

中国通信学会普及与教育工作委员会推荐教材



21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuān Diānzi Xīnxīlei Guīhuà Jiāocái

移动基站 设备与维护 (第2版)

魏红 编著

*Electronic
Information*

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国通信学会普及与教育工作委员会推荐教材



21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuān Diānzi Xīnxīlei Guīhuà Jiāocái

移动基站 设备与维护 (第2版)

魏红 编著

*Electronic
Information*

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

移动基站设备与维护 / 魏红编著. — 2版. — 北京:
人民邮电出版社, 2013. 8(2015. 1重印)
21世纪高职高专电子信息类规划教材
ISBN 978-7-115-31410-9

I. ①移… II. ①魏… III. ①移动通信—通信设备—
维修—高等职业教育—教材 IV. ①TN929. 5

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第126932号

内 容 提 要

本书全面、系统地阐述了现代移动基站的基本原理、基本技术和当今广泛使用的各类设备及维护技术规范,充分地反映了当代移动通信的新技术以及应用维护知识。全书共8章,包括移动通信系统概述、天馈系统、基站主设备、分布系统、传输设备、通信电源设备、空调和动力环境监控系统、基站建设维护规范。

本书结合当前基站综合维护的需求,紧扣行业标准及规范,具有较强的实用性及系统性。本书可作为高等职业技术学院的通信专业教材,也可作为相关培训的教材,还可作为从事通信行业工程人员及维护人员的参考书。

- ◆ 编 著 魏 红
责任编辑 武恩玉
责任印制 彭志环 杨林杰
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 24.25 2013年8月第2版
字数: 526千字 2015年1月河北第3次印刷

定价: 49.00元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

第2版前言

自2008年电信重组后,各运营商都开始了全业务运营。随着通信技术的迅速发展,基站数目急剧增加,新技术应用不断,需要大量的高技能基站建设及维护人员。目前,各运营商需要较多的综合维护人员,特别是基站的建设和维护,这涉及主设备、天馈系统、分布系统、电源、传输、监控、空调等多方面的内容。不同的运营商或不同的地区采用的设备不同,在维护中的要求和规范也会有所区别,但基本的目的、要求和方法是相同的。基于上述情况,我们根据基站机房建设维护要求,结合学生实际编写了本书。

本书的教学内容涉及基站机房应用的所有系统和设备,包括天馈系统、基站主设备、分布系统、传输设备、通信电源设备、空调、监控设备等。本书在第1版的基础上,结合目前各运营商的全业务运营、新技术的应用(包括智能天线、PTN等)、新设备的更替等方面的需要调整了内容。主要介绍系统的基本原理和使用的技术,以1~2种设备为例,介绍设备的维护常识和规范;在每章开篇给出学习任务,使学生能有目的地学习,进一步提高学生的学习动力;并提出实训项目开设建议。通过对本书的学习,学生可以掌握基站机房配置设备所应用的相关原理、设备结构及维护知识,为将来在运营及施工部门工作打下基础。

学习本书需要有一定的电工电子基础知识、通信网基础知识、移动通信基本原理与技术知识,了解基本的网络构成和一些常用的技术。书中各章节都具有一定的独立性,不同院校可视具体情况节选,不会影响教学的完整性。

本书在编写过程中力求简单、全面地阐述各类基站机房设备的基本概念、基本原理、主要技术、设备的维护和基本维护、建设规范,以方便学生掌握。各院校还可根据设备情况开设相应的实训项目,使学生对所学理论知识有一定的感性认识,并可增强技能,提高学生的岗位适应能力。

在本书编写过程中,很多老师和企业专家提出了许多宝贵意见,给予了很大帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2013年3月

第1章 基站主设备	77
1.1 基站主设备	77
1.1.1 概述	78
1.1.2 GSM系统应用	79
1.1.3 CDMA系统的介绍	101
第2章 天馈系统	111
2.1 天馈系统	111
2.1.1 移动通信系统天线的概念	112
2.1.2 移动通信系统天线的分类	113
2.1.3 移动通信系统天线的性能指标	114
2.1.4 移动通信系统天线的安装	115
2.2 天馈系统的维护	116
2.2.1 天馈系统的维护	116
2.2.2 天馈系统的维护	116
第3章 传输设备	218
3.1 网络数字化传输体系 SDH	218
3.1.1 SDH概述	218
3.1.2 SDH设备	221
3.2 分组传输网 PTN	227
3.2.1 PTN概述	227
3.2.2 PTN设备	231

目 录

第 1 章 移动通信系统概述 1

- 1.1 移动通信技术 1
- 1.2 移动通信系统 2
 - 1.2.1 GSM 系统 2
 - 1.2.2 TD-SCDMA 系统 8
 - 1.2.3 WCDMA 系统 9
 - 1.2.4 CDMA2000 系统 10
- 1.3 移动通信系统中的信令 12
 - 1.3.1 No.7 信令系统 12
 - 1.3.2 GSM 的信令与协议 13
- 1.4 基站简介 17
- 小结 18
- 习题 18

第 2 章 天馈系统 20

- 2.1 无线电波基础知识 20
 - 2.1.1 无线电波 20
 - 2.1.2 无线电波的极化 21
 - 2.1.3 微波的传播特性 22
- 2.2 天线基本概念 22
 - 2.2.1 基站天馈系统的组成 22
 - 2.2.2 天线基本特性 24
 - 2.2.3 基站天线的类型 36
- 2.3 传输线基本概念 38
 - 2.3.1 传输线的概念 38
 - 2.3.2 传输线的基本特性 39
- 2.4 天馈系统的安装和维护 40
 - 2.4.1 移动通信系统天线的选型 40
 - 2.4.2 移动通信系统天馈线安装 41
 - 2.4.3 移动通信系统天线参数调整 48
 - 2.4.4 塔桅与天馈系统的保养与维护 50
 - 2.4.5 天馈系统维护仪表 61
- 小结 74
- 习题 75

第 3 章 基站主设备 77

- 3.1 华为基站主设备 77
 - 3.1.1 概述 78
 - 3.1.2 GSM 系统应用 79
 - 3.1.3 CDMA 系统的应用 103

- 3.1.4 WCDMA 系统的应用 111
- 3.1.5 TD-SCDMA 系统的应用 114
- 3.1.6 华为基站主设备组网示例 119
- 3.1.7 华为基站设备的维护 120
- 3.2 中兴基站主设备 135
 - 3.2.1 中兴基站主设备简介 135
 - 3.2.2 B8300 T100+R21 主设备安装 143
 - 3.2.3 B8300 T100+R21 主设备维护 146
- 3.3 诺西基站主设备 148
 - 3.3.1 FLEXI MCPA 基站主设备简介 148
 - 3.3.2 FLEXI MCPA 基站主设备维护 151
- 小结 153
- 习题 153

