

军事系统



科学导论

◎主 编 路建伟
◎副主编 李 磊
王慧泳

INTRODUCTION OF
SYSTEM SCIENCE



◎军事科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

军事系统科学导论/路建伟主编. —北京: 军事科学出版社, 2007. 5

ISBN 978 - 7 - 80237 - 078 - 4

I. 军… II. 路… III. 军事科学; 系统科学 IV. E

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 068293 号

军事科学出版社出版发行

(北京市海淀区青龙桥/邮编: 100091)

电话: (010) 62882626

经销: 全国新华书店

印刷: 北京毅峰迅捷有限公司

开本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32

版次: 2007 年 5 月北京第 1 版

印张: 10.5

印次: 2007 年 5 月第 1 次印刷

字数: 250 千字

印数: 1—2000 册

书号: ISBN 978 - 7 - 80237 - 078 - 4

定价: 24.00 元

序 言

自20世纪70年代末的“系统热”以来，系统论、信息论、控制论（“老三论”）被广泛研究，后来耗散结构、突变论和协同学（“新三论”），以及运筹学和博弈论等理论也有了长足的发展，系统科学思想开始进入人们的头脑中。而对系统科学真正的科学的认识，是我国科学家钱学森在对系统科学进行深入研究，提出系统科学的体系框架和内容范畴，建立了客观完整的系统科学体系之后的事。自从系统科学理论问世以来，就受到了人们的高度重视，纷纷将其引入不同的科学领域，军事领域则是系统科学理论运用最早、最为广泛的领域之一。

军事系统科学作为系统科学体系的一个分支，是系统科学和军事科学相结合的产物，主要研究军事科学中具有系统特性的学科内容和实践活动。军事系统科学提出的系统方法，是对军事问题从整体上实现最好的结果和解决各种复杂军事系统的有效控制与协调的最佳途径，是任何其他传统方法所不能比拟的。军事系统科学体系所包含的理论，是军事活动中最为活跃的科学理论，是军事领域从过去到现代常用常新的科学理论，也是对军事活动曾经产生过重大影响，而且影响越来越大的科学理论。

军事系统科学的萌芽出现较早，在我国从朴素的系统思想与我国古代军事行动相结合时起，就标志着军事系统科学的发展开始起步了。古代军事活动中的朴素系统思想产生于一些杰出军事将帅的直觉认识，以孙武为代表的一些具有朴素的辩证

唯物主义认识论的杰出军事家，看到了影响战争胜负的是一个包括诸多因素的大系统，他们预测战争的胜负不是只看某一个方面，而是把各种条件综合起来分析，从作战双方的整体条件来预测战争的胜负。在《孙子兵法》、《吴子兵法》和《尉缭子》等古代的军事论著中已多处可见从敌对双方整体条件综合对比来预测战争胜负、以数量分析为基础的军事运筹活动、强调作战中发挥军队的整体威力等系统思想。

把系统科学作为一门科学理论在军事领域加以运用是近几十年的事情。现代系统科学的产生与发展与军事上的需要直接相关。20世纪初至40年代的两次世界大战相继爆发，为系统科学在军事领域的实际运用提供了更多“场所”。兰彻斯特方程、控制论、博弈论、最优化等科学技术相继出现和应用于军事活动，促进了军事系统科学的理论和技术的产生与发展。世界大战后军事系统科学的发展和应用向更广泛与更深入的方向发展：一是在军队中从事系统科学研究的机构更加健全；二是系统研究的规模越来越大，三是军事系统科学的研究范围更加广泛；四是军事系统科学的技术手段更为先进。20世纪50年代以来，随着计算机技术的发展，系统科学运用中由使用单台计算机发展到使用计算机网络、使用指挥自动化系统以及综合使用现代侦察技术、现代模拟技术、现代通信技术等，使军事系统科学具有了更加坚实的科学技术基础。

