



国际信息工程先进技术译丛

WILEY

可重构无线电系统的 网络架构和标准

**Reconfigurable Radio Systems
Network Architectures and Standards**

[意] 玛莉亚·斯特拉·雅克布齐 (Maria Stella Iacobucci) 著

王玲芳 李永 等译



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS



国际信息工程先进技术译丛

可重构无线电系统的 网络架构和标准

[意] 玛莉亚·斯特拉·雅克布齐 (Maria Stella Iacobucci) 著

王玲芳 李 永 等译



机械工业出版社

本书内容涵盖可重构无线电系统的最新技术和标准,范围从自组织网络和认知无线电到网络和终端的可重构架构,提供了可重构无线电系统的开发、演进、技术和部署的可能未来场景的基于标准的展望。

本书适合于通信领域的高年级本科生、研究生、工程人员和研究人员阅读,尤其适合研究无线接入系统的专家和学者使用。

Copyright © 2013 John Wiley & Sons, Ltd.

All Right Reserved. This translation published under license. Authorized translation from English language edition, entitled < *Reconfigurable Radio Systems Network Architectures and Standards* >, ISBN: 978-1-119-96930-3, by Maria Stella Iacobucci, Published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder.

本书中文简体字版由机械工业出版社出版,未经出版者书面允许,本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。版权所有,翻印必究。

北京市版权局著作权合同登记 图字:01-2013-9373 号

图书在版编目(CIP)数据

可重构无线电系统的网络架构和标准/(意)雅克布齐(Iacobucci, M. S.)著;王玲芳等译. —北京:机械工业出版社,2015.5

(国际信息工程先进技术译丛)

书名原文:Reconfigurable radio systems: network architectures and standards
ISBN 978-7-111-49926-8

I. ①可… II. ①雅…②王… III. ①无线电通信-通信网-研究
IV. ①TN92

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第073902号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:吕 潇

责任校对:丁丽丽 封面设计:马精明

责任印制:刘 岚

北京中兴印刷有限公司印刷

2015年7月第1版第1次印刷

169mm×239mm·16.5印张·338千字

0 001—2 500册

标准书号:ISBN 978-7-111-49926-8

定价:79.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

译者序

自2008年美国斯坦福大学 Nick McKeown 等发表“OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks” (OpenFlow: 在校园网络中支持创新) 以来, 软件定义网络 (Software Defined Network, SDN) 便开始风靡全球的研究界和工业界。这场风从校园网吹到骨干网、接入网, 吹到有线网络、无线网。于是便出现了软件定义“everything”的概念, 几乎和信息技术 (IT) 有关的都可以加上“软件定义”这个修饰词。这个词蕴含着这样的意思, 即硬件都有了, 通过对其的编程, 就可以使硬件呈现另一种功能, 这相当于为硬件配置另一种处理能力。可以这样说, 对硬件的软件编程, 涵盖有对硬件的程序改变和配置改变两方面。本书即属于后一种情况, 对硬件的重新配置。从长远角度看, 这是目前看得见而且比较务实的方法。

本书内容涵盖可重构无线电系统的最新技术和标准, 范围从自组织网络和认知无线电到网络和终端的可重构架构, 提供了可重构无线电系统的开发、演进、技术和部署的可能未来场景的基于标准的展望。第1章给出了主要无线电移动和无线系统的概述, 并描述了性能、网络架构和无线电接入技术; 第2章介绍了频谱感知认知无线电和在发送器侧与接收器侧的相关特征; 第3章介绍自组织网络, 并给出了3GPP标准中引入的自组织网络特征; 第4章给出“白空间”的概念, 并描述了在TV频带中的共存问题, 描述了基于认知无线电的第一个标准 IEEE 802.22 的架构, 并给出在物理层和 MAC 层的主要特征, 介绍了用于相干干扰保护的 IEEE 802.22.1 信标系统; 第5章给出可重构无线电系统 (RRS) 的 ETSI 功能架构 (FA); 第6章介绍可重构无线电系统的 IEEE 1900.4 标准; 第7章给出了演进过程, 并讨论了在本书中描述的系统如何支持动态频谱管理方法。

本书由王玲芳翻译1~3章、统稿和校对, 李永负责翻译4~7章, 此外, 李虹、潘东升、李冬梅、吴秋义、王弟英、吴璟、游庆珍、李传经、王领弟、王建平、李睿、吴昊、王灵芹、张永、李志刚、左会高、申永林、潘贤才、刘敏、李钰琳、王青改、李倩、陈军、许侠林等同志参加了部分的翻译工作, 在此表示感谢。同时感谢机械工业出版社, 感谢出版社的编辑和相关同志。

不过, 需要指出的是, 本书的内容仅代表作者个人的观点和见解, 并不代表译者及其所在单位的观点。另外, 由于翻译时间比较仓促, 疏漏错误之处在所难免, 敬请读者原谅和指正。

