

移动通信前沿技术丛书

数字集群

移动通信系统(第2版)

郑祖辉 陆锦华 郑 岚 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

移动通信前沿技术丛书

数字集群移动通信系统 (第2版)

郑祖辉 陆锦华 郑 岚 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

近几年,数字集群通信系统得到了较快的发展。本书在介绍集群通信的发展由来、特点、原理和所采用技术(尤其是用于数字集群通信系统的一些数字移动通信技术)的基础上,系统、全面地阐述了数字集群通信系统(包括我国数字集群移动通信行业标准推荐的两种体制——iDEN 系统和 TETRA 系统)的系统结构和配置,操作模式和工作原理,主要业务、功能和技术,以及数字集群通信的应用,其内容在第1版的基础上有所扩展,并介绍了更多典型的 iDEN 数字集群通信网络和 TETRA 数字集群通信系统,如 ELETTRA, DIMETRA 和 ACCESSNET®-T 以及国产的 GoTa 和 GT-800 等。

本书适合通信领域的工程技术人员、管理人员、运营维护人员和高等院校相关专业的师生阅读。

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

数字集群移动通信系统/郑祖辉,陆锦华,郑岚编著.2版.—北京:电子工业出版社,2005.1
(移动通信前沿技术丛书)

ISBN 7-121-00497-6

I. 数… II. ①郑…②陆…③郑… III. 数字通信:移动通信—通信系统 IV.TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 109892 号

责任编辑:张来盛 特约编辑:杨 琳

印 刷:北京民族印刷厂

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

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:34.75 字数:930 千字

印 次:2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:49.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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) 68279077。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。

出版说明

移动通信是当前发展最快、应用最广和最前沿的通信领域之一,有专家预测到 2003 年全球移动用户数将达到 10 亿。移动通信的最终目标是实现任何人可以在任何地点、任何时间与其他任何人进行任何方式的通信。移动通信技术现在已经发展到了以 WCDMA 为代表的第三代,而相互兼容各种移动通信技术的第四代标准目前已经悄然来临。为了促进和推动我国移动通信产业的发展,并不断满足社会各界和广大通信技术人员系统学习和掌握移动通信前沿技术的需求,电子工业出版社特约请国内从事移动通信科研、教学、工程、管理等工作并具有丰富的理论和实践经验的专家、教授亲自编著或翻译国外经典著作组成了这套《移动通信前沿技术丛书》,于新世纪之初相继地推出。

该丛书从我国移动通信技术应用现状与发展情况出发,以系统与技术为中心,全面系统地介绍了当今移动通信领域涉及的有关关键技术与热点技术,如软件无线电原理与应用、智能天线原理与应用、蓝牙技术、移动 IP、通用无线分组业务(GPRS)、移动通信网络规划与优化、移动数据通信以及典型的第三代移动通信系统等内容。其特点是力求内容的先进性、实用性和系统性;突出理论性与工程实践性紧密结合;内容组织循序渐进、深入浅出,理论叙述概念清晰、层次清楚,经典实例源于实践。丛书旨在引导读者将移动通信的原理、技术与应用有机结合。

这套丛书的主要读者对象是广大从事通信技术工作的工程技术人员,也适合高等院校通信、计算机等学科各专业在校师生和刚走上工作岗位的毕业生阅读参考。

在编辑出版这套丛书过程中,参与编著、翻译和审定的各位专家都付出了大量心血,对此,我们表示衷心感谢。欢迎广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议,或推荐其他好的选题(Email:david.zhu@phei.com.cn),以便我们今后为广大读者奉献更多、更好的优秀通信技术图书。

电子工业出版社

2001 年 1 月

前 言

《数字集群移动通信系统》自 2002 年初出版发行以来,受到业界人士和广大读者的普遍欢迎。随着通信技术的发展和人们对数字集群通信系统认识的不断加深,我国政府对发展数字集群通信所给予的支持,以及数字集群通信系统作为高效应急指挥调度系统所发挥的重要作用,数字集群通信系统得到了较快的发展。特别是在美国发生 911 事件和我国 2003 年受到“非典”疫情的袭击后,各级政府和部门对于建立高效、应急反应的指挥调度系统和机制的重要性及迫切性的认识已达到了前所未有的高度,我国数字集群通信的发展和应用迎来了良好的机遇。

