



中国指挥与控制学会出版物
信息时代的指挥与控制丛书

指挥控制 系统工程概论

Introduction to Command
Control System Engineering

张英朝 宋晓强 张亚琦 编著
林 燕 梁浩哲 王洪大



国防工业出版社
National Defense Industry Press

责任编辑：牛旭东
责任校对：苏向颖
封面设计：孔 铭

指挥控制系统工程概论

Introduction to Command Control System Engineering



► 上架建议：指挥与控制 ◀

<http://www.ndip.cn>

ISBN 978-7-118-11661-8



9 787118 116618 >

定价：65.00 元

信息时代的指挥与控制丛书

指挥控制系统工程概论

Introduction to Command Control System Engineering

张英朝 宋晓强 张亚琦 林燕 梁浩哲 王洪大 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书运用系统工程的理论方法,重点介绍了指挥控制系统的基本概念、发展历程和理论方法,研究了指挥控制系统发展战略研究、规划计划论证、需求分析、系统设计、研制开发、试验鉴定的基本过程、主要方法和关键技术,分析了指挥控制系统组织运用的计划制定、系统开设、使用保障、运维管理的基本理论方法,叙述了指挥控制系统管理的基本概念和过程,展望了指挥控制系统未来发展方向和趋势。

本书可以作为指挥控制系统研究、建设、管理和使用人员的工程技术参考书,也可供相关专业教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

指挥控制系统工程概论/张英朝等编著. —北京:
国防工业出版社, 2018. 9
(信息时代的指挥与控制丛书)
ISBN 978-7-118-11661-8
I. ①指… II. ①张… III. ①指挥控制系统—系统工程
(军队指挥)—概论 IV. ①E141. 1
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 214697 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)

三河市众誉天成印务有限公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 215 千字

2018 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 65.00 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

“信息时代的指挥与控制丛书”

编审委员会

名誉主编 费爱国

丛书主编 戴 浩

执行主编 秦继荣

顾 问 (以姓氏笔画为序)

于 全 王 越 王小谟 王沙飞 方滨兴 尹 浩
包为民 苏君红 苏哲子 李伯虎 李德毅 杨小牛
何 友 汪成为 沈昌祥 陆 军 陆建华 陆建勋
陈 杰 陈志杰 范维澄 郑静晨 赵晓哲 费爱国
黄先祥 曾广商 臧克茂 谭铁牛 樊邦奎 戴琼海
戴 浩

丛书编委 (以姓氏笔画为序)

王飞跃 王国良 王树良 王积鹏 付 琨 吕金虎
朱 承 朱荣刚 刘 忠 刘玉晓 刘玉超 刘东红
刘晓明 李定主 杨 林 汪连栋 宋 荣 张红文
张宏军 张英朝 张维明 陈洪辉 邵宗有 周献中
周德云 胡晓峰 战晓苏 秦永刚 袁宏勇 贾利民
夏元清 顾 浩 高会军 郭齐胜 黄 强 游光荣
蓝羽石 熊 伟 潘 泉 潘成胜 潘建群

总序

众所周知，没有物质，世界上什么都将不存在；没有能量，世界上什么都不会发生；没有信息，世界上什么都将没有意义。可以说，世界是由物质、能量和信息三个基本要素组成的。当今社会，没有哪一门科技比信息科学技术发展更快，更能对人类全方位活动产生深刻影响。因此，全球把 21 世纪称为信息时代。

信息技术的发展、社会的进步和信息资源的协同利用，对信息时代的指挥与控制提出了新的要求。全面、系统、深入研究信息时代的指挥与控制，具有重要的现实意义和历史意义。习近平总书记在 2018 年 7 月 13 日下午主持召开中央财经委员会第二次会议并发表重要讲话时强调：“关键核心技术是国之重器，对推动我国经济高质量发展、保障国家安全都具有十分重要的意义，必须切实提高我国关键核心技术创新能力，把科技发展主动权牢牢掌握在自己手里，为我国发展提供有力科技保障。”信息时代的指挥与控制，涉及国防建设、经济建设、科学研究等社会的方方面面，例如国防领域的军队调遣、训练和作战，经济建设领域的交通运输调度等，太空探索领域的飞船上天、探月飞行，社会生活领域的应急处置，等等，均离不开指挥与控制。指挥与控制已经成为信息时代关键核心技术之一。为贯彻落实习近平总书记重要讲话精神，总结、传承、创新、发展指挥与控制知识和技术，培养国防建设、经济建设、科学研究等方面急需的年轻科研人才，服务国家关键核心技术创新能力建设战略，中国指挥与控制学会联合国防工业出版社共同组织、策划了《信息时代的指挥与控制丛书》（下文简称《丛书》），《丛书》的部分分册获得国防科技图书出版基金资助。

