



IT工程师宝典·通信

多制式数字全光分布系统 应用与设计

杜明玉 王志勇 蔡鑫 龚照 汤利民 邹勇 著



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>

TN92
766



IT 工程师宝典 · 通信

多制式数字全光分布系统 应用与设计

杜明玉 王志勇 蔡 鑫 著
龚 照 汤利民 邹 勇

514113/1100

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

多制式数字全光分布系统作为一种新型的深度覆盖解决方案,在移动通信网络优化方面将发挥重要作用。本书从产品基本原理、组网方案、方案设计等方面深入介绍多制式数字全光分布系统:首先介绍移动通信的发展以及该系统的引入背景、产业发展和国内外使用情况;其次介绍其产品原理和特点,以及主要特性、参数指标和监控方案;在此基础上重点介绍数字全光分布系统的网络架构,应用方案设计,产品的安装和开通,常见故障的处理以及典型应用案例;最后展望数字全光分布系统的发展趋势。

本书面向移动通信从业人员,如电信运营商、电信设备供应商、电信咨询业相关工程技术人员,以及通信及相关专业的大学生。

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

多制式数字全光分布系统应用与设计 / 杜明玉等著. —北京:电子工业出版社, 2016.9

(IT工程师宝典·通信)

ISBN 978-7-121-29921-6

I. ①多… II. ①杜… III. ①数字移动通信—数字通信系统 IV. ①TN929.53

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第222447号

责任编辑:张来盛(zhangls@phei.com.cn)

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:北京天宇星印刷厂

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:12 字数:228千字

版 次:2016年9月第1版

印 次:2016年9月第1次印刷

印 数:4000册 定价:49.00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)88254467; zhangls@phei.com.cn。

前 言

21 世纪以来,移动通信网络在中国得到了飞速的发展,从最早的模拟通信系统发展到第四代移动通信系统(4G)只用了短短的十几年,如今第五代移动通信系统(5G)预研也已经在如火如荼地开展中,未来三到四年就会开始商用。

伴随着移动通信网络的升级换代,移动通信的业务也在发生巨大的变化,从最早的电话、短信业务到如今的高速数据业务,如视频电话、微信。不管是早前的电话还是如今的微信,大部分的业务都是在室内进行的,因此室内信号覆盖的好坏至关重要。室内信号的覆盖也是运营商最为头疼的地方,由于无线信号的传输特性,加上如今建筑的特点,常规室外基站的信号穿墙损耗较大,室内信号普遍较差。

21 世纪初,作为基站信号的延伸覆盖,直放站发挥了重要的作用。在 2G 时代,直放站得到了大量应用,随着移动通信的发展,直放站也发生了演进。在 4G 时代,移动运营商同时拥有多张网络,如中国移动同时有 2G(主要承载语音业务)和 4G(主要承载数据业务),中国电信同时有 3G 和 4G,中国联通则同时有 2G、3G 和 4G,这么多信号都要在室内覆盖,一种新型的分布系统——多制式数字全光分布系统就应运而生。多制式数字全光分布系统是一种运用宽带数字化技术,使用光纤承载无线信号传输和分布,同时实现运营商 2G、3G 和 4G 无线信号覆盖的解决方案。

由于其集约化、监控方便和更易实现 LTE MIMO 功能等特点,多制式数字全光分布系统在中国移动和中国联通得到了大量应用,中国电信也开始了技术调研。同时,在响应国家共建共享号召下成立的中国铁塔也在推进多运营商多制式数字全光分布系统的研究,并在多地展开了试点和测试。

本书著者均多年从事无线网络研究的相关工作,有着丰富的移动通信网络技术知识和网络优化经验,部分著者还牵头起草和参与制定了部分行业标准。本书首先介绍移动通信的发展以及数字全光分布系统的引入背景、产业发展和国内外使用情况;其次介绍其产品原理和特点,以及主要特性、参数指标和监控方案;在此基础上重点介绍数字全光分布系统的网络架构,应用和方案设计,产品的安装和开通,常见故障的处理以及相关的典型案例,对工程设计起到一定的实际指导意义;最后对全书进行总结,展望数字全光分布系统