近 3 年来,新的数字集群通信运营商和使用单位不断增加。进入我国市场的国外数字集群通信生产商,2002 年初主要是 MOTOROLA、NOKIA、MARCONI (现改名为 OTE) 和 R/S 等,目前已增加到 8~10 家,运营商和使用部门可挑选的系统和设备的品种明显增多。尤为令人欣喜的是,信息产业部有关司局已表示,支持具有自主知识产权的国产系统和设备的开发和研制。从 2003 年下半年开始,我国自主研发的数字集群通信系统开始进入国内市场。中兴公司的 GoTa 系统和华为公司的 GT800 系统已陆续推出,并进行了组网试验。目前这两个系统的《中华人民共和国通信标准参考性技术文件》已经通过,并将由信息产业部科技司发布。大唐和首信公司的数字集群通信系统也在紧锣密鼓的研制中。与此同时,我国数字集群通信标准所推荐的两种体制——TETRA 系统和 iDEN 系统,近几年都有不同程度的改进和发展,版本不断更新。TETRA 系统不仅有 400 MHz 频段的设备,符合我国国内标准的 800 MHz 和 350 MHz 频段的设备都已推出。iDEN 系统在中国使用的标准版本已经从 7.0、8.0、9.2、10.5 发展到 11.0; iDEN 小网 Harmony 系统的版本,已从 1.0 版升级到 4.0 版,到 2005 年将是 5.0 版。版本的更新,说明系统的指标在提高,功能在增加,一些老设备和系统亟待更新。

数字集群通信系统最初是做专网用的,而现在不仅专网在发展使用,共网也在发展和运营,而且其使用定位越分越细:共网可分为运营共网和政务共网,专网可分为物理专网和虚拟专网(VPN)。继 2000 年底发布我国数字集群通信推荐性标准后,2001 年、2002 年和 2003 年信息产业部又相继发布了一些文件和通知。在这一系列方针和政策的指导下,我国运营商和使用部门建设了一批 TETRA 和 iDEN 数字集群通信共网和专网,而且还在不断增加和发展。这些网络都不同程度地发挥了作用。例如,在 2001 年上海 APEC 大会上,上海国脉公司的 Harmony 网发挥了很好的作用,上海市政府对它非常满意,反映很好;在 2003 年上海地铁四号线出现险情和黄浦江发生漏油事件后,上海市公安局的 TETRA 网投入应用,为各级领导指挥调度使用,效果也很好。因此,数字集群通信系统以其指挥调度的功能在移动通信系统中进一步确立了地位,开始获得人们的信任和认同,各级政府和部门都体会到数字集群通信系统在应急指挥调度中的重要性。

鉴于上述情况,我们适时对本书进行了修订,对初版中的许多章节进行了修改,并补充和增加了一些新的内容。第 2 版保留了初版的编排特点,在介绍集群通信的基本概念、特点、原理和技术的基础上,系统阐述 iDEN 和 TETRA 数字集群通信系统及其所采用的数字通信技术,增加了对一些数字集群通信典型系统和网络的介绍。

在编写第2版时，由于两位初版的作者已移居国外，因此特邀请陆锦华高级工程师（他是制定我国数字集群通信标准的标准组副组长，对 iDEN 和 TETRA 两个系统相当熟悉）参与合作，最后由郑祖辉、陆锦华和郑岚3人共同完成。在编写过程中，摘录了我和我的同事合著的《集群移动通信工程》一书中的部分内容，并从我的老师蒋同泽和郭梯云两位教授的著作中吸取了不少精华。此外，得到了许多专家和朋友的帮助和支持，他们是：李佳骏、李影、冯丽、甘钧、史晓东、潘宇、吕超、郑江、刘金龙、薛育红、刘守文以及黄兴旺等；还得到了电子工业出版社和 MOTOROLA、SIEMENS、OTE、中兴、大唐等公司的大力支持。在此，我代表编写组向有关作者和所有为本书作出贡献的人们致以诚挚的感谢。