译者

2015年6月北京

原 书 前 言

在过去 10 年间，网络演进涉及引入新的接入技术，其中有固定的和无线的接入技术，为所有发起和终结的服务都使用 IP 骨干网。固定接入网络的演进主要涉及光纤的引入，这种光纤具有点到点或无源光网络（Passive Optical Network, PON）架构。

下一代接入网络（Next Generation Access Network, NGAN）也包括无线电移动和无线接入技术，由于采用了高级的无线电特征，这些技术达到了数百 Mbit/s 的最大比特率。聚集所有发起和终结服务的不同接入网络都被连接到一个基于 IP 的骨干网，它提供具有服务质量（Quality of Service, QoS）的传输服务。

无线电接入技术（Radio Access Technology, RAT）经常通过“手工地”配置无线电参数进行管理。最近，为了优化整体无线电接入网络的性能，在多 RAT 网络中引入了一些通用无线电资源管理（Common Radio Resource Management, CRRM）特征。CRRM 的演进以自组织网络（Self-organizing Network, SON）和认知无线电（Cognitive Radio, CR）为接入网络添加了更多的智能。SON 是能够自动配置、自管理和自愈的网络。这个概念是由下一代移动网络（Next Generation Mobile Network, NGMN）的业界论坛推动的，而 SON 特征是 3GPP 标准自发行版本 8 开始就被引入的。

全世界正在进行无线电移动频谱的重新规划过程。在不久的将来，无线电移动频率将不再严格地与一项技术相关联，其使用将取决于用户终端、服务概要、流量请求和网络优化。

采用频谱感知认知无线电终端和网络，频谱使用将在不同无线电接入技术间得以优化。在这个语境中，新的场景正在打开不同的自由度：从一个被授权的运营商（在其网络内部使用认知无线电）的案例到增加无线电资源的高效使用，中间通过频谱使用的被授权的运营商间的协作，到非授权的认知无线电终端在一个被授权频率未充分使用的的时间和区中进行操作运行的一个场景。认知无线电也为如下场景打通了道路，其中为做到频谱交换，频谱资源可以小时为单位的市场方式被管理。

在 2010 年 12 月，FCC 为“白空间”的使用打开了绿灯，该空间是 TV 频带中的空闲频谱。白空间传输依据的是频谱感知和一个地理检测（geo-detecting）数据库系统，来防止 TV 信号产生干扰。这是认知无线电用途的第一个范例，这意味着基于认知无线电的第一个无线标准 IEEE 802.22 的部署。全认知无线电，其中可由一个无线节点或网络观察到的每个可能参数，都被考虑在内，在网络侧和终端侧都进行适配和网络优化，向可重构无线电系统（RRS）演进。

从2009年开始, ETSI发布了有关RRS的产品和一系列建议标准。ETSI RRS功能架构提出单一运营商和多运营场景, 具有动态频谱管理、动态自组织网络规划和管理、联合无线电资源管理和配置控制等的新实体。新实体通过标准接口进行双向通信, 并与无线电终端中的其对应部分进行通信。在2009年2月, 发布了可重构无线电系统的IEEE 1900.4标准。IEEE 1900.4是架构构造块的一个标准, 支持在异构无线接入网络中优化的无线电资源使用进行网络-设备分布式决策。

从2009年4月起, IEEE 1900.4工作组开始操作两个项目: 1900.4a (IEEE 1900.4的修正, 为白空间频带中的动态频率接入网络定义架构和接口) 和1900.4.1 (在异构无线网络中优化无线电资源使用而进行分布式决策的接口和协议的一个标准)。

IEEE 1900.4标准所提出的架构, 在终端侧和网络侧引入了新的实体。在网络侧, 新实体是运营商频谱管理器、RAN测量收集器、网络重构管理器和RAN重构控制器。所有的那些构造块, 除了运营商频谱管理器外, 在终端侧和标准化的接口中都有对应部分。

本书结构如下。

第1章给出主要无线电移动和无线系统 (像GSM/GPRS/EDGE、UMTS/HSPA/HSPA+、LTE/LTE高级版、无线局域网、无线城域网和无线个域网) 的概述, 并描述了性能、网络架构和无线电接入技术。

第2章介绍了频谱感知认知无线电和在发送器侧与接收器侧的相关特征。描述了为避免对主要用户的干扰而在物理层处使用的技术, 像在接收器侧的频谱感知和自适应调制, 在发送器侧的编码和功率控制。在本章结束处介绍了全认知无线电, 这部分内容在本书其他各章做了更广泛的论述。

第3章介绍自组织网络, 并给出3GPP标准中引入的自组织网络特征, 如LTE接入网络的自建立过程、自优化和自愈等。

第4章给出“白空间”的概念, 并描述了在TV频带中的共存问题。描述了基于认知无线电的第一个标准IEEE 802.22的架构, 并给出在物理层和MAC层的主要特征。本章结尾介绍了用于现用者的干扰保护的IEEE 802.22.1信标系统。

