

SZDB

深圳市标准化指导性技术文件

SZDB/Z 33.2—2011

频分多址（FDMA）调频数字对讲机 第2部分 空中接口协议

Air Interface Protocol for FDMA Digital radio

2011 -03 -09 发布

2011 -04 -01 实施

深圳市市场监督管理局 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 符号和缩略词.....	2
5 FDMA 调频数字对讲机综述.....	2
6 帧编码.....	9
7 同步.....	18
8 交织和前向纠错编码.....	20
9 承载业务、电信业务以及补充业务.....	22
10 信道编码过程.....	23
11 信道访问.....	29
12 物理层.....	30
附录 A（规范性附录） 对讲机标准用户接口.....	32

前 言

本文件是深圳市数字对讲机系列指导性技术文件之一。

本文件按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本指导性技术文件由海能达通信股份有限公司、清华大学深圳研究生院提出。

本指导性技术文件由深圳市市场监督管理局归口。

本指导性技术文件主要起草单位：海能达通信股份有限公司、清华大学深圳研究生院。

本指导性技术文件主要起草人：郑元福、权进国、姜雄彪、林孝康、郁炳炎、王洪斌、陈邦列、张盛、尹瑞华、何映均、孙鹏飞、张岩、赵曦、张霖、陈晓桐。

频分多址（FDMA）调频数字对讲机 第 2 部分 空中接口协议

1 范围

本指导性技术文件规定了FDMA调频数字对讲机物理层的基带信号处理参数、空中接口的协议架构。

本指导性技术文件适用于供地面、内河或沿海作移动通信使用的、发射机射频输出功率不大于5W的FDMA调频数字对讲机。其他移动通信设备亦可参照执行。

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，仅所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。

ETSI TS 102 490 (2007) 电磁兼容性与无线频谱事务(ERM)；使用FDMA间隔信道为6.25 kHz有效辐射功率达500mW的端对端数字个人移动无线电技术规格

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指导性技术文件。

3.1 空中接口 air interface

空中接口是收发信机之间的无线接口。它是任何一种移动通信系统的关键接口之一，也是其“移动性”的集中体现。

3.2 物理层 physical layer

物理层是空中接口的第一层，处于最底层。物理层为设备之间的信息传输提供传输媒体及互连设备，为信息传输提供可靠的环境。

3.3 数据链路层 data link layer

数据链路层存于空中接口的第二层。在物理媒体上传输的数据难免受到各种不可靠因素的影响而产生差错，为了弥补物理层上的不足，为上层提供无差错的数据传输，就要能对数据进行检错和纠错。数据链路的建立、拆除，以及对数据的检错、纠错是数据链路层的基本任务。

3.4 呼叫控制层 call control layer

专用于控制功能的协议栈部分，呼叫控制层主要负责呼叫的建立、维持和清除。

3.5 端对端模式 peer-to-peer mode

对讲机脱离网络控制的通信工作模式。该模式支持对讲机一对一或一对多通信，不需要经过附加设备（如基站）的协助。

3.6 礼貌协议 polite protocol

一个在发射前确保信道是空闲的信道访问协议。

3.7 前缀 prefix

用户手持设备地址中最重要的数字。

3.8 通配符 wildcard

在用户号码中可用通配符代表0至9的任一个数字。

4 符号和缩略词

4.1 符号

下列符号适用于本指导性技术文件：

B_2 在用户接口与空中接口之间拨号地址转换的运算规则

dBm 相对1mW的绝对能量等级，用dB表达。

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本指导性技术文件：

ACK 肯定应答

NACK 否定应答

OACSU 非占空呼叫建立

CRC 循环冗余校验

FEC 前向纠错

RSSI 射频场强强度电平值

5 FDMA 调频数字对讲机综述

本指导性技术文件规定了空中接口的物理层和数据链路层以及标准的对讲机业务和应用，符合本指导性技术文件的不同生产厂商之间的对讲机设备在物理层和数据链路层能实现兼容互通。

如果生产厂商声明设备遵循标准用户接口协议，那么人机接口也应该遵循附录 A 提到的相关要求。

本指导性技术文件对包括但不限于语音编码、安全、数据和其他用户接口的技术规格或实现细节不做规定。

5.1 空中接口协议栈

本节提供空中接口的协议栈模型，如图 5.1 所示。在该模型中协议栈分成三个协议层和二一个协议平面。三个协议层分别为物理层、数据链路层和呼叫控制层。二个协议平面分别为用户平面和控制平面。

本节以及其它相关章节中的所规定的协议栈内容将描述和说明空中接口的含义，但是本协议栈不暗示或限制任何实现的过程。

本节规定的协议栈结构采用通用分层结构模型，符合通信结构分层的描述和规定。

协议栈的各部分功能分述如下：

物理层即空中接口第一层，是协议栈的最低层，负责比特流的发送和接收。它是二个平面信息传送的公共基础。

数据链路层即空中接口第二层，主要处理多用户对传输媒介的共享。在数据链路层，用户平面主要处理没有寻址能力的用户业务信息（如语音和数据流）；控制平面处理带有寻址能力的信令。

呼叫控制层即空中接口第三层，位于控制平面，主要负责呼叫控制（如寻址等），为用户提供对讲机支持的服务。

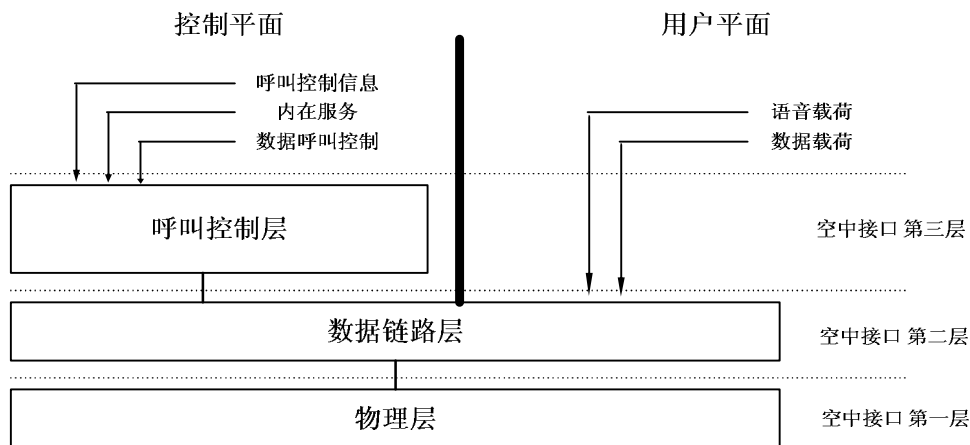


图 5.1 空中接口协议栈

5.1.1 空中接口物理层

空中接口第一层是指协议栈物理层。它主要负责处理由被接收和发送的比特流组成的物理传输。空中接口第一层包含以下功能：

- 调制与解调
- 发射机和接收机切换
- 射频发送与接收
- 比特和符号定义
- 频率和符号同步
- 传输序列的建立

5.1.2 空中接口数据链路层

空中接口第二层是数据链路层。它主要处理逻辑链接并且对上层隐藏物理层的属性。数据链路层的主要功能如下：

- 信道编码（FEC，CRC）
- 交织、解交织以及比特排序
- 重发机制
- 信道访问控制和信道管理
- 帧、超帧建立与同步
- 传输序列和参数定义
- 链路寻址（目标与源）
- 语音应用（声码器数据）与物理层的接口
- 数据承载业务
- 与呼叫控制层的信令和数据交换

5.1.3 空中接口呼叫控制层

空中接口第三层是呼叫控制层，仅应用于控制平面。它能支持主机实现高于第二层的功能和业务。

呼叫控制层提供以下功能：

- 呼叫的建立、维持、终止
- 一个呼或组呼的发送和接收
- 目的寻址
- 补充业务支持（如延迟进入等）
- 数据呼叫控制

5.2 FDMA 结构

5.2.1 传输综述

以下说明是基于 FDMA 结构的描述。所有的传输都是非同步的, 对讲机可使用的物理资源是一个分配到的无线频道。

一次传输发送一个传输序列。传输序列有 5 种，分别为语音或数据序列、呼叫建立请求序列、确认序列、状态请求确认序列和断开连接序列。传输序列又由传输帧构成。传输帧有 4 种，分别为头帧、有效载荷帧、超帧和尾帧。有效载荷帧专用于组织超帧，4 个有效载荷帧组成一个超帧。传输帧的编码在第 6 章讲述。

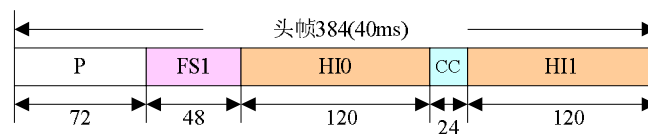
一个逻辑信道是定义在两个或多个实体之间的逻辑通信路径。逻辑信道表述了协议和对讲机子系统之间的接口。逻辑信道可以分为 2 类：

- 业务信道：承载语音和数据业务信息；
- 控制信道：承载信令。

5.2.2 传输帧

5.2.2.1 头帧

图 5.2 所示的头帧长 40 毫秒（384 比特）。头帧由预同步码组、帧同步码组 1、色码和头帧信息构成。头帧信息又分为完全相同的两部分：头信息 0 和头信息 1。



P: 预同步码组，至少 72 比特

FS1: 帧同步码组 1，48 比特

HIO: 头信息 0，120 比特

CC: 色码，24 比特

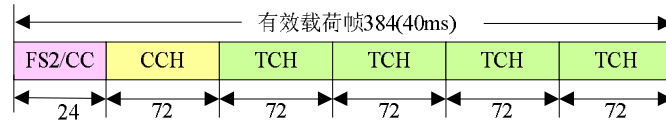
HII: 头信息 1，120 比特，与头信息 0 相同

图 5.2 头帧

5.2.2.2 有效载荷帧

数字对讲机的用户信息是通过有效载荷帧传送，每个帧包含 384 个比特，时长 40ms，如图 5.3 所示。有效载荷帧由帧同步码组 2 或色码、控制信道和业务信道构成。控制信道

用于传送信令；业务信道用于传送有效载荷（用户的语音信息和数据信息）。

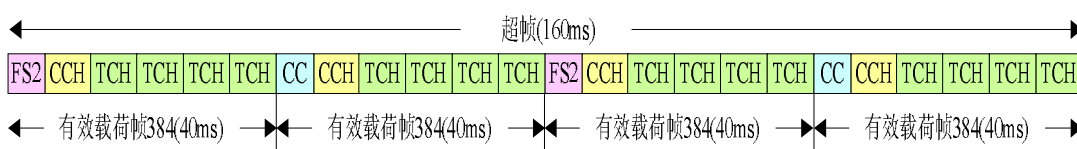


FS2/CC: 帧同步码组 2 或色码, 24 比特
 CCH: 控制信道, 72 比特
 TCH: 业务信道 (内为有效载荷), 4×72 比特

图5.3 有效载荷帧

5.2.2.2.1 超帧

图 5.4 所示的 4 个 40 毫秒的有效载荷帧被连接后形成一个 160 毫秒的超帧。

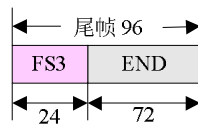


FS2/CC: 帧同步码组 2 或色码, 24 比特
 CCH: 控制信道, 72 比特
 TCH: 业务信道 (内为有效载荷), 4×72 比特

图 5.4 超帧

5.2.2.3 尾帧

图 5.5 所示的尾帧是一个缩短的 96 比特帧，它由帧同步码组 3 和尾帧数据构成。



FS3: 帧同步码组 3, 24 比特
 END: 尾帧数据, 72 比特

图 5.5 尾帧

5.2.3 传输序列

5.2.3.1 语音序列或数据序列

语音序列和数据序列总是以一个包含预同步码组（用于位同步）和帧同步码组的头帧起始，接着是整数个的包含了有效载荷（语音或数据）和呼叫信息（例如使得接收方能执行延迟进入）的超帧，最后以尾帧结束，参见图 5.6。

