



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

代替 GB/T20851.2-2007

## 电子收费 专用短程通信 第2部分：数据链路层

Electronic toll collection—Dedicated short range communication—

Part2: Data link layer

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

本稿完成日期：2017 年 3 月

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 符号和缩略语 ..... 1

5 链路层主要参数 ..... 2

6 信息帧 ..... 2

7 专用通信链路建立与撤销 ..... 4

8 MAC 子层..... 4

9 LLC 子层 ..... 7

附录 A（规范性附录）点对点通信初始化过程示例 ..... 19

参考文献 ..... 21

## 前 言

GB/T XXXXX-XXXX《电子收费 专用短程通信》分为五个部分：

- 第1部分：物理层；
- 第2部分：数据链路层；
- 第3部分：应用层；
- 第4部分：设备应用；
- 第5部分：物理层主要参数测试方法。

本部分为GB/T XXXXX-XXXX的第2部分。

本部分代替GB/T 20851.2-2007《电子收费 专用短程通信 第2部分：链路数据层》，与GB/T 20851.2-2007相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

——修改了标准的范围，在适用于公路电子收费系统基础上，增加了适用于城市道路电子收费系统（见1，2007年版的1）。

——增加了链路层主要参数（见5，2007年版的5）。

——增加了MAC子层的窗口管理机制规定（见8.1）。

本部分由全国智能运输系统标准化技术委员会（SAC/TC268）提出并归口。

本部分起草单位：交通运输部公路科学研究院、北京速通科技有限公司、北京聚利科技股份有限公司、深圳市金溢科技有限公司、上海长江智能数据技术有限公司等。

本部分主要起草人：

## 电子收费 专用短程通信 第2部分：数据链路层

### 1 范围

本部分规定了电子收费专用短程通信数据链路层的关键参数、通信帧、专用通信链路建立、MAC子层、LLC子层等内容。

本部分适用于公路和城市道路电子收费系统，自动车辆识别、车辆出入管理等领域可参照使用。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 7496-1987 信息处理系统 数据通信 高级数据链路控制规程 帧结构（ISO 3309:1984，IDT）

GB/T 20135 智能运输系统 电子收费 系统框架模型

GB/T 20839-2007 智能运输系统 通用术语

GB/T XXXXX.1-XXXX 电子收费 专用短程通信 第1部分：物理层

### 3 术语和定义

GB/T 20839-2007 和 GB/T XXXXX.1-XXXX（《电子收费 专用短程通信 第1部分：物理层》）中界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 符号和缩略语

#### 4.1 符号

下列符号适用于本文件。

V(RB) 接收成败状态变量

V(RI) 接收序列状态变量

V(SI) 发送序列状态变量

#### 4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACK 确认 (Acknowledge)

ACn 有确认的命令/响应 (Acknowledged Command/Response)

BST 信标服务表 (Beacon Service Table)

C/R 命令/响应 (Command/Response) F 结束 (Final)

FCS 帧校验序列 (Frame Check Sequence)

LID 链路标识 (Link Identifier)

LLC 逻辑链路控制 (Logical Link Control)

LPDU 逻辑链路控制协议数据单元 (LLC Protocol Data Unit)

LSDU 逻辑链路控制服务数据单元 (LLC Service Data Unit)

LSB 最低有效位 (Least Significant Bit)

MSB 最高有效位 (Most Significant Bit)

M 修改功能位 (Modifier function bit)

MAC 媒体访问控制 (Medium Access Control)

OBU 车载单元 (On Board Unit)

PDU 协议数据单元 (Protocol Data Unit)  
P/F 询问/终止 (Poll/Final)  
R 响应 (Response)  
RSU 路侧单元 (Roadside Unit)  
UI 无编号信息 (Unnumbered information)  
VST 车辆服务表 (Vehicle Service Table)

5 链路层主要参数

链路层主要参数见表1。

表1 链路层主要参数

参数	参数定义	参数取值
T1	下行链路帧与后面相邻的上行链路帧的最短间隔时间	160 μ s
T2	上行链路帧与后面相邻下行链路帧的最短间隔时间	32 μ s
Tu	公共上行链路窗口持续时间	3ms
N1	专用链路建立请求延时计数器	0~2
T4a	一个专用上行链路窗口发送开始前的最大时间	7.44ms
T4b	一个公共上行链路窗口发送开始前的最大时间	480 μ s
N3	内部传送计数器	—
N4	确认定时器	—
注：本部分对N3、N4的参数取值不做规定。		

6 信息帧

6.1 信息帧格式

数据链路层信息交互应以帧形式进行，帧包含 MAC 地址、MAC 控制域、LPDU（可选）和帧校验几部分。根据 LPDU 的类型又分为含命令 LPDU 的帧和含响应 LPDU 的帧，分别见图 1 和图 2。

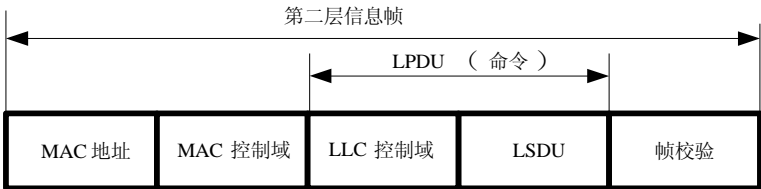


图1 含命令 LPDU 的信息帧结构

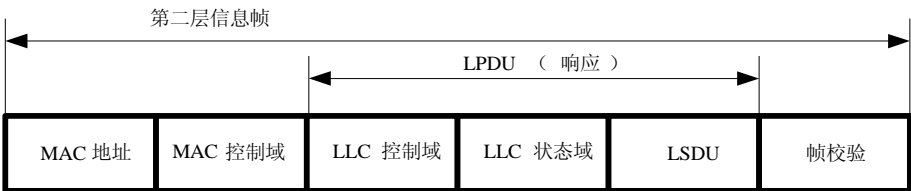


图2 含响应 LPDU 的信息帧结构

不包含 LPDU 域的帧结构见图 3。



图3 不包含 LPDU 域的帧结构

## 6.2 帧封装方式

### 6.2.1 帧封装格式

信息帧采用同步传输方式，帧封装格式见图4。

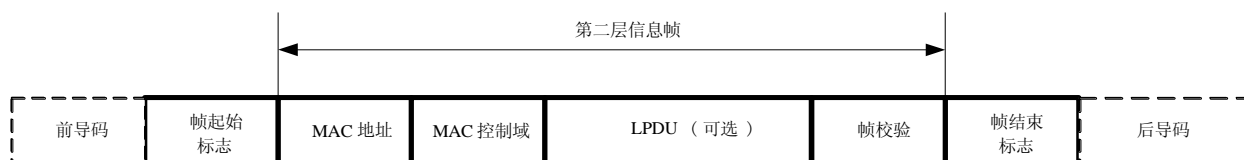


图4 第二层信息帧封装格式

### 6.2.2 帧起始标志和帧结束标志

帧起始标志和帧结束标志格式均为二进制序列 0111 1110。

前一帧的帧结束标志不能作为后一帧的帧起始标志。

如果接收端收到多个连续的帧起始标志，则以最后一个作为帧的起始。

### 6.2.3 前导码和后导码

前导码和后导码的规定见 GB/T XXXXX.1—XXXX（《电子收费 专用短程通信 第1部分：物理层》）的 5.2 和 5.3。

### 6.2.4 透明传输

帧起始标志和帧结束标志间的信息，不含帧起始标志和帧结束标志，都应进行插 0 处理，过程如下。

发送端连续发送五个“1”后插入一个“0”。

接收端连续收到五个“1”时检查第六个比特。如果第六个比特为“0”，则删除该“0”；如果为“1”，则检查第七个比特。如果第七个比特为“0”，表示起始或者结束标志；如果为“1”，则接收端视该信息帧为无效帧，并舍弃。