第5章给出可重新配置无线电系统 (Reconfigurable Radio System, RRS) 的ETSI功能架构 (Functional Architecture, FA)。描述了可重新配置无线电基站和可重新配置无线电设备架构及有关用例。在带内和带外可能性方面介绍了认知引导信道的概念 (在认知周期内从网络到终端传递必要的信息), 并给出有关范例。描述了网络侧和终端侧中功能架构的实体以及有关接口。

第6章介绍可重新配置无线电系统的IEEE 1900.4标准。描述了网络侧和终端侧的IEEE 1900.4实体及有关接口, 并给出过程的范例。讲述了IEEE 1900.4a标准以及网络侧和终端侧的各实体和有关接口, 该标准介绍了白空间频带中动态频谱接入网络的新实体。

第7章在不试图完备的条件下，给出了演进过程（这涉及从个体许可证规范的频谱排他性使用到动态频谱管理），并讨论了在本书中描述的系统如何支持动态频谱管理方法。

声明

本书是完全在作者的个人时间和使用个人资源的条件下准备的。

作者与意大利 HRS 电信公司的隶属关系仅是用作身份识别用途。

在本书中表述的意见是作者的观点，没有必然地反映作者所在公司或标准化机构的观点。

目 录

译者序

原书前言

第1章 多无线电接入网络	1
1.1 引言	1
1.2 无线电移动网络	3
1.2.1 GSM/GPRS/EDGE 网络架构	4
1.2.2 GSM/GPRS/EDGE 接入网络	6
1.2.3 UMTS/HSPA/HSPA + 网络架构	16
1.2.4 UMTS/HSPA/HSPA + 接入网络	20
1.2.5 LTE 网络架构	28
1.2.6 LTE 接入网络	31
1.2.7 LTE 高级版本	44
1.3 无线网络	46
1.3.1 WLAN	46
1.3.2 WMAN	53
1.3.3 WPAN	56
参考文献	62
第2章 认知无线电：概念和能力	63
2.1 认知系统	63
2.2 频谱感知认知无线电	64
2.2.1 频谱感知认知特征	66
2.3 全感知无线电介绍	91
参考文献	93
第3章 3GPP 标准中的自组织网络特征	95
3.1 自组织网络	95
3.1.1 告警	96
3.1.2 运营支撑系统自动化	97
3.1.3 能量节省	99
3.2 LTE 概述	100

3.3	LTE 家庭 eNB	104
3.4	LTE 和自组织网络	107
3.4.1	一个新 eNB 的自建立过程	108
3.4.2	自动邻居关系管理	110
3.4.3	eNB 自优化	113
3.4.4	能量节省管理	122
3.4.5	自愈	124
	参考文献	127
第 4 章	IEEE 802.22: 基于认知无线电的第一个标准	129
4.1	白空间	129
4.1.1	FCC 规章制度	130
4.1.2	ECC 规章制度	132
4.2	IEEE 802.22	135
4.2.1	IEEE 802.22 架构	137
4.3	IEEE 802.22.1	161
	参考文献	163
第 5 章	ETSI 有关可重构无线电系统的标准	165
5.1	引言	165
5.2	ETSI 可重构无线电系统	166
5.2.1	可重构无线电基站架构	167
5.2.2	可重构无线电设备架构	173
5.2.3	认知引导信道	181
5.2.4	ETSI RRS 功能架构	191
5.3	小结	199
	参考文献	199
第 6 章	IEEE 1900.4	201
6.1	引言	201
6.2	IEEE 动态频谱接入网络标准委员会 (DySPAN-SC)	201
6.3	IEEE 1900.4 功能架构	203
6.3.1	运营商频谱管理器实体	206
6.3.2	网络重新配置管理器实体	208
6.3.3	RAN 重新配置控制器和 RAN 测量数据收集器实体	209
6.3.4	终端设备实体	209
6.3.5	IEEE 1900.4 和 ETSI RRS 功能架构比较	210
6.3.6	IEEE 1900.4 功能架构的用例	213

6.4 IEEE 1900.4a 功能架构	217
6.4.1 白空间管理器实体	220
6.4.2 认知基站	221
6.4.3 终端设备实体	222
6.4.4 IEEE 1900.4a 功能架构用例	223
6.5 小结	224
参考文献	225
 第7章 可重构无线电系统的法规方面的挑战	 226
7.1 引言	226
7.2 频谱管理	226
7.2.1 动态频谱访问	229
7.2.2 频谱管理中基于市场的方法	233
7.3 可重构无线电系统对频谱管治的影响	237
7.4 小结	239
参考文献	239
 附录 缩略语	 241

第 1 章 多无线电接入网络

1.1 引言

过去十年来的网络演进涉及固定网和无线网方面所引入的新的接入技术，针对所有源发服务和终结服务都使用互联网协议（Internet Protocol, IP）骨干网。固定接入网络的演进主要涉及引入光纤，具有点到点或无源光网络（Passive Optical Network, PON）架构。

