**文件编号：LTE\_HeNB\_MAC\_RX\_XXSJ\_V1.0**

**TD-LTE HeNB协议栈软件系统**

**MAC接收模块**

**详细设计说明书**

拟制：李亚楠

时间：2010-12-21

**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） |
|  | 1.0 | 李亚楠 | 2010.12.21 | 建立 |  |

修改列表：

无。



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。

[1 引言 1](#_Toc291494135)

[1.1编写目的 1](#_Toc291494136)

[1.2背景 1](#_Toc291494137)

[1.3定义 1](#_Toc291494138)

[1.4参考资料 1](#_Toc291494139)

[2 模块描述 2](#_Toc291494140)

[2.1 模块综述 2](#_Toc291494141)

[2.2 模块接口 3](#_Toc291494142)

[3 模块设计 4](#_Toc291494143)

[3.1 模块结构 4](#_Toc291494144)

[3.2 关键算法 4](#_Toc291494145)

[3.3 函数描述 4](#_Toc291494146)

[3.4 函数调用关系 5](#_Toc291494147)

[4数据描述 5](#_Toc291494148)

[4.1数据结构说明 5](#_Toc291494149)

[4.2全局变量说明 5](#_Toc291494150)

[4.3数据库说明 5](#_Toc291494151)

[5 函数定义 6](#_Toc291494152)

[5.1引用函数描述 6](#_Toc291494153)

[5.2内部函数定义 6](#_Toc291494154)

[ void init\_mac\_rx（void） 6](#_Toc291494155)

[ void cleanup\_mac\_rx（void） 7](#_Toc291494156)

[ void rx\_mac\_msg（void） 7](#_Toc291494157)

[ INT32 unpack\_mac\_pdu（UINT16 rnti, UINT8 \*msg\_p, UINT32 msg\_len） 8](#_Toc291494158)

[ INT32 unpack\_subhdr (UINT8 \*\*pdu\_p, MacSubhdrLst \*mac\_subhdr\_lst\_p, INT16 \*total\_size\_p) 9](#_Toc291494159)

[ INT32 unpack\_payload (UINT16 rnti, UINT8 \*payload\_p, MacSubhdrLst \*mac\_subhdr\_lst\_p, INT32 total\_size) 12](#_Toc291494160)

[6 接口设计 14](#_Toc291494161)

[6.1用户接口 14](#_Toc291494162)

[6.2硬件接口 14](#_Toc291494163)

[6.3软件接口 14](#_Toc291494164)

[ INT32 do\_ulharq (UINT16 rnti, INT8 dec\_result, UINT32 data\_size, 14](#_Toc291494165)

[ UIINT32 rx\_rlc\_pdu（UINT16 rnti, UINT8 lcid, UINT8 \*msg\_p, UINT16 msg\_len） 14](#_Toc291494166)

[ INT32 rcv\_bsr\_ce (UINT16 rnti, UINT16 msg\_len, UINT8 \*msg\_p) 15](#_Toc291494167)

[ INT32 rcv\_phr\_ce (UINT16 rnti, UINT8\* msg\_p) 15](#_Toc291494168)

[ INT32 rcv\_crnti\_ce (UINT16 tc\_rnti, UINT8\* msg\_p) 16](#_Toc291494169)

[7 功能测试设计 17](#_Toc291494170)

[7.1 解析MAC PDU功能测试 17](#_Toc291494171)

[7.2 子头解析功能测试 17](#_Toc291494172)

[7.3 解析净荷功能测试 18](#_Toc291494173)

[8 其他 19](#_Toc291494174)

**详细设计说明书**

# 1 引言

## 1.1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。

## 1.2背景

软件系统名称：TD-LTE HeNB协议栈软件系统

软件开发者：无线通信技术研究中心LTE协议栈研发组

开发语言：C语言

硬件平台：暂无

软件平台：Linux

## 1.3定义

1. SDU：Service Data Unit
2. PDU：Protocal Data Unit
3. PHR：Power Headroom Report
4. BSR：Buffer Status Report
5. C-RNTI：Cell RNTI