第 4 章 分布系统 155

- 4.1 分布系统简介 155
 - 4.1.1 分布系统常用器件 156
 - 4.1.2 分布系统有源设备 157
- 4.2 分布系统常用设备 158
 - 4.2.1 直放站概述 158
 - 4.2.2 直放站设备 165
 - 4.2.3 室内分布系统的监控 180
- 4.3 移动通信分布系统设计基础 187
 - 4.3.1 移动通信分布系统设计方法 188
 - 4.3.2 多系统综合覆盖系统 191
- 4.4 移动通信分布系统的维护 192
 - 4.4.1 直放站引入对基站噪声的影响 192
 - 4.4.2 移动通信分布系统在维护时需考虑的指标 194
 - 4.4.3 设备的维护 195
 - 4.4.4 测试仪表和工具 203
- 小结 216
- 习题 216

第 5 章 传输设备 218

- 5.1 同步数字传送体系 SDH 218
 - 5.1.1 SDH 概述 218
 - 5.1.2 SDH 设备 221
- 5.2 分组传送网 PTN 227
 - 5.2.1 PTN 概述 227
 - 5.2.2 PTN 设备 231

5.2.3	PTN的应用	253
5.3	传输设备维护基础知识	258
5.3.1	传输网基础	258
5.3.2	基站传输节点综合架施工与维护	260
5.3.3	传输设备维护基本知识	262
小结		266
习题		266
第6章	通信电源设备	268
6.1	通信配电	268
6.1.1	电源在通信中的地位及组成	268
6.1.2	交流供电系统	270
6.1.3	直流供电系统	270
6.1.4	变配电系统的维护	270
6.2	开关电源和UPS	271
6.2.1	高频开关电源概述	271
6.2.2	艾默生开关电源系统	274
6.2.3	UPS电源	282
6.3	蓄电池	285
6.3.1	阀控式铅酸蓄电池的基本结构	286
6.3.2	阀控式铅酸蓄电池的分类和性能	286
6.3.3	阀控式铅酸蓄电池的基本原理	287
6.3.4	阀控式铅酸蓄电池维护使用及注意事项	288
6.4	油机发电机组	292
6.4.1	柴油机	292
6.4.2	无刷同步发电机	294
6.4.3	便携式(小型)油机发电机组	294
6.5	通信局(站)的防雷接地	298
6.5.1	接地系统概述	298
6.5.2	通信电源系统的防雷	301
6.6	安全用电	305
6.6.1	安全用电的技术措施	305
6.6.2	安全组织措施	306
小结		306
习题		307

第7章 空调和动力环境监控系统 308

7.1	空调	308
-----	----	-----

7.1.1	空调器简介	308
7.1.2	空调器基本工作原理	311
7.1.3	空调设备维护简介	314
7.2	动力、环境监控系统	317
7.2.1	动力环境监控系统简介	317
7.2.2	监控系统网络与硬件	321
7.2.3	智能门禁	330
7.2.4	集中监控系统日常使用和维护	331
7.2.5	监控系统的工程施工及调测	333
小结		335
习题		336
第8章	基站建设维护规范	337
8.1	基站建设基础	337
8.1.1	基站勘测设计基础	337
8.1.2	基站设备安装规范	342
8.1.3	基站建设安全防护	347
8.2	基站维护内容及实施	349
8.2.1	基站维护的内容	349
8.2.2	基站维护工作的实施	349
8.2.3	基站维护主要项目与基本要求	350
8.2.4	VIP基站的选择标准、建设要求、维护要求	353
8.2.5	基站维护部门仪器仪表和工具的配备	355
8.2.6	基站维护安全规范	356
8.3	基站设备的维护工作	357
8.3.1	设备维护安全清洁方法	357
8.3.2	铁塔(桅杆)与天馈系统的安装维护规范	358
8.3.3	电源、空调系统的维护规程	365
8.3.4	机房安全管理	374
小结		378
习题		378

附录 380

附录1	驻波比和反射损耗的换算关系	380
附录2	建议开设的实训项目	380

参考文献 382

第 1 章

移动通信系统概述

【主要内容】 本章主要介绍与基站维护相关的商用移动通信系统的基本知识和主要技术，以及基站机房的设备配置。

【重点难点】 移动基站机房的设备配置。

【学习任务】 掌握移动通信系统的主要技术；理解各商用移动通信系统网络结构及主用技术；掌握基站机房设备配置及各信号传输过程。

1.1 移动通信技术

移动通信系统由于采用无线接入技术，有许多与有线通信不一样的特点，需采用一系列的技术以解决存在的问题。本节简单介绍移动通信的主要技术。

移动通信是指通信双方中至少有一方在移动中进行信息交换的通信方式，可以是双向的，也可以是单向的。

移动通信的工作方式分为单工、半双工、(全)双工。在全双工方式中，通信双方可以同时收发信号，即收发信机同时工作，这对使用电池供电的移动台非常不利。基于这一情况，在移动电话通信中采用准双工方式，即仅在发信号时发射，而接收机常开，这样既可以为移动台省电，又可以减小空中干扰电平。

移动通信是一种有线和无线相结合的通信方式。其电波传播条件恶劣，存在着严重的多径衰落，需要系统设备具有良好的抗多径衰落能力和储备。移动通信在强干扰条件下工作，主要噪声为人为噪声，需要系统具有抗人为噪声的能力和储备。主要干扰有 3 种：存在互调干扰，要求设备具有良好的选择性；存在邻道干扰，要求移动台采用自动功率控制 (APC) 技术；存在同频干扰，要求技术人员在组网和频率配置时予以充分的重视。移动通信中由于收发设备间存在着相对速度，具有多普勒效应，会产生频率偏移，因此需要采用锁相技术。移动通信中可能存在覆盖盲区，需要在组网时、基站设置时予以重视。移动通信中用户经常移动，与基站间没有固定联系，需要采用切换、位置登记、漫游等跟踪交换技术。

移动通信中采用的主要技术有同频复用、多信道共用、多址技术、切换、位置登记、漫游、分集、

跳频、扩频、语音间断传输等。

大型移动公网采用蜂窝小区制结构，在同一无线区群中使用不同的频率；间隔一定的距离，在不同的无线区群中可重复使用相同的频率。另外，在同一小区中的多个无线信道可以由多个用户共同享用，实现多信道共用，有效提高频率利用率。

为进一步提高系统容量，在移动通信中采用频分多址 FDMA、时分多址 TDMA、码分多址 CDMA 等多址技术。CDMA 容量最大，其次为 TDMA，FDMA 容量最小，不同的系统可根据需要组合应用不同的多址技术。当然，在有效提高频率利用率、扩大系统容量的同时，必须采取相应的抗干扰、抗衰落措施（如分集、跳频、扩频等）。

