

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·移动通信系列
21 Shiji Gaozhi Gaozhuan Dianzi Xinxilei Guihua Jiaocai

3G无线网络 规划与优化

张敏 蒋招金 编著



- 根据岗位任务需要合理划分模块
- 理论够用、突出岗位知识
- 重视技能应用、引入实践活动



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·移动通信系列
21 Shiji Gaozhi Gaozhuan Dianzi Xinxilei Guihua Jiaocai

3G无线网络 规划与优化

张敏 蒋招金 编著



NLIC2970973231

*Electronic
Information*

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

3G无线网络规划与优化 / 张敏, 蒋招金编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 3
21世纪高职高专电子信息类规划教材
ISBN 978-7-115-34446-5

I. ①3… II. ①张… ②蒋… III. ①无线电通信—通信网—网络规划—高等职业教育—教材②无线电通信—通信网—最佳化—高等职业教育—教材 IV. ①TN92

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第012458号

内 容 提 要

本书共分为5个项目, 主要介绍3G无线网络规划, CDMA2000、WCDMA、TD-SCDMA等3种3G网络的无线网络优化, 以及DT与CQT测试。从项目化的角度, 按照3G无线网络规划流程重点介绍了覆盖规划、容量规划、站点布局和查勘、站点规划仿真、参数规划等; 重点介绍了3种3G网络的无线网络优化, 并以大量实际工程案例说明了目前工程中覆盖、接入、切换、掉话、干扰等问题的优化方法, 最后以企业实际路测系统为例介绍了DT与CQT测试工具及方法。

本书既可作为高职高专通信技术、移动通信技术类专业的教材, 也可作为广大网络规划与网络优化工程技术人员的培训教材, 对通信网络管理人员和相关从业人员也具有较高的参考价值。

◆ 编 著 张 敏 蒋招金

责任编辑 刘 博

责任印制 彭志环 焦志炜

◆ 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>

北京昌平百善印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.75

字数: 469千字

2014年3月第1版

2014年3月北京第1次印刷

定价: 45.00元

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

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号



前言

为了培养适应现代电信技术发展的应用型、技能型高级专业人才,保证 3G 技术优质高效推广应用,促进电信行业发展,我们在总结多年教学实践和工作实践的基础上,组织专业老师和企业专家编写《3G 无线网络规划与优化》一书。本书采用项目式的内容结构形式,全面介绍 3G 无线网络的规划与优化,全书分为 5 个项目。项目 1 完成的是 3G 无线网络的规划设计,项目 2 完成的是 CDMA2000 无线网络的优化,项目 3 完成的是 WCDMA 无线网络的优化,项目 4 完成的是 TD-SCDMA 无线网络的优化,项目 5 讲述了 DT 和 CQT 测试。

本书在编写过程中,坚持“以就业为导向,以能力培养为本位”的改革方向;打破传统学科教材编写思路,根据岗位任务需要合理划分模块;做到“理论够用、突出岗位知识、重视技能应用、引入实践活动”的编写理念;较好地体现了面向应用型人才培养的高职高专教育特色。

本书由湖南邮电职业技术学院《3G 无线网络规划与优化》编写组编写,张敏主编。项目 1 由张敏、蒋招金编写,项目 2 由蒋招金、张敏编写,项目 3 由张敏、范波勇编写,项目 4 由蒋招金、蔡卫红编写,项目 5 由张敏、毕杨编写,全书由张敏统稿。

在本书的编写和审稿过程中,得到了湖南邮电职业技术学院领导和老师、中国电信湖南邮电规划设计院有限公司 3G 技术专家的大力支持和热心帮助,提出了很多有益的宝贵意见,本书的素材来自大量的参考文献和 3G 技术应用经验,特此感谢。