### 6.2.5 MAC 地址

媒体访问地址分为广播 MAC 地址和专用 MAC 地址。广播 MAC 地址用于 RSU 对所有 OBU 的访问；专用 MAC 地址用于对某特定 OBU 的访问。

广播 MAC 地址取值应为 32 位全“1”比特：0xFFFFFFFF；专用 MAC 地址取值应为 32 位非全“1”比特。

## 6.3 MAC 控制域

### 6.3.1 下行链路的 MAC 控制域

下行链路的 MAC 控制域由 RSU 发送的帧使用。格式见表 2。

表2 下行链路 MAC 控制域

比特位	标识符	含义	取值
7	D/U	方向标识符	0: 下行链路
6	L	LPDU是否存在	1: 存在; 0: 不存在
5	C/R	命令/响应	0: 命令

表 2 下行链路 MAC 控制域（续）

比特位	标识符	含义	取值
4	Q	广播信息，只有MAC地址为全1才有效	0: 不寻求建立专用链路; 1: 寻求建立专用链路

3—0	—	保留	—
-----	---	----	---

6.3.2 上行链路的 MAC 控制域

上行链路的 MAC 控制域由 OBU 发送的帧使用。格式见表 3。

表3 上行链路 MAC 控制域

比特位	标识符	含义	取值
7	D/U	方向标识符	1: 上行链路
6	L	LPDU是否存在	1: 存在; 0: 不存在
5	C/R	命令/响应	1: 响应
4—0	—	保留	—

6.4 LPDU 格式

LPDU 格式见 9.3。

6.5 帧校验序列

帧结束标志前应有 16 比特的 FCS。FCS 的计算范围包括 MAC 地址、MAC 控制域和 LPDU。

FCS 应符合 GB/T 7496 中定义的 16 比特帧校验序列。生成多项式为  $X^{16}+X^{12}+X^5+1$ ，使用的初始值是 0xFFFF。

6.6 比特顺序

帧起始标志、帧结束标志、MAC 地址、MAC 控制域和 LPDU 应先传送 LSB。FCS 应从 MSB 开始传送。

7 专用通信链路建立与撤销

7.1 专用通信链路建立

RSU 与 OBU 之间的通信支持广播和点对点两种方式。

广播方式下，RSU 与 OBU 之间不需要建立专用通信链路，以广播 MAC 地址作为链路标识，所有 OBU 都能接收 RSU 发出的信息。

点对点方式下，RSU 与 OBU 之间需建立专用通信链路，该链路以专用 MAC 地址作为唯一标识。专用链路的建立过程如下：

- a) RSU 周期性广播 Q 为 1 的特定信息；
- b) 通信区域内 OBU 收到该信息后，随机延时 N1 个时间单位  $T_u$ ；
- c) OBU 发送包括其 MAC 地址的信息到 RSU；
- d) RSU 确认收到合法帧后，登记对应的 OBU MAC 地址，并以该 MAC 地址与对应的 OBU 通信；
- e) OBU 收到带本 OBU MAC 地址的下行链路帧后，专用链路建立成功。

点对点方式下专用链路建立过程实例见附录 A。

7.2 专用通信链路撤销

专用通信链路的撤销以及 RSU 对 OBU MAC 地址的注销，由 RSU 逻辑自行确定。

8 MAC 子层

8.1 时间窗口管理

8.1.1 概况

时间窗口管理分为分配专用上行链路窗口及分配多个公共上行链路窗口，其区分通过路侧设备的下行链路帧的 MAC 地址，MAC 地址是广播 MAC 地址分配的是公共上行链路窗口，专用 MAC 地址分配的是专用上行链路窗口，见图 5。



图5 窗口管理概况

8.1.2 下行链路窗口

RSU 发送一个数据帧时分配一个下行链路窗口。

下行链路窗口的起始于前导码的第一个比特，结束于下行链路所传送的第二层帧的结束标志的最后一个比特（若有后导码，为其最后一个比特）。

上一个窗口是上行链路窗口，下行链路窗口应在上一窗口结束再加 T2 之后开始，见图 6。

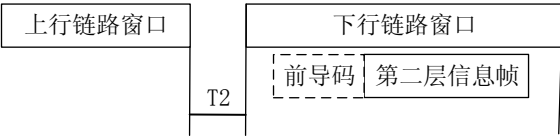


图6 上行链路窗口之后的下行链路窗口

8.1.3 上行链路窗口

上行链路窗口分为公共上行链路窗口和专用上行链路窗口。

公共上行链路窗口按照 8.1.3.1 规定的可被任何 OBU 使用，一个专用上行链路窗口只能被一个 OBU 使用。

8.1.3.1 公共上行链路窗口

每一个带有广播地址的下行链路帧分配三个连续的公共上行链路窗口。

一个公共上行链路窗口的开始点：若该公共上行链路窗口是下行链路窗口之后的第一个窗口，则出现在该分配窗口下行链路帧结束 T1 之后；若前一个紧邻窗口是公共上行链路窗口，则出现在前一个紧邻窗口的结束时刻。

公共上行链路窗口的持续时间为 Tu，对应的窗口为 Tu0、Tu1、Tu2。公共上行链路数据帧的前导码第一个比特应在随机选择的对应公共上行链路窗口中 T4b 时间内发出，整个数据帧应完整处于一个公共上行链路窗口内，见图 7。

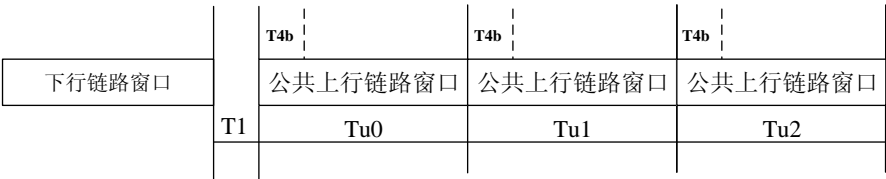


图7 公共上行链路窗口定义

若无法满足在当前选择的公共上行链路窗口内发送数据帧的时间要求，则必须等待下一个公共下行链路的数据帧分配的三个公共上行链路窗口，并随机选择其中的一个窗口。

8.1.3.2 专用上行链路窗口

只有 OBU MAC 地址与正在分配窗口的下行链路的 MAC 相同的 OBU 才能使用该专用上行链路窗口。

一个专用上行链路窗口的起始出现在分配该上行链路窗口帧的下行链路窗口结束 T1 时间后，见图 8。

专用上行链路数据帧的前导码的第一个比特应在此窗口的 T4a 时间内发出，整个数据帧应完整处于一个专用上行链路窗口内。若无法满足在当前被分配的专用上行链路窗口内发送数据帧的时间要求，本次分配专用上行链路结束，应等待下一个专用上行链路窗口。



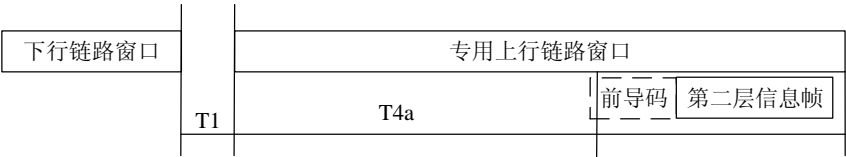


图8 专用上行链路窗口定义

8.2 MAC 服务原语

MAC 子层面向 LLC 子层提供以下服务原语：

- a) MAC.request: LLC 子层发送给 MAC 子层，请求发送一个 LPDU；
  - b) MAC.indication: MAC 子层发送到 LLC 子层，指示成功收到一个 LPDU。
- RSU 与 OBU 中的 MAC 子层服务原语分别为 B-MAC 原语与 M-MAC 原语，见表 4。