新中国成立后，随着西方有关系统科学理论的传入，以及我国一些著名数学家、物理学家等进入军事科学研究的行列，我军对军事系统科学的研究和运用更加广泛。尖端武器的研制发展取得一定成果；建立了集计算机技术、通信技术、信息技术为一体的指挥自动化系统；建立了依托于军事系统科学的科研论证机构或运筹机构；军事系统科学理论已为我军许多指挥员所掌握，在军队建设、作战训练、军事科研等活动中，不同

程度地加以运用。

军事系统科学是随着科学技术的发展而不断进步的，但是还有相当一部分军事科研人员和官兵对军事系统科学的认识还比较模糊，具体概念界定还容易混淆。因此有必要将军事系统科学的理论和技术体系做一个系统的介绍，将军事系统的层次结构、内容范畴、技术领域等知识客观而详尽地展现在读者面前。这也是本书写作的目的。

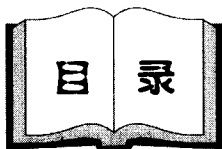
本书结合钱学森的系统科学思想，提出了军事系统科学的概念，建立了军事系统科学的体系结构，进行了体系结构所包含的科学技术的系统阐述，贯通了从军事哲学到军事工程技术的联系，理顺了体系结构内部各层次之间的关系，论述了军事系统工程的理论基础，力求将军事系统科学的完整体系和内容展现给读者。

本书按照从理论到实践的写作思路，首先进行军事系统科学的概念和体系结构的介绍，此部分内容体现在第一章，对系统科学和军事系统科学的产生、发展、内容范畴和体系结构做了全面的研究；接下来对体系结构的各层次进行具体阐述，章节分配为第二至第五章，针对体系结构的哲学思想、体系科学、技术科学和工程技术四个层次展开篇幅；最后介绍军事系统科学与军事实践相结合的情况；通过第六章来完成，对军事系统科学在军事力量建设、斗争准备，以及作战实施和军事科研等实践领域的运用进行了论述。

由于本书涉及的学科跨度很大，而作者才疏学浅，书中的错误和遗漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

二〇〇七年四月



第一章 军事系统科学的体系结构	(1)
第一节 系统与系统科学	(1)
一、系统的概念	(1)
二、系统的分类	(3)
三、系统的特征	(6)
四、系统科学的概念	(8)
五、系统科学的发展史	(9)
第二节 系统科学的学科范畴和体系结构	(14)
一、系统科学的学科范畴	(14)
二、系统科学体系结构的早期观点	(19)
三、钱学森框架	(25)
第三节 军事系统科学的概念和体系结构	(30)
第二章 军事系统科学的哲学思想	(36)
第一节 军事哲学的涵义和理论体系	(36)
一、军事哲学的涵义	(36)
二、军事哲学的理论体系	(37)
第二节 军事哲学的发展过程	(41)
一、古代军事哲学思想	(41)
二、近代军事哲学思想	(46)
三、现代军事哲学思想	(49)

第三节 军事哲学与哲学和军事科学的关系	(55)
一、马克思主义哲学是军事哲学的指导思想	(55)
二、军事科学是军事哲学的直接基础	(56)
三、军事哲学是哲学与军事科学 相结合的产物	(57)
第四节 研究军事哲学的基本方法	(59)
一、理论与实践相统一的方法	(59)
二、历史与逻辑相统一的方法	(59)
三、抽象与具体相统一的方法	(61)
四、定性与定量相统一的方法	(62)
第三章 军事系统科学的基础科学	(64)
第一节 系统学概述	(64)
一、系统学的定义和性质	(65)
二、系统学的研究内容和方法	(66)
第二节 军事系统学概述	(68)
一、军事系统学的概念	(68)
二、军事系统学的研究内容	(69)
三、如何建立军事系统学	(75)
第三节 相关科学技术对军事系统学的影响	(77)
一、技术科学与军事系统学	(77)
二、一般系统理论与军事系统学	(87)
三、相变理论与军事系统学	(90)
四、耗散结构理论与军事系统学	(92)
五、突变理论与军事系统学	(94)
六、协同学与军事系统学	(97)
七、混沌理论与军事系统学	(100)
八、超循环理论与军事系统学	(104)
第四章 军事系统科学的技术科学	(107)

