

陆战平台 电子信息系统

*Ground Warfare Platform
Electronic Information System*

周启煌 侯朝桢 陈正捷 邱晓波 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

陆战平台电子信息系统

Ground Warfare Platform
Electronic Information System

周启煌 侯朝桢 陈正捷 邱晓波 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

陆战平台电子信息系统/周启煌等编著. —北京:国防工业出版社, 2006. 9
ISBN 7-118-04675-2

I. 陆... II. 周... III. 电子系统: 信息系统—应用—陆军—作战 IV. E919

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 084992 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 12½ 字数 320 千字

2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 44.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承

担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金
评审委员会

国防科技图书出版基金

第五届评审委员会组成人员

主任委员 刘成海

副主任委员 王 峰 张涵信 程洪彬

秘 书 长 程洪彬

副 秘 书 长 彭华良 蔡 镭

委 员 (按姓名笔画排序)

于景元 王小谟 甘茂治 刘世参

杨星豪 李德毅 吴有生 何新贵

佟玉民 宋家树 张立同 张鸿元

陈冀胜 周一宇 赵凤起 侯正明

常显奇 崔尔杰 韩祖南 傅惠民

舒长胜

前 言

陆战平台是陆军装备的机动作战平台,本书所涉及的主要是地面有人机动作战平台。陆战平台电子信息系统是陆战平台上以电子信息技术为主要特征的所有电子信息功能系统的总称。坦克、自行火炮、步兵战车等陆战平台是陆军广谱应用的主要装备,加速陆战平台电子信息系统的研究与发展,是新军事变革时期,陆军装备信息化建设的重要任务。

陆战平台电子信息系统,经历了坦克火力控制系统、战车上并存有火控系统与指控系统的不同发展阶段。如今又因军事需求的增长而出现该类系统在陆战平台上的大量涌现,反映了陆军主装备信息化发展的主流方向。本书将在第1章对陆战平台电子信息系统进行总论性的讨论。

在现代战场上,由于空中多元导航定位系统、以 C⁴ISR 为基础的自动化指挥系统以及武器平台指控系统的发展,赋予了战场天基、空基和陆基网络以新的作战功能。通过战场网络的实时指挥与控制,可实现战场情报信息的共享,以及全战场兵力的实时指挥与控制,可显著提高部队及兵器在战场上的联合作战能力与反应速度。在可实现网络通信与网络指挥的情况下,陆军各型战车将整合成多型谱的有人、无人陆战平台系统。由于远距离网络指挥与情报信息的快速可达,陆战平台可能在不同的作战模式中承担多种作战任务。而新增的作战功能,又多要由电子信息系统的扩充来实现。为适应这一军事需求,陆战平台的电子信息系统,除火控系统、指控系统外,已出现导航定位系统、网络通信与网络指挥系统等。

当前发展陆战平台电子信息系统的重要任务有二：一是陆战平台在不同的作战模式中，如何进行各电子信息功能系统的有机组合，保证陆战平台作战任务的完成；二是陆战平台内的空间极其有限，如何保证大量涌现的电子信息功能系统在有限空间中的共存。特别是功能扩展与空间有限矛盾的加剧，将引出设计人员各种不同手段的设计。系统结构、系统设计过程的复杂性，再加上系统所具有的非线性、强干扰的随机性、乘员的主动性等的复杂性，使得陆战平台电子信息系统不断发展成为武器装备领域里的复杂系统。这一特性大大增加了发展陆战平台电子信息系统的艰巨性。

复杂性与复杂系统理论，是近年来兴起的一门新的学科，被认为是 21 世纪的科学，正受到广泛的重视。并不是复杂系统理论造就了陆战平台电子信息系统的复杂性，陆战平台电子信息系统的复杂性是自身规律发展的必然结果。面对电子信息系统多方面复杂性的现实，却可以按复杂系统的理论方法逐一地进行研究解决。例如电子信息复杂系统中各功能系统分形自相似特性的存在，设计人员的主动参与，必然在小规模功能群体之间引出广泛的交互作用，致使系统呈现多层面的自组织特性。因此，通过电子信息复杂系统多功能的建模与自组织的理论途径，开展电子信息系统各功能子系统的模型及工作原理研究，再以模型为基础对多种方案的（部分模型群体的）交叉作用规律进行理论分析，实现系统多功能的综合化设计和单功能的通用化设计。促进系统向功能多而结构简单的方向发展，最终增加有限空间内电子信息功能系统的容量，必然是陆战平台电子信息系统未来重要的技术发展途径。

本书由周启煌（装甲兵工程学院）、侯朝桢（北京理工大学）、陈正捷（装甲兵工程学院）、邱晓波（装甲兵工程学院）四位同志在两院、校多位同志的支持下共同编著完成。作者及后援同志们在各自领域和各自的单位中，均参与了陆战平台电子信息系统部分功能系统富有成效的研究，为本书的创作提供了丰富的原创性的资料。其中侯朝桢教授是第 5 章“陆战平台网络通信与网络指挥系统”的编著者，陈正捷同志是第 6 章“陆战平台电子综合化系统总

