | 6 | 616 | 3.6094 |
| 26 | 6 | 666 | 3.9023 |
| 27 | 6 | 719 | 4.2129 |
| 28 | 6 | 772 | 4.5234 |
| 29 | 2 | 保留的 | |
| 30 | 4 | 保留的 | |
| 31 | 6 | 保留的 | |

5.1.3.2 传输块大小确定

在较高层参数 $\text{maxNrofCodeWordsScheduledByDCI}$ 指示启用两个码字传输的情况下, 如果 $I_{MCS} = 26$ 且对于相应的传输块, 如果 $rv_{id} = 1$, 则 DCI 格式 1_1 禁用传输块, 否则传输块已启用。如果两个传输块都被启用, 则传输块 1 和 2 分别映射到码字 0 和 1。如果仅启用一个传输块, 则启用的传输块始终映射到第一个码字。

对于由具有 DCI 格式 1_0 的 PDCCH 或具有通过 C-RNTI 加扰的 CRC 的格式 1_1 分配的 PDSCH, 新 RNTI, TC-RNTI, CS-RNTI 或 SI-RNTI, 如果使用表 5.1.3.1-2 并且 $0 \leq I_{MCS} \leq 27$ 或 $I_{MCS} \leq 27$, 或使用表 5.1.3.1-2 以外的表格 $0 \leq I_{MCS} \leq 28$ 或 $I_{MCS} \leq 28$, UE 除非在 DCI 格式 1_1 中禁用传输块, 否则首先确定如下所述的 TBS:

1) UE 应首先确定 RE 的数量 (N_{RE}) (N_{RE}) 在时隙内。

- UE 首先确定在 PRB 内为 PDSCH 分配的 RE 的数量 (N'_{RE}) $N'_{RE} = N_{sc}^{RB} \cdot N_{ymb}^{sh} - N_{DMRS}^{PRB} - N_{oh}^{PRB}$,

where $N_{sc}^{RB} = 12$ 是物理资源块中的子载波数量, $N_{ymb}^{sh} N_{ymb}^{slot}$ 是时隙内 PDSCH 分配的符号数,

$N_{DMRS}^{PRB} N_{DMRS}^{PRB}$ 是在预定持续时间内每个 PRB 的 DM-RS 的 RE 数量, 包括没有数据的 DM-RS CDM 组的开销, 如 DCI 格式 1_1 或子条款 5.1.6.2 中格式 1_0 所述, 以及 $N_{oh}^{PRB} N_{oh}^{PRB}$ 是由 PDSCH-

ServingCellConfig 中的更高层参数 $x\text{overhead}$ 配置的开销。如果未配置 PDSCH-

ServingCellconfig 中的 $x\text{overhead}$ (值为 0, 6, 12 或 18), 则 N_{oh}^{PRB} 如果 PDSCH 由具有由 SI-RNTI, RA-RNTI 或 P-RNTI 加扰的 CRC 的 PDCCH 调度, N_{oh}^{PRB} 假设为 0。

- UE 确定为 PDSCH 分配的 RE 的总数 (N_{RE}) 通过 $N_{RE} = \min(156, N'_{RE}) \cdot n_{PRB}$ $N_{RE} = N'_{RE} \cdot n_{PRB}$ 其中 n_{PRB} 是 UE 分配的 PRB 总数。

2) 中间信息比特数 (N_{info}) TBS_{temp} 是通过。获得的 $N_{info} = N_{RE} \cdot R \cdot Q_m \cdot v$ $TBS_{temp} = N_{RE} \cdot R \cdot Q_m \cdot v$ 。

If $N_{info} \leq 3824$

使用步骤 3 作为 TBS 确定的下一步

else

使用步骤 4 作为 TBS 确定的下一步

end if

3) 当 $N_{info} \leq 3824$, TBS 确定如下

- 量化的中间数量的信息比特 $N'_{info} = \max\left(24, 2^n \cdot \left\lfloor \frac{N_{info}}{2^n} \right\rfloor\right)$, where $n = \max(3, \lfloor \log_2(N_{info}) \rfloor - 6)$ 。
- 使用表 5.1.3.2-2 找到不小于的最接近的 TBS N'_{info} 。

表 5.1.3.2-2: TBS $N_{info} \leq 3824$

| 指数 | TBS | 指数 | TBS | 指数 | TBS | 指数 | TBS |
|----|-----|----|------|----|------|----|------|
| 1 | 24 | 31 | 336 | 61 | 1288 | 91 | 3624 |
| 2 | 32 | 32 | 352 | 62 | 1320 | 92 | 3752 |
| 3 | 40 | 33 | 368 | 63 | 1352 | 93 | 3824 |
| 4 | 48 | 34 | 384 | 64 | 1416 | | |
| 5 | 56 | 35 | 408 | 65 | 1480 | | |
| 6 | 64 | 36 | 432 | 66 | 1544 | | |
| 7 | 72 | 37 | 456 | 67 | 1608 | | |
| 8 | 80 | 38 | 480 | 68 | 1672 | | |
| 9 | 88 | 39 | 504 | 69 | 1736 | | |
| 10 | 96 | 40 | 528 | 70 | 1800 | | |
| 11 | 104 | 41 | 552 | 71 | 1864 | | |
| 12 | 112 | 42 | 576 | 72 | 1928 | | |
| 13 | 120 | 43 | 608 | 73 | 2024 | | |
| 14 | 128 | 44 | 640 | 74 | 2088 | | |
| 15 | 136 | 45 | 672 | 75 | 2152 | | |
| 16 | 144 | 46 | 704 | 76 | 2216 | | |
| 17 | 152 | 47 | 736 | 77 | 2280 | | |
| 18 | 160 | 48 | 768 | 78 | 2408 | | |
| 19 | 168 | 49 | 808 | 79 | 2472 | | |
| 20 | 176 | 50 | 848 | 80 | 2536 | | |
| 21 | 184 | 51 | 888 | 81 | 2600 | | |
| 22 | 192 | 52 | 928 | 82 | 2664 | | |
| 23 | 208 | 53 | 984 | 83 | 2728 | | |
| 24 | 224 | 54 | 1032 | 84 | 2792 | | |
| 25 | 240 | 55 | 1064 | 85 | 2856 | | |
| 26 | 256 | 56 | 1128 | 86 | 2976 | | |
| 27 | 272 | 57 | 1160 | 87 | 3104 | | |
| 28 | 288 | 58 | 1192 | 88 | 3240 | | |
| 29 | 304 | 59 | 1224 | 89 | 3368 | | |
| 30 | 320 | 60 | 1256 | 90 | 3496 | | |

4) 当 $N_{info} > 3824$, TBS 确定如下。

- 量化的中间数量的信息比特 $N'_{info} = \max\left(3840, 2^n \times \text{round}\left(\frac{N_{info} - 24}{2^n}\right)\right)$, where $n = \lfloor \log_2(N_{info} - 24) \rfloor - 5$ 圆函数中的关系向下一个最大整数分解。

- if $R \leq 1/4$

$$TBS = 8 \cdot C \cdot \left\lceil \frac{N'_{info} + 24}{8 \cdot C} \right\rceil - 24, \text{ where } C = \left\lceil \frac{N'_{info} + 24}{3816} \right\rceil$$

else

if $N'_{info} > 8424$

$$TBS = 8 \cdot C \cdot \left\lceil \frac{N'_{info} + 24}{8 \cdot C} \right\rceil - 24, \text{ where } C = \left\lceil \frac{N'_{info} + 24}{8424} \right\rceil$$

else

$$TBS = 8 \cdot \left\lceil \frac{N'_{info} + 24}{8} \right\rceil - 24$$

end if

end if

否则, 如果使用表 5.1.3.1-2 并且 $28 \leq I_{MCS} \leq 31$,

- 假设 TBS 是根据在最新的 PDCCH 中为相同的传输块使用传输的 DCI 确定的 $0 \leq I_{MCS} \leq 27 \leq I_{MCS} \leq 27$ 。如果没有用于相同传输块的 PDCCH $0 \leq I_{MCS} \leq 27 \leq I_{MCS} \leq 27$ 并且如果半持久地调度相同传输块的初始 PDSCH, 则应从最近的半持久调度分配 PDCCH 确定 TBS。

else

- 假设 TBS 是根据在最新的 PDCCH 中为相同的传输块使用传输的 DCI 确定的 $0 \leq I_{MCS} \leq 28 \leq I_{MCS} \leq 28$ 。如果没有用于相同传输块的 PDCCH $0 \leq I_{MCS} \leq 28 \leq I_{MCS} \leq 28$ 并且如果半持久地调度相同传输块的初始 PDSCH, 则应从最近的半持久调度分配 PDCCH 确定 TBS。

对于由具有通过 P-RNTI 或 RA-RNTI 加扰的 CRC 的 DCI 格式 1_0 的 PDCCH 分配的 PDSCH, TBS 确定遵循步骤 1-4, 步骤 2 中的以下修改: 缩放 $N'_{info} = S \cdot N_{RE} \cdot R \cdot Q_m \cdot v$ 应用于 N_{info} 的计算, 其中缩放因子是根据 DCI 中的 TB 缩放字段确定的, 如表 5.1.3.2-3 所示。

表 5.1.3.2-3: P-RNTI 和 RA-RNTI 的 N 的缩放因子_{信息}

| TB 缩放字段 | 缩放因子 S. |
|---------|---------|
| 00 | 1 |
| 01 | 0.5 |
| 10 | 0.25 |
| 11 | |

如在 PDCCH 上用信号通知的 NDI 和 HARQ 进程 ID 以及如上确定的 TBS 应报告给更高层。

5.1.4 PDSCH 资源映射

当接收不传送[RAR, OSI, Paging, Msg4, SIB1]的 PDSCH 时, 对应于子条款 5.1.4.1, 5.1.4.2 中配置或动态指示的资源的并集的 RE 和与 SS / PBCH 对应的资源被声明为不可用于[4, TS 38.211]第 7.3.1.5 款中的 PDSCH。不期望 UE 处理 PDSCH DM-RS RE 与被宣布为不可用于 PDSCH 的任何 RE 重叠 (甚至部分地) 的情况。

5.1.4.1 具有 RB 符号级粒度的 PDSCH 资源映射

UE 可以配置有任何更高层参数, 其指示被声明为不可用于 PDSCH 的 RE:

- 由 PDSCH-Config 给出的 rateMatchPatternToAddModList 最多可配置 4 个 RateMatchPattern, 其中可能包含:
 - 在 BWP 内, BWP 的数字学中的一对保留资源由 RB 级别位图 (由 RateMatchPattern 给出的更高层参数 resourceBlock) 指示, 具有 1RB 粒度和跨越一个或两个时隙的符号级别位图 (由 RateMatchPattern 给出的更高层参数 symbolsInResourceBlock)) 保留的 RB 适用于哪些。RB 和符号级位图中的比特等于 1 指示相应的资源不可用于 PDSCH。对于每对 RB 和符号级位图, UE 可以配置有对应于等于符号级位图的持续时间的单位的时域模式 (由 RateMatchPattern 给出的更高层参数 periodicityAndPattern), 并且比特等于 1 指示该对存在于该单元中。periodicityAndPattern 可以是 {1, 2, 4, 5, 8, 10, 20 或 40} 个单位长, 但最长 40ms。当没有为一对配置 periodicityAndPattern 时, 对于跨越两个时隙的对, 第一个时隙对应于偶数时隙, 第二个时隙对应于奇数时隙, 而对于跨越一个时隙的对, 时隙对应于每个时隙。由较高层配置为动态的对可以包括在一组或两组资源集中 (较高层参数 rateMatchPatternGroup1 和 rateMatchPatternGroup2)。由数字学 μ 中的 ServingCellConfigCommon 配置给出的 rateMatchPatternToAddModList 仅适用于相同数字学 μ 的 PDSCH。
 - 在 BWP 内, CORESET 的频域资源具有 controlResourceSetId 和时域资源, 由更高层参数 monitoringSlotPeriodicityAndOffset 和 monitoringSymbolsWithinSlot 与 CORESET 与 controlResourceSetId 相关联的搜索空间集确定。不可用于 PDSCH 的资源可以包括在一组或两组资源集中 (更高层参数 rateMatchPatternGroup1 和 rateMatchPatternGroup2)。
- 由 ServingCellConfigCommon 给出的 rateMatchPatternToAddModList 最多可配置 4 个 RateMatchPattern, 其中可能包含:
 - 在服务小区内, 由 RateMatchPattern 给出的更高层参数子载波间隔配置的数字命令 μ 中的一对预留资源由具有 RB 粒度的 RB 级位图 (更高层参数 resourceBlocks) 和跨越一个或两个时隙的符号级位图指示 (更高) 保留的 RB 适用的图层参数 symbolsInResourceBlock)。对于每对 RB 和符号级位图, UE 可以配置有时域模式 (更高层参数 periodicityAndPattern), 其对应于等于符号级位图的持续时间的单元, 并且指示该对是否存在于该符号级位图中。单位与否。periodicityAndPattern 可以是 {1, 2, 4, 5, 8, 10, 20 或 40} 个单位长, 但最长 40ms。由较高层配置为动态的对可以包括在一组或两组资源集中 (较高层参数 rateMatchPatternGroup1 和 rateMatchPatternGroup2)。

配置的组 rateMatchPatternGroup1 或 rateMatchPatternGroup2 包含 RB 符号级资源集索引的列表, 如果对应的比特在具有调度 DCI 的 PDCCH 中等于 1, 则动态地形成资源集的并集, 其动态地不可用于 PDSCH。对应于未包括在两个组中的任一个中的配置的 RB 符号级资源集的并集的 RE 不可用于 PDSCH。

对于包括在一组或两组资源集中的位图对, PDSCH 的可用性的动态指示应用于一组槽, 其中由 PDSCH-Config 给出的 rateMatchPatternToAddModList 和由 ServingCellConfigCommon 给出的 rateMatchPatternToAddModList 存在于所调度的槽中。PDSCH。

当在跨越一个 OFDM 符号的非交织 CORESET 中监视的聚合级别 8 和 16 PDCCH 候选具有相同的 CCE 起始位置时, 如果检测到的调度 PDSCH 的 PDCCH 具有聚合级别 8, 则对应于聚合级别 16 的资源不可用于 PDSCH, 否则与调度 PDSCH 和关联的 PDCCH DM-RS 的检测到的 PDCCH 的并集相对应的资源不可用于 PDSCH。

5.1.4.2 具有 RE 级粒度的 PDSCH 资源映射

为了根据解码的 PDCCH 解码 PDSCH, UE 可以配置有任何更高层参数:

- 在 ServingCellConfigCommon 中的 lte-CRS-ToMatchAround 配置公共 RS, 在 15kHz 子载波间隔中, 仅适用于服务小区中的一个 LTE 载波的 15kHz 子载波间隔 PDSCH。该配置包含由 LTE-CRS-vshift 组成的 v-Shift, 由 LTE-CRS 天线端口 1, 2 或 4 端口组成的 nrofCRS 端口, 表示通过从 (参考) 点偏移确定的 LTE 载波中心子载波位置的 carrierFreqDL A, carrierBandwidthDL 表示 LTE 载波带宽, 并且还可以配置表示 MBSFN 子帧配置的 mbsfn-SubframeConfigList。
- 在 BWP 内, UE 可以配置有一个或多个 ZP CSI-RS 资源集配置 (ZP-CSI-RS-ResourceSet 中的更高层参数 zp-CSI-RS-ResourceToAddModList), 每个 ZP-CSI-RS 资源集由 BWP 的数字学中的至多 16 个 ZP CSI-RS 资源 (更高层参数 ZP-CSI-RS-Resource) 组成。对于每个 ZP CSI-RS 资源配置, 通过高层信令配置以下参数:
 - ZP-CSI-RS-Resource 中的 zp-CSI-RS-ResourceId 确定 ZP CSI-RS 资源配置标识。
 - NrofPorts 定义了 CSI-RS 端口的数量, 其中允许值在 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中给出。
 - CDMType 定义 CDM 值和模式, 其中允许值在 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中给出。
 - ZP-CSI-RS-FreqBand 参数使得能够配置 BWP 内的 ZP-CSI-RS 资源的频率占用, 如 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中所定义。如果配置的带宽大于相应的 BWP, 则 UE 应假设实际的 CSI-RS 带宽等于 BWP 大小。
 - 由 ZP-CSI-RS-Resource 给出的 resourceMapping 定义了 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中给出的时隙内的 ZP-CSI-RS 资源的 OFDM 符号和子载波占用率。
 - ZP-CSI-RS-Resource 中的周期性和偏移定义了周期性/半持久性 ZP-CSI-RS 的 ZP-CSI-RS 周期性和时隙偏移。
 - ZP-CSI-RS-ResourceSet 中的 resourceType 定义了 ZP-CSI-RS 资源配置的 ZP-CSI-RS 时域行为, 如 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中所述。ZP-CSI-RS-ResourceConfigType 可以是周期性的, 半持久性的或非周期性的。ZP CSI-RS 资源集中的所有资源都配置有相同的 ZP-CSI-RS-ResourceConfigType ('周期', '半持久', '非周期')。

UE 可以配置有用于触发非周期性 ZP-CSI-RS 的 DCI 字段。由 PDSCH-Config 中的高层参数非周期-ZP-CSI-RS-ResourceSetsToAddModList 提供的 ZP-CSI-RS-ResourceSet 列表被配置用于非周期性触发。每个 BWP 配置的非周期性 ZP-CSI-RS-ResourceSet 的最大数量是 3。DCI 字段 ZP CSI-RS 触发的比特长度取决于配置的非周期性 ZP-CSI-RS-ResourceSet 的数量 (向上) 到 2 位)。DCI 中的 ZP CSI-RS 触发的每个非零码点通过指示非周期性 ZP CSI-RS 资源集 ID 来触发列表 aperiodic-ZP-CSI-RS-ResourceSetsToAddModList 中的一个非周期性 ZP-CSI-RS-ResourceSet。DCI 代码点 '01' 触发具有 ZP-CSI-RS-ResourceSetIds = 1 的资源集, DCI 代码点 '10' 触发具有 ZP-CSI-RS-ResourceSetIds = 2 的资源集, 并且 DCI 代码点 '11' 触发用 ZP-CSI-RS-ResourceSetIds = 3 设置的资源。保留码点 '00' 用于不触发非周期性 ZP CSI-RS。

对于配置有更高层参数 resourceType 设置为 “semiPersistent” 的 UE, 配置由更高层参数 sp-ZP-CSI-RS-ResourceSetsToAddModList 提供的 ZP-CSI-RS-ResourceSet 列表

- 当对应于携带用于在时隙 n 中发送的 ZP CSI-RS 资源的激活命令 [10, TS 38.321] 的 PDSCH 的 HARQ-ACK 时, [10, TS 38.321] 中的对应动作和对 PDSCH 的 UE 假设应从时隙开始应用与激活的 ZP CSI-RS 资源相对应的 RE 映射 $n + 3N_{\text{subframe}, \mu}^{\text{slot}} + 1$ 。
- 当对应于携带用于时隙 n 中的激活的 ZP CSI-RS 资源的去激活命令 [10, TS 38.321] 的 PDSCH 的 HARQ-ACK 时, [10, TS 38.321] 中的对应动作和 UE 关于停止的假设应该从时隙开始应用与去激活的 ZP CSI-RS 资源相对应的 PDSCH RE 映射 $n + 3N_{\text{subframe}, \mu}^{\text{slot}} + 1$ 。

5.1.5 天线端口准共址

UE 可以配置有更高层参数 PDSCH-Config 内的多达 M 个 TCI 状态配置的列表, 以根据检测到的具有针对 UE 和给定服务小区的 DCI 的 PDCCH 来解码 PDSCH, 其中 M 取决于 UE 能力。每个 TCI 状态包含用于配置一个或两个

下行链路参考信号与 PDSCH 的 DM-RS 端口之间的准共址关系的参数。准共址关系由第一 DL RS 的较高层参数 qcl-Type1 和第二 DL RS 的 qcl-Type2 (如果配置) 配置。对于两个 DL RS 的情况, QCL 类型不应相同, 无论参考是相同的 DL RS 还是不同的 DL RS。与每个 DL RS 相对应的准共址类型由 QCL-Info 中的较高层参数 qcl-Type 给出, 并且可以采用以下值之一:

- 'QCL-TypeA': {多普勒频移, 多普勒频率, 平均延迟, 延迟扩展}
- 'QCL-TypeB': {多普勒频移, 多普勒频率}
- 'QCL-TypeC': {多普勒频移, 平均延迟}
- 'QCL-TypeD': {Spatial Rx parameter}

UE 接收用于将多达 8 个 TCI 状态映射到 DCI 字段“传输配置指示”的码点的激活命令[10, TS 38.321]。当在时隙 n 中发送对应于携带激活命令的 PDSCH 的 HARQ-ACK 时, 应当从时隙开始应用 TCI 状态和 DCI 字段“传输配置指示”的码点之间的指示映射。 $n + 3N_{slot}^{subframe, \mu} + 1$ 。在 UE 接收到 TCI 状态的更高层配置之后并且在接收到激活命令之前, UE 可以假设服务小区的 PDSCH 的 DM-RS 端口与在初始接入中确定的 SS / PBCH 块准共址。关于'QCL-TypeA'的流程, 以及适用时, 也与'QCL-TypeD'有关的流程。

如果 UE 配置有针对调度 PDSCH 的 CORESET 设置为“Enable”的更高层参数 tci-PresentInDCI, 则 UE 假设 TCI 字段存在于 CORESET 上发送的 PDCCH 的 DCI 格式 1_1 中。如果没有为 CORESET 调度配置 tci-PresentInDCI, 则通过 DCI 格式 1_0 调度 PDSCH 或 PDSCH, 为了确定 PDSCH 天线端口准共址, UE 假设 PDSCH 的 TCI 状态与 TCI 状态相同应用于用于 PDCCH 传输的 CORESET。

如果 tci-PresentInDCI 被设置为“Enable”, 则当通过 DCI 格式 1_1 调度 PDSCH 时, UE 将根据检测到的具有 DCI 的 PDCCH 中的“传输配置指示”字段的值来使用 TCI 状态以用于确定 PDSCH 天线端口准共址。UE 可以假设服务小区的 PDSCH 的 DM-RS 端口与 TCI 状态中的 RS 准共址, 相对于由指示的 TCI 状态给出的 QCL 类型参数 (如果时间的话) DL DCI 的接收与对应的 PDSCH 之间的偏移等于或大于阈值 Threshold-Sched-Offset, 其中阈值基于报告的 UE 能力[12, TS 38.331]。

对于 tci-PresentInDCI 被设置为'enabled'并且未配置 tci-PresentInDCI 的情况, 如果 DL DCI 的接收与对应的 PDSCH 之间的偏移小于阈值 Threshold-Sched-Offset, 则 UE 可以假设服务小区的 PDSCH 的 DM-RS 端口与 TCI 状态中的 RS 相对于用于最低 CORESET 的 PDCCH 准共址指示的 QCL 参数准共同定位 - 最新时隙中的 ID, 其中为 UE 配置服务小区的活动的 BWP 内的一个或多个 CORESET。如果配置的 TCI 状态都不包含'QCL-TypeD', 则 UE 将从其指示的 TCI 状态获得针对其调度的 PDSCH 的其他 QCL 假设, 而不管 DL DCI 的接收与对应的 PDSCH 之间的时间偏移。

对于配置有更高层参数 trs-Info 的 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中的周期性 CSI-RS 资源, UE 应期望 TCI 状态指示以下准共址类型之一:

- 'QCL-TypeC' 具有 SS / PBCH 块, 并且在适用的情况下, 'QCL-TypeD' 具有相同的 SS / PBCH 块, 或者
- 'QCL-TypeC' 具有 SS / PBCH 块, 并且在适用的情况下, 'QCL-TypeD' 具有在具有更高层参数重复的 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中的 CSI-RS 资源, 或者

对于配置有更高层参数 trs-Info 的 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中的非周期性 CSI-RS 资源, UE 应该期望 TCI 状态在 NZP 中指示具有周期性 CSI-RS 资源的“QCL-TypeA”。-CSI-RS-ResourceSet 配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时配置有具有相同周期性 CSI-RS 资源的“QCL-TypeD”。

对于在没有更高层参数 trs-Info 且没有更高层参数重复的情况下配置的 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中的 CSI-RS 资源, UE 应该期望 TCI 状态指示以下准共址类型之一 (s) :

- 'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源, 其配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时, 具有 SS / PBCH 块的'QCL-TypeD', 或者
- 'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源, 其配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时, 具有 NZP-CSI 中的 CSI-RS 资源的'QCL-TypeD' RS-ResourceSet 配置有更高层参数重复, 或

- 当'QCL-TypeD'不适用时, 在具有更高层参数 trs-Info 的 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源的'QCL-TypeB'。

对于配置有更高层参数重复的 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中的 CSI-RS 资源, UE 应期望 TCI 状态指示以下准共址类型之一:

- 'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源, 其配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时, 具有相同 CSI-RS 资源的'QCL-TypeD', 或者
- 'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源, 其配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时, 具有 NZP-CSI 中的 CSI-RS 资源的'QCL-TypeD' RS-ResourceSet 配置有更高层参数重复, 或
- 'QCL-TypeC' 具有 SS / PBCH 块, 并且在适用的情况下, 'QCL-TypeD' 具有相同的 SS / PBCH 块。

对于 PDCCH 的 DM-RS, UE 应该期望 TCI 状态指示以下准共址类型之一:

- 'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源, 其配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时, 具有相同 CSI-RS 资源的'QCL-TypeD', 或者
- 'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源, 其配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时, 具有 NZP-CSI 中的 CSI-RS 资源的'QCL-TypeD' RS-ResourceSet 配置有更高层参数重复, 或
- 当'QCL-TypeD'不适用时, 在没有更高层参数 trs-Info 且没有更高层参数重复的情况下在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源的'QCL-TypeA'。

对于 PDSCH 的 DM-RS, UE 应期望 TCI 状态指示以下准共址类型之一:

- 'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源, 其配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时, 具有相同 CSI-RS 资源的'QCL-TypeD', 或者
- 'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中具有 CSI-RS 资源, 其配置有更高层参数 trs-Info, 并且在适用时, 具有 NZP-CSI 中的 CSI-RS 资源的'QCL-TypeD' RS-ResourceSet 配置有更高层参数重复, 或
- 具有 CSI-RS 资源的'QCL-TypeA' 在 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中配置, 没有更高层参数 trs-Info 并且没有重复, 并且在适用时, 具有相同 CSI-RS 资源的'QCL-TypeD'。

5.1.6 UE 用于接收下行链路参考信号的过程

5.1.6.1 CSI-RS 接收流程

在[4, TS 38.211]的子条款 7.4.1.5 中定义的 CSI-RS 可以用于时间/频率跟踪, CSI 计算, L1-RSRP 计算和移动性。

如果 UE 配置有 CSI-RS 资源和与相同 OFDM 符号中的 CORESET 相关联的搜索空间集, 则 UE 可以假设在所有搜索空间中发送 CSI-RS 和 PDCCH DM-RS。如果'QCL-TypeD'适用, 则与 CORESET 相关联的集合与'QCL-TypeD'准共存。此外, UE 不应期望在 PRB 中配置 CSI-RS, 其与搜索空间集占用的 OFDM 符号中的 CORESET 重叠。

不期望 UE 在发送[SystemInformationBlockType1]的 OFDM 符号中的重叠 PRB 中接收 CSI-RS 和[SystemInformationBlockType1]消息。

5.1.6.1.1 用于跟踪的 CSI-RS

期望处于 RRC 连接模式的 UE 接收配置有更高层参数 trs-Info 的 NZP-CSI-RS-ResourceSet 的更高层 UE 特定配置。

对于配置有更高层参数 trs-Info 的 NZP-CSI-RS-ResourceSet, UE 应假设具有 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中配置的 NZP CSI-RS 资源的相同端口索引的天线端口是相同。对于频率范围 1, UE 可以在两个连续时隙中配置有四个周期性 NZP CSI-RS 资源的 NZP-CSI-RS-ResourceSet, 每个时隙中具有两个周期性 NZP CSI-RS 资源。对于频率范围 2, UE 可以在一个时隙中配置有两个周期性 CSI-RS 资源的 NZP-CSI-RS-ResourceSet, 或者在两个

连续时隙中配置有四个周期性 NZP CSI-RS 资源的 NZP-CSI-RS-ResourceSet。每个时隙中有两个周期性的 NZP CSI-RS 资源。

配置有配置有更高层参数 trs-Info 的 NZP-CSI-RS-ResourceSet 的 UE 可以将 CSI-RS 资源配置为:

- 定期, NZP-CSI-RS-ResourceSet 中的 CSI-RS 资源配置有相同的周期, 带宽和子载波位置
- 一组中的周期性 CSI-RS 资源和第二组中的非周期性 CSI-RS 资源, 其中非周期性 CSI-RS 和周期性 CSI-RS 资源具有相同的带宽 (具有相同的 RB 位置) 并且非周期性 CSI-RS 为 “QCL” -Type-A’ 和 ‘QCL-TypeD’, 如果适用, 具有周期性 CSI-RS 资源。UE 不期望触发 DCI 与非周期 CSI-RS 资源的第一符号之间的调度偏移小于 UE 报告的 ThresholdSched-Offset。UE 应该期望周期性 CSI-RS 资源集和非周期性 CSI-RS 资源集配置有相同数量的 CSI-RS 资源。对于非周期性 CSI-RS 资源集, 如果被触发, 并且如果关联的周期性 CSI-RS 资源集配置有四个周期性 CSI-RS 资源, 其中两个连续时隙在每个时隙中具有两个周期性 CSI-RS 资源, 则更高层参数 aperiodicTriggeringOffset 表示集合中前两个 CSI-RS 资源的第一个时隙的触发偏移量。

UE 不期望配置 CSI-ReportConfig, 该 CSI-ReportConfig 链路到 CSI-ResourceConfig, CSI-ResourceConfig 包含配置有 trs-Info 的 NZP-CSI-RS-ResourceSet, 并且 CSI-ReportConfig 配置有更高层参数 timeRestrictionForChannelMeasurements 设置为 “配置”。

对于配置有 trs-Info 的非周期性 NZP CSI-RS 资源集, UE 不期望配置 CSI-ReportConfig, 其中较高层参数 reportQuantity 被设置为除 “none” 以外的其他值。

对于配置有 trs-Info 的周期性 NZP CSI-RS 资源集, UE 不期望配置 CSI-ReportConfig。

UE 不期望配置有使用 trs-Info 和重复配置的 NZP-CSI-RS-ResourceSet。

在 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5.3 中定义每个 CSI-RS 资源由更高层参数 NZP-CSI-RS-Resource 配置, 具有以下限制:

- 两个连续时隙中的两个周期性 CSI-RS 资源的时域位置, 或者两个连续时隙中的四个周期性 CSI-RS 资源的时域位置 (在两个连续时隙中相同), 如由更高层参数 CSI-RS 定义的-resourceMapping, 由其中一个给出
- $l \in \{4,8\}, l \in \{5,9\}$, 要么 $l \in \{6,10\}$ 对于频率范围 1 和频率范围 2,
- $l \in \{0,4\}, l \in \{1,5\}, l \in \{2,6\}, l \in \{3,7\}, l \in \{7,11\}, l \in \{8,12\}$ 要么 $l \in \{9,13\}$ 对于频率范围 2。
- 具有密度的单端口 CSI-RS 资源 $\rho = 3$ 来自 [4, TS 38.211] 的表 7.4.1.5.3-1 和 CSI-RS-ResourceMapping 配置的更高层参数密度。
- CSI-RS 资源的带宽, 由 CSI-RS-ResourceMapping 配置的高层参数 freqBand 给出, 最小值为 52, N_{RB}^{BWPj} 资源块, 或等于 N_{RB}^{BWPj} 资源块
- 预计 UE 不会被配置为周期性 $2^\mu \times 10$ 如果 CSI-RS 资源的带宽大于 52 个资源块, 则为时隙。
- 由 NZP-CSI-RS-Resource 配置的高层参数 periodicityAndOffset 给出的周期性和时隙偏移是其中之一 $2^\mu X_p$ 时隙在 where $X_p = 10, 20, 40$ 或 80 ms, 其中 μ 在 [4, TS 38.211] 的子条款 4.3 中定义。
- 所有资源的 NZP-CSI-RS-Resource 值给出的 powerControlOffset 和 powerControlOffsetSS 相同。

5.1.6.1.2 用于 L1-RSRP 计算的 CSI-RS

如果 UE 配置有配置有将更高层参数重复设置为 “开” 的 NZP-CSI-RS-ResourceSet, 则 UE 可以假设在 NZP 内的子环境 5.2.2.3.1 中描述的 CSI-RS 资源。-CSI-RS-ResourceSet 与相同的下行链路空域发送过滤器一起发送, 其中 NZP-CSI-RS-ResourceSet 中的 CSI-RS 资源在不同的 OFDM 符号中发送。不期望 UE 在集合内的每个 CSI-RS 资源中接收周期性和偏移的不同周期性。如果重复被设置为 “关闭”, 则 UE 不应假设 NZP-CSI-RS-ResourceSet 内的 CSI-RS 资源与相同的下行链路空域传输过滤器一起传输。

如果 UE 配置有 CSI-ReportConfig, 其 reportquantity 设置为 “cri-RSRP”或 “none”, 并且如果用于信道测量的 CSI-ResourceConfig (更高层参数 resourcesForChannelMeasurement) 包含 NZP-CSI-RS-ResourceSet, 则在配置有较高层参数重复且没有较高层参数 trs-Info 的情况下, UE 可以仅配置具有相同数量 (1 或 2) 的端口, 其具有针对该集合内的所有 CSI-RS 资源的较高层参数 nrofPorts。如果 UE 在与 SS / PBCH 块相同的 OFDM 符号中配置有 CSI-RS 资源, 则 UE 可以假设 CSI-RS 和 SS / PBCH 块与 ‘QCL-准共址。TypeD’ if ‘QCL-TypeD’ 适用。此外, UE 不应期望在与 SS / PBCH 块的 RE 重叠的 RE 中配置 CSI-RS, 并且 UE 将期望对 CSI-RS 和 SS /使用相同的子载波间隔。PBCH 块。

5.1.6.1.3 CSI-RS 用于移动性

如果 UE 配置有更高层参数 CSI-RS-Resource-Mobility 并且未配置更高层参数 SSB, 则 UE 将基于 CSI-RS-Resource-Mobility 执行测量, 并且 UE 可以基于 CSI-RS-Resource-Mobility 的定时。CSI-RS 资源关于服务小区的定时。

如果 UE 配置有更高层参数 CSI-RS-Resource-Mobility 和 associatedSSB, 则 UE 可以将 CSI-RS 资源的定时基于 CSI-RS 资源配置的 cellId 给出的小区的定时。另外, 对于给定的 CSI-RS 资源, 如果配置了相关联的 SS / PBCH 块但 UE 未检测到, 则不要求 UE 监视相应的 CSI-RS 资源。较高层参数 isQuasiColocated 指示由关联的 SSB 和 CSI-RS 资源给出的关联 SS / PBCH 块是否相对于 [‘QCL-TypeD’] 准共址。

可以期望配置具有更高层参数 CSI-RS-Resource-Mobility 的 UE

- 当每个频率层的所有 CSI-RS 资源都配置了相关的 SSB 时, 不超过 96 个 CSI-RS 资源, 或者,
- 当所有 CSI-RS 资源在没有关联 SSB 的情况下配置或者只有一些 CSI-RS 资源配置了关联的 SSB 时, 每个频率层不超过 64 个 CSI-RS 资源
- 对于频率范围 1, 对于每个 CSI-RS 资源可选地存在关联的 SSB

