

系统工程概论

刘 豹

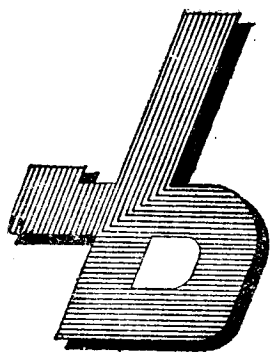
顾培亮 编著

张世英

机电工程
新技术
基础丛书



32
3



机电工程新技术基础丛书

刘 豹
顾培亮 编著
张世英

系统工程概论

机械工业出版社

内 容 简 介

本书从大专文化水平出发,简明扼要而又重点突出地阐明了系统工程中最基本的内容,如基本定义、用系统工程解决问题的基本步骤、建立数学模型的主要方法、数学规划、系统优化、预测技术、技术评价和经济数学方法。为使读者可以深入钻研某些有兴趣的内容,每章均列有参考文献,本书可作为继续教育的教材,供有关专业人员业余学习。

系 统 工 程 概 论

刘 豹 顾培亮 张世英 编著

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南里一号)
(北京市书刊出版业营业许可出字第117号)

河北省永清县印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 850×1168 1/32·印张 11⁵/₈·字数 303 千字
1987年1月北京第一版·1987年1月北京第一次印刷
印数 0,001—5,850·定价2.90元

统一书号: 15033·6458

目 录

序

第一章 系统工程的任务、内容和步骤..... (1)

§ 1-1 系统工程、系统分析及其它相似技术 (1)

§ 1-2 系统工程的内容..... (8)

§ 1-3 系统工程师的作用..... (16)

§ 1-4 系统工程的一般步骤..... (18)

第二章 系统工程中数学模型建立的方法..... (24)

§ 2-1 描述事物规律的方法..... (24)

§ 2-2 数学模型的类别和实例..... (30)

§ 2-3 最优分类建模法..... (35)

§ 2-4 小样本问题的建模方法..... (47)

§ 2-5 层次分析法..... (58)

第三章 预测技术..... (70)

§ 3-1 引言..... (70)

§ 3-2 回归预测方法..... (72)

§ 3-3 时间序列预测方法..... (105)

§ 3-4 专家咨询法..... (126)

第四章 数学规划..... (130)

§ 4-1 引言..... (130)

§ 4-2 线性规划..... (133)

§ 4-3 网络规划..... (160)

§ 4-4 整数规划..... (173)

§ 4-5 非线性规划..... (183)

§ 4-6 动态规划..... (195)

§ 4-7 目标规划..... (204)

第五章 系统优化..... (212)

§ 5-1 引言..... (212)

§ 5-2 系统的模型化和最优化..... (215)

§ 5-3 系统的经济评价..... (217)

§ 5-4 系统优化的案例	(220)
第六章 决策分析	(241)
§ 6-1 引论	(241)
§ 6-2 对策论	(253)
§ 6-3 完全不确定决策	(259)
§ 6-4 风险型决策方法(贝叶斯决策)	(262)
§ 6-5 非定量方法决策——冲突分析	(280)
第七章 技术评价	(288)
§ 7-1 技术评价的作用	(288)
§ 7-2 技术评价方法	(295)
§ 7-3 技术评价的应用实例	(312)
第八章 经济数量分析	(322)
§ 8-1 经济数量分析的内容和意义	(322)
§ 8-2 经济计量模型	(324)
§ 8-3 投入产出分析	(338)
附录	(359)
附表1 相关系数检验表	(359)
附表2 Durbin-Watson 检验的 d 值上下限	(360)

第一章 系统工程的任务、 内容和步骤

§1-1 系统工程、系统分析及其它相似技术

系统工程或系统分析如今在国内已经是相当普遍的一类技术方法。我国各级领导在处理一些综合性强、关系复杂的问题时，常常要求有关工作人员采用系统工程方法去研究、分析和解决它们。例如，对于长江三峡水电站建设的一系列问题；西北黄土高原生态系统维护的一系列问题；南海油气资源开发后如何利用的一系列问题；小到一个城市的交通规划及其综合治理的一系列问题等。我们是积累了几十年的经验，付出了极大的代价以后，才深切感到在处理一些规模较大、关系复杂、综合性较强的对国计民生又相当重要的问题时，如果不用统观全局、瞻前顾后的科学性的方法是无法顺利完成任务的。这种科学性的方法，在目前，就是系统工程或叫系统分析方法。