的未来发展趋势。

本书由杜明玉、王志勇、蔡鑫、龚照、汤利民和邹勇著。全书由杜明玉、王志勇和蔡鑫策划，杜明玉和龚照负责全书的结构和内容的编排，汤利民和邹勇提出修改意见。

由于本书从策划到编写再到出版的时间比较紧张，书中肯定有不少问题，欢迎广大读者指正。

著 者

2016年8月于武汉

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 移动通信技术发展历程	1
1.2 多制式数字全光分布系统研发背景	9
1.3 多制式数字全光分布系统概念	10
1.4 多制式数字全光分布系统的适用场景	12
第 2 章 多制式数字全光分布系统产业发展	15
2.1 行业标准	15
2.2 发展历程	16
2.3 国内使用现况	17
2.4 国际使用现况	18
第 3 章 多制式数字全光分布系统产品介绍	21
3.1 产品特点	21
3.1.1 传统室分现状	21
3.1.2 新型深度室分覆盖方案产品的特点	21
3.2 产品架构和面板、接口介绍	22
3.2.1 产品构架	22
3.2.2 产品面板及接口介绍	25
3.3 系统工作原理	29
3.4 产品光特性指标	29
3.5 产品监控方案及举例	30
3.5.1 产品监控方案	30
3.5.2 有线监控方案举例	31

第4章	多制式数字全光分布系统网络架构及关键技术	37
4.1	系统特点	37
4.2	产品组网示意	38
4.3	产品关键技术介绍	39
第5章	多制式数字全光分布系统工程应用勘测	43
5.1	勘测目的	43
5.2	勘测要素	44
5.3	勘测流程和勘测内容	45
5.4	模拟测试	48
5.4.1	模拟测试方案介绍	48
5.4.2	模拟测试案例	50
5.5	勘测报告	55
第6章	多制式数字全光分布系统产品方案设计	57
6.1	方案设计概念及流程	57
6.2	产品解决方案分析	59
6.2.1	多制式数字光纤分布系统与传统室分建设对比	59
6.2.2	多制式数字光纤分布系统建设优势及产品特点	61
6.2.3	多制式数字全光分布系统室内外应用特点	63
6.3	方案设计目标、流程和步骤	66
6.3.1	2G/3G/4G 方案设计目标	66
6.3.2	方案设计流程	68
6.3.3	方案设计步骤	68
6.4	方案设计案例介绍	82
第7章	多制式数字全光分布系统产品工程安装	85
7.1	施工准备	85
7.1.1	基本安装条件	85
7.1.2	安装流程	88
7.1.3	工程准备	89

7.2	近端单元安装	91
7.2.1	近端单元安装方式	91
7.2.2	近端单元接口与连线	94
7.3	扩展单元安装	96
7.3.1	扩展单元安装方式	96
7.3.2	扩展单元连线和安装效果	97
7.4	远端单元安装	99
7.5	电源和接地	101
7.5.1	主单元和扩展单元的电源和接地端口	101
7.5.2	电源连接	102
7.5.3	设备接地	102
第 8 章	多制式数字全光分布系统开通调测	105
8.1	设备联机	105
8.1.1	调测软件介绍	105
8.1.2	调试准备	106
8.1.3	调试流程	106
8.1.4	联机操作	106
8.1.5	站点/设备编号设置	116
8.1.6	MU 参数设置	117
8.2	产品开通调测	118
8.2.1	GSM 网络制式设置	118
8.2.2	TD-SCDMA 网络制式设置	119
8.2.3	TD-LTE 网络制式设置	119
8.2.4	快速开通指南	122
8.3	软件版本升级	124
8.3.1	产品升级前准备工作	124
8.3.2	产品升级——TFTP 方式	124
8.3.3	产品升级——MCP:B 方式	127
8.4	产品监控开通	128
8.4.1	安装材料及开通工具	128