由于时间仓促和水平所限，书中难免出现遗漏甚至错误之处，敬请读者批评指正。

郑祖辉

2004年6月于北京

目 录

第 1 章 移动通信系统概述	(1)
1.1 移动通信发展史	(1)
1.2 移动通信的特点	(3)
1.3 移动通信的工作方式	(5)
1.3.1 单向单工方式	(5)
1.3.2 双向同频(单频)单工方式	(5)
1.3.3 双向异频(双频)单工方式	(5)
1.3.4 双向异频(双频)半双工方式	(6)
1.3.5 双向异频(双频)双工方式	(6)
1.4 移动通信的分类	(7)
1.4.1 公用移动通信系统	(8)
1.4.2 专用移动通信系统	(22)
1.4.3 特种移动通信系统	(27)
1.5 无线电频谱管理与使用	(28)
1.5.1 无线电频谱管理	(28)
1.5.2 频谱工程技术	(29)
1.5.3 无线电频段划分及命名	(30)
1.5.4 移动通信的频谱管理和使用	(30)
第 2 章 集群通信系统	(34)
2.1 集群通信的发展	(34)
2.1.1 从专用通信到集群通信	(34)
2.1.2 什么是集群通信系统	(35)
2.1.3 模拟集群通信	(36)
2.1.4 数字集群通信	(37)
2.2 集群通信的特点	(38)
2.3 信道的按需分配和信道的动态分配	(38)
2.4 集群方式	(40)
2.4.1 消息集群	(41)
2.4.2 传输集群	(42)
2.4.3 准传输集群	(43)
2.5 集群通信系统的分类和比较	(43)
2.6 集群通信系统的组网	(46)
2.6.1 集中式控制方式的单区单基站系统	(46)
2.6.2 集中式控制方式的单区多基站系统	(47)
2.6.3 集中式控制方式的多中心多区系统	(48)
2.6.4 多层次、多控制中心的多区系统	(49)
2.6.5 分散式控制方式的单区单基站系统	(49)

2.6.6	分散式控制方式的多区系统	(49)
2.7	集群通信系统的功能	(50)
2.7.1	使用功能	(50)
2.7.2	系统入网功能	(51)
2.7.3	系统维护管理功能	(53)
2.8	集群移动通信系统与其他移动通信系统的比较	(54)
2.8.1	集群移动通信系统与常规移动通信系统的比较	(54)
2.8.2	集群移动通信系统与自动拨号无线电话系统的比较	(57)
2.8.3	集群移动通信系统与蜂窝移动通信系统的比较	(58)
2.9	集群通信的发展趋势	(60)
第3章	集群通信技术	(62)
3.1	多址方式	(62)
3.1.1	频分多址 (FDMA)	(62)
3.1.2	时分多址 (TDMA)	(63)
3.1.3	码分多址 (CDMA)	(65)
3.1.4	混合多址	(69)
3.1.5	空分多址 (SDMA)	(70)
3.1.6	随机多址	(70)
3.2	信道控制技术	(71)
3.2.1	多信道共用的概念	(71)
3.2.2	多信道共用的特点	(72)
3.3	信道指配模式	(79)
3.3.1	信道指配原则和信道指配模式	(79)
3.3.2	无三阶互调指配	(81)
3.3.3	等间隔信道指配	(83)
3.4	信道控制方式	(86)
3.4.1	移动通信系统的信道控制方式	(86)
3.4.2	集群通信系统的信道控制方式	(88)
3.4.3	集中式控制专用信令信道方式	(89)
3.4.4	分散式控制随路信令信道方式	(91)
3.4.5	两种控制方式的比较	(92)
3.5	信令技术	(94)
3.5.1	信令的地位和作用	(94)
3.5.2	信令的分类	(95)
3.5.3	模拟信令	(95)
3.5.4	数字信令	(98)
3.5.5	信令在集群通信系统中的特殊地位	(100)
3.5.6	集群通信系统的信令技术	(100)
3.5.7	专用数字信令	(100)
3.5.8	MPT-1327 数字信令	(101)