《丛书》全面涉及指挥与控制的基础理论和应用领域，分“基础篇、系统篇、专题篇和应用篇”。“基础篇”主要介绍指挥与控制的基础理论、发展及应用，包括指挥与控制原理、指挥控制系统工程概论等；“系统篇”主要介绍空军、陆军等军种及联合作战指挥信息系统；“专题篇”主要介绍目前指挥控制的关键技术，包括预警与探测、态势预测与认知、指挥筹划与决策、系统效能评估与验证等；“应用篇”主要介绍指挥与控制在智能交通、反恐等方面的实际应用。

《丛书》是近年来国内第一套全面、系统介绍指挥与控制相关理论、技术及应用的学术研究丛书。《丛书》各分册力求包含我国信息时代指挥与控制领域最新成果，体现国际先进水平，作者均为奋战在科研一线的专家、学者。我们希望通过此套丛书的出版、发行，推动我国指挥与控制理论、方法和技术的创新、发展及应用，为推动我国经济建设、国防现代化建设、军队现代化和智慧化建设，促进国家军民融合战略发展做出贡献。需要说明的是，《丛书》组织、策划时只做大类、系统性规划，部分分册并未完全确定，便于及时补充、增添指挥与控制领域新理论、新方法和新技术的学术专著。

《信息时代的指挥与控制丛书》的出版，是指挥与控制领域一次重要的学术创新。由于时间所限，《丛书》难免有不足之处，欢迎专家、读者批评、指正。

中国工程院院士
中国指挥与控制学会理事长

费爱国

序

自从20世纪50年代第一个指挥控制系统，即半自动地面环境（SAGE）系统建成开始，指挥控制系统先后经历了军兵种独立发展、跨系统综合集成和网络中心化等阶段。指挥控制系统在功能上已经从最初的文电传输、图形处理、数据库运用向战场综合态势生成、联合任务规划、辅助指挥员决策等方面拓展；应用范围从最初的防空领域向陆、海、空、天、电等多维战场空间，战略、战役、战术多个层级延伸；系统架构也从最初的单机版向网络中心、面向服务进化，系统的整体性、关联性、复杂性、演化性、敏捷性等特征凸显。指挥控制系统的这些特征，决定了必须以系统工程的理论与方法作为指导，形成统一的指挥控制系统建设论证、设计、开发、试验、运用、管理等理论和方法，发展一体化、网络化、服务化、智能化联合作战指挥控制系统，推动系统由网络中心向知识中心演进。

进入新时代，我国国防与军队现代化建设迈向新征程，正朝着建设一支“能打仗、打胜仗”的人民军队不断前进。习主席指出：“要有效应对国家安全面临的新形势新挑战，打赢未来可能发生的信息化局部战争，在激烈的国际军事竞争中掌握主动，就必须紧跟世界新军事革命潮流，构建具有我军特色的联合作战指挥体系。”当前全军上下正面临重塑领导指挥体系、真正形成联合作战指挥能力的有利契机。

在这种形势下，军事科学院系统工程研究院复杂系统仿真国家重点实验室联合国防大学部分专家，总结其长期从事信息系统论证建设积累下的实践经验，应用系统工程的理论与方法，提出了指挥控制系统工程的基本概念，明确了指挥控制系统发展战略研究和规划计划论证等流程与方法，论述了需求分析的内容和过程，介绍了典型指挥控制系统系统结构的设计，分析了系统开发集成的方法和技术，描述了试验鉴定方法和指标体系，研究了系统组织运用的基本理论与方法，叙述了装备全寿命管理的基本工作和要求等。

作为“信息时代的指挥与控制丛书”的一个分册，《指挥控制系统工程概

论》以传播普及指挥控制系统工程知识为目标，观点鲜明、内容翔实，较好地反映了指挥与控制系统网络化、服务化、智能化、敏捷化的发展趋势，既是广大与指挥信息系统工程有关人员的基础读物，也是助力指挥控制学术研究和教学的一本理论专著。

