**文件编号：LTE-HeNB\_(subsystem)\_(module)\_DYCS\_V1.0**

**TD-LTE HeNB协议栈软件系统**

**DCI参数**

**调研报告**

拟制：杜红艳

时间：2012.7.3

**中国科学院计算技术研究所**

**无线通信技术研究中心**

**软件组**

**LTE协议栈研发项目组**

修改记录

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 文件编号 | 版本号 | 拟制人/  修改人 | 拟制/修改日期 | 更改理由 | 主要更改内容  （写要点即可） |
|  | 0.6 | 杜红艳 | 2012-7-3 | 建立 |  |
|  | 1.0 | 杜红艳 | 2012-7-16 | 重新设计 |  |
| 注1：每次更改归档文件（指归档到组内及研究室的文件）时，需填写此表。  注2：文件第一次归档时，“更改理由”、“主要更改内容”栏写“无”。 | | | | | |

修改列表：



本文档的程序或内容受版权法的保护，未经中科院计算所的书面许可，不得擅自泄漏、拷贝或复制本文档资料的全部或部分。

**目录**

[1 引言 1](#_Toc332971867)

[1.1 编写目的 1](#_Toc332971868)

[1.2 背景 1](#_Toc332971869)

[1.3 定义 1](#_Toc332971870)

[1.4 参考资料 1](#_Toc332971871)

[2 下行发送相关参数 3](#_Toc332971872)

[2.1 DLSCH发送相关参数 3](#_Toc332971873)

[2.2 PCH发送相关参数 6](#_Toc332971874)

[2.3 BCH发送相关参数 7](#_Toc332971875)

[3 相关参数介绍 7](#_Toc332971876)

[3.1 LTE资源分配相关参数 7](#_Toc332971877)

[3.1.1 资源分配类型0 8](#_Toc332971878)

[3.1.2 资源分配类型2 8](#_Toc332971879)

[3.2 Downlink Assignment Index 9](#_Toc332971880)

[3.3 PCFICH资源分配相关参数 14](#_Toc332971881)

[3.4 PHICH资源分配相关参数 14](#_Toc332971882)

[3.5 PDCCH资源分配相关参数 15](#_Toc332971883)

[4 附录 21](#_Toc332971884)

[5 问题 23](#_Toc332971885)

**详细设计说明书**

# 引言

## 编写目的

本文档将作为MAC接收模块的代码编写的依据，详细说明了本模块功能、结构、函数定义，以及与其它模块的接口。本说明书的读者为LTE HeNB端MAC接收模块设计、编码人员、测试人员、项目组负责人员、实验室主任及相关项目管理人员。

编写本说明书的目的在于

* 为开发人员提供依据。
* 为修改和维护本系统提供条件。
* 项目负责人将根据本文档计划和控制系统设计、开发的全过程。

## 背景

软件系统名称：TD- LTE HeNB协议栈软件系统

软件开发者：中科院计算所无线通信技术研究中心-LTE协议栈研发项目组

开发语言：C语言

硬件平台：暂无

软件平台：Linux

## 定义

1. **FDD Frequency Division Duplexing**
2. **TDD Time Division Duplexing**
3. **MAC Media Access Control**
4. **UE User Equipment**
5. **HARQ Hybrid Automatic Repeat Request**
6. **UL Uplink**
7. **DL Downlink**

## 参考资料

1. 《TD-LTE HeNB协议栈软件系统MAC\_HARQ模块详细设计说明书》；
2. 《TD-LTE HeNB协议栈软件系统FDD\_MAC子系统概要设计说明书》；
3. 《3GPP TS 36.321, "Medium Access Control (MAC) protocol specification", Rel. 8, V 8.9.0》
4. 《3GPP TS 36.300, "Overall description", Rel. 8, V 8.b.0》
5. 《3GPP TS 36.331, "Radio Resource Control (RRC)", Rel. 8, V 8.9.0》

# 下行发送相关参数

## DLSCH发送相关参数

Dlsch数据包括：

1. ccch/dcch/tcch 映射到 dlsch的控制面数据(rrc消息)、用户面数据(普通用户数据、随机接入响应、随机接入竞争性解决消息)
2. bcch 映射到 dlsch的SIB1、SI(含SIB2-SIB13)

Dlsch数据发送，需要配置对应的DCI参数、dlsch数据相关参数。

* 下面为下行数据发送时pico物理层所需要的DCI PDU数据。

/\*! \ingroup DLDCIPDU \*/

#define L1DLDCIPDU\_T 8

/\*! \brief DL DCI PDU message structure

\* \ingroup DLDCIPDU \*/

typedef union

{

uint32\_t raw[L1DLDCIPDU\_T];

struct

{

L1DlDciFmt\_e format : 8;/\*DCI格式，1/1A/1B/1C/1D/2/2A\*/

uint8\_t cceInd; /\*检测pdcch的开始CCE号\*/

uint8\_t aggLev;/\*pdcch包含的CCE数目\*/

uint8\_t reserved0;

