

岳俊生

无线网络技术
单片机及应用

南京工程学院

2004/2005 学年第 2 学期授课计划

课 程 无线网络技术 专 业 通信工程

教 师 岳俊生 班 级 电子 Z021、电子 Z022

本课程总时数 32

本学期总时数 32

本学期讲课时数 32

本学期周学时数 5

本学期上机时数 0

本学期实验时数 0

教研室主任 _____ 系(部)主任 _____

制定日期

2004 年 2 月 28 日

学期授课计划编写说明

- 一、学期授课计划是教师落实教学大纲要求，安排教学方式、教学内容和进度的具体计划。
- 二、学期授课计划由任课教师根据教学大纲、教学进程表与课程表逐项认真填写：“需要时数”以 2 学时为基本单位；“授课性质”栏填写除理论教学以外的录像课、实验课、上机课等；课外作业应落实到题号或题目类型及题数；周次与教学进程表相符。实践性教学环节由系部根据教学计划和授课计划定期按阶段排入实践性课表。
- 三、本学期课内上机时数和实验时数应分别填写在封面上，实验时数中不含上机时数。
- 四、严格审批制度，任课教师于学期结束前一周完成下学期的学期授课计划的制定工作，经教研室主任及系主任审查批准后执行。学期授课计划一式三份，一份存任课教师，一份存主管系部，一份由系部集中送教务处。
- 五、经批准后的学期授课计划，不得随意变动。确需修改的需经系主任同意，并报教务处备案。

序 号	周 次	需 用 时 数	授 课 性 质	授 课 或 实 验 内 容 摘 要	课外作业
1	1	2		第1章 导论 1.1 早期系统 1.2 蜂窝系统 1.3 TDMA 系统 1.4 cdmaOne 1.5 个人通信系统 1.6 第三代移动通信技术	
2	1	2		第3章 宽带 CDMA 原理 3.1 多址方案 3.2 CDMA 技术 3.3 3G 无线发射机功能 3.4 语音编码	第 2 章内容已在前导课程中学习过，要求课外复习。
3	1	2		3.5 信道编码 3.6 交织器 3.7 调制	
4	2	2		3.8 扩频 3.9 接收机 3.10 多址分集 3.11 智能天线	
5	2	2		第 4 章 cdma One 和 cdma2000 4.1 cdma One 4.2 cdma2000	
6	3	2		第 5 章 GSM 系统和通用分组无线业务(GPRS) 5.1 GSM 系统特性 5.2 系统结构	
7	3	2		5.3 逻辑信道 5.4 GSM 帧和时隙结构 5.5 GSM 中的数据业务	
8	3	2		第 6 章 通用移动通信系统 (UMTS) 6.1 系统特征 6.2 无线网络结构 6.3 无线接口协议栈和概述 6.4 物理层 (1)	

序号	周次	需用时数	授课性质	授课或实验内容摘要	课外作业
9	4	2		6.4 物理层(2) 6.5 MAC 协议	
10	4	2		6.6 无线链路控制协议 6.7 分组数据会聚协议(PDCP) 6.8 广播/组播(BMC)协议 6.9 无线资源控制协议	
11	5	2		第7章 移动通信网络的演进 7.1 3G 需求回顾 7.2 网络的演进	
12	5	2		第8章 呼叫控制和移动性管理 8.1 接入和核心网的协议栈 8.2 呼叫控制	
13	5	2		第9章 3G 系统的服务质量(QoS) 9.1 引言、 9.2 概念综述 9.3 业务分类 9.4 UMTS 业务属性.	
14	6	2		9.5 QoS 请求-RSVP 协议、 9.6 许可控制 9.7 提供所请求的 QoS 9.8 区分服务 9.9 移动系统中的 RSVP	
15	6	2		第10章 网络规划和设计 10.1 网络设计 10.2 频率规划 10.3 蜂窝系统增长	
16	7	2		总结、复习、考试	

- 一. 3G系统的四种模式 (ITU-R推荐)
- 二. 3G技术的要求
- 三. GSM系统的时. 频结构.
- 四. cdmaOne 与 cdma2000 系统的频率分配.
- 五. GPRS技术规范及业务特性.
- 六. GSM系统的结构及接口
- 七. 移动通信的规范和接入形式内容.
- 八. IS-95标准支持的切换.
- 九. 各种制式发射机的功能结构.
- 十. 交叉口的概念. 作用. 接入形式关系.
- 十一. 生成子载波与PN码发生器 PN码的提取.
- 十二. 载波同步与子载波同步. 载波同步的关系.
- 十三. 接收机的概念及作用.
- 十四. 多径信道模型. 概念及 Rake 接收机.
- 十五. GSMK 制式技术的原理及特点.