表4 MAC 服务原语

服务原语	条目	描述
B-MAC.request	原型	B-MAC.request (MAC 地址, LPDU )
	功能	LLC 子层发送到 MAC 子层，请求发送一个 LPDU 给 OBU
	参数	MAC 地址: 要发送给 OBU 的 MAC 地址，它可以是专用 MAC 地址、广播 MAC 地址； LPDU: 链路协议数据单元
B-MAC.indication	原型	B-MAC.indication (MAC 地址, LPDU)
	功能	MAC 子层发送到 LLC 子层，指示成功接收到一个有效帧
	参数	MAC 地址: 接收到的帧中 MAC 地址域的内容； LPDU: 链路协议数据单元
M-MAC.request	原型	M-MAC.request (MAC 地址, LPDU)
	功能	LLC 子层发送到 MAC 子层以请求发送一个 LPDU 给 RSU
	参数	MAC 地址: OBU 的专用 MAC 地址； LPDU: 链路协议数据单元
M-MAC.indication	原型	M-MAC.indication ( MAC 地址, LPDU)
	功能	MAC 子层发送到 LLC 子层，指示成功接收到一个有效帧
	参数	MAC 地址: 是接收到的帧中 MAC 地址域的内容； LPDU: 链路协议数据单元

8.3 MAC 服务描述

8.3.1 RSU MAC 服务

8.3.1.1 专用链路建立

RSU 广播 Q 等于 1 的特定 BST 信息，OBU 以专用 MAC 地址响应该 BST 信息。

RSU 确认收到合法帧后，登记 OBU 的 MAC 地址，并采用该 MAC 地址与 OBU 通信；OBU 端的处理过程见 8.2.2.1。

8.3.1.2 帧接收

8.3.1.2.1 检测帧的有效性

MAC 子层应检查所有接收到的帧的有效性，依据条件如下：

- a) 帧起始标志和帧结束标志符合 6.2.2 的规定；
- b) 去掉为保持透明性而插入的 0 比特后，该帧包含的比特数应为 8 的整数倍，且不多于 N2 个八位位组；
- c) 包含一个有效的专用 MAC 地址，如果已经建立专用链路，则此 MAC 地址应与专用链路的 MAC 地

址相符；

- d) 包含一个符合要求的 MAC 控制域；
- e) 包含一个有效的 FCS。

#### 8.3.1.2.2 信息接收

如果接收到的有效帧的 L 比特为 1，表明该帧包含一个 LPDU。从帧中提取 LPDU 和 MAC 地址域的内容，以 B-MAC.indication 形式传送给 LLC 子层。

如果接收到的有效帧的 L 比特为 0，表明该帧不包含 LPDU。

#### 8.3.1.3 帧发送

RSU MAC 接收 LLC 提供的 LPDU，并根据帧格式构建一个帧，MAC 控制域的 L 比特应置 1，D 比特应置 0，如果为广播信息则根据是否要寻求建立专用链路设置 Q。然后将该帧传送给低层。

### 8.3.2 OBU MAC 服务

#### 8.3.2.1 专用链路建立

OBU 接收到发自广播 MAC 地址且 Q 等于 1 的广播后，以专用 MAC 地址向 RSU 发送信息。

OBU 收到第一个与自身 MAC 地址相符的下行帧后表示专用链路建立。

#### 8.3.2.2 帧接收

##### 8.3.2.2.1 检测帧的有效性

MAC 子层应检查所有接收到的帧的有效性：

- a) 帧起始标志和帧结束标志符合 6.2.2 的规定；
- b) 去掉为保持透明性而插入的 0 比特后，该帧包含的比特数应为 8 的整数倍，且不多于  $N_2$  个八位位组；
- c) 包含一个有效地址域指示合法 MAC 地址；
- d) 包含一个符合要求的 MAC 控制域；
- e) 包含一个有效的 FCS。

##### 8.3.2.2.2 信息接收

如果接收到的有效帧的 L 比特为 1，表明该帧包含一个 LPDU。从帧中提取 LPDU 和 MAC 地址域的内容，以 M-MAC.indication 形式传送给 LLC 子层。

##### 8.3.2.3 帧发送

OBU MAC 接收 LLC 提供的 LPDU，并根据帧格式构建一个帧，MAC 控制域的 L 比特和 D 比特应置 1。然后将该帧传送给低层。

## 9 LLC 子层

### 9.1 总则

LLC 产生用于传输的命令 PDU 和响应 PDU，并解释接收的命令 PDU 和响应 PDU。LLC 规定的功能包括：

- a) 控制信息的初始化；
- b) 组织数据流；
- c) 解释接收到的命令 PDU 并生成适当的响应 PDU；
- d) LLC 子层的差错控制与差错恢复。

LLC 子层规定对等实体间信息和控制传输的协议进程，其逻辑链路控制操作包括两种类型。

类型 1 操作规定一个具有最小协议复杂度的不确认无连接方式的服务。在上层提供了基本数据恢复和顺序功能时使用此类型操作。

类型 3 操作规定一个确认无连接方式的数据单元交换服务，它允许一个站点在传送数据的同时又请求回传数据。

### 9.2 LLC 子层服务规范

### 9.2.1 总则

LLC 子层规定 LLC 子层用户对 LLC 子层所要求的服务，这些服务使 LLC 子层用户可利用 LLC 子层进行数据包交换。

LLC 子层提供两种服务方式：不确认无连接方式和确认无连接方式。

不确认无连接方式：该数据传输服务提供一组方法，使数据链路用户实体可采取不确认的方式交换 LSDU，而无需在数据链路层上建立连接。该数据传输可以是点对点、组播或广播。

确认无连接方式：该数据单元交换服务提供一组方法，使数据链路用户实体可以在不建立数据链路连接的情况下交换 LSDU，并在 LLC 子层进行确认。该数据交换是点对点的。

### 9.2.2 交互过程概述

#### 9.2.2.1 不确认无连接方式服务

与不确认无连接方式数据传送有关的原语是：

DL-UNITDATA.request

DL-UNITDATA.indication

DL-UNITDATA.request 从 LLC 子层用户传递给 LLC 子层，请求使用不确认无连接方式发送一个 LSDU。

DL-UNITDATA.indication 从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，指示一个 LSDU 的到达。

#### 9.2.2.2 确认无连接方式服务

##### 9.2.2.2.1 确认无连接方式数据传送

与确认无连接方式数据单元传送服务相关的原语是：

DL-DATA-ACK.request

DL-DATA-ACK.indication

DL-DATA-ACK\_STATUS.indication

DL-DATA-ACK.request 从 LLC 子层用户传递给 LLC 子层，请求使用确认无连接方式数据单元传送过程发送一个 LSDU。

DL-DATA-ACK.indication 从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，指示一个命令 PDU 的到达，该 PDU 仅被用作再同步时除外。

DL-DATA-ACK\_STATUS.indication 从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，传达之前与其对应的 DL-DATA-ACK.request 的执行结果。

##### 9.2.2.2.2 确认无连接方式数据交换

与确认无连接方式数据单元交换服务相关的原语是：

DL-REPLY.request

DL-REPLY.indication

DL-REPLY-STATUS.indication

DL-REPLY.request 从 LLC 子层用户传递给 LLC 子层，请求使用确认无连接方式数据单元交换过程从一个远端站点返回一个 LSDU 或在站点之间交换 LSDU。

DL-REPLY.indication 从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，指示一个命令 PDU 的到达。

DL-REPLY-STATUS.indication 从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，传达之前与其对应的 DL-REPLY.request 的执行结果。

##### 9.2.2.2.3 确认无连接方式待传数据更新

与确认无连接方式待传数据更新服务相关的原语是：

DL-REPLY-UPDATE.request

DL-REPLY-UPDATE-STATUS.indication

DL-REPLY-UPDATE.request 从 LLC 子层用户传递给 LLC 子层，请求 LLC 子层保存一个 LSDU，并且在稍后其他站点请求 LSDU 时发送。

