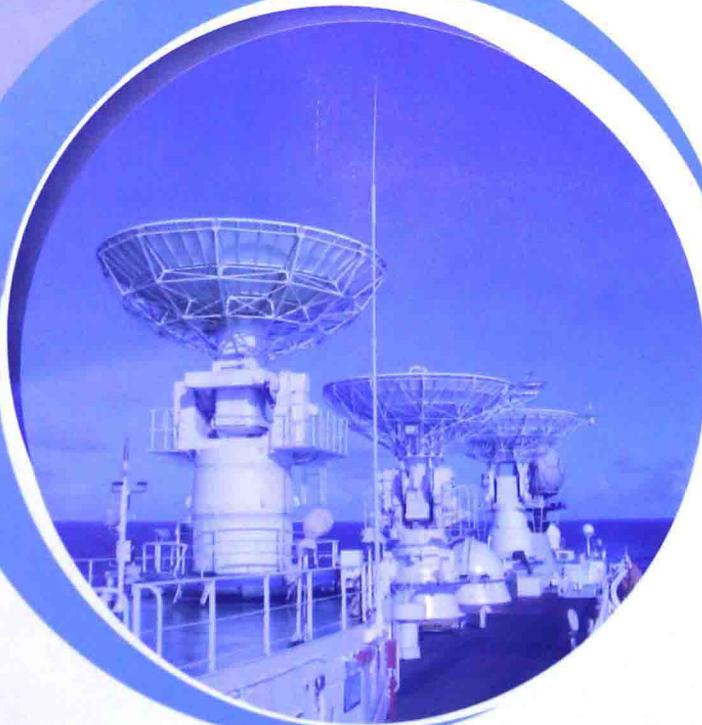


航天测量船通信技术概论

主编 张建飞 ■



国防工业出版社
National Defense Industry Press

航天测量船 通信技术概论

主编 张建飞



国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

航天测量船通信技术概论/张建飞主编. —北京:
国防工业出版社, 2015. 4

ISBN 978 - 7 - 118 - 09900 - 3

I. ①航… II. ①张… III. ①测量船—通信技术
IV. ①U674. 82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 074010 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 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/32 印张 10¼ 字数 289 千字

2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 42.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《航天测量船通信技术概论》 编审委员会

主 编 张建飞

主 审 王开亚 陈雪军

编著者(按姓氏笔画排序)

丁 广 王 磊 田兆平 张沪玲

张建飞 徐 俊

审 查 席震东 张海洋 周锦标 赵文华

程宇锋 叶建平

序

我国第一代航天测量船于 20 世纪 70 年代建成下水。至今已发展到第三代共 6 艘测量船。测量船是我国航天测控网的重要组成部分。在辽阔的海洋上实施对多类卫星、飞船和航天飞行器进行跟踪、测量、控制、通信和打捞回收。

测量船通信系统在航天测控任务中,主要承担通信指挥、数据传递、信息交换及日常通信保障任务,是航天测量船的重要组成部分。

经过几十年的建设与发展,航天测量船通信系统设备不断更新换代,历经了以短波通信、卫星通信、数字数据交换、综合信息传输和 IP 承载网等技术为代表的几个发展阶段;船内信息传输手段由单一的电缆传输方式发展到光缆与电缆相结合、多种传输方式并用的综合信息传输平台模式;岸船信息传输手段由单一的短波通信发展到短波、超短波与卫通相结合的综合无线通信模式;通信体制历经了从模拟到数字、从窄带到宽带、从点对点固定连接到宽带网络化传输的发展历程。目前,测量船 IP 化信息传输网络四通八达,通信设备实现了数字化、宽带化、智能化,形成了一个实时、可靠、安全高效的综合信息传输系统。

航天测量船通信系统在设备连接上涉及船内航海、测控、船舶、动力及日常通信保障等设备;在信息流程上涉及空中和陆地的信息节点。在测量船通信系统建设与发展过程中,几代通信人倾注了毕生能力与智慧,积累了丰富的实践经验,取得了丰硕成果,形成了具有我国航天测量船特色的通信系统建设程序和装备体系。为紧跟通信新技术发展步伐,为适应海上航天测控通信系统建设标准、模式的深刻变化,