3.5.9	LTR 低速数字信令	(105)
3.6	通信保密技术	(105)
3.6.1	概述	(105)
3.6.2	通信保密的基本原理	(108)
3.6.3	话音保密技术	(108)
第 4 章	数字集群通信中的数字通信技术	(121)
4.1	概论	(121)
4.2	话音编码技术	(121)
4.2.1	话音编码的基本概念	(122)
4.2.2	话音编码技术的现状和发展	(123)
4.2.3	采样和量化	(127)
4.2.4	增量调制 (ΔM)	(129)
4.2.5	线性预测编码 (LPC)	(131)
4.2.6	规则脉冲激励长时预测 (RPE-LTP) 编码	(137)
4.2.7	码本激励线性预测 (CELP) 编码	(140)
4.2.8	低时延码本激励线性预测 (LD-CELP) 编码	(141)
4.2.9	矢量量化话音编码	(142)
4.2.10	矢量和激励线性预测 (VSELP) 编码	(143)
4.3	信道编码技术	(144)
4.3.1	为什么要用信道编码	(144)
4.3.2	分组码和卷积码	(145)
4.3.3	线性分组码	(146)
4.3.4	交织编码	(149)
4.3.5	卷积码	(149)
4.4	调制技术	(151)
4.4.1	模拟信号调制	(151)
4.4.2	数字信号调制	(152)
4.5	数字频率调制	(153)
4.5.1	移频键控 (FSK) 调制	(153)
4.5.2	最小移频键控 (MSK) 调制	(153)
4.5.3	高斯最小移频键控 (GMSK) 调制	(154)
4.6	数字相位调制	(156)
4.6.1	绝对移相键控 (BPSK) 和相对移相键控 (DPSK) 调制	(156)
4.6.2	QPSK、OQPSK、 $\pi/4$ -QPSK 和 $\pi/4$ -DQPSK 调制	(158)
4.7	平滑调频 (TFM) 和通用平滑调频 (GTFM)	(162)
4.7.1	平滑调频 (TFM)	(162)
4.7.2	通用平滑调频 (GTFM)	(163)
4.8	正交振幅调制 (QAM)	(165)
4.9	分集方式	(167)
4.9.1	空间分集	(167)

4.9.2	频率分集	(168)
4.9.3	时间分集	(169)
4.9.4	隐分集	(169)
4.9.5	分集合并技术	(171)
第 5 章	数字集群通信系统概述	(172)
5.1	数字集群通信在我国	(172)
5.1.1	集群通信已经走出低谷, 数字集群通信已经兴起	(172)
5.1.2	我国发展数字集群通信还要努力	(173)
5.2	集群通信共网和专网	(174)
5.2.1	集群通信共网	(174)
5.2.2	集群通信专网	(177)
5.3	数字集群通信标准的制定	(179)
5.3.1	模拟集群通信标准	(179)
5.3.2	数字集群移动通信系统体制电子行业推荐性标准	(179)
5.3.3	数字集群通信标准是推动我国集群通信产业发展的加速器	(183)
5.4	信息产业部为发展我国数字集群通信发布的文件	(186)
5.5	数字集群通信系统体制简介	(188)
5.5.1	概述	(188)
5.5.2	TETRA 系统	(189)
5.5.3	iDEN 系统	(191)
5.5.4	国内自主研发的数字集群通信系统	(193)
5.5.5	几种数字集群通信体制技术指标和性能的比较	(196)
5.6	对发展我国数字集群通信中几个问题的探讨	(198)
5.6.1	关于“一网打尽”的建网思想	(198)
5.6.2	关于我国集群通信市场	(200)
第 6 章	集群通信系统的应用和典型网络	(202)
6.1	概述	(202)
6.2	黄河下游堤岸查险、报险用的模拟集群通信网	(203)
6.2.1	概述	(203)
6.2.2	网络的设计思想和系统工程规模	(204)
6.2.3	网络功能	(206)
6.2.4	认识与看法	(207)
6.3	福建省集群无线电话公司的 iDEN 数字集群通信网	(209)
6.3.1	概述	(209)
6.3.2	福建省 iDEN 数字集群通信网的网络规模和运营情况	(210)
6.3.3	福建省 iDEN 数字集群通信网的经营方针	(210)
6.3.4	福建省数字集群通信网给我们的思考	(212)
6.4	上海国脉公司的 iDEN 数字集群通信网	(212)
6.4.1	概述	(212)
6.4.2	系统组成	(213)

