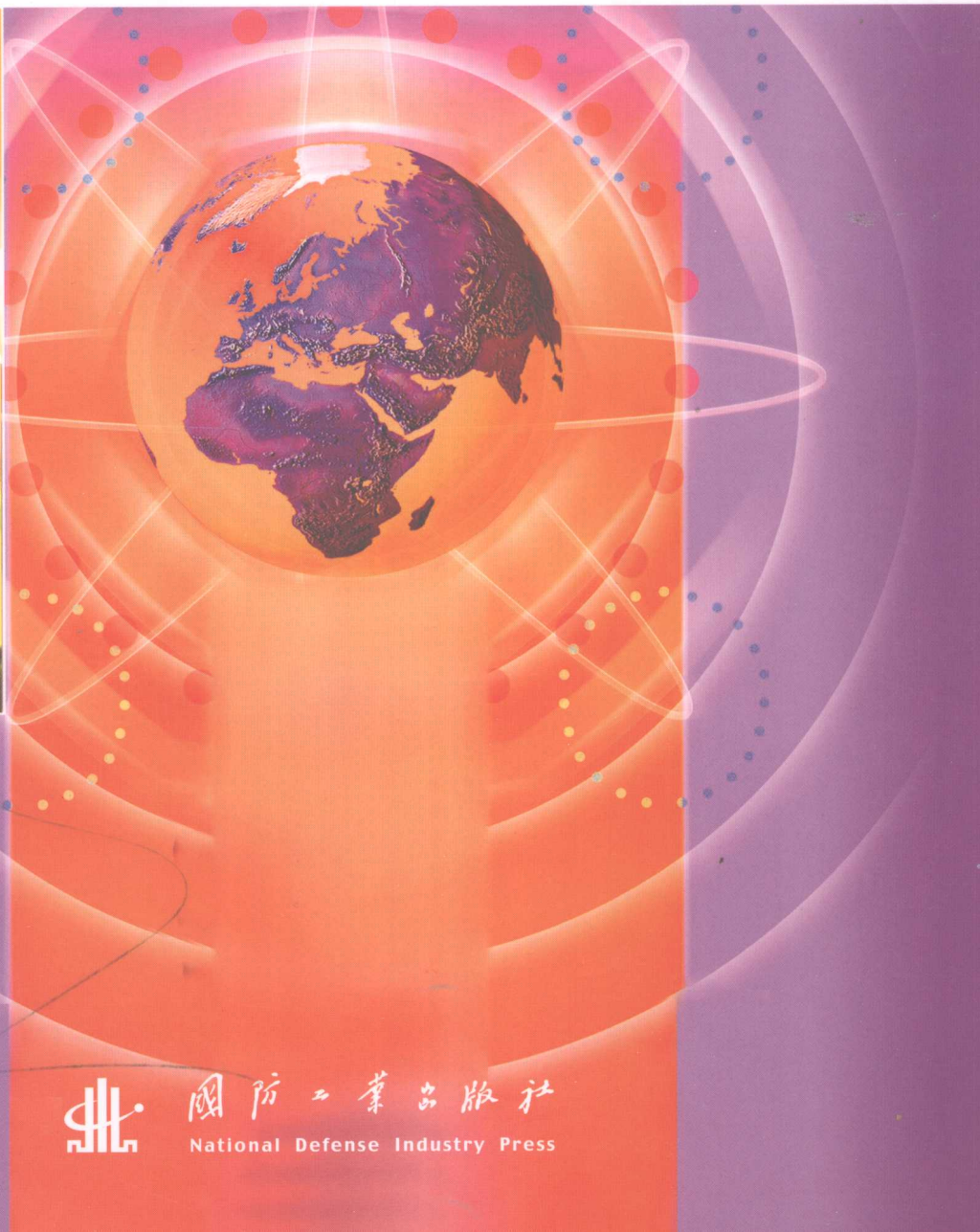


无线通信督导工程师培训教程(之三)

——码分多址移动通信系统

魏楚千 编著



國防工業出版社

National Defense Industry Press

TN929.533/55

2008

无线通信督导工程师 培训教程(之三)

