

移动通信前沿技术丛书

数字集群 移动通信系统 (第3版)

郑祖辉 陆锦华 丁锐 郑岚 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

TN929.5/14=3

2008

移动通信前沿技术丛书

数字集群移动通信系统 (第3版)

郑祖辉 陆锦华 丁 锐 郑 岚 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在介绍集群通信系统原理和所采用技术（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，其内容在初版和第 2 版的基础上有所扩展，并介绍了更多的典型数字集群通信系统，如 MOTOROLA 公司的 iDEN 和 Dimetra 系统，EADS 公司的 TETRA 系统，THALES 公司的 Digicom 25 系统和 SELEX 公司的 Elettra 系统，以及我国中兴公司的 GoTa 系统和华为公司的 GT800 系统等。

本书适合通信领域的工程技术人员、管理人员、运营人员、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/郑祖辉等编著. —3 版. —北京：电子工业出版社，2008.1

（移动通信前沿技术丛书）

ISBN 978-7-121-05656-7

I. 数… II. 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（2007）第 196133 号

责任编辑：张来盛（zhangls@phei.com.cn）

印 刷：北京牛山世兴印刷厂

装 订：

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：787×1 092 1/16 印张：32.5 字数：860 千字

印 次：2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：59.00 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，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

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 5 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 (现改名为 EADS)、MARCONI (现改名为 SELEX) 和 R/S 等,目前已增加到 10 家左右,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,并通过了部级技术鉴定。而基于这两个系统的《中华人民共和国通信标准参考性技术文件》已经由信息产业部科技司发布。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 系统和它的小网 Harmony 系统的版本也在不断更新,特别是 iDEN 系统在原 25 kHz 的载波间隔内由 6 时隙提高到 12 时隙。可见,这些系统的指标在不断提高,业务和功能也在不断增加,它们将促使和推动一些老设备和系统的更新。

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、2003 年和 2007 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;而北京正通公司建成和运营的居亚洲第一的 TETRA 网分别在财富论坛和中非论坛等一些大型活动中发挥了很好的作用。因此,数字集群通信系统以其丰富的指挥调度业务和功能在移动通信系统中进一步确立了地位,进一步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,对初版和第 2 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 3 版保留了前面两版的编排特点,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、TETRA、GoTa 和 GT800 等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。

本书第 3 版的编写工作，由郑祖辉、陆锦华、丁锐和郑岚 4 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：甘钧、史晓东、韦嵘、吴森、倪向亮、刘守文、张宗军、李佳骏、李影、冯丽、陈勇等；还得到了电子工业出版社和 EADS、MOTOROLA、SELEX、THALEX、中兴等公司的大力支持。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

2007 年 9 月于北京

目 录

第 1 章 集群通信系统	(1)
1.1 移动通信及其分类简述	(1)
1.1.1 公用移动通信系统	(2)
1.1.2 专用移动通信系统	(3)
1.2 集群通信是如何发展起来的	(6)
1.2.1 集群通信是从专用通信发展起来的	(6)
1.2.2 什么是集群通信系统	(7)
1.2.3 模拟集群通信	(9)
1.2.4 数字集群通信	(9)
1.3 集群通信的特点	(10)
1.4 信道的按需分配和信道的动态分配	(11)
1.5 集群方式	(13)
1.5.1 消息集群	(13)
1.5.2 传输集群	(14)
1.5.3 准传输集群	(15)
1.6 集群通信系统的分类和比较	(15)
1.7 集群通信系统的组网	(18)
1.7.1 集中式控制方式的单区单基站系统	(18)
1.7.2 集中式控制方式的单区多基站系统	(19)
1.7.3 集中式控制方式的多中心多区系统	(20)
1.7.4 多层次、多控制中心的多区系统	(21)
1.7.5 分散式控制方式的单区单基站系统	(21)
1.7.6 分散式控制方式的多区系统	(21)
1.8 集群通信系统的功能	(22)
1.8.1 使用功能	(22)
1.8.2 系统入网功能	(23)
1.8.3 系统维护管理功能	(25)
1.9 集群移动通信系统与其他移动通信系统的比较	(26)
1.9.1 集群移动通信系统与常规移动通信系统的比较	(26)
1.9.2 集群移动通信系统与自动拨号无线电电话系统的比较	(29)
1.9.3 集群移动通信系统与蜂窝移动通信系统的比较	(30)
第 2 章 集群通信技术	(32)
2.1 多址方式	(32)
2.1.1 频分多址 (FDMA)	(32)
2.1.2 时分多址 (TDMA)	(33)