由于水平和时间的限制,书中错误和不当之处在所难免,敬请大家在使用过程中指正错误,并提供宝贵意见,以使本教材再版时提高质量。

编者

2013 年 12 月



目 录

项目 1 3G 无线网络规划1

任务 1 3G 无线网规总体流程1

【知识链接 1】移动通信网络
规划概述1

【知识链接 2】3G 无线网络
总体规划流程3

【技能实训】3G 网络规划
资料收集5

任务 2 覆盖规划6

【知识链接 1】地理环境分类6

【知识链接 2】基站设备类型和
扇区配置7

【知识链接 3】3 种 3G 系统的
链路预算9

【技能实训】站点计算：密集
城区单站链路
预算18

任务 3 容量规划19

【知识链接 1】用户预测20

【知识链接 2】业务模型21

【知识链接 3】业务预测22

【知识链接 4】容量计算23

【技能实训】站点计算30

任务 4 站点布局 and 查勘31

【知识链接 1】站点初始布局31

【知识链接 2】查勘34

【技能实训】站点初始布局 and
查勘41

任务 5 规划仿真41

【知识链接 1】仿真软件介绍41

【知识链接 2】仿真方法42

【技能实训】网络规划仿真49

任务 6 参数规划50

【知识链接 1】PN 码规划50

【知识链接 2】邻区规划52

【知识链接 3】LAC 规划54

【技能实训】PN 规划60

项目 2 CDMA2000 无线网络优化 61

任务 1 3G 无线网络优化 总体流程61

【知识链接 1】网络优化
基本概念61

【知识链接 2】3G 无线网络
优化总体流程62

【技能实训】做一个网络优化
的工作计划65

任务 2 CDMA2000 网络 覆盖优化65

【知识链接 1】衡量覆盖效果的
测试指标66

【知识链接 2】覆盖问题分类及
优化方法66

【知识链接 3】覆盖问题案例
分析67

【技能实训】覆盖问题分析69

任务 3 CDMA2000 网络接入 问题优化 70

【知识链接 1】接入流程70

【知识链接 2】接入问题及原因
分析78



【知识链接 3】接入问题 案例分析	80	【知识链接 2】EV-DO 的基本信 令流程	120
【技能实训】接入问题分析	84	【知识链接 3】EV-DO 的问题分 类及优化方法	129
任务 4 CDMA2000 网络切换 问题优化	84	【知识链接 4】EV-DO 优化案例 分析	132
【知识链接 1】切换流程	84	【技能实训】EV-DO 的问题 分析	133
【知识链接 2】切换问题分类及 优化方法	92	项目 3 WCDMA 无线网络 优化	134
【知识链接 3】切换问题 案例分析	95	任务 1 WCDMA 网络覆盖 问题优化	134
【技能实训】切换问题分析	101	【知识链接 1】衡量覆盖效果的 测试指标	134
任务 5 CDMA2000 网络掉话 问题优化	101	【知识链接 2】覆盖问题分类	136
【知识链接 1】掉话机制	102	【知识链接 3】覆盖问题分析 流程	138
【知识链接 2】掉话分析模板	102	【知识链接 4】覆盖问题案例 分析	145
【知识链接 3】掉话处理的 参考流程	105	【技能实训】覆盖问题分析	151
【知识链接 4】掉话问题案例 分析	105	任务 2 WCDMA 网络主被叫 信令流程	151
【技能实训】掉话问题分析	108	【知识链接 1】UE 的状态	152
任务 6 干扰问题优化	108	【知识链接 2】UE 与网络之间的 信令连接和业务 连接	153
【知识链接 1】干扰的分类	108	【知识链接 3】CS 起呼流程	154
【知识链接 2】干扰定位和 排除	111	【知识链接 4】CS 被叫流程	157
【知识链接 3】干扰问题的 案例分析	112	【知识链接 5】PS 起呼流程和被 呼流程	158
【技能实训】干扰问题分析	114	【技能实训】CS 主被叫信令流程 分析	159
任务 7 多载波优化	115	任务 3 WCDMA 网络接入 问题优化	159
【知识链接 1】多载波问题分类 及优化方法	115	【知识链接 1】接入过程	160
【知识链接 2】多载波问题案例 分析	116	【知识链接 2】系统广播消息	162
【技能实训】多载波问题 分析	118		
任务 8 EV-DO 优化分析	119		
【知识链接 1】AT 状态	119		