对接收端来说，任何传输的目的和内容都可以通过对头帧信息（头信息 HIO 和头信息

HI1) 的判断得到。



H: 头帧
 SF: 超帧
 E: 尾帧

图 5.6 语音序列或数据序列

5.2.3.2 呼叫建立请求序列或连接请求序列

图 5.7 所示呼叫建立请求序列可由系统在呼叫开始时发送。此类序列由头帧和尾帧连接而成。其目的是通知被叫要求建立连接关系。呼叫建立请求序列包含呼叫类型或呼叫所需信息。



H: 头帧
 E: 尾帧

图 5.7 呼叫建立请求序列

对于个呼，该发射可作为一种“巡检呼叫”手动发送，以确认被呼叫方是否处于相同信道；也可作为 OACSU（非占空呼叫建立）的一部分自动发送；或用于发起一个数据个呼。

5.2.3.3 确认序列

确认序列是回复给主叫的对呼叫请求所做的响应。确认序列由一个头帧构成，包含接收数据确认、接收数据错误等信息，参见图 5.8。



H: 头帧

图5.8 确认序列

5.2.3.4 状态确认序列

图 5.9 所示的状态确认序列是对状态请求的响应。由于状态信息包含在尾帧当中，则接收端对状态请求呼叫的响应将为头帧和尾帧组合。



H: 头帧
 E: 尾帧

图5.9 状态确认序列

5.2.3.5 断开连接序列

发射端可通过发送一个断开连接序列来表明呼叫已经完成。这是一个重复的头帧和尾帧组合，如图 5.10 所示。



H: 头帧
E: 尾帧

图5.10 断开连接序列

这些发射可手动发送，用来向被叫方确认通话已完成。
这些发射也可自动发送给被叫方，以表明某个数据个呼已经完成。

5.2.4 呼叫过程

5.2.4.1 语音组呼

语音组呼过程如图 5.11 所示。

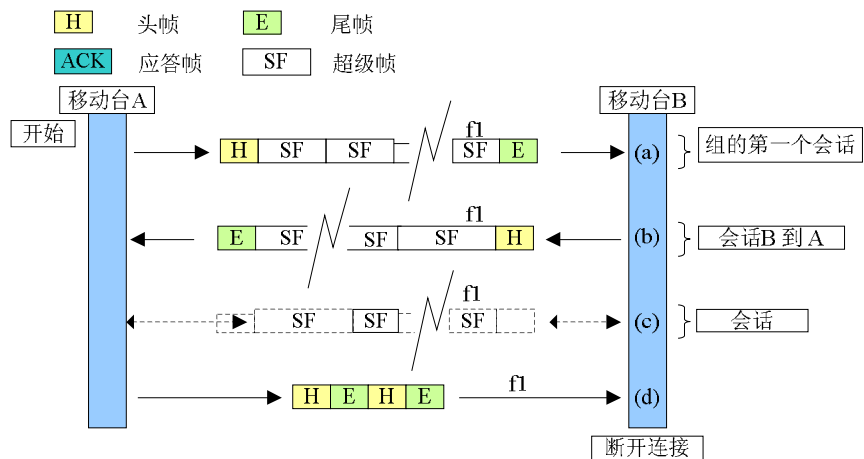


图5.11 语音组呼过程

在该示例中，移动台 A 发起的呼叫遵守礼貌接入规则。若允许接入，则

- a) 移动台 A 发送语音业务信息到同组的成员。
- b) 下一个语音业务信息被返回给主叫。
- c) 会话继续。
- d) 呼叫完成后，主叫可通过发送一个断开连接序列拆除呼叫。

注1: (d)点的断开连接序列是可选的。

5.2.4.2 语音个呼

带被叫方检查的语音个呼如图 5.12 所示。对于该选项，主叫方希望先确定被叫是否开机并空闲。

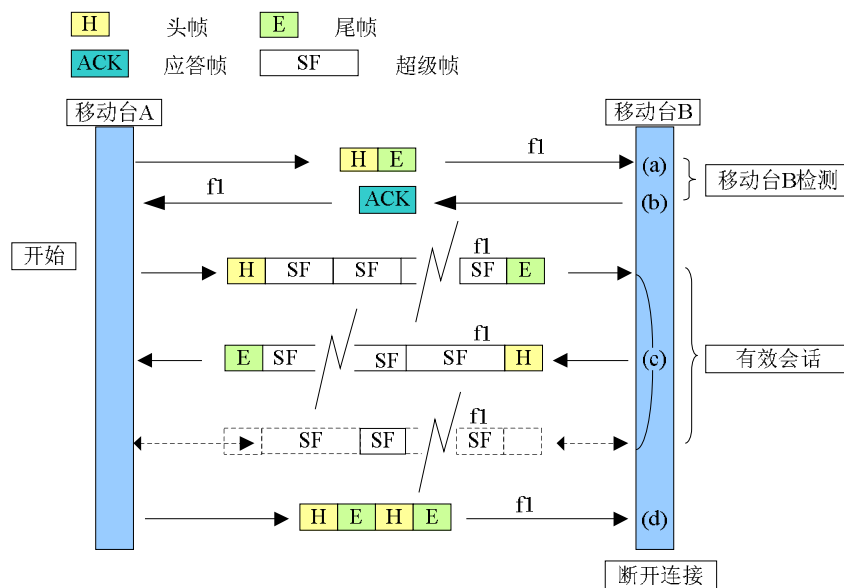


图5.12 带被叫方检查的语音个呼过程

在该示例中，主叫（移动台 A）发起的呼叫遵守礼貌接入规则。若允许接入，则：

- a) 主叫使用呼叫建立请求序列（头帧和尾帧）来确定被叫在通讯范围内且不处于繁忙状态。
- b) 当被叫已回复确认序列，则主叫开始发送语音业务信息给被叫。
- c) 双方会话继续。
- d) 呼叫完成后，任何一方可通过发送一个断开连接序列来结束呼叫。

注2: (d)点的断开连接序列是可选的。

5.2.4.3 数据呼叫

图 5.13 是数据个呼业务的呼叫过程示例。

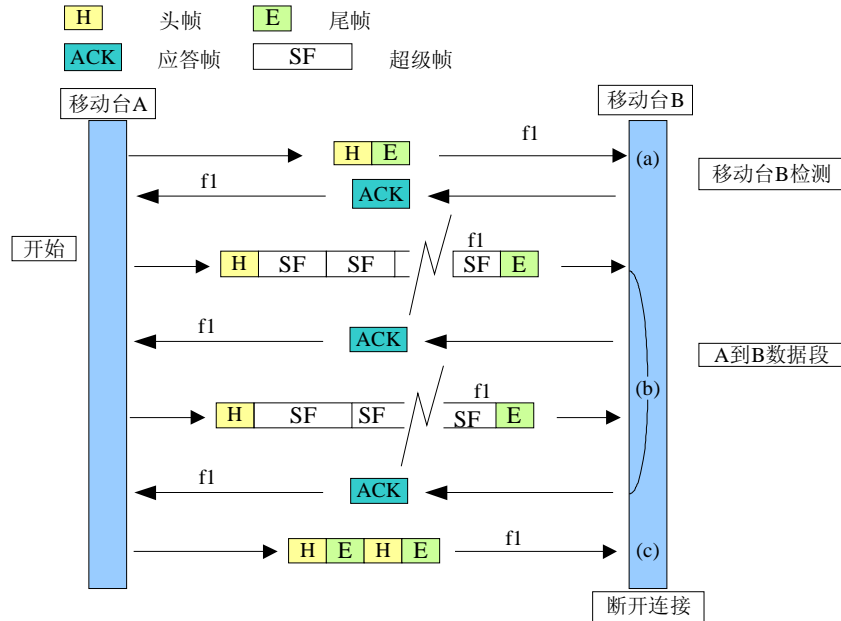


图5.13 数据个呼过程

- 在这种情况下，主叫（移动台 A）发起的呼叫遵守礼貌接入规则。若允许接入，则：
- a) 主叫使用呼叫建立请求序列（头帧和尾帧）来确定被叫在通讯范围内且不处于繁忙状态。被叫回复一个确认序列。
 - b) 主叫开始以数据序列发送数据。被叫对数据解码并检错，若数据接收正确，将回复一个肯定的确认序列。若检测到错误，将发送一个否定的确认序列，主叫将重复该发送。
 - c) 当所有数据已发送并收到肯定应答，主叫将发送一个断开连接序列以结束通信。

6 帧编码

6.1 超帧

超帧的结构如图 5.4 所示。4 个有效载荷帧构成一个超帧。有效载荷帧 1 的内容如表 6.1 所示。

表 6.1 有效载荷帧 1

字段		比特数	FEC	转换后比特	速率
帧同步码组 2		24	无	24	
控制信道	帧编号	2	CRC 7 比特编码 (12, 8)简单汉明码 12×6 交织编码 扰码	72	50bps
	被叫地址 0 (前 12 比特)	12			76bps
	通信模式	3			76bps
	版本	2			50bps
	通信格式	2			50bps
	紧急优先级	1			24bps
	保留	1			
低速数据	18		450bps		

	循环冗余校验 (CRC)	7			
	前向纠错 (FEC)	24			
业务信道	有效载荷	72×4		288	

有效载荷帧2的内容如表6.2所示。

表 6.2 有效载荷帧 2

字段	比特数	FEC	转换后比特	速率
色码	24	无	24	
控制信道	帧编号	2	CRC 7 比特编码 (12, 8)简单汉明码 12×6 交织编码 扰码	50bps
	被叫地址 1 (后 12 比特)	12		76bps
	通信模式	3		76bps
	版本	2		50bps
	通信格式	2		50bps
	紧急优先级	1		24bps
	保留	1		
	低速数据	18		450bps
	循环冗余校验 (CRC)	7		
	前向纠错 (FEC)	24		
业务信道	有效载荷	72×4	288	

有效载荷帧3的内容如表6.3所示。

表 6.3 有效载荷帧 3

字段	比特数	FEC	转换后比特	速率
帧同步码组 2	24	无	24	
控制信道	帧编号	2	CRC 7 比特编码 (12, 8)简单汉明码 12×6 交织编码 扰码	50bps
	主叫地址 2 (前 12 比特)	12		76bps
	通信模式	3		76bps
	版本	2		50bps
	通信格式	2		50bps
	紧急优先级	1		24bps
	保留	1		
	低速数据	18		450bps
	循环冗余校验 (CRC)	7		
	前向纠错 (FEC)	24		
业务信道	有效载荷	72×4	288	

有效载荷帧4的内容如表6.4所示。

表 6.4 有效载荷帧 4

字段	比特数	FEC	转换后比特	速率
色码	24	无	24	

控制信道	帧编号	2	CRC 7 比特编码 (12, 8)简单汉明码 12×6 交织编码 扰码	72	50bps
	主叫地址 3 (后 12 比特)	12			76bps
	通信模式	3			76bps
	版本	2			50bps
	通信格式	2			50bps
	紧急优先级	1			24bps
	保留	1			
	低速数据	18			450bps
	循环冗余校验 (CRC)	7			
	前向纠错 (FEC)	24			
业务信道	有效载荷	72×4		288	

6.2 头帧

头帧的内容如表 6.5 所示。

表 6.5 头帧内容

字段		比特数	FEC	转换后比特	
预同步码组		≥72		≥72	
帧同步码组1		48		48	
头信息0	头帧类型	4	CRC 8 比特编码 (12, 8)简单汉明码 12×6 交织编码 扰码	120	
	地址0和地址1	24			
	地址2和地址3	24			
	通信模式	3			
	版本	2			
	通信格式	2			
	紧急优先级	1			
	保留信道	1			
	呼叫信息	类型			3
		内容			8
循环冗余校验+前向纠错					
色码		24		24	
头信息1	头帧类型	4	CRC 8 比特编码 (12, 8)简单汉明码 12×6 交织编码 扰码	120	
	地址0和地址1	24			
	地址2和地址3	24			
	通信模式	3			
	版本	2			
	通信格式	2			
	紧急优先级	1			
	保留信道	1			
	呼叫信息	类型			3
		内容			8
循环冗余校验+前向纠错					