指挥
控制

前 言

本书主要从系统工程的角度出发,介绍了指挥控制系统的分析、设计、研制开发、运用、管理等全寿命过程的系统工程基本理论和方法。本书共分为9章。

第1章为绪论,主要介绍指挥控制系统的基本概念、发展历程、分类、地位作用和基本工作流程,系统工程的基本概念、特点、理论与方法,指挥控制系统工程的基本概念、过程、理论与方法。

第2章为指挥控制系统战略规划论证,重点介绍指挥控制系统发展战略研究、规划计划论证、可行性论证的基本概念、内容、流程、理论与方法。

第3章为指挥控制系统需求论证,主要介绍指挥控制系统需求论证的基本概念,需求的内容,需求论证的基本过程、理论与方法。

第4章为指挥控制系统设计,重点说明指挥控制系统设计的主要内容、基本流程、理论与方法,典型的系统结构,以及指挥控制系统方案设计评估的基本内容、过程与方法。

第5章为指挥控制系统研制开发,主要介绍指挥控制系统研制开发的基本过程、方法、关键技术、系统集成以及开发的组织管理等内容。

第6章为指挥控制系统试验鉴定,主要介绍指挥控制系统试验鉴定的属性与作用、类型、过程、试验系统、试验内容和方法、评估指标体系,以及符合指挥控制系统自身特点的定型与定版管理等。

第7章为指挥控制系统组织运用,主要介绍指挥控制系统组织运用的计划制订、系统开设、使用保障和运维管理的基本理论与方法等。

第8章为指挥控制系统管理,重点介绍指挥控制系统管理的基本概念内涵,以及装备全寿命管理的预研管理、科研管理、采购管理、竞争性采购、日常管理、维修管理和退役管理的基本概念、过程、理论与方法等。

第9章是总结与展望,主要总结指挥控制系统工程当前的总体进展,展望指挥控制系统、指挥控制系统工程未来发展方向和发展趋势。

本书作者主要依托复杂系统仿真国家重点实验室平台,长期从事指挥控制系统建设和系统工程研究工作,积累了大量实践经验。作者结合多年研究工作实践,重点对指挥控制系统工程的基本概念、基本过程、基本理论和基

本方法做一个概述，可为读者特别是从事指挥控制系统研究与开发的人员提供系统理论的指导和帮助。

本书由张英朝策划和构思，第1章由张英朝编写，第2章由林燕编写，第3章由宋晓强、王洪大编写，第4章由王洪大编写，第5章由梁浩哲、张亚琦编写，第6章由宋晓强编写，第7章由张亚琦编写，第8章由梁浩哲编写，第9章由张英朝编写。全书由张英朝统稿。

军事科学院尹浩院士和王暖臣副所长等领导，以及姜志平和赵巍等对本书的编写工作给予了大力支持和帮助，特别是丛书编委会主任戴浩院士百忙中审阅了书稿并作序，作者深受感动和鼓舞。国防科技大学信息系统管理学院张维明副院长和中国电子科技集团公司第二十八研究所蓝羽石所长对文稿做了十分认真的审读，提出了许多宝贵意见。国防工业出版社领导和责任编辑积极推动了本书的编写出版。借此之机，向他们表示衷心的感谢！

指挥控制系统工程涉及领域众多、跨多个学科，正处于不断发展之中，相关理论与方法也缺少权威的定义，书中难免会有一些值得进一步研究和探讨的问题。不妥之处，恳请读者不吝指正。

编著者

2018年1月

目 录

第 1 章	绪论	1
1.1	指挥控制系统	1
1.1.1	指挥控制系统的基本概念	1
1.1.2	指挥控制系统的发展历程	3
1.1.3	指挥控制系统的分类	5
1.1.4	指挥控制系统的地位与作用	10
1.1.5	典型指挥控制系统工作流程	12
1.2	系统工程概述	17
1.2.1	系统工程的基本概念	17
1.2.2	系统工程的基本特点	19
1.2.3	系统工程的基本理论与方法	20
1.3	指挥控制系统工程的基本概念、理论与方法	28
1.3.1	指挥控制系统工程的基本概念	28
1.3.2	指挥控制系统工程的基本理论与方法	30
第 2 章	指挥控制系统战略规划论证	32
2.1	指挥控制系统发展战略研究	32
2.1.1	概念内涵	32
2.1.2	研究内容与流程	33
2.1.3	发展方向	35
2.2	指挥控制系统规划计划论证	36
2.2.1	概念内涵	36
2.2.2	研究内容	37
2.2.3	基本流程	38
2.3	战略规划可行性研究	39
2.3.1	目的和任务	39
2.3.2	主要内容	39
2.3.3	方法步骤	40
2.4	战略规划论证的理论方法	41

