



JIANTING ZUOZHAN
XINXIXIANKONG YUANLI
YU YINGYONG



舰艇作战信息 显控原理与应用

刘高峰 孙胜春 程志锋 陈佳俊 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

舰艇作战信息显控 原理与应用

刘高峰 孙胜春 程志锋 陈佳俊 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是一部系统介绍舰艇作战信息显控原理与应用的教材,全面地阐述了舰艇作战信息显控系统所涉及的基础知识、系统组成、显示原理、人一机一环工程和显示技术应用。

本书内容丰富,各章配有一定的习题,可供舰艇火力指挥与控制工程专业、指挥自动化工程专业、舰载电子系统工程专业的教学使用,亦可作为从事舰艇指控系统设计、管理、维护和使用人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

舰艇作战信息显控原理与应用 / 刘高峰等编. —北京:国防工业出版社,2012.01

ISBN 978-7-118-07839-8

I. ①舰... II. ①刘... III. ①信息技术—应用—军用船—海战—基本知识 IV. ①E925.6—39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 237123 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)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15¼ 字数 339 千字

2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 46.00 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

前 言

美国于 20 世纪 50 年代开发了 SAGE 半自动化防空系统,60 年代初期在舰艇平台上出现了指挥控制系统,70 年代逐步增加了其指挥和通信功能,从此舰艇作战系统的发展进入了一个以智能化 C³I 系统为标志的新纪元。信息显示控制系统是舰艇作战系统的重要组成部分,是采用可见光形式将信息用文字和图形等信息直接显示于屏幕上,并和人机交互装置有机结合组成的系统。它能有效地显示静动态作战信息和进行实时人机交互,是多传感器信息显示、指控解算、指挥/决策、人机交互的有力手段,体现了指控系统的典型特征,具有多种技术综合应用的特点。伴随舰艇作战系统的发展,信息显示控制系统所采用的显控台已经历了专用显控台、标准显控台和多功能显控台三个大的发展阶段,采用了从随机扫描到光栅扫描的技术体制,从单色、部分彩色到全彩色的显示方式,从度盘、数码管到阴极射线管、液晶、等离子体等综合显控技术。随着新军事变革的需求发展以及信息技术、计算机技术、网络技术和显示器件技术的广泛应用,舰艇作战信息显示控制系统的硬件体系结构、软件集成框架、显示器、符号集、人机工程等关键技术将得到不断地更新和完善,从而适应开放式、模块化的全分布式舰艇作战系统的需求。

为适应舰艇指控系统装备的不断更新与发展,全面地阐述舰艇作战信息显控系统所涉及的基本知识、显示原理、系统组成、人一机一环工程和显示技术应用,以满足信息显示控制工程课程教学与培训的使用需求,特编写本书。本书力求将信息显控基础理论知识与显示技术应用有机结合编写,具有系统性、专业性、实用性和规范性等特色。全书共分为六章:第一章引论,介绍了信息显示控制系统的基本概念、基本构成、一般要求和显示技术发展;第二章信息显示控制技术基础,简要介绍了显示技术相关的视觉和听觉特性、光度学和色度学基础、视频信号接口技术和人机系统设计等知识;第三章电子显示器件结构原理,重点介绍了有代表性的各种电子显示器件的类型、结构组成、显示原理和驱动方法等;第四章随机扫描字符图形显示原理与技术,介绍了随机扫描显示系统的字符图形图像显示原理与技术、一次视频处理方法及径向扫描显示技术等;第五章光栅扫描字符图形显示原理与技术,介绍了光栅扫描显示系统的字符图形图像显示原理与技术、二维图形的几何变换、人机交互技术与装置等;第六章信息显示控制技术应用,介绍了显控台的基本功能和组成、显示控制硬软件支撑技术、接口技术和显控软件开发与调试环境等内容。

本书由海军工程大学刘高峰副教授主编。第一、三章由刘高峰编写,第二章由陈佳俊、孙胜春编写,第四章由程志锋、刘高峰编写,第五章由孙胜春编写,第六章由刘高峰和孙胜春编写。全书由刘高峰统稿,刘坤、刘永红绘制了书中的全部插图,海军工程大学邢昌风教授审阅了书稿。在此谨向在本书编写、审校和出版过程中付出辛勤工作的同志表示感谢,向编写中引用和参考了有关著作、文献的原作者表示谢意!

