



导弹航天测控通信技术丛书

试验通信技术

(下册)

Test Communication Technology

边居廉 王慧连 主编



国防工业出版社

导弹航天测控通信技术丛书

试验通信技术

Test Communications Technology

(下 册)

边居廉 王慧连 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

试验通信技术. 下册/边居廉, 王慧连主编. —北京:
国防工业出版社, 2000. 5

(导弹航天测控通信技术丛书)

ISBN 7-118-02291-8

I. 试... II. ①边... ②王... III. 导弹试验; 飞行
试验-空间通信系统 IV. TJ760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 21506 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)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 12 298 千字

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 29.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

导弹航天测控通信技术丛书

编审委员会

名誉主任委员 沈荣骏

顾问 陈芳允 赵起增

主任委员 尚学琨

副主任委员 王文宝 罗海银 赵 军

委员 于志坚 刘 仁 刘蕴才 华仲春

(以姓氏笔画为序) 沈平山 张殷龙 林秀权 赵业福

侯 鹰 贺瑞法 聂 皓 郭詮水

陶有勤 高德江 隋起胜

主 编 刘蕴才(兼)

副 主 编 张纪生

秘 书 崔福红 李国强

《试验通信技术》

主 编 边居廉 王慧连

编 著 者 (按姓氏笔画为序)

王慧连 边居廉 何平江 邱伟超

张兵山 胥德义 赵宗印 程 蝉

常春泉 龚奇敏 潘秉渠

主 审 陆建勋 孙 玉

责任编辑 刘 仁

序

为了发展导弹、航天事业,我们经过 40 年的艰苦奋斗,自立创新,建成了具有中国特色、先进、实用的导弹、航天测控网,圆满地完成了历次导弹、航天试验任务。

为了总结 40 年来取得的丰富经验,使其科学化、系统化、理论化,总装备部测量通信总体研究所在有关单位的支持、协同下,已经编著出版了《导弹卫星测控总体设计》、《导弹卫星测控系统工程》(上、下册),受到广大测控、通信技术人员的欢迎。现在,以总装备部测量通信总体研究所为主,组织有关试验基地、院校和原航天工业总公司及电子工业部有关研究所,共同编著一套覆盖测控与通信领域主要专业、包含丰富实践经验、具有较高理论水平的《导弹航天测控通信技术丛书》,这是我国导弹、航天测控领域一件具有重要意义的建设性工作。

本丛书包括《导弹测控系统》、《航天测控系统》(上、下册)、《光学测量系统》、《无线电跟踪测量系统》、《遥测遥控系统》(上、下册)、《计算机在测控网中的应用》、《试验通信技术》(上、下册)、《时间统一系统》、《外测数据事后处理》、《电波大气折射误差修正》和《导弹航天测控通信技术词典》等 11 卷 14 册。丛书的出版,将为我国导弹、航天测控与通信技术人员提供一套内容丰富的学习资料,亦为从事导弹、航天工程研制与试验的其它专业技术人员提供一套了解相关专业知识和进行技术交流的图书。期望这套丛书能帮助广大读者加深对导弹、航天测控与通信技术的了解和运用,共同促进我国导弹、航天测控与通信事业的进一步发展。

沈尚贤

1998 年 8 月 1 日

前 言

试验通信技术是指应用于导弹、航天试验的通信技术。40年来,随着我国导弹、航天技术的发展,试验通信技术也有了很大发展,从单场区的以有线和短波通信为主发展到多场区的电缆通信、微波通信、移动通信、光纤通信,对空间飞行器的超短波通信,乃至由陆地到海洋并扩展到全球的长、短波和卫星通信。从原理上讲,试验通信技术与一般民用通信技术没有多大区别,但由于试验通信技术是应用于导弹、航天试验这一高科技领域,服务于导弹、航天器发射与测控,所以它具有许多特点。目前,各种通信技术专著很多,但还没有一本综合论述导弹、航天试验通信技术的专著,为了总结40年来我国导弹、航天试验通信技术的应用经验,进一步促进试验通信技术的发展,我们编著了《试验通信技术》专著,为导弹、航天领域同行们提供一套针对性强的技术参考书。

