

系 统 工 程

名 词 浅 释

王仲云 任文编 高志远 编 著

科 学 出 版 社

系统工程名词浅释

王寿云 凌如镛 柴本良 编著

科学出版社

1982

内 容 简 介

本书收词99条。内容包括：系统工程的基本概念、分类和系统的组成，系统工程理论基础、技术方法和计算工具，以及系统工程的应用等。整个内容的编排，可使读者对系统工程获得一种系统知识。书末附有英汉名词对照表。本书可供中等文化水平以上的科研、工程管理干部，科技人员及大专院校师生阅读。

系统工程名词浅释

王寿云 凌如镛 柴本良 编著

责任编辑 于学任

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1982年9月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1982年9月第一次印刷 印张：3 1/4

印数：0001—14,800 字数：84,000

统一书号：17031·146

本社书号：2625·17-1

定价：0.65 元

前 言

我们编写这本《系统工程名词浅释》所遵循的原则是：
一、每一个名词均按系统工程历史发展的背景去说明它的意义，而不是抽象地下定义；二、着重反映我国科技工作者的学术思想和见解；三、在我国系统工程实践中产生的名词，尽量列入；四、对系统工程的发展有重要影响的学术机构和团体，适当予以介绍。

本书收集名词99条，目录编排尽量使读者通过释文能获得一种系统的知识。书末附有英汉名词对照表。

本书由王寿云、凌如镛、柴本良合编，陈瑞源、陈昭、郭富印参与撰写个别名词的释文。

限于水平，书中欠妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

1982年7月

目 录

前 言

名词目录..... v—vi

正 文..... 1

英汉名词对照表.....113

名 词 目 录

1. 系统..... 1	26. 图.....35
2. 系统思想..... 1	27. 树.....37
3. 系统科学..... 4	28. 网络.....37
4. 系统工程..... 5	29. 最短路问题.....38
5. 工程系统工程..... 7	30. 最大流问题.....38
6. 总体设计部..... 8	31. 最小树问题.....38
7. 军事系统工程..... 9	32. 网络分析.....38
8. 农业系统工程.....11	33. 蒙特-卡洛法40
9. 社会系统工程.....12	34. 随机数表.....40
10. 科学技术体系学.....13	35. 作战模拟.....40
11. 系统工程方法论.....14	36. 人工作战模拟.....41
12. 运筹学.....19	37. 计算机辅助作战模拟.....41
13. 数学规划论.....21	38. 计算机化作战模拟.....41
14. 线性规划.....22	39. 排队论.....43
15. 非线性规划.....23	40. 随机服务系统.....44
16. 整数规划.....24	41. 库存论.....46
17. 大型规划.....26	42. 最优性原理.....47
18. 动态规划.....28	43. 最优控制理论.....49
19. 马氏决策规划.....29	44. 系统分析.....51
20. 博弈论.....29	45. 费用效果分析.....52
21. 最小最大定理.....30	46. 人-机控制系统53
22. 决策论.....30	47. 管理信息系统.....54
23. 决策树.....31	48. 任务分解结构.....55
24. 算法论.....33	49. 任务流程图.....56
25. 图论.....34	50. 计划协调技术.....57