第一章 导论

1.1 早期系统

1929年. 试验系统. 无线通信双向无线通信

1933年. 警用(消防)系统. 35MHz频段. 10个信道. (间隔40KHz). 2个操作. 半双工. 无漫游. 仅限于市区.

1946年. 商用(救急)系统. 150MHz频段. 12个信道.

1964年. 改进系统. 150MHz. 11个信道. (间隔由120KHz $\rightarrow$ 30KHz).

3个信道偏移5KHz. 非市区内(因)已调FM发射机. 发射功率50~250w. 工作范围约40km.

1969年. MK系统. 450MHz. 12个信道. (间隔25KHz).

移动通信系统:

(1) MTS. 完全移动通信系统. 语音与数据的语音通信.

(2) ADS. 移动通信系统. 一个固定台和一个移动台间的双向通信.

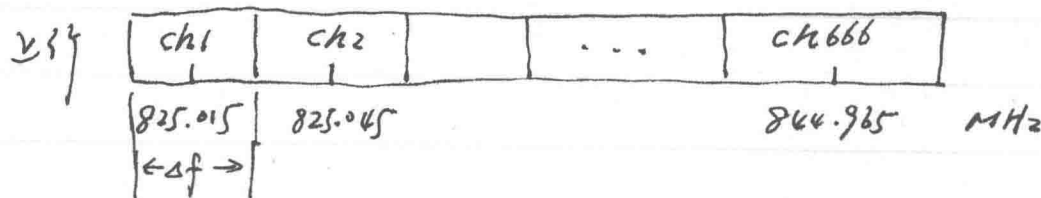
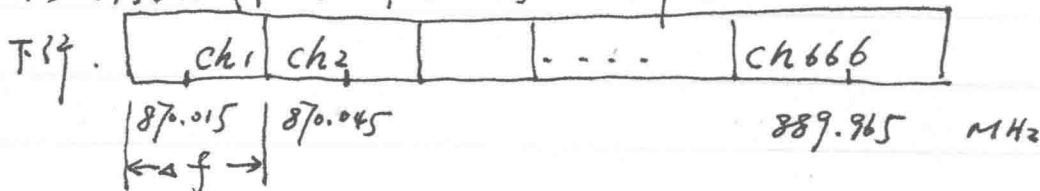
(3) 寻呼系统.

1.2 蜂窝系统

前向信道(蜂窝): 基站 $\rightarrow$ 移动台. 20MHz带宽 (870~890MHz)

反向信道(蜂窝): 移动台 $\rightarrow$ 基站. 20MHz带宽 (825~845MHz)

FDD (频分双工). 每个信道占用30KHz带宽.



信道复用: 正交时分小区制城区蜂窝 (通常为7-小区结构)

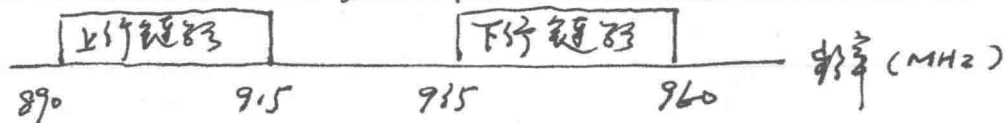
同频干扰：同频小区对相邻小区的干扰，取决于同频距离和RF信号的路径损耗。

1.3. TDMA系统 IS-54和 IS-136系统

1.3.1. IS-54 和 IS-136 系统

主要特征见书P7.

1.3.2 GSM系统 (全球移动通信系统)



每个物理信道 200kHz 带宽。包含 8 个时隙。每个时隙 - 1 用户。

TDMA 帧。长 4.615ms。包含 8 个时隙。每个用户带宽 $200/8 = 25\text{MHz}$ 。

1.4. 系统 IS-95-A 和 IS-95-B 的 cdmaOne

系统特征见书P9.

