



普通高等教育“十三五”规划教材
电子信息科学与工程类专业规划教材

蜂窝移动通信网络 规划与优化

◆ 曾菊玲 编著

Electronic Information
Science and Engineering



 中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十三五”规划教材
电子信息科学与工程类专业规划教材

蜂窝移动通信网络 规划与优化

曾菊玲 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地阐述蜂窝移动通信网络规划与优化的基本原理与技术。全书共 8 章, 分别为蜂窝移动通信网络架构及标准、无线网络规划概述、移动通信电波传播模型及校正、天线及规划、蜂窝小区初始规划、业务估算与小区容量规划、小区覆盖规划和链路预算、频率规划与干扰控制。前 4 章是基础, 后 4 章从不同侧面讲述规划的原理与技术。本书提供配套电子课件。

本书可作为高等学校通信工程、物联网工程、网络工程等专业的高年级本科生及研究生相关课程的教材, 也可供相关领域的工程技术人员学习、参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

蜂窝移动通信网络规划与优化 / 曾菊玲编著. — 北京: 电子工业出版社, 2017.1

电子信息科学与工程类专业规划教材

ISBN 978-7-121-30357-9

I. ①蜂… II. ①曾… III. ①蜂窝式移动通信网—高等学校—教材 IV. ①TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 274231 号

策划编辑: 王晓庆

责任编辑: 王晓庆

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 10 字数: 211 千字

版 次: 2017 年 1 月第 1 版

印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254113, wangxq@phei.com.cn。

前言

一个万物相连的伟大时代正在出现。在物联网时代,如何为用户提供随时随地可用的、可靠的无线网络是通信网要解决的首要问题,蜂窝移动通信具有高效、快捷、便利、可靠等特点,必然成为无线接入的首选方式,也必然成为这个时代的基石。

在蜂窝网络的建设和维护中,存在以下问题:一方面,用户业务量需求和业务种类需求快速增长,网络建设必须充分满足用户需求,使用户满意度最高;另一方面,蜂窝移动通信技术快速发展,网络建设需要考虑如何恰当地使用这些技术来提高系统的有效性和可靠性,最终提高用户满意度;最后,移动通信的信道是开放的、时变的,有各种衰落和损耗,网络建设需要采取多种措施克服这些因素的干扰,提高系统性能,同时,网络规模和网络设施性能及布置也会影响网络容量,影响用户满意度,总之,用户满意度、网络性能和网络建设维护成本之间存在矛盾,需要合理规划和优化。无线网络规划和优化不仅需要系统外知识,也需要系统内知识,不仅需要工程实践经验,也需要扎实的理论基础,需要掌握系统知识的工程技术人员和科研人员,因此,无线网络规划和优化课程应运而生。

所谓的无线网络规划,是在建网之前,根据蜂窝移动网络的特性及需求,设定相应的工程参数和无线资源参数,在满足一定的信号覆盖、系统容量和业务质量要求的前提下,使建网工程及成本降到最低,因此,它包含两方面的内容:一是如何保证通信质量;二是如何降低建网成本。所谓的无线网络优化,是在建网之后,通过对已运行的移动通信网络进行业务数据分析、测试数据采集、参数分析、硬件检查等手段,找出影响网络质量的原因,通过参数的修改、网络结构的调整、设备配置的调整和采取某些技术手段,确保系统高质量运行,并且使现有网络资源获得最佳效益,以最经济的投入获得最大的收益。

但是,无线网络规划和优化课程目前在高校开设还不普及(尤其是在本科生中),也没有太多的合适教材。目前的教材大致分为两类,一类是为工程技术人员所写,包含大量的现场施工经验和常识,但也存在理论基础不完善、知识没有系统化、不便于本科生学习的缺点,另一类是研究生教材,主要讲述通信新技术与新型组网技术,为培养高级研发人员准备,理论基础要求太高,本科生难以适应。本书试图弥补二者缺陷,针对本科生特点,安排了一些数学基础和专业基础理论,比如,比较详细地介