对于频率范围 2, 关联的 SSB 对于所有配置的 CSI-RS 资源是存在的, 或者对于每个频率层的任何配置的 CSI-RS 资源不存在。

5.1.6.2 DM-RS 接收流程

当接收由 DCI 格式 1_0 调度的 PDSCH 或在任何参数 dmrs-AdditionalPosition, maxLength 和 dmrs-Type 的专用更高层配置之前接收 PDSCH 时, UE 应假设 PDSCH 不存在于携带 DM-RS 的任何符号中, 除了具有 PDSCH 映射类型 B 的分配持续时间为 2 个符号的 PDSCH (在 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.1.2 中描述), 以及在 DM-RS 端口 1000 上的配置类型 1 的单个符号前载 DM-RS 发送, 并且所有剩余的正交天线端口不与 PDSCH 到另一 UE 的传输相关联

- 对于具有映射类型 A 的 PDSCH, UE 将假定 dmrs-AdditionalPosition = ‘pos2’ 并且根据 DCI 中指示的 PDSCH 持续时间假定存在于时隙中的最多两个附加单符号 DM-RS, 如 7.4.1.1 的子类中所定义的。[4, TS 38.211], and
- 对于具有针对正常 CP 的 7 个符号的分配持续时间的 PDSCH 或针对具有映射类型 B 的扩展 CP 的 6 个符号, 当前载 DM 时, UE 将假设存在于第 5 或 6th 符号中的一个附加单符号 DM-RS。-RS 符号分别在 PDSCH 分配持续时间的 1st 或 2nd 符号中, 否则 UE 将假设不存在附加的 DM-RS 符号, 并且
- 对于具有映射类型 B 的 4 个符号的分配持续时间的 PDSCH, UE 应假设不存在额外的 DM-RS, 并且
- 对于具有映射类型 B 的 2 个符号的分配持续时间的 PDSCH, UE 将假设不存在另外的 DM-RS, 并且 UE 将假设 PDSCH 存在于携带 DM-RS 的符号中。

当通过具有由 C-RNTI 或 CS-RNTI 加扰的 CRC 的 PDCCH 接收由 DCI 格式 1_1 调度的 PDSCH 时,

- UE 可以配置有更高层参数 dmrs-Type, 并且配置的 DM-RS 配置类型用于接收如 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.1 中定义的 PDSCH。
- UE 可以通过 DMRS-DownlinkConfig 给出的更高层参数 maxLength 配置用于 PDSCH 的最大数量的前载 DM-RS 符号。

- 如果 `maxLength` 设置为 'len1', 则可以通过 DCI 为 UE 调度单符号 DM-RS, 并且可以通过更高层参数 `dmrs-AdditionalPosition` 为 UE 配置多个用于 PDSCH 的附加 DM-RS, 其可以设置为 'pos0', 'pos1', 'pos 2' 或 'pos 3'。
- 如果 `maxLength` 被设置为 'len2', 则可以通过 DCI 为 UE 调度单符号 DM-RS 和双符号 DM-RS, 并且可以通过更高层为 UE 配置用于 PDSCH 的多个附加 DM-RS 参数 `dmrs-AdditionalPosition`, 可以设置为 'pos0' 或 'pos1'。
- 并且 UE 应假设接收表 7.4.1.1.2-3 和表 7.4.1.1.2-4 中规定的附加 DM-RS, 如 [4, TS 38.211] 的 7.4.1.1.2 中所述。

对于 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.1 中定义的 UE 特定参考信号生成, UE 可以由具有一个或两个加扰标识的更高层配置, $n_{ID}^{DMRS,i}$ $i = 0, 1$ 对于 A 类和 B 类 PDSCH 映射都是相同的。

对于承载 SIB1 的 PDSCH, UE 应假设 DM-RS 序列从 PBCH 中用信号通知的 CORESET 的最低 PRB 开始, 否则 DM-RS 序列从对应 PDSCH 的参考点 A 开始。

可以通过 DCI 格式 1_1 中的天线端口索引来调度 UE 具有多个 DM-RS 端口, 如 [5, TS 38.212] 的子条款 7.3.1.2 中所述。

对于 DM-RS 配置类型 1,

- 如果 UE 使用一个码字进行调度, 并使用表 7.3.1.2.2-1 和 7.3.3.2.2-2 中的 {2, 9, 10, 11 或 30} 的索引分配天线端口映射 [5, TS 38.212] 的 1.2, 或
- 如果用两个码字调度 UE,

UE 可以假设所有剩余的正交天线端口不与 PDSCH 到另一 UE 的传输相关联。

对于 DM-RS 配置类型 2,

- 如果 UE 使用一个码字进行调度, 并使用表 7.3.1.2.2-3 中的 {2, 10 或 23} 的索引分配天线端口映射, 并将 [7.3, 5, TS38.212], 或
- 如果用两个码字调度 UE,

UE 可以假设所有剩余的正交天线端口不与 PDSCH 到另一 UE 的传输相关联。

如果接收 PDSCH 的 UE 配置有更高层参数 `PTRS-DownlinkConfig`, 则 UE 可以假设对于所接收的 PDSCH 不同时发生以下配置:

- 1004-1007 或 1006-1011 中用于 DM-RS 配置类型 1 和类型 2 的任何 DM-RS 端口分别被调度用于 UE 和在相同 CDM 组上共享 DM-RS RE 的其他 UE (s) , and
- PTRS 被发送到 UE。

通过将较高层参数 `maxLength` 设置为等于 'len2' 并且由较高层给出的多于一个附加 DM-RS 符号, 不期望 UE 同时配置用于 PDSCH 的最大数量的前载 DM-RS 符号。参数 `dmrs-AdditionalPosition`。

不期望 UE 假设关于前载 DM-RS 符号的实际数量, 附加 DM-RS 的数量, DM 的具有不同 DM-RS 配置的共同调度的 UE。RS 符号位置和 DM-RS 配置类型, 如 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.1 中所述。

当接收由 DCI 格式 1_1 调度的 PDSCH 时, UE 应假设在表 7.3.1.2.2-1, 7.3.1.2.2-2, 7.3.1.2.2-3, 7.3 中配置的索引中指示的 CDM 组。 [5, TS。 的 1.2.2-4。 38.212] 包含潜在的共同调度的下行链路 DM-RS 并且不用于数据传输, 其中 “1”, “2” 和 “3” 表示表 7.3.1.2.2 中 DM-RS CDM 组的数量 [5, TS。 中的 -1, 7.3.1.2.2-2, 7.3.1.2.2-3, 7.3.1.2.2-4。 38.212] 分别对应于 CDM 组 0, {0, 1}, {0, 1, 2}。

当接收到由 DCI 格式 1_0 调度的 PDSCH 时, UE 应假设没有数据的 DM-RS CDM 组的数量是 1, 对于具有 2 个符号的分配持续时间的 PDSCH 的情况, 其对应于 CDM 组 0, 并且 UE 将假设没有数据的 DM-RS CDM 组的数量是 2, 对应于所有其他情况的 CDM 组 {0, 1}。

不期望 UE 接收 PDSCH 调度 DCI，其指示具有潜在 DM-RS 端口的 CDM 组，其与该 UE 的任何配置的 CSI-RS 资源重叠。

如果 UE 接收用于 PDSCH 的 DM-RS 和相同 OFDM 符号中的 SS / PBCH 块，则 UE 可以假设 DM-RS 和 SS / PBCH 块与 'QCL-TypeD' 准共同定位，如果 'QCL-TypeD' 适用。此外，UE 不期望在与 SS / PBCH 块的资源单元重叠的资源单元中接收 DM-RS，并且 UE 可以预期为 DM-RS 和 SS / PBCH 块配置相同或不同的子载波间隔。在 CC 中除了 240kHz 的情况之外，其中仅支持不同的子载波间隔。

5.1.6.3 PT-RS 接收流程

对于在该载波频率下适用于数据信道的每个子载波间隔，UE 应基于给定载波频率处的 UE 能力报告优选 MCS 和带宽阈值，假设 MCS 表具有报告支持的最大 ModOrder。

如果 UE 在 DMRS-DownlinkConfig 中配置了更高层参数 phaseTrackingRS，

- PTRS-DownlinkConfig 中的较高层参数 timeDensity 和 frequencyDensity 指示阈值 ptrs-MCS_i ， $i = 1, 2, 3$ 和 $N_{RB, i}$ ， $i = 0, 1$ ，如表 5.1.6.3-1 所示和表 5.1.6.3-2。
- 如果配置了额外的更高层参数 timeDensity 和 frequencyDensity 中的任何一个或两者，并且 RNTI 等于 C-RNTI 或 CS-RNTI，则 UE 应假设 PT-RS 天线端口的存在和模式是相应的调度 MCS 的函数。对应带宽部分中对应的码字和调度带宽，如表 5.1.6.3-1 和表 5.1.6.3-2 所示，
 - 如果未配置 PTRS-DownlinkConfig 给出的较高层参数 timeDensity，则 UE 应假设 $L_{PT-RS} = 1$ 。
 - 如果未配置 PTRS-DownlinkConfig 给出的较高层参数 frequencyDensity，则 UE 应假设 $K_{PT-RS} = 2$ 。
- 否则，如果没有配置额外的更高层参数 timeDensity 和 frequencyDensity 且 RNTI 等于 C-RNTI 或 CS-RNTI，则 UE 应假设 PT-RS 存在于 $L_{PT-RS} = 1$ ， $K_{PT-RS} = 2$ 和
 - 表 5.1.3.1-1 中的预定 MCS 小于 10，或
 - 表 5.1.3.1-2 中的预定 MCS 小于 5，或
 - 预定 RB 的数量小于 3，或
- 否则，如果 RNTI 等于 RA-RNTI，SI-RNTI 或 P-RNTI，则 UE 应假设 PT-RS 不存在

表 5.1.6.3-1: PT-RS 的时间密度与预定的 MCS 的函数关系

| 预定的 MCS | 时间密度 (L_{PT-RS}) |
|---|----------------------|
| $I_{\text{MCS}} < \text{ptrs-MCS}_1$ | PT-RS 不存在 |
| $\text{ptrs-MCS}_1 \leq I_{\text{MCS}} < \text{ptrs-MCS}_2$ | 4 |
| $\text{ptrs-MCS}_2 \leq I_{\text{MCS}} < \text{ptrs-MCS}_3$ | 2 |
| $\text{ptrs-MCS}_3 \leq I_{\text{MCS}} < \text{ptrs-MCS}_4$ | 1 |

表 5.1.6.3-2: PT-RS 的频率密度与预定带宽的关系

| 预定带宽 | 频率密度 (K_{PT-RS}) |
|---------------------------------|----------------------|
| $N_{RB} < N_{RB0}$ | PT-RS 不存在 |
| $N_{RB0} \leq N_{RB} < N_{RB1}$ | 2 |
| $N_{RB1} \leq N_{RB}$ | 4 |

如果 UE 未在 DMRS-DownlinkConfig 中配置有更高层参数 phaseTrackingRS，则 UE 假设不存在 PT-RS。

较高层参数 PTRS-DownlinkConfig 提供参数 ptrs-MCS_i , $i = 1, 2, 3$, 当配置 MCS 表 5.1.3.1-1 时, 值为 0-29, 当 MCS 表 5.1 时为 0-28。 .3.1-2 分别配置。 ptrs-MCS_4 未由更高层明确配置, 但在配置 MCS 表 5.1.3.1-1 时假定为 29, 而在配置 MCS 表 5.1.3.1-2 时分别假设为 28。 PTRS-DownlinkConfig 中的较高层参数 frequencyDensity 提供参数 $N_{\text{RB}i} = 0, 1$, 其值在 1-276 范围内。

如果较高层参数 PTRS-DownlinkConfig 指示时间密度阈值 $\text{ptrs-MCS}_i = \text{ptrs-MCS}_{i+1}$, 那么这些阈值出现在表 5.1.6.3 中的相关行的时间密度 $L_{\text{PT-RS}} - 1$ 被禁用。 如果较高层参数 PTRS-DownlinkConfig 指示频率密度阈值 $N_{\text{RB}} = N_{\text{RB}i+1}$, 那么这些阈值出现在表 5.1.6.3-2 中的相关行的频率密度 K_{PTRS} 被禁用。

如果表 5.1.6.3-1 和表 5.1.6.3-2 中所示的参数 PT-RS 时间密度 ($L_{\text{PT-RS}}$) 和 PT-RS 频率密度 ($K_{\text{PT-RS}}$) 中的任何一个或两个表示 'PT-RS 不存在', UE 应假设不存在 PT-RS。

当 UE 正在接收具有 2 个符号的分配持续时间的 PDSCH, 其具有如[4, TS 38.211]的子条款 7.4.1.1.2 中定义的映射类型 B 并且如果 $L_{\text{PT-RS}}$ 被设置为 2 或 4, 则 UE 将假设不传输 PT-RS。

当 UE 正在接收具有映射类型 B 的 4 个符号的分配持续时间的 PDSCH 时, 并且如果 $L_{\text{PT-RS}}$ 被设置为 4, 则 UE 将假设不发送 PT-RS。

当 UE 正在接收用于重传的 PDSCH 时, 如果 UE 被调度具有大于 V 的 MCS 索引, 其中对于 MCS 表 5.1.3.1-1 而 $V = 28$ 且对于 MCS 表 5.1.3.1-2 分别为 $V = 27$, 则 MCS 对于 PT-RS, 时间密度确定是从初始传输中为相同传输块接收的 DCI 获得的, 该 DCI 小于或等于 V。

假设与 PT-RS 端口相关联的 DL DM-RS 端口相对于 {QCL-TypeA' 和 QCL-TypeD'} 是准共址的。如果 UE 被调度为具有一个码字, 则 PT-RS 天线端口与分配给 PDSCH 的 DM-RS 天线端口中的最低索引 DM-RS 天线端口相关联。

如果 UE 被调度为具有两个码字, 则 PT-RS 天线端口与分配给具有较高 MCS 的码字的 DM-RS 天线端口中的最低索引 DM-RS 天线端口相关联。 如果两个码字的 MCS 索引相同, 则 PT-RS 天线端口与为码字 0 分配的最低索引 DM-RS 天线端口相关联。

5.1.7 基于代码块组的 PDSCH 传输

5.1.7.1 用于将代码块分组到代码块组的 UE 过程

如果 UE 被配置为通过接收用于 PDSCH 的更高层参数 codeBlockGroupTransmission 来接收基于码块组 (CBG) 的传输, 则 UE 应确定用于传输块接收的 CBG 的数量为

$$M = \min(N, C),$$

其中 N 是由 PDSCH 的 maxCodeBlockGroupsPerTransportBlock 配置的每个传输块的最大 CBG 数, 并且 C 是根据 [5, TS 38.212] 的子条款 7.2.3 中定义的过程的传输块中的代码块的数量。

确定 $M_1 = \text{mod}(C, M)$, $K_1 = \left\lceil \frac{C}{M} \right\rceil$, 和 $K_2 = \left\lfloor \frac{C}{M} \right\rfloor$ 。

If $M_1 > 0$, CBG m , $m = 0, 1, \dots, M_1 - 1$, 由带索引的代码块组成 $m \cdot K_1 + k, k = 0, 1, \dots, K_1 - 1$ 。 CBG m , $m = M_1, M_1 + 1, \dots, M - 1$, 由带索引的代码块组成 $M_1 \cdot K_1 + (m - M_1) \cdot K_2 + k, k = 0, 1, \dots, K_2 - 1$ 。

5.1.7.2 用于接收基于代码块组的传输的 UE 过程

如果 UE 被配置为通过接收 PDSCH 的更高层参数 codeBlockGroupTransmission 来接收基于代码块组的传输,

- DCI 格式 1_1 的 CBG 传输信息 (CBGTI) 字段具有长度 $N_{\text{TB}} \cdot N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CBG/TB}, \text{max}}$ 位, 在 where N_{TB} 是更高层参数 maxNrofCodeWordsScheduledByDCI 的值。 如果 $N_{\text{TB}} = 2$ CBGTI 字段位被映射为第一组 $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CBG/TB}, \text{max}}$ 从 MSB 开始的比特对应于第一 TB, 而第二组则对应于第一 TB $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CBG/TB}, \text{max}}$ 如果被调度, 则比特对应于第二 TB。 每组的前 M 位 $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CBG/TB}, \text{max}}$ CBGTI 字段中的比特具有与 TB 的 M 个 CBG 的有序一对一映射, 其中 MSB 映射到 CBG #0。

- 对于由调度 DCI 的新数据指示符字段指示的 TB 的初始传输, UE 可以假设存在所有代码块组。
- 对于由调度 DCI 的新数据指示符字段指示的 TB 的重传, UE 可以假设
 - 调度 DCI 的 CBGTI 字段指示 TB 中哪些 CBG 存在于传输中。CBGTI 字段中的比特值 0' 表示不发送相应的 CBG, 1' 表示发送它。
 - 如果存在调度 DCI 的 CBG 清除信息 (CBGFI) 字段, 则 CBGFI 设置为 0' 表示正在传输的相同 CBG 的较早接收实例可能被破坏, 并且 CBGFI 设置为 1' 表示正在重传 CBG。可与先前收到的相同 CBG 的实例组合。
 - CBG 包含与 TB 的初始传输中相同的 CB。

5.2 用于报告信道状态信息 (CSI) 的 UE 过程

5.2.1 信道状态信息框架

UE 可以用于报告 CSI 的时间和频率资源由 gNB 控制。CSI 可以包括信道质量指示符 (CQI), 预编码矩阵指示符 (PMI), CSI-RS 资源指示符 (CRI), SS / PBCH 块资源指示符 (SSBRI), 层指示符 (LI), 秩指示符 (RI) 和/或 L1-RSRP。

对于 CQI, PMI, CRI, SSBRI, LI, RI, L1-RSRP, UE 由更高层配置, 其中 $N \geq 1$ CSI-ReportConfig 报告设置, $M \geq 1$ CSI-ResourceConfig 资源设置, 以及一个或两个列表 (s 触发状态 (由较高层参数 aperiodicTriggerStateList 和 semiPersistentOnPUSCH-TriggerStateList 给出))。aperiodicTriggerStateList 中的每个触发状态包含相关联的 CSI-ReportConfigs 的列表, 其指示用于信道的资源集 ID 并且可选地用于干扰。semiPersistentOnPUSCH-TriggerStateList 中的每个触发状态包含一个关联的 CSI-ReportConfig。

5.2.1.1 报告设置

每个报告设置 CSI-ReportConfig 与在用于信道测量的相关 CSI-ResourceConfig 中给出的单个下行链路 BWP (由更高层参数 bwp-Id 指示) 相关联, 并且包含用于一个 CSI 报告频带的参数: 包括码本的码本配置子集限制, 时域行为, CQI 和 PMI 的频率粒度, 测量限制配置, 以及 UE 要报告的 CSI 相关量, 例如层指示符 (LI), L1-RSRP, CRI 和 SSBRI (SSB) 资源指标)。

CSI-ReportConfig 的时域行为由较高层参数 reportConfigType 指示, 并且可以设置为 'aperiodic', 'semiPersistentOnPUCCH', 'semiPersistentOnPUSCH' 或 'periodic'。对于 periodic 和 semiPersistentOnPUCCH / semiPersistentOnPUSCH CSI 报告, 配置的周期性和时隙偏移应用于其中 CSI 报告被配置为在其上发送的 UL BWP 的数字学中。较高层参数 reportQuantity 指示要报告的 CSI 相关或 L1-RSRP 相关量。reportFreqConfiguration 指示频域中的报告粒度, 包括 CSI 报告频带以及 PMI / CQI 报告是宽带还是子带。CSI-ReportConfig 中的 timeRestrictionForChannelMeasurements 参数可以配置为启用信道测量的时域限制, timeRestrictionForInterferenceMeasurements 可以配置为启用干扰测量的时域限制。CSI-ReportConfig 还可以包含 CodebookConfig, 其包含用于类型 I 或类型 II CSI 的配置参数, 包括码本子集限制, 以及基于组的报告的配置。

5.2.1.2 资源设置

每个 CSI 资源设置 CSI-ResourceConfig 包含 $S \geq 1$ CSI 资源集的配置 (由更高层参数 csi-RS-ResourceSetList 给出), 每个 CSI 资源集由 CSI-RS 资源 (由 NZP CSI-RS 或由 NZP CSI-RS 组成) 组成。CSI-IM 和 SS / PBCH 用于 L1-RSRP 计算的块资源。每个 CSI 资源设置位于由较高层参数 bwp-id 标识的 DL BWP 中, 并且链路到 CSI 报告设置的所有 CSI 资源设置具有相同的 DL BWP。

CSI 资源设置内的 CSI-RS 资源的时域行为由较高层参数 resourceType 指示, 并且可以设置为非周期性, 周期性或半持久性。对于周期性和半持久性 CSI 资源设置, 配置的 CSI-RS 资源集的数量限于 $S = 1$ 。对于周期性和半持久性 CSI 资源设置, 配置的周期性和时隙偏移在其关联的 DL BWP 的数字学中给出, 如 bwp-id 所给出的。当 UE 配置有包含相同 NZP CSI-RS 资源 ID 的多个 CSI-ResourceConfigs 时, 应为 CSI-ResourceConfigs

配置相同的时域行为。当 UE 配置有包含相同 CSI-IM 资源 ID 的多个 CSI-ResourceConfigs 时, 应为 CSI-ResourceConfigs 配置相同的时域行为。

以下是通过高层信令配置的一个或多个 CSI 资源设置, 用于信道和干扰测量:

- 用于干扰测量的 CSI-IM 资源, 如 5.2.2.4 所述。
- 用于干扰测量的 NZP CSI-RS 资源, 如 5.2.2.3.1 所述。
- 用于信道测量的 NZP CSI-RS 资源, 如 5.2.2.3.1 所述。

UE 可以假设用于信道测量的 CSI-RS 资源和用于针对一个 CSI 报告配置的干扰测量的 CSI-IM / NZP CSI-RS 资源是资源方面的 “QCL-TypeD”。

5.2.1.3 (时隙)

5.2.1.4 报告配置

假设 CSI 参数之间存在以下依赖关系 (如果报告), 则 UE 应计算 CSI 参数 (如果报告)

- LI 应根据报告的 CQI, PMI, RI 和 CRI 计算
- CQI 应根据报告的 PMI, RI 和 CRI 计算
- PMI 应根据报告的 RI 和 CRI 计算
- RI 应根据报告的 CRI 计算。

CSI 的报告配置可以是非周期性的 (使用 PUSCH), 周期性的 (使用 PUCCH) 或半持久性的 (使用 PUCCH, 以及 DCI 激活的 PUSCH)。CSI-RS 资源可以是周期性的, 半持久性的或非周期性的。表 5.2.1.4-1 显示了 CSI 报告配置和 CSI-RS 资源配置的支持组合以及如何针对每个 CSI-RS 资源配置触发 CSI 报告。周期性 CSI-RS 由更高层配置。如第 5.2.1.5.2 节所述, 半持久 CSI-RS 被激活和去激活。如第 5.2.1.5.1 节所述, 配置并触发/激活非周期 CSI-RS。

表 5.2.1.4-1: 针对可能的 CSI-RS 配置触发/激活 CSI 报告。

| CSI-RS 配置 | 定期 CSI 报告 | 半持续 CSI 报告 | 非周期性 CSI 报告 |
|------------|-----------|--|--|
| 周期性 CSI-RS | 没有动态触发/激活 | 为了报告 PUCCH, UE 接收激活命令 [10, TS 38.321]; 为了在 PUSCH 上报告, UE 在 DCI 上接收触发 | 由 DCI 触发; 另外, 激活命令 [10, TS 38.321] 可以按照 5.2.1.5.1 的规定定义。 |
| 半持续 CSI-RS | 不支持 | 为了报告 PUCCH, UE 接收激活命令 [10, TS 38.321]; 为了在 PUSCH 上报告, UE 在 DCI 上接收触发 | 由 DCI 触发; 另外, 激活命令 [10, TS 38.321] 可以按照 5.2.1.5.1 的规定定义。 |
| 非周期 CSI-RS | 不支持 | 不支持 | 由 DCI 触发; 另外, 激活命令 [10, TS 38.321] 可以按照 5.2.1.5.1 的规定定义。 |

当 UE 配置有更高层参数 NZP-CSI-RS-ResourceSet 并且当更高层参数重复被设置为 “关闭” 时, UE 将从支持的 CRI 值集合中确定 CRI, 如 6.3.1.1 中所定义的. . [5, TS 38.212] 的. 2 并报告每个 CRI 报告中的数字。当较高层参数重复设置为 “on” 时, 不报告 CRI。当较高层参数 codebookType 设置为 ‘typeII’ 或 ‘typeII-PortSelection’ 时, 不支持 CRI 报告。

对于关于 PUCCH 的周期性或半持久性 CSI 报告, 周期性 (以时隙测量) 由更高层参数 reportSlotConfig 配置。

对于 PUSCH 上的半持久或非周期 CSI 报告, 允许的时隙偏移由更高层参数 reportSlotOffsetList 配置。在激活/触发 DCI 中选择偏移。

对于 CSI 报告, 可以通过具有两个可能子带大小中的一个的更高层信令来配置 UE, 其中子带被定义为 N_{PRB}^{SB} 连续的 PRB, 取决于表 5.2.1.4-2 中带宽部分中 PRB 的总数。

表 5.2.1.4-2: 可配置的子带大小

| 带宽部分 (PRB) | 子带大小 (PRB) |
|------------|------------|
| < 24 | N/A |
| 24 – 72 | 4, 8 |
| 73 – 144 | 8, 16 |
| 145 – 275 | 16, 32 |

CSI-ReportConfig 中包含的 reportFreqConfiguration 指示 CSI 报告的频率粒度。CSI 报告设置配置将 CSI 报告频带定义为带宽部分的子带子集, 其中 reportFreqConfiguration 指示:

- csi-ReportingBand 作为带宽部分中的子带的连续或非连续子集, 应报告 CSI。不期望 UE 配置有 CSI 报告频带, 该 CSI 报告频带包含其中不存在用于信道和干扰的参考信号子带的子带。
- 宽带 CQI 或子带 CQI 报告, 由更高层参数 cqi-FormatIndicator 配置。当配置宽带 CQI 报告时, 针对整个 CSI 报告频带的每个码字报告宽带 CQI。当配置子带 CQI 报告时, 针对 CSI 报告频带中的每个子带报告针对每个码字的一个 CQI。
- 由较高层参数 pmi-FormatIndicator 配置的宽带 PMI 或子带 PMI 报告。配置宽带 PMI 报告时, 会报告整个 CSI 报告频段的宽带 PMI。配置子带 PMI 报告时, 除了 2 个天线端口外, 报告单个宽带指示 (第 5.2.2.2 节中的 i_1) 用于整个 CSI 报告频段和一个子带指示 (第 5.2.2.2 节中的 i_2) 报告 CSI 报告频段中的每个子带。当子带 PMI 配置有 2 个天线端口时, 报告 CSI 报告频带中的每个子带的 PMI。

据说 CSI 报告设置具有宽带频率粒度

- reportQuantity 设置为 'cri-RI-PMI-CQI' 或 'cri-RI-LI-PMI-CQI', cqi-FormatIndicator 指示单个 CQI 报告, pmi-FormatIndicator 指示单个 PMI 报告, 或者
- reportQuantity 设置为 'cri-RI-il' 或
- reportQuantity 设置为 'cri-RI-CQI' 或 'cri-RI-il-CQI', cqi-FormatIndicator 表示单个 CQI 报告, 或者
- reportQuantity 设置为 'cri-RSRP' 或 'ssb-Index-RSRP'

否则, 据说 CSI 报告设置具有子带频率粒度。

第一个子带大小由下式给出 $N_{PRB}^{SB} - (N_{BWP,i}^{start} \bmod N_{PRB}^{SB})$ 和最后一个子带大小 $(N_{BWP,i}^{start} + N_{BWP,i}^{size}) \bmod N_{PRB}^{SB}$ if $(N_{BWP,i}^{start} + N_{BWP,i}^{size}) \bmod N_{PRB}^{SB} \neq 0$ 和 N_{PRB}^{SB} if $(N_{BWP,i}^{start} + N_{BWP,i}^{size}) \bmod N_{PRB}^{SB} = 0$

当 UE 配置有更高层参数 codebookType 设置为 'TypeI-SinglePanel' 并且 pmi-FormatIndicator 被配置用于单个 PMI 报告时, UE 可以配置有 reportQuantity 来报告:

- RI (如果报告), CRI (如果报告), 以及由单个宽带指示组成的 PMI (i_1 在第 5.2.2.2.1 节中, 对于整个 CSI 报告频段, 或
- RI (如果报告), CRI (如果报告), CQI 和由单个宽带指示组成的 PMI (i_1 在第 5.2.2.2.1 节中, 对于整个 CSI 报告范围。根据报告的条件计算 CQI i_1 假设 PDSCH 传输 $N_p \geq 1$ 预编码器 (对应于相同的 i_1 但不同 i_2 在子条款 5.2.2.2.1) 中, UE 假定从该组中随机选择一个预编码器 N_p PDSCH 上每个 PRG 的预编码器, 其中 CQI 计算的 PRG 大小由更高层参数 pdsch-config

如果 UE 配置有半持久 CSI 报告, 则 UE 将在 CSI-IM 和 NZP CSI-RS 资源都被配置为周期性或半持久性时报告 CSI。如果 UE 配置有非周期性 CSI 报告, 则 UE 将在 CSI-IM 和 NZP CSI-RS 资源都被配置为周期性, 半持久性或非周期性时报告 CSI。

5.2.1.4.1 资源设置配置

对于非周期性 CSI, 使用较高层参数 CSI-AperiodicTriggerState 配置的每个触发状态与一个或多个 CSI-ReportConfig 相关联, 其中每个 CSI-ReportConfig 链路到周期性或半持续性或非周期性资源设置:

- 当配置一个资源设置时, 资源设置 (由更高层参数 resourcesForChannelMeasurement 给出) 用于 L1-RSRP 计算的信道测量。
- 当配置两个资源设置时, 第一个资源设置 (由更高层参数 resourcesForChannelMeasurement 给出) 用于信道测量, 第二个 (由更高层参数 csi-IM-ResourcesForInterference 或更高层参数 nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference) 用于在 CSI-IM 或 NZP CSI-RS 上执行的干扰测量。
- 当配置三个资源设置时, 第一个资源设置 (更高层参数 resourcesForChannelMeasurement) 用于信道测量, 第二个 (由更高层参数 csi-IM-ResourcesForInterference 给出) 用于基于 CSI-IM 的干扰测量和第三个 (由更高层参数 nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference 给出) 的是用于基于 NZP CSI-RS 的干扰测量。

对于半持久性或周期性 CSI, 每个 CSI-ReportConfig 链路到周期性或半持久性资源设置:

- 当配置一个资源设置 (由更高层参数 resourcesForChannelMeasurement 给出) 时, 资源设置用于 L1-RSRP 计算的信道测量。
- 当配置两个资源设置时, 第一个资源设置 (由更高层参数 resourcesForChannelMeasurement 给出) 用于信道测量, 第二个资源设置 (由更高层参数 csi-IM-ResourcesForInterference 给出) 用于在 CSI-IM 上执行的干扰测量。

如果对 CSI-IM 执行干扰测量, 则通过对相应资源集中的 CSI-RS 资源和 CSI-IM 资源的排序, 用于信道测量的每个 CSI-RS 资源在资源方面与 CSI-IM 资源相关联。用于信道测量的 CSI-RS 资源的数量等于 CSI-IM 资源的数量。

如果在 NZP CSI-RS 上执行干扰测量, 则 UE 不期望在用于信道测量的资源设置内的相关资源集中配置有多于一个 NZP CSI-RS 资源。配置有较高层参数 nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference 的 UE 可以预期在 NZP CSI-RS 资源集中配置不超过 18 个 NZP CSI-RS 端口。

对于 CSI 测量, UE 假定:

- 配置用于干扰测量的每个 NZP CSI-RS 端口对应于干扰传输层。
- 用于干扰测量的 NZP CSI-RS 端口上的所有干扰传输层都考虑了 5.2.2.3.1 中配置的相关 EPRE 比率;
- 用于信道测量的 NZP CSI-RS 资源的 RE 上的其他干扰信号, 用于干扰测量的 NZP CSI-RS 资源或用于干扰测量的 CSI-IM 资源。

5.2.1.4.2 报告数量配置

如果 UE 配置有 CSI-ReportConfig, 其中更高层参数 reportQuantity 设置为 'cri-RSRP', 'criRI-PMI-CQI', 'criRI-IL', 'criRI-IL-CQI', 'criRI-CQI' 或 'criRI-LI-PMI-CQI', 和 $K_s > 1$ 在用于信道测量的相应资源集中配置资源, 然后 UE 将导出除了以报告的 CRI 为条件的 CRI 之外的 CSI 参数, 其中 CRI k ($k \geq 0$) 对应于配置的第 $(k + 1)$ 个条目。用于信道测量的相应 nzp-CSI-RS-ResourceSet 中的相关 nzp-CSI-RSResource, 以及相应的 csi-IM-ResourceSet 中的相关 csi-IM-Resource 的第 $(k + 1)$ 项条目 (如果配置的话) $K_s = 2$ 配置 CSI-RS 资源, 每个资源最多包含 16 个 CSI-RS 端口。如果 $2 < K_s \leq 8$ 配置 CSI-RS 资源, 每个资源最多包含 8 个 CSI-RS 端口。

如果 UE 配置了 CSI-ReportConfig, 其中更高层参数 reportQuantity 设置为 'cri-RSRP' 或 'ssb-Index-RSRP'

- 如果 UE 被配置为将更高层参数 groupBasedBeamReporting 设置为“disable”，则 UE 不需要更新超过 64 个[CSI-RS 和/或 SSB]资源的测量，并且 UE 将在单个报告中报告 nrofReportedRS（更高层配置）每个报告设置不同[CRI 或 SSBRI（SSB 资源指示符）]。
- 如果 UE 被配置为将更高层参数 groupBasedBeamReporting 设置为“enabled”，则 UE 不需要更新超过 64 个[CSI-RS 和/或 SSB]资源的测量，并且 UE 将在单个报告实例中报告两个每个报告设置的不同[CRI 或 SSBRI]，其中 UE 可以使用单个空间域接收过滤器或多个同时空间域接收过滤器同时接收[CSI-RS 和/或 SSB]资源。

如果 UE 配置有 CSI-ReportConfig，其中更高层参数 reportQuantity 设置为‘cri-RI-PMICQI’，‘cri-RI-il’，‘cri-RI-il-CQI’，‘cri-RI-CQI’或‘cri-RI-LI-PMI-CQI’，则不期望 UE 在与 CSI-链路的资源设置中包含的 CSI-RS 资源集中配置有多于 8 个 CSI-RS 资源。 ReportConfig。

如果 UE 配置有 CSI-ReportConfig，其中更高层参数 reportQuantity 设置为‘cri-RSRP’或‘none’，并且 CSI-ReportConfig 链路到配置有更高层参数 resourceType 设置为‘aperiodic’的资源设置，然后，不期望 UE 在资源设置中包含的 CSI-RS 资源集中配置有多于 16 个 CSI-RS 资源。

如果 UE 配置有 CSI-ReportConfig，其中较高层参数 reportQuantity 设置为‘cri-RI-PMICQI’或‘cri-RI-LI-PMI-CQI’，则 UE 应报告整个优选预编码器矩阵。根据 5.2.2.2 的规定，报告频带或每个子频带的首选预编码器矩阵。