DL-REPLY-UPDATE-STATUS.indication 从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，传达之前与其对应的

DL-REPLY-UPDATE.request 的执行结果。

9.2.3 详细服务规范

9.2.3.1 总则

详细服务规范详细规定 LLC 的服务原语及其参数，显示 LLC 与上层协议层间信息传送关系的逻辑序列图见图 9。

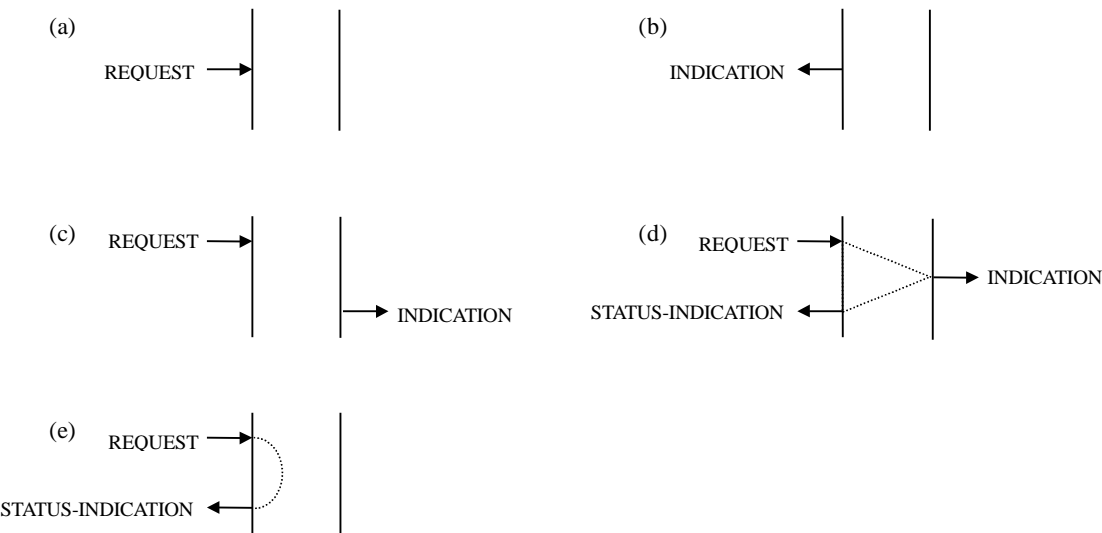


图9 逻辑序列图

9.2.3.2 DL-UNITDATA.request

不确认无连接方式数据传送服务的服务请求原语。

OBU 的 DL-UNITDATA.request 应提供如下参数：

DL-UNITDATA.request (

LID,

data

)

LID 应指定一个专用 MAC 地址。

RSU 的 DL-UNITDATA.request 应提供如下参数：

DL-UNITDATA.request (

LID,

data,

response request

)

LID 可以指定一个专用或广播 MAC 地址。

“response request” 表示是否要求 OBU 立即响应，若要求立即响应，则 RSU 随后等待应答。“response request” 参数被直接传递给 MAC 子层。MAC 子层根据 “response request” 参数设置 Q 比特。

该原语从 LLC 子层用户传递给 LLC 子层，请求采用不确认无连接方式发送一个 LSDU。

9.2.3.3 DL-UNITDATA.indication

不确认无连接方式数据传送服务的服务指示原语。

该原语应提供如下参数：

DL-UNITDATA.indication (

LID,

```
data
)
```

LID 在 OBU 端应指定专用 MAC 地址，在 RSU 端可指定专用 MAC 地址或广播 MAC 地址。

该原语从 LLC 子层传递到 LLC 子层用户，指示一个 LSDU 的到达。

#### 9.2.3.4 DL-DATA-ACK.request

确认无连接方式数据传送服务的服务请求原语。

该原语应提供如下参数：

```
DL-DATA-ACK.request (
    LID,
    data
)
```

LID 应指定专用 MAC 地址。

该原语从 LLC 子层用户传递到 LLC 子层，请求使用确认无连接方式传送一个 LSDU。

#### 9.2.3.5 DL-DATA-ACK.indication

确认无连接方式数据传送服务的服务指示原语。

该原语应提供如下参数：

```
DL-DATA-ACK.indication (
    LID,
    data
)
```

LID 应指定一个专用 MAC 地址。

该原语从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，用来指示一个非空、非重复 LSDU 的到达。

#### 9.2.3.6 DL-DATA-ACK-STATUS.indication

确认无连接方式数据传送服务的服务状态指示原语。

该原语应提供如下参数：

```
DL-DATA-ACK-STATUS.indication (
    LID,
    status
)
```

LID 应指定专用 MAC 地址。

“status” 指示之前与其对应的数据传送服务请求成功还是失败。

该原语从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，指示之前与其对应的确认无连接方式数据单元传送服务请求成功还是失败。

#### 9.2.3.7 DL-REPLY.request

确认无连接方式数据交换服务的服务请求原语。

该原语应提供如下参数：

```
DL-REPLY.request (
    LID,
    data
)
```

LID 应指定专用 MAC 地址。

该原语从 LLC 子层用户传递给 LLC 子层，请求使用确认无连接方式数据交换过程向远端站点请求预先准备好的 LSDU，或与远端站点交换 LSDU。

**9.2.3.8 DL-REPLY.indication**

确认无连接方式数据交换服务的服务指示原语。

该原语应提供如下参数：

```
DL-REPLY.indication (
    LID,
    data
)
```

LID 应指定专用 MAC 地址。

该原语从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，指示成功的从远端站点接收到一个对 LSDU 的请求，或指示其与远端站点 LSDU 的交换。

向请求站点传送预先准备好的 LSDU 不应破坏该 LSDU 的原始拷贝。后续任何站点发来的数据请求都会以相同的 LSDU 作为响应，直到使用 DL-REPLY-UPDATE.request 用新的信息替换该 LSDU。

**9.2.3.9 DL-REPLY-STATUS.indication**

确认无连接方式数据交换服务的服务状态指示原语。

该原语应提供如下参数：

```
DL-REPLY-STATUS.indication (
    LID,
    data,
    status
)
```

LID 应指定专用 MAC 地址。

“status” 指示之前与其对应的确认无连接方式数据交换请求是成功还是失败。

该原语从 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，指示之前与其对应的确认无连接方式数据交换请求是成功还是失败，并将 LSDU 传递给 LLC 子层用户。