2.1.3	码分多址 (CDMA)	(35)
2.1.4	混合多址	(38)
2.1.5	空分多址 (SDMA)	(39)
2.1.6	随机多址	(39)
2.2	信道控制技术	(41)
2.2.1	多信道共用的概念	(41)
2.2.2	多信道共用的特点	(42)
2.3	信道指配模式	(47)
2.3.1	信道指配原则和信道指配模式	(47)
2.3.2	无三阶互调指配	(49)
2.3.3	等间隔信道指配	(50)
2.4	信道控制方式	(52)
2.4.1	移动通信系统的信道控制方式	(52)
2.4.2	集群通信系统的信道控制方式	(53)
2.4.3	集中式控制专用信令信道方式	(54)
2.4.4	分散式控制随路信令信道方式	(56)
2.4.5	两种控制方式的比较	(57)
2.5	信令技术	(60)
2.5.1	信令的地位和作用	(60)
2.5.2	信令的分类	(60)
2.5.3	模拟信令	(60)
2.5.4	数字信令	(62)
2.5.5	信令在集群通信系统中的特殊地位	(63)
2.5.6	集群通信系统的信令技术	(64)
2.5.7	专用数字信令	(64)
2.5.8	MPT-1327 数字信令	(65)
2.5.9	LTR 低速数字信令	(68)
2.6	通信保密技术	(69)
2.6.1	概述	(69)
2.6.2	话音保密技术	(70)
第 3 章	数字集群通信中的数字通信技术	(81)
3.1	概论	(81)
3.2	话音编码技术	(81)
3.2.1	话音编码的基本概念	(82)
3.2.2	话音编码技术的现状和发展	(83)
3.2.3	采样和量化	(86)
3.2.4	增量调制 (ΔM)	(88)
3.2.5	线性预测编码 (LPC)	(90)
3.2.6	规则脉冲激励长时预测 (RPE-LTP) 编码	(92)
3.2.7	码本激励线性预测 (CELP) 编码	(95)

3.2.8	低时延码本激励线性预测 (LD-CELP) 编码	(96)
3.2.9	矢量量化语音编码	(97)
3.2.10	矢量和激励线性预测 (VSELP) 编码	(98)
3.3	信道编码技术	(99)
3.3.1	为什么要用信道编码	(99)
3.3.2	分组码和卷积码	(100)
3.3.3	线性分组码	(101)
3.3.4	交织编码	(104)
3.3.5	卷积码	(104)
3.4	调制技术	(105)
3.4.1	模拟信号调制	(106)
3.4.2	数字信号调制	(107)
3.5	数字频率调制	(107)
3.5.1	移频键控 (FSK) 调制	(107)
3.5.2	最小移频键控 (MSK) 调制	(108)
3.5.3	高斯最小移频键控 (GMSK) 调制	(109)
3.6	数字相位调制	(111)
3.6.1	绝对移相键控 (BPSK) 和相对移相键控 (DPSK) 调制	(111)
3.6.2	QPSK、OQPSK、 $\pi/4$ -QPSK 和 $\pi/4$ -DQPSK 调制	(113)
3.7	平滑调频 (TFM) 和通用平滑调频 (GTFM)	(116)
3.7.1	平滑调频 (TFM)	(116)
3.7.2	通用平滑调频 (GTFM)	(118)
3.8	正交振幅调制 (QAM)	(119)
3.9	分集方式	(120)
3.9.1	空间分集	(121)
3.9.2	频率分集	(122)
3.9.3	时分集	(123)
3.9.4	隐分集	(123)
3.9.5	分集合并技术	(124)
第 4 章	数字集群通信系统概述	(126)
4.1	概述	(126)
4.2	数字集群通信标准的制定	(127)
4.2.1	数字集群移动通信系统体制电子行业推荐性标准	(127)
4.2.2	数字集群通信标准技术参考性文件	(131)
4.2.3	信息产业部为发展我国数字集群通信发布的文件	(131)
4.3	集群通信共网和专网	(134)
4.3.1	集群通信共网	(134)
4.3.2	集群通信专网	(138)
4.4	数字集群通信的业务与功能要求	(143)
4.4.1	名词定义	(143)

