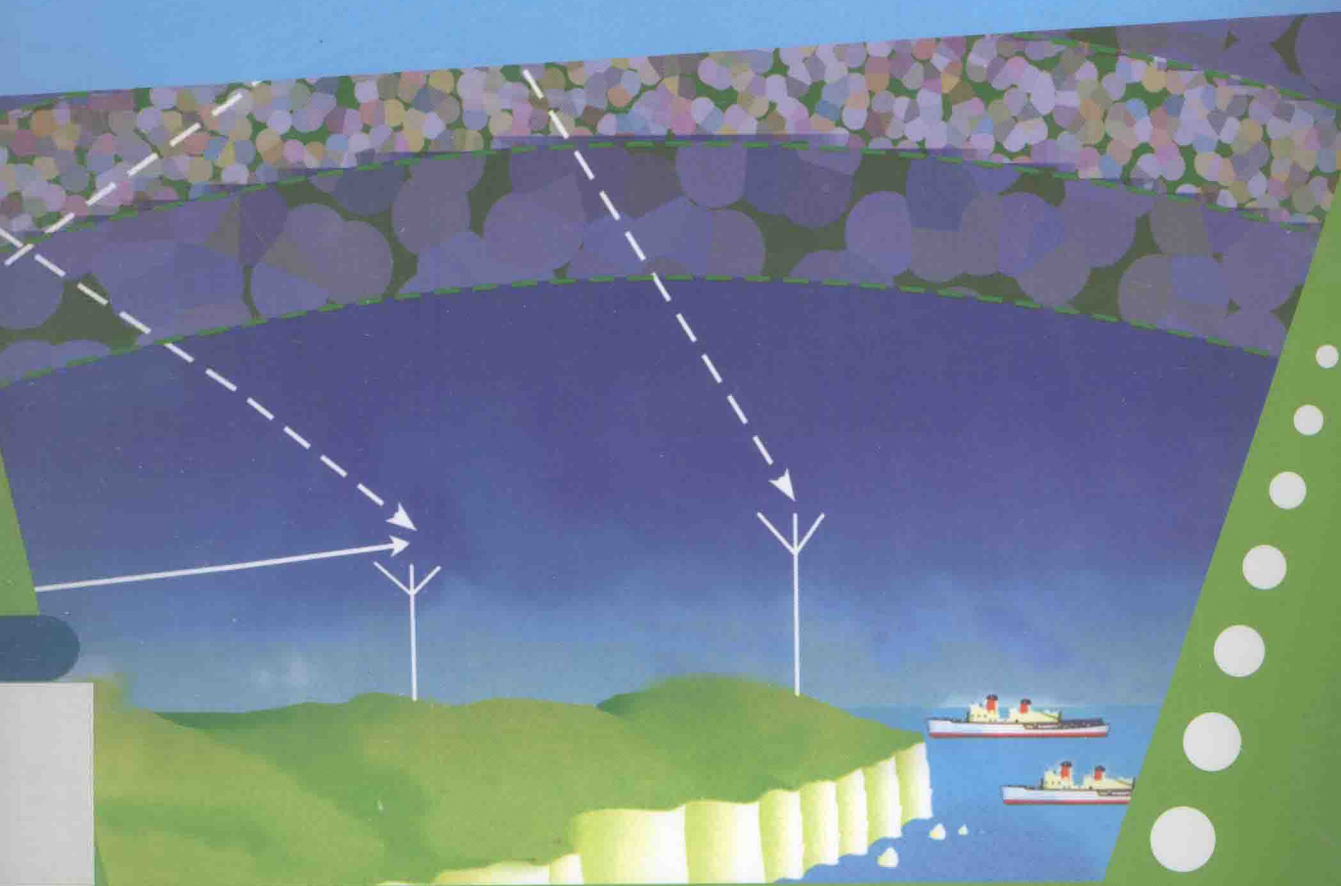


船用导航雷达

王世远 编著



CHUANYONG DAOHANG LEIDA

大连海事大学出版社

船用导航雷达

王世远 编著

大连海事大学出版社

©王世远 2014

图书在版编目(CIP)数据

船用导航雷达 / 王世远编著. — 大连 : 大连海事大学出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-5632-3081-5