——码分多址移动通信系统

魏楚千 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

《无线通信督导工程师培训教程》是为无线通信初学者编写的一套书籍,本书是第三册,本册书集中介绍几种码分多址移动通信系统。第一篇是基础知识篇,介绍扩频通信、Rake 接收机、CDMA 系统中使用的码型,举例说明用伪随机码和信道化码区分基站和物理信道的过程等内容。第二篇介绍 IS-95、CDMA2000 和 EV-DO 这 3 个 CDMA 系列系统。第三篇介绍 WCDMA/HSDPA 系统。第四篇介绍 TD-SCDMA 系统。对于 3 种系统的介绍,重点在空中接口物理层、切换、功率/速率控制、CDMA 系统自干扰、规划中的链路预算、不同系统的技术特点。

本教程假定读者没有系统学习过无线通信知识,从培养一名合格无线通信督导工程师角度出发设置教程内容。教程注重工程实践,注意实践环节介绍。普及和易于自学是本教程编写时的一个主要考虑。

本书适合于准备从事无线通信工程督导、售前/售后技术支持、设备销售、产品推介岗位工作的无线通信新入门者。

图书在版编目(CIP)数据

码分多址移动通信系统 / 魏楚千编著. —北京: 国防工业出版社, 2008. 1

无线通信督导工程师培训教程(之三)

ISBN 978-7-118-05414-9

I. 码... II. 魏... III. 码分多址-移动通信-通信系统-技术培训-教材 IV. TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 166881 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23¼ 字数 529 千字

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764



无线通信督导工程师岗位是无线通信行业中的一个重要岗位。各种无线通信设备的安装、调试都是在督导工程师的努力下逐一到位的。如果范围扩大一点,根据通信公司不同规模,公司对无线通信督导工程师工作职能的要求可能包括:公司产品推介、售前技术支持、产品销售、客户需求方案设计、现场设备安装和调测、售后技术支持。

根据本人从事无线通信工作的经历,感觉无线通信督导工程师岗位需要掌握以下通信基础知识和无线通信专业知识(如不考虑卫星通信)。

通信基础知识包括:信号与系统概念,傅里叶频谱分析,信号功率谱;概率论基础,随机信号分析基础;检错/纠错编码基础;数字信号的基带和频带传输;通信网络,有线通信基础。

无线通信专业知识包括:天线基本概念;无线通信电波传播;微波通信技术;移动通信基础;几种主要移动通信系统技术;无线局域(城域)网技术;其他地面固定无线通信系统技术;无线通信新技术。

无线通信涵盖很宽的专业领域,对督导工程师岗位的知识 and 技能要求只是其中很小的一部分。然而,如果不掌握这些必要的知识和技能,要成为一名合格的无线通信督导工程师是困难的。

根据以上认识,结合自己对无线督导工程师岗位的理解和多年来在公司从事培训工作的体会,本人编写了《无线通信督导工程师培训教程》。

在工作中经常看到,许多走上无线通信督导工程师岗位的年轻技术人员,大学所学并非通信专业,在从事无线通信督导工程师工作后,由于职业要求奔走于城市之间,无暇系统学习无线通信专业技术知识。然而,在工作中往往对专业文献和技术资料看不进去,在技术书籍阅读中遭遇大量拦路虎,难以从技术本质层面深刻理解本公司及竞争对手产品技术上的差异,以及各自的优缺点。学习新技术、理解新概念往往费时颇多却效果不好。

还有不少通信专业毕业的督导工程师,由于日常工作繁忙,基础及专业知识遗忘、荒疏严重,在工作中遇到不少困难。

在无线通信领域,技术发展迅速,知识更新周期快,只有在工作中坚持自学,打下一个基本的专业知识基础,才能胜任督导工程师的工作。

编写本教程的初衷是希望能为刚走上无线通信督导工程师岗位的年轻工程师提供一本程度不深、知识相对比较全面、突出基本概念、偏重物理概念和工程实践的岗位培训

教程。

本教程具有以下特点:

- 阅读本教程不需要较高的理工科知识基础,有高中阶段的数学/物理知识,以及数学分析、线性代数、概率论(教程内有简介)知识便可顺利完成各篇、章的阅读。

- 对于无线通信专业的介绍不是面面俱到,但已介绍内容尽量完整;突出物理概念,精简数学推导;重要概念不同篇、章多次从不同侧面介绍。

- 本教程各章节安排了许多有助于自学者理解章节疑难内容的“提示”,希望通过此“提示”,在疑难问题冒出来的“现场”给初学者以帮助,帮助读者自学完成本教程。例如,采用“提示”方式,详细介绍了噪声系数的概念及计算;详细介绍了归一化信噪比(E_b/N_0)的概念及应用;详细介绍了接收机热噪声的概念及计算。