第一节 军事控制论	(107)
一、控制论的形成和发展	(107)
二、控制论的基本概念	(109)
三、控制论的基本方法	(113)
四、军事控制论的概念	(123)
五、军事控制论的具体体现	(123)
第二节 军事信息论	(130)
一、信息论的形成和发展	(130)
二、信息论的基本概念	(136)
三、信息论的基本方法	(138)
四、军事信息论的概念	(141)
五、军事信息论的具体体现	(143)
第三节 军事运筹学	(149)
一、军事运筹学的形成和发展	(149)
二、军事运筹学的概念和研究内容	(151)
三、军事运筹学的基本方法和具体体现	(153)
第四节 大系统理论	(163)
一、大系统理论的形成和发展	(163)
二、大系统理论的概念和研究内容	(165)
三、大系统理论的研究方法	(167)
四、大系统理论在军事领域中的体现	(175)
第五章 军事系统科学的工程技术	(179)
第一节 军事系统工程	(179)
一、系统的概念	(179)
二、系统的形成和发展	(183)
三、军事系统的概念	(186)
四、军事系统的特点和任务	(187)
五、军事系统的基本方法	(192)



六、军事系统工程的一般程序	(197)
第二节 自动化技术	(202)
一、自动化的概念和发展过程	(203)
二、自动控制系统的类型	(204)
三、自动控制系统的组成	(211)
第三节 信息技术	(212)
一、信息的概念和发展过程	(212)
二、信息技术的技术体系	(215)
三、军事信息技术概述	(218)
第六章 军事系统科学在军事实践中的应用	(257)
第一节 军事系统科学与军事力量建设	(257)
一、军事哲学思想与军事力量建设	(257)
二、系统工程思想与国防后备力量结构优化	(259)
第二节 军事系统科学与军事斗争准备	(261)
一、模拟训练与训练方式的创新	(261)
二、军事控制论方法与军队管理	(269)
三、军事系统工程与武器装备的研制发展	(272)
第三节 军事系统科学与作战实施	(279)
一、军事系统科学与作战指挥	(279)
二、军事系统科学与作战决策	(290)
三、军事控制论与作战控制	(294)
四、军事系统科学与作战保障	(299)
第四节 军事系统科学与军事科研	(308)
一、军事系统科学与军事科研规划	(308)
二、系统方法与军事科研决策	(312)
三、军事系统科学与军事创新体系	(314)
主要参考文献	(320)



第一章

军事系统科学的体系结构

军事系统科学作为系统科学的一个分支，其产生和发展与系统科学的发展过程是密不可分的。系统科学经历了古代朴素系统观、近代系统思想和现代系统科学的发展过程。在人们进行系统科学研究和探索的过程中，出现了关于系统科学体系结构的几种不同的观点，最终通过钱学森的系统科学框架趋于统一。系统科学的许多学科都是由于军事需要才出现的，因而与军事实践结合非常紧密，在系统科学不断发展和成熟的过程中，军事系统科学也蓬勃发展，走向成熟。

☆☆☆
1

第一节 系统与系统科学

对系统和系统科学的概念与内容体系的正确认识，是顺利进行本书内容学习的基础。本书对系统和系统科学的概念性的说法与相关知识体系的阐述，主要是依据钱学森的系统科学思想来进行的。

一、系统的概念

所谓系统，是指由相互联系和相互作用的部分（要素、过程）所组成的具有特定功能的一个有机整体，而这个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。系统时时处处

可见：由原子核和各层电子所构成的原子是一个系统；由太阳和八大行星构成的太阳系是一个系统；一台机器、一个工厂、一定自然条件下的植物群落、一个观测站、一个国家、一本理论专著等等，都可以视为一个系统。系统的划分具有相对性，从不同的研究和实用目的出发，可对系统作不同层次和不同范围的划分，如一个细胞、一种器官、一个人、一个家庭、一条街道、一个城市等，都可相对独立地划为一个系统来进行研究。一个系统包括若干子系统，但它本身又是另一个更高层次系统的子系统。

