

《国防科研试验工程技术系列教材》

试验通信系统

集群移动通信技术

中国人民解放军总装备部军事训练教材编辑工作委员会

国防工业出版社

《国防科研试验工程技术系列教材》

试验通信系统

集群移动通信技术

中国人民解放军总装备部
军事训练教材编辑工作委员会

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

集群移动通信技术/中国人民解放军总装备部军事训练教材编辑工作委员会编. —北京:国防工业出版社, 2003.5

(国防科研试验工程技术系列教材·试验通信系统)

ISBN 7-118-03069-4

I. 集... II. 中... III. 集群—移动通信—通信技术—教材 IV. TN929.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 008456 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经营

开本 850×1168 1/32 印张 13 333 千字

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月北京第 1 次印刷

印数:1—5000 册 定价:32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

《国防科研试验工程技术系列教材》 总编审委员会

名誉主任委员 程开甲 李元正

主任委员 胡世祥

副主任委员 段双泉 尚学琨 褚恭信 马国惠

委员 (以下按姓氏笔画排列)

王国玉 刘 强 刘晶儒 张忠华

李济生 邵发声 周铁民 姚炳洪

姜世忠 徐克俊 钱卫平 常显奇

萧泰顺 穆 山

办公室主任 任万德

办公室成员 王文宝 冯许平 左振平 朱承进

余德泉 李 钢 李长海 杨德洲

邱学臣 郑时运 聂 峰 陶有勤

钱玉民

《国防科研试验工程技术系列教材· 试验通信系统》编审委员会

主任委员 王文宝

副主任委员 左振平 赵 军 聂 峰

委 员 郭淦水 韦亚南 边居廉 于志坚

侯 鹰 于胜果 高文清 王保顺

王擎天 薛 亮 贾天林 邹仁毅

王 华

主 编 边居廉

副 主 编 赵宗印 王擎天 高文清

秘 书 李国强

集群移动通信技术

主 编 肖 健

编著者 肖 健 冉 丹 吴 群

主 审 潘秉渠

总 序

当今世界,科学技术突飞猛进,知识经济迅速兴起,国力竞争越来越取决于各类高技术、高层次人才的质量与数量,因此,作为人才培养的基础工作——教材建设,就显得格外重要和紧迫。为总结、巩固国防科研试验的经验和成果,促进国防科研试验事业的发展,加快人才培养,我们组织了近千名专家、学者编著了这套系列教材。

建国以来,我国国防科研试验战线上的广大科技人员,发扬“自力更生、艰苦奋斗、科学求实、大力协同、无私奉献”的精神,经过几十年的努力,建立起了具有相当规模和水平的科研试验体系,创立了一系列科研试验理论,造就了一支既有较高科学理论知识、又有实践经验,勇于攻关、能打硬仗的优秀科技队伍,取得了举世瞩目的成就。这些成就对增强国防实力,带动国家经济发展,促进科技进步,提高国家和民族威望,都发挥了重要作用。

编著这套系列教材是国防科研试验事业继往开来的大事,它是国防科研试验工程技术建设的一个重要方面,是国防科技成果的一个重要组成部分,也是体现国防科研试验技术水平的一个重要标志。它承担着记载与弘扬科技成就、积累和传播科技知识的使命,是众多科技工作者用心血和汗水凝成的科技成果。编著该套系列教材,旨在从总体的系统性、完整性、实用性角度出发,把丰富的实践经验进一步理论化、科学化,形成具有我国特色的国防科研试验理论与实践相结合的知识体系。一是总结整理国防科研试验事业创业 40 年来的重要成果及宝贵经验;二是优化专业技术教材体系,为国防科研试验专业技术人员提供一套系统、全面的教科书,满足人才培养对教材的急需;三是为国防科研试验提供有力的