如果 UE 配置了 CSI-ReportConfig，其中更高层参数 reportQuantity 设置为‘cri-RI-CQI’：

- UE 配置有 CSI-ReportConfig 中包含的更高层参数 non-PMI-PortIndication，其中 r 个端口以秩 r 的层排序的顺序指示，并且 CSI 资源设置中的每个 CSI-RS 资源链路到 CSI。 -ReportConfig 基于由更高层参数 resourcesForChannelMeasurement 给出的用于信道测量的链路 CSI 资源设置中的关联 NZP-CSI-RS-ResourceId 的顺序。 较高层参数 non-PMI-PortIndication 包含序列 $p_0^{(1)}, p_0^{(2)}, p_1^{(2)}, p_0^{(3)}, p_1^{(3)}, p_2^{(3)}, \dots, p_0^{(R)}, p_1^{(R)}, \dots, p_{R-1}^{(R)}$ 端口指数，其中 $p_0^{(v)}, \dots, p_{v-1}^{(v)}$ 是与秩 v 和 v 相关的 CSI-RS 端口索引 $R \in \{1, 2, \dots, \min(8, P)\}$ where $P \in \{1, 2, 4, 8\}$ 是 CSI-RS 资源中的端口数。
- 当计算秩的 CQI 时，UE 将使用针对所选 CSI-RS 资源的该秩指示的端口。 指定端口的预编码器应假定为单位矩阵。

如果 UE 配置有 CSI-RS 资源，则将较高层参数 reportQuantity 设置为“none”，则 UE 不应报告与 reportQuantity 相关联的 CSI-ReportConfig 的任何数量。 否则，UE 应报告由关联的 reportQuantity 配置的 CSI-ReportConfig 的数量。

LI 指示所报告的 PMI 的预编码器矩阵的哪一列对应于与最大报告的宽带 CQI 对应的码字的最强层。 如果报告了两个宽带 CQI 并且具有相等的值，则 LI 对应于第一码字的最强层。

5.2.1.4.3 L1-RSRP 报告

用于 L1-RSRP 计算

- 当资源方式与‘QCL-Type A’和‘QCL-TypeB’共同定位时，UE 可以配置有 CSI-RS 资源，SS / PBCH 块资源或者 CSI-RS 和 SS / PBCH 块资源。
- UE 可以配置有 CSI-RS 资源设置多达 16 个 CSI-RS 资源集，每个集中具有多达 64 个资源。 所有资源集上不同 CSI-RS 资源的总数不超过 128 个。

对于 L1-RSRP 报告，如果 CSI-ReportConfig 中的较高层参数 nrofReportedRS 配置为 1，则报告的 L1-RSRP 值由[-140, -44] dBm 范围内的 7 位值定义，步长为 1dB size，如果更高层参数 nrofReportedRS 配置为大于 1，或者更高层参数 groupBasedBeamReporting 配置为“enabled”，则 UE 应使用基于差分 L1-RSRP 的报告，其中 L1-RSRP 的最大测量值量化为具有 1dB 步长的[-140, -44] dBm 范围内的 7 位值，并且差分 L1-RSRP 被量化为 4 位值。 差分 L1-RSRP 值以 2dB 步长计算，参考最大测量 L1-RSRP 值，该值是同一 L1-RSRP 报告实例的一部分。 报告的 L1-RSRP 值与测量量之间的映射在[11, TS 38.133]中描述。

5.2.1.5 触发/激活 CSI 报告和 CSI-RS

5.2.1.5.1 非周期 CSI 报告/非周期 CSI-RS

对于与资源设置相关联的 CSI-RS 资源集, 其中更高层参数 resourceType 设置为“非周期性”, “周期性”或“半持久性”, 报告设置的触发状态 (使用更高层参数 reportConfigType 设置为使用更高层参数 CSI-AperiodicTriggerStateList 来配置用于一个或多个分量载波上的信道和/或干扰测量的“非周期性”和/或资源设置。对于非周期性 CSI 报告触发, 单组 CSI 触发状态是更高层配置的, 其中 CSI 触发状态可以与任何候选 DL BWP 相关联。不期望 UE 接收针对给定时间隙的多于一个非周期性 CSI 报告请求。预期不会针对非活动 DL BWP 的 CSI 报告来触发 UE。使用 DCI 中的 CSI 请求字段启动触发状态。

- 当 DCI 中的 CSI 请求字段的所有比特都被设置为零时, 不请求 CSI。
- 当 CSI-AperiodicTriggerStateList 中配置的 CSI 触发状态的数量大于 $2^{N_{TS}} - 1$, where N_{TS} 是 DCI 中的 CSI 请求字段的比特数, UE 接收用于映射的选择命令 [10, TS 38.321]。 $2^{N_{TS}} - 1$ 触发状态到 DCI 中的 CSI 请求字段的码点。 N_{TS} 由更高层参数 reportTriggerSize 配置在 where $N_{TS} \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ 。当在时隙 n 中发送对应于携带选择命令的 PDSCH 的 HARQ / ACK 时, [10, TS 38.321] 中的对应动作和 UE 关于将所选择的 CSI 触发状态映射到码点的假设 (s) 应从时隙开始应用 DCI 中的 CSI 请求字段 $n + 3N_{slot}^{subframe, \mu} + 1$ 。
- 当 CSI-AperiodicTriggerStateList 中的 CSI 触发状态的数量小于或等于 $2^{N_{TS}} - 1$, DCI 中的 CSI 请求字段直接指示触发状态和 UE 的准共址假设。
- 对于与每个 CSI 触发状态相关联的 CSI-RS 资源集中的每个非周期性 CSI-RS 资源, 指示 UE 准共址 RS 源的准共址配置和准共址类型 (s)。如第 5.1.5 节所述, 通过 qcl-info 的高层信令, 其包含对与 CSI 触发状态相关的非周期性 CSI-RS 资源的 TCI 状态的参考列表。如果列表中提到的状态配置有与“QCL-TypeD”相关联的 RS 的引用, 则该 RS 可以是位于相同或不同 CC / DL BWP 中的 SS / PBCH 块或配置的 CSI-RS 资源作为周期性或半持久性的, 位于相同或不同的 CC / DL BWP 中。
- 根据 CSI 触发状态 ID 的顺序, DCI 中的 CSI 请求字段的非零码点被映射到 CSI 触发状态。 $2^{N_{TS}} - 1$ 触发状态, 其中代码点 'i' 映射到具有最小触发状态 ID 的触发状态

对于配置有更高层参数 CSI-AperiodicTriggerStateList 的 UE, 如果链路到 CSI-ReportConfig 的资源设置具有多个非周期性资源集, 则来自资源设置的仅一个非周期性 CSI-RS 资源集与触发状态相关联, 并且 UE 是每个资源设置的每个触发状态配置的更高层, 以从资源设置中选择一个 CSI-IM / NZP CSI-RS 资源集。

当非周期 CSI-RS 与非周期性报告一起使用时, CSI-RS 偏移被配置为由更高层参数 aperiodicTriggeringOffset 设置的每个资源。CSI-RS 触发偏移具有 0 到 4 个时隙的范围。如果所有关联的触发状态不具有在对应的 TCI 状态中设置为“QCL-TypeD”的较高层参数 qcl-Type, 则 CSI-RS 触发偏移固定为零。CSI-IM 的非周期性触发偏移遵循用于信道测量的相关 NZP CSI-RS 的偏移。

UE 不期望在携带其触发 DCI 的 OFDM 符号之前发送非周期性 CSI-RS。

如果在非周期性 NZP CSI-RS 上执行干扰测量, 则不期望 UE 配置用于来自相关 NZP CSI-RS 的用于信道测量的干扰测量的 NZP CSI-RS 的不同非周期性触发偏移。

如果 UE 配置有单个载波, 则不期望 UE 在重叠的 OFDM 符号上发送由不同 DCI 触发的多于一个的非周期性 CSI 报告。

5.2.1.5.2 半持久 CSI / 半持久 CSI-RS

对于 PUSCH 上的半持久报告, 一组半持久报告设置是由 CSI-SemiPersistentOnPUSCH-TriggerStateList 配置的更高层, 在用 SP-CSI-RNTI 加扰的 DCI 中的 CSI 请求字段激活半持久 CSI 报告之一和用于发送 CSI 报告的 PUCCH 资源由 reportConfigType 配置。

PUCCH 上的半持久报告由激活命令[10, TS 38.321]激活, 其选择 UE 在 PUCCH 上使用的半持久报告设置之一。当在时隙 n 中发送与携带激活命令的 PDSCH 相对应的 HARQ-ACK 时, 应从时隙开始应用所指示的半持久报告设置。 $n + 3N_{slot}^{subframe, \mu} + 1$ 。如果字段 reportConfigType 不存在, 则 UE 应在 PUSCH 上报告 CSI。

对于配置有更高层参数 reportConfigType 的 UE 设置为 'semiPersistentOnPUCCH'。

- 当 UE 接收到用于信道测量的 CSI-RS 资源的激活命令[10, TS 38.321]和用于与配置的 CSI 资源设置相关联的干扰测量的 CSI-IM / NZP CSI-RS 资源时, 当在时隙 n 中发送对应于携带选择命令的 PDSCH 的 HARQ-ACK 时, [10, TS 38.321]中的相应动作和 UE 假设 (包括由 TCI-State 的参考列表提供的 QCL 假设, 一个每个激活的资源) 对应于配置的 CSI-RS / CSI-IM 资源配置的 CSI-RS / CSI-IM 传输应从时隙开始应用 $n + 3N_{slot}^{subframe, \mu} + 1$ 。如果列表中提到的 TCI 状态配置有对与 "QCL-TypeD" 相关联的 RS 的引用, 则该 RS 可以是 SS / PBCH 块, 位于相同或不同 CC 中的周期性或半持久性 CSI-RS。 / DL BWP。
- 当 UE 接收到与配置的 CSI 资源设置相关联的激活的 CSI-RS / CSI-IM 资源的去激活命令[10, TS 38.321]时, 以及当携带选择命令的 PDSCH 对应的 HARQ-ACK 时在时隙 n 中发送, [10, TS 38.321]中的相应动作和与停用的 CSI-RS / CSI-IM 资源相对应的 CSI-RS / CSI-IM 传输的停止的 UE 假设将从时隙开始应用 $n + 3N_{slot}^{subframe, \mu} + 1$ 。如果列表中提到的 TCI 状态配置有对与 'QCL-TypeD' 相关联的 RS 的引用, 则该 RS 可以是 SS / PBCH 块, 位于相同或不同 CC / DL 中的周期性或半持续 CSI-RS。 BWP。

仅当满足以下条件时, UE 才在 DCI 上对半持久 CSI 激活或释放进行 DL 半持久分配 PDCCH 的验证:

- 使用由更高层参数 sp-csi-RNTI 提供的 SP-CSI-RNTI 对 DCI 格式的 CRC 奇偶校验比特进行加扰

DCI 格式的所有字段均根据表 5.2.1.5.2-1 或表 5.2.1.5.2-2 设置。

如果实现了验证, 则 UE 将 DCI 格式的信息视为半持久 CSI 传输的有效激活或有效释放。如果未实现验证, 则 UE 将 DCI 格式视为已经使用不匹配的 CRC 检测到。

表 5.2.1.5.2-1: 半持久 CSI 激活 PDCCH 验证的特殊字段

| | DCI 格式 0_1 |
|----------|------------|
| HARQ 进程号 | 设为全 0' |
| 冗余率 | 设为 '00' |

表 5.2.1.5.2-2: 半持久 CSI 去激活 PDCCH 验证的特殊字段

| | DCI 格式 0_1 |
|----------|--|
| HARQ 进程号 | 设为全 0' |
| 调制和编码方案 | 设置为全 1' |
| 资源块分配 | 如果更高层仅配置 RA 类型 0, 则设置为全 0'; 如果更高层仅配置 RA 类型 1, 则设置为全 1'; 如果更高层配置 RA 类型 0 和 1 之间的动态切换, 那么如果 MSB 为 0', 则设置为全 0'; 否则, 设置为全 1' |
| 冗余率 | 设为 '00' |

如果 UE 具有活动的半持久 CSI-RS / CSI-IM 资源配置, 或者活动的半持久 ZP CSI-RS 资源集配置, 并且还没有接收到去激活命令, 则半持久 CSI-RS / CSI-IM 资源配置或半持久 ZP CSI-RS 资源集配置被认为在 DL BWP 中是活动的, 其在激活资源集时是活动的, 否则它们被认为是暂停的。

如果 UE 配置有载波去激活, 则在激活状态的载波中配置的以下资源也将被去激活并且需要重新激活配置: 半持久 CSI-RS / CSI-RS 资源, PUCCH 上的半持续 CSI 报告, 半持久性 SRS, 半持久性 ZP CSI-RS 资源集。

5.2.1.6 CSI 处理标准

UE 指示支持的同时 CSI 计算的数量 N_{CPU} 。如果 UE 支持 N_{CPU} 据说它具有同时进行的 CSI 计算 N_{CPU} 用于处理所有配置的小区的 CSI 报告的 CSI 处理单元。如果 L CPU 被占用用于计算给定 OFDM 符号中的 CSI 报告, 则 UE 具有 $N_{CPU} - L$ 未占用的 CPU。如果 UE 接收针对 N 个 CSI 报告的非周期性 CSI 请求, 其中每个 CSI 报告

$n = 0, \dots, N-1$ 具有 $K_s^{(n)}$ CSI-RS 资源中的 CSI-RS 资源集用于信道测量, UE 不需要更新 $N-M$ 要求具有最低优先级的 CSI 报告 (根据 5.2.5), 其中 $0 \leq M \leq N$ 这是最大参数值 $\sum_{n=0}^M K_s^{(n)} \leq N_{CPU} - L$ 成立。

如果, 则不要求 UE 更新周期性或半持久性 CSI 报告 $N_{CPU} - L \leq K_s$ 在早于 CSI 报告的相应 CSI 参考资源的最新 CSI-RS / CSI-RS 资源的第一个符号中的最早的一个上。

CSI 报告的处理占用了许多符号的多个 CPU, 如下所示:

- 具有更高层参数 reportQuantity 设置为 'cri-RSRP' 或 'none' 的 CSI-ReportConfig 的 CSI 报告占用一个 CPU。
- CSI-ReportConfig 的 CSI 报告, 其中更高层参数 reportQuantity 设置为 'cri-RSRP' 或 'none' 占用 K_s CPU, 在 where K_s 是用于信道测量的 CSI-RS 资源集中的 CSI-RS 资源的数量。
- 当 $L = 0$ 个 CPU 被占用时, CSI 周期性地触发 CSI 报告而不用传输块或 HARQ-ACK 或两者发送 PUSCH, 其中 CSI 对应于宽带频率粒度并且对应于单个资源中的至多 4 个 CSI-RS 端口 CRI 报告和 codebookType 设置为 'TypeI-SinglePanel' 或其中 reportQuantity 设置为 'cri-RI-CQI', 占用 N_{CPU} 的 CPU。

CPU 占用多个 OFDM 符号, 如下所示:

- 周期性或半持久性 CSI 报告占用来自用于信道或干扰测量的每个 CSI-RS / CSI-IM 资源中最早的一个的第一符号的 CPU, 相应的最新 CSI-RS / CSI-IM 时刻否比相应的 CSI 参考资源晚, 直到携带报告的 PUSCH / PUCCH 的最后一个符号。
- 与周期性或半持久性 CSI-RS 一起使用的非周期性 CSI 报告占用来自每个 CSI-RS / CSI-IM 资源中最早的一个的第一符号的 CPU, 用于信道或干扰测量各自的最新 CSI-RS / CSI-IM 时机不迟于相应的 CSI 参考资源, 直到携带报告的 PUSCH 的最后一个符号。
- 与非周期性 CSI-RS 一起使用的非周期性 CSI 报告在 PDCCH 触发 CSI 报告之后从第一符号占用 CPU, 直到携带报告的 PUSCH 的最后一个符号。

在任何时隙中, 不期望 UE 具有比报告为能力更多的活动 CSI-RS 端口或活动 CSI-RS 资源。NZP CSI-RS 资源在如下定义的持续时间内是活动的。对于非周期性 CSI-RS, 从包含请求的 PDCCH 的末尾开始并且在包含与该非周期性 CSI-RS 相关联的报告的 PUSCH 结束处结束。对于半持久 CSI-RS, 从应用激活命令结束时开始, 到应用去激活命令结束时结束。对于周期性 CSI-RS, 当周期性 CSI-RS 由较高层信令配置时开始, 并且在周期性 CSI-RS 配置被释放时结束。

5.2.2 信道状态信息

5.2.2.1 信道质量指标 (CQI)

CQI 指数及其解释在表 5.2.2.1-2 或表 5.2.2.1-4 中给出, 用于基于 QPSK, 16QAM 和 64QAM 报告 CQI。CQI 指数及其解释在表 5.2.2.1-3 中给出, 用于基于 QPSK, 16QAM, 64QAM 和 256QAM 报告 CQI。

除非在本子条款中另有说明, [并且在频率-TBD 中无限制的观察间隔], 否则基于无限制的观察时间间隔, UE 应针对在上行链路时隙 n 中报告的每个 CQI 值导出满足以下条件的最高 CQI 索引:

- 可以接收具有与 CQI 索引相对应的调制方案, 目标码率和传输块大小的组合的单个 PDSCH 传输块, 并且占用称为 CSI 参考资源的一组下行链路物理资源块, 其中传输块错误概率不是超过:
 - 0.1, 如果 CSI-ReportConfig 中的高层参数 cqi-Table 配置 'table1' (对应表 5.2.2.1-2), 或 'table2' (对应表 5.2.2.1-3), 或者
 - 0.00001, 如果 CSI-ReportConfig 中的较高层参数 cqi-Table 配置 'table3' (对应于表 5.2.2.1-4)。

如果 UE 未配置有更高层参数 timeRestrictionForChannelMeasurements, 则 UE 将仅基于 NZP CSI-RS 导出用于计算在上行链路时隙 n 中报告的 CSI 值的信道测量, 不晚于 CSI 参考资源 (在 TS 38.211 中定义) [4]) 与 CSI 资源设置相关联。

如果 UE 在 CSI-ReportConfig 中配置有更高层参数 timeRestrictionForChannelMeasurements, 则 UE 将基于仅最近的, 不迟于 CSI 参考资源, NZP CSI-的场合, 导出用于计算在上行链路时隙 n 中报告的 CSI 的信道测量。RS (在[4, TS 38.211]中定义) 与 CSI 资源设置相关联。

如果 UE 未配置有更高层参数 timeRestrictionForInterferenceMeasurements, 则 UE 将基于仅用于 CSI-IM 和/或 NZP CSI-RS 的 CSI-IM 和/或 NZP CSI-RS 导出用于计算在上行链路时隙 n 中报告的 CSI 值的干扰测量, 用于不迟于 CSI 的干扰测量。与 CSI 资源设置相关联的参考资源。

如果 UE 在 CSI-ReportConfig 中配置有更高层参数 timeRestrictionForInterferenceMeasurements, 则 UE 将基于最近的, 不晚于 CSI 参考资源, CSI-的情况, 导出用于计算在上行链路时隙 n 中报告的 CSI 值的干扰测量。用于干扰测量的 IM 和/或 NZP CSI-RS (在[4, TS 38.211]中定义) 与 CSI 资源设置相关联。

对于每个子带索引 s, 2 比特子带差分 CQI 定义为:

- 子带偏移级别=子带 CQI 索引 (s) - 宽带 CQI 索引。

从 2 比特子带差分 CQI 值到偏移电平的映射如表 5.2.2.1-1 所示

表 5.2.2.1-1: 将子带差分 CQI 值映射到偏移电平

| 子带差分 CQI 值 | 偏移量 |
|------------|-----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 1 |
| 2 | ≥ 2 |
| 3 | ≤ -1 |

调制方案和传输块大小的组合对应于 CQI 索引, 如果:

- 可以根据子条款 5.1.3.2 中描述的传输块大小确定, 在 CSI 参考资源中的 PDSCH 上用信号通知该组合, 并且
- 调制方案由 CQI 索引表示, 并且
- 当应用于参考资源时, 传输块大小和调制方案的组合导致有效信道码率, 该有效信道码率可能与 CQI 索引所指示的码率最接近。如果传输块大小和调制方案的不止一种组合导致有效的信道码率同等地接近 CQI 索引所指示的码率, 则只有具有最小这种传输块大小的组合才是相关的。

表 5.2.2.1-2: 4 位 CQI 表

| CQI 指数 | 调制 | 码率 $\times 1024$ | 效率 |
|--------|-------|------------------|--------|
| 0 | 超出范围 | | |
| 1 | QPSK | 78 | 0.1523 |
| 2 | QPSK | 120 | 0.2344 |
| 3 | QPSK | 193 | 0.3770 |
| 4 | QPSK | 308 | 0.6016 |
| 5 | QPSK | 449 | 0.8770 |
| 6 | QPSK | 602 | 1.1758 |
| 7 | 16QAM | 378 | 1.4766 |
| 8 | 16QAM | 490 | 1.9141 |
| 9 | 16QAM | 616 | 2.4063 |
| 10 | 64QAM | 466 | 2.7305 |
| 11 | 64QAM | 567 | 3.3223 |
| 12 | 64QAM | 666 | 3.9023 |
| 13 | 64QAM | 772 | 4.5234 |
| 14 | 64QAM | 873 | 5.1152 |
| 15 | 64QAM | 948 | 5.5547 |

表 5.2.2.1-3: 4 位 CQI 表 2

| CQI 指数 | 调制 | 码率 x 1024 | 效率 |
|--------|--------|-----------|--------|
| 0 | 超出范围 | | |
| 1 | QPSK | 78 | 0.1523 |
| 2 | QPSK | 193 | 0.3770 |
| 3 | QPSK | 449 | 0.8770 |
| 4 | 16QAM | 378 | 1.4766 |
| 5 | 16QAM | 490 | 1.9141 |
| 6 | 16QAM | 616 | 2.4063 |
| 7 | 64QAM | 466 | 2.7305 |
| 8 | 64QAM | 567 | 3.3223 |
| 9 | 64QAM | 666 | 3.9023 |
| 10 | 64QAM | 772 | 4.5234 |
| 11 | 64QAM | 873 | 5.1152 |
| 12 | 256QAM | 711 | 5.5547 |
| 13 | 256QAM | 797 | 6.2266 |
| 14 | 256QAM | 885 | 6.9141 |
| 15 | 256QAM | 948 | 7.4063 |

表 5.2.2.1-4: 4 位 CQI 表 3

| CQI 指数 | 调制 | 码率 x 1024 | 效率 |
|--------|-------|-----------|--------|
| 0 | 超出范围 | | |
| 1 | QPSK | 30 | 0.0586 |
| 2 | QPSK | 50 | 0.0977 |
| 3 | QPSK | 78 | 0.1523 |
| 4 | QPSK | 120 | 0.2344 |
| 5 | QPSK | 193 | 0.3770 |
| 6 | QPSK | 308 | 0.6016 |
| 7 | QPSK | 449 | 0.8770 |
| 8 | QPSK | 602 | 1.1758 |
| 9 | 16QAM | 378 | 1.4766 |
| 10 | 16QAM | 490 | 1.9141 |
| 11 | 16QAM | 616 | 2.4063 |
| 12 | 64QAM | 466 | 2.7305 |
| 13 | 64QAM | 567 | 3.3223 |
| 14 | 64QAM | 666 | 3.9023 |
| 15 | 64QAM | 772 | 4.5234 |

5.2.2.1.1 CSI 参考资源定义

服务小区的 CSI 参考资源定义如下:

- 在频域中, CSI 参考资源由与导出的 CQI 值相关的频带对应的下行链路物理资源块组定义。
- 在时域中, 对于配置有针对服务小区的单个 CSI 资源集的 UE, 用于上行链路时隙 n 中的 CSI 报告的 CSI 参考资源由单个下行链路时隙 n_{CQI_ref} 定义
 - 定期和半持久 CSI 报告的位置
 - 如果为信道测量配置单个 CSI-RS 资源 n_{CQI_ref} 是大于或等于的最小值 $4 \cdot 2^{\frac{\mu_{DL} - \mu_{UL}}{2}}$, 使其对应于有效的下行链路时隙, 或
 - 如果为信道测量配置了多个 CSI-RS 资源, 则 n_{CQI_ref} 是大于或等于 5 的最小值 $\cdot 2^{\frac{\mu_{DL} - \mu_{UL}}{2}}$, 使其对应于有效的下行链路时隙。
 - 其中, 对于非周期性 CSI 报告, 如果 DCI 指示 UE 在与 CSI 请求相同的时隙中报告 CSI, 则 n_{CQI_ref} 使得参考资源与对应的 CSI 请求处于相同的有效下行链路时隙中, 否则 n_{CQI_ref} 是大于或等于的最小值

$\lfloor Z' / N_{\text{slot}}^{\text{slot}} \rfloor$ 这样, 时隙 $n_{\text{CQI_ref}}$ 对应于有效的下行链路时隙, 其中 Z' 对应于子条款 5.4 中定义的延迟要求。

- 当周期性或半持久性 CSI-RS / CSI-IM 用于信道/干扰测量时, 不期望 UE 测量 CSI-RS / CSI-IM 上的信道/干扰, 其最后的 OFDM 符号被接收到 Z' 在非周期性 CSI 报告的第一个 OFDM 符号的传输时间之前的符号。

如果出现以下情况, 则服务小区中的时隙应被视为有效的下行链路时隙:

- 它包括至少一个配置有下行链路或灵活符号的高层, 以及
- 它不属于该 UE 的配置测量间隙, 并且
- 时隙中的活动 DL BWP 与执行 CSI 报告的 DL BWP 相同, 并且
- 在 DRS 活动时间中存在用于信道测量的至少一个 CSI-RS 传输时机和用于干扰测量的 CSI-RS 和/或 CSI-IM 时机, 其不晚于执行 CSI 报告的 CSI 参考资源。

如果对应于服务小区中的 CSI 报告设置的 CSI 参考资源没有有效的下行链路时隙, 则对于上行链路时隙 n 中的服务小区省略 CSI 报告。

当导出 CSI 反馈时, 不期望 UE 用于信道测量的 NZP CSI-RS 资源与用于干扰测量的 CSI-IM 资源或用于干扰测量的 NZP CSI-RS 资源重叠。

在 CSI 参考资源中, UE 将为了导出 CQI 索引而假定以下内容, 并且如果还配置, 则用于导出 PMI 和 RI:

- 前 2 个 OFDM 符号由控制信令占用。
- PDSCH 和 DM-RS 符号的数量等于 12。
- 为 PDSCH 接收配置的相同带宽部分子载波间隔
- 为相应的 CQI 报告配置的带宽。
- 参考资源使用为 PDSCH 接收配置的 CP 长度和子载波间隔
- 主要或辅助同步信号或 PBCH 不使用任何资源单元。
- 冗余率 0。
- PDSCH EPRE 与 CSI-RS EPRE 的比率如子条款 4.1 中给出。
- 假设没有为 NZP CSI-RS 和 ZP CSI-RS 分配 RE。
- 假设与 DMRS-DownlinkConfig 中的较高层参数 maxLength 配置的最大前载符号相同数量的前加载 DM-RS 符号。
- 假设与由较高层参数 $\text{dmrs-AdditionalPosition}$ 配置的附加符号相同数量的附加 DM-RS 符号。
- 假设 PDSCH 符号不包含 DM-RS。
- 假设 PRB 捆绑大小为 2 个 PRB。
- PDSCH 传输方案, 其中 UE 可以假设 PDSCH 传输将使用 [4, TS 38.211] 的子条款 7.3.1.4 中定义的多达 8 个传输层来执行。对于 CQI 计算, UE 应该假设用于 v 层的集合 $[1000, \dots, 1000 + v - 1]$ 中的天线端口上的 PDSCH 信号将导致等于在天线端口上发送的对应符号的信号 $[3000, \dots, 3000 + P - 1]$, 如下所示

$$\begin{bmatrix} y^{(3000)}(i) \\ M \\ y^{(3000+P-1)}(i) \end{bmatrix} = W(i) \begin{bmatrix} x^{(0)}(i) \\ M \\ x^{(v-1)}(i) \end{bmatrix}$$

$x(i) = [x^{(0)}(i) \dots x^{(\nu-1)}(i)]^T$ 是来自[4, TS 38.211]的子条款 7.3.1.4 中定义的分层映射的 PDSCH 符号的向量, $P \in [1, 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32]$ 是 CSI-RS 端口的数量。如果仅配置一个 CSI-RS 端口, 则 $W(i)$ 为 1。如果报告 CQI 的 CSI-ReportConfig 中的更高层参数 reportQuantity 被设置为 'cri-RI-PMI-CQI' 或 'cri-RI-LI-PMI-CQI', $W(i)$ 是对应于适用于 $x(i)$ 的报告的分层映射的预编码矩阵。如果报告 CQI 的 CSI-ReportConfig 中的更高层参数 reportQuantity 被设置为 'cri-RI-CQI', 则 $W(i)$ 是与子条款 5.2.1.4.2 中描述的过程相对应的预编码矩阵。如果报告 CQI 的 CSI-ReportConfig 中的更高层参数 reportQuantity 被设置为 'cri-RI-i1-CQI', 则 $W(i)$ 是根据 5.2 中描述的过程对应于报告的分层映射的预编码矩阵。5.2.1.4。在天线端口 $[3000, \dots, 3000 + P - 1]$ 上发送的相应 PDSCH 信号的 EPRE 与 CSI-RS EPRE 之比将等于 4.1 中给出的比率。

5.2.2.2 预编码矩阵指示器 (PMI)

5.2.2.2.1 I 型单面板码本

对于 2 个天线端口 {3000, 3001} 和配置有更高层参数 codebookType 的 UE 设置为 'typeI-SinglePanel', 每个 PMI 值对应于表 5.2.2.2.1-1 中给出的码本索引。UE 配置有更高层参数 twoTX-CodebookSubsetRestriction。位图参数 twoTX-CodebookSubsetRestriction 形成位序列 a_5, \dots, a_1, a_0 where a_0 是 LSB 和 a_5 是 MSB, 其中位值为零表示不允许 PMI 报告对应于与该位相关联的预编码器。位 0 到 3 分别与码本索引 0 到 3 相关联 $\nu=1$ 层 4 和 5 分别与码本索引 0 和 1 相关联 $\nu=2$ 层。

表 5.2.2.2.1-1: 使用天线端口 3000 至 3001 的 1 层和 2 层 CSI 报告的码本

| 码书索引 | 层数 ν | |
|------|--|---|
| | 1 | 2 |
| 0 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$ |
| 1 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$ |
| 2 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$ | - |
| 3 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$ | - |

对于 4 个天线端口 {3000, 3001, 3002, 3003}, 8 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3007}, 12 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3011}, 16 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3015}, 24 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3023} 和 32 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3031}, 以及配置有更高层参数 codebookType 的 UE 设置为 'typeI-SinglePanel', 除非层数 $\nu \in \{2, 3, 4\}$ (where ν 是相关的 RI 值), 每个 PMI 值对应于三个码本索引 $i_{1,1}, i_{1,2}, i_{1,3}$ 。当层数 $\nu \in \{2, 3, 4\}$, 每个 PMI 值对应于四个码本索引 $i_{1,1}, i_{1,2}, i_{1,3}, i_{1,4}$ 。复合码本索引 i_1 由...定义

$$i_1 = \begin{cases} [i_{1,1} & i_{1,2}] & \nu \notin \{2, 3, 4\} \\ [i_{1,1} & i_{1,2} & i_{1,3}] & \nu \in \{2, 3, 4\} \end{cases}$$

1-8 层的码本分别在表 5.2.2.2.1-5, 5.2.2.2.1-6, 5.2.2.2.1-7, 5.2.2.2.1-8, 5.2.2.2.1-9, 5.2.2.2.1-10, 5.2.2.2.1-11 和 5.2.2.2.1-12。映射来自 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 表 5.2.2.2.1-3 给出了 2 层报告。映射来自 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 用于 3 层和 4 层报告时 $P_{\text{CSI-RS}} < 16$ 见表 5.2.2.2.1-4。数量 $\varphi_n, \theta_p, u_m, v_{l,m}$ 和 $\tilde{v}_{l,m}$ 由...给出

$$\begin{aligned}\varphi_n &= e^{j\pi n/2} \\ \theta_p &= e^{j\pi p/4} \\ u_m &= \begin{cases} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi m}{O_2 N_2}} & \dots & e^{j\frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix} & N_2 > 1 \\ 1 & N_2 = 1 \end{cases} \\ v_{l,m} &= \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi l}{O_1 N_1}} u_m & \dots & e^{j\frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T \\ \tilde{v}_{l,m} &= \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{4\pi l}{O_1 N_1}} u_m & \dots & e^{j\frac{4\pi l(N_1/2-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T\end{aligned}$$

- N_1 和 N_2 的值分别配置有更高层参数 n1-n2。支持的配置 (N_1, N_2) 对于给定数量的 CSI-RS 端口和相应的值 (O_1, O_2) 见表 5.2.2.2.1-2。CSI-RS 端口的数量, $P_{\text{CSI-RS}}$, is $2N_1N_2$.
- UE 只能使用 $i_{1,2}=0$ 并且不得报告 $i_{1,2}$ 如果 N_2 的值为 1。

位图参数 n1-n2 形成位序列 $a_{A_c-1}, \dots, a_1, a_0$ where a_0 是 LSB 和 a_{A_c-1} 是 MSB, 其中位值为零表示不允许 PMI 报告对应于与该位相关联的任何预编码器。位数由下式给出 $A_c = N_1 O_1 N_2 O_2$ 。除了层数 $v \in \{3, 4\}$ 并且天线端口的数量是 16, 24 或 32 位 $a_{N_2 O_2 l+m}$ 基于数量与所有预编码器相关联 $v_{l,m}$, $l=0, \dots, N_1 O_1 - 1$, $m=0, \dots, N_2 O_2 - 1$ 。当层数 $v \in \{3, 4\}$ 并且天线端口的数量是 16, 24 或 32,

- 位 $a_{(N_2 O_2 (2l-1)+m) \bmod N_1 O_1 N_2 O_2}$, $a_{N_2 O_2 (2l)+m}$, 和 $a_{N_2 O_2 (2l+1)+m}$ 每个都基于数量与所有预编码器相关联 $\tilde{v}_{l,m}$, $l=0, \dots, N_1 O_1 / 2 - 1$, $m=0, \dots, N_2 O_2 - 1$;
- 如果一个或多个相关比特为零, 则不允许 PMI 报告对应于基于的任何预编码器 $\tilde{v}_{l,m}$ 。

位图参数 typeI-SinglePanel-ri-Restriction 形成位序列 r_7, \dots, r_1, r_0 where r_0 是 LSB 和 r_7 是 MSB。当 r_i 是零, $i \in \{0, 1, \dots, 7\}$, PMI 和 RI 报告不允许与任何与之关联的预编码器对应 $v=i+1$ 层。

表 5.2.2.2.1-2: 支持的配置 (N_1, N_2) 和 (O_1, O_2)

| 数量 CSI-RS 天线端口, $P_{\text{CSI-RS}}$ | (N_1, N_2) | (O_1, O_2) |
|--|--------------|--------------|
| 4 | (2,1) | (4,1) |
| 8 | (2,2) | (4,4) |
| | (4,1) | (4,1) |
| 12 | (3,2) | (4,4) |
| | (6,1) | (4,1) |
| 16 | (4,2) | (4,4) |
| | (8,1) | (4,1) |
| 24 | (4,3) | (4,4) |
| | (6,2) | (4,4) |
| | (12,1) | (4,1) |
| 32 | (4,4) | (4,4) |
| | (8,2) | (4,4) |
| | (16,1) | (4,1) |