一般系统理论的创立者贝塔朗非对系统的定义也是非常值得借鉴的。贝塔朗非把系统定义为相互作用的诸元素的复合体，亦即相互联系的诸元素的复合体。定义中所说的复合体，是一个反映事物整体性的概念。包含多个组成元素，元素之间相互联系、相互作用，这两方面造就了系统的整体性。存在着两类复合体。按照元素的数量或种类来区分的，称为加和性复合体，可以理解为彼此独立无关存在着的元素的总和；按照元素间的相互关系来区分的，称为非加和性复合体，或构成性复合体。加和性复合体是堆积物或非系统，非加和性复合体就是系统。是否具有非加和性，是系统与非系统的基本区别。

贝塔朗非借用亚里士多德“整体大于部分之和”的命题来表达系统的非加和性原理。萨缪尔森称其为贝塔朗非关于系统构成的著名定律。令 A 记为系统整体， A_1, A_2, \dots, A_n 记为 A 的组成部分，这个定律可形式地表示为

$$A > \sum_{i=1}^n A_i \quad (1.1)$$

非加和性来源于元素之间的关联和作用。这种相互关联、相互作用必然产生或诱导出某些为孤立存在的元素所不具备的特性，抑制元素在孤立状态下所具有的某些特性。非加和性是



诸多元素组织成为系统时所表现出来的质的突现性，不可能还原为元素的特性。因此，所谓系统构成定律更正确的表述应是整体不等于部分之和，即

$$A \neq \sum_{i=1}^n A_i \quad (1.2)$$

(1.2) 包含两种可能。一种是 (1.1)，另一种是整体小于部分之和，即

$$A < \sum_{i=1}^n A_i \quad (1.3)$$

所谓加和性复合体，可形式地表示为

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \quad (1.4)$$

现实世界不存在严格意义上的非系统，非系统是系统的元素之间相互作用减弱到零的一种极限状态，一种理论抽象。

元素之间相互作用、相互联系的方式，称为系统的结构。元素和结构是系统内在规定性的两个方面。描述结构的重要概念是层次和子系统。最简单的系统已经可以区分为系统层次与元素层次。复杂的系统包含各种各样的子系统，形成不同的中间层次。结构性和层次性是系统的重要属性。

上面关于系统概念的阐述都没有考虑外部环境。一个系统之外的其他事物或系统的总和，构成该系统的环境。系统的特性和行为由内部的元素、结构与外部环境共同确定。

二、系统的分类

系统可以按照不同的标准和研究目的进行不同的分类：

- 自然与人造系统：自然系统是由自然物所组成的系统，它是大自然的发展过程中自然形成的。如星空系统、气象系统、海洋系统等；人造系统是由人工造成的各要素构成的系统。如各种工程技术系统、社会系统、管理系统和科学技术系

统等。

• 实体与概念系统：以物质实体为构成要素所组成的系统，称为实体系统。如，以元素为基础的各种物理和化学系统，以细胞为基础的各种生物系统，以人为基础的各种社会系统；与实体系统相对比的是概念系统，它的构成要素不是实体而是概念，是思想、理论、定理、原理、方法、判据、制度、规范、符号、程序等，在一定的概念领域内的有序组合。如哲学系统、各门科学技术系统、组织管理系统、信息系统等。又有人将实体系统称为硬系统，将概念系统称为软系统。一个系统要有高的效率，应特别注意实体和概念的结合、硬件和软件的结合。人体系统和电子计算机系统就是硬、软系统相结合的范例。软结构能合理优化和组合硬结构，从而改善整个系统的功能。