【知识链接 3】接入问题分类及优化方法.....163	【知识链接 2】覆盖问题分类及优化方法.....233
【知识链接 4】接入问题案例分析.....169	【知识链接 3】覆盖问题案例分析.....234
【技能实训】接入问题分析.....175	【技能实训】覆盖问题分析.....236
任务 4 WCDMA 网络切换问题优化.....175	任务 2 TD-SCDMA 网络接入问题优化.....237
【知识链接 1】切换流程.....176	【知识链接 1】接入流程.....237
【知识链接 2】切换问题分类及优化方法.....184	【知识链接 2】接入问题原因分析.....239
【知识链接 3】切换问题案例分析.....190	【知识链接 3】接入问题案例分析.....241
【技能实训】切换问题分析.....194	【技能实训】接入问题分析.....245
任务 5 WCDMA 网络掉话问题优化.....195	任务 3 TD-SCDMA 网络切换问题优化.....245
【知识链接 1】掉话分类与处理流程.....195	【知识链接 1】切换流程.....245
【知识链接 2】掉话问题分类及优化方法.....199	【知识链接 2】切换失败分析.....251
【知识链接 3】掉话问题案例分析.....201	【知识链接 3】切换问题案例分析.....252
【技能实训】掉话问题分析.....205	【技能实训】切换问题分析.....254
任务 6 HSDPA 问题优化.....205	任务 4 TD-SCDMA 网络掉话问题优化.....255
【知识链接 1】HSDPA 的基本信令流程.....206	【知识链接 1】掉话分析.....255
【知识链接 2】HSDPA 的无线资源管理.....213	【知识链接 2】掉话案例.....258
【知识链接 3】HSDPA 优化案例分析.....225	【技能实训】掉话问题分析.....262
【技能实训】HSDPA 的问题分析.....231	任务 5 TD-HSPA 技术.....263
项目 4 TD-SCDMA 无线网络优化.....232	【知识链接 1】TD-HSPA 发展历程.....263
任务 1 TD-SCDMA 网络覆盖优化.....232	【知识链接 2】TD-HSPA 关键技术.....263
【知识链接 1】衡量覆盖效果的测试指标.....232	项目 5 DT 与 CQT 测试.....267
	任务 1 测试工具.....267
	【知识链接 1】路测软件.....267
	【知识链接 2】其他工具.....271
	任务 2 语音业务 DT 测试.....272

【知识链接 1】语音业务 DT 测试流程	273
【知识链接 2】DT 测试分类	274
【知识链接 3】CDMA 1X 语音测试指标	275
【知识链接 4】语音业务 DT 测试方法	277
任务 3 数据业务 DT 测试	282
【知识链接 1】EVDO 数据测试指标	283
【知识链接 2】数据业务 DT 测试方法	283

任务 4 语音业务 CQT 测试

【知识链接 1】CQT 测试流程	288
【知识链接 2】语音业务 CQT 测试指标	289
【知识链接 3】语音业务 CQT 测试方法	289
任务 5 数据业务 CQT 测试	290
【知识链接 1】数据业务 CQT 测试指标	291
【知识链接 2】数据业务 CQT 测试方法	291

任务 3 TD-SCDMA 网络优化	242
【知识链接 1】网络优化流程	242
【知识链接 2】网络优化分析	251
【知识链接 3】网络优化案例	252
【技能实训】网络优化分析	254
任务 4 TD-SCDMA 网络优化	252
【知识链接 1】网络优化流程	252
【知识链接 2】网络优化案例	258
【技能实训】网络优化分析	262
任务 5 TD-HSPA 技术	263
【知识链接 1】TD-HSPA 发展	263
【知识链接 2】TD-HSPA 关键技术	263
【知识链接 3】TD-HSPA 网络优化	263
【技能实训】TD-HSPA 网络优化	263
项目 6 DT 与 CQT 测试	263
任务 1 测试工具	263
【知识链接 1】测试工具	263
【知识链接 2】其他工具	271
任务 2 语音业务 DT 测试	272

任务 5 WCDMA 网络优化	192
【知识链接 1】网络优化流程	192
【知识链接 2】网络优化分析	199
【知识链接 3】网络优化案例	201
【技能实训】网络优化分析	202
任务 6 HSDPA 网络优化	202
【知识链接 1】HSDPA 的基本信令流程	206
【知识链接 2】HSDPA 的无线资源管理	213
【知识链接 3】HSDPA 优化案例	222
【技能实训】HSDPA 网络优化	231
项目 4 TD-SCDMA 无线网络优化	232
任务 1 TD-SCDMA 网络优化	232
【知识链接 1】网络优化流程	232
【知识链接 2】网络优化分析	232
【知识链接 3】网络优化案例	232
【技能实训】网络优化分析	232

项目 1

3G 无线网络规划

【知识目标】掌握 3G 无线网规总体流程；掌握覆盖规划、容量规划；掌握站点布局；领会规划仿真；掌握 PN 码规划、邻区规划、频率规划和 LAC 规划。

【技能目标】会进行网络规划资料收集；能够模拟第三方公司和运营商进行沟通；能够进行密集城区单站链路预算；会在满足容量需求前提下的站点计算；会站点初始布局和查勘；能够网络规划仿真；能够进行网络参数规划。