千兆无源光网络（Gigabit-capable PON, GPON）架构处理法将光纤部署到接入网络中的多个点：

- 光纤到机柜（Fiber to the Cabinet, FTTCab），如果光纤终结在机柜。
- 光纤到楼（Fiber to the Building, FTTB），如果光纤终结在大楼。
- 光纤到户（Fiber to the Home, FTTH），如果光纤终结在客户家庭。

图 1.1 给出 FTTCab、FTTB 和 FTTH 网络架构。这种架构使每用户的下行比特率分别达到 50Mbit/s、100Mbit/s 和 1Gbit/s 量级。光网络被称作无源的，是因为光分离器，它再生输入信号。一个光线路终端（Optical Line Terminal, OLT）的外发带宽是在多个光网络单元（Optical Network Unit, ONU）间共享的，而在 FTTCab 和 FTTB 架构中，现有铜线缆对用在从 ONU 到端用户的连接中，具有非常高的数字用户线路（Very High Speed Digital Subscriber Line, VDSL）传输速率。如果光纤到达家庭，则架构就是 FTTH，将向用户提供称作网络终端（Network Terminal, NT）的一台光纤调制解调器。

在点到点架构中，存在将端用户连接到中心局的一条光纤，这完全地替代了铜线缆对。在这种情形中，一条光纤专用于一名用户，因此所提供的带宽可以是非常高的，甚至达到数十 Gbit/s。图 1.2 给出接入网络中点到点光纤架构的一个例子。

比 GPON 处理多得多光纤数的点到点架构，在中心局要求更大空间，并吸收多得多的能源。因为这点，多数运营商为固定接入网络演进选择了 GPON 架构。

下一代接入网络（Next Generation Access Network, NGAN）也包括无线电移动和无线接入技术，多亏采用了高级无线电特征，它达到数百 Mbit/s 的最大比特率。在无线电移动技术中，全球移动通信（Global System for Mobile Communication, GSM）及其在数据传输方面的演进（通用分组无线电服务（General Packet Radio Service, GPRS）和 GSM 演进的增强数据速率（Enhanced Data Rate for GSM Evolution, EDGE））已经大量部署在世界各地。第三代无线电移动系统，通用移动通信