线技术”的编著者,第2章由周启煌、邱晓波共同执笔撰写,其余部分由周启煌编著完成。

国防工业出版社已先后出版了有本书主要作者参与编著的《坦克火力控制系统》和《战车火控系统与指控系统》两部著作,连同本书《陆战平台电子信息系统》一道,基本反映出我国“陆战平台电子信息系统”这一重要学科领域在理论上与技术上的发展里程。本学科领域高水平理论著作的连续出版,反映出我国在这一领域科学研究的活跃并已形成具有中国特色的理论体系。由于存在三部著作的发展轨迹,本书内容的编著原则有三:一是收录了作者参与的我国在陆战平台电子信息系统方面最新的理论研究成果;二是对新增加的电子信息功能系统,将首次形成具有陆战平台特色的理论体系;三是本书将首次按复杂系统的理论与哲学观点,对陆战平台电子信息系统的理论与技术进行表述,对于近年已经取得的又可嫁接于复杂系统理论框架的理论成果,本书将按复杂系统的思路重新进行整理,以促进陆战平台电子信息复杂系统走上快速的发展轨道。在本书的出版过程中,得到于本水院士和孙柏林研究员的支持与指正;作者所在单位学科梯队中多位同志长时间不懈努力,为本书提供了宝贵的原创性成果资料;同时,本类著作的连续出版还得到了国防科技图书出版基金委员会和国防工业出版社连贯的大力支持,作者们对此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限及实际工作的局限性,书中难免有不足与错误之处,恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 陆战平台电子信息系统总论	1
1.1 陆战平台的发展及其型谱分析	1
1.2 陆战平台电子信息系统的现状与发展	10
1.3 陆战平台电子信息系统复杂性分析	19
第 2 章 陆战平台目标自动跟踪火控系统	23
2.1 目标自动跟踪火控系统概论	23
2.2 机动目标动态建模与参数辨识模型	28
2.3 参数辨识模型实时辨识的工程化设计	34
2.4 参数辨识模型对目标运动模态适应能力的分析 ..	40
2.5 陆战平台目标自动跟踪系统的建模及跟踪精度 分析	42
2.6 目标信息处理算法的设计与仿真实验	51
2.7 海战中机动目标的建模与目标信息处理算法 设计	57
2.8 目标识别的技术途径	63
第 3 章 陆战平台导航定位系统	76
3.1 陆战平台惯性导航系统的基本原理	76
3.2 惯导系统的加速度计	80
3.3 刚体转子陀螺仪	82
3.4 光学陀螺仪的基本原理	85
3.5 陆战平台惯导系统的基本结构	92
3.6 陆战平台捷联式惯导系统的初始对准与导航 计算	96
3.7 战场目标的定位技术	103

3.8	全球定位系统及组合导航定位技术	107
3.9	陆战平台无陀螺航位推算及导航技术	116
第4章	陆战平台指挥控制系统	126
4.1	军队指挥自动化系统的基本概念	126
4.2	陆战平台指挥控制系统的组成与功能	133
4.3	陆战平台指控系统的数据融合技术	138
4.4	陆战平台指控系统的指挥控制功能	153
4.5	地理信息系统(GIS)在指控系统中的应用	164
第5章	陆战平台网络通信与网络指挥系统	183
5.1	陆战平台网络通信与网络指挥系统概述	183
5.2	陆战平台网络通信系统的基本结构模型	186
5.3	陆战平台的网络管理	190
5.4	移动自组网及其路由算法	198
5.5	陆战平台网络通信的安全问题	207
5.6	基于网络通信的陆战平台分布式仿真技术	212
5.7	野战通信网络与网络指挥系统的效能评估	221
第6章	陆战平台电子综合化系统总线技术	230
6.1	陆战平台电子综合化系统综述	230
6.2	1553B 总线	238
6.3	MIC 总线	251
6.4	CAN 总线	261
6.5	三总线的比较及电子综合化系统的发展展望	270
第7章	陆战平台电子信息系统多功能综合化设计	278
7.1	复杂系统概述	278
7.2	陆战平台目标自动跟踪火控系统瞄准线控制器 多功能综合化设计	290
7.3	陆战平台指挥控制系统与火力控制系统的综合 化设计	307
7.4	陆战平台火炮控制系统多功能的综合化设计	312
第8章	陆战平台电子信息系统单功能通用化设计	323

8.1	单功能通用化设计的提出与火控系统通用化 设计的要求	323
8.2	机动目标参数辨识模型的泛化动态辨识	324
8.3	陆战平台低伸弹道模型的通用化设计	329
8.4	陆战平台电子信息系统误差群体的综合化 管理	350
8.5	陆战平台电子信息系统通用化的仿真实理论与 性能评估	358
参考文献		376