51. 图解评审技术.....60	76. 动态模型.....86
52. 风险评审法.....64	77. 模拟.....88
53. 计划、规划和预算 综合编制法.....68	78. 连续模拟.....89
54. 更新论.....72	79. 离散模拟.....89
55. 搜索论.....73	80. 混合模拟.....89
56. 可靠性理论.....74	81. 优化.....89
57. 可靠性.....75	82. 折衷研究.....91
58. 可靠性工程.....76	83. 可行性研究.....91
59. 质量控制图.....77	84. 投入产出分析.....93
60. 质量均值与极差.....78	85. 交互影响分析.....94
61. 废品率.....79	86. 风险分析.....95
62. 缺陷率.....79	87. 构成分析法.....96
63. 质量控制.....80	88. 德尔菲法.....98
64. 验收抽样计划.....80	89. 未来发展趋势预测..... 100
65. 作业特性曲线.....81	90. 普查普测法..... 101
66. 全面质量管理.....82	91. 小组调查会..... 102
67. 计算机系统.....83	92. 趋势外推法..... 102
68. 模型.....84	93. 勃克斯-詹金斯方法 ... 104
69. 物理模型.....85	94. 情节推演法(脚本法) ... 105
70. 模拟模型.....85	95. 概率预测..... 106
71. 图表模型.....85	96. 兰德公司..... 107
72. 数学模型.....85	97. 国际应用系统分析 研究所..... 109
73. 确定性模型.....86	98. 西德工业设备企业 公司..... 110
74. 随机模型.....86	99. 中国系统工程学会..... 111
75. 静态模型.....86	

系统 *systems* 在科学、技术、政治、经济、军事、交通、文化、教育等各个社会活动领域，一个应用最广泛的术语就是“系统”。系统无处不有。一个蒸汽机自动调节器是一个系统，一部自动机器是一个系统，一条生产线是一个系统，一个企业是一个系统，一个联合企业体系是一个系统，整个国民经济是一个系统；一个生物个体是一个系统，生物圈是一个系统，岩石圈是一个系统，大气圈是一个系统，整个自然界也是一个系统；一个行政组织是一个系统，整个社会是一个系统，整个社会组织中的各个要素本身也是一个系统。有小系统，大系统，也有巨型系统。有工程系统，生物系统，经济系统，信息系统，也有社会系统。

那么，究竟什么叫系统呢？

系统是由相互联系、相互依赖、相互制约、相互作用的事物和过程组织成的具有整体功能和综合行为的统一体。为了实现系统自身的稳定和功能，系统需要以一定方式取得、使用、保持和传递能量、物质和信息，也需要对系统的各个构成部分进行组织。系统的内部组织是协同的，有序的。生物系统的组织是一种自组织，一切非自然系统的组织都是人为的组织，而工程中的自动控制系统，能够根据环境的某些变化重新组织自己的运动。

系统思想 *systems thinking* 人类自有生产活动以来，无不在同自然系统打交道。《管子》《地员》篇、《诗经》农事诗《七月》、秦汉氾胜之著《氾胜之书》等古籍，对农作与种子、地形、土壤、水分、肥料、季节、气候诸因素的关系，都有辩证地论述。齐国名医扁鹊主张按病人气色、声色、形貌综合辨症论治；周秦至西汉初年古代医学总集的

《黄帝内经》，强调人体各器官的有机联系、生理现象和心理现象的联系、身体健康与自然环境的联系。战国时期秦国李冰父子设计修造了伟大的都江堰，共有分水、排砂、引水三大主体工程 and 一百二十个附属渠堰工程，各工程之间紧密联系，构成一个协调运转的工程总体。我国古天文学很早就揭示了天体运行与季节变化的联系，编制出历法和指导农事活动的二十四节气。古代农事、工程、医药、天文知识和成就，都在不同程度上反映了朴素的系统概念的自发应用。人类在知道系统思想、系统工程之前，就已在进行辩证地系统思维了。

古希腊辩证法奠基人之一的赫拉克利特说过：“世界是包括一切的整体”。古希腊唯物主义者德谟克利特的一本没有留传下来的著作名为《宇宙大系统》。我国春秋末期思想家老子强调自然界的统一性；南宋陈亮的“理一分殊”思想，称“理一”为天地万物的理的整体，“分殊”是这个整体中每一事物的功能，试图从整体角度说明部分与整体的关系。用自发的系统概念考察自然界，这是古代中国和希腊唯物主义哲学思想的一个特征。古代辩证唯物的自然观，强调对自然界整体性、统一性、层次结构和有序性的认识，包含了系统思想的萌芽；但由于缺乏对整体各个细节及其联系的认识能力，因而对整体性和统一性的认识也是不完全的。