1.5. 个人通信系统。美. PCS 系统。1.8~2.0GHz 6 个频道 约 12 个信道。

个人通信系统(PCS): 在“任何时间”“任何地点”“任何人”

1.6. 第三代(3G)移动通信技术

第1代(1G): 始建于1980年. 模拟系统. 无用户数据传送能力.

通常在这类系统上部署“蜂窝数字分组数据”系统(CDPD), 以支持低速数据.

第2代(2G): IS-136, cdmaOne, GSM. 均为数字系统. 但数据速率有限.

GSM: 支持SMS. 速率 $< 9.6\text{kbic/s}$. 占用 IS-95B. 信道带宽 1.25MHz. 每个信道约 8kbic/s 数据速率 总速率 64~115bic/s.

为在 GSM 2G 中提供分组数据业务. ETSI 定义了一种. 称为“通用分组无线业务”(GPRS)的新标准. 为了用户可同时占据 8 个时隙. 数据传输率可达 160kbic/s.

第3代(3G): 要求支持高速数据传输业务. 无线业务系统.

典型方案:

(1) 美国. 电信工业协会(TTA)和TTP1的两个方案.

1° TTA TR45.5 的 cdma2000

* 若干直接序列扩频技术

* 采用 FDD 模式工作. 可在一个或多个载波上运行. 向下兼容 2G 系统 (cdma One)

2° TR45.3 的 UWC-136

* 若干“通用无线通信协会”(UWCC) 建议的宽带 TDMA.
(UWCC 为美国开发过 IS-136 TDMA 标准)

(2) 日本“无线工业和商业协会”(ARIB) 若干 W-CDMA, TDMA 和“正交频分复用”(OFDM) 技术提出多种方案, 最终向 ITU 提交了一个关于 W-CDMA 的方案.

(3) 欧洲“欧洲电信标准协会”(ETSI) / “移动通信系统”(SMG) 研究了多种方案. 最后提交了一个.

1° “通用移动通信系统”(UMTS) W-CDMA FDD. 该方案与日本 ARIB 方案协调一致.

2° 若干“时分-码分多址”(TD-CDMA) 改进的 UMTS. 运行 FDD 模式.

(4) 韩国. “电信技术协会”(TTA) 的两个方案, 一个与 cdma2000 相同, 一个与 ETSI/ARIB 方案相同.

ITU-T-R: 建议提出一种将 cdma2000, UWC-136, W-CDMA UMTS FDD, W-CDMA UMTS TDD. 四种模式协调一致的标准.

并要求. cdma2000 遵从 EIA/TIA IS-41.

W-CDMA UMTS 遵从 GSM MAP.

此外. IMT-2000 应能支持其他系统支持的模式.

全球移动通信系统开发出来的.

1.6.1 对3G的要求

一. 移动用户 (1) 静止或步行用户 ($0 \sim 10 \text{ km/h}$)(2) 普通车载用户 (100 km/h)(3) 高速车载用户 (500 km/h)(4) 航空用户 (1500 km/h)(5) 卫星 (27000 km/h)

二. 信息类型: 语音, 声音, 数据, 文本, 图像, 视频.

三. 数据速率:

无线接口能为用户提供新的数据和可变比特率业务, 同时支持电路和分组模式数据.

(1) 承载环境: $> 144 \text{ kbit/s}$ (2) 移动用户: $> 384 \text{ kbit/s}$ (3) 室内或接近的室外: 约 2.048 Mbit/s .

四. 蜂窝尺寸:

(1) 大区 ($R > 35 \text{ km}$) 或超小区.(2) 宏小区 ($1 < R < 35 \text{ km}$)(3) 微小区 ($R \leq 1 \text{ km}$) - 室内或室外.(4) 微微小区 ($R < 50 \text{ m}$) - 室内或室外.

五. 兼容性:

能与现有网络兼容, 如公共电话交换网 (PSTN), 综合业务数字网 (ISDN), 分组交换公共数据网 (如因特网)

六. 服务质量 (QoS)

(1) 用户按需请求带宽, 分3个阶段

(2) 无缝切换, 不受地域限制.