**9.2.3.10 DL-REPLY-UPDATE.request**

应答数据单元准备服务的服务请求原语。

该原语应提供如下参数：

```
DL-REPLY-UPDATE.request (
    LID,
    data
)
```

LID 应指定专用 MAC 地址。

该原语从 LLC 子层用户传递给 LLC 子层，请求 LLC 子层保存一个 LSDU，用于稍后的传送请求。

**9.2.3.11 DL-REPLY-UPDATE-STATUS.indication**

应答数据单元准备服务的服务确认原语。

该原语应提供如下参数：

```
DL-REPLY-UPDATE-STATUS.indication (
    LID
    status
)
```

LID 应指定专用 MAC 地址。

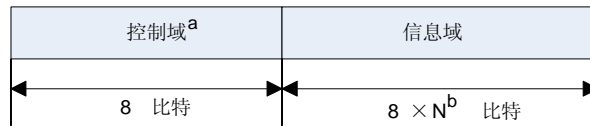
“status” 指示先前相关的应答数据单元准备请求是成功还是失败。

该原语由 LLC 子层传递给 LLC 子层用户，指示之前与其对应的数据单元准备请求是成功还是失败。

**9.3 LPDU 结构**

### 9.3.1 LPDU 格式

LPDU 格式见图 10。



a 控制域见 9.3.2.3。

b N 为八位位组的个数，是一个大于或等于 0 的整数。

图10 LPDU 格式

### 9.3.2 LPDU 元素

#### 9.3.2.1 地址域

LLC子层和MAC子层使用相同的MAC地址。

下行链路中的 LID 应指示 LLC 的信息域将要发往的一个或多个目的站点。上行链路中的 LID 应指示发出 LLC 信息域的源站点。

MAC地址域的格式见6.2.5。

#### 9.3.2.2 C / R 比特

C / R 比特位于 MAC 控制域的第四比特。如果该比特为 0，表明该 LPDU 是一个命令；如果该比特为 1，表明该 LPDU 是一个响应。

#### 9.3.2.3 LLC 控制域

LLC 控制域应由一个八位位组构成，用来详细定义命令和响应的功能。LLC 控制域的内容见 9.5。

#### 9.3.2.4 信息域

信息域应由若干个（包括 0）八位位组构成。

#### 9.3.2.5 比特顺序

MAC 子层在发送 / 接收响应和命令时应从 LSB 开始。信息域在传递给 MAC 子层时的比特顺序应与其从第七层接收到的比特顺序相同；信息域在传递给第七层时的比特顺序也应和从 MAC 子层接收到的比特顺序相同。

#### 9.3.2.6 无效 LPDU

当符合下列情况之一时，LPDU 应定为无效。

- a) 已被 MAC 子层识别出为无效；
- b) 长度不是整数个八位位组；
- c) 长度为 0(没有控制域)；
- d) 没有包含有效的命令或响应控制域；
- e) 包含类型 3 的命令或响应控制域，但 LID 是广播 MAC 地址；
- f) 包含类型 3 的响应控制域，但在其信息域中没有 ACn 响应状态子域。

### 9.4 LLC 规定的两类操作

#### 9.4.1 类型 1 操作

通过类型 1 操作，无需建立数据链路连接，就能在 LLC 实体间交换 PDU。在 LLC 子层 PDU 无需被确认，也不应有任何的流控制和差错恢复功能。

#### 9.4.2 类型 3 操作

通过类型 3 操作，无需建立数据链路连接，就能在 LLC 实体间交换 PDU。在 LLC 子层 PDU 都应被确认。确认功能是通过从目的 LLC 返回 给源 LLC 一个包含在独立 PDU 中的特定响应来完成的，该 PDU 包含状态信息并且可以包含或不包含用户信息。

在正常的操作中，每一个类型 3 操作的命令 PDU 都应收到一个确认 PDU。源 LLC 出于恢复目的可

能会重传一个类型 3 的命令 PDU，但是对于同一个 MAC 地址，LLC 在等待先前的 PDU 的确认时不会传输一个新的类型 3 PDU。LLC 实体不会从第七层接受新的请求原语，直到其收到目的 LLC 实体对先前的“请求”原语的 LPDU 的确认。在 LLC 传输（重传之后）PDU 失败的情况下，这种约束使上层能在重新开始正常的数据传输之前执行恢复操作。

LLC 控制域代码交变机制为连续的 PDU 提供了一个 1 比特的序列号，使接收到命令 PDU 的 LLC 能区分该 PDU 是一个新的 PDU 还是先前接收到的 PDU 的副本。此外，接收确认 PDU 的 LLC 可以确信该确认信息是针对最近一次发送的 PDU 的。超时的确认信息应被忽略。

类型 3 操作定义了状态信息，该信息应由参与信息交换的站点进行维护。每个站点必须维护一个 1 比特序列码用于发送，一个 1 比特序列码用于接收。

类型 3 操作只用于点对点通信。

## 9.5 LLC 程序元素

### 9.5.1 控制域格式

控制域格式见图 11。

7	6	5	4	3	2	1	0
M	M	M	P/F	M	M	1	1

图11 LPDU 控制域

PDU 提供数据链路控制功能和信息传送。

PDU 应该包含一个依照 9.6.2 设定的 P / F 比特。

### 9.5.2 控制域参数

#### 9.5.2.1 类型 3 操作参数

##### 9.5.2.1.1 V (SI)

发送类型 3 命令时，LLC 应维护一个 V (SI)。该变量被置成所收到的最后一个类型 3 响应 PDU 的控制域代码第八比特的值。V (SI) 变量使 LLC 能确认其收到的确认对应于当前“尚未完成”的信息传输，同时使接收方能检测到重复的帧。

V (SI) 应在建立一个新的 LID 时创建。

##### 9.5.2.1.2 V (RI)

发送类型 3 命令时，LLC 应维护一个 V (RI)。该变量包含的值与收到的最后一个类型 3 命令的 AC0 或 AC1 控制域代码第八比特相反。V (RI) 使 LLC 可以区分所收到的类型 3 命令 PDU 是首次接收到，还是一个先前已收到的 PDU 的重传。

V (RI) 应在建立一个新的 LID 时创建。

##### 9.5.2.1.3 V (RB)

发送类型 3 命令时，LLC 应维护一个 V (RB)。V (RB) 指示最后收到的类型 3 命令接收是成功还是失败。V (RB) 确保对重复接收到的命令 PDU 的响应和对原始命令 PDU 的响应包含相同的接收状态。如果先前一次接收失败而最近一次接收成功，接收成败状态变量 V (RB) 应被改变。

### 9.5.3 命令和响应

#### 9.5.3.1 概述

9.5.3.2 和 9.5.3.3 分别说明了类型 1 和类型 3 操作的每一种有效的控制域设置所对应的命令和响应集。MAC 控制域中的第四比特 C / R 比特用于区分命令和响应。类型 1 和类型 3 操作的命令和响应见表 5。

表5 类型 1 和类型 3 操作的命令和响应

命 令	响 应
UI 无编号信息	—



ACn, n=0—有确认无连接信息 序列 0	ACn, n=0—有确认无连接确认 序列 0
ACn, n=1—有确认无连接信息 序列 1	ACn, n=1—有确认无连接确认 序列 1

### 9.5.3.2 类型 1 操作命令

类型 1 操作命令 PDU 的 LLC 控制域见图 12。

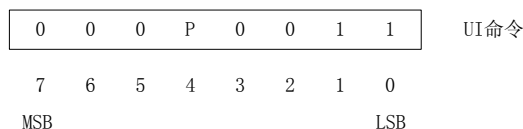


图12 类型1 操作命令控制域比特分配

下行链路中, UI 命令 PDU 用于发送信息给一个或多个 OBU。上行链路中, UI 命令 PDU 用于向一个 RSU 发送信息。

UI 命令 PDU 可以在目的 LLC 和源 LLC 之间没有预先建立数据链路连接的情况下使用。对于 UI 命令 PDU，不存在 LLC 响应 PDU。

传送命令 PDU 的过程中，如果出现数据链路异常，包含在该 UI 命令 PDU 中的数据可能丢失。

#### 9.5.3.3 类型 3 操作命令和响应

#### 9.5.3.3.1 总则

类型 3 操作命令和响应 PDU 的 LLC 控制域见图 13。

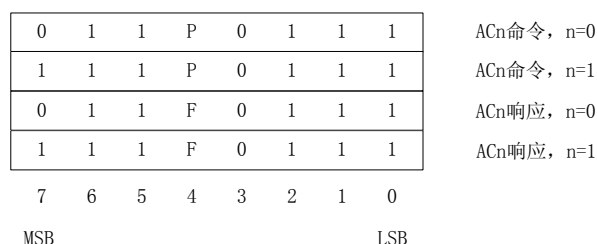


图13 类型3操作命令和响应的控制域

#### 9.5.3.3.2 ACn 命令

在类型 3 操作中，ACn 命令 PDU 可在没有预先建立数据链路连接的情况下用来发送或请求信息。ACn 命令 PDU 的使用不要求目的和源之间存在数据链路连接。接收到一个 ACn 命令 PDU 后应尽早以 ACn 响应 PDU 进行确认。ACn 命令应使用专用 MAC 地址。ACn 命令 PDU 的信息域可以为空或非空。若为非空，应包含一个 LSDU。