uint16\_t rnti;/\*UE rnti值\*/

L1DlResAllocType\_e resAllocType : 8;/\*资源分配类型0/1 ，对于dci格式1,2,2A有效\*/

L1DlVrbFlag\_e vrbFlag : 8;/\*dci格式1A/1B/1D有效，虚拟资源分配标记. 0采用集中式资源分配方式 ;1采用分布式资源分配方式\*/

uint32\_t rbCoding;/\*本次发送对应资源分配信息\*/

uint8\_t mcs1;/\* mcs of tb1\*/

uint8\_t rv1; /\*rv of tb1 \*/

uint8\_t ndi1; /\*ndi of tb1 \*/

uint8\_t transToCodeFlag;

uint8\_t mcs2; /\* mcs of tb2\*/

uint8\_t rv2; /\* rv of tb2\*/

uint8\_t ndi2; /\* ndi of tb2\*/

uint8\_t harqProc;/\*harq process number\*/

uint8\_t tpmi;

uint8\_t pmi;

uint8\_t precoding;

uint8\_t tpc;

uint8\_t dlAssign;/\*valid for TDD uplink-downlink configuration 1-6,

valid for dci format:1/1A/1B/1D/2/2A \*/

L1Ngap\_e ngap : 8;/\*指示用于分布式虚拟资源块的gap值, DCI: 1A,1B,1C,1D时有效。若DCI 1A，只有CRC scrambled by RARNTI, P-RNTI, 或SI-RNTI且下行总资源块大于50有效\*/

uint8\_t tbsInd;/\*transport block size index, valid for dci format 1C, value:0-31\*/

uint8\_t dlPowOsFlag;

uint8\_t prachFlag;/\*indicates that prach procedure is initialed, valid for dci format 1A, 0=false;1=true.\*/

uint8\_t preambleInd;/\*preamble index to be used on the PRACH, valid for dci format 1A, value:0-63\*/

uint8\_t prachMaskInd; /\*mask index to be used on the PRACH, valid for dci format 1A, value:0-15\*/

L1Scrambling\_e scrambleType : 8;/\*valid for dci format 1A.for Random Access Procedure initialed by PDCCH order, this field will be 1(C-RNTI) and the Allocate PRACH flag (prachFlag)will be TRUE\*/

};

} L1DlDciPdu\_t;

/\*! \brief Downlink DCI formats

\* \ingroup DLDCIPDU \*/

typedef enum

{

L1DlDciFmt1 = 0x00,

L1DlDciFmt1A = 0x01,

L1DlDciFmt1B = 0x02,

L1DlDciFmt1C = 0x03,

L1DlDciFmt1D = 0x04,

L1DlDciFmt2 = 0x05,

L1DlDciFmt2A = 0x06,

} L1DlDciFmt\_e;

/\*! \brief DL Resource allocation type

\* \ingroup DLCONFIG \*/

typedef enum

{

Type0 = 0x00,

Type1 = 0x01,

Type2 = 0x02,

Type2\_1C = 0x03,

} L1DlResAllocType\_e;

/\*! \brief DL Virtual Resource block assignment flag

\* \ingroup DLCONFIG \*/

typedef enum

{

Local = 0x00,

Dist = 0x01,

} L1DlVrbFlag\_e;

/\*! \brief NGAP values

\* \ingroup DLDCIPDU \*/

typedef enum

{

L1Ngap1 = 0x00,

L1Ngap2 = 0x01,

} L1Ngap\_e;

/\*! \brief Scrambling types

\* \ingroup DLDCIPDU \*/

typedef enum

{

L1C\_RNTI = 0x01,

L1RA\_P\_SI\_RNTI = 0x02,

} L1Scrambling\_e;

* 下面为下行数据发送时pico物理层所需要的DLSCH pdu数据。

/\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*/

/\*! \ingroup DLSCHPDU \*/

#define L1DLSCHPDU\_T 6

/\*! \brief DL SCH PDU message structure

\* \ingroup DLSCHPDU \*/

typedef union

{

uint32\_t raw[L1DLSCHPDU\_T];

struct

{

uint16\_t len;/\*mac pdu length\*/

uint16\_t pduInd;

uint16\_t rnti;

L1DlResAllocType\_e resAllocType : 8;/\*resource allocate type\*/

L1DlVrbFlag\_e vrbFlag : 8;/\*virtual resource block assignment flag\*/

uint32\_t rbCoding;/\*\*/

L1Ngap\_e ngap : 8;

L1DlMcs\_e mcs : 8;/\*mcs/0:qpsk; 1:16QAM; 2:64QAM\*/

uint8\_t rv;/\*harq redundancy version.0-3\*/

uint8\_t numTprtBlks;/\*number of transport blocks\*/

uint8\_t reserved0;

L1DlTransScheme\_e txScheme : 8;/\*transmission scheme\*/

uint8\_t numLayers;

uint8\_t codeBookInd;/\*valid for transmission scheme =3,4,5\*/

uint8\_t ueCategory;/\*ue capabilities category\*/

L1Pa\_e pA : 8;

uint8\_t deltaPowOs;

uint8\_t reserved1;

};

} L1DlSchPdu\_t;