本书的特点是专业覆盖面广,紧密结合导弹、航天试验实际,理论性、系统性、实用性强。它根据导弹、航天试验的实际需要,论述了各种通信系统的基本原理,给出了试验通信系统的总体设计方法和系统测试方法,探讨了未来发展方向。全书约70万字,分为上、下两册,上册为第一至第六章,下册为第七至第十二章。第一章 概论;第二章 卫星通信;第三章 光纤通信;第四章 微波通信;第五章 超短波通信;第六章 短波通信;第七章 数据通信;第八章 图像通信;第九章 指挥调度通信;第十章 移动通信;第十一章 保密通信;第十二章 通信网管理。

第四、六章由边居廉编著,第二章由王慧连、何平江编著,第三章由王慧连、常春泉编著,第五章由张兵山编著,第一、七、十二章由赵宗印编著,第八章由程蝉编著,第九章由胥德义、邱伟超编著,

第十章由潘秉渠、边居廉编著,第十一章由龚奇敏编著。全书的文字整理和图表制作由梁前熠协助完成。

本书在编写过程中得到了各级领导的关心和支持,得到了国防工业出版社的大力支持和帮助,陆建勋、孙玉两位院士在百忙中抽出时间为本书担任主审,他们对本书进行了认真地审阅和修改,在此一并表示衷心地感谢。

由于我们水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

1999 年 12 月

目 录

第七章 数据通信	1
7.1 概述	1
7.1.1 数据通信的基本概念	1
7.1.2 数据通信系统的组成	2
7.1.3 数据通信系统的主要性能指标	3
7.1.4 导弹、航天飞行试验数据通信系统的特点	6
7.2 数据通信的一些基本技术	7
7.2.1 数据传输方式	7
7.2.2 基带信号的形式	9
7.2.3 均衡	9
7.2.4 扰乱	9
7.2.5 调制	10
7.2.6 复用	10
7.2.7 定时与同步	11
7.2.8 差错控制	15
7.3 基带传输系统	16
7.3.1 基带传输系统模型	16
7.3.2 理想信道下的最佳基带传输系统	18
7.3.3 非理想信道下的最佳基带传输系统	19
7.3.4 实际的基带传输系统及其组成	20
7.3.5 基带调制解调器的应用及主要技术要求	22
7.4 话音频带传输系统	24
7.4.1 话音电路的特性及对数据传输的影响	25
7.4.2 V.27 调制解调器	28
7.4.3 V.29 调制解调器	30
7.4.4 9600 型调制解调器	32

7.4.5 话带数据电路的环回测试	34
7.5 数据复用传输系统	35
7.5.1 时分复用的基本原理	35
7.5.2 帧结构	39
7.5.3 帧同步	40
7.5.4 数据复用器的组成及其主要技术性能指标	43
7.6 数据链路控制规程	43
7.6.1 数据链路控制规程的功能及其分类	43
7.6.2 基本型控制规程	45
7.6.3 高级数据链路控制(HDLC)规程	48
7.6.4 测控通信数据传输规程——简化 HDLC 规程	53
7.7 数据通信网络	54
7.7.1 数字数据网技术	55
7.7.2 帧中继技术	61
7.7.3 综合业务数字网	63
7.8 接口技术	67
7.8.1 V.24/V.28 接口(RS-232-D 接口)	68
7.8.2 V.11/V.24 接口	73
7.8.3 RS-530 接口	74
7.8.4 G.703 64kbit/s 接口	75
7.8.5 G.703 2048kbit/s 接口	77
7.9 数据传输系统的设计	78
7.9.1 导弹、航天飞行试验任务对数据传输的需求	78
7.9.2 现有通信能力的分析及其利用	79
7.9.3 技术体制的选择	79
7.9.4 系统组成与信息流程设计	80
7.9.5 接口设计	81
7.9.6 同步设计	82
7.9.7 设备技术要求和设备配置	85
7.10 数据通信系统的发展与展望	86
7.10.1 导弹、航天飞行试验数据通信系统的发展	86
7.10.2 IP 技术对今后数据通信发展的影响	88