① 144 kbit/s ② 384 kbit/s ③ 2.048 bit/s

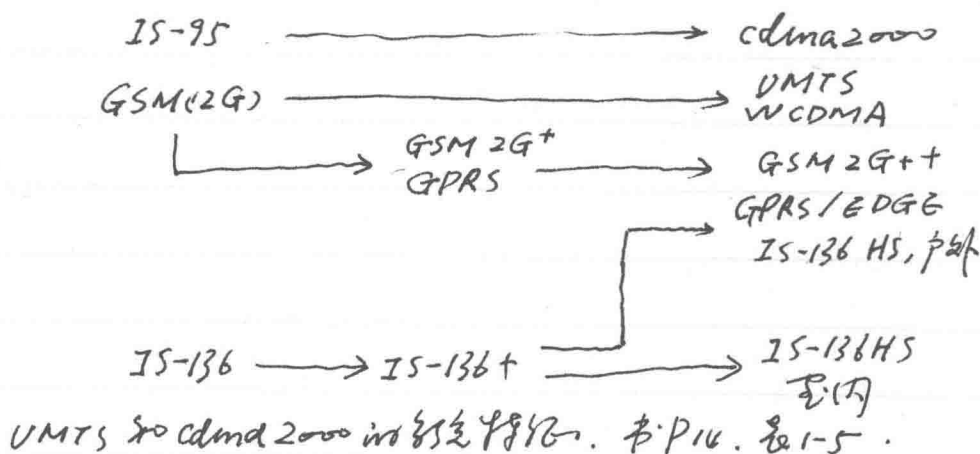
↑ 向下兼容.

七. 支持的业务类型

- (1) 恒比特比特业务. 语音. 文本. 音频. 视频. 会议. 多媒体.
 - (2) 变时变比特业务. 编解码. 交互式 MPEG 视频. (带宽可变)
 - (3) 非变时变比特业务. 交互式文件. 大文件传输.
- 八. 应用范围.

- (1) 语音. 视频会议. 视频会议. 交互式游戏. 远程教育. 远程教育.
- (2) 交互网络接入. 网络浏览. 电子邮件. 电子商务.
- (3) 音频流. 定向视频. 移动网络. 大量数据传送. 运营. 维护信息.
- (4) 娱乐业务.
- (5) 查询/访问

1.6.2 3G 系统的演化.



第3章. 宽带CDMA (W-CDMA) 原理

3GPP-2000 定义的4种3G系统.

(1) UMC-136 系统. 属于 TDMA 技术

(2) 通用移动通信系统 (UMTS) W-CDMA. 属于 FDD

(3) UMTS W-CDMA TDD (时分双工)

(4) cdma2000

直接序列扩频
多址 (DS-SS)
技术

CDMA 的技术优势主要在于多址接入, 软切换, 抗干扰, 扩频, 得到无线通信信号的要求.

3.1 多址方案

UMTS W-CDMA FDD 为直接序列 CDMA 系统. 带宽为 5 MHz.

UMTS W-CDMA TDD 也为 " " " " , 在两个方向 (单向, 双向) 上共享 CDMA FDD 系统.

cdma2000 多载波. 直接序列 CDMA FDD 系统.

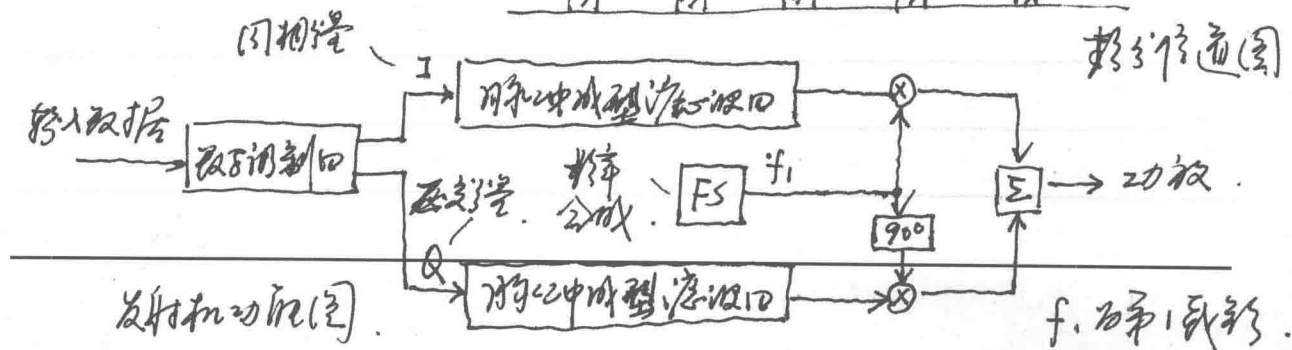
第1阶段: 使用带宽为 1.25 MHz 的窄带载波 (与 cdmaOne 同)

第2阶段: 使用 3 个载波技术. 带宽为 5 MHz.