分集技术是在发送端把具有独立衰落特性的信号分散传送，接收端对多个接收信号进行集中合并处理。即在发射侧分散传输，在接收侧根据信号的某一特征量所对应的衰落特性的独立性进行集中合并处理。常用的分集技术有极化分集、空间分集、时间分集、频率分集等。

跳频是指同一移动台在不同时隙工作在不同的载频上，结合交织、信道编码等技术提高系统的抗衰落能力。

为了提高无线信道的利用率，减少空中干扰，为移动台节能，系统采用间断传输技术，仅在有必要信息需要发送时打开发射机。

在 CDMA 系统中为了解决自干扰系统，需与扩频技术相结合，扩频是一种信号传输技术。CDMA 系统中通常采用直接序列扩频方式，在发送端把信号与扩频码相乘对信号进行频谱扩展，在接收端用和发送端完全相同的扩频码与信号相乘进行解扩，以增大有用信号和干扰信号的功率差，提高系统的抗干扰能力。

移动通信中为解决邻道干扰问题，会采用功率控制技术。功率控制按方向分为反向功控和前向功控，按移动台和基站是否同时参与又分为开环功控和闭环功控。功率控制根据实现过程分为内环功控和外环功控，内环功控是指基站接收到移动台的信号后，将其强度与一个门限值（闭环门限）相比，向移动台发送功率调整指令；而外环功控是调整基站的接收信号的目标门限设定值，以满足 FER 要求，当实际接收的 FER 高于（或低于）目标值时，基站就需要提高（或降低）内环门限，以增加（或降低）移动台的反向功率。

为了保证通信不中断，当移动台从一个小区进入另一个小区时进行频道转换，实现切换。移动台在待机时由一个小区进入另一个小区需进行小区重选。为了能顺利找到移动中的用户，系统要求用户终端在开机或进入新的位置区域时进行位置登记。用户还具有漫游功能，离开注册入网的 MSC 服务区，在另外的 MSC 区仍能入网使用。

1.2 移动通信系统

移动通信发展到现在已经经历了三代，第一代（1G）模拟移动通信系统，第二代（2G）数字移动通信系统，目前处于 2G 和 3G 共存而 4G 正在试验建设阶段。本节简单介绍目前商用的各移动通信系统。

1.2.1 GSM 系统

GSM 是第二代数字移动通信系统，是泛欧标准，采用开放式结构，各功能实体间采用标准化的接口规范。我国于 1994 年进行 GSM 系统的商用，采用 900 MHz 和 1800 MHz 频段。GSM900 采用了 890~915 MHz（上行）、935~960 MHz（下行）频段，DCS1800 采用了 1710~1785 MHz（上行）、1805~1880 MHz（下行）频段。在模拟网关闭后，部分原模拟网使用频段由 GSM 系统使用，形成了 EGSM

工作频段。

GSM 系统采用的主要技术和指标如下。频道间隔：200 kHz；双工间隔：45 MHz（900 MHz 系统）/95 MHz（1800 MHz 系统）；调制方式：GMSK；语音编码方式：RPE-LTP（13 kbit/s）；多址技术：FDMA/TDMA（每载频 8 时隙）；双工方式：FDD。另外，在 GSM 系统中还采用了跳频、功率控制、语音间断传输、信道编码等技术以提高系统的性能。

1. GSM 系统的组成

GSM 系统典型结构可分为四个组成部分：网络子系统 NSS（或交换子系统 SS）、基站子系统（BSS）、操作维护子系统（OSS）和移动台子系统（MS），其基本结构如图 1-1 所示。

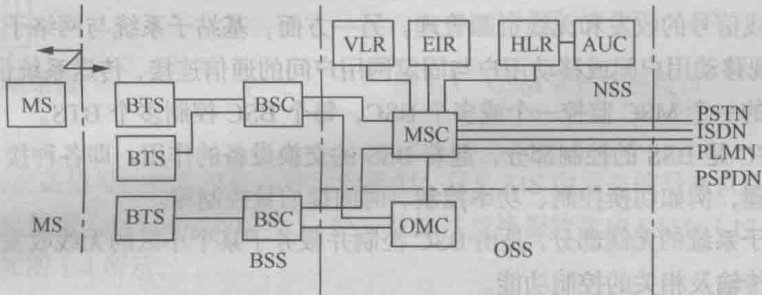


图 1-1 陆地公用数字蜂窝移动通信系统结构

图中，MS 为移动台，BTS 为基站收发信机，BSC 为基站控制器，MSC 为移动业务交换中心，EIR 为设备识别寄存器，VLR 为访问用户位置寄存器，HLR 为归属用户位置寄存器，AUC 为鉴权中心，OMC 为操作维护中心，ISDN 为综合业务数字网，PLMN 为公用陆地移动网，PSTN 为公共电话交换网，PSPDN 为公用分组交换数据网。一般情况下，VLR 与 MSC 常集成在一起，表示为 MSC/VLR；HLR 与 AUC 集成在一起表示为 HLR/AUC。

（1）网络子系统 NSS

NSS 主要包含有 GSM 系统的交换功能和用于用户数据管理、移动性管理、安全性管理、移动设备管理等所需的数据库功能，对 GSM 移动用户间通信和 GSM 移动用户与其他通信网用户间通信起着管理作用。在整个 GSM 系统内部，NSS 的各功能实体间以及 NSS 与 BSS 间都通过符合 No.7 信令系统的协议，和 GSM 规范的 No.7 信令网络相互通信。NSS 由一系列功能实体构成。

① 移动业务交换中心 MSC。MSC 是网络的核心，完成系统的电话交换功能。MSC 可从三种数据库（即 HLR、VLR 和 AUC），获取处理用户位置登记和呼叫请求所需的全部数据。反之，MSC 也根据其最新获取的信息请求更新数据库的部分数据。MSC 可为移动用户提供一系列业务：电信业务、承载业务和补充业务等。MSC 还支持位置登记、越区切换和自动漫游等移动性能和其他网路功能。

对于容量比较大的移动通信网，一个 NSS 可包括若干个 MSC、VLR 和 HLR。

MSC 有 3 类，分别为普通 MSC、GMSC、TMSC。GMSC 为入口移动业务交换中心（或网关 MSC），其主要用于和其他电信运营商设备的互联互通。TMSC 为汇接 MSC，专门用于移动业务的长途转接。在网络中，GMSC 与 TMSC 也可兼有普通 MSC 的交换与控制功能。

② 归属用户位置寄存器 HLR。HLR 是 GSM 系统的中央数据库，是存储着该 HLR 管理的所有移动用户的相关数据的静态数据库。存储的数据有用户信息（包括用户的入网信息、注册的有关业务方面的数据）、位置信息等，还存有号码 IMSI、MSISDN。