4.4.2	数字集群通信业务	(143)
4.4.3	数字集群通信的功能要求	(146)
4.5	数字集群通信系统体制简介	(147)
4.5.1	概述	(147)
4.5.2	TETRA 系统	(149)
4.5.3	iDEN 系统	(151)
4.5.4	GoTa 系统	(153)
4.5.5	GT800 系统	(154)
4.5.6	几种数字集群通信体制技术指标和性能的比较	(155)
4.6	数字集群通信系统和网络的运维	(157)
4.6.1	重视数字集群通信的运维	(157)
4.6.2	如何做好数字集群通信网运维	(160)
4.7	发展我国数字集群通信中的几个问题	(164)
4.7.1	如何编写建设数字集群通信网的可行性报告	(164)
4.7.2	关于“一网打尽”的建网思想	(167)
4.7.3	关于我国集群通信市场	(169)
第 5 章	集群通信系统的应用和典型网络	(171)
5.1	上海中卫国脉公司的 iDEN 数字集群通信网	(171)
5.1.1	概述	(171)
5.1.2	系统组成	(172)
5.1.3	系统的业务功能	(173)
5.1.4	综合营账系统	(174)
5.1.5	iDEN.VPN	(176)
5.1.6	iDEN 的数据传输	(178)
5.2	深圳运联通公司的 iDEN 数字集群通信网	(180)
5.2.1	iDEN 数字集群通信网建设背景	(180)
5.2.2	iDEN 数字集群通信系统基本功能简介	(180)
5.2.3	深圳运联通公司 800 MHz 数字集群调度系统现状	(182)
5.2.4	运营 iDEN 网络的几点体会	(184)
5.3	北京正通公司的 TETRA 数字集群通信网	(185)
5.3.1	概述	(185)
5.3.2	网络现状	(186)
5.3.3	2008 年奥运会的需求	(187)
5.3.4	奥运建设	(188)
5.4	上海电信公司的 Dimetra-IP 数字集群通信网	(193)
5.4.1	概述	(193)
5.4.2	系统规划和设备组成	(194)
5.4.3	系统功能和技术特点	(196)
5.4.4	系统可用性和安全性	(198)
5.4.5	运营管理和市场挑战	(199)

5.5	上海市公安局的 Dimetra-IP 数字集群通信网	(201)
5.5.1	概述	(201)
5.5.2	系统组成	(201)
5.5.3	系统功能介绍	(203)
5.5.4	应用与发展前景	(206)
5.6	秦沈铁路的 Eletttra 数字集群通信网	(207)
5.6.1	秦沈铁路概况	(207)
5.6.2	Eletttra 数字集群通信系统简介	(207)
5.6.3	秦沈铁路 Eletttra 数字集群通信系统的构成	(210)
5.6.4	应用前景及展望	(213)
5.7	天津市水利局的 TETRA 数字集群通信网	(213)
5.7.1	概述	(213)
5.7.2	EADS TETRA 技术对于水利系统的适应性	(214)
5.7.3	EADS TETRA 系统在天津水利的应用	(216)
第 6 章	iDEN 数字集群移动通信系统	(218)
6.1	iDEN 数字集群移动通信系统概况	(218)
6.1.1	iDEN 系统的发展历程	(218)
6.1.2	iDEN 系统的特点	(218)
6.2	iDEN 系统结构	(220)
6.2.1	用户机	(220)
6.2.2	基站子系统	(222)
6.2.3	紧凑型 iDEN 的系统结构	(224)
6.2.4	标准 iDEN 的系统结构	(225)
6.3	iDEN 系统的业务与功能	(227)
6.3.1	iDEN 系统的主要业务	(227)
6.3.2	调度呼叫业务	(227)
6.3.3	电话互连呼叫业务	(229)
6.3.4	短消息业务	(232)
6.3.5	分组数据业务	(233)
6.4	iDEN 系统的技术特性	(233)
6.4.1	iDEN 系统的无线信道	(233)
6.4.2	iDEN 系统的信道类型	(237)
6.4.3	频率复用	(241)
6.4.4	信令方式	(242)
6.4.5	空中编程	(242)
6.4.6	登记	(243)
6.4.7	数据库子系统	(245)
6.4.8	移动交换中心	(246)
6.4.9	移动台参数	(246)
6.4.10	网络路径	(247)