I. ①船… II. ①王… III. ①船用雷达—导航雷达 IV. ①U665.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 216158 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail:cbs@dmupress.com

大连美跃彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2014年9月第1版

2014年9月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm

印张:33.5

字数:824千

印数:1~1500册

出版人:徐华东

责任编辑:沈荣欣

责任校对:任芳芳 杨玮璐

封面设计:王艳

版式设计:沈荣欣

ISBN 978-7-5632-3081-5

定价:69.00元

内容简介

本书内容包括船用雷达发射机、微波传输线及天线系统、接收机、信号处理(含 A/D 变换、杂波模型、杂波处理)、数据处理(含目标自动检测、数据录取、自动跟踪、目标参数自动计算及相遇船舶碰撞危险判断)及终端显示与控制、雷达性能与分析、雷达在航海中的应用、自动雷达标绘仪(ARPA)原理、终端信息显示、船用多传感器信息融合处理及其在船用雷达/ARPA 中的应用等。书中阐述了雷达各组成部分功能、原理、质量指标、距离及方位测量、在航海中的应用及终端显示和控制。经过近二十余年来的新发展,船用导航雷达的新理论、新技术、新器件得到广泛运用,除了磁控管外,当今的船用雷达/ARPA 已经实现全固态化、集成化。本书系统地介绍了船用雷达新技术的状况和发展趋势。

本书可作为海事院校电子工程专业本科和研究生的教材,同时还可作为通导部门技术管理与维护的工程师及研发船用雷达新产品的工程师的参考书。

题 词

王世远老师著《船用导航雷达》
对我国船用导航雷达的发展具有
重要意义

杨 楫

(著名造船专家杨楫院士为本书题词)

序 言

雷达在“二战”中得到很大发展。特别是在美国麻省理工学院成功研制出雷达平面显示器以后,船用导航雷达技术更得到了突破。“二战”以后,美国麻省理工学院辐射实验室组织各方面的专家,总结“二战”期间研制雷达的经验,编写和出版了雷达丛书共 28 本。这套丛书内容殷实,理论和实际相结合,大大促进了雷达的应用。20 世纪 60 年代初国内许多单位研制船用导航雷达,也是以这套丛书作为学习和参考的。70 年代后期,上海人民出版社出版了《雷达技术》丛书,国防工业出版社亦组织编译了《雷达手册(第一版)》,西北电讯工程学院也编写了有关雷达技术方面的书籍,这些对当时我国的雷达科研生产以及教育都起了积极推动作用。80 年代末 90 年代初,大连海运学院张润泽教授主编了《船用导航雷达》,共三册,这是针对船用导航雷达这个特定的领域撰写的著作。这一著作沿用多年,为培养我国的船用导航雷达人才作出了很大贡献。

近十多年来电子技术有很大发展。微型计算机的广泛应用,数据处理技术的发展,大量新集成电路和微波器件的不断出现,促使许多新雷达工作体制逐步成熟并得到推广应用。在这种形势下,《雷达手册(第二版)》的编译出版及国内一批雷达技术新著作的出现,使国内雷达界收益良多。

虽然目前船用导航雷达仍主要沿用传统的单载频非相参脉冲工作体制,但随着新技术、新器件的出现,船用导航雷达也已开始有了许多重大的改变。王世远教授在张润泽教授编著的《船用导航雷达》的基础上,保留了部分对传统子系统构成原理和性能的阐述,而重点介绍船用导航雷达的新技术和新发展,撰写了这部《船用导航雷达》新著。在这部著作中,作者对船用导航雷达的基本原理、性能及要求做了详尽介绍,对发射机、接收机、天线系统的构成和技术指标以及测试方法做了细致说明。作者特别对船用雷达自动标绘仪(ARPA)及传感器信息融合处理做了重点论述。本书还将国际海事组织海上安全委员会 2004 年 12 月 6 日通过的 MSC192 号决议船用雷达设备性能标准以附录的形式作了介绍,以便于从事船用导航雷达生产和科研人员参考。可见作者对本书的理论性和实用性都是做了不少考虑的。本书对于海事院校电子工程本科生和研究生都是很好的教材,对于从事船用导航雷达研制、生产和维修的科技人员也是一本很好的参考书。