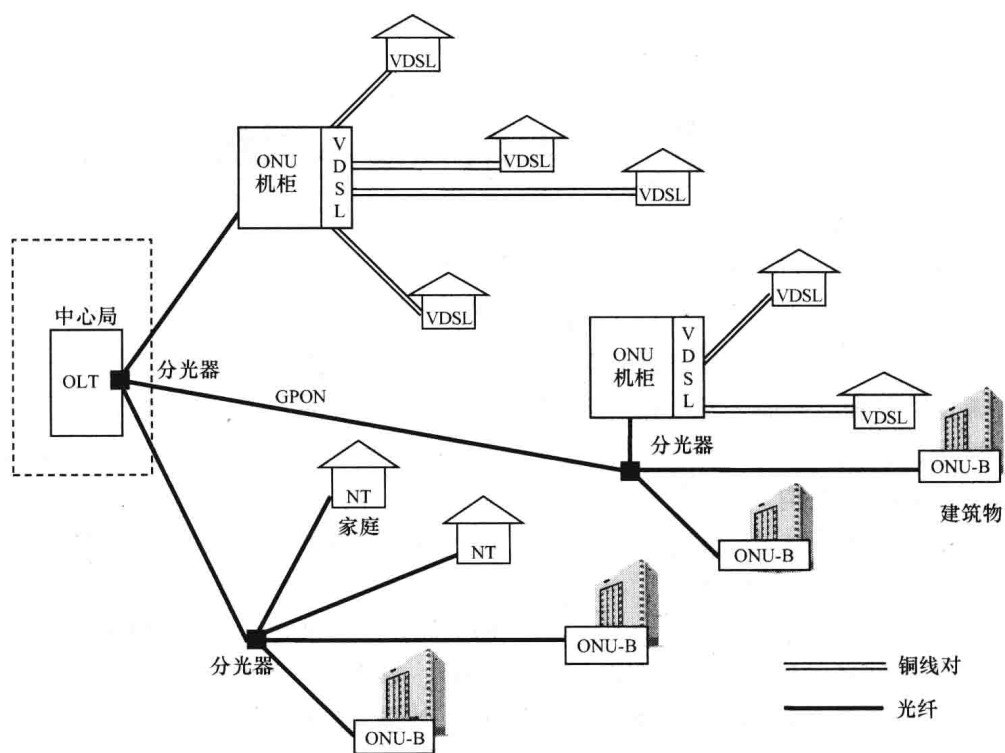


图 1.1 FTTCab、FTTB 和 FTTH 固定接入网络架构

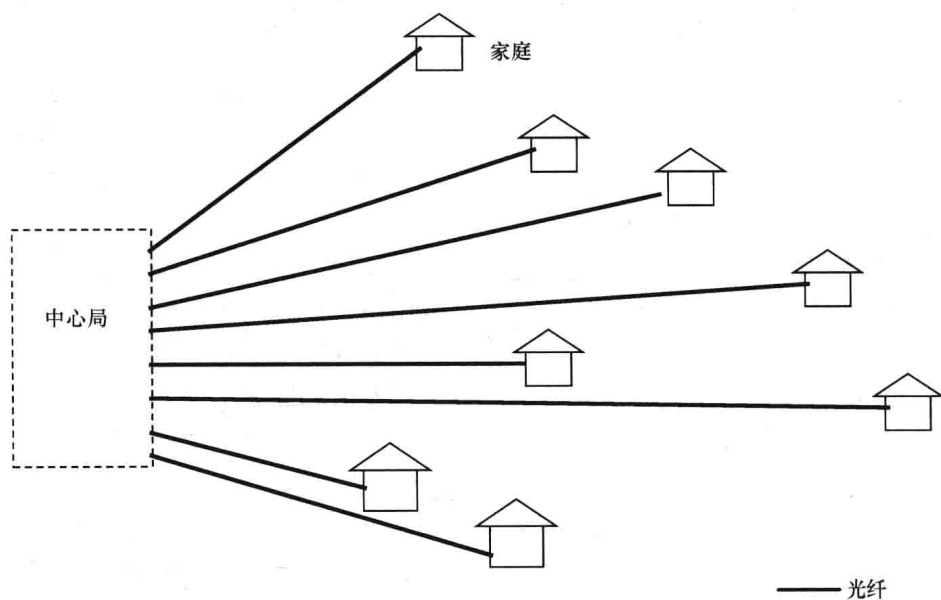


图 1.2 接入网络中的点到点光纤架构

系统 (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) 及其演进 (用于高比特率数据传输的 HSPA (高速报文接入) 和 HSPA+) 已经部署, 目标覆盖范围是高流量区域, 像主要城市和二级城市 (major and minor cities)。长期演进 (Long Term Evolution, LTE) 方案正在许多国家运行, 并将部署在其他国家。无线局域网 (Wireless Local Area Network, WLAN) 和 WiMAX (见 1.3.2 节) 是大部分用于数据但也用于语音传输的其他现有技术。

汇集所有源发服务和终结服务的不同接入网络, 被连接到一个基于 IP 的骨干网, 提供带有服务质量 (Quality of Service, QoS) 的一项传输服务。图 1.3 给出有一个核心网和多个接入网的网络。

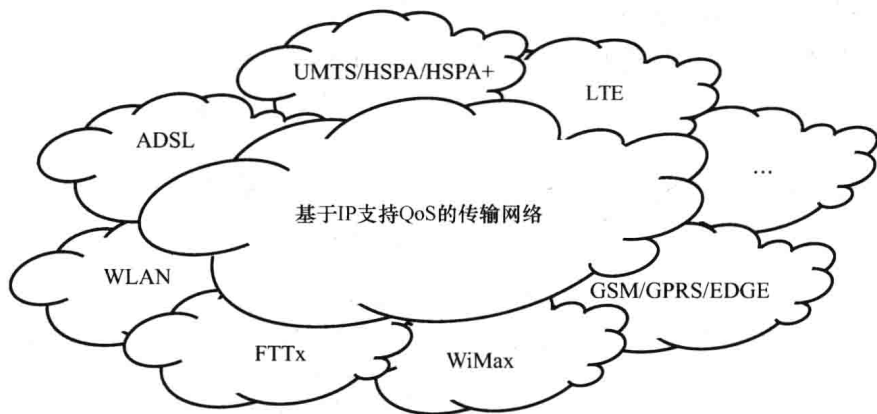


图 1.3 多个接入网和一个核心网

1.2 无线电移动网络

无线电移动网络被标准化, 目标是将固定网络提供的服务扩展到移动用户, 采取一台无线终端的方式, 该设备具有在连接时移动的能力。

第一代系统, 像全接入通信系统 (Total Access Communication System, TACS), 仅提供话音服务, 它使用频分多址 (Frequency Division Multiple Access, FDMA) 在无线电接口上进行传输。数字 GSM 系统^[1], 最初是针对话音服务标准化的, 与其 GPRS 和 EDGE 演进方案一起, 在接入网中添加新特征并在核心网中添加新节点, 目的是优化数据传输。

第三代系统 UMTS, 是针对多媒体标准化的, 包括在其演进方案 HSPA 和 HSPA+ 之中, 能够达到更高的比特率并减少延迟。最后, LTE 在下行链路达到数百 Mbit/s 的速率和更低的延迟时间。LTE 的高级版本 (LTE 高级版) 承诺 Gbit/s 的速率。