③ 访问用户位置寄存器 VLR。VLR 是服务于其控制区域内移动用户的，是存储着进入其控制区域内已登记的移动用户的相关信息的动态用户数据库。一旦移动用户离开该 VLR 的控制区域，则重新

在另一个 VLR 登记, 原来访问的 VLR 将取消临时记录的该移动用户数据。

④ 鉴权中心 AUC。AUC 存储着鉴权信息和加密密钥, 用来防止无权用户接入系统, 并保证通过无线接口的移动用户信息的安全。AUC 属于 HLR 的一个功能单元, 专用于 GSM 系统的安全性管理。

⑤ 移动设备识别寄存器 EIR。EIR 存储着移动设备的国际移动设备识别码 (IMEI), 通过检查白名单、灰名单和黑名单判别准许使用的、出现故障需监视的、失窃不准使用的移动设备的 IMEI, 以防止非法使用偷窃的、有故障的或未经许可的移动设备。目前, 因 GSM 系统未安装 EIR 设备, 因此网络中仍有大量非法手机在使用。

(2) 基站子系统 BSS

基站子系统是 GSM 系统中与无线蜂窝方面关系最直接的基本组成部分, 它通过无线接口直接与移动台相接, 负责无线信号的收发和无线资源管理。另一方面, 基站子系统与网络子系统移动业务交换中心相连, 实现移动用户间或移动用户与固定网用户间的通信连接, 传送系统信号和用户信息等。

通常, NSS 中的一个 MSC 监控一个或多个 BSC, 每个 BSC 控制多个 BTS。

基站控制器 BSC 是 BSS 的控制部分, 起着 BSS 的交换设备的作用, 即各种接口的管理、无线资源和无线参数的管理, 例如切换控制、功率控制、时间提前量控制等。

BTS 属于基站子系统的无线部分, 是由 BSC 控制并服务于某个小区的无线收发信设备, 实现 BTS 与移动台间的无线传输及相关的控制功能。

(3) 操作维护子系统 OSS

OSS 需完成许多任务, 包括移动用户管理、移动设备管理及网路操作和维护等。

在此所介绍的 OSS 功能主要是指完成对 BSS 和 NSS 进行操作维护的管理功能。完成网路操作与维护管理的设施称为操作与维护中心 OMC, 具体功能包括: 网络的监视、操作 (告警、处理等), 无线规划 (增加载频、小区等), 交换系统的管理 (软件、数据的修改等), 性能管理 (产生统计报告等)。GSM 网络中每个部件都有机内状态监视和报告功能, OMC 对其反馈结果进行分析, 诊断并自动解决问题, 如将业务切换至备份设备, 针对故障情况采取适当维护措施。

移动用户管理包括用户数据管理和呼叫计费。用户数据管理一般由 HLR 来完成, SIM 卡的管理采用专门的 SIM 个人化设备完成。呼叫计费可由移动用户所访问的各个 MSC 和 GMSC 分别处理, 也可采用通过 HLR 或独立的计费设备来集中处理计费数据的方式。

移动设备管理是由 EIR 完成的。

(4) 移动台 MS

移动台是公用 GSM 移动通信网中用户使用的设备。移动台可以是单独的移动终端 MT、手机、车载台或者是由 MT 直接与终端设备 TE (如传真机等) 相连接而构成, 或者是由 MT 通过相关终端适配器 TA 与 TE 相连接而构成, 移动台必须插入用户识别模块 SIM 才能进行正常呼叫。SIM 存储所有与用户有关的信息和某些无线接口的信息, 其中也包括鉴权和加密信息, 可以使用户根据自己的需要更换手机, 而不用重新入网注册。

2. GSM 网络结构

我国的 GSM 网络采用二、三级混合结构, 在无线区域覆盖时采用无线小区、基站小区、位置区、MSC 区、PLMN 服务区、GSM 服务区的层次结构, 如图 1-2 所示。

3. GSM 系统中的接口

GSM 系统对各功能实体间的接口作了具体的定义, 如图 1-3 所示。与基站子系统密切相关的接口主要有 3 个: A 接口 (MSC 与 BSC 间接口)、Abis 接口 (BSC 与 BTS 间接口, 是非标准接口, 由厂家自定义)、Um 接口 (BTS 与 MS 的接口)。



图 1-2 无线覆盖区域结构

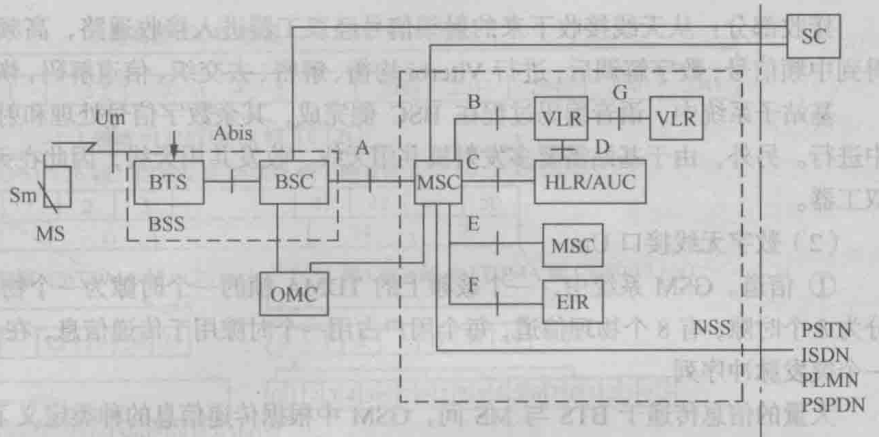


图 1-3 GSM 系统中的接口

(1) 信号处理过程

GSM 系统终端设备信号的处理过程与移动台类似，只是 MS 中发送信号来自话筒，而系统终端的发送信号来自交换机数据 (64 kbit/s 的信号)，经对数线性变换器转变成 8 kHz (13 bit) 的信号。移动台的信号处理过程如图 1-4 所示。