系统工程和系统分析可以看作是同样的一类技术方法，但按各人的习惯或偏好，有几种不同提法。

在我国，一般把系统工程看作是更广泛的一类技术方法，它包括了系统分析。系统分析在这里只是作为系统工程下面的一种技术方法。本书作者曾在“能源系统工程基础”（能源政策参考资料（23），中国能源研究会出版，1983.5）中提到系统分析，…，特别对事理系统，系统分析可以起很多作用。对于一个国家来说，在研究经济问题时，系统分析有五个层次。

第一是宏观的全国整体系统分析，就是分析一个国家的经济结构和它的总生产、总消费、总储蓄、总投资、总进口、总出口、总货币发行量、总劳动力、总人口等等间的关系。这些关系由一个国家的宏观经济模型来描述。在资本主义国家，现在都希望政府能够采取一些措施来对付经济发展停滞和失业人数增长的

局面。政府制定政策，采取措施时要考虑到政策实施的后果。例如政府可以通过减税政策，减税后人们将花费更多的钱，购买更多的东西，因而促使生产增长以满足需求，也因此需要更多劳动力，可以解决失业问题。这仅仅是一种推理，究竟减税多少能解决多少失业问题？是否又会引起别的问题？必须用一个可靠的宏观经济模型来分析。减税方案会导致高消费、低失业，也会引起预算赤字和国际收支逆差增大，高消费会使物价上涨，而物价上涨又会使企业家乐于购进固定资产。系统分析时还应当作一些定量估计，如减税1%能使失业人数减低多少？政策实施见效约需多少时间？多少时间之后减税效果还剩多少？

第二是部门系统分析，就是以各主要生产部门的产品为主分析它们间的种种关系。部门系统分析首先要建立部门的经济生产关系模型，其中部门投入产出表是行之有效的一种方法。表1-1是一种极其简化的投入产出表。表中只列入了农业、工业、第三产业三个部门。第三产业包括银行、保险业、商业、修理、旅游、餐馆、旅店、运输和政府服务部门。表中第一行是农业，它向农业本身提供10亿元产值的农产品，向工业和第三产业分别提

表 1-1

产出部门	农业	工业	第三产业	消费者	总计
农业	10	20	1	19	50
工业	20	60	10	160	250
第三产业	1	25	9	65	100
部门收入	19	145	80		244
总计	50	250	100	244	

供了20亿元和1亿元产值的农产品，而直接向消费者提供19亿元的农产品。第二、三两行数字分别示明了工业和第三产业的产品分配情况。第四行是各部门本身的总收入，这部分总收入中有大部分是作为工资分配给本部门的工作人员，一小部分变为本部门的积累和利润。从部门投入产出表可以看出各生产部门之间的关系，

这些关系说明各部门的生产技术水平和管理效率。当然，表中数字，特别是以每列总计值除后的系数（叫作技术系数或投入产出系数）是应该随技术和管理水平提高而不断减小的。假设这些系数在近年内不变，则从表1-1就可以看出，当某部门产值增加后，相应部门的产品就相应地增多。如果要求农业部门总产值在下一年度从50亿增加到60亿元，显然，农业部门需要的工业产品就应该从20亿元上升到24亿元，第三产业应从1亿元上升到1.2亿元。这就是说，工业部门和第三产业要为明年农业增产作好准备。如果把工业部门分得更细，则可以进一步看出各类工业部门应当如何为农业的发展作相应的发展。同样道理，有一个比较细的投入产出表就可以分析出：如果钢铁要增产，那么相应的各类工业，特别是能源工业、交通运输业、农业、开采工业应当如何配合，从这些需要增加的各种数字中也可以看出钢铁工业是否可能增产。在制定国家经济计划或部门规划时，系统分析是十分重要的。

第三是地区系统分析，在全国宏观经济分析和部门系统分析的基础上进行地区经济系统分析，以充分利用当地的资源，发挥地区经济优势，同时使各地人民尽可能得到价廉物美的产品。我们曾为天津市的能源规划与管理问题提出了天津市地区能源模型体系，用这个体系可以做到：

（1）分析本地区能源消耗、经济结构、产品构成间相互关系的历史和现状；

（2）根据调整国民经济的不同方案预测未来时期本地区的能源需求；

（3）提供5~10年间本地区能源供应的最优方案；

（4）对可能采取的重大节能措施作技术经济评价；

（5）分析能源—环境保护政策。

第四是企业的系统分析。社会主义国家的企业的目的，应当是以价廉物美的产品最大限度地满足人民的需要，同时要尽量降低成本，高效地利用资源，有一定的利润可以发展企业本身。企业通过市场调查，征询客户意见、收集各类统计数据、建立模