8.4.2	开通前需确认的信息	129
8.4.3	安装及开通	129
8.5	产品调测注意事项	131
8.6	维护测试	132
第 9 章	多制式数字全光分布系统常见故障处理	139
9.1	设备硬件故障	139
9.1.1	常见排查思路	139
9.1.2	案例分析	139
9.2	设备程序版本异常	140
9.2.1	常见排查思路	140
9.2.2	案例分析	141
9.3	线缆连接错误	142
9.3.1	常见排查思路	142
9.3.2	案例分析	142
9.4	信源参数设置不合理	144
9.4.1	常见排查思路	144
9.4.2	案例分析	144
9.5	干扰问题	148
9.5.1	常见排查思路	148
9.5.2	案例分析	148
第 10 章	多制式数字全光分布系统应用案例	153
10.1	城中村覆盖	153
10.1.1	场景特点	153
10.1.2	案例分析	154
10.2	住宅小区覆盖	161
10.2.1	场景特点	161
10.2.2	案例分析	161
10.3	酒店写字楼覆盖	165
10.3.1	场景特点	165

10.3.2 案例分析.....	166
10.4 大型商场综合体覆盖.....	173
10.4.1 场景特点.....	173
10.4.2 案例分析.....	174
第 11 章 总结与展望.....	177
附录 A 缩略语.....	179

第 1 章

概 述

1.1 移动通信技术发展历程

移动通信的发展历史可以追溯到 19 世纪。1864 年麦克斯韦从理论上证明了电磁波的存在；1876 年赫兹用实验证实了电磁波的存在，如图 1-1 所示；1900 年马可尼等人利用电磁波进行远距离无线电通信取得了成功，从此世界进入了无线电通信的新时代。

现代意义上的移动通信开始于 20 世纪 20 年代。1928 年，美国 Purdue 大学学生发明了工作于 2 MHz 的超外差式无线电接收机，并很快在底特律的警察局投入使用，这是世界上第一种可以有效工作的移动通信系统；20 世纪 30 年代初期，第一部调幅制式的双向移动通信系统在美国新泽西的警察局投入使用；30 年代末，第一部调频制式的移动通信系统诞生。试验表明，调频制式的移动通信系统比调幅制式的移动通信系统更加有效。

20 世纪 40 年代，调频制式的移动通信系统逐渐占据主流地位，这个时期主要完成通信实验和电磁波传输的实验工作，在短波波段上实现了小容量专用移动通信系统。这种移动通信系统的工作频率较低，话音质量差，自动化程度低，难以与公众网络互通。在第二次世界大战期间，军事上的需求促使技术快速进步，同时导致移动通信的巨大发展。战后，军事移动通信技术逐渐被应用于民用领域，

到 20 世纪 50 年代, 美国和欧洲部分国家相继成功研制了公用移动电话系统, 在技术上实现了移动电话系统与公众电话网络的互通 (如图 1-2 所示), 并得到了广泛的使用。遗憾的是, 这种公用移动电话系统仍然采用人工接入方式, 系统容量小。



图 1-1 赫兹用实验证实了电磁波的存在



图 1-2 移动电话系统与公众电话网络互通的场景

1G 系统（模拟系统）

1978 年，美国贝尔实验室开发了先进移动电话业务（AMPS）系统，这是第一种真正意义上的具有随时随地通信能力的大容量的蜂窝移动通信系统。AMPS 采用频率复用技术，可以保证移动终端在整个服务覆盖区域内自动接入公用电话网，具有更大的容量和更好的语音质量，很好地解决了公用移动通信系统所面临的大容量要求与频谱资源限制的矛盾。20 世纪 70 年代末，美国开始大规模部署 AMPS 系统。AMPS 以优异的网络性能和服务质量获得了广大用户的一致好评。AMPS 在美国的迅速发展，促进了在全球范围内对蜂窝移动通信技术的研究。到 80 年代中期，欧洲和日本也纷纷建立了自己的蜂窝移动通信网络，主要包括英国的 ETACS 系统、北欧的 NMT-450 系统、日本的 NTT/JTACS/NTACS 系统等。这些系统都是模拟制式的频分双工（Frequency Division Duplex, FDD）系统，亦被称为第一代蜂窝移动通信系统或 1G 系统（俗称“大哥大”）。