2.4.1	关键成功因素法的应用	41
2.4.2	战略目标集转化法的应用	43
2.4.3	企业系统规划法的应用	44
第3章	指挥控制系统需求论证	46
3.1	指挥控制系统需求论证基本概念	46
3.2	指挥控制系统需求内容	48
3.3	需求论证过程	50
3.3.1	需求论证基本过程	50
3.3.2	美国典型系统需求论证过程	53
3.4	需求论证方法	60
3.4.1	指挥控制系统的通用方法	60
3.4.2	指挥控制系统的具体方法	62
3.5	基于体系结构视图的指挥控制系统需求描述方法	66
3.5.1	多视角方法论	66
3.5.2	作战需求视图	68
3.5.3	信息需求视图	69
3.5.4	能力需求视图	70
第4章	指挥控制系统设计	71
4.1	指挥控制系统设计的主要内容	71
4.1.1	系统视图	72
4.1.2	服务视图	74
4.1.3	标准视图	74
4.2	指挥控制系统设计基本流程	75
4.2.1	系统视图的开发步骤	75
4.2.2	服务视图的开发步骤	77
4.2.3	标准视图产品的开发步骤	77
4.3	指挥控制系统设计方法	78
4.3.1	面向过程的指挥控制系统设计方法	78
4.3.2	面向对象的指挥控制系统设计方法	78
4.3.3	面向组件的指挥控制系统设计方法	79
4.3.4	面向服务的指挥控制系统设计方法	79
4.4	指挥控制系统设计方案评估	81
4.4.1	指挥控制系统方案评估内容	81
4.4.2	指挥控制系统方案评估过程	82

4.4.3	指挥控制系统方案评估方法	86
4.5	指挥控制系统结构	87
4.5.1	指挥控制系统结构的内涵	87
4.5.2	指挥控制系统结构发展历程	88
4.5.3	指挥控制系统结构组成及特征	91
第5章	指挥控制系统的研制和开发	102
5.1	指挥控制系统研制和开发过程	102
5.2	指挥控制系统研制和开发方法	103
5.3	指挥控制系统研制和开发关键技术	107
5.3.1	网络式指挥控制技术	107
5.3.2	多源态势信息融合技术	108
5.3.3	多级态势协同整编技术	108
5.3.4	作战辅助决策支持技术	110
5.3.5	作战模拟仿真技术	112
5.3.6	人工智能技术	113
5.4	指挥控制系统集成	114
5.4.1	指挥控制系统集成的技术方法	115
5.4.2	指挥控制系统集成的工程方法	115
5.4.3	指挥控制系统集成综合因素	116
5.5	指挥控制系统研制开发组织	117
第6章	指挥控制系统试验鉴定	119
6.1	试验鉴定属性与作用	119
6.1.1	试验鉴定属性	119
6.1.2	试验鉴定作用	120
6.2	试验鉴定类型	121
6.3	试验过程	122
6.4	试验系统	125
6.4.1	外场试验系统	126
6.4.2	内场半实物仿真试验系统	126
6.4.3	内场全数字仿真试验系统	127
6.5	试验项目和方法	127
6.5.1	静态技术参数测试及功能检查	127
6.5.2	仿真试验	129
6.5.3	外场试验	131

6.6	试验评估指标	133
6.7	定型管理和定版管理	133
6.7.1	定型管理	134
6.7.2	定版管理	135

第7章 指挥控制系统的组织运用..... 136

7.1	组织计划制订	136
7.1.1	确定系统建立方案	137
7.1.2	制订系统建立计划	137
7.2	系统开设与建立	138
7.2.1	明确系统编组	138
7.2.2	确定系统配置	139
7.2.3	展开系统部署	139
7.2.4	系统联调联通	141
7.3	系统使用保障	141
7.4	系统运维管理	142
7.4.1	运维管理要求	142
7.4.2	运维管理趋势	143
7.4.3	运维管理内容	143
7.4.4	运维管理系统	146