其中 $5 - 3 \times 1.25 = 1.25$ MHz 用于保护频带.

UMC-136 系统. 属于 TDMA 方案. 将每条物理信道分成时隙. 每个时隙分配一个时隙, 同时只能在一个时隙内接收信息.

3.1.1. FDMA.

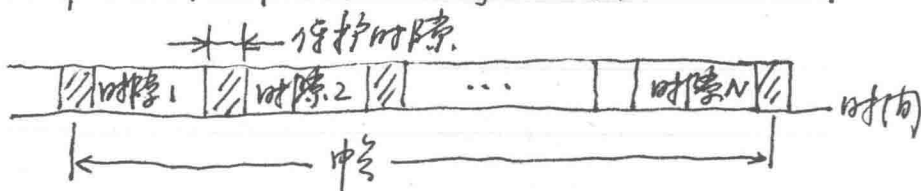


3.1.2 TDMA

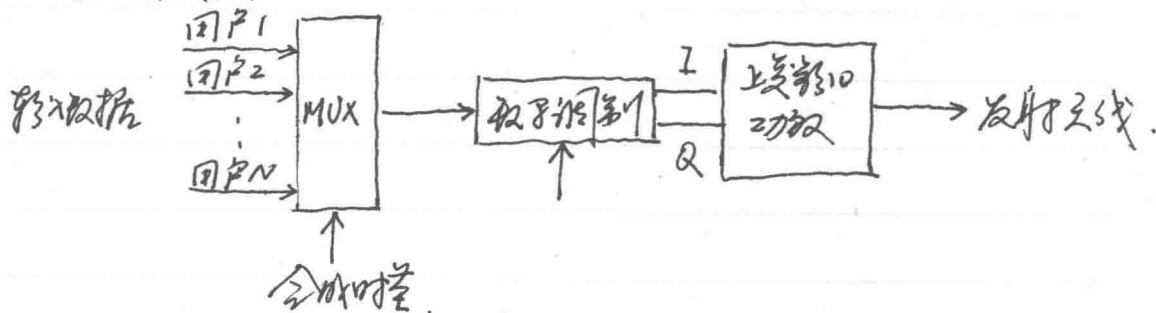
TDMA中, 相同长度的发送用户信息, 每个由不同时间隙组成。每个用户分配有对应的一个或多个时隙, 用户只在自己的时隙内发送信息, 但可共用信道的全部带宽。

相邻时隙内要安排有保护时隙, 防止不同用户间信息的交叉。
接入方案:

TDMA帧:



TDMA发射机:



IS-54和IS-136系统中, 语音信道带宽为30KHz, 由6个时隙组成。

全速率语音方式, 供32用户使用。系统容量增加31%。

半速率语音方式, 供64用户使用。 " " 64%。

GSM系统中, 物理信道带宽为200KHz, 每个帧有8个时隙。

帧长为4.615ms, 每个时隙为0.577ms, 保护时隙0.03462ms。

物理信道使用FDMA不同的频率, 结合FDMA和TDMA技术。

3.1.3 扩频技术

扩频技术: 直接序列扩频 (DSSS)

跳频扩频 (FHSS)

跳时扩频 (THSS)

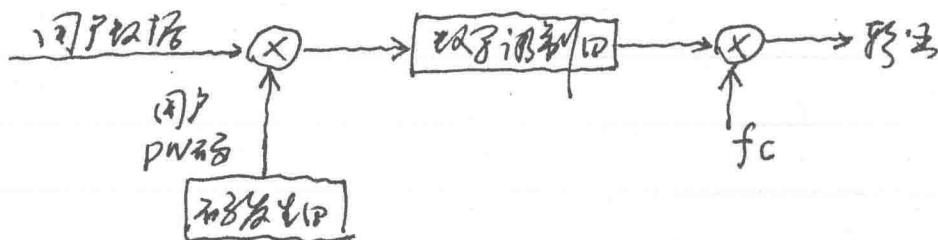
混合扩频 (以上三种技术的结合)