/\*! \brief Transmission Scheme for DL

\* \ingroup DLCONFIG \*/

typedef enum

{

SingleAntPort0 = 0x00,

TxDiversity = 0x01,

LargeDelayCdd = 0x02,

CLSpatialMult = 0x03,

MultiUserMimo = 0x04,

CLRank1PreCode = 0x05,

SingleAntPort5 = 0x06,

} L1DlTransScheme\_e;

## PCH发送相关参数

pch数据为：pcch 映射到 pch的寻呼消息。

* 下面为下行数据发送时pico物理层所需要的PCH pdu参数。

/\*! \ingroup DLPCHPDU DL PCH PDU message structure \*/

#define L1DLPCHPDU\_T 6

/\*! \brief DL PCH PDU message structure

\* \ingroup DLPCHPDU \*/

typedef union

{

uint32\_t raw[L1DLPCHPDU\_T];

struct

{

uint16\_t len;

uint16\_t pduInd;

uint16\_t pRnti;

L1DlResAllocType\_e resAllocType : 8;

L1DlVrbFlag\_e vrbFlag : 8;

uint32\_t rbCoding;

L1Ngap\_e ngap : 8;

L1DlMcs\_e mcs : 8;

uint8\_t rv;

uint8\_t numTprtBlks;

uint8\_t reserved0;

L1DlTransScheme\_e txScheme : 8;

uint8\_t numLayers;

uint8\_t reserved1;

uint8\_t reserved2;

L1Pa\_e pA : 8;

uint16\_t reserved3;

};

} L1DlPchPdu\_t;

## BCH发送相关参数

bch数据为：bcch 映射到 bch的MIB系统消息。

* 下面为下行数据发送时pico物理层所需要的BCH pdu参数。

/\*! \ingroup DLBCHPDU \*/

#define L1DLBCHPDU\_T 2

/\*! \brief BCH PDU message structure

\* \ingroup DLBCHPDU \*/

typedef union

{

uint32\_t raw[L1DLBCHPDU\_T];

struct

{

uint16\_t len;

uint16\_t pduInd;

uint16\_t txPowOs;

uint16\_t reserved;

};

} L1DlBchPdu\_t;

# 相关参数介绍

## LTE资源分配相关参数

PDCCH上的资源分配域由**资源分配头域**以及**实际资源块分配信息**两部分组成。不同资源分配方式与DCI格式的关系如表1所示。

表1 不同资源分配类型与DCI关系

|  |  |
| --- | --- |
| 资源分配类型 | 适用的DCI类型 |
| 类型0 | 1，2，2A，2B |
| 类型1 | 1，2，2A，2B |
| 类型2 | 1A，1B，1C，1D |

资源分配类型0和1采用相同的格式，由1位资源分配头表示。0表示资源分配类型0，1表示资源分配类型1。

### 资源分配类型0

对于资源分配类型0，按照资源块组进行资源分配，资源块组的大小为P，P值参见36.213协议Table7.1.6.1-1。则最多有个物理资源块组，如果 则最后一个RBG包含的PRB为，其余RBG包含P个PRB。具体资源分配时RBG次序与资源分配bitmap位与的对应关系如下：RBG 0到对应于bitmap的MSB(最左位)到LSB(最右位)位。

Table 7.1.6.1-1: Type 0 Resource Allocation RBG Size vs. Downlink System Bandwidth

|  |  |
| --- | --- |
| System Bandwidth | RBG Size |
|  | (*P*) |
| ≤10 | 1 |
| 11 – 26 | 2 |
| 27 – 63 | 3 |
| 64 – 110 | 4 |

### 资源分配类型2

DCI格式IA，1B和1D可以使用集中式分配和分布式分配两种方式，而DCI 1C仅使用分布式分配方式。

在DCI格式IA，1B和1D中，通过资源指示值（RIV），可以计算资源分配中对应的RB起始值以及分配的RB长度。具体计算公式如下：

若，

则 （1）

否则 （2）

其中为本次分配资源块的开始；为所分配的资源块长度； ≥ 1不能超过.

对于具有DCI格式1C类型2的资源分配域资源指示值(*RIV*)，对于一个资源块起点(=, , ,…, )以及连续分配的资源块长度(=, ,…, )。资源指示值(*RIV*)定义如下，

如果  then



否则



其中 ,  and 。

其中≥ 1不能超过 。

的值与下行带宽的关系见36.213协议Table 7.1.6.3-1。

Table 7.1.6.3-1:  values vs. Downlink System Bandwidth

|  |  |
| --- | --- |
| System BW () |  |
| DCI format 1C |
| 6-49 | 2 |
| 50-110 | 4 |

## Downlink Assignment Index

此参数针对 TDD上下行配置1-6的。

* DCI格式为0

对于 TDD配置1-6 ，在子帧 中收到的DCI0里的DAI 值对应指示UE在所有(其中) 子帧的PDSCH(包括所有子帧中有PDCCH、没有PDCCH(下行SPS)指示的下行发送帧)和PDCCH指示下行SPS释放的总子帧数。 (见36.213中 Table 7.3-Y)。

 指所有子帧中PDSCH发送 (包含有PDCCH分配、没有PDCCH分配(下行SPS)的下行帧) 和PDCCH指示下行SPS释放的总子帧数。如果基站对UE既没有PDSCH发送，也没有PDCCH指示下行SPS释放，如果基站发向UE发送DCI0，则UE希望收到DCI0中值为4，这是因为根据Table 7.3-X，PDSCH发送数与PDCCH指示SPS释放总数为0对应值为4。