- 本教程内容安排力求从满足无线通信督导工程师岗位的工作要求出发,涵盖上述列举内容。

- 本教程力求在不超过3个月(集中培训)的时间内,使学习者较全面掌握无线通信督导工程师岗位所要求的基本专业知识和技能。

- 本教程吸取了许多优秀通信教育家的经典思想和通俗易懂的讲解方法,并结合无线通信督导工程师岗位要求作了细化、归纳和拓展。

- 本教程立足于作为无线通信督导工程师培训的普及教程,希望能够成为督导工程师进一步自学和深造的铺路石。

- 对于学习非通信专业、希望毕业之后从事无线通信相关专业的在校生,通过本教程的学习,可以较快地掌握无线通信的基本知识和技能。

- 在本教程相关册的附录中,有针对性地收录了关于防雷及接地技术介绍,关于微波天线、电缆避雷器、射频电缆、射频连接器的指标,关于分贝各种表述的介绍,关于分贝与功率、电压的转换表,爱尔兰B表,关于复数计算等内容,以方便读者使用。

本教程共4册,本书为第三册。

第一篇由“扩频通信技术及Walsh正交码”、“分集、交织、时域均衡与Rake接收机”、“3种移动通信多址方式及系统容量”和“IS-95及CDMA2000系统中使用的码型”共4章组成。本篇是基础篇,利用PN码和Walsh码区分小区和物理信道的实例,便于初学者理解码分多址的概念。学好本篇内容可为理解码分多址移动通信系统打下基础。

第二篇由“IS-95移动通信系统”、“CDMA2000-1x移动通信系统”和“CDMA2000-1xEV-DO移动通信系统”这3章组成。主要介绍IS-95系统空中接口物理层前/反向链路组成,码分多址系统特有的软切换,功率控制对码分多址系统的意义;CDMA2000-1x为完成分组数据传输新增设的内容(包括空中接口数据链路层、简单IP与移动IP接入方式),复扩频和HPSK调制,CDMA系统的链路预算;还介绍了CDMA2000-1xEV-DO系统构成,实现高速前向数据传输的特色技术及移动通信的系统间干扰。

第三篇由“WCDMA系统构成”、“WCDMA系统空中接口数据链路层与网络层”、“WCDMA系统空中接口物理层”、“WCDMA系统物理层通信流程”和“HSDPA简介”共5章组成。主要介绍WCDMA系统,R99及R4版核心网结构;介绍空中接口的数据链路层

与网络层;详细介绍物理信道,信道编码和复用步骤以及扰码在 WCDMA 系统中的作用;介绍物理层通信流程;介绍 HSDPA 的工作原理及关键技术。

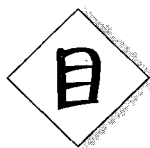
第四篇由“TD-SCDMA 系统”、“TD-SCDMA 系统物理层通信流程”、“TD-SCDMA 关键技术”、“TD-SCDMA 系统无线网络规划特点”和“TD-SCDMA 的优势与不足”共 5 章组成。本篇的叙述多采用将 TD-SCDMA 与 WCDMA 相互对照的方式。主要介绍 TD-SCDMA 的系统构成,帧结构,4 种时隙,物理信道;TD-SCDMA 系统的通信流程和关键技术;3G 系统无线网络规划的特点,重点在链路预算和 TD-SCDMA 系统的一种容量设计方法,中频拉远等室外单元拉远技术;介绍 TD-SCDMA 的优势和不足。