由于 UMTS W-CDMA 和 cdma 2000 均使用 DSSS, 只讨论 DSSS 技术。

在 CDMA 系统中, 每个用户分配了一个唯一的 PN 码 (伪随机码序列)
用 PN 码对数据流扩频, 再调制载波频率, 扩频的时钟速率称为“码片速率”
码片速率 $\gg$ 用户数据速率, $\frac{\text{码片速率}}{\text{数据速率}} = \text{扩频因子}$ 。

UMTS 系统中, 扩频因子 $4 \sim 256$ 。

DSSS 原理图:

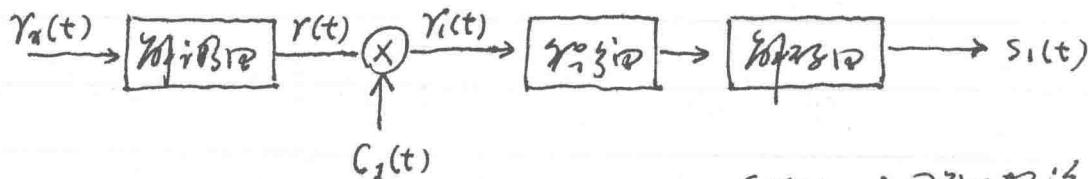


3.2 CDMA 技术

3.2.1 直接扩频 CDMA 原理

PN 码特性:

在发射机上用 PN 码对用户数据流扩频, 在接收机上可用该 PN 码的相干拷贝与接收的信号相乘, 唯一恢复用户数据流。
理想的 CDMA 接收机:



$s_i(t)$: 用户数据流

发射机扩频信号: $v_i(t) = s_i(t) \times C_i(t)$, $C_i(t)$ 用户 i 的 PN 码。

各路已扩频信号: $r(t) = \sum_{i=1}^N s_i(t) \times C_i(t)$ N : 系统用户数。

由 PN 码的正交性: $C_i(t) \times C_i(t) = 1$

时序图 P40~P41

$C_i(t) \times C_j(t) \approx 0$, $j \neq i$

3.2.2 CDMA系统容量

(1) 单小区CDMA系统中:

设 P = 载波功率, E_b = 每比特能量, B_c = 扩频带宽
 f_{data} = 信息速率, I = 干扰功率, N_0 = 噪声功率谱密度.

$$E_b = P / f_{data}$$

$$E_b / N_0 = \frac{P}{N_0 f_{data}}$$

$$N_0 = I / B_c$$

$$E_b / N_0 = \frac{P}{I} \frac{B_c}{f_{data}} = \frac{P}{I} \times G_p$$

G_p 为 RF 带宽与数据速率之比

若调制技术采用正交调制键控 (QPSK), 则 RF 带宽 $\approx$ 数据速率, 即

$$B_c = f_{chip}, \text{ 此时 } G_p = f_{chip} / f_{data} \text{ 称为处理增益.}$$

在给定数据速率下, E_b / N_0 为 [5] 值, $G_p \uparrow$, 该数据速率的 $I/P \uparrow$.

(2) N 个发射机, 相同功率, 相同数据速率.

$$I = (N-1)P \quad I/P = \frac{(N-1)P}{P} = N-1 = \frac{G_p}{E_b / N_0}$$

$$N = 1 + \frac{G_p}{E_b / N_0} \approx \frac{G_p}{E_b / N_0}$$

显然, 在给定 E_b / N_0 时 (E_b / N_0 [5] 值), $G_p \uparrow$, 系统容量增大.

在 $E_b / N_0 \downarrow$ 时, $G_p \downarrow$ 情况下, 系统容量也会增加.

(3) 多小区系统中, 各小区工作于相同频率, 同频干扰会较单小区增加 60~85%.

因此, CDMA 系统是干扰受限系统.

通过减少干扰可增加系统容量, 实现方法有多种, 如: ① 使用定向天线. 取代全向天线, 可减少其他用户的干扰, 3 扇区的天线会较容量增加 2~3 倍.

② 通信过程中, 沉默时间内不发射, 来减少对其他发射机的干扰.