6.3 尾帧

尾帧的内容如表 6.6 所示。尾帧由帧同步码组 3 和尾帧数据构成。尾帧数据又分为尾帧数据 0 和尾帧数据 1 两部分，尾帧数据 1 作为尾帧数据 0 的副本发送。

表 6.6 尾帧内容

字段		比特数	前向纠错	转换后比特
帧同步	帧同步码组 3	24	无	24
尾帧数据 0	尾帧类型	2	7 比特 CRC 编码 (12, 8)简单汉明码 扰码	72
	自动重发请求	2		
	发射等待	4		
	状态消息	5		
	保留	4		
	循环冗余校验+前向纠错			
尾帧数据 1	尾帧类型	2	7 比特 CRC 编码 (12, 8)简单汉明码 扰码	72
	自动重发请求	2		
	发射等待	4		
	状态消息	5		
	保留	4		
	循环冗余校验+前向纠错			

6.4 有效载荷帧

有效载荷帧的内容如表 6.7 所示。

表 6.7 有效载荷帧内容

字段	比特数	含义
帧同步码组2或色码	24	帧同步码组2或色码
控制信道	72	控制信息
业务信道	72	业务信息，有效载荷
业务信道	72	业务信息，有效载荷
业务信道	72	业务信息，有效载荷
业务信道	72	业务信息，有效载荷

6.5 帧编号

表 6.8 所示的帧编号在超帧中用于表明所发射的有效载荷帧的序号。

表 6.8 帧编号

字段	比特数	数值	含义
帧编号	2	00	帧 1
		01	帧 2
		10	帧 3
		11	帧 4

6.6 通信模式

表 6.9 所示的通信模式被用于表明发送给接收方的业务信道内的有效载荷的内容。

表 6.9 通信模式

字段	比特数	数值	含义
通信模式	3	000	语音通信（低速数据字段无用户数据）
		001	语音 + 低速数据（低速数据字段的用户数据）
		010	第1类数据通信（有效载荷是无前向纠错的用户数据）
		011	预留
		100	预留
		101	预留
		110	预留
		111	预留

6.7 通信格式

表 6.10 所示的通信格式在头帧和有效载荷帧中发送，以表明信息的来源。

表 6.10 通信格式

字段	比特数	数值	含义
通信格式	2	00	呼叫全部（广播）
		01	端对端通讯（移动台到移动台）
		10	保留
		11	保留

6.8 版本

表 6.11 中所示的版本在头帧和有效载荷帧中发送，以检测有效载荷是否为标准声码器产生的语音数据。

表 6.11 版本

字段	比特数	数值	含义
版本	2	00	标准声码器
		01	保留
		10	保留
		11	制造商指定声码器

不同声码器类型终端在语音通信时，接收方先检测声码器版本，给出是否匹配提示，数据不受该字段限制。

6.9 低速数据

6.9.1 语音超帧中的低速数据

这是低速数据字段的通常用法，语音超帧（用于载送语音业务的超帧，其有效载荷帧可简称为语音帧）的每个帧中可包含 2 个字节的用户数据，如表 6.12 所示。

在这种情况下，通信模式设置为 001。

用户数据的每个字节前面有一个持续标志，以告知接收方随后的字节是否是最后字节。

表 6.12 语音超帧中的低速数据

字段	比特数	值	含义
低速数据	持续标志	0	接下来的用户数据并非最后字节
		1	接下来的字节为用户数据的最后字节
	用户数据	8	用户数据
	持续标志	0	接下来的用户数据并非最后字节
		1	接下来的字节为用户数据的最后字节
	用户数据	8	用户数据

6.9.2 低速数据字段在第 1 类数据中的使用

当发送第 1 类数据时，低速数据字段用于传送数据格式、位置和断续等信息。表 6.13 给出在第 1 类数据通信中低速数据字段的具体编码。

表 6.13 低速数据在第 1 类数据中的使用

字段	比特数	值	含义	
低速数据	预留	5	00000	预留
	数据指示	2	00	本帧中无数据
			01	预留
			10	预留
			11	本帧中有数据
	数据类型	4	0000	状态消息
			0001	预编码消息
			0010	自由文本消息（对讲机产生的数据）
			0011	短文件传输
			0100	用户定义数据 1
			0101	用户定义数据 2
			0110	用户定义数据 3
			0111	用户定义数据 4
			1000 -1111	预留
	持续标志	1	0	数据在本帧后持续
			1	数据在本帧结束
	数据长度	6	值	有效数据的长度

6.10 头帧类型

头帧类型字段的描述如表 6.14 所示。

表 6.14 头帧类型

字段	比特数	数值	含义
头帧类型	4	0000	通讯开始头帧（紧跟一个超帧）
		0001	连接请求头帧（跟随一个尾帧）
		0010	断开连接头帧（跟随一个尾帧）
		0011	应答头帧（这是一个单帧，ACK或NACK通过呼叫信息类型设置加以区分）
		0100	系统请求头帧（紧跟一个尾帧）
		0101	对系统请求的应答头帧（紧跟一个超帧）
		0110	系统发送头帧（紧跟一个超帧）
		0111	状态巡检响应头帧（紧跟一个尾帧）
		1000	状态巡检请求头帧
		其他	保留

6.11 呼叫信息

呼叫信息字段如表 6.15 所示。头帧的 11 个位被分配为呼叫信息字段，其中 3 个位表示呼叫信息类型，8 个位表示呼叫信息内容。若呼叫信息类型为 111，则该头帧为一个唤醒头帧，否则为一个普通头帧。

表 6.15 呼叫信息

字段	比特数	数值	含义
呼叫信息	类型	000	普通头帧
		--110	
		111	唤醒头帧
内容	8		呼叫信息具体内容

若唤醒头帧位于一个普通头帧之前，呼叫信息类型 = 000 将替代该普通头帧中的呼叫信息类型值。该普通头帧中的其它字段保持不变。

呼叫信息用于对呼叫进行附加说明。其内容以及目的取决于呼叫信息类型。表 6.16 概述了呼叫信息的多种用途以及定义这些用途的相关部分。

表 6.16 呼叫信息的用途

用途	目的	章节
省电	表示头帧类型（普通头帧或唤醒头帧）	6.10.1
第1类数据	表示数据类型（补充业务）	6.10.2
系统业务	表示系统请求目的	6.10.3
应答	表示肯定应答或否定应答及其原因	6.10.4

6.11.1 省电呼叫信息

对于省电方式的唤醒头帧，呼叫信息内容的后4位表示当前唤醒头帧后面还跟随多少个头帧（倒数至0）。唤醒头帧中呼叫信息编码如表6.17所示。

表 6.17 省电呼叫信息

字段		比特数	数值	含义
呼叫信息	类型	3	111	唤醒头帧
	内容1	4	0000	预留
	内容2	4	1111	扩展的唤醒头帧15，扩展的唤醒头帧1
			--0001	
		0000	普通头帧	

6.11.2 第1类数据的呼叫信息

第1类数据的呼叫信息如表6.18中所示。

表 6.18 第1类数据的呼叫信息

字段		比特数	值	含义
呼叫信息	类型	3	001	第1类数据的呼叫信息
	格式	4	0000	状态消息
			0001	预编码消息
			0010	自由文本消息
			0011	短文件传输
			0100	用户定义数据 1
			0101	用户定义数据 2
			0110	用户定义数据 3
			0111	用户定义数据 4
			1000	预留
		-111		
内容2	4	0000	预留	

6.11.3 应答头帧的呼叫信息

应答头帧的呼叫信息如表6.19所示。

表 6.19 应答头帧的的呼叫信息

字段	字段	比特数	值	定义
呼叫信息类型	应答	3	000	预留
			001	ACK (肯定应答)
			010	NACK (数据报错, 重新发送请求)
			011	NACK (请求被拒)
			其它	预留
呼叫信息内容	原因	8	0	未说明原因
			1 - 255	ACK / NACK 状态 (拒绝原因由用户定义)

6.12 尾帧类型

尾帧类型字段的描述如表 6.20 所示。

表 6.20 尾帧类型

字段	比特数	数值	含义
尾帧类型	2	00	普通尾帧
		01	带状态消息的尾帧
		10	预留
		11	预留

6.13 自动重发请求

表 6.21 对自动重发请求字段进行了说明。此字段为尾帧的一部分。

表 6.21 自动重发请求

字段	比特数	数值	含义
自动重发请求	2	00	对被叫站无确认请求
		01	对被叫站有确认请求
		10	预留
		11	预留

6.14 发送等待

发送等待字段的描述如表 6.22 所示。此字段为尾帧的一部分。

发送等待由主叫和被叫执行，以使得其它有紧急呼叫（由用户事先设定）插入请求的移动台能够在规定的时间内发射。

表 6.22 发送等待

字段	比特数	数值	含义
发送等待	4	0000	未指定时间
		0001	20 ms (半个帧)
		0010	40 ms (一个帧)
		0011	80 ms (2 个帧)
		0100	160 ms (1 个超帧)
		0101~ 1111	预留

6.15 状态

状态字段如表 6.23 所示。此字段为尾帧的一部分。

表 6.23 状态

字段	比特数	值	含义
状态	5	0-31	状态消息

7 同步

7.1 帧同步

7.1.1 帧同步码组 1 (FS1)

帧同步码组 1 是指在非分组数据的头帧中包含的帧同步码组。它是一个 48 比特码组，可如下表示：

二进制： 0101011111111111010111110101110101010101110111

十六进制： 57 FF 5F 75 D5 77

7.1.2 帧同步码组 2 (FS2)

帧同步码组 2 是指在超级帧（有效载荷帧 1 和有效载荷帧 3）中包含的帧同步码组。它是一个 24 比特码组，可如下表示：

二进制： 010101111111011101111101

十六进制： 57 F7 7D

7.1.3 帧同步码组 3 (FS3)

帧同步码组 3 是指在尾帧中包含的帧同步码组。它是一个 24 比特码组，可如下表示：

二进制： 011111011101111111110101

十六进制： 7D DF F5

7.1.4 色码

超帧（有效载荷帧 2 和 4）和头帧中的色码为 24 位码。

信道可以单独指定色码，以便于频谱管理和区分共享物理无线信道的各系统。未给信道设定色码时，对讲机应确定相应频率适用的色码，所需算法如下：

$$CC = \text{floor}(64 \times (f \bmod 0.4))$$

CC 指色码编号，f 指信道频率，单位为 MHz，mod 指求余，floor 指向下取整。

具体色码编号的值如表 7.1 所示。

表 7.1 色码

色码编号	色码 (二进制)	色码 (十六进制)
0	0101 0111 0101 1111 0111 0111	57 5F 77
1	0101 0111 0111 0101 0111 0111	57 75 77
2	0101 0111 1101 1101 0111 0101	57 DD 75
3	0101 0111 1111 0111 0111 0101	57 F7 75
4	0101 0101 0101 0111 0111 1101	55 57 7D
5	0101 0101 0111 1101 0111 1101	55 7D 7D
6	0101 0101 1101 0101 0111 1111	55 D5 7F
7	0101 0101 1111 1111 0111 1111	55 FF 7F
8	0101 1111 0101 0101 0101 1111	5F 55 5F
9	0101 1111 0111 1111 0101 1111	5F 7F 5F
10	0101 1111 1101 0111 0101 1101	5F D7 5D
11	0101 1111 1111 1101 0101 1101	5F FD 5D
12	0101 1101 0101 1101 0101 0101	5D 5D 55