表 5.2.2.2.1-3: 映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 用于 2 层 CSI 报告

| $i_{1,3}$ | $N_1 > N_2 > 1$ | | $N_1 = N_2$ | | $N_1 = 2, N_2 = 1$ | | $N_1 > 2, N_2 = 1$ | |
|-----------|-----------------|-------|-------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | O_1 | 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 |
| 2 | 0 | O_2 | 0 | O_2 | | | $2O_1$ | 0 |
| 3 | $2O_1$ | 0 | O_1 | O_2 | | | $3O_1$ | 0 |

表 5.2.2.2.1-4: 映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 用于 3 层和 4 层 CSI 报告时 $P_{\text{CSI-RS}} < 16$

| $i_{1,3}$ | $N_1 = 2, N_2 = 1$ | | $N_1 = 4, N_2 = 1$ | | $N_1 = 6, N_2 = 1$ | | $N_1 = 2, N_2 = 2$ | | $N_1 = 3, N_2 = 2$ | |
|-----------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 |
| 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 |
| 1 | | | $2O_1$ | 0 | $2O_1$ | 0 | 0 | O_2 | 0 | O_2 |
| 2 | | | $3O_1$ | 0 | $3O_1$ | 0 | O_1 | O_2 | O_1 | O_2 |
| 3 | | | | | $4O_1$ | 0 | | | $2O_1$ | 0 |

表 5.2.2.2.1-5: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行单层 CSI 报告的密码本

| codebookMode = 1 | | | |
|---|-------------------------|--------------|-----------------------------------|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| $0, 1, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,2}, i_2}^{(1)}$ |
| where $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$. | | | |

| $codebookMode = 2, N_2 > 1$ | | | | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | | | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 |
| $0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | | | |
| | | 4 | 5 | 6 | 7 |
| $0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | | | |
| | | 8 | 9 | 10 | 11 |
| $0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 0}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 1}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 2}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 3}^{(1)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | | | |
| | | 12 | 13 | 14 | 15 |
| $0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 0}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 1}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 2}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 3}^{(1)}$ |
| where $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$. | | | | | |

| $codebookMode = 2, N_2 = 1$ | | | | | |
|---|-----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | | | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 |
| $0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | 0 | $W_{2i_{1,1}, 0, 0}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 0, 1}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 0, 2}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}, 0, 3}^{(1)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | | | |
| | | 4 | 5 | 6 | 7 |
| $0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | 0 | $W_{2i_{1,1}+1, 0, 0}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 0, 1}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 0, 2}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+1, 0, 3}^{(1)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | | | |
| | | 8 | 9 | 10 | 11 |
| $0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | 0 | $W_{2i_{1,1}+2, 0, 0}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+2, 0, 1}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+2, 0, 2}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+2, 0, 3}^{(1)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | | | |
| | | 12 | 13 | 14 | 15 |
| $0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | 0 | $W_{2i_{1,1}+3, 0, 0}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+3, 0, 1}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+3, 0, 2}^{(1)}$ | $W_{2i_{1,1}+3, 0, 3}^{(1)}$ |
| where $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$. | | | | | |

表 5.2.2.2.1-6: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行 2 层 CSI 报告的密码本

| codebookMode = 1 | | | |
|--|-------------------------|-------|---|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | 0, 1 | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + k_1, i_{1,2}, i_{1,2} + k_2, i_2}^{(2)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',n}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l',m'} \\ \varphi_n v_{l,m} & -\varphi_n v_{l',m'} \end{bmatrix}$. 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.1-3。 | | | |

| codebookMode = 2, $N_2 > 1$ | | | |
|--|-----------------------------------|---|---|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| | | 0 | 1 |
| $0, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,1} + k_1, 2i_{1,2}, 2i_{1,2} + k_2, 0}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,1} + k_1, 2i_{1,2}, 2i_{1,2} + k_2, 1}^{(2)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| | | 2 | 3 |
| $0, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $W_{2i_{1,1} + 1, 2i_{1,1} + 1 + k_1, 2i_{1,2}, 2i_{1,2} + k_2, 0}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1} + 1, 2i_{1,1} + 1 + k_1, 2i_{1,2}, 2i_{1,2} + k_2, 1}^{(2)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| | | 4 | 5 |
| $0, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,1} + k_1, 2i_{1,2} + 1, 2i_{1,2} + 1 + k_2, 0}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1}, 2i_{1,1} + k_1, 2i_{1,2} + 1, 2i_{1,2} + 1 + k_2, 1}^{(2)}$ |
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| | | 6 | 7 |
| $0, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $W_{2i_{1,1} + 1, 2i_{1,1} + 1 + k_1, 2i_{1,2} + 1, 2i_{1,2} + 1 + k_2, 0}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1} + 1, 2i_{1,1} + 1 + k_1, 2i_{1,2} + 1, 2i_{1,2} + 1 + k_2, 1}^{(2)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',n}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l',m'} \\ \varphi_n v_{l,m} & -\varphi_n v_{l',m'} \end{bmatrix}$. 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.1-3。 | | | |

| codebookMode = 2, N ₂ = 1 | | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|
| i _{1,1} | i _{1,2} | i ₂ | | | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0,..., $\frac{N_1O_1}{2}-1$ | 0 | $W_{2i_{1,1},2i_{1,1}+k_1,0,0,0}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1},2i_{1,1}+k_1,0,0,1}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1}+1,2i_{1,1}+1+k_1,0,0,0}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1}+1,2i_{1,1}+1+k_1,0,0,1}^{(2)}$ |
| i _{1,1} | i _{1,2} | i ₂ | | | |
| | | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0,..., $\frac{N_1O_1}{2}-1$ | 0 | $W_{2i_{1,1}+2,2i_{1,1}+2+k_1,0,0,0}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1}+2,2i_{1,1}+2+k_1,0,0,1}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1}+3,2i_{1,1}+3+k_1,0,0,0}^{(2)}$ | $W_{2i_{1,1}+3,2i_{1,1}+3+k_1,0,0,1}^{(2)}$ |
| <div> <div>where</div> <div> $W_{l,l',m,m',n}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2P_{\text{CSI-RS}}}}$ </div> <div> $\begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l',m'} \\ \varphi_n v_{l,m} & -\varphi_n v_{l',m'} \end{bmatrix}$ </div> </div> | | | | | |

和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 见表 5.2.2.2.1-3。

表 5.2.2.2.1-7: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行 3 层 CSI 报告的密码本

| $codebookMode = 1-2, P_{\text{CSI-RS}} < 16$ | | | |
|--|----------------------------|--------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, 1, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,2} + k_1, i_{1,2} + k_2, i_2}^{(3)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',n}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{3P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l',m'} & v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} & \varphi_n v_{l',m'} & -\varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$. 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.1-4。 | | | |

| $codebookMode = 1-2, P_{\text{CSI-RS}} \geq 16$ | | | | |
|---|-------------------------|--------------|--------|---|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,3}$ | i_2 | |
| $0, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,2} + i_{1,3}, i_2}^{(3)}$ |
| where $W_{l,m,p,n}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{3P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} \tilde{v}_{l,m} & \tilde{v}_{l,m} & \tilde{v}_{l,m} \\ \theta_p \tilde{v}_{l,m} & -\theta_p \tilde{v}_{l,m} & \theta_p \tilde{v}_{l,m} \\ \varphi_n \tilde{v}_{l,m} & \varphi_n \tilde{v}_{l,m} & -\varphi_n \tilde{v}_{l,m} \\ \varphi_n \theta_p \tilde{v}_{l,m} & -\varphi_n \theta_p \tilde{v}_{l,m} & -\varphi_n \theta_p \tilde{v}_{l,m} \end{bmatrix}$. | | | | |

表 5.2.2.2.1-8: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行 4 层 CSI 报告的密码本

| $codebookMode = 1-2, P_{\text{CSI-RS}} < 16$ | | | |
|--|----------------------------|--------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, 1, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,2} + k_1, i_{1,2} + k_2, i_2}^{(4)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',n}^{(4)} = \frac{1}{\sqrt{4P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l',m'} & v_{l,m} & v_{l',m'} \\ \varphi_n v_{l,m} & \varphi_n v_{l',m'} & -\varphi_n v_{l,m} & -\varphi_n v_{l',m'} \end{bmatrix}$. 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.1-4。 | | | |

| $codebookMode = 1-2, P_{\text{CSI-RS}} \geq 16$ | | | | |
|---|-------------------------|--------------|--------|---|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,3}$ | i_2 | |
| $0, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,2} + i_{1,3}, i_2}^{(4)}$ |
| where $W_{l,m,p,n}^{(4)} = \frac{1}{\sqrt{4P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} \tilde{v}_{l,m} & \tilde{v}_{l,m} & \tilde{v}_{l,m} & \tilde{v}_{l,m} \\ \theta_p \tilde{v}_{l,m} & -\theta_p \tilde{v}_{l,m} & \theta_p \tilde{v}_{l,m} & -\theta_p \tilde{v}_{l,m} \\ \varphi_n \tilde{v}_{l,m} & \varphi_n \tilde{v}_{l,m} & -\varphi_n \tilde{v}_{l,m} & -\varphi_n \tilde{v}_{l,m} \\ \varphi_n \theta_p \tilde{v}_{l,m} & -\varphi_n \theta_p \tilde{v}_{l,m} & -\varphi_n \theta_p \tilde{v}_{l,m} & \varphi_n \theta_p \tilde{v}_{l,m} \end{bmatrix}$. | | | | |

表 5.2.2.2.1-9: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行 5 层 CSI 报告的密码本

| codebookMode = 1-2 | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|--------|--|
| | $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| $N_2 > 1$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + O_1, i_{1,2}, i_{1,2} + O_2, i_2}^{(5)}$ |
| $N_1 > 2, N_2 = 1$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | 0 | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + 2O_1, 0, 0, 0, i_2}^{(5)}$ |
| where $W_{l,l',l'',m,m',m'',n}^{(5)} = \frac{1}{\sqrt{5P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l,m} & v_{l',m'} & v_{l',m'} & v_{l'',m''} \\ \varphi_n v_{l,m} & -\varphi_n v_{l,m} & v_{l',m'} & -v_{l',m'} & v_{l'',m''} \end{bmatrix}$ | | | | |

表 5.2.2.2.1-10: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行 6 层 CSI 报告的密码本

| codebookMode = 1-2 | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|--------|--|
| | $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| $N_2 > 1$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + O_1, i_{1,2}, i_{1,2} + O_2, i_2}^{(6)}$ |
| $N_1 > 2, N_2 = 1$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | 0 | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + 2O_1, 0, 0, 0, i_2}^{(6)}$ |
| where $W_{l,l',l'',m,m',m'',n}^{(6)} = \frac{1}{\sqrt{6P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l,m} & v_{l',m'} & v_{l',m'} & v_{l'',m''} & v_{l'',m''} \\ \varphi_n v_{l,m} & -\varphi_n v_{l,m} & \varphi_n v_{l',m'} & -\varphi_n v_{l',m'} & v_{l'',m''} & -v_{l'',m''} \end{bmatrix}$ | | | | |

表 5.2.2.2.1-11: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行 7 层 CSI 报告的密码本

| codebookMode = 1-2 | | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|---|
| | $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| $N_1 = 4, N_2 = 1$ | $0, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | 0 | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + 2O_1, i_{1,1} + 3O_1, 0, 0, 0, 0, i_2}^{(7)}$ |
| $N_1 > 4, N_2 = 1$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | 0 | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + 2O_1, i_{1,1} + 3O_1, 0, 0, 0, 0, i_2}^{(7)}$ |
| $N_1 = 2, N_2 = 2$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + O_1, i_{1,2}, i_{1,2} + O_2, i_{1,2} + O_2, i_2}^{(7)}$ |
| $N_1 > 2, N_2 = 2$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + O_1, i_{1,2}, i_{1,2} + O_2, i_{1,2} + O_2, i_2}^{(7)}$ |
| $N_1 > 2, N_2 > 2$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + O_1, i_{1,2}, i_{1,2} + O_2, i_{1,2} + O_2, i_2}^{(7)}$ |
| where $W_{l,l',l'',m,m',m'',m'',n}^{(7)} = \frac{1}{\sqrt{7P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l,m} & v_{l',m'} & v_{l'',m''} & v_{l'',m''} & v_{l'',m''} & v_{l'',m''} \\ \varphi_n v_{l,m} & -\varphi_n v_{l,m} & \varphi_n v_{l',m'} & v_{l'',m''} & -v_{l'',m''} & v_{l'',m''} & -v_{l'',m''} \end{bmatrix}$ | | | | |

表 5.2.2.2.1-12: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行 8 层 CSI 报告的密码本

| codebookMode = 1-2 | | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|--|
| | $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | i_2 | |
| $N_1 = 4, N_2 = 1$ | $0, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$ | 0 | 0, 1 | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + 2O_1, i_{1,1} + 3O_1, 0, 0, 0, 0, i_2}^{(8)}$ |
| $N_1 > 4, N_2 = 1$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | 0 | 0, 1 | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + 2O_1, i_{1,1} + 3O_1, 0, 0, 0, 0, i_2}^{(8)}$ |
| $N_1 = 2, N_2 = 2$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | 0, 1 | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + O_1, i_{1,2}, i_{1,2} + O_1, i_{1,2} + O_2, i_{1,2} + O_2, i_2}^{(8)}$ |
| $N_1 > 2, N_2 = 2$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$ | 0, 1 | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + O_1, i_{1,2}, i_{1,2} + O_1, i_{1,2} + O_2, i_{1,2} + O_2, i_2}^{(8)}$ |
| $N_1 > 2, N_2 > 2$ | $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | 0, 1 | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + O_1, i_{1,1} + O_1, i_{1,2}, i_{1,2} + O_1, i_{1,2} + O_2, i_{1,2} + O_2, i_2}^{(8)}$ |
| where | | | | |
| $W_{l,l',l'',l''',m,m',m'',m''',n}^{(8)} = \frac{1}{\sqrt{8P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l,m} & v_{l',m'} & v_{l',m'} & v_{l'',m''} & v_{l'',m''} & v_{l''',m'''} & v_{l''',m'''} \\ \varphi_n v_{l,m} & -\varphi_n v_{l,m} & \varphi_n v_{l',m'} & -\varphi_n v_{l',m'} & v_{l'',m''} & -v_{l'',m''} & v_{l''',m'''} & -v_{l''',m'''} \end{bmatrix}$ | | | | |

5.2.2.2.2 I 型多面板码本

对于 8 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3007}, 16 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3015} 和 32 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3031}, 以及配置有高层参数 codebookType 的 UE 设置为 'typeI-MultiPanel',

- N_g, N_1 和 N_2 的值配置有高层参数 ng-n1-n2。支持的配置 (N_g, N_1, N_2) 对于给定数量的 CSI-RS 端口和相应的值 (O_1, O_2) 见表 5.2.2.2.2-1。CSI-RS 端口的数量, $P_{\text{CSI-RS}}$, is $2N_g N_1 N_2$.
- 当 $N_g = 2$, codebookMode 应设置为 '1' 或 '2'。当 $N_g = 4$, codebookMode 应设置为 '1'。

位图参数 ng-n1-n2 形成位序列 $a_{A_c-1}, \dots, a_1, a_0$ where a_0 是 LSB 和 a_{A_c-1} 是 MSB, 其中位值为零表示不允许 PMI 报告对应于与该位相关联的任何预编码器。位数由下式给出 $A_c = N_1 O_1 N_2 O_2$ 。位 $a_{N_2 O_2 l + m}$ 基于数量与所有预编码器相关联 $v_{l,m}$, $l = 0, \dots, N_1 O_1 - 1$, $m = 0, \dots, N_2 O_2 - 1$, 如下定义。位图参数 ri-Restriction 形成位序列 r_3, \dots, r_1, r_0 where r_0 是 LSB 和 r_3 是 MSB。当 r_i 是零, $i \in \{0, 1, \dots, 3\}$, PMI 和 RI 报告不允许与任何与之关联的预编码器对应 $v = i + 1$ 层。

表 5.2.2.2.2-1: 支持的配置 (N_g, N_1, N_2) 和 (O_1, O_2)

| 数量 CSI-RS 天线端口, $P_{\text{CSI-RS}}$ | (N_g, N_1, N_2) | (O_1, O_2) |
|--|-------------------|--------------|
| 8 | (2,2,1) | (4,1) |
| 16 | (2,4,1) | (4,1) |
| | (4,2,1) | (4,1) |
| | (2,2,2) | (4,4) |
| 32 | (2,8,1) | (4,1) |
| | (4,4,1) | (4,1) |
| | (2,4,2) | (4,4) |
| | (4,2,2) | (4,4) |

每个 PMI 值对应于码本索引 i_1 和 i_2 , where i_1 是矢量

$$i_1 = \begin{cases} [i_{1,1} & i_{1,2} & i_{1,4}] & v = 1 \\ [i_{1,1} & i_{1,2} & i_{1,3} & i_{1,4}] & v \in \{2, 3, 4\} \end{cases}$$

和 v 是相关的 RI 值。当 codebookMode 设置为 '1' 时, $i_{1,4}$ is

$$i_{1,4} = \begin{cases} i_{1,4,1} & N_g = 2 \\ \begin{bmatrix} i_{1,4,1} & i_{1,4,2} & i_{1,4,3} \end{bmatrix} & N_g = 4 \end{cases}$$

当 codebookMode 设置为 '2' 时, $i_{1,4}$ 和 i_2 是

$$i_{1,4} = \begin{bmatrix} i_{1,4,1} & i_{1,4,2} \end{bmatrix}$$

$$i_2 = \begin{bmatrix} i_{2,0} & i_{2,1} & i_{2,2} \end{bmatrix}$$

映射来自 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 表 5.2.2.2.1-3 给出了 2 层报告。映射来自 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 表 5.2.2.2.2-2 给出了 3 层和 4 层报告。

- UE 只能使用 $i_{1,2} = 0$ 并且不得报告 $i_{1,2}$ 如果 N_2 的值是 1。

表 5.2.2.2.2-2: 映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 用于 3 层和 4 层 CSI 报告

| $i_{1,3}$ | $N_1 = 2, N_2 = 1$ | | $N_1 = 4, N_2 = 1$ | | $N_1 = 8, N_2 = 1$ | | $N_1 = 2, N_2 = 2$ | | $N_1 = 4, N_2 = 2$ | |
|-----------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 |
| 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 | O_1 | 0 |
| 1 | | | $2O_1$ | 0 | $2O_1$ | 0 | 0 | O_2 | 0 | O_2 |
| 2 | | | $3O_1$ | 0 | $3O_1$ | 0 | O_1 | O_2 | O_1 | O_2 |
| 3 | | | | | $4O_1$ | 0 | | | $2O_1$ | 0 |

几个量用于定义码本单元。数量 φ_n, a_p, b_n, u_m , 和 $v_{l,m}$ 由...给出

$$\varphi_n = e^{j\pi n/2}$$

$$a_p = e^{j\pi/4} e^{j\pi p/2}$$

$$b_n = e^{-j\pi/4} e^{j\pi n/2}$$

$$u_m = \begin{cases} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi m}{O_2 N_2}} & \dots & e^{j\frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix} & N_2 > 1 \\ 1 & N_2 = 1 \end{cases}$$

$$v_{l,m} = \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi l}{O_1 N_1}} u_m & \dots & e^{j\frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T$$

此外, 数量 $W_{l,m,p,n}^{1,N_g,1}$ 和 $W_{l,m,p,n}^{2,N_g,1}$ ($N_g \in \{2,4\}$) 给出

$$\begin{aligned}
 W_{l,m,p,n}^{1,2,1} &= \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \\ \varphi_{p_1} v_{l,m} \\ \varphi_n \varphi_{p_1} v_{l,m} \end{bmatrix} & W_{l,m,p,n}^{2,2,1} &= \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ -\varphi_n v_{l,m} \\ \varphi_{p_1} v_{l,m} \\ -\varphi_n \varphi_{p_1} v_{l,m} \end{bmatrix} \\
 W_{l,m,p,n}^{1,4,1} &= \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \\ \varphi_{p_1} v_{l,m} \\ \varphi_n \varphi_{p_1} v_{l,m} \\ \varphi_{p_2} v_{l,m} \\ \varphi_n \varphi_{p_2} v_{l,m} \\ \varphi_{p_3} v_{l,m} \\ \varphi_n \varphi_{p_3} v_{l,m} \end{bmatrix} & W_{l,m,p,n}^{2,4,1} &= \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ -\varphi_n v_{l,m} \\ \varphi_{p_1} v_{l,m} \\ -\varphi_n \varphi_{p_1} v_{l,m} \\ \varphi_{p_2} v_{l,m} \\ -\varphi_n \varphi_{p_2} v_{l,m} \\ \varphi_{p_3} v_{l,m} \\ -\varphi_n \varphi_{p_3} v_{l,m} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

where

$$p = \begin{cases} p_1 & N_g = 2 \\ [p_1 \quad p_2 \quad p_3] & N_g = 4 \end{cases},$$

和数量 $W_{l,m,p,n}^{1,N_g,2}$ 和 $W_{l,m,p,n}^{2,N_g,2}$ ($N_g = 2$) 给出

$$\begin{aligned}
 W_{l,m,p,n}^{1,2,2} &= \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_{n_0} v_{l,m} \\ a_{p_1} b_{n_1} v_{l,m} \\ a_{p_2} b_{n_2} v_{l,m} \end{bmatrix} & W_{l,m,p,n}^{2,2,2} &= \frac{1}{\sqrt{P_{\text{CSI-RS}}}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ -\varphi_{n_0} v_{l,m} \\ a_{p_1} b_{n_1} v_{l,m} \\ -a_{p_2} b_{n_2} v_{l,m} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= [p_1 \quad p_2] \\
 n &= [n_0 \quad n_1 \quad n_2]
 \end{aligned}$$

1-4 层的码本分别在表 5.2.2.2.2-3, 5.2.2.2.2-4, 5.2.2.2.2-5 和 5.2.2.2.2-6 中给出。

表 5.2.2.2.2-3: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行单层 CSI 报告的密码本

| $codebookMode = 1, \quad N_g \in \{2, 4\}$ | | | | |
|---|-------------------------|---|--------------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,4,q},$ $q = 1, \dots, N_g - 1$ | i_2 | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1, 2, 3$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,2}, i_{1,4}, i_2}^{(1)}$ |
| where $W_{l,m,p,n}^{(1)} = W_{l,m,p,n}^{1,N_g,1}$ | | | | |

| $codebookMode = 2, N_g = 2$ | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|--------------|------------------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,4,q}, q=1,2$ | $i_{2,0}$ | $i_{2,q}, q=1,2$ | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,2}, i_{1,4}, i_2}^{(1)}$ |
| where $W_{l,m,p,n}^{(1)} = W_{l,m,p,n}^{1,N_g,2}$ | | | | | |

表 5.2.2.2.2-4: 使用天线端口 3000 至 2999 + P_{CSI-RS} 的 2 层 CSI 报告的代码簿

| $codebookMode = 1, N_g \in \{2, 4\}$ | | | | |
|---|-------------------------|---------------------------------------|--------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,4,q},$ $q=1, \dots, N_g - 1$ | i_2 | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1}+k_1, i_{1,2}, i_{1,2}+k_2, i_{1,4}, i_2}^{(2)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',p,n}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} W_{l,m,p,n}^{1,N_g,1} & W_{l',m',p,n}^{2,N_g,1} \end{bmatrix}$ 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.1-3。 | | | | |

| $codebookMode = 2, N_g = 2$ | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|--------------------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,4,q}, q=1,2$ | $i_{2,q}, q=0,1,2$ | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1}+k_1, i_{1,2}, i_{1,2}+k_2, i_{1,4}, i_2}^{(2)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',p,n}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} W_{l,m,p,n}^{1,N_g,2} & W_{l',m',p,n}^{2,N_g,2} \end{bmatrix}$ 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.1-3。 | | | | |

表 5.2.2.2.2-5: 使用天线端口 3000 至 2999 + P_{CSI-RS} 进行 3 层 CSI 报告的密码本

| $codebookMode = 1, N_g \in \{2, 4\}$ | | | | |
|---|-------------------------|---------------------------------------|--------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,4,q},$ $q=1, \dots, N_g - 1$ | i_2 | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1}+k_1, i_{1,2}, i_{1,2}+k_2, i_{1,4}, i_2}^{(3)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',p,n}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} W_{l,m,p,n}^{1,N_g,1} & W_{l',m',p,n}^{1,N_g,1} & W_{l,m,p,n}^{2,N_g,1} \end{bmatrix}$ 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.2-2。 | | | | |

| $codebookMode = 2, N_g = 2$ | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------|------------------------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,4,q}, q = 1, 2$ | $i_{2,q}, q = 0, 1, 2$ | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + k_1, i_{1,2}, i_{1,2} + k_2, i_{1,4}, i_{1,4} + k_2}^{(3)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',p,n}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} W_{l,m,p,n}^{1,N_g,2} & W_{l',m',p,n}^{1,N_g,2} & W_{l,m,p,n}^{2,N_g,2} \end{bmatrix}$ 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.2-2。 | | | | |

表 5.2.2.2.2-6: 使用天线端口 3000 至 2999 + P_{CSI-RS} 进行 4 层 CSI 报告的密码本

| $codebookMode = 1, N_g \in \{2, 4\}$ | | | | |
|---|-------------------------|---|--------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,4,q},$ $q = 1, \dots, N_g - 1$ | i_2 | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + k_1, i_{1,2}, i_{1,2} + k_2, i_{1,4}, i_{1,4} + k_2}^{(4)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',p,n}^{(4)} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} W_{l,m,p,n}^{1,N_g,1} & W_{l',m',p,n}^{1,N_g,1} & W_{l,m,p,n}^{2,N_g,1} & W_{l',m',p,n}^{2,N_g,1} \end{bmatrix}$ 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.2-2。 | | | | |

| $codebookMode = 2, N_g = 2$ | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------|------------------------|--|
| $i_{1,1}$ | $i_{1,2}$ | $i_{1,4,q}, q = 1, 2$ | $i_{2,q}, q = 0, 1, 2$ | |
| $0, \dots, N_1 O_1 - 1$ | $0, \dots, N_2 O_2 - 1$ | $0, 1, 2, 3$ | $0, 1$ | $W_{i_{1,1}, i_{1,1} + k_1, i_{1,2}, i_{1,2} + k_2, i_{1,4}, i_{1,4} + k_2}^{(4)}$ |
| where $W_{l,l',m,m',p,n}^{(4)} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} W_{l,m,p,n}^{1,N_g,2} & W_{l',m',p,n}^{1,N_g,2} & W_{l,m,p,n}^{2,N_g,2} & W_{l',m',p,n}^{2,N_g,2} \end{bmatrix}$ 和映射 $i_{1,3}$ 至 k_1 和 k_2 见表 5.2.2.2.2-2。 | | | | |

5.2.2.2.3 Type II Codebook

对于 4 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3003}, 8 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3007}, 12 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3011}, 16 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3015}, 24 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3023} 和 32 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3031}, 以及配置有更高层参数 $codebookType$ 的 UE 设置为 'typeII'

- 参数值 N_1 和 N_2 配置有更高层参数 $n1-n2-codebookSubsetRestriction$ 。支持的配置 (N_1, N_2) 对于给定数量的 CSI-RS 端口和相应的值 (O_1, O_2) 见表 5.2.2.2.1-2。CSI-RS 端口的数量, P_{CSI-RS} , is $2N_1 N_2$.
- 参数值 L 配置了更高层参数 $numberOfBeams$, 其中 $L=2$ 当 $P_{CSI-RS}=4$ 和 $L \in \{2, 3, 4\}$ 当 $P_{CSI-RS} > 4$.
- 参数值 N_{PSK} 配置了更高层参数 $phaseAlphabetSize$, 其中 $N_{PSK} \in \{4, 8\}$.
- UE 配置有较高层参数子带 Amplitude 设置为 "true" 或 "false".
- UE 不应报告 $RI > 2$.

当 $\nu \leq 2$, where ν 是相关的 RI 值, 每个 PMI 值对应于码本索引 i_1 和 i_2 where

$$i_1 = \begin{cases} \begin{bmatrix} i_{1,1} & i_{1,2} & i_{1,3,1} & i_{1,4,1} \end{bmatrix} & v = 1 \\ \begin{bmatrix} i_{1,1} & i_{1,2} & i_{1,3,1} & i_{1,4,1} & i_{1,3,2} & i_{1,4,2} \end{bmatrix} & v = 2 \end{cases}$$

$$i_2 = \begin{cases} \begin{bmatrix} i_{2,1,1} \end{bmatrix} & \text{subbandAmplitude} = \text{'false'}, v = 1 \dots \\ \begin{bmatrix} i_{2,1,1} & i_{2,1,2} \end{bmatrix} & \text{subbandAmplitude} = \text{'false'}, v = 2 \\ \begin{bmatrix} i_{2,1,1} & i_{2,2,1} \end{bmatrix} & \text{subbandAmplitude} = \text{'true'}, v = 1 \\ \begin{bmatrix} i_{2,1,1} & i_{2,2,1} & i_{2,1,2} & i_{2,2,2} \end{bmatrix} & \text{subbandAmplitude} = \text{'true'}, v = 2 \end{cases}$$

该 L 由码本组合的矢量由指数识别 $i_{1,1}$ 和 $i_{1,2}$, where

$$i_{1,1} = [q_1 \quad q_2]$$

$$q_1 \in \{0, 1, \dots, O_1 - 1\}$$

$$q_2 \in \{0, 1, \dots, O_2 - 1\}$$

$$i_{1,2} \in \left\{0, 1, \dots, \binom{N_1 N_2}{L} - 1\right\}.$$

$$n_1 = [n_1^{(0)}, \dots, n_1^{(L-1)}]$$

$$n_2 = [n_2^{(0)}, \dots, n_2^{(L-1)}]$$

$$n_1^{(i)} \in \{0, 1, \dots, N_1 - 1\}$$

$$n_2^{(i)} \in \{0, 1, \dots, N_2 - 1\}$$

and

$$C(x, y) = \begin{cases} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} & x \geq y \\ 0 & x < y \end{cases}.$$

其中参数值 $C(x, y)$ 见表 5.2.2.2.3-1。

然后是单元 n_1 和 n_2 从...发现 $i_{1,2}$ 使用算法:

$$s_{-1} = 0$$

对于 $i = 0, \dots, L-1$

找到最大的 $x^* \in \{L-1-i, \dots, N_1 N_2 - 1 - i\}$ 在表 5.2.2.2.3-1 中 $i_{1,2} - s_{i-1} \geq C(x^*, L-i)$

$$e_i = C(x^*, L-i)$$

$$s_i = s_{i-1} + e_i$$

$$n^{(i)} = N_1 N_2 - 1 - x^*$$

$$n_1^{(i)} = n^{(i)} \bmod N_1$$

$$n_2^{(i)} = \frac{(n^{(i)} - n_1^{(i)})}{N_1}$$

当 n_1 和 n_2 众所周知, $i_{1,2}$ 找到使用:

$n^{(i)} = N_1 n_2^{(i)} + n_1^{(i)}$ 指数在 where $i = 0, 1, \dots, L-1$ 如此分配 $n^{(i)}$ 增加为 i 增加

$$i_{1,2} = \sum_{i=0}^{L-1} C(N_1 N_2 - 1 - n^{(i)}, L - i), \text{ where } C(x, y) \text{ 见表 5.2.2.2.3-1.}$$

- If $N_2 = 1$, $q_2 = 0$ 和 $n_2^{(i)} = 0$ 对于 $i = 0, 1, \dots, L-1$, 和 q_2 没有报告。
- 当 $(N_1, N_2) = (2, 1)$, $n_1 = [0, 1]$ 和 $n_2 = [0, 0]$, 和 $i_{1,2}$ 没有报告。
- 当 $(N_1, N_2) = (4, 1)$ 和 $L = 4$, $n_1 = [0, 1, 2, 3]$ 和 $n_2 = [0, 0, 0, 0]$, 和 $i_{1,2}$ 没有报告。
- 当 $(N_1, N_2) = (2, 2)$ 和 $L = 4$, $n_1 = [0, 1, 0, 1]$ 和 $n_2 = [0, 0, 1, 1]$, 和 $i_{1,2}$ 没有报告。

表 5.2.2.2.3-1: 组合系数 $C(x, y)$

| $y \backslash x$ | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|----|-----|-----|------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 0 |
| 4 | 4 | 6 | 4 | 1 |
| 5 | 5 | 10 | 10 | 5 |
| 6 | 6 | 15 | 20 | 15 |
| 7 | 7 | 21 | 35 | 35 |
| 8 | 8 | 28 | 56 | 70 |
| 9 | 9 | 36 | 84 | 126 |
| 10 | 10 | 45 | 120 | 210 |
| 11 | 11 | 55 | 165 | 330 |
| 12 | 12 | 66 | 220 | 495 |
| 13 | 13 | 78 | 286 | 715 |
| 14 | 14 | 91 | 364 | 1001 |
| 15 | 15 | 105 | 455 | 1365 |

层上最强的系数 $l, l = 1, \dots, v$ 由...确定 $i_{1,3,l} \in \{0, 1, \dots, 2L-1\}$ 。

幅度系数指标 $i_{1,4,l}$ 和 $i_{2,2,l}$ 是

$$\begin{aligned}
 i_{1,4,l} &= [k_{l,0}^{(1)}, k_{l,1}^{(1)}, \dots, k_{l,2L-1}^{(1)}] \\
 i_{2,2,l} &= [k_{l,0}^{(2)}, k_{l,1}^{(2)}, \dots, k_{l,2L-1}^{(2)}] \\
 k_{l,i}^{(1)} &\in \{0, 1, \dots, 7\} \\
 k_{l,i}^{(2)} &\in \{0, 1\}
 \end{aligned}$$

对于 $l = 1, \dots, v$ 。映射来自 $k_{l,i}^{(1)}$ 到振幅系数 $p_{l,i}^{(1)}$ 表 5.2.2.2.3-2 给出了它的映射 $k_{l,i}^{(2)}$ 到振幅系数 $p_{l,i}^{(2)}$ 见表 5.2.2.2.3-3。幅度系数由下式表示

$$\begin{aligned}
 p_l^{(1)} &= [p_{l,0}^{(1)}, p_{l,1}^{(1)}, \dots, p_{l,2L-1}^{(1)}] \\
 p_l^{(2)} &= [p_{l,0}^{(2)}, p_{l,1}^{(2)}, \dots, p_{l,2L-1}^{(2)}]
 \end{aligned}$$

对于 $l = 1, \dots, \nu$.

表 5.2.2.2.3-2: 单元的映射 $i_{1,4,l}: k_{l,i}^{(1)}$ 至 $p_{l,i}^{(1)}$

| $k_{l,i}^{(1)}$ | $p_{l,i}^{(1)}$ |
|-----------------|-----------------|
| 0 | 0 |
| 1 | $\sqrt{1/64}$ |
| 2 | $\sqrt{1/32}$ |
| 3 | $\sqrt{1/16}$ |
| 4 | $\sqrt{1/8}$ |
| 5 | $\sqrt{1/4}$ |
| 6 | $\sqrt{1/2}$ |
| 7 | 1 |

表 5.2.2.2.3-3: 单元的映射 $i_{2,2,l}: k_{l,i}^{(2)}$ 至 $p_{l,i}^{(2)}$

| $k_{l,i}^{(2)}$ | $p_{l,i}^{(2)}$ |
|-----------------|-----------------|
| 0 | $\sqrt{1/2}$ |
| 1 | 1 |

相位系数指标是

$$i_{2,1,l} = [c_{l,0}, c_{l,1}, \dots, c_{l,2L-1}]$$

对于 $l = 1, \dots, \nu$.