型，经常作一些系统分析，以发展新产品、改善管理、更新设备和工艺等等。一个企业可以为不同目的而作不同的企业系统分析，大致有下列几种。

(1) 成本效益分析(价值分析、价值工程)。成本效益分析就是比较企业中产品生产的各方案的成本和效益两者，以成本效益高者为佳。

(2) 投资效益分析。以最小投资得到最大效益，分析其比值。

(3) 盈亏转折分析。分析一个企业的生产量在什么范围内就可以盈余，在什么范围内即将亏损。

(4) 质量管理分析。企业生产的产品，必须保证各方面的质量，使用户满意。所以，企业管理工作的中心环节之一是质量管理。

第五是一项工程或新建企业的分析。在建设一项大工程之前，应当作系统分析，看看这项工程是否值得建，是否可以建。要建将怎样建，建在什么地方，由谁来建，何时建…等问题。

系统工程除了上述系统分析之外，还有预测、计划、规划、对政策或对技术的评价、决策分析等方法。

系统工程还可以看作是包括许多门工程技术的一大工程技术门类^[1]，它可以按专业分为工程系统工程——以各种工程为主要研究对象的系统工程技术；企业系统工程——类似于企业现代化管理的技术；科学系统工程——科学技术研究工作的组织管理技术；信息系统工程——图书、资料、文献、档案的科学管理工作方法；军事系统工程——利用现代科学技术的新成果来帮助新武器研制、参谋业务、组织指挥、后勤业务和军事学研究的技术方法；经济系统工程——研究各类经济系统的系统工程，包括经济预测、经济规划和经济系统分析；环境系统工程——研究包括人的生活活动、工业生产、农业、畜牧业、林业、渔业的生产，自然条件、气象条件等各个方面的组织、管理、协调技术；教育系统工程——研究小到组织一所学校的活动和大到建立一个国家的

教育体系的技术；社会系统工程——研究一个社会的组织、管理、规划的技术方法；农业系统工程——以农事学为基础，建立、组织、管理和规划农业的方法和技术……等等。

这里还要作一点说明，“工程”这个词，现在是泛指一种利用技术方法来解决问题的，包括一些非工程问题，例如生物工程、遗传工程和价值工程等等。系统工程中的工程，也属于这一范畴。

在西方，系统工程常常偏于真正的工程，以解决硬件问题为主。系统工程最早就是从电气元件组合的过程中提出来的。而系统分析的叫法则更为普遍。

世界上系统分析工作做得最有效的机构之一是国际应用系统分析研究所IIASA。由于这个研究机构汇集了世界各国专长于各种领域、具有各地区经验的系统分析专家和其它学者，他们研究世界各国普遍感到迫切的问题，以便交流各国的经验、取得一些更有效的方法、概念和理论，再回去解决自己的、或各国都关心的问题。这些问题有世界人口问题、粮食问题、资源问题、能源问题、污染问题等。他们所研究的问题几乎包括了系统工程的全部内容。

拿他们1983年的研究课题来说，重要的应用性课题有如下七项⁽²⁾。

(1) 世界经济结构变化及工业调整。研究当前世界面临的经济结构的迅速变化和由此而引起的国际贸易的重要性对工业界的压力，各国政府应当如何制定合适的经济政策和调整其工业发展以适应这种挑战。研究目标是为各国经济政策顾问们和专家们准备理论基础，去更深入地发现这一个关键性的长远问题，并制定有效对策。

(2) 国家农业政策。各国在制定农业政策时应当考虑到下列事实：尽管当今世界粮食总产量足够全世界人食用，但事实上还有许多人在挨饿，这就要求有有效的粮食生产和更好的分配方法。全世界百分之十七的食品消耗在美国，只有百分之四十五

在发展中国家，而低收入的发展中国家中约有百分之七十五的劳动力从事农业，农业总产值在这些国家中占其国民总产值的百分之四十五。各国都为自己的经济制定农业政策。本课题研究的是由国际的共同利益来协调各国农业政策，使农业生产和分配在世界上是均衡的，能使世界人民不挨饿。

(3) 能源发展、经济和投资。全球的能源需求在今后几十年内将增长3到4倍，要有深思熟虑的，照顾到经济、社会、环境各方面因素的增加能源供应的策略。能源策略实质上是投资策略，需要以系统观点来研究能源发展的投资问题。研究目的在于对能源和经济投资事业有一个更深入而广泛的了解。