鉴于编者的理论水平和实践经验有限,书中内容取舍和阐述方面难免有不妥或错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 12 月于武汉

目 录

第一章 引论	1
第一节 概述	1
一、信息的定义及特征	1
(一)信息的定义	1
(二)信息的分类及特征	2
(三)作战信息分类结构	3
二、信息显示技术术语及其分类	6
(一)基本概念	6
(二)军用显示技术术语	8
(三)显示技术分类及应用领域	9
第二节 信息显示控制系统的基本构成及分类	10
一、模拟显示仪表	10
(一)模拟显示仪表的基本构成	11
(二)模拟显示仪表的分类	11
二、数字显示仪表	12
(一)数字显示仪表的基本构成	12
(二)数字显示仪表的分类	13
三、计算机图形显示系统	13
(一)计算机图形显示系统的基本构成	14
(二)计算机图形显示系统的分类	15
四、舰艇作战信息显示控制系统	16
(一)舰艇作战信息显示控制系统的基本构成	16
(二)显控台的分类	19
五、作战指挥控制中心的信息显示控制系统	19
(一)作战指挥控制中心的信息显示控制系统基本构成	19
(二)态势图处理系统的基本结构	20
第三节 对信息显示控制系统的基本要求	21
一、对信息显示效果的基本要求	21

(一) 真实性	21
(二) 清晰性	22
(三) 彩色及其特性	23
(四) 直观性	24
(五) 多功能性	24
(六) 显示容量	24
二、人一机一环工程的基本要求	24
三、可靠性、维修性及抗毁性要求	25
四、标准化要求	25
第四节 信息显示控制系统及其技术发展	25
一、显示器件技术发展	26
(一) CRT 显示技术	26
(二) 平板显示技术	26
(三) 大屏幕显示技术	29
(四) 虚拟显示技术	29
(五) 平视显示技术	29
二、计算机图形显示技术发展	30
三、舰艇指控系统中的显示控制技术发展	32
思考题	34

第二章 信息显示控制技术基础

第一节 人的感觉机能及特性	35
一、视觉机能及基本特性	35
(一) 视觉的生理基础	35
(二) 视觉的亮度特性	36
(三) 视觉的彩色特性	37
(四) 视觉的分辨力	37
(五) 视觉的惰性与闪烁	37
(六) 视觉的生理特征	38
二、听觉机能及基本特性	38
(一) 常用声学基本参量	38
(二) 听觉系统	39
(三) 听觉的物理特性	41
(四) 音响系统	42
第二节 信息显示的光度学	44

一、光度学参数与单位	44
二、光谱光视效率	45
第三节 信息显示的色彩学	46
一、颜色的基本特性	46
(一) 颜色的三个特性	46
(二) 颜色的混合	47
二、常用的色度坐标	49
(一) 孟塞尔表色系统	49
(二) CIE1931 - RGB 系统	49
(三) CIE1931 - XYZ 系统	50
第四节 视频信号接口技术	51
一、模拟视频接口	51
(一) VGA 接口	51
(二) 复合视频接口	52
(三) 色差分量接口	52
二、数字视频接口	52
(一) DVI 接口	52
(二) LVDS 接口	54
(三) HDMI 接口	55
三、其他视频接口	55
(一) 射频接口	55
(二) S - Video 接口	56
(三) BNC 接口	56
四、视频总线	56
五、常用数字视频的图像格式	57
第五节 人机系统设计原则及程序	58
一、人机工程学的研究内容与方法	58
二、人机系统设计原则	59
(一) 工作空间和设备的设计	59
(二) 工作环境设计	60
(三) 工作过程设计	61
三、人机工程设计程序	61
思考题	62