幅度和相位系数指标报告如下:

- 指标 $k_{l,i_{1,3,l}}^{(1)} = 7$, $k_{l,i_{1,3,l}}^{(2)} = 1$, 和 $c_{l,i_{1,3,l}} = 0$ ($l = 1, \dots, \nu$). $k_{l,i_{1,3,l}}^{(1)}$, $k_{l,i_{1,3,l}}^{(2)}$, 和 $c_{l,i_{1,3,l}}$ 没有报告 $l = 1, \dots, \nu$.
- 剩余的 $2L-1$ 要点 $i_{1,4,l}$ ($l = 1, \dots, \nu$) 报告, 在 where $k_{l,i}^{(1)} \in \{0, 1, \dots, 7\}$. 让 M_l ($l = 1, \dots, \nu$) 是单元的数量 $i_{1,4,l}$ 满足 $k_{l,i}^{(1)} > 0$.
- 剩余的 $2L-1$ 要点 $i_{2,1,l}$ 和 $i_{2,2,l}$ ($l = 1, \dots, \nu$) 报告如下:
 - 当 subbandAmplitude 设置为 'false' 时,
 - $k_{l,i}^{(2)} = 1$ 对于 $l = 1, \dots, \nu$, 和 $i = 0, 1, \dots, 2L-1$. $i_{2,2,l}$ 没有报告 $l = 1, \dots, \nu$.
 - 对于 $l = 1, \dots, \nu$, 单元 $i_{2,1,l}$ 对应于满足的系数 $k_{l,i}^{(1)} > 0$, $i \neq i_{1,3,l}$, 由报告的单元决定 $i_{1,4,l}$, 报告, 在 where $c_{l,i} \in \{0, 1, \dots, N_{\text{PSK}} - 1\}$ 剩下的 $2L - M_l$ 要点 $i_{2,1,l}$ 未报告并设置为 $c_{l,i} = 0$.
 - 当 subbandAmplitude 设置为 'true' 时,
 - 对于 $l = 1, \dots, \nu$, 单元 $i_{2,2,l}$ 和 $i_{2,1,l}$ 对应的 $\min(M_l, K^{(2)}) - 1$ 最强系数 (不包括最强系数 $i_{1,3,l}$), 由相应的报告要素确定 $i_{1,4,l}$, 报告, 在 where $k_{l,i}^{(2)} \in \{0, 1\}$ 和 $c_{l,i} \in \{0, 1, \dots, N_{\text{PSK}} - 1\}$.

参数值 $K^{(2)}$ 见表 5.2.2.2.3-4。剩余的 $2L - \min(M_l, K^{(2)})$ 要点 $i_{2,2,l}$ 未报告并设置为 $k_{l,i}^{(2)} = 1$ 。的要素 $i_{2,1,l}$ 对应的 $M_l - \min(M_l, K^{(2)})$ 报告最弱的非零系数, 其中 $c_{l,i} \in \{0, 1, 2, 3\}$ 。剩余的 $2L - M_l$ 要点 $i_{2,1,l}$ 未报告并设置为 $c_{l,i} = 0$ 。

- 当两个单元, $k_{l,x}^{(1)}$ 和 $k_{l,y}^{(1)}$, 报告的单元 $i_{1,4,l}$ 是相同的 ($k_{l,x}^{(1)} = k_{l,y}^{(1)}$), 然后单元 $\min(x, y)$ 被优先考虑被包括在集合中 $\min(M_l, K^{(2)}) - 1$ 最强的系数 $i_{2,1,l}$ 和 $i_{2,2,l}$ ($l = 1, \dots, \nu$ 报告。

表 5.2.2.2.3-4: 子带幅度设置为“真”时的全分辨率子带系数

| L | $K^{(2)}$ |
|-----|-----------|
| 2 | 4 |
| 3 | 4 |
| 4 | 6 |

1-2 层的码本在表 5.2.2.2.3-5 中给出, 其中索引 $m_1^{(i)}$ 和 $m_2^{(i)}$ 由...给出

$$\begin{aligned} m_1^{(i)} &= O_1 n_1^{(i)} + q_1 \\ m_2^{(i)} &= O_2 n_2^{(i)} + q_2 \end{aligned}$$

对于 $i = 0, 1, \dots, L-1$ 和数量 $\phi_{l,i}$, u_m , 和 $v_{l,m}$ 由...给出

$$\begin{aligned} \phi_{l,i} &= \begin{cases} e^{j2\pi c_{l,i}/N_{\text{PSK}}} & \text{subbandAmplitude} = \text{'false'} \\ e^{j2\pi c_{l,i}/N_{\text{PSK}}} & \text{subbandAmplitude} = \text{'true'}, \min(M_l, K^{(2)}) \text{ strongest coefficients (including } i_{1,3,l}) \text{ with } k_{l,i}^{(1)} > 0 \\ e^{j2\pi c_{l,i}/4} & \text{subbandAmplitude} = \text{'true'}, M_l - \min(M_l, K^{(2)}) \text{ weakest coefficients with } k_{l,i}^{(1)} > 0 \\ 1 & \text{subbandAmplitude} = \text{'true'}, 2L - M_l \text{ coefficients with } k_{l,i}^{(1)} = 0 \end{cases} \\ u_m &= \begin{cases} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi m}{O_2 N_2}} & \dots & e^{j\frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix} & N_2 > 1 \\ 1 & N_2 = 1 \end{cases} \\ v_{l,m} &= \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi l}{O_1 N_1}} u_m & \dots & e^{j\frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T \end{aligned}$$

表 5.2.2.2.3-5: 使用天线端口 3000 至 2999 + P 的 1 层和 2 层 CSI 报告的码本^{CSI-RS}

| 图层 | |
|---|---|
| $\nu = 1$ | $W_{q_1, q_2, n_1, n_2, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,1}}^{(1)} = W_{q_1, q_2, n_1, n_2, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,1}}^1$ |
| $\nu = 2$ | $W_{q_1, q_2, n_1, n_2, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,1}, p_2^{(1)}, p_2^{(2)}, i_{2,1,2}}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} W_{q_1, q_2, n_1, n_2, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,1}}^1 & W_{q_1, q_2, n_1, n_2, p_2^{(1)}, p_2^{(2)}, i_{2,1,2}}^2 \end{bmatrix}$ |
| <p>where $W_{q_1, q_2, n_1, n_2, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, c_l}^l = \frac{1}{\sqrt{N_1 N_2 \sum_{i=0}^{2L-1} (p_{l,i}^{(1)} p_{l,i}^{(2)})^2}} \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{L-1} v_{m_1^{(i)}, m_2^{(i)}} p_{l,i}^{(1)} p_{l,i}^{(2)} \varphi_{l,i} \\ \sum_{i=0}^{L-1} v_{m_1^{(i)}, m_2^{(i)}} p_{l,i+L}^{(1)} p_{l,i+L}^{(2)} \varphi_{l,i+L} \end{bmatrix}, l=1,2,$</p> <p>和来自的映射 i_1 至 $q_1, q_2, n_1, n_2, p_1^{(1)}$, 和 $p_2^{(1)}$, 来自 i_2 至 $i_{2,1,1}, i_{2,1,2}, p_1^{(2)}$ 和 $p_2^{(2)}$ 如上所述, 包括组成指数的范围 i_1 和 i_2.</p> | |

当 UE 配置有更高层参数 codebookType 设置为 'typeII' 时, 位图参数 typeII-RI-Restriction 形成比特序列 r_1, r_0 where r_0 是 LSB 和 r_1 是 MSB。当 r_i 是零, $i \in \{0,1\}$, PMI 和 RI 报告不允许与任何与之关联的预编码器对应 $\nu = i+1$ 层。位图参数 n1-n2-codebookSubsetRestriction 形成位序列 $B = B_1 B_2$ 位序列 B_1 , 和 B_2 被连接起来形成 B 。界定 B_1 和 B_2 , 首先定义 $O_1 O_2$ 矢量组 $G(r_1, r_2)$ 如

$$G(r_1, r_2) = \{v_{N_1 r_1 + x_1, N_2 r_2 + x_2} : x_1 = 0, 1, \dots, N_1 - 1; x_2 = 0, 1, \dots, N_2 - 1\}$$

对于

$$\begin{aligned} r_1 &\in \{0, 1, \dots, O_1 - 1\} \\ r_2 &\in \{0, 1, \dots, O_2 - 1\} \end{aligned}$$

UE 应配置有对 4 个矢量组的限制 $(r_1^{(k)}, r_2^{(k)})$ 对于 $k = 0, 1, 2, 3$ 并由集团指数确定

$$g^{(k)} = O_1 r_2^{(k)} + r_1^{(k)}$$

对于 $k = 0, 1, \dots, 3$, 指数分配的地方 $g^{(k)}$ 增加为 k 增加。其余的矢量组不受限制。

- If $N_2 = 1$, $g^{(k)} = k$ 对于 $k = 0, 1, \dots, 3$, 和 B_1 是空的。
- If $N_2 > 1$, $B_1 = b_1^{(10)} \dots b_1^{(0)}$ 是整数的二进制表示 β_1 where $b_1^{(10)}$ 是 MSB 和 $b_1^{(0)}$ 是 LSB。 β_1 找到使用:

$$\beta_1 = \sum_{k=0}^3 C(O_1 O_2 - 1 - g^{(k)}, 4 - k),$$

where $C(x, y)$ 在表 5.2.2.2.3-1 中定义。集团指数 $g^{(k)}$ 和指标 $(r_1^{(k)}, r_2^{(k)})$ 对于 $k = 0, 1, 2, 3$ 可以从中找到 β_1 使用算法:

$$s_{-1} = 0$$

对于 $k = 0, \dots, 3$

找到最大的 $x^* \in \{3 - k, \dots, O_1 O_2 - 1 - k\}$ 这样的 $\beta_1 - s_{k-1} \geq C(x^*, 4 - k)$

$$e_k = C(x^*, 4 - k)$$

$$\begin{aligned}
s_k &= s_{k-1} + e_k \\
g^{(k)} &= O_1 O_2 - 1 - x^* \\
r_1^{(k)} &= g^{(k)} \bmod O_1 \\
r_2^{(k)} &= \frac{(g^{(k)} - r_1^{(k)})}{O_1}
\end{aligned}$$

比特序列 $B_2 = B_2^{(0)} B_2^{(1)} B_2^{(2)} B_2^{(3)}$ 是比特序列的串联 $B_2^{(k)}$ 对于 $k = 0, 1, \dots, 3$, 对应于组索引 $g^{(k)}$ 。比特序列 $B_2^{(k)}$ 被定义为

$$B_2^{(k)} = b_2^{(k, 2N_1 N_2 - 1)} \dots b_2^{(k, 0)}$$

位 $b_2^{(k, 2(N_1 x_2 + x_1) + 1)} b_2^{(k, 2(N_1 x_2 + x_1))}$ 表示允许的最大幅度系数 $p_{l,i}^{(1)}$ 对于组中的向量 $g^{(k)}$ 索引 x_1, x_2 其中最大振幅系数见表 5.2.2.2.3-6。

表 5.2.2.2.3-6: 受限矢量的最大允许幅度系数

| 位 $b_2^{(k, 2(N_1 x_2 + x_1) + 1)} b_2^{(k, 2(N_1 x_2 + x_1))}$ | 最大幅度系数 $p_{l,i}^{(1)}$ |
|--|---------------------------|
| 00 | 0 |
| 01 | $\sqrt{1/4}$ |
| 10 | $\sqrt{1/2}$ |
| 11 | 1 |

5.2.2.2.4 II 型端口选择码本

对于 4 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3003}, 8 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3007}, 12 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3007}, 16 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3015}, 24 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3023} 和 32 个天线端口 {3000, 3001, ..., 3031}, 以及配置有更高层参数 codebookType 的 UE 设置为 'typeII-PortSelection'。

- CSI-RS 端口的数量由下式给出 $P_{\text{CSI-RS}} \in \{4, 8, 12, 16, 24, 32\}$ 由更高层参数 nrofPorts 配置。
- 参数值 L 配置了更高层参数 numberOfBeams, 其中 $L=2$ 当 $P_{\text{CSI-RS}}=4$ 和 $L \in \{2, 3, 4\}$ 当 $P_{\text{CSI-RS}} > 4$ 。
- 参数值 d 配置了更高层参数 portSelectionSamplingSize, 其中 $d \in \{1, 2, 3, 4\}$ 和 $d \leq \min\left(\frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2}, L\right)$ 。
- 参数值 N_{PSK} 配置了更高层参数 phaseAlphabetSize, 其中 $N_{\text{PSK}} \in \{4, 8\}$ 。
- UE 配置有更高层参数子带 Amplitude 设置为 “true” 或 “false”。
- UE 不应报告 $\text{RI} > 2$ 。

UE 还配置有更高层参数类型 II-PortSelectionRI-Restriction。位图参数 typeII-PortSelectionRI-Restriction 形成位序列 r_1, r_0 where r_0 是 LSB 和 r_1 是 MSB。当 r_i 是零, $i \in \{0, 1\}$, PMI 和 RI 报告不允许与任何与之关联的预编码器对应 $v = i + 1$ 层。

当 $v \leq 2$, where v 是相关的 RI 值, 每个 PMI 值对应于码本索引 i_1 和 i_2 where

$$i_1 = \begin{cases} [i_{1,1} & i_{1,3,1} & i_{1,4,1}] & \nu = 1 \\ [i_{1,1} & i_{1,3,1} & i_{1,4,1} & i_{1,3,2} & i_{1,4,2}] & \nu = 2 \end{cases}$$

$$i_2 = \begin{cases} [i_{2,1,1}] & \text{subbandAmplitude} = \text{'false'}, \nu = 1 \\ [i_{2,1,1} & i_{2,1,2}] & \text{subbandAmplitude} = \text{'false'}, \nu = 2 \\ [i_{2,1,1} & i_{2,2,1}] & \text{subbandAmplitude} = \text{'true'}, \nu = 1 \\ [i_{2,1,1} & i_{2,2,1} & i_{2,1,2} & i_{2,2,2}] & \text{subbandAmplitude} = \text{'true'}, \nu = 2 \end{cases}$$

该 L 每个极化的天线端口由索引选择 $i_{1,1}$, where

$$i_{1,1} \in \left\{ 0, 1, \dots, \left\lceil \frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2d} \right\rceil - 1 \right\}.$$

层上最强的系数 $l, l=1, \dots, \nu$ 由...确定 $i_{1,3,l} \in \{0, 1, \dots, 2L-1\}$.

幅度系数指标 $i_{1,4,l}$ 和 $i_{2,2,l}$ 是

$$i_{1,4,l} = [k_{l,0}^{(1)}, k_{l,1}^{(1)}, \dots, k_{l,2L-1}^{(1)}]$$

$$i_{2,2,l} = [k_{l,0}^{(2)}, k_{l,1}^{(2)}, \dots, k_{l,2L-1}^{(2)}]$$

$$k_{l,i}^{(1)} \in \{0, 1, \dots, 7\}$$

$$k_{l,i}^{(2)} \in \{0, 1\}$$

对于 $l=1, \dots, \nu$. 映射来自 $k_{l,i}^{(1)}$ 到振幅系数 $p_{l,i}^{(1)}$ 表 5.2.2.2.3-2 给出了它的映射 $k_{l,i}^{(2)}$ 到振幅系数 $p_{l,i}^{(2)}$ 见表 5.2.2.2.3-3. 幅度系数由下式表示

$$p_l^{(1)} = [p_{l,0}^{(1)}, p_{l,1}^{(1)}, \dots, p_{l,2L-1}^{(1)}]$$

$$p_l^{(2)} = [p_{l,0}^{(2)}, p_{l,1}^{(2)}, \dots, p_{l,2L-1}^{(2)}]$$

对于 $l=1, \dots, \nu$.

相位系数指标是

$$i_{2,1,l} = [c_{l,0}, c_{l,1}, \dots, c_{l,2L-1}]$$

对于 $l=1, \dots, \nu$.

幅度和相位系数指标报告如下:

- 指标 $k_{l,i_{1,3,l}}^{(1)} = 7$, $k_{l,i_{1,3,l}}^{(2)} = 1$, 和 $c_{l,i_{1,3,l}} = 0$ ($l=1, \dots, \nu$). $k_{l,i_{1,3,l}}^{(1)}$, $k_{l,i_{1,3,l}}^{(2)}$, 和 $c_{l,i_{1,3,l}}$ 没有报告 $l=1, \dots, \nu$.
- 剩余的 $2L-1$ 要点 $i_{1,4,l}$ ($l=1, \dots, \nu$) 报告, 在 where $k_{l,i}^{(1)} \in \{0, 1, \dots, 7\}$. 让 M_l ($l=1, \dots, \nu$) 是单元的数量 $i_{1,4,l}$ 满足 $k_{l,i}^{(1)} > 0$.
- 剩余的 $2L-1$ 要点 $i_{2,1,l}$ 和 $i_{2,2,l}$ ($l=1, \dots, \nu$) 报告如下:
 - 当 subbandAmplitude 设置为 'false' 时,
 - $k_{l,i}^{(2)} = 1$ 对于 $l=1, \dots, \nu$, 和 $i=0, 1, \dots, 2L-1$. $i_{2,2,l}$ 没有报告 $l=1, \dots, \nu$.

- 对于 $l=1,\dots,\nu$, M_l-1 要点 $i_{2,1,l}$ 对应于满足的系数 $k_{l,i}^{(1)} > 0$, $i \neq i_{1,3,l}$, 由报告的单元决定 $i_{1,4,l}$, 报告, 在 where $c_{l,i} \in \{0,1,\dots,N_{\text{PSK}}-1\}$ 剩下的 $2L-M_l$ 要点 $i_{2,1,l}$ 未报告并设置为 $c_{l,i} = 0$.
- 当 subbandAmplitude 设置为 'true' 时,
 - 对于 $l=1,\dots,\nu$, 单元 $i_{2,2,l}$ 和 $i_{2,1,l}$ 对应的 $\min(M_l, K^{(2)})-1$ 最强系数 (不包括最强系数 $i_{1,3,l}$), 由相应的报告要素确定 $i_{1,4,l}$, 报告, 在 where $k_{l,i}^{(2)} \in \{0,1\}$ 和 $c_{l,i} \in \{0,1,\dots,N_{\text{PSK}}-1\}$ 。参数值 $K^{(2)}$ 见表 5.2.2.2.3-4。剩余的 $2L-\min(M_l, K^{(2)})$ 要点 $i_{2,2,l}$ 未报告并设置为 $k_{l,i}^{(2)} = 1$ 。的要素 $i_{2,1,l}$ 对应的 $M_l - \min(M_l, K^{(2)})$ 报告最弱的非零系数, 其中 $c_{l,i} \in \{0,1,2,3\}$ 。剩余的 $2L-M_l$ 要点 $i_{2,1,l}$ 未报告并设置为 $c_{l,i} = 0$ 。
 - 当两个单元, $k_{l,x}^{(1)}$ 和 $k_{l,y}^{(1)}$, 报告的单元 $i_{1,4,l}$ 是相同的 ($k_{l,x}^{(1)} = k_{l,y}^{(1)}$), 然后单元 $\min(x,y)$ 被优先考虑被包括在集合中 $\min(M_l, K^{(2)})-1$ 最强的系数 $i_{2,1,l}$ 和 $i_{2,2,l}$ ($l=1,\dots,\nu$ 报告)。

1-2 层的码本在表 5.2.2.2.4-1 中给出, 其中数量 $\varphi_{l,i}$ 是 (谁) 给的

$$\varphi_{l,i} = \begin{cases} e^{j2\pi c_{l,i}/N_{\text{PSK}}} & \text{subbandAmplitude = 'false'} \\ e^{j2\pi c_{l,i}/N_{\text{PSK}}} & \text{subbandAmplitude = 'true', } \min(M_l, K^{(2)}) \text{ strongest coefficients (including } i_{1,3,l}) \text{ with } k_{l,i}^{(1)} > 0 \\ e^{j2\pi c_{l,i}/4} & \text{subbandAmplitude = 'true', } M_l - \min(M_l, K^{(2)}) \text{ weakest coefficients with } k_{l,i}^{(1)} > 0 \\ 1 & \text{subbandAmplitude = 'true', } 2L - M_l \text{ coefficients with } k_{l,i}^{(1)} = 0 \end{cases}$$

和 v_m 是一个 $P_{\text{CSI-RS}}/2$ 单元中包含值 1 的单元列向量 ($m \bmod P_{\text{CSI-RS}}/2$) 和其他地方的零 (第一个单元是单元 0)。

表 5.2.2.2.4-1: 使用天线端口 3000 至 2999 + $P_{\text{CSI-RS}}$ 进行 1 层和 2 层 CSI 报告的密码本

| 图层 | |
|--|--|
| $\nu = 1$ | $W_{i_{1,1}, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,1}}^{(1)} = W_{i_{1,1}, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,1}}^1$ |
| $\nu = 2$ | $W_{i_{1,1}, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,1}, p_2^{(1)}, p_2^{(2)}, i_{2,1,2}}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} W_{i_{1,1}, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,1}}^1 & W_{i_{1,1}, p_2^{(1)}, p_2^{(2)}, i_{2,1,2}}^2 \end{bmatrix}$ |
| where $W_{i_{1,1}, p_1^{(1)}, p_1^{(2)}, i_{2,1,l}}^l = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=0}^{2L-1} (p_{l,i}^{(1)} p_{l,i}^{(2)})^2}} \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{L-1} v_{i_{1,l}d+i} p_{l,i}^{(1)} p_{l,i}^{(2)} \varphi_{l,i} \\ \sum_{i=0}^{L-1} v_{i_{1,l}d+i} p_{l,i+L}^{(1)} p_{l,i+L}^{(2)} \varphi_{l,i} \end{bmatrix}, l=1,2,$ | |
| 和来自的映射 i_1 至 $i_{1,1}$, $p_1^{(1)}$, 和 $p_2^{(1)}$ 从 i_2 至 $i_{2,1,1}$, $i_{2,1,2}$, $p_1^{(2)}$, 和 $p_2^{(2)}$ 如上所述, 包括组成指数的范围 i_1 和 i_2 。 | |

5.2.2.3 参考信号 (CSI-RS)

5.2.2.3.1 NZP CSI-RS

UE 可以配置有一个或多个 NZP CSI-RS 资源集配置, 如更高层参数 CSI-ResourceConfig 和 NZP-CSI-RS-ResourceSet 所指示的。每个 NZP CSI-RS 资源集由 $K \geq 1$ NZP CSI-RS 资源组成。

UE 应当为 CSI-RS 资源采用非零传输功率的以下参数通过针对每个 CSI-RS 资源配置的更高层参数 NZP-CSI-RS-Resource 来配置:

- *nzp-CSI-RS-ResourceId* 确定 CSI-RS 资源配置标识。
- *periodicityAndOffset* 定义周期性/半持久性 CSI-RS 的 CSI-RS 周期性和时隙偏移。一组内的所有 CSI-RS 资源配置有相同的周期性, 而时隙偏移对于不同的 CSI-RS 资源可以相同或不同。
- *CSI-RS-resourceMapping* 定义在 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中给出的时隙内 CSI-RS 资源的端口数, CDM 类型和 OFDM 符号以及子载波占用率。
- *CSI-RS-ResourceMapping* 中的 *nrofPorts* 定义了 CSI-RS 端口的数量, 其中允许值在 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中给出。
- *CSI-RS-ResourceMapping* 中的密度定义每个 PRB 的每个 CSI-RS 端口的 CSI-RS 频率密度, 以及密度值为 1/2 的情况下的 CSIRS PRB 偏移, 其中允许值在 [第 7.4.1.5 节] 中给出 [4, TS 38.211]。对于密度 1/2, 密度中指示的奇数/偶数 PRB 分配相对于公共资源块网格。
- *cdm-CSI-RS-ResourceMapping* 中的类型定义了 CDM 值和模式, 其中允许值在 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中给出。
- *powerControlOffset*: 当 UE 导出 CSI 反馈时, PDSCH EPRE 与 NZP CSI-RS EPRE 的假定比率, 并且采用 1-dB 步长的 [-8, 15] dB 范围内的值。
- *powerControlOffsetSS*: 这是 SS / PBCH 块 EPRE 与 NZP CSI-RS EPRE 的假设比率。
- *scramblingID* 定义长度为 10 比特的 CSI-RS 的加扰 ID。
- *CSI-ResourceConfig* 中的 *bw-Id* 定义配置的 CSI-RS 所在的带宽部分。
- *Nzp-CSI-RS-ResourceSet* 中的重复与 CSI-RS 资源集相关联, 并且如在子环境 5.1.6.1.2 中所描述的那样定义在空间域发送过滤器处的重复是否在 gNB 侧开/关。并且仅当与 CSI-RS 资源集链路的所有报告设置相关联的较高层参数 *reportQuantity* 被设置为 'cri-RSRP' 或 'none' 时才能配置。
- *qcl-InfoPeriodicCSI-RS* 包含对指示 QCL 源 RS 的 TCI 状态的引用。如果 TCI 状态被配置为具有与 "QCL-TypeD" 关联的 RS 的引用, 则该 RS 可以是位于相同或不同 CC / DL BWP 中的 SS / PBCH 块或者被配置为周期性定位的 CSI-RS 资源。在相同或不同的 CC / DL BWP 中。
- *Nzp-CSI-RS-ResourceSet* 中的 *trs-Info* 与 CSI-RS 资源集相关联, 并且 UE 可以假设该天线端口具有 NZP-CSI 中配置的 NZP CSI-RS 资源的相同端口索引。RS-ResourceSet 与子条款 5.1.6.1.1 中描述的不同, 并且只有在与 CSI-RS 资源集链路的所有报告设置相关联的高层参数 *reportQuantity* 未配置或设置为 "none" 时才能配置。

除了用于干扰测量的 NZP CSI-RS 资源之外, 一组内的所有 CSI-RS 资源配置有相同的 *bw-Id*, 相同的密度和相同的 *nrofPort*。

BWP 中的 CSI-RS 资源的带宽和初始 CRB 索引, 如 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.5 中所定义, 分别基于 CSI 频率占用内的更高层参数 *nrofRB* 和 *startingRB* 来确定。由 *CSI-RS-ResourceMapping* IE 内的较高层参数 *freqBand* 配置的 IE。 *nrofRB* 和 *startingRB* 都配置为 4 个 RB 的整数倍, 并且 *startingRB* 的参考点是公共资源块网格上的 CRB 0。如果 $startingRB < N_{BWP}^{start}$, UE 应假设 CSI-RS 资源的初始 CRB 索引为 $N_{initialRB} = N_{BWP}^{start}$, 除此以外 $N_{initialRB} = startingRB$ 。 If $nrofRBs > N_{BWP}^{size} + N_{BWP}^{start} - N_{initialRB}$ UE 应假设 CSI-RS 资源的带宽为 $N_{CSI-RS}^{BW} = N_{BWP}^{size} + N_{BWP}^{start} - N_{initialRB}$, 除此以外 $N_{CSI-RS}^{BW} = nrofRBs$ 。 在所有情况下, UE 都应该期望 $N_{CSI-RS}^{BW} \geq \min(24, N_{BWP}^{size})$ 。

5.2.2.4 信道状态信息 - 干扰测量 (CSI-IM)

UE 可以配置有一个或多个 CSI-IM 资源集配置, 如更高层参数 *CSI-IM-ResourceSet* 所指示的。每个 CSI-IM 资源集由 $K \geq 1$ CSI-IM 资源组成。

对于每个 CSI-IM 资源配置, 通过更高层参数 *CSI-IM-Resource* 配置以下参数:

- *csi-IM-ResourceId* 确定 CSI-IM 资源配置标识
- *subcarrierLocation-p0* 或 *subcarrierLocation-p1* 分别定义设置为 'pattern0' 或 'pattern1' 的 *csi-IM-ResourceElementPattern* 的时隙内的 CSI-IM 资源的子载波占用率。
- *symbolLocation-p0* 或 *subcarrierLocation-p1* 分别定义设置为 'pattern0' 或 'pattern1' 的 *csi-IM-ResourceElementPattern* 的槽内的 CSI-IM 资源的 OFDM 符号位置。
- *periodicityAndOffset* 定义周期性/半持久性 CSI-IM 的 CSI-IM 周期性和时隙偏移。
- *freqBand* 包括用于配置 CSI-IM 的频率占用的参数

在由 *freqBand* 配置的每个 PRB 中, UE 应假设每个 CSI-IM 资源位于,

- 资源要素 $(k_{\text{CSI-IM}}, l_{\text{CSI-IM}})$, $(k_{\text{CSI-IM}}, l_{\text{CSI-IM}} + 1)$, $(k_{\text{CSI-IM}} + 1, l_{\text{CSI-IM}})$ 和 $(k_{\text{CSI-IM}} + 1, l_{\text{CSI-IM}} + 1)$, 如果 *csi-IM-ResourceElementPattern* 设置为 'pattern0',
- 资源要素 $(k_{\text{CSI-IM}}, l_{\text{CSI-IM}})$, $(k_{\text{CSI-IM}} + 1, l_{\text{CSI-IM}})$, $(k_{\text{CSI-IM}} + 2, l_{\text{CSI-IM}})$ 和 $(k_{\text{CSI-IM}} + 3, l_{\text{CSI-IM}})$ 如果 *csi-IM-ResourceElementPattern* 设置为 'pattern1',

where $k_{\text{CSI-IM}}$ 和 $l_{\text{CSI-IM}}$ 分别是配置的频域位置和时域位置, 由上面列表中的较高层参数给出。

5.2.3 使用 PUSCH 进行 CSI 报告

UE 应当在成功解码时使用服务小区 *c* 上的 PUSCH 执行非周期 CSI 报告。

在 PUSCH 上承载的非周期性 CSI 报告支持宽带和子带频率粒度。在 PUSCH 上承载的非周期性 CSI 报告支持 I 型和 II 型 CSI。

在成功解码激活半持久 CSI 触发状态的 DCI 格式 0_1 时, UE 应在 PUSCH 上执行半持久 CSI 报告。DCI 格式 0_1 包含 CSI 请求字段, 其指示要激活或停用的半持续 CSI 触发状态。PUSCH 上的半持久 CSI 报告支持具有宽带和子带频率粒度的 I 型和 II 型 CSI。PUSCH 资源和 MCS 应由上行链路 DCI 半持久地分配。

PUSCH 上的 CSI 报告可以与 PUSCH 上的上行链路数据复用。还可以在不对来自 UE 的上行链路数据进行任何多路复用的情况下执行关于 PUSCH 的 CSI 报告。

PUSCH 上的 CSI 报告支持 I 型 CSI 反馈。PUSCH 上的 CSI 报告支持 I 类子带 CSI。PUSCH 上的 CSI 报告支持 II 型 CSI。

对于 PUSCH 上的 I 型和 II 型 CSI 反馈, CSI 报告包括两部分。第 1 部分用于识别第 2 部分中的信息比特数。第 1 部分应在第 2 部分之前完整传输, 并可用于识别第 2 部分中的信息比特数。

- 对于 I 型 CSI 反馈, 第 1 部分包含 RI (如果报告), CRI (如果报告), 第一个码字的 CQI。第 2 部分包含 PMI, 并且当 $RI > 4$ 时包含第二个码字的 CQI。
- 对于 II 型 CSI 反馈, 第 1 部分具有固定的有效载荷大小并且包含 RI, CQI 以及 II 型 CSI 的每层的非零宽带幅度系数的指示 (参见子条款 5.2.2)。第 1 部分的字段 - RI, CQI 和每层的非零宽带幅度系数的指示 - 被单独编码。第 2 部分包含 II 型 CSI 的 PMI。第 1 部分和第 2 部分是单独编码的。

在 PUSCH 上承载的 II 类 CSI 报告应独立于 PUCCH 格式 1, 3 或 4 上承载的任何 II 类 CSI 报告计算 (见 5.2.4 和 5.2.2 子条款)。

当使用值 'cri-RSRP' 或 'ssb-Index-RSRP' 之一配置更高层参数 *reportQuantity* 时, CSI 反馈由单个部分组成。

对于为 PUCCH 配置但在 PUSCH 上发送的类型 I 和类型 II 报告, 编码方案遵循 PUCCH 的编码方案, 如子条款 5.2.4 中所述。

当在 PUSCH 上的 CSI 报告包括两个部分时, UE 可以省略第 2 部分 CSI 的一部分。第 2 部分 CSI 的省略符合表 5.2.3-1 中所示的优先顺序, 其中 N_{Rep} 是一个时隙中的 CSI 报告数。优先级 0 是最高优先级和优先级

$2N_{\text{Rep}}$ 是最低优先级, CSI 报告编号对应于子条款 5.2.5 中定义的相关 $\text{Pri}_{\text{I, CSI}}(y, k, c, s)$ 值的顺序。当省略特定优先级的第 2 部分 CSI 信息时, UE 应省略该优先级的所有信息。

表 5.2.3-1: 第 2 部分 CSI 的优先级报告级别

| |
|--|
| 优先级 0: 第 2 部分 CSI 的宽带 CSI 报告 1 到 N_{Rep} |
| 优先级 1: 第 2 部分 CSI 报告 1 的偶数子带的子带 CSI |
| 优先级 2: 第 2 部分 CSI 报告 1 的奇数子带的子带 CSI |
| 优先级 3: 第 2 部分 CSI 报告 2 的偶数子带的子带 CSI |
| 优先级 4: 第 2 部分 CSI 报告 2 的奇数子带的子带 CSI |
| ⋮ |
| 优先 $2N_{\text{Rep}}-1$: 第 2 部分用于 CSI 报告的偶数子带的子带 CSI N_{Rep} |
| 优先 $2N_{\text{Rep}}$: 第 2 部分用于 CSI 报告的奇数子带的子带 CSI N_{Rep} |

当 UE 被调度为在与 CSI 报告复用的 PUSCH 上发送传输块时, 仅当用于发送所有部分 2 的 UCI 码率将大于阈值码率时, 才省略部分 2 CSI。 c_T , where

$$c_T = \frac{c_{\text{MCS}}}{\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-2}}}$$

- c_{MCS} 是表 6.1.4.1-1 中的目标 PUSCH 码率。
- $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-2}}$ 是[6, TS 38.213]表 9.3-2 中的 CSI 偏移值。

第 2 部分 CSI 逐级省略, 从最低优先级开始, 直到达到最低优先级, 导致 UCI 码率小于或等于 c_T 。

当在没有传输块的 PUSCH 上发送第 2 部分 CSI 时, 省略较低优先级比特, 直到第 2 部分 CSI 码速率低于阈值码率。 c_T 低于一, 在 where

$$c_T = \frac{\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-part1}}}{\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-part2}}} \cdot r_{\text{CSI-1}}$$

- $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-part1}}$ 和 $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-part2}}$ 是[6, TS 38.213]表 9.3-2 中的 CSI 偏移值。
- [$r_{\text{CSI-1}}$ 基于在 UE 计算的码率或在 DCI 中发出的信号。]

如果 UE 在 PUSCH 上处于活动的半持久 CSI 报告配置中, 则当下行链路 BWP 或上行链路 BWP 改变时, CSI 报告被暂停。需要重新激活命令来启用半持续 CSI 报告。