在本书编写过程中参阅了许多优秀通信教育家的著作,在此,对这些文献的作者以及出版这些文献的出版社表示衷心感谢。

由于个人能力有限,所编写的《无线通信督导工程师培训教程》很可能存在不足与谬误,希望得到专家和读者的批评指正。

本人联系方式:weichuqian@sohu.com

魏楚千
2007 年 6 月



第一篇 CDMA 移动通信基础及辅助技术

第 1 章 扩频通信技术及 Walsh 正交码	1
1.1 扩频通信一般概念	1
1.2 扩频系统的重要指标	2
1.3 扩频通信的优点及缺点	2
1.4 扩频通信的两个重要理论公式	3
1.5 用于二进制码组及波形分析的常用概念	4
1.6 直接序列扩频原理及抗干扰分析	7
1.6.1 直接序列扩频原理	8
1.6.2 直接序列扩频抗干扰分析	8
1.7 Walsh 正交码	9
第 2 章 分集、交织、时域均衡及 Rake 接收机	11
2.1 分集技术	11
2.2 分集信号的合并技术	12
2.3 交织技术	13
2.3.1 交织基本概念	13
2.3.2 交织工作原理	14
2.3.3 分组交织器的性质	15
2.4 利用扩频技术实现隐分集	15
2.5 时域自适应均衡技术	16
2.6 Rake 接收机	17
2.6.1 多径时延及多径的分离和利用	17
2.6.2 Rake 接收机工作原理简介	18
第 3 章 3 种移动通信多址方式及系统容量	19
3.1 移动通信多址方式概述	19
3.2 频分多址	20
3.2.1 频分多址概念	20
3.2.2 FDMA 的优点与缺点	21

3.3 时分多址	21
3.3.1 时分多址概念	21
3.3.2 TDMA 的优点与缺点	22
3.4 码分多址	23
3.4.1 码分多址概念	23
3.4.2 CDMA 的优点与缺点	23
3.5 FDMA 和 TDMA 系统的(无线)容量	24
3.6 CDMA 系统容量	25
第4章 IS-95 系统及 CDMA2000 系统中使用的码型	27
4.1 CDMA 系统中使用的码型的特点	27
4.2 IS-95 系统中使用的码型	28
4.3 CDMA2000-1x 系统中使用的码型	30
4.4 举例说明用短码和 Walsh 码区分前向链路的小区 and 码分物理信道	32
参考文献	35

第二篇 IS-95、CDMA2000-1x 及 CDMA2000-1x EV-DO 移动通信系统

第5章 IS-95 移动通信系统	36
5.1 IS-95 系统的起源及演进	36
5.2 IS-95 系统空中接口主要性能	37
5.2.1 IS-95 系统(包括 CDMA2000-1x 系统及 CDMA2000-1x EV-DO 系统)工作频段	37
5.2.2 中国联通 CDMA 800MHz 使用频段和信道	38
5.2.3 IS-95 系统空中接口等的主要性能参数	39
5.3 IS-95 系统参考模型	40
5.4 IS-95 系统空中接口	41
5.4.1 物理信道与逻辑信道	41
5.4.2 IS-95 系统前向链路物理信道与逻辑信道	41
5.4.3 IS-95 系统前向链路组成	42
5.4.4 IS-95 系统反向链路组成	45
5.5 IS-95 系统移动台的工作状态及状态转移	47
5.5.1 IS-95 系统移动台工作状态概述	47
5.5.2 移动台的4种工作状态	48
5.6 IS-95 系统的切换	56
5.6.1 切换综述	56
5.6.2 软切换	57
5.6.3 IS-95A 系统软切换	60
5.6.4 软切换中导频集的维护	62

5.6.5	硬切换	63
5.7	IS-95 系统功率控制	64
5.7.1	功率控制概述	64
5.7.2	反向链路功率控制	67
5.7.3	前向链路功率控制	69
第 6 章	CDMA2000-1x 移动通信系统	70
6.1	CDMA2000 概述	70
6.2	CDMA2000-1x 系统的主要技术特点	70
6.3	CDMA2000-1x 的系统结构	71
6.4	CDMA2000-1x 系统无线接入网与核心网的接口	73
6.5	CDMA2000-1x 系统分组域核心网	74
6.6	CDMA2000-1x 系统空中接口协议结构	75
6.6.1	空中接口协议结构概述	75
6.6.2	逻辑信道的作用及逻辑信道与物理信道的映射	76
6.6.3	物理信道	77
6.6.4	CDMA2000-1x 系统的无线配置	77
6.7	CDMA2000-1x 系统空中接口物理层	78
6.7.1	CDMA2000-1x 系统相对于 IS-95 系统的技术改进	78
6.7.2	CDMA2000-1x 系统前向链路物理信道	79
6.7.3	CDMA2000-1x 系统前向链路的解复用、扩频与射频调制	88
6.7.4	CDMA2000-1x 系统反向链路物理信道	90
6.7.5	CDMA2000-1x 系统反向链路的复扩频及 HPSK 射频调制	95
6.7.6	Turbo 编码简介	98
6.8	CDMA2000-1x 系统空中接口数据链路层简介	99
6.8.1	LAC 子层	99
6.8.2	MAC 子层	100
6.9	CDMA2000-1x 系统接入过程的状态控制	102
6.10	CDMA2000-1x 系统中的功率控制	104
6.11	CDMA2000-1x 系统中的切换	105
6.12	CDMA2000-1x 系统分组数据传输	107
6.12.1	CDMA2000-1x 系统分组网的功能模型	107
6.12.2	点到点协议	108
6.12.3	CDMA2000-1x 系统中采用简单 IP 的分组网接入方式	109
6.12.4	CDMA2000-1x 系统中采用移动 IP 的分组网接入方式	110
6.13	CDMA2000-1x 系统的链路预算	112
6.13.1	前向链路和反向链路预算的共性内容	112
6.13.2	反向链路预算举例	120
6.13.3	前向链路预算举例	121