图 1-3 所示是早期人们使用“大哥大”的场景。



图 1-3 使用“大哥大”的场景

2G 系统（数字系统）

为了解决模拟系统中存在的技术缺陷，数字移动通信技术应运而生并发展起来，这就是以泛欧 GSM/DCS1800、美国 ADC 和日本 PDC 为代表的第二代移动通信（2G）系统。1982 年，欧洲邮电大会（CEPT）成立了一个新的标准化组织——GSM（Group Special Mobile），其目的是制定欧洲 900 MHz 数字 TDMA 蜂窝移动通信系统（GSM 系统）技术规范，从而使欧洲的移动电话用户能在欧洲境内自动漫游。通信网的数字化发展和模拟蜂窝移动通信系统的应用说明，欧洲国家呈现多种制式分割的局面，不能实现更大范围覆盖和跨国联网。1986 年，泛欧 11 个国家为 GSM 提供了 8 个实验系统和大量的技术成果，并就 GSM 的主要技术规范达成共识。1988 年，欧洲电信标准协会（ETSI）成立。1990 年，GSM 第一期规范确定，系统试运行。英国政府发放许可证建立个人通信网（PCN），将 GSM 标准推广应用到 1 800 MHz 频段改成为 DCS1800 数字蜂窝系统，频宽为 2×75 MHz。1991 年，GSM 系统在欧洲开通运行；DCS1800 规范确定，可以工作于微蜂窝，和已有系统重叠或部分重叠覆盖。1992 年，北美 ADC（IS-54）投入使用，日本 PDC 投入使用；FCC 批准了 CDMA（IS-95）系统标准，并继续进行现场实验；GSM 系统被重新命名为全球移动通信系统（Global System for Mobile Communication）。199 年，GSM 系统已覆盖泛欧及澳大利亚等地区，67 个国家已成为 GSM 成员。1994 年，CDMA 系统开始商用。1995 年，DCS1800 开始推广应用。

2G 系统网络架构如图 1-4 所示。

3G 系统

由于网络的发展，数据和多媒体通信的发展势头很猛，所以，第三代移动通信的目标就是移动宽带多媒体通信。第三代移动通信（3G）系统的概念最早于 1985 年由国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）提出，是首个以“全球标准”为目标的移动通信系统。在 1992 年的世界无线电大会上，为 3G 分配了 2 GHz 附近约 230 MHz 的频带。考虑到该系统的工作频段为

2 000 MHz, 最高业务速率为 2 000 kb/s, 而且计划在 2000 年左右商用, 于是 ITU 在 1996 年正式将它命名为 IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000)。3G 系统最初的目标是在静止环境、中低速移动环境、高速移动环境下分别支持 2 Mb/s、384 kb/s、144 kb/s 的数据传输, 其设计目标是提供比 2G 更大的系统容量、更优良的通信质量, 并使系统能提供更加丰富多彩的业务。