13	0101 1101 0111 0111 0101 0101	5D 77 55
14	0101 1101 1101 1111 0101 0111	5D DF 57
15	0101 1101 1111 0101 0101 0111	5D F5 57
16	0111 0111 0101 1101 1101 0111	77 5D D7
17	0111 0111 0111 0111 1101 0111	77 77 D7
18	0111 0111 1101 1111 1101 0101	77 DF D5
19	0111 0111 1111 0101 1101 0101	77 F5 D5
20	0111 0101 0101 0101 1101 1101	75 55 DD
21	0111 0101 0111 1111 1101 1101	75 7F DD
22	0111 0101 1101 0111 1101 1111	75 D7 DF
23	0111 0101 1111 1101 1101 1111	75 FD DF
24	0111 1111 0101 0111 1111 1111	7F 57 FF
25	0111 1111 0111 1101 1111 1111	7F 7D FF ₆
26	0111 1111 1101 0101 1111 1101	7F D5 FD
27	0111 1111 1111 1111 1111 1101	7F FF FD
28	0111 1101 0101 1111 1111 0101	7D 5F F5
29	0111 1101 0111 0101 1111 0101	7D 75 F5
30	0111 1101 1101 1101 1111 0111	7D DD F7
31	0111 1101 1111 0111 1111 0111	7D F7 F7
32	1101 0111 0101 0101 1111 0111	D7 55 F7
33	1101 0111 0111 1111 1111 0111	D7 7F F7
34	1101 0111 1010 1111 111 0101	D7 D7 F5
35	1101 0111 1111 1101 1111 0101	D7 FD F5
36	1101 0101 0101 1101 1111 1101	D5 5D FD
37	1101 0101 0111 0111 1111 1101	D5 77 FD
38	1101 0101 1101 1111 1111 1111	D5 DF FF
39	1101 0101 1111 0101 1111 1111	D5 F5 FF
40	1101 1111 0101 1111 1101 1111	DF 5F DF
41	1101 1111 0111 0101 1101 1111	DF 75 DF
42	1101 1111 1101 1101 1101 1101	DF DD DD
43	1101 1111 1111 0111 1101 1101	DF F7 DD
44	1101 1101 0101 0111 1101 0101	DD 57 D5
45	1101 1101 0111 1101 1101 0101	DD 7D D5
46	1101 1101 1101 0101 1101 0111	DD D5 D7 ₁₆
47	1101 1101 1111 1111 1101 0111	DD FF D7 ₁₆
48	1111 0111 0101 0111 0101 0111	F7 57 57 ₁₆
49	1111 0111 0111 1101 0101 0111	F7 7D 57 ₁₆
50	1111 0111 1101 0101 0101 0101	F7 D5 55
51	1111 0111 1111 1111 0101 0101	F7 FF 55
52	1111 0101 0101 1111 0101 1101	F5 5F 5D
53	1111 0101 0111 0101 0101 1101	F5 75 5D
54	1111 0101 1101 1101 0101 1111	F5 D D5F
55	1111 0101 1111 0111 0101 1111	F5 F7 5F

56	1111 1111 0101 1101 0111 1111	FF 5D 7F
57	1111 1111 0111 0111 0111 1111	FF 77 7F
58	1111 1111 1101 1111 0111 1101	FF DF 7D
59	1111 1111 1111 0101 0111 1101	FF F5 7D
60	1111 1101 0101 0101 0111 0101	FD 55 75
61	1111 1101 0111 1111 0111 0101	FD 7F 75
62	1111 1101 1101 0111 0111 0111	FD D7 77
63	1111 1101 1111 1101 0111 0111	FD FD 77

7.1.5 预同步码组（用于比特同步）

预同步码组是一个不少于 72 比特的二进制序列，由 16 进制数 5F 5F 5F 5F 5F 5F 5F 5F 5F 表示。如果预同步码组超过 72 比特，那么 16 进制数 5F 将被重复发送。

预同步码组主要使用在头帧和应答头帧中。

8 交织和前向纠错编码

8.1 CRC 编码

两种 CRC 编码被采用，具体见表 8.1 所示。

表 8.1 CRC 编码

使用处	CRC	多项式
控制信道信息	CRC7	$X^7 + X^3 + 1$
头帧信息	CRC8	$X^8 + X^2 + X + 1$

8.2 汉明码编码

一个简单汉明码（12,8）编码被采用，生成矩阵如表 8.2 所示。

X7, X6, X5, X4, X3, X2, X1, X0 占 8 位，C3, C2, C1, C0 占 4 位。

表 8.2 生成矩阵

	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	X0	C3	C2	C1	C0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1
6	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1

缩短汉明码编码多项式： $X^4 + X + 1$ 。

8.3 扰码编码

扰码多项式是： $X^9 + X^5 + 1$ ，初始赋值为全“1”码。具体扰码器结构如图 8.1 所示。

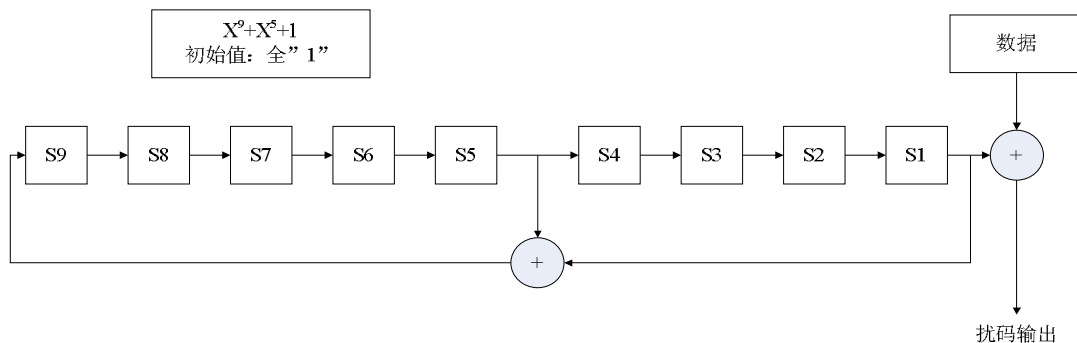


图 8.1 扰码器结构

8.4 交织编码

这里有两种交织矩阵，一种用于业务信道（有效载荷）；另一种用于头帧信息域。业务信道交织矩阵如表 8.2 所示。

表 8.2 业务信道交织矩阵

	1	2	3	4	5	6
1	1	13	25	37	49	61
2	2	14	26	38	50	62
3	3	15	27	39	51	63
4	4	16	28	40	52	64
5	5	17	29	41	53	65
6	6	18	30	42	54	66
7	7	19	31	43	55	67
8	8	20	32	44	56	68
9	9	21	33	45	57	69
10	10	22	34	46	58	70
11	11	23	35	47	59	71
12	12	24	36	48	60	72

头帧信息域交织矩阵如表 8.3 所示。

表 8.3 头帧信息域交织矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	13	25	37	49	61	73	85	97	109
2	2	14	26	38	50	62	74	86	98	110
3	3	15	27	39	51	63	75	87	99	111
4	4	16	28	40	52	64	76	88	100	112
5	5	17	29	41	53	65	77	89	101	113
6	6	18	30	42	54	66	78	90	102	114
7	7	19	31	43	55	67	79	91	103	115
8	8	20	32	44	56	68	80	92	104	116

9	9	21	33	45	57	69	81	93	105	117
10	10	22	34	46	58	70	82	94	106	118
11	11	23	35	47	59	71	83	95	107	119
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120

交织矩阵的使用方法:

发送端: 数据从左边顶端到右边的底端输入到矩阵的竖列, 数据矩阵的水平行从左边顶端到右边的底端输出。

接收端: 数据从左边顶端到右边的底端输入到矩阵的水平行, 数据矩阵的竖列行从左边顶端到右边的底端输出。

9 承载业务、电信业务以及补充业务

9.1 业务

本协议提供的通信业务如表9.1所示。

表 9.1 业务

承载业务	电信业务	补充业务
语音	个呼	延迟进入
		OACSU
		取消呼叫建立
		PTT 呼叫
		低速用户数据
		附加短数据
		呼叫方确认
	组呼	延迟进入
		全呼
		PTT 呼叫
		低速用户数据
		附加短数据
		广播
		呼叫方确认
数据类型 1	数据个呼	状态消息
		预编码消息
		自由文本消息
		短文件传输
	数据组呼	状态消息
		预编码消息
		自由文本消息
		短文件传输

9.2 呼叫类型

9.2.1 个呼

个呼是指一对一的呼叫。

对于遵循标准的用户接口设备，个呼是指呼叫一个定义在 A.2.1.1 中可拨号的地址，该地址不包含定义在 A.2.1.1.1 中的通配符。

9.2.2 组呼

组呼是一个用户向系统中定义为同一个组呼地址的一个或多个对讲机发出的呼叫。

对于遵循标准用户接口的设备，一个组呼是指呼叫一个定义在 A.2.1.1 中可拨号的使用通配符的组呼地址。

9.3 寻址

寻址基于分配的 24 比特空间。

对于遵循标准的用户接口设备，移动台使用一个将 7 位十进制数字转换成 24 比特地址的算法，具体在附录 A 中有详细描述。

9.4 色码

信道可以单独指定色码，以便于频谱管理。

未给信道设定色码时，移动台应根据频率确定适用的色码，具体算法如第 7.1.4 节所述。

10 信道编码过程

10.1 语音超帧

在语音超帧中，要对控制信道数据进行信道编码，参见图 10.1。控制信道数据构建的具体步骤如下：

- a) 帧编号设置从 00 到 11（1 到 4）。
 - b) 跟随帧编号的是 12 比特的地址（主叫地址或被叫地址）
 - c) 主叫地址和被叫地址共有 48 比特。它们按 12 比特分成 4 份，每 1 份包含在超帧的 4 个有效载荷帧中的一帧里面。
 - 1) 帧编号 00 包含被叫地址高 12 比特
 - 2) 帧编号 01 含被叫地址低 12 比特
 - 3) 帧编号 10 包含主叫地址高 12 比特
 - 4) 帧编号 11 包含主叫地址低 12 比特
 - d) 通信模式值根据第 6.6 节设置。
例如：如果语音超帧包含低速数据，那么通信模式值设置为 001。
 - e) 通信格式目前按第 6.7 节设置，总的来说，它们通常设置为 01（单对单模式），偶尔它们可能被设置为 00（全呼），这是一种特例，类似于广播。
 - f) 接下来的 2 比特设置为 00（保留位）。
 - g) 低速数据域：
 - 1) 如果通信模式设置为 000，低速数据域将设置为全 0。
 - 2) 如果通信模式设置为 001，将会设置 18 比特的用户数据。
 - 3) 如果通信模式设置为 101，低速数据域将根据第 6.9 节的规定进行设置。
- 以上共给出了控制信道数据的 41 比特。
- h) 这 41 比特控制信道数据再加上 7 比特 CRC 校验数据（参考第 8.2 节）共 48 比特数据。

- i) 该 48 比特数据拆分成 6 个字节，每个字节按着第 8.3 节给出的 (12, 8) 汉明码编码生成 6 x 12 比特模块。
- j) 为了保护和避免突发干扰，该 6 x 12 比特模块采用 12 x 6 业务信道交织矩阵编码处理。
- k) 然后控制信道数据采用第 8.4 节给出的多项式扰码编码来处理。
- l) 前缀加上 24 比特的帧同步码组 2 (帧号为 00 或 10) 或 24 比特的色码 (帧号为 01 或 11) 完成组帧。
- m) 最后 4 x 72 比特块的前向纠错合成码数据 (业务信道) 补充在后面。如果当前超帧结束前松开 PPT，那么将为业务信道补充无声数据。

