

# 基于 SystemView 的 CDMA 反向接入信道仿真实现

杨 翊

(浙江科技学院 信息与电子工程学院,杭州 310023)

**摘 要:** CDMA(码分多址)是由多个码分信道共享载频频道的多址连接方式,在移动通信、个人通信及宽带无线接入领域是最有竞争力的多址连接技术。为此,在介绍 IS-95 码分多址标准的反向接入信道的基础上,分析了 IS-95 反向接入信道的基本特点和性能参数,给出了采用 SystemView 软件仿真反向接入信道链路的方法和仿真结果。

**关键词:** 反向接入信道;CDMA;仿真;SystemView

**中图分类号:** TN929.533

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2011)01-0025-06

## Simulation of CDMA reverse link access channel by using SystemView

YANG Yi

(School of Information and Electronic Engineering, Zhejiang University of Science and Technology,  
Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** CDMA(Code Division Multiple Access) is code-division multiple-channel carrier frequency to share multiple connections. In mobile communications, personal communications and the area of broadband wireless access, CDMA is the most competitive multiple access technology. The study introduces the reverse link access channel of IS-95 standard, elaborates on the basic features and performance parameters of reverse link access channel and describes the method and results of simulations of reverse link access channel by using SystemView.

**Key words:** reverse link access channel; CDMA; simulation; SystemView

CDMA 是一种以扩频通信为基础的调制和多址连接技术。扩频通信技术在信号发送端用一高速伪随机码与数字信号相乘。由于伪随机码的码速率比数字信号的码速率大得多,因而扩展了信号传输带宽。在接收端,用相同的伪随机序列与接收信号相乘,进行相关运算,将扩频信号解扩。CDMA 采用了诸如功率控制、分集接收、软切换、可变速率声码器、RAKE 接收等一系列的关键技术,因此它具有抗干扰性好,抗多径衰落,保密安全性高,同频率可在多个小区内重复使用,所要求的载干比(C/I)小于 1,容量和质量之间可做权衡取舍等属性。这些属性使 CDMA 相对于其他系统具有一定的系统优势。

---

**收稿日期:** 2010-04-08

**作者简介:** 杨 翊(1969—),男,湖北武汉人,讲师,硕士,主要从事通信技术的教学及研究。

在码分多址数字蜂窝移动通信系统中,移动台与基站之间采用码分多址的方式进行连接。码分多址完全区别于传统的信号调制方式,信号在频率、时间、空间上互相重叠。CDMA 信道可分为前向信道和反向信道。

本文介绍了 CDMA 反向接入信道,分析了信道的基本特点和性能参数,给出采用 SystemView 软件仿真反向接入信道链路的方法和仿真结果。

## 1 反向 CDMA 信道

反向 CDMA 信道由反向接入信道和反向业务信道组成。这些信道采用直接序列扩频的 CDMA 技术分享同一 CDMA 频率分配。图 1 显示了在反向 CDMA 信道上基站收到的所有信号。在这一反向 CDMA 信道上,基站和移动台使用不同的长码掩码来区分每个接入信道和反向业务信道。当长码掩码输入长码发生器时,会产生唯一的用户长码序列,其长度为  $2^{42}-1$ 。对于接入信道,不同基站或同一基站的不同接入信道使用不同的长码掩码,而同一基站的同一接入信道用户所用的接入信道长码掩码是一致的。进入业务信道以后,不同的用户使用不同的长码掩码,也就是不同的用户具有不同的相位偏置。一个基站可采用频分复用方式使用多个 CDMA 信道<sup>[1-3]</sup>。