第三章 电子显示器件结构原理

第一节 电子显示器件分类及性能

一、电子显示器件分类	63
二、电子显示器件典型特征	63
第二节 阴极射线管	67
一、CRT 工作原理	67
(一) 电子枪	67
(二) 偏转系统	68
(三) 荧光屏	70
二、彩色 CRT 显色原理	71
(一) 荫罩式彩色 CRT	71
(二) 穿透式彩色 CRT	71
三、CRT 辉亮控制电路	72
(一) 信号混合电路	73
(二) 辉亮放大器	73
四、CRT 显示偏转扫描技术	74
第三节 液晶显示器件	74
一、液晶的基本概念	74
(一) 液晶特性	74
(二) 液晶显示器件分类	76
二、液晶显示器件结构和工作原理	78
(一) 液晶显示器件基本构造	78
(二) 液晶显示器件显示原理	79
三、液晶显示驱动方法	83
(一) 静态驱动	83
(二) 动态驱动	85
(三) 驱动器构成	89
四、液晶显示控制器	90
(一) 接口部	90
(二) 驱动部	91
(三) 控制部	92
(四) 显示数据处理	92
(五) 指令集	95
第四节 其他显示器件	96
一、PDP 显示器件结构与工作原理	96
(一) 等离子体的基本概念	96
(二) PDP 结构和工作原理	97
二、LED 显示器件结构与工作原理	100
三、ELD 显示器件结构与工作原理	103

(一)粉末电致发光(PEL)	103
(二)薄膜电致发光(TFEL)	104
(三)电致发光显示器的驱动	105
四、OLED 显示器件结构与工作原理	105
五、FED 显示器件结构与工作原理	107
第五节 大屏幕显示设备	108
一、投影型大屏幕显示设备	108
(一)阴极射线管投影式大屏幕显示设备	108
(二)阴极射线管光阀式大屏幕显示设备	108
二、平板型大屏幕显示设备	109
(一)发光二极管显示	109
(二)等离子体显示	109
(三)多投影显示	109
思考题	110
第四章 随机扫描字符图形显示原理与技术	111
第一节 随机扫描显示原理	111
一、随机扫描显示概述	111
二、随机扫描显示器组成	112
第二节 字符产生器原理	113
一、主要质量指标	113
二、字符产生方法	114
(一)点位置组合型	114
(二)线位置组合型	114
(三)其他方法	115
三、固定点阵法字符产生器	115
(一)点阵产生器	115
(二)字符存储器	117
(三)移位寄存器	118
(四)字符控制器	118
第三节 矢量产生器原理	119
一、矢量的表示方法	119
二、主要参数及要求	119
(一)矢量产生器的主要参数	120
(二)对产生矢量的要求	120
三、速率乘法器构成的矢量产生器	120
(一)矢量产生的原理	120
(二)速率乘法器的构成	122

(三)分频链	122
(四)启停电路与线长检测电路	125
(五)工作过程	126
四、用累加器构成矢量产生器	127
五、显示控制器	127
(一)显示控制器的功能	128
(二)显示指令系统	129
(三)显示指令传递	130
(四)显示输入/输出接口	131
第四节 一次视频处理方法	131
一、一次视频信号的采样和量化	132
(一)雷达信号的幅度分层	132
(二)雷达信号的时间量化	135
(三)雷达视频回波的采集与校正	136
二、一次视频信息的存储与压缩	137
(一)电子束交叉扫描	137
(二)视频压缩方法	138
(三)视频压缩的要求和参数选择	140
第五节 径向扫描显示	142
一、径向扫描信号	142
二、轴角分解方法	143
(一)存储式轴角分解器	143
(二)积分式轴角分解器	144
(三)实时坐标变换	145
三、径向扫描显示原理	146
(一)径向扫描线产生器组成	146
(二)径向扫描产生器参数选择	147
四、其他扫描方法	148
(一)圆周扫描	148
(二)成文扫描	148
思考题	149

第五章 光栅扫描字符图形显示原理与技术

第一节 光栅扫描显示原理	150
一、光栅扫描显示概述	150
二、光栅扫描显示器的组成	152
第二节 光栅扫描字符产生技术	153
一、字符定位	154
二、字符存储	155