技术保障;四是将许多老专家、老教授、老学者广博的学识见解和丰富的实践经验总结继承下来。

这套系列教材按国防科研试验主要工程技术范畴分为:导弹航天测试发射系统、导弹航天测量控制系统、试验通信系统、试验气象系统、常规兵器试验系统、核试验系统、空气动力系统、航天医学工程系统、国防科技情报系统、电子装备试验系统等。各系统分别重点论述各自的系统总体、设备总体知识,各专业及相关学科的基础理论与专业知识,主要设备的基本组成、原理与应用,主要试验方法与工作程序,本学科专业的主要科技成果,国内外的最新研究动态及未来发展方向等。

这套系列教材的使用对象主要是:具有大专以上学历的科技与管理干部,从事试验技术总体、技术管理工作的人员及院校有关专业的师生。

期望这套系列教材能够有益于高技术领域里人才的培养,有益于国防科研试验事业的发展,有益于科学技术的进步。

《国防科研试验工程技术系列教材》

总编审委员会

1999 年 10 月

序

试验通信系统是国防科研试验工程中的重要组成部分。

40年来,试验通信系统的技术人员,发扬自力更生、严谨求实、团结奋战的精神,坚持“实用、可靠、先进、经济”的原则,逐步建成了布局合理、手段多样、业务齐全、覆盖面较广、机动性较强的试验通信系统,有效地保障了历次国防科研试验中的指挥通信、数据图文传递和时间同步任务,为国防科研试验工程技术的发展作出了重要贡献。

在试验通信网的建设过程中,几代通信科研、试验人员投入了毕生的精力和智慧,积累了丰富的实践经验,取得了丰硕的成果,形成了具有特色的试验通信系统建设程序和试验通信系统装备体系。为适应国防科研试验鉴定对象、标准、模式的深刻变化,紧跟通信技术迅速发展步伐,培养新一代试验通信技术人才,将40年试验通信系统建设经验总结整理并结合试验的新特点,编写一套既适合通信技术人才培养需要,又对试验通信工作具有一定指导作用的系列教材,具有重要的现实意义和深远的历史意义。

本套教材以大专以上学历的通信工程技术人员和通信指挥管理人员为主要对象,以通信系统的组成、原理、体制、技术标准与规范、系统设计方法与测试、通信技术的发展动态和方向为主要内容,以系统设计和技术应用为重点。整套教材具有较强的理论性、实用性、系统性和技术前瞻性,既可用于试验通信专业技术人员的培训,亦可作为院校相关专业师生的参考书。

本套教材共分16卷。包括:《试验通信概论》、《卫星通信技术》、《光纤通信技术》、《天地通信技术》、《数字微波通信技术》、《集群移动通信技术》、《指挥通信技术》、《数据通信技术》、《时间统一

技术》、《图像通信技术》、《数字程控交换技术》、《短波通信技术》、《通信保密技术》、《通信网管理技术》、《通信电源》和《通信线路》。

本套教材的编写工作得到了国防科技大学、装备指挥技术学院、总装备部工程设计研究所、总装备部测量通信总体研究所等单位的支持和帮助。对于在编写过程中给予支持的领导和专家、参考文献作者、各卷编审和撰稿人员,我们谨表示衷心的感谢。由于本套教材涉及专业技术面广、涵盖内容多、技术层次新,加之编者水平有限,书中难免有错误或疏漏之处,诚请读者予以指正。

《国防科研试验工程技术系列教材·

试验通信系统》编审委员会

2000年10月

前 言

集群通信是当今通信领域中的一个重要组成部分,它是多信道共用的专用移动通信,指向正在申请服务的设备或用户群,为它们自动分配信道。由于它是通过频率共用来缓解频率资源紧缺的状态,同时又通过基站集中使用,统一控制,有效降低用户组网费用,所以近些年集群移动通信系统的产值、使用率和发展速度大大上升。本书旨在系统阐述该专用移动通信的基本概念和原理、各种集群方式、信道控制技术、信令技术、集群设备和系统等方面。