在本节, 就网络架构、接入网络和无线电接口方面, 描述了第二代、第三代和第四代无线电移动网络。

1.2.1 GSM/GPRS/EDGE 网络架构

图 1.4 给出 GSM 网络架构。第一个网元是移动站 (Mobile Station, MS)，这包括移动终端和用户身份模块 (Subscriber Identity Module, SIM)。其主要功能是无无线电接口之上的发送和接收、无线信道监管、蜂窝选择、下行无线电参数测量以及接入、认证和切换过程的执行。MS 通过一个标准化的无线电接口与基站发送接收站 (Base Transceiver Station, BTS) 通信, BTS 是这样的网络节点, 它实现一个或多个无线电覆盖蜂窝、测量上行无线电参数、广播系统信息执行像寻呼等的过程。每个 BTS 通过 Abis 接口与基站控制器 (Base Station Controller, BSC) 通信, BSC 控制 BTS 无线电资源。它将无线信道指派和释放到移动用户, 接收上行链路和下行链路测量, 实施 BSC 内切换, 处理功率控制, 解决蜂窝拥塞等。

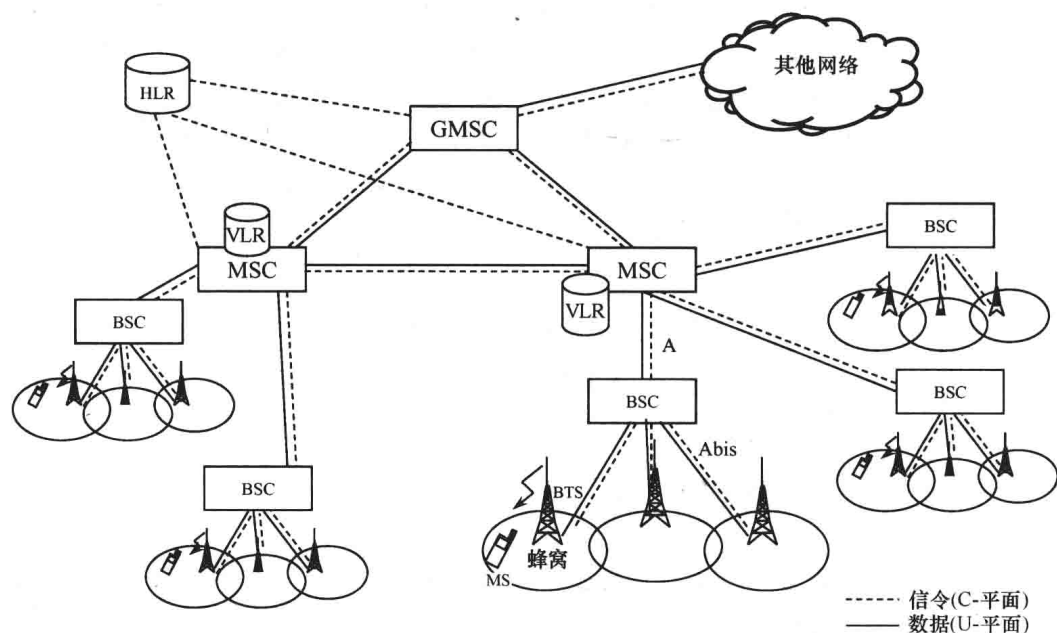


图 1.4 GSM 网络架构

因为 Abis 接口没有标准化, 所以 BTS 和所连接的 BSC 必须来自同一厂商。BSC 与其连接的各 BTS 形成一个基站子系统 (BSS), 并表示 GSM 接入网节点。各 BSS 被连接到核心网络, 核心网络包括像移动交换中心 (Mobile Switching Centre, MSC) 的交换节点和像拜访位置寄存器 (Visitor Location Register, VLR) 和归属位置寄存器 (Home Location Register, HLR) 的数据库。各 BSC 通过标准 A 接口连接到 MSC。

一个 MSC 的主要功能有: 呼叫处理、移动性处理 (通过与 VLR 和 HLR 的网络互联)、寻呼、MSC 内切换、MSC 间切换、话费单据生成。与 MSC 关联的是

VLR, 它是为注册在 MSC/VLR 区域中每名用户包含一条记录的一个数据库。一些 MSC 是网关 (GMSC), 因为它们被连接到其他移动运营商网络和固定网络, 目的是处理所有的移动-移动、移动-固定和固定-移动呼叫。

HLR 是一个寄存器 (库), 它为移动网络的每名用户存储服务概要、认证和加密用的密钥、国际移动用户身份 (IMSI) 和移动站 ISDN (MSISDN) 以及该用户所注册的 VLR 的一个标识符。当一台 MS 注册到网络时, VLR 从 HLR 下载的用户概要和以位置区域 (Location Area, LA) 表示的 MS 位置来创建一条新记录。在 HLR 中, 更新实际的 VLR 的标识符。VLR 也指派临时的 IMSI (TMSI), 它临时地替换 IMSI。

LA 是包括一定数量蜂窝的一个逻辑概念。从各 BTS 在属于 LA 的所有蜂窝中广播位置区域标识符 (LAI)。当一台 MS 从一个 LA 移动到另一个 LA 时, 它实施 LA 更新过程。如果新 LA 属于一个新的 MSC, 那么新的 VLR 从 HLR 下载用户概要, 并以其 LA 注册新用户。HLR 更新 VLR 标识符, 并指令老的 VLR 删除该用户的记录。