* DCI格式为1/1A/1B/1D/2/2A/2B

对于TDD UL-DL 配置1-6， DCI格式1/1A/1B/1D/2/2A/2B中DAI值对应指示到当前子帧(在子帧，) 时累计总的PDCCH的总数(包括对PDSCH的分配、PDCCH指示下行SPS释放)。 下面在公式中出现的标号表示子帧时(其中  是36.213 Table 10.1-1:集合 中最小值) UE在PDCCH DCI 格式1/1A/1B/1D/2/2A/2B中的DAI对应值。值参考协议36.213 Table 7.3-X。

对TDD 所有UL-DL配置，是所有子帧()UE收到的PDCCH发送数的总和(包括有PDCCH指示的PDSCH下行发送、PDCCH指示下行SPS释放) 。(值为0或1)，表示在子帧，有PDSCH发送但没有对应PDCCH指示(SPS发送)的次数。

Table 7.3-X: Value of Downlink Assignment Index

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DAI MSB, LSB | or | Number of subframes with PDSCH transmission and with PDCCH indicating DL SPS release |
| 0,0 | 1 | 1 or 5 or 9 |
| 0,1 | 2 | 2 or 6 |
| 1,0 | 3 | 3 or 7 |
| 1,1 | 4 | 0 or 4 or 8 |

Table 7.3-Y: Uplink association index *k*’ for TDD

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TDD UL/DL Configuration** | **DL subframe number *n*** | | | | | | | | | |
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| 1 |  |  | 6 | 4 |  |  |  | 6 | 4 |  |
| 2 |  |  | 4 |  |  |  |  | 4 |  |  |
| 3 |  |  | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  | 4 | 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  | 7 | 7 | 5 |  |  | 7 | 7 |  |

* 对于TDD ACK/NACK bundling 或 ACK/NACK multiplexing ，当一个子帧 在 时，对于所有的个PDSCH 的ACK/NACKs 和 PDCCH指示下行SPS释放的响应ACK，UE通过对每个codeword上M位进行逻辑与，在一个上行子帧产生一或两个ACK/NACK位。 (M指36.213协议中Table 10.1-1集合K中元素数 )。UE会检测是否至少一个下行分配被丢失， 对于UE在PUSCH上发送的情形，UE还会判断参数  值。
* 对于TDD UL-DL配置0 ：在子帧(其中 )，如果UE 检测到有PDSCH发送(无论有或没有PDCCH发送) ，则值为1。
* 对于TDD UL-DL 配置 1-6，在子帧n 当UE 在PUSCH上没有数据发送时，如果  and  ，则UE认为至少有一个下行分配(数据)丢失。
* 对于TDD UL-DL 配置 1-6 ，UE在PUSCH上发数据并且PUSCH发送是基于 PDCCH上检测到的DCI0。如果 则UE检测到至少一个下行分配已经丢失，UE会对所有codewords产生NACK。 其中UE端  设置为：。如果UE 检测到没有下行分配丢失，设置为。 如果 and ， UE不发任何ACK/NACK。
* 对于TDD UL-DL 配置 1-6 ，如果UE在PUSCH上发送数据，但PUSCH发送不是基于PDCCH上DCI0(上行SPS)。如果 and ，UE检测到至少一个下行分配被丢失，UE会对所有 codewords 产生NACK。UE确定作为分配子帧的总数。如果，UE不发送ACK/NACK。
* TDD ACK/NACK bundling, UE配置为发送模式3, 4或 8

对于TDD ACK/NACK bundling ，如果UE配置为发送模式3, 4或 8(36.213 7.1节) ACK/NACK位在PUSCH上发送， UE会产生两个 ACK/NACK位，如果两个codeword 0 和 1都在使用。 如果UE检测到在复用的子帧上PDSCH发送只与codeword 0有关， UE会对codeword 1产生NACK 。

* 对于TDD ACK/NACK multiplexing情况，在子帧 其中 

对于TDD ACK/NACK multiplexing情况，在子帧 其中 ， 一个DL 子帧内的ACK/NACK 是对多个 codewords的逻辑与(spatial ACK/NACK bundling across multiple codewords within a DL subframe)。

若UE 在PUSCH上发送数据，UE要决定在子帧 *n* PUSCH上发送的ACK/NAK 反馈位 的数目，和ACK/NACK 反馈位 , 。

* 如果PUSCH发送是基于PDCCH上检测到的DCI0，则。否则，如果并且 ，这种情况 UE不发送ACK/NACK。 对于 spatially bundled ACK/NACK所对应在子帧 的PDCCH发送(包含有PDCCH指示PDSCH或PDCCH指示下行SPS释放的情形)，对应一个 值。其中*DAI(k)*指子帧检测到的 DCI format 1A/1B/1D/1/2/2A/2B中的 DAI 值。

