



高等职业教育“十二五”规划教材
全国高职高专通信类专业规划教材

■ 刘良华 代才莉 / 主编

GSM基站系统 运行与维护

Operation and Maintenance of
GSM Base Station System



免费提供电子课件
www.abook.cn



科学出版社

高等职业教育“十二五”规划教材

全国高职高专通信类专业规划教材

GSM基站系统运行与维护

刘良华 代才莉 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是国家级精品课程“GSM基站系统运行与维护”的配套教材。本书结合GSM系统真实商用设备,采用模块化结构,以“建立系统→管理系统→维护系统”为主线进行编写,主要包括GSM移动通信系统基本知识,基站系统开局、维护和常见故障处理等。

本书打破传统教材的章节结构形式,以真实工作任务及其工作过程为依据整合教学内容,设计教学项目。在项目的实施过程中,既完成必要的理论知识学习,又完成相关实践技能的训练,使理论与实践高度融合。

本书可作为高职高专院校通信技术、计算机通信、移动通信、通信工程等相关专业的教学用书,也可供广大工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

GSM基站系统运行与维护/刘良华,代才莉主编.—北京:科学出版社,2012
(高等职业教育“十二五”规划教材·全国高职高专通信类专业规划教材)
ISBN 978-7-03-033579-1

I. ① G… II. ①刘… ②代… III. ①时分多址移动通信—通信设备—
高等职业教育—教材 IV. ① TN929.532

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第024630号

责任编辑:孙露露/责任校对:马英莉

责任印制:吕春珉/封面设计:蒋宏工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印务有限公司 印刷

科学出版社发行

各地新华书店经销

*

2012年4月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年4月第一次印刷 印张:13 1/2

字数:350 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<铭浩>)

销售部电话 010-62142126

编辑部电话 010-62135763-8212

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

全国高职高专通信类专业规划教材

编写指导委员会

顾问: 邓泽民

主任: 孙青华

副主任: 陈必群 孙社文 张福强 刘良华 付 勤
李转年 赵丽欣

委员: (以姓氏笔画为序)

王 魏	王瑞春	孔维功	艾艳锦	代才莉
朱晓红	任志勇	任德齐	刘 松	刘 威
刘 俊	刘 勇	齐 虹	闫海煜	孙小红
孙秀英	孙胜利	杨 柳	杨 俊	杨元挺
杨全会	李 云	李 红	李 莉	李 萍
李方健	何国荣	张 松	张玉平	张立中
张国勋	张重阳	张智群	陈永彬	林 勇
周 英	赵剑锋	胡昌杰	战需文	姚先友
耿 杰	贾 跃	夏西泉	卓秀钦	徐 亮
黄一平	曹 毅	崔雁松	彭旭祯	葛仁华
蒋正萍	程远东	曾晓宏	谢 华	谢斌生
赖 诚				

秘书: 孙露露

序

通信产业是国民经济的基础产业，是推动未来信息社会发展的先导性和战略性新兴产业，也是目前中国乃至世界发展最快的产业之一。通信技术的发展，对加速全球信息化的进程，推动国民经济发展和社会进步发挥着巨大的作用。

当前，通信产业面临着难得的发展机遇和全新的挑战，以 NGN、3G、LTE 等技术为代表的新兴通信技术的发展与应用，极大地促进了通信产业的发展，宽带化、智能化、个性化、媒体化、多功能化等是通信技术发展的新趋势。尤其是电信重组吹响了 3G 移动通信产业的号角，各大运营商对 3G 网络的大力兴建，促使通信类人才需求量急剧增加，特别是对于工程建设、设备生产、测试、网络运行与维护、网络优化等应用型人才需求的缺口进一步扩大。同时，随着 3G 应用的广泛拓展，其增值业务的开发和销售岗位所需人才也将持续增加，并将在今后一段时期内维持较高的水平。在通信行业对高素质技能型专业人才需求大幅度增长的同时，与产业增长相适应的人才储备却明显不足。综上所述，面对通信技术的快速发展，可以预见通信产业又将迎来高速发展期，同时也将进一步加剧通信专业人才的供应缺口以及通信行业人才的结构调整。