实际容量.

$$N = 1 + \frac{G_p \alpha}{E_b / N_0 (1 + \beta) \gamma}$$

α 为功率控制校正因子.

β 为多小区系统中同频干扰影响

γ 为语音活动因子.

α, β, γ 的取值, 见书 P43 表 3-1

③ 该码率与信干比及 E_b / N_0 . CDMA 与 W-CDMA 采用不同的码, 可实现 4~6 dB 的编码增益. 信道编码也可增加系统容量.

3.3 3G无线发射机功率

典型的 W-CDMA 系统物理层技术: 多载波 cdma2000 窄带收发信机。
物理层结构如下:

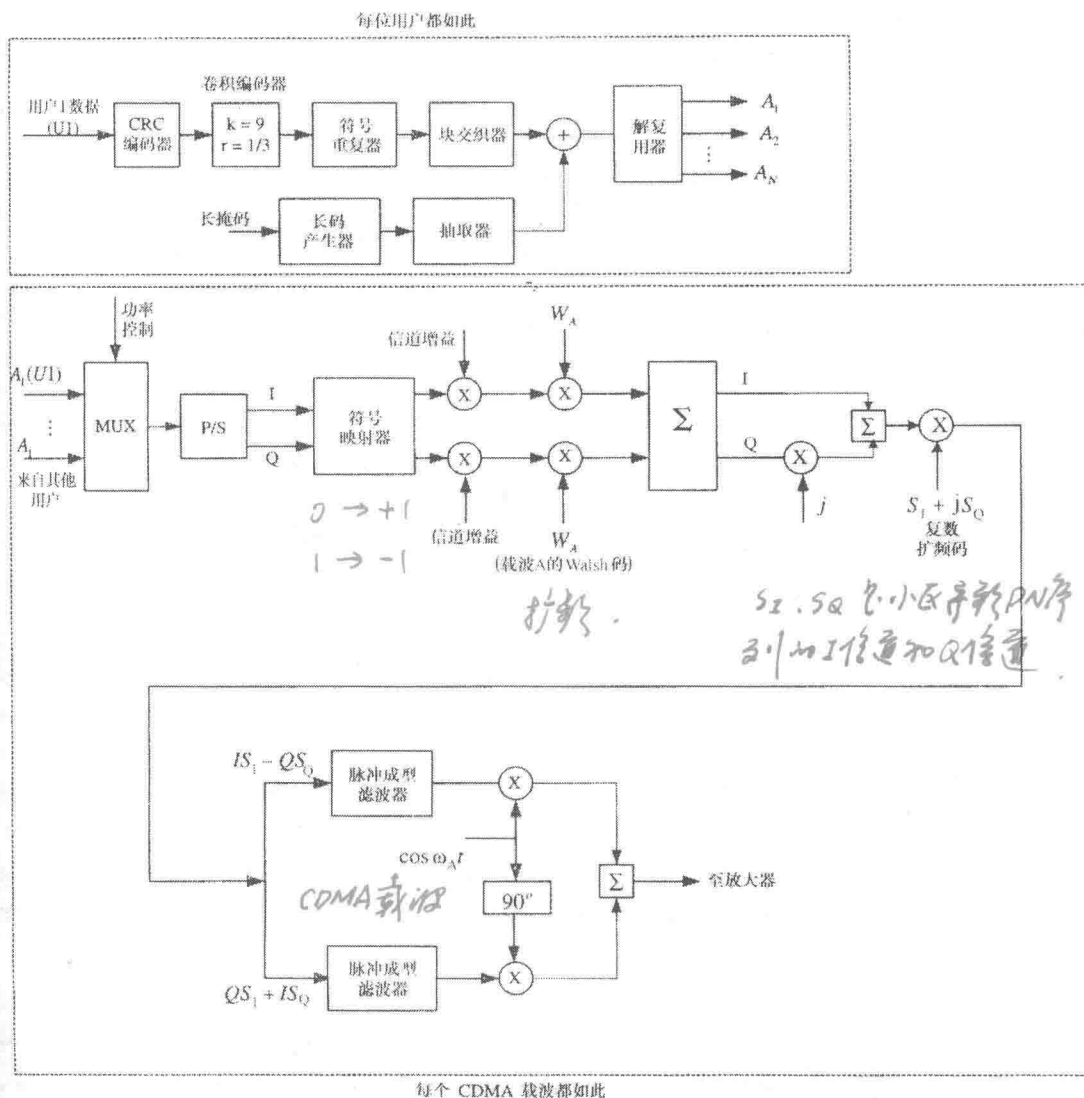


图 3-5 多载波 cdma2000 系统的基站收发信机发射功能的简单框图

答(1)：卷积码的编码率：约等于 $k=9$ ，速率为 $1/3$ 。

IS-95中, $k=9$ 速率为 $1/2$.