60 年代初期,我在上海船用运输科学研究所开始船用导航雷达研制。90 年代初我退休后又在上海海运学院和王世远教授等共同研制数字船用导航雷达。2002 年起我和杨世光工程师等在船用导航雷达研制、生产过程中亦经常得到王世远教授的指导及帮助。2010 年 3 月,船用导航系统国家工程研究中心导航雷达实验室成立,我又和王世远教授一起担任技术顾问。在他的《船用导航雷达》新著出版之际,我很高兴接受他的邀请为该书作序。期望《船用导航雷达》的出版对我国船用导航雷达的发展做出贡献!

杨君劲

2012 年 10 月

(杨君劲高级工程师为本书作序)

前 言

20世纪80年代末90年代初,由大连海运学院(现大连海事大学)张润泽教授主编,先后多次出版过的《船用导航雷达》,内容分两篇三册,至今已沿用了三十余年。此间,船用雷达除了沿用传统的单载频非相参脉冲工作体制外,各分机都采用了很多新型元器件和集成电路,反映出了现代电子技术,信号、数据、图形和图像处理技术以及LCD数字终端彩显新技术在船用导航雷达系统中的应用。因此,本书在每章内容结构安排上,力求处理好传统与现代的关系,内容增删酌处。

本书主要内容共15章,第1章绪论,第2章船用雷达发射机,第3章微波传输线及天线系统,第4章船用雷达接收机,第5章雷达信号处理,第6章雷达信号自动检测,第7章雷达目标数据录取,第8章雷达目标自动跟踪,第9章雷达目标参数计算与危险判断,第10章船用雷达终端显示器,第11章船用雷达性能,第12章雷达在航海中的应用,第13章船载自动雷达标绘仪(ARPA),第14章ARPA信息的终端显示,第15章船用多传感器信息的融合及应用。本书以信号为主线,让读者感到既见发展历史的痕迹,又见当今技术发展的辉煌。

专业教材应当基本按照现时课程安排的学时数编写,但又不宜完全受计划时数的限制。传统的按照规定的每学时限定字数的教材编写规矩,是难以符合当今专业特色教材编写的实际情况和需求的。本书内容较多,需考虑扩招后高校本科生的基础和学习能力等的差异,希望既能够满足那些学有余力的本科生的需要,满足海军、海事舰船相关专业研究生专业课程学习的需要,同时又考虑到许多航运企业通导处技术管理者、研发工程师对研发新系统、工程系统建设、设备维护和技术管理的需要。任课教师可根据学生的实际情况,在安排教学大纲及执行计划时,考虑实际办学条件及学生状况,再合理确定课程内容、总学时,进行合理选材。

本教材是编著者四十余年在海事院校(包括大连海事大学和上海海事大学)从事教学、科研所积累的资料、经验和不断学习获得的新知识的总结,在张润泽教授编著的《船用导航雷达》基础上,保留了部分传统子系统构成的原理和性能,以反映船用雷达发展的历史,书中重心在新发展方面,使内容能体现当今广泛应用于船舶上的新器件、新技术和新设备的新型船用雷达/ARPA。

在编写本教材过程中,我有幸得到许多老师和朋友的真心相助,尤其要感谢很多老朋友:雷达专家王炳煜高工、张玉婷高工,中海公司江帆高工,大宁公司杨大宁高工、杨世光高工,上海海事大学许开宇教授、徐志京副教授等的鼎力相助。我还要感谢近几年我国出版的一批雷达技术新作的作者,在此,特表达对这些高水平雷达新作的编著者的崇高敬意。