6.4.3	系统的业务功能	(214)
6.4.4	综合营账系统	(215)
6.4.5	iDEN.VPN	(217)
6.4.6	iDEN 的数据传输	(219)
6.5	深圳运联通公司的 iDEN 数字集群通信网	(221)
6.5.1	iDEN 数字集群通信网建设背景	(221)
6.5.2	iDEN 数字集群通信系统基本功能简介	(222)
6.5.3	深圳交通局 800 MHz 数字集群调度系统现状	(224)
6.5.4	运营 iDEN 网络的几点体会	(226)
6.6	上海市公安局的 Dimetra 数字集群通信网	(227)
6.6.1	概述	(227)
6.6.2	系统组成	(227)
6.6.3	系统功能介绍	(229)
6.6.4	应用与发展前景	(232)
6.7	秦沈铁路的 Eletttra 数字集群通信网	(233)
6.7.1	秦沈铁路概况	(233)
6.7.2	Eletttra 数字集群通信系统简介	(233)
6.7.3	秦沈铁路 Eletttra 数字集群通信系统的构成	(237)
6.7.4	应用前景及展望	(241)
第 7 章	iDEN 数字集群移动通信系统	(242)
7.1	iDEN 数字集群移动通信系统概况	(242)
7.1.1	iDEN 系统的发展历程	(242)
7.1.2	iDEN 系统的特点	(242)
7.2	iDEN 系统结构	(244)
7.2.1	用户机	(244)
7.2.2	基站子系统	(246)
7.2.3	紧凑型 iDEN 的系统结构	(248)
7.2.4	标准 iDEN 的系统结构	(249)
7.3	iDEN 系统的业务与功能	(251)
7.3.1	iDEN 系统的主要业务	(251)
7.3.2	调度呼叫业务	(252)
7.3.3	电话互连呼叫业务	(253)
7.3.4	短消息业务	(257)
7.3.5	分组数据业务	(257)
7.4	iDEN 系统的技术特性	(258)
7.4.1	iDEN 系统的无线信道	(258)
7.4.2	iDEN 系统的信道类型	(262)
7.4.3	频率复用	(267)
7.4.4	信令方式	(268)
7.4.5	空中编程	(268)

7.4.6	登记	(269)
7.4.7	数据库子系统	(271)
7.4.8	移动交换中心	(271)
7.4.9	移动台参数	(272)
7.4.10	网络路径	(273)
7.4.11	iDEN 系统的切换	(273)
7.5	调度呼叫处理	(278)
7.5.1	调度呼叫业务	(278)
7.5.2	调度呼叫的进程	(279)
7.6	电话互连呼叫处理	(285)
7.6.1	电话互连业务	(285)
7.6.2	电话互连呼叫的进程	(286)
7.7	分组数据	(288)
7.7.1	动态信道分配	(289)
7.7.2	自适应调制速率	(289)
7.7.3	排队连续预约 ALOHA (QCRA) 协议	(289)
7.8	iDEN 系统收发信机基本电性能特性	(289)
7.8.1	发射机特性	(290)
7.8.2	接收机特性	(291)
7.9	iDEN 系统的手机	(293)
7.9.1	第 6 代手机的特点	(293)
7.9.2	新型手机介绍	(293)
	附录 三款老手机的资料	(296)
第 8 章	TETRA 数字集群通信系统	(301)
8.1	引言	(301)
8.1.1	TETRA 标准	(301)
8.1.2	关于欧洲电信标准协会	(303)
8.2	TETRA 的业务和标准接口	(303)
8.2.1	TETRA 的业务	(303)
8.2.2	TETRA 标准定义的实体	(304)
8.2.3	TETRA 的接口	(305)
8.3	TETRA 系统介绍	(306)
8.3.1	开放系统互连 (OSI) 参考模型	(306)
8.3.2	TETRA 的空中接口协议栈	(308)
8.3.3	TETRA 业务	(309)
8.4	无线电空中接口物理层	(310)
8.4.1	TETRA 的工作频率	(310)
8.4.2	TDMA 时分多路复用	(312)
8.4.3	物理信道	(314)
8.4.4	猝发结构	(316)