若时，对应于没有PDCCH指示PDSCH下行发送的ACK/NACK响应映射到 。

ACK/NACK响应对应的下行帧，若没有任何检测到的PDSCH发送，或没有检测到的PDCCH指

示下行SPS释放，相应的ACK/NACK响应位设为NACK。

* 如果PUSCH发送不是基于PDCCH上检测到的DCI0， 则，并且 与spatially bundled ACK/NACK对应的DL subframe  有关。ACK/NACK响应对应的下行帧，若没有任何检测到的PDSCH发送，或没有检测到的PDCCH指示下行SPS释放，相应的ACK/NACK响应位设为NACK。若 ，UE不发任何ACK/NACK响应。

举例说明：

对于TDD上下行帧配置2(DSUDDDSUDD)的情况下，设当前系统帧为Nsys：

1. DCI0中DAI配置。

在当前系统帧为Nsys的子帧2(有上行相关dci0发送的时刻)时发送的DCI0中DAI对应一个值，为系统帧Nsys-1的子帧4,5,6,8时刻UE的PDSCH发送数和PDCCH指示下行SPS释放数的总数；

1. DCI格式1/1A/1B/1D/2/2A/2B中DAI对应。

在系统帧Nsys的子帧4时指，在系统帧Nsys的子帧4有PDCCH指示PDSCH发送或SPS释放的总数；

在系统帧Nsys的子帧5时指，在系统帧Nsys的子帧4、5有PDCCH指示PDSCH发送或SPS释放的总数；

在系统帧Nsys的子帧6时指，在系统帧Nsys的子帧4、5、6有PDCCH指示PDSCH发送或SPS释放的总数；

在系统帧Nsys的子帧8时指，在系统帧Nsys的子帧4、5、6、8有PDCCH指示PDSCH发送或SPS释放的总数；

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **DL subframe number *n*** | | | | | | | | | |
| **TDD UL/DL Configuration** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| 2 | D | S | U | D | D | D | S | U | D | D |
|  |  |  | 4 |  |  |  |  | 4 |  |  |
|  |  |  | 8,7,4,6 |  |  |  |  | 8,7,4,6 | **4** |  |
|  |  |  |  |  | **↓（n-8）**  **n:sfn2** | **↓（n-7）n:sfn2** | **↓（n-6）n:sfn2** |  | **↓（n-4）**  **n:sfn2** | **↓（n-8）**  **n:sfn7** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **TDD UL/DL Configuration** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| 2 | D | S | U | D | D | D | S | U | D | D |
|  |  |  | 4 |  |  |  |  | 4 |  |  |
|  |  |  | **K**  **8,7,4,6** | 4 |  |  |  | **K**  **8,7,4,6** |  |  |
|  | **↓（n-7）n:sfn7** | **↓（n-6）n:sfn7** | **↑**  **sfn2** | **↓（n-4）n:sfn7** |  |  |  | **↑**  **sfn2** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

说明：

关于：

1. 对于 TDD配置1-6 ，在子帧 中收到的DCI0里的DAI 值对应代表：UE在所有(其中) 子帧的PDSCH(包含有PDCCH指示的下行发送、没有PDCCH指示的下行发送—下行SPS)和PDCCH指示下行SPS释放的总子帧数。 (见36.213中 Table 7.3-Y)。
2. 如果基站对UE既没有PDSCH发送，也没有PDCCH指示下行SPS释放，UE希望收到DCI0中DAI值为3，即其对应的值为4， (根据36.213 Table 7.3-X)

UE根据DAI值确定是否进行ACK/NACK反馈的方法为：

对于TDD UL-DL 配置 1-6 ，UE在PUSCH上发数据并且PUSCH发送是基于 PDCCH上检测到的DCI0，如果 and (对应DCI0中DAI为3)， UE不发任何ACK/NACK。

关于：

1. DCI格式1/1A/1B/1D/2/2A/2B中DAI值对应表示到当前子帧(在子帧，) 时累计总的PDCCH的总数(包括有PDCCH指示的PDSCH下行发送、PDCCH指示下行SPS释放)。

## PCFICH资源分配相关参数

PCFICH中承载了PDCCHs占用的OFDM符号，PDCCH所占的时域资源symbol个数见表6.7-1（36.211）所示。

表6.7-1: Number of OFDM symbols used for PDCCH.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Subframe | Number of OFDM symbols for PDCCH when | Number of OFDM symbols for PDCCH when |
| Subframe 1 and 6 for frame structure type 2 | 1, 2 | 2 |
| MBSFN subframes on a carrier supporting both PMCH and PDSCH for 1 or 2 cell specificc antenna ports | 1, 2 | 2 |
| MBSFN subframes on a carrier supporting both PMCH and PDSCH for 4 cell specific antenna ports | 2 | 2 |
| MBSFN subframes on a carrier not supporting PDSCH | 0 | 0 |
| All other cases | 1, 2, 3 | 2, 3, 4 |

疑问：

PCFICH占用的物理资源数如何确定？

PCFICH使用下行子帧的第一个symbol，即l=0。分布式分布在下行子帧的一个symbol的全部频宽上，共需要表达32个比特的内容，采用QPSK调制，即需要16个symbol，即4个REG；

## PHICH资源分配相关参数

PHICH信道承载HARQ的ACK/NAK信息。多个PHICH映射到相同的资源元素上，形成PHICH组，其中在同一组中的PHICH通过不同的正交序列来区分。PHICH资源由序号组来表示，其中为PHICH组序号，为组内的正交序列序号。