(4) 林业部门的结构变化。在今后二十年内，世界对农产品的需求将增加50%，这将引起许多问题：对农产品的需求将包括人们喜好的变化和新产品的竞争；为满足日益增长的需求，林业生产将面临许多经济困难，包括投资利率和资金来源的困难；由于能源、劳动力和原材料来源的限制和变化将引起的费用增加问题；国际林产品贸易的发展。从总体上来说，国际工业界会找到一些解决办法，但对某些国家及林产工业部门来说，可能会受到很大影响，发生严重的生产运行问题和政策问题。本课题的目标在于了解形成这类问题的各种因素，以及它们如何相互影响，以帮助有关国家和有关工业部门制定相应的对策和办法。

(5) 环境政策研究。本课题由三部分构成。第一部分是环境政策研究。目前有许多研究再生能源和环境污染的课题，IIASA的工作是分析他们的具体研究成果，并用比较分析法来了解并比较在不同社会制度下的政府的处理问题的不同方式，特别是对于有害化学品残余问题和对森林过度砍伐问题的处理方法。研究社会组织在整理资源以保证它们发展的办法。第二部分研究环境如何才有利于这些资源的发展，以及人类机构对环境有何要求。他们以一种适应的或实验性政策（边作边改政策）来对付资源系统中的许多不确定性的问题。第三部分工作是基于聚合各种模型以支持各种决策的概念，提出一种为制定环境政策而建立环

境模型的一般方法。他们所建的聚合模型应当是每个模型都符合某一经验，且和其它模型逻辑上一致，但又足够简单便于用户了解，得到用户信任。

(6) 人口的老龄化和生活方式的变化。发达国家中的低人口增长率形成了老年人比例增长，使养老金和老年人保健福利达到了空前的水平，因此，要有一个合适的增强家庭照顾和工作年龄弹性的政策。IIASA的人口课题研究IIASA成员国目前人口老龄化和生活方式变化的模式，分析这样的模式在今后几十年可能形成的对于保健和生活支助方面的需要，寻找各种有关家庭组成和就业的政策以减少满足这些需要而必须偏付的社会代价。低生殖率会形成老年人比例增加，在低生殖后再来一个高生殖率周期，就会形成社会上工作人口与被赡养人口间的不平衡。要了解老龄化的模式就必须检查生殖率的模式，而要检查后者则又必须研究家庭的形成和妇女参加工作的模式。社会上人口老化实质上是包括许多环节在内的动态过程。本课题的主要目的是为下面两项政策讨论作准备：一、家庭和国家在帮助老年人中所起的作用，二、工作和退休间的关系。

(7) 区域和城市的整体发展。各国为了发展经济常常要建设许多大型项目，这些项目往往会对地区形成很大的好的和坏的影响。各国对地区发展已经作了许多研究，但缺乏的是对地区整体发展的概念、方法和理论。本课题着力研究如下问题。一、为地区、国家和国际发展相互作用建立模型；二、评价大规模能源项目对地区的影响；三、研究地区形成过程和政策间动态关系。

IIASA在理论工作方面在1983年还作了一些为当前和将来的课题解决问题的概念和方法。其一是适应和优化——在许多系统分析工作中常需有效地表达不确定性，表达可以对付变化了的条件的适应性和表达前两者对于效率和优化的关系。其二是调解和交互决策——IIASA所研究的课题有许多部分涉及调解双方的矛盾问题，调解一般人和组织机构决策者间的矛盾，协调相互冲突的双方面的矛盾。研究交互作用（对话）过程，有利于作出正确

决策。

从以上所举各种例子，可以看到系统工程和系统分析的一般内容，虽说各国有不同的习惯叫法和理解，但是，总的来说，可以把它们等同起来。

我们还常常听到现代化管理这类名词。它完全是管理科学，由于现代化，所以，在解决管理问题时主要靠现代化技术、方法和工具。这样，它的一部分或大部分就和系统工程重复了。在方法方面，要用到定量模型的建立，各种优化的计算，动态和随机过程的分析。在工具方面，要用到信息处理系统，专家系统，管理信息系统和决策支持系统。但现代化管理主要是在各类管理问题，它涉及生产组织、市场、金融、经济、贸易各方面，在这方面和系统工程是有一些区别的。

至于日本人常用的软科学这一名词，国内也有人提到。作者认为软科学是对硬科学而言的。我们一般从事的各种工程技术工作，面对的都是一些物理系统（或生物系统或化学系统），对它们作设计、研制、改造、生产、修理…等。软科学面对的大多是事理系统^①，或物理系统中的有关事理部分，对它们作计划、预测、组织、评价、管理…等。

