

《国防科研试验工程技术系列教材》

试验通信系统

图像通信技术

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

图像通信技术

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

图像通信技术 / 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, 2002.6

国防科研试验工程技术系列教材·试验通信系统
ISBN 7-118-02819-3

I. 图... II. 中... III. 图像通信—教材
IV. TN919.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 010327 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

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 14 $\frac{3}{4}$ 379 千字

2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:35.00 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 杨德洲 邱学臣

郑时运 聂 峰 陶有勤 郭詮水

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 尚学琨

副主任委员 左振平 赵 军 聂 峰

委	员	郭詮水	钱玉民	边居廉	于志坚
		沈自成	于胜果	高文清	汪建平
		唐朝京	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 高文清 王擎天 唐朝京

秘 书 李国强

图 像 通 信 技 术

主 编 许生旺

副主编 李 清

主 审 郑世宝

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

系统》、《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

《图像通信技术》是《国防科研试验工程技术系列教材·试验通信系统》中的一卷,主要论述国防科研试验任务中常用的图像通信技术。全书共 10 章,主要包括图像通信基础、模拟图像和数字图像传输技术、数字图像压缩编码技术、图像压缩编码国际标准概要、国防科研试验任务中实用的模拟制和数字制图像通信系统、静止和活动图像通信系统、数字电视广播系统等内容。

本书根据《国防科研试验工程技术系列教材》的性质、阅读对象和编写要求,紧密结合国防科研试验任务的实际和当今数字图像通信技术的发展状况,全面阐述了图像通信的各种技术,并力求反映出国防科研试验图像通信技术的应用特点,具有较强的系统性、实用性和技术前瞻性。本书第 1 章至第 6 章及第 8 章由许生旺同志编写;第 10 章由李清同志编写;第 7 章、第 9 章由许生旺和李清同志共同编写。全书的统稿工作由许生旺同志完成。

本书在编写过程中参阅了大量文献,在此对所有参考文献作者表示衷心感谢。同时,由于本书涉及的参考文献较多,如有遗漏,敬请作者谅解。

本书的编写工作是在总装备部测量通信总体研究所领导下进行的,得到了总装备部司令部通信局和军训局的大力支持,在此一并表示感谢!

本书编写时间仓促,加之作者水平有限,错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2001 年 10 月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 图像信息与图像通信	1
1.2 图像通信的特点	3
1.3 图像通信方式的分类	4
1.4 图像通信系统模型及应用	5
1.5 图像通信技术的发展	6
第 2 章 图像通信基础	13
2.1 概述	13
2.2 光和色度的基本概念	13
2.3 视觉信息	15
2.3.1 视觉生理	15
2.3.2 视觉特性	17
2.3.3 视觉模型	21
2.4 电视基本原理	27
2.4.1 电视信号的组成及特点	27
2.4.2 电视制式	29
2.4.3 电视信号的数字化	32
2.5 图像的统计特性	33
2.5.1 图像的信息量	35
2.5.2 图像的信息熵	36
2.5.3 图像信号在变换域中的统计特性	40
2.5.4 图像差值信号的统计特性	41
2.5.5 二值图像的统计特性	46
2.6 图像质量	47

2.6.1 决定图像质量的基本因素	47
2.6.2 图像质量的主观评价	48
2.6.3 图像质量的客观评价	50
2.6.4 会议电视系统的图像质量评价	51
2.6.5 其它评价方法	52
2.7 音频质量	52
第3章 模拟图像传输技术	55
3.1 概述	55
3.2 图像基带信号	55
3.2.1 黑白图像的基带信号	56
3.2.2 彩色电视信号的频谱	60
3.3 图像信号的调制	61
3.3.1 图像信号的调幅技术	62
3.3.2 图像信号的调频技术	67
3.4 图像信号的模拟传输方式	72
3.4.1 微波中继传输方式	72
3.4.2 同轴电缆中继传输方式	76
3.4.3 光缆传输方式	81
3.4.4 卫星传输方式	82
3.5 图像信号模拟传输系统的测量	82
3.5.1 传输指标及分配	83
3.5.2 失真	85
3.5.3 噪声	96
3.5.4 视频通道指标测试	97
第4章 模拟制图像通信系统	107
4.1 概述	107
4.2 有线电视系统	107
4.2.1 有线电视的发展	107
4.2.2 有线电视系统的总体设计	109
4.2.3 系统传输体制	122