第7章 CDMA2000 -1x EV -DO 移动通信系统	123
7.1 CDMA2000 -1x EV -DO 综述	123
7.1.1 从 CDMA2000 -1x 向 EV -DO 的演进	123
7.1.2 EV -DO 设计思想	124
7.2 CDMA2000 -1x EV -DO 的系统结构	125
7.2.1 接入终端	126
7.2.2 无线接入网	126
7.2.3 分组核心网	127
7.3 CDMA2000 -1x EV -DO 系统的会话与连接概念及 空中接口协议简介	129
7.3.1 信息传送方式——EV -DO 系统的会话与连接	129
7.3.2 EV -DO 系统空中接口 7 层协议简介	130
7.4 CDMA2000 -1x EV -DO 系统空中接口物理层	130
7.4.1 前向信道	130
7.4.2 前向信道时隙结构	131
7.4.3 前向信道构成	131
7.4.4 反向信道	137
7.5 CDMA2000 -1x EV -DO 空中接口各层协议间的数据封装	144
7.6 CDMA2000 -1x EV -DO 系统关键技术	147
7.6.1 前、反向不同多址方式	147
7.6.2 自适应调制编码	147
7.6.3 HARQ 与提前终止技术相结合	147
7.6.4 多时隙传输	148
7.6.5 多用户调度	149
7.6.6 虚拟软切换	149
7.6.7 速率控制	150
7.6.8 前向链路功率分配及反向链路功率控制	151
7.7 CDMA2000 -1x EV -DO Release A 简介	153
7.7.1 EV -DO Release 0 设计上的局限性	153
7.7.2 EV -DO Release A 的改进	154
7.8 移动通信系统间干扰分析方法及干扰预防措施	155
7.8.1 系统间干扰	155
7.8.2 系统间干扰的预防	159
参考文献	160

第三篇 WCDMA 移动通信系统

第8章 WCDMA 系统构成	161
8.1 WCDMA 系统概述	161

8.1.1	WCDMA 的工作频段及主要技术特点	161
8.1.2	WCDMA(R99)的技术特点	162
8.2	WCDMA 系统网络结构及主要接口	163
8.2.1	WCDMA 系统网络结构	163
8.2.2	WCDMA 系统中各子系统间的接口	164
8.3	UTRAN 的基本结构	165
8.3.1	RNC	165
8.3.2	RNC 的功能	166
8.3.3	Node B 的功能	167
8.4	UTRAN 的接入层与非接入层协议概念	167
8.5	WCDMA 的核心网结构	168
8.5.1	WCDMA 核心网的演进	168
8.5.2	R99 版核心网结构	168
8.5.3	R4 版核心网结构	173
第9章	WCDMA 系统空中接口数据链路层与网络层	177
9.1	数据链路层	178
9.1.1	传输信道	178
9.1.2	讨论 Uu 接口各层时常用概念	179
9.1.3	媒体接入控制子层	184
9.1.4	无线链路控制子层	186
9.1.5	分组数据会聚协议	188
9.1.6	广播/多播控制协议	188
9.2	网络层	188
9.2.1	RRC 子层	189
9.2.2	RRC 子层主要功能	190
9.2.3	RRC 子层协议状态模型	190
9.2.4	RRC 子层处理过程	192
第10章	WCDMA 系统空中接口物理层	196
10.1	WCDMA 系统空中接口的信道化码与扰码	196
10.1.1	WCDMA 系统空中接口的信道化码	196
10.1.2	WCDMA 系统空中接口的扰码	198
10.2	同步码	201
10.3	物理信道	202
10.3.1	下行链路物理信道	203
10.3.2	上行链路物理信道	209
10.3.3	物理信道间的时序关系	213
10.3.4	物理信道小结	214
10.4	物理层信道编码和复用	214
10.4.1	下行链路物理层信道编码和复用	214