任务 1 3G 无线网规总体流程

【工作任务单】

工作任务单名称	3G 无线网规总体流程	建议课时	2
工作任务内容： 1. 掌握 3G 无线网络总体规划流程； 2. 进行网络规划资料收集； 3. 模拟第三方公司和局方进行沟通。			
工作任务设计： 1. 教师讲解 3G 无线网络总体规划流程知识点； 2. 情景模拟第三方公司和局方进行沟通； 3. 分组通过 Internet 进行本地网络规划资料收集和归纳。			
建议教学方法	教师讲解、情景模拟、分组讨论	教学地点	实训室

【知识链接 1】移动通信网络规划概述

1. 网规在网络建设项目中的位置

移动通信网络飞速发展，各通信网络运营商对通信网络不断地投资。优良的通信网络工程设计可以使运营商在相同的投资规模下获得最大的经济效益。完整的移动通信网络建设包括前期的调研（可行性研究）、网络规划、工程实施和网络优化等阶段，如图 1-1 所示。

网络规划是整个建设过程中的关键阶段，决定了系统的投资规模；规划结果确立了网络的基本架构，基本决定了网络的效果。合理的网络规划可以节省投资成本和建网后网络的运营成本，提高网络的服务等级，提高用户的满意度。

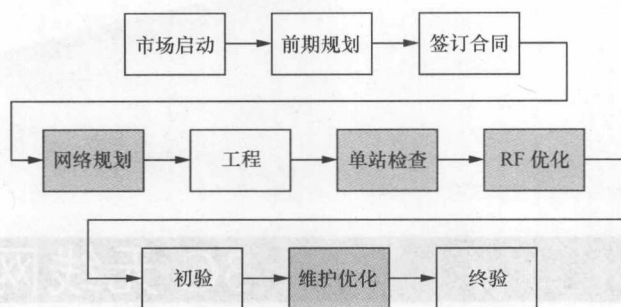


图 1-1 网络规划在项目实施过程中的位置

2. 移动通信网络规划的概念

移动通信网络规划是根据客户的容量需求、覆盖需求以及其他特殊需求，结合覆盖区域的地形地貌特征，设计合理可行的无线网络布局，以最小的投资满足客户需求的过程。

可以看出，网络规划首先需要了解客户的需求，满足客户需求是网络建设的终极目标；地形地貌对无线信号的传播影响很大，是技术上制约客户需求能否得到满足的重要因素，需要通过各种途径了解规划区域的地形地貌特征；客户需求和地形地貌信息是网络规划的基础。

蜂窝移动通信网络的性能受到地形地貌、用户分布、用户移动性、业务类型等各种因素的影响。只有在规划设计阶段充分考虑网络的覆盖需求、容量需求、规划区域的无线传播环境、可提供业务类型的话务模型等因素，结合系统能够提供的容量、系统的接收灵敏度等性能参数，通过链路预算、网络拓扑结构设计、仿真、实地勘察等工作，才能使设计的网络合理有效，达到预期的覆盖效果，为尽可能多的用户提供优质的服务。

3. 移动通信网络规划的目标

网络规划的目标就是在一定的成本下，在满足网络服务质量的前提下，建设一个容量和覆盖范围都尽可能大的无线网络，并能适应未来网络发展和扩容的要求。

实质上，要求网络以最小的投入，同时达到高标准的通信质量、最大的覆盖和最大的容量是做不到的。只能是在这些目标之间寻找平衡，使各个指标都在一定的允许范围内并且总的综合目标达到最佳，如图 1-2 所示。

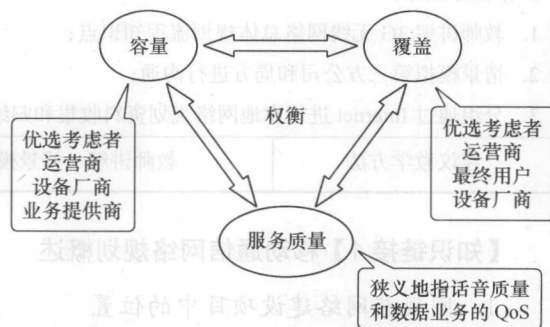


图 1-2 网络规划的目标

网络规划是一项系统工程，从无线传播理论的研究到天馈设备指标分析，从网络能力预测到工程详细设计，从网络性能测试到系统参数调整优化，贯穿了整个网络建设的全过程，大到总体设计思想，小到每一个小区参数；网络规划又是一门综合技术，需要用到从有线到无线多方面的知识，需要积累大量的实际经验。