绍通信网络架构、电波传播模型、天线理论、业务量模型等，同时，也注重结合工程实际，比如，给出一些具体标准、工程参数与示例，另外，也引入了一些新技术，比如，频率规划新技术等，教学目的主要放在系统外部规划上，在习题的安排上，除了一些加强基础知识的习题外，还有一些系统设计的综合题，以及关于新技术应用的研讨题。本书每一章的开始都安排了本章导读，力图帮助读者理解本章内容各部分之间的关系，以及和蜂窝网络规划、优化的关系，加强知识的系统性。另外，根据通信网络的发展趋势，本书仅针对蜂窝通信的规划与优化。

本书系统地阐述蜂窝移动通信网络规划与优化的基本原理与技术，全书共 8 章，分别为蜂窝移动通信网络架构及标准、无线网络规划概述、移动通信电波传播模型及校正、天线及规划、蜂窝小区初始规划、业务估算与小区容量规划、小区覆盖规划和链路预算、频率规划与干扰控制。前 4 章是基础，后 4 章从不同侧面讲述规划的原理与技术。

本书可作为高等学校通信工程、物联网工程、网络工程等专业的低年级本科生及研究生相关课程的教材，也可供相关领域的工程技术人员学习、参考。

本教材得到了国家重点研发计划（2016YFB0800403）、湖北省自然科学基金创新群体项目（No. 2015CFA025）的支持。

为适应教学模式、教学方法和手段的改革，本书提供配套电子课件，请登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）注册下载，也可联系本书编辑（wangxq@phei.com.cn）索取。

由于作者水平和经验有限，书中难免出现不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

2017 年 1 月

目 录

第 1 章 蜂窝移动通信网络架构及标准	1
1.1 蜂窝移动通信网络体系结构	2
1.1.1 通信网组成	2
1.1.2 2G/3G/4G 网络结构比较	3
1.1.3 3G 无线接入网结构及设备	9
1.2 通信网络协议结构	14
1.3 蜂窝移动通信标准概述	15
1.3.1 蜂窝移动通信主要标准化组织	15
1.3.2 蜂窝移动通信主要标准	18
习题	30
第 2 章 无线网络规划概述	31
2.1 无线网络规划基本定义	31
2.2 无线网络规划目标	32
2.3 无线网络规划内容及基本方法	33
2.4 无线网络规划原则	34
2.5 无线网络规划基本流程	34
2.6 无线网络规划工具	35
习题	36
第 3 章 移动通信电波传播模型及校正	37
3.1 自由空间传播模型	38
3.2 基于模型的电波传播损耗修正方法	39
3.3 几种常用室外路径损耗传播经验模型	41
3.3.1 Okumura 模型	41
3.3.2 Okumura-Hata 模型	43
3.3.3 COST231-Hata 模型	44
3.3.4 Walfish 和 Bertoni 模型	45

3.4	室外微蜂窝传播模型	47
3.4.1	双线模型	47
3.4.2	经验模型	47
3.5	混合室内-室外传播模型(曼哈顿模型)	48
3.6	室内路径损耗传播经验模型	48
3.6.1	室内无线传播的基本特点	48
3.6.2	同楼层分隔损耗室内路径损耗传播通用经验模型	50
3.7	无线电波传播模型校正	53
3.7.1	数据准备	54
3.7.2	现网路测数据后处理——校正原理与误差分析	56
3.8	小尺度衰落信道	57
3.8.1	影响小尺度衰落的因素	57
3.8.2	多径信道的参数	58
3.8.3	多径时延扩展产生的衰落效应	59
3.8.4	多普勒扩展产生的衰落效应	60
3.8.5	Rayleigh、Ricean 及 Nakagami-m 分布	61
	习题	62
第 4 章	天线及规划	63
4.1	天线基本原理及参数	63
4.1.1	电基本振子的辐射	64
4.1.2	天线的电参数	66
4.1.3	接收天线理论	73
4.2	天线规划	75
4.2.1	天线的基本设计方法	75
4.2.2	天线调整及其影响	77
4.2.3	具体场景中天线选择	78
4.2.4	极化方式对比	81
	习题	82
第 5 章	蜂窝小区初始规划	83
5.1	不同区域的蜂窝小区基本覆盖规划	83
5.2	基站规划	85