• 静态与动态系统：输出（结果）变量仅依赖于同时刻的输入变量的值，而不依赖于后者过去的数值，这种系统称为静态系统，又称为“无记忆系统”。如，对线性的固定电阻而言，任何时刻 t 的电流数值仅依赖于同时刻的电压瞬时值，这就是一个静态系统；输出（结果）变量的值不仅依赖于同时刻的，而且还依赖于过去的输入变量的值，这种系统称为动态系统，又称为“有记忆系统”。如，由教师、学生、教材、各门课程和实验设备诸要素组成的系统——学校就是一个动态系统。严格地说，一切系统都是动态系统。已建造好的桥梁，从宏观上看是不变的，但从微观上看仍是变化的，现在的状态是与过去的历史状态有关的（如腐蚀、材料疲劳等）。静态系统是动态系统的特例。

• 封闭与开放系统：系统和环境之间没有明显的交互作用，环境仅作为限定系统的范围而存在，这种系统称为封闭系统。如，具有燃料存储、能够不断填充燃料的动力机可以看成



封闭系统。但这是近似的和有条件的，实际上动力机仍和环境发生能量交换（散热）与物质交换（吸取空气中的氧气，排出二氧化碳），可见绝对的封闭系统不存在，它只具有相对的意义；系统和环境之间，穿越系统边界进行信息流、能量流和物质流的相互交换，这种系统称为开放系统。如，生长中的植物、企业组织、生态系统等。开放系统的概念具有普遍性，它把系统和环境视为一个相互联系的互相影响的整体。

• 白箱与黑箱系统：如果对系统的结构和机理已有较充分的认识，能从理论上来描述和精确预测这一系统的运动规律，那么这种系统就可称为“白箱”系统。如 RLC 电路、单摆和许多机械装置。对系统的结构和机理缺乏认识，还不能从理论上来阐明其运动规律，而且又不能从外部直接观察到其内部状态，这种系统称为“黑箱”系统。如人脑，虽然知道人脑由 1000 亿个神经元组成，每个神经元又有 100 ~ 1000 个突触神经，但对其内部活动的机制仍是不清楚的。如对地球内部状态的认识，也是黑箱系统研究方法。控制论为研究此类系统提供了有效的方法。

• 小型与大型系统：控制论等理论关于系统的大小的概念不是指体积，而是指复杂程度而言的。一个家庭相对社会来说，是一个小系统，太阳系的体积虽大，但由于各星体之间的运动关系很清楚，故只能视为一个小系统。人脑虽然体积很小，但因它太复杂，理所当然的是个特大系统。特大系统又称为巨系统，巨系统理论是控制论、系统论中正在发展的新理论，有着巨大的实用意义。特大系统在生物学、地学、经济学和社会学的领域内是常见的，用传统方法很难研究，但控制论、信息论方法则提供了这种可能性。

• 专业对象系统：按研究的具体对象来区分系统，称为专业对象系统。如工程系统、军事系统、经济系统、管理系统、

通讯系统、社会系统、环境系统、防灾系统、农业系统、人工智能系统、地震预报系统等。

三、系统的特征

系统可以根据不同的标准和目的进行不同的分类，各种系统都表现出了其共同的特征：

一是系统性。系统由两个以上的多个组件构成，是组件群体的综合，同时也是空间联系和时间联系的综合，是各种能量流、信息流、物质流的综合。只有把一个系统放置在一定的环境中，在运动和发展过程中进行考察，从结构、环境、功能多方面综合的研究，才有可能揭示这一系统的特性。

二是整体性。系统不是各部分要素杂乱无序的偶然堆积，而是由各部分组成的有机整体。整体的性质和规律存在于各部分的相互联系、相互作用中，系统的整体功能并不等于它的各个组成所没有的新功能。因此，有可能通过最优化途径从整体上获得增益。如，只要组合得当，用许多质量一般的元件，也可以装配出质量非常好的整机。整体性原则已在许多工程（如阿波罗计划等）中得到应用和证实。

三是层次结构。系统具有层次结构，系统越复杂层次就越多。同级结构之间有一定独立性又有相互联系，相当于并联；不同等级结构之间则相当于串联。一个系统有从属于自己的子系统，而本身又从属于另一个更大的系统。