10.4.2	上行链路物理层信道编码和复用	218
10.5	扩频、加扰码和射频调制	220
10.5.1	下行链路物理层扩频、加扰码和射频调制	221
10.5.2	上行链路物理层扩频、加扰码和射频调制	221
第 11 章	WCDMA 系统物理层通信流程	224
11.1	位置更新简介	224
11.2	网络及小区选择与重选简介	225
11.2.1	网络选择与重选	225
11.2.2	小区选择与重选	225
11.3	WCDMA 系统的切换	227
11.4	WCDMA 系统的功率控制	233
11.4.1	功率控制对于码分多址移动通信系统的影响	233
11.4.2	WCDMA 系统的功率控制	233
11.5	随机接入过程	237
第 12 章	HSDPA 简介	240
12.1	HSDPA 基本概念	240
12.2	HSPA 演进	241
12.3	HSDPA 关键技术	241
12.3.1	自适应调制与编码技术	241
12.3.2	混合自动重传请求技术	243
12.3.3	快速多用户调度	244
12.3.4	信道传输码分复用与时分复用	245
12.3.5	高速功率分配	246
12.4	HSDPA 新增传输信道和物理信道	247
12.5	HSDPA 物理层通信流程	249
12.6	HSDPA 移动性管理简介	250
	参考文献	250

第四篇 TD-SCDMA 移动通信系统

第 13 章	TD-SCDMA 系统	252
13.1	TD-SCDMA 标准的形成	252
13.2	TD-SCDMA 的工作频段(中国)	253
13.3	TD-SCDMA 主要技术特点	253
13.4	TD-SCDMA 与 WCDMA 在系统结构上的相似性	254
13.5	TD-SCDMA 系统关键技术简介	255
13.6	TD-SCDMA 系统帧结构	256
13.6.1	TD-SCDMA 帧结构有关参数持续时间	256
13.6.2	子帧结构	257

13.6.3	TD-SCDMA 系统中 4 种不同时隙	257
13.7	传输信道与物理信道	260
13.7.1	传输信道	260
13.7.2	传输信道到物理信道的映射	261
13.7.3	物理信道	262
13.8	物理层信道编码与复用	264
13.9	数据调制、扩频、扰码与载频相乘	268
13.9.1	数据调制、扩频与扰码	268
13.9.2	子帧形成与实部、虚部分离	270
13.9.3	载频相乘	270
13.10	TD-SCDMA 系统的 4 种特殊用途码	271
第 14 章	TD-SCDMA 系统物理层通信流程	272
14.1	小区选择过程	272
14.2	上行同步过程	273
14.2.1	上行同步定义	273
14.2.2	实现下行同步是上行同步的前提	274
14.2.3	上行同步建立	274
14.2.4	上行同步保持	276
14.2.5	上行同步对于 TD-SCDMA 系统的意义	276
14.3	随机接入过程	276
14.4	功率控制过程	277
14.4.1	开环功率控制	277
14.4.2	闭环功率控制	278
第 15 章	TD-SCDMA 关键技术	280
15.1	智能天线技术	280
15.1.1	智能天线起源	280
15.1.2	智能天线(以 TD-SCDMA 系统中使用的智能天线为例)的基本概念	280
15.1.3	自适应智能天线与多波束智能天线	281
15.1.4	智能天线的优点	282
15.1.5	TD-SCDMA 系统智能天线工作原理简介	283
15.1.6	TD-SCDMA 系统智能天线主要技术参数	283
15.1.7	智能天线的不足	285
15.2	多用户检测技术	286
15.2.1	多用户检测基本概念	286
15.2.2	联合检测技术与干扰消除技术	286
15.2.3	TD-SCDMA 系统中的联合检测技术	287
15.2.4	TD-SCDMA 系统中联合检测技术的特点	287
15.2.5	联合检测技术的不足	288