十五世纪下半叶，力学、天文学、物理学、化学、生物学等逐渐从混为一体的哲学中分离出来。近代自然科学发展了研究自然界的独特的分析方法，包括实验、解剖和观察，把自然界的细节从总的自然联系中抽出来，分门别类地加以研究。这种认识方法移植到哲学中，成为形而上学。形而上学在深入的、细节的考察方面较古代哲学是一个进步。但是，形而上学撇开总体的联系来考察事物和过程，因而就堵

塞了从了解部分到了解整体到了解普遍联系的道路。

十九世纪上半期，能量转化、细胞和进化论的发现，使人类对自然过程的相互联系的认识有了很大提高。恩格斯说：“由于这三大发现和自然科学的其它巨大进步，我们现在不仅能够指出自然界中各个领域内的过程之间的联系，而且总的说来也能指出各个领域之间的联系了，这样，我们就能够依靠经验自然科学本身所提供的事实，以近乎系统的形式描绘出一幅自然界联系的清晰图画。”建立在十九世纪自然科学成就基础之上的辩证唯物主义，认为物质世界是由无数相互联系、相互依赖、相互制约、相互作用的事物和过程所形成的统一整体。辩证唯物主义体现的物质世界普遍联系及其整体性的思想，也就是系统思想。

现代科学技术对于系统思想方法的第一个贡献是：为系统思想方法提供了定量化的数学理论，从而有可能定量处理系统各组成部分的相互联系；第二个贡献是：为量化系统思想方法的实际应用提供了强有力的计算工具——电子计算机。这两大贡献都是在二十世纪中期实现的。

解决现代社会种种复杂的系统问题，对材料的量化要求越来越强烈，尤其表现在军事活动中，因为战争中决策的成败关系到国家民族的生死存亡。第二次世界大战是量化系统方法发展的里程碑。这次战争在方法和手段上的复杂程度较以往的战争有很大增长，交战双方都需要在强调全局观念、从全局出发合理使用局部、最终求得全局效果最佳的目标下，对拟采取的措施和反措施进行精确的定量分析，才有希望在对策中取胜。这样一种强烈的需要，以极大的力量把一大批有才干的科学工作者吸引到拟订与评价战争计划，改进作战技术与军事装备及其使用方法的研究工作中，其结果就是量化系统方法及强有力的计算工具电子计算机的出

现，并成功地应用于作战分析，接着广泛地用于分析工程、经济、政治领域的大型复杂的系统问题。一当取得数学表达形式和计算工具，系统思想方法便从一个哲学思维发展成为科学。

恩格斯说：“思维既把相互联系的要素联合为一个统一体，同样也把意识的对象分解为它们的要素。没有分析就没有综合。”系统思想是进行分析与综合的辩证思维工具，它在辩证唯物主义那里取得了哲学的表达形式，在运筹学和其它系统科学那里取得了定量的表述形式，在系统工程那里获得了丰富的实践内容。

系统科学 *systems science* 系统科学是在自然科学、数学科学和社会科学三大部门之外正在形成的一个新的科学技术部门。按照钱学森提出的现代科学技术体系观点，在系统科学中，直接与改造客观世界的社会实践相联系的，是一类新的工程技术——系统工程，这类工程技术的共同理论基础，是运筹学、控制论和信息论等三门技术科学。如同自然科学大部门中不仅有工程技术，技术科学，而且还有基础科学（物理学、化学）一样，系统科学也有基础科学。构筑这门基础科学材料，一方面来自从工程技术实践中提炼的技术科学运筹学、控制论和信息论，另一方来自自然科学和数学科学中的系统理论成果，如冯·贝塔朗费(Von Bertalanffy)的一般系统论(*general system theory*)和理论生物学，普里戈金(I. Prigogine)系统远离热力学平衡态的耗散结构理论，哈肯(H. Haken)的协同学(*Synergetics*)，弗勒利希(H. Fröhlich)微波激励生物细胞分离理论，艾肯(M. Eigen)关于生命自组织巨系统的超循环(*Hypercycle*)理论，以及托姆(R. Thom)的突变论等。钱学森认为，把上述两方面材料溶汇贯通，综合发展，就可以建立起系统科学的基础科学，