§1-2 系统工程的内容

一、系统工程的定义及其解释

系统工程是一种应用技术，它是从系统的观点出发，采取定量的，或定性与定量相结合的方法，从经济的、技术的、社会的角度来对一个大系统作优化分析或评价。

对这种定义，还必须加以说明。

^①事理系统的事理，是相对于作为工程技术基础科学的数学、物理、化学、天文学、地学和生物学等的运筹学而说的，见钱学森、许国志、王寿云，“组织管理的技术——系统工程”，文汇报，1978年9月27日。许国志，“论事理”，系统工程论文集，科学出版社，1981。而“事理系统”是宋健从事理这个概念推广而得，见宋健，“事理系统工程的数据库技术”，系统工程论文集，科学出版社，1981。

系统的观点是指全局的观点，从更大的范围，即从更长的时间、更高的层次和更大的空间来考虑问题。比如研究当前或近期的问题，要从将来的或长期的观点出发；研究地区的问题，要从全国的或甚至是世界的范围考虑；研究一种产品的生产和销售问题，要顾及本企业全部产品的生产和消费问题。

定量的方法是指依据客观的信息和数据，建立能正确反映所研究问题中主要关系的数学模型，用计算机做各类计算得到结论。定性的方法则是按专业的有关理论：经济学、社会学、人口理论、心理学…等等或按有关人员的经验、偏好、意图对所研究的系统加以评述、比较、推断、立论。定性和定量相结合的方法是指既要尊重专家们从有关专业理论与他们自己的经验提出的对所研究系统的分析结果，也要了解对所研究系统有关的群众的意见，更要听从决策者的偏好和主观意图。另一方面，对于已有的统计资料和有关数据，要利用数理统计和一般建模方法把它们形成模型。在建模之初，特别是建立何类模型和建模目的，要从专家们和决策者的意图中得出结论，而客观数据则用以确定具体模型的结构和参数值。总之，定性与定量相结合的方法的第一个目的是要尽量得到有关客观系统的信息，第二个目的是用以对付目前定量方法尚不足以对付千变万化客观世界的现实。

经济的角度是指省本钱、省人工、省能耗、省原材料、利润大、经济效益高、劳动生产率高、资金流转快、…等等，更深入的还将涉及销售、市场、价格、外贸等方面的利益；技术的角度是指技术上可行、技术上先进、标准化系列化、…等等；社会的角度是指对人民的健康福利有利、对社会的精神文明建设有利、对国家的长远利益有利、为社会所能容忍、…等等。

大系统则是指变量众多、因素复杂、往往由许多相互影响相互制约的许多中小系统构成的综合系统。而按系统的性质说，又可分成物理系统（如一项大型工程、一台巨型计算机、一座大型钢厂）和事理系统（全国经济系统、全国教育系统、全国能源系统等）。在处理这两类系统时，往往在处理物理系统时要同时安

排该系统有关的事理问题，反之亦然。

优化分析是指为求得系统的优化而对系统进行分析。优化分析既包括分析系统得到优化的条件，也包括直接为系统作最优设计、最优规划、最优管理、最优调度、最优布局、…，当然，决策分析本身也就是优化分析的一种。

所以，具体来说，系统工程的工作是：

(1) 对一类物理系统作最优设计、最优管理、最优分析或评价；

(2) 对一类事理系统作最优设计、最优管理、最优规划、最优布局，或对它们作评价，或作战略性研究；

(3) 对系统的发展作预测，对事情作决策，对政策作评价…等等。

上述三方面的系统工程师工作可分别举例加以说明。

例一 一项大型工程的最优设计，如以最快的速度 and 最恰当的施工、调度、试验、投产、调整相配合的工序来设计一个大型钢厂，使它具有最好的经济效益、年耗能最少、满足环境保护条例而投资最少。最优管理如在限定的期间尽量利用本厂的技术力量，以最省的物耗能耗和最少的工时完成一艘或多艘大型船舶的制造任务。系统分析，如对长江三峡水力发电工程作可行性分析，分析其总经济效益、淹没损失、对上游城市经济发展的影响、发电与水力的综合效益、建成投产时期、投产的可能性，比较建立其它水电设施的效果，比较以同样投资建立其它能源设施的结果，或比较得到同样能源（吨标煤/年）所需的投资额和时间…等等。评价，如对大型石油化工企业选点方案或对于大型厂矿的选址方案的评比，又如对某一新开发的油气田所产油气的利用问题。要先对其运输、转换、生产、销售…等各环节的不同方案作比较，然后再在总体上作技术、经济、社会诸方面的评比。