全书共分 10 章。第 1 章概述移动通信的特点、分类、主要功能及用途等;第 2 章讲述各种集群方式与控制方式,以及它们之间的分析与比较;第 3 章、第 4 章给出了几种移动通信调制技术和常见移动通信信令;第 5 章阐述了集群移动通信设备的原理;第 6 章讲解集群移动通信的组网技术和传播模型;第 7 章、第 8 章给出了各种设备的性能指标和测量方法,以及系统的安装与调试;第 9 章讲述了数字集群移动通信系统;第 10 章介绍常见产品。书后附有附录,供读者查阅。

本书第 4 章和第 5 章由冉丹编写,第 7 章和第 8 章由吴群编写,其余各章由肖健编写。书中全部工程视图及数据表格由徐勇收集。

本书在编写过程中得到了总装机关、北京跟踪与通信技术研究、工程设计研究院等单位和领导的关心与支持,在此表示衷心的感谢。由于编者的水平有限,所编内容可能有不少遗漏和错误之处,诚请读者予以指正。

编 者

内 容 简 介

本书是《国防科研试验工程技术系列教材·试验通信系统》系列教材之一,它以国防科研试验通信网建设为背景,介绍了集群移动通信原理和有关设备技术。内容包括集群方式与控制方式、移动通信调制技术、集群移动通信信令、通信设备及组网技术、集群设备性能指标和测量方法、系统的安装与调试、数字集群移动通信系统及产品介绍等。

全书内容系统全面,材料丰富实用,可供从事集群移动通信操作、维护和管理的技术人员和管理人员学习参考。

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 移动通信概述	1
1.1.1 移动通信的发展历史	1
1.1.2 移动通信的特点及分类	5
1.1.3 移动通信系统组成及工作方式	6
1.1.4 移动通信应用系统介绍	8
1.1.5 移动通信发展趋势	11
1.2 集群的概念与特点	12
1.2.1 集群的概念	12
1.2.2 集群移动通信系统的特点	13
1.3 集群移动通信系统组成与分类	14
1.3.1 集群移动通信系统组成	14
1.3.2 集群移动通信系统分类	15
1.4 集群移动通信系统主要功能及用途	16
1.4.1 集群移动通信系统主要功能	16
1.4.2 集群移动通信系统用途	20
1.5 集群移动通信系统组网方式	20
1.5.1 集中控制单区单基站系统	20
1.5.2 集中控制单区多基站系统	22
1.5.3 集中控制多区系统	23
1.5.4 分散控制单区单基站系统	24
1.5.5 分散控制多区系统	25
1.6 集群移动通信与其它移动通信的比较	25
1.7 集群移动通信的发展趋势	27
第 2 章 集群方式与控制方式	29

2.1 多信道共用	29
2.1.1 话务量与呼损率	29
2.1.2 多信道共用的特点	34
2.1.3 信道指配	35
2.2 集群方式	45
2.2.1 信息集群	45
2.2.2 传输集群	46
2.2.3 准传输集群	47
2.2.4 三种集群方式容量的比较	48
2.3 控制方式	48
2.3.1 集中控制方式	49
2.3.2 分散控制方式	50
2.3.3 两种控制方式的比较	51
2.4 集群移动通信系统话务分析	56
2.4.1 损失制与等待制	56
2.4.2 占用时长服从指数分布的等待制	58
2.4.3 占用时长为常数的等待制	62
2.4.4 两种等待制系统的比较	67
2.4.5 三种集群方式话务分析	69
第3章 移动通信调制技术	75
3.1 概述	75
3.2 包络调制	76
3.2.1 振幅调制	76
3.2.2 单边带调制	79
3.2.3 振幅压扩单边带调制	83
3.3 角度调制	85
3.3.1 角度调制的基本原理	85
3.3.2 角度调制的特性	88
3.3.3 调制方法	93
3.4 数字信号调制	98
3.4.1 数字信号调制的基本方式	99
3.4.2 窄带数字信号调制	105