## 1.4参考资料

1. 《3GPP TS 36.321, "E-UTRA Radio Resource Control protocol specification", Rel. 8, V 8.8.0》
2. 《LTE\_HeNB协议栈软件系统MAC接收模块概要设计说明书\_v1.0》

# 2 模块描述

## 2.1 模块综述



图1 MAC接收模块位置关系图

MAC接收模块处于MAC层数据收发模块。

MAC接收模块位于MAC子系统数据收发模块中，主要负责上行消息的接收、解析及处理。该模块功能可概括描述为轮训物理层消息队列收到MAC PDU，对PDU进行解复用，将解复用后的SDU数据递交给RLC层，CE信息递交给相应模块。 具体功能列表如下：

MAC接收模块功能

|  |  |
| --- | --- |
| 特性 | 描述 |
| MAC PDU接收 | 轮询MAC消息接收队列，有则进行处理。 |
| MAC PDU解复用 | 对MAC PDU进行解析。 |
| MAC SDU和CE的传递 | 将SDU传递到RLC接收模块；CE递交给相应模块。 |

## 2.2 模块接口



图2 MAC接收模块与其它模块接口关系图

MAC接收模块与其它模块的输入输出关系如图2所示。

* MAC接收模块与RLC接收模块的接口

MAC接收模块向RLC接收模块提供的接口：无

RLC接收模块向MAC接收模块提供的接口：

INT32 rx\_rlc\_pdu（UINT16 rnti，UINT8 lcid，UINT8 \*msg\_p， UINT16 msg\_len）。

* MAC接收模块与Low MAC模块的接口

MAC接收模块向Low MAC模块提供的接口：

全局变量物理层消息接收队列g\_phy\_rx\_msgq。

Low MAC模块向MAC接收模块提供的接口：无

* MAC接收模块与随机接入模块的接口

MAC接收模块向随机接入模块提供的接口：无

随机接入模块向MAC接收模块提供的接口：

INT32 rcv\_crnti\_ce(UINT16 tc\_rnti, UINT8\* msg\_p)。

* MAC接收模块与HARQ模块的接口

MAC接收模块向HARQ模块提供的接口：无

HARQ模块向MAC接收模块提供的接口：

INT32 do\_ulharq(UINT16 rnti, UINT8 dec\_result, UINT32 data\_size, ResourcePhyInfo \*phy\_p)；

* MAC接收模块与上行调度模块的接口

MAC接收模块向上行调度模块提供的接口：无

上行调度模块向MAC接收模块提供的接口：

INT32 rcv\_bsr\_ce(UINT16 rnti, UINT16 msg\_len, UINT8\* msg\_p)；

* MAC接收模块与功率控制模块的接口

MAC接收模块向功率控制模块提供的接口：无

功率控制模块向MAC接收模块提供的接口：

INT32 rcv\_phr\_ce(UINT16 rnti, UINT8\* msg\_p)。

# 3 模块设计



## 3.1 模块结构

本模块主要分为MAC PDU解析子模块。

MAC PDU解析子模块解析UL\_SCH中的MAC PDU数据，MAC PDU解复用后，将SDU递交给RLC的接收模块,CE信息递交给MAC的相关管理模块。

## 3.2 关键算法

无

## 3.3 函数描述

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 函数名 | 功能 | 子模块：部分 |
| INT32 unpack\_mac\_pdu（） | 解析在UL\_SCH上收到MAC PDU | MAC PDU解析 |
| INT32 unpack\_ subhdr（） | 解析MAC PDU子头，将相关信息记录到子头信息链表中 | MAC PDU解析 |
| INT32 unpack\_payload（） | 解析MAC PDU净荷，将CE传递到相关MAC管理子模块，将数据传递到RLC接收模块 | MAC PDU解析 |