作者编写了本书。

本书按照测量船通信业务传输层、通信业务承载层、通信业务应用层、通信综合网管和信息安全系统等五个方面涉及的装备进行了概括性的专业技术介绍,层次清晰、章节连贯、内容覆盖全面。

本书的使用对象为从事航天测控通信,尤其是海上航天测控通信事业的工程技术和科技管理人员。希望该书能够对广大读者起到一定的指导作用,不断提高海上测控通信科研试验能力和业务技术水平。

简仕龙
二〇一五年元月廿四日

前 言

航天测量船通信系统是测量船海上试验能力和船舶航行保障的重要组成部分。航天测量船通信系统包括常规通信分系统和试验通信分系统。常规通信分系统是船舶建造规范要求所必须具备的通信手段,主要用于保障船舶安全航渡、日常办公、遇险救生、进出港等通信联络;试验通信分系统是海上航天测控事件中必备的要素,要求在测量船执行航天测控任务期间,完成船内通信、岸船通信、天地通信等任务,保证测控信息和其他信息安全、准确、实时地传输,并为测量船内各系统提供标准时间和标准频率。

本书立足于航天测量船通信系统设备所涉及的主要技术,将测量船通信系统分为通信业务传输层、通信业务承载层、通信业务应用层、通信综合网管和信息安全系统五大模块,对它们涵盖的卫星通信、短波通信、综合信息传输平台、数据交换、IP 网络、信息安全等技术逐一进行了详细介绍。

全书共分为 12 章,第 1 章为绪论,介绍了航天测量船通信系统基本概况和技术发展历程;第 2 章介绍了车载卫星通信技术;第 3 章介绍了短波通信技术;第 4 章介绍了天地超短波通信技术;第 5 章介绍了数据交换技术;第 6 章介绍了综合信息传输平台技术;第 7 章介绍了 IP 承载网技术;第 8 章介绍了话音通信技术;第 9 章介绍了时间频率技术;第 10 章介绍了视频图像通信技术;第 11 章介绍了通信综合网管技术;第 12 章对测量船通信新技术应用进行了展望。第 1、9、12 章由张建飞编写,第 2 章由田兆平编写,第 3、4 章由王磊编写,第 5、8

章由张沪玲编写,第6、10章由丁广编写,第7、11章由徐俊编写。全书由张建飞主编并统稿,王开亚和陈雪军主审。

本书在编写过程中得到了中国电子科技集团公司第五十四研究所、北京航天飞行控制中心和中国卫星海上测控部的大力支持,周兆清、曹彦军、关鹏、张继霞、伍宗文、余坤、曹庆伟、李康同志对编写工作进行了帮助,本书初稿完成后,黄昆、林习良、陈海小、钱小云、许玲玲等同志对其进行了校对,席震东、周锦标、赵文华、张海洋、刘冰、赵乾宏等同志对编写工作进行了指导,在此一并深表谢意。

由于本书涉及专业面广,加工编著者水平有限,难免有错误和疏漏之处,诚请读者予以指正。

编著者

2014年10月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 测量船通信技术发展过程	1
1.2 系统设备组成	6
1.3 岸船通信连接关系	9
第 2 章 船载卫星通信技术	11
2.1 概述	12
2.1.1 系统组成	12
2.1.2 基本原理	13
2.2 天馈技术	14
2.2.1 天线类型	14
2.2.2 环焦天线	16
2.2.3 多模馈源喇叭	17
2.2.4 馈源网络	18
2.3 信道传输技术	19
2.3.1 低噪声放大技术	19
2.3.2 高功率放大技术	21
2.3.3 载波频率变换技术	22
2.3.4 调制解调与编码技术	23
2.4 伺服跟踪技术	30
2.4.1 天线座架结构	30
2.4.2 伺服控制环路	31
2.4.3 稳定系统	32
2.4.4 天线跟踪技术	34