15.3	动态信道分配技术	288
15.3.1	信道分配概念	288
15.3.2	3种信道分配方式	289
15.3.3	慢速动态信道分配与快速动态信道分配	289
15.3.4	动态信道分配实用技术简介	290
15.3.5	TD-SCDMA系统中的动态信道分配技术	291
15.3.6	应用DCA技术时注意事项	294
15.4	接力切换技术	294
15.4.1	TD-SCDMA系统采用的切换种类	294
15.4.2	接力切换的测量	295
15.4.3	接力切换的判决过程	295
15.4.4	接力切换的执行过程	296
第16章	TD-SCDMA系统无线网络规划特点	298
16.1	TD-SCDMA系统无线网络规划概念和基本内容	298
16.1.1	TD-SCDMA系统无线网络规划概念	298
16.1.2	TD-SCDMA系统无线网络规划基本内容	298
16.1.3	TD-SCDMA系统服务质量	299
16.2	TD-SCDMA系统无线网络初步规划	300
16.2.1	无线网络初步规划的流程	300
16.2.2	环境与业务划分	301
16.3	链路预算与容量设计基本概念	301
16.3.1	链路预算基本概念	301
16.3.2	容量设计基本概念	302
16.4	GSM系统链路预算及容量设计特点	303
16.4.1	GSM系统链路预算特点	303
16.4.2	GSM系统容量设计特点	303
16.5	WCDMA系统链路预算及容量设计特点	304
16.5.1	WCDMA系统无线网络规划特点	304
16.5.2	WCDMA网络中覆盖与容量的关联	304
16.5.3	WCDMA网络中的呼吸效应	307
16.5.4	WCDMA系统链路预算特点	307
16.5.5	WCDMA系统链路预算举例	311
16.5.6	WCDMA系统容量设计特点	311
16.6	TD-SCDMA系统无线网络规划特点	312
16.6.1	导致TD-SCDMA与WCDMA在无线网络规划方面 存在共性的因素	312
16.6.2	导致TD-SCDMA与WCDMA在无线网络规划方面 存在差异的因素	313
16.6.3	TD-SCDMA系统无线网络规划特点	313

16.7	TD-SCDMA 系统链路预算特点	315
16.7.1	传播模型的选择	315
16.7.2	链路预算中各个参数的含义	316
16.7.3	链路预算举例	319
16.8	TD-SCDMA 系统容量设计特点	324
16.8.1	软容量与硬容量	325
16.8.2	估算 TD-SCDMA 系统容量的一种方法	325
16.9	TD-SCDMA 系统无线网络详细规划简介	329
16.10	TD-SCDMA 系统的多载波方案	330
16.10.1	逻辑小区叠加方案	330
16.10.2	N 载波方案	331
16.10.3	N 载波方案优点	331
16.11	TD-SCDMA 系统室外单元拉远技术	332
16.11.1	一体化机方式	333
16.11.2	室外单元拉远方式	333
第 17 章	TD-SCDMA 的优势与不足	336
17.1	TD-SCDMA 在我国应用的频率资源优势	336
17.1.1	我国 3G 频谱按 FDD 和 TDD 划分情况	336
17.1.2	TD-SCDMA 在我国的频率规划优势	337
17.2	TD-SCDMA 技术的优势	338
17.3	TD-SCDMA 技术的不足	342
	参考文献	344
附录	英文缩写词释义	346

第一篇 CDMA 移动通信基础及辅助技术

第 1 章 扩频通信技术及 Walsh 正交码

1.1 扩频通信一般概念

码分多址(CDMA)是基于扩展频谱技术实现的,要进行 CDMA 首先必须扩频。所以扩展频谱通信是 IS-95、CDMA2000-1x、WCDMA 和 TD-SCDMA 等 CDMA 移动通信系统的技术基础。

扩展频谱通信(简称扩频通信),是一种信息传递方式,传输中扩频信号占有的频谱宽度远远大于传送的基带信号的频谱。在发送端,基带信号被扩频码扩频,基带信号的带宽被展宽到扩频码的带宽;在接收端,采用一个与发送端同步且完全一样的扩频码进行解扩,从而恢复出所传送的基带信号。扩频码的作用是展宽频谱,与所传送的基带信号内容无关。扩频带宽一般是信号带宽的 100 倍~100 万倍。