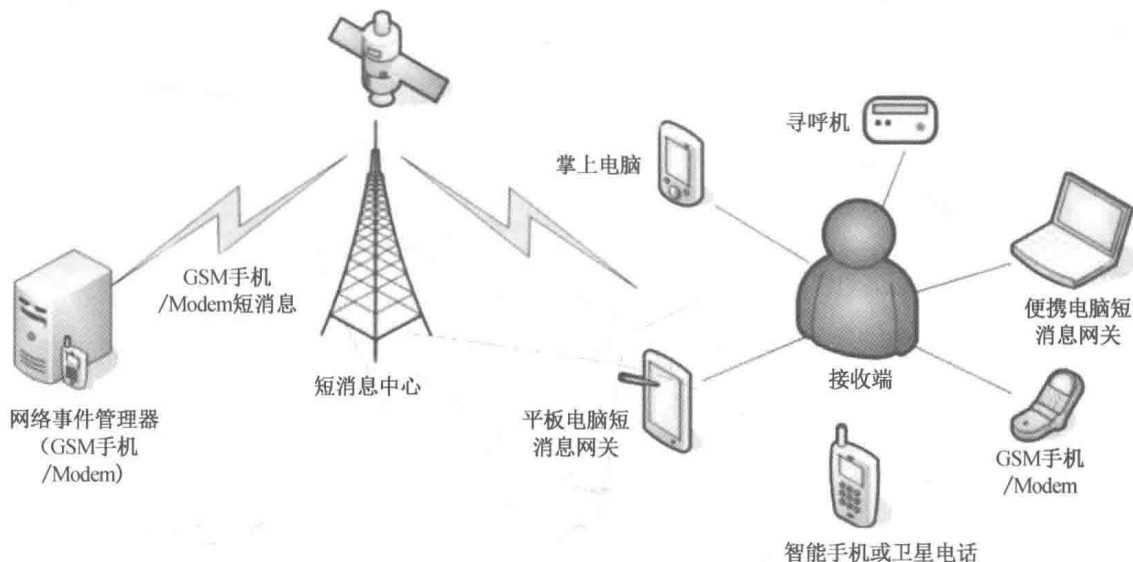


图 1-4 2G 系统网络架构

3G 系统网络架构如图 1-5 所示。

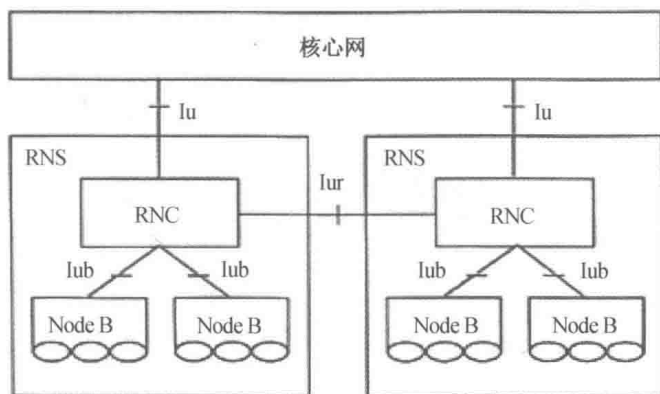


图 1-5 3G 系统网络架构

下面对三种 CDMA 技术做简要说明。

IMT-2000 CDMA DS (IMT-DS)

IMT-2000 CDMA DS 是 3GPP 的 WCDMA 技术与 3GPP2 的 cdma2000 技术的直接扩频 (DS) 部分融合后的技术, 仍称为 WCDMA。此标准将同时支持 GSM MAP 和 ANSI-41 两个核心网络。

IMT-2000 CDMA MC (IMT-MC)

IMT-2000 CDMA MC 即 cdma2000。在融合后, 只含多载波方式, 即 1X、3X、6X、9X 等。此标准也将同时支持 ANSI-41 和 GSM MAP 两大核心网。

IMT-2000 CDMA TDD (IMT-TD)

IMT-2000 CDMA TDD 目前实际上包括了低码片速率 TD-SCDMA 和高码片速率 UTRA TDD (TD-CDMA) 两种技术。目前这两种技术的物理层完全分开, 分别采用我国 CWTS 和 3GPP 的两套技术规范, 第 2 层和第 3 层基本相同。目前这两种技术已经进行了部分关键内容的融合, 包括:

- 码片速率为 3.84 Mcps 和 1.28 Mcps (3.84 Mcps 的 1/3);
- 第 2 层、第 3 层基本一致, 采用 3GPP 的技术规范, 定义了部分兼容互可 (hooks), 以便制定兼容 TD-SCDMA 的相应扩展协议 (extension)。

4G (第四代移动通信)