## 3.4 函数调用关系



# 4数据描述

## 4.1数据结构说明

子头信息链表

Typedef struct {

NodeType ln；

UINT8 lcid；

UINT16 msg\_len；

} MacSubhdrNode；

Typedef MacSubhdrLst ListType；

对padding子头，不构造MAC子头信息节点。

## 4.2全局变量说明

1、g\_task\_id

本模块初始化时建立的线程，用于不断轮训消息队列。

2、g\_rx\_task\_status

接收线程的状态变量。

3、g\_phy\_rx\_msgq

接收线程轮训的消息队列。

## 4.3数据库说明

无

# 5 函数定义

## 5.1引用函数描述

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **模块名** | **引用函数名** | **函数描述** |
| RLC接收模块 | rx\_rlc\_pdu（） | 调用该接口函数，将解复用的SDU递交给RLC层。 |
| 随机接入模块 | rcv\_crnti\_ce()。 | 调用该接口函数，将接收到的控制信息递交给随机接入模块。 |
| 上行调度模块 | rcv\_bsr\_ce()； | 调用该接口函数，将接收到的上行BSR信息递交给调度模块。 |
| 功率控制模块 | rcv\_phr\_ce | 调用该接口函数，将接收到的上行PHR等控制信息递交给功率控制模块。 |
| HARQ模块 | do\_ulharq()； | 调用该接口函数，对接收到的上行数据进行ACK/NACK反馈。 |

## 5.2内部函数定义

### void init\_mac\_rx（void）

**功能描述**

本模块的主函数。

**输入**

无。

**算法与处理流程**

建立线程，执行函数rx\_mac\_msg（）；

**输出**

无。

**返回**

无。

**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 测试是否能建立线程 |
| 测试输入： | 无 |
| 预期输出： | 在指定的执行函数的起始位置打印信息，并返回 |

### void cleanup\_mac\_rx（void）

**功能描述**

删除进程。

**输入**

无。

**算法与处理流程**

删除进程。

**输出**

无。

**返回**

无

**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 测试是否能删除线程 |
| 测试输入： | 无 |
| 预期输出： | 在指定的执行函数的起始位置打印信息，并返回 |

### void rx\_mac\_msg（void）

**功能描述**

从消息队列中接收消息，对接收到的消息进行解析及反馈。

**输入**

无。

**算法与处理流程**



**输出**

无。

**返回**

无。

**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 输入参数错误情况 |
| 测试输入： | 传入空指针 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |

### INT32 unpack\_mac\_pdu（UINT16 rnti, UINT8 \*msg\_p, UINT32 msg\_len）

**功能描述**

解析MAC PDU。

**输入**

UINT16 rnti：该PDU对应的UE

UINT8 \*msg\_p：指向PDU消息的指针；

UINT32 msg\_len：该PDU消息的长度。

**算法与处理流程**



**输出**

无。

**返回**

0：成功；

-1：失败。

**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 测试是否能完整解析MAC PDU。 |
| 测试输入： | MAC PDU。 |
| 预期输出： | 把净荷和相应信息传递到接口函数中。 |