2.4.5	轴角编码	38
2.4.6	伺服驱动与控制技术	40
2.4.7	伺服监控技术	41
2.5	站监控及卫通站备份	44
2.5.1	站监控	45
2.5.2	7.3m 和 3.8m 卫通站备份	46
2.6	卫星通信技术的其他应用	48
2.6.1	Ku/Ka 频段卫通站	48
2.6.2	海事 FBB 站	51
2.6.3	海事 C 站	53
第 3 章	短波通信技术	55
3.1	概述	55
3.1.1	系统组成	55
3.1.2	基本原理	57
3.1.3	短波通信特点	58
3.2	短波天线	59
3.2.1	鞭状天线	59
3.2.2	天线调谐技术	61
3.3	短波单边带通信技术	62
3.4	短波自适应选频技术	64
3.4.1	自适应技术	64
3.4.2	频率自适应	65
3.4.3	自适应的作用	66
3.5	短波综合业务终端	68
第 4 章	天地超短波通信技术	70
4.1	概述	70
4.1.1	系统总体	70
4.1.2	船载站组成	73
4.1.3	基本原理	75
4.2	扩频通信	77

4.2.1	理论基础	77
4.2.2	系统组成	78
4.3	天线技术	79
4.3.1	定向天线	79
4.3.2	天线组阵	80
4.3.3	五元八木天线	82
4.3.4	馈线网络	83
4.4	信道终端	84
4.4.1	接收机	84
4.4.2	发射机	85
4.4.3	解扩解调	87
4.4.4	密话终端	88
4.5	飞船模拟器	88
4.6	伺服驱动	90
4.6.1	主要功能	90
4.6.2	基本组成	91
4.6.3	工作原理	92
4.7	数传监控	93
4.7.1	主要功能	93
4.7.2	基本组成	94
4.7.3	工作原理	95
第5章	数据交换技术	98
5.1	概述	98
5.1.1	系统组成	99
5.1.2	基本原理	100
5.2	数字数据网技术	104
5.2.1	网络业务与专有功能	105
5.2.2	网络组成	107
5.2.3	复用与交叉连接	111
5.2.4	定时与同步	112

5.3	帧中继技术	114
5.3.1	帧中继网的组成	115
5.3.2	带宽管理和拥塞控制	117
第6章	综合信息传输平台技术	123
6.1	概述	123
6.1.1	系统组成	123
6.1.2	信息连接关系	124
6.2	关键技术	125
6.2.1	MSTP 技术	125
6.2.2	数据业务封装技术	126
6.2.3	级联技术	128
6.2.4	链路容量调整机制	130
6.3	传输网元	130
6.3.1	逻辑结构	130
6.3.2	工作原理	132
6.4	网络管理	134
6.4.1	系统层次构架	134
6.4.2	信息采集	135
6.4.3	系统连接	136
6.4.4	信息传递	136
6.4.5	管理功能	138
6.5	业务接入	139
6.5.1	以太网业务	139
6.5.2	数据传输业务	142
6.5.3	时统业务	145
6.5.4	程控交换业务	145
6.5.5	视频监控业务	147
6.5.6	调度业务	149
6.5.7	低速视频业务	151
6.6	自愈网技术	151

6.6.1	系统保护方式	152
6.6.2	自愈功能	153
6.6.3	保护倒换准则	153
第7章	IP 承载网技术	154
7.1	概述	154
7.1.1	航渡监管 IP 网	154
7.1.2	公共信息 IP 网	156
7.1.3	试验 IP 网	158
7.2	路由	159
7.2.1	静态路由	159
7.2.2	OSPF 动态路由	160
7.3	业务传输方式	161
7.3.1	单播	161
7.3.2	组播	161
7.4	QoS 策略	164
7.4.1	流分类	165
7.4.2	用户接入流量监管	166
7.4.3	优先级队列调度	167
7.4.4	接口限速	168
7.5	时延平滑技术	169
7.6	网络安全防护	170
7.6.1	安全防护主要功能	170
7.6.2	网络安全手段	171
第8章	话音通信技术	181
8.1	概述	181
8.1.1	基本组成	181
8.1.2	主要内容	182
8.2	调度技术	183
8.2.1	调度的基本功能	184
8.2.2	调度通信系统的接口	185