高等职业教育强调“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合发展道路”。服务社会、促进就业和提高社会对毕业生的满意度，是衡量高等职业教育是否成功的重要标准。坚持“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合发展道路”体现了高等职业教育的本质，是高等职业教育主动适应社会发展和可持续发展的必然选择。

2009 年 3 月，我们组织了全国 25 所设有通信类专业的高职高专院校，在北京召开了研讨会。与会人员在如何进行通信类专业的教学改革和课程改革以及教材建设等方面交换了意见，并决定以国家社会科学基金“十一五”规划(教育科学)“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”课题(BJA060049)的子课题“以就业为导向的高等职业教育通信类专业教学整体解决方案的研究”为平台，组织全国相关院校，对通信类专业的教学整体解决方案设计和教材建设进行系统研究。

随着课题研究工作的全面展开，2009 年 6 月，课题组在苏州工业园区职

业技术学院召开了会议。会议强调要做好专业市场调研及社会需求分析,结合各个学院相关专业教学的实践,在深刻理解通信类专业——制造类、工程类、运行维护类和业务类四个专业方向的人才培养目标、就业岗位群体和人才培养规格的基础上,构建了各个专业方向的课程体系,并认真剖析了每门课程的性质、任务、课程类型、培养目标、知识能力结构、工作项目构成、学习情境等,制订了每门课程的课程标准,确定了以就业为导向的课程教材编写大纲,并决定开发立体化教材。全国有 25 所高等职业院校的 60 多位通信类专业教师、企业人员和行业代表参与了课题研究。

课题组成员以课题研究的成果为基础,对通信类专业系列教材的特色、定位、编写思路、课程标准和编写大纲进行了充分讨论与反复修改,确定首批启动 20 种教材的编写,并计划于 2010 年年底完成。有关图书主编、副主编和参编者由全国具有该门课程丰富教学经验的专家、一线教师和部分企业人员担任。

本套教材是该课题成果的重要组成部分。教材的开发和编写汇聚了国内相关高职高专院校通信类专业优秀教师的教学经验和成果,并按照高等职业教育教学改革的精神,以职业能力培养为核心,通过校际交流、校企互动等途径进行了优质教学资源的最大整合和教材内容的重构,集中体现了专业教学过程与相关职业岗位工作过程的一致性。

本套教材的特点是,在强调内容实用性、典型性的同时,针对通信行业的技术特点和发展趋势,尽可能地把一些相关联的新技术、新工艺、新设备等介绍给读者,最大程度体现通信类专业“以就业为导向,能力为本位”的课程体系和教学内容改革成果,专业平台课程突出专业技能所需要的知识结构,并与实训项目相配合,专业核心课程则从通信项目实践中提炼出主要学习任务,以任务为导向,在完成任务的过程中学习和掌握相关的知识和技能,使原来抽象难懂的知识具体化、目的化,旨在培养实际应用能力。整套教材的编写内容衔接有序、图文并茂,内容安排上能满足高职高专院校通信类专业教学和职业岗位培训需求。

希望这些工作能够对通信类专业的课程改革有所帮助,更希望有更多的同仁对我们的工作提出意见和建议,为推动和实现通信类专业教学改革与发展做出应有的贡献。

全国高职高专通信类专业规划教材
编写指导委员会

前言

GSM 系统是目前全球用户数量最多的第二代移动通信系统。在我国，不仅其用户数量最多，而且网络规模也最大，其网络运维人员的需求量自然也最大。本书正是为了适应这类人才培养需求而编写的。

目前，关于 GSM 移动通信系统的书籍并不少见。但是，真正适合高职高专学生使用的教材却不多。本书以培养学生实践技能为目标，紧紧围绕 GSM 基站系统运行与维护所涉及的理论知识和实践技能进行阐述，以真实工程项目为主线，将理论知识与相关实践技能高度融合，在讲述了维护人员必备的 GSM 基本原理后，着重阐述了 GSM 基站系统开局的具体过程、例行维护的具体方法以及典型故障的处理思路。因此，本书是一本理论与实践紧密结合的教材。

学习本课程前，学生应先学习“移动通信技术”、“数字与数据通信”、“交换技术”、“数据通信网组建与维护”等课程。通过本课程的学习，学生可以掌握 GSM 移动通信系统的基本原理，了解 GSM 基站系统的相关设备，初步具备 GSM 基站开局、运行维护与故障处理的能力。