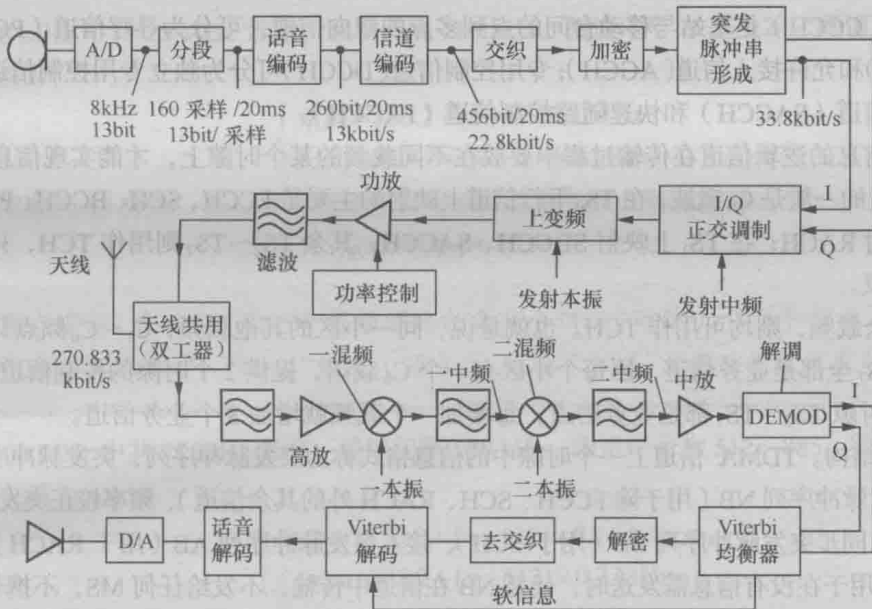


图 1-4 GSM 移动台原理框图

发送部分：模/数变换后的 8 kHz 的 13 bit 的均匀量化数字信号，再按 20 ms 分段，每 20 ms 段 160 个采样。分段后按有声段和无声段对信号进行分开处理。有声段进行后续的话音编码处理 (无声段，按语音间断传输 DTX 的要求处理)，数字信号经过信道编码、交织、加密、突发脉冲串形成、调制及上变频、功率放大，由天线将信号发射出去。

GSM 系统中采用 DTX 方式，在话音信号分段后，按有声段和无声段分开进行信号处理。无声段并不是简单地关闭发射机，而是要求在发射机关闭之前，必须把发端背景噪声参数形成静寂描述帧 SID 传送给接收端，接收端利用这些参数合成与发送端相类似的噪声 (通常称为“舒适噪声”)。为了完成语音信号间断传输，应使发送端有语音活动检测器，有背景噪声的评价，而接收端有噪声发生器。

接收部分: 从天线接收下来的射频信号经双工器进入接收通路, 高频放大后经一混频、二混频得到中频信号, 数字解调后, 进行 Viterbi 均衡、解密、去交织、信道解码, 恢复出数字化语音信号……

基站子系统中, 语音编码过程在 BSC 侧完成, 其余数字信号处理和射频部分信号处理则在 BTS 中进行。另外, 由于基站需要多发射机共用天线、收发共用天线, 因此在天线共用部分包括合路器和双工器。

(2) 数字无线接口 Um

① 信道。GSM 系统中, 一个载频上的 TDMA 帧的一个时隙为一个物理信道。GSM 中每个载频分为 8 个时隙, 有 8 个物理信道, 每个用户占用一个时隙用于传递信息, 在一个 TS 中发送的信息称为一个突发脉冲序列。

大量的信息传递于 BTS 与 MS 间, GSM 中根据传递信息的种类定义了不同的逻辑信道。逻辑信道是一种人为的定义, 在传输过程中要被映射到某个物理信道上才能实现信息的传输。逻辑信道可分为两类, 业务信道和控制信道。

业务信道 (TCH): 用于传送编码后的语音或用户数据。

控制信道 (CCH): 为了建立呼叫, GSM 设置了多种控制信道用于传递信令或同步数据, 可分为三类: 广播信道、公共控制信道及专用控制信道。

广播信道 (BCH) 可分为频率校正信道 (FCCH)、同步信道 (SCH) 和广播控制信道 (BCCH); 公共控制信道 (CCCH) 是基站与移动台间的点到多点的双向信道, 可分为寻呼信道 (PCH)、随机接入信道 (RACH) 和允许接入信道 (AGCH); 专用控制信道 (DCCH) 可分为独立专用控制信道 (SDCCH)、慢速随路控制信道 (SACCH) 和快速随路控制信道 (FACCH)。

传递各种信息的逻辑信道在传输过程中要放在不同载频的某个时隙上, 才能实现信息的传送。用于映射控制信道的一般是 C_0 载波, 在 TS_0 下行信道上映射的主要是 FCCH、SCH、BCCH、PCH、AGCH, 上行信道上映射 RACH; 在 TS_1 上映射 SDCCH、SACCH; 其余 $TS_2 \sim TS_7$ 则用作 TCH, 只是上下行信道偏移 3 个时隙。

基站中其余载频, 则均可用作 TCH。也就是说, 同一小区的其他载频, $C_1 \sim C_n$ 频点只用于业务信道, 即 $TS_0 \sim TS_7$ 全部是业务信道。因每个小区有一个 C_0 载频, 提供 2 个时隙的控制信道, 也就是说, C_0 载频的 6 个时隙 $TS_2 \sim TS_7$ 都是业务信道, 每增加一个载频就增加 8 个业务信道。

② 分级帧结构。TDMA 信道上一个时隙中的信息格式称为突发脉冲序列, 突发脉冲序列共有五种类型: 普通突发脉冲序列 NB (用于除 FCCH、SCH、RACH 外的其余信道)、频率校正突发脉冲序列 FB (用于 FCCH)、同步突发脉冲序列 SB (用于 SCH)、接入突发脉冲序列 AB (用于 RACH) 和空闲突发脉冲序列 DB (用于在没有信息需发送时, 代替 NB 在信道中传输, 不发给任何 MS, 不携带信息)。

映射到 TDMA 帧中的信号, 按分级帧结构逐级形成超高帧, 如图 1-5 所示。

基站以时隙为单位将信息插入信道, 每一时隙 0.577 ms, 8 个时隙组成一个 4.62 ms 的 TDMA 帧, 同时 26 个语音 TDMA 帧组成一个持续时间为 120 ms 的复帧 (在控制信道中 51 个帧组成一个复帧); 51 个 26 帧的复帧 (或 26 个 51 帧的复帧) 构成一个超帧; 每 2048 个超帧组成一个超高帧, 总计 2715648 个 TDMA 帧, 占时 3 小时 28 分 53.7 秒。

4. 频率利用

(1) 同频复用

频率复用技术是指同一载波的无线信道用于覆盖相隔一定距离的不同区域, 相当于频率资源获得再生。典型配置采用 4×3 频率复用方式, 即每 4 个基站为一群, 每个基站小区分成 3 个三叶草形 60° 扇区或 3 个 120° 扇区。系统采用等间隔频道配置的方法。