5.2.4 使用 PUCCH 进行 CSI 报告

UE 由更高层半静态地配置以在 PUCCH 上执行周期性 CSI 报告。UE 可以由更高层配置用于与一个或多个更高层配置的 CSI 报告设置指示相对应的多个周期性 CSI 报告, 其中相关联的 CSI 测量链路和 CSI 资源设置是更高层配置的。在 PUCCH 格式 2, 3, 4 上的周期性 CSI 报告支持具有宽带粒度的类型 I CSI。

UE 应该从从时隙开始应用的 PUCCH 执行半持久 CSI 报告 $n + 3N_{slot}^{subframe, \mu} + 1$ 在对应于携带选择命令 [10, TS 38.321] 的 PDSCH 的 HARQ-ACK 之后, 在时隙 n 中发送。选择命令将包含一个或多个报告设置指示, 其中配置相关联的 CSI 测量链路和 CSI 资源设置。PUCCH 上的半持久 CSI 报告支持 I 类 CSI。PUCCH 格式 2 上的半持久 CSI 报告支持具有宽带频率粒度的类型 I CSI。在 PUCCH 格式 3 或 4 上的半持续 CSI 报告支持具有宽带频率粒度的类型 I 子带 CSI 和类型 II CSI。

当 PUCCH 携带具有宽带频率粒度的类型 I CSI 时, 由 PUCCH 格式 2 和 PUCCH 格式 3 或 4 携带的 CSI 有效载荷是相同的并且相同而不管 RI (如果报告的话), CRI (如果报告的话)。对于关于 PUCCH 格式 3 或 4 的类型 I CSI 子带报告, 有效载荷被分成两部分。第一部分包含 RI (如果报告), CRI (如果报告), 第一个码字的 CQI。第二部分包含 PMI, 并且当 $RI > 4$ 时包含第二个码字的 CQI。

在 PUCCH 格式 3 或 4 上执行的半持久性报告支持 II 型 CSI 反馈, 但仅支持 II 型 CSI 反馈的第 1 部分 (参见子条款 5.2.2 和 5.2.3)。支持 PUCCH 格式 3 或 4 上的 II 型 CSI 报告是 UE 能力。PUCCH 格式 3 或 4 上承载的 II 类 CSI 报告 (仅第 1 部分) 应独立于 PUSCH 上承载的任何 II 类 CSI 报告进行计算 (见 5.2.3)。

当 UE 在 PUCCH 格式 2, 3 或 4 上配置有 CSI 报告时, 为每个候选 UL BWP 配置每个 PUCCH 资源。

如果 UE 在 PUCCH 上处于活动的半持久 CSI 报告配置中, 并且尚未接收到去激活命令, 则在其中配置报告的 BWP 是活动 BWP 时发生 CSI 报告, 否则 CSI 报告暂停

当配置有 PUCCH 格式 4 时, 不期望 UE 报告具有大于 115 比特的有效载荷大小的 CSI。

5.2.5 CSI 报告的优先权规则

CSI 报告与优先级值相关联 $Pri_{iCSI}(y, k, c, s) = 2 \cdot N_{cells} \cdot M_s \cdot y + N_{cells} \cdot M_s \cdot k + M_s \cdot c + s$ where

- $y = 0$ 用于在 PUSCH 上进行的非周期性 CSI 报告 $y = 1$ 用于在 PUSCH 上进行的半持久性 CSI 报告, $y = 2$ 用于在 PUCCH 和 PUCCH 上进行的半持久性 CSI 报告 $y = 3$ 用于在 PUCCH 上进行的定期 CSI 报告;
- $k = 0$ 用于承载 L1-RSRP 和 CSI 的 CSI 报告 $k = 1$ CSI 报告未携带 L1-RSRP;
- c 是服务小区索引和 N_{cells} 是更高层参数 $maxNrofServingCells$ 的值;
- s 是 $reportConfigID$ 和 M_s 是更高层参数 $maxNrofCSI-ReportConfigurations$ 的值。

如果相关联, 则称第一 CSI 报告优先于第二 CSI 报告 $Pri_{iCSI}(y, k, c, s)$ 第一个报告的值低于第二个报告的值。

如果被调度承载 CSI 报告的物理信道的时间占用在至少一个 OFDM 符号中重叠并且在同一载波上发送, 则称两个 CSI 报告发生冲突。当 UE 被配置为发送两个冲突的 CSI 报告时, 以下规则适用 (对于在 PUSCH 上发送的 CSI 报告, 如 5.2.3 中所述; 对于在 PUCCH 上发送的 CSI 报告, 如 5.2.4 中所述):

- CSI 报告较高 $Pri_{iCSI}(y, k, c, s)$ 值不应由 UE 发送。

如果要在 PUSCH 上承载的半持久 CSI 报告与 PUSCH 数据传输冲突, 则当两个信道之间的起始符号对齐时, CSI 报告不应由 UE 发送。

5.3 UE PDSCH 处理过程时间

如果携带 HARQ-ACK 信息的物理信道的第一上行链路符号, 如由所分配的 HARQ-ACK 定时 K_t 和要使用的 PUSCH 或 PUCCH 资源所定义并且包括定时提前的效果, 则开始否在符号 L_t 之前, UE 应提供有效的 HARQ-ACK 消息, 其中 L_t 被定义为下一个上行链路符号, 其 CP 在其之后开始 $T_{proc,1} = ((N_1 + d_{1,1} + d_{1,2})(2048 + 144) \cdot \kappa 2^{-\mu}) \cdot T_c$ 在承载 TB 的 PDSCH 的最后一个符号结束之后被确认。

- N_1 基于表 5.3-1 的 μ 和表 5.3-2 分别用于 UE 处理能力 1 和 2, 其中 μ 对应于 (μ_{PDCCH} , μ_{PDSCH} , μ_{UL}) 之一得到最大的 $T_{proc,1}$, 其中 μ_{PDCCH} 对应于调度 PDSCH 的 PDCCH 的子载波间隔, μ_{PDSCH} 对应于调度的 PDSCH 的子

载波间隔, 并且 μ_{UL} 对应于用于发送 HARQ-ACK 的上行链路信道的子载波间隔, 并且 κ 在 [4, TS 38.211] 的子条款 4.41 中定义。

- 如果在 PUCCH 上发送 HARQ-ACK, 则 $d_{L,i} = 0$,
- 如果在 PUSCH 上发送 HARQ-ACK, 则 $d_{L,i} = 1$ 。
- 如果 UE 配置有多个活动分量载波, 则携带 HARQ-ACK 信息的第一上行链路符号还包括如 [11, TS 38.133] 中给出的分量载波之间的定时差的影响。
- 如果 PDSCH 是 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.1 中给出的映射类型 A, 并且 PDSCH 的最后一个符号位于时隙 $i < 7$ 的时隙的第 i 个符号上, 则 $d_{L,i} = 7 - i$ 。
- 对于 UE 处理能力 1: 如果 PDSCH 是映射类型 B, 如 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.1 中所给出的, 并且
 - 如果分配的 PDSCH 符号的数量是 4, 则 $d_{L,i} = 3$
 - 如果分配的 PDSCH 符号的数量是 2, 则结束 $i = 3 + d$, 其中 d 是调度 PDCCH 和调度的 PDSCH 的重叠符号的数量。
- 对于 UE 处理能力 2: 如果 PDSCH 是 [4, TS 38.211] 的子条款 7.4.1.1 中给出的映射类型 B, 如果分配的 PDSCH 符号的数量是 2 或 4, 则 $d_{L,i}$ 是重叠的数量调度 PDCCH 和调度的 PDSCH 的符号。
- 对于当 $\mu = 1$ 时具有调度限制的 UE 处理能力 2, 如果调度的 RB 分配超过 136 个 RB, 则 UE 默认为能力 1 处理时间。

否则, UE 可能不提供与调度的 PDSCH 相对应的有效 HARQ-ACK。 $T_{PROC,1}$ 的值在正常和扩展循环前缀的情况下都使用。

表 5.3-1: PDSCH 处理能力的 PDSCH 处理时间 1

| μ | PDSCH 解码时间 N_L [符号] | |
|-------|---|---|
| | dmrs-AdditionalPosition = pos0 in <i>DMRS-DownlinkConfig</i> 中的任何一个 <i>dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeA</i> , <i>dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeB</i> | dmrs-AdditionalPosition ≠ pos0 in <i>DMRS-DownlinkConfig</i> 中的任何一个 <i>dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeA</i> , <i>dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeB</i> |
| 0 | 8 | 13 |
| 1 | 10 | 13 |
| 2 | 17 | 20 |
| 3 | 20 | 24 |

表 5.3-2: PDSCH 处理能力的 PDSCH 处理时间 2

| μ | PDSCH 解码时间 N_L [符号] | |
|-------|--|---|
| | dmrs-AdditionalPosition = pos0 in <i>DMRS-DownlinkConfig</i> 中的任何一个 <i>dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeA</i> , <i>dmrs-DownlinkForPDSCH-MappingTypeB</i> | dmrs-AdditionalPosition ≠ pos0 in <i>DMRS-DownlinkConfig</i> 中的任何一个 <i>DMRS</i> 的 <i>DownlinkForPDSCH-MappingTypeA</i> , <i>DMRS</i> 的 <i>DownlinkForPDSCH-MappingTypeB</i> |
| 0 | 3 | [13] |
| 1 | 4.5 | [13] |
| 2 | 频率范围 1 为 9 | [20] |

5.4 UE CSI 计算时间

当 DCI 上的 CSI 请求字段在 PUSCH 上触发 CSI 报告时, UE 应提供有效的 CSI 报告,

- 如果携带包括定时提前效果的相应 CSI 报告的第一上行链路符号, 则不早于符号 Z_{REF} 开始, 并且
- 如果第一上行链路符号携带包括定时提前效果的相应 CSI 报告, 则不早于符号 Z' 开始 $_{REF}$,

其中 Z_{REF} 被定义为下一个上行链路符号, 其 CP 开始于之后 $((Z+d)(2048+144) \cdot \kappa 2^{-\mu}) \cdot T_c$ 在 PDCCH 的最后一个符号结束之后触发 CSI 报告, 并且其中 Z'_{REF} 被定义为下一个上行链路符号, 其 CP 在其之后开始 $((Z'+d) \cdot (2048+144) \cdot \kappa 2^{-\mu}) \cdot T_c$ 在时间的最后一个符号结束之后: 用于信道测量的非周期性 CSI-RS 资源的最后一个符号, 用于干扰测量的非周期性 CSI-IM 的最后一个符号, 以及用于干扰测量的非周期性 NZP CSI-RS 的最后一个符号, 当非周期 CSI-RS 用于触发 CSI 报告 n 的信道测量时,

当 DCI 上的 CSI 请求字段在 PUSCH 上触发 CSI 报告时, 如果承载包括定时提前效果的效果的相应 CSI 报告的第一上行链路符号, 则不早于在符号 Z 处开始 $_{REF}$,

- 如果在 PUSCH 上没有复用 HARQ-ACK 或传输块, 则 UE 可以忽略调度 DCI, 或者
- 如果 HARQ-ACK 或传输块在 PUSCH 上被复用, 则 UE 丢弃用于触发的 CSI 报告的 CSI,

当 DCI 上的 CSI 请求字段在 PUSCH 上触发 CSI 报告时, 如果承载包括定时提前效果的效果的相应 CSI 报告的第一上行链路符号, 则不早于在符号 Z' 处开始 $_{REF}$,

- 如果触发报告的数量是 1 并且在 PUSCH 上没有复用 HARQ-ACK 或传输块, 则 UE 可以忽略调度 DCI
- 否则, UE 不需要更新触发的 CSI 报告 n 的 CSI。

Z 和 Z' 定义为:

$Z = \max_{m=0, \dots, M-1} (Z_m)$ 和 $Z' = \max_{m=0, \dots, M-1} (Z'_m)$, 其中 M 是根据 5.2.1.6 的更新的 CSI 报告的数量, (Z_m, Z'_m) 对应于第 m 个请求的 CSI 报告, 并且被定义为

- (Z_1, Z'_1) 表 5.4-1 中, 如果在没有 PUSCH 的情况下使用传输块或 HARQ-ACK 或两者当 $L = 0$ CPU 被占用时触发 CSI (根据子条款 5.2.1.6) 并且要发送的 CSI 对应于宽带频率 - 粒度, 其中 CSI 对应于没有 CRI 报告的单个资源中的最多 4 个 CSI-RS 端口, 并且其中 CodebookType 被设置为 'TypeI-SinglePanel' 或者其中 reportQuantity 被设置为 'cri-RI-CQI', 或者
- (Z_1, Z'_1) 表 5.4-2 如果在没有 PUSCH 的情况下触发具有传输块或 HARQ-ACK 或两者的 CSI 并且要发送的 CSI 对应于宽带频率粒度, 其中 CSI 对应于最多 4 个 CSI-RS 端口单个资源没有 CRI 报告, 并且 CodebookType 设置为 'TypeI-SinglePanel' 或者 reportQuantity 设置为 'cri-RI-CQI', 或者
- 如果 reportQuantity 设置为 'cri-RSRP' 或 'ssb-Index-RSRP', Z'_m 是根据 UE 报告的能力和 Z_m 是 FFS, 或
- (Z_2, Z'_2) 表 5.4-2 否则。
- 表 5.4-1 和表 5.4-2 的 μ 对应于 $\min(\mu_{PDCCH}, \mu_{CSI-RS}, \mu_{UL})$, 其中 μ_{PDCCH} 对应于 DCI 所用的 PDCCH 的子载波间隔。发送和 μ_{UL} 对应于要发送 CSI 报告的 PUSCH 的子载波间隔, 并且 μ_{CSI-RS} 对应于由 DCI 触发的非周期 CSI-RS 的最小子载波间隔。
- 如果 CSI 没有与具有传输块或两者的 HARQ-ACK 的 PUSCH 复用, 则 $d = 0$ 。如果 CSI 与具有传输块或两者的 HARQ-ACK 的 PUSCH 复用, 则对于 $\mu = 0, 1$, $d = 2$, 对于 $\mu = 2$, $d = 3$, 对于 $\mu = 4$, $d = 3$

表 5.4-1: CSI 计算延迟要求 1

| μ | Z_l [符号] | |
|-------|------------|---------|
| | Z_1 | Z'_1 |
| 0 | [9 或 10] | [7 或 8] |
| 1 | 13 | 11 |
| 2 | 25 | 21 |
| 3 | 43 | 36 |

表 5.4-2: CSI 计算延迟要求 2

| μ | Z_1 [符号] | | Z_2 [符号] | |
|-------|------------|--------|------------|--------|
| | Z_1 | Z_1' | Z_2 | Z_2' |
| 0 | 22 | 16 | 40 | 37 |
| 1 | 33 | 30 | 72 | 69 |
| 2 | 44 | 42 | 141 | 140 |
| 3 | 97 | 85 | 152 | 140 |

6 物理上行链路共享信道相关过程

6.1 用于发送物理上行链路共享信道的 UE 过程

PUSCH 传输可以通过 DCI 中的 UL 授权动态调度, 或者半静态地配置为根据子级 6.1.2.3 并且根据[10, TS 38.321]的子条款 5.8.2 在接收到更高层时进行操作配置的 GrantConfig 的参数包括 rrc-ConfiguredUplinkGrant 而不检测 DCI 中的 UL 授权, 或者 configurdGrantConfig 不包括在接收到不包括 rrc-ConfiguredUplinkGrant 的更高层参数 configurdGrantConfig 之后由 DCI 中的 UL 授权半持久地调度的 rrc-ConfiguredUplinkGrant。

UE 应当在检测到具有配置的 DCI 格式的 PDCCH 时, 0_0 或 0_1 发送相应的 PUSCH, 如该 DCI 所示。对于给定小区中的任何两个 HARQ 进程 ID, 如果 UE 被调度为通过符号 i 中的 PDCCH 在符号 j 中开始 PUSCH 传输, 则不希望 UE 被调度为发送比符号 j 早开始的 PUSCH。PDCCH 比符号 i 晚开始。

对于在小区上由 DCI 格式 0_0 调度的 PUSCH, UE 将根据空间关系 (如果适用) 发送 PUSCH, 其对应于在小区的活动 UL BWP 内具有最低 ID 的 PUCCH 资源, 如子条款 9.2 中所述。[6, TS 38.213]。

对于上行链路, UE 支持每小区 16 个 HARQ 进程。

6.1.1 传输方案

PUSCH 支持两种传输方案: 基于码本的传输和基于非码本的传输。当 PUSCH-Config 中的较高层参数 txConfig 被设置为“码本”时, UE 被配置有基于码本的传输, 当较高层参数 txConfig 被设置为“nonCodebook”时, UE 被配置为基于非码本的传输。如果未配置更高层参数 txConfig, 则 PUSCH 传输基于一个 PUSCH 天线端口, 其由 DCI 格式 0_0 触发。

6.1.1.1 基于码本的 UL 传输

对于基于码本的传输, 如果 PCICH 由 DCI 格式 0_1 调度, 则 UE 基于 SRI, TPMI 和来自 DCI 的传输秩确定其 PUSCH 传输预编码器, 由 SRS 资源指示符的 DCI 字段和预编码信息以及层中的层数给出。[TS 38.212]的子条款 7.3.1.1.2, 其中 TPMI 用于指示要应用于天线端口 {0 ... v-1} 的预编码器, 并且对应于多个 SRS 资源时 SRI 选择的 SRS 资源如果配置了单个 SRS 资源, 则 TPMI 用于指示要应用于天线端口 {0 ... v-1} 并且对应于 SRS 资源的预编码器。从上行链路码本中选择传输预编码器, 其具有与 SRS-Config 中的更高层参数 nrofSRS-端口相等的多个天线端口, 如[4, TS 38.211]的 6.3.1.5 节中所定义。当 UE 配置有设置为“码本”的较高层参数 txConfig 时, UE 配置有至少一个 SRS 资源。时隙 n 中指示的 SRI 与 SRI 识别的 SRS 资源的最近传输相关联, 其中 SRS 资源在时隙 n 之前携带 SRI 的 PDCCH 之前。

对于基于码本的传输, UE 基于 TPMI 并且在 PUSCH-Config 中接收到更高层参数码本子集来确定其码本子集, 其可以配置有'fullAndPartialAndNonCoherent', 或'partialAndNonCoherent', 或'nonCoherent', 这取决于 UE 能力。最大传输秩可以由 PUSCH-Config 中的较高参数 maxRank 配置。

报告其 UE 的“partialAndNonCoherent”传输能力的 UE 不应期望由具有“fullAndPartialAndNonCoherent”的 codebookSubset 配置。

报告其 UE“非相干”传输能力的 UE 不应期望由具有“fullAndPartialAndNonCoherent”或“partialAndNonCoherent”的 codebookSubset 配置。

当使用设置为“codeBook”的 SRS-ResourceSet 中的更高层参数 nrofSRS-Ports 指示配置了两个 SRS 天线端口时, UE 不应期望配置具有设置为 “partialAndNonCoherent”的更高层参数 codebookSubset。

对于基于码本的传输, UE 可以配置有设置为 “codeBook”的单个 SRS-ResourceSet, 并且可以基于 SRI 资源集内的 SRI 仅指示一个 SRS 资源。用于基于码本的传输的最大配置 SRS 资源数是 2。如果为 UE 配置非周期性 SRS, 则 DCI 中的 SRS 请求字段触发 aperiodic SRS 资源的传输。

当 SRS-ResourceSet 将多个 SRS 资源配置为使用设置为 “codeBook”时, UE 应该期望 SRS-ResourceSet 中的 SRS-ResourceSet 中的更高层参数 nrofSRS-Ports 应该为所有这些 SRS 资源配置相同的值。

6.1.1.2 基于非码本的 UL 传输

对于非基于码本的传输, UE 可以在配置多个 SRS 资源时基于宽带 SRI 确定其 PUSCH 预编码器和传输秩, 其中 SRI 由 DCI 中的 SRS 资源指示符根据子条款 7.3.1.1.2 给出。[5, 38.212], 或者 SRI 由 srs-ResourceIndicator 根据子条款 6.1.2.3 给出。UE 应该使用一个或多个 SRS 资源进行 SRS 传输, 其中可以配置给 UE 以在相同 RB 中同时传输的 SRS 资源的数量是 UE 能力。每个 SRS 资源仅配置一个 SRS 端口。在 SRS-ResourceSet 中设置为 “nonCodebook”的高层参数用法只能配置一个 SRS 资源集。可以为基于非码本的上行链路传输配置的 SRS 资源的最大数量是 4。时隙 n 中指示的 SRI 与 SRI 识别的 SRS 资源的最近传输相关联, 其中 SRS 资源在 PDCCH 之前。在时隙 n 之前携带 SRI。

对于基于非码本的传输, UE 可以基于关联的 NZP CSI-RS 资源的测量来计算用于预编码的 SRS 的传输的预编码器。UE 可以仅配置有用于 SRS 资源集的一个 NZP CSI-RS 资源, 其中 SRS 资源集中的更高层参数使用被设置为 “nonCodebook”。

- 如果配置了非周期性 SRS 资源集, 则通过 DCI 格式 0_1 和 1_1 中的 SRS 请求字段指示用于 UL 信道测量的关联 NZP-CSI-RS, 其中 AperiodicSRS-ResourceTrigger (指示非周期性 SRS 触发状态之间的关联), 触发 SRS 资源 (s) srs-ResourceSetId, csi-RS (指示用于 UL 信道测量的关联 NZP-CSI-RS-ResourceId) 是在 SRS-ResourceSet 中配置的更高层。如果来自非周期性 NZP-CSI-RS 资源的接收的最后一个符号和非周期性 SRS 传输的第一个符号的间隙小于 42 个 OFDM 符号, 则不期望 UE 更新 SRS 预编码信息。
- 如果 UE 配置有与非周期性 NZP CSI-RS 资源相关联的非周期性 SRS, 则如果 SRS 请求字段的值不是 “00”, 则 SRS 请求字段指示相关 CSI-RS 的存在, 如表 7.3.1.1 中所示。[5, TS 38.212]的.2-24。CSI-RS 位于与 SRS 请求字段相同的时隙中, 而用于非周期性 CSI-RS 的任何 tci-状态不应配置有 ‘QCL-Type-D’。
- 如果配置了周期性或半持久性 SRS 资源集, 则通过 SRS-ResourceSet 中的更高层参数关联的 CSI-RS 指示用于测量的 NZP-CSI-RS-ResourceConfigID。

UE 应以递增的顺序执行从指示的 SRI 到 DCI 格式 0_1 中指示的 DM-RS 端口的一对一映射。

对于非基于码本的传输, UE 不期望在 SRS 资源集的 SRS-Config 中配置用于 SRS 资源的 spatialRelationInfo 和关联的 CSI-RS。

对于基于非码本的传输, 当在 SRS-ResourceSet 中配置至少一个 SRS 资源并且使用设置为 “nonCodebook”时, 可以用 DCI 格式 0_1 调度 UE。

6.1.2 资源分配

6.1.2.1 时域资源分配

当 UE 被调度为发送传输块而没有 CSI 报告, 或者 UE 被调度为通过 DCI 在 PUSCH 上发送传输块和 CSI 报告时, DCI 的时域资源分配字段值 m 提供行索引 m + 1 到分配的表。使用的资源分配表的确定在 6.1.2.1.1 中定义。索引行定义时隙偏移量 K_2 , 起始和长度指示符 SLIV, 或直接起始符号 S 和分配长度 L, 以及要在 PUSCH 传输中应用的 PUSCH 映射类型。

当 UE 被调度为在 DCI 上发送没有传输块的 PUSCH 和 CSI 请求字段的 CSI 报告时, DCI 的时域资源分配字段值 m 向分配的表提供行索引 m + 1。应用资源分配表的确定在 6.1.2.1.1 中定义。索引行定义起始和长度指示

符 SLIV, 或直接定义起始符号 S 和分配长度 L, 以及要在 PUSCH 传输中应用的 PUSCH 映射类型, 并且基于相应的列表条目确定 K_2 $Y_j, j=0, \dots, N_{\text{Rep}}-1$ CSI-ReportConfig 中高层参数 reportSlotConfig 的用法 N_{Rep} 触发 CSI 报告设置。 K_2 的第 i 个代码点确定为 $K_2 = \max_j Y_j$ where $Y_j(i)$ 是第 i 个代码点 Y_j .

- UE 将发送 PUSCH 的时隙由 K_2 确定为 $\left\lfloor n \cdot \frac{2^{\mu_{\text{PUSCH}}}}{2^{\mu_{\text{PDCCH}}}} \right\rfloor + K_2$ 其中 n 是具有调度 DCI 的时隙, K_2 基于 PUSCH 的数字命理, 并且 μ_{PUSCH} 和 μ_{PDCCH} 分别是 PUSCH 和 PDCCH 的子载波间隔配置
- 根据索引行的开始和长度指示符 SLIV 确定相对于时隙开始的起始符号 S 和从分配给 PUSCH 的符号 S 计数的连续符号 L 的数量:

if $(L-1) \leq 7$ then

$$SLIV = 14 \cdot (L-1) + S$$

else

$$SLIV = 14 \cdot (14-L+1) + (14-1-S)$$

where $0 < L \leq 14-S$

- PUSCH 映射类型设置为类型 A 或类型 B, 如由索引行给出的[4, TS 38.211]的子条款 6.4.1.1.3 中定义的。

UE 应将表 6.1.2.1-1 中定义的 S 和 L 组合视为有效的 PUSCH 分配

表 6.1.2.1-1: 有效的 S 和 L 组合

| PUSCH 映射类型 | 正常循环前缀 | | | 扩展循环前缀 | | |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | S | L | S+L | S | L | S+L |
| A 型 | 0 | {4,...,14} | {4,...,14} | 0 | {4,...,12} | {4,...,12} |
| B 型 | {0,...,13} | {1,...,14} | {1,...,14} | {0,...,12} | {1,...,12} | {1,...,12} |

当 UE 配置为 aggregationFactorUL > 1 时, 在 aggregationFactorUL 连续时隙上应用相同的符号分配, 并且 PUSCH 限于单个传输层。 UE 应在每个时隙中应用相同符号分配的 aggregationFactorUL 连续时隙上重复 TB。 根据表 6.1.2.1-2 确定要在 TB 的 n^{th} 传输时应用的冗余率。

表 6.1.2.1-2: aggregationFactorUL > 1 时的冗余率

| rv_{id} 由 DCI 调度 PUSCH 指示 | rv_{id} 应用于 n^{th} 传输场合 | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | $n \bmod 4 = 0$ | $n \bmod 4 = 1$ | $n \bmod 4 = 2$ | $n \bmod 4 = 3$ |
| 0 | 0 | 2 | 3 | 1 |
| 2 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 3 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| 1 | 1 | 0 | 2 | 3 |

如果用于确定时隙配置的 UE 过程 (如[6, TS 38.213]的子条款 11.1 中所定义的) 确定为 PUSCH 分配的时隙的符号作为下行链路符号, 则对于多时隙 PUSCH 传输, 省略该时隙上的传输。

6.1.2.1.1 确定要用于 PUSCH 的资源分配表

表 6.1.2.1.1-1 定义了要应用的 PUSCH 时域资源分配配置。 应用根据表 6.1.2.1.1-2 的默认 PUSCH 时域分配 A, 或者应用 pusch-ConfigCommon 或 pusch-Config 中的更高层配置的 pusch-AllocationList。

表 6.1.2.1.1-4 定义了子载波间隔特定值 j 。 j 用于确定 K_2 结合表 6.1.2.1.1-2, 对于普通 CP 或表 6.1.2.1.1.1-3 对于扩展 CP, 其中 μ_{PUSCH} 是 PUSCH 的子载波间隔配置。

表 6.1.2.1.1-5 定义了由 RAR 调度的 MSG3 的第一次传输的附加子载波间隔特定时间延迟值。当 UE 发送由 RAR 调度的 MSG3 时,除了 K_2 值之外,还应用特定于 MSG3 子载波间隔 μ 的 Δ 值 PUSCH

表 6.1.2.1.1-1: 适用的 PUSCH 时域资源分配

| RNTI | PDCCH 搜索空间 | <i>pusch-ConfigCommon</i> 包 含 <i>pusch-AllocationList</i> | <i>pusch-Config</i> 包 括 <i>pusch-AllocationList</i> | PUSCH 时域资源分配申请 |
|---|--|--|--|--|
| 按照 [6, TS 38.213] 第 8.2 节的描述 由 MAC RAR 安排的 PUSCH | | 没有 | - | 默认 A. |
| | | 是 | | <i>pusch-ConfigCommon</i> 中提供了 <i>pusch-AllocationList</i> |
| C-RNTI, TC-RNTI | 与 CORESET 0 关联 的任何公共搜索空间 | 没有 | - | 默认 A. |
| | | 是 | | <i>pusch-ConfigCommon</i> 中提供了 <i>pusch-AllocationList</i> |
| C-RNTI, CS-RNTI | 与 CORESET 0 无关 的任何公共搜索空间, UE 特定的搜索空间 | 没有 | 没有 | 默认 A. |
| | | 是 | 没有 | <i>pusch-ConfigCommon</i> 中提供了 <i>pusch-AllocationList</i> |
| | | 无/有 | 是 | <i>pusch-AllocationList</i> 在 <i>pusch-Config</i> 中提供 |

表 6.1.2.1.1-2: 正常 CP 的默认 PUSCH 时域资源分配 A.

| 行索引 | PUSCH 映射类型 | K_2 | S | L |
|-----|------------|-------|-----|-----|
| 1 | A 型 | j | 0 | 14 |
| 2 | A 型 | j | 0 | 12 |
| 3 | A 型 | j | 0 | 10 |
| 4 | B 型 | j | 2 | 10 |
| 5 | B 型 | j | 4 | 10 |
| 6 | B 型 | j | 4 | 8 |
| 7 | B 型 | j | 4 | 6 |
| 8 | A 型 | $j+1$ | 0 | 14 |
| 9 | A 型 | $j+1$ | 0 | 12 |
| 10 | A 型 | $j+1$ | 0 | 10 |
| 11 | A 型 | $j+2$ | 0 | 14 |
| 12 | A 型 | $j+2$ | 0 | 12 |
| 13 | A 型 | $j+2$ | 0 | 10 |
| 14 | B 型 | j | 8 | 6 |
| 15 | A 型 | $j+3$ | 0 | 14 |
| 16 | A 型 | $j+3$ | 0 | 10 |

表 6.1.2.1.1-3: 扩展 CP 的默认 PUSCH 时域资源分配 A.

| 行索引 | PUSCH 映射类型 | K_2 | S | L |
|-----|------------|-------|-----|-----|
| 1 | A 型 | j | 0 | 8 |
| 2 | A 型 | j | 0 | 12 |
| 3 | A 型 | j | 0 | 10 |
| 4 | B 型 | j | 2 | 10 |
| 5 | B 型 | j | 4 | 4 |
| 6 | B 型 | j | 4 | 8 |
| 7 | B 型 | j | 4 | 6 |
| 8 | A 型 | $j+1$ | 0 | 8 |
| 9 | A 型 | $j+1$ | 0 | 12 |
| 10 | A 型 | $j+1$ | 0 | 10 |
| 11 | A 型 | $j+2$ | 0 | 6 |
| 12 | A 型 | $j+2$ | 0 | 12 |
| 13 | A 型 | $j+2$ | 0 | 10 |
| 14 | B 型 | j | 8 | 4 |
| 15 | A 型 | $j+3$ | 0 | 8 |
| 16 | A 型 | $j+3$ | 0 | 10 |

表 6.1.2.1.1-4: 值 j 的定义

| μ_{PUSCH} | j |
|---------------|-----|
| 0 | 1 |
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 3 | 3 |

表 6.1.2.1.1-5: 值 Δ 的定义

| μ_{PUSCH} | Δ |
|---------------|----------|
| 0 | 2 |
| 1 | 3 |
| 2 | 4 |
| 3 | 6 |

6.1.2.2 频域资源分配

UE 应使用检测到的 PDCCH DCI 中的资源分配字段来确定频域中的资源块指派。支持两种类型 0 和类型 1 的上行链路资源分配方案。仅当禁用变换预编码时，PUSCH 才支持上行链路资源分配方案类型 0。当启用或禁用变换预编码时，对于两种情况，PUSCH 都支持上行链路资源分配方案类型 1。

如果调度 DCI 被配置为通过将 pusch-Config 中的更高层参数 resourceAllocation 设置为 “dynamicwitch” 来指示上行链路资源分配类型作为频域资源分配字段的一部分，则 UE 将使用上行链路资源分配类型 0 或类型 1 由此 DCI 字段定义。否则，UE 将使用由更高层参数 resourceAllocation 定义的上行链路频率资源分配类型。

UE 应当假设当以 DCI 格式 0_0 接收到调度 PDCCH 时，则使用上行链路资源分配类型 1。

如果在调度 DCI 中未配置带宽部分指示符字段，则在 UE 的有效带宽部分内确定用于上行链路类型 0 和类型 1 资源分配的 RB 索引。如果在调度 DCI 中配置带宽部分指示符字段，则在 DCI 格式中由带宽部分指示符字段值指示的 UE 的带宽部分内确定用于上行链路类型 0 和类型 1 资源分配的 RB 索引，除了 DCI 格式的情况在 CORESET 0 中的任何 PDCCH 公共搜索空间中对 0_0 进行解码，在这种情况下，应使用初始带宽部分。一旦检测到针对 UE 的 PDCCH，UE 将首先确定上行链路带宽部分，然后确定带宽部分内的资源分配。

6.1.2.2.1 上行链路资源分配类型 0

在类型 0 的上行链路资源分配中, 资源块指派信息包括指示分配给调度的 UE 的资源块组 (RBG) 的位图, 其中 RBG 是由更高层参数 $rbg\text{-}Size$ 定义的一组连续的虚拟资源块。在 $pusch\text{-}Config$ 中配置, 带宽部分的大小如表 6.1.2.2.1-1 中所定义。

表 6.1.2.2.1-1: 标称 RBG 大小 P 。

| 载波带宽部分尺寸 | 配置 1 | 配置 2 |
|-----------|------|------|
| 1 – 36 | 2 | 4 |
| 37 – 72 | 4 | 8 |
| 73 – 144 | 8 | 16 |
| 145 – 275 | 16 | 16 |

RBG 总数 (N_{RBG}) 对于大小的上行链路带宽部分 i $N_{BWP,i}^{size}$ PRB 由。给出

$$N_{RBG} = \left\lceil \left(N_{BWP,i}^{size} + \left(N_{BWP,i}^{start} \bmod P \right) \right) / P \right\rceil \text{ where}$$

- 第一个 RBG 的大小是 $RBG_0^{size} = P - N_{BWP,i}^{start} \bmod P$,
- 最后一个 RBG 的大小是 $RBG_{last}^{size} = (N_{BWP,i}^{start} + N_{BWP,i}^{size}) \bmod P$ if $(N_{BWP,i}^{start} + N_{BWP,i}^{size}) \bmod P > 0$ 否则就是 P 。
- 所有其他 RBG 的大小是 P 。

位图的大小 N_{RBG} 每个 RBG 具有一个位图位的位, 使得每个 RBG 是可寻址的。RBG 应按带宽部分频率增加的顺序编制索引, 并从最低频率开始。RBG 位图的顺序是 RBG 0 到 RBG $N_{RBG} - 1$ 从 MSB 映射到位图的 LSB。如果位图中的对应比特值是 1, 则 RBG 被分配给 UE, 否则 RBG 不被分配给 UE。

6.1.2.2.2 上行链路资源分配类型 1

在类型 1 的上行链路资源分配中, 资源块指派信息向调度的 UE 指示在有效载波带宽部分内的一组连续分配的非交织虚拟资源块。 N_{BWP}^{size} 除了在 CORESET 0 中的 Type0-PDCCH 公共搜索空间中解码 DCI 格式 0_0 的情况之外的 PRB, 在这种情况下, 初始带宽部分的大小 N_{BWP}^{size} 应该使用。

上行链路类型 1 资源分配字段包括与起始虚拟资源块相对应的资源指示值 (RIV) (RB_{start}) 和连续分配的资源块的长度 L_{RBs} 。资源指示值由。定义

$$\text{if } (L_{RBs} - 1) \leq \left\lfloor N_{BWP}^{size} / 2 \right\rfloor \text{ then}$$

$$RIV = N_{BWP}^{size} (L_{RBs} - 1) + RB_{start}$$

else

$$RIV = N_{BWP}^{size} (N_{BWP}^{size} - L_{RBs} + 1) + (N_{BWP}^{size} - 1 - RB_{start})$$

where L_{RBs} (1, 不得超过 $N_{BWP}^{size} - RB_{start}$ 。

当 USS 中 DCI 格式 0_0 的 DCI 大小是从具有大小的初始 BWP 导出时 $N_{BWP}^{initial}$ 但适用于另一个大小为的活跃 BWP N_{BWP}^{active} 下行链路类型 1 资源块分配字段包括与起始资源块对应的资源指示值 (RIV)

$RB_{start} = 0, K, 2 \cdot K, \dots, (N_{BWP}^{initial} - 1) \cdot K$ 以及几乎连续分配的资源块的长度 $L_{RBs} = K, 2 \cdot K, \dots, N_{BWP}^{initial} \cdot K$ 。

资源指示值由。定义

if $(L'_{RBs} - 1) \leq \lfloor N_{BWP}^{initial} / 2 \rfloor$ then

$$RIV = N_{BWP}^{initial} (L'_{RBs} - 1) + RB'_{start}$$

else

$$RIV = N_{BWP}^{initial} (N_{BWP}^{initial} - L'_{RBs} + 1) + (N_{BWP}^{initial} - 1 - RB'_{start})$$

where $L'_{RBs} = L_{RBs} / K$, $RB'_{start} = RB_{start} / K$ 在 where L'_{RBs} 不得超过 $N_{BWP}^{initial} - RB'_{start}$.