4. 无线网络规划的目标

移动通信网络中三分之二的投资用于无线网络, 主要包括基站和基站控制器等。因此, 合理布站, 精心规划, 减少无线网络的投入应该成为移动通信网络规划的重心。

无线网络规划目标就是在保证服务质量的前提下, 以最小的成本构建一个覆盖最大、容量最大的无线网络。

具体目标有:

- 1) 达到服务区内最大程度的时间、地点的无线覆盖;
- 2) 减少干扰, 达到系统最大可能容量;
- 3) 最优化设置无线参数, 最大提高系统服务质量;
- 4) 在满足容量和服务质量前提下, 尽量减少系统设备成本;
- 5) 科学预测话务分布, 确定最佳基站分布网络结构;
- 6) 考虑网络的未来发展和扩容需要。

【想一想】

1. 移动通信网络规划是什么?
2. 无线网络规划的目标?

【知识链接2】3G无线网络总体规划流程

1. 3G无线网络规划的流程

3G无线网络规划的流程如图1-3所示。由图1-3可以看出, 整个无线网络的规划流程大致可以分为4个阶段。

1) 第一阶段: 前期准备

前期准备主要是基础数据采集, 为网络规划提供依据。需要采集的数据依据有: 成本限制、各类地图、覆盖区域类型、业务类型、终端类型及比例、各类业务覆盖要求、容量要求、可用频段、服务等级、人口分布、系统容量增长情况、收入分布、固定电话使用情况等。

2) 第二阶段: 预规划

预规划是根据覆盖区域的大小, 由链路预算得出小区覆盖面积, 从而推算出满足覆盖需求的基站数量, 同时根据使用户业务量和预期的用户数量、分布, 获得该业务模型下支持该用户数量的业务负荷所需的基站数量和大致站型、配置, 两者比较, 取其中较大的基站数量和相应的站间距为下一步的详细规划提供基础数据。

3) 第三阶段: 详细规划

将预规划获得的基站数量、大致站型和配置、初步站间距作为原始输入, 配合三维数字地图, 带入仿真工具, 结合初期网络勘察获得的候选站址, 对所需覆盖的区域, 进行认真的网络覆盖和容量效果预测和分析, 并通过站址位置、站间距、天线挂高、方位角、下倾角等关键的无线指标, 为未来的工程设计奠定基础。