#### 9.5.3.3.3 AC<sub>n</sub> 响应

在类型 3 操作中，使用 ACn 响应 PDU 应答一个 ACn 命令 PDU。ACn 响应 PDU 应发送给源 LLC，并标识出进行应答的 LLC。ACn 响应 PDU 的信息域应包含一个状态子域（见 9.5.3.4）。

根据 P / F 比特状态和 LSDU 是否为空，ACn 命令 PDU 实现的功能见表 6。

表6 ACn 命令 PDU 功能表

P	LSDU	功 能
0	空	再同步
0	非空	发送数据
1	空	请求数据
1	非空	交换数据

ACn 响应 PDU 实现的功能见表 7。

表7 ACn 响应 PDU 功能表

F	LSDU	功 能
0	空	再同步的确认或对接收到数据的确认
0	非空	不允许

1	空	确认，请求的数据无法获得
1	非空	确认，携带了被请求的数据

9.5.3.4 类型 3 操作的响应信息域

每个 ACn 响应 PDU 的信息域应包含一个状态子域，信息域的其他部分可以为空或非空。如果非空，则必须包含一个 LSDU。ACn 响应信息域格式见图 14。

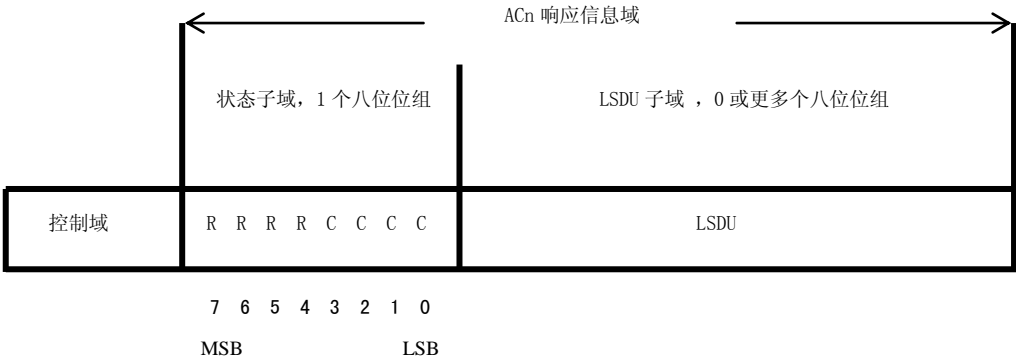


图14 ACn 响应 PDU 信息域

状态子域中 CCCC 部分的返回码，指示了命令 PDU 信息传送的成功或失败，CCCC 的可取值见表 8。

表8 ACn 响应状态子域 CCCC 的值

CCCC	助记符	类 型	描 述
0 0 0 0	OK	成功	收到命令
0 0 0 1	RS	永久错误	不可执行或未激活的服务
0 1 0 1	UE	永久错误	LLC 用户接口错误
0 1 1 0	PE	永久错误	协议错误
0 1 1 1	IP	永久错误	永久的执行依赖性错误
1 0 0 1	UN	暂时错误	源暂时不可用
1 1 1 1	T	暂时错误	暂时的执行依赖性错误
注：所有其他 CCCC 的代码值被保留。			

状态子域中 RRRR 部分返回的代码指示了响应 PDU 信息传送的成功或失败，RRRR 的可取值见表 9。

表9 ACn 响应状态子域中 RRRR 的值

RRRR	助记符	类型	描 述
0 0 0 0	OK	成功	响应 LSDU 被提交
0 0 0 1	RS	永久错误	不可执行或未激活的服务
0 0 1 1	NE	永久错误	没有提交响应 LSDU
0 1 0 0	NR	成功	没有请求响应 LSDU
0 1 0 1	UE	永久错误	LLC 用户接口错误
0 1 1 1	IP	永久错误	永久的执行依赖性错误
1 0 0 1	UN	暂时错误	源暂时不可用
1 1 1 1	IT	暂时错误	暂时的执行依赖性错误
注：所有其他 RRRR 的代码值被保留。			

如果响应 PDU 中的 F 比特为 0，则 RRRR 子域应置成“NR”。

9.6 LLC 过程描述

9.6.1 寻址过程

9.6.1.1 类型 1 操作过程

上行链路支持专用 MAC 地址。下行链路支持专用和广播 MAC 地址。

### 9.6.1.2 类型 3 操作过程

LID 应是专用 MAC 地址。

### 9.6.2 P / F 比特的使用过程

#### 9.6.2.1 类型 1 操作过程

所有 UI 命令 PDU 发送时 P 比特置 0。

#### 9.6.2.2 类型 3 操作过程

如果一个命令 PDU 没有请求目的 LLC 在对其的确认中返回一个 LSDU，源 LLC 将该 ACn 命令 PDU 的 P 比特置 0。

如果一个命令 PDU 请求目的 LLC 在对其的确认中返回一个 LSDU，源 LLC 将该 ACn 命令 PDU 的 P 比特置 1。如果只希望数据从目的 LLC 传递给源 LLC，可将命令 PDU 的信息域置空。

当发送一个 ACn 响应 PDU 时，目的 LLC 把 F 比特置为与接收到的 ACn 命令 PDU 中的 P 比特相同的值，并且只有当 F 比特为 1 时，该 PDU 才包含一个非空的 LSDU 子域。

### 9.6.3 链路建立过程

V (SI)、V (RI) 和 V (RB) 应当在与相关联的链路建立（撤消）时建立（撤消）。V (SI) 创建时的初值应设置为“0”。

### 9.6.4 信息传送过程

#### 9.6.4.1 类型 1 操作过程

信息的传送应通过发送 P 比特设置为“0”的 UI 命令 PDU 实现。

MAC 控制域中的 C / R 比特用于标识出 PDU 中是否包含一个命令。第二层的 LLC 过程无需对接收到的 UI 命令 PDU 进行确认。

#### 9.6.4.2 类型 3 操作过程

##### 9.6.4.2.1 发送 ACn 命令

从源 LLC 到响应 LLC 的信息传输应通过发送 ACn 命令实现。发送 LLC 可以在任何时刻向任何接收 LLC 发送 ACn 命令 PDU，只要此发送 LLC 当前没有在等待来自该接收 LLC 的 ACn 响应 PDU。

当从数据链路层用户接收到一个 DL-DATA-ACK.request 时，LLC 将发送一个包含 LSDU 的 ACn 命令 PDU，其 P 比特设置为“0”。

当从数据链路层用户接收到一个 DL-REPLY.request 时，LLC 将发送一个包含 LSDU 的 ACn 命令 PDU，其 P 比特设置为“1”。

当构造 ACn 命令 PDU 时，V(SI) 的值被用来确定 PDU 的 LLC 控制域代码。当 V(SI) 值为“0”时，LLC 控制域代码将为 ACn，n 等于 0；当 V(SI) 值为“1”时，LLC 控制域代码将为 ACn，n 等于 1。

LLC 发送一个命令 PDU 时，将为该传送启动一个确认定时器，同时将一个内部传送计数变量加 1。如果在该确认定时器超时之前没有收到 ACn 响应 PDU，则发送 LLC 将会重新传送该命令，并将内部传送计数变量加 1，复位并重新启动确认定时器。