Contents

Chapter 1	Introduction to Ground Warfare Platform	
	Electronic Information System	1
1.1	Development of Ground Warfare Platform and its spectrum analysis	1
1.2	Current situation and future of Ground Warfare Platform electronic information system	10
1.3	Complexity analysis of Ground Warfare Platform electronic information system	19
Chapter 2	Target Automatic Tracking Fire Control System	
	of Ground Warfare Platform	23
2.1	Introduction to automatic target tracking fire control system	23
2.2	The maneuvering target dynamic modeling and the parameter recognition model	28
2.3	Engineeringized design of dynamic recognition of parameter recognition model	34
2.4	Analysis to target movable model's adaptive ability of parameter recognition model	40
2.5	Modeling of Ground Warfare Platform target automatic tracking system and its track accuracy analysis	42
2.6	Design and simulation experiment of target information processing algorithm	51

2. 7	Maneuvering target modeling and design of target information processing algorithm in naval battle	57
2. 8	Technological path of target identification	63
Chapter 3 Navigation Positioning System of Ground Warfare Platform		
	Warfare Platform	76
3. 1	Basic principles of Ground Warfare Platform inertia navigation system	76
3. 2	Accelerator of inertia navigation system	80
3. 3	Rigid body rotor gyroscopes	82
3. 4	Basic principles of optical gyroscopes	85
3. 5	Basic structure of Ground Warfare Platform inertia navigation system	92
3. 6	Initial aiming and navigation calculation of fast-linked inertia navigation of Ground Warfare Platform	96
3. 7	Battlefield targets positioning technology	103
3. 8	Global Positioning System (GPS) and composite navigation technology	107
3. 9	Dead reckoning without gyro and navigation technology of Ground Warfare Platform	116
Chapter 4 Command Control System of Ground Warfare Platform		
	Platform	126
4. 1	Basic concepts of military command automation system	126
4. 2	Composition and function of Ground Warfare Platform command control system	133
4. 3	Data fusion technology in Ground Warfare Platform command control system	138
4. 4	Command control of Ground Warfare Platform command control system	153

4.5	Application of Geographic Information Systems (GIS) in command control system	164
Chapter 5	Network Communication and Command Control System of Ground Warfare Platform	183
5.1	Introduction to network communication and command control system of Ground Warfare Platform	183
5.2	Basic structure of network communication system of Ground Warfare Platform	186
5.3	Network management of Ground Warfare Platform	190
5.4	The mobile network and its routing algorithm	198
5.5	Network communication security problem of Ground Warfare Platform	207
5.6	Distributional simulation technology based on network communication of Ground Warfare Platform	212
5.7	Field communication network and efficiency evaluation of network command system	221
Chapter 6	Bus Technology of Integrated Electronic System of Ground Warfare Platform	230
6.1	Introduction to integrated electronic system of Ground Warfare Platform	230
6.2	1553B bus	238
6.3	MIC bus	251
6.4	CAN bus	261
6.5	Comparisons of the three buses and future of integrated electronic system	270
Chapter 7	Multi-Purpose Integrated Design of Electronic Information System of Ground	

	Warfare Platform	278
7. 1	Introduction to complex system	278
7. 2	Multi-purpose integrated design of sighting line controller based target automatic tracking fire control system of Ground Warfare Platform ...	290
7. 3	Integrated design of command control system and fire control system of Ground Warfare Platform	307
7. 4	Multi-purpose integrated design of artillery control system of Ground Warfare Platform ...	312
Chapter 8	Uni-Function Universalized Design of Electronic Information System of Ground Warfare Platform	323
8. 1	Presentation of uni-function universalized design and requirements for universalized design fire control system	323
8. 2	Universalized dynamic recognition of the maneuvering target parameter recognition model	324
8. 3	Universalized design of low-extended ballistic trajectory model of Ground Warfare Platform	329
8. 4	Integrated management of error community of electronic information system of Ground Warfare Platform	350
8. 5	Universalized simulation theory and performance appraisal of electronic information system of Ground Warfare Platform	358
References		376

第1章 陆战平台电子信息系统总论

1.1 陆战平台的发展及其型谱分析

1.1.1 陆战平台概念的提出

在我国武装力量机械化与信息化的建设任务中,从我国的国情出发,为了按照新的军事变革思想加速我国武装力量的现代化,一定要以现代技术与最新理论成果为基础,跨越式地发展我国未来武器装备。

现代信息技术的发展,例如空中多元导航定位系统的出现与发展,具有网络情报(含侦察)、网络通信与网络指挥能力的以C⁴ISR(指挥-控制-通信-计算机-情报-监视与侦察)系统为基础的军队自动化指挥系统的发展,以及多型谱武器平台指控系统的出现,赋予了战时网络新的作战功能。通过战时网络的实时指挥与控制,可实现战场情报信息的共享,以及全战场兵力的指挥与控制。使得原有局部战场诸兵种的协同作战,发展为网络通信与指挥可及的大地域范围内各种兵力的联合作战。这无疑将极大增强统帅部或指挥部对部队及战场的指挥与控制能力,显著提高部队及兵器在战场上的联合作战能力与反应速度。

网络情报、网络通信与网络指挥条件下的作战,国外称之为“网络中心战”,区别于传统作战条件下的“平台中心战”。网络指挥条件下新的作战模式的多样性,提出了武器装备小型化、精确化、可视化、智能化与一体化的发展要求,这必将带来“平台中心战”条件下的大型武器装备结构与战技性能的革新。

战场上通过信息手段,可以在总体上实现战场兵力与兵器作