4) 第四阶段: 优化阶段

随着用户的增加, 网络需要不断地进行优化调整。当话务量增长到一定阶段时, 网络需要扩容; 于是又回到了前期阶段进行数据采集。

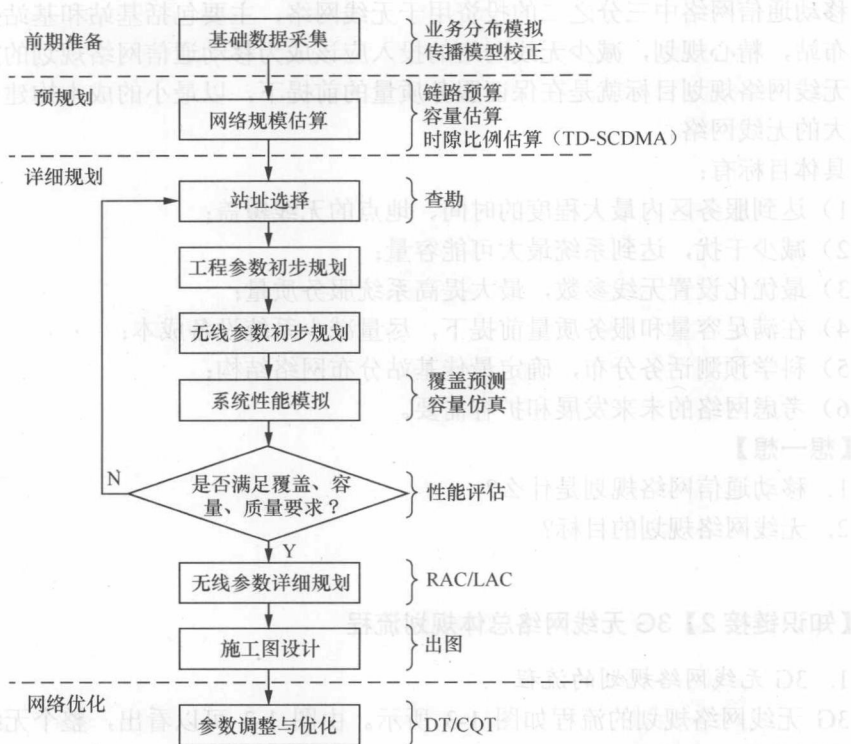


图 1-3 3G 无线网络规划流程

2. 不同 3G 系统的无线网络规划特点

不同的 3G 系统的无线网络规划特点如表 1-1 所示。

表 1-1 不同 3G 系统的无线网络规划要点比较

比较项目	TD-SCDMA	WCDMA	1X EV-DO
呼吸效应	有一定的呼吸效应；覆盖受负荷影响	小区呼吸效应明显；覆盖对负荷敏感	小区呼吸效应明显；覆盖对负荷敏感
容量规划	混合业务容量估算；需结合时隙规划	混合业务容量估算	混合业务容量估算
扩容方式	增加载波；小区分裂	增加载波；小区分裂	增加载波；小区分裂
覆盖规划	采用链路预算方式进行；主要参考上行；具体参数种类和取值有个性	采用链路预算方式进行；主要参考上行；具体参数种类和取值有个性	采用链路预算方式进行；主要参考上行；具体参数种类和取值有个性
频率规划	N 频点方式，形成主载波异频；较为复杂	初期单载波；后期增加载波；相对简单	需要与 1X 隔频
码资源规划	128 个扰码，资源紧张，规划较为复杂	512 个主扰码，资源丰富，相对简单	重点规划 PN 码，需要考虑与 1X 系统的协同

续表

比较项目	TD-SCDMA	WCDMA	1X EV-DO
切换规划	采用硬切换和接力切换；重点考虑邻接关系和信号强度	采用软切换，需要考虑软切换比例的折中	前向采用虚拟切换，反向采用软切换或硬切换
时隙规划	按业务预测配置时隙转换点	无此项	无此项

到目前为止，国际电信联盟（ITU）批准了四个标准作为全球第三代移动通信系统标准，它们是：WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA 和 WiMAX。WiMAX 是目前使用国家最少的标准。本教材仅介绍前三种 3G 主流技术标准的网络规划与优化。

【想一想】

1. 基础数据采集要采集的数据有哪些？
2. 规划阶段的网络优化和日常优化有何不同？

【技能实训】3G 网络规划资料收集

1. 实训目标

- 1) 培养良好的职业道德与习惯，增强团队意识。
- 2) 模拟通信第三方公司和运营商运维部、网络优化部、建设部进行沟通。
- 3) 能够利用 Internet 网络进行本地 3G 网络规划资料的收集。

2. 实训设备

- 1) 运营商各部门办公仿真场地。
- 2) 具有 Internet 网络连接的电脑一台。

3. 实训步骤及注意事项

- 1) 通过 Internet 网络了解本地经济情况、人文情况。
- 2) 模拟通信第三方公司和运营商运维部、网络优化部、建设部进行沟通，了解本地网络现状。
- 3) 通过 Internet 网络访问本地统计局网站，了解本地 GTP 地图。
- 4) 通过前面的调查，对资料进行电子归档，并整理成一个文档。

4. 实训考核单

考核项目	考核内容	所占比例	得分
实训态度	1. 积极参加技能实训操作 2. 按照安全操作流程进行操作 3. 纪律遵守情况	30%	
实训过程	1. 本地经济人文情况资料收集 2. 情景模拟：和运营商运维部、网络优化部、建设部进行沟通，获得本地网络现状 3. 本地 GTP 地图资料收集	40%	
成果验收	提交本地 3G 网络规划基本资料	30%	
合计		100%	



任务2 覆盖规划

【工作任务单】

工作任务单名称	3G 无线网络覆盖规划	建议课时	2
工作任务内容： 1. 掌握地理环境分类； 2. 掌握不同环境下的站型选择； 3. 掌握 3 种 3G 系统的物理信道、链路预算参数和链路预算； 4. 会根据密集城区单站链路预算计算出所需站点个数。			
工作任务设计： 1. 教师讲解地理环境分类； 2. 学员分组讨论不同环境下的站型选择； 3. 教师讲解 3 种 3G 系统的物理信道、链路预算参数和链路预算案例； 4. 根据给出的数据，学员进行实际覆盖规划。			
建议教学方法	教师讲解、分组讨论、案例教学	教学地点	实训室

【知识链接 1】地理环境分类

无线传播特性主要受地物地貌、建筑物材料和分布、植被、车流、人流、自然和人为电磁噪声等多个因素影响。移动通信网络的大部分服务区域的无线传播环境可以分为密集城区、一般城区、郊区和农村。