8.5	TETRA 控制信道	(322)
8.5.1	逻辑信道	(322)
8.5.2	TETRA 控制信道	(323)
8.5.3	信道控制模式	(323)
8.6	TETRA 的网络功能和移动业务基本原理	(326)
8.6.1	TETRA 的几个主要网络功能	(326)
8.6.2	TETRA 的移动业务基本原理	(327)
8.6.3	TETRA 的集群方式	(332)
8.7	直通操作模式	(333)
8.7.1	概述	(333)
8.7.2	直通模式使用的猝发结构	(333)
8.7.3	直通模式的单呼和组呼	(334)
8.7.4	直通模式的数据业务	(336)
8.7.5	常用的几种直通模式	(337)
8.7.6	直通模式的适用场合	(338)
8.8	TETRA 的网络结构	(339)
8.8.1	网络结构	(339)
8.8.2	交换和管理基础设施 (SwMI)	(339)
8.8.3	TETRA 用户终端	(340)
8.8.4	TETRA 集群通信网络的结构	(341)
8.8.5	TETRA 网络的区域划分	(342)
8.8.6	基站	(342)
8.9	TETRA 网络安全	(343)
8.9.1	TETRA 系统的安全性	(343)
8.9.2	加密原理	(344)
8.9.3	TETRA 系统的鉴权	(346)
8.9.4	TETRA 空中接口加密	(348)
8.10	TETRA 网络管理	(351)
8.10.1	TETRA 的网络管理结构和参与管理的人员	(351)
8.10.2	网络管理内容	(352)
8.10.3	网络管理标准化的方向	(355)
8.11	TETRA 系统技术	(355)
8.11.1	TETRA 的语音编码和信道编码	(355)
8.11.2	TETRA 的调制方式	(360)
8.12	移动台	(361)
8.12.1	移动台的组成	(361)
8.12.2	移动台工作模式	(362)
8.12.3	移动台分类	(363)
8.13	TETRA 的无线特性	(364)
8.13.1	无线参数	(364)

8.13.2	路径损耗模型	(368)
8.13.3	链路计算	(370)
8.13.4	信号变化的影响	(371)
8.14	区域覆盖	(371)
8.14.1	噪声限制系统	(371)
8.14.2	干扰限制系统	(373)
8.14.3	准同步工作	(374)
8.15	TETRA 与其他系统的共存	(374)
8.15.1	概述	(374)
8.15.2	靠近载波的无用发射的影响	(374)
8.15.3	远离载波的无用发射的影响	(375)
第 9 章	典型的 TETRA 数字集群通信系统	(376)
9.1	ELETTRA 数字集群通信系统	(376)
9.1.1	概述	(376)
9.1.2	ELETTRA 的系统结构与设备	(379)
9.1.3	ELETTRA 数字集群通信系统的功能	(390)
9.1.4	ELETTRA 在罗马国际机场的应用	(399)
9.2	DIMETRA 数字集群通信系统	(401)
9.2.1	简介	(401)
9.2.2	DIMETRA 的系统结构	(401)
9.2.3	DIMETRA 的系统配置	(403)
9.2.4	系统可靠性	(410)
9.2.5	DIMETRA 的系统功能	(412)
9.2.6	DIMETRA 系统的 VPN	(424)
9.2.7	DIMETRA-IP 数字集群通信系统	(425)
9.2.8	MOTOROLA 公司的 TETRA 系统的优势	(434)
9.3	ACCESSNET®-T 数字集群通信系统	(438)
9.3.1	概述	(438)
9.3.2	ACCESSNET®-T 系统特征和功能	(439)
9.3.3	ACCESSNET®-T 优点	(440)
9.3.4	ACCESSNET®-T 业务	(440)
9.3.5	ACCESSNET®-T 操作方式	(442)
9.3.6	网络服务	(443)
9.3.7	ACCESSNET®-T 的安全保密	(443)
9.3.8	系统与其他网络的连接	(444)
9.3.9	系统结构	(445)
9.3.10	ACCESSNET®-T 系统的设备	(445)
9.3.11	SIEMENS 解决方案小结	(458)
9.3.12	应用	(458)