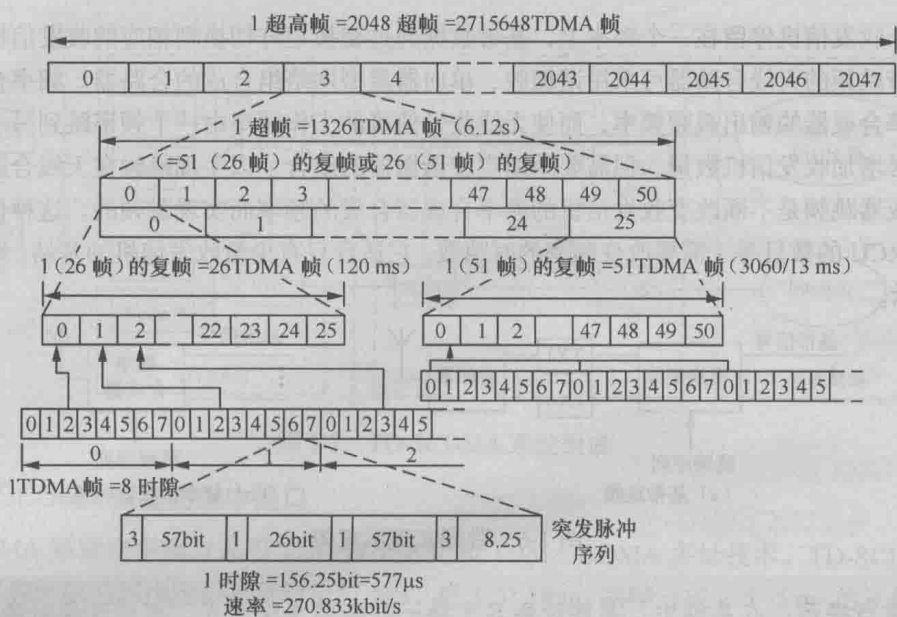


图 1-5 GSM 系统中的分级帧结构

GSM900 MHz 中共 25 MHz 带宽, 载频间隔 200 kHz, 频道序号为 1~124。频道序号和频道标称中心频率关系为:

$$\begin{cases} f_i(n) = 890.2 + (n-1) \times 0.2 \text{ MHz} \\ f_h(n) = 935.2 + (n-1) \times 0.2 \text{ MHz} \end{cases} \quad (1-1)$$

因双工间隔为 45 MHz, 所以其下行频率可用上行频率加双工间隔获得:

$$f_h(n) = f_i(n) + 45 \text{ MHz} \quad (1-2)$$



重点提示: 在 GSM 中一个载频频道包含 8 个信道(时隙), 信道和频道是不同概念。但在实际工作中, 常把“频道(频点)”称为“信道”, 在应用时需要加以区分。

GSM1800 MHz 中共 75 MHz 带宽, 载频间隔 200 kHz, 频道序号为 512~885。频道序号和频道标称中心频率关系为:

$$\begin{cases} f_i(n) = 1710.2 + (n-512) \times 0.2 \text{ MHz} \\ f_h(n) = 1805.2 + (n-512) \times 0.2 \text{ MHz} \end{cases} \quad (1-3)$$

与 GSM900 一样, 根据上下行双工间隔, 下行频率也可用式(1-4)计算。

$$f_h(n) = f_i(n) + 95 \text{ MHz} \quad (1-4)$$

(2) 跳频

由于移动通信中电波传播的多径效应引起的瑞利衰落与传输的发射频率有关。衰落谷点因频率的不同而发生在不同的地点。如果在通话期间载频在几个频点上变化, 则可认为在一个频率上只有一个衰落谷点, 那么仅会损失信息的一小部分。采用跳频技术可以改善由多径衰落造成的误码特性。

一般跳频速率越高, 跳频系统的抗衰落性能就越好, 但相应的设备复杂性和成本也越高。跳频有慢跳频和快跳频两种。慢跳频速率低于信息比特率, 即连续几个信息比特跳频一次。GSM 系统中的跳频属于慢跳频, 每帧改变一次频率, 跳频的速率大约为每秒 217 次。

实现跳频的方法有两种: 基带跳频和频率合成器跳频(又称为射频跳频)。基带信号按照规定路由传送到相应的发射机上即形成基带跳频, 基带信号由一台发射机转到另一台发射机来实现跳频。这种

模式下,每个收发信机停留在一个频率上,基带数据通过交换矩阵切换到相应的收发信机上,从而实现跳频。基带跳频的天线合路器可采用谐振腔、单向器星型网络组合成的合路器。频率合成器跳频是采用改变频率合成器的输出载频频率,而使无线收发信机的工作频率由一个频率跳到另一个频率的。这种方法不必增加收发信机数量,但需要采用空腔谐振器的组合,以实现跳频在天线合路器的滤波组合。频率合成器跳频是不断改变收发信机的频率合成器合成的频率而实现跳频的。这种模式需要无线电控制单元 RCU 的数目等于需要改变频率的时隙数,它适合只有少量收发信机的基站。跳频实现原理如图 1-6 所示。

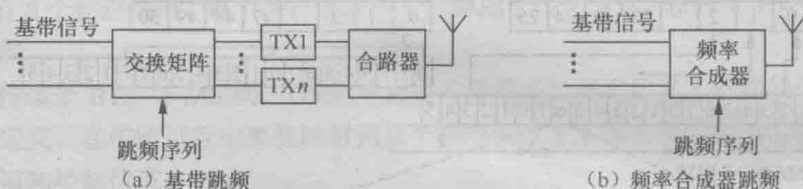


图 1-6 跳频实现示意图

重点提示：在基站中，某些设备只支持一种跳频实现方式，有些设备对两种跳频方式都支持，但一个基站只能选择一种实现方式。移动台只能采用频率合成器跳频。

1.2.2 TD-SCDMA 系统

TD-SCDMA 由我国提出,是 3G 三大主流标准之一,可基于 GSM 系统演进。TD-SCDMA 是一个 TDD 的同步 CDMA 系统,用软件和帧结构设计实现严格的上行同步,与其他 3G 标准相比具有频谱分配灵活、高频谱利用率、更适合非对称业务的特点。

1. TD-SCDMA 系统采用的主要技术与指标

码片速率: 1.28 Mchip/s; 带宽: 1.6 MHz; 双工方式: TDD; 多址技术: TDMA/CDMA/FDMA/SDMA; 调制方式: QPSK、8PSK、QAM 等; 扩频方式: 直接序列扩频; 基站间同步工作。

另外,TD-SCDMA 还采用了智能天线、软件无线电、接力切换、联合检测、动态信道分配等技术来提高系统的性能。

智能天线利用 SDMA 技术,根据用户信号的到达方向角 DOA 估算,进行波束赋形,向用户方向性地发送信号。

软件无线电在 TD-SCDMA 中应用,可只改变软件进行系统的功能和标准的变换,从而使得天线体制具有更好的通用性、灵活性,并使系统互连和升级变得方便。

接力切换是 TD-SCDMA 针对硬切换和软切换的缺点提出的。在切换过程中首先将上行链路转移到目标小区,而下行链路仍与原小区保持通信,经短暂时间的分别收发过程后,再将下行链路转移到目标小区。接力切换的实现同样需要测量、判决和执行 3 个过程。

联合检测利用所有与 ISI (符号间干扰) 和 MAI (多址干扰) 相关的先验信息,在一步之内将所有用户的信号分离出来。联合检测通常与智能天线结合以进一步提高系统的抗干扰能力。