本书共分为两大部分。

第一部分为学习本课程的预备知识。主要介绍运行维护人员所必备的 GSM 基站系统基本原理，包括网络结构与服务区、频率规划、帧结构、信道类型、接口信令协议、空中接口的关键技术、移动性管理等，为后续的项目实施奠定基础。

第二部分为项目 1~项目 3。

项目 1 主要介绍 GSM (V2) 基站系统开局，以现网运行的中兴通讯公司生产的商用设备为载体，详细阐述了完成 GSM (V2) 基站系统开局所需的理论知识与实践技能。项目 1 包括两个工作任务。

任务 1.1: 介绍 GSM (V2) 基站控制器 (BSC) 开局，包括 BSC 设备的原理组成、容量计算以及 BSC 开局的方法与步骤等。

任务 1.2: 介绍 GSM (V2) 基站收发信机 (BTS) 开局，包括 BTS 设备的原理组成、组网方式、BTS 开局的方法与步骤等。

项目 2 主要介绍 GSM 基站系统例行维护，讲述如何利用常用的维护工具对 GSM 基站系统进行日、周、月、半年的例行维护。

项目3主要介绍 GSM 基站系统常见故障处理。本项目是对前面学习内容的拓展与提升,详细讲述了各种故障现象、故障分析、故障原因判断以及故障处理方法。根据故障的复杂程度,本项目又分为两个工作任务:GSM 基站设备常见故障处理和 GSM 基站系统常见故障处理。

本书是国家级精品课程“GSM 基站系统运行与维护”的配套教材,配套教学资源丰富。本书配套课件等教学资源可到科学出版社网站(www.abook.cn)下载;若想下载更多教学资源,可参考重庆电子工程职业学院精品课程网站。

本书编写分工如下:刘良华编写了课程准备部分以及项目1的任务1.2;代才莉编写了项目1的任务1.1;任志勇编写了项目2;徐东编写了项目3。全书由刘良华负责统稿。

李转年教授和韦平高级工程师共同审阅了本书,并在本书策划和成书过程中提出了许多建设性意见。在本书编写过程中,编者参考了许多专家的著作,也参考了深圳中兴通讯有限公司的许多资料,深圳中兴 NC 通讯学院的韦杰工程师还参与了本书的编写。在此,编者对他们的贡献一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限,书中难免有不当之处,恳请广大读者批评指正。

目 录

课程准备 GSM基站系统基础知识

0.1 网络结构与服务区	2
0.1.1 网络结构	2
1. 移动交换子系统 (NSS)	3
2. 基站子系统 (BSS)	4
3. 操作维护子系统 (OMS)	4
4. 移动台 (MS)	4
0.1.2 网络服务区	4
0.2 频率规划	5
0.2.1 频率规划目标	5
0.2.2 系统频带	6
1. 工作频段	6
2. 频道间隔	6
3. 频道配置	6
4. 收发双工间隔	7
0.2.3 频率复用	8
0.3 GSM移动通信系统帧结构	9
0.4 信道类型	10
0.4.1 无线物理信道	10
0.4.2 无线逻辑信道	11
1. 业务信道	11
2. 控制信道	11
0.4.3 逻辑信道和物理信道的映射	13
0.4.4 信道组合	15
0.5 接口信令协议	17
0.5.1 接口	17
0.5.2 GSM系统接口协议模型	18

0.6 空中接口的关键技术	19
0.6.1 时间提前量	19
0.6.2 跳频技术	20
1. 跳频的原理	20
2. 跳频对抗干扰的原理	21
3. 跳频技术的主要特点	21
4. 跳频方式	22
0.6.3 不连续发送技术	22
0.6.4 功率控制技术	23
1. 功率控制过程	24
2. 快速功率控制	25
0.6.5 分集接收技术	25
1. 空间分集	25
2. 时间分集	26
3. 频率分集	26
4. 极化分集	26
0.7 移动性管理	26
0.7.1 小区选择与小区重选	26
1. 小区选择	26
2. 小区重选	27
0.7.2 位置更新	27
1. 当MS处于空闲模式时进行事件	27
2. IMSI Attach/Detach	27
0.7.3 切换	29
1. 引起切换的基本原因	30
2. 切换的目的	30
3. 切换流程	30
4. 切换的种类(小区归属)	30
思考与练习	32