5.2.1	基站选址	85
5.2.2	室外型小基站选址	87
5.2.3	室内型小基站选址	89
5.3	基站配套设施规划	90
5.3.1	基站机房规划	90
5.3.2	铁塔工艺要求	90
5.4	无线网络控制器 RNC 规划	92
第 6 章	业务估算与小区容量规划	95
6.1	业务量模型	95
6.1.1	话务量度量	95
6.1.2	语音业务模型及容量	96
6.1.3	数据业务模型及容量	100
6.1.4	混合业务模型及容量	105
6.1.5	数据业务容量的仿真分析	108
6.2	用户话务量预测	109
6.2.1	增长趋势预测法	109
6.2.2	成长曲线法	110
6.2.3	二次曲线法	110
习题		111
第 7 章	小区覆盖规划和链路预算	113
7.1	小区覆盖设计	113
7.1.1	通信概率设定	113
7.1.2	系统余量设定	114
7.1.3	恶化量储备设定	114
7.1.4	各类损耗设定	115
7.1.5	天线性能参数选定	116
7.2	上行链路预算	116
7.2.1	上行链路预算模型	116
7.2.2	上行链路预算参数	117
7.3	下行链路预算	124
习题		126

第 8 章 频率规划与干扰控制	127
8.1 蜂窝系统基本概念	127
8.1.1 蜂窝小区、多址技术、信道复用及无线区簇	127
8.1.2 干扰模型与系统容量	129
8.2 频率复用技术	132
8.2.1 分组频率复用技术	132
8.2.2 新型频率复用技术	134
习题	136
第 9 章 蜂窝移动网络优化	137
9.1 蜂窝移动网络优化概述	137
9.1.1 无线网络优化目标	137
9.1.2 蜂窝移动网络优化内容及过程	138
9.1.3 蜂窝移动网络优化数据采集	140
9.2 蜂窝移动网络覆盖优化	141
9.3 蜂窝移动网络容量优化	143
9.3.1 业务量过载及优化措施	144
9.3.2 其他因素造成的容量下降及优化措施	145
9.4 蜂窝移动网络优化案例	146
9.4.1 3G 用户下切 2G 网络问题的优化	146
9.4.2 TD-LTE 网络优化	146
9.5 OFDM 系统基于功率分配的干扰协调机制	148
习题	150
参考文献	151

第1章 蜂窝移动通信网络架构及标准



本章导读

蜂窝移动通信是20世纪人类最伟大的科技成果之一。1946年,移动通信的先驱者AT&T推出了第一个移动电话,开辟了通信领域一个崭新的发展空间。然而,移动通信真正走向商用,还应从蜂窝移动通信的出现算起。蜂窝移动通信一经推出,便得到了飞速发展,从20世纪70年代末推出第一代蜂窝移动通信至今,短短30多年的时间,蜂窝移动通信已经走过了4代历程,目前正在向第5代迈进,未来5G标准对物联网的支持,必将把人类社会带入一个高度智能化的社会。蜂窝移动通信已成为主要的无线接入方式。

蜂窝移动通信的主要特点是频率复用及基于小区制的蜂窝无线组网方式。通过频率复用,从技术上解决了频率资源有限、用户容量受限、无线电波传输干扰等问题,通过包含基站子系统和移动交换子系统等设备的网络结构,以无线通道连接终端和网络设备,支持用户在移动中通信,并具有越区切换和跨本地网自动漫游功能,使得用户在信号覆盖范围内随时随地进行通信成为可能,提供了容纳众多用户和提供语音、数据、视频图像等业务的公众移动通信,极大地方便了人们的生活。随着技术的进步,其传输方式、组网方式、网络架构的不断改进,使网络容量、业务种类及质量、移动性支持不断得到提高,蜂窝移动通信得到越来越广泛的应用。