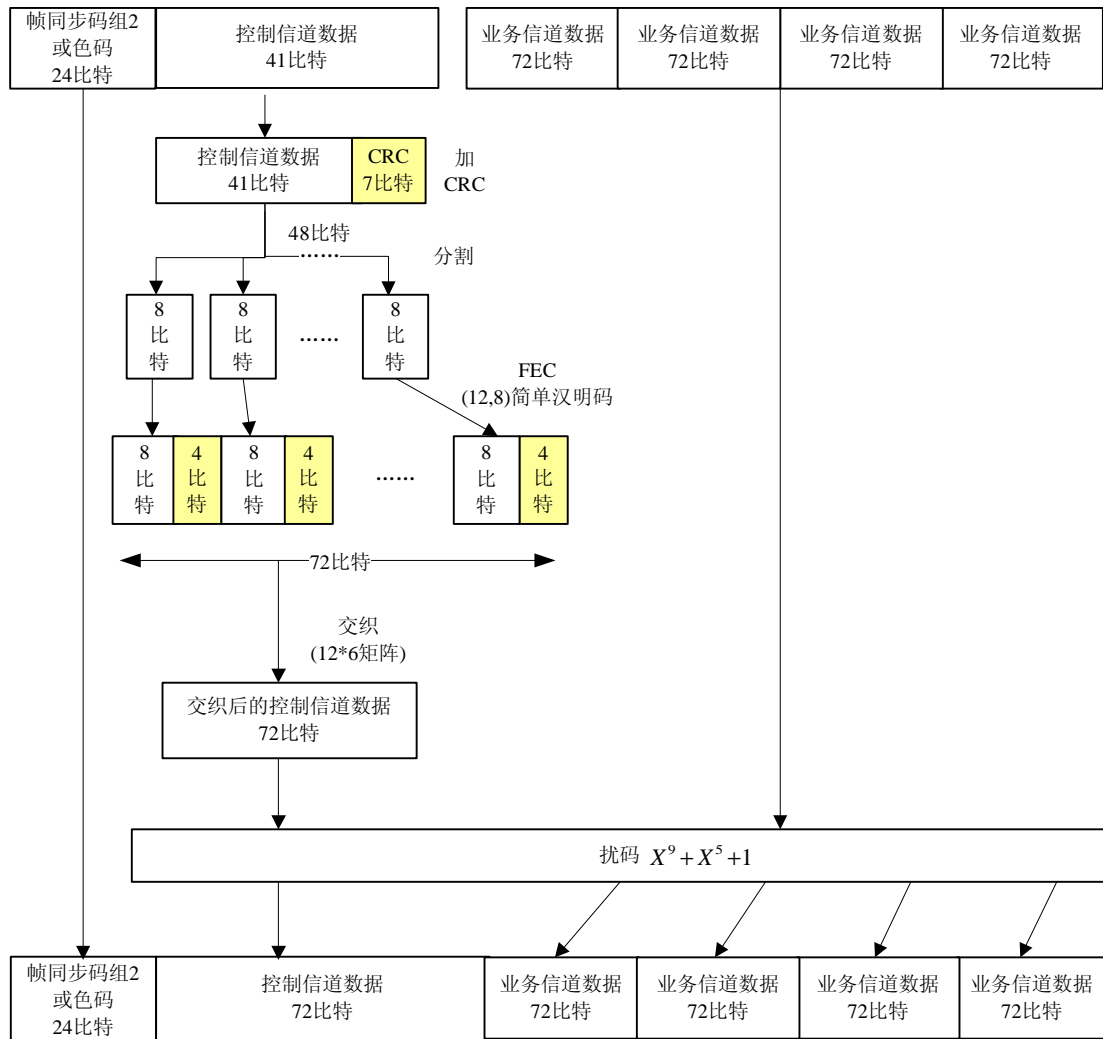


图 10.1 语音帧编码

10.2 第 1 类数据超帧

在第 1 类数据超帧(用于载送第 1 类数据的超帧,其有效载荷帧可简称为第 1 类数据帧)中,要对控制信道数据进行信道编码,对业务数据进行扰码处理,参见图 10.2。控制信道数据构建的具体步骤如下:

- a) 帧编号设置从 00 到 11 (1 到 4)。
- b) 跟随帧编号的是 12 比特的地址 (主叫地址或被叫地址)

- c) 主叫地址和被叫地址共有 48 比特。它们按 12 比特分成 4 份，每 1 份包含在超级帧的 4 个有效载荷帧的一帧里面。
 - 1) 帧编号 00 包含被叫地址高 12 比特
 - 2) 帧编号 01 包含被叫地址低 12 比特
 - 3) 帧编号 10 包含主叫地址高 12 比特
 - 4) 帧编号 11 包含主叫地址低 12 比特
- d) 通信模式值设置为 010。
- e) 通信格式位按第 6.7 节设置，它们通常设置为 01（单对单模式），也可被设置为 00（全呼），这是一种特例，类似于广播。
- f) 接下来的 2 比特设置为 00（保留位）
- g) 接下来是 18 比特的低速数据域。其设置依据第 6.9 节的规定。
以上共给出了 41 比特控制信道数据。
- h) 这 41 比特控制信道数据再加上 7 比特 CRC 校验数据（参考第 8.2 节）共 48 比特数据。
- i) 该 48 比特数据拆分成 6 个字节，每个字节按着第 8.3 节给出的（12，8）汉明码编码生成 6 x 12 比特模块。
- j) 为了保护 and 避免突发干扰，该 6 x 12 比特模块采用 12 x 6 业务信道交织矩阵编码处理。
- k) 接下来是 288 比特纠错用户数据。
- l) 交织的控制信道数据采用第 8.4 节给出的多项式进行扰码处理。
- m) 在控制数据前加上 24 比特的帧同步码组 2（帧号为 00 或 10）或 24 比特的色码（帧号为 01 或 11）完成组帧。

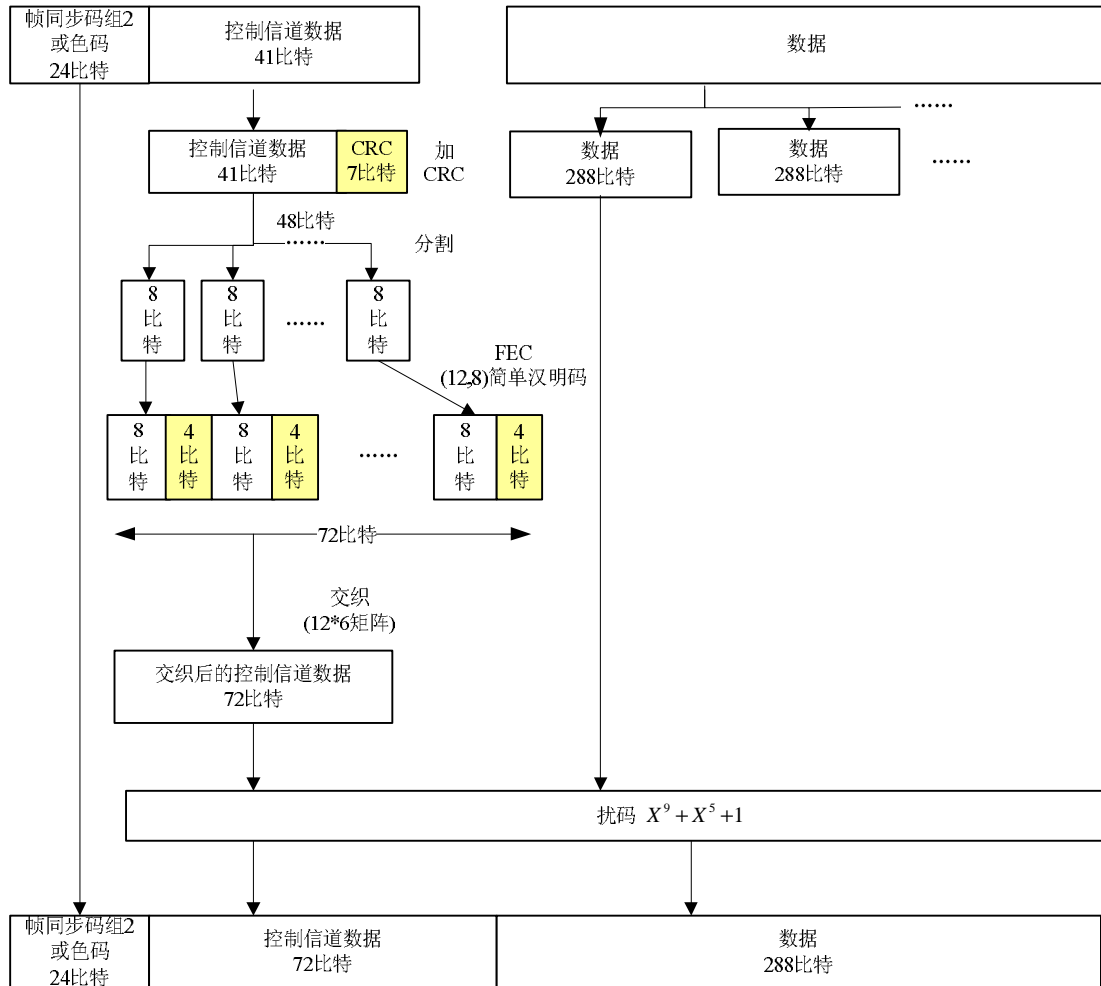


图 10.2 第 1 类数据帧编码

注：针对第1类数据，业务信道部分的用户数据不需纠错处理。

10.3 头帧

在头帧中，要对头帧信息进行信道编码，参见图 10.3。头帧信息构建的具体步骤如下：

- 选择第 6.10 节定义好的共 4 比特位的头帧类型。
- 头帧类型后面是 24 比特的被叫地址，接着是 24 比特主叫地址。
- 根据第 6.5 节定义的通信模式值进行设置。
- 根据第 6.7 节定义的通信格式值进行设置。它们通常设置为 01（单对单模式），也可被设置为 00（全呼），这是一种特例，类似于广播。
- 接下来 2 比特设置为 00（保留位）
- 增加 11 比特的呼叫信息，呼叫信息由 3 比特的呼叫信息类型和 8 比特的呼叫信息内容组成，具体可参考第 6.11 节

以上给定了总共 72 比特的头帧类型数据。

- 这 72 比特数据再加上 8 比特 CRC 校验数据（参考 8.2 节）共 80 比特数据。
- 该 80 比特数据拆分成 10 个字节，每个字节接着第 8.3 节给出的（12，8）汉明码编码生成 10 x 12 比特块。
- 为了保护和避免突发干扰，该 10 x 12 比特模块采用第 8.5 节给定的 12 x 10 头信息交织矩阵编码处理。
- 采用第 8.4 节给出的扰码多项式进行扰码处理。

- k) 接下来是 24 比特的色码，再复制一个扰码后的头信息数据。
- l) 在头信息 0 之前增加一个 48 比特的帧同步码组 1，再在前面增加一个最少 72 比特的预同步码组，构成完整的头帧。