项目 1 GSM (V2) 基站系统开局

任务 1.1 GSM (V2) 基站控制器 (BSC) 开局	35
1.1.1 理论知识: BSC (V2) 基站控制器基本原理及硬件结构	36
1. BSC (V2) 系统简介	36
2. BSC (V2) 系统总体结构	39
3. ZXG10-BSC (V2) 的机框单板	44
4. BSC (V2) 系统配置	62
5. BSC 组网方式	64
1.1.2 任务实施: BSC (V2) 基站控制器开局数据配置	65
1. 实训条件	65
2. ZXG10-OMCR (V2) 概述	66
3. 开局数据配置流程	66
4. BSC 开局数据配置的主要步骤	67
思考与练习	78
任务 1.2 GSM (V2) 基站收发信机 (BTS) 开局	80
1.2.1 理论知识: BTS (V2) 基站基本原理及硬件结构	81
1. ZXG10-BTS (V2) 功能与特点	81
2. ZXG10-BTS (V2) 硬件基本原理	82
3. ZXG10-BTS (V2) 硬件总体结构	82
4. BTS (V2) 主要模块的功能原理	84
5. 基站配置基本原则	95
1.2.2 任务实施: BTS (V2) 基站开局数据配置	96
1. 实训条件	96
2. 配置案例	97
3. 基站开局具体操作步骤	105
思考与练习	115

项目 2 GSM 基站系统例行维护

任务 2.1 ZXG10-BSC (V2) 例行维护	118
2.1.1 理论知识: 例行维护的方法与注意事项	119
1. 例行维护的目的和方法	119
2. 公共单板的更换	120
3. 例行维护中的注意事项	120
2.1.2 任务实施: BSC 基站控制器的周期例行维护	122
1. 实训条件	122
2. 日例行维护	122
3. 周例行维护	124
4. 月例行维护	127
5. 半年例行维护	131
思考与练习	137
任务 2.2 BTS 例行维护	139
2.2.1 理论知识: BTS 例行维护的技能要求与维护内容	140
1. 维护要求	140
2. 维护安全	140
3. 进出 BTS 机房注意事项	141
4. 每日例行维护	142
5. 定期例行维护	143
2.2.2 任务实施: BTS 基站系统的例行维护	143
1. 实训条件	143
2. 机房环境维护和安全巡查	144
3. 基站主设备维护	145
4. 传输设备维护	146
5. 天馈线系统及铁塔的维护	147
6. 动力系统的维护	147
7. 拨打测试及巡检记录的填写	148
思考与练习	149

项目 3 GSM 基站系统常见故障处理

任务 3.1 GSM 基站设备常见故障处理	153
3.1.1 理论知识: GSM 基站设备常见故障处理的知识与技能	154
1. 故障处理的一般过程	154
2. 故障分析与定位的常用方法	154
3. 与天馈线系统有关的故障的一般处理方法	155
4. 传输故障的一般处理方法	158
5. 配套设备常见问题	159
6. SiteMaster 的使用	160
3.1.2 任务实施: GSM 基站设备常见故障的分析及处理	162
1. 实训条件	162
2. 驻波比故障告警处理	162
3. 单板告警处理	163
4. 断站故障处理	164
思考与练习	167
任务 3.2 GSM 基站系统常见故障处理	169
3.2.1 理论知识: GSM 基站系统常见故障处理的知识与技能	170
1. 语音故障的一般处理方法	170
2. 掉话及掉话故障的分析和处理	173
3. GSM 移动通信中切换及常见问题解决方案	178
3.2.2 任务实施: GSM 基站系统常见故障的分析及处理	180
1. 实训条件	180
2. 语音质量差故障处理	180
3. 掉话率高故障处理	182
4. 不能切换故障处理	184
思考与练习	188
附录 1 BSC (V2) 的背板连线	190
附录 2 缩略词	191
参考文献	202