一切系统的一般理论——“系统学”。有了系统学，就将使得系统科学这个新的科学技术大部门完全建立起来。系统科学从各门系统工程，到运筹学、控制论和信息论，再到系统学，形成一个体系。这个体系是系统学通向马克思主义哲学的桥梁，是近一百年前启示的、后来又经过现代科学技术大大丰富了的“系统观”。系统观是现代科学技术（包括社会科学）的方法论的组成部分，包括功能模拟方法、信息方法、反馈方法和系统方法。现代科学方法论中的系统观，对科学和哲学的发展都产生着很大的影响。推动系统科学研究的强大动力是现代化组织管理的需要。系统科学的成立必将极大加强人直接改造客观世界的能力，促进其它科学技术部门的发展。所有这些，又都最终发展和深化作为人类知识最高概括的马克思主义哲学。

系统工程 *systems engineering* 二十世纪四十年代以来，国外对定量化系统思想方法的实际应用相继取了许多不同的名称：运筹学 (*operations research*)、管理科学 (*management science*)、系统工程 (*systems engineering*)、系统分析 (*systems analysis*)、系统研究 (*systems research*)、费用效果分析 (*cost-effectiveness analysis*) 等等。他们所谓运筹学，指目的在于增加现有系统效果的分析工作，所谓管理科学，指大企业的经营管理技术；所谓系统工程，指设计新系统的科学方法；所谓系统分析，指对若干可供选择的执行特定任务的系统方案进行选择比较。如果上述选择比较着重在成本费用方面，即所谓费用效果分析；所谓系统研究，指拟制新系统的实现程序。由于历史原因形成的这些名称，混淆了工程技术与其理论基础、技术科学的区别，用词不够妥当，认识也不够深刻。

用定量化系统方法处理大型复杂系统问题，无论是系统

的组织建立，还是系统的经营管理，都可以统一地看成是工程实践。工程这个词十八世纪在欧洲出现的时候，指作战兵器的制造和执行服务于军事目的的工作。从后一种涵义引伸出一种更普遍的看法：把服务于特定目的的各项工作的总体称为工程，如水力工程、机械工程、土木工程、电力工程、电子工程、冶金工程、化学工程等等。如果这个特定目的是系统的组织建立或者是系统的经营管理，就可以统统看成是系统工程。国外所称的运筹学、管理科学、系统分析、系统研究以及费用效果分析的工程实践内容，均可以用系统概念统一称为系统工程；国外所称的运筹学、管理科学、系统分析、系统工程、系统研究以及费用效果分析的数学理论和算法，可以统一称为运筹学。

在科学技术的体系结构中，系统工程属于工程技术。正如工程技术各有专门一样，系统工程也还是一个总类名称。因处理的体系性质不同，还可以再分为门类，如工程体系的系统工程叫工程系统工程，生产企业或企业体系的系统工程叫经济系统工程，行政体系的组织运转叫行政系统工程，科学技术研究的组织管理叫科研系统工程，军事工作的组织指挥叫军事系统工程，信息编码、传输、存储、检索、读出显示系统的组织管理叫信息系统工程。系统工程不是一类系统的组织管理技术，而是各类系统组织管理技术的总称。各类系统工程的共同特点在于：把定量化的系统思想方法应用于组织管理的工程实践，寻求实践效果的优化。