动态信道分配可动态地将信道分配给接入的业务。在 TD-SCDMA 中,慢速 DCA 将资源分配到小区,快速 DCA 将资源分配给承载业务。

2. TD-SCDMA 网络结构

TD-SCDMA 系统由 CN、UTRAN 和 UE 三个部分组成,如图 1-7 所示。

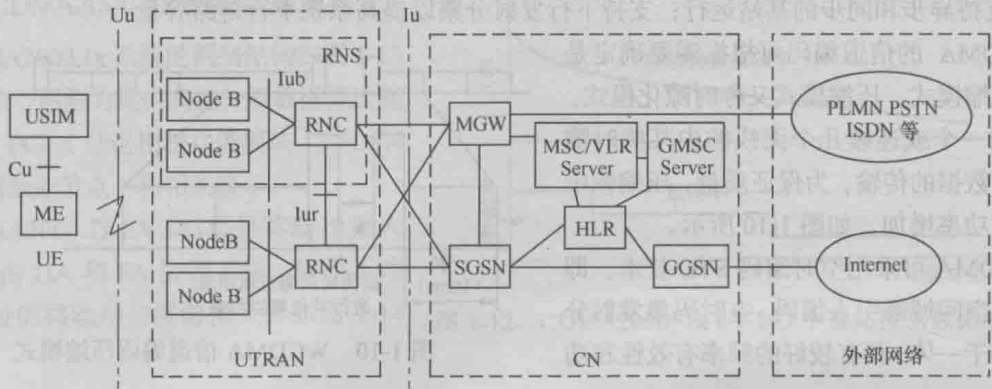


图 1-7 TD-SCDMA 系统组成

3. TD-SCDMA 系统的空中接口

TD-SCDMA 系统空中接口采用 TDD 双工方式和 TDMA/CDMA 多址技术。TD-SCDMA 物理信道由码、频率和时隙共同决定。为及时定位 MS，把 1 个 10 ms 的帧分成 2 个 5 ms 的子帧。如图 1-8 所示，TD-SCDMA 子帧由 7 个业务时隙和 1 个下行导频时隙、1 个上行导频时隙和 1 个保护间隔组成，业务时隙的上下行随着切换点位置的移动可改变比例，以适应不对称业务的需求。

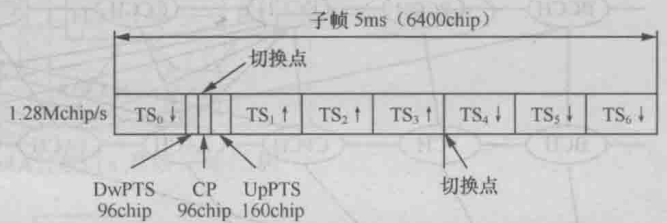


图 1-8 TD-SCDMA 子帧结构

在 TD-SCDMA 中另外还定义了两种信道形式：逻辑信道和传输信道。逻辑信道描述传送什么类型的信息，传输信道描述信息如何在空中传输；逻辑信道会映射到传输信道，而传输信道会映射到物理信道以传送信息。TD-SCDMA 的各类信道及映射关系如图 1-9 所示。

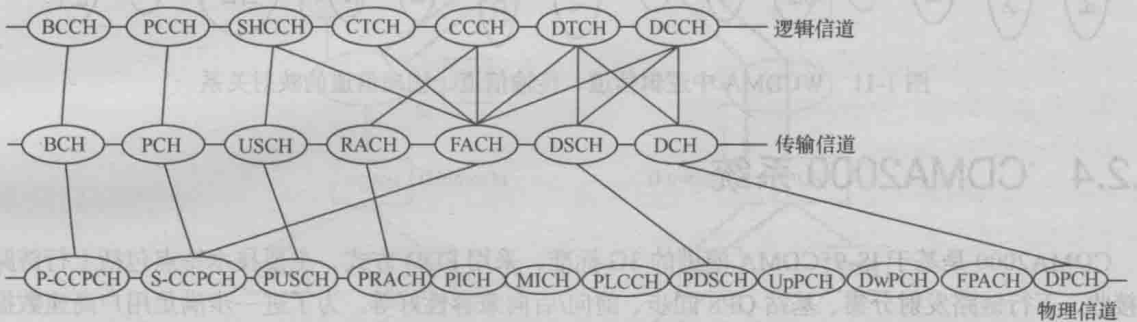


图 1-9 TD-SCDMA 中逻辑信道、传输信道、物理信道的映射关系

1.2.3 WCDMA 系统

WCDMA 是基于 GSM 演进的 3G 标准，可采用 FDD 或 TDD 双工方式。在此主要介绍 FDD 方式，其系统组成与 TD-SCDMA 相同，如图 1-7 所示。

1. WCDMA 系统的主要技术和指标

WCDMA 采用的主要技术与指标如下。码片速率：3.84 Mchip/s；载频带宽：5 MHz；调制方式：BPSK、QPSK；双工方式：FDD；多址方式：TDMA/CDMA；扩频方式：直接序列扩频；语音编码：

AMR; 支持异步和同步的基站运行; 支持下行发射分集以提高系统下行链路容量。

WCDMA 的信道编码可根据需要确定是否采用压缩模式。压缩模式又称时隙化模式, 一帧中的一个或连续几个无线帧中某些时隙不被用作数据的传输, 为保证质量, 压缩帧中其他时隙功率增加, 如图 1-10 所示。

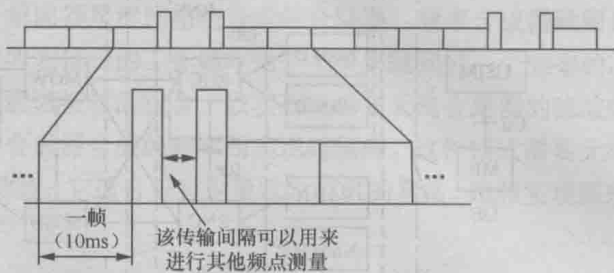


图 1-10 WCDMA 信道编码压缩模式

WCDMA 可采用空时编码 STC 技术, 即在时间和空间域都引入编码。空时码集发射分集和编码于一体, 具有较好的频率有效性和功率有效性。

2. WCDMA 系统的空中接口

WCDMA 物理信道由载频、扰码、信道化码和相位定义, 由 15 个时隙构成一个无线帧。WCDMA 与 TD-SCDMA 一样, 还定义了逻辑信道和传输信道, 相互间的映射关系如图 1-11 所示。