如果仍没有收到响应 PDU，重新发送过程将反复执行，直到内部传送计数变量的值等于逻辑链路参数 N3，此时失败状态将被报告给数据链路层用户。

##### 9.6.4.2.2 接收 ACn 命令

###### 9.6.4.2.2.1 收到 ACn 命令 PDU 时的比较

当接收到一个 ACn 命令 PDU，LLC 将对 V(RI) 与接收到的 LPDU 的 LLC 控制域代码第八比特进行比较。

如果比较的结果是相等，那么认为所接收到的 PDU 是非重发 PDU；否则认为所接收到的 PDU 是最近一次接收到的 ACn 命令 PDU 的一个重发副本。

###### 9.6.4.2.2.2 非重发的 ACn 命令

如果接收到的 LPDU 有效、非空且 P 比特为 0，那么此 LSDU 将由 DL-DATA-ACK.indication 原语传递给数据链路层用户。

如果 P 比特为 1，所请求的应答 LSDU 可得，并且接收到的 LSDU 非空，则所接收到的 LSDU 将在

DL-REPLY.indication 原语中传递给数据链路层用户。

如果 P 比特为 1，所请求的应答 LSDU 不可得，并且接收到的 LSDU 非空，则所接收到的 LSDU 将在 DL-DATA-ACK.indication 原语中传递给数据链路层用户。

V(RI)应被置为接收到的 PDU 中 LLC 控制域代码第八比特的反码。

LLC 应当通过向 ACn 命令 PDU 的发起方发送一个 ACn 响应 PDU 对已收到的非复制 ACn 命令 PDU 进行确认，该 PDU 的 LLC 控制域第八比特被设置为 V(RI)的当前值。

如果接收到的命令 PDU 的 P 比特为“0”，发送的响应 PDU 应将 F 比特设置为“0”，并且其信息域中只包含状态子域。

如果接收到的命令 PDU 的 P 比特为 1，发送的响应 PDU 应将 F 比特设置为 1；并且如果该 LSDU 可得，则在该 PDU 信息域中应包含此 LSDU。

#### 9.6.4.2.2.3 重发的 ACn 命令

除了以下例外情况，收到重发 ACn 命令 PDU 时的 LLC 过程与接收到非重发 PDU 的 LLC 过程相同。

- a) 收到一个重发的命令 PDU 将不会对 V(RI)和 V(RB)状态变量产生影响；
- b) 不管命令 PDU 中的 P 比特为何值，都不会发送 DL-DATA-ACK.indication 原语；
- c) 如果在命令 PDU 中收到了一个 LSDU，将被丢弃。

#### 9.6.4.2.3 发送 ACn 响应

只有收到一个 n 等于 1 的 ACn 命令的时候，n 等于 0 的 ACn 响应 PDU 才会被发出。

只有收到一个 n 等于 0 的 ACn 命令的时候，n 等于 1 的 ACn 响应 PDU 才会被发出。

该响应应被发送到与之相关的命令 PDU 的发送端。

响应 PDU 中的状态子域应指示资源是否空闲可用，使其成功的接收了与之关联的命令 PDU 中的信息域，以及在 F 比特为“1”的情况下，所请求的 LSDU 是否就绪，以在响应 PDU 中被返回。

ACn 响应 PDU 中状态子域 CCCC 部分状态码的设置应参照此前存储在相应 V(RB)状态变量中的接收状态。

#### 9.6.4.2.4 接收确认

当传送一个 ACn 命令 PDU 给某个目的 LLC 后，源 LLC 将期待从该目的 LLC 处收到一个 ACn PDU 形式的确认。

n 等于 0 的 ACn 命令应接收到 n 等于 1 的 ACn 确认，反之亦然。

接收到一个响应 PDU 后，LLC 将对响应 PDU 中 LLC 控制域代码的第八比特和传送序列状态变量 V(SI)的当前值进行比较。

如果比较结果为不等，则认为该响应是有效的，LLC 将停止与之关联的确认定时器，将内部传送计数器复位至“0”。V(SI)状态变量将被取反。

LLC 将发送一个 DL-DATA-ACK-STATUS.indication 原语或者 DL-REPLY-STATUS.indication 原语给数据链路层用户，发送何种原语取决于当前是何种请求原语正在等待确认。当响应数据在 ACn 响应 PDU 中被返回时，包含响应数据的 LSDU 将被传递给数据链路层用户。

LLC 应根据响应 PDU 中状态子域的内容，将状态信息传递给数据链路层用户。

如果响应 PDU 中 LLC 控制域代码的第八比特和传送序列状态变量 V(SI)的当前值的比较结果为相等，则认为该响应 PDU 是无效的。LLC 将不会执行进一步的操作，同时继续等待收到一个有效的 ACn 响应 PDU。确认定时器不会受到任何影响。

### 9.6.5 逻辑链路参数

#### 9.6.5.1 PDU 中最大八位位组数 N2

N2 是一个逻辑链路参数，它表示一个 PDU 中的八位位组的最大数目。

#### 9.6.5.2 PDU 中最小八位位组数

最小长度的有效命令 PDU 应包含控制域。因此，一个有效命令 PDU 的最小八位位组数应为 1。

最小长度的有效 ACn 响应 PDU 应按序包含控制域和状态子域。因此，一个有效响应 PDU 的最小八位

位组数应为 2。

#### 9.6.5.3 信息发送最大次数 N3

N3 是一个逻辑链路参数，它指出了 LLC 为了完成一次信息交换所进行的 ACn 命令 PDU 发送的最大次数。通常，N11 被设置为足够大以克服由于链路错误所造成的 PDU 的丢失。N3 的值也可能设置为 1，这样 LLC 子层就不会将一个 PDU 重新交给 MAC 子层。

#### 9.6.5.4 确认时间 N4

确认时间决定确认定时器的周期，并由此定义源 LLC 期望从目的 LLC 接收到 ACn 响应 PDU 的最大等待时间。确认时间应考虑到 MAC 子层引入的延时，以及定时器的启动是在命令 PDU 传送开始时还是在命令 PDU 传送结束时。正确的操作过程要求此确认时间大于 ACn 命令 PDU 发送与相关的 ACn 响应 PDU 接收之间的正常时间间隔。RSU 和 OBU 中的 N4 取值可能不同。

附 录 A  
(规范性附录)  
点对点通信初始化过程示例

本节举例说明的初始化程序,主要针对某些应用中需要RSU与OBU间建立点对点通信的初始化程序。而有些应用,如RSU只是单方向广播讯息,则不需要如此的初始化程序。

RSU周期性地以UI命令广播BST,同时等待第一个VST。

OBU进入通信区时收到BST后交由应用层解释,如果解释的结果,显示OBU是进入新的通信区,而且能支持该RSU的服务项目,则依前面章节所叙述之方法,OBU延时N1个时间单位后,以专用MAC地址向RSU发送包含VST的UI命令,并请求建立专用链路。RSU的MAC子层接受此请求后,确认并登记该MAC地址,然后根据其专用MAC地址作为信息的MAC地址来下传信息。