1. 密集城区

密集城区仅存在于大中城市的中心，区域内建筑物平均高度或平均密度明显高于城市内周围建筑物，地形相对平坦，中高层建筑较多。密集城区主要包含密集的高层建筑群、密集商住楼构成的商业中心。一般此类区域主要为商务区、商业中心区和高层住宅区。

此外还有一种特殊场景，即由大量自建住宅构成的城中村。城中村位于市区内，无线传播环境恶劣，村中建筑以 5~9 层砖混结构的自建民宅为主，建筑物极为密集，楼间距仅为 1~3 米左右。村中除了 2~4 米宽的街巷外，缺少市政道路。

2. 一般城区

一般城区为城市内具有建筑物平均高度和平均密度的区域，或经济发达、有较多建筑物的县城和卫星城市。该区域主要由市政道路分割的多个街区组成。此类区域一般以住宅小区、机关、企事业单位、学校等为主，典型建筑物高度为 7~9 层，当中夹杂少量的 10~20 层高楼。楼间距一般在 15~30 米左右。

3. 郊区

此类区域一般为城市边缘的城乡结合部、工业区以及远离中心城市的乡镇，区域内建筑物稀疏，基本上无高层建筑。市郊工业园区区域内主要建筑物为厂房和仓库，厂区间距较大。周围有较大面积的绿地。城乡结合部的建筑物明显比市区稀疏，无明显街区，建筑物以 7 层以下楼宇和自建民房为主，周围有较大面积的开阔地。



4. 农村

此类区域一般为孤立村庄或管理区,区内建筑物较少,周围有成片的农田和开阔地;此类区域常位于城区外的交通干线。

综上所述,无线传播地理环境分类的具体描述见表 1-2。由于我国幅员辽阔,各省、市的无线传播环境千差万别,除了有上述四类基本的区域类型外,还包括山地、沙漠、草原、林区、湖泊、海面、岛屿等广阔的人烟稀少的地区,在实际规划中应根据当地的实际情况对分类进行适当调整。

表 1-2

无线传播地理环境分类

区域类型	典型区域描述
密集城区	区域内建筑物平均高度或平均密度明显高于城市内周围建筑物;地形相对平坦;中高层建筑物较多
一般城区	城市内具有建筑物平均高度和平均密度的区域;经济发达、有较多建筑物的城镇
郊区	城市边缘地区,建筑物较稀疏,以低层建筑物为主;经济普通、有一定建筑物的小镇
农村	孤立村庄或管理区,区内建筑物少,有成片的开阔地;交通干线

【想一想】

无线传播环境可以分为哪几种?各有何特点?

【知识链接 2】基站设备类型和扇区配置

1. 基站设备类型

1) 基本概念

扇区:是物理概念,表示一根天线波瓣的覆盖范围。

载波:当没有调制信号(即没有能够用来调制的其他电波循环脉冲串或者直流)的情况下由发射机产生的无线电波;

载频:未调制的无线电、雷达、载波通信或其他发射机产生的频率,或者对称信号调制的发射波的平均频率。

2) 基站设备类型

基站类型分为宏基站、基带拉远站(BBU+RRU)、微基站和直放站。

① 宏基站

宏基站(分室内/外型)主要应用于大面积覆盖,作为目前主力站型,可以满足大规模连续覆盖和容量要求,具有集成度高、功耗低、容量大等特点。其应用于高业务量区域的覆盖和话务吸收、郊区/农村的低成本覆盖。

② BBU+RRU 或 RRU

基带拉远站(BBU+RRU)利用光纤远端拉远的方式,彻底解决了 3G 基站馈线损耗大的问题。BBU+RRU 共享基带资源,组网灵活,可以替代传统基站进行组网,是未来技术发展的方向。

BBU+RRU 支持本地拉远和远端拉远覆盖,有助于解决机房短缺问题,解决密集城区、普通城区、郊区、乡村、公路沿线等室外广覆盖,解决城市热点地区、盲点地区的拉远覆盖,也可以作为室内分布信号源。

按照设备功率输出方式,RRU 可以分为单通道和多通道设备,多通道设备可以实现广覆盖,单通道设备主要用于局部补盲或室分信源。

③ 微基站

微基站是 3G 无线网络覆盖的一种重要补充方式,具有集成传输电源、安装方便灵活等特点。在覆盖补盲时,能起到跟 RRU 同样的作用。另外,微基站也可作为室内分布系统的信号源,用来解决具有一定话务量楼宇内的覆盖和容量问题。与 RRU 相比,微基站支持各种方式的传输接入,不必采用裸光纤。