6.4.11 iDEN 系统的切换	(248)
6.5 调度呼叫处理	(252)
6.5.1 调度呼叫业务	(252)
6.5.2 调度呼叫的进程	(253)
6.6 电话互连呼叫处理	(258)
6.6.1 电话互连业务	(258)
6.6.2 电话互连呼叫的进程	(259)
6.7 分组数据	(261)
6.7.1 动态信道分配	(262)
6.7.2 自适应调制速率	(262)
6.7.3 排队连续预约 ALOHA (QCRA) 协议	(262)
6.8 iDEN 系统收发信机基本电性能特性	(262)
6.8.1 发射机特性	(263)
6.8.2 接收机特性	(264)
6.9 iDEN 系统的手机	(265)
6.9.1 新一代手机的特点	(265)
6.9.2 几款新型手机介绍	(266)
附录 6 款 iDEN 手机的简要资料	(269)
第 7 章 TETRA 数字集群通信系统	(272)
7.1 引言	(272)
7.2 TETRA 的业务和标准接口	(273)
7.2.1 TETRA 的业务	(273)
7.2.2 TETRA 标准定义的实体	(274)
7.2.3 TETRA 的接口	(274)
7.3 TETRA 系统介绍	(276)
7.3.1 开放系统互连 (OSI) 参考模型	(276)
7.3.2 TETRA 的空中接口协议栈	(278)
7.3.3 TETRA 业务	(279)
7.4 无线电空中接口物理层	(280)
7.4.1 TETRA 的工作频率	(280)
7.4.2 TDMA 时分多路复用	(281)
7.4.3 物理信道	(283)
7.4.4 猝发结构	(285)
7.5 TETRA 控制信道	(290)
7.5.1 逻辑信道	(290)
7.5.2 TETRA 控制信道	(292)
7.5.3 信道控制模式	(292)
7.6 TETRA 的网络功能和移动性管理基本原理	(294)
7.6.1 TETRA 的主要网络功能	(294)
7.6.2 TETRA 的移动性管理基本原理	(295)

7.6.3	TETRA 的集群方式	(299)
7.7	直通操作模式	(300)
7.7.1	概述	(300)
7.7.2	直通模式使用的猝发结构	(301)
7.7.3	直通模式的单呼和组呼	(302)
7.7.4	直通模式的数据业务	(303)
7.7.5	常用的几种直通模式	(303)
7.7.6	直通模式的适用场合	(305)
7.8	TETRA 的网络结构	(305)
7.8.1	网络结构	(305)
7.8.2	交换和管理基础设施 (SwMI)	(305)
7.8.3	TETRA 用户终端	(306)
7.8.4	TETRA 集群通信网络的结构	(307)
7.8.5	TETRA 网络的区域划分	(307)
7.8.6	基站	(308)
7.9	TETRA 网络安全	(309)
7.9.1	TETRA 系统的安全性	(309)
7.9.2	加密原理	(309)
7.9.3	TETRA 系统的鉴权	(311)
7.9.4	TETRA 空中接口加密	(312)
7.10	TETRA 网络管理	(315)
7.10.1	TETRA 的网管结构和参与管理的人员	(315)
7.10.2	网络管理内容	(316)
7.11	TETRA 系统技术	(318)
7.11.1	TETRA 的语音编码和信道编码	(318)
7.11.2	TETRA 的调制方式	(322)
7.12	移动台	(323)
7.12.1	移动台的组成	(323)
7.12.2	移动台工作模式	(324)
7.12.3	移动台分类	(325)
7.13	TETRA 的无线特性	(325)
7.13.1	无线参数	(325)
7.13.2	路径损耗模型	(329)
7.13.3	链路计算	(331)
7.14	区域覆盖	(331)
7.14.1	噪声限制系统	(332)
7.14.2	干扰限制系统	(333)
7.15	TETRA 与其他系统的共存	(334)
7.15.1	概述	(334)
7.15.2	靠近载波的无用发射的影响	(334)