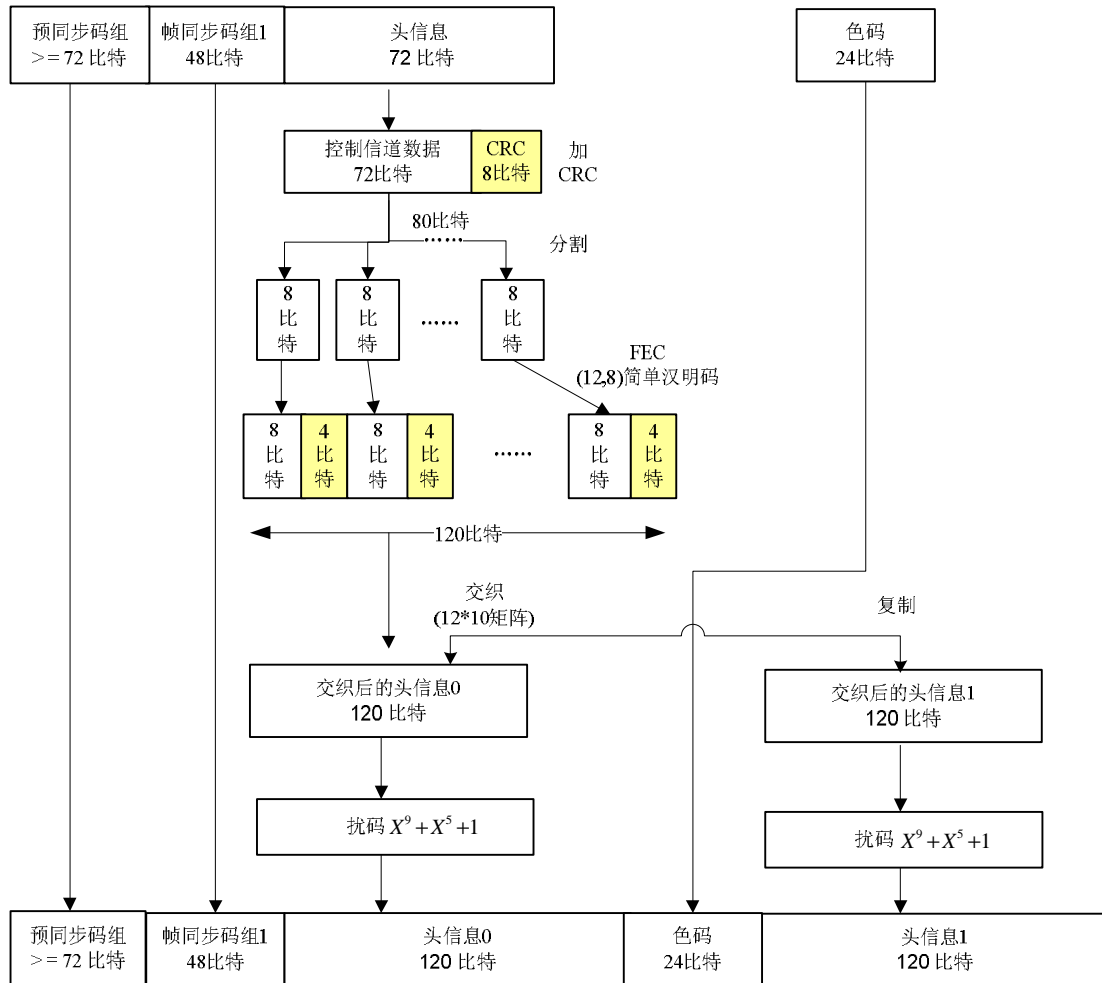


图 10.3 头帧编码

10.4 尾帧

尾帧的构建从 17 比特未编码的尾帧数据起始，参见图 10.4。尾帧数据构建的具体步骤如下：

- 尾帧数据以 2 比特的尾帧类型数据起始，其中 00 表示普通尾帧，01 表示带状态消息的尾帧。
- 接下来的 2 比特用来指示自动重发请求命令，其中 00 表示不需要应答，01 表示需要应答。
- 接下来的 4 比特定义发射等待时间，可使用第 6.14 节提供的值。
- 接下来如果尾帧类型被设置为 01，则增加 5 比特的状态消息，如果尾帧类型被设置为 00，那么 5 比特的状态消息设置为 0。
- 最后 4 比特保留位全部设置为 0。
- 这 17 比特数据再加上 7 比特 CRC 校验数据（参考第 8.2 节）共 24 比特数据。
- 该 24 比特数据拆分成 3 个字节，每个字节按着 8.3 节给出的 (12, 8) 汉明码编码生成 3 x 12 比特块。然后重复一次生成共 72 比特数据，再使用第 8.4 节给出的多项式进行扰码处理。

h) 在尾帧数据前加上 24 比特的帧同步码组 3，完成尾帧的组帧。

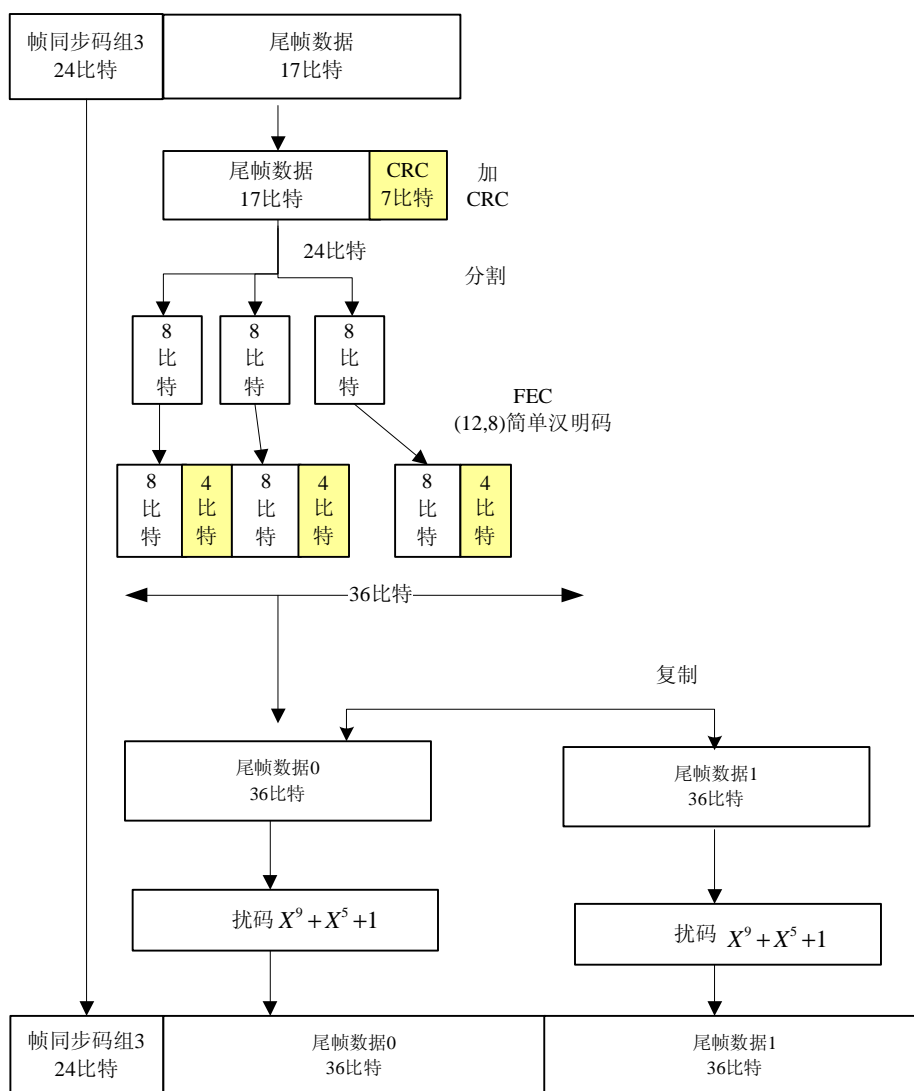


图 10.4 尾帧编码

11 信道访问

11.1 发射前侦听

当对讲机访问信道准备发射时，当前信道可能已经存在以下类型行为：

- 12.5kHz FDMA 行为
- 模拟行为
- 其它行为

对讲机通过监视射频场强强度电平值（RSSI）来判定当前信道是否存在以上行为。如果经过一个设定的最长时间 T_{ch_chk} ，RSSI 电平没有超过预先规定的值 $RSSI_LO$ ，那么对讲机将认为当前信道不存在以上行为。 $RSSI_LO$ 设置为 $-105\text{dB} \pm 3\text{dB}$ 。

然而，当 RSSI 电平超过预先规定的值 $RSSI_LO$ ，那么对讲机将认为当前信道存在以上行为。

如果对讲机成功与该行为取得帧同步，则认定当前信道存在 12.5kHz FDMA 行为。如果检测到色码不相符，则认定该行为为干扰。如果超过最大时间周期 T_{ch_free} 对讲机未取得同步，则认定该行为为其他行为。

11.2 挂起时间消息和定时器

11.2.1 概述

1 个语音呼叫由多个语音组组成，相邻的语音组由叫“挂起时间周期”的间隔隔开。

当协议为异步时，这些时间间隔的长度可以是随机的，但是组呼中的对讲机可定义一个发射等待时间来声明一个最小的挂起时间周期。发射等待时间从尾帧发射完的时刻开始启动。

11.2.2 接收方行为

在发射等待时间内，对讲机的 PTT 将不被允许启动发射，不管遵循的是礼貌还是非礼貌发射标准。

当对讲机在发射等待时间段内接收到一个闯入呼叫请求时，需要给用户提听得见的提示以使用户将讲话权给请求讲话的另一方。

11.2.3 闯入请求

当发送方进入一个申明非 0 的发射等待时间段时，涉及该呼叫的其它方可以使用闯入请求。

闯入请求只能在组呼中使用，它不允许在个呼或全呼中使用。

希望使用闯入请求的用户使用预先定义的按键发送请求。对讲机不能发送该请求直到申明的发射等待时间启动。闯入请求发送采用呼叫建立请求的格式即一个头帧加一个尾帧。头类型被设置为 0001（连接请求），被叫地址保留本呼叫处理中的通信组地址。

11.3 呼叫持续时间

可设置一个发射超时定时器 TOT，该定时器需设置一个初值（最大为 180s）来定义最大的呼叫持续时间。一旦 PTT 按下，该定时器立即启动，并逐渐递减，减到 0 时，移动台将立即停止发射并且不能发射直到 PTT 松开后被再次按下。

11.4 发射允许准则

如果对讲机被要求发送一个应答确认，那么它将在响应时间 T_{ack} 内发送该应答确认而不考虑当

前信道是否是“空闲”还是“繁忙”。

在语音呼叫状态时，除了在发射等待时间内不能发射外，都可进行发射。然而，对于其它方式如数据传输，可配置以下礼貌发射等级。

- a) 同组礼貌：对讲机在当前信道繁忙的情况下，如果发现同组的 12.5kHz FDMA 行为，发射将受到限制。对于其它类型行为，将不受限制而直接发射。
- b) 色码礼貌：对讲机在当前信道繁忙的情况下，如果发现与自己色码相同的 12.5kHz FDMA 行为，发射将受到限制。对于其它类型行为，将不受限制而直接发射。
- c) 非礼貌：对讲机不受任何行为限制而直接发射。

在特定信道上，不同的功能可支持不同的礼貌等级。例如，语音传送时可设置为“不礼貌”，数据传送时可设置为“礼貌”。

11.5 传输重发

带呼叫建立请求的传输，如果没有收到应答确认，发送方将重复发射直到收到应答确认或者发送方放弃。重发的等待时间和重发的最大次数在第 11.6 节中定义。

11.6 信道访问定时器和常量

11.6.1 定时器

- T_ch_chk: 信道检测定时器：最小为 100ms
T_ch_free: 同步行为定时器：最小为 200ms
T_ack: ACK 响应时间：最大为 3s
TOT: 发射超时定时器：最大为 180s

11.6.2 常量

应答确认允许自动重发，最大允许 4 次重发，重发间隔为 300ms 到 500ms。

12 物理层

12.1 调制

调制采用四进制频移键控（4FSK）。

12.1.1 符号

调制发送 4800 符号/秒，每个符号转换为 2 个比特信息。

符号的最大频偏 D 定义如下：

$$D = 3h / 2T$$

其中 h 为调制频偏指数， T 为符号周期 (1/4800 秒)。

12.1.2 4FSK 产生

本节描述恒定包络调制的特性，也叫做四进制频移键控。

12.1.2.1 频偏指数

4FSK 频偏指数 h 应定义为 0.27，在符号中心生成 1.944kHz 频偏。

$$D = 3h / 2T$$

$$\begin{aligned}
 &= 3 \times 0.27 / (2 \times T) \\
 &= 7200 \times 0.27 \\
 &= 1944 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

符号、比特和频偏的映射关系如表12.1所示。

表 12.1 4FSK 符号、比特和频偏映射关系

比特信息		符号	4FSK 频偏
比特 1	比特 0		
0	1	+3	+1944Hz
0	0	+1	+648Hz
1	0	-1	-648Hz
1	1	-3	-1944Hz