在移动通信的发展过程中,通信标准起到了决定性作用。蜂窝移动通信标准是由各标准化组织提出、国际电联(ITU)接纳的蜂窝移动通信各个发展时期的技术规范总和,一般包括网络架构、传输技术、组网及核心网技术,以及相应的控制规程和信令等,指导移动通信的研发、产业及建网。协议标准及其实现技术决定了蜂窝移动网络性能,也决定了建网成本,因此,了解通信标准的发展变化、掌握各代标准的网络架构及技术,是蜂窝移动网络规划与优化的基础。

网络架构决定了网络组成、通信功能划分及相应的控制规程,是通信协议标准的基础。

本章从蜂窝移动通信网络体系结构入手,首先介绍通信网的一般组成、2G/3G/4G

网络架构及其比较,接着介绍通信网络协议结构,然后介绍移动通信不同发展阶段的标准及其相应的网络架构和组成,主要包括 GSM、3G、4G 及未来 5G 标准,最后介绍蜂窝移动通信标准,包括 AMPS/GSM/IS-95/WCDMA/CDMA-2000/TD-SCDMA/HSDPA/HSUPA/LTE/LTE-A/5G 等。

本章要求在理解接入网、核心网一般概念的基础上,着重掌握 2G/3G/4G 网络架构及组成,了解未来网络架构趋势,了解移动通信不同发展阶段的标准及主要技术,了解移动通信发展的未来趋势。

1.1 蜂窝移动通信网络体系结构

将一个用户的信息送到另一个用户的全部设施通常称为一个通信系统,以蜂窝移动系统传送用户信息的称为蜂窝移动通信系统,通信网络则视为通信系统的系统,包含所有的通信设备和通信规程,因此,通信网络体系结构不仅包含设备组成及其接口定义,还包含功能划分、协议分层等内容,本节介绍蜂窝移动通信网络的组成及协议模型。

1.1.1 通信网组成

传统通信网络由传输、交换、终端三部分组成,其中,传输与交换构成通信网络,传输部分为网络的链路,交换部分为网络的节点,随着通信的发展,形成了复杂的通信网络体系,为了更清晰地描述现代通信网络结构,采用网络分层概念。从纵向分层的观点来看,可以采用计算机网络的开放系统互联七层模型,但在通信网中,一般采用应用层、业务网、传送网的概念。水平描述则是基于用户接入网络实际的物理连接来划分的,可分为用户驻地网、接入网和核心网,或局域网、城域网和广域网。

核心网是将业务提供者与接入网,或者将接入网与其他接入网连接在一起的网路,通常指除接入网和用户驻地网之外的网路部分。例如,可以把移动网划分为三个部分,基站子系统、网路子系统和系统支撑部分(比如,安全管理)。核心网部分就是网路子系统,主要作用是把 A 口上来的呼叫请求或数据请求,接续到不同的网路上,主要涉及呼叫接续及计费、移动性管理、补充业务实现、智能触发等方面,主体支撑在交换机。

按照 ITU-T G.902 的定义,接入网(AN)是将用户设备连接到核心网的网路,由业务节点接口(Service Node Interface, SNI)和相关用户网路接口(User Network

Interface, UNI) 之间的一系列传送实体 (诸如线路设施和传输设施) 所组成, 它是一个为传送电信业务提供所需传送承载能力的实施系统, 如图 1-1 所示。