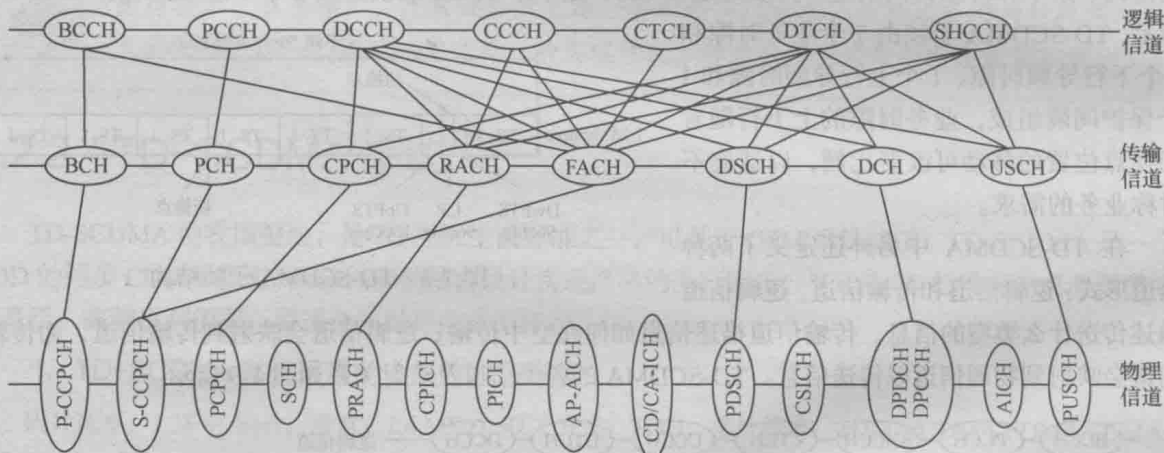


图 1-11 WCDMA 中逻辑信道、传输信道、物理信道的映射关系

1.2.4 CDMA2000 系统

CDMA2000 是基于 IS-95CDMA 演进的 3G 标准, 采用 FDD 方式, 主要技术特点包括上行链路相干接收、下行链路发射分集、基站 GPS 同步、前向/后向兼容性好等。为了进一步满足用户高速数据和话音业务的需求, CDMA2000.1x 发展演进形成 CDMA2000.1x EV-DO (仅提供数据, 不兼容 CDMA2000.1x) 以及 CDMA2000.1x EV-DV (提供语音和数据, 兼容 CDMA2000.1x)。

1. CDMA2000.1x 系统的主要技术和指标

CDMA2000 采用的主要技术与指标如下。码片速率: 1.2288 Mchip/s; 载频带宽: 1.25 MHz; 调制方式: BPSK (上行)、QPSK (下行); 双工方式: FDD; 多址方式: FDMA/CDMA; 支持同步基站运行; 支持下行发射分集以提高系统下行链路容量。

目前使用的 CDMA2000.1x EV-DO 的功率控制方式与 CDMA2000.1x 不同, 基站在所有时间内发送固定数量的功率。当移动台远离基站时, 移动台接收的功率降低, 基站不增加发送功率, 而是降低发送给这些移动台的数据率, 如图 1-12 所示。

2. CDMA2000.1x 系统网络结构

CDMA2000.1x 系统的网络结构如图 1-13 所示。在核心网侧为提供高速分组数据传送能力, 增加 PCF (分组控制功能模块)、PDSN (分组数据服务节点) 和相关接口。

CDMA2000.1x EV-DO 提供移动 IP 接入方式时, 由 HA 和 FA 协调工作, 提供不改变 IP 地址的移动用户漫游接入, 如图 1-14 所示。

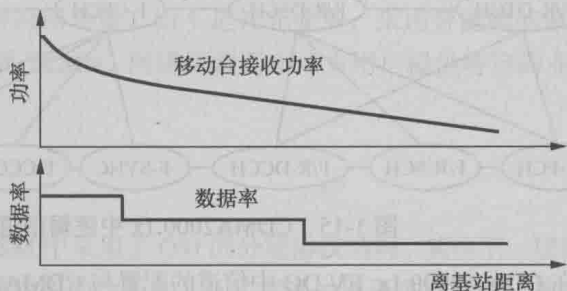


图 1-12 CDMA2000.1x EV-DO 中基站控制数据率的方法

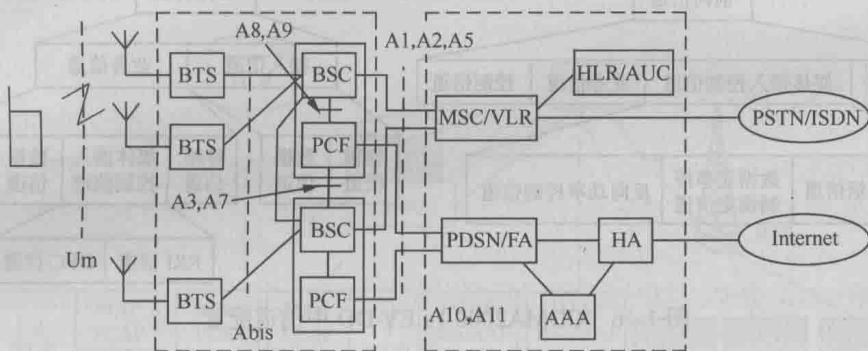


图 1-13 CDMA2000.1x 系统网络结构

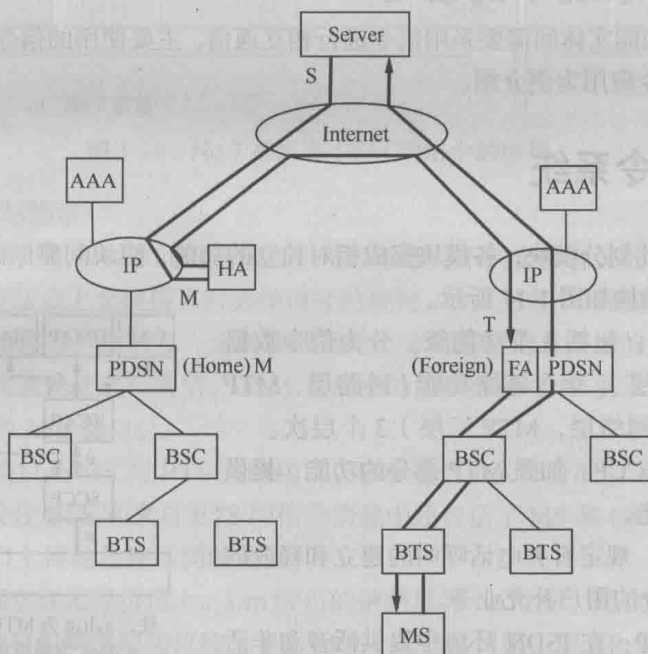


图 1-14 CDMA2000.1x EV-DO 移动 IP 接入

3. CDMA2000.1x 系统的空中接口

CDMA2000.1x 定义了物理信道和逻辑信道, 前向信道和反向信道有不同的无线配置, 但相互关联。逻辑信道到物理信道的映射如图 1-15 所示。