作为已经退休十余年的老教师,承接这样一部具有航运特色的专业课新教材的编著工作,我深知工作之艰辛和难度之巨大,甚至有些勉强。考虑到学生的需要,为促进我国船用雷达/ARPA(以及其他通信导航等电子设备)国产化的步伐,能为促进我国船舶电子配套业国产化和新一代专业人才的培养,尽我微薄之力,足矣。

由于作者水平有限,书中难免存在缺点和不足,衷心希望读者批评、指正。

王世远

2012.9.1 于上海

目 录

第 1 章 绪论	1
1-1 雷达探测原理	1
1-2 船用雷达基本组成	2
1-2-1 船用雷达基本组成及原理	3
1-2-2 现代船用雷达的组成及特点	5
1-3 雷达工作波段及特点	6
1-3-1 微波工作波段	6
1-3-2 微波工作波段的特点	6
1-4 雷达测量原理	6
1-4-1 测距原理	7
1-4-2 测方位原理	9
1-4-3 测速原理	10
1-4-4 目标高度测量	11
1-5 现代雷达工作体制	11
1-5-1 常规脉冲雷达	11
1-5-2 脉冲压缩雷达	12
1-5-3 单脉冲雷达	12
1-5-4 相控阵雷达	13
1-5-5 脉冲多普勒雷达	14
1-5-6 合成孔径雷达	14
1-6 雷达分类及用途	15
1-6-1 军用	15
1-6-2 民用	16
1-6-3 科研	16
1-7 雷达发展简史	16
第 2 章 船用雷达发射机	18
2-1 概述	18
2-1-1 发射机任务	18
2-1-2 基本组成	18
2-2 主要技术指标	19
2-3 磁控管振荡器	21
2-3-1 多腔磁控管的结构及特点	21
2-3-2 磁控管振荡器工作原理	22
2-3-3 磁控管的使用与维护	24
2-4 脉冲调制器	26

2-4-1 任务及主要技术指标	26
2-4-2 软性开关脉冲调制器	28
2-4-3 刚性开关脉冲调制器	30
2-4-4 固态刚管脉冲调制器	32
2-4-5 磁开关脉冲调制器	34
2-4-6 发射机技术现状与趋势	39
2-5 雷达发射机技术指标测试	40
2-5-1 各类真空管发射机和全固态高功率发射机技术参数的测试	40
2-5-2 船用雷达发射机主要技术参数的测试	41
第 3 章 微波传输线及天线系统	45
3-1 概述	45
3-2 波导与同轴电缆	46
3-2-1 波导	46
3-2-2 同轴电缆	50
3-2-3 微波传输中波导与同轴电缆的比较	51
3-3 雷达天线	51
3-3-1 主要技术指标	51
3-3-2 天线结构、原理分类及特点比较	53
3-3-3 辐射电磁波的极化类型及特点比较	57
3-4 天线收发转换开关	58
3-4-1 收发开关的作用	58
3-4-2 收发开关的分类及原理	58
3-5 天线及馈线系统的参数测试	61
3-5-1 驻波系数 S 的测试	62
3-5-2 天线方向图的测试	62
3-5-3 天线增益的测试	66
3-6 船用雷达隙缝波导天线新技术及趋势	67
3-6-1 天线技术的发展现状	67
3-6-2 天线技术的发展趋势	68
第 4 章 船用雷达接收机	69
4-1 船用雷达接收机的组成	69
4-1-1 收发开关	69
4-1-2 高频放大器	71
4-1-3 混频器	73
4-1-4 微波固态本机振荡器	77
4-1-5 中频放大器	82
4-1-6 检波和视频放大器	85
4-2 船用雷达接收机的主要技术指标	85
4-2-1 灵敏度	85