3.5 扩展频谱调制	114
3.5.1 直接扩频	115
3.5.2 跳频	119
3.5.3 扩频在移动通信中的应用	120
第4章 集群移动通信信令	122
4.1 集群移动通信信令的定义与分类	122
4.1.1 模拟信令	122
4.1.2 数字信令	125
4.2 集群信令的功能	127
4.2.1 信令系统	128
4.2.2 集群信令功能	129
4.3 MPT1327 信令	132
4.3.1 信令格式	132
4.3.2 系统容量与地址	135
4.3.3 信道管理	136
4.3.4 随机接续规程	138
4.3.5 基本呼叫过程	140
4.4 LTR 及 ESAS 信令	142
4.4.1 LTR 信令	142
4.4.2 ESAS 信令和系统	148
4.5 SMARTNET 信令	154
4.5.1 编组方案	155
4.5.2 编组模式	156
4.5.3 信令系统	157
4.5.4 呼叫过程	160
第5章 集群移动通信设备	163
5.1 天线	163
5.1.1 主要参数	163
5.1.2 天线的要求	165
5.2 塔顶放大器	167
5.3 天线共用设备	169
5.3.1 发射机合路器	169

5.3.2 接收机多路耦合器	170
5.3.3 双工器	170
5.4 收发信机	171
5.5 功放和电源	175
5.5.1 功放	175
5.5.2 电源	175
5.6 系统中央控制器	177
5.6.1 系统中央控制器的组成、功能及任务	177
5.6.2 系统中央控制器的报警接口	181
5.7 移动台	182
5.7.1 手持台	182
5.7.2 车载台	185
第6章 集群移动通信组网技术	187
6.1 移动通信电波传播	187
6.1.1 电波传播方式及特性	187
6.1.2 移动通信电波传播特性	189
6.2 移动通信传播模型	194
6.2.1 奥村模型	194
6.2.2 艾葛里模型	209
6.3 集群移动通信系统设计	212
6.3.1 系统设计一般步骤	212
6.3.2 系统设计方程	216
6.3.3 基站覆盖半径的预测	223
6.3.4 基站信道数量的确定	225
第7章 集群设备性能指标和测量方法	233
7.1 测试条件	233
7.1.1 正常测试条件	233
7.1.2 极限测试条件	234
7.1.3 在极端温度下的试验程序	234
7.2 功能测试	235
7.2.1 概述	235
7.2.2 试验条件	235

7.2.3 用户通话功能测试	235
7.2.4 系统功能测试	236
7.3 系统控制器指标和测试	237
7.3.1 系统控制器性能指标	237
7.3.2 控制器电性能测量方法	238
7.4 发射机指标和测试	241
7.4.1 发射机性能指标	241
7.4.2 发射机测试方法	242
7.5 接收机指标和测试	248
7.5.1 接收机性能指标	248
7.5.2 接收机测试方法	249
7.6 发射合路器指标和测试	254
7.6.1 基站发射机合路器性能指标	254
7.6.2 基站发射机合路器测试方法	255
7.7 接收分路器指标和测试	258
7.7.1 基站接收机分路器性能指标	258
7.7.2 基站接收机分路器测量方法	259
第8章 集群移动通信系统的安装与调试	262
8.1 天馈系统的安装与调试	262
8.1.1 天馈系统的组成	262
8.1.2 天线塔	263
8.1.3 馈线	265
8.1.4 天线	269
8.1.5 天线塔的安装	273
8.1.6 馈线的安装与固定	274
8.1.7 天线的安装和调试	274
8.1.8 天馈系统的调试	275
8.2 基站设备的安装和调试	276
8.2.1 基站设备的安装	276
8.2.2 基站设备的调试	279
8.2.3 集群移动通信系统与电话网的连接	284
8.3 接地要求	285