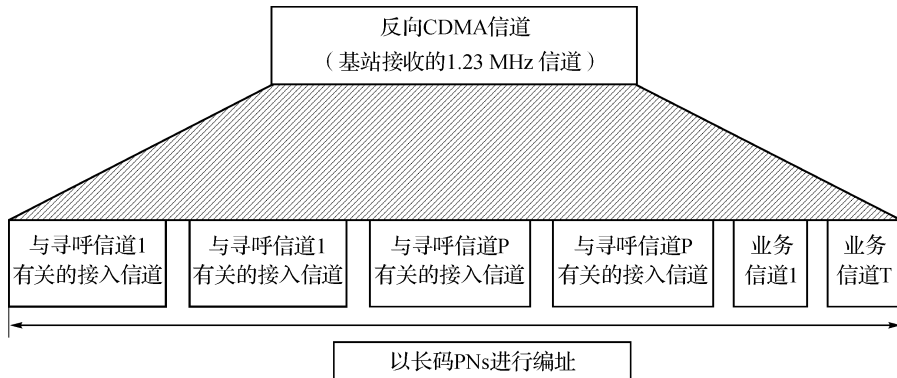


图 1 基站接收反向逻辑 CDMA 信道

Fig. 1 CDMA reverse link access channel

图 2 显示了反向 CDMA 信道的整个结构。反向 CDMA 信道的数据传送以 20 ms 为一帧。所有数据在发送之前均经过卷积编码、块交织、64 阶正交调制、直接序列扩频及基带滤波。接入信道与业务信道调制的区别在于:接入信道调制不经过最初的“增加帧指示比特”和“数据突发随机化”这两个步骤,也就是说,反向接入信道中没有增加 CRC 校验比特,而且接入信道的速率是固定的,而不像反向业务信道那样可以选择不同的速率发送。

反向 CDMA 信道的调制包括反向业务信道调制和接入信道调制。反向业务信道有 2 种速率编码系统,称为速率集 1(8 kbit/s 编码)和速率集 2(13 kbit/s 编码)。速率集 1 支持 9 600,4 800,2 400,1 200 bit/s 的可变数据速率,速率集 2 支持 14 400,7 200,3 600,1 800 bit/s 的可变数据速率。在这里主要介绍速率集 1 的 CDMA 信道结构。

从图 2 可以看出,接入信道的信源编码为 4 400 bit/s,即 88 bit/帧(1 帧=20 ms,1 s=50 帧,4 400/50=88 bit),每帧增加 8 个编码尾比特后为 96 bit/帧,则码速率为  $96 \times 50 = 4\,800$  bit/s。这样反向接入信道的数据帧就由 4 800 bit/s 的固定速率发送。

## 2 反向接入信道的 SystemView 仿真

### 2.1 接入信道时间安排及与寻呼信道的关系

移动台在接入信道上发送信息的速率固定为 4 800 bit/s,接入信道的帧长度为 20 ms。仅当系统时

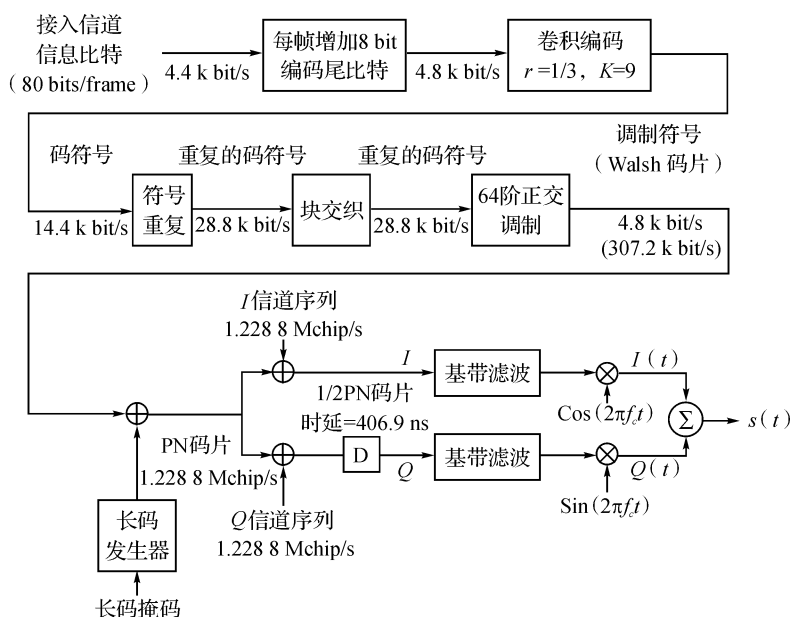


图 2 CDMA 反向接入信道结构

Fig. 2 Structure of CDMA reverse link access channel

间为 20 ms 的整数倍时,接入信道帧才能开始。一个寻呼信道最多可对应 32 个反向 CDMA,标号从 0 至 31。对于每个寻呼信道,至少应有一个反向接入信道与之对应,每个接入信道都应与一个寻呼信道相关联<sup>[5-7]</sup>。