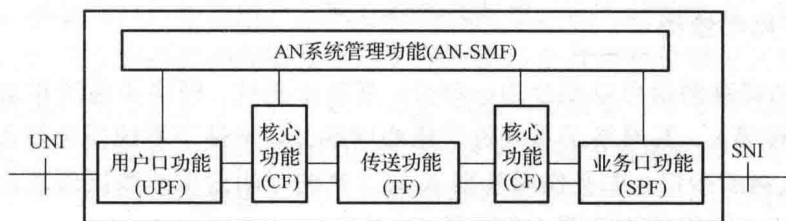


图 1-1 接入网定义

接入网所覆盖的范围可由三个接口来定界：用户网络接口 UNI，业务节点接口 SNI，管理接口 Q3。其中，业务节点 (Service Node, SN) 是提供业务的实体，可提供规定业务的业务节点有本地交换机、租用线业务节点或特定配置的点播电视和广播电视业务节点等。业务节点接口 (SNI) 是接入网 (AN) 和业务节点 (SN) 之间的接口，是 SN 通过 AN 向用户提供电信业务的接口，包括特定业务的业务接口和模块化业务接口；用户网络接口 (UNI) 是用户和网络之间的接口，UNI 分为单个 UNI 和共享 UNI，如：PSTN、ISDN (单 UNI)，ATM (共享 UNI)；Q3 管理接口是接入网与电信管理网 (Telecommunications Management Network, TMN) 间的接口，进行配置管理、故障管理、性能管理、安全管理，可分为及时管理和非及时管理。

根据接入网框架和体制的要求，接入网的重要特征可以归纳为如下几点。

(1) 接入网对于所接入的业务提供承载能力，实现业务的透明传送。

(2) 接入网对用户信令是透明的，除了一些用户信令格式转换外，信令和业务处理的功能依然在业务节点中。

(3) 接入网的引入不应影响现有的各种接入类型和业务，接入网与用户间的 UNI 接口应该能够支持目前网络所能提供的各种接入类型和业务，并能适应新的业务和接入类型，接入网应通过有限的标准化接口与业务节点相连。

(4) 接入网有独立于业务节点的网络管理系统，该系统通过标准化的接口连接 TMN，TMN 实施对接入网的操作、维护和管理。

接入网的关联方法：一个 AN 可与多个 SN 相连，UNI 与 SN 的关联静态，即通过与相关 SN 的协调指配功能完成。

1.1.2 2G/3G/4G 网络结构比较

蜂窝移动通信网络是移动用户与核心网之间的接入网，本身又可分为接入和核心

两部分，其发展已经经历了 2G/3G/4G，正在迈向 5G，弄清楚各代网络架构及其发展变化，对于蜂窝网络规划与优化极其重要。

1. GSM 网络结构

GSM 移动蜂窝网络可以划分为三部分：基站子系统、网络子系统和系统支撑部分（比如安全管理等）。其网络子系统位于核心网部分，基站子系统即为接入网，A 口为核心网与接入网的接口，主要作用是把 A 口上来的呼叫请求或数据请求，接续到不同的网络上。GSM 网络结构如图 1-2 所示。

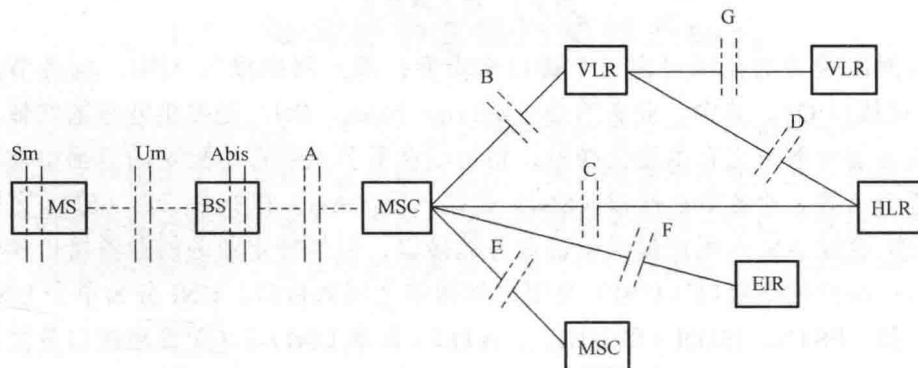


图 1-2 GSM 网络结构

主要设备功能简介如下。

1) 移动台（MS）

移动台通过无线接口 Um 接入 GSM 系统，通过用户识别模块（SIM），亦称 SIM 卡，提供与使用者之间的接口，具有无线传输与处理功能。

2) 基站子系统（BSS）

基站子系统主要由基站收发信机（BTS）和基站控制器（BSC）构成，BTS 可以直接与 BSC 相连接，也可以通过基站接口设备（BIE）采用远端控制的连接方式与 BSC 相连接。此外，基站子系统为了适应无线与有线系统使用不同传输速率进行传输，在 BSC 与 MSC 之间增加了码变换器及相应的复用设备。GSM 系统的基站子系统（BSS）通过无线接口 Um 与移动台相接，进行无线发送、接收及无线资源管理。另一方面，基站子系统通过接口 A 与网络子系统（NSS）中的移动交换中心（MSC）相连，实现移动用户与固定网络用户之间或移动用户之间的通信连接。