社会主义社会具有高度的组织结构。任何一种社会活动都形成一种系统，复杂的系统几乎无所不在。每一类系统的组织建立、经营运转，就成为一项系统工程。组织管理社会主义建设的技術就是社会系统工程，简称社会工程。各类系统工程可以解决的问题，涉及整个社会。实现四个现代化，是

极其伟大的社会工程。我国社会主义社会对于系统工程的需要，犹如十九世纪中叶资本主义社会对于工程技术的需要一样。那时，由于自然科学的发展，使千百年来人类改造自然的工艺知识上升成为工程技术科学。由于资本主义社会对工程技术的自觉应用，从而爆发了生产力发展的大变革。今天，系统工程的自觉应用，定将会对我国社会生产力的发展产生变革作用。

工程系统工程 *project systems engineering* 现代工程体系的规模和复杂性日益增长，出现了所谓大系统的工程体系。四十年代，美国研制原子弹的“曼哈顿计划”（参加者一万五千人）；六十年代，美国的“阿波罗载人登月计划”（参加者四十二万人）；五十年代末六十年代初我国开始着手的国防尖端技术工程发展计划，等等，就是这类大工程系统。研制一种战略核导弹，就是研制由弹体、弹头、发动机、制导、遥测、外弹道测量和发射等分系统组成的一个复杂系统；它可能又是由核动力潜艇、战略轰炸机、战略核导弹构成的战略防御武器系统的组成部分。导弹的每一个分系统在更细致的基础上化分为若干装置，如弹头分系统是由引信装置、保险装置和热核装置等组成的；每一个装置还可更细致的分为若干电子和机械构件。在组织研制任务时，一直细分到由每一个技术人员承担的具体工作为止。导弹武器系统是现代最复杂的工程系统之一，要靠成千上万人的大力协同工作才能研制成功。研制这样一类复杂工程系统所面临的基本问题是：怎样把比较笼统的初始研制要求逐步地变为成千上万个研制任务参加者的具体工作，以及怎样把这些工作最终综合成一个技术上合理、经济上合算、研制周期短、能协调运转的实际系统，并使这个系统成为它所从属的更大系统的有效组成部分。1954年，在美国最先出现了为导弹研制计

划提供这种技术服务的新型机构——腊莫·伍德里奇公司(Ramo-Wooldridge Corporation)。腊莫·伍德里奇公司是今天一类系统工程指导机构的先驱，这类机构就是我国称呼的总体设计部。工程系统总体设计部门所设计的，是工程系统的“总体”，是工程系统的“总体方案”，是实现工程系统的“技术途径”。这就是组织建立工程系统的技术——工程系统工程。工程系统工程一般有两方面的任务：以技术和经济数据为依据，对拟议的工程系统进行可行性研究；在工程系统的规划、设计、制造（施工）、运行使用各个阶段，实现总体性能的优化。

总体设计部 *department of systems design and engineering* 现代工程系统越来越复杂，投资越来越大，研制周期越来越长，为了避免因规划、研制和运用的缺陷造成人力、物力和财力的浪费，需要对拟建工程系统的运用必要性、技术经济可行性、技术经济指标和使用效率进行论证、评估和预测，进行工程系统的总体规划和总体设计，在工程系统研制过程中不断协调系统组成之间的性能和构形，在工程交付之前估价工程系统的运用特性。通过技术经济可行性论证，如果证明工程效用不高，那么严重的浪费和损失就可以在拟议阶段予以避免。这样复杂的任务，靠临时性的专家咨询不可能完成；靠某一个局部的专业机构也不可能完成。在我国一些工程研制任务如运载火箭工程实践中，辅助工程计划领导人完成这个复杂任务的，是一个常设的技术参谋机构——工程系统的总体论证和设计机构。这是按工程系统总体组织起来的科学家、工程师的常设集体，负责特定工程的可行性论证、并把实现特定工程计划所需采取的一系列行动过程，作为组织结构严密的系统来规划、设计、实施和协调，确保工程计划实施过程中的每一个决策，在对总体的贡