扩频通信的原理如图 1-1 所示。基带话音信号经信息调制变成数字信号,然后由扩频码(如 PN 码)调制此数字信号以展宽频谱,最后已扩频的信号被射频调制后经天线发射到空中。在接收端,信号经射频解调后成为扩频(中频)信号,经由本地产生的、与发送端完全一样且同步的扩频码解扩后成为基带数字信号,再经信息解调还原为基带话音信号。由此可见,与窄带通信系统相比,扩频通信系统只是在信息调制与射频调制之间增加了扩频调制(以及解扩)环节。扩频通信有多种形式,在移动通信领域主要使用直接序列扩频(DSSS)和跳频扩频(FHSS)技术。在 IS-95、CDMA2000-1x、WCDMA 和 TD-SCDMA 中使用了前者;在 GSM 中使用了后者。本章主要讨论直接序列扩频。

应注意,在扩频调制前、后,基带信号和已调波相比,不是出现频谱搬移现象,而是出

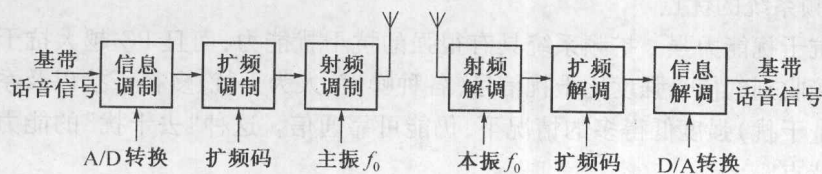


图 1-1 扩频通信原理

现频谱扩展现象,这和射频调制是不同的。

1.2 扩频系统的重要指标

1. 处理增益(PG)

在扩频通信系统的接收机,经过在频谱上对信号能量的压缩和对噪声能量的扩展处理,使信号能量集中,而噪声能量扩展并被接收机带通滤波器大量滤除。于是,接收机的输出信噪比相对于输入信噪比有很大改善,增强了系统的抗干扰能力。在扩频系统中把这种由于扩频处理得到的信噪比上的改善称为扩频增益或处理增益。理论分析表明,扩频系统的扩频增益大体上等于扩频信号带宽与基带信号带宽之比,也即扩频码速率与信息码速率之比,如用 PG 表示,则有

$$PG = \text{扩频带宽}(B_c) / \text{基带信号带宽}(B_m)$$

如果用分贝(dB)表示,则有

$$PG = 10 \lg B_c / B_m \quad (1-1)$$

例:若 $B_c = 1.2\text{MHz}$, $B_m = 2.4\text{kHz}$, 则 $PG = (1.2/2.4) \times 10^3 = 500 (27\text{dB})$, 说明此扩频系统在接收机射频输入端和基带滤波器输出端之间有 27dB 的信噪比增益改善。

2. 干扰容限 M_j

干扰容限表示在一定干扰电平条件下,能够实现通信的能力。 M_j 既考虑了系统输出信噪比的要求,又考虑了系统内部损耗(系统的内部损耗反映系统自身噪声)的影响,其表达式为

$$M_j = PG - [L_s + S_0/N_0] \quad (1-2)$$

式中: L_s 为系统损耗; S_0/N_0 为接收机输出端信噪比。

例:某扩频系统的处理增益(PG)为 33dB, 输出信噪比(S_0/N_0)为 10dB, 系统损耗(L_s)为 2dB, 则该系统的干扰容限(M_j)为 $33 - 10 - 2 = 21(\text{dB})$ 。此例说明,该系统能够承受最大 21dB 的干扰。这样的扩频接收机,如果输入端的干扰比信号大 100 倍(分贝值为 20dB)时,仍能正常工作。

1.3 扩频通信的优点及缺点

1. 扩频系统的优点

(1) 抗干扰能力强。扩频系统具有很强的抗干扰能力,而且 PG 越大抗干扰能力越强。它在接收到的信号强度比干扰信号(各种噪声、人为干扰、多径干扰以及系统内其他站点的多址干扰)强度低得多的情况下,仍能可靠通信。这种“去干扰”的能力是扩频通信的基本特点。

(2) 保密性好。无论是直接序列扩频还是跳频扩频,扩频后的信号功率谱密度均很