### INT32 unpack\_subhdr (UINT8 \*\*pdu\_p, MacSubhdrLst \*mac\_subhdr\_lst\_p, INT16 \*total\_size\_p)

**功能描述**

解析MAC子头，将其中的信息记录于链表mac\_subhdr\_lst中。

**输入**

UINT8 \*\*pdu\_p：指向该MAC PDU的双指针；

MacSubhdrLst \*mac\_subhdr\_lst\_p：已经初始化的MAC子头信息链表；

UINT16 \*total\_size\_p：MAC PDU的剩余长度的指针，此时输入为MAC PDU的总长度的地址。

**算法与处理流程**



**输出**

UINT8 \*pdu\_p：此时该指向MAC PDU的净荷起始位置；

MacSubhdrLst \*mac\_subhdr\_lst\_p：含有MAC子头信息节点的链表；

UINT16 \*total\_size\_p：MAC PDU的剩余长度，此时MAC PDU的净荷长度。

**返回**

0：成功；

-1：失败。

**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 输入参数错误情况 |
| 测试输入： | 传入空指针 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试2 | 测试说明： | 解析完子头后，剩余长度小于0； |
| 测试输入： | 总长度小于实际长度 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试3 | 测试说明： | 只有CE，无padding的MAC PDU解析 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试4 | 测试说明： | 只有CE，有插入padding的MAC PDU解析 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试5 | 测试说明： | 只有CE，有普通padding的MAC PDU解析 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试6 | 测试说明： | 只有SDU，子头长度覆盖2字节和3字节，没有padding |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试7 | 测试说明： | 只有SDU，子头长度覆盖2字节和3字节，插入子头为1字节 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试8 | 测试说明： | 只有SDU，子头长度覆盖2字节和3字节，插入子头为2字节 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试9 | 测试说明： | 只有SDU，子头长度覆盖2字节和3字节，普通padding |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |

### INT32 unpack\_payload (UINT16 rnti, UINT8 \*payload\_p, MacSubhdrLst \*mac\_subhdr\_lst\_p, INT32 total\_size)

**功能描述**

解析MAC净荷，将CE递交到各个控制模块，将数据递交给RLC接收模块。

**输入**

UINT16 rnti: RNTI值；

UINT8 \*payload\_p：指向MAC PDU的净荷起始位置的指针；

MacSubhdrLst \*mac\_subhdr\_lst\_p：含有MAC子头信息节点的链表；

UINT16 total\_size：MAC PDU的剩余长度，此时为MAC PDU的净荷长度。

**算法与处理流程**



**输出**

无。

**返回**

0：成功；

-1：失败。

**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 输入参数错误情况 |
| 测试输入： | 传入空指针 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试2 | 测试说明： | 净荷长度小于0 |
| 测试输入： | 剩余长度小于0 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试3 | 测试说明： | CE长度大于MAC PDU剩余长度 |
| 测试输入： | 某个CE长度大于剩余长度 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试4 | 测试说明： | 某个SDU长度大于剩余总长度 |
| 测试输入： | 错误的SDU子头节点 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试5 | 测试说明： | SDU长度为0，但不是说最后一个节点 |
| 测试输入： | 错误的SDU子头节点 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试6 | 测试说明： | 解析CE |
| 测试输入： | MAC子头链表 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试7 | 测试说明： | SDU子头都有长度域 |
| 测试输入： | MAC子头链表 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试8 | 测试说明： | 最后一个SDU子头没有长度域 |
| 测试输入： | MAC子头链表 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |

# 6 接口设计

## 6.1用户接口

无

## 6.2硬件接口

无

## 6.3软件接口

### INT32 do\_ulharq (UINT16 rnti, INT8 dec\_result, UINT32 data\_size,

**ResourcePhyInfo \*phy\_p)**

**功能描述**

接收到上行数据通知上行HARQ实体。

**使用说明**

根据RNTI值找到该UE的上行HARQ进程后，若解码成功回复ACK，不成功回复NACK，并在该上行HARQ进程中标明等待重传。

**输入**

rnti： RNTI值；

dec\_result：解码成功标志；

data\_size：接收数据大小；

phy\_p:这次传输的物理资源信息。

**输出**

无

**返回**

0/1，操作是否成功。

### UIINT32 rx\_rlc\_pdu（UINT16 rnti, UINT8 lcid, UINT8 \*msg\_p, UINT16 msg\_len）

**功能描述**

接收RLC PDU。

**使用说明**

**输入**

UINT16 rnti：该RLC PDU对应的UE；

UINT8 lcid：该RLC PDU的逻辑信道号；

UINT8 \*msg\_p：指向RLC PDU的指针；

UINT16 msg\_len：该RLC PDU的长度。

**输出**

无。

**返回**

0/1，操作是否成功。

### INT32 rcv\_bsr\_ce (UINT16 rnti, UINT16 msg\_len, UINT8 \*msg\_p)

**功能描述**

接收到BSR控制单元用于上行调度。

**使用说明**

**输入**

UINT16 rnti: RNTI值；

UINT16 msg\_len: CE消息长度指示；

UINT8\*msg\_p：BSR控制单元消息指针。

**输出**

无

**返回**

0/1，操作是否成功。

### INT32 rcv\_phr\_ce (UINT16 rnti, UINT8\* msg\_p)

**功能描述**

接收到PHR用于HeNB端进行功率控制，根据RNTI记录该PHR信息。

**使用说明**

**输入**

UINT16 rnti: RNTI值；

UINT8\*msg\_p：PHR控制单元消息指针。

**输出**

无

**返回**

0/1，操作是否成功。

### INT32 rcv\_crnti\_ce (UINT16 tc\_rnti, UINT8\* msg\_p)

**函数描述**

接收到CRNTI控制单元，将分配给TC\_RNTI回收，分配给UE C\_RNTI中的C\_RNTI值。

**输入**

**tc\_rnti**：TC\_RNTI值；

**msg\_p**：C\_RNTI控制单元消息指针；

**输出**

无

**返回**

0/1，操作是否成功。

... ... ... ...

# 7 功能测试设计

本模块主要包括以下功能单元：解析子头功能、解析净荷功能和MAC PDU完整解包功能。

## 7.1 解析MAC PDU功能测试

**功能描述：**

首先解析MAC PDU子头，根据子头信息生成链表，然后根据子头链表中节点内容解析净荷，将净荷传递到有关接口函数。

**所涉及函数及调用关系**



**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 测试是否能完整解析MAC PDU。 |
| 测试输入： | MAC PDU。 |
| 预期输出： | 把净荷和相应信息传递到接口函数中。 |

## 7.2 子头解析功能测试

**功能描述：**

解析MAC PDU子头，根据子头的信息，生成链表，供解析净荷时使用。

**所涉及函数及调用关系**

无

**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 输入参数错误情况 |
| 测试输入： | 传入空指针 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试2 | 测试说明： | 解析完子头后，剩余长度小于0； |
| 测试输入： | 总长度小于实际长度 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试3 | 测试说明： | 只有CE，无padding的MAC PDU解析 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试4 | 测试说明： | 只有CE，有插入padding的MAC PDU解析 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试5 | 测试说明： | 只有CE，有普通padding的MAC PDU解析 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试6 | 测试说明： | 只有SDU，子头长度覆盖2字节和3字节，没有padding |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试7 | 测试说明： | 只有SDU，子头长度覆盖2字节和3字节，插入子头为1字节 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试8 | 测试说明： | 只有SDU，子头长度覆盖2字节和3字节，插入子头为2字节 |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试9 | 测试说明： | 只有SDU，子头长度覆盖2字节和3字节，普通padding |
| 测试输入： | MAC子头 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |

## 7.3 解析净荷功能测试

**功能描述：**

根据子头链表中节点内容解析净荷，将解析结果传递给相应接口。

**所涉及函数及调用关系**



**测试设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试编号** | **测试内容** | |
| 测试1 | 测试说明： | 输入参数错误情况 |
| 测试输入： | 传入空指针 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试2 | 测试说明： | 净荷长度小于0 |
| 测试输入： | 剩余长度小于0 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试3 | 测试说明： | CE长度大于MAC PDU剩余长度 |
| 测试输入： | 某个CE长度大于剩余长度 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试4 | 测试说明： | 某个SDU长度大于剩余总长度 |
| 测试输入： | 错误的SDU子头节点 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试5 | 测试说明： | SDU长度为0，但不是说最后一个节点 |
| 测试输入： | 错误的SDU子头节点 |
| 预期输出： | 打印错误信息，返回 |
| 测试6 | 测试说明： | 解析CE |
| 测试输入： | MAC子头链表 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试7 | 测试说明： | SDU子头都有长度域 |
| 测试输入： | MAC子头链表 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |
| 测试8 | 测试说明： | 最后一个SDU子头没有长度域 |
| 测试输入： | MAC子头链表 |
| 预期输出： | 打印解析结果 |

# 8 其他