献这个意义上是技术合理、经济合算和周期短的，整体上能够按照某种衡量准则，以最佳方式实现工程计划的目标。工程计划总体设计机构论证、规划和设计的是工程系统的总体技术途径和总体技术方案，提供两个以上可供选择的经过权衡比较的工程规划和计划方案。这个总体设计机构所提供的科学分析资料和有力的论证，是工程计划领导者对工程计划进行决策的科学基础。工程系统的总体设计机构和工程系统的计划管理机关，形成了工程的计划管理机构的整体。前者是工程计划管理所拥有的知识力量和措施科学性的体现者，后者是计划管理权力的体现者。它们都是工程计划领导者对整个计划实施科学领导所必不可少的参谋机构。

五十年代末，我国着手人造卫星和运载火箭发射计划时，即建立了系统工程的总体设计机构。这些机构为我国人造卫星和运载火箭的研制成功作出了贡献。周恩来同志生前曾期望把总体设计机构的概念运用到国民经济的重大工程建设中去。

军事系统工程 *military systems engineering* 克劳塞维茨(K. von Clausewitz)总结了截至拿破仑为止的军事历史，把军事领袖对军队的战略领导称之为艺术。他描述说：“在这里智力活动离开了严格的科学领域，即离开了逻辑学和数学的领域，而成为艺术（就这个词的广义而言），……”。这里所谓艺术，一是指军事领袖都是依靠自己的个人才智亲自设计战略计划并直接指挥军队的，二是指这种才智是离开科学方法的。

1806年，普鲁士元帅布留赫尔的参谋长香霍斯特就任普鲁士军事改革委员会主席，致力于普鲁士军事制度的改革。他期望把军事指挥决策从一门“手艺”提升为一门科学。在他的思想影响下，普鲁士军队建立了参谋本部体制。随着

1870年普鲁士军队在普法战争中的胜利，参谋本部体制成为各国军队效法的榜样。参谋本部的出现，标志着军事领袖的决策过程已经需要以参谋集体的智慧来支持。

1811年到1816年间，普鲁士国王腓特烈·威廉三世的文职战争顾问冯·莱斯维茨(von Reisswitz)及其儿子创造了实验战术效果的对策模拟方法，即在以沙盘、地图表示地形地貌，以标识器表示军队和武器配置的战场模型上，利用反映实战条件约束的若干行动规则，模仿交战双方的指挥官和参谋人员以下棋方式进行策略运筹的对抗，预先进行策略和计划的实验，检验其缺陷，预测其效果，供指挥决策参考。1824年，普鲁士军队总参谋长密福林把这种模拟方法推荐给整个军队。这种指挥决策模拟方法，连同总参谋部，成为普鲁士军队成功的因素。这种参谋技术的萌芽，标志着军事决策的思维活动。向着用科学方法来组织的方向发展。

第二次世界大战期间，一大批科学家被邀请去帮助解决复杂的战术决策问题。这些科学家以自觉而有组织的形式，在一个传统上靠艺术技巧处理问题的领域，播下了新思想的种子：用数学模型、模拟实验来实现决策选优。这种有组织的科学活动，产生了两个有深远意义的结果，一是包括运筹学理论、对策模拟方法和电子计算机应用在内的现代参谋技术的发展，一是利用现代参谋技术为战术、装备运用、指挥控制和后勤保障等参谋业务提供定量材料的参谋机构的发展，这是一类以科学家和工程师为主体的参谋组织，如美国国防部计划分析与鉴定部，三军参谋长联席会议的研究分析与对策部，陆军参谋部的计划分析与鉴定局，空军参谋部的研究分析局，海军部的计划规划局等等。现代参谋科学方法和现代参谋组织，是在非常庞大而又极为复杂的军事机器中，实施参谋职能所必需的手段。它标志着军事组织指挥工