## 2.2 接入信道帧结构

反向 CDMA 接入信道帧由 88 个信息比特和 8 个编码尾比特构成,没有 CRC 校验比特。数据速率固定在 4 800 bit/s,见图 3。

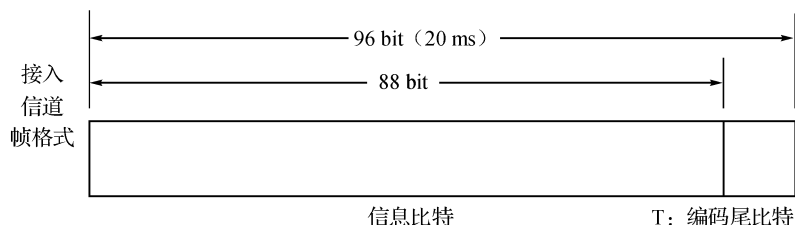


图 3 反向接入信道帧结构

Fig. 3 Frame structure of CDMA reverse link access channel

为了增强接入信道的可靠性,每个经卷积编码出来的码符号是被重复一次再进行发射的。当移动台刚进入接入信道时,首先发送一个接入信道前缀,它的帧由 96 个全 0 组成,也是以 4 800 bit/s 的速率发射。发射接入信道前缀是为了帮助基站捕获移动台的接入信道消息。

## 2.3 反向 CDMA 信道的调制参数

反向 CDMA 信道调制的过程包括:加编码器尾比特、卷积编码、码符号重复、块交织、64 阶正交调制、长码扩频、OQPSK 调制、基带滤波等<sup>[1]</sup>。

反向信道 4 800 bit/s 帧的传输工作周期为 50%,由于传输工作周期与数据率成比例的变化,因此实际突发的传输率固定在 28 800 码符号/s。由于每 6 个码符号被调制成一个调制符号用于传输,所以调制符号传输率为 28 800/6=4 800 调制符号/s,调制符号又由 64 阶 Walsh 函数中的一个进行调制,每个调制符号具有 64 个 Walsh 比特片,因此 Walsh 比特片速率为固定的 4 800×64=307.2 kchip/s。又由于每一个 Walsh 比特片被扩为 4 个 PN 比特片,所以扩频 PN 序列的速率为 1.228 8 Mchip/s。

对于反向接入信道,除加入 8 个编码尾部比特后数据速率固定在 4 800 bit/s 外,其他数值均和反向业务信道相同。每个码符号重复一次,传输工作周期为 100%。表 1 定义了接入信道上信号速率及其关系。

## 2.4 SystemView 仿真实现

SystemView 是一个信号级的系统仿真软件,是由美国 ELANIX 公司设计和开发的,主要用于从数字信号处理、滤波器设计,到复杂的通信系统等不同层次的设计、仿真要求。SystemView 应用于 Windows 窗口环境下,以模块化和交互式为界面,为用户提供了一个嵌入式的分析引擎。在研究中,利用 SystemView 构建了一个 CDMA 反向接入信道的链路级系统仿真<sup>[3]</sup>。

在一个 CDMA 频道中,最多可有 32 个接入信道,最少是 0;每个接入信道用不同的接入信道长伪随机码序列加以识别。反向接入信道是一个随机接入信道,供网内移动台随机占用。移动台在此信道发起呼叫及传送应答信息。

移动台通过接入信道向基站进行登记、发起呼叫、响应基站发来的呼叫等。接入信道的数据速率是 4 800 bit/s。

反向接入信道以固定的 4.8 kbit/s 速率传输,码符号只重传 1 次。2 个重复的码符号均被发送。主要模块说明如下:

数据速率——反向接入信道以固定的 4.8 kbit/s 速率传输。

卷积编码——反向接入信道要进行卷积编码,码率为 1/3,约束长度为 9。卷积编译码的作用是为了纠错,尤其是可以纠突发错误。

码元重复——在接入信道时,数据速率固定为 4 800 bit/s,因而每一码元只重复 1 次,而 2 个重复的码元都要发送。

分组交织——所有码元重复之后都要进行分组交织。分组交织的跨度为 20 ms。交织器组成的阵列是 32 行×18 列(即 576 单元)。输入码元(包括重复单元)按顺序逐列从左到右写入交织器的 32×18 矩阵,直到填满。