第8章 指挥控制系统管理..... 147

8.1	指挥控制系统装备管理的内涵	147
8.1.1	管理	147
8.1.2	军事装备与军事装备管理的基本概念	148
8.1.3	军事装备管理的基本问题	149
8.1.4	指挥控制系统装备的全生命周期管理	150
8.1.5	指挥控制系统装备全系统管理	152
8.2	指挥控制系统装备预先研究管理	153
8.2.1	指挥控制系统装备预先研究的类型	153
8.2.2	指挥控制系统装备预先研究的组织实施	154
8.2.3	指挥控制系统装备预先研究管理的基本原则	155
8.3	指挥控制系统装备科研管理	155
8.3.1	指挥控制系统装备科研管理的基本内容	156
8.3.2	指挥控制系统装备试验	156
8.4	指挥控制系统装备竞争性采购	157

8.4.1	指挥控制系统装备的采购管理	157
8.4.2	指挥控制系统的价格管理	158
8.4.3	指挥控制系统装备的竞争性采购	159
8.4.4	指挥控制系统竞争性采购的程序与要素	163
8.5	指挥控制系统装备日常管理	165
8.5.1	日常管理的基本原则	166
8.5.2	指挥控制系统装备保管	166
8.5.3	指挥控制系统装备实力统计	166
8.6	指挥控制系统装备的维修管理	167
8.6.1	指挥控制系统装备的维修管理任务	167
8.6.2	指挥控制系统装备的维修性	169
8.6.3	指挥控制系统装备维修设计原则	169
8.6.4	指挥控制系统装备维修的关键内容	170
8.6.5	指挥控制系统装备维修的关键参数	173
8.6.6	指挥控制系统装备的软件维修	174
8.7	指挥控制系统装备的退役和报废管理	174
8.7.1	指挥控制系统装备的退役管理	174
8.7.2	指挥控制系统装备的报废管理	175
第9章	总结与展望	177
9.1	指挥控制系统发展趋势	177
9.2	系统工程发展趋势	180
9.2.1	传统系统工程面临的问题和挑战	181
9.2.2	体系工程	181
9.2.3	系统工程与体系工程	182
9.3	机遇与挑战	183
参考文献	184

第 1 章

绪 论

指挥控制系统是综合电子信息系统的核心,它将预警探测、情报侦察、通信网络、导航定位等系统融为一体,为指挥员提供完整的战场态势感知,支撑指挥员获得信息优势和决策优势,为获得最优作战效果奠定基础。随着作战样式的不断演化和信息技术的不断进步,指挥控制系统在功能上已经从最初的文电传输、作战方案辅助生成、指挥命令下达向战场态势生成、联合任务规划、辅助决策等方面拓展;应用范围从最初的防空领域向陆、海、空、天、电等多维战场空间,战略、战役、战术多个层级延伸;系统架构也从最初的单机版向网络中心、面向服务进化,系统的整体性、关联性、复杂性、演化性等特征凸显。指挥控制系统的这些特征,决定了必须以系统工程的理论与方法作为指导,来进行系统的分析、设计、开发、运用、管理。本章简要介绍指挥控制系统的基本概念、发展历程,系统工程的基本原理与方法,指挥控制系统工程的基本内涵。

目前,国内关于指挥控制系统工程尚无明确的定义,从系统工程的普遍概念来看,指挥控制系统工程是将系统工程的理论和方法应用于指挥控制系统的发展战略研究、规划计划论证、分析、设计、研制、试验和使用管理的反复迭代过程。指挥控制系统工程既是一个技术过程又是一个管理过程,目的是实现系统整体目标最优。

1.1 指挥控制系统

随着人类社会的不断发展,作战样式不断演变,武器装备能力不断提高,作战节奏不断加快,对指挥控制能力的要求也相应地不断提升。进入 20 世纪下半叶,电子技术和信息技术飞速发展,涌现出大量信息化武器装备,从而催生和推动了现代意义上指挥控制系统的发展。

1.1.1 指挥控制系统的基本概念

指挥控制系统的相关概念在不同生产力发展时期有着不同的含义。一个国家指挥控制系统的能力集中反映了该国军事信息系统的发展及应用水平。

1. 指挥控制

指挥是指指挥员组织指挥对象按其规定的方案,遂行相应活动的过程。军事