



装备科技译著出版基金

国防系统分析 理论与实践

Perspectives on Defense
Systems Analysis

[美] William P. Delaney 著

廉振宇 廖天俊 卢慧玲 译 游光荣 主审



国防工业出版社
National Defense Industry Press



装备科技译著出版基金

国防系统分析理论与实践

Perspectives on Defense Systems Analysis

[美] William P. Delaney 著

廉振宇 廖天俊 卢慧玲 译

游光荣 主审

国防工业出版社

· 北京 ·

著作权合同登记 图字:军-2016-137号

图书在版编目(CIP)数据

国防系统分析理论与实践/(美)威廉·P. 德兰尼(William P. Delaney)著;廉振宇,廖天俊,卢慧玲译. —北京:国防工业出版社,2018. 12

书名原文:Perspectives on Defense Systems Analysis

ISBN 978-7-118-11676-2

I. ①国… II. ①威… ②廉… ③廖… ④卢… III. ①国防—系统分析—分析方法 IV. ①E0-03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 192516 号

©2015 Massachusetts Institute of Technology

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any electronic or mechanical mean (including photocopying, recording, or information storage and retrieval) without permission in writing from the publisher.

本书中文版由 MIT Press 授权国防工业出版社独家出版发行。

版权所有,侵权必究。

※

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)

天津嘉恒印务有限公司印刷
新华书店经售

*

开本 710 × 1000 1/16 印张 15½ 插页 4 字数 255 千字
2018 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 108.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777
发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776
发行业务:(010)88540717

荐序一

本书是美国麻省理工学院林肯实验室系列丛书的开篇之作,学术思想新颖,理论研究超前,是全球范围少有的对国防系统分析理论阐述与技术方法应用相结合的精品。“他山之石,可以攻玉”,本书不仅为了解国防系统分析的理论方法以及在重大问题中的实践应用开启了“一扇窗户”,更对我国国防和军队建设领域推广与应用国防系统分析具有重要的借鉴意义。系统科学是研究系统的结构与功能关系、演化和调控规律的科学,是一门新兴的综合性、交叉性学科。它以不同领域的复杂系统为研究对象,从系统和整体的角度,探讨复杂系统的性质和演化规律,目的是揭示各种系统的共性以及演化过程中所遵循的共同规律,发展优化和调控系统的方法,并进而为系统科学在科学技术、社会、经济、军事等领域的应用提供理论依据。国防系统分析就是系统科学在国防领域的应用,是搞好国防战略管理、军队建设规划设计以及重大项目科学决策、科学管理的关键技术。当前,我们面临的国家安全形势更加严峻、面临的战略问题更加紧迫、面临的决策对象更加复杂,因而,国防系统分析越来越受到重视,已经成为一个不可或缺又亟待加强的技术领域。

这些年来,系统工程、系统科学、管理科学与工程、军事运筹学等学科专业得到了蓬勃发展,尽管也出现了一批优秀著作供学习使用,但真正源于实践、扎根实践的书籍仍显不足。本书就是弥补当前之缺憾的佳作,不仅对国防和军队建设领域体系建设、顶层设计具有较大推动作用,还可以满足入门者的求知、拨开实践者的迷茫、解答管理者的困惑。

谭跃进^①

2018年于湖南长沙

① 谭跃进是国防科技大学系统工程学院教授、专业技术少将。

荐序二

国防系统分析起源于西方发达国家,在国家战略管理、国防资源配置、重大项目论证等方面发挥了决定性作用,是影响西方大国军队建设和国家安全的一门重要技术。本书作者多为美国麻省理工学院林肯实验室的重要成员,长期从事国防系统分析研究,学术权威性高、造诣深,为美国军方或国防部的各种咨询委员会(例如,美国空军科学咨询委员会、陆军科学咨询委员会、海军研究咨询委员会和国防科学委员会)的重大决策提供咨询服务,直接影响了导弹防御系统等一大批重大项目计划的立项和布局。本书既以不同视角解读了国防系统分析的对象、目的、主体、方法等理论问题,又详细记载了林肯实验室不同成员运用系统分析方法在国防领域的有益探索,具有重要的理论意义和实践价值,是一本不可多得的佳作。

中国在实现强国梦、强军梦的伟大征程中,同样面临着国防建设与经济建设协调发展、国防资源的优化配置、作战统筹及需求分析、武器装备效能分析等重大问题。系统分析尤其是国防系统分析,是贯穿国防和军队建设战略规划、计划统筹、项目管理等全系统、全链条、全过程的重要支撑技术,也是助力科技兴军的重要手段。因此,加强系统思维、学习系统方法、运用系统设计,已经成为我国国防和军队建设领域的必修课。译者团队长期从事国内系统分析方面的工作,将这样一本国防系统分析领域的高级入门书籍引入国内,恰逢其时。这就是我推荐军内外战略管理人员和国防系统分析人士都要读一读《国防系统分析理论与实践》这本书的原因。