7.15.3	远离载波的无用发射的影响	(335)
7.16	基于 IP 交换的 TETRA 网络	(335)
7.16.1	概述	(335)
7.16.2	采用 IP 交换带来的好处	(336)
7.16.3	TETRA over IP 网络的结构	(337)
7.16.4	TETRA over IP 的关键技术	(339)
第 8 章	典型的 TETRA 数字集群通信系统	(342)
8.1	EADS 公司的 TETRA 数字集群通信系统	(342)
8.1.1	EADS TETRA 系统构成	(342)
8.1.2	系统的可靠性和安全性	(351)
8.1.3	系统主要业务	(354)
8.1.4	无线虚拟专网功能	(363)
8.1.5	网络的升级扩展能力	(365)
8.2	MOTOROLA 公司的 Dimetra 数字集群通信系统	(366)
8.2.1	概述	(366)
8.2.2	Dimetra-IP 的系统结构	(367)
8.2.3	Dimetra-IP 的系统配置	(368)
8.2.4	系统可靠性	(374)
8.2.5	Dimetra-IP 的系统功能	(375)
8.2.6	Dimetra-IP 系统的 VPN	(386)
8.2.7	Dimetra-IP 数字集群通信系统的关键技术	(387)
8.2.8	MOTOROLA 公司 Dimetra-IP 系统的优势	(390)
8.3	THALES 公司的 Digicom 25 数字集群通信系统	(394)
8.3.1	概述	(394)
8.3.2	业务	(399)
8.3.3	系统设备简介	(410)
8.4	SELEX 公司的 Elettra 数字集群通信系统	(418)
8.4.1	概述	(418)
8.4.2	Elettra 的系统结构与设备	(420)
8.4.3	Elettra 数字集群通信系统的功能	(427)
8.4.4	Elettra 在罗马国际机场的应用	(433)
8.5	我国自主研发的 TETRA 系统	(435)
8.5.1	概述	(435)
8.5.2	系统性能指标	(436)
8.5.3	系统的协议	(437)
8.5.4	系统的总体结构设计	(438)
8.5.5	两个自主研发的部件介绍	(440)
8.5.6	结束语	(442)
第 9 章	GoTa 数字集群通信系统	(443)
9.1	GoTa 数字集群通信系统简介	(443)

9.2	GoTa 数字集群通信系统结构	(443)
9.3	GoTa 数字集群通信系统的特点和优势	(445)
9.3.1	技术先进性	(445)
9.3.2	专业强大的集群功能	(447)
9.3.3	端对端一体化解决方案	(447)
9.3.4	成熟的产业链	(449)
9.3.5	向 3G 平滑演进	(449)
9.4	GoTa 系统设备技术指标	(449)
9.5	系统的业务和功能	(452)
9.5.1	GoTa 系统的调度业务	(452)
9.5.2	传统语音业务	(458)
9.5.3	无线数据业务	(460)
9.5.4	增值业务	(461)
9.6	产品应用情况	(462)
9.6.1	应用总览	(462)
9.6.2	国内应用案例	(462)
9.6.3	国际应用案例	(464)
第 10 章	GT800 数字集群通信系统	(465)
10.1	引言	(465)
10.1.1	提出背景	(465)
10.1.2	系统概述	(465)
10.1.3	主要特点	(465)
10.2	GT800 技术特点	(466)
10.3	系统组成	(467)
10.3.1	网络子系统 NSS	(467)
10.3.2	基站子系统	(469)
10.3.3	调度台	(469)
10.3.4	移动台	(470)
10.3.5	操作维护子系统 OSS	(470)
10.4	系统功能	(471)
10.4.1	电话互连业务功能	(471)
10.4.2	集群业务功能介绍	(473)
10.4.3	数据承载业务	(475)
10.5	GT800 系统介绍	(476)
10.5.1	GT800 系统节点介绍	(477)
10.5.2	GT800 应用组网	(478)
10.6	技术指标	(481)
10.6.1	系统指标	(481)
10.6.2	系统设备	(481)
10.6.3	基站 BTS	(482)

10.6.4 终端 (482)

10.7 GT800 系统的应急联动解决方案 (484)

10.7.1 城市应急联动需求分析 (484)

10.7.2 GT800 功能应急联动适应性 (485)

10.8 GT800 系统演进 (487)

10.8.1 演进概述 (487)

10.8.2 GT800 系统设备演进 (487)

10.8.3 GT800 演进特点 (488)

缩略语 (489)

参考文献 (502)

第 1 章 集群通信系统

1.1 移动通信及其分类简述

移动通信，顾名思义是在运动中的通信。因此凡是通信的双方或至少一方在运动状态下进行的通信，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通信，这样构成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。