正交调制——在反向 CDMA 信道中,把交织器输出的码元每 6 个作为一组,用 64 进制的 Walsh 码(称为调制码元)进行传输。调制码元的传输速率为  $28\,800/6=4\,800$  bit/s,每一调制码元含 64 个子码,因此 Walsh 码的子码速率  $=64\times 4\,800=307.2$  kbit/s,相应的子码宽度为  $3.255\ \mu\text{s}$ 。

直接序列调制——接入信道是 64 进制正交调制器输出的码流和长码模 2 加。

四相调制——用 I/Q 伪随机序列进行调制。

依据反向接入信道链路框图和 SystemView 所提供的 IS-95 库得出仿真电路如图 4 所示<sup>[3]</sup>。

图 4 所示仿真电路的部分功能参数见表 2。

## 3 仿真结果

图标 0 产生的系统输入信源的帧结构为 88 bit/s,即数据率为  $88\text{ bit}/20\text{ ms}=4.4\text{ kbit/s}$ 。经帧质量检验器图标 1 加入编码器尾比特后,每帧附加供译码用的 8 位尾比特,则数据率变成  $(88+8)\text{ bit}/20\text{ ms}=4.8\text{ kbit/s}$ ,再经过编码率为 1/3 的卷积编码器图标 2,码速率变成  $4.8\times 3=14.4\text{ ks/s}$ ,经过码元重复器图

表 1 接入信道调制参数

Table 1 Modulation parameter of reverse link access channel

| 参数             | 数据速率 4 800 bit/s 时 | 单位             |
|----------------|--------------------|----------------|
| PN 码片率         | 1.228 8            | Mc/s           |
| 码率             | 1/3                | 比特/码符号         |
| 码符号重复          | 2                  | 符号/码符号         |
| 传输占空比          | 100                | %              |
| 码符号率           | 28 800             | s/s            |
| 调制             | 6                  | 码符号/调制符号       |
| 调制符号率          | 4 800              | s/s            |
| Walsh 码片率      | 307.20             | kc/s           |
| 调制符号周期         | 208.33             | $\mu\text{s}$  |
| PN 码片/码符号      | 42.67              | PN 码片/码符号      |
| PN 码片/调制符号     | 256                | PN 码片/调制符号     |
| PN 码片/Walsh 码片 | 4                  | PN 码片/Walsh 码片 |