对类型1的帧结构，PHICH组数目在所有子帧中是不变的，由下式给定：



其中由高层提供。序号的范围为0到。

对类型2的帧结构，PHICH组的个数在下行子帧中会变化，定义为，其中由3GPP 36.211协议表6.9-1给出，由上述的定义给出。下行子帧中非0的PHICH资源序号的范围为0到。

Table 6.9-1: The factor  for frame structure type 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uplink-downlink configuration | Subframe number | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 2 | 1 | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - |
| 1 | 0 | 1 | - | - | 1 | 0 | 1 | - | - | 1 |
| 2 | 0 | 0 | - | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 1 | - | - | 1 |

疑问：

PHICH每个组，使用的REG数如何确定？

每个PHICH Group包含3个REG。

## PDCCH资源分配相关参数

LTE定义了两个专用的控制信道资源单位：

* RE组(RE Group，REG)

1个REG由位于同一OFDM符号上的4个或6个相邻的RE组成，但其中可用的RE数目只有4个，6个RE组成的REG中包含了两个参考信号，而参考信号RS所占用的RE是不能被控制信道的REG使用的。协议中（36.211）还特别规定，对于只有一个小区专用参考信号的情况，从REG中RE映射的角度，要假定存在两个天线端口，所以存在一个REG中包含4个或6个RE两种情况。具体REG在36.211 6.2.4节中定义如下：

资源元素组用资源元素的索引对表示，在一个资源元素组中，所有的元素有相同的时域索引，组内最低频域索引为。资源元素组中的资源元素的集合取决于小区专用参考信号配置的个数，REG基于小区的参考信号的配置描述如下，其中, ：

一个子帧的第一个时隙的第一个OFDM符号里，物理资源块中的两个资源元素组包含资源元素 ，和，。

一个子帧的第一个时隙的第二个OFDM符号里，当配置一个或两个基于小区专用参考信号时，物理资源块中的三个资源元素组包含资源元素， 和， 以及， 。

一个子帧的第一个时隙的第二个OFDM符号里，当配置四个基于小区专用参考信号时，物理资源块中的两个资源元素组包含资源元素，和，。

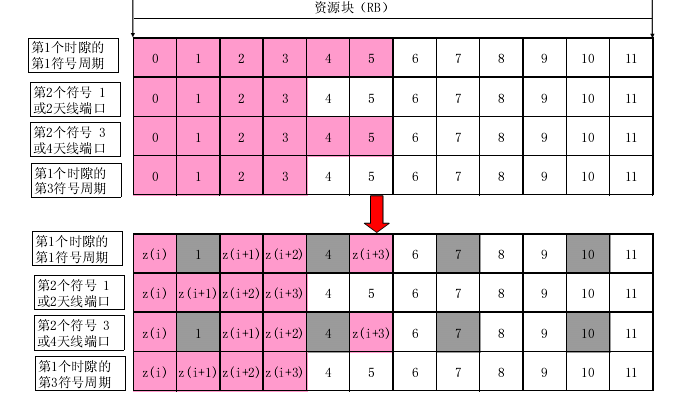
一个子帧的第一个时隙的第三个OFDM符号里，物理资源块中的三个资源元素组包含资源元素，和，，以及，。

在正常循环前缀CP时，每个子帧的第一个时隙的第四个OFDM符号中，物理资源块中的三个资源元素组包含资源元素，和，，以及，。

在扩展循环前缀时E-CP，每个子帧的第一个时隙的第四个OFDM符号中，物理资源块中的两个资源元素组包含资源元素，和，。

根据符号组到由资源元素表示的资源元素组映射为：

元素映射到资源元素组的资源元素上，四元组符号按照和的序映射(除去参考信号)， 用于基于小区的参考信号上。在配置一个小区专用参考信号，在进行映射时，假设同时存在天线端口0与天线端口1上的小区专用参考信号，将一个符号组映射到一个REG，除此之外，小区专用参考信号的个数被假定为 与用于小区特定参考信号的实际天线端口个数相同。UE不会假定 认为资源元素应该为参考信号保留，而不是用于发送一个参考信号。



* 控制信道单元(Control Channel Element，CCE)。

一个CCE由9个REG构成。定义REG这样的资源单位，主要是为了有效地支持PCFICH、PHICH等数据率很小的控制信道的资源分配，也就是说，PCFICH，PHICH的资源分配是以REG为单位的；而定义相对较大的CCE，是为了用于数据量相对较大的PDCCH的资源分配。

UE一般不知道当前PDCCH占用的CCE的数目大小，传送的是什么DCI format的信息，也不知道自己需要的信息在哪个位置。但是UE知道自己当前在期待什么信息，例如在Idle态UE期待的信息是paging, SI；发起Random Access后期待的是RACH Response；在有上行数据等待发送的时候期待UL Grant等。对于不同的期望信息UE用相应的X-RNTI去和CCE信息做CRC校验，如果CRC校验成功，那么UE就知道这个信息是自己需要的，也可以进一步知道相应的DCI format，调制方式，从而解出DCI内容。这就是所谓的盲检过程。