三、字符显示控制	155
四、显示控制器	157
(一)MC6845 引脚信号说明	157
(二)MC6845CRTC 内部结构	158
(三)MC6845 基本应用	159
第三节 光栅扫描图形产生技术	160
一、显示存储器	160
二、图形生成器	163
(一)软件图形的产生	163
(二)硬件图形的产生	163
三、彩色表	164
四、光栅扫描图形显示软件	166
(一)图形设备接口标准	166
(二)图形程序接口标准	167
(三)应用程序接口标准	167
五、光栅扫描图像产生技术	167
六、图形系统处理器	168
(一)TMS34020 体系结构特性	169
(二)TMS34020 结构组成	169
(三)TMS34020 基本应用	171
第四节 二维图形几何变换方法	172
一、图形展开原理	172
二、二维图形几何变换方法	174
(一)图形坐标系	175
(二)二维图形几何变换方法	176
(三)窗口到视区的变换方法	177
第五节 人机交互技术	177
一、交互任务与交互技术	178
(一)交互任务	178
(二)交互技术	179
(三)交互式用户接口	181
二、人机交互装置	182
(一)键盘	183
(二)跟踪球	185
(三)其他	190
思考题	192

第六章 信息显示控制技术应用

第一节 显控台的基本功能和组成

一、显控台的一般功能	193
二、显控台的基本组成	194
(一)基本组成	194
(二)硬软件结构	195
第二节 显控台的硬软件支撑技术	196
一、显控计算机技术	196
二、显示控制技术	196
(一)显示控制部件	197
(二)视频综合显示	199
(三)图形显示软件	200
(四)视频总线技术	201
三、人机交互界面	203
(一)人机交互界面分类	203
(二)人机交互界面设计原则	204
(三)显控台人机交互界面的要求	206
四、台体设计	206
(一)台体结构设计	206
(二)电磁兼容设计	207
第三节 显控台接口技术	208
一、模拟接口	208
(一)模拟接口类型	208
(二)模拟接口信号形式	208
二、数字接口	208
(一)底板总线接口	209
(二)串并行接口	209
三、网络接口	209
(一)1553B 总线接口	209
(二)光纤分布式数据接口	210
(三)快速以太网和交换式以太网	210
(四)异步传输模式	211
第四节 显控软件开发与调试环境	211
一、嵌入式实时操作系统	211
(一)嵌入式实时操作系统体系结构	211
(二)嵌入式实时操作系统关键技术指标	214
二、VxWorks 实时嵌入式操作系统	215
(一)VxWorks 操作系统特点	215
(二)VxWorks 操作系统的基本组成	216
(三)利用 VxWorks 操作系统设计应用软件注意的问题	218
三、Tornado 集成开发环境	219

(一)嵌入式实时系统开发过程	219
(二)嵌入式实时软件开发模型	219
(三)Tornado 集成开发环境组成	220
(四)Tornado 集成开发环境安装步骤	224
第五节 多功能显控台技术发展趋势.....	225
一、多功能显控台的技术特点	225
二、多功能显控台要求的基本功能	226
三、多功能显控台的技术发展趋势	227
(一)多功能显控台硬件平台发展趋势.....	227
(二)多功能显控台软件平台发展趋势.....	227
思考题.....	228
参考文献	229

第一章 引 论

在军队 C⁴ISR (Command、Control、Communications、Computers、Intelligence、Surveillance、Reconnaissance) 系统建设与发展中,信息显示控制系统已逐渐成为各级各类作战指挥控制中心的标准基础设施(设备)。在舰艇作战系统中,作战信息显示控制融入各个分系统的重要工作环节,信息显示控制系统能实时地接收、处理、分析、分发各类情报信息,显示主要战术环境的必要数据、图形和图像等信息,还可用于人机相辅地作出战术决策,自动求取武器射击诸元和控制武器射击,帮助指挥控制人员及时掌控战场信息主动权、有效运用兵力和合理使用武器。