其核心基于电路交换节点 MSC 的一个 GSM 网络是非常适合语音的, 但它不适合数据。GSM 数据传输是可能的, 但以 9.6kbit/s 的固定比特率进行传输, 并使用针对所有呼叫时长的一个话音等价信道。计费是基于呼叫时长而不是基于所交换的数据量。

GPRS 是 GSM 用于数据传输的演进方案。为增强数据传输速度和优化资源分配, 它在接入网络节点中引入新的功能特征。特别地, GPRS 在 BTS 中需要新的编码器, 在 BSC 中需要一个新的模块即分组控制单元 (Packet Control Unit, PCU)。PCU 为数据传输实现无线电资源管理 (Radio Resource Management, RRM) 算法。GPRS 也引入新的核心网络节点: 服务 GPRS 支持节点 (SGSN) 和网关 GPRS 支持节点 (GGSN)。

SGSN 负责在其服务区内进出移动站的数据报文的交付。其任务包括报文路由和传递、移动性管理 (连接/去连接和位置管理)、逻辑链路管理、认证和计费功能。SGSN 的位置寄存器存储注册到这个 SGSN 的所有 GPRS 用户的报文数据报文中使用的位置信息和用户概要。

GGSN 是与其他报文数据网络有连接的节点。它包含用于被连接 GPRS 用户的路由信息。路由信息被用来将报文数据单元 (PDU) 以隧道方式传输到 MS 的当前连接点, 即 SGSN。

BSC 通过标准 Gb 接口连接到 SGSN; SGSN 和 GGSN 之间的连接是 Gn 接口; SGSN 和 GGSN 分别通过 Gr 和 Gc 接口连接到 HLR; SGSN 和 MSC/VLR 通过 Gs 接口可相互看到。Gs 和 Gc 接口不是必要的。如果存在 Gs, 就创建 MSC/VLR 和 GGSN 之间的关联, 且可能联合地处理有报文交换和电路交换服务的一台移动站。为降低无线电接口上的信令, 引入 Gs。事实上, 则可能实施如下过程, 像通过 SGSN 注册 (IMSI 连接)、组合的 LA 和路由区 (RA) 更新、IMSI 去连接等。RA 是 GPRS 域中 LA 的等价物; 一般而言, 一个 LA 包含整数个 RA。

一条 GPRS 数据传输达到大约 50kbit/s 的最大下载比特率。EDGE，也称作增强的 GPRS (EGPRS)，是 GPRS 的一种演进方案，支持高达约 240kbit/s 的下载比特率。EDGE 将新的无线电功能特征添加到 GSM/GPRS 接入网络节点，并重用 GPRS 核心网络节点：SGSN 和 GGSN。特别地，为管理较高的比特率数据连接，在 BTS 中添加新的调制器和编码器，在 PCU 中添加新软件。

图 1.5 给出 GSM/GPRS/EDGE 网络架构。在 GSM 和 GPRS 间共享接入网络及其 BSC 和 BTS。基于 MSC 的核心网传输语音服务，基于 SGSN/GGSN 的核心网传输数据服务。