4-2-2 工作频带宽度	86
4-2-3 增益	88
4-2-4 工作稳定性	88
4-2-5 抗干扰性	88
4-2-6 恢复时间	88
4-2-7 动态范围	88
4-3 接收机的噪声系数及灵敏度	89
4-3-1 接收机噪声系数	89
4-3-2 噪声系数和噪声温度	90
4-3-3 接收机灵敏度	94
4-4 最佳通频带和通频带的选择	96
4-4-1 最佳通频带	96
4-4-2 接收机通频带的选择	96
4-5 混频器	97
4-5-1 混频器构成原理	97
4-5-2 混频器的参数测量	101
4-6 中频放大器	104
4-6-1 任务及主要技术指标	104
4-6-2 中频放大器电路构成及特性	106
4-6-3 按振幅特性分类	111
4-6-4 中频放大器的结构、调试	117
4-7 脉冲检波器与视频放大器	122
4-7-1 脉冲检波器	122
4-7-2 前置视频放大器	125
4-8 接收机的功能控制电路	126
4-9 接收机参数测试	129
4-9-1 接收机噪声系数的测试	129
4-9-2 接收机灵敏度的测试	130
4-9-3 接收机恢复时间	131
4-10 雷达接收机的发展现状及未来展望	132
4-10-1 雷达接收机发展现状	132
4-10-2 雷达接收机未来展望	133
第 5 章 雷达信号处理	135
5-1 雷达信息处理综述	135
5-1-1 雷达信号、数据的三级处理	136
5-1-2 雷达信息的数字化终端设备	137
5-1-3 雷达信号、数据处理的任务、技术指标与组成	138
5-2 雷达杂波模型	141
5-3 雷达杂波处理	149

5-3-1 接收机内部噪声的处理	149
5-3-2 雨雪干扰抑制处理	149
5-3-3 同频雷达干扰解相关处理	151
5-3-4 海杂波处理	152
5-3-5 接收与信号处理系统	161
第 6 章 雷达信号自动检测	163
6-1 概述	163
6-2 数字式自动检测原理	163
6-2-1 组成原理框图	163
6-2-2 自动检测原理	164
6-3 滑窗检测器	167
6-4 小滑窗检测器	169
6-4-1 小滑窗检测器的结构特征	170
6-4-2 小滑窗加计数检测器的原理结构	170
6-5 最佳自动检测技术	171
6-5-1 最佳检测器	171
6-5-2 最小可检测信噪比	174
第 7 章 雷达目标数据录取	177
7-1 雷达目标数据录取的基本原理	177
7-2 目标数据的录取	177
7-2-1 目标距离数据的录取	177
7-2-2 目标方位数据的录取	178
7-2-3 方位数据的录取	180
7-2-4 录取目标数据的传送方式	180
7-2-5 人工录取	180
7-2-6 全自动录取	182
7-2-7 自动录取的辅助控制	183
7-2-8 自动录取的优缺点	184
7-2-9 自动录取目标的主要技术指标	185
7-3 计算机目标录取处理	186
7-3-1 录取处理流程	186
7-3-2 影响目标位置参数录取精度的诸因素	186
第 8 章 雷达目标自动跟踪	193
8-1 概述	193
8-2 航迹相关与航迹外推	193
8-2-1 航迹相关	194
8-2-2 航迹外推	196
8-3 滤波与跟踪	196
8-4 运用变增益 $\alpha\beta$ 滤波器实现目标自动跟踪	198