如果UE按照CCE的顺序依次搜索过去，那么UE侧的计算量是相当可观的，尤其是对于带宽比较大，CCE数目比较多的系统。为此协议中定义了搜索空间的概念，对系统中不同格式的PDCCH可能的摆放位置进行了一些限制，降低了UE进行盲检的复杂度。每个不同格式的PDCCH，对应不同的搜索空间。对于CCE数目为N的PDCCH，其起始位置的CCE号必须是N的整数倍。而且对于不同大小的PDCCH，其搜索空间的大小（定义为搜索需要覆盖的CCE数目，也就是可能的搜索位置数目与PDCCH格式对应的CCE数目之积）并不相同。更进一步，LTE中还划分了公共搜索空间（Common Search Space）和UE特定搜索空间（UE-Specific Search Space）。36.213协议Table 9.1.1-1给出了不同搜索空间对应PDCCH Aggregation level及搜索次数。

Table 9.1.1-1: PDCCH candidates monitored by a UE.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Search space | | | Number of PDCCH candidates  (候选PDCCH数) |
| Type | Aggregation level  (CCE数目) | Size [in CCEs]  (搜索空间总大小) |
| UE-specific | 1 | 6 | 6 |
| 2 | 12 | 6 |
| 4 | 8 | 2 |
| 8 | 16 | 2 |
| Common | 4 | 16 | 4 |
| 8 | 16 | 2 |

所谓公共搜索区间是指所有UE都需要监听的区间，通常用来发送寻呼，RAR，系统消息，以及部分UE公用的上行功率控制消息等。公共搜索区间占据从0开始到最大数目为16的CCE，公共搜索区间内的PDCCH只有4CCE和8CCE两种类型的大小，UE需要在公共搜索区间内，从0开始，按CCE粒度为8进行搜索2次，按CCE粒度为4搜索4次，至多需要进行6次PDCCH的搜索。

LTE系统中，可用于PDCCH的CCE数目取决于系统带宽，PHICH配置，天线端口数，PCFICH配置等。上述因素确定后，PDCCH的CCE数目就可以确定，公共搜索区间就可以随之确定，从0开始占据至多16个CCE。公共搜索区间不随子帧的变化而变化。UE特定的搜索区间则不同，UE特定的搜索空间的起始点取决于UE的ID（C－RNTI），子帧号，以及PDCCH的类型，因而，随着子帧的不同，UE特定的搜索空间也有所不同。而且UE特定的搜索空间和公共的搜索空间有可能是重叠的。对于大小为N的PDCCH，在某一子帧内，对应某UE的特定搜索区间的起点就可以确定（起点可能落入公共搜索区间的范围内），UE从起始位置开始，依次进行对应大小PDCCH的盲检（也就是满足大小为N的PDCCH，其起始点的CCE号必须为N的整数倍），至多进行的盲检数目见Table 9.1.1-1，此时如果到了CCE的末端，UE特定的搜索空间有可能从CCE 0 开始，继续进行。从Table 9.1.1-1可以看出，在UE特定的搜索区间内，UE需要进行的搜索次数至多为16。

对于公共搜索区间和UE特定搜索区间重叠的情形，如果UE已经在公共搜索区间成功检测，那么UE可以跳过重叠部分对应的特定搜索区间。UE在PDCCH搜索空间进行盲检时，只需对可能出现的DCI进行尝试解码，并不需要对所有的DCI格式进行匹配。

控制信道域由一系列的CCE组成，可以把这些CCE进行编号为0到，其中

是子帧k的控制信道域的CCE总数。UE需要在非DRX子帧下监听一组候选PDCCH，监听就意味着，UE必须按照每一个监听的DCI格式解码每一个PDCCH。

这一组监听的候选PDCCH通过搜索空间来定义，而在一个aggregation level 

的一个搜索空间由一组候选PDCCH定义，搜索空间候选PDCCH m对应的CCE由

下式给出：



其中在下面定义，，。为一个特定搜索空间中的候选PDCCH数目。

对应公共搜索空间，在两种aggregation levels *L*=4 与 *L*=8时，都设置为0。

对于UE专属的在任何aggregation levels下的搜索空间，定义如下：



其中, ,  and ,  为在一个无线帧中的时

隙编号（0~19），为相应的RNTI值，例如某一个UE的C-RNTI。

**举例：**

假如=1，则=0， = 100， =100，可得：



= (39827\*100)mod 65537

= 50480

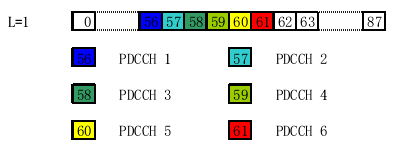
假设 = 88，可得到相应的CCE索引：

i = 0 并且，对于L=1, =6，每个候选PDCCH占用1个CCE：



= 

= 1\*56 +0

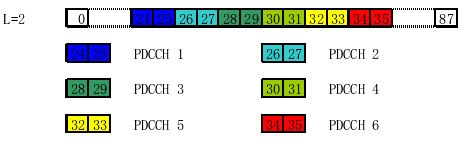


i = 0,1 并且，对于*L*=2, =6，每个候选PDCCH占用2个CCE：



= 

= 2\*12 + *i*



PDCCH的四种格式如下表。

Table 6.8.1-1: Supported PDCCH formats.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| PDCCH format | Number of CCEs | Number of resource-element groups | Number of PDCCH bits |
| 0 | 1 | 9 | 72 |
| 1 | 2 | 18 | 144 |
| 2 | 4 | 36 | 288 |
| 3 | 8 | 72 | 576 |