If $N_{BWP}^{active} > N_{BWP}^{initial}$, K 是满足 $\{1, 2, 4, 8\}$ 的集合的最大值 $K \leq \lfloor N_{BWP}^{active} / N_{BWP}^{initial} \rfloor$; 否则 $K = 1$ 。

6.1.2.3 具有配置授权的上行链路传输的资源分配

当 BWP 信息单元中的高层参数 ConfiguredGrantConfig 半静态配置 PUSCH 资源分配, 并且触发了与配置的授权对应的 PUSCH 传输时, 在传输中应用以下更高层参数:

- 对于具有已配置授权的类型 1 PUSCH 传输, ConfiguredGrantConfig 中给出了以下参数:
 - 较高层参数 timeDomainAllocation 值 m 提供指向分配表的行索引 $m + 1$, 指示开始符号和长度以及 PUSCH 映射类型的组合, 其中表选择遵循 UE 特定搜索空间的规则, 如在 6.1.2.1.1 子条款;
 - 对于由 resourceAllocation 指示的给定资源分配类型, 频域资源分配由高层参数 frequencyDomainAllocation 根据子条款 6.1.2.2 中的过程确定;
 - I_{MCS} 由更高层参数 mcsAndTBS 提供;
 - DM-RS CDM 组, DM-RS 端口, SRS 资源指示和 DM-RS 序列初始化的数量如[5, TS 38.212]的子条款 7.3.1.1 和天线端口值 (DM-的比特值) 一样确定。RS 序列初始化, 预编码信息和层数, SRS 资源指示符分别由 antennaPort, dmrs-SeqInitialization, precodingAndNumberOfLayers 和 srs-ResourceIndicator 提供;
 - 当启用跳频时, 可以通过更高层参数 frequencyHoppingOffset 配置两个跳频之间的频率偏移。
- 对于具有配置授权的类型 2 PUSCH 传输: 资源分配遵循根据[10, TS 38.321]的更高层配置和在 DCI 上接收的 UL 授权。

如果较高层未传送传输块以在没有授权的情况下分配用于上行链路传输的资源上传输, 则 UE 不应在由 ConfiguredGrantConfig 配置的资源上传输任何内容。

一组允许的周期 P 在[12, TS 38.331]中定义。

6.1.2.3.1 传输使用配置的授权重复上行链路传输

较高层配置的参数 repK 和 repK-RV 定义要应用于发送的传输块的 K 个重复, 以及要应用于重复的冗余率模式。对于 K 次重复中的 n 传输时机, $n = 1, 2, \dots, K$, 它与配置的 RV 序列中的 $(\text{mod}(n-1, 4) + 1)$ 值相关联。传输块的初始传输可以从

- 如果配置的 RV 序列是 $\{0, 2, 3, 1\}$, 则 K 次重复的第一次传输时机,
- 如果配置的 RV 序列为 $\{0, 3, 0, 3\}$, 则与 $RV = 0$ 相关的 K 次重复的任何传输时机,
- 如果配置的 RV 序列是 $\{0, 0, 0, 0\}$, 则 K 重复的任何传输时机, 除了 $K = 8$ 时的最后传输时机。

对于任何 RV 序列, 重复应在发送 K 个重复之后终止, 或者在周期 P 内的 K 个重复之间的最后一个传输时刻终止, 或者在周期 P 内接收到用于调度相同 TB 的 UL 许可, 无论哪个到达第一。预期 UE 不被配置为具有大于由周期性 P 导出的持续时间的 K 次重复的传输的持续时间。

对于具有配置的授权的类型 1 和类型 2 PUSCH 传输, 当 UE 配置有 $\text{repK} > 1$ 时, UE 应在每个时隙中应用相同符号分配的 repK 连续时隙上重复 TB。如果用于确定时隙配置的 UE 过程 (如 [6, TS 38.213] 的子条款 11.1 中所定义的) 确定为 PUSCH 分配的时隙的符号作为下行链路符号, 则对于多时隙 PUSCH 传输, 省略该时隙上的传输。

6.1.3 用于在 PUSCH 上应用变换预编码的 UE 过程

对于 Msg3 PUSCH 传输, UE 应根据较高层配置的参数 $\text{msg3-transformPrecoding}$ 考虑变换预编码 “Enable” 或 “disable”。

对于使用 DCI 安排的 PUSCH 传输:

- 如果接收到具有调度许可的 DCI 具有 DCI 格式 0_0, 则 UE 应该针对该 PUSCH 传输, 考虑根据更高层配置的参数 $\text{msg3-transformPrecoding}$ 启用或禁用变换预编码。
- 如果没有使用 DCI 格式 0_0 接收具有调度许可的 DCI
 - 如果 UE 配置有更高层参数 $[\text{transform-precoding-scheduled}]$, 则 UE 应该针对该 PUSCH 传输, 考虑根据该参数启用或禁用变换预编码。
 - 如果 UE 未配置有更高层参数 $[\text{transform-precoding-scheduled}]$, 则 UE 应该针对该 PUSCH 传输, 考虑根据更高层配置的参数 $\text{msg3-transformPrecoding}$ 启用或禁用变换预编码。

用于没有授权的 PUSCH 传输

- 如果 UE 配置有更高层参数 $[\text{transform-precoding-TWG}]$, 则 UE 应该针对该 PUSCH 传输, 考虑根据该参数启用或禁用变换预编码。
- 如果 UE 未配置有更高层参数 $[\text{transform-precoding-TWG}]$, 则 UE 应该针对该 PUSCH 传输, 考虑根据更高层配置的参数 $\text{msg3-transformPrecoding}$ 启用或禁用变换预编码。

6.1.4 调制顺序, 冗余率和传输块大小确定

为了确定物理上行链路共享信道的调制阶数, 目标码率, 冗余率和传输块大小, UE 应该首先

- 读取 5 位调制和编码方案字段 (I_{MCS}) 在 DCI 中确定调制顺序 (O_m) 和目标代码率 (R) 基于 6.1.4.1 中定义的流程
- 读取 DCI 中的冗余率字段 (rv) 以确定冗余率, 以及
- [检查“CSI 请求”位字段]
- UE 应使用层数 (v), 分配的 PRB 总数 (n_{PRB}) 根据 6.1.4.2 中定义的流程确定传输块大小。

6.1.4.1 调制顺序和目标码率确定

对于由 DCI 格式 0_0 / 0_1 分配的 PUSCH, 其中 CRC 由 C-RNTI, new-RNTI, TC-RNTI 或 SP-CSI-RNTI 加扰, 如果 PUSCH-Config 中的 transformPrecoder 被设置为 'enabled', 则启用变换预编码', 或者如果未配置 PUSCH-Config 中的 transformPrecoder 并且 rach-ConfigCommon 中的 $\text{msg3-transformPrecoding}$ 设置为 'enabled'; 否则禁用变换预编码。

对于由具有由 CS-RNTI 加扰的 CRC 的 DCI 格式 0_0 / 0_1 分配的 PUSCH, 或者使用 CS-RNTI 具有配置的许可的 PUSCH, 如果 $\text{ConfiguredGrantConfig}$ 中的 transformPrecoder 被设置为 'enabled', 则启用变换预编码; 否则禁用变换预编码。

对于由 RAR UL 授权调度的 PUSCH 或由 DCI 格式 0_0 / 0_1 调度的 PUSCH, 其中 CRC 由 C-RNTI, TC-RNTI 或 CS-RNTI, 或 SP-CSI-RNTI 加扰, 或者用于配置的 PUSCH 使用 CS-RNTI 授予,

如果对此 PUSCH 传输禁用了 transformPrecoder

- 如果 PUSCH-Config 中的 mcs-Table 设置为 'qam256', PUSCH 用 C-RNTI 或 SP-CSI-RNTI 调度, PUSCH 由 DCI 格式 0_1 分配,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-2 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- 如果 UE 未配置 new-RNTI, 则 PUSCH-Config 中的 mcs-Table 设置为 'qam64LowSE', PUSCH 用 C-RNTI 或 SP-CSI-RNTI 调度, 并且 PUSCH 由 PDCCH 分配特定于 UE 的搜索空间,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-3 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- 否则 UE 配置有新 RNTI, PUSCH 用 new-RNTI 调度,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-3 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- elseif mcs-ConfiguredGrantConfig 中的表设置为 'qam256', PUSCH 使用 CS-RNTI 进行调度,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-2 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- elseif mcs-ConfiguredGrantConfig 中的表设置为 'qam64LowSE', PUSCH 使用 CS-RNTI 进行调度,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-3 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- else
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-1 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

else

- 如果 PUSCH-Configis 中的 mcs-TableTransformPrecoder 设置为 'qam256', 并且 PUSCH 用 C-RNTI 或 SP-CSI-RNTI 调度, PUSCH 由 DCI 格式 0_1 分配,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1.-2 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- 否则, 如果 UE 未配置 new-RNTI, 则 PUSCH-Config 中的 mcs-TableTransformPrecoder 被设置为 'qam64LowSE', 并且 PUSCH 被调度为 C-RNTI 或 SP-CSI-RNTI, 并且 PUSCH 由 PDCCH 分配。在 UE 特定的搜索空间中,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 6.1.4.1-2 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- 否则 UE 配置有新 RNTI, PUSCH 用 new-RNTI 调度,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 6.1.4.1-2 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- elseif mcs-ConfiguredGrantConfig 中的 TableTransformPrecoder 设置为 'qam256', PUSCH 用 CS-RNTI 调度,
 - UE 应使用 I_{MCS} 和表 5.1.3.1-2 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

- elseif mcs-ConfiguredGrantConfig 中的 TableTransformPrecoder 设置为 'qam64LowSE', PUSCH 用 CS-RNTI 调度,
- UE 应使用 I_{MCS} 和表 6.1.4.1-2 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。
- else
- UE 应使用 I_{MCS} 和表 6.1.4.1-1 来确定物理上行链路共享信道中使用的调制阶数 (Q_m) 和目标码率 (R)。

End

对于表 6.1.4.1-1 和表 6.1.4.1-2, 如果配置了更高层参数 PUSCH-tp-pi2BPSK, 则 $q = 1$, 否则 $q = 2$ 。

表 6.1.4.1-1: 具有变换预编码和 64QAM 的 PUSCH 的 MCS 索引表

| MCS 指数 I_{MCS} | 调制顺序 Q_m | 目标代码速率 $R \times 1024$ | 频谱效率 |
|---------------------|---------------|------------------------|--------|
| 0 | q | 240/ q | 0.2344 |
| 1 | q | 314/ q | 0.3066 |
| 2 | 2 | 193 | 0.3770 |
| 3 | 2 | 251 | 0.4902 |
| 4 | 2 | 308 | 0.6016 |
| 5 | 2 | 379 | 0.7402 |
| 6 | 2 | 449 | 0.8770 |
| 7 | 2 | 526 | 1.0273 |
| 8 | 2 | 602 | 1.1758 |
| 9 | 2 | 679 | 1.3262 |
| 10 | 4 | 340 | 1.3281 |
| 11 | 4 | 378 | 1.4766 |
| 12 | 4 | 434 | 1.6953 |
| 13 | 4 | 490 | 1.9141 |
| 14 | 4 | 553 | 2.1602 |
| 15 | 4 | 616 | 2.4063 |
| 16 | 4 | 658 | 2.5703 |
| 17 | 6 | 466 | 2.7305 |
| 18 | 6 | 517 | 3.0293 |
| 19 | 6 | 567 | 3.3223 |
| 20 | 6 | 616 | 3.6094 |
| 21 | 6 | 666 | 3.9023 |
| 22 | 6 | 719 | 4.2129 |
| 23 | 6 | 772 | 4.5234 |
| 24 | 6 | 822 | 4.8164 |
| 25 | 6 | 873 | 5.1152 |
| 26 | 6 | 910 | 5.3320 |
| 27 | 6 | 948 | 5.5547 |
| 28 | q | 保留的 | |
| 29 | 2 | 保留的 | |
| 30 | 4 | 保留的 | |
| 31 | 6 | 保留的 | |

表 6.1.4.1-2: 具有变换预编码和 64QAM 的 PUSCH 的 MCS 索引表 2

| MCS 指数 I_{MCS} | 调制顺序 Q_m | 目标代码速率 $R \times 1024$ | 频谱效率 |
|---------------------|---------------|------------------------|--------|
| 0 | q | $60/q$ | 0.0586 |
| 1 | q | $80/q$ | 0.0781 |
| 2 | q | $100/q$ | 0.0977 |
| 3 | q | $128/q$ | 0.1250 |
| 4 | q | $156/q$ | 0.1523 |
| 5 | q | $198/q$ | 0.1934 |
| 6 | 2 | 120 | 0.2344 |
| 7 | 2 | 157 | 0.3066 |
| 8 | 2 | 193 | 0.3770 |
| 9 | 2 | 251 | 0.4902 |
| 10 | 2 | 308 | 0.6016 |
| 11 | 2 | 379 | 0.7402 |
| 12 | 2 | 449 | 0.8770 |
| 13 | 2 | 526 | 1.0273 |
| 14 | 2 | 602 | 1.1758 |
| 15 | 2 | 679 | 1.3262 |
| 16 | 4 | 378 | 1.4766 |
| 17 | 4 | 434 | 1.6953 |
| 18 | 4 | 490 | 1.9141 |
| 19 | 4 | 553 | 2.1602 |
| 20 | 4 | 616 | 2.4063 |
| 21 | 4 | 658 | 2.5703 |
| 22 | 4 | 699 | 2.7305 |
| 23 | 4 | 772 | 3.0156 |
| 24 | 6 | 567 | 3.3223 |
| 25 | 6 | 616 | 3.6094 |
| 26 | 6 | 666 | 3.9023 |
| 27 | 6 | 772 | 4.5234 |
| 28 | q | 保留的 | |
| 29 | 2 | 保留的 | |
| 30 | 4 | 保留的 | |
| 31 | 6 | 保留的 | |

6.1.4.2 传输块大小确定

对于由 RAR UL 授权调度的 PUSCH 或由 DCI 格式 0_0 / 0_1 调度的 PUSCH, 其中 CRC 由 C-RNTI 加扰, 新 RNTI, TC-RNTI, CS-RNTI 或 SP-CSI-RNTI。

if

- $0 \leq I_{MCS} \leq 27$ 禁用变换预编码, 并使用表 5.1.3.1-2
- $0 \leq I_{MCS} \leq 28$ 禁用变换预编码, 使用表 5.1.3.1-2 以外的表, 或
- $0 \leq I_{MCS} \leq 27$ 并且启用变换预编码, UE 应首先确定如下所述的 TBS:

UE 应首先确定时隙内的 RE 数量 (N_{RE}):

- UE 首先确定在 PRB 内为 PUSCH 分配的 RE 的数量 (N'_{RE}) 通过
- $N'_{RE} = N_{sc}^{RB} \cdot N_{symb}^{sh} - N_{DMRS}^{PRB} - N_{oh}^{PRB}$, where $N_{sc}^{RB} = 12$ 是物理资源块中频域中的子载波数, N_{symb}^{sh} 是时隙内 PUSCH 分配的符号数, N_{DMRS}^{PRB} 是在预定持续时间内每个 PRB 的 DM-RS 的 RE 数量, 包

括没有数据的 DM-RS CDM 组的开销, 如 DCI 格式 0_1 或子条款 6.2.2 中针对 DCI 格式 0_0 所描述的, 以及 N_{oh}^{PRB} 是由 PUSCH-ServingCellConfig 中的更高层参数 xOverhead 配置的开销。如果 N_{oh}^{PRB} 未配置 (值为 0, 6, 12 或 18), N_{oh}^{PRB} 假设为 0。对于 MSG3 传输 N_{oh}^{PRB} 始终设置为 0 ..

- UE 确定为 PUSCH 分配的 RE 的总数 (N_{RE}) 通过 $N_{RE} = \min(156, N_{RE}^{'}) \cdot n_{PRB}$ where n_{PRB} 是 UE 的分配 PRB 的总数。
- 接下来, 按照 5.1.3.2 中的定义继续执行步骤 2-4

elseif

- $28 \leq I_{MCS} \leq 31$ 禁用变换预编码, 并使用表 5.1.3.1-2
- $28 \leq I_{MCS} \leq 31$ 和变换预编码已启用,
- 假设 TBS 是根据在最新的 PDCCH 中为相同的传输块使用传输的 DCI 确定的 $0 \leq I_{MCS} \leq 27$ 。如果没有用于相同传输块的 PDCCH $0 \leq I_{MCS} \leq 27$ 并且如果用配置的授权发送相同传输块的初始 PUSCH, 则应从最近配置的调度 PDCCH 确定 TBS。

else

- 假设 TBS 是根据在最新的 PDCCH 中为相同的传输块使用传输的 DCI 确定的 $0 \leq I_{MCS} \leq 28$ 。如果没有用于相同传输块的 PDCCH $0 \leq I_{MCS} \leq 28$ 并且如果用配置的授权发送相同传输块的初始 PUSCH, 则应从最近配置的调度 PDCCH 确定 TBS。

6.1.5 基于代码块组的 PUSCH 传输

6.1.5.1 用于将代码块分组到代码块组的 UE 过程

如果 UE 被配置为通过在 PUSCH-ServingCellConfig 中接收更高层参数 codeBlockGroupTransmission 来接收基于码块组 (CBG) 的传输, 则 UE 应确定用于 PUSCH 传输的 CBG 的数量为

$$M = \min(N, C),$$

其中 N 是由 PUSCH-ServingCellConfig 中的 maxCodeBlockGroupsPerTransportBlock 配置的每个传输块的最大 CBG 数, 并且 C 是根据[5, TS 38.212]的子条款 6.2.3 中定义的过程在 PUSCH 中的代码块的数量。

确定 $M_1 = \text{mod}(C, M)$, $K_1 = \left\lceil \frac{C}{M} \right\rceil$, 和 $K_2 = \left\lfloor \frac{C}{M} \right\rfloor$ 。

If $M_1 > 0$, CBG m , $m = 0, 1, \dots, M_1 - 1$, 由带索引的代码块组成 $m \cdot K_1 + k, k = 0, 1, \dots, K_1 - 1$ 。CBG m , $m = M_1, M_1 + 1, \dots, M - 1$, 由带索引的代码块组成 $M_1 \cdot K_1 + (m - M_1) \cdot K_2 + k, k = 0, 1, \dots, K_2 - 1$ 。

6.1.5.2 用于发送基于代码块组的传输的 UE 过程

如果 UE 被配置为通过在 PUSCH-ServingCellConfig 中接收更高层参数 codeBlockGroupTransmission 来发送基于代码块组的传输,

- 对于由调度 DCI 的新数据指示符字段指示的 TB 的初始传输, UE 可以预期 CBGTI 字段指示要发送 TB 的所有 CBG, 并且 UE 应包括所有代码块组。结核病
- 对于由调度 DCI 的新数据指示符字段指示的 TB 的重传, UE 应仅包括由调度 DCI 的 CBGTI 字段指示的 CBG。

CBGTI 字段中的比特值 0 表示不发送相应的 CBG, 1 表示要发送它。 CBGTI 字段比特的顺序使得 CBG 从 CBG #0 开始从 MSB 开始按顺序映射。

6.2 UE 参考信号 (RS) 过程

6.2.1 UE 语音流程

UE 可以配置有由更高层参数 SRS-ResourceSet 配置的一个或多个探测参考信号 (SRS) 资源集。 对于每个 SRS 资源集, 可以配置 UE $K \geq 1$ SRS 资源 (较高的后续参数 SRS-Resource), 其中 K 的最大值由 [SRS_capability [13, 38, 306]] 指示。 SRS 资源集适用性由更高层参数 SRS-SetUse 配置。 当较高层参数 SRS-SetUse 被设置为 “BeamManagement” 时, 在给定时刻可以仅发送多个 SRS 集合中的每一个中的一个 SRS 资源。 可以同时传输不同 SRS 资源集中的 SRS 资源。

对于非周期性 SRS, DCI 字段的至少一个状态用于从配置的 SRS 资源集中选择至少一个。

以下 SRS 参数可由更高层参数 SRS-Resource 半静态配置。

- srs-ResourceId 确定 SRS 资源配置标识。
- 由更高层参数 nrofSRS-Ports 定义并在 [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.4 中描述的 SRS 端口数。
- SRS 资源配置的时域行为由较高层参数 SRS-resourceType 指示, 其可以是 [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.4 中定义的周期性, 半持久性, 非周期性 SRS 传输。
- 对于周期性或半持久性类型的 SRS 资源, 由较高层参数 periodicityAndOffset-p 或 periodicityAndOffset-sp 定义的时隙级周期性和时隙级偏移。 UE 不应期望在具有不同时隙级周期的相同 SRS 资源集 SRS-ResourceSet 中配置 SRS 资源。 对于配置有更高层参数 resourceType 设置为 'aperiodic' 的 SRS-ResourceSet, 槽级偏移由更高层参数 slotOffset 定义。
- SRS 资源中的 OFDM 符号的数量, 在包括重复因子 R 的时隙内的 SRS 资源的 OFDM 符号, 如由更高层参数 resourceMapping 定义并且在 [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.4 中描述的。
- SRS 带宽 B_{SRS} 和 C_{SRS} , 由高层参数 freqHopping 定义, 并在 [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.4 中描述。
- 跳频带宽, b_{hop} , 由高层参数 freqHopping 定义, 并在 [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.4 中描述。
- 定义频域位置和可配置移位, 以将 SRS 分配与 4 PRB 网格对齐, 分别由高层参数 freqDomainPosition 和 freqDomainShift 定义, 并在 [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.4 中进行了描述。
- 循环移位, 分别由较高层参数 cyclicShift-n2 或 cyclicShift-n4 定义, 用于传输梳值 2 和 4, 并在 [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.4 中描述。
- 由 [4, TS 38.211] 的 6.4.1.4 的子层中描述的高层参数 transmissionComb 定义的传输梳值。
- 传输梳子偏移由高层参数 combOffset-n2 或 combOffset-n4 分别定义, 用于传输梳值 2 或 4, 并在 [4, TS 38.211] 的子 6.4.1.4 中描述。
- SRS 序列 ID 由 [4] 子条款 6.4.1.4 中的高层参数 sequenceId 定义。
- 参考 RS 和目标 SRS 之间的空间关系的配置, 其中如果配置了更高层参数 spatialRelationInfo, 则包含参考 RS 的 ID。 参考 RS 可以是 SS / PBCH 块, CSI-RS 或在与目标 SRS 相同或不同的分量载波和/或带宽部分上配置的 SRS。

UE 可以由 SRS 资源中的较高层参数 resourceMapping 配置, 其中 SRS 资源占用时隙的最后 6 个符号内的位置。

当 PUSCH 和 SRS 在相同时隙中发送时, UE 可以被配置为在发送 PUSCH 和相应的 DM-RS 之后发送 SRS。

对于配置有一个或多个 SRS 资源配置的 UE, 以及当 SRS-Resource 中的较高层参数 resourceType 设置为 “periodic” 时:

- 如果 UE 配置有包含参考 'ssb-Index' 的 ID 的更高层参数 spatialRelationInfo, 则 UE 必须发送具有用于接收参考 SS / PBCH 块的相同空间域发送过滤器的目标 SRS 资源, 如果较高层参数 spatialRelationInfo 包含引用 'csi-RS-Index' 的 ID, 则 UE 必须利用用于接收参考周期 CSI-RS 或参考的相同空间域发送过滤器来发送目标 SRS 资源。半持久 CSI-RS, 如果包含参考 'srs' 的 ID 的高层参数 spatialRelationInfo, UE 将利用用于发送参考周期 SRS 的相同空间域发送过滤器发送目标 SRS 资源。

对于配置有一个或多个 SRS 资源配置的 UE, 以及当 SRS-Resource 中的较高层参数 resourceType 设置为 “半持久” 时:

- 当 UE 接收到针对 SRS 资源的激活命令 [10, TS 38.321] 时, 并且当在时隙 n 中发送与携带选择命令的 PDSCH 相对应的 HARQ-ACK 时, [10, TS 38.321] 中的相应动作和应当从时隙开始应用 UE 对与配置的 SRS 资源集相对应的 SRS 传输的假设 $n + 3N_{\text{slot}}^{\text{subframe}, \mu} + 1$ 。激活命令还包含由参考信号 ID 的参考列表提供的空间关系假设, 每个单元激活的 SRS 资源集一个。列表中的每个 ID 指的是在与 SRS 资源集中的 SRS 资源相同或不同的分量载波和/或带宽部分上配置的参考 SS / PBCH 块, NZP CSI-RS 资源或 SRS 资源。
- 如果激活的资源集中的 SRS 资源配置有更高层参数 spatialRelationInfo, 则 UE 应假设激活命令中的参考信号的 ID 覆盖在 spatialRelationInfo 中配置的 ID。
- 当 UE 接收到激活的 SRS 资源集的去激活命令 [10, TS 38.321] 时, 并且当在时隙 n 中发送对应于携带选择命令的 PDSCH 的 HARQ-ACK 时, [10, TS 38.321] 中的相应动作在从时隙开始应用 UE 停止对与去激活的 SRS 资源集相对应的 SRS 传输的假设 $n + 3N_{\text{slot}}^{\text{subframe}, \mu} + 1$ 。
- 如果 UE 配置有包含参考 'ssb-Index' 的 ID 的更高层参数 spatialRelationInfo, 则 UE 必须发送具有用于接收参考 SS / PBCH 块的相同空间域发送过滤器的目标 SRS 资源, 如果较高层参数 spatialRelationInfo 包含引用 'csi-RS-Index' 的 ID, 则 UE 必须利用用于接收参考周期 CSI-RS 或参考的相同空间域发送过滤器来发送目标 SRS 资源。半持久 CSI-RS, 如果较高层参数 spatialRelationInfo 包含参考 'srs' 的 ID, 则 UE 应发送目标 SRS 资源, 该目标 SRS 资源具有用于传输参考周期性 SRS 的相同空间域传输过滤器或参考半持久性 SRS。

如果 UE 具有活动的半持久性 SRS 资源配置并且尚未接收到去激活命令, 则半永久性 SRS 配置被认为在激活 SRS 资源配置时激活的 UL BWP 中是活动的, 否则被认为是暂停的。

对于配置有一个或多个 SRS 资源配置的 UE, 以及当 SRS-Resource 中的较高层参数 resourceType 设置为 'aperiodic' 时:

- UE 接收 SRS 资源集的配置,
- UE 接收下行链路 DCI, 组公共 DCI 或基于上行链路 DCI 的命令, 其中 DCI 的码点可以触发一个或多个 SRS 资源集。触发非周期性 SRS 传输的 PDCCH 的最后一个符号与 SRS 资源的第一个符号之间的最小时间间隔是 $N_{\text{slot}} + 42$ 。
- 如果 UE 配置有包含参考 'ssb-Index' 的 ID 的更高层参数 spatialRelationInfo, 则 UE 必须发送具有用于接收参考 SS / PBCH 块的相同空间域发送过滤器的目标 SRS 资源, 如果较高层参数 spatialRelationInfo 包含引用 'csi-RS-Index' 的 ID, 则 UE 必须利用用于接收参考周期 CSI-RS 或参考的相同空间域发送过滤器来发送目标 SRS 资源。半持久 CSI-RS, 或最新参考非周期 CSI-RS。如果较高层参数 spatialRelationInfo 包含引用 'srs' 的 ID, 则 UE 应使用用于传输参考周期性 SRS 或参考半持久性 SRS 的相同空间域传输过滤器来发送目标 SRS 资源, 或者参考非周期性 SRS。

DCI 格式 0_1, 1_1 中的 2 比特 SRS 请求字段 [5TS38.212] 表示在 [5, TS38.212] 的表 7.3.1.1.2-24 中给出的触发的 SRS 资源集。DCI 格式 2_3 中的 2 比特 SRS 请求字段 [5, TS38.212] 表示在 [6, TS 38.213] 的子条款 11.4 中给出的触发的 SRS 资源集。

对于 PUCCH 格式 0 和 2, 当半持久和周期性 SRS 配置在具有仅携带 CSI 报告的 PUCCH 的相同符号中时, UE 不应发送 SRS, 或者仅发送 L1-RSRP 报告或者如果配置非周期性 SRS, PUCCH 由波束失效请求组成。当配置半持久或周期性 SRS 或者触发非周期性 SRS 以在具有携带 HARQ-ACK 和/或 SR 的 PUCCH 的相同符号中发送时, UE 不应

发送 SRS。在由于与 PUCCH 重叠而未发送 SRS 的情况下, 仅丢弃与 PUCCH 符号重叠的 SRS 符号。当触发非周期性 SRS 以在具有半持久性或周期性 PUCCH 的半持久性/周期性 CSI 报告或半持久性/周期性 L1-RSRP 报告的相同符号中重叠时, 不应发送 PUCCH。只要。

不期望 UE 配置有非周期性 SRS 和 PUCCH 格式 0 或 2, 同一符号中具有非周期性 CSI 报告。

在带内载波聚合的情况下, 不期望 UE 在相同符号中配置有 SRS 和 PUSCH / UL DM-RS / UL PT-RS / PUCCH 格式 1, 3 或 4。

在带内载波聚合的情况下, AaUE 不应同时发送 SRS 资源和 PRACH。

当 UE 配置为 SRS-ResourceSet 中设置为 “antennaSwitching” 的更高层参数用法, 并且根据子条款 6.2.1.2 配置 Y 个符号的保护时段时, UE 应使用与上述定义相同的优先级规则。保护期, 就好像配置了 SRS 一样。

6.2.1.1 UE SRS 跳频过程

UE 可以被配置为发送 SRS 资源 $N_s \in \{1, 2, 4\}$ 在时隙的最后六个符号内的相邻符号, 其中 SRS 资源的所有天线端口被映射到资源的每个符号。对于给定的 SRS 资源, UE 通过 SRS 资源中的更高层参数 resourceMapping 配置有重复因子 $R \in \{1, 2, 4\}$, 其中 $R \leq N_s$ 。当未配置每个时隙中的 SRS 资源内的跳频时 ($R = N_s$), 每个时隙中的 SRS 资源的所有天线端口都映射到每个时隙中。 N_s 符号到同一组 PRB 中的同一组子载波。当根据 SRS 跳频参数配置每个时隙中的 SRS 资源内的跳频而不重复 ($R = 1$) 时 B_{SRS} , C_{SRS} 和 b_{hop} 在 [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.4 中定义的, 每个时隙中的 SRS 资源的所有天线端口被映射到每个 OFDM 符号中的不同子载波集合, 其中对于不同的子载波集合假设相同的传输梳值。当配置每个时隙中的 SRS 资源内的跳频和重复时 ($N_s = 4$, $R = 2$), 每个时隙中的 SRS 资源的所有天线端口被映射到每对中的相同子载波集合。 R 相邻的 OFDM 符号, 以及跨越两对的跳频是根据 SRS 跳频参数 B_{SRS} , C_{SRS} 和 b_{hop} 。

可以配置 UE $N_s = 2$ or 4 在带宽部分内具有时隙内跳频的相邻符号非周期性 SRS 资源, 其中全跳频带宽以相等大小的子带语音 N_s 当跳频配置为 $R = 1$ 时的符号。可以配置 UE $N_s = 4$ 在带宽部分内具有时隙内跳频的相邻符号非周期性 SRS 资源, 其中当跳频配置为 $R = 2$ 时, 在两对 R 相邻 OFDM 符号上以相等大小的子带语音全跳频带宽。 SRS 资源的所有天线端口被映射到资源的每对 R 相邻 OFDM 符号内的相同子载波集。

可以配置 UE $N_s = 1$ 在带宽部分内具有时隙间跳跃的符号周期性或半持久性 SRS 资源, 其中 SRS 资源在每个时隙中占据相同的符号位置。可以配置 UE $N_s = 2$ or 4 在带宽部分内具有时隙内和时隙间跳跃的符号周期性或半持久性 SRS 资源, 其中 N 符号 SRS 资源占据每个时隙中的相同符号位置。对于 $N_s = 4$, 当跳频配置为 $R = 2$ 时, 支持时隙内和时隙间跳跃, SRS 资源的所有天线端口映射到跨越两对 R 相邻 OFDM 符号的不同子载波组 (s) 每个时段的资源。 SRS 资源的所有天线端口被映射到每个时隙中的资源的每对 R 相邻 OFDM 符号内的相同子载波集。对于 $N_s = R$, 当配置跳频时, 支持时隙间跳频, SRS 资源的所有天线端口映射到每个时隙中资源的 R 个相邻 OFDM 符号中的相同子载波集合。

6.2.1.2 用于 DL CSI 获取的 UE 探测过程

当 UE 被配置为在 SRS-ResourceSet 中被设置为 “antennaSwitching” 的更高层参数使用时, UE 可以根据所指示的 UE 能力 (‘1T2R’, ‘2T4R’, ‘1T4R’) 配置以下配置之一。 , ‘1T4R / 2T4R’ 或 ‘T = R’) :