参考文献	90
第八章 图像通信	92
8.1 概述	92
8.1.1 图像通信系统的基本组成	92
8.1.2 图像通信在导弹航天测控通信领域中的应用	94
8.2 模拟制图像通信	95
8.2.1 监视电视系统	95
8.2.2 电视实况转播系统	100
8.3 数字制图像通信	100
8.3.1 压缩编码技术	101
8.3.2 压缩编码国际标准	109
8.3.3 数字制图像通信方式	119
8.3.4 信道质量对数字图像通信的影响	128
8.4 多媒体通信	129
8.4.1 各种类型媒体的传输要求	130
8.4.2 多媒体通信网的质量和通信网的要求	131
8.4.3 多媒体信息的同步	133
8.4.4 基于现有网络和 B-ISDN 的多媒体通信	133
8.4.5 多媒体通信的应用	139
8.5 图像信号的主要质量指标及测试技术	140
8.5.1 模拟制图像信号的主要质量指标	140
8.5.2 数字制图像信号的主要质量指标	141
8.5.3 指标的规范和测试技术	142
8.5.4 图像质量的主观评价	143
8.6 图像通信的发展趋势	144
参考文献	146
第九章 指挥调度通信	147
9.1 概述	147
9.1.1 指挥调度系统的作用、地位和网络组织	147
9.1.2 指挥调度系统的特点	148
9.2 指挥调度通信的传输手段	150
9.2.1 传输模型及损耗规定	150

9.2.2 常用的几种指挥调度通信手段	156
9.3 指挥调度网的组成	158
9.3.1 指挥调度网络结构	158
9.3.2 指挥调度网络组成	159
9.4 指挥调度设备	160
9.4.1 指挥调度台性能	161
9.4.2 模拟制指挥调度台	162
9.4.3 数字指挥调度台	167
9.4.4 扬声调度单机	172
9.5 指挥调度设备测试技术	174
9.6 指挥调度技术的发展	177
9.6.1 指挥调度技术的发展	177
9.6.2 DDP-500 型大容量数字指挥调度	178
9.6.3 多媒体指挥调度传输网络	179
第十章 移动通信	183
10.1 概述	183
10.1.1 移动通信的分类	183
10.1.2 移动通信的特点	187
10.1.3 移动通信业务的频率配置	189
10.1.4 移动通信系统在国防科研领域的应用	190
10.2 移动通信的基本技术	191
10.2.1 多址技术	191
10.2.2 多信道共用技术	193
10.2.3 移动通信的交换技术	199
10.2.4 组网技术	205
10.2.5 信令技术	210
10.3 系统设计与测试	217
10.3.1 系统设计	217
10.3.2 移动通信设备的性能测试	224
10.4 移动通信展望	232
10.4.1 第三代移动通信	232
10.4.2 全球卫星移动个人通信系统	234

10.4.3 集群移动通信系统	235
参考文献	236
第十一章 保密通信与信息安全	238
11.1 保密通信与信息安全的概念	238
11.1.1 保密通信概述	238
11.1.2 信息安全概述	240
11.2 密码体制	241
11.2.1 密码算法	241
11.2.2 序列密码	243
11.2.3 分组密码	245
11.2.4 分组密码的工作方式	246
11.2.5 密钥	248
11.3 语音保密体制	250
11.3.1 模拟保密体制	251
11.3.2 数字保密体制	269
11.4 密码同步	273
11.4.1 一次同步	273
11.4.2 多次同步	274
11.4.3 自同步	274
11.5 保密通信对传输信道的要求	275
11.5.1 模拟加密信号的传输要求	275
11.5.2 数字加密信号的传输要求	276
11.6 通信网安全保密及密钥管理	276
11.6.1 逐链加密	277
11.6.2 端端加密	278
11.6.3 通信网密钥管理	278
11.7 保密通信系统总体设计	282
11.7.1 保密通信系统的安全策略和总体设计的一般原则	282
11.7.2 信息系统安全保密的体系结构	284
11.7.3 安全保密技术、协议及标准体系	285
11.7.4 系统的安全管理	288
11.8 保密通信系统的测试和检验	289