3) 网络子系统（NSS）

（1）移动交换中心（MSC）。移动交换中心（MSC）是网络的核心，面向下列功

能实体提供交换功能：基站子系统、原籍位置寄存器、鉴权中心、移动设备识别寄存器、操作维护中心和固定网（公用电话网、综合业务数字网等）。从而把移动用户与固定网用户、移动用户与移动用户之间互相连接起来，从三种数据库（原籍用户位置寄存器、访问用户位置寄存器和鉴权中心）获取有关处理用户位置登记和呼叫请求等所需的全部数据，支持位置登记和更新、过区切换和漫游服务等多项功能。

(2) 原籍用户位置寄存器，简称 HLR，GSM 系统的中央数据库，存储该 HLR 管辖区的所有移动用户的有关数据。其中，静态数据有移动用户码、访问能力、用户类别和补充业务等。此外，HLR 还暂存移动用户漫游时的有关动态信息数据。

(3) 访问用户位置寄存器，简称 VLR，存储进入其控制区域内来访移动用户的有关数据，这些数据是从该移动用户的原籍位置寄存器获取并进行暂存的，一旦移动用户离开该 VLR 的控制区域，临时存储的该移动用户的数据就会被消除。VLR 可视为一个动态用户的数据库。

(4) 鉴权中心。GSM 系统采取了特别的通信安全措施，包括对移动用户鉴权，对无线链路上的话音、数据和信令信息进行保密等。因此，鉴权中心存储着鉴权信息和加密密钥，用来防止无权用户接入系统和保证无线通信安全。

(5) 移动设备识别寄存器。移动设备识别寄存器（EIR）存储着移动设备的国际移动设备识别码（IMEI），通过核查白色、黑色和灰色三种清单，运营部门就可判断出移动设备是属于准许使用的，还是失窃而不准使用的，还是由于技术故障或误操作而危及网络正常运行的 MS 设备，以确保网络内所使用的移动设备的唯一性和安全性。

(6) 操作与维护中心。网络操作与维护中心（OMC）负责对全网进行监控与操作。例如，系统的自检、报警与备用设备的激活，系统的故障诊断与处理，话务量的统计和计费数据的记录与传递，以及与网络参数有关的各种参数的收集、分析与显示等。

4) 网络接口

(1) 主要接口。GSM 系统的主要接口是指 A 接口、Abis 接口和 Um 接口。这三种主要接口的定义和标准化可保证不同厂家生产的移动台、基站子系统和网络子系统设备能够纳入同一个 GSM 移动通信网中运行和使用。

A 接口。A 接口定义为网络子系统（NSS）与基站子系统（BSS）之间的通信接口。从系统的功能实体而言，就是移动交换中心（MSC）与基站控制器（BSC）之间的互连接口，其物理连接是通过采用标准的 2.048Mbps PCM 数字传输链路来实现的。此接口传送的信息包括对移动台及基站管理、移动性及呼叫接续管理等。

Abis 接口。Abis 接口定义为基站子系统的基站控制器 (BSC) 与基站收发信机两个功能实体之间的通信接口, 用于 BTS (不与 BSC 放在一处) 与 BSC 之间的远端互连方式, 它是通过采用标准的 2.048Mbps 或 64kbps PCM 数字传输链路来实现的。此接口支持所有向用户提供的服务, 并支持对 BTS 无线设备的控制和无线频率的分配。

Um 接口 (空中接口)。Um 接口定义为移动台 (MS) 与基站收发信机 (BTS) 之间的无线通信接口, 它是 GSM 系统中最重要、最复杂的接口。

(2) 网络子系统内部接口: 包括 B、C、D、E、F、G 接口。

B 接口。B 接口定义为移动交换中心 (MSC) 与访问用户位置寄存器 (VLR) 之间的内部接口。用于 MSC 向 VLR 询问有关移动台 (MS) 当前位置信息或者通知 VLR 有关 MS 的位置更新信息等。