8-4-1 引言	198
8-4-2 滤波方程与预测方程	199
8-4-3 运算流程与滤波跟踪	201
8-5 运用常增益 $\alpha\beta$ 滤波器实现目标自动跟踪	208
8-5-1 引言	208
8-5-2 滤波与预测方程的矩阵表达式及运算流程	208
8-5-3 等效传递函数	209
8-5-4 系统稳定性	210
8-5-5 暂态特性	211
8-5-6 滤波估值精度	211
8-5-7 滤波系数 α, β 值的确定	214
8-5-8 相关波门尺寸的计算与自适应调整	218
8-5-9 $\alpha\beta\gamma$ 滤波器简介	224
8-5-10 卡尔曼滤波	225
8-5-11 船用雷达 ARPA 存在的局限性	227
第 9 章 雷达目标参数计算与危险判断	232
9-1 目标运动参数的计算	232
9-1-1 目标航向、航速的计算	232
9-1-2 目标真航速、真航向的计算	234
9-1-3 各种显示形式的矢量换算	235
9-2 危险预测参数的计算	236
9-2-1 碰撞参数 CPA、TCPA 的计算	237
9-2-2 可能碰撞点 PPC 的计算	237
9-3 危险判断与报警	241
9-3-1 利用 CPA、TCPA 进行危险判断与报警	242
9-3-2 利用警戒环进行危险判断与报警	243
9-3-3 利用 PPC、PAD 进行人工危险判断	244
9-3-4 目标跟踪丢失的危险判断与报警	244
第 10 章 船用雷达终端显示器	245
10-1 概述	245
10-2 船用雷达显示器件	245
10-2-1 阴极射线管 CRT	245
10-2-2 液晶显示器 LCD	249
10-2-3 LCD 液晶显示与 CRT 显示技术特点的比较	251
10-3 径向圆扫描平面位置显示器	252
10-3-1 动圈式 PPI	253
10-3-2 定圈式平面显示器	267
10-3-3 视频再定时显示	271
10-4 光栅扫描显示系统	275

10-4-1 概述	275
10-4-2 光栅显示原理及主要质量指标	275
10-4-3 CRT 光栅扫描显示系统	278
10-4-4 LCD 光栅扫描显示系统	280
10-4-5 雷达接口信息处理原理	282
10-4-6 光栅扫描现实的优点及局限性	284
10-4-7 雷达/ARPA 数字信号与液晶显示器 LCD 之间的连接	285
10-5 基于通用计算机与显示卡的船用雷达光栅扫描显示器	287
10-6 真运动显示系统	288
10-6-1 真运动显示原理	289
10-6-2 数字式真运动显示系统	293
第 11 章 船用雷达性能	296
11-1 雷达使用性能	296
11-1-1 用途	296
11-1-2 探测范围	297
11-1-3 最大作用距离	299
11-1-4 最小作用距离	322
11-1-5 测距误差	324
11-1-6 测方位误差	333
11-1-7 距离分辨率	338
11-1-8 方位分辨率	339
11-2 雷达技术性能	341
11-2-1 工作波长 λ 的选择	341
11-2-2 脉冲宽度 τ 的选择	344
11-2-3 脉冲重复频率 f 的选择	345
11-2-4 发射脉冲功率 P_t 的选择	346
11-2-5 天线波束宽度 $\theta_{H0.5}$	346
11-2-6 天线增益 G_A 的选择	348
11-2-7 天线转速 n_A 的选择	349
11-2-8 天线极化形式	351
11-3 雷达性能监视器	352
11-3-1 辐射、接收总性能监视器	352
11-3-2 收发机监视器	353
11-4 船用雷达技术现状及发展趋势	355
11-4-1 隙缝波导天线技术现状与发展趋势	355
11-4-2 发射机技术现状与趋势	357
11-4-3 接收与信号处理系统	357
11-4-4 数据处理与显示系统	358
11-4-5 船用雷达的局限性及未来展望	360