12.1.2.2 升余弦滤波器

一个升余弦滤波应用于四进制频移键控。升余弦滤波被分为两部分，每部分为一个平方根升余弦滤波。一部分被用在发送滤波器中，一部分被用于接收方消除噪音。发送升余弦滤波器的输入由一系列符号脉冲组成，符号周期为20833微秒(1 / 4800秒)。平方根升余弦滤波器的频率响应定义如下：当 $|f| < 2880\text{Hz}$ 时，滤波器群延迟在通带中是平滑的；滤波器的幅频响应通过以下公式得出：

$$|F(f)| = 1, \text{ 对于 } |f| \leq 1920\text{Hz}$$

$$|F(f)| = |\cos(f\pi/1920)|, \text{ 对于 } 1920\text{Hz} < |f| \leq 2880\text{Hz}$$

$$|F(f)| = 0, \text{ 对于 } |f| \geq 2880\text{Hz}$$

其中 $F(f)$ 是平方根升余弦滤波器的幅频响应。

12.1.2.3 4FSK 调制

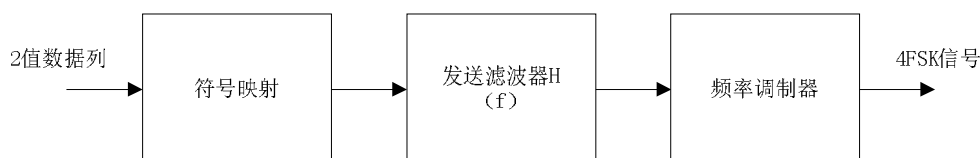


图12.1 4进制频移键控

4进制频移键控由一个符号映射器、一个平方根升余弦滤波器和一个频率调制器级联组成，如图12.1所示。

附 录 A
(规范性附录)
对讲机标准用户接口

本附录A主要描述了对讲机标准用户接口、编码方式以及拨号设计。

由于移动设备的生产商希望在他们产品中实现自主的设计,因此附录中的需求只是适用那些声明符合“标准用户接口”的设备。

A.1 编码方式以及按键设计

本附录主要内容如下:

- 规定一种用户可见的编码方式(用户接口);
- 描述一种拨号规则——手持设备如何拨号连接到其它的手持设备;
- 描述如何将可见的用户编号方式以及拨号字符串映射到空中接口。

人机界面接口问题已经在这个附录中定义,不过只是包含哪些直接的跟编码方式以及拨号相关的内容。

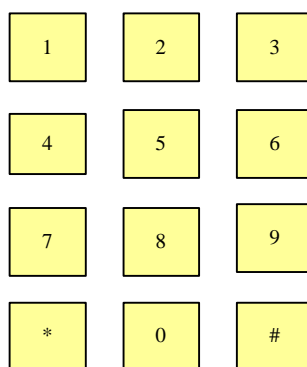
在手持设备的使用中,不能存在导致不确定呼叫的用户输入。例如,如果用户输入一个没有被分配任何目前的拨号运算规则的数字拨号字符串,那么手持设备将不去尝试建立呼叫以及给用户适当的反馈或者警报。

如果不去严格限制生产厂商的自主开发,将可以预见拨号设计会有很多选择。

具体方法有:

- 通过面板直接的数字输入;
- 模式选择按钮;
- 软件按键菜单选择。

拨号方法也许会根据手持终端类型而改变。这个附录适用于带基本CCITT按键的键盘的手持终端,如图A.1所示,以及带十进制按键“0”~“9”以及“*”和“#”的手持设备。生产厂商也可使用其他键盘方案。



图A.1 CCITT 按键布局

键盘的主要用处是让用户能选择目标地址,业务类型以及从手持设备发起呼叫。特定的某些业务需要在拨目的地址前先拨“呼叫更改”字符串。

为了方便本附录叙述,一个建立呼叫的用户输入可以分解为两个连续的事件。

- 用户数字拨号,以及
- 用户发起呼叫

呼叫启动将终止用户输入相关的数字并建立一个呼叫。

呼叫启动事件自身是由使用者按下“#”键或者PTT或者执行其它生产厂商以及执行细节中规定的方式的时候发起。

注：呼叫启动的用户输入定义只有当一个用户使用数字键盘或者选择一个数字拨号（例如从预定的数字清单中）才是有效的。也存在包含了全部的三种事件的呼叫启动方式，比如用PTT发起一个呼叫，使用一个预定的拨号法则来找到预定的地址，而不需要外在的拨号事件。

生产厂商也许不支持特定类型的呼叫或者限制对特定地址的呼叫。然而，这样的限制是不属于本附录规定的范畴。

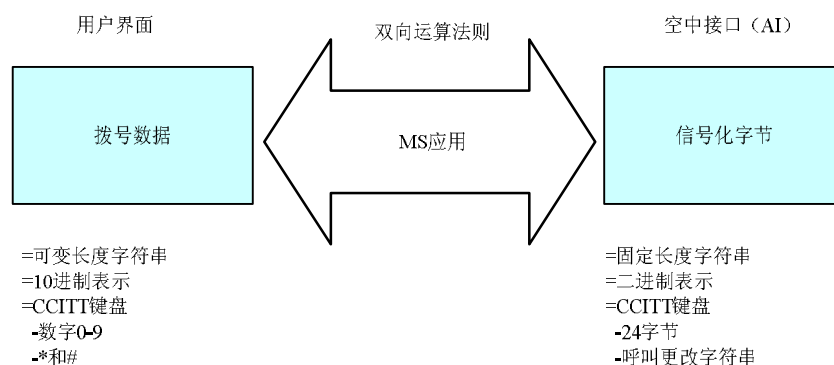
限制手持设备寻址范围拨号字符串的长度能够使拨号受限。最小长度可依照用户需求，比如禁止容易误拨的字符长度为1数字拨号。

一个手持终端的（用户接口）地址是另一台手持设备可以拨号连接这台手持设备的拨号数字，而不是通过空中接口的二进制数字。如果遵循附录中的规定，一台手持设备的个呼地址可由用户接口的7个十进制数字完全指定，相似的，如果一台手持终端被特征化为一个或多个组呼地址，它们中的部分可由用户接口的7个十进制数字指定。

A.2 协议映射

A.2.1 用户接口-空中接口

拨号数字有十进制数字“0”到“9”以及按键“*”和“#”。对于配置键盘的一个手持设备，“#”键也可发起一个呼叫(生产厂商也许通过其它的发起方法实现)。表示一个目标地址的拨号数字被一种编码方式翻译成一种符合空中接口的形式。具体见图A.2。



图A.2 数字变换

在空中接口的地址区域拥有24比特的长度。

24比特手持设备地址区域的空中接口内容可具体代表：

- 一个手持设备的个人地址；
- 一个手持设备的组地址。

空中接口支持声音和数据的呼叫业务。空中接口同样允许呼叫业务更改。在用户接口向空中接口转化中，呼叫更改应用可以识别到“呼叫更改”并要求底层设置适合该业务的协议数据。在用户接口，“呼叫更改”由在目标地址前输入的额外的“呼叫更改”数字标识。

A.2.1.1 手持设备地址空间映射

每个呼叫被指定成数字或者非数字的地址（使用“通配符”）。用户接口与空中接口的映射使用可逆的运算编码法则。

手持设备将通过分析解码后的空中接口地址来建立呼叫类型。可以通过很多方法区别手持设备可是组呼还是个呼，具体见下面的小节详述：

A.2.1.1.1 通配符特性的概念

手持设备可以通过使用通配符的情况区别是组呼还是个呼。

在用户接口结构领域中，如果拨号字符串表现为一个手持设备的地址，并且在最低有效的4位数字中包含“*”通配符，那么这是一个组呼地址。“*”通配符代表在该位置的所有数字值，具体见如下例子：

例如1：用户拨号：“012345*”意味着手持设备地址寻址10个独立的手持设备，对应的独立地址是“0123450”，“0123451”，“0123452”，“0123453”，“0123454”，“0123455”，“0123456”，“0123457”，“0123458” and “0123459”。

例如2：用户拨号：“01234*6”意味着手持设备地址寻址10个独立的手持设备，对应的独立地址是“0123406”，“0123416”，“0123426”，“0123436”，“0123446”，“0123456”，“0123466”，“0123476”，“0123486” and “0123496”。

例如3：通配符也可以组合。用户拨号“01234***”表示100个手持设备从“0123400”到“0123499”。

A.2.1.1.2 存储变量的概念

手持设备可以包含预定的参数来表征手持设备的地址可以被翻译成组呼地址。这些地址可以存储在一些在生产或者在连接手持设备之前的过程中的已编程条目中。

A.2.1.1.3 临时安排的概念

手持设备可以简单的判断一个地址范围，该地址能被所有设备识别为组呼地址。

A.2.1.1.4 发射规则

手持终端通过使用可逆的编码方式 B_2 将拨号数字编码成1个24比特的空中接口地址。

A.2.1.1.5 接收机规则

这些规则决定一个呼叫是组呼还是个呼的地址以及是否被手持终端所接收(所有在这章节中的涉及的手持终端指接收机)。

手持终端接收一个呼叫，使用在A.2.1.1.6.1中的 B_2 相反的规则将空中接口的地址翻译成用户接口地址。

该用户接口地址是组呼还是个呼的判别可分为两种情况：

一种情况是用户接口数字在最后四个有意义字符的任何位置包含一个“*”，把每一个接收到的数字都与手持终端相应的地址比较，除开接收到的数字是“*”的位置。如果所有使用的位置数字都匹配，那么这个手持设备是组呼的一方。

一种情况是用户接口数字仅仅由数字符号组成，把接收到的数字字符串与手持设备存储的每一个组呼地址字符串比较，如果有匹配，那么手持设备是组呼的一方；否则把接收到的数字字符串与手持设备存储的每一个个呼地址字符串比较。如果有匹配，那么手持设备是个呼的一方。

A.2.1.1.6 拨号字符串与空中接口地址的映射

一个手持设备的地址是一个7位数字的字符串，范围从"0000001"到"999****"，这些字符通过 B_2 规则映射到空中接口的比特位。

用户接口地址可以全部由数字符号组成，但手持设备必须能够确定它是组呼地址还是个呼地址；也可以在最后四位字符的任何一位包含一个或者多个“*”字符来明确的表示组呼地址。

A.2.1.1.6.1 数字拨号字符串与空中接口地址的映射

数字拨号字符串与空中接口地址的映射关系如表A.1所示。

表A.1 拨号地址 B_2 映射

字符							B_2	空中接口地址
1	2	3	4	5	6	7		24位
K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7		

K_1, K_2, K_3 可使用十进制符号 0 to 9。

K_4, K_5, K_6, K_7 可使用11个符号 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *, 其中"*"是一个权为10的符号。

数字拨号字符串与空中接口地址的转换公式如下：

$$B_2 = K_1 \times 1464100 + K_2 \times 146410 + K_3 \times 14641 + K_4 \times 1331 + K_5 \times 121 + K_6 \times 11 + K_7$$

把拨号数字转换为一个空中接口地址号码的具体步骤如下：

- 将第一位数字(0 to 9)乘以 1464100；
- 将第二位数字(0 to 9)乘以 146410；
- 将第三位数字(0 to 9)乘以 14641；
- 将第四位数字(0 to 9)或者（通配符*）乘以 1331；
- 将第五位数字(0 to 9)或者（通配符*）乘以 121；
- 将第六位数字(0 to 9)或者（通配符*）乘以 11；
- 第七位数字(0 to 9)或者（通配符*）；
- 将 a)到 g)相加；
- 将 h) 步骤得到的和转化成 24 比特的 2 进制数。

地址转换具体举例见表A.2。

表A.2 地址转换举例

用户接口	空中接口（16进制）	空中接口（二进制）
1234567	1B91FD	0001 1011 1001 0001 1111 1101
468956*	68BF08	0110 1000 1011 1111 0000 1000
012345*	02C00A	0000 0010 1100 0000 0000 1010
0123460	02C00B	0000 0010 C000 0000 0000 1011