本章将首先介绍信息显示控制系统的基本概念、显示技术术语和分类,然后简述信息显示控制系统的基本构成和分类,最后说明对信息显示控制系统的一般要求和简要技术发展。

第一节 概 述

一、信息的定义及特征

(一)信息的定义

控制论创始人 N·维纳说:“要有效地生活,就要有足够的信息”。随着科学技术日新月异的发展,特别是通信技术、自动化技术和计算机技术的广泛应用,人们已普遍认识到人类社会进入了一个以信息为中心的“信息化社会”,信息已成为推动社会生产力、国民经济和军事武器装备发展的决定性因素。

什么是信息呢?信息一词在我国由来已久。据《辞海》记载,我国南唐诗人李中有诗云“梦断美人沉信息,目穿长路依楼台”,可见信息泛指音讯和消息。在近代,信息一词又被用做英语中 information 的译名,来自词根 infor(通知),指被告知的事实或知识。在《牛津英文字典》里给出的解释是“某人被通知或告知的内容、情报或知识”。而信息作为一个可以用严格的数学公式定义的科学名词首先出现在统计数学中,随后又出现在通信技术中。所谓技术是对科学原理加以应用的具体实践,信息作为技术术语使用是在计算机得到广泛应用之后,信息实际上是指一切符号、记号、信号等表达信息所用的形式或载体。信息的定义迄今尚无统一的、准确的描述,不同的领域、科学,甚至同一著作内的不同章节对信息也有不同的定义形式。从常识角度看,信息是由自然界和人类社会的一切事物发出的消息、情报、指令、数据和信号中所包含的知识内容。从信息的加工角度,可以理解信息是对数据加工的成员,数据是记录在一定介质上并可鉴别的符号,它可以是字母、数据、图形、图像、声音等。数据与信息的关系可以看成是原料与成品的关系,数据是信息加工的原材料,信息是数据加工的成品。从本质上讲,信息是物质

的存在方式和状态,是显示物质存在方式的物理属性,同时也是物质间接存在性和物质自身显示自身的标识。

通常,人们使用各种类型的传感器获取信息,并将它转换成为人的感觉器官能直接识别的语言、文字、图形、图表和图像等形式。其中,通过视觉器官所获得的信息均称为图像,它包括人物风景类图像和符号化以后用来表示事物状态及性质的图形和文字。图像数据来源于客观世界,是人们对事物观测所得到的景物的重现,涉及的内容有图像的描述、增强、理解和识别等。而图形数据则主要来源于主观世界,是人为的由计算机产生的数据,涉及的内容包括模型产生、几何变换和明暗处理等。由于图形和图像常常出现在同一画面上,所以在终端显示技术中,图形和图像已不作严格的区分。

不言而喻,为了能使人们直接了解各类信息的获取、存储、处理、控制、传输和显示等过程,直观、准确、实时地掌握和使用信息,提高信息的利用率,而将各种过程中传感器获得的各种信息转换成指针的位移、文字、图形和图像等可视形式显示出来,已成为信息科学中研究的一个重要内容,信息显示控制技术正是适应这一要求而发展起来的一个新兴学科分支。信息显示的目的就在于将研究对象的过程信息变成人眼可观测的形态,以利于人们掌握和控制研究对象。在现代舰艇指挥控制系统中,屏幕上显示的敌我双方的态势,武器系统中的飞机、导弹、鱼雷、水雷、火炮、干扰器等工作状态及各种参数,为辅助指挥员的正确决策提供了依据。对现代海战来讲,信息显示设备及其他组成武器系统的电子设备的优劣直接地影响到舰艇指挥控制系统的效能,关系到战争的胜负。

(二)信息的分类及特征

1. 信息的分类

信息的分类方法较多,可以从不同角度对信息进行分类。

从主客观的关系角度可以把信息分为客观信息和主观信息。客观信息表现物质系统的特征,是事物运动的状态和方式;主观信息是客观信息在人脑中的反映。客观信息是主观信息的认识对象和内容,主观信息是客观信息的能动反映。