第 10 章 GoTa 和 GT-800 数字集群通信系统	(460)
10.1 GoTa 数字集群通信系统	(460)
10.1.1 GoTa 数字集群通信系统简介	(460)
10.1.2 系统结构	(462)
10.1.3 业务功能	(464)
10.1.4 呼叫控制过程	(466)
10.1.5 功能实体介绍	(469)
10.1.6 技术指标	(492)
10.2 GT800 数字集群通信系统	(497)
10.2.1 GT800 系统简介	(497)
10.2.2 GT800 系统组成	(499)
10.2.3 系统功能	(503)
10.2.4 GT800 系统设备介绍	(511)
10.2.5 技术指标	(515)
10.2.6 GT800 系统演进	(517)
附录 A 已公开的 TETRA 接口标准	(519)
参考文献	(539)

第 1 章 移动通信系统概述

1.1 移动通信发展史

顾名思义,移动通信是在运动中的通信。凡是通信的双方或至少一方处在运动状态下的通信,均可称为移动通信。因为至少有一方处于运动之中,所以他们只能使用无线电进行通信,这样的通信系统称为移动通信系统。移动通信也是一种处于移动环境下的无线电通信。

从移动通信的定义来看,移动通信系统似乎很简单,但要实现起来并非易事,尤其是要实现得好更是难事。实际上,人们早就需要在运动中进行通信。最早的陆上移动通信是在 20 世纪 20 年代初美国的底特律警察局首先将无线电台装在汽车上实施的,可以说他们是移动通信的创始者。那时要把工作在短波 2 MHz 频段的又重又大的无线电台装在汽车上,还得加上一条长天线,其困难程度就可想而知了。另外,那时的电台耗电量大,供电也有移动难度,所以最初的车辆通信确实相当困难。好在当时装在车上的设备实际上只是接收机,是单向通信,毕竟当时距无线电发明才 26 年。到了 1930 年,车上才开始装有发射机,才真正有双向的移动通信。移动通信真正获得比较迅速的发展还是近二三十年的事。这是因为移动通信(特别是中、远距离的通信)使用有线电通信设备是不可能的,只能使用无线电通信设备。而像上面所讲的早期移动通信的电台,体积庞大、笨重,操作又比较复杂,特别是需要庞大的电源和天线,无法装在运动载体上,即使勉强装上,移动也十分困难,所以就谈不上运动中通信了。但是在舰船上倒是比较容易实现,因为舰船的载荷量大,并具有较强的供电能力,因而海上应用无线电通信是具备条件的。所以可以认为,真正移动通信的最早应用是在海上。以后移动通信随着无线通信技术的发展,新的无线电通信频段的开发使用和频率利用率的提高,移动用户设备的轻型化、小型化以及与地面网络接续自动化的实现而逐步得到发展。到 1946 年,实现了以基地台为中心、覆盖半径为 70~80 km 并能与市话网相连的大区制移动电话网,此时的车载电台采用更适合移动环境的调频制式来代替原来的调幅制式,频率也从几十兆赫提高到 100 多兆赫,但仍然是单工工作。后来虽从单工工作方式升到双工方式工作,工作频率也提高到特高频(400 多兆赫)频段,并向与有线网自动接转的方向发展,但容量仍受有限的频率资源所制约,一个系统的用户数量仅仅几百个,远不能适应汽车用户迅速增长的需求。

1979 年,出现了蜂窝通信系统,它采用了小区制通信,并利用频率再用(Frequency Reuse)技术,较好地解决了有限频率资源和用户增多的矛盾,使得系统用户数量获得比较明显的增加。这种模拟制的蜂窝通信系统工作在 800 MHz 频段(AMPS)和 900 MHz 频段(TACS)。但模拟制的蜂窝通信系统很快就满足不了用户急速发展的需要,容量又嫌不够了,因此发展了数字蜂窝移动通信系统(DAMPS 和 GSM)。它们的组网结构和模拟制的组网结构相同,只是采用了数字处理技术,加上数字信号的抗干扰能力强,因此频率再用的距离缩短,容量增大了好多倍。GSM 标准是 1987 年开始制订的,1991 年开始实行。从模拟制到数字制是一次重大的技术突破,所以现在人们称模拟制蜂窝通信系统为第一代移动通信系统,而称数字制蜂窝通信系统为第二代移动通信系统。但是在移动环境中,随机的多径时延限制着数字信号的传输速率,而且到了 90 年代,随着信息社会的发展,对移动通信的业务要求增多了,传