第 12 章 雷达在航海中的应用	362
12-1 雷达定位	362
12-1-1 正确选择物标的原则	362
12-1-2 回波识别和物标辨认	362
12-1-3 准确测距与测方位的要领	364
12-1-4 雷达定位方法及精度	364
12-2 雷达导航	365
12-2-1 距离避险线	366
12-2-2 方位避险线	366
12-2-3 雷达导航的注意事项	367
12-3 影响雷达回波正图像正常观测的诸因素	367
12-3-1 扇形阴影区	367
12-3-2 各种假回波	368
12-3-3 干扰杂波	370
12-4 雷达航标	372
12-4-1 雷达角反射器	372
12-4-2 雷达方位信标	373
12-4-3 雷达应答标	374
12-5 船舶交通管理(VTS)雷达	375
12-5-1 VTS 发展概况	375
12-5-2 新型 VTS 构成系统	375
12-5-3 VTS 系统中的雷达子系统的基本功能	376
12-5-4 VTS 的 AIS 岸基	377
12-6 其他辅助设备	377
12-6-1 回波增幅器	377
12-6-2 雷达救生火箭	378
12-6-3 搜救雷达应答器	378
第 13 章 船载自动雷达标绘仪(ARPA)	379
13-1 普通船用雷达用于船舶避碰及其局限性	379
13-1-1 普通船用雷达在船舶避碰中的应用	379
13-1-2 普通船用雷达用于船舶避碰时的局限性	383
13-2 基本 ARPA 系统的构成原理	383
13-2-1 传感器	384
13-2-2 ARPA 系统的组成及各部分作用	384
13-2-3 ARPA 系统的分类及特点	386
13-2-4 按显示器扫描方式不同分类	387
13-3 船用雷达/ARPA 系统的性能要求及标准	388
13-3-1 船用雷达使用性能要求及标准	388
13-3-2 ARPA 显示系统主要性能要求及标准	389

13-4 图像图形信息处理	392
13-4-1 主要功能	392
13-4-2 原理框图	393
13-4-3 工作原理	393
13-4-4 一次图像信息的处理	394
13-4-5 二次图像信息的处理	395
13-4-6 图像图形信息的叠加与显示	396
13-5 各种传感信号预处理	396
13-5-1 雷达信号预处理	396
13-5-2 罗经信号处理	409
13-5-3 计程仪信号的处理	413
13-6 自动报警与系统测试	416
13-6-1 自动报警系统	416
13-6-2 系统测试功能	418
13-7 试操船	419
13-7-1 概述	419
13-7-2 试操船的显示特征	420
13-7-3 试操船的方法	420
13-7-4 使用试操船功能应注意的事项	421
13-8 ARPA 的外围设备及要求	422
13-8-1 外围设备	422
13-8-2 要求	422
13-9 ARPA 的优点及局限性	423
13-9-1 ARPA 的优点	423
13-9-2 ARPA 系统误差源及其影响	424
13-9-3 ARPA 系统的局限性	430
13-10 ARPA 的功能键及运用	433
13-10-1 ARPA 的功能键	433
13-10-2 正确开机及初始数据的设置方法	434
13-10-3 ARPA 的基本功能	434
13-10-4 ARPA 的附加功能	435
13-10-5 ARPA 的避碰应用	436
13-10-6 ARPA 用于碰撞危险估计	437
13-10-7 ARPA 用于求取避让措施	437
13-10-8 利用 ARPA 协助避让应注意的事项	438
13-10-9 ARPA 发展新技术	438
13-11 AIS 和 ECDIS 综合显示	438
13-11-1 概述	438
13-11-2 AIS 在雷达中的应用	439