BST/VST初始化过程示意图见图A.1和图A.2。

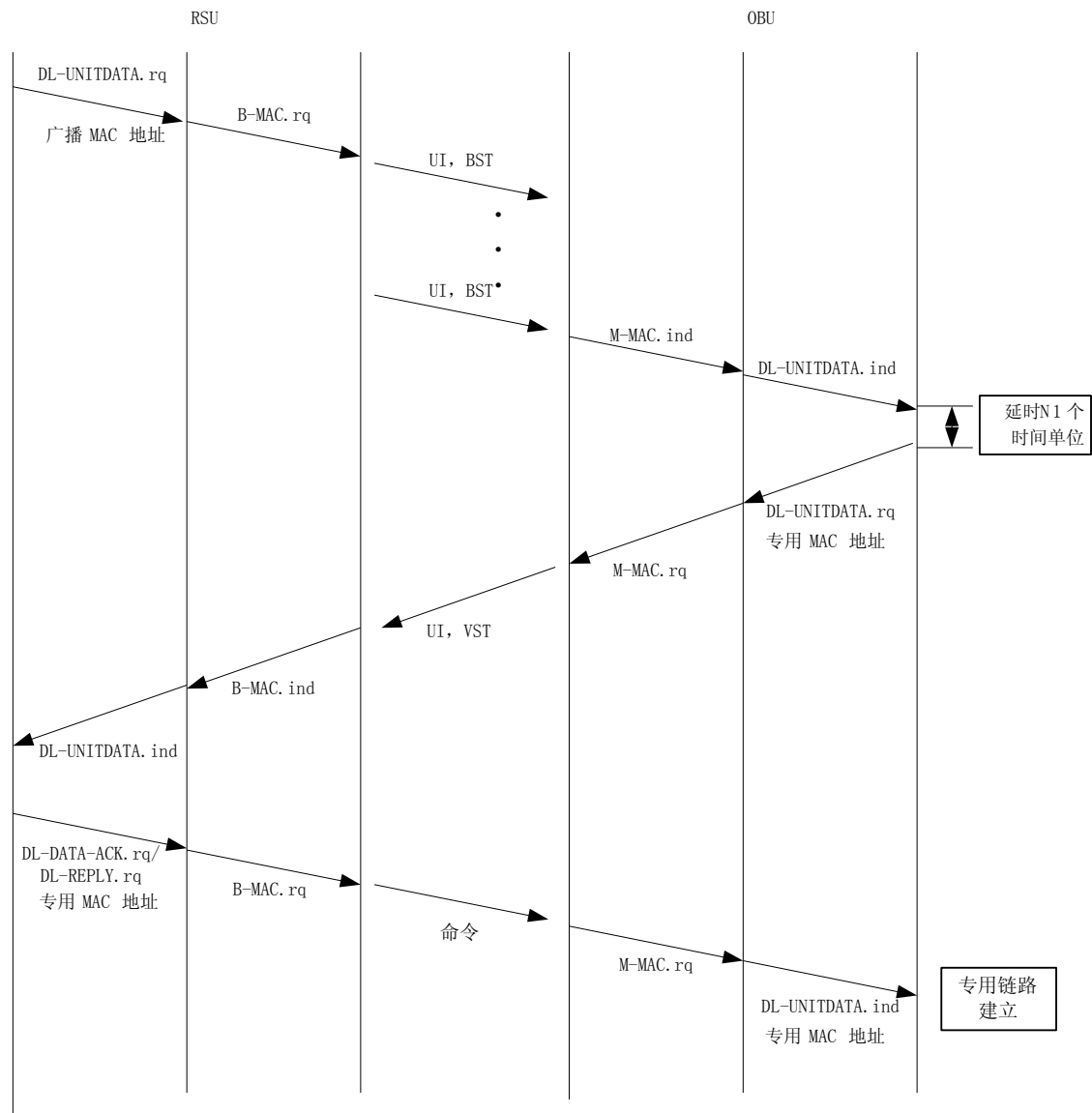


图 A.1 BST/VST 初始化过程 (单个 OBU)

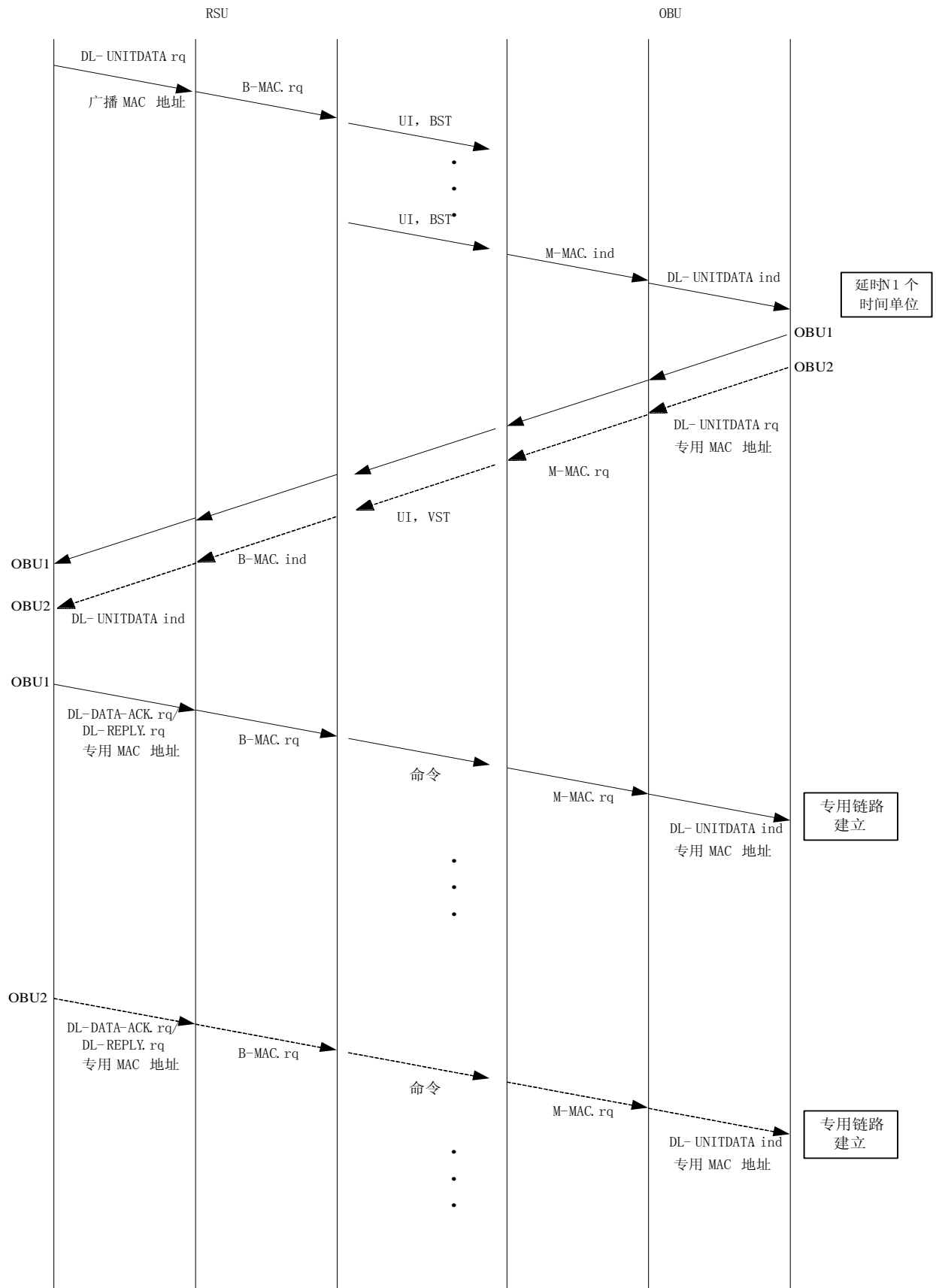


图 A.2 BST/VST 初始化过程 (多个 OBU)

## 参 考 文 献

- [1] GB/T9387.1 信息技术 开放系统互连 基本参考模型 第1部分：基本模型  
(GB/T9387.1, ISO/IEC7498-1 IDT)
  - [2] GB/T15629.2-1995 信息处理系统 局域网 第2部分：逻辑链路控制 (GB/T15629.2-1995,  
ISO 8802-2:1989 IDT)
  - [3] EN 12795 道路运输和交通信息通信 专用短程通信 媒质访问与逻辑链路控制
  - [4] ISO/IEC 8802.2-1998 信息技术系统间远程通信和信息交换 局域网和城域网 特定要求  
第2部分：逻辑链路控制
-