符合重要类: 消防工程建设与物理信息工程建设设置

交織着，以時間上層下結構，把傳統與現代干擾保護。

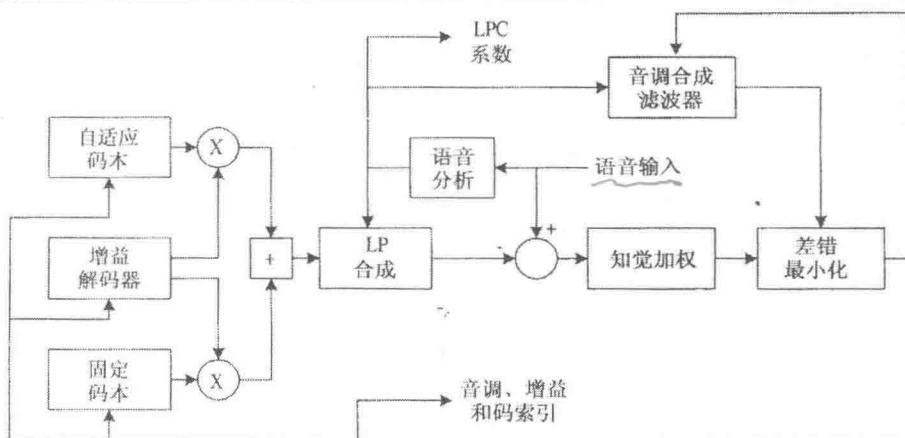
相印。

S_I, S_Q 为小区序号和PN序
列中的I信道和Q信道

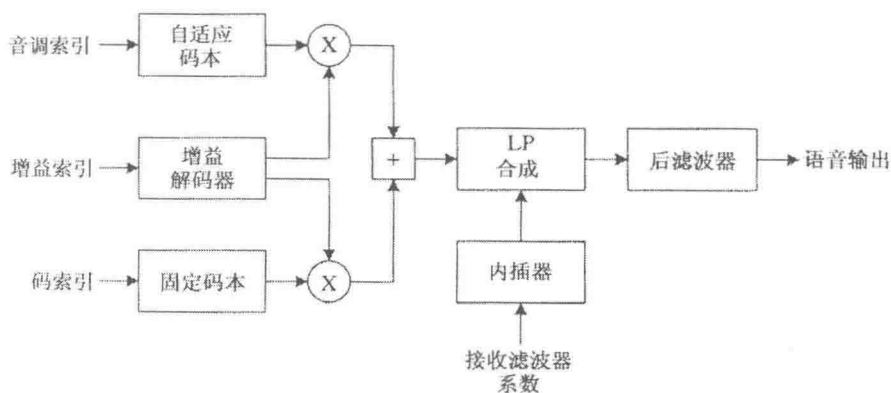
多载波：用户的PN码又分为导频码和扰码，扰码值的序列在系统分解中分解为 N (CDMA载波数)个序列，每个序列在各自的载波上传输，这种传输从基带上方，易于并行传输。
 码速率为 $N \times 1.2288 \text{ Mcchip/s}$ ， N 为 1, 3, 6, 9, 12 之一。
 扰码标号只取 1 和 3。

3.4. 语音编码。

不同的移动通信系统使用不同的语音编码器。见书P46表3-2
 重点介绍UMTS的ACELP编码器。



(a)



(b)

基于 ACELP 的编码方案：(a) ACELP 编码器；(b) 接收端的 ACELP 解码器。

图 3-6 用于 UMTS 的编解码器

ACELP 是一种声码器编码。将语音模拟为时变的数字滤波器。输入合适的信号输出为所需的语音信号。通过分析语音输入，可得到滤波器系数。