8.3	程控电话技术	186
8.3.1	基本交换原理	186
8.3.2	程控交换机信令系统	188
8.4	话音编码技术	191
8.4.1	话音编码基础	191
8.4.2	脉冲编码调制	192
8.4.3	自适应差分脉冲编码调制	194
8.4.4	参数编码关键技术	196
8.4.5	多带激励话音编码算法	197
8.4.6	话音压缩编码	200
8.4.7	VoIP 话音压缩技术	201
8.5	话音加密技术	203
8.5.1	话音加密方式	203
8.5.2	模拟置乱技术	204
8.5.3	数字加密技术	206
第9章	时间频率技术	208
9.1	概述	208
9.1.1	时统设备组成	209
9.1.2	基本工作原理	210
9.1.3	用户终端	213
9.2	时间与频率	215
9.2.1	时间及时间同步	216
9.2.2	频率标准	220
9.2.3	标准时间码	224
9.3	定时校频技术	226
9.3.1	短波定时	227
9.3.2	卫星定时和校频	228
9.3.3	其他定时和校频方法	235
9.3.4	测量船时统对时方式	235
9.4	时间和频率的传递	238

9.4.1	直连电缆传输方式	238
9.4.2	光缆传输方式	239
第 10 章	视频图像通信技术	242
10.1	概述	242
10.2	数字视频技术	244
10.2.1	图像压缩编码	244
10.2.2	传输协议	246
10.2.3	大容量存储	247
10.3	视频监控技术	247
10.3.1	系统组成	247
10.3.2	主要功能	249
10.3.3	工作流程	249
10.4	会议电视技术	250
10.4.1	系统组成	250
10.4.2	主要功能	251
10.4.3	工作原理	252
10.5	天地数字电视技术	253
10.5.1	系统组成	253
10.5.2	工作原理	254
10.5.3	数字电视编解码器	254
10.6	IP TV 技术	258
10.6.1	系统组成	258
10.6.2	主要功能	259
10.6.3	电视服务器	259
10.6.4	视频点播原理	261
第 11 章	通信综合网管技术	263
11.1	概述	263
11.1.1	通信综合网管系统组成	263
11.1.2	系统基本功能	264
11.2	网络管理协议	265

11.3	系统信息模型	267
11.3.1	管理信息树	267
11.3.2	被管设备标识码	268
11.3.3	管理节点标识码	269
11.3.4	管理信息库	269
11.4	被管对象	269
11.4.1	被管对象定义	269
11.4.2	网管系统与被管设备的连接方式	270
11.5	系统功能体系	271
11.6	系统功能	272
11.6.1	网络管理功能	272
11.6.2	业务管理功能	278
11.6.3	流量监测功能	280
第 12 章	测量船通信新技术展望	282
12.1	卫星通信自适应编码调制技术	282
12.2	卫通天线全数字伺服技术	285
12.3	全 IP 高速通信系统	290
12.4	基于时频调制的短波数据通信技术	291
12.5	高精度岸船对时技术	294
12.6	卫星通信远程集中监控	295
12.7	无源光纤接入技术	297
12.8	大型天线故障预警与诊断技术	300
附录	缩写词一览表	303
	参考文献	308

第 1 章 绪 论

通信系统是航天远洋测量船重要的组成部分,它可分为常规通信和试验通信两大分系统。常规通信分系统是船舶建造规范中必须具备的通信手段,主要保障测量船日常工作、训练和生活的通信需求以及在航渡、遇险救生、进出港等场合的通信联络;试验通信分系统是测量船实施航天器海上测控任务期间,完成岸船间指挥调度和天地通信任务,保证测控和其他信息在船内和岸船之间迅速、准确、不间断地实时传输,并提供标准时间和频率信号。

常规通信设备主要有短波通信设备、综合信息传输平台、生活电视系统、视频图像监视系统等。试验通信设备主要有卫星通信系统、天地超短波通信系统、IP 承载网、话音通信网、岸船数据交换网、信息安全保密系统、通信综合网管网、时间频率系统等。

1.1 测量船通信技术发展过程

我国从 20 世纪 70 年代建造第一艘航天远洋测量船至今的 30 多年中,测量船通信系统的发展经历了两次中修技术改造、飞船试验工程适应性改造、新测量船建造等较大的发展机遇,在技术上跨越了短波通信、卫星通信、数字数据交换网、综合信息传输平台和试验任务 IP 网通信方式为特征代表的几个阶段。

1. 建船之初技术状态

20 世纪 70 年代末,在“远望”一、二号测量船建成投入使用之初的 10 年,测量船岸船通信主要手段是短波通信,其业务主要有话音、低速数据、电报等。主要设备有 30kW 和 1.6kW 等短波单边带发信机、单边带