C 接口。C 接口定义为 MSC 与 HLR 之间的接口, 用于传递路由选择和管理信息。两者之间是采用标准的 2.048 Mbps PCM 数字传输链路实现的。

D 接口。D 接口定义为 HLR 与 VLR 之间的接口, 用于交换移动台位置和用户管理的信息, 保证移动台在整个服务区内能建立和接受呼叫。由于 VLR 综合于 MSC 中, 因此 D 接口的物理链路 with C 接口相同。

E 接口。E 接口为相邻区域的不同移动交换中心之间的接口。用于移动台从一个 MSC 控制区到另一个 MSC 控制区时交换有关信息, 以完成越区切换。此接口的物理链接方式是采用标准的 2.048Mbps PCM 数字传输链路实现的。

F 接口。F 接口定义为 MSC 与移动设备识别寄存器 (EIR) 之间的接口, 用于交换相关的管理信息。此接口的物理链接方式也是采用标准的 2.048Mbps PCM 数字传输链路实现的。

G 接口。G 接口定义为两个 VLR 之间的接口。当采用临时移动用户识别码 (TMSI) 时, 此接口用于向分配 TMSI 的 VLR 询问此移动用户的国际移动用户识别码 (IMSI) 的信息。G 接口的物理链接方式与 E 接口相同。

(3) **GSM 系统与其他公用电话网接口。**GSM 系统通过 MSC 与公用电信网互连。一般采用 7 号信令系统接口。其物理链接方式是 MSC 与 PSTN 或 ISDN 交换机之间采用 2.048Mbps 的 PCM 数字传输链路实现的。

2. 3G 网络架构

3G 网络架构如图 1-3 所示。

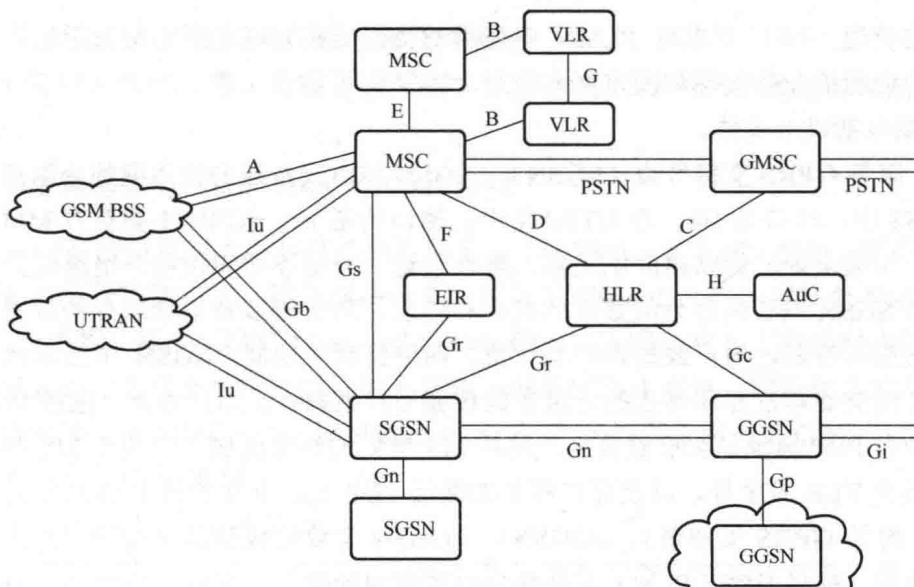


图 1-3 3G 网络架构

1) 核心网

3G 网络包括核心网和接入网两部分，与 GSM 的核心网不同的是，核心网 (CN) 包括支持网络特征和通信服务的物理实体，提供的基本通信业务为电路交换呼叫的交换和分组数据的路由，此外还有增值业务，因此核心网部分从逻辑上分为电路交换 (CS) 域和分组交换 (PS) 域，提供包括用户位置信息管理、网络特征、服务控制、信令和用户信息的交换传输机制等功能。