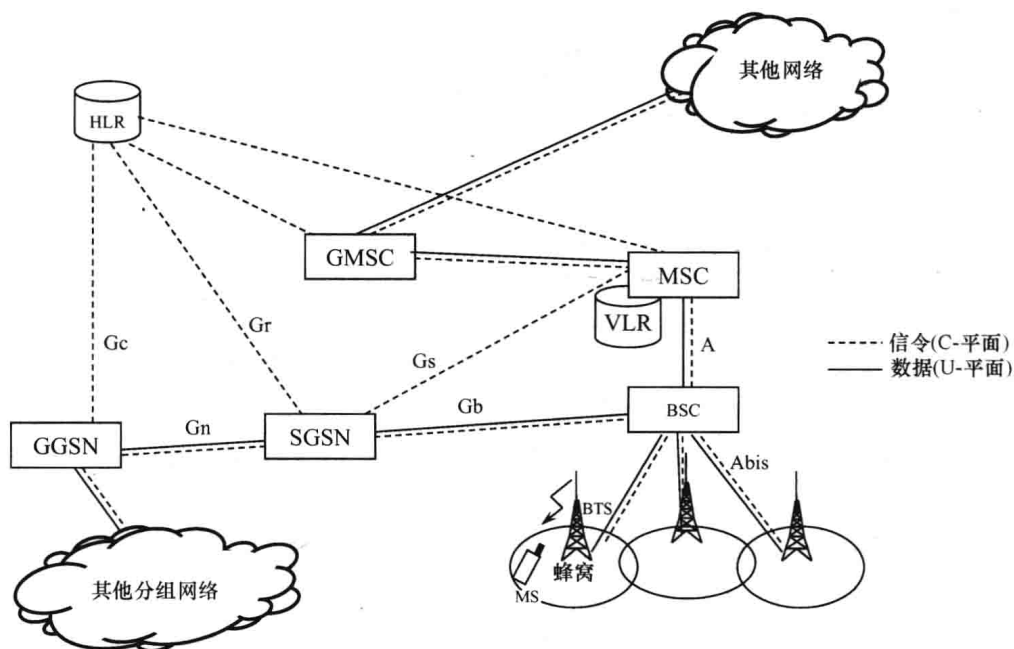


图 1.5 GSM/GPRS/EDGE 网络架构

1.2.2 GSM/GPRS/EDGE 接入网络

GSM/GPRS/EDGE 接入网络，也称作 GERAN（GSM EDGE 无线电接入网络），包括 MS、BTS、BSC 以及有关的接口。无线电接口基于频分复用（FDD）和 FDMA/TDMA（时分多址）。表 1.1 给出世界不同国家的 GSM/GPRS/EDGE 工作频率。

在欧洲、非洲、中东和亚洲，多数提供商使用 900MHz 和 1800MHz 频带。在北美，GSM 运行在 850MHz 和 1900MHz 频带上。850MHz 和 1900MHz 的 GSM 也用在南美和中美的一些国家。

在世界各地，正在进行无线电移动频谱的重新规划（refarming）过程，这是用于移动服务的频率的重新分配。例如，用于 GSM 的 900MHz 频带现在也可用于第三代（UMTS）业务。GSM 中的 FDMA 打算将所指派的频谱分割成间隔 200kHz（原文为 200MHz，是错误的——译者注）的载波。图 1.6 给出将 GSM 900 频带分

割成 200kHz 的载波。

表 1.1 世界不同国家的 GSM 工作频率

频 带	上行链路/MHz	下行链路/MHz
GSM 900	880 ~ 915	925 ~ 960
GSM 1800	1710 ~ 1785	1805 ~ 1880
PCS (个人通信业务) 1900	1850 ~ 1910	1930 ~ 1990
蜂窝 850	824 ~ 849	869 ~ 894

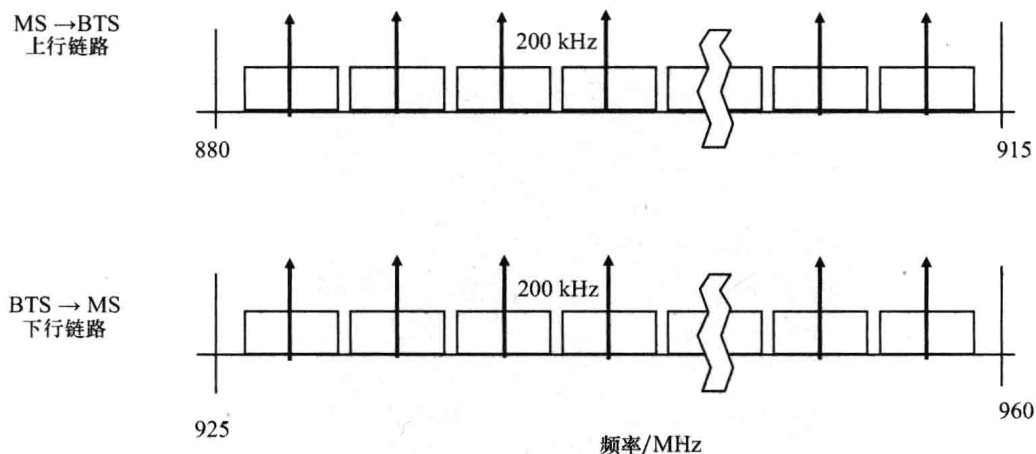


图 1.6 将 GSM 900 频带分割成 200kHz 的载波

GSM 频率规划理论引入聚集 (cluster) 的概念, 这是使用所有可用载波的一个蜂窝群。蜂窝覆盖基于聚集的重复使用。图 1.7 给出带有聚集和相对理论频率规划的一个例子。

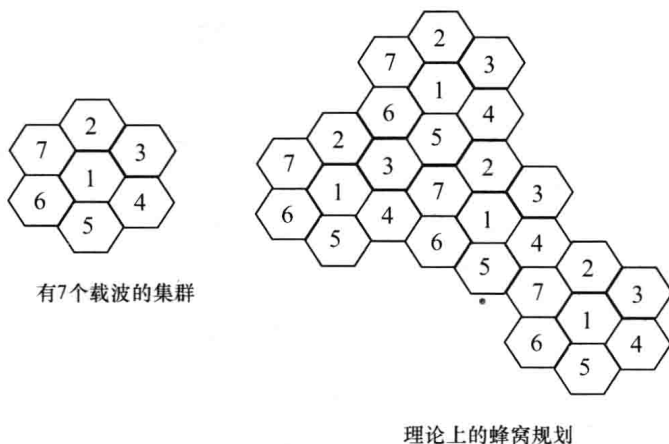


图 1.7 带有聚集可重复使用的理论频率规划范例

如经常发生的情况, 事实是远远偏离理论的。蜂窝规划的目标是保障无线电资