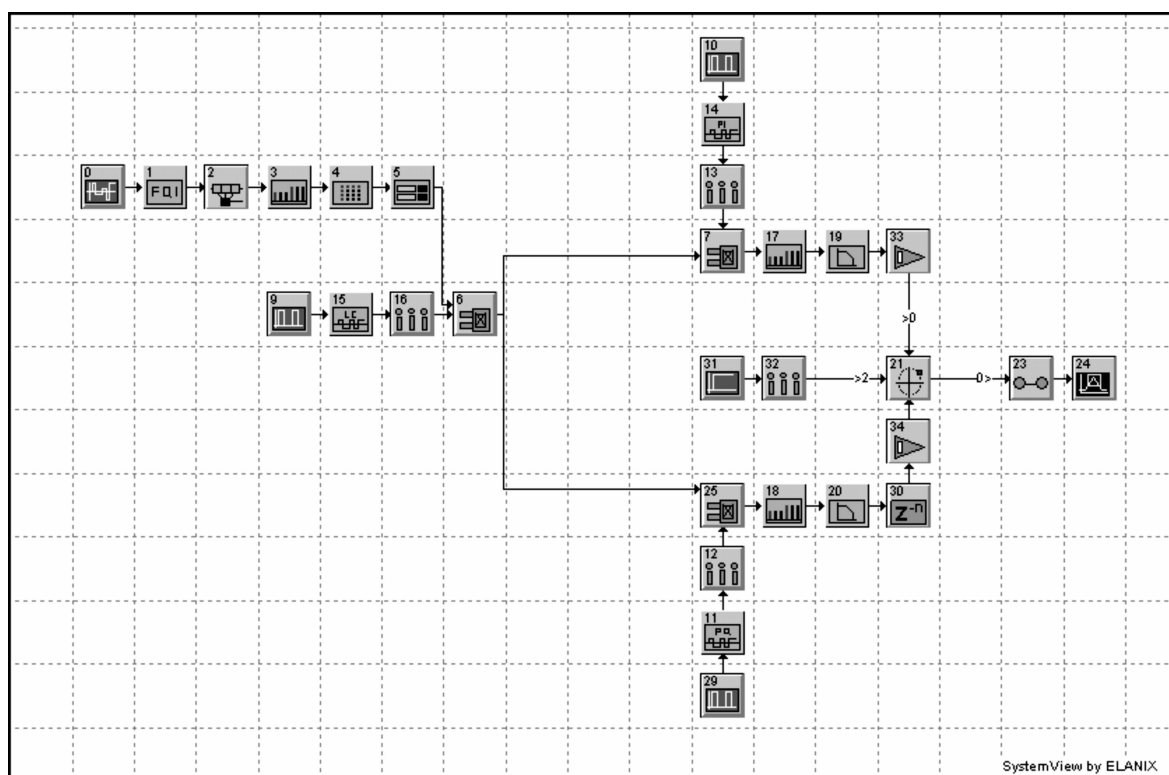


图 4 反向接入信道仿真电路图

Fig. 4 Simulation circuit of CDMA reverse link access channel

表 2 仿真电路的部分功能参数

Table 2 Parameters of some simulation circuit

| 图标序号  | 图标名称                  | 图标功能和参数的设置   |
|-------|-----------------------|--|
| 0     | 信号源库,伪随机PN序列发生器       | 产生一个指定码速率的,电平数和电平幅度的伪随机序列, Amp=1 V, Offset=0 V, Rate=4 400 Hz, Levels=2, Phase=0                           |
| 1     | CDMA库,帧质量检测器          | 对数据进行尾比特编码以生成待进行卷积, Data Rate=4 400 Hz, Threshold=0 V, TrueOutput=1, False Output=0, Start sample=0        |
| 2     | 通信库,卷积编码器             | 对输入序列完成信息元为 $k$ 位,码长为 $n$ 位,约束长度为 $L$ 位的纠错卷积码( $n, k, L$ )的编码。 $n=3, k=1, L=9$ , Threshold=0.5 V, Offset=0 |
| 3     | CDMA库,数据速率重发器         | 对数据流进行重发以保证数据速率, Rep Factor( $N$ )=2   |
| 4     | CDMA库,交织器             | 按照 IS-95 的标准对输入数据进行分组交织, Data Rate=4.8 kHz, Interleaver Type=access  |
| 5     | CDMA库, WALSH 函数调制器    | 对输入符号进行基于 walsh 函数的分组正交交错编码, Info. Bits=6, Threshold=0.5 V, Time Offset=0                                  |
| 17,18 | CDMA库,数据速率重发器         | 对数据流进行重发以保证数据速率, Rep Factor( $N$ )=4   |
| 14    | CDMA库, I 通路扩频 PN 码发生器 | 产生 CDMA 系统同相通道直序列扩频所用的 PN 码采用 Default 设置   |
| 11    | CDMA库, Q 通路扩频 PN 码发生器 | 产生 CDMA 系统正交通道直序列扩频所用的 PN 码采用 Default 设置   |
| 19,20 | 基带低通滤波器               | CDMA 库中,用 48 抽头的 FIR 滤波器对 CDMA 基带信号进行限带处理  |

标 3,使之加倍,码速率为  $14.4 \text{ ks/s} \times 2 = 28.8 \text{ ks/s}$ 。经过交织器图标 4,速率保持不变,交织后的码流每 6 个为一组,在 Walsh 函数调制器被其被 64 元 Walsh 函数调制,即每 6 位符号换成 1 位持续时间的 Walsh 函数序列。调制器输出的序列被由方波脉冲发生器图标 9,所产生码率为  $1.2288 \text{ Mbit/s}$  的长码 PN 序列 ( $2^{42} - 1$ ) 所掩盖。然后经过 I,Q 支路(图标 11,14)分别被码速率为  $1.2288 \text{ Mbit/s}$  的短码 PN 序列  $2^{15}$  扩展。由基带滤波器图标 19,20 完成基带滤波。I,Q 两路信号分别经过增益控制后,由图标 21, QPSK 调制并合成数据,经过数据保持后,由观察窗进行观察结果。图 5 的输出结果与图 6 的 SyemView 自带的 CDMA 反向信道模型 AccessCH 输出信号基本吻合,在对应的时间上,信号幅度差值很小,因此可以证明仿真的反向接入信道结构是正确的。