从系统的角度可以把信息分为系统外部信息和系统内部信息。系统外部信息是指系统的外部环境产生的信息;系统内部信息是指决定系统自身的组织和结构、调节系统各部分行动的信息。

从自然界发展过程角度可把信息分为非生物信息、生物信息和社会信息三种类型。其中,社会信息是人类社会的运动状态和方式,又分为政治信息、经济信息、军事信息、科技信息、文化信息和社会生活信息等。

从信息的逻辑层次角度,可以把信息分为语法信息、语义信息和语用信息。语法信息是客观事物存在方式和运行状态的直观描述,表现为符号或语言,不涉及信息内容的解释和实际效用。语义信息揭示所描述事物内容的真实含义,确定其含义的表述方法。语用信息不仅要反映事物的存在方式和运行状态,而且要揭示其对人类的价值和效用。

2. 信息的特征

一般认为信息具有记载性、传输性、共享性、加工性和时效性五种特征。

1) 记载性

信息蕴含于物质之中,用来存储信息的物质被称为信息的载体,信息不能离开载体而

独立存在。文字、图像、电波和磁盘等都是信息载体,人的大脑是最复杂的信息载体。信息载体的性质决定着信息的价值和被利用的程度。

2) 传输性

信息的传输性也被称为传递性或传播性,其含义是信息源可以通过载体把信息传递给接收者。信息的传递是信息在载体中和载体间的运动过程,它会发生信息形式的变化,但不会改变信息内容。信息传递需要时间,同时也改变信息的存在空间,是信息的时空运动。信息传输的载体和传输手段决定了信息传输的速度和效率。

3) 共享性

共享是信息的独特性。信息可以由一个信息源到达多个信息接收者,被多个接收者所共享,并且可以因交流使内容倍增。信息的共享性使信息可以通过多种渠道和传输手段加以扩展,从而让其获得广泛利用。现代通信和计算机技术最大限度地实现了信息的共享。

4) 加工性

信息的加工性反映了信息的可塑性和增值性。加工是指对信息的整理、变换、压缩、分解、综合、排序等处理过程,人们总是通过一定的手段,把信息加工处理成为更符合需要的形式和结果,它为人们更加广泛地使用信息提供了依据。

5) 时效性

时效性是指信息的作用和价值与信息产生、传输和提供的时间关系。信息只有被及时传递和有效利用,才能实现其价值。

(三) 作战信息分类结构

信息资源已成为与物质、能量同等重要的资源,其重要作用正在与日俱增。美国参谋长联席会议主席约翰·姆·沙利卡斯维利在他的《未来作战 2010 年联合展望》报告中强调了四条关键作战原则:主宰机动,精确打击,全维防护和集中后勤。上述作战原则的实现与作战指挥能力密切相关,要求能及时、准确、完整地开发和维护与作战空间相关的所有信息,而且具有信息防护能力。作战信息需求主要包括:位于共同的地球坐标系内的己方、敌方、友方部署和位置的多维战斗序列;提供关于敌方企图和能力信息的情报摘要;环境条件的数据;精确的地图、海图和大地测量;各种兵力配备情况;交战规则;后勤支援;行政要求等。因此,作战信息的收集、处理、显示、解释和分配等技术,将会增强信息能力,改善态势认识,提高快速响应能力。

现代战争作战信息种类繁多,包括声音信息、光学信息、电磁信息、地理信息和气象信息等。针对作战指挥运用,还需区分信息的用途、信息内涵、表现形式和特征,如话音、电报、报文、视频信号等。

按信息媒体形式,作战信息可分为文本、图形、图像、话音、视频和格式化数据信息等。按不同应用,作战信息可分为预警探测、情报侦察、综合通信、指挥控制和电子战信息等。从信息共享和信息显示的技术角度,战场作战信息可分为格式化信息和非格式化信息两大类,如图 1-1 所示。

所谓格式化信息是指信息单元是按照预定的标准格式编写的,非格式化信息是没有预定格式的信息单元,即没有严格规定的信息单元的定义。格式化信息按照信息的战术用途分成情况信息、指挥信息和服务信息三类。