④ 直放站

直放站作为一种有效的网络补充覆盖产品,更多地用来转发信号,以解决局部复杂地形阻挡区域的覆盖问题,如地下室、偏远村庄、道路等。另外,在室内分布系统中更多地用作信号源。其最大优点是价格便宜、成本低廉,但同时会给施主基站引入干扰,影响网络的性能指标,且其网管功能和设备检测功能较弱。

3) 基站类型选择原则

① 在市区、郊区和农村等广覆盖区域,以宏基站和 BBU+RRU 为基础实现大面积覆盖。

② 根据安装条件、设备成熟度和价格,选定 BBU+RRU 或宏基站设备。BBU+RRU 可用在本地拉远与远端拉远两种不同的场景。宏基站馈线拉运距离有限,当馈线长度超过 75m 时,优选 BBU+RRU。

③ 在站址选择或工程安装存在困难但光纤资源丰富的站点,优先采用 BBU+RRU 设备。

④ 在热点地区(如机场、车站、购物中心和闹市区的街道)和宏蜂窝覆盖盲区,以微基站或 RRU 作为补充覆盖。

2. 扇区配置

1) 扇区配置

① S111 表示某个站点的频点和扇区的配置情况。

S 代表定向站,S111 代表每个扇区配置 1 载频;S333 代表三个扇区配置 3 载频。

② O 代表全向站。

O1 就代表是一个全向 1 载频配置的基站。

O1~O3 为包含 1~3 载频的全向站,S1/1/1~S3/3/3 则为每小区分别容纳 1~3 载频的三扇区定向站型,其可通过在不同小区内设置相隔的主载频来规避公共信道干扰,即分别对应于异频、混频及同频组网模式。各定向站型主载频配置如图 1-4 所示。



图 1-4 定向站型多频点配置示意图

2) 常用基站扇区配置

常用基站扇区配置如表 1-3 所示。



表 1-3

常用基站扇区配置

基站扇区配置	适用原则	典型使用区域
全向站	主要解决信号覆盖；针对较为平坦、话务量较低的区域	农村地区
单扇区/两扇区	主要解决信号覆盖；针对有明确覆盖需求或话务量集中的区域	高速公路、室内覆盖（地下停车场等）
三扇区	主要承载话务，同时解决信号覆盖；针对话务量比较集中的区域	一般城区、密集城区、郊区等

3. 其他设备类型

1) 直放站

从控制投资的角度，应有选择地使用直放站作为辅助覆盖手段，实现低成本覆盖。直放站主要应用于以下情况。

① 室内、地下室、隧道等无线覆盖盲区。

② 郊区、农村以及主要交通公路、铁路等低话务地区。

考虑到直放站不可避免地对施主基站接收灵敏度、接入、切换等无线性能造成影响，其时延还影响多用户检测效果，引起掉话现象，因而 3G 直放站使用受到较大限制。直放站主要用于郊区、农村，在市区的使用范围主要限于解决室内覆盖问题，并且尽可能使用光纤直放站，以避免导频污染。

2) 室内信号覆盖的解决方案

① 借用室外小区信号

对于应用场所的室内纵深比较小，楼宇高度不高于周围楼群的平均高度的情况，可以考虑让室外小区信号直接覆盖室内。若室外小区信号较强，则经过建筑物的穿透损耗后还能完成对室内的覆盖。依靠室外小区的信号穿透，解决了大量的建筑物内部的信号覆盖。

这种方法是最经济、最便利的覆盖方式，也是在建设室外网络时需要考虑的因素。

② 建设室内分布系统

对于室内纵深比较大的场所、高度比周围楼群的平均高度高 5 层左右的楼宇，或者像地下室之类的室外信号很难覆盖的地方，应建设独立的室内分布系统。

这种方法建设成本较高、物业协调难度大，而且分布系统建设还需要一个逐步完善的过程。

【想一想】

1. 基站设备类型有哪些？基站类型选择原则是什么？
2. 常用基站扇区配置有哪些？

【知识链接 3】3 种 3G 系统的链路预算

1. WCDMA 系统的链路预算

覆盖估算过程是根据规划场景、网络设计容量以及设备性能等元素进行链路预算，得出允许的最大路径损耗，根据规划区域的无线传播模型，得到最大小区半径，从而计算得到站点的覆盖面积，进而可计算出规划区域所需的站点个数，覆盖估算过程如图 1-5 所示。当然此站点个数仅仅为理想蜂窝状态下的站点个数，在具体地形环境下布站时站点数目会有一定的增加。