2018 年于北京

① 汪寿阳是中国科学院杰出研究员、中国系统工程学会理事长、发展中国家科学院院士、国际系统与控制科学院院士。

译者序

献给中国系统工程和系统科学奠基者钱学森先生。

——于钱学森诞辰 107 周年

本书是美国麻省理工学院林肯实验室系列丛书的开篇之作。本书首先介绍了国防系统分析的概述,然后提出了对国防系统分析的广泛认识,最后就若干重大领域给出了国防系统分析的应用案例。本书的特点是对国防系统分析提出了独到的认识以及扎实的案例剖析。

主要内容包括以下三部分:第一部分系统分析概述(第 1~4 章),涵盖全书目的和组织结构,国防系统分析的对象、目的、主体、方法以及研究案例等内容,由廉振宇翻译;第二部分国防系统分析的不同视角(第 4~8 章),从多种维度提出对国防系统分析的一些认识,如行业视角,以及红队、蓝队、真相等不同视角,由廖天俊翻译;第三部分面向特定领域的国防系统分析(第 9~13 章),从防空领域、弹道导弹防御领域、非传统安全领域以及航空、太空和网络领域,还有火星探测领域,给出相应的系统分析案例,其中,第 9、12、13 章由廉振宇翻译,第 10、11 章由卢慧玲翻译。全书由游光荣主审,廉振宇、廖天俊、卢慧玲等交叉完成审校。赛诺达文公司提供了部分审校支持,在此表示感谢。

本书可为研究生提供学习国防系统理论与应用的入门向导,为国防科研生产人员开展系统分析提供实践指导,为国防和军队建设战略规划和管理人员顶层设计、综合权衡提供系统评估的指南,还可为国防战略咨询人员提供系统分析视角的问题解决思路。

译者

2018 年于北京

献 词

献给所有从事国防系统分析的人员。他们努力使国家安全领域的复杂技术问题和疑问变得更加清晰、透彻、逻辑连贯。我们尤其要铭记杰出的丹尼斯·默里(Dennis Murray)。

致 谢

本书的灵感来自麻省理工学院林肯实验室主任艾瑞克·伊万博士。2010年底,艾瑞克来到笔者办公室告诉笔者,应该写一本国防系统分析方面的专著。稍后,他提议出版林肯实验室系列丛书,并将本书作为丛书的第一卷。

尽管笔者在林肯实验室的职业生涯中曾参与过多次系统分析工作,但对自己能否独立成书仍缺乏自信,艾瑞克却对此信心满满。林肯实验室拥有很多优秀的系统分析人员,且他们大部分是在笔者创建或领导的项目中成长起来的。这些同事们在百忙中为本书撰写了部分章节,他们的奉献是成书的关键。在此,对他们表示由衷的谢意,尤其对伊万博士最初的强力推动表示感谢。

笔者感谢玛格瑞达·桑托斯(Margarida Santos)、史蒂夫妮·莫斯利(Stephanie Mosely)、利比·山姆吉安(Libby Samarjian)、多萝西·瑞安(Dorothy Ryan)等对本书稿撰写、编辑和出版所做出的非凡贡献。

前言

这真让人如坠迷雾……愿神明能带给我们以启示。

——威廉·莎士比亚《暴风雨》

美国国防部及其军事部门是复杂科学、工程和技术问题的持续来源。国防部不断挑战着新技术和系统的极限并提出关乎国防安全的技术难题。

但是,问题的描述往往含糊其辞,因此理解起来困难重重。然而,有那么一群人,对这些复杂、语焉不详和不确定性的问题却乐此不疲,总能穿过迷雾抓住问题核心、厘清因果关系并找到最大的不确定性。正如莎翁上述名言,找出问题的解决之道。

笔者把这些探索者称为系统分析人员,并坚信本书作者就是这样的探索者。他们代表了这门艺术 250 多年来的经验和背景。之所以将系统分析称为艺术,是因为在工程和科学课程中鲜有教授此类问题,同时从业人员来自不同学科背景。我们将详细探讨系统分析这门艺术。但首要问题是,本书的目的是什么?