- 最多两个 SRS 资源集, 为 SRS-ResourceSet 集中的高层参数 resourceType 配置不同的值, 其中每个集合具有以不同符号传输的两个 SRS 资源, 给定集合中的每个 SRS 资源由单个 SRS 端口组成, 以及该集合中第二资源的 SRS 端口与同一集合中第一资源的 SRS 端口不同的 UE 天线端口相关联, 或者
- 最多两个 SRS 资源集, 为 SRS-ResourceSet 集中的高层参数 resourceType 配置不同的值, 其中每个 SRS 资源集具有以不同符号传输的两个 SRS 资源, 给定集合中的每个 SRS 资源由两个 SRS 端口组成, 第二资源的 SRS 端口对与第一资源的 SRS 端口对不同的 UE 天线端口对关联, 或者
- 在 SRS-ResourceSet 中使用更高层参数 resourceType 配置的零个或一个 SRS 资源集设置为 “周期性” 或 “半持久性”, 其中四个 SRS 资源以不同的符号传输, 给定集合中的每个 SRS 资源由单个 SRS 端口组成, 并且每个资源的 SRS 端口与不同的 UE 天线端口相关联

- 在 SRS-ResourceSet 中将每个配置有更高层参数 resourceType 的零个或两个 SRS 资源集设置为“非周期性”，并且在两个不同时间隙的不同符号中传输总共四个 SRS 资源，并且给定每个 SRS 资源的 SRS 端口两组与不同的 UE 天线端口相关联。这两组每个都配置有两个 SRS 资源，或者一个配置有一个 SRS 资源，另一个配置有三个 SRS 资源。UE 应该期望这两个集合都配置有 SRS-ResourceSet 中的较高层参数 α , p_0 , pathlossReferenceRS 和 srs-PowerControlAdjustmentStates 的相同值。UE 应该期望每个 SRS-ResourceSet 中的较高层参数 aperiodicSRS-ResourceTrigger 的值是相同的，并且每个 SRS-ResourceSet 中的较高层参数 slottOffset 的值是不同的。要么，
- 最多两个 SRS 资源集，每个资源集具有一个 SRS 资源，其中每个资源的 SRS 端口数等于 1, 2 或 4。

在一组的 SRS 资源在同一时间隙中发送的情况下，UE 配置有 Y 个符号的保护时段，其中 UE 不发送任何其他信号。保护期间位于该集合的 SRS 资源之间。

如果指示的 UE 能力是“1T4R / 2T4R”，则 UE 应该期望针对 SRS 资源集中的所有 SRS 资源配置相同数量的 SRS 端口（一个或两个）。

如果指示的 UE 能力是‘1T2R’，‘2T4R’，‘1T4R’，‘1T4R / 2T4R’，则 UE 不应期望在同一时间隙中设置或触发多于一个 SRS 资源集。如果指示的 UE 能力是“T = R”，则 UE 不应期望在同一符号中配置或触发多于一个 SRS 资源集。

Y 的值由表 6.2.1.2-1 定义。

表 6.2.1.2-1: 用于天线切换的 SRS 资源集的两个 SRS 资源之间的最小保护时段

| μ | $\Delta f = 2^\mu \cdot 15$ [kHz] | Δt [符号] |
|-------|-----------------------------------|-----------------|
| 0 | 15 | 1 |
| 1 | 30 | 1 |
| 2 | 60 | 1 |
| 3 | 120 | 2 |

6.2.1.3 UE 在分量载波之间的探测过程

对于具有由 DL 和 UL 符号组成的时隙格式的服务小区的载波，未配置用于 PUSCH / PUCCH 传输，UE 不应在 SRS 传输时发送 SRS（包括由于上行链路或下行链路 RF 重新调谐时间引起的任何中断[11, TS]由服务小区的载波上的较高层参数 rf-RetuningTimeUL 和 rf-RetuningTimeDL 定义的 38.133]和携带 HARQ-ACK / 正 SR / RI / CRI 和/或 PRACH 的 PUSCH / PUCCH 传输恰好在相同的符号中重叠并且这可以导致超出 UE 指示的 SRS_capability [13, TS 38.306]中包括的上行链路载波聚合能力的上行链路传输。

对于具有由 DL 和 UL 符号组成的时隙格式的服务小区的载波，未配置用于 PUSCH / PUCCH 传输，每当周期性/半持久性 SRS 传输（包括任何时间）时，UE 不应发送周期性/半持久性类型 0 SRS。由服务小区的载波上的高层参数 rf-RetuningTimeUL 和 rf-RetuningTimeDL 定义的上行链路或下行链路 RF 重调谐时间[11, TS 38.133]导致的中断和携带非周期 CSI 的 PUSCH 传输恰好在相同的符号中重叠并且这可能导致超出 UE 指示的上行链路载波聚合能力的上行链路传输包括在 SRS_capability [13, TS 38.306]中。

对于具有由 DL 和 UL 符号组成的时隙格式的服务小区的载波，未配置用于 PUSCH / PUCCH 传输，UE 将丢弃承载仅包括 CQI / PMI 的周期性 CSI 的 PUCCH / PUSCH 传输，和/或在另一服务上的 SRS 传输。每当在服务小区上发生传输和 SRS 传输（包括由于更高层参数 rf-RetuningTimeUL 和 rf-RetuningTimeDL 定义的上行链路或下行链路 RF 重调谐时间[11, TS 38.133]的任何中断）时，配置用于 PUSCH / PUCCH 传输的小区在相同的符号中重叠并且可以导致超出 UE 指示的上行链路载波聚合能力的上行链路传输包括在 SRS_capability [13, TS 38.306]中。

对于具有由 DL 和 UL 符号组成的时隙格式的服务小区的载波，未配置用于 PUSCH / PUCCH 传输，每当传输和非周期性 SRS 传输（包括任何中断）时，UE 将丢弃承载仅包括 CQI / PMI 的非周期性 CSI 的 PUSCH 传输。由于在服务小区的载波上由更高层参数 rf-RetuningTimeUL 和 rf-RetuningTimeDL 定义的上行链路或下行链路 RF 重调谐时间[11, TS 38.133]，在相同的符号中重叠并且可能导致上行链路传输超出 UE 指示的上行链路载波聚合能力，包括在 SRS_capability [13, TS 38.306]中。

对于以 DCI 格式 2_3 触发的非周期性 SRS, 并且如果 UE 配置有更高层参数 `srs-TPC-PDCCH-Group` 设置为 “typeA”, 并且由 SRS-CarrierSwitching 给出, 没有 PUSCH / PUCCH 传输, 则触发的顺序服务小区上的 SRS 传输遵循由更高层配置的所指示的服务小区集合中的服务小区的顺序, 其中每个服务小区中的 UE 发送具有更高层参数 SRS 的配置的一个或两个 SRS 资源集。SetUse 设置为 ‘天线切换’, SRS-ResourceSet 中的更高层参数 `resourceType` 设置为 ‘aperiodic’。

对于以 DCI 格式 2_3 触发的非周期性 SRS, 并且如果 UE 被配置为在没有 PUSCH / PUCCH 传输的情况下将更高层参数 `srs-TPC-PDCCH-Group` 设置为 “typeB”, 则服务小区上的触发 SRS 传输的顺序遵循在 DCI 中触发具有非周期性 SRS 的服务小区的顺序, 并且每个服务小区中的 UE 发送配置的一个或两个 SRS 资源集, 其中更高层参数 SRS-SetUse 设置为 “天线切换” 和更高层参数 `resourceType` 在 SRS-ResourceSet 中设置为 ‘aperiodic’。

UE 可以在载波 c_i 上配置有 SRS 资源, 其中时隙格式包括 DL 和 UL 符号, 并且不配置用于 PUSCH / PUCCH 传输。对于载波 c_i , UE 配置有更高层参数 `srs-SwitchFromServCellIndex` 和 `srs-SwitchFromCarrier` 从载波 c_2 的切换, 其被配置用于 PUSCH / PUCCH 传输。在载波 c_i 上的 SRS 传输期间 (包括由更高层参数 `rf-RetuningTimeUL` 和 `rf-RetuningTimeDL` 定义的由上行链路或下行链路 RF 重调谐时间 [11, TS 38.133] 导致的任何中断), UE 暂时中止上行链路传输。载体 c_o 。

如果 UE 没有配置用于载波 c_i 上的 PUSCH / PUCCH 传输, 其中时隙格式包括 DL 和 UL 符号, 并且如果 UE 不能在载波 c_i 和服务小区 c 上同时接收和发送 (TF5602), 不期望 UE 配置或指示 SRS 资源, 使得载波 c 上的 SRS 传输 (包括由于上行链路或下行链路 RF 重新调谐时间 [11, TS 38.133] 导致的任何中断, 如由更高层参数 `rf-RetuningTimeUL` 和 `rf-RetuningTimeDL`) 将与对应于为 UE 配置的 SS / PBCH 块的 RE 或者属于由服务小区 c 上的 [SystemInformationBlockType0] 或 [SystemInformationBlockType1] 指示的控制资源集的时隙冲突。

对于小区 c 上的第 n ($n \geq 1$) 个非周期性 SRS 传输, 一旦在授权上检测到肯定的 SRS 请求, UE 将在所配置的符号和时隙上开始该 SRS 传输。

- 两个持续时间之间的最大持续时间分别由小区 c 的数字命理和携带授权的小区的 N 个 OFDM 符号跨越, 并且
- 由更高层参数 `rf-RetuningTimeUL` 和 `rf-RetuningTimeDL` 定义的 UL 或 DL RF 重调谐时间 [11, TS 38.133],
- 它不会与任何先前的 SRS 传输冲突, 或由于 UL 或 DL RF 重新调谐时间而中断。

否则, 丢弃第 n 个 SRS 传输, 其中 N 是报告的能力, 作为 DCI 触发和非周期性 SRS 传输之间的符号单元的最小时间间隔。

在频带间载波聚合的情况下, UE 可以在受 UE 的能力影响的不同频带中的分量载波上同时发送 SRS 和 PUCCH / PUSCH。

在频带间载波聚合的情况下, UE 可以在受 UE 的能力影响的不同频带中的分量载波上同时发送 PRACH 和 SRS / PUCCH / PUSCH。

6.2.2 UE DM-RS 传输过程

当通过 C-RNTI 或 CS-RNTI 对 CRC 进行加扰的 PDCCH 格式 0_1 未调度发送的 PUSCH 时, UE 将在 DM-RS 端口 0 上使用配置类型 1 的单符号前载 DM-RS, 并且不使用剩余的 RE 对于符号中的 DM-RS 不用于任何 PUSCH 传输, 除了分配持续时间为 2 或更少的 OFDM 符号且禁用变换预编码的 PUSCH 之外, 可以根据调度类型和 PUSCH 持续时间发送附加的 DM-RS, 如禁用跳频的 [4, TS38.211] 表 6.4.1.1.3-3 和 [4, TS38.211] 表 6.4.1.1.3-6 中规定的跳频启用, 以及

如果禁用跳频:

- UE 应假设 `dmrs-AdditionalPosition` = ‘pos2’, 并且可以根据 PUSCH 持续时间发送最多两个额外的 DM-RS, 或者

如果启用了跳频:

- UE 应假设 $\text{dmrs-AdditionalPosition} = \text{'pos1'}$, 并且可以根据 PUSCH 持续时间发送多达一个附加 DM-RS。

UE 可以配置有一个或两个加扰标识, $n_{ID}^{DMRS,i} i = 0, 1$ 由更高层用于 UE 特定参考信号生成, 如[4, TS 38.211]的子条款 6.4.1.1 中所定义, 以发送 PUSCH, 对于 PUSCH 映射类型 A 和类型 B 都是相同的。

对于[4, TS 38.211]的子条款 6.4.1.1 中定义的 UE 特定参考信号生成, UE 可以由具有一个或两个加扰标识的更高层配置, $n_{ID}^{DMRS,i} i = 0, 1$ 对于 PUSCH 映射类型 A 和类型 B 都是相同的。

当利用由 C-RNTI 或 CS-RNTI 加扰的 CRC 发送由 PDCCH 格式 0_1 调度的 PUSCH 时,

- UE 可以配置有 DMRS-UplinkConfig 中的更高层参数 dmrs-Type , 并且配置的 DM-RS 配置类型用于发送 PUSCH, 如[4, TS 38.211]的子条款 6.4.1.1 中所定义的。
- UE 可以通过 DMRS-UplinkConfig 中的更高层参数 maxLength 配置有用于 PUSCH 的最大数量的前载 DM-RS 符号。
 - 如果未配置 maxLength , 则可以通过 DCI 为 UE 调度单符号 DM-RS, 并且可以通过更高层参数 $\text{dmrs-AdditionalPosition}$ (其可以是 0) 为 UE 配置用于 PUSCH 的多个附加 DM-RS, 1, 2 或 3。
 - 如果配置了 maxLength , 则可以通过 DCI 为 UE 调度单符号 DM-RS 和双符号 DM-RS, 并且可以通过更高层参数 $\text{dmrs-AdditionalPosition}$ 为 UE 配置多个用于 PUSCH 的附加 DM-RS。 , 可以是 'pos0' 或 'pos1'。
 - 并且, UE 应在[4, TS 38.211]的子条款 6.4.1.1.3 中发送表 6.4.1.1.3-3 和表 6.4.1.1.3-4 中规定的附加 DM-RS。

如果发送 PUSCH 的 UE 在 DMRS-UplinkConfig 中配置有更高层参数 phaseTrackingRS , 则 UE 可以假设对于所发送的 PUSCH 没有同时发生以下配置。

- 分别用于 DM-RS 配置类型 1 和类型 2 的 4-7 或 6-11 中的任何 DM-RS 端口被调度用于 UE, 并且 PT-RS 从 UE 发送。

如果未启用变换预编码, 则为参考点 k 是公共资源块 0 中的子载波 0, 否则是调度的 PUSCH 分配的最低编号资源块中的子载波 0。

对于由 DCI 格式 0_1 调度的 PUSCH, UE 应假设[5, TS38.212]的 7.3.1.1 的表 7.3.1.1.2-6 至 7.3.1.1.2-23 中指示的 DM-RS CDM 组是不用于数据传输, 其中“1”, “2”和“3”表示 DM-RS CDM 组的数量对应于 CDM 组 0, {0, 1}, {0, 1, 2}, 分别。

对于由 DCI 格式 0_0 调度的 PUSCH, UE 应假设没有数据的 DM-RS CDM 组的数量是 1, 对于 PUSCH 的情况, 其对应于 CDM 组 0, 其中分配持续时间为 2 或更少的 OFDM 符号, 其中禁止变换预编码, 以及 UE 应假设没有数据的 DM-RS CDM 组的数量是 2, 对于所有其他情况, 其对应于 CDM 组 {0, 1}。

对于具有 PUSCH 的上行链路 DM-RS, UE 可以假设 PUSCH EPRE 与 DM-RS EPRE 的比率 ($1/\beta_{DMRS}$ 根据没有数据的 DM-RS CDM 组的数量, 表 6.2.2-1 给出[dB])。 DM-RS 比例因子 β_{PUSCH}^{DMRS} [4, TS 38.211]的第 6.4.1.1.3 节中

规定的内容由下式给出 $\beta_{PUSCH}^{DMRS} = 10^{\frac{\beta_{DMRS}}{20}}$ 。

表 6.2.2-1: PUSCH EPRE 与 DM-RS EPRE 的比率

| 没有数据的 DM-RS CDM 组的数量 | DM-RS 配置类型 1 | DM-RS 配置类型 2 |
|----------------------|--------------|--------------|
| 1 | 0 dB | 0 dB |
| 2 | -3 dB | -3 dB |
| 3 | - | -4.77 dB |

6.2.3 UE PT-RS 传输过程

如果 UE 未在 DMRS-UplinkConfig 中配置有更高层参数 phaseTrackingRS, 则 UE 不应发送 PT-RS。如果 RNTI 等于 C-RNTI, CS-RNTI, SP-CSI-RNTI, 则仅可以存在 PTRS。

6.2.3.1 当未启用变换预编码时的 UE PT-RS 传输过程

当未启用变换预编码且 UE 在 DMRS-UplinkConfig 中配置了更高层参数 phaseTrackingRS 时,

- PTRS-UplinkConfig 中的较高层参数 timeDensity 和 frequencyDensity 指示阈值 ptrs-MCS_i , $i = 1, 2, 3$ 和 $N_{RB,i}$, $i = 0, 1$, 如表 6.2.3.1-1 所示和表 6.2.3.1-2。
- 如果配置了 PTRS-UplinkConfig 中的附加更高层参数 timeDensity 和/或 frequencyDensity, 则 UE 应假设 PT-RS 天线端口的存在和模式是对应的调度 MCS 和相应带宽部分中的调度带宽的函数, 如图所示表 6.2.3.1-1 和表 6.2.3.1-2 分别表示
- 如果未配置更高层参数 timeDensity, 则 UE 可以假设 $L_{PT-RS} = 1$ 。
- 如果未配置更高层参数 frequencyDensity, 则 UE 可以假设 $K_{PT-RS} = 2$ 。

表 6.2.3.1-1: PT-RS 的时间密度与预定的 MCS 的函数关系

| 预定的 MCS | 时间密度 (L_{PT-RS}) |
|--|----------------------|
| $I_{MCS} < \text{ptrs-MCS}_1$ | PT-RS 不存在 |
| $\text{ptrs-MCS}_1 \leq I_{MCS} < \text{ptrs-MCS}_2$ | 4 |
| $\text{ptrs-MCS}_2 \leq I_{MCS} < \text{ptrs-MCS}_3$ | 2 |
| $\text{ptrs-MCS}_3 \leq I_{MCS} < \text{ptrs-MCS}_4$ | 1 |

表 6.2.3.1-2: PT-RS 的频率密度与预定带宽的关系

| 预定带宽 | 频率密度 (K_{PT-RS}) |
|-----------------------------------|----------------------|
| $N_{RB} < N_{RB,0}$ | PT-RS 不存在 |
| $N_{RB,0} \leq N_{RB} < N_{RB,1}$ | 2 |
| $N_{RB,1} \leq N_{RB}$ | 4 |

较高层参数 PTRS-UplinkConfig 提供参数 ptrs-MCS_i , $i = 1, 2, 3$, 当配置 MCS 表 5.1.3.1-1 时, 值为 0-29, 当 MCS 表 5.1 时为 0-28。3.1-2 分别配置。ptrs-MCS4 未由更高层明确配置, 但在配置 MCS 表 5.1.3.1-1 时假设为 29, 在配置 MCS 表 5.1.3.1-2 时假设为 28。较高层参数 PTRS-UplinkConfig 提供参数 $N_{RB,i} = 0, 1$, 其值在 0-276 范围内。

如果较高层参数 PTRS-UplinkConfig 指示时间密度阈值 $\text{ptrs-MCS}_i = \text{ptrs-MCS}_{i+1}$, 那么这两个阈值出现在表 6.2.3.1 中的相关行的时间密度 $L_{PT-RS} - 1$ 被禁用。如果 PTRS-UplinkConfig 中的较高层参数 frequencyDensity 指示频率密度阈值 $N_{RB,i} = N_{RB,i+1}$, 那么这些阈值出现在表 6.2.3.1-2 中的相关行的频率密度 K_{PT-RS} 被禁用。

如果表 6.2.3.1-1 和表 6.2.3.1-2 中所示的参数 PT-RS 时间密度 (L_{PT-RS}) 和 PT-RS 频率密度 (K_{PT-RS}) 中的任何一个或两个都表明如果配置为 'PT-RS 不存在', 则 UE 应假设不存在 PT-RS。

如果 UE 在 DMRS-UplinkConfig 中配置有更高层参数 phaseTrackingRS 并且配置的 PT-RS 端口的数量是 1, 则 UE 被指示通过 UL DCI 与 PT-RS 相关联的 DM-RS 端口。

当 UE 被调度以具有映射类型 A 的 2 个符号的分配持续时间来发送 PUSCH 时, 并且如果 L_{PT-RS} 被设置为 2 或 4, 则 UE 将不发送 PT-RS。当 UE 被调度以具有映射类型 A 的 4 个符号的分配持续时间来发送 PUSCH 时, 并且如果 L_{PT-RS} 被设置为 4, 则 UE 将不发送 PT-RS。

当 UE 被调度为发送 PUSCH 用于重传时, 如果 UE 被调度为 $I_{MCS} > V$, 其中对于 MCS 表 1 $V = 28$ 并且对于 MCS 表 2 分别为 $V = 27$, 用于 PT-RS 时间的 MCS - 在初始传输中从相同传输块的 DCI 获得密度确定, 其小于或等于 V。

配置的 PT-RS 端口的最大数量由 PTRS-UplinkConfig 中的更高层参数 maxNrofPorts 给出。预计 UE 不会配置比其报告所需的更多数量的 UL PT-RS 端口。

如果 UE 已经报告了支持全相干 UL 传输的能力, 则 UE 将期望在配置 UL-PTRS 的情况下将 UL PT-RS 端口的数量配置为 1。

对于基于码本或非码本的 UL 传输, UL PT-RS 端口与 DM-RS 端口之间的关联由 DCI 用信号通知, 如[5, TS 38.212]的子条款 7.3.1.1.2 中所述。

对于基于非码本的 UL 传输, 基于 SRI 确定要发送的 UL PT-RS 端口的实际数量。UE 可以通过由 SRS-Config 配置的较高层参数 ptrs-PortIndex 为每个配置的 SRS 资源配置 PT-RS 端口索引。如果与不同 SRI 相关联的 PT-RS 端口索引相同, 则相应的 UL DM-RS 端口与一个 UL PT-RS 端口相关联。

对于基于部分相干和非相干码的 UL 传输, 基于 DCI 格式 0_1 中的 TPMI 和/或 TRI 确定 UL PT-RS 端口的实际数量:

- 如果 UE 配置有 PTRS-UplinkConfig 中设置为 'n2' 的更高层参数 maxNrofPorts, 则实际的 UL PT-RS 端口和相关的传输层从指示的 TPMI 导出为:
- 指示的 TPMI 中的 SRS 端口 0 和 2 共享 PT-RS 端口 0, 并且指示的 TPMI 中的 SRS 端口 1 和 3 共享 PT-RS 端口 1。
 - UL PT-RS 端口 0 与在层指示的 TPMI 中与 SRS 端口 0 和 SRS 端口 2 一起发送的层的 UL 层[x]相关联, 并且 UL PT-RS 端口 1 与层的 UL 层[y]相关联。在指示的 TPMI 中与 SRS 端口 1 和 SRS 端口 3 一起发送, 其中[x]和/或[y]由 DCI 参数 PTRS-DMRS 关联给出, 如[5 的子条款 6.2.3 中描述的 DCI 格式 0_1 所示, TS38.212。

对于 PT-RS, PT-RS 的发射功率来自 ρ_{PTRS}^{PUSCH} , 即每个端口的 PUSCH 功率与 PT-RS 功率之间的功率比。

当 UE 在上行链路中调度 $Q_p = \{1, 2\}$ PT-RS 端口并且调度的层数是 n_{layer}^{PUSCH} ,

- 如果 UE 配置有更高层参数 ptrs-Power, 则每 RE 每层的 PUSCH 到 PT-RS 功率比 ρ_{PTRS}^{PUSCH} 是 (谁) 给的 $\rho_{PTRS}^{PUSCH} = -\alpha_{PTRS}^{PUSCH} [dB]$, where α_{PTRS}^{PUSCH} 根据更高层参数 ptrs-Power, PT-RS 比例因子, 在表 6.2.3.1-3 中显示 β_{PTRS} [4, TS 38.211]第 6.4.1.2.2.1 条规定的内容由下式给出 $\beta_{PTRS} = 10^{\frac{\rho_{PTRS}^{PUSCH}}{20}}$ 以及 DCI 中的 TPMI 字段。
- UE 应假设 ptrs-Power in PTRS-UplinkConfig 在表 6.2.3.1-3 中设置为状态 “00” (如果未配置) 或者在非基于码本的 PUSCH 的情况下。

表 6.2.3.1-3: 与每层 RE 的 PUSCH 与 PT-RS 功率比相关的因子 α_{PTRS}^{PUSCH}

| UL- PTRS- power / α_{PTRS}^{PUSCH} | | PUSCH 层数 (n_{layer}^{PUSCH}) | | | | | | |
|--|----------|----------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|-----------------|---------------------|
| | 1 | 2 | | 3 | | 4 | | |
| | 所有 案例 | 完全连贯 | 部分和非相 干和非基于 码本 | 完全连贯 | 部分和非相 干和非基于 码本 | 完全连贯 | 部分连 贯 | 非相干和 非基于码 本 |
| 00 | 0 | 3 | 3Q _p -3- | 4.77 | 3Q _p -3- | 6 | 3Q _p | 3Q _p -3- |
| 01 | 0 | 3 | 3 | 4.77 | 4.77 | 6 | 6 | 6 |
| 10 | 保留的 | | | | | | | |
| 11 | 保留的 | | | | | | | |

6.2.3.2 启用变换预编码时的 UE PT-RS 传输过程

当启用变换预编码并且如果 UE 在 PTRS-UplinkConfig 中配置有更高层参数 dft-S-OFDM 时,

- UE 应配置更高层参数 `sampleDensity`, UE 应假定 PT-RS 天线端口的存在, PT-RS 组模式是相应带宽部分中相应调度带宽的函数, 如表 6.2.3.2-1 所示。3.2-1。如果 $N_{RB0} > 1$ 或者如果 `RNTI` 等于 `TC-RNTI`, 则当预定 RB 的数量小于 N_{RB0} 时, UE 将假设不存在 PT-RS。
- 并且 UE 可以被配置为具有更高层参数 `timeDensity` 的 PT-RS 时间密度 $L_{PT-RS} = 2$ 。否则, UE 应假设 $L_{PT-RS} = 1$ 。
- 如果较高层参数 `sampleDensity` 指示样本密度阈值 $N_{RB, i} = N_{RB, i+1}$, 则禁用表 6.2.3.2-1 中出现这两个阈值的关联行。

表 6.2.3.2-1: PT-RS 组模式与预定带宽的关系

| 预定带宽 | PT-RS 组的数量 | 样本数量 每个 PT-RS 组 |
|---------------------------------|------------|--------------------|
| $N_{RB0} \leq N_{RB} < N_{RB1}$ | 2 | 2 |
| $N_{RB1} \leq N_{RB} < N_{RB2}$ | 2 | 4 |
| $N_{RB2} \leq N_{RB} < N_{RB3}$ | 4 | 2 |
| $N_{RB3} \leq N_{RB} < N_{RB4}$ | 4 | 4 |
| $N_{RB4} \leq N_{RB}$ | 8 | 4 |

当启用变换预编码并且如果 UE 在 `PT-RS-UplinkConfig` 中配置有更高层参数 `dft-S-OFDM` 时, [4, TS 38.211] 的子条款 6.4.1.2.2.2 中规定的 PT-RS 缩放因子 β' 是由预定的调制顺序确定, 如表 6.2.3.2-1 所示。

表 6.2.3.2-1: 启用变换编码时的 PT-RS 比例因子 (β')。

| 预定调制 | PT-RS 比例因子 (β') |
|---------------|-------------------------|
| $\pi/2$ -BPSK | 1 |
| QPSK | 1 |
| 16QAM | $3/\sqrt{5}$ |
| 64QAM | $7/\sqrt{21}$ |
| 256QAM | $15/\sqrt{85}$ |

6.3 UE PUSCH 跳频过程

当针对 PUSCH 传输启用变换预编码时, UE 应当至少针对 14 个符号时隙执行 PUSCH 跳频[如果相应的检测到的 PDCCH DCI 格式中的跳频字段被设置为 1]; 否则不执行 PUSCH 跳频。

在资源分配类型 1 的情况下, 对于 PUSCH 传输是否启用变换预编码, UE 可以执行 PUSCH 跳频, 否则不执行 PUSCH 跳频。当针对 PUSCH 启用变换预编码和跳频时, RE 映射按以下顺序执行: 首先在子载波上映射调制符号, 然后在频跳内跨越变换预编码符号, 然后跨越占用不同集合的频率跳跃 PRBs。

如果 UE 在 `PUSCH-Config` 中由更高层参数 `frequencyHopping` 配置, 则可以配置两种跳频模式之一:

- 时隙内跳频, 适用于单时隙和多时隙 PUSCH 传输。
- 时隙间跳频, 适用于多时隙 PUSCH 传输。

当启用 PUSCH 上的跳频并且对于资源分配类型 1 时, 频率偏移由 `PUSCH-Config` 中的更高层参数 `frequencyHoppingOffsetLists` 配置:

- 当有效 BWP 的大小小于 50 个 PRB 时, 在 UL 授权中指示两个更高层配置的偏移之一
- 当有效 BWP 的大小等于或大于 50 个 PRB 时, 在 UL 授权中指示四个更高层配置的偏移之一。

每一跳中的起始 RB 由下式给出:

$$RB_{start} = \begin{cases} RB_{start} & \text{First hop} \\ (RB_{start} + RB_{offset}) \bmod N_{BWP}^{size} & \text{Second hop} \end{cases}$$

RB_{start} 作为 UL BWP 内的起始资源, 根据资源分配类型 1 的资源块分配信息计算 (在第 6.1.2.2.2 小节中描述) 和 RB_{offset} 是两个跳频之间 RB 的频率偏移。

在时隙内跳频被配置用于 PUSCH 而没有重复, 第一跳中的符号数由下式给出: $\lfloor N_{symb}^{PUSCH,s} / 2 \rfloor$, 第二跳中的符号数由下式给出 $N_{symb}^{PUSCH,s} - \lfloor N_{symb}^{PUSCH,s} / 2 \rfloor$, where $N_{symb}^{PUSCH,s}$ 是一个时隙中的 OFDM 符号中的 PUSCH 传输的长度。

在时隙间跳频的情况下, 在时隙期间启动 RB n_s^μ 是 (谁) 给的:

$$RB_{start}(n_s^\mu) = \begin{cases} RB_{start} & n_s^\mu \bmod 2 = 0 \\ (RB_{start} + RB_{offset}) \bmod N_{BWP}^{size} & n_s^\mu \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

n_s^μ 是无线帧内的当前时隙号, 可以进行多时隙 PUSCH 传输, RB_{start} 是根据资源分配类型 1 的资源块分配信息 (在第 6.1.2.2.2 小节中描述) 和 UL BWP 中的起始资源, RB_{offset} 是两个跳频之间 RB 的频率偏移。

6.4 UE PUSCH 准备流程时间

如果 PUSCH 分配中的第一上行链路符号 (包括由时隙偏移量 K_2 和调度 DCI 的开始和长度指示符 SLIV 定义的 DM-RS) 不早于符号 L_2 , 则 UE 必须发送 PUSCH, 其中 L_2 被定义为其 CP 开始的下一个上行链路符号

$T_{proc,2} = \max\left(\left((N_2 + d_{2,1} + d_{2,2})(2048 + 144) \cdot \kappa 2^{-\mu}\right) \cdot T_c, d_{2,3}\right)$ 在携带 DCI 调度 PUSCH 的 PDCCH 的最后一个符号结束之后, 其中

- 对于 UE 处理能力 1 和 2, N_2 分别基于表 6.4-1 和表 6.4-2 的 μ , 其中 μ 对应于 (μ_{DL}, μ_{UL}) 得到最大 T 的一个 $_{proc,2}$, 其中 μ_{DL} 对应于发送了承载调度 PUSCH 的 DCI 的 PDCCH 的下行链路的子载波间隔, 并且 μ_{UL} 对应于 PUSCH 所针对的上行链路信道的子载波间隔。传输, κ 在 [4, TS 38.211] 的子条款 4.1 中定义。
- 如果 PUSCH 分配的第一个符号仅由 DM-RS 组成, 则 $d_{2,1} = 0$, 否则 $d_{2,1} = 1$ 。
- 如果 HARQ-ACK 在 PUSCH 上复用, 则 $d_{2,2} = 1$, 否则 $d_{2,2} = 0$ 。
- 如果 UE 配置有多个活动分量载波, 则 PUSCH 分配中的第一上行链路符号还包括如 [11, TS 38.133] 中给出的分量载波之间的定时差的影响。
- 如果调度 DCI 触发 BWP 的切换, 则 $d_{2,3}$ 等于 [11, TS 38.133] 中定义的切换时间, 否则 $d_{2,3} = 0$ 。

否则, UE 可以忽略调度 DCI。

参数值 $T_{proc,2}$ 在正常和扩展循环前缀的情况下都使用。

表 6.4-1: PUSCH 定时能力的 PUSCH 准备时间 1

| μ | PUSCH 准备时间 N_2 [符号] |
|-------|-----------------------|
| 0 | 10 |
| 1 | 12 |
| 2 | 23 |
| 3 | 36 |

表 6.4-2: PUSCH 定时能力的 PUSCH 准备时间 2

| μ | PUSCH 准备时间 N_2 [符号] |
|-------|-----------------------|
| 0 | 5 |
| 1 | 5.5 |
| 2 | 11 为频率范围 1 |

附件 A (资料性附录) : 更新记录

| 更新记录 | | | | | | | |
|---------|-------------|------------|------|-----|-----|---|--------|
| 日期 | 会议 | TDoc | CR | Rev | Cat | 主题/评论 | 新版本 |
| 2017-05 | RAN1 #89 | R1-1708892 | - | - | - | 草案框架 | 0.0.0 |
| 2017-07 | AH_1706 | R1-1712016 | | | | 包含直至并包括 RAN1 #AH2 的协议 | 0.0.1 |
| 2017-08 | AH_1706 | R1-1714234 | | | | 包含直至并包括 RAN1 #AH2 的协议 | 0.0.2 |
| 2017-08 | RAN1 #90 | R1-1714596 | | | | 更新了编辑过的版本 | 0.0.3 |
| 2017-08 | RAN1 #90 | R1-1714626 | | | | 更新了编辑过的版本 | 0.0.4 |
| 2017-08 | RAN1 #90 | R1-1715077 | | | | 由 RAN1 #90 批准的版本 | 0.1.0 |
| 2017-08 | RAN1 #90 | R1-1715324 | | | | 纳入包括 RAN1 #90 在内的协议 | 0.1.1 |
| 2017-08 | RAN1 #90 | R1-1715331 | | | | 更新了编辑过的版本 | 0.1.2 |
| 2017-09 | RAN #77 | RP-172001 | | | | 有关全体会议的信息 | 1.0.0 |
| 2017-09 | AH_1709 | R1-1716930 | | | | 纳入包括 RAN1 #AH3 在内的协议 | 1.0.1 |
| 2017-10 | RAN1 #90bis | R1-1718808 | | | | 更新了编辑过的版本 | 1.0.2 |
| 2017-10 | RAN1 #90bis | R1-1718819 | | | | RAN1 #90bis 认可的版本 | 1.1.0 |
| 2017-10 | RAN1 #90bis | R1-1719227 | | | | 纳入包括 RAN1 #90bis 在内的协议 | 1.1.1 |
| 2017-11 | RAN1 #90bis | R1-1720113 | | | | 纳入包括 RAN1 #90bis 在内的协议 | 1.1.2 |
| 2017-11 | RAN1 #90bis | R1-1720114 | | | | 纳入包括 RAN1 #90bis 在内的协议 | 1.1.3 |
| 2017-11 | RAN1 #90bis | R1-1721051 | | | | 通过版本 | 1.2.0 |
| 2017-12 | RAN1 #91 | R1-1721344 | | | | 纳入包括 RAN1 #91 在内的协议 | 1.3.0 |
| 2017-12 | RAN #78 | RP-172416 | | | | 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 |
| 2018-06 | RAN #80 | RP-181172 | 0002 | 1 | F | CR 至 38.214 捕获 RAN1 #92bis 和 RAN1 #93 会议协议 | 15.2.0 |
| 2018-06 | RAN #80 | RP-181257 | 0003 | - | B | CR 到 38.214 捕获与 URLLC 相关的 RAN1 #92bis 和 RAN1 #93 会议协议 | 15.2.0 |
| 2018-06 | RAN #80 | RP-181172 | 0004 | - | F | CR 至 38.214: 根据商定的 Rel 15 功能进行维护 | 15.2.0 |