最早的陆上移动通信是 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，因而可以说他们是移动通信的创始者。但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，它的困难程度就可想而知了。另外，那时的电台耗电量又大，供电也有移动难度，所以最初的车辆通信确实相当困难。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，所以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。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，可以认为真正的移动通信最早是在海上使用。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。而以基地台为中心、能覆盖半径为七八十千米的地域并能与市话网相连的大区制移动电话网是到 1946 年才实现的，那时的车载电台也采用更适合移动环境的调频制式来代替原来的调幅制式，频率也从几十兆赫频段提高到 100 多兆赫频段，但仍然是单工工作。后来，虽然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也仅几百个，远不能适应汽车用户迅速增多的需求。

直至 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，才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，使容量增大了好多倍。GSM 标准是 1987 年开始制定的，1991 年开始实用。由于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，而数字制蜂窝通信系统为第二代移动通信系统。在移动环境中，随机的多径时延也限制着数字信号的传输速率，所以到了 90 年代，随着信息社会的发展对移动通信的业务要求的增多，传输速率要求的大大提高，第三代移动通信已成为现代移动通信的热门话题，并将很快实现，第四代移动通信也已经有了眉目。

移动通信发展的历史，正说明了移动通信是在需求的牵引推动下不断发展的，每一代的变革又与技术上的突破密切相关，这种生产发展的一般规律，在移动通信的发展中也被证明了。

移动通信的分类可按不同的要求、内容、特点、服务对象、性质和使用场合等来分。

- 按工作方式分，有单工制（又分同频单工和异频单工）、半双工制和全双工制；
- 按使用地域分，有陆上移动通信、海上移动通信和空中移动通信，又可分为线状、块状和混合结构；
- 按使用性质分，有公用移动通信、专用移动通信和特种移动通信系统，也可分为民用和军用；
- 按服务区域分，有大区制、小区制、微小区（微微小区）制和混合制；
- 按用户容量分，有大容量、中容量和小容量，结合服务区域则有大区小容量和小区大容量；
- 按业务种类和性质分，有移动无线电话系统、指挥调度系统，也可分为专用的电话通信和电话、数据兼有的通信，甚至还可包括图像传输；
- 按控制方式分，有集中式控制和分散式控制。

通常，陆上移动通信系统按公用移动通信系统、专用移动通信系统和特种移动通信系统分类。下面按此分类分别作一些简要介绍。

1.1.1 公用移动通信系统

公用移动通信是一种包含面很广的移动通信系统，它有好多种体制，其中最主要也是最重要的是蜂窝移动通信系统。可以建成公众移动通信网的还有寻呼通信系统、第二代和第三代无绳电话、无线本地环路、PHS（小灵通）等。这里主要简述一下蜂窝移动通信系统，其他的不赘述。

蜂窝移动通信系统是一种小区制（也含微小区和微微小区）的大容量移动通信系统，采用全双工工作方式。蜂窝移动通信实际上是与有线电话相对应的，称为无线电话系统。它由移动通信交换局（MTSO）、基地台（BS）、移动台（MS）以及局与局之间的中继线等主要几大部分组成。这是一个无线和有线相结合的综合通信系统，即移动台与基地台、移动台与移动台之间采用无线传输方式，而基地台与移动通信交换局、移动通信交换局与公共电话交换网（PSTN）之间则一般以有线（中继线）方式进行传输。移动通信交换局与基地台担负信息的交换和接续以及对无线信道的控制等。基地台与移动台都有收发信机、收发信共用器（双工器或多工器和天线、馈线等）。每个基地台都有由发信机的发射功率与天线高度所确定的覆盖区域，而多个覆盖区组成系统的服务区。移动台在整个服务区内具有漫游和越区切换等功能，形成不间断的无线用户与无线用户、无线用户与有线用户的选址通信。

蜂窝通信系统已在全世界广泛应用，并已由模拟制（第一代移动通信系统）进到数字制（第二代移动通信系统）了。模拟制主要有 4 种系统，即美国的 AMPS 系统（Advanced Mobile Phone Service）、英国的 TACS（Total Access Communications System）北欧的 NMT 系统（Nordic Mobile Telephone）以及日本的 NTT 系统（Nippon Telegraph and Telephone）。其中 TACS 系统所占用户量在全世界最大。

后来，单区小容量或少区（几个区）小容量的蜂窝移动电话系统也有使用。它主要以价格低廉（可省去移动通信交换局），适合于中小城市使用，也可与大系统相连，具有漫游功能，但没有越区功能。

第二代数字时分多址（TDMA）的蜂窝无线通信电话系统目前已在世界各国广泛使用。