课程准备

GSM 基站系统 基础知识

本部分内容是后续项目的理论基础，主要讲解 GSM 系统的网络结构以及服务区的划分，频率如何规划与复用；详细分析 GSM 移动通信系统的帧结构，信道如何分类，物理信道与逻辑信道的映射关系以及信道的组合方式；着重介绍 GSM 系统空中接口的关键技术，主要包括时间提前量、跳频技术、不连续发送技术、功率控制技术和分集接收技术等；重点阐述 GSM 系统的小区选择与小区重选、位置更新和切换等移动性管理事件。



教学目标

1. 掌握 GSM 系统的组成及网络结构；
2. 正确理解 GSM 系统的频率管理与有效利用；
3. 掌握 GSM 移动通信系统帧结构；
4. 理解 GSM 系统的信道分类及应用；
5. 了解 GSM 系统的主要接口及协议模型；
6. 掌握 GSM 系统空中接口采用的关键技术；
7. 掌握 GSM 系统的移动性管理。

0.1 网络结构与服务区

0.1.1 网络结构

GSM 蜂窝移动通信系统的组成如图 0.1.1 所示。从物理实体上看, GSM 系统主要是由交换网络子系统(NSS)、基站子系统(BSS)、操作维护子系统(OMS)和移动台(MS)共4大部分组成。移动台与BSS子系统通过标准的Um无线接口通信,BSS与NSS通过标准的A接口通信。

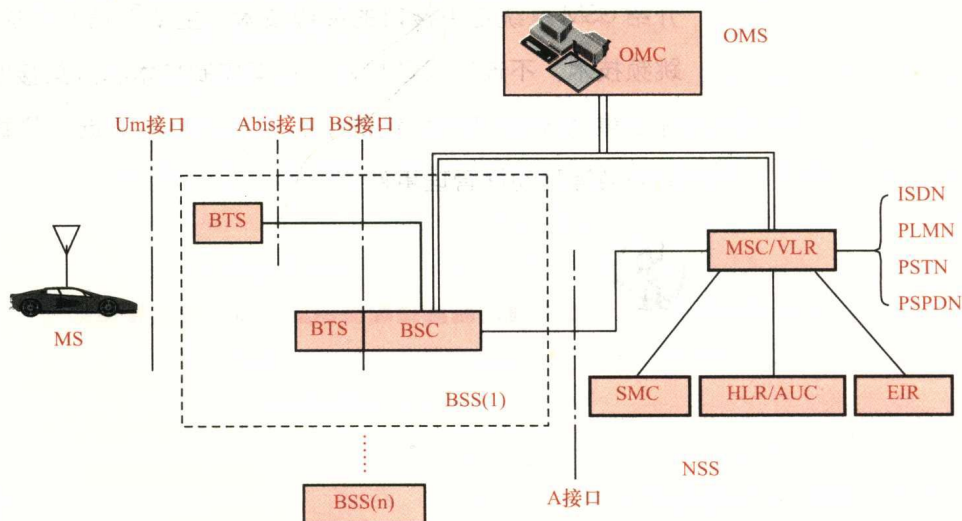


图 0.1.1 GSM 蜂窝移动通信系统的组成框图

在图 0.1.1 中,英文缩写的中文含义分别如下。

- MS (Mobile Station): 移动台。

- BTS (Base Transceiver Station): 基站收发信台。
- BSC (Base Station Controller): 基站控制器。
- EIR (Equipment Identity Register): 设备识别寄存器。
- MSC (Mobile Switching Center): 移动交换中心。
- VLR (Visitor Location Register): 拜访位置寄存器。
- HLR (Home Location Register): 归属位置寄存器。
- AUC (Authentication Center): 鉴权中心。
- SMC (Short Message Center): 短消息中心。
- PSTN (Public Switched Telephone Network): 公用交换电话网。
- ISDN (Integrated Services Digital Network): 综合业务数字网。
- PSPDN (Packet Switched Public Data Networks): 公用数据网。
- PLMN (Public Land Mobile Network): 公用陆地移动网络。

1 移动交换子系统(NSS)

NSS 主要完成交换功能, 以及用户数据管理、移动性管理、安全性管理所需的数据库功能。

移动交换子系统由移动交换中心 MSC、归属位置寄存器 HLR、拜访位置寄存器 VLR、设备识别寄存器 EIR、鉴权中心 AUC 和短消息中心 SMC 等功能实体构成。