13-12 雷达/ARPA 与 AIS 综合应用的实例	443
13-12-1 AIS 显示功能	443
13-12-2 激活 AIS 目标	443
13-12-3 取消 AIS 目标	444
13-12-4 显示 AIS 信息	444
13-12-5 AIS 短信息功能	446
13-12-6 显示本船信息	446
13-12-7 设置 AIS 过滤区	446
13-12-8 设置 AIS 报警条件	446
第 14 章 ARPA 信息的终端显示	448
14-1 ARPA 系统综合信息的显示	448
14-1-1 概述	448
14-1-2 数据显示器	448
14-1-3 综合信息显示器	449
14-1-4 各种显示方式、特点	452
14-2 显示控制	456
第 15 章 船用多传感器信息的融合及应用	463
15-1 概述	463
15-2 多传感器信息融合原理	464
15-2-1 多传感器信息的融合概述	464
15-2-2 多传感器信息的融合处理的基本原理	465
15-3 多传感器信息的融合系统的功能和结构模式	466
15-3-1 系统功能模型	466
15-3-2 检测级结构	468
15-3-3 分布式 CFAR 检测与融合	469
15-4 多传感器信息融合处理技术在航海中的应用	473
15-4-1 船用雷达与船载 AIS 的目标信息特征	474
15-4-2 船载 AIS 和船用雷达/ARPA 性能特点比较及目标数据融合处理	478
15-4-3 多传感信息融合技术在船舶交通管理系统中的应用	485
15-4-4 多传感信息融合技术在船舶避碰中的应用	489
15-4-5 AIS 信息在电子海图背景上显示	491
15-5 对异构系统多传感信息融合的若干要求	496
15-5-1 对各异构系统多传感信息在一个系统中进行信息融合的要求	496
15-5-2 船用导航仪器的接口标准	497
附录 船用雷达设备性能标准(修订)	498
参考文献	513

第1章 绪论

1-1 雷达探测原理

“雷达”一词是英文“Radar”的音译。

Radar—Radio detection and ranging,原意为无线电探测与测距。

早期雷达被定义为:利用目标对电磁波的反射现象来探测目标,并测定目标的距离、位置的无线电技术范畴,称为“雷达”。在第二次世界大战中,雷达因战争需求而发展十分迅速。1943年美国正式推出微波雷达,此后微波雷达一直用于舰用、船用导航,至20世纪60年代末、70年代初,电子计算机用于雷达,出现自动雷达标绘仪(ARPA),尤其是90年代至今的二十多年,由于雷达的理论、处理、器件、工艺等各方面的研究和开发不断积累,雷达的设备、功能及运用领域不断发展,有必要给现代雷达下一个较完整的定义:利用目标对电磁波的反射(或称为“二次辐射”“转发”或“固有辐射”)来探测目标,并测定目标的空间坐标、速度、加速度、轨迹、姿态及某些特征信息的一个无线电技术范畴,称为“雷达”。

“二次辐射”:雷达发射的电磁波搜到目标后,目标产生二次辐射波,其中一部分回到天线处的称为“目标回波”,雷达收到回波,便可发现目标。飞机、导弹、人造卫星、舰船、岛屿、车辆、兵器、炮弹、建筑物、山川、云雨、海浪等均可成为雷达的探测目标。

“转发”:有源目标“应答器”(Transponder)收到雷达发射信号后转发特定编码的“应答波”被雷达所接收,从而发现装有应答器的目标。军用称“敌我识别器”。

“固有辐射”:雷达接收来自具有固有辐射源的目标(如飞机、发动机、核爆炸等)的固有辐射波而发现目标。

“港口交管雷达”:装在港口,用来探测港口水域水面上各种目标,以引导船舶安全进出港。(为避免篇幅过大,有关内容本书不予涉及,可参看大连海事大学刘人杰教授等编著的《船舶交通管理电子信息系统》)。

无论是船用雷达还是港口交管雷达,都具有以下特点:

- ①使用微波、天线聚束收发,以便于雷达探测目标和测定目标方位;
- ②使用脉冲信号,收发周期性微波脉冲信号,便于测距;
- ③使用平面位置显示器,便于将船舶周围的水面目标显示为由屏上回波亮点构成的平面图像,可供观测;
- ④自备系统,自主工作,工作独立、可靠;
- ⑤适应海上环境(海上温度、湿度、盐雾变化及船舶振动、冲击的环境)。

现代雷达与电子计算机相结合,进行信号处理、数据处理、图像处理、自动控制 and 显示等,又具有自动信息处理功能及智能化显示终端,可自动、迅速、准确地完成测量、计算、显示、跟踪、控制和管理任务,在一定程度上替代人的思维和劳动,在军事、国民经济和科学研究等各领域