4.2.4 分系统设计及其主要部件	127
4.2.5 系统的测试、调整和质量评价	142
4.2.6 双向有线电视系统	153
4.2.7 微波多路分配系统	154
4.2.8 有线电视系统的加解密技术	156
4.3 监视电视系统	158
4.3.1 系统特点	158
4.3.2 系统基本组成及主要设备	159
4.3.3 系统信号的传输方式	163
4.3.4 系统的调试	166
4.4 电视实况转播系统	167
第5章 数字图像传输技术	169
5.1 概述	169
5.2 数字基带信号及基带传输	169
5.3 数字调制技术	170
5.3.1 ASK 调制技术	170
5.3.2 PSK 调制技术	170
5.3.3 FSK 调制技术	171
5.3.4 QAM 技术	171
5.3.5 TCM 技术	171
5.3.6 OFDM 技术	172
5.4 数字图像传输中常用的信道编码	173
5.4.1 自适应均衡技术	173
5.4.2 线性分组码	174
5.5 数字图像传输方式	176
5.6 数字图像传输的接入技术	177
5.6.1 HDSL 技术	178
5.6.2 ADSL 技术	180
5.6.3 VDSL 技术	183
5.7 数字图像通信网络	184

5.7.1 计算机网络中的图像通信	184
5.7.2 ISDN 中的图像通信	187
5.7.3 异步传输模式(ATM)网中的图像通信	188
5.8 数字图像传输系统的质量	189
5.8.1 数字图像传输系统的质量要求	189
5.8.2 传输系统对图像质量的影响	190
5.8.3 数字图像传输系统的测试	192
第 6 章 数字图像压缩编码技术	194
6.1 概述	194
6.2 图像编码的基本过程及方法分类	195
6.2.1 图像编码的基本过程	195
6.2.2 图像编码方法的分类	197
6.2.3 图像编码技术的现状及主要应用	198
6.3 典型的图像无失真压缩编码方法	201
6.3.1 哈夫曼编码	202
6.3.2 游程编码	204
6.3.3 算术编码	205
6.4 典型的图像限失真压缩编码方法	208
6.4.1 率失真函数	208
6.4.2 预测编码	211
6.4.3 变换编码	232
6.4.4 预测法与变换法的比较	251
6.4.5 标量量化编码	252
6.5 图像限失真压缩编码的其它方法	260
6.5.1 拉普拉斯塔变换编码	261
6.5.2 子带变换编码	263
6.5.3 小波变换编码	265
6.5.4 矢量量化编码	267
6.5.5 基于模型的编码	270
6.5.6 分形编码	271

6.5.7 人工神经网络编码	272
6.5.8 自适应网格编码	272
6.6 二值图像编码	273
6.6.1 跳过白色块(WBS)编码	273
6.6.2 游程编码	274
6.6.3 准最佳可变长编码	275
6.6.4 识别编码	276
6.6.5 方块编码	277
6.6.6 预测差值量化编码	278
第7章 图像压缩编码国际标准概要	279
7.1 概述	279
7.2 图像压缩标准的共性技术	279
7.3 JBIG 标准	281
7.4 JPEG 标准	284
7.5 H.261 标准	286
7.6 MPEG-1 标准	293
7.6.1 系统部分	294
7.6.2 视频部分	296
7.6.3 音频部分	298
7.7 MPEG-2 标准	300
7.7.1 系统部分	301
7.7.2 视频部分	304
7.7.3 音频部分	309
7.7.4 MPEG-2 标准与 MPEG-1 标准的主要区别	310
7.8 MPEG-4 标准	311
7.9 MPEG-7 标准和 MPEG-21 标准	313
7.10 H.263 标准和 H.263 ⁺ 标准	315
7.10.1 H.263 标准和 H.261 标准的区别	315
7.10.2 H.263 标准的编码方法	316
7.10.3 H.263 ⁺ 标准	319

第 8 章 静止图像通信系统	324
8.1 概述	324
8.2 传真通信	324
8.3 可视图文	326
8.3.1 可视图文的基本概念和基本功能	326
8.3.2 可视图文业务的系统结构及设备	326
8.3.3 可视图文信息页表示层句法	329
8.3.4 可视图文系统的通信过程与通信协议	331
8.4 图文电视	332
8.4.1 图文电视的基本概念和特点	332
8.4.2 图文电视系统的组成	333
8.4.3 图文电视传送信息的基本原理	335
8.4.4 图文电视信息的传送方式	336
8.4.5 图文电视数据的传输格式	337
8.4.6 图文电视系统的差错控制	339
8.4.7 图文电视标准	342
8.4.8 扩展的图文电视业务	342
8.4.9 图文电视与可视图文的比较	342
8.5 其它静止图像通信系统	343
8.5.1 智能用户电报	343
8.5.2 消息处理系统	343
8.5.3 电写通信	344
第 9 章 活动图像通信系统	346
9.1 概述	346
9.2 可视电话	346
9.2.1 可视电话的发展	346
9.2.2 可视电话系统的组成	347
9.2.3 静止图像可视电话	349
9.2.4 活动图像可视电话	349
9.2.5 可视电话标准	350