1) MSC: 是 GSM 系统的核心, 完成最基本的交换功能, 即完成不同移动用户之间以及移动用户与其他网络用户之间的通信连接; 完成移动用户寻呼接入、信道分配、呼叫接续、话务量控制、计费、基站管理等功能; 提供面向系统其他功能实体的接口、到其他网络的接口以及与其他 MSC 互连的接口。

2) HLR: 是系统的中央数据库, 存放与用户有关的所有信息, 包括用户的漫游权限、基本业务、补充业务及当前位置信息等, 从而为 MSC 提供建立呼叫所需的路由信息。一个 HLR 可以覆盖几个 MSC 服务区甚至整个移动网络。

3) VLR: VLR 存储了进入其覆盖区的所有用户的信息, 为已经登记的移动用户提供建立呼叫接续的条件。VLR 是一个动态数据库, 需要与有关的归属位置寄存器 HLR 进行大量的数据交换以保证数据的有效性。当某用户离开一个 VLR 的控制区域, 进入另一个 VLR 的控制区域后, 则需要新的 VLR 重新进行登记, 而原 VLR 将删除临时记录的该移动用户的数据。在物理结构上, MSC 和 VLR 通常是合为一体的。

4) AUC: 是一个受到严格保护的数据库, 存储用户的鉴权信息和加密参数。在物理实体上, AUC 和 HLR 是合在一起的。

5) EIR: 存储与移动台设备有关的参数, 可以对移动设备进行识别、监视和闭锁等, 防止未经许可的移动设备使用网络。

2 基站子系统(BSS)

BSS 是 NSS 和 MS 之间的桥梁,主要完成无线信道管理和无线收发功能。BSS 主要包括基站控制器 BSC 和基站收发信台 BTS 两部分。

1) BSC: 位于 MSC 与 BTS 之间,具有对一个或多个 BTS 进行控制和管理的功能,主要完成无线信道的分配、BTS 和 MS 发射功率的控制以及越区信道切换等功能。BSC 也是一个小交换机,它把局部网络汇集后通过 A 接口与 MSC 相连。

2) BTS: 基站子系统的无线收发设备,由 BSC 控制,主要负责无线传输功能,完成无线与有线的转换、无线分集、无线信道加密、跳频等功能。BTS 通过 Abis 接口与 BSC 相连,通过空中接口 Um 与 MS 相连。

此外,BSS 子系统还包括码变换和速率适配单元 TRAU。TRAU 通常位于 BSC 和 MSC 之间,主要完成 16 kb/s 的 RPE-LTP 编码和 64 kb/s 的 A 律 PCM 编码之间的码型变换。

3 操作维护子系统(OMS)

OMS 是 GSM 系统的操作维护部分,GSM 系统的所有功能单元都可以通过各自的网络连接 OMS,通过 OMS 可以实现对 GSM 网络各功能单元的监视、状态报告和故障诊断等功能。

OMS 分为两部分:OMC-S(操作维护中心—系统部分)和 OMC-R(操作维护中心—无线部分)。OMC-S 用于 NSS 子系统的操作和维护;OMC-R 用于 BSS 子系统的操作和维护。

4 移动台(MS)

MS 是 GSM 系统的用户设备,可以是车载台、便携台和手持机。它由移动终端和用户识别卡 SIM 两部分组成。

1) 移动终端主要完成语音信号处理和无线收发等功能。

2) SIM 卡存储了认证用户身份所需的所有信息,以及与安全保密有关的重要信息,以防非法用户入侵。移动终端只有插入了 SIM 卡后才能接入 GSM 网络。

0.1.2 网络服务区

GSM 网络服务区是指所有 GSM 运营商提供的网络覆盖区域的总和。在物理上它由若干个 MSC 服务区组成,而每个 MSC 服务区由若干个小区(CELL)组成。在逻辑上若干个小区归为一个位置区(LA)。

1) MSC 服务区。一个 PLMN 服务区通常由多个 MSC 服务区构成。一个 MSC 服务区是指由该 MSC 所覆盖的服务区域,也就是和该 MSC 相连的所有 BSC 所控制的 BTS 的覆盖区域的总和。位于一个 MSC 服务区的移动台,都要在该服务区的拜访寄存器(VLR)中