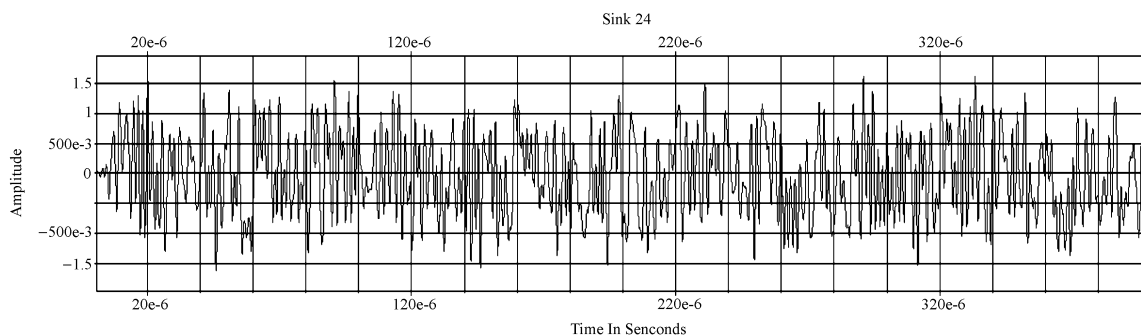


图 5 仿真输出波形

Fig. 5 Simulation output waveform

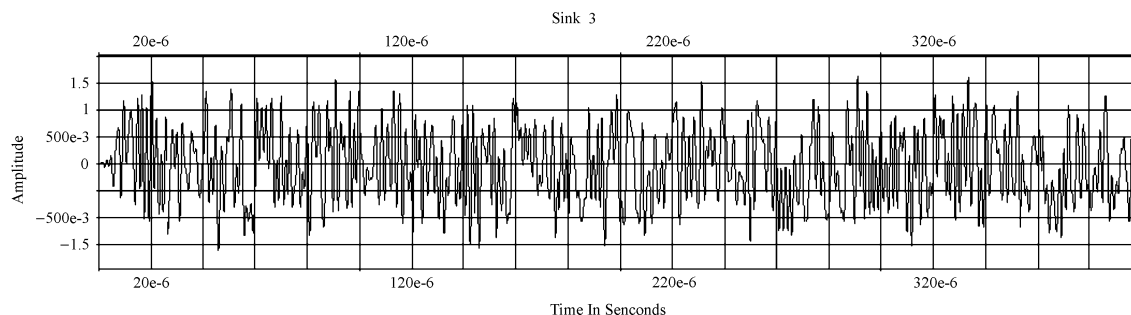


图 6 AccessCH 输出波形

Fig. 6 AccessCH output waveform

## 4 结 语

利用 SystemView 对 IS-95 标准的 CDMA 反向接入信道进行了仿真,通过各种模块组合,展示了反向接入信道的结构,具有良好的示范性;同时也证明了可以采用 SystemView 软件对 CDMA 实际系统进行模拟,这对进一步理论研究及实践教学都具有一定的实际意义。

## 参考文献:

- [1] 何林娜. 数字移动通信技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [2] 陆素花,傅海阳. CDMA IS-95 反向链路的工作原理[J]. 中国数据通信,2005,7(2):50-54.
- [3] 罗卫兵,孙桦,张捷. Systemview 动态系统分析及通信系统仿真设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2001.
- [4] 覃琴,万钧力. CDMA2000 反向业务新道的 MATLAB 仿真与实现[J]. 信息通信,2007,20(5):14-17.
- [5] 竺南直,肖辉,刘景波. 码分多址(CDMA)移动通信系统[M]. 北京:电子工业出版社,1999.
- [6] RAPPAPORT Theodore S. Wireless Communications: Principles and Practice[M]. 影印版. 北京:电子工业出版社,1998.
- [7] 张平,王卫东,陶小峰,等. WCDMA 移动通信系统[M]. 北京:人民邮电出版社,2001.