4G 通信技术是继 3G 以后的又一次无线通信技术演进, 其开发更加具有明确的目标——提高移动装置无线访问互联网的速度。

据 3G 市场分三个阶段走的发展计划, 3G 的多媒体服务在 10 年后进入第三个发展阶段, 此时覆盖全球的 3G 网络已经基本建成, 全球 25% 以上人口使用 3G 系统。在发达国家, 3G 服务的普及率更超过 60%, 那么这时就需要有更新一代的系统来进一步提升服务质量。

LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 项目是 3G 的演进, 它改进并增强了 3G 的空中接入技术, 采用 OFDM 和 MIMO 作为其无线网络演进的唯一标准。其

主要特点是：在 20 MHz 频谱带宽下能够提供下行 100 Mb/s 与上行 50 Mb/s 的峰值速率，相对于 3G 网络大大提高了小区的容量，同时将网络延迟大大降低（内部单向传输时延低于 5 ms，控制平面从睡眠状态到激活状态迁移时间小于 50 ms，从驻留状态到激活状态的迁移时间小于 100 ms）。这一标准也是 3GPP 长期演进（LTE）项目，是近两年来 3GPP 启动的最大的新技术研发项目，其演进的历史如下：

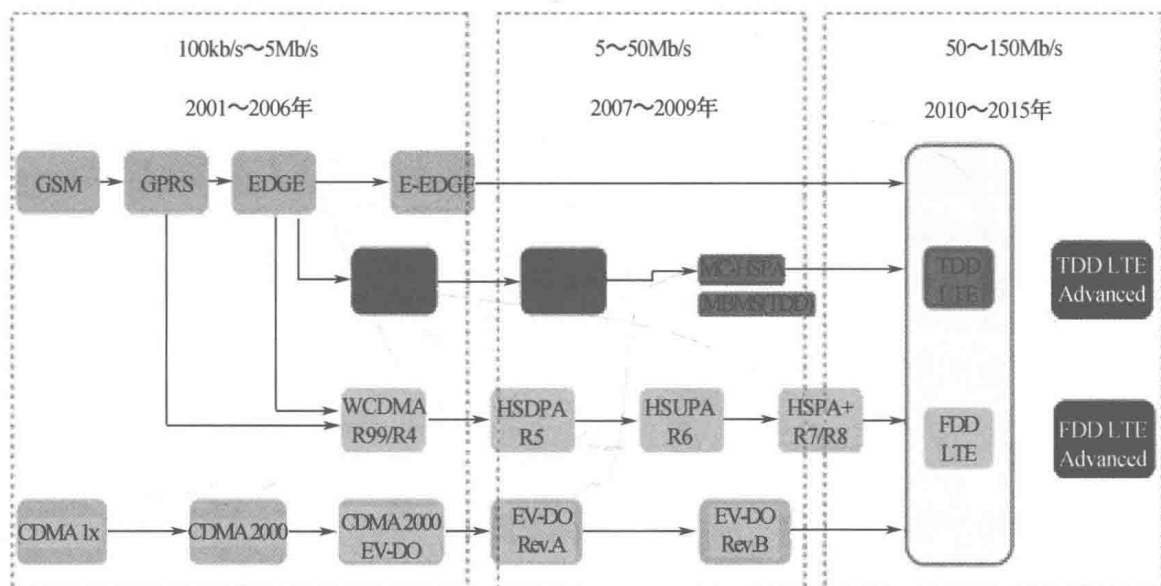


图 1-6 3GPP 长期演进 (LTE) 历史

3GPP LTE 主要特性指标如下：

- 带宽 1.25~20 MHz，提供上行 50 Mb/s、下行 100 Mb/s 的峰值数据速率；
- 用户平面延迟（单向）小于 5 ms，控制平面延迟小于 100 ms；
- 支持与现有 3GPP 和非 3GPP 系统的互操作；
- 支持增强型广播组播（MBMS）业务；
- 支持增强的 IMS 和核心网；
- 取消 CS 域，CS 域业务在 PS 域实现，如采用 VoIP；
- 以尽可能相似的技术同时支持成对和非成对频段；
- 提升小区边缘比特率。

在 LTE 第 1 层方案征集过程中，有 6 个选项在 3GPP RAN1 工作组中被评估，