CS 域包括以下实体。

(1) 移动交换中心 (MSC)。MSC 构成了无线系统和固定网络之间的接口，执行处理电路交换业务的所有必要的功能，通常一个 MSC 和多个基站接口。MSC 和固定网中交换机的区别在于，MSC 还需要考虑无线资源分配的影响及用户移动性、执行位置登记和切换时的处理过程。MSC/VLR 功能单元负责电路交换连接管理、移动性管理 (MM)，如地址更新、地址登记、呼叫和安全事务等功能。

(2) 网关移动交换中心 (GMSC)。GMSC 功能单元负责和其他网络的输入/输出连接。在连接管理中，GMSC 和服务 MSC/VLR 建立了一个呼叫路径，通过这种方式寻找呼叫用户。

(3) 互通功能 (IWF)。IWF 是和 MSC 关联的功能实体。IWF 提供了 PLMN 和固定网 (ISDN、PSTN、PDN 等) 之间互通的必要功能，其功能取决于不同的业务和

固定网的类型。IWF 要求将 PLMN 中使用的协议转换为特定固定网使用的协议，当 PLMN 中使用的业务实现和固定网兼容时，IWF 则不需要工作。

PS 域包括以下实体。

(1) 服务 GPRS 支持节点 (SGSN)。SGSN 节点支持通向接入网的分组通信，在 GSM BSS 中，接口是 Gb；在 UTRAN 中，接口则是 Iu。SGSN 主要负责 MM（移动性管理）相关事务，如路由区域更新、地址登记、分组寻呼和控制分组通信的安全机制等，即 SGSN 主要执行分组数据的路由和转发，负责跟踪登记移动台的位置信息，具有网络接入控制、用户数据管理及计费、网络管理等功能。SGSN 中的本地登记功能存储了两类处理发起和终止的分组数据传输用户数据：①用户信息，包括 IMSI、临时识别号和 PDP 地址；②位置信息，包括 MS 登记的路由区域（取决于 MS 的操作模式），相关 VLR 的序号，以及存在相关的激活 PDP 上、下文的每个 GGSN 的地址。

(2) 网关 GPRS 支持节点 (GGSN)。GGSN 主要完成移动性管理、路由选择和转发等功能，提供 GPRS PLMN 与外部分组数据网的接口，完成不同网络之间数据格式、信令协议和地址信息的转换，并提供必要的网间安全机制（如防火墙）。GGSN 的位置登记功能存储了来自 HLR 和 SGSN 的两类用户数据：①用户信息，包括 IMSI（国际移动用户识别码）和 PDP 地址（用户网络层地址）；②位置信息，包括 MS 登记的 SGSN 地址。

两者的公共实体主要包括以下部分。

(1) 归属位置寄存器 (HLR)。HLR 负责管理移动用户的数据库，用于存储管理归属移动用户的信息，包括用户的签约信息、用于计费和路由呼叫所需的位置信息等。

(2) 拜访位置寄存器 (VLR)。VLR 负责用户的位置登记和位置信息的更新，存储位于管辖区内的移动用户信息。该数据库含有一些用户的临时信息（保留在其服务区内用户的数据），如手机鉴权、当前所处的小区（或小区组）等信息。

(3) 鉴权中心 (AuC)。AuC 负责存储移动用户用于鉴权和在空中接口加密时所需的数据，防止非法用户接入系统，并保证通过无线接口的用户数据安全。

(4) 设备标识寄存器 (EIR)。EIR 是负责国际移动设备标识 (IMEI) 的数据库，完成对移动设备的鉴别和监视，并拒绝非法移动台接入网络。

(5) 短信服务网关 MSC (SMS-GMSC)。SMS-GMSC 作为短消息业务中心和 PLMN 之间的接口，使得短消息能够从业务中心 (SC) 传送到移动台 (MS)。

(6) 短信服务互连 MSC (SMS-IMSC)。SMS-IMSC 作为 PLMN 和短消息业务中心之间的接口，使得短消息能够从移动台传送到业务中心。