我们希望能够帮助新入行或现职的系统分析人员从我们的经验中获得一些领悟,还希望为一些年轻工程师和科学工作者树立信心,使他们能够成为这门艺术的践行者。虽然一个技术部门并不需要太多的系统分析人员,但是总要有有人担当这一重任。我们希望这部作品能够作为这门艺术的入门书籍,激励人们勇敢涉足这一艺术领域。

比尔·德兰尼^①

2011 年 1 月初

佛罗里达州朗博特岛

^① 译者注:威廉·P. 德兰尼与比尔·德兰尼为同一人。

目 录

第一部分 系统分析概述	1
第1章 本书的目的和结构	3
第2章 国防系统分析的对象、目的与主体	6
2.1 对象	6
2.2 目的	8
2.3 主体	8
第3章 国防系统分析的方法	12
3.1 内部广域系统分析	13
3.2 较为正式的外部分析	18
第4章 国防系统分析研究案例	29
4.1 20世纪50年代早期两个具有重大影响的研究:空军科学 顾问委员会的防空系统工程委员会研究,麻省理工学院的 查尔斯项目研究	29
4.2 一项开启重大长期计划的研究:1977年战略渗透技术夏季 研究	30
4.3 研究GPS抗干扰能力的不足:1996年国防科学委员会 工作组	32
4.4 为期一周的研究:2001年国防科学委员会GPSⅢ工作组	33
4.5 威胁演变路线图:1998年国防科学委员会深埋坚固目标 工作组	35
4.6 一项成果显而易见的研究:2003年国防科学委员会未爆 弹药工作组	37
4.7 一项被禁止的研究:20世纪80年代关于非常规单发射井 导弹防御的一次非正式研究	38

第二部分 国防系统分析的不同视角	41
第5章 行业视角:关于系统工程、分析和从业者的一些思考	43
5.1 起点:如果我无法成为真正的电子工程师.....	43
5.2 我之见:系统分析	44
5.3 雷达信号处理分析助我成长	44
5.4 转向雷达系统整体分析	46
5.5 武器系统分析和时代共同的分析重点:导弹防御	47
5.6 最优秀的系统分析指导	49
5.7 多任务、多维度系统分析和风味的概念	51
5.8 美国空军和爱国者系统:防空、威胁、任务和国际安全环境 的演变	54
5.9 新的分析,学会如何兼顾广度与深度	57
5.10 冷战的终结,新分析面临的挑战,国防科学委员会	58
5.11 给年轻一代的系统工程师和分析人员的建议	61
第6章 系统分析和红队判研	64
6.1 前言	64
6.2 什么是系统分析?	64
6.3 红队历史简述	66
6.4 如何进行系统分析	69
6.5 测试的重要作用	71
第7章 蓝队判研和一个美妙故事	74
7.1 前言	74
7.2 美妙故事	75
7.3 蓝队判研的威力	78
7.4 了解问题	80
7.5 小结	84
第8章 真相和系统分析	86
8.1 简介	86
8.2 真相和系统分析	87
8.3 客观性	88
8.4 问题	88
8.5 关于假设	91

8.6	考虑敌方反应	94
8.7	不仅正确而且真实	97
8.8	系统分析就是讲述一个故事	100
8.9	结论	104
第三部分 面向特定领域的国防系统分析		107
第9章	防空领域的系统分析	109
9.1	简介	109
9.2	系统分析与防空	109
9.3	试验与仿真验证	111
9.4	防空系统交战链(Engagement Chain)	112
9.5	模型层级结构	115
9.6	战争迷雾	118
9.7	案例研究:牧羊人平原风力涡轮机分析	119
9.8	对有抱负的系统分析人员的最后建议	123
第10章	弹道导弹国防系统分析	125
10.1	成为一名系统分析人员	125
10.2	引言	126
10.3	覆盖范围分析	130
10.4	疏漏率分析	138
10.5	平衡各疏漏来源	154
10.6	基本原理和经验法则	158
附录		164
第11章	非传统领域的系统分析	169
11.1	简介	169
11.2	非传统领域	170
11.3	地表监视	170
11.4	生物恐怖主义防御	176
11.5	小结	184
第12章	航空、太空与网络空间领域的系统分析	186
12.1	简介	186
12.2	早期系统分析工作	187

12.3	太空与网络领域的系统分析	189
12.4	25 年系统分析从业经验与教训	200
12.5	结束语	204
第 13 章	实现百兆比特/秒的火星数据回传速率:一个系统分析案例	206
13.1	简介	206
13.2	美国国家航空航天局的问题	207
13.3	航空航天局的需求	211
13.4	第一印象	212
13.5	首先,更为直接的元素	213
13.6	首项发明:混合型跟踪系统	215
13.7	最后的问题:望远镜、探测器、效率与信号	217
13.8	好消息和坏消息	221
13.9	月球数据回传速率超过 0.5Gb/s	223
13.10	经验教训	226
总结		228
缩略语		232