系统存在多少个CCE用于PDCCH传输，它取决于：

1. 天线数：因为不同的天线数导致的参考信号使用情况不一样；
2. 带宽：带宽不同，自然也会不同；
3. PHICH配置：系统配置的PHICH数也会影响到PDCCH使用的CCE数，由于PHICH优先于PDCCH分配，而总CCE数是有限的；
4. PCFICH：它控制使用控制信息占用的符号数，因此会影响到CCE总数。

确定好PDCCH的时域symbol数后，可以计算出PDCCH包含的CCE个数。计算方法为：先映射RS，再映射PCFICH和PHICH，映射的位置和小区配置有关，原则是都尽量配置到不同符号不同载波上，然后对剩下的RE重新格式化，划分REG/CCE，再映射PDCCH。

如带宽20MHz，两天线，normal CP的情况下，根据上表，PDCCH占用1或2或3个symbol。前3个OFDM符号由PCFICH+PHICH+PDCCH+参考信号组成，其中：

1. 两天线情况下第一个OFDM符号有1/3的RE被占用作参考信号，即占用100RB\*12RE/RB\*1/3/4=100REG；
2. PCFICH使用下行子帧的第一个symbol，即l=0。分布式分布在下行子帧的一个symbol的全部频宽上），共需要表达32个比特的内容，采用QPSK调制，即需要16个symbol，即4个REG；
3. PHICH group =NG\*(100/8)（整数，取上限），若NG=1/6，则PHICH group=3，每个PHICH Group包含3个REG，共占用9个REG；

因此，PDCCH占用的REG个数为：100RB\*12RE/RB\*3/4RE/REG-100REG-4REG-9REG=787REG；CCE个数为787/9=87。

# 附录

Table 7.1-5: PDCCH and PDSCH configured by C-RNTI

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Transmission mode | DCI format | Search Space | Transmission scheme of PDSCH corresponding to PDCCH |
| Mode 1 | DCI format 1A | Common and  UE specific by C-RNTI | Single-antenna port, port 0 (see subclause 7.1.1) |
| DCI format 1 | UE specific by C-RNTI | Single-antenna port, port 0 (see subclause 7.1.1) |
| Mode 2 | DCI format 1A | Common and  UE specific by C-RNTI | Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| DCI format 1 | UE specific by C-RNTI | Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| Mode 3 | DCI format 1A | Common and  UE specific by C-RNTI | Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| DCI format 2A | UE specific by C-RNTI | Large delay CDD (see subclause 7.1.3) or Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| Mode 4 | DCI format 1A | Common and  UE specific by C-RNTI | Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| DCI format 2 | UE specific by C-RNTI | Closed-loop spatial multiplexing (see subclause 7.1.4)or Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| Mode 5 | DCI format 1A | Common and  UE specific by C-RNTI | Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| DCI format 1D | UE specific by C-RNTI | Multi-user MIMO (see subclause 7.1.5) |
| Mode 6 | DCI format 1A | Common and  UE specific by C-RNTI | Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| DCI format 1B | UE specific by C-RNTI | Closed-loop spatial multiplexing (see subclause 7.1.4) using a single transmission layer |
| Mode 7 | DCI format 1A | Common and  UE specific by C-RNTI | If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used (see subclause 7.1.1), otherwise Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| DCI format 1 | UE specific by C-RNTI | Single-antenna port; port 5 (see subclause 7.1.1) |
| Mode 8 | DCI format 1A | Common and UE specific by C-RNTI | If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used (see subclause 7.1.1), otherwise Transmit diversity (see subclause 7.1.2) |
| DCI format 2B | UE specific by C-RNTI | Dual layer transmission; port 7 and 8 (see subclause 7.1.5A) or single-antenna port; port 7 or 8 (see subclause 7.1.1) |

下图为下行数据发送时MAC协议、PICO 物理层与UE之间交互处理的流程。



下图为上行数据接收时MAC协议、PICO 物理层与UE之间交互处理的流程。



# 问题

1. PCFICH中表示的 PDCCH占用符号数是从符号0开始还是1开始，即36.211表6.7-1中Number of OFDM symbols for PDCCH，是指PDCCH占用的符号总数还是第几个符号？

(按照讨论结果，应该是符号总数，如1,2,3表示PDCCH占用1或2或3个 OFDM symbol。)

1. 基站l1api的DCI中的CCE index是指PDCCH可能占用的开始CCE号吗（是的）？其值是按照36.213的9.1.1节中公式计算()，还是自行指定？

（按照上周讨论，基站侧应该是按照这个公式，算出CCE index的可能起始值，然后可以乘以L的整数倍）

1. 上面公式中表示子帧k的控制信道域的CCE总数，是否包含PCFICH和PHICH占用的资源？(否)