输速率要求大大提高，于是第三代移动通信应运而生，成为现代移动通信的热门话题，并且也将很快能实现。不仅如此，第四代移动通信也初见端倪。

移动通信发展的历史说明了移动通信是在需求的牵引或推动下不断发展的，每一代的变革又与技术上的突破密切相关。归纳起来，移动通信发展进程大致可分 4 个阶段。

第一阶段：20 世纪 20 年代至 50 年代初，移动通信主要用于舰船和军用，采用短波频段和电子管是这一阶段的特征。这一阶段末才出现 150 MHz 的甚高频单工汽车公用移动电话系统（MTS），它采用的是人工切换频率和人工交换制，接续慢，操作不便。

第二阶段：50~60 年代，采用 150 MHz 甚高频，并开始使用特高频的 450 MHz 频段，设备由电子管向半导体过渡，使得后来移动台向小型化迈进了一步。此时移动通信在美国、日本都开始用于公安、消防、出租汽车及调度等方面。此阶段交换制度由人工交换发展到用户直接拨号的专用自动交换。

第三阶段：70 年代。在这一阶段中，移动通信发展又有一个飞跃。主要表现在：

（1）人们开始使用 800 MHz 频段，包括对该频段的电波传播测试、研究和对设备的研制；

（2）集成电路应用于移动通信设备中；

（3）美国贝尔实验室提出了蜂窝系统的概念和理论，并于 70 年代末进行了 AMPS（Advanced Mobile Phone System）的试验；

（4）移动通信设备（特别是电台和手持机）的重量、体积和功耗大大降低。

第四阶段：80 年代以后。由于大规模、超大规模集成电路和微处理机、微计算机的大量应用，移动通信向着范围更加广泛、种类和形式更加多样的方向发展。系统容量扩大，业务种类增多，信息传输及时，设备在小型化、自动化、智能化、程控化和微机化上迈进了一大步，移动通信得到了前所未有的发展。

如果还要往前发展，那么移动通信和互联网的结合（M+I）将是发展的方向。

众所周知，通信在国民经济中的地位已迅速上升，它和能源、交通已成为现代社会经济的三大支柱。特别是在经济技术高度发展的现代信息社会中，时间就是效益，信息就是财富。因此要迅速、及时、可靠、准确和不间断地获取信息，就要靠通信来支持，特别是移动通信。90 年代初，人们已对“无论任何人（Whoever）在任何时候（Whenever）和任何地方（Wherever）都能自由地与世界上其他任何人（Whomever）进行任何形式（Whatever）的通信”的个人通信发生了兴趣，并竞相研究，而移动通信在个人通信中占据极为重要的地位。

当前，移动通信已和光纤通信、卫星通信一起被列为现代通信领域的三大新兴通信手段。而移动通信又是通信中的佼佼者。近几年来，在全世界电信工业中，移动通信设备是增长率最快的门类之一。

我国移动通信最早是在军队中使用。军队中的步谈机（Walkie-Talkie）、背负式电台（Manpack Radio）、便携式电台（Portable Radio）、车载式电台（Vehicle Radio）以及舰艇、飞机上的电台都属于移动通信用的设备。军队的坦克通信从建立坦克部队起就使用无线电通信，空军的飞机和海军舰艇早就使用无线电通信。民用陆上通信也是专用通信早于公用通信，如 60 年代起我国列车上开始有第一台机车调度无线电话。汽车调度电话则到 70 年代才随出租汽车的发展而出现。所以民用移动通信尽管起步于 50 年代中期，但真正成系列发展是属于“74 系列”和“80 系列”的产品。由于过去在相当一段时间内，我国政府对无线电通信采用了“少设严管”的方针，政策的限制使我国民用移动通信的发展受到严重阻碍。直到改革开放以后，移动通信才步入迅速发展阶段。目前，我国移动通信已从早期少量的几种单个设备产品发展到系列产品，又从系列产品发展到系统网络生产，并在国民经济各部门中获得较广