例二 最优规划，如为国家制定五年经济计划提供参考方案，在国家规定的经济发展增长率下，按全国经济综合平衡原则规划各类经济活动和投资分配额。又如在一个地区制定农业发展规划。

划，考虑到该地区的地理、气候、土壤…等等条件，以经济效益最大，农民收入最高为目标，作最优规划求解农民的各项生产（包括农、林、牧、副、渔——副现在应当包括经营商业、服务行业和农村工业）的活动量，确定各类作物的种植面积和各项活动的投资和劳力。最优布局，如对煤炭工业在一定期间内矿并建设的布局，在限定的投资和煤矿资源条件下，或在规定的煤炭供应量和煤矿资源条件下，以最多供应量（前者）或最少投资额（后者）为优化目标，确定全国矿井建设的布局和先后次序。最优管理，如对一个国家的科学技术研究和发展工作的组织和管理。最优控制如制定国家的外贸政策，控制人口的政策和城乡环境保护政策。战略研究如探索50年后世界能源情况，并提出当前的对策，以及研究我国将来的城乡建设的趋向。

例三 预测，预测商品市场，预测技术的发展，预测人口的增长，预测能源的需求…。评价，评价有关经济的、政治的、社会的、军事装备建设的政策，评价应当是实事求是，剖析深刻，掌握情况和数据，了解全局的。一种正确的政策的制定，靠正确的分析、合理的预测和公正的评价、决策，对国家政治、经济、社会作出科学的合理的决策，在选拔人才，奖励先进，¹⁹升级提职方面作出先后排序决策。对矛盾问题和冲突问题，作冲突分析以取得协调的结果。

二、系统工程所用方法

从上节所述系统工程的定义可知，它应用的范围广、涉及的专业多、所处理的问题的性质差异大。因而，它所使用的技术和方法也多，这些方法和技术按它们的来源可以分成有关专业和系统工程自身两大类。

（一）专业的方法和技术

专业的方法和技术主要来自所研究的系统本身。如最优设计某个工程系统，就必须了解有关工程方面的通用方法和技术，作最优教育系统规划就要了解教育系统本身的规律和教育系统中计算经费和成果的标准、方法和技巧，作农业区划要了解该地区的

农业特点、地理、土壤、气候、资源、生态、人民风俗习惯、附近的工业和交通条件以及农作物和农业经济的科学规律和计算方法。在许多专业的方法和技术中，唯有经济的方法和技术有通用性。因为在最优化过程中往往会用到最省钱、利润最多、经济效益最高等指标，所以，系统工程师需要了解利率、贴现、折旧、投资回收、边际效益、…等等一套经济计算方法。此外，由于经济系统分析的应用逐渐普遍，有关经济数学方法的基本知识也是必要的。当然，优化还往往要从社会的角度出发，因此，有关环境污染、社会的精神文明指标等等也要掌握。

（二）系统工程自身的方法和技术

前面说过系统工程采取定量的，或定性与定量相结合的方法。这些方法的来源基本上是控制论、运筹学或数理统计。后来，为了适应系统工程本身的需要，就逐渐演变为系统工程自身的方法。

定量分析方法的根本是建立数学模型，为了建立能确切反映所研究系统的主要关系，就要收集信息和分析数据。对于物理系统，可以在实验室中用输入输出成对数据来辨识系统帮助建模，也可以从现有的具体工程实体取得以往的记录数据，或在该实体上测试以得到所缺的必要数据。对于事理系统，就只能依靠历史统计数据。象我国过去三十多年经济建设有多次起伏，统计制度刚开始正规建立，收集数据是很困难的工作。对于收到的数据还应当用各种办法加以分析和分类^[4]，然后才能从整理后的数据建立比较确切的数学模型。这种分析数据建立模型的方法就是系统工程中定量方法的一个组成部分。用历史统计数据建立数学模型还有一个致命的弱点，就是样本容量特小。我国建国才三十多年，分析了这三十多年的数据（许多项目的数据每年只有一个），挑出能用的数据就很少了。如果需要留一部分作为模型检验之用，那么，常常只剩下几个到几十个数据。在这种情况下要依靠参数估计的一致性来保证估计精度是毫无意义的，这就要提出系统工程自己的参数估计方法^[4]。

系统工程主要是分析大系统的问题。描述大系统内部的主要