999****	DF6767	1101 1111 0110 0111 0110 0111
---------	--------	-------------------------------

A.2.2 寻址

一台手持设备应该预编程至少一个个呼地址。

一台手持设备允许拥有多个个呼地址以及一到多个组呼地址。

当一台手持设备拥有多个或一个个呼地址，那么其中的一个地址将被分配作为第一个呼地址。这个第一个呼地址将是用作所有形式的缩位拨号或者掩码拨号（见节A.3.4.1.2及 A.3.4.1.3）。

一个手持设备可包含一个组呼地址的清单，可以通过预编程或者（通过手动或者空中接口）动态更新。

这些用户接口地址通过 B_2 运算映射到空中接口地址。

A.2.3 变换规则

A.2.3.1 手持设备地址

一个手持设备在用户接口结构中的地址有七个字符。个呼地址的七个字符可包含"0"到"9"；组呼地址的最高有效的3个的字符包含字符"0"到"9"，最低有效的4个字符包含"0"到"9"或者"*"。

A.2.3.2 限制目标地址的长度

手持设备可预先设置参数规定用户拨号的最大和最小的长度。通过限制拨号字符串的长度可限制手持设备的可拨号范围。

A.2.3.3 全呼组呼地址

全呼拨号字符串"**n*******"（带一个前缀的全呼）的地址映射关系见表A.3。它可寻址到带相同前缀的手持设备。

表A.3 带前缀全呼映射到空中接口

用户拨号字符串	用户接口地址	备注
"0*****"	18CC3E	全呼地址0
"1*****"	2F2362	全呼地址1
.....
"9*****"	E1DG82	全呼地址9

全呼拨号字符串"*****"映射全呼地址15（见表A.4），它可寻址到所有手持设备。

表A.4 全呼映射到空中接口

用户拨号字符串	空中接口地址	备注
"*****"	F8 33 A6	全呼地址15

A.3 用户拨号设计

A.3.1 用户编号方式

所有的拨号字符串，按条目A.3中的定义，从左向右读出并且按读的顺序拨号。在本章中，所有的

拨号字符串都加了下划线予以标识。

手持设备仅仅需要拨足够的清晰的数字符号以确定必需的目标和业务。

A.3.1.1 拨号方法

为了利用最大的信道容量，使用者应该输入一个拨号字符串然后按下按钮，发起呼叫。使用“#”或者一个特定的“发送”按键来发起呼叫。“#”按键还拥有更改呼叫类型和优先级的目的。

A.3.1.2 呼叫类型判断

对用户而言，内在的信号传输以及系统事务是隐藏的。手持设备通过呼叫字符串的长度和内容来决定呼叫类型和功能。

A.3.1.3 呼叫更改字符串

呼叫字符串以字符“#”开头为键盘提供辅助拨号功能。

辅助拨号功能可以如下：

- 状态呼叫
- 广播

辅助拨号通过在拨号号码之前使用呼叫更改字符串而来实现。这些呼叫更改序列通过“#”和“*”来组合。

A.3.2 拨号数字与地址的映射

用户接口使用11个字符“0”到“9”以及“*”，再加上“#”。

在用户接口领域，如果字符串表示一个手持设备地址，并且在最后四个位置的任何地方包含一个“*”，那么手持设备地址表示一个手持设备的组呼地址。

目标手持设备地址的拨号数字可以有1到7的长度范围，并且解释成接收机数字号码的最低有效数字。手持设备的个呼地址被使用作为一个基本地址，并且部分数字被用户拨号数字代替，见例1和例2。然后，根据附录A中的运算法则把产生的数字翻译成空中接口地址号码。

示例1：一个地址为“1234567”（用户域）的手持设备，拨号“43”。

设备源地址	1	2	3	4	5	6	7
拨号字符						4	3
完整的目标地址	1	2	3	4	5	4	3
注：目标地址是处理后的							

示例2：一个地址为“1234567”（用户域）的手持设备，发起一个组呼。

设备源地址	1	2	3	4	5	6	7
拨号字符							*
完整的目标地址	1	2	3	4	5	6	*
注：目标地址是处理后的							

A.3.3 存储需求

A.3.3.1 手持设备个呼地址

一个手持设备能分配从“0000001”到“9999999”的所有数字地址（除本节备注外）。手持设备可以预编程入一个或多个个呼地址。

注：地址“1000000”，“2000000”，“3000000”，“4000000”，“5000000”，“6000000”，“7000000”，“8000000”，和

"9000000"是无效的。

A.3.3.2 组呼

组呼也可全由数字组成，或者在最后四个符号的任何地方包含一个“*”。

A.3.3.3 全呼

所有设备响应全呼地址"*****#"。

所有设备带前缀“n”响应全呼地址“n*****#”，其中n=0到9。参考文献节A.2.3.3中手持设备拨号“n*****#”的映射关系。

A.3.3.4 不可拨号号码

手持设备地址"0000000", "1000000", "2000000", "3000000", "4000000", "5000000", "6000000", "7000000", "8000000", "9000000"是不可用拨号的。如果用户输入一个没有分配到任何拨号法则的拨号字符串，那么手持设备将不建立呼叫并且给用户恰当的反馈。

A.3.3.5 组呼识别

A.3.3.5.1 全数字组呼

每个手持设备都有一个存储分配到的数字组呼地址的表。该表在用户对手持设备个性化设计的时候填入。发射机（手持设备）可以使用表中的登录条目确定目的地址是一个组呼地址还是个呼地址。组呼表包含所有包含7个字符的组呼地址。

例：地址是“1234561”的发射机（手持设备）已将目标地址“1234567”存储在组呼表。用户输入单个字符“7”作为目标地址。

全部的目标地址由拨号字符以及手持设备自己的个人地址组成。

设备源地址	1	2	3	4	5	6	1
拨号字符							7
完整的目标地址	1	2	3	4	5	6	7
注意：目标地址是处理后的							

使用该目的地址在组呼表搜索一个匹配。在这个例子中，搜索到一个匹配，因此目标地址是一个组呼地址。

A.3.3.5.2 组呼地址由通配符定义

拨号字符串由拨号的手持设备检查。如果地址中在最低有效的4个数字中包含一个“通配符”字符，那么目标地址被定义为一个组呼并按下面的例子建立一个组呼呼叫。例子中缩位拨号可减少拨号数字的数量。使用通配符定义组呼的一个优点是不需要对手持设备进行组呼表相关的预配置即可识别组呼。

例如：

设备源地址	1	2	3	4	5	6	1
拨号字符							*
完整的目标地址	1	2	3	4	5	6	*
注意：目标地址是处理后的							

A.3.3.5.3 手持设备收到一个组呼呼叫

作为接收的手持设备使用跟 B_2 规则相反的算法，恢复拨号数字 K_1 到 K_7 。

—— 如果接收数字在数字 K_4 到 K_7 包含一个"*", 然后

- 把每一个数字依次与相应的手持设备个呼地址的数字比较, 以寻找一个匹配。如果是一位为 "*" 那么假定该位是匹配的。

—— 如果接收数字是全部数字的, 那么

- 把数字 K_1 到 K_7 与每一个组呼表中的登录条目相比较, 以寻找一个匹配 (要在每个表中登录条目已经扩展到全部的 7 位数字地址如节 A. 3. 3. 5. 1. 中的一样)。

只有存在匹配时, 手持设备才可对组呼进行回复。

A. 3. 4 拨号过程

A. 3. 4. 1 手持设备呼叫

A. 3. 4. 1. 1 7位数字拨号

用户可以输入全部的7个数字地址进行拨号发射。

这些7位数字也可以包含通配符。

A. 3. 4. 1. 2 缩位拨号

当手持设备使用缩位键盘拨号, 那么在发射之前该手持设备应该从自身个呼地址插入更高有效位的字符以完成整个拨号字符串。

这些字符也可以包含通配符。

如果所有的数字没有被全部拨号, 那么更高有效位的字符将从手持设备的个呼地址复制过来完成拨号字符串以建立一个7位数字地址。具体可参看下列。

如果手持设备的私人地址是"2112345":

- 如果用户拨 6#, 那么目标地址应该是 2112346;
- 如果用户拨 56#, 那么目标地址应该是 2112356;
- 如果用户拨 958#, 那么目标地址应该是 2112958;
- 如果用户拨 1385#, 那么目标地址应该是 2111385;
- 如果用户拨 13*5#, 那么目标地址应该是 21113*5 (组呼);

(双下划线表示那些是从手持设备私人地址复制过来的)

通过空中接口, 主叫地址被发送到被叫。缩位拨号也可应用在被叫显示缩短的主叫地址:

- 主叫拨单个数字 "2";
- 在发射前, 手持设备从个呼地址插入更高有效的数字以完成数字拨号字符串, 例如, 目标地址变成 "1234562";
- 主叫和被叫的地址通过空中接口传输;
- "B" 者译码主叫地址, 然后得到一个匹配, 接着 "B" 者接收到一个呼叫;
- "B" 者译码主叫地址, 然后仅仅显示一个简单的数字, 在这个例子中可能仅仅数字 "1"。

简短显示已足够让 "B" 者知道谁在呼叫, 因为 "B" 者可以通过此简短的号码呼叫 "A" 者。通过使用缩位拨号, 拨号方式可以适合手持设备最少和最多的不同场合。

A. 3. 4. 1. 3 掩码拨号

输入的数字拨号字符串的数字也可被手持设备编程所限制，从而限制用户接口的进入的数字范围。例如，用户接口能够掩码高有效位的数字，从而阻止手持设备连接超过它自己前缀的其它的手持设备。

当在手持设备中使用掩码拨号时，在发射前，手持设备将从自己的个呼地址插入每个对应掩码位置的数字来完成拨号字符串。

掩码拨号也可同缩位拨号共同使用。

这些数字也可以包含通配符。

例如：

如果手持设备的私人地址是3456789

拨号字符串掩码是[X][X][X][X][][][]。

用户只能在非X的位置输入字符。

——-如果用户输入 888#，然后产生的拨号字符串将是 3456888。

——-如果用户输入 8#，然后产生的拨号字符串将是 3456788。

——-如果用户输入 88*#，然后尝试的拨号字符串将是 345688*（组呼）。

A.3.4.2 呼叫更改

用户可使用呼叫更改请求来改变业务请求类型，从而提供另外的呼叫功能（状态、广播等）。呼叫更改通过在拨号字符串中增加额外的数字来实现。一般格式为：#<呼叫更改码>*+目的地址，详细的定义在节A.3.4.2.1 到节A.3.4.2.3在。

A.3.4.2.1 广播呼叫

手持设备将通过拨号"#1*nn#"对目标组呼地址建立一个广播呼叫。

广播呼叫是一个常规的组呼但是通讯格式设置成“全呼”（广播）。

例如1：“#1*112345*#”将对手持设备进行一个广播组呼呼叫“112345*”。

注意：如果地址不是一个组呼地址拨号字符串"#1*nnn". "#”将产生一个错误。

例二：如果手持设备主叫的地址是“1234567”，"#1**#"将对“123456*”（例如对“1234560”，“1234561”，到“1234569”），建立一个广播组呼呼叫。

A.3.4.2.2 状态呼叫

字符串"#0ss*nnn#"促使手持设备对目标地址nnn建立一个状态呼叫。状态数字“ss”是数字，范围从0到31。

状态呼叫将有一个头帧+一个尾帧的格式建立一个状态响应呼叫。

输入一个大于31的状态值会向用户产生一个错误报警。

A.3.4.2.3 强制组呼业务

字符串"#6*nnn.#”促使手持设备对目标地址nnn建立一个组呼呼叫，nnn是一个长度从1到7的数字字符串。

例如：为了建立一个从手持设备1122345到手持设备1122356组呼呼叫，拨号"#6*1122356#”。