第一部分 系统分析概述

第1章 本书的目的和结构

第2章 国防系统分析的对象、目的与主体

第3章 国防系统分析的方法

第4章 国防系统分析研究案例

第1章 本书的目的和结构

威廉·P. 德兰尼

国防系统分析并不是一门新的艺术,当然也不是麻省理工学院林肯实验室的首创。事实上,林肯实验室曾首次提出系统分析这一概念,第4章将对此进一步解释。在20世纪50年代初实验室成立前,英国运筹学研究人员就运用系统分析探讨如何在第二次世界大战欧洲战场上减少其轰炸机损耗架次。此外,为应对德国潜艇在北大西洋通往英国的航线上击沉3000艘盟军舰只所造成的威胁,一个由英国和美国组成的分析团队设计了对付德国潜艇的策略。分析人员的建议迅速终结了德国潜艇的威胁,不到2年,就有700多艘德国潜艇被击沉!

20世纪60年代,系统分析逐渐成为肯尼迪政府一个流行语。国防部部长罗伯特·麦克纳马拉和他以阿兰·恩托文(后被任命为国防部负责系统分析的副部长)为首的“神童”队伍发明了一套改变国防部采办流程的任务分析方法。60年代后期,兰德公司出版了数本专著,探讨了系统分析在国防部武器系统政策决策方面的应用。^①在这一时期,美国空军格伦·肯特(Glenn Kent)中将,首次将系统分析应用于空军重大武器系统问题。^②在整个冷战时期,系统分析帮助保持了美国的战略威慑态势,且被广泛应用于饱受争议的国家导弹防御系统。本书的作者都继承了这种系统分析的传统,并不断将该技术应用于各种国防问题。

^① 例如,爱德华·S. 奎德(E. S. Quade)、W. I. 波爵(W. I. Boucher):《系统分析和政策规划:在防务中的应用》,纽约,美国爱思唯尔出版社,1968年。

^② 格伦·A. 肯特:《关于美国防务的思考:一本分析回忆录》,加利福尼亚州圣莫尼卡,兰德公司,2008年。

本书的目的是为从事或即将从事国防系统分析的人员提供相关见解、建议和鼓励。

本书对有志于从事系统分析研究的读者给予了更多关注。我们相信,本书的建议不仅对国防系统,而且对各种其他领域的系统分析也是有益的。事实上,有些同行已将这些见解运用于其他机构的研究,如美国联邦航空管理局和国土安全部。

本书前三章剖析了系统分析的基本问题,解释其对象、目的和主要方法。由于系统分析更像一门艺术,没有固定的范式可以遵循,不同的从业人员会给出不同的见解和建议。本书集中了9位经验丰富从业者的见解,以期为读者提供一个更为全面的视角。

由于本书多数作者起初都曾在林肯实验室的几个重大项目领域修炼这门艺术,读者会看到一些不断重复的主题(提出恰当问题,讲一个美妙故事,反复检查所有输入变量,清晰界定各种假设,避免细节等)。本书保留了这些内容的重复性,以向读者不断强化这些重要建议。

我们都会散发出某种自信,因为自认为在此领域颇有心得,但我希望这不是沾沾自喜或自大。最令人窘迫的想法是,或许本书的写作本身已经犯下了书中一再告诫的各种错误!

本书只是给出了哪些类型的分析是我们的关注点。不同人对系统分析有不同的理解。如果你去一个藏书丰富的技术图书馆,你会发现有关这一主题的论著堆积如山。因此,我们应将问题更具体化一些。还要弄清人们开展系统分析的目的。在笔者看来道理很简单:系统分析是解决问题过程中的一个重要组成部分。它不是整个问题解决流程,而是训练如何“着手”解决问题。

本书还探讨了人们转向国防系统分析这一行当的各种方式。一般来说,人们开始并非有意成为一名分析人员,但后来各种因素促使我们走上这条职业之路。

第3章主要表达了笔者对“如何”开展系统分析的认识。系统分析有各种各样的研究情形,如机构内部研究和为外部机构进行的研究,后者包括美国军方或国防部(DoD)的各种咨询委员会(例如,美国空军科学咨询委员会、陆军科学咨询委员会、海军研究咨询委员会和国防科学委员会)。不同情形有不同的研究方式,虽然本书给出的大部分建议对这两种情形同样适用,但笔者仍然分别进行了论述。过去20年笔者主要为外部机构工作,因此在此主要论述外部研究。本书其他作者讨论的大多是内部研究,对新入行人员而言,可能会更感兴趣。