11.8.1	信息系统与产品的通用安全性评价准则	289
11.8.2	军用信息系统安全性评测	291
11.9	信息安全保密技术发展趋势	292
11.9.1	密码新理论、新思想和新体制	293
11.9.2	信息基础结构中的安全保密技术	293
11.9.3	信息战防御体系	296
	参考文献	297
第十二章	通信网管理	298
12.1	概述	298
12.1.1	通信网管理的概念及其目的	298
12.1.2	网管思想与网管系统的演变	298
12.1.3	网管模型	300
12.1.4	网管功能	302
12.2	通信管理网的体系结构	305
12.2.1	TMN 的功能结构	306
12.2.2	信息结构	308
12.2.3	TMN 的物理结构	310
12.3	网络管理协议	312
12.3.1	简单网络管理协议(SNMP)	312
12.3.2	通用管理信息协议(CMIP)	319
12.3.3	SNMP 与 CMIP 的比较	328
12.4	故障管理	330
12.4.1	故障管理中的基本概念	331
12.4.2	网络监控	334
12.4.3	维护过程	335
12.4.4	故障管理的有效性评估	340
12.5	网络管理系统的总体设计	340
12.5.1	网络管理系统设计的一般要求	340
12.5.2	管理范围与管理功能的确定	341
12.5.3	组织结构设计	342
12.5.4	网管系统的数据通信网设计	343
12.5.5	被管系统的接入设计	344

12.5.6 网管系统平台设计	345
12.5.7 软件设计	346
12.5.8 数据库设计	348
12.6 网络管理新技术展望	350
参考文献	352

Content

Chapter 7 Data Communications	1
7.1 General	1
7.1.1 Basic Concept of Data Communications	1
7.1.2 Composition of Data Communication System	2
7.1.3 Main Specifications of Data Communication System	3
7.1.4 Characteristics of Missile and Spaceflight Test Data Communication System	6
7.2 Basic Technologies of Data Communications	7
7.2.1 Data Transmission Mode	7
7.2.2 Presentation of Baseband Signal	9
7.2.3 Equilibration	9
7.2.4 Scramble	9
7.2.5 Modulation	10
7.2.6 Multiplexing	10
7.2.7 Timing and Synchronization	11
7.2.8 Error Control	15
7.3 Baseband Transmission System	16
7.3.1 Baseband Transmission System Model	16
7.3.2 Optimum Baseband Transmission System in Ideal Channel	18
7.3.3 Optimum Baseband Transmission System in Unideal Channel	19
7.3.4 Real Baseband Transmission System and Composition	20
7.3.5 Application and Main Technical Requirements of Baseband Modem	22
7.4 Voice Frequency Band Transmission System	24

7.4.1	Properties of Voice Circuit and Its Effects on Data Transmission	25
7.4.2	V.27 Modem	28
7.4.3	ITU-T V.29 Modem	30
7.4.4	Looping Test of Voice Frequency Band Data Circuit	32
7.4.5	9600 Mode Modem	34
7.5	Data Multiplexing Transmission System	35
7.5.1	Principle of Time Division Multiplexing	35
7.5.2	Frame Configuration	39
7.5.3	Frame Synchronization	40
7.5.4	Composition and Main Specifications of Data Multiplexer	43
7.6	Data Link Control Protocols	43
7.6.1	Function and Classification of Data Link Control Protocols	43
7.6.2	Basic Version of Control Protocols	45
7.6.3	High-level Data Link Control(HDLC) Protocols	48
7.6.4	TT&C and Communication Data Transmission Protocol—Simplified HDLC Protocol	53
7.7	Data Communication Network	54
7.7.1	Digital Data Network Technology	55
7.7.2	Frame Relay Technology	61
7.7.3	Integrated Services Digital Network(ISDN)	63
7.8	Interface Technology	67
7.8.1	V.24/V.28 Interface(RS-232-D Interface)	68
7.8.2	V.11/V.24 Interface	73
7.8.3	RS-530 Interface	74
7.8.4	G.703 64kbit/s Interface	75
7.8.5	G.703 2048kbit/s Interface	77
7.9	Design of Data Transmission System	78