四是信息联系。控制论之父维纳说过，任何系统都是信息系统。依靠信息，使系统的各部分之间、各层次之间联为一个整体，并和环境再联结成为一个更大的整体。有信息联系，系统才能产生反馈、调节、控制、最优化、组织性、适应性等一系列性能。

五是目的性。不仅生命系统是有目的的，非生命系统也是有目的的。所谓目的，就是在给定环境中，系统只有在目的点

或目的环上才是稳定的，离开了就不稳定。系统定要把自己拖到目的点或目的环上才能罢休。这个点或环就是系统的目的。如恒温装置，当偏离了规定的温度时，它就要启动，只有达到规定温度才能停止。又如大自然的许多循环过程、生态平衡过程，都是如此。

六是学习性。系统可以在运行实践中，通过观察和类比进行学习，从而改善自己的功能。动物学习生存本领、人类学习语言、人造系统通过自己的输出与目的之间的偏差，通过多次反馈来进行学习，即所谓的人工智能。

七是适应性。改变一个系统的性质，使它能在变化着的环境下达到最好的，至少是能允许的功能，称为系统的适应性。如，人的瞳孔根据光强度而自动调节孔径。温血动物在外界温度变化的情况下，用改变体表组织的血流量、颤抖、出汗等方式来调节体温。人造系统通过稳定控制、程序控制、跟踪控制等途径使系统能适应环境的变化，达到预定的目的。

八是组织性。系统内部各部分之间的有秩序状态，称为系统的组织性。在一个孤立系统中，任何自发变化只能导致它的熵的增加，即混乱程度增加，有序性和组织性减少。因此系统为了保持或增加它的有序度，就必须从环境中吸取负熵。对于绿色植物来说，负熵源是太阳辐射、土壤中的养料、水分等组成的热力不平衡系统，它产生光合作用使植物的生长秩序得以保持。

以上八条特征是相互渗透、密不可分的。可以看出这些特征以及它们包含的基本概念，如系统、结构、要素、环境、功能、层次、信息、反馈、目的、稳定、学习、有序、协调、适应等具有普遍意义，对自然、社会、人、生物、机器和思维均是适用的。系统科学在各学科的鸿沟上架起了桥梁，具有普遍适用的科学方法论性质。

四、系统科学的概念

对系统科学概念的界定经过了相当长一段时间的争论和探讨后，最终从模糊走向清晰。所谓系统科学是指基于系统概念，通过系统观点和系统方法来解决系统问题的几十个学科有机地联系在一起形成的学科群。它不是自然科学，不是社会科学，不是数学，而是一个为这些学科体系所不能包容的新兴学科体系。

对于系统科学的概念理解和范畴界定，钱学森有比较客观和正确的认识。他认为：“系统的思想要建立一个完整的科学体系，这就是系统科学。”能否用别的名称呢？不可称之为系统工程学，因为系统工程是工程技术，强调实用性、技术性而不强调理论体系，不宜用“学”或“论”来称谓它，而且不能包括系统理论研究的丰富内容。用控制科学或信息科学来称谓也不妥，有以偏概全的缺点，不能突出系统这一根本概念。国外有些学者用软科学来称谓这一新兴研究领域，也不可取。软科学研究与系统研究有密切联系是无疑的，但它的内容不一定都建立在系统概念的基础上。属于系统研究的诸学科中，既有“软”的东西，也有“硬”的东西。系统工程是软技术，而信息工程、控制工程首先是硬技术。况且，软科学总有点“软”，大量包含有属于经验性的即尚未上升为科学知识的内容，还不是真正的科学。而系统概念是贯穿这一研究领域各分支的共同的基本概念，比任何其他概念都更集中地体现了整个学科领域的对象、方法和特点。所以钱学森认为：“应该回到系统这一根本概念，采用‘系统科学’这个词。”

当然，系统科学这个词并不是钱学森首创的。贝塔朗菲在20世纪60年代已经使用了这个词。但在贝氏那里，系统科学基本上是一个泛用的术语，没有明确的定义和科学的论证，在不同的场合赋